

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2年次

令和2年3月
私立 豊島岡女子学園高等学校

目次

❶ 令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）	1
❷ 令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題	4
❸ 実施報告（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	12
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	
科学探究基礎Ⅰ	13
科学探究Ⅱ	25
理数授業内での課題探究	30
教科融合授業	38
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	
モノづくりプロジェクト	44
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	49
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	
ディベート英語	58
エンパワーメントプログラム	61
・ 実施の効果とその評価	63
・ 校内における SSH の組織的推進体制	67
・ 研究開発実施上の課題および今後の研究開発の方向・成果の普及	69
❹ 関係資料	
・ 資料 1：豊島岡女子学園高等学校 令和元年度(2019 年度)教育課程表	71
・ 資料 2：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」)	72
・ 資料 3：文部科学省訪問の記録	77
・ 資料 4：運営指導委員会の記録	79

豊島岡女子学園高等学校	指定第 1 期目	30~34
-------------	----------	-------

①令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	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 令和元年度実施規模	高校 1 年生全生徒(346 名)、高校 2 年生理系(245 名)、及び高校 2 年生文系の希望者(若干名)
④ 研究開発内容	○研究計画 ①第一年次（平成 30 年度） 「科学探究基礎Ⅰ」（高校 1 年全員）を設置し、探究活動を開始する。理科数学の各授業での探究活動、教科横断授業、科学的な興味関心を伸ばす取り組み、外部組織との連携体制強化、英語教育プログラム始動、ICT 環境の整備等、探究活動を進める上での土台を整備する。 ②第二年次（令和元年度） 「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。「科学探究基礎Ⅰ」（高校 1 年全員）と合わせて、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む。 ■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 ・総合的な探究の時間「科学探究基礎Ⅰ」（高校 1 年全員） ・総合的な学習の時間「科学探究Ⅱ」（高校 2 年理系）、「総合探究Ⅱ」（高校 2 年文系） ・探究活動の評価に向けてルーブリック表の作成およびそれを用いた相互評価の実施 ・高校 1 年から高校 2 年までの理科および数学の各授業での課題探究の実施、教科間連携授業 ・探究授業の効果に関するアンケートの実施 ・次年度の「実践数学」「物理応用」「化学応用」「生物応用」「科学英語」の計画および準備 ■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 ・モノづくりプログラムの計画、実施 ・科学的な興味関心を高めるプログラムの充実、外部コンテスト等への参加支援 ・連携先との連携プログラムの開発 ■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 ・「ディベート英語」（高校 1 年全員） ・エンパワーメントプログラムの実施、アンケートの実施 ③第三年次（令和 2 年度） 「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）の設置により、高校 3 年間で継続的に科学的思考力育成に取り組んできた成果をまとめ、課題を明らかにし、SSH 事業の中間評価を行い、改善を図る。また、探究活動の成果を積極的に発表する。また、「科学英語」（高校 3 年全員）の設置、海外トップレベル研修を実施する。 ④第四年次（令和 3 年度） SSH 事業の中間評価分析での改善点を集約する。集約された情報を共有して改善を行う。 ⑤第五年次（令和 4 年度） 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。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

(1)教育課程の特例 該当なし

(2)教育課程の特例に該当しない教育課程の変更

- ・総合的な探究の時間「科学探究基礎Ⅰ」（対象学年：高1 全員 単位数：1 単位）
- ・総合的な学習の時間「科学探究Ⅱ」（対象学年：高2 理系選択者 単位数：1 単位）
- ・総合的な学習の時間「総合探究Ⅱ」（対象学年：高2 文系選択者 単位数：1 単位）
- ・学校設定科目「ディベート英語」（対象学年：高1 全員 単位数：2 単位）

○令和元年度の教育課程の内容

- ・総合的な探究の時間「科学探究基礎Ⅰ」および総合的な学習の時間「科学探究Ⅱ」「総合探究Ⅱ」は、毎週水曜日の5校時目に実施。集中実習も実施。
- ・英語「ディベート英語」は、高校1年の全クラスで2単位実施。
- ・理科および数学における高校1年・2年の授業で教科における課題探究を実施。

高1・・・「数学Ⅰ(4単位)」「数学A(2単位)」

「化学基礎(2単位)」「物理基礎(2単位)」「生物基礎(2単位)」

高2・・・「数学Ⅱ(4単位)」「数学B(2単位)」

「化学(4単位)」「物理(4単位)」「生物(4単位)」

○具体的な研究事項・活動内容

■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

科学探究基礎Ⅰ

探究活動に必要な科学的探究のリテラシーを育成し、ミニ科学探究を通してPDCAサイクルの回し方を学んだ後に、2学期から毎週グループ探究を実施。中間報告会では、ヒアリングシートを作成し、聞く側の姿勢も指導。また、1月・2月の2回に分けて成果発表会を実施。

科学探究Ⅱ

個人探究を通年で実施。総合探究Ⅱ(文系)も科学探究Ⅱ(理系)と同じ時間設定で実施。1学期末に各自のRQを設定。3月に成果発表会を実施。

理数授業内での課題探究

理科、数学の授業において、学期ごとに、基礎的な学習内容の定着の先にある課題探究に取り組んだ。探究活動の補助となるような授業がいくつか行われた。

教科融合授業

高2の総合的な学習の時間「科学探究Ⅱ」および「総合探究Ⅱ」の時間に、英語とサイエンス(物理・化学・生物・工学)の融合を、外部講師を招聘して行った。高2の数学Ⅱの時間に、屈折率をテーマに数学と物理の融合授業を行った。

■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

モノづくりプロジェクト「衝撃を吸収する機構を開発せよ」

災害時に、安全に救援物資や救助ができる車を想定して、衝撃を吸収する車の開発を目標に取り組む。レギュレーションを設定し、制約の中でモノづくりをし、コンテスト形式で実施。近隣他校も参加。

科学的な興味関心を高めるプログラムの充実、外部コンテスト等への参加支援

探究活動を外部の発表会で、多くの生徒が参加して成果発表した。ハイレベルなイベントやコンテストに参加した生徒が多数出てきた。外部イベントは、校内で集計できる体制を取り、評価・検証を行った。科学の甲子園については、事前準備を充実させ、東京都予選の情報領域において東京都1位を獲得した。外部組織(エリジオン)と提携し、VRに関する最先端の技術について学び、深く科学を学んだ。

■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

ディベート英語

バーラメンタリーディベートの基礎を学ぶ。また、2月には「クラス対抗英語ディベート大会」を実施。

エンパワーメントプログラム

小グループで英語によるディスカッションやプロジェクトに取り組む。科学技術人材の育成に向けて、よりハイレベルなSTEM Courseを実施した。STEMを学ぶコースでは、科学を英語で議論した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- ・学校 HP をリニューアルし、SSH に関わる探究活動をほぼ毎週更新し、広く世間に広めた。
- ・モノづくりプロジェクトは、本校で事前準備の費用などを負担し、近隣周囲の学校に対しても、参加してもらい、科学の奥深さや面白さを知り、科学技術人材の育成に向けて貢献した。

○実施による成果とその評価

探究活動の評価・検証について、東京大学の片山准教授にアンケートの取り方や分析の仕方について指導・助言を頂き、評価・検証を実施した。

【探究活動の効果・生徒の姿容(科学探究基礎Ⅰおよび科学探究Ⅱ)】

「主体性」「社会貢献」について

・探究活動に取り組む前と後で「学びに対する主体性」は向上した。「社会貢献」は、高1は8割、高2は9割が肯定的な回答。探究活動が主体性や社会貢献に対して大きく寄与している。

「自己肯定感」「自己認識」「挑戦力」「PDCA サイクル」について

- ・高1の方が高2よりも高い結果となった。
- ・高1の中間報告会のヒアリングシートの活用で、他者からの評価によって自己認識が高まった。

【理数授業での課題探究の効果】

・各授業での目標(仮説)を検証している授業については、概ねその目標を達成できている結果となっている。ICTの利用など、科学的なリテラシーの育成に貢献する授業もあった。

【教科融合の授業の効果】

・英語とサイエンスの融合については、概ね目標を達成できたが、よりハイレベルな内容を望む声もあった。数学と物理の融合授業は、「科学を多角的な視点で学ぶことの重要性」を感じた生徒が多く存在した。同じ事象を教科横断で学ぶことにより、科学的好奇心を育み、より高みを目指す生徒が増えた。

【科学技術人材の育成(モノづくりプロジェクト)】

・非常に満足度が高い取り組みとなった。生徒のコメントから、モノづくりの経験を通して実装することの難しさを体験し、より良いものを作るという挑戦心を育め、科学技術人材育成に向けて取り組めた。

【科学人材の育成(科学的な興味関心を高めるプログラムの充実、外部コンテスト等への参加支援)】

・高1に比べて高2の方が、イベント参加件数が多いことから、自発的に科学に対する学びを深める生徒は、学年が増すごとに増加していることがわかる。また、昨年度と比べて、外部のハイレベルなコンテストやイベントに参加する生徒が増加した。

【英語でのコミュニケーション能力の育成(ディベート英語・エンパワーメントプログラム)】

- ・従来の「英語会話」(2単位)から「ディベート英語」に変わったことで、「英語の授業内で、英語で積極的にコミュニケーション」について、肯定的な意見が向上し続けている。
- ・エンパワーメントプログラムで自信を持ち、挑戦的に課題解決につなげたいという気持ちが生まれた。

○実施上の課題と今後の取組

科学探究基礎Ⅰおよび科学探究Ⅱ

- ・教員の意思統一が図れなかった→探究活動の手引き等を作成し、意思統一を図る。
- ・高2の探究活動が効果的な取り組みになっていない→流れを検討し、実施する。

課題探究授業・教科融合授業

- ・教科の中での探究活動に対して教員の認識が不均一→年度当初に計画を作成する。
- ・教科融合が少ない→教員からヒアリング調査を行い、実施可能なマッチングを模索する。

モノづくりプロジェクト

- ・告知が遅くなり参加者が減少→早めに始動する。
- ・男女の違いを検証するアンケートがない→早急に作成する。

豊島岡女子学園高等学校	指定第 1 期目	30～34
-------------	----------	-------

②令和元年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(令和元年度教育課程表、データ、参考資料)」に添付すること)
(1) 目標及び研究開発の概要 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 (2) 研究開発の仮説 研究開発に基づき、以下のような仮説を設定した。 研究開発Ⅰ 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 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 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) 取り組みの成果

探究活動の評価・検証について、東京大学の片山准教授にアンケートの取り方や分析の仕方について指導・助言を頂き、評価・検証を実施した。

【探究活動の効果・生徒の変容(科学探究基礎Ⅰおよび科学探究Ⅱ)】

「主体性」「社会貢献」について

- ・探究活動に取り組む前と後で「学びに対する主体性」は向上した。
- ・自らの力で「社会貢献していきたいという気持ち」は、高1は8割、高2は9割が肯定的。
高2の過年度比較は、中学3年時68%、高校1年時80%であるため、3年間向上し続けている。
これらの要因として、高校1年生は年間の探究活動が最大の契機となっている。

「自己肯定感」「自己認識」「挑戦力」「PDCAサイクル」について

- ・高1の方が高2よりも高い結果となった。
- ・高1中間報告会のヒアリングシートの結果を見て、自己認識が高まった生徒が多く、他者からの評価によって、自己認識が高まることがわかる。

【理数授業での課題探究の効果】

授業時間の制約から実施の回数が多く取れなかったことが反省点だが、昨年度の実践を生かしと報告書は多数提出された。各授業での目標(仮説)を検証している授業については、概ねその目標を達成できている結果となっている。しかし、授業の目的(仮説)の検証ができていない授業もあるため、今後は検証について検討が必要である。

【教科融合の授業の効果】

英語とサイエンスの融合については、「科学的な事象を英語で記述する力」「科学的な興味・関心」等の目標は達成できた内容であった。しかし、よりハイレベルな内容を望む声もあった。屈折率に関する数学と物理の融合授業は、「科学を多角的な視点で学ぶことの重要性」を感じた生徒が多く存在した。同じ事象を教科横断で学ぶことにより、科学の好奇心を育み、より高みを目指す生徒が増えた授業であった。

【科学技術人材の育成(モノづくりプロジェクト)】

・本校および他校も非常に満足度が高い取り組みとなった。モノづくりの経験を通して、実装することの難しさを体験し、次こそは自分達がより良いものを作るという挑戦心を育むことが、高校生としての科学技術人材育成として重要であると考えた。その点については、事後アンケートの生徒のコメントから十分に、その成果を見てとることができる。

【科学人材の育成(科学的な興味関心を高めるプログラムの充実、外部コンテスト等への参加支援)】

・高校1年に比べて高校2年の方が、イベント参加件数が多いことから、自発的に科学に対する学びを深めようとする生徒は、学年が増すごとに増加していることがわかる。また、昨年度と比べて、外部のハイレベルなコンテストやイベントに参加する生徒が増加した。

【英語でのコミュニケーション能力の育成(ディベート英語・エンパワーメントプログラム)】

・従来の「英語会話」(2単位)から「ディベート英語」に変わったことで、「英語の授業内で、英語で積極的にコミュニケーション」のアンケートについて肯定的な回答が、この3年間、約45%→70%→75%と向上し続けている。学校設定科目「ディベート英語」を設置したことで、より英語でのコミュニケーションを重視した教育の効果が現れている。

・エンパワーメントプログラムのアドバンスプログラムでSTEMに関するディスカッション等を行った。事後の生徒のコメントから、取り組みによって自信を持ち、挑戦的に課題解決につなげたいという気持ちが生まれていることがわかる。

② 研究開発の課題

(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(令和元年度教育課程表、データ、参考資料)」に添付すること)

問題点・今後の課題とその改善策

・科学探究基礎Ⅰおよび科学探究Ⅱ

- ・教員がどこまで探究活動に関わるかの意思統一がなかった。

→教員に対する探究活動の手引き等を作成し、意思統一を図る。また、生徒に対して探究活動の研究倫理規定を作成し、教員にも共有。

- ・高2の探究活動の効果が高校1年のグループ探究ほど得られなかった。
- ・高2の探究活動のリサーチクエスト設定に時間がかかりすぎてしまった。
- ・高2の探究活動の結果を文章にまとめる時間をとることができなかった。

→高2のリサーチクエスト設定の時期を高1の成果発表会後の今年度内に取り組むことや、高2の成果発表会を1月末に実施し、その後、活動内容をまとめる時間を取る等、具体的に年間スケジュールを変更する。また、プログラム全体の効果を考えながら、個人探究が軌道に乗るようにSSH推進委員会が中心となって、今年度内に検討をする。具体的には、継続テーマを扱うなども可能であることを生徒に伝え、グループ探究的な活動も許可する。また、高校3年で探究活動を続けたい生徒の支援の方法も検討中。

- ・同時間に高1・2探究活動の授業時間を設定したため、TAの参加、実験室の確保が難しかった。

→探究活動の授業時間を、高1は水曜日、高2は土曜日に行う。

- ・成果発表会当日、教員が生徒のポスター発表に対してループリック評価ができなかった。

→高1の教員は、中間報告会や事後のポスターを確認することでループリック評価を行う。

また、高2は個人探究であるため、教員一人当たりの評価するポスターの数が、これまで以上に増えてしまうため、教員によるループリック評価ではなく、生徒同士の相互評価を行う。

- ・リサーチクエストを途中で変更した生徒の状況が把握できなかった。

→生徒とデータでやり取りし、教員の負担を減らしながら把握できるようにする。

・課題探究授業・教科融合授業

- ・教科の中での探究活動に対して教員の認識（発展的内容を取り上げるのか、既習事項に深みをもたせるのか）が共通なものでなかった。また、授業時間の関係で、平素の授業内容を消化することに時間をとられて、探究的な授業展開をすることが難しかった。

→理科・数学の担当者に、授業時間との兼ね合いも考えてもらい、年度当初に計画を作成。

- ・教科融合が少ない。

→授業検討チームにおいて、教員からヒアリング調査を行い、実施可能なマッチングを模索して、一つでも多く、授業の実施に向けて検討を重ねていく。

・モノづくりプロジェクト

- ・今年のモノづくりプロジェクトの生徒への告知が遅くなり、参加者が減少した。

→4月から大学の先生と協議ができるように計画を早めに立てていくよう始動している。

- ・男子と女子での差異の評価・検証ができなかった。

→計画を早めに立てることで、事前告知を早くし、男子校・女子校の参加校を増やす。また、男女の差の仮説を立て、検証できるアンケートを作成する。

・科学的な興味関心を高めるプログラムの充実、外部コンテスト等への参加支援

- ・今年度、生徒の外部でのイベント等の参加について把握することが可能となったが、生徒個々に落とし込んだ効果等の分析ができなかった。

→科学探究基礎Ⅰや科学探究Ⅱの探究活動のアンケート調査と関連などを調べて、外部イベントと探究活動の関係について評価・検証を検討する。

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科学的思考力を育成し、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、学年に応じて高くなっていない。今後、社会に対して目を向けている生徒の割合、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。生徒の積極性は課題意識をもって取り組むことが重要であることが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、科学的思考力により育成される。

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
- ・ 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）
- ・ 英語での STEM 教育を行うエンパワーメントプログラム

以上の研究内容の実施により、連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、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。英語で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

科学探究基礎Ⅰ 高校1年

【1学期～夏期休暇】

・授業時間内での活動 水曜5校時(13:10～14:00)

日程	タイトル	概要
4月17日	科学探究基礎Ⅰ ガイダンス	本校教員による「探究活動を始めるにあたって」の心構えについてのガイダンス(高1全体、講堂)
4月24日	科学探究の リテラシー育成 (5・6校時)	科学探究に向けて必要だと思われるリテラシーの習得のための授業(クラスごとに内容をローテーションして実施)
5月8日		
5月15日		
5月29日		
6月26日	探究計画書作成	集中実習2回目『ミニ科学探究』の計画・立案
7月3日	探究計画書作成	9月以降のグループ探究の計画・立案

・授業時間外での取り組み

日程	タイトル	概要
6月4日	集中実習1回目 『SDGsについて考えよう』	講演を聴いた後、SDGsの目標を1つ選び、それについての調べ学習および、各班での提案をポスターにまとめ、最後はクラス内で発表。
7月11日	集中実習2回目 『ミニ科学探究』	事前に与えた4つのテーマから1つ選び、与えられた材料を用いて、どのようなことを探究するかを計画した上で、実験、分析、スライド作成を一通り体験する。最後はクラス内で発表。間に「科学探究について」の講演をはさむ。
夏期休暇中	探究計画の プレゼンテーション	7月後半から夏期休暇中に2学期以降の探究計画を教員に対して、プレゼンテーションを行う。8月終わりまでで全85グループ中80グループのプレゼンテーションを実施。
8月7,8日	SSH生徒研究発表会(神戸) の視察	高校1年生10名が、神戸のSSH生徒研究発表会に見学。2学期に高1全体に向けて、講堂で報告会を実施。

【2学期～3学期】

・授業時間内での活動 水曜5校時(13:10～14:00)

日程	タイトル
9月18日	SSH成果発表会(神戸)およびGlobal Link Singaporeの報告会
9月25日	グループ探究
10月2日	グループ探究
10月9日	グループ探究
10月16日	東京工業大学出張講義
10月23日	グループ探究
10月30日	グループ探究
11月13日	グループ探究
11月20日	中間報告会
11月27日	中間報告会
12月4日	グループ探究
1月15日	ポスター発表練習
1月29日	高1SSH成果発表会(前半)
2月5日	高1SSH成果発表会(後半)
2月12日	2年次リサーチクエスト(テーマ)設定
2月26日	2年次探究計画書作成・ミニ講義

・授業時間外での取り組み

日程	タイトル	概要
10月23日	武蔵野大学 工学部 研究室訪問	高校1年生で「凸多角形における空洞美術館定理の確立」の探究をしている生徒3名が研究室を訪問し、友枝准教授、研究室の院生、学生の前で中間報告をし、その後テーマについてディスカッションをした。
11月6日(水) 13名	工学院大学 研究室訪問	高校1年生のグループ探究において建築系のテーマで探究している3グループが工学院大学の3名の先生にアドバイスを受けた。
11月20日(水) 14名		
12月14日(土) 9名		
12月18日(水) 4名		
12月23日(月) 1名		
1月15日(月) 9名		

科学探究基礎Ⅱ 高校2年理系

【1学期～夏期休暇】

・授業時間内での活動 水曜5校時(13:10～14:00)

日程	タイトル	概要
4月17日	科学探究Ⅱ・総合探究Ⅱのためのガイダンス	本校教員による「探究活動が始めるにあたって」の心構えについてのガイダンス(高2全体、講堂)
5月8日	探究テーマ設定のための ミニ講義(5・6校時)	大学をはじめとする研究に携わっている方を講師に來校して頂き、20分程度のミニ講義を実施。2日間で23講座。希望生徒30名が東京大学ニューロインテリジェンス国際研究機構(IRCN)にて、ミニ講義の受講および研究室訪問。
5月15日		
6月19日	目標達成用紙作成	マンダラートを実施
6月26日	探究計画書作成	探究計画書は9月以降の探究計画の立案
7月3日		

・授業時間外での取り組み

日付	タイトル	概要
4月25日	集中実習 『科学英語』	4つの中から1つの実験に取り組む。実験の説明およびハンドアウトはすべて英語。実験後は、サイエンスライティングのための講義を実施。
8月 6～8日	SSH生徒研究発表会(神戸)	学内の選抜で決まった高校2年生3名が参加。物理・工学部門『ダイラタンシー』についてポスター発表を実施。
8月 18～20日	筑波大学高大連携 プログラム 『最適化』の合宿参加	希望者高校2年生11名が参加。個々に解決したい社会課題を考え、それを数理的にモデル化、定式化をする部分を合宿で筑波大教員およびTAに指導を受けた。

【2学期～3学期】

・授業時間内での活動 水曜5校時(13:10～14:00)

日程	内容
9月18日	個人探究
9月25日	個人探究
10月2日	個人探究
10月9日	個人探究
10月16日	中間発表会
10月23日	中間発表会
10月30日	個人探究
11月13日	個人探究
11月20日	京都大学分野別講義
11月27日	個人探究
12月4日	個人探究
1月15日	個人探究
1月29日	個人探究・高1SSH成果発表会見学
2月5日	個人探究・高1SSH成果発表会見学

2月12日	ポスター・要旨まとめ
2月19日	ポスター・要旨まとめ
2月26日	発表練習
3月17日	高2科学探究Ⅱ，総合探究Ⅱ 成果発表会

・授業時間外での取り組み

日付	タイトル	概要
12月23日	探究テーマの相談で工学院 大学工学部情報学科の浅野 研究室訪問	高校2年生の個人探究において情報系のテーマで探究している生徒1名が工学院大学でアドバイスを受けた。

理数の授業における課題探究(●を報告)

学期	学年	授業名	内容(タイトル)
1学期	高1	数学Ⅰ	2次関数，指数関数の導関数について
		生物基礎	●細胞の大きさの測定
	高2	数学Ⅱ	ネイピア数・統計で事象の検証
2学期	高1	数学Ⅰ	$\sin 1^\circ, \sin 2^\circ, \dots, \sin 90^\circ$ は有理数か。
		数学Ⅰ	●対数は何に使う？
		数学A	漸化式の研究
		化学基礎	酸塩基の強さとpHの変化
		物理基礎	●力学的エネルギー保存則の検証
	高2	数学Ⅱ	●テイラー展開と近似値
		数学Ⅱ	接線が何本引くことができるかという一般的な証明
		数学B	●円錐曲線について
		生物	●豚の頭部解剖
		物理	第3宇宙速度を導出しよう
3学期	高1	化学	ソルビトールの立体異性体を数える
		化学基礎	糖類・タンパク質の分類
		化学基礎	酸・塩基・塩の識別
		化学基礎	油火災の事故体験実験(通常授業の一部)
		化学基礎	ガラス細工
		生物基礎	お茶の葉の水分量の測定方法を考える

教科連携授業(●を報告)

学期	学年	教科・科目	タイトル
1学期	高2	英語と工学・物理・化学・生物	●科学探究Ⅱ・総合探究Ⅱ「科学英語」
2学期	高2	数学Ⅱおよび物理	●フェルマーの原理を用いたスネルの定理の証明

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

モノづくりプロジェクト「衝撃を吸収する機構を開発せよ」

7月 本校生徒・他校生徒へ告知 8月 作成・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(課外での探究活動の発表・コンテスト等 および 校内外でのサイエンスに関する講演等)

適宜

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

ディベート英語

通年

エンパワーメントプログラム

8月

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

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」において探究活動を実施した。高校1年生は、グループで探究活動に取り組む。SSH1年目(昨年度)は、授業時間ではなく集中実習および課外の時間を利用して探究活動を実施した。今年度は、1単位で授業時間に組み込んで継続的に実施したが、昨年度の集中実習の良さも生かし集中実習も行った。1月及び2月に成果発表会を実施した。

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、水曜日の5校時「科学探究Ⅱ」において探究活動を実施した。高校1年生の時はグループで探究活動に取り組んだが、高校2年生は個人でテーマ(リサーチクエスト)を立てて、探究活動に取り組んだ。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。また、高校1年の時と同様に、部分的に集中実習を取り入れる事で、深く探究活動につなげる事にも取り組んだ。3月に成果発表会を実施する。

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において、科学的な課題探究の時間を設けて研究開発にあたった。これは、高校1年および高校2年の理科および数学の授業で各学期に取り組んだ。昨年度の反省では、報告書の提出を徹底できなかったことが挙げられていたが、今年度は実施した探究的な取り組みの報告書の提出は行われた。しかし、今年度は、1・2学期に祝日が多く、従来の教科で教えるべき内容の時間の確保が難しいという状態であった。これにより、教科内での探究的な活動の取り組み自体が一部の教科・科目で実施を見送らざるを得なかったことが挙げられる。今回の報告では、文部科学省訪問の際での指摘があったため、特筆すべき理科・数学の授業での探究活動について報告する。

教科連携授業

全体的な取り組みとしては、科学英語を高校2年生が科学探究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、工学と英語の連携になっているプログラムである。また、これ以外には数学と物理で、屈折率を物理的なアプローチおよび数学的なアプローチでそれぞれ行い、数学の授業で、同じ現象を扱っていたことを説明する際に、物理の教員も参加し、物理と数学の融合授業を実施し、教科を超えて深くサイエンスを学ぶ授業を実施できた。

●研究開発Ⅰでの教育課程上の位置付けは以下の通り(表中の数値は、単位数)

授業名	高1全体	高2理系 (物理選択)	高2理系 (生物選択)	高2文系
総合的な探究の時間「科学探究基礎Ⅰ」	1			
総合的な学習の時間「科学探究Ⅱ」		1	1	
総合的な学習の時間「総合探究Ⅱ」				1
数学「数学Ⅰ」	4			
数学「数学A」	2			
理科「物理基礎」「化学基礎」生物基礎	各2			
数学「数学Ⅱ」		4	4	
数学「数学B」		2	2	
理科「物理」「化学」「生物」		(化学)4(物理)4	(化学)4(生物)4	

科学探究基礎 I (1 学期～夏期休暇)

【対象】 高校 1 年全員

【設定(実施期間)】 総合的な学習の時間「科学探究基礎 I」(1 単位) 水曜 5 校時目
集中実習 2 回(6 月 4 日, 7 月 11 日)

【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。ルーブ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。
- ・ ICT 機器の活用により, クラス単位といった枠組みだけではなく, 様々な集団で協働することが可能になる。

【内容・方法】

(1) 科学探究基礎 I ガイダンス(1 時間)

探究を始めるにあたって, 探究活動とは何か。年間の流れを説明。

《担当》 富麻一良教諭 (理教科)

《日時》 4 月 29 日の科学探究基礎 I 5 校時目

《内容・方法》

9 月から始まる探究活動に向けての準備・意識付けのために, 探究活動とはどのような活動であるかを説明した。

まず「科学的思考力」の説明を行い, 1 学期は, 探究活動に向けてのリテラシーを身に付ける授業を行い, 1 学期にある集中実習(2 回)で, 協働的な作業の進め方や PDCA サイクルをどのように回していくのかということを説明し, 9 月からグループで探究活動をしていくことを伝えた。1 月には, 外部の人も来る成果発表会があり, そこでは全員がポスター発表することを伝えた。探究活動に関する具体的な説明については, 以下のテーマについて説明を行った。

(1-1)課題研究の定義 (1-2)課題研究のステップ (1-3)課題研究の特徴

(1-4)気をつけるべきポイント (2-1)課題研究で身につく力・身につけるべき力

(3-1)研究倫理に関して

(2) 科学探究のリテラシーの育成(4 時間)

探究に取り組む上で必要となるリテラシーを育成するための授業を全 4 回で実施。学校に備え付けの ICT 機器の台数では生徒が一斉に利用することができないため, クラスごとに取り組む順番を変えて実施。全 4 回の授業は以下の通り実施。

(A)「情報の集め方」(1 時間)

(B)「ICT 機器の扱い方」(1 時間)

(C)「TED×Talk」(2 時間)

表に, クラスと取組日を記載。

日時	情報の集め方	ICT 機器の扱い方	TED×Talk
4 月 24 日	1, 2 組	3, 8 組	4, 5, 6, 7 組
5 月 8 日	3, 8 組	1, 2 組	4, 5, 6, 7 組
5 月 15 日	4, 7 組	5, 6 組	1, 2, 3, 8 組
5 月 29 日	5, 6 組	4, 7 組	1, 2, 3, 8 組

(ただし, ICT 機器は他学年の情報の授業等でも利用するため時間割変更を行い実施)

(A)「情報の集め方」(1 時間)

《担当》田村謙典教諭（国語科）・須藤佳与教諭（英語科）

《当日の流れ》

よりよい探究活動をしていくうえで、適切に情報収集していくことが大切である。課題研究においては、先人たちが行った研究の業績を踏まえたうえで、社会・学術の諸問題から自分に取り組む課題を見出し、それに対して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等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となる。その際に必要となる引用の仕方や検索の仕方を学んでいく。

15 分程度 情報の集め方、引用の仕方、収集ツールについての説明

25 分程度 ICT 機器を用いたワークショップ

10 分程度 本校の図書館データベースの利用法についての説明

《内容・方法》

情報収集の意義と心構えを生徒に考えさせ、また、引用・盗用の違い、引用文献・参考文献の書き方を啓林館「課題研究メソッド」の教科書に沿って学んでいく。情報収集ツールについて、CiNii Articles（サイニィ）を紹介し、実際に ICT 機器(スマートフォンやタブレット)を使って論文検索のワークショップを行う。『美学的な映画・複製技術としての映画—1930 年代の映画教育論争—「動く掛図」論争をめぐって』の論文を使って参考文献の総数や直接引用・間接引用の仕方を学ぶ。ワークショップの後、本校図書館の検索ツールについて紹介をする。

《考察・反省》

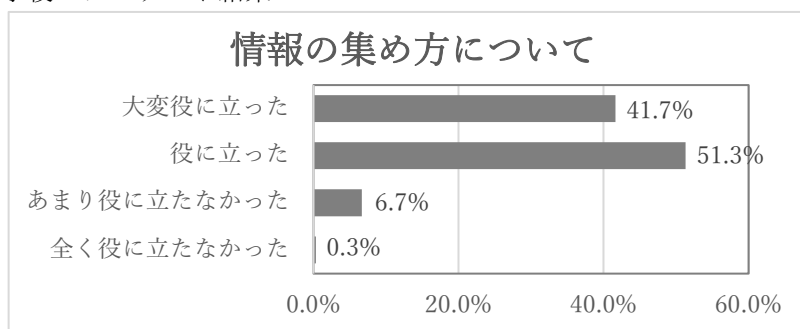
生徒のアンケート結果を見ると「情報の集め方を再確認出来たのでよかったと思う。この先も活用していきたい。」「色々な文献が掲載されているサイトや引用の方法などを知ることが出来たので、これからの探究活動に役立てていきたいと思いました。」など、今後の探究活動の参考になったという意見が多数見られた。また、論文を使ったワークショップは生徒にとって概ね好評だったようだ。

参考文献・引用文献の記載の仕方については、勉強になったという意見が多く見られ、今後の探究活動でのポスター発表や論文作成の際に活かしていくことができるはずである。

収集ツールの利用については、「and 検索は知っていたが or 検索は知らなかった」「A－B のようにマイナスをつけると A の内容から B の内容を除いたものが調べられるのを初めて知った」「参考文献の数も数えられなかったのが悔しかった」など、実際に深く掘り下げてみるとまだまだ知らないこともあったようで、文献の検索の仕方や専門的な論文の読み方など練習を積み重ねていく必要があることがわかった。一方、「既に知っている人が殆どだし、短時間での説明で済むものでした」等、生徒によって情報検索の知識に差があることもわかった。

今回の授業を通して感じたのは、50 分講義形式の授業ではやはり単調になりやすいので、今回のように検索ツールを利用したワークショップを組み込んだり、グループでの作業を含めた調べ活動にしていくとよいということである。

《検証》事後のアンケート結果



(B)「ICT 機器の扱い方」(1 時間)

《担当》吉田宗広教諭(情報科)・西村史生教諭(理理科)・萩原大教諭(英語科)・長沢瑞希教諭(数学科)

《当日の流れ》

25 分 Excel の使い方の説明

25 分程度 iPad で写真撮影したものを自分の Classi アカウントへデータを移行

《内容・方法》

探究活動を今後行っていく上で表計算ソフト (Excel) の活用とクラウドでのデータのやり取りが必要不可欠となる。その基礎の定着を実習を通して目指した。

前半で Excel の使い方の基本を説明した。簡単なデータを用いて、関数の使い方・オートフィル・散布図の作り方を示し、複数の教員がティームティーチング形式で、全員の生徒が散布図を作ることが出来るまで指導した。後半は iPad を使い、生徒が作った自分の散布図を写真撮影し、同じく iPad で Classi にアクセスし、自分のポートフォリオに投稿させた。そして、情報教室の PC から Classi にアクセスし、iPad から投稿した自分の写真を確認させた。

《考察・反省》

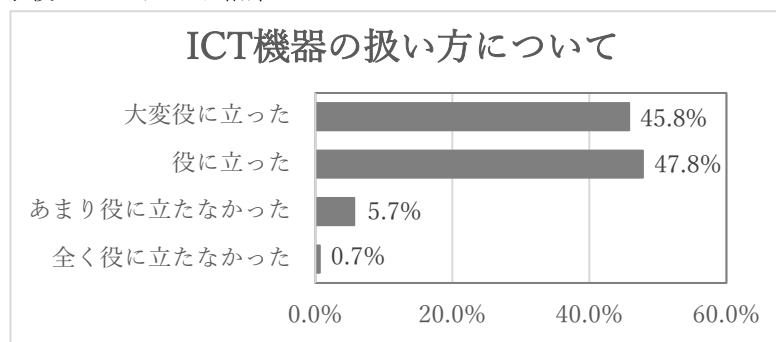
生徒のアンケート結果を見ると、「SSH の良い事前準備になったと思います。」「Excel の関数の使い方については知らないことが多かったので、この授業で学ぶことができてよかった。

SSH の研究では関数やグラフを使用することが多いと思うので積極的に活用したいと思う」等今後の探究活動のために参考になったという意見が多数見られた。

また、「昨年度の中 3 技術の授業で習ったが忘れていたことも多かったので、思い出すことが出来て良かった」という感想が多かったが、「ショートカットキーの使い方など、もう少し高度な内容や応用的な使い方に触れて欲しかった」という意見もあれば、「エクセルを自由に使いこなせるようになったらとても便利だろうということは理解できた。しかし、実際に使いこなせるようになるまでに SSH の活動が終わってしまうのではないかと思うほど難しそうだった」という意見もあった。この時点でかなりの個人差が見られることが判明した。

高校 1 年にもなれば、Excel の使い方をはじめ、コンピュータの扱い方やスキルの習熟度には当然、上記のように生徒間で差が生じる。今回の取り組みで非常に評価できる点は、出来る生徒がわからない生徒のフォローをよくしていたことである。「25 分程度のわずかな時間で、Excel の使い方を思い出す」ということが今回の授業の趣旨であるとする、下記のグラフで「大変役に立った」「役に立った」という回答が全体の 80% 強であったように、高校 1 年のこのタイミングで、今回のような授業を行ったことは、大変に効果的であった。しかし、課題として浮き彫りになったことは、高校進学までに、Excel の使い方の基礎はしっかりと定着させられていないということである。基礎が定着している状態で、この高校 1 年の 1 学期に、「ICT 機器の使い方」として、より実践的で高度な内容を扱い、それが自分たちの実験や探究に関するデータ処理に直接つながるようにするべきである。

《検証》事後のアンケート結果



(C) 「TED×Talk」(2 時間)

《担当》増田雅子教諭(英語科)・植村充教諭(英語科)・武田和久教諭(社会科)・西修平教諭(理科科)

《当日の流れ》

1 校時目：TED×Talk の視聴および用語調べ、模造紙へのアイデア出し
(各クラスを 11 班に分け、2～3 グループずつ 4 クラスに分かれて実施)

2 校時目：各 HR でパワーポイントのスライドを使った発表会

《内容・方法》

TED×Talk 視聴後、アイデア出しとカテゴリー分けをし、グループで意見のまとめ方を学ばせる。
スライドを作って発表することでプレゼンテーションの練習をさせる。

・TED×Talk タイトル

①：『I listen to color』

②：『Lifesaving scientific tools made of paper』

③：『The key to success Grit』

④：『This scientist makes ears out of apples』

・グループディスカッション

自分が感じたことを付箋に 5 つ以上書き出す。

模造紙の上に付箋を貼ってカテゴリー分けをし、グループの意見をまとめる。

・スライド作り

グループの意見をまとめ、Microsoft PowerPoint を用いてスライドを作成

・クラス発表

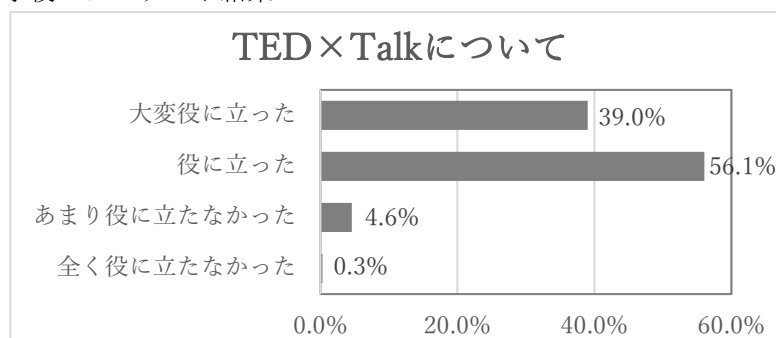
2 校時目に、クラスごとに各班 3 分程度で“講演を見ていない人が講演を見たいくなるような”
プレゼンテーションを行う。プレゼン評価シートを配布し、フィードバックを行う。

《考察・反省》

今回は 4 つの TED×Talk のうち 1 つを視聴し、グループの意見をまとめてプレゼンテーションを行った。グループディスカッションについては、用語検索や付箋を使つてのアイデア出しは順調であったが、カテゴリー分けからグループの意見をまとめる段階になると、戸惑う班もいくつかあった。(生徒のコメントより「客観的なものと主観的なものが混ざったテーマであったため、班内での方向性がばらばらで、統一するのが難しかった」)

“講演を見ていない人が講演を見たいくなるような”プレゼンテーションを作ることが目標であったが内容を伝えることに終始して、自分たちの伝えたいことが見えなくなってしまう班も多かった。発表に関しては、自分たちの見ていない 3 つの TED×Talk についての発表もあり、プレゼン評価シートへの記入もあったので皆興味をもって聞いていた。評価シートにはスライドの字の大きさや、情報量、発表のわかりやすさについての具体的なコメントもあり、今後のプレゼンテーションの良い練習になったという印象を受けた。(生徒のコメントより「今回は「聞き手がその動画を見たいと思うようなプレゼン」ということだったので、動画の内容をどの程度紹介するかについて悩んだ。他の班のプレゼンもとても面白く、また、同じ動画についてのプレゼンでもそれぞれの班の個性が感じられ、大変刺激を受けた。」)

《検証》事後のアンケート結果



(3) 科学探究基礎Ⅰ 『SDGs について考えよう』 集中実習(6 時間)

《担当》 高校 1 年学年教諭(13 名)および中村氏(日本工業大学専門職大学院・教授)

《日時》 令和元年 6 月 4 日

1 校時目・2 校時目：講義（日本工業大学教授 中村明先生）

3 校時目・4 校時目：ブレイン・ストーミングおよび調べ学習

5 校時目・6 校時目：発表用のポスター作製および発表会

《内容・方法》

SDGs を題材として、グループ活動、情報の収集、発表活動、ルーブリックによる評価活動の素養を磨く。特に、SSH の探究活動に繋がるよう、各目標に対して現在実行されている既存の政策・アイデアを踏まえ、オリジナルな解決策を提示するように強調した。

①SDGs に関する体系的な知識の獲得

まず生徒たちがグループ学習をするにあたり、題材となる SDGs について一定の知識を備えさせる必要がある。そのため、事前学習として 2 週間前から SDGs に関する新聞記事を収集するよう呼びかけた。さらに、1・2 校時目に日本工業大学の中村明先生を講師として招聘し、SDGs が採択された経緯や現在の世界に広がる貧困の状況についての講義を受けた。

②グループ学習

各クラスを 4~5 人ほどに分けて、17 の目標から興味のある目標を選択させた。

手順としては、以下の通りである。

(1)まず各目標に対する漠然としたイメージから解決策を考えさせる。

(2)各生徒から提起されたアイデアをグルーピングする。

(3)出てきたアイデアに妥当性・有効性があるか先行研究を踏まえて考察する。

(4)解決策をまとめ、班ごとに発表の仕方を工夫する。

(5)発表に対するフィードバックを事前に配布したルーブリック表を基にして行う。

③振り返り

Classi で振り返り用の課題を提示し、各生徒に提出をさせた。さらにルーブリックによる自己評価と他者評価を比較検討することによって、発表の出来を確認する機会を提供した。

《考察・反省》

・先行事例を踏まえたうえでのオリジナリティの導出

多くのグループにおいて、先行事例を適切に調べられていたようである。昨年度に比べて、全ての生徒に自分の持っている情報機器を使わせることが出来たため、調べ学習の効率は上がっていた。一方で、生徒がディスカッションよりも主に情報端末での個人作業を優先する様子が見受けられたのは、残念であった。班によっては、SNS でのハッシュタグを活用した動物保護運動を提唱するなど、新しい技術や制度を取り入れた解決策を提示していた班もあり、興味深いものがあった。

・ルーブリックでの評価

評価基準を明確にすることによって、発表する生徒も評価する生徒も指針をもってグループ学習に取り組めていたように思える。

《検証》

生徒のコメントでも示されているが、多くの生徒が地球規模の課題を解決するために、多様なディシプリンからの取り組みが必要だと感じているようである。既存の取り組みをさらに発展させるために、既有知識を組み合わせる能力を養成できたことは大きな収穫であった。

(生徒のコメント)

- ・他グループとの交流では、意外なつながりを見つけられました。全く違うテーマでもつながりを見つけられるので様々な視点から見られて良かったと思います。

		不十分(1)	もう少し(2)	ほぼ十分(3)	十分(4)
① 課題の把握	課題の背景 原因の特定 個別具体的状況の理解	課題の背景や原因について触れられていない。	課題の背景や原因について説明がされているが、漠然としている。	課題の背景や原因について適切に説明がされており、具体的な状況がぼんやりイメージできる。	課題の背景や原因について深く理解されており、説明もわかりやすい。具体的な状況が想像でき興味が惹かれる。
②先行研究（既存の取り組み）の把握	既存の取り組み（法制度や利用可能な科学技術など）に対する理解	既存の取り組みについて触れられていない。	既存の取り組みについて触れられているが、抽象的である。	既存の取り組みについて適切に説明されており、具体的な状況がイメージできる。	既存の取り組みについて深く理解できており、説明もわかりやすい。具体的な取り組みがイメージでき、興味が惹かれる。
③解決策のオリジナリティ（新規性）	新しい着眼点や既知知識の組み合わせによる解決策の新規性	既存の取り組みとの違いに言及されていない。	既存の取り組みとの違いについて言及されているが、漠然としている。	既存の取り組みとの違いについて適切に説明されている。	既存の取り組みとの違いが適切に説明され、その新規性に興味が惹かれる。
④解決策の実現可能性・妥当性	提示された解決策が実際に運用できるか、問題を解決するか。	解決策の実現可能性や妥当性について言及がされていない。	解決策の実現可能性や妥当性について言及はあるものの、漠然としている。	解決策の実現可能性や妥当性について論理的推論や客観的データに基づき説明をしている。（反論・反証ができる。）	解決策の実現可能性や妥当性について論理的推論や客観的データに基づき適切に説明をしている。納得できる。

（４）科学探究基礎Ⅰ 『ミニ科学探究』 集中実習（６時間）＋授業（１時間）

《担当》高校１年学年教諭(13名) および酒井聡樹氏(東北大学大学院・准教授)

《日時》７月１１日(木)

１校時目・２校時目：実験

３校時目・４校時目：講義(酒井聡樹氏 東北大学大学院・准教授)

５校時目：考察

６校時目：発表

《内容・方法》

９月から始まるグループ探究に向けて、PDC(A)サイクルを回す経験をするために、集中実習(１日(６時間))を行った。また、集中実習に向けて、事前の授業内に１時間、探究計画を立てる時間もあり、２学期から始まるグループ探究に向けて、探究計画書を書くトレーニングも行った。昨年度、集中実習で同様の実習を行ったところ、非常に意味のある実習であったため、今年度は２年目の計画書にはなかったが、継続して取り組んだ。内容は、昨年度取り組んだプログラムを発展させたもの２つ(下記(A)と(B))、新規のプログラムを２つ(下記(C)と(D))実施した。

４つのプログラムの内容は

(A)「紙の落下」

(B)「ボールバウンズ」

(C)「トイレットペーパーの芯」

(D)「水の入ったペットボトルの運動」



紙の落下



トイレットペーパーの芯



ボールの脱ね返り



水の入ったペットボトルの運動

を中テーマと呼び、グループでどれか１つのテーマに取り組む。

各中テーマには、理科・数学の教員だけでなく、高校１年の学年の教諭全員が携わり打合せおよび事前準備を十分に行い、集中実習の指導にあたった。以下は、各中テーマの担当者である。

(A) 森野英教諭(国語科)、吉田宗弘教諭(数学科)、植村充教諭(英語科)

(B) 後藤智子教諭(数学科)、田村謙典教諭(国語科)、西修平教諭(理理科)

(C) 西村史生教諭(理理科)、萩原大教諭(英語科)、須藤佳与教諭(英語科)

(D) 増田雅子教諭(英語科)、長沢瑞季教諭(数学科)、武田和久教諭(社会科)

4つのプログラムについての流れは共通なので、まとめて記載。

《当日の流れ》使用場所は、一般教室および体育館，CreativeLearningRoom1，2，3

1校時目・2校時目：探究計画書に基づき実験を行い，データの収集および分析を行う。

3校時目・4校時目：講義(東北大学大学院の准教授 酒井聡樹先生)

5校時目・6校時目：模造紙またはパワーポイントを使ったプレゼンテーションを行う。

《内容・方法》

PDCA サイクルの模擬体験をすることを通して，科学的思考力を育成する。

2学期から始まるグループ探究に取り組むグループ毎に，4つの中テーマから1つを選ぶ。

選んだ中テーマに対して，小テーマ（リサーチクエスチョン）を設定し，実験・考察を行う。

この際，以下のルールで実施。

①「変数 X を変えて，測定値 Y を求めること」(Plan, 小テーマの決定)

②「測定の方法を自分達で考えること」(Plan, 小テーマの決定)

③「複数回試行すること」(Do, 小テーマを検証するための実験)

④「データのバラツキの意味をよく考えること」(Check, 実験の検証)

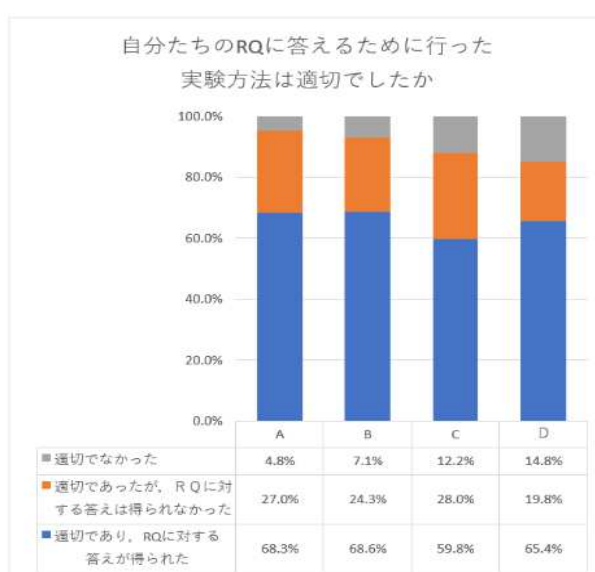
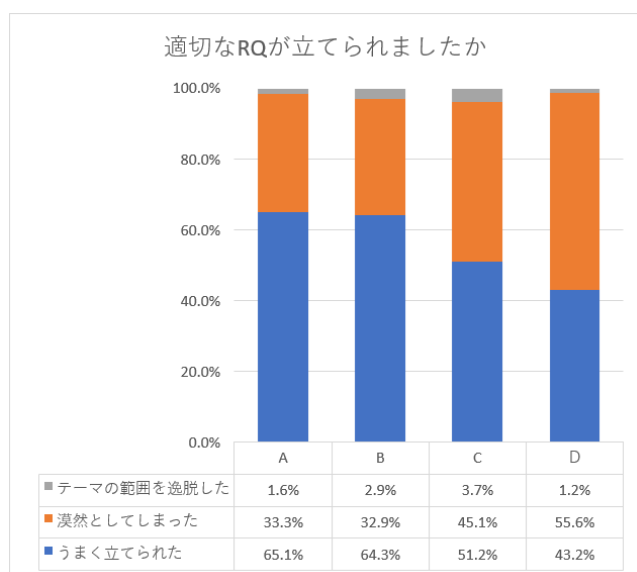
実施後，ポスターまたはスライドを作成し，各クラスで発表。発表は，1グループ4分程度でプレゼンテーションを行い，発表後の質疑応答の時間も設ける。

発表の際には，中テーマ・小テーマ，実験方法(材料，条件，回数など)，実験結果(表，グラフを必ずつける)，分析(実験結果をどのように考察したのか，班でひとつの意見にまとめる)，まとめ(わかったことを簡潔にまとめる。新たな問いがあれば触れる)の項目に触れるようにする。なお，生徒には，これまでに取り組んだ「科学探究のリテラシー育成」および集中実習「SDGsについて考えよう」は，問いを立てていない活動であることを伝え，今回の集中実習「ミニ科学探究」は問いを立てることがこれまでとの大きな違いであることを伝え，取り組ませている。

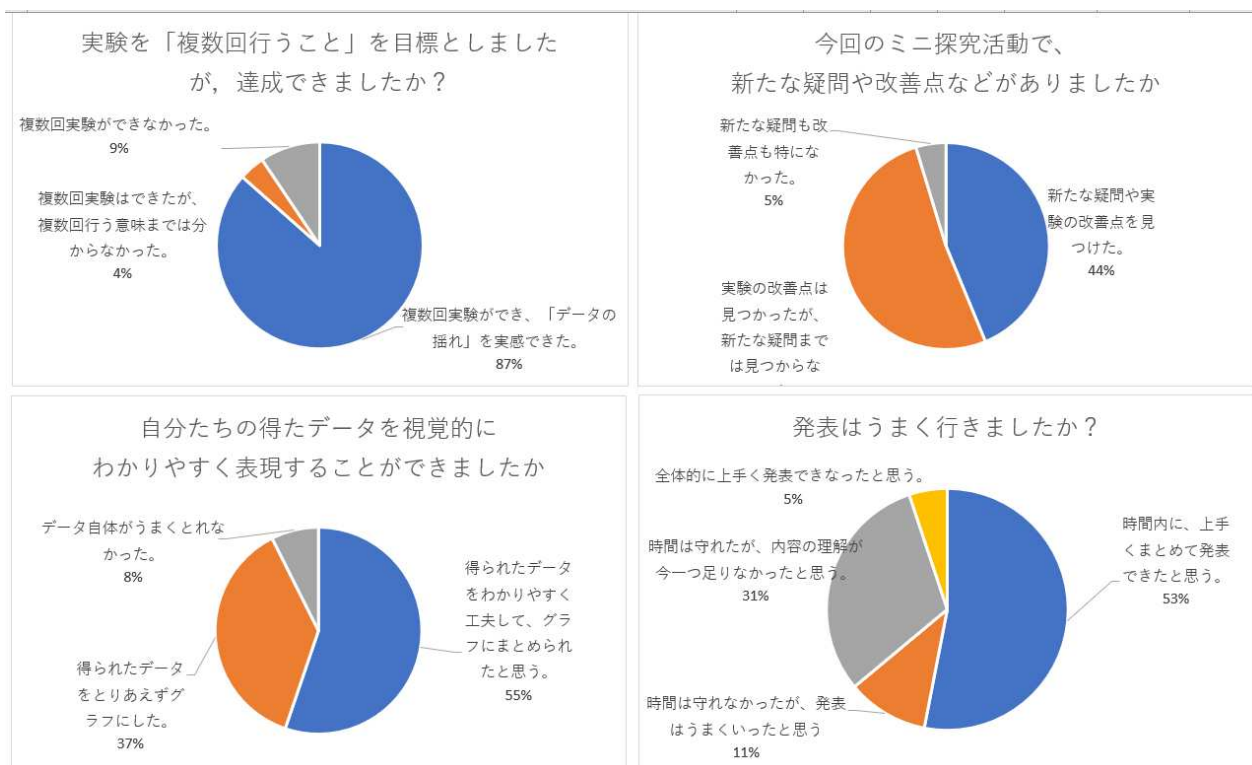
3校時目・4校時目には，東北大学大学院の准教授 酒井聡樹先生の講義を聴講した。

酒井先生は，高校生向けの研究の進め方や論文の書き方についての著書があり，講義においては，『研究とは何か?』，『探究活動を行う意義』，『研究の進め方』について，具体的な例を挙げ，「良い点」や「気をつける点」などをその都度生徒達に問いかけながら，講義して頂いた。

《考察・反省・検証》



- ・グラフからもわかるように、今回設定した(A)～(D)の中テーマの中で、適切なりサーチクエスチョン(RQ)の立てやすさについては、(A)「紙の落下」(B)「ボールバウンズ」が生徒は具体的に取り組むべきことがイメージしやすいことから、RQをうまく立てられたというグループが多かった。(C)「トイレットペーパーの芯」(D)「水のいったペットボトルの運動」については、小テーマをどのように設定するかはグループによってさまざまなものが可能であるため、その分どうすればよいのかということに、グループ内でイメージの共有が難しかったと感じられる。特に、このことは「自分達の RQ に答えるために行った実験は適切でしたか」というアンケート結果からもわかる。(A)(B)については、9 割を超える生徒が実験は適切であったと答えているが、(C)(D)については、適切であったという回答が 85%前後とその割合が低くなっている。さらに、(C)については、RQ に対する答えを出すことが他の実験よりは難しかったことがわかる。このことから、探究活動において、どのような RQ を立てるのかということや扱うテーマによって、結論までたどり着くことができるかどうかの違いが発生することが判断できる。
- ・実験方法については、生徒のコメントに「実施後に実験の方法を途中で改善するべきであった」「正確に計測するにはどのようにすればよいか」等、適切な方法ではなかったと実感できたようなので、2 学期以降の探究活動につなげることで、今回の経験は非常に有意義なものになるはずである。今回の課題探究は、2 学期からの探究活動につながる、PDCA サイクルの模擬体験になったと言えるが、リサーチクエスチョンの立て方次第では、結論につなげるのが難しくなることを気付けるよい機会になったと感じる。
- ・また、データが偶然にとれたということにならないように、「実験データを複数取り、再現性のあるデータをとれるようにすること」「また、PDCA サイクルを回した後に、新しい疑問が出てきて次の P につながるようにすること」も、昨年度の反省から改善した点になる。このことは、下記アンケートの結果から、意識して取り組んだ成果が表れていると感じているが、新たな疑問や改善点等においては、まだまだ改善の余地がある。そして、発表のスキルもこのような機会を利用しながら向上させていくことが重要であるため、その点も今後継続的に取り組んでいく必要がある。



(5) 科学探究基礎Ⅰ 探究計画書の作成 (1 時間)

1 学期末には、9 月から始まるグループ探究の探究計画書(右図)の作成を行った。グループ内で一つの探究活動になるように話し合い、提出後、高校 1 年の教員および SSH 担当教員を中心に、全グループと 1 学期末から 2 学期初旬までの期間に、探究活動に対するプレゼンテーション(約 15 分)を行い、質疑応答などを経て、教員の方でいくつかアドバイスをし、許可が出たグループから、探究活動を開始した。したがって、早いグループは 7 月末から探究活動を開始した。

科学探究基礎Ⅰ(2 学期～3 学期)

2 学期より、本格的にグループ探究を開始し、冬季休暇および 3 学期(1 月)まで、継続的に取り組んだ。

以下、活動内容である(6)～(8)を報告。

(6) 探究活動(毎週実施) (7) サイエンス講義 (8) 高校 1 年成果発表会

(6) 探究活動

探究活動に取り組む過程において、(A)探究ノートの作成 (B)中間報告会 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。また、高校 1 年の学年の教員 12 名+他学年の教員 1 名でグループの担当をセクトに分割し、理数の教科でなくとも担当となり生徒の指導を行った。具体的な割り振りとしては、以下のように設定。

「物理・工学」西村史生教諭(理数科)・田村謙典教諭(国語科)・武田和久教諭(社会科)

「生物」西修平教諭(理数科)・萩原大教諭(英語科)・増田雅子教諭(英語科)

「化学」植村充教諭(英語科)・吉田宗弘教諭(数学科)・後藤智子教諭(数学科)・須藤佳与教諭(英語科)・藤野優佳教諭(理数科)

「数学・情報」長沢瑞季教諭(数学科)

「地学」森野英教諭(国語科)

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をした。

なお、高校 1 年の学年所属である當麻一良教諭(理数科)は、化学室担当のため担当から外れる。

(A) 探究ノートの作成

探究ノートについては、全員に同じものを購入して一人 1 冊持たせた。

探究ノートを作成することの意義は、以下の点を全員に周知した。

- ・探究ノートは、実験・観察についてまとめるときの信頼できる資料です
- ・探究ノートは、頭の中に浮かんだものを捕まえておく場所です。
- ・探究ノートは、あなたたちが行った実験や観察の物的証拠です。
- ・探究ノートは、あなたたちを研究不正から守ってくれます。

このことは、研究倫理を全員が意識して活動できるようにするための仕組みとして非常に意義があったと感じている。なお、探究ノートについては、月に 1 回探究担当の教員に提出して確認をした。

豊島岡女子学園高等学校 グループ探究計画書

豊島岡女子学園高等学校 グループ探究計画書			
年 月 日			
学年	氏名 1	氏名 2	
	氏名 3	氏名 4	
	氏名 5		
Research Question		分野	
Research Question を記入		→	
研究の動機・背景： なぜ、この Research Question を立てたのか？ どこに興味を持ったのか？興味を持ったきっかけ等を記入			
先行研究（これまでに明らかにされていること）： 他の人がすでに上記の Research Question に対して、結果を得ていないか？同じようなこと探究している人はいないか？をインターネット、google scholar 等で調べて記入。			
探究の目的： 自分たちの RQ に対して、実験、観察、調査をすることによって、何を明らかにしたいのか？また、うまく結果が得られた場合、その結果はどのようなことに貢献することになるのか？			
探究の計画・方法 上記の期間である程度結果を得るための活動計画。実験、調査をする場合はどのくらいの時間、期間がかかりそうなのか？グループのメンバーがそろって活動する日はどの位必要か？			
探究に必要なこと、モノ： 実験の場合どのような装置が必要か？調査の場合、どのようなことを調べたいのか？ポスターを作成するにはどんな資料、ICT が必要か？			

1 物理・工学
 2 化学
 3 情報・数学
 4 動物・医学
 5 植物・農学
 6 地学・環境
 から
 1 つ記入

(B) 中間報告会

中間報告会は各グループ 15 分で行う。今年度は、昨年度の運営指導委員会の助言を生かし、発表を聞く生徒達の指導を意識して行った。具体的には、中間報告の発表を聞く際に、聞き手はヒアリングシートを作成し、「聞く」ということにより意識をもって取り組めるようにした。ヒアリングシートについては、事前に以下のような説明を行った。

ヒアリングシートの記載内容と説明

(1) テーマについて

→発表を聞いて、探究テーマ（何を知りたいか？）が理解できたか？また、そのテーマに興味を持てたか？テーマに使われている用語の説明は理解できたか？等を書くこと。

(2) 探究計画について

→発表を聞いて、立てたスケジュールに無理はなさそうか？
また、その探究自体が実現可能か？等を書くこと。

(3) 実験、観察、調査方法について

→発表を聞いて、実験、観察、調査方法が明確に示されているか？また、それらは実現可能であって、それらにより客観的な結果が得られるものになっているか？等を書くこと。

(4) 得られているデータ（があれば）および（得られている）結論について

→発表を聞いて、得られているデータ（これから得ようとしているデータ）は信憑性のあるものか？結論は客観的な方法（統計的な手法）に基づいたものか？等を書くこと。

(5) 今後の展望について

→さらなる探究に意欲が感じられるか？等を書くこと。

(6) その他

→発表を聞いて、自分たちの探究の仕方と比較して気が付いたこと（グループでどんな工夫をしているか？）、また、この研究について、自分自身が提供できる情報を書くこと。

(7) サイエンス講義 講演「暗号理論・情報セキュリティ」

探究活動を継続中ではあるが、サイエンスの興味・関心を深めるために、講義を実施。

《対象》高校 1 年全員

《当日の流れ》10 月 16 日（水）

5 校時目・6 校時目：講義（田中圭准教授 東京工業大学情報理工学院）

《内容・方法》

暗号理論やセキュリティを、数学を用いた専門的な講義およびワークショップを通して学ぶことで、視野を広げることとセキュリティに対する重要性、それを支える根幹的な数理システムについての理解を深めるという目的で、講演およびワークに取り組む。

素因数分解のようなシンプルな例を用いて、入出力について、一方向は簡単だが逆方向は難しいという一方向性関数を学び、ネットワークの中での実用についてワークショップを通して学ぶ。

《考察・反省》

生徒のアンケートにもある通り、十分に理解できたという生徒が 2 割未満であり、内容的には非常に難しい内容であった。当日、参加した教員からも難しすぎるといった意見が多数寄せられた。目的の一つである「セキュリティに対する根幹的な数理システムの理解」がほとんど得られていないことがわかる。事前の打ち合わせなどを重ねるべきであったと反省をしている。

本講座の目的である「セキュリティに対する重要性」については、75%を超える生徒が理解している点は、十分とは言えないが目的はある程度果たせたと感じている。また、サイエンス全体に対して「広い視野を持つ」という点においては 70%を超える生徒が、科学に対する学びは深まったと判断している。上記のことは、生徒のコメントからも十分に判断できる。

《検証》

質問 1. 本講座で科学に対する学びは深まりましたか はい 73% いいえ 6% どちらも 21%
 質問 2. 情報セキュリティの大切さがわかりましたか はい 76% いいえ 2% どちらも 22%
 質問 3. 内容は難しかったですか 十分に理解できた 18% 難しくても十分な理解ができていない 53%
 どちらもいえない 29%

(生徒のコメント)

- ・とても面白かったです。最初のほうは何度も同じ説明を繰り返されどちらかというと退屈でしたが、掛け算だけでは不十分な暗号化のメソッドを理解した時は本当に凄いなと思いました。出力から考えると難しいかつ答えが一つに定まる、しかし確認が簡単な問題というのは実際に作るとなかなか難しかったです。情報セキュリティへの理解が深まった興味深い講演でした。
- ・はじめに配られたプリントを見た際には難しくても全く理解ができませんでした。説明していただくうちに暗号セキュリティの仕組みが大まかには理解できましたが、中にはまだまだ理解の及ばないこともあり、1つのシステムを取ってみても様々な技術が応用されて複雑に絡み合っていると感じて身をもって実感できるいい機会になりました。この分野に興味を持ちました。

(8) 高校1年成果発表会

《対象》高校1年全員

《当日の流れ》

令和2年1月29日(水) 5校時目・6校時目 1,3,5,7組がポスター発表

令和2年2月5日(水) 5校時目・6校時目 2,4,6,8組がポスター発表

《場所》本校6階体育館および8階体育館

《内容・方法》

これまでの成果を説明することで、自分たちの探究活動に対してより深い理解をするとともに、探究で足りない点を他者から指摘されることで、今後の探究活動につなげることが可能となる。全グループが探究活動の結果をポスターおよび要旨にまとめ、ポスター発表する。1日に4クラス(約170人)が発表するが、それをAとBの2グループに分けて、Aは5校時目にBは6校時目に発表する。発表者以外は、ポスター発表を聞きに行き、相互にルーブリック評価を行う。高校2年生も、全部の時間ではないが、高校1年のポスター発表を聞く機会を設けた。また、高校2年生および外来者(保護者や大学関係者等)には、任意にルーブリック評価をしてもらった。

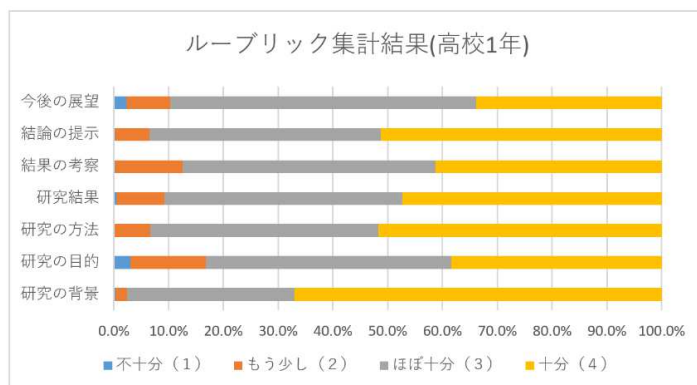
《考察・反省》

探究活動のテーマおよびリサーチクエスト一覧は、関係資料に掲載。

探究活動ルーブリック表(高1・高2共用)

			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瞭である。	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、RQの設定)	その分野の先行研究についての言及が全くなく、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的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。問いが科学的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	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ができ、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	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トには対応していない。	結論はリサーチクエストに対応して提示されている。	結論がリサーチクエスト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。

評価については、生徒相互によるルーブリック評価(前頁)、高校2年生と来校者による任意のルーブリック評価となる。結果は、右の通りである。結果から、本校の生徒の特長および考察・反省として、以下の点が挙げられる。



・研究の背景については、65%を超えるグループが十分、約30%のグループがほぼ十分となっており、研究の動機や意義を明確にできていることがわかる。

・今後の展望については、約90%のグループが十分またはほぼ十分であるが、十分であるグループになると、このルーブリック評価については最も低い結果となっている。このことから、次年度継続して同じテーマに取り組む生徒の数と相関関係がある可能性が考えられる。このことは、継続テーマにした生徒と4月以降に検証する。

・研究の目的については、十分またはほぼ十分に約84%のグループが該当しているが、他の項目と比較すると低い結果となる。昨年度のポスター発表後のSSH運営指導委員会で「ポスター表題のタイトルがリサーチクエスションになっていない」という指摘があったため、リサーチクエスションを考える際に指導を行ったが、まだまだ改善の余地はあると思われるので、今後の課題である。また、先行研究については、ルーブリック評価と合わせて行っており「参考文献は適切に挙げられているか」に対しては、挙げられているが88%となっており、先行研究に対する意識をより強く持たせることが必要であると感じる。しかし、高校1年生ということもあり、まだ、物理・化学・生物の本格的な学習をしていないため、どこまでそれらを深められるかは、教科・科目の進捗状況とも併せて分析する必要がある。これについては、来年度の理系の生徒のポスター発表におけるルーブリック評価がどのように推移するのかを探ることで分析が可能であると思われる。

・探究活動に取り組んだ2年間の最大の反省点は、昨年度の高校1年成果発表会でのポスター発表におけるルーブリック評価の結果をデータとして残さず、生徒へ返却してしまったため、過年度比較ができなかったことである。今年度はデータを残してあるため、これらの結果を用いて、次年度は比較が可能となる。

(その他)

1月29日の成果発表会に参加した東京電機大学の長原礼宗教授(学長補佐)から、以下のようなコメントをいただき、来年度、これらを踏まえて改善していく予定である。

「生徒さん達に、何点か質問しましたが、全員適切に答えることができている大変レベルが高いと感じましたし、企業に訪問しているグループもあり積極性も感じました。ただし、発表が終わってから質問を受け付けるスタイルが多く、聞いている生徒はルーブリックを書くことに忙しく質問が出ないところがあった点は改善の余地があると思います。ルーブリックに何か一つ疑問点を書く、というのでもいいかと思いました。」

科学探究Ⅱ

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 年理系選択者

【設定(実施期間)】 総合的な学習の時間「科学探究Ⅱ」（1 単位） 水曜日 5 校時目

課外の取り組みとして、集中実習 1 回(4 月 25 日(木))

【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。ルーブ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。
- ・ICT 機器の活用により、様々な集団で協働することが可能になる。

【内容・方法】

科学探究Ⅱ（1 学期）

今年度は、昨年度と異なる点として

- ・探究活動のテーマ設定が、グループから個人に変わる
- ・探究活動に取り組む期間が、課外の時間から毎週水曜日に取り組む

ことが最も大きな変化となる。これらに対して、テーマ設定をどのように考えるかという点と、その探究活動を継続的に行うためには、計画を密に立てなければいけないことが挙げられる。探究計画を考えるための時間として 1 学期を用いた。具体的には、以下の 4 つを実施。

- （１）科学探究Ⅱのためのガイダンス （２）探究テーマ設定のためのテーマ設定のためのミニ講義
（３）マンドラートで自己の考えを深める （４）探究計画書の作成

（１）科学探究Ⅱのためのガイダンス（1 時間）

探究活動を行う上でのステップ、気を付けるべきポイント、課題探究で身に付けてほしい能力、研究倫理についての説明を行った。また、年間の流れも併せて説明（体育館）

（２）探究テーマ設定のためのテーマ設定のためのミニ講義（4 時間）

《当日の流れ》

5 月 8 日(水) 5 校時目・6 校時目

1 コマ目 13:10～13:40

2 コマ目 13:45～14:15

3 コマ目 14:20～14:50

5 月 15 日(水) 5 校時目・6 校時目

1 コマ目 13:10～13:40

2 コマ目 13:45～14:15

3 コマ目 14:20～14:50

《仮説・目的》

専門的な知識を有する有識者(大学の先生、研究者、専門家)を、同一日・同一時間に講師として招聘し、多様な分野の講義を行うことで、様々な分野の視野を広げ、高校 2 年時に取り組む個人探究のテーマを設定する上で参考とすることができる。

《内容・方法》

各講座の専門家には、30 分の講義(20 分の講義と 10 分の質疑応答)を、合計 3 回(1 コマ目から 3 コマ目)、同じ内容の講座を開講してもらう。生徒は、来校する専門家と当日の講義の内容について簡単な要項を事前に把握し、当日参加する講座を選ぶ。3 回の講座(1 コマ目から 3 コマ目)は、自由選択であるが、必ず、いずれかの講座に出席することは義務とした。

ミニ講義担当者

日程	担当分野	講演者(所属)
5月8日	SDGs(持続可能な開発目標)	中村明(日本工業大学専門職大学院)
5月8,15日	社会工学(数学を使って社会問題を解決しよう)	吉瀬章子(筑波大学大学院)
5月8日	経済学(社会を良くするための経済学による処方箋)	石川竜一郎(早稲田大学)
5月8,15日	応用化学(分析手法)	保倉明子(東京電機大学)
5月8,15日	自然科学(機能性有機・高分子材料)	田中里美(東京電機大学)
5月8,15日	ロボット(バイオメディクス)	藤川太郎(東京電機大学)
5月8日	スポーツ工学	田中克昌(工学院大学)
5月8日	環境化学	関志朗(工学院大学)
5月8日	STEAM Learning	下郡哲雄(函館高専)
5月8日	社会学(犯罪からの立ち直り)	加藤倫子(立教大学)
5月8日	日本中世史(関白秀次の切腹新解釈)	矢部健太郎(國學院大學)
5月8日	基盤理工学	石田尚行(電気通信大学)
5月8日	純粋数学	桑原 教諭(豊島岡女子学園)
5月8日	文学	菊田 教諭(豊島岡女子学園)
5月15日	国際関係(オンライン授業)	毛利勝彦(国際基督教大学)
5月15日	生物学・人類学(進化)	内田亮子(早稲田大学)
5月15日	ISN, SDGs	小村俊平(東京大学公共政策大学院)
5月15日	教育学(博物館人類学)	三河内彰子(東京大学)
5月15日	基盤理工学(シナプス可逆性)	松田信聖(電気通信大学)
5月15日	比較・国際教育学	花井渉(大学入試センター)
5月15日	情報システム工学(データ駆動型社会)	松井加奈絵(東京電機大学)
5月15日	生命科学(アポトーシス・細胞死)	長原礼宗(東京電機大学)
5月15日	情報システムデザイン学(ユニバーサルデザイン)	矢口博之(東京電機大学)
5月15日	まちづくり学(環境との調和・共生)	西川豊宏(工学院大学)
5月15日	認知情報学(人間の情報処理)	蒲池みゆき(工学院大学)
5月15日	有機合成化学(有機化合物の化学合成)	安井英子(工学院大学)

ミニ講座と同一日(5月15日(水) 14時～16時30分)に、IRCN 訪問に高校2年生徒30名が参加。

(希望者64名であったが、先方の受け入れ人数が30名のため抽選を実施)

この研究施設は、東京大学の研究施設で「ロールモデルとなる女性研究者との交流による、将来的なキャリアのイメージ作り」「高校生にも身近な専門分野に触れることによる、最先端研究と高校の学問の橋渡し」「研究者による分野選択や受験に関する体験談の共有」を目的に参加。

14:00～14:20 世界トップレベル研究拠点形成プログラム(WPI)及びIRCNの説明

14:20～15:00 IRCN研究者による研究概要説明(15分・30分、質疑応答各5分含む)

蓼沼 磨貴(ESマウス/ウイルス開発コア)

平田 祥人(IRCN連携研究員・情報理工学系研究科)

15:05～16:55 研究室ツアー及び研究者との懇談(2班に分かれる)

《評価・検証》

実施後にアンケートを行ったところ、右のようになった。
これより、多くの生徒に非常に意味のあった取り組みであったと分析する。同段階で、リサーチクエストが
決まっているかを聞いたところ、大半の生徒が決まってい
ない状況であり、個人でリサーチクエストを立てる
事の難しさが浮き彫りになったアンケートである。

ミニ講座を聴講しての感想

ためになることが多かった	33.9%
ためになることがいくつかあった	56.0%
それほどためにならなかった	10.1%
まったくためにならなかった	0%

リサーチクエストが決まっているか

既に決まっている	4.9%
いくつか候補があるが、絞れていない	13.0%
まったく決まっていない	82.1%

(3) マンダラートで自己の考えを深める

マンダラートの例を伝えて、自分の興味・関心のあることや

社会課題等を自分と紐づける事で、探究活動のリサーチクエストを立てるヒントとした。

(4) 探究計画書の作成

高校1年と同じ形式の探究計画書を作成(ただし、総合探究Ⅱは分野のみが異なる)

科学探究Ⅱ(2学期～3学期)

(A) 探究活動

《担当》 高校 2 年 学年教諭 (14 名)

《内容》 個人で探究活動の計画を立てて、2 学期以降、毎週探究活動に取り組む。昨年度と同様に、探究活動の担当者を学年の教員で分担して割り振る。学年の教員 14 名のうち、豊田教諭(理理科・生物)は生物室で実験担当となるため、残りの教員 13 名で割り振った。生徒の探究計画の分野によって、大きくセクト分けして、なるべくそれぞれの教員の強みを生かせるようなセクトを担当として割り当てた。一人当たり、30 名前後を担当する。

(B) 京都大学による分野別授業

《担当》 高校 2 年 学年教諭 (14 名) 京都大学教授等(8 名)

《場所》 高校 2 年 各教室および CreativeLearningRoom1, 2, 3

《日程》 11 月 20 日(水) 5 校時目・6 校時目

《内容・方法》

探究活動を行っている時間帯に分野別授業を行うことで、自分の探究分野と合致するものがあればその講座を聴講し、探究活動を深めることが可能となる。ただし、今回の講座に自分の探究活動のテーマと一致するものがないというケースが大半であるため、自分の探究テーマや興味・関心のあるものという視点だけではなく、今まで聞いたことのない分野にも積極的に関わっていき、視野を広げて今後の探究活動に生かしていくことが主たる目的である。

高校 2 年生が探究活動を実施する水曜日の 5, 6 時間目を利用して、京都大学の先生 8 名にそれぞれの専門分野の講義を聴講する。事前に参加したい講座を第 4 希望まで募り、本校教員の方で希望を見ながら受講講座を決定する。

講義一覧(総合探究Ⅱとも同時開催のため、文理の内容を含んだ分野別授業である)

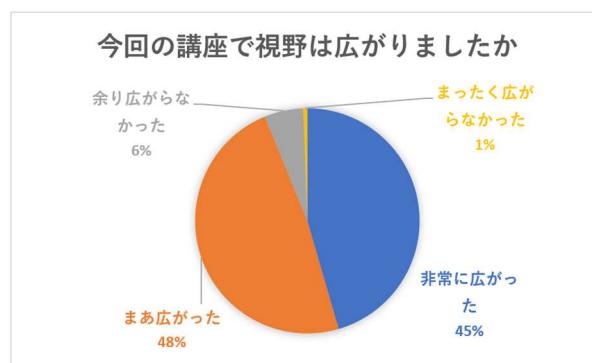
- ①「哲学：世界と魂と「私」-人間は何をを考えて来たか?」：赤松 明彦
- ②五十音図の謎-「あいうえお」から「ABC」まで：藤原 敬介
- ③「古代インドの宗教文献：古代言語解読の方法と文献研究のひろがり」：天野 恭子
- ④国際法の世界・世界の国際法：中井 愛子
- ⑤シルクロードの仏教美術史：絵画から読み解く文化の歴史：檜山 智美
- ⑥真空放電が拓いたプラズマと量子の世界：門 信一郎
- ⑦森や海から自然の法則を見つけるための科学の方法：潮 雅之
- ⑧宇宙鉱物学への招待～原子の世界から宇宙のどこかまで～：瀧川 晶

《評価・検証》

事前指導として、今回の分野別授業の目的を生徒の方には示して希望を募った。生徒には、案内文に「新しく物事を発見したり思いついたりする時というのは、往々にして、別の視点が入ってきたときにおこるものです。皆さんが生きている現代は、既存のものを組み合わせることでイノベーションを起こす時代になっているのではないかと思います。だからこそ、探究と直接繋がっていないと思っているものを取り入れることで、新しい発想が生み出すチャンスにしていきたいと思います。今回の分野別授業が、自分の探究テーマや興味・関心のあるものという視点だけではなく、今まで聞いたことのない分野にも積極的に関わっていき、様々なことを吸収できるようにしていってください。」と述べた。また、案内に加えて、シラバス(講義内容・事前準備など)を配り、内容を吟味した上で受講講座の希望を行ったところ、結果として、350 名中 316 名が事前登録をした。事前申請の生徒については、第 1 希望と第 2 希望を受講することが可能となり、参加したい講座に出られることで当日のモチベーションの高い生徒達が講座を聴くことができた。

事後のアンケートでは、次表の通り。
今回の講義で、科学に関するものは、次の⑥～⑧の3つが該当。

- ・真空放電が拓いたプラズマと量子の世界
- ・森や海から自然の法則を見つけるための科学の方法
- ・宇宙鉱物学への招待～原子の世界から宇宙のどこかまで～



タイトル	受講人数	有意義であった	有意義であった	有意義でなかった	有意義でなかった
「哲学：世界と魂と「私」？人間は何を考えて来たか？」	73	45.0%	25.0%	22.5%	7.5%
「古代インドの宗教文献：古代言語解読の方法と文献研究のひろがり」	57	64.3%	28.6%	7.1%	0.0%
シルクロードの仏教美術史：絵画から読み解く文化の歴史	77	51.9%	40.7%	3.7%	3.7%
五十音図の謎―「あいうえお」から「ABC」まで	87	67.5%	25.0%	7.5%	0.0%
国際法の世界・世界の国際法	96	51.1%	40.4%	6.4%	2.1%
真空放電が拓いたプラズマと量子の世界	58	40.0%	56.7%	3.3%	0.0%
森や海から自然の法則を見つけるための科学の方法	128	58.9%	37.0%	4.1%	0.0%
宇宙鉱物学への招待～原子の世界から宇宙のどこかまで～	124	69.0%	31.0%	0.0%	0.0%

アンケートを見てみると、これら科学に関する3つの講座の参加した生徒の95%以上が「非常に有意義であった」「まあ有意義であった」と回答しており、内容が充実していたことがわかり、高校2年生の生徒達が科学的な興味関心をさらに深める機会になったことがわかる。

さらに、目的の一つである視野を広めることについては、右図の結果からも十分に、その目的を果たせたことがわかる。

また、特筆すべき点として、今回は科学に関する講義が3つあったが、その中で、最後の滝川晶先生は、3講座の中で唯一女性研究者であった。普段あまり触れることのない宇宙についての講義の内容も、上記のアンケートから参加者全員が有意義であったと回答していることからもうかがえる。しかし、それ以上に、生徒達のアンケートの自由記述欄を見ると、「女性の研究者という憧れの女性像が私の中にできました」「私たちと同じ女子高校生だった時に自分の将来についてどう考えていたかとか、宇宙系の職業に就くとは全く思っていなかった、というような話を聞いてとても安心できたので本当に感謝の気持ちでいっぱいです。」というコメントが多く、女性の研究者として、これまでのキャリアや高校時代にどのように興味関心を抱いてきたのか等の話を聞くことができたことも、非常に意義があるものとなった。このことから、憧れるようなロールモデルとして、サイエンスに携わる女性研究者の話を聞ける機会を増やしていくことで、SSHの目標である社会で活躍する女性の育成につなげることが可能となる。

(C) 科学探究Ⅱ・総合探究Ⅱ 成果発表会

取り組んできた探究活動の成果については、3月17日(火)に生徒成果発表会を実施。全生徒(文系の総合探究Ⅱも個人探究に取り組んだ成果を発表)約350名がポスター発表または口頭発表を行う。また、発表者以外は、高校1年の成果発表会と同様に、他者のポスター発表を聞きに行き、相互にルーブリック評価に取り組む。

日時：2020年3月17日(火)

9:00～9:50 ポスター発表①

10:00～10:50 ポスター発表②

11:00～12:30 口頭発表

(講堂で実施。科学探究Ⅱから3件、総合探究Ⅱ(文系)から2件、
高校1年から1件の口頭発表を行う予定)

13:30～15:00 講演(酒井 邦嘉教授 東京大学ニューロインテリジェンス国際研究機構)

探究活動のテーマおよびリサーチクエスト一覧は、関係資料に掲載。

【(科学探究Ⅱ)全体的な考察・反省】

高校2年全員が個人で探究活動のテーマを決めるということもあり、テーマ決定のために1学期間かかってしまった。これは、個人探究が1年目であること、また、高校2年全体で350名を超える生徒がおり、それらが全員異なるテーマを持つことのイメージが教員の方でも持ちづらかったということ、そして、文系選択者が人文系など多岐にわたるテーマ設定も可能であるため生徒の方もイメージを持ちづらかったということが挙げられる。また、今年度より、高校2年生の修学旅行が6月に実施されるようになり、探究活動をスムーズに行うことが難しかった。

しかし、5月に行われたミニ講義については、一定の効果があつたことが、アンケート結果から判断することができる。したがって、このようなミニ講義は、規模の大小はあるが、今後にも必要な取り組みになると考えられる。しかし、ミニ講義を聞いた後でも、リサーチクエストに対しては、決まっていない生徒が大半であり、この時点では決めることができない現実がわかった。

また、関係資料に掲載した探究活動のテーマであるが、一年間の中で約6割の生徒が、リサーチクエストを変えていた。しかし、いつ誰が変えたのかという点に関しては、データをとっておらず、テーマが全く異なるリサーチクエストに変えたのか、探究活動に取り組む中で、新しいリサーチクエストが発生して、リサーチクエストを更新したのかは定かではない。この点は、課題となる。

また、研究開発実施上の課題に掲載したが、探究活動に取り組んだことによる効果が、一部の項目について高校1年生を下回る結果となった。このことは、個人探究の支援について、教員がどのように取り組むのかの目線合わせや工夫によって効果を発揮するものもあり、今後の大きな課題となる。

これまで反省点や課題を中心に述べてきたが効果も表れている。それは、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、約90%の生徒が肯定的な回答をしており、その契機として「科学探究Ⅱ」が上位2項目に入っていることは、探究活動に取り組んだ効果として認められる。

（１）数学「ネイピア数・統計で事象の検証」

【対象】高校２年理系選択者全員

【設定(実施期間)】数学Ⅱ(４単位) １学期

【ねらいと目標(仮説)】

極限計算を導入し、高校３年でも習得が難しいネイピア数の定義を学び、今後の定着につなげる。日常生活と結び付けた題材を扱うことで、その応用として得られるポアソン分布の活用を最終的なゴールとし、途中過程で得られる極限計算を考えることでネイピア数の理解を深める。また、探究活動のリサーチクエスト(RQ)を考えている時期であり、多くの生徒がその立案に悩んでいるため、身近なところにテーマはあるということを実感してもらい、探究活動につなげることも目的である。

【内容・方法】《担当》橋本悠教諭（数学科）・桑原夢春教諭（数学科）・十九浦理孝教諭（数学科）

1校時

- ・作業の概要説明 ５分
- ・ワーク(あみだくじの作成と10人にくじを引いてもらう) 10分
- ・各自でリサーチクエスト(RQ)を立て、その解明を行う 35分

2校時

前回の探究活動の結果を共有、分析

今回、取り組んだ確率の計算を社会実装という形で何に応用されているのかを説明

「確率1/10で当たるクジを10回引くとき、1回も当たらないのは不運か」というテーマで、1回も当たらない確率は何%となるか具体的な数値を予想させる。次に、クラス内の全員が確率1/10で当たるあみだくじを作って、10人をランダム抽出（声かけ）して、10個の実験結果を記録する。得られたデータを出席番号順に報告してもらい、エクセルに結果を打ち込む。打ち込むと同時にグラフ化していく。（下図）

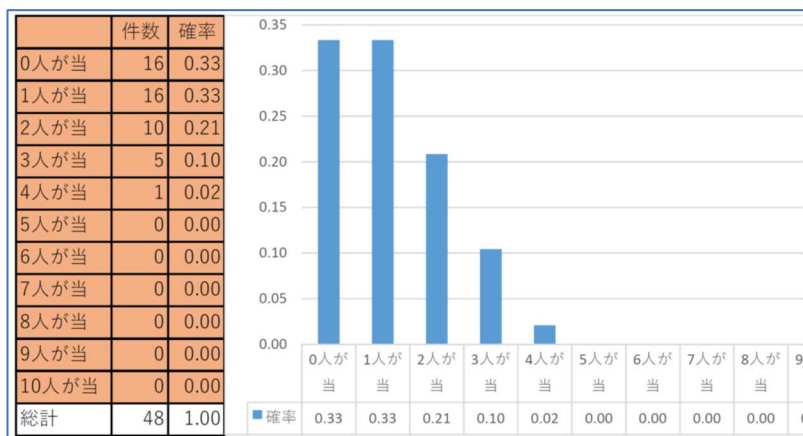
結果回収後、各自でRQを立て、ICTツールを用いてRQを解明する時間とした。その際に、RQを立てるヒントとして「1/10のくじを10回引くのではなく、1/100のくじを100回引いたらどうなるか、1/100のくじを10回引くときはどうなるか、くじの当たる確率を変数とみて、どのように変化するか」ということを紹介した。また、検証するためのICTツールとして、iPadを各自に貸与し、サ

イト：<https://www.wolframalpha.com/> およびアプリケーションとしてGeoGebraを紹介した。

【考察・反省】

2校時には、各自で考えたRQに対する結果をいくつか述べてもらったところ、以下のようなものが出てきた。

- ・くじの確率を段階的に下げて計算をしたところ、単調増加することが分かった。また、その増加率にも注目し、くじの確率が $\frac{1}{5}, \frac{1}{10}, \frac{1}{15}, \dots, \frac{1}{195}, \frac{1}{200}, \frac{1}{300}, \frac{1}{400}, \dots, \frac{1}{1000}$ のときにも増えているが、その増加率が限りなく0に近くなることを発表した。（事前にデータ化し、次頁のようなグラフを作り生徒が口頭発表した）



・一般化 $\left(1 - \frac{1}{n}\right)^n$ を考察する生徒もいた。GeoGebra でグラフ化したところ、単調増加で約 0.37

に近づくことを発表した。これを $n \rightarrow \infty$ としたらどうなるのかを検討したものは 1 名おり、 $\frac{1}{e}$ に近づくことを発表した。

・ $\left(1 - \frac{1}{n}\right)^n$ だけでなく、 $\left(1 - \frac{1}{n}\right)^{n-1}$ を調べ

て、GeoGebra で視覚化し、指数が変化しただけで単調性が変わることを発表した生徒がいた。

なお、この授業後に、 $\left(1 - \frac{1}{n}\right)^n$ が単調増加

であることを証明する生徒(3 名)も出てきた。このように自発的に活動をする生徒も増えたことは喜ばしい。また、その証明においては、事前に学習した対数微分法とも連携をしているため、今回の探究学習がこれまでの知識をつなげる役割を果たしていることがわかる。また、現在、科学探究Ⅱにおける個人探究活動の RQ を立てることに悩んでいる生徒も多いが、この授業が RQ を立てるヒントになったという生徒の声もあった。

今回は、 9^{1000} などの計算も必要になることを想定して、電子辞書の電卓などではなく、ウルフラムアルファのサイト (<https://www.wolframalpha.com/>) を利用したことで、計算結果がオーバーフローすることなくできたことで、生徒が大きな数値に関する感覚も養えた。

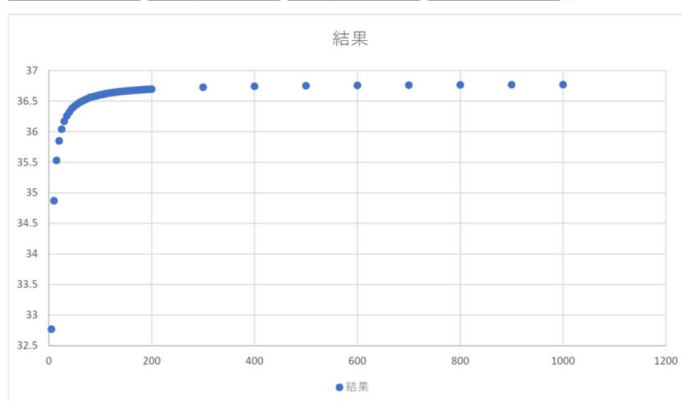
また、授業では今回の探究の先にあるものとして、以下の 2 つの内容は同一であることを述べた。

- ・「確率 1/10000 で当たるクジを 100 回引くとき、1 回だけ当たる確率」
- ・「製品 A を作る工場では平均して 10000 個に 1 個の割合で不良品が発生する。

製造された製品 A を 100 個抜き取りこの中に不良品が 1 個含まれる確率」

この工場で実際に、100 個の抜き取り調査をした際に、理論値との差を考えて、この製品を作る工程が正しく機能しているかを検証することができる。また、その一般化としてのポアソン分布の極限定理を課題として提示した。

n	$\left(1 - \frac{1}{n}\right)^n$	n	$\left(1 - \frac{1}{n}\right)^n$	n	$\left(1 - \frac{1}{n}\right)^n$	n	$\left(1 - \frac{1}{n}\right)^n$	n	$\left(1 - \frac{1}{n}\right)^n$
5	32.77	55	36.45	105	36.61	155	36.669	300	36.72654
10	34.87	60	36.48	110	36.62	160	36.672	400	36.7419
15	35.53	65	36.5	115	36.627	165	36.6761	500	36.7511
20	35.85	70	36.52	120	36.634	170	36.679	600	36.7572
25	36.04	75	36.54	125	36.64	175	36.682	700	36.7616
30	36.17	80	36.56	130	36.645	180	36.685	800	36.7649
35	36.26	85	36.57	135	36.651	185	36.688	900	36.7675
40	36.32	90	36.58	140	36.656	190	36.691	1000	36.7695
45	36.38	95	36.59	145	36.66	195	36.693		
50	36.4169	100	36.603	150	36.6649	200	36.695		



（２）数学「テイラー展開と近似値」

【対象】 高校 2 年理系選択者全員

【設定(実施期間)】 数学Ⅱ(4 単位) 2 学期

【ねらいと目標(仮説)】

テイラー展開を自分で導かせるようにすること、項数を増やしグラフを描くことで視覚的に良い精度の近似になることや、より深い理解につなげること及びその意欲を沸かせる。また、ICT ツールを用いることで、科学探究Ⅱでの探究活動の考察の利用も可能となる。

【内容・方法】 《担当》橋本悠教諭（数学科）・桑原夢春教諭（数学科）・十九浦理孝教諭（数学科）

1校時

接線を考える事で、ある関数の値を近似的に求められることを説明した。

その後、関数が級数展開できると仮定して、 $x=0$ の周りでのテイラー展開を各自で導かせる。

導いた結果が正しい生徒は、テイラー展開をした関数を、iPadを用いてグラフを書く。

2校時 前回の探究活動の結果の振り返りと分析

①関数 $f(x)$ が $f(x)=a_0+a_1x+a_2x^2+a_3x^3+a_4x^4+\cdots$ のように展開可能であるとした場合、その係数が元の関数 $f(x)$ を用いてどのように表されるかを自ら導かせる。

②いろいろな関数について、①で求めた関数を次数を増やしながらグラフを描く。

※グラフを書くアプリとして、iPad のアプリ「GeoGebra」を利用。特に、使い方の事前指導は行わない。

【考察・反省】

1 校時には、30 分ほどの時間しかとることができなかったのも、生徒の作業時間が十分に確保できなかった点が反省である。ただし、内容・方法の①については、95%を超える生徒が自ら導くことができたこと、また事後アンケートから、参加者全員がテイラー展開での近似の制度について理解をしたこと、80%を超える生徒がより深い考察をしてみたいと答えていること、また、全員が ICT 活用を積極的に行いたいということが今回の探究活動の成果として挙げられる。自らの手で作業をし、視覚的に確認することで、本探究の目的の一つであるテイラー展開による近似の精度については非常に理解が深まったことが確認できた。さらに、2 校時目の総括においては、視覚的に近似の精度が上がることに触れたが、なぜという正しい理由（証明）は行っておらず、今後の課題として提示した。大学において数学科に進む生徒や真理を追究したい生徒がこのテーマで深められればと思う。

また、今回は、剰余の問題とテイラー展開の関係には触れなかったのも、次にこの授業を行う際には、それらも扱うことで、大学入試等にも対応した探究授業となることが期待でき、生徒にとってもより学びの深い内容になることが期待できることが課題である。

【検証】

質問	はい	いいえ
テイラー展開によって、近似の精度がよくなることを自分で気づいたか	73%	27%
本日の結果に対して、より深い考察をしてみたいと思うか？	83%	17%
GeoGebra を別の機会でも利用したいと思いますか。	100%	0%

（３）数学「円錐曲線」

【対象】 高校 2 年理系選択者全員

【設定(実施期間)】 数学 B(2 単位) 2 学期

【ねらいと目標(仮説)】

円錐曲線については学習指導要領では数学Ⅲ『いろいろな曲線』内の参考事項であるが、本校の高校 2 年生(理系)では週 2 単位の数学 B の授業でちょうど空間座標を学び終わったところで、その流れで、内積一定の空間内の点の集合として円錐面の(ベクトル)方程式を導入して、方程式の関係として、円錐面の平面による切り口(交線)として二次曲線を理解させることを目的とする。その際に視覚的イメージの補助ツールとして GeoGebra で実施に作図をさせることによって、空間把握の能力の向上につながることを期待している。また、発展的な事項として GeoGebra の操作の中で表示される双曲線関数に対して、未知のものに対して好奇心、興味をもって自ら調べようとする姿勢も期待した。

【内容・方法】 《担当》根岸靖教諭（数学科）・栗本剛史教諭（数学科）

数学 B『空間のベクトル』の空間内の直線、平面、球面の方程式を学習した後、ベクトル方程式から円錐面の方程式を導くことが前時限までで既習。

前半 15 分：前時での復習(以下の探究課題 1 を各自で考えさせ、結果を確認した)

(探究課題 1)「底面の方程式が $x^2 + y^2 = r^2$ で頂点が $(0,0,a)$ 、 x 軸を軸に持つ円錐面の方程式はどのようなになるだろうか」

後半 35 分：GeoGebra の作図機能を用いた確認および双曲線関数への興味

(探究課題 2)

(1) GeoGebra を使って、円錐面 $x^2 + y^2 = \frac{1}{4}(z-4)^2$ の平面 $y+z=1$ による切り口を作図

(2) 平面の方程式を $ky+z=1$ として、 k の値を変えていったとき、切り口の変化を確認

(3) GeoGebra の「IntersectionPath(b,a)」の式を k の値を変えて実験・考察

【考察・反省】

●円錐曲線としての二次曲線の導入について

前述の通り、数学 B の空間座標から円錐曲線を通して二次曲線が現れるところを実況中継することが、目標であった。数学Ⅲの「いろいろな曲線」の中の天下りの二次曲線の定義と比べると生徒の意識が「どうなるかはやってみなければわからない、やればわかる」というものになった点では、生徒も教員も新鮮味を感じられたと思う。同時に空間内の図形の交点、交線について、図形の方程式という統一的な見方でとらえることができるということも概ね理解は得られただろうと感じている。この点についてはこの授業の後も何回か指導を繰り返している。一方で交線としての二次曲線がどのような性質をもつのかについては、立体図形を直接考えねばならず、一方的な紹介に終わってしまったところは反省点である（歴史的にどのように考えられたのかを知る意味ではよかった）。

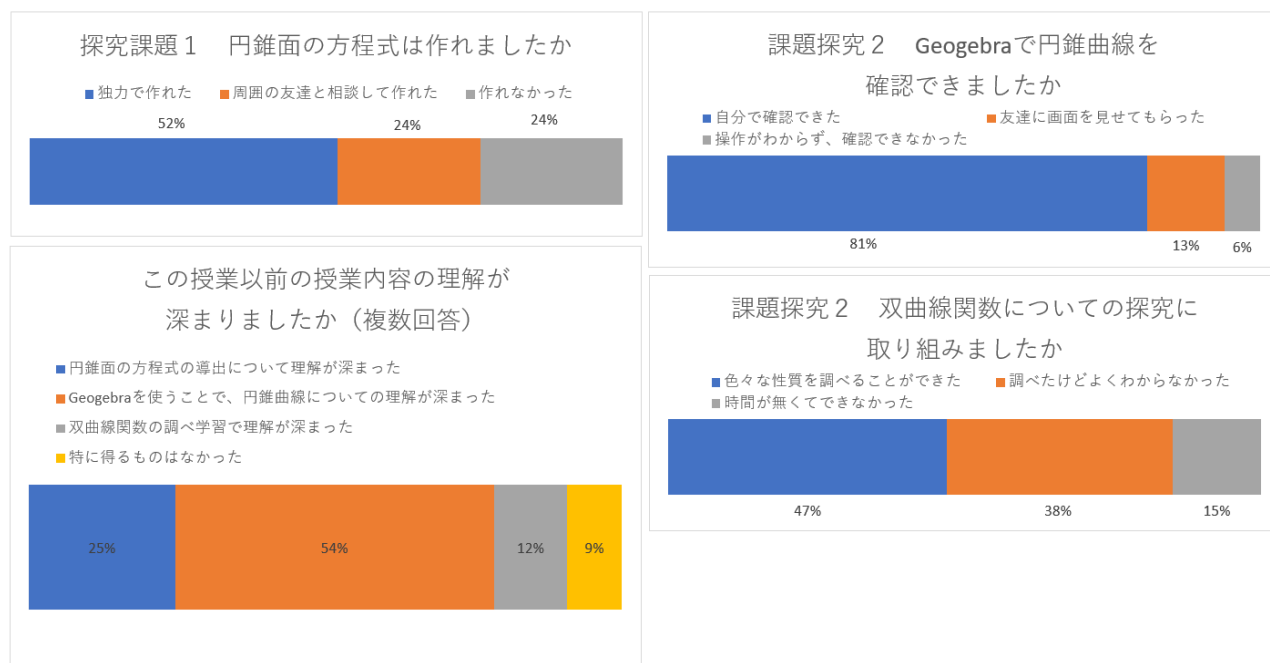
●ICT の活用について

GeoGebra は授業中の提示用にはこれまでも何回も使用してきたし、生徒の方は課題探究の授業で iPad を頻繁に使用しており、その中で数は多くないが GeoGebra を使用している生徒もいる。今回は、2 人に 1 台で iPad を与え探究させた。本校では BYOD を推奨しているので、これが各自の PC になればよいと思う。今回の GeoGebra の操作自体は例をスクリーン映し出し、まずは同じようにやってみて、その後は各自自由にやってみるようにと指示をしたが、初めの例で満足してしまっている生徒も多かった。まだまだ、教科の学習支援という観点では、ICT 機器は生徒にとってブラックボックスであるというような印象を持った。

●双曲線関数への興味

これについては、時間的に余裕のあった一部の生徒が取り組んでいた。教科書や授業からさらに発展して、自ら勉強を進めていくことはまだまだ難しいかもしれないが、生徒の姿勢の前に、教員の方が「これですべてである」という指導をできるだけしないようにすることも大切であるように感じる。また、生徒にとって少し先の課題につながるような教材の提示についても根気よく研究する必要があるだろう。

【検証】生徒アンケートより



（４）数学「対数は何に使う？」

【対象】高校 1 年

【設定(実施期間)】数学 I (4 単位) 2 学期

【ねらいと目標(仮説)】

対数については、化学で先に簡単な導入を済ませており、単純な道具としてとらえている生徒が多く、対数は「定義は分かるが、何のために存在しているのか分からない」という感覚に陥りやすいと考えている。そのため実際に対数を活用させ、また対数誕生の歴史について知ってもらおう中で、そのような感覚を払拭させることを目的とする。

【内容】《担当》橋本悠教諭（数学科）・長沢瑞季教諭（数学科）

(1) 常用対数表を用いて 3 桁×3 桁の計算する方法について解説

(2) 3 桁÷3 桁の計算や(3 桁×3 桁)の 1/3 乗などの計算方法について考察

(3) 筆算による計算にと比べたメリットやデメリット、またより精度の高い計算をするにはどのような工夫が必要かを考察

(4) まとめとして、対数についての歴史や、対数を用いた計算機について説明

【考察・反省】

- ・ 考察させる時間が十分にとれず、(3)の内容に関しては半ば解説のようになってしまった。
- ・ 常用対数表の使い方については、比較的スムーズに取り組んでいた。

〔5〕生物「細胞の大きさの測定」

【対象】 高校 1 年

【設定(実施期間)】 生物基礎(2 単位) 1 学期

【ねらいと目標(仮説)】

いろいろな生物の細胞の大きさを測定し比較することによって、細胞の大きさと生物の種類との間に何か相関がないかを考察させる。また測定方法を生徒に考えさせることによって、自分たちの目的に合った実験方法を選択させる経験を積ませる。

【内容】 《担当》 豊田進教諭（理教科）

乳酸菌、アメーバ、ゾウリムシ、ミドリムシ、赤血球、オオカナダモ、卵（ウズラ、ニワトリ、クジャク、ダチョウ）の細胞の測定を班ごとに担当した。測定方法については生徒が考えた。最後に班ごとに担当した細胞の大きさを発表し、細胞の大きさと生物の種類との関係について話し合った。

【考察・反省】

事前に授業で細胞の知識とマイクロメーターの使い方については教えてあったので、細胞の大きさと生物の種類との関係については推測が立っている中での実験であった。しかし、生徒たちは予想通りに実験結果が得られず、いろいろと工夫することが必要になるだろうことが予想された。

実際に 1 回目の実験ではほとんどの班が測定できなかった。その後、班ごとに色々と工夫し、多くの班で測定結果が出てくるようになった。生徒たちに実験方法を改善していくことを経験させることができた点については評価できると思われる。

1 回の授業時間が 50 分で 3 回分を本授業に割り当てた。その結果、興味関心がある生徒は、自分たちが担当している生物以外の細胞も測定していたが、だんだんと飽きてくる生徒も見受けられた。できるだけ自由な発想のもとに測定をさせてあげたかったのだが、全員が興味関心を持ちながら授業に参加することができなかったことが反省としてあげられる。

〔6〕生物「豚の頭部解剖」

【対象】 高校 2 年理系・生物選択者

【設定(実施期間)】 生物(4 単位) 2 学期

【ねらいと目標(仮説)】

ブタの頭部を解剖・観察することで、履修した人体の構造の一部について理解を深める。一連の観察後、グループごとに自由観察の時間を設けることで、学術的な興味を深め、自ら学ぶ姿勢を養う一助とする。

【内容】 《担当》 井上紫乃教諭（理教科）

方法・内容：入手したブタの頭部全体を解剖・観察する。のこぎりやみの、トンカチなども用い、教員の見本をもとに生徒も作業する。神経や血管、各器官の存在する部分に穴が空いている様子、口腔と鼻腔の枝分かれや目の解剖など、図説に載っているものを立体的に観察した。一部の生徒は骨や網膜の顕微鏡観察用切片の作成を試みた。

【考察・反省】

結果・改善点等：医学部志望の生徒も多く、提示した解剖・観察以上に丁寧な実験・観察を行っていた。理解は十分に深まり、さらに興味を持った部分を掘り下げていきたいという生徒の希望が多かったが、こちらが説明や指導ができない部分があったため、予備実験の充実と、専門書の用意が必要であると感じた。生徒の感想（一部抜粋）：

- ・食肉用に飼育されたブタは脂肪が多かったり虫歯があり、驚いた。もしかしたら脳の神経細胞の密度など他の部分も違うかもしれない。
- ・顕微鏡観察用の切片の作成はとても難しく、永久プレパラートの価値に気づいた。実際の大学の研究のときもきっと教科書のようにうまくいくことは少ないのだと思い、研究への心づもりができた。

〔7〕物理基礎「力学的エネルギー保存則の検証」

【対象】 高校 1 年

【設定(実施期間)】 物理基礎(2 単位) 2 学期実施

【ねらいと目標(仮説)】

力学的エネルギー保存則が公式の暗記とならないよう、重力や糸の張力といった保存力、非保存力の仕事を求め、運動エネルギー変化と仕事の関係を用いて、力学的エネルギー保存則が導けることを理解する。振り子の速さを、力学的エネルギー保存則から求めた場合と、簡単な実験から測定した場合で比較し、それらの数値が一致することを確認する。さらに、より正確な測定結果を得るためには、どのような方法をとればよいか考察する。

【内容】 《担当》西村史生教諭（理教科）

運動エネルギー変化と仕事の関係から、力学的エネルギー保存則が導けることを確認し、振り子を用いた力学的エネルギー保存則の実験を行い、法則が正しいか検証させる。

1 学級の生徒に普段の探究活動の班（3～4 人程度）ごとに分かれてもらい、予め班の数だけ教員が作成しておいた実験装置を用いて鉄球の速さを測定する。

実験装置（図 1）について説明する。30cm×30cm の木板を実験用スタンドで立て、テグスに結び付けた鉄球を掛ける。木板には 5cm の間隔で水平に線が引いてあり、鉄球の高さを簡単に測れるようになっている。ビースピ（図 2）を上下逆にして、木板に沿わせるように置くことで、再下点を通じたときの鉄球の速さを測定することができる。

この実験の模式図を後述の配布資料に載せてある。班ごとに協力しながら資料の空欄を記入し、力学的エネルギー保存則が成立すること、及び力学的エネルギー保存則の成立条件について復習する。また、力学的エネルギー保存則から最下点での速さの理論値を求めさせる。

テグスがたるまないようにしながら鉄球を持ち上げ、静かに放すと鉄球は円運動するので、ビースピを使って最下点での速さを測定し、数回の測定の平均から測定値を得る。

理論値と測定値から相対誤差を計算し、どの程度の誤差が出るのか実感させる。また、測定値をグラフにまとめ、グラフの形から、高さとの速さの関係の理解を深める。

【考察・反省】

運動エネルギー変化と仕事の関係から、速さの理論値を求めるところで、糸の張力の仕事を考えさせたが、中入生と高入生で理解の差が大きく出ていた。張力は大きさと向きが時刻と共に変化する力だが、常に張力ベクトルと速度ベクトルは直交し、その内積である仕事率が 0 となることは授業で触れてあり、中入生は少し授業の内容を振り返れば思い出せたのに対し、高入生はどうすればよいのか全く分からなかったり、そのまま公式に代入して $W_T = T(h_1 - h_2) \cos \theta$ のように

して、角度 θ をどうすればよいのか悩んでいるのが目につき、通常授業の理解の差が表れていた。

木板に水平に描かれた線の高さの単位は[cm]だが、ビースピで測定した速さの単位は[m/s]となる。単位を気にせず理論値を代入すると、答が 100 倍異なるので、多くの生徒は一度間違ったものの、すぐに単位の重要性に気付いたようである。一方で、有効数字についての理解は浅く、測定値を出したり平均値を求めたりするときも、桁数が多いほどより正確に求められていると感じたのか、必要以上に多くの桁まで求めている生徒も多かった。

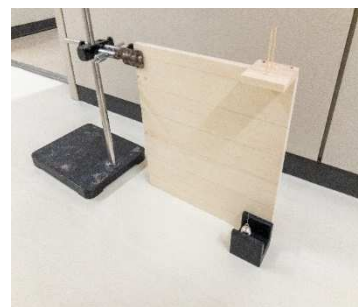


図 1. 実験



図 2. ビースピ



図 3. 鉄球の位置測定の例

テグスの長さは簡単に調節できるようになっており、鉄球の位置合わせは自分たちで行わせた。すると、多くの生徒たちが重心（鉄球の中心）を水平に描かれた基準線と合わせていた。単振り子の周期を測定する実験などであれば、支点から重心までを振り子の長さとするべきではあるが、今回の実験では鉄球の落差 $h_1 - h_2$ だけが速さに関係してくるので、特に重心を基準にする根拠はないはずである。寧ろ、図3のように、鉄球の下端を基準線に合わせた方が測定しやすい。そこに気付いた班は、線に定規を当てて、その上に鉄球を乗せるなどして、正確に高さを測りつつ、手を放したときに起こるブレを抑えるといった工夫をしていた。しかし、ほとんどの生徒は盲目的に「鉄球の位置は重心にとらなければならない」と思っていたようである。

アンケートでは測定誤差を小さくするための工夫を考えてもらったが、「空気抵抗を減らす」という考え方が非常に多く、空気抵抗によって誤差が生じているのなら、測定誤差の分子（測定値－理論値）は負の値になるはずだから、測定誤差は全て負の値になるはずである。しかし、こちらも生徒たちは「誤差と言えば空気抵抗や摩擦」と考えているようである。さらに、空気抵抗を小さくするための工夫として「真空にする」といった意見が多かったのも印象的である。空気抵抗を受ける物体の運動については2学期で扱い、重力と速度に比例する空気抵抗を受ける落体の終端速度が $v_t = mg/k$ となることは学んでいるのだが、空気抵抗を小さくするために「鉄球を質量が大きくて体積の小さいものに変える」といった発想には至らなかったようである。

【検証】生徒アンケートより

質問1. 実験は上手く行えましたか。

普段行わない実験をすることができ、いい経験となりました。

質問2. 測定値と理論値を比較してみるとどうでしたか。

- ・最小で0.06%という結果が出て、「こんなにも誤差がないとは！」と驚いた。落差が大きいほうが相対誤差が小さかった。
- ・測定値が理論値より大きいので、勢いをつけてしまっているか、高さを高くしすぎたと思う。
- ・計算したものと実際の者との全然違っていた。何がおかしかったのか考えておきたいです。

質問3. 測定値と理論値を近づけるためには、さらにどのような工夫が必要ですか。

- ・手を放す位置を正確にする。放すときに人の力がかからないようにする。
- ・相対誤差がほとんどマイナスになったということは、測定値の方が小さいということなので、木の板との摩擦や空気抵抗を減らせばより正しい数値を得ることが出来ると思います。
- ・空気抵抗を考える。真空状態の容器内で実験する。
- ・板と机を垂直にする（スマホのアプリを使用する）。

質問4. 実験を通して自分の考え方で変化したところは何ですか。

- ・自分たちで実験しても、絶対に数値が大きくずれると思っていましたが、意外と近い結果が出て、もっと他の実験もしてみたくなった。物理の問題が現実的なものだと考えるようになった。
- ・一人で実験すると結果に偏りができるので複数人でやった方が良い。
- ・実験は、学んだ知識を確かめたり応用したりできるので大切だと思うようになりました。
- ・空気抵抗のせいで誤差が生じているわけではないと分かったので、誤差が何によって生じたのか詳しく調べたいと思った。
- ・意外と落とす高さによって速さって大きく変わるのだなと思いました。もっと差が小さいかと思っていました。

(1) 物理と数学「フェルマーの原理を用いたスネルの定理の証明」

【対象】高校2年理系選択者 高校2年4組および5組(合計96名)

【設定(実施期間)】数学Ⅱ(4単位)および物理(4単位) 2学期

【ねらいと目標(仮説)】

科学探究Ⅱの探究活動の中で、本校の生徒が現実事象を数理モデル化して考察する生徒が少ないと感じたため、数学の授業の中でモデル化から考察するという一連の流れを経験することが最大の目標である。また、もう一つの目標として、数学や物理という教科ごとの学習で得た内容が、実は連携していて同じ事象の考察を行っていることを知ることで、視野を広げて考察することの重要性を感じることも挙げられる。

【内容・方法】《担当》十九浦理孝教諭(数学科)・桑原夢春教諭(数学科)・田尾裕介教諭(理理科)

1校時

- ・現実事象を提示し、数理モデル化するにはどのような要素があるのかを議論
- ・議論した結果を用いて、数理モデル化し微分を用いて結論を導く
- ・同一日の前の時間に物理の授業として取り組んだスネルの法則を、物理の教員が再度、解説する。
- ・数学の方で最初に提示した課題の解と、物理の方で提示したスネルの法則の関連を考察する。

2校時

前回の探究活動の結果を共有、分析を行う。モデル化して現実事象を解析することの数理的アプローチ、および、サイエンスを考察するには数学や物理といった教科を超えて考察することを伝える。

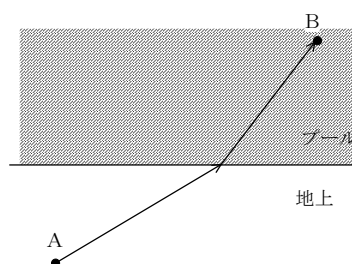
右図のように地上の地点Aからプールの中の地点Bに最短時間で到達するには、地上とプールの別れ目のどの地点を目指して進む方法がよいのかを検討する。

このことを、数学を用いて解決するには、どのような要素が必要になるのかを議論する。

議論の中で出てきた要素を、具体的に数式を用いて表現し、自分の獲得しているツール(今回は、微分)を用いて解決する。

物理の教員は、物理の授業で事前に説明しているスネルの法則を再度説明してもらう。

最後に、本日の数学での課題と物理でのスネルの法則がつながっていることを考察させる。



【考察・反省・検証】

授業後の生徒アンケート結果

自己評価で0点、1点、2点、3点、4点、5点を選択し、平均点を記載	平均点
(物理的な)現象を、数理的なモデル化をして分析することは理解できましたか	4.36点
教科を超えた繋がり(物理と数学)は重要だと思いますか	4.60点
本日の結果に対して、もっと深く知りたいという興味や関心は起こりましたか	4.04点

質問	はい	いいえ
自分で(周囲の友人と協力して)モデル化ができましたか (先生が意見を集約する前に)	68%	32%
自分で(周囲の友人と協力して)、どのような状態のときに最小となるか結論を導けましたか(先生が説明する前に)	24%	76%
自分で(周囲の友人と協力して)、今回の結果がスネルの法則と一致することを導けましたか?(先生が説明する前に)	16%	84%

今回の授業の前後で、サイエンスを学ぶ上で教科を超えた繋がり的重要性はどのように変わりましたか	割合
重要性はかなり上がった	40%
重要性は少し上がった	60%
変化なし	0%
重要性は少し下がった	0%
重要性はかなり下がった	0%

このアンケートの結果からも、最大の目標である数理モデル化して考えるということについては、理解をできているかどうかの自己評価において、4.36 点/5 点という結果であった。内訳をみると、自己評価 3 が 4%、自己評価 4 が 56%、自己評価 5 が 40%であり、まったく理解できなかったという生徒がいないため、どのようにしてモデル化を行うのかということとその処理についてはしっかりと理解し成果が得られたと判断している。また、もう一つの目標である教科を超えた学びによって視野を広げて考察することの重要性を感じるという点についても、十分に効果がある授業であったことがわかる。

次に、授業そのものについては、今後改善を要する点もある。今回の題材の解決方法と結論から考察する点に少し難しい着想があることは事実であるが、それを自力で突破するためには、処理についての部分を授業で補う必要があることがわかった。また、授業を行って感じたところは、現実事象を自分で論理的に考えてモデル化するという点と、現実事象と照らし合わせながら数式の処理を行ったり、その結果を現実事象に照らし合わせたりという点が弱いという点である。このような能力は、サイエンスの研究においては、持っておきたい能力の一つであると思うがまだまだ生徒は習得できていない。これについては、何か一つの教科の能力を伸ばしたからできるようになるということではなく、数学や物理そして、なによりも探究活動で考察を深めることで総合的に経験しなければ、習得することは難しいのではないかと感じている。

今回の授業で、探究活動において生徒へどのような声掛けをするべきかのヒントも得られたことは収穫である。

(2) 英語とサイエンス「科学英語」

【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)】

国際学会等に参加する機会もあり、英文での要旨やポスターの作製などが必要になる。そこで、外部講師 4 名によるサイエンス(工学・物理・化学・生物)と英語を融合した探究活動(実験)を行い、事後にその活動で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(外部講師 1 名)を聴講し、実際に英文で表現することで、英語で表現することの抵抗を減らすことが可能となる。

【内容】

●1 校時目・2 校時目 「実験・記述」

「工学」「物理」「化学」「生物」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) 生物：「酵素カタラーゼの機能を見る実験」

(A) 工学：「マシュマロでタワーを作る」仕事“」

《担当》講師 1 名(清水聡子氏 Tokko スクエア合同会社・代表、東京国立近代美術館英語プログラムファシリテーター)および TA1 名

《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

- 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 本のパスタの 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厚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(岩田涼子氏 フリーランス(過去, 外務省で教育担当)) および TA1 名

《参加生徒》87 名(A 班 44 名 8：30～10：00 B 班 43 名 10：30～12：00)

《内容・方法》実験内容

- ①風船に空気を入れて口をつまんでおき, 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。空気が抜けていく向き(風船の口)に飛んでいく。それはなぜか。ヘリコプターの構造の説明。これもまた, 作用・反作用の法則で説明ができる。

(C) 化学：「M&M's を食べずに浸す実験」

《担当》講師 1 名(大西佳枝氏 英語外部検定試験面接委員) TA1 名

《参加生徒》90 名(A 班 45 名 8：30～10：00 B 班 45 名 10：30～12：00)

《内容・方法》実験内容

- 実験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。
- 実験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) 生物：「酵素カタラーゼの機能を見る実験」

《担当》講師 1 名(桑原りさ氏 成城大学・非常勤講師) および TA1 名

《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

- 酵素, カタラーゼ, 過酸化水素についての知識的な説明を行った。その後, 実験を行う。
実験の内容は, 以下の通り。
- ①肝臓片に含まれるカタラーゼを用いた過酸化水素を分解する実験,
 - ②肝臓片に含まれるカタラーゼが何度も再利用可能であること確認する実験,
 - ③さまざまなものにカタラーゼが含まれていることを確認する実験

●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、英語で論文を書くための方法などを、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(中村尚子先生) TA1 名

《参加生徒》352 名(A 班 174 名 10:30~12:00 B 班 173 名 12:45~14:15)

《当日の流れ》《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文を行う場合は、以下の 3 点に留意すべきという説明があった：①事実に即して書く ②短い基本的な英文を書く ③主語を明確にして書く

- ・「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上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・工学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。これらの点について説明があった。



【考察・反省】

●1 校時目・2 校時目 「実験・記述」について

- ・課題自体は、マシュマロとパスタでタワーを作るというシンプルなプログラムだが、グループによっては、作り始める前に数学的な考察に時間にかけているところがあったのが印象的であった。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学んだだけであり、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もので、正四面体を作るグループもいれば正三角形を適度に組み合わせた立体を作るなど、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。最後のまとめについては、結論を述べる(どのような多面体が安定であるかという点に関しては数学的・構造的なアプローチ)ことはなく、主たる目的である英語論文としての書き方を中心にまとめていたが、生徒の興味関心をより深いものにするために、結論についても触れてよかったという印象を受ける。そのためには、講師との事前打ち合わせをより綿密に行う必要があるように感じた。
- ・高校1年生で作用・反作用の法則は学んでおり、それをさらに深める内容であったので、文系の生徒も知識を持っており、参加生徒全員がよく理解できるレベルであった。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べていた。
- ・本校の生徒の生物と英語のレベルを考えてみたときに、授業を聞くにあたって必要な単語や文法、スライドの内容を事前に生徒に伝えておけば、90分をより深いものにできるように感じた。
- ・生徒のコメント「今回の実験だけでは、本当に「カタラーゼ」が反応したとは言い切れないため、それを言い切るために過去に研究者が行なったであろう続きの実験に興味を持った。」等、より深く興味を深めた生徒もいるので、意義のあるプログラムであったと思う。
- ・生徒のコメント「初めて英語で説明を受けて実験をしたのだが、何もせずに英語に触れるより、英単語や英文が頭に入ってきた。」等、普段の英語の授業とは異なる接し方で、効果的に英語を学べたようである。

●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「科学英語」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「科学英語」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。

⇒[今後の取り組み]

本年度の「英語表現」担当者と、いかに協力してこの点を達成するかがさし当たった課題である。まずは、担当者と「科学英語」の作文上のポイントについて、担当者と情報共有をする。

② 「科学・技術英語」の四技能指導に関して

今回「科学英語」として紹介された内容は、主に英作文上（より厳密には和文英訳）の留意点に限定されていた。英語での口頭発表、また研究の英文要旨を作成するといった、まとまりのある文章作成については、特に触れられていなかった。

⇒[今後の取り組み]

本講演では触れられなかったこれらの指導は、今回の限られた時間、そして大人数を相手とする講義スタイルの指導形式では困難なことであったと考えられる。今回の講演で学んだことを土台

に、英語での科学技術内容の口頭発表、まとまりのある文章の作成について、どう指導を行うか英語科で検討したい。具体的には、報告者小林が本年度担当する「コミュニケーション英語Ⅱ」の時間内にて、習熟度別クラスごとの付加的な活動として指導を試みたい。

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と考えられる。現在のところ、「コミュニケーション英語Ⅱ」「コミュニケーション英語Ⅲ」では、担当者の裁量で、適時他教科の学習内容に関連する補足教材が用いられている。

例えば、高校2年・3年生の習熟度別クラスでは、Young's double slit experiment についての英文、科学史についての英文、生物多様性についての英文、DNA についての James Watson の論文、Charles Darwin の The Origins of Species の抜粋などを読ませている。文系分野では、世界史・日本史で学んだ国際条約の実物、現代文の授業で読んだ「こころ」などの小説の英訳、古典の授業で読んだ「伊勢物語」「源氏物語」「平家物語」の英訳。これらを適時プリント教材として扱っている。

⇒[今後の取り組み]

これら他教科で学んだ内容を英文で読み返す活動を、担当者の個別の取り組みではなく、他教科のカリキュラムを踏まえて、英語科の年間指導計画の中に正規に取り入れても良いかもしれない。ダーウインの「種の起源」や公的機関の科学分野の報告書など、著作権保護の対象から外れている英文を学校独自にまとめて、1つの教材冊子にまとめても良いかもしれない。

【検証】

生徒のアンケートより

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)生物	
はい	89.0%	21.5%	21.5%	22.4%	23.7%	
いいえ	11.0%	2.3%	2.3%	4.1%	2.3%	
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)生物	
非常に感じる	4.1%	0.5%	0.5%	2.3%	0.9%	
やや伸びたと感じる	51.6%	11.9%	12.3%	13.2%	14.2%	
特に伸びたと感じない（変化なし）	44.3%	11.4%	11.0%	11.0%	11.0%	
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)生物	
非常に増えたと感じる	9.1%	1.4%	1.4%	2.7%	3.7%	
やや増えたと感じる	73.1%	4.6%	4.1%	5.0%	4.1%	
特に増えたと感じない（変化なし）	17.8%	17.8%	18.3%	18.7%	18.3%	
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)生物	
非常に伸びたと感じる	15.1%	3.7%	2.7%	4.6%	4.1%	
やや伸びたと感じる	62.1%	13.2%	15.5%	17.8%	15.5%	
特に伸びたと感じない（変化なし）	22.8%	6.8%	5.5%	4.1%	6.4%	
科学に対する興味・関心は増しましたか						
回答	全体	(A)工学	(B)物理	(C)化学	(D)生物	
非常に増えたと感じる	14.2%	3.7%	3.2%	4.6%	2.7%	
やや増えたと感じる	43.8%	11.0%	7.8%	11.0%	12.3%	
特に増えたと感じない（変化なし）	42.0%	9.1%	12.8%	11.0%	11.0%	
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)生物	
はい	66.7%	16.4%	16.9%	15.1%	18.3%	
いいえ	33.3%	7.3%	6.8%	11.4%	7.8%	
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)生物	
はい	63.9%	14.6%	14.2%	17.4%	17.8%	
いいえ	36.1%	9.1%	9.6%	9.1%	8.2%	

モノづくりプロジェクト「衝撃を吸収する機構を開発せよ」

巢鴨中学校・高等学校 3 名)

素材(共通に用いる物品については、他校の生徒分も含めて本校で準備)

- ・タミヤ楽しい工作シリーズ(ユニバーサルプレートセット, エコモーターギアボックス(3 速タイプ), スポーツタイヤセット(56mm 径), 単 3 電池ボックス(2 本用/スイッチ付), シャフト)
- ・単 3 電池 2 本 ※本番当日には、本番用 2 本を新規に配付
- ・珪藻土のコースター

※その他の素材は各自の負担にて準備 ※工作道具(両面テープ・やすり・接着剤など)は各自準備

●8 月 7 日(土) 本番用コースを Web で公開。

本番までは、各チームで機構を工夫し、本校に設置したコースで試験走行を行い、改良を重ねる。

●8 月 31 日(土) コンテスト 12 時～15 時 場所：本校講堂

12:00 ～ 12:05 開会の挨拶

12:05 ～ 12:20 競技の流れ・ルール等 説明

12:20 ～ 14:10 競技

14:20 ～ 14:50 講評+ミニ講義, 表彰

※講義は、清水康夫(東京電機大学工学部先端機械工学科教授)を招聘して、衝撃を吸収する仕組みについて講義をいただく。

競技について

ビー玉 15 個, 発泡スチロール球 10 個を 4 分間で、**累計で**どれだけゴールラインまで運べるかを競う。

図のように、

- ①(前のチームの競技終了と同時に)舞台下手の待機場所へ移動。
- ②演台に移動しアイデアプレゼン 1 分間。開始と終了はベルで合図。
- ③その後 1 分以内にコースに移動, お皿に球を適当な数載せて車体の先頭をスタートラインに合わせて静止させておく(スイッチは入れておいてよい。)。この 1 分以内に参加者から準備完了の合図があるか, または 1 分が経過した場合, その後すぐにスターターがベルで開始の合図をし, 4 分間の競技がスタート。(3 分経過時ベル 1 回, 終了時 2 回で合図。) 4 分間の間は, スタートラインから何度でも走行して良い。
- ④競技終了後は次のチームのプレゼンを見逃さないように注意しながら, 舞台上手側から速やかに席に戻る。
- ⑤他チームの本番中は, アイデアのプレゼンとアイデア報告書をもとに, そのチームのアイデアを各自が 50 点満点で評価し, **メンバーの合計点を iPad で入力する**。他チームのアイデアプレゼンタイムを見逃したり, 真剣に聞くことができなかったと思える場合で, 公平・正当な評価ができないと感じた場合は評価しないこと。



ルールについて

①本番までの準備に関するルール

(1)動力源は与えたモーターとギアボックス(シャフトは含まない)と電池を改造せずに使ったものに限る。ギアは3種類のうちのどのギアに調整しても良い。

(2)皿の上面は加工をしてはならない。

※ルール(1), (2)を破った場合はアイデア点のみの評価となる。

②本番に関するルール

(3)皿の上部・側部にある物品でビー玉等が落ちないようにしてはならない。(皿を覆うなど) 皿から球が出るのを物体で妨げた場合、その走行における記録は無効とする。

評価について

優勝, 準優勝, アイデア賞, 審査員特別賞

○アイデア 配点 50 点(清水先生+参加チーム)

発表チームのアイデアを, アイデアのプレゼンとアイデアシートをもとに各自が 50 点満点で評価。iPad で入力する。集計された総点の平均点をアイデアの評価点とする。

○届けた玉の数 配点最大 200 点(ビー玉 1 個 10 点。スチロール球 1 個 5 点)

すべてのチャレンジで完走できなかった場合, スタートラインから球が全て落ちた地点までの距離のうち最も大きいものに対して, 10[cm]走破する毎に 0.2 点を与える。

(例: 158[cm]地点で球が全て落下→150[cm]まで走破したとして評価。 $150 \times \frac{0.2}{10} = 3$ 点を与える。)

なお, 優勝決定戦を行う場合は時間も評価に加える。

スタートからゴールまでの時間 配点(50 点-1 点×時間[秒])

【考察・反省・検証】

自由度の高い課題で, 様々な工夫ができたので, 焦点を絞っての機構開発が難しい課題であった。そのため, 最終的に出来上がった機構がエンジニアリングの観点でどのように説明できるかといったところまで深めることはできていない。しかし, この点を深めるところまで行くと指導者のより深い介入が必要になってくるであろうことから, この先さらに活動を続けたい生徒にサポートができればよいと考える。中学生も参加可能の中で, モノづくりの入り口を体験させるという目的は達成できた。各チームが課題と向き合い, 様々なアイデアを形にしようと努力で来ていたことは, コンテスト当日の様子からも十分に伝わってくる。以上を踏まえて, 今回の内容は難易度の設定やテーマ選びが上手くできたと感じている。

アンケートでは, 本校および他校も非常に満足度が高かったことがわかる。このことは, モノづくりを通してアイデアを実装することの難しさを経験した後に, 他者のアイデアを知ることや, 自分達はアイデアを実装できなかったが他者はできていたなどを経験することで, 純粋に他者に対して素直に敬意を持つことができ, そして次こそは自分達がより良いものを作るという挑戦心を育てているからであると考えられる。生徒アンケートのコメントに, 他のチームの様々な発想を知ることができてよかった・驚いたというものが多かったこと, また, 次はリベンジしたいというコメントが多かったことが挙げられる。また, 他者のアイデアに純粋に敬意を表せるという点については, 相互評価(アイデアをプレゼンし, 他者を評価)する活動を入れていることが功を奏していると考察する。また, 今回の参加校に「本番までの準備は十分にできましたか」というアンケートを実施し, 2 校の協力が得られた。今回のアンケートに取り組んだのは, 女子校として本校と鷗友学園, 男子校として巣鴨高校になるが, アンケート件数が,それぞれの学校の参加者数となるため, 女子の有効回答が 33 件,

男子の有効回答が3件であるため、この回答結果から男女の有意差を考察するのは難しいと考える。しかし、記述欄に記述している内容を見ていくと、本校の生徒は、今回の取り組みの中で、事前にどのようなアイデアを実装しようとしたのかという点と、それがどのような結果であったのかを記述している生徒が多くいたこと、事後に、他者のアイデアを自分たちも実装して挑戦したいや完走できなかった理由を考察したいなど、次につなげる具体的なコメントが多くいたことが印象的であった。(特に、本校のみの記述に関する事前指導は行っていない。)

反省点としては、告知のタイミングが遅くなってしまったことが挙げられる。今回の告知は、1学期末になり、一年前のモノづくりプロジェクトと比べ告知が20日近く遅かった。このことから、参加人数(特に高校生)が一年前に比べると減ってしまったことは否めない。本企画は、大学の教員が考案するイベントではなく、一から本校教員が考案するものであり、当初は飛行船をテーマに企画を立案していたが、大学でこれらのことを専門に扱っている方と協議を行ったところ、実現が難しい(ヘリウムガスの提供や安全性、そして何より競技性など問題が指摘された)ため、急遽、新しい企画を考案したため、例年に比べて企画の生徒リリースが遅れてしまった。来年度は、このことは意識的に改善していく必要がある。

また、他校にアンケートをとって、他校との違い・男子校と女子高の科学的思考力等の違いを検証することを考えたが、アンケートの内容を適切に設定するために、今回は、自由記述のコメント内容から、適切なアンケートの項目を検討するべきであると判断し、数値的な回答を求める質問「本番までの準備は十分にできましたか」「この企画に参加してみて良かったですか」にした。

なお、今回の自由記述欄のコメントで、本校の生徒が事前の試行錯誤を具体的に記述していた生徒が多かったため、「事前にいくつかのアイデアを考えましたか」と「考えたアイデアのうち、具体的に試したアイデアはいくつありますか」「具体的に試したアイデアのうち、うまくいかなかったアイデアはいくつありますか」を、来年度のモノづくりプロジェクトのアンケートで調査する予定である。また、生徒の様子を見ていて、本校生徒の作業の緻密さに非常に驚いている。同じレギュレーションで今回、2名の男性教員も挑戦したが、作業の正確さや緻密さについては、女子生徒の方が長けていたと感じる。そこで、作成の工程における作業についても、アンケートをとることを考えている。

また、最初の反省点で述べたことと関係するが、アンケートの回収件数が男女で大きく偏りがあるとアンケートの信頼性が薄れてしまう。そのため、告知を早くし男子校の生徒も多数参加できるようにすることは重要である。

【検証】

●競技結果

走行順	チーム名	他校	A (アイデア点)	玉の点		B (玉の点)	走行距離点 距離(cm)	C (走行距離点)	A+B+C 総合点	順位
				ビー玉(個)	スチ球(個)					
team1	M☆K		27.8			0	70	1.4	29.2	14
	不参加									
team3	もんじゅ	果鴨	36.1	1	5	35		0	71.1	5
team4	白氷		41.1	14	8	180		0	221.1	1
team5	高1Bチーム	鷗友	27.7			0	50	1	28.7	15
team6	考えるハト		41.4	11	7	145		0	186.4	2
team7	Team Go NAKAMURA		29.9			0	70	1.4	31.3	13
team8	banana		25.9			0	10	0.2	26.1	17
team9	エミュー		30.4	12		120		0	150.4	3
team10	じゃがいも太郎	海城	36.5	3		30		0	66.5	6
team11	ほんまじ	海城	32.7			0	60	1.2	33.9	10
team12	ボンデリング		30.6		9	45		0	75.6	4
team13		3 海城	32.7			0	40	0.8	33.5	11
team14	鷗友D	鷗友	22.2			0	0	0	22.2	19
team15	豊島岡 (J2)		21.3			0	0	0	21.3	20
team16	海城 (H1)	海城	24.7			0	70	1.4	26.1	18
team17	KOFもめもめ	鷗友	31.6			0	120	2.4	34.0	9
team18	宇宙人の集い		41.9			0	130	2.6	44.5	7
team19	MNO		25.1			0	50	1	26.1	16
team20	XYZ		32.2			0	20	0.4	32.6	12
team21	岡崎家		35.5			0	120	2.4	37.9	8

●実施後のアンケートより

質問（5段階評価）	豊島岡女子 （女子）	鷗友学園 （女子）	巣鴨学園 （男子）
本番までの準備は十分にできましたか	3.04	1.86	4.33
この企画に参加してみて良かったですか	4.72	4.57	5.00

●生徒のコメント

（本校）球の入れ方次第で球が落ちにくくなること、キャタピラは何でも乗り越えるけれど、ひっくり返ってしまう（衝撃を吸収しづらい）ことがわかった。

（本校）いろいろと工夫したが、動きが制限されてしまいボールがほとんど落ちてしまった。そこで、あえて、前後の皿を揺らすという発想に至りました。

（本校）液体を使った水平維持機構を作ろうとしたが、皿が重くうまくいかなかった。

（巣鴨）本番までに、車体の長さを2倍にしたらとても思い通りに進んだことが印象的であった。

（本校）今後、完走できる車を作ってみたい。

（本校）どうして完走できなかったのか理由を考察していきたい。

（多数）試行錯誤して、上手くいかないことが多かったけど、どうしてうまくいかないのか考えることが楽しかった。本番は、他の班の工夫を知ることができ、とても面白かったし、驚いた。

（多数）アイデアを出し、理想的な車を考えることがとても楽しかった。想像したものを実際に作り出し、実現することが難しいかを身をもって感じる事ができた。（本校含めて多数）

●（参考）昨年度（2018年度）の企画「Fly High!」の参加者

学校名	チーム数	人数
豊島岡女子学園中学校・高等学校	41	123
巣鴨中学校・高等学校	3	16
海城中学校・高等学校	3	9
聖光学院中学校・高等学校	2	6
筑波大学附属駒場中学校・高等学校	2	6
吉祥女子中学校・高等学校	2	5
武蔵中学校・高等学校	1	3
鷗友学園女子中学校・高等学校	1	4
合計	55	172

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

(1) 科学探究基礎Ⅰ・科学探究Ⅱで取り組んだ探究活動の発表

【対象】高校1年科学探究基礎Ⅰおよび高校2年科学探究Ⅱに取り組む生徒

【設定(実施期間)】課外

【ねらいと目標(仮説)】

探究活動をポスター発表あるいは口頭発表することで、探究の内容について理解を深めるとともに、質疑応答を通して発表の仕方の工夫等、今後の研究発表への改善が可能となる。

【内容・方法】時系列で掲載

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)
8月3,4日	School Maker Faire	高校2年生4名(今年度新規) 東京ビッグサイトで行われたモノづくりを中心としたイベントにて、ポスター発表および実演を行った。 ・ポスター発表および実演 「割り箸でより強度な橋を作る」(大貫, 木村, 寺戸, 山本)
8月7,8日	SSH 生徒研究発表会	高校2年3名(昨年度 高校2年3名) 神戸で行われた全国 SSH 校が集う研究発表の場で、ポスター発表を行った。 ・ポスター発表 「ダイラタンシー現象における外力と硬化の関係」(林, 秋山, 櫻井)
9月7日	OECD アンドレアス・シュライヒャー教育局長「ワールドクラス」出版記念シンポジウム	高校2年1名(今年度新規) 本校で行った英語でのシンポジウムにて、ポスター発表を行った。 ・ポスター発表 「10 パズル解決方法の有無の効率的な決定方法」(伊藤)
10月3日	第47回 全国理数科教育研究大会	高校2年生8名(今年度新規) 川崎市スポーツ・文化総合センターの研究大会にて、ポスター発表を行った。 ・ポスター発表 「食堂の利用者数の平準化」(杉林) 「4つの一桁の数字の組を見ただけで、四則演算の組み合わせにより10を作ることができるのか否かを判別することはできるのか」(伊藤) 「チョークを用いた銅イオンの吸着」(犬飼) 「スライドパズルのマスの数と最短手の関係」(森川) 「液体を用いた傷の判定方法」(細野) 「緩衝液の濃度を変化するとどうなるのか」(鈴木) 「ノイズキャンセリングの実行」(郡山) 「プラナリアの再生能力」(石原)
10月29日	Irago Conference2019	高校2年生2名(昨年度 高校2年2名(ポスター発表1件)) 電気通信大学で行われた国際学会にて、ポスター発表を行った。国際学会であるため、要旨およびポスターについては英語で作成。なお、当日は、ポスター発表だけでなく、英語での基調講演の聴講、国立天文台への訪問等も行われた。 ・ポスター発表 「Deducing congestion at shoes booth」(Yamauchi) 「Effects of Flaws on a Drop of Water Running Down on Surface of an Object」(Hosono)
11月4日	筑波大学高大連携プログラム『最適化』	高校2年生11名(今年度新規) 筑波大学高大連携プログラムにて、口頭発表およびポスター発表を行った。 ・口頭発表 「ランデブーポイント」(佐野)「コミュニティバスの経路」(青柳) 「食堂メニュー」(杉林)「急行・快速の停車駅」(木村) 「スマホのホーム画面」(稲垣)「応急給水ポイント」(大川) ・ポスター発表 「校内見学順路」(榊原)「救急車」(早川)「脱靴所」(山内) 「宅配ロッカー」(木下)「待機児童」(鈴木)
12月22日	東京都 SSH 合同発表会	高校2年5名, 高校1年38名(昨年度 高校1年2名(ポスター発表1件)) 工学院大学で行われた東京都の SSH 校が集う発表会にて、口頭発表およびポスター発表を行った。 ・口頭発表 「骨の強度を高める身近な材料の解明」(浅野・西川) ・ポスター発表 「チョークを用いた銅イオンの吸着」(犬飼)

		「硬水中でのセッケンの洗浄力に対する炭酸塩の効果」(市川) 「ドクターヘリの有効活用」(佐野) 「炎色反応ろうそく」(星野, 岡庭, 梶, 菊池, 田平) 「粉の落ちにくいチョークを作る」(清水, 鈴木, 曾根, 平山) 「インク消しを作ろう」(近藤, 池村, 王, 齋藤, 本間) 「絶対に落ちない汚れはつくれるか?」(浅賀, 上野, 沓掛, 茶納, 亘理) 「プラナリアは切っても覚えたまま?」(杉山, 川村, 塚田, 津田) 「植物の生長に適した音は何か」(廣澤, 荻野, 佐藤, 田中) 「煙の動きを可視化する たばこの煙の広がりを抑えるには」 (亀森, 大山, 水谷, 渡辺) 「蜂の巣の構造は動物のケージ及びフェンスやレンガの建物に 応用できるのか」(田中, 奥山, 久米田, 星野) 「凸多角形における空洞美術館定理の確立」(堀野, 樋口, 松橋)
3月14日	聖光学院中学校高等学校 SSH 成果発表会	高校1年8名(+口頭発表)(今年度新規) 私立聖光学院中学校高等学校のSSH 成果発表会にて、口頭発表およびポスター発表を行う。 ・口頭発表(未定) ・ポスター発表 「どのような建築基盤の建造物が地震に強いのか」(泉, 奥平, 和田, 寛) 「アントシアニンから日焼け止めは作れるのか」(立木, 前野, 横, 劉)
3月20日	京都大学 ポスターセッション2019	高校2年2名(昨年度 高校1年3名(ポスター発表1件)) 京都大学と高大連携協定を結んでいる学校が集い、研究発表を行うポスターセッションにて、ポスター発表を行う。 ・ポスター発表 「スマホアプリの配置の最適化」(稲垣) 「新たな白金錯体の合成と圧力分布測定への応用」(林)

【評価・検証】新規に参加したポスター発表会が多数あり、参加生徒も昨年に比べて非常に増加した。
上記の中から Irago Conference2019 について記載。

Irago Conference2019

《目的(追加)》

国際的な学会であるため、口頭発表はすべて英語である。そのため、英語の重要性を感じとること、また、参加者が研究者であるため、ポスター発表において様々な気づきを得ることが可能となる。将来、研究をするということの具体的なイメージを持つことが可能となる。

《評価・反省》

本校の文化祭(11月1, 2, 3日)の準備をしている最中の、ポスター(英文)の準備であったため、生徒の負担は非常に大きかった。また、英文のアブストの指導があまりできていない状態の提出となっていたが、電気通信大学の方で中身を見てもらい、時制の不備が1点指摘されたことと、スペースが余計にあったことを指摘していただき、修正した物を最終的なアブストとして提出できたことは、電気通信大学に感謝したい。電気通信大学とは高大連携をしていることもあり、このような連携も今後必要な点ではないかと感じた。前後の、大学の研究や海外の研究者の発表を聞き、内容が難しく理解が困難なものもあったが、全部で5つの口頭発表を英語で聞く中で、研究を進めていく上で、英語の重要性を非常に強く感じたことが、アンケートの結果からもわかる。また、ポスター発表は、研究者からいろいろな視点で指摘やアドバイスをもらえたことが生徒たちのモチベーションを非常に高めていた点が挙げられる。このことは、アンケートの自由記述からもうかがえる。ポスター発表を大人に聞いてもらうことは、今後の探究活動を進める上で非常に参考になるものであることが認識できた。

《検証》生徒のコメントより

- ・ポスター発表では以外と沢山の人が来て驚きました。大学の教授の方と話しているのはとても楽しく、ためになりました。また、自分の探究活動の問題点も発覚し、新しい着想も得られたのですが、一進して一退した感覚です。しかし、少なくとも問題点がはっきりしてよかったと思います。なにより、モチベーションが上がりました。結論として、発表は楽しかったので、後輩も同輩もぜひ、この学会に限らず積極的にやるべきだと思います。

○研究の世界で共通言語である英語の重要性を感じましたか? 非常に強く感じた2名
○ポスター発表を行って、探究活動に対するモチベーションは上がりましたか? はい2名
○ポスター発表を行なって、探究活動の今後の課題は見つかりましたか はい2名

(2) 課外(クラブ活動は含まず)で取り組んだ探究活動の発表

【対象】 高校全学年希望者

【設定(実施期間)】 課外

【ねらいと目標(仮説)】

科学探究基礎Ⅰ(高校1年)や科学探究Ⅱ(高校2年)での、探究活動の内容の成果発表ではなく、他の活動(個人的に取り組んでいるもの、他の機関と協働して取り組んでいるもの等)の成果を発表することで、高度な科学人材育成につなげる。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。

【内容・方法】

課外(クラブ活動は含まず)で取り組んでいる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)
5月	気象学会 ジュニアセッション	高校2年1名(今年度新規) 「The study for designing the Venus future mission of radio occultation measurement by small satellites」(Hosono)
6月1, 2日	International Venus Conference2019	高校2年1名(今年度新規) 「The study for designing the Venus future mission of radio occultation measurement by small satellites」(Hosono)
7月	AOGS(Asia Oceania Geosciences Society)	高校2年1名(今年度新規) 「The study for designing the Venus future mission of radio occultation measurement by small satellites」(Hosono) ※上記3つは、慶応大学グローバルサイエンスキャンパスとして参加
7月	Global Link Singapore	高校1年2名(今年度新規) 「Live in Harmony with nature」(Kanno, Sasuga)
9月7日	OECD アンドレアス・ シュライヒャー教育局長 「ワールドクラス」 出版記念シンポジウム	高校2年6名(今年度新規) 本校で行った英語でのシンポジウムにて、ポスター発表を行った。 「The study for designing the Venus future mission of radio occultation measurement by small satellites」(Hosono) 「Mirai-Kai」(Okajima, Ueda, Hosoya, Kaburagi, Ogawa)
9月28日	日本 STEM 教育学会	高校2年5名(昨年度) 高校2年5名(ポスター発表1件)) 本校で行った日本 STEM 教育学会にて、実演およびポスター発表を行った。 「衝撃を吸収するために最適なタイヤは？」(芝野, 舟崎, 白井) 「衝撃を吸収する車を作ろう」(有馬, 冠城) ※生徒4名がタイムキーパーとして分科会参加
3月20,21日	筑波サイエンスエッジ	高校2年2名(今年度新規) ポスター発表を行う。 「骨の強度を高める身近な材料の解明」(西川, 浅野)

【評価・検証】この1年でハイレベルな外部発表に参加する生徒が非常に増加した。これは、SSH 事業の効果が現れ始めた結果であると考えられる。特筆すべきは、OECD アンドレアス・シュライヒャー教育局長「ワールドクラス」出版記念シンポジウムおよび日本 STEM 教育学会である。これら2つの取り組みは、本校を会場に実施した取り組みであり、さらには、本校の関係者(入学希望者を含む)でない100人以上の外部の方を本校に入れて行った初めての取り組みである。さらには、学会を本校で行うことも初の試みである。これら2つの取り組みが、同じ月に行われたことで、生徒の意識も大きく変わり、OECD アンドレアス・シュライヒャー教育局長「ワールドクラス」出版記念シンポジウムには、英語の講演であったが100名を超える本校生徒が参加した。このシンポジウムにおいて、ポスター発表に「Mirai-Kai」というタイトルで本校の高校2年生が中心となって発足したミライ会が、これからの新しい学びに向けて考案していることを、アンドレアス・シュライヒャーに英語でプレゼンし、その後の質疑応答も英語で行っていた。このミライ会のような団体は、これまで本校には存在せず、今年度の高校2年生が中心となり発足した団体であり、現在は、ISN2.0という取り組みにも挑戦し、国外の研究会にも参加して、新しい教育に向けて世界のいろいろな世代の人々と議論を重ねている。このことは、SSHに取り組んで「自発的により良いものを目指して活動する」ことで、社会を自分の力で変えるという意味(本校のSSHの目標に掲げている志力)が芽生えてきた一つの結果である。

また、日本 STEM 教育学会は、本校がこれまで積み上げてきたモノづくりプロジェクトの成果を発揮する重要な機会と考えており、昨年度に続き、学会で実演とポスター発表を行った。また、このような学会を校内で実施することで、生徒も学会を身近に感じ、将来に対してのイメージを持てる機会に大いに役立っている。

【(3) コンテスト・論文等の参加歴・受賞歴等】

【対象】 高校全学年希望者

【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。授業で行っている科学探究基礎Ⅰや科学探究Ⅱでの探究活動とは別に、グローバルサイエンスキャンパス等に参加し、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】

課外(クラブ活動は含まず)で取り組んでいる探究活動のポスター発表・口頭発表

カテゴリー	タイトル	参加生徒・結果
グローバルサイエンスキャンパス	慶應義塾大学	高 2(細野)が、令和元年度全国受講生研究発表会にて、「金星大気衛星間電波掩蔽観測の立案に向けたデータ同化による研究」で科学技術振興機構理事長賞を受賞
		高 1(中島)が参加
	埼玉大学	高 2(林)が参加
科学系オリンピック	数学オリンピック	・日本数学オリンピック(JMO)予選 高校生 12 名(高 1 4 名, 高 2 9 名) ・ヨーロッパ女子数学オリンピック EGMO 予選高校生 3 名(高 2 3 名) ・日本ジュニア数学オリンピック(JJMO) 予選 中学生 20 名 (中 1 5 名, 中 2 11 名, 中 3 4 名)
	物理チャレンジ	2 名(高 1 1 名, 高 2 1 名)
	化学グランプリ	14 名(高 1 4 名, 高 2 10 名)
	生物オリンピック	8 名(高 1 2 名, 高 2 6 名)
コンテストおよびコンクール	脳科学オリンピック	1 名(高 2 1 名)
	数学甲子園	24 名(高 1 12 名, 高 2 8 名, 高 3 4 名)
	JSEC 高校生科学技術チャレンジ	高 2 1 名(西川)
	全国学芸サイエンスコンクール	高 2 1 名(窪井)
	武蔵野大学数理工学コンテスト	高 2 3 名(佐野, 大川, 稲垣)

※筑波大学附属駒場高等学校で行われた「SSH 数学オリンピックワークショップ」(9 月 21 日(土))に、高校 1 年生 3 名,高校 2 年生 3 名,中学 3 年生 1 名が参加。数学オリンピック国内予選を見据え、過去の受賞者の体験談を聞くことで、モチベーションを上げるとともに、他校の生徒とのグループワーク形式でハイレベルな数学の問題に挑戦した。

【評価・検証】

この 1 年で、数学甲子園と数学オリンピックを除くすべての取り組みにおいて、昨年度の人数と同じか上回る結果となった。さらに、中学生の数学オリンピックジュニアについては、例年 5 名程度の参加であったが、今年は 20 名と大幅に増えた。高校生の数学関係の取り組みが減った理由は明らかになっていないが、そのほかの取り組みの参加者数の増加、ハイレベルなサイエンスに挑戦する中学生の増加は、あきらかに、SSH 事業が校内でも周知され、サイエンスに対する支援があり、挑戦してよい雰囲気が醸成されているところによるものであると考える。

昨年度の参加者数

グローバルサイエンスキャンパス・・・慶応大学 1 名, 東京農工大学 1 名

数学オリンピック・・・高校 1 年 30 名, 高校 2 年 2 名

化学グランプリ, 生物オリンピック・・・毎年若干名の参加者

物理チャレンジ・・・数年に 1 名程度

数学甲子園・・・高校 2 年 25 名, 高校 3 年 10 名

脳科学オリンピック, 全国学芸サイエンスコンクール, 武蔵野大学数理工学コンテスト

・・・昨年度まで参加者なし

〔4〕科学の甲子園

【対象】高校2年生6名 + 高校1年生2名

【設定(実施期間)】課外

【ねらいと目標(仮説)】

物理、化学、生物、地学、数学、情報の6領域を協働的に考察することで、問題解決能力を高めることが可能である。さらに、実技競技を通して、自分一人の考えだけではなく、他者の考えを聞き、チームとして一つの問題解決にあたることで協働性が増し、さらには、アイデアを具体的に形にするという実装の難しさを経験する。また、コンテストの競技性から、他校のアイデアに学び、アイデアの重要性や柔軟性がものづくりにおいては大切であることを学ぶ。

【内容・方法】

《担当》十九浦理孝教諭（数学科）

《日時》①11月10日(日) 東京都立多摩科学技術高等学校

②11月24日(日) 東京ビッグサイト

《内容》

①11月10日 筆記競技・実技競技 ②ポスター閲覧・英語による口頭発表(10分×6校)

- ・講演「昆虫の知能が拓く新しい科学と技術の未来」神崎亮平(東京大学先端科学技術研究センター)
- ・表彰式・成績発表

今年度の変更点(メンバー決定)

- ・これまでは、教員の方で高校2年生を中心に声をかけて参加メンバーを決定していたが、今回はclassiで、高校1年生及び2年生全体に公募をかけ、参加希望者(高校2年8名、高校1年2名)の中から教員の方で教科的な特性を見て参加者を最終的に決定した。教科的な特性とは、筆記競技における6領域を1人2分野担当として取り組む予定であるため、それらに対応できるような生徒の特性である。
- ・補欠者の設置 補欠者として高校1年生2名
大会当日は6名と限定されているが、当日までの準備などに参加することで、参加者と同程度の経験を積んでもらう。当然、大会当日に欠席者が出た場合には、補欠者から参加をしてもらうことになるが、この2名は高校1年生から選んでいるため、来年度の科学の甲子園に参加してもらい、この経験を翌年度に活かすことが第一の目的である。

【考察・反省・検証】

●結果 総合得点 8位/38校(405点/540点)

物理9位(48点)・化学9位(41点)・生物18位(3点)・地学30位(20点)・数学16位(35点)・
情報1位(60点)・実技4位(168点/180点)

なお、中学の科学の甲子園Jrの東京都予選の表彰もあり、本校は、中学2年1チームが7位入賞し、表彰された。

【筆記競技の結果について】

今回の結果については、情報が1位であったが、これについては、事前に全国大会の過去問題を解いたこと、および、エクセルのマクロを利用して、簡単なプログラミングの構造(再帰的な構造)を理解したことが結果につながった要因であると考え。やはり、結果につなげるためにはどの領域も事前準備が必要であることを感じた。

【実技競技の結果について】

今回は、例年と同じく「実技競技」の事前準備に2週間程度かけて取り組んだ。また、今年初めての試みとして、「筆記競技」の事前準備を行った。これは、科学の甲子園全国大会の過去問題を当日の時間設定と同じにして、参加者6人で解くという形で行った。全国大会の問題であるため、問題は東京都予選よりも難しい傾向にあるが、これに取り組んだことで、生徒自身は筆記競技も事前準備をすることで効果があると感じていることがアンケート結果からわかる。また、今年、もう一つ新しい

取り組みとして、高校2年生2名が、8月20日に桜美林大学で開催された、ディスカバ・プログラムの「めざせ！科学の甲子園」に参加し、物理と地学の筆記競技および実技競技のトレーニングを行い、Classiを用いて生徒同士が共有することができたことも、事前準備としては良かった点である。結果としては、「実技競技」は過去の中で最高位の4位を獲得したことは大きな成果である。前述の事前準備、および、これまで校内で取り組んでいたモノづくりプロジェクト等は少しずつ結果に繋がってきていることが感じ取れる。

(生徒アンケートより)

①筆記競技の事前準備（全国大会に全員で取り組む）は意味があったと思いますか

はい 5名／いいえ 0名／どちらともいえない 1名

②科学の甲子園の筆記競技には暗記に頼らないような問題、思考する問題が出されていますが、対策として事前にいくつかの例題で練習することによって当日の結果に効果があると思いますか

はい 5名／いいえ 0名／どちらともいえない 1名

(生徒のコメントより)

- ・みんなで2時間かけて解く練習はしておいて良かったと思う。どう分担すればいいのか練習の時に知ることができた。実際本番はその分担通りにいった訳ではないけれど、話し合いをすることで時間を結構使ってしまうことを理解して、一定の時間が経ったら相談ということに決めたり、教科によっては相談されても即座に問題を読めないの、相談事があればこれ読んでおいてと早めに渡したりすることが大切だと学べた。

●科学的な好奇心や挑戦心を養ったかということについては、以下のアンケート結果から、このようなチャレンジをするコンテストに向き合うことで、十分に養えたのではという判断ができる。

(生徒アンケートより)

③筆記競技は楽しんで取り組みましたか はい 5名／いいえ 0名／どちらともいえない 1名

④実技競技は楽しんで取り組みましたか はい 6名／いいえ 0名／どちらともいえない 0名

⑤科学の甲子園を終えて、より深く科学を学びたいという気持ちになりましたか

はい 6名／いいえ 0名／どちらともいえない 0名

●コンテストから結果発表が行われる間に行ったアンケートでは自己分析や来年度に向けての

(生徒アンケートより)

⑥科学の甲子園の筆記競技でより上位に行くにはどのような対策を立てるべきだと思いますか？

全体的な観点

- ・学校の授業内で思考育成の問題を扱うのはできれば良いけれど、授業内容で手一杯な気がする。定期考査では決められた分野で解くからどの解法を用いるかそこまで考えずに済むけれど、科学の甲子園(模試や入試でもいえることだが)ではどの解法で解くのかを考えてから解かなくてはならないので、様々な分野をランダムに解く練習ができれば良いと思う。
科学の甲子園においては問題文が長くて理解が大変だから、長文を順序立てて理解する力も必要だと思う。
- ・今回は全員2年生のチームだったが、手伝ってくれた高校1年生の子にも問題を解く機会を与えた方が来年の参考になると思う。
- ・授業中に、制限時間を設けて科学の甲子園などの問題をグループで取り組み、学んだ知識を応用問題に生かす方法を知る。思考系の問題を授業中でももっと扱う。

（５）校内講演「産業界にも貢献する数学の魅力」

【対象】

【設定(実施期間)】12月24日(火) 課外 2時間

【場所】本校 Creative LearningRoom2

【担当】株式会社エリジオン4名

【ねらいと目標(仮説)】



数学や物理が社会の中でどのように利用されているのかを講義を通して学び、実際の講義で解説された仕組みがどのように利用されているのかをVRを通して学ぶ。

【内容・方法】

生徒は、数学の事前課題「エリジオンからの挑戦状」(2題)があり、当日までに考えておく。

当日は、株式会社エリジオン4名の方による講義・体験を行った。

最初は、①「事前課題の解説」②「数学が実際のIT技術でどのように使われているのか」の講義を行い、その後、3台のVRを使い、全員が一人ずつ3D点群の街の世界に入り込むVR体験を行った。

【考察・反省】

数学および物理に対する理論を踏まえて、どのような仕組みで最先端の技術が開発されているのかを知ることによって生徒は非常に興味をもって話を聞いていた。特に、高校2年生は、日頃学んでいる数学や物理がその基本になっていることを知ることで視野が大きく広がるきっかけになったと感じる。高校2年生が、事後アンケートで「社会の問題にアプローチする手段の一つとして、数学が役立つということを実感しました。」と述べており、社会貢献にも視野を広げる機会となったことがわかる。一方、高校1年生と中学3年生も参加し、事後、少し理論の部分が難しかったとコメントとしていた。しかし、中学3年生の中にも「法線やベクトルなど、まだ分からない(学習していない)ものも沢山出てきて、数学の勉強をしたいと思います。」と述べている生徒もあり、本講義が生徒の科学に対する意欲向上に貢献していると感じる。

VR体験では、生徒達から感嘆の声が上がっており、理論と体験がつながって、印象深いイベントになったと感じている。非常に内容の濃い講義であることは、事前の打合せ等でも理解はしていたが、VR体験などもあり、全体が今回と同じだけの効果が期待できるかは不透明であったため、全体での実施は見送った。しかし、方法の検討を先方と重ねることで、高校2年生全体に開催する方法を模索すべきであったと反省している。

昨年度は、日本HPと協力して、天文部がVRの作成や体験を行ったが、今年度は新しい企業とも連携して行うことで、教員も視野が広がる機会となった。

（６）豊島岡女子学園用 校外講演「世界脳週間2019 脳の科学の最前線」

【対象】高校1年19名、高校2年12名

【設定(実施期間)】課外 7月13日(土)

【場所】国立研究開発法人 国立精神・神経医療研究センター

【担当】武田和久教諭(社会科)

【ねらいと目標(仮説)】

精神疾患、神経疾患、筋疾患、発達障害などの克服を目指し活動する国立精神・神経医療研究センターにおいて、脳・神経・筋とそれに関連する病気に関する最先端の研究に触れることで、これらの病気に対する理解を深めるだけでなく、参加者が将来研究者や医師、行政官、政治家など様々な分野で活躍する際の知見を深める。

【内容・方法】

スケジュール：13:00-13:05 開会挨拶

13:05-13:50 講義「認知症の克服を目指して：より良い眠りを通じたアプローチ」

同センター神経研究所 疾病研究第四部 皆川栄子研究員

13:50-13:55 ラボツアーの説明

14:00-16:35 ラボツアー（班ごとに同センター内 4 つの研究部を見学）

16:45-17:30 脳科学クイズ、閉会挨拶、アンケート記入

レクチャーを通して脳に由来する疾病の仕組みや、その疾病を克服するためのアプローチにいか
るものがあるかを論理的に理解する。その後、各研究部において展開される最新の研究紹介や体験
などを行うラボツアーを通して参加者の知的好奇心を刺激するとともに、様々な疾病やそれらに由
来する諸問題への関心を高める。

【考察・反省】

参加者は、普段は目にすることのない脳についての研究器具や、動物の脳などを実際に目にし、
音響などを駆使した最新の研究を知ること、より病気や医療に対する理解を深めることができた。
なお、本講座については、希望者が多数出たため、先方に相談したところ、当校用に一日追加して実施
をしていただくことができた。このことは、SSH 事業により、科学に対する興味・関心がこれまで以上
に育成されてきていることを表す事象であると感じている。

（7）希望者対象のイベント参加状況(校外)

【対象】高校生希望者

【設定(実施期間)】下表を参照

【担当】阿由葉ゆみこ(事務職員)

【ねらいと目標(仮説)】

最先端の学問を研究している研究者や技術者に接する機会を増やすことで、科学技術の発展への寄与や、
自らが技術の進歩に対して関わりたいという思いを強く持つことができる。また、そのような機会を多
数設けることで、挑戦的に課題に向き合う原動力となる。また、科学以外のものにも参加することで、
見識を広め社会との共創に向けて自発的に行動するための契機となる。

【内容】

時期	イベント名	高 1	高 2
6 月	東京農工大学 化学体験教室		2
6 月	一日東工大生		6
6 月	International Venus Conferunce2019		1
6 月	life is Tech! イベント		1
7 月	東京大学理学部 女子中高学生の未来 2019	3	1
7 月	首都大 生命科学科高校生ゼミナー		2
10 月	東大で過ごす化学な週末		1
10 月	高校生対象 病理学・法医学セミナー	1	
10 月	視て、聴いて、触って知る心理学	1	
10 月	JAL×東大 飛行機ワークショップ		1
11 月	筑波大学高大連携シンポジウム 2019		8
11 月	サイエンスアゴラ 2019 再生可能エネルギーでここまでできる		2
11 月	お茶の水女子大学 リケジョ未来シンポジウム「サイエンスの学びから将来の夢へ」		2
11 月	東京大学 公開講座 「数理学の広がり」		1
11 月	東京大学 最先端の工学研究に触れてみよう	1	
11 月	埼玉県医療人事課「高校生の志」		1
11 月	横浜市立大学医学部 講演会「医学を志す」		2
12 月	公開シンポジウム ～人と AI の未来スクール 2019	5	5
1 月	東京大学 数学の驚くべき力		2
1 月	Gateway to Science	1	
1 月	探 Q 宇宙線探索ワークショップ		1
1 月	東京大学 数学の驚くべき力		1

2月	お茶の水女子大学 先端科学セミナー「がんゲノム医療とゲノム編集」	1	1
夏期休暇	Jaxa エアロスペーススクール 2019		1
夏期休暇	リケジョのシゴト知ろう, 触れよう	3	1
夏期休暇	東京工業大学 「生命理工学への招待」-バイオの世界を探検してみよう-		5
夏期休暇	筑波大学 植物遺伝資源研究の最前線~育種から植物電子デザイン研究まで~		2
夏期休暇	筑波大学 数学・物理・化学 体験教室	1	1
夏期休暇	理化学研究所 脳の不思議に迫る	2	1
夏期休暇	順天堂大学 顕微鏡の世界 ー正常細胞とがん細胞の違いー	1	1
夏期休暇	夏休み キリンスクールチャレンジ のみもの×持続可能な農業・林業		1
夏期休暇	国立国際医療研究センター研究所 医学研究が体験できる オープンラボ		1
夏期休暇	中央大学サイエンスセミナー	1	
夏期休暇	東京医科歯科大学 歯学部高大連携サマープログラム	1	5
夏期休暇	池上彰さんと考える日本の科学ときみの未来 第2弾	2	
夏期休暇	MIND the GAP	28	6
夏期休暇	ソニー リケジョのリアル		2
夏期休暇	NRI 女子中高生向け職業体験 システムエンジニア	3	
夏期休暇	NBRP 公開シンポジウム『ニホンザル研究~ここがおもしろい~』		1
夏期休暇	ひらめきときめきサイエンス 慶応大学のロボットの未来を考えよう		1
夏期休暇	宇宙探査ニュートリノ(千葉大学)	1	
夏期休暇	国立神経・精神研究所ラボ見学		1
夏期休暇	(AIを用いた)課題解決プロジェクト grow with Google		1
夏期休暇	Global Link Singapore	2	
夏期休暇	ディスカバリープログラム(桜美林大学)		2
冬期休暇	東北大学 もしも君が杜の都で天文学者になったら		1
冬期休暇	英国科学実験講座 人類の誕生~DNA で探る私たちの起源~		1
春期休暇	脳・医工学研究センター 体験型講座「脳科学研究の最前線を体験しよう!」	1	
適宜	京都大学 ELCAS		1
適宜	秩父地学実習(4月)・三原山地学実習(7月)		1

【検証・反省】

これらは、大半(約 90%)が、報告担当である事務職員の方で、生徒が閲覧できるイベント告知用 HP に掲載したものである。事後、生徒のアンケートを取り、どのイベントに参加したのかを調査した。

このような外部のイベントについては、これまで生徒からの報告があったもののみの把握で終わっていたが、イベント告知用 HP に告知することで、イベントに集計用のナンバーリングが可能となったため、本報告が可能となった。したがって、今後、このような外部イベントに参加する生徒の推移を把握することが可能となる。なお、この外部イベントについては、参加者がそれぞれ異なったイベントに参加しているため、そのイベントのみが直接的に効果があったのか検証することが難しい。しかし、右表のように、複数のイベントに参加している生徒が多いことから視野を広げようと自発的に活動している生徒が多いこと、さらに、高校 1 年より高校 2 年の方がイベント参加件数が多いことから、自発的に科学に対する学びを深める生徒は、学年が増すごとに増加していることがわかる。

参加イベント数	高校 1 年	高校 2 年
1 つのみ	49	49
2 つ	18	38
3 つ	12	12
4 つ以上	7	43
合計	86	142
科学的な内容 (表の合計)	59	78
科学以外の内容	27	64

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Ⅱでの教育課程上の位置付けは右の通り ●ディベート英語(高校1年全員, 2単位)

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》①会話 金沢雅人教諭(英語科), 得能将教諭(英語科), 小林良裕教諭(英語科), 嶋崎孝太郎教諭(英語科), 植村充教諭(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)

②文法 増田雅子教諭(英語科), 肥田博子教諭(英語科), 和佐陽子教諭(英語科)

《内容》2単位を, 「①会話」と「②文法」に分けて実施。また, (A)本校併設中学校より入学した生徒と(B)高校より新規入学した生徒でカリキュラムを変えて実施。

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、モノローグを続ける
	5月 Field 2 政治	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
	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
	12月 Field 8 スポーツ	
3 学期	Field 9 健康	試合をする
	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
	1月 2月 3月	

(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分間モノローグ(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分間モノローグ(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 反論のフォーマットを学ぶ
	7月 Refutation	
2 学期	9月 Lesson 4 Who's calling, please? 1分間モノローグ(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 否定の立論の構成の学習、原稿の作成
	10月 Refutation: Using the form of Refutation Negative Constructive Speech: Outline	
	11月 Lesson 5 How can I get there? 1分間モノローグ(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 QandA, Summary, Refutationの練習
	12月 Short Debate	
3 学期	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 Lesson 10 Do you share the housework?	身の回りのことに対して英語で意見を言う
	3月 英語討論基礎	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数回行った。
- (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。

「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にした。
- (B) 英語による発表を複数回行うが、そ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。

「ディベート」の使用教材

- (A)・「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)・Sailing(啓林館)

「リスニング」の使用教材

- ・「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のか理解を深めた。

「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。

文法の使用教材

- ・「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 19 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 4 人) による英語ディベートのクラス対抗戦で実施。

- ・ジャッジとして、小野暢思氏(一般社団法人日本高校生パラメンタリーディベート連盟チーフコーチ)を招聘。

【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、定期的に取り組ませたこと
- 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めざましい向上が見られ、その傾向は継続している。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、英語で話すことが生徒にとってより自然な活動として受け入れられるようになったことが挙げられる。

エンパワーメントプログラム

【対象】アドバンストプログラム 21 名(高校 1 年 14 名, 高校 2 年 7 名)

スタンダードプログラム 68 名(高校 1 年 3 名, 高校 2 年 65 名)

【設定(実施期間)】 課外

【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知る。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意味を考える。
- ・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》三宅恵美教諭 (英語科)

《日時》8 月 19 日 (月) ~ 8 月 23 日 (金)

《内容》

- ・アドバンストプログラムでは, AI テクノロジー, 社会問題への SDGs の観点からのアプローチ, 科学者の倫理観, バイオテクノロジー, 原子力エネルギーといった近年注目を集め続け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, 自分たちが科学の力を用いてどのように世界に貢献しているか考え, 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アメリカの大学の学生や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。

	9:00-9:50	10:00-10:50	11:00-11:50	13:00-13:50	14:00-14:50
8/19 (月)	オープニングセレモニー アイスブレイカー・アクティビティ	お互いの自己紹介 自分について 3 つのポジティブな面について語る	Scientific Talk (1) 有史以来の最大の発明とは	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: 自分のキャリアプランと世界への貢献	今日の振り返り
8/20 (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) 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 (2) AI テクノロジーの発展はこれからの世界をどう変えていくか	プロジェクト (1) より良い世界をつくるためにできることを考えよう ~持続可能な開発目標 (SDGs) について, 自分たちができることはなにかについて考える~	今日の振り返り	
8/21 (水)	Scientific Talk (3) グループリーダーの専門分野について深く知ろう! 積極的に質問しよう	Scientific Talk (4) 科学者にとっての倫理観とは	プロジェクト (2) テクノロジーを使って社会の様々な課題を解決しよう!	今日の振り返り	
8/22 (木)	Scientific Talk (5) ケーススタディ: バイオテクノロジーを使って社会貢献した若者に学ぶ	DEBATE トピック: 原子力エネルギーの是非について議論しよう ディベートを通して, 説得力を持った議論の展開方法を身に付ける	プロジェクト (3) 起業家精神とはどう養われるか サイエンススキルを使って社会問題を解決する会社を立ち上げよう!	今日の振り返り	
8/23 (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 (2) グローバルな諸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, 自分に何かが変化が見られたか 理系志望の有無にかかわらず科学を自分の目標にどう生かすか	1人1人によるプレゼンテーション発表 クロ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		

アドバンストプログラムのタイムテーブル

- ・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, 上述のアドバンストプログラムと同様の活動を行った。これらのトピックは, アドバンスト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。

	9:00-9:50	10:00-10:50	11:00-11:50	13:00-13:50	14:00-14:50
8/19 (月)	オープニングセレモニー アイスブレイカーアクティビティ	お互いの自己紹介 自分について3つの ポジティブな面について語る	英語コミュニケーション スキルの習得(1)	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	
8/20 (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		英語コミュニケーション スキルの習得(2)	プロジェクト(1) 世界で活躍する日本人女性から学ぶ 今日の振り返り 宿題：翌日のプレゼンテーションに向けた準備	
8/21 (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日間を振り返って、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	
8/22 (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		自らのスキルを披露しよう！	プロジェクト(3) 男女協働について考える ～女性が社会で活躍するためにはどのようなことが必要か～ 今日の振り返り	
8/23 (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) 自らの強みを社会のために 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	

スタンダードプログラムのタイムテーブル

【評価・反省・検証】

○生徒は、科学に関する問題・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、世界や社会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。

- “16歳だから”を言い訳にしないことの大切さを学んだ。
- 日本以外の国では食べ物がなかったり、十分に教育をできなかったりすることが分かったから、彼らを助けられるようなことをしたいと思った。
- ディスカッションのテーマになっていたリーダーシップやポジティブシンキングについてここまで深く考えたことがなかったので、社会的な問題なども含めて考える機会ができて良かった。
- 今までは世間体ばかり気にしていましたが、これからはどんどん思ったことを言いたいです。
- 挑戦することはたとえ失敗してしまったとしても、とても大切なことだと思った。このプログラムの初めは失敗を怖がって自分から意見を言ったり話しかけたりできなかったけどできるようになって良かった。

○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。

- SDGsの概念を導入したことで、より具体的な考察が可能になった。課題の解決法を検討する際に、単に問題そのものが解消されるかどうかだけでなく、地球環境への影響や継続的な支援の可能性なども考慮した議論や主張ができていた。SDGsの観点から検証ができたことで、提案された活動は具体的かつ現実味のあるものとなり、プログラム後に生徒が実践する動機を大きく高めたと思われる。
- 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。
- 多様なバックグラウンドの人々と接し、自分の力や思考をより客観的にとらえた。

○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。そしてSDGsを評価の観点として有効活用することで、プログラムが生徒の自信を高めるだけでなく、実行力にもつながるものになるようにしたい。

実施の効果とその評価

・昨年度、高校1年生の探究活動の成果発表において指導・助言、また、昨年度と今年度の2年間、教員に対する評価のワークショップを実施していただいた東京大学の片山准教授に、長期の探究活動に対する効果検証について以下の助言をいただいた。(助言内容:「同じ生徒たちに対して、同じアンケートを継続的に行うことで変容を検証する」「質問の聞き方を研究計画書の仮説の文言とそろえるべきである」「ループリックを用いた評価で観点ごとの点数の平均点を出すことで、同じ生徒たちの探究活動の質が見え、より力を入れて指導すべき項目は何かといったものがわかる」「仮説に生徒の自己認識を高めるとあるが、この点の効果を検証する工夫が必要である」)

これを受けて、今年度は文言の統一と過年度比較が可能なようにすること、また、SSH事業に取り組んでいる高校2年生以下と取り組んでいない高校3年生にいくつか項目についてアンケートを実施し、SSH事業の効果検証を行うことを改善して効果の検証にあたる。なお、高校3年生のアンケートについては3月に行うため、それらの検証は次年度の報告書に記載する。

アンケートは、SSH事業に取り組んでいる高校1年生全員および高校2年生全員を対象に、アンケート調査を行った。また、科学探究基礎Ⅰおよび科学探究Ⅱ・総合探究Ⅱに携わった、高校1年および高校2年の学年所属の教員にも、生徒の変容について、生徒と同じ質問のうちのいくつかを、主語を「生徒が」に変えて回答してもらった。なお、アンケート結果のうち、空白に関しては回答数0である。また、質問4については、全体の5%未満の解答はすべてその他に集約した。

【探究活動の効果・生徒の変容(科学探究基礎Ⅰおよび科学探究Ⅱ)】

「主体性」「社会貢献」について

- ・主体性に関する質問1の結果から、高校1年生・2年生とも否定的な回答がほとんどなく、探究活動が学びに対する主体性を向上させる機会となっていることがわかる。しかし、高校2年生では変化なしが多い点が課題である。また、高校2年生では教員の認識とのずれ(生徒の肯定的な回答約50%、教員の肯定的な回答約60%)があることも、注目すべき点である。
- ・社会貢献に関する質問2の結果は、高校1年生・2年生とも約90%であった。昨年度の高校1年生が80%であることを考えると、高校1年生は数値が向上している。高校2年生については、中学3年時68%、高校1年時80%であった点を考慮するとこの2年間で社会に対して貢献したいという気持ちが向上していることがわかる。質問3から、高校1年と2年の学年比較をすると、向上した生徒は高校1年の方が多かった。質問4から、社会貢献に関する気持ちが向上した契機として高校1年は「グループ探究」(約50%)と集中実習「SDGs」(約25%)が高く、高校2年生は「京都大学の分野別授業」(26%)と「個人探究」(25%)が高い項目である。昨年度と今年度の高校1年生を比較すると、昨年度は集中実習「SDGs」(43%)および「グループ探究」(25%)が上位の2項目であり、これら2項目を合わせた数値は昨年より少し向上しているが、注目すべきは、上位2項目の順序が入れ替わったことである。このことは、今年の高校1年のグループ探究が、昨年度の反省を生かし取り組んだことが大きな要因であると考えられる。具体的に、昨年度のSSH事業の検証結果から集中実習を取り入れたほうが効果的であると判断したため、集中実習も取り組んだこと、また、探究活動を継続的にできるようにしたことが最大の変化である。質問2では教員と生徒の回答結果にずれがあるが、これは、生徒の中に内在する感情の把握のため一致することはないと考えている。しかし、質問3の回答に対して、肯定的な意見の結果および変化なしの回答結果から、生徒の感覚と教員の生徒把握の状況が一致していることから、探究活動を通して生徒の成長や変容について把握できていると判断できる。

「自己肯定感」「自己認識」「挑戦力」「PDCAサイクル」について

- ・自己肯定感や自己認識という点に関して、過年度比較がないので学年ごとの比較となる。質問5,7,8のどの質問も肯定的な回答の割合が、高校2年生より高校1年生の方が高い結果となった。次年度以降、データを積み重ねることで詳しい検証が可能となるが、一つ考えられる仮説としては、高校1年生はグループ探究であり、自分で考えることが行き詰っていても、グループ内で別の誰かがその問題を解消

する、あるいは解消するためのきっかけを発言すること等もでき、活動自体が停滞せずできていることがこの結果を生み出しているかもしれないということである。また、個人探究ではあまり他者に相談することができず自分ひとりで解決できないため自己肯定感を生み出しにくく、新しいことにも気づいていないため、別の実験や検証にも移すことが難しく PDCA に繋げづらい状況を生み出しているということである。来年度、教員や TA の個人探究でのフォロー体制を考える必要がある。

- ・自己認識という点に関して、質問 6 から分析する。この質問は高校 1 年のみが取り組んだ中間報告会のヒアリングシートの効果を検証する質問である。質問の際には、自己認識とは、客観的に自分のことを分析して、長所・短所を把握することと定義して行った。学年全体で統一的行った中間報告会では、ヒアリングシートを用いて形に残るようにして相互評価したことで、他者からの意見を知ること、また、他者を評価することで自己認識力が向上につながったと判断ができる。また、質問 6 の教員の肯定的・否定的な回答の割合と生徒のそれとを比較しても、おおむね同じ傾向であるので、ヒアリングシートについては、継続的に取り組み、改善を重ねながら生徒の成長を後押しするツールとして効果的に用いる。

【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？								
	非常に向上した	やや向上した	変化なし	やや減少した	非常に減少した			
生徒高 1	15.7%	61.4%	21.2%	1.7%				
生徒高 2	5.3%	45.9%	44.9%	1.9%	1.9%			
教員高 1		76.9%	23.1%					
教員高 2		61.5%	38.5%					
【質問 2】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？								
	そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない				
生徒高 1	51.3%	43.6%	4.2%	0.8%				
生徒高 2	46.9%	43.0%	7.7%	2.4%				
教員高 1	15.4%	76.9%	7.7%					
教員高 2	15.4%	46.2%	38.5%					
【質問 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」は、今年度 4 月と比べて向上しましたか？								
	非常に向上した	やや向上した	変化なし	やや減少した	非常に減少した			
生徒高 1	18.2%	56.8%	22.9%	1.7%	0.4%			
生徒高 2	12.6%	45.9%	39.1%	1.4%	1.0%			
教員高 1	7.7%	69.2%	23.1%					
教員高 2		61.5%	38.5%					
【質問 4】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選んでください。								
生徒高 1		グループ探究		集中実習「SDGs」		校外イベント		その他
	非常に向上した	9.9%		7.1%		1.6%		4.9%
	やや向上した	39.0%		18.1%		3.8%		12.6%
	やや減少した	1.1%						1.1%
	非常に減少した	0.5%						
生徒高 2		京大分野別授業	個人探究	ミニ講義(5 月)	校外イベント	理科・数学授業	校内イベント	その他
	非常に向上した	3.2%	4.8%	3.2%	3.2%	3.2%		3.2%
	やや向上した	23.0%	19.0%	7.1%	7.1%	2.4%	4.8%	11.9%
	やや減少した	0.8%	0.8%					
	非常に減少した		1.6%					
【質問 5】年間を通した探究活動に取り組む前と後で、「自己肯定感」を認識することはできましたか？								
	非常にできた	ややできた	あまりできなかった	全くできなかった				
生徒高 1	11.0%	51.3%	31.8%	5.9%				
生徒高 2	2.9%	37.7%	42.0%	17.4%				
教員高 1		92.3%	7.7%					
教員高 2		53.8%	46.2%					
【質問 6】探究活動の途中で行われた中間評価のヒアリングシートの結果を見て、自己認識が高まりましたか？								
	そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない				
生徒高 1	22.9%	58.1%	17.4%	1.7%				
教員高 1		76.9%	15.4%	7.7%				
【質問 7】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？								
	そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない				
生徒高 1	21.2%	77.5%	0.8%	0.4%				
生徒高 2	4.8%	90.8%	2.9%	1.4%				
教員高 1	8.3%	83.3%	8.3%					
教員高 2		30.8%	69.2%					
【質問 8】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？								
	そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない				
生徒高 1	11.0%	57.6%	28.0%	3.4%				
生徒高 2	7.2%	44.9%	32.4%	15.5%				
教員高 1	7.7%	69.2%	23.1%					

教員高 2		66.7%	33.3%	
【質問 9】授業において課題意識をもって取り組んでいますか？				
	そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない
生徒高 1	24.2%	49.2%	25.8%	0.8%
生徒高 2	19.8%	53.6%	22.7%	3.9%
教員高 1	7.7%	46.2%	46.2%	
教員高 2		38.5%	61.5%	

【理数授業での課題探究の効果】

各授業での目的(仮説は報告書に挙げている)は、年間の探究活動につながるようなリテラシーを育成する content と、教科を深める content ともにあった。報告されている授業については、科学的に学びを深めることに貢献した結果となっている。しかし、反省点および課題として、授業の目的(仮説)の検証ができていない授業もあるため、今後は検証について検討が必要である。また、今年度は、実施の回数が多く取れなかったことが反省点である。昨年度と異なり報告書は多数提出されたことは改善された点であるが、計画的に実施できていないことも反省として挙げられる。そして、今年度 1 月に行われた文部科学省訪問の際に、昨年度の実施報告書から内容が従来の教科の授業との差異があまり見られない(つまり、内容を深めるものではない)ものが理科のいくつかの授業に見られるという指摘をいただき、このことも、理科・数学の教員に周知した。しかし、数学の授業において、ICT ツールを使う授業等、探究活動にもつながるリテラシーの育成が見られる授業が行われた点はこの 2 年間の中での成果である。

【教科融合授業の効果】

今回は、英語とサイエンスの融合、数学と物理の融合を行った。

前者の方は、科学的な事象を英語で記述する力については、半数以上の生徒が効果を感じている。また、科学的な興味・関心も向上したことがわかるので、実験し自身目で確かめた事象を英語で記載することで、多岐にわたる資質が育成されたと感じる。しかし、内容的に「よりハイレベルなものを望む生徒が」66%もいるため、内容について吟味して行く必要がある。また、今年度は、総合的な学習の時間「科学探究Ⅱ」「総合探究Ⅱ」で実施し、外部講師を招いての実施であり、教員も授業にはかかわったが、今後は、英語の教員と理科・数学の教員が本プログラムを実施していけるようにしていくことが課題である。

後者については、科学を多角的な視点で学ぶことの重要性を感じた生徒が多いことがわかるので、同じ事象を教科横断で学ぶことにより、科学的好奇心を育み、より高みを目指す生徒が増えた授業であった。また、後者については、事象のモデル化を考えることで、探究活動の深い考察につなげることが可能になることも考えていたが、そこまで深められなかったことが反省である。次年度は、同テーマを虹についてより深め、ベクトルを用いた空間把握、微分法を用いた解析、屈折反射を考える計画を立案中である。

【科学技術人材の育成(モノづくりプロジェクト)】

・自由度の高い課題で、様々な工夫ができたので、焦点を絞っての機構開発が難しい課題であった。それゆえ、各チームが課題と向き合い、様々なアイデアを形にしようと努力できていたことは、コンテスト当日の様子からも十分に伝わってくる。以上を踏まえて、今回の内容は難易度の設定やテーマ選びが上手くできたと感じている。アンケートでは、本校および他校も非常に満足度が高かったことがわかる。また、事後のコメントからは、モノづくりを通してアイデアを実装することの難しさを経験した後に、他者のアイデアを知ることや、自分達はアイデアを実装できなかったが他者はできていたなどを経験することで、純粋に他者に対して素直に敬意を持つことができ、そして次こそは自分達がより良いものを作るという挑戦心を育んでいることがわかる。この感情が醸成されることこそが、モノづくりプロジェクトによる科学技術人材育成であると考えている。具体的な科学技術のプロになることが目的ではなく、トライ＆エラーを繰り返し、アイデアでより良いものを作ることが重要である。また、他者のアイデアに純粋に敬意を表せるという点については、相互評価する活動を入れていることが功を奏していると考察する。

・男子と女子での差異の検証については、今回、女子校として本校と鷗友学園、男子校として巣鴨高校にアンケート協力してもらえたが、参加校が少ないため、回答結果から男女の有意差を考察するのは難しいと考える。来年度に向けて、アンケート項目は改善案を考えている。しかし、参加校を増やすことが、前提になるので、企画の立案が最大の課題となる。

【科学人材の育成(科学的な興味関心を高めるプログラムの充実、外部コンテスト等への参加支援)】

・科学に対する専門家に学ぶことや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学ぶことで、より深く科学を学びたい気持ちや、科学で社会を変える意識を持てるようになるかを検証する。

これについては、校内外の講演会等のイベントに参加した生徒の把握と、生徒アンケートによる結果で検証する。データとしては、研究開発Ⅱの「科学的な興味・関心を育み視野を広げるプログラム」(7)に記載済みであるが、高校1年生・2年生のイベント参加状況を把握できるようなシステムを導入した。このことにより、見えてきた結果とし、高校1年より2年の方が、科学的な内容のイベント参加数(高校1年86名生徒が参加、高校2年142名生徒が参加)は多いということ。そして、高校2年生は、科学以外の内容のイベントにも参加し、文系理系の枠にとらわれない生徒(高校1年27名生徒が参加、高校2年64名生徒が参加)が多数存在していることがわかった。高校2年の割合が高いのは、平素の授業でも学問的に深い内容に入る学年であるので、興味・関心が多岐にわたるようになること、視野が広がるようになることが要因であると思われる。

・高校1年生・高校2年生に、以下のアンケートを実施。最後の質問のみ、文理が分かれている高校2年生のみ実施。このアンケートからも、科学に関する講演は、科学に対する学びを深めるきっかけとなることがわかる。しかし、2つ目の質問になると、いわゆる社会実装となるため、ハードルが上がっていることがわかる。また、視野を広げることで、協働的に取り組むことの重要性は増すことが検証できた。

科学に関する講演や話を聞いた際、科学に対する学びを深めたいと思いましたか？				
	そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない
生徒高1	29.9%	48.9%	16.1%	5.1%
生徒高2	35.7%	54.3%	7.8%	2.3%
最先端や社会で実用化されている科学技術に触れる際、科学で社会を変える意識を持ちましたか？				
	そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない
生徒高1	27.0%	52.7%	16.2%	4.1%
生徒高2	18.9%	55.4%	21.6%	4.1%
他分野のことを学べる際(理系の人は人文系や社会学系のイベント、文系の人は科学系のイベント)他分野と協働に積極的に取り組みましたか？				
	そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない
生徒高2	43.6%	54.5%	1.8%	0.1%

・研究開発Ⅰの「科学探究Ⅱ」で記載済みであるが、高校2年生で取り組んだ京都大学分野別授業において、文理関わらず内容に対して、視野が広がったと回答する生徒が多くいたことからわかる。また、京都大学分野別授業において、特筆すべきは、宇宙に関する研究をしている理系の女性研究者の講義での影響である。分野別授業には3名の理系の研究者が講演したが、どの講演も満足度が非常に高いものであった。その中で、女性の理系研究者の講義後の生徒コメントの大半が、「ロールモデルとして憧れる存在であった」「研究者になりたい」というものであった。満足度は、男性研究者・女性研究者ともに高いところは変わらないが、具体的に「研究者になりたいというコメントは、女性の理系研究者の講義のみしか出てこなかった。このことから、サイエンスに携わる女性研究者の話を聞ける機会を増やしていくことで、社会で活躍する女性の育成につなげることが可能となる。

・研究開発Ⅱの「科学的な興味・関心を育み視野を広げるプログラム」(1)～(3)の記載のデータから、今年度は外部のポスター発表、グローバルサイエンスキャンパス、科学系オリンピック、各種コンテスト、論文コンテスト等に取り組む生徒が、昨年度に比べて非常に増えた。探究活動を促すCL通信や、生徒が閲覧できるclassi(Webツール)において告知をした結果であり、SSH活動によって非常に大きく変化した点である。さらには、グローバルサイエンスキャンパスにおいては、令和元年度全国受講生研究発表会で科学技術振興機構理事長賞を受賞するなど上位の賞を受賞する生徒も出てきた。

【英語でのコミュニケーション能力の育成(ディベート英語・エンパワーメントプログラム)】

・高校1年生全員が取り組む英語「ディベート英語」について、以下のアンケートを行った。約75%が肯定的な回答を選択していることから、英語でのコミュニケーション力の育成に効果が出ていると考える。一昨年度の高校1年「英語会話」(2単位)での、同様の質問に対しては約45%、昨年度の同質問が約70%であったことから、従来の「英語会話」から「ディベート英語」として実施した効果が表れており、授業改善もできている。

英語の授業内で、英語で積極的にコミュニケーションをとることができますか？				
	そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない
生徒高1	26.7%	50.0%	17.8%	5.5%

・エンパワーメントプログラムのアドバンスプログラムで STEM に関するディスカッション等を行った。事後の生徒のコメントから、取り組みによって自信を持ち、挑戦的に課題解決につなげたいという気持ちが生まれているようである。

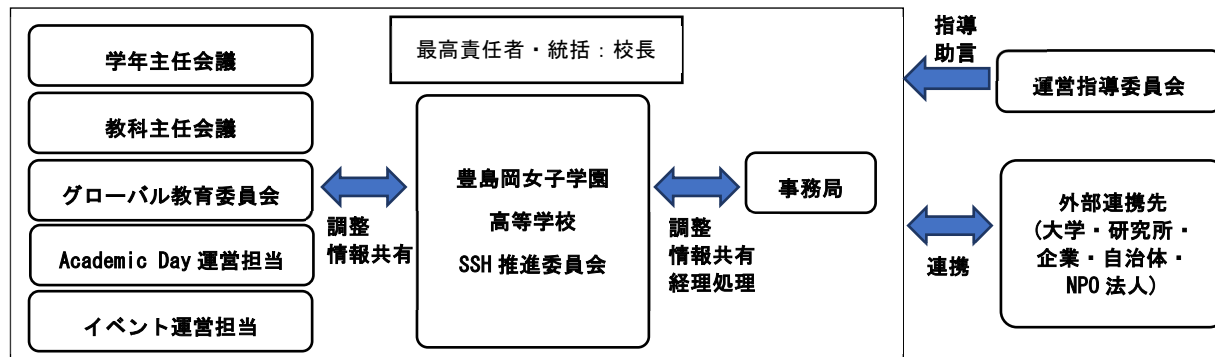
【海外でのプログラムの効果・検証(次年度)】

予定通り、SSH3 年目である来年度(3 月)にプログラムを実施。アンケートを取り、効果を検証することができるように、グローバル教育委員会とプログラム内容を検討中である。

「校内における SSH の組織的推進体制」について

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	東京大学大学院教育学研究科教育学部長
小村 俊平	OECD 日本イノベーション教育ネットワーク事務局長
加藤 理啓	Classi 株式会社 代表取締役副社長
本田 雅久	宇宙航空研究開発機構 JAXA・S&MA 総括
高木 里奈	東京大学大学院工学系研究 物理工学専攻総合研究機構 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、SSH 活動に指導・助言頂き、SSH 事業の改善につなげた。

《2019 年度》第 1 回 2019 年 10 月 11 日 第 2 回 2020 年 3 月 17 日

《2018 年度》第 1 回 2018 年 9 月 11 日 第 2 回 2019 年 3 月 18 日

【校内運営会議】月曜日および土曜日の週 2 回実施

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、常務理事により構成される。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、事務局および学校管理側への連絡は常務理事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】水曜日の 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、現状の進捗を把握するとともに、探究活動を行う担当教員(高校 1 年 13 名、高校 2 年 14 名)が、具体的にどのように取り組むかを検討した。

【その他・工夫】

- ・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。
- ・SSH 事業に取り組むことになった初年度に、教職員の意識改革の名のもと、教員用の PC をすべて一新して、新しく情報共有がしやすい環境にすることで、教職員が一致団結して SSH 事業に当たれるようにした。なお、SSH という新しい試みに挑戦するために学校が取り組んだこととして、Microsoft の HP にも事例紹介をしてもらって、SSH 事業を知ってもらうよい機会となっている。
- ・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。このことにより、教職員は SSH 事業に関わっていなくとも、その活動内容の詳細を知ることができる。また、生徒及び教職員が通る玄関に、今年度デジタルサイネージを導入し、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、SSH 事業に携わっていなくとも、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し、SSH 事業への理解を深めた。
- ・化学室、生物室、実験室の前に、12 月に行われた東京都 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、教員にも SSH 事業が身近なものに感じられるようにした。
- ・高校 2 年生の SSH 成果発表会を全学的な行事扱いとし、全教職員が取り組むことで、生徒の研究活動を全教員が見られるようにした。また、高校 2 年生の SSH 成果発表会の前日には、中学生の探究活動やその他の活動の発表の場も設け、SSH 成果発表会と合わせて教職員全体が分担して運営に当たることで、全学的に当事者意識をもって取り組むようにした。
- ・高大連携をしている京都大学、電気通信大学、東京電機大学、工学院大学に協力してもらい、SSH 事業の中で多数の講座を開くことで、教員に SSH に取り組む前と後で外部との連携の機会の多さを実感してもらい、SSH 事業によって生徒にとってより良い教育につながっていることを認識してもらった。

研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

(1) 問題点・今後の課題とその改善策

・科学探究基礎Ⅰおよび科学探究Ⅱ

【問題点①】特に、探究活動初期の段階において、各時間に教員がどこまで生徒の探究活動に関わればよいのかが不透明であり、生徒対応が教員によって異なる事態が生まれた。昨年度は、探究活動自体が、3 学期の課外の時間に行われていたため、理科や数学の教員が集中的に取り組んだためこの問題は発生しなかったが、今年度より、授業時間の中での探究活動が初めてであったために生じた問題である。

【改善策】教員に対する探究活動の手引き等を作成し、教員が同じ方向を向いて指導できるようにしていく。さらに、文部科学省訪問の際にご助言いただいたことを参考に、SSH 推進委員会が中心となり、生徒に対して SSH 活動のこれまでの経験を基に探究活動に対する研究倫理規定を作成し、教員も共有することで、生徒の活動がどのようにして進められていくのか、年間を通して見通しがよくなるようにする。

【問題点②】探究活動の効果検証のアンケート結果において、自己肯定感、PDCA サイクルなどの項目に対する肯定的回答が高校 1 年生より高校 2 年生の方が下回ってしまった。この結果から、高校 2 年生の探究活動の流れを再検討する必要があると急務である。

【改善策】この 2 学年の違いは、大きくグループ探究と個人探究である。仮説として、「高校 1 年生はグループ探究であり、自分で考えることが行き詰っていても、グループ内で別の誰かがその問題を解消する、あるいは解消するためのきっかけを発言すること等もでき、活動自体が停滞せずできていることで、自己肯定感、PDCA サイクルの回答が高いのではないかと考えられる。そこで、来年度は、高校 2 年生の探究活動において、個人探究で探究活動を進めていくこと自体は変えないが、例えば継続テーマで取り組みたい生徒達については、個人のリサーチクエスション (RQ) は異なるものにして、グループ探究と同様の流れでできる生徒を、面談を行い、実施可能かどうか、個人探究としてもやっていけるかどうか等を教員が吟味して部分的なグループ探究を認めていく生徒も作り、比較検討を行う。上記の点も含めて、現在、SSH 推進委員会の方で、来年度の高校 2 年生の流れの再検討を行っている。その流れで、高校 3 年で探究活動を続けたい生徒の支援の方法も検討中。

【問題点③】科学探究Ⅱの RQ 設定に時間がかかりすぎてしまった。

【改善策】今年度は、高校 1 年生の成果発表会が 2 月上旬で終わるため、その後、3 学期中に次年度に取り組む個人探究の RQ を考える時間にしている。今年度の 5 月に高校 2 年生対象のミニ講義を開き一定の効果はあったため、高校 1 年生は 2 月に規模は小さいが同様のミニ講義を実施して、4 月から探究活動を実施できるようにする。また、今年度取り組んだ内容を継続的に行うなども奨励して、RQ を立てられやすいように指導を行う。

【問題点④】高校 2 年生は、3 学期にこれまでの探究活動を文章にまとめる時間をとる予定であったが、RQ 設定が遅かったため、まとめの時間をとれなかった。

【改善策】来年度の高校 2 年生の成果発表会は 1 月末に実施し、その後、活動内容をまとめる時間をとれるようにした。

【問題点⑤】水曜日の午後に探究活動の授業時間を設定したため、TA がほとんど参加できなかった。また、高校 1 年生と 2 年生が同じ時間で探究活動をするため、実験室の確保が難しかった。

【改善策】来年度の探究活動の授業時間は、高校 1 年生が水曜日、高校 2 年生が土曜日と曜日を分けることで、実験室関係の場所の問題は解消する。また、TA についても土曜日の高校 2 年生の探究活動を中心に指導を依頼する。

【問題点⑥】成果発表会当日に、教員がループリック評価に取り組めなかった。

【改善策】発表会当日に、すべてグループのポスター発表に対してループリック評価を行うことは、

時間的に難しい。そこで、成果発表会の後、生徒のポスターを見ながらループリック評価を行う。(今年度、高校1年より実施)

【問題点⑦】リサーチクエストを途中で変更した生徒の状況が把握できていない。

【改善策】ICTに関して、基盤が昨年度と比べてかなり状況がよくなったため(生徒が校内でWifiを使えるようにした)、データでやり取りし、教員の負担を減らしながら扱えるようにする。

・課題探究授業・教科融合授業

【問題点⑧】探究的内容に関する教員の認識が共通なものでなかった。(これは、文部科学省訪問の際にご指摘いただいたことであるが、普通の実験の授業などが探究活動になっているのではないかとということで、より発展的や深みのある授業となっていないものがあつた。)また、授業時間の関係(特に2019年度は祝日等で授業日数が削られていた)で、平素の授業内容を消化することに時間をとられて、探究的な授業展開をすることが難しかった。

【改善策】来年度は、理科・数学の担当者に、授業時間との兼ね合いも考えてもらい、年度初めに計画を作成してもらう。また、深めるための探究的な授業に向けては、教科・科目の他の教員とも相談して計画を立ててもらう。

【問題点⑨】教科融合授業が少ない。

【改善策】同じテーマのことであっても、教科ごとに扱うタイミングが異なるため、ちょうど一致した内容となるものが少ないことが原因であると感じている。しかし、現在、授業検討チームにおいて、教員からヒアリング調査を行い、実施可能なマッチングを模索して、一つでも多く、授業の実施に向けて検討を重ねていく。

・モノづくりプロジェクトなど

【問題点⑩】今年のモノづくりプロジェクトの生徒へのリリースが、かなり遅くなってしまった。結果として、参加者が少ない状況を生み出してしまった。

【改善策】今年度は、最初に企画していた計画が大学の先生と協議を進める中で、実施することが難しいということになり、6月から急遽新しい案を考案しなければならない状態になってしまったことが、遅くなってしまった最大の理由である。次年度に向けては、4月から大学の先生と協議ができるように計画を早めに立てていく予定である。

【問題点⑪】参加生徒の男女での特性の違いの検証ができていない。

【改善策】来年度に向けて、アンケートを作成中である。例年、コンテスト当日には、会の運営が忙しく、アンケートに手が回らない状況であるので、来年度の1学期にはアンケートの作成を終える。

(2) 成果の普及

・今年度より、学校HPをリニューアルし、SSHに関わる探究活動をほぼ毎週更新し、広く世間に対してSSH事業を広めた。

・本校の文化祭において、一教室を利用して、SSH事業の紹介を展示し、本校生徒・保護者だけでなく、受験生やその他の外来者に対して、SSHの取り組みがこれからの教育に必要な取り組みであることを伝えた。

・モノづくりプロジェクトは、本校で事前準備の費用などを負担し、近隣周囲の学校に対しても、SSH事業の一環として行われるこの取り組みに参加してもらうことで、科学の奥深さや面白さを知ってもらい、科学技術人材の育成に向けて貢献した。

・モノづくりプロジェクトで成果を出した生徒が、日本STEM教育学会で実演・ポスター発表し、STEM教育の発展に貢献した。

・OECD教育局長であるアンドレアス・シュライヒャーに対して、SSHの探究活動をポスター発表して、本校のサイエンス教育の成果を発表した。

4 関係資料

豊島岡女子学園高等学校 令和元年度（2019 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							6
	数学A	2	2						
	数学B	2		2	2			2	3
	計		6	6	6			5	9
理科	物理基礎	2	2						物理
	物理	4			(4)				生物
	化学基礎	2	2	(2)					4
	化学	4			4				3
	生物基礎	2	2					2	
	生物	4			(4)				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
	英語表現Ⅰ	2		2	2	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 学習	総合的な探究		1	1	1	1		1	1
	科学探究基礎Ⅰ		1						
	科学探究Ⅱ				1				
	総合探究Ⅱ			1					
小計			34	34	34	34		34	34
特別活動			3	1	1	1		1	1
合計			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

科目名 はSSH研究開発に係る科目および総合的な時間 ※は学校設定科目

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, 工学, 数学・情報, 物理)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(32 件)

香りと心拍数の関係
金属の量や種類の変化, 混合によってろうそくの炎の色を自在に変えることはできるのか?
線香花火の青緑色を作る
ペットボトルの保温ラベルを作ろう!
熱し方とメイラード反応の関係
金属の消臭効果
水性絵の具作り～コンビニ商品から絵の具を作る～
ゴボウに含まれるクロロゲン酸からできる緑色色素は染料にできるか
冷え性に効果のある入浴剤は作れるか?
身近なものでかびを防ぐ
肉を柔らかくする調味液とは?
髪に優しいカラー剤を作る
強度の高い糊をつくる
ドライシャンプーをつくろう
絶対に落ちない汚れは作れるか
透明水彩絵の具の劣化を防ぐ
ブラックライトの災害時への利用を考える
酸性雨に耐えられる土壌を作ろう
酸性雨が植物にもたらす影響を調べ土壌との関係を考える
果汁が電解液に及ぼす影響
食品のみを用いてオリジナルの殺菌剤は作れるのか
煙の広がりを抑えるには
媒染剤によって染色の違いはあるのか, またそれに特徴はあるのか
良い成分が入っているシャンプーは本当に良いのか?
アントシアニンから日焼け止めは作れるのか?
お茶の消泡剤として効果的なものは何か
粉の落ちないチョークを作る
簡単に軟水器は作れるのか
食べれるシャボン玉を作る
万能インク消しを作ろう
泡を楽しむ飲み物
追加することでよりホットケーキを膨らませることのできる材料は何か?

分野：生物(18 件)

調味料に白飯への抗菌効果はあるのか
花の染色には何が影響するのか
自然農薬を作る
見た目の色によって感じる味は変わるのか
生ゴミのにおいを消すにはどうすればよいか
植物を育てる上で最適な養分の割合は何か?
花はどうやって脱色されるか
調理後に固くなってしまった肉を, 再び柔らかくすることは可能か
ハチノスツブリガの幼虫は環境問題の解決に役立つのか
人の集中力と音との関係は?
3 秒ルールは本当に存在するのか
プラナリアは切っても覚えたまま?
自分の髪の状態を理解し, 自分に合ったケア方法は誰でも見つけられるのか
野菜の粉末はクレヨンの顔料として代用できるだろうか
味覚と心拍数は関係あるのか
蜘蛛の巣は何に応用できるか
薬品や器具の揃えられない地域で如何に菌の増殖を防止するか
植物の生長に適した音は何か

分野：地学(3 件)

地形によって津波による被害の差はあるのか
どのような建築基盤の建造物が地震に強いのか
液状化に強い堤防を作ろう

分野：工学(3 件)

エスカレーターの流れ計数と混雑度との関係
日本の地震に耐えられる、現存する構造の中で最も優れたものを越える構造を考えよう
潜水艦が水中で安定して移動するために最適な形は何か

分野：数学・情報(7 件)

凸多角形における空洞美術館定理の確立
食堂の混雑緩和について
人狼ゲームにおける勝率とは
ホール要因について考えられること
マンカラに必勝法はあるのか
女子高生に好かれるイケメンの顔の比はどのようになっているか
可視化で実感環境問題

分野：物理(20 件)

より少ない材料で耐久性の高い橋を作るには
衝撃に強い構造を探す
ドミノの配置によって、大きな力を生み出すにはどうすればよいか
次世代型扇風機のファンの形は？
スカートの長さや捲れやすさの関係について調べる
ビル風を軽減する最適な方法とは
効率の良いソーラークッカーをつくる
ダイラタンシーと温度の関係
ラジコンに応用することによって持ち上げる重さが違うのかどうかを調べる
エアコンの空気の流れを調べる
ドラえもんの手にふさわしい素材は何だ！
災害用音響式信号機の仕組みを考える
どのようなプロペラがより安定するか
本のページのような薄い紙で、人が乗っても壊れないくらい丈夫なものを作ることは可能なのか
教室における最も効率の良い自然換気方法を考える
ハチの巣の構造は動物のケージ及びフェンスやレンガの建物に応用できるのか？
一番滑りやすい果物の皮は？
身近な傘から最良の傘を考える
電磁誘導を利用した踏む発電の発電効率をあげるには
物理的技術を使って社会的問題であるフードロスを視覚的に伝えることはできるか

【高校 2 年 「科学探究Ⅱ」】

分野：化学(55 件+文系 1 名●)

糖度と温度の関係	デンプンをアミロースとアミロペクチンに分離する
繊維の色落ちに NaCl を用いることで持続的に減らすことができるのか	洗剤の濃度と汚れの落ちやすさに相対関係はあるのか
高吸水性ポリマーの硫酸銅の吸着作用について	コーヒーに含まれる還元性を示す物質について
食べられるシャボン玉	金の収集率を上げるには
加熱によるビタミン C 量の変化	香りと色との関係
薬の成分の検証	紫外線を防ぐには ～日焼け止めについて～
感熱紙の色の变化	保湿能力の高い化粧品含有成分
過酸化水素の反応速度と温度の関係	濡れた紙を乾かす方法
ミルククラウンと液体の粘性	フルボ酸の抗酸化作用について
入浴剤の溶ける速度	液体墨と固体墨の違いはあるか
人工イクラの強度	吸水性ポリマーの性能比較
油を溶かしやすい飲み物を調べる	新たな白金錯体の合成と圧力分布測定への応用
泥水をきれいな水に変えよう	コーンスープを上手に溶かす
身近な液体でレンズは作れるか	伸びにくい麺類を開発しよう！！
どの種類のセッケンが最も洗浄力があるか	ロッシェル塩の濃度の違いによる音の変化
硬水中でセッケンの洗浄力を上げる	汚れの種類とそれに対する効果的な洗浄方法
チョークを用いた銅イオンの吸着	油性ペンのインクを消す最適な方法
振ってしまった炭酸は転がしたり叩くことによって噴出量に変化があるのか	食べてしまっても害を及ぼさない(トルエンやホルムアルデヒドを含まない)接着力の強い接着剤をつくる
メレンゲの離液率	紫外線カット率
炎色反応の実験の見せ方	繰り返し使える化学反応エコカイロをつくる
ダイヤモンドの生成と条件ごとの結晶構造のちがいに ついて	アボカドの黒い斑点を外見から見分ける方法はあるの か
ビスマス結晶の色をコントロールするには？	洗濯で落ちる墨液と落ちない墨液の違いを調べる
活性炭はどんな匂いも吸収するのか？	塩分を引き立てる調味料（塩分以外）はないのか？
吸熱反応を利用したデオドラントスプレー	鉄の触媒としての能力の応用
炭酸水の効能について、水と二酸化炭素に分けても同様の 効果を発揮するのか	皆が好む匂いと好む匂い、または好まない匂いと好ま ない匂いなど、様々な匂いを混ぜ合わせるとどうなる のか
緩衝液について	紫外線とその予防について
マイクロプラスチックが世界に与える影響を考える	果物による保湿効果
おいしい水の定義	●良い日焼け止めの見分け方

分野：数学(26 件+文系 1 名●)

埼玉協同病院無料送迎バスの経路の最適化	加減 10 パズルから見出す法則
競技かるたの団体戦において、勝利するための確率につ いて考える	豊島岡における避難にかかる時間はどれだけ短縮でき るのか
町田の観光都市計画と経済効果	図形の性質の利用の仕方を考える
偏差値 100 取るにはどれくらい取ればいいのか？	遠近法によって数学的に美しい絵を描く
折り紙で高次方程式は解けるのか？	インド式計算の改良
$y=1-(1-1/10^x)^{10^x}$ のグラフについて考える	豊島岡の学校見学の渋滞緩和
極限をグラフや図形で表せないか。	スライドパズルの最短手数
下駄箱をどのように割り振れば混雑を最も少なくでき るのか	プロ野球の試合において、移動距離と勝率は関係があ るのか
校章はなぜ美しいのか	文章から個人を特定する
連続なのに微分不可能な関数	4×4 の数独の最小ヒント数問題
ドクターヘリの有効活用	国民的アイドルの顔を数学的に分析する
世田谷区の待機児童問題を解決するには	スマホのホーム画面におけるアプリ配置の最適化
面積を求める方	●フィギュアスケートの公平な採点法
数列と音階について	

分野：物理(64 件+文系 2 名●)

どれだけ高い建物を建てられるのか	波の低減率が高い防波堤とは
チアリーディングのリフトの物理	傾きの限界
強い橋を作る	紙飛行機を遠くまで飛ばす
より速いガウスの加速器を作るには	23%濃度のゼラチンの性能
「押しと同じ空気を吸う」という表現は適切か？	筒の落下
アルプスの少女ハイジのオープニングに出てくるブランコの実現可能性を調べる。	バイオリンにおいて弓速と音量にどのような関係があるか
水中での魚の周りの圧力の違い	首都高速道路のカーブの改善
振り子の糸に適した材質は何か	周波数を決定づける因子には何があるのか。
電動歯ブラシと一般的な歯ブラシではどちらが汚れを落としやすいのか	半車輪を物理モデルで表したとき腰を曲げるベストなタイミングはいつか？
身近なもので作れる効果的な防音材	砂の安息角と土台の関係
最も良いヴァイオリンの弓への力のかけ方とは	ペットボトル振動子の単純モデルを用いた解析
転がる物体と速度	メガホンでよりよく音を伝えるには
物体表面の傷と与える水滴への影響	身近な物で遮音性を高めることは出来るのか
弱い力でファスナーを動かすには？	ピン接合で強い橋を作るためには
Tom-Tom の中央を叩いた時と端を叩いた時では音量、音質が違うのは何故か、またなにがどれほど違うのか	避難所での着替え時にプライバシーを守る道具はどんなものか
胴体と翼との隙間と与えるラジコン bird の飛行力への影響	ダイラタント流体の衝撃吸収材としての能力
和音を作るクラドニ図形	競技かるたの決まり字までの音に差はあるのか
ミルククラウンの解析	磁石と鉄球の衝突による力学的エネルギーの変化
ニュートンビーズの噴水現象分析	食物廃棄物を使って実用的な紙を作ることは出来るか
空気中の物質と空の色について	鏡による明るさの違い
羽生結弦選手が 4 回転アクセルを飛ぶには	電磁波のない状態で植物を育て違いを観察する
揺れに強い立ち方とは	人に影響を及ぼす音
バレーボールのサーブの成功率を上げるには	雑音の中から特定の人の声をみつける
静電気でごみの分別はできるか	圧電素子で効率の良い発電床を作る
パン接合と箸の強度の関係性	ダイラタンシー現象の緩衝材としての能力の検証
水と音階の関係	次のはやぶさ探査計画を考える。
街の明るさと見える星の明るさの関係性	滑落角に及ぼす液体と素材の影響
池袋における喫煙所の改善	防災頭巾は本当に身を守るのか
バントの成功率を上げるには	反発係数が何によって変化するのか調べる
糸電話の音の伝わり方	クラドニ図形に影響を与えるものについて
トラッキング現象の発生メカニズムについて	階段上のドミノと倒れる速さの法則性
条件操作による宇宙の変化	●エッグドロップから考える力の分散
シャンジュマンにおける足の使い方と衝撃の相関	●教室内の温度を均一に保つには

分野：工学(15 件+文系 3 名●)

自動運転システムに伴う HMI(Human Machine Interface)の最適化	自動水やり機の作成
厚紙ブリッジを製作して橋の強度を試そう	動くゴミ箱をつくる
衝撃を最小限にするための輸送方法	小型滑空機が長く飛ぶ主翼の条件
色んな形のハンドソープのノズルを作るには	災害用ロボットをつくる
ベイエリアの自転車シェアリングスポットの再配置	卵の割り方
デジタル回路で早押しボタンを作る	衝撃を吸収するために最適なタイヤの厚みは？
衝撃の吸収に最適な条件	●電車でなぜ眠くなるのか？(電車の揺れと眠りの関係)
衝撃を和らげる機構	●強度な橋を作る
階段掃除ロボットにおける移動方法	●火災時における豊島岡の避難経路

分野：理学(3 件)

女子中高器械体操部員を被験者としたジャンプの高さと筋肉の硬さとの関係	災害時のシュミレーション～水道水・トイレのないくらし～
スパゲッティ一人前の計量を包装袋のみで解決する	

分野：生物(57 件+文系 2 名●)

納豆のネバネバを粉にする	りんごの酸化を防ぐには何が最も効果的か
豆苗スプラウトの再生栽培における再収穫回数の向上は可能か	人の身体に存在している常在菌の数や種類は、家族間でどれほど差があるのか。
視覚が味覚に与える影響	乳酸菌の働き
指先の運動はどれだけ脳を活性化させるのか	血糖値と睡眠効率に関係はあるか？
音楽が自律神経に及ぼす影響について	土を使わない植物栽培
お茶の抗菌作用を調べる	赤色の似合う色
唾液によるストレス評価	「香り」による虫除け効果
豆苗の道管観察によって植物の吸水システムを調べる	より前屈できる言葉を調べる
錯覚の日常生活での活用法	プラナリアを通して見る幹細胞
人間の発汗作用と疲れと血圧の相関関係について	睡眠までの時間と記憶の関係
虫のストレス耐性 寿命から探る	イヌネコの草の栄養分の有無について
ミドリムシが乳酸菌にもたらす影響	素材別にみるダニの量
ダンゴムシの習性を利用した人間との共生方法	ヒトの微弱な準静電界について
最高の手作り甘酒を作る	えひめ AI-2 による水質浄化のはたらきについて
ガボールパッチでの視力回復についての考察	でんぷんからつくる糊の強度
シャペロンによる熱ショック応答を数値化する	効率的に痩せる！チアシードの秘密
集中力を高める食べ物	夜間照明によるほうれん草への光害を解決する！
手洗いの必要性	効率の良い手洗い方法とその時間
手のひらの細菌の培養	飼い猫は薄明薄暮性なのか
プラナリアの再生能力	剣道における筋肉の使い方
プラナリアの記憶	カメの学習能力について 2
細胞性粘菌の分化比率調節	清潔な手の乾かし方はなにか。
味噌作りを通じた腐敗と発酵の違いについての研究	冷凍焼けの防止
サボテンを枯死させない育成法と原形質流動・分離及び復帰の関係性	塗った後ベタつきのないハンドクリームとそうでないものの効果の違い
ブルースト効果は青年期の意味的記憶についても有効か	身近なものを使ってピートモスの代わりになるものを作る
バナナにおける糖度とシュガースポットの出現の関係	粉の中のダニを見つけるには
発酵食品	カビの成長について
うま味呈味物質の相乗効果	●日本に公衆ゴミ箱が少ない理由と問題点
シャープペンシルと環境問題	●遺伝子産業の是非
みかんの甘さは何によって決まるのか	

分野：情報(23 件+文系 5 名●)

音楽と集中力の関係性	信号機の仕組みについて
川崎市における開設不要型応急給水拠点の設置順序の最適化	トロッコ問題において、一貫性のある解答は模範解答なのか
東武伊勢崎線の停車駅決定による混雑の緩和	視聴率の正確性
救急車の出動時間を短縮するためには救急車をどのように配置すればよいか	ホームページの作り方を分かりやすく説明するサイトをつくる
機械化による効率化	アイドル市場の拡大とその背景にある社会学
算数だけで最適なシフトは作れるか	株の儲け方を調べよう
カラオケ店から見るその土地の特徴	童顔の判断基準は何か
スマートフォンが生活に及ぼす影響について	声認証で認証されづらい言葉と声の特徴はあるのか
より良いサイトを作るためには	n・bunaさんを科学する
情報教育の未来	●炎上する人とさせる人の心理
満足度を数値化する	●第 1 回 Japan Musical Awards
足音と姿勢の関係	●人はどのような CM に興味を持つのか
ドミナントカラー抽出プログラムにおいて k 平均法のクラスター数を変化させたとき抽出された色と実際の画像で用いられている色の比較	●自衛隊・警察・消防の各組織によってどのような差があるのか。災害派遣に関して改善すべき問題点はあるのか。
クロスモーダル現象を用いた VR の研究	●メイクと第一印象の関係

※高校 2 年「総合探究Ⅱ」(文系)でも、サイエンスをテーマに探究活動をしてよいことにしているため、本人申請であるが、サイエンスの分野を選択しているものも●で掲載

文部科学省訪問の記録

【日時】1月15日(水) 15:30～16:30 【場所】豊島岡女子学園応接室・各実験室・一般教室

【参加者】文部科学省 赤堀 侃司 SSH 企画評価会議協力者

菊池 正仁 SSH 企画評価会議協力者

富岡 康夫 SSH 企画評価会議協力者

遠山 一郎 文部科学省初等中等教育局教育課程課教科調査官

名子 学 文部科学省初等中等教育局教育課程課課長補佐

赤石 定治 JST 主任調査員

学校出席者 望月博元理事長, 竹鼻志乃校長, 根岸靖教諭, 豊田進教諭, 當麻一良教諭
十九浦理孝教諭, 阿由葉ゆみこ事務職員(記録係)

【次第】13:00 挨拶・概要説明 13:10 「科学探究Ⅱ」「科学探究基礎Ⅰ」視察 14:35 協議

【内容】協議内容を掲載(敬称略)

菊池: 2年生は個人探究で, 1年生の時のテーマを続けている生徒はいるか。

根岸: 少ない。テーマを継続しないのはもったいないと思ったので来年度に向けて検討中。

菊池: 指導体制はどうなっているか。また, 1年生と2年生を指導する先生は同じなのか。

根岸: 実験室は, 1, 2年混合で同じ理科教員が担当。それ以外の教室は基本的に学年の教員が担当。

菊池: 理科の先生も入っているのか。

根岸: 理科の教員は入っている。

菊池: 生徒が自分で考えたけれど, 難しいテーマの場合, どのように指導するのか。

根岸: 生徒にプレゼンをさせ, 必要に応じて指導はしている。

富岡: 全面的に良いと思ったが, テーマ設定をどうしているのか。

根岸: 我々もテーマ設定が一番大変と他の学校から聞いていて, 生徒にもその部分のポイントを伝えて
いる。実際には, 書き直したりしているチームもある。

菊池: テーマ設定に当たって1年生は話し合うと思うが, 2年生のテーマは個人で難しいと思う。
学校側からの仕掛けは何かあるか。

根岸: 今年は5月に2回, ミニ講義をして意識を高めたり, 興味を広げたりするようにしている。

菊池: 自分の興味を深めてしっかりとテーマを考えて取り組んでいるのはすごいと感じた。そのあたりの
指導は特別にしているか?

根岸: 高校2年生には, (マンダラート等)書かせることで自分の興味を知るようなことをさせている。

赤堀: とても感心した。生徒が皆, 自分のテーマでやっている。例えば, 物理系で素朴なものがあり,
身近な事に興味をもって実証してみると仮説通りにはならないだろうがそれもまたいい。また,
橋の構造をテーマにしていた生徒のノートを見たら内容が素晴らしかった。聞いたら, 文系の生徒
であった。√とか数値があり, 現実と数値の対比は美しく, その美しさに惹かれるといっていた。
探究の一端を確実につかんでいると思った。色々な面でワクワクしているから, 質問をするといく
らでも話してくれた。そういう興味の部分を伸ばしてほしい。手で測定している生徒やPCオシロス
コープを使って測定している生徒がいた。先端の技術と手作業の両方ができ, うまくインテグレー
ションしている。

富岡: 素晴らしい生徒で感心しました。白衣, 防護メガネもきちんとしていた。自分の専門が薬品関係の
研究なので, 関係のある探究の生徒に話したら, 興味を持って聞いてくれた。全体的に研究のパタ
ーンはすでにできていると思う。今後は, 研究倫理規定・モラルを作って研究のかじ取りとしてほ
しい。その際に気を付けてほしいのは, 『～してはいけない』と制限をつけるのではなく応援をす
るものにしてほしい。他の学校でも作っているところもある。

菊池: 生徒が研究内容を嬉しそうにしっかりと話してくれた。研究としてはある程度できていると思う。
今後は主観ではなく, 客観的なデータをどう取るか? 研究には, 知識が必要とされているが,

生徒は探究から知識と概念を獲得している。今日は良い授業を見せてもらった。

富岡：進学校なので難しいと思うが、3年生になって続けたい、やりたいという子が出てくると思う。その時にチャンスを与えられないか。

根岸：そのような生徒が活動でような仕組み現在考えているところである。

菊池：化学や生物には女性参加者が多いが、物理オリンピックは少ない。この学校の生徒なら頑張れると思うので、ぜひ物理にもチャレンジをしてほしい。

赤堀：理系が60%以上と聞いたがすごいと思う。SSHとは関係はないが、文理の卒業後に違いはあるか。追跡したことはないかもしれないが、理系と文系の将来に違いは見られるか。

校長：追跡をしたことはないのかわからないが、特に偏りや違いがあるという印象はない。

遠山：科学探究Ⅱ・総合探究Ⅱを今年初めてやっての課題は何か。

根岸：高2は1学期に修学旅行があり、テーマ設定が予定より延びてしまったことが反省点。来年度は、4月にはスタートしたい。高1の発表会が終わったら高2で取り組むテーマを考えさせる予定である。また、継続テーマを推奨する予定。

菊池：今年のモノづくりプロジェクトは、昨年度と同じくらいの人数は参加したか。

十九浦：今年は衝撃を吸収する車をテーマにした。当初は気球の予定であったが、ヘリウムガスの手配などの関係からテーマ変更をしたため、告知が例年よりも2か月ほど遅れてしまい希望者数が減った。反省を含め、来年度は早い時期にテーマを確定する予定である。

菊池：理数授業における課題研究授業はどうなっているか。

十九浦：多くはなく全クラスはできていない。今後の課題である。

菊池：計画書を見て化学と生物の実験が従来の(授業の)実験との差がわかりにくい。教科間の連携はどうなっているか。

根岸：それぞれの教科の進度と合わせる必要があり、今のところ教科の融合は難しい。

十九浦：2学期に物理と数学の融合に取り組んだ。

遠山：3年目の物理応用とか科学英語はどういう形になるか。

根岸：今、各教科で検討中。

遠山：評価について聞きたい。通知表には使っているか。

根岸：まだ使っていない。

富岡：レベルが高いことを生徒が考えたとき、専門家の力を借りることもあるが、高校の先生の負担が大きくなる。質を上げるということは、専門家から教えてもらうということだけではなく、生徒自身が悩んでそこから生まれてくるとも質の高さになる。RQを考えさせること、次の問題として質の問題が出てくる。高校らしい質の高さ。周りの先生や保護者の力を借りることもできる。部活動は質が上がるし結果は出るかもしれないが本来とは違うように思う。SSHの活動は成果主義ではなく、この3年間の探究のプロセスが生徒自身の心に残らなければ虚しいのではないかと思う。

根岸：本日はありがとうございました。

運営指導委員会の記録

(1) 2018 年度 豊島岡女子学園 第 2 回 SSH 運営指導委員会

【日時】3 月 18 日 (土) 15:30~16:30 【場所】豊島岡女子学園応接室

【参加者】委員：狩野光伸氏、秋田喜代美氏、小村俊平氏、加藤理啓氏、本田雅久氏、高木里奈氏

学校側出席者：望月博元理事長、竹鼻志乃校長、根岸靖教諭、豊田進教諭、

十九浦理孝教諭、阿由葉ゆみこ事務職員(記録係)

【質疑内容】

- ・高校 1 年成果発表会の後、運営指導委員会を開催。各委員とも生徒の発表を見ていただいた。
- 秋田：今日の発表は、短い時間で作り上げたことがすごい。不評の数学の口頭発表をした生徒について、数学の生徒たちは発表を失敗と思っているが、私は数学の発表に熱さを感じた。会場の雰囲気を見ると聞き手のマナーというか聞き方の指導も必要だと思う。
- 竹鼻：先ほど秋田先生の「数学の発表に熱さを感じた」という言葉にはっとした。今回、教員が忙しく、口頭発表の指導が十分できていなかったことが反省である。教員の事前指導が必要だったと思う。
- 十九浦：確かに「聞き手の指導」が抜けていた。このお話がなければ、発表者の発表方法の指導に入ってしまったと思う。
- 本田：うまくいかなかった経験を、フィードバックをする場を設けてほしい。
- 狩野：あの状態で出したのは失敗と(教員や大人は)思うかもしれないが、あの経験はよかったのではないかと感じる。
- 加藤：数学のチームの彼女は会場がざわざわしていたことを気付いて、スライドを早く回した雰囲気を感じた。緊張する場で冷静だった。発表の場を選びその雰囲気にきちんとリアクションしたことが光り輝いて見えたのでその部分を大切にしてほしい。
- 秋田：教員が先回りをしてしまうと、生徒が乗り越えようとする機会を逸してしまう可能性がある。上手なプレゼンはトレーニングをすれば誰でもできるが、内容のオリジナリティーの方が大切。プレゼンのうまさよりも内容や探究を深めることが大切。
- 秋田：私は、大学から研究を始めた。自分の時にこれだけ出来たか？というとな難しいと思う。ただ、話題に上がっている数学の生徒たちに対しては、口頭発表の目的は、誰を対象にするのかを明確にしてあげるべきであったと感じる。学会では、同じテーマでも相手によって発表の仕方を変える。物理学の全体会では物理に興味があることを話すのが分科会ではもう少し細かなことを話す。同じテーマでも対象によって伝え方を変える必要があることを大学で学んだ。口頭発表が誰に向けて何のためにやるのかをいう最初の指導をしてあげるとみんなが幸せな時間を過ごせるのではないのでしょうか。発表の仕方だけではなく、発表の目的を伝える事が必要です。
- 秋田：司会が場を読むということも指導してあげることも良いと思う。
- 秋田：TA は大学生ですか、卒業生ですか？ISN でも言っているが、専門家に聞くのではなく大学生や卒業生を使うことは高大接続にもつながるので、うまくコラボレーションできると良い。院生や大学生にとっても TA をすることは良い経験になる。東京大学では近くの高校生が来て研究の相談をする時間を設けているがそれが大学生にとって良い刺激になっている。
- 十九浦：TA は大学生と大学院生です。すべて、本校の卒業生です。将来的に卒業生の TA グループを作りたいと考えています。生徒にロールモデルとして「こんな風になりたい」と思えるような先輩を見せたい。同時に大学生も育てていくための機会が TA 制度であると考えています。
- 狩野：リサーチクエストンについて気になる。リサーチクエストンがポスター発表のタイトルになってしまい何を見てあげていいかわからなかった。
- 根岸：教員の指導不足です。今後、検討していきます。

（２）2019 年度 豊島岡女子学園 第 1 回 SSH 運営指導委員会

【日時】10 月 11 日（金） 15:30～16:30 【場所】豊島岡女子学園応接室

【参加者】委員：狩野光伸氏、小村俊平氏、加藤理啓氏、本田雅久氏、高木里奈氏

学校側出席者：望月博元理事長、竹鼻志乃校長、根岸靖教諭、豊田進教諭、

十九浦理孝教諭、阿由葉ゆみこ事務職員(記録係)

【質疑内容】・今年度の取り組みを、資料を用いて説明。

小 村：外部で発表をする機会が増えているのは良いことだが、誰が発表するかはどのように決まるのか。

十九浦：今年度はいろいろな生徒にチャンスを与えたいと考えているので、できるだけ同じ生徒にならないように心がけている。昨年度は特定の生徒しかいないという状態だったので、SSH の全国大会に出たチームの生徒が何回も発表をするような形になっていた。

加 藤：外部のコンテストや発表に出る生徒数が伸びたということだが、リストを見ると 1 年生に比べて 2 年生が多い。こういう子たちは昨年の SSH の取り組みによって科学というものにフォーカスして興味と内在する関心みたいなものが醸成されて完成するみたいな感じでしょうか。

十九浦：サイエンスに関してのベースが醸成されているかということに関しては、学外での講演「脳科学の最前線」が良い例かと思います。定員は 10 名未満だったが、希望者が 30 名を超える数になり、先方に伝えたとこ本校だけ特別に実施してもらうことができました。高校 2 年生が参加したニューロインテリジェンスも希望者が 64 名で定員が 30 名だったので抽選となった。今までであれば、希望者は定員に収まっていた。このようなことが今までとは変わったという感じはある。その意味で、昨年度の SSH 取り組みによって、内在するものの変化があったと感じている。さらに、「Mirai-Kai」が一つの象徴かと思うのですが、科学だけでなくいろいろな事に挑戦している生徒が学年を越えて、文系・理系という枠ではなくつながり始めている。このようなところにも、SSH の効果が現れていると思います。

根 岸：2 年目になりまして、新規に苦慮していることがあります。今年は、高校 2 年生は個人探究なのでテーマ数が在籍数となり 350 くらいのテーマがあるわけです。いま、学年の先生を中心に担当教員をつけていて、高校 2 年生は教員 1 名につき 30 名程度なので、それだけのテーマに対する担当教員の苦労は底知れないものがあります。また、物品申請も適宜受け付けているが、その数が個人探究なので、それぞれが申請をするため申請数が多くなっているということも悩みの一つです。

狩 野：こういうプログラムを続けるに当たり、教員側が努力をしないと続かないということがあるが、生徒さんにも続けていくことの努力と一緒に加わってもらうことができるのではないかと思います。

竹 鼻：今は、お互いの状況がわからず、人と自分のテーマについて話す機会ことが難しい状態であると思うので、生徒それぞれのテーマを見える化してみるとよいかもしれない。

高 木：また、道具もリスト化することで、実験器具のシェアも可能になると思う。

十九浦：物品のリスト化は、早速取り組みます。

小 村：個人探究は最終的に一人ずつのアウトプットを必要とするということでしたが、どうしてもテーマが作れない子はチームで取り組むということは認めないのですか？

根 岸：似たようなテーマだが、最終的なリサーチクエスチョンが異なっている生徒もいます。現在、校内の SSH 推進委員会でもそちらの方を検討しているところです。

本 田：実験が多くなってくると安全が気になります。安全面について考える上で、一番簡単な方法は、実験に取り組む人が集まって、「それが起きるのはなぜなのか」「それは事前につぶしておけないのか」という議論をして実験をするとよい。危険そうな実験があったらそういうのを何人かで話し合ってもらったほうがよい。また、科学的な考え方を学ぶわけですけど、それをもう別のテーマに応用したらどうなるかという時に初めてやったことがわかると思うので、他者のテーマを選び、自分で身に付けた考え方やロジックに基づいてやってみたときにどうなるかを経験させることもよいと思う。