2018

平成 29 年度指定
スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書
第 2 年次

平成 31 年 3 月

Meikei High School

Photos of International Survey Tour and Lecture in Thailand

Photo 1. Touring the Phu Wiang Dinosaur Museum.

Photo 2. Field excursion in the Phu Wiang National Park.

Photo 3. Measuring a strike of the bedding plane by using a clinometer at site No.9.

Photo 4. Modeling of the dinosaur footprints at site No.8.

Photo 5. Touring the Sirindhorn Museum.

Photo 6. Observing a dinosaur excavation site in Phu Kum Khao.

Photo 7. Observing the dinosaur bones at the dinosaur excavation site in Phu Noi.

Photo 8. Oral presentation at Khon Kaen University.

SS Geo Tour（屋久島研修）の写真

写真１　５月の事前研修(写真教室)

写真２　５月の事前研修(筑波山巡検)

写真３　西部林道班の研修(第２日目)

写真４　屋久島に関する講演(第２日目)

写真５　生物班の研修(第３日目)

写真６　生物班の研修(第４日目)

写真７　研修内容の発表会(第４日目)

写真８　春田浜でのシュノーケリング実習(第５日目)

巻頭言

『優れた研究者をつくるために中学・高校時代の教育をどうすべきか、という問いは愚問だと思っている。中学・高校時代は、音楽や美術、体育を含めた全教科をしっかり学び、幅広い知識を多く吸収することが大切である。「詰め込み教育」という批判も多く聞かれるが、中学・高校で基本的なことを学ぶのは当然であり、それは詰め込んでいるわけではない。

本来、学問は一体であり、明治の人は、サイエンスを「総合」科学と訳していた。京大で物理学者だった湯川秀樹は当時、文学部にもしばしば通い文学の先生と話していたという。科学の知識だけでなく、教養に基づく幅広い知識があってこそ創造力豊かな独自の研究ができ、ノーベル賞につながる新発見につながった。

科学技術分野の人材育成とされる SSH は、受験勉強に対する 1 つのアンチテーゼとして出てきたのではないかと思う。いわゆる受験で教科書や参考書を一生懸命暗記して大学に入っても、自ら考える力が乏しい。だから「考えさせる教育も必要では…」というのが発端だろう。その意味で SSH は悪くはないが、これがないと科学者が育たないというものではない。むしろ理数系以外の科目を勉強しないことのデメリットのほうがはるかに大きい。

中学・高校時代に基本的な全教科をしっかり勉強することができるようにするためには、大学受験を変えていかなければいけないだろう。1 点、2 点を競うような試験ではなく、受験生が全教科を満遍なく勉強し、思考力を身につけているかを問うような入試に変えていく必要がある。』（松本紘（理化学研究所理事長），中学・高校の科学技術教育，NIRA 総合研究開発機構，2015，http://www.nira.or.jp/outgoing/vision/entry/n150415_765.html）

本校 SSH 第 2 期 2 年目が終了しました。世界に提案できる探究力育成を目指したカリキュラムを開発するために、世界で高い評価を受けている高等学校段階カリキュラムである国際バカロレアディプロマプログラムを IBDP 指定校として実践しながらその特徴を分析しています。国際バカロレアの特にディプロマプログラムはフランスの大学進学資格であるバカロレア試験が元にあり、正解の無い問いに対して自分の考えを表現する「哲学」が重視されています。上掲松本紘氏の指摘に応え得る研究開発と提案ができるのではないかと期待しています。本校生徒全員が取り組む課題研究は、研究課題に理系文系芸術系体育系の枠は課していません。自然科学だけでなく社会科学、人文科学、スポーツ科学などすべての学問分野に及ぶ内容で構わない。その代わり、研究から得た知見と自らの考えを論理的で客観的な方法で他の人に伝え表現すること。この点を重視しています。今期にはこの課題研究から JSEC で科学技術振興機構賞を受賞する生徒も現れました。深みと広がり、『乞う、ご期待』です。

平成 31 年 3 月

校長　田代淳一

目 次

写真ページ
巻頭言

平成 30 年度スーパ―サイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約） …… 1
平成 30 年度スーパ―サイエンスハイスクール研究開発の成果と課題 …… 5
第 1 章　研究開発の課題 ……10
第 2 章　研究開発の経緯 ……13
第 3 章　研究開発の内容 ……16
　第 1 節　中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム ……16
　　中 1 国語　グラフ・資料の読み取り
　　中 1 地理　世界の農牧業
　　中 1 歴史　遣隋使の謎
　　中 1 数学　資料の整理とその活用
　　中 1 化学　火おこしマスターになろう
　　中 1 探究活動
　　中 2 国語　パズルを通して「論理的であること」を考える
　　中 2 地理　地図を使った地域調査
　　中 2 歴史　フランス革命は誰にとっての革命だったのか
　　中 2 数学　図形の相似
　　中 2 物理　現象に潜む論理を読み解く
　　中 2 地学　学校周辺の気温分布を等温線で表現し、その要因について考察する
　　中 2 探究活動
　　高 1 数学　微分法と積分法
　　高 1 化学　実験・演習を通して数値データの収集と解析を体験する
　　高 1　ミニ研、個人課題研究
　　高 2　個人課題研究
　第 2 節　ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム ……40
　　高 2　数学探究 I
　　高 2　物理探究 I
　　高 2　化学探究 I
　　高 2　生物探究 I
　第 3 節　深い思考につながるクロスカリキュラム ……48
　　高 1　プロパガンダ（情報、現代社会、世界史）、性と生（家庭、保健）の実践
　第 4 節　校外研修活動や講演会、科学オリンピックに関する取り組み ……50
　　校外研修活動
　　　International Survey Tour and Lecture（SSH タイ海外研修）
　　　Presentation with Overseas Fellowship（SSH 中国上海海外研修）
　　　SS Geo Tour（屋久島研修）
　　　科学系部活動の活動振興
　　科学オリンピックへの取り組み
　　フィールドワーク・実習
　　　中 2 筑波山巡検（地学・物理・地理分野）
　　　中 3 理科巡検
　　　高 1 筑波大学高大連携講演会
　　　足利大学見学会
　　　科学講演会（中 2・中 3・高 1）
　　　国際交流活動
　　　分子遺伝学実習
第 4 章　実施の効果とその評価 ……65
第 5 章　校内における SSH の組織的推進体制と教員研修 ……67
第 6 章　研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及 ……68
関係資料 ……70
　資料 1　教育課程表
　資料 2　SSH 運営指導委員会の記録
　資料 3　個人課題研究　理系テーマ一覧

別紙様式１－１

学校法人茗渓学園　茗渓学園中学校高等学校	指定第２期目	29～33

❶平成３０年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

①　研究開発課題

世界に提案できる、探究力育成を目指した茗渓学園式中高一貫カリキュラムの開発

②　研究開発の概要

Ⅰ．中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

（1）中学 1・2 年の各授業あるいは総合的な学習の時間において、探究スキルを高める活動を行う。

（2）高校 1 年で、探究スキルを高める取り組みを各授業で行うとともに、「ミニ研」としてテーマ探索から自らの研究をまとめて発表するまでの探究活動の一連のプロセスを経験する。

（3）高校 2 年で、学校設定科目「個人課題研究（2 単位）」を設置し、探究活動を行う。

Ⅱ．ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

高校 2 年次で学校設定科目「数学探究Ⅰ」「物理探究Ⅰ」「生物探究Ⅰ」「化学探究Ⅰ」を設置し、カリキュラム開発とその実践を行う。

Ⅲ．深い思考につながるクロスカリキュラム

高校 1 年生を対象に実施し、取り組みを評価する振り返りを行う。

Ⅳ．校外研修活動や特別講座、科学部系部活動の取り組み

タイ・上海への海外研修やフィールドワーク、講演会等を実施する。

③　平成３０年度実施規模

全校生徒を対象に実施する。

（1）探究力を高める授業は中学 1 年生 229 人、中学 2 年生 258 人、高校 1 年生 270 人を対象とする。

（2）課題研究（高 1「ミニ研」、高 2「個人課題研究」）は高校 1 年生 270 人、高校 2 年生 269 人を対象とする。

（3）クロスカリキュラムは高校 1 年生 270 人を対象とする。

（4）校外研修活動や特別講座は希望者を対象とする。取り組みによっては該当学年全員を対象とする。

④　研究開発内容

○研究計画

第 2 期 SSH の研究開発のテーマとして、「中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム」「ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム」「深い思考につながるクロスカリキュラム」の 3 つを柱として掲げている。各研究テーマについての研究計画を述べる。

Ⅰ．中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

第 1 年次

・中学 1 年で「問題発見力」「協働で取り組む力」に着目し、日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中でそれらの能力の向上を目指す。

・高校 1 年における「ミニ研」を実施し、成果と課題をまとめる。

・高校 2 年における「個人課題研究」を実施する。校内の全員発表会を経て、代表者は筑波大学にて開催される「個人課題研究発表会」で口頭発表またはポスター発表を行う。

・課題研究の指導に関する「教員研修会」を実施する。

第 2 年次（本年度）

・中学 1 年における授業実践を継続発展させた上で、中学 2 年で「論理的思考力」「表現力」に着目し、日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中でそれらの能力の育成を目指す。

・中学 3 年間で育成すべき能力を細分化し、教員間で共通の認識が持てるよう研修を実施する。

・高校 1 年における「ミニ研」、高校 2 年における「個人課題研究」の実践を継続発展させる。

第 3 年次

・中学 1・2 年における取り組みを継続発展させた上で、中学 3 年で「多面的に分析する力」に着目し、日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中でそれらの能力の育成を目指す。

・中学 3 年間の取り組みを評価・検証する。

・高校 1・2 年における課題研究の取り組みをさらに継続発展させる。

第 4 年次

・中学 3 年間における取り組み、高校 1・2 年における課題研究の取り組みをさらに継続発展させ、取り組みの評価・検証を行う。

・第 3 年次までの取り組みを総括し、計画の再構築を図る。

第 5 年次

・5 年間の総括を行い、新たな研究課題に対して研究を進める。

Ⅱ．ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

第 1 年次

・平成 30 年度に開講する「数学探究Ⅰ」「物理探究Ⅰ」「生物探究Ⅰ」「化学探究Ⅰ」に向け、教材の開発を行う。

第 2 年次（本年度）

・高校 2 年生を対象とした学校設定科目「数学探究Ⅰ（6 単位）」「物理探究Ⅰ（3 単位）」「化学探究Ⅰ（3 単位）」「生物探究Ⅰ（3 単位）」を開設する。双方向型・協働型の学習で、探究活動を重視した学習者中心の深い学びを目指し、効果的な高大接続を見据え、学習指導要領の枠に捉われないカリキュラムを開発する。

第 3 年次

・前年度の取り組みを踏まえ、高校 3 年生を対象とした学校設定科目「数学探究Ⅱ（4 単位）」「物理探究Ⅱ（4 単位）」「化学探究Ⅱ（4 単位）」「生物探究Ⅱ（4 単位）」を新たに開設する。

・高校 3 年生を対象に学校設定科目「数学課題研究（1 単位）」「物理課題研究（1 単位）」「化学課題研究（1 単位）」「生物課題研究（1 単位）」を開設し、高校 3 年で課題研究の実施を希望する生徒に対して支援を行う。

第 4 年次

・第 3 年次までの取り組みを総括し、計画の再構築を図る。

第 5 年次

・5 年間の総括を行い、新たな研究課題に対して研究を進める。

Ⅲ．深い思考につながるクロスカリキュラム

第 1 年次

・試行的、あるいは組織的・計画的に複数回実施し、その成果や課題を教職員が共有した上で次年度以降の実施に備える。

第 2 年次（本年度）

・前年度の取り組みをさらに発展させ、生徒の興味を引くテーマを設定し、教員間で目的を共有した上で、教材開発を行う。

第 3 年次

・前年度の取り組みをさらに発展させ、生徒の興味を引くテーマを設定し、教員間で目的を共有した上で、教材開発を行う。

第 4 年次

・第 3 年次までの取り組みを総括し、計画の再構築を図る。

第 5 年次

・5 年間の総括を行い、新たな研究課題に対して研究を進める。

Ⅳ．校外研修活動や特別講座、科学部系部活動の取り組み

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

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

○教育課程上の特例等特記すべき事項

高校 1 年において、「個人課題研究」(1 単位)を総合的な学習の時間に実施する。高校 2 年において、「個人課題研究」(2 単位)を総合的な学習の時間に実施する。平成 31 年度以降、高校 3 年において希望者を対象に「数学課題研究」(1 単位)、「物理課題研究」(1 単位)、「化学課題研究」(1 単位)、「生物課題研究」(1 単位)を総合的な学習の時間に実施する。

高校 2 年において希望者を対象に、「数学Ⅱ」(4 単位)・「数学 B」(2 単位)・「数学Ⅲ」(1 単位)の代替として「数学探究Ⅰ」(6 単位)、「物理」(3 単位)の代替として「物理探究Ⅰ」(3 単位)、「化学」(3 単位)の代替として「化学探究Ⅰ」(3 単位)、「生物」(3 単位)の代替として「生物探究Ⅰ」(3 単位)を設置する。

平成 31 年度以降、高校 3 年において希望者を対象に、「数学Ⅲ」(4 単位)の代替として「数学探究Ⅱ」(4 単位)、「物理」(4 単位)の代替として「物理探究Ⅱ」(4 単位)、「化学」(4 単位)の代替として「化学探究Ⅱ」(4 単位)、「生物」(4 単位)の代替として「生物探究Ⅱ」(4 単位)を設置する。

○平成３０年度の教育課程の内容

関係資料１　平成 30 年度教育課程表参照

○具体的な研究事項・活動内容

Ⅰ．中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

・中学 1 年は「問題発見力」「協働で取り組む力」、中学 2 年は「論理的思考力」「表現力」に焦点を当て、日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中で実践を行った。
・高校 1 年における「ミニ研」では、1 人 1 テーマを設定して、夏休みを中心に文献調査や実験等を実施した。レポートを提出した後、全員が情報の授業等を使ってポスター制作を行い、発表会を行った。発表会では聴衆が質問やコメントがしやすくなる工夫を取り入れた。
・高校 2 年における「個人課題研究」では、前期は土曜日の 3・4 限を用いて研究活動を行った。後期は論文執筆や要旨、発表用のパワーポイントを制作した。6 月には中間発表会として、ポスター発表を全員が行った。12 月の全員発表会を経て、代表者は筑波大学にて開催される「個人課題研究発表会」で口頭発表またはポスター発表を行った。アンケート調査によって探究スキルの向上を検証した。

Ⅱ．ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

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

Ⅲ．深い思考につながるクロスカリキュラム

・高校１年を対象に、世界史・現代社会・情報を横断した「メディアの情報（プロパガンダ）」の実践、保健体育・家庭を横断した「性と生（性・ジェンダー）」の実践を行った。終了後のアンケート調査によって、教科領域を超えた学習そのものの役割を考察した。

⑤　研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

１．中学１年の探究スキルを高める取り組み

総合的な学習の時間を使った探究活動では、夏は個人の興味関心を活かす活動、冬はグループで一つテーマを選択して協働して行う活動を行った。アンケートの結果、すべての項目において、8割以上の生徒は「良い変化があった」と回答しており、探究活動のスタートとして充実した活動ができた。

２．中学２年の探究スキルを高める取り組み

総合的な学習の時間を使った探究活動では、年間を通して論理的思考力の向上を目指して活動を行った。アンケートの結果から、活動の目的は十分に意識付けがなされていた。

３．高校１年の課題研究

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

４．高校２年の課題研究

高１後半から約１年間にわたり、全員が課題研究に取り組んだ。多くの生徒が積極的に取り組み、論理的思考力や表現力が向上した。

５．外部の研究発表会での生徒発表

平成 29 年度の外部発表件数 36 件に対し、平成 30 年度は 49 件の外部発表があった。平成 30 年度は高校生科学技術チャレンジ（JSEC）で科学技術振興機構賞を受賞するなど、多くの賞をいただいた。

６．ハイレベルかつ主体的な学びを実現するカリキュラムの取り組み

高校２年次で「数学探究Ⅰ（6 単位）」「物理探究Ⅰ（3 単位）」「化学探究Ⅰ（3 単位）」「生物探究Ⅰ（3 単位）」を設置した。高い意欲を持つ希望者を対象に、少人数の授業を展開し、討論等によって理解を深めることができた。

７．クロスカリキュラムの取り組み

知識や概念に関する思考や理解に深まりを感じ、知識や概念の教科領域を超えたつながりに気づくことができ、90%前後の生徒が肯定的な評価を記述した。

８．校外研修活動

タイ・上海への海外研修を実施し、科学英語の活用についてすべての生徒が肯定的な見方をしている。英語でのプレゼンテーションを行い、国際性の向上につながる活動ができた。

○実施上の課題と今後の取組

１．中学での探究スキルを高める取り組みについては、情報収集能力を図る指導が一層望まれる。また、ICT 環境を整え、教室内でタブレット等を活用することを検討する。

２．個人課題研究においてより良いテーマ設定を行う上で、高校１年のミニ研を実施後にテーマ設定の妥当性を振り返る活動が必要である。

３．個人課題研究については、関係する活動のための時間を確保することが課題である。学校全体でカリキュラムマネジメントの意識を強く持つことが望まれる。

４．探究科目については、発展事項の内容に及んで学習を進めるための時間配分の工夫が求められる。IB（国際バカロレア）の手法もより一層参考にしていく。

５．クロスカリキュラムの取り組みについては、教員間で目的を共有した上で、教科間でのスケジュールを調整しつつ、教材開発に努めていく。

別紙様式２－１

学校法人茗渓学園　茗渓学園中学校高等学校	指定第２期目	29～33

❷平成３０年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

①　研究開発の成果

１．中学１年の探究スキルを高める取り組み

日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中で、中学１年は「問題発見力」「協働で取り組む力」に焦点を当て、各教科で実践を行った。各取り組み終了後のアンケート調査の結果から、協働で取り組む活動にはすべての教科において生徒は積極的に取り組み、様々な意見に触れ、思考力を高めることができた。数学では生徒自身がアンケートを考え、得られたデータを視覚化する方法について学んだ。理科では、学年行事として設置されているキャンプに関連した学習活動を取り入れ、身近な現象と科学を結びつける体験をした。

総合的な学習の時間を使った探究活動では、夏は個人の興味関心を活かす活動、冬はグループで一つテーマを選択して協働して行う活動と位置付けた。探究活動終了後のアンケートの結果について述べる。夏は「意欲面」で肯定的な回答をした生徒が 98.6%、「調査方法の適切さ」を問う質問では 95.3%の生徒が適切だったと答えている。また、93.4%の生徒が「うまくまとめることができた」と答えており、探究活動のスタートとして充実した活動ができたことがうかがえる。生徒自身の成長を振り返るアンケートをとったところ、すべての項目において、8 割以上の生徒は「良い変化があった」と回答しており、自分自身の成長を感じることができている。特に協働に関わる質問に肯定的な回答をする生徒の割合が高く、グループワークや発表を通して、一人だけではなく、他者との関わりの中で研究を進めていくことの重要性を認識することができた。

２．中学 2 年の探究スキルを高める取り組み

中学 2 年は「論理的思考力」「表現力」に焦点を当て、各教科で実践を行った。数学、物理の授業において、独自の教材を扱うことにより、論理を体験的に解釈する経験ができ、生徒自身も成長実感を持つことができた。また、国語の授業においては「論理的であること」とはどのようなことかを学び、83.7%の生徒が「論理についての理解を深めた」と回答している。

総合的な学習の時間を使った探究活動では、年間を通して論理的思考力の向上を目指して活動を行った。集大成として 11～2 月に行った活動では、教員が設定したテーマに対して、3～4 人の小班に分かれ、その中で一つの主張を決め、その主張について論理的に補強するだけではなく、その主張についての「反論」と、その反論に対する「再反論」までを考え、それを論理的に伝えるための「発表原稿」と「ポスター」を作るという活動を行った。活動の難易度は低くは無かったものの、自分の主張を他の人に納得してもらうためには、その根拠を明確にして、論理的に説明し、起こり得る反論を考え、その反論に再反論できるだけの理論武装をしておく必要があることを多くの生徒が理解することができていた。生徒を対象に行ったアンケートは、生徒の質的な変容を測るべく、自由記述のものを多く行った。その結果から、活動の目的の意識付けが十分に達成されていたことが分かったと同時に、少数の今後の課題に繋がるコメントを集約することができたことも大きな成果である。また、有志生徒によって構成された探究委員会が作品を評価したり、講評を行ったりと生徒の主体的な活動があった。

３．高校 1 年の課題研究

第 2 期 SSH の指定を受けたことを契機に平成 29 年度から、高校 2 年で実施される個人課題研究の前段階として「ミニ研」に取り組んでいる。複数回のガイダンスを経て、生徒一人一人がテー

マを設定して課題研究に取り組む。夏休みの初日には、全部で 25 名の教員が講師として関わり、分野別集中ガイダンスを行い、それぞれの分野での研究内容や手法について学んだ。夏休みをミニ研の実施期間として探究活動に取り組み、Publisher という DTP ソフトを利用して全員が A3 サイズのポスターを制作し、発表会を行った。発表会終了後の生徒を対象に行ったアンケート調査の結果、51.6%の生徒が「わかりやすく伝える力」「ポスター制作」「プレゼンテーションスキル」など表現力に関わるスキルが身についたと回答している。それ以外にも「文章・要点をまとめる力」「テーマを見つける力（問題発見力）」「情報を収集する力」などの、課題研究に必要なスキルが身に付いたことがうかがえた。ミニ研の活動の充実度を 5 段階評価で回答してもらったところ（5 が最も充実した）、「5」と回答した生徒は 14.9%、「4」と回答した生徒は 52.8%、「3」と回答した生徒は 27.8%、「2」と回答した生徒は 3.6%、「1」と回答した生徒は 0.8%であった。

4．高校 2 年の課題研究

平成 30 年度、理系分野をテーマに課題研究を行った生徒は、学年生徒 254 人中 79 人（31.1%）であった。今年度の新たな試みとして、中間発表を一般公開とし、発表者と聴衆の良好なコミュニケーションから今後の研究活動の糧となる新たな気づきを得ることや、これまでの研究成果をまとめ、聴衆に伝えることによりプレゼンテーション技術を向上させることを目的として、全員がポスター発表を行った。聴衆者である大人からたくさんのアドバイスを受けることができ、今後の研究を進める上で有益なものとなった。また、これまでの研究成果をまとめ、整理するという目的も十分達成することができた。中間発表会終了後に自由記述のアンケート調査を行い、それぞれの記述からキーワードを拾い出し、分類してまとめたところ、生徒の感想は肯定的な回答が多く（80.0%）、今後の研究を進める上で有益だったことが示唆された。

個人課題研究の全員発表会終了後に行ったアンケート結果（高 2 個人課題研究のページに記載）によると、個人課題研究の取り組みを通して、約 70%の生徒が「論理的思考力」が高まったと感じていることがわかる。また 77.6%の生徒が「自分の研究の目的や内容について相手に説明することができる」と答えており、「表現力」の高まりがうかがえた。58.7%の生徒が、「非常に積極的」または「積極的」に個人課題研究に取り組むことができた。定期的にゼミや個別指導が行われた生徒を対象にアンケート調査を行ったところ、「研究の進め方について十分な指導を受けることができたと思うか」という質問に対しては、96.6%の生徒が「そう思う」「ややそう思う」と答えており、「論文執筆に関して十分な指導を受けることができたと思うか」という質問に対しては、94.2%の生徒が「そう思う」「ややそう思う」と答えている。この結果から、ある程度教員の指導が適切であったことがわかった。

5．外部の研究発表会での生徒発表

外部主催の発表会に生徒を派遣し、高 2 個人課題研究や科学部の研究成果等を発表した。平成 29 年度の外部発表件数 36 件に対し、平成 30 年度は 49 件の外部発表があった。平成 30 年度は高校生科学技術チャレンジ（JSEC）で科学技術振興機構賞を受賞するなど、多くの賞をいただいた。

6．ハイレベルかつ主体的な学びを実現するカリキュラムの取り組み

今年度から高校 2 年次で「数学探究Ⅰ（6 単位）」「物理探究Ⅰ（3 単位）」「化学探究Ⅰ（3 単位）」「生物探究Ⅰ（3 単位）」を設置した。高い意欲を持つ希望者を対象に、少人数の授業を展開した。数学探究Ⅰでは学習指導要領の内容から自然に発展できる話題を扱うほか、ICT の活用や数学者の業績や数学の発展の歴史を学ぶ活動を取り入れた。アンケートの結果から、そのような活動は生徒の学びに効果的に働き、意欲的に学習を進めることに寄与することがわかった。物理探究Ⅰ・化学探究Ⅰ・生物探究Ⅰでは、レギュラークラスよりも数多くの実験・観察を行い、科学実験のスキルを身につけるだけでなく、その結果をまとめ上げ、討論によって理解を深めていくこと

ができた。いずれの科目においても、学習の段階としては高２から高３につながる途中の段階であるため、学力の測定は難しいが、少人数クラスを活かして思考を深めることができたという生徒が多かった。

７．クロスカリキュラムの取り組み

高校１年生と対象に、世界史・現代社会・情報の授業を用いて、「メディアの情報（プロパガンダ）」を教科横断的に学ぶ取り組みと、保健・家庭の授業を用いて「性と生（性・ジェンダー）」について学ぶ取り組みを行った。取り組み後のアンケート調査の結果から、いずれの一連の授業についても、90%前後の生徒が肯定的な評価を記述した。その理由として、生徒たちが「深い」「理解」というキーワードで表現するような、知識や概念に関する思考や理解に深まりを感じて、これを肯定的にとらえていること、「多面的」「つながり」というキーワードで表現している、知識や概念の教科領域を超えたつながりに気づき、そのことに知的な刺激を受けたことが挙げられ、それらは教科横断的な学習に特有の働きであることから、本校のクロスカリキュラムの取り組みが効果的に生徒に良い影響を与えていることがわかった。

８．フィールドワークについて

タイへの海外研修を行った結果、Khon Kaen 大学の附属高校と合同で研修することができ、海外の連携校と英語によるコミュニケーションを行うことができた。実際に、科学英語の活用については研修に参加したすべての生徒が肯定的な回答をしている。タイへの海外研修に加えて、上海位育中学での研究発表交流会でも、帰国生ではない生徒がこのような海外研修に参加したり、英語でプレゼンテーションを行ったりと、国際性の向上につながる活動ができた。

９．教職員への影響

平成 31 年 1 月 21 日に教員を対象にアンケート調査を実施したところ、「茗溪学園の SSH 事業の趣旨を理解しているか」という質問に対しては、24.2%が「よく理解している」、71.0%が「理解している」、4.8%が「あまり理解していない」、0%が「理解していない」という結果であった。「茗溪学園の SSH 事業は生徒にとって有意義だと思うか」という質問に対しては、38.7%が「とてもそう思う」、54.8%が「そう思う」、1.6%が「あまりそう思わない」、0%が「そう思わない」、4.8%が「わからない」という結果であった。平成 29 年度に SSH の 2 期目の指定を受けてから、他校の SSH 研究発表会・成果報告会への多数の積極的な参加があり、それによって得られた知見を学内で共有する研修会も多数行われるなど、本校の SSH 事業の運営に高い意識を持って臨むことができた。

②　研究開発の課題

１．中学 1 年の探究スキルを高める取り組み

探究活動においては、発表に関しては慣れている生徒がいる一方、改善が必要な生徒が多く見受けられた。発表の作法や聞く側の心構え、質疑応答に関して方法の教授をより具体的にすべきであった。資料探しにおいては、学校図書館を活用したが、司書教諭に頼り切りになるのではなく、生徒が自分の力で必要な資料に到達できる技能の育成が必要である。WSZ 期間中に図書館に生徒が殺到してしまったため、ICT 環境を整え、教室内でタブレット PC 等を活用したい。情報収集能力の向上を図る今後の展開として、NDC マップを用いて本を探すなどの取り組みを検討している。

２．中学 2 年の探究スキルを高める取り組み

論理的思考力を高める取り組みとして、探究活動を行ってきた。スライドやワークシートは同一の教材を利用したが、授業担当者の思想の微妙な違いによって、生徒たちが異なる印象を受けることが、生徒対象のアンケート結果からわかった。論理的思考力を構成する下位のスキルとして、「批

判的思考力」、「洞察力」、「自己分析力」「自分の主張を相手が納得するように根拠を明確にして説明する力」を掲げたが、これらを論理的思考の構成要素として掲げることの妥当性を検討し、事前に授業担当者間での生徒の到達目標のすり合わせをより入念に行う必要がある。到達目標を具体的にするためにもルーブリック評価等の作成も必要になってくるであろう。

３．高校１年の課題研究

ミニ研のテーマは自由としたが、自由記述のアンケートでは 21 名の生徒が「テーマ設定に苦労した」と回答しており、生徒自らの興味・関心や進路希望の方向性を「問い」の形にすることは困難であるという印象を受けた。身近な話題から疑問を持ち、良い問いを見つけるスキルを高めることをすべての教科で意識する必要がある。また、61 名の生徒が「ポスター制作（まとめ）」に苦労したと回答している。しかし、これらの生徒も含め、128 名の生徒が「ポスター制作」等の表現力に関わるスキルが身についたと回答しており、高 2 の個人課題研究に向けた実践としては、多くの生徒が苦労しながらも良い活動を行うことができたと総括できる。今年度に引き続き、情報科と連携を進めながら効果的な指導を行っていきたい。

ミニ研を実施後にテーマ設定の妥当性を振り返る活動が、個人課題研究においてより良いテーマ設定を行う上で不可欠であろうと思われる。ミニ研の発表会が終了した後、すぐに個人課題研究の取り組みをスタートさせてしまったため、その振り返りが充実していたとは言えない。総合的な学習の時間の年間スケジュールの調整が必要であるが、教員の研修を通して問題意識は共有されており、次年度の修正は可能である。

４．高校２年の課題研究

「自分の行動が正しいかどうか、客観的に見ることができる」では 36.8%、「計画がうまくいかなかったときには、うまくいかない理由を考え、修正することができる」では 32.9%の生徒が否定的な回答をしている。これらは研究活動の振り返りに関わる項目である。ミニ研終了後の振り返りの必要性について上記に述べたが、物事がうまく進まなかった場合に、どうしてうまくいかなかったのか、どのようにすればうまくいったのかを、自分あるいは他者の目を通して、客観視できるようなトレーニングが必要である。36.4%の生徒が「物事に取り組むときに、適切に計画を立てることができる」で否定的な回答をしている。本校が作成した研究プロセスのルーブリック評価の活用がややルーティンワークになってしまっている印象があるためそれを改善し、見通しを持って研究活動を進めていけるよう適切な指導を行っていきたい。個人課題研究に意欲的に取り組めなかった生徒も少なからずいた。個人課題研究に対する意欲が否定的であった理由として、「どのように進めればよいかわからない」という回答が 35 件で最も多く、生徒の主体性を生かしながらも、指導教員が効果的に生徒に関わっていく必要性が示唆された。研究活動そのものに加え、論文の執筆や、発表用のポスターやパワーポイントの作成は正課の時間外に行わなければならないことが多く、そのことが生徒にとって負担となっており、計画的に研究を進められなかったという反省や意欲の減退につながっているとも考えられる。現状では、前期の土曜日の 2 コマを個人課題研究の時間に充てているが、これを通年に拡張し、個人課題研究に関わる活動のための時間を確保することが今後の課題である。学校全体でカリキュラムマネジメントの意識を強く持ち、生徒に対し、より計画性を意識できるよう、指導の仕方を工夫する必要がある。

５．ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラムの開発

平成 30 年度より高校 2 年次に「数学探究Ⅰ」「物理探究Ⅰ」「生物探究Ⅰ」「化学探究Ⅰ」を新たに設置した。すべての科目に共通する課題として、学習指導要領の内容の習得を前提として、さらに発展事項の内容に及んで学習を進めるための時間配分の工夫が挙げられる。授業で扱われる内容の一部を課題として生徒に与え、生徒自身が発表していくスタイルをより多く取り入れていく

ことで、主体性や双方向性の向上が期待できると考える。生物探究Ⅰの中で実践された、目的や条件の設定を全て生徒自身による自由設計で行った実験は好評であった。これらは IB（国際バカロレア）の指導でよく行われる方法であり、生徒がより主体的に探究する意欲を育むものと考えられ、有益であると思われる。「グループ 4 プロジェクト」等の IB の手法も参考にしながら、今後の指導を考えていきたい。

６．クロスカリキュラムの取り組み

「性と生（保健体育と家庭）」の横断的な学習について生徒の自由記述アンケートから、「授業を実施した時期が離れており、教科・科目を横断していることに気が付かなかった」「期間がかなりずれてしまったため、授業としてはあまり繋がらなかった。もっと同時に学習できれば、より理解が深まると感じた」という意見があった。当初より授業実施の時期を近接させておくべきであると考えていたが、あらためて実施時期の調整には慎重に配慮していく必要を認識した。

教員間で目的を共有した上で、教科間でのスケジュールを調整しつつ、教材開発に努めていく必要がある。さらに多くの教科・科目が教材開発に取り組み、次年度以降に新しいテーマでの授業実践を行っていきたい。

７．教員・保護者・卒業生に対する意識調査

本校の SSH 事業に対して抱えている教員の問題意識を明らかにするためのアンケート調査を実施する。質問項目や実施方法を検討した上で、保護者や卒業生に対する SSH への意識調査を実施できるよう準備を進めていく。

８．成果の普及

Super Science News を今年度は 6 回発行した。これらは本校生徒・保護者対象に配布しているものであるが、同様の内容を本校ホームページに掲載して外部に発信する。今年度に引き続き、「個人課題研究中間発表会」と「個人課題研究発表会 兼 SSH 活動報告会」を一般公開し、また、本研究開発実施報告書および課題研究発表者の要旨集を配布することで成果の普及に努めていく。

第１章　研究開発の課題

１．本校の概要

（１）学校名、校長名

学校名　　学校法人茗渓学園　茗渓学園中学校高等学校

校長名　　田代　淳一

（２）所在地、電話番号、ＦＡＸ番号

所　在　地　　茨城県つくば市稲荷前１−１

電 話 番 号　　029−851−6611

ＦＡＸ番号　　029−851−5455

（３）課程・学科・学年別生徒数、学級数及び教職員数

①課程・学科・学年別生徒数、学級数

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
全日制	普通科	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
		270	6	269	6	261	6	800	18
中学校		229	6	258	7	241	6	728	19

（平成 31 年 2 月 1 日現在）

②教職員数

校長	副校長	教諭	再任用教諭	常勤講師	看護師	司書教諭	管理栄養士	情報職員	事務職員	技術職員	調理師	非常勤講師	嘱託	パート	計
1	2	68	4	3	1	2	1	1	9	2	6	62	2	20	184

（平成 31 年 2 月 1 日現在）

２．本校のこれまでの取組と教育活動の特徴

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

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

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

３．研究開発課題と仮説

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

本校の現状を踏まえ、研究開発の仮説を以下のように設定した。

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

Ⅰ．中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

本校高校 2 年次の必修科目である「個人課題研究（2 単位）」を探究活動の 1 つの集大成として位置づけ、個人課題研究に必要な探究スキルを中高一貫のメリットを生かし、段階的に習得させるカリキュラムを開発することを目的とする。

Ⅱ．ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

国際バカロレア（IB）コースではない総合コースにおいて、双方向型・協働型の学習で、探究活動を重視した学習者中心の深い学びを目指す。系統的かつ効果的に単元を配置するだけでなく、学習指導要領の枠にとらわれず、高等学校で履修する内容を超えるものも取り扱い、ハイレベルかつ未来志向の理数教育を開発することを目的とする。本校では高校 2 年次に全員対象の「個人課題研究（2 単位）」が設置されているが、さらなる探究心を有する生徒に対して存分に探究できる環境を提供する。

Ⅲ．深い思考につながるクロスカリキュラム

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

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

４．研究開発の実施規模

以下の生徒を対象として、研究開発を実施する。

Ⅰ．中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム	中学 1 年生から高校 2 年生までの全員
Ⅱ．ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム ※学校設定科目として平成 30 年度に開設	高校 2 年生（平成 30 年度～）、高校 2・3 年生（平成 31 年度～）の希望者
Ⅲ．深い思考につながるクロスカリキュラム	中学 1 年生から高校 1 年生までの全員
Ⅳ．フィールドワークや特別講座、部活動などの取り組み	希望者、取り組みによっては全校生徒

５．研究開発の概要

Ⅰ．中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

探究能力が指し示す力として、「問題発見力」「論理的思考力」「多面的に分析する力」「協働で取り組む力」「表現力」を掲げ、中学 3 年間では各学年で重点的に育てる能力を決め、各教科で日常の授業あるいは、教科の内容を超えた学習の中でそれらの能力の向上を目指す。平成 29 年度は中学 1 年生を対象に「問題発見力」「協働で取り組む力」に焦点を

当て、各教科で実践を行った。平成 30 年度は中学 1 年生への取り組みを継続しつつ、新たに中学 2 年生を対象に「論理的に思考する力」「表現力」に焦点を当て、各教科で実践を行った。

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

高校 2 年次では、生徒一人一人が文系理系、体育芸術系を問わず、興味・関心に応じたテーマを設定し、本校教職員を課題指導者として研究を行う必修科目「個人課題研究（2 単位）」を設置した。研究の過程では、文献調査はもちろん、大学や研究機関を訪問し、専門家からのアドバイスを受けた。平成 29 年度以降、夏休み最初の 3 日間を個人課題研究に優先して取り組む期間として、「個人課題研究優先ゾーン」として定めた。それによって、集中して実験等に取り組むことができ、研究の質を向上させることができた。 6 月の「中間発表会」では全員が A 1 サイズのポスターを作成、12 月の「全員発表会」では全員がパワーポイントを作成し、プレゼンテーションを行った。また、全員が論文と要旨を作成することで、研究成果をとりまとめ、表現する能力を高めた。教員は研究成果とプレゼンテーションを総合的に評価し、優秀者を選抜した。優秀者は 2 月 28 日に行われた「個人課題研究発表会兼 SSH 活動報告会」において口頭発表またはポスター発表を行い、筑波大学教授をはじめとした専門家の指導を受け、今後の研究に向けての示唆を得た。

Ⅱ．ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

平成 30 年度の高校 2 年次において、「数学探究Ⅰ（6 単位）」、「物理探究Ⅰ（3 単位）」、「化学探究Ⅰ（3 単位）」、「生物探究Ⅰ（3 単位）」を設置し、カリキュラム開発とその実践を行った。学習指導要領の枠に捉われず、高等学校で履修する内容を超えるものも取り扱い、系統的かつ効果的に単元を配置することで、幅広く深い知識を身に着けることができるようなカリキュラムを開発することを目的とした。数学探究Ⅰでは、ICT の活用や高大接続を意識したカリキュラムを編成し、実践を行った。物理探究Ⅰ・化学探究Ⅰ・生物探究Ⅰでは少人数単位での実験や観察を重視し、データの分析や討論を通して、学習内容をより深く学ぶことができた。

Ⅲ．深い思考につながるクロスカリキュラム

平成 29 年度は高校 1 年生を対象に、「メディアの情報（プロパガンダ）」というテーマで、情報・現代社会・世界史がそれぞれの教科の枠を保ちながら、授業実践を行った。平成 30 年度は上記のテーマに加え、「性と生」というテーマで、家庭科と保健体育科で教科横断型の授業を行った。授業終了後のアンケート調査から、生徒たちは知識や概念に関する思考や理解に深まりを感じ、また、知識や概念の教科領域を超えたつながりに気づき、そのことに知的な刺激を受け、それらを肯定的に捉えていることがわかった。自己と他者、自己と社会についての認識を育んでいく思春期の生徒たちにとって今回取り組んだテーマは、興味を引くものであった。このような価値観に触れるテーマは、コールバーグやアイゼンバーグによる、道徳性や向社会性の発達のプロセスにおいて価値や規範の内面化や人間の尊厳を守る必要性の認識を形成していく段階にあたる思春期の生徒たちに「人間の核のようなものを形成していく上で大切」と感じさせる、的を射たテーマであろうと考えられる。

Ⅳ．校外研修活動や特別講座、科学系部活動の取り組み

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

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

第２章　研究開発の経緯

１．生徒が関係する活動の経緯

平成 30 年度に行った研究開発の中で、生徒の参加があったものを以下に記す（発表関連は除く）。

時期	実施内容	備考
2018/4	個人課題研究開始	本校　高校２年生全員（前期は毎週土曜 3～5 時限、後期は毎週土曜 5 限）
2018/5/6	SS Geo Tour 事前研修（写真教室）	埼玉県立春日部高等学校　生徒 10 名、教員２名
2018/5/27	SS Geo Tour 事前研修（筑波山研修）	筑波山　生徒 12 名、教員３名
2018/6/26	個人課題研究中間発表会	本校　高校２年生全員
2018/7/3	SAT フォーラム　大隈良典先生講演会	つくば国際会議場　生徒７名、教員１名
2018/7/8	物理オリンピック第一チャレンジ	本校　生徒 10 名
2018/7/15	日本生物学オリンピック 2018 予選	筑波大学　生徒８名
2018/7/17	化学グランプリ一次選考	筑波大学　生徒１名
2018/7/17-18	サマースタディゾーン	
	探究活動	本校　中２
	科学講演会	本校　中３　数学のお兄さん　横山明日希先生
	科学講演会	本校　高１　筑波大学・渡辺俊先生 他
2018/7/19	個人課題研究優先ゾーン	本校　高校２年生
2018/7/23	SS Lab Tour	足利大学　生徒 20 名、教員１名
2018/7/24-28	SS Geo Tour	屋久島　生徒 12 名、教員２名
2018/7/30-8/3	第９回 Summer Research Program in Tsukuba	筑波大学　生徒３名
2018/8/4-5	茨城県高文連自然科学部夏合同観測会（名古屋大学谷口暁生先生の講演会も含む）	パークアルカディア　生徒２名、教員１名
2018/8/8-9	SSH 生徒研究発表会	神戸国際展示場　生徒４名、教員３名
2018/10/7	International Survey Tour and Lecture（SSH タイ海外研修）事前研修（講演会）	深田地質研究所　真鍋真先生　生徒 12 名､教員１名
2018/10/22, 30	中３理科巡検	上高津貝塚、霞ヶ浦等
2018/10/24	大分県立佐伯鶴城高等学校との交流（生徒１６名、教員２名が来校）	本校　生徒８名
2018/11	中２英語劇	本校
2018/11/10-11	つくば科学フェスティバル	つくばカピオ　生徒多数　教員７名
2018/11/11	科学の甲子園茨城県予選	生徒 10 名
2018/11/13	International Survey Tour and Lecture（SSH タイ海外研修）事前研修（標本観察）	国立科学博物館　生徒 11 名、教員２名
2018/11/25	International Survey Tour and Lecture（SSH タイ海外研修）事前研修（野外調査実習）	那珂湊　生徒８名、教員２名
2018/11/25	SS Geo Tour 事後研修（フォトブック作成）	埼玉県立春日部高校　生徒９名、教員１名
2018/11/27	さくらサイエンスプラン(中南米の高校生との交流)	本校　生徒 63 名
2018/11/28	International Survey Tour and Lecture（SSH タイ海外研修）事前研修　グループ学習	本校　生徒 12 名、教員２名
2018/12/1	SAT Science	本校（SAT Subject Test 受検）生徒 14 名
2018/12	中１英語劇	本校
2018/12/11	International Survey Tour and Lecture（SSH タイ海外研修）事前研修　英語口頭発表練習	本校　生徒 12 名、教員２名
2018/12/12	食総研大倉哲也先生講演会「味覚の不思議」	本校　生徒 15 名
2018/12/13	International Survey Tour and Lecture（SSH タイ海外研修）事前研修　タイ留学経験者との懇談会	本校　生徒 12 名、教員２名
2018/12/15	第 15 回江崎玲於奈賞受賞者研究室見学会	東京大学生産技術研究所　生徒３名　教員１名
2018/12/16	地学オリンピック	本校　生徒 15 名
2018/12/17	SS Geo Tour 事後研修（フォトブック作成）	埼玉県立春日部高等学校　生徒６名、教員２名
2018/12/	自然科学観察コンクール	科学研究論文１件（中２）
2018/12/21-22	ウィンタースタディゾーン	
	探究活動	本校　中１・中２
	科学講演会	本校　中２　国立研究開発法人防災科学技術研究所　納口恭明先生
	科学講演会	本校　高１　トヨタ自動車(株)　川崎宏治先生
	個人課題研究全員発表会	本校　高２
2019/1/3-7	International Survey Tour and Lecture	Phu Wiang 国立公園、Khon Kaen 大学 他 生徒１２名、教員２名
2019/1/14	数学オリンピック、ジュニア数学オリンピック	茨城県立水戸第一高等学校　生徒５名
2019/1/18-19	International Survey Tour and Lecture（SSH タイ海外研修）事後研修	本校　生徒 12 名、教員２名
2019/1/21	台中女子高級中学との研究発表交流会	本校　生徒 25 名
2019/2/28	個人課題研究発表会兼 SSH 活動報告会	筑波大学大学会館
2019/3/5-7	Presentation with Overseas Fellowship	上海位育国際中等部　生徒５名、教員１名
2019/3/9,11	分子遺伝学実習	本校 生徒 40 名参加予定

２．生徒の対外発表・表彰等実績

〇平成 30 年 3 月 17 日　第 7 回茨城県高校生科学研究発表会　場所：筑波大学　　高 2 生徒 4 名
・発表タイトルは以下の通りである：「神経変性疾患における異常タンパク質蓄積の制御」「光条件が植物の根の成長に及ぼす影響」「体内時計の仕組みを利用した抗癌治療」「乳酸菌の効果～寿命を延ばすことは可能なのか～」
・３件が審査員奨励賞を受賞した
〇平成 30 年 3 月 17 日　ジュニア農芸化学会　場所：名城大学　高 2 生徒 4 名
・発表タイトル「根の屈性とエチレンの関係性を探る」
〇平成 30 年 3 月 17 日　第 95 回日本生理学会大会　場所：サンポートホール高松　高 2 生徒 1 名
・発表タイトル「体内時計の仕組みを利用した抗癌治療」
・未来の科学者優秀賞を受賞した
〇平成 30 年 3 月 23-24 日　つくば Sciense Edge2017　場所：つくば国際会議場　高 2 生徒 6 名、高 1 生徒 2 名
・発表タイトルは以下の通り：”Proposal to combine Chronotherapy and Autophagy for cancer treatment”「根の挙動と科学物質の関係性」「植物内生菌と宿主植物の相互関係」「カビ由来の微生物生理機能と酵素活性」「線虫に味覚はあるのか～線虫の糖に対する嗜好性～」「日本人 ARDF アスリートの試合時に効果的な補食をつくる」「レーザーを用いた表現によるプロダクトデザイン」
・１件が英語ポスター部門優秀ポスター賞を受賞した
〇平成 30 年 5 月 26 日　日本菌学会第 62 回大会中高生ポスター発表　場所：信州大学伊那キャンパス　高 3 生徒 1 名
・発表タイトル「植物内生菌と宿主植物の相互関係」
・優秀ポスター賞を受賞
〇平成 30 年 7 月 21 日　産業総合技術研究所一般公開にて発表　場所：産業総合技術研究所　高 2 生徒 3 名
・発表タイトル「センチュウの味覚」「ショウジョウバエの味覚」「逆立ちゴマ、ニュートンのこま」
〇平成 30 年 8 月 9 日-10 日　SSH 生徒研究発表会　場所：神戸国際展示場　高 3 生徒 4 名
・発表タイトル：「植物の屈性とエチレンの関係性を探る　～ハツカダイコンはなぜ逆立ちをするのか～」
〇平成 30 年 8 月 24-25 日　マスフェスタ　全国数学生徒発表会　場所：大阪府立大手前高校　高 2 生徒 2 名
・発表タイトル：「3 次元における反転とツールの作成」「IB の数学と日本の数学の表現の違いについて」
〇平成 30 年 9 月 16-18 日　第 62 回茨城県児童生徒科学研究作品展つくば市展　場所：市民ホールつくばね　中学生 1 名
・発表タイトル：「光の種類と有色雑音が植物育成に与える有効性の研究～LED 光と蛍光灯セロファン紙色の発芽と成長に与える影響の比較～」
・金賞を受賞した
〇平成 30 年 9 月 29 日　高校生理科研究発表会　場所：千葉大学西千葉キャンパス　高 2 生徒 8 名
・発表タイトルは以下の通り：「画用紙や工作用紙が飛ばされるときの理想的な形とは」「活性酸素と水素水」「ナミテントウの揮発性物質に対する嗜好性」「線虫（C.elegans）の新たな学習の発見とメカニズムの解明」「学校用プールにおける塩素濃度の新提案」「四つ葉のクローバーを発生させる条件とは」「貯蔵技術によるジャガイモの品質の違い」「ローズマリーのアレロパシー活性と物質の特定」
・5 件が優秀賞を受賞した
〇平成 30 年 10 月 6-8 日　第 62 回茨城県児童生徒科学研究作品展つくば県南展　中学生 1 名
・発表タイトル：「光の種類と有色雑音が植物育成に与える有効性の研究～LED 光と蛍光灯セロファン紙色の発芽と成長に与える影響の比較～」
・金賞を受賞した
〇平成 30 年 10 月 14 日　世界湖沼会議学生会議　場所：つくば国際会議場　生徒 12 名
・発表タイトル：「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」「天然物による霞ヶ浦の浄水」
〇平成 30 年 10 月 20 日　東京薬科大学生命科学部 25 周年シンポジウム　場所：オリンパスホール八王子　高 2 生徒 6 名
・発表タイトル：　「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」「シュワネラ菌を用いた発電細菌の開発」
〇平成 30 年 10 月 25-28 日　第 62 回茨城県児童生徒科学研究作品展県展　場所：ミュージアムパーク茨城県自然博物館　中学生 1 名　高 2 生徒 3 名
・発表タイトル：「光の種類と有色雑音が植物育成に与える有効性の研究～LED 光と蛍光灯セロファン紙色の発芽と成長に与える影響の比較～」「納豆菌の芽胞形成条件と耐性」「発光バクテリアの発光条件は何か」「ローズマリーのアレロパシー活性と物質の特定」
・1 件が県教育研究会長賞、1 件がミュージアムパーク茨城県自然博物館長賞、2 件が佳作を受賞した

○平成 30 年 11 月 3 日　茨城県高文連自然科学部門研究発表会　場所：土浦第三高等学校
○平成 30 年 12 月 8 日　第４回「英語による高校生科学研究発表会」（茨城県立緑岡高校主催）　場所：常陽藝文センター　高 2 生徒 1 名
・発表タイトル：”Clarifying a New Mechanism of Learning and Geotaxis on a Slope in C. Elegans”
○平成 30 年 12 月 8-9 日　高校生科学技術チャレンジ JSEC2018 場所：日本科学未来館 高 3 生徒 3 名 高 2 生徒 2 名
・発表タイトルは以下の通り：「画用紙や工作用紙が飛ばされるときの理想的な形とは」「エチレンはオーキシンを移動させる～ハツカダイコンの「逆立ち」現象を追って～」「線虫（C.elegans）の紫外線学習の発見とメカニズムの解明　～イソアミルアルコール学習との比較～」「四つ葉のクローバーを発生させる条件とは」「バレエが足に与える負担とその解決方法　～動きの着地、筋力、骨盤前傾から探る～」
・1 件が科学技術振興機構賞、1 件が優秀賞を受賞した。他 2 件が入賞した。
○平成 31 年 1 月 12 日　第 9 回高校生の科学研究発表会　場所：茨城大学　高 2 生徒 1 名
・発表タイトル：「線虫（C.elegans）の新たな学習の発見とメカニズムの解明」
○平成 31 年 3 月 16 日（予定）　第８回茨城県高校生科学研究発表会　場所：筑波大学　高 2 生徒 15 名
・発表タイトルは以下の通り：「画用紙が前に飛ばされるときに理想的な形とは」「針金逆立ちゴマの仕組み　微小重力下での挙動」「ローズマリーのアレロパシー活性と物質の特定」「線虫(C. elegans)の新たな学習の発見とメカニズムの解明　～線虫(C. elegans)の坂への走性の発見と原因の解明～」「バレエが足に与える負担とその解決方法～動きの着地、筋力、骨盤前傾から探る～」「貯蔵技術によるジャガイモの品質の違い　緑色になりにくく、より甘いジャガイモを作る貯蔵法を探る」「納豆菌の芽胞形成条件と耐性」「活性酸素と水素水」「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」「反転の 3 次元にてのツール応用と証明」「どうしたら渦を固められるか？～新たな渦の発見に向けての取り組み～」
○平成 31 年 3 月 17 日（予定）　日本生態学会　場所：神戸国際展示場　高 2 生徒 1 名
・発表タイトル：「線虫（C.elegans）の新たな学習の発見とメカニズムの解明」
○平成 31 年 3 月 22-23 日（予定）　つくば Sciense Edge2017　場所：つくば国際会議場　高 2 生徒 1 名
・発表タイトル：「線虫（C.elegans）の新たな学習の発見とメカニズムの解明」
・101 件のエントリー中 8 件が選抜されるオーラルプレゼンテーションに選抜された。
○平成 31 年 3 月 25 日（予定）　ジュニア農芸化学会 2018　場所：東京農業大学　高 2 生徒
・発表タイトル：「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」

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

平成 30 年度は、運営指導委員会を２回開催した他、教員の研修も実施した。他校視察や他 SSH 校からの視察受け入れも行った。本節ではそれらの経緯を以下に示す。

時期	実施内容	場所	備考
2018/4/24	SSH 推進委員会全体会議	本校	
2018/5/19	SSH 視察受け入れ（茨城県立並木中等教育学校）		教員３名
2018/6/22	茨城県立竜ヶ崎第一高等学校 SSH 視察	茨城県立竜ケ崎第一高等学校	教員１名
2018/6/26	第１回運営指導委員会	本校	運営指導委員５名
2018/7/14	茨城県立水戸第二高等学校 SSH 視察	茨城県立水戸第二高等学校	教員１名
2018/7/19	熊本県立宇土中学・高等学校 SSH 視察	熊本県立宇土中学・高等学校	教員１名
2018/7/23	茨城県立緑岡高等学校 SSH 視察	茨城県立緑岡高等学校	教員１名
2018/8/1-3	IB ワークショップ	東京学芸大学附属 国際中等教育学校	教員１名
2017/8/7-9	SSH 生徒研究発表会参加	神戸国際展示場	教員３名、生徒４名
2018/8/24	つくば市三校合同課題研究連絡協議会	並木中等教育学校	本校教員２名、他校教員７名
2018/8/25	T3JAPAN（ICT 活用ワークショップ）	東京理科大学	教員１名
2018/9/15	京都市立堀川高等学校 SSH 視察	京都市立堀川高校	教員２名
2018/9/18-19	札幌市立札幌開成中等教育学校 SSH 視察	札幌市立札幌開成中等教育学校	教員２名
2018/11/10	清真学園高等学校・中学校 SSH 視察	清真学園高等学校・中学校	教員１名
2018/11/20	課題研究に関する研修会（講師：本校教員４名）	本校	教員２５名
2018/12/25-26	H30　SSH 冬の情報交換会	法政大学	教員４名
2019/2/2	茨城県立竹園高等学校探Ｑ発表会参加	竹園高校	教員１名
2019/2/13	SSH 視察受け入れ（北海道静内高等学校）		教員１名
2019/2/19	SSH 推進委員会全体会議	本校	
2019/2/23	茨城県立竜ヶ崎第一高等学校 SSH 視察	竜ヶ崎第一高等学校	教員１名
2019/2/28	個人課題研究発表会、第２回運営指導委員会	筑波大学・大学会館	運営指導委員７名
2019/3/14	茨城県立並木中等教育学校 SSH 視察	並木中等教育学校	教員２名（予定）
2019/3/25	県内 SSH 校情報交換会	緑岡高等学校	未定

第３章　研究開発の内容

第１節　中高一貫を生かした探究スキルの育成カリキュラム

中１国語　グラフ・資料の読み取り

【仮説】

グラフや資料を単なる数値として見るのではなく、そこに内包されている問題点について思考することで、「問題発見力」が身につく。また、自分で発見した問題点をグループやクラスで共有し、議論することで、自分では気づけなかった問題点や解決策にたどりつくことができ、ひいては「協働で取り組む力」が伸長する。

【対象学年】

中学１年生（6 学級 229 名）を対象とし、10 月に実施した。

【内容】

授業ではプリントを１枚作成し、生徒に配布した。プリントには、「資料 1」「資料 2」「参考資料①」が添付してあり、それぞれの資料の付近には、生徒が自由に記述できるように空所を設けてある。「資料 1」は、「家庭の台所から出た生ごみの内訳」という円グラフで、「①調理くず 47.6%」「②食べ残し 15.7%」「③手をつけていない食料品 22.2%」「④食品外,水分 14.5%」となっており、「③」が円から少し切り離されて目立つようになっている（なお、単位は湿重量%)。「資料 2」は、「食料自給率の国際比較」という棒グラフで、昭和 45 年・昭和 55 年・平成 2 年・平成 15 年の食料自給率が、フランス・アメリカ・英国・日本の国ごとに記載されている。「資料 1」と「資料 2」には、それぞれ「1,資料 1 から読み取れる問題点をあげてみよう」、「2,資料 2 から読み取れることをあげてみよう」という設問が付されている。「参考資料①」は、「輸入が止まったときの一日の食事例」で、「朝食」「昼食」「夕食」がそれぞれ載せられ、また、「ときどきしか食べられないもの」として、例えば肉は 9 日に 1 食しか食べられないことなどが記してある。「参考資料①」には、「3,このふたつの資料と参考資料①を見て、今後、起こりうる問題と改善すべき点をあげ、その理由を書いてみよう。」という設問がある。

授業ではまず、「1」と「2」の設問について個人で自由に記述してもらい、その上でグループごとに交流した後、クラス全体で各班の意見を共有した。続いて「3」について再びグループで討議し、多様な意見を出してもらった。

【検証】

以下にアンケートの集計結果を示す。

表１　アンケート結果（数値の単位は、「４～１の評価の平均」をのぞいて%）

	4.とても良い変化があった	3.まあまあ良い変化があった	2.あまり良い変化がなかった	1.全く変化がなかった	4～1の評価の平均 (2.50)
❶複数の見方や意見を持てるようになった	43.06	54.17	2.78	0	3.4
❷自分なりの課題や問題を発見できるようになった	43.06	45.83	12.50	0	3.35
❸新しい見方や問題を見出せるようになった	48.61	41.67	11.11	0	3.42
❹解決の糸口を自分で発見できるようになった	34.72	58.33	8.33	0	3.31
❺自分の考えを述べられるようになった	56.94	41.67	2.78	0	3.58
❻協力して解決にあたることができるようになった	52.78	40.28	2.78	0	3.4
❼意見や考えを交換できるようになった	59.72	37.50	12.50	0	3.35

❺・❻・❼については「4」の評価が 50%を上回った。議論の中で生徒が自分の考えを述べた上で相手の意見を聞き、そして協力しながら解決していけるようにしていった結果であると考えられる。一方で、❷・❸については「2」の評価が 10%を超えた。一般的な問題点の指摘まではできたとしても、「自分なりの課題や問題」、「新しい見方や問題」までたどりつくことは難しかったのであろう。

【次年度への課題】

生徒が自分の意見を述べたり、議論を通じて協力しながら解決を探ったりするという点については、おおむね当初の目的を達することができた。今後は、議論の中から出てきた意見を掘り下げていく視点を身につけさせる必要がある。

中１地理　世界の農牧業

【仮説】

中学校の地理では、地誌的な内容が主であり、系統地理的に扱うことはほとんどない。しかし本校では、特別に授業内容を編成して「世界の農牧業」を扱っている。この単元を、①統計データを使って調べる（調べ方を学ぶ）②図表にまとめる（作図スキルを身に着ける）③「なぜ○○なのか」という「問い」を個人もしくは学級内の班単位（6～7 人のグループ）で洗い出し、答えの仮説を立てた上で、根拠をもとに答えを導く（問題発見と協働）力をつける、という 3 つの大きなつけたい力の柱を立てて扱った。生徒は上記①～③を、授業を通じて経験することで、地理学習が単に事象の暗記ではなく、地理的事象の持つ因果関係に気づくことができる。また協働で取り組むことにより、1 つの事象でも多角的に捉えることができるようになる。

【対象学年】

中学 1 年生（6 学級 229 名）を対象とし、10 月中旬から～11 月にかけて 6 時間程度、実施した。

【内容】

生徒は世界の気候を既に学習している。気候が農産物の生産や人々の食生活（特に主食）にどのように影響を与えているかを考えるために、世界のどこで、どのような栽培方法で何を栽培しているのか、などを学んだ。当然、農牧業の成立は気候だけではなく様々な要因が複雑に絡み合っていることは周知の事実ではあるが、今回は気候を柱として考えることとした。

本学習では、世界三大穀物である米・小麦・トウモロコシをそれぞれ取り上げた。

まず初めに、これらの農産物に関する統計資料（『2018 年度版データブックオブ・ザ・ワールド（二宮書店)』の該当ページ）を配布し、統計資料の読み取りを行った。

次にワークシートを配布し、生産上位 5 か国とその生産量、輸出入の上位 5 か国を円グラフと表にまとめた。生徒自身が各自作成した図表を読み取り、気候や国土面積、人口をもとにして「なぜそのような傾向があるのか」「なぜそうなるのか」を仮説を立てて、答えを導き出した。作業のうち、調べ学習やグラフ作成、読み取りは個人単位で行ったが、疑問点の洗い出し（問題発見）や根拠をもって答えを導く作業は、班単位の協働で取り組んだ。

最後に、クラス全体で各班の意見を共有した。

【検証】

今回、米・小麦・トウモロコシの 3 品目について深く掘り下げて学習を進めたが、同じ繰り返しとなり、やや単調な印象を持つ生徒が多かったようである。それは本学習を進めるにあたって、前提となる知識が不足していたため、また生徒間で持っている知識に差があったため、協働作業を行う中でも班ごとに差が生じてしまった。

ただ、本単元を通じ、生徒は図表の作成スキルが格段に向上したことを定期試験からも確認することができた。また、協働作業を通じ、仲間の意見に耳を傾け、積極的に意見を共有することができた。これらの点については、おおむね目標を達成できたのではないかと考えられる。

【次年度への課題】

協働の取り組みは継続しつつ、地理的事象をより深く理解するための因果関係を読み解く面白さをどのように伝えるか、そのための仕掛け・工夫を考える必要がある。

次年度以降は、知識を定着する学習後に協働学習を配置すること、また生徒の興味関心を惹く教材の開発が必要となるであろう。

中１歴史　遣隋使の謎

【仮説】

中１歴史では①教員は複数の教員と協働して生徒の興味を引く教材・課題を用意する。②生徒は資料に触れ、既得の知識と資料の情報を結びつけ、明らかにすべき問題を明確にすることに取り組む。③生徒は資料から必要な情報を取り出し、情報を比較・分類することに取り組む。④生徒は上記②③の課題を学級内の班を単位とするグループ活動で協働して取り組む。これらの活動を通じて、「問題発見力」「協働で取り組む力」が向上する。教員は①が適切に行われたか、生徒は②③④を意欲的・主体的に取り組めたかを授業後の自由記述のアンケート調査で確認した。

【対象学年】

中学１年生（6 学級 229 名）を対象とし、6 月に実施した。

【内容】

表１　『隋書』と『日本書紀』の比較

	600 年	607 年
『隋書』	○（史料Ａ）	○（史料Ｂ）
『日本書紀』	×	○（史料Ｃ）

６Ｃ末～７Ｃ初頭の「遣隋使」の記録は 600 年と 607 年の記録がある。600 年の記録は中国の『隋書』のみにある（史料Ａ）が、日本の『日本書紀』には無い。一方、607 年の記録は『隋書』と『日本書紀』の双方にある（史料Ｂ・Ｃ）。これら史料Ａ･Ｂ･Ｃから 600 年の遣隋使の記録が『日本書紀』に無いことに気づかせ、なぜ無いのかの解明を課題とした。また、すでに弥生時代や古墳時代を学んだ際に扱った、中国を中心とするアジアの国際関係と結びつけ、史料Ａ･Ｂ･Ｃの共通点と相違点を整理して比較・分類することを促した。これらを通じ、600 年の遣隋使の記録が『日本書紀』に無いのは、日本の朝廷が公式記録として残さなかったためではないか、という解釈に達した。

【検証】

目的の①興味を引く教材・課題の用意については、授業終了後のアンケートの次のような記述からおおむね達成されたと考える。「いつも教科書に書いてあることを学んでいたので、こうやって資料を読んで昔のことを想像・推理するのは楽しかったです」「日本が 600 年にも隋に使者を送っていたことを知らなかった。資料を読むのは面白かった。もっといろいろな資料を読んでみたい。もっと深いところまで知りたい」「２つの資料から真実を探すということが楽しかったです。また、存在しないであろう資料のことについて考えるのもワクワクしました。これからは資料を見たら、それが本当のことなのか、真実は何なのか、などを考えていきたいです」「今回の授業を通じて、歴史はとても楽しく、面白いということが分かりました。謎がたくさんあって、その謎を解明するのが楽しかったです。暗記するだけじゃなく、歴史の一つ一つを詳しく知ることで楽しさが味わえるのだと感じました。歴史が好きになりました」。②の問題を明確にすること、③の資料から必要な情報を取り出し、比較・分類することについては、「歴史書は不都合なことは書かれないから、そこから色々なものを読んで真実を見つけなきゃいけない」「歴史にはまだ今になっても謎があるんだな、と思った。しかし、歴史には必ずヒントがあり、そのヒントを使って考えていく。僕はこの授業がとても楽しかった。やっぱり歴史というのは教科書や資料集などに載っていることを覚えるのではなく、考えることも大事だなと思った」「資料はあくまでも言葉なので嘘か本当か分からない。ただし、ほかの資料と比べたり、遺跡を見つけたりすると決定的な証拠になるので、これからも資料を比べてみたい」などの生徒の記述から、問題発見とその解決のための資料の比較・分類とを結びつけ主体的に取り組んだ様子がうかがえる。④の班を単位とするグループ活動で協働して取り組むことについては、「資料に書かれていないことを書かれていることから考えるのは、色々な案が出て面白いと思った」「今回の資料をもとに調べ考えていく授業は、最初は難しそうだと思った。でも、どんどん考えていってみんなの色々な意見を聞いているうちに面白いなと思った」「最初は 600 年の資料がないのは、聖徳太子などの政策に影響するからだと考えていたが、他の人の意見を聞くと、隠蔽したような可能性が出てきた。小野妹子が隋の皇帝からの手紙を失くしているのに推古天皇が許していることを考えると、隋の皇帝からの手紙を推古天皇の命令で、無いことにしようとしているのでは？　と考えた。このように他の人の意見を聞くのは重要だと思った」といった記述がみられ、他者の考えに耳を傾け、自身の考え方の幅を広げたり、更新したりしていくことを通じて学びの意欲を高めることにつながったと考えられる。

【次年度への課題】

この授業は一つの発見すべき問題に生徒たちの目をむけさせていく構成であった。言い換えれば、誘導的な構成であった。理解することを目的とするのであれば、問題に焦点を当てていくよう促す構成も有効であろうが、問題発見力を育成するには問題そのものを生徒たちが自らの興味・関心にもとづいて発見していき、その解明を通じて達成感を得ていく方がより効果的であろう。今後は「中１探究活動」との緊密な連携を模索していく必要があろうと考える。

中１数学　資料の整理とその活用

【仮説】

本単元で与えられているデータに関しては、生徒に習得してもらいたいスキルに応じた特徴が顕著なものが多く、資料の整理の仕方が単純なものがほとんどである。そこで、生徒たちがグループを作り、興味のある内容に関してのアンケートを考え、データを集め、本単元で学んだ内容を活かして何らかの結論を導こうとする活動を行う。この活動により、様々な代表値の意味やその役割についてなど、統計の基礎的概念がより深く理解できる。また、グループ活動により、問題を見つけ、その解決に向けて主体的に考え、述べることができるようになる。

【対象学年】

中学１年生（229 名）を対象とし、12 月に実施した。

【内容】

生徒たちは 6～7 人のグループを作り、興味のあることをもとにテーマを設定し、アンケートを考えた。分析したいデータを集めるための質問は一つのみにし、男女や部活動等で差が出そうなものなど比較したい場合には、その質問を付け加えてもよいことにした。また、どのような結果が予想できるか仮説も立てさせた。クラスごとのデータの比較もできるようにするため、アンケートは自分たちのクラスと他の１クラスで答えてもらい、クラスごとに回収した。回収したアンケート用紙は、クラス別に束にして各班に渡し、ワークシートを利用してデータの集約（度数分布表、３つの代表値）と分析をさせた。集計には電卓を用いることを勧めた。分析しやすいように階級の幅を決めるよう指示し、グラフは２クラスを比較しやすいように、ヒストグラムではなく度数折れ線を勧めた。一通りデータの整理が終わったら、代表値や度数分布表、グラフを基に言えそうなこと（仮説）を考えさせた。その後、①テーマ、②度数折れ線、③集計結果表、④言えることを発表用の用紙に書き、これを教員側でデータ化し、パワーポイントを作り、それを用いて各クラスでグループごとに発表した。

【検証】

授業後、生徒たちにアンケート調査を行った。その結果が表 1 である。この結果から、目的が概ね達成できたといえる。特に、❻、❼の項目で４を回答した生徒の割合が高く、グループ活動を生かして学び合うことができ、良い評価を示している。授業時では、集計結果から階級の幅をいくつに設定するとグラフがかきやすいか、どの代表値を用いると特徴が顕著に出るかなど話し合う姿もみられた。階級値の求め方やグラフのかき方など、基本的な内容を確認しあう機会にもなった。指示通りではうまくいかない内容のグループもあったが、自分たちで検討し、グラフにすることができた。

表１　アンケート結果

	４．とても良い変化があった	３．まあまあ良い変化があった	２．あまり良い変化がなかった	１．全く変化がなかった	４～１の評価の平均（2.50）
❶いろいろな見方や意見を持てるようになった。	40.9%	45.8%	12.4%	0.9%	3.27
❷自分なりの課題や問題を持てるようになった。	34.7%	44.9%	16.4%	4.0%	3.11
❸新しい見方や問題を見出せるようになった。	32.6%	48.2%	17.0%	2.2%	3.11
❹解決の糸口を自分で発見できるようになった。	32.3%	49.3%	17.0%	1.3%	3.13
❺自分の考えを述べられるようになった。	40.6%	41.5%	14.3%	3.6%	3.19
❻協力して解決にあたることができるようになった。	52.2%	30.4%	10.3%	7.1%	3.28
❼意見や考えを交換できるようになった。	49.8%	36.3%	6.7%	7.2%	3.29

【次年度への課題】

❻、❼の項目でよい評価をしている生徒が多い一方で、１を回答した生徒もおり、グループ活動がうまく進められず、意義のある活動が十分できなかった生徒もいる。何もせずに学習活動が終わることのないように、役割分担やグループ分けにも配慮する必要がある。また、グループによっては、集計結果から特徴が捉えにくい質問を考えた班もあり、集計方法や仮説を確認するなど、アンケートの内容について十分に指導する必要もある。

中１化学　火おこしマスターになろう

【仮説】

９月に実施するキャンプの中で実践する「火おこし」を題材とし、中学１年生 SSH プログラムで取り組む「問題発見力」「協働で取り組む力」を育成する。既習事項や既知の事実をもとに、身の回りで起きる現象を科学的な視点でとらえ、理解・探究する（目的 A)。班で協働して課題に取り組むことで、さまざまなものの見方や考えに触れる（目的 B)。

【対象学年】

中学１年生（6 学級 229 名）を対象とし、７月に実施した。

【内容】

９月に実施する里美キャンプの中で実践する「火おこし」を化学反応の一つとして学習し、それを踏まえて火おこしの方法を習得する。「火おこし」は化学反応のうち、有機物の燃焼である。有機物の燃焼は、有機物（薪）に含まれる炭素と空気中の酸素が化合して二酸化炭素を生じる化学変化である。本活動を実施した時点で、本校の中学 1 年生は化学変化については未学習であるが、既習事項である「空気中の原子・分子のようす」、「酸素の性質」、「有機物」から、有機物の燃焼の理解につなげる。さらに、燃焼の三要素と一般的な薪の組み方を紹介する。その上で、キャンプで火おこしを行う際に必要な「道具」と効率よく火おこしをするための「作戦」を班で検討する。グループ（男女各 3～4 名計 6～7 人班）で検討する。最後に、各グループの「道具」と「作戦」をクラスで共有し、後日実施するキャンプ本番につなげる。

【検証】

授業後、生徒たちにアンケート調査を行った。その結果が表１である。

表１　アンケート結果

	４．とても良い変化があった	３．まあまあ良い変化があった	２．あまり良い変化がなかった	１．全く変化がなかった	４～１の評価の平均（2.50）
❶いろいろな見方や意見を持てるようになった。	34.2%	51.6%	12.0%	2.2%	3.18
❷自分なりの課題や問題を持てるようになった。	31.6%	48.4%	14.2%	5.8%	3.06
❸新しい見方や問題を見出せるようになった。	42.0%	38.9%	14.6%	4.2%	3.19
❹解決の糸口を自分で発見できるようになった。	33.0%	43.3%	19.6%	4.0%	3.05
❺自分の考えを述べられるようになった。	43.6%	33.3%	20.4%	2.7%	3.18
❻協力して解決にあたることができるようになった。	56.4%	28.4%	11.6%	3.6%	3.38
❼意見や考えを交換できるようになった。	50.7%	32.4%	11.1%	5.8%	3.28
❽身近な現象を科学的な視点でとらえて理解できるようになった	42.5%	38.1%	13.7%	5.7%	3.17
❾既習内容と結びつけて新たな学習内容の理解を深めることができた	51.6%	32.6%	9.5%	6.3%	3.29

アンケート項目❶～❼は目的 B についての評価であり、❽～❾は目的 A についての評価である。❶～❾すべての項目で半数以上の生徒がプラスの評価を回答していることから、目的 A･B ともに達成できたと考えられる。自由記述欄では、「既習事項を新たな学習内容と関連させて理解を深めることができた」「身近な現象を化学的にとらえることができて面白かった」「班で火おこしの作戦を立てたのでキャンプが楽しみになった」「話し合いが楽しかった」など、ほぼすべて前向きな意見が述べられていた。自由記述より、生徒は、学習内容を身近な現象や既習事項と関連させることや、生徒同士の話し合いなどによる協働的な活動によって、学習意欲が高まり、学習内容の理解をより一層深めることができたと実感していると推察できる。

【次年度への課題】

「火おこし」についての活動は次年度以降も継続したい。また、日ごろの授業の中にも、既習事項や身近な現象を学習内容と関連させたり、協働的な活動を取り入れたりすることで、生徒が主体的に学習できるように工夫したい。

中１　探究活動

【仮説】

生徒自身が主体的に課題を発見し、適切な方法で調査し、まとめ、伝える能力を育てる。教科の枠組みに収まらない、応用可能な技能の習得を目指す。

普段の生活の中では、自身の興味があることを考えたり調べたりする時間は少ない。中には、日ごろの生活に精一杯で自分の関心が何に向いているかを気づけていない生徒もいると思われる。調べ学習において、論題の設定は研究の方向性を定める上で非常に重要な部分である。本活動において、論題の設定方法・調査方法の選択・出典の明記・まとめ・発表と順を追って、調べ学習の一連の流れを経験することで、個人課題研究など今後の探究活動への意欲を喚起することができる。

【対象学年】

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

【内容】

〇夏の課題：７月末（夏休み直前）にガイダンスを行った。ガイダンスでは、全 10 ステップで構成した調べ学習の方法を説明した。単純に疑問を書きだすのではなく、マインドマップを使い、自分の関心領域を知り、そこから論題を考えるというプロセスにした。書籍やウェブサイトなどの出典を控えることや情報収集に複数の手段を用いることを指示した。夏休みに 2 枚のワークシートの記入をしながら進め、各自テーマを決めて調べ、最終的に「探究のまとめ」として B5 か B4 にまとめるという課題を設定した。課題に「自己評価アンケート」への回答も含め、自身の取り組みを評価させた。夏休み明けに探究発表会を行った。討論班の 3、4 人でお互いに発表をし合い、「評価シート」に班員の発表を聞いて「興味深かったところ」「もっと知りたいと思ったところ」「自分が見習いたいと思ったところ」「発表者へひとこと」の４つの項目を記入した。提出された作品に関しては、評価の観点（「自分で考えて大切な情報をまとめているか。」「見やすく人に伝える工夫をしているか。」「出典が明記されている。複数の資料を参考にしている。」「データを基に、自分の意見を述べているか。」「今後の課題や調べてみたいことを書いているか。」）をもとに担任が優秀作品を選出し、掲示した。
〇冬の課題：12 月初旬にガイダンスを行った。『協働』をテーマに自分とは異なる視点を持つ他者とより意義深い調べ学習をしていくことが目的である。「テーマが設定されている」「グループで行う」という点が夏の課題とは異なる。「戦争」「世界と日本」「健康」の３つのうちから班で一つテーマを選択。班内でブレインストーミング、もしくはマンダラを用いて関連するキーワードを出し、興味が共通する人同士で 3～4 人の小班に分かれる。小班内で論題を設定し、その論題に対して個人で調べるべき項目を分担することとした。この時にジャパンナレッジ等のデータベースも紹介した。冬休み中は、一人当たり A4 一枚の記事にまとめた。冬休み明けに HR や融通した授業の時間など 2 時間程度を使い、小班内で情報を共有し、記事を模造紙に貼り、考察をまとめ、発表準備をさせた。発表は、1 クラス 12 班を 4 班ずつの 3 グループに分け、交代で発表・観覧を行った。それぞれ、発表の「評価シート」を記入した。夏と共通の評価の観点から、優秀作品を選出し、掲示した。

【検証】

〇夏の課題:完全な自由課題であったが､生徒自身の興味をブレインストーミングで可視化するところから始めたため､「何をやったら良いかわからない」というような生徒はいなかった。テーマに多様性があり、興味深い論題を設定した生徒も多かった。調べ方・まとめ方が工夫されているだけでなく、自らの考えがしっかりと述べられたものが見られた。自己評価アンケートの①では、約 99%の生徒が「課題に意欲的に取組んだ」と回答するなど、非常に前向きな姿勢が見られた。⑤の自由記述で、「活動を通して自分が成長できた部分」を問うた。「テーマに対する知識がついた」「より興味を持つことが出来た」といった『知識・興味』系、「文

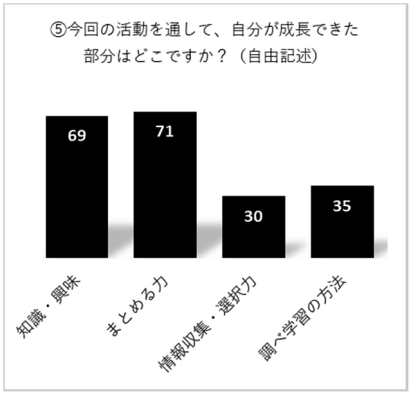
①自分の設定した課題について、自主的に、意欲的に取り組めましたか？	
全く	0.0%
あまり	1.4%
そこそこ	50.9%
かなり	47.7%

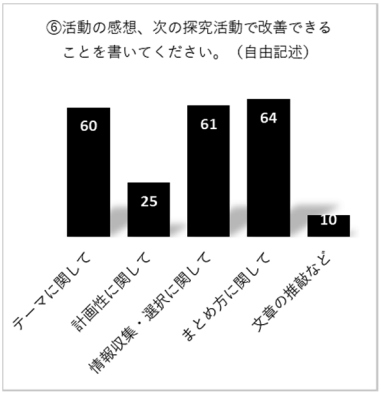
②自分の設定した課題は、自分にとって適切なものでしたか？	
難しすぎた	2.3%
適切だった	90.7%
簡単すぎた	7.0%

③自分の選んだ調査方法は、適切でしたか？	
適切だった	95.3%
他の方法を選ぶべきだった	4.2%

④自分の調べたことについて、うまくまとめることができましたか？	
かなり良い	9.8%
良い	83.6%
悪い	6.1%
かなり悪い	0.0%

章にして表現できるようになった」「重要なところをまとめられるようになった」などの『まとめる力（文章力・表現力)』系、「資料を探すことが出来るようになった」「信ぴょう性のある情報を集められるようになった」などの『情報収集・選択力』系、「論題の設定が出来るようになった」「出典の書き方が身についた」というような『調べ学習の方法・手順の理解』系の４つの属性が多くみられた。同様に自由記述で、「⑥活動の感想、次の探究活動で改善できること」を問うた。「テーマ設定に関して」「計画性」「情報収集手段の検討」「まとめ方の工夫」「文章の推敲」の５つの属性に関する内容が多くみられた。生徒自身がそれぞれ、自分の成長を感じることができたということが窺えた。





発表を行った際の評価シートでは、次のような意見が目立った。「興味を持ったので、内容についてより深く知りたいと思った」「図・グラフを上手く利用していてわかりやすかった」「発表を聞いて得た知識を活用したい」「発表の仕方（声の大きさなど）が適切で分かりやすかった」といった感想が多かった。

〇冬の課題：WSZ の限られた時間内に班員同士で協力し、論題の設定や調べてくる分担を決定するなど、夏の課題に比較して難易度の高いものであったと言える。「３つのテーマから自分たちで選択をすること」「小班に分かれる際に自分たちで決定すること」の２つの要素があることによって、より主体的に活動することを狙った。WSZ の活動中には、図書館の利用が出来るようにしたが、他の活動との関係で、２クラス・４クラスに分かれて使用した。２クラスの方は有効に活用できたが、４クラス分の生徒が同じ時間に図書館に行ったために効率の良い調べ学習ができたとは言い難い。

〇夏の課題・冬の課題両方を通しての生徒自身の成長を振り返るアンケートをとった。結果は、以下の通りである。

すべての項目において、８割以上の生徒は「良い変化があった」と回答しており、自分自身の成長を感じることができている。特に「❻協力をして解決にあたることができるようになった」「❼意見や考えを交換できるようになった」という項目に関しては、「とても良い変化があった」と回答する生徒の割合が高くなっている。グループワークや発表を通して、一人だけではなく、他者とのかかわりの中で研究を進めていくことの重要性を認識することができた。

一方で、「❹解決の糸口を自分で発見できるようになった」の項目は相対的にみると低い回答になっている。問題解決のための探究的な活動に必要な、基礎的な知識や論理的思考力においてまだ課題がある。設定した論題を解決するための情報へのアクセスする力もまだ発達段階である。

	４．とても良い変化があった	３.まあまあ良い変化があった	２．あまり良い変化がなかった	１．全く変化がなかった	１～４の評価の平均（2.50）
❶いろいろな見方や意見を持てるようになった。	46.1%	40.2%	10.3%	3.4%	3.13
❷自分なりの課題や問題を持てるようになった。	36.8%	45.6%	12.7%	4.9%	3.14
❸新しい見方や問題を見出せるようになった。	37.3%	45.1%	13.2%	4.4%	3.15
❹解決の糸口を自分で発見できるようになった。	29.9%	51.0%	14.7%	4.4%	3.06
❺自分の考えを述べられるようになった。	45.6%	37.3%	10.3%	6.9%	3.22
❻協力して解決にあたることができるようになった。	57.4%	27.0%	9.3%	6.4%	3.35
❼意見や考えを交換できるようになった。	52.0%	33.8%	6.4%	7.8%	3.23

【次年度への課題】

到達目標として、参考作品を掲示・配布したためか、完成度は全体的に高かった。しかし、発表に関しては慣れている生徒がいる一方、改善が必要な生徒が多く見受けられた。発表の作法や聞く側の心構え、質疑応答に関して方法の教授をより具体的にすべきであった。冬の課題にあたって、学校図書館を活用する時間があったが、資料探しにおいて司書教諭に頼り切りになってしまった。自分たちで必要な資料に到達できる技能の育成が必要であると考えられる。また、WSZ 期間中に図書館に生徒が殺到してしまったため、環境が整い次第、教室内でタブレット PC 等を活用したい。

情報収集能力の向上を図る今後の展開として、NDC マップを用いて本を探すなどの取り組みが考えられる。また、生徒に負担感がありすぎるとモチベーションの低下につながると予想されるため、今後も、他教科の課題とのバランスを見て、内容を決定していきたい。

中２国語　パズルを通して「論理的であること」を考える

【仮説】

中２では「論理的思考力」「表現力」の育成を目指して、そもそも「論理的であること」とはどのようなことなのかをパズルを通して考え、自分なりの言葉で表現してみる。この活動を通して、論理に対する理解が深まり、「論理的であること」をより意識して様々な学習活動ができる。また、言葉によって定義づけすることが事象を理解する上で重要であることを学び、表現力を向上させるモチベーションが高まる。

【対象学年】

中学２年生（７学級 234 名）を対象とし、１月～２月に実施した。

【内容】

「論理脳ドリル」と「東大ナゾトレ」を使って「論理」と「ひらめき」を考える。「論理ドリル」はヒントから手順を発見し、可能性を地道につぶしていけば必ず正解にたどり着くことができる。それに対して「東大ナゾトレ」は、ナゾを読み解く鍵を自分で発見しなければいつまでたっても正解することはできない。一つの発想にこだわらずに、柔軟に視点を変えていく必要がある。この違ったタイプのパズルを比較することによって、論理的であるとは何か、柔軟な思考とは何かを考える。

はじめに「論理」とは何かということをワークシートに各自書いてもらった上で、二種類のパズルを解いた。答えを確認した後に、二種類のパズルの違いから「論理的思考」と「ひらめきの思考」についてどのようなものかという定義を書き、班内で交流を持った。各自の定義を合わせて班内でより良い定義を作り、クラスに発表した。

【検証】

授業後、生徒たちにアンケート調査を行った。以下にアンケートの集計結果を示す。

表１　アンケート結果

	5.とても そう思う	4. そう思う	3. あまり そう思わない	2. 全くそう 思わない	1. わからない
❶論理についての理解が深まった。	46.2%	37.6%	12.8%	0.9%	2.6%
❷論理やひらめきについて今後意識して学習しようと思った。	37.2%	35.9%	19.7%	1.7%	5.6%
❸新たな発見や学んだことがあった。	46.2%	33.8%	14.5%	2.1%	3.4%
❹言葉で定義づけすることに意義があると感じた。	36.8%	38.0%	17.1%	2.1%	6.0%

「論理的思考」では、情報を整理する、順序立てる、根拠を明確にするなどが見られた。「ひらめきの思考」では、視点を変える、持っている知識を活用するなどがあった。定義づけすることの意義を感じた生徒が若干少ないが、楽しく協同学習しながら論理についての理解は深まった。

【次年度への課題】

言葉で定義づけるという課題は、普段していない活動なので難しさを感じた生徒が多かった。様々な学習活動を通して、言葉の面白さや豊かさをもっと実感できるようにする必要がある。

中２地理　地図を使った地域調査

【仮説】

中学２年生では、９月に本校から約 20 ㎞離れたキャンプ場まで徒歩で行き、３泊４日キャンプをする行事がある。２万５千分の１地形図を使用してルート設定をし、その通りの道を歩くよう指導している。そのためにもあらかじめ地形図読図力を育成し、地域を見る目を養っておく必要がある。その事前学習として、夏季休業中の時間が取れるところで「地図を使った地域調査」を課題として全員に課している。この課題を通じて、①何を明らかにしたいのかテーマを設定して現地調査をする力、②調べた内容をポスターにまとめる力、③まとめた内容をクラス全体に発表する力を育成することを目標に取り組んでいる。またこの課題に取り組むことで、ほぼなじみのない地形図を手にし、地図を身近に感じることができる。また調べた内容をまとめることで、論理的思考力や表現力が身に着くことが期待できる。

【対象学年】

中学２年生（７学級 257 名）を対象とし、夏季休業中に課題作成、発表は９月下旬～10 月上旬にかけて行った。

【内容】

生徒自身が自分の住んでいる地域や旅行先を一つ選んで、地域調査をしてまとめるというものである。テーマ設定は自由で、自分の興味があるものを選ぶよう指導している。なかなかテーマが見つからない場合には過去の作品を提示し、推奨テーマ一覧を配布している。必ず地図（推奨している地図は２万５千分の１地形図だが、google map や道路地図も可としている）を使用すること、まとめる内容は「動機」「目的」「調査方法」「結果」「考察」「参考文献」を必ず入れることを条件に作成する。また、まとめる際には「なぜそうなるのか」を主観ではなく客観的、論理的に判断する材料（文献や聞き取り調査など）を提示することも要求した。また、調べた内容は、要点を２分間でまとめたスピーチ原稿を作ったのち、クラス全員の前で発表した。

【検証】

以下にアンケートの集計結果を示す。

表１　アンケート結果（数値の単位は%）

	５.非常によくできた	４．よくできた	３.わからない	２．できない	１．全然できない
❶現地調査を適切に行えた	31.8	45.5	12.7	4.2	5.8
❷他者にわかりやすいポスター作成ができた	29.6	43.6	20.7	4.5	1.7
❸発表では要点を他者に伝えられた	34.5	37.3	20.3	6.8	1.1
❹調査結果をもとに客観的・論理的に判断できた	21.5	50.3	22.1	5.0	1.1

生徒の約４分の３が「現地調査を適切に行えた」と回答していることから、この課題において現地調査をする力を育成できたことがわかる。また「身についた力は何ですか」との問いに「現地調査の手法・やり方」と回答している生徒も多数いた。まとめる作業においても７割以上の生徒がよくできたと回答していることに加え、教員が作品を客観的に評価した結果とも高い相関が出ていることから、こちらも達成できたと言える。自由記述からも「文字を少なくして、相手に伝えたいことを明確にすることができた」や「伝えたいことを、図表を使って表現することができた」という回答を得ていることから、まとめるという観点においての「表現力」の育成が図られていると言える。加えて「他者に要点を伝える発表」の項目においても高評価であり、こちらもよくできていた。一方、数値的には高評価である「調査結果をもとに客観的・論理的に判断できた」については、生徒の回答した数値を鵜呑みにすることができないと感じている。自由記述では一部「現地調査結果を図書やネットの情報と照らし合わせたり、市役所の方に聞いたりして客観的に考えられた」や「分かったことを整理してテーマに関する因果関係を見つけられた」など客観的・論理的に判断できたと受け取れる記述もあったが、的外れな回答が多数を占めた。

【次年度への課題】

アンケートで達成できている現地調査や表現力は継続しつつ、今後自分の調べた内容を客観的に評価したり、論理的にまとめたりしていく手法を的確に生徒に伝えていく必要があると感じた。中学２年生には論理的思考や客観的に捉えるということは難しい課題ではあるが、少しずつそのようなものの見方ができるようにトレーニングしていきたい。

中２歴史　フランス革命は誰にとっての革命だったのか

【仮説】

中学２年生歴史では、歴史的事象に対する因果関係について、資料やデータを根拠に（自分だけでなく）他者に対して説明できるようになることを目標としている。他者に納得してもらうためには、資料やデータにもとづいて自身の思考の道筋を示すことができる力（「論理的思考力」）と、それを適切な方法で他者に対して提示することができる力（「表現力」）が必要になる。そのため、教員が、資料やデータをもとに歴史的事象の因果関係を説明するような適切な学習課題を設定することで、生徒の「論理的思考力」や「表現力」の向上が期待できる。

【対象学年】

中学２年生（７学級 257 名）を対象とし、１月に実施した。

【内容】

まず、すでに学習済みのフランス人権宣言（人間および市民の権利の宣言）を読み、そこから「自由」や「平等」といった革命の精神を読み取った。その後、オランプ＝ドゥ＝グージュという女性劇作家が書いた女性の人権宣言を読み、「なぜグージュは女性の権利宣言を出したのか」という問いを提示し、生徒はその問いに対して自分で予想を立てた。次に、フランス革命時における女性の役割（軍服を縫ったり、包帯を準備したり、ピストルをもってパトロールをしたりしたこと）に関する記述や、パリの女性を中心に行われた「ヴェルサイユ行進」の絵画をとおして、生徒たちはフランス革命に女性が深く関わり、大きな役割を果たしていたことを理解した。その後、それにもかかわらずなぜグージュが女性の権利宣言を発表したのかを理解するため、当時のフランスにおける女性観がわかる資料を複数用意した。用意した資料は、①思想家ルソーの著書『エミール』の中での女性に関する記述の抜粋、②政治家シェイエスによる女性の政治参加に関する記述、③ナポレオン法典において夫妻の義務について書かれた条文、の三つであった。資料を読み解く際には、「ジグソー法」とよばれる方法を採った。「ジグソー法」は協働学習において用いられる手法の一つで、課題に関する資料をジグソーパズルのピースのように分け、ピース（資料①・②・③）の読み解きを３・４名グループ内で分担した後、その情報を共有するようにした。そうした活動後、最後に再び最初の問いを提示し、生徒はもう一度自分の考えを根拠にもとづいてまとめた。この活動を通して、多くの生徒はグージュが女性の権利宣言を出した理由について、フランス革命時におけるジェンダー観や女性をとりまく状況を深く理解した上で、「フランス人権宣言において権利が保障されたのは「男性」のみであり、「女性」は政治に参加する権利などが認められていなかったため」という考えに達した。最後に、現代社会との比較のために、女性の参政権を測る指標の一つである「世界の女性議員割合（国別ランキング）」を紹介した。

【検証】

女性の権利宣言を読んだ直後の「なぜグージュは女性の権利宣言を出したのか」という問いに対する記述をみると、多くの生徒からは「女性が差別されていたから」などの意見は出るものの、「なぜ女性が差別されていたか」や、「当時のフランスにおける女性がどのような立場にあったか」といった内容に踏み込んで答えるものはなかった。それに対し、協働学習を経た後の記述をみると、ナポレオン法典の記述（「妻は夫に従順でなければならない」）の引用や「女性の方が下で、男の人が上という考えがあったから（原文ママ）」といった自分の言葉による補足をしながら理由を書いているものが見受けられた。また、最後の「世界の女性議員割合」を踏まえて書いた感想では、フランス革命の時代と比較して現代社会のほうが男女平等が達成されていると答える生徒がいる一方で、「ナポレオン法典は日本で言うところの亭主関白的な考え方だなと思いました。何にせよ、日本は国際的な考えに乗り遅れてる、取りのこされているなと感じました（原文ママ）」や「女性の国会議員の数は現在でも 50%を超える国は少なく、まだ男性と女性の公平さは主張しきれていないと思った（原文ママ）」などの意見もあがった。教科書の記述にみられる「フランス革命によって自由・平等の精神が世界に広がった」という安直な進歩主義にもとづいて歴史は語れず、権利が保障される人間（＝男性）がいる一方で、権利が認められない存在（＝女性）がおり、それは過去だけではなく現在進行形の問題なのだと認識できた生徒が一定数にのぼったことは成果といえる。

【次年度への課題】

今回「論理的思考力」や「表現力」の向上を目指しておきながら、肝心の「論理的思考力」や「表現力」の定義が曖昧なままの実践となってしまった。また、今回はワークシートの記述の変容をもとに教員側が評価する方法を採ったが、生徒自身による自己評価やパフォーマンス評価などの多様な評価方法の必要性を感じた。評価研究をより進め、生徒自身が自身の力の向上を実感して学ぶ意欲を高めるとともに、教員の授業改善にもつながるよう努めていきたい。

中 2 数学　図形の相似

【仮説】

文部科学省は中学校学習指導要領解説（平成 29 年 7 月）第 3 学年の目標及び内容 B 図形において、「数学的な推論の過程に着目して図形の性質や関係を論理的に考察し表現することの意義は、一つには既習の図形の性質や関係を論理的に整理し、体系付け、組み立てていくことにある。その際、合同と相似は重要な概念である」と述べ、さらに、「二つの三角形は、次のそれぞれの場合に相似となる…（中略）…これらについては、第 2 学年で学習した三角形の合同条件を対比させながら、初期の段階では作図を通して直観的に、そして学習が進むにつれて論理的に理解できるように指導する」と述べている。実際、「図形の合同」や「図形の相似」の単元は、演繹的な証明が課されることから、論理性を養う単元であると考えられている教員も少なくない。しかし、その"壮大な体系"を"構成する"はずの単元の出発点である三角形の相似条件が、認定教科書の中では、全く論理的でない方法（"直観的に"）で導入（説明）されている。そこで、本活動では、ルジャンドルのアイデアを参考に、「三角形と（or 平行線と）線分の比」定理（以下、比例線定理と呼ぶ）から三角形の相似条件を証明する。これによって、この単元の主役が比例線定理となり、この単元をより見通しよく論理的に学ぶことができる。

【対象学年】

授業担当者の都合上、中学 2 年生 4 クラス（148 名）を対象とし、1～2 月に実施した。演習も含め 12 時間をかけた。

【内容】

扱った順序は次の通りである。①2 つの図形が相似であることを定義する。②いわゆる相似の中心からの距離の比を一定にすることで拡大・縮小する手法を説明する。③その際、この手法によって 2 つの図形が相似であることを言うためには、比例線定理が必要となることを理解させる。④比例線定理を、「三角形の等積変形」と「三角形の面積と線分の比」によって証明する（逆は、背理法を用いた）。⑤比例線定理を用いて、三角形の相似条件を「三辺比相等」から順に証明した。⑥以後、検定教科書通り（ただし、④で扱ったので、「三角形の面積と線分の比）は除く）

【検証】

本単元すべての授業を終えた後、生徒たちにアンケート調査を行った。その結果を以下に示す。アンケートの結果から、90%近い生徒が、三角形の相似条件を、実際に証明することができるくらい、論理的な証明可能性を理解していることがわかる。また、項目❹の結果から、比例線定理を主役においたとしても、生徒たちの、この単元の核となる「三角形の相似性を見抜く」眼は、十分養われているといえる。一方で、❶❸❹❺の項目に比べて相対的に、比例線定理の証明には苦労したことが読み取れる。これまでの"型通り"の証明方法ではなかったことが関係しているのではないだろうか。項目❻をみると、80%の生徒が「論理的に見通しよく学ぶことができた」と回答している。証明が苦手な生徒が比較的多い中で、多くの生徒に本単元の見通しの良さを感じさせることができたことは、活動の目的の達成を示唆するものである。

表 1　アンケート結果

	4．とてもよくできた	3．まあまあよくできた	2．あまりできなかった。	1．全くできなかった	4～1の評価の平均
❶比例線定理が三角形の等積変形によって証明されることがわかった。	43.7%	40.8%	11.3%	4.2%	3.24
❷比例線定理を証明できる。	22.6%	47.9%	23.9%	5.6%	2.87
❸三角形の相似条件が正しいことが比例線定理から証明されることがわかった。	52.1%	39.4%	8.5%	0.0%	3.44
❹ 三角形の相似条件が正しいことを証明できる。	47.9%	38.0%	14.1%	0.0%	3.34
❺具体的な 2 つの三角形が相似であることを見抜くことができる。	47.9%	42.3%	8.5%	1.3%	3.37
❻「相似」の単元を論理的に見通しよく学ぶことができた。	22.6%	56.3%	18.3%	2.8%	2.99

【次年度への課題】

本活動のスタイルを踏襲するのであれば、この単元に入る前に、三角形の合同性の証明や、整数の基本的な性質の証明などの"型通りなもの"でない証明にも多く触れておくとよい。今後も、証明するとは何かについて考えさせる必要がある。

中２物理　現象に潜む論理を読み解く

【仮説】

中学校の理科における物理分野は、身近な現象の確認（実験）から出発し、現象から見えてくる規則性を明らかにしておくスタイルが取られているが、高校以降で学習する分野においても、体験的に触れて中学生なりに論理的に考えられるものが少なくない。そこで、生徒たちが個人・グループで、体験しながら考える場面を設定することで、そこに潜む論理を体験的に解釈することができる。また、周囲に説明することを通じて、自分の考えを組み立てて述べることができる。

【対象学年】

中学２年生（258 名）を対象とし、12 月～1 月に実施した。

【内容】

論理回路の実験では、生徒たちは 3～4 人のグループを作り、スイッチ 2 個と乾電池、豆電球、導線を用いて、スイッチ 2 個以内の動作により豆電球が点灯・消灯する回路（AND、OR、NOT、NAND、NOR の各回路）の作成に取り組んだ。まず個人で回路図を書き、その後周囲と話し合うよう指示して、全員が回路図を書けるよう促した。回路図を書く前後で、実際に回路を組みながら考える生徒もいれば、回路を組んでから自分の考えを確かめる生徒も見られた。

また、本校の中学２年生は、毎年冬休みの宿題として凧を作成し、1 月に凧揚げ大会を開催して実際に自作の凧を揚げることにしている。今年度は、冬休みの宿題を提示する際に、1 時間を「凧はなぜ揚がるのか」という題目で、揚力と抵抗力、糸目中心の取り方、糸目と反りの重要性等を、中学生に理解できる範囲で、簡単な演示実験も交えながら講義した。

【検証】

授業後、生徒たちにアンケート調査を行った（N=225）。その結果が表 1、表 2 である。この結果から、仮説については、全体として検証することができた。特に、論理回路❸❻、凧の科学❶❸の項目で４を回答した生徒の割合が高かった。実験を通して確認すること、協力して解決することに加え、飛翔体への理解、自らの制作物を通した表現について、生徒に良い変化をもたらしたと考えられる。

表１　アンケート結果（論理回路）

	４．とても良い変化があった	３．まあまあ良い変化があった	２．あまり良い変化がなかった	１．全く変化がなかった	４～１の評価の平均（2.50）
❶自分の考えを説明する言葉・文章を思い浮かべる	27.6%	51.6%	18.2%	2.7%	3.04
❷自分の考えを述べて他人の意見をもらう	31.1%	42.7%	23.6%	2.7%	3.02
❸実験を通して考え通りになるかどうか確かめる	44.9%	37.8%	15.1%	2.2%	3.25
❹実験を通して新たな見方や問題を見いだす	28.9%	46.7%	22.2%	2.2%	3.02
❺一つの実験課題への解決策を他の課題に応用する	34.2%	38.2%	24.0%	3.6%	3.03
❻協力して実験課題の解決にあたることができる	50.4%	34.8%	11.6%	3.1%	3.33

表２　アンケート結果（凧の科学）

	４．とても良い変化があった	３．まあまあ良い変化があった	２．あまり良い変化がなかった	１．全く変化がなかった	４～１の評価の平均（2.50）
❶飛ぶもの（凧を含む）への理解を深める	48.0%	36.4%	11.6%	4.0%	3.28
❷授業で習ったことを凧の製作と凧揚げに生かす	34.7%	41.3%	19.1%	4.9%	3.06
❸凧作りの際に自分の工夫した部分を表現する	44.9%	33.3%	17.3%	4.4%	3.19
❹凧作りの工夫などについて他の人の意見をもらう	29.8%	38.2%	24.0%	7.6%	2.91
❺凧が飛ぶ理由を説明する言葉・文章を思い浮かべる	25.8%	34.7%	30.7%	8.9%	2.77
❻凧製作・凧揚を通して新たな見方・問題を見いだす	32.0%	38.2%	21.3%	8.4%	2.94

【次年度への課題】

自分の考えを説明することについては、論理回路❶❷に比べて凧の科学❹❺の回答が下がる傾向にあった。論理回路に比べて、凧の飛ぶ理由は、関連する要素が非常に多く、理解が難しいのではなかろうかと捉えている。論理回路だけでなく、凧の科学についても、体験的に確認できる実験を拡充するなどの工夫が必要であろう。

中２地学　学校周辺の気温分布を等温線で表現し、その要因について考察する

【仮説】

本校の中学２年生の理科では、物理と地学を１年間通して学習するカリキュラムとなっており、地学では天文分野（主に太陽系天体）と気象分野（気象要素の観測～天気図作成）を扱っている。今回は乾湿計を使って観測したデータをもとに、学校周辺の気温分布について等温線の描き方を学び、その結果からどのような考察ができるかを試みた。この学習活動を通じて、①観測を正しく丁寧に行うことの大切さを知る、②等値線を描く方法を身に付ける、③得られた結果からの考察力を育成することを目標に取り組んだ。

【対象学年】

中学２年生（７学級 257 名）を対象とし、12 月上旬の授業で気温の測定、気温分布図の作成を行った。

【内容】

気圧、気温、湿度などの気象要素について一通り学んだところで、乾湿計を２人に１台用意し、学校の敷地 13 か所と隣の公園５か所での気温測定をさせた。乾湿計の使用は、湿度の学習のところで一度実施し、今回が二度目である。教室で観測内容の説明をし、２人組で乾湿計を持って観測場所に移動、示度が落ち着くのを待って、乾球温度、湿球温度をそれぞれ小数第１位まで読み取って来るように指示をし、得られたデータを教室の黒板の表に報告し、共有させた。

集まった気温のデータを地図上に落とし、比例配分による方法を紹介して、等温線を引かせた。

描けた等温線図から、どのようなことが読み取れるかを考えさせ、またその原因にはどのようなことが考えられるかを考察させた。

【検証】

以下にアンケートの集計結果を示す。

表１　アンケート結果（数値の単位は%）

	５.大変よくできた	４．まあまあできた	３.どちらともいえない	２．あまりそうではない	１．全くそうではない
❶正しいデータが得られるよう努力した	47.2	39.4	7.8	1.7	3.9
❷等値線の引き方が理解できた	24.3	52.5	12.2	9.4	1.7
❸等値線からの考察を楽しめた	23.8	40.3	27.6	6.6	1.7

観測は多くの生徒(86.6%)が丁寧に行ってくれたが、最小目盛の 10 分の 1 までを読み取ってこないなど慎重さに欠ける生徒(5.6%)もいた。正確さに欠けるデータが混じることで、0.5℃差ごとに引く等値線があいまいとなり、丁寧な観測の大切さが再認識できた感想「等温線を引くには、よりたくさんの地点のより正確なデータが必要なことがわかった」も見られた。

等値線については、地理で学習した等高線を知っているくらいで、実際に描いたことはなかったようである。等温線を引く前に等発震時曲線で練習はしたものの、その単純さとの差が大きかったため、とても難しかったようである。アンケートでは、「等温線の引き方が理解できた」が 76.8%となっているが、実際に描いてもらった等温線図を確認したところ、まだまだ不十分な理解であると感じている。

等温線の読み取りについては、「等温線を引くことにより、温度分布がわかりやすくなった」という感想が複数あり、等値線図を描くことの意義がわかってもらえたようである。さらに、そのような温度分布になる原因を考察する作業は難易度が高かった(楽しめた 64.1%)ようで、学校の敷地と公園とでの違い(コンクリートの建物があり、アスファルトで覆われているところが多い v.s.緑が多く残っていて木陰も多い)を思い起こさせ、それらが太陽放射による気温上昇にどのような影響を及ぼすのかを考えさせるようヒントを与えながら進めた。よく考えている生徒の中には「ヒートアイランド現象のようなことが、学校周辺の狭い範囲でも起こるのだと思いました」という感想も見られた。

【次年度への課題】

身近なところの気温分布を調べさせたが、意外と新鮮さがあったようである。等値線を引くにあたっては比例配分による方法を簡単に説明したが、経験が乏しい(ほとんどが初めてだった)ため「実際のデータで等値線を引くのはとても難しかった」という感想が多かった。等値線については、天気図のところで等圧線を描く作業をさせるので、そこで時間をかけて等値線の引き方を理解させ、その後に今回のような実習をさせた方がよかったのかもしれない。

中２　探究活動

【仮説】

「論理的思考力」という言葉は、教育の世界のみならず、あらゆるところで用いられ、大切にされている。しかし、学校教育のカリキュラムの中では、「そもそも論理的に考えるとはどういうことなのか」について明確に語られる場面はほとんどなく、その扱いはあいまいなままである。そこで、「論理的に思考するとはどういうことか」について考えるきっかけを与え、その手法が身に付く可能性のある具体的な課題に取り組むことで、生徒たちが「論理的な思考とは何か」について彼らなりに理解し、日ごろから「論理的に思考する」意識づけを行うことを目指す。具体的には、他人によって与えられた課題や、生徒自身が発見し、定めた問題・課題に対して、単に結論を出すだけではなく、その結論を導き出すに至った根拠を明らかにし、自分以外の人に納得してもらえるような文章や図にまとめ、説明する活動を通して、この目的の達成に近づける。

【対象学年】

中学２年生（7 学級、256 名）を対象とした。なお、総合的な学習の時間（9 時間）を利用して活動をした。

【内容】

「論理的な思考」を支える 3 つの力を①「批判的思考力」、②「洞察力」、③「自己分析力」（それぞれを「文章として書かれていることや述べられた主張の根拠を明らかにしたり, 不十分な点を指摘したりすることができる力」,「自分自身が本当に分かったと思えるまで物事の本質を見抜こうとする力」,「自分の主張の不十分さと, 知識の欠陥を、その根拠とともに理解する力」と定義した）とし、この 3 つの力を育てること、そして④「自分の主張を相手が納得するように根拠を明確にして説明する力」を育てることを念頭に置いて活動を行った。4 月から秋ごろにかけては、「論理的思考力」を養うトレーニングを行い、年末から年始にかけては、活動の集大成として「主張に対する反論と、その反論に対する再反論までを考える活動」を行った。

(1) 4 月：論理的推論の方法の一つである「三段論法」を扱った。主に①の力を養うことを目的とした。正しい例に触れるだけでなく、「大前提が間違えている」ものと、「その前提からは結論が導けない（論理が飛躍している）」ものも扱い、それらを見分ける練習を重ねた。まずは一人で具体例の正しさを判断した後、6～7 人の小班に分かれ、議論をした。その後、班としての判断を発表させた。最後に、「学んだこと、疑問に思ったこと」として自由記述で振り返りを行った。

(2) 7 月～9 月：「視力の低下」のような、何かしらの現象に対して、その現象に影響を与えるものを考え、それがなぜ、そしてどのように影響を与えているのかを根拠を明確にして矢印を用いて図示するという活動を行った。この図を「影響マップ」と名付けた。主に②の力を養うことを目的とした。まず 7 月には、影響を受けるものとして具体的に、「視力の低下」、「インフルエンザの流行」、そして「ストレスを高める」を挙げ、これらについて影響を与えるものを可能な限り多く考える練習をした。夏休みには、自分でテーマを考え、一つの「影響マップ」を作ってくることを課題とし、「影響を与えるものの量の多さ」と「根拠の論理性の高さ」を評価することを伝えた。夏休み明けに、活動の振り返りを兼ねて、「よい影響マップとは何か」というテーマの下で発表を行った。まずは、6～7 人の小班で発表を行った。発表を聞く人は、「他の人の作品を通じて、自分の作品の良いところ、悪いところを振り返り、よい影響マップとは何かを考える」ことを目的として、発表者の(i)テーマの面白さ、(ii)影響を与えるものの数、(iii)根拠の明確さを評価した。その後、小班内で評価の高かったものを一つ選び、クラス全体で再度発表させた。その際、小班内で発表者以外の一人が、その「影響マップ」の講評をした。最後に、自由記述で活動の振り返りを行った。

(3) 10 月：“正解”のない、ある具体的な問題に対して、自分の主張を考え、自分の主張とその根拠の結びつきを明確にする課題に取り組んだ。①と②、④の力を養うことを目的とした。まずは、「トロッコ問題」、「自動運転自動車問題」について考え、6～7 人の小班内で根拠を明確にすることを前提に議論をした。次に、「テセウスの船」を参考にしたオリジナル教材「王様が望んだ戦艦は？」を題材にして、「王様が望んだ幻の戦艦は『A：材料（部品）が全く同じもの』か『B：同じ設計書によって新たに作られたもの』か、それとも『C：どちらでもない』か」に分かれて、先ほどと同じように議論を行った。今回は、A～C の立場が小班内で均等になるようにくじを用いて決定し、根拠を 3 つ挙げることを課した。最後に、自由記述で振り返りを行った。

(4) 11～2 月（集大成）：「茗溪学園の変えてほしいところ」というテーマで活動を行った。①から④のすべての力を養うことを目的とした。この活動では、3～4 人の小班に分かれ、その中で一つの主張を決め、その主張について論理的に補強するだけではなく、その主張についての「反論」と、その反論に対する「再反論」までを考え、それを論理的に伝えるための「発表原稿」と「ポスター」を作った。その際、「お金の問題で実現不可能だ」というアイデアは選ばないことに注意させた。ポスターのデザインを考えることは、今回の目的ではないので、型をあらかじめ決め、統一した。ポスターを全班分スキャンしてスクリーンに映し、発表させた。発表班以外の生徒は他己評価シートに記入し、希望があれば質

問をし、発表班とやりとりをした。最後に、自己評価シートに取り組み、振り返りを行った。(4)の活動は、内容・ワークシート・原稿用紙とポスターの型・他己評価シートのすべてを「探究委員会（有志）」に所属する生徒 15 名で作成した。2 月には、探究委員によって、(i)テーマの面白さ、(ii)論理性の高さを評価の軸として、各クラスの優秀作品を選出し、学年全体に発表、探究委員による講評を行った。

【検証】

(1) 4 月：今年度の探究的活動の裏のテーマとして、探究的活動で学んだスキルを日常の学習においても活用できる力を養うことを考えていたので、取り上げた具体例を、科学的な内容にした。そのため、難しく感じる生徒が多くなると予想したが、自由記述を見ると、予想に反して、「三段論法を用いた主張が論理的には正しかったとしても、大前提の正しさが保証されていなければ、その主張は正しいとは言えないことが具体例を通じてわかった」や、「一見すると三段論法によって『～である。だから…である』と書かれていても、前提が間違えていたり、飛躍したりしているものが多いことに驚いた」、「自分の考えを主張するときには、三段論法を有効に使うとよさそうだと思った」、「三段論法のような表現をすると、人は騙されやすい」のような回答がほとんどを占めていた。実際の授業においても、小班内で議論が活発に行われており、最終的には、どの班も正しい判断を行うことができた。比較的目的の明白な課題であったこともあり、アンケートの結果からも、①の力を育てることは概ね成功したといえる。

(2) 7～9 月：この活動の目的は、生徒たちが「影響マップ」を考えることによって、「課題を解決するためのヒントが得られること」や、「『影響を与えるもの』を『条件』とするとき、『条件』を固定したり変化させたりすることで、『現象』の変化や『現象』が起こる原因を調べることができること」を理解することであった。具体例を通じた練習の場面では、ほとんどの生徒が意図を理解して活動を行うことができた一方で、夏休みに与えた「テーマを自分で決めて影響マップを作る」課題に関しては、半数近い生徒が我々の要求するレベルの活動が行えなかった。夏休み明けの初日に多くの生徒から「何をすればよいか、わからなかった」という声があがった。こちらが要求するレベルの「見本」を事前に作り、提示しておけばこのような事態にはならなかっただろう。しかし、半数の生徒は、テーマの面白さも根拠の明確さも十分なレベルの作品を作っていたので、それを発表し、共有することで、活動の目的が全生徒間で共有できると思い、振り返りの活動を行ったことが功を奏した。活動後の自由記述のアンケートからも、「影響マップは今後どのような場面で活用できると考えますか」という質問に対して、「様々な問題に対して解決法を見つけるときに影響マップは役に立つ（商品開発や環境問題、政治問題において）」や、「何かを失敗した時に、その原因を模索する際に役に立つ」、「気になることについて、疑問を解決できたり、深めたりするときに役に立つ」のような回答が多くみられた。「活動の感想を書いてください」という質問に対しては、「一つの現象でも、多くのことが関係しあっていることが分かった」や、「自分が設定したテーマについて、深く理解できて嬉しかった」、「他の人の影響マップを通じて、この活動の目的がやっとわかった」、そして「楽しかった」という肯定的な回答が多くみられた一方で、「難しかった」や「真面目に取り組めなかった」のような回答も少数ながらみられた。夏休み中の活動が充実できなかったという点はあるが、最終的には②の力を育てることができたといえる。

(3) 10 月：今回の活動は、2 つの側面があった。一つは、自分の直観（価値観・倫理観）で決めた立場（主張）を、他の人に納得してもらうような論を立てて説明することであり、もう一つは、あらかじめ決められた立場で、人に納得してもらうために、半ば無理やり主張の根拠を考えることである。活動後の感想をみると、後者の活動が難しかったようで、「自分の立場は自分で決めたかった」や「思ってもいないことに対して、根拠を考えることは難しいし、頑張って考えた根拠も、簡単に反駁されてしまった」のような回答が 20%くらいを占めていた。しかし、これは意外にも、③の力を育てることができたことを示唆するものである。裏を返せば、反駁できた生徒にとっては、①の力を育てることを意味している。80%近い生徒は、「みんなが納得する主張をするために大切なことは何だと思いましたか」という問いに対して、「根拠を明確にして、分かりやすく説明すること」と回答しているので、全体としては、①、②、④の力を育てるという目的を達成できたといえる。一方で、「正解のない問題を考えることに、意味を見いだせない」のような意見もあったことも見逃せない。また、活動の感想の中には、本質的に、「人は根拠のしっかりしている意見に流されやすく、それにより多数派が形成され、正解・不正解の判断がなされる。それだけ根拠のしっかりしているものは説得力のある意見になると分かった」のようなものも複数あった。

(4) 11～2 月：最も時間をかけた活動である。この活動の目的は、生徒たちが「自分の主張を他の人に納得してもらうためには、その理由（根拠）を明確にして、論理的に説明する必要は当然あるが、出るだろう反論を考え、その反論に再反論できるだけの理論武装をしておく必要があること」を理解することであった。クラス内の発表を終えた後に取ったアンケートの結果は以下の通りである（有効回答数 256）。各項目には、「そのように答えた理由を述べてください」という問いを付けた。アンケートの結果によると、自分の主張に対する反論を考えることも、再反論を考えることも、70%近い生徒が「簡単だった」とは思わなかったようである。反論を考えることが簡単ではなかったと答える生徒の理由をみると、「自分以外の立場に立って（客観的に）考えることが難しかったから」や「3 つも反論を考えることは難しかったか

表１　アンケート結果

項目	質問	難しかった	どちらともいえない	簡単だった
①	自分の主張に対する反論を考えることはどうでしたか？	21.0%	52.5%	26.5%
②	他の人からの反論に対する再反論を考えることはどうでしたか？	29.9%	37.2%	32.9%
項目	質問	できた	できなかった	よくわからない
③	自分なりに相手が納得できるような再反論を考えることができましたか？	52.8%	14.0%	33.2%
④	他の人が納得できるように、自分たちの主張をうまくポスターや原稿にまとめられましたか？	65.3%	14.5%	20.2%

項目	質問	1（最低）	2	3	4	5（最高）
⑤	この活動の目的に対する達成度を５段階で表してください。	1.3%	1.7%	23.9%	58.6%	14.5%

ら」、「主張に絶対的な自信があったので、反論が思いつかなかったから」のような回答が目立ち、再反論を考えることが簡単ではなかったと答える生徒の理由をみると、「自分たちの主張の理由をもう一段深めないといけなかったから」や「再反論を論理的に考えることが難しかったから」のような回答が目立った。どちらの理由の中にも、「自分の主張を他の人に納得してもらうために、出るだろう反論を考え、その反論に再反論できるだけの準備をしておくという経験をしたことがなかったから」という回答が多かった。項目①、②によると、今回の活動は、課題としては比較的「難しい」ものであったと分析できるが、70%の生徒に対して、この活動の目的を意識づけることはできていたといえる。一方で、簡単だったと回答した生徒の理由をみると、「自分たちの主張の実現可能性が低いものだったから」というものが多かった。これでは、再反論するだけの準備が整わない。授業担当者が、ブレインストーミングの段階で、もう少しサポートを強化しなければならなかった。項目③によると、半数以上の生徒が「相手が納得するような再反論を考えることができた」と回答している。その理由の中には、「みんなが納得してくれたから」や「班の人と相談したり、議論したりしていく中で、説得力のある再反論のアイデアがどんどん生まれてきたから」、「班の人たちと協力して考えた多くの再反論の中で、最も説得力のあるものを選べたから」、「論理的に筋が通っているような再反論を考えられたから」のような回答がみられた。他の人と論理性を意識しながら議論を交わす中で、①、③、④の力を育てることができたことが読み取れる。また、昨年度の課題であった「協働する力」を育てることができたことも、今回の課題の収穫である。「できなかった」、「よくわからない」と答えた生徒の理由をみると、「自分たちが考えた反論が鋭すぎたから」や「再反論を考えきれなかった」という回答が多かった。項目①、②で「簡単だった」と答えたほとんどの生徒がこのように答えている。テーマ選びをより慎重にする必要があった。最後に、「学んだこと」、「感想」を問う項目では、「反論と再反論を考えることによって、説得力が増すことがわかった」や、「何か意見をいうときには、反論を考えておくことがよいとわかった」、「自分と相手の意見を整理し、反論まで予想することによって、物事の先を読むことができるようになった」、「相手がどういう意見を言うか、予想できるようになった」、「再反論を考える力は、汎用性があって、すぐに応用できる力だと思った」、「難しい課題であったが、とても大切で重要な活動だった」、「論理的に考えることの重要性が身に染みてわかった」のような回答が多く、活動が充実していたことを示唆している。1 年間の活動で身につけたスキルがうまく生きるような課題であったこともわかる。項目⑤の達成度の高さから見ても、この活動の目的は概ね達成できたと言える。感想の一つに、「反論と再反論を考えつくしたと思ったが、実際に発表してみると、想像もしていなかった反論（質問）が他の人から出てきた。この発表を経て、もう一回小班内で議論をして、ポスターを作り直したかった」というものがあった。次年度の活動にいかしたい。

【次年度への課題】

自由記述形式のアンケート調査を昨年度よりも多く行ったおかげで、同じ教材（スライドやワークシート）を利用したとしても、授業担当者の思想の微妙な違いによって、生徒たちが異なる印象を受けることがわかった。集団の中で、多様性の受容を推奨する立場をとるならば、それも望まれることかもしれないが、生徒全員に同じスキルを身につけさせたいと考えるのであれば、事前に授業担当者間での生徒の到達目標のすり合わせを、より入念に行う必要がある。

また、今年度の活動を通して、「他の人の立場に立って、客観的に考えることが難しい」という感想が多くみられた。次年度の研究開発課題として「物事を多面的にみる力」があるので、今回の活動の延長となるような課題で、かつ、物事を多面的にみることができるような課題を設定したい。また、異なる活動であっても、年間を通してスキルの習熟度の変化を終えるような、同じ内容の自己評価の項目を作成したい。

高１数学　微分法と積分法

【仮説】

数学Ⅱ「微分法と積分法」の学習において、教科書の順番通りに学習を進めると、全体像が見えないために、解法の手順を暗記するような学習になってしまいがちである。微分法と積分法の学習準備段階において、「微分・積分を学ぶこと」という教材を作成し教科書にない微分・積分の学習を行った。古代数学から始まる微分積分の歴史を紹介し微分積分がどのように発展したのかを紹介した。また微分積分の概念をイメージしやすいように、身近な速度や加速度、株価の動きなどと微分積分の関係を明らかにし、体積や面積、速度や加速度の関係を用いて、微分法と積分法が逆の関係になっていることを学習した。微分積分を学習する前段階において、微分と積分の概念や全体像をイメージすることで、これから学ぶ微分積分に興味を持ち、見通しを持って学習をすることで、内容を深く理解することができる。

【対象学年】

高校 1 年生（80 名）を対象に 12 月に実施した。

【内容】

[微分積分の歴史]

古代ギリシャで行われていた「取り尽くし法」を発展させることで、アルキメデスが積分のもととなる概念を作った。その約 2000 年後の 17 世紀、ニュートンが物理学全般に微分積分を適用させ、微分と積分が逆の関係であることを発見した。微分積分の業績をめぐり、ニュートンとライプニッツが対立した過去を含め、微分積分の発展の歴史を知ることで、微分積分が物理や地学などの発展に大きな影響を及ぼしたことを学んだ。

[微分があれば何か分かるか]

3 次関数以上の関数が、いつ最大値になるかという例題をもとに、関数の瞬間の変化量を求めることが有効であることを発見し、それをもとに微分法の導入を行った。

[積分とは何か]

積分を「微分の逆」と定義することもできるが、面積を微分することで関数が現れることを証明し、積分を用いて、関数で囲まれた面積を求めることを理解した。

[身の回りの微分積分]

心電図の波形の解析、株価の動きの分析など、私たちの身の回りのグラフを分析するために微分積分が有効であることを紹介した。また球の体積、錐体の体積など、これまで学んだ公式が積分の計算で求まることを確認し、これから学ぶ微分積分の奥深さを感じた。

【検証】

微分積分の授業後に、生徒たちにアンケート調査を行った。その結果が表 1 である。この結果から、目的が概ね達成できたといえる。「微分積分の全体的なイメージが持てたことで、授業の理解を深めることができた」「イメージが持てたことで授業が楽しかった」といった感想が多くみられた。

表１　アンケート結果

	４．とても良い変化があった	３．まあまあ良い変化があった	２．あまり良い変化がなかった	１．全く変化がなかった	4～１の評価の平均（2.50）
❶微分積分に興味を持って授業を受けた	40.0%	51.7%	5.0%	3.3%	3.28
❷微分と積分のイメージを持って授業を受けた	63.3%	30.0%	5.0%	1.7%	3.56
❸微分積分の学習への意欲が高まった	45.0%	36.7%	11.7%	6.7%	3.20
❹授業の理解が深まった	58.3%	30.0%	10.0%	1.7%	3.45

【次年度への課題】

微分積分の全体像を速く講義したため、理解が不十分な生徒もいた。数学の授業では、社会で活用されていることを実感したり、なぜそのような発想が生まれたかを学んだりするような機会が少ない。例題や練習問題を通して数学の計算方法を学ぶだけでなく、数学の歴史や活用、学問の成り立ちを知ることは、生徒の理解を深め、楽しく学ぶことができると思われる。そういった教材を、様々な単元で作り出すことが今後の課題である。

高 1 化学　実験・演習を通して数値データの収集と解析を体験する

【仮説】

化学の研究対象となる物質を各成分に分離することや、定量的または定量的にその中に含まれる物質の分析・データの処理を行うことは、化学の研究においてしばしば必要となる。これらの手法を含む実験を行うことで、化学分野の研究を行う際に必要となる基本的な知識や実験技術を身につけ、2 年次の必修科目である個人課題研究での探究スキルの向上を目指す。また、本年度は、昨年度より課題であったセンサーおよびデータロガーなどを用いてデータをとり、そのデータをパソコン上で処理する過程も含む実験を導入したことにより、より深い知識を得ることが出来るようになる。

【対象学年】

高校 1 年生（270 名）を対象とし、12 月・1 月・3 月に実施した。

【内容】

1．食酢中の酢酸濃度の決定

中和滴定により、市販の食酢に含まれる酢酸のモル濃度（mol/L）を求め、その値を質量パーセント濃度（%）に変換する計算を行った。そして、各自が求めた濃度の値が、市販されている食酢の食品成分表示にある値とほぼ一致することを確かめた。

実際に実験を行うことによってより、共洗い等の実験器具の操作について深く学ぶことが出来た。

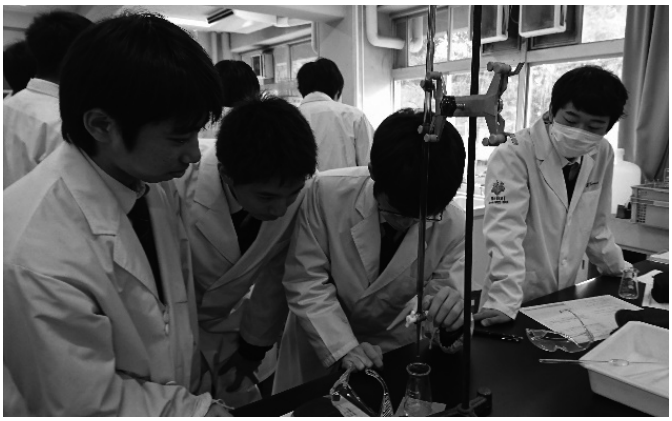


写真 1　　中和滴定曲線の実験

2．中和の滴定曲線の作成

pH メーターを用いて滴下量ごとの pH を求めて、パソコン上でデータを処理して滴定曲線を作成した。実際に実験を行っていく中で、1 滴で大きく pH が変わる時もあればほとんど変わらない時もあり、pH ジャンプや緩衝作用を実感することが出来た。また、授業ではただの曲がった線に見える滴定曲線が、プロットの集まりで出来ているということを確かめた。

3．塩の加水分解

様々な種類の塩を用意し、それらの塩の組成式から、その塩が水に溶けて水溶液になったときに、酸性・中性・塩基性のうちのどの性質を示すか予想を行った。続いて、各種指示薬や pH 試験紙、リトマス紙等を用いて、それらの水溶液の性質を調べることで、各自が事前にたてた予想が正しいかどうかの検証を行った。

【検証】

昨年度のアンケートを踏まえ、はじめて使用する実験器具であるホールピペットやビュレット・メスフラスコなどの使い方を事前に授業中で扱うことにした。その後に実験が出来たので、理解しやすかったと答えた生徒が 8 割を超えた。

中和滴定の実験では、身のまわりにある溶液の濃度が分かって興味深かったという生徒もいた。今後も身のまわりにあるものを利用した題材を選択する必要があると感じた。さらに、実際に濃度計算を行ってみると、日頃の計算演習では出来ていた計算が出来ない生徒がいた。日頃の演習問題より難しいと感じた生徒が半数以上いた。より実践に近い演習問題の実施の必要性を感じた。

【次年度への課題】

本年度行った定番の化学実験は来年度以降も実験に取り組んでいきたい。それに追加して生徒に各単元でやってみたい新しい実験などを提案してもらい、実施していきたい。また、本年度は滴定曲線の作成の 1 実験のみになってしまったが、センサーとデータロガーを用いてデータをとり、そのデータをパソコン上で処理する過程も含む実験をさらに導入していきたい。

高 1　ミニ研、個人課題研究

【仮説】

高校 2 年次必修科目「個人課題研究」に向けた準備として、全員が夏休みを中心とした短期間の研究に取り組む。テーマ設定、研究実施、レポート執筆、ポスター発表といった一連のプロセスを経験することで、個人課題研究への意識が高まり、研究スキルが向上する。

【対象学年】

高校 1 年生（270 名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

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

表 1　日程と内容

4 月 23 日（月）	個人課題研究ガイダンス	高 2 必修科目「個人課題研究」を見据え、全体スケジュールを提示した。過去の個人課題研究テーマの紹介や「ミニ研」の実施についての説明を行った。
6 月 25 日（月）	ミニ研ガイダンス	「社会系研究」、「人文・語学系研究」、「国際系研究」、「自然科学系研究」、「芸術系研究」、「保健体育系研究」、「数学系研究」の 7 つの分野に関して、テーマ設定の仕方や研究方法の説明を行った。昨年度の優秀ポスターを生徒に示し、イメージ作りを行った。
	情報収集の話	本校司書教諭が講師を務めた。インターネットや書籍を使って情報を収集する方法を学んだ。本校では、CiNii を使って研究論文も検索することができる。
7 月 9 日（月）	テーマ決定	7 月 9 日（月）をテーマ決定用紙の提出締め切りとした。生徒が興味を持ったことを探究することを趣旨としたため、研究テーマの妥当性を教員が指摘することはしなかった。
7 月 19 日（木）	分野別集中ガイダンス	夏休み初日を高 1 は全員登校日とした。2 講座以上を選択するよう指導し、希望分野の講座を受講した。講座は 1 コマ 50 分とした。教員は全部で 25 名が講師として関わった。時間割と受講人数は表 2 の通りである。
夏休み	研究実施期間	7 月下旬から 8 月にかけて、各自で研究活動を行い、レポートを提出した。
9 月	ポスター制作 （情報の授業内で）	1 人 1 台コンピュータを使い、ポスター（A3 サイズ 1 枚）のデザインや構成についての指導を行った。
10 月 22 日（月）	ポスター発表会	1 人 4 回ずつ、発表を行った。ベストポスター35 名を決定し、掲示した。
10 月 29 日（月）	個人課題研究ガイダンス	「個人課題研究の手引き」（本校オリジナルテキスト）を配布し、目的やテーマの決め方について説明した。
12 月	レポートの書き方指導 （情報の授業内で）	参考文献を探し、論文を執筆する際の引用の仕方、および参考文献情報の書き方等を指導した。
12 月 12 日（水）	テーマ・課題指導者決定	12 月 12 日（水）をテーマ・課題指導者決定の締め切りとした。自主相談期間を設定し、生徒は複数の教員を回り、テーマ・課題指導者を決定した。
12 月 22 日（土）	高 3 生によるガイダンス	高 3 代表生徒が自らの研究発表を行い、個人課題研究についてのアドバイスを送った。
冬休み	序論執筆	論文執筆の開始。序論として、研究動機、研究目的、研究方法をまとめた。
1 月～3 月	高 1 個人課題研究ゾーン	「序論添削」「研究活動の開始」「春休みの研究についての指導」を行った。

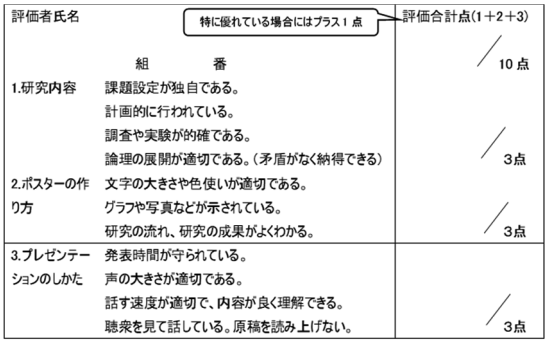
表２　７月 19 日個人課題研究集中ガイダンスの時間割と受講人数

1 限	文学	地理学	保健体育	教育学	化学	英語系
	28 人	24 人	32 人	45 人	32 人	24 人
2 限	芸術系	数学	女性・被服・保育		生物学	公民
	36 人	9 人	21 人		55 人	72 人
3 限	国際協力①	認知科学	歴史学	物理学	企業経営	
	50 人	19 人	25 人	44 人	57 人	
4 限	国際協力②	地学	医学	情報・図書館学		
	27 人	15 人	57 人	21 人		

レポートの提出には、論文の不適切な引用や剽窃の疑いのある文章を文章比較データベースと照合して類似性を判定することができ、生徒が提出したレポートに直接コメントを書き込むなどして効果的なフィードバックを可能にすることができるオンラインツールである turnitin を利用した。本校が国際バカロレア（ＩＢ）の認定校となった背景もあり、生徒の学問的誠実性の向上を目指していく必要度は高まってきており、昨年度のミニ研の取り組みから turnitin を導入している。今年度から生徒１人１人が PC を持つことになり、授業や課題研究で PC を利用することができる。レポートやポスターの作成が、各個人の都合の良い時間を見つけて行うことができるようになったことは大きな前進である。ポスターの作成についてはこれまで Power Point を利用することが多かったが、Publisher という DTP ソフトを利用した。

10 月 22 日（月）にポスター発表会を行った。発表３分、質疑・コメント２分の形式で１人が４回ずつ行った。聴衆の問題発見力や表現力を高める取り組みとして、発表者は３種類のトランプ（ハート・スペード・クローバー）を聴衆に渡し、その種類に従って発表後に聴衆がコメントをする方法を取った（ハートは、良かったところを具体的に挙げて褒める。スペードは、改善したほうがいいところを具体的に挙げて指摘する。クローバーは、疑問に思ったところを質問する）。図１のような評価シートを配布し、聴衆にプレゼンテーションの評価をさせ、その場で発表者に渡すことでフィードバックを行った。生徒による評価と教員による評価を合わせて、優秀ポスターを 35 件選出した。校内での課題研究の成果普及を目的として、優秀ポスターは校内に展示した。

図１　ポスター発表会における評価シート



10 月 29 日（月）には個人課題研究のガイダンスを行い、テーマ設定を開始した。目的や日程の説明には本校オリジナルのテキストである「個人課題研究の手引き」を利用した。「個人課題研究の手引き」には、研究の進め方や論文の執筆要項の他、生徒と課題指導者が研究プロセスを評価するための評価シートや各提出書類がまとめられている。生徒は本校教員との対話を繰り返し、研究テーマに対する認識を深め、冬休み前には全員がテーマ設定を終えた。

【検証】

ポスター発表会終了後、生徒を対象にアンケート調査を行った（回答数：248）。ミニ研の活動を通して身についたと思うスキルを自由に記述してもらった。128 名の生徒が「わかりやすく伝える力」「ポスター制作」「プレゼンテーションスキル」など表現力に関わるスキルが身についたと回答している。それ以外には、「文章・要点をまとめる力」「テーマを見つける力（問題発見力）」「情報を収集する力」など、幅広い回答があった。これらのスキルは課題研究に取り組む際に必要なスキルとなるため、ミニ研の取り組みが課題研究を行う上で有効であることを示唆している。ミニ研の活動の充実度を５段階評価で回答してもらった結果は表３の通りである（5 がとても充実した）。

表３　ミニ研の充実度
（5 段階評価）

5	37	14.9%
4	131	52.8%
3	69	27.8%
2	9	3.6%
1	2	0.8%
回答数	248	

【次年度への課題】

ミニ研の目的が個人課題研究に向けた「実践」であるため、その役割は十分に果たしていると考えられる。しかし、ミニ研を実施後にテーマ設定の妥当性を振り返る活動が、個人課題研究においてより良いテーマ設定を行う上で不可欠であろうと思われる。ミニ研の発表会が終了した後、すぐに個人課題研究の取り組みをスタートさせてしまったため、その振り返りが充実していたとは言えない。総合的な学習の時間の年間スケジュールの調整が必要である。

高２　個人課題研究

【仮説】

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

【対象学年】

高校２年生（254 名）を対象とした。

【内容】

総合的な学習の時間の代替として設置された 2 単位の学校設定科目である。高校 1 年の後期からすでに研究は始まっており、論文の序論の執筆を終え、文献調査をある程度進めている状態で高 2 の 4 月を迎えた。前期は毎週土曜日に 3 時間が時間割に割り当てられ、研究を行った。後期は１時間の自主研究で、通年 2 単位の扱いとなっている。各担当教員の指導のもと、毎回ゼミや個別指導を行い、研究の進捗状況を確認しながら研究を進めた。高 1 時に配布した本校オリジナルテキストである「個人課題研究の手引き」を必要に応じて参照し、研究の参考にしたり、プロセス評価を行ったり、提出書類を作成したりした。実施の流れについては以下の表 1 の通りである。今年度の新たな試みとして、中間発表を一般公開とし、全員がポスター発表を行った。

表１　日程と内容

6 月 26 日（火）	中間発表会	全員が A1 サイズのポスターを作成し、[4 分発表→2 分質疑→1 分聴衆者交代] を 1 セットとし、30 分間に 4 セット行った。高校２年生だけでなく、高校１年生も発表会に参加し、質疑応答に加わった。
7 月 19 日（木） ～21 日（土）	個人課題研究優先ゾーン	夏休み最初の３日間に行われた。平成 29 年度から始まった取り組みである。部活動等のあらゆる活動に優先して個人課題研究を行う期間とした。
9 月 8 日（土）	下書き提出	論文の下書きを提出し、担当教員の添削を受ける。
9 月 29 日（土）	本論文提出	
12 月 8 日（土）	要旨・パワーポイント提出	Ａ４サイズ１枚の要旨を作成する。発表用のパワーポイントを作成し、提出する。
12 月 21 日（金） 22 日(土)	個人課題研究発表会	本校教員を座長とし、発表会を行った。発表７分、質疑３分の形式で行った。
2 月 28 日（木）	個人課題研究発表会 （場所：筑波大学大学会館）	研究内容の質とプレゼンテーションを総合的に評価し、優秀者を選抜する。選抜された 28 名が口頭発表、34 名がポスター発表を行った。筑波大学の先生方を座長にお迎えし、指導・助言を受けた。

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

写真１　ポスター発表会全体の様子

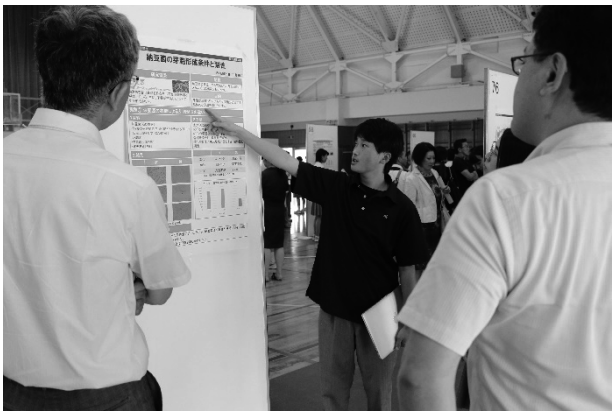


写真２　生徒のポスター発表の様子

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

表２　各教科の担当生徒数

教科	人数
国語	15
社会	46
数学	10
理科	76
英語	39
体育	23
家庭科	8
芸術	20
図書館・情報	11
保健室	6
合計	254

生徒は、高 1 の 10～1 月の期間に課題指導者との個別相談を繰り返しながらそれぞれの興味関心に応じたテーマを設定する。課題指導者は、生徒の希望テーマに近い専門領域を持った教員を生徒自身が選ぶ。生徒は、検討している研究テーマや背景をまとめた上で教員の元を訪問し、数回の研究相談を繰り返し、教員に課題指導を依頼する。今年度の各教科教員の担当生徒数は表 2 の通りである。理科の担当生徒数は、物理 20 人、化学 29 人、生物 24 人、地学 3 人であった。また、筑波大学の医学群、生命環境学群の 4 年生をそれぞれ 1 名ずつ、ティーチングアシスタントとして雇用し、指導教員のサポートや生徒の研究支援を行った。

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

各担当教員の指導のもと、毎回ゼミ形式や個別指導によって研究を進めただけでなく、110 名の生徒が大学の先生や研究者、その他の専門家を訪問し、指導を受けた。

平成 29 年度の研究開発において、生徒それぞれが行ったアンケート調査によって得られたデータに関してカイ二乗検定を行う活動を行っている。社会科学系の研究においてもデータを統計処理している研究が目立ち、数学の授業における経験が生きているものと思われた。第 2 章の研究開発の経緯で述べているように、生徒は多数の対外発表を行い、高校生科学技術チャレンジ（JSEC）をはじめとする各種科学コンクール等で多数の表彰を受けた。

平成 30 年 12 月 21 日、22 日には個人課題研究発表会を校内で実施した。全員がパワーポイントを作成し、9 つの分科会に分け、本校教員を座長として発表を行った。平成 31 年 2 月 28 日には、筑波大学・大学会館にて個人課題研究の代表者による発表会を行った。7 つの分科会に分かれ、28 名の生徒が口頭発表を行った他、34 名の生徒がポスター発表を行った。ポスター発表では個人課題研究の発表の他、科学部の研究成果の報告等も行われた。口頭発表会では筑波大学の先生に座長をお願いし、各発表について指導・助言を受けた。

表３　口頭発表会での座長の先生方

人間系教授・原田隆之先生	特命教授・新井達郎先生
生命環境系教授・久田健一郎先生	医学医療系教授・長田道夫先生
人文社会系准教授・五十嵐沙千子先生	芸術系教授・直江俊雄先生
生命環境系教授・江前敏晴先生	

【検証】

中間発表会に関して：高校２年生を対象に自由記述のアンケート調査を行い、それぞれの記述からキーワードを拾い出し、分類してまとめた。生徒の感想は肯定的な回答が多く（176 件）、今後の研究を進める上で有益であったと答えている。その理由として、他人の発表が参考になった（31 件）ことや、聴衆者である大人からたくさんのアドバイスを得られたこと（46 件）が挙げられる。中間発表の目的でもある、これまでの研究成果をまとめ、整理するという目的は十分達成することができた。他校教職員の方々にも多数来校していただき、成果や運営方法を普及する役割も果たすことができたと考えられる。本校教職員を対象に中間発表の振り返りを行った結果について述べる。「生徒の発表について」「中間発表が生徒に与えた影響」という２つの項目についての記述をいくつか列挙する。「うまくできた生徒もそうでない生徒にも平等に発表する機会を持てたことは有意義であった」「運営指導委員の先生に指摘いただいたように「言語化」が弱いと感じた。(自分は何明らかにしたいと考え(目的・仮説)そのための論証をいかに行おうとしているか(データ))」「途中経過をまとめるということはとても大切だと感じた。なかなか進みがよくない生徒にとっても、ここで現状を把握できたことが刺激になると思う」「自分が行っていることを客観的にチェックできるよい機会。他の生徒と比較して遅れていることも自覚できるので刺激としても有力と感じる」「質疑の中で今後の研究の方向性が見えて来たり、他校の先生から有益なアドバイスを頂けたりすることは、大変貴重である」「外部の方に見ていただいたことは、たいへんな刺激であった」

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

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

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

表４　アンケート集計結果（個人課題研究を通して、自分にどのような変化があったと思うか？）

質問項目	1	2	3	4	5	6
【1】 複雑な問題について順序立てて考えることができる。	7.7%	12.1%	53.8%	9.3%	12.1%	4.9%
【2】 相手の話しをよく聞き、適切な質問をすることができる。	11.0%	13.0%	48.4%	9.8%	13.0%	4.9%
【3】 何事も、少しも疑わずに信じ込んだりはしない。	13.4%	5.7%	44.5%	6.9%	19.4%	10.1%
【4】 自らテーマを立てて、主体的に学ぼうとすることができる。	6.1%	8.1%	54.3%	9.3%	13.4%	8.9%
【5】 一筋縄ではいかないような難しい問題に対しても取り組み続けることができる。	10.1%	11.3%	49.4%	9.7%	11.7%	7.7%
【6】 相手から質問されたことに対して、適切に回答することができる。	8.9%	10.9%	51.4%	9.3%	15.0%	4.5%
【7】 結論をくだす際は、できるだけ多くの事実や証拠を調べる。	6.1%	8.1%	53.0%	9.7%	15.4%	7.7%
【8】 研究がうまくいかなくても、あきらめずに取り組み続けることができる。	6.5%	8.5%	52.6%	10.1%	13.4%	8.9%
【9】 道筋を立てて物事を考えることができる。	5.3%	9.7%	55.9%	10.5%	10.5%	8.1%
【10】自分の考えを言葉で的確に表現することができる。	5.7%	15.8%	49.8%	8.5%	13.0%	7.3%
【11】 結論をくだす場合には、確たる証拠（根拠）の有無にこだわる。	9.7%	8.1%	51.0%	10.1%	14.6%	6.5%
【12】 新たな知識や情報を貪欲に吸収したい。	9.3%	8.5%	44.9%	9.3%	17.0%	10.9%
【13】 建設的な提案をすることができる。	16.3%	15.1%	44.1%	9.8%	10.2%	4.5%
【14】自分の研究の目的や内容について相手に説明することができる。	4.9%	8.1%	50.0%	9.3%	19.5%	8.1%
【15】 新しいものにチャレンジするのが好きである。	9.3%	10.6%	35.0%	11.8%	20.7%	12.6%
【16】 自分の行動が正しいかどうか、客観的に見ることができる。	14.2%	12.1%	44.1%	10.5%	14.6%	4.5%

【17】 物事に取り組むときに、適切に計画を立てることができる。	10.1%	17.0%	46.2%	9.3%	12.6%	4.9%
【18】 インターネットや図書館を活用して、効果的に文献検索を行うことができる。	7.3%	8.9%	49.4%	11.3%	14.6%	8.5%
【19】 生涯にわたり新しいことを学び続けたいと思う。	14.6%	8.9%	36.8%	8.5%	15.8%	15.4%
【20】自分の考えや文章に矛盾が生じないように気をつけている。	6.9%	7.3%	48.4%	9.8%	17.1%	10.6%
【21】 計画がうまくいかなかったときには、うまくいかない理由を考え、修正することができる。	8.9%	12.2%	49.6%	11.8%	13.0%	4.5%
【22】研究内容と関わりのある研究者や専門機関を探すために、インターネットを効果的に活用することができる。	11.4%	11.8%	46.5%	6.9%	15.9%	7.3%
【23】いろいろな考え方の人と接して多くのことを学びたい。	7.3%	8.9%	40.7%	9.8%	17.9%	15.4%
【24】 因果関係（原因と結果の結びつき）について、自分なりに考えることができる。	8.1%	6.5%	50.2%	11.3%	16.2%	7.7%
【25】研究内容と関わりのある知識や情報を幅広く得るために、インターネットを効果的に活用することができる。	8.1%	7.3%	46.6%	9.7%	18.2%	10.1%
【26】自分なりの仮説や予測を立てようとすることができる。	10.5%	8.1%	48.6%	8.9%	15.8%	8.1%

【1】・【7】・【9】・【26】は論理的思考力に関わる項目である。１年間の研究活動の中で、それぞれが仮説を設定し、多くの根拠を元にして論理的に考察し、結論を出すことができた生徒が多かったことが伺える。【10】・【14】の結果から、生徒はプレゼンテーションのスキルが高まったという実感を持っている。中間発表会と 12 月の全体発表会で全員が最低 2 回のプレゼンテーションを経験することにより、自らの研究内容を分かりやすく伝えるスキルと自信を身に付けたことがわかった。【17】・【21】の計画性については、否定的な回答が比較的多かった。限られた時間の中での研究が思うように進まなかったと実感している生徒が多かったと分析できる。【4】・【12】・【15】は、これからの学びへの主体性やモチベーションに関わる項目であり、個人課題研究が生徒の知的関心を喚起することにつながっていることを表している。

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

表５　アンケート集計結果（個人課題研究に対する意欲は全体的にどうだったか）

非常に消極的	消極的	積極的	非常に積極的
8	94	130	15
3.2%	38.1%	52.6%	6.1%

【次年度への課題】

中間発表会に関して、運営指導委員会では、大学院生の参加を広く募ってはどうかというコメントをいただいた。実際に参加した数名の大学生や大学院生から生徒の研究についての有益なコメントだけではなく、運営方法や SSH 事業についても異なる角度からの指摘を受けることができた。学生の参加は、様々なメリットがあると考えられるので多数が参加できるよう方法を検討していきたい。中間発表を一般公開で実施するのは初めての試みであったため、計画的な運営ができなかった。今後はより組織的に運営できるよう工夫する必要がある。

アンケート調査の結果から、個人課題研究に対する意欲が否定的であった理由は、「どのように進めればよいかわからない」という回答が 35 件で最も多く、生徒の主体性を生かしながらも、指導教員が効果的に生徒に関わっていく必要性が示唆された。研究活動そのものに加え、論文の執筆や、発表用のポスターやパワーポイントの作成は正課の時間外に行わなければならないことが多く、そのことが生徒にとって負担となっており、計画的に研究を進められなかったという反省や意欲の減退につながっているとも考えられる。現状では、前期の土曜日の２コマを個人課題研究の時間に充てているが、これを通年に拡張し、個人課題研究に関わる活動のための時間を確保することが今後の課題である。学校全体でカリキュラムマネジメントの意識を強く持ち、生徒に対し、より計画性を意識できるよう、指導の仕方を工夫する必要がある。

第２節　ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラム

高２　数学探究Ⅰ

【仮説】

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

【対象学年】

高校２年生（11 名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

年間のカリキュラムと、いくつかの取り組みについての詳細を述べる。

４月　平面のベクトル（数学Ｂ）

〇三角形の重心座標と五心

三角形の五心の位置ベクトルに関する問題は、平面ベクトルの典型題としてよく出題される。三角形の五心は重心座標を用いて美しく表示することができ、三角形の面積比との関係も理解することができる。具体的な活動としては、△ABC において、$\alpha > 0$、$\beta > 0$、$\gamma > 0$に対し、

$$\alpha\overrightarrow{PA} + \beta\overrightarrow{PB} + \gamma\overrightarrow{PC} = \vec{0}$$　ならば　△PBC：△PCA：△PAB=α：β：γ

が成立することを示し、重心座標を定義した。探究課題として、三角形の五心の重心座標を求めた。

〇ベクトルについての調べ学習とプレゼンテーション

ベクトルが関係していればテーマは自由として課題を課し、ＧＷに各自が取り組んだ。ＧＷ明けには全員がプレゼンテーションを行い、各自が調べたことを共有した。生徒が選んだテーマは、「内積を物理的に理解する方法」「外積について」「統計量をベクトルで表す方法」「物理現象をベクトルを使って考える」「ベクトルの歴史と四元数」など多岐に渡った。結果的には既習事項の復習や予習につながるもの、数学と物理などの他分野との関連、数学概念の歴史的な背景等に関連するテーマを生徒は自ら選び、主体的に調査し、レポートにまとめていた。

５～６月　空間のベクトル（数学Ｂ）

〇２つのベクトルの外積

外積は高校数学では発展的な内容としてしばしば現れ、物理学への応用を考える際には重要な道具となる。授業では、外積を定義した後、基本的な性質を成分を用いて丁寧に証明を与え、概念理解を図った。四面体の体積を求めるという、空間ベクトルの問題としては典型的な問題に外積を使ってアプローチし、その良さを実感することができた。

〇問題作成活動

条件の違いが問題解決に影響を及ぼすことを体験することにより、論理的な思考力を高め、各自の知識を統合していくことを目的とした。各自がベクトルについての問題を作成し、お互いに解き合って、出題の意図などを確認した。

６～７月　数列（数学Ｂ）

９月　数学者とその業績についてのプレゼンテーション

夏休みの課題として、各自が数学者を１人選び、その業績についてまとめた。それぞれが内容をプレゼンテーションによって紹介し、数学者の偉業や数学の発展の歴史を知ることを目指した。生徒の発表テーマは以下の通りであった：「関孝和と和算（円周率の発展）」「ソフィージェルマンの生涯と業績（女性数学者の活躍）」「フォイエルバッハの定理」「ヨハネス・ケプラーについて（ケプラーの多面体（星形正多面体を折り紙で作成する））」「ガロア（方程式の解）」「ネピアと対数」「デカルト（座標の導入）」「ライプニッツ（微分の記号）」「ライプニッツとニュートンによる微積分を巡る争い」

９月　整数の性質（数学Ａ）

〇合同式

オリジナルのテキストを用いて、合同式の基本的な性質にも丁寧な証明を与えながら学習を進めた。既習事項である倍数の判定法に加え、ピタゴラス数、双子素数、三つ子素数の性質を証明する問題にもチャレンジした。

１０月　極限（数学Ⅲ）

〇数列の極限（ε-N 論法）

$\{a_n\}$を無限数列としたとき、 $lim_{n\to\infty} a_n = \alpha$ であるとは、任意の$\varepsilon > 0$ に対し、それに対応してある自然数n_0 が定まり、$n > n_0$ ならば $|a_n - \alpha| < \varepsilon$ が成立することをいう。この定義は大学での数学で学習するものであるが、極限の厳密な定義を与えるものとして、生徒に提示し、数列極限に関する基本的な性質をε-N 論法を用いて証明した。

〇曲率半径の話題

曲線上の点Ａにおいてこの曲線と接し、Ａに近い曲線上の他の点Ｐを通る円を考え、点Ｐが点Ａに限りなく近づくときのこの円の半径の極限値を(もし存在するならば) この曲線の点Ａにおける曲率半径という。微分の演習問題としてよく現れる話題であるが、より視覚的な理解を促すため、フリーソフトウェアである Geogebra を用いた。場所は本校コンピュータ室を利用し、１人１台パソコンを操作して、実際に状況を作図した。Geogebra で作図の手順を追うことで、状況設定がより明確に理解できることを意図した。また、スライダーの機能を用いて、Ａと Ｐを通る円がどのように変化しているかを視覚的に捉えることによって、円の半径の極限がどのような値になるかを予想させ、それを計算によって実際に求める活動を行った。

１１～１月　微分法（数学Ⅲ）

〇指数関数や三角関数の冪級数展開（テーラー展開）

無限回微分可能な任意の関数が、特定の点の付近で多項式で近似できることは、微分という手法から得られる重要な事実である。基本的な不等式を繰り返し証明するというアプローチで、指数関数や三角関数が多項式として表現できるということを体験的に学んだ。学習のプロセスにおいては Geogebra を用いて、近似の次数が高くなるにつれて、より精密にもとの関数のグラフを表現できることを体感した。関数の n 次近似の定義についても学び、微分係数を用いて関数を冪級数展開する手法についても学んだ。

〇オイラーの公式

上に述べたことの応用として、オイラーの公式を紹介し、形式的にではあるが $e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$ が成立することを確認した。異なる分野において定義された異なる起源をもつ数同士が結びついていることを知り、数学の美しさや奥深さを感じることができた。

２～３月　積分法（数学Ⅲ）

【検証】

生徒を対象にアンケート調査を行った（回答数：１１）。各単元の理解度を図る質問については、４段階評価（１が最も良い評価）で「１」と回答した生徒が６名、「２」と回答した生徒が５名、「３」または「４」と回答した生徒は０名であった。プレゼンテーションや問題作成学習が自分にとって良い影響を及ぼしたかという質問については、４段階評価（１が最も良い評価）で「１」と回答した生徒が５名、「２」と回答した生徒が６名、「３」または「４」と回答した生徒は０名であった。自由記述では、「歴史上の人物を知ることでどのような背景のもとで、定理が生まれたかがわかる」「教科書には現れない、様々な定理を知ることができた」「自分で問題を作ることによって、出題者の意図がわかる」「数学が他分野とどのようにつながっているかがわかる」などの回答が得られた。ソフトウエア Geogebra の使用などの ICT 活用に関する質問では１１人全員が肯定的であると回答した。理由として「本質的な意味が図示できることで理解できる」「グラフや点の動きを捉えることができるので、問題を解くときに想像力アップにつながった」「具体的なイメージを持つことで新たな概念を飲み込みやすくなる効果がある」「微分積分の単元でより効果があった」などの回答が得られた。一方で、「PC の扱いが苦手なので難しく、操作に時間がかかった」という回答もあった。年間の授業そのものについての評価は「とても満足（４人）」「まあまあ満足（７人）」「あまり満足していない（０人）」「全く満足していない（０人）」という回答結果であった。自由記述では「発展的な内容を学べて楽しかった」という意見が多かったが、授業はある程度の自主学習を前提としていたことから、授業内での演習量が少なく、十分な力が身についていないことを不安視する意見があった。

【次年度への課題】

今年度扱ったいくつかの取り組みは、学習指導要領の内容から自然に発展できる話題として適切であったと考えられるが、まだいくつかの選択の余地があると思われる。生徒の意見の中で「テーマを決めて、課題学習等もしてみたかった」というものがあり、内容理解に関する時間を十分に確保した上で、検討すべき課題である。数学Ｂ・数学Ⅲの内容を十分に習得するには、自学や生徒同士の議論だけでは不十分であり、双方向型の授業を実現できたとは言えない。教えた上で、生徒に考えさせ、それを互いに表現できる授業の実現に向けて、授業者の力量を高めていく必要がある。

高２　物理探究Ⅰ

【仮説】

双方向型・協働型の学習で、探究活動を重視した学習者中心の深い学びを目指す。学習指導要領の枠に捉われず、高等学校で履修する内容を超えるものも取り扱い、系統的かつ効果的に単元を配置することで、幅広く深い知識を身に着けることができるようなカリキュラムを開発する。高い意欲を持つ生徒が主体的な学習を行っていくことで、物理学に対する興味関心を高め、学びをより深めることができる。なお、物理は高 2 から履修が始まるため、高 2 物理探究Ⅰでは、他の探究科目に比べて基礎事項の理解に重点をおく場面も少なくなく、高 2・高 3 の 2 年間を見通したカリキュラムとなっている。

【対象学年】

高校２年生（10 名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

（1）カリキュラム編成上の工夫

物理探究Ⅰ履修者は、まず、高等学校「物理基礎」の内容を年度の前半に学び、年度の後半に「物理基礎」「物理」に加え、それを超える内容も視野に入れながら学んでいった。探究活動の時間を捻出するため、特に「物理基礎」においては、現象の定義、比較的平易な練習問題等については、宿題として各自にやってきてもらい、授業の最初で確認してから、本題へ入っていくスタイルを取った。また、授業内においては、できあがった式を使う練習よりも、なぜそうなるのかを証明したり、成立条件を確認したりすることに時間を掛けた。

定期試験は実施せず、単元の終わりに確認テストを実施した。

（2）探究活動の実施

「物理基礎」分野においては、実験スキルの習得を中心に行い、「物理」分野においては、現象の確認とデータの適切な取り扱いを中心に行ってきた。物理探究Ⅰ履修者が 10 名であることから、実験はできるだけ 2 名 1 組で行うことを基調とし、履修者全員が他人任せにすることなく実験に主体的に参加できるよう配慮した。

今年度実施してきた実験は、以下の通りである。

波動分野 「気柱の共鳴」（物理基礎） ・音叉、気柱共鳴装置を含めた正しい器具の取り扱いについて学ぶ。 ・音叉の音が共鳴する位置を特定する方法と、それに誤差が伴うことについて学ぶ。 「弦を伝わる波の速さ」（物理基礎、応用） ・線密度の違いによって固有振動に違いが生じることを、複数種類のカタン糸について検証する。その際、カタン糸の種類も生徒達に選んでもらう。 ・張力の違いによって固有振動に違いが生じることを、複数種類のおもりについて検証する。 ・実験結果を基に、弦を伝わる波の速さについて考察し、レポートにまとめる。 なお、このレポートについては、各自が Microsoft Word で作成し、担当者へ提出する形をとった。 ・固有振動を起こしているかどうかの判断が、人の目によって行われていることを認識する。 ・固有振動を観察する際に、実験を行う生徒が注意しなければならない要素について、複数回測定を行ったり、他グループの実験装置を観察したりすることを通じて検証していく。 ・実験の原理の説明では、波の速さの式が運動量変化を基にして説明できることを記載し、後に運動量について学習する際の導入の一つとした。
力学分野 「運動量」（物理） ・力学台車の衝突実験を通して、力学実験の基本的なスキルを育成する。 「単振動」（物理） ・ばね振り子、単振り子のそれぞれの周期測定の実験を通して、誤差を小さくする方法について考察する。
電気分野 「電流が磁場から受ける力」（物理基礎・物理） ・フレミングの左手の法則が成立する状況において、電流が磁場から受ける力を定量的に把握する方法について考え、実際に測定を行う。その際に生じる誤差について、自らの動作を基に考察する。 「電流による発熱量」（物理基礎）

・水熱量計に一定時間電流を加えた際の水の温度上昇を測定し、電流による発熱量を決める要因（電流と電圧）を調べるほか、理論値と比較して、誤差の原因について考える。

（3）ゲストの受け入れ

物理探究Ⅰの授業では、2 度ゲストを受け入れた。

このうち、11 月に「さくらサイエンスプラン」の一環として中南米から来訪した生徒を迎えた授業では、上述の「電流による発熱量」の実験を行ったが、実験プリントは日本語に英語を付記する形で作成し、教員による実験の説明および実験中のグループ内でのコミュニケーションは、英語で行った。

また、1 月に台中女子高級中学校の生徒を迎えた授業では、波動分野「光波」の授業を 2 時間実施した。この中で、虹の色について、台湾では何色と表現しているか（聞いた結果は、日本と同じ 7 色であった）等、文化による現象の捉え方の異同についても意見交換する場を設け、一見科学的事実と思われることであっても、色のような主観に基づく記述は、背景となる文化や、周囲の環境によって異なり得ることを共有する場となった。

図 1　さくらサイエンスプランの一環で ゲストを迎えて実験を実施

【検証】

生徒を対象に、3 つの観点に基づいて自由記述のアンケート調査を行った（回答数：10）。

（1）講義の難易度、進度、内容の深さなどについて

物理基礎と物理の分野が複雑に入り交じる形の授業編成となってしまったことについては、生徒から系統性を重視して授業を行うべきとの意見が多かった。これは、学ぶ時間そのもの（すなわち、1 週間あたりの授業時数）が足りないという指摘にも通じる。高校 1 年生から物理を学べるカリキュラムにして欲しいという意見もあった。授業に関しては、日常の物事と関連させたこと、発展的な内容を学んだこと、詳しい所まで深く学べること、公式の導かれる手順を深く学べること等が、肯定的に受け止められており、生徒の意欲にもつながっていることがうかがえた。

難易度については、やや難しいとの意見もあったが、おおむね受講者のレベルには合っていたようである。微分・積分を含めた授業をする単元や、大学レベルにまで踏み込んで授業をする単元を増やして欲しいという要望もあった。また、単元テストがあったことは有効であったとの意見があった。

（2）　実験の内容、頻度等

探究と名のついた科目でもあり、実験の時間数は通常の物理よりも多く確保しているが、より多くして欲しいという意見もあった。また、実験の中では一部、実験方法を考えてもらう時間も取ったが、ある生徒の意見では、講義後に実験を行った方が理解しやすいという意見や、講義で学んだことに基づいてアンケートを採り、実験を行うと良いのではという提案もあった。具体的に、3D プリンタを使いたい、熱の解析をしたいといった意見もあった。既習の内容に基づいて実験を行うことは、実験の考察がより深まることが予想される。

（3）　講義・実験・演習等の時間配分

学習者中心の深い学びを実現する際に、問題演習を効果的に取り入れることも一つの方策であるが、今年度は問題演習の時間を自宅学習としていることが多かった。生徒からは、演習時間の拡充を求める声や、日々の課題を求める声があった。

【次年度への課題】

アンケート及び、授業者の反省も踏まえると、次年度への課題は次の 4 点に集約される。

・物理基礎と物理の配列を工夫し、生徒の学びが深まるよう、系統性を重視した内容編成をしなければならない。今年度は授業担当者の確保の都合上、週 5 時間を 2 名で担当していたが、来年度は週 5 時間を 1 名で担当していくことで、解決できると考えられる。

・実験レポートや実験プリントのフィードバックを早く行い、記憶の新しいうちに実験スキルや考察のおさらいができるよう配慮しておく必要がある。

・実験について、生徒の要望や意見を取り入れながら実験内容を検討するなど、より深い学びを実現できる実験指導が望まれる。生徒が求める実験では、生徒がより主体的に探究に取り組む意欲をもつものと考えられ、有益であると思われる。IB の「グループ 4 プロジェクト」の手法も参考にしながら、今後の実験指導を考えていきたい。

・問題演習を効果的に取り入れる。例えば、科学の甲子園のように、一つの課題に複数名でグループを組んで取り組むというのも効果的ではなかろうか。

高２　化学探究Ⅰ

【仮説】

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

【対象学年】

高校２年生（７名）を対象とし、年間を通じて１コマ５０分の授業を週３回実施した。

【内容】

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

表　「化学探究Ⅰ」の年間カリキュラムと探究クラスで扱った主な授業内容の概要

月	実施内容		
４月	物質の状態	粒子の結合と結晶 物質の状態変化 気体 溶液	・「オクテット則を満たさない分子①」 … 中心原子がオクテット則を満たしていない分子である BF_3 や NO_2 の電子配置について解説した。 ・「電気陰性度」 … 電気陰性度は定義される値でありこれまでに十数種類提唱されていることを紹介した。そして、それらの中から具体的に Pauling の電気陰性度や Mulliken の電気陰性度について解説した。過去に出題された大学入試問題を用いて具体的な電気陰性度の数値計算も行い、様々な結合の極性の大きさを比較した。 ・「双極子モーメント」 … 双極子モーメントμを紹介し, 分子の極性との関係について解説した。 ・「イオンの移動度」 … アルカリ金属におけるイオン半径（$Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$）と水中でのイオンの移動度（水溶液の電気伝導率の測定結果より $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$）の関係について考察した。
５月			
６月			
７月	物質の変化	化学変化とエネルギー 電池と電気分解 化学反応の速さとしくみ 化学平衡	・「反応熱とエンタルピー」 … エンタルピーH について解説し、日本の高校化学の反応熱 Q との比較を行った。日本の高校化学と海外で高校生が学習する化学の違いについて紹介した。 ・「標準電極電位」 … 金属のイオン化傾向と標準電極電位E°の関係について解説した。さらに、この内容が背景となっている大学入試問題を解くことで理解を深めた。 ・「活性化エネルギーの求め方」 … Arrhenius の式を紹介し, Arrhenius プロットから反応の活性化エネルギーE_aを求める方法について考えた。さらに、この内容が背景となっている大学入試問題を解くことで理解を深めた。
９月			
10 月			

11 月	物質の変化	化学変化とエネルギー 電池と電気分解 化学反応の速さとしくみ 化学平衡	・「多段階反応と律速段階」 … 素反応や多段階反応，律速段階について学習した. ・「平衡定数の導き方」 … 化学ポテンシャルμを紹介し，なぜ平衡定数が $K = [P]^p[Q]^q\cdots/[A]^a[B]^b\cdots$ のような形で書くことができるのかについて解説した。 ・「反応の起こる方向」 … エントロピーS とギブズの自由エネルギーG について紹介し、反応が自発的に進む向き（なぜ吸熱反応が自発的に進むかなど）について考えた。
12 月			
1 月	無機物質	非金属元素 金属元素(I)－典型元素－ 金属元素(II)－遷移元素－	・「オクテット則を満たさない分子②」 … オクテット則を満たさない分子 CO の電子配置について解説した。 ・「錯イオンの形成について」 … 両性酸化物や両性水酸化物が過剰の NaOH を加えると溶解する機構や化学反応式の導き方について解説した。
2 月			
3 月			

・従来と同じ時間数（週 3 時間）で、表に挙げたような内容を扱うには時間数が足りない。そこで、日頃から生徒たちには授業内容を予習するように指示し、授業の進度を早めることで、前述の内容を扱う時間を捻出した。
・講義のあとは、できる限り関連する大学入試問題を解くことで，知識の定着を図り、知識を応用する力を養うようにした。
・定期テストにおいては，レギュラークラスと共通の問題と探究クラスのみの問題を出題した。

写真 無機化学分野の実験を行う様子

【検証】

年度末に行ったアンケートの自由記述の結果を以下に示す.

・授業の内容について…「理論化学分野の＋αの内容が楽しかったです。」、「教科書にあることでできる、教科書に無いことをやりたい。」、「演習の時間もあって良かった。」、「演習問題が多くて良かった。」、「実験を実際に先生がやってくれたり、自分たちもできたりしてよかった。」
・授業の進度について…「ちょうど良いスピードだった。」、「もう少し早くても良いと思います。」
・予習について…「事前に授業プリントを渡して欲しかったです。」、「しなかったです。」、「できない時があったが、できた時は分かりやすい授業になった。」
・授業スタイルについて…「映像を見せてくれたので，分かりやすくて良かった。」、「良いと思います。」
・演習の回数について…「ちょうど良い。」、「もう少し欲しいです。」
・実験を行う回数が少なかったことについて…「授業時間数的に仕方がないかと思います。」、「前で演示実験をしてくれたのはとてもよかった。やった気分になれる。」、「多いと嬉しいですが、授業の進度が今より遅くならない程度が良い。」、「思ったより少なかったが、1 回の実験での内容が良かったと思う。」

【次年度への課題】

講義内容は比較的充実させることができたが、実験を行う時間を十分に確保できなかった。次年度からは、無機化学の授業については実験を中心に進めるようにし、知識の定着だけではなく、考察する力や実験スキルの向上に努めていきたい。また、実験内容についても発展的な実験を行うことはできなかったため、この点についても検討していきたい。今年度から本校で開講している IB（国際バカロレア）のディプロマプログラムの授業科目「Chemistry」の内容も参考にしたいと考えている。さらに、授業内容を一方的に講義することが多かったが、講義で扱おうとしていることを調べ学習の課題として与え生徒たちに考え、解説してもらうという双方向型の授業スタイルに変えていきたい。

高２　生物探究Ⅰ

【仮説】

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

【対象学年】

高校２年生（7 名）を対象とし、年間を通して実施した。

【内容】

年間のカリキュラムと、いくつかの取り組みについての詳細を述べる。

１．年間の活動の概要

表１　１年間の学習内容と探究活動および発表討議活動内容

月	学習分野	実験・観察（時間数）	大学入試問題についての討議・生徒によるプレゼンテーション
4 ～ 5	生物の体内環境　体内環境維持の仕組み（生物基礎）	①アジの解剖と血球観察（２）	・広島大学(2015) ・大阪大学(2016)
6	生物の体内環境　生体防御（生物基礎）	②ヒトの血球観察（標本）（１）	・滋賀医科大学(2017)
7	生物の多様性と生態系　植生と遷移、バイオームとその分布（生物基礎）	③葉の形態の及ぼす光の影響（２） ④光合成による二酸化炭素の吸収と有機物合成（２）	
9	生態系とその保全　生態系のバランスと保全（生物基礎）	⑤パックテスト等による水質調査（２）	・京都大学(2017)
10	細胞と分子　生体物質と細胞	⑥酵素予備実験（１）	・各細胞小器官の構造と働きについてプレゼンテーション ・東京理科大学
11 ～ 12	細胞と分子　生体膜の働きとタンパク質	⑦花弁の表皮細胞の観察（１） ⑧自由設計による酵素実験（２） 個人レポートの作成	・大阪市立大学(2017) ・芝浦工業大学(2013) ・群馬大学(2018) ・進研模試(2016)
1	代謝　代謝とエネルギー 生殖と発生　動物の発生	⑨ウニの初期発生（２） ⑩ショウジョウバエの交配実験（６　断続的に実施） ⑪原形質分離（１）	
2 ～ 3	代謝　異化、炭酸同化と窒素同化 生殖と発生　減数分裂と有性生殖による遺伝的多様性	⑫脱水素酵素の働きおよび競争阻害（２） ⑬アルコール発酵の実験（１） ⑭みそ造り（２） ⑮光合成色素の分離（１）	

２．授業の進度について

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

３．学習内容のレベルについて

高校生の教科書のレベルを超えた発展的内容を扱うことを目的に、副教材として「キャンベル生物学」（丸善出版）を

いつでも参照できるように毎時間準備した。一通り教科書を確認した後、キャンベルの該当箇所を分担して読み上げ、その内容を検討した。教科書にない事例を知って共通性を確認したり、教科書には記載されていない科学的な背景やその事実やメカニズムを証明した実験内容を学んだりすることができた。

４．探究活動の実施

学習内容に準拠して実験や観察を行った。実験・観察の手法として教科書レベルを超えたものはないが、できるだけ結果を確認するだけの実験とならないこと、データを数字で得ることを意識するように配慮した。2～3 人のグループをつくり、実験操作と意義を確認した上で、どういうデータをとりたいかをグループで討議して実験設計を立て、実験を行った。特に表 1 の⑧は、⑥の予備実験を踏まえて、実験の目的や実験条件の設定を全て生徒自身による自由設計で行った。事後に個人レポートを作成し、結果のまとめと考察を行うことに加えて、科学的な検証であったかの自己評価と改善点を振り返ることを課した。

また、⑩のショウジョウバエの交配実験では、組み替え価を算出することを目的に、生徒たちで分譲されたショウジョウバエを用いてどういう実験を組み立てる必要があるかを討議しながら行う予定である。実験値と理論値の比較には、統計的手法（χ2 乗検定）を用いて評価を試みる。またこの実験は、生きたショウジョウバエを用いた長時間の実験であり通常の授業では実施が難しいが、本カリキュラムならではの探究活動と考え、放課後や休み時間の活動も行いながら目的を達成させたい。ショウジョウバエの生活史を生徒一人一人が十分に観察できることで、生命尊重の心の醸成とともに科学倫理（生命倫理）について討議を展開できる内容である。

５．大学入試問題を題材として討議活動および生徒によるプレゼンテーションの実施

学習単元の内容に合わせて実験に関する大学入試問題を取り上げ、実験の設定を正しく捉えること及びデータの解釈を深めることを目的に討議活動を行った。特にグラフでは、縦軸と横軸の設定に意識させ、設問内容にとらわれず、「グラフで何が分かるのか」を可能な限り多くの考察として生徒が発見して、全員に提示していくことを繰り返した。

細胞構造の学習は羅列的で一方向型の授業になりやすいところである。生徒が各細胞小器官ごとに担当を決め、その構造と機能について調べたことを発表する形で学び合った。

【検証】

生徒を対象にアンケート調査を行った（回答数: 7）。「討議は十分に行えたか」および「実験は十分に行えたか」という質問については、3 段階評価（「１」想像していたよりも少なかった、「２」想像通りだった、「３」想像よりも多かった）で「２」と回答した生徒が 7 名（100%）であった。「実験をイメージする力がついたと思うか」という質問には、3 段階評価（「１」まだまだ不十分である、「２」ある程度力がついた、「３」十分に力がついた）で、「1」と回答した生徒が 0 名、「２」と回答した生徒が 5 名、「３」と回答した生徒が 2 名であった。「グラフを読み取る力がついたと思うか」という質問には、3 段階評価（前述の実験と同じ）、「1」と回答した生徒が 2 名、「２」と回答した生徒が 5 名、「３」と回答した生徒が 0 名であった。「予習は大変だったか」という質問については、3 段階評価で、「１」大変でなかなか取り組めなかった（2 名）、「２」ほぼ取り組めた（4 名）、「３」十分に取り組めた（1 名）であった。興味深かった実験としては、①と⑧がやや多く挙げられていたが、極端な集中は見られなかった。自由記述では、「実験は、自分たちで挑戦しながら学べて楽しかった。」「実験が多く、自分たちで考えることが楽しかった。」「自分の力の及ばなさを実験で感じることがある。」「実験において、実際に自分の眼で見ることで理解が進んだ。」という、実験の取り組みに意欲をもって取り組めたことがうかがえる。「大学入試問題を解くことは楽しいので是非続けてほしい。」「大学入試問題を解くことで、学んだことが力になっていることを実感することができた。」という意見がある一方で、「教科書を逸脱した話題をもっと触れて欲しい。」「本格的なプレゼン発表も行いたい。」という回答もあった。「レポートの書き方が分かってきた。」という回答もあり、レポートの作成課題に対しても前向きに取り組む姿勢が感じられた。

生徒は、授業の内容には概ね満足していたと判断できるが、予習にはかなりの負担感があったようである。一年間の取り組みによる自分の力の伸びを自己評価した場合、ある程度は力がついたと評価する生徒が多かった。

【次年度への課題】

生物は、教科の特性上、現象を知りその背景を理解する学習が多くなりがちである。学習指導要領の内容の習得を前提として、さらに発展事項の内容に及んで学習を進めるためには、時間不足を感じることが多かった。レギュラークラスと同じプリントを使用したことは、生徒にとっては自分の予習で不十分な部分があったとしても、基本事項を正確に学べるという点で安心感があったようであるが、その分、基礎確認にかかる時間は長くなってしまう。⑧のような自由設計で取り組む実験や、レポートのように文章で表現する発展学習の時間をより多く取れるように、基礎事項と発展事項にかける時間配分が検討課題であると考える。

第３節　深い思考につながるクロスカリキュラム

クロスカリキュラムの実践
高１　プロパガンダ（情報、現代社会、世界史）、性と生（家庭、保健）

【仮説】

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

【対象学年】

高校１年生（受講者 244 名）を対象とし、5 月～11 月に実施。（プロパガンダ、メディアの情報）
高校１年生（受講者　77 名）を対象とし、6 月～12 月に実施。（性と生、性・ジェンダー）

【内容】

・プロパガンダ（メディアの情報）

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

世界史の授業では、資史料について「誰が」「何の目的で」書いたものなのかを批判的に読むという視点から、ドーテの「最後の授業」を題材に文章中に示される時期、場所、事件、筆者の立場に着目させ、文学作品を歴史史料として用いる手法に実践的に取り組ませながら、19 世紀後半における「国家」「国語」のイメージについて考えさせた。

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

・性と生（性・ジェンダー）

家庭の授業では、自身がゲイであることを公表され、性の多様性について講演活動をされている声楽家のゲストを招いた。ゲストによるさまざまな事例紹介を通じて、①性の自認（自らの性別をどうとらえるか）、②性の表現（言葉遣いや髪形、服装など）、③性的指向（どの性を指向するか／しないか）の組み合わせによって性が構成されるため人の性は多様であること、性的なマイノリティとマジョリティとを合わせて自分も他者も「みんなが多様な性の当事者」であることの認識を促した。

保健の授業では、第二次性徴と自律・自立を中心に扱った。新聞の特集記事「Dear Girls ＃We Too 私たちは動く」（『朝日新聞』2018 年 3 月 4 日朝刊）を取り上げ、思春期の心身の変化に伴う発達課題として自分の行動への責任感や他者を理解したり尊重したりする態度が必要であることの理解を促した。

【検証】

一連の授業終了後に①テーマそのものについて思った・考えたこと、②見方・考え方が変わったことについて自由記述のアンケート調査をおこなった。この調査から「プロパガンダ」および「性」というテーマについて生徒たちが多面的にその概念を思考したり深く理解したりしたことがうかがえた。

上述のほかに③横断的な学習について思った・考えたことについてもアンケート調査を行った（「１つの教科・科目ではなく、複数の教科・科目を横断して１つのテーマについて取り組む学習について、あなたが思うことを自由に記述してください」）。その回答は「とてもいいと思う」という端的なものから以下のような複合的な記述までバラエティに富んでいた。

「多面的に考え、様々な分野の視点から探るのはとても良いことだと思う。また他の教科から取り入れた知識を他の分野の視点から探ることにより、新しい考え方が生まれるのだと思う。」「ステレオタイプな考え方に縛られずに多面的に物事を見ることで『相手の立場になる』ことの疑似体験ができる、貴重な学習体験だと思う。」「様々な観点からひとつのことをとらえようとするのはとても楽しくて面白い。これからも一か所からではなく様々なところからものを考えたいと思った。」「それぞれの教科によって見る側面は違ったが、それぞれの分野が根幹ではつながっていることが分かり、とても興味深かった。」こうした記述からキーワードを拾い出し分類してまとめた。表１がプロパガンダ、表２が性と生の一連の授業についての記述内容である。

表１（プロパガンダの授業についての記述内容）

プロパガンダ	肯定的	多面的	思考	理解	深い	つながり	面白い	楽しい
受講者 244 名	211 名	119 名	20 名	47 名	62 名	19 名	21 名	5 名

表２（性と生の授業についての記述内容）

性と生	肯定的	多面的	思考	理解	深い	つながり	面白い	楽しい
受講者 77 名	70 名	42 名	2 名	11 名	20 名	6 名	2 名	1 名

いずれの一連の授業についても、90%前後の生徒が肯定的な評価を記述した。「多面的」に学んだことを肯定的に記述した生徒はともに 50%前後、「深い」というキーワードで表現するような、知識や概念に関する理解の深まりを感じてこれを肯定的に記述した生徒は 25%前後であった。（多面的、深いなどのキーワードを記述した生徒は「あえて」記述したものを拾い上げている。先述のように「とてもいいと思う」としか記述していない生徒の中にも多面的な学びや深い思考・理解を評価しながら、それを殊更には記述しなかったケースも多くあると考えられる。）

一連の横断的な学習に 90%前後の生徒が肯定的な受け止め方をしたのには、およそ３つの理由があろう。１つ目は生徒たちが「深い」「理解」というキーワードで表現するような、知識や概念に関する思考や理解に深まりを感じて、これを肯定的にとらえているため。例えば「1 つの物事をあらゆる側面から学び、自分の考えを深めることはとても面白いので今後もこのような学習に取り組みたい。」「一つのテーマを複数の科目で学習することによっていろんな見方をすることができました。プロパガンダという一つのテーマであっても情報、世界史、現代社会で少し違ったような気がします。しかし、この見方の違いが自分の理解力を高めてくれたと感じています。」などの記述があった。

２つ目は「多面的」「つながり」というキーワードで表現している、知識や概念の教科領域を超えたつながりに気づき、そのことに知的な刺激を受け、これを肯定的にとらえているため。例えば「他の教科ともつながっていくので、授業が楽しかったです。いろんな見方をすることができたので面白かったです。」「多面的に考え、様々な分野の視点から探るのはとても良いことだと思う。また他の教科から取り入れた知識を他の分野の視点から探ることにより、新しい考え方が生まれるのだと思う。」などの記述があった。

３つ目は「プロパガンダ」や「性」というテーマが思春期の生徒たちにとって切実さや、ある種の緊張をはらむテーマであるため。例えば「情報が持つ力がどのように利用され、どのような影響があり、これからどうすべきなのか。情報と生きていくうえでそれを考えることが必要なのではないかと思う。」「こういったことを知ることは、世界を知る上で大切だと思った。」「人としてこのようなことを学べることは大切だと思ったし、人間の核のようなものを形成していく上で大切な授業だと思った。」などの記述があった。

１つ目の「深い・理解」および２つ目の「多面的・つながり」は横断的な学習に特有の働きである。これらが生徒たちの知的好奇心・学ぶ意欲を高め、横断的な学習への肯定的な受け止め方を促したと考えられる。しかし、最も重要なのは、３つ目のテーマの設定であろう。次のような記述が複数あった。「生徒が興味を持つようなテーマだったらいいと思うが、生徒が関心を持たないテーマを選ぶと飽きてしまう生徒が出てくると思います。」いかにテーマの設定が重要であるかを示唆するものである。と同時に、こうした記述をした生徒たちはいずれも横断的な学習に肯定的な評価を示しているので、今回のテーマの設定が適切だったことをも示してもいよう。

先述の「人としてこのようなことを学べることは大切だと思ったし、人間の核のようなものを形成していく上で大切な授業だと思った。」という生徒の記述は、自己と他者、自己と社会についての認識を育んでいく思春期の生徒たちにとって今回取り組んだテーマが興味を引くものであったことを示している。このような価値観に触れるテーマは、コールバーグやアイゼンバーグによる、道徳性や向社会性の発達のプロセスにおいて価値や規範の内面化や人間の尊厳を守る必要性の認識を形成していく段階にあたる思春期の生徒たちに「人間の核のようなものを形成していく上で大切」と感じさせる、的を射たテーマであろう。

最後に、授業実施の時期について留意すべき点に触れる。「性と生」の横断的な学習について生徒の自由記述アンケートに次の記載があった。「授業を実施した時期が離れており、教科・科目を横断していることに気が付かなかったため、今後はもっと近い時期に行うとよいと思う。」「期間がかなりずれてしまったため、授業としてはあまり繋がらなかったかなと思います。もっと同時に学習できれば、より理解が深まると感じました。」当初より授業実施の時期を近接させておくべきであると考えていたが、あらためて実施時期の調整には慎重に配慮していく必要を認識した。

第４節　校外研修活動や講演会、科学オリンピックに関する取り組み

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

【仮説】

本研修では、タイ国の二大恐竜化石産地を訪れ、英語を用いて自然科学に触れる。今回の活動では以下の４点を目的として研修を行った。

１．恐竜化石やそれを産出する地層を実際に観察し、意欲と関心を高める。
２．地層や化石の情報を読み取り、地質構造などを把握し、野外調査の必要性を知る。
３．得られた情報から恐竜の古生態や生息時の環境について推測する。
４．英語で思考して議論する体験をして、科学分野において英語を活用する力を向上する。

【対象学年】

希望者を募り、志望理由書と面接を行って選考した中学３年生５名と高校１年生３名、高校２年生４名の合計１２名を対象とした。

【内容】

（１）事前学習

夏休み期間中にタイ国東北地方の恐竜足跡化石についての学術論文を読み、専門用語などの基礎知識を各自で学習した。それ以降は、放課後や休日を利用して地質学や古生物学、英語口頭発表に関する研修を実施した。

第１回(10/ 7)：深田地質研究所での真鍋真先生による恐竜に関する講演会参加（希望者のみ）
第２回(11/13)：国立科学博物館の見学
第３回(11/25)：那珂湊巡検
第４回(11/28)：英語口頭発表にむけたグループ学習
第５回(12/11)：英語口頭発表講習
第６回(12/13)：タイ留学経験者との懇談会

写真１　恐竜骨格標本の観測（第２回事前研修）

（２）現地研修

１月３日から１月７日の４泊５日の日程で、タイ国コンケーン県プーウィアン（Phu Wiang）やカラシン県プークムカオ（Phu Kum Khao）・プーノイ（Phu Noi）の恐竜化石産地、コンケーン（Khon Kaen）大学鉱山工学（Geotechnology）部などを訪れ、研修を行った。その概略は以下の通りである（表 1）。

表１　研修の概要

日付	時間帯	研修内容など
１月３日	終日	成田空港からスワンナプーム（Suvarnabhumi）空港を経てコンケーンに入る
１月４日	午前	プーウィアン恐竜博物館の見学
	午後	プーウィアン国立公園内恐竜化石産地観察および調査（地点 No.2、No.3、No.8、No.9）
１月５日	午前	プークムカオ恐竜化石産地とシリントン（Sirindhorn）恐竜博物館の見学
	午後	プーノイ恐竜化石発掘現場観察および発掘体験
１月６日	午前	コンケーン大学での講義と事前学習に関する英語口頭発表 ノンワン（Nong Wang）寺院見学
	午後	コンケーンからスワンナプーム空港へ移動
１月７日	午前	成田空港帰着

現地では、コンケーン大学鉱山工学部の Nusara Surakotra 先生に現地を案内していただき、博物館や恐竜化石産地などで見学や観察、調査を行った。なお、Nusara 先生のご提案により、今回もコンケーン大学付属高校１年生 30 名と合同で研修を行った。さらに、１月５日午後に訪れたプーノイの恐竜化石発掘現場は、今現在も発掘調査が行われている場所であり、タイ国恐竜研究の第一人者で、この場所の発掘調査を主導しているマハサラカーン大学古生物

研究教育センター長 Varavuch Suteethorn 博士に直接案内をしていただいた。ここでは観察だけでなく、発掘中の化石に触れたり、ハンマーなどを用いて発掘したりする体験もでき、Varavuch 博士をはじめとする研究者の方々に直接質問をする貴重な機会も与えていただいた。

（3）事後学習

現地研修後は、各自が最も印象に残った内容に関して個人レポートを作成した。また、1 月 18 日と 1 月 19 日には、現地研修で得た地層の情報や型どりした恐竜の足跡化石のレプリカを作成し、現地研修のまとめと考察を行った。それ以後は、放課後や休日を利用して発表準備を行った。

（4）報告会

平成 31 年 2 月 28 日「個人課題研究発表会（会場：筑波大学）」の全体会で、パワーポイントを用いて英語で 15 分間の成果発表を行った。また、作成した個人レポートをもとにポスター発表も行った。

【検証】

研修全般を通して生徒たちの関心や意欲は非常に高く、時間の許す限り、見学や観察を行っていた。露頭で初めて恐竜化石を観察するということもあり、本物の化石に触れて興奮する様子が見受けられ、疑問や気になったことはその都度質問をするなどして、理解を深めるようとする積極的な姿勢もみられた。

研修後に「１．特に興味深かった研修内容とその理由」、「２．目的の中で最も達成できたあるいは向上したと感じること」、「３．改善点」、「４．感想」の４つについて記述式で振り返りを実施した。

特に興味深かった研修内容として一番多かった回答は、プーノイ恐竜化石発掘現場での観察で、回答の 9 割を占めた。残り 1 割についてもプーウィアン国立公園内の化石発掘産地の観察であり、野外調査に対する関心が高かったことがうかがえる。また、それらを選んだ理由としては、「初めて発掘作業を見たから」「本物の化石に触れることができたから」「専門家に直接質問ができたから」などで、実践的な経験を積めたことが大きな理由となっている。これらのことをふまえると、恐竜化石やそれを産出する地層を実際に観察し、意欲と関心を高めるという目的は達成することができたと言える。

この他に設定した 3 つの目的のうち、生徒自身が最も達成できた（あるいは向上した）と感じたものは、「地層や化石の情報を読み取り、地質構造などを把握し、野外調査の必要性を知る」と「得られた情報から恐竜の古生態や生息時の環境について推測する」がそれぞれ 2 割、「英語で思考して議論する体験をして、科学分野において英語を活用する力を向上する」が 6 割であった。英語活用力の向上に関する回答が一番多かった理由は、案内者や同行者は日本語を話さないタイの方だったため、必然的に英語で意思疎通を図る環境だったことに起因すると考えられる。また、生徒の感想からも、そのことを含め、目的についての達成状況が読み取れる。以下に感想の一部を記す。

・事前学習で得た知識のおかげでタイでの研修をより深いものに出来ました。英語で自分の言いたいことを上手く伝えられないことが多々あったので悔しかったです。英語をもっと勉強します。
・恐竜や地層について、たくさんのことを知ることができて楽しかった。英語を使って話すことは難しかったが、積極的に話しかけることで英語でのコミュニケーション力が少しはついたと思う。
・タイの恐竜、地理的な情報、またその文化について知ることができ、海外経験も積むことができて、充実した研修でした。ここで得られた知識を今後生かしていきたいと思います。
・今回の研修を通して、普段経験できないであろうことが沢山出来て、非常にためになった。さらに、恐竜について、もっと知りたいと思うようにもなった。
・現地での研修はどれも魅力的でした。博物館内の展示だけでなく、館外にも恐竜の模型が並んでいる景色は大変印象に残りました。また、本物の化石発掘現場に足を踏み入れられたことは本当に嬉しかったです。足元にたくさんの恐竜の骨があって、恐竜が生きていたことを実感しました。

これらのことを総合すると、本研修では、設定した目的をある程度達成できたと考えられる。なお、上述した 3 つの目的については、事後学習でも継続して強化を図ることで、生徒の理解が深まり、改善点についても自覚が促された。

【次年度への課題】

前回の反省を生かし、予めテーマを設定して事前研修を行い、英語の発表練習を行った。そのため、英語の活用はそれほど抵抗がなかったようだが、発表内容を推敲する時間や練習時間があまり確保できなかったので、次回はテーマに関する学習会の時間をもう少し設けたい。あわせて、参加者が前回の 2 学年から 3 学年に及び、事前学習の日程を決めるのに時間がかかったので、次回はもう少し早く始動できるよう心掛けたい。また、現地研修時は移動時間が長いので、観察地点を精選して時間を捻出し、得たデータを吟味する時間をつくる工夫も必要だと感じている。ただし、タイの高校生と合同で研修できるため、研修を 1 日程度延長できるとより充実した研修が行えるのではないかと感じている。

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

【仮説】

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

【対象学年】

個人課題研究を英語でプレゼンテーションした高校２年生の中から４名を選抜して派遣した。

【内容】

平成 30 年 3 月 12 日～14 日に実施した（平成 30 年度は 3 月 5 日～7 日に実施予定）。中国上海市の「位育中学（Wei Yu）国際部」（日本の高校段階に該当）の生徒と、英語でプレゼンテーションをする交流会を持った。参加者の発表テーマ(日本語訳)は、『ユードリナの増殖　～群体で生きる意味を考える～』、『体内時計の仕組みを利用した抗癌治療　～オートファジーの仕組みと時間治療を併用することでより効果的な抗癌治療は可能か～』、『多剤耐性菌　MCR-1 の脅威とそれに対する有効対策』、『折り紙を用いた骨格の表現及びその教育的価値』であった。

当日は、午前中に位育中学国際部の高校１年生相当の授業に参加した。位育中学国際部では国際バカロレアカリキュラムを実施しており、今回参加した授業はその準備段階にあたる内容で、経済学はすべて英語で、化学は英語と中国語を交えて行われていた。

午後の研究発表交流会では、両校の生徒が交互にスライド資料を用いて口頭発表と質疑応答を行った。位育中学の生徒達は南京市で行った研修の内容をグループ発表し、双方とも英語力・内容ともに優れた質の高い発表を行うことができた。それぞれプレゼンテーションを行った後、質疑応答の時間も取り、相手校の生徒からは個人課題研究の発表会で筑波大学の教授から問われたような高度な内容の質問もあった。終了後には、短い時間ではあったが、互いの学校や将来の進路について話すなど交流を持つことができ、僅か３日間でも中国への理解を深めて視野を広げる充実した研修となった。さらに、IB コースに中国の優秀な生徒が集まって外国の大学を目指している状況を目の当たりにして、参加生徒達は将来国境を越えて研究活動を行うイメージを持つことができた。

写真１　授業参加の様子

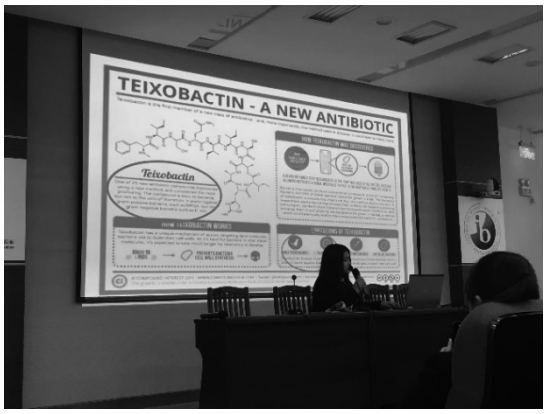


写真２　口頭発表の様子

【検証】

科学研究などの高度な内容について英語でコミュニケーションを取ることに自信を深めることができた。「位育中学の IB コースの生徒は、英語を流暢に話していた。彼らは中国語、英語は必須であり、そのうえで第三外国語を学ぶことが必要だと考えていて、将来世界で働くためには英語を自由に操れるようになることが必要だと感じた」といった国際性の向上がうかがえる感想が目立った。さらに５月７日に全校生徒に対してこの交流会の成果を発表し、校内にポスター掲示を行うことにより、校内で成果を共有することができた。

【次年度への課題】

位育中学の先生方からはお褒めの言葉を多く頂き、この研究発表交流会を永く続けていきたいとのお申し出もあった。今回の参加者４名のうち３名は高い英語力を有する帰国生で、１名は海外滞在経験の少ない生徒だった。今後はこのような機会を海外滞在経験の少ない生徒にもさらに提供できるようにしていきたい。

SS Geo Tour（屋久島研修）

【仮説】

フィールドを屋久島とし、多様な植物や固有種の観察を通じ、生物多様性や生態系を捉える科学的視点、環境保護に関する優れた認識を習得する。また科学的な調査方法、調査結果の処理方法とまとめ方を学ぶ。他校の参加者と交流をする中で、多様な倫理観や価値観を受け入れる力が養われる。

【実施期間】

現地での研修は、7 月 24 日(火)～28 日(土)の 4 泊 5 日で実施した。また、以下の示す通り、事前研修および事後研修も行った。

【対象者】

中学 3 年生～高校 2 年生の希望者を対象とし、書類審査で選抜した中学 3 年生 1 名（男子 1 名、女子 0 名)、高校 1 年生 11 名（男子 9 名、女子 2 名）の計 12 名が参加した。また埼玉県立春日部高等学校からは、高校生 12 名（男子生徒のみ）が参加した。

【実施内容】

7 月の屋久島研修の前後に 3 回の事前学習と 1 回の事後学習を実施した。各研修内容を表 1 ～ 3 に示す。

表 1　事前学習の開催日と内容

実施日	活動内容
第 1 回 （5/6）	写真教室（於：埼玉県立春日部高等学校） 講師として NPO 法人フォトカルチャー倶楽部の野田真愉美先生をお招きし、講演を行っていただいた。屋久島の自然をきれいに写真に収めるための効果的な写真の撮影方法を学んだ。実際に、近所の神社で撮影会を行い、その後、品評会を行った。
第 2 回 （5/27）	筑波山巡検（於：筑波山） 筑波山をフィールドとし、地質班と生物班のコースに分かれて地形や植物の観察を行った。

筑波山での事前研修により、屋久島で何をどのように調査すればよいかを確認することができた。上記の事前学習を踏まえて、現地での研修を行うことができた。

表 2　屋久島での研修日程の概要

実施日	活動内容
7/24	移動日。現地到着後は、屋久島環境文化村センターで屋久島の自然や地形について学習した。
7/25	日中は、以下の 3 コースに分かれて研修を行った。 ・太忠岳トレッキング班 ・西部林道照葉樹林トレッキング班 ・屋久島自然探訪班 夜は、鹿児島大学非常勤講師の寺田仁志先生および鹿児島県立屋久島高等学校教諭の知識正和先生による講演を聴き、屋久島の自然や成り立ちについて学習した。
7/26	日中は、以下の 3 コースに分かれてテーマ班別研修を行った。 ・生物班 1 （植物生態を中心に屋久島の生態系） ・生物班 2 （淡水生物（動物）を中心に屋久島の生態系） ・地質班（屋久島の地質と自然） 夜は、日中に行った研修についての中間まとめを行い、翌日の研修での調査内容の検討を行った。
7/27	日中は、前日に行った班別研修の成果の中から、特に興味・関心を抱いたこと、改めて観察したいことを整理して、再調査を行った。 夕方までに 2 日間の研修成果のまとめを行い、夜は各コースの研修成果についての発表会を行った。
7/28	春田浜でのシュノーケリング実習（海洋生物の観察）および周辺の汽水域の川での生物調査を行った。

３日目と４日目の研修では、屋久島の特徴が顕著に現れると考えた３つの研究分野の中から、特に興味を持ったものを個人テーマとし、２校混合のテーマ班を編成した。現地研修において班毎に丸 2 日調査を行った。２日間を使って１つのテーマを研究することができ、より研究の内容を深めることができた。

表３　事後学習の開催日と内容

実施日	活動内容
11/25	My Science Book ブラッシュアップ講座（於：埼玉県立春日部高等学校） 各生徒が、事前に屋久島で撮影した写真をもとにフォトブックを作成した。講師として日経ナショナルジオグラフィック社の藤原隆雄先生（副編集長）および武内太一先生（デジタルメディアディレクター・編集委員）をお招きし、それらについて講評していただいた。

【検証】

今年度も事前学習や親睦行事を行い、両校の親睦を深めたり、研修意欲を高めてから目的意識を持って屋久島へ入ることができた。現地では、生徒自身の手で一から測定し、考え、結果を導いていくという一連の過程を経験することができ、達成感を得ることができたようである。また、現地での調査を進めていく中で、環境に配慮した方法を模索する生徒もおり、環境保護に関する認識に変化があったようである（事後アンケートの記述より）。

【次年度への課題】

現地で指導をしていただく講師の先生と事前に研究テーマについての十分なやり取りを行い、綿密な計画を立ててから現地入りすることで、短い日数の中でより充実した研修を行えるようにしたい。

写真１　屋久島での研修の様子

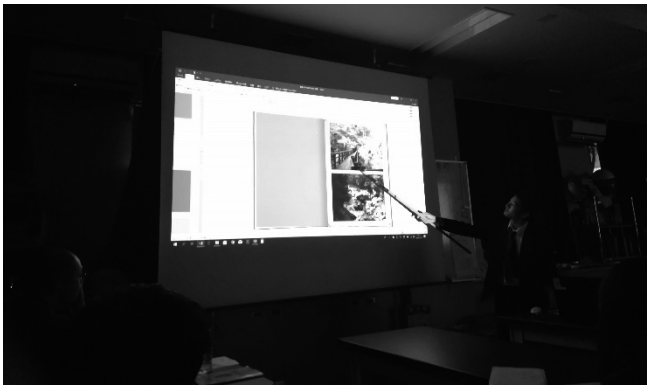


写真２　事後研修（フォトブック作成）

写真３ 今年度の SS Geo Tour に参加した全生徒および現地で指導にあたっていただいた研修センターの職員の方々

※屋久島での活動の様子は、巻頭の写真ページにまとめてある。

科学系部活動の振興

【実施内容】

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

表１：科学部員数の推移

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

１．科学部物理班（高校生３名、中学生８名、計 11 名）

放課後週２回の定例活動では、センサーを使っての物理量の測定や、科学おもちゃの作成を行っている。また、活動の成果報告のため、データをグラフにし、ポスターにまとめ、様々な研究発表会に参加している。

（特別活動記録）

５月１２日（土）、５月１３日（日）　つくばフェスティバル

「科学おもちゃ（竹トンボ、逆立ちコマ、エコーマシーン）」ブース出展　中学生５名、高校生３名参加

７月２１日（土）　産業技術総合研究所一般公開における「高校理科系クラブ研究発表会」

「ベンハムのコマ」、「微小重力下での逆立ちゴマの挙動」をテーマに発表　高校生３名参加

11 月３日（土）　茨城県高文連自然科学部研究発表会

「微小重力下での逆立ちゴマの挙動」をテーマに発表　高校生３名参加

11 月１０日（土）、11 月 11 日（日）　つくば科学フェスティバル

「科学おもちゃ（竹トンボ、紙笛、逆立ちコマ、アメンボ、ピタゴラスイッチ）作成ブースを出展

中学生５名、高校生３名参加

２．科学部化学班（高校生 20 名、中学生 10 名、計 30 名）

定例活動としては、放課後に週２回の活動を行っている。そこでは、各自で興味のある実験を調べて持ち寄り、実際に検証してみるという形式で活動を行っている。さらに、今年度からは、高校生と中学生の混合グループで研究を行っている。

（特別活動記録）

６月２日（土）本校のオープンキャンパスでの化学実験の体験講座（小学生対象）を行った。

６月９日（土）～10 日（日）本校の文化祭での化学実験の体験講座および展示を行った。

10 月 14 日（日）第 17 回世界湖沼会議(いばらき霞ヶ浦 2018)学生会議において、「自然物を用いた水質浄化」というタイトルでポスター発表を行った。

11 月 10 日（土）～11 日（日）つくば科学フェスティバル 2018 に参加し、「エコカイロを作ろう！」というテーマでブースを出展した。科学のおもしろさや楽しさおよび環境への意識を一般に広める優れた企画展示に贈られるつくば科学フェスティバル賞を受賞した。

来年度以降は、今年度から始めたグループ研究の内容をさらに深めていきたい。

３．科学部生物班（高校生 13 名、中学生 17 名、計 30 名）

放課後週２回の定例活動のうち、週１日は、学年ごとの当番制でそれぞれ興味のある実験を調べて実際に検証してみるという形式で活動を行っている。当番学年の生徒は実験の中心となって、全学年の部員に対してレクチャーし、実験設計から考察までを取り仕切る。もう一日（土曜日）は中学２年生以上の活動で、それぞれの学年で行っている継続研究に取り組んでいる。

（特別活動記録）
4月29日（土）～30日（日）　春合宿　中学生４名、高校生７名参加
６月２日（土）　本校のオープンキャンパスでの生物実験の体験講座（小学生対象）実施
６月８日（金）～10日（日）　本校文化祭で「宇宙」をテーマに出展し、展示部門賞を受賞。
７月21日（土）産総研で行われた高校理科系クラブ研究発表会にて発表　高校生５名参加
「センチュウの味覚」、「ショウジョウバエの味覚～ショウジョウバエはうま味を感じるのか～」を発表
センチュウとショウジョウバエの観察も実演した。
７月29日（日）～30日（月）　夏合宿　茨城県立里美野外活動センター　　中学生９名、高校生９名参加
外部講師指導による野外観察、昆虫の採集と観察、標本の作製、ライトトラップを実施した。
８月８日（水）～９日（木）ＳＳＨ生徒研究発表会に学校代表として高校３年生４名が出場
『植物の屈性とエチレンの関係性を探る　～ハツカダイコンはなぜ逆立ちをするのか～」
10月14日（日）世界湖沼会議学生会議にてポスター発表　高校２年生５名参加　「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」
10月20日（土）　東京薬科大学生命科学部25周年シンポジウム高校生研究ポスター発表　高校２年生５名参加
「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」
11月10日（土）～11日（日）　つくば科学フェスティバル「飛ぶチョウをつくろう」ブース出展　中学生14名参加
12月　　高校生科学技術チャレンジJSEC2018に出品し入賞（全国トップ60作品に選出）
高校３年生研究　「エチレンはオーキシンを移動させる　～ハツカダイコンの「逆立ち」現象を追って～」
３月16日（土）　第８回茨城県高校生科学研究発表会に高校２年生５名参加。「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」
３月25日（月）　日本農芸化学会「ジュニア農芸化学会2018」に高校生５名参加。「霞ヶ浦の底泥で発電は可能か」

各学年の継続研究の詳細は、中２がアオギリの果実の形状と飛び方の考察、中３がイシクラゲの成分がミドリムシの増殖に与える影響について、高１がショウジョウバエの核酸に対する嗜好性について、高２が霞ヶ浦の泥を用いた微生物燃料電池の開発に向けた基礎研究、高３がハツカダイコンを用いた根の屈性に関する植物ホルモンの相互作用について研究を行っている。

４．科学部地質班（高校生４名、中学生３名、計７名）
放課後週１～２回の定例活動では、主に水路実験や有孔虫化石の同定などを行っている。
（特別活動記録）
６月 ２日（土）　本校オープンキャンパスで地形形成(斜面・扇状地・河岸段丘等)に関する実験を実施
６月 ９日（土）～10日（日）本校文化祭へ出展
斜面形成のモデル実験、河川地形(扇状地・河岸段丘など)形成に関する水路実験、太陽系惑星モデル(7億分の１模型を制作し、３千億分の１軌道上に置く)の展示
８月１日（水）～３日（金）秩父～瀬林巡検　中学生３名、高校生３名参加
埼玉県自然の博物館、橋立鍾乳洞、瀬林の漣痕・恐竜足跡化石、長瀞の変成岩・ポットホール、黒谷断層、前原・犬木の不整合、ようばけ化石採集、取方のタービダイト、埼玉県立川の博物館、荒川の河岸段丘などの見学、観察をした。
11月10日（土）つくば科学フェスティバルへブース出展　中学生３名、高校生３名参加
斜面形成のモデル実験 、河川地形(扇状地・河岸段丘など)形成に関する水路実験、津波に関するモデル実験

５．科学部天文班（高校生17名、中学生７名、計24名）
放課後に週２回、校舎屋上での天体観測、機材の保守点検や天文分野に関する勉強会、課題研究を行っている。
（特別活動記録）
７月25日（水）～27日（金）　夏期合宿（茨城県常陸大宮市山方５８５８－１３）
天体観測や天体写真撮影の技能向上、および15年ぶりに大接近した火星とペルセウス座流星群の観察を目的として合宿を実施した。天候にも比較的恵まれ、高校生が主体となり、中学生を指導しながら観測を行った。回を重ねるごとに技能が向上しているので、今後もできるだけ観測機会を設けていきたい。中学生４名、高校生５名参加。
８月４日（土）～５日（日）　茨城県高文連自然科学部夏季合同観測会参加
県内の高校から161名の高校生が集い、名古屋大学谷口暁生先生の「電波望遠鏡による宇宙観測」と題する講演会およびプラネタリウムでの星空学習、肉眼や天体望遠鏡での星空観察、地球科学に関するワークショップなどが行われ、県内の高校生と観測技術などについて情報交換を行った。これまで同様、参加した生徒は多いに刺激を受け、班全体で活動する際に良い影響を与えている。高校生２名参加。
12月８日（土）～９日（日）　中学棟校舎屋上
冬の星座と惑星を観測することを目的として校内観測会を実施した。各自が観測計画を立て、事前に機材繰りを

調整するなど、円滑に効率よく観測を行えるようになってきた。中学生６名、高校生５名参加。

６．科学部数学班（高校生３名、中学生２名）

放課後週１回の定例活動では、発表会に向けての研究や、一般向けに公募されている問題をみんなで考えたりしている。また、定期的に班誌を発行している。

（特別活動記録）

8月 25 日(土)　大手前高校主催　数学生徒研究発表会（マスフェスタ）（会場：関西学院大学）

高校生がそれぞれのテーマで２名参加した。発表テーマ「3 次元における反転とツールの作成」では、個人課題研究の成果を発表した。この研究は、個人課題研究優秀者発表会でも発表された。研究テーマ「IB の数学と日本の数学の表現の違いについて」では生徒自身が IB の授業を受ける中で感じた日本の数学との差を、目的や内容から分析したものである。

７．科学部無線工学班（高校生 27 名、中学生 16 名、計 43 名）

定例活動としては、放課後に週 4 回の活動を行っている。そこでは、後述するコンテスト・ARDF に向けた機材調整、練習等を行っている。科学部無線工学班の活動の柱は、一定時間内の交信数と交信範囲（都道府県、市町村等の数）を競う「コンテスト」と、森林に隠された 5～10 台の発信機を、受信機とアンテナを用いて探し、探索数と時間を競う「ARDF」（Amateur Radio Direction Finding：アマチュア無線による方向探知競技）の 2 種の競技であり、無線工学班はいずれにおいても全国級の実績を挙げている。今年度も下記の通り、各種大会において成績を残した。

（特別活動記録）

<コンテスト>

4 月 28 日（土）～29 日（日）　ALLJA コンテスト（校内から参加）　結果：XMJ 全国 1 位

7 月 7 日（土）～8 日（日）　6m＆DOWN コンテスト（筑波山から参加）　結果：XMJ 関東 1 位

7 月 16 日（月）　高校コンテスト（校内から参加）　結果：高校マルチオペマルチバンド 3 位

8 月 4 日（土）～5 日（日）　フィールドデーコンテスト（土浦市から参加）　結果：XMJ 全国 1 位

10 月 6 日（土）～7 日（日）　全市全郡コンテスト（校内から参加）　結果：審査中

<ARDF 大会・無線技術競技会>

5 月 29 日（火）　茨城県高等学校文化連盟アマチュア無線部会　第 72 回無線技術競技会（笠松運動公園）

結果：方向探知部門　男子 3，5，6 位、女子 2 位、団体 2 位　　欧文受信部門 1，3，4 位

7 月 28 日（土）～30 日（月）　全国高等学校 ARDF 競技大会（新潟県阿賀野市）

結果：高校男子個人 3 位、高校女子個人 2 位、中学男子個人 3 位、中学女子個人 3 位、高校男子新人賞、中学団体 3、高校団体 3 位　他

9 月 2 日（日）～8 日（土）　IARU ARDF 世界選手権（韓国・ソクチョ）　2 名が日本代表として参加

9 月 29 日（土）～30 日（日）　全日本 ARDF 競技大会（北海道）地震のため開催取りやめ

10 月 30 日（火）　茨城県高等学校文化連盟アマチュア無線部会　第 73 回無線技術競技会（八郷総合運動公園）

結果：方向探知部門　男子 2，3，5，6 位、女子 2 位、団体 1 位　　欧文受信部門 1，2，3，7 位

<その他の活動>

8 月 25 日（土）ハムフェア 2018 における「高ア連ジュニアハムの集い」発表

12 月 26 日（火）　茨城県高等学校文化連盟アマチュア無線部会　電子工作研修会　3 名参加

８．コンピュータシステム研究会（高校生 7 人，中学生 11 人，計 18 名）

本年度は、個人のプログラミング技術の習得および向上に加え、文化祭での展示と参加型企画作成に取り組んだ。

定例の活動では、学年や技術の習得状況に応じて、生徒各自がプログラミング、3D モデリング、アニメーション、音楽の作成など自分のやりたいことを達成するための技術を学んでいる。夏休み期間には、茨城県の実施した N 予備校が開講するプログラミング講座の事業に会員全員で参加し、集中的にプログラミングに触れ、技能向上に努めた。各自が習得した技術は、IT パスポート試験や基本情報処理技術者試験といった外部の資格試験の受験や、コンテストへの応募、プログラムの作成という形で実現している。なお、後輩会員の技術習得と自身の技術向上を目的とした分野別学習会を例年定期的に開催しているが、種々の事情が重なり、専門度の高い内容で学習会を開くことができなかった。

文化祭では２日間にわたり、会員が作成したゲーム 3 種類の展示とクロマキーによる動画合成体験を行った。大きなトラブルも無く運営でき、200 人を超える多くの来場者が企画場所を訪れ、親子連れで楽しむ姿なども見られて大盛況であった。しかしながら、ゲームの作成が間に合わず、昨年度と同じゲームを使いまわすこととなってしまった。

これらの反省を踏まえ、今後は計画的に文化祭で展示するゲームの作成を進めるほか、後輩会員の技術習得と自身の技能の向上に努め、ディジタルコンテンツに関連するコンテストへの出場を目標に日々活動していくことが課題となる。

科学オリンピックへの取り組み

【仮説】

国際（数学・物理・化学・生物・地学・地理）オリンピックの国際大会への出場を目指してトレーニングを行うことで、それぞれの分野の知識の理解を深めるとともに、科学的な思考力が向上する。この取り組みにより、科学に興味や関心を持つ生徒の才能が伸びることを目的とする。

【対象生徒】

受験希望者を募る。（自由参加形式）

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

	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
日本生物学オリンピック	14	15	12	4	0	1	6	8
日本数学オリンピック	0	0	4	4	0	4	4	5
日本ジュニア数学オリンピック	15	0	3	3	0	7	8	0
日本地学オリンピック	16	9	11	17	11	11	19	7
物理チャレンジ	0	0	10	11	3	2	10	10
化学グランプリ	0	0	0	0	1	0	1	1

【内容】

１．物理オリンピック

実施日：7 月 9 日（日）　実施会場：本校

高校生 8 人、中学生 2 人が第一チャレンジに挑戦した。高校生に関しては週一回特ゼミとして、実験レポートの対策をメインに、実験を行い、レポート作成の時間として割り当てた。惜しくも二次チャレンジ出場にならなかったが、よく取り組めていた。

２．数学オリンピック

実施日　1 月 14 日(月)　実施会場：茨城県立水戸第一高等学校　高校生５人(高１生２名、高２生３名)が参加した。

３．地学オリンピック

実施日：12 月 16 日（日）　実施会場：本校

高校生７人（高２生２人、高１生５人）と中学生８人（中３生５人、中２生３人）が参加した。事前学習は、過去問を解いて解説する学習会を 10 月中旬から 4 回実施したが、出席者はあまり多くなかった。予選は 1 時間で退室可能なところを、多くの生徒が 2 時間最後まで粘って解いていた。予選通過者は出せなかったが、奨励賞(上位 200 名以内)に入れた者が 1 名いた。

４．化学グランプリ

実施日：7 月 16 日(月・祝)　実施会場：茨城大学（水戸キャンパス）

高校生が 1 名参加した（高３生）。成績は一次選考（マークシート式試験）に通過することはできなかった。事前学習は個別対応とした。

５．日本生物学オリンピック 2017 予選

実施日：7 月 15 日(日)　実施会場：筑波大学

高校生８人（高３生２人、高２生４人、高１生２人）が参加した。成績結果は予選を通過することはできなかった。参加者中の最高得点者は高校３年生で、得点は 67.7 点で全国順位は 209 位／4189 名であり、予選成績上位５%に入り優秀賞を受賞した。さらに、高 1 生が 66.7 点を取り、予選成績上位 10%に入り優良賞を受賞した。事前学習としては、4 月から 7 月において放課後に特別ゼミナールを 6 回行い、過去 3 年間の問題を解きながらその考え方を学ぶ学習会を行った。テキストとして、『キャンベル生物学』（丸善出版）を用いた。予選に参加した生徒から「難しい問題だったが考えることがとても楽しかった。」との感想が聞かれた。また、昨年高校 2 年生で参加した高 3 生からは、「受験勉強をしていて、昨年生物学オリンピック予選のために勉強したことはとても役に立っている。初見の問題にも臆せず取り組めるし、考えて正解導き出せるという自信が持てた。」という感想が聞かれた。生徒は、知識の有無を問うのではなく、データの解析をもとに考察して正解を導く科学的な試行プロセスを楽しいと感じていることがわかった。その経験は、個人個人の科学的思考力の養成への動機付けになっていくものと考える。

【次年度への課題】

事前学習を含め科学オリンピックに参加することで、科学への興味は一層深まり、知的な好奇心が満たされて達成感を得るとともに、学習意欲が向上することは検証できたと考える。主体的な参加を促す工夫を計るべきである。

中２筑波山巡検（物理・地学・地理分野）

【仮説】

下記①～③のフィールドワークを通じ、生徒の自然科学への興味関心が高まる。

①物理分野では、筑波山を構成する岩石などの自然放射線測定を行い、考察する力を身につける。

②地学分野では、筑波山を構成する岩石などの実物に触れ、その観察・分類から筑波山の成因を考察する力を身につける。

③地理分野では、雪入地区の土地利用調査を行い、調査結果からその地域特性について考察することを目的とする。

【対象学年】

中学２年生全員（258 名）を対象とした。

【内容】

巡検は平成 30 年９月７日に実施した。物理分野では、班ごとに雪入ふれあいの里まで徒歩で移動し、そこで観察できる岩石の出す放射線量を、貸与した放射線測定器で計測した。なお、今年度は日本科学技術振興財団から放射線測定キットを事前に借用できたため、フィールドワーク前の授業１時間を測定実習に充てることができた。

地学分野では、事前に岩石の種類とそのでき方について学習をした。雪入周辺では風化した花崗岩、ペグマタイト、ホルンフェルスなどの岩石が観察できることから、それらの観察を踏まえ、筑波山の成り立ちについて現地で紙芝居やワークシートを用いながら解説し、考察させた。

地理分野では巡検前の活動として、夏期休業中の課題として地域調査に取り組んだ。生徒自身の興味関心で自由にテーマを設定し、地図を片手に対象地域において調査を行った。夏期休業明けに課題を回収し、９月下旬～10 月上旬に各クラスで発表会を実施した。夏期休業を使って調査した結果はポスターにまとめ、四つ切画用紙１枚のサイズを基本とし、意欲的な生徒は、模造紙サイズで作成を行った。あらかじめ、ポスターには動機・目的・方法・調査内容・考察の項目を入れることを必須とした。９月に発表用原稿を作成、発表を行った。

写真１　雪入集落での調査の様子

【検証】

物理分野では、日常生活で観察することが難しい放射線を放射線測定器で計測することで、身近なものであることを実感できた。また、昨年度、体験をする前のフォローが必要であることを課題に挙げたが、今年度は放射線測定器の使い方を事前に実習することができ、生徒が測定器を使い慣れた状態でフィールドワークを迎えることができた。

地学分野では、岩石の観察・分類をし、その種類から推定される筑波山の成り立ちについて、実物を前に教員の解説をワークシートにまとめながら聞くことで理解を深めることができた。

地理分野では、設定された土地利用調査を熱心に行い、雪入地区が小規模扇状地であること、果樹栽培が盛んな地域であることを把握することが出来た。夏季休業中の課題においては、どの生徒も聞き取り調査や図表のグラフ化を行うなど、意欲的に地域調査に取り組むことができた。昨年に引き続き本年度も「いばらき児童生徒地図作品展」に希望者の 44 作品を応募し、そのうち優秀賞に１点、佳作に２点が受賞した。優秀賞の１点は「全国児童生徒地図優秀作品展」にも出展された。授賞式は 12 月２日に茨城大学で行われた。

【次年度への課題】

放射線については、測定器の使い方だけでなく、例えば霧箱など、目で観察する工夫についても重視していきたい。

地域調査の方法や地域を分析するにあたっては、どのような統計や手法を用いるかについての事前学習を今後、設けるべきである。また、地理の授業内で実施しているが、昨年度より地理の授業が週に１時間となり、時間的制約により満足な指導を行うことができなかった。指導内容の精選を行う必要がある。

中３理科巡検

【実施日】

10 月 22 日と 30 日に、ABC 組と DEF 組で生物分野と地学分野を入れ替えて、それぞれ巡検を行った。

【対象者】

中学 3 年生全員（240 名）を対象とした。

地学巡検

【仮説】

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

【内容】

観察地点を桜川の河原、上高津貝塚または筑波梅林、馬掛露頭の 3 か所に設定し、クラス毎にバスで巡回した。各バスに地学教員と補助の大学院生 1 名が添乗し、移動中にみられる地形や観察地点を案内した。主な学習内容は「桜川河原でコドラートを用いて礫を分類し、過去の流路変更を知る」「上高津貝塚や筑波梅林を見学し、かつての海岸線の位置について考察する」「馬掛の第四系を観察し、化石や堆積構造を実際に確かめ、地質柱状図を作成する。」ことであった。

【検証】

アンケートの結果(評価の平均 3.0)、「フィールドワークを楽しめた」が 88%(4.08)、「地形の成り立ちに興味が持てた」が 68%(3.71)、「地形を見る目が変わりそうだ」が 67%(3.68)と、いずれの項目でも比較的高い評価が得られた。生徒の感想には、「実物を見たり触ったりして分かりやすかった」、「ふつうは見逃してしまいそうな地層に注目して巡検が出来て楽しかった」、「1 日に 3 カ所周ったことで、この地域の成り立ちなどを地形や地質と結び付けて考えられた」という記述が多く見られ、実体験の不足を補い、フィールドワークを楽しみ、大地の変遷を考えることの興味関心を高める効果があった。また、「低地と台地の区別の仕方が分かったのでこれからは意識したい」、「身近なところに昔の様子を知る手掛かりがあって面白かった。今後もまわりの地質を気にして生活したい」、「今度からは地層が何で出来ているのかやリップルマークなども良く見てみたい」という記述もあり、今後の学習意欲を高める効果もみられた。

【次年度への課題】

昨年に引き続き、今年度も全クラスとも地層や岩石の基礎学習を終えた後(10 月末)に実施できたので、今後も同様の日程で実施したい。ただし、全クラスで観察地点を統一できるよう、できるだけ休館日を避けて実施したい。

生物巡検

【仮説】

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

【内容】

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

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

【検証】

生徒の感想には、湖畔から眺めていた霞ヶ浦の印象に比べ、実際に船の上から見た霞ヶ浦は想像していたよりもずっときれいだったというものが多かった。しかし、水中のプランクトンの多さに驚き、富栄養化の実態を確認することができた。一方源流では、清水性動物であるサワガニが何匹も確認でき、さらに水質調査により源流と霞ヶ浦の水質が大きく異なることを明らかにすることで、水質汚染に人間活動が大きく関わっていることに気がついたという記述が多かった。対策として自分たちができることは、汚染水をできるだけ流さないような工夫を考え、積極的に実施すべきことであると確認した。身の回りの自然に対する関心を高めることと、環境問題を自分自身の問題として捉えて考えることができた。

【次年度への課題】

今年度は茨城県主催の霞ヶ浦湖上スクールと兼ねることができ、湖上観察という貴重な経験が可能となった。今後も是非継続し、自分たちの水源である霞ヶ浦を間近に観察し、環境問題を身近な問題として認識できる研修を組み立てたい。

高１　筑波大学高大連携講演会

【仮説】

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

【対象学年】

高校１年生（270 名）を対象とし、７月 18 日に実施した。

【内容】

筑波大学教育社会連携推進室長の渡辺俊教授が「大学とは何か」というタイトルで全体講演を行った。西洋における大学設立の歴史的経緯や大学に求められた学力に関して、大学について描かれている絵画や大学の建築様式などの変化を踏まえての講義であった。分科会では筑波大学の各学群についての概要説明やそれぞれの分野で求められるスキル等についての説明が行われた。

表１　分科会を担当した筑波大学の先生方

人文・文化学群：人文社会系　石田　尊　准教授	理工学群 (工学系)：数理物質系　松石　清人　教授
社会・国際学群：人文社会系　柏木　健一　准教授	医学群：医学医療系　小田　ちぐさ　助教
人間学群：人間系　佐島　毅　准教授	体育専門学群：体育系　寺山　由美　准教授
理工学群（理学系）：数理物質系　中谷　清治　教授	芸術専門学群：芸術系　渡　和由　准教授

足利大学見学会

【仮説】

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

【実施日時】

７月 23 日（月）午前８時～午後５時

【対象学年】

中学１年生から高校２年生までの希望者　15 名

【内容】

・講義「世界の自然エネルギーについて」根本泰行教授
・研究室訪問
　「熱プラズマによる新素材創生」安藤研究室
　「水素をためる金属―水素吸蔵合金」松下研究室
　「風洞実験装置による風力タービンの性能試験」飯野研究室
　「風と光の広場」の見学　　中條教授

写真１　ソーラークッカーについての説明を受ける生徒

【評価】

風力発電装置やソーラークッカーなど、生徒に親しみやすい題材で、具体的に内容を理解できるところが良い。エネルギーについて研究をしようとする生徒が、毎年コンスタントに現れている。また日常的にエネルギーを考える良い機会となっている。

【次年度以降への課題】

エネルギーについて、実際的な研究を行っている足利大学の見学会も定着してきた。できるだけ多くの生徒が参加出来る日程を設定していきたい。

科学講演会

（１）７月１７日実施　横山明日希氏（math channel）による講演会

【仮説】

数学に深く関わる仕事をされている講師の方のお話を聞くことで、数学を学ぶことの楽しさと意義深さを実感し、今後の数学の学習に対して主体的に取り組むきっかけ作りを行う。また、多様な働き方があることを知ることで、将来就く仕事に対する関心を高める。

【対象学年】

中学３年生全員（240 名）を対象とした。

【内容】

数学の楽しさを伝える団体「math channel」の代表である横山明日希氏にご講演いただいた。講演タイトルは『僕が選んだ「数学」との向き合い方と少し役に立つかもしれない数学のお話』というもので、主に、横山氏の現在の活動・仕事内容、横山氏の幼少期から現在までの数学との関わり方、そして、「数学を好きになるコツ」をお話いただいた。

塾の副校長や広告代理店で働き経験を積まれる中で、「数学の意外な話や、意外な所に数学があるんだと、という発見を通して数学を届ける」という、横山氏のやりたいことが定まっていく過程をお話いただいた。また、それを実現するための具体的な活動内容として、math channel での体験重視の数学・算数的センスを身に着けるワークショップや、「笑う数学」などの書籍の中身なども具体的にご紹介いただいた。

「数学を好きになるコツ」というテーマでは、単純な計算ばかりではなく公式の成り立ちまで学んだり、分かるところまで戻って学んだりするなど、闇雲に数学を勉強するのではない意図的な数学との向き合い方も示してくださった。

【検証】

中学３年次後半と高校１年次相当のカリキュラムを学んでいた本校の生徒達の中には、数学に対して極端に難解なイメージや苦手意識を持つ生徒もいた。しかし、横山氏の講演後は、数学がより身近なものとして捉えられ、普段の授業において、以前より意欲的に、かつ楽観的に構えずに数学を学ぼうとする生徒が増えた。

（２）１２月２２日実施　川崎宏治氏（トヨタ自動車）による講演会

【仮説】

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

【対象学年】

高校１年生全員（270 名）を対象とした。

【内容】

12 月 22 日、トヨタ自動車株式会社のトヨタ ZEV ファクトリー 主査である川崎宏治先生に、「ものづくりへの飽くなき挑戦」という演題でご講演いただいた。川崎先生は、車の開発・研究を手がける傍ら、デンソーが２年に１度開催しているアイデアコンテスト「デンソー夢卵（むーらん）」で５連覇を果たし、「発明の達人」と称される方である。講演では、先生が社内アイデアコンテストに向けて発明された作品の数々を実演しながらご紹介いただき、作品を作ろうと思った背景や今後の実用化に向けた意気込み等についてお話し頂いた。

【検証】

実際にロボットを見せていただいたり、映像を見せていただいたりしたことで、強く生徒の印象に残ったようであった。実施後の生徒のレポートからは、「浮かんだ発想や問題意識を実際に実現しようとする行動力に感銘を受けた」という内容や、「発明することの情熱を絶やすことなく、挑戦し続けることの重要性」について触れている感想が目立った。

写真１　生徒に語りかける川崎先生

写真２　実際にロボットを操作する生徒

（３）１２月２２日実施　納口恭明氏（国立研究開発法人防災科学技術研究所）による講演会

【仮説】

Dr.ナダレンジャーに雪崩や地震などの自然現象をミニチュア実験で再現してもらい、それらの現象により引き起こされる災害への興味関心を高める。

【対象学年】

中学２年生全員（258 名）を対象とした。

【内容】

はじめに、細かな発泡スチロール球を雪に見立てた雪崩の模型実験を見せていただいた。次に、ペットボトルを用いた液状化の模型実験では、水を含んで膨らんだ砂層が振動を加えることで水が抜けて締まる様子などをわかりやすく紹介していただいた。空気砲による突風の実験では、会場を回って下さり、多くの生徒が突風を体験させてもらった。最後の共振現象では、ウレタンや紙の模型でその仕組みを大まかに説明された後、長大な釣竿や発泡スチロールブロックを高く積み上げた模型によって迫力ある実験を見せていただいた。

【検証】

Dr.ナダレンジャーによる巧みな話術と工夫された模型実験で、中学 2 年生でも飽きることなく災害に関する講演内容を楽しむことができた。雪崩はあまり身近に感じる現象ではなかったようだが、地震による液状化や共振現象は東日本大震災の際に起こったことを記憶している生徒もおり、興味関心が持てたようである。

国際交流活動

（１）１１月２７日実施　さくらサイエンスプラン

さくらサイエンスプランは科学技術振興機構が行っている国際交流事業であり、アジアを中心とする地域から優秀な青少年を日本に招聘し、科学技術の分野で交流を深めることにより、①日本とアジアを中心とする国・地域との友好関係を強化する　②日本の教育研究機関のグローバル化を促進する　③科学技術イノベーションに貢献しうる海外からの優秀な人材の育成と継続的な交流に寄与する　ことを目的としている。（科学技術振興機構ホームページ http://www.ssp.jst.go.jp/policy/index.html より引用）

今年度、科学技術振興機構さくらサイエンス交流事業推進室より提案を受け、本校生徒 63 名と中南米の 15～19 歳の留学生 29 名の交流が実現した。留学生は高校 2 年の英語の授業に 1 時間参加したあと、高校 2 年生物探究Ⅰ、物理探究Ⅰ、数学（IB（国際バカロレア）コース）の 3 つの授業に分かれ、本校生徒とともに英語を通じてコミュニケーションを取りながら科学実験等を行った。

（２）１月２１日実施　台中女子高級中学との研究発表交流

国立台中女子高級中学校の高校 1 年生 37 名が 3 泊 4 日の寮滞在で本校に来校した。台中女子の生徒はつくば市内の研究所や筑波大学訪問、JAXA 見学などを行ったが、本校での主な活動として理系研究発表会を開催した。台中女子の生徒は Technology Project Presentation として、9 つのグループに分かれ、”The Colorful Journey of M&M's Chocolate”, “BB8”, ”AirBox1”, ”Vending machine using Arduino”, ”Huggie(抱抱機器人)”, ”AirBox2”, ”Whirling Ga-ga(旋轉小ㄎㄧㄤㄎㄧㄤ)”, ”Mr.fruit and his piano”, ”AirBox3”をテーマに発表を行った。本校の生徒は高 1 pre-IB 生 16 名のほか、高校 2 年生 26 名がポスター発表を行った。国際教育部や英語科が事前に英語によるプレゼンテーションの指導を行い、生徒は英語での原稿を作成し、高校 2 年生については個人課題研究の成果を英語で発表した。台中女子の研究内容のレベルが非常に高く、本校の生徒は大きな刺激を受けたようであった。

写真１　11 月 27 日中南米の留学生との集合写真

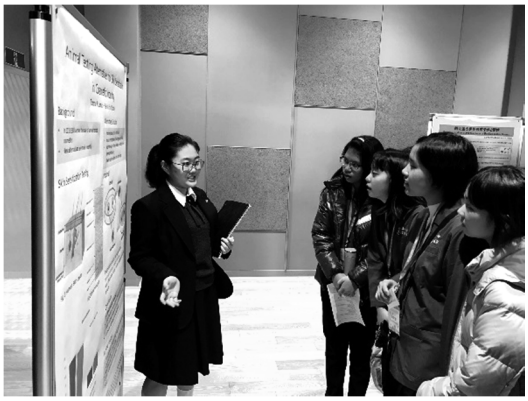


写真２　台中女子中学との研究発表交流の様子

分子遺伝学実習

【仮説】

バイオ・ラッド社の「pGLO バクテリア遺伝子組換えキット」を使って、大腸菌へのオワンクラゲ GFP 遺伝子導入を行う。この実験により、次の効果が考えられる。

①遺伝子組換え技術の理論とその有用性について理解する。②遺伝子組換え実験において GFP(緑色蛍光タンパク質)を利用することの意味を理解する。③遺伝子発現の調節のしくみを理解する。④微生物研究の基本となる大腸菌の培養方法を身に付ける。⑤実験結果から、結論を導き出す手順を理解する。

【実施日】

平成 31 年 3 月 9 日 、11 日の放課後、本校の生物実験室において実施する予定である。

【対象者】

高校 1～2 年生の希望者（40 名)を対象とする。

【実施内容】

（テキスト配布）

・実験手順を確認するとともに、基本的用語のチェックをしておく。マニュアル Lesson1 に記入する。

（事前準備）

1．寒天培地の調整（実験の 3～7 日前に行う）

オートクレーブを用いて寒天培地を溶解し、プレートに注ぐ。プレートは 4 種類（1 人分：LB 培地のみ 2 枚/：含アンピシリン培地 2 枚/含アンピシリン・含アラビノース培地 1 枚)。それぞれプレート側面に記号を記しておく。室温で 2 日間放置したのち、冷蔵庫で裏返して保管する。

2．スタータープレートの作製（実験の 16～20 時間前に行う）

大腸菌に形質転換溶液を加え、5 分間放置する。その後、植え付け用ループを使い、LB プレートに大腸菌を塗布する。塗布したプレートは裏返しにし、37℃のインキュベーターで一晩培養する。

（1 日目）

1．大腸菌チューブの調整

マイクロチューブに形質転換溶液を加え、スタータープレートから大腸菌のシングルコロニーを 1 すくいずつ入れてよく撹拌する。これに pGLO プラスミド溶液を加えたものと加えないものを用意する。氷上に 10 分間放置する。

2．DNA の大腸菌への導入

マイクロチューブを 42℃のウォーターバスに 50 秒つけ、その後氷上に戻す（ヒートショック)。

3．大腸菌の植え付け

氷上に 2 分間置いた後、LB 培地を加えて室温で 10 分間放置する。これをピペットでプレートに垂らし、ループを使って広げる。プレートは 4 種類（1 人分：LB 培地のみ 1 枚/：含アンピシリン培地 2 枚/含アンピシリン・含アラビノース培地 1 枚)。これを裏返しにし、37℃のインキュベーターで一晩培養する。

4．実験結果の予測

マニュアル Lesson2 に記入する。

（2 日目）

1．データの収集と分析

プレートを通常光で観察した後、UV ランプを照射させて観察する。各プレートのようすを記録し、コロニー数を計測する。その結果から何がいえるのか考察する。マニュアル Lesson3 に記入する。

2．形質転換効率の算出

マニュアル Lesson4 に従って、形質転換効率を計算する。自分のデータと一般的な形質転換効率を比較する。

3．実験後の処理

遺伝子組換えした大腸菌を回収し、オートクレーブで 120℃で 20 分間処理し、実験終了となる。

【次年度への課題】

解説内容の精選を行った結果、「時間が長い」という生徒の不満に関しては、大いに改善が見られたが、生徒の理解度については注意して、今後も解説内容の精選を行っていきたい。実験操作が時間の無駄なく行えるように留意し、尚且つ、必要とされる説明をテンポよく入れることで、さらに時間を長く感じさせないよう、工夫していきたい。

また今年度も「事前準備」の段階から、生徒の手を使って行っていく予定である。

第４章　実施の効果とその評価

１．中学１年の探究スキルを高める取り組み

日常の授業あるいは総合的な学習の時間の中で、中学１年は「問題発見力」「協働で取り組む力」に焦点を当て、各教科で実践を行った。各取り組み終了後のアンケート調査の結果から、協働で取り組む活動にはすべての教科において生徒は積極的に取り組み、様々な意見に触れ、思考力を高めることができた。数学では生徒自身がアンケートを考え、得られたデータを視覚化する方法について学んだ。理科では、学年行事として設置されているキャンプに関連した学習活動を取り入れ、身近な現象と科学を結びつける体験をした。

総合的な学習の時間を使った探究活動では、夏は個人の興味関心を活かす活動、冬はグループで一つテーマを選択して協働して行う活動と位置付けた。探究活動終了後のアンケートの結果について述べる。夏は「意欲面」で肯定的な回答をした生徒が 98.6%、「調査方法の適切さ」を問う質問では 95.3%の生徒が適切だったと答えている。また、93.4%の生徒が「うまくまとめることができた」と答えており、探究活動のスタートとして充実した活動ができたことがうかがえる。生徒自身の成長を振り返るアンケートをとったところ、すべての項目において、８割以上の生徒は「良い変化があった」と回答しており、自分自身の成長を感じることができている。特に協働に関わる質問に肯定的な回答をする生徒の割合が高く、グループワークや発表を通して、一人だけではなく、他者との関わりの中で研究を進めていくことの重要性を認識することができた。

２．中学２年の探究スキルを高める取り組み

中学２年は「論理的思考力」「表現力」に焦点を当て、各教科で実践を行った。数学、物理の授業において、独自の教材を扱うことにより、論理を体験的に解釈する経験ができ、生徒自身も成長実感を持つことができた。また、国語の授業においては「論理的であること」とはどのようなことかを学び、83.7%の生徒が「論理についての理解を深めた」と回答している。

総合的な学習の時間を使った探究活動では、年間を通して論理的思考力の向上を目指して活動を行った。集大成として 11～2 月に行った活動では、教員が設定したテーマに対して、3～4 人の小班に分かれ、その中で一つの主張を決め、その主張について論理的に補強するだけではなく、その主張についての「反論」と、その反論に対する「再反論」までを考え、それを論理的に伝えるための「発表原稿」と「ポスター」を作るという活動を行った。活動の難易度は低くは無かったものの、自分の主張を他の人に納得してもらうためには、その根拠を明確にして、論理的に説明し、起こり得る反論を考え、その反論に再反論できるだけの理論武装をしておく必要があることを多くの生徒が理解することができていた。生徒を対象に行ったアンケートは、生徒の質的な変容を測るべく、自由記述のものを多く行った。その結果から、活動の目的の意識付けが十分に達成されていたことが分かったと同時に、少数の今後の課題に繋がるコメントを集約することができたことも大きな成果である。また、有志生徒によって構成された探究委員会が作品を評価したり、講評を行ったりと生徒の主体的な活動があった。

３．高校１年の課題研究

第 2 期 SSH の指定を受けたことを契機に平成 29 年度から、高校 2 年で実施される個人課題研究の前段階として「ミニ研」に取り組んでいる。複数回のガイダンスを経て、生徒一人一人がテーマを設定して課題研究に取り組む。夏休みの初日には、全部で 25 名の教員が講師として関わり、分野別集中ガイダンスを行い、それぞれの分野での研究内容や手法について学んだ。夏休みをミニ研の実施期間として探究活動に取り組み、Publisher という DTP ソフトを利用して全員が A3 サイズのポスターを制作し、発表会を行った。発表会終了後の生徒を対象に行ったアンケート調査の結果、51.6%の生徒が「わかりやすく伝える力」「ポスター制作」「プレゼンテーションスキル」など表現力に関わるスキルが身についたと回答している。それ以外にも「文章・要点をまとめる力」「テーマを見つける力（問題発見力）」「情報を収集する力」などの、課題研究に必要なスキルが身に付いたことがうかがえた。ミニ研の活動の充実度を５段階評価で回答してもらったところ（５が最も充実した）、「５」と回答した生徒は 14.9%、「４」と回答した生徒は 52.8%、「３」と回答した生徒は 27.8%、「２」と回答した生徒は 3.6%、「１」と回答した生徒は 0.8%であった。

４．高校２年の課題研究

平成 30 年度、理系分野をテーマに課題研究を行った生徒は、学年生徒 254 人中 79 人（31.1%）であった。今年度の新たな試みとして、中間発表を一般公開とし、発表者と聴衆の良好なコミュニケーションから今後の研究活動の糧となる新たな気づきを得ることや、これまでの研究成果をまとめ、聴衆に伝えることによりプレゼンテーション技術を向上させることを目的として、全員がポスター発表を行った。聴衆者である大人からたくさんのアドバイスを受けることができ、今後の研究を進める上で有益なものとなった。また、これまでの研究成果をまとめ、整理するという目的も十

分達成することができた。中間発表会終了後に自由記述のアンケート調査を行い、それぞれの記述からキーワードを拾い出し、分類してまとめたところ、生徒の感想は肯定的な回答が多く（80.0%）、今後の研究を進める上で有益だったことが示唆された。

個人課題研究の全員発表会終了後に行ったアンケート結果（高 2 個人課題研究のページに記載）によると、個人課題研究の取り組みを通して、約 70%の生徒が「論理的思考力」が高まったと感じていることがわかる。また 77.6%の生徒が「自分の研究の目的や内容について相手に説明することができる」と答えており、「表現力」の高まりがうかがえた。58.7%の生徒が、「非常に積極的」または「積極的」に個人課題研究に取り組むことができた。定期的にゼミや個別指導が行われた生徒を対象にアンケート調査を行ったところ、「研究の進め方について十分な指導を受けることができたと思うか」という質問に対しては、96.6%の生徒が「そう思う」「ややそう思う」と答えており、「論文執筆に関して十分な指導を受けることができたと思うか」という質問に対しては、94.2%の生徒が「そう思う」「ややそう思う」と答えている。この結果から、ある程度教員の指導が適切であったことがわかった。

５．外部の研究発表会での生徒発表

外部主催の発表会に生徒を派遣し、高 2 個人課題研究や科学部の研究成果等を発表した。平成 29 年度の外部発表件数 36 件に対し、平成 30 年度は 49 件の外部発表があった。平成 30 年度は高校生科学技術チャレンジ（JSEC）で科学技術振興機構賞を受賞するなど、多くの賞をいただいた。

６．ハイレベルかつ主体的な学びを実現するカリキュラムの取り組み

今年度から高校 2 年次で「数学探究Ⅰ（６単位）」「物理探究Ⅰ（３単位）」「化学探究Ⅰ（３単位）」「生物探究Ⅰ（３単位）」を設置した。高い意欲を持つ希望者を対象に、少人数の授業を展開した。数学探究Ⅰでは学習指導要領の内容から自然に発展できる話題を扱うほか、ICT の活用や数学者の業績や数学の発展の歴史を学ぶ活動を取り入れた。アンケートの結果から、そのような活動は生徒の学びに効果的に働き、意欲的に学習を進めることに寄与することがわかった。物理探究Ⅰ・化学探究Ⅰ・生物探究Ⅰでは、レギュラークラスよりも数多くの実験・観察を行い、科学実験のスキルを身につけるだけでなく、その結果をまとめ上げ、討論によって理解を深めていくことができた。いずれの科目においても、学習の段階としては高 2 から高 3 につながる途中の段階であるため、学力の測定は難しいが、少人数クラスを活かして思考を深めることができたという生徒が多かった。

７．クロスカリキュラムの取り組み

平成 29 年度から、高校１年生と対象に、世界史・現代社会・情報の授業を用いて、「メディアの情報（プロパガンダ）」を教科横断的に学ぶ取り組みを行ってきた。平成 30 年度には、上記の取り組みに加え、保健・家庭の授業を用いて「性と生（性・ジェンダー）」について学ぶ取り組みを行った。取り組み後のアンケート調査の結果から、いずれの一連の授業についても、90%前後の生徒が肯定的な評価を記述した。その理由として、生徒たちが「深い」「理解」というキーワードで表現するような、知識や概念に関する思考や理解に深まりを感じて、これを肯定的にとらえていること、「多面的」「つながり」というキーワードで表現している、知識や概念の教科領域を超えたつながりに気づき、そのことに知的な刺激を受けたことが挙げられ、それらは教科横断的な学習に特有の働きであることから、本校のクロスカリキュラムの取り組みが効果的に生徒に良い影響を与えていることがわかった。

８．フィールドワークについて

タイへの海外研修を行った結果、Khon Kaen 大学の附属高校と合同で研修することができ、海外の連携校と英語によるコミュニケーションを行うことができた。実際に、科学英語の活用については研修に参加したすべての生徒が肯定的な回答をしている。タイへの海外研修に加えて、上海位育中学での研究発表交流会でも、帰国生ではない生徒がこのような海外研修に参加したり、英語でプレゼンテーションを行ったりと、国際性の向上につながる活動ができた。

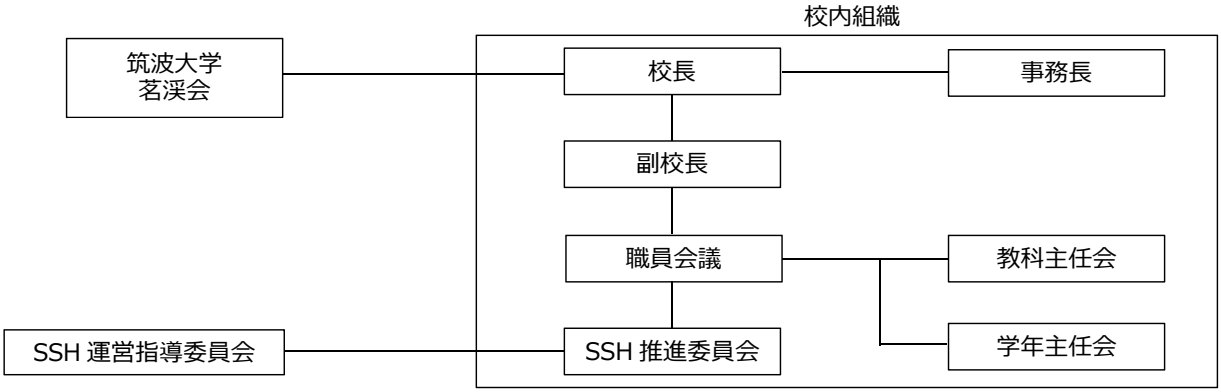
９．教職員への影響

平成 31 年 1 月 21 日に教員を対象にアンケート調査を実施したところ、「茗溪学園の SSH 事業の趣旨を理解しているか」という質問に対しては、24.2%が「よく理解している」、71.0%が「理解している」、4.8%が「あまり理解していない」、0%が「理解していない」という結果であった。「茗溪学園の SSH 事業は生徒にとって有意義だと思うか」という質問に対しては、38.7%が「とてもそう思う」、54.8%が「そう思う」、1.6%が「あまりそう思わない」、0%が「そう思わない」、4.8%が「わからない」という結果であった。平成 29 年度に SSH の 2 期目の指定を受けてから、他校の SSH 研究発表会・成果報告会への多数の積極的な参加があり、それによって得られた知見を学内で共有する研修会も多数行われるなど、本校の SSH 事業の運営に高い意識を持って臨むことができた。

第５章　校内における SSH の組織的推進体制と教員研修

１．校内組織体制

本校 SSH の推進に当たって、分掌を横断する形で「SSH 推進委員会」を立ち上げ、校長・副校長・教務部長・広報企画部長・進路指導部長の他、SSH 推進委員として 25 名の教員が指名された（専任教員の 41%が SSH 推進委員会に所属している）。SSH 推進委員は、適切なタイミングで会議を行いながら年間を通した SSH 事業の実務を担当してきた。また、教員すべてが高校２年次の必修科目である「個人課題研究」の指導担当者である。夏と冬にスタディゾーンを設定し、すべての学年で全教員の協力の下、科学講演会や課題研究に関わる活動等を行ってきた。研究開発課題や仮説、研究テーマのねらいが、実施内容に着実かつ効果的に反映されるための手段や体制は、全教員で共有されている。



２．平成 29 年度・平成 30 年度に行った主な教員研修

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

（１） IB ワークショップ

平成 30 年度にはのべ 20 名の教員が東京学芸大学附属国際中等教育学校等におけるワークショップに参加し、IB の指導資格を得た。平成 31 年２月末現在、計 44 名、のべ 60 名の教員が IB の指導資格を有している（専任教員の 62%）。そのうち、理科は専任 11 名中９名、数学は専任 13 名中８名が IB の指導資格を有している。

（２） グラフ電卓ワークショップ

平成 29 年８月 22 日、中澤房紀氏（Naoco Inc）を講師としてお迎えし、グラフ電卓のワークショップを行い、理科・数学の教員を中心に 14 名が参加した。扱った主なグラフ電卓は Texas Instruments 社の Nspire CX CAS である。一通りの操作方法を学び、授業や探究活動の中でグラフ電卓を使用することが、生徒の主体性を高めることに良い影響をもたらすのではないかとの感触を得た。

（３） 個人課題研究に関する研修会

高校１年の個人課題研究のテーマ設定がスタートするのに合わせ、指導のノウハウを共有する場が必要であると考え、総務部によって企画され、毎年実施している。平成 29 年 10 月 26 日（講師は本校教員 3 名、14 名が参加）と平成 30 年 11 月 20 日（講師は本校教員 4 名、25 名が参加）に開催した。初任者など勤続年数が少ない教員だけでなく、ベテラン教員も積極的に参加し、理系研究の進め方、文系研究の進め方、文献調査の方法についての講義を受けた。

（４） 教職員全員対象の研修会

全体研修は定期的に実施している。加えて、平成 30 年２月には、他校視察の概要を全教職員で共有することを目的とした研修会を開催した。SSH に関係する報告は「堀川高校視察報告（探究・SSH）」、「大阪教育大学付属高校視察報告（課題研究の評価）」、「名古屋大学附属中学・高校視察報告（協同的探究学習）」、「SSH 情報交換会報告（課題研究の評価、教育課程）」であった。他校の実践を学び、来年度以降の本校の SSH 事業を進めていく上で有意義な研修となった。

（５） 統計処理に関する研修会

平成 30 年 2 月 28 日に本校のコンピュータ室を会場に行った。個人課題研究で質問紙調査などによって収集した量的データの統計処理について教員が学び、指導に生かすことを目的に実施された。内容は、「回帰分析のグラフ作成」、「推測統計と統計的検定とは何か」、「数値データの検定（エクセルによる平均値の検定・分散分析）」、「度数の検定（カイ二乗検定）」、「因子分析と主成分分析、共分散分析」、「心理尺度」について講義と実習を行った。教員 30 名が参加した。

第６章　研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

１．中学１年の探究スキルを高める取り組み

探究活動においては、発表に関しては慣れている生徒がいる一方、改善が必要な生徒が多く見受けられた。発表の作法や聞く側の心構え、質疑応答に関して方法の教授をより具体的にすべきであった。資料探しにおいては、学校図書館を活用したが、司書教諭に頼り切りになるのではなく、生徒が自分の力で必要な資料に到達できる技能の育成が必要である。WSZ 期間中に図書館に生徒が殺到してしまったため、ICT 環境を整え、教室内でタブレット PC 等を活用したい。情報収集能力の向上を図る今後の展開として、NDC マップを用いて本を探すなどの取り組みを検討している。

２．中学２年の探究スキルを高める取り組み

論理的思考力を高める取り組みとして、探究活動を行ってきた。スライドやワークシートは同一の教材を利用したが、授業担当者の思想の微妙な違いによって、生徒たちが異なる印象を受けることが、生徒対象のアンケート結果からわかった。論理的思考力を構成する下位のスキルとして、「批判的思考力」、「洞察力」、「自己分析力」「自分の主張を相手が納得するように根拠を明確にして説明する力」を掲げたが、これらを論理的思考の構成要素として掲げることの妥当性を検討し、事前に授業担当者間での生徒の到達目標のすり合わせをより入念に行う必要がある。到達目標を具体的にするためにもルーブリック評価等の作成も必要になってくるであろう。

３．高校１年の課題研究

ミニ研のテーマは自由としたが、自由記述のアンケートでは 21 名の生徒が「テーマ設定に苦労した」と回答しており、生徒自らの興味・関心や進路希望の方向性を「問い」の形にすることは困難であるという印象を受けた。身近な話題から疑問を持ち、良い問いを見つけるスキルを高めることをすべての教科で意識する必要がある。また、61 名の生徒が「ポスター制作（まとめ）」に苦労したと回答している。しかし、これらの生徒も含め、128 名の生徒が「ポスター制作」等の表現力に関わるスキルが身についたと回答しており、高 2 の個人課題研究に向けた実践としては、多くの生徒が苦労しながらも良い活動を行うことができたと総括できる。今年度に引き続き、情報科と連携を進めながら効果的な指導を行っていきたい。

ミニ研を実施後にテーマ設定の妥当性を振り返る活動が、個人課題研究においてより良いテーマ設定を行う上で不可欠であろうと思われる。ミニ研の発表会が終了した後、すぐに個人課題研究の取り組みをスタートさせてしまったため、その振り返りが充実していたとは言えない。総合的な学習の時間の年間スケジュールの調整が必要であるが、教員の研修を通して問題意識は共有されており、次年度の修正は可能である。

４．高校２年の課題研究

「自分の行動が正しいかどうか、客観的に見ることができる」では 36.8%、「計画がうまくいかなかったときには、うまくいかない理由を考え、修正することができる」では 32.9%の生徒が否定的な回答をしている。これらは研究活動の振り返りに関わる項目である。ミニ研終了後の振り返りの必要性について上記に述べたが、物事がうまく進まなかった場合に、どうしてうまくいかなかったのか、どのようにすればうまくいったのかを、自分あるいは他者の目を通して、客観視できるようなトレーニングが必要である。36.4%の生徒が「物事に取り組むときに、適切に計画を立てることができる」で否定的な回答をしている。本校が作成した研究プロセスのルーブリック評価の活用がややルーティンワークになってしまっている印象があるためそれを改善し、見通しを持って研究活動を進めていけるよう適切な指導を行っていきたい。個人課題研究に意欲的に取り組めなかった生徒も少なからずいた。個人課題研究に対する意欲が否定的であった理由として、「どのように進めればよいかわからない」という回答が 35 件で最も多く、生徒の主体性を生かしながらも、指導教員が効果的に生徒に関わっていく必要性が示唆された。研究活動そのものに加え、論文の執筆や、発表用のポスターやパワーポイントの作成は正課の時間外に行わなければならないことが多く、そのことが生徒にとって負担となっており、計画的に研究を進められなかったという反省や意欲の減退につながっているとも考えられる。現状では、前期の土曜日の２コマを個人課題研究の時間に充てているが、これを通年に拡張し、個人課題研究に関わる活動のための時間を確保することが今後の課題である。学校全体でカリキュラムマネジメントの意識を強く持ち、生徒に対し、より計画性を意識できるよう、指導の仕方を工夫する必要がある。

５．ハイレベルかつ主体的な学びを実現する理数カリキュラムの開発

平成 30 年度より高校 2 年次に「数学探究Ⅰ」「物理探究Ⅰ」「生物探究Ⅰ」「化学探究Ⅰ」を新たに設置した。すべての科目に共通する課題として、学習指導要領の内容の習得を前提として、さらに発展事項の内容に及んで学習を進めるための時間配分の工夫が挙げられる。授業で扱われる内容の一部を課題として生徒に与え、生徒自身が発表していくスタイルをより多く取り入れていくことで、主体性や双方向性の向上が期待できると考える。生物探究Ⅰの中で実践された、目的や条件の設定を全て生徒自身による自由設計で行った実験は好評であった。これらは IB（国際バカロレア）の指導でよく行われる方法であり、生徒がより主体的に探究に取り組む意欲を育むものと考えられ、有益であると思われる。「グループ 4 プロジェクト」等の IB の手法も参考にしながら、今後の指導を考えていきたい。

６．クロスカリキュラムの取り組み

「性と生（保健体育と家庭）」の横断的な学習について生徒の自由記述アンケートから、「授業を実施した時期が離れており、教科・科目を横断していることに気が付かなかった」「期間がかなりずれてしまったため、授業としてはあまり繋がらなかった。もっと同時に学習できれば、より理解が深まると感じた」という意見があった。当初より授業実施の時期を近接させておくべきであると考えていたが､あらためて実施時期の調整には慎重に配慮していく必要を認識した。

教員間で目的を共有した上で、教科間でのスケジュールを調整しつつ、教材開発に努めていく必要があることは言うまでもない。さらに多くの教科・科目が教材開発に取り組み、次年度以降に新しいテーマでの授業実践を行っていきたい。

７．教員・保護者・卒業生に対する意識調査

本校の SSH 事業に対して抱えている教員の問題意識を明らかにするためのアンケート調査を実施する。これまで保護者や卒業生に対する SSH への意識調査は実施してこなかったが、質問項目や実施方法を検討した上で、来年度以降に実施できるよう準備を進めていく。

８．成果の普及

Super Science News を今年度は 6 回発行した。これらは本校生徒・保護者対象に配布しているものであるが、同様の内容を本校ホームページに掲載して外部に発信する。今年度に引き続き、「個人課題研究中間発表会」と「個人課題研究発表会 兼 SSH 活動報告会」を一般公開し、また、本研究開発実施報告書および課題研究発表者の要旨集を配布することで成果の普及に努めていく。

資料１　教育課程表

茗渓学園高等学校 教育課程　　平成30年度（2018年度）

MGコース

	4年		5年		6年	
1	国語	国語総合(5)	国語	現代文B(3)	国語	現代文B(2)
2						
3					保健体育	体育(2)
4				古典B(3)		
5						保健(1)
6	地理歴史	世界史A(2)			外国語	ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ英語Ⅲ(4)
7			地理歴史	日本史A(2)		
8	公民	現代社会(2)		地理A(2)		
9			理科	物理基礎(2)		
10	数学	数学Ⅰ(4)				英語表現Ⅱ(2)
11				地学基礎(2)		
12			保健体育	体育(3)	情報	社会と情報
13					国語	古典B(2) ※現代文特講Ⅰ(2) ※現代文特講Ⅱ(4) ※古文特講Ⅰ(4) ※古文特講Ⅱ(2) ※漢文特講(2)
14		数学A(2)	芸術	音楽Ⅰ 美術Ⅰ 書道Ⅰ(1)	地理歴史	世界史B(4) 日本史B(4) 地理B(3) ※世界史演習(3) ※日本史演習(3)
15			外国語	ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ英語Ⅱ(4)	公民	現代社会(3) 倫理(3) 政治・経済(3)
16	理科	化学基礎(2)			数学	数学Ⅲ(4) ※基礎数学演習(3) ※数学演習(4) S※数学探究Ⅱ(4)
17						
18		生物基礎(2)			理科	物理(4) 化学(4) 生物(4) 地学(4) ※物理演習(2,3) ※化学演習(2) ※生物演習(2,3) ※地学演習(2) S※物理探究Ⅱ(4) S※化学探究Ⅱ(4) S※生物探究Ⅱ(4)
19				英語表現Ⅱ(2)		
20	保健体育	体育(2)			保健体育	※体育特講(2)
21			総合	※個人課題研究(2)	芸術	※美術特講(4)
22		保健(1)			外国語	英語表現Ⅰ(2) ※標準英語講読(2) ※発展英語講読(2)
23	芸術	音楽Ⅰ or 美術Ⅰ or 書道Ⅰ(2)	国語	※現代文演習(2) ※古典演習 (2)		
24						
25	外国語	ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ英語Ⅰ(4)	地理歴史	世界史B(4) 日本史B(4)		
26						
27			数学	数学Ⅱ(4) 数学B(2) S※数学探究Ⅰ(6)		
28						
29		英語表現Ⅰ(2)	理科	物理(3) 化学(3) 生物(3) 地学(3) ※理科基礎演習(2) S※物理探究Ⅰ(3) S※化学探究Ⅰ(3) S※生物探究Ⅰ(3)		
30						
31	家庭	家庭基礎(2)				
32						
33	情報	社会と情報(1)	芸術	※美術特講(4)		
34	総合	※個人課題研究(1)	外国語	※基礎英語講読(4) ※標準英語講読(4)	総合	S※数学課題研究(1) S※物理課題研究(1) S※化学課題研究(1) S※生物課題研究(1)

IBコース

	4年		5年		6年	
1	国語	国語総合(5)	地理歴史	日本史A(2)	保健体育	体育(2)
2				地理A(2)		
3			保健体育	体育(3)		保健(1)
4					情報	社会と情報(1)
5					総合	ｾｵﾘｰ・ｵﾌﾞ・ﾅﾚｯｼﾞ(2) (TOK)
6	地理歴史	世界史A(2)	総合	ｾｵﾘｰ・ｵﾌﾞ・ﾅﾚｯｼﾞ(2) (TOK)		
7					言語と文学(母国語) ジャパニーズA SL(3) ジャパニーズA HL(4)	
8	公民	現代社会(2)	言語と文学(母国語) ジャパニーズA SL(3) ジャパニーズA HL(5)			
9					言語習得(外国語) ランゲージB SL(3) ランゲージB HL(4) SL,HL 《ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ英語Ⅱ, ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ英語Ⅲ, 英語表現Ⅱ》	
10	数学	数学Ⅰ(4)	言語習得(外国語) ランゲージB SL(3) ランゲージB HL(5) SL,HL 《ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ英語Ⅱ, ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ英語Ⅲ, 英語表現Ⅱ》			
11						
12			個人と社会 ヒストリー SL(3) ヒストリー HL(5)		個人と社会 ヒストリー SL(3) ヒストリー HL(4)	
13						
14		数学A(2)				
15			☆ｴﾝﾊﾞｲﾛﾝﾒﾝﾀﾙ・ｼｽﾃﾑｽﾞ・ｱﾝﾄﾞ・ｿｻｴﾃｨ SL(3) (ESS)		☆ｴﾝﾊﾞｲﾛﾝﾒﾝﾀﾙ・ｼｽﾃﾑｽﾞ・ｱﾝﾄﾞ・ｿｻｴﾃｨ SL(3) (ESS)	
16	理科	化学基礎(2)	理科 フィジックス SL(3) フィジックス HL(5) SL《物理基礎》 HL《物理基礎および物理》		理科 フィジックス SL(3) フィジックス HL(4) SL《物理基礎》 HL《物理基礎および物理》	
17						
18		生物基礎(2)				
19			ケミストリー SL(3) ケミストリー HL(5) HL《化学》		ケミストリー SL(3) ケミストリー HL(4) HL《化学》	
20		地学基礎(2)				
21			バイオロジー SL(3) バイオロジー HL(5) HL《生物》		バイオロジー SL(3) バイオロジー HL(4) HL《生物》	
22	保健体育	体育(2)	☆ｴﾝﾊﾞｲﾛﾝﾒﾝﾀﾙ・ｼｽﾃﾑｽﾞ・ｱﾝﾄﾞ・ｿｻｴﾃｨ SL(3) (ESS)		☆ｴﾝﾊﾞｲﾛﾝﾒﾝﾀﾙ・ｼｽﾃﾑｽﾞ・ｱﾝﾄﾞ・ｿｻｴﾃｨ SL(3) (ESS)	
23						
24		保健(1)				
25	芸術	音楽Ⅰ 美術Ⅰ 書道Ⅰ(2)	数学 マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(5) SL《数学ⅡB》 HL《数学ⅡBおよびⅢ》		数学 マセマティックス SL(3) マセマティックス HL(4) SL《数学ⅡB》 HL《数学ⅡBおよびⅢ》	
26						
27	外国語	ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ英語Ⅰ(2)				
28						
29		英語表現Ⅰ(2)	芸術 フィルム SL(3) フィルム HL(5)		芸術 フィルム SL(3) フィルム HL(4)	
30						
31	家庭	家庭基礎(2)	「言語と文学、言語習得、個人と社会、理科、数学、芸術」の6つのグループから各教科1科目ずつ計6科目を2年間で学習する。その際、3科目を上級レベル(HL)、3科目を標準レベル(SL)として選択する。		「言語と文学、言語習得、個人と社会、理科、数学、芸術」の6つのグループから各教科1科目ずつ計6科目を2年間で学習する。その際、3科目を上級レベル(HL)、3科目を標準レベル(SL)として選択する。	
32						
33	情報	社会と情報(1)				
34	総合	※個人課題研究(1)				

「※」は学校設定科目
「S※」はSSH指定にともなう特例措置科目

茗渓学園中学校　教育課程　　平成30年度（2018年度）

学年		1		2		3	
授業時数		標準	本校	標準	本校	標準	本校
国語		140	140	140	140	105	175
社会	歴史	105	70	105	70	140	0
	地理		70		35		35
	公民						105
数学	数学	140	175	105	175	140	210
理科	理科	105	140	140	140	140	140
芸術	音楽	45	70	35	70	35	0※
	美術	45	70	35	70	35	0※
保健体育		105	105	105	105	105	105
技術家庭	技術家庭	70	70	70	70	35	35
英語		140	140	140	175	140	175
道徳		35	35	35	35	35	35
総合	国際理解	50	70	70	70	70	70
特別活動		35	35	35	35	35	35
選択教科	芸術						70※
計		1015	1190	1015	1190	1015	1190

【備考】

1. ※3年次の選択科目芸術は音楽・美術・書道のいずれかを選択。書道の選択者については

　　中高一貫教育校の教育課程に関する特例を適用

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

資料２　SSH 運営指導委員会の記録

茗渓学園スーパーサイエンスハイスクール　運営指導委員会名簿（敬称略）

佐藤　忍（筑波大学副学長）　大澤　義明（筑波大学システム情報系教授）　藤原　保明（筑波大学人文社会系名誉教授）
清水　美憲（筑波大学人間系教授）　山科　直子（筑波大学広報室教授）　根津　朋実（筑波大学人間系准教授）
ｼｪｲﾆｰ　ｸﾛﾌｫｰﾄﾞ（つくばインターナショナルスクール校長）

第１回運営指導委員会

平成 30 年 6 月 26 日（火）　15:00～16:30　茗渓学園中学校高等学校　会議室
出席者　運営指導委員：佐藤委員　大澤委員　藤原委員　清水委員　山科委員　根津委員
本校関係者　：田代（校長）、黒澤（副校長）、杉山（副校長）、柚木（教務部長）、宍戸（SSH 推進委員長）、
中村（SSH 推進委員）、鈴木（SSH 推進委員）、小笹（SSH 推進委員）、三島（SSH 推進委員）

SSH 事業計画の説明後、質疑、ご助言を頂いた。運営指導委員の先生から頂いたご意見は下記の通りである。

・ホームページには事業概要しかない。SSH は良い内容なので、具体的な数字を含め、報告したほうが広報としてもいいと思う。
・クロスカリキュラムは興味深い。学際性が大事なので、その中でもクロスカリキュラムの位置づけは気になる。
・中学１年で「問題発見」、中学２年で「論理思考」、とてもいい。大学生でもなかなかできない。根拠を重視するトレーニング。筋道を立てて説明する力は社会でも求められる。
・社会工学系では、数学関連で就職が良い。社会でも欲しがっている人材は数学ができる人材であるといえる。
・この時期の中間発表はいいと思う。それほど研究に時間をかけているわけではないが、しっかり話していたと思う。この発表のあとで、実験の組み方が変わってくる。
・エラーバーをつけている生徒とつけていない生徒がいた。統計的な扱いが重要になってくる。
・テーマはなるべく具体的に絞っていく事が必要。母語で思考力を高めてから他の言語に行くことが大事なのでは。
・個人の問題に関わることを一生懸命しても広がらないのでは。
・好きなことを研究していていいなと感じたが、テーマの難易度や取り組み方にばらつきがあるように感じた。そこを揃える必要はないが印象としてそのように感じた。
・振り返りを重視したいという話題があった（２つ以上で調べる）。目的や背景について、１冊の本を読んでいない状況で「こうです」と言い切るケースがある。多面的に物事を考えるための情報を集めきれていないような印象。
・論理的な表現について。国語科や社会科が論理的な表現に必要。ポスター作成には技術や心理学が含まれていくかもしれない。他分野と連携させることで面白い発表や課題発見につながるのでは。
・目的に到達するまでのストーリーができていない（揺れている）子もいた。何を見出したいのか定めて実験したり調査したり、この先の設計をきちんと考えられるように指導するのが大事かと。
・どうしても突っ込みたくなってしまうが、楽しく聞いた。質問の時間がもっと多いといい。
・タイトル・主題・テーマについて。もう少し工夫が必要。もっと言葉を足す必要がある。タイトルに使う言葉をどれくらい研ぎ澄ますかが重要。
・文献の書き方については、それでも最低限必要なものがないものもあった。構想段階という印象がした。
・ジェンダーの影響と、友達同士で回る問題で、見学に偏りが出てしまう。一部強制的にブースを割り当てるなどして見学者を分散させるなど、工夫が必要。
・生徒同士でディスカッションは難しい。予め質問役を割り振る必要がある。
・「いきなり質疑」形式でも面白かったかと。見てわかるポスターにし、質問を長く取って見ても面白かった。（見てわからないポスターはよくない）。アカデミックなディスカッションに重きをおくか、プレゼンに重きを置くか、中途半端だった用に感じた。
・生徒用のワークシートが見たかった。見学する生徒の段階に応じて、眺める→聞き取って理解する→質問するというようにステップアップしてもよい。
・SSH 全体で見た際、外部からの声を評価として反映させる必要がある。大学生や大学院生が発表会に参加して、コメントしたりするなどすれば、発表者の生徒も手が震えなくていいのでは。このような活動ではあまり見ない。

第２回運営指導委員会

平成 31 年２月 28 日（木）　15:00～16:30　筑波大学大学会館　第１会議室

出席者　運営指導委員：佐藤委員　大澤委員　藤原委員　清水委員　山科委員　根津委員

本校関係者　：田代（校長）、黒澤（副校長）、杉山（副校長）、柚木（教務部長）、佐藤（広報企画部長）、宍戸（SSH 推進委員長）、鈴木（SSH 推進委員）、中村（SSH 推進委員）、小笹（SSH 推進委員）、新妻（SSH 推進委員）、小林（SSH 推進委員）

オブサーバーとして科学技術振興機構主任調査員関根務氏が同席した。

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

・生物探究Ⅰでキャンベルを使っているが、高校生にどのように利用させているか。
　→輪読等をさせているが、図表が美しいので、それを使っている。
・大学入試問題の演習はよいと思う。考えさせる問題が（擬似実験の問題）生物では多い。
・実験後のレポートは書かせているか
　→自由設定の実験のもののみ。長い文章を書くのが苦手なので、書かせた方がよいという考え方もあり迷っている。
・大学は大体ワープロ打ちでレポートを書いているが、あえて手で書いた方がよいという先生もいる。
・大学では、研究室によって卒論のテーマの決め方は違う。研究室側で決めているものもあるし、自由に決めさせるのもある。生徒を育てるなら自由に決めさせたほうがよいと思う。
・クロスカリキュラムに関して、災害時に燃料自動車や電気自動車がどのくらい使えるか調べてみてはどうか。
・KPI（数値目標）と生徒の教育、どちらを選ぶのか、腹を決めていかなければならないと思う。
・以前に比べ、完成度というと語弊があるが、底上げがなされている印象はあった。楽しかった。
・口頭発表は忙しいが、ポスターはゆったりと聞けた。ポスター発表の利点があると感じた。
・全体の英語のプレゼンは、一本調子のところがあった。イントネーションも重要である。
・クロスカリキュラムのテーマが今は文系が多くて住みわけがなされている印象があった。理系分野も含め、検討してほしい。
・データサイエンスや統計色の強い探究があってもいいのではないか。自分たちが調べたいことに対して統計分析をしてみるとか。統計色の強い探求活動を。
・生徒の自己評価だけでなく、先生たちが作ったルーブリックは作っていないか。ベネッセが出しているような企業の人に向けたテストなども利用。課題研究の評価基準などもあるはずなので、そういうものも利用してみてはどうか。
（教員からの質問）５年間同じ評価軸で見るべきか、活動ごとにみていくか
　→学年ごとの評価と全体の評価の二つあると良い。東京学芸大学附属国際中等では、個別に観点をつくって評価している。
・テーマ設定の仕方にムラがある。大学がやるようなテーマもあれば、ネットですぐ見つかるようなテーマもある。
・考察が正しかったのかという考察が必要である。
・理系分野と文系分野で分けるよりは、実験したもの、創作活動、調査・分析など、研究方法で分けてみても面白いのではないか。
・屋久島の研修などは、今後の課題といっても、次の代がやるものだから、成果を積み上げ、引き継いでいく工夫を。
・評価は難しいが、どこまでやってほしいのかを先生側が設定すべきであり、それを評価するべき。出てきてほしいキーワードが出てきたかといった評価。授業はどうですかといったものでなく、自分を振り返る評価が大切である。生徒からの評価が良いのがいいものなのかは教員側として振り返るべきである。
・夏に比べて何が変わったのかといったものを意識させる。
・個人課題研究の要旨集も ISSN の登録をして、国立国会図書館に載せようとすることが世界に発信するというもの。
・口頭発表会場がやや狭かった。聴衆が多すぎて帰ってしまう人も何人かいた。
・研究発表というよりも、レクチャーを聞いている印象があった。
・好きなものを深めることもいいが、予期せぬ出会いをどうプロデュースするかという見方も重要。興味があることに目を向けさせることで、実は関心を狭めてしまっていることにどう気づかせるか。
・アンケート調査はイエス・ノーや記名式になるとかなりバイアスがかかる。他の生徒を評価する取り組みはどうか。「あなたは意識的に取り組みましたか」ではなく「意識的に取り組んでいたのは誰ですか？」と聞いてみるとか。
・アンケートの自己評価の形態が多いが、どこを伸ばしたいかをみられるようなもの（ルーブリック評価）があるとよい。探究力の伸びをどのように評価しているかは中間報告で聞かれる。

資料３　個人課題研究　理系テーマ一覧

腐葉土を作る取り組み～リサイクル資源として伐採ごみをさらに活用する社会を目指して～	ナガミヒナゲシのアレロパシー物質の特定と応用　～人体に無害な自然農薬の作成～	貯蔵技術によるジャガイモの品質の違い　緑色になりにくく、より甘いジャガイモを作る貯蔵法を探る
αアクチニン３	音源定位について一側性難聴から考える	構造色をつくる
黒点が多いとオーロラがよく見えるというのは本当か	Animal Testing Alternatives for Skin Sensitization Testing in Cosmetic Industry	画用紙が前に飛ばされるときに理想的な形とは
バナナのシュガースポットと糖度の関係	ローズマリーとエレガンテシマのアレロパシー活性と物質の特定	どうしたら渦を固められるか？～新たな渦の発見に向けての取り組み～
金属の腐食と電気メッキの効果	四つ葉のクローバーが発生しやすい条件とは	空気の受け方による加速度の違い　～加速度センサーを用いて～
木組みの耐震性	シュワネラ菌を用いた発電装置の開発	自動車模型における空力パーツの制作
イットリウム系超伝導体の作成	投石機の原理を利用したエコ重機の有用性について	アトピー性皮膚炎の新規治療
針金逆立ちゴマの仕組み　微小重力下での挙動	ゼラニウムの水挿しにおける不定根の伸び方の違いをみる	高校生が身につける力を意識した数学の問題の作成
プラナリアの味覚	発光バクテリアの発光条件は何か	アレロパシーは除草剤の代わりになるか
天気管 ～天気管の仕組みを解明する～	納豆菌の芽胞形成条件と耐性	ゴムの劣化
空中風力発電機は現実的か	自立浮遊竹とんぼの作成	炎色反応で様々な色を作る
光受容体と植物との関係性 ～赤色光と青色光が植物の成長に与えること～	線虫(C. elegans)の新たな学習の発見とメカニズムの解明　～線虫(C. elegans)の坂への走性の発見と原因の解明～	B777-300ER にウイングレットをつけてみる　～ウイングレットがもたらす旅客機への影響～
自分の好きな音を自由に強調できるアンプの制作	B-777 に搭載すると仮定した各翼型の性能の検証～次世代の旅客機の出現に向けて～	馬酔木の成分を利用して防虫剤を作る～アセボトキシンを利用する～
"伝統構法の構造技術と強度	がん治療におけるミトコンドリアの可能性	日焼け対策を考える
組手の可能性"	タマミジンコの耐久卵の研究	指標生物を用いて河川の水質を調査する
飛距離の出る模型飛行機の実験　次世代の飛行機の開発	活性酸素と水素水	タバコシバンムシの生態
水害に対応する部屋をつくる	学校用プールにおける塩素濃度の新提案	コンピテンシーを育てる算数の授業
音色の違いによって和音の協和性は変化するのか	糖がビフィズス菌の増殖に与える影響	アロマオイルで虫除けをつくる
アマチュア無線を利用した災害時の情報共有システムの構築	植物由来の揮発性物質に対するナミテントウの応答性	ウツボカズラの捕虫器官
サイトカインを刺激することによって、固形がんに対する CAR-T 細胞療法の有効性は上がるのか　～CAR－T 細胞療法は固形がんに有効か～	アオカビ以外のカビで抗菌作用は得られるのか　～ペニシリンに次いだ抗生物質を探して～	イミダゾールペプチドとアスタキサンチンにおいてより抗酸化力が高く疲労回復に良いのはどちらか
血友病における遺伝子治療の最先端	反転の３次元にてのツール応用と証明	自律飛行するドローンの開発　災害救助補助ドローンの開発の軌跡
ダイナミック型イヤホンと BA 型イヤホンとの比較から考える	キチンの抽出とその有効利用の検証	アルテミアの耐久卵を孵化させるには ～耐久卵が孵化するにはどんな条件が必要なのか～
DDS によるがん治療　～超音波と DDS を組み合わせた治療は乳がんに有効か～	キトサンでの抗菌効果の有能性　～カニ殻成分の再利用～	手賀沼の水質汚染　～化学・生物的に考える～
七勝七敗の力士について	シフトスケジュールを効率よく作る	ドローン製作と HTR 機能の応用
大葉は抗菌剤の代用となるか～最適な条件を探る～	本当に地震を予知することは不可能なのか？～過去の地震と月から考える～	

平成 29 年度指定
スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書
第 2 年次

発行日：平成 31 年３月
発　行：茗溪学園中学校高等学校
所在地：〒305-8502
茨城県つくば市稲荷前１－１
TEL 029-851-6611
FAX 029-851-5455

SSH
Super Science
High School