



2020

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 4 年次

令和 3 年 3 月

2020 年度は後世からどのような評価を受けるのでしょうか。私は、人間の、ひとりひとりのサイエンス・リテラシーが問われた 1 年だったと感じています。新型コロナウイルス COVID-19 のパンデミックにより多くの人が亡くなり、ほとんどの社会活動が抑制されましたが、この現象に人々がどう向き合い判断し行動したか。そこにはまさにその人のサイエンス・リテラシーが反映していました。

科学技術振興機構研究主幹の永野博さんは 2020 年 7 月 1 日発行の『論座』に「日本ほど政治家と科学者が離れている国はない」という言説を発表し、2つの問いを提示しています。ひとつは、最終的な政治決定をするこれらの政治家（首相、担当大臣）がどの程度科学情報を理解する能力を有しているのだろうか、もうひとつは、政治家が判断する際に、そもそも行政府から正しい情報が上がってきているのか、行政府に都合のよい話しか上がってこないのではないか、という問いです。スーパーサイエンスハイスクール事業は、将来国際的に活躍する科学技術人材を育成するという目的とともに、社会の様々な役割を担うことになる若者に、直面する現象の事実やデータを知り、科学的に解釈し、主体的に行動するというサイエンス・リテラシーを育てると言う目的もあったはずですが、この COVID パンデミックでは若者たちの見本になるべき大人たち、国のリーダーたちの迷走が目立ちました。ウイルスとはどのような存在なのか、コロナウイルスとはどういう位置づけにあるウイルスか、現在流行している COVID-19 の特徴のうちエビデンスが得られている部分とそうでない部分は何か、ウイルスの変異とは特殊な現象なのか、ワクチンとはどういうものでどのように作られるものなのか。これら、新型コロナウイルスの情報を判断する上での基本的な知識に、証明されている部分、証明されつつある部分、疑問点の多い部分を区別して読み取ろうとする姿勢が加わってサイエンス・リテラシーになると思います。しかし、これを持った上で発言しているリーダーがどれだけいたのでしょうか。ドイツのメルケル首相のように、自身が科学者であるリーダーは理想的ですが、そうでなくてもまず自身で調べ、起きている現象をできるだけ科学的に理解しようとし、そのうえで提供された情報の確かさを慎重に検討して判断する。そのような過程を経てくださいました判断ならば、人々は信頼して従うのではないかと思います。残念ながら永野さんの問いは否定されることはなさそうです。

今年度は SSH 事業を計画通りに進めることが大変困難でした。ほとんどのフィールドワークはねらいを少しでも実現できるように実施形態を変更しました。生徒の課題研究は3か月半に及ぶ臨時休校により決定的に研究時間が不足しました。様々な公開発表会が中止となり、生徒の発表の機会が著しく減少しました。それでも、得られたデータで考察できる部分をみつけ論文化し、オンライン学会やリモート研究会、校内発表会で精いっぱい発表してまいりました。この未曾有のパンデミックの体験を、サイエンス・リテラシーの重要性を知る絶好の機会にしつつ生徒は成長してくれています。そのような第 4 年次研究開発実施報告書をまとめました。ご覧ください。

令和 3 年 3 月

校長 田代淳一

目 次

巻頭言

令和2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2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	10
第2章 研究開発の経緯	12
第3章 研究開発の内容	14
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	14
中1 探究的活動	
中2 探究的活動	
中3 探究的活動	
高1 化学 化学探究の基礎力の習得	
高1 生物 基礎的な実験技術の習得と論理的思考力の向上	
高1 探究的活動「RQを作ろう」・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	29
高2 数学探究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	43
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	44
中3 理科巡検	
科学オリンピックへの取り組み	
オンライン講演会＆高校生研究発表会（国際交流活動）	
科学系部活動の活動振興	
第4章 実施の効果とその評価	48
第5章 SSH中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況	50
第6章 校内におけるSSHの組織的推進体制と教員研修	51
第7章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	52
関係資料	54
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	

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

①令和 2 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、「探究的活動」としてテーマ探索を重視した活動を実施する。 (3) 高校 2 年次で、学校設定科目「個人課題研究（2 単位）」を設置し、探究活動を行う。 II. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム 高校 2 年次で学校設定科目「数学探究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 これまでの取り組みを振り返り、次年度に向けた課題を明確にする。 IV. 校外研修活動や特別講座、科学部系部活動の取り組み フィールドワーク、講演会等を実施する。								
③ 令和 2 年度実施規模		全校生徒を対象に実施する。								
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	303	8	257	6	254	6	814	20
		IBDP			16	1	12	1	28	2
		計	303	8	273	7	266	7	842	22
中学校			229	6	240	6	231	6	700	18
		(1) 探究力を高める取り組みは中学 1 年生 229 人、中学 2 年生 240 人、中学 3 年生 231 人、高校 1 年生 303 人を対象とする。 (2) 課題研究（高校 1 年「個人課題研究」、高校 2 年「個人課題研究」）は高校 1 年生 303 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 303 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。								
④ 研究開発の内容		○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 2 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 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「個人課題研究」では、良いリサーチクエスチョンとは何かを考え、自分自身の関心に基づいて考えたリサーチクエスチョンの中から一つを選び、先行研究を調べ、研究の動機・背景・目的をまとめた。学年教員全員がゼミの担当者となり、生徒を支援した。
- ・ 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。12 月の全員発表会を経て、代表者は本校で開催される「個人課題研究発表会」でポスター発表を行った。アンケート調査によって探究スキルの向上を検証した。

II. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

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

III. 深い思考につながるクロスカリキュラム

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

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- ・ SSH 事業の意義の説明や活動の概要を示す“Super Science News”を 2 回発行した。
- ・ 学校ホームページにおいて、クロスカリキュラムの取り組みの活動例や生徒の感想等を掲載し、成果の発信を行った。また、本校オリジナルテキストである「個人課題研究の手引き」のデータも公開した。
- ・ 12 月 25 日に開催された SSH 情報交換会において、本校の田代淳一校長が校長分科会にて「全校体制」についての発表を行い、本校 SSH 事業の組織的運営について普及を行った。
- ・ 文部科学省が作成した SSH 実践事例集に「中高一貫した課題研究の取り組み」をテーマとした本校の取り組みの概要が掲載された。
- ・ 日本理科教育学会（2 件）、日本化学会（1 件）の発行物に本校教諭が記事を掲載した。

○実施による成果とその評価

1. 中学における探究スキルを高める取り組み

中学 1 年生は、調べ学習を通して、テーマ設定の重要性を学んだ。中学 2 年生は、SDGs を題材に問題発見力や ICT 機器の活用力、グループでの問題解決能力を高める活動を行った。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、地元茨城の歴史・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、多面的な思考力を高めた。

2. 高校 1 年の課題研究

良いリサーチクエスチョンを探索する活動を行った。全学年教員に対して高校 1 年生全員を割り振る「仮ゼミ制度」を導入し、教員は専門性に関わらず、生徒の活動をサポートした。ゼミでの討議や発表会を通して、生徒は自身の関心や視野を広げ、目的や内容を明確にし、研究の難しさや実現可能性についての視点を持つことができた。

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

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2年度の外部発表件数は32件（予定を含む）であった。

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）」「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. 校外研修活動

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、多くの研修は中止となった。中学3年生を対象に実施を予定していた理科巡検は、希望者を募集して実施した。生物の授業内容とリンクする内容で実験・調査を行うことができたことで、生徒の理解がより深まった。

○実施上の課題と今後の取組

1. 中学での探究スキルを高める活動については、他者の発表を受け、その内容を批判的に捉え、新たな疑問を見つけ出すことについては継続的な課題である。意見のアウトプットや対話によって生徒の思考をより深める機会を意図的に設ける必要がある。
2. 中学・高校の探究活動において、自主的に資料を探せるような取り組みを検討していく必要がある。
3. 個人課題研究だけではなく、あらゆる活動を通して生徒のメタ認知スキルを育むような取り組みの強化が必要である。個人課題研究においては、研究期間を4つのステップに分けて生徒の自己評価と指導教員によるフィードバックを行っているが、メタ認知スキルを向上させるために振り返りの方法について検討をすることが求められる。
4. 探究科目については、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。特に理科においては、実験の充実と学習内容の習得の両立が永遠のテーマであり、予習の段階で、基礎事項の習得にとどまらず、探究力の育成が望めるような課題の提示が必要である。
5. クロスカリキュラムの取り組みについては、これまでの「概念」をテーマとする取り組みを継続し、これに加えて、言語活動（読解と文章化、読み書き）に力点を置いていく。SSH事業の活動に留まらず、学校全体の取り組みとして言語活動を推進していく。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

- ・6月14日まで臨時休校とした。
- ・スイス海外研修は中止とした。欧州原子核研究機構（CERN）等の見学および専門家による講義受講の実施を計画していた。
- ・SS Geo Tour（屋久島研修）は中止とした。夏休み等の長期休暇期間を利用して、埼玉県立春日部高校との共催で屋久島の巡検を行う予定であった。
- ・中国上海海外研修は中止とした。中国現地校を訪問して、課題研究の研究発表交流を実施する予定であった。
- ・中学3年生対象の理科巡検は、希望者を対象として実施した。
- ・筑波大学高大連携講演会や科学講演会は中止とした。
- ・日常の教科学習において、実験等の活動は制限せざるを得なかった。

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

②令和 2 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、主に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、自分の興味関心に基づき、自由に研究テーマを設定し、ポスター作成とポスター発表を行った。アンケート調査の結果、92.5%の生徒が意欲を持って取り組んでいた。活動後に自らが定めたテーマが解決可能性や難易度を考慮した上で、妥当であったかどうかを振り返らせたところ、93.0%の生徒が肯定的に回答しており、問題発見力の向上が認められた。冬の探究活動では、生物の授業と総合的な学習の時間をジョイントし、グループごとにテーマを定め、数週間にわたって自由実験を行い、その結果をまとめ、ポスター発表を行った。学年教員全員が各クラスでファシリテートを行いながら、生徒のテーマ設定に関わった。教員が他教科の学習のねらいや学習内容を知る機会となり、教員にとっても良い研修の機会になった。 中学 2 年生は、SDGs (Sustainable Development Goals) を題材に探究活動を行った。検索された情報をもとにして議論することや議論のための情報を再度検索する技術はどのグループも非常に高く、面白い着眼点から様々な解決策が提案された。中学 1 年生との縦割りのグループを作成し、Microsoft Teams のグループチャットを利用して情報共有と意見交換を行う活動においては、中学 2 年生がファシリテーターとなって、どのグループにおいても適切な課題設定がなされた。自らの解決可能性を考慮して、妥当な課題が設定されており、昨年度の経験が活かされていた。 中学 3 年生は、新型コロナウイルス感染拡大の影響等により、例年同様の研修旅行は中止となったことを踏まえ、「郷土の現在を多面的に知る」という目的で探究活動を行った。実施後のアンケートでは、多面的な見方や意見の存在を知ること、多面的な見方や考え方を比較し、共通点や相違点を明らかにすること、コミュニケーション能力や行動力などのスキル向上を問う全ての質問項目に対して、90%を超える生徒が肯定的な回答を示した。 2. 高校 1 年次の課題研究 全学年教員に対して高校 1 年生全員を割り振る「仮ゼミ制度」を導入した。仮ゼミは専門性を考慮せず、教員が自身の専門外の内容についても探究し、教養を深め、生徒とともに良いアイデアを生み出す体験をすることを目的としており、生徒の活動を組織的にサポートできたというだけでなく、教員にとっても刺激的な制度であった。また、50 名の生徒が仮ゼミの活動を通して、友人の考えていることや視点を見て、自分の研究に活かすことができたという回答しており、仮ゼミが有意義であったことを示している。 リサーチクエスションの発表会終了後に生徒を対象に行ったアンケート調査の結果、97%以上の生徒が何らかのスキルが身についたと回答している。最も評価できるポイントは、探究的活動と個人課題研究の間のテーマ設定についての関連の有無に関わらず、探究的活動が個人課題研究のテーマ設定に役立っていると回答したが生徒が 99%以上いたことである。一連の活動によって、自身の関心や視野を広げ、目的や内容を明確にし、研究の難しさや実現可能性についての視点を持つことができた。 12 月には高校 2 年次から本格的に始まる個人課題研究の課題指導者を決定した。教員の負担を	

均一化することが長年の課題であったが、教員の専門性を強くは考慮せず、生徒と一緒に探究していく姿勢の重要性を教員間で共有し、例年と比較して、多くの教員が個人課題研究の指導を担当することとなった。これは全校体制をさらに強化することに繋がっていくと考えられ、大きな成果であった。

3. 高校2年次の課題研究

令和2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256人中91人(35.5%)であり、昨年度の26.6%と比較して上昇した。実施後のアンケート調査(26項目の質問)によると、昨年度は肯定的な回答が80%を超えた項目が6項目であったのに対し、今年度は21項目であったことから、個人課題研究の取り組みは、課題研究のスキル習得という側面では、概ね高い成果をあげることができたといえる。特に、知的好奇心の高まりや学びに向かう主体性を問う項目で高い数値が得られたことは評価できる。

今年度は本校を会場としてのポスター発表会を、学校関係者に参加者を限定して実施した。口頭発表の動画を筑波大学に送付し、動画を視聴していただいた先生方から生徒へのフィードバックのコメントをいただく形をとった。フィードバックされたコメントは、当日の発表会で掲示するだけでなく、教職員用のネットワークを用いて教員間で共有した。より多くの教員が専門家のコメントを目にする機会を設けられたことによって、教員にとって新しい気づきがあり、また、指導のポイントを再確認することができたという意味で非常に有意義であった。

4. ハイレベルかつ主体的な学びを実現するカリキュラムの取り組み

高校2年次で「数学探究Ⅰ(6単位)」「化学探究Ⅰ(3単位)」「生物探究Ⅰ(3単位)」を実施した。数学探究Ⅰでは、本質的な概念理解を探究し、問題が解ければそれでよいという学習観からの脱却を目指した。アンケートの結果からは、答えを出すことそのものよりも、導出の過程や、なぜその解法で解けるのかを重視するようになった生徒が多数いることが伺え、生徒の主体的な深い思考を促す活動ができたことがわかった。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。いずれの科目においても、生徒は実験・観察や討議によって、思考を深めることができたという実感を持っており、目的を達成することができた。生物探究Ⅰでは、各自のPCを使って授業内でグラフ化と統計分析を行った。t検定で処理し、データの有意性を討議する実践は初めての試みであり、今後の発展も期待できる。

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、1つの話題を多面的に見ることによって、統一的な深い理解につなげることを意図した。昨年の反省を生かし、生徒の意見を授業に反映し、議論を活発化させることによって、授業の双方向性をより高めることができた。実施後のアンケート調査からも、肯定的なコメントがほとんどであり、発展的な内容を学習することによって、生徒の興味・関心を高め、高校数学をより高い立場から俯瞰することにつなげることができた。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、生物オリンピック対策や大学でも使用されているテキストを用いて授業を展開し、思考力の向上を図った。高校1年で開設された科目同様、実験・観察によって科学的な思考力や応用力を高めることができた。

5. フィールドワークについて

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、「スイス海外研修」、「SS Geo Tour(屋久島研修)」

「中国上海海外研修」は中止した。

中学3年生を対象に実施を予定していた理科巡検は、バスの利用者数に制限があったことにより、希望者を募集して実施した。少人数の意欲的な生徒による活動であったこともあり、事前学習や実習、事後学習では充実した研修を行うことができた。生物の授業内容とリンクする内容で実験・調査を行うことができたことで、生徒の理解がより深まった。

6. 教職員への影響

教員すべてが高校2年次の必修科目である「個人課題研究」の指導担当者であり、すべてのSSH事業に対して全教員が協力して取り組むことができています。年度末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、24.3%が「よく理解している」、65.7%が「理解している」、10.0%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、45.7%が「とてもそう思う」、51.4%が「そう思う」、2.9%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

ポスターやパワーポイントを作成して、発表会を実施するスタイルは定着しつつある。他者の発表を受け、その内容を批判的に捉え、新たな疑問を見つけ出すことについては継続的な課題である。生徒が見出した新たな疑問に対して、「それはどのような疑問なのか」「その疑問に対してどのようなアプローチが考えられるか」などをアウトプットし、教員や他の生徒と対話することによって生徒の思考をより深める機会を意図的に設ける必要がある。

研究活動においては、先行研究やそれに関する論文を調査（いわゆる文献調査）することは必須であるが、現代においてはその「入口」として検索エンジンなどを利用して、必要な文献にたどり着く技術が求められる。日本語サイトに限定されることなく、効率よく必要な情報を得るための検索技術とたどり着いた文献の入手方法や活用方法については、次年度以降に取り組んでいく必要がある。また、グループワークにおいては「自らが打ち立てた主張に対して、その問題点や反論をうちたてる」という部分が予想以上によく出来ていたが、それらの問題点や反論を解消した上で、改めて元の主張の有効性や正当性を述べるというところまでは至っておらず、このような議論の展開についても、将来的に取り組む研究活動の基本となるものであるため、来年度以降に活動の中に取り入れていきたい。

来年度以降の教育課程が改訂され、総合的な学習の時間の授業時間数は大幅に増加する。上記の反省を踏まえ、中学の探究的活動の更なる充実を図っていきたい。

2. 高校1年次の課題研究

先行研究の探し方について、何かしらの良い変化があったと回答した生徒が約80%であった一方で、「適切な資料を探すスキル」を習得したと感じている生徒が50%未満であったことが今後の課題として挙げられる。仮ゼミの面談等で教員が適切に支援を行いながら、自主的に資料を探せるような取り組みを検討していく必要がある。仮ゼミ制度が有意義であったことは本文の第4章で述べている。ゼミ生同士の交流の機会を増やし、他人と議論するスキルの向上を目指していきたい。次年度以降では、本校の教育課程の改訂による総合的な探究の時間の時間数の増加を生かし、先行研究へのアプローチ、ゼミ生同士の交流、論理的に文章を書くスキルの鍛錬を意識しながら、プログラムを改善していく。

3. 高校 2 年次の課題研究

今年度は新型コロナウイルスの影響を大きく受けた 1 年であった。休校期間による研究活動への影響については 58.1%の生徒が「研究が遅れた」と回答している。実施後のアンケートで「相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる」や「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」といった項目は、昨年度と比較しても伸びが見られない項目であり、4月から6月上旬までの間は対面の課題研究指導を行うことができなかったことや、6月に予定していた中間発表会を実施できなかったことが原因であると考えられる。しかし、今年度の高校 1 年次において、オンラインでのゼミ活動が有効に機能したことを受け、課題研究の指導そのものも対面とオンラインを組み合わせた仕組みを構築することを検討していきたい。アンケート調査では、「建設的な提案ができる」「客観的に見ることができる」などの項目で「わからない」とする回答が目立っている。これらは、自分自身を理解するメタ認知が育っていないことを示唆していると考えられ、個人課題研究だけではなく、あらゆる活動を通して生徒のメタ認知スキルを育むような取り組みの強化が必要である。個人課題研究においては、研究期間を 4 つのステップに分けて生徒の自己評価と指導教員によるフィードバックを行っているが、メタ認知スキルを向上させるために振り返りの方法について検討をすることが求められる。

4. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラムの開発

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。理科の探究科目については、実験の充実と学習内容の習得の両立が永遠のテーマであり、予習の段階で、基礎事項の習得にとどまらず、探究力の育成が望めるような課題の提示が必要である。教科に関わらず、教科書等の記述を批判的に読解できるようなスキルが身に付くよう、読解のための時間確保や、話題の精選が求められる。教材の研究は当然必要ではあるが、教師は学習の転移を促すことができるようファシリテートに努める必要がある。探究科目は少人数対象の講座ではあるが、より多くの人数を対象にした場合でも、充実した探究活動ができるよう努めていきたい。

5. クロスカリキュラムの取り組み

これまでの「概念」をテーマとする取り組みを継続し、これに加えて、言語活動（読解と文章化、読み書き）に力点を置いていく。なお、この言語活動についてはクロスカリキュラムに限らず、探究活動・個人課題研究もふくめ、すべての教科・科目等の学習活動において力を入れていくことを考えている。SSH 事業の活動に留まらず、教務部が中心となって、学校全体の取り組みとして言語活動を推進していく。教員が読み書きについて意識を高め、すべての学習活動で読み書きを一体的にとらえて、その初歩から言語活動の充実を図っていくべきであると考えている。

6. フィールドワークについて

来年度の海外研修の実施は困難であるが、SS Geo Tour（屋久島研修）は実施予定である。SGDs の考え方等を取り入れ、自然や環境について多面的な視点が持てることを目指し、計画を進めていきたい。

7. 教員・保護者・卒業生に対する意識調査

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

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

FAX 番号 029-851-5455

(3) 課程・学科・学年別生徒数、学級数及び教職員数

①課程・学科・学年別生徒数、学級数

課程	学科	コース	第1学年		第2学年		第3学年		計	
			生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科	総合	303	8	257	6	254	6	814	20
		IBDP			16	1	12	1	28	2
		計	303	8	273	7	266	7	842	22
中学校			229	6	240	6	231	6	700	18

(令和 3 年 1 月 31 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	68	3	6	1	1	3	2	1	1	11	2	6	70	1	43	5	2	9	32	270

(令和 3 年 1 月 31 日現在)

2. 研究開発課題と仮説

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

本校の現状を踏まえ、研究開発の仮説を以下のように設定した。

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

I. 中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

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

Ⅱ. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

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

Ⅲ. 深い思考につながるクロスカリキュラム

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

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

3. 研究開発の実施規模

以下の生徒を対象として、研究開発を実施する。

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

4. 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

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、日常の授業や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「個人課題研究」では、良いリサーチクエスションとは何かを考え、自分自身の関心に基づいて考えたリサーチクエスションの中から一つを選び、先行研究を調べ、研究の動機・背景・目的をまとめた。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。12月の全員発表会を経て、代表者は本校で開催される「個人課題研究発表会」でポスター発表を行った。

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）」、「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

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

Ⅳ. 校外研修活動や特別講座、科学系部活動の取り組み

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、「スイス海外研修」、「SS Geo Tour（屋久島研修）」、「中国上海海外研修」、「筑波大学高大連携講演会」、「科学講演会」は中止とした。中学3年生対象の理科巡検は、希望者を対象として実施した。

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る。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2年度に行った研究開発の中で、生徒の参加があった主なものを以下に記す（発表関連は除く）。

時期	実施内容	備考
2020/4	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）
2020/6/15	生徒登校開始	6月14日までは休校とした。
2020/8/7-8/28	SSH 生徒研究発表会	オンライン 生徒1名
2020/8/13-19	科学部化学班によるオンラインセミナー	小学生対象
2020/8/31-9/7	探究活動発表会	本校 中1
2020/9/18-23	科学部化学班によるオンラインセミナー	小学生対象
2020/10/25	化学グランプリ	オンライン 生徒1名
2020/11/2	個人課題研究ガイダンス	本校 高校1年生全員
2020/11/12-19	科学部化学班によるオンラインセミナー	小学生対象
2020/11/8	中3理科巡検	穴塚大池周辺、筑波実験植物園等 生徒9名
2020/12/1	常陸国研修	各研修先 中3
2020/12/18-19	個人課題研究全員発表会	本校 高2
2020/12/20	地学オリンピック	オンライン 生徒9名
2021/1/11	数学オリンピック	オンライン 生徒9名
2021/1/21	科学の甲子園ジュニアエキシビジョン大会	オンライン 生徒13名
2021/2/8	SDGs 講演会、中1・2探究活動	本校 中1・中2
2021/2/13,15	広島研修@茗溪	本校 中3
2021/3/1	探究活動発表会	本校 中1
2021/3/4	ウェビナー＆高校生研究発表会	オンライン タイ・タマサット大学シリントーン 国際工学部教授、筑波大学教授の基調講演
2021/3/9	個人課題研究発表会	本校

2. 生徒の対外発表・表彰等実績

○令和2年3月28日 日本水産学会高校生ポスター発表会（新型コロナウイルス感染防止のため大会中止）

場所：東京海洋大学品川キャンパス 高2生徒1名

・発表予定タイトル：「アルギン酸 Na の金属イオンによるゲル化の違い」

○令和2年6月20日 日本菌学会第64回大会中・高校生ポスター発表（新型コロナウイルス感染防止のため大会中止）

場所：大阪市立自然史博物館 高1生徒1名

・発表予定タイトル：「イタモジホコリの菌類に対する嗜好性」

○令和2年8月11-18日 スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

場所：オンライン開催 高3生1名

・発表タイトル：「小野川河床の下総層群貝化石密集層の有孔虫について」

○令和2年9月4日 第19回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞1名応募

・発表タイトル：「持続可能な地球的課題解決をめざしたキャッサバの研究」

○令和2年9月18日 第15回「科学の芽」賞に出品 高2生2名

・タイトル：「持続可能な地球的課題解決をめざしたキャッサバの研究」「朝焼けと大気中のエアロゾル量との関係」

○令和2年9月18日 第64回茨城県児童生徒科学研究作品展つくば市展 中1生2名 中2生1名

・発表タイトル：「植物の蒸散による放熱作用を究明する」 「種子の発芽 ～適当な温度は何度？～」

「トノサマバッタの卵を産ませてみよう No.7 トノサマバッタは周囲の色に影響されるのか」

・1件が金賞、1件が銀賞を受賞

○令和2年9月21日 日本植物学会第84回高校生研究ポスター発表

場所：オンライン開催 科学部生物班・高1生8名

・発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロパシー作用を探る ～ナガミヒナゲシは駆除が必要か～」

○令和2年10月2日 第64回茨城県児童生徒科学研究作品展県南地区展 中1生1名

・発表タイトル：「植物の蒸散による放熱作用を究明する」

・金賞を受賞

○令和2年10月21日 第64回茨城県児童生徒科学研究作品展県 中1生1名

・発表タイトル：「植物の蒸散による放熱作用を究明する」

・佳作を受賞

- 令和 2 年 11 月 1 日 TAMA サイエンスフェスティバル in TOYAKU2020（主催：東京薬科大学）
場所：オンライン開催 科学部生物班・高 1 生 8 名
・発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロパシー作用を探る ～ナガミヒナゲシは駆除が必要か～」
- 令和 2 年 11 月 8 日 日本地学教育学会第 74 回全国大会オンライン大会 場所：オンライン開催 高 2 生 1 名
・発表タイトル：「朝焼けと大気中のエアロゾル量との関係」
- 令和 2 年 12 月 12-13 日 第 18 回高校生・高専生科学技術チャレンジ JSEC2020 最終審査
場所：オンライン開催 科学部生物班・高 1 生 3 名
・発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロケミカルを追う」
・優秀賞を受賞
- 令和 2 年 12 月 21 日 第 14 回高校生理科研究発表会 場所：オンライン開催 高 2 生 8 名
・発表タイトル：「霞ヶ浦の底泥に生息する発電バクテリアの生態とそれを用いた発電の評価」「量子デコヒーレンスに必要な観測条件」「トーンボールの発生条件」「ゴムを使ってロケットを飛ばせるのか」「ほどけにくい靴紐の結び方」「月のクレーター探索ローバーの制作」「イシクラゲの中で共生している細菌」「pH 値の違いによる変形菌の挙動の変化」
- 令和 3 年 1 月 9 日 第 11 回高校生の科学研究発表会 場所：茨城大学 高 2 生 3 名
・発表タイトル：「霞ヶ浦の底泥に生息する発電バクテリアの生態とそれを用いた発電の評価」「ほどけにくい靴紐の結び方」「イシクラゲの中で共生している細菌」
- 令和 3 年 1 月 第 61 回自然科学観察コンクール 中 1 生 1 名
・発表タイトル：「植物の蒸散による放熱作用を究明する」
- 令和 3 年 2 月 11 日 第 4 回 MATH ポスター-Online-（茨城県立竜ヶ崎第一高等学校・附属中学校主催）
・場所：オンライン開催 高 2 生 2 名
・発表タイトル：「マンハッタン距離によるボロノイ分割」
- 令和 3 年 3 月 16 日-22 日 第 10 回茨城県高校生科学研究発表会
・場所：オンライン開催 高 2 生徒 9 名
・発表タイトル：「那珂川の水質変化」「イシクラゲはミドリムシを増殖させるか」「植物の花に生息する生物～ゴーヤの雄花と雌花では違いがあるのか～」「イシクラゲの中で共生している細菌」「マルチタスクエクスサイズが認知機能に与える影響－認知症予防におけるダンスの可能性－」「霞ヶ浦の底泥に生息する発電バクテリアの生態とそれを用いた発電の評価」「pH 値の違いによる変形菌の挙動の変化」
- 令和 3 年 3 月 23 日 第 94 回日本細菌学会中・高校生研究発表セッション
場所：オンライン開催 高 2 生 2 名
・発表予定タイトル：「霞ヶ浦の底泥に生息する発電バクテリアとそれを用いた発電の評価」「イシクラゲの中で共生している細菌」

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 2 年度は、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、運営指導委員会は書面開催となった。学内において個人課題研究についての教員研修を実施したが、他校視察や他 SSH 校からの視察受け入れについては実施が難しい年度であった。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
2020/9/28	第 1 回運営指導委員会（書面共有）	本校	運営指導委員 6 名
2020/10/26	課題研究に関する研修会	オンライン	講師：本校校長
2020/10/26,31	パフォーマンス課題に関するワークショップ	本校	本校教員がファシリテーター 教員のべ 21 名が参加
2020/11/18	SSH 推進委員会全体会議	本校	
2020/11/21	筑波大附属駒場中・高等学校教育研究会参加	オンライン	教員 2 名
2020/12/25	R2 SSH 冬の情報交換会 ※田代淳一校長は校長等分科会において「全校体制」についての発表を行った。	オンライン	教員 3 名
2020/1/25	授業改善に関する研修会	本校	講師：本校教務部長
2021/2/8	茨城県立並木中等教育学校 SSH 視察	つくば国際会議場	教員 1 名
2021/2/20	奈良女子大学附属中等教育学校公開研究会参加	オンライン	教員 2 名
2021/3/1	第 2 回運営指導委員会（書面共有）（予定）	本校	運営指導委員 7 名
2021/3/5	玉川学園 SSH 報告会参加	オンライン	教員 1 名
2021/3/9	個人課題研究発表会	本校	本校関係者のみ
2021/3/25	県内 SSH 校情報交換会（予定）		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】

課題研究のプロセスにおいて、テーマの設定は重要である。「問題発見力」の向上を目的とし、生徒自身の興味や関心をもとにテーマを設定し、調べ学習を行う。どのようなアプローチによって自ら設定した疑問を解決できるかを主体的に考え、実行し、調べた結果や分かったことを自分の言葉で表現し、自己の活動を振り返ることによって、問題発見からその解決までの一連の流れを経験することができ、今後の探究的活動への意欲を喚起することができる。

【対象学年】

中学1年生（6学級、夏：228名、冬：229名）を対象とし、総合的な学習の時間を利用して活動を行った。

【内容】

○夏の探究活動

生徒個人による「探究ポスター」の作成および発表を行った。「探究ポスター」とは、生徒が各自で自由に研究テーマを決め、B4版のポスターに「①研究テーマ」「②研究動機」「③調査内容」「④調べて分かったこと、考えたこと、自分の意見や主張など」「⑤今後さらに調べてみたいこと、調べてみて新たに浮かんできた疑問など」「⑥参考文献・資料」をまとめたものである。中1の探究活動のテーマが「問題発見力」であることから、②および⑤の部分を具体的に記述するよう特に強調した。

手順としては、7月末にガイダンス（オンライン）を行い、研究のテーマ探索におけるブレインストーミングの方法や、「問い」の立て方のコツ、引用や出典明記の注意事項などを説明した。また、インターネットの活用も良いが、必ず書籍を1冊以上参考にするよう指示した。生徒は夏休みを利用して探究ポスターを作成し、夏休み明けの8月にクラス内で6～7人のグループに分かれて発表を行った。その際、単に発表するだけでなく、質問タイムを設けるとともに、他の発表者の発表を聞いて良かった点や疑問に思った点を「コメントシート」に記載し、相互評価ができるようにした。その後、各グループで優秀とされた代表者1名がクラス内で発表し、最後にクラスの代表者1名が学年全体の前で発表した。優秀な作品は表彰するとともに、学校内で全校生徒が見られる場所に掲示して研究成果の共有を図った。

○冬の探究活動（報告書作成時点では、活動は終了していない）

生物の授業と連携し、「植物の自由実験を行う」をテーマに行った。生物の授業内にて、リサーチクエストの立て方として、「①…は本当か？」「②どのくらい…か？」「③どんな〇〇が…か？」「④〇と△ではどちらが…か？」「⑤なぜ…か？」の5つを例示し、生徒に事前にイメージを持たせた。生徒は冬休みを利用して各自で「植物の自由実験設計書」を作成し、1月にクラス内で6～7人のグループに分かれて発表を行った。そして、グループで1つの実験を選定し、あらためて実験設計書を作成し、生物の教員の指導を受けながら実際に実験を行った。その結果はポスターにまとめ、クラス内で発表を行い、特に優秀と評価されたグループは学年全体で発表を行う（実験後のポスター制作や発表は2月下旬以降に行う予定である）。

【検証】

○夏の探究活動

ポスターの内容やプレゼンテーションが優秀と評価され、受賞対象となった研究は以下の通りである：

「ネコの目 ～目の不思議～」 「江戸と西洋の医術を訪ねてみて」 「“本能寺の変”の真相」 「パイロットの現状はどうなっているのだろうか」 「飲み物を早く冷やすには？」 「切ってもつながる!? ～メビウスの輪～」 「感染症と人類 ～感染症は世界をどのように変えてきたか」 「言葉の覚え方」 「浮世絵と江戸時代の人々 ～浮世絵からわかる当時の人々の暮らし～」 「殺処分は何故無くならないのか」 「地震速報の音を与える心理的反応」 「種子の発芽 ～適当な温度は何度～」 「カビの色々」 「それぞれの命 ～同じ時間を生きる～」 「ブラックサンダーを作ろう！」 「食べる身近な雑草」

このリストからも生徒が自らの興味関心に基づき、多様なテーマを設定したことがわかる。また、特に実験を希望した生徒に対しても、学校の設備を提供することはしなかったが、生徒自身が家庭等で実験を行ったケースも数多く見られた。

発表会終了後に、生徒を対象に自己評価アンケートを実施した（N=227）。アンケートは①意欲、②テーマの妥当性、

③テーマ設定における内発的動機の有無、④調査終了後に新たな疑問を発見できたか、⑤ポスター制作の満足度、⑥発表についての自己評価の6つの項目を選択式で回答させたほか、自分が成長できた部分や次の探究活動で改善できることについて、自由に記述させた。いくつかの項目についての集計結果は以下の通りである。

表1 アンケート集計結果（設定したテーマについて、意欲的に取り組めたか）

とても意欲的に取り組めた	まあまあ意欲的に取り組めた	あまり意欲的に取り組めなかった	全く意欲的に取り組めなかった
112	98	16	1
49.3%	43.2%	7.0%	0.4%

表2 アンケート集計結果（設定したテーマは自分にとって適切なものだったか）

簡単すぎた（少し調べるとすぐに結論にたどり着いてしまった）	適切だった	難しすぎた（簡単にまとめられるものではなかった）
31	180	16
13.7%	79.3%	7.0%

表3 アンケート集計結果（活動終了後に新しい疑問の発見があったか）

あった	なかった
208	19
91.6%	8.4%

表4 アンケート集計結果（発表についての自己評価）

とてもうまくできた	まあまあうまくできた	あまりうまくできなかった	全くうまくできなかった
21	139	60	7
9.3%	61.2%	26.4%	3.1%

上記の結果から、全体の92.5%の生徒がこの活動に意欲を持って取り組んでいたことがわかる。設定したテーマの妥当性や活動終了後の新たな問題の発見に関する質問に対しても、多くの生徒が肯定的に回答している。生徒の自由記述には、テーマ設定の難しさを経験できたことが伺えるコメントや、自分の興味を持ったものを深く調べることができたことに対する満足感が伺えるコメントが多数みられ、一連の探究活動のプロセスを経験したことは、次の探究活動の質の向上に結び付くと考えられる。また、ポスター制作やプレゼンテーションのスキルの向上、すなわち表現力の向上を実感できたと多くの生徒が述べている。さらに、「みんなの発表で色々なことを学ぶことができた。次回は、皆の発表をヒントにして探究活動をしたいと思った」などといった、優秀研究の発表会が多くの生徒により影響を与えたと伺える記述が多数見られた。アンケート結果から、探究活動を自己の成長と結び付け、次の課題へ積極的に取り組もうとする生徒が多数いることがわかり、今回の活動が今後の探究活動の実施に向けて意欲を喚起したことがわかった。

○冬の探究活動

各グループが設定したテーマは、「光合成」「発芽」「成長」「生態」「吸水」「蒸散」等の分野に分類される。教科書等に書かれている実験を再現するグループもあれば、これまでに学習した内容にオリジナリティを加えて実験を計画することができているグループもあった。テーマ設定後に実施した振り返りアンケートでは、86.2%の生徒が「リサーチクエスチョンを作成する際に、自分の興味・関心と結びつけることができた」、83.6%の生徒が「リサーチクエスチョンを作成する際に、これまで学習にした知識を生かしたり、自分なりに調べて新たに得た知識を生かしたりすることができた」と回答しており、授業での学習を探究活動のテーマに結び付けようとする意識の向上に寄与できたと考えられる。教員目線で見ると、担当教科が理科ではない教員が各クラスでファシリテートを行うことによって、教員が他教科のねらいや学習内容を知ることのできる機会を得たことは有意義であった。

【次年度への課題】

他者の発表を受け、その内容を批判的に捉え、新たな疑問を見つけ出すことについては継続的な課題である。夏の探究活動後のアンケートでは、「新たな疑問を見つけた」という回答が多かったわけだが、「それはどのような疑問なのか?」「その疑問に対してどのようなアプローチが考えられるのか?」などをアウトプットしたり、教員や他の生徒と対話することによって自らの思考を深めたりするような機会を意図的に設ける必要がある。

中 2 探究的活動

【仮説】

前年度までに取り組んだ「自らが抱いた疑問と自分との距離をはかる」「三段論法の基本を理解する」という 2 点を、より実践的に活用して試行錯誤する場を設けることで、

- ①問題発見力（＝自らが解決方法を見出すことが可能な「距離」の問題をみつける）をはかる。
- ②問題設定・解決にむけての ICT 機器などの活用力をはかる。
- ③前年度は個人に留まっていた課題設定・解決をグループに広げることで、個々の主張のぶつけあいを通じて、より充実した課題設定と解決を生み出す。

といった狙いをはかりたい。そこで「SDGs」を題材にして①と②をはかるための「探究的活動」を設定した。

ここで、SDGs そのものに取り組むことが目的ではないということを強く断っておきたい。「SDGs の設定目標が本当に妥当なものなのか?」「達成指標は妥当なのか?（特に統計的な視点）」といったことを吟味させずに、盲目的に SDGs 活動に取り組ませることは少なくとも探究の活動とは言い難い。今回の活動は、SDGs のような取り組みを知ることをきっかけに「自分の周囲で起きている問題を発見し、その解決に向かったプロセスを考察する」という取り組みにおける生徒の現在地をはかることが目的であることを再度強調したい。

【対象学年】

中学 2 年生（6 学級、240 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】

次の三つの STEP に分けて、活動を計画、実施した。

1. SDGs の概要の調査 2. 自分達の周囲の問題調査 3. リストした問題解決に向けてのグループ討議

1 「検索力（＝ググる力）を鍛えよう！～SDGs とは何か?～」

「SDGs というアルファベットの並びは何を意味するのか?」を出発点として「SDGs の概要やその後の展開」に関する「問題形式・記述型解答のワークシート」を作成し、1 班 6 人から 7 人のメンバーで協力しながらワークシートを完成させるという活動である。いっさいヒントを与えない代わりに、班に 1 台タブレットを渡し、google 検索エンジンを使いながら、班のメンバーで検索語のアイデアを出し合いながら、調べ学習をさせた。「目的の情報を得るための検索エンジンの活用力」「グループメンバーと協力して目標達成に向かうプロセス」というねらいがある。ワークシートの内容は以下の通りである。

- ①SDGs というアルファベットの並びは何を意味するのか?
- ②SDGs の歴史的な該当と MDGs との違い
- ③Covid-19 の SDGs への影響
- ④SDGs の日本における状況（達成度）
- ⑤日本の達成度が低い複数の Goal の中で緊急性の高いと考える Goal を一つ選び、その解決策を考えよ。

2 「自分達の周囲の問題調査」

SDGs の「Sustainable : 持続可能性」という側面、「課題達成のための段階的なプロセスを計画」という側面を意識して、自分達の周囲の問題を「解決可能性（≒自分達と遠すぎず近すぎない問題）」を考慮した上でリストし、3「グループ討議」に向けて、課題解決に向けてグループで討議すべきテーマを絞らせた。この段階から中学 1 年生（6 学級、231 名）と合同で、6 名から 7 名（それぞれの学年で 3 名～4 名ずつ）のグループを構成し、グループごとの活動へと移らせた。この事前調査の段階では、グループごとに校内で利用している Microsoft Teams においてグループごとのコミュニティを作成させ、テーマを絞るための情報共有と意見交換をさせた。

3 「リストした問題解決に向けてのグループ討議」

それぞれのグループにおいて、2 の問題調査と意見交換によって決められたテーマについて、具体的な解決策を討議する活動である。2 年生にファシリテーターの役を担わせた。ワークシートに次のような項目を設定し、議論させた。

- ①茗溪学園内において緊急的に解決すべき課題は何か? また、その課題についての現状はどうなっているか?
- ②その課題を解決することによって、どのような変化が学校に起こるか? それに伴って新たな問題が生じないか?

- ③課題解決のために自分達（＝生徒自身）の力のできることは何か？
④③で考案した対応策の問題点は何か？
⑤教員や親などの社会人と協力して行うことが出来る対応策は何か？

【検証】

1「検索力（＝ググる力）を鍛えよう！～SDGs とは何か？～」

前ページのワークシートで挙げた①②の SDGs の概要については、比較的スムーズにたどり着いていたが、③の「Covid19 の影響」などは上手に検索することができない様子であったため、「SDGs Covid19 日本 報告」という検索語のヒントを与えた。「検索するキーワードを組み合わせる」という方法は知っていても、どのようなキーワードを与えれば自分達がたどり着きたい情報が得られるかという創意工夫については、まだまだ及第点とはいかなかった。

一方で、⑤のように得られた情報をもとにして議論する、あるいは、議論するための情報をまた検索するという技術はどのグループも非常に高く、実現可能性は別にしても、非常に面白い着眼点から様々な解決策が提案されていた。

2「自分達の周囲の問題調査」 3「リストした問題解決に向けてのグループ討議」

様々な問題が取り上げられたが、ほとんどのグループが大きくは次の5つのいずれかをテーマとして設定していた。

課題1:給食の残飯を減らす（食品ロス）

（解決策）豚を飼育して、残飯を餌として有効活用。ビュッフェ形式にする。

（解決策の問題点）現実的に飼育可能か？ビュッフェ形式における感染問題が浮上する。

課題2:プリント類などの紙の多さ（資源の無駄使い）

（解決策）タブレットやPCを持ち込みを可として、プリント類などはpdfデータを展開する。

（解決策の問題点）タブレットやPCの個人購入における費用と紙の費用の比較検討が必要となる。

課題3:ゴミの分別（特にペットボトル）と清掃

（解決策）ゴミをより詳細に分別できるゴミ箱と呼びかけポスターを設置する。反対に、ゴミ箱の完全撤収。

（解決策の問題点）ポスターによる呼びかけは効果が薄い。そもそも、学校のあるつくば市においてはどの程度細かい分別が必要なのかを明確にしなければならない。ゴミ箱を完全撤収することは期待できる効果は大きい、あまりにも意識が低い人が多いと、ゴミが散乱した状態になってしまう危険性がある。

課題4:「節電」移動教室の際のスイッチ消し忘れ・エアコンのつけっぱなし

（解決策）当番制の導入、エアコンについては教室にリモコンを設置する。

（解決策の問題点）移動教室の際、当番が必ず教室に最後まで残ることになる。エアコンのリモコンの設置により、いくらでも自由に温度設定ができてしまい、かえってコストがかかる可能性がある。そもそも、消してつけることの方が電気の消費量が激しいので、その比較検討が必要。

課題が大きく四つに集中したことは、自分達の解決可能性を考慮した上でのものであるから、前年度の「問題との自分との距離をはかる」という経験が生かされたとみることができる。また、考案した解決策に対して、その問題点を我々の想定以上にふみこんでリストできていたのが評価できる点であった。

【次年度への課題】

研究活動においては、先行研究やそれに関する論文を調査（いわゆる文献調査）することは必須であるが、現代においてはその「入口」として検索エンジンなどを利用して、必要な文献にたどり着く技術は必須である。日本語サイトに限定されることなく、効率よく必要な情報を得るための検索技術とたどり着いた文献の入手方法や活用方法については、次年度以降に取り組んでいく必要があると感じた。

また、グループワークにおいては「自らが打ち立てた主張に対して、その問題点や反論をうちたてる」という部分が予想以上によく出来ていたが、それらの問題点や反論を解消した上で、改めて元の主張の有効性や正当性を述べるということまではいっていなかった。このような議論の展開についても、将来的に取り組む研究活動の基本となるものであるため、来年度以降に活動の中に取り入れていきたい。

中 3 探究的活動

【仮説】

本校では例年、研修旅行で訪れる京都で、「日本文化の源流を探る」という目的を掲げて班別研修を行ってきた。今年度は新型コロナウイルス感染症のため長距離の移動を避け、フィールドを茨城県内に限定した日帰りの「常陸国研修」を行うこととした。

テーマの設定・訪問先の選定・受け入れ交渉などを、班ごとに生徒自身に行わせることにより、「協働で取り組む力」が向上するものとする。また、設定したテーマを更に分割して班員が個人テーマを持ち、事前研究に取り組んだ上で現地に訪問し、そこで学んだ内容を班ごとの発表にまとめ上げる過程で、「多面的に思考する力」が育成できるものとする。

【対象学年】

中学3年生（6 学級、231 名）を対象とした。準備には公民の授業や総合的な学習の時間を利用した。

【内容】

9 月中旬の学年集会でフィールドを茨城県内に移して班別研修を実施することを生徒に通達した。「郷土の現在を多面的に知る」という目的に合致する訪問先を生徒自身で見つけること、しっかりと事前研究を行うこと、当日は教員の引率をつけずに生徒のみで行動すること、などを説明した。訪問先の条件として「アポイントを取ってお話を聴けるところ」「公共交通機関で移動が可能なおところ」という二つの条件を提示した。

9 月下旬の公民の時間で、図書館で班ごとにブレーストーミングを行った。A3 用紙を班に 1 枚用意し、「茨城の魅力」で思いつく単語を付箋に書いて、用紙に貼っていく、という方法で班員の頭の中にどのようなイメージがあるかを可視化した。最初は資料なしで行ったが、新たな単語が出にくくなったところで資料を解禁した。茨城の歴史・産業・観光などに関する資料を大量に準備し、司書と相談しながら、適宜、貸し出した。その際、資料を「読み込む」のではなく、ページをめくりながら、興味・関心を持った言葉が出てきたら、それを付箋に書いて A3 の用紙に貼るよう指示した。このようにして、興味・関心のあるテーマを最大限に広げて、本時を終了した。

次の公民の時間には、教室で班ごとにタブレットを 2 台配布し、最大限に広げたテーマの選択肢を収斂していく作業を行った。テーマにふさわしい訪問先があるかどうか、交通手段が妥当かどうか、なども調べさせ、班テーマを確定させていった。班テーマが確定したあとは、そのテーマを個人テーマに分け、事前研究として個人レポートの作成を課した。

10 月中旬にはヒアリングを行い、テーマに対する理解が訪問するに足りるレベルに達しているかを確認した。班ごとに、事前の文献による調査で何を明らかにできたのか、現地で明らかにしたいことは何なのか、などを社会科教員と担任の前で説明させ、訪問先の候補や交通機関の確認なども行った。取り組みが不十分な班は再ヒアリングとした。

10 月下旬には、受け入れ交渉を行った。まず、電話で訪問の趣旨を説明し、口頭での内諾を得てから、訪問時刻や質問事項などを書いた手紙を送付した。この交渉に教員は極力、手を貸さず、生徒に任せた。入館料の減免申請などの書類も、出来る限り生徒の手で作成させた。連絡が上手く行かずに滞る場面もあったが、外部の大人とやりとりを生徒に経験させることによって、主体的に学ぶ姿勢を育成することを重視した。教員が質問事項のチェックを行い、安易な質問の場合は再提出とした。その過程で質問がブラッシュアップされ、テーマに対する理解も深まっていった。

訪問先が確定した後、移動計画を作成させた。公共交通機関を利用して生徒のみで移動することを原則とした。交通費や研修費のルールを伝え、その範囲内で予算書を作成させた。実施前日に 1 人当たり 7,000 円の予算を渡し、実施の翌日に精算して、残金を返金させた。予算書と異なる動きになった班も出たが、修正を申請する手続きも踏ませた。

県内の移動とはいえ、コロナ禍で研修をするということは、通常とは異なる心構えも必要になる。そこで、中学生が研修として街に出ていくうえで、安全面やマナーの面で、どのような点に注意すべきかを生徒に考えさせ、WEB のアンケート機能で意見を集約し、それをまとめたものをしおりに掲載して、学年全体で共有した。

当日は、数件の遅刻があったものの、大きなトラブルや苦情の連絡を頂くこともなく、研修を実施することができた。研修の翌日には、研修で学んできたことをパワーポイントにまとめて、班ごとに発表させた。クラスごとに発表した後、クラスの中での優秀班を選抜し、学年全体の前で発表した。また、文章にまとめた報告書も作成した。

【検証】

金銭を支払う商業的な体験コースに参加するだけの研修をする班が多くなることも考えられたが、結果的にそのような班はなかった。自らが設定した班テーマにふさわしい訪問先を自分たちで考えて受け入れ交渉を行い、知的好奇心を持って研修に臨むことができた。各班の設定したテーマと訪問先は次頁の通りである。

表 1 班ごとのテーマと訪問先

班	テーマ	訪問先
A1	茨城のガラス細工	カガミクリスタル、 ステンドグラス工房オクノシオ
A2	日立鉾山について	JX 金属グループ 日鉾記念館、 日立事業所 小平記念館
A3	茨城の納豆と和菓子の歴史	笹沼五郎商店、 亀印製菓
A4	偕楽園周辺の歴史と自然	偕楽園、 千波湖(水戸市都市計画部公園緑地課)
A5	常陸牛	藤井商店、 肉八や
B1	笠間について	常陸国出雲大社、 笠間稲荷神社
B2	海 ～サメとクラゲについて～	アクアワールド茨城県大洗水族館、 水戸市立博物館
B3	茨城の食べ物の歴史	かねふくめんたいパーク、 方波見農園
B4	酒造について	稲葉酒造、 浦里酒造
B5	百里基地 ～波乱万丈の飛行場～	航空自衛隊百里基地、 百里平和公園(百里の会)
C1	笠間焼	茨城県陶芸美術館、 笠間焼協同組合
C2	お酒の歴史と現在の商品生産	麦と葡萄、 牛久シャトー
C3	那珂湊の戦略	那珂湊漁業協同組合、 森田水産本店
C4	北茨城の漁業	北茨城市漁業歴史館よう・そろー、 大津漁業協同組合
C5	栽培漁業について	茨城県栽培漁業センター、 浜焼き漁師小屋
D1	水戸黄門をたどる	御岩神社、 徳川ミュージアム西山御殿
D2	農家の経営の実態	JA ほこた宮農情報センター、 深作農園
D3	五浦海岸と六角堂	五浦六角堂、 北茨城市図書館
D4	鹿嶋とその地域の発展	ミニ博物館ココシカ、 鹿島神宮
D5	海と共に生きる茨城	北茨城市漁業歴史館よう・そろー、 日立市役所 防災対策課
E1	茨城のお菓子について	菓匠にいつま、 阿さ川製菓
E2	さつまいもと干し芋	マルヒ、 照沼勝一商店
E3	結城紬	つむぎの館、 結城市伝統工芸館
E4	水戸黄門	徳川ミュージアム西山御殿、 茨城県立歴史館
E5	茨城県の美術	五浦六角堂、 茨城県近代美術館
F1	常陸国の歴史と納豆	弘道館、 朝一番
F2	歴史ある栗農家について	湯崎栗園、 小田喜商店
F3	大洗磯前神社と酒列磯前神社	酒列磯前神社、 大洗磯前神社
F4	大洗の観光業について	アクアワールド茨城県大洗水族館、 大洗町役場商工観光課
F5	空港の裏側	茨城空港ビル管理事務所、 茨城県庁営業戦略部空港対策課

実施後に行ったアンケートでは、「とても良い変化があった」と「まあまあ良い変化があった」と答えた生徒の割合の合計が、各項目で 90%を超えており、この行事を経験したことで、様々な点で生徒の成長を促すことができたものと考えられる。

表 2 アンケートの結果

	4. とても良い変化があった	3. まあまあ良い変化があった	2. あまり良い変化がなかった	1. 全く変化がなかった	4～1の評価の平均(3.47)
①ひとつのものごとや問題に対して、いろいろな見方や意見が存在することを知る	56.7%	40.1%	2.3%	0.9%	3.53
②いろいろな見方や意見にアクセスする方法や手段を知る	60.4%	34.1%	5.1%	0.5%	3.54
③いろいろな見方や意見を比較して、共通点や相違点を明らかにして物事を理解する。	46.1%	47.5%	5.1%	1.4%	3.38
④読み取ったことを自分以外の人に伝える、また、自分以外の人が説明することを聞きたる。	52.5%	41.5%	4.6%	1.4%	3.45
⑤自分以外の人とコミュニケーションをとったうえで、物事を決定し、実行に移す。	53.5%	38.2%	6.5%	1.8%	3.43

【次年度への課題】

班内で役割分担を行い、一つのものを作り上げることには一定の成果を挙げられたと考えられるが、意識の低い生徒のいる班では、意欲のある特定の生徒に負担が集中してしまうという事例も見られた。一部の生徒だけでなく、全員が主体的に行事に参加するよう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（8学級、310名）を対象とし、年間を通して計6回実施した。

【内容】

1. 複数の情報源の内容の比較（4月～5月 リモート学習で実施）

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。

2. 混合物の分離（6月 映像教材にて模擬実験）

- (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（6月 映像教材にて模擬実験）

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（12月 生徒実験）

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

5. 塩の加水分解（1月 映像教材にて模擬実験）

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. 金属のイオン化傾向の確認（実施時期：2月 映像教材にて模擬実験）

様々な種類の金属の反応性の違いを確認し、イオン化列の特定を行った。金属ごとに反応性が大きく異なることを理解し、電池への応用について考えた。

【検証】

今年度は4月～6月がリモート学習であったこと、実験室の使用が感染予防策等の点から制限されていたことなどにより、実際に実験をする機会が少なくなりました。しかし、映像教材を用いて、実際の実験映像を視聴しながら、結果を記録し、そこから考察するといった模擬実験を実施したり、従来の実験プログラムの内容を多少アレンジしたりすることで、同様の内容を実施することができた。しかし映像では、においなどを感じることが出来ないため、生徒の満足度はあまり高くなく、実際の実験を望む声が多く聞こえた。12月には、教科書にも掲載されている食酢中の酢酸濃度を求める実験を行った。実際に、実験室で器具を操作して行うことは久々であったことなどから、ぎこちない手つきではあったが全員が器具を操作し、結果を考察させる過程を経験させた。

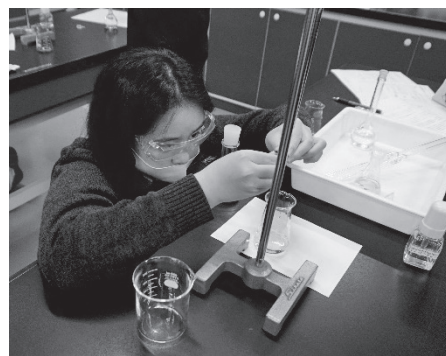


写真1 実験の様子①



写真2 実験の様子②

【次年度への課題】

映像教材では、実験結果を確実に得ることが出来る反面、器具の操作方法や感覚的理解の部分でやや課題が残る。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。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引き続き検討したい。

高 1 生物 基礎的な実験技術の習得と論理的思考力の向上

【仮説】

高校 2 年次の個人課題研究では、目的に応じた実験を設計し、的確に結果をとらえて考察をする必要がある。そのことをふまえ、高校 1 年次の生物基礎では年間を通して基礎的な実験を実施する。実施後はスケッチおよび課題プリント（結果・考察に相当）を課すことで、基礎的な実験の技術を習得し、論理的思考力を養う。

【対象学年・実施時期】

高校 1 年生（8 学級、310 名）を対象とし、計 6 回（8 月～12 月）実施した。

【内容】

1. ミクロメーターの使い方（実施時期：8 月）

顕微鏡で観察するものの長さの計測には、ミクロメーターを用いる。顕微鏡の使い方を復習しながら、接眼ミクロメーターの 1 目盛の長さを求めた。

2. 細胞の大きさの測定（実施時期：9 月）

接眼ミクロメーターを利用して、オオカナダモ（真核生物）の細胞・葉緑体とイシクラゲ（原核生物）の細胞の大きさを測定した。測定結果をもとに、細胞内共生説と関連させて考察をした。

3. 酵素カタラーゼの働き（実施時期：10 月）

ジャガイモ抽出液に含まれるカタラーゼを加えることで、過酸化水素の分解が促されることを確認した。さらに、煮沸したジャガイモ抽出液を加えた場合、反応液を酸性・塩基性にした場合の結果と比較し、酵素の失活（タンパク質の変性）を確認した。

4. 体細胞分裂の観察（実施時期：11 月）

ネギの根端分裂組織のプレパラートを作成し、分裂期の細胞を観察した。

5. DNA の抽出（実施時期：11 月）

ブロッコリーから DNA の抽出を行った。抽出した DNA に酢酸オルセイン溶液とエオシン Y 溶液をかけ、抽出した物質が DNA であることを確認した。

6. 血球の観察（実施時期：12 月）

スケッチの描き方を復習し、すでに作製されている血球のプレパラートから、複数の種類の白血球を観察した。白血球の種類の判定にはミクロメーターを用いた。

【検証】

内容 1、2、4、6 の実施により、顕微鏡を扱う技術が向上し、ほとんどの生徒が目的のものを探して高倍率で観察ができるようになった。また、内容 2、4 を通してプレパラートの作製を行えるようになった。他の実験においても、ビーカーやシャーレ、ピンセット等の実験器具を使用したことで、基礎的な実験の技術は習得できたと考える。

内容 2、3 では複数の得られた結果を比較して考察を行った。生徒は考察の難しさを実感している様子であったが、自分の知識や資料、他生徒の意見をもとに論理的思考力を養うことができた。さらに、全ての実験を通して、実験操作の意味を丁寧に解説してきた。このことで、実験設計をしっかりと行うことの重要性を学んでいる。

【次年度への課題】

本年度は新型コロナウイルスによる影響で、夏休み前は実験を行うことができなかった。そのため、知識を習得してから実験を行うまでに時間が空いてしまった。そのこともあり、正しく用語を理解して考察ができていない生徒も多数見受けられた。論理的思考力の向上を図るためにも、適切な時期に実験を実施する必要があると考える。さらに、本来であれば 4 月から実験を実施することができるため、次年度は実験の回数を増やし、より一層の向上を図りたい。

また、本年度はプリントの一問一答に答える形式で考察を行わせているが、個人課題研究では膨大なデータをわかりやすくまとめ、目的に応じた考察を行わなければならない。このことを踏まえ、次年度はレポートとして課題を提出させる機会を設けていきたい。レポートに考察を記述する過程で、考察すべきポイントを考える必要が生じるため、より深い思考力が養われると考える。さらに、レポートの作成ではワードやエクセルを使用させることもできるので、個人課題研究での論文執筆に向けて良い練習にもなるだろう。

最後に、本年度実施した実験は全て 1 時間で完結しており、個人課題研究のようなテーマ設定からレポートの作成・発表までの流れを体験できていない。中学校で行っている探究活動を活かして、生物基礎の授業内でも同様の経験を行うことも検討していきたい。

高 1 探究的活動「RQ を作ろう」・個人課題研究

【仮説】

高校 2 年次必修科目「個人課題研究」に向けた準備として、自分自身の関心ある分野を知り、これまで以上に研究テーマ選びを充実させるために、全員が夏休みを中心に短期間で「良い RQ (Research Question) とは何か」から始まる様々なワークに取り組む。また、自分自身の関心に基づいて考えた RQ の中から一つを選び、先行研究を調べ、研究の動機・背景・目的をまとめる中で、個人課題研究への意識が高まり、研究スキルが向上する。さらに、個人課題研究の前に仮ゼミを設定し、研究分野の異なる複数の友人やゼミ担当の教員と、自身のテーマについての議論や助言をし合うことで、研究に対する基本的な視座を高め、自身のテーマについて多角的な視点から捉え直すことができる。

【対象学年】

高校 1 年生 (306 名) を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

以下の日程で探究的活動、個人課題研究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

6 月 29 日 (月)	探究的活動ガイダンス	高 2 必修科目「個人課題研究」を見据え、「研究とは何か」という説明と、全体スケジュールを提示した。
7 月 1 日 (水)	ワーク 1 ① イメージマップ作成 ② RQ の作成 ※①、②はそれぞれ個人活動→班活動の順に行う。	① 「IT」「地球」をテーマにイメージマップを作成した。その後、班員と共有し、自分の思考の傾向を知る。 ② ①で作成したイメージマップから、RQ を作成した。その際、自身の RQ が「状況把握タイプ」「原因説明タイプ」かを確認した。
7 月 13 日 (月)	① 領域ガイダンス (動画視聴) ② ワーク 2 (良い RQ とは何か)	① 「国語系」「英語系」「数学」「化学」「物理」「地学」「生物」「社会系」「音楽」「美術・書道」「スポーツ科学」の 11 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動画 (本校教員作成) を視聴した。 ② 過去のミニ研のテーマを一班につき 8 つ提示し、「相応しくない RQ」を挙げ、それらが相応しくない理由を考えることで「よい RQ」の余事象の満たすべき条件を考えた。その後、良い RQ を作る際に意識すべき項目を考えた。
7 月 20 日 (月)	ワーク 3 (自身の興味のある分野の RQ を作る)	自身の関心のある分野に関するキーワードを挙げ、その中から 3 つ選び、イメージマップを作成した。その後、ワーク 2 の「相応しくない RQ」の条件に当てはまらないように注意して、作ったイメージマップを参考に RQ を作成した。
7 月 27 日 (月)	探究的活動における研究テーマの決定	7 月 31 日 (金) をテーマ決定の締め切りとした。なお、Google form にて回答を行なった。
7 月 28 日 (火)	仮ゼミの決定・発表	全生徒 306 名を無作為に学年教員 12 名に割り振り、個人課題研究が開始するまでの仮指導教員とした。
夏休み	① 序論の作成、先行研究の調査 ② 序論作成に関する面談	① 自身の研究テーマの先行研究を調べ、個人課題研究における序論部分 (研究の動機・背景・目的・方法) の執筆を行なった。 ② 研究テーマの吟味や、研究動機や目的の推敲、先行研究の探し方や読み方・まとめ方の助言といった相談を、一人あたり 20 分ほど行なった。なお、面談には microsoft teams の会議機能を利用した。
9 月 28 日 (月) 10 月 5 日 (月)	RQ 発表会	夏休みから 9 月 27 日までにまとめた序論を仮ゼミのメンバーと指導教員に向けて発表した。
11 月 2 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。

12月5日（土）	テーマ・課題指導者決定	12月5日（土）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。
冬休み	本研究の序論執筆	論文執筆を開始した。個人課題研究のテーマに関する序論として、研究動機、研究目的、研究方法をまとめた。
12～1月	文献調査の方法・研究倫理の話	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。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。

例年、本校独自の活動であったミニ研では、テーマ探索に多くの時間を割くことができず、そのため、テーマ選びについては生徒の自主的な行動の良し悪しに依存してきたが、本年度はコロナウイルスの感染拡大による影響でそこまで準備に時間を割くことができなかったこと、そして研究しがいのある RQ を作成したことのない高校 1 年生に良いテーマ探索を自主性に頼って任せることに本当に価値があるのかについて疑義をもっていたこともあって、論文執筆やポスター作成にかける時間を大幅に削って、テーマ探索に充てる時間を増やした（ワーク 1～3）。

本年度から、テーマ探索の活動が本格的に始まる夏休み直前に「仮ゼミ制度」を導入した。「仮ゼミ」とは、学年教員 12 名に対して全生徒 306 名を割り振り、担当生徒に対して、テーマ探索の助言・相談から序論作成の指導、個人課題研究の指導教員決定のサポートまでを行うものである。生徒を割り振る際に注意したことは、①担当教員は自分のクラスの生徒を持たない、②教員が持つ生徒数を均一にする、③専門性を考慮しない、の 3 点である。③については、専門性を考慮し出したらキリがないということ以上に、教員が自身の専門外の分野で理解の範疇を超える内容についても探究し、教養を深めること、そして生徒と一緒に考え良いアイデアを生み出していくという一種の楽しさの体験と自己研鑽を目的に条件を設定した。生徒は、夏休み中に序論を執筆する過程で、1 回以上仮ゼミ担当教員と進捗状況の共有を含めた面談を行うことを義務づけ、その中では主に、RQ の精査や先行研究の調査方法の助言などを行なった。夏休み課題の序論の提出には Google classroom を利用し、序論のフォーマットは個人課題研究と同じものを利用した。夏休み明けの 8 月 31 日を第 1 次提出締め切りとし、担当教員が①正しい書式で書かれているか、②何を明らかにしたいかが明確なテーマになっているか、③目的が明確で研究に社会的/個人的意義があるか、④方法が適切かつ実現可能であるか、⑤参考文献（先行研究）の内容が適切であるか、の 5 点に注意して添削を行った。9 月中旬に生徒たちは序論に修正を加え、9 月 28 日と 10 月 5 日の 2 日間にわたって仮ゼミにて発表会を行なった。仮ゼミ指導教員と聴衆に別々の評価シートを用意し、教員には上の①～⑤について、聴衆には②～④を問うた。いずれのものにも発表者に対する助言を書く欄を設け、生徒が様々な視点からテーマを考えるヒントを得られるようにした。発表後の教員や友人からの助言をもとに、再校正を行い、10 月 31 日に序論の最終提出を行なった。これにも Google classroom を利用した。

11 月 2 日には個人課題研究のガイダンスを行い、個人課題研究のテーマ設定を開始した。目的や日程の説明には例年通り、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活動記録シート、各提出書類がまとめられている（「個人課題研究の手引き」は学校ホームページで公開している）。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。

個人課題研究ガイダンスから 12 月 5 日までが、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した。

【検証と次年度への課題】

探究的活動「RQ を作ろう」の発表会終了後に、google forms を利用して、この活動を通して自身にどのような変化が起こったか、どのようなスキルが身についたかを調査/分析するための振り返りと、活動を評価してもらうアンケートを行った。調査対象は、活動に参加した 306 名全員である。調査の設問と結果は表 2～表 5 の通りである。また、2 月 5 日に本研究の序論提出を行なった際に、IB 生を除く 286 名に、探究的活動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のアンケートを行った。結果は表 6 の通りである。なお、関連性については、「同テーマ（全く同じケース）」「同分野（テーマを絞ったり、広げたりしたケース）」「関連分野（異なるが、分野自体は近いケース）」「無関連分野（全く異なるケース）」にわけて分類した。

探究的活動の満足度は、4 段階評価で平均 3.1 であった。97%以上の生徒が何かしらのスキルが身についたと感じていることが表 4 からわかるが、特にこだわった「適切な資料を探すスキル」を習得したと感じている生徒が 50%を切っ

表2 活動を通じて自身に起こった変化（5段階評価）

	「疑問」の明確さ	「疑問」への興味・関心	良いRQへの理解	個人研に向かう姿勢	先行研究の探し方
5	80 (25.6%)	118 (38.4%)	45 (14.7%)	57 (18.5%)	86 (28.0%)
4	144 (46.9%)	137 (44.5%)	146 (47.4%)	166 (54.0%)	175 (56.9%)
3	68 (22.3%)	40 (13.3%)	50 (16.6%)	52 (17.1%)	26 (8.5%)
2	12 (4.7%)	10 (3.3%)	60 (19.4%)	27 (9.0%)	15 (5.2%)
1	2 (0.5%)	1 (0.5%)	5 (1.9%)	4 (1.4%)	4 (1.4%)
平均	3.92	4.17	3.54	3.79	4.05

表3 活動に対する評価

	RQのテーマを個人研でも継続したいか	活動は難しかったか	仮ゼミの面談制度は必要か
はい	212 (69.1%)	195 (63.5%)	289 (94.3%)
いいえ	94 (30.9%)	111 (36.5%)	17 (5.7%)

表4 活動を通じて身についたスキル（複数選択可）

活動を通じて身についたスキル	度数
疑問を見つけるスキル	118 (55.9%)
疑問を明確にする （正確に定式化する）スキル	112 (53.1%)
適切な資料を探すスキル	99 (46.9%)
他人と有意義な議論をするスキル	37 (17.5%)
一つのことをじっくり 考え抜くスキル	96 (45.5%)
フォーマットに合わせて 文章を書くスキル	86 (40.8%)
自分の考えを精密に 文章化するスキル	72 (34.1%)
論理的に文章を書くスキル	59 (28%)
何も磨けていない	5 (2.4%)

表5 活動の満足度

満足度	度数
4	59 (19.0%)
3	234 (76.3%)
2	11 (3.8%)
1	2 (0.9%)

表6 個人課題研究と探究的活動の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	54 (18.7%)	69 (23.9%)	70 (24.8%)	93 (32.6%)

ている。一方、表2では、先行研究の探し方について、何かしらの良い変化があったと回答した生徒が約80%おり、この差異は、仮ゼミの面談で教員が手を入れすぎたせいなのではないかと推測できる。自由記述の感想でも、14名の生徒が自身で先行研究を見つけることの難しさを挙げていた。自主的に適切な資料を探せるような取り組みを新たに検討する余地がある。また、今回は「よいRQを作る」ことに焦点をあてた取り組みとなったため、「論理的に文章を書くスキル」の獲得の割合が低いことは、想定内である。さらに、表3と表4から、仮ゼミの面談制度は必要であると答えた生徒が約95%いるのに対し、「他人と有意義な議論をするスキル」の獲得率が低いのは、おそらく友人同士での議論がほとんどできなかったからだと推察する。せっかく仮ゼミを開いたのだから、もう少しゼミ生同士の交流を増やしても良かっただろう。しかし、自由記述の感想でも、50名の生徒が仮ゼミでの活動で友人の考えていることや視点を見て、自分の研究に生かすことができたと書いており、仮ゼミの意義はあったことが示された。

個人課題研究の研究テーマに関しては、探究的活動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探究的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99%以上おり、これは例年に比べて極めて高い結果を示している。ほとんどすべての生徒がRQを作る一連の活動によって、①自身の関心や視野が広がり、②目的や内容が明確になり、③研究の難しさや実現可能性についての視点をもつことができ、したがって、個人課題研究のテーマ決めに良い変化をもたらしたと回答していることは特筆すべきことである。したがって、「よいRQとは何か」から始まった探究的活動は個人課題研究のテーマ設定について極めて有用であることがわかった。なお、1%の回答は、自身の関心のあるテーマでは研究を進めることができないことがわかり、関心のないテーマに変更せざるを得なかったというものであった。次年度以降では、①先行研究へのあたり方、②ゼミ生間の交流、③論理的に文章を書くスキルの鍛錬等を扱う機会を増やしたい。

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（256名）を対象とした。

【内容】

総合的な学習の時間の代替として設置された2単位の学校設定科目である。高1の後期からすでに研究は始まっており、論文の序論の執筆を終え、文献調査をある程度進めている状態で高2の4月を迎え、前期は毎週土曜日に2時間が時間割に割り当てられ、研究を行うことになっている。しかし、令和2年度は新型コロナウイルスによる休校措置が高1の3月からはじまり、4月から6月上旬までの間は生徒が登校せずオンライン授業期間となった。このため、通常であれば対面での課題研究指導が行われるが、オンライン授業期間中はゼミ活動もオンライン・ミーティングに移行した。

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う予定であった。

表 1 日程と内容

6月	中間発表会（中止）	例年、中間発表としてポスター発表を行うが、新型コロナウイルスによる影響で中止された。
9月5日（土）	下書き提出	論文の下書きを提出し、担当教員の添削を受ける。
10月3日（土）	本論文提出	本論文を提出する。
12月5日（土）	要旨提出	A4サイズ1枚の要旨を作成し、提出する。
12月14日（月）	スライドデータ提出	発表用のスライドを作成し、提出する。
12月18日（金） 19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11分、質疑3分の形式で行った。
3月9日（火）	個人課題研究発表会	研究内容の質とプレゼンテーションを総合的に評価し、優秀者を選抜する。選抜された40名がポスター発表を行った。発表会前に筑波大学の先生方には事前に発表動画を送り、指導・助言をもらった。

表 2 各教科の担当生徒数

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27人、化学39人、生物19人、地学10人であった。ただし、表2の担当生徒数は指導教員の所属する教科によって分類しており、必ずしも生徒の研究テーマとは一致しない。たとえば、化学の教員が医学系の研究テーマを担当したり、数学の教員が物理系の研究テーマを担当したりするような例もある。筑波大学の大学生2名（人間学群1年生、理工学群4年生）、大学院生2名（システム情報工学科、理工情報生命学術院）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かかわらず、夏休み中にモチベーションが下がっていたことが分かった。第2期SSH指定期間である平成29年度からはその反省を踏まえ、個人課題研究の充実を図るため、夏休みの最初3日間を個人課題研究優先ゾーンとして集中して指導する期間を設定していた。しかし、今年度は新型コロナウイルスによるオンライン授業期間が長かったことから、夏休み期間を短縮することになった。そのため、個人課題研究優先ゾーンを設けることはできなかった。

教科	人数
国語	12
社会	39
数学	11
理科	95
英語	39
体育	18
家庭科	7
芸術	18
図書館・情報	11
保健室	6
合計	256

表 1 に示した通り、例年は中間発表会を実施していたが、これも新型コロナウイルスの影響で開催しなかった。

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

令和 2 年 12 月 18 日、19 日には個人課題研究発表会を校内で実施した。全員が発表用スライドを作成し、10 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 3 年 3 月 9 日には、個人課題研究の代表者による発表会を行った。中間発表を中止したこともあり、口頭発表の時間を昨年までより長く（7 分から 11 分）設定し、質疑応答 3 分とあわせ一人 14 分の時間設定にした。時間的な余裕もでき、例年よりも研究内容を詳しく報告できたものと思われる。

令和 3 年 3 月 9 日に優秀な研究と認められた 40 名の生徒がポスター発表を行った。ポスター発表では感染症対策のため、広いスペースを確保するとともに聴衆の人数制限も行った。例年は口頭発表会で筑波大学の先生に座長をお願いし、各発表について指導・助言を受けていた。今年度は、筑波大学での口頭発表ができないため、口頭発表の動画を筑波大学へ送付し、動画を視聴していただいた先生方から生徒へのフィードバックのコメントをいただく形となった。

表 3 口頭発表動画に対してコメントをいただいた先生方

医学医療系講師・堀内明由美先生	システム情報系教授・相山康道先生
生命環境系准教授・小野道之先生	数理工学系准教授・丹下基生先生
ビジネスサイエンス系教授・田村陽子先生	人文社会系准教授・五十嵐沙千子先生
人間系教授・佐藤博志先生	体育系准教授・榎本靖士先生
芸術系教授・直江俊雄先生	図書館情報メディア系教授・芳鐘冬樹先生

【検証】

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 254）。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。	6.7%	1.2%	67.3%	2.0%	11.8%	11.0%
【2】 相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる。	10.2%	10.6%	48.8%	2.4%	14.6%	13.4%
【3】 何事も、少しも疑わずに信じ込んだりはしない。	10.6%	3.1%	37.0%	1.6%	32.7%	15.0%
【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。	5.9%	2.4%	55.9%	1.6%	14.6%	19.7%
【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。	9.8%	4.7%	50.0%	0.8%	18.5%	16.1%
【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。	12.6%	7.1%	45.7%	1.2%	20.1%	13.4%
【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。	7.5%	5.1%	52.8%	0.8%	17.7%	16.1%
【8】 研究がうまくいかなくても、あきらめずに取り組み続けることができる。	8.3%	3.9%	45.7%	2.4%	20.5%	19.3%
【9】 道筋を立てて物事を考えることができる。	7.1%	2.4%	55.5%	0.4%	20.5%	14.2%
【10】 自分の考えを言葉で的確に表現することができる。	8.3%	4.7%	53.9%	1.2%	13.0%	18.9%

【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。	9.1%	3.9%	44.1%	0.0%	21.7%	21.3%
【12】 新たな知識や情報を貪欲に吸収したい。	4.7%	2.4%	32.7%	0.0%	26.4%	33.9%
【13】 建設的な提案をすることができる。	23.6%	6.3%	42.5%	0.0%	13.0%	14.6%
【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。	4.3%	1.2%	54.7%	1.6%	14.2%	24.0%
【15】 新しいものにチャレンジするのが好きである。	8.7%	5.9%	26.8%	1.2%	24.8%	32.7%
【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。	16.9%	5.1%	39.8%	0.4%	22.4%	15.4%
【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。	6.3%	14.2%	48.8%	1.2%	16.5%	13.0%
【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。	6.3%	5.9%	47.2%	1.2%	19.7%	19.7%
【19】 生涯にわたり新しいことを学び続けたいと思う。	8.3%	2.0%	28.7%	0.0%	23.2%	37.8%
【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。	5.5%	4.3%	46.1%	0.4%	22.4%	21.3%
【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。	9.1%	4.7%	50.8%	0.8%	21.3%	13.4%
【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。	6.7%	8.7%	39.8%	1.2%	20.9%	22.8%
【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。	6.3%	2.8%	29.9%	1.6%	23.2%	36.2%
【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。	3.9%	2.0%	52.0%	0.4%	24.0%	17.7%
【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。	4.3%	2.8%	37.8%	0.8%	24.8%	29.5%
【26】 自分なりの仮説や予測を立てようとすることができる。	7.1%	0.0%	54.3%	0.8%	19.3%	18.5%

肯定的な回答が80%を超えた項目を例年報告しているが、昨年度は【9】・【12】・【14】・【20】・【25】・【26】の6項目であった。今年度の生徒の評価では、【2】、【6】、【13】、【16】、【17】を除く21項目で80%を超える肯定的な回答がみられた。今年度の回答でもっとも特徴的なのは、「4. もともとスキルや意欲が高かったが、低くなった」の回答割合が昨年度と比べて大きく下がっていることである。たとえば、「【10】自分の考えを言葉で的確に表現することができる。」という質問の回答割合が昨年度は11.3%であったものが今回は1.2%と、ほぼ10ポイント下がっている。この傾向は他のすべての項目にも当てはまる。「4. もともとスキルが高かったが、低くなった」の回答割合が減少した分は、肯定的な回答である「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」、「6. もともとスキルや意欲が高く、さらに高くなった」に分散した。

このように多くの項目で肯定的な回答が多数を占めたことから、今年度の個人課題研究の取り組みは、課題研究のスキルという側面では、概ね高い成果をあげることができたといえる。「【12】新たな知識や情報を貪欲に吸収したい。」で「6. もともとスキルや意欲が高く、さらに高くなった」とする回答は33.9%（昨年度は21.3%）であり、ほぼ3分の1の生徒が知的好奇心をさらに高めることができたことは、評価できる。

質問項目「【2】相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる。」や「【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。」などは昨年度と比較して、伸びがみられない項目であった。これは、新型コロナウイルスの影響で中間発表が中止になったり、ゼミがオンラインで行われたりした影響である可能性が考えられる。

令和 2 年度の個人課題研究は新型コロナウイルスの影響を大きく受けた。研究テーマを設定し基本的な文献を読み進めている段階で休校期間に入り、4 月以降の新学期はオンライン学習期間に入った。オンライン学習期間は、まず教科学習のオンライン学習への習熟を優先させるため、個人課題研究の取り組みについて意識的に進めるような指示を出すことができなかった。4 月下旬になり、5 月からオンラインでのゼミ活動を再開し研究を進めるよう指示をした。そのため、例年より 1～2 ヶ月程度の遅れが見込まれた。6 月に登校を再開するに伴い、対面でのゼミ活動が始められたが、その時点で夏休みまで 2 ヶ月もない状況であった。研究活動の遅れと、密集を防ぐために中間発表は実施しなかった。論文の下書きならびに本提出の期間も例年より一週間遅らせた。また、理系研究で実験等の期間が十分とれなかった研究については論文の提出を一か月遅らせる措置を講じた。生徒の振り返り調査で「新型コロナウイルスの休校期間等のために研究活動に遅れたと思いますか」という質問に対する回答を表 5 に示す。

表 5 新型コロナウイルスによる休校期間等による研究活動への影響

1. 遅れていない	2. 遅れた	3. わからない
81 (32.0%)	147 (58.1%)	25 (9.9%)

(N=253)

表 5 のデータを課題指導者の領域別に示したものが図 1 である。

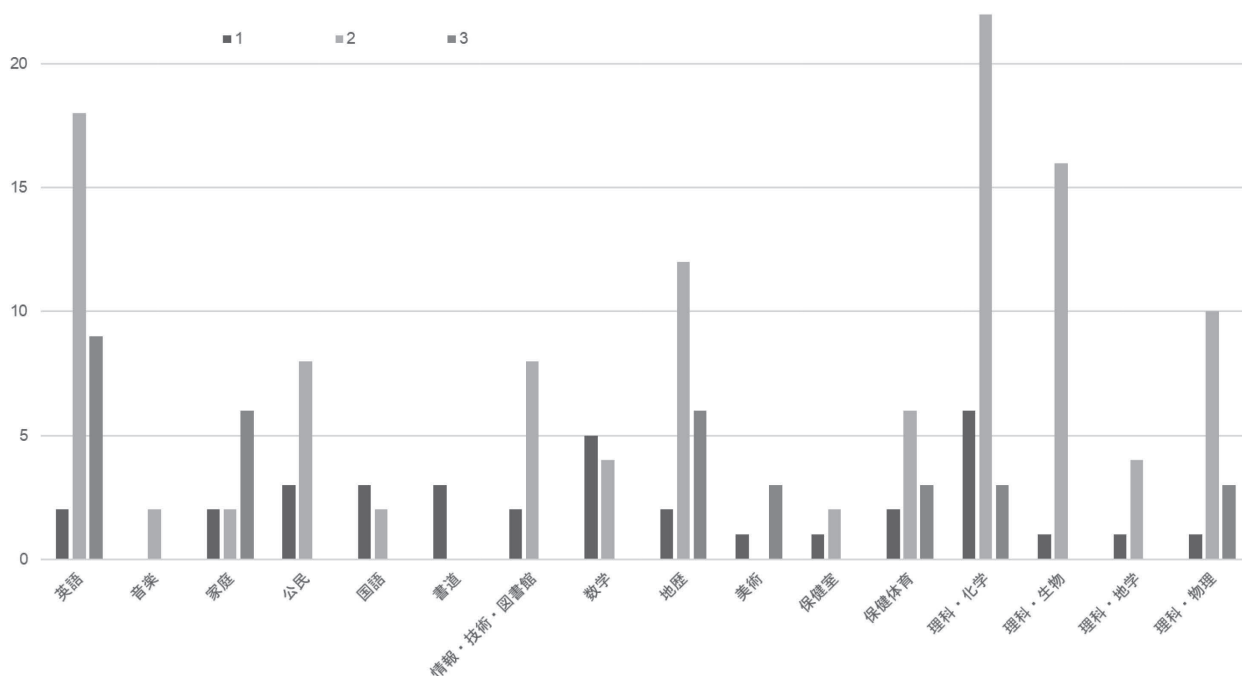


図 1 新型コロナウイルスによる休校期間等による研究活動への影響

新型コロナウイルスによる休校期間等で研究活動が遅れたと感じた生徒は、ほぼ全領域にわたっている。生徒が感じた影響は大きかったようである。当然のことながら、化学や生物など実験設備が必要となる研究にとっては登校できない状況は非常に厳しかったはずである。

【次年度への課題】

令和 2 年度の個人課題研究は、新型コロナウイルスにより先が見えない状態で教師・生徒ともに進んでいくという状態であった。すでに述べた通り、その影響は大きく、研究活動に支障が生じていた。個人課題研究はこれまでの電子メールや LMS (Learning Management System) 等を補助的に使いながらも、対面のゼミ活動が基本となるデザインを採用していた。特に実験やフィールドワークを主な研究手法とする研究をどのように進められるのか検討が必要であろう。また、ポストコロナの時代に対して、対面とオンラインのハイブリッドな仕組みを構築していく必要があるかもしれない。

アンケート調査で「建設的な提案ができる」「客観的に見ることができる」などの項目で「わからない」とする回答が目立っている。これらは、自分自身を理解するメタ認知が育っていないことを示唆している。課題研究を通して生徒のメタ認知を育むような取り組みの強化が必要であろう。これまでは研究期間を 4 つのステップに分けて生徒の自己評価と指導教員によるフィードバックを行っているものの、メタ認知を向上させるために振り返りの方法について検討をすることも考えられる。

第2節 ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

高2 数学探究Ⅰ

【仮説】

高校数学の教科書に記載されている内容を批判的に読み解き、教科書の紙背やその自然な延長に隠されている発展的な数学の話題に触れることを通して、「問題が解ければそれでよい」という意識にとどまらない本質的な概念理解を探究し続ける姿勢を伸長することができ、数学への興味・関心も深めることができる。また、生徒から発信された疑問について議論する機会を多く持つことで、自身の理解・未理解を内省し、更に新しい問題を考える姿勢を養うことができる。

【対象学年】

高校2年生（8名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

① 基本的な学習単元

4月～6月中旬までのオンライン授業期間では数学B「ベクトル」、オンライン授業明けからは「数列」、数学Ⅲ「関数」、「極限」、「微分法」、「積分法」を扱った。

② 「探究課題」の利用

多くの検定教科書は、例題、そしてその問題と1対1に対応する練習問題が表立って強調された「演習書」としての意味合いが強く、概念の本質的な理解や根底に流れる体系的なストーリー性を読み取りにくい。そこで、教科書を批判的に読解する視点を提供する問題群を「探究課題」として作成した。

一方、教科書には記載されていないが、その紙背に隠されたり、自然な延長として存在したりする発展的な数学の話題を、体系的にまとめた問題群を作成し、これも「探究課題」とした。以下が、今年度扱った探究課題のリストである。

②-1 等差数列の部分数列

等差数列の定義や一般項、和の公式を学んだ後で、等差数列の部分列が等差数列になるための条件や、偶数項と奇数項でそれぞれ規則の異なる数列の和を求めた。

②-2 等差数列と等比数列のアナロジー

検定教科書には、等差数列とその和の公式は記載されているが、等比数列の「積」の公式は記載されていない。等差数列の和の公式導出の考え方を自然に利用し、等比数列の積の公式 $P = \sqrt[n]{(a_1 a_2) \cdots a_n}$ を導いた。また、等比数列の各項の対数をとった数列が等差数列になることも示し、等差数列と等比数列が対数によって結びつく様子もみた。

②-3 階差数列と和の関係

検定教科書では、階差数列の意義として、「与えられた数列の階差数列をとることで、もとの数列の一般項を予測できる」ことのみが強調されている。この課題では、「与えられた数列 $\{b_n\}$ において、その数列を階差数列としてもつような数列 $\{a_n\}$ を発見することで、和 $\sum_{k=1}^n b_k$ を求めることができる」という側面も合わせて強調した。具体的な例として、「公比をかけてずらす」という計算方法が一般的である、(等差数列)×(等比数列) で表される数列の和や、より一般的に、(2次式)×(等比) で表される数列の和にまでこの考え方を適用した。

②-4 漸化式の特解

漸化式 $a_{n+1} = pa_n + f(n)$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) の解法について、検定教科書では、式 $f(n)$ の形ごとにその解法を変えて記述されている。しかし、漸化式を満たす1つの数列を発見することで、この漸化式は斉次型の漸化式 $a_{n+1} = pa_n$ に帰着することができる。この探究課題では、 $f(n)$ を多項式、等比数列など変化させた上で特殊解を発見し、体系的にこの漸化式が解けることを体感した。ある生徒からは、「 $f(n)$ が定数の際に、『 $a_{n+1} = a_n = \alpha$ 』とにおいて『特性方程式』をたてる解法が、実は、漸化式を見たす特殊解(定数列)を発見しているのだと改めて理解できた」という声もあった。

②-5 数列の発散速度

数列の商の収束・発散から「発散速度」という概念を自然に導入し、対数関数、多項式関数、指数関数、 $n!$ の関数について、それらの発散速度を比較した。その理論的な証明には、挟み撃ちの原理、二項定理を多用した。

②-6 無限級数 $\sum_{n=1}^{\infty} 1/n^s$ の収束・発散

$s = 1/2, 1, 2$ のときにこの無限級数の収束・発散を調べた。 $s = 1$ のとき(調和級数の発散)の証明には、調和数列を巧い群に分ける考え方を採用した。

②-7 $(x - \alpha)^n$ で割り切れるための条件

積の微分、合成関数の微分、 n 次導関数を理論的な根拠として、多項式が $(x - \alpha)^n$ で割り切れる条件を表現し、これを証明した。また、この条件を利用して、本来数学Ⅱの範囲で扱われる多項式の余りに関する入試問題も解決した。

②-8 曲線 $y = f(x)$ の漸近線と $f'(x)$ の極限の関係

漸近線が存在を確かめるには、例えば、極限 $\lim\{f(x) - (ax + b)\}$ を調べるのが一般的であるが、ある生徒が極限 $\lim f'(x)$ を調べて曲線 $y = f(x)$ の漸近線が存在を考えた。それを契機として、例えば、 $\lim f'(x) = 0$ であることと、 x 軸に平行な漸近線が存在することの必要十分性について、 $f(x) = e^{-x} \sin x$ などの具体例を用いて考察した。

②-9 逆三角関数の導関数

逆三角関数を導入し、その導関数や不定積分について体系的に扱った。

②-10 双曲線関数について

双曲線関数を導入し、その基本的な性質(相互関係、導関数など)と、逆双曲線関数の導関数を体系的に扱った。その際には、三角関数とのアナロジーを強く意識する構成をとった。最後には、 $\sqrt{x^2 + 1}$ を含む不定積分の天下りの置換の方法の根拠を振り返った。また、この課題の副次的な効果として、逆三角関数の際も同様だが、逆双曲線関数を学ぶことを通して、逆関数が存在するための条件や、逆関数微分について理解を深められたことが挙げられる。

② 生徒による問題選定・作成

②-1 グラフテスト

「グラフテスト」と題して、微分法の応用のまとめテストを8名の生徒達に、1人1問担当し作成させた。「数学Ⅲの微分法を学び、増減を調べることのできる関数を題材とする」ことのみを条件に、問題を推敲させ、解答・解説も出題者に作成させた。問題の中には、授業で学んだ問題の別解を課す問題(下記、例1)や、探究課題で学んだ内容を応用する問題(下記、例2)など、オリジナルで作成した問題も含まれた。以下に問題の核心部分のみ記載する。

(例1) 方程式 $3^x = x^3$ ($x > 0$) の実数解を、両辺の対数をとらずに調べよ。

(例2) 不等式 $x - x^3/3 + x^5/5 - x^7/7 + \dots \leq \arctan x$ ($x \geq 0$) を示せ。

②-2 積分問題の作成

高校数学の不定積分・定積分の計算は、その手法が多岐に渡り、被積分関数の見た目が少し変わるだけで選択すべき手法が変わる。授業内では、1つの手法を学ぶごとに、「被積分関数をこのように変えても、今回の手法は通用するか」という問いを投げかけ続け、与えられた問題を解決することだけでなく、その問題を「改題」して新しい問題を考えさせる機会を多くもった。積分計算を一通り学んだ後、オリジナルの積分の問題を、毎日1問ずつ、その日の担当者1人に作成させる「積分リレー」を実施した。

【検証】

1月中旬、数学探究Ⅰの生徒達8名に、「数学探究Ⅰで学ぶ前の自分」と「現在の自分」を比較して、数学に対する考え方や、または数学の学び方に対する考え方がどのように変化したかを問う質問を課したところ、以下のような回答が得られた。回答は重複を避けて精選し、更に回答内容の核心部分を抜粋したものを記載した：

- ・数学の問題を解く上で、明確な答えを出すことがゴールだと思っていたが、授業を通して必ずしもそうでないことを知り、答えを導くための過程を重視するようになった。
- ・その解法をなぜ思いついたのか、その解法で解けるのはなぜかを考えるようになった。
- ・自分自身の理解だけに留まらず、それを言語化することを意識するようになった。探究の授業を通して、人に説明することを意識し、改めてその解法の意味を考えた。

以上の回答から、数学の問題に対して、「正しい答えが求められればそれでよい」という意識ではなく、その問題や解法の意味まで振り返り、腑に落ちるまで考え続けようとする姿勢が伺える。また、「グラフテスト」や「積分リレー」において、既存の問題を改題したり、1からオリジナルの問題を作成したりする生徒がみられたことから、理解したことや学んだことを活用し、更に新しい問題を考える姿勢も育ちつつあると考えられる。

加えて、教科書や授業教材の記述に対して、次のような本質的な質問を投げかける生徒もみられたことから、数学的な記述を批判的に読解することの素地が養われてきていると考えることができる。

- ・平均値の定理の主張において、「閉」区間 $[a, b]$ で関数 $f(x)$ の連続性を課す必要が何故あるのか。
- ・「陰関数の微分法」において、例えば、 y^2 を x で微分して $2yy'$ とするが、 y が x の関数である保証はあるのか。
- ・定積分の定義において、閉区間 $[a, b]$ で関数 $f(x)$ が連続であることを課しているが、区間内に不連続点を含む場合にも定積分が定義できる場合はないのか。

【次年度への課題】

教科書の記述を批判的に読解させるために、教員が作成した教材で生徒達にそのヒントを提供する形式をとったが、本来であれば生徒自ら数学的な記述を進んで読解し、疑問をもち解決する自主的な姿勢を養うことが望ましい。そのためには、発展的な数学の話題を精選して読解のための十分な時間を確保することに加え、本質的な概念理解の有用性を実感させるより効果的な方策を模索し、知的興味をより刺激する数学の話題の更なる開発が必要である。

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（4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】

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Ⅰ」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と様子

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
7月		溶液	・実験『コロイドの性質』
9月 10月 11月 12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『化学発光』
		電池と電気分解	・標準電極電位についての探究
			・実験『ボルタ電池・ダニエル電池』
			・実験『鉛蓄電池』
			・実験『電気分解』
		化学平衡	・実験『弱酸・弱塩基の電離定数』
1月 2月 3月	無機物質		・実験『指定pHの緩衝溶液を作る』
		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』
		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』
		金属元素(II)－遷移元素－	・実験『各種金属イオン』
			・実験『錯イオン』
			・実験テスト『金属イオンの系統分析』

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。本来であれば、さらに実験を行いたかったが、この社会情勢下でオンライン授業期間もあり、このような形となった。また、Google classroom や teams を使用し、実験レポート等の提出・返却や質問コーナーを作り、対面できない状況下でも質問がしやすい環境整備を行った。

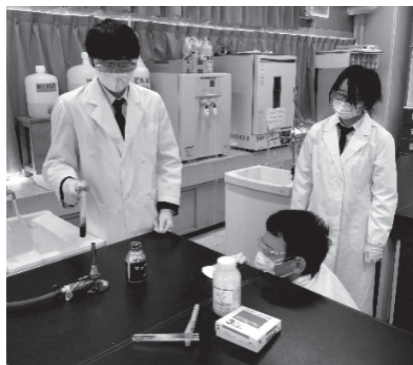


写真1 実験の様子①

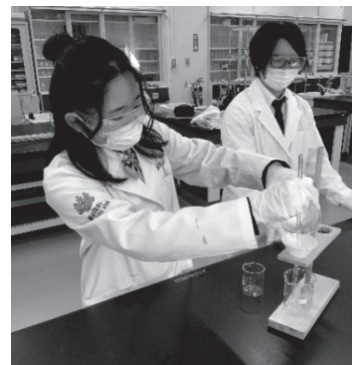


写真2 実験の様子②

- ・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最低限教科書の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。無機化学については、教科書準拠のワークを使用し極力実験が行えるように配慮した。
- ・定期的に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、入試問題の過去問をベースとしたレギュラークラスとは別問題の探究専用問題を出题し、早い段階から入試問題へ慣れてもらい、実力向上を目指した。
- ・実験において、片付けは当然のことながら、準備も実験のうちという観点から試薬の調整や器具のセットなどを自身で行うことにより、実験に責任を持って臨むようになった。

【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点満点での各項目の評価と自由記述での評価を行った。(回答者:4名)

【各項目の回答結果(5点満点)】

- ・『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4.75点
- ・『化学という学問への認識』については平均4.25点
- ・『実験が多いこと』については平均5.0点
- ・『実験への探究心・積極性の上昇度』については平均4.25点

と平均が4を大きく上回る高評価だった。特に、実際の反応などが良くわかると実験が多い事については全員が5点満点という結果となった。

【自由記述による回答結果】

生徒A:「実験がもともと好きなので実験を色々やらせてもらえるところや、少人数なので考えを言いやすいところが気に入っています。授業で『なんで?』と問いかげられると、正解はできないことも多いですが、自分の頭で考えるトレーニングになっていると思うのでいい授業だなとおもいます。」

生徒B:「多くのことを学べていて良い経験ができていると思っています。」

生徒C:「楽しいし考えさせてくれるものが多いです。」

生徒D:「探究のクラスは少人数なので、授業がとても効率よく進んでいき、各自で答えを出す場面ではしっかり止まってじっくり考えることができるので、とても濃い時間が過ごせていると思う。また、とても多くの実験があり、授業で習ったことを自分たちで確認することができるので、深い理解につながっていると感じた。」

など好意的な回答が多かった。人数が例年より少ないこともあり、充実した授業を提供することが出来たのではないだろうか。また、昨年度の課題であった、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点では、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形で実践することが出来た。

【次年度への課題】

時間数の関係でやりたい内容や実験が出来なかった部分が心残りである。3年次の内容をやりながら、実験の内容や探究課題のスケジュールを調整して、関連性のあるものは復習として2年次に行う予定だった実験についても扱っていきたいと思う。実験レポートについてもスケジュールの都合上、予定の6割程度しかできていないので、授業における知識定着だけではなく、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。

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。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 2 年生（8 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

6 月中旬までは表 1 のスケジュールでオンライン授業を実施した。

オンライン授業期間ではテキストはあらかじめ郵送し、Microsoft Teams をメインに使用した。授業では「会議」機能を用いてパワーポイントを共有し、双方のマイクをオンにして教員側の質問に対して生徒が回答したり、生徒からの質問を受けて生徒に直接説明をしたりするなど、リアルタイムの双方向型の学習を実現することができた。トピックによっては動画を作成して Microsoft Stream にアップし、生徒は Microsoft Stream にアクセスすることによって、動画を視聴した。生徒は「自分の都合に合わせて何度も見直せるのがよい」と肯定的な評価をしている。授業内容に応じた課題を課し、Google Classroom を用いて課題提出させ、採点結果をフィードバックした。

表 1 オンライン授業期間の授業内

月	学習分野	Google Classroom、Microsoft Stream 等を使った取り組み
4～6	[生物基礎]生物の体内環境 (体内環境維持の仕組み)	・ 演習問題への取り組み（4 回） ・ 動画「酸素解離曲線」（3 本）、「尿生成の計算」（3 本）の視聴

オンライン授業期間が終了してからは、対面式の授業となった。7 月以降に探究活動として実施した実験・観察とプレゼンテーションは、以下の表 2 の通りである。

表 2 1 年間の探究活動内容と生徒の評価

月	学習分野	実験・観察（時間数）	生徒によるプレゼンテーション
6～	(体内環境維持の仕組み) 生物の多様性と生態系（植生と遷移、バイオームとその分布）	①アジの解剖・赤血球の変化からアジの体液濃度を推測する。（2） ②ヒトの白血球観察（1）	
9～ 10	生態系とその保全 (生態系のバランスと保全)	③葉の形態の及ぼす光の影響（実験とデータ解析・PC による統計処理）（4） ④根粒菌の観察（1） ⑤パックテスト等による水質調査（2） ⑥微生物による有機物の分解（1）	⑮新型コロナウイルスに関する文献調査結果のプレゼンテーション
11～ 1	[生物]細胞と分子 (生体物質と細胞) (生体膜の働きとタンパク質)	⑦原形質分離を用いて植物細胞の細胞内濃度を測定する（2） ⑧アミラーゼによる酵素実験（1）	⑯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
2～ 3	細胞と分子 (生体膜の働きとタンパク質)	⑨自由設計による酵素実験（2） 個人レポートの作成	
	生殖と発生（動物の発生） (減数分裂と有性生殖による遺伝的多様性)	⑩ウニの初期発生（2） ⑪ショウジョウバエの交配実験・組み換え価の算出（3）	
	代謝（異化） 生殖と発生（遺伝子とその発現）	⑫脱水素酵素の働きと阻害（1） ⑬アルコール発酵の実験（1） ⑭体細胞分裂の観察（1） ⑮だ腺染色体の観察（1）	

2. 授業の進度について

探究活動および討議活動に必要な時間を確保するために、生徒は必ず予習して授業に臨むことを前提とした。授業では、レギュラークラスで用いているプリント教材を使い、最初に知識の確認や補足説明を行った。レギュラークラスの1.5倍速程度の進度となった。

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あわせ、その内容を検討した。大学入試の問題のうち、実験を扱ってデータの読み取りや考察・記述を求めるなど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。実験観察のうち、表2【③葉の形態の及ぼす光の影響】では、各自がPCを持ちより、授業内でグラフ化と統計処理を行った。t検定で処理しデータの有意性を討議する実践は、初めての試みであった。

【検証】

生徒を対象にアンケート調査を行った(回答数: 8)。上段の選択肢と同じ場合は数値のみを示した。

	1.	2.	3.
①生物探究の授業に興味や意欲を持って取り組むことができたか。	興味を持ち熱心に取り組んだ 87.5%	まあまあ興味を持てたし、そこそこ熱心に取り組んだ 12.5%	あまり興味を持てなかった 0%
②討議が十分に行えたか。	想像よりも多かった 12.5%	想像通りだった 75%	想像よりも少なかった 12.5%
③実験は十分に行えたか。	62.5%	37.5%	0%
④実験やプレゼンテーションは生物の学習を進めていく上で良い影響を及ぼしたか。	とても良い影響 87.5%	まあまあ良い影響 12.5	あまり良い影響とは言えない 0%
⑤実験をイメージする力(初見の問題を見ても実験内容をイメージできる力)がついたか。	十分力がついた 25%	ある程度力がついた 75%	まだまだ不十分 0%
⑥グラフを読み取る力がついたか	50%	50%	0%
⑦予習は大変だったか	十分に組み合わせた 37.5%	ほぼ組み合わせた 50%	大変でなかなか組み合わなかった 12.5%
⑧レポート作成は大変だったか	50%	37.5%	12.5%
⑨授業への満足度	とても満足 87.5%	まあまあ満足 12.5%	あまり満足していない 0%
			まったく満足していない 0%

さらに、授業に対する感想を自由記述で回収した。以下にまとめる。

【生徒A】探究の授業で自分の頭で考える機会が増えたことで、勉強のコツが掴めた。実験やプレゼンの重要さが分かった。毎時間とてもやりがいがあった楽しい。【生徒B】実験があることで、実験の結果だけでなくその結果になった過程を考察することを通して、知識をただ暗記するのではなく、体験を通して知識を実感することができた。【生徒C】少人数であったこともあり、集中して取り組めた。「生物の力がついた」と自覚できる。【生徒D】予習やレポートは大変だがその分理解が深まった。実験により知識を確認し、新しい知識を得ることができた。もっといろいろな実験をやりたい。【生徒E】実験レポートは大変だったが、考察のために調べたことも記憶に残り、考察する力はとても伸びたと思う。

「生物に対する興味関心を高め、学びをより深めることができる」という仮説に対しては、上記の通り、目的が達成できたことが伺える感想が数多くみられた。今年度の探究クラスのメンバーの中には、レポート作成・提出が苦手な生徒がおり、その生徒の授業の満足度は低いものとなった。丁寧にレポートを作成して提出することは、思考力と表現力を養成することに加え、学習への達成感をもて自信をつけることにつながると考える。適切に促せなかったことは課題である。

【次年度への課題】

現行の学習内容は知識量が多いので時間不足は大きな課題であるが、可能な限り多くの探究活動を行う意義は大きいと実感する。思考力・表現力の養成のために有効な実践であるので、今後とも積極的に取り入れたい。

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（8名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

6月中旬までは以下のスケジュールでオンライン授業を実施した。

表1 オンライン授業期間の授業内容

4月7日～5月6日	複素数平面と2次曲線の基礎事項の確認
5月8日～15日	複素数平面（共線条件、垂直条件、折り返し、1の n 乗根、1次分数変換）
5月18日～25日	2次曲線（焦点距離、接線と光線の反射、極方程式）
5月27日～6月3日	数列の極限（発散速度、コッホ雪片、ニュートン法、ペル方程式）
6月10日	微分可能性と導関数の連続性について

オンライン授業期間ではMicrosoft Teamsをメインに使用した。テキストとなるpdfファイルはTeamsで共有し、全体への指示については「会議」機能を用いた。「チャット」機能を用いて生徒からの質問を受け、テキストで返信したり、通話機能を用いて生徒に直接説明をしたりするなど、双方向型の学習を実現することができた。iPad上でアプリ“GoodNotes”とApple Pencilを用いて、画面録画をすることによって作成した解説動画をMicrosoft Streamにアップし、生徒はMicrosoft Streamにアクセスすることによって、動画を視聴した。リアルタイムの講義を行うことはなかったが、生徒は「後から授業動画を見返せることが復習に役だった」と肯定的な評価をしている。授業内容に応じた課題をほぼ毎回課し、Google Classroomを用いて課題提出させ、採点結果をフィードバックした。Google Classroomにおいても、課題に関して生徒とやり取りをすることができ、双方向の学習ができた。授業時間が限定されている状況ではあったが、授業時間外の自学の時間が十分に確保され、自学に十分に取り組んでいることを前提に、コンテンツを精選することによって良質の課題に取り組むことができた。

オンライン授業期間が終了してからは、対面式の授業となった。発展的な内容として扱ったいくつかの題材を紹介する。

＜複素数平面における円円対応＞ 複素数平面上の点zが円または直線上を動くとき、1次分数変換によるzの像が円または直線であるという命題を探究した。高校数学では扱わないリーマン球面への話題にも発展し、生徒の興味関心を高めた。
＜2次曲線の光学的性質＞ 楕円面において、一方の焦点から出た光は、楕円面に反射してもう一方の焦点に入る。類似した事実は放物線や双曲線でも成立し、2次曲線の接線に関する問題として大学入試でもよく出題される。この探究によって統一的に2次曲線を見ることができるようになる。また、パラボラアンテナなど、日常生活への数学の活用についても学ぶことができた。
＜テーラー展開、マクローリン展開＞ 高校数学の微分の単元において、テーラー展開・マクローリン展開を背景にもつ話題は非常に多い。剰余項についての厳密な議論は行わなかったが、微分可能な関数が多項式として表現できることを学んだことは、生徒が見通しを持って問題解決に取り組むことができる素養を育てた。
＜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）＞ 積分漸化式の話題に関連して扱った。積分計算や不等式による評価、極限計算など、問題解決には幅広い知識とスキルを要するため、演習問題としても妥当であった。
＜等角螺旋の性質＞ 位置ベクトルと接線のなす角が常に一定である曲線は等角螺旋と呼ばれ、極方程式を用いて表現される。逆問題を探究する際に自然な流れで微分方程式が現れるため、微分方程式を学ぶ良い導入となった。

＜懸垂線（カタナリー）の性質＞ 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。
＜サイクロイド＞ ハイポサイクロイドやエピサイクロイドも扱い、媒介変数表示に関する様々な問題に関して、統一的に見通すことを目的とした。視覚的な理解を促す上で、Geogebra は強力なツールであった。
＜ペル方程式・ニュートン法＞ 漸化式や数列の極限に関連して扱った話題である。無理数をより精密に近似するためのアルゴリズムを学ぶことができた。
＜フーリエ級数展開＞ 最小二乗法の考え方から多項式を三角関数で近似する発想が自然に導かれる。三角関数の積分についての話題は関数空間の内積の話に発展した。高校数学で学ぶ知識のみを用いて、バーゼル問題に関連する不等式を証明するなど、生徒の興味・関心を高める結果につながった。

これらの話題は大学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：6）。その結果を以下にまとめる。

生徒A：メルカトル級数やライプニッツ級数など、数学的に意味のある数が有理数の和で近似できるところが興味深かった。問題の背景を学ぶことによって大学入試問題の見方が変わった。例えば、複素数の円円対応など、あらかじめ答えが予測できることで方針を立てやすくなった。

生徒B：理解をしないまま公式を用いるのではなく、深く理解し、問題の本質を捉えた上で、問題に取り組むことができるようになったと感じた。生徒の意見を授業に反映したり、議論が活発に行われるところが、この授業の良い点であった。通常、授業は受け身になりがちで、アウトプットするにしろ、教員に言われたことを自分の言葉で反復するだけのように感じていたが、解答が教えられるのではなく、生徒の解き方や考え方をベースに授業が進められていたので、自分の直すべき点やポイントが理解できたと感じる。

生徒C：自分は数学が好きで得意だと思ってきた。しかし、数学探究の授業を通して「学問として」ではなく、「点数が取れたから」好きだったのだということに気づいた。この授業では高校数学や大学入試問題の背景となっている内容をもとにして本質を学ぶことができ、学問としての面白さを感じた。毎回の授業で新たな発見があり、1回1回の授業を受けるごとに少しずつ成長していることを実感することができた。

生徒D：数学に対する興味関心に大きな影響があった。高校数学だけでなく、大学数学を学ぶ意欲につながった。問題の背景を探ることで体系的な理解ができた。例えば、テーラー展開やマクローリン展開を背景としている問題の理解につながり、俯瞰している実感を得た。授業内での問題に対する取り組み方は、家庭学習にも適用でき、学力向上につながった。

生徒E：発展的な内容を扱うことで、知的好奇心が刺激され、大学で学ぶ内容も垣間見ることができ、非常に興味深かった。数学に対するアプローチの仕方は、他教科にも応用でき、自分の学習方法は大きく変化した。

上記の通り、目的が達成できたことが伺える感想が数多くみられた。発展的な内容を学習することは、生徒の興味・関心を高め、高校数学をより高い立場から俯瞰することにつながる。大学で学ぶ数学の良い導入になるという意味で、効果的な高大接続につながるとも言える（大学で学び始めた実感として、数学探究Ⅱの授業について肯定的な評価をした卒業生もいた）。また、何を学んだかといった学習内容そのものではなく、数学における問題解決への姿勢やアプローチそのものが生徒の学習に良い影響を与えたことがわかった。それは、特定の文脈における問題解決だけではなく、より一般的な設定においてもそれが活用できるようになったということであり、すなわち、学習の転移が起こったということである。

【次年度への課題】

検証の最後に述べたように、教材の研究は当然必要ではあるが、教師は学習の転移を促すことができるようファシリテートに努める必要がある。今年度は少人数の講座であったが、より多くの人数を対象とした場合でも、良い探究ができるよう工夫していきたい。

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から履修が始まるため、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3年生（14名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

（1）オンライン授業の実施

6月中旬までは以下のスケジュールでオンライン授業を実施した。

表1 オンライン授業の内容

4月15日～4月27日	【波動分野】光の干渉（ヤングの実験・薄膜干渉・ニュートンリング等）
4月28日	【電磁気分野】電気の性質・クーロンの法則
5月12日～5月13日	【電磁気分野】電場と電位・電気力線（ガウスの法則）
5月18日～5月25日	【電磁気分野】コンデンサーの性質
5月26日～6月1日	【電磁気分野】電流・オームの法則
6月2日～6月10日	【電磁気分野】キルヒホッフの法則・直流回路の演習

オンライン授業期間では、45分1コマ週に4回 Microsoft Teams をメインに使用して行った。問題演習のテキストデータを pdf ファイルで共有し、全体への指示や解説については「会議」機能を用いた。「チャット」機能を用いて生徒からの質問を受け、テキストで返信したり、通話機能を用いて生徒に直接説明をしたりするなど、双方向型の学習を実現することができた。また、オンライン授業の終了15分前には毎回課題問題を出題し、Microsoft Forms を用いて解答してもらうことで提出を求めた。

（2）大学入学試験への対策

オンライン授業終了後、対面式の授業になってからはオンライン授業で不足していた問題演習や、生徒同士の現象への考え方を共有する時間を重視する授業を行った。9月末までに高校物理の全範囲を終了させることで、10月からは大学入学試験対策として、各自の問題演習を主とし、2～3名1組で意見を出し合いながら入試問題への対策を自主的に考えていた。

（3）自由実験の実施

新型コロナウイルス感染対策のため今年度は実験を取り入れた授業を自粛していたが、これまでの集大成として、授業2時間分を活用し生徒自身が計画した実験を行ってもらった。生徒が自ら計画し、行った実験には以下のようなものがある。「モンキーハンティング」、「内部抵抗の測定」など、教科書や参考書で紹介されている実験を行う生徒もいれば、物理分野と地学分野を意識し「竜巻の発生装置の作成」という、挑戦的な実験を行う生徒もいた。

実験例① 竜巻の発生

底を抜き、切込みを入れた空のペットボトル内に火の付いた線香を入れて煙を起こし、ペットボトルの口の部分に掃除機を近づけて吸い上げたときのペットボトル内の煙の様子を観察した。

【結果】

- ・ペットボトルに入れた切込みによって竜巻の様子が異なることがわかった。
- ・空気の流れより、最初の空気の回転が力のつり合いには必要であることが分かった。

【生徒の感想】

- ・上手く竜巻ができる要因を探ることができた。さらに大規模な装置を作成し、細かい部分の観察をしてみたい。

実験例② モンキーハンティング 従来ならば「自由落下」と「斜方投射」を同時に行ったときを考えるが、実験室にある道具を利用しての再現が難しいと判断し、「自由落下」する物体に同時に「水平投射」させたビー玉を当てることを検証した。また検証にはスマートフォンのスローモーション撮影機能を利用した。 【生徒の工夫】 ・自由落下させる物体には糸をつけ、スタンドに固定することによって落下の位置をできる限り固定できるようにした。 ・水平投射させるビー玉は、落体運動が始まる直前まで進路を固定させるために、薄いレンガブロックを敷いて通路を作り、一定の力加減で打ち出せるようにした。
実験例③ 単振り子による力学的エネルギー保存の法則 ビー玉と糸で作成した単振り子を利用して、位置エネルギーと運動エネルギーが保存するかを測定した。 【生徒の工夫】 ・単振り子が1番下を通る位置の真上に振り子の長さを変えるための支点を設け、その場合でも力学的エネルギー保存が成り立っていることを求めた。 【生徒の感想・意見】 ・糸を今回使用したものより軽いものを使用したり、糸をバネに変えたときも試したい。
実験例④ 磁束密度の測定 アルミニウムのレールに電源装置を接続し、U字磁石で磁界を発生させたときのアルミニウムの棒の様子を観察した。また、レールに傾斜を付けたときの様子も測定し、その様子から磁束密度を算出した。 【生徒の感想】 ・演習問題等でよく考える内容を実際の実験を通して確認することができた。
実験例⑤ 内部抵抗の測定 単1乾電池の中の内部抵抗を求めるために、可変抵抗の値を変化させながら、電流・電圧を測定した。また、新しい乾電池と古い乾電池では内部抵抗に違いが生じるのかを調べた。 【生徒の感想】 ・よく演習問題で取り扱う現象を自ら実験し、確認することができた。 ・教科書でまとめられた理論と現実で行う実験の違いを実感できた。

【検証】

生徒を対象に、2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：11）。

(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する計画であったこの科目であるが、新型コロナウイルス感染防止対策のため、ほとんど授業中に実験を行うことができなかった。この件に関して、生徒からも理解は得られていたが、より多くして欲しいという意見もあった。今後も感染症対策に配慮した実験環境づくりが大きな課題になると思われる。接触を少なくする手順に工夫や、演示実験を動画で撮影するなどのデジタルコンテンツの活用を進める必要がある。

【次年度への課題】

今年度は新型コロナウイルス感染予防対策のため、授業時間や規模の縮小や実験室の利用の自粛などの影響が大きかった。「まずは生徒達と共に学べるときに学ぼう」という意識が強く、できるだけ早く、できるだけ基本的な現象を理解することに重きを置いてしまったため、本来「物理探究Ⅱ」で求める実験を主体として現象を探究する学びに関しては、消極的な授業展開になってしまったと考える。従来の実験の方法を1つずつ見直し、新しい生活様式に沿うような実験方法を生徒と共に確立していくことで、今後の「探究」のきっかけになるだろう。

高3 化学探究Ⅱ

【仮説】

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

【対象学年】

高校3年生（7名）を対象とし、年間（4月～12月）を通じて1コマ50分の授業を週4回実施した。

【内容】

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

表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 5月 6月 7月	有機化合物	有機化合物の分類と分析	
		脂肪族炭化水素	・実験『炭化水素の発生と性質』
		アルコールと関連化合物	・実験『アルコールとエーテルの反応と性質』
			・マルコフニコフ則についての探究
			・ザイツェフ則についての探究
			・実験『アルデヒドとケトンの反応と性質』
			・実験『ヨードホルム反応』
			・実験『カルボン酸とエステル の性質』
			・実験『セッケンと合成洗剤』
			・脂肪族化合物の構造決定の探究
		芳香族化合物	・実験『ニトロベンゼンの作成』
			・実験『フェノールの性質』
			・実験『サリチル酸の反応と性質』
			・実験『アニリンの反応と性質』
			・実験『ベンゼンからアゾ染料を生成』
			・実験『有機化合物の分離』
7月 8月 9月	高分子化合物	高分子化合物の性質	
		天然高分子化合物	・実験『糖類の性質』
			・実験『再生繊維』
			・鏡像異性体とR/S表示法
			・実験『アミノ酸とタンパク質の性質』
		合成高分子化合物	・実験『ナイロンの合成』
			・実験『イオン交換樹脂』
			・実験『光硬化性樹脂』
10月	入試問題演習	全範囲	・各大学別演習など
11月			・過去問で出てきた実験を復習
12月			・探究力をつける問題演習

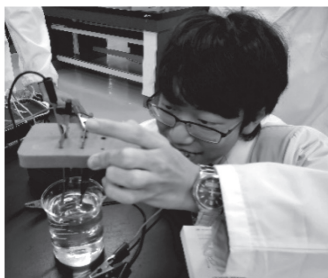


写真1 実験の様子①

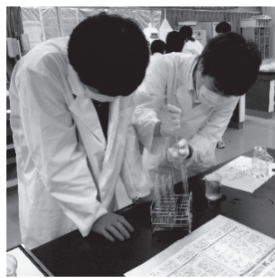


写真2 実験の様子②

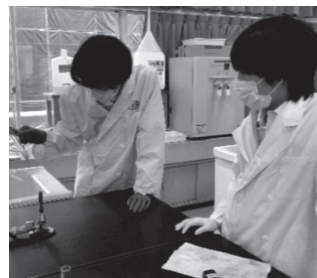


写真3 実験の様子③

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。本来であれば、さらに実験を行いたかったが、新型コロナウイルス感染が拡大している社会情勢の中で、オンライン授業期間もあり、このような形となった。また、Google Classroom や Microsoft Teams を使用し、実験レポート等の提出・返却や質問コーナーを作り、対面でいない状況下でも質問がしやすい環境整備を行った。

- ・従来と同じ時間数（週 4 時間）で、表に挙げたような内容を扱うには時間数が足りない。そこで、日頃から生徒たちには授業内容を予習するように指示し、授業の進度を早めることで、前述の内容を扱う時間を捻出した。具体的に、授業用パワーポイントや授業プリントを事前に共有し、各自で予習できるようにした。
- ・講義のあとは、できる限り関連する大学入試問題を解くことで、知識の定着を図り、知識の応用力を養うようにした。
- ・定期テストにおいては、入試問題の過去問をベースとしたレギュラークラスとは別問題の探究専用問題を出题し、早い段階から入試問題へ慣れてもらい、実力向上を目指した。
- ・実験において、片付けは当然のことながら、準備も実験のうちという観点から試薬の調整や器具のセットなどを自身で行うことにより、実験に責任を持って臨むようになった。
- ・演習期間には、多くの大学入試問題を扱い、入試に必要な読解力も養った。

【検証】

年度末に行ったアンケートの結果（回答者：6 名）を以下に示す。アンケートは 5 点満点の各項目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 4.67 点
- ・『化学という学問への認識』については平均 4.5 点
- ・『実験が多いこと』については平均 4.67 点
- ・『実験への探究心・積極性の上昇度』については平均 4.67 点

と平均が 4 を大きく上回る高評価だった。また、探究科目の 2 年目ということもあり、昨年度よりも平均点が高いという結果となった。自由記述による回答結果は以下の通りである。

生徒 A：「通常クラスよりも授業が速いかわりに実験が多くて体験から記憶することができてとても良かった。また、6 年時の後半は解いていて楽しく、学びも多い、旧帝大や難関校の問題を解くことができたので学力も人並みには向上したと思う。定期試験は通常クラスでは問題集の問題が出題されたりしていたようであるが、探究では入試の過去問が大問ごと出ており、より実践的で実になるものであった。2 年間探究を受講していたが、探究でしか得られない経験が多かったので、探究を選択してすごく良かったと思う。」

生徒 B：「センター過去問や各大学、分野別の問題の演習を通して苦手を発見できてよかった。」

生徒 C：「レギュラークラスと違って、勉強できる環境が整っていて楽しかったです。」

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

など好意的な回答が多かった。探究科目の 2 年目ということもあり、充実した授業を提供することが出来たのではないだろうか。また、昨年度の課題であった、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点では、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形で実践することが出来た。

【次年度への課題】

週 4 コマの限られた時間の中で、いかに多くの実験を行いながら本質的な科学的思考を引き出すことが出来るのか、次年度は予習段階での課題をただこなすだけでなく、次回の授業時のポイントなどを授業の終わりにまとめることによって予習段階から探究力が鍛えられるようにする必要がある。

高3 生物探究Ⅱ

【仮説】

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

【対象学年】

高校3年生（6名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

1. 年間の活動の概要

6月中旬までは表1のスケジュールでオンライン授業を実施した。

オンライン授業期間ではテキストはあらかじめ郵送し、Microsoft Teams をメインに使用した。授業に先立って PDF データを Teams にアップし、生徒はそれを使って各自予習をしてからオンライン授業に臨んだ。授業では「会議」機能を用いてパワーポイントを共有し、双方のマイクをオンにして教員側の質問に対して生徒が解答したり、生徒からの質問を受けて生徒に直接説明をしたりするなど、リアルタイムの双方向型の学習を実現することができた。トピックによっては動画を作成して Microsoft Stream にアップし、生徒は Microsoft Stream にアクセスすることによって、動画を視聴した。演習問題の解説をパワーポイントにより音声付きの動画を作成してアップし、随時生徒が視聴できるようにしたものもある。生徒は「分からないところも何度も見直せるのがよい」と肯定的な評価をしている。授業内容に応じた課題を課し、Google Classroom を用いて課題提出させ、採点結果をフィードバックした。

表1 オンライン授業期間の授業内

月	学習分野	Google Classroom、Microsoft Stream 等を使った取り組み
4～5	生命現象と物質 ・代謝 ・遺伝情報の発現	・予習教材の共有 ・演習問題への取り組み ・動画「呼吸商の実験」、「光合成における限定要因の考え方」の視聴
6～	生殖と発生	・実験レポート作成 「ショウジョウバエの交配実験結果から組み換え価を求める」昨年度末の休校期間中に得た実験データを生徒に提示し、生徒が各自分析をしてレポートを作成 ・演習問題解説動画「連鎖・組換え」の視聴

オンライン授業期間が終了してからは、対面式の授業となった。探究活動として実施した実験は以下の表2の通りである。表2の

表2 1年間の探究活動内容と生徒の評価

	内容(学習分野)(時間数)	アンケート回答	
		興味深かった (回答%)	実力養成に役立った (回答%)
実験・観察	①PCR を利用したイネの品種判別（遺伝子）（2）	①80	80
	②薄層クロマトグラフィーによる光合成色素の分離（代謝）（1）	②80	80
	③デヒドロゲナーゼの実験（代謝）（1）	③80	80
	④アルコール発酵の実験（代謝）（1）	④80	60
	⑤ユリの減数分裂の観察（生殖と発生）（1）	⑤60	40
	⑥ユリの花粉管の伸長実験（生殖と発生）（1.5）	⑥100	60
	⑦ニワトリの脳の観察（生物の環境応答）（1）	⑦100	100
	⑧ウシガエルの実験 神経脚標本を用いた神経の実験、心臓の拍動、内臓の観察（生物の環境応答）（3）	⑧100	80
	⑨コアセルバートの作成（生物の進化と系統）（1）	⑨60	60
	⑩グリセリン筋の実験（生物の環境応答）（1）	⑩100	100

教科書に掲載されていないテーマ	⑪ウイルスに関する講義と演習（遺伝子、生物の環境応答）（２）	⑪60	80
大学入試問題の演習	⑫金沢大、大阪府立大、お茶の水女子大、北大、東京農工大、立命館大他	⑫40	100
ワーク	⑬代謝マップの作成（代謝）（２）	⑬60	100

２．授業の進度について

探究活動および討議活動に必要な時間を確保するために、生徒は必ず予習して授業に臨むことを前提とした。授業では、レギュラークラスで用いているプリント教材を使い、最初に知識の確認や補足説明を行った。レギュラークラスの1.5倍速度の進度となった。

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】

生徒を対象にアンケート調査を行った（回答数：5）。表２の取り組みそれぞれについて、「興味深かった取り組み」および「実力養成に役立ったと感じる取り組み」を複数回答で選ぶ調査を行った。その結果は表２（右欄）に示す。さらに、授業に対する感想を自由記述で回収した。以下にまとめる。

生徒A：実験自体とても興味深いものばかりで楽しかったし、入試問題を解いている時に実験を思い出しながら解くことが多く、実験の手順だけでなく全ての過程の必要性、意義を確認することは大事だと思った。様々な実験を通して、自分が興味のある分野が明確になってきた。

生徒B：生物を受験科目としてだけでなく、楽しく学ぶことができた。授業前のプリントの書き込みは大変だったけど、授業をスムーズに進めて、演習に使う時間を増やすことができたのでやって良かった。演習問題を解いたり、実験が多かったりして、4年生の科目選択の時には[探究]を選択するかどうか迷っていたけれど、選択して良かったと思っている。

生徒C：もともと生物学に興味はなかったわけではないけれど、様々な実験を経験することができたのは良かった。2時間連続の時にはゆっくり考えながら作業ができて良かった。レギュラーの授業では注目しないような発展的な内容についても考えることができたのも良かった。少人数授業の一番のメリットだと思う。「キャンベル生物学」を開いて読むのも楽しかった。

生徒D：教科書、資料集だけでなく、「キャンベル生物学」など様々な資料があったので、興味も高まったし、理解も深まった。少人数だったので、実験後の考察や解説も多人数の時に比べて深く理解できるような内容であったのが良かった。実験が多くできたので、自らやることを覚えることができたし、理解も深まったと思う。演習も、解説だけを見ても分からないような所まで細かい説明があったので、覚えるだけでなく考え方を学べた。とても楽しかった。

生徒E：PCR法の実験やグリセリン筋の実験など、実際に自分の目で見ることで理解が深まったり、新しいことを学べたりでき、生物に対する興味関心を高めることができた。教科書や資料集、「キャンベル生物学」を参照して、大変丁寧に教えていただけたので、理解の定着がスムーズだった。

「生物に対する興味関心を高め、学びをより深めることができる」という仮説に対しては、上記の通り、目的が達成できたことが伺える感想が数多くみられた。探究活動を時間をかけて行うことで、行った実験についての理解を深めるだけでなく、実験の組み立て方や分析の仕方について学び、科学的な思考力・応用力を養成できると考える。また協働型の学習者中心の学びを実践できたと考える。一方で、活発な討議活動は、思考力や表現力を醸成することを目的とするものであったが、今年度の探究クラスのメンバーは比較的小となしい生徒が多いこともあり、そのような活動に誘導することができず課題と考える。

【次年度への課題】

習得すべき学習内容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

本校のクロスカリキュラムは、さまざまな領域・分野を越えた共通点・類似性への気づきを糸口に、深い思考をうながし、学校の中だけでなくむしろ社会生活の様々な場面で思考力を発揮していけるようになることを期待するものとして取り組んでいる。そして、分野・領域を越えた気づきや思考、実社会と関わる場所での学習の転移を促すためには、具体的な事物に関する知識よりも抽象性のある概念を多角的に捉えようとするほうが適しているであろうという考えから、「プロパガンダ」や「性・ジェンダー」、「変化」といった概念をクロスカリキュラムのテーマとしてきた。

概念は例えば次のように説明される。「同類のものに対していただく意味内容。」⁽¹⁾『「…とは何か」ということについての受取り方（を表わす考え）。」⁽²⁾「語として表される事物について、思い浮かべられるその内容、イメージ。表象の内容として、それによって指示される事物の集合（外延）と、それらの事物が共通にもつ性質（内包）で規定され、その言語的表現を名辞と呼ぶ。」⁽³⁾何かと何かを同類・共通にとらえる認識の仕方は、人間の認知の基本的な働きであり、さらにこれを意識的に考えたり、理解しようとしたりすることは、思考し言語化（文章化）することと同様のことであるといえよう。

こうした概念や思考、言語について研究した心理学者のヴィゴツキーは次のように述べている。「意味とは何か？ ことばか思考か？ それはことばであると同時に思考でもある。」⁽⁴⁾「ことばの最初の機能は、コミュニケーションの機能である。ことばは、何よりも、社会的交流の手段であり、発話と理解の手段である。……ことばは、いわばコミュニケーションの機能と思考の機能とを兼任しているのである。」⁽⁵⁾「書きことばは、対話者のいない言語活動である。だから、それは最大限にくだしいことばとなり、そこでは構文法的分節化が最大限に達する。書きことばでは、対話者が分離しているために、片言による理解や述語的判断が可能となることはめったにない。書きことばの場合の対話者は、さまざまな状況のなかにいる。そのために、かれらの頭のなかに共通の述語が存在する可能性はなくなる。だから、書きことばは話しことばに比べ、その構文形式において最大限に完全で、複雑なものとなる。そこでは、個々の思想の表現に、話しことばに比べるとはるかに多数の単語を使用しなければならない。」⁽⁶⁾「書きことばは、複雑な活動の次元におけることばの進行を援助する。ここでは、言語活動は、複雑な活動として定義される。草稿の利用もここに基礎をおく。『下書き』から『清書』までの過程は、複雑な活動の過程である。たとえ実際には草稿がない場合でも、書きことばにおける熟慮のモメントは、極めて大きい。われわれは、極めてしばしば、最初に独り言を言ってから、後に書く。ここでは、頭のなかに草稿がある。この書きことばの頭のなかの草稿は、……内言である。このことば（内言）は、内面的草稿の役割を書きことばの場合だけでなく、話しことばのなかでも演ずる。」⁽⁷⁾

本校の今後のクロスカリキュラムでは、これまでの「概念」をテーマとする取り組みを継続し、これに加えて、ヴィゴツキーの論を念頭に置きながら、言語活動（読解と文章化、読み書き）に力点を置いていくことにしたい。（なお、この言語活動についてはクロスカリキュラムに限らず、探究活動・個人課題研究もふくめ、すべての教科・科目等の学習活動において力を入れていくことを考えている。）

「読み書き」に関する一般書には、ビジネス関係、教育関係の書籍が目につく。ビジネス書にこうした本が多いのは、成人の間でもニーズ（自信の無さと裏腹の）があり、社会的にもその必要性が意識されているからであろう。

ヴィゴツキーが述べているように書きことばは構文においてきわめて複雑なものとなる。したがって、読み書きに際しても力を注ぐべきは、文のなかの主語・述語や修飾・被修飾の係り受け、文と文の関係・構造を適切に読み取ることだと考えるが、読み書きに関する書籍で初歩的な係り受けから記載しているのは、「読み」ではなく「書き」に関するものに多い。例えば、本多勝一の『日本語の作文技術』⁽⁸⁾や木下是雄の『理科系の作文技術』⁽⁹⁾は文章を書くとき、係り受けに注意を払うべきことにページを割いている。ともに初版以来30年を経た古典的と言っている書籍だが、いまでも高い評価を得ている。一方、「読み」についての書籍で係り受けから触れているものに、ビジネス関係から教育（受験）関係まで幅広く執筆している出口汪の『論理的思考力をきたえる「読む技術」』⁽¹⁰⁾がある。しかし、「読み」に関するもので係り受けについて細かな説明を加えている書籍は意外に少ない。

「読み」の初歩である係り受けは、文筆家や研究者、そして教員にとって、出来て当然のこととされているために、意識にあがらず等閑視されている可能性がある。そうであるならば、まずは教員が読み書きについて意識を高め、すべての学習活動で読み書きを一体的にとらえて、その初歩から言語活動の充実をはかっていくべきであると考えている。

注：（1）『岩波国語辞典 第八版』2019年。（2）『新明解 第七版』2012年。（3）『集英社国語辞典 第三版』2012年。（4）（5）ヴィゴツキー（柴田義松訳）『新訳版 思考と言語』新読書社、2002年、20～21ページ。（6）同前、403～404ページ。（7）同前、408ページ。引用中の（ ）内は引用者が補った。（8）本多勝一『〈新版〉日本語の作文技術』朝日文庫、2016年（単行本初版は朝日新聞社、1976年）。（9）木下是雄『理科系の作文技術』中公新書、1981年。（10）出口汪『論理的思考力をきたえる「読む技術」』日経ビジネス人文庫、2015年（単行本初版はインデックス・コミュニケーションズ、2009年）。

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

中3理科巡検

【仮説】

穴塚大池周辺の里山を活用した野外活動を通して、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、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。また、筑波実験植物園での散策を通し、自然環境を支えている植物について日本にとどまらず世界に目を向け、環境問題を地球規模でも考察することができる。

【実施日】

11月8日に生物巡検を行った。

【対象者】

中学3年生(231名)の中から参加希望者を募った。18名の応募があったが、日程の都合上、最終的に9名が参加した。

【内容】

事前学習として学校で穴塚大池周辺の里山について、その生態系や活用方法などを学んだ。

穴塚大池では自作の釣り竿を用い外来生物の生態調査を行った。3時間程度の調査で60匹を超える外来魚（主にブルーギル）を釣り上げ、ウシガエルの幼生も10匹程度、アメリカザリガニを5匹捕獲した。外来生物の取り扱いについては外来生物法を参考に、捕獲した場で処理を行った。なお、ブルーギルはその場で解剖実験を行い、中学3年生で学んでいる「生物体内の構造」の理解の深化を図った。その他に、水の採取を行った。採水地点周辺の自然観察と水の採取は現地で行い、学校では持ち帰った水を利用して水生生物の顕微鏡観察を行った。また採取した水はバックテストによりCOD、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素、リン酸態リンの5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、採水地点の水環境の評価を行った。

最後に筑波実験植物園での散策を実施し、乾燥地帯、熱帯・亜熱帯の植生について学んだ。地域特有の形態になる理由を考察し、植物が環境にいかに対応しているか、生存戦略の奥深さを考えた。

【検証】

釣り上げた外来生物の数の多さから、いかに身近な環境にも外来生物の影響があるかを知ることができた。結果としてその地域や国独自の生態系を壊すことに繋がり、その対応に迫られている現状を学ぶことができたのは大きな収穫である。また、解剖実験を通して授業で扱った内容とつなげることができ、学習内容のより深い理解を促すことができた。教科書での知識のみでなく、実際の調査を通して目の当たりにすることが何よりも大切であることを改めて認識できた。

水質調査においては、それぞれの検査項目の持つ意味を把握した上で議論し、人のどのような営みが水質汚染の原因となり得るのか理解することができた。

今回の生物巡検により、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。水質汚染の現状を知ったことは、少なからずショックを受けたようである。穴塚大池で実施している環境改善の活動にも触れながら、改善策を考えることができたのは良かった。また筑波実験植物園を訪問したことで、世界の植生についても知ることができた。これは地球規模で環境問題をとらえる際に必要な条件であると考えられる。多様な生物を育てている地球の環境変化がどのようにそれぞれの地域で影響し、最終的には人類の不利益になるということまで理解を共有できたことは大変価値があった。仮説で触れた、生物と環境との関わりについて十分に学び考察することができた。

【次年度への課題】

今年度はコロナ感染症予防のためバスを利用した活動を制限したため、希望者のみの実施となった。実施が日曜日となったことから、運動部に所属している生徒や各種検定試験を受験予定の生徒は不参加であった。集まった希望者は全員意欲的であったことが要因なのか、例年よりも事前学習や実習、事後学習に臨む姿勢が良く、指示も通りやすかった。昨年度の課題として「より生徒中心の活動にする」ことが挙げられていたが、その点は希望者対象としたことで解消できたと感じている。前年度までは「全体をどう動かすか」ということを強く念頭に置かなければならない状況であったが、今年度のように参加を希望制にすることでより「自主的な探究活動」にすることが可能であると考えられる。しかし、全員が自然環境について現場を訪れて考える経験は重要であるとも認識しているため、次年度についても「全員が自分事」として巡検に臨めるような働きかけの考案が課題である。

科学オリンピックへの取り組み

【仮説】

科学（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～令和 2 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）

	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R2年度の学習会
日本生物学オリンピック	15	12	4	0	1	6	8	4	0	新型コロナ影響で未実施
日本数学オリンピック	0	4	4	0	4	4	5	4	9	新型コロナ影響で未実施
日本ジュニア数学オリンピック	0	3	3	0	7	8	0	2	中止	
日本地学オリンピック	9	11	17	11	11	19	7	12	9	11～12月、7回実施
物理チャレンジ	0	10	11	3	2	10	10	3	0	新型コロナ影響で未実施
化学グランプリ	0	0	0	1	0	1	1	0	1	新型コロナ影響で未実施

【内容】

1. 物理チャレンジ 新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、学習会が実施できず、学校としての参加も中止した。
2. 日本数学オリンピック 実施日：1月11日(月) 実施会場：各自宅でオンライン
参加者：高2生2名、高1生7名 中学生が参加するジュニア数学オリンピックは中止
3. 日本地学オリンピック 実施日：12月20日(日) 実施会場：各自宅でオンライン
参加：高校生7人（高2生3名、高1生4名）、中学生2人（中1生2名）
4. 日本生物学オリンピック 2020 代替試験 参加：今年度は参加を見送った。
5. 化学グランプリ 実施日：10月25日(日) 1次 実施会場：各自宅でオンライン
参加：高校生1人（高1生1名）

【次年度への課題】

今年度は新型コロナウイルス感染症対策の影響で、学習会の実施も制限され、事前の学習会を充実させることは困難であった。オリンピック予選もオンラインでの実施となったものが多かった。新型コロナウイルス感染症が収束するまでは、その対策を講じた学習会のあり方などを模索し、活動を継続させていきたい。

オンライン講演会 & 高校生研究発表会

【仮説】

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

【対象生徒】

高校2年生3名を対象とし、3月4日に実施予定である。

【内容（予定）】

オンラインで開催する。タイ王国タマサット大学シリントーン国際工学部教授 Dr. Thanaruk Theeramunkong (Professor)（テーマ「教育における AI」）と筑波大学の野村名可男准教授（テーマ「生物機能・バイオプロセスの研究分野」）による基調講演の後、タイ王立シーナカリンウィロート大学付属ブラサーミット高校と本校生徒が英語で研究発表を行う。本校生徒の発表テーマは“Impact of Multitasking Exercise on Cognitive Function”, “Is It Possible to Launch a Rocket Using Rubber Bands?”, “Making Pots Using Origami Elements”の3件である。

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	R1	R2
化学班	5	7	6	13	23	30	41	38	38	30	32	39
数学班				5	12	12	9	9	5	5	7	6
生物班	23	24	21	19	26	31	39	38	36	30	33	30
地質班	5	9	9	7	11	10	13	9	8	7	9	5
天文班	18	20	18	18	21	31	34	29	25	24	21	23
物理班	7	8	12	20	23	33	30	24	15	11	12	11
無線工学班	26	26	18	26	31	39	39	47	45	43	41	40
合計	84	94	84	108	147	186	205	194	172	150	155	154

1. 科学部物理班（高校生1名、中学生10名、計11名）

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

2. 科学部化学班（高校生22名、中学生17名、計39名）

定例活動としては、放課後に週2回(火・木)、各自で興味のある実験を調べて持ち寄り、実際に検証してみるという形式で活動を行っている。さらに、高校生と中学生の混合グループで継続研究を行っている。

今年度は、例年行っているオープンキャンパスが開催出来ないことを受けて、広報企画部と連携をして本校受験を希望している小学生向けに3回のオンラインサイエンスセミナーを行った。いずれも定員を満す盛況ぶりだった。

- ・第1回（2020.08.13～2020.08.19）定員：100名
『実験1 色が変わる魔法の紙で遊ぼう』
『実験2 泡の出る入浴剤を作ろう』
- ・第2回（2020.09.18～2020.09.23）定員：150名
『実験1 食べられる「カラフルビーズ・ゼリー」を作ろう！』
『実験2 「カメレオン・パンケーキ」でサイエンス クッキング』
- ・第3回（2020.11.12～2020.11.19）定員：150名
『実験1 生きてる？不思議な生物「すらいむ」を作って遊ぼう』
『実験2 炭酸ナトリウムを用いた「葉脈標本づくり」に挑戦！』

3. 科学部生物班（高校生19名、中学生11名、計30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年生以上で活動を行っている。それぞれの学年で研究テーマを設定し、継続した研究に取り組んでいる。

- ・9月21日（月） 日本植物学会第84回高校生研究ポスター発表（オンライン開催）
高1生8名参加：発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロパシー作用を探る～ナガミヒナゲシは駆除が必要か～」
- ・11月1日（日） TAMAサイエンスフェスティバルinTOYAKU2020（主催：東京薬科大学、オンライン開催）
高1生8名参加：発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロパシー作用を探る～ナガミヒナゲシは駆除が必要か～」
- ・12月12日（土）-13日（日） 第18回高校生・高専生科学技術チャレンジ JSEC2020（オンライン開催）
予備審査と一次審査を通過し、最終審査会に出場した。高1生8名のうち代表3名が出場し、審査の結果、優秀賞を受賞した。発表タイトル：「ナガミヒナゲシのアレロケミカルを追う」

- ・3月16日(火)～22日(月) 第10回茨城県高校生科学研究発表会(オンライン開催)
高校2年生4名参加予定。発表タイトル:「イシクラゲはミドリムシを増殖させるか」
- ・「CROSS T&T 67号」(一般財団法人 総合科学研究機構)に論文掲載予定(2月掲載予定)
論文タイトル「ナガミヒナゲシのアレロケミカルを追う」

4. 科学部地質班(高校生3名、中学生2名、計5名)

新型コロナウイルス感染症対策でのオンライン授業期間中は活動ができず、文化祭や夏休みの野外合宿巡検、例年参加していたつくば科学フェスティバルも中止となり、活動の機会が減ってしまった。学校再開後は、継続している小野川河床の化石密集層からの微化石の拾い出し・観察・同定、地学オリンピックに向けた学習などを行った。

5. 科学部天文班(高校生11名、中学生12名、計23名)

新型コロナウイルス感染症対策でのオンライン授業期間中はミーティングや班誌の作成などの活動にとどまった。また、文化祭などでの対外的な活動報告や校外での天体観測会も実施することができなかった。そのため、校内屋上での天体観測会を7月末・10月中旬・12月上旬の3回計画し、7月と12月に実施した。

6. 科学部数学班(高校生2名、中学生4名、計6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。竜ヶ崎一高主催のマスキャンブに参加し(今年度はオンライン実施)、「マンハッタン距離によるボロノイ分割」について発表を行った。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19名、中学生21名、計40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、一定時間内の発信数と交信範囲(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。今年度は新型コロナウイルスの感染拡大の影響を受け、4月のALLJAコンテストに参加できず、また、他のコンテストも時間短縮などを行った。さらに、ARDFは地方大会・全国大会ともに開催されなかった。そのような状況下でも、下記の通り、各種大会において成績を残した。

<コンテスト>

- ・7月5日(日) 6m&DOWNコンテスト(校内から参加) 結果:XMJ 関東2位
- ・8月1日(土)～2日(日) フィールドデーコンテスト(校内から参加) 結果:XMJ 全国1位
- ・9月27日(日) 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
- ・10月11日(日) 全市全郡コンテスト(校内から参加) 結果待ち

<ARDF>

- ・2020年ARDF世界選手権(セルビア)に日本代表として3名内定(ただし、大会は2021年以降に延期)

<無線技術競技会>

- ・6月22日(月) 茨城県高等学校文化連盟アマチュア無線部会 春季無線技術競技会(校内から参加)
結果:欧文受信部門1, 2, 3, 4, 6, 8位(8位は2名)
- ・10月22日(木) 茨城県高等学校文化連盟アマチュア無線部会 秋季無線技術競技会(校内から参加)
結果:欧文受信部門1, 3, 5, 6位

<その他の活動>

- ・12月25日(金) 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 6名参加
- ・NHK総合「スクール八笑士」出演(12月23日放映、1月11日再放送放映)

8. コンピュータシステム研究会(高校生7人、中学生14人、計21名)

本年度は、個人のプログラミング技術の習得および向上に加え、来年度の文化祭での展示と参加型企画を作成といった活動を主に取り組んだ。

定例の活動では、学年や技術の習得状況に応じて生徒各自がプログラミング、3Dモデリング、アニメーション、音楽の作成など自分のやりたいことを達成するための技術を学んでいる。しかし、昨年度主力だった高校2年生が抜けたため技術の継承が今後の課題となっている。

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予定である。

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、主に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、自分の興味関心に基づき、自由に研究テーマを設定し、ポスター作成とポスター発表を行った。アンケート調査の結果、92.5%の生徒が意欲を持って取り組んでいた。活動後に自らが定めたテーマが解決可能性や難易度を考慮した上で、妥当であったかどうかを振り返らせたところ、93.0%の生徒が肯定的に回答しており、問題発見力の向上が認められた。冬の探究活動では、生物の授業と総合的な学習の時間をジョイントし、グループごとにテーマを定め、数週間にわたって自由実験を行い、その結果をまとめ、ポスター発表を行った。学年教員全員が各クラスでファシリテートを行いながら、生徒のテーマ設定に関わった。教員が他教科の学習のねらいや学習内容を知る機会となり、教員にとっても良い研修の機会になった。

中学2年生は、SDGs（Sustainable Development Goals）を題材に探究活動を行った。検索された情報をもとにして議論することや議論のための情報を再度検索する技術はどのグループも非常に高く、面白い着眼点から様々な解決策が提案された。中学1年生との縦割りのグループを作成し、Microsoft Teams のグループチャットを利用して情報共有と意見交換を行う活動においては、中学2年生がファシリテーターとなって、どのグループにおいても適切な課題設定がなされた。自らの解決可能性を考慮して、妥当な課題が設定されており、昨年度の経験が活かされていた。

中学3年生は、新型コロナウイルス感染拡大の影響等により、例年同様の研修旅行は中止となったことを踏まえ、「郷土の現在を多面的に知る」という目的で探究活動を行った。実施後のアンケートでは、多面的な見方や意見の存在を知ること、多面的な見方や考え方を比較し、共通点や相違点を明らかにすること、コミュニケーション能力や行動力などのスキル向上を問う全ての質問項目に対して、90%を超える生徒が肯定的な回答を示した。

2. 高校1年次の課題研究

全学年教員に対して高校1年生全員を割り振る「仮ゼミ制度」を導入した。仮ゼミは専門性を考慮せず、教員が自身の専門外の内容についても探究し、教養を深め、生徒とともに良いアイデアを生み出す体験をすることを目的としており、生徒の活動を組織的にサポートできたというだけでなく、教員にとっても刺激的な制度であった。また、50名の生徒が仮ゼミの活動を通して、友人の考えていることや視点を見て、自分の研究に活かすことができたと回答しており、仮ゼミが有意義であったことを示している。

リサーチクエスションの発表会終了後に生徒を対象に行ったアンケート調査の結果、97%以上の生徒が何らかのスキルが身についたと回答している。最も評価できるポイントは、探究的活動と個人課題研究の間のテーマ設定についての関連の有無に関わらず、探究的活動が個人課題研究のテーマ設定に役立っていると回答したが生徒が99%以上いたことである。一連の活動によって、自身の関心や視野を広げ、目的や内容を明確にし、研究の難しさや実現可能性についての視点を持つことができた。

12月には高校2年次から本格的に始まる個人課題研究の課題指導者を決定した。教員の負担を均一化することが長年の課題であったが、教員の専門性を強くは考慮せず、生徒と一緒に探究していく姿勢の重要性を教員間で共有し、例年と比較して、多くの教員が個人課題研究の指導を担当することとなった。これは全校体制をさらに強化することに繋がっていくと考えられ、大きな成果であった。

3. 高校2年次の課題研究

令和2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256人中91人（35.5%）であり、昨年度の26.6%と比較して上昇した。実施後のアンケート調査（26項目の質問）によると、昨年度は肯定的な回答が80%を超えた項目が6項目であったのに対し、今年度は21項目であったことから、個人課題研究の取り組みは、課題研究のスキル習得という側面では、概ね高い成果をあげることができたといえる。特に、知的好奇心の高まりや学びに向かう主体性を問う項目で高い数値が得られたことは評価できる。

今年度は本校を会場としてのポスター発表会を、学校関係者に参加者を限定して実施した。口頭発表の動画を筑波大学に送付し、動画を視聴していただいた先生方から生徒へのフィードバックのコメントをいただく形をとった。フィードバックされたコメントは、当日の発表会で掲示するだけでなく、教職員用のネットワークを用いて教員間で共有した。より多くの教員が専門家のコメントを目にする機会を設けられたことによって、教員にとって新しい気づきがあり、また、指導のポイントを再確認することができたという意味で非常に有意義であった。

4. ハイレベルかつ主体的な学びを実現するカリキュラムの取り組み

高校2年次で「数学探究Ⅰ（6単位）」「化学探究Ⅰ（3単位）」「生物探究Ⅰ（3単位）」を実施した。数学探究Ⅰでは、本質的な概念理解を探究し、問題が解ければそれでよいという学習観からの脱却を目指した。アンケートの結果からは、答えを出すことそのものよりも、導出の過程や、なぜその解法で解けるのかを重視するようになった生徒が多数いることが伺え、生徒の主体的な深い思考を促す活動ができたことがわかった。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。いずれの科目においても、生徒は実験・観察や討議によって、思考を深めることができたという実感を持っており、目的を達成することができた。生物探究Ⅰでは、各自のPCを使って授業内でグラフ化と統計分析を行った。t検定で処理し、データの有意性を討議する実践は初めての試みであり、今後の発展も期待できる。

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、1つの話題を多面的に見ることによって、統一的な深い理解につなげることを意図した。昨年の反省を生かし、生徒の意見を授業に反映し、議論を活発化させることによって、授業の双方向性をより高めることができた。実施後のアンケート調査からも、肯定的なコメントがほとんどであり、発展的な内容を学習することによって、生徒の興味・関心を高め、高校数学をより高い立場から俯瞰することにつなげることができた。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、生物オリンピック対策や大学でも使用されているテキストを用いて授業を展開し、思考力の向上を図った。高校1年で開設された科目同様、実験・観察によって科学的な思考力や応用力を高めることができた。

5. フィールドワークについて

中学3年生を対象に実施を予定していた理科巡検は、バスの利用者数に制限があったことにより、希望者を募集して実施した。少人数の意欲的な生徒による活動であったこともあり、事前学習や実習、事後学習では充実した研修を行うことができた。生物の授業内容とリンクする内容で実験・調査を行うことができたことで、生徒の理解がより深まった。

6. 卒業生への調査

第2期SSHに指定されたときに高校1年生であった生徒は2020年3月に卒業した。その卒業生に対して、アンケート調査を実施した（N=234）。「個人課題研究が有益なプログラムだと思うか」という質問に対して、64.1%が「とてもそう思う」、31.6%が「少しそう思う」、4.3%が「あまりそう思わない」、0%が「そう思わない」と回答しており、多くの割合の卒業生が個人課題研究を肯定的に捉えている。個人課題研究で身に付いたと感じるスキルを問う質問に対する回答のうち、回答割合が高かったものは「自分の考えをわかりやすく伝える力 67.9%」「計画的に物事を進めていく力 49.6%」「活動を振り返り、計画を見直していく力 42.7%」「根拠や証拠を重視し、論理的に思考する力 42.7%」「問題を発見する力 39.3%」「物事を多面的に見る力 39.3%」「粘り強さ 34.6%」であった。

7. 教職員への影響

教員すべてが高校2年次の必修科目である「個人課題研究」の指導担当者であり、すべてのSSH事業に対して全教員が協力して取り組むことができていた。年度末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、24.3%が「よく理解している」、65.7%が「理解している」、10.0%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、45.7%が「とてもそう思う」、51.4%が「そう思う」、2.9%が「あまりそう思わない」、0%が「そう思わない」、という結果であり、以下のようなコメントがあった。

- ・理科実験の充実で多くの体験的活動を実施できている。探究科目などにおいて発展的内容の学習機会の場の提供ができている。個人研などの継続研究で教科横断的な学びの機会を得ている。
- ・生徒全員が対象であるというコンセプトで、探求スキルを中1の段階から授業の一環として取り入れている点がいい影響になっている。また個人課題研究をMG生全員が実施している点も、SSH事業における探究活動の集大成としての役割を果たしていると考えられる。

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 SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況

1. 文部科学省による講評

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

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

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

2. これまでの改善・対応状況

- 上記の(1)～(3)の各項目に関して、これまでの改善・対応状況について述べる。
- (1) 令和 3 年度から新しい教育課程を実施する。エッセイライティングや探究活動等の指導実績を活かし、総合的な学習の時間の総授業時間数を増やし、カリキュラム・マネジメントの視点から、教科横断的な学習を豊富に取り扱う。「深い思考につながるクロスカリキュラム」については、文系・理系問わず、芸術科目も含め、複数の教科・科目の担当教員が協働で教材を開発し、授業実践を行ってきた。ホームページで活動の例や生徒の感想等を掲載し、成果の発信を行った。
 - (2) SSH 指定の前後で比較すると科学部員は 2 倍に増え、どの班も精力的に活動している。今年度は、科学オリンピックそのものが中止あるいはオンライン開催となったこともあり、参加が難しい年度であった。しかし、科学オリンピックに向けた学習会は実施しており、次年度以降の参加者の増加が見込まれる。
 - (3) 本校オリジナルテキストである「個人課題研究の手引き」を学校ホームページに公開した。「個人課題研究の手引き」には、課題研究を進めていく上での効果的なスケジュール(図 1)が示され、生徒の到達目標や教員の指導目標を示すプロセス評価シート(図 2)も綴じ込まれている。これらの教材は学校ホームページからダウンロード可能であり、他校でも十分実現可能なものである。

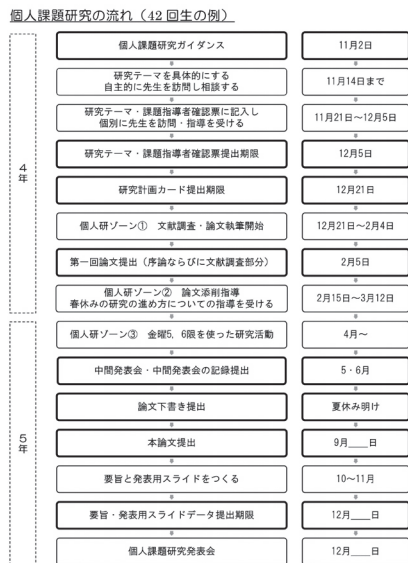


図 1 個人課題研究の流れ
(個人課題研究の手引きより抜粋)

個人課題研究 プロセス評価シート② 文献調査期(12～2月)

高校 1 年 ____ 組 ____ 番 氏名 _____ 課題指導者 _____ 印 _____ 担任教師 _____

自己評価①～④の中から、自分が該当すると思われるものの番号に○印をつける。(●印は該当するものを2つ記入し横たえたら、課題指導者から後援を受け、締切日までに担任に提出する。)

項目	①	②	③	④
自己評価	①	②	③	④
評価理由	文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。
項目	①	②	③	④
自己評価	①	②	③	④
評価理由	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。
項目	①	②	③	④
自己評価	①	②	③	④
評価理由	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。
項目	①	②	③	④
自己評価	①	②	③	④
評価理由	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。
項目	①	②	③	④
自己評価	①	②	③	④
評価理由	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。
項目	①	②	③	④
自己評価	①	②	③	④
評価理由	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。	自分の研究テーマと関係が深い文献を調べたが、自分の研究テーマと関係が薄いので、他の文献を調べた。
今後の課題	(本人記入)			
指導者評価	①努力が必要 ②努力を続ける ③努力を高く認める			
指導内容	(指導者記入) (指導者記入) (指導者記入) (指導者記入)			

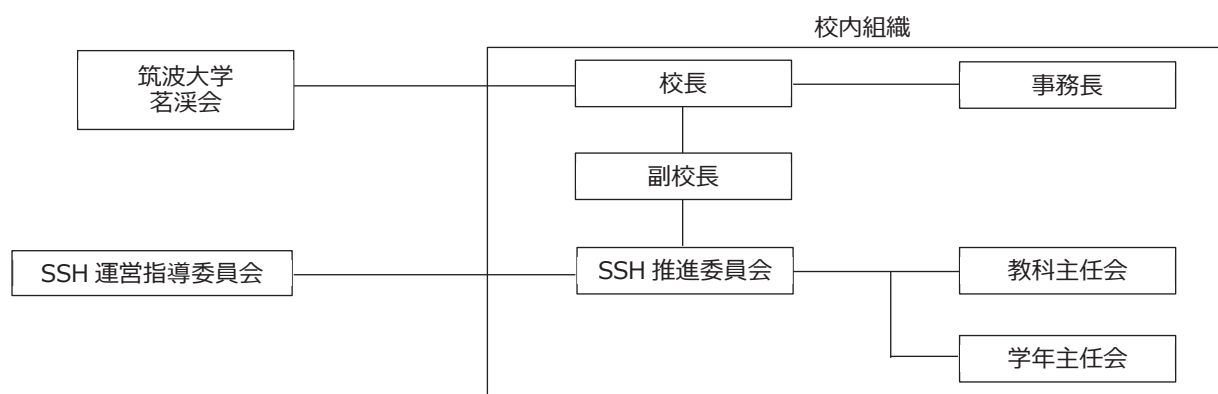
図 2 プロセス評価シート
(個人課題研究の手引きより抜粋)

第6章 校内におけるSSHの組織的推進体制と教員研修

1. 校内組織体制

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

また、教員すべてが高校2年次の必修科目である「個人課題研究」の指導担当者である。本校を会場として行われる個人課題研究の中間発表会（今年度は中止された）と全体発表会の前後には運営方法、課題研究を実施している生徒の状況、指導方法、今後の運営方針等についての意見を教員から集約し、反省点を踏まえながら次年度の取り組みへとつなげることができている。すべての学年で全教員の協力の下、探究活動等を行ってきた。研究開発課題や仮説、研究テーマのねらいが、実施内容に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2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2年度にはのべ6名の教員が横浜国際高等学校におけるワークショップや、オンラインワークショップに参加し、IBの指導資格を得た。令和3年2月末現在、計51名、のべ85名の教員がIBの指導資格を有している。そのうち、理科は専任14名中13名、数学は専任11名中9名がIBの指導資格を有している。

(2) 個人課題研究に関する研修会

指導の流れを理解し、指導のノウハウを共有する場が必要であるとの認識の下、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。今年度は全員が集合しての研修会の実施が難しいということもあり、毎年個人課題研究の指導に直接関わっており、豊富な経験を有する本校校長が個人課題研究の目的・意義・スケジュール等を説明した動画を作成し、全教職員で共有した。説明動画の中では、全般的な解説にとどまらず、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、校長の経験を基にした説明がなされた。また、日常的に学年コーディネーターの教員からは指導のポイントについての説明があり、教職員用オンライン掲示板を用いて、指導上の留意点等を共有することができている。

(3) パフォーマンス課題についての勉強会

本校教員をファシリテーターとして、希望者を対象として10月26日と31日に実施した。教科横断的に中学生の総合科目を想定し、GRASPS（Goal, Role, Audience, Situation, Product, Standards）の枠組みを用いて、グループワークでパフォーマンス課題を作るといった内容であった。観点別評価と指導と評価の一体化に向かう上で、大変有意義な勉強会であった。

(4) 授業改善に向けた研修会

1月12日に全員を対象に実施した。本校では探究活動のさらなる充実や学力向上のためにも、言語活用能力・言語運用能力の強化が必要であると考えている。その実現のため、今後の授業における指導ポイントの方向性を確認した。

第7章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

1. 中学における探究スキルを高める取り組み

ポスターやパワーポイントを作成して、発表会を実施するスタイルは定着しつつある。他者の発表を受け、その内容を批判的に捉え、新たな疑問を見つけ出すことについては継続的な課題である。生徒が見出した新たな疑問に対して、「それはどのような疑問なのか」「その疑問に対してどのようなアプローチが考えられるか」などをアウトプットし、教員や他の生徒と対話することによって生徒の思考をより深める機会を意図的に設ける必要がある。

研究活動においては、先行研究やそれに関する論文を調査（いわゆる文献調査）することは必須であるが、現代においてはその「入口」として検索エンジンなどを利用して、必要な文献にたどり着く技術が求められる。日本語サイトに限定されることなく、効率よく必要な情報を得るための検索技術とたどり着いた文献の入手方法や活用方法については、次年度以降に取り組んでいく必要がある。また、グループワークにおいては「自らが打ち立てた主張に対して、その問題点や反論をうちたてる」という部分が予想以上によく出来ていたが、それらの問題点や反論を解消した上で、改めて元の主張の有効性や正当性を述べるというところまでは至っておらず、このような議論の展開についても、将来的に取り組む研究活動の基本となるものであるため、来年度以降に活動の中に取り入れていきたい。

来年度以降の教育課程が改訂され、総合的な学習の時間の授業時間数は大幅に増加する。上記の反省を踏まえ、中学の探究的活動の更なる充実を図っていきたい。

2. 高校1年次の課題研究

先行研究の探し方について、何かしらの良い変化があったと回答した生徒が約80%であった一方で、「適切な資料を探すスキル」を習得したと感じている生徒が50%未満であったことが今後の課題として挙げられる。仮ゼミの面談等で教員が適切に支援を行いながら、自主的に資料を探せるような取り組みを検討していく必要がある。仮ゼミ制度が有意義であったことは第4章で既に述べた通りであるが、ゼミ生同士の交流の機会を増やし、他人と議論するスキルの向上を目指していきたい。次年度以降では、本校の教育課程の改訂による総合的な探究の時間の時間数の増加を生かし、先行研究へのアプローチ、ゼミ生同士の交流、論理的に文章を書くスキルの鍛錬を意識しながら、プログラムを改善していく。

3. 高校2年次の課題研究

今年度は新型コロナウィルスの影響を大きく受けた1年であった。休校期間による研究活動への影響については58.1%の生徒が「研究が遅れた」と回答している。実施後のアンケートで「相手の話をよく聞き、適切な質問をすることができる」や「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」といった項目は、昨年度と比較しても伸びが見られない項目であり、4月から6月上旬までの間は対面の課題研究指導を行うことができなかったことや、6月に予定していた中間発表会を実施できなかったことが原因であると考えられる。しかし、今年度の高校1年次において、オンラインでのゼミ活動が有効に機能したことを受け、課題研究の指導そのものも対面とオンラインを組み合わせ合わせた仕組みを構築することを検討していきたい。アンケート調査では、「建設的な提案ができる」「客観的に見ることができる」などの項目で「わからない」とする回答が目立って多い。これらは、自分自身を理解するメタ認知が育っていないことを示唆していると考えられ、個人課題研究だけではなく、あらゆる活動を通して生徒のメタ認知スキルを育むような取り組みの強化が必要である。個人課題研究においては、研究期間を4つのステップに分けて生徒の自己評価と指導教員によるフィードバックを行っているが、メタ認知スキルを向上させるために振り返りの方法について検討することが求められる。

4. ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラムの開発

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。理科の探究科目については、実験の充実と学習内容の習得の両立が永遠のテーマであり、予習の段階で、基礎事項の習得にとどまらず、探究力の育成が望めるような課題の提示が必要である。教科に関わらず、教科書等の記述を批判的に読解できるようなスキルが身に付くよう、読解のための時間確保や、話題の精選が求められる。教材の研究は当然必要ではあるが、教師は学習の転移を促すことができるようファシリテートに努める必要がある。探究科目は少人数対象の講座ではあるが、より多くの人数を対象にした場合でも、充実した探究活動ができるよう努めていきたい。

5. クロスカリキュラムの取り組み

これまでの「概念」をテーマとする取り組みを継続し、これに加えて、言語活動（読解と文章化、読み書き）に力点を置いていく。なお、この言語活動についてはクロスカリキュラムに限らず、探究活動・個人課題研究もふくめ、すべての教科・科目等の学習活動において力を入れていくことを考えている。SSH 事業の活動に留まらず、教務部が中心となって、学校全体の取り組みとして言語活動を推進していく。教員が読み書きについて意識を高め、すべての学習活動で読み書きを一体的にとらえて、その初歩から言語活動の充実を図っていくべきであると考えている。

6. フィールドワークについて

来年度の海外研修の実施は困難であるが、SS Geo Tour（屋久島研修）は実施予定である。SGDs の考え方等を取り入れ、自然や環境について多面的な視点が持てることを目指し、計画を進めていきたい。

7. 教員・保護者・卒業生に対する意識調査

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

8. 成果の普及

SSH 事業の意義の説明や活動の概要を示す“Super Science News”を今年度は 2 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。今年度は新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、個人課題研究中間発表会は中止し、「個人課題研究発表会 兼 SSH 活動報告会」は本校関係者に参加者を限定して実施した。次年度は、これらのイベントは一般公開し、本研究開発実施報告書および課題研究発表者の要旨集を配布する予定である。

第 5 章に記載の通り、中間評価における指摘を受け、学校ホームページの SSH に関するページを改訂した。クロスカリキュラムの取り組みの活動例や生徒の感想等を掲載し、成果の発信を行った。また、本校の課題研究のスケジュールなどのポイントを整理したものを掲載するだけでなく、本校オリジナルテキストである「個人課題研究の手引き」のデータも公開した。個人課題研究の手引きには、他校でも利用可能な教材が綴じ込まれており、ホームページからダウンロード可能である。

12 月 25 日に開催された SSH 情報交換会において、本校の田代淳一校長が校長分科会にて「全校体制」についての発表を行い、本校 SSH 事業の組織的運営について普及を行った。また、文部科学省が作成した SSH 実践事例集に「中高一貫した課題研究の取り組み」をテーマとした本校の取り組みの概要が掲載された。

(https://www.mext.go.jp/content/20201228-mxt_kyoiku02-100000331_1.pdf)

以下の 3 件について外部発表を行い、成果の普及を行った。

- (1) 日本理科教育学会「理科の教育」2020 年 5 月号（執筆者：理科教諭 中村泰輔）

SSH としての大学・研究機関との連携についての記事を掲載した。

- (2) 日本化学会「化学と教育」2020 年 10 月号（執筆者：理科教諭 小笹哲夫）

化学分野における SSH 活動の概要についての記事を掲載した。

- (3) 日本理科教育学会 第 59 回関東支部大会研究発表要旨集に掲載、関東支部 Web ページで一定期間公開

（執筆者：理科教諭 中村泰輔）

高等学校物理分野の課題研究における NOSI の理解促進について発表した。

資料1 教育課程表

茗溪学園高等学校 令和2年度教育課程表

MGコース						I Bコース													
4年			5年			6年			4年			5年			6年				
1	L H R			L H R			L H R			1	L H R			L H R			L H R		
2	国語	国語総合(5)	国語	現代文 B (3)		国語	現代文 B (2)		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				古典 B (3)	体育(2)		3	体育(3)					保健体育	保健(1)					
4					保健(1)		4	総合						セラー・オブ・レゾナンス (2) (T O K)					
5					外国語		コミュニケーション英語Ⅲ (4)		7					世界史 A (2)		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)		
6							コミュニケーション英語Ⅱ (4)		8					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 《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》		
7	地理歴史			9			公民		個人と社会 ヒストリー SL(3) ヒストリー HL(4) ☆エンバ`イロノミクス・システムズ`・アット・リサーチ SL(3) (E S S)										
8	現代社会 (2)		10	数学Ⅰ (4)		理科 フィジックス SL(3) フィジックス HL(4) SL《物理基礎》 HL《物理基礎および物理》													
9	公民		11	英語表現Ⅱ (2)		11	数学Ⅰ (4)		ケミストリー SL(3) ケミストリー HL(4) HL《化学》										
10	数学	数学Ⅰ (4)	理科	地学基礎(2)		情報	社会と情報		12	数学	数学Ⅰ (4)	化学基礎(2)	バイオロジー SL(3) バイオロジー HL(4) HL《生物》		保健体育	☆エンバ`イロノミクス・システムズ`・アット・リサーチ SL(3) (E S S)			
11				体育(3)			13	国語 古典 B (2) ※現代文特講Ⅰ (2) ※現代文特講Ⅱ (4) ※古文特講Ⅰ (4) ※古文特講Ⅱ (2) ※漢文特講 (2)					13	数学Ⅰ (4)		数学			
12				音楽Ⅰ 美術Ⅰ 書道Ⅰ (1)			14	地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4) 地理 B (3) ※世界史演習(3) ※日本史演習(3)					14	数学Ⅰ (4)		理科			
13				コミュニケーション英語Ⅱ (4)			15	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)					15	数学Ⅰ (4)		ケミストリー SL(3) ケミストリー HL(5) HL《化学》			
14				英語表現Ⅱ (2)			16	数学 数学Ⅲ (4) ※基礎数学演習(3) ※数学演習 (4) S※数学探究Ⅱ (4)					16	数学Ⅰ (4)		バイオロジー SL(3) バイオロジー HL(5) HL《生物》			
15	理科			化学基礎(2)	外国語	物理(4) 化学(4) 生物(4) 地学(4) ※物理演習(2,3) ※化学演習(2) ※生物演習(2,3) ※地学演習(2) S※物理探究Ⅱ (4) S※化学探究Ⅱ (4) S※生物探究Ⅱ (4)		保健体育	※個人課題研究(2)				17	理科	化学基礎(2)	生物基礎(2)	マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(4) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》		
16		音楽Ⅰ 美術Ⅰ 書道Ⅰ (1)				18	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		18	数学Ⅰ (4)		マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》							
17		コミュニケーション英語Ⅱ (4)				19	数学 数学Ⅲ (4) ※基礎数学演習(3) ※数学演習 (4) S※数学探究Ⅱ (4)		19	数学Ⅰ (4)		マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》							
18		英語表現Ⅱ (2)				20	理科 物理(4) 化学(4) 生物(4) 地学(4) ※物理演習(2,3) ※化学演習(2) ※生物演習(2,3) ※地学演習(2) S※物理探究Ⅱ (4) S※化学探究Ⅱ (4) S※生物探究Ⅱ (4)		20	数学Ⅰ (4)		マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》							
19		体育(2)				21	保健体育※体育特講(2)		21	数学Ⅰ (4)		マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》							
20	保健体育	体育(2)	総合			※個人課題研究(2)		22	国語 古典 B (2) ※現代文特講Ⅰ (2) ※現代文特講Ⅱ (4) ※古文特講Ⅰ (4) ※古文特講Ⅱ (2) ※漢文特講 (2)		22	保健体育	化学基礎(2)	生物基礎(2)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(4) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》		
21				音楽Ⅰ or 美術Ⅰ or書道Ⅰ (2)		23	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		23	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
22				コミュニケーション英語Ⅰ (4)		24	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		24	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
23				英語表現Ⅰ (2)		25	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		25	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
24				家庭基礎(2)		26	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		26	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
25	外国語			国語総合(5)	国語	地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		27	外国語			国語総合(5)	地理歴史	日本史 A (2)		保健体育
26		コミュニケーション英語Ⅰ (4)				28	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		28	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
27		英語表現Ⅰ (2)				29	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		29	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
28		家庭基礎(2)				30	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		30	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
29		英語表現Ⅰ (2)				31	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		31	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
30	家庭	国語総合(5)	国語			地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		32	家庭	国語総合(5)	地理歴史			日本史 A (2)		保健体育
31				コミュニケーション英語Ⅰ (4)		33	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		33	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
32				英語表現Ⅰ (2)		34	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		34	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
33				家庭基礎(2)		35	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		35	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
34				英語表現Ⅰ (2)		36	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		36	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
35	情報			国語総合(5)	国語	地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		37	情報			国語総合(5)	地理歴史	日本史 A (2)		保健体育
36		コミュニケーション英語Ⅰ (4)				38	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		38	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
37		英語表現Ⅰ (2)				39	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		39	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
38		家庭基礎(2)				40	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		40	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
39		英語表現Ⅰ (2)				41	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		41	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
40	総合	国語総合(5)	国語			地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		42	総合	国語総合(5)	地理歴史			日本史 A (2)		保健体育
41				コミュニケーション英語Ⅰ (4)		43	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		43	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
42				英語表現Ⅰ (2)		44	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		44	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
43				家庭基礎(2)		45	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		45	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
44				英語表現Ⅰ (2)		46	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		46	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
45	総合			国語総合(5)	国語	地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		47	総合			国語総合(5)	地理歴史	日本史 A (2)		保健体育
46		コミュニケーション英語Ⅰ (4)				48	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		48	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
47		英語表現Ⅰ (2)				49	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		49	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
48		家庭基礎(2)				50	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		50	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
49		英語表現Ⅰ (2)				51	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		51	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
50	総合	国語総合(5)	国語			地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		52	総合	国語総合(5)	地理歴史			日本史 A (2)		保健体育
51				コミュニケーション英語Ⅰ (4)		53	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		53	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
52				英語表現Ⅰ (2)		54	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		54	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
53				家庭基礎(2)		55	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		55	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
54				英語表現Ⅰ (2)		56	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		56	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
55	総合			国語総合(5)	国語	地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		57	総合			国語総合(5)	地理歴史	日本史 A (2)		保健体育
56		コミュニケーション英語Ⅰ (4)				58	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		58	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
57		英語表現Ⅰ (2)				59	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		59	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
58		家庭基礎(2)				60	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		60	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
59		英語表現Ⅰ (2)				61	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		61	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
60	総合	国語総合(5)	国語			地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		62	総合	国語総合(5)	地理歴史			日本史 A (2)		保健体育
61				コミュニケーション英語Ⅰ (4)		63	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		63	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
62				英語表現Ⅰ (2)		64	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		64	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
63				家庭基礎(2)		65	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		65	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
64				英語表現Ⅰ (2)		66	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		66	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
65	総合			国語総合(5)	国語	地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		67	総合			国語総合(5)	地理歴史	日本史 A (2)		保健体育
66		コミュニケーション英語Ⅰ (4)				68	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		68	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
67		英語表現Ⅰ (2)				69	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		69	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
68		家庭基礎(2)				70	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		70	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
69		英語表現Ⅰ (2)				71	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		71	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
70	総合	国語総合(5)	国語			地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		72	総合	国語総合(5)	地理歴史			日本史 A (2)		保健体育
71				コミュニケーション英語Ⅰ (4)		73	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		73	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
72				英語表現Ⅰ (2)		74	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		74	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
73				家庭基礎(2)		75	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		75	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
74				英語表現Ⅰ (2)		76	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		76	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
75	総合			国語総合(5)	国語	地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		77	総合			国語総合(5)	地理歴史	日本史 A (2)		保健体育
76		コミュニケーション英語Ⅰ (4)				78	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		78	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
77		英語表現Ⅰ (2)				79	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		79	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
78		家庭基礎(2)				80	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		80	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
79		英語表現Ⅰ (2)				81	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		81	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
80	総合	国語総合(5)	国語			地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		82	総合	国語総合(5)	地理歴史			日本史 A (2)		保健体育
81				コミュニケーション英語Ⅰ (4)		83	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		83	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
82				英語表現Ⅰ (2)		84	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		84	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
83				家庭基礎(2)		85	理科 物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) S※物理探究Ⅰ (3) S※化学探究Ⅰ (3) S※生物探究Ⅰ (3) S※理科基礎演習(2)		85	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
84				英語表現Ⅰ (2)		86	国語 ※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		86	数学Ⅰ (4)					マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》				
85	総合			国語総合(5)	国語	地理歴史 世界史 B (4) 日本史 B (4)		保健体育	※個人課題研究(2)		87	総合			国語総合(5)	地理歴史	日本史 A (2)		保健体育
86		コミュニケーション英語Ⅰ (4)				88	公民 現代社会 (3) 倫理 政治・経済(3)		88	数学Ⅰ (4)			マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学Ⅱ B》 HL《数学Ⅱ BおよびⅢ》						
87		英語表現Ⅰ (2)				89	数学 数学Ⅲ (4) 数学 B (2) S※数学探究Ⅰ (4)		89										

「※」は学校設定科目
「S※」はSSH指定にともなう
特例措置科目

茗溪学園中学校 令和2年度教育課程表

学年		1		2		3	
授業時数		標準	本校	標準	本校	標準	本校
国語		140	140	140	140	105	175
社会	歴史	105	70	105	70	140	0
	地理		70		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（早稲田大学教育・総合科学学術院 教授）
江仁ー 加ワオト（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2年9月28日（月）書面開催

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

社会情勢を鑑みて、運営指導委員会の対面での開催を断念し、書面開催とした。中間評価の結果を踏まえ、「今後のSSH事業運営上の留意点等」についての提示を依頼した。運営指導委員からの「今後のSSH事業運営上の留意点等」についての提示内容の要点を以下に示す。整理された内容は、学内ネットワークを用いて令和2年9月28日に教職員全員で共有した。

早稲田大学 教育・総合科学学術院 教授 根津朋実先生

- ・「教職員が、学術学会・協会に所属し、そこで研究発表する」という趣旨で教職員による研究成果を発表する。教職員の「研究力」向上が見込まれる。生徒と共同発表すれば、さらに発信力も増すであろう。
- ・クロスカリキュラムに関して、小中の「教科等横断的」な単元マップに似た、他校で利用参照できる「マップ」を示してはどうか。
- ・各種の視察受け入れ等をHPなどで示し、実績とする。参観者や研修参加者からのフィードバックが重要であり、保護者や卒業生、大学生・大学院生からの感想も有効と考える。SSHを紹介する「オンライン視察」のような動画作成も面白い。

筑波大学 副学長 佐藤忍先生

- ・クロスカリキュラムは学問の面白さを伝えるにはとても良い。生徒自身に教科を超えた問題やテーマを考えさせたい。
- ・屋久島や海外の研修は難しいが、それに代わる体験として、産総研や高エネ研など理工系の研究所や茨城大学の北茨城ジオパーク等、県内での研修を増やせると良いと思った。

筑波大学 システム情報系 教授 大澤義明先生

- ・個人課題研究に関して、コロナの影響で、距離抵抗を克服するICTの環境整備が着実に進むと考えられる。ICTと人的ネットワークを活用することで、海外の研究者・高校生との交流、地方自治体首長、起業家等との情報交換が考えられる。
- ・中高一貫校の実績に関して、人材育成に加え、少子化やインフラ維持管理の観点から、我が国での中高一貫校の流れが進むと思う。例えば、ICT活用（単なるHPではない）によるSSH成果の共通部分の横展開、人的ネットワークの活用による個別部分の先鋭化をさらに進めてほしい。

筑波大学 名誉教授 藤原保明先生

- ・終了分の個人課題研究を「アーカイブ」として保存し、ウェブ上で公開し、閲覧できるようにする。優れた研究成果は内容の保護のため、著作権（copyright）を設定・明記する必要があるため、詳細を検討する。
- ・自然科学分野の博士号取得者を専任の教員として積極的に任用し、指導体制を強化してはどうか。

筑波大学 教授 山科直子先生

- ・当該ホームページへのアクセスを誘導するような、より能動的な発信（広報活動）も必要である。
- ・オンラインを利用するなどして、校外学習に代替できるような活動を検討してほしい。
- ・個人課題研究については、中間発表会に代わる何らかの機会を設けた方がよい。教員との対話だけでなく、生徒同士が互いの進捗状況や困っていることなどについて、カジュアルに意見交換をする中で、経験値を高めることができる。

筑波大学 人間系 教授 清水美憲先生

- ・休校期間中や夏季休業中にオンラインの利用などで行った今年度の独自の努力についても整理し、課題、今後の展望を、現時点で把握しておく必要がある。
- ・この事業を通して、生徒にどのような汎用的スキルが身に付いたかの評価を行う必要がある。特に、生徒による問題発見、課題設定（リサーチクエストの設定）、探究プロセス、知見と成果のまとめ、情報発信の一連の過程のそれぞれの局面に焦点をあてた観点を決め、ルーブリックを作成して、評価結果を生徒に返すことを考えてはどうかと思う。事業の第2期の後半に差し掛かった現在は、この意味での成果の評価が重要であると考えられる。この問題は、報告書の「研究開発の概要」では、中高一貫を生かした探究スキルの育成が重点的事項となっていることから、中学生の「総合的な学習の時間」から、高1の「ミニ研」、そして個人課題研究へと展開するなかでの変容の形で示されるべきである。

第2回運営指導委員会

令和3年2月26日（金）書面開催

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

第1回に引き続き、運営指導委員会の対面での開催を断念し、書面開催とした。授業改善に向けた取り組みとして、本校では、すべての教科で言語活動を意識した授業を展開する方向性を教務部が示した。その方向性を踏まえ、「中等教育における言語活動の充実」についての提示を依頼した。運営指導委員からの提示内容の要点を以下に示す。整理された内容は、学内ネットワークを用いて令和3年2月26日に教職員全員で共有した。

筑波大学副学長 佐藤忍先生

- ・母語である日本語の読み書きの能力は授業では身につかず、使うことが重要である。
- ・漫画でも遊びでも何でも良いので、自分の好きなものを題材に、他の生徒にその面白さを宣伝する作文から始めてはどうか。感想や自分の意見を書いてフィードバックする（論議する）ことをお互いに繰り返していくことが必要である。

筑波大学 システム情報系 教授 大澤義明先生

- ・考える力と言葉の力とが同時に求められる。自分の研究室では、研究テーマは与えず、学生からの持ち込みを原則とし、基礎力が底上げされるような環境を整備している。研究と直結しないプロジェクト参加も重要と考える。
- ・言葉の力については、想定外でも相手の心に納得感をもたらす対応こそが実力である。

筑波大学 名誉教授 藤原保明先生

- ・事物を客観的かつ論理的に認識し、自分の頭の中で概念化する習慣をつけることが大切である。
- ・日本語は高度な論理的思考に適した言語であるため、普段から日本語で書かれた論理的な文章を読む習慣を身に付けてほしい。
- ・英語は、物事の認識の仕方と概念化が日本人とはかなり異なる人々が用いている言葉なので、母語である日本語の論理性を客観的に検証するには最適の言語である。また、英語の読解力が向上してくると、日本語による思考がより論理的になる可能性がある。その意味においても、普段から英文を読む習慣は大切である。

筑波大学 生存ダイナミクス研究センター 教授 小林悟先生

- ・私のセミナーや授業で行なっていることを列挙する。「1. 論文などを発表させる（強制的にでも）」「2. 原稿を読まない（頭の中に論理的な筋がなければ話せなくなる）」「3. 途中で質問をして、すぐに答えられなくとも、答えられるまで聞く」「4. 答えられない場合は、自分の言葉で答えられるまで待ち、ダメならば次回に聞く」「5. 論文が読み込めていないときにも、「まあいいか次は頑張って」とは決して言わない」「6. 言っていることがわからないときには、今言ったことがわからないときっぱり言う。もしくは、それを英語でどう言うのと聞くと、自分の日本語でごまかしているところが見えてくる」
- ・結論として、読み書き、そして発表の能力は、理論でなく実戦でのみ向上すると思っている。

筑波大学 人間系 教授 清水美恵先生

- ・数学は書き言葉であり、数学科は言語教科である。数学科の授業においても言語指導を意識して数学語を指導してほしい。
- ・数学は抽象と論理を重視する記述言語であり、「語（定義、概念）」、「文（命題）」、「文章（証明）」を大切にしてほしい。
- ・言葉はすべての教科の基盤である。説明の添削、まとめの構成、ノート指導の充実、板書の充実を通して、かくことの充実を図るべきである。

筑波大学 教授 山科直子先生

- ・「書く（書き直す）」ためには「読む（調べる）」作業も必要で、その両方によって情報が整理され、推敲することで確実に知識が深まる。したがって、読み書きを、基礎的な素養というよりも、学習のツールとして各教科に取り入れることが効果的だと思う。
- ・生徒同士が互いの（あるいは第三者が書いた）文章について、わかりにくい表現や、意味が曖昧な箇所を指摘・修正し合う活動が有効と考える。
- ・言語活動は、他者による評価を含めた実践の積み重ね以外に上達の近道はない。できるだけ多様な題材の設定と書く機会を提供することに尽きると思う。

早稲田大学 教育・総合科学学術院 教授 根津朋実先生

- ・以下のスキルを意識してほしい：「してみたいと少し思った、考える、感じた、驚いたを使わずに書くスキル」「一般書や大学レベルの教科書を、前後の文脈を含めて読み取るスキル」「（オンライン状況では特に）長文をキーボードで正確に入力できるスキル」
- ・中等教育においては、「大人のパブリックな会議やスピーチへの参加」「日本語版「聞き取り」テストや課題の開発」「演劇的なワークショップの応用」「問答や哲学の導入」「作文の重要性、読書との連動も」「手で書く、タイプする訓練」等の手立てが有効かもしれない。

資料3 個人課題研究 理系テーマ一覧

納豆菌の寿命延長効果の検証	生分解性プラスチックと環境	イシクラゲの中で共生している細菌
小学校生物教育におけるフィールドワークの重要性	キチンナノファイバーを用いて人工皮膚をつくる	新秩父宮ラグビー場の屋根をプレーヤー目線から考える
インド式計算のメカニズムを一般化する	飛行機の燃料と二酸化炭素の排出量	尾翼の役割
初等幾何の定理	猫本来の動きに近い義足を作る	機械音声の進化
四次元正多胞体の構造について	オオバコの葉の繊維の利用	折り紙の要素を使った鍋の製作
日本プロ野球とセイバーメトリクス	鳥類の骨格の比較	免疫放射線療法の有用性
折り紙で数学する	木組みを現代に生かすには	効率の良い風力発電装置を作り出す
近代建築の発展と巨匠たち	カブトムシの大きさとタンパク質の関係	人の両腕の動きで人は飛べるのか
気候変動による気温の上昇と海底循環	植物の組織培養	宇宙太陽光発電の今後
酸化亜鉛の超親水性の酸化状態の変化による効果について	木造建築に使われる「無垢材」と「集成材」の違い	一番飛距離がでる組み立て式紙飛行機は何か
トレハロースの保水力から考える保湿剤の研究	虫歯予防に最適な歯磨き粉の条件を考える	ハニカムサンドイッチ構造の強度について考える
どれだけ安くVRゴーグルをつくることができるか	霞ヶ浦の底泥に生息する発電バクテリアの生態とそれを用いた発電の評価	地球温暖化対策先進国と日本の発電方法による地球温暖化対策の差
タンパク質の変性を応用したクモの糸の強化	置床条件や培地条件の違いによる花粉の発芽と花粉管の伸長	羽からこだわったミニ風力発電機を作ってみよう
環境条件がミニトマトの成長に与える影響	イシクラゲの体内成分が他の生物に与える影響	ミルクプラスチックの耐久性・実用化について
二枚貝の浄化機能	植物の花に生息する生物	歯周病が健康に与える影響
安全かつ低コストな水を容易に得るには	従来の発電の効率化	量子デコヒーレンスに必要な観測条件
溶けにくい飴を作る	pH 値の違いによる変形菌の挙動の変化	スチール缶のバレスジェットエンジン
魚が一番食いつくルアーの作成	唾液と涙のリゾチームは働いているのか	集中力と音楽の関係
撥水加工、防水加工における耐水度の強さの比較	持続可能な地球的課題解決をめざしたキャッサバの研究	ユニバーサルデザインのハサミを製作する
ペットボトルでテニスにおけるポリストリングを再現することは可能なのか	パーキンソン病に対するiPS細胞を用いた治療における免疫抑制についての私の仮説	アセビの葉はショウジョウバエに毒性をもつか
理系的に考える時短レシピ	月のクレーター探索ローバーの制作	圧電素子を用いた床発電
ディスクにおける光と構造色の関係性	エレキギターのピックアップの原理	ワイヤレス電力伝送と距離の関係
ゴムを使ってロケットを飛ばせるのか	へき地で問題を抱えている病と治療方法	音が起床に与える影響
ほどけにくい靴紐の結び方	ゲノム編集技術 CRISPR-Cas9 を用いた ALS 治療	朝焼けと大気中のエアロゾル量との関係
スペースシャトルと飛行機の飛行能力の比較	免疫チェックポイント阻害薬の副作用である一型糖尿病での自然療法の有効性	ステゴサウルスのプレートにおける熱放散の効率
アルツハイマー病に対するPQBP1を用いた遺伝子治療およびErk1/2阻害薬を用いた治療の有効性	音楽によるドーパミンの分泌を利用した ADHD への音楽療法と音楽を使った ADHD 児へのソーシャルスキルトレーニングの提案	1 型高 IgE 症候群による易骨折・骨粗鬆症とアトピー性皮膚炎の発生機序と原因因子についての考察
ママチャリのカゴの衝撃緩和	がん免疫療法と免疫チェックポイント阻害薬の併用の有効性	災害時における太陽光の利用
高分子とアルカリ性の可能性	トーンボールの発生条件	道路舗装材の蓄熱性
新しい凝乳の仕方を考える	水晶振動子の特性を調べる	口腔ケアをよりよいものにする
マヌカハニーの抗菌力の秘密	ダイポールアンテナの折り曲げによる性能への影響	レスキューロボット開発における現状と課題
酸化チタン、酸化亜鉛が紫外線散乱剤として広く使われる理由		

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 4 年次

発行日：令和 3 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

