

An abstract graphic composed of various shades of green triangles and polygons, creating a dynamic, low-poly effect. It occupies the top left and top center of the page.

2019

A solid green vertical bar located to the left of the title text.

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 3 年次

令和 2 年 3 月

4 人の著名なアメリカ人科学者、元全米科学アカデミー総裁の固体物理学者フレデリック・サイツ博士、アメリカ国立気象衛星サービス初代長官で米運輸省チーフ・サイエンティストを務めた物理学者シークフリード・シンガー博士、元スクリップス海洋学研究所所長の物理学者ウィリアム・ニーレンバーグ博士、そして元ゴダード宇宙科学研究所所長の宇宙物理学者ロバート・ジャストロウ博士はアメリカの科学行政の高い地位についていた時期が長く、ジョージ・H・W・ブッシュ大統領は彼らを「私の科学者たち」と呼び、彼らの主張はウォールストリート・ジャーナル誌やニューヨーク・タイムズ誌、ワシントン・ポスト誌などのアメリカで主流のメディアでもよく取り上げられ、そして現在もなお「科学者の見解の陣営のひとつ」としてインターネットでも取り上げられ、各国の議員に引用されています。彼らの“功績”の最もひどいものは「地球温暖化対策を遅らせた」、つまりこの惑星の危機を高めたことです。

1960 年代から科学者、そして人々は気象変動に気づいており、1988 年に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）によって気候変動に関する政府間パネル IPCC が設置されたのは、気象変動が人間活動によるということの証拠を評価し、それが正しい場合どれほどの影響があるのかを科学的に検討するためです。1995 年に IPCC が「気候変動に人為的影響が認められる」と宣言したのは、世界中から数百人の気候科学者が集まって分析し、米国世界気候変動研究プログラムの責任者やアメリカ気象学会の代表を含む傑出した科学者たちが分析し、出した結論でした。しかし、この IPCC 報告書は冒頭の 4 人の科学者たちのグループから中傷を受けます。「政策決定者と大衆を欺くために報告書を改変した」という非難です。この非難はまったく根拠のないもの（執筆者のサンター博士は科学論文の査読の手続きに従って科学的に修正しただけ）にもかかわらず、彼らの影響力と、特にウォールストリート・ジャーナル誌の支持により、あたかも人為活動による気候変動は「科学的にまだ確定している現象ではなく」「別な原因である可能性も十分にあり」「場合によっては虚偽である可能性もある」という印象をアメリカの、そして全世界の人々に印象づけてしまいました。そして、現在もなお一部の人々の主張の根拠になっています。個人的なことです、私は大学院でローマ・クラブの発表した「成長の限界」にショックを受け、環境教育を研究テーマとし修士論文を作成しました。学校現場に理科教師として就職してから、機会を見て子どもたちに環境問題を題材にした授業を行ってきました。しかし、いつもひっかかっていたことは、科学者たちの中に人為活動による気候変動を否定する人たちがいること、そして彼らの主張を論拠として温暖化対策を否定する人たちがいることでした。スウェーデンの若き環境活動家グレタ・トゥンベリさんのいらいらが強く共感できます。

子どもたちに科学的な思考力・判断力を身に付けさせるという至高な使命をスーパーサイエンスハイスクールは負っています。「正しい」情報の見極め方と科学的な倫理観を共に育てていく重要性を痛感しています。

令和 2 年 3 月

校長 田代淳一

目 次

巻頭言

令和元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
令和元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 研究開発の課題	11
第2章 研究開発の経緯	14
第3章 研究開発の内容	17
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	17
中1 探究的活動	
中2 探究的活動	
中3 探究的活動	
高1 数学 表計算ソフトの活用と統計的分析入門	
高1 化学 化学探究の基礎力の習得	
高1 生物 実験を通して数値データの収集と解析を体験する	
高1 ミニ研・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	30
高2 数学探究Ⅰ	
高2 物理探究Ⅰ	
高2 化学探究Ⅰ	
高2 生物探究Ⅰ	
高3 数学探究Ⅱ	
高3 物理探究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	38
高1 プロパガンダ（情報、現代社会、世界史）、高2 陶芸・焼き物（美術、化学、地学）の実践	
第4節 校外研修活動や講演会、科学オリンピックに関する取り組み	40
校外研修活動	
International Survey Tour and Lecture（SSH タイ海外研修）	
Presentation with Overseas Fellowship（SSH 中国上海海外研修）	
SS Geo Tour（屋久島研修）	
科学系部活動の活動振興	
科学オリンピックへの取り組み	
フィールドワーク・実習、講演会等	
中3 理科巡検	
高1 筑波大学高大連携講演会	
中2 科学講演会	
アジア高校生学術交流会	
足利大学見学会	
第4章 実施の効果とその評価	50
第5章 校内における SSH の組織的推進体制と教員研修	53
第6章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	54
関係資料	56
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 個人課題研究 理系テーマ一覧	

①令和元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、「ミニ研」としてテーマ探索から自らの研究をまとめて発表するまでの探究活動の一連のプロセスを経験する。 (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 2 年次で学校設定科目「数学探究Ⅰ」「物理探究Ⅰ」「生物探究Ⅰ」「化学探究Ⅰ」、高校 3 年次で学校設定科目「数学探究Ⅱ」「物理探究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 高校 1 年生を対象に実施し、取り組みを評価する振り返りを行う。 IV. 校外研修活動や特別講座、科学部系部活動の取り組み タイ・上海への海外研修やフィールドワーク、講演会等を実施する。																																																																				
③ 令和元年度実施規模	全校生徒を対象に実施する。 <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>283</td> <td>7</td> <td>256</td> <td>6</td> <td>250</td> <td>6</td> <td>789</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>IBDP</td> <td></td> <td></td> <td>13</td> <td>1</td> <td>13</td> <td>1</td> <td>26</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>283</td> <td>7</td> <td>269</td> <td>7</td> <td>263</td> <td>7</td> <td>815</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td colspan="3">中学校</td> <td>236</td> <td>6</td> <td>233</td> <td>6</td> <td>254</td> <td>6</td> <td>723</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 236 人、中学 2 年生 233 人、中学 3 年生 254 人、高校 1 年生 283 人を対象とする。 (2) 課題研究（高校 1 年「ミニ研」、高校 2 年「個人課題研究」）は高校 1 年生 283 人、高校 2 年生 256 人（総合コース）を対象とする。 (3) 高校 2 年次、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 283 人を対象とする。 (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	283	7	256	6	250	6	789	19	IBDP			13	1	13	1	26	2	計	283	7	269	7	263	7	815	21	中学校			236	6	233	6	254	6	723	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	283	7	256	6	250	6	789	19																																																											
		IBDP			13	1	13	1	26	2																																																											
		計	283	7	269	7	263	7	815	21																																																											
中学校			236	6	233	6	254	6	723	18																																																											
④ 研究開発内容	○研究計画 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。
- ・科学部系部活動の充実を図る。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

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
個人課題研究	2	総合的な学習の時間	2	高校2年
数学課題研究	1	総合的な学習の時間	1	高校3年
物理課題研究	1	総合的な学習の時間	1	高校3年
化学課題研究	1	総合的な学習の時間	1	高校3年
生物課題研究	1	総合的な学習の時間	1	高校3年
数学探究Ⅰ	6	数学Ⅱ	4	高校2年
		数学B	2	
物理探究Ⅰ	3	物理	3	高校2年
化学探究Ⅰ	3	化学	3	高校2年
生物探究Ⅰ	3	生物	3	高校2年
数学探究Ⅱ	4	数学Ⅲ	4	高校3年
物理探究Ⅱ	4	物理	4	高校3年
化学探究Ⅱ	4	化学	4	高校3年
生物探究Ⅱ	4	生物	4	高校3年

○令和元年度の教育課程の内容

- ・「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3年次においては、「物理課題研究」1名、「生物課題研究」1名を対象に実施した。
- ・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。

○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

- ・中学 1 年次は「問題発見力」、中学 2 年次は「論理的思考力」、中学 3 年次は「多面的に思考する力」、共通のスキルとして「協働で取り組む力」と「表現力」に焦点を当て、日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中で実践を行った。
- ・高校 1 年次における「ミニ研」では、1 人 1 テーマを設定して、夏休みを中心に文献調査や実験等を実施した。レポートを提出した後、全員が情報の授業等を使ってポスター制作を行い、発表会を行った。発表会では聴衆が質問やコメントがしやすくなるよう工夫した。
- ・高校 2 年次における「個人課題研究」では、前期は土曜日の 3・4 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。6 月には中間発表会として、ポスター発表を全員が行った。12 月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」「物理探究 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

- ・高校 1 年生を対象に、世界史・現代社会・情報の授業を用いた「メディアの情報（プロパガンダ）」、化学・美術・地学の授業を用いた「陶芸・焼き物」の実践を行った。終了後のアンケート調査によって、教科領域を超えた学習そのものの役割を考察した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- ・校内においては、SSH の活動を紹介する配布物として“Super Science News”を 5 回発行した。
- ・本校ホームページや SNS を用いて、“Super Science News”と同様の内容を掲載して外部に発信した。
- ・6 月に個人課題研究中間発表会、2 月に個人課題研究発表会兼 SSH 活動報告会を一般公開し、研究成果の普及を行った。
- ・上記発表会や文化祭において、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した。
- ・文化祭においては、ポスター展示によって SSH の活動紹介を行った。

○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、調べ学習を通して、ほどよい距離の問題を設定することの重要性を学んだ。中学 2 年生は、各自が探究した内容のポスターを作成し、相互に発表し合うことにより SDGs への理解を深めた。中学 3 年生は学校行事である研修旅行と絡めた探究活動を行い、日本の歴史・文化・宗教などについて様々な視点から見ることによって、自分なりの考えを持てるようになった。

2. 高校 1 年の課題研究

夏休みをミニ研の実施期間として「ミニ研」に取り組んだ。10 月にポスター発表会を行い、PC スキルやプレゼンテーションスキルが高まった。

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。

4. 外部の研究発表会での生徒発表

令和元年度は 40 件の外部発表があった（予定を含む）。平成 30 年度に高校生科学技術チャレンジ（JSEC）で科学技術振興機構賞を受賞した生徒が、ISEF（インテル国際学生科学技術フェア）に日本代表として参加し、自らの科学研究の発表を行った。また、高校 3 年生が 8 月に開催された SSH 生徒研究発表会で本校代表の生徒がポスター発表賞を受賞するなど、顕著な成果が見られた。

5. 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 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）」、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。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。

6. クロスカリキュラムの取り組み

いずれの一連の授業についても、90%前後の生徒が肯定的な評価を記述した。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ること、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ること、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ことの 3 つがその理由として挙げられる。

7. 校外研修活動

タイへの海外研修を行い、Khon Kaen 大学の専門家からの講義を受けるだけでなく、附属高校と合同で研修することができ、海外の高校生と英語によるコミュニケーションを行うことができた。英語のコミュニケーション能力向上については研修に参加したすべての生徒が肯定的な回答をしており、国際性の向上につながる活動ができた

○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取り組みについては、批判的思考力の育成が課題である。生徒が設定したテーマに対して、生徒の視点での考察や解決策が提示された後、その内容により踏み込んで疑問を深められるような活動が求められる。
2. 個人課題研究においては、研究の目的・手段・方法に一貫性がない生徒も見受けられる。指導のプロセスの中で、生徒と大人の対話を増やしていく必要がある。
3. 個人課題研究については、関係する活動のための時間を確保することが課題である。学校全体でカリキュラムマネジメントの意識を強く持つことが望まれる。
4. 探究科目については、発展事項の内容を扱うことを目的としているため、基礎事項の定着は生徒の自学に委ねられている。その内容を共有する方法としては、発表や討論等の活動が既に行われているが、その他の方法を検証し、取り入れていくことが求められる。
5. クロスカリキュラムの取り組みについては、教員間で目的を共有した上で、教科間でのスケジュールを調整しつつ、教材開発に努めていく。また、テーマの設定については、科目の特質に関わる次元での概念の結びつきにどのような可能性があるかを掘り下げて考察し、実践を試みたい。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」などについても参考にしていきたい。

②令和元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

中学 1 年生は「問題発見力」、中学 2 年生は「論理的に思考する力」、中学 3 年生は「多面的に思考する力」、共通のスキルとして「協働で取り組む力」と「表現力」に焦点を当て、各教科の授業や総合的な学習の時間を用いて実践を行った。

中学 1 年生は、これまでの SSH 研究開発の中で「あらゆる研究活動において研究テーマを設定することは最も重要な要素である」という事実に基づき、探究的活動を行ってきた。今年度は「自分の力で解決することのできるちょうど良い問題を設定する」ことを目標に、調べ学習後の振り返りの中で、自分の抱いていた疑問が多少の背伸びによって解決可能なものだったのか、あるいはかなり距離の遠い疑問だったのかを考察し、テーマ設定の妥当性を図る活動を行った。458 種類の生徒の疑問を担当教員が分類したところ、397 種類の疑問が、自分の力で解決することができる（ちょうどよい）課題であった。代表発表生徒の疑問も適切な設定であったことから、生徒たちにほどよい距離の問題を設定することの重要に気がついてもらえる良いきっかけにつながった。

中学 2 年生はより多様な情報源の活用や、発見された課題への解決策を提案する中で、論理的な思考力の習得を目指した。また、SDGs（Sustainable Development Goals）への理解を深め、現在の社会が抱える課題を知り、社会の一員として、より良い世界を築く意識を高めることを目標に探究活動を行った。全員が A2～A1 サイズのポスターを作成し、相互に発表し合う活動を行った。作品の完成度は全体的に高く、自己評価アンケートでは、94%の生徒は社会の課題を自分事として主体的に考えるようになったと回答しており、96%の生徒は SDGs に対する理解を深めたと回答している。複数の情報源を比較して考察できるようになった生徒が数多くおり、論理的思考力、問題解決力という点において、生徒自身が成長を感じられる結果となった。また、本校が位置するつくば市は「SDGs 未来都市」に選定されており、本校はつくば市から SDGs パートナーズに認定されている。つくば市政策イノベーション部持続可能都市戦略室による講演会も SDGs に対する理解を高める取り組みとなった。

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。具体的には、「日本文化の源流を探る」という目的のもと、京都での班別研修を通して、研修テーマの決定、訪問先での聞き取り調査、レポートへのまとめ、パワーポイントによる発表という一連のプロセスを経験する。その事前学習において、探究委員（探究活動の運営に関わる生徒で組織されている）が生徒に向けてクイズを出題するという活動を通して、日本の歴史・文化・宗教などについて「なぜ？」という視点を持ち、自分なりの考え（仮説や意見など）を持てるようになることを目指した。学習後の生徒たちの感想の中には、「みんながそれぞれ見る視点が違って面白かった」「なぜそうなのかについて、様々な説があることを知り、京都でさらに深めたいと思った」などの記述が見られ、本プログラムの目的は一定程度達成することができた。「一つの答え」のない問いに対して、生徒たちがそれぞれの視点から意見を出し合う様子は「主体的・対話的で深い学び」にもつながったと考えられる。

第 2 期 SSH 指定後の 3 年間に於いて、中学段階での総合的な学習の時間を用いた探究活動のカリキュラム開発については一定の枠組みを構築することができたと考えられる。

2. 高校1年次の課題研究

総合的な学習の時間の代替として実施した（年間1単位）。高校2年次に実施される個人課題研究の前段階として「ミニ研」に取り組んでおり、今回が3回目の実施である。複数回のガイダンスを経て、生徒一人一人がテーマを設定して課題研究に取り組む。夏休みの初日には、全部で25名の教員が講師として関わり、分野別集中ガイダンスを行い、それぞれの分野での研究内容や手法について学んだ。夏休みをミニ研の実施期間として探究活動に取り組み、Publisher というDTPソフトを利用して全員がA3サイズのポスターを制作し、発表会を行った。レポートならびにポスターの提出にはGoogle Classroomを利用した。

発表会終了後の生徒を対象に行ったアンケート調査の結果、これまでの学年と同様に「ICT技術を使うこと」「情報収集の分析」「わかりやすく伝える」「文章力」などのスキルが身についたと回答している。ミニ研の活動の充実度を5段階評価で回答してもらったところ（5が最も充実した）、「5」と回答した生徒は11%、「4」と回答した生徒は39%、「3」と回答した生徒は33%、「2」と回答した生徒は11%、「1」と回答した生徒は5%であった。個人課題研究のテーマ設定の際、74名の生徒が「ミニ研での知識が役立った」「ミニ研での失敗を生かすことができた」「ミニ研での研究方法が参考になった」などミニ研の取り組みに意味を見出しており、ミニ研の活動は個人課題研究のテーマ設定について有用であることがわかった。個人課題研究に向けた「実践」としては、その役割を十分に果たした。

3. 高校2年次の課題研究

総合的な学習の時間の代替として実施した（年間2単位）。理系分野をテーマに課題研究を行った生徒は、学年生徒255人中68人（26.6%）であった。今後の研究活動の糧となる新たな気づきを得ることや、これまでの研究成果をまとめ、聴衆に伝えることによりプレゼンテーション技術を向上させることを目的として、全員が中間発表会でポスター発表を行った。170名の生徒がポスター発表のスキル向上に関するコメントを述べており、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わかる。また、今後の目標・課題を明確にしたという回答も多く（71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、整理するという点は十分達成することができた。また、運営指導委員の先生からは、下級生にとってもよい影響を与える発表会になっているというコメントをいただいた。

個人課題研究の全員発表会終了後に行ったアンケート結果（高2個人課題研究のページに記載）によると、「論理的思考力」が高まったと感じている生徒が多く、質問によっては80%以上の生徒が肯定的な回答をしていることがわかる。また80.7%の生徒が「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」と答えており、「表現力」の高まりがうかがえた。60.0%の生徒が、「非常に積極的」または「積極的」に個人課題研究に取り組むことができた。定期的にゼミや個別指導が行われた生徒を対象にアンケート調査を行ったところ、「研究の進め方について十分な指導を受けることができたと思うか」という質問に対しては、93.5%の生徒が「そう思う」「ややそう思う」と答えており、「論文執筆に関して十分な指導を受けることができたと思うか」という質問に対しては、92.8%の生徒が「そう思う」「ややそう思う」と答えている。この結果から、教員の指導がある程度適切になされていたことがわかった。

4. 外部の研究発表会での生徒発表

令和元年度の外部発表件数は40件（予定を含む）であった。今年度は、平成30年度に高校生科学技術チャレンジ（JSEC）で科学技術振興機構賞を受賞した生徒が、ISEF（インテル国際学生科学技術フェア）に日本代表として参加し、自らの科学研究の発表を行った。また、高校3年次に開設した選択科目「生物課題研究」の履修者が8月に開催されたSSH生徒研究発表会で本校代表として発表し、ポスター発表賞を受賞するなど顕著な成果が見られた。

5. 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）」を実施した。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。アンケートの結果から、そのような活動は生徒の学びに効果的に働き、意欲的に学習を進めることに寄与することがわかった。また、「発展的というだけでなく、本質的な理解や背景を重視していると感じた」というコメントもあり、生徒の深い学びを実現することができたと言える。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。化学探究Ⅰにおけるアンケートの中で「自分が疑問に思ったことを自分で解明できる環境が整っているのがよい」というコメントがあり、充実した探究的な学びを実現するカリキュラム作りが、ある程度成功していることが示唆される。

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。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、その背景にある歴史的背景や数学的意義に触れたり、1つの話題を多面的に見たりすることによって、統一的な深い理解につなげることを意図した。実施後のアンケート調査からは、それを肯定的に捉えるコメントがほとんどであった。受講生のほとんどが理系学部に進学する。「大学に入学後、学ぶようなことも学んだので大学で学ぶ数学の良い導入になった」といった感想から、効果的な高大接続につながる教材を提供することができたことがわかった。物理探究Ⅱ・化学探究Ⅱ・生物探究Ⅱでは、高校2年で開設される理科の探究科目同様に、多くの実験・観察を行った。生物探究Ⅱでは科学倫理（生命倫理）について討議を展開できた。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。ハーバード大学の石井水晶先生が本校を訪れ、このプロジェクトの解析作業を直接ご指導いただき、生徒による解析画像について石井先生からも高い評価をいただくことができ、ハイレベルかつ国際性を高める取り組みとなったと言える。実験や討議を数多く取り入れたことによって、協働型探究活動の取り組みは生徒の自主性を育て、目標とした学習者中心の深い学びにつながるものがアンケートの結果から伺えた。

6. クロスカリキュラムの取り組み

第2期SSH事業の取り組みの中で、世界史・現代社会・情報の授業を用いた「メディアの情報（プロパガンダ）」、保健・家庭の授業を用いた「性と生（性・ジェンダー）」、化学・美術・地学の授業を用いた「陶芸・焼き物」を教科横断的に学ぶ教材を開発してきた。今年度は、「メディアの情報（プロパガンダ）」と「陶芸・焼き物」の取り組みを行った。

取り組み後のアンケート調査の結果から、いずれの一連の授業についても、90%前後の生徒が肯定的な評価を記述した。教員側の目標である「複数の教員と協働して生徒の興味に行く教材を用意する」はおおむね達成できた。また、「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」「活動を通じて、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」については、ある程度の効果は得られたと考えられる。その理由として、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ること、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ること、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ことの3つが挙げられる。本校のクロスカリキュラムの取り組みが効果的に生徒に良い影響を与えていることがわかった。

7. フィールドワークについて

タイへの海外研修を行い、Khon Kaen 大学の専門家からの講義を受けるだけでなく、附属高校と合同で研修することができ、海外の高校生と英語によるコミュニケーションを行うことができた。英語のコミュニケーション能力向上については、研修に参加したすべての生徒が肯定的な回答をしており、国際性の向上につながる活動ができたと言える。上海位育中学国際部での研修を 3 月に予定していたが、諸事情により中止と判断した。

屋久島研修は、SSH 指定校である埼玉県立春日部高等学校と合同で実施した。短い期間でありながらも、研究計画・調査・考察・発表を行い、探究活動の一連の流れを体験することができた。学外の生徒とともに学びを深める機会としても有意義な研修であった。

8. 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。個人課題研究中間発表会や筑波大学で開催した個人課題研究発表会後には、運営面や個人課題研究の指導面についての有益な振り返りを教職員から集約することができた。「茗溪学園の SSH 事業の趣旨を理解しているか」という質問に対しては、39.2%が「よく理解している」、52.9%が「理解している」、7.8%が「あまり理解していない」、0%が「理解していない」という結果であった。「茗溪学園の SSH 事業は生徒にとって有意義だと思うか」という質問に対しては、39.2%が「とてもそう思う」、60.8%が「そう思う」、0%が「あまりそう思わない」、0%が「そう思わない」、という結果であった。SSH 事業の趣旨を理解し、SSH 事業が生徒にとって有意義だと感じながら業務に当たることができている。

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

SSH 運営指導委員会で、個人課題研究の発表を見学した運営指導委員の先生から批判的思考力の育成に力を入れるべきとのご指摘があった。今年度の取り組みは、そのような問題意識を踏まえた活動になっていたが、来年度以降では、生徒が設定したテーマに対して、生徒の視点での考察や解決策が提示された後、その内容により踏み込んで疑問を深められるような活動が求められる。

2. 高校 1 年次の課題研究

今年度はミニ研と個人課題研究の研究テーマ間の関連性についての調査を継続し、ミニ研と個人課題研究のテーマの関連度を高めるような指導の検討を進めていく。研究の目的・手段・方法がマッチしていない生徒が見受けられるため、指導のプロセスの中で、やはり生徒と大人の対話を増やしていく必要がある。客観的に自己の研究を捉えることやメタ認知するスキルにも課題がある。メタ認知のスキルを高める取り組みには様々な方法が考えられるが、総合的な学習の時間の年間スケジュール全体を見直して、自身の研究テーマや研究そのものを客観的に見ることができるよう取り組みが必要である。

3. 高校 2 年次の課題研究

個人課題研究終了後のアンケート調査において、否定的な回答をした生徒の割合が 20%を超えた質問項目の中に「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」があった。個人課題研究のプロセスで苦勞した理由として、「どのように進めればよいかかわからない」という回答が 39 件で最も多いことから、指導教員が効果的に生徒に関わっていく必要性が示唆される。すなわち、課題指導者がアドバイザーとして、生徒の主体性を生かしながら研究をコーディネートしていくことが重要である。3 年前から教員 1 人当たりの指導を担当する生徒数に上限を設けることによって負担の軽減に努めてきたが、現時点でも教員 1 人で 8～15 人の生徒を担当することもあり、教員の負担を均一化する方法を考えていかなければならない。定

期的にゼミや個別指導が行われた生徒を対象にアンケート調査を行ったところ、「研究の進め方について十分な指導を受けることができたと思うか」という質問について、93.5%の生徒が「そう思う」「ややそう思う」と答えているのに対して、「発表用パワーポイントの作成やプレゼンテーションについて十分な指導をうけることができたと思うか」という質問に対して「そう思う」「ややそう思う」と答えた生徒は 86.0%であった。研究の終盤の指導については生徒の満足度が若干下がっていることがわかる。教員・生徒ともに十分な時間を確保できていないことが原因と考えられるため、引き続きこの問題に取り組んでいきたい。

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

学習指導要領の内容の習得を前提として、さらに発展事項の内容を扱うことを目的としているため、基礎事項の定着は生徒の自学に委ねられている。その内容を共有する方法としては、発表や討論等の活動が既に行われているが、その他の方法を検証し、取り入れていくことが求められる。別の課題として、探究科目履修者のレポート課題の提出時期が重複してしまうという問題点が挙げられ、それが生徒の負担になっていた。解決策として、授業者同士のコミュニケーションを充実させることは必須であるが、SSH 推進委員会内に探究科目授業者のグループを作り、定期的に会議を行い、情報共有を密にすることによって上記の問題を解決したい。

5. クロスカリキュラムの取り組み

教科・科目等を横断して授業を実施する上での各科目の授業の実施時期に注意を払う必要がある。可能な限り近接した時期に授業を実施し、事象や概念を異分野間で結びつけて捉える力を自力で獲得しやすい環境づくりに配慮したい。また、テーマの設定については、科目の特質に関わる次元での概念の結びつきにどのような可能性があるかを掘り下げて考察し、実践を試みたい。テーマの設定には、具体的な事物にも増して、抽象的な概念のほうが学校における科目の学習という枠組みを超えて実社会と関わる場所での学習の転移を促しやすいと考えられるからである。その際、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」などについて参考にしていくことにしたい。

6. フィールドワークについて

海外研修においては、スムーズに英語でコミュニケーションが取れるよう、参加者の英語力に応じて、事前研修を充実させることが望まれる。屋久島研修では、豊かな自然の中での研修に参加者は満足しているが、それに留まらず、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よう工夫していきたい。

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。令和元年度においてはじめて、卒業生に対する SSH 意識調査を実施したが、それを継続する。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

“Super Science News”を今年度は 5 回発行した。これらは本校生徒・保護者対象に配布しているものであるが、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。「個人課題研究中間発表会」と「個人課題研究発表会 兼 SSH 活動報告会」を一般公開し、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。本校 SSH 事業の概要や生徒の活動の様子がわかるリーフレットのようなものを作成し、成果の普及に努めていく。

第 1 章 研究開発の課題

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 田代 淳一

(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

F A X 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	283	7	256	6	250	6	789	19
		IBDP			13	1	13	1	26	2
		計	283	7	269	7	263	7	815	21
中学校			236	6	233	6	254	6	723	18

(令和 2 年 2 月 1 日現在)

②教職員数

校 長	副 校 長	教 諭	再 任 用 教 諭	常 勤 講 師	看 護 師	養 護 教 諭	相 談 室	司 書 教 諭	管 理 栄 養 士	情 報 職 員	事 務 職 員	技 術 職 員	調 理 師	非 常 勤 講 師	嘱 託	パ ー ト	音 楽 教 室	美 術 教 室	学 寮 職 員	部 活 動 指 導 員	計
1	2	67	4	7	1	1	3	2	1	1	11	2	6	63	2	36	5	2	61	34	312

(令和 2 年 2 月 1 日現在)

2. 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。

3. 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。

4. 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

5. 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

探究能力が指し示す力として、「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」を掲げ、中学 3 年間では各学年で重点的に育てる能力を決め、各教科で日常の授業あるいは、教科の内容を超えた学習の中でそれらの能力の向上を目指す。中学 1 年生は「問題発見力」、中学 2 年生は「論理的に思考する力」、中学 3 年生は「多面的に思考する力」、共通のスキルとして「協働で取り組む力」と「表現力」に焦点を当て、各教科または総合的な学習の時間を用いて実践を行った。

高校 1 年次では、「総合的な学習の時間（1 単位）」を充当し、特に 4～10 月の期間において、探究スキルの育成を図った。7 月には、各分野の研究テーマや研究手法を紹介する研究入門ガイダンスを分野別に開催し、生徒は各自の興味・関心に応じた講座を複数受講した。夏休みには、「ミニ研」に全員が取り組むことを義務付け、生徒の自主的な活動を促した。夏休み後にレポートを提出させ、自らが調査・研究した内容をまとめ、整理した。また、10 月には全員によるポスター発表会を行うことでプレゼンテーションスキルの向上を図るとともに、他生徒からの評価を受けることで、自らの研究を振り返る機会を設けた。

高校 2 年次では、生徒一人一人が文系理系、体育芸術系を問わず、興味・関心に応じたテーマを設定し、本校教職員を課題指導者として研究を行う必修科目「個人課題研究（2 単位）」を設置した。研究の過程では、文献調査はもちろん、大学や研究機関を訪問し、専門家からのアドバイスを受けた。夏休みの最初の 3 日間は個人課題研究に優先して取り組む期間として、「個人課題研究優先ゾーン」として定めた。それによって、集中して実験等に取り組むことができ、研究の質を向上させることができた。6 月の「中間発表会」では全員が A1 サイズのポスターを作成、12 月の「全員発表会」では全員がパワーポイントを作成し、プレゼンテーションを行った。また、全員が論文と要旨を作成することで、研究成果をとりまとめ、表現する能力を高めた。教員は研究成果とプレゼンテーションを総合的に評価し、優秀者を選抜した。優秀者は 2 月 21 日に行われた「個人課題研究発表会兼 SSH 活動報告会」において口頭発表またはポスター発表を行い、筑波大学教授をはじめとした専門家の指導を受け、今後の研究に向けての示唆を得た。

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（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）」、高校 3 年次において、「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、カリキュラム開発とその実践を行った。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ことを目的とした。

III. 深い思考につながるクロスカリキュラム

高校 1 年生を対象に、「プロパガンダ（メディアの情報）」というテーマで、情報・現代社会・世界史の教科横断型授業を行った。また、高校 2 年生の授業履修者を対象に、「陶芸・焼き物（粘土、釉薬、色の変化）」をテーマとして、化学・美術・地学の教科横断型の授業を行った。これまでの実践においては、テーマが近接する社会科学系の科目の横断にとどまっていたが、今年度は新たに芸術や自然科学系の科目を横断するテーマの設定を試みた。

IV. 校外研修活動や特別講座、科学系部活動の取り組み

「International Survey Tour and Lecture（SSH タイ海外研修）」は、恐竜化石の観察を中心にフィールドワークを行った。タイ Khon Kaen 大学の協力を得て、最先端の恐竜研究を行っている専門家に直接案内をしていただくなど、恐竜研究の最先端に触れるだけでなく、Khon Kaen 大学附属高校の高校生との交流も実現し、国際性を高める活動となった。SSH 活動報告会において英語を用いて報告し、学校全体でその価値の高さを共有することができた。「SS Geo Tour（SSH 屋久島研修）」では春日部高校との連携を取りながら、充実した活動を行うことができた。その他、学年生徒全員を対象とした中 3 理科巡検、中 2 科学講演会を行い、生徒の理科に対する興味関心を高めた。高大連携の取り組みとしては、高校 1 年を対象に SSH 高大連携講演会や希望者対象の足利大学見学会を行った。SSH 高大連携講演会では、全体講演と分科会を織り交ぜることにより、生徒の科学技術への興味関心を喚起するだけでなく、キャリア意識を高めることができた。

本校の科学部は物理班・化学班・生物班・地質班・天文班・数学班・無線工学班によって構成されており、各班がグループ研究やフィールドワークなどの活動を行った。また、コンピュータシステム研究会の活動も盛んであった。科学オリンピックへ参加する生徒を募集し、放課後の時間を利用して学習会を行うなどの取り組みを行った。

第2章 研究開発の経緯

1. 生徒が関係する活動の経緯

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

時期	実施内容	備考
2019/4	個人課題研究開始	本校 高校2年生全員（前期は毎週土曜 3～5 時 限、後期は毎週土曜 5 限）
2019/5/12	SS Geo Tour 事前研修（写真教室）	埼玉県立春日部高等学校 生徒 12 名、教員 2 名
2019/6/2	SS Geo Tour 事前研修（筑波山研修）	筑波山 生徒 11 名、教員 3 名
2019/6/25	個人課題研究中間発表会	本校 高校2年生全員
2019/7/1	アジア高校生学術交流会	本校 生徒 64 名
2019/7/12	SAT フォーラム 梶田隆章先生講演会	つくば国際会議場 生徒 9 名、教員 1 名
2019/7/7	物理オリンピック第一チャレンジ	小石川中等教育学校、茨城県立水戸第一高等学校 生徒 3 名
2019/7/14	日本生物学オリンピック 2019 予選	筑波大学 生徒 4 名
2019/7/19-20	サマースタディゾーン	
	探究活動	本校 中 3
	ミニ研に関する活動	本校 高 1
	科学講演会	本校 高 1 筑波大学・坪内孝司先生 他
2019/7/22	個人課題研究ガイダンス	本校 高校1年生全員
2019/7/22-24	個人課題研究優先ゾーン	本校 高校2年生
2019/7/23-27	SS Geo Tour	屋久島 生徒 12 名、教員 2 名
2019/7/26	SS Lab Tour	足利大学 生徒 10 名、教員 1 名
2019/8/7-8	SSH 生徒研究発表会	神戸国際展示場 生徒 3 名、教員 3 名
2019/10/7	高 1 ミニ研ポスター発表会	本校 高 1
2019/10/29,11/1	中 3 理科巡検	上高津貝塚、霞ヶ浦等
2019/11/5	International Survey Tour and Lecture（SSH タ イ海外研修）事前研修（事前学習発表会）	本校 生徒 6 名、教員 2 名
2019/11/16-17	つくば科学フェスティバル	つくばカピオ 生徒多数 教員 8 名
2019/11/23	科学の甲子園茨城県予選	生徒 12 名
2019/11/13	International Survey Tour and Lecture（SSH タ イ海外研修）事前研修（標本観察）	国立科学博物館 生徒 6 名、教員 2 名
2019/11/22	SS Geo Tour 事後研修（フォトブック作成）	埼玉県立春日部高校 生徒 12 名、教員 1 名
2019/11/24	International Survey Tour and Lecture（SSH タ イ海外研修）事前研修（野外調査実習）	那珂湊 生徒 6 名、教員 2 名
2019/12/17	International Survey Tour and Lecture（SSH タ イ海外研修）事前研修 英語口頭発表練習	本校 生徒 6 名、教員 2 名
2019/12/15	第 15 回江崎玲於奈賞受賞者研究室見学会	東京大学浅野キャンパス 生徒 2 名 教員 1 名
2019/12/15	地学オリンピック	本校 生徒 12 名
2019/12/	自然科学観察コンクール	科学研究論文 2 件
2019/12/20-21	ウィンタースタディゾーン	
	探究活動	本校 中 1
	科学講演会	本校 中 2 トヨタ自動車(株) 川崎宏治先生
	個人課題研究についての講義	本校 高 1
	個人課題研究全員発表会	本校 高 2
2019/12/22	SS Geo Tour 事後研修（フォトブック作成）	埼玉県立春日部高等学校 生徒 10 名、教員 2 名
2020/1/3-7	International Survey Tour and Lecture	Phu Wiang 国立公園、Khon Kaen 大学 他 生徒 6 名、教員 2 名
2020/1/13	数学オリンピック、ジュニア数学オリンピック	早稲田大学、茨城県立水戸第一高等学校 生徒 6 名
2020/1/31	食総研大倉哲也先生講演会「味覚の不思議」	本校 生徒 12 名
2020/1/31-2/1	International Survey Tour and Lecture（SSH タ イ海外研修）事後研修	本校 生徒 6 名、教員 2 名
2020/2/21	個人課題研究発表会兼 SSH 活動報告会	筑波大学学生会館

2. 生徒の対外発表・表彰等実績

○平成 31 年 3 月 16 日 第 8 回茨城県高校生科学研究発表会 場所：筑波大学 高 2 生徒 14 名

・発表タイトルは以下の通りである：「画用紙が前に飛ばされるときに理想的な形とは」「針金逆立ちゴマの仕組み 微小重力下での挙動」「ローズマリーのアレロパシー活性と物質の特定」「線虫(C. elegans)の新たな学習の発見とメカニズムの解明 ～線虫(C. elegans)の坂への走性の発見と原因の解明～」「バレエが足に与える負担とその解決方法 ～動きの着地、筋力、骨盤前傾から探る～」「貯蔵技術によるジャガイモの品質の違い 緑色になりにくく、

より甘いジャガイモを作る貯蔵法を探る」「納豆菌の芽胞形成条件と耐性」「活性酸素と水素水」「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」「反転の 3 次元にてのツール応用と証明」「どうしたら渦を固められるか? ~新たな渦の発見に向けての取り組み~」

- ・ 1 件が最優秀ポスター賞（県知事賞）、1 件が優秀ポスター賞、8 件が審査員奨励賞を受賞した

○平成 31 年 3 月 17 日 日本生態学会 高校生ポスター発表会「みんなのジュニア生態学」

場所：神戸国際展示場 高 2 生徒 1 名

- ・ 発表タイトル：「線虫（C.elegans）の新たな学習の発見とメカニズムの解明」
- ・ 最優秀賞を受賞した

○平成 31 年 3 月 25 日 ジュニア農芸化学会 場所：東京農業大学世田谷キャンパス 高 2 生徒 4 名

- ・ 発表タイトル：「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」
- ・ 学会誌「化学と生物」に掲載が決定した

○平成 31 年 3 月 22-23 日 つくば Sciense Edge2018 場所：つくば国際会議場 高 2 生徒 1 名

- ・ 発表タイトル：「線虫（C.elegans）の新たな学習の発見とメカニズムの解明」
- ・ 創意指向賞を受賞した

○令和元年 5 月 18 日 国際植物の日 ポスター発表 場所：筑波大学 高 3 生徒 2 名、高 1 生徒 1 名

- ・ 発表タイトル：「ローズマリーのアレロパシー活性と物質の特定」

○令和元年 7 月 20 日 産業総合技術研究所一般公開にて発表 場所：産業総合技術研究所

- ・ 発表タイトル：「ショウジョウバエの味覚」「イシクラゲがミドリムシの増殖に及ぼす影響 ~生物間相互作用を探る~」「アルギン酸ナトリウムで作る人工いくら硬度」

○令和元年 8 月 7 日-8 日 SSH 生徒研究発表会 場所：神戸国際展示場 高 3 生徒 4 名

- ・ 発表タイトル：「線虫（C.elegans）の新たな学習の発見とメカニズムの解明」
- ・ ポスター発表賞を受賞した

○令和元年 9 月 15-17 日 第 63 回茨城県児童生徒科学研究作品展つくば市展

場所：市民ホールつくばね 中学生 2 名

- ・ 発表タイトル：「光の種類と有色雑音が植物育成に与える有効性の研究 Part2 -低周波数域で有効な単一周波数音の探索-」「トノサマバッタの卵を産ませてみよう No.6」
- ・ 1 件が金賞、1 件が銀賞を受賞した

○令和元年 9 月 28 日 高校生理科研究発表会 場所：千葉大学西千葉キャンパス 高 2 生徒 6 名

- ・ 発表タイトルは以下の通り：「アニサキスの失活条件と有効物質が与える影響」「サンショウウオの生態からみる保全」「真性粘菌と他の菌類の相互関係」「糖の違いによる生物の発達・機能の違いについて」「カラスタケに秘められた力 ~カラスタケの抗菌・防腐作用についての検証~」「コオロギの鳴き声と数式」
- ・ 2 件が優秀賞を受賞した

○令和元年 10 月 5-6 日 第 63 回茨城県児童生徒科学研究作品展つくば県南展

場所：つくばエキスポセンター 中学生 1 名

- ・ 発表タイトル：「光の種類と有色雑音が植物育成に与える有効性の研究 Part2 -連続周波数音は単一周波数音の組み合わせより有効-」
- ・ 金賞を受賞した

○令和元年 10 月 24-27 日 第 63 回茨城県児童生徒科学研究作品展県展

場所：ミュージアムパーク茨城県自然博物館 中学生 1 名 高 2 生徒 4 名

- ・ 発表タイトル：「光の種類と有色雑音が植物育成に与える有効性の研究 Part2 -連続周波数音は単一周波数音の組み合わせより有効-」「イシクラゲはミドリムシを増殖させるか~化学物質を介した生物間相互作用を探る~」
- ・ 1 件が茨城県教育研究会賞、1 件が茨城県教育委員会教育長賞を受賞した

○令和元年 12 月 14 日 第 5 回「英語による高校生科学研究発表会」（茨城県立緑岡高校主催）

場所：常陽藝文センター 高 2 生徒 1 名

- ・ 発表タイトル：" Preference of Physarm ridigum for other fungi"

○令和元年 12 月 22-23 日 サイエンスキャッスル 2019 関東大会 場所：武蔵野大学中学校・高等学校 高 2 生徒 1 名

- ・ 発表タイトル：「寿命に対するリコピンの効果の検証」
- ・ 北海道文教大学賞を受賞した。

○令和 2 年 1 月 11 日 第 10 回高校生の科学研究発表会 場所：茨城大学 高 2 生徒 7 名

- ・ 発表タイトル：「高速道路渋滞の構造」「クレモリス菌の新生理機能についての検証」「口腔機能の低下から考える

高齢者が口からものを食べる方法」「納豆のネバネバで水質浄化はできるのか」「植物の香り成分を組み合わせた除虫剤の作製」「寿命に対するリコピンの効果の検証」「お米の劣化を早期検知する蛍光評価法の開発」

○令和2年2月8日 第169回日本古生物学会第高校生ポスターセッション

場所：東京大学駒場キャンパス 高2生徒1名

- ・発表タイトル：「小野川化石密集層における有孔虫化石を用いた古環境の推定」
- ・優秀賞を受賞した。

○令和2年2月25日 環境科学フェスタ 場所：霞ヶ浦環境科学センター 高3生徒1名

- ・発表タイトル：「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」

○令和2年3月（予定） 第9回茨城県高校生科学研究発表会 場所：筑波大学 高2生徒14名

- ・発表タイトルは以下の通り：「高速道路渋滞の構造」「サンショウウオの生態からみる保全」「アニサキスの失活条件と化学物質が与える影響」「イタモジホコリの菌類に対する嗜好性」「小野川化石密集層における有孔虫化石を用いた古環境の推定」「アルギン酸 Na の金属イオンによるゲル化の違い」「コンパクトシティー化と通勤列車網」「でんぷんを用いた生分解樹脂の効率化～でんぷんを用いた生分解性を持つ新素材の開発」「スピーカーのエッジからフラットな周波数特性を実現する」「スプーン曲げに最適な材料を探す」「コオロギの鳴き声は数式で示せるか」「ショウジョウバエはうま味を感じるのか ～核酸に対する行動」

○令和2年3月28日（予定） 日本水産学会高校生ポスター発表会

場所：東京海洋大学品川キャンパス 高2生徒1名

- ・発表タイトル：「アルギン酸 Na の金属イオンによるゲル化の違い」

3. 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

令和元年度は、運営指導委員会を2回開催した他、教員の研修も実施した。他校視察や他 SSH 校からの視察受け入れも行った。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
2019/5/14	SSH推進委員会全体会議	本校	
2019/6/19	茨城県立日立第一高等学校・附属中学校 SSH 発表会視察	茨城県立日立第一高等学校・附属中学校	教員2名
2019/6/21	SSHカリキュラム・マネジメントに関する勉強会参加	中央大学附属高等学校	教員1名
2019/6/25	第1回運営指導委員会	本校	運営指導委員5名
2019/7/28	探究型学力 高大接続シンポジウム参加	京都市立堀川高等学校	教員2名
2019/8/7-8	SSH生徒研究発表会参加	神戸国際展示場	教員4名、生徒3名
2019/9/14	京都市立堀川高等学校 SSH 視察	京都市立堀川高校	教員2名
2019/10/7	香川大学教育学部附属高松中学校 SSH 視察受け入れ（2名が来校）	本校	本校教員3名で対応
2019/11/8	ノートルダム清心学園 清心中学校・清心女子高等学校 SSH 視察	ノートルダム清心学園 清心中学校・清心女子高等学校	教員1名
2019/11/19	課題研究に関する研修会（講師：本校教員3名）	本校	教員16名
2019/11/23	筑波大附属駒場中・高等学校教育研究会参加	筑波大附属駒場中・高等学校	教員3名
2019/12/25-26	R1 SSH 冬の情報交換会	法政大学	教員4名
2020/2/1	茨城県立竹園高等学校探Q発表会視察	茨城県立竹園高等学校	教員2名
2020/2/14-15	奈良女子大学附属中等教育学校 SSH 視察	奈良女子大学附属中等教育学校 SSH 視察	教員2名
2020/2/21	個人課題研究発表会、第2回運営指導委員会	筑波大学・大学会館	運営指導委員5名
2020/2/25	SSH 視察受け入れ（仙台青陵中等教育学校）	本校	教員2名
2020/3/4	SSH推進委員会全体会議	本校	
2020/3/25	県内 SSH 校情報交換会（予定）	緑岡高等学校	教員1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】

今年度の中学1年生は、学校の授業から日頃の私生活まで、様々な疑問を持ち、積極的に教員に質問してくる様子が見られる（もちろん、これは今年度に限ったことではないかもしれない）。一方で、溢れ出る様々な疑問を「自分にとってほどよい問題なのか、それとも今はまだ縁もゆかりもない問題なのか？」という観点から整理するという能力は欠けている。

日頃の学習においても、様々な問題を「自分にとっての難易度」で分類し、難しいものは戦略的に保留しながら、段階的に学んでいく姿勢は重要である。これまでの中1の探究的活動では「問題発見能力の育成」を主題にかかげてきており、これは「あらゆる研究活動において研究テーマを設定することは最も重要な要素である」という事実に基づいたものであった。今年度は、冒頭で述べた状況をふまえて、これまでの「研究活動における問題設定」というテーマを、「自分の力（あるいは少しの背伸びによって）で解決することのできるちょうど良い問題を設定する」と、より精密に捉え直し、ここ2年間で行ってきた「幼い頃から今まで生きてきた中で、大人が答えてくれなかった多くの疑問を様々な方法を駆使して調査する」という活動を次の2点を強く意識させるという形で revise をした。

- ① 自分が抱いた疑問が「未解決問題」なのか「解決済み」の問題なのかを明確にする
- ② 調べた内容を振り返って、自分の抱いていた疑問と今の自分との距離を測る

この活動を通じて、自らが抱いた疑問に対する調査方法を模索し、上の2点を意識した分析することで、「問題発見からその解決までの一連の流れ」をつかむとともに、「問題設定」と「問題と自分との距離の測り方」という観点を今後の研究活動や日頃の学習活動の中に取り入れるきっかけをつくることができる。

【対象学年】

中学1年生（6学級231名）を対象とした。なお、総合的な学習の時間を利用して活動をした。

【内容】

7月末（夏休み直前）に中1生徒全体に対してガイダンスを行った。ガイダンスでは、疑問をもつことの大切さや、「調べ学習」と「研究」の違いについて説明した。生徒たちは、最終的には高校2年生で「課題研究」に取り組むことになるが、それに向けた最初のステップとして、今回は「調べ学習」を行わせることにした。調べる期間は夏休みの4週間を設定した。生徒たちは、ワークシートを利用して、

- ① 今まで生きてきた日常生活の中で、あるいは勉強してきた中で、疑問に思ったこと、不思議に思ったことを思いつく限り書いてみる。
- ② ①で書いたキーワードを「Yes or No」や「～の理由によって～が起こる」といったような受け答えができるような「はっきりとした疑問」に書き換える。
- ③ ②で書いた疑問を持つようになったきっかけやエピソードなど動機をかく。
- ④ 自分が設定した疑問を調べる上での「検索語」として思いつくものを書き出す。この検索語をもとにインターネットや書籍を利用して調べ学習をする。
- ⑤ 調べた内容に基づいてそれぞれの疑問を以下の観点で分析と整理をする。
 - (1) 未解決問題であったか、それとも解決済みの問題であったか。解決済みの問題の場合は「いつごろ誰が解決したどのような方法で解決したのか」をできる限り詳細に書く。未解決問題の場合は、「どのくらいの間、考えられている問題なのか」をできる限り詳細に書く。
 - (2) 今の自分と疑問との距離を
 - (i)自分とは遠すぎる問題
 - (ii)自分とは近すぎず遠すぎずの問題
 - (iii)自分と非常に近い問題の三つのいずれかに分類する。

という流れにしたがって、調べ学習をしてきた。夏休み明けにワークシートを提出させ、探究的活動の担当教員2名で生徒全員のレポートを読み、その中でも非常に面白いレポートを書いてきた20名程度を選出し、9月から11月の総合的な学習の時間の数回をかけて代表者のレポート発表会を実施した。代表発表の際は、担当の2人の教員が座長をつとめ、それぞれの発表に対して講評をした。また、この活動の他に「批判的思考」や「論理的思考」を獲得するための入門講座と

して、「三段論法」についての全体講義をおこなった。

【検証】

生徒達のレポートを担当教員で一通り目を通した結果、全部で 458 題の疑問があり、それらを「未解決問題 or 解決済問題」と「今の自分との問題との距離」について分類すると以下ようになった。

① 未解決問題 → 52 題

「未解決問題の中での内訳」

(a) 自分とは遠すぎる問題 → 8 題

(b) 自分とは遠すぎず近すぎずの問題 → 38 題

(c) 自分と非常に近い問題 → 6 題

② 解決済問題 → 406 題

「未解決問題の中での内訳」

(a)自分とは遠すぎる問題 → 53 題

(b)自分とは遠すぎず近すぎずの問題 → 201 題

(c)自分と非常に近い問題 → 152 題

さらに「非常に面白いレポート」として発表の代表に選ばれた約 20 名の発表のタイトルを「①未解決 or ②解決済」という観点と「自分との距離が(a)遠すぎる or (b)遠すぎず近すぎず or (c)非常に近い」という観点で分類した結果とともに以下にのせる。

1. 虹は何故 7 色なのか？ → ①(b)
2. あくびは他の人にうつるというのは本当か？ → ②(c)
3. 蚊が絶滅したときの人類への影響は？ → ①(b)
4. 台風のみだけ晴れているのは何故か？ → ①(b)
5. 蟻が壁を登れるのは何故か？ → ①(b)
6. 多角形で一番強度が強いのは三角形か？ → ①(b)
7. 何故、楽しい時間は早く過ぎるのか？ → ①(c)
8. 地球が自転しているのは何故か？ → ①(b)
9. 人間が言葉をしゃべるのは何故か？ → ①(b)
10. 台風は何故左回転なのか？ → ①(b)
11. アラビア数字は何故あのような形をしているのか？ → ②(b)
12. 何故、虹ができるのか？ → ①(b)
13. 何故、3 色の国旗が多いのか？ → ①(b)
14. 戦争は何故なくなるのか？ → ②(b)
15. 擦り傷が何もせずとも治癒するのは何故か？ → ①(b)
16. 何故、渋滞が起こるのか？ → ①(b)
17. 洗濯物が乾くのは何故か？ → ①(a)
18. 地球の水の原点はどこか？ → ②(a)
19. 虹のたもとにたどり着けないのは何故か？ → ①(b)

当初の予想ではもっと「(a)自分と遠すぎる問題」の数が多くなるかと考えていたが、ほとんどが「(b)自分と遠すぎず近すぎずの問題」と「(c)自分と非常に近い問題」を占めることになった。この結果について、「生徒達自身が我々の予想以上にほどよい距離の問題を打ち立てる能力に初めから長けていた」という分析もあり得るかもしれないが、それをふまえても「自分の興味関心のあるキーワードを明確な解答が出せるような疑問の形に明確化する」という作業によって、漠然とした疑問や耳学問のような話題が淘汰されたことが大きな要因であったと推測している。担当教員は 2 つの観点の分類をみないまま、レポートの中身の良し悪しだけで約 20 名程度を選出したが、結果として「(b)自分との距離が遠すぎず近すぎずの問題」が発表代表のほとんどを占めたことは、子供達に「ほどよい距離の問題を設定する」ことの重要性に気が付いてもらえる良いきっかけとなったことがわかる。

【次年度への課題】

自分との距離の測り方について、我々は当初「調べた内容に基づいて分類する」という趣旨の分類を考えていたのであるが、「専門的な内容であってもかなり真実をかみ砕いて説明する大衆向けの資料の存在」や「結果や調査内容はともかく疑問自体が身近であるかどうか」で距離を測っていた生徒が多数いたので、「疑問の身近さ」と「解決プロセスの身近さ」と分けて提示するなどといった方法を取り、こちらの意図や趣旨がより明確になるようにするべきであった。

中 2 探究的活動

【仮説】

前年度に培った調べ学習の技能を発展させ、より多様な情報源の活用や、発見された課題への解決策を提案する中で、論理的な思考力が習得できる。

2015 年に国連で採択された SDGs（Sustainable Development Goals）への理解を深め、現在の社会が抱える課題を知り、社会の一員として、より良い世界を築く意識を高めることができる。

【対象学年】

中学 2 年生（6 学級、231 名）を対象とした。なお、総合的な学習の時間を利用して活動をした。

【内容】

○「SDGs を通して、社会の問題に目を向けよう！」：6 月末にガイダンスを行った。ガイダンスでは、前年度の調べ学習を踏まえて、「①社会の抱える課題に目を向ける」「②新聞記事を活用する」「③課題に対する解決策を提案する」の 3 点を新たな目標として示した。また、SDGs の視点からテーマ設定を行うことを説明する中で、SDGs の概要や重要性、17 のターゲットに関して解説した。ワークシートに沿って調べ学習を進め、探究のまとめ（A2～A1 サイズ）を作成することを夏休みの課題とした。夏休み明けに探究発表会を行った。討論班の 3、4 人でお互いに発表をしあい、前年度同様の「評価シート」を記入する時間を設けた。提出された作品に関しては、優秀作品を選出し、掲示した。

○つくば市 SDGs の講演会：つくば市政イノベーション部持続可能都市戦略室へ講演を依頼、実施した。「SDGs による持続可能なまちづくり～世界のあしたが見えるまちを目指し」というタイトルで、茨城県唯一の SDGs 未来都市として、つくば市が行っている施策について聴講した。

【検証】

○「SDGs を通して、社会の問題に目を向けよう！」：前年度同様、到達目標として参考作品を掲示・配布したため、完成度は全体的に高かった。自己評価アンケートの「社会の課題に目を向け、自分の課題でもあると主体的に考えるようになりましたか？」という問いに対しては、94%の生徒が肯定的に回答した。「SDGs に対する理解は深まりましたか？」という問いに対しては、96%の生徒が深まったと回答した。自由記述形式の「今回の活動を通して、自分が成長できた部分はどこですか？」という問いに対しては、「多くの情報源がある中から世間の問題の現状を理解し、必要な情報を選んで、知らない人にも分かりやすく伝えることができるようになった」「すぐにその情報をうのみにするのではなく、本当かどうかをいくつかのデータベースを見比べてからその情報を使ったこと」「新聞記事を見て、その問題を考え、そこから発展させてまとめることを通じて、一つの疑問点から発展させ広い目線で考える力がついた」「頭を使って何をすればコレができるのか、とたくさん考えられるようになった」といった内容の回答が多く得られた。前年度の課題であった、必要な情報にアクセスする力や、論理的思考力、問題解決力という点において、生徒自身が成長を感じられる結果となった。

○つくば市 SDGs の講演会：講演会を聴講しての感想には、「(SDGs に貢献しようと様々な取り組みをするつくば市を) 他の自治体も見習わなければならない」「今、どんな問題を抱えているのか、また、どう解決していくのかをより深く考えるようになった」「SDGs の実現に貢献していることを知り、自分もこれから SDGs について考えてみようと思った。将来や学校生活でも、SDGs のような社会に貢献できることに取り組んでみたいと思った」「今年の夏課題で、SDGs のことを調べて内容をよく知ったつもりでいましたが、まだまだ知らないことがあった。これからはよく知って自分なりに考えたい」等の SDGs に対して意識が高まったというものが多くみられた。「(市政に関わる仕事を知って) つくば市役所やその他の地域などに関わる仕事も楽しそうだった」と等、職業観についての感想も得られた。

表 1 自己評価アンケートの結果「社会の課題に目を向け、自分の課題でもあると主体的に考えるようになりましたか？」

かなり	39%
そこそこ	55%
あまり	5%
全く	1%

【次年度への課題】

調べ学習に関しては、探究活動や他教科での取り組みの中で情報収集力やまとめる能力の成長が感じられた。次年度は研修旅行での現地調査で役立つインタビューの方法の習得を課題としたい。中学最終学年となる次年度は、高校での進路選択や個人課題研究を見据えて、生徒ひとりひとりが自分自身の興味関心と向き合える機会をつくりたい。

中 3 探究的活動

【仮説】

昨年度の探究的活動では「論理的思考力の育成」に取り組んだ。今年度は、生徒たちが 12 月の研修旅行で広島・京都を訪問することから、「多面的・多角的なものの見方や考え方の育成」の習得を目指す。

具体的には、「日本文化の源流を探る」という目的のもと、京都での班別研修に向けて、生徒たちは自分たちで研修テーマを決めて事前学習に取り組み、訪問先で質問をし、レポートにまとめてスライドで発表する。その事前学習のスタートの部分で、以下に示す探究的活動を行うことで、日本の歴史・文化・宗教などについて「なぜ？」という視点を持ち、自分なりの考え（仮説や意見など）が持てるようになる。

【対象学年】

中学 3 年生（6 学級、254 名）を対象とした。

【内容】

○ねらい

①身近なことから始めて、日本の歴史・文化・宗教などについて「なぜ？」という疑問を持ち、その背景や由来について考えてみる。②ある事象に対して「なぜそうなのか？」という理由や由来について、他のクラスメイトの考えを聞いたり、いくつかの説を知ったりすることで、多面的・多角的なものの見方を養う。③9 月からの研修テーマ探索やレポート作成をスムーズに行えるようにする。④研修班でのグループ活動を通じて、協調性やコミュニケーション力を養う。

○7 月 19 日の取り組み

生徒は研修班ごとに着席する。探究委員がスライドでクイズを出題。班で話し合いを行い、答えを 1 つ紙に書き、なぜその答えにしたのかについて理由を説明する。全班が発表したら、探究委員がスライドで答え（もしくはその答えにつながる複数の説）を発表する。

<茗溪学園編クイズ>

①茗溪学園の「茗溪」の由来は？②茗溪学園がある「つくば市稲荷前 1－1」の「稲荷前」とは？③茗溪学園はなぜ「自由な校風」なのか？④「〇〇先生」（外国人の先生）が茗溪学園（日本の学校）の文化で最も驚いたことは？

<京都班別研修編（日本文化）クイズ>

⑤フランスのヴェルサイユ庭園と京都の西芳寺の庭園の違いを挙げてみよう。また、なぜそのような違いが生まれるのか考えてみよう（日本人の自然観、神概念など）。⑥なぜ人間の死後の魂は山（例：五山の送り火）に行くと考えられたのか（民俗学者・柳田国男の説など）。⑦なぜお寺では、石油から作られた洋ろうそくではなく、ハゼの実から作られた和ろうそくが使われるのか（仏教と一切衆生悉有仏性など）。⑧「京菓子」と言えば「四季をあらわす」などみやびなものが多いもの。しかしながら、この「松風（まつかぜ）」はとてもシンプル。なんと 1570 年頃に作られたと言われる歴史あるものだが、その作られた目的は何だろう（いくさの兵糧説など）。

○7 月 20 日の取り組み

京都班別研修の過去の報告書を活用し、クラスごとに生徒 1 人が 1 班分の報告書を担当し、それをよく読み、読んでいて疑問に感じたことに線を引く。その疑問を「インターネットなどで調べれば分かるもの」と「インターネットなどで調べても分からなそうなもの（専門家や当事者に質問してみたいこと）」に分ける。自分が担当した報告書のテーマの概要と、先で挙げた疑問について班内で発表＆共有する。グループの中で、探究度の高い「ベストオブ報告書」を 1 つ選ぶ。各班からクラス全体でその報告書の概要・探究度の高さを発表し、全体で共有する。

【検証】

学習後の生徒たちの感想の中には、「みんながそれぞれ見る視点が違って面白かった」「なぜそうなのかについて、様々な説があることを知り、京都でさらに深めたいと思った」などの記述が見られ、本プログラムの目的は一定程度達成することができたと判断できる。

【次年度への課題】

クイズに対する生徒たちの関心は高く、意欲的に取り組んでいる様子が見られた。「一つの答え」のない問いに対して、生徒たちがそれぞれの視点から意見を出し合う様子は「主体的・対話的で深い学び」にもつながっていた。今後はさらにクイズの充実をはかり、歴史・文化・宗教などと関連づけながら、生徒たちの「多面的・多角的なものの見方や考え方」を育成するための学習プログラムの開発に取り組んでいきたい。

高 1 数学 表計算ソフトの活用と統計的分析入門

【仮説】

課題研究では、科学実験やアンケート調査によって得られたデータを統計的に分析し、その結果を根拠に結論を導く場面に遭遇する。また、正当性のあるデータ分析を行うには、大きなデータを、表計算ソフトを用いて処理する技術が必要である。

高校数学では数学 I「データの分析」、数学 B「確率分布と統計的な推測」の単元が設置されているが、課題研究を行うにあたり、データに基づいた考察をするためにはこの 2 単元の内容理解だけでは不十分である。

この授業では、基本的な表計算ソフトを活用しながら、基本統計量の概念を深め、更に、カイ二乗検定の基礎について学ぶ。また、身近なアンケート結果に対してカイ二乗検定を行い、2つのカテゴリー間の独立性を判定する。

表計算ソフトに慣れ親しみ、その利便性を知ること、積極的に課題研究において表計算ソフトを利用する姿勢を育てることができる。また、カイ二乗検定を学ぶことにより、直感によらずに数学的な根拠に基づいて得られたデータを考察する必要性に気づくことができる。

【対象学年】

高校 1 年生（280 名）を対象とし、7 月（「ミニ研」が行われる前）に実施した。

【内容】

① 表計算ソフトの活用

1. 平均値を計算する過程で、SUM 関数や AVERAGE 関数を活用し、関数を利用するための基本的な操作を導入した。また、フィルター機能を利用してデータを昇順・降順に並べ替え、四分位範囲を求めた。更に、表計算ソフトの「データ分析」の機能を活用し、度数分布表とヒストグラムを作成した。
2. セルに数式を入力し、データの偏差とその 2 乗を計算した。そして AVERAGE 関数、SQRT 関数を利用して分散を求めた。この過程で、「絶対参照」と「オートフィル機能」の方法と仕組みを理解させた。一方で、VAR.P 関数を利用して直接的に標準偏差を求めることも行った。更に、平均値が同じ 2 つの母集団の標準偏差をそれぞれ計算して両者を比較し、データの散らばり具合を確認した。
3. 2 変数をもつデータに対して、表計算ソフトを利用して散布図を作成した。また、AVERAGE 関数、VAR.P 関数、SQRT 関数を利用して相関係数を求めた。この過程で、これまで学んだ関数や数式入力の方法、絶対参照とオートフィル機能を総動員して解決させた。一方、CORREL 関数を利用して相関係数を求めることもさせた。
先に記述した散布図においての（線形）近似曲線を求めさせ、未知の変数を、残りの既知の変数の値と近似曲線から求めることができる仕組みを紹介した。

② カイ二乗検定

1. カイ二乗検定の中でも、2つのカテゴリーに関連があるかどうかを調べる独立性の検定に限定して、基本的事項を解説した。初めに、「告白されたい方法」についての高校生 200 人の仮想データから、男女間で告白のされ方の趣向に差があると言えるかという問題を提示した。次に、極端なクロス集計表をいくつか紹介して、独立性（関連があるかないか）の直感的な理解を促し、期待度数と観測度数について説明しカイ二乗値の概念を導入した。最後に、いくつかの具体例でカイ二乗値を計算させた。
2. 2つのカテゴリーが独立かどうかを判定するカイ二乗検定の理論と方法を説明した。その際、カイ二乗分布と危険率の概念も導入した。危険率については、表計算ソフトの CHISQ.INV.RT 関数を利用して求める方法も紹介した。
その後、実際に 1 で得られたカイ二乗値から独立性の検定を行い、結論を導いた。この過程で、関連があるかどうか直感的には判断できないクロス集計表に対して、検定を利用して理論的に独立性の判断を下す方法を学んだ。

【検証】

表計算ソフトの活用については、基本統計量を求める基本的な手法に習熟させることができた。また、数式入力を行う機会を繰り返し設けることで、標準偏差や相関係数などの定義式の理解を促すことにもつながった。カイ二乗検定については、カイ二乗値の導入を丁寧に行ったことで、8 割程の生徒が具体的な例に対してカイ二乗検定を行うことができた。

【次年度への課題】

カイ二乗検定については、その考え方や手法を理解することに注力した。しかし、2つのカテゴリーの独立性について、生徒自身の仮説を授業の中で検証する機会を作れなかった。自分が持つ直感的な予想と検定結果のギャップを利用することにより、検定の必要性や動機を強く感じさせ、生徒自身がデータを扱う主体性を促す工夫が必要である。

高 1 化学 化学探究の基礎力の習得

【仮説】

高校 1 年次の化学基礎は、高校 2 年次の必修科目である個人課題研究に向けた準備段階として位置づけ、基本的な化学実験等を、年間を通して複数種類実施する。これらの活動によって、以下の 2 つの目的を達成することができる。

- ① 日常生活の中にある物質や現象について化学的な視点で情報収集する基礎力を養う。
- ② 様々な種類の基本的な化学実験を体験し、探究活動に活用する基礎力を養う。

【対象学年・実施時期】

高校 1 年生（7 学級、270 名）を対象とし、計 6 回（5 月・6 月・12 月・1 月・2 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情報源を用いて調べ、収集した情報の内容を比較した。調査した内容はレポートとしてまとめた後、各クラスで互いのレポートの内容について検証した。

2. 混合物の分離（実施時期：6 月）

- (a) 塩化銅と墨汁の混合物を用意し、ろ過装置を用いて分離した。
- (b) 蒸留装置を用いて赤ワインを蒸留し、主成分である水とエタノールに分離した。

3. 水溶液の成分元素の検出（実施時期：6 月）

無色透明の水溶液 3 種類（食塩水、炭酸水、塩酸）をラベルがない状態で用意し、硝酸銀水溶液、BTB 溶液、石灰水を用いて水溶液の種類を検証した。

4. 食酢中の酢酸濃度の決定と滴定曲線の作成（実施時期：12 月）

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。また、pH メーターを用いて滴下量ごとの pH を記録し、滴定曲線を作成した。

5. 塩の加水分解（実施時期：1 月）

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：2 月）

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 の実施により、探究活動の第一歩となる情報収集と複数種類の情報を多面的に見る力を身につけることができた。このことから、目的①は概ね達成できたと考える。

内容 2～6 の基本的な実験を実施することにより、さまざまな種類の実験器具を扱い、高校 1 年次までに学習する化学基礎で扱う化学実験について一通り体験することができた。このことから、高校 1 年次の段階においては目的②達成できたと考える。

【次年度への課題】

内容 1 では、こちらが与えたテーマから生徒が選択するという課題であったが、今後は化学基礎全般、もしくは各単元などある程度広い分野の中からテーマを選択させるなどして、個人課題研究のテーマ設定の練習となるような課題も設定したい。

本年度は高校 1 年次の化学基礎を高校 2 年次の個人課題研究への準備段階として位置づけ、基本的な情報収集の手法や実験技術を体験するに留めた。化学基礎は必修科目であるため、今回のような取り組みのレベルは妥当であると考えられるが、基本的な実験を体験するだけで高校 2 年次の個人課題研究等の探究活動におけるスキルアップにつながるかどうかについては疑問が残る。また、探究活動では情報収集・実験の実施だけではなく、結果の検証や考察を行うことも重要である。授業内で実施する実験では十分なデータ数を得るだけの実験を行うことは難しいが、実験結果について誤差の検討を行うなど実験結果データの取り扱いに焦点を当てた内容の導入についても検討したい。

来年度以降も基本的な化学実験は継続して実施し、探究スキルの基礎力向上に努めたい。また、情報収集や実験技術の基礎力だけでなく、本年度取り組むことのできなかった課題設定や実験データの取り扱いなど、探究活動に必要なその他の基礎力が向上するような内容の導入について検討したい。

高 1 生物 実験を通して数値データの収集と解析を体験する

【仮説】

課題研究では、実験によりデータを定量的に得て解析し考察を導くことが重要である。実験を通して数値データを得ること、そのデータを解析しグラフ化すること、結果から考察を深めレポートにすることを体験することによって、探究スキルが向上する。

【対象学年】

高校 1 年生（270 名）を対象とし、7 月に実施した。（実験 1 時間、結果の検討とレポート作成、レポートの評価）

【内容】

教科書に記載されている酵素カタラーゼの実験を基に、数値データの収集と解析、レポート作成の方法に触れた。実験後のレポートは課題とし、参考文献などを利用して考察をした。ダイコン破砕物をカタラーゼの粗酵素抽出液として用い、酵素の温度および pH の変化に対する反応の特性と無機触媒との性質の違いを理解することを目的に、グループ実験を行った。実施にあたり、温度・pH と反応量を数字でデータを得ること、さらに得たデータをグラフ化すること、結果を考察しレポートとして文章で表現することを生徒に課した。グラフ化については細かな指示をせず、生徒たちが自由な発想で作成した。提出されたレポートを評価項目に分けて点数化して教員で評価した。結果を検討する授業では、生徒が作成した様々なグラフを示し、明らかにしたい目的に対してどのようなグラフが妥当なのかを講義形式で考察した。

【検証】

授業アンケートを実施（239 名）し、自由記述などを基に取り組み前後の意識の変化を検証した。

	1. 全く変化がなかった	2. あまり良い変化がなかった	3. まあまあ良い変化があった	4. とても良い変化があった	1 ～ 4 の評価の平均
①いろいろな見方や意見を持てるようになった。	5.4%	28.5%	54.8%	11.3%	2.72
②自分なりの課題や問題をもてるようになった。	3.3%	38.5%	45.6%	12.6%	2.67
③新しい見方や問題を見出せるようになった。	4.6%	38.5%	45.2%	11.7%	2.64
④未知の問題に対し、その解決の糸口を自分で発見できるようになった。	3.8%	34.7%	51.0%	10.5%	2.68
⑤自分と異なる考えをもっている人に対し、自分の考えを述べられるようになった。	8.0%	33.5%	43.5%	15.1%	2.66
⑥協力して解決にあたることができるようになった。	2.1%	20.5%	43.9%	33.5%	3.09
⑦複数の人と意見や考えを交換できるようになった。	3.8%	25.9%	41.4%	28.9%	2.95

アンケートからは⑥、⑦について数値が高かった。これは実験班の生徒同士で結果を共有し、得られたデータがどのような意味を表すのか相互に議論したことに起因すると考えられる。探究において時には視点を変えながら事象を見つめ直す必要があるが、その経験ができたと考える。生徒の自由記述では多くの生徒が考察に難しさを感じており、結果と考察の違いを理解する作業が必要であった。ただ、単に実験をして終わるよりも丁寧に学習と結びつけられたようで、今後の学習に意欲を見出す生徒もいた。「レポート作成にあたって、どこまで詳しく書かなければならないのかを知りました。この学んだことは文系でも使うことが多いと思うので、大切にしていきたいと思います」「このような「実験→レポート→提出する」というやり方は、アメリカの高校にいたときによくやっていましたが、考察の仕方を反省しました」「考察をどのように書けばいいのかわからなかったり、考えたことを書くことが苦手であることを見つけることができたので、良い経験にすることができた」という自由記述から、データを数字で得ること、およびその数字をグラフ化したり計算したりして、単純に数字だけからは見えてこないものを発見し、工夫しながらレポートの作成をしたことがわかる。個人課題研究においても活用することを期待する。

【次年度への課題】

レポートの作成を複数回行うことで成果物の変化を追い、各生徒のスキルの向上や応用がどの程度見られるか明確にする必要がある。また、レポートは剽窃を防ぐため手書きで作成させたが、高校 2 年での個人課題研究に向けて Word を利用すべきであった。インターネット上の turnitin を利用するなど、より実践的な方法を取り入れるべきであった。

高 1 ミニ研・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、全員が夏休みを中心とした短期間の研究に取り組む。テーマ設定や研究実施、レポート執筆、ポスター発表といった一連のプロセスを経験することで、個人課題研究への意識が高まり、研究スキルが向上する。

【対象学年】

高校 1 年生（259 名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

以下の日程で個人課題研究、ミニ研に関する活動を行った。主に総合的な学習の時間を用いて活動を行った。

表 1 日程と内容

5 月 13 日（月）	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、全体スケジュールを提示した。過去の個人課題研究テーマの紹介や「ミニ研」の実施についての説明を行った。
6 月 17 日（月）	ミニ研ガイダンス	「社会系研究」、「人文・語学系研究」、「国際系研究」、「自然科学系研究」、「芸術系研究」、「保健体育系研究」、「数学系研究」の 7 つの分野に関して、テーマ設定の仕方や研究方法の説明を行った。昨年度の優秀ポスターを生徒に示し、イメージ作りを行った。
7 月 6 日（土）	ミニ研テーマ決定	7 月 8 日（月）をテーマ決定用紙の提出締め切りとした。生徒が興味を持ったことを探究することを趣旨としたため、研究テーマの妥当性を教員が指摘することはしなかった。
7 月 22 日（月）	分野別集中ガイダンス	夏休み初日を高 1 は全員登校日とした。2 講座以上を選択するよう指導し、希望分野の講座を受講した。講座は 1 コマ 50 分とした。教員は全部で 25 名が講師として関わった。時間割と受講人数は表 2 の通りである。
夏休み	研究実施期間	7 月下旬から 8 月にかけて、各自で研究活動を行い、レポートを提出した。
9 月	ポスター制作 （情報の授業内で）	1 人 1 台コンピュータを使い、ポスター（A3 サイズ 1 枚）のデザインや構成についての指導を行った。
9 月 30 日（月）	個人課題研究ガイダンス	「個人課題研究の手引き」（本校オリジナルテキスト）を配布し、目的やテーマの決め方について説明した。
10 月 7 日（月）	ポスター発表会	1 人 4 回ずつ発表を行った。ベストポスター 35 名を決定し、掲示した。
12 月 7 日（土）	テーマ・課題指導者決定	12 月 12 日（木）をテーマ・課題指導者決定の締め切りとした。自主相談期間を設定し、生徒は複数の教員を回り、テーマ・課題指導者を決定した。
12 月 20 日（金）	文献調査の方法・研究倫理の話	本校司書教諭が講師を務めた。インターネットや書籍を使って情報を収集する方法を学んだ。本校では、CiNii を使って研究論文も検索することができる。 研究を進めるにあたり、倫理的に配慮すべき事項について解説した。
冬休み	序論執筆	論文執筆の開始。序論として、研究動機、研究目的、研究方法をまとめた。
12～1 月	レポートの書き方指導 （情報の授業内で）	参考文献を探し、論文を執筆する際の引用の仕方、および参考文献情報の書き方等を指導した。
1 月～3 月	高 1 個人課題研究ゾーン	「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。

表 2 7月22日 個人課題研究集中ガイダンスの時間割と受講人数

1 限	現代社会 34 人	地理学 5 人	数学 9 人	化学 36 人	芸術 41 人	スポーツ科学 64 人
2 限	外国語・異文化 41 人			生物学 67 人	家政 19 人	認知科学 58 人
3 限	日本語・国語 18 人	企業・経営 55 人		物理学 39 人	情報学 14 人	SDGs 52 人
4 限		歴史学 22 人	医学 61 人	地学 16 人	教育学 37 人	国際協力 46 人

ミニ研究は夏休み期間を利用し、生徒が自主的に活動する。9月上旬にレポートを提出させ、9月中に発表用のポスターを作成させた。レポートならびにポスターの提出には Google Classroom を利用した。なお、レポートの形式は個人課題研究の論文形式に慣れさせるため、個人課題研究と同一のフォーマットを利用させた。10月7日（月）にポスター発表会を行った。発表3分、質疑・コメント2分の形式で1人が4回ずつ行った。聴衆の問題発見力や表現力を高める取り組みとして、聴衆は必ずコメント（発表に対する質問、研究を改善するための提案）を行うことを義務づけることとした。生徒による評価と教員による評価を合わせて、優秀ポスターを選出し、校内に展示した。10月28日（月）には個人課題研究のガイダンスを行い、テーマ設定を開始した。目的や日程の説明には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」を利用した。「個人課題研究の手引き」には、研究の進め方や論文の執筆要項の他、生徒と課題指導者が研究プロセスを評価するための評価シートや各提出書類がまとめられている。生徒は本校教員との対話を繰り返し、研究テーマに対する認識を深め、冬休み前には全員がテーマ設定を終えた。

ポスター発表後から12月7日（土）までが、個人課題研究の研究テーマならびに課題指導者の決定期間となる。

【検証】

個人課題研究の研究テーマ決定後にミニ研の振り返りと個人課題研究の研究テーマの接続性について調査を行った。分析対象は個人課題研究に取り組む生徒のみで236名である（IB生は個人課題研究を行わないため分析対象から除外した）。

ミニ研の活動の満足度（表3）は、5段階評価で平均3.4であった。ミニ研の活動を通して身についたスキルについては、これまでの学年と同様に「ICT技術を使うこと」「情報収集の分析」「わかりやすく伝える」「文章力」などがあがっており、生徒それぞれが何かしらの力がついたことを記述していた。

次にミニ研と個人課題研究との接続についての結果を述べる。

ミニ研と個人課題研究のそれぞれの研究テーマの間に関連性があるかないかについて、「同テーマ（個人課題研究の研究テーマがミニ研の発展となるケース）」「同分野（個人課題研究の研究テーマはミニ研のテーマと同領域であるケース）」「関連分野（個人課題研究の研究テーマがミニ研のテーマと関連しているが、主テーマは異なるケース）」「無関連分野（個人課題研究とミニ研のテーマが全く異なるケース）」にわけて分類したものを表4に示す。

表 4 個人課題研究とミニ研と研究テーマの関連性

	同テーマ	同分野	関連分野	無関連分野
度数	22 (9%)	70 (30%)	47 (20%)	97 (41%)

97名(41%)の生徒が個人課題研究とミニ研で異なる分野の研究テーマを設定した。これらの生徒のうち23名が「ミニ研での取り組みが個人課題研究のテーマ設定に影響がなかった」と回答している。一方で74名の生徒が「ミニ研での知識が役立った」「ミニ研での失敗を生かすことができた」「ミニ研での研究方法が参考になった」などミニ研の取り組みに意味を見出していた。

このように研究テーマに関しては、ミニ研が個人課題研究と関連する生徒は約40%であった。しかし、関連のない研究テーマを設定した生徒であってもミニ研の活動が個人課題研究の研究テーマ設定に役立っていると回答したものが70%以上おり、したがって、ミニ研の活動は個人課題研究のテーマ設定について有用であることがわかった。

【次年度への課題】

ミニ研の目的が個人課題研究に向けた「実践」であるため、その役割は十分に果たしていると考えられる。ミニ研究と個人課題研究のテーマの関連度を高めるような指導が可能かどうか検討を進める必要があるだろう。

表 3 ミニ研の満足度
(5段階評価)

満足度	度数 (%)
1	12 (5%)
2	26 (11%)
3	78 (33%)
4	93 (39%)
5	27 (11%)

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（255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月を迎えた。前期は毎週土曜日に2時間が時間割に割り当てられ、研究を行った。後期は2時間の自主研究で、通年2単位の扱いとなっている。各担当教員の指導のもと、毎回ゼミや個別指導を行い、研究の進捗状況を確認しながら研究を進めた。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。中間発表は一般公開とし、全員がポスター発表を行った。

表 1 日程と内容

6月25日（火）	中間発表会	全員がA1サイズのポスターを作成し、[4分発表→2分質疑→1分聴衆者交代]を1セットとし、30分間に4セット行った。高校2年生だけでなく、高校1年生も発表会に参加し、質疑応答に加わった。
7月22日（月） ～24日（水）	個人課題研究優先ゾーン	夏休み最初の3日間に行われた。平成29年度から始まった取り組みである。部活動等のあらゆる活動に優先して個人課題研究を行う期間とした。
8月29日（木）	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。
9月28日（土）	本論文提出	
12月7日（土）	要旨・パワーポイント提出	A4サイズ1枚の要旨を作成する。発表用のパワーポイントを作成し、提出する。
12月20日（金） 21日（土）	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3分の形式で行った。
2月21日（金）	個人課題研究発表会 （場所：筑波大学・大学会館）	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28名が口頭発表、30名がポスター発表を行った。筑波大学の先生方を座長にお迎えし、指導・助言を受けた。

中間発表会は、発表者と聴衆の良好なコミュニケーションから、今後の研究活動の糧となる新たな気づきを得ることや、これまでの研究成果をまとめ、聴衆に伝えることによりプレゼンテーション技術を向上させることを目的とした。場所は本校第1体育館で実施した。研究テーマと要旨をまとめ、パンフレットとして参加者に配布した。発表4分+質疑



写真1 ポスター発表会全体の様子



写真2 生徒のポスター発表の様子

2分+聴衆者の1分を1セットとし、これを全員が4セットずつ行った。これから課題研究を始める高校1年生も聴衆者として参加した。本校生徒、保護者、他校教職員、SSH運営指導委員、筑波大学の学生などが参加し、およそ700人が発表者または聴衆として参加した。発表会終了後は、自己の発表を振り返り、得られた視点やアイデアをまとめる作業を行った。

表2 各教科の担当生徒数

教科	人数
国語	22
社会	35
数学	16
理科	74
英語	40
体育	25
家庭科	7
芸術	14
図書館・情報	13
保健室	9
合計	255

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。理科の担当生徒数は、物理22人、化学26人、生物21人、地学5人であった。また、筑波大学の生命環境学群の1年生1名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。

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、個人課題研究優先ゾーンを設置した。夏休み最初の3日間は登校し、研究活動を優先する期間である。

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、116名の生徒が大学の先生や研究者、その他の専門家を訪問し、指導を受けた。第2章の研究開発の経緯で述べているように、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。

令和元年12月20日、21日には個人課題研究発表会を校内で実施した。全員がパワーポイントを作成し、9つの分科会に分け、本校教員を座長として発表を行った。令和2年2月21日には、筑波大学・大学会館にて個人課題研究の代表者による発表会を行った。7つの分科会に分かれ、28名の生徒が口頭発表を行った他、30名の生徒がポスター発表を行った。ポスター発表では個人課題研究の発表の他、科学部の研究成果や中学生の科学研究の成果発表等も行われた。口頭発表会では筑波大学の先生に座長をお願いし、各発表について指導・助言を受けた。

表3 口頭発表会での座長の先生方

生命環境系教授・宮崎均先生	数理物質系准教授・西村賢宣先生
生命環境系教授・久田健一郎先生	医学医療系教授・長田道夫先生
人文社会系准教授・五十嵐沙千子先生	システム情報系教授・渡邊俊先生
体育系助教・國部雅大先生	

【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。生徒の感想は肯定的な回答がほとんどである。中でも170名の生徒がポスター発表のスキル向上に関するコメントを述べており、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(71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。他校教職員の方々にも多数来校していただき、成果や運営方法を普及する役割も果たすことができたと考えられる。個人課題研究の中間発表会を行ったのは今回が2回目であり、いずれもこれから個人課題研究に取り組む高校1年生には全員発表会を見学し、自らの研究に役立てるよう指導している。運営指導委員の先生からは「昨年に比べると生徒はリラックスしており、昨年の見学が活きていると感じた」というコメントをいただいております。下級生にとってもよい影響を与える発表会となっていると言える。2回目の開催ということもあり、運営面は昨年と比較して大幅に改善できた。高校2年担当の教員だけでなくSSH推進委員会のメンバーを中心に事前に役割を分担し、多くの教員が関わることによって余裕を持って運営することができた。

夏休みの個人課題研究優先ゾーンについても「実験を行う場合、短時間で集中的に取り組むことで、研究を前進させる」、「夏休み入り口の段階でどの程度進んでいるかを生徒本人がチェックでき、指導教員が把握するのに有効であった」という教員の意見があった。研究時間を確保し、質の向上を図る意味で有効な取り組みであったと言える。

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244)。表4は「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?」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4 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。	9.1%	5.8%	46.9%	9.1%	17.0%	12.0%
【2】 相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる。	8.3%	7.1%	42.5%	9.6%	20.4%	12.1%
【3】 何事も、少しも疑わずに信じ込んだりはしない。	12.4%	5.4%	36.5%	8.3%	19.5%	17.8%
【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。	8.3%	6.2%	44.4%	9.1%	19.9%	12.0%
【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。	8.4%	8.8%	46.0%	9.6%	15.1%	12.1%
【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。	7.5%	5.4%	46.9%	10.4%	16.2%	13.7%
【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。	5.5%	8.0%	44.1%	7.1%	18.9%	16.4%
【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。	6.3%	6.7%	48.5%	8.4%	15.5%	14.6%
【9】 道筋を立てて物事を考えることができる。	5.4%	5.4%	48.3%	6.3%	22.5%	12.1%
【10】 自分の考えを言葉で的確に表現することができる。	4.6%	9.2%	46.4%	11.3%	15.1%	13.4%
【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。	7.9%	5.8%	43.3%	9.6%	20.8%	12.5%
【12】 新たな知識や情報を貪欲に吸収したい。	7.5%	4.6%	38.3%	7.1%	21.3%	21.3%
【13】 建設的な提案をすることができる。	17.1%	10.4%	39.6%	10.4%	14.6%	7.9%
【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。	4.6%	5.0%	45.6%	9.6%	18.8%	16.3%
【15】 新しいものにチャレンジするのが好きである。	12.5%	9.6%	27.9%	9.2%	19.6%	21.3%
【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。	13.8%	7.5%	40.0%	10.8%	17.9%	10.0%
【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。	6.7%	10.4%	45.8%	9.2%	15.8%	12.1%
【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。	5.0%	7.5%	44.6%	9.6%	17.1%	16.3%

【19】 生涯にわたり新しいことを学び続けたいと思う。	6.7%	5.8%	37.1%	8.8%	22.1%	19.6%
【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。	5.8%	3.3%	43.3%	10.0%	20.8%	16.7%
【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。	7.1%	8.8%	45.4%	12.1%	15.4%	11.3%
【22】 研究内容と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。	10.0%	6.3%	40.4%	9.6%	19.2%	14.6%
【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。	5.0%	5.0%	35.6%	10.0%	19.7%	24.7%
【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。	6.7%	5.4%	42.9%	9.6%	18.8%	16.7%
【25】 研究内容と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。	3.3%	4.6%	43.5%	10.9%	18.4%	19.2%
【26】 自分なりの仮説や予測を立てようとする事ができる。	4.6%	6.7%	45.6%	8.4%	17.6%	17.2%

肯定的な回答が80%を超えた項目は【9】・【12】・【14】・【20】・【25】・【26】であった。【9】・【20】・【26】は論理的思考力に関わる項目であり、1年間の研究活動の中で、それぞれが仮説を設定し、多くの根拠を元にして論理的に考察し、結論をくだすことができた生徒が多かったことが伺える。【14】の結果から、生徒はプレゼンテーションのスキルが高まったという実感を持っている。中間発表会と12月の全体発表会で全員が最低2回のプレゼンテーションを経験することにより、自らの研究内容を分かりやすく伝えるスキルと自信を身に付けたことがわかった。【25】はインターネットを用いた情報収集力に関わる項目である。情報の授業や文献検索の方法に関する講義等が有効に働いていたと考えられる。一方で否定的な回答が20%を超えた項目は【10】・【13】・【21】であった。【10】の「自分の考えを的確に表現することができる」は表現力に関わる項目であるとともに、言語運用能力に関する質問項目であると言える。課題研究のプロセスのみならず、あらゆる学習の場面において生徒のスキル向上に努めていく必要がある。【12】は、これからの学びへの主体性やモチベーションに関わる項目であり、個人課題研究が生徒の知的関心を喚起することにつながっていることを表している。

1年間を振り返ってみて、個人課題研究に対する意欲は全体的にどうだったかという質問に対する集計結果は表5の通りである。

表5 アンケート集計結果（個人課題研究に対する意欲は全体的にどうだったか）

非常に消極的	消極的	積極的	非常に積極的
7	74	138	25
2.8%	30.0%	55.9%	10.1%

【次年度への課題】

中間発表会の後の運営指導委員会で、研究の目的・手段・方法がマッチしていない生徒が多くいたというコメントをいただいた。アンケート項目【16】の結果からも、客観的に自己の研究を捉えることやメタ認知するスキルには課題があることがわかる。メタ認知のスキルを高める取り組みには様々な方法が考えられるが、個人課題研究の指導においては、やはり生徒と大人の対話を増やすことを意識していく必要がある。後述するように教員の負担も考慮する必要があるため、大学生・大学院生のチューター制度を拡充することも一つの方法であると考えられる。

アンケート項目【21】の結果から「自身の研究を振り返りながら、うまくいかない理由を考え、修正する」ことを苦手に行っている生徒が多い。個人課題研究のプロセスで苦労した理由として、「どのように進めればよいかわからない」という回答が39件で最も多いことから、指導教員が効果的に生徒に関わっていく必要性が示唆される。すなわち、課題指導者がアドバイザーとして、生徒の主体性を生かしながら研究をコーディネートしていくことが重要である。3年前から教員1人当たりの指導を担当する生徒数に上限を設けることによって負担の軽減に努めてきたが、現時点でも教員1人で8～15人の生徒を担当することもあり、教員の負担を均一化する方法を考えていかなければならない。

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2 数学探究Ⅰ

【仮説】

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、数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2年生（11名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

年間のカリキュラムと、いくつかの取り組みについての詳細を述べる。多くの場面で生徒が内容を予習し、それを全体に講義する形で理解の共有を図った。

4月 空間のベクトル（数学B）
○線型独立性と線型結合の一意性・・・高校数学では線型独立についての明確な定義をせず、具体的例を用いて線型結合の一意性を説明するのが一般的である。直感的な理解に留まらないよう、定義を出発点として議論を進めた。
○ベクトルを用いた平面図形の有名定理を証明・・・各自がテーマを設定し、証明に取り組んだ。容易に調べることができるチェバの定理やオイラー線に関する性質の他、オリジナリティのある証明方法に取り組んだ生徒もいた。
○2つのベクトルの外積・・・外積は高校数学では発展的な内容としてしばしば現れ、物理学への応用を考える際には重要な道具となる。典型的な問題に外積を使ってアプローチし、その良さを実感することができた。
5月 整数の性質（数学A）
○合同式・・・オリジナルのテキストを用いて、基本的な性質にも丁寧な証明を与えながら学習を進めた。既習事項である倍数の判定法に加え、ピタゴラス数、双子素数、三つ子素数の性質を証明する問題にもチャレンジした。
6～7月 数列（数学B）
9月 プレゼンテーション
夏休みの課題として数学者の業績を調べる、またはGeogebraを用いたグラフアートのいずれかを選択させた。生徒の調べた数学者は「ラマヌジャン」「ガウス」「リーマン」「チューリング」「フィボナッチ」「デカルト」「コーシー」「ライプニッツとニュートン」であった。グラフアートを選択した生徒は2名であった。
10月 極限（数学Ⅲ）
○数列の極限（ ϵ -N論法）・・・極限の厳密な定義を与え、数列極限に関する基本的な性質を証明した。
○曲率半径の話題・・・全員がGeogebraで作図の手順を追いながら、状況設定をより明確に理解した。
○オイラーとヴィエトの無限積の公式・・・大学入試問題の発展として、円周率を無限積で表す方法を学んだ。
11～12月 微分法（数学Ⅲ）
○指数関数や三角関数の冪級数展開（テーラー展開）とオイラーの公式
1～3月 積分法（数学Ⅲ）

【検証】

生徒を対象にアンケート調査を行った（回答数：11）。意欲を測る質問については、すべての生徒が内容に興味を持ち、意欲的に授業に取り組んだと回答した。作問や調べ学習、発表が自分にとって良い影響を及ぼしたかという質問についても、すべての生徒が肯定的な回答をした。自由記述では、「ただ事実を知るというだけでなく、その歴史的な背景について学べた」「興味を持った内容を追求できる」などの回答があった。年間の授業そのものについての評価は「とても満足（6人）」「まあまあ満足（4人）」「あまり満足していない（0人）」「全く満足していない（1人）」という回答結果であった。自由記述では「演習をしていればできるというわけではなく、考えなければいけない場面が多く、思考力がついた」「発展的というだけでなく、本質的な理解や背景を重要視している授業だった」という意見が見られた。また、「教科書の内容は授業で扱わず、より発展的な内容のみを扱ってほしかった」という意見もあった。

【次年度への課題】

課題は、いかに基礎事項の定着を生徒の自学に委ねられるかという点に尽きる。可能な限りそれを実現し、授業の中では余裕を持って探究活動に取り組めるようにしたい。

高2 物理探究Ⅰ

【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。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、物理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。なお、物理は高2から履修が始まるため、高2物理探究Ⅰでは、他の探究科目に比べて基礎事項の理解に重点をおく場面も少なくなく、高2・高3の2年間を見通したカリキュラムとなっている。

【対象学年】

高校2年生（10名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

（1）カリキュラム編成上の工夫

高等学校「物理基礎」の内容を年度の前半に学び、年度の後半に「物理基礎」「物理」に加え、それを超える内容も視野に入れながら学んでいった。探究活動の時間を捻出するため、特に「物理基礎」においては、現象の定義、比較的平易な練習問題等については、宿題として各自に課し、授業の最初で確認してから、本題へ入っていくスタイルを取った。

（2）探究活動の実施

実験スキルの習得や現象の確認とデータの適切な取り扱いを中心に行ってきた。物理探究Ⅰ履修者が10名であることから、実験はできるだけ2～3名1組で行うことを基調とし、履修者全員が他人任せにすることなく実験に主体的に参加できるよう配慮した。今年度実施してきた実験は、以下の通りである。

力学分野

「等加速度直線運動」（物理基礎）：斜面を降下する物体の運動を通して、打点タイマーでの計測方法を学ぶ。
「重力加速度」（物理基礎）：「自由落下」と「単振り子」の2種類の現象を通して、重力加速度の値を求め、比較する。
「力のつりあい」（物理基礎）：2物体間の力のつりあいの実験を通して、力学実験の基本的なスキルを育成する。
「運動量保存」（物理）：力学台車の衝突実験を通して、力学実験の基本的なスキルを育成する。

熱力学分野

「比熱の測定」（物理基礎）：熱量の保存の実験を通して、温度計の測定誤差について考察する。

波動分野

「気柱の共鳴」（物理基礎）：音叉、気柱共鳴装置を含めた正しい器具の取り扱いについて学ぶ。また、音叉の音が共鳴する位置を特定する方法と、それに誤差が伴うことについて学ぶ。
「ウェーブマシンの作成」（物理基礎）：乾燥パスタを用いてウェーブマシンを作成し、定在波の様子を観察する。

【検証】

生徒を対象に、3つの観点に基づいて自由記述のアンケート調査を行った（回答数：9）。

（1）講義の難易度、進度、内容の深さなどについて

難易度については、やや難しいとの意見もあったが、おおむね受講者のレベルには合っていたようである。公式や現象に対しての背景により深く踏み込んで授業をする単元を増やして欲しいという要望もあった。

（2）実験の内容、頻度等

探究と名のついた科目でもあり、実験の時間数は通常の物理よりも多く確保しているが、より多くして欲しいという意見もあった。内容に関しては、既習の内容に基づいて実験を行うことで実験の考察がより深まり、受講者達がさらに発展的な実験方法を求めて自発的に検証することが多かった。

（3）講義・実験・演習等の時間配分

問題演習の一部を授業中に実施し、問題解説を生徒に板書を用いて発表させることで、生徒同士の議論の場を設けることでより深い理解につなげることができた。しかし生徒からは、演習時間をより多くして欲しいという要望が見られた。

【次年度への課題】

実験では、レポートやプリントのフィードバックを早く行い、記憶の新しいうちに実験スキルや考察のおさらいができるよう配慮しておく必要がある。また、受講者が自発的に検証した発展的な内容を他の受講者とも共有する方法を検証し、取り入れることで、個々の実験のスキルの向上につながるとされる。また、問題演習を限られた授業時間で確保する場合、受講者同士でより探究できる環境を効果的に取り入れる工夫ができるかが、今後の課題である。

高2 化学探究Ⅰ

【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2年生（13名）を対象とし、年間を通じて1コマ50分の授業を週3回実施した。

【内容】

今年度の授業進度と、通常の授業内容以外に「化学探究Ⅰ」の授業で特別に扱った主な実験は、表1の通りである。このように、授業では教科書の本文中の実験以外にも、多くのものを扱った。また、「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。また、今年度から新たに Google classroom を使用し、実験レポート等の提出・返却を行った。

- ・従来と同じ時間数（週3時間）で、表に挙げたような内容（多くの実験）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、予習用プリントの配布をして予習を促し、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。
- ・講義のあとは、できる限り関連する探究力をつける問題を解くことで、知識の定着を図り、知識を応用する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は別問題の探究クラス専用問題を出題した。

表1 年間カリキュラムと探究クラスで扱った主な実験内容の概要

月	単元(編)	単元(章)	実験等
4月	物質の状態	粒子の結合と結晶	・分子模型を使った結晶格子構造の探究
5月		物質の状態変化	・実験『シクロヘキサンを用いた分子量測定』
6月		気体	・ファンデルワールスの状態方程式の探究
6月		溶液	・実験『コロイドの性質』 ・実験『豆腐と杏仁豆腐作り』（コロイド溶液）
7月	物質の変化	化学変化とエネルギー	・実験『発熱反応・吸熱反応』 ・実験『ヘスの法則』 ・実験『ルミノール等化学発光』
9月		電池と電気分解	・標準電極電位についての探究
10月			・実験『ボルタ電池・ダニエル電池』
11月		化学反応の速さとしくみ	・実験『鉛蓄電池』 ・実験『電気分解』 ・吉野彰氏ノーベル賞記念レポート
			・各条件における反応速度の変化の探究
			・実験『弱酸・弱塩基の電離定数』 ・実験『指定pHの緩衝溶液を作る』
		化学平衡	・実験『弱酸・弱塩基の電離定数』 ・実験『指定pHの緩衝溶液を作る』
12月		非金属元素	・実験『塩素』 ・実験『硫黄の同素体』 ・実験『硫酸・硝酸の性質』 ・実験『液体窒素』 ・実験『フッ化水素』
1月		金属元素(I)－典型元素－	・実験『アルカリ金属・アルカリ土類金属』 ・実験『炎色反応』 ・実験『テルミット』
2月			・実験『各種金属イオン』 ・実験『錯イオン』
3月		金属元素(II)－遷移元素－	・実験テスト『金属イオンの系統分析』

【検証】

年度末に行ったアンケートの結果を以下に示す。アンケートは5点満点での評価と自由記述での評価を行った。

- ・『探究化学の受講による化学に対する興味関心の向上』については平均 4.18
- ・『レギュラークラスより進度が早いこと』については平均 4.18
- ・『実験が多いこと』については平均 4.36
- ・『実験への探究心・積極性の上昇度』については平均 3.81
- ・自由記述では「化学に対する興味が増した。自分が疑問に思ったことを自分で解明できる環境が整っているのがよい」や「化学探究の活動を通じて、何事においても知的好奇心を持つ事の大切さを実感することができた。この感覚を精進の糧に、学習を継続していきたい」など好意的な回答が多かった。

【次年度への課題】

実験も含めて講義内容は比較的充実させることができたが、実験レポートや探究課題で提出時期が重なってしまう部分もあったので、次年度以降は実験の内容や探究課題のスケジュールを調整してレポートが重ならないように気をつけたい。また、知識の定着だけでなく、考察する力や実験スキルの向上にもさらに努めていきたい。さらに、探究課題などのフィードバックがあまり出来ていなかったのも、生徒たちに考えてもらった内容を解説してもらい共有するという双方向型の授業スタイルを積極的に取り入れていきたいと思う。

高2 生物探究Ⅰ

【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。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し、幅広く深い知識を身に付けられる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2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 1年間の学習内容と探究活動および発表討議活動内容

月	学習分野	実験・観察（時間数）
4～5	体内環境維持の仕組み（生物基礎）	①アジの解剖と血球観察（3）
6	生体防御（生物基礎）	②ヒトの血球観察（標本）（1） ③外液濃度変化がゾウリムシの収縮胞の動きに与える影響（2）
7	生物の多様性と生態系（生物基礎）	④葉の形態の及ぼす光の影響（3）
9	生態系とその保全（生物基礎）	⑤バックテスト等による水質調査（2）
10	細胞と分子 生体物質と細胞	⑥各細胞小器官の構造と働きについてプレゼンテーション ⑦植物細胞の細胞内濃度を推定する（3）
11～12	細胞と分子 生体膜の働きとタンパク質	⑧酵素予備実験（2） レポートの作成 1 ⑨自由設計による酵素実験（3） レポートの作成 2
1	代謝 代謝とエネルギー 生殖と発生 動物の発生	⑩ウニの初期発生、卵割の速度の測定（3） ⑪ショウジョウバエの交配実験（6断続的） レポートの作成 3
2～3	代謝 異化、炭酸同化と窒素同化 生殖と発生 減数分裂と有性生殖による遺伝的多様性	⑫脱水素酵素の働きおよび競争阻害（2） ⑬アルコール発酵の実験（2） 個人レポートの作成 4 ⑭みそ造り（1）

2. 授業の進度と学習内容のレベルについて

全体の単元からみた進度は、レギュラークラスと同じである。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習得すべき基本知識のベースとして使い、加えて補足や発展的な説明を行った。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）を随時参照した。

3. 探究活動の実施

昨年度と比べ実験の実施回数は変わらないが、昨年度よりも実験後のデータの解析と考察に時間を増やして実施した。今年度の受講生の特徴として、まじめに学習に取り組む一方で、積極的に自分の考えを発して討議を行うことがやや苦手であり、生徒の自発的な活動を誘導することに苦慮した。お互いに自由に意見を出し合いながら考えを深めていくことを目指し、グループワークやプレゼンテーションを行うなど試行錯誤した。実験後にレポートを作成し、結果のまとめと考察を行うことに加えて、実験が科学的な検証であったかの自己評価と改善点を振り返ることを課す回数も増やした。

【検証】

アンケートにより、①協力して問題解決にあたる力、②自分の考えを表現する力、③実験をイメージする力、④データを読み取る力の4項目について自己評価を行った。結果は、①と②は4段階評価（1点：全く変化なし、2点：あまり良い変化なし、3点：まあまあ良い変化、4点：とても良い変化）で、①は平均が3.0点、②は平均で2.3点であった。③と④は3段階評価で（1点：まだまだ不十分、2点：ある程度力がついた、3点：十分に力がついた）で、③の平均は1.8点、④の平均は2.2点であった。自由記述の中では、実験においてレポートを書くことを増やしてほしいという意見があった。ハイレベルな学習に高い意欲をもって取り組む前向きな姿勢がある一方で、討議の中から思考を深めていく過程にやや苦手意識があることが推察できる。

【次年度への課題】

自分自身で考察を深めていく思考スタイルの生徒が、協働で学び合うよさをどう実感させられるのかが課題である。

高3 数学探究Ⅱ

【仮説】

大学入試問題を題材に、高等学校で履修する内容を超えるものも取り扱い、高校数学をより高い立場から俯瞰し、深い理解に到達できる教材を開発する。高校数学の裏に潜む歴史的背景や数学的概念に触れることで、興味・関心を高め、効果的な高大接続につなげることができる。また、数学的な問いを自ら発見し、その問いに対して論理的に考え解決していくことができる。

【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】

数学的な問いを発見するという目的を達成するために、複素数平面の学習を終えた後、「これまでに会った問題を参考にして、自分なりの命題を作成し、証明を与える」という課題を課した。生徒は教科書や問題集に掲載されている証明問題を一般化するなど各自が命題を作成した。発展的な内容としては以下のものを扱った。

表：年間スケジュール

4月	複素数平面
5月	2次曲線
6月以降	数学Ⅲに関する大学入試問題演習

「複素数平面における円円対応」「2次曲線の光学的性質（光線の反射）」「テラー展開、マクローリン展開」「曲率半径、曲率円」「メルカトル級数（ $\log 2$ の近似）、ライプニッツ級数（ $\pi/4$ の近似）」「等角螺旋の性質（微分方程式の話題に関連して）」「懸垂線（カテナリー）の性質（微分方程式の話題に関連して）」「ペル方程式（漸化式、数列の極限に関連して）」「ニュートン法（近似のアルゴリズム）」「ガンマ関数とベータ関数（積分漸化式の話題に関連して）」「フーリエ級数展開（三角関数の積分）」である。例えば、懸垂線（カテナリー）の性質については、紐の両端にかかる張力と紐にかかる重力を用いて微分方程式を導き、その方程式を解くことによって懸垂線を表す方程式を導いたり、面積と曲線の長さの関係について調べたり、双曲線関数の性質に関する知識を学んだり、1つの題材を多面的に見ることによって理解を深めた。

これらの話題は数研出版「クリアー数学演習Ⅲ」の問題演習を出発点として、大学入試問題の背景にある数学的な話題を扱うことによって、統一的な理解につなげることを意図した。教員が適宜、ソフトウェア Geogebra を活用するだけでなく、生徒にも使用方法を講義し、関数や曲線を視覚的・動的に捉えることができるよう促した。

【検証】

生徒を対象に自由記述のアンケート調査を行った（回答数：11）。その結果を以下にまとめる。

命題を作成する課題に関して、生徒は理解の不十分さを反省する感想を多く残しているが、「複素数を含む式が何を表すか、考える機会となった」「問題を解く際に、その問題を一般化できないかという視点を持つようになった」など、理解や思考が深まることが伺える感想も数多く見られた。生徒の成果物からも、命題の証明を通して複素数平面の基本的事項の理解をより深めることができたことが伺えた。新しい公式を導き出そうとする意欲を持って取り組んだ生徒もあり、効果的な学習となった。

大学入試問題を題材にした探究活動については、「問題が作られた数学的背景を知ることができたことは、学習を進める上で違った視点を持つことの助けになったので良かった」「受験問題の数学的背景を学ぶことができて、興味が深まった」「一見すると不思議な関係式をたくさん知ることができたし、その式がなぜ成立するかというところまで知ることができて面白かった」「図形や関数などを実際にコンピュータで形を見ることができたので、より理解が深まった」「友達と結論について考えながら難しい問題を解くことができ、楽しかった」「高校数学でできることは大したこと無いと思っていたが、良い意味で裏切ってくれた。特にカテナリーやパーゼル問題などの数学の美しさについて知ることができてよかった。大学でも学びたいと思った」「他の教科で使われるような数式を見ることが多くあり、数学は理系科目の基礎であることを再認識した」など、目的が達成できたことが伺える感想が数多くみられた。「大学に入学後、学ぶようなことも学んだので大学で学ぶ数学の良い導入になった」といった感想から、効果的な高大接続につながる学びを経験することができたことがわかった。

【次年度への課題】

微分方程式などに関連した教科横断型の教材が生徒の興味を引くものになり得るので、より多くの教材を準備できるとよい。準備した教材の難易度は低くはないため、生徒は難しく感じたようであり、取り組みがやや受け身になってしまったことが反省点である。こちらが設定した目標に生徒が主体的に取り組み、到達できるような工夫が求められる。

高 3 物理探究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、物理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。なお、物理は高 2 から履修が始まったため、高 2 では他の探究科目に比べて基礎事項の理解に重点をおく場面も少なくなかった。高 3 物理探究Ⅱでは、高 2・高 3 の 2 年間を見通したカリキュラムの後半となる。

【対象学年】

高校 3 年生（9 名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

（1）カリキュラム編成上の工夫

物理探究Ⅱ履修者は、高等学校「物理」の内容のうち、電磁気・原子分野を中心に学んでいった。探究活動の時間を捻出するため、現象の定義、比較的平易な練習問題等については宿題とし、授業の最初で確認してから、本題へ入っていくスタイルを取ったが、高等学校「物理」の内容の中には、予習が容易でないものもあり、昨年度の高 2「物理探究Ⅰ」に比べると探究活動の時間は少なかった。冬に大学受験を控えることも考え、11 月以降は演習が中心となった。

（2）探究活動の実施

「物理」分野においては、現象の確認とデータの適切な取り扱いを中心に行ってきた。物理探究Ⅰ履修者が 9 名であることから、実験はできるだけ 2～3 名 1 組で行うことを基調とし、履修者全員が他人任せにすることなく実験に主体的に参加できるよう配慮した。今年度実施した実験は、レーザーによるヤングの実験と回折格子の実験、電気回路のシミュレーション実験、半減期のモデル実験であった。

また、次項でも触れるが、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、アナログデータしか残されていない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。

（3）石井水晶先生（ハーバード大学）による特別授業

9 月にハーバード大学の石井水晶先生が本校を訪れ、本授業においても、前項の「地震計記録のデジタル化プロジェクト」の解析作業を直接ご指導いただいた。生徒による解析画像について、石井先生からも高い評価をいただいた。

【検証】

生徒を対象に、3 つの観点に基づいて自由記述のアンケート調査を行った（回答数：9）。

（1）講義の難易度、進度、内容の深さなどについて

大学受験を想定した演習は、やや難易度が高いという印象もあったようだが、授業全体の難易度についてはちょうど良いとの意見が多かった。進度についてはやや早いという意見もあった。昨年度は「物理基礎」と「物理」の 2 分野併修であったことを念頭に置いていると思われるが、効率よく学ぶことができたという意見もあった。内容の深さについては、公式の導出等を通して本質を突き詰める授業スタイルや、実験等を通じた理解の深め方について好意的な意見があった。

（2）実験の内容、頻度等

探究と名のついた科目でもあり、実験の時間数は通常の物理よりも多く確保したかったが、大学受験を考えると、特に後期は実験を取り入れることが難しかった。これについては、生徒からも仕方がないという意見が複数見られた。復習を兼ねた実験を求める声もあった。ハーバード大学のプロジェクトは、難易度として難しいという意見もあったが、継続して欲しいという意見もあった。

（3）講義・実験・演習等の時間配分

復習の充実、コンピュータを活用した授業の増加等の要望があった。

【次年度への課題】

アンケート及び、授業者の反省も踏まえると、生徒の要望や意見を取り入れつつ、大学受験や大学入学後をも見通した深い理解をねらって、実験の題材を厳選していくことが必要であろう。生徒が求める実験では、生徒がより主体的に探究に取り組む意欲をもつものと考えられ、有益であると思われる。問題演習も、「科学の甲子園」や物理オリンピックのような、深い思考力を求める課題設定や、本質の深い理解を目指したものを取り入れていくことが求められる。ハーバード大学のプロジェクトのような大学入学後の物理学の一端を知る機会も、探究科目であるからこそ、大事にしたい。

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。

【対象学年】

高校3年生（8名）を対象とし、年間（3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Ⅰ」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	「混成軌道」、「ラジカル反応」、「アンチ付加・トランス付加」、「ジアステレオマー」、「メソ化合物」、「共鳴」など。 実験 … 炭化水素の発生と性質、酸素を含む脂肪族化合物の反応と性質、芳香族化合物の反応と性質
5月		脂肪族炭化水素	
6月		アルコールと関連化合物 芳香族化合物	
7月	高分子化合物	高分子化合物の性質	「糖類の立体構造」、「ミカエリス・メンテンの式」、「タンパク質データベース（PDB）と立体構造表示ソフト」など。 実験 … 天然高分子化合物（糖・タンパク質）の反応と性質、合成高分子化合物（ナイロン）の合成、イオン交換樹脂に関する実験
9月		天然高分子化合物 合成高分子化合物	
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。
11月			
12月			

- ・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みの問題を出題した。

【検証】

年度末に行ったアンケートの自由記述の結果の一部を以下に示す。

- ・授業の内容 … 「大学入試演習を中心に重要事項を確認できてよかった」「問題演習も新たな発見を得られるものが多く、面白かった」「教科書の内容以外にも周辺知識を知ることができてよかった」
- ・授業の進度 … 「もう少し速くても良い」「ちょうどよかった」「早めに教科書の内容を終えられて良かった」
- ・予習について … 「今のままでよい。あの量以上は少しつらいと思う」「しませんでした」「復習の方をした」
- ・授業スタイル … 「問題の解説が詳しくて良かった」「実物の提示や演示実験があると印象に残りやすかった」
- ・演習の回数 … 「たくさんできてよかった」「適切だった」
- ・実験を行う回数が少なかったこと … 「演習で出てきた物質を合成してみたかった」「少人数で落ち着いて実験ができた」

【次年度への課題】

有機化学の授業については、有機化学の理論を電子の動きで考えることができるような内容にしていきたい。10月以降の演習の時間も有効に使っていききたい。また、講義内容は比較的充実させることができたが、実験を行う時間を十分に確保できなかった。実験についても充実させ、知識の定着だけではなく、考察する力や実験スキルの向上に努めていきたい。発展的な実験を行うことはできなかったため、この点についても検討していきたい。

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（9名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

年間のカリキュラムと、いくつかの取り組みについての詳細を述べる。

1. 年間の活動の概要

表1 1年間の探究活動内容

月	学習分野	実験・観察（時間数）
4～5	生命現象と物質 ・代謝 ・遺伝情報の発現	①光合成色素の分離（2） ②アルコール発酵における反応速度の測定（3） ③脱水素酵素の酸化還元反応（2） ④λDNAの制限酵素による切断と電気泳動（3）
6～7	生殖と発生	⑤減数分裂の観察（2） ⑥シロイヌナズナの形態観察（1）
9～10	生物の環境応答	⑦味覚改变物質の効果（1） ⑧ウシガエルの実験（4） 神経・筋肉に関する実験、化学物質の心拍数に与える影響、各器官の観察
11～12	生物の進化と系統	⑨コアセルバートの作成（1）

2. 授業の進捗について

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1.5倍速度の進捗となった。

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）を毎時間準備した。一通り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。大学入試の問題のうち、実験データを扱ってデータの読み取りや考察・記述を求める、やや難易度の高い問題を用いて演習を行った。

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⑧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】

アンケート調査を行った（回答数8）。「基本知識の習得・実験・討議のバランス」については、「良いバランスだった」が7名、「もっと討議をしたかった」が1名であった。「実験」については、「発展的な実験ができたのは良い経験になった」「実験内容も使う器具も割と自由にさせてもらえることに最初は慣れなくて戸惑ったが、周りの友人に支えられた」という回答があり、協働型探究活動の取り組みは生徒の自主性を育て、目標とした学習者中心の深い学びにつながるものと推察する。「討議」については、「誰かの小さな発言に対してや課題に対して、全員で意見交換できることが毎回とても楽しかった」との回答があった。「予習・課題の負担感」については、回答者全員が「多めではあったが適当である」というものであった。「多少無理をする価値がある」「学習リズムがつくれた」「課題でいろんな問題に取り組めて良かった」という記述もあった。「生物が一番好きで得意な科目になった」という回答があり（回答数2）、「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、興味を持って学びを深められたと実感していると推察する。

【次年度への課題】

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る。単発の探究活動を複数行うだけでなく、探究クラスとしての全員で一つの探究テーマを設定して、仮説の検証にむけて取り組む活動を行う必要があると考える。

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（美術、化学、地学）

【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・科目を横断する概念を深く思考しながら獲得する学習に取り組む。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。

以上の確認のために、これまで横断的なテーマに何を設定するかを重視し、道徳性を発達させたり、価値・規範を内面化したりしていく思春期の生徒たちにとって切実さや緊張をはらむテーマを設定してきた。しかし、そこで用意したテーマ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、芸術や自然科学系の科目を横断するテーマの設定を試みる。そして、上記の①～③の確認を行う。

【対象学年】

高校1年生（受講者 256 名）を対象とし、5月～12月に実施した。（プロパガンダ）

高校2年生（受講者 116 名）を対象とし、9月～10月に実施した。（陶芸・焼き物）

【内容】

・プロパガンダ（メディアの情報）

情報の授業では、メディア・リテラシーを中心に扱った。実際の報道や広告を取り上げ、ステレオタイプの醸成や情報操作などを批判的にとらえる見方に触れさせた。そのことを通じて、メディアに関する基本概念（メディアの情報はすべて構成されたものである、など）を具体的に理解できるようにした。そして、メディア・リテラシーの意義が「民主主義的構造を強化」することにあることを示した。

現代社会の授業では、アンヌ・モレリ『プロパガンダ 10 の法則』（草思社）を踏まえ、第二次世界大戦時におけるアメリカや日本のニュース映像やプロパガンダ映画、そしてベトナム戦争、湾岸戦争、イラク戦争なども取り上げ、プロパガンダは今に至るものであることの理解をうながした。そして、マクルーハンの「メディアはメッセージである」という言葉や、リップマンによるメディアによって作られる「ステレオタイプ」を示したうえで、メディアの情報を客観的に捉えることの認識をうながした。

世界史の授業では、イギリスの国会募兵委員会によるポスター、「白い羽運動」の写真、「イーディス・カヴェル事件」を取り上げ、将兵の務めを果たさないことを非難する社会的気運や報道の表現のあり方に焦点を当てさせながら、第一次世界大戦における総力戦体制のもとで「なぜ人びとは戦争に協力をしていったのか」を考えさせた。

・陶芸・焼き物（粘土、釉薬、色の変化）

化学の授業では、釉薬について化学の観点から、酸化金属をガラス管に入れてバーナーで加熱をしてどのような色が出るかという実験に取り組ませた。そして釉薬に含まれる酸化金属やガラス質が熱を加えることによって色が変わることを確認させた。その後、美術の授業で前述の実験で取り扱った酸化コバルトを用い、コップに絵付けを行わせた。

美術の授業では、石膏型をつくらせ型成形の技法で粘土を成形させた。これを複数組み合わせでより複雑な形へと展開させた。その上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ていくようにした。

地学の授業では、焼き物の成分や種類を粘土に着目して整理させ、粘土の形成過程である風化現象についての理解をうながした。その際、粘土鉱物の一種であるスメクタイトを用いて演示実験に取り組ませた。これらを通じて粘土の性質を具体的に理解できるようにした。

【検証】と【次年度への課題】

プロパガンダについての一連の授業終了後に①テーマそのものについて思った・考えたこと、②見方・考え方が変わったこと、③横断的な学習について思った・考えたことについて自由記述のアンケート調査をおこなった。90%前後の生徒が肯定的な評価を記述した。「多面的」に学んだことを肯定的に記述した生徒はともに 60%前後、知識や概念に関する理解の深まりを感じてこれを肯定的に記述した生徒は 30%前後であった。3年目の実践になる今回も、これまでと同様の結果になった。

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理由として（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つの理由を構想してきた。中でも（３）の、テーマの設定に重要性があると捉えてきた。ところが、これまでに取り組んだ「プロパガンダ」というテーマは、近接する社会科学系の科目（情報、現代社会、世界史）の横断にとどまるものであった。そこで、今回は芸術や自然科学系の科目での横断を試みることにし、「陶芸・焼き物」をテーマに美術、化学、地学の科目でクロスカリキュラムの可能性を探ることにした。

「陶芸・焼き物」に関する一連の授業後に自由記述のアンケート調査を実施した。生徒の記述中に「粘土がどうできたかを考えていくと『風化』などの地学で学んだ内容がでてきて興味深かった」といった、焼き物や教科への関心や理解が高まったと読み取れるものを肯定的な感想とした。一方、「あまりよくわからなかった」、「様々な種類があることはわかった」等の記述は否定的な感想と分類した。その結果、90%以上の生徒が肯定的な評価を記述していた（表１）。

表１ 受講者 116 名の記述内容の概要

感想の分類	人数(人)	割合(%)
肯定的	107	92.2
否定的	6	2.6
未記入	3	5.2

さらに、肯定的な感想を細分化すると（表２）、34.6%が教科・科目等とのつながりに関する記述だった（「焼き物と地学を結びつける発想を持ったことはなかったので、関わっていることが意外でとても面白かった」等）。また、35.5%が地質や原料などに関する具体的な記述であった（「岩石の分布と陶芸の名所に関係があると分かり、面白かった」「原料の変化で焼き物の特徴がこんなに違うことを初めて知った」等）。

表２ 肯定的な記述内容の分類

感想の分類	人数(人)	割合(%)
焼き物と教科との関連についての記述 (内訳) ・ 焼き物と地学・地球への言及 ・ 地学と美術への言及 ・ 焼き物とその他の教科への言及	37 (26) (7) (4)	34.6 (70.3) (18.9) (10.8)
現象や原料に関する具体的な記述 (内訳) ・ 風化・粘土・成分など原料に関する言及 ・ 地質の違いに関する言及	38 (32) (6)	35.5 (84.2) (15.8)
焼き物自体に焦点を当てた言及（種類が多い等）	32	29.9

このことから、今回新たに試みた「陶芸・焼き物」をテーマとするクロスカリキュラムにおいても、仮説①の「複数の教員と協働して生徒の興味を行く教材を用意する」はおおむね達成できたと考えられる。また、仮説②の「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」および仮説③の「この活動を通じて、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」について、ある程度の効果は得られたと考えられる。

次年度にはあらためて教科・科目等を横断して授業を実施するうえでの各科目の授業の実施時期に注意を払いたい。これまでと同様に今回も生徒の自由記述の中に「時間差があってつながりがあまり分らなかった。連続で授業を実施してほしい」という記載があった。分かりやすくするために授業の連続・接続を優先させるべきだとは考えないが、1ヵ月内に実施していくことで、事象や概念を異分野間で結びつけて捉える力を自力で獲得しやすい環境に配慮したい。

また、テーマの設定についてはさらに考える必要がある。これまで取り組んでいる「プロパガンダ」は、科目の特質（見方・考え方）に根差し、かつ、思春期の発達段階に働きかけるテーマを模索して選択したものであった。一方、今回新たに「陶芸・焼き物」をテーマに加えたのは、陶芸・粘土・釉薬・色の変化が美術・地学・化学と横断的に関係しており、芸術科目を横断的な学習に織り込むことによる生徒の興味・関心への働きかけを期待してのことであった。次年度は、「陶芸・焼き物」という事物そのものに力点を置くよりも、科目の特質に関わる次元での概念の結びつきにどのような可能性があるかを掘り下げて考察し、実践を試みたい。テーマの設定には、具体的な事物にも増して抽象的な概念のほうが学校での科目の学習という枠組みを超えて実社会と関わる場所での学習の転移を促しやすいと考えられるからである。その際、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」などについて参考にしていくことにしたい。

第4節 校外研修活動や講演会、科学オリンピックに関する取り組み

International Survey Tour and Lecture (SSH タイ海外研修)

【仮説】

日本とは比較にならないほど恐竜化石が多産するタイ国東北地方のコラート高原をフィールドとし、地層や化石を見る目を養うことでより大きなスケールの時間・空間認知力の向上を図ることができる。また、英語を母国語としない生徒同士で野外調査と博物館見学を行い、調査結果のまとめ方や発表方法について学ぶことで、英語で自発的・能動的にコミュニケーションを行う姿勢を身につけることができる。

【対象学年】

中学3年生～高校2年生の希望者を対象とし、志望理由書と面接を行って選考した中学3年生1名と高校1年生3名、高校2年生2名の合計6名が参加した。

【内容】

(1) 事前学習

10月から恐竜化石やコラート層群に関する学術論文を読み、専門用語などの基礎知識を各自で学習した。それ以降は、放課後や休日を利用して、4回の事前研修を実施した。内容は第1回(11/5)が事前学習発表会、第2回(11/13)が国立科学博物館の見学、第3回(11/24)が那珂湊巡検、第4回(12/17)が英語口頭発表に関する講習と発表練習であった。

(2) 現地研修

1月4日～6日の3日間、コンケン大学鉱山工学部の Nusara Surakotra 先生に現地を案内していただき、コンケン大学付属高校1年生23名と合同で研修を行った。コンケン県プーウィアン (Phu Wiang) やカラシン県ブークムカオ (Phu Kum Khao)・プーナンチャン (Phu Nam Chan) やコンケン (Khon Kaen) 大学鉱山工学部 (Geotechnology) で活動を行った (表1)。

表1 研修の概要

日付	時間帯	研修内容など
1月4日	午前	プーウィアン国立公園内で、博物館見学と恐竜化石産地の地層観察 (地点 No.3)
	午後	同上の国立公園内で、恐竜化石産地の地層と化石の観察・調査 (地点 No.2、No.8、No.9)
1月5日	午前	ブークムカオ恐竜化石産地とシリントン (Sirindhorn) 博物館の見学
	午後	プーナンチャン魚類化石発掘現場の観察と化石採集体験
1月6日	午前	コンケン大学での Nusara Surakotra 先生の講義と生徒たちによる英語口頭発表
	午後	移動 (コンケンからスワンナプーム空港へ移動)。

(3) 事後学習

現地研修後、各自で最も印象に残った内容に関する個人レポートを作成した。また、1月31日と2月1日に、現地で型どりした恐竜の足跡化石のレプリカを作成し、現地研修のまとめと考察を行った。それらをもとに、発表練習を行い、令和2年2月21日の「個人課題研究発表会」で、英語での成果発表と日本語でのポスター発表を行った。

【検証】

研修全般を通して、生徒たちは意欲的に見学や観察を行い、英語での説明をある程度理解し、質問をすることができた。研修直後に作成したレポートには、1億年以上前の生物の痕跡や地層の広がりなどの時間や空間に関する記述がみられたものが約7割、調査方法の実践や技能習得に関する記述が5割あり、英語でのコミュニケーション向上に関する記述は10割であった。さらに、各自の課題についても記載があり、その克服に向け、英語での交流を継続するなど、自発的な行動が継続している。

【次年度への課題】

コンケン大学付属高校との交流を考えると、参加者数は10名程度が望ましい。また、今回の参加者の大半が海外滞在経験の少ない生徒であり、交流開始時に戸惑いが見られたことから、研修開始時から積極的に会話ができるよう、事前に英語のコミュニケーション練習を増やすなど、参加者の状況に応じた事前学習を工夫していきたい。

Presentation with Overseas Fellowship (SSH 中国上海海外研修)

【仮説】

英語を母国語としない者同士が、英語を用いて日常会話とは異なる科学的内容を正確に伝達し合い、コミュニケーションできたという実感を得ることで、英語による情報交換やコミュニケーションに自信を深め、将来、国際社会において科学研究や活動を行うというイメージを抱きやすくなる。

【対象学年】

個人課題研究を英語でプレゼンテーションした高校2年生の中から4名、国際バカロレアコースの高校2年生の中から1名、合計5名を選抜して派遣した。

【内容】

平成31年3月5日～7日に実施した（令和元年度は3月10日～12日に実施予定であったが中止となった）。中国上海市の「位育中学（Wei Yu）国際部」（日本の高校段階に該当）の生徒と、英語でプレゼンテーションをする交流会を持った。参加者の発表テーマ（日本語訳）は、『通信教育における社会人学習者と教員とのコミュニケーション』『ロンドンへの留学が夏目漱石に与えた影響』『化粧品業界で用いられている皮膚刺激性試験の動物実験代替法を考える』『線虫の紫外線学習の発見と神経の解析』『アルミ缶からルビーをつくる』であった。

当日は、午前中に位育中学国際部の高校1年生相当の授業に参加した。位育中学国際部では国際バカロレアカリキュラムを実施している。経済学と物理の授業はすべて英語で行われており、時折重要な内容を中国語で補足するなどバイリンガルな授業風景を見ることができた。午後の研究発表交流会では、両校の生徒が交互にスライド資料を用いて口頭発表と質疑応答を行った。位育中学の生徒達は主にフィールドワークを行った調査型の研究の内容を発表した。双方とも英語力・内容ともに優れた質の高い発表を行うことができた。それぞれプレゼンテーションを行った後、質疑応答を行ったり、お互いの研究のアイデア交換をしたりすることができ、充実した研修となった。

帰国後は校内にポスター掲示を行い、校内で成果を共有した。また、令和2年2月21日に筑波大学で開催されたSSH活動報告会にて、代表生徒が英語を用いてプレゼンテーションを行い、活動内容の紹介と研究発表を行った。



写真1 授業参加の様子



写真2 口頭発表の様子

【検証】

参加生徒を対象に自由記述のアンケート調査を行った（回答数：5）。「英語の力も上がった。プレゼンの原稿や、質問にも対応できる英語を準備すると、知らなかった単語を沢山覚える。そしてその単語は好きなことをやりながら覚えたことなのでずっと忘れない」といった研究発表に前向きに取り組む姿勢が、英語力や英語を用いたプレゼンテーションスキルの向上に大きく寄与することが伺える感想が目立った。さらに、IBコースで中国の優秀な生徒が積極的に学び、外国の大学を目指している状況を目の当たりにして、参加生徒達は自分たちも国際社会で活躍したいという意欲を強く持ち、学習意欲の向上につながることができたとわかる。

【次年度への課題】

ここ数年の実施において、海外滞在経験のない生徒が英語を用いて研究発表を行うことができていることは良い傾向と言える。事前研修を充実させることによって、発表内容に関する深い議論ができるよう英語力を高めていきたい。

SS Geo Tour（屋久島研修）

【仮説】

本研修では世界遺産に登録されている屋久島を訪れ、豊かな自然環境の中でフィールドワークを行う。本研修により以下の3点の目的が達成される。

- ① 自然や環境を総合的に観察・調査して理解する科学的視点、自然環境に対する優れた認識を習得する。
- ② 科学的調査の方法やデータの処理・評価法を実践し、調査結果を考察してまとめ・発表するスキルを身に付ける。
- ③ 埼玉県立春日部高校からの参加者や学年の異なる生徒とともに活動することにより、豊かなコミュニケーション能力を習得し、多様な個性や価値観を受け入れる力を養う。

【実施期間】

- (1) 事前研修：5月～7月 計5回
- (2) 現地研修：7月23日(火)～27日(土) 4泊5日
- (3) 事後研修：9月～2月 計5回

【対象者】

中学3年生～高校2年生の希望者を対象とし、書類審査で選抜した中学3年生5名（男子3名、女子2名）、高校1年生4名（男子1名、女子3名）、高校2年生3名（男子2名、女子1名）の計12名が参加した。埼玉県立春日部高等学校からは高校生12名が参加した。

【実施内容】

(1) 事前研修

本年度は計5回の事前研修を実施した（表1）。事前研修の最終回では、それまでの研修を踏まえてそれぞれが特に興味を持った内容を個人テーマとして設定した。

表1 事前学習の開催日と内容

実施日	活動内容
5/12	写真教室（於：埼玉県立春日部高等学校） ※春日部高校との合同開催 講師：NPO 法人フォトカルチャー倶楽部 野田真愉美先生
6/2	筑波山巡検（於：筑波山）※春日部高校との合同開催
7/3	屋久島の地学（於：茗溪学園）※本校生徒のみでの実施 講師：本校地学科 渡来めぐみ教諭
7/10	屋久島の植物（於：茗溪学園）※本校生徒のみでの実施 講師：本校生物科 鈴木朋子教諭
7/17	個人テーマ発表（於：茗溪学園）※本校生徒のみでの実施



写真1 事前研修（筑波山巡検）

(2) 現地研修

7月23日(火)～27日(土)の4泊5日の日程で、屋久島にて現地研修を実施した。大まかな研修内容は表2のとおり。

表2 屋久島での研修日程の概要

実施日	活動内容
7/23	午前 移動
	午後 屋久島環境文化村センター見学
7/24	日中 自然観察ツアー
	夜 講演会「屋久島の自然と地質」 講師：鹿児島大学非常勤講師 寺田仁志先生 鹿児島県立屋久島高等学校教諭 山本成人先生
7/25	日中 テーマ班別研究1日目
	夜 日中の研究内容のまとめ・翌日の研究計画
7/26	日中 テーマ班別研究2日目
	夜 研究成果発表会
7/27	午前 海洋生物の観察・シュノーケリング実習
	午後 移動・羽田空港帰着



写真2 現地研修（自然観察ツアー）

現地では、屋久島環境文化研修センタースタッフの方々、YNAC 屋久島野外活動センタースタッフの方々、外部の講師の方々に指導していただき、屋久島の豊かな自然に触れながら観察・調査活動を行った。

2 日目の自然観察ツアーおよび 3・4 日目のテーマ班別研究では、それぞれ 3 つのコース・テーマから個人テーマの調査が可能なものを選択し、2 校混合のグループを編成した。テーマ班別研究では研究の成果をまとめ、4 日目の夜に各班で発表し、研修センター・YNAC のスタッフの方々、外部の講師の方々に講評していただいた。また、事前研修で設定した個人テーマについて各自で調査し、研修終了後に各自で個人レポートを作成した。

(3) 事後研修

現地研修後は、計 5 回の学習会を実施した(表 3)。テーマ班別研究の成果をテーマ毎にポスターとパワーポイントにまとめた。作成したパワーポイントとポスターは、報告会にて発表した。

また、各自が撮影した写真をフォトブックにまとめ、日経ナショナルジオグラフィックの編集責任者の武内氏・大森氏に講評していただいた。

表 3 事後学習の開催日と内容

実施日	活動内容
11/22	フォトブック講座(於: 埼玉県立春日部高等学校) ※春日部高校との合同開催 講師: 日経ナショナルジオグラフィック社 武内太一氏 大森浩子氏
9/3・1/21・ 1/28・2/4	報告会準備(於: 茗溪学園)※本校生徒のみでの実施



写真 3 現地研修集合写真

(4) 報告会

令和 2 年度 2 月 21 日(金)「個人課題研究発表会(於: 筑波大学)」の全大会にて 15 分間の口頭発表を行い、テーマ班別研究の成果はポスター発表にて行った。個人テーマのレポートは活動報告書として冊子を作成し、ポスター発表会場で自由に閲覧できるようにした。

【検証】

事前学習を実施し各生徒が個人テーマを設定することで、目的意識を持って現地での研修に臨むことができた。

2 日目に実施した自然観察ツアーおよび 3・4 日目に実施したテーマ班別研修のフィールドワークでは、屋久島の大自然を体験することができ、「豊かな自然に触れ、充実した 5 日間になった」「普段見ることのできない景色が刺激的だった」「美しい自然に感動した」等、屋久島の豊かな自然に感動したという感想が多く見られた。このことから、目的①の後半部分である「自然環境に対する優れた認識を習得する」は達成できたと考える。一方で、目的①の前半部分である「自然や環境を総合的に観察・調査して理解する科学的視点・・・を習得する」に関する感想はなく、検証することは難しい。来年度以降は、豊かな自然に「感動した」ということだけで終わりにせず、その豊かな自然を守り、配慮することまで視野を広げることができるような仕掛けを用意したい。

3・4 日目に実施したテーマ班別研究では、講師の方々にアドバイスを頂きながら各班で研究計画・調査・考察・発表を行い、探究活動の一連の流れを体験することができた。「探究することの面白さ、楽しさ、難しさを体験することができた」「短い時間のなかで研究の方法を学び準備することは大変だったが、とても楽しかった」等、探究活動の難しさと面白さを体験できたという感想も多く見られた。一方で、「詳細な調査をすることができず残念だった」「調査に時間をかけることができず、目的を達成できなかった」「次の機会があれば、今回の反省を活かし、実りのある調査をしたい」等、後悔や悔しさを感じながらも、次に活かしたいという感想も見られた。このことから、目的②については「体験」に留まったが、テーマ班別研究について現地調査できるのは実質半日という短い期間の中では妥当な結果であると考えられる。参加者のうち個人課題研究を未実施の生徒は、本研修での経験を存分に活かしてもらいたい。

春日部高校の生徒と合同で事前研修から事後研修までを実施し、現地研修では 2 校混合のグループを編成する活動を取り入れたことで、多くの生徒が積極的に茗溪生・春日部生分け隔てなくコミュニケーションをとり、互いに学びを深めることができた。「仲間と協力し、目標に向けて努力し、よい経験となった」という感想も見られた。このことから、目的③は達成できたと考える。また、学外の生徒とともに学びを深める機会はなかなかないので、他校の生徒との共同学習を本研修の特色のひとつとして継続していきたい。

【次年度への課題】

来年度以降も屋久島の豊かな自然に触れ、他校の生徒と共に学びを深めることのできる研修として、事前・現地・事後を含めて充実した研修を行いたい。また、研修目的の達成度が数値化できるように事後アンケートの内容を再考したい。

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：科学部員数の推移

	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31
化学班	5	7	6	13	23	30	41	38	38	30	32
数学班				5	12	12	9	9	5	5	7
生物班	23	24	21	19	26	31	39	38	36	30	33
地質班	5	9	9	7	11	10	13	9	8	7	9
天文班	18	20	18	18	21	31	34	29	25	24	21
物理班	7	8	12	20	23	33	30	24	15	11	12
無線工学班	26	26	18	26	31	39	39	47	45	43	41
合計	84	94	84	108	147	186	205	194	172	150	155

1. 科学部物理班（高校生2名、中学生10名、計12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、科学おもちゃの作成を行っている。また、活動の成果報告のため、データをグラフにし、ポスターにまとめている。

- ・5月11日（土）、5月12日（日） つくばフェスティバル
「科学おもちゃ（竹トンボ、逆立ちコマ）」ブース出展 中学生5名、高校生1名参加
- ・11月16日（土）、11月17日（日） つくば科学フェスティバル
「科学おもちゃ（竹トンボ、逆立ちコマ）作成ブース及び天井ピタゴラススイッチを出展」
中学生8名、高校生1名参加

2. 科学部化学班（高校生10名、中学生22名、計32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。

- ・5月25日（土）本校のオープンキャンパスでの化学実験の体験講座（小学生対象）を実施。
- ・6月8日（土）～9日（日）本校の文化祭での化学実験の体験講座および展示、中庭でのパフォーマンスを実施。
- ・7月21日（土）産総研で行われた高校理科系クラブ研究発表会にて発表 人工イクラの実験実施。
- ・7月24日（水）～26日（金） 夏合宿 校内で実施。
- ・7月25日（木）～26日（金） 特別オープンキャンパスでの化学実験の体験講座（小学生対象）を実施。
- ・11月16日（土）～17日（日）つくば科学フェスティバル2019に参加し、「紫外線を感じよう！」というテーマでブースを出展した。

来年度以降は、グループでの継続研究の内容をさらに深めていきたい。

3. 科学部生物班（高校生13名、中学生20名、計33名）

放課後週2回の定例活動のうち、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る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（土曜日）は中学2年生以上の活動で、それぞれの学年で継続研究に取り組んでいる。

- ・4月28日（日）～29日（月） 春合宿 中学生10名、高校生8名参加 雪入バードウォッチング研修他。
- ・5月25日（土） 本校のオープンキャンパスでの生物実験の体験講座（小学生対象）実施。
- ・6月7日（金）～9日（日） 本校文化祭で「HERO」をテーマに展示企画の出展。
- ・7月21日（土）産総研で行われた高校理科系クラブ研究発表会にて発表 高校生7名参加。
- ・8月2日（金）～3日（土） 夏合宿 長野県茅野市北八ヶ岳周辺 コケの観察 中学生9名、高校生6名参加。
- ・11月 第63回 茨城県児童生徒科学研究作品展県展に高1の研究を出品し、茨城県教育委員会教育長賞受賞した。

日本学生科学賞の中央審査に出場となったが、予備審査を通過することはできなかった。

- ・ 11月16日(土)～17日(日) つくば科学フェスティバル「コケ発見！」ブース出展 中学生14名参加。
- ・ 12月 日本農芸化学会の和文誌「化学と生物」に高3研究「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」が掲載。
- ・ 2月15日(土) 霞ヶ浦環境科学センター主催の環境学習フェスタにて発表。高3「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」
- ・ 3月14日(土) 第9回茨城県高校生科学研究発表会に高校2年生4名参加予定。「ショウジョウバエの味覚」

4. 科学部地質班(高校生3名、中学生6名、計9名)

学校近くの小野川河床で採集したブロックサンプルからの有孔虫の拾い出し・観察・同定などを継続して行った。文化祭において斜面形成のモデル実験、河川地形形成の過程を探る水路実験、化石発掘体験などを行った。つくば科学フェスティバルでも、斜面形成モデル実験、水路実験などを紹介した。夏休みに銚子周辺を訪問し、堆積構造や生痕化石、海食崖、浜堤列などを見学し、それらの形成史などについて学習した。



写真1 巡検の様子

5. 科学部天文班(高校生11名、中学生10名、計21名)

放課後週数回の定例活動では、校舎屋上での天体観測や天文分野に関する勉強会、観測機材の保守点検を行っている。

- ・ 3月31日(日)～4月2日(火) 校外観測会 花立自然公園 中学生6名、高校生5名参加
天文台での観望会、春の星座などの観測や写真撮影を実施
- ・ 5月25日(土) 本校オープンキャンパスで天体望遠鏡と投影板を用いて太陽観測を実施
- ・ 6月8日(土)～9日(日) 本校文化祭でプラネタリウムを上映
- ・ 7月31日(水)～8月4日(土) 夏合宿 立原高原キャンプ場 中学生9名、高校生7名参加
流星の観測、天の川銀河の観測や赤道儀を利用した追尾撮影などを実施
- ・ 11月2日(土) つくばエキスポセンターでプラネタリウム鑑賞 中学生5名、高校生1名参加
- ・ 12月22日(日)～24日(火) 校外観測会 花立自然公園 中学生8名、高校生5名参加
冬の天三角形や冬の星座、アンドロメダ銀河の観測や写真撮影を実施

6. 科学部数学班(高校生5名、中学生2名、計7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。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27名、中学生14名、計41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。今年度も下記の通り、各種大会において成績を残した。

<コンテスト>

- ・ 4月27日(土)～28日(日) ALLJA コンテスト(校内から参加) 結果: XMJ 全国1位
- ・ 7月6日(土)～7日(日) 6m&DOWN コンテスト(筑波山から参加) 結果: XMJ 関東1位
- ・ 7月15日(月) 高校コンテスト(校内から参加) 結果: 高校マルチオペマルチバンド1位
- ・ 8月3日(土)～4日(日) フィールドデーコンテスト(土浦市から参加) 結果: XMJ 全国1位
- ・ 10月12日(土)～13日(日) 全市全郡コンテスト 台風接近につき参加中止

<ARDF大会・無線技術競技会>

- ・ 5月29日(水) 茨城県高等学校文化連盟アマチュア無線部会 第74回無線技術競技会(笠松運動公園)
結果: 方向探知部門 男子1,5,7,8位、団体1位 欧文受信部門2,4,5,6,7,8位
- ・ 7月27日(土)～29日(月) 全国高等学校ARDF競技大会(新潟県阿賀野市)
結果: 高校男子個人1位、高校女子個人2位、中学男子個人1位、中学女子個人2位、高校女子新人賞、中学団体3位、高校団体2位 他
- ・ 10月5日(土)～6日(日) 全日本ARDF競技大会(北海道)
結果: 高校女子個人3,5位、高校男子個人2,3,4位、中学女子個人優勝、中学男子個人優勝、高校団体優勝 他

- ・10月29日(火) 茨城県高等学校文化連盟アマチュア無線部会 第75回無線技術競技会(八郷総合運動公園)
結果: 方向探知部門 男子1,2,8位、女子2,3,4位、団体1位 欧文受信部門2,3,4,5,6位
- <その他の活動>
- ・9月1日(日) ハムフェア2019における「高ア連ジュニアハムの集い」発表
- ・12月24日(火) 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5人、中学生14人、計19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、文化祭での展示と参加型企画を作成といった活動に取り組んだ。

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。夏休み期間には、茨城県の実施したN予備校が開講するプログラミング講座の事業に会員全員で参加し、集中的にプログラミングに触れ、技能向上に努めた。各自が習得した技術は、プログラムの作成という形で実現している。なお、後輩会員の技術習得と自身の技術向上を目的とした分野別学習会を例年定期的で開催しているが、種々の事情が重なり、専門度の高い内容で学習会を開くことができなかった。

文化祭では2日間にわたり、会員が作成したゲームの展示と個人課題研究と関連させた簡易AR映像の再生を行った。大きなトラブルも無く運営でき、200人を超える多くの来場者が企画場所を訪れ、親子連れで楽しむ姿なども見られて大盛況であった。

今後は計画的に文化祭で展示するコンテンツの作成を進めるほか、後輩会員への技術習得と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ことが課題となる。

科学オリンピックへの取り組み

【仮説】

国際(数学・物理・化学・生物・地学・地理)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うことで、それぞれの分野の知識の理解を深めるとともに、科学的な思考力が向上する。この取り組みにより、科学に興味や関心を持つ生徒の才能が伸びることを目的とする。

【対象生徒】 受験希望者を募る。(自由参加形式)

表1 SSH指定期間(平成23年度～平成29年度)における科学オリンピックへの参加者数の推移(単位:人)

	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R1年度の学習会
日本生物学オリンピック	14	15	12	4	0	1	6	8	4	4月～7月、毎週
日本数学オリンピック	0	0	4	4	0	4	4	5	4	高2生による学習会
日本ジュニア数学オリンピック	15	0	3	3	0	7	8	0	2	
日本地学オリンピック	16	9	11	17	11	11	19	7	12	10～12月、7回実施
物理チャレンジ	0	0	10	11	3	2	10	10	3	4～6月実験、7月演習
化学グランプリ	0	0	0	0	1	0	1	1	0	

【内容】

- 1. 物理オリンピック** 実施日: 7月7日(日) 実施会場: 小石川中等教育学校、茨城県立水戸第一高等学校
参加: 高3生2名、高1生1名 結果: 予選通過者なし
- 2. 数学オリンピック** 実施日: 1月13日(月) 実施会場: 東京(早稲田大学)、茨城(茨城県立水戸第一高等学校)
参加者: 高2生2名、高1生2名、中3生1名、中2生1名 結果: 予選通過者なし
- 3. 地学オリンピック** 実施日: 12月15日 実施会場: 茗溪学園セミナーA
参加: 高校生8人(高2生7名、高1生1名)、中学生4人(中3生2名、中1生2名)
結果: 高2生1名が奨励賞(上位200名)を受賞
- 4. 日本生物学オリンピック2019 予選** 実施日: 7月14日(日) 実施会場: 筑波大学
参加: 高校生4名(高3生2名、高1生2名) 結果: 高3生1名が優良賞を受賞

【仮説の検証と次年度への課題】

科学オリンピックで思考問題に挑戦することで、科学への興味は一層深まり、知的な好奇心が喚起され理解することの達成感を得て、学習意欲が向上することが検証できたと考える。参加者を増やす工夫を計るべきである。

中3理科巡検

【実施日】

10月29日と11月1日に、ABC組とDEF組で生物分野と地学分野を入れ替えて、それぞれ巡検を行った。

【対象者】

中学3年生全員（254名）を対象とした。

地学巡検

【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。

【内容】

観察地点を桜川の河原、上高津貝塚、馬掛露頭の3か所に設定し、クラス毎にバスで巡回した。各バスに地学教員と補助の大学院生の計2名が添乗し、移動中にみられる地形や観察地点を案内した。主な学習内容は「桜川河原でコドラートを用いて礫を分類し、過去の流路変更を知る」「化石密集層と上高津貝塚を比較見学し、かつての海岸線の位置について考察する」「馬掛の第四系を観察し、化石や堆積構造を実際に確かめ、地質柱状図を作成する」こととした。

【検証】

アンケートの結果(評価の平均3.0)、「フィールドワークを楽しめた」が89%(4.2)、「地形の成り立ちに興味を持てた」が78%(3.9)、「地形を見る目が変わりそうだ」が68%(3.7)と、いずれの項目でも比較的高い評価が得られた。生徒の感想には、「住んでいる地域の土地の成り立ちについて知るのは、とても興味深かった」、「河原にはいろんな石があってとても興味を持った」などの記述が見られ、フィールドワークが生徒の興味関心を高めることを再認識できた。また、「普段の授業で想像しにくかったことが実際に観察したり説明を聞いたりして解決できた」など生徒の理解を深め、さらには「覚えるだけのものと思っていた授業と違う視点から臨めた」など学習姿勢を変える成果も上げることができた。

【次年度への課題】

雨天の中での実施となったDEF組では、露頭や礫の観察が不十分となり、上記3つの各評価が0.2~0.3低くなった。感想にも「雨が降っていて観察や記録が十分にできなかった」、「晴れているときに、また行きたい」という記述が見られた。野外学習は天気の良い時に大きく左右されてしまうのが難しいところであるが、来年度は好天を願いたい。

生物巡検

【仮説】

霞ヶ浦とその源流での野外活動を通して、環境問題の中で特に水環境について水質汚染の現状を知るとともに、その浄化のためにどのような対応ができるのかを考察することで、環境問題について理解が深まる。さらに、それぞれの調査地点で、生息する生物の観察と水質調査を実施することで、生物と環境との関わりを理解できる。水質調査データを分析し評価することで、論理的な思考力を高めることができる。

【内容】

霞ヶ浦の湖上研修と、霞ヶ浦の源流を調査する目的で「雪入ふれあいの里公園」を起点に、桜沢の源流と藤見の滝の2カ所で研修を行った。この霞ヶ浦湖上研修は、茨城県の主催する「湖上体験スクール」に兼ねたものである。

霞ヶ浦の湖上研修では、遊覧船に乗り、船内で霞ヶ浦の概要と水環境問題についてボランティアの先生より講義を受けた。湖心近くで船を止め、水の採取・透明度の測定・プランクトンネットを用いたプランクトンの採取を行った。源流となる2地点では、地点周辺の自然観察と水の採取・水生生物の観察を行った。採取した水(3地点分)は学校に持ち帰り、バックテストによりCOD、硝酸態窒素、リン酸態リンの3項目を測定した。事後の学習として、その測定データを集計して、3地点の水環境の評価と上流から下流へとどのような変化が見られるのか、その変化の原因について考察した。

【検証】

事前学習時での生徒の霞ヶ浦の印象は、「濁っている」というものだった。実際に水質調査を行い、その調査結果から源流と霞ヶ浦の水を比較することによって、霞ヶ浦には汚染水が流れ込んでいると理解することができた。また源流では、清水性動物であるサワガニを観察することができ、生息する生物からも水質を比較することができた。汚染水の大部分が生活排水であるということを確認した上で水質調査を行ったため、霞ヶ浦の水質悪化に自らの生活が大きく関わっていることを実感し、環境問題を自分自身の問題として捉えることが可能となった。すぐに実践できる汚染水を流さない工夫について考えることができた。

【次年度への課題】

水源である霞ヶ浦を実際に観察し、環境問題を身近な問題として考察できる湖上研修は貴重な経験となるため、今後も是非継続したい。調査結果の解析をより生徒中心に行えるかどうかが課題である。

高 1 筑波大学高大連携講演会

【仮説】

進路について考える高校 1 年生に対し、大学で学ぶことの意義を理解し、大学で行われている教育や研究の具体的な内容についての知識が深まる。探究能力育成の一環として、自らが高校生のうちに身に付けるべき素養や、高めるべき能力を知り、今後の学校生活に生かすことができる。

【対象学年】

高校 1 年生（279 名）を対象とし、7 月 19 日に実施した。

【内容】

筑波大学教育企画室長の坪内孝司教授が「大学で学ぶとは」というタイトルで全体講演を行った。大学へ進学して学問を修めるとはどういうことなのかという内容についてお話をいただいた。分科会では筑波大学の各学群についての概要説明やそれぞれの分野で求められるスキル等についての説明が行われた。

表 1 分科会を担当した筑波大学の先生方

人文・文化学群：人文社会系	和氣 愛仁 准教授	情報学群：図書館情報メディア系	井上 智雄 教授
社会・国際学群：人文社会系	星野 豊 准教授	医学群：医学医療系	三輪 佳宏 講師
人間学群：人間系	高橋 阿貴 准教授	体育専門学群：体育系	前田 清司 教授
理工学群：システム情報系	上市 秀雄 准教授	芸術専門学群：芸術系	水野 裕史 助教
生命環境学群：生命環境系	中野 賢太郎 教授		

中 2 科学講演会

【仮説】

ものづくりの達人と称される研究者の講演を通じて、生徒がものづくりの心にふれ、ものづくりへの興味関心が高まるとともに、最新の科学技術の一端を知ることができる。

【対象学年】

中学 2 年生全員（232 名）を対象とした。

【内容】

12 月 20 日、トヨタ自動車株式会社のトヨタ ZEV ファクトリー主査である川崎宏治先生に、「ものづくりへの飽くなき挑戦」という演題でご講演いただいた。川崎先生は、車の開発・研究を手がける傍ら、デンソーが 2 年に 1 度開催しているアイデアコンテスト「デンソー夢卵（むーらん）」で 5 連覇を果たし、「発明の達人」と称される方である。講演では、先生が発明された作品の数々を実演しながらご紹介いただき、作品を作ろうと思った背景や今後の実用化に向けた意気込み等についてお話し頂いた。

【検証】

実際にロボットを見せていただいたり、映像を見せていただいたり、さらには操作させていただいたりしたことで、強く生徒の印象に残ったようであった。生徒は興味を持って講演を聞いており、講演後にはロボットの体験を希望する生徒が列をなすなど、最新の科学技術の一端を知るといった目的が十分に達成することができた。実施後には、発明者になるための心構えや発想力の重要性についての感想を述べる生徒が数多くいた。



写真 1 ロボットを操作する生徒①



写真 2 ロボットを操作する生徒②

アジア高校生学術交流会

【仮説】

海外上位校とのアカデミックな交流を行うことで、アジアにおける日本の高校生の位置づけの現実を認識させ、茗溪学園生徒の学習意欲・意識の向上を図り、生徒の国際意識やダイバーシティの意識を高める。

【対象学年】

高校1年15名、高校2年49名を対象とした。

【内容】

7月1日、台中女子高級中学（台湾）のCreative Science Classの高校1年生35名、DBS Boys' School（香港）の高校1年生10名、ハノイ外国語大学附属高校（ベトナム）の高校生9名が来校し、学術交流会を開催した。

午前は各国の生徒と茗溪生徒が4つのテーマに分かれ、本校教員のコーディネートの下で探究型プロジェクト学習（「学習（調査）」→「議論」→「発表」）が行われた。扱われたテーマは“Catch22”、“Media Literacy”、“Divided Memories”、“FLY! FLY! FLY!”の4つであった。

午後は台中女子中学の生徒のプレゼンテーションが行われたあと、本校生徒によるポスター発表が行われた。生徒は英語での原稿を作成し、高校2年生については個人課題研究の成果等を英語で発表した。



写真1 台中女子高級中学の生徒



写真2 台中女子中学との研究発表交流の様子

足利大学見学会

【仮説】

自然エネルギーの研究で実績のある足利大学を訪問し、講義・設備の見学をする。これを通して、自然エネルギーの研究について、具体的に考えるとともに各自の課題研究の基礎資料とする。

【実施日時】

7月26日（金）午前8時～午後5時

【対象学年】

中学1年生から高校2年生までの希望者（10名）

【内容】

- ・講義「再生可能エネルギーの利用技術」：出井努教授
- ・風と光の広場の見学：野田講師
- ・授業見学「自然エネルギー実験A」：出井努教授
- ・研究室訪問

水素をためる金属―水素急増合金：松下研究室

小惑星探査機はやぶさ2による小惑星リュウグウの科学観測：荒井研究室



写真1 大学の授業（実験）に参加する様子

【検証】

自然エネルギーの利用について、日常的に考えていきたいという生徒が増えた。また科学部の活動の一環として、自然エネルギーを研究していくことになった。課題研究でも取り組みたいという生徒が出てきた。

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

中学1年生は「問題発見力」、中学2年生は「論理的に思考する力」、中学3年生は「多面的に思考する力」、共通のスキルとして「協働で取り組む力」と「表現力」に焦点を当て、各教科の授業や総合的な学習の時間を用いて実践を行った。

中学1年生は、これまでのSSH研究開発の中で「あらゆる研究活動において研究テーマを設定することは最も重要な要素である」という事実に基づき、探究的活動を行ってきた。今年度は「自分の力で解決することのできるちょうど良い問題を設定する」ことを目標に、調べ学習後の振り返りの中で、自分の抱いていた疑問が多少の背伸びによって解決可能なものだったのか、あるいはかなり距離の遠い疑問だったのかを考察し、テーマ設定の妥当性を図る活動を行った。458種類の生徒の疑問を担当教員が分類したところ、397種類の疑問が、自分の力で解決することができる（ちょうどよい）課題であった。代表発表生徒の疑問も適切な設定であったことから、生徒たちにほどよい距離の問題を設定することの重要に気がついてもらえる良いきっかけにつながったと考えることができる。

中学2年生はより多様な情報源の活用や、発見された課題への解決策を提案する中で、論理的な思考力の習得を目指した。また、SDGs（Sustainable Development Goals）への理解を深め、現在の社会が抱える課題を知り、社会の一員として、より良い世界を築く意識を高めることを目標に探究活動を行った。全員がA2～A1サイズのポスターを作成し、相互に発表し合う活動を行った。作品の完成度は全体的に高く、自己評価アンケートでは、94%の生徒は社会の課題を自分事として主体的に考えるようになったと回答しており、96%の生徒はSDGsに対する理解を深めたと回答している。複数の情報源を比較して考察できるようになった生徒が数多くおり、論理的思考力、問題解決力という点において、生徒自身が成長を感じられる結果となった。また、本校が位置するつくば市は「SDGs未来都市」に選定されており、本校はつくば市からSDGsパートナーズに認定されている。つくば市政インノベーション部持続可能都市戦略室による講演会もSDGsに対する理解を高める取り組みとなった。

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。具体的には、「日本文化の源流を探る」という目的のもと、京都での班別研修を通して、研修テーマの決定、訪問先での聞き取り調査、レポートへのまとめ、パワーポイントによる発表という一連のプロセスを経験する。その事前学習において、探究委員（探究活動の運営に関わる生徒で組織されている）が生徒に向けてクイズを出題するという活動を通して、日本の歴史・文化・宗教などについて「なぜ？」という視点を持ち、自分なりの考え（仮説や意見など）を持てるようになることを目指した。学習後の生徒たちの感想の中には、「みんながそれぞれ見る視点が違って面白かった」「なぜそうなのかについて、様々な説があることを知り、京都でさらに深めたいと思った」などの記述が見られ、本プログラムの目的は一定程度達成することができた。「一つの答え」のない問いに対して、生徒たちがそれぞれの視点から意見を出し合う様子は「主体的・対話的で深い学び」にもつながったと考えられる。

第2期SSH指定後の3年間において、中学段階での総合的な学習の時間を用いた探究活動のカリキュラム開発については一定の枠組みを構築することができたと考えられる。

2. 高校1年次の課題研究

高校2年次に実施される個人課題研究の前段階として「ミニ研」に取り組んでおり、今回が3回目の実施である。複数回のガイダンスを経て、生徒一人一人がテーマを設定して課題研究に取り組む。夏休みの初日には、全部で25名の教員が講師として関わり、分野別集中ガイダンスを行い、それぞれの分野での研究内容や手法について学んだ。夏休みをミニ研の実施期間として探究活動に取り組み、PublisherというDTPソフトを利用して全員がA3サイズのポスターを制作し、発表会を行った。レポートならびにポスターの提出にはGoogle Classroomを利用した。

発表会終了後の生徒を対象に行ったアンケート調査の結果、これまでの学年と同様に「ICT技術を使うこと」「情報収集の分析」「わかりやすく伝える」「文章力」などのスキルが身についたと回答している。ミニ研の活動の充実度を5段階評価で回答してもらったところ（5が最も充実した）、「5」と回答した生徒は11%、「4」と回答した生徒は39%、「3」と回答した生徒は33%、「2」と回答した生徒は11%、「1」と回答した生徒は5%であった。個人課題研究のテーマ設定の際、74名の生徒が「ミニ研での知識が役立った」「ミニ研での失敗を生かすことができた」「ミニ研での研究方法が参考になった」などミニ研の取り組みに意味を見出しており、ミニ研の活動は個人課題研究のテーマ設定について有用であることがわかった。個人課題研究に向けた「実践」としては、その役割を十分に果たした。

3. 高校2年次の課題研究

令和元年度、理系分野をテーマに課題研究を行った生徒は、学年生徒 255 人中 68 人（26.6%）であった。昨年度に引き続き中間発表を実施し、一般公開と発表者と聴衆の良好なコミュニケーションから、今後の研究活動の糧となる新たな気づきを得ることや、これまでの研究成果をまとめ、聴衆に伝えることによりプレゼンテーション技術を向上させることを目的として、全員がポスター発表を行った。170 名の生徒がポスター発表のスキル向上に関するコメントを述べており、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わかる。また、今後の目標・課題を明確にしたという回答も多く（71 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、整理するという点は十分達成することができた。また、運営指導委員の先生からは、下級生にとってもよい影響を与える発表会になっているというコメントをいただいた。

個人課題研究の全員発表会終了後に行ったアンケート結果（高2個人課題研究のページに記載）によると、「論理的思考力」が高まったと感じている生徒が多く、質問によっては80%以上の生徒が肯定的な回答をしていることがわかる。また80.7%の生徒が「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」と答えており、「表現力」の高まりがうかがえた。60.0%の生徒が、「非常に積極的」または「積極的」に個人課題研究に取り組むことができた。定期的にゼミや個別指導が行われた生徒を対象にアンケート調査を行ったところ、「研究の進め方について十分な指導を受けることができたと思うか」という質問に対しては、93.5%の生徒が「そう思う」「ややそう思う」と答えており、「論文執筆に関して十分な指導を受けることができたと思うか」という質問に対しては、92.8%の生徒が「そう思う」「ややそう思う」と答えている。この結果から、教員の指導がある程度適切になされていたことがわかった。

4. 外部の研究発表会での生徒発表

外部主催の発表会に生徒を派遣し、高2個人課題研究や科学部の研究成果等を発表した。令和元年度の外部発表件数は40件（予定を含む）であった。今年度は、平成30年度に高校生科学技術チャレンジ（JSEC）で科学技術振興機構賞を受賞した生徒が、ISEF（インテル国際学生科学技術フェア）に日本代表として参加し、自らの科学研究の発表を行った。また、高校3年次に開設した選択科目「生物課題研究」の履修者が8月に開催されたSSH生徒研究発表会で本校代表として発表し、ポスター発表賞を受賞するなど顕著な成果が見られた。

また、高校3年次に課題研究を実施した生徒は、「生物課題研究」1名、「物理課題研究」1名の計2名である。

表1
第2期SSH指定後の
外部発表件数

H29	H30	R1
36	49	40

5. 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）」を実施した。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。アンケートの結果から、そのような活動は生徒の学びに効果的に働き、意欲的に学習を進めることに寄与することがわかった。また、「発展的というだけでなく、本質的な理解や背景を重視していると感じた」というコメントもあり、生徒の深い学びを実現することができたと言える。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。化学探究Ⅰにおけるアンケートの中で「自分が疑問に思ったことを自分で解明できる環境が整っているのがよい」というコメントがあり、充実した探究的な学びを実現するカリキュラム作りが、ある程度成功していることが示唆される。

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。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、その背景にある歴史的背景や数学的意義に触れたり、1つの話題を多面的に見たりすることによって、統一的な深い理解につなげることを意図した。実施後のアンケート調査からは、それを肯定的に捉えるコメントがほとんどであった。受講生のほとんどが理系学部に進学する。「大学に入学後、学ぶようなことも学んだので大学で学ぶ数学の良い導入になった」といった感想から、効果的な高大接続につながる教材を提供することができたことがわかった。物理探究Ⅱ・化学探究Ⅱ・生物探究Ⅱでは、高2で開設される理科の探究科目同様に、多くの実験・観察を行った。生物探究Ⅱでは科学倫理（生命倫理）について討議を展開できた。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。ハーバード大学の石井水晶先生が本校を訪れ、このプロジェクトの解析作業を直接ご指導いただき、生徒による解析画像について石井先生からも高い評価をいただくことができ、ハイレベルかつ国際性を高める取り組みとなったと言える。実験や討議を数多く取り入れたことによって、協働型探究活動の取り組みは生徒の自主性を育て、目標とした学習者中心の深い学びにつながるものがアンケートの結果から伺えた。

6. クロスカリキュラムの取り組み

第2期SSH事業の取り組みの中で、世界史・現代社会・情報の授業を用いた「メディアの情報（プロパガンダ）」、保健・家庭の授業を用いた「性と生（性・ジェンダー）」、化学・美術・地学の授業を用いた「陶芸・焼き物」を教科横断的に学ぶ教材を開発してきた。今年度は、「メディアの情報（プロパガンダ）」と「陶芸・焼き物」の取り組みを行った。

取り組み後のアンケート調査の結果から、いずれの一連の授業についても、90%前後の生徒が肯定的な評価を記述した。教員側の目標である「複数の教員と協働して生徒の興味を行く教材を用意する」はおおむね達成できた。また、「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」「活動を通じて、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」については、ある程度の効果は得られたと考えられる。その理由として、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ること、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ること、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ことの3つが挙げられる。本校のクロスカリキュラムの取り組みが効果的に生徒に良い影響を与えていることがわかった。

7. フィールドワークについて

タイへの海外研修を行い、Khon Kaen大学の専門家からの講義を受けるだけでなく、附属高校と合同で研修することができ、海外の高校生と英語によるコミュニケーションを行うことができた。英語のコミュニケーション能力向上については、研修に参加したすべての生徒が肯定的な回答をしており、国際性の向上につながる活動ができたと言える。上海位育中学国際部での研修を3月に予定していたが、諸事情により中止と判断した。

屋久島研修は、SSH指定校である埼玉県立春日部高等学校と合同で実施した。短い期間でありながらも、研究計画・調査・考察・発表を行い、探究活動の一連の流れを体験することができた。学外の生徒とともに学びを深める機会としても有意義な研修であった。

8. 教職員への影響

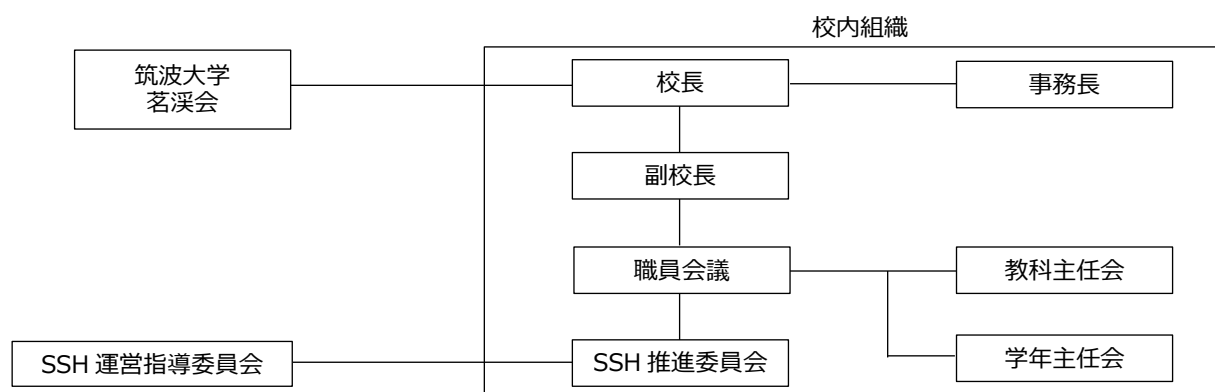
本校がSSHに指定されてから9年が経過した（経過措置期間も含む）。教員すべてが高校2年次の必修科目である「個人課題研究」の指導担当者であり、すべてのSSH事業に対して全教員が協力して取り組むことができている。個人課題研究中間発表会や筑波大学で開催した個人課題研究発表会後には、運営面や個人課題研究の指導面についての有益な振り返りを教職員から集約することができた。「茗溪学園のSSH事業の趣旨を理解しているか」という質問に対しては、39.2%が「よく理解している」、52.9%が「理解している」、7.8%が「あまり理解していない」、0%が「理解していない」という結果であった。「茗溪学園のSSH事業は生徒にとって有意義だと思うか」という質問に対しては、39.2%が「とてもそう思う」、60.8%が「そう思う」、0%が「あまりそう思わない」、0%が「そう思わない」、という結果であった。SSH事業の趣旨を理解し、SSH事業が生徒にとって有意義だと感じながら業務に当たることができている。

第5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」を立ち上げ、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 27 名の教員が指名された（専任教員の 42%が SSH 推進委員会に所属している）。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。特に今年度からは SSH 副委員長を 2 名配置し、委員長と副委員長は週 1 回 SSH コア会議を開催し、運営方法の検討や問題点の洗い出しなどを行ってきた。このような体制を組むことによって、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、より組織的に SSH 事業を運営できる体制が出来上がりつつある。

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。夏と冬にスタディゾーンを設定し、すべての学年で全教員の協力の下、科学講演会や課題研究に関わる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、実施内容に着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. 令和元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

令和元年度には 10 名の教員が東京学芸大学附属国際中等教育学校や札幌開成中等教育学校等におけるワークショップに参加し、IB の指導資格を得た。令和元年 2 月末現在、計 48 名、のべ 78 名の教員が IB の指導資格を有している（専任教員の 62%）。そのうち、理科は専任 13 名中 11 名、数学は専任 12 名中 8 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、毎年高校 1 年の個人課題研究のテーマ設定がスタートするのに合わせて実施している。今年度は令和元年 11 月 19 日（講師は本校教員 3 名、16 名が参加）に開催した。個人課題研究の指導歴が長い教員が講師となって、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幅広い内容についての講義が行われ、初任者など勤続年数が少ない教員だけでなく、ベテラン教員にとっても有益な研修会となった。また、学年コーディネーターの教員からは年間の指導の流れについての説明があり、指導上の留意点等を共有することができた。

(3) 教職員全員対象の研修会

全体研修は定期的に実施している。令和 2 年 2 月 10 日(月)には埼玉県上尾市立大石中学校、上智大学大学院所属の松倉紗野香氏を講師にお招きし、「SDGs とグローバルシティズンシップ科について」というテーマで研修会を行った。研修会では SDGs の理念や重要性、他校での実践例等について講義が行われた。今年度は中学 2 年生が SDGs を通して社会の問題に目を向け、その視点からテーマ設定を行い、探究活動を行い、石巻絆プロジェクトや足尾巡検など、SGDs の視点で活動する希望者対象のプログラムが存在しており、本校では様々な活動を SDGs に結び付けようとする動きが高まっている。本研修会によって、生徒の学習のステップや教員の指導のポイントを理解することができ、来年度以降の本校の様々なプロジェクトがより良い形で運営できる期待感を持つことができた。

第6章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・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

SSH 運営指導委員会で、個人課題研究の発表を見学した運営指導委員の先生から批判的思考力の育成に力を入れるべきとのご指摘があった。今年度の取り組みは、そのような問題意識を踏まえた活動になっていたが、来年度以降では、生徒が設定したテーマに対して、生徒の視点での考察や解決策が提示された後、その内容により踏み込んで疑問を深められるような活動が求められる。

2. 高校1年次の課題研究

今年度はミニ研と個人課題研究の研究テーマ間の関連性についての調査を行った。今後も継続して調査を実施し、ミニ研と個人課題研究のテーマの関連度を高めるような指導が可能かどうか検討を進めていく。

中間発表会の後の運営指導委員会で、研究の目的・手段・方法がマッチしていない生徒が多くいたというコメントをいただいた。指導のプロセスの中で、やはり生徒と大人の対話を増やしていく必要がある。

客観的に自己の研究を捉えることやメタ認知するスキルにも課題がある。メタ認知のスキルを高める取り組みには様々な方法が考えられるが、総合的な学習の時間の年間スケジュール全体を見直して、自身の研究テーマや研究そのものを客観的に見ることができるよう取り組みが必要である。

3. 高校2年次の課題研究

個人課題研究終了後のアンケート調査において、否定的な回答をした生徒の割合が20%を超えた質問項目の中に「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」があった。個人課題研究のプロセスで苦労した理由として、「どのように進めればよいかわからない」という回答が39件で最も多いことから、指導教員が効果的に生徒に関わっていく必要性が示唆される。すなわち、課題指導者がアドバイザーとして、生徒の主体性を生かしながら研究をコーディネートしていくことが重要である。3年前から教員1人当たりの指導を担当する生徒数に上限を設けることによって負担の軽減に努めてきたが、現時点でも教員1人で8～15人の生徒を担当することもあり、教員の負担を均一化する方法を考えていかなければならない。定期的にゼミや個別指導が行われた生徒を対象にアンケート調査を行ったところ、「研究の進め方について十分な指導を受けることができたと思うか」という質問について、93.5%の生徒が「そう思う」「ややそう思う」と答えているのに対して、「発表用パワーポイントの作成やプレゼンテーションについて十分な指導を受けることができたと思うか」という質問に対して「そう思う」「ややそう思う」と答えた生徒は86.0%であった。研究の終盤の指導については生徒の満足度が若干下がっていることがわかる。教員・生徒ともに十分な時間を確保できていないことが原因と考えられるため、引き続きこの問題に取り組んでいきたい。

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

学習指導要領の内容の習得を前提として、さらに発展事項の内容を扱うことを目的としているため、基礎事項の定着は生徒の自学に委ねられている。その内容を共有する方法としては、発表や討論等の活動が既に行われているが、その他の方法を検証し、取り入れていくことが求められる。別の課題として、探究科目履修者のレポート課題が重複してしまうという問題点が挙げられ、それが生徒の負担になっていた。解決策として、授業者同士のコミュニケーションを充実させることは必須であるが、SSH 推進委員会内に探究科目授業者のグループを作り、定期的に会議を行い、情報共有を密にすることによって上記の問題を解決したい。

5. クロスカリキュラムの取り組み

生徒の自由記述の中に「時間差があってつながりがあまり分らなかった。連続で授業を実施してほしい」という回答があった。教科・科目等を横断して授業を実施する上での各科目の授業の実施時期に注意を払いたい。可能な限り近接した時期に授業を実施し、事象や概念を異分野間で結びつけて捉える力を自力で獲得しやすい環境づくりに配慮したい。

また、テーマの設定については、科目の特質に関わる次元での概念の結びつきにどのような可能性があるかを掘り下げて考察し、実践を試みたい。テーマの設定には、具体的な事物にも増して、抽象的な概念のほうが学校における科目の学習という枠組みを超えて実社会と関わる場所での学習の転移を促しやすいと考えられるからである。その際、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」などについて参考にしていくことにしたい。

6. フィールドワークについて

海外研修においては、スムーズに英語でコミュニケーションが取れるよう、参加者の英語力に応じて、事前研修を充実させることが望まれる。屋久島研修では、豊かな自然の中での研修に参加者は満足しているが、それに留まらず、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よう工夫していきたい。

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。令和元年度においてはじめて、卒業生に対する SSH 意識調査を実施したが、それを継続する。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

“Super Science News”を今年度は 5 回発行した。これらは本校生徒・保護者対象に配布しているものであるが、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。「個人課題研究中間発表会」と「個人課題研究発表会 兼 SSH 活動報告会」を一般公開し、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。本校 SSH 事業の概要や生徒の活動の様子がわかるリーフレットのようなものを作成し、成果の普及に努めていく。

資料1 教育課程表

茗溪学園高等学校 2019年度教育課程

MG コース						I B コース												
4 年			5 年			4 年			5 年									
1	L H R		L H R		L H R	1	L H R		L H R		L H R							
2	国語	国語総合(5)	国語	現代文 B (3)	国語	2	国語	国語総合(5)	地理歴史	日本史 A (2)	保健体育	体育(2)						
3						3												
4						4						保健(1)						
5						5												
6						6												
7	地理歴史	世界史 A (2)	地理歴史	日本史 A (2)	外国語	7	地理歴史	世界史 A (2)	総合	セラー・オブ・ナレッジ (2) (T O K)	総合	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)						
8						8												
9	公民	現代社会(2)		地理 A (2)		9	公民	現代社会(2)				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						
10						10												
11	数学	数学 I (4)		地学基礎(2)		11	数学	数学 I (4)				《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						12												
13				体育(3)		13						個人と社会 ヒストリー SL(3) ヒストリー HL(4)						
14				情報	14													
15					15													
16	理科	数学 A (2)	芸術	音楽Ⅰ 美術Ⅰ 書道Ⅰ (1)	外国語	16	理科	数学 A (2)			言語と文学 (外国語) ジャパニーズ A SL(3) ジャパニーズ A HL(5)	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》						
17						17												
18						18												
19						19												
20						20												
21	保健体育	体育(2)		コミュニケーション英語Ⅱ (4)		21	理科	地学基礎(2)				個人と社会 ヒストリー SL(3) ヒストリー HL(4)						
22						22												
23						23												
24	芸術	音楽Ⅰ or 美術Ⅰ or書道Ⅰ (2)	総合	英語表現Ⅱ (2)	外国語	24	保健体育	体育(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(5)	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》						
25						25												
26	外国語	コミュニケーション英語Ⅰ (4)		英語表現Ⅱ (2)		26	芸術	音楽Ⅰ 美術Ⅰ 書道Ⅰ (2)				「言語と文学、言語習得、個人と社会、理科、数学、芸術」の6つのグループから各教科1科目ずつ計6科目を2年間で学習する。その際、3科目を上級レベル (HL)、3科目を標準レベル (SL) として選択する。						
27						27												
28				英語表現Ⅰ (2)		28												
29						29												
30						30												
31	家庭	家庭基礎(2)		英語表現Ⅰ (2)		31	外国語	英語表現Ⅰ (2)										
32						32												
33						33												
34						34												
35	総合 ※個人課題研究(1)					35	総合 ※個人課題研究(1)											

「※」は学校設定科目

茗溪学園中学校 教育課程 令和元年度

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		35		35
	公民		0		0		105
数学		140	175	105	175	140	210
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	35
英語		140	140	140	175	140	175
道徳		35	35	35	35	35	35
総合(国際理解)		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	1190	1015	1190	1015	1190

【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。
- 総合(国際理解)は、外国人教師等による英語を用いたコミュニケーション方法の学習。

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（筑波大学副学長） 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 朋実（筑波大学人間系准教授）
江仁ー 加ワオド（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

令和元年6月25日（火） 15:00～16:30 茗溪学園中学校高等学校 会議室

出席者 運営指導委員：藤原委員 小林委員 清水委員 山科委員 根津委員

本校関係者：田代（校長）、宮崎（副校長）、杉山（副校長）、柚木（教務部長）、穴戸（SSH推進委員長）、
小林（SSH推進委員）、新妻（SSH推進委員）、中村（SSH推進委員）、鈴木（SSH推進委員）、
小笹（SSH推進委員）

本校 SSH 事業に関する現状分析と課題についての説明後、質疑、ご助言を頂いた。運営指導委員の先生から頂いたご意見は下記の通りである。

- ・1年生の活動の中に個人課題研究の中間発表を見学することがどう生きるのか。「ミニ研」を反省して振り返る視点が必要であり、「ミニ研」が個人課題研究にどう接続できるかが課題である。
- ・ラーニングトラジェクトリー。スキルレベルの、6年間の繋がり具合が「見える化」出来ないか。それに伴って、6年間の軌道マップの作成を意識してほしい。
- ・本日の中間発表においては、動機や問題意識と目的の関係があいまいなものが多かった。
- ・見えないところを、どう見せるか？出来ない生徒のフォローをどうしているのか？
- ・中間発表で問題があってもその後の指導などによってかなり変わってくる。どういう指導をして、どうなったのか、について見えにくい。プロセスの変化を見えるようにしたほうがよいのではないか。
- ・10以上のポスターセッション見てノビシロがあると感じたが、焦点を絞って、深めて進化させていくべき。
- ・タイトルと目的、手段がマッチしていないものが多い。
- ・あまりにも壮大なテーマを建てても結論までたどり着けない。どこまで知りたいのかを、把握して研究を進めるべき。
- ・やみくもに調べている。興味関心はわかるが、それを研究として調べて実験をしていく方法を教えてあげないと、目的と違うことに行ってしまう。探究のセオリー 共通のセオリーを、全員に指導していく必要がある。
- ・新たな発見をする必要はないということを前提としておきたい。
- ・教育の効果は、長いスパンで考える。卒業生や保護者の意識調査をすれば、傾向は出る。
- ・複数の分野を意識して、文理という区分けをしないで、テーマ設定のところで、考えてみるのが大切。
- ・今年の高校2年生は、緊張していない。今年の生徒は、昨年見ているのが大きいだろう。
- ・ポスターは、タイトルのサイズが小さいと思う。遠くからでも見えるようタイトルは大きくすべき。
- ・中間発表の参観者に配布する要項にフローが見えない。時間、テーマ、質疑応答時間なども記載すべきである。
- ・10人を超えてみると、あの間隔では狭い。半円形を作るから、狭い。体育館の幅をもっと使って広いスペースを確保してみてもどうか。
- ・クロスカリキュラムは教科と教科を区別することではない。似たような教科（数学と理科とか）をくっつけても、意味がない。行事や教科、HRと教科など広い意味でクロスを捉える必要がある。クロスがいくつかの教科の寄せ集めになり、寄せ集めにならない場合も多々ある。
- ・コンピューターグラフィックのようなアート系の研究もほしい。
- ・他校との研究交流をやると良い。同じ高校生が見にくい。効果は絶大だと思う。
- ・中高の教育として大事なものは何だろうという視点が大切である。大学の研究を高校でやることではないはずである。
- ・本当に必要なものは何か？という「気づき」のリテラシーを身に着けさせたい。
- ・新たな問題発見の能力が身に付く。リテラシーを身につける事。
- ・「統計学」は重要である。統計を使って判断することを知ると、出せる答え、答えを導くことがわかる。ロジカルに話せる。
- ・知ってもらいたい、気付いてもらいたいものは何かを？求めると。クエッションを選ぶ能力がついていく。
- ・それぞれの学校は独自の色を持っているので他校との交流を積極的に。他校が大事にしているリテラシーを知ることできる。

第2回運営指導委員会

令和2年2月21日(金) 15:00~16:30 筑波大学大学会館 第1会議室

出席者 運営指導委員：佐藤委員 藤原委員 小林委員 山科委員 根津委員

本校関係者：田代(校長)、宮崎(副校長)、杉山(副校長)、柚木(教務部長)、穴戸(SSH推進委員長)、
新妻(SSH推進委員)、小林(SSH推進委員)、鈴木(SSH推進委員)、中村(SSH推進委員)、
小笹(SSH推進委員)

学校側から1年間の総括を行った後、同日開催された「個人課題研究発表会」の講評も含め、本校の活動について運営指導委員の先生からご意見をいただいた。

- ・物理をテーマに研究する生徒があまりいない。(教育課程上、高校1年で物理基礎が無いことを受けて)1年生からできないのか。これからの時代大丈夫かと思った。
- ・クロスカリキュラムはうまくやっていただきたい。焼き物等の活動ができるのはうらやましい。
- ・テーマ設定に関して、自分がやりたいテーマなのか、世間が課題だと言っているからやるのか。自分自身が本当に問題と思っているのか、気になった。
- ・SDGsは問題の設定が決まっているものなので、生徒が問題の本質を考えてくれているのではないのか。日本の高校生は東南アジアの森林を守りたいという。アジアの高校生はアイドルになりたいとか普通に言う。それを聞いて、日本の高校生がちゃんと課題として認識しているのか疑問に感じた。
- ・ポスターに関してはテーマで全てがわかるようにするべきである。
- ・茗溪の発表は非常に良いと思っている。特に、クエスチョンが明確である。イエス・ノーで答えられるテーマ設定ができていいる。一方で、個性がないように思う。個性を伸ばしているか。自分でしか思いつかないものなのかという面では少し弱い。
- ・研究リテラシーを伸ばすことと個性を伸ばすことはある意味相反するかもしれないが、双方が重要である。リテラシーを育てるという意味では、統計処理をしていない研究は多かったので、ぜひ力をいれてほしい。
- ・批判的思考力が足りないのではないのかと感じた。綺麗に発表しているが、他の視点をあまり考慮に入れていない。海外では、ペーパーパッシングがあって、論文を読んで、悪いところを指摘する活動がある。そのような機会が大切ではないのか。本当にあっているのか？という不安な気持ちが批判的思考につながるのではないのか？
- ・クロスカリキュラムで、性をテーマに扱っているが、とても重要だと感じた。
- ・社会調査と推計統計を中学の探究活動のプログラムに入れてみてはどうか。
- ・クロスカリキュラムのテーマ設定で、抽象度をあげるのはよいと思う。今は「教科等横断的学習」と呼ぶ。
- ・国際性が次の課題になってくるのではないのか。
- ・ポスターに記載すべき情報として、発表した年月日、場所も入れたほうがよい。発表の証明になる。
- ・動機→やってみました、ではなく、動機から他の人が何をしたのか、それに対する批判的精神を持ったうえで実行に移すことが重要である。その意味で、他の人のレビューなども入れてほしい。先輩たちの研究についても参考文献を入れるべきだし、レビューを書くべき。
- ・ポスター発表の際、友達と固まっておちゃおちゃ動いている。大体同性で、男子は5人程度で固まっている。一緒にいく人数を規制するのはどうか。聞くマナーの育成が課題だと思うからである。
- ・STEMやSTEAMの対応も考えて欲しい。時事ネタがあまりない。
- ・個人課題研究で失敗してしまう生徒に注目して、前後の対応についても評価を行う必要がある。
- ・クロスカリキュラムで期待するのは、「深まった」といった感想ではなくて、「～というところもつながっているのだ。」といった感想を求めている。授業以外でこのような感想を求めている。あえて授業でやるのなら、対話がおこるように意識させてゆく必要がある。
- ・生徒の成果物に対して先生が納得することで、生徒が安心してしまっているのではないのか。先生が「本当にそうなの？」などの簡単な一言を意識することによって生徒は変わる。先生が偉いと思ってしまうと、批判的精神がなくなってしまうのではないのか。
 - 理想は、生徒が先生の意見も受け止めた上で、批判もできるとよい。
 - 興味のあるものをテーマにしましょう、からスタートしているから批判精神が育たない。怒りなどから入ると変わるかもしれない。また、外からの批判を受ける経験が少ない。似た実験をしている人との議論を増やしたい。

資料3 個人課題研究 理系テーマ一覧

パスカルの原理・アルキメデスの原理・ボイルの法則について	どのような耐震がどのような地震に強いのか	サンショウウオの生態からみる保全
輪ゴムの劣化	人工知能による楽器の音の判別	ショウジョウバエはにおいを感じるのか
音力は発電源としてふさわしいのか	最適な透過型スクリーンの選択について	コオロギの鳴き声は数式で示せるか
自由に音の選別ができるアンプの制作	テルミンを作る	イシクラゲに内生細菌は存在するか
太陽光を利用した調理器具の作成	イタモジホコリの菌類に対する嗜好性	美肌の作り方
スプーン曲げに最適な材料を探す	サボテンの効率的な増やし方	寿命に対するリコピンの効果の検証
ワイパーの形状は変わるのか	アスコルビン酸の抗酸化作用について	エコカイロの使用可能時間の延長
和太鼓の良い音を探る	酵母の特徴を比較する	数学オリンピックと整数問題
水がはねないシンクを製作する	納豆のネバネバで水質浄化はできるのか	カラスタケに秘められた力
プロミネンスが誘起するフレアが発生する割合	酸化チタンの超親水性 ～曇らないガラス～	クレモリス菌の新生理機能についての検証
ペットボトルロケットを遠くに飛ばすには	糖の違いによる生物の発達・機能の違いについて	守谷市鳥のみちの野鳥飛来の変動とバードコールの有効性
ジャイロを用いた自転車の安定補助装置の研究	アルギン酸 Na の金属イオンによるゲル化の違い	Ideonella Sakaiensis による海洋プラスチックの分解
航空機の主翼の仰角を変えた時の揚力の変化について	アニサキスの失活条件と化学物質が与える影響	犬が家畜化されて得た能力と失われた能力
小野川化石密集層における有孔虫化石を用いた古環境の推定	アカボシゴマダラとゴマダラチョウの交雑種はできるのか	スピーカーのエッジからフラットな周波数特性を実現する
ウイングレットによる翼端渦の大きさの変化	植物の香り成分を組み合わせた除虫剤の作成	でんぷんを用いた生分解樹脂の効率化（でんぷんを用いた生分解性を持つ新素材の開発）
ライデンフロスト現象を利用した摩擦、圧力抵抗の軽減	お米の劣化を早期探知する蛍光評価法の開発	人間とハダカデバネズミのインスリン分泌から健康寿命について考える
昔の木造建築の技術を今の建築に応用するには	スギ花粉アレルギーを抑制するには	ながら食べをするロボットアームの製作
糖鎖分子の機能低下と経鼻ワクチンの併用によるインフルエンザの予防と治療	超音波治療から見るアルツハイマー型認知症治療の現状と展望	より良い睡眠と食事性リズムをオレキシンから導く
蚊よけに効果的な精油は何か	ゴムカタパルト機に適した翼とは	最も効率のよい暗記の仕方
がんの完全寛解を目指す ANK 療法 ALS(筋委縮性側索硬化症) の原因と AAV9-ADAR2 を用いた遺伝子治療法	アトピー性皮膚炎の新規治療～かゆみに着目した治療戦略～	PAD4 とアルギニンの統合を防ぎたんぱく質のシトルリン化を防ぐことによる関節リウマチの副作用の少ない治療法
迷走神経刺激によるうつ病症状の改善	無痛分娩後のセロトニン投与は産後うつ予防になるか	平均寿命の延伸に伴い判明したダウン症候群の課題
口腔機能低下から考える高齢者が口から食事をする方法	食物依存性運動誘発アナフィラキシーの初回発症年齢のピークについて	高速道路渋滞の構造
野球における選手評価票 WAR は正確なのか	出塁率と長打率二つの尺度の得点への関与の差はあるのだろうか	

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 3 年次

発行日：令和 2 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

