



2021

平成 29 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 5 年次

令和 4 年 3 月

本校のSSH事業の目標の一つは、学習により得た複数の知識を連結・接続して磨き上げ、どのような社会にあっても、どのような職に就いても、力強く生きていくことのできる、逞しい「知性」を持つ生徒を育むことです。その理念を基に、全生徒を対象とした幅広い分野を含むカリキュラムの開発を目指して、SSH事業を行ってまいりました。

SSH指定第Ⅱ期5年間の研究開発を経て、本校の今後の教育実践の方向性として、「エージェンシー」と「創造的思考力」の獲得に照準を合わせることにいたしました。「エージェンシー」は、「生徒が自ら考え、学ぶことに興味を持ち、個人がどうあるべきか、属すグループや、その先の社会全体がどうあるべきかを直線的でなくとも柔軟に目標を設定して、実現に向けて行動すること」、「創造的思考力」は、「これまでに学んだ知識や経験を総合して、与えられた問いに対する解決方法を思索できる力。また、与えられた問いの本質を見抜き、解決可能な問題に定式化する力」と本校では定義しています。

これらの基礎となるのが「主体性」と「創造性」です。「主体性」と「創造性」を育むためには、drill & practiceのみの教科学習に留まらず、フィールドワークや実験、個人の活動やグループでの活動、校内の活動を超えた他校との交流を推進していくことが大切です。そのような活動が、指導者側の予測を超えた、この先の時代を逞しく生きて行く生徒を育てていくことにつながると確信しております。

SSH事業は、将来国際的に活躍する科学技術人材を育成することを目的としています。そこで、2018年度よりSSH事業と連携した国際化を推進し、国内だけに留まることなく海外の高校との研究交流、協働に努めてまいりました。そして、台湾の台中女子高級中学、タイのチュラロンコン王立大学付属中高、同じくタイのシーナカリンウイロット大学付属パテュムアン高校、ベトナムのベトナム国家大学ハノイ外国語大学付属高校、インドネシアのプラディータ・ディルガンタラ高校など、ASEAN各国を代表する高校とMOUを結びました。ASEAN各国のトップレベルの高校は、日本のSSH事業に大変注目しています。

SSH事業と国際化の推進を同時に進行することにより、国内だけでは体験することの出来ない新たなプログラムの開発に努めてまいります。まだまだ道半ばですが、今後もSSH指定校として研究成果のプロセスや成果をこれまで以上に外部に発信し、学外の教育関係者の皆様からのご意見をいただきながら、本校だけでなく他校も含め、よりよい中等教育の在り方を模索していきたいと考えております。

最後になりますが、2021年度も新型コロナウイルス感染拡大により、研究や交流に様々な制限が加わった中での活動となりました。反面、オンライン化が進み、オンラインによる外部との学習活動や研究活動が促進されました。新型コロナウイルス感染拡大から3年目を迎える2022年3月。世界中で困難な状況にありますが、本校生徒も他のSSH指定校生徒と同じく、この難儀な環境に負けることなく研究活動を続けてまいりました。その成果を、皆様にご覧いただけましたら幸いです。

目 次

巻頭言

令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）	1
令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題	6
第1章 5年間の取り組みの概要	12
第2章 研究開発の経緯	17
第3章 研究開発の内容	20
第1節 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム	20
中1 探究的活動	
中2 探究的活動	
中3 探究的活動	
高1 化学基礎 化学基礎力の習得	
高1 生物基礎 レポート作成による論理的思考力の向上	
高1 プレゼミ・個人課題研究	
高2 個人課題研究	
第2節 ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム	36
高3 数学探究Ⅱ	
高3 化学探究Ⅱ	
高3 生物探究Ⅱ	
第3節 深い思考につながるクロスカリキュラム	42
第4節 科学技術人材育成に関する取り組み、科学系部活動の振興	44
科学系部活動の活動振興	
4 校合同夏休み探究交流会	
Jr.リサーチャー養成講座（基礎編、体験編、総合編、技術編）	
Girls in Control ワークショップ	
The 2nd International Webinar on Science Project	
江崎玲於奈賞受賞者研究室訪問	
筑波会議 感染症スペシャルセッション	
第4章 実施の効果とその評価	55
第5章 SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況	58
第6章 校内における SSH の組織的推進体制と教員研修	59
第7章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	60
関係資料	62
資料1 教育課程表	
資料2 SSH 運営指導委員会の記録	
資料3 高2 個人課題研究 テーマ一覧	

学校法人茗溪学園 茗溪学園中学校高等学校	指定第 2 期目	29-03
----------------------	----------	-------

①令和 3 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題		世界に提案できる、探究力育成を目指した茗溪学園式中高一貫カリキュラムの開発																																																																		
② 研究開発の概要		I. 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム (1) 中学 1・2・3 年次の各授業あるいは総合的な学習の時間において、探究スキルを高める活動を行う。 (2) 高校 1 年次で、探究スキルを高める取り組みを各授業で行うとともに、「プレゼミ」として個人課題研究に向けた活動を実施する。 (3) 高校 2 年次で、学校設定科目「個人課題研究（2 単位）」を設置し、探究活動を行う。 II. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム 高校 3 年次で学校設定科目「数学探究Ⅱ」「生物探究Ⅱ」「化学探究Ⅱ」を設置し、カリキュラム開発とその実践を行う。 III. 深い思考につながるクロスカリキュラム これまでの取り組みを振り返り、次年度に向けた課題を明確にする。 IV. 校外研修活動や特別講座、科学部系部活動の取り組み フィールドワーク、講演会等を実施する。																																																																		
③ 令和 3 年度実施規模		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">課程</th> <th rowspan="2">学科</th> <th rowspan="2">コース</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> </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 rowspan="3">全日制</td> <td rowspan="3">普通科</td> <td>総合</td> <td>256</td> <td>7</td> <td>282</td> <td>7</td> <td>255</td> <td>6</td> <td>793</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>IBDP</td> <td></td> <td></td> <td>20</td> <td>1</td> <td>16</td> <td>1</td> <td>36</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>256</td> <td>7</td> <td>302</td> <td>8</td> <td>271</td> <td>7</td> <td>829</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td colspan="3">中学校</td> <td>226</td> <td>6</td> <td>233</td> <td>6</td> <td>241</td> <td>6</td> <td>700</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table> (1) 探究力を高める取り組みは中学 1 年生 226 人、中学 2 年生 233 人、中学 3 年生 241 人、高校 1 年生 256 人を対象とする。 (2) 課題研究（高校 1 年「個人課題研究」、高校 2 年「個人課題研究」）は高校 1 年生 256 人、高校 2 年生 282 人（総合コース）を対象とする。 (3) 高校 3 年次の数学・理科の探究科目は希望者を対象とする。 (4) クロスカリキュラムは高校 1 年生 256 人、高校 2 年生 42 名を対象とする。 (5) 校外研修活動や特別講座は希望者を対象とする。取り組みによっては該当学年全員を対象とする。								課程	学科	コース	第1学年		第2学年		第3学年		計		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	全日制	普通科	総合	256	7	282	7	255	6	793	20	IBDP			20	1	16	1	36	2	計	256	7	302	8	271	7	829	22	中学校			226	6	233	6	241	6	700	18
課程	学科	コース	第1学年		第2学年		第3学年		計																																																											
			生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数																																																										
全日制	普通科	総合	256	7	282	7	255	6	793	20																																																										
		IBDP			20	1	16	1	36	2																																																										
		計	256	7	302	8	271	7	829	22																																																										
中学校			226	6	233	6	241	6	700	18																																																										
④ 研究開発の内容		○研究開発計画 第 2 期 SSH の研究開発のテーマとして、「中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム」「ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム」「深い思考につながるクロスカリキュラム」の 3 つを柱として掲げている。各研究テーマについての研究計画を述べる。																																																																		

Ⅰ. 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム	
第 1 年次	・ 中学 1 年次で「問題発見力」「協働で取り組む力」に着目し、日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中でそれらの能力の向上を目指す。 ・ 高校 1 年次における「ミニ研」を実施し、成果と課題をまとめる。 ・ 高校 2 年次における「個人課題研究」を実施する。校内の全員発表会を経て、代表者は筑波大学にて開催される「個人課題研究発表会」で口頭発表またはポスター発表を行う。 ・ 課題研究の指導に関する「教員研修会」を実施する。
第 2 年次	・ 中学 1 年次における授業実践を継続発展させた上で、中学 2 年次で「論理的思考力」「表現力」に着目し、日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中でそれらの能力の育成を目指す。 ・ 中学 3 年間で育成すべき能力を細分化し、教員間で共通の認識が持てるよう研修を実施する。 ・ 高校 1 年次における「ミニ研」、高校 2 年次における「個人課題研究」の実践を継続発展させる。
第 3 年次	・ 中学 1・2 年次における取り組みを継続発展させた上で、中学 3 年次で「多面的に分析する力」に着目し、日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中でそれらの能力の育成を目指す。 ・ 中学 3 年間の取り組みを評価・検証する。 ・ 高校 1・2 年次における課題研究の取り組みをさらに継続発展させる。 ・ 高校 3 年生を対象に学校設定科目「数学課題研究（1 単位）」「物理課題研究（1 単位）」「化学課題研究（1 単位）」「生物課題研究（1 単位）」を開設し、高校 3 年次で課題研究の実施を希望する生徒に対して支援を行う。
第 4 年次	・ 中学 3 年間における取り組み、高校 1・2 年次における課題研究の取り組みを、さらに継続発展させ、取り組みの評価・検証を行う。 ・ 第 3 年次までの取り組みを総括し、計画の再構築を図る。
第 5 年次	・ 5 年間の総括を行い、新たな研究課題に対して研究を進める。
Ⅱ. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム	
第 1 年次	・ 平成 30 年度に開講する「数学探究Ⅰ」「物理探究Ⅰ」「生物探究Ⅰ」「化学探究Ⅰ」に向け、教材の開発を行う。
第 2 年次	・ 高校 2 年生を対象とした学校設定科目「数学探究Ⅰ（6 単位）」「物理探究Ⅰ（3 単位）」「化学探究Ⅰ（3 単位）」「生物探究Ⅰ（3 単位）」を開設する。双方向型・協働型の学習で、探究活動を重視した学習者中心の深い学びを目指し、効果的な高大接続を見据え、学習指導要領の枠に捉われないカリキュラムを開発する。
第 3 年次	・ 前年度の取り組みを踏まえ、高校 3 年生を対象とした学校設定科目「数学探究Ⅱ（4 単位）」「物理探究Ⅱ（4 単位）」「化学探究Ⅱ（4 単位）」「生物探究Ⅱ（4 単位）」を新たに開設する。
第 4 年次	・ 第 3 年次までの取り組みを総括し、計画の再構築を図る。
第 5 年次	・ 5 年間の総括を行い、新たな研究課題に対して研究を進める。

Ⅲ. 深い思考につながるクロスカリキュラム

第 1 年次	・ 試行的、あるいは組織的・計画的に複数回実施し、その成果や課題を教職員が共有した上で次年度以降の実施に備える。
第 2 年次	・ 前年度の取り組みをさらに発展させ、生徒の興味を引くテーマを設定し、教員間で目的を共有した上で、教材開発を行う。
第 3 年次	・ 前年度の取り組みをさらに発展させ、生徒の興味を引くテーマを設定し、教員間で目的を共有した上で、教材開発を行う。
第 4 年次	・ 第 3 年次までの取り組みを総括し、計画の再構築を図る。
第 5 年次	・ 5 年間の総括を行い、新たな研究課題に対して研究を進める。

Ⅳ. 校外研修活動や特別講座、科学部系部活動の取り組み

上記の研究テーマ以外の活動については、以下の取り組みを実施しながら、取り組みの総括と計画の見直しを繰り返し、充実した活動ができるよう努める。

- ・ 海外でのフィールドワークや海外の連携校との研究発表交流会を通して国際性を高める。
- ・ 学校・学年行事や希望者対象の研修において、国内でのフィールドワークも実施する。
- ・ 科学講演会を実施する。
- ・ 国際科学オリンピックの国際大会への出場を目指してトレーニングを行い、それぞれの分野の知識の理解を深める。
- ・ 科学系部活動の充実を図る。

○教育課程上の特例

開設科目名	単位数	代替科目名	単位数	対象
個人課題研究	1	総合的な学習の時間	1	高校 1 年生全員
個人課題研究	2	総合的な学習の時間	2	高校 2 年生全員
数学課題研究	1	総合的な学習の時間	1	高校 3 年生希望者
物理課題研究	1	総合的な学習の時間	1	高校 3 年生希望者
化学課題研究	1	総合的な学習の時間	1	高校 3 年生希望者
生物課題研究	1	総合的な学習の時間	1	高校 3 年生希望者
数学探究Ⅰ	6	数学Ⅱ	4	高校 2 年生希望者
		数学 B	2	
物理探究Ⅰ	3	物理	3	高校 2 年生希望者
化学探究Ⅰ	3	化学	3	高校 2 年生希望者
生物探究Ⅰ	3	生物	3	高校 2 年生希望者
数学探究Ⅱ	4	数学Ⅲ	4	高校 3 年生希望者
物理探究Ⅱ	4	物理	4	高校 3 年生希望者
化学探究Ⅱ	4	化学	4	高校 3 年生希望者
生物探究Ⅱ	4	生物	4	高校 3 年生希望者

○令和 3 年度の教育課程の内容のうち特徴的な事項

- ・ 「個人課題研究」は高校 1 年生、高校 2 年生全員を対象として実施した。
- ・ 高校 2 年生、高校 3 年生を対象に開設された数学・理科の探究科目（上記の表の通り）は希望者を対象に実施した。
- ・ 高校 1 年次の「社会と情報」においてデータ分析の手法を学び、理科の授業では実験・観察を重視しており、これらの活動は課題研究の充実につながっている。

○具体的な研究事項・活動内容

I. 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

- ・探究力を構成する要素を「問題発見力」「論理的に思考する力」「多面的に思考する力」「協働で取り組む力」「表現力」と定め、これらのスキルを高めるべく、主に総合的な学習の時間を用いて活動を実践してきた。
- ・高校 1 年次において、主に総合的な探究の時間を用いて、高校 2 年次必修科目「個人課題研究」に向けた準備として、昨年度取り組んだ「仮ゼミ制度」を引き継ぎ、プレゼミを開講した。
- ・高校 2 年次における「個人課題研究」では、前期は金曜日の 5・6 限を用いて研究活動を行った。後期は論文執筆や要旨、発表用のパワーポイントを制作した。12 月の全員発表会を経て、代表者は本校で開催される「個人課題研究発表会」でポスター発表を行った。アンケート調査によって探究スキルの向上を検証した。

II. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

- ・高校 2 年次において、「数学探究Ⅰ」「生物探究Ⅰ」「化学探究Ⅰ」、高校 3 年次において、「数学探究Ⅱ」「物理探究Ⅱ」「生物探究Ⅱ」「化学探究Ⅱ」を設置し、双方向型・協働型の学習で、探究活動を重視した学習者中心の深い学びを目指した。理科の探究科目では実験・観察を重視した。

III. 深い思考につながるクロスカリキュラム

- ・これまでの取り組みを振り返り、今後の方向性を明確にした。これまでの「概念」をテーマとする取り組みを継続し、言語活動（読解と文章化、読み書き）に力点を置いていくこととする。なお、この言語活動についてはクロスカリキュラムに限らず、探究活動・個人課題研究もふくめ、すべての教科・科目等の学習活動において力を入れていく。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- ・SSH 事業の意義の説明や活動の概要を示すポスターの発行や SNS での発信を行った。
- ・学校ホームページにおいて、クロスカリキュラムの取り組みの活動例や生徒の感想等を掲載し、成果の発信を行った。また、本校オリジナルテキストである「個人課題研究の手引き」のデータも公開した。高校 1 年次における新たな取り組みである「プレゼミ」のワークシートもホームページに公開し、ホームページの充実を図った。
- ・日本理科教育学会（1 件）の発行物に本校教諭が記事を掲載した。

○実施による成果とその評価

1. 中学における探究スキルを高める取り組み

中学 1 年生は、第一線で活躍しているビジネスマンを招き、講義やワークを実施した。また、つくば市のスタートアップ事業と連携し、起業家による講演等が実施した。これらの活動は批判的思考力・創造的思考力の向上に寄与し、職業観の変容につながった。中学 2 年生は、地理の授業において「地図を使った地域調査」を行った。総合的な学習の時間の中で、調査、ポスター作成、学び合い活動、発表、振り返りを行い、表現力と論理的思考力を高めた。中学 3 年生は生物分野と地学分野それぞれでフィールドワークを行った。リサーチクエスションの設定から現地調査、事後調査、まとめ、発表という一連の探究活動のプロセスを経験した。フィールドワークで実物に触れることは、生徒の興味関心や学習意欲の喚起につながった。

2. 高校 1 年の課題研究

高校 2 年次必修科目「個人課題研究」に向けた準備として、昨年度取り組んだ「仮ゼミ制度」を引き継ぎ、プレゼミを開講した。「論文の探し方」や「論文の読解」、「RQ の作成」などの活動を行った。多くの生徒が個人課題研究のテーマ設定に役立ったと回答している。一連の活動によって、自身の関心や視野を広げ、研究の難しさや実現可能性についての視点を持つことができた。

3. 高校2年の課題研究

高1後半から約1年間にわたり、全員が課題研究に取り組んだ。多くの生徒が積極的に取り組み、論理的思考力や表現力が向上した。オンラインを有効活用し、遠方の専門家の方から指導・助言を受けることが活発に行われるようになったという意味で、良い傾向である。

4. ハイレベルかつ主体的な学びを実現するカリキュラムの取り組み

高校3年次で「数学探究Ⅱ（4単位）」「化学探究Ⅱ（4単位）」「生物探究Ⅱ（4単位）」を実施した。高い意欲を持つ希望者を対象に、少人数の授業を展開した。理科では実験・観察を重視し、討論等によって理解を深めることができた。

5. クロスカリキュラムの実践

高校1年生を対象に、情報・現代社会・世界史の授業で「プロパガンダ（メディアの情報）」の取り組み、高校2年生を対象に、地学・美術の授業で「変化」の概念理解を目指した取り組みを実施した。相互に関連する汎用的なスキルを高め、その重要性への気づきを促すことができた。

○実施上の課題と今後の取組

1. 中学での探究スキルを高める活動については、ポスターやパワーポイントを作成して、発表会を実施するスタイルは定着しつつあるが、「発表の経験」に留まらせるのではなく、自身がまとめた内容を批判的に捉え、新たな疑問を見つけ出すことに重点を置く必要がある。教員や他の生徒と対話することによって生徒の思考をより深める機会を意図的に設けることが必要である。
2. 今年度から教育課程を改訂し、総合的な学習の時間の授業時間数はいずれの学年も週2コマとなり、増加した。今年度の反省を踏まえ、中学の探究的活動の更なる充実を図っていきたい。
3. 個人課題研究の研究テーマ決定で苦勞している生徒が多い。より時間をかけ丁寧に指導していくことに加え、研究を一通り終えた高校2年生と、これから本格的に研究を始める高校1年生が分野毎にゼミ活動を行う機会を設けるなど、高校1年生のテーマ設定や自身の研究の質の向上に資する活動を行っていくことを検討したい。
4. あらゆる活動を通して生徒のメタ認知スキルを育むような取り組みの強化が必要である。個人課題研究においては、研究期間を4つのステップに分けて生徒の自己評価と指導教員によるフィードバックを行っているが、日常的な指導の場面において、目的を明確に持つことやあらゆる主張に対する根拠について考えさせるなど、内省する姿勢を大切にしていきたい。
5. これまでの第Ⅱ期SSHの研究開発の中で、高校2年次と高校3年次に少人数を対象とした学校設定科目を設置し、実践を行ってきた。今後は、より多くの人数を対象として、通常授業の中で充実した探究活動ができるよう努めていきたい。
6. クロスカリキュラムの取り組みについては、これまでの「概念」をテーマとする取り組みを継続し、クロスカリキュラムとIBにおける概念学習、STEAM教育の共通点のあぶり出しを今後の課題としたい。これに加えて、言語活動（読解と文章化、読み書き）に力点を置き、SSH事業の活動に留まらず、学校全体の取り組みとして言語活動を推進していく。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

- ・SS Geo Tour（屋久島研修）は中止とした。夏休み等の長期休暇期間を利用して、埼玉県立春日部高校との共催で屋久島の巡検を行う予定であった。
- ・中国上海海外研修は中止とした。中国現地校を訪問して、課題研究の研究発表交流を実施する予定であった。
- ・オンライン授業の実施により、実験等の活動を制限せざるを得ず、個人課題研究に否定的な影響を及ぼした。

②令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

1. 中学における探究スキルを高める取り組み

本校の第Ⅱ期 SSH 研究開発では、探究力を構成する要素を「問題発見力」「論理的に思考する力」「多面的に思考する力」「協働で取り組む力」「表現力」と定め、これらのスキルを高めるべく活動を実践してきた。各スキルは複雑な形で相互に関連し合っており、スキルのレベルは単純に、段階的に高まっていくわけではないということを実感として持ってきた。その意味で、各学年の探究スキルを高める取り組みは、目的を柔軟に変えながら、課題研究の実施に役立つというだけでなく、未来をたくましく生き抜く力を身につけることを目的に工夫を重ね、主に総合的な学習の時間を用いて実践を行ってきた。

中学1年生は今年度から新たに、6クラスのうち2クラスをアカデミアクラスとして設置した。アカデミアクラスでは、「知性＝遠回りする能力」の定義に基づき、生徒の知的体力と知的センスを磨き、大学さらには社会において「知」を武器に生きる若者を育成することを目的として、検討と実践を続けてきた。アカデミアクラスにおいて、特に重点を置いているスキルは「批判的思考力」「想像的思考力」「実践・実装力」の3つである。中学1年の総合的な学習の時間においては、第一線で活躍しているビジネスマンを招き、講義やワークを実施し、これらのスキルの向上を目指した。アンケート調査の結果、満足度・理解度・関心度・積極性のいずれの項目についても高い評価が得られた。授業中に見られる質疑応答の内容は、重点をおいている批判的思考や創造的思考に基づくものであり、定性的に高く評価できるものであった。アカデミアクラスでないクラスの活動については、つくば市のスタートアップ事業と連携し、起業家による講演等が実施された。講演会後のアンケート調査の結果、起業することに興味を持った生徒が多く見られただけでなく、自らの生活の問題や社会の問題に対する問題意識が高まり、職業観が変容した様子が見られた。中学1年生の取り組みは、本校の外部登用人材が本校専任教員とともに授業を運営しており、より組織的に実践できたという意味で高く評価できる。

中学2年生は「論理的思考力」の育成を主眼とした活動を行った。地理の授業において「地図を使った地域調査」を課したが、この取り組みと連携して、総合的な学習の時間の中で、調査、ポスター作成、学び合い活動、発表、振り返りを行い、表現力と論理的思考力の向上を目指した。実施後のアンケート調査の結果、意欲や身近な地域への関心については、90%を超える生徒が肯定的な回答を示した。発表は、班での全員発表→班の代表によるクラス発表→クラス代表による学年発表というステップで複数回実施しており、97.3%の生徒が他者の発表から学びを得たことがわかった。また、地域調査を「なぜ？」という疑問を持って進めることができた生徒は89.5%であり、問題発見力の高まりが伺えた。「第22回いばらき児童生徒地図作品展」に出展した結果、1名が優秀賞、3名が佳作を受賞することができたことも成果である。

中学3年生は、生物分野と地学分野それぞれでフィールドワークを行った。生物分野では、大洗水族館をフィールドとして設定し、授業の中で事前学習を行い、リサーチクエスチョンを設定した上で、当時の巡検に臨んだ。事後アンケートの結果から、そもそも適切な探究テーマではなかったと振り返る班もあり、探究活動において重要な「何を明らかにしたいのか」について明確なビジョンを持つべきだという意見があった。このような反省は否定的に捉えるものではなく、問題発見力や批判的思考力の向上につながる視点であると考えられる。動物のからだの作りの理解を深化させることや環境保全や共存について考えるきっかけを得るという当初の目的が達成で

きただけでなく、リサーチクエスションの設定から現地調査、事後調査、まとめ、発表という一連の探究活動のプロセスを経験し、それを理解できたことは成果であった。地学分野では、大洗岬平太郎浜の砂礫浜海岸の環境の観察・調査を行った。事後学習時に行ったアンケート結果からは、観察や調査・体験の重要性を実感できたことはもちろん、授業で学習した内容を巡検で活用できたといった趣旨の自由記述が15%見られ、授業における学びと巡検が生徒の中で有機的に関連付け合っている様子が見られた。また、44%の生徒が、対象を異なる角度から分析し、新たな疑問を生み出すといった内容の記述をしており、問題発見力が向上し、主体的に活動を行ったことが伺えた。野外観察で実物に触れることで、生徒の興味関心や学習意欲の喚起につなげるという当初の目的は十分に達成することができた。

指定期間全体を通じた各取り組みの実施によって、様々な探究スキルが向上した。学校活動の中に探究活動が自然に浸透し、学年教員が創意工夫を凝らしながら教材開発を実施してきたことは大きな成果である。

2. 高校1年次の課題研究

高校2年次必修科目「個人課題研究」に向けた準備として、昨年度取り組んだ「仮ゼミ制度」を引き継ぎ、プレゼミを開講した。プレゼミは準備という意味の“プレ”と事前という意味の“プレ”を掛けたネーミングであり、自分自身の関心ある分野を知り、これまで以上に研究テーマ選びを充実させることを目的とした。プレゼミは専門性を考慮せず、教員が自身の専門外の内容についても探究し、教養を深め、生徒とともに良いアイディアを生み出す体験をすることも目的としており、生徒の活動を組織的にサポートできたというだけではなく、教員にとっても研修の意義合いを強く持つ、刺激的な制度である。

プレゼミでは、「研究とは何か」というガイダンスから始まり、「論文の探し方」や「論文の読解」、「RQの作成」などの活動を行った。事後アンケート調査の結果、身についた知識やスキルの中で、最も高い数値を示したのは「論文の探し方」のスキルであった。総括的にプレゼミの活動が個人課題研究の研究テーマ設定に役立ったかどうかを5段階で評価をした結果、「役立った」と「やや役立った」という肯定的な評価をした生徒は全体の62%であり、期待した値よりも低い結果であった。一連の活動によって、自身の関心や視野を広げ、目的や内容を明確にし、研究の難しさや実現可能性についての視点を持つことができたであろうことは定性的に評価できる。進路指導の一環でとりくんでいた「夢ナビ」を通じ、20.9%の生徒が興味ある分野を見つけることができたことから、進路指導も含め、学問分野に関する調べ学習の重要性が示唆された。

指定期間全体を通じた成果について述べる。当初取り組んでいた「ミニ研」の活動を通して得られた反省を生かし、テーマ設定に重点を置き、批判的思考力を高めるための取り組みとして「ゼミ」を開講した。教員側がカリキュラムの改善を常に意識し、組織的に実践してきたことは大きな成果である。高校2年の個人課題研究により良い形につなげるための試みは今後も継続される。

3. 高校2年次の課題研究

令和3年度、理系分野をテーマに課題研究を行った生徒は、学年生徒270人中90人(33.3%)であった。実施後のアンケート調査(26項目の質問。高2個人課題研究のページを参照)によると、21項目で80%を超える肯定的な回答が見られた。特に、「【7】結論をくだす際は、できるだけ多くの事実や証拠を調べる」「【20】自分の考えや文章に矛盾が生じないように気をつけている」の質問では、90%を超える生徒が肯定的な回答を示しており、個人課題研究の取り組みを通して、論理的思考に関わる能力や姿勢や向上したことが伺える。個人課題研究の

取り組みは、課題研究のスキル習得という側面では、概ね高い成果をあげることができたといえる。

今年度は本校を会場としてのポスター発表会を、学校関係者に参加者を限定して実施する。発表会は筑波大学の後援をいただいて開催され、筑波大学の先生方にご来校いただき、直接の指導・助言をいただく形をとった（本報告書執筆時点では、3/15 に発表会を開催する予定で準備を進めている）。

68 人（26%）の生徒が教員以外の外部の方からアドバイスや指導を受けており、オンラインを有効活用し、遠方の専門家の方から指導・助言を受けることが活発に行われるようになったという意味で、良い傾向である。

5 年間の研究開発の中で、探究活動は全員を対象に実施し、全体の底上げを図る中でも世界最大の科学コンテストである国際学生科学技術フェア（ISEF）に参加するなど突出した研究を行う生徒が現れたことは大きな成果である。また、研究開発を進める中で、外部人材を有効に活用できるようになった。

4. ハイレベルかつ主体的な学びを実現するカリキュラムの取り組み

高校 3 年次で「数学探究Ⅱ（4 単位）」「化学探究Ⅱ（4 単位）」「生物探究Ⅱ（4 単位）」を実施した。

数学探究Ⅱでは、大学入試問題の演習を出発点にしながらも、その背景や自然な延長に隠されている数学の話題を扱うことによって、本質的な概念理解を探究し、批判的思考力や創造的思考力の向上を目指した。発問を工夫することによって、生徒が自身の思考の過程を内省しながら、よりよい解答を作成しようとする姿勢が見られた。また、本校においては一定期間、オンライン授業が実施されたが、生徒の発表やチャット機能を用いての生徒間、生徒と教員間のやり取りを頻繁に実施することができ、双方向の高い質の授業が展開できた。ただ単に”正解”を導くだけではなく、より問題の本質をついた別の解答、誘導の意図を十分汲み取った別の解答など、「よりよい解答」を考え直す生徒の様子が頻繁にみられた。また、世間一般の解答例等に対しても、論理的な欠陥を指摘する姿勢が見られるなど、本質的な概念理解を探究し続ける姿勢、そして、自身の理解を内省し新しい問題を考える姿勢を伸長することができた。大学以上の数学を自主的に学ぶ生徒も現れ、履修者の 31.2%が数学を専門とする学部への進学を決めたことから、カリキュラム開発が、生徒の数学への興味関心の向上に寄与したことが伺える。

化学探究Ⅱ・生物探究Ⅱでは、レギュラークラスよりも数多くの実験・観察を行い、科学実験のスキルを身につけるだけでなく、データの解析と考察に時間をかけて実施することによって、生徒の理科に対する興味・関心を高め、深い理解につなげることができた。いずれの科目においても、生徒は実験・観察や討議によって、思考を深めることができたという実感を持っており、目的を達成することができた。

指定期間を通じて、教員が自身の持つ教科指導観・学習観に基づきながら試行錯誤を繰り返し、カリキュラム開発を行い、生徒の変容に影響を与えることができた。また、高校生のレベルを超えた発展的な内容を扱い、大学レベルの内容に対しても興味を深め、進路選択にも良い影響を及ぼすことができた。少人数の開設科目であったことは、どのような学習活動においても、主体性や積極性を高め、科学的思考力や表現力の向上につながった。

5. クロスカリキュラムの実践

第 2 期 1 年目から継続して、情報・現代社会・世界史の授業で「プロパガンダ（メディアの情報）」の取り組みを行ってきた。一連の授業終了後に行った自由記述のアンケート調査の結果、今回もこれまでと同様に、約 9 割の生徒が知識・概念に関する理解の深まりを感じて肯定的な評価を示した。しかし、本取り組みでは、内容の理解そのものが最終的な目標ではなく、複数の異

なる領域・文脈に則しながらの概念獲得を通じて、類似性への気づきや類推、批判的思考をうながし、思考能力の汎用性の育成を目標としている。実際、「様々な科目の力を使用して、様々な概念との関係性に気づくことができる。科目ごとに分断して教育をするのではなく、このような科目関係なく共通のテーマに独特な観点から集中して学ぶことを導入してほしい」という趣旨の生徒の記述もあり、相互に関連する汎用的なスキルの向上や、その重要性への気づきを促す意義のある取り組みであったと評価したい。

陶芸・焼き物の取り組み終了後の陶芸作品の制作意図と感想を分析した結果、複数の生徒の記述に、粘土から焼き物への変化と自身や内面の変化とを結びつけてとらえる様子が伺えた。粘土の変化と自己の変容に類似性をみるのは論理的でなく、その発想は多分に「文学的」と考えられる。STEAMの「A」をどのように捉えるべきかという問題意識を我々教員に認識させる結果となり、その教育の成果をどう判断するかは継続課題だが、大きくは異分野を架橋する思考や表現の幅を広げる可能性が伏在するものと推測したい。

6. 卒業生への調査

2021年3月に卒業した卒業生に対して、アンケート調査を実施した(N=231)。「個人課題研究が有益なプログラムだと思うか」という質問に対して、59.7%が「とてもそう思う」、35.1%が「少しそう思う」、3.9%が「あまりそう思わない」、1.2%が「そう思わない」と回答しており、多くの割合の卒業生が個人課題研究を肯定的に捉えている。個人課題研究で身に付いたと感じるスキルを問う質問に対する回答のうち、回答割合が高かったものは「自分の考えをわかりやすく伝える力 61.5%」「計画的に物事を進めていく力 54.1%」「問題を発見する力 53.2%」「物事を多面的に見る力 46.3%」「活動を振り返り、計画を見直していく力 42.0%」「根拠や証拠を重視し、論理的に思考する力 42.0%」「粘り強さ 37.2%」であった。

問題を発見する力は昨年度の39.3%から53.2%、物事を多面的に見る力は昨年度の39.3%から46.3%にそれぞれ増加しており、課題発見や批判的思考力に関わるスキルの上昇が見られたことは良い傾向である。

7. 教職員への影響

教員すべてが高校2年次の必修科目である「個人課題研究」の指導担当者であり、すべてのSSH事業に対して全教員が協力して取り組むことができている。教員研修の一環として、課題研究を実施する意義や本校にとっての位置づけを再確認する機会とすべく、以下の項目について思考し、表現する機会を設けた：

- (i) 「課題研究」の取り組みにおいて、特に重要であると考えている能力・スキルを、順位をつけて3つ
- (ii) その能力・スキルを選んだ理由
- (iii) その能力・スキルを高めるために有効と思われる活動の例

集計内容は、本校にもともと存在していた個人課題研究の捉え方に加え、各教員の教育観や指導観が表現されたものであり、今後の個人課題研究の運営方法や授業改善の方向性に関して、よりよい在り方を探るための価値あるレポートとなった。

② 研究開発の課題

1. 中学における探究スキルを高める取り組み

中学1年の取り組みにおける外部登用人材による講義・ワークは生徒に刺激を与え、有効な取り組みであった。生徒が内容をより十分に消化できるよう、講師が不在の時に生徒と学年教員で有効な活動が企画できるとよい。また、探究活動がより生徒主体のものとなるよう、探究委員会を設置し、生徒の疑問や意見を取り入れた授業展開が検討したいと考えている。

中学2年の「身近な地域調査」の活動結果からは、意欲や関心、表現に関する生徒の自己評価は90%前後の高い水準を示していたのに対し、論理性に関する質問項目では、肯定的な回答をした生徒の割合は70%に留まっている。ポスターやパワーポイントを作成して、発表会を実施するスタイルは定着しつつあるが、「発表の経験」に留まらせるのではなく、自身がまとめた内容を批判的に捉え、新たな疑問を見つけ出すことに重点を置く必要がある。生徒が見出した新たな疑問に対して、「それはどのような疑問なのか」「その疑問に対してどのようなアプローチが考えられるか」などをアウトプットし、教員や他の生徒と対話することによって生徒の思考をより深める機会を意図的に設けることが必要であり、それらが論理的思考力や批判的思考力の向上につながっていくと考えられる。

中学3年の理科巡検では、生物分野と地学分野でテーマを設定したこともあり、学習した知識を生態系と結び付けて考え、システムという概念形成を促すことを最終目標に掲げたものの、十分な取り組みができなかったことが反省点として挙げられる。この例に留まらず、重要概念・関連概念を中核に据えた授業設計について教員が学びを深め、概念型学習を積極的に取り入れていくことは今後の課題である。それらは、今後の本校の重点課題となっていくであろう教科横断型学習の充実と密接に関連していくはずである。

今年度から教育課程を改訂し、総合的な学習の時間の授業時間数はいずれの学年も週2コマとなり、増加した。育てるべき能力を明確に示し、生徒がより主体的・自立的に取り組めるよう、外部人材も効果的に活用しつつ、学校全体でマネジメントしながら、中学の探究的活動を充実させていくことが今後の課題である。

2. 高校1年次の課題研究

事後アンケートの結果、「論文構成の知識」についての質問項目において、肯定的な回答を示した生徒の割合が43.2%と最も低く、生徒にとって未知のものである論文というものを扱う際には、今後は、より丁寧かつ時間をかけて指導していく必要がある。また、個人課題研究のテーマ設定につなげていくという意味で、RQの立て方の指導は重要なポイントであるが、こちらも肯定的な回答を示した生徒の割合が66.4%であったことから、今後の課題として残る。RQに関する活動は、本来ゼミの時間で扱われるはずのものであったが、新型コロナウイルスの感染拡大により、ゼミの機会が失われてしまったことが悔やまれる。

個人課題研究の研究テーマ決定までに、「困難だったことはない」と回答した生徒はわずか10.0%であり、多くの生徒がテーマ探索で苦労している。特に、研究テーマを決めるうえで壁になったことは、「興味のある分野が難しすぎて、適切な研究テーマが考えられなかった

(34.3%)」、「研究方法が思いつかなかった(33.8%)」、「興味のあるものが多すぎて、研究テーマを選択するのに苦労した(24.9%)」、「研究とは何をすればよいのかわからなかった

(22.4%)」などであった。より時間をかけ丁寧に指導していくことに加え、研究を一通り終えた高校2年生と、これから本格的に研究を始める高校1年生が分野毎にゼミ活動を行う機会を設けるなど、高校1年生のテーマ設定や自身の研究の質の向上に資する活動を行っていくことを検討する。

3. 高校2年次の課題研究

実施後のアンケートで「相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる」「建設的な提案をすることができる」「自分の行動が正しいかどうか、客観的に見ることができる」といった項目は、例年、伸びが見られない項目であり、継続的な課題である。課題研究を通して生徒のメタ認知を育むような取り組みの強化が今後の課題として浮かび上がる。メタ認知は、論理的思考力に加え、物事を多面的に見直し、判断するスキルである批判的思考力と大きな関わりがあると考えられ、研究期間を4つのステップに分けて生徒の自己評価と指導教員によるプロセス評価を行っているが、日常的な指導の場面において、目的を明確に持つことやあらゆる主張に対する根拠について考えさせるなど、内省する姿勢を大切にしていきたい。今後の改善案として、国際バカロレアの課題論文（Extended essay）の振り返りの方法を参考にしながら、個人課題研究の振り返りの取り組みを強化することが求められる。振り返りは、自らの研究が、自身の興味関心にどのような変容を与えたか、社会的意義のある成果・提案となったか、自身のキャリアにどのような影響を与えるかなどを振り返る意味で大切であり、それらはエージェンシーの獲得・発揮に関連がある活動になるはずである。

4. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラムの開発

高校3年生の開設科目であれば、大学入試問題を扱わざるを得ないが、本質的な概念理解や、教科への興味関心をより深めるためには、教材の入念な研究・修正と、教員の力量が必要不可欠である。理科の探究科目については、実験の充実と学習内容の習得の両立が課題となるため、予習を推奨してきたが、結果的に生徒の自学自習の姿勢を高めることができ、理解が深まったという声もあった。授業外の学習においても、科学的思考力が高まるよう、扱う題材や問いの工夫を継続していく必要がある。

これまでの第Ⅱ期SSHの研究開発の中で、高校2年次と高校3年次に少人数を対象とした学校設定科目を設置し、実践を行ってきた。今後は、より多くの人数を対象として、通常授業の中で充実した探究活動ができるよう努めていきたい。

5. クロスカリキュラムの取り組み

これまでの実践を通じて、学習テーマが思春期の生徒たちにとって切実さやある種の緊張をはらむテーマの設定に重要性があると考えてきた。生徒たちは自己と他者、自己と社会について認識を育んでいく思春期の時期にあり、道徳性や向社会性の発達のプロセスにおいて価値や規範の内面化や人間の尊厳を守ることの重要性の認識を形成していく段階にある。こうした発達段階を考慮しながらテーマを設定することが肝要である。

本取り組みで目指してきたのは、知識や概念の活用に結びつける汎用的な思考能力を育成することに資するクロスカリキュラムの教材の開発であった。その過程でクロスカリキュラムの実践の要点を明確にすることを焦点化してきた。その延長でクロスカリキュラムとIBにおける概念学習、STEAM教育の共通点のあぶり出しを今後の課題としたい。また、概念学習において働くであろう、既有知識をもとに関連性や共通点を類推して推論し、批判的に対象を捉え直し続ける能力は、深い読解に関わる言語の運用・活用能力とほぼ一致するものと推測している。これを踏まえ、今後も読み書きについての意識をより強め、すべての学習活動における読み書きと学びの一体性の認識を新たに、言語活動の充実をはかっていきたい。

第 1 章 5 年間の取り組みの概要

第 1 節 研究開発の課題

1. 本校のこれまでの取組と教育活動の特徴

本校は東京高等師範学校、東京文理科大学、東京教育大学および筑波大学などの同窓会である「茗溪会」によって、国際的研究都市つくば市に住む子どもたちの教育、帰国子女の受け入れ校として、1979 年に設立された。このような経緯から、創立以来、筑波大学および茗溪会とは、絶えず連携を図ってきている。

SSH 指定前から本校は、高校 2 年次の「個人課題研究」や、体験を伴う行事を数多く取り入れ、6 年一貫教育のカリキュラムを通して全人的・総合的な人材育成を行ってきた。特に創立以来、中核として位置づけているのは、高校 2 年次必修としている「個人課題研究」である。生徒一人一人が研究テーマを決め、本校教職員の指導の下、1 年間かけて研究を行い、その成果を研究論文としてまとめ、発表する。SSH 指定前まで 30 年余り、「個人課題研究」の実践が続けてきたが、研究遂行のためのスキルを高校 2 年生の研究開始前に一定レベルまで引き上げておくことで、研究の質の向上が大いに見込まれるのではないかと、という問題意識が存在し、それが第 1 期 SSH 研究開発の推進の契機となった。

第 1 期 SSH 研究開発においては、①世界の最先端で活躍する人材育成するためには、科学における真理探究の価値を実感し、知的好奇心を喚起することは言うまでもなく、高いレベルの知識や技能、モラルを備え、かつ論理的思考力・考察力に富む生徒の育成が求められること、②自立的に研究を遂行するのにとどまらず、コラボレーションを行うのに十分なコミュニケーション能力を備え、かつ国際的視野で物事を考え研究を遂行し、国際的に見てもハイレベルな研究活動を展開する資質も求められること、の 2 点を重視し、理数系の生徒に自信を抱かせるとともに、国際的に活躍する自分像を肯定的に描かせ、理数系科目において、学習意欲とともに学力をも向上させるために、(i)国際的科学教育 (Global Program)、(ii)科学研究能力の育成を目指した 6 年一貫理数系教育 (Explore Program)、(iii)高大連携・高研連携による最先端科学の体験 (Tsukuba Program) の 3 つの因子が大きく寄与すると考え、活動を展開してきた。成果としては、プレゼンテーション能力が向上したことが挙げられるが、探究能力は幅広く、特定の視点を共有して、意図的に育成する部分が少なかったことが課題であった。個人研究については、資料探索、研究テーマ選定、実験計画、論文執筆等の場面で、個々の生徒がより主体的、自律的に活動を行うことができるよう、個人研究に取り組む以前に、そのための素地をこれまで以上に十分に培っていくことが必要であると考えてきた。

2. 研究開発課題と仮説

茗溪学園中学校高等学校 SSH 研究開発課題
「世界に提案できる、探究力育成を目指した茗溪学園式中高一貫カリキュラムの開発」

本校の現状を踏まえ、研究開発の仮説を以下のように設定した。

国際バカロレア認定校である茗溪学園が、中高 6 年間を通じて以下の 3 つを柱とする教育プログラムを開発・実践することで、あらゆる物事に対し文化的・歴史的な視点を踏まえ、国際的な視野で考え、未知の課題に挑戦し解決する意欲と能力を高め、生涯を通じて学び続ける生徒を育成することができる。さらには本校の研究開発が、グローバル人材の育成を目指し変革を続けていく日本の教育において先駆的な役割を果たすことを目指す。各研究テーマにおける目的・目標は以下の通りである。

I. 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

本校高校 2 年次の必修科目である「個人課題研究 (2 単位)」を探究活動の 1 つの集大成として位置づけ、個人課題研究に必要な探究スキルを中高一貫のメリットを生かし、段階的に習得させるカリキュラムを開発することを目的とする。さらなる探究心を有する生徒に対しては、高校 3 年次においても存分に探究できる環境を提供する。

II. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

国際バカロレア (IB) コースではない総合コースにおいて、双方向型・協働型の学習で、探究活動を重視した学習者中心の深い学びを目指す。系統的かつ効果的に単元を配置するだけでなく、学習指導要領の枠にとらわれず、高等学校で履修する内容を超えるものも取り扱い、ハイレベルな理数教育を開発することを目的とする。

Ⅲ. 深い思考につながるクロスカリキュラム

1つの事象を文化的・歴史的な背景を踏まえながら多面的な角度から見つめ、そこから発生する課題を抽出し、持っている手法を十分に活用し、問題解決できる生徒を育成することを目的とする。

その他、フィールドワークや特別講座、科学部の活動などの取り組みを通して、「実物に触れる」という基礎を踏まえ、生徒の興味・関心や国際性を高め、知的好奇心を喚起することを目指す。また大学や研究機関との連携を図り、理系専門分野の生の声を聴き、理系への関心を高め、進路意識や職業観を涵養する。

3. 研究開発の実施規模

以下の生徒を対象として、研究開発を実施する。

I. 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム	中学1年生から高校1年生までの全員、高校2年生の総合コース全員
II. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム	高校2・3年生の希望者
Ⅲ. 深い思考につながるクロスカリキュラム	高校1年生全員、高校2年生の授業履修者
IV. フィールドワークや特別講座、部活動などの取り組み	希望者、取り組みによっては全校生徒

4. 各研究開発テーマの取り組みの概要

I. 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

【仮説】

生徒自身が主体的に課題を発見し、適切な方法で調査し、まとめ、伝える能力を育てる。教科の枠組みに収まらない、応用可能な技能の習得を目指す。テーマの設定方法・調査方法の選択・出典の明記・まとめ・発表と順を追って、探究の一連の流れを経験することで、探究活動への意欲を喚起することができる。

高校2年次における「個人課題研究」の取り組みを始めとした探究活動によって、「問題発見力」「論理的思考力」「多面的に分析する力」「協働で取り組む力」「表現力」などの各種探究スキルを高めることができる。

【実践】

第1年次 (平成29年度)	・ 中学1年生は、日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中で「問題発見力」「協働で取り組む力」に焦点を当て、各教科で実践を行った。総合的な学習の時間を使った探究活動では、夏には個人で各自が自由にテーマを設定して調べ学習を行い、冬には3人程度のグループで健康に関わるテーマを自由に設定して探究を行い、発表やお互いの活動を評価した。 ・ 高校1年生は、高校2年で実施される個人課題研究の前段階として「ミニ研」に取り組んだ。夏休みをミニ研の実施期間として探究活動に取り組み、全員がポスターを制作し、発表会を行った。 ・ 高1後半から約1年間にわたり、本校教員を指導担当として全員が課題研究に取り組んだ。
第2年次 (平成30年度)	・ 中学1年生は、総合的な学習の時間を使った探究活動を行った。夏は個人の興味関心を活かす活動、冬はグループで一つテーマを選択して協働して行う活動を実施した。 ・ 中学2年生は、「論理的思考力」「表現力」に焦点を当て、各教科で実践を行った。総合的な学習の時間を使った探究活動では、年間を通して論理的思考力の向上を目指して活動を行った。有志生徒によって構成された探究委員会が作品を評価したり、講評を行ったりと生徒の主体的な活動があった。 ・ 高校1年生は「ミニ研」、高校2年生は「個人課題研究」に取り組んだ。
第3年次 (令和元年度)	・ 中学1年生は「問題発見力」の向上を意図し、テーマ設定の妥当性を図る活動を行った。 ・ 中学2年生は論理的な思考力の習得を目指し、また、SDGs (Sustainable Development Goals) への理解を深めることを目標に探究活動を行った。 ・ 中学3年生は学年行事である研修旅行と絡め、「多面的・多角的なものの見方や考え方の育成」の習得を目指した。 ・ 高校1年生は「ミニ研」、高校2年生は「個人課題研究」に取り組んだ。

第4年次 (令和2年度)	・ 中学1年生は、自由に研究テーマを設定する探究活動を行った。また、冬の探究活動では、生物の授業と総合的な学習の時間をジョイントし、グループごとにテーマを定め、数週間にわたって自由実験を行い、その結果をまとめ、ポスター発表を行った。 ・ 中学2年生は、SDGs（Sustainable Development Goals）を題材に探究活動を行った。中学1年生との縦割りのグループを作成し、Microsoft Teams のグループチャットを利用して情報共有と意見交換を行う活動を行った。 ・ 中学3年生は、新型コロナウイルス感染拡大の影響等により、例年同様の研修旅行は中止となったことを踏まえ、「郷土の現在を多面的に知る」という目的で探究活動を行った。 ・ 高校1年生には全学年教員に対して高校1年生全員を割り振る「仮ゼミ制度」を導入した。仮ゼミは専門性を考慮せず、教員が自身の専門外の内容についても探究し、教養を深め、生徒とともに良いアイデアを生み出す体験をすることを目的とした。 ・ 高校2年生は「個人課題研究」に取り組んだ。
第5年次 (令和3年度)	・ 中学1年生は、第一線で活躍しているビジネスマンを招き、講義やワークを実施した。また、つくば市のスタートアップ事業と連携し、起業家による講演等を実施した。 ・ 中学2年生は、地理の授業において実施した「地図を使った地域調査」の取り組みと連携して、総合的な学習の時間の中で、調査、ポスター作成、学び合い活動、発表、振り返りを行い、表現力と論理的思考力の向上を目指した。 ・ 中学3年生は、生物分野と地学分野それぞれでフィールドワークを行った。 ・ 高校1年生は、昨年度取り組んだ「仮ゼミ制度」を引き継ぎ、プレゼミを開講した。「論文の探し方」や「論文の読解」、「RQの作成」などの活動を行った。 ・ 高校2年生は「個人課題研究」に取り組んだ。

【評価と今後の課題】

- ・ 各取り組みの実施によって、様々な探究スキルが向上した。生徒の成長実感としては、特に「論理的思考力」や「表現力」が高まった。
- ・ 学校活動の中に探究活動が自然に浸透し、学年教員が創意工夫を凝らしながら教材開発を実施してきた。6年間を通じて、探究力に富む生徒を育成するためのカリキュラムを開発することができた。
- ・ 高校1年の活動はミニ課題研究、ゼミ活動など、担当学年が工夫を重ねており、現在でも進化を続けている。
- ・ 探究活動は全員を対象に実施し、全体の底上げを図る中でも世界最大の科学コンテストである国際学生科学技術フェア（ISEF）に参加するなど突出した研究を行う生徒が現れたことは大きな成果である。
- ・ 研究開発を進める中で、外部人材を有効に活用できるようになった。
- ・ 育てるべき能力を明確に示し、生徒がより主体的・自立的に取り組めるよう、外部人材も効果的に活用しつつ、学校全体でマネジメントしながら、充実させていくことが今後の課題である。

Ⅱ. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

【仮説】

双方向型・協働型の学習で、探究活動を重視した学習者中心の深い学びを目指す。学習指導要領の枠に捉われず、高等学校で履修する内容を超えるものも取り扱い、系統的かつ効果的に単元を配置することで、幅広く深い知識を身に付けることができるようなカリキュラムを開発する。高い意欲を持つ生徒が主体的な学習を行っていくことで、数学・理科に対する興味関心を高め、学びをより深めることができる。

【実践】

第1年次 (平成29年度)	・ 次年度の学校設定科目設置に向け、準備を進めた。
第2年次 (平成30年度)	・ 高校2年次で「数学探究Ⅰ（6単位）」「物理探究Ⅰ（3単位）」「化学探究Ⅰ（3単位）」「生物探究Ⅰ（3単位）」を設置し、高い意欲を持つ希望者を対象に、少人数の授業を展開した。 ・ 数学探究Ⅰでは学習指導要領の内容から自然に発展できる話題を扱うほか、ICTの活用や数学者の業績や数学の発展の歴史を学ぶ活動を取り入れた。 ・ 物理探究Ⅰ・化学探究Ⅰ・生物探究Ⅰでは、レギュラークラスよりも数多くの実験・観察を行った。

第3年次 (令和元年度)	・高校2年次で「数学探究Ⅰ（6単位）」「物理探究Ⅰ（3単位）」「化学探究Ⅰ（3単位）」「生物探究Ⅰ（3単位）」を設置した。 ・高校3年次で「数学探究Ⅱ（4単位）」「物理探究Ⅱ（4単位）」「化学探究Ⅱ（4単位）」「生物探究Ⅱ（4単位）」を設置した。 ・物理探究Ⅱでは、ハーバード大学の「地震計記録のデジタル化プロジェクト」に参加し、過去の地震計記録をデジタル化する解析作業を体験した。
第4年次 (令和2年度)	・高校2年次で「数学探究Ⅰ（6単位）」「化学探究Ⅰ（3単位）」「生物探究Ⅰ（3単位）」を実施した。 ・高校3年次で「数学探究Ⅱ（4単位）」「物理探究Ⅱ（4単位）」「化学探究Ⅱ（4単位）」「生物探究Ⅱ（4単位）」を実施した。 ・生物探究Ⅰでは、各自のPCを使って授業内でグラフ化と統計分析を行った。t検定で処理し、データの有意性を討議する実践を行った。また、生物探究Ⅱでは、生物オリンピック対策や大学でも使用されているテキストを用いて授業を展開し、思考力の向上を図った。
第5年次 (令和3年度)	・高校3年次で「数学探究Ⅱ（4単位）」「物理探究Ⅱ（4単位）」「化学探究Ⅱ（4単位）」「生物探究Ⅱ（4単位）」を実施した。

【評価と今後の課題】

- ・数学では、発展的というだけでなく、本質的な理解や背景を重視するカリキュラムを開発することができた。理科では、レギュラークラスよりも数多くの実験・観察を行い、科学実験のスキルを身につけるだけでなく、データの解析と考察に時間をかけて実施することによって、深い理解につなげることができた。
- ・担当教員は、自身の持つ教科指導観・学習観に基づきながら試行錯誤を繰り返し、カリキュラム開発を行い、生徒の変容に影響を与えることができた。
- ・高校生のレベルを超えた発展的な内容を扱い、大学レベルの内容に対しても興味を深め、進路選択にも良い影響を及ぼすことができた。少人数の開設科目であったことは、どのような学習活動においても、主体性や積極性を高め、科学的思考力や表現力の向上につながった。
- ・少人数を対象に実施してきた学校設定科目であったが、この経験を生かし、今後はより多くの生徒に第Ⅱ期SSHの開発の成果を還元することが今後の課題である。

Ⅲ. 深い思考につながるクロスカリキュラム

【仮説】

教員は複数の教員と協働して生徒の興味を引く教材・課題を用意し、生徒は教科・科目を横断する概念を深く思考しながら獲得する学習に取り組む。この活動を通じて、生徒の興味・関心が高まり、知識や概念の活用に結びつく。

【実践】

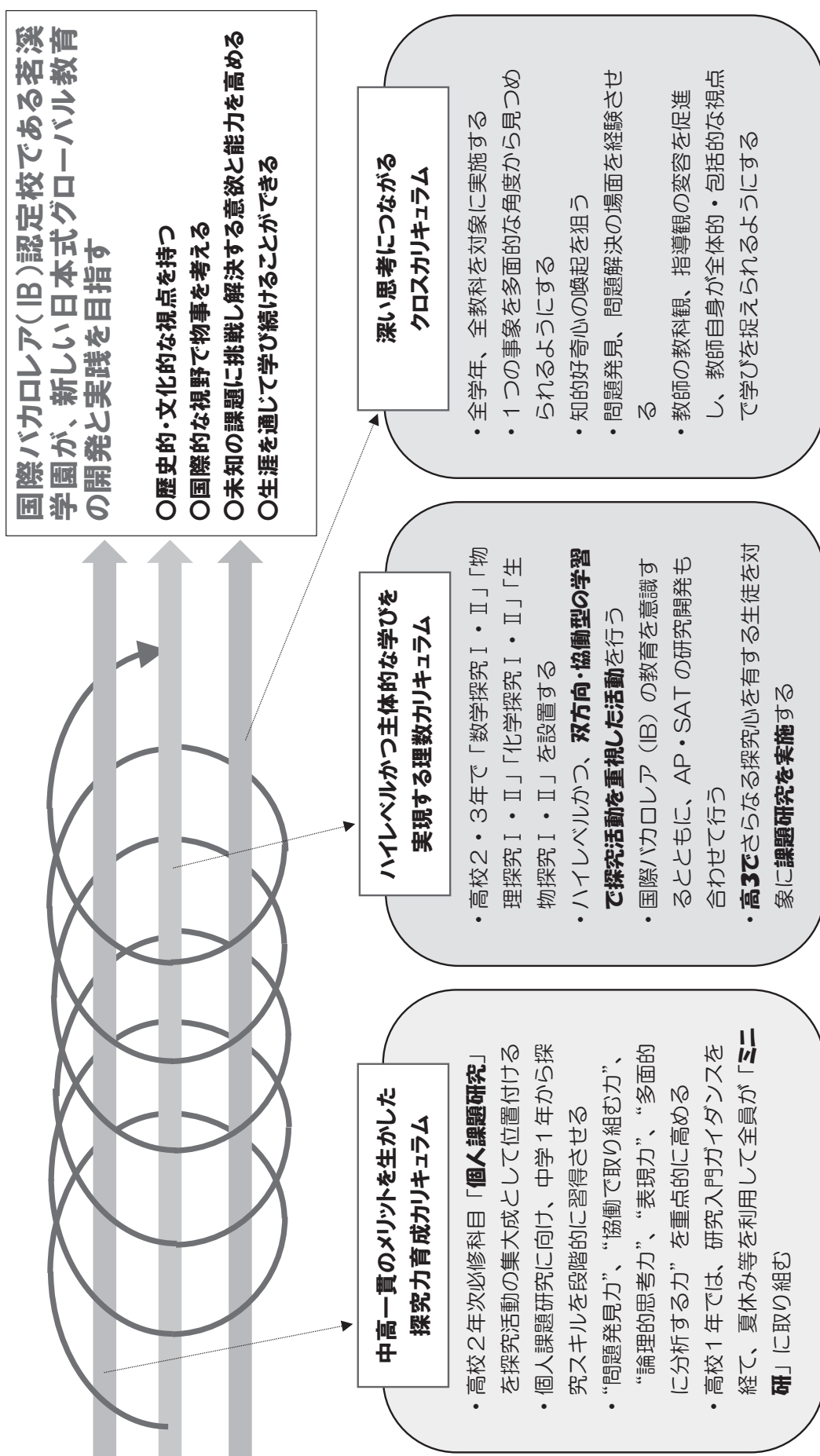
第1年次 (平成29年度)	・高校1年次の世界史・現代社会・情報の授業を用いて、「メディアの情報（プロパガンダ）」を教科横断的に学ぶ取り組みを行った。
第2年次 (平成30年度)	・「メディアの情報（プロパガンダ）」を学ぶ取り組みを行った。 ・高校1年次の保健・家庭の授業で「性と生（性・ジェンダー）」について学ぶ取り組みを行った。
第3年次 (令和元年度)	・「メディアの情報（プロパガンダ）」を学ぶ取り組みを行った。 ・高校2年次の美術・地学・化学の授業を用いて、「陶芸・焼き物」の取り組みを行った。
第4年次 (令和2年度)	・これまでの取り組みを総括し、クロスカリキュラムの実践に絡め、すべての学習活動において、言語活動の充実を図るべきと考え、教員研修を実施した。
第5年次 (令和3年度)	・「メディアの情報（プロパガンダ）」を学ぶ取り組みを行った。 ・「陶芸・焼き物」の取り組みを行った。

【評価と今後の課題】

- ・多面的に思考することを通じて、生徒の知識や概念の理解度を高め、科目の領域を超えたつながりへの気づきを促した。
- ・国際バカロレアのMYPにおける「概念に基づいたカリキュラム」や「重要概念」、「関連概念」などを参考にしながら、実践例を積み重ねていくことが今後の課題である。

茗溪学園中学校高等学校 スーパーサイエンスハイスクール 第2期研究開発の概要

研究開発課題	世界に提案できる、探究力育成を目指した茗溪学園式中高一貫カリキュラムの開発
研究開発の実施規模	中1～高2全員、高3理系選択者、科学部(物理班・化学班・生物班・地質班・天文班・無線工学班・数学班)、コンピュータシステム研究会。活動によっては、高2・3の全員、中学生・高校生・高校生の希望者



第2章 研究開発の経緯

1. 本校の概要

(1) 学校名、校長名

学校名 学校法人茗溪学園 茗溪学園中学校高等学校

校長名 宮崎 淳

(2) 所在地、電話番号、FAX番号

所在地 茨城県つくば市稲荷前1-1

電話番号 029-851-6611

FAX番号 029-851-5455

(3) 課程・学科・学年別生徒数、学級数及び教職員数

①課程・学科・学年別生徒数、学級数

課程	学科	コース	第1学年		第2学年		第3学年		計	
			生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科	総合	256	7	282	7	255	6	793	20
		IBDP			20	1	16	1	36	2
		計	256	7	302	8	271	7	829	22
中学校			226	6	233	6	241	6	700	18

(令和3年10月1日現在)

②教職員数

校長	学園長	副校長	教諭等	非常勤講師	養護教諭	看護師	学校司書	管理栄養士	情報職員
1	1	2	78	60	1	1	2	1	1

音楽教室	美術教室	嘱託	事務職員	技術職員	調理師	学寮職員	相談室	その他	計
5	2	1	12	2	5	7	3	73	258

(令和3年10月1日現在)

2. 生徒が関係する活動の経緯

令和3年度に行った研究開発の中で、生徒の参加があった主なものを以下に記す（発表関連は除く）。

時期	実施内容	備考
2021/4	個人課題研究開始	本校 高校2年生全員（前期は毎週金曜 5～6 時間、年間を通して自主研究を実施）
2021/5/30	SS Geo Tour 事前研修（筑波山巡検）	筑波山 生徒8名、教員3名
2021/6/11	SS Geo Tour 事前研修（地学分野）	本校 生徒8名
2021/7/1	SS Geo Tour 事前研修（生物分野）	本校 生徒8名
2021/7/2	個人課題研究中間発表会	本校 高2
2021/7/5	中3理科巡検	大洗水族館等
2021/7/6	科学の甲子園ジュニア茨城県予選	本校 生徒19名
2021/8/3	4校合同探究発表会	つくば国際会議場 生徒12名
2021/8/4	SSH 生徒研究発表会	神戸国際展示場 生徒1名
2021/8/1-14	科学部化学班によるオンラインセミナー	小学生対象
2021/9/30	筑波会議 感染症スペシャルセッション	オンライン 生徒6名
2021/10/11	個人課題研究ガイダンス	本校 高校1年生全員
2021/10/20,25	中2探究活動発表会	本校 中学2年生全員
2021/10/30-11/3	科学部化学班によるオンラインセミナー	小学生対象
2021/11/23	科学の甲子園 茨城県大会	つくば国際会議場 生徒12名
2021/12/5	江崎玲於奈賞受賞者研究室訪問	東北大学 生徒8名
2021/12/18	地学オリンピック予選	オンライン 生徒7名（1名が予選通過）
2021/12/21-22	個人課題研究全員発表会	本校 高2
2021/12/23	JAMSTEC 海域地震火山部門講演会	オンライン 生徒8名
2022/2/9	ウェビナー & 高校生研究発表会	オンライン タイ・タマサット大学シリントーン 国際工学部教授、筑波大学教授の基調講演
2022/3/15	個人課題研究発表会	本校

3. 生徒の対外発表・表彰等実績

○令和3年5月18日～21日 日本気象学会ジュニアセッション 2021

- ・場所：オンライン 高3生徒1名
- ・発表タイトル：「朝焼けと大気中のエアロゾル量との関係」

○令和3年6月6日 JpGU 2021 高校生ポスターセッション（日本地球惑星科学連合）

- ・場所：オンライン 高3生徒1名
- ・発表タイトル：「月のクレーター探査ローバーの製作」

○令和3年9月23日(木)～9月25日(土) 千葉大学主催 第15回高校生理学研究発表会

- ・場所：オンライン開催 高2生徒3名
- ・発表タイトル：「天然素材の抗菌活性について」「植物における紫外線吸収物質の抽出」「新しい除草剤をつくる～バラに注目して～」
- ・1件が研究奨励賞を受賞

○令和3年9月19日 MATH キャンプ（茨城県立竜ヶ崎第一高等学校主催）

- ・場所：オンライン 中1生徒2名 中2生徒1名 中3生徒1名 高1生徒1名
- ・発表タイトル「フリースローを決めよう」「パスカルの三角形をn進法で出力したときの模様の規則性」

○令和3年9月16日 第65回茨城県児童生徒科学研究作品展つくば市展 中2生徒1名 中3生徒1名

- ・一般公開なし
- ・発表タイトル：「雑草が生える原因を探る」「トノサマバッタの卵を産ませてみよう No.8～トノサマバッタのフンを有効活用する～」
- ・1件が銀賞

○令和3年10月20日 第65回茨城県児童生徒科学研究作品県展 高2生徒6名

- ・一般公開なし
- ・発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロパシー作用の解明をめざして～生態実態とアレロケミカルを追う～」
- ・佳作を受賞

○令和3年11月 第19回高校生・高専生科学技術チャレンジ JSEC2021 高2生徒1名

- ・発表タイトル：「音刺激によるマイハギの側小葉の運動」
- ・入賞（予備審査通過）

- 令和 3 年 12 月 25 日 MATH フェスタ 場所：大阪府立大手前高等学校 高 1 生徒 1 名
- ・発表タイトル：「シュート時の最適角度を求める」
- 令和 4 年 1 月 8 日（土）第 12 回 高校生の科学研究発表会（茨城大学理学部主催）
- ・場所：茨城大学水戸キャンパス講堂 高 2 生徒 7 名
 - ・発表タイトル：「災害用トイレの開発 ～被災地に向けて～」 「アカザ科ホウレンソウにおける、植物根とエンドファイトの相互作用を高める条件とは」 「本番でリラックスすることのできる栄養素とは何か」 「新しい除草剤をつくる～バラに注目して～」 「キノコのアレロパシー研究」 「匂いや方向性の記憶は *P.velutina* の判断と行動に影響をもたらすかー *P.velutina* が記憶を持つ条件についてー」 「植物における紫外線吸収物質の抽出」
 - ・2 件が優秀発表賞を受賞
- 令和 4 年 2 月 12 日 JAMSTEC 海域地震火山部門講演会
- ・場所：オンライン開催 高 2 生徒 1 名
 - ・発表タイトル：「クモヒトデ骨片化石を使用した小野川周辺の古環境の推定」
- 令和 4 年 2 月 13 日 日本科学未来館・東京薬科大学主催 スーパー発電菌をみんなで探そう PJ
- ・オンライン開催 中 3 生徒 2 名、高 1 生徒 3 名
- 令和 4 年 3 月 16 日 日本農芸化学会主催ジュニア農芸化学会 2022
- ・オンライン開催 高 2 生徒 1 名 高 2 生徒 8 名
 - ・発表タイトル：「匂いや方向性の記憶は *P.velutina* の判断と行動に影響をもたらすかー *Phanerochaete velutina* が記憶を持つ条件についてー」 「ナガミヒナゲシのアレロパシー作用の解明を目指して ～生態実態とそのアレロケミカルを追う～」
- 令和 4 年 3 月 24 日 第 63 回日本植物生理学会高校生生物研究発表会
- ・オンライン開催 高 2 生徒 2 名
 - ・発表タイトル：「音刺激によるマイハギの側小葉のナガミヒナゲシのアレロケミカルを追う」 「アカザ科ホウレンソウにおける植物根とエンドファイトの相互作用を高める条件とは」
- 令和 4 年 3 月 25 日～26 日 つくば Science Edge2022 サイエンスアイデアコンテスト
- 場所：つくば国際会議場 高 2 生徒 8 名
- ・発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロパシー作用の解明をめざして～生態実態とアレロケミカルを追う～」

4. 運営指導委員会・教員研修・SSH 推進委員会・他校視察・視察受け入れ等の経緯

令和 3 年度は、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、運営指導委員会は書面開催となった。学内において個人課題研究についての教員研修やオンラインを用いての研修を実施した。本節ではそれらの経緯を以下に示す。

時期	実施内容	場所	備考
2021/7/8	茨城県立日立第一高等学校・附属中学校 SSH 視察	オンライン	教員 1 名
2021/8/5	授業改善に関する教員研修	本校	全員参加
2021/10/12	課題研究に関する研修会	本校	動画視聴
2021/10/13	課題研究に関する研修会	本校	初任者対象
2021/10/22	茨城県立並木中等教育学校授業公開参加	茨城県立並木中等教育学校	教員 2 名
2021/10/22	栃木県立栃木高等学校 SSH 視察	オンライン	教員 1 名
2021/10/23	探究学習を考える会（河合塾主催）	オンライン	教員 1 名
2021/10/25	京都府立洛北高等学校 SSH 視察	オンライン	教員 1 名
2021/10/29	高松第一高等学校 SSH 視察	オンライン	教員 1 名
2021/11/5	第 1 回運営指導委員会（書面共有）	本校	運営指導委員 6 名
2021/11/6	探究型学習研究大会参加	オンライン	教員 1 名
2021/11/23	教育シンポジウム	つくば国際会議場	本校主催 対面・オンライン・動画視聴合わせて 1000 名が参加
2021/11/29	本校 SSH 事業に関する全体会議	本校	全員
2021/12/07	Benesse 探究学習に関する研究会	オンライン	教員 1 名
2021/12/23	SSH 校の STEAM 教育への取り組みについてのインタビュー調査	本校	熊野善介氏（静岡大学 特任教授・名誉教授、STEAM 教育研究所 副所長）を含む 3 名
2021/12/27	R3 SSH 冬の情報交換会	オンライン	教員 4 名
2022/1/26	第 2 回運営指導委員会（書面共有）	本校	運営指導委員 7 名
2022/2/4	個人課題研究に関する研修会	本校	書面にて開催 全教員対象
2022/2/12	市川学園 SSH オンライン授業研究会参加	オンライン	教員 2 名
2022/3/15	個人課題研究発表会（予定）	本校	本校関係者 筑波大学の先生 10 名
2022/3/25	県内 SSH 校情報交換会（予定）		教員 2 名

第3章 研究開発の内容

第1節 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

中1 探究的活動

【仮説】

本校 SSH の開発課題の中に登場する「探究力」という概念は、いわゆる「21 世紀型スキル（非認知スキル）」を基盤としておりと仮定し、この概念的枠組みの中で、我々が特に伸ばしたい「スキル」を以下の3つに設定する。【批判的思考力】そもそも、その「現象」「主張」は何なのか、その「現象」「主張」は何に基づいて正しい/正しくないと判断することができるのか、そういった視点を持つ力のこと。【創造的思考力】「それは要するにこういうことだ」と自分のもっている言葉で問題を定式化することができる力や、「それは〇〇という意味で正しい」と根拠を精密に判断できる力のこと。

【実践・実装力】上の2つで考えた枠組み（構造）を、他の場面に適用/応用することができる力のこと。これらの力を教科教育の中で養うことが可能であったとしても、学問分野で身につけた様々な力を、日常生活や、刻々と変化する現代社会の中でいきいきと発揮することは容易でない。そこで、現代社会を舞台として上のような力がどのように定式化され、どのように応用されるのかを学び、実践（アウトプット）することで、学問と日常生活の間にブリッジをかけることができるようになり、間接的に「問題発見力」をはじめとする「探究力」の成長につながる。また、現在、第一線で活躍されているビジネスマンを招き、継続的に彼らと主題や目的のすり合わせを行うことで、より学問と日常生活の間にブリッジをかけやすくなる。

【対象学年】

中学1年生（AB組74名、CDEF組152名）を対象とし、総合的な学習の時間を利用して活動を行った。

【内容】

AB組（アカデミアクラス）とCDEF組では教科の目標やカリキュラムが異なるので、活動内容を分けて記述する。

○AB組

表1 年間の実施計画

日付	テーマ	概要
5/10	考えるとは何か	考えるという中でも、発散思考と収束思考についてワークを交えて体感させる。
6/14	リーダーシップとは何か	リーダーシップとは何か体系的に理解させる。
7/19	フォロワーシップとは何か	自分が行ったリーダーシップの実践についての発表と、リーダーシップとフォロワーシップの概念的相違点/共通点を理解させる。
9/27	キャリアデザインと目標設定	社会の変化を知ったうえで、キャリアデザインの重要性と理解を深めさせる。目標設定について体系的に理解させ、自身の目標設定を、ワークを通して実践させる。
10/11	コミュニケーションとは何か I	コミュニケーションとは何かについて概念的に考え、理解したうえで、聴く姿勢にフォーカスしたワークを実践させる。
10/19	コミュニケーションとは何か II	コミュニケーションの成立と不成立とは何かについて哲学的に考えさせる。
11/8	論理的に考えるとは何か I	ロジカルシンキングに関する各概念（論理的/理論的/体系的）について考え、理解させ、思考の整理をテーマとしたワークを実践させる。
12/6	論理的に考えるとは何か II	
1/17	伝える力とデザイン	前回考えたロジカルシンキングの各手法に関する理解を深めさせるために、適切なアウトプットを行わせる。
2/14※	デザインと資料作成	「論理的に整理して伝える力とデザインに関する基本理解」をテーマとする。
3/14※	総合ワーク	骨格や表層フェーズのデザインへの学びを資料作成に応用（アウトプット）させる。

どの授業でも「講義→ワーク→講義」というスタイルを採用する。具体的には、どのテーマについても、そもそも「〇〇」

とは何かという疑問から始め、日常生活の具体的な場面でどのように応用されるかを考えるワークを行い、それを反省するという流れである。各授業後に、①満足度、②理解度、③関心度、④積極性、⑤応用・転用可能性、⑥課題把握性に関するアンケート（①②③④は10段階評価、⑤⑥は自由記述）を実施する。

OCDEF 組

表 2 年間の実施計画

日付	テーマ	概要
5/17	将来について考える	探求授業の目的についての理解と夢や目標、将来の職業に対するイメージの想像。
7/5	自分について考える	なんの為に勉強をするのか、どのようなスタンスで勉強するのが将来につながるのか。
7/19	自分について考える	カンブリア宮殿を視聴し、夏休みに自分が調べてみたいテーマを考える。ワークを実践
10/11	自分について考える	カンブリア宮殿を視聴し、生徒から出た質問へのフィードバック
12/3	スタートアップ企業についての理解を深める	次回の授業で講演して下さる人たちにに関する情報を調べ、スタートアップ企業に関する疑問や質問を導く
12/6	職業に対する視野を広げる	宇宙に関する仕事をするスタートアップ企業による講演
12/8	職業に対する視野を広げる	講演会で感じたことに関するアンケート調査
1/17	職業に対する視野を広げる	生活の身近な問題にアプローチする仕事をするスタートアップ企業による講演
1/19	職業に対する視野を広げる	講演会で感じたことに関するアンケート調査

将来について自分の身近にいる人の職業に固定概念を持ちやすい中学 1 年生の段階から、様々な職業の人達の話をおくことで、それぞれが広い視野を身に付けることができるよう、様々な企業で働く方に協力をいただき、講演会を交えながら授業を展開する。今年度は 4 人のスタートアップ企業の方々に講演していただき、その内容を聞いて思ったことや、新たに発見したこと、自分が将来やってみようと思ったことなどについてアンケート調査を行った。

【検証】

〇AB 組：各授業後のアンケート結果のうち、①～④の項目についてはどの項目についても“高い”評価が得られたので、その結果を顧客ロイヤル調査に用いられる NPS 方式で表したものが図 1 である。コミュニケーションやデザインなど、普段からよく考え（自分ごととして捉えられ）ているテーマについては理解度を含め、高い数値となっている一方で、「リーダーシップとは何か」や「論理的に考えると何か」のような抽象的な概念の学びについては理解度を含め、低い数値となっている。また、積極性について、授業者からはどの生徒も頭を悩ませ手をあげて発言する等の明示的発信の有無で低く数値が出ているものと考えられる。授業中にみられる質問の多くが、仮説で述べたような批判的思考・創造的思考に基づくものであり、定性的に高く評価できる。

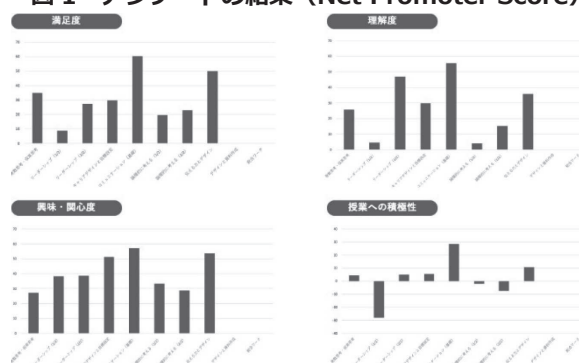
〇CDEF 組：講演会後のアンケート調査の結果、起業することに興味を持った生徒が多くみられた。自らの生活の問題や社会の問題に対してアプローチしてみたいと思ったという意見や、起業することをより身近に感じられたという意見が多く、また仕事に関する価値観が広がったという生徒も増えた。また、それぞれの講演者が生徒に対して自分の好きなことを追求することの大切さについて講演した内容に対して、今自分が興味を持っていることが仕事につながるかもしれないと考えた生徒も多く、職業に対する視野が広がったと評価できる。

【今後に向けた課題】

〇AB 組：どのテーマについても、「そもそも〇〇とは何か」という問いは教員にとっても難しく、授業前に深く考えることができなかったが、生徒たちが鋭い質問を投げかけてくれるおかげで授業の内容を深めることができた。1 つのテーマに 1 回の授業だけでは表面的な理解で終わってしまった印象を受けるので、講師のいない日に生徒と教員のみで追加のワーク等を行うことが望まれる。

〇CDEF 組：将来に対する視野を広げることで個々の能力を発揮できる場を考えさせるという点については、継続して実施していきたい。次年度は探究委員会を立ち上げ、生徒側からの疑問や意見を多く取り入れた授業展開を考えている。生徒がより多くの興味を持ち、自分自身の可能性を見出すヒントとなるような授業を展開していきたい。

図 1 アンケートの結果（Net Promoter Score）



中 2 探究的活動

【仮説】

昨年度の中学 1 年生では「問題発見力」の向上を目的に、夏は個人で研究テーマを立て「探究ポスター」の作成を行い、冬は生物の授業と連携して「植物の自由実験を行う」をテーマにグループで実験・ポスター作成・発表を行い、一定の成果が見られた。

中学 2 年生は「論理的思考力」の育成を主眼とし、中学 1 年生からの共通のスキルとして「協働で取り組む力」と「表現力」の育成を目標として設定した。例年、本校では中学 2 年生の地理の授業と関連づけて、夏休みの課題として「地図を使った地域調査」を課している。この取り組みと連携して、調査、ポスター作成、学び合い活動、発表、振り返りなどを通じて、上記の目標を達成できるよう企図した。

【対象学年】

中学 2 年生（6 学級、233 名）を対象とした。なお、総合的な学習の時間と地理の授業を利用して活動をした。

【内容】

夏休み前の 7 月に、地理の授業において「地図を使った地域調査」の趣旨や概要を説明した。この取り組みには 3 つの目標があり、「地図を活用する力を身につける」「実際に地図を見ながら現地調査する技能を身につける」「調査内容をポスターにまとめ、発表する技能を身につける」である。また希望者には、「第 22 回いばらき児童生徒地図作品展」（主催：いばらき児童生徒地図研究会、共催：茨城大学教育学部）に出展することを促した。ポスターにまとめる内容は以下の 6 点を中心とし、必ず地図を示し、手書きで作成することとした。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">(1) 地域調査のテーマ(2) なぜこのテーマを選んだか（動機）、何を明らかにしたいか（目的）、それをどのように明らかにするか（方法）(3) 調査地域の概要（面積や人口などその地域を知るための基本情報）(4) 現地調査をした内容（結果）<ul style="list-style-type: none">①調査で得られた情報を、地図作品として表現する。（地図上に表現することによって、文章による説明に劣らない情報を表現したり、見る人なりの解釈ができたりする。）既製の地図をもとに新たに地図から書き起こし、載せる情報を取捨選択するなどして、分かりやすい地図を作製しても構わない。②調査した場所で写真撮影をすることが望ましい。(5) どうしてそのような結果となったのかを考える（考察）（例）〇〇という結果から、〇〇である（と考えられる）(6) 図書やインターネットを利用して調べた時は、出典を必ず載せる（参考文献） |
|---|

地理の授業での説明の後、7 月 12 日に各自がまとめておいた構想を「総合的な学習の時間」を使ってクラスの班内で発表する時間を設けた。発表を聞く側の生徒は、発表後に質問・疑問・感想・意見などをワークシートに記入するとともに、発表した生徒にそれらを問いかけ、発表した生徒が今後構想をより深めていけるように工夫した。それをもとに、各自で夏休みの調査およびポスター作成に取り組んだ。

新型コロナウイルスの感染拡大により夏休み明け以降はしばらく休校期間（オンライン学習）が続いたため、開校後の 10 月 13 日にそれぞれ作成してきたポスターをクラスの班内で発表した。その際も、発表を聞く側の生徒は、質問・疑問・感想・意見などをワークシートに記入するとともに、質疑応答の時間を設けた。それぞれの班でもっとも優れたポスター発表者を 1 名選出し、10 月 20 日にクラスごとに班代表（6 名）による発表を行った。さらにその中からクラスで最も優れたポスター発表者を選出し、10 月 25 日に学年全体でクラス代表（6 名）による発表を行った。

なお、生徒の調査テーマは、「流山おおたかの森駅周辺の変化」「研究学園駅周辺の変化」「つくば市の研究所」「学区と人口の関係」「守谷市の人口増加率は何故上がったのか？」「自転車に適した街とは？」「東京のヒートアイランド現象」「環境モデル都市つくば」「子ども食堂 in つくば&筑西」「柏の葉に残る軍跡地」「コロナ対応の医療機関はどこ？」「人口の広がり方と公園の分布の関係」「つくば市の交差点事故多発場所」「鬼怒川堤防の今を知る」など多岐にわたり、充実した取り組みの様子が見られた。すべての取り組みの後に、振り返りを行い、アンケートを実施した。

【検証】

アンケートの結果は次ページの通りであり（有効回答数 219）、Q1 および Q2 の結果から、ほとんどの生徒は今回の探究活動に意欲的に取り組み、また身近な地域への関心が高まった様子が見られた。また、Q3 の結果からは、今回の取り組みを通じて、生徒の探究心を喚起することができたことが分かる。さらに Q4 の結果からは、他の生徒の発表を自分の学びに生かすことができていることが分かり、「協働で取り組む力」の育成に寄与したとすることができる。一方、Q

5の結果は、「論理的思考力」や「表現力」に関わる部分であるが、他の評価項目に比べると、「できた」と回答した生徒が約7割にとどまっており、課題が見られた。Q6は、生徒の記述式の回答の抜粋である。

Q1. あなたは今回の「身近な地域調査」を意欲的に取り組みましたか？

とても意欲的に取り組めた	まあまあ意欲的に取り組めた	あまり意欲的に取り組めなかった	全く意欲的に取り組めなかった
94	110	14	1
42.9%	50.2%	6.4%	0.4%

Q2. あなたは今回の「身近な地域調査」を通して、身近な地域への関心が高まりましたか？

とても高まった	まあまあ高まった	あまり高まらなかった	全く高まらなかった
95	108	14	2
43.3%	49.3%	6.4%	0.9%

Q3. あなたは今回の「身近な地域調査」を「なぜ？」という疑問を持って進めることができましたか？

できた	できなかった
196	23
89.5%	10.5%

Q4. あなたは他の人の発表から、テーマ設定や調査の方法、発表の仕方などについて、自分のものをより良くするためのヒントを何かしら得ることができましたか？

できた	できなかった
213	6
97.3%	2.7%

Q5. あなたは調査結果について、他の人にもわかりやすく伝わるように論理的に発表することができましたか？

できた	できなかった
151	68
69%	31%

Q6. 今回の地理の地域調査を通して学んだことや考えたこと、今後に生かせることなどを書いてください。(抜粋)

- ・現地調査に行くと、データだけではわからないことがたくさんわかるので面白いと思った。
- ・自分の町の強みを知ることができて、もっと守谷市の魅力を色んな人に伝えたい気持ちが高くなった。
- ・自分で現地に行って調べることと、ネットで出典元がはっきりしている情報を探す大切さ。
- ・地図を効果的に活用することで、言葉で伝えるよりも断然わかりやすくなることを学んだ。
- ・グラフも活用することで、変化がわかりやすくなっていた。

また、「第22回いばらき児童生徒地図作品展」に出展した生徒の結果としては、優秀賞が1名（「空き家探検隊！～筑西市の空き家トラブルを減らせ～」）、佳作が3名（「つくば市での高校の数の現状」「守谷市付近の工場分布と道路の関係」「環境モデル都市つくば～低炭素社会への挑戦～」）であり、優秀作品は「第25回全国児童生徒地図優秀作品展」に出展されることとなった。

【今後に向けた課題】

検証でまとめたように生徒の探究力の向上が見られたものの、論理的思考力の育成という点では一定の課題が見られたため、次年度以降もポスターの作成方法や発表の仕方などの工夫を通じて、それらの育成を目指したい。

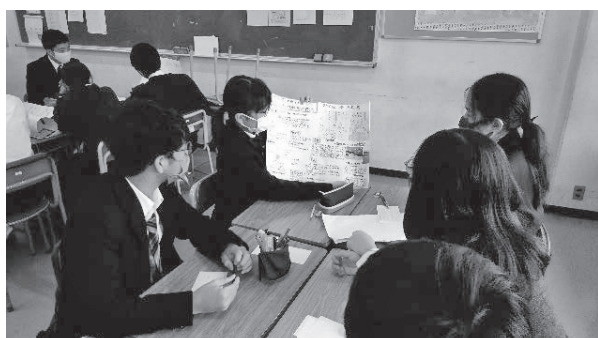


写真1 ポスター発表の様子



写真2 受賞したポスター

中3 探究的活動（理科巡検） 生物分野

【仮説】

これまでに学んだ動物のからだの作りを、実際の生き物の観察を通して理解を深めることができる。多種多様な生物に触れることで、環境保全や共存について考えるきっかけとなる。また、事前学習を通してリサーチクエストを設定することで、どのようなアプローチと振り返りを行えば探究活動として成立するか、探究のプロセスを理解することができる。さらに、個人ではなく班で活動することは、協働する力や自分にはない視点を養うことになる。

【対象生徒】

中学3年生（239名）全員を対象とした。

【内容】

今年度の生物巡検ではフィールドを大洗水族館に設定し、水族館で飼育や研究されている生物を3時間の事前学習を通して学び、班ごと（1クラス5班）にリサーチクエストを設定することとした。リサーチクエストとしては「クラゲの種類による拍動・遊泳方法の違い」「イルカの知性や特徴」「マンボウの生態と保全」「魚の口と採餌方法の関連性」など、多岐にわたるものが設定された。巡検当日は事前に計画した行動計画表に基づき活動し、水族館の展示を見学したが、特に自分達で設定したリサーチクエストに関わる範囲に時間を取った班が多かった。水族館の保有する説明パネルの量は多かったが、着目する内容が生徒自身によりある程度絞られていたため時間的には余裕をもって活動することができた。事前学習で目的意識をもって活動したことの有効性が伺えた。事後学習として各班10分程度の発表スライドを作成し、目的、方法、調査結果、考察という視点でまとめて成果報告を行った。

レポート作成では、設定したリサーチクエストに対して事前、現地、事後の学習で調査し、自らの言葉でまとめ上げることができた。優秀レポートを2名選び、学年生徒が閲覧できるよう展示を行い、多くの生徒と共有した。

【検証】

事前学習である程度情報を得た上でリサーチクエストを設定したが、そもそも適切な探究テーマではなかったと振り返る班もあり、探究活動において重要な「何を明らかにしたいのか」について明確なビジョンを持つべきだと気が付いた生徒もいた。また事前、当日、事後の学習を通して新たに疑問を生じた生徒も多く、成果報告で見られた積極的な質疑応答からも、生き物への興味関心が強くなったことが伺えた。

生物巡検に関して生徒に事後アンケートを行った結果は以下の通りである。（有効回答数150件）

表1 事後アンケートの結果

	疑問を見出し自ら行動する力	他者と協力して疑問を解決する力	自分たちの探究や目的や内容について相手にわかりやすく伝える力
とても良い変化があった	54(36%)	96(64%)	65(43%)
まあまあ良い変化があった	84(56%)	45(30%)	70(47%)
あまり変化がなかった	11(7%)	8(5%)	15(10%)
全く変化がなかった	1(0.6%)	1(0.6%)	0(0%)

また、この活動を通して自分が成長したのは何か、という問いに対しては多くの生徒が「興味あるテーマを探し、自ら調べる力」「計画を立てて実行する力」「チームで協力して物事をやり遂げる力」と答えており、一方で「テーマ設定が甘い」と良い探究ができない」「インターネットだけではなく現地で直に見ることが重要」と気が付いた生徒もいた。

【今後に向けた課題】

当初の仮説で挙げた「動物のからだの作りの理解の深化」「環境保全や共存について考えるきっかけ」「探究のプロセスの理解」「自身にはない視点の獲得」について、生徒により違いはあるが概ね達成したと考えている。次年度以降、事前準備が余裕をもって進められるのであれば、現地で飼育員との交流ができるよう調整することにより生徒の学習意欲をさらに高めることができるかもしれない。実際、展示パネルだけではリサーチクエストに対する満足な回答を得られない班もあり、直接話を聞く機会が欲しいと要望があった。そのような機会を設けることができれば、活動中に新たに生じた疑問にも生徒がアプローチしやすくなるだろう。また、授業においては各班の学びから生態系を俯瞰的に捉え、生物が線のつながりではなく網のつながりをもっているという視点をより強調することを目指したい。

地学分野

【仮説】

日常生活において岩石や地層の観察経験が乏しい中、地球科学では地球の構成物質や地球の歴史について学習している。野外観察で実物に触れ、身近な場所の地形・地質とその成り立ちを理解することで、生徒の興味関心や学習意欲が高まる。

【対象生徒】

中学 3 年生（239 名）全員を対象とした。

【内容】

本巡検では、大洗岬平太郎浜（図 1）の砂礫浜海岸の環境を観察・調査し、その評価を行うことを目的とした。実施に先立ち、事前学習を 1 時間実施し、目的や観察地点の基本情報、調査方法等について学習した。

当日は学年を 2 つ（3 クラス約 120 名ずつ）に分けて、午前に DEF 組、午後に ABC 組が巡検を行った。活動時間は実質 70 分程度で、断続的に雨が降る天気だったが、晴天時プログラム（表 1）をもとにできる範囲で活動を行った。午前中は雨が降る時間帯もあり、礫のコドラート調査は方法を確認する程度で、斜面調査の砂山・石山づくりは実施を見送った。午後は曇天だったが、満潮時と重なり砂浜の大部分が海面下にあり、露出している部分の砂もぬれていたため、砂山・石山づくりは行わなかった。巡検後の事後学習（0.5 時間）では、班ごとに結果を整理し、砂礫の堆積理由および海岸の環境変化に要する時間、観察地点が生物にとって生息しやすい環境かどうかに関する考察を行った。また、巡検時に拾った岩石については、夏休み中に分類を行い、岩石のでき方等について各自で調べ、標本ラベルの作成を行った。

なお、本巡検のプログラムの作成にあたっては、『人と自然をつなぐ教育自然体験教育学入門 増補改訂版』（能條歩著、2020）および『人と自然をつなぐ教育自然体験教育学Ⅱ自然体験教育の実践』（能條歩編著、2015）を参照した。

【検証】

興味関心や学習意欲に関して、事後学習時に行った 2 つの質問への自由記述の内容を分析した。「巡検で一番重要と考えたこと」への回答は、観察や調査した内容に関するもの（①）が約 51%、観察や調査・体験の重要性に関するもの（②）が約 20%、学習内容の活用に関するもの（③）が約 15%、④協力の重要性に関するものが約 6%、感想が約 6%であった。具体的には、①では「波で礫や砂の角がとれていたこと。石が外と内で色が違ったこと」、②では「現地に行って調査をしてどのような情報が得られるか」「海岸で石ころを拾ったとき、よく観察するとそれぞれ種類が違うことに気づけた。→よく観察する」、③では「海岸で大きささまざまな岩石を見つけることができ、授業の内容を生かして、種類などを考えることができた」「礫に触れ、自分たちで海岸ができた経過を知る」というような主体的に活動を行ったことがうかがえる記述が多かった。「わからなかったこと、新たな疑問や感想」への回答は、わからないことに関する記述（a）が約 3%、新たな疑問に関するもの（b）が約 44%、気づきや理解に関するものが約 26%、楽しかった・驚いたなどの感想に関するもの（c）が約 26%であった。具体的には、a では「実際に自分で石を見分けることが案外難しかった。コツを知りたい」、b では「なぜ岩石の大きさが変わる境界のところできっと高さが変わっていたのだろう」「何故生き物あまり生息していないのか気になりました。今度海に行った時はもっとよく観察してみます」、c では「いろいろな石がどこからきたのか考えるのが楽しかった」というように、意欲的に観察・思考していることがうかがえる記述が多数を占めた。これらの結果から、野外観察で実物に触れることで、生徒の興味関心や学習意欲の喚起につながったと考えられる。

【今後に向けた課題】

学校行事変更との兼ね合いで、地学分野では初めて大洗海岸で巡検を実施した。事前学習の時間が十分に確保できず、少雨時の想定も甘かったため、班によって生徒の活動や理解に差が生じてしまった。また、生物分野の内容を含め、学習した知識を生態系と結び付けて考え、システムという概念形成を促すことを最終目標に掲げたものの、急なカリキュラム変更に対応できなかった。ただし、巡検内容と他教科の学習内容との関連について尋ねたアンケートにおいて、13 もの教科・科目の回答（約 50%の回答が生物、約 20%が地理、約 6%が物理、5%以下は歴史、公民、数学、美術、体育、道徳、技術・家庭、化学、国語、音楽）があり、方針の有効性も感じられる。今後、早い段階から教員間で情報共有を行い、カリキュラムやプログラムを改善し、巡検を組み込んだ概念形成を促すカリキュラムを考案していきたい。

表 1 地学巡検の活動内容

晴天時プログラム【少雨決行】
「海岸探検」(班活動) ・班ごとに歩きながら、浜にはどのようなものがあるかを観察する。 （砂、礫、ゴミ、生物の遺骸等々） ・波の様子を観察し、浜をつくる砂や礫は、どこからどうやって運ばれてきたのかを考える。 ・ゴミを拾って袋に入れ、どこからどうやって運ばれたかを考える。 ・コドラート調査を行う地点を決める。 「礫のコドラート調査」(班・グループ活動) ・50cm×50cmの枠内にある礫の大きさと数を数える。 ・数えた礫の種類ごとに分ける。 ・礫の形や大きさを観察し、どのような流れによってできたかを考える。 「砂浜と礫浜の斜面調査」(班・グループ活動) ・砂浜と礫浜の斜面の傾斜角度をクリノメーターを使って測定する。 ・浜にある砂と礫を使って、小さな砂山と石山をつくり、どのくらいまで急な斜面の山をつくれるかを調べる。 「石拾い～自分の石をみつけよう～」(個人) ・「海岸探検」「コドラート調査」「浜の斜面調査」の間に直径数cm～十数cmの石を1つ以上拾う。 （拾った石は、後日、岩石名を決め、そのでき方などを考察してレポートにまとめる。拾った石は、展示・保管のため、ラベルをつけて瓶や額などに入れて提出。）
雨天時プログラム
「海岸探検」 ・浜沿いの遊歩道で実施。遠目から波や砂礫浜の様子などを確認。 「砂浜と礫浜の斜面調査」 ・遊歩道からの確認のみ。 「石拾い」 ・海岸探検の復路で短時間に実施。 「雨水あつめ」 ・海岸探検の時間でどの程度溜まるかを予想し、サンプル瓶に集める。バス内で水質調査。

高 1 化学基礎 化学基礎力の習得

【仮説】

高校 1 年生化学基礎は、高校 2 年時の必修科目である個人課題研究および高校 2 年選択科目化学に向けた準備段階である。以上のことから、高校 1 年化学の目的を以下のように設定した。

目的① 日常生活の中で関わりの深い物質の性質・利用方法・歴史・その社会的課題について、多角的な視点から情報収集する基礎力を養う。

目的② 基本的な化学実験を実施し、実験スキルの基礎力を養う。

【対象学年・実施時期】

高校 1 年生（7 学級、256 名）を対象とし、計 6 回（5 月・6 月・2 月・3 月）実施した。

【内容】

1. 複数の情報源の内容の比較（実施時期：5 月）

日常生活の中で関わりの深い物質の性質・利用方法・歴史・その社会的課題について、辞書・書籍・インターネット等の複数の情報源を用いて調べ、収集した情報の内容を比較した。

2. 混合物の分離（実施時期：6 月）（演示実験）

濾過・昇華法・再結晶・抽出・クロマトグラフィーの演示実験を実施した。

3. 成分元素の検出（実施時期：6 月）（演示実験）

石灰水を用いた二酸化炭素の検出・硝酸銀を用いた塩素の検出・炎色反応による帰属元素の検出を実施した。

4. 食酢中の酢酸濃度の決定（実施時期：2 月）（予定）

中和滴定により、市販の食酢に含まれる酢酸のモル濃度（mol/L）を求め、質量パーセント濃度（%）に変換した。

5. 塩の加水分解（実施時期：2 月）（予定）

様々な種類の塩の水溶液を用意し、指示薬・試験紙を用いてそれぞれ液性を確認した

6. オキシドールの濃度の決定（実施時期：3 月）（予定）

酸化還元滴定により、市販のオキシドールに含まれる過酸化水素のモル濃度（mol/L）を求め、質量パーセント濃度（%）に変換した。

【検証】

内容 1. について

大半の生徒のレポートでは、目的の課題を複数種類の情報源から情報収集する重要性や各情報源のメリット・デメリット、多角的な視点で捉えることの重要性についての確に述べられていた。このことから目的①は達成できたと考える。今後は、生徒が互いのレポートの内容を検証し合う時間を設けるなどして、よりよい情報収集方法・レポートの書き方が身につくような工夫をしたい。また、一部の生徒のレポートには、「授業で受動的に学習するよりも知識が定着しやすい」というコメントが散見された。生徒が能動的に知識を獲得する方法の一つとして、他の単元においても今回のようなレポート課題の導入を検討したい。

内容 2. ～6. について

本年度は 2 度にわたるオンライン授業の実施や週 5 日制による授業数の減少などにより、例年よりも生徒実験の時間の確保が難しく、半数以上の実験を教員による演示実験の実施のみとなった。このことから目的②は達成できたと言い難い。来年度以降はカリキュラム内容を再検討し、可能な限り生徒実験の時間を確保したい。

【今後に向けた課題】

来年度以降もオンライン授業の実施等による授業時間数や生徒実験機会の減少は想定されるが、そのような状況の中でも可能な限り生徒実験の時間を確保できるよう、再度カリキュラムを見直し、綿密に計画したい。また、レポート課題は、生徒が能動的に知識を獲得できる方法の一つであることが示唆された。化学基礎では膨大な量の知識の獲得が求められる科目の一つであるため、今年度実施したレポート課題のほか、生徒が能動的に知識を獲得できる方法や生徒自ら、自立的に学ぶ方法を検討したい。

高 1 生物基礎 レポート作成による論理的思考力の向上

【仮説】

高校 2 年次の個人課題研究につながる実践として、昨年度の高 1 生物では、1 年間を通して基礎的な実験を実施し、基礎的な実験技術の習得および論理的思考力を養うことを検証した。検証の結果、レポート作成の必要性を提案している。実験毎にレポートを作成することにより、実験結果を分析し、考察を記述する過程でより深い思考力が養われる。さらに、実験結果の分析においては、データのグラフ化や統計処理によって、観察・実験の結果を処理するスキルが伸びる。

【対象学年・実施時期】

高校 1 年生（7 学級、256 名）を対象とし、計 8 回（5 月～2 月）実験および観察を実施した。

【内容】

実験・観察 1. 葉の位置により細胞の大きさと核の大きさに違いはあるのか（実施時期：5 月）

タマネギのリン片を班で分担し、表皮細胞の大きさと核の大きさを接眼マイクロメーターの目盛り数を用いて測定した。その結果を班単位でまとめて葉の位置と各大きさには何らかの関係性があるのかを考察しレポートを作成した。実験後には、クラス単位でデータを解析して葉の位置と各大きさの相関係数を求め、仮説の妥当性を検討した。

実験・観察 2. 400 倍において接眼マイクロメーター目盛りの大きさは本当に $2.5\mu\text{m}$ か（実施時期：6 月）

マイクロメーターの使い方を学び、各自で接眼マイクロメーターの 1 目盛の長さを求めた。レポートでは、その算出過程を論理的に表現することを試みた。

実験・観察 3. オオカナダモの葉緑体とイシクラゲの細胞の大きさは本当に同じか（実施時期：6 月）

接眼マイクロメーターを利用して、オオカナダモ（真核生物）の細胞・葉緑体とイシクラゲ（原核生物）の細胞の大きさを測定し比較した。実験後には、測定結果をも検定により解析し、仮説の妥当性を検討した。

実験・観察 4. 酵素（カタラーゼ）の性質を明らかにする（実施時期：7 月）

ジャガイモ抽出液に含まれるカタラーゼを加えることで、過酸化水素の分解が促されることを確認した。さらに、煮沸したジャガイモ抽出液の場合、反応液を酸性・塩基性にした場合の結果と比較した。実験は班単位で行い、レポートの作成ではどの実験区の比較から酵素のどのような性質が考察できるのかを明示することを意識した。

実験・観察 5. 薄層クロマトグラフィーによる光合成色素の分離（実施時期：7 月）

ホウレンソウ、赤シソの葉に加え、生徒がそれぞれに採取して持ち寄った植物の葉を材料として、薄層クロマトグラフィーにより色素を分離した。レポートでは、実験結果を分析して、ホウレンソウの葉には何種類の色素が含まれているかおよび植物により含まれている色素に違いがあるかを考察した。さらに薄層クロマトグラフィーの原理を学び、実験結果からクロロフィル a の Rf 値を算出して考察の妥当性を検討した。

実験・観察 6. ブロッコリーから DNA は抽出できるか（実施時期：12 月）

ブロッコリーから DNA の抽出を行った。抽出した DNA に酢酸オルセイン溶液をかけ、抽出した物質が DNA であることを確認した。レポートでは、実験操作で用いた試薬の意味を明らかにすることおよび抽出物が DNA といえるかどうかを、根拠を示して考察することを意識した。

実験・観察 7. 遺伝子の位置とその発現は顕微鏡で観察できるか（実施時期：2 月）

ユスリカの幼虫からだ腺を取り出し、遺伝子の位置を確認することを目的とする生徒は酢酸オルセイン染色、遺伝子の発現の様子を確認することを目的とする生徒はピロニン・メチルグリーン染色を行って、生徒がそれぞれに検証したい仮説を選んで実験の実施と結果の解釈を試み、それをレポートに表現する。

実験・観察 8. 血球の種類を見分ける（実施時期：2 月）

血球標本を用いて、赤血球および白血球を観察する。白血球の種類判定には血球サイズや血球内の様子などから根拠を持って判別することを試みる。レポートでは、スケッチおよび特徴を文章で示すことで判定の根拠を明らかにする。

【検証】

毎回の実験では、白紙の A4 の用紙を一枚配布し、1 時間の時間内でレポートを作成することを行った。レポートは、タイトル→方法→結果→考察の順で記述した。学習過程の中で【課題の設定】・【仮説の設定】・【仮説検証計画の立案】については学習単元に併せて教師側で行い、生徒は【観察・実験の実施】・【結果の処理】・【考察・推論】・【表現・伝達】をすべての実験・観察において実施し、経験を積むことができた。回を重ねる毎に、白紙の紙に実験方法の図解をしてわかりやすいレポートになるよう工夫したり、班内で結果を照らし合わせて話し合ったりする姿が自然に多く見られるようになった。レポートの作成は、考察力を養い表現力を高めることに加え、生徒の主体性も引き出せると考察する。

今年度の検証では、【課題の設定】・【仮説の設定】・【仮説検証計画の立案】については教師側が提示したが、年に 1～2 回程度、班単位のレベルでも良いので【課題の設定】から生徒自身が行う経験ができると良いと考える。

高 1 プレゼミ・個人課題研究

【仮説】

高校 2 年次必修科目「個人課題研究」に向けた準備として、自分自身の関心ある分野を知り、これまで以上に研究テーマ選びを充実させるために、プレゼミを開講した。プレゼミは準備という意味の“プレ”と事前のという意味の“プレ”を掛けたネーミングである。プレゼミでは、興味関心のある分野を意識させる、論文を探すことを通して研究の“に”に“い”に触れる、RQ (Research Question) づくりを通して、個人課題研究での研究テーマの設定に寄与することが期待される。

【対象学年】

高校 1 年生 (249 名) を対象とし、一年間を通し実施した。

【内容】

一年間のうち、プレゼミは 5 ～ 10 月、個人課題研究のテーマ設定に 11 ～ 12 月、個人課題研究には 1 ～ 3 月の時期を割り当てている。具体的な内容と日程は表 1 に示す。なお、プレゼミのゼミの規模は約 20 名で 1 つのゼミを構成している。

表 1. 日程と内容

5 月 14 日 (金)	個人課題研究ガイダンス	高 2 必修科目「個人課題研究」を見据え、「研究とは何か」という説明と、全体スケジュールを提示した。また、学問分野の一覧を示し、現時点でどのような分野に興味関心があるのか考えさせた。
5 月 17 日 (月)	プレゼミ① 「研究とは何か」	ゼミ単位ではじめて集まる回。クラスを超えてゼミが構成されているため、それぞれの興味関心のあることを紹介しあうアイスブレイクから開始した。ゼミ担当教員からは自身の経験から、研究とは何かについて語った。
5 月 21 日 (月)	プレゼミ② 「論文の探し方」	研究論文に触れさせるため、興味関心のある分野の論文を探す課題を提示する。論文探しのために、CiNii や Google Scholar などのサービスを紹介し、使い方を説明した。
	論文探し	生徒が自分の時間を使い、論文を探し論文の PDF データを入手させた。
6 月 24 日 (木)	プレゼミ③ 「論文の読み解き」	論文の内容を PPDAC にそって分析する手段を説明した。説明をもとに、生徒自身が入手した論文を分析し、分析内容をスライドにまとめさせる課題を課した。
7 月 5 日 (月) 7 月 12 日 (月)	プレゼミ④ 「論文紹介」	論文の分析内容をまとめたスライドをゼミ内で発表し、情報を共有した。この過程でさまざまな学問分野があることに触れることとなった。
7 月 19 日 (月)	プレゼミ⑤ 「RQ のつくり方」	クラス単位でキーワードマップと RQ づくりの練習を行った。個人課題研究の研究テーマに向けた RQ に求められる条件などを説明し、生徒自身の研究に向けた RQ づくりを夏休みの課題として提示した。
夏休み	RQ をつくる	RQ をつくる。作成した RQ をオンラインで提出させた。
オンライン期間中	研究相談シートをつくる	コロナ禍によりオンライン学習期間となり、予定していた RQ のゼミ内での討議の時間をとることができなかった。そのため、生徒一人ひとりで取り組むことができる、個人課題研究向けの研究相談シートを作成させた。また、オンラインでゼミ担当教員と研究相談シートについて議論をした。
10 月 11 日 (月)	個人課題研究ガイダンス	個人課題研究の研究テーマを決定するまでの流れを確認した。
10 月 18 日 (月) 10 月 25 日 (月)	個人課題研究① 研究テーマを検討する	研究テーマ相談期間として設定された期間中に、高校一年教員以外の教員に研究テーマについて相談に行かせた。その進捗状況を把握するとともに、研究テーマが定まらない生徒へのアドバイスを行った。

11月8日(月) 11月22日(月)	個人課題研究② 研究テーマを決める	個人課題研究の研究テーマと課題指導者の決定期間中に、進捗状況を把握するとともに、研究テーマが定まらない生徒へのアドバイスを行った。
11月29日(月)	個人課題研究③ 研究計画をたてる	研究テーマと課題指導者が決定した生徒向けに、年内に行うべき作業(プロセス評価と研究計画立案)を指示し、研究計画カードを作成させた。
12月13日(月)	個人課題研究④ 論文執筆ガイダンス	以降、先行研究の調査を行い、2月上旬に提出する第一回目の論文提出に向け、論文作成に必要な知識とテクニックについて解説した。
12月20日(月)	個人課題研究⑤	研究計画カードを回収し、冬休み期間中にすべきことを課題指導者と検討済であることを学年教員が確認した。
冬休み～1月	本研究の序論執筆	論文執筆を開始した。個人課題研究のテーマに関する序論として、研究動機、研究目的、研究方法をまとめた。
1月～3月	個人課題研究ゾーン①	課題指導者が指導の中心となり、「序論添削」「研究活動の開始」「春休みの研究についての指導」を行った。

昨年度取り組んだ「仮ゼミ制度」を今年度は「プレゼミ」と称し、その形を引き継いだ。

「プレゼミ」は、学年教員12名に対して全生徒約250名を割り振り、担当生徒に対して、個人課題研究やIB課程のExtended Essayの研究テーマを設定するための活動を支援するものである。ゼミの構成は「仮ゼミ」にならない、①担当教員は自分のクラスの生徒を持たない、②教員が持つ生徒数を均一にする、③専門性を考慮しない、の3点である。③については、専門性を考慮し出したらキリがないということ以上に、教員が自身の専門外の分野で理解の範疇を超える内容についても探究し、教養を深めること、そして生徒と一緒に考え良いアイデアを生み出していくという一種の楽しさの体験と自己研鑽を目的に条件を設定した。

ゼミの構成は「仮ゼミ」を引き継いだ、その内容は異なる。背景には令和2年度は年度当初からコロナ禍によるオンライン授業期間が続いていたことから令和3年度とは異なる状況であったためである。そのため、令和2年度の生徒が取り組む研究テーマに関するRQ(Research Question)の指導が中心となったゼミとは異なり、今年度は、その前の段階の研究の世界を覗くという段階を設定したことが大きな違いである。今年度も夏休み後にRQに対する指導計画を立てていたが、コロナ禍のオンライン授業期間が設定されたことによりゼミ活動が中断せざるを得なかった。したがって、今年度は個人課題研究に向けたRQに対する指導が薄くなったことは否めない。

夏休み前に取り組んだ主な内容は研究論文に触れさせるという活動である。教科の学習活動では研究という視点で学習に取り組んだり、検証したりするという機会が多くない。そのため、個人課題研究やExtended Essayに取り組む前に、研究論文を通して「研究」とはどういうものなのか触れさせることが狙いである。研究論文の分析について説明をしたプレゼミ③「論文の読み解き」の回では、統計学習で用いられることが多い「PPDAC」サイクル(図1)について解説をした。PPDACとは、P(Problem)、P(Plan)、D(Data)、A(Analysis)、C(Conclusion)の略である。つまり、まず問題を見つけ、研究の計画を立て、データを収集し、分析し、結論を述べるというプロセスを指す。このサイクルのなかで、はじめて研究に取り組む生徒にとって最も難しいのは、問題発見であることを強調し、夏休み中に行うRQづくりへの前触れとした。また、論文は「客観的」なデータに基づいて論じられるものであり、「私は～と思う」という個人の主張とは異なる。そこで、客観的なデータを得るために、どのような調査や実験の手法を使ったのか、分析はどのように行ったのか、などについて論文の内容から把握することを求めた。プレゼミ④「論文紹介」では、各生徒が研究論文の内容をPPDACに基づいて紹介するプレゼンテーションを行った。

夏休み以降に生徒が自分の研究テーマにつながるRQをたてることを目標として、プレゼミ⑤「RQのつくり方」を行った。今回はキーワードマップのつくり方の練習をすることが目的のため、全員が同じ内容に取り組む。そのため、ゼミ単位ではなくクラス単位で実施した。キーワードマップにおいて複数のキーワードを結び付けてRQをつくるつくり方

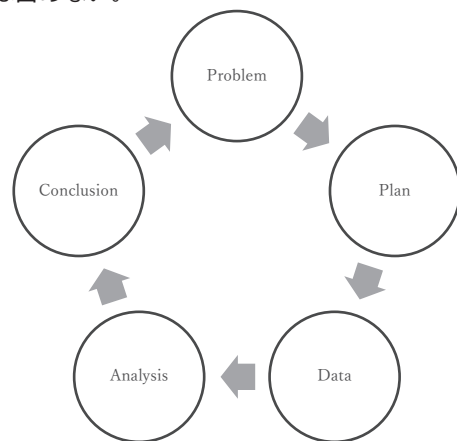


図1 PPDACサイクル

を解説するとともに、個人課題研究や Extended Essay における研究テーマの制約について解説を行った。研究テーマの制約とは、取り組むことができる時間的な制約、使える資源（実験器具等）の制約のことである。同時に研究倫理として行えないもの、そもそも研究にそぐわないもの、などを例示した。

夏休み以降に各自の RQ をゼミに持ち寄って、RQ の良し悪し、改善すべき点、良い RQ であれば研究方法をどうするのか、など議論をする時間をとる予定であった。しかし、COVID-19 の感染拡大による学校がオンライン授業期間に移行したため、これらの活動を行うことができなかった。オンラインでのゼミの実施も考えたが、高校新生生などは本校における初めてのオンライン授業になるため、通常授業以外に負荷をかけないようにオンラインでのゼミ実施は行わなかった。ゼミにかわり、9 月中旬に個人課題研究の次のステップである「研究相談シート」を書かせた。研究相談シートとは、イメージマップと RQ をベースにして、研究相談に必要な研究テーマ・目的・方法・結果の見込みなどを文字ベースで書き込むシートである。そして、イメージマップと RQ、研究相談シートをインターネット上に提出させた。これらの提出物をもとに 9 月下旬から 10 月上旬にかけて、ゼミ担当教員と 1 対 1 のオンライン面談を実施した。オンライン面談では、研究相談シートの内容を確認し、生徒の問題意識を掘り下げ、改善すべき点を検討した。

10 月 11 日の個人課題研究ガイダンスからプレ IB 生は別の活動に移った。これは IB 課程の研究活動である Extended Essay の期間は高校 2 年に入ってからになるため、個人課題研究の研究テーマ設定時期と異なるためである。個人課題研究ガイダンスでは、研究テーマと課題指導者が決定するまでの流れを説明し、当面生徒が実行すべき行動を示した。ガイダンス直後に本校のオリジナルテキストである「個人課題研究の手引き」を配布した。

10 月中は研究相談シートを用いて、学年外の教員とも自由に研究テーマについて相談することができる。この期間中には複数の教員と相談することを推奨した。多角的な視点から研究テーマについて検討する機会として重要であると考えている。その後、研究テーマと課題指導者を決める期間に入り、11 月下旬を目標に決定できるように計画的に行動するように伝えた。

11 月 29 日の個人課題研究③「研究計画を立てる」では、一年間の主な研究活動の計画をたてさせること、研究テーマを決めるまでの期間の振り返りであるプロセス評価シートに記入させる活動を行った。以降の具体的な研究指導は、課題指導者にゆだねられることになり、学年教員は各種報告（研究計画カード、プロセス評価シート、論文等）の提出管理をしていくことになる。一方、この日までに研究テーマを定めることができなかった生徒に対しては、個別のカウンセリングを行い、研究テーマ決定のサポートを実施した。

12 月 13 日の個人課題研究④「論文執筆ガイダンス」では、論文執筆について説明を行った。論文の構成はプレゼミで学んでいるため、ここでは主に引用や参考文献の書式、ワープロソフトウェアの使いこなしなどを中心に説明した。特に論文に先行研究を引用することは重要であり、適切に扱わなければ著作権を犯すことになりかねない。また、ワープロソフトウェアでも脚注やスタイルなど普段は使わない機能を使いこなさなければならない。

冬休み以降は課題指導者とコミュニケーションをとりながら、研究に着手していった。なお、論文の序論の部分については、2 月上旬までに書かせるようにし、論文執筆ガイダンスで確認したとおりに書くことができるかどうかを確認する機会とした。3 月以降、具体的な調査や実験の準備にかかっていった。

【検証と今後に向けた課題】

個人課題研究の研究テーマが決まった後にプレゼミならびに個人課題研究の研究テーマの決定に関するアンケート調査を実施した。調査の実施期間は 2021 年 12 月である。調査はインターネット上の Form を通して回答してもらう形式をとった。

プレゼミを通じて身についた知識やスキルについて尋ねた結果を表 2 に示す。論文の探し方のスキルがもっとも高く（71.8%）、論文構成の知識がもっとも低い（43.2%）。ほかは、60%台である。

論文構成の知識が特に低いことは、生徒にとって未知のものである論文というものを扱う指導には、より丁寧かつ時間をかける必要があったのであろう。研究方法はゼミにおいて生徒の論文分析のプレゼン時に随時コメントをしていたものの、時間的な余裕はなく、丁寧な説明ができていなかったことに起因すると考えられ、これら 2 点については、次年度以降の課題である。

キーワードマップのつくり方と RQ の立て方などは、練習を行ったあと夏休みの課題として実践をさせた。しかし、後述する通り、夏休み後に RQ を振り返り、評価する場がなかったことが割合の低さにあらわれているものと推察される。RQ をつくる活動は、個人課題研究の研究テーマの設定に直接結びつく活動であるため、ゼミの機会が失われたことが残念である。

表 2 プレゼミを通じて身についた知識やスキル

※複数選択可 N = 220

項目	度数（割合）
論文の探し方	158（71.8%）
論文構成の知識	95（43.2%）
研究方法の知識	145（65.9%）
キーワードマップのつくり方	137（62.3%）
RQ の立て方	146（66.4%）

総括的にプレゼミの活動が個人課題研究の研究テーマ設定に役立ったかどうかを5段階評価（5:役立った～1:役立たなかった）で評価してもらった（図2）。この分析にはブレIB生は除いている。「役立った」と「やや役立った」というポジティブな評価を合わせると62%であった。事前に期待した値からすると低い値となった。低い値となった要因の一つは、個人課題研究の研究テーマ決定に直結する夏休みの課題となったRQをゼミで議論する機会が、COVID-19の感染拡大により奪われたことが大きいと推測する。RQをゼミで披露することは、複数の目で確認しあう機会だけでなく研究テーマを設定することへのモチベーションを高める機会にもなっていたはずだからである。

次に夏休み中に作成したRQと個人課題研究において設定した研究テーマとの関連性についてまとめたものを表3に示す。

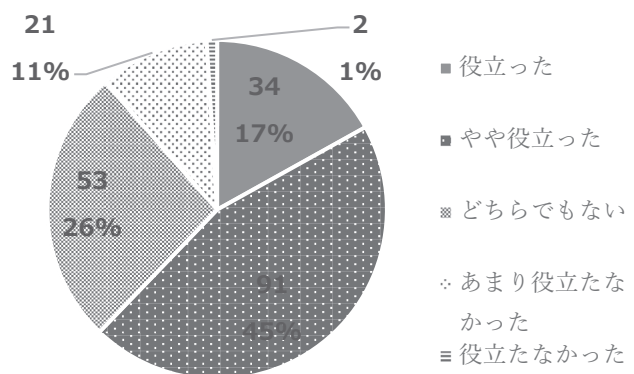


図2 プレゼミが研究テーマ設定に役立ったか

N = 201

表3 夏休みに作成したRQと個人課題研究の研究テーマの関連性

N = 201

	同テーマ	同分野	異分野	その他
度数	46 (22.9%)	72 (36.8%)	76 (37.8%)	7 (3.5%)

RQと個人課題研究の研究テーマが一致しているのは22.9%であった。研究テーマは異なるが、同一分野であったのが36.8%。異なる分野の研究テーマになったものが37.8%であった。その他には、編入生や留学帰りの生徒などでRQを作成しなかった者などが含まれる。ここで着目すべきは異分野へ移った37.8%であろう。そこで、表4に示した研究テーマを決定するまでに感じたことを見てみよう。

表4 個人課題研究の研究テーマを決めるまでに感じたこと

※複数回答可 N = 201

項目	度数（割合）
困難だったことはない。	20 (10.0%)
夢ナビなどを通じて、興味を持つ分野が見つかった。	42 (20.9%)
プレゼミで調べた論文により、ある研究分野に興味を持った。	41 (20.4%)
進路が明確なので、比較的簡単に研究テーマを決めることができた。	51 (25.4%)
進路が決まっておらず、研究テーマを決められなかった。	47 (23.4%)
興味のあることがなく、研究テーマが決められなかった。	22 (10.0%)
興味のあるものが多すぎて、研究テーマを選択するのに苦労した。	50 (24.9%)
興味のある分野の内容が難しすぎて、適切な研究テーマを考えられなかった。	69 (34.3%)
研究方法が思いつかなかった。	68 (33.8%)
研究とは何をすればよいのかわからなかった。	45 (22.4%)

研究テーマを決めるうえで壁になったことは、「興味のある分野が難しすぎて、適切な研究テーマが考えられなかった（34.3%）」、「研究方法が思いつかなかった（33.8%）」、「興味のあるものが多すぎて、研究テーマを選択するのに苦労した（24.9%）」、「研究とは何をすればよいのかわからなかった（22.4%）」などがあげられる。高校1年の夏から秋にかけての時期はもっとも進路選択に悩む期間とも重なる。25.4%の「進路が明確なので、比較的簡単に研究テーマを決めることができた」という回答から、逆に進路が明確になっていない生徒はさまざまな壁にぶつかって研究テーマを決めかねているという状況が見えてくる。特に興味のある分野が多い生徒にとって、悩みは大きなものであったに違いない。興味のある分野が難しすぎる点については、興味のあるものについて生徒自らが積極的に情報収集するように促すことが必要であると思われる。進路指導の一環でとりくんでいた「夢ナビ」を通じ、20.9%の生徒が興味ある分野を見つけることができたことから、進路指導も含め学問分野に関する調べ学習の大切さを再認識させられる。

今年度の取り組みから、個人課題研究における研究テーマの設定においては、より時間をかけ丁寧な指導が必要であること、進路指導とも連携して取り組むことがより高い効果を生む可能性があることを示唆された。

高 2 個人課題研究

【仮説】

本研究は、本校創立時より行われてきた探究活動である。個人が自らテーマを設定し、1年間かけて研究を遂行し、論文にまとめ、その研究成果を発表する。それぞれが興味を持ったテーマを決めて研究を進めていくため、生徒個人の進路を考える機会となるとともに、そのプロセスを通して、探究スキルが向上する。

【対象学年】

高校2年生（270名）を対象とした。

【内容】

総合的な学習の時間の代替として設置された2単位の学校設定科目である。高1の後期からすでに研究は始まっており、論文の序論の執筆を終え、文献調査をある程度進めている状態で高2の4月を迎え、前期は毎週土曜日に2時間が時間割に割り当てられ、研究を行うことになっている。

高1時に配布した本校のオリジナルテキストである「個人課題研究の手引き」を必要に応じて参照し、研究の参考にしたり、プロセス評価を行ったり、提出書類を作成したりした。実施の流れについては以下の表1の通りである。新型コロナウイルスの影響により、一般公開こそ断念したものの、全員がポスター発表を行うことができた。

表 1 日程と内容

7月2日（金）	中間発表会	ポスター発表を実施した。発表4分、質疑1分30秒で4回ずつの発表を行った。
7月26日（月） ～28日（水）	個人課題研究優先ゾーン	あらゆる活動を優先して、個人課題研究に取り組む期間である。指導教員の指示にしたがい、活動を行う。
8月31日（火）	下書き提出	論文の下書きを提出し、担当教員の添削を受ける。
10月22日（金）	本論文提出	本論文を提出する。
12月8日（水）	要旨提出	A4サイズ1枚の要旨を作成し、提出する。
12月15日（水）	スライドデータ提出	発表用のスライドを作成し、提出する。
12月21日（火） 22日（水）	個人課題研究発表会	本校教員を座長とし、全員が発表を行った。発表7分、質疑2分の形式で行った。
3月15日（火）	個人課題研究発表会	研究内容の質とプレゼンテーションを総合的に評価し、優秀者を選抜する。選抜された40名がポスター発表を行った。筑波大学の先生方にご来校いただき、ご指導とご助言をいただいた。

生徒は、高1の10月～1月の期間に課題指導者との個別相談を繰り返しながらそれぞれの興味関心に応じたテーマを設定する。課題指導者は、生徒の希望テーマに近い専門領域を持った教員を生徒自身が選ぶ。生徒は、検討している研究テーマや背景をまとめた上で教員の元を訪問し、数回の研究相談を繰り返し、教員に課題指導を依頼する。今年度の各教科教員の担当生徒数は表2の通りである。しかし、表2は生徒の研究テーマの分野とは一致していない。例えば、化学の教員が医学系の研究テーマを担当したり、数学の教員が物理系の研究テーマを担当したりするような例もある。研究テーマの分類については、表3の通りである。

表 2 各教科教員の担当生徒数

教科	人数
国語	20
社会	35
数学	33
理科	86
英語	35
体育	31
芸術	18
図書館・情報	8
保健室	4
合計	270

表 3 研究テーマの分類

分野	人数	分野	人数
物理	17	医療科学	18
化学	17	スポーツ科学	27
生物	21	生活科学	15
地球科学	6	芸術	17
数学	5	人文科学	39
情報	6	社会科学	72
		国際関係	10
		合計	270

筑波大学の大学生 2 名（生命環境学群 4 年生、理工学群 1 年生）、本校非常勤講師 1 名（化学担当）をティーチングアシスタントとして雇用し、指導教員のサポートや生徒の研究支援を行った。

表 1 に示した通り、7 月 2 日に中間発表会を実施した。高校 2 年生全員が A1 サイズのポスターを作成し、体育館を使ってポスター発表を行った。評価シートを利用し、聴衆からの感想やコメントはその場で発表者にフィードバックした。



写真1 中間発表会の様子



写真2 中間発表会におけるポスター発表の様子

第 1 期 SSH の研究開発において、理系の課題研究を行った生徒に対して半構造化面接による振り返り調査を行った結果、研究開始時には高い意欲を持っていたにも関わらず、夏休み中にモチベーションが下がっていたことが分かった。第 2 期 SSH 指定期間である平成 29 年度からはその反省を踏まえ、個人課題研究の充実を図るため、夏休みの最初 3 日間を個人課題研究優先ゾーンとして集中して指導する期間を設定した。

令和 3 年度は新型コロナウイルスの感染拡大の影響で、夏休み明けから 10 月上旬まで、生徒が登校せずオンライン授業期間となった。このため、通常であれば対面での課題研究指導が行われるが、オンライン授業期間中はゼミ活動もオンライン・ミーティングに移行した。

各担当教員の指導のもと、毎回ゼミ形式や個別指導によって研究を進めただけでなく、生徒は多数の対外発表を行い、各種科学コンクール等で多数の表彰を受けた（第 2 章研究開発の経緯を参照）。

令和 3 年 12 月 21 日、22 日には個人課題研究発表会を校内で実施した。全員が発表用スライドを作成し、研究分野を基に 7 つの分科会に分け、本校教員を座長として発表を行った。教員の専門性に関わらず、生徒の発表を聞いてフィードバックを与えることも教員にとっての研修の一つと考え、教員は授業を担当しない時間帯には可能な限り、座長を担当するよう促し、結果的に多くの教員が座長を担当することとなった。

令和 4 年 3 月 15 日には、優秀な研究と認められた 40 名の生徒がポスター発表を行う（予定）。ポスター発表では感染症対策のため、広いスペースを確保するとともに聴衆の人数制限も行った。今年度は、筑波大学の先生方にポスター発表を聴いていただき、発表生徒に対して直接その場で指導・助言をいただくこととした。

表 4 口頭発表動画に対してコメントをいただいた先生方

医学医療系講師・堀内明由美先生	システム情報系教授・相山康道先生
生命環境系准教授・小野道之先生	数理物質系准教授・丹下基生先生
特命教授・新井達郎先生	人文社会系准教授・五十嵐沙千子先生
人間系助教・勝田光先生	体育系准教授・榎本靖士先生
芸術系教授・直江俊雄先生	図書館情報メディア系教授・芳鐘冬樹先生

【検証】

中間発表会に関しては、高校 2 年生を対象に自由記述のアンケート調査を行い、それぞれの記述からキーワードを拾い出し、分類してまとめた（回答数：249）。そのうち、77.9%の生徒が肯定的な回答を示した。142 名の生徒が発表の仕方・工夫に関して、肯定的なコメントを残しており、生徒にとっては単純にプレゼンテーションの機会が与えられたことが有益であったことが示唆される。また、今後の目標・課題を明確にしたという回答も多く（94 件）、中間発表の目的でもあるこれまでの研究成果をまとめ、整理するという目的は十分達成することができた。

個人課題研究終了後、生徒を対象にアンケート調査を実施した（回答数 260）。表 4 は「個人課題研究を通して、自分にどのような変化あったと思うか？」という質問に対する回答の集計結果である。スキルや意欲の変容を図るため、以下の 6 項目の選択式とした。網をかけた箇所が肯定的な回答をした生徒の割合を表している。

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 6. もともとスキルや意欲が高く、さらに高くなった | 3. もともとスキルや意欲が低かったが高くなった |
| 5. もともとスキルや意欲が高く、高いままである | 2. もともとスキルや意欲が低く、低いままである |
| 4. もともとスキルや意欲が高かったが、低くなった | 1. わからない |

表5 アンケート集計結果（個人課題研究を通して、自分にどのような変化があったと思うか？）

質問項目	1	2	3	4	5	6
【1】 複雑な問題について順序立てて考えることができる。	6.9%	3.5%	53.5%	5.0%	13.8%	17.3%
【2】 相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる。	11.5%	6.2%	40.0%	4.6%	21.5%	16.2%
【3】 何事も、少しも疑わずに信じ込んだりはしない。	11.9%	4.2%	32.3%	3.8%	30.0%	17.7%
【4】 自らテーマを立てて、主体的に学ぼうとすることができる。	4.6%	4.2%	46.9%	5.8%	18.1%	20.4%
【5】 一筋縄ではいかないような難しい問題に対しても取り組み続けることができる。	6.5%	7.7%	43.8%	4.6%	22.7%	14.6%
【6】 相手から質問されたことに対して、適切に回答することができる。	6.5%	8.1%	40.4%	4.6%	19.6%	20.8%
【7】 結論をくだす際は、できるだけ多くの事実や証拠を調べる。	3.8%	2.7%	48.8%	3.5%	19.6%	21.5%
【8】 研究がうまくいなくても、あきらめずに取り組み続けることができる。	5.4%	5.8%	40.0%	7.3%	21.2%	20.4%
【9】 道筋を立てて物事を考えることができる。	3.8%	5.4%	43.5%	3.1%	23.5%	20.8%
【10】 自分の考えを言葉で的確に表現することができる。	3.1%	7.3%	45.0%	2.7%	18.1%	23.8%
【11】 結論をくだす場合には、確たる証拠（根拠）の有無にこだわる。	6.2%	4.6%	44.6%	5.4%	19.2%	20.0%
【12】 新たな知識や情報を貪欲に吸収したい。	5.4%	3.8%	36.5%	4.2%	21.9%	28.1%
【13】 建設的な提案をすることができる。	19.6%	7.3%	41.5%	3.5%	14.2%	13.8%
【14】 自分の研究の目的や内容について相手に説明することができる。	3.5%	3.1%	43.5%	4.2%	19.2%	26.5%
【15】 新しいものにチャレンジするのが好きである。	8.8%	8.5%	28.5%	6.5%	25.4%	22.3%
【16】 自分の行動が正しいかどうか、客観的に見ることができる。	14.2%	9.6%	36.2%	4.2%	20.8%	15.0%
【17】 物事に取り組むときに、適切に計画を立てることができる。	5.4%	16.5%	45.8%	3.8%	15.8%	12.7%
【18】 インターネットや図書館を活用して、効果的に文献検索を行うことができる。	3.1%	5.8%	45.0%	2.3%	20.8%	23.1%
【19】 生涯にわたり新しいことを学び続けたいと思う。	11.2%	3.5%	32.3%	3.8%	22.3%	26.9%
【20】 自分の考えや文章に矛盾が生じないように気をつけている。	3.5%	2.7%	44.6%	2.3%	20.4%	26.5%
【21】 計画がうまくいかなかったときには、うまくいかない理由を考え、修正することができる。	3.1%	9.6%	47.3%	4.2%	18.8%	16.9%

【22】 研究内容に関わりのある研究者や専門機関を探すために、インターネットを効果的に活用することができる。	4.2%	5.8%	44.2%	5.8%	17.3%	22.7%
【23】 いろいろな考え方の人と接して多くのことを学びたい。	4.2%	3.8%	35.4%	4.6%	21.9%	30.0%
【24】 因果関係（原因と結果の結びつき）について、自分なりに考えることができる。	4.2%	3.8%	41.2%	3.5%	24.6%	22.7%
【25】 研究内容に関わりのある知識や情報を幅広く得るために、インターネットを効果的に活用することができる。	1.9%	5.0%	40.4%	3.1%	25.4%	24.2%
【26】 自分なりの仮説や予測を立てようとするができる。	6.2%	6.5%	45.8%	3.5%	17.3%	20.8%

【2】、【13】、【15】、【16】、【17】を除く 21 項目で 80%を超える肯定的な回答がみられた。特に、「【7】 結論をくだす際は、できるだけ多くの事実や証拠を調べる」「【20】 自分の考えや文章に矛盾が生じないように気をつけている」の質問では、90%を超える生徒が肯定的な回答を示しており、個人課題研究の取り組みを通して、論理的思考に関わる能力や姿勢や向上したことが伺える。言語運用能力・言語活用能力に関する質問である【10】【14】、情報検索能力に関する質問である【18】【22】【25】においても、肯定的な回答が多く、スキルの伸びが見られた。全体として、多くの項目で肯定的な回答が多数を占めていることから、個人課題研究の取り組みは、課題研究のスキルという側面では、概ね高い成果をあげることができたといえる。

本校では夏休み明けの 8 月下旬から 10 月上旬までオンライン学習期間となり、個人課題研究のまとめや論文執筆の時期と重なった。生徒と課題指導者はオンラインのやり取りを通じ、可能な範囲内での活動が行われたものの、令和 3 年度の個人課題研究も、新型コロナウイルスの影響を大きく受けたことは否定できない。

68 人（26%）の生徒が教員以外の外部の方からアドバイスや指導を受けたことは良い傾向である。アドバイスや指導は、大学の教員や研究者も含まれるが、研究テーマに応じて、社会人にアプローチした生徒も多い。遠方の専門家の方とオンラインでやり取りをするケースも多く見られ、オンラインを有効活用することができるようになってきたと言える。

【今後に向けた課題】

「【2】相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる（77.7%）」「【13】建設的な提案をすることができる（69.5%）」「【16】自分の行動が正しいかどうか、客観的に見ることができる（72.0%）」（（ ）内は肯定的な回答をした生徒の割合）の項目については、「わからない」とする回答が多い。これらは、自分自身を理解するメタ認知が育っていないことを示唆しており、課題研究を通して生徒のメタ認知を育むような取り組みの強化が今後の課題として浮かび上がる。メタ認知は、論理的思考力に加え、物事を多面的に見直し、判断するスキルである批判的思考力と大きな関わりがあると考えられ、研究期間を 4 つのステップに分けて生徒の自己評価と指導教員によるプロセス評価を行っているが、日常的な指導の場面において、目的を明確に持つことやあらゆる主張に対する根拠について考えさせるなど、内省する姿勢を大切にしていきたい。

令和 5 年度からは教育課程を改訂し、高校 2 年生が個人課題研究に取り組む時間を増やしていく。今後の改善案として、例えば、1～3 月に研究を一通り終えた高校 2 年生と、これから本格的に研究を始める高校 1 年生が分野毎にゼミ活動を行う機会を設けるなどの取り組みが有効だと考えている。高校 2 年生は自身の研究の反省を 1 年生に伝え、1 年生は自身の研究の質の向上に向けたヒントにしていくことによって、個人課題研究の振り返りの取り組みを強化し、かつ、高校 1 年生のテーマ設定の取り組みを充実させることにつながることを期待できる。また、個人課題研究終了後に、自らの研究が、自身の興味関心にどのような変容を与えたか、社会的意義のある成果・提案となったか、自身のキャリアにどのような影響を与えるかなどを振り返る時間も大切であり、それらはエージェンシーの獲得・発揮に関連がある活動になるはずである。今後の研究開発においては、国際バカロレアの課題論文（Extended essay）の評価法や振り返りの方法を参考にしていきたい。

※「エージェンシー」は「変化を起こすために、自分で目標を設定し、振り返り、責任を持って行動する能力」（OECD, 2019）と定義されている。「エージェンシー」には「結果を予測すること」「目標を設定すること」「目標達成に向けて計画すること」「能力や機会を評価、振り替えること、自分をモニタリングすること」「逆境を克服すること」などが含まれており、教育活動との親和性が強い。また、「エージェンシー」は、自分自身で考えたり、自分自身で行動したりしてさえいればよい、というものではなく、他者や社会との関係性の中で育まれる資質である。「エージェンシー」を獲得し、それを発揮していくことは、生徒がこれからの時代を生きていく上で必要不可欠である。

第2節 ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

高3 数学探究Ⅱ

【仮説】

高校数学の教科書に記載されている内容や、精選された大学入試問題を批判的に読解し、その背景や自然な延長に隠されている数学の話題を浮き彫りにする教材、授業形態を構築する。また、生徒間または教員生徒間の議論を活性化させる仕掛けを積極的に行う。以上のカリキュラムを通じて、本質的な概念理解を探究し、自身の理解・未理解を内省し更に新しい問いを考える姿勢を養うことができる。また、数学への興味関心を高めることができる。

【対象学年】

高校3年生（16名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

① 基本的な学習単元

4月～6月までは数学Ⅲ「式と曲線」と「複素数平面」を扱った。その後は、数学Ⅲ全般の話題が材料になっている問題で大学入試対策演習を行った。

② 教科書読解中心の予習を推奨

「式と曲線」と「複素数平面」の単元では、「長岡の教科書数学Ⅲ(旺文社)」を利用した予習を授業の前に各自行うことを必須とした。その際には、教科書読解の質を高めるために、長岡の教科書に付属された音声講義や授業担当者が準備した「予習ポイント」を利用させた。「予習プリント」は、基本的な概念理解を問うたり、より深く考えるための視点を与えたりすることを目的に、問いの形式で作成した。以下が、その問いの具体例である。

例)「式と曲線」の予習ポイントから

- ・方程式が与えられた楕円が横長であるか、縦長であるかはどのように判定できるか。
- ・双曲線 $x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$ とその焦点の座標を $F(c, 0)$, $F'(-c, 0)$ に対して、 $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ という関係式が成り立つが、双曲線上に適当な点をとることで、この式を納得できる解釈の仕方はないか。(楕円ならば、頂点にある点と焦点との距離を考えることで、 $c = \sqrt{a^2 - b^2}$ という関係式を“導く”ことができる。)

③ オリジナル授業プリントの作成

「式と曲線」と「複素数平面」では、授業担当者が独自に作成したオリジナル授業プリントを中心に授業を展開した。

このプリントでは、課題群(求値問題、証明問題、open な問いなどを含む)を以下の3種類に分類して、配置した。

基礎課題：教科書を批判的に読解することにより解決可能な、理論的な基礎理解を問う問題

実践課題：理論的な基礎理解さえあれば、少しの工夫で解決できる平凡な問題

研究課題：基礎理解を活かす思考力を問う、発展的な数学の主題が背景にある問題

以下が、基礎課題・実践課題・研究課題の主な例である。

例その1) 基礎課題 ～楕円の媒介変数についてのよくある誤解について～

「 $x = a \cos \theta$, $y = b \sin \theta$ は楕円の媒介変数表示である」という主張について述べた文が、(1)～(4)までかかれている。それぞれの文が正しいか、誤りかを判定せよ。また、「誤り」である場合は、その根拠をできるだけ詳細に説明せよ。

- (1) θ は、原点 O から楕円上の点 $P(a \cos \theta, b \sin \theta)$ に向かう動径の角のことである。
- (2) θ は、原点 O から円周上の点 $Q(a \cos \theta, a \sin \theta)$ に向かう動径の角のことである。((3)以降は省略。)

例その2) 実践課題 ～楕円が、円を拡大(縮小)した図形であることを応用する～

2つの楕円 $x^2/3 + y^2 = 1 \cdots \textcircled{1}$, $x^2 + y^2/3 = 1 \cdots \textcircled{2}$ について次の各問に答えよ。

- (1) 楕円 $\textcircled{2}$ と円 $x^2 + y^2 = 1$ の関係を簡潔に述べよ。(2) 楕円 $\textcircled{1}$ と楕円 $\textcircled{2}$ の共通部分の面積を求めよ。

例その3) 研究課題 ～反比例のグラフと双曲線の関係～

k を正の定数とする。分数関数 $y = k/x$ について、実は、このグラフはある双曲線を、原点を中心に回転したものである。もとの双曲線の方程式と焦点の座標を予想して答えよ。また、その予想をヒントに、この分数関数のグラフが双曲線であることを証明せよ。

例その4) 研究課題 ～回転移動が「たやすい」極方程式～(その3の課題の別解)

k を正の定数とする。 xy 直交座標平面内の2曲線 $C1: y = k/x$, $C2: x^2/2k - y^2/2k = 1$ について、この2曲線を極方程式で表すことにより、曲線 $C1$ は、曲線 $C2$ を原点中心に回転移動した図形であることを証明せよ。

④ 「考えるレポート」の設定

オリジナル授業プリントの課題の中には、各自が初見で一度考えるだけでは納得が難しいものもある。そのような課

題群を、「考えるレポート」としてまとめ、一度の提出内容のみで評価するのではなく、複数回考え直す過程を評価する提出課題を設定した。生徒達は、授業内での教員や友人との議論を通して、また、一度提出された解答に対する教員の添削コメントを通して、よりよい解答を目指し推敲した。

⑤ 体系的のあるストーリーとして再構築することを目指した大学入試対策演習

一見すると膨大な問題が存在すると実感してしまいがちな大学入試問題の中には、背景に共通のテーマを持ち、体系的のあるストーリーとして再構成可能なものがある。入試問題を精選・改題したり、新たにオリジナルの問題を補足したりすることで、上記のような意図をもったオリジナル問題演習プリントを作成した。以下に、それらを使った授業の概略をいくつか記載する。

例その１）基礎と応用を支える平均値の定理，躍動！

平均値の定理の主張とその意味を全体で共有した後、その発展的な応用としてロピタルの定理の証明を扱った。また、ある区間で接線の傾きの大きさがある定数で抑えられている関数 $f(x)$ に対して、漸化式 $a_{n+1}=f(a_n)$ で定まる数列 $\{a_n\}$ の極限値を、平均値の定理を利用して求めた。

例その２）積分で求める無限級数の和

置換積分や部分積分など、基本的な積分計算の手法を確認した後、 $\int_0^1 t^n e^{-t} dt$ を利用して、ネイピア数の 2 乗が無級数 $\sum 1/n!$ とかけることを証明した。また、等比数列の和 $1-x^2+x^4-x^6+\cdots+(-1)^{(n-1)/2}n-1$ の定積分を利用して、ライプニッツ級数が $n/4$ に収束することを示した。

例その３）単に積分計算ためではない，置換積分のありがたみ

数学Ⅲの検定教科書の内容だけでは、積分計算以外のありがたみを感じにくい置換積分において、変数変換や区間を修正することのよさを実感することを目指す。関数 $(x-n/2)f(\sin x)$ が点 $(n/2, 0)$ に関して自己点対称であることを利用して、定積分 $\int_0^{\pi} x \sin x / (1+\sin^2 x) dx$ を求めた。また、ベータ関数 $\int_0^1 x^{p-1}(1-x)^{q-1} dx$ で定義される数列の漸化式を導出し、数学Ⅱの範囲内の話題、いわゆる「1/6 公式」の一般化を試みた。

例その４）複素平面間の変換の考察

数学Ⅲ学習指導要領や、検定教科書の内容や記述だけでは、「複素平面間の変換」を体系的には捉えにくい。まず始めに、最も初歩的な変換である合同変換（平行移動、回転移動、対称移動）や相似変換の合成変換 $w=i(2z+1)$ に対して、もとの図形がどのように変換されるかをみることで、変換の考え方を養う。その後、直線を「半径無限大の円」と捉え直すことで「円円対応」となる変換 $w=1/\bar{z}$ の共役や、角の大きさは保存される等角変換 $w=z^2$ を扱い、具体的な図形を変換することで、その変換の性質を捉えようと試みた。

⑥ 生徒間の議論活性化を促す授業形態

9 月から 1 カ月間、本校ではオンライン授業を行った。本授業では、Microsoft Teams オンライン会議を利用して、Live 授業を行った。オンライン授業期間の大学入試対策演習では、1 つのオリジナルプリントごとに入試問題の解答案を解説する発表担当者を指名し、オンライン上で発表をさせる機会を設けた。また、発表生徒の解答に対して、不明点についての質問、論理的に補足すべき点、より見通しがよい別解などを他の生徒にコメントさせた。授業内の生徒間、または教員生徒間のやりとりは「チャット」機能を利用した。チャット機能を積極的に利用させることで、発問や意見を文字としてチャット上に残すことができた。また、同意見であるコメントに共感するスタンプ（「いいね」）機能を利用することで、受講生が強い関心を持つ問いを精選し、授業内の議論をファシリテートすることができた。

【検証】

- ・大学入試対策演習を進めるにつれて、「正解」を導くだけでは満足せず、より問題の本質をついた別の解答、誘導の意図を十分くみ取った別の解答など、「よりよい解答」を考え直す生徒の様子が頻繁にみられた。また、世に出ている解答例や、受講生徒の多くが納得してしまった発表者の解答に対して、論理的な欠陥を指摘する姿勢もみられた。以上より、本質的な概念理解を探究し続ける姿勢、そして、自身の理解を内省し新しい問題を考える姿勢を伸長できたといえる。
- ・授業の範囲を越えて、自身が「良問」と考える大学入試問題を生徒間で共有して解決・議論する様子が多く見られた。また、大学以上の数学を自主的に学ぶ生徒も現れるようになった。そして、数学探究Ⅱ履修者 16 人のうち、5 人が数学を専門とする学部への進学を決めた。以上のことより、数学への興味関心を深めることができたといえる。

【今後に向けた課題】

高校 3 年次の開設科目である以上、大学入試問題は扱わざるを得なかった。しかし、大学入試問題の中には、有機的な繋がりがなく複数の基礎（初歩）的な理解を問うことだけが狙われたり、特別すぎる条件設定からたまたま効率よく解決できるよう作題されたりするような、数学的な中身が貧困な問題も数多く存在する。本授業では、膨大な入試問題の中から、数学的な背景が豊かで深掘りしがいのある問題を十分に精選しきることができなかった。大学入試問題を利用することを前提とした上で、数学の本質的な概念理解や、学問としての数学への興味関心をより深めるためには、教材の入念な研究・修正と、教員の数学の力量が必要不可欠である。

高3 化学探究Ⅱ

【仮説】

系統的かつ効果的に単元を配置するだけでなく、学習指導要領の枠に捉われず、高等学校で履修する内容を超えるものも取り扱い、ハイレベルかつ世界標準の化学教育を行うことで、生徒の化学に対する関心をより一層高めることができるようになる。さらに、双方向型・協働型の学習や探究活動を重視した学習者中心の授業スタイルとすることで、学びをより深めることができる。また、高い意欲を持つ生徒が主体的な学習を行っていくことで、化学に対する興味関心を高め、学びをより深めることができる。

【対象学年】

高校3年生（10名）を対象とし、年間（4月～12月）を通じて1コマ50分の授業を週4回実施した。

【内容】

授業では教科書の本文中の内容以外にも、「発展」や「参考」に分類される発展的な内容をほぼすべて扱うように心がけた。今年度の授業進度と、「発展」や「参考」の内容以外に「化学探究Ⅱ」の授業で特別に扱った主な内容は、以下の表の通りである。

表 「化学探究Ⅱ」の年間カリキュラムと探究クラスで扱った主な授業内容の概要

月	実施内容		
4月	有機化合物	有機化合物の分類と分析	高校内容を超える発展的学習 ①混成軌道 ②ラジカル反応 ③アンチ付加・トランス付加 ④ジアステレオマー ⑤メソ化合物 ⑥共鳴
5月		脂肪族炭化水素	
6月		アルコールと関連化合物	
6月		芳香族化合物	科学的思考力を育てる生徒実験 ①炭化水素の発生と性質の実験 ②酸素を含む脂肪族化合物の反応と性質の実験 ③芳香族化合物の反応と性質の実験
7月	高分子化合物	高分子化合物の性質	高校内容を超える発展的学習 ①糖類の立体構造 ②ミカエリス・メンテンの式 ③タンパク質データベース（PDB）と立体構造表示ソフト
9月		天然高分子化合物	
9月		合成高分子化合物	科学的思考力を育てる生徒実験 ①天然高分子化合物（糖・タンパク質）の反応と性質 ②合成高分子化合物（ナイロン）の合成 ③イオン交換樹脂に関する実験
10月	入試問題演習	「化学」の全範囲	発展的な内容からの出題を意識した大学入試問題演習を行った。 教材：数研出版「重要問題集」 数研出版「思考力・判断力・表現力を養う実践問題集」
11月			
12月			

授業の進度

探究活動および討議活動に必要な時間を確保するために、生徒は必ず予習して授業に臨むことを前提とした。授業では、基本的内容を軽く解説したうえで、発展的内容および大学入試問題演習等も取り入れながら実施した。

従来と同じ時間数（週 4 時間）で、表に挙げたような内容を扱うには時間数が足りない。そこで、日頃から生徒たちには授業内容を予習するように指示し、授業の進度を早めることで、前述の内容を扱う時間を捻出した。具体的に、授業用パワーポイントや授業プリントを事前に共有し、各自で予習できるようにした。講義のあとは、できる限り関連する大学入試問題を解くことで、知識の定着を図り、知識の応用力を養うようにした。定期テストにおいては、レギュラークラスと共通の問題と探究クラスのための問題を出題した。

オンライン授業

8～10 月中旬までの授業はオンラインで実施した。オンライン授業期間では、通常の授業内容について事前に教員が録画したものを Youtube にて配信した。生徒は指定された時間割の中で Youtube による授業を視聴（30 分程度）し、内容の理解度を確認する Forms によるテスト（20 分程度）を実施した。

可能な限りリアルタイム型の授業に近づけるために、毎時間の小テストの結果を次の授業で生徒へフィードバックして、理解不足の内容の補強を行った。

【検証】

年度末に行ったアンケートの結果（回答者：10 名）を以下に示す。

生徒 A：「探究クラスでは少人数のゼミ形式で授業を行うことができたので、授業内容を理解しやすかった。授業ペースを早く進めることが出来たので、大学入試問題の演習時間をたくさん確保することが出来たのは良かった。」

生徒 B：「少人数クラスだったので、実験も 3～4 人の班で行うことができ、各自が役割を与えられ、ただ見ているだけの人はなくて、実験に参加することが出来て楽しかった。実験では、結果を見るだけに終わらず、なぜその結果になったのかを、クラスみんなで話し合い、自分なりの考察を述べることで、内容理解が深まったと思う。」

生徒 C：「大学レベルの電子軌道の話が印象に残っている。授業では、軽く大学レベルの話があったが難しくて、今までの高校の化学の授業の知識では理解するのが大変だったため、大学の参考書を買って、電子軌道について自分なりに勉強を進めた。結果として、そのほかのことにも興味を持つようになり、ほとんどの単元で大学レベルの参考書を使って学習を進めることができた。」

生徒 D：「発展的な大学の内容にまで踏み込むことで、高校化学を学ぶ時に自然に生じる疑問を解決することができ、高校化学を俯瞰して見ることができた。また、実験重視の授業により、教科書を読んでいるだけでは気づくことのできない理論と現実世界のずれを体験でき、多くの発見があった。」

生徒 E：「大学入試演習は難しかった。授業内にすべてを理解することは出来ずに、放課後に時間をとって自分なりの理解を深めた。その効果もあったのか、本番の共通テストでは、化学で 96 点を取ることができ、大学の二次試験の問題も安定して 6 割以上とることが出来るようになった。」

など肯定的な回答が多かった。探究科目の 3 年目ということもあり、充実した授業を提供することが出来たのではないだろうか。少人数であるがゆえの利点を生かし、一方向的な授業にならないように注意し、双方向の対話型の授業を実践することで、生徒の理解度の把握にも努めた結果、多くの生徒が満足した授業となった。

【今後に向けた課題】

やはり授業時間数の不足が一番の問題にあると感じる。通常の教科書範囲をすべて終えるだけでもギリギリの時間数であるが、そこに大学レベルの教科書を超えた学びを含めるとなると、時間数が圧倒的に足りない。この不足する時間については生徒の予習や復習でカバーしてきたが、本来の目標である科学的思考力を養う授業の実施を考えたとき、答えを与えるのではなく自ら発見する道筋を立てていきたいが、時間的に余裕があると、この点においても満足いく成果が出せるのではないだろうか。実施できなかったが、大学教員と連携して、外部講師としてセミナー会を開催したり、WEB 会議システムを用いて、高大連携の形で本当の大学の学びを体験させたりするなどの機会を持ちたかった。

高3 生物探究Ⅱ

【仮説】

双方向型・協働型の学習で、探究活動を重視した学習者中心の深い学びを目指す。学習指導要領の枠に捉われず、高等学校で履修する内容を超えるものも取り扱い、系統的かつ効果的に単元を配置することで、幅広く深い知識を身に着けることができるようなカリキュラムを開発する。高い意欲を持つ生徒が主体的な学習を行っていくことで、生物に対する興味関心を高め、学びをより深めることができる。

【対象学年】

高校3年生（6名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

1. 年間の活動の概要

表1 学習の進度

月	学習分野
4～5	第3章 現象と物質（遺伝情報の発現）
6～7	第4章 有性生殖、第5章 動物の発生、第6章 植物の発生
8	第7章 植物の環境応答（オンライン授業）
9～10	第8章 動物の反応と行動、第9章 個体群と生物群集（10月前半までオンライン授業）
11～12	第10章 生態系、第11章 生物の進化、第12章 生物の系統

2. 授業の進度について

探究活動および討議活動に必要な時間を確保するために、生徒は必ず予習して授業に臨むことを前提とした。授業では、レギュラークラスで用いているプリント教材を使い、最初に知識の確認や補足説明を行った。レギュラークラスの1.3倍速程度の進度となった。

3. オンライン授業について

8～10月中旬までの夏期補習および授業はオンラインで実施した。オンライン授業期間ではテキストはあらかじめ郵送し、Microsoft Teamsをメインに使用した。授業に先立ってPDFデータをTeamsにアップし、生徒はそれを使って各自予習をしてからオンライン授業に臨んだ。授業では「会議」機能を用いてパワーポイントを共有し、双方のマイクをオンにして教員側の質問に対して生徒が解答したりするなど、リアルタイムの双方向型の学習を実現することができた。授業はその都度録画し、随時生徒が視聴できるようにした。生徒は「分からないところも何度も見直せるのがよい」と肯定的な評価をしている。生徒は毎回授業後にフォームで出欠と質問や感想などを送信し、教師は次の時間の最初にすべての質問を取り上げて全員に共有し、それに対して考え方や知見などを解説した。

4. 探究活動および演習の内容と生徒の評価

オンライン授業期間を除き、対面式の授業の際には探究活動などを行った。実施した実験は以下の表2の通りである。

表2 1年間の探究活動および演習内容と生徒の評価

	内容(学習分野) (時間数)	アンケート回答	
		興味深かった (回答%)	実力養成に役立った (回答%)
実験・観察	①λDNAの制限酵素による切断と電気泳動（遺伝子）(2)	①100	100
	②デヒドロゲナーゼの実験（代謝）(1)	②50	50
	③アルコール発酵の実験（代謝）(2)	③50	0
	④ユリの減数分裂の観察（生殖と発生）(1)	④50	50
	⑤ユリの花粉管の伸長実験（生殖と発生）(1)	⑤50	25
	⑥ニワトリの脳とカエルの脳の比較（生物の環境応答）(1)	⑥50	100
	⑦ウシガエルの実験（神経脚標本を用いた神経の実験、心臓の拍動、内臓の観察）（生物の環境応答）(3)	⑦100	100
	⑧コアセルバートの作成（生物の進化と系統）(1)	⑧75	25
	⑨グリセリン筋の実験（生物の環境応答）(1)	⑨75	75
大学入試問題の演習	⑩滋賀医大、九州大、北里大、東北大、浜松医大、金沢大、信州大、北大、東京慈恵医科大、東京農業大、岩手大他	⑩50	100
ワーク	⑪代謝マップの作成（代謝）(2)	⑪50	100

3. 学習内容のレベルについて

高校生の教科書のレベルを超えた発展的内容を扱うことを目的に、副教材として「キャンベル生物学」(丸善出版)を用いた。教科書を確認した後、キャンベルの該当箇所を読み上げ、その内容を検討した。しかし、オンライン授業時は取り組むことができず、対面授業に戻ってもオンライン授業でやや遅れがちな進度を修正するために、それ以降にはキャンベルを用いての学習は行えず、発展的な内容は「スクエア最新図説生物」(第一学習社)を用いて学習した。大学入試の問題のうち、実験データを扱って数値の読み取りや考察・記述を求めるようなやや難易度の高い問題を用いて、演習を行った。さらに基礎力の定着のため、知識事項をまとめたチェックリストを用いて基礎確認テストを毎時行った。毎回前時に範囲を伝え、解答時間は5分程度である。

4. 探究活動の実施

学習内容に準拠して実験や観察を行った。実験・観察の手法として教科書レベルを超えたものはないが、できるだけ結果を数字で得てグラフ化することを意識するように配慮した。実験後のデータ分析に時間をかけて討議活動を行い、データから何を読み取るかを検討した。表1の⑦は高校生物の総括という位置づけで実施し、できるだけ多くの観点で実験を行って知見を得ることを目指した。同時に科学倫理(生命倫理)について討議を展開できた。

【検証】

生徒を対象にアンケート調査を行った(回答数:4)。表2の取り組みそれぞれについて、「興味深かった取り組み」および「実力養成に役立ったと感じる取り組み」を複数回答で選ぶ調査を行った。その結果は表2に示す。さらに、授業に対する感想を自由記述で回収した。以下にまとめる。

生徒A:生物に対してはもともと強い関心があったが、実験を通して自分の目で確かめることで、さらに理解が深まり、生物が好きになった。特にウシガエルの実験は、生命について深く考えるきっかけとなり、命に関わる医療に従事したいという気持ちが強まった。生物は暗記科目ではなく、真に理解することで暗記の負担を減らすことができた。

生徒B:毎回の授業が楽しみだった。少人数の授業だったためか、先生への質問も他の人の考えをしっかりと聞くことができた。授業に並行して演習を行ったので、他の科目よりも学習内容の終了が遅くても焦ることなく、テストの得点源となった。「生物の環境応答」の授業は、私の進路に影響があった。

生徒C:高3の受験の年でも実験ができたことがすごく楽しかったし、オンライン授業では自分以外の人の疑問を知ることができたことも深い学びに繋がったと考えている。すごく満足している。生物探究を履修した先輩に勧められて取ったが2年間本当に楽しかった。しかし、学校の日程や実験の実施や授業で深く理解するためにやむを得ないことであることを承知の上で言うと、早期入試に授業の単元学習が間に合わなかったことは、入試のために未習分野を自学で学習を進めることになり大変だった。

生徒D:特別生物に興味があって探究の授業に参加したわけではなかったが、興味深い実験や普段の授業によって、興味関心がもてるようになった。通常の授業よりも実験をたくさんするので、実験で失敗することが減ってきたと感じる。実験の中ではウシガエルの実験が最も印象的である。毎時間授業始めに行われるチェックテストは、基礎知識の確認にとっても役立った。とても満足のできる授業だったし、受けることができて良かったと思っている。

「生物に対する興味関心を高め、学びをより深めることができる」という仮説に対しては、上記の通り、目的が達成できたことが伺える。時間をかけて探究活動を行うことで、行った実験についての理解を深めるだけでなく、実験の組み立て方や分析の仕方について学び、科学的な思考力・応用力を養成できたと考えられる。しかし探究活動の中には、表1の③や⑤のように、興味をもつことも実力養成に役だった実感も得難かったものがある。この二つは、実験データをグラフ化しそのグラフから読み取るべき内容が多くあったにもかかわらず、十分に読み切れなかったことが伺える。探究活動の【課題の把握】(課題の設定)→【課題の探究】(仮説の設定、検証計画の立案、観察・実験の実施、結果の処理)→【課題の解決】(考察・推論、表現・伝達)という過程の中で、この二つの実践においては【課題の解決】にもう少し十分な時間をかける必要があった。また協働型の学習者中心の学びについても実践できたと考える。活発な討議活動は、思考力や表現力を醸成することを目的とするが、2年間の学習の中で次第にそのような活動を行えるようになったと考える。

【3年間の検証結果と今後の取り組みについて】

生徒の思考力・判断力・表現力を高めるために探究活動はとても有効であると考えられる。特に、結果を分析して解釈する力や仮説の妥当性を検討・考察する力は、まず自分の取ったデータで試行錯誤することで、より強い目的意識や興味をもって取り組むことができると考える。その経験の積み重ねが、例えば入試問題などで初見の実験やデータを見ても、意欲的に読み解こうとする力を育てると考える。この3年間の実践成果を踏まえて、一般クラスでもできるだけ多くの探究活動を組み入れる必要があると認識し、カリキュラムの見直しを図りたい。生物は習得すべき学習内容量が大変多いので、時間不足は大きな課題であった。その対応策の一つとして予習を課してきたが、生徒からその負担感を聞くことはなかったし、むしろ授業での理解が深まったとの声もあり、普通クラスの授業でも取り入れていきたいと考える。

第3節 深い思考につながるクロスカリキュラム

クロスカリキュラムの実践

高1プロパガンダ（情報、現代社会、世界史）、高2陶芸・焼き物（地学、美術）

【仮説】

深い思考につながるクロスカリキュラム（教科・科目等横断的な学習）を開発するために、①教員は複数の教員と協働して生徒の興味を引く教材・課題を用意する。②生徒は教科・科目を横断しながら深く思考して概念を獲得していく学習に取り組む。③この活動を通じて、教員は深い思考につながるクロスカリキュラムが生徒の興味・関心の高まり、知識や概念の活用に結びつくことを確認する。

【対象学年】

高校1年生 256名（プロパガンダ）、高校2年生 42名（陶芸・焼き物）を対象とした。

【内容】

・プロパガンダ（メディアの情報）10月～12月に実施

第2期1年目から継続して、情報・現代社会・世界史の授業でそれぞれの科目の学習内容・進度に則して授業をおこなった。（本校SSH研究開発実施報告書 平成29年度指定第1年次～第3年次参照。）

・陶芸・焼き物（変化）4月～12月に実施

地学では、「概念」をめぐる言語化・類推・転移など思考がどのように行われていくかに焦点を当てるために、既習事項についてどの程度の転移がみられるかをとらえようと、生徒にグループによる探究活動、ポスター発表、相互評価を行わせた。美術では、生徒に石膏型をつくらせ型成形の技法で粘土を成形させ、これを複数組み合わせにより複雑な形へと展開させた。そのうえで素材や技法の特性を使って装飾させ、素焼き、施釉、本焼きの工程を経て、作品を完成させた。目標とする完成形は、自らが素材や技法を扱う中で発見したことや表現したいことを踏まえて決定させた。

【検証】

・プロパガンダ（メディアの情報）

プロパガンダについての一連の授業終了後に自由記述のアンケート調査をおこなった。今回もこれまでと同様に、約9割の生徒が知識・概念に関する理解の深まりを感じて肯定的な評価を記述した。第2期を通じて生徒の回答は同様の記述が多くみられた。ここでは紙幅の都合上、1件転載する：「私はこのような科目に関係なく学習する学習方法には強く賛成します。なぜなら、本来学習を科目ごとに区切ること自体が不自然であり、人は様々な科目の力を使用して、多方面から学んだほうが自分が学習した内容を覚えやすく感じたり、様々な概念との関係性に気づいたりすることにより、より学習が深まると思うからです。これからも、科目ごとに分断して教育をするより、このような科目関係なく共通のテーマに独特な観点から集中して学ぶことを導入してほしいです。また、このようなテーマ学習はすでに海外の学校などや、IBのMYPなどでも中高生などに向けて広まっているので、ぜひたくさん導入してほしいです。」

上記の回答は「関係性」への気づきを評価するものである。ところで上記の中にもあるが、その他の回答にも「繰り返しの学習により覚えやすく、プロパガンダのことがよく分かった」という主旨の記述がいくつか見られた。これらはクロスカリキュラムの取り組みへの肯定的な評価ともとれるが、受験勉強などを念頭において効率的な知識・理解定着の方法として好意的に受け止めて記述している可能性や、「よく分かった」という表現が語彙の不足に起因している場合もあろう。本取り組みでは、概念の理解が最終的な目標ではなく、複数の異なる領域・文脈に則しながらの概念獲得を通じて、類似性への気づきや類推、批判的思考をうながし、思考能力の汎用性の育成を目標としている。そのため「よく分かった」という記述を単純に肯定的な評価としてとらえることには慎重でありたい。

・陶芸・焼き物（変化）

生徒たちが完成させた陶芸作品の制作意図と感想の一部を下に転載する。

作品名『石塔』：「私たちは生きていく中で石には必ず触ったことがある。砂岩、大理石など私たちの身近には石が必ず使われている。私はこの作品を作るまでは石についてあまり考えたことがなかった。だがこの作品を作るにつれ石について考えるようになってきた。石は私たちが使った道具であり、芸術品でもある。大昔の人類はなんでも石を用いた。木を切るためや獲物を狩るために用いた。では今、人類は石を用いているのか。（中略）建物の資材としても石は未だに用いられている。性能が変わっただけで今と昔でも石が用いられていることは変わらない。だからこそ私はこの石塔を作った。この石塔の色を分けた意図は私たち人間が使用している石は様々な種類があるということの表現だ。一種類の形しか使わなかったのも同じような形の石が様々な形に変化することを表現したかったからだ。最初はまだぐちゃ

ぐちゃだった粘土が個性を出すためにいろいろな形になっていることが、私たちが成長するにつれ個性が出てきて変化していくのと似ていると思った。」

作品名『時間と変化』：「作品の表面の色は苔をイメージしています。苔は長い歳月をかけて成長する生き物です。苔からは時の流れを感じます。苔を通じて学校で生活した時間は決して短くはないということを表現しました。また、苔は気温や太陽の光など様々な環境変化によって姿形を変えます。学校生活の中で感じたことや経験したことを吸収してその時の自分を作っていたのだということを表現しました。丸でもなく四角や三角でもない掴みどころのない形は、変化し続ける自分を表現しています。今も昔も同じ人間ではあるけれども、その時その時の環境や感情によって自分という人物像は変化していくという意味を込めました。学校で過ごした時間とその中で変化し続けてきた自分への思いを込めて作った作品です。原型を残しながらも、焼いた後や釉薬をかけた後で違うものに自分の作品が変化して行く様子はとても新鮮で面白かったです。陶芸という技術・手法は今回の自分の思いを表現するのにぴったりのものであったと今更ながら感じました。」

作品名『教学相長』：「『教学相長』とは、教えることと学ぶことがうまくかみ合わさって学業が成り立つという意味の四字熟語です。（中略）学問をしてみて始めて自分の知識の不足を知り、教えてみて始めて教育の難しさが分かったと、支え合いの意味が込められています。自分はその「支え合い」の精神を互いに支え合うように作られた2つの玉型の形で表現しました。この玉型は『礼記』内の「玉琢かざれば器と成らず」（せっかくの玉も、せっせと磨き上げなければ立派な器にならない）という文に由来しています。これには、「生まれつきすぐれた才能を有していても、学問や修養を積まなければ立派な人間になることはできない」という意味があります。そしてその土台となる2つの四角形はあまり目立たない色である黒で作成し、何事に関しても影で支えている存在がいるということを表現しました。今回の制作を通して自分は作品に対する意識が変化したと思いました。はじめは自由席ということで仲の良い友人と会話し、笑いながら粘土を何気なくこねていて、自分は作品に対する意識を持っていなかったんだなと感じました。その何気ない気持ちで試作を作り終えたところ、自分は作品のとらえ方、あるいは視点と視野の広げ方を学ぶことができたと思います。オンライン授業中では有名な芸術作品の様々な視点からの考察動画を見てとても感銘を受けました。それを身にもって感じる事ができ、芸術作品に対する意識が変わったことがとてもよかったです。」

複数の生徒の記述に、粘土から焼き物への変化と自身や内面の変化とを結びつけてとらえる様子がうかがえた。粘土の変化と自己の変容に類似性をみるのは論理的でなく、飛躍し過ぎと言われるかもしれないが、その発想は多分に「文学的」であると言えよう。STEAMの「A」をどうとらえ、その教育の成果をどう判断するかは継続課題だが、大きくは異分野を架橋する思考や表現の幅を広げる可能性が伏在するものと推測したい。

【5年間の振り返りと今後の課題】

これまでの実践を通じて、横断的な学習に対して生徒たちが肯定的な受け止めをするのは、(1)横断的な学習によって知識や概念に関する思考や理解に深まりが感じられ、これを肯定的にとらえるため、(2)横断的な学習によって知識や概念に教科・科目等を超えたつながりが感じられ、これを肯定的にとらえるため、(3)学習テーマが思春期の生徒たちにとって切実さやある種の緊張をはらむテーマであるため、という3つの理由を想定している。中でも(3)のテーマの設定に重要性があると考えてきた。生徒たちは自己と他者、自己と社会について認識を育んでいく思春期の時期にあり、道徳性や向社会性の発達のプロセスにおいて価値や規範の内面化や人間の尊厳を守ることの重要性の認識を形成していく段階にある。こうした発達段階を考慮しながらテーマを設定することが肝要であるとの考えに至った。

これまでのクロスカリキュラムの取り組みを振り返ると、第1期を通じてテーマ設定は具体的な事物よりも抽象的な概念を対象とするほうが教科・科目の学習の枠組みを超えた社会生活と関わったところでの学習の転移を促しやすいであろうとの感触を得てきた。このことをふまえ、第2期では①多くの生徒が興味・関心をもつであろうことをテーマとすること、②学問分野を越えたつながりへの気づきをうながし、社会生活のなかで領域や文脈を越えた結びつきや事象に対する多面的な見方や論理的な思考をうながす一種の訓練となる概念をテーマとすること、③教科・科目の学習内容に則した概念をあつかうこと、を基本方針とし、「プロパガンダ（メディアの情報）」、さらに「ジェンダー（生と性）」をテーマに加えて扱った。これらは結果的に期せずしてIBにおける概念学習と近似したものとなった。しかし、それらが近接する社会科学系の科目の横断にとどまったことを反省し、STEAM教育も視野に入れて芸術や自然科学系の科目を横断させることを試み、抽象的な概念として「変化」を扱うこととして「陶芸・焼き物」をテーマに加えた。

本取り組みでわれわれが目指してきたのは、知識や概念の活用に結びつける汎用的な思考能力を育成することに資するクロスカリキュラムの教材の開発であった。その過程でクロスカリキュラムの実践の要点を明確にすることを焦点化してきた。その延長でクロスカリキュラムとIBにおける概念学習、STEAM教育の共通点のあぶり出しを今後の課題としたい。また、概念学習において働くであろう、既有知識をもとに関連性や共通点を類推して推論し、批判的に対象をとらえ直し続ける能力は、深い読解に関わる言語の運用・活用能力とほぼ一致するものと推測するにいたった。これを踏まえ、平成29年度指定第4年次の本校SSH研究開発実施報告書で述べたように、読み書きについての意識をより強め、すべての学習活動における読み書きと学びの一体性の認識を新たにして、言語活動の充実をはかっていきたい。

第4節 科学技術人材育成に関する取り組み、科学系部活動の振興

科学系部活動の振興

【実施内容】

本校には、科学系部活動として、科学部とコンピュータシステム研究会がある。科学部は、物理・化学・生物・地質・天文・数学・無線工学の7つの班に分かれて活動を行っている。

表1：科学部・コンピュータシステム研究会 所属者数の推移

	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3
物理班	7	8	12	20	23	33	30	24	15	11	12	11	17
化学班	5	7	6	13	23	30	41	38	38	30	32	39	38
生物班	23	24	21	19	26	31	39	38	36	30	33	30	32
地質班	5	9	9	7	11	10	13	9	8	7	9	5	5
天文班	18	20	18	18	21	31	34	29	25	24	21	23	28
数学班				5	12	12	9	9	5	5	7	6	11
無線工学班	26	26	18	26	31	39	39	47	45	43	41	40	36
コンピュータシステム研究会							7	14	15	11	20	21	15
合計	84	94	84	108	147	186	212	208	187	161	175	175	182

1. 科学部物理班（高校生7名、中学生10名、計17名）

放課後週2回の定例活動では、センサーを使つての物理量の測定や、レゴマインドストームを用いて宇宙エレベーターの開発、Arduinoを用いた電子工作、科学おもちゃの作成を行っている。また、来年度の学園祭やつくば科学フェスティバルで活動の成果報告をするため、データをグラフにし、ポスターにまとめている。

7月にはオンラインを活用し、台中女子高級中学クリエイティブサイエンス特別クラスとの「Creative Science Project」を実施した。本校の生徒6名、台中女子高級中学の生徒36名が参加した。7月6日(火)、8日(木)にはpre-meetingを実施した。本校からは物理班と数名の有志の生徒(英語話者、中国語話者)が参加し、学校の様子を述べ合ったり、コロナ下での現状など意見交換をしたり、簡単なゲームを行うなどの文化交流を行った。7月13日(火)、15日(木)が「Creative Science Project」の本番である。台中女子12グループ、茗溪物理班4グループが参加し、英語を用いて発表交流を行った。本校生徒は、プログラミングから創作まで生徒自身で行った内容や実験成果を英語で発表した。発表テーマは、“Rocket-mounted parachute release mechanism”、“Bottle sorter”、“Sunlight tracking type solar cookers”、“non-contact sensor to detect the continuous operations on a plane surface”の4件であった。英語での会話や発表により、語学力向上につながり、国際的な視野も身につけることができた。

2. 科学部化学班（高校生11名、中学生27名、計38名）

定例活動としては、放課後に週2回(火・木)、各自で興味のある実験を調べて持ち寄り、実際に検証してみるという形式で活動を行っている。さらに、高校生と中学生の混合グループで継続研究を行っている。今年度は、例年行っているオープンキャンパスが開催出来ないことを受けて、広報企画部と連携をして本校受験を希望している小学生向けに2回のオンラインサイエンスセミナーを行った。いずれも定員を満了する盛況ぶりだった。

- ・第1回(2021.08.01~2020.08.14) 定員：100名

『実験1 ぷにぷに石鹼(せっけん)を作ろう!』

『実験2 泡の出る「入浴剤」を作ってみよう!』

- ・第2回(2021.10.30~2021.11.03) 定員：100名『実験1 「ハロウィン・パンケーキ」を作ろう!』

『実験2 「ハロウィン・スペシャルスーパーボール」で新発見!』

冬休みには、京都の島津製作所にお邪魔して実験講習会に参加した。私たちが体験させていただいた分光コースでは、実際に分光機を作ったり、分光光度計を操作したりした。また、展示ブースにて島津製作所が製作している医療機器などを閲覧、実際に操作させて頂いた。

3. 科学部生物班（高校生 18 名、中学生 14 名、計 32 名）

放課後週 2 回（水・金）の定例活動のうち、週 1 日は、学年ごとの当番制でそれぞれ興味のある実験を実際に検証してみようという形式で活動を行っている。当番学年の生徒は実験の中心となって、全学年の部員に対してレクチャーし、実験設計から考察までを取り仕切る。もう一日は、中学 2 年生以上で活動を行っている。それぞれの学年で研究テーマを設定し、継続した研究に取り組んでいる。

(1) 学年当番制による実施実験の詳細

ニワトリの手羽先の解剖と骨格標本の作成、グリセリン筋の収縮実験、ハーバリウム作成、ストローアートでエビをつくる、埋土種子調査、外来植物調査、コケのテラリウム作成、オレンジジュースから DNA の抽出、風散布種子の模型をつくる、バクテリオファージのペーパークラフト、生物由来の材料による布染色、花粉管の伸長実験、アンズジャム・キウイジャムの作成、植物由来の色素の抽出と吸光波長の測定

(2) 研究活動の対外発表の経過

- ・ 10 月 20 日(木) 「第 65 回茨城県児童生徒科学研究作品展」出品（一般公開なし） 高 2 生 6 名による学年研究発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロパシー作用の解明をめざして～生態実態とアレロケミカルを追う～」佳作を受賞
- ・ 2 月 13 日(日) 「日本科学未来館・東京薬科大学主催 スーパー発電菌をみんなで探そう PJ 成果検討会」発表（オンライン開催）中 3 チーム・高 1 チーム発表 中 3 は牛久沼の泥（1 月 6 日採泥）、高 1 は潤沼の泥（1 月 15 日採泥）を用いて発電装置を組み発電量を調査した。
- ・ 3 月 16 日(水) 「日本農芸化学会主催ジュニア農芸化学会 2022」発表（オンライン開催）高 2 生 8 名：発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロパシー作用の解明を目指して ～生態実態とそのアレロケミカルを追う～」
- ・ 3 月 25 日～26 日 「つくば Science Edge2022 サイエンスアイデアコンテスト」 茨城県つくば市（国際会議場）高 2 生 8 名参加：発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロパシー作用の解明をめざして～生態実態とアレロケミカルを追う～」

4. 科学部地質班（高校生 3 名、中学生 2 名、計 5 名）

放課後週 2～3 回の活動日を設け、水路実験や有孔虫・クモヒトデ化石の拾い出し、岩石標本整理などを行った。6 月の文化祭では、地形の形成を考える実験、有孔虫の拾い出しなどを来場者に体験してもらった。8 月初めに宮城県の白石市や栗駒山麓ジオパーク、石巻市を訪ね、巨大な柱状節理や地震による山崩れ跡、津波の跡の様子などを見学してきた。また、地学オリンピックに向けた学習なども行った。

5. 科学部天文班（高校生 8 名、中学生 20 名、計 28 名）

放課後に週 1～2 回の頻度で活動し、天体観測や天体写真撮影の基礎知識や技能の習得を始め、天文分野に関する勉強会や観測機材のメンテナンスなどを行っている。活動時間内に天体観測ができるのは冬季の放課後 1 時間弱程度のため、別途 5 回の夜間観測会を実施した。春と秋に中学棟屋上にて実施した 2 回の校内夜間観測では、5 月下旬は天体望遠鏡の使い方の習得を、11 月 19 日は部分月食の観測を目的とした。校外においては各季節の星空と流星群の観測及び天体撮影を目的とし、3 回の夜間観測を実施（3 月の予定を含む）した。8 月には南会津たかつえ高原で 3 泊 4 日間、12 月には常陸大宮で 2 泊 3 日間、それぞれ夜間観測を行い、天気にも恵まれて充実した活動を行い、個々人の技能を高めることができた。このほか、6 月の文化祭では地学実験室に吊り下げ式の 3m 傘ドームを設置し、音声台本を作成してプラネタリウムを上映し、日頃の活動の成果を発表する機会を得た。

6. 科学部数学班（高校生 3 名、中学生 8 名、計 11 名）

週 1 回活動を行っている。部誌を文化祭とヴァレンタインデーに合わせて発行した。文化祭では、展示を行った。竜ヶ崎一高主催のマスキャンで(今年度もオンライン実施)、「バスケットのシュートを入れる角度」について発表を行い、その指導を受けて、大手前高校主催の全国数学研究発表会(マスフェスタ)に参加した。一関市博物館主催「和算に挑戦」に応募した。

7. 科学部無線工学班（高校生 15 名、中学生 21 名、計 36 名）

定例活動としては、放課後に週 4 回の活動を行っている。そこでは、後述するコンテスト・ARDF に向けた機材調整、練習等を行っている。科学部無線工学班の活動の柱は、一定時間内の交信数と交信範囲（都道府県、市町村等の数）を競う「コンテスト」と、森林に隠された 5～10 台の発信機を、受信機とアンテナを用いて探し、探索数と時間を競う「ARDF」（Amateur Radio Direction Finding：アマチュア無線による方向探知競技）の 2 種の競技であり、無線工学班はいずれにおいても全国級の実績を挙げている。昨年度に続き、今年度も新型コロナウイルスの感染拡大の影響を受け、ARDF は県高文連主催の大会は開催されたものの、他の地方大会・全国大会は開催されなかった。そのような状況下でも、下記の通り、各種大会において成績を残した。

<コンテスト>

- ・4月24日(土)～25日(日) ALLJA コンテスト（校内） 結果：XMJ 全国 1 位
- ・6月19日(土) ALL ASIAN DX CONTEST（電信部門）参加（校内）
- ・7月3日(土)～4日(日) 6m&DOWN コンテスト（校内） 結果：XMJ 関東 1 位
- ・8月7日(土)～8日(日) フィールドデーコンテスト（校内） 結果：XMJ 全国 1 位
- ・9月5日(日) ALL ASIAN DX CONTEST（電話部門）参加（校内）
- ・10月9日(土)～10日(日) 全市全郡コンテスト（校内）結果待ち
- ・10月31日(日) 高校コンテスト（校内にて） 結果：高校マルチオペマルチバンド 1 位

<無線技術競技会（方向探知（ARDF）を含む）>

- ・5月25日(火) 茨城県高等学校文化連盟アマチュア無線部会 春季無線技術競技会
結果：欧文受信部門：1, 6 位 方向探知部門：団体 1 位、女子 1, 4 位、男子 3 位
- ・11月12日(金) 茨城県高等学校文化連盟アマチュア無線部会 第 77 回無線技術競技会（八郷総合運動公園）
結果：欧文受信部門：4, 8 位 方向探知部門：団体 3 位、女子 1, 5 位、男子 2 位

<その他の活動>

- ・6月11日(金) 奈良育英中高情報技術部との交流会（Zoom にて）
- ・7月18日(日) 全国高等学校アマチュア無線連盟オンライン交流会にて部活動発表（Zoom にて）
- ・12月27日(月) 茨城県高等学校文化連盟アマチュア無線部会 電子工作研修会 2 名参加

8. コンピュータシステム研究会（高校生 0 人、中学生 15 人、計 15 名）

本年度は、個人のプログラミング技術の習得および向上に加え、来年度の文化祭での展示と参加型企画を作成といった活動を主に取り組んだ。定例の活動では、学年や技術の習得状況に応じて生徒各自がプログラミング、3D モデリング、アニメーション、音楽の作成など自分のやりたいことを達成するための技術を学んでいる。文化祭では生徒が自作したゲームの体験展示、3D オブジェクトの展示、アニメーションの展示などを行った。今後は自己の技能の向上に努め、デジタルコンテンツに関連するコンテストへの出場を目標に日々活動していく予定である。

4 校合同夏休み探究交流会

【仮説】

課題探究の途中段階を各校の生徒達がポスター発表で発表し合うことによって、刺激を受け合い、探究に対するモチベーションアップにつながる。参加教職員も他校の取り組みを知ることにより、お互いの学校の良いところを吸収し、自校の実践に生かすことができる。

【対象学年】

高校2年生の希望者12名（理系テーマ10名、文系テーマ2名）

【内容】

8月3日（火）、つくば市近郊の4校（茨城県立並木中等教育学校、茨城県立土浦第一高等学校、茨城県立竹園高等学校、茗溪学園中学校高等学校）の生徒によるポスター発表会が、つくば国際会議場（多目的ホール）で実施された。

前半は課題探究の途中経過のポスター発表を、各自A1サイズのポスター1枚を作り、ポスターの前で来場者に発表した。ポスター発表は各校12件ずつ実施し、生徒（2年生、1年生）、教職員合わせて101名が参加した。

後半は「課題探究で困っていること」をテーマに4校を混ぜた6名1組でグループをつくり、ディスカッションを実施した。他校の生徒の発表を見合うことで多くの刺激を受け、今後の課題探究に対して多くのヒントを得られる有意義な交流会となった。

本校生徒の発表テーマは、「蜂蜜抗菌について」、「植物における紫外線吸収物質の吸収」、「音刺激によるマイハギの側小葉の運動」、「植物根とエンドファイトの相互作用を高める条件とは」、「セルロースを効率よくバイオエタノールに変換する」、「バイオ由来ポリエチレンの環境に与える影響」、「新しい除草剤をつくる ～バラに注目して～」、「キノコのアレロパシー研究」、「植物の抗菌作用について」、「日本人の性格を考慮した英語教育」、「算数に主体的に取り組める教材・教具の研究」、「家畜動物の権利向上とその将来像」の12件であった。



写真1 生徒の発表の様子①



写真2 生徒の発表の様子②

【検証】

参加した12名に当日学んだことを含めたレポートの提出を求めた。全員から、満足した・楽しかったという好意的な感想が寄せられた。そのうち一部の生徒の感想を掲載する。

生徒A：「はじめて知らない人の前で自分の研究内容を発表してとても緊張した。他校の参加者から具体的なアドバイスや質問などをもらって、今後の研究に役立つヒントとなった。」

生徒B：「文系の研究なので発表の機会が少なかったが、この会で発表できたことはとてもためになった。探究の難しさや奥深さを感じることが出来る発表会だった。」

「様々な視点の考えに触れることができた。今後の研究に生かすことができそうだ」「自分では思いつかないような発想を知ることができたのが良かった」という感想をほとんどの生徒が述べていた。他者との対話によって、自分の研究をあらためて見つめなおす機会になったことが伺える。また、「他校の人達の実験を聞き、より深く追求している姿勢に刺激を与えられた」という感想も多く見られ、この交流会が今後の課題研究へのモチベーションを高めることに確実に結びついていることがわかる。

「他校の生徒がどのような探究活動をしているのかを知ることができ、研究に関する様々なアドバイスももらえ、勉強になった」という意見もあったが、これは参加した教職員が抱いた感想とも一致している。課題研究の取り組みは各校で様々ではあるが、重点を置いている項目には共通点が数多くある。教員にとっても交流会は充実したものになった。

Jr.リサーチー養成講座（基礎編）

【仮説】

科学技術に興味を持つ中高生を対象に、知的好奇心を研究計画の立案や実施に結び付ける活動を行うことによって、社会課題を解決するマインドが備わる。脳科学や医学、心理学、生物学などを素材とするが、あらゆる学問分野に関しても共通で必要なスキルが身につく。

【対象生徒】

生徒 23 名（中学 2 年生 3 名、中学 3 年生 7 名、高校 1 年生 9 名、高校 2 年生 4 名）

【内容】

オンラインで実施した。講師は長谷川良平先生（一般社団法人日本ニューロテクノロジー推進センター・センター長、国立研究開発法人産業技術総合研究所、情報・人間工学領域、上級主任研究員）が務めた。基本的な方針として、一日の講義のなかでその日習得するテーマに関しての簡単な講義を受けた後、課題が与えられ、自分自身もしくはグループワークとして思考を深め、調査活動を行った上で資料をまとめる。また最終的には相互に発表し合い、良かった点、改善点などを議論する。スケジュールと内容は以下の表 1 のとおりである。

表 1 スケジュールと活動内容

日程	テーマ	講義・活動内容
第 1 回 4 月 10 日	研究者像の確立と必要なスキルの確認	偉大な先人を例に、「どのような研究者になりたいか」というイメージを固めた。また、そのような研究者になるにはどのようなスキルや経験が必要か知り、習得目標を設定した。
第 2 回 4 月 17 日	研究者に必要なスキル	研究者になるには、必ずしも学校では体系的に学ばないスキルが必要である。どのようなスキルが重要で、それをどのようにして獲得するかを学んだ。
第 3 回 4 月 24 日	第 2 回の続きとテーマの設定	研究の倫理的な問題について学んだ。また、社会的ニーズを踏まえたテーマ設定のコツについて学んだ。
第 4 回 5 月 8 日	テーマ設定について（続き）	研究テーマの選定においては、「オリジナリティ」「社会的意義」「実現可能性」「ビジネス展開」「ユーモア」が重要であることを学んだ。グループごとに扱うテーマを決定した。
第 5 回 5 月 15 日	プレゼンテーション用のスライド作成（前半）	プレゼン資料づくりを行った。「社会課題の説明→先行研究の動向紹介→研究目的の設定」で構成されるスライドの冒頭のセクションを作成した。
第 6 回 5 月 22 日	プレゼンテーション用のスライド作成（前半～中盤）	第 5 回ではももとのテーマに対して社会的意義を意識した修正を行った。第 6 回ではさらにオリジナリティを付加した再修正を行ったうえでスライドの作成を進めた。
第 7 回 6 月 12 日	プレゼンテーション用のスライド作成（後半）	社会的課題とオリジナリティを見直しながら全スライド（研究計画の方法まで）を仕上げた。
第 8 回 6 月 25 日	研究発表	グループごとの発表会を行った。

各回の課題にはサイ句（サイエンス＋俳句）が課され、生徒は自由な発想で句を詠み、それを英訳する。講師は一人一人にコメントをつけることでフィードバックを行った。

【検証】

実施後の生徒を対象としたアンケート結果を分析する。講座やサイ句を作成する活動を通して、物事に対して疑問を持つことの重要性や疑問を持つための視点について学べたという感想が多く目立った。高校生は研究をする際の基本的な考え方や姿勢、問題に対するアプローチの方法が身についたと述べている。高校 2 年次の必修科目である個人課題研究に役立つ経験ができたという実感を持った生徒が多く見られた。

社会的な意義を考えながらテーマの選定を行い、実際に調査活動を行い、プレゼンテーションを行うという研究活動の一連のプロセスを経験できたことは、講座の「基礎編」としての役割を十分に果たしたと考えられる。

Jr.リサーチー養成講座（体験編）

【仮説】

個人課題研究の実施等に役立つ各種研究スキルを習得することができる。また、取得したデータを用いることによって、データ解析やグラフ化などに必要な研究スキルを習得することができる。

【対象生徒】

生徒 20 名（中学 2 年生 3 名、中学 3 年生 5 名、高校 1 年生 10 名、高校 2 年生 2 名）

【内容】

オンラインで実施した。講師は長谷川良平先生（一般社団法人日本ニューロテクノロジー推進センター・センター長、国立研究開発法人産業技術総合研究所、情報・人間工学領域、上級主任研究員）が務めた。講義の素材としては、脳科学や実験心理学分野において代表的な研究テーマを素材にし、WE B 会議システムの遠隔操作ツールなどを活用しながら、受講生自身でデータを取得したり、取得されたりすることで、研究活動を「体験」する。TA にも数名参加してもらい、グループワークを実施し、共同で研究する意義や効果も体験してもらいながら、コミュニケーション力も養う。スケジュールと内容は以下の表 1 のとおりである。

表 1 スケジュールと活動内容

日程	テーマ	講義・活動内容
第 1 回 7 月 3 日	研究活動と研究ツール	主にヒトを対象とした脳科学や実験心理学分野における研究活動の全体像を把握するとともに、実験システムの構築や実験データの解析などに役立つツールを体験した。
第 2 回 7 月 10 日	実験体験：テーマ① A	脳機能の不思議さを体験するテーマを一つ運営側で選び、体験した。相互に実験データの取得も行った。
第 3 回 7 月 17 日	実験体験：テーマ① B	第 2 回で行った実験結果の解説と実験制御用プログラムの解説を行った。生徒は二者択一の判断ゲームを作成し、それらのブラッシュアップも行った。
第 4 回 7 月 24 日	実験体験：テーマ① C	各自が考案した認知課題（脳トレゲーム、判断ゲーム）をグループ内でブラッシュアップし、研究意義や独創性・芸術性を考慮して代表を選出した。
第 5 回 7 月 31 日	実験体験：テーマ② A	選抜された実験 4 ～ 5 種類から一つを生徒が選び、実験データの取得を行った。随時、テーマ別にグループワークを行った。
第 6 回 8 月 7 日	実験体験：テーマ② B	データ解析の基礎として、交互作用について学んだ。各グループのテーマに合わせて刺激セット作りを行った。
第 7 回 8 月 14 日	実験体験：テーマ② C	刺激セットの作成とそのブラッシュアップを行った。
第 8 回 8 月 21 日	実験 DAY	結果を予想しつつ、完成した課題で他のグループメンバーから実験データを取得し、結果を確認した。

各回の課題にはサイ句（サイエンス＋俳句）が課され、生徒は自由な発想で句を詠み、それを英訳する。また、各教科あるいは複数の教科に関連するミッション（課題）が与えられ、毎日異なる分野の調査を実施した。

【検証】

実施後の生徒を対象としたアンケート結果を分析する。データ解析や実験方法を、体験しながら学べたことを有意義であったと述べている生徒が目立った。実際に毎回の活動では、得られたデータを可視化して分析することが頻繁に行われており、それによって、excel 等を用いてデータ分析するスキルや、データを見る視点、考察する力などの、研究に必要な基礎的なスキルが養われたと考えられる。毎日の課題は「転リサ日記」と呼んでいるものであるが、転リサ日記の取り組みは、様々な分野の知識を深めたり、日常的な疑問について深く考える機会になったりと、とても有意義であったことが伺えた。

前回の「基礎編」からの継続受講者も多数おり、TA を交えての ZOOM を用いたコミュニケーションスキルも高めることができた。

Jr.リサーチャー養成講座（総合編）

【仮説】

個人課題研究の実施等に役立つ各種研究スキルを習得することができる。「基礎編」「体験編」と同様に、脳科学や心理学、生物学、さらには医療福祉機器開発の分野において代表的な研究テーマを参考や素材にしつつ、受講生が自ら研究計画を立案・実施するための基本的考え方やデータ解析/視覚化、プレゼンなどに関するスキルを習得することができる。

【対象生徒】

生徒 22 名（中学 1 年生 7 名、中学 2 年生 3 名、中学 3 年生 9 名、高校 1 年生 2 名、高校 2 年生 1 名）

【内容】

オンラインで実施した。講師は長谷川良平先生（一般社団法人日本ニューロテクノロジー推進センター・センター長、国立研究開発法人産業技術総合研究所，情報・人間工学領域，上級主任研究員）が務めた。脳科学や心理学を素材にした講義が行われるだけでなく、ZOOM を用いたグループワークを実施する。グループワークでは SDGs などの話題に着目し、ブラッシュアップを重ねながらテーマの設定、調査を行う。スケジュールと内容は以下の表 1 のとおりである。

表 1 スケジュールと活動内容

ステージ	テーマ	講義・活動内容
第 1 ステージは 9/11、9/25、10/2、 10/9、10/16	研究開発に必要なマインド の習得	①グループワークを通して、研究に必要なマインドを知る。 ②「私が解決したい SDGs はこれだ」をテーマに、個々のアイデアを共有し、思考を深めた。 ③研究マインドを妨げるものとして「恥」を取り扱い、国民性の違いや心理学実験について学んだ。
第 2 ステージ 10/23、10/30、11/6、 11/20、11/27	研究開発に必要なスキルの 習得	①グループごとに話題を一つ選択し、福祉機器・支援技術の開発の歴史的経緯等について調査を行い、まとめた。 ②研究者に必要なスキルの一つとして、仮説検証の手段について学んだ。特に、仮説の検証方法、仮説が支持されたかどうか、仮説が支持されたことで生じる意義が重要である。 ③興味のあるノーベル賞について調査し、まとめ、発表を行った。仮説検証の観点に留意した。 ④SDGs 等に関連して、学校において解決したい問題を考え、議論を行った。 ⑤社会的文脈把握に役立つ AI のアイデアを考案した。 ⑥データを単純化するための手段として、 $2 \times 2 = 4$ 分類でデータを整理するスキルを学んだ。
第 3 ステージ 12/11、12/18	グループテーマに基づく研 究成果の発表	①グループワークの議論をもとにテーマを設定し、研究計画の立案を行った。ある社会問題を出発点に、先行研究を調査し、目的・方法・展開を述べ、社会に与える影響を考える。 ②プレゼンテーションと質疑応答を行った。

各回の課題にはサイ句（サイエンス＋俳句）が課され、生徒は自由な発想で句を詠み、それを英訳する。また、各教科あるいは複数の教科に関連するミッション（課題）が与えられ、毎日異なる分野の調査を実施した。

【検証】

実施後の生徒を対象としたアンケート結果を分析する。プレゼンテーションの経験が有意義であったと述べた生徒が数多く見られた。これまでの Jr.リサーチャー講座同様に TA のファシリテーションの下で、オンラインのグループワークの経験は、生徒に自信を与えることができた。他者の考えに触れる機会が与えられたことによって、物事を様々な角度から見るスキルが養われた。

Jr.リサーチー養成講座（技術編）

【仮説】

個人課題研究の実施等に役立つ各種研究スキルを習得することができる。「基礎編」「体験編」と同様に、脳科学や心理学、生物学、さらには医療福祉機器開発の分野において代表的な研究テーマを参考や素材にしつつ、受講生が自ら研究計画を立案・実施するための基本的考え方やシステム開発、データ解析/視覚化、プレゼンなどに関するスキルを習得することができる。

【対象生徒】

生徒 17 名（中学 1 年生 5 名、中学 2 年生 4 名、中学 3 年生 5 名、高校 1 年生 3 名）

【内容】

オンラインで実施した。講師は長谷川良平先生（一般社団法人日本ニューロテクノロジー推進センター・センター長、国立研究開発法人産業技術総合研究所、情報・人間工学領域、上級主任研究員）が務めた。講義の進展に応じて教育用プログラミング言語「スクラッチ」を使用した。プログラミングの制御対象としてキューブ型小型移動ロボット「toio」なども扱った。スケジュールと内容は以下の表 1 のとおりである。

表 1 スケジュールと活動内容

日程	テーマ	講義・活動内容
第 1 回 1/22	Scratch を活用した実験制御システムの開発	・導入 なぜプログラミングを学ぶのか ・Scratch を使用する理由 ・開発環境の準備 ・よくあるタイプのゲームのプログラム ・グループワーク「紙飛行機の実験」 ・宿題「2 桁計算ゲーム」のプログラム
第 2 回 1/29	脳トレゲームにおける「試行」の制御	・2 桁計算ゲームについての発表 ・グループワーク「科学的実験とは何か」 ・宿題「視覚探索ゲーム」のプログラム
第 3 回 2/5	課題制御のテクニックの習得と実験データ取得	・視覚探索ゲームについての発表 ・グループワーク「3 種計算ゲーム」 ・宿題「続・視覚探索ゲーム」のプログラム
第 4 回 2/12	人工知能を活用するプログラミング	・続・視覚探索ゲームのプログラムの確認 ・宿題「じゃんけん識別ゲーム」
第 5 回 2/26	ロボットを活用するプログラミング	・生徒による画像のパターン識別プログラムの発表 ・グループワーク「イヌとネコの識別」 ・ロボットについての講義 ・キューブ型ロボット「toio」のプログラミング

毎回の講義では、不思議発見力の養成を目的とした「異世界ふしぎ発見」と題した話題紹介が行われ、身近な話題から、時事問題などの幅広いテーマが扱われた。講義時間外にも受講者のメーリングリストを利用して、宿題に対するヒントが提示されたり、プログラミングのテクニックが紹介されたり、丁寧な指導を受けることができた。

【検証】

実施後の生徒を対象としたアンケート結果を分析する。

「たくさんの scratch の構造を見ることができて、とても勉強になった」「宿題の見せ合いでほかの人のプログラミングを見て、いろいろな方法を知ることができて、勉強になった」「自分はプログラムを組むのに苦労していたが他の人は発想力も実行力も素晴らしかったと思う」など、講師や他の受講生徒のプログラミングの内容から、多くの技術を学んだことが伺えた。

グループワークにおける実験も好評であり、オンラインを用いた講義やグループワークは、有効に機能していたことがわかった。

Girls in Control ワークショップ

【仮説】

工学の一分野である「制御工学」の概念を 10–15 歳の女子を対象に紹介することを通して、工学分野で活躍するための素地を養う。工学や制御工学というあまり知られていない学問分野が、日常生活に深く関わっていることを学ぶことができる。

【対象生徒】

中学生の女子の希望者を対象に実施した（中学 1 年生 29 人、中学 2 年生 11 人、中学 3 年生 7 人）。

【内容】

5 月 29 日（土）の 17 時～18 時 30 分の時間帯にオンラインで実施された。講師は田中玲子博士（Imperial College London）が務めた。本ワークショップではビデオを用いた講義と、スクラッチ(scratch)を使った簡単なプログラミングを通じて理解を深めた。

【検証】

実施後の自由記述のアンケートをいくつか紹介する。

- ・とても楽しかった。あまり工学について知識がなかったが、新しい事を知ることができ、有意義な時間になった。普段から見ている機器であったり、自分の行動であったりするものが、制御工学によって自動化されることができると驚いた。
- ・scratch やプログラミングの経験も面白かった。
- ・今回制御について学んで、普段から身の回りで制御を行っていることが案外多いということに気付いた。

参加生徒のほとんどが肯定的な回答を示しており、プログラミングにさらなる興味を持ったことがわかる。また、「制御工学」は生徒にとって耳慣れない用語ではあるが、日常生活と工学の関連・つながりを意識することができた。

The 2nd International Webinar on Science Project

【仮説】

海外の優秀な高校生と共に研究発表することで、グローバルな視野、感覚を養う。大学レベルでの最先端の研究の講演を聞くことで、生徒の知的好奇心を駆り立てる。茗溪学園（日本）と Prasarnmit（タイ）の高校生の進捗を深め、両校の探究的な学びや国際教育の発展に寄与する。

【対象生徒】

希望者を対象とした。

【内容】

2 月 9 日(水)に、オンラインで開催された。このプロジェクトは筑波大学と茗溪学園のグローバル推進協定事業の一環として、以下のスケジュールで実施した。本校生徒 2 名が司会を務めた。使用言語は英語である。

第 1 部 基調講演

- ・ THAILAND ELECTRICITY: PRESENT CHALLENGE AND FUTURE OPPORTUNITY
（タイ・タマサット大学シリンドン国際工学部 チャーリー博士）
- ・ PRINCIPLE OF ANIMAL CELL CULTURE AND ITS APPLICATIONS FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY
（筑波大学 野村名可男准教授）

第 2 部 高校生による学術交流

タイの提携校である、シーナカリンウィロット大学付属プラサーミット高校から 24 名 6 グループ、本校から生徒 12 名 5 グループ、合計 11 グループがサイエンスに関する研究発表を行った。本校生徒の発表テーマは“ALLELOPATHY OF MUSHROOMS – POTENTIAL AS HERBICIDES”、“Fabrication of a Plastic Bottle Rocket with a Parachute Deployment Mechanism”、“IS IT POSSIBLE TO CHARGE A SMARTPHONE BY WALKING?”、“CREATING AND MAINTAINING A COMPOST FROM SCHOOL FOOD WASTE”、“THE EFFECT OF PRIMARY COLORS OF LIGHT AND COLORS STEREOPSIS ON BALL SPORTS”の 5 件である。台湾やインドネシアの海外提携校の生徒も参加し、総勢約 150 名の中で質疑応答も活発に行われた。

江崎玲於奈賞受賞者研究室訪問

【仮説】

研究者との交流及び最先端の研究に触れることを通じ、科学・技術への興味を高めることができる。

【対象生徒】

高校2年生8名

【内容】

令和3年12月5日(日)に実施した。東北大学を訪問し、第17回江崎玲於奈賞受賞者である平山祥郎先生（東北大学 総長特命教授、先端スピントロニクス研究開発センター（スピントロニクス世界トップレベル研究拠点）長）による研究紹介と実験室の訪問をさせていただいた。この企画の主催は一般財団法人茨城県科学技術振興財団であり、本校の他、茨城県立並木中等教育学校（4人）と茨城県立竹園高等学校（5人）の生徒も参加した。

平山先生の研究主題は「半導体ナノ構造における核スピンの電子的制御と量子情報技術への応用の研究」である。現在の科学技術の最先端の話題に触れることができただけでなく、研究成果の日常生活や社会生活への有用性や、研究者としての心構え等をお話いただいた。

ご講演の後には、橋本克之氏（東北大学 大学院理学研究科・理学部 物理学専攻 量子物性物理学講座 量子ダイナミクス分野 助教）にもご協力をいただき、研究の見学をさせていただいた。

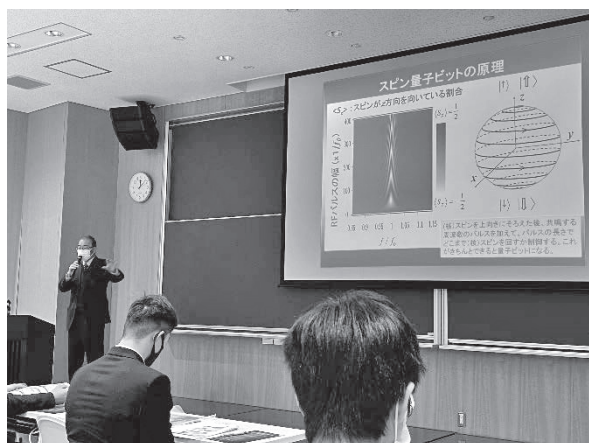


写真1 平山先生によるご講演の様子

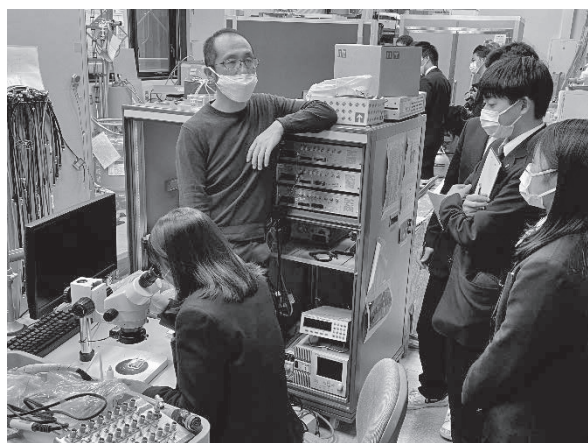


写真2 研究室見学の様子

【検証】

実施後の生徒の感想をいくつか紹介する。科学技術の最先端の話題に触れることができたというだけでなく、自身の今後の学び方について、有益な示唆が得られたということがわかった。

- ・オープンキャンパスなども軒並みオンラインになり話を聞くだけ、映像を見るだけと実際に見学する機会がなかった。しかし今回の東北大ツアーでは実際に現地にいてお話を伺い、研究室をのぞかせてもらった。少人数でこのような濃密な体験はそうそうできるものではないだろう。研究のお話も難しくはあったが、興味深いものだった。
- ・研究室で普段見ることができないような大きな実験器具を見せていただき、また、液体窒素の中に風船を入れるとどうなるのかというとてもおもしろい実験を見せていただけてとても楽しかった。
- ・量子力学を勉強していない私にとって、講義はとても難しいものでした。しかし、講義を受けて、核スピンとは何か、平山教授がどのような功績で江崎玲於奈賞を受賞なさったのか、知ることができました。私は、量子力学は最先端の技術を扱う研究にのみ利用されていると思っていましたが、講義で量子力学が実生活の様々な場面で利用されていることを知り、驚きました。また、平山教授が高校時代どのように過ごしていたのか知ることができ、自身と比較してとても参考になりました。

【今後に向けた課題】

新型コロナウイルス感染症対策の影響で、実際に大学を訪問する機会が無かった生徒たちにとって、実際に大学を訪れ、さらには研究室・実験室を見学することができたことは大きな刺激となった。困難な社会状況下であっても、大学訪問や専門家との接点を持てる機会を大切にしていきたい。

筑波会議 感染症スペシャルセッション

【仮説】

意識の高い高校生、を対象として、2020 年に世界中にパンデミックを起こした COVID-19 とその原因ウイルス SARS-C-2 に対して国立感染症研究所（NIID）を中心に国内で進められた科学的な対策を紹介し、今後の行動について議論する。高校生にとっても身近な問題であり、現在進行形で日々変わる問題が発生している状況で、発生時よりどのような科学的アプローチがされてきたかを紹介し、次のパンデミック対応の主人公になるべき若手に総合的に情報発信することにより、自分でも興味を持ち、参加できる分野の発見に繋げることができる。

【対象生徒】

高校 2 年生 2 名、高校 3 年生 4 名

【内容】

令和 3 年 9 月 30 日(木)に実施した。筑波会議自体は、筑波研究学園都市に、世界から産官学の優秀な若手を中心とする人材を集め、「社会と科学技術」の諸課題について議論を深める機会を提供するという目的で、9 月 21 日(火)～30 日(木)の期間に、つくば国際会議場を中心にオンラインとの併用で開催された。今回のセッションは「若者よコロナに挑め -研究者と高校生・大学生によるトークセッション」と題して実施された。

表 1 セッションに参加した専門家一覧

氏名	所属	専門
長谷川 秀樹	国立感染症研究所 インフルエンザ・呼吸器系ウイルス研究センター・センター長	総合座長、ワクチン開発
渡士 幸一	国立感染症研究所 治療薬・ワクチン開発研究センター 治療薬開発総括研究官	抗ウイルス薬
黒田 誠	国立感染症研究所 病原体ゲノムセンター長	ゲノム解析
鈴木 忠樹	国立感染症研究所 感染病理部部長	病態病理の解明、診断法、 検出技術
西浦 博	京都大学医学部教授（オンライン参加）	疫学数理モデル
広川 貴次	産業技術総合研究所細胞分子工学研究部門上級主任研究員	計算創薬

また、当日のスケジュールは以下の通りであった。

13:30～13:35 セッション開始 司会による趣旨の説明（司会：長谷川先生）

13:35～14:30 研究者による科学的対策の紹介（各 9 分）

- ・総論：長谷川先生
- ・ウイルス学からのアプローチ（渡士先生、黒田先生、鈴木先生）
- ・数理モデルで対策から創薬まで（西浦先生、広川先生）

14:30～15:00 パネルディスカッション①（ウイルス学からのアプローチ）

15:00～15:30 パネルディスカッション②（数理モデルで対策から創薬まで）

パネルディスカッションでは、生徒が事前に提示した質問に対する回答が提示されたことに加え、生徒と専門家による科学的対策に関する質疑応答が行われた。



写真 1 参加者による記念撮影

第4章 実施の効果とその評価

1. 中学における探究スキルを高める取り組み

本校の第Ⅱ期 SSH 研究開発では、探究力を構成する要素を「問題発見力」「論理的に思考する力」「多面的に思考する力」「協働で取り組む力」「表現力」と定め、これらのスキルを高めるべく活動を実践してきた。各スキルは複雑な形で相互に関連し合っており、スキルのレベルは単純に、段階的に高まっていくわけではないということを実感として持ってきた。その意味で、各学年の探究スキルを高める取り組みは、目的を柔軟に変えながら、課題研究の実施に役立つというだけでなく、未来をたくましく生き抜く力を身につけることを目的に工夫を重ね、主に総合的な学習の時間を用いて実践を行ってきた。

中学1年生は今年度から新たに、6クラスのうち2クラスをアカデミアクラスとして設置した。アカデミアクラスでは、「知性＝遠回りする能力」の定義に基づき、生徒の知的体力と知的センスを磨き、大学さらには社会において「知」を武器に生きる若者を育成することを目的として、検討と実践を続けてきた。アカデミアクラスにおいて、特に重点を置いているスキルは「批判的思考力」「想像的思考力」「実践・実装力」の3つである。中学1年の総合的な学習の時間においては、第一線で活躍しているビジネスマンを招き、講義やワークを実施し、これらのスキルの向上を目指した。アンケート調査の結果、満足度・理解度・関心度・積極性のいずれの項目についても高い評価が得られた。授業中に見られる質疑応答の内容は、重点をおいている批判的思考や創造的思考に基づくものであり、定性的に高く評価できるものであった。アカデミアクラスでないクラスの活動については、つくば市のスタートアップ事業と連携し、起業家による講演等が実施された。講演会後のアンケート調査の結果、起業することに興味を持った生徒が多く見られただけでなく、自らの生活の問題や社会の問題に対する問題意識が高まり、職業観が変容した様子が見られた。中学1年生の取り組みは、本校の外部登用人材が本校専任教員とともに授業を運営しており、より組織的に実践できたという意味で高く評価できる。

中学2年生は「論理的思考力」の育成を主眼とした活動を行った。地理の授業において「地図を使った地域調査」を課したが、この取り組みと連携して、総合的な学習の時間の中で、調査、ポスター作成、学び合い活動、発表、振り返りを行い、表現力と論理的思考力の向上を目指した。実施後のアンケート調査の結果、意欲や身近な地域への関心については、90%を超える生徒が肯定的な回答を示した。発表は、班での全員発表→班の代表によるクラス発表→クラス代表による学年発表というステップで複数回実施しており、97.3%の生徒が他者の発表から学びを得たことがわかった。また、地域調査を「なぜ？」という疑問を持って進めることができた生徒は89.5%であり、問題発見力の高まりが伺えた。「第22回いばらき児童生徒地図作品展」に出展した結果、1名が優秀賞、3名が佳作を受賞することができたことも成果である。

中学3年生は、生物分野と地学分野それぞれでフィールドワークを行った。生物分野では、大洗水族館をフィールドとして設定し、授業の中で事前学習を行い、リサーチクエストを設定した上で、当時の巡検に臨んだ。事後アンケートの結果から、そもそも適切な探究テーマではなかったと振り返る班もあり、探究活動において重要な「何を明らかにしたいのか」について明確なビジョンを持つべきだという意見があった。このような反省は否定的に捉えるものではなく、問題発見力や批判的思考力の向上につながる視点であると考えられる。動物のからだの作りの理解を深化させることや環境保全や共存について考えるきっかけを得るという当初の目的が達成できただけでなく、リサーチクエストの設定から現地調査、事後調査、まとめ、発表という一連の探究活動のプロセスを経験し、それを理解できたことは成果であった。地学分野では、大洗岬平太郎浜の砂礫浜海岸の環境の観察・調査を行った。事後学習時に行ったアンケート結果からは、観察や調査・体験の重要性を実感できたことはもちろん、授業で学習した内容を巡検で活用できたといった趣旨の自由記述が15%見られ、授業における学びと巡検が生徒の中で有機的に関連付け合っている様子が見られた。また、44%の生徒が、対象を異なる角度から分析し、新たな疑問を生み出すといった内容の記述をしており、問題発見力が向上し、主体的に活動を行ったことが伺えた。野外観察で実物に触れることで、生徒の興味関心や学習意欲の喚起につなげるという当初の目的は十分に達成することができた。

2. 高校1年次の課題研究

高校2年次必修科目「個人課題研究」に向けた準備として、昨年度取り組んだ「仮ゼミ制度」を引き継ぎ、プレゼミを開講した。プレゼミは準備という意味の“プレ”と事前の意味の“プレ”を掛けたネーミングであり、自分自身の関心ある分野を知り、これまで以上に研究テーマ選びを充実させることを目的とした。プレゼミは専門性を考慮せず、教員が自身の専門外の内容についても探究し、教養を深め、生徒とともに良いアイデアを生み出す体験をすることも目的としており、生徒の活動を組織的にサポートできたというだけでなく、教員にとっても研修の意味合いを強く持つ、刺激的な制度である。

プレゼミでは、「研究とは何か」というガイダンスから始まり、「論文の探し方」や「論文の読解」、「RQの作成」などの活動を行った。事後アンケート調査の結果、身についた知識やスキルの中で、最も高い数値を示したのは「論文の探し方」のスキルであった。総括的にプレゼミの活動が個人課題研究の研究テーマ設定に役立ったかどうかを5段階で評価をした結果、「役立った」と「やや役立った」という肯定的な評価をした生徒は全体の62%であり、期待した値よりも低い結果であった。一連の活動によって、自身の関心や視野を広げ、目的や内容を明確にし、研究の難しさや実現可能性についての視点を持つことができたであろうことは定性的に評価できる。進路指導の一環でとりくんでいた「夢ナビ」を通じ、20.9%の生徒が興味ある分野を見つけることができたことから、進路指導も含め、学問分野に関する調べ学習の重要性が示唆された。

3. 高校2年次の課題研究

令和3年度、理系分野をテーマに課題研究を行った生徒は、学年生徒270人中90人(33.3%)であった。実施後のアンケート調査(26項目の質問)によると、21項目で80%を超える肯定的な回答が見られた。特に、「【7】結論をくだす際は、できるだけ多くの事実や証拠を調べる」「【20】自分の考えや文章に矛盾が生じないように気をつけている」の質問では、90%を超える生徒が肯定的な回答を示しており、個人課題研究の取り組みを通して、論理的思考に関わる能力や姿勢や向上したことが伺える。個人課題研究の取り組みは、課題研究のスキル習得という側面では、概ね高い成果をあげることができたといえる。

今年度は本校を会場としてのポスター発表会を、学校関係者に参加者を限定して実施する。発表会は筑波大学の後援をいただいて開催され、筑波大学の先生方にご来校いただき、直接の指導・助言をいただく形をとった(本報告書執筆時点では、3/15に発表会を開催する予定で準備を進めている)。

68人(26%)の生徒が教員以外の外部の方からアドバイスや指導を受けており、オンラインを有効活用し、遠方の専門家の方から指導・助言を受けることが活発に行われるようになったという意味で、良い傾向である。

4. ハイレベルかつ主体的な学びを実現するカリキュラムの取り組み

高校3年次で「数学探究Ⅱ(4単位)」「化学探究Ⅱ(4単位)」「生物探究Ⅱ(4単位)」を実施した。

数学探究Ⅱでは、大学入試問題の演習を出発点にしながらも、その背景や自然な延長に隠されている数学の話題を扱うことによって、本質的な概念理解を探究し、批判的思考力や創造的思考力の向上を目指した。発問を工夫することによって、生徒が自身の思考の過程を内省しながら、よりよい解答を作成しようとする姿勢が見られた。また、本校においては一定期間、オンライン授業が実施されたが、生徒の発表やチャット機能を用いての生徒間、生徒と教員間のやり取りを頻繁に実施することができ、双方向の高い質の授業が展開できた。ただ単に“正解”を導くだけではなく、より問題の本質をついた別の解答、誘導の意図を十分汲み取った別の解答など、「よりよい解答」を考え直す生徒の様子が頻繁にみられた。また、世間一般の解答例等に対しても、論理的な欠陥を指摘する姿勢が見られるなど、本質的な概念理解を探究し続ける姿勢、そして、自身の理解を内省し新しい問題を考える姿勢を伸長することができた。大学以上の数学を自主的に学ぶ生徒も現れ、履修者の31.2%が数学を専門とする学部への進学を決めたことから、カリキュラム開発が、生徒の数学への興味関心の向上に寄与したことが伺える。

化学探究Ⅱ・生物探究Ⅱでは、レギュラークラスよりも数多くの実験・観察を行い、科学実験のスキルを身につけるだけでなく、データの解析と考察に時間をかけて実施することによって、生徒の理科に対する興味・関心を高め、深い理解につなげることができた。いずれの科目においても、生徒は実験・観察や討議によって、思考を深めることができたという実感を持っており、目的を達成することができた。また、化学・生物ともに、高校生のレベルを超えた発展的な内容を扱い、大学レベルの内容に対しても興味を深め、進路選択にも良い影響を及ぼすことができたと言える。少人数の開設科目であったことは、どのような学習活動においても、主体性や積極性を高め、科学的思考力や表現力の向上につながったと考えられる。

5. クロスカリキュラムの実践

第2期1年目から継続して、情報・現代社会・世界史の授業で「プロパガンダ（メディアの情報）」の取り組みを行ってきた。一連の授業終了後に行った自由記述のアンケート調査の結果、今回もこれまでと同様に、約9割の生徒が知識・概念に関する理解の深まりを感じて肯定的な評価を示した。しかし、本取り組みでは、内容の理解そのものが最終的な目標ではなく、複数の異なる領域・文脈に則しながらの概念獲得を通じて、類似性への気づきや類推、批判的思考をうながし、思考能力の汎用性の育成を目標としている。実際、「様々な科目の力を使用して、様々な概念との関係性に気づくことができる。科目ごとに分断して教育をするのではなく、このような科目関係なく共通のテーマに独特な観点から集中して学ぶことを導入してほしい」という趣旨の生徒の記述もあり、相互に関連する汎用的なスキルの向上や、その重要性への気づきを促す意義のある取り組みであったと評価したい。

陶芸・焼き物の取り組み終了後の陶芸作品の制作意図と感想を分析した結果、複数の生徒の記述に、粘土から焼き物への変化と自身や内面の変化とを結びつけてとらえる様子が伺えた。粘土の変化と自己の変容に類似性をみるのは論理的でなく、その発想は多分に「文学的」と考えられる。STEAMの「A」をどのように捉えるべきかという問題意識を我々教員に認識させる結果となり、その教育の成果をどう判断するかは継続課題だが、大きくは異分野を架橋する思考や表現の幅を広げる可能性が伏在するものと推測したい。

6. 卒業生への調査

2021年3月に卒業した卒業生に対して、アンケート調査を実施した（N=231）。「個人課題研究が有益なプログラムだと思うか」という質問に対して、59.7%が「とてもそう思う」、35.1%が「少しそう思う」、3.9%が「あまりそう思わない」、1.2%が「そう思わない」と回答しており、多くの割合の卒業生が個人課題研究を肯定的に捉えている。個人課題研究で身に付いたと感じるスキルを問う質問に対する回答のうち、回答割合が高かったものは「自分の考えをわかりやすく伝える力 61.5%」「計画的に物事を進めていく力 54.1%」「問題を発見する力 53.2%」「物事を多面的に見る力 46.3%」「活動を振り返り、計画を見直していく力 42.0%」「根拠や証拠を重視し、論理的に思考する力 42.0%」「粘り強さ 37.2%」であった。

問題を発見する力は昨年度の39.3%から53.2%、物事を多面的に見る力は昨年度の39.3%から46.3%にそれぞれ増加しており、課題発見や批判的思考力に関わるスキルの上昇が見られたことは良い傾向である。

7. 教職員への影響

教員すべてが高校2年次の必修科目である「個人課題研究」の指導担当者であり、すべてのSSH事業に対して全教員が協力して取り組むことができています。教員研修の一環として、課題研究を実施する意義や本校にとっての位置づけを再確認する機会とすべく、以下の項目について思考し、表現する機会を設けた：

- (i) 「課題研究」の取り組みにおいて、特に重要であると考えている能力・スキルを、順位をつけて3つ
- (ii) その能力・スキルを選んだ理由
- (iii) その能力・スキルを高めるために有効と思われる活動の例

集計内容は、本校にもともと存在していた個人課題研究の捉え方に加え、各教員の教育観や指導観が表現されたものであり、今後の個人課題研究の運営方法や授業改善の方向性に関して、よりよい在り方を探るための価値あるレポートとなった。

第5章 SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況

1. 文部科学省による講評

本校は、中間評価において、「これまでの努力を継続することによって、研究開発のねらいの達成が可能と判断される」との評価をいただいた。

教育内容等に関しては、「研究開発のねらいの実現にあたり、評価項目の内容が十分達成されており、特に程度が高い」との高い評価をいただいた。研究計画の進捗と管理体制、成果の分析、指導体制等、外部連携・国際性・部活動等の取組、管理機関連取組と管理体制については、「研究開発のねらいの実現にあたり、評価項目の内容が十分達成されている」と評価を受けた。一方で、成果の普及に関しては、「研究開発のねらいの実現にあたり、評価項目の内容の達成がやや不十分であり、一部改善を要する」との評価を受けており、本校の改善項目であることが認識された。

中間評価において、指摘を受けた事項は以下の通りである。

- (1) カリキュラム・マネジメントの視点を踏まえ、課題研究と他の教科・科目との連携を図っており、大変評価できる。また、「深い思考につながるクロスカリキュラム」の教材開発と実践を行っていることも評価でき、成果として発信することが望まれる。
- (2) 平成 30 年度時点で 7 つの班からなる科学部に 150 名の生徒が在籍する等、積極的に活動しており評価できる。科学オリンピック等にもより多くの生徒が積極的に参加していくことが望まれる。
- (3) 成果の普及について、特に課題研究の効果的な実施とテーマ設定について何が重要かを整理して、他校でも使いやすい形で普及に努めることが望まれる。学校のホームページについても、開発した教材を掲載する等、より一層充実させていくことが望まれる。

2. これまでの改善・対応状況

上記の(1)～(3)の各項目に関して、これまでの改善・対応状況について述べる。

- (1) 令和 3 年度から教育課程を改訂した。エッセイライティングや探究活動等の指導実績を活かし、総合的な学習の時間の授業時間数を増やし、カリキュラム・マネジメントの視点から教科横断的な学習を豊富に取り扱ってきた。「深い思考につながるクロスカリキュラム」については、文系・理系問わず、芸術科目も含め、複数の教科・科目の担当教員が協働で教材を開発し、授業実践を行ってきた。ホームページで実践例を掲載し、成果の発信を行った。今後の研究開発においても、授業公開等、積極的な普及を計画している。

- (2) SSH 指定の前後で比較すると科学部員は 2.5 倍に増え、どの班も精力的に活動している。科学の甲子園には毎年多くの生徒が参加しており、令和 3 年度の科学の甲子園ジュニアには過去最多の 18 名が参加した。令和 4 年からの教育課程の改訂により、高校 1 年生で物理基礎・化学基礎・生物基礎を履修する。科学オリンピック等に向けた取り組みは通常授業の中でも実施していく予定である。

- (3) 本校オリジナルテキストである「個人課題研究の手引き」を学校ホームページに公開した。「個人課題研究の手引き」には、課題研究を進めていく上での効果的なスケジュールが示され、生徒の到達目標や教員の指導目標を示すプロセス評価シートも綴じ込まれている。また、高校 1 年次における新たな取り組みである「プレゼミ」のワークシートもホームページに公開し、ホームページの充実を図った。「プレゼミ」での取り組みは、高校 2 年から本格的に実施する「個人課題研究」に向けたテーマ設定に関する取り組みも含まれている。これらの教材は学校ホームページからダウンロード可能であり、他校でも十分実現可能である。

個人課題研究の流れ（42 回生の例）



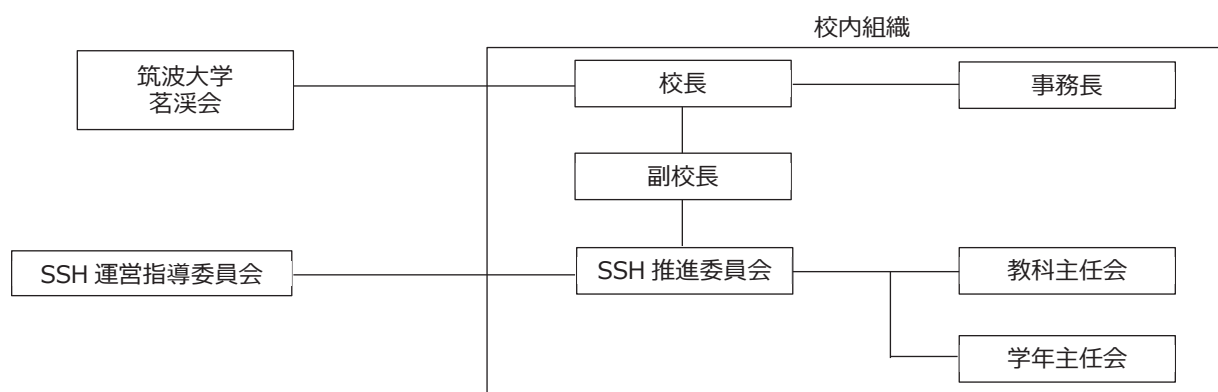
図 1 個人課題研究の流れ
（個人課題研究の手引きより抜粋）

第6章 校内におけるSSHの組織的推進体制と教員研修

1. 校内組織体制

本校SSHの推進に当たって、分掌を横断する形で「SSH推進委員会」が存在しており、これまでのSSHの研究開発期間においては、校長・副校長・教務部長・広報企画部長の他、SSH推進委員として専任教員の40～50%の教員が指名されてきた。SSH推進委員は、適切なタイミングで会議を行いながら年間を通したSSH事業の実務を担当してきた。今年度はSSH推進委員長、副委員長2名、理科・数学の探究科目担当者、各学年の探究活動の担当者に推進委員会のメンバーを限定したが、特定の少数の教員のみでSSH事業を運営していくのではなく、校長のリーダーシップの下、組織的にSSH事業を運営できる体制はすでに整っている。

また、教員すべてが高校2年次の必修科目である「個人課題研究」の指導担当者である。本校を会場として行われる個人課題研究の中間発表会と全体発表会の前後には運営方法、課題研究を実施している生徒の状況、指導方法、今後の運営方針等についての意見を教員から集約し、反省点を踏まえながら次年度の取り組みへとつなげることができている。すべての学年で全教員の協力の下、探究活動等を行ってきた。研究開発課題や仮説、研究テーマのねらいが、実施内容に著実かつ効果的に反映されるための手段や体制は、全教員で共有されている。



2. 令和3年度に行った主な教員研修

教職員全員あるいは有志による教員研修が不定期に開催され、指導方法・評価方法についての意見交換や情報の共有がなされてきた。今年度行われた教員研修のうち、主なものについて以下に挙げる。

(1) IBワークショップ

令和3年度にはのべ15名の教員がオンラインワークショップに参加し、IBの指導資格を得た。令和4年2月末現在、計48名、のべ88名の教員がIBの指導資格を有している。そのうち、理科は専任14名中12名、数学は専任12名中9名がIBの指導資格を有している。

(2) 個人課題研究に関する研修会

指導の流れを理解し、指導のノウハウを共有する場が必要であるとの認識の下、高校1年の個人課題研究のテーマ設定等のタイミングに合わせて実施している。新型コロナウイルスの感染拡大の影響もあり、全員が集合しての研修会の実施は難しいが、思考することや表現すること、他者の文章を読み、再度思考すること、このようなプロセスそのものを研修と考えているため、必ずしも対面の実施を重視しているわけではない。

- ①高校1年生の総合的な探究の時間に実施している「プレゼミ」は、昨年度からはじまった新たな取り組みである。学年教員が指導の内容やポイントについての動画を作成し、全教員に視聴するよう促した。
- ②初任者に対する研修会を開催し、指導の流れやポイントについて、丁寧なレクチャーを実施した。テーマ設定についての相談や仮説の設定、文献調査の方法や専門家へのアポイントの取り方、論文指導の方法などの幅広い内容を話題にした。
- ③SSH運営指導委員の先生方に対して「課題研究」に関連する能力・スキルに関する質問を行い、その回答結果を全教員で共有した。教員に対しても、(i)「課題研究」の取り組みにおいて、特に重要であると考えている能力・スキルを(可能であれば順位をつけて)3つ(ii)その能力・スキルを選んだ理由(iii)その能力・スキルを高めるために有効と思われる活動の例を回答してもらった。回答結果は全教員で共有し、課題研究を実施する意義や、本校にとっても位置づけを再確認する機会とした。

第7章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

1. 中学における探究スキルを高める取り組み

中学1年の取り組みにおける外部登用人材による講義・ワークは生徒に刺激を与え、有効な取り組みであった。しかし、表面的な理解に留まってしまったという反省を生かし、生徒が内容を十分に消化できるよう、講師が不在の時に生徒と学年教員で有効な活動が企画できるとよい。また、探究活動がより生徒主体のものとなるよう、探究委員会を設置し、生徒の疑問や意見を取り入れた授業展開を検討したいと考えている。

中学2年の「身近な地域調査」の活動結果からは、意欲や関心、表現に関する生徒の自己評価は90%前後の高い水準を示していたのに対し、論理性に関する質問項目では、肯定的な回答をした生徒の割合は70%に留まっている。ポスターやパワーポイントを作成して、発表会を実施するスタイルは定着しつつあるが、「発表の経験」に留まらせるのではなく、自身がまとめた内容を批判的に捉え、新たな疑問を見つけ出すことに重点を置く必要がある。生徒が見出した新たな疑問に対して、「それはどのような疑問なのか」「その疑問に対してどのようなアプローチが考えられるか」などをアウトプットし、教員や他の生徒と対話することによって生徒の思考をより深める機会を意図的に設けることが必要であり、それらが論理的思考力や批判的思考力の向上につながっていくと考えられる。

中学3年の理科巡検では、生物分野と地学分野でテーマを設定したこともあり、学習した知識を生態系と結び付けて考え、システムという概念形成を促すことを最終目標に掲げたものの、十分な取り組みができなかったことが反省点として挙げられる。この例に留まらず、重要概念・関連概念を中核に据えた授業設計について教員が学びを深め、概念型学習を積極的に取り入れていくことは今後の課題である。それらは、今後の本校の重点課題となっていくであろう教科横断型学習の充実と密接に関連していくはずである。

今年度から教育課程を改訂し、総合的な学習の時間の授業時間数はいずれの学年も週2コマとなり、増加した。今年度の反省を踏まえ、中学の探究的活動の更なる充実を図っていきたい。

2. 高校1年次の課題研究

事後アンケートの結果、「論文構成の知識」についての質問項目において、肯定的な回答を示した生徒の割合が43.2%と最も低く、生徒にとって未知のものである論文というものを扱う際には、今後は、より丁寧かつ時間をかけて指導していく必要がある。また、個人課題研究のテーマ設定につなげていくという意味で、RQの立て方の指導は重要なポイントであるが、こちらも肯定的な回答を示した生徒の割合が66.4%であったことから、今後の課題として残る。RQに関する活動は、本来ゼミの時間で扱われるはずのものであったが、新型コロナウイルスの感染拡大により、ゼミの機会が失われてしまったことが悔やまれる。

個人課題研究の研究テーマ決定までに、「困難だったことはない」と回答した生徒はわずか10.0%であり、多くの生徒がテーマ探索で苦労している。特に、研究テーマを決めるうえで壁になったことは、「興味のある分野が難しすぎて、適切な研究テーマが考えられなかった(34.3%)」、「研究方法が思いつかなかった(33.8%)」、「興味のあるものが多すぎて、研究テーマを選択するのに苦労した(24.9%)」、「研究とは何をすればよいのかわからなかった(22.4%)」などであった。より時間をかけ丁寧に指導していくことに加え、研究を一通り終えた高校2年生と、これから本格的に研究を始める高校1年生が分野毎にゼミ活動を行う機会を設けるなど、高校1年生のテーマ設定や自身の研究の質の向上に資する活動を行っていくことを検討する。

3. 高校2年次の課題研究

実施後のアンケートで「相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる」「建設的な提案をすることができる」「自分の行動が正しいかどうか、客観的に見ることができる」といった項目は、例年、伸びが見られない項目であり、継続的な課題である。課題研究を通して生徒のメタ認知を育むような取り組みの強化が今後の課題として浮かび上がる。メタ認知は、論理的思考力に加え、物事を多面的に見直し、判断するスキルである批判的思考力と大きな関わりがあると考えられ、研究期間を4つのステップに分けて生徒の自己評価と指導教員によるプロセス評価を行っているが、日常的な指導の場面において、目的を明確に持つことやあらゆる主張に対する根拠について考えさせるなど、内省する姿勢を大切にしていきたい。今後の改善案として、国際バカロレアの課題論文(Extended essay)の振り返りの方法を参考にしながら、個人課題研究の振り返りの取り組みを強化することが求められる。振り返りは、自らの研究が、自身の興味関心にどのような変容を与えたか、社会的意義のある成果・提案となったか、自身のキャリアにどのような影響を与えるかなどを振り返る意味で大切であり、それらはエージェンシーの獲得・発揮に関連がある活動になるはずである。

4. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラムの開発

高校3年生の開設科目であれば、大学入試問題を扱わざるを得ないが、本質的な概念理解や、教科への興味関心をより深めるためには、教材の入念な研究・修正と、教員の力量が必要不可欠である。理科の探究科目については、実験の充実と学習内容の習得の両立が課題となるため、予習を推奨してきたが、結果的に生徒の自学自習の姿勢を高めることができ、理解が深まったという声もあった。授業外の学習においても、科学的思考力が高まるよう、扱う題材や問の工夫を継続していく必要がある。

これまでの第Ⅱ期 SSH の研究開発の中で、高校2年次と高校3年次に少人数を対象とした学校設定科目を設置し、実践を行ってきた。今後は、より多くの人数を対象として、通常授業の中で充実した探究活動ができるよう努めていきたい。

5. クロスカリキュラムの取り組み

これまでの実践を通じて、学習テーマが思春期の生徒たちにとって切実さやある種の緊張をはらむテーマの設定に重要性があると考えてきた。生徒たちは自己と他者、自己と社会について認識を育んでいく思春期の時期にあり、道徳性や向社会性の発達のプロセスにおいて価値や規範の内面化や人間の尊厳を守ることの重要性の認識を形成していく段階にある。こうした発達段階を考慮しながらテーマを設定することが肝要である。

本取り組みでわれわれが目指してきたのは、知識や概念の活用につなげる汎用的な思考能力を育成することに資するクロスカリキュラムの教材の開発であった。その過程でクロスカリキュラムの実践の要点を明確にすることを焦点化してきた。その延長でクロスカリキュラムとIBにおける概念学習、STEAM教育の共通点のあぶり出しを今後の課題としたい。また、概念学習において働くであろう、既有知識をもとに関連性や共通点を類推して推論し、批判的に対象を捉え直し続ける能力は、深い読解に関わる言語の運用・活用能力とほぼ一致するものと推測している。これを踏まえ、今後も読み書きについての意識をより強め、すべての学習活動における読み書きと学びの一体性の認識を新たにして、言語活動の充実をはかっていきたい。

6. フィールドワークについて

今後の海外研修の実施は状況を見極めて判断していきたい。SS Geo Tour（屋久島研修）は実施予定である。SGDsの考え方等を取り入れ、自然や環境について多面的な視点が持てることを目指し、計画を進めていきたい。

7. 教員・保護者・卒業生に対する意識調査

これまで同様に、本校のSSH事業に対して抱えている教員の問題意識を明らかにするためのアンケート調査を実施する。卒業生に対するSSH意識調査も継続していく。保護者を対象とした意識調査はまだ実施していないので、質問項目や実施方法などを継続して検討していく。

8. 成果の普及

SSH事業の意義の説明や活動の概要を示すポスターの発行やSNSでの発信を行ってきた。同様の内容を本校ホームページに掲載して外部に発信する。今年度は個人課題研究中間発表会と個人課題研究の代表者による発表会を、参加者を限定して実施した。次年度は、これらのイベントは一般公開し、本研究開発実施報告書および課題研究発表者の要旨集を配布する予定である。

第5章に記載の通り、中間評価における指摘を受け、学校ホームページのSSHに関するページを改訂した。クロスカリキュラムの取り組みの活動例や生徒の感想等を掲載し、成果の発信を行った。また、本校の課題研究のスケジュールなどのポイントを整理したものを掲載するだけでなく、本校オリジナルテキストである「個人課題研究の手引き」のデータも公開した。また、高校1年次における新たな取り組みである「プレゼミ」のワークシートもホームページに公開し、ホームページの充実を図った。「プレゼミ」での取り組みは、高校2年から本格的に実施する「個人課題研究」に向けたテーマ設定に関する取り組みも含まれている。これらの教材は学校ホームページからダウンロード可能であり、他校でも十分実現可能である。

本校理科教諭である中村泰輔は、日本理科教育学会が刊行する「理科教育学研究 2021 年 62 巻 1 号」において、「理科教育における NOSI (Nature of Scientific Inquiry) の理解を促す指導法の特質—“Argument-Driven Inquiry in Physical Science: Lab Investigations for Grades 6–8”を事例として—」というタイトルで論文を掲載し、成果の普及を行った。

資料1 教育課程表

茗溪学園高等学校 令和3年度教育課程表

	MGコース			I Bコース		
	4年	5年	6年	4年	5年	6年
1	L H R	L H R	L H R	1	L H R	L H R
2	国語総合(5) 国語	現代文B(3) 国語	現代文B(2) 国語	2	国語総合(5) 地理歴史 日本史A(2) 地理A(2) 保健体育 体育(3) 総合 セリフ・オブ・レゾナンス(2) (T O K)	体育(2) 保健体育 保健(1) 社会と情報(1) セリフ・オブ・レゾナンス(2) (T O K)
3				3		
4				4		
5				5		
6				6		
7				7		
8	地理歴史	世界史A(2)	地理歴史	8	地理歴史	世界史A(2)
9	公民	現代社会(2)	物理基礎(2)	9	現代社会(2)	言語と文学(母国語) ジャパニーズA SL(3) ジャパニーズA HL(4)
10				10		
11	数学	数学I(4)	地学基礎(2)	英語表現II(2)	言語習得(外国語) ランゲージB SL(3) ランゲージB HL(5) SL,HL 《コミュニケーション英語II, コミュニケーション英語III, 英語表現II》	言語習得(外国語) ランゲージB SL(3) ランゲージB HL(4) SL,HL 《コミュニケーション英語II, コミュニケーション英語III, 英語表現II》
12						
13						
14						
15						
16						
17	理科	化学基礎(2)	音楽I 美術I 書道I (1)	国語 古典B (2) ※現代文特講I(2) ※現代文特講II(4) ※古文特講I(4) ※古文特講II(2) ※漢文特講(2)	国語 古典B (2) ※現代文特講I(2) ※現代文特講II(4) ※古文特講I(4) ※古文特講II(2) ※漢文特講(2)	国語 古典B (2) ※現代文特講I(2) ※現代文特講II(4) ※古文特講I(4) ※古文特講II(2) ※漢文特講(2)
18						
19						
20						
21	保健体育	体育(2)	総合	※個人課題研究(2)	S※数学課題研究(1) S※物理課題研究(1) S※化学課題研究(1) S※生物課題研究(1)	S※数学課題研究(1) S※物理課題研究(1) S※化学課題研究(1) S※生物課題研究(1)
22						
23						
24	芸術	音楽I or 美術I or書道I(2)	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習(2)	地理歴史 世界史B(4) 日本史B(4)	保健体育※体育特講(2)	保健体育※体育特講(2)
25						
26	外国語	コミュニケーション英語I(4)	数学 数学II(4) 数学B(2) S※数学探究I(6)	芸術 ※美術特講(2,4)	外国語 英語表現I(2) ※標準英語講読(2) ※発展英語講読(2)	外国語 英語表現I(2) ※標準英語講読(2) ※発展英語講読(2)
27						
28						
29						
30						
31						
32	家庭	家庭基礎(2)	総合	※個人課題研究(1)	S※数学課題研究(1) S※物理課題研究(1) S※化学課題研究(1) S※生物課題研究(1)	S※数学課題研究(1) S※物理課題研究(1) S※化学課題研究(1) S※生物課題研究(1)
33						
34	情報	社会と情報(1)	総合	※個人課題研究(1)	S※数学課題研究(1) S※物理課題研究(1) S※化学課題研究(1) S※生物課題研究(1)	S※数学課題研究(1) S※物理課題研究(1) S※化学課題研究(1) S※生物課題研究(1)
35	総合	※個人課題研究(1)				

「※」は学校設定科目
「S※」はSSH指定にともなう
特例措置科目

茗溪学園中学校 令和3年度教育課程表

学年		1		2		3	
授業時数		標準	本校	標準	本校	標準	本校
国語		140	140	140	140	105	175
社会	歴史	105	70	105	70	140	0
	地理		70		70		35
	公民		0		0		105
数学		140	175	105	175	140	175
理科		105	140	140	140	140	140
芸術	音楽	45	70	35	70	35	0※
	美術	45	70	35	70	35	0※
保健体育		105	105	105	105	105	105
技術家庭		70	70	70	70	35	70
英語		140	175	140	175	140	210
道徳		35	35	35	35	35	35
総合		50	70	70	70	70	70
特別活動		35	35	35	35	35	35
選択教科	芸術		0		0		70※
計		1015	1225	1015	1225	1015	1225

【備考】

- 3年次の選択教科・芸術は音楽、美術、書道のいずれかを選択。書道の選択については
中高一貫教育校の教育課程に関する特例を適用。

資料2 SSH 運営指導委員会の記録

茗溪学園スーパーサイエンスハイスクール 運営指導委員会名簿（敬称略）

佐藤 忍（筑波大学生命環境系教授） 大澤 義明（筑波大学システム情報系教授）
藤原 保明（筑波大学人文社会学系名誉教授） 小林 悟（筑波大学生存ダイナミクス研究センター教授）
清水 美憲（筑波大学人間系教授） 山科 直子（筑波大学広報室教授）
根津 朋美（早稲田大学教育・総合科学学術院 教授） シェン・カフオド（つくばインターナショナルスクール校長）

第1回運営指導委員会

令和3年11月5日（金）書面開催

指導・助言を行った運営指導委員：佐藤委員 大澤委員 藤原委員 小林委員 山科委員 根津委員

社会情勢を鑑みて、運営指導委員会の対面での開催を断念し、書面開催とした。今年度がSSH 指定最終年度であることを踏まえ、「第2期SSHの総括」を提示し、今後の取り組みに向けての指導・助言を依頼した。また、今後の本校の人材育成の方向性を確認する上で、様々な用語を明確に定義し、教員が十分に理解・納得した上で事業の実施、生徒指導に当たっていくべきだという考えから、ポイントとなるであろう「主体性」「創造性」という言葉について、運営指導委員の先生からの意見を求めた。

今年度のSSH事業の進捗状況として、運営指導委員には以下の報告を行った。

- （1）屋久島研修や海外研修は中止の判断をした。
- （2）夏休み明けからしばらくオンライン授業を実施したが、課題研究の進行には影響があった。
- （3）高校1年では「プレゼミ」を実施してきた。学年教員がファシリテーターを務め、生徒が検討したテーマ設定について、すべての生徒がゼミ活動の中で対話を行い、思考を深めた。

運営指導委員からの提示内容を以下に示す。提示された各項目についての本校の回答は「→」で示した。整理された内容は、学内ネットワークを用いて令和3年11月5日に教職員全員で共有した。

筑波大学 副学長 佐藤忍先生

- ・創造性の本質は、問いを与えられるのではなく、自ら問いを「建てる」ことだと考える。いわゆる問題発見能力です。これを鍛える教育は既に、茗溪学園の伝統である個人研究、および新しいアカデミアクラスで実践されているのではないのでしょうか。エージェンシーという言葉は初めて聞きましたが、その様な新しい言葉を用いなくても、アカデミアクラスの理念である「自発性と自立性」「知性＝遠回りする能力」を全校的に展開する、というのはいかがかと思いました。
- 余談ですが、茗溪学園の教育のもう一つの特徴は体育・芸術等の課外活動と寮生活です。これらも人間力を育成する良きツールと思います。
- 本校を構成する要素は様々ある。それらの要素がただワードとして掲げられているだけではなく、教員が心から理解し、日常の生徒との関わりの中で、適切に意識付けを行うことが必要と考える。SSH申請を機会として、あらためて学内で展開・周知していく。

筑波大学 名誉教授 藤原保明先生

- ・「探求」（＝探し求めること）は「探究」（＝事物の真相を見極める）と不可分の関係にある。
- ・世の中や制度が変わったとしても、「探究」型の人間が創造性に富む成果を上げることに変わりなく、また、「探求」がその素地を形成するのに役立っていることに変わりはないであろう。小さい頃、一緒に魚や昆虫を捕りに出かけ、同じような体験をした者が「探究」型へと向かうきっかけを与えるのは家庭か学校か、と考えてみましたが、明確な答えは得られなかった。
- ・何が見つかるかわからないが、見つかることを期待して歩み続けるのは「探求」も「探究」も変わりはありません。しかし、研究の醍醐味は「創造」にあり、小魚や昆虫の採集は「個人的な発見の喜び」である点で両者は大きく異なります。後期高齢者の仲間入りをしても、学術研究に打ち込めるのはすべて「探究」のせいだけではなく「探求」も大きく関わっています。
- 「探求」と「探究」の違いについて、整理することができた。学校としては、生徒の興味関心を重視し、ある程度の自由度を持たせた活動が大切にしたい。一方で、「探究」にはやはり知識やスキルが必要だと考えている。生徒にとって効果的な場面をうまく設定し、そのような汎用性のある力を育てていきたい。

筑波大学 システム情報系 教授 大澤義明先生

- ・私の専門領域である都市計画で解釈すると、健康で文化的な最低限度の生活水準が確保されている現代では、それを越えるサービスとして地域住民のニーズを反映した政策が求められている。そのため、明治以来の生産性を重視する中央集権システムでは対応が難しく、新しいシステムを構築するための能動性・主体性、さらには、新しい価値を引き出すための創造性がより強く必要となる。特に、SDGs、脱炭素化という長期戦、そして常に変化する現実を相手にする短期戦、これらに臨むには、若い世代（デジタルネイティブ）において、主体性や創造性を伸ばすことが不可欠だと考える。
- 本校でもプロジェクト型の学習を通して、個人の社会へのつながりを意識しながら、新しい価値を発見できるような活動を推進していくべきと考えている。

筑波大学 生存ダイナミクス研究センター 教授 小林悟先生

- ・エージェンシーを基本的な概念として、今後の研究開発課題を策定していくことには異論はない。しかし、そのための方策があまり明確ではない様に思う。これまでも教員の努力で論理的な思考力などを指導してきたことは理解しているが、それをさらに進める方策が明らかではないと感じた。
- おっしゃる通り、目標達成のための方策が漠然としていることを自覚している。目的達成にどのようにつながるかを明確に意図しながら、具体的なプログラムや活動を考えていきたいと思う。
- ・他者や社会との関係性の中で育まれる「エージェンシー」と書かれているが、全くその通りである。その基盤となっているのが、自身の考え方を（途中であっても）言葉にして、あるいは文章として、インパクトのある形でプレゼンする能力ではないか。日本語でこれができるようになった後、英語などの言語にのせて、プレゼンを行うという段階になると思われる。プレゼン発表は、他者からの批判的な発言により、思考が深まっていく。大学でも、他の高校でも研究発表は最終段階で、まとめられたものを話すことになっており、その研究をまとめる過程で頻繁に行うことが必要なのではないか。
- ・質問者も、あまり批判的なことは話さない様に思う。論理的な思考は、批判にさらされ、磨かれていく。そうでないと、単に、やったことを整然と述べることにとどまってしまう。問題は、きちっと批判する人がいるかどうかである。批判＝悪口と考えてしまうと腰が引けるのかもしれないが、これを払拭することが重要である。時には、その研究何が面白いの？とかストレートに質問することも重要と考える。授業時間の関係で、プレゼンの時間が十分に取れないかもしれないが、できるだけこの様な場を設けてほしいと思う。
- ・まとめると、エージェンシーを獲得させるためには、他者との会話が重要であるということを言いたかった。
- 昨年度に先生にもお伺いした「言語活動の充実」とエージェンシーの獲得は深く結びついているということを理解した。本校では、多くの教科・科目の授業の中でプレゼンテーションを重視しているが、「自分の考えを整理して表現する」ことに留まっており、聞き手が批判的に受け止め、それを発表者にぶつけることは重要だと思いつつも、実現できていない部分だと思う。鋭い質問が出にくいことも課題だと思っていたが、やはり聞き手側の姿勢には改善の余地があると考えている。
- ・研究の分野でも主体性や創造性をどのようにとらえるかは人により異なる。私たちの分野では、主体性は独創性に、創造性は新たな分野を生み出す、もしくは社会に還元できると言い換えられると思う。しかし、役に立つことから考え始め、自分自身のテーマとして一人で考えることは、これにあたらなく考える。サイエンスは、必ずこれまでの研究の積み重ねがあり、それを基礎として、その中から人が気がつかなかった知見（結果）を取り上げ、自分で深める（研究する）作業と思っている。そして、その先にこそ応用が見えてくると思う。したがって、創造性とは、応用に結びつけることではなく、自分にしか見えてないことを深めて、他の人にも理解できる新しい分野を作ることだと思う。この過程で人が気がつかなかった知見を見出すことが、主体性であると思っている。
- ・何を過去の知見から見出すか？これは難しい。過去の知見を知らねばならない。その中から他人が拾わない宝石の原石を探さねばならない。これを教えるのは大変である。しかし、主体性や創造性を磨くことはできるのではないか（あくまでも磨くだけで、ゴールに到達した感を与えてはそれ以上の成長は期待できなくなります）？ また、話が初めに戻ってしまいましたが、主体性や創造性を磨く為には、多くの批判にさらされた上で、自身で考えることではないか？先生がおっしゃる通り、私がいくつかのSSHの発表を見る限り、質問者は真に批判的な発言はなく、お互いにある部分で認め合っている感じがして、単なる発表練習を見ている様である。海外の大学で行われている様な paper bashing（一つの論文（新聞でもなんでも良い）を取り上げ、足りない部分、間違った解釈を挙げていく、さらに結果が結論を導いているかに関して批判する授業）があれば、批判とは、悪口でないのだとわかり、批判する能力がつくと思う。

早稲田大学 教育・総合科学学術院 教授 根津朋実先生

- ・「主体性」「創造性」は、行政文書や外国のものに乗っかるのも一つの手である。まず定義を決め、それに沿って実践を進め、生徒の姿や各種の実績を成果とする段取りを踏むもの。もう一つ、あまり細かく決めずに大枠でバラバラに進め、結果的に茗溪学園なりの「主体性」「創造性」をまとめ、実践とセットで提示する方法である。SSHに限らず、開発・提案型の実践は後者の方が向くかもしれない。「論より証拠」で、「証拠で論」にする、という発想。具体的には、言葉の説明や定義の際に、これまでの実践をあわせて紹介することになる。

→本校としては、目標を定め、それに各活動がどのように紐づくのかをイメージしながら計画を立てていきたいと考えている。もちろん現実的には、活動と成果を振り返りながら、まとめ直し、計画を修正する作業も必要になってくると思われる。

- ・次のSSHはジェンダーとSTE(A)Mあたりがポイントではないか。私立・共学・非宗教系・中高一貫・国際重視という貴学園のユニークさからすれば、どちらも対応可能であろう。現時点での構想にはジェンダーと科学技術の関連が薄いように感じる。STE(A)Mは他校も取り組むであろうから、あえて「共学校でジェンダー平等と科学技術」を謳うのはどうか。

- ・中等教育では科目選択が本格化し、科目選択が進学先や進路を左右することになる。学校によっては「文理選択」により、特定の教科科目とジェンダーとを結びつける傾向がある。この傾向は、社会の固定的な性別役割分業を再生産する機能があり、「かくれたカリキュラム」(hidden curriculum)などとも呼ばれ、克服すべき課題である。理工系等への女子の進学をうながすのも一策であるが、あわせて男子や家庭への働きかけも必要である。

→本校においては、特定の科目選択や進路選択をジェンダーと結びつける指導は行っていないと認識している。(家庭科の授業では、ライフスタイルはジェンダーでは無く、個人に依存することを強調しており、所謂理系選択者の数はほぼ半々)その意味で、本校の取り組みとして、ジェンダーを取り入れることのイメージが持てなかったが、社会的課題を踏まえると、取り組むべきことはあるように思われる。

筑波大学 教授 山科直子先生

<第3期SSH研究開発構想について>

- ・これまでの総括も含め、非常によく考えられていると思う。いろいろ新しい用語を使われていることもあり、やや壮大すぎる印象も受けるが、実施されようとしている教育の方向性は素晴らしいと思う。ただ、遠回りをしたり、他者や社会との関係性を学ぶのは、学校教育のカリキュラムの中では限界もあるのではないかと想像する。時間的な制約もある中で意図的に遠回りをするのはなかなか難しく、均質で閉じたコミュニティ(学校)では、多様性や社会についての理解は、表面的にならざるを得ないように思う。(もちろん、それが将来のための予備知識として不可欠であるが。)

→現行のカリキュラムが、本当に批判的思考力・創造的思考力を育めるものになっているのか、という批判的な視点を踏まえ、カリキュラムの体系化と教員から生徒への働きかけの質の向上、評価法の開発を目指して実施している。現時点で、6年間を見通したカリキュラムが確立できているかと言えばそうではなく、試行錯誤の中で、自己反省の姿勢を重視しながら修正を重ねていく、というスタンスを持っている。時間的な制限がある中での遠回りは困難であるが、単なる教育実験として実施しているわけではなく、やろうとしている遠回りが、大学受験の突破はもちろん、大学以降に自主的・自立的に学ぶ人材の育成に必要なのだという確信を持って取り組んでいる。

- ・他校との交流・共同活動はとても重要だと思う。国内外の同世代はもとより、特別支援学校や、離れた世代の人々と交流したり、さまざまな社会活動をしている人々の話を聞くような場も設けられるとさらによいと思う。また、科学技術人材というのは研究者だけではないので、科学技術系のキャリアパスとして、どのようなものがあるのかを幅広く知ること大切だと思う。

→多様性や社会についての理解が部分的になってしまうにしても、様々な人々との交流の機会を意図的に取り入れていきたい。

- ・SDGsや地球規模課題など、いわゆる社会貢献的・グローバルな視点というのは、重要である反面、すでにステレオタイプ化しているというか、大学生・大学院生と話していても、politically correctな議論にとどまってしまう、そこから学べることは頭打ちのように感じることもある。結果的に同じ課題になるにしても、生徒自らが自分ごととしての課題を発見することを目的とした探究活動もあってよいのではないかとと思う。

→社会的問題、世界的問題に目を向けてほしいと思う一方で、教師が「○○って問題だね。さあ、○○を自分事として捉えよう」という流れは不自然であると思っている。仕掛けは準備しつつ、先生がおっしゃるように、「生徒自らが自分ごと

としての課題を発見することを目的とした探究活動もあってよい」と思っている。本校では「個人課題研究」の取り組みがあるが、テーマの設定は完全に個人に委ねられており、部分的には、社会的・グローバルな問題を自分事として捉え、解決のアプローチを試みる活動があることは評価できる点だと捉えている。しかし、それが表面的にならないよう、「なぜ君はそれが問題だと思うのか」という問いを意図的・継続的に投げかけ、生徒の中にある問いを自主的に深めていけるようにしなくてはならないと考える。

- ・さらに言えば、自己表現や自己実現において、内省的なアプローチをとる人もおり、その目標は必ずしも社会や世界に向かっていくものとは限らない。全く個人的な意見ではありますが、世界を俯瞰したり、社会貢献的なマインドを持つべきであることはその通りとはいえ、そのような人材が望ましいと掲げてしまうと、かえって多様性や能力発揮の機会を削ぎ、辛くなってしまう人もいるのではないかと感じてしまったりもします。

→SSH 事業の目的・趣旨として、“科学技術イノベーションとともに、これを支え、イノベーションや価値創造の源となる知識を発見・創出し、それらを社会課題の解決につなげる人材の育成がより重要”と述べられている。

（令和3年7月5日の「SSH 支援事業の今後の方向性等に関する有識者会議第二次報告書」

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/gijyutu/031/houkoku/1409229_00003.htm

SSH 事業は、社会貢献できる人材の育成を目標に掲げていることを踏まえ、前述の「すべての個人の意識が社会・世界に向かうわけではない」ことを否定しないというスタンスを持ちつつも、社会に目を向けた人材育成が重要であると捉えている。

<主体性・創造性について>

- ・主体性や創造性を定義することは難しいが、必要な時に適切な形で発揮されるべきものと思う。あることには優れた主体性や創造性を発揮する人が、別の場面ではあまり活躍できないこともあり、個人の能力とは別に、複数の人々の相互作用がもたらす集団の力というものもある。自分の適性・得意なことを自覚し、それを状況に応じて自在に生かすことができることが、真の意味での主体性・創造性なのだと思う。とはいえ、自分の適性や得意なことというのは、社会に出て、仕事をしたり、さまざまな人と関わる中で初めて気付いたりもする（学生の頃に認識していたことと違ったりする。
- 生徒自身が、自分にできることとできないことを自覚する、いわゆる、メタ認知的な視点を持つことが重要と解釈してよろしいか。生徒がそれらを自覚した上で、適切に発揮できる場面が設定できるよう努めていきたい。もちろん、学校の中だけで生徒の能力獲得が完結することは困難であることは謙虚に受け止めていく。

- ・研究開発にしろ、文化芸術にしろ、一見、これまでにない斬新なアイデアだと思われるものも、必ず過去の何かを参考にしたり、インスパイアされたりして生み出されている。ですから、どれだけその「過去の何か」や知識・経験をストックしておけるか（いわゆる「引き出しの多さ」）が鍵である。学校での学びは、その点で大きな位置を占めますが、学校外で獲得するものも侮ることはできない。必ずしも特別な体験でなくても、例えば自分の部屋を快適にするとか、身の回りの家事など、日常的な営みの中にも考えたり工夫できることはたくさんあり、そういうことの方が、応用範囲が広がったりもする。また、各人の関心の持ち方によっても、引き出しにストックするものや、そこからピックアップするものは異なり、その違いが、その人ならではの主体性・創造性に現れるのだと思う。

第2回運営指導委員会

令和4年1月26日（水）書面開催

指導・助言を行った運営指導委員：佐藤委員 大澤委員 藤原委員 小林委員 山科委員 根津委員

第1回に引き続き、運営指導委員会の対面での開催を断念し、書面開催とした。

本校の教育活動の軸として「個人課題研究」がある。第Ⅱ期SSHの研究開発においては、個人課題研究の質の向上を目指し、探究力を育成する活動をメインに行ってきたものの、「探究力」の意味する能力は幅広く、未だに整理しきれていないところがある。課題研究の取り組みを充実させるためには、「課題発見力」「論理的思考力」「批判的思考力」「創造的思考力」「ICT活用能力」「統計的な素養」「言語運用能力、言語活用能力」などのスキルを高めていく必要があることは言うまでもないことであり、各教科・科目の授業や総合的な学習の時間の中で、上記スキルの向上を意図した活動を計画していくことが大切であると考えている。今回の運営指導委員会では、委員の先生方には、以下の問いに回答していただいた。

問1. 「課題研究」に関連するスキルについて

- (1) 「課題研究」の取り組みにおいて、特に重要であると考えているスキルを3つ（可能であれば順位をつけて）回答してください。
- (2) (1)の質問で、そのスキルを選んだ理由を教えてください。
- (3) (1)で回答したスキルを高めるために有効と思われる活動の例を挙げてください。

問2. 大学入学以降、各分野（先生ご自身の分野と捉えていただいて結構です）の一線の研究者として活躍する人材を育成するために、中等教育学校に求めることは何か。

運営指導委員からの回答を以下に示す。提示された各項目についての本校の回答は「→」で示した。整理された内容は、学内ネットワークを用いて令和4年1月26日に教職員全員で共有した。

筑波大学副学長 佐藤忍先生

問1 (1) 1. 自分自身の頭で考え、自ら行動し、その過程を「楽しむ」、自由で自立的な「心」や「姿勢」

2. 論理的思考力

3. 創造的思考力

(2) 他の人や外部の情報に頼らない「自分」を育てることが大切だから（何でもすぐにネット等で調べるのは最悪です）

(3) 趣味でも遊びでも何でも良いので、自分自身が好きな事や行っていることの魅力を他の人にアピールし、それに対して質疑応答するような機会の開催。

問2 様々な学問分野の面白さや研究の楽しさを生徒に伝えて欲しい。そのためには、有名な先生でなくても、役に立つようなテーマでなくても、何かに打ち込んでいる様々な研究者たちとの出会いを通して、「こだわり」の大切さを生徒に知って欲しい。

→つくば市との連携で、中学1年生を対象に起業セミナーを実施している。中学生にとって、専門性を理解することが難しかったとしても、何かに打ち込んでいる大人の姿を見せる取り組みとして、有意義なものであると考えている。このような取り組みを増やしていきたい。

筑波大学 システム情報系 教授 大澤義明先生

問1 (1) ① 論理的思考力 人を説得し社会を動かすために必要なツールである

② 課題発見力 ロジックだけで到達できない、動物的勘

③ 統計的な素養 誰が計算しても同じ結論が得られるという意味での客観性

(2) 自分が納得しなければ他人も納得せず、社会は変わらない。そのために、①から③は一括で必要である。

(3) 自分の好奇心を大切に素直に生きることだと思う。

問2 私の専門は都市計画である。

① 個の力 膨大なデータが入手でき、データに基づく定量的な判断が求められる時代である。授業では数学が軸となる。一方で、数値を解釈するために、すべての科目、授業以外では豊富な体験や経験が必要である。

② 組織の力 信頼ある人材交流から発生する、創造が求められる時代である。そのため、人を思いやる心が大事だと思う。

→教育実践の充実によって、「個の力の育成」にウェイトを置きがちであるが、行事や部活動などによって、他者を思いやり、他者とうまく関わっていくための非認知能力の育成が重要であることをあらためて認識した。個と組織の力の育成は学校教育の両輪である。バランスよく教育課程を編成していきたい。

問1 (1) (2)

◎論理的思考能力 — 直感的な感性の対極に位置する論理的思考は課題の探究には必要不可欠である。

◎統計的な素養 — 統計処理は分析データの一般化や定式化に不可欠であり、分析結果の信頼性や説得力を高めることになるので、ある程度高度な統計処理能力は必要である。

◎言語運用能力、言語活用能力 — ここでの「言語」は日本人にとっては母語である日本語かそれとも外国語かはっきりしない。思想上必要なのは「母語」であり、日本人であれば、高度な創造的思考ができる日本語で課題探究をすればよいし、また、それを可能にする力を養うべきである。ただし、研究成果を広く海外に発信するのであれば、国際語である英語が適している。もっとも、課題研究の成果を英語で広く海外に発信することまで想定されているとは思えないので、とりあえずは、英語による意見や情報の交換ができる能力を徐々に養うのは望ましい。

※批判的思考能力 — このスキルは、論理的思考力の深化・向上に必然的に伴ってくるので、別個に掲げる必要はない。

※創造的思考能力 — この能力は独創的と同様、課題研究が完成した時点で結果的に判断されるものであり、研究の当初から目標や目的にする必要はない。論理的思考を重ねるうちに養成される能力と考えられる。

(3) なるべく本を読む習慣を身につける。新聞のコラムや社説など、小説よりも科学者やさまざまな分野の専門家が書いたエッセイや啓蒙書などがよい。数名のグループで読んで、内容について議論すると、読みの深さや要点の把握力など、友達や先生から学べるものが多くなる。

動植物は課題の宝庫である。自然に親しみながら、動植物の生態を観察し、生育過程や仕組みを考えてみるのは極めて重要である。これも、数名のグループで活動できる方策を整えたと有益であろう。ノーベル賞級の学者でも小さな植物の「種（タネ）」ひとつさえ作ることはいできない。ちっぽけなタネが芽を出し、生育して花を咲かせ、実をつける、そのような自然の営みやメカニズムに興味を抱くのは大切なことである。人間は人間以外の生命体を創造できないのはなぜなのか、考えてみると得るところがあるであろう。

問2 読書が好きだ、ずっと勉強を続けたい、花の開花の仕組みを解明したい、昆虫の生態を詳しく知りたい、など、具体的に探求したい気持ちだが、課題遂行に必要な基礎を学ぶことにつながる。大切なことは自分の研究課題を途中で投げ出さず、納得できるまで追求することであろうと考える。

→批判的思考力、創造的思考力、論理的思考力や課題研究の実施との関連性について、大変参考になった。

問1 (1) 1. 言語運用能力、言語活用能力

2. 論理的思考力

3. 批判的思考力

4. 統計的な素養

(2) まず必要なことは、明確な言葉で、論理的に考えていることを語り、それを実行して、結果を言語化することが重要である。その過程で、論理的、批判的な思考が養われると思う。統計を考えに入れるのは、客観的に語るために必要と考えるからである。そのほかの課題発見や、創造的思考力などは、以上の能力を養う、つまり、より良い言語化を行える様になってはじめて獲得できる能力だと思う。考えていても、言葉にできなければ、それは考えていないこと！とよく言われた。

(3) やはり、他人と話すこと、ちゃんとした言葉で喋らないといけない厳しい環境にいれば、生徒たちは必ず努力するはずである。言葉で話すことを重要視することが大切だと思う。例えば、大学4年生がセミナーで発表させられて、黒板（ホワイトボード）だけで、色々な論文の成果について説明を求められたことが、一番これら能力を上げるのに役立ったと思っている。パワポなどを使うと、言葉が足らずとも、理解させられることができるのだと思う。

問2 実験や、研究、それ以外に過去の実験などを、キチンとした言葉で語り、人にわからせることができる能力を持つひとは、どの分野にいても伸びると思う。

→学校生活のあらゆる場面での言語活動を充実させることの必要性をあらためて認識した。「統計的な素養」については、数学や理科の授業、あるいは個々の課題研究の取り組みの中で、部分的には実践されているものの、本校として体系性を持ったカリキュラムが存在するわけではないことが課題だと考えている。例えば、数学の授業の中で必要なものをレクチャーするのも方法の一つではあるが、文章を書く活動において「客観性を保証する」ことに着目すると、言語活用能力・言語運用能力に加え、論理性や統計的な素養が養われることにつながるのかなと思った。

筑波大学 教授 山科直子先生

問1 (1) ①課題発見力

②想像的思考力

③批判的思考力

(2) ①課題研究のスキルとしては大げさな言い方かもしれないが、今の中高生は確実に、人生100年時代やAIと共存する社会に生きる世代である。時代の要請に応じて、柔軟に知識やスキルを身につけ、人間にしかできないことをしなければならない。人間にしかできないことのひとつが、課題を発見することだと言われる。課題研究のための課題発見ではなく、日常の中で小ささまざまな課題を見つけられるような力をつけておくと、課題研究はもちろん、将来のスキルとしても役立つのではないかと思う。

②あえて、「創造」ではなく「想像」とした。自分とは違ういろいろな考え方や状況、ある行動や変化を起こした際にどこにどのような影響が及ぶか、などに思いが至る、すなわち「想像」ができるということが、結果的に「創造」を生み出すことにつながると考える。学校という場所（大学も含めて）世界が閉じられがちであるので、ことさらに、その外側にある物事や、ひとつのことが連鎖的にもたらす結果にまで気持ちが向くように促すことは大切だと思う。

③大学生を見ていると、教員が言ったこと、ネットで見た情報など、取り入れた知識をあまりに素直に許容しがちだと感じる。自分で調べるということはするが、得た情報をほとんど疑うことなく、とりわけ、ポリティカリーコレクトなことや、SDGsに関連することなどは、最初から正しい、そうあるべきということを前提に受け止めているように感じる。それが、ある意味での思考停止、想像力を妨げてしまっていることが多々見受けられる。結果的に正しい情報だとしても、一度、確かめてみる、あるいは他の情報があるかどうか調べてみる、というステップを意識的に行うことが必要だと思う。

(3) システマティックにできる活動だと、例えば、課題発見力については、ヒヤリハット運動のような活動が、想像的思考力や批判的思考力については、クリティカルシンキングのトレーニングが使えるのではないかな。

問2 遊びも含めて、いろいろなことを試して、自分の適性を見極めるつもりで、大学に進学して欲しいと思う。中高時代には、キャリア教育というか、自分の得意な能力やスキルなど（社会に出てみないと気づけないこともあります）を自覚できるようにすることが重要だと考える。個人課題研究もそのための活動の一つになると思う。やりたいことがはっきりしていることは大事ではあるが、一方で、必ずしもその適性があるとは限らず、本来持っている能力を生かす可能性を狭めることにもなる。今の社会は、その時々求められるものを柔軟に学び直して変化していくことが求められる。分野や職業で考えると、なかなか変えにくいものだが、能力が発揮できる場所、という発想ができれば、よりしなやかに活躍することができると思う。

→批判的思考力については、教員自身がその重要性を認識し、常に「なぜ?」「本当にそうなのか?」を問いかけ続けることが必要だと思う。様々な問題意識を持ちつつも、活動の具体的な形をなかなか示すことができていないところが、現時点での課題である。

早稲田大学 教育・総合科学学術院 教授 根津朋実先生

問1 (1) 第1位：言語運用能力、言語活用能力

第2位：論理的思考力

第3位：批判的思考力

(2) 第1位：文章や論文を読み書きできるのが大前提。

第2位：書くにしても読むにしても、非論理的では、研究として成立しない（芸術は別）。

第3位：読んだ上で批判的に考えないと、「読んでわかった、はいおしまい」で、消費するだけ。

(3) 第1位：多読、乱読（濫読）

第2位：多読に基づく的確な要約（私見を交えない）

第3位：多読と要約とをともに、「ツッコミ」を入れる

問2 6年一貫として回答する。生徒には、学校の授業と部活以外に、何か継続的に打ち込むもの・ことを、複数持ってほしい。趣味でも社会活動でもアルバイトでも構わない、芸は身を助く、である。学校には、生徒が授業と部活で摩滅しないよう、一個人・一社会人としての生徒の生活時間を、着実に確保するよう期待する。

→言語運用能力・言語活用能力は本校の重点課題として教員に示しているものの、提示が漠然としており、教員一人一人の理解と取り組みに依存しているというのが正直なところである。言語活動の充実については、考え方や方法論を共有し、組織的な取り組みにしていくことが必要であるとあらためて感じた。

資料3 高校2年個人課題研究 テーマ一覧

分野	テーマ
01 物理学	植物栽培と光の関係について考える
01 物理学	ダブルレインボーを作る
01 物理学	背負い投げとてこの原理の関係
01 物理学	雨滴を利用した振動発電
01 物理学	フジツボ類の付着による船体抵抗の増大
01 物理学	小型スペースデブリの回収方法
01 物理学	縦揺れに強い免震構造
01 物理学	フクロウの羽音がしないメカニズムとは
01 物理学	ノイズキャンセリングから生まれる危険性、真のイヤホンとは？
01 物理学	現代社会における木造建築の可能性
01 物理学	発電する車
01 物理学	歩いてスマホを充電できるか ～圧電素子による発電と蓄電～
01 物理学	揚力の仕組みについて
01 物理学	人の眠気と声の関係
01 物理学	音のならない掃除機を作るためにはどうしたらよいの
01 物理学	蝋燭が消える風の強さ
02 化学	養蜂産業における重要性和それを科学的に役立てる方法
02 化学	災害用トイレを手軽なものに
02 化学	植物における紫外線吸収物質の抽出
02 化学	新しい除草剤をつくる ～バラに注目して～
02 化学	天然素材の抗菌作用について～天然素材を使って消毒スプレーを作る～
02 化学	キノコのアレロパシー研究
02 化学	蜂蜜の抗菌作用
02 化学	バイオマス由来プラスチックのレタス生育に与える影響
02 化学	炭酸が歯に与える影響とは
02 化学	マタタビから蚊よけ香水を製作する
02 化学	マイクロプラスチックがミミズの生育に与える影響
02 化学	嫌いな食べ物と匂いの関係
02 化学	掃除をしやすい消火剤とは
02 化学	アルギン酸ゲル膜を用いた環境にやさしい製品開発
02 化学	セルロースを効率よくバイオエタノールに変換する
02 化学	メタンによる地球温暖化の考察
02 化学	お茶の温度と抽出時間を変えた時の色の変化を比較する
03 生物学	中高生向けの知育菓子の製作
03 生物学	納豆菌は寿命を延ばすことが可能か
03 生物学	線虫の味覚について
03 生物学	プラナリアの修正の遺伝
03 生物学	汚染された水は納豆菌を使って水質浄化できるのか
03 生物学	メダカの給餌に対するびっくりする反応の原因
03 生物学	カワニナとヒメタニシの走性
03 生物学	ニホンカナヘビの行動と日光・気温の関係
03 生物学	ど根性大根はどのようにしてアスファルトのすき間から生えてくることができたのか
03 生物学	聴覚刺激による不快音の認知が短期記憶にもたらす影響
03 生物学	スギナ、アマチャヅル、ヨモギ、葛の根に血流改善効能はあるのか
03 生物学	漫画『寄生獣』の描写から考える他種に対する生命観
03 生物学	金魚の摂食条件と色の関係 背景色について調べる

分野	テーマ
03 生物学	ミルワームが小型化する条件
03 生物学	アマゾンチカガミの気中葉形成メカニズムを探る
03 生物学	コケのアレロパシー
03 生物学	音刺激によるマイハギの側小葉の運動
03 生物学	ミニトマトに環境ストレスを与えると糖度はどのように変化するか
03 生物学	匂いや方向性の記憶は <i>P. velutina</i> の判断と行動に影響をもたらすか - <i>P. velutina</i> が記憶を持つ条件について -
03 生物学	植物根とエンドファイトの相互作用を高める条件とは
03 生物学	卵殻膜の生理活性の解明 ～抗菌作用・抗カビ作用・増殖作用はあるか～
04 地球科学	クモヒトデ骨片化石を使用した小野川周辺の古環境の推定
04 地球科学	つくば市のハザードマップ認知度
04 地球科学	河川の樹林化を探る
04 地球科学	宇宙空間における旅行実現に向けた費用の課題
04 地球科学	航空機の翼が受ける揚力の可視化
04 地球科学	つくばにおける「光害」の実態
04 地球科学	風船を利用した成層圏からの地球の撮影実験を想定した上空 150M からの地表の撮影実験
05 数学	マクローリン展開を用いない関数の近似を考える
05 数学	生徒の興味・関心を高める数学教育とは
05 数学	q 乗の分割数の漸近公式
05 数学	数とは何だろう
05 数学	複素関数を 3 次元直交座標上で表現する
06 情報学	AI レンズが物体と環境から受ける影響
06 情報学	Arduino で手作り電卓
06 情報学	音ゲーの研究
06 情報学	動画共有プラットフォームの進化と各プラットフォームの情報に基づく新プラットフォームの予測
06 情報学	世間で広まる“シンギュラリティ”という言葉についての批判的考案
06 情報学	近代戦争における暗号通信の事例と実際に暗号に触れてみる。
07 医療科学	人生の最終段階における意思決定支援について
07 医療科学	コロナウイルスワクチンの副反応と効果
07 医療科学	デジタルインプラントの耐久性を上げる研究
07 医療科学	バナナの皮を使い、紫外線を防ぐ調味料を探す
07 医療科学	子宮頸がんと放射線治療
07 医療科学	メディカルアロマセラピーを用いた 集中力・リラクゼーション効果を高めるブレンドアロマの調香
07 医療科学	コリン性蕁麻疹がアセチルコリンとヒスタミンに関する反応と変化によってわかる関係性
07 医療科学	睡眠導入時の脳が引き起こす現象および ヒプニックジャークとナルコレプシーにおける対処法
07 医療科学	Raspberry Pi, LoRaWAN を使用した訪問診療の緊急時における対応のためのシステムの提案
07 医療科学	災害時の心臓や肺の圧迫の症状や課題と将来への展望
07 医療科学	ペットロスが与える影響とその緩和方法
07 医療科学	発達障害のオーソモレキュラー療法による根本的治療
07 医療科学	つくば市の救命率について
07 医療科学	発達障害児を支える家族の心理的ストレスを軽減させる方法～作業療法士の役割～
07 医療科学	看護師が幼児後期の長期入院患者に行える心のケアについて
07 医療科学	睡眠の質を高める行動”の目的別分類
07 医療科学	無痛分娩を茨城県に広げるためには
07 医療科学	若年出産のサポートと社会復帰

分野	テーマ
08 生活科学	本番でリラックスすることのできる栄養素とは何か
08 生活科学	牛肉の変色防止方法
08 生活科学	心はどこにあるのか
08 生活科学	肉を柔らかくするには
08 生活科学	ホタテ貝の消臭効果
08 生活科学	透明な紅茶についての研究
08 生活科学	有酸素運動と血流量が集中力に与える影響
08 生活科学	家畜の在り方を追求する 消費者が握る家畜の将来
08 生活科学	授業中の姿勢と身体および集中力の因果関係
08 生活科学	ゲームにおける人の倫理観や性格の変化
08 生活科学	これからの子育てサポートと子育ての在り方
08 生活科学	学校の椅子の改善
08 生活科学	家具を使って家を広く使う方法
08 生活科学	パーソナルカラーの現実
08 生活科学	子供の食の好き嫌いについて ～ゴーヤを食べられるようになるための様々な工夫～
09 スポーツ科学	ラグビーのタックルプレーにおけるヒットとバインドの重要性について
09 スポーツ科学	ラグビーにおける緊張状態とパフォーマンスの関係性
09 スポーツ科学	究極の筋肉飯
09 スポーツ科学	ラグビーのターンオーバーは15年間でどのように変わったのか？
09 スポーツ科学	サッカーの1対1におけるディフェンス力向上の為にフィジカルトレーニング効果を検証する
09 スポーツ科学	理想のクライミング
09 スポーツ科学	結束力の高い組織を作るために
09 スポーツ科学	なで肩を治すには
09 スポーツ科学	シンスプリントの原因と対策、最も効果的なテープの種類
09 スポーツ科学	怪我を通して見るラグビー
09 スポーツ科学	ベンチプレスとスマッシュのスピードの関係について
09 スポーツ科学	シュート力と筋肉発達の関係性
09 スポーツ科学	音楽は運動のパフォーマンスに影響するのか ～パフォーマンス向上に期待される曲調について考える～
09 スポーツ科学	足が速くなるトレーニングの比較
09 スポーツ科学	卓球の自己パフォーマンス向上
09 スポーツ科学	スポーツにおける怪我のリスク
09 スポーツ科学	スポーツ選手のメンタルトレーニングへの有効性 ～バドミントン競技を事例にして～
09 スポーツ科学	高校生野球選手が腰椎分離症を発症した時になにをするべきか
09 スポーツ科学	足を速くするためのフォーム改善
09 スポーツ科学	格闘選手が万全な状態で試合に挑むためには
09 スポーツ科学	体操競技と水泳競技において双方で結果を出す方法
09 スポーツ科学	プライオメトリクストレーニングによるジャンプ力の効果を分析する
09 スポーツ科学	体操競技の鞍馬の旋回において腰を伸ばす研究
09 スポーツ科学	体操競技の跳馬における前転とび前方屈伸宙返りの習得方法の研究
09 スポーツ科学	NPB と MLB の選手評価の違い
09 スポーツ科学	バスケットボールのシュートの成否に関わる要因～シュートチェックは効果的か～
09 スポーツ科学	跳躍力が上がることによる水泳のスタートの 飛込みから 15m までのタイムへの影響

分野	テーマ
10 人文科学	日本が抱える睡眠問題
10 人文科学	中学校教育における担任制度の在り方を考える
10 人文科学	なぜ日本のアニメは海外で人気なのか
10 人文科学	デジャヴを引き起こす傾向がある人体の条件
10 人文科学	科学対宗教問題への一考察 宗教は科学の発展を妨げたのか？
10 人文科学	高校生と IoT
10 人文科学	子供がつく嘘の構造分解の試み
10 人文科学	現代におけるそろばんの「有用性」の再考察
10 人文科学	TV ゲーム機の歴史
10 人文科学	やる気について
10 人文科学	関東地方の古墳～被葬者とヤマト政権のつながり～
10 人文科学	沖縄の基地問題とこれから
10 人文科学	現代と古民家の共存 ー地域における古民家再生について考えるー
10 人文科学	平成史から紐解くファッションの変遷図鑑
10 人文科学	教科書の国際比較から新しい戦争教育の在り方を考える 太平洋戦争・原爆投下における教科書記述の日米比較
10 人文科学	小人作品における小人の効果
10 人文科学	ディズニー映画から見る言語的表現の違いについて
10 人文科学	作品で使われている時間設定
10 人文科学	こんとあきの研究
10 人文科学	もののけ姫について
10 人文科学	きょうだい児の心理的負担とその支援の在り方
10 人文科学	『源氏物語』における「物の怪」の位相 夕顔と葵の上について
10 人文科学	『平家物語』と『義経記』における源義経像
10 人文科学	和歌を英訳する～二重文脈歌を中心とした翻訳和歌の作成～
10 人文科学	小学校と中学校のギャップについて
10 人文科学	日本とフィンランドの特別支援教育の違いについて
10 人文科学	ありのままの自分を受け入れることとは 「過保護のカホコ」「I feel pretty～人生最高のハプニング～」から考える 自己受容
10 人文科学	博多弁が「可愛い」と言われる理由
10 人文科学	日本の伝統文化を通じて言語の壁を乗り越える ～英語落語の挑戦～
10 人文科学	道中日記を読む
10 人文科学	日常生活の中でできる高齢者の心理的な詐欺対策
10 人文科学	帰国後の帰国生の英語力の低下を抑えるには
10 人文科学	近代英語と現代英語の違い
10 人文科学	‘I see the light’から「輝く未来」へ翻訳された過程の考察
10 人文科学	「ローマの休日」を通して考える映画字幕
10 人文科学	おもてなしが最高な国の特徴
10 人文科学	笑顔がもたらす効果
10 人文科学	二言語使用者によるアイデンティティの違い
10 人文科学	日本人の性格を考慮した英語教育
11 社会科学	柏レイソルの経営戦略
11 社会科学	夜間中学校の存在
11 社会科学	女子中高生になぜ iPhone が人気なのか ～インサイト思考を探る～
11 社会科学	コロナウィルスによる自粛期間で抱えたストレスの中で日本人特有のものはあるのか
11 社会科学	なぜ人は犯していない罪を認めてしまうことがあるのか 取調室での被疑者の心理状態の変化から導く
11 社会科学	いじめの効果的な解消法
11 社会科学	高校生の対面授業再開後におけるストレスについての考察

分野	テーマ
11 社会科学	新型コロナウイルス感染症による航空業界への影響
11 社会科学	会社経営と SDGs
11 社会科学	日本と海外におけるマーケティングの相違点とは
11 社会科学	コンビニエンスストアの供給する「便利」とは何か - 社会の変容に適応した新商品開発と市場開拓 -
11 社会科学	スウェーデンと日本の歯科意識の違い
11 社会科学	HSP と出生順の相関性
11 社会科学	高校生の家族に関する意識 ～自分の家族に対する意識と家族の将来像を探る～
11 社会科学	LGBT 教育
11 社会科学	柏の葉都市計画とシンガポールの都市計画
11 社会科学	ストーリーミングサービス業界のこれから
11 社会科学	パーム油と SDGs の深いかわり
11 社会科学	より良い進路選択のシステム
11 社会科学	太平洋戦争における特攻作戦をどう未来に伝えていくか
11 社会科学	企業の地方移転による地方創生
11 社会科学	再生可能エネルギーの普及が家庭内経済や環境に与える効果 太陽光発電と電気自動車に注目して
11 社会科学	「SNS トラブル」の本質に迫る
11 社会科学	遠隔教育 理想と現実そして未来
11 社会科学	野球人口の減少
11 社会科学	日本における露店経済の現状と発展可能性
11 社会科学	ゲーム理論で考えるコロナ禍のマスク不足
11 社会科学	算数の文章題の立式を補助するカルタ教具の制作
11 社会科学	事故の起きやすい条件とは
11 社会科学	CA の労働状況
11 社会科学	筑西市に住む在日外国人への医療体制と職場環境の実態～雇用する側とされる側双方の立場から考える～
11 社会科学	ヨーロッパ諸国と比べる日本の刑事司法～日本の起訴前身柄拘束手続きの再考～
11 社会科学	首都機能移転の課題を他国との比較によって解決する
11 社会科学	日本の累犯障碍者と開放刑務所
11 社会科学	現永世中立国が今後も永世中立を保つのは可能か
11 社会科学	日本において男性の育児休業取得率をあげるには
11 社会科学	犬猫殺処分を減らすには
11 社会科学	女系天皇は認められるべきか
11 社会科学	災害時の避難所における母子健康について
11 社会科学	過労死から見る日本の労働法
11 社会科学	コロナと教育格差
11 社会科学	刑法 39 条 ～刑法 39 条の存在意義を考察する～
11 社会科学	正しいことをするとは何なのか
11 社会科学	アメリカにおける黒人差別問題とその対策
11 社会科学	在日米軍基地と自衛隊の役割
11 社会科学	日本の雇用問題についての方策 ジョブギャランティプログラムの可能性について
11 社会科学	東日本大震災・原子力災害伝承館のあり方を考える
11 社会科学	新型コロナウイルスが病院経営に与えた影響と支援 診療報酬に着目して考える
11 社会科学	霞ヶ浦におけるサイクリングの特徴
11 社会科学	真岡鐵道における蒸気機関車列車の性質と継続の課題
11 社会科学	千葉県柏市における直売所の特徴とその役割
11 社会科学	佐野ラーメンの特徴と発展
11 社会科学	戦国期の堺について
11 社会科学	アフォードダンスと子供の発達・遊び
11 社会科学	20 世紀の戦争遺跡保護活動の意義と諸問題 海洋調査の本質的な困難さ

分野	テーマ
11 社会科学	年中行事と中高生の意識調査
11 社会科学	アシックスのCMからみる企業戦略
11 社会科学	小学生のオンラインゲームによる悪影響
11 社会科学	ポッキーの商品パッケージをデザインする
11 社会科学	子どもの貧困の本質と解決の糸口を探る
11 社会科学	美浦村の人口減少を止めるためには
11 社会科学	コロナ後の経済不況の町をアニメで救う
11 社会科学	ディスレクシアの支援とこれから
11 社会科学	幼稚園教師のジェンダーに対する考えの調査
11 社会科学	セクシャリティ及びトランスジェンダーに対する生徒の意識とトランスジェンダーの生徒が過ごしやすい環境づくり
11 社会科学	日本の経済発展のために考えられる方法
11 社会科学	第4次産業革命による自動車産業の変化と政府課題
11 社会科学	SNSの活用方法と問われるモラル
11 社会科学	現在の日本の航空業界における男女問題
11 社会科学	ディズニープリンセスから見る女性の社会的地位の変化
11 社会科学	映画「スター・ウォーズ」から見る人種や女性への意識の変化
11 社会科学	航空業界のおもてなし
12 国際関係	日本人が作った海外では伝わらない「和製英語」について
12 国際関係	高校生に世界の貧困を知ってもらうには
12 国際関係	高校生のフェアトレード認知度と購買意欲に関する研究
12 国際関係	日本は永世中立国になれるのか
12 国際関係	英語でコミュニケーションをとるために必要な方法
12 国際関係	日韓のアイドル像の違いと今後の売り方
12 国際関係	日本とアメリカのICT脅威の違い
12 国際関係	英単語の効果的なチャンク化を探る
12 国際関係	帰国生にとって過ごしやすい環境
12 国際関係	高校英語の日中比較
13 芸術	宝塚の魅力 花組の男役から学ぶ
13 芸術	表現力
13 芸術	バレエにおける表現方法
13 芸術	鉛筆で競走馬を描く
13 芸術	ルーマニア民俗舞曲の演奏法を探る Explore how to perform Romanian folk dances
13 芸術	コロナ禍における音楽業界の今とこれからについて
13 芸術	ニーズに応える子ども部屋
13 芸術	楷書の研究
13 芸術	魅力的な人物を描く
13 芸術	和風モダンなスツールを製作する
13 芸術	オリジナル知育玩具の制作
13 芸術	新しいCA制服の提案～日本文化の取り入れ～
13 芸術	純文学にイラストを付ける
13 芸術	子ども向け図書館の設計
13 芸術	ステージ衣装の制作
13 芸術	未来に生きる木造建築
13 芸術	Inquiry into Romeo and Juliet - A comparison of various aspects of two film versions

平成 29 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 5 年次

発行日：令和 4 年 3 月

発 行：茗溪学園中学校高等学校

所在地：〒305-8502

茨城県つくば市稲荷前 1 - 1

TEL 029-851-6611

FAX 029-851-5455

