

平成30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4年3月
私立 豊島岡女子学園高等学校

はじめに

S S H指定1期4年目となる今年度は、昨年度末にいただいた「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おおむね可能と判断されるものの、併せて取組改善の努力も求められる」の中間評価とご指摘を受けて、改善に努めるとともに、2期への指定に向けて更なる努力と工夫をしていくことを全教職員で確認してS S H事業を進めてまいりました。

コロナ禍でS S H事業を計画通りに進めることが困難であった昨年度に比べると、今年度は短縮授業や課外の活動時間の制約はあったものの、事業の柱となる課題探究の授業時間（科学探究基礎Ⅰ・科学探究Ⅱ/総合探究Ⅱ）をしっかりと確保して、生徒が課題研究に取り組むことができました。成果発表会は規模を縮小しての開催となりましたが、高校1年生が1月にオンラインでの口頭発表、高校2年生は2月に対面とオンライン併用での口頭発表（外部の方はオンライン参加）に加え、約150名の生徒が対面でポスター発表を行いました。会場の関係で全員がポスター発表をできなかったことは残念でしたが、探究能力とプレゼンテーション能力の向上を図る機会とすることができました。英語による発表が増加し、外国人講師の質問にも英語で答えようと頑張る生徒が見られたことは、英語で科学を学ぶ取り組みが効果的に配置されていることを示すものであると考えます。

本校は「志力を持って未来を創る女性」の育成をスローガンに掲げて、S S H事業を軸に科学的思考で課題解決できる力・挑戦する力・世界で活躍できる力を育てる教育を行っています。未来に向けた志を育て、事業の取り組みを通して志を実現するための力を身に付けさせ、卒業後も成長を続け、世界を舞台に自分らしく活躍し、より良い社会を創造する女性を育てております。今年度は、S S Hを経験した卒業生も含めて大勢の卒業生T Aの活用を進め、探究授業内や成果発表会における指導助言の他に、実験装置や器具の使用法をまとめるなど生徒が実験しやすい環境づくりにも協力してもらいました。生徒の課題研究内容の質的向上につなげることはもちろんですが、協力する卒業生自身の成長にもつながり、大学や社会で活躍していく力になることを大いに期待しています。

さて、本校は高校募集を停止して、来年度より完全中高一貫校としてスタートします。今年度は中学3年生に対して、集中実習や探究計画書の作成など高校1年で取り組む内容の一部を前倒しして、来年度の4月から課題研究が始められるように準備をしてきました。今後も、中高一貫を利用して確実に探究能力を習得させるプログラムの策定を工夫していきます。

また、1期4年目となり生徒の課題探究の指導経験を持つ教員も増え、さらなる指導力向上と2期指定に向けた課題発見のために、教員にアンケートを実施し、本校が目指すべき方向性の検討も始まっています。新教育課程に切り替わるタイミングで、豊島岡らしいカリキュラムを編成して、教育の更なる充実と豊島岡の成長を目指してまいります。

令和4年3月

豊島岡女子学園高等学校
校長 竹鼻 志乃

目次

①令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告(要約)	1
②令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題	4
③実施報告書(本文)	
・研究開発の課題	7
・研究開発の経緯	9
・研究開発の内容	11
研究開発Ⅰ. 科学的思考力を持ち、主体的に問題解決する実践力育成プログラムの開発	
高校1年から高校2年まで行われる探究活動	12
理数の授業における課題探究	17
高校3年の理系生徒に対する高度な内容を学ぶ理数授業	18
科学的な理解を深める教科連携授業	25
研究開発Ⅱ. 広い見識を持ち、高度な課題に挑戦する人材育成プログラムの開発	
T-STEAM:Pro(旧モノづくりプロジェクト)	35
科学的な興味・関心を育み視野を広げるプログラム, 外部コンテスト等への参加支援	38
研究開発Ⅲ. 世界で活躍できる女性育成プログラムの開発	
英語で議論する力を育成する授業「ディベート英語」	39
英語で科学を学ぶ授業「科学英語」	41
英語でのSTEM教育「エンパワーメントプログラム」	42
海外トップレベル研修	43
・実施の効果とその評価	44
・SSH中間評価について指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況	46
・校内におけるSSHの組織的推進体制	48
・成果の普及	49
・研究開発実施上の課題および今後の研究開発の方向	50
④関係資料	
・資料1: 豊島岡女子学園高等学校 令和3年度(2021年)教育課程表	51
・資料2: 運営指導委員会の記録と改善点	52
・資料3: 探究テーマ一覧(高校1年「科学探究基礎Ⅰ」, 高校2年「科学探究Ⅱ」)	54
・資料4: 開発した独自の教材	56
・資料5: 実施の効果に関するアンケート結果 および 探究活動のポスター発表に対するループリック表	57

①令和 3 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題									
科学的思考力で人類が抱える問題解決に貢献できる女性の育成プログラム									
② 研究開発の概要									
現状の分析と課題を踏まえて、大きく 3 つの研究開発テーマに分けて、科学的思考力を持ち、世界の中で起きている問題解決のために貢献できる女性を育成するプログラムの開発を目指す。									
研究開発Ⅰ. 科学的思考力を持ち、主体的に問題解決する実践力育成プログラムの開発									
系統的に科学的思考力を育成する探究活動および理数授業と教科連携で科学的思考力を育成する教育課程の開発。また、それらの経過と推移を把握する評価手法の開発									
研究開発Ⅱ. 広い見識を持ち、高度な課題に挑戦する人材育成プログラムの開発									
科学的な興味・関心の育成およびレベルの高い課題に意欲的に取り組む人材育成の拡充・開発、また、それらの実施にあたり、学校を起点とした多様な外部組織との連携体制の構築									
研究開発Ⅲ. 世界で活躍できる女性育成プログラムの開発									
英語でのコミュニケーション能力を育成する教育課程の開発、国際性を育てるプログラムの充実									
③ 令和 3 年度実施規模									
SSH の対象は、高校 1 年全員、高校 2 年理系、高校 2 年文系若干名、高校 3 年全員									
	学科	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
	普通科	370	8	340	8	340	9	1050	25
	理系			222	6	197	5	419	11
	文系			118	3	143	4	261	7
④ 研究開発の内容									
○研究開発計画									
第 1 年次	「科学探究基礎Ⅰ」（高校 1 年全員）を新規に設置し、集中実習および課外の時間を利用して探究活動を行った。理科数学の各授業で探究的な授業を行い、「ディベート英語」（高校 1 年全員）を新規に行った。その他、探究活動を進める上での土台を整備した。								
第 2 年次	「科学探究Ⅱ」（高校 2 年理系）、「総合探究Ⅱ」（高校 2 年文系）を新規に設置し、毎週の時間割に探究活動の時間を組み込み、継続的に探究活動に取り組んだ。また、モノづくりプロジェクトやその他の外部コンテストへの参加支援を充実させた。								
第 3 年次	「実践数学」「物理応用」「化学応用」「生物応用」（すべて高校 3 年理系）を設置し、ハイレベルな内容の課題解決型授業に取り組んだ。「科学英語」（高校 3 年全員）を設置して、英語と科学の融合授業に取り組んだ。								
第 4 年次	文部科学省の中間評価で得られた課題および 3 年間の取り組みの中で得られた課題に対して改善点を検討し、SSH 事業の活性化に努めた。また、教員アンケートを行い SSH 事業 2 期目に向けて SSH 事業の効果向上にむけて委員会を設置し検討を始めた。								
第 5 年次	5 年間の研究開発の成果をまとめ、報告会等を実施、普及活動に力を入れる。アンケート調査、卒業生の追跡調査など、SSH プログラムの効果を検証、総括する。								
○教育課程上の特例									
・教育課程の特例：該当なし									
○令和 3 年度の教育課程の内容のうち特徴的な事項									
(1) 課題探究(第 1 学年全員・第 2 学年全員)									
第 1 学年から第 2 学年に、学年全生徒が継続的に取り組む課題探究									
	開設する教科・科目名	単位数	対象						
	総合的な探究の時間「科学探究基礎Ⅰ」	1	高 1 全員						
	総合的な探究の時間「科学探究Ⅱ」	1	高 2 理系選択者全員						

総合的な探究の時間「総合探究Ⅱ」	1	高2文系選択者全員
------------------	---	-----------

(2) 理系のみ的发展的な理数授業・課題探究(第3学年理系)

第3学年で、科学的な知識を総動員して取り組む課題や大学の学びに接続する課題に挑戦する探究的な取り組みを行った。

開設する教科・科目名	単位数	対象
数学「実践数学」(学校設定科目)	1	高3理系選択者全員
理科「化学応用」(学校設定科目)	3	高3理系選択者全員
理科「物理応用」(学校設定科目)	4	高3理系物理選択者全員
理科「生物応用」(学校設定科目)	4	高3理系生物選択者全員

(3) 高校1,2年の理数授業内での課題探究

高校1,2年の理科および数学の授業で、教科の内容に紐づく探究活動を行った。また、教科融合の内容も積極的に取り組み、広い視野を育成し課題探究の考究に役立てた。

- ・高校1,2年の理科および数学の授業
- ・教科融合を行った授業

(4) 英語での表現力向上を目指す学校設定科目

開設する教科・科目名	単位数	対象
英語「ディベート英語」(学校設定科目)	2	高1全員
英語「科学英語」(学校設定科目)	2	高3全員

○具体的な研究事項・活動内容

- ・高校1,2年が通年での課題探究に取り組んだ。また、すべての教員が生徒の発表に対して評価や指導・助言を行う課題探究の校内成果研究発表会(3学期)を実施。
- ・TAによる課題探究支援および探究支援サイトを構築し、課題探究を深めるための支援を充実。
- ・課題探究を深めるための高校1,2年の理数授業内での探究的な取り組みをこれまで以上に充実して実施した。
- ・過去3年間にはほぼなかった教科融合の授業が複数行われた。また、その融合も課題探究に良い影響が出るような内容であった。
- ・教科融合授業に向けて、教員がより取り組みやすくなるように4つの段階を設けた。どの段階でもよいので、教科融合に向けて前向きに検討するような情報共有を行った。
- ・数学「実践数学(高3)」で新規の内容に取り組み、大学での学びにつながり、社会に対して広く貢献される科学技術についての理解を深めた。
- ・T-STEAM:Pro(旧モノづくりプロジェクト)を実施。中1から高2まで100名を超える生徒が取り組んだ。
- ・科学の甲子園(東京都2位)をはじめ様々な外部イベントに挑戦した。
- ・昨年度は実施できなかった英語でSTEAMを学ぶエンパワーメントプログラムを実施した。
- ・英語の学校設定科目「ディベート英語」「科学英語」で表現力向上に向けて取り組んだ。
- ・高校1年から3年の全生徒および全教員用対象にアンケート調査を行い、事業を検証し改善策を検討した。できる改善については、即座に取り組んだ。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- ・本校独自の取り組みであるT-STEAM:Pro(旧モノづくりプロジェクト)を科学技術振興機構発行のパンフレットや東京電機大学発行の広報誌にて広く紹介した。
- ・科学の甲子園についての取材記事を、小学生およびその保護者向けの進学情報誌「さびあ」に掲載。参加生徒が、SSHの探究活動での協働的な研究が好影響をもたらしているというコメントをし、読者である小学生やその保護者に対して広く科学を広めた。東京都HPに表彰の様子が公開。
- ・校内実施したサイエンス講義(スリーエムジャパンによる講義・実験)が、日経サイエンス12月号(2021年)と日経サイエンスHPに掲載され、広く理系人材の育成に貢献した。
- ・「ベネッセSTEAMフェスタ」に参加するチームの取材が、ベネッセ教育総合研究所の教育情報誌「View」やベネッセコーポレーションのHPにて告知され、科学を広めることに貢献した。
- ・東北大学を拠点とした宇宙船探究活動「探Q」のHPにて、本校生徒の活動の様子が掲載。

- ・特色のある教材として、本校の特色の一つであるT-STEAM:Pro(旧モノづくりプロジェクト)の実施要項、クロスカリキュラムの教材(高校3年学校設定科目「実践数学」、教科融合授業の教材)、理数授業内での探究活動授業の教材をHPにて公開。(教材提供実績：東京都3校、宮城県1校)

○実施による成果とその評価

【SSH 事業に取り組んだ3年間での生徒の変容】

2020年度と2021年度の高校3年生全員対象のアンケートで、「高校1年からの三年間で、SSHの取り組みに参加したことで次に挙げた観点が向上したと感じますか」という問いに対して、①自主性②協調性③思考力④独創性⑤表現力⑥応用力⑦社会貢献に分けて調査した。各観点について、「非常に向上」「やや向上」「変化なし」「やや減少」「非常に減少」と分けて1つのみ回答可能にした。また、「あなたの中で最も自分自身の成長に影響があった取り組みは何ですか」も併せて調査した。

●④独創性および⑦社会貢献を除いた5つの観점에서、70%以上の生徒が「非常に向上」「やや向上」という肯定的な回答をしている。自主性、協調性、思考力、表現力、応用力が3年間のSSHでの取り組みを通して育成されたと考えられる。また、すべての観点で肯定的な回答をした生徒の割合が増えた。これらの観点の向上に影響を与えた取り組みとしては、高校1,2年での課題探究が最上位項目となっている。

【主体性についての検証】

●高校1,2年生に対するSSHアンケート調査で新規に「課題探究を行う中、想定外のことが起きたときに、最初にどのように対応しますか」(新規の質問)と「年間を通した探究活動に取り組む前と後で、「学びに対する主体性」は変化しましたか」(従来から行っている質問)という質問とクロス分析をした。主体性が向上したと回答した生徒の多くが、課題解決すべく行動していることがわかる。

【教員の意識の変容】

●本校独自のコンピテンシーとして卒業時に身につけさせたい能力・資質を検討するため、教員にアンケートを実施。結果として、主体性と独創性について課題があるということがわかった。

●成果発表会(2021年2月実施)では、全教員が生徒指導や評価に関わった。その際の生徒への指導・助言は、生徒を指導する観点等でプラスになったと回答した教員が、71人中60人となっており、課題探究が教員にもたらす良い変容であったととらえている。また、SSH2期目に向けて、これから本校が目指すべき姿や現状で見えている課題など、71名中39名がアンケートに回答した。多くの教員が自分事としてとらえ、より良い教育活動になるように検討を重ねていることも、SSH事業がもたらした学校全体の変容一つと言える。

○実施上の課題と今後の取組

(1)課題探究の担当に対する説明や共有事項が不明瞭であった

→次年度から新規に「探究部会」という組織を設置し、共通見解をもって生徒指導できるように検討を開始している。また、課題探究に取り組む上で、生徒に身に付けさせたい基本スキルと課題探究をより深めるための実践スキルに分けて検討し、各学年での流れが見通せるような流れを全体で共有していく。

(2)高校1,2年の理数授業での課題探究と年間を通した課題探究の関連性が不明瞭、また、高校3年の学校設定科目「化学応用」「物理応用」「生物応用」の目標が十分に達成できない

→抜本的な解決に向けて、完全に中高一貫となる2期目に対応をしていく予定。具体的には、中学3年からの課題探究の流れを考慮して、理科・数学の教員が中心になって指導する授業の設置を予定。高校3年に関する課題探究として、現在実施している「実践数学」と物理・化学・生物を融合した授業を新規に設定予定。

(3)海外トップレベル研修が行えていない

→ボストンでの海外トップレベル研修を予定したが、次年度も実施は難しいと判断し、2期目の実施に向けて継続して検討をしていく。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

- ・校内のSSH生徒研究発表会は規模縮小して、学年を超えた生徒の接触がないように実施した。
- ・高校3年の理科の学校設定科目は、昨年度及び今年度のコロナ禍の影響で進度が遅れた。その結果、高校3年での学校設定科目の目的が十分に果たせる内容とならなかった。
- ・T-STEAM:Pro(旧モノづくりプロジェクト)は、他校生徒の参加はなしで実施した。
- ・ボストンの大学や企業に行き、女性の科学人材による講演の聴講等に取り組む海外トップレベル研修を企画していたが、コロナ禍の影響により実施の見通しが立たないため中止とした。

②令和 3 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	(根拠となるデータ等を「④関係資料に掲載すること。)
<p>■全体の SSH 事業に関する効果の検証</p> <p>SSH 事業の効果の検証として</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高校 3 年生の SSH アンケート調査 ・高校 1,2 年生に対する SSH アンケート調査 ・教員用アンケート <p>を用いて実施の効果とその評価について記載する。また、第 2 年次の報告書でも記載したが、教科・検証で指導助言をいただいている東京大学・片山氏の助言から、アンケート内容の文言は年度で変化がないように統一して実施している。ただし、詳細な検証・分析を行うため、従来のアンケート項目に加えて、新規のアンケートを実施して検証をしている。</p> <p>【SSH 事業に取り組んだ 3 年間での生徒の変容】</p> <p>2020 年度と 2021 年度の高校 3 年生全員に「高校 1 年からの三年間で、SSH の取り組みに参加したことで次に挙げた観点が向上したと感じますか」という質問を行った。問いに対して、複数の観点</p> <ul style="list-style-type: none"> ①自主性：自ら取り組む姿勢 ②協調性：周囲と協力して取り組む姿勢 ③思考力：より深く考えようという姿勢 ④独創性：オリジナリティを創り出そうという姿勢 ⑤表現力：成果を発表し伝える力 ⑥応用力：学んだことを応用することへの興味 ⑦社会貢献：科学技術を用いて社会や生活をよくしたいという気持ち <p>に分けて調査した。各観点について、「非常に向上」「やや向上」「変化なし」「やや減少」「非常に減少」と分けて 1 つのみ回答可能にした。また、「あなたの中で最も自分自身の成長に影響がある取り組みは何になりますか」の質問を行い、3 年間に取り組んだ SSH 事業の中から 1 つを選択する調査を行った。結果は④関係資料に記載した通りである。</p> <p>○④独創性と⑦社会貢献を除いた 5 つの観点で、70%以上の生徒が「非常に向上」「やや向上」という肯定的な回答をしている。自主性、協調性、思考力、表現力、応用力が 3 年間の SSH での取り組みを通して育成されたと考えられる。また、昨年度と比べて、7 つの観点すべての項目で肯定的な回答をした生徒の割合が増えている。</p> <p>○この観点の向上に影響を与えた取り組みの最上位項目は、高校 1, 2 年での課題探究となっている。2 か年での変容を見ても、課題探究が影響を与えている生徒の割合が多くなっていることから、課題探究の取り組み方法の改善により、観点が向上したと考えられる。取組の改善としては、課題探究を経験した教員が増えてきたことにより、どのように生徒指導をすればよいのか、あるいは、過去の生徒指導の経験を生かして指導を行うことができるといったことがあげられる。また、在校生が高校 1, 2 年生の取り組みの様子などを目にする機会があるため、在校生の課題探究に対する認識の変化もあると考えられる。</p> <p>○⑦社会貢献の肯定的な回答は、比較的低い結果となっている。この要因としては、科学技術や科学的思考力の実装という視点が足りないのではないかと考えることができる。中学 3 年での技術でアイデアだけでなく実際に作るということ意識して 3D プリンターを使えるようにするといったことを始めている。このような経験をしてきた生徒が、どのような変容があるのか、現状と数年後の状況を比較することで、検証が可能になると考えている。</p>	

【主体性に対する検証】

○文部科学省の中間評価において、主体性や積極性について、より具体的な変容の検証が必要との指摘を受けた。そこで、高校 1,2 年生に対する SSH アンケート調査で従来調査している質問「年間を通じた探究活動に取り組む前と後で、「学びに対する主体性」は変化しましたか」(質問①)に加えて、新規に「課題探究を行う中、想定外のことが起きたときに、最初にどのように対応しますか」(質問②)という質問を行った。質問②の回答は 3 択で(A)「原因を考えて解消するようにしている」、(B)「先生等に相談する」、(C)「あきらめて別の内容に取り組む」とした。毎年、同アンケート調査で行っているという質問とクロス分析をした。

これにより、主体性の変化を調査している質問①に対しての肯定的な回答をした生徒の多くが、質問②で(A)を回答している。他の領域も併せて相関性を考えると、主体性が向上したと回答した生徒の多くが、課題解決に対して行動(質問②での(A)(B))することがわかる。ただし、質問①は主体性の変化を聞いている質問であるので、従来、高い主体性を持っている生徒は変化なしと回答することも十分に考えられる。今回の分析からも、質問①で変化なしと回答した生徒においても、課題解決に対して行動(質問②での(A)(B))できる生徒が高校 1,2 年生の中に 18%いることがわかる。

【教員の意識について】

教員アンケートを実施。④関係資料に記載。

本校のスクールミッションでもあり SSH 事業の目標(研究開発の課題に記載)でもある「志力をもって未来を創る女性」の育成の中にある志力というのは、本校独自の造語である。この志力というものを、生徒が卒業時に身に付けさせたい資質・能力と置き換え、現在、本校独自のコンピテンシーについて議論をしている。その中で、キーワードになるであろう 6 つの観点(主体性・協働力・議論力・創造力・思考力・挑戦力)について、「より身に付けさせたい」「もう少し身に付けさせたい」「十分に身につけていると思う」の 3 つから選択する調査を行った。併せて、全教員が生徒の評価に関わった成果発表会で生徒指導が生徒指導する上でプラスになったかという選択式の質問、課題探究の担当をされていて困ったことや SSH2 期目に向けてこれから本校が目指すべき姿や現状で見えている課題といった記入式の質問も行った。

○回答結果としては、どの観点についても「十分に身につけていると思う」が、最大でも 2 割強であるので、まだまだ身に付けさせる状況にあることがわかる。中でも、創造力と主体性は「より身に付けさせたい」の回答が 5 割程度ある。前述の高校 3 年生対象のアンケートでは、多くの生徒が主体性は向上したと回答しているが、教員から見るとまだまだ身につけている状態ではないようである。また高校 3 年生対象のアンケートでの「オリジナリティを創り出そうという姿勢(独創性)」と教員アンケートの創造力は、生徒と教員がともに十分に身につけていないという傾向であり、創造力についてはまだまだ課題が残る観点である。

今後、コンピテンシーを明確にして SSH 事業のみならず校内の様々な教育活動の検証をして教育活動の改善を行えるようにしていく。このことは、2 期目に向けて始動している探究部会および校内の運営会議等で検討していく。

○「課題探究の担当をされていて困ったことはありますか」という記入式のアンケートも行ったが、多くの教員から「生徒のモチベーション維持にどのくらい関わらなければならないか」や「専門外の取り組みにアドバイスできない」といった意見が多数(61 人中 31 名が同様の内容を回答)寄せられ、生徒指導をどこまで行うか、そしてどのように行うか等の方針を明確にしていく必要を感じた。

○2020 年度の校内の成果発表会(2021 年 2 月実施)では、全教員が生徒指導や評価に関わった。アンケートで、このときの生徒への指導・助言の経験は、生徒を指導する観点等でプラスになったと回答した教員が、71 人中 60 人となっており、課題探究が教員にもたらす良い変容であった。また、SSH2 期目に向けて、これから本校が目指すべき姿や現状で見えている課題など、71 人中 39 名がアンケートに回答した。多くの教員が自分事としてとらえ、より良い教育活動になるように検討を重ねていることも、SSH 事業がもたらした学校全体の変容一つと言える。

② 研究開発の課題

(根拠となるデータ等を「④関係資料に掲載すること。)

2022年の高校1年生より年次進行で完全中高一貫となる。これまでは、高校からの新規入学生がいたため、高校1年4月から課題探究に向けての準備に取り組むプログラムとしていた。完全中高一貫に移行に伴い、2021年度の中学3年生は先行して、従来高校1年生の科学探究基礎Iで従来取り組んでいる集中実習等に部分的に取り組んだ。以下、中学3年生の取り組みの課題も含めて、現在のSSH事業での課題と改善策、今後の開発の方向性について記載する。

【研究開発Ⅰ】

課題①課題探究の指導上での課題

・課題探究の担当教諭の生徒に対する指導方針が明確になっていないため担当教諭が困惑

SSH事業4年目となり、多くの教員が課題探究担当を経験してきた。そこで、課題探究や集中実習の一部は、学年の取り組みという位置付けで実施した。大枠はSSH推進委員会で提示はするが学年主導で取り組み内容を決めたため、大半の教員がわかっているという前提で進めていたため、生徒指導を担当する教員に対して十分な理解が得られないまま進めてしまった。そのため、現場を指導教員の混乱を発生させていた。また、中学3年では、従来の高校1年生が取り組んでいた科学探究基礎Iで取り組むような集中実習に取り組む、高校1年4月から課題探究が進められるように準備した。しかし、中学生と高校生の違いもあり、十分な準備とはならなかったため、今後、取り組み内容等の検討が必要となる。次年度から新規に「探究部会」という組織を設置し、全体的に取り組めるように検討を開始している。また、課題探究に取り組む上で、生徒に身に付けさせたい基本スキルと課題探究をより深めるための実践スキルに分けて検討し、各学年での流れが見通せるような流れを全体で共有していく。

課題②理数授業中の課題探究等についての課題

・高校1,2年の理数授業中の課題探究と年間を通した課題探究の関連性が不明瞭

今年度は、通年の課題探究がより深められるような内容が多数行われた。しかし、担当者裁量であるため、毎年同じ内容の継続性に欠けることが新しい課題である。この課題を解決すべく、2期目では中学3年からの課題探究の流れを考えて、理科・数学の教員が中心になって指導する学校設定科目を設置する予定である。この科目で課題探究を行う上での基本スキルを学び、課題探究がこれまで以上に充実した内容になるように改善していく予定である。また、2期目では理数以外も課題探究に向けて支援するための授業や取り組みができないか検討を始めている。

課題③高校3年での理数の学校設定科目の充実

・高校3年の学校設定科目「化学応用」「物理応用」「生物応用」の目標が十分に達成できない

コロナ禍の影響で学級閉鎖や短縮授業等があり、高校2年から授業時間が十分に確保できていない。そのため、予定していた進捗を進めることができず、高校3年の授業内容が大幅に遅れている。全員が大学受験を考えており、その準備も同授業内で行っているため、高校3年でより発展的な内容まで踏み込む時間があまりとれずにいる。なお、高校3年の学校設定科目「実践数学」では、数学と理科や地理等を融合した授業を展開し、非常に発展的な課題探究を行っている。現在、2期目に向けて、上記の理科の学校設定科目で時間的な課題の解決すること、教科融合を発展的に行うことを目的に「実践数学」と物理・化学・生物を融合した授業の新規を検討している。

【研究開発Ⅱ】

課題④T-STEAM: Pro(旧モノづくりプロジェクト)で他校の参加を見送っている

・コロナ禍の影響で昨年度は実施できなかった本プロジェクトを、今年度は実施できた。モノづくりのコンテストという内容であるため、オンラインではなく対面で行うことが効果を上げる上で重要であると判断している。SSH事業指定前から取り組んでおり、近隣他校にも参加を呼びかけ実施してきたが、コロナ禍での安全面を考慮し校内に他校生徒を招き入れずに実施した。今後、他校参加も視野に入れて、内容を吟味し、次年度の実施を検討している。

【研究開発Ⅲ】

課題⑤海外トップレベル研修が行えていない

第3年次本格的に実施予定であった、ボストンでの海外トップレベル研修であるが、次年度もコロナ禍の影響を鑑み実施を見送っている。第2年次に本研修の前身となる海外研修を実施した。この研修の参加者の多くが、現在、TAとして本校のSSH事業に積極的に貢献してくれている。前身となる海外研修はSSH事業ではなかったが、生徒の意識の変容に対して非常に影響力のある取り組みとなる可能性があるため、2期目の実施に向けて継続して検討をしていく。

研究開発の課題

研究開発の概要

(1)目標

情報化が進み、問題が複雑化していく世界の中での諸問題に対して、科学的思考力・科学的技術を基に、問題解決のために主体的に貢献する女性の育成のために、本校では「志力を持って未来を創る女性」の育成(志力とは、志に向け自らの役割を自覚し実現する力)を目標とする。目標の実現に向けて、以下の3点を主要テーマとし、それらに対応するプログラムの構築および評価方法の開発を行う。

- ①科学的思考力を持ち、主体的に問題解決に向けて取り組む姿勢を育成
- ②幅広い見識を持ち、挑戦的に課題解決に取り組む人材を育成
- ③豊かな国際性を持ち、自分らしく活躍する女性の育成

(2)現状の分析・課題と研究開発の仮説

自然・社会など様々な分野への関心を高めるためのプログラムに対して、意欲はあるが時間がないために参加できないという事態が発生している。また、社会に貢献できると思う生徒の割合が、学年が上がるにつれて決して高くなっていない。今後、社会に対して問題意識を持つ生徒の割合、自らの力で世の中を良くしようという社会貢献意識の向上が必要であると考えている。生徒の積極性が向上するために、まずは問題意識を持つことが重要であると分析できているため、授業の改善が求められる。これらの現状、さらには、本校は理系を選択する生徒が多いということを鑑み、理数系分野における探究学習を教育課程に導入し、主体的・協働的に課題を解決する能力や科学的思考力を身につけさせ、これからの時代を担う女性の科学技術人材を育成する取り組みを開発・実施することが急務である。

上記の現状の分析と課題を踏まえて、大きく3つの研究開発テーマに分けて、科学的思考力を持ち、世界の中で起きている問題解決のために貢献できる女性を育成するプログラムの開発を目指す。

研究開発Ⅰ．科学的思考力を持ち、主体的に問題解決する実践力育成プログラムの開発

仮説①探究的な活動に取り組むことで、学びに対する主体性が向上するとともに、科学的思考力がより育成される。

仮説②探究的な活動を通じて、自らの力で解決する課題解決力が向上することで、自己肯定感が増し、社会に対して貢献したいと考える生徒が増える。

仮説③生徒の能力を評価するルーブリックを開発することで、生徒を学力面だけでなく、多面的・総合的に捉えた評価が可能となる。これにより、生徒の自己認識を高め、成長を促すことができる。

研究開発Ⅱ．広い見識を持ち、高度な課題に挑戦する人材育成プログラムの開発

仮説④科学の理論だけでなく、奥深さや面白さを感じられるモノづくりへの取り組みが、理工系領域への関心を高め、科学技術人材の育成につながる。

仮説⑤多岐にわたる科学分野の専門家から学ぶことが、将来、科学に携わりたいという憧れにつながり、自発的に科学に対する学びを深める生徒が増加する。また、最先端の科学技術や、社会で実用化されている科学技術に触れることで、社会を変えていく一端を担っているという意識が獲得できる。

仮説⑥科学分野に留まらず、人文科学系、社会科学系の専門家等による学びのイベント等に参加することで、他分野との協働に積極的に取り組む生徒が増加する。

仮説⑦外部のステークホルダーと適切に連携することで、学校を起点とした持続可能で質の高い教育プログラムが構築できる。また、女性研究者と積極的に連携することで、キャリアとしての科学技術者のイメージを持つ生徒が増加する。

仮説⑧科学に対して高い志を持つ生徒を育成するプログラムにより、科学の甲子園、各種オリンピックやコンテストに挑戦する生徒が増加する。

研究開発Ⅲ. 世界で活躍できる女性育成プログラムの開発

仮説⑨英語で科学に関する社会問題等をテーマにしたディベートに取り組む授業により、英語でのコミュニケーション能力が向上し、英語で科学を学ぶ授業により、科学的な知識を研究し、実社会に還元していく実践力が身につく。英語でSTEM教育を扱うことで、科学技術に関する理解が深まる。

仮説⑩海外において、世界で活躍する女性に出会うことで、自らが未来を変えていくという意志を獲得し、帰国後の行動が積極的になることが期待できる。

(3)研究内容とその検証方法

仮説を検証するため、次の研究内容を実践する。

研究開発Ⅰ. 科学的思考力を持ち、主体的に問題解決する実践力育成プログラムの開発

- ・高校1年から高校2年まで、連続的に行われる探究活動の設置
「科学探究基礎Ⅰ」(高校1年全員)「科学探究Ⅱ」(高校2年理系)、「総合探究Ⅱ」(高校2年文系)
- ・高校1年および2年での理数授業内での課題探究
- ・理系生徒に対する高度な内容を学ぶ理数授業
「実践数学」「化学応用」「物理応用」「生物応用」(すべて高校3年理系)
- ・科学的な理解を深める教科連携授業の開発、授業検討チームの設置

研究開発Ⅱ. 広い見識を持ち、高度な課題に挑戦する人材育成プログラムの開発

- ・科学技術に対する理解を深めるモノづくりプロジェクト
- ・科学的な興味・関心を育み視野を広げるプログラムの拡充・開発

研究開発Ⅲ. 世界で活躍できる女性育成プログラムの開発

- ・英語で議論する力を育成する授業
(学校設定科目)「ディベート英語」(高校1年)
- ・英語で科学を学ぶ授業
(学校設定科目)「科学英語」(高校3年)
- ・英語でのSTEM教育を行うエンパワーメントプログラム
- ・海外トップレベル研修の開発

以上の研究内容の実施により、継続的に行われる探究活動に対しては、生徒がどのように変容したのか検証するため、アンケートやループリック、ポートフォリオ等での生徒の記述事項をもとに、効果の検証を行う。なお、評価・検証に関しては、東京大学大学院教育学研究科・片山勝茂准教授のアドバイスを受けて行う。探究活動・理数授業・教科間連携における教材や指導方法等は、教員間で情報共有し、検証・改善に努める。科学技術に対する理解を深める取り組みや科学的な興味・関心を育成する取り組みは、アンケートを取り、評価・検証を行う。また、各種オリンピックや科学に関するイベントへの参加状況を把握し、評価・検証を行う。英語授業やSTEM教育プログラムおよび海外での研修の各種取り組みについては、アンケートを取り、評価・検証を行う。

研究開発の経緯

研究開発Ⅰ 科学的思考力を持ち主体的に問題解決する実践力育成プログラムの開発

■高校1年から高校2年まで行われる探究活動

科学探究基礎Ⅰ 高校1年

【授業時間内の活動】 水曜5校時

時期	月	授業時間内の活動	授業時間外の活動
1学期	4月	21日,28日	—
	5月	12日,19日	集中実習2日間
	6月	2日,9日,16日,23日	—
	7月	—	集中実習1日 希望者が放課後及び始業前に課題探究
夏期休暇	8月	—	探究計画プレゼンを20日ほど実施 希望者が課題探究
2学期	9月	8日,15日,22日,29日	希望者が放課後及び始業前に課題探究
	10月	6日,13日,27日	希望者が放課後及び始業前に課題探究
	11月	17日,24日	希望者が放課後及び始業前に課題探究
	12月	1日,8日	希望者が放課後及び始業前に課題探究
冬期休暇	12月	2日,9日	希望者が課題探究
3学期	1月	12日,19日,26日,23日	希望者が放課後及び始業前に課題探究 高1校内成果発表会(口頭発表)
	2月	9日	高2校内成果発表会(口頭発表視聴)
	3月	2日	希望者が次年度に向けて課題探究
春期休暇	3月	—	次年度に向けて課題探究

科学探究Ⅱ・総合探究Ⅱ 高校2年

【授業時間内の活動】 土曜3校時

時期	月	授業時間内での活動	授業時間外の活動
1学期	4月	10日,17日	—
	5月	8日,15日,29日	集中実習1日
	6月	5日,19日,26日	希望者が放課後及び始業前に課題探究
	7月	3日	希望者が放課後及び始業前に課題探究
夏期休暇	8月	—	希望者が課題探究
2学期	9月	4日,11日,18日,25日	希望者が放課後及び始業前に課題探究
	10月	2日,9日,16日,23日,30日	希望者が放課後及び始業前に課題探究
	11月	20日,27日	希望者が放課後及び始業前に課題探究
	12月	1日,8日	希望者が放課後及び始業前に課題探究
冬期休暇	12月	4日	希望者が課題探究
3学期	1月	15日,29日	希望者が放課後及び始業前に課題探究・論文作成
	2月	5日,12日,19日,26日	希望者が放課後及び始業前に課題探究・論文作成 高2校内成果発表会(口頭発表・ポスター発表)
	3月	—	希望者が放課後及び始業前に論文作成

科学探究基礎Ⅰおよび科学探究Ⅱで取り組んだ探究活動のポスター発表・口頭発表

日程	タイトル	概要(参加生徒・ポスタータイトル)
6月12日	宇宙線探究ワークショップ報告会(オンライン)	【成果発表：高1…2件】
7月21日	東京都内SSH指定校合同 生徒研究成果発表会及び教員研修(オンライン)	【ポスター発表：高2…2件】
8月4日 5日	SSH生徒研究発表会(神戸)	【ポスター発表：高2…1件】 化学部門『反応速度から見る濃硝酸と希硝酸』
8月16日～18日	筑波大学高大連携 プログラム『最適化』(筑波大学)	【参加：高2…1件(3名)】課題を事前に設定し、その内容について合宿を通じて数理最適化の手法を学び、発表。

9月20日	茨城県立竜ヶ崎第一高等学校 MATH キャンプ(オンライン)	【高2…4件】自分のテーマ(数学分野)について、大学、高校の教員及び他校の高校生とディスカッション
10月23日,24日	東京都立多摩科学技術高等学校 SSH 発表 会(オンライン)	【ポスター発表：高2…4件】 4件中2件は英語発表
12月19日	東京都 SSH 合同発表会 (オンライン)	【口頭発表：高1…2件，高2…4件】 【ポスター発表：高2…7件，高1…23件】
12月23日	東京理科大学・東京電機大学生命系研究室 合同発表会(東京理科大学)	【ポスター発表：高2…2件】
1月9日	筑波大学高大連携 シンポジウム(筑波大学)	【成果発表：高2…3件】
2月6日	東京都立戸山高等学校 「戸山サイエンスシンポジウム」 第10回生徒研究成果合同発表会(戸山高校)	【成果発表：高2…1件】
2月12日	第5回 Math ポスター (オンライン)	【成果発表：高2…1件，高1：2件】
3月12日	第18回日本物理学会 Jr. セッション (オンライン)	【成果発表：高1…2件】
3月14日	ベネッセ STEAM フェスタ(オンライン)	【成果発表：高1：1件】
3月20日	京都大学高大連携プログラム ポスターセッション(京都大書)	【ポスター発表：高2：2件】
3月20日	NICEST (Nippon International Chemistry Expo for Students and Teachers) (オンライン)	【ポスター発表：高2：1件】英語による化学系テーマの発表
3月21日	関東近県 SSH 指定校 合同発表会(オンライン)	【口頭発表：高2…1件，高1…2件】 【ポスター発表：高2…3件，高1…15件】
3月27日	かながわ探究フォーラム(オンライン)	【成果発表：高1…3件】

(2)

■理数の授業における課題探究

高校1年，2年(理系)の数学および理科の授業にて，年間を通して適宜実施。

■理系生徒に対する高度な内容を学ぶ理数授業

高校3年(理系)の数学「実践数学」および理科「化学応用」「物理応用」「生物応用」の授業にて，年間を通して適宜実施。「実践数学」は，通常授業とは別に5月に集中実習を2日間実施。

■科学的な理解を深める教科連携授業

英語，数学，理科，家庭科，技術(工学)が関係する授業で教科融合授業を実施。

5月に高校2年生対象の集中実習「STEAM 英語」を実施。

研究開発Ⅱ. 広い見識を持ち，高度な課題に挑戦する人材育成プログラムの開発

■T-STEAM : Pro(旧モノづくりプロジェクト)

7月～9月に実施。

7月20日(土) レギュレーション開示

夏期休暇中 自由に取り組み

9月4日(土) コンテスト

■科学的な興味・関心を育み視野を広げるプログラム，外部コンテスト等への参加支援

適宜実施

研究開発Ⅲ. 世界で活躍できる女性育成プログラムの開発

■英語で議論する力を育成する授業 (学校設定科目)「ディベート英語」

高校1年の英語「ディベート英語」(2単位)の授業にて，年間を通して実施。

■英語で科学を学ぶ授業 (学校設定科目)「科学英語」

高校3年の英語「科学英語」(2単位)の授業にて，年間を通して実施。

■英語でのSTEM教育「エンパワーメントプログラム」

夏期休暇 8月23日(月)～8月27日(金)に実施。

■海外トップレベル研修

中止

研究開発の内容

研究開発Ⅰ 科学的思考力を持ち主体的に問題解決する実践力育成プログラムの開発

研究開発Ⅰでの教育課程上の位置付けは以下の通り(表中の数字は、単位数)

授業名	高1	高2			高3	
	全員	理系 物理選択	理系 生物選択	文系	理系 物理選択	理系 生物選択
総合的な探究の時間	科学探究基礎Ⅰ 1					
	科学探究Ⅱ・総合探究Ⅱ	科学探究Ⅱ1		総合探究Ⅱ1		
数 学	数学Ⅰ・数学A 4・2					
	数学Ⅱ・数学B (学校設定科目)実践数学		4・2	4・2		
理 科	化学基礎・物理基礎・生物基礎 各2					1
	化学		4			
	物理・生物 (学校設定科目)化学応用		物理4	生物4		
	(学校設定科目)物理応用・生物応用					3
					物理応用4	生物応用4

■高校1年から高校2年まで行われる探究活動

科学探究基礎Ⅰ 高校1年生全員が、年間を通して水曜日の5校時に「科学探究基礎Ⅰ」において課題探究を実施した。また、課題探究に取り組む時間が週1時間では少ないのでは、という文部科学省の中間評価での助言をもとに、長期休暇と課外の時間(始業前と放課後)も取り組める機会を作った。結果として、今年度は課外の時間(放課後・始業前・長期休暇)を利用して、より深く課題探究に取り組む生徒が増えている。高校1年生は、グループで課題探究に取り組み、探究活動に取り組むためのスキル習得を目的とする集中実習をうまく活用しながら行った。結果、2学期からは課題探究に本格的に取り組むことができた。また、オンラインツールも活用し、課題探究担当教員とのやり取りや情報共有、また、成果物(全員がポスター発表のかわりになるものを動画で作成)の提出を行っている。1月には予定していた校内で「高1成果発表会」を実施した。コロナウイルスの感染拡大が非常に危ぶまれる状況であったためオンラインでの開催とした。また、「高2成果発表会」もオンラインでの聴講を行った。

科学探究Ⅱ 高校2年生の理系選択者全員が、年間を通して、土曜日の3校時「科学探究Ⅱ」において課題探究を実施した。高校1年生の時はグループで取り組んだが、高校2年生は個人(一部、継続テーマについてはグループを認めている)で取り組んだ。なお、文系選択者は「総合探究Ⅱ」を同時間に取り組んだ。「科学探究Ⅱ」はサイエンスをテーマにしているためSSHの取り組みとして実施、「総合探究Ⅱ」は人文系や社会科学系のテーマも許容しているため、SSHの取り組みとしては実施していないが、サイエンスをテーマに実施することも認めているため、文系選択者の中にもサイエンスをテーマに探究活動に取り組む生徒もいた。2月には「高2成果発表会」でポスター発表および口頭発表を行った。口頭発表者の中に、英語で発表をしたいと申し出る生徒もおり、集中実習のSTEAM英語の効果が部分的に表れている。また、3学期には成果発表会の準備もあるが、平行して高校2年生全員が論文作成を行った。

■理数の授業における課題探究

高校1年・2年の理科および数学の授業内での探究的な活動は、これまで通年の課題探究との接続をあまり意識せず、教科の内容を深めることを目的として取り組んでいた。しかし、今年度は、教科の内容を深めながらも通年の課題探究を意識する内容を多数取り組んだ。コロナ禍の影響があり時間的な制約が大きく、まだまだ十分な取り組みとはいえないが、過去3年間の実績と比べると充実してきた。

■理系生徒に対する高度な内容を学ぶ理数授業

高校3年の数学「実践数学」および理科「化学応用」「物理応用」「生物応用」において、これまでに培った数学・理科の基本的な知識やスキルを総合的に活用し、大学での学びにつながる内容を扱ったり、ハイレベルな課題に挑戦したりすることを目的に授業を行った。「実践数学」「化学応用」は高校3年の理系選択者全員が取り組み、「物理応用」「生物応用」は物理・生物の選択に応じてどちらか一方の授業のみに取り組んだ。本校は、生徒がほぼ全員大学入試の受験を考えているため、大学受験を見据えた指導も行っているが、そのような大学受験問題演習の授業においても、問題の背景や一般化、抽象化を行いながら、上記の目的に照らし合わせて、各授業内で工夫して取り組んでいる。これらの4つの授業科目は、2020年度より実施した新規の学校設定科目(「実践数学」は2020年度より新規、「化学応用」「物理応用」「生物応用」は、2019年度まで「化学」「物理」「生物」として取り組んでいた授業をSSHの取り組みとして学校設定科目に設定)である。理科の3つの授業については、2019年度までの授業と異なる点として新規に取り組んだ内容について報告する。ただし、昨年度からのコロナ禍の影響もあり、本来高2で学ぶべき内容がかなりずれ込んでいたため、高3の授業で十分に時間の確保ができなかった。

■科学的な理解を深める教科連携授業

全体的な取り組みとしては、STEAM 英語を高校 2 年生が「科学探究Ⅱ」・「総合探究Ⅱ」の集中実習として取り組んだ。これは、物理と英語、生物と英語、化学と英語、工学と英語、数学と英語の連携になっているプログラムである。また、これ以外に英語の授業で化学の教員と教科連携を行い、深くサイエンスを学ぶ授業、化学と数学で同じ内容を別の観点で学ぶ授業を実施した。また、クロスカリキュラムに取り組むことに対しての教員の漠然とした不安や壁を取り除くために、校内独自の段階を作成して、クロスカリキュラムへの取り組みが前進するような仕組みを整えた。

高校 1 年から高校 2 年まで行われる探究活動 ①科学探究基礎 I

【対象】 高校 1 年全員

【設定(実施期間)】

- ・(全員)通年の授業時間 総合的な探究の時間「科学探究基礎 I」(1 単位) 水曜 5 校時
- ・(全員)集中実習 5 月 26 日、27 日 および 7 月 12 日
- ・(全員)成果発表会 1 月 19 日、26 日、2 月 12 日
- ・(希望者)数理講演会 3 月 12 日・17 日
- ・(希望者)夏期休暇、冬期休暇、春期休暇、課外の時間(始業前、放課後)

【ねらいと目標(仮説)】

- ・探究活動において、自ら学びを深めることの楽しさに気づき、意欲をもって様々な学習活動に取り組むことができる。科学的思考力のプロセスが身につく、論旨を明確にして思考する能力が向上し、科学的リテラシーを身に付けることができる。ルーブリック評価による相互評価を行うことで、自身の活動を包括的にとらえることができ、メタ認知能力が向上するとともに、他者との協働的、相補的な結びつきを実感することができる。
- ・通常の授業で得られる知識と探究活動によって得られる体験が結びつき、実感が伴った知識を身に付けることで、科目融合的な問題解決に対して積極的な姿勢を持つことができる。
- ・ICT 機器、コミュニケーションツールを積極的に活用することによって、ネットリテラシーを身に付けるとともに、学外のイベント等に積極的に参加していく姿勢が身につく。

【内容・方法】

(1) 課題探究を行う上での基本的なスキルの修得およびテーマ設定の構築 (1 学期の授業)

《担当》 高校 1 年学年教諭 15 名

《日時》 1 学期の水曜日 5 校時

《目的》 課題探究に取り組むための考え方や基本スキルを学び、本格的な課題探究のための準備を行う。

①課題探究の概論

探究活動に向けての準備・意識づけのため、探究活動の全般的な概論(以下の項目 1~6)を説明した。

- ・項目 1：探究活動とは何か
高校 1 年生で取り組む科学探究を念頭に「客観的なデータをもとにしつつ、自分自身の考察やアイデアなどで新たな知見を創造、探究し、他者と共有することで課題解決に貢献すること(『課題研究メソッド』啓林館より引用)」とした。また、探究サイクルとして PDCA サイクルを紹介し、それを繰り返す過程でどのような力を身に付けることができるのかを説明した。
- ・項目 2：本校での探究活動の位置づけ
本校の生徒に対してより具体的に、身に付けて欲しい力を本校の研究開発目標でもある「科学的思考力」というキーワードを用いて説明した。
- ・項目 3：SSH の支援体制について
探究活動の際の備品や SSH 関連の発表会の際の交通費、宿泊費など、自分たちの探究活動に対して SSH より支援が得られることを説明した。
- ・項目 4：1 年間の流れ
1 学期に探究のテーマ決めと個人の RQ の作成、グループでの RQ の作成と先行研究の検索の方法などを学んだ。7、8 月にグループでのプレゼンテーションを行い、その後 2 学期よりグループ探究活動を行うこと。最終的結果を 1 月に発表会を行うことを伝えた。
- ・項目 5：なぜ科学探究か
科学的な考え方は文系・理系に関係なく必須の力であることを説明した。
- ・項目 6：リサーチクエスト(RQ)とは
科学探究で重要になるリサーチクエスト(RQ)についての説明をした。

②課題探究に向けての講演会

「なぜ探究を行うか」という内容について講演(東北大学の酒井氏)を実施。

③RQ の設定に向けての授業

大谷翔平のマンガラートについて説明し、RQ の設定に向けて自分の興味・関心のあることを考える。先行研究の検索として、Google Scholar や CiNii Articles の使い方を、例を挙げて検索させた。検索結果を発表させ、先行研究の調査の重要性を学ばせた。また、各自で立てた RQ をグループ内で科学探究という観点から書き換える作業を行い、教員の前でのプレゼンテーションに臨んだ。

(2) 科学ミニ探究 (2 日間の集中実習)

《担当》 高校 1 年学年教諭 15 名+藤野教諭 (情報科)

《日時》 5 月 26 日(水), 27 日(木) 集中実習(6 時間)×2 日間

《目的》

グループによる課題探究を行う高校 1 年生が、そのウォーミングアップとして、比較的簡易なテーマでグループ探究を行い、探究サイクルの模擬体験をする。この機会を用いて実験に取り組む姿勢や分析方法等の見聞を広める。また、通年の課題探究は理数の教員のみならず、学年の教員が担当するので、理数以外の教員や課題探究を経験したことない教員が、どのように生徒指導するのかということを経験し、通年の生徒の探究の担当としてやるべきことのイメージをもつ。

《内容・方法》

各クラス内で、事前に 10 グループ程度にグループ分け(教員が行う)を行い、各グループにテーマを 2 つ割り振り、それぞれのテーマについて探究活動を行う。各テーマについては、以下のプロセスに沿って行う。

科学ミニ探究テーマ概要

NO	分野	テーマ	内容と用意するもの
1	数学	ジュニパーグリーンゲーム	1~100 までの数字が書かれたカードを机に並べ、以下のルールに従って交互にカードを 1 枚ずつ取り合う。①最初は偶数を選ぶ。②それ以降は、直前に選ばれたカードの約数か倍数のカードを選ぶなくてはならない。③取ったカードは机から取り除き、このゲームでは使用しない。④カードを取ることが出来なくなった方の負けとなる。このゲームの必勝法の考察。はさみ、ペンを準備する。
2	化学	吸光度を使った分析	鉄(II)イオンの定量・吸光度分析濃度のわかっている鉄イオンを吸光度分析する。各班 1 台以上のコンピュータが必須。
3	数学	10 パズル	0~9 の整数を重複も含めて 4 つ選び (10,000 通り)、その 4 つの数の四則計算から 10 を作り出すというパズルは「10 パズル」や「切符パズル」などと呼ばれているようであるが、10,000 通りある数字の組み合わせによる問題 10,000 問をタイプに分類する。
4	物理	よく回るコマを作ろう	厚紙を使ってコマを作成する。コマが回っている時間を計測し、よく回るものはどのような特徴があるのかを考察する。撮影機材としてスマートフォンやタブレット、PC を準備。
5	生物	脈拍の測定	座っているときや歩いているときなど、いろいろな状態のときの脈拍を測定し、どのようなことが脈拍に影響するかを考察。脈拍は手首の関節の少し下(肘より)を人差し指・中指・薬指の 3 本で触れて測定するので、やったことがない人は家で練習しておく。
6	工学	石鹸水の膜がつくる形はどうなっているのか	石鹸膜の性質を、PC(Geogebra を使用)を用いて解析する。当日は実際に石鹸膜を作りながら、PC の操作をするのでハンドタオルを準備する。なお、1 つのグループに 2 台以上 PC があるとよい。
7	化学	ろ紙を使ったペーパークロマトグラフィーおよび RGB 解析	ろ紙を花びらのように折り、ろ紙に水性ペンで中心から 1cm ぐらいの円を書き、水を垂らしてペーパークロマトグラフィーをする。最後に大きい紙に、4 本のペンの展開図を予想して、ろ紙に●を付け、水で展開する。展開したろ紙を乾かし写真でとる。色標本も一緒にとる。画像の色を RGB 化するツールや Windows のペイントで PBG 値を求める。色標本も調べる。
8	数学	マンカラは先手必勝か	マンカラのゲームについてポケットが 6 だと時間がかかるので、3 で必勝法を考える。考え終わったら、4,5,6 とポケットの数を増やしていく。

各テーマのグループ数と担当教諭(高校 1 年学年教員(下記)、実験補助として西教諭・西村教諭(理数科))

- NO1(数学) 8 グループ：橋本教諭 (数学科), 出口教諭 (国語科)
- NO2(化学) 8 グループ：水村教諭 (理科科), 佐々木教諭 (英語科)
- NO3(数学) 8 グループ：杉本教諭 (数学科), 佐藤教諭 (英語科)
- NO4(物理) 16 グループ：中嶋教諭(理科科), 小林教諭 (英語科)
- NO5(生物) 16 グループ：井上教諭 (理科科), 塚田教諭(保健体育科)
- NO6(工学) 8 グループ：中原教諭 (数学科), 宇都宮教諭 (英語科)
- NO7(化学) 8 グループ：藤野教諭 (情報科), 當麻教諭 (理科科)
- NO8(数学) 8 グループ：降旗教諭 (国語科), 菊田教諭 (国語科)

・プロセス 1 : (1 日目)

担当教員によるテーマの説明(どのような現象を扱うのか、科学的な意義)を行う。事前に準備することがあれば、ミニ講義や練習の時間をとる。実験方法を説明し、流れを検討する。

- ・プロセス 2 : (1 日目)
グループごとの実験, 実習を行う。時間がある限り「複数回の実験を繰り返す」, 「条件を変えて実験を行う」ことに挑戦する。
- ・プロセス 3 : (2 日目)
各個人が前日の 2 つの実験から分析したいテーマを 1 つ選ぶ。選んだテーマについて, 個人単位でデータ分析する。個人単位での活動ではあるが, 同じものを分析している生徒同士での相談は可とする(ただし, 丸写しは意味がなく, 自分なりの視点を持つ)。このプロセスの時間内に, 各テーマを考案した担当教員が巡回しているので随時, 分析についての相談をしてもよい。
- ・プロセス 4 : (2 日目)
グループごとに個人の分析内容を共有し, グループとしての発表を行う(各自の分析テーマ, グループ発表のテーマ記入, 提出) 発表形態は, スライド発表またはポスター発表とし, 発表資料は凝らなくてよい。
- ・プロセス 5 : (2 日目)
各クラスでグループ発表を行う。目安として発表 5 分, 質疑 5 分で 10 分×10 グループ=100 分で行う。発表はグループ全員が前に出るが発表者は各グループに任せる。各発表に対して質疑応答を行う。教員から質問をしてもよい。このときの質問事項としては, 専門的なものである必要はない。

(3) データ解析ワークショップ・探究計画書の作成 (1 日間の集中実習) ~探究計画プレゼン(夏期休暇)

《担当》高校 1 年学年教諭 15 名

《日時》7 月 12 日(水) 集中実習(6 時間)×1 日間 および 夏期休暇

《目的》課題探究に取り組むためのスキルとして統計処理を学び, 本格的な課題探究のための準備を行う。

《内容・方法》

●集中実習 7 月 12 日(水)

(午前)数学の教員が講義・ワークショップを行う。ただし, ZOOM を利用して全教室に配信。

(昼休み)過去の SSH 生徒発表会の動画を視聴して, 探究計画を立てる上で参考にする。

(午後)課題探究のグループごとに探究計画のブラッシュアップ, 夏期休暇に行う探究計画のプレゼン資料作成, 予備実験を行う。探究計画書を作成し提出(Web システムに入力)。

●夏期休暇

グループ毎に, 高校 1 年の教員を中心とした複数の教員に対して探究計画をプレゼンテーションし, 課題探究に向けての課題やアドバイスをもらう。ここで, 見通しが立ったグループから物品購入の申請を可とし, 本格的に課題探究を開始する。

なお, 本年度は, 1 学期に自分個人での興味あるテーマおよびそれに対する問いを作成し, その後, 個人のテーマを学校全体で共有した上で, グループ作りをした。グループ作りと個人の探究テーマは必ずしも一致しないため, さらにそのグループの中で自分のテーマをプレゼンテーションすることで, グループとしての探究テーマ, リサーチクエスチョンを設定した。基本的に探究テーマ, リサーチクエスチョンについては, あまり外から声をかけずに, 自分たちで興味を持ったテーマを考えさせることを重視した。

(4) 探究活動(2学期以降毎週実施)~SSH生徒研究発表会~次年度の探究に向けての数理講演会

《担当》高校 1 年学年教諭 15 名, TA(卒業生 15 名)

①ゼミ担当教諭

「物理・工学」: 佐々木教諭(英語科), 小林教諭(英語科), 菊田教諭(国語科)

「化学」: 塚田教諭(体育科), 中原教諭(数学科), 橋本教諭(数学科)

「生物」: 出口教諭(国語科), 杉本教諭(数学科), 宇都宮教諭(英語科)

「数学・情報」: 降旗教諭(国語科), 佐藤教諭(英語科)

②実験室担当教諭

生物: 井上教諭(理科科・生物), 物理・工学: 中嶋教諭(理科科・物理)

化学: 水村教諭(理科科・化学), 當麻教諭(理科科・化学)

③生徒の課題探究に対してのアドバイスや生徒の実験補助等

TA(15 名, 本校卒業生)

《内容・方法》

- ・探究活動に取り組む過程において, 探究テーマ, リサーチクエスチョンの設定, 探究ノート作成と利用上の注意, 中間報告会の実施, 相互評価(ルーブリック評価)の方法の理解と実施を意識することで, 科学的思考力がより深く身に付けられるような探究活動になるように促した。
- ・実験室担当を除く高校 1 年の 11 名の教員がそれぞれゼミを作り, 生徒 3 人から 5 人のグループを 7

～11グループずつ担当した。ゼミの担当教員は理科・数学に限らず多くの教科の教員が指導にあたった。ただし、専門的な知見が必要な内容については、適宜、個別に理数の教員に相談した。また、実験室担当の4名の教員は高校1年生の所属である。

- ・2021年度から探究支援サイトを構築し、探究物品の購入申請や利用申請、探究計画書の共有、実験室の予約、先輩の課題探究のポスター動画の視聴等、探究活動が促進できるように改善した。
- ・探究支援サイトを利用して実験室の事前予約を行い、実験室担当教員と相談後に利用できるようにした。また、長期休暇中も同様に、課題探究が行えるようにした。
- ・11月には、ゼミ単位で中間報告会を行って、生徒同士で質疑応答を行った。また、ヒアリングシートも利用することで、課題探究に対するモチベーションを向上させ、より深まるようにした。
- ・11月24日、12月1日は高校1年8グループが、中学3年生に向けて自分たちのRQの決め方や探究活動の進め方、大変だったことなどこれから探究を始める下級生にメッセージを込めた発表を行った。中学3年生からも質問も出て、これから探究を始めるまえに有意義な意見も出ていた。
- ・12月に実施した東京都内SSH指定校合同発表会に積極的に参加した。本校からは、口頭発表6件（うち高校1年生は2件）、ポスター発表30件（うち高校1年生は23件）であり、当日、参加しない生徒は、自宅から自分の興味のある発表を視聴し、本校指定のループリックを用いて3つ以上の発表を評価することを課題とした。
- ・高校1年の課題探究の成果発表会は、1月19日、26日に各ゼミから代表グループが口頭発表を行った。また、全てのグループがポスター発表として「音声付きスライド」「要旨」を作成して、全校生徒が閲覧できるようにした。
- ・高校2年では個人での課題探究となる。そのテーマ設定を3学期末に行う。3月12日に筑波大学・吉瀬章子氏による講演会「数理最適化」、17日に関西大学友枝明保氏による講演会「錯視立体について」を実施し、次年度に向けて新たに課題探究のテーマを立てる生徒の後押しをした。

【評価・検証】

「高校1年から高校2年まで行われる探究活動②科学探究Ⅱ」に記載。

高校1年から高校2年まで行われる探究活動 ②科学探究Ⅱ

※一部、同一時間で実施している総合探究Ⅱ（文系）の内容も記載

【対象】高校2年全員(理系は「科学探究Ⅱ」・文系は「総合探究Ⅱ」)

【設定(実施期間)】

- ・通年の授業時間 総合的な探究の時間「科学探究基礎Ⅰ」(1単位) 土曜3校時
- ・成果発表会 2月12日
- ・夏期休暇、冬期休暇

【ねらいと目標(仮説)】

- ・探究学習に取り組むことで、自ら学ぶことの楽しさに気づき、意欲を持って様々な学習活動に当たることができる。探究活動を通して、科学的思考のプロセスが身につく。論旨を明確にして思考する能力が向上し、科学的なリテラシーが身につく。ループリック評価を行うことで、多面的・総合的に捉えた評価が可能となる。これにより、生徒の自己認識を高め、成長を促すことができる。また、探究活動2年目となるので、長期の計画を自ら立てて修正しながら、成果発表会までに仕上げることで、自己管理能力を身に付けることも可能となる。

【担当】高校2年学年教諭15名、TA(卒業生15名)

【内容・方法】

(1)個人探究に向けて探究計画作成(1学期)～夏期休暇

高校2年では、探究活動の形態がグループから個人に変わり、探究活動に取り組む期間が、毎週水曜日から土曜日になる。明確なRQを設定し、探究計画を考えるための機会として、次の流れで取り組んだ。例年と異なり、新規に構想発表会を行うなどの工夫をした。

①探究計画作成 4月17日まで

個人でRQを設定し探究計画を立てた。HR担任が、先行研究ではどこまでわかっているのかを調査すること、自分の探究でさらに何を解き明かすことが可能であるかを考えることなどアドバイスをした。探究計画をもとに学年の教員15名のうち、豊田教諭(理理科・生物)、中村教諭(理理科・化学)、田尾教諭(理理科・物理)は実験室担当教諭となるため、残りの教員12名でゼミを担当教諭を割り振った。探究計画の分野によって、大きくゼミ分けして、なるべくそれぞれの教員の強みを生かせるようなゼミを割り当てた。一人当たり、30名前後を担当する。

②構想発表会 5月15日、29日、6月5日

探究計画のブラッシュアップを目的に、ゼミごとに探究の計画の発表会を行った。探究計画に基づき、

「分野，テーマ，RQ，動機，先行研究，目的，方法と計画」についてスライドを作成して一人5分ほどで発表した。自分の探究活動の改善やヒントを得る機会にするため，ゼミのメンバーの発表をよく聞き，感想や意見を記入した。

③探究活動 6月5日以降

個人探究の活動に取り組んだ。実験室での活動も開始した。活動場所はゼミごとの教室，または予約申請をして許可を得た生徒は実験室，生物室，化学室での活動を行った。また，夏期休暇についても，事前予約をして，実験を進めるなど課題探究に取り組んだ。

(2) 課題探究～論文作成・ポスター作成(2学期・3学期)

中間発表会で途中経過を発表するために，ポスターの作成と並行して探究活動に取り組んだ。

中間発表会以降は，3学期の校内の成果発表会に向けて，2学期で実験を一通り終えることを目標に引き続き探究活動に取り組んだ。3学期は論文作成とポスター作成に取り組んだ。2学期からは，TAが生徒の課題探究に対してのアドバイスや生徒の実験補助等を行う。

①中間発表会 9月25日，10月2日，10月9日

高校2年生を3つに分割して，いずれかの日程でポスター発表会を行い，生徒・教員から質疑応答を行い，今後の探究に向けての課題を明確にした。また，ヒアリングシートを1人につき6枚配布し，他者の発表に対してその場で評価し渡すこととした。また，自己評価シートも作成し，今後の課題探究が活性化するような仕組みとした。

②講演会 10月23日

「これから論文執筆・研究発表を行う豊島岡女子学園生のために」(東北大学・酒井氏)というテーマで講演を行い，発表を行う上での気構えや作成上の工夫や注意など，実用的な内容の話聞き，今後の発表に向けて学びを深めた。

③校内成果発表会 2月12日 口頭発表12件(対面とオンライン併用)，ポスター発表(約150件)

当日は，学校の行事として位置づけ，全学的に取り組む行事として実施。高校2年生がポスター発表・口頭発表を行い，口頭発表は高校1年生及び中学3年生が講堂で聴講した。当日の口頭発表はリアルタイム配信も行い，登校していない生徒・保護者・外部の方もオンラインのみ参加可能とした。登校していない学年の全教員が生徒の口頭発表・ポスター発表に対しての指導・助言，評価シートを用いての評価を行うようにした。併せて，TAも同様に評価を行った。また，午後は，課題探究の指導に取り組んだ高校2年の教員と外部の方との情報交換も設けて，課題探究に取り組むうえでの課題や工夫などを共有し，教員の研鑽の場も準備した。

【考察・反省・工夫】

・効果の検証 生徒アンケート(④関係資料に結果を記載)

①高校1，2年生対象に同一内容のアンケートを実施した。評価について指導・助言をいただいている東京大学・片山氏から，質問項目の文言等を変更すると変容が検証できないというアドバイスをいただき，質問項目は1期目第2年次から原則同じ文言としている。ただし，質問項目は増やしてより詳しい検証が行えるように工夫している。アンケートでは肯定的な回答には網掛けをした。結果については，第2年次(2019)と第4年次(2021)の網掛け部分の合計を比較すると，ほとんどの結果がほぼ同程度または向上している。特に，高校2年生の「学びに対する主体性」「挑戦力」は増加が顕著である。高校2年生は個人探究であり教員の指導面での難しさ等の課題があるが，過去2年間の取り組みを参考にしながら，学年の教員団が主体となり課題探究の促進に向けて取り組んできたことが上記の増加の要因として考えられる。また，この第4年次(2021年度)はコロナ禍で活動が制限される時期もあったが，コロナ禍の影響をあまり受けずにほぼ予定通りに個人探究を行った第2年次(2019)と比較して大幅に効果が落ちることがなかった点は，非常に良かった。

・今後の改善に向けて

①中間発表は高校1年，2年とも行っているが，アンケート結果から中間発表(中間評価)で行うヒアリングシートは双方向の評価として有用である。そこで，外部の方を招いて大々的に行い評価や指導・助言を受けられるような中間発表であれば，生徒にとって活動を深めるための良い機会となる可能性があると考えられる。今後，中間発表の意義を検討していく必要があると感じている。

②課題探究に取り組む中で，よい仮説を立てさせることの重要性を感じている。中途半端な仮説を立てる生徒が途中でテーマ自体を変更していると感じ，新たに「途中で別のテーマに変えたか」というアンケートを行った。初めての課題探究となる高校1年では半数近くが変えているという結果になっている。また，積極的に取り組んだ活動の中で「仮説の設定」が他の項目に比べると低いこともわかった。これらの結果から，仮説を立てるまでにどのような活動をさせるのかということが課題としてでてきた。今年度は，高校2年生は5月に構想発表会を行ったが，これがRQ設定の重要性を認識させ，探究の計画をブラッシュアップすることに役立った。仮説に対してどのように取りまさせるのかということは，今後の課題探究をより良い活動にするための一つのキーワードになると感じる。

■教師の指導力向上のための取り組み（校内研修，他校視察，校内における研究成果の共有等）

- ・5月19日 香川県観音寺第一高等学校オンライン先進校訪問
〈参加者〉根岸教諭(SSH 主担当)，阿由葉事務員
〈内容〉オンライン研修
- ・5月20日 校内オンライン研修会「評価について」
〈参加者〉高校1年所属全教員
〈内容〉東京大学・片山氏の指導のもと「教員評価ワークショップ」を実施。このワークショップで各教員が得たルーブリック評価についての知見およびファシリテートの方法を体験したことを活かし、生徒に対してルーブリックの説明を行った。
- ・5月22日 都立多摩科学技術高等学校主催オンライン発表会の運営に関する研修会
〈参加者〉根岸教諭(SSH 主担当)，當麻教諭(SSH 推進委員会)
〈内容〉オンライン研修
- ・7月19日 熊本県立宇土高校オンライン授業公開およびプレゼンテーション
〈参加者〉根岸教諭(SSH 主担当)，當麻教諭(SSH 推進委員会)
〈内容〉オンライン研修
- ・7月21日 東京都内 SSH 指定校合同生徒研究成果発表会及び教員研修
〈参加者〉校長・根岸教諭(SSH 主担当)・當麻教諭(SSH 推進委員会)
〈内容〉授業実践の報告と議論
- ・10月19日 校内オンライン研修会「評価について」
〈参加者〉中学3年所属全教員
〈内容〉内容は、5月20日の校内オンライン研修会「評価について」と同一。

【その他】

2022年度の高校1年生から年次進行で完全中高一貫となる。そこで、2021年度の中学3年生には、これまで高校1年で実施している集中実習(SGDs)について考える、ミニ科学探究)および探究テーマを考える
ということ、課外の時間およびホームルームの時間の一部を利用し進め、次年度は4月より、課題探究
に取り組めるようにした。次年度以降も、中学3年生から課題探究の準備を開始していく。

理数の授業における課題探究

【対象】高校1年・高校2年理系選択者

【設定(実施期間)】理科および数学の授業

【ねらいと目標(仮説)】

課題に取り組むことで、新しい発見に好奇心が刺激され、積極的に学ぶ姿勢が育成できる。

【内容・方法】以下、今年度を実施した教科・科目と課題のタイトルを記載

- 数学 I
 - ・Geogebra を用いた曲線の凸性についての考察
 - ・Geogebra を用いた空間図形を作図
 - ・実データを利用したデータ分析およびポスター発表(1変量,2変量データの分析)
- 数学 II
 - ・組み立て除法の発展
 - ・Geogebra を用いた偶関数・奇関数の性質の検証
 - ・2次曲線(円と放物線)の見えない解(虚数解)の検証と可視化
 - ・接線の本数の変化の考察,
 - ・多重合成関数の解析方法の検討
 - ・最小二乗法と回帰直線およびフーリエ級数(一部数学III),
 - ・差分と微分及び和分と積分の関係にみる構造の共通化による事象の考察方法
- 数学 B
 - ・加重重心の実験と検証
 - ・カプラを用いた橋の作成と重心の考察
 - ・内積の多次元空間への拡張
 - ・ベクトルを用いた円錐曲線の考察
 - ・3D プリンターを利用した錯視立体の作成
- 物 理
 - ・ワイヤレス電圧・電流センサによるコンデンサーのスイッチ切り替えと過渡現象の測定
- 化学基礎
 - ・定量的な方法による物質の同定(炭酸水素ナトリウムの加熱実験)
 - ・8種類の未知の試薬を酸・塩基・塩の知識を用いて実験・識別
 - ・中和滴定の実験
 - ・酸化還元反応の実験
 - ・ガラス細工

- 化学 ・一次反応の反応速度
- 生物基礎 ・検査データをもとに腎臓のはたらきを考察
- 生物 ・構造に基づいたアロステリック酵素の反応速度グラフの解析

【考察】

理数授業内での課題探究については、これまで、通年で行われる課題探究との接続をあまり意識せずに、教科の内容を深めるという意識で課題に取り組んできた。しかし、PCのソフト(Geogebra)を利用して図形について考察する授業、統計的な処理と連動する授業、数学における研究テーマや仮説の立てる視点を持つための授業、3Dプリンターを用いて実装することを意識する授業、グラフの解析を行う授業等、通年で行われる課題探究のスキルアップにつながるような授業を積極的に行ったことは、教員の中での課題意識の表れであると考える。

高校3年の理系生徒に対する高度な内容を学ぶ理数授業 ①実践数学

【対象】 高校3年理系選択者全員

【設定(実施期間)】 学校設定科目・実践数学(1単位)

【ねらいと目標(仮説)】

科学的素養は高校卒業後も身に付けていく必要がある。高校と大学の接続をすることで、将来研究に携わりたいと考える生徒に、事象の背景となる基礎理論を考えることで深く学ぶことができるイメージを持たせる。数学だけでなく、理科との融合も意識し、高校で学ぶサイエンスの延長にある大学での学びを部分的に抽出し、高度なレベルの問題解決や課題探究にあたる。これまでに学習してきた内容の集大成として実施される科目であるため、各教科の基礎力を必要とし、総合的に科学を考えることで、更なる科学的思考力や未知の事象への解明する挑戦心が育成される。

【内容・方法】

教員が設定した教科融合である課題に対して、高校で学んだ知識・技能を活用して、数学的に解析する課題探究を行う。課題探究は、1学期は2日間の集中実習で、2学期は5校時分の授業で行う。1学期の集中実習は、通常の実践数学の担当者以外にも数学科の教員が担当を行うが、通年の授業は、数学Ⅲ(習熟度別授業)の授業担当者が授業の担当を行う。通年の授業では、数学Ⅲの授業と連動しながら、俯瞰的に単元を横断し学びを深めていく。大学入試の問題も扱い、大学入試にも対応できる学力を育成することも念頭に置きながら、演習問題で扱った入試問題に隠れている大学で学ぶ数学も伝える。

時期	学習内容
1 学期	・課題探究 暗号理論, 微分方程式
2 学期	・課題探究 シャボン膜の数理, 世界地図の数理, 虹の数理, 測量と数理 ※演習を通したテーマ学習(1,2学期の通常の授業) ①極限・複素数平面 ロピタルの定理, フラクタル図形, ベル方程式, 複素数の極限, チェビシエフの多項式, 差分方程式, 漸化式の特性方程式と複素数平面の図形的解釈 ②微分・2次曲線 回転体の表面積, 双曲線関数, テイラー展開と整式の除法, 減衰曲線と縮小変換, 最小問題, 接線の本数と変曲点による接線の関連, 凹凸についての複数の定義, 曲率 ③積分 Logの部分積分と逆関数の積分, ライプニッツ級数, 逆三角関数, フーリエ級数, ガウス・グリーンンの定理, いろいろな曲線の伸開線, 統計と積分計算

上記学習内容の各学期で行った課題探究

1 学期 2日間の集中実習で計12時間取り組む

【1日目】：暗号理論 CodeBreaking(6時間)

【2日目】：微分方程式を用いた現実モデルの解析(6時間)

担当：新井教諭(数学科), 栗本教諭(数学科), 桑原教諭(数学科), 吉田教諭(数学科), 福永教諭(数学科), 長沢教諭(数学科)

【1日目】：暗号理論 CodeBreaking

複数の暗号をそれぞれ異なる数学的な観点から解説し、最終的にRSA暗号の理論を学ぶ。最初は、シーザー暗号、次にスクエタレー暗号に触れる。これらで、暗号を解読するための「鍵」が必要であることを経験する。1日を通した活動はすべて、4、5名のグループで行う。全体を複数のMissionに分け、それぞれのMissionが暗号解読になっている。各Missionで、整数の理論や幾何学的な理論が必要となるように設定し、古典的な暗号解読で数学が利用されることを学ぶ。暗号を解読すると、校舎内を移動して次のMissionを手に入れることができる。また、途中、パスワードが設定されたファイルをクラウド上に置き、暗号解読するとパスワードがわかりファイルを開くことができるようにするなど、楽しみながら難解な暗号理論を学ぶ。最後は、RSA暗号を解読する内容になっている。ここまでのグループ活動は午前中を通して行う。午後は、オイラー関数やフェルマーの小定理の証明を通しながら、RSA暗号の理論を数学的に説明できるような課題に取り組む。

【2日目】：微分方程式を用いた現実モデルの解析

「物理と数学」または「生物と数学」が融合された内容（現実事象）を、微分方程式を用いて解析を行う。解析については、基礎的な微分方程式の概論をワーク・講義形式で学び、その後、現実事象として与えられたテーマを、4,5名のグループで解析をする。その後、解析結果を他のテーマを解析した人に対してポスター発表を行う。

テーマ①『微分方程式「紐の数理」』（物理・数学融合）

マルサスの人口論を用いて微分方程式の概論を学習する。概論としては2段階あり、人口の増え方は何に依存するのかということ考察して人口の増加をモデル化する、その後、食料資源の限界などの環境的要因に目を向けて、ロジスティック方程式を解き、人口の増加モデルの修正を行う。その後、いくつかの課題を、微分方程式を利用して解明する。課題は複数あるので、グループ内で分担するなどして、できるだけ多くの課題に取り組む。

課題1：放物面の軸に対して平行に入り込んだ光が焦点に集中することの解析

課題2：紐の両端を持ったときにできる紐の概形が懸垂曲線になることの解析

テーマ②『微分方程式「生物界と数理」』（生物・数学融合）

マルサスの人口論を用いて微分方程式の概論を学習する。概論としてはテーマ①と同じ流れである。その後、テイラー展開およびオイラーの公式の導出を行い、2階微分方程式の解法をワークショップ・講義形式で行う。学習したモデル化の方法を用いて、ロトカ・ヴォルテラモデルである種間競争(捕食者と被食者の増減)を解析する。

課題：サメなどの捕食者と小魚などの被食者の増減がどのように時系列で推移するのか解析

2学期 実施日：10月25日(月)、27日(水)、28日(木)、29日(金)、11月1日(月)

5つのテーマに対して、全5回の授業時数でグループによる課題探究に取り組んだ。最初の4回の授業(1~4校時目)では、これらの課題にグループごとに取り組む、最後の授業(5校時目)でお互いに発表し合う。発表は、テーマごとに紙芝居形式で10分発表を行う。そのテーマに取り組んでいないグループは聴講する。50分の授業の中で4つのテーマの発表を行う。発表後は、グループごとに紙芝居で利用したものを提出。



テーマ①『シャボン膜の数理』（物理・自然融合）

課題1でシャボン膜を用いた実験を行う。実験は、アクリル板の間に棒(4本まで可能)を立て、それをシャボン液入りのバケツに入れ、引き上げたときにシャボン膜がどのように張られるか観察し、その形状から考察する。課題2では、この事象を利用していくつかの数学的な課題を解明する。



テーマ②『世界地図の数理』（地理・数学融合）

課題を通して、球面上の任意の点を平面对応させる変換を考えて地図を作成する。また、地球上の2点を最短距離となるように飛行機で移動したとき、世界地図のどの場所を通過しながら飛行したのか考察する。



テーマ③『虹の数理』（物理・数学融合）

課題1で物理「波動」で学習したスネルの法則を、数学的にモデル化し、解明する。その後、課題2では、虹が見える現象を課題1で導いたスネルの法則を前提に、数式を用いて解析し、虹の起こる現象を解明する。また、虹にはどのような形があるのかということ、空間把握の観点からも解明する。



テーマ④『測量の数理』（物理・数学融合）

「測量」で利用されている複数の方法を、数学的にモデル化し、解明する。その後、プラニメーターを実際に利用して地図上の面積を求め、どのような原理で面積が求められるのかを解明する。また、GPS測量にも触れ、GPSで位置情報が特定できる仕組みなども解明する。



【検証・考察】

■実践数学 1学期集中実習後アンケート(N=195)

質問1: 1日目の暗号解読は楽しめましたか	非常に楽しかった 147 (76.6%)	大体楽しかった 42 (21.9%)	あまり楽しくなかった 3 (1.6%)
質問2: 2日目の微分方程式は楽しめましたか	非常に楽しかった 78 (41.1%)	大体楽しかった 95 (50.0%)	あまり楽しくなかった 17 (8.9%)
質問3: 1日目のRSA暗号は理解できましたか	はい 162 (84.4%)	いいえ 30 (15.6%)	
質問4: 2日目に自分が取り組んだ微分方程式は理解できましたか	はい 173 (91.1%)	いいえ 17 (8.9%)	
質問5: 1日目の暗号解読は難しかったですか。	はい 79 (41.1%)	ちょうどよい難しさ 109 (56.8%)	いいえ 4 (2.1%)
質問6: 2日目の微分方程式は難しかったですか。	はい 118 (62.1%)	ちょうどよい難しさ 65 (34.2%)	いいえ 7 (3.7%)
質問7: 2日間を通して自然現象や現実世界の中で、どのように数学が活用されているか感じましたか。	はい 193 (99.0%)	いいえ 2 (1.0%)	
質問8: 2日間を通して、数学の能力は上がったと感じますか	はい 174 (89.2%)	いいえ 21 (10.8%)	
質問9: 困難な課題に対して、チームで協働的に解決することの利点を感じましたか	はい 192 (98.5%)	いいえ 3 (1.5%)	
質問10: 2日目の微分方程式で、より深く事象を解明すること(モデル化)のイメージは沸きましたか	はい 174 (91.6%)	いいえ 16 (8.4%)	

※各回答で未回答は除いて集計

■2学期実践数学実施後 アンケート結果(N=187)

質問1: 今回の実践数学の取り組みは楽しめましたか	はい 185 (98.9%)	いいえ 2 (1.1%)
質問2: 今回の実践数学で自分が取り組んだ内容は理解できましたか	はい 183 (97.9%)	いいえ 4 (2.1%)
質問3: 今回の実践数学で自分が取り組んだ内容は難しかったですか	はい 153 (81.8%)	いいえ 34 (18.2%)
質問4: 自然現象や他分野で、どのように数学が活用されているか感じましたか	はい 186 (99.5%)	いいえ 1 (0.5%)
質問5: 今回の実践数学で、数学の能力は上がったと感じますか	はい 147 (78.6%)	いいえ 40 (21.4%)
質問6: 今回の実践数学で、他教科(数学以外の教科)の能力は上がったと感じますか	はい 102 (54.5%)	いいえ 85 (45.5%)
質問7: 数学を用いて、より深く事象を解明すること(モデル化)のイメージは沸きましたか	はい 179 (95.7%)	いいえ 8 (4.3%)
質問8: 今回の取り組みで自分が深く専門分野を学び、世の中の未知の領域を解明したいと思いませんか	はい 155 (82.9%)	いいえ 32 (17.1%)

※各回答で未回答は除いて集計

本授業に取り組み始めた昨年度に続き、非常に前向きに取り組んでいたことがわかる。1学期,2学期とも内容は非常に高度なものを理系生徒全員に対して課しており、このことは1学期,2学期の課題探究の取組後のアンケートの難易度に関する質問の結果からうかがえる。大学受験を控えた高校3年生に対して、非常に挑戦的な試みであるが、これまでのSSH事業での取り組みで探究活動に対する土台が育成されていることで、教員の想定以上に積極的(楽しめたかという質問に対する結果から判断)に取り組んでいることがわかる。

また、理科や地理との融合的な内容や現実事象を考察する内容を扱っているが、「自然現象や他分野でどのように数学が活用されているか感じましたか」(1学期の質問7,2学期の質問5)の回答結果で、ともに99%を超える生徒が「はい」と回答しており、いずれの取り組みにおいても高度なレベルの課題探究で、数学が利用されることを感じられたと云ってよい。

また、1学期の2日目および2学期の取り組みにおいては、数学を利用した現実事象の解析であるため、数学を用いてモデル化のイメージは沸いたかという質問を行った。1学期の質問10,2学期の質問7の回答結果から、数学を活用して他教科と絡みのある現実事象をモデル化して考察する経験として有意義な場であったと考える。

そして、本授業の目的として挙げている「更なる科学的思考力や未知の事象への解明する挑戦心の育成」は、2学期の取り組みの質問8「今回の取り組みで自分が深く専門分野を学び世の中の未知の領域を解明したいと思いませんか」の回答結果に如実に表れている。結果は187名中155名が「はい」と回答しており、実に83%の生徒が肯定的な回答をしている。内容は、4つのテーマそれぞれ異なるものであったが、取り組み内容の難しさは80%を超える生徒が難しいと感じている。しかしながら、生徒のコメントにもある通り、身近な事象がテーマになっていることで、数学や理科等の知識・技能を総合的に利用することが必要になるため、サイエンスを学ぶことの面白さや興味・関心が非常に深まった生徒が多いと感じている。また、他校の生徒に、今回の取り組んだ内容を解説する生徒が出ており(実施後のアンケートのコメントより)、本授業での効果として周囲に対してサイエンスを広めることができる可能性も見えてきた。

2学期は昨年度の内容に加えて「測量」をテーマに加えて実施している。昨年度と似た形式で行った2学期の取り組みは昨年度も下記アンケートと同じアンケート行っているが、2か年を比較してみても大きな違いはなかった。内容だけでなく、サイエンスに対する考え方や取り組み方、そしてモチベーションの向上という意味においても、大学と高校での学びの接続になるような取り組みであったと感じている。本校の高校3年は、理系に限って言うと大半がいわゆる難関大学と呼ばれる大学を目指している。大学入試への準備も重要である生徒でも、この実践数学の授業形態は、高校2年生までに取り組んできた課題探究をより高いレベルへと上げ、大学やその先の研究活動につなげることができる学びの形態の一つであると期待している。本取り組みが、本校と状況が似ている他校においても、参考になる取り組みになると感じている。

ここまで本授業での効果として表れている点を中心に述べてきたが、今後の改善をすることで、より学びが深められるのではないかとと思われる点を述べる。2学期の質問5「今回の実践数学で、数学の能力は上がったと感じますか」、質問6「今回の実践数学で、他教科(数学以外の教科)の能力は上がったと

感じますか」という2つの質問に対して、「はい」と回答した生徒は前者が79%、後者が55%と開きがある。また、実施後の生徒のコメントにもある通り、理科の全科目と連動している内容ではなかったため、内容をより充実させることが必要である。本授業は数学の教員がすべてのデザインを行っているが、より効果のある授業にしていくためには、他教科との協力が重要であると考えます。この点は、数学科の教員だけで解決できることではないので、他教科を含めた学校全体として検討していく必要があると感じており、今後の検討課題である。

■2 学期の取り組み後のアンケート結果 「感想や意見があれば記載してください」より抜粋

- 数学や物理で習ってきた内容がこの活動に生きてきたことが嬉しかった。理工学部はこういうようなことをより突き詰めて解明していくのだと実感し、大学での授業や卒業研究の大まかにやることがわかったような気がしました。
- 事象を、数学を用いた証明を通して、感覚的な理解だけでなく、ちゃんとした理解を深めることが出来た。他校の友達に写真を見せて、証明をしながら説明したら、とても面白がってくれた。嬉しかった。
- 今回の4テーマのなかで、虹は最も私たちの日常生活に親しいものだと思うので、その原理を理解できてとても良い機会だった。このように日常生活でよく見る光景を数学的に解明するのは興味深いつと感じた。
- 他の班の発表がとても分かりやすく、自分ではやっていないけれどすごく理解することができました。また、自分の探究したテーマについては、難しかったけれど、班のメンバーと協力して色々解明していくのがとても面白かった。
- メルカトル図法のざっくりとした作り方は知っていたが、誤差の調整にまで意識がなかったのを知って嬉しかった。自分で計算してみても実際に調整すると、とても大きな誤差だったので驚いた。また、日常生活における積分の重要性を感じた。
- 1学期の時も感じましたが、思っている以上に数学は日常にあるなど改めて思いました。自分が取り組んだ内容を他の人に分かりやすく伝えようと思うと、さらに深く考える必要があったので発表準備の過程でさらに理解が深まりました。
- 最初にメルカトル図法を数学的に求めると言われた時はテーマが壮大で難しいように思えたが実際始まってみたらグループで話し合ったり先生に質問したりしながらではあったが解くことが出来て、高校数学の範囲でも世の中に使われている数学を理解できるんだなと思いつ新たな発見だった。また、他の班の発表を聞いて面白そうだったし、数学は本当に色々な分野で使われているのだと感じた。
- 日頃の勉強はテストに向けても大事ですが、やはり数学の本当の楽しさや数学による社会貢献に触れる経験がしたいので授業で学べてよかったです。
- 1学期の実践数学よりもプリントに沿う中でも自発的に問題を解くことが出来た上に、「何をやっているのか」を深く理解しながら行うことが出来たので良かったです。やりがいがありました。
- 前回の授業のテーマより内容が身近なものだったのでより興味が持てましたし、理解もしやすかったです。また、数学だけではなく理科とも関連した内容について、実験も行うことで実践的に数学が利用されていることを実感しました。今回は時間の関係で平面でのみの考察しかできませんでしたが、調べてみると、立体での考察をベクトルや微分を用いて行っているものがあったので、機会があれば研究してみたいです。また、他の班の発表を聞いて発見があり面白かったです。
- 最初シャボン膜が数学とどう関係するのだと思っていましたがいざやってみるとシャボン膜が多角形内の1番エネルギーが小さいところに張る事を知り、手を加えなくても自然にそうなるのだとびっくりしました！計算などしなくても自然界の法則？に従ってシャボン膜が移動することは普通の事かもしれないけどよくよく考えるとそれってすごいことだなあと改めて思いました。そしてそれを数学で一般化するのはとてもワクワクしたし自然の出来事を数学で表現できる数学の奥深さに感動しました！今回も実践数学楽しかったです！
- 生物界の事象を数学で表すような内容もあると良いなと思いました。実験や実践で、自分で実際に体験できるようなものだとイメージしやすいぶん、虹は実験が不可能だったので難しかったです。
- 今回、地理や物理との絡みが深いものばかりだったが、化学系だとテーマがあまりないのだろうか。個人的には化学が好きなので、そういうテーマもあったらもっと楽しめたなと思った。

高校3年の理系生徒に対する高度な内容を学ぶ理数授業 ②化学応用

【対象】高校3年理系選択者全員

【設定(実施期間)】学校設定科目・化学応用(3単位)

【ねらいと目標(仮説)】

高校の化学と大学の化学には大きな乖離があるため、その橋渡しとなる授業を行う。また、難関大学や思考力テストの礎となる読解力の錬成も兼ねる。

【内容・方法】《担当》水村教諭(理理科)・中村教諭(理理科)

- ・短縮授業の影響から、大学レベルの化学を扱う授業は、例年よりも少なかった。以下は大学レベルの化学を扱う授業の報告である。
- ・化学グランプリの一次試験(150分で4題)の中から1題を扱った。解く時間50分、自己採点+解説+アンケート回答で50分。これを2回行った。(2020年度は9回実施)
- ・化学グランプリ二次試験の実験は、今年は実施できなかった。

化学グランプリ年度, 大問	扱う内容 下線部を特に解説
2018年 4 (p28-37)	アルキン3分子重合(A反応)の環形成(生成物の比率, 生成物の種類), 分子量から置換基の予想, トリインがA反応した時の生成物(構造式センス), 生成物から反応物をたどる(逆合成), ヘキサンからベンゼンの合成(B反応) (グラフから中間生成物やベンゼンを選ぶ), 環形成された反応を考察, B反応の応用, 質量スペクトルによるブチルベンゼンの異性体3種の同定, ジブロモクロロベンゼンの分子イオンピークと同位体ピーク, ソフトなイオン化法によるタンパク質の分子量決定
2016年 2 (p10-19)	反応速度式, 酵素E・基質S・複合体ES, 定常状態, ミカエリス・メンテンの式, ラインウィーバー・パークプロットによるミカエリス定数と最大生成速度の計算(グラフ用紙必要), 阻害剤3種のプロットグラフの変化, 阻害剤の反応機構3種と具体例(読解),

【検証】

生徒アンケートより

■問題を解く前と後で、化学的な知識の向上に役立ちましたか？

大いに役立った9% 役立った73% あまり役立たなかった17% まったく役立たなかった1%

■化学的な興味・関心は得られましたか？

とても得られた69% 得られた19% 興味は持てなかった, 関心はなかった12%

■読解量, 解く内容を考えて, 難易度はどうでしたか？

難しい49% 少し難しい36% ちょうどいい14% やさしい1%

■時間があるとして, 今後も似たような問題で演習授業を行いたいと思いますか？

思う65% 思わない35%

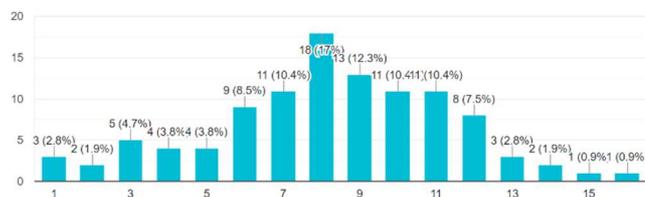
■自由回答

- ・化学グランプリとかってもっと難しい問題が出るのだと思っていました。
- ・知識がいらないので、普段の有機化学より解いていて楽しかったです。大学入試でもその場で読んで理解する形式は増えてくると思うので良い練習の機会になったと思います。でも、受験直前なので知識の穴を埋められるような普通の問題を解きたい気持ちもある。
- ・入試問題を解く時と違う楽しさがありました
- ・四十分間集中して情報処理するのがきつかったです。

【反省】

去年は9回行うことで集中して読もうとする姿勢が向上していく印象を感じたが、今年度は入試の直前期に2回しか行えなかったため、生徒のもつ印象に違いが見られた。大学入試で今後増加が予想される「思考力問題」について、グラフを自分で描いて考察するタイプ、見なれない用語を読解するタイプ、有機合成の際に必要な構造変化の感覚など、たくさんの思考力問題タイプを紹介することができた。しかし、これらを生徒自身が身に付けて志望校の入試問題で発揮するのが真の目的と考える。

自己採点で16点満点中、何点でしたか？問々は各3点、問又は各2点となる計算です。数字のみ答えてください(1-16)
106件の回答



高校3年の理系生徒に対する高度な内容を学ぶ理数授業 ③物理応用

【対象】高校3年理系・物理応用選択者

【設定(実施期間)】学校設定科目・物理応用(4単位)

【ねらいと目標(仮説)】

高校物理の範囲について、物理の諸法則が成り立つことを実感できるように、実験を多く組み込み、大学で学ぶような内容についても踏み込んだ授業を展開する。前者においては、実験計画から検証の方法と解析の方法に至るまでを主体的に考え探究していくことを目指し、科学的思考力や洞察力を養成する。後者においては、微分・積分法を活用し、高校物理の諸法則を体系化し、最後は大学入試問題にも対応できるようにしていく。

【内容・方法】《担当》村山教諭(理教科)・西村教諭(理教科)

時期	学習単元	学習内容
1 学期	力学 熱力学 電磁気	万有引力・慣性力 気体の分子運動・熱力学第一法則・熱機関 磁石と磁気量・電流と地場・電磁力・ローレンツ力・電磁誘導・コイルの性質とエネルギー・交流
2 学期	原子 入試問題演習 課題探究	粒子性と波動性(電子の発見含む)・原子の構造・原子核・半導体 微分方程式 特殊相対論

シラバスに基づき、まず力学の万有引力と慣性力を学習した。続いて熱力学では気体の状態変化やエネルギー、電磁気では電磁誘導や交流回路、さらに原子分野について学習した。高校の学習内容が一通り終わった後は、入試問題演習を行った。

入試問題演習に入る前に、微分方程式の授業を行った。大学入試物理において微分方程式の理解は必須ではないが、理解しておくことでより深く理解できることがあり、また京都大学では明らかに微分方程式に踏み込んだ内容の出題をしていることがある。本来は物体の運動はイメージするのではなく、計算の結果から分析するものである。高校物理で扱う運動は、指数関数型の微分方程式と、三角関数型の微分方程式が理解できれば十分なので、生徒にはこの2つの形の微分方程式を解けるように指導した。特に、積分定数の意味と初期条件の関係について理解できるよう時間をかけた。

また、例年行っている高校2年次の修学旅行では、長崎原爆資料館を訪れて核分裂と原子爆弾について学ぶ機会となっていたが、昨年度の修学旅行が中止になったことを受け、原子物理分野の学習において、アインシュタインによる質量とエネルギーの等価性 $E = mc^2$ の式を扱う授業を行い、そこから核分裂の発見・ナチスドイツとアメリカの核開発競争・日本に原爆が落とされるまでの経緯について映像を視聴しながら学んだ。

【考察・反省】

本校における物理・生物の進度は他の理系科目と比べてもやや遅く、例年高校3年次2学期に教育課程を修了している。今年はコロナ禍による授業短縮の影響が大きく、課程修了も危うい状況で、配信による授業を行って何とか修了できるといった状況であった。このような中での探究活動は生徒のモチベーション低下を招くこともあり、もう少し授業と探究とのスムーズな接続ができればよかった。

高校3年の理系生徒に対する高度な内容を学ぶ理数授業 ④生物応用

【対象】高校3年理系・生物応用選択者

【設定(実施期間)】学校設定科目・生物応用(4単位)

【ねらいと目標(仮説)】

大学入試問題を解くことが大切だが、生涯探究を続けて社会に貢献できる人材を目指して欲しいと考える。そのためには、①生物における基礎学力の充実②主体的・協働的に学び、発表・共有していく③大学およびその先(研究機関や就職先)を見通して、生物分野にとどまらず横断的に学ぶことを目標とする。②、③目標達成の一助として、以下の内容や形式を授業に取り入れる。

分子生物学で用いられる化学的手法を中心に、生物を科学的に解析する技術の原理を生徒各自が調べ、解説をする形式の発表授業を行う。代表的な技術については実習を行う。医学系に進学を希望する生徒も多いため、生命倫理に関わる内容についても学ぶ。クローン技術や遺伝子治療、生殖医療や尊厳死などの課題について議論を行い、知見を広げる。

【内容・方法】《担当》西教諭(理教科)

時期	学習単元	学習内容
1 学期	基礎の復習 基礎実験(中止) 探究活動	<ul style="list-style-type: none"> ・生物基礎・生物の内容を総復習し、基礎学力の定着をはかる ・遺伝子組み換え実験(中止)、電気泳動の実験(中止) ・生物を科学的に解析する技術の原理を生徒各自が調べ、解説をする ・形式の発表授業を行う
2 学期	探究活動 入試問題演習	<ul style="list-style-type: none"> ・クローン技術や遺伝子治療、生殖医療や尊厳死などの課題について議論を行う ・大学入試でよく扱われるテーマの問題を中心に問題演習を行う

予定していた探究活動は短縮授業の影響で行えず、より短期間で行えるものを新規に計画し、実施した。内容は、SimRiver(シムリバー)とよばれる河川環境シミュレーションソフトを用い、人間活動と河川の水質(環境)を理解し、各自問いを立てさせるというものである。

実施日：10月2日(土)、10月8日(金)

全2回の授業時数で課題探究に取り組んだ。まず1時間目には現在の世界各国の川、1950年代の日本の河川の汚染状況を調べ、日本では現在に至るまでに水質改善がなされてきたことに気付かせた。河川の水質の指標生物である珪藻の存在やその役割、採集の方法や観察を行うための処理の仕方、シミュレーションソフトの使用方法を学び、地点間や環境の違いによる珪藻の違いから人間活動と河川の水質について考察させた。2日目には各自設定した様々な条件でシミュレーションを行い、その考察を踏まえて、珪藻を用いた河川の調査計画を立てさせた。

【考察・反省】

短期間での実習にもかかわらず、生徒自身が様々な条件を設定してシミュレーションを行えたことや、自然に生徒間での情報交換が行われたことが良かった。与えられた問いに対して取り組ませるのでなく、生徒自らが問いを立てるということを目標に、新規の試みであったが概ね問題なく実施できた。

【検証】生徒アンケートより

質問1：この実習を通して水質汚染や珪藻についてどのような興味を持ちましたか。

- ・珪藻を使って水質を調べられること自体に興味を持った。(多数)
- ・様々な環境への珪藻の適応過程や種分化の過程に興味を持った。(多数)
- ・かつて日本も水質汚染が深刻だったが改善されているので、諸外国でも応用できるか興味がある。
- ・汚水中で生存できる珪藻とそうでない珪藻のちがい
- ・水質によって変化する珪藻の形状の適応的な意義やそのしくみ
- ・人口だけでなく、畑の有無が水質に及ぼす影響がかなり大きいこと

質問2：この実習を通して水質汚染や珪藻について、さらに学びたいと思いましたか。

かなり思う...12.8%、やや思う...71.8%、あまり思わない...15.6%、まったく思わない...15.4%

【対象】 高校 2 年全員

【設定(実施期間)】 総合的な学習の時間「科学探究Ⅱ」 および「総合探究Ⅱ」(集中実習・4 時間)

【ねらいと目標(仮説)】

国際会議に参加する際、英文での要旨やポスターの作成が必要になる時がある。そこでサイエンスと英語を融合した探究活動(実験)を行い、その後にその活動を通して得られたことを英文で表現するサイエンスライティングの講義を聴講し、英語で表現することの抵抗を減らすことを目指す。

【内容】

1 校時目・2 校時目 「実験・記述」

「工学」「物理」「化学」「数学」の 4 つのクラスすべてにおいて、「Prediction」「Data collection」「Results」「Analysis」「Discussion」「Conclusion」の流れで取り組んだ。最後には、科学英語の使い方や表現、日常使う英語と科学英語や日本語と英語の表現の違いについて学び、英語で実験レポートを作成。英語のレポート作成の際には、文例がいくつか与えられ、理系論文のレポートとして適切な表現であるかを重視。レポートをグループ間で互いに発表した。

- (A) 工学：「マシュマロでタワーを作る“仕事”」
- (B) 物理：「風船ヘリコプターを飛ばす実験」
- (C) 化学：「M&M's を食べずに浸す実験」
- (D) 数学：「無限チョコレートバーに関する実験」

(A) 工学：「マシュマロでタワーを作る“仕事”」

《担当》講師 1 名(杉田 優里氏 日本航空貨物郵便本部所属)

《参加生徒》86 名(A 班 43 名 9:00~10:30 B 班 43 名 10:30~12:00)

《内容・方法》実験内容

- ①構造体に関する講義(2次元,3次元の様々な形状と,どのような形状が安定(stable)であるか)を英語で説明し,マシュマロとパスタで正三角形と正方形を実際に 4 名 1 組で各グループに作ってもらい,力を加えることによって検証を行った。また,最小限の材料で効率的に構造体を作ることを意識する大切さも述べていた。
- ②20 本のパスタと 20 個のマシュマロでタワーを作り,どのグループが最も高いタワーを作れるかを競わせる。また,手を放してもタワーが崩れないこと,タワーの下に引いた紙をある程度ゆらしても崩れないことを条件とした。

(B) 物理：「風船ヘリコプターを飛ばす実験」

《担当》講師 1 名(南 智予氏 アルク Kiddy CAT 英語教室 GENKids 主宰)

《参加生徒》84 名(A 班 42 名 9:00~10:30 B 班 42 名 10:50~12:20)

《内容・方法》実験内容

- ①風船に空気を入れて口をつまんで放す。飛んでいく方向をよく観察する。空気が抜けていく向き(風船の口)と逆向きであることを確認する。
 - ②作用・反作用の法則の説明をする。ロケットが飛ぶ仕組みと風船が飛ぶ仕組みはともに,作用・反作用の法則で説明ができることを確認する。
 - ③風船ヘリコプターの実験を行う。
- 上記①~③の内容を事実の確認と考察の二つに分けて,グループで話し合わせながら英語で表現させる。

(C) 化学：「M&M's を食べずに浸す実験」

《担当》講師 1 名(桑原りさ氏 Sweets Oblige by Asa&Lisa 代表)

アシスタント 1 名(安掛真一郎氏 東京農工大学大学院博士課程 3 年)

《参加生徒》85 名(A 班 42 名 8:30~10:00 B 班 43 名 10:30~12:00)

《内容・方法》実験内容

- ①: 1. 紙皿に M&M チョコレート 10 粒を円形に並べる(できるだけ違う色)。
2. 粒が浸るように,水を静かに注ぎ, 1 分して,様子を観察する。
- ②: 1. 紙皿に M&M チョコレート 10 粒を円形に並べる(できるだけ違う色)。
2. 粒が浸るように,牛乳を静かに注ぎ,しばらくしてから,爪楊枝で液体をかき混ぜる。

(D) 数学：「無限チョコレートバーに関する実験」

《担当》講師 1 名(陣崎マリア氏株式会社 J-Labo 所属 実用英語検定面接委員)

《参加生徒》85名(A班43名8:30~10:00 B班42名10:30~12:00)

《内容・方法》実験内容

チョコレートを分割し,それをくっつけて元の形に戻す工程を実習する。実験の内容は,以下の通り。

- ①チョコレートを決められた線で分割する
- ②違う線でくっつけて元のチョコレートのかたちにする
- ③1つ余りが出てしまうことを考える

3校時目・4校時目「講義・演習」

実験・記述実習の後,次のステップ「講義・演習」として,講堂で論文に必要な科学英語の講義を聴講。学校でいつも学んでいる **General English** と **Scientific English** の共通点や違いについて具体的な例を挙げながらわかりやすい講義があり,英語で論文を書く方法などを事前に取り組んだ4つの実験内容をシェアしながら科学英語の特徴と必要性を学ぶ。

《担当》講師1名(中村尚子氏)

《参加生徒》340名(A班172名10:40~12:10 B班168名12:45~14:15)

《内容・方法》

講堂にて以下の内容で講義と演習が行われた。

①「科学・技術英語」について(講師の方からの特徴の解説)

- ・「技術英語・科学英語」の特徴について

講師の中村先生が英文での特許出願のために理系研究者に対して指導・添削を行った経験に基づいて,科学技術に関する英作を行う場合には3点「事実即して書く」「短い基本的な英文を書く」「主語を明確にして書く」に留意するという説明があった。

- ・「技術英語・科学英語」としての英作文(和文英訳)の演習

生徒が本講義の直前に体験した4つの実験を踏まえてその結果をまとめるうえでの英語の表現上のポイントを和文英訳の練習問題を通して行った。

②事前に行った実験に関して英語で表現する上でのポイントの解説

- ・和文英訳の解答,そして解説を通しての演習を行う。
- ・講演のまとめとして講師の経験を交えて科学技術の分野で特徴的な英語表現を学ぶ重要性の説明があった。科学・工業の分野で英語を使うことは必須になっている。単純で平易な英語を使うことで十分今後通用する英語を身に付けることができる。これらの説明があった。



【考察・反省】

1校時目・2校時目 「実験・記述」について

《工学》

- ・前半の講義の部分では2次元において正三角形の方が正方形より安定であるということを知り、3次元についてどのような形状が安定であるかということはふれていなかったため、四面体を作るグループ、四角形に対角線を入れたもので立体を作るグループなど、アプローチの仕方は様々であり、試行錯誤ができる教材として意義が非常にあると感じた。
- ・タワー作成後は生徒による発表があった。講師の先生はタワーについての感想・考察などを述べていたが、発表の際の英語については特に触れていなかった。タワーチャレンジで「英語を学ぶ」という観点から見ると、発表の英文についてのアドバイスがもう少しあっても良かったと感じた。

《物理》

- ・作用・反作用の法則は高校1年生で学んだ内容なので、文系の生徒も知識を持っている。今回の内容はそれをさらに深める内容であったため、参加生徒全員がよく理解できるレベルであった。ただし、風船は空気から受ける力の方向に力積を受け、その分だけ運動量が変化し、後の速度の方向が決まるため、風船が飛んでいく方向は空気が抜けていく向きと逆向きというのは、厳密には誤りである。物理基礎までの知識であれば今回の内容のような説明がベストだと思うが、高校2年生で物理を選択した生徒は理解が及ぶことなので、誤りに気が付いてほしかった。
- ・すでに日本語で持っている知識が英語になるので、英語でも理解できている様子であった。高2のこのタイミングで取り組めたことは、教育効果を大きくした。また、興味を引く内容が目の前で起こり、それを英語で表現しているという点が、生徒のモチベーションを上げていた。専門的な表現があるわけではなく、単語の知識があれば、習ってきた文法で、文章表現できることを学んでいた。

《化学》

- ・溶解、濃度勾配、という単純な現象がテーマだが、生徒はすごく難しい理論を持ち出そうとし、現象の説明を正しく行えないという状況であった。M&Mの実験の前に、濃度勾配というテーマでかんたんな現象を見ておくと、スムーズな議論ができるのではないかと感じた。

《数学》

- ・生徒たちにとって、実験の内容を「事実」と「考えられること」に分けることが難しいようだった。「出来事」を聞かれているのに「理由」まで答えようとしてしまうので、レポートの項目を満たした記述をするのに苦労していた。能力があるがゆえに先回りして考えてしまい、かえって講師の求める作業を的確に行えていない場面があった。いくつかの限定的な語句の意味は学習する必要があったが、それさえ分かれば英語の指示も理解できるのだという経験はよかった。

《全体》

- ・実験パートのスライドを前もって送ってもらい、教員側が確認し、生徒にとって難しい単語（多義語で特別な使い方をされている）や、逆になじみがあるので解説不要な部分を伝えておくとよい。
- ・可能であれば、当日の授業前にHRや講堂でプレ体験のようなものがあるとよい（授業の冒頭ではなく）。何をするのか見通しが持てると、もっと講義の内容に集中できたのではないと思う。
- ・外部発表に向けて英語のスライドの準備の仕方、プレゼンの仕方に関しても、必要となってくる生徒がいるので、実際のスライドの添削や英語でのプレゼンについても学べる機会があるとよいと感じる。

3校時目・4校時目 「講義・演習」について

①英作文指導に関して

本講演で導入された「STEAM 英語」に特徴的な表現は、ちょうど本校の高校2年生が「英語表現」の授業の中で学ぶ内容と重なることが大いにあった。今後、継続的な取り組みとして「STEAM 英語」を指導するにあたり、この「英語表現」の授業内容と、今回学んだ内容との関連づけをすることを通して、定着を図ることが可能である。

➡改善点：「英語表現」担当者でもある学年所属の教員を通じて、他の担当者にも「STEAM 英語」の作文上のポイントについて情報共有をし、受験指導にも生かす。

②「科学・技術英語」の四技能指導に関して

Reading, Writing, Listening, Speaking の4技能の観点から今回の講習を分析すると、英語をメインとした説明による授業だったため、生徒は普段の授業では耳にしないう科学・技術英語の表現を習得することができたと思う。ただし、生徒のアンケートの結果を見ると、「ところどころ日本語による説明もあったが、オールイングリッシュでも十分に理解できたのもっと難しい英語によるデモンストレーションでもよかった。」という感想もあるので、次回以降は日本語による説明なしで実験を行っていくことも視野に入れたい。また、Writingに関しては、実験の際に使ったハンドアウトに基本的な terms の日本語訳があったため、英語が得意ではない生徒に関しても理解しやすい構成になっていた。また、実験の手順を分かりやすくするため、1.Title, 2.Purpose, 3.Materials, 4.Procedure, 5.Results, 6.Discussion という

項目がハンドアウトに記載されていたので、生徒は実験を進めながら記入することができ、英語への output がしやすかったようだ。Speaking に関しては、やはりプレゼンテーションの時間まではなかなか取れなかったため、最後のグループごとの Results の発表でクラス全体に代表の生徒が簡単に英語で述べるだけにとどまった。実験の最中などもやはり、英語でのやりとりというよりも日本語で話してしまう場面が多く見られたので、日本人講師による限界も感じざるを得なかった。native speaker によるレクチャーであれば日本語に頼る場面も多少少なくなるかと思う。Reading に関しては、2 部の講堂における講義で紹介された科学論文の言及にとどまった。しかしながら今回の講座の目的は科学的な英文の書き方・表現の学習なので、科学論文の読解は今回の主旨ではない。

➡改善点： 1 日という短い時間の中での学びであったが、生徒たちの感想を見ると、英語による科学的な実験・考察などとても実り深いものであったので、今後も授業内で STEAM 関連の英文を読んで科学的な表現を学び、またパワーポイントなどを利用して英語でまとめプレゼンしていく活動もコミュニケーション英語Ⅱの時間などで入れていければと思う。

③英語指導と他教科との連携について

教科で学んだ内容を、あらためて英語で読む・書くという指導の仕方は、生徒の興味・関心を高める上でも効果的であるため、教科融合の取り組みは大きな意義があると考えられる。実験教室の担当をした理科科の教員からは、バカロレア用の英語で作成された理科分野の教科書を使えば、英語との融合授業が可能かもしれないと言った感想や、英語から翻訳された日本語の理科科のテキストとその英語版を使えば、教科融合的な授業を学校の理科科の教員と英語科の教員で行うこともできるのでは？といった感想が聞かれた。このように実際の STEAM 英語の授業が目前で展開されるのを見る機会は、生徒のみならず教員にとってもよい刺激を受ける経験となった。

➡改善点：教科で取り組んでいる英語の教材で STEAM 関連の題材を扱う時に、理科科の教員を招いて教科融合授業を行うことが可能である。理科科の授業に英語科の教員が入って、STEAM 英語の授業に類するような実験を伴う授業を教科融合授業として取り組むことも可能だと思われる。生徒が既知の概念（教科の教員が把握）や既習の言葉（英語科の教員が把握）を使うことでより効果的な融合授業を実施することができるというメリットが期待できる。

【検証】

- ・右表は、生徒アンケートの結果
- ・本取り組みは 3 年目の実施であるが、今後より良い内容にしていくため、今年度初めて外部講師と本校関係者で、事後の反省会を行った。

〈教員と講師と反省会より〉

・全体として、非常に面白いプログラムだった。クラスに入っている英語科以外の教員はあまりやれることがないのであると思っていたが、実際に参加してみると英語一辺倒の時間というわけでもなかった。ディスカッションを活発にさせたり、生徒に声掛けをしたりすることでもっと良い時間とすることは可能なわけで、まだまだ工夫次第でより良いプログラムにする余地があると感じた。（学年主任）

・実験パートに関しては、前もって内容を理科科の教員が知っていれば、初めの実験の前にもう 1 つのデモンストレーションを加えることで、生徒のディスカッションを活発化させられるようなものを提供できたと思う。（理科科教員）

・探究の時間を利用し、実際に論文を読んでみてから当日をむかえると、より効果的。（英語科教員）

・外部発表に向けて英語のスライドの準備の仕方、プレゼンの仕方に関しても、必要となってくる生徒がいるので、実際のスライドの添削や英語でのプレゼンテーションについても学べる機会があるとよいのでは。（英語科教員）

・前もって準備することによって良いプログラムになるという視点もあるが、このプログラムを出発点としてさらに興味をもって取り組みたい生徒にさらに学んでいてもらいたいので、そのような機会は十分に提供できたと思う。さらに学びたい生徒がいればまたプログラムを考えればよい。（講演会担当講師）

科学英語集中実習は楽しんで学ぶことができましたか					
回答	全体	(A) 工学	(B) 物理	(C) 化学	(D) 数学
はい	95.3%	95.8%	97%	87.9%	100%
いいえ	4.7%	4.2%	3%	12.1%	0%
英語の力は伸びたと思いますか					
回答	全体	(A) 工学	(B) 物理	(C) 化学	(D) 数学
非常に感じる	5.1%	2.8%	6.1%	6.1%	5.6%
やや伸びたと感じる	66.9%	65.3%	68.2%	68.2%	66.2%
特に伸びたと感じない(変化なし)	28.0%	31.9%	25.8%	25.8%	28.2%
英語の知識は増えましたか					
回答	全体	(A) 工学	(B) 物理	(C) 化学	(D) 数学
非常に感じる	14.5%	16.9%	19.7%	15.2%	7%
やや伸びたと感じる	77.5%	69.4%	71.2%	80.3%	88.7%
特に伸びたと感じない(変化なし)	8%	13.9%	9.1%	4.5%	4.2%
科学的な事象を英語で記述する力は伸びたと感じますか					
回答	全体	(A) 工学	(B) 物理	(C) 化学	(D) 数学
非常に感じる	18.6%	19.4%	18.2%	19.7%	16.9%
やや伸びたと感じる	71.6%	70.8%	72.7%	71.2%	71.8%
特に伸びたと感じない(変化なし)	9.8%	9.7%	9.1%	9.1%	11.3%
科学に対する興味・関心は増えましたか					
回答	全体	(A) 工学	(B) 物理	(C) 化学	(D) 数学
非常に感じる	17.1%	20.8%	19.7%	10.6%	16.9%
やや伸びたと感じる	52%	54.2%	56.1%	50%	47.9%
特に伸びたと感じない(変化なし)	30.9%	25.0%	24.2%	39.4%	35.2%
今回の実験内容をより高度にした内容を望みますか					
回答	全体	(A) 工学	(B) 物理	(C) 化学	(D) 数学
はい	65.4%	66.7%	65.2%	65.2%	64.8%
いいえ	34.6%	33.3%	34.8%	34.8%	35.2%
サイエンスを英語で表現することのハードルは下がりましたか					
回答	全体	(A) 工学	(B) 物理	(C) 化学	(D) 数学
はい	75.3%	69.4%	86.4%	71.2%	74.6%
いいえ	24.7%	30.6%	13.6%	28.8%	25.4%

【対象】 高校 1 年

【設定(実施期間)】 英語・化学の融合(実施はコミュニケーション英語 I (4 単位)で 2 校時実施)

【ねらいと目標(仮説)】

英語とは単なる一つのツールであり、それらのツールを駆使して様々な研究論文を読み、また自身の考えを発表するという意識が生徒に必要である。そうしたことを伝えるだけでなく、実際に体験をさせることで、ツールとしての英語を実感させることが第一の目的である。また、実験に関する英文にはまだ読み慣れていない生徒も多く、科学に関する英文への親しみを感じさせる。

【内容・方法】

第 1 校時を英語、第 2 校時を実験の時間とし連続的に行った。第 1 校時の英語では、マイケル・ファラデーによる「ろうそくの化学—Chemical History of a Candle」における第 1 章の抜粋を原文で読み、内容を英語でまとめさせた。抜粋内容は、第 2 校時で行う化学の実験に合わせ、①ロウソクの名称 ②ロウソクはどのように燃料を得ているのか(毛細管現象) ③ロウソクの炎が出ている場所ではどんな現象が起こっているのか の 3 点を抜粋した。③の結論については、原文では読まずに第 2 校時での実験で確認することとした。ねらいは、ロウソクに関する単語や実験に関する表現の確認、内容の確認、それらの表現・内容を英語で聞き、理解し、再度じぶんで再現することである。

第 2 校時の実験では、実験室でそれぞれ 4 人～5 人のグループで活動させた。この時間中、生徒は英語のみ使用可とした。実験内容は以下の通りである。実験時は理教科・化学担当教諭が日本語で説明、その後、英語科教諭が同じ内容を英語で説明する形をとった。また、生徒が実際に実験している最中は英語科教諭が終始その内容や次の指示を英語で行った。

《実験内容》

- ①ライターの付け方(説明後、生徒全員が行う)
- ②毛細管現象について(予め化学担当教諭が行った実験動画を見せる)
- ③炎の中で固体が燃える<ロウソクの芯の役割>(実験動画)
- ④気体のロウに引火させる(実験動画)
- ⑤ロウを引く(実験動画視聴)
- ⑥⑤について、それぞれの班毎に実験を行う。ロウソクの白い気体とは何かを確認する。
- ⑦②,④,⑤の実験について、「実験方法」「実験結果」「結果によりわかったこと」を英語でまとめる。

【考察・反省】

1 校時目について

- ・ファラデーの原文を抜粋するにあたり、生徒にとって難しい単語や表現は予め改変をし、読みやすくしたつもりであったが、ファラデーの講義をそのまま文章化したものなので、英語が苦手な生徒にはなかなか難しかったようだ。また、導入⇒原文を読む⇒まとめる、というところまでを行うには、あと 1 時間ほど時間をとった方が生徒にとってより良い理解につながると感じた。
- ・スライド・動画等を交えて行ったが、内容自体にそれほど魅かれない生徒もあり、もう少し前置きとしての話等を増やし、導入に工夫を行った方が生徒も入り易いように感じた。

2 校時目について

- ・英語のみ使用可と制限をつけ、生徒はそれらを忠実に守っていた。あちらこちらで「英語でどう言うのだったけ?」というようなささやき声が聞こえ、グループで助け合いながら実験を進めることが出来ていた。生徒アンケートでも、「英語で読んだものを実際にやってみるというのは初めての感覚で、授業がおわった後、日本語で話すことに、違和感を覚えるくらい熱中できた。」という感想が見られ、おおむね成功した。
- ・英語を読み、それらの内容を実験で体感するという点も以下アンケート感想を見ると、目的が達成できたといえる。

《全体》

英語を読み、それらを実体験につなげることで、より理解が深まるということは、生徒アンケートや感想からも伺え、大変有効であると感じた。今回は英語の内容を実際に実験するという融合であったが、理科系科目だけでなく他の科目であっても、既習あるいは学んでいる際の授業に英語科教員が入り、教科融合授業として扱っていくことで、英語・他教科ともより生徒の理解・授業への関心が広がっていく相乗効果が期待できると考える。

【検証】生徒アンケートより

- Reading 授業で英文を読んだ時よりも実験を通して内容について理解が深まった
とてもそう思う 86%, そう思う 12%, どちらでもない 1%, あまりそう思わない 1%, そう思わない 0%
- 英語を使って化学の授業を行う試みはどう感じましたか
とても良い 65%, 良い 29%, どちらでもない 6%, あまり良いと思わない 0%, 良くない 0%
- 生徒のコメントより抜粋
 - ・実験を行う中で、ファラデーさんが話した説明が英語で思い浮かんだ。
 - ・頭の中でイメージしていたものが、実際に自分達の手で行ったことで理解を深められた。
 - ・実験をしながらの方が、単語を覚えやすかった。
 - ・英文を読んだだけでは、書かれている事実しかなかったが、実際に実験することで、書いてあったこと以外にも新たな気づきがあったので楽しかった。

科学的な理解を深める教科連携授業 ④数学×家庭科 「袖山」

【対象】高校 1 年

【設定(実施期間)】数学・家庭科の融合(実施は、数学 I (4 単位)で 2 校時実施)

【ねらいと目標(仮説)】

袖山という生徒にとっても身近な題材を用い、身の回りに三角関数が溢れているということを実感させることを第一の目標とする。また、Geogebra を自由に触らせる時間を多くとり、Geogebra に親しませ、今後の探究活動に利用する際のハードルを下げることも狙いとしている。

最後に、本授業の題材である「袖山」は中学 2 年次に家庭科の授業で学習済みの内容であり、数学の授業を通して以前に学んだ家庭科の内容をより深めるとともに、普段特に気にすることなく使っている身の回りの道具の中に先人たちの多大な工夫があることを感じさせることも本授業の目的である。

【内容】

・1 校時目

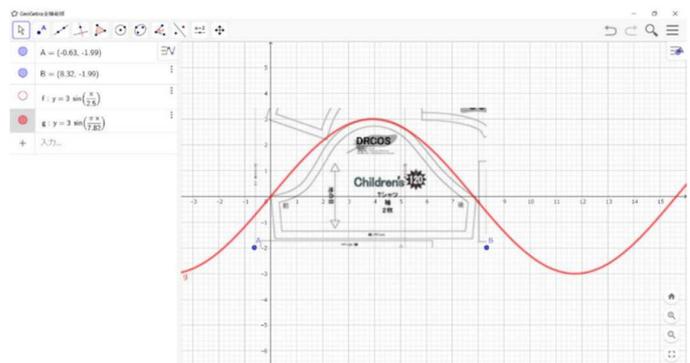
発泡スチロールの筒に紙を巻きカッターナイフで斜めに切断し、切断された紙の切り口は形状を考察させる。その後紙を広げて見せ、正弦曲線に似ていることを共有し、これが実際に正弦曲線であることを証明。また次回の授業でタブレット、もしくは PC を準備するように伝えた。

・2 校時目

4~5 人程度のグループを作り活動させた。T シャツの型紙の実物を見せ、袖山の部分が先日の授業通り、やはり正弦曲線のように見えるということ共有した。その後、発問「(ワークシート問 1) 袖山の曲線を正弦曲線と仮定したとき、それはどのような式で表せるか?」を行い、Geogebra を起動させ、事前に準備した Geogebra のマニュアルを参考にして活動を行わせた。下図のように袖山の曲線と正弦曲線を近似させることが第一のゴールであるが、この正弦曲線の式を求めるには①係数をいじりながら袖山の曲線に近づくように微調整する。②袖山の曲線の横幅と縦幅を求め、式を計算する。の 2 通りの方法が存在する。多くの生徒が①の方法で曲線の式を求めることが想定されるので、その際はキリの良いところで「計算で求めることはできないか?」と発問する。曲線の近似が完了した生徒にはワークシートの問 2 を考察させる。この問いはどちらかといえば数学ではなく家庭科の問題であるが、この問いによって数学と家庭科を結びつける。最後に T シャツや体操着のような服とスーツではこの曲線の形が変わること、「袖山」という言葉を家庭科の授業で扱っていること、興味があれば自分で深めるよう指示した。

【考察・反省】

作業の自由度が高く、また Geogebra という新しいツールを初めて使ったということもあり、50 分の授業が間延びすることなく行えた。また数学の補習にかかることも多かった生徒が PC の周りに班員全員を集め、自身のアイデアを披露して議論している様子や、実際に自分の制服の袖山をなぞったり、「ここに力こぶがあって・・・」などと自分の腕



の形と曲線の形を対応付けている生徒の姿が多く見られたのが印象的であった。議論が行いやすいというグループ学習のメリットを生かすことが出来たのではないかと考えられる。良かった点としては、Geogebra の画像挿入のためのマニュアルを用意し、また「円柱を切断すると正弦曲線になる」ことの証明と Geogebra による作業を別日に実施したことにより、作業がスムーズになり、また時間にも余裕が出来た。これにより生徒も自身の興味に従ってのびのびと活動出来たのではないかと考えられる。改善すべき点は、作業時間は取れたものの、ワークシートに自身の考えを書く時間までは満足に取ることが出来なかった。もう少し段取りよく授業を展開し、ワークシートを記入させるだけの時間を設けるのが良いと感じた。

【検証】実施後のアンケート結果

問.これまで Geogebra を使って活動したことはありましたか？ ➡はい 22% いいえ 78%

問. (ワークシート 問 1.) 袖山を正弦曲線と仮定した際に、グラフの式を求めることは出来ましたか？

➡出来た (袖山の形に合わせて微調整することで) 63%

出来た (いくつかの長さを測り、計算によって) 22%

出来なかった 15%

問. (ワークシート 問 2.) 何故袖山が正弦曲線と違いやや歪んだ形をしているのか、自分なりに

納得できる考察が出来ましたか？ ➡出来た 76%, 出来なかった 24%

問.感想があれば自由に書いてください。

- ・初めて Geogebra を使いましたが、色々なことができることがわかってとても楽しかったです。もっと使えるようになりたいと思いました。
- ・数学を日常的な物に応用させることができてもおもしろかったです。
- ・袖山が正弦曲線になっているのは知らなかったし、服の型紙を設計するのは難しそうだなと感じた。そして Geogebra は使い方が慣れなかったけど、使ってみてとても楽しかった。
- ・袖山の曲線の式を求める際、画像の縮尺を決めるのに問題演習で最大値こんなだったな、とか、導入の回の授業で先生が円柱をカットしてきれいなサインカーブになっていたことを思い出して、なぜ袖山がゆがんだ曲線になっているのか考えたので、授業が生かして楽しかったです
- ・とても難しかったです。 パソコン技術も数学も頑張っていきたいです。
- ・結局縦と横の長さを測ったあとどのように求めるのかが分からなかったもので、時間が出来たら調べてやってみたいです。

科学的な理解を深める教科連携授業 ③数学×化学 放射性同位体

【対象】 高校 2 年

【設定(実施期間)】 数学・化学の融合(実施は、数学Ⅱ(4 単位)・化学(4 単位)で 1 校時ずつ実施)

【ねらいと目標(仮説)】

(数学)

微分方程式の基本的な解法である変数分離法について解けるようになることが第一の目的である。その後、半減期および放射性同位体の事象を数学的に説明できるようにすることで、数学が教科を超えて学ぶ上で重要なツールであることを知る。

(化学)

同位体や一次反応については教科書で詳しい説明がなく、受動的な授業になりがちである。そこでまず放射能・放射線を正確に定義し、原子力発電所での改変反応について学ぶ。次に一次反応の半減期が一定であることを、微分方程式を用いて証明する。また原発事故の復興過程における放射性同位体の減少度合いを実際に計算することで、行政や研究者にとってもこういった法則が重要であることを知る。最後に地球上での放射線量や放射性同位体の利用について学習してより正しい理解を促す。

(全体)

課題探究を行う際に、実験結果のみを提示し、その後の科学的な裏付けをもって考察するケースが少ないと感じている。科学的な解析を行うためのツールとして微分方程式を学ぶことで、課題探究の考察をより科学的に行うことが可能となる。化学と数学の垣根を越えて学ぶことで、一つの事象が様々な観点でとらえられることを経験することで、科学を学ぶことの奥深さを実感することが目的である。

【内容・方法】

数学と化学の時間を連続で設定し、第1校時を数学、第2校時を化学で行う。

第1校時の数学では、 $dy/dx = y$ から解曲線をいくつか書くことで、初期条件がない場合には、解は一意には決定しないことに気付かせる。その上で、 $dy/dx = y$ の解を予想させ、その解き方を教える。次に、放射性同位体 ^{14}C の半減期を用いた年代測定法を、ウィンチェスター城のアーサー王の円卓について、グループごとに円卓が作成された年代を計算して、本当にアーサー王が使ったものなのかを判定させた。

第2校時の化学では、より正しい議論をするための準備として、まず放射能・放射線を正しく定義し、その種類や単位について学習した。ついで一次反応の反応速度式 $d[A]/dx = -kt$ を解き、一次反応の半減期が初濃度に依存しないことを改めて確認する。そのうえで、原発事故による福島県の除染作業において、何年後にその土壌を改めて農地として利用可能かを、除染方法と半減期を利用しながら考察させた。最後に、我々が日常的に被爆をしていること、また NMR など放射性同位体がさまざまな分野で利用されていることを学習させた。

【考察・反省】

・数学的な観点(数学の担当から)

非常に挑戦的な取り組みであった。微分方程式を解くために、積分まで扱えなければならないが、微分の計算を行う際に、逆演算として積分の話を同時に進めるなど、布石を打つことで可能ではあるが、習得するということまでは難しいと感じた。ただ、今回の目的は微分方程式の習得ではない。あくまでも理解という点については、アンケートからも解き方(解法)は95%が理解できているという結果であったので、目的は達成したと考える。

そして、この授業の最大の目的は、数学を深く学ぶことが他教科の理解をする上で価値があるかということであるが、「数学の授業が、化学の内容を理解する上で役に立ちましたか」という質問項目の解答結果を見ると、全員(100%)が「はい」と解答していることから、同位体を学ぶ上で、数学と化学を教科横断で学ぶことが理解を助けることがわかったことは非常に価値がある結果である。

・化学的な観点(化学の教員から)

物理で原子を学習する前であり、限られた時間の中で放射能・放射線について正しく理解させるのは容易ではない。授業を円滑に進めるためにも言葉を正しく定義することは重要であるが、主題はそこではないため、このセクションは最低限に留めた。微分方程式を解くところもこちらからサポートをできるだけ短い時間で済ませ、以降の作業に時間を使うこととした。この部分にもう少し時間をかけられるのが理想ではあった。

放射性同位体、特に原発事故による汚染の話題は、放射能・放射線が怖いというイメージを生徒へ植え付けてしまう可能性がある。だが適切に利用すれば有用であるし、実際多方面で利用されているわけであり、暗いイメージにならないよう意識した。半減期の計算だけでなく除染作業を一緒に考えさせたのはそれが理由である。「同位体の性質や利用方法についての正しく理解することができましたか」において95.2%が「はい」と解答していることから、数学的に証明し実際の数値をいじる過程を経ることが有用であったと言える。

・全体的な考察(数学および化学の教員から)

今回は、今後、本格化する高校2年生の課題探究の取り組み上で、科学的に説明できる一つのツールとして微分方程式の利用方法や考え方を伝えた。今回の取り組みが、課題探究につながる取り組みとしてとらえている。本校では高校1年で課題探究に取り組む前に、一日集中実習として、PDCAサイクルを回し、探究活動に取り組む上でのリテラシーを学ぶ機会があるが、全体で取り組む集中実習以外にも、数学や理科だけでなく様々な教科の中でリテラシーを学ぶことで、当たり前のように分析・解析ができるよう、地力となるようにすることも教科学習の役目となると感じた。

【検証】生徒アンケート

	はい	いいえ
微分方程式の解き方は理解しましたか	95.2%	4.8%
微分方程式で、深く事象を解明することのイメージは沸きましたか	85.7%	14.3%
数学の授業が、化学の内容を理解する上で役に立ちましたか	100.0%	0.0%
同位体の性質や利用方法について正しく理解することができましたか	95.2%	4.8%

【対象】 高校 2 年

【設定(実施期間)】 数学・工学の融合(実施は、数学 B(2 単位)で 2 校時実施)

【ねらいと目標(仮説)】

本課題は、以下のような様々な観点で取り組める課題となっている。

- ・それぞれの生徒が自由な発想で曲線をデザインする(Art)
- ・曲線の作成には授業で習ったベクトルの技術を使う(Mathematics)
- ・作成した曲線を実際に 3D プリンターで出力させる(Technology Engineering)

【内容】

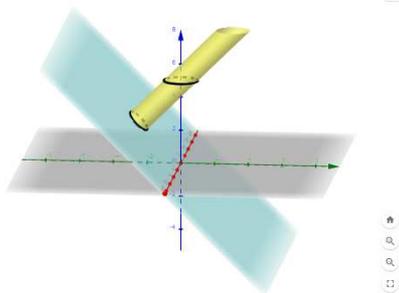
1 日目：練習課題を用いて Geogebra の使い方を練習。

2 日目：錯視立体の原理の説明。

- ・錯視立体を作るヒントとすることを目的として、以下のような事前課題を与えた。

xyz 空間内に円 $\begin{cases} x = \cos t \\ y = \sin t \\ z = 5 \end{cases}$ がある。この円に $\vec{d} = (0, -1, -1)$ の方向から光が当たっている。このとき、平面 $y + z = 0$ に映る円の影が表す媒介変数を求めよう。

- ・この課題を解いた生徒は Geogebra に計算結果を入力し、以下のような図を表示させた。錯視立体を作る際にも同じような入力を Geogebra 上で行うためその練習の位置づけ。
- ・錯視立体がどのようなものかを実際に見せ、それがどのような原理でできているのかを説明した。
- ・各個人で立体のデザインを考え、計算、入力を行う。
- ・できた生徒は各自で 3D プリンターを用いて出力する。



■考察・反省

- ・実際に見せた錯視立体のインパクトがとても強かったためか、課題に対する食いつきは今までで最もよかったように思われる。かなり粘り強く質問をしてくる生徒が多かった。
- ・錯視立体の作り方をかなり具体的に提示したが、生徒たちにとっては難しかったようで、実際提出された立体は 3 作品だけであった。また、課題の提出を任意としたことも影響したかと思われる。
- ・生徒たちが思うように課題に取り組めなかった原因は媒介変数に対する理解不足ではないかと感じている。 x, y の関係式で図形を表し、それを用いて問題を解くことには慣れているが、媒介変数で表された図形の扱いは不慣れなようである。媒介変数が何かは知っており、使い方もある程度知っているが、それでも実際は全く使えていないことを考えると、今までの媒介変数に対する指導を改める必要がある。
- ・今回の錯視立体は平行投影という手法で作らせたが、実際は中心投影という手法でも錯視立体を作ることができる。後日、中心投影を用いて作った錯視立体を生徒に提示し、人がものをどのように見ているのかについて話をした。また、錯視は脳がものをどのように認識しているかの問題でもあり、かなり幅広い分野が融合された内容であることについても説明した。

■生徒の作品



円を鏡に映すと六角形に見える



星を鏡に映すと初心者マークに見える



楕円を鏡に映すと三角形に見える

科学的な理解を深める教科連携授業 ⑥クロスカリキュラムを促進させるための取り組み

【対象】 教員対象

【設定(実施期間)】 2022年3学期 職員会議・Web ツールでの共有

【ねらいと目標(仮説)】

- ・生徒が現実世界で何かの課題に直面した際には、教科の枠にとらわれずに様々な知識やスキルを総動員して解決を目指すことになるため、近年総合的・探究的な学びが重要視されている。そのことを勘案し、クロスカリキュラムが促進され全体的に取り組めるようにする。

【内容】

- ・本校のクロスカリキュラムを次の4段階に分けることで、教科融合に対して敷居が高かった教員も取り組みやすくした。また、今後取り組むとしたら何ができるか検討し、その結果を年度末に集約することとした。ぜひ検討・実施してほしいものとして次のSTEP1及びSTEP2、次年度以降に向けて検討してほしいものとしてSTEP3及びSTEP4を提示。(自分の教科:A, 協力する他教科:B)

Step1 …Bで扱ったことにAの授業内で触れる

Step2 …プリントの一部にB担当の先生からコメントをもらう

Step3 …B担当の先生による説明動画をAの授業内で流す

Step4 …AB両教科の担当者が1時間～数時間かけコラボして授業を行う

【考察】

大学入学共通テストで教科横断的な要素が含まれる設問も見受けられ、職員室内でもクロスカリキュラムについて会話している教員が増えてきた。今後は、他校の教員を招いての研究会や情報交換会、公開授業などを検討する。教科融合という視点で、本校のSTEAM教育として重要な価値を持つ取り組みになる可能性があるため、今後、取り組み内容だけでなく全学的にどのように取り組むのか検討する必要がある。

T-STEAM : Pro(旧モノづくりプロジェクト)

【対象】 中学1年から高校2年の希望者

【設定(実施期間)】 7月20日(火)～9月4日(土)

【ねらいと目標(仮説)】

トライアンドエラーを繰り返しながら、工夫を凝らすことのできる課題にチャレンジすることを通じて、モノづくりのプロセスを体験する。答えのない課題に挑戦することの面白さを体験する。

【内容・方法】

(1) 概要・日程

脱炭素社会に向けて洋上風力発電への取り組みが注目を集めている。そこで、発電の前にフロート型の洋上発電を想定し、波の力を受け流す機構の作成に挑戦する。具体的には発泡スチロールを主な素材とした作製物を大きな水槽に浮かべ、人工的に発生させる様々な波にいかにか上手に耐えるかということ競う。

- | | |
|-------------|--------------------|
| ・7月20日(火) | 競技説明・素材配布 |
| ・9月4日(土) | コンテスト 於：6階体育館 |
| | ～13:00 出欠確認・ポスター掲示 |
| 13:00～13:15 | 開会のあいさつ・競技説明 |
| 13:15～14:30 | 競技 |
| 14:40～15:10 | ポスタービューイング・投票 |
| 15:10～15:40 | 講義・講評(東京電機大学 汐月先生) |
| 15:40～16:00 | 結果発表・表彰 |

(2) 作成物とルール

【作成物】

- 四角型発泡スチロール 1個をベースに、次のルールに反しないものを作成する。この作成物を人工波がたつプール上に浮かべ、作成物の上面に指定した皿を置き、その皿の上に各チームで設定した球を載せ、90秒間落とさずに保持することができる球の数・種類によって、得点をつける。
- ・作成物のイメージは、Web 伝達ツールを利用して動画で告知。

<https://www.youtube.com/watch?v=urC7-iiNNF0>

- ・ベースとなる四角型発泡スチロールは、各チーム練習、実験用含めて3つとする。
- ・校内の実験室にある物品(竹串、釣り用おもり、たこ糸、水中モーター、接着剤、テープ等)は利用可能とする。なお、実験室に発泡スチロール加工用のカッターがある。

■ポスター

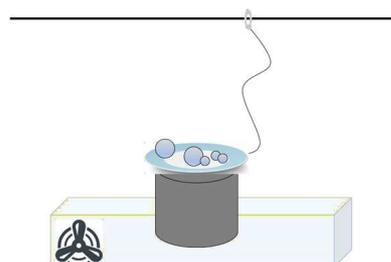
「どのようなアイデアをもとに作成したか、工夫したか」をポスターにまとめる。
レイアウトのひな形は準備をするので、そちらを利用する。

【ルール】

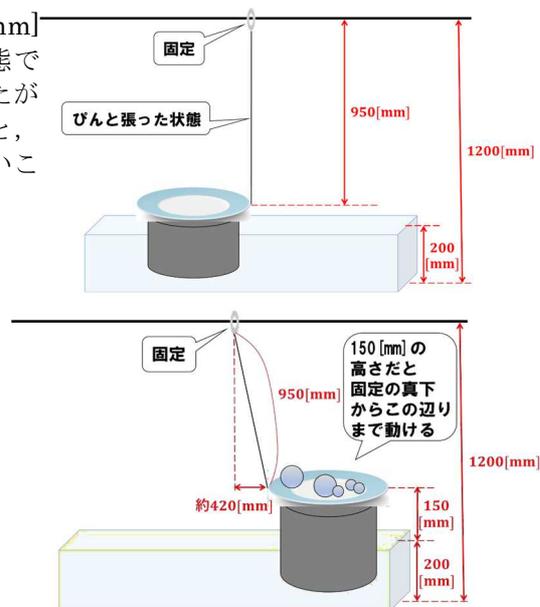
- ・作成物の一部がプールの底に接触してはならない。
- ・作成物は底面積 20cm×20cm の四角柱に入らなければならない。高さは無制限。
※計測でアウトとなった場合は、重量点と競技点(得点については後述)の両方にペナルティを課す。重量点と競技点の両方ともそれぞれの60%が得点となる。
- ・作成物は、皿の下面にのみ触れてよいものとする。皿の側面や上面に作成物が触れた場合は、その時点で競技終了とする。
- ・作成物の一部を球に接触させて、球が皿から落下することを妨げてはならない。

(3) 競技

- ①プールに作品を浮かべ上部に皿を載せる。
このとき皿に取り付けられている糸がたるんだ状態にセットする。



- ②皿に取り付ける糸は、右図のように地面から 1200[mm] の高さのところへ一端を固定する。糸は張った状態で 950[mm]である。また、水深は 200[mm]とする。したがって、下図のように糸が地面と垂直に張った状態だと、作成物の高さは 50[mm]を超えていなければならないことになる。



ちなみに右図のように、作成物の高さ（水面から皿と糸の固定点までの高さ）が150[mm]である場合、作成物の可動域は半径が約420[mm]の円の内部になる。（三平方の定理や三角比を使って算出可能）

- ③皿の上に球（以下の7種類）を任意の組み合わせで、それぞれが上限以内の数になるようにセットする。
 ④セット完了を審判に合図する。この時点では作成物は手で支えて良い。
 ⑤審判の3カウント合図で90秒間の競技開始。開始の合図までに手を離すこと。

※人工の波を起こすためのポンプの配置・モードは当日公開する。様々な配置・ポンプのモードで実験しておくこと。

(4) ポスタービューイング

各班のアイデアをポスターにして会場に掲示。ポスタービューイング時間に参加者同士で投票を行う。投票は一人につき5枚のシールを、ポスターの投票欄に貼り付ける。どのポスターに何枚貼るかは任意である。

(5) コンテストの評価方法(得点)

作品の評価方法は以下の通り

- ①重量点：(重量点) = $(700 - (\text{作品の重量})) \times \frac{50}{700}$
 ②競技点：作品の上面に設置した皿に載せた球がすべて落下する、もしくは皿が作品から落下する(=皿に取り付けた糸がピンと張る)までの時間を計測し、下記の計算式で得点化する。

$$(\text{競技点}) = (\text{最後まで残った球の得点}) + \frac{t}{90} \times 100$$

※球の得点は以下のように設定

ピンポン玉小： 2点/個 (上限 40個)	ピンポン玉大： 5点/個 (上限 20個)
動物ボール： 4点/個 (上限 30個)	ビー玉小： 7点/個 (上限 20個)
ビー玉大： 10点/個 (上限 10個)	スーパーボール大： 15点/個 (上限 10個)
スペシャルボール(健身球・水晶玉)： 50点/個 (上限 2個)	

- ③アイデア点：作品製作にあたり採用したアイデアを得点化する。

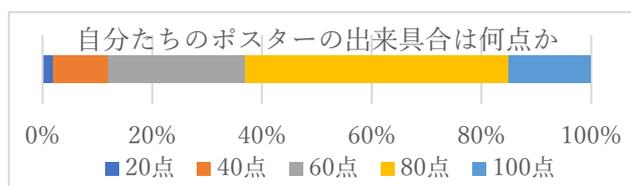
$$(\text{アイデア点}) = (\text{シールの数}) + 10$$

- ④総合点：上記①～③の得点をもとに、総合点を以下で算出。

$$\frac{(\text{アイデア点})}{(\text{アイデア点の平均})} \times (\text{競技点} + \text{重量点})$$

【考察・検証・反省】

●まずは、参加チーム数が多かったため例年のアイデアプレゼンテーションではなくポスター発表の形式をとった。アイデアの発表であるポスターについてであるが、およそ6割の生徒が80点および100点の自己評価をしており、ポスターの出来については納得している生徒も多い。チーム毎のアイデアは多様性に富み、自分たちのアイデアを分かりやすく伝えるためのデザインなど凝ったものも多く、力作揃いであった。一方で、自己評価があまり高くなかったチームについては、自分たちのアイデアに納得がいかなかったのか、デザインや構成に満足がいかなかったのか、今回のアンケートでは分からなかった。



また、ポスターの下に、作成物も展示しているため、上位のチームのアイデアやそのアイデアを具現化する工夫など、新たな視点や気づきを得るきっかけになったことがわかる。このことは、以下の生徒のコメントからも十分にうかがえる。アイデアだけでなく、それを実装する工夫等にも刺激を受けていた生徒も多く、学びの多い場となった。

- 《生徒コメント》他のチームの競技の様子やアイデアはどうでしたか。刺激を受けたことは。
- 色んなチームの考えを知り、とても面白かった。自分の考えが広がった。先輩のアイデアが面白かった。
 - 水を利用して重りを得ていたことや、それを利用し水面下に機体を沈ませていたこと。また、大きい羽根をつけるという発想には驚きました。モーターを利用して平衡を保つというアイデアは私たちの中にもありましたが、実現不可能と思っており、実現させていたのはすごいなと思いました。
 - 舟などを参考にしていたグループ（船の中に水を入れて重心を下げるという発想）もあって、改めて何かを参考に作ってみたいと思いました。
 - 重心や浮力など、科学的に理に適った考えで機体を作っている人が多く、凄いなと思った。
 - 他のチームの案の元となることは考えていたが、それをどうやって実現すればいいのかという点で躓いたこともあったので、その点をクリアし好成績を残していた班が沢山あったので凄く刺激を受けました。
 - シミュレーションを使っているチームもあって、驚きました。
 - モーターをつけたり竹串を使ったり、私のグループでは一回も出なかった案がたくさんあり面白かった。
 - 様々な工夫に目を奪われました。自分で一度挑戦した後だったからこそ、そんな視点があったのか、というような驚きや納得、発見がありました。

●トライアンドエラーの経験を積む、答えのない問いに挑戦する面白さを知るというプロジェクトの目的については、概ね達成されたように生徒のアンケートから見て取ることができる。このようなモノづくりを題材とした探究プログラムを、学年を跨いで実施していくことには、生徒の探究的な思考力の育成や試行錯誤をする経験を提供するための、重要な意義

T-STEAM:Pro に参加して良かったですか。	
とても良かった。次回も参加したい。	73%
とても良かった。	21%
良かった。	6%
どちらともいえない。	0%
あまり良くなかった。	0%

があると言えるであろう。また、競技後に、講評・講義を行うことで、より自分事としてとらえる生徒が多いことも、この取り組みの一つの意義だと感じる。事後、「(東京電機大学の汐月先生の)試行錯誤は具体と抽象の繰り返しだという言葉が最も深く心に残りました。挑戦して振り返るという過程が大切であるということがよく分かりました。日常生活においても何が具体で抽象なのかを意識していきたいと思いました。」「いつも挑戦する前に辞めてしまっているけれど、始めることが大切だと聞いて、とりあえず何でもいいからやってみようと思いました。」等、将来につながるようなモチベーションを育んだ生徒が多かった。

また、中学では学年全体で取り組む難易度を少し落とすモノづくりプロジェクトである T-STEAM:Jr という取り組みを始めた。この効果も現れ始め、中学生が多く参加するようになった。また、生徒のコメントにもあるが、T-STEAM:Jr から Pro(本プロジェクト)への接続も今後の課題となるだろう。今回、これまでと異なる最大の変化は、他校生徒参加を行わなかったということである。取り組み内容の性質上、他校生徒が本校に来て行う必要があるため、コロナ禍の影響もあり今年は見送った。本取り組みは、近隣他校を含めた科学技術人材育成に貢献できる、価値の高い取り組みであると感じている。また、他校生徒から受ける刺激も、本校だけでは実現できないものである。次年度は、できる限り他校が参加できるような内容にしていきたい。また、高校2年生3名が3月実施のベネッセ STEAM フェスタにて、本取り組みに対して、自チームが考えたアイデアやその実装について、発表を行う予定である。

- 《生徒コメント》T-STEAM:Pro に参加してみたの感想を教えてください。
- いろいろな道具や材料をもとに機体を製作できたので、様々な案を考え、実験をすることができた。他のチームの考えもポスターを通して、知ることができ勉強になった。本番も楽しかった。
 - 失敗してもいいからやってみようという機会って意外とないのでやりたいようにできて楽しかったです。
 - 夏休みの活動を通して、チームメイトと仲良くなれたし、部活以外で先輩後輩と関わって良かったです。
 - 学年全体で行う T-STEAM: Jr を始めてやった時にとっても楽しくて Pro もやってみようと思いました。メンバーを集めて自分達で計画をたてて活動するのは難しかったけど、試行錯誤をする中で意見をお互いに出し合ったりして以前より距離が近づいたのが凄く嬉しかったです。制作期間が長かったので重りを沢山つけたり、穴を開けたり色々な案を実行して失敗、改善を繰り返して最後に良い機体が出来た時と本番で無事成功した時の達成感はとても印象に残っています。
 - 答えのない疑問について研究することがすごく楽しかったです。失敗からこうしたいほうがいい！とわかったりしたので失敗することも次に進歩できるきっかけになる良いことなのだと痛感しました
 - 結果的にはうまくいかなかったが、友達と試行錯誤する過程がとても楽しかった。普段の授業では使用しないような道具も使うことができたので面白かったです。モノづくりは好きなのでこのような活動に今後とも積極的に挑戦していきたいと思いました。
 - ものづくりに必要な基本を学び取れたので貴重な体験をさせていただいたと思っています。また、友達と色々なアイデアを考えながら活動するのは、とても楽しかったです。
 - 機体を作る時、むやみに作っていて、理屈を考えて設計はしていなかったもので、次は考えて作りたいと思った。また、本番は様々な機体が見られてとても面白かった。
 - 仲間との絆を深められた上、授業では教わらないような、これからも役に立つ事柄を多く学べた。

科学的な興味・関心を育み視野を広げるプログラム, 外部コンテスト等への参加支援

【対象】 中学1年から高校3年の希望者

【設定(実施期間)】 課外

【ねらいと目標(仮説)】

国内でもトップレベルの生徒が集うコンテストや科学系オリンピックに挑戦することで、挑戦性の育成、自己を知ることにより高みを目指す生徒を育成する。グローバルサイエンスキャンパスや校内外での各種イベントに参加し、同世代の生徒と切磋琢磨することで、将来の研究者の育成に貢献する。

【内容・方法】 時系列で掲載

(1) コンテスト・GSC・論文等の参加歴・受賞歴等

カテゴリー	タイトル	参加生徒・結果
科学系 オリンピック	数学オリンピック	【高1:9名】 予選通過者なし 【中3:13名, 中2:2名, 中1:3名】 1名本選出場
科学系オリンピ ック・コンテス ト・コンクール	日本数学 A-lympiad	【高2:1組, 高1:4組】 世界的課題を背景として作成された実社会に起こりうる問題(英文)を, 数学の力を利用して解決策を提案するというコンテスト。
	科学の甲子園東京都予選	【高2:4名, 高1:2名】 東京都総合2位, 実技競技2位
グローバルサイエ ンスキャンパス	東京農工大学	【高1:1名】
	慶応義塾大学医学部	【高2:1名】 第26回日本薬剤学会学術総会にて, ポスター発表

課外で取り組んだイベント(校内イベント, 校外イベント, 他校開催イベント)

カテゴリー	タイトル	参加生徒・結果
4月24日	Breakthrough Project (校内イベント)	【高2:2名, 高1:9名, 中3:5名, 中2:12名, 中1:4名】 cookpadの協力を得て, 国内外の被災地で活動してきた石井美恵子氏の講演会。
4月26日 6月14日 7月14日 8月28日	3校合同 GIS(Girls in STEAM)会議(オンライン)	【化学部】 都立多摩科学技術高校, 文京学院大学女子高校と本校の生徒からなるグループで小中学生対象のイベントの企画, 運営行う。本校は化学部が参加。8月28日に工学院大学で企画されていたイベントは来年度に延期することとなった。代わりに実験動画を公開する予定。
4月~8月	GLOBAL TECH 「自動運転」(校外)	【高2:2名】 マサチューセッツ工科大学, 一般財団法人アローズ・インスティテュートの協力を得て, 車の自動運転の仕組みをラジコンカーで実装する。
5月10日	サイエンス講義 「AIとドローン(第1回)」(オンライン)	【高2:5名】 都立多摩科学技術高校主催のオーストラリア・グリフィス大学の講師によるオンライン授業。
7月29日 8月16日	Google 主催 Mind The Gap(オンライン)	【高1:24名, 中3:11名, 中2:12名】 Googleによるキャリア教育プログラム。日本語で行った。
9月16日	Google 主催 Mind The Gap(オンライン)	【高1:13名, 中3:5名, 中2:2名】 Googleによるキャリア教育プログラム。プログラムはすべて英語。
9月11日	ノーベル賞受賞者フォーラム 「感染症に負けない」(校外)	【高2:5名】 ノーベル賞受賞者・山中伸弥氏の講演を聞き, 科学探究における意欲や関心を養う。
9月18日	筑波大学附属駒場高校 「数学オリンピックWS」(オンライン)	【高2:2名, 高1:8名, 教員4名】 筑波大学附属駒場高校主催の数学オリンピックに向けたワークショップ。教員も参加。
8月17日	東京医科歯科大学高大連携 プログラム(オンライン)	【高2:5名】 医学関係の説明(医師の診療風景とインタビュー動画)およびOGとの対話。
9月19日	茨城県立竜ヶ崎第一高校 MATH キャンプ(校外)	【高2:4名, 教員2名】 茨城県立竜ヶ崎第一高等学校主催の数学・情報系の課題研究を行う生徒及び指導教員対象の勉強会, 情報交換会。教員も参加。
9月25日	サイエンス講義 「脱気」(校内)	【高1:11名, 中3:6名, 中1:2名】 スリーエムジャパンによる脱気に関する講義と実験。
10月30日	サイエンス講義 「AIとドローン(第2回)」(オンライン)	【高2:5名, 高1:8名】 都立多摩科学技術高校主催のオーストラリア・グリフィス大学の講師によるオンライン授業。
11月4日 11日, 18日	サイエンス講義 「新薬開発リモート授業」(オンライン)	【高2:2名, 高1:12名】 アストラゼネカ社の社員による3回のオンライン講義。
12月18日	サイエンスダイアログ(校内)	【高2:10名, 高1:11名, 中3:2名】 英語でのサイエンス講演会。
2月12日	茨城県立竜ヶ崎第一高等学校 MATH ポスター(校外)	【高1:2名, 高2:1名, 教員4名】 茨城県立竜ヶ崎第一高等学校主催の数学・情報系の課題研究の発表会。教員も参加。
3月14日	ベネッセ STEAM フェスタ(オンライン)	【高2:3名, 中2:3名】 授業ではない課題探究(高2は T-STEAM:Pro の取り組み, 中2は校内で取り組んでいる探究活動)を発表。

【考察・反省】

科学の甲子園では東京都2位, 実技競技2位となった。実技競技については, 参加生徒の複数名がモノづくりプロジェクト経験者でこの経験が生きた。参加生徒全員が, コンテストは難しかったが非常に楽しめた, さらに, より深く科学を学びたいという気持ちになったと回答している。

イベントについては, SSH 他校との合同企画や他校主催のイベント等, 多くの先進的な取り組みに参加することができた。参加している生徒の様子を担当教員から聞くと, レベルの高い取り組みに対して強い興味を示し, 挑戦をしていた生徒が多数いたことがわかる。外部との関わりは, 非日常を生み出し, その中で将来にもつながるような科学に対する興味関心を育成することができていると感じる。

研究開発Ⅲ. 世界で活躍できる女性育成プログラムの開発

研究開発Ⅲでの教育課程上の位置付けは以下の通り(表中の数字は、単位数)

授業名		高1全員	高3全員
英語	(学校設定科目) ディベート英語	2	
	(学校設定科目) 科学英語		2

英語で議論する力を育成する授業「ディベート英語」

【対象】 高校1年全員

【設定(実施期間)】 高校1年学校設定科目「ディベート英語」(2単位)

【ねらいと目標(仮説)】

- (1)自分の考えを分かり易い英語で表現するため、その基礎として各文法事項の基礎を学び、定着させる。
- (2)自分の考えを論理的に表現し、また集団の中で考えを共有し発展させるスキルを身につけ、実社会、とりわけ科学探究の場で求められる英語発信力の基礎を養う。また、時事的な問題に対して、英語を通して情報を得るための基礎的なリスニング力を養う。

【内容・方法】

《担当》2単位を、「①会話」と「②文法」に分けて実施。

【①会話】 金沢教諭(英語科), 小林教諭(英語科), 堀内教諭(英語科), 植村教諭(英語科), ブラジル非常勤講師(英語科), ローウェンサル非常勤講師(英語科), サグス非常勤講師(英語科), セント・ジョン非常勤講師(英語科)

【②文法】 山本非常勤講師(英語科), 西槇非常勤講師(英語科)

《内容》(A)本校併設中学校より入学した生徒,(B)高校より新規入学した生徒 で別カリキュラム

「①会話」

(A)併設中学校より入学した生徒のカリキュラム

時期	学習単元	学習内容
1 学期	4月 Field 1 国際	スピーチ発表の基礎 1分間、モノログを続ける スピーチ原稿を定型にそって作成する メモを取る練習をする
	5月 Field 2 政治	
	6月 Field 3 経済 Field 4 テクノロジー	問題解決型のスピーチ 定型にそって問題解決型のスピーチを作成する 説得力のある発表の仕方の練習をする
	7月	
2 学期	9月 Field 5 社会	スピーチを聞いて質問と反論・意見の応酬をする 論理的な欠点を指摘して反論をする スピーチを聞いて質問と反論をする 簡単な形式で試合をおこなう
	10月 Field 6 犯罪・事故	
	11月 Field 7 文化	否定側の戦略および証拠の使用 否定側の立論を作成し、発表してみる 証拠の提示の仕方を覚える
3 学期	12月 Field 8 スポーツ	
	1月 Field 9 健康	試合をする
	2月 3月 Field 10 科学	フローシートの使い方、ジャッジの仕方を覚える

(B)高校より新規入学した生徒のカリキュラム

時期	学習単元	学習内容
1 学期	4月 Lesson 1 What day is convenient for you? 1分間モノログ(基礎)	学校生活に関する英語表現 問題解決型のスピーチの構成を学ぶ 賛成の立論の作成
	5月 Affirmative Constructive Speech: Outline	
	6月 Lesson 2 How was last Sunday 1分間モノログ(基礎)	日常生活に関する英語表現 問題解決型スピーチの原稿を書く
	7月 Refutation	反論のフォーマットを学ぶ
2 学期	9月 Lesson 4 Who's calling, please? 1分間モノログ(英語討論に向けて)	英語での電話の仕方や対応 反論のフォーマットを使う
	10月 Refutation: Using the form of Refutation Negative Constructive Speech: Outline	否定の立論の構成の学習、原稿の作成
	11月 Lesson 5 How can I get there? 1分間モノログ(英語討論に向けて)	街の様子を英語で答える・英語での道案内 賛成、反対に分かれて簡易ディベートの練習
3 学期	12月 Short Debate	QandA, Summary, Refutationの練習
	1月 Lesson 9 I want to be a diplomat.	将来の職業を英語で表現する
	2月 3月 Lesson 10 Do you share the housework? 英語討論基礎	身の回りのことに対して英語で意見を言う 実際にディベートの試合を行う

会話の授業では、3つのスキル「ディベート」「ライティング」「リスニング」に分けて実施。

「ディベート」「ライティング」は、上記(A)(B)で内容が異なる。

「ディベート」

- (A)年間を通して、英語によるディベート活動を段階的に導入。1学期ではまず問題解決型のスピーチ発表を通して、自分の考えを論理的に表現する方法を学び、次に相手の意見を聞いて質問し、反論をする訓練をした。2学期では、様々なディベート活動を通して、集団の中で意見をより発展させ

るスキルを身につけ、また証拠資料を引用する方法を学んだ。3 学期では、即興的な英語ディベートの試合を毎回の授業で全員が 5～8 回行った。

使用教材：・「英語ディベート教材冊子」(学校作成)・「英文日記冊子高校生用 vol.1」(学校作成)
・「和文英訳日記 vol.1(2012 年～2014 年の入試問題から)」

(B)問題解決型のスピーチの構成を学び、自分の意見を表現することから始めた。2 学期には反論のフォーマットを用い、簡易ディベートによる練習を行った。3 学期には実際のディベートの形式で試合を行った。

使用教材：・Sailing(啓林館)

「ライティング」

(A)英文によるジャーナル・ライティングを、年間を通して 50～70 回程度書いた。単純な日記ではなく、生徒が創造性を発揮できるように、与えられたお題を元に生徒は作文をした。書いたものは、まずは生徒同士で交換し、読み合い、お互いに内容面・文法面での気づきを持たせようとした。

(B)英語による発表を複数回行うが、その際の際の原稿の作成において下書き・清書と段階的に文章を洗練した形にするために、英語の語彙・文法の他にも文章構成に関しても学んだ。

「リスニング」

「ニュース英語のリスニング」という教材を用い、毎週 1 つのトピックに関するリスニングを行い、また実際のニュース番組を視聴した。また、「夢をかなえるリスニング」を自宅学習で取り組み、基礎的なリスニング力の底上げを図った。

使用教材：・「トップダウン式ニュース英語のリスニング基礎編」ディーエイチシー

・「夢をかなえるリスニング基礎トレーニング準備編」アルク

・「夢をかなえるリスニングセンター準備編」アルク

「②文法」

時期	学習単元	学習内容
1 学期	4月 基本時制(I)、(II) 進行形	現在時制、過去時制、未来表現 各時制と進行形、進行形をとらない動詞
	5月 完了形(I) 分詞	現在完了形、現在完了形と「時」を表す副詞 限定用法、叙述用法、have+O+過去分詞
	6月 助動詞(I)、(II) 助動詞(III)	can(could), may(might), must, will, would, should ought to, used to, need, dare(dared)
	7月 助動詞(IV) 完了形(II)	助動詞+have+過去分詞、慣用表現 過去完了形、未来完了形、完了進行形
2 学期	9月 不定詞(I) 不定詞(II)	名詞的用法、形容詞的用法、副詞的用法 不定詞の意味上の主語、原形不定詞、不定詞と時
	10月 不定詞(III) 動名詞(I)	不定詞の態・進行形、省略、慣用表現 名詞的用法、名詞修飾、意味上の主語、動名詞と時
	11月 動名詞(II) 分詞構文(I)	動名詞・to不定詞を目的語にとる動詞、慣用表現 現在分詞の分詞構文、過去分詞の分詞構文
	12月 分詞構文(II) 時制の一致、話法(I)、(II)	分詞構文の表す意味、独立分詞構文、慣用表現 時制の一致、例外、直接・間接話法、各種文の伝達
3 学期	1月 関係詞(I) 関係詞(II)	関係代名詞の限定用法、who, which, that 前置詞+関係代名詞、関係代名詞の継続用法、what
	2月 関係詞(III) 関係詞(IV)	as, than, 関係副詞(限定・継続用法)、先行詞省略 複合関係詞
	3月 仮定法(I) 仮定法(II)	仮定法過去、仮定法過去完了、未来の仮定 if節に代わる語句、願望・意見の表現、慣用表現

文法の授業では、会話と異なり、クラスによって内容を分けずに実施。「ブラッシュアップ英文法」を用いて文法面での基礎を学ぶと共に、対応したプリント教材で、各文法項目がどう実際に使われるか理解を深めた。「和文英訳日記」を用いて、和文英訳を通して英語で表現できることの幅を広げた。

使用教材：

・「ブラッシュアップ英文法」(数研出版) ・英文法および単語解説プリント(学校作成)

・「ブレイクスルー総合英語」(美誠社) ・「ブレイクスルー英文法 36 章」(美誠社)

※2 月 16 日(水)「クラス対抗英語ディベート大会」を実施。

クラス代表(1 チーム 3～5 人)による英語ディベートのクラス対抗戦で実施。

【評価・反省】

一般的な英会話の授業を、「ディベート英語」として再構成した結果、授業内容において次の 2 点の変化が特に顕著と言える：

①発信型の課題を継続的に、定期的に取り組みさせたこと

②学んだディベートスキルをディベート以外の場面で、他の教科で活かす指導を行ったこと

【検証】

現在までの生徒の学習への影響としては、具体的な数値として表れたこととして、毎年実施している英語検定試験 GTEC において、ライティングの成績に向上が見られており、その傾向は継続している。自由英作文のようなまとまった内容の英文を書く面において特にめざましい向上がある。また、教員の実感としては、英語検定試験への生徒の関心が高まったこと、英語で話し、書くという発信型の英語活動が生徒にとってより自然に受け入れられるようになったことが挙げられる。

英語で科学を学ぶ授業「科学英語」

【設定(実施期間)】 学校設定科目「科学英語」(2単位)

【ねらいと目標(仮説)】

- (1)科学全般の最新の研究成果は英語で発表されており、そのような専門的な学術論文に将来当たっていく際の素地を作る。他教科で学習した内容と、本科目で扱うテーマを結び付けることによって、未知の科学用語や専門知識の理解が促進される。科学的思考を実際の社会生活に適用し、効果的にプレゼンテーションをする能力を養成する。
- (2)本授業では、自然科学のみならず、社会科学的な内容を英語で取り扱い、広い意味での科学的思考力を養うことを目指す。多くのテキストを速く処理し、内容をつかみ、自分からその内容に関して理解を深めようとする態度を育て、それを発信できるようにしていくことが大きな目標の一つである。

【内容・方法】

《担当》 金沢教諭(英語科), 堀内教諭(英語科), 小林教諭(英語科)

《内容》

時期		学習単元	学習内容
1 学期	4 月	Reading Skill	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本的な読解スキルを復習, 確認していく ・ 2 度聴き精聴トレーニングを使いリスニングの基礎を確認する ・ CNN Science News 1~4 リスニング力の増強, 科学用語の習得, 科学的内容の理解を進める 科学的内容の発信力を養成する +4 技能試験型スピーキング練習
	5 月	入試問題演習 スピーキング練習	
	6 月	CNN Science1,2 スピーキング練習	
	7 月	CNN Science3,4 スピーキング練習	
2 学期	9 月	CNN Science5,6 スピーキング練習	<ul style="list-style-type: none"> ・ CNN Science News 5~8 リスニング力の増強, 科学用語の習得, 科学的内容の理解を進める 科学的内容の発信力を養成する +4 技能試験型スピーキング練習
	10 月	CNN Science7,8 スピーキング練習	
	11 月	CNN Science9,10	
	12 月	CNN Science11,12	

年間を通して、Target 1900 の Section1~8 の語彙復習を Web テストを用いて行う。

総合的な英語力の向上に加え、サイエンス全般に関する内容に触れて、英語で科学の内容を学ぶ。今年度より「CNN Science」という科学分野の内容を扱うニュースを題材にした教材を新たに採用し、多岐にわたる科学分野に関連するニュースの音声リスニングすることから始め、内容把握、スクリプトの読解を行った。また扱ったニュースの内容に関連して、より理解を深めるため、スクリプトの要約、1 学期は関連する内容について 100 語程度の英作文を行った。また、1 学期中盤から、2 学期中盤にかけて、帯活動的に、4 技能試験型のスピーキング練習を行い、英語で発話にする際の心理的バリアを下げ、英語で発信する素地を付けていった。これを受けて 2 学期は各ニュースを扱った後に、そのニュースに関しての 1 分間スピーチをペアワーク、グループワークで行い、4 技能のうちの「話す」力のうち、「コミュニケーションをする力(やり取り)」・「発表をする力(発信する力)」の養成を図った。

《扱った題材》

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1: New Shield against Growing Threat | (Engineering, Biomimicry) |
| 2: No Basis for Bias | (Brain Science, Gender Bias) |
| 3: A Formula for Feeling Good | (Music, Brains Science) |
| 4: For a Longer, Healthier Life | (Health) |
| 5: Giving Nature a Helping Hand | (Environmental Protection) |
| 6: Pooling Resources for a Cleaner World | (Climate Change, Renewable Energy) |
| 7: Smoking's Link with Mental Illness | (Medicine) |
| 8: Helpful Companion | (Robotics, Space Engineering, AI) |
| 9: Thousands of Voices, One Warning | (Climate Change) |
| 10: Google Claims Historic Breakthrough | (Computer Science) |
| 11: The Problem with Going Electric | (Environmental Protection) |
| 12: Intriguing Icy World | (Astrophysics) |

【評価・反省・検証】

「科学英語」の授業は、昨年度はコロナ禍の中で初年度の授業が行われ、1 学期の大半がオンライン授業で行わなければならないということで、以前の形を踏襲する形をとっていたが、今年度は対面での授業を通して、前述したように教材を変え、より科学的な内容を理解し、発信していく段階に注力する内容となった。

実際のニュースで扱われた内容を聞いて、大まかに把握し、スクリプトを読み込むことによってその内容の詳細を確認し、その理解をもとに各生徒が自分なりのショートエッセイを書いたり、短いスピーチ

を行ったりすることは、科学的な内容の文章を理解することが主な目標となる読解のみの授業よりも、内容の定着、思考力の増強という面ではプラスに働いているのではないかと思われる。

生徒のアンケートを見ると、各項目についての満足度は高く、「科学的内容を英語で勉強していく、科学的思考のための英語学習をする」という点については非常に前向きな姿勢が見える。一つ懸念されるのは、高校3年生の段階では大学受験に対応していかなければならないことも事実であり、科学英語の授業の中で、科学的論文を書く、もしくは書き方を学ぶことは非効率的でニーズに合っていないのではないかと考える生徒もいるようである。また、実際にプレゼンテーションをさせるのであれば、やはりポスター的なものや、PCのスライドなどを使ったものができるといいが、時間的余裕を考えると頻繁に行うことは非常に難しいのが現状である。また、他教科との連携という意味では、ほとんど行えていないのが現状であるが、これに関しては今後検討の余地が大いにあると思われる。

英語でのSTEM教育「エンパワーメントプログラム」

【対象】アドバンスプログラム 27名(高校1年16名, 高校2年11名)
スタンダードプログラム 131名(高校1年104名, 高校2年27名)

【設定(実施期間)】課外(夏期休暇 8月23日(月)~8月27日(金))

【ねらいと目標(仮説)】

- ・英語でSTEM教育を受けることで、科学技術に関して日本語で持っていた知識に加え、英語でも理解を深める。また、科学に関する社会問題等をテーマにしたディスカッションに取り組むことにより、英語での発信力、交渉力、表現力の向上を図る。
- ・さまざまな問題・課題について知る過程で、1つの事柄に対し、多様な解釈や観点が存在することを学ぶ。また、それらのことがすべて何らかの形で自分と関わりがあるということに気づく。
- ・日本も含めた「国際」という視野でグローバルの意味を考え、グローバルに生きることを考える。
- ・自らの考え、意見を理路整然と伝えることの難しさを実感し、その重要性を認識する。環境に影響されない、自己判断と自己責任の大切さを考え、自分で選択、判断、決断するきっかけとする。

【内容・方法】

《担当》宇都宮教諭(英語科) 増田教諭(英語科)

《内容》

・アドバンスプログラムでは、「学校教育に役立つゲームソフトとは」「AIテクノロジー」、「キャッシュレス化」等の昨今注目となっている多様な分野について、英語話者のファシリテーターから事例を含む導入の講義を受けた。それをもとにグループでディスカッションを行い、自分達がどう考え、また科学の力を用いてそれらの問題をどのように解決できるのか、それによりいかに世界に貢献していけるのか、を考え、議論を交わし、発表した。発表の形式は芝居やスピーチなど。ディスカッションや発表準備の際には、グループリーダーと呼ばれる、日本の大学院に留学している学生らによるサポートを受けた。

豊島岡女子学園高等学校 エンパワーメントプログラム 2021 カリキュラム <アドバンス>

	9:00-9:50	10:00-10:50	11:00-11:50	13:00-13:50	14:00-14:50
8/23 (月)	オープニングセレモニー アイスブレイク-アクティビティ お互いの自己紹介 プログラムについての説明	Goal Setting Activity このプログラムで自分が 達成したいゴールに ついてお互いにシェアする	英検で読んでみよう アクティブに質問をする	効果的な英語プレゼンテーションについて学ぶ - グループリーダーによるプレゼンテーション (自分のキャリアプランと世界への貢献) - 積極的に質問しよう!	今日の振り返り
8/24 (火)	スモールグループディスカッション (1) 科学の発展におけるポジティブシンキングの重要性		Scientific Talk (1) *有史以来最大の発明 とは? プレーストリーミング&プレゼン テーション	プロジェクト (1) 学校教育に役立つゲームソフトを開発しよう!	今日の振り返り
8/25 (水)	スモールグループディスカッション (2) グローバルな社会で活躍する		効果的なディベートの方法を学 ぶ	ディベート トピック: 科学の進化・課題について 実際にディベートを行い、説得力を持つに議論の展開方法を尋 ね付ける	今日の振り返り
8/26 (木)	Scientific Talk (2) グループリーダーの専門分野について深く知る - 積極的に質問しよう!		Scientific Talk (3) ケーススタディ: テクノロジーを 使って社会貢献した発明者に 学ぶ	プロジェクト (2) テクノロジーと私たちの生活 Society 5.0において、科学の発展は社会にどのような変化をも たらすか?	今日の振り返り
8/27 (金)	スモールグループディスカッション (4) グローバルな問題の解決に、自分のScientific backgroundを 活かしてどのように貢献できるか/貢献したいか		プレゼンテーション準備 ・本プログラムで最も勉強になっ たこと ・自分に何が変化が 見られたか? ・科学を自分の目標にどう 活かすか?	1人1人によるプレゼンテーション グローバルセレモニー 終了証贈呈	

・スタンダードプログラムでは、ポジティブシンキング、リーダーシップ、女性の活躍などのトピックが取り上げられ、上述のアドバンスプログラムと同様の活動を行った。これらのトピックは、アドバンスプログラムで自らの社会貢献を積極的に思考するための土台にもなる。

・各グループリーダーのスピーチを聴き、彼らがキャリアや夢、世界への貢献の仕方などについてどのようなビジョンを描き、行動に移しているかを知った。

・最終日には、生徒一人一人が、自分がプログラムを通して学んだこと、自分に起こった変化、科学を生かした社会貢献のための今後の行動目標等をテーマにスピーチをした。

豊島岡女子学園高等学校 エンパワメントプログラム 2021 カリキュラム <スタンダード>

	9:00-9:50	10:00-10:50	11:00-11:50	13:00-13:50	14:00-14:50
8/23 (月)	オープニングセレモニー アイスブレイクアクティビティ	お互いの自己紹介 自分について3つかポジティブな面について語る	英語で話してみよう(1) アクティブに質問をする	効果的な英語プレゼンテーションについて学ぶ グループリーダーによるモデルプレゼンテーション トピック：夢とその実現のために努力していること	今日の振り返り
8/24 (火)	ウォームアップアクティビティ スモールグループディスカッション(1) Positive Thinking について考える		英語で話してみよう(2) グループリーダーについて知る	プロジェクト(1) グループ別に活躍する女性を別に、その生き様から学ぶ 宿題：猛女のプレゼンテーションに向けた準備	今日の振り返り
8/25 (水)	ウォームアップアクティビティ スモールグループディスカッション(2) My Identity について考える		プロジェクト(2) 日本と海外の大学の教育システムについて ～より良い教育システムを考える～	個人個人によるプレゼンテーション この3日間の振り返り、達成できたこと、できなかったこと 残り2日間の新たなゴール設定	今日の振り返り
8/26 (木)	ウォームアップアクティビティ スモールグループディスカッション(3) Leadership について考える		自分のスキルを披露しよう! .	プロジェクト(3) 男女差別について考える ～女性が社会で活躍できるためにはどのようなことが必要か～	今日の振り返り
8/27 (金)	ウォームアップアクティビティ スモールグループディスカッション(4) 自らの強みや社会のために どう役立てたいか	グループプレゼンテーション準備 プロジェクト(1)～(3)に関する内容について グループでプレゼンテーション作成		グループプレゼンテーション発表 クローージングセレモニー ファシリテーター、グループリーダーからのコメント 修了証の贈呈	

【評価・反省・検証】

○生徒は、社会にある様々な問題・課題には必ずしも1つの正答や解釈しか存在しないわけではなく、考えを出し合って多様な観点から捉えることが大切だということを学んだ。そのためにもまず自分が考えを持ち、それを積極的に発信していくことの意義を実感していた。そして自分の持つ力をどのように生かせるか、社会に、そして世界に貢献するには今後どのような科学の知識や技術が自分に必要なのかを真剣に向き合って考えた。以下は生徒アンケートからの抜粋である。

- ・英語を話せることが重要なのではなく、英語を手段としてプレゼン、ディスカッションの時に自分の意見を述べられるかが大事だと思った。
- ・普段は難しく考えてやっていたジェンダー等の課題についてグループリーダーの意見や、先輩や同級生の考えを聞いて学ぶことが出来た。
- ・日本と他の国の文化や宗教の違い等を身近に感じられ、実際に話し合えたことが良かった。
- ・自分に自信を持つこと、自分の意見を言うこと、間違ってもいいこと、たくさんの事を学んだ。
- ・自分が今まで見ていた世界はこんなに狭かったのだなと思った。視野が一気に広がり、考え方、価値観も変わった。
- ・全てのグループリーダーの先生方が毎回熱心にトピックについて自分の考えを述べてくれ、その姿を見て、自分の意思をしっかりと持ち、自信をもって意見を言えるようになりたいと思った。これは自分にとって大きな変化だった。

○上述の学びが可能であった要因として、プログラムの以下の要素が挙げられる。

- ・生徒にとってより身近であるテーマ、例えば、LED、COVID-19のパンデミックの際に活躍した女性、Society5.0等を取りあげることで自分事として捉えさせ、より具体的な考察が可能になった。更に、それらのテーマについて、多様なバックグラウンドの人々と接し、意見を交わすことで、自身の力、思考をより客観的に捉えた。
- ・授業で学んだ科学に関する知識を具体的な事例と結び付けて考えた。
- ・知識を得るにとどまらず、自分で思考を深め、創造力を高めて発信した。
- ・参加したグループリーダーが明確な自分の目標を持ち、また様々な分野を研究しており、よりよい社会の為に研究をする、ということが生徒にとってより身近な例として感じられた。

○これらのことを鑑み、来年度以降のプログラムを構成する際に、活動内容の形式(ファシリテーターによる事例を交えた導入、それを踏まえたディスカッションや発表、グループリーダーによるスピーチ)は継続していきたい。また、客観的なデータについて分析し、根拠に基づき解決策を自ら考察するというプロセスを踏み、説得力をもって他者に提示できるような活動も組み込むことで、探究活動につながる思考の型を身につけられるようにしたい。

海外トップレベル研修 中止

3月の春期休暇中に、ボストンの大学や企業に行き、女性の科学人材による講演の聴講等を企画していたが、コロナ禍の影響により実施の見通しが立たないため、中止とした。次年度の実施も難しいと考えており、SSH2期目の実施に向けて検討をしている。

実施の効果とその評価

全体のSSH事業に関する効果の検証

SSH事業の効果の検証として高校3年生のSSHアンケート調査、高校1,2年生に対するSSHアンケート調査、教員用アンケートをもとに実施の効果とその評価について記載する。また、教科・検証で指導助言をいただいている東京大学・片山氏の意見を参考に、アンケート内容の文言は年度で変化がないように統一して実施している。ただし、詳細な検証・分析を行うため、従来のアンケート項目に加えて、新規のアンケートを実施して検証をしている。3つのアンケート結果(高3, 高1・2, 教員)は④関係資料に記載。

【SSH事業に取り組んだ3年間での生徒の変容】

2020年度と2021年度の高校3年生全員に、「高校1年からの三年間で、SSHの取り組みに参加したことで次に挙げた観点が向上したと感じますか」という問いに対して、複数の観点(「自ら取り組む姿勢(自主性・積極性)」・「周囲と協力して取り組む姿勢(協調性)」・「より深く考えようという姿勢(思考力)」・「オリジナリティを創り出そうという姿勢(独創性)」・「成果を発表し伝える力(表現力)」・「学んだことを応用することへの興味」・「科学技術を用いて社会や生活をよくしたいという気持ち」)に分けて調査した。ここでは、これらを順に、①自主性②協調性③思考力④独創性⑤表現力⑥応用力⑦社会貢献として説明をする。この7つの観点を、「非常に向上」「やや向上」「変化なし」「やや減少」「非常に減少」と分けて1つのみを回答する形式で行った。また、「あなたの中で最も自分自身の成長に影響がある取り組みは何になりますか」の問いで、3年間に取り組んだSSH事業の中から1つを選択する調査を行った。

●社会貢献と独創性を除いた5つの観点で、70%以上の生徒が「非常に向上」「やや向上」という肯定的な回答をしている。自主性、協調性、思考力、表現力、応用力が3年間のSSHでの取り組みを通して育成されたと考えられる。また、2020度と比べて、7つの観点すべての項目で肯定的な回答をした生徒の割合が増えている。(右下表)

これらの観点の向上に影響を与えた取り組みとしては、④関係資料から高校1,2年での課題探究が最上位項目となっている。2か年での変容を見ても、課題探究が影響を与えている生徒の割合が多くなっていることから、課題探究の取り組み方法の改善により、前述した5つの観点(自主性、協調性、思考力、表現力、応用力)が向上したと考えられる。取組の改善としては、課題探究を経験した教員が増えてきた(教員アンケート結果から45名を超える教員が課題探究の担当となっている)ことにより、どのように生徒指導をすればよいのか、あるいは、過去の生徒指導の経験を生かして指導を行うことができるといったことがあげられる。また、1期4年目であることから在校生が過去の高校1,2年生の取り組みの様子などを目にする機会があるため、在校生の課題探究に対する認識の変化もあると考えられる。

●社会貢献の肯定的な回答は、比較的低い結果となっている。この要因としては、科学技術や科学的思考力の実装という視点が足りないのではないかと考えることができる。中学3年での技術でアイデアだけでなく実際に作るということ意識して3Dプリンターを使えるようにするといったことを始めている。このような経験をしてきた生徒が、どのような変容があるのか、現状と数年後の状況を比較することで、検証が可能になると考えている。

●高校3年生は、理系のみ「実践数学」「化学応用」「物理応用」「生物応用」の学校設定科目の授業が展開される。これらは、高校2年までに学んだ様々な理系の知識や技能を総動員して、学びを深めていく授業である。④関係資料の結果の「あなたの中で最も自分自身の成長に影響がある取り組みは何になりますか」という質問に対して、2か年連続で課題探究の次に影響がある取り組みとなっている。しかし、学校設定科目(上記の4科目と英語の学校設定科目2つ)という括りで調査を行ったため、どの科目が影響あるのかが明確に測れていない。この点は、次年度には解消して調査を行う。

	2021年	2020年
自ら取り組む姿勢(自主性・積極性)	82.0%	61.8%
周囲と協力して取り組む姿勢(協調性)	81.5%	63.3%
より深く考えようという姿勢(思考力)	85.2%	71.0%
オリジナリティを創り出そうという姿勢(独創性)	68.3%	60.9%
成果を発表し伝える力(表現力)	78.8%	64.2%
学んだことを応用することへの興味(応用力)	73.5%	66.3%
科学技術を用いて社会や生活をよくしたいという気持ち(社会貢献)	67.2%	53.4%

【主体性についての検証】

●文部科学省の中間評価において、主体性や積極性について、より具体的な変容の検証が必要ではないかという指摘を受けた。そこで、高校1,2年生に対するSSHアンケート調査で「年間を通した探究活動に取り組む前と後で、「学びに対する主体性」は変化しましたか」(質問①)に加え、新規に「課題探究を行う中

で、想定外のことが起きたときに、最初にどのように対応しましたか」(質問②)という質問を行った。回答は3択で(A)「原因を考えて解消するようにしている」、(B)「先生等に相談する」、(C)「あきらめて別の内容に取り組む」とした。やや極端ではあるが、狙いとしては(A)を回答した生徒は主体的に自ら問題解決する力があり、(B)を回答した生徒は自ら問題解決するために行動することができ、(C)は主体性に欠け挑戦的に取り組めていないと判断し、(A)→(B)→(C)の順で主体性の高さを検証しようと考えた。質問①と質問②をクロス分析した。(次表)

これをみると、質問①で主体性の変化に対して肯定的な回答をした生徒の多くが、質問②で(A)を回答している。網掛けをした他の領域も併せて相関関係を考えると、主体性の変化に対して肯定的回答をしている、つまり、主体性が向上したと回答した生徒の多くが、課題解決に対して行動(質問②での(A)(B))できていることがわかる。ただし、質問①は主体性の変化を聞いている質問であるので、従来、高い主体性を持っている生徒は変化なしと回答することも十分に考えられる。今回の分析からも、質問①で変化なしと回答した生徒においても、課題解決に対して行動(質問②での(A)(B))できる生徒が高校1,2年生の中に18%いることがわかる。

高校1年, 2年(N=679)		質問①: 年間を通した探究活動に取り組む前と後で、「学びに対する主体性」は変化しましたか			合計
		肯定的回答	変化なし	否定的回答	
質問②: 探究活動を行う中で、想定外のことが起きたときに、最初にどのように対応しましたか	(A)原因を考えて自分で解消するようにしている	337名(49.6%)	89名(13.1%)	7名(1.0%)	433名(63.8%)
	(B)先生等に相談する	165名(24.3%)	38名(5.5%)	4名(0.5%)	207名(30.5%)
	(C)あきらめて別の内容に取り組む	12名(1.7%)	23名(3.3%)	4名(0.5%)	39名(5.7%)

【教員の意識について】

本校のスクールミッションでもありSSH事業の目標(研究開発の課題に記載)でもある「志力をもって未来を創る女性」の育成の中にある志力というのは、本校独自の造語である。この志力というものを、卒業時に身に付けさせたい資質・能力と置き換え、現在、本校独自のコンピテンシーについて議論をしている。その中で、キーワードになるであろう6つの観点(主体性・協働性・議論力・創造力・思考力・挑戦力)について、「より身に付けさせたい」「もう少し身に付けさせたい」「十分に身につけていると思う」の3つから選択する調査を行った。併せて、全教員が生徒の評価および指導助言に関わった成果発表会で生徒指導を行った経験が生徒指導する上でプラスになったかという選択式の質問、課題探究の担当をしていて困ったことやSSH2期目に向けてこれから本校が目指すべき姿や現状で見えている課題といった記入式の質問も行った。

●6つの観点(主体性・協働性・議論力・創造力・思考力・挑戦力)についての回答結果は、どの観点についても「十分に身につけていると思うが、最大でも2割強であるので、まだまだ身に付けさせる状況にあることがわかる。中でも、創造性と主体性は「より身に付けさせたい」の回答が5割程度ある。前述の高校3年生対象のアンケートでは、多くの生徒が主体性は向上したと回答しているが、教員から見るとまだまだ身につけている状態ではないようである。また高校3年生対象のアンケートでの「オリジナリティを創り出そうという姿勢(独創性)」と教員アンケートの創造力は、生徒と教員がともに、十分に身につけていないという傾向であり、創造力についてはまだまだ課題が残る観点である。

また、教員アンケートには、「上記の観点(主体性・協働性・議論力・創造力・思考力・挑戦力)以外に、より身に付けさせたいと思う「●●力」があれば記入をしてください。」という質問も併せて行った。この回答も参考にして、コンピテンシーを明確にしてSSH事業のみならず校内の様々な教育活動の検証をして教育活動の改善を行えるようにしていく。このことは、2期目に向けて始動している探究部会および校内の運営会議等で検討していく。

●「課題探究の担当をしていて困ったことはありますかという記入式のアンケートも行ったが、多くの教員から「生徒のモチベーション維持にどのくらい関わるべきか」や「専門外の取り組みにアドバイスできない」といった意見が多数(61人中31名が同様の内容を回答)寄せられ、生徒指導をどこまで行うか、そしてどのように行うか等の方針を明確にしていく必要を感じた。

●2020年度の校内の成果発表会(2021年2月実施)では、全教員が評価および指導助言に関わった。そこでの生徒指導は、アンケート結果から生徒を指導する観点等でプラスになったと回答した教員が、71人中60人となっており、課題探究が教員にもたらす良い変容であったととらえている。また、SSH2期目に向けて、これから本校が目指すべき姿や現状で見えている課題など、71人中39名が任意ではあったがアンケートに回答している。多くの教員が自分事としてとらえ、より良い教育活動になるように検討を重ねていることは、SSH事業がもたらした学校全体の変容一つと言える。

SSH 中間評価について指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況

【I期3年目】の中間評価結果では、「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おおむね可能と判断されるものの、併せて取組改善の努力も求められる。」という評価であったが、その中で指摘を受けた事項について、対応した点と今後の改善予定について記載する。(ゴシックは、文部科学省中間評価より抜粋)

②教育内容等に関する評価

- ・第3学年にいくつか学校設定科目を新規に設定している。ただし、新規に設定した科目の内容については、大まかな内容しか説明されておらず、探究活動との関連が見えない点は改善が求められる。
 - ➡第3学年の数学・理科の学校設定科目は、教科学習で積み上げてきた知識と探究活動で培ってきた技能・発想を総合的に活用して高いレベルの課題を解決する内容を扱う。大学受験に対応するだけでなく、大学での学びに接続できるような内容を扱う。第3学年は大学受験に対する準備も並行して行っているため、通年の課題探究を理系生徒全員に課すことは難しいと判断し、教員が設定した課題に対して協働で解決していく形式をとっている。数学の学校設定科目「実践数学」では、数学を利用した現実事象の課題解決に取り組んでいる。理科はコロナ禍の影響（高校2年次からの遅れ）があり十分に行えていないが、部分的に上記の課題解決型の授業に取り組んでいる。今後(2期目)は、「実践数学」での取り組みをベースとし、第3学年で理科と数学(状況に応じては他教科も融合)を横断してとりくむ課題解決型の課題探究を行う授業を新たに設置し、改善に努める予定である。
- ・教科授業内で探究的な活動を行うのが学期に1回というのは、活動内容にもよるが、少ないのではないかと、吟味することが望まれる。課題研究と理数以外の教科・科目との連携も図ることが望まれる。
 - ➡コロナ禍での分散登校や短縮授業等で、学習進度の遅れもあるため、教科内での探究的な活動に多くの時間を割くことが難しい状況である。いろいろな教科がそれぞれこれらの活動を入れることが難しいと判断し、探究活動をより活性化させるような内容を教科融合でできる限り行うことで対応した。結果、これまでほとんど事例がなかった教科融合および探究に接続できる教科学習が活性化した。(具体的な取り組み内容は、報告書本文の「理数の授業における課題探究」および「科学的な理解を深める教科融合授業」に記載。) また、理数以外の教科融合についても教員が取り組みやすくなるように、2022年1月の職員会議で教科融合の段階を4つに設定し、より多くの教員が取り組みやすいようにした。このことにより、職員室内での教科融合に対する打ち合わせや話し合いが増えてきた。
- ・「主体性」、「積極性」等は重要な内容だが、SSHにふさわしい具体性が望まれる。
 - ➡アンケート項目で「探究活動を行う中で、想定外のことが起きたときに、最初にどのように対応しましたか」という項目を立てて、自発的に課題解決しようとする姿勢がみられるかを検証した。また、従来行っているアンケート項目「年間を通した探究活動に取り組む前と後で、「学びに対する主体性」は変化しましたか?」との相関をとることで、課題探究での主体性・積極性の育成について具体的な検証を試みた。今後も現状行っているアンケート調査に加えて、別途、新しい項目で検証を進めていくことを検討している。
- ・課題研究について、第2学年の単位数が少ないのではないかと、第3学年にも設定すべきではないかといった点について検討・改善が望まれる。
 - ➡高校1年生、2年生の希望する生徒には、長期休暇および課外(放課後、始業前、長期休暇)に課題探究を行えるようにしている。第3学年での課題研究の設定については、希望者に対して継続的に取り組めるような仕組みを検討中である。本ページの最初の項目で記載した「第3学年で理科と数学(状況に応じては他教科も融合)を横断してとりくむ課題解決型の課題探究を行う授業」(今後設置予定)では、理数の複数の教員がそれぞれ課題を設定し、生徒はそれを選択して受講する形態を予定している。この授業の中で、高校2年からの課題探究を継続希望する生徒は取り組めるようにしていく予定である。次年度、理科・数学で具体的な課題設定の内容や実施方法の検討を行い、実施に向けて検討を開始していく。
 - また、高校2年生の課題探究の単位数を増やすことも検討したが、2022年度から新規の高校入学生がなく年次進行で完全中高一貫に移行するため、課題探究に向けての準備を中学3年から開始することで、高校1年、2年の課題探究に本格的に取り組む時間をより多くとれるようにした。

③指導体制等に関する評価

- ・上級生や卒業生、関係者をメンター等として更に活用することで、指導体制の充実が見込まれるのではないか。

➡これまで数名であった卒業生 TA を 2021 年度から 15 名と大幅に増やし、課題探究の指導体制を強化した。課題研究の際の指導助言だけでなく、探究活動を行う上で必要となると考えられる物品や実験器具の利用方法や用途等の説明用資料や動画を作成して、在校生がより深く探究活動に打ち込めるようにしている。在学時代に SSH で課題探究に取り組んできた卒業生を多く採用することで、自分たちの経験をベースに教員と会議を行い、よりよい活動につなげるべく取り組んでいる。2 期目に向けて、卒業生グループが校内指導体制の一つの柱となるべく準備を進めている。

- ・報告書で、どうグループ探究全体を統括して評価・改善を行っているか、グループ探究に SSH 推進会議はどう関わっているかといったことも、示すことが望まれる。

➡高 1 のグループ探究、高 2 の個人探究ともに、理科教諭を除く学年の教員全員が担当することになっている。(理科教諭は、実験室担当で内容に対する指導を行う。) 学年では毎週、課題探究の時間の前に学年ごとに打ち合わせを行っている。この打ち合わせは、各学年に課題探究の主担当を設置し、学年主担当が中心となり行っている。実施内容は、事後に SSH 推進会議で共有され、事業の見直しを可及的速やかに行えるようにしている。ただし、教員アンケートでは、打ち合わせが直前過ぎるので早めの提示が欲しいこと、年間を通した全体の流れを分かりやすく提示してほしい等の意見があるので、2022 年度は見通しのよい方法を確立すべく改善していく。

④ 外部連携・国際性・部活動等の取組に関する評価

- ・科学技術人材の育成の点から地域の小学校や中学校、高等学校との関わりを増やしてはどうか、検討がすることが期待される。

➡コロナ禍の影響で、外部との接点を取りづらい状況である。オンラインではあるが小学生等が参加するイベントに参加して関わりを増やすことを検討。また、文化祭では、ほぼすべての科学系のクラブは、小学生がサイエンスに興味・関心を持てるような取り組みをしているが、この 2 年は校内生徒のみの参加になっており、今後のオンラインでの関わり等を検討している。

⑤ 成果の普及等に関する評価

- ・ホームページの更新もよく行われているが、特色ある教材等が掲載されていないことについては、改善が求められる。

➡本校の特色である、T-STEAM : Pro(旧モノづくりプロジェクト)の実施要領を HP に掲載した。また、高校 3 年の実践数学の教材、高校 1,2 年での数学や理科の授業で扱った教科内での課題探究の教材、クロスカリキュラムとして行った教科融合授業の教材を掲載している。実践数学については、東京都 3 校、宮城県 1 校に教材提供を行った。

⑥ 管理機関の取組と管理体制に関する評価

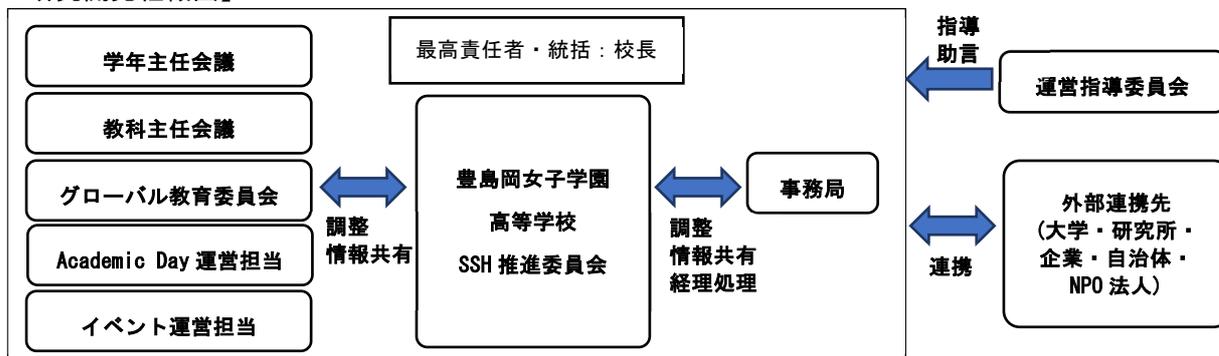
- ・今後、中高一貫教育校ならではのビジョンで SSH を推進する考えはあるか。理数系教育の充実に向けた今後の展開等をより詳細に示すことが望まれる。

➡現状の課題点を解消するための教育課程を考えており、中学から継続的に行う課題探究を充実させることを検討している。また、本校のスクールポリシーである志力の育成に向けて、高校 3 年もその力を伸ばし、さらには、卒業後も成長できるような仕組みを構築していく。SSH2 期目では、これまでに蓄積されたナレッジ及び経験を生かして、理数系教育の充実だけでなく、生徒も教員も成長できるような学校にしていく。その一つとして、現在、本校の卒業生に身に付けさせたい資質・能力として、本校のコンピテンシーを検討している。このコンピテンシーを元に、様々な校内の教育活動のアンケートを行い、SSH 事業の評価・検証を進められるように検討を始めている。

校内における SSH の組織的推進体制

本校の SSH 事業の当たりの組織および各組織での SSH 事業への取り組み内容は次の通りである。

【SSH 研究開発組織図】



【運営指導委員会】

氏名	所属
狩野光伸	岡山大学副理事・教授
秋田喜代美	学習院大学文学部教育学科教授
小村俊平	岡山大学 学長特別補佐（教育担当）
加藤理啓	Classi 株式会社代表取締役社長
本田雅久	宇宙航空研究開発機構・S&MA 総括
高木里奈	東京大学大学院工学系研究科総合研究開発機構助教

大学・企業からおいでいただく 6 名により構成される。

年 2 回開催される運営指導委員会で、SSH 活動に対する指導・助言頂き、SSH 事業の改善につなげた。

《2021 年度》第 1 回 2021 年 9 月 25 日・第 2 回 2022 年 2 月 12 日

《2020 年度》第 2 回 2021 年 2 月 27 日

※④関係資料に 2021 年度第 1 回、2020 年度第 2 回の内容を記載

【校内運営会議】月曜日実施

理事長、校長、教頭、教務部長、生徒部長、入試広報部長、SSH 推進委員会委員長により構成される。学校の教育活動の最終的な運営を司る。この会議の中で、学校全体の教育活動についての改善や新規取り組みについて議論する。その中で、SSH 事業についての進捗状況や取り組みに対しての改善や校内支援について議論を行う。なお、この会議で議論された中で学校全体の内容については、SSH 事業が円滑に進むよう、校長の指導のもと教務部長・生徒部長および SSH 推進委員会委員長が教員の各担当者へ情報共有および指導を行った。また、事務局への連絡は教務部長・SSH 推進委員会委員長が中心となり情報共有を行い、校内支援を行った。

【SSH 推進会議】木曜日の 3 校時に実施

SSH 事業および総合探究Ⅱの推進にあたり、学校全体が動くように企画・立案し、実行に際して円滑に事業が行われるように調整・検討をするための会議。主に、科学探究Ⅱ・科学探究基礎Ⅰ、総合探究Ⅱでの探究活動に対しての報告を毎週行い、現状の進捗把握をした。また、2021 年度からは、中学 3 年生も前倒して課題探究を進めていくため中学 3 年の学年主任も参加、そして、英語でのサイエンスの取り組みを充実させるため、英語科主任も参加して取り組み内容の検討を行った。実施内容は、事後に SSH 推進会議で共有され、事業の見直しを可及的速やかに行えるようにしている。ただし、教員アンケートでは、打ち合わせが直前過ぎるので早めの提示が欲しいこと、年間を通した全体の流れを分かりやすく提示してほしい等の意見があるので、2022 年度は見通しのよい方法を確立すべく改善していく。また、全校体制で臨む高 2 成果発表会の計画・運営を行った。

【その他・工夫】

- ・2020 年度の 2 月末に行った高 2 成果発表会は、全教員が生徒の発表に対して指導助言を行い、全学体制で取り組んだ。教員アンケートでも、この経験がプラスになったと回答した教員が約 85%であった。2021 年度以降も、学校行事と位置づけ全学的に取り組める体制を構築している。
- ・SSH 事業を 1 年目から年次進行で取り組んできた生徒が、2021 年春に卒業した。この卒業生を多く起

用し、TAとして生徒の課題探究が円滑に進められるようにした。卒業生は、自分たちの経験を活かしながら在校生に対してアドバイスができるので、教員とは異なる目線での指導となり効果的に課題探究を進めることができた。また、在校生へのアドバイスだけでなく、校内にある実験器具や課題探究で利用できる物品に対して説明用の動画を作成も行っている。在学時の経験を生かして、より課題探究を深めるためにどのようにすればよいのかなどを教員と議論を進めている。

- 2021年度で最も大きい変化が、生徒が課題探究をより深く行えるように探究支援サイトを構築したことである。このサイトは、課題探究を行う上での校内規定、物品の購入申請や実験器具の利用申請、実験室の利用申請などを掲載し、生徒と教員がインタラクティブなやり取りを可能にした。現在、コンテンツについては、TAである卒業生も協力して、よりよいものにすべく取り組んでいる。これまで散在していたナレッジが集約され、生徒が情報を獲得しやすいようにした。
- 2021年度から SSH推進委員会に中学3年主任、英語科主任も参加し、SSH事業の活性化を行った。
- 高校1年および2年の生徒全員に対して、年間を通してCL通信(Creative Learning 通信)を発行し、生徒に対して活動内容の周知や方向性の形成を行った。この通信は、生徒用に作成しているものであるが、各クラスで配付した後に、教員が説明を行うため、探究活動の担当者は事前に目を通し、内容を把握する必要があるため、SSH事業に対する教職員の目線合わせにも大いに役立った。
- MicrosoftのプラットフォームであるTeamsを利用することで、教職員全体が実施の内容を知ることが可能となっている。また、生徒及び教職員が通る玄関に、デジタルサイネージを設置し、SSH活動における各コンテストや外部発表で優秀な成績を収めた生徒が誰なのか閲覧できるようにした。このことにより、該当生徒の指導に関わっていかなくとも、どの学年の生徒がSSH事業の中で成果を収めているのかを知ることができるようになってきている。デジタルサイネージで日常的に生徒の活動結果を目にすることにより、教員および生徒、そして、来校した入学希望者やその保護者に対してSSH事業への理解を深めた。
- 化学室、生物室、実験室および職員室の前に、東京都SSH合同発表会にポスター発表した生徒のポスターを掲示し、生徒だけでなく教員や来校者にもSSH事業が身近なものに感じられるようにした。

成果の発信・普及

- 科学の甲子園東京都予選の総合2位、実技競技2位について、中学受験生向けの進学情報誌「さびあ」(進学教室サピックス小学部発行)にて、生徒のコメントおよび教員のコメント掲載。生徒が「SSHの探究活動を始めてからチームで実験や研究をすることに興味があり、この大会を通じてみんなで試行錯誤を重ねる楽しさを再確認できました。」とコメントした。SSH1期1年目からSSH事業に取り組んだ卒業生にもコメントをもらい、女子生徒がサイエンスに対して挑戦的に取り組む様子を紹介することで、女子の理系に対する裾野を広めることに貢献した。なお、本校の表彰の写真が東京都教育委員会のHPに掲載された。
- 科学技術振興機構発行の「令和3年度スーパーサイエンスハイスクールパンフレット」にて、T-STEAM: Pro(旧モノづくりプロジェクト)を紹介し、本校独自の取り組みを広く紹介した。
- T-STEAM: Pro(旧モノづくりプロジェクト)の取り組みの様子は、東京電機大学発行の広報誌「Agora」にて、特集として紹介され、STEAM教育を広めることに貢献した。また、本校の情報担当の教諭と東京電機大学および東京電機大学中学校高等学校教諭にて行われた高大連携合同研修会「情報教育における高大接続」(130名が参加)の様子が掲載された。
- 9月に対面で校内実施したサイエンス講義(スリーエムジャパンによる講義・実験)が、日経サイエンス12月号(2021年)と日経サイエンスHPに掲載され、広く理系人材の育成に貢献した。
- 2022年3月に実施されるベネッセコーポレーション主催「ベネッセSTEAMフェスタ」に参加するチームの中2チームが取り組みのプロセスについて取材を受け、参加者全体の学びの場となるべく協力をした。なお、この取材内容は、ベネッセ教育総合研究所の教育情報誌「View」やベネッセコーポレーションのHPにて告知予定。
- 東北大学を拠点とした宇宙船探究活動「探Q」のHPにて、本校生徒の活動の様子が掲載。
- SSH事業として特色のある教材として、本校の特色の一つであるT-STEAM:Pro(旧モノづくりプロジェクト)の実施要項、クロスカリキュラムの教材(高校3年学校設定科目「実践数学」、高校1,2年生で実施した教科融合授業の教材)、高校1,2年生で実施した理数授業内での探究活動授業の教材をHPにて公開した。これらの教材は、他校から連絡を受けて東京都3校、宮城県1校の教員に提供した。
- 当校HPにて、毎週実施する課題探究の様子、集中実習の様子、校内イベントをHPで広く公開し、SSH事業の普及に努めた。更新は、ほぼ毎週行った。また、外部で評価された取り組み(科学の甲子園等)についても、積極的にHPに掲載し、広く科学の普及に努めた。
- 化学室、生物室、実験室および職員室の前に掲示した生徒の課題探究のポスターにより、学校見学会で来校した小学生と保護者にSSH事業を広めることができた。

研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性

2022年の高校1年生より年次進行で完全中高一貫となる。そこで、2021年度の中学3年生は先行して、従来、高校1年生の科学探究基礎Iで取り組んでいる集中実習等に取り組んだ。以下、中学3年生の取り組みの課題も含めて、現在のSSH事業での課題と改善策、今後の開発の方向性について記載する。

【研究開発Ⅰ】

課題①課題探究の指導上での課題

- ・課題探究の担当教諭の生徒に対する指導方針が明確になっていないため担当教諭が困惑

改善策→SSH事業4年目となり、多くの教員が課題探究担当を経験してきた。そこで、課題探究や集中実習の一部は、大枠はSSH推進会議で提示はするが学年主導で取り組み内容を決めた。大半の教員が課題探究担当の流れがわかっているという前提で進めていたため、指導担当する教員に対して十分な理解が得られないまま進めてしまった。そのため、指導担当する教員の混乱を発生させていた。また、中学3年では、従来の高校1年生が取り組んでいた科学探究基礎Iで取り組むような集中実習に取り組み、高校1年4月から課題探究が進められるように準備した。しかし、中学生と高校生の違いもあり、十分な準備とはならなかったため、今後、取り組み内容等の検討が必要となる。これらを改善するため、次年度から新規に「探究部会」という組織を設置し、中学3年から継続的に課題探究に取り組めるように検討を開始している。また、課題探究に取り組む上で、生徒に身に付けさせたい基本スキルと課題探究をより深めるための実践スキルに分けて検討し、各学年での流れが見通せるような流れを全体で共有していく。

課題②理数授業中の課題探究等についての課題

- ・高校1,2年の理数授業中の課題探究と年間を通した課題探究の関連性が不明瞭

改善策→今年度は、通年の課題探究がより深められるような内容の授業が多数行われた。しかし、担当者裁量であるため、毎年同じ内容の継続性に欠けることが新しい課題である。この課題を解決すべく、2期目では中学3年からの課題探究の流れを考えて、理科・数学の教員が中心になって指導する学校設定科目を新規に設置する予定である。この科目で課題探究を行う上での基本スキルを学び、課題探究がこれまで以上に充実した内容になるように改善していく予定である。また、2期目では理数以外も課題探究に向けて支援するための授業や取り組みができないか検討を始めている。

課題③高校3年での理数の学校設定科目の充実

- ・高校3年の学校設定科目「化学応用」「物理応用」「生物応用」の目標が十分に達成できない

改善策→コロナ禍の影響で分散登校や短縮授業等があり、高校2年から授業時間が十分に確保できていない。そのため、予定していた進捗を進めることができず、高校3年の授業内容が大幅に遅れている。全員が大学受験を考えており、その準備も同授業内で行っているため、高校3年でより発展的な内容まで踏み込む時間があまりとれずにいる。次年度も同様の進捗であるため状況は変わらないが、大学入試に向けた学習と発展的な内容を融合する工夫をしながら進められるように検討する。なお、高校3年の学校設定科目「実践数学」では、数学と理科や地理等を融合した授業を展開し、非常に発展的な課題探究を行っている。2期目では、上記の理科の学校設定科目で時間的な課題の解決、またより教科融合を発展的に行うことを目的に、「実践数学」と物理・化学・生物を融合した学校設定科目を新規に設定し、教科融合での高度な課題解決・課題探究を通して、大学での学びに接続させる計画を予定している。

【研究開発Ⅱ】

課題④T-STEAM: Pro(旧モノづくりプロジェクト)で他校の参加を見送っている

改善策→コロナ禍の影響で昨年度は実施できなかった本プロジェクトを、今年度は実施できた。モノづくりのコンテストという内容であるため、オンラインではなく対面で行うことが効果を上げる上で重要であると判断している。SSH事業指定前から取り組んでおり、近隣他校にも参加を呼びかけ実施してきたが、コロナ禍での安全面を考慮し校内に他校生徒を招き入れずに実施した。今後、他校参加も視野に入れて、内容を吟味し、次年度の実施を検討している。

【研究開発Ⅲ】

課題⑤海外トップレベル研修が行えていない

改善策→第3年次本格的に実施予定であった、ボストンでの海外トップレベル研修であるが、次年度もコロナ禍の影響を鑑み実施を見送っている。第2年次に本研修の前身となる海外研修を実施した。この研修の参加者の多くが、現在、TAとして本校のSSH事業に積極的に貢献してくれている。前身となる海外研修はSSH事業ではなかったが、生徒の意識の変容に対して非常に影響力のある取り組みとなる可能性があるため、2期目の実施に向けて継続して検討をしていく。

④ 関係資料

豊島岡女子学園高等学校 令和三年度（2021年）教育課程表

高等学校教育課程表

教科	科目	標準	1学年	2学年		3学年				
				文系	理系	文系Ⅰ	文系Ⅱ	理系		
国語	国語総合	4	5							
	現代文B	4		3	3	6	4	2		
	古典B	4		2	2	4	4	2		
	計		5	5	5	10	8	4		
地理 歴史	世界史A	2	2			日本史	世界史	日本史	世界史	
	世界史B	4		4			7	(2)	2+(2)	
	日本史A	2			(2)					
	日本史B	4		(4)		7		2+(2)	(2)	
	地理A	2			(2)					
	地理B	4		(4)					(2)	
	計		2	8	2	7		4		
公民	倫理	2	2							
	政治・経済	2				2	2	2		
	計		2			2	2	2		
数学	数学Ⅰ	3	4							
	数学Ⅱ	4		4	4		3			
	数学Ⅲ	5							5	
	数学A	2	2							
	数学B	2		2	2		2		3	
	※実践数学								1	
計		6	6	6		5		9		
理科	物理基礎	2	2						物理	生物
	物理	4			(4)					
	※物理応用								4	
	化学基礎	2	2	(2)						
	化学	4			4					
	※化学応用									3
	生物基礎	2	2				2			
	生物	4			(4)					
	※生物応用									4
地学基礎	2		(2)							
計		6	2	8		2		7	7	
保健 体育	体育	7~8	2	2	2	3	3		3	
	保健	2	1	1	1					
芸術	音楽Ⅰ	2		(2)	(2)					
	美術Ⅰ	2		(2)	(2)	[2]	[2]		[2]	
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	4							
	コミュニケーション英語Ⅱ	4		4	4	3				
	コミュニケーション英語Ⅲ	4				4	5		4	
	※科学英語					2	2		2	
	英語表現Ⅰ	2		2	2					
	英語会話	2								
	※ディベート英語		2							
計		6	6	6	9	7		6		
家庭 情報	家庭基礎	2	2							
	社会と情報	2				2	2		2	
総合的な探究	総合的な探究		1	1	1	1	1		1	
	科学探究基礎Ⅰ	3~6	1							
	科学探究Ⅱ				1					
	総合探究Ⅱ			1						
特別活動	3	1	1	1	1	1	1	1		
単位数合計		35	35	35	35	35	35	35		

「総合的な探究」は学期ごとにまとめて実施

()必修選択 []自由選択

※は学校設定科目

科目名はSSH研究開発に係る学校設定科目および総合的な探究の時間

運営指導委員会の記録と改善点

(1) 2021 年度豊島岡女子学園第 2 回 SSH 運営指導委員会

【日時】 2021 年 2 月 27 日(土)14:30~15:30

【場所】 オンライン開催

【出席者】 運営指導委員...秋田喜代美(学習院大学文学部教授)・狩野光伸(岡山大学副理事)

小村俊平(岡山大学学長特別補佐)

本田雅久(国立研究開発法人宇宙工学研究開発機構 S&MA 総括)

高木里奈(東京大学大学院工学系研究科総合研究開発機構助教)

加藤理啓(Classi 株式会社代表取締役副社長)

豊島岡女子学園...林田(理事長)・竹鼻(校長)・根岸(SSH 主担当)・當麻(SSH 推進委員会)・

十九浦(教務部長)・阿由葉(SSH 事務担当)

【内容】 根岸より活動報告を行った後に行われた質疑応答で、参加者の発言をまとめたもの。

竹鼻：先週、高校 1 年生、2 年生の成果発表会を無事にすることができて何よりだったと思っております。オンラインでの発表会でしたが、教員が担当を決めて生徒の発表を聞いてコメントをするということを行い、一気に全校体制が進んだ点が非常にうれしく思っているところです。それぞれの教員が感じたことを、各学年の学年通信などに載せておりますので、非常に良い効果が出るのではないかと、中学 1 年生から良い効果が出るという期待しているところです。また、今回は発表会の後に 1 時間程度ですが、情報交換会を行いまして、外部の方から助言をいただいて、はたと気づかされることもあって、非常にいい発表会になったと思っております。

小村：発表会を見させていただきました。拝見して特徴的だなと思ったのは、ほとんどの生徒が先行研究をしっかりと調べ、自分たちがやったことを踏まえて今後どうしたいかを考えて見通しを立てていることが非常に素晴らしいなと思いました。生徒たちが一生懸命取り組んだということもありますが、先生方が一つ一つの発表に対して途中しっかりと関わってもらえたからかなと思いました。その点が非常に良かったなと思っております。その上で申し上げたいことは、発表は評価をする場ではなく、色々な人から意見を言ってもらって、今後の研究に対してのヒントをもらう場であるという認識で進めると今後さらに発展すると思えます。

秋田：英語のプレゼンもあって、すごくいいなと思いました。それから、他校の生徒の発表を聞くという点、初回に比べると聞く方の側のルーブリック表もいろいろ活用されている点など、年々パワーアップされているということを感じました。一方で、さらに高めていくとすると、プレゼン後のインタラクションまで含めて発表だということを意識させるとよいと思えます。また、これまでの発表は全部データベース等に豊島岡ではされていますか。これを行うことで、卒業後にこういうことをやった生徒が将来どういうキャリアになったのかが見えていくのが、その生徒の指導だけでなく、学校の文化を作っていくうえでとてもいいと思えます。

根岸：アーカイブの話ですが、どうやって学内で保存していくか、後輩に伝えていくかについては、これから考えていくべき課題だと思っております。

狩野：今回の発表で利用されていたルーブリック評価は、拝見して良くできた内容だなと思えます。理想をできるだけ満たすものを作ってほしいという使い方でいいかと拝見しました。それから RQ を設定されることは、研究者目線から RQ かと心配になったりする発表もあったので、RQ と言わなくてもこういう問いを原動力にやっていますという表現でもいいのかなという気もしました。

本田：発表を見させていただきました。オンラインでやって厳しかったなと思うのは、発表されたスライドを手元で見ることができない点です。資料を事前に配布できると質疑がやりやすくなると思えます。また、我々が仕事で時間を使うのは、うまくいかなかったことの「原因分析」です。今回の発表でも、うまくいかなかったことをじっくりと考えてみると、よいと思えます。

加藤：今回の発表ではないですが、口頭発表しなかった生徒はポスタースライドに音声をつけて動画作成させるなど、すばらしい提案だなと思えます。また、口頭発表後の教員から生徒への指導助言の場としてディスカッションルームを作り、全学的に取り組んだ点もいいなと思いました。

高木：他学年も発表を見ることができるといことですので、他の同じ学年の人と話す機会とか、後輩に対して「去年こんなことをやったらよかったからこうしてみたら」のような先輩からのアドバイスをもらうような仕組みがあると、生徒同士で考えて進められる部分があるかもしれないので、有意義な活動になるのかなと思えます。

林田：SSH の指定校になった時にはどうなるかなと思っておりましたが、生徒が探究に意欲を持って取り組んでいる様子、そして生徒の成長が見られる事は素晴らしいと感じています。今後、中学生の探究活動も視野に入れながら取り組んでいきたいと思えます。そのために、学校施設や物品支援など、惜しまず支援していきたいと考えています。

(2)2022 年度豊島岡女子学園第 1 回 SSH 運営指導委員会

【日時】2021 年 9 月 25 日(土)14:30~15:30

【場所】オンライン開催

【出席者】運営指導委員...狩野光伸(岡山大学副理事)・小村俊平(岡山大学学長特別補佐)

秋田喜代美(学習院大学文学部教授)

本田雅久(国立研究開発法人宇宙工学研究開発機構 S&MA 総括)

高木里奈(東京大学大学院工学系研究科総合研究開発機構助教)

豊島岡女子学園...林田(理事長)・竹鼻(校長)・根岸(SSH 主担当)・當麻(SSH 推進委員会)・

十九浦(教務部長)・阿由葉(SSH 事務担当)

【内容】根岸より本校の前の運営指導委員会から今回までの SSH 事業の説明を行った後、質疑応答。

秋田：英語については、STEAM の英語は大事。今は高 2 の STEAM 英語で外部講師にお願いしているということですが、将来的には内部でやる予定はありますか。また、豊島岡のような学力が高い学校で、文理融合について具体的にどう考えているのかお聞かせ願いたい。

根岸：英語は、外部にお願いをしていましたが、本年は 3 名の英語教員に SSH 推進委員会に参加してもらい、実施前から携わって一緒にできる事や本校が取り入れる事を考えることができました。今年のはじめて、外部講師と本校の教員の話しあいの場を設けて、今後について検討することができました。将来的には、本校の独自で行うことも考えています。

竹鼻：今まで高 2 で全員が行っていたものを、今年の中 3 の希望者対象に行いました。今年希望者でしたが、来年から中学のカリキュラムに入れて STEAM での英語学習を全員に実施する。将来的にはオリジナルで実施する予定です。

狩野：大変豊かな取り組みをされていると思います。ただ、ほめてばかりでは、役目が果たせないで提案をさせていただきます。英語は何のためにやっているか？文法・言語学的な英語中心では、STEAM を絡める意味がない。論文やプレゼンで使う理論的な英語を考えたときに、外部講師でいいのか？オリジナルの方がいいのではないかということです。

十九浦：文理融合についてですが、来年度の新教育課程表では全員が最後まで数学を履修するカリキュラムを設定しています。

秋田：良くわかりました。文理で分ける時代が変わってきて、それに対応されていることは素晴らしいと思います。

小村：充実した内容になってきたと思います。お話を聞いていると、より多くの教員が関わるようになったということが素晴らしいと思います。学力がすぐれた学校で、一部ではなくて、学校全体で取り組んでいる。

本田：基本的な PDCA が上手く回しているか、中間成果の PDCA を次の PDCA にどう入れていくかが大切だと思います。変化を認識しながら PDCA を 2~3 回回して目標に近づけていく。

高木：アウトリーチについて、入学したい小学生に向けて、例えば、桃季祭などの機会に発表をしていくとそれを見た課題研究に積極的な子が入学すると良くなる。そういうアウトリーチの活動があるといいと思う。

秋田：SSH の 5 年の 3 年が過ぎたところで、卒業生が出たと思うのですが、SSH の前と後の卒業生のデータはとっていますか？前職の東大では、東大附属が 50 年のデータを持っていて、カリキュラムを変えたときにどのように大学や職業選びに影響したかがわかるようになっていました。

十九浦：今後検討していきます。

林田：本日、高校 2 年生の中間発表を見たのですが、学ぶ姿勢と生き生きと発表をしている様子に本校の将来の力になると思いました。これからも、一丸となって取り組んでいきます。

運営指導委員会からの助言を踏まえて SSH の取り組みについて改善

- ・発表内容をデータベース化し、生徒および教職員が自由に閲覧できるように探究支援サイト(Web サイト)を構築した。2021 年度、2020 年度のポスター発表動画、2021 年度の高校 2 年生の論文を掲載している。今後は、他校の課題探究にも貢献できるように外部公開を検討している。
- ・発表を様々な立場の方から意見をもらい、今後の生かす場としていくため、2022 年度は中間発表会を行事として大々的に実施する予定である。
- ・本校の課題探究の流れ・文化を作るため、学年を超えた交流会を実施。中高一貫を見据えて、今後、中学 3 年から本格的に課題探究に向けて始動する。今年度も、部分的に課題探究に向けて動きだしているが、その中で高校 1 年生が中学 3 年生に対して、探究活動の内容やアドバイス等を行う交流会を実施。次年度以降も続けていく。
- ・STEAM を英語で学ぶ機会は、今年度、部分的に中学(中学 3 年夏期)に導入。次年度は、中学 1 年の英語の授業の一部を STEAM と関連して進めていく。
- ・アウトリーチとしての外部発信については、クラブを中心に行っていく。

探究活動テーマ一覧（高校1年「科学探究基礎Ⅰ」、高校2年「科学探究Ⅱ」）

分野(化学, 生物, 地学, 数学, 情報, 物理, 工学)については, 生徒の申請による分類

【高校1年「科学探究基礎Ⅰ」】

分野：化学(28件)	分野：生物(28件)
アロマオイルの抽出量を最大にするには	BGMとマスクング効果
クエン酸と重曹による二酸化炭素の発生実験	アルコールと同等の効果を得ることの出来る薬品の組み合わせ
トリメチルアミンの消臭方法	カタバミの葉の開閉運動
はちみつ保湿成分	カビの発生の抑制について
ビールの泡持ちを改善する方法	色素増感太陽電池
ボールペンの上から蛍光ペンを引いて滲ませないためには	キノコの胞子の発芽率の気温による変化
よりよいグラウンドの素材	クマムシが繁殖しやすい餌を調べる
レモンの部位による消臭力の違いについて	シャンプーを使った髪の毛を最適に保つ方法について
急速冷凍ができる手軽で安全で安価な不凍液とは	ハイフンと記憶力の関係
金属樹の特徴を変化させる条件を調べる	プラナリアの記憶の保存
砂中からマイクロプラスチックを回収するには	プラナリアの色の認識について
酸化チタンの効能について	ペットボトル内の細菌が最も増えにくくするための条件は？
酸化チタンを用いて紫外線カット率	ミジンコの食欲
手の消毒液の最適濃度について	暗闇での糖を用いた植物の生育
色のついた液体における滴定の終点の判別方法について	花が光や水溶液の違いからどれくらいで枯れるのか
食品ロスから入浴剤を作る	環境に優しい洗剤作り
身の回りの自然物を用いた汚れ落とし	菌が繁殖しづらいスポンジの保存方法
洗剤無使用時の食器洗浄方法	枯草菌が乳酸菌の増殖に与える影響
知育菓子のレンビの研究	植物と周波数の関係
天然染料でポリエステル繊維を染めるには	植物のリラックス効果の影響
筆圧が弱い人でも濃い字が書けるチョークを作る	植物の抗菌作用
布の構成	植物の聴覚と花粉交配者の関係
布どうしの間隔によって布の乾燥度がどう変わるのか	野菜の皮の部分を用いて, シメジの菌糸を培養
副産物を用いたサステナブル素材の提案	水温の変化とオオカナダモの光合成の限度の関係について
米糊から無毒な粘着剤をつくり出すためには	生活習慣と集中力の関係について
分野：物理・工学(28件)	素材による菌の繁殖の量の違いを調べています
ヴァイオリンの松脂の量による音質の違いについて	大腸菌を用いた味噌と果物の酸の抗菌作用の解析
カイロについて	蜘蛛の糸
グラスハープの音程を正確にするには	二枚貝の水質浄化作用について
クラドニ図形が変化する条件	卵の殻が肥料として使えるかどうか
スピルホールの形状によるパラシュートの安定性	分野：数学・情報(12件)
ダイラタンシー現象について	アニメキャラクターの顔パーツと印象の関係について
チェレンコフ光検出に適した素材は何か	ゆるキャラの比
ハニカム構造による吸音効果の違い	ワクチンによる感染拡大防止の効果
ビル風を軽減させる方法を調べる	手札公開パパ抜き(27枚)の必勝戦略について
めくれにくいスカート	囚人のジレンマを用いた感染症対策
圧電体による床発電の発電効率を上げるには	人間乱数と人間の性格や体調との関係を探る
宇宙線到来頻度の天頂角, 方位角依存	東京駅を最適構造化
扇風機の活躍の場を増やす	豊島岡の下駄箱の最適構造化
雨に濡れにくい傘の角度でさせる傘を作成した	モジホコリの移動特性についての考察
荷物の紐の長さによる肩への負担の違い	楽曲の色イメージについて
最大投射角	首都直下型地震発生時の池袋駅地下における最適な避難経路
声の感情をデータ分析し物語の「盛り上がり」に応用する	食品で作るスライム
歩行時における圧電素子を用いた発電	分野：地学(3件)
木のリードをプラスチックのリードに近づけるには？	教室内外の温度の高低による換気のされ方の違い
メッシュの性質を変えて泡の性質の指標を作る	土壌面蒸発を抑えるには
運針と集中力の関係について	土の性質について考える
学校の各教室の残響時間を測定する	
吸音	
教室内の温度差の解消法	
効率的なアンモニア臭の消臭方法について	
水飲み鳥を用いた電磁誘導による発電	
雪に強い屋根の構造	
様々な風向きや風速に適した小型風力発電のプロペラの形	

【高校2年「科学探究Ⅱ」】

化学：57件	
アセトンを用いた消しカスの分解～消しゴムへの再生を目指して～	米と水分量の関係
お米をおいしく炊くための最適な条件	トリートメントと髪の毛のキューティクルの関係
電気炉を用いたフラックス法による人工宝石の合成	紫キャベツと同等な pH 指示薬を作れる材料は何か？

アーモンドプードルを使わずにマカロンを作るには？	瞬間接着剤の剥離
The Connection between Chocolate Tempering and Liquidity	ろうそくで見る炎色反応
メレンゲを作る工程における様々な条件による影響	知育菓子の PH 変化
マカロナーージュの成功率を上げたい！	はつみつが固まるのを防ぐには
微生物燃料電池の発電量を増やす方法	集中力を高める環境とは
ビタミン C を効率的に摂取するには	銅との反応速度から見る濃硝酸と希硝酸の違い
人の目で認識できる色差とは	身の回りの物で安全なリップクリームを作る
保湿力の高いボディスクラブを作る	辛さを和らげる食べ物は何か
おいしい温玉を作りたい！！	食品添加物～着色料～
生の果物をドライフルーツにしてみよう	レモン電池式ではレモン以外にも電気が流れるのか
果物を美味しく冷凍保存するには	ラベンダーから香りを抽出するには
緑色の線香花火を作る	確実に固まるスライムを作る
ミョウバンの再結晶の実験における収率と粒子の大きさの相関関係	キレート滴定などの実験から考察した、銅との反応速度からみる希硝酸と濃硝酸の定義
油脂とセッケンの洗浄力の関係	玉ねぎ染めにおける染色過程と呈色する彩度
納豆の粘り気の変化を調べる	異なる pH 下における毛髪染色の変化
オレンジを使った油污れに効果的な洗浄液の作り方は	洗剤と漂白剤の最適な割合と温度
高吸水性樹脂で持続可能な社会へ	抗菌作用を持つ食品の活用方法
色落ちしにくい草木染め	ラベンダーの鎮静作用が抽出した際に最も高くなるオイルは何か
アボカドから抽出された油の紫外線吸収量	電池に適した調味料とは
ロウソクの環境・構成物質による燃焼時間とその傾向	家庭にあるもので解熱鎮痛剤を生成させるには
肉の脂をより落とす調理法	銅と硝酸の反応速度を用いた濃硝酸と希硝酸の境界についての考察
炭と塩を使って洗浄力の高い洗剤を作ることができるのか？	黄色ブドウ球菌に対する紅茶の抗菌効果
ケルセチンで紫外線を防ぐことは可能か	洗濯洗剤の植物由来の代用品について
身近なもので食材の酸化を抑えるには	オリジナルカラー宝石の合成～着色剤に Fe,Cu,Ni を使ったガラスの着色の規則性～
身近な材料で紙の耐水性を高めるには？	オリジナルカラー宝石の合成～フラックス法を用いたコランダム宝石の合成～
	オリジナルカラー宝石の合成～着色剤に酸化クロム、酸化コバルトを使ったガラスの着色の規則性～
生物：70 件	
最適なアラーム音とは	ミジンコの増殖における光の影響
水質汚濁改善のための植物プランクトンの増殖条件	遮光 100%傘は本当に紫外線を 100%カットできるのか
ぬいぐるみの素材や大きさの違いによるリラックス効果の変化	音楽が植物に与える影響
豆苗の発育と水の成分の関係	カテキンとプロバイオティクス食品の相互作用
食品の抗菌力を独居老人の見守りへ活用する	雨の日のミズの路上出現～ミズの二酸化炭素に対する走性から探る～
短期記憶における最も優秀な青色	短時間での補色残像の緩和方法
曜日と集中力の関係	オジギソウの接触性傾性運動について
歯を綺麗にするために有効な成分ー市販の歯磨剤の比較ー	染色における花の色の变化
人が作品を鑑賞して感動するために必要な条件について	ディスク拡散法を用いた大腸菌に対する食材の抗菌力
天候からどんなアイスが食べなくなるかを提案する～気象条件と食欲の関係～	講義における話者の発話条件と聴取者の集中力との相関関係について
科目別に最も適したノートの色分けの仕方は？	低酸素状態の酵母は繁殖力がどれほど劣るのか
水質汚濁改善のための植物プランクトンの増殖条件	ひょうたんの保冷性を上げる
四つ葉のクローバーを増やす方法	豆苗のビタミン C 量
植物を用いた塩害土壌の克服	「ドアを開ける」際の感情表現に必要な動作とは？
ショウジョウバエの脳を用いた記憶向上の条件	ミニトマトの色と糖度の相関
梅干しの抗菌作用	ランタナの花弁の色の变化
毛髪に与えられるダメージの外的要因とその解決策はどのようなものか。	形成層と根端分裂組織を用いたカルス誘導～培地条件を比較する～
プラスチックゴミ問題を解決するには～生分解性プラスチック作成及び分解菌の生息環境の考察～	緑化カルスの再分化への影響～ニンジンを用いたカルス培養の条件の検討～
マスクと日焼け止めによる効果的な紫外線対策	りんごはどの部分からエチレンガスを出しているのか
目で見て分かる納豆の効果はあるか	アレルギー用ミルクのニオイの軽減について
クロレラの光合成において最も良い条件とは何か？	水やりの時間と蒸散量の関係
白い花	お茶の抗菌作用
クロレラの増え方と pH の関係	線虫が筋肥大する最適な条件とその場合の寿命の関係
BGM の言語の違いは作業効率に影響するか	効果的な手指消毒の方法
魚の眠る条件～光との関係～	口飲みした飲料の菌の増殖関係
ネイルが爪の蒸散に与える影響～爪の蒸散量とネイルの透湿度の測定より～	発酵の力でパンを作る
マスクの有無に関する心拍数の関係	手の水洗いの効果
ネイルが爪の蒸散に与える影響～爪の蒸散量とネイルの透湿度の測定より～	糖投与下における erithritol の Streptococcus mutans に対する抗菌作用
日本語の文章における読む速さと理解の関係性	メダカの学習実験
加熱処理の仕方の違いによるサツマイモの甘味の変化	カビの生えやすさと食品の pH の関係性
冷え性を和らげる手浴とは	聴覚過敏と不快音
ブラナリアの記憶の持続条件	青果物における染み抜き効果
マスクの苦しさを軽減するには	切り花の日持ち日数と水質環境の関係
消毒液の種類によって効果に違いはあるのか？	ペルオキシダーゼの偏在
見分けやすい色の組み合わせは何か	ミドリムシは植物の生育に影響を及ぼすか
物理・工学：47 件	
水滴の音を変えることはできるのか	環境による天体観測への影響
発電量の変動から考える塩分濃度差発電の実用化について	雨に濡れずに歩くには
避難所での騒音を軽減するには	発車メロディの改良によって駆け込み乗車を予防できるか

濡れたノートを綺麗に乾かすには	音で休み時間は変わるのか
吸音材の効率のよい貼り方とは	紙飛行機の回転
夕焼け実験での表現	身近なもので作るサウンドエフェクトの再現度について
ミルククラウンの形成と表面張力の関係	逆位相の利用でレンバの音は小さくできるのか
ダイラタンシー現象の発生とその応用について	リュックサックの快適な使い方
エッグドロップ	折りたためる自転車のホイールでも十分な強度を出せるのか
五重塔から読み解く耐災害技術の将来性	摩擦と通気性による布の比較
グラドニ図形と音波の形	自信に強い家の構造について
効率よく光る点字ブロックの構造とは	マジックカットの切れる条件について
ホームランになりやすい条件	プロペラの表面加工
自由端反射する波の高さは抑えられるのか	長距離飛行に適した種子はどのような形か
頭に残りやすい楽曲に共通する点は？	体積を小さくするペットボトルの潰し方とは
もっとも回るプロペラの形とは	効率の良い換気方法
用途別のリュックの形状への考察と改善点～人間工学の観点から～	翼の材料と飛行時間の関係
赤玉土の粒径の違いによる土砂崩れの様子	自動車の跳ね返り係数を考える
コリジョンコース現象による事故の発生を防ぐ	撥水性と擦れの関係
スーパーボールすくいでの最適な物理的条件とは	反発係数が1に近づく条件
お茶の成分をより多く抽出する急須の条件とは？	音楽のリラックス効果を科学的に証明する
災害時における創エネ利用の可能性	泡沫の泡立ちと耐久性・防音効果の関係
より自重耐久性の強い混合砂を作ることは出来るのだろうか	シャープ芯の強度
形状による流動抵抗の違い	
数学・情報：43件	
数値最適化を用いた、教室移動における消費エネルギーの最小化	数値最適化を用いた池袋駅周辺の効果的なAED配置～実用化に向けた実地調査～
数値最適化を用いたコロナ禍における最適な避難計画	鉄分を補う野菜ジュースの原料費最小化～数値最適化を用いて～
数値最適化を用いた、教室移動における消費エネルギーの最小化	自分専用の時間割作成ソフト～数値最適化を用いて～
Wi-Fiの設置場所の考察～数値最適化を用いて～	数値最適化を用いた池袋駅周辺の効果的なAED配置～既存のAED配置を組み込んだモデルの考察～
排気口の設置位置の工夫による飲食店の臭い軽減策	記憶能力の近似
最小の回数で1人の勝者を決めるジャンケンのルールへの考察	オセロのX打ちはハンデとして有効か
ルービックキューブ	人と人との接触が最小限になる部屋の構造
ニチアサ 8:30 梓アニメにおける音楽の分析	かぎ針編みでの回転楕円体の再現に関する幾何学的な考察
数値から考える効率的な自動販売機	年齢と共に声の平均周波数はどのように変化するのか
Word2Vecを用いた有害表現の無害化	武蔵野線以東山手線以西の電車の路線に関する考察
ナンバープレスの初期状態と難易度との関係	自動運転での、曲がる際の誤差を少なくする方法について
球場の明るさの違いは打撃成績に影響を与えるか	長方形盤でのオセロの勝率を検討する
結局迷路ってゴールまでどれくらいの距離なの？	フォントと記憶の関係について
確率から考えるテキサスホールデム	じゃんけんの勝率についての分析
発声法の効果を数値化する	軽音楽部のスケジュール作成
モンティホール問題の応用	柏市増尾におけるクリーンステーションの配置についての考察
最も効率的なディズニーランドの回り方	Artisoc Cloudを用いたアリの採餌・逃避行動のモデル化
小型自動運転車における重み付き重心を用いた走行レーンの検出	歌声合成ツールの声と人間の声の比較
天体観測を行う最適な条件の分析と予測	棒針で編むサンゴ礁
正四面体で決まった面を出すには	空間内の共通平面の変化による束の応用
動画の文字起こしを効率化するには	運針の長さは何に起因するのか～相関係数を用いた考察～
	JPOPのメロディーの特徴はどのように移り変わってきたのか～音形をグラフ化して視覚的に捉える～
地学：2件	
よりよいハザードマップを作るには	大気の状態と夕日の色の関係

開発した独自の教材等

下記教材を本校独自の特色のある教材として、他校にも利用できるように本校HPに掲載。
2022年2月時点で、東京都3校、宮城県1校の教員に教材を提供。

- | | |
|--------------------------|---|
| ①2020年実践数学(高3) | ・「実践数学グループ探究計画」・「シャボン膜の数理」
・「世界地図の数理」・「虹の数理」 |
| ②2020年実践数学(高3) | ・「名刺で正二十面体を作る」(数学) |
| ③2020年教科融合授業(高2) | ・「現実事象から見るスネルの法則」(数学, 物理) |
| ④2021年実践数学(高3) | ・「測量の数理」(数学, 理科, 地理) |
| ⑤2021年教科融合授業(高2) | ・「微分方程式」(数学)・ |
| ⑥2021年数学探究授業(高2) | ・「数学Ⅱ 接線の本数」(数学) |
| ⑦現在, 準備中(2021年度末までに掲載予定) | ・⑤教科融合授業での化学の教材
・高校2年 数学探究授業・高校2年 理科探究授業 等 |

実施の効果に関するアンケート結果 および 探究活動のポスター発表に対するルーブリック表

(1) 実施の効果に関するアンケート結果

① 高校3年 生徒対象 SSH 事業全体を検証するアンケート (N=321)

高校1年からの三年間で、SSHの取り組みに参加したことで次に挙げた観点が向上したと感じますか？

	自ら取り組む姿勢 (自主性・積極性)			周囲と協力して取り 組む姿勢(協調性)			より深く考えよう という姿勢(思考力)			オリジナリティを創 り出そうという姿勢 (独創性)			成果を発表し伝える 力(表現力)			学んだことを応用す ることへの興味			科学技術を用いて社 会や生活をよくした いという気持ち		
	文	理	総計	文	理	総計	文	理	総計	文	理	総計	文	理	総計	文	理	総計	文	理	総計
非常に向上	21	47	68	43	52	95	24	54	78	22	33	55	26	46	72	23	48	70	12	47	59
やや向上	71	108	179	61	102	163	77	107	184	66	96	162	77	103	180	69	91	71	42	80	122
変化なし	38	31	69	28	31	59	30	27	57	42	59	101	28	37	65	40	48	88	74	58	132
やや減少	2	3	5		4	4	1	1	2	2	1	3	1	3	4		2	2	2	2	4
非常に減少																			2	2	4
総計	132	189	321	132	189	321	132	189	321	132	189	321	132	189	321	132	189	231	132	189	321

あなたの中で最も自分自身の成長に影響がある取り組みは何になりますか。1つだけ選び回答してください。

	2021年度
高2 課題探究(個人探究)	118人(36.4%)
高1 課題探究(グループ探究)	81人(25.0%)
実践数学・化学応用・物理応用・生物応用・科学英語/高1 ディベート英語	49人(15.1%)
高1 エンパワーメントプログラム(夏期休暇)	26人(8.0%)
高2 STEAM英語(9月実施)	10人(3.1%)
高1 科学ミニ探究	9人(2.8%)
サイエンスに関する外部イベント	6人(1.9%)
高1・2数学や理科の授業内での探究的な取り組み	2人(0.6%)
その他	8人(2.5%)
特になし	15人(4.6%)

2020年度と2021年度は、コロナ禍の影響もあり取り組んでいる内容が異なるため比較はできないが、

2020年度の上位3項目については上表と同様であった。参考のためその割合を示す。

	2021年度	2020年度	変化(2021-2020)
高2 課題探究(個人探究)	36.4%	29.5%	6.9%
高1 課題探究(グループ探究)	25.0%	15.4%	9.6%
実践数学・化学応用・物理応用・生物応用・科学英語/高1 ディベート英語	15.1%	7.9%	7.2%

課題探究(高1グループ探究・高2個人探究)は、あなたの高校生活の中でどのような位置づけですか

	2021年度	2020年度	変化(2021-2020)
自分を形成する上で非常に重要な取り組みとなった	11.3%	8.3%	3.0%
自分を形成する上で取り組みの一つとなった	68.4%	58.1%	10.3%
自分を形成する上であまり影響を与えていない	20.3%	33.6%	-13.3%

②高校1年,2年 生徒対象 SSH 事業を検証するアンケート

(2021 年高1 N=362, 2021 年高2 N=320, 2019 年高1 N=326, 2019 年高2 N=348)

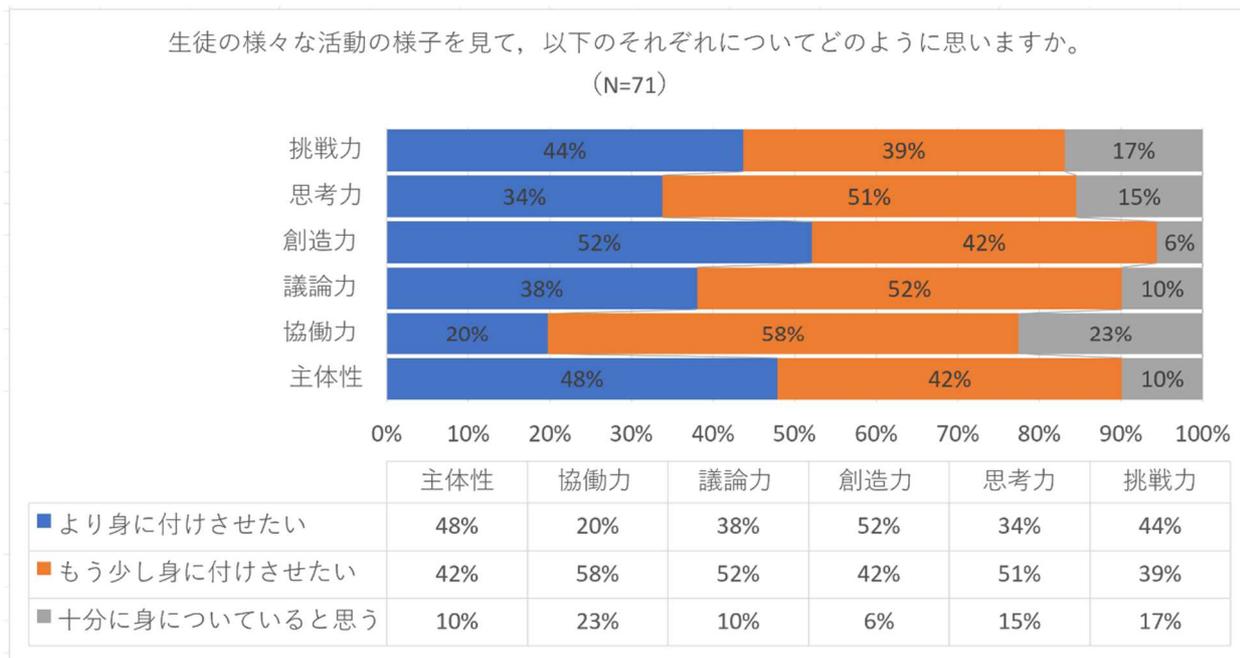
下表の中の学年の後ろに記載した()内の数は, 未回答を除いた有効回答数を記載

年間を通した探究活動に取り組む前と後で, 「学びに対する主体性」は変化しましたか					中間評価のヒアリングシートやフィードバックで, 自己認識が高まりましたか		
	2021		2019			2021	
	高1(N=362)	高2(N=320)	高1(N=326)	高2(N=348)		高1(N=362)	高2(N=319)
非常に向上した	65(17.96%)	45(14.06%)	51(15.64%)	23(6.61%)	そう思う	77(21.27%)	62(19.44%)
やや向上した	229(63.26%)	176(55%)	203(62.27%)	163(46.84%)	ややそう思う	204(56.35%)	157(49.22%)
変化なし	61(16.85%)	90(28.13%)	65(19.94%)	147(42.24%)	あまりそう思わない	69(19.06%)	81(25.39%)
やや減少した	4(1.1%)	5(1.56%)	5(1.53%)	7(2.01%)	そう思わない	12(3.31%)	19(5.96%)
非常に減少した	3(0.83%)	4(1.25%)	2(0.61%)	8(2.3%)	自らの力で「社会に対して貢献していきたいという気持ち」が変化した契機となったことをすべて選んでください。		
自らの力で「社会に対して貢献していきたいという気持ち」はありますか					2021		
	2021		2019			2021	
	高1(N=362)	高2(N=319)	高1(N=326)	高2(N=347)		高1(N=362)	高2(N=320)
そう思う	156(43.09%)	147(46.08%)	163(50%)	152(43.8%)	年間を通した探究活動※1	222(61.33%)	167(52.52%)
ややそう思う	177(48.9%)	132(41.38%)	141(43.25%)	155(44.67%)	集中実習※2	40(11.05%)	19(5.97%)
あまりそう思わない	23(6.35%)	33(10.34%)	17(5.21%)	33(9.51%)	理科・数学の授業	39(10.77%)	45(14.15%)
そう思わない	6(1.66%)	7(2.19%)	5(1.53%)	7(2.02%)	理科・数学以外の授業	28(7.73%)	16(5.03%)
自らの力で「社会に対して貢献していきたいという気持ち」は, 年度初めと比べて向上しましたか					校内イベント	66(18.23%)	37(11.64%)
	2021		2019			2021	
	高1(N=362)	高2(N=320)	高1(N=326)	高2(N=347)		校外イベント	56(15.47%)
非常に向上した	65(17.96%)	49(15.31%)	60(18.4%)	40(11.53%)	その他	82(22.65%)	97(30.5%)
やや向上した	215(59.39%)	145(45.31%)	182(55.83%)	155(44.67%)	※1 「グループ探」(高1), 「個人探究」(高2)		
変化なし	73(20.17%)	118(36.88%)	74(22.7%)	144(41.5%)	※2 「ミニ科学探究」(高1), 「STEAM英語」(高2)		
やや減少した	5(1.38%)	5(1.56%)	7(2.15%)	4(1.15%)	仮説が検証不可能や難しいという判断のため, 途中で別のテーマに変えましたか		
非常に減少した	4(1.1%)	3(0.94%)	3(0.92%)	4(1.15%)	2021		
年間を通した探究活動に取り組む前と後で, 「自己肯定感」はできましたか						2021	
	2021		2019			高1(N=362)	高2(N=319)
	高1(N=362)	高2(N=320)	高1(N=326)	高2(N=346)	はい	174(48.07%)	108(33.86%)
非常にできた	39(10.77%)	33(10.31%)	38(11.66%)	15(4.34%)	いいえ	188(51.93%)	211(66.14%)
ややできた	171(47.24%)	127(39.69%)	155(47.55%)	131(37.86%)	探究活動に対して積極的に取り組んだ活動をすべて選んでください		
あまりできなかった	126(34.81%)	112(35%)	110(33.74%)	141(40.75%)	2021		
全くできなかった	26(7.18%)	48(15%)	23(7.06%)	59(17.05%)	高1(N=362)	高2(N=320)	
年間を通した探究活動に取り組む前と後で, 「挑戦力」は変化しましたか					先行研究調査	237(65.47%)	209(65.72%)
	2021		2019		文献調査	99(27.35%)	130(40.88%)
	高1(N=362)	高2(N=320)	高1(N=326)	高2(N=347)	仮説の設定	112(30.94%)	91(28.62%)
非常に向上した	67(18.51%)	41(12.85%)	65(19.94%)	23(6.63%)	実験やアンケート調査	224(61.88%)	136(42.77%)
やや向上した	201(55.52%)	149(46.71%)	171(52.45%)	149(42.94%)	分析	198(54.7%)	128(40.25%)
変化なし	86(23.76%)	116(36.36%)	82(25.15%)	159(45.82%)	中間発表	157(43.37%)	88(27.67%)
やや減少した	3(0.83%)	9(2.82%)	4(1.23%)	12(3.46%)	相談	148(40.88%)	72(22.64%)
非常に減少した	5(1.38%)	4(1.25%)	4(1.23%)	4(1.15%)	外部発表	32(8.84%)	20(6.29%)
年間を通した探究活動に取り組む前と後で, 「PDCAサイクル」が経験できましたか					その他	23(6.35%)	13(4.09%)
	2021		2019			2021	
	高1(N=362)	高2(N=320)	高1(N=326)	高2(N=347)		高1(N=362)	高2(N=320)
そう思う	79(21.82%)	47(14.69%)	34(10.43%)	29(8.36%)	年間を通した探究活動	237(65.47%)	209(65.72%)
ややそう思う	190(52.49%)	161(50.31%)	179(54.91%)	153(44.09%)	文献調査	99(27.35%)	130(40.88%)
あまりそう思わない	81(22.38%)	84(26.25%)	100(30.67%)	116(33.43%)	仮説の設定	112(30.94%)	91(28.62%)
そう思わない	12(3.31%)	28(8.75%)	13(3.99%)	49(14.12%)	実験やアンケート調査	224(61.88%)	136(42.77%)

※()内の%については, 未回答は含めず有効回答の中での割合を記載

※2019年度は, 第2年次の報告書の結果と異なる。第2年次の報告書は2020年2月7日時点の回収結果の結果であり, その後回収できたアンケート結果を含めた結果である。

③教員用意識調査アンケート(N=71)



SSH生徒発表会で生徒の発表に対して、指導や助言など全教員に参加していただきました。
探究活動の担当や上記の指導助言などを通して、生徒を指導する観点等
ご自身にとってプラスになりましたか。(N=71)

はい	60
いいえ	11

(2) 探究活動のポスター発表に対するルーブリック表

■ 高校2年 科学探究Ⅱ

●科学探究ルーブリック表●

必ず記入→ポスターID〔

〕

			不十分(1)	もう少し(2)	ほぼ十分(3)	十分(4)
計画	課題設定	研究の背景(研究のテーマの説明, 研究動機)	研究の動機が全く書かれていない。	研究の動機は書かれているが不明確である。	研究の動機が書かれている。	研究の動機およびその意義が適切に書かれている。
		研究の目的(先行研究の調査, リサーチクエスチョンの設定)	その分野の先行研究についての言及がなく、問いが全く立っていない。	その分野の先行研究についての言及はあるが問いが科学の言葉で述べられていない。	その分野の先行研究をしっかりと調べている。問いが科学の言葉で述べられている。	左記(3)に加え、問いに独自性がある。
実行	実験・観察の設定	研究の方法(設定、回数)	実験方法に全く言及していない	実験方法に言及している。	研究の目的に沿った、適切な実験方法を提示している。	研究の目的に沿った、適切な実験方法を複数回行うことを提示している。
	結果	研究結果(図表による表現)	得られた結果が全く提示されていない。	得られた結果は提示されているが、数値または言葉のみの提示である。	得られた結果を図や表で示すことにより、提示することができた。	得られた結果を図や表で提示することができ、表現が工夫も見られた。
分析	科学的分析	結果の考察(科学的思考・判断)	得られたことを分析、表現できていない。	得られた結果を定性的にまとめ、適切な言葉を用いて、表現している。	得られた結果を定量的に分析し、適切な言葉を用いて表現している。	得られた結果を定量的に分析し、適切な言葉を用いて、結果の科学的意義を表現できている。
結論・改善	結論	結論の提示	結論が全く提示されていない。	結論は提示されているがリサーチクエスチョンには対応していない。	結論はリサーチクエスチョンに対応して提示されている。	結論がリサーチクエスチョンに対応して明確に提示されている。
	振り返り改善点の提示	今後の展望	次の課題が全く示されていない。	次の課題が示されているが、実現性が低い。	次の課題として継続するにふさわしいものが示されている。	左記(3)に加え、新規性、独自性も見られる。
参考文献等の提示			参考文献は適切にあげられているか。(✓を記入する) <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> あげられているが不十分 <input type="checkbox"/> いいえ			
コメント欄						

■ 高校2年 総合探究Ⅱ

●【総合探究 ルーブリック表(R3版)】●

必ず記入→ポスター番号〔

〕

			不十分(1)	もう少し(2)	ほぼ十分(3)	十分(4)
計画	課題設定	研究の背景(研究のテーマの説明, 研究動機)	研究の動機が全く書かれていない。	研究の動機は書かれているが不明確である。	研究の動機が書かれている。	研究の動機およびその意義が適切に書かれている。
		研究の目的(先行研究の調査, リサーチクエスチョンの設定)	先行研究を十分に調べられておらず、適切なRQを設定できていない。	先行研究が調べられていない。もしくは先行研究の課題を踏まえたRQを設定できていない。	先行研究が調べられており、先行研究の課題を踏まえたRQを設定できている。	左記(3)に加え、判明している事例と、まだ判明できていない事例の区別がしっかりとされており、さらにRQに独自性がある。
実行	資料の収集・調査の設定	研究の方法	調査方法に言及しているが、研究の目的に沿ったものではない	研究の目的に沿った調査方法を提示しているが、情報が不十分である。	研究の目的に沿った調査方法を提示している。	左記(3)に加え、適切な調査方法を具体的に提示している。
結果・分析	結果	研究結果	得られた結果が全く提示されていない。	得られた結果を提示している。	得られた結果をわかりやすく提示できている。	左記(3)に加え、相手が理解しやすいように工夫されている。
	論理的分析	結果の考察(論理的思考・判断)	得られたことがない、または全く分析できていない。	得られた資料・データを精選し、分析しているが、考察が不十分で論理性に欠くところがある。	得られた資料・データを精選し、論理的な考察を行っている。	左記(3)に加え、考察を裏付ける根拠が明確で説得力がある。
結論	結論	結論の提示	結論が全く提示されていない。	結論は提示されているがリサーチクエスチョンには対応していない。	結論はリサーチクエスチョンに対応して提示されている。	結論がリサーチクエスチョンに対応して明確に提示されている。
改善	振り返り改善点の提示	今後の展望	次の課題が全く示されていない。	次の課題が示されているが、実現性が低い。	次の課題として継続するにふさわしいものが示されている。	左記(3)に加え、新規性、独自性も見られる。
参考文献等の提示			参考文献は適切にあげられているか。(✓を記入する) <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> あげられているが不十分 <input type="checkbox"/> いいえ			
コメント欄						