

文部科学省研究開発学校

平成29（2017）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

第四年次

研究開発課題

国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした  
探究型学習システムの構築と教材開発

令和3（2021）年3月

筑波大学附属駒場高等学校

〒154-0001 東京都世田谷区池尻4-7-1 Tel03-3411-8521



台中一中オンライン国際交流



大阪大手前高校マス・フェスタ



台中一中オンライン国際交流



大阪大手前高校マス・フェスタ



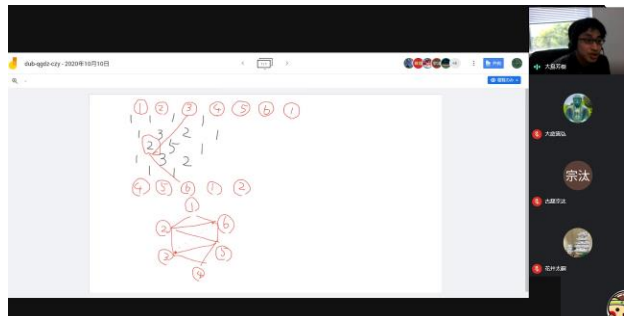
台中一中オンライン国際交流



数学オリンピックワークショップ

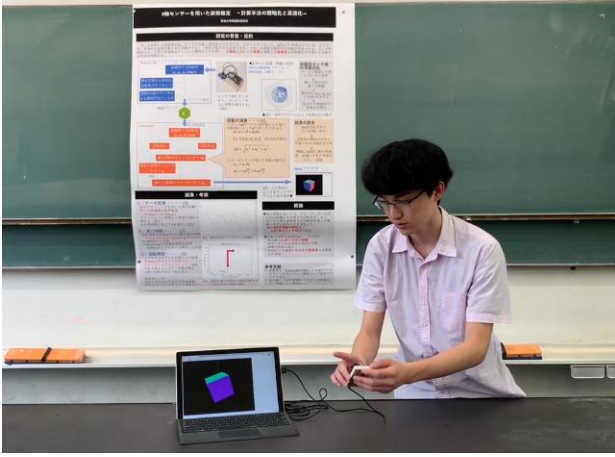


地歴公民科SSH特別講座

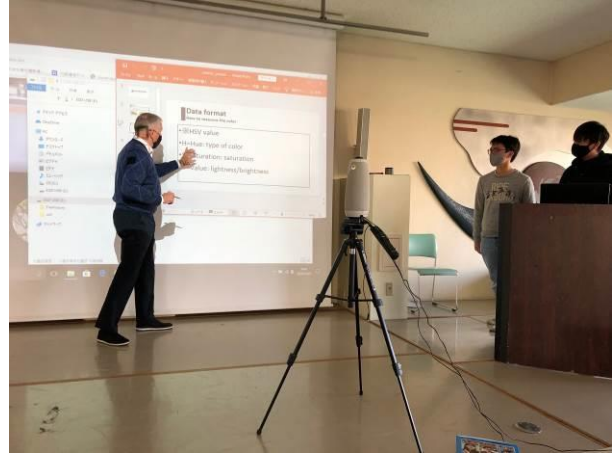


数学オリンピックワークショップ





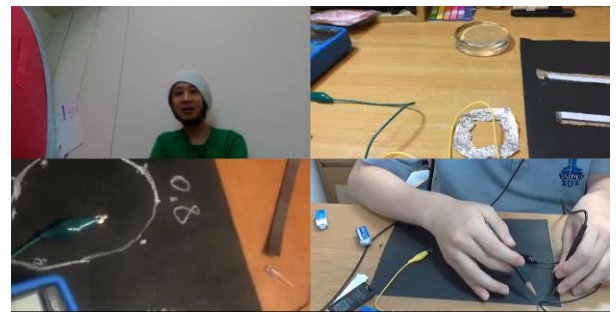
全国SSH生徒研究発表会（収録）



英語科 SSHプレゼン・ワークショップ



数学科教員オンライン研修会



理科 オンライン授業 リアルタイム生徒実験



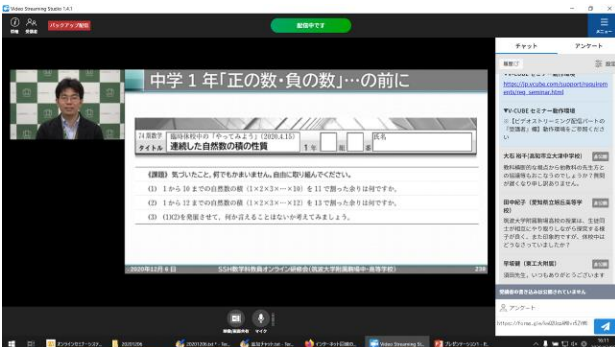
数学科教員オンライン研修会



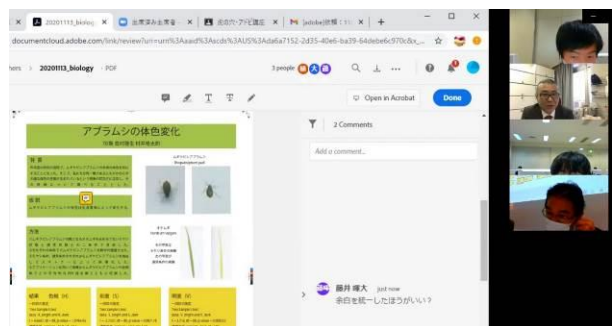
理科 教育研究会 オンライン研究協議



技芸科 CiNii での論文検索演習



数学科教員オンライン研修会



技芸科 オンラインポスター指導

# 目 次

1. 研究開発実施報告（要約）	1
2. 研究開発の成果と課題	4

I. 研究開発の概略	6
II. 研究開発の経緯	10
III. 研究開発の内容	
① 国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした探究型学習の教材開発と実践	
a. 中高一貫数学教材の開発と全国への発信	12
b. 理科課題研究の充実と探究型教材の開発と実践	18
c. 情報収集能力とメディア活用能力の育成	23
② 主体的な探究活動をするための基礎力育成カリキュラムの開発と実践	
a. 理数系基礎力の充実と科学的リテラシーの涵養	
a1. 数学科 SSH 講座	25
a2. 理科 SSH 講座	26
a3. 国語科 SSH 講座	27
a4. 社会科 SSH 講座	28
a5. 保健体育科 SSH 講座	29
b. 主体的・協働的な学び（アクティブラーニング）による探究能力の開発	
b1. 環境地図作成	30
b2. 城ヶ島野外実習	31
③ 探究型学習を実践するためのプログラム開発とサポート体制	
a. 水俣実習／福島フィールドワーク	32
b. 課題研究「障害科学：ともに生きる」	34
c. 数学科課題研究発表活動支援	36
d. 台湾台中第一高級中学とのオンライン研究交流	37
e. 他 SSH 校プログラムへの参加（名古屋大学附属高校）	39
f. 大手前高校マifesta	40
g. SSH プレゼンワークショップ	41
h. 課題研究「サイエンス・ダイアログ」	42
④ 探究型学習システムの開発と他校への発信・共有	
a. SSH 数学科教員研修会（オンライン）	43
b. 教育研究会（理科の取り組み）	45
IV. 実施の効果とその評価	
a. 講演会・実施講座生徒アンケート	47
b. 台湾台中第一高級中学との交流プログラムの評価	48
c. 国際交流プログラムの評価	49
d. 卒業生アンケート	50
V. 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	52
VI. 校内における SSH の組織的推進体制	54
関連資料	55

## ①令和 2 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	
国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした探究型学習システムの構築と教材開発	
② 研究開発の概要	
<p>過去 3 期（H14-18・H19-23・H24-28）の研究開発課題</p> <p>第 1 期「先駆的な科学者・技術者を育成するための中高一貫カリキュラム研究と教材開発」</p> <p>第 2 期「国際社会で活躍する科学者・技術者を育成する中高一貫カリキュラム研究と教材開発－中高大院の連携を生かしたサイエンスコミュニケーション能力育成の研究－」</p> <p>第 3 期「豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティストを育成する中高大院連携プログラムの研究開発」</p> <p>への取り組みを活かし、主体的・協働的な学びを通じて、自ら設定した研究課題に対して探究する理数系人材の育成を目的とする。そして、生徒の成長過程に即したカリキュラムと学習プログラムを開発・実践し、それらを連動させた学習システムの構築を目標とする。さらにその成果を積極的に発信し、中等教育現場との共有を図る。</p> <p>研究開発の柱は以下の 4 つである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 国際社会に貢献する科学者・技術者を育成する探究型学習の教材開発と実践</li> <li>② 主体的な探究活動をするための基礎力育成カリキュラムの開発と実践</li> <li>③ 探究型学習を実践するためのプログラム開発とサポート体制</li> <li>④ 探究型学習システムの構築と他校への発信・共有</li> </ol>	
③ 令和 2 年度実施規模	
全校生徒（附属駒場中学校を含む）を対象に実施する	
④ 研究開発内容	
<p>○研究計画</p> <p>【第 1 年次】 準備・リサーチ段階と位置づける。新規に取り組む内容については、各種プログラムの準備、および試行へ向けた調整を行う。すでに実施している内容については、これまでのSSH事業の成果と評価を踏まえ、継続的实践・改良・再構築を進める。</p> <p>【第 2 年次】 試行段階と位置づける。第 1 年次に準備したプログラムについては、実施規模を限定した形での試行を通して、さらなる実現可能性を探る。第 1 年次に試行・改良したプログラムについては、前年度の結果を踏まえた本格実施を行う。</p> <p>【第 3 年次】 研究を具体的に展開する。第 2 年次までに試行した内容について、再検討を行い本格的な実施に取り組む。また、継続的に実践している内容については、再検討・改良などを行い、成果の普及を進める。</p> <p>【第 4 年次】 研究の深化・充実を図る。全ての研究内容について、第 3 年次までに開発した教育プログラムや教材を本格的に展開し、評価を試みる。</p> <p>【第 5 年次】 研究の完結および発展期ととらえる。第 4 年次までの研究で得られた成果をもとに、開発した各種プログラムや教材、カリキュラムを、他校でも活用できるような形での普遍化に取り組む。</p>	

## ○教育課程上の特例等特記すべき事項

なし

## ○令和2年度の教育課程の内容

巻末・関係資料（教育課程）の通り。平成28年度より「理科課題研究」および「学校設定科目・課題研究」を、高校2年次・3年次で実施している。

## ○具体的な研究事項・活動内容

今年度の主な活動内容を、研究開発の柱①～④の順に示す。

### ① 国際社会に貢献する科学者・技術者を育成する探究型学習の教材開発と実践

#### 1) 理科課題研究の充実と探究型教材の開発と実践

高校2年次の必修科目「理科課題研究」（または「学校設定科目・課題研究」）において行われてきた「能動的・探究的学習」プログラムおよび教材を正課授業の中で発展開発した。オンサイトとオンライン、それぞれの適性を活かした学習形態から新たな教材を開発した。

#### 2) 情報収集能力とメディア活用能力の育成

生徒の研究・発表に必要な情報検索やプレゼンテーションスキルを涵養することを目標としたSSH特別講座「メディア虎の穴（シリーズセミナー）」を、独立講座として実施した。

#### 3) 学際的（教科融合型）課題研究や理数系以外での課題研究の推進

高校2年次の必修科目「学校設定科目・課題研究」（または「理科課題研究」）において、理科以外の7講座（国語・地歴2・数学・保健体育・障害科学・英語）を設置し、探究型学習に取り組んだ。高校3年次「学校設定科目・課題研究」（選択科目）では、7名の生徒がさらに研究を進めた。

### ② 主体的な探究活動をするための基礎力育成カリキュラムの開発と実践

#### 1) 理数系基礎力の充実と科学的リテラシーの涵養

本校では、全教科を挙げてSSH事業に取り組んでおり、上述の「情報科・メディア虎の穴」の他にも、各教科でSSH講座を開き、生徒の科学的リテラシー涵養を図っている。

#### 2) 主体的・協働的な学び（アクティブラーニング）による探究能力の開発

高校での「課題研究」などで必要となる探究型学習の基礎として、前段階の中学の総合的な学習の時間において、探究学習を全員に課し、探究的学びの土壌づくりをしている。

### ③ 探究型学習を実践するためのプログラム開発とサポート体制

#### 1) 高大連携によるプログラムの推進と実践

・高校生希望者を対象とした東京医科歯科大学高大連携プログラム、「英語模擬交渉ワークショップ」に参加（6~7月）し、医療分野の複雑な問題に関する英語模擬交渉の資質を醸成した。

#### 2) 本校卒業生を活用したSSH事業サポート体制の充実と育成プログラムの検証

数学（ジュニア）オリンピック参加に資する講座「SSH数学オリンピックワークショップ」においては、講師を始めとしてTA、アドバイザーとして本校卒業生を招聘し、指導協力を得た。

#### 3) 社会と連携し貢献する科学者・技術者の素養を育成するプログラムの開発と実践

・「科学者の社会的責任を考える」を主題とした、熊本県水俣市におけるフィールドワーク（「水俣から日本社会を考える」および震災後の福島に関する現代の科学・技術をめぐる多様な側面を共同で研究する灘高等学校とのフィールドワークは協議や実習等をオンラインで行った。

・高2課題研究（学校設定科目）「障害科学：ともに生きる」では、実際に様々な形で障害にかかわる方々による講演を聞き、情報保障を体験的に学ぶ機会設けたオンライン交流を大学や特別支援学校行った。

#### 4) 国際舞台での研究発表の推進と国際科学コンクール等への派遣

・姉妹校協定を結んでいる台中市立第一高級中学とは今年度オンラインで研究交流を行い、互いの研究を発表した。また、今後の研究交流をさらに発展すべく姉妹校協定を5年間更新した。他校のSSHプログラムにも生徒を派遣し、名古屋大学教育学部附属高等学校重点枠事業の約10ヶ

月に及ぶ「数学的課題の協同解決」の研究交流に参加した。

・今年度生徒が参加した国際科学コンクールは以下の通りである。

科学地理オリンピック兼国際地理オリンピック／国際情報オリンピック／アジア太平洋情報オリンピック／国際化学オリンピック／国際生物学オリンピック／国際言語学オリンピック

・英語プレゼンテーション能力の育成を図る取り組みとして、SSH 特別講座「プレゼンワークショップ（オンライン）」を年3回実施し、オンラインでの効果的コミュニケーションスキルを磨いた。高2課題研究（学校設定科目）においても「サイエンス・ダイアログ」を開講した。

#### ④ 探究型学習システムの開発と他校への発信・共有

・隔年実施の数学科教員研修会を今年度はオンラインで行った。複数の SSH 校の『数学』分野の取り組み事例とともに生徒の知的な興味関心を刺激し、数学的思考力を育成するような具体的教材について報告・協議した。本校公式 HP の限定公開サイトで、当日の発表資料に加えて、開発教材が閲覧できるように工夫し、成果の広い共有に努めた。

### ⑤ 研究開発の成果と課題

#### ○研究成果の普及について

・各教科の教育活動の成果の共有・普及を学校全体へ広げるべく、ICT 機器を活用した資料発表を校内教員研修会として工夫した。共有した成果が即時に活用されるよう ICT 機器を使用したことで授業改善や発展に繋がった。今年度オンラインで行われた各種 SSH 事業の実施後は随時報告を行い、共有を図って、学校全体の授業改善・発展に努めた。

・学校 HP における SSH ページを通じて、数学科では開発教材を広く公開し、普及を図るべくダウンロード可能としており、理科についても新たに開発された学習プログラムを集約し、公開・普及へと努めた。教育研究会や数学科教員研修会では、SSH 事業の成果発信を図った公開授業と研究協議をオンラインで行ったが、オンサイトでの質の維持・発展をねらい成果の普及に努めた。

・各教員が所属する学会等において、SSH 事業の取組みや開発教材、その成果を発信している。

#### ○実施による成果とその評価

・課題研究では、高2（必修）から高3（選択）への流れが教員・生徒ともに意識できるようになり、高2課題研究の総括的活動の外部での発表という意識がさらに高まり、他校での SSH 成果発表会などに参加する数も場も増えている。

・海外校との研究交流プログラムで発表した自分の研究を一層ブラッシュアップし、より多くの場で披露する機会を得るために、複数の発表会等に参加するという流れがなお強くなった。

・海外校との交流プログラムや国際オリンピックへの継続的な参加により、生徒のパフォーマンスだけでなく、生徒指導の手順・方法も多くの教員に共有されるようになってきている。また、オンラインでの発表において研究テーマや効果的プレゼンのスキルが中高異学年で共有でき、中学生の高校進学後の積極的な応募が増えている。

・水俣と福島でのフィールドワークも継続的に実施できるようになり、理系だけでなく文系生徒の研究も社会と密接に関わる科学技術に対する探究活動が、一層活発になっている。

#### ○実施上の課題と今後の取組

・高校3年次に、「（理科）課題研究」を選択する生徒を一定数確保するために、2年次の研究指導のあり方、研究継続の働きかけなどさらなる工夫を検討したい。

・様々なオンライン交流会の経験を、既存プログラムの「大学研究室訪問」に活かし継続する高大連携プログラムへと発展させたい。

・SSH 事業の効果測定で、学校独自アンケートによる卒業生調査を一昨年度より実施している。調査回答者を増加させ、継続的、効率的に経年調査ができる方法を模索したい。

・学校 HP の中で、本校 SSH 事業への取組みや成果（物）等を、効果的に発信する方法について、関係部署とも協議の上、さらなる研究を重ね、普及させたい。



## ②令和 2 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

## ① 研究開発の成果

研究開発の柱①～④の順に示す。

## ① 国際社会に貢献する科学者・技術者を育成する探究型学習の教材開発と実践

## 1) 理科課題研究の充実と探究型教材の開発と実践

新型コロナウイルス拡大による緊急対応とするオンライン授業から新たな教材が開発され、授業後の生徒へアンケートからその効果が検証された。新たな実践により、生徒の探究をより一層深めるオンサイト・オンライン学習プログラムの構築につながった。

## 2) 情報収集能力とメディア活用能力の育成

日本マイクロソフトやアドビシステムズなどのご協力を受け、従来のシリーズセミナー「メディア 虎の穴」を独立講座として複数回におよび継続実施し、メディアリテラシーとプレゼンテーションスキルの向上を図った。ここでの指導法は理科・数学・社会科の教員で構成され、成果の普及を図り東京都高等学校情報教育研究会で発表される。

## 3) 学際的（教科融合型）課題研究や理数系以外での課題研究の推進

高校 2 年次「学校設定科目・課題研究」では、「アルト『演劇とその分身を読む』」「社会時評のすすめ - 〈危機〉の時代の記録として -」「水俣から日本社会を考える」「ポスト 2020」「ともに生きる」「Science Dialogue + D.I.Y.」を設置し、探究型学習に取り組んだ。全国、都、学芸大学主催、関東近県の SSH・課題研究成果発表会等例年になく多くの生徒が口頭発表やポスター発表において研究の成果を披露した。ほぼすべての発表会がオンラインで行われ、専門家からの意見や助言が研究継続のモチベーションへとつながった。

## ② 主体的な探究活動をするための基礎力育成カリキュラムの開発と実践

## 1) 理数系基礎力の充実と科学的リテラシーの涵養

技術科の他にも、全教科で SSH 講座を開催し、探究活動に必要な基礎力や科学的リテラシー涵養を図った。実施時期は各学期期末考査終了後、対象は中学・高校問わず希望者としている。「プレゼンテーション能力向上ワークショップ（英語科）」「伝わらないこと、伝わってしまうこと（国語科）」「科学者の社会的責任～世界から尊敬される日本人であるために～（社会科）」

## 2) 主体的・協働的な学び（アクティブラーニング）による探究能力の開発

中学においては、全員の探究学習向上に役立てるために学年に応じたフィールドワークを計画したが、中止、代替企画、オンライン講義と形態を変えて実施した。主なものは以下の通り。

「身のまわりの環境地図作成（中学 1 年 1～2 学期：社会科）」

「東北地域研究（中学 2 年 2 学期～中学 3 年 1 学期：総合学習）」は宮城震災学習（代替）

「城ヶ島野外実習（中学 3 年生 2 学期：総合学習）」

## ③ 探究型学習を実践するためのプログラム開発とサポート体制

## 1) 高大連携によるプログラムの推進と実践

・今年度中止となった、中学 3 年および高校 2 年次の「筑波大学研究室訪問」は、従来複数設定されたコース（研究室）から各自選んで見学・実習を行うプログラムだが、これまで生徒の知的好奇心を満たすだけでなく、将来の自分の専攻やキャリアを考えるきっかけとなる意義深いものとなっている。各種 SSH 成果発表会がオンラインで行われ、例年以上に多くの生徒がの参加し、それらから得た経験から、新たな「大学研究室訪問」プログラムの創案につながった。



## 2) 本校卒業生を活用したSSH事業サポート体制の充実と育成プログラムの検証

「SSH数学オリンピックワークショップ」では、本校卒業生らが講師として、またTAとして中学生たちに、数学オリンピックの問題を教えたり、自身のオリンピック経験について話したりすることで、これまでのSSHの成果を母校に還元することができた。また、1月の公開課題研究（課題研究オープン）でもSSH卒業生のOBによる、受講生の研究発表に対するフィードバックを与える機会を独自で設けた。課題研究での研究成果を論文としてまとめ、SSH課題研究として論文集を発行した。

## 3) 社会と連携し貢献する科学者・技術者の素養を育成するプログラムの開発と実践

- ・課題研究「水俣から日本社会を考える」の実習や福島フィールドワークの現地実習はオンライン上で実施し、改めて実際の現場を肌で感じることの重要性を実感させることができた。
- ・課題研究「障害科学：ともに生きる」では、実際の障害者の方々や特別支援学校教員、東京大学先端技術研究センターの教授や医師から学び、インクルーシブ教育と科学・技術の融合を図る機会となった。科学的な視点での取り組みとして筑波大学サイバニクス研究センターと特別支援学校と連携をした「人を支援する工学技術」を学ぶ講義・グループワークや盲ろう者当事者や介助者から情報機器や情報保障の実際を聞く機会、聴覚障害のある高校生とのオンライン交流で情報保障を体験的に学ぶ機会を設けた。これらは、障害と科学が融合した「ともに生きる」社会の実現の構築につながるプログラムとなった

## 4) 国際舞台での研究発表の推進と国際科学コンクール等への派遣

- ・台中第一高級中学との研究交流を発展させるべく、実施形態の協議を約6か月に渡り重ねて実施したオンライン研究交流会により、継続的研究交流や共同研究の可能性を開いた。
- ・名古屋大学教育学部附属高等学校のSSH重点枠プログラムでは、英語で他校の生徒と共同で半年以上に渡り研究を進め、成果を国内外の高校生に向けて発表した。
- ・各種国際オリンピックおよび国内科学コンクールに参加し、成果を挙げた。
- ・プレゼンワークショップや課題研究「サイエンス・ダイアログ」を今年度も実施し、より多くの生徒の英語プレゼンテーション能力を育成することができた。

## ④ 探究型学習システムの構築と他校への発信・共有

本校数学科教員および近隣のSSH校数学科教員が講師として参加する、数学科教員研修会をオンラインで実施し、開発教材等についての報告や協議、数学教育に関する意見交換を行うことで、本校の教育に関する情報発信・共有に寄与した。

## ② 研究開発の課題

- ・高校3年次「(理科)課題研究」は選択履修科目だが、学校行事や受験準備で最も多忙な学年であり、履修生徒を今以上に確保することは困難である。現状2年次の「(理科)課題研究」「課題研究(数学講座)」の担当教員が個別に履修を薦める形であるが、全国SSH生徒研究発表会を始めとした各種発表会での研究を校内に広く普及し、探究活動や研究の継続をさらに推進したい。
- ・「課題研究」の評価方法について引き続き検討しているが、講座が文理(その融合)の幅広い分野に及ぶため、統一、画一化した形のを設定する難しさがある。
- ・大学研究室訪問は従来1日開催であるが、今年度は中止となった。各種SSHオンライン発表会で得た経験から、大学研究室から研究の指導を継続的に受けられるような、新たな形態の高大連携プログラムが創案された。
- ・一昨年度より、SSH事業の効果の調査を兼ねた統一の記述アンケートを、進路懇談会や進学懇談会で来校する卒業生に数回実施した。データの蓄積や分析方法、数値での定量評価について検討を続けることが必要である。
- ・刷新された本校HPにおいて、過去のSSH研究開発実施報告書やSSH年間行事カレンダー、イベント写真などを随時公開・更新しているが、さらに広く効果的に発信する方法やその効果の検証について、外部の意見も取り入れて改良を進めたい。

# I. 研究開発の概略

## 1. 研究開発の実施期間

指定を受けた日から令和4年3月31日まで

## 2. 研究開発課題

国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした探究型学習システムの構築と教材開発

## 3. 研究開発の概略

第1期(平成14~18年度)では、研究開発課題「先駆的な科学者・技術者を育成するための中高一貫カリキュラム研究と教材開発」に取り組んだ。

第2期(平成19~23年度)には、研究開発課題「国際社会で活躍する科学者・技術者を育成する中高一貫カリキュラム研究と教材開発—中高大院の連携を生かしたサイエンスコミュニケーション能力育成の研究—」の下、生徒の「教え合い学び合い」による、「サイエンスコミュニケーション」能力育成、国際交流・研究活動支援等を行った。

第3期(平成24~28年度)では、「豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティスト(global scientist)を育成する中高大院連携プログラムの研究開発」を掲げ、全員に探究型学習である「(理科)課題研究」を履修させるとともに、意欲の高い生徒には、次年度も続けて履修させることで研究や発表の能力を伸ばした。本校従来の「教養」主義に則り、理数系のテーマに偏らないこと、「グローバル」としては、従来の台中一中との研究交流や他SSH校海外派遣プログラムを目標に、英語発表(口頭・ポスター)スキルを高めることに留意した。「高大連携」では、SSH以前から実施している筑波大学研究室訪問を継続し、東京医科歯科大学・高大連携プログラムを拡充した。

第4期(平成29~34年度)は、主体的・協働的な学びを通して、自ら設定した研究課題に対して探究する理数系人材を育成するとともに、中高生の成長過程に応じたカリキュラムと、それを有機的に連動させた学習システムの開発を目標とする。

今期の研究開発の柱は以下の通りである。

- ①国際社会に貢献する科学者・技術者を育成する探究型学習の教材開発と実践
- ②主体的な探究活動をするための基礎力育成カリキュラムの開発と実践
- ③探究型学習を実践するためのプログラム開発と

## サポート体制

- ④探究型学習システムの開発と他校への発信・共有

## 4. 現状の分析と研究の目的・目標

過去3期のSSH事業では、生徒の研究発表能力を高めるプログラムを開発・実践してきた。その過程における課題として、SSH事業と中学・高校での成長の検証、通常授業とSSH事業との関連、事業成果の発信などが挙げられていた。そこで第4期では、中学の基礎力養成から高校での高度な探究活動につながる育成カリキュラムの編成を図り、高大連携・卒業生の活用・社会との連携・海外校との連携という観点から各種プログラムを開発・実践する。さらに、そのプログラムや成果を広く発信し、効果を検証しつつ、探究型学習システムの構築をめざす。

## 5. 研究の仮説・内容・方法・検証

研究内容の柱①~④の順に詳述する。

- ①国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした探究型学習の教材開発と実践

数学科における探究型学習教材開発については、全国の教員と活発な意見交換をすることで、これまでに開発した教材を見直し、更なる教材の開発へとつなげることができると考えられる。そこで、SSH全国数学科教員研修会における開発教材やカリキュラムを公開・発信、研究協議を通して、実践報告と教材の共有を図る。また、過去のSSHにおいて実施していた、遠方の学校において本校教材を活用した研究授業・研究協議を行う取組みを復活させ、近隣のSSH校数学科教員に加わっていただくことで、より広く深く教材の共有を図る。実施の前後に、参加した教員へのアンケート調査やEメール等による意見交換を行い、内容の検討に役立てる。

理科や数学では、中学3年総合的学習「テーマ学習」教材を、高校2年「理科課題研究」および「課題研究」で発展・拡充させ、発展性のある課題に取り組んだ生徒を高校3年「理科課題研究」「課題研究」に引き上げ、SSH期卒業のOB(学部生・院生)によるサポートを引き続き実践する。課題研究や科学系部活動のOBによるサポートは長期SSH校にのみ可能な利点かつ責務であり、

第4期 SSH では、従来の理科や数学以外での実現可能性についても検討していきたい。また、新学習指導要領の「理数探究」を見据え、これまで開発・実施してきた実験教材や生徒の研究成果を整理し、実践例の蓄積とテキスト化の検討を継続する。

情報科における、情報活用能力を育成して研究成果の発信技能を向上させるセミナーには、民間企業との連携が不可欠である。第4年次は、シリーズセミナー「メディア虎の穴」と「メディア虎の穴・特別編」の継続実施および発展に取り組む。評価については、対外的な研究発表の成果や生徒へのアンケート等により検証する。

課題研究全般に関する取組みとしては、これまでも実施してきた中学3年総合学習「テーマ学習」が、高校2・3年「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」における探究学習の基礎と考えられる。これらを継続するとともに、中学生と高校生の相互交流による異学年学び合いや共同研究についても試行する。実施前後には、生徒・担当教員へのアンケート調査や意見交換等を行い、講座数・内容の検討を随時行いたい。

## ②主体的な探究活動をするための基礎力育成 カリキュラムの開発と実践

数学科では、SSH期の卒業生の在校生に及ぼす影響について考察すべく、これまでの特別講座を発展させた、数学オリンピックワークショップを、継続実施し、部活動である数学科学研究部を対象の中心として、事前・事後指導の拡充を図る。SSH特別講座も継続して実施し、対象の幅をより広げ、高いレベルでの理数探究心を養成する。

理科では、応用力の育成には探究型学習が有効であるという仮説に基づき、理科（4科目）による教材開発や、高校1・2年での必修科目における理科カリキュラムの再構築や、現行教材の発展はカリキュラムの検討を継続する。また、中学3年総合学習「城ヶ島野外実習」を継続し、グループ活動や議論を重視した主体的・協働的な学びにつなげる。

情報科では、民間企業等と連携して情報活用能力を育成し、研究成果の効果的発信技能を向上させるセミナーを継続する第4年次には、現況に鑑みシリーズセミナーを独立講座として実施し、対象の幅を広げた特別講座を開講する。効果につい

ては、対外的な研究発表の成果や参加生徒のアンケート調査等により評価検証する。

保健体育科では、「体育や保健の見方・考え方を働かせ、課題を発見し、合理的、計画的な解決に向けた学習過程を通して、心と体を一体として捉え、生涯にわたって心身の健康を保持増進し豊かなスポーツライフを継続するための資質・能力を育成すること」を目指し、スポーツ科学・医学分野における最先端の研究や事業等に触れる機会を提供する。

国語科では、「伝わらないこと、伝わってしまうこと—人間とAIから見た言語理解—」と題したSSH特別講座を行い、協働的・探究的活動に不可欠な「伝えあう力」の育成を目指す。

中高連携をめざす取組みとしては、従来の中学2年生および中学3年の総合学習「東京地域研究」「東北地域研究」における協働的な探究活動を取り入れた学習の改善をさらに進め、継続発展させるとともに、異学年による学び合いを意識し、高校生が中学生、中学3年生が中学2年生に指導する機会や、研究発表を相互に見合う合同での学習機会の設定を図る。

## ③探究型学習を実践するためのプログラム開発とサポート体制

### (i) 高大連携によるプログラムの推進と実践

筑波大学研究室訪問や東京医科歯科大学との高大連携プログラムを継続し、意欲の高い生徒の高校3年「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」への接続方法等について、大学と連携しながら進める。実施の前後に、生徒・大学教員・教員へのアンケート調査やメール等での意見交換を行い、プログラム内容の充実と発展を図る。

保健体育科では、3年次までに構築した大学との協力関係を活用して、大学研究室の協力を受けた探究型学習を更に推進し発展させる。

### (ii) 本校卒業生を活用した SSH 事業サポート体制の充実と育成プログラムの検証

指定第1年次に在校生していた生徒が卒業生となって SSH 支援の側にまわる年次となり、組織的な卒業生からの支援について更なる内容の充実・発展を試みるとともに、若手研究者による特別講座や課題研究や探究型学習の卒業生による指導、国際オリンピック出場者による後輩への助言等について、持続可能な体制づくりをめざす。卒

業生アンケートや聴き取り調査によるデータの分析を進め、まとめる。

(iii) 社会と連携し貢献する科学者・技術者の素養を育成するプログラムの開発と実践

科学系部活動の一環として実施してきた、科学・化学部による小学生向け実験教室を発展継続するとともに、生物部、パーソナルコンピュータ研究部、数学科学研究部等による小・中学生向け実験教室やワークショップを計画し、可能な団体から本格実施する。

地歴公民科では、「科学者の社会的責任を考える」を主題とした従来の水俣に関する研究を継続するとともに、東日本大震災がもたらした福島県への複合災害に関する研究を通して、科学・技術をめぐる諸課題をより多様な視点から思考を深められるようなプログラムの構築を目指し、検討する。

インクルーシブ教育に関しては、「学校設定科目：課題研究」障害科学講座での特別支援学校との交流・協働学習を継続実施するとともに、SSHの取り組みの中で科学技術との融合を図る。また、東京オリンピック・パラリンピックの開催を前に、スポーツサイエンスと障害者スポーツを取り入れた課題研究の推進を図る。

(iv) 国際舞台での研究発表の推進と国際科学コンクール等への派遣

姉妹校、台中第一高級中学（台湾）との研究交流を継続する。その研究を軸にした、共同研究や他地域・他校での交流に関して検討し、試行する。また、国際科学コンクールや国際科学オリンピックと、SSH事業への参加生徒や卒業生などについて収集したデータから立てた、SSH事業とその効果に関する仮説を検証する。

英語の授業では引き続き、話すこと・聞くことの産出能力およびプレゼンテーション能力の醸成を、ALTや外部講師のさらなる活用により伸長し、大学や卒業生との連携企画の効果の検証を行う。

#### ④探究型学習システムの開発と他校への発信・共有

第3年次までの評価・検証を受けて、本校の探究型学習システムをさらに発展させ、再検証が可能な形を模索しながら他校と共有する。

また、実施した各プログラムについて、生徒に

よる自己評価や、パフォーマンス評価を用いた探究型学習の達成度を測る評価基準をまとめ、他校と共有し検証を行う。

## 6. 教育課程

巻末の関係資料を参照。教育課程の特例に該当しない教育課程の変更（平成28年度完全実施）については以下の通りである。

【教科・科目名】「理科課題研究」及び学校設定科目「課題研究」

【開設する理由】理科及び理科以外の教科での主体的・探究的活動の支援強化

【目標】理科だけでなく、数学や情報や他教科での生徒の主体的・探究的活動の深化・発展を促進させ、その成果と課題を教育課程に反映させる。

【内容】高校2年生では、大きなテーマを掲げた10程度の講座を教員が用意し、オリエンテーションで研究の内容と探究活動を紹介する。生徒は希望する講座を選択し、ゼミナール形式で探究型プログラムを実践する。その後、そこで身につけた研究手法を活かし、自ら設定した課題に、個人あるいはグループで主体的探究的に取り組む。高校3年では、さらにその課題を深化させ、専門性のある高度な研究に取り組み、その成果を発表する。

【履修学年】高校2・3年次／【単位数】各1

【指導方法】個人・グループ毎に指導教員を配置し、研究を支える理論、実験方法、先行研究の検索・活用方法、データ解析方法、論文のまとめ方を一貫して指導する。また、大学との連携やOBの活用等、多面的な指導方法も視野に入れる。

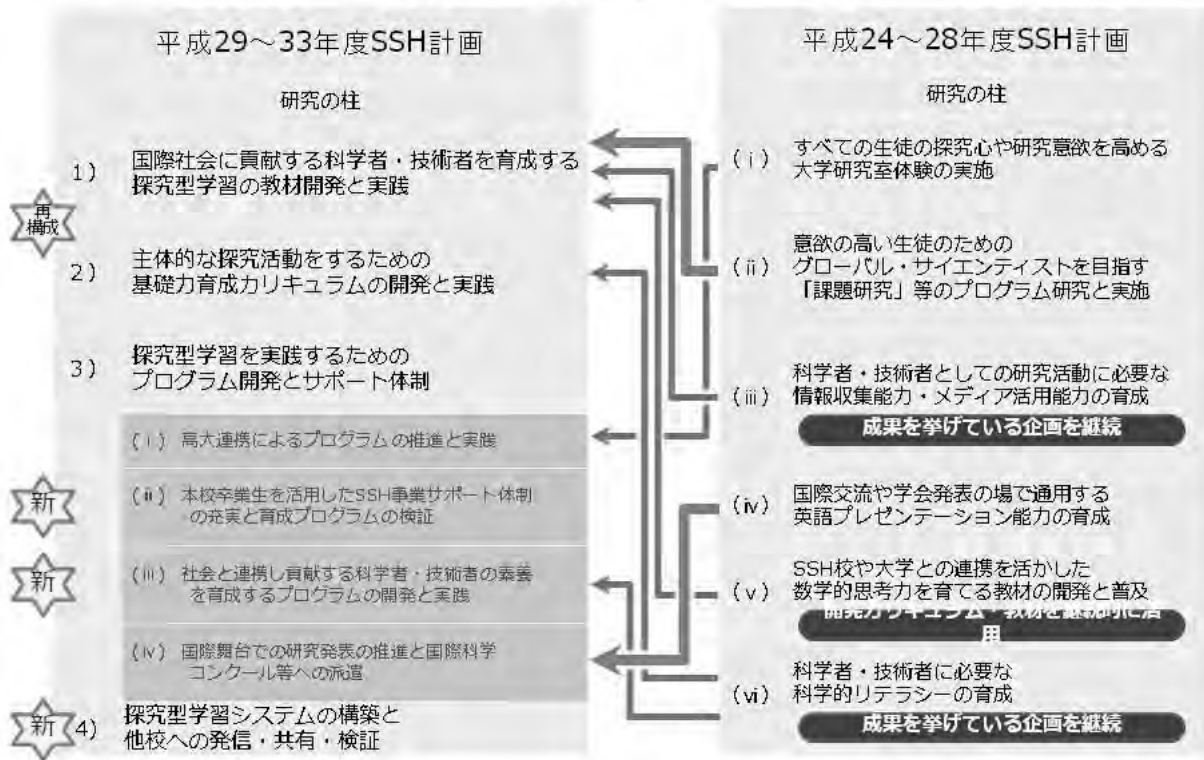
【年間指導計画】集中形式での課外実施を含め、研究を支える理論、実験方法、先行研究の検索と活用方法、データ解析方法、論文のまとめ方を指導する。

【既存の教科・科目との関連等】研究活動の発端となる課題発見、研究活動を支える課題解決の方法等は、高校1年次までの履修教科における学習内容を基盤とする。

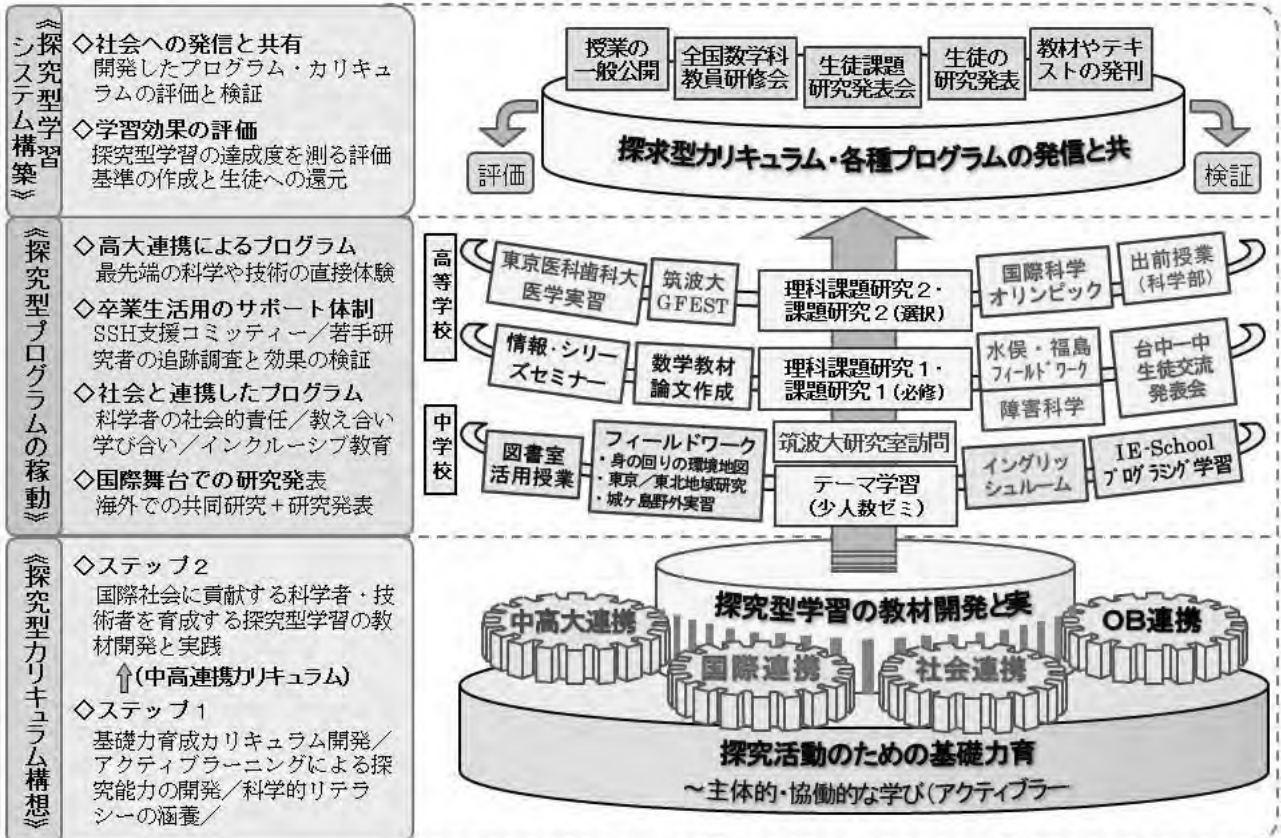
(研究部・多尾奈央子)

平成29年度(実践型・新規継続)申請SSH計画と平成24～28年度SSH計画の関係

← 発展・拡充 ← 継続



国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした探究型学習システムの構築と教材開発





## II. 研究開発の経緯

5年計画の第4年次は研究の深化・充実をはかる。すべての研究内容について、第3年次までに開発した教育プログラムや教材を本格的に展開し、評価を試みる。

今年度は多くの事業が中止、延期、実施形態の振替を余儀なくされたが、生徒の研究活動が継続されること、研究支援や成果発表の場および質が保持されるに、「全生徒を対象に」「特定の教科ではなく全教員が携わって」という本校 SSH 事業展開の理念を再確認して各種事業に臨んだ。

### 1. 第4年次研究の主な活動

今年度の主な活動は以下の通りである。一部の活動については、以降の章で詳述する。

4月	SSH 年間各種プログラム計画の見直し、協議開始
5月	台湾姉妹校との研究交流プログラム計画協議(オンライン会議)
5月	名古屋大学教育学部附属中高 SSH 科学技術人材育成重点卒業事業「アメリカで数学をしませんか」2チーム8名参加
6/20~ (全3回)	東京医科歯科大学・高大連携プログラム(英語模擬交渉オンラインワークショップ)参加生徒4名
6/27	SSH 卒業後アンケート(高3進学懇談会)
7/4	英語科 SSH 特別講座「プレゼンテーション能力向上オンラインワークショップ」(中3・高1・高2)
7/4	第1回 SSH 運営指導委員会(メール会議)前年度中間評価を踏まえた事業改善の協議はできず。(中間評価通知:7/20)
7/6	立命館高等学校 SSH 科学技術人材育成重点卒業事業 第1回連携校 Zoom 会議
7/20	第4期 SSH 第3年次(2019)中間評価通知。校内共有。

7/25	SSH 卒業後アンケート(高2進路懇談会)
8/1-2	名大教育学部附属高 SSH 重点卒業事業「アメリカで数学をしませんか」2nd ステージ(2チーム8名)
8-11月	技芸科 SSH メディア虎の穴「ポスター制作に役立つ画像処理」「ポスターデザイン基礎」「ポスター制作ブラッシュアップ」(高2理科課題研究・数学課題研究受講生)
8/11 (一次審査) 8/17 (二次審査)	SSH 生徒研究発表会(高3生1名)「9軸センサーを用いた姿勢推定-計算手法の簡略化と高速化-」
8/25	立命館高等学校 SSH 科学技術人材育成重点卒業事業 第2回連携校 Zoom 会議「JSSF オンライン」
8/28	SSH 生徒研究発表会:奨励賞受賞
8/29	名大教育学部附属高 SSH 重点卒業事業「アメリカで数学をしませんか」チームプレゼン(2チーム8名)
10/10	数学オリンピックワークショップ(オンライン)
10/19	校内 SSH 推進委員会「ポスト SSH -第4期終了後の展望-」協議開始
11/5	釜山国際高校 第11回 Global Week「Post-Pandemic Society」(高2生3名 ビデオプレゼン参加)
11/6~ (全8回)	名大教育学部附属高 SSH 重点卒業事業「アメリカで数学をしませんか」自己研鑽ステージ(2チーム8名)
11/13	技芸科 SSH メディア虎の穴「ポスター講評と意見交換」
11/19	技芸科 SSH メディア虎の穴「研究発表ポスターのデザイン講座」
11/21	第47回教育研究会(Zoom ウェビナー開催)テーマ「(コロナウイルスに負けない)主体的で探究的な深い学びをめざして」

11- 21/4	技芸科 SSH メディア虎の穴 第3期シリーズセミナー開始(全15回)
12/6	数学科教員研修会(オンライン)
12/7	英語科 SSH 特別講座「プレゼンテーション能力向上オンラインワークショップ」(高2対象)
12/9	社会科 SSH 講演会「科学者の社会的責任」
12/10	技芸科 SSH メディア虎の穴「学術情報の探し方」
12/11	台中市立台中第一高級中学との研究交流(オンライン)高2生徒9名・高1生徒3名
12/20	SSH 東京都指定校合同発表会「ミジコは光がお好き?」口頭発表参加
12/26	マスフェスタ(大阪府立大手前高校)高2課題研究(数学)受講生6名参加、引率教員1名
1/12	技芸科 SSH メディア虎の穴「クラウドを活用した研究スタイル」
1/18	技芸科 SSH メディア虎の穴「AIとは、RPAとは」
1/30	第2回 SSH 運営指導委員会(オンライン)
2月	校内研修会「オンライン教育研究会の工夫と課題・ポストSSHの展望」(資料発表)
2/19	理科(生物)SSH 特別講座「ウイルスとかけて妖怪と解く」
2/23	東京学芸大学主 SSH/SGH/WWL 課題研究成果発表会 参加生徒17名(口頭2・ポスター9)
2/25	国語科 SSH 特別講座「伝わらないこと、伝わってしまうことー人間とAIから見た言語理解ー」

3/20	横浜サイエンスフロンティア高校 SSH マスフォーラム 数学生徒研究発表会
3/21	関東近県 SSH 指定校合同研究発表会(オンライン) 参加生徒9名(口頭1件、ポスター発表6件)
3/13	英語科 SSH 特別講座「プレゼンテーション能力向上ワークショップ」(中1・中2対象)
3/26	令和2年度 SSH 研究開発実施報告書提出(文部科学省・JST)

## 2. 委員会等の活動

### ①SSH 運営指導委員会

校外の運営指導委員とすべての教科から選出された校内推進委員が参加して、7月はメール会議で、1月はオンライン会議で2回開催され、今年度のSSH事業の報告や今後のSSH事業の進め方、第4期指定終了後の考え方などについて意見交換を行った。

### ②校内プロジェクト委員会

校内プロジェクト3(筑駒アカデミア担当)「筑駒人材バンク」を活かして本校OBによる公開講演会を催し、地域貢献を果たした。また、3月末には「駒場将棋道場～将棋の世界を知ろう～」と題した公開講座を予定しており、本校部活動の生徒への活躍の場を設けている。

### ③研究部

実施計画書、事業計画書、事業経費説明書などSSH関係書類の取りまとめ、文部科学省およびJSTとの連絡協議、外部からの各種調査・アンケートの実施等を行った。また、研究発表の場となる教育研究会、校内研修会の企画・運営を行った。また、形態をオンラインに代えて実施した国際交流プログラムについて、今後の発展のための検証・評価を行った。

### ④その他

筑波大学附属学校群11校が参加する、年5回の附属学校連携委員会において、本校SSH活動について報告し、新型コロナウイルス拡大の影響による新たな教育活動の様式について大学側と全附属学校教員が意見交換を行い情報共有をしている。

(研究部 多尾奈央子)

### III. 研究開発の内容

#### ① 国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした探究型学習の教材開発と実践

##### a. 中高一貫数学教材の開発と全国への発信

###### 1. 仮説

高等教育において探究型の学び、対話的な学びの重要性が声高に主張され、授業改革が叫ばれている昨今、中等教育において、高等教育機関での学びを見通しながら教材・カリキュラムを構成することの重要性も高まっているといえる。探究的な学びは決して授業の「型」のみで実現するものではなく、その内容である教材、そして教材と教材をつなぐストーリーとしてのカリキュラムがあってこそ実現できると考えるからである。

言うまでもないが、数学科としての教材研究の基盤となるのは授業である。どのような教材で生徒のどのような資質・能力を引き出し、どこまで高めていくかという長期的な視野が求められる。

これらの要請に応えるべく、本校数学科では教材開発を進め、それらを全国へと発信する試みを行っている。

###### 2. 概要

###### 2.1 教材開発に際しての基本姿勢

本校数学科ではすでに 100 程度の教材開発の事例を蓄積しているが、ほとんどの教材に通底しているのは、扱いたい中心課題と、それに対する生徒の発想や反応が対となっていることである。教材によっては、生徒の発想がさらに次の課題を生み出し、数学的活動のサイクルが展開しているものもある。これが、本校数学科における教材開発の基本姿勢として「教師と生徒との相互作用で築き上げること」を掲げている所以である。教材を束ねるカリキュラムの開発に関しても、発想はトップダウンではなく、ボトムアップであると言えるだろう。すなわち教師は、日々の教材開発において、授業を通して生徒との相互作用で教材を磨きつつ、次にどのような教材を提示するか、どのような課題へとつなげるかを考え、理解や深化、発展や一般化への流れを組み立てる。例えば、

関数のグラフの和や差について扱う教材については、中学校での比例・反比例の学習から高校での微分・積分の学習までを一貫し、さらに大学における数学をも見通した中心概念として、長年の教材開発の蓄積が、一種のカリキュラムとして成立しつつある。

ひとつの教材に対し、教師と生徒が授業の中でもともに知恵を出し合い、さらに定例の数学科教科会を通して教師間でもさらに深める。この繰り返しが、本校数学科の教材開発と実践研究の中心である。開発教材集として提示しているものは、日々の膨大な授業の中で試行錯誤しながら、一定の成果としてまとまったものの一部にすぎない。また、開発教材自体も完成されたものではなく、同じ教材を異なる教師が扱い、異なる生徒が取り組むことで、さらに新しい視点や、深い考察が生まれていく事例もある。

第IV期を迎えた本校 SSH 事業において、今まで以上に求められるのは、新たな教材開発はもちろんのこと、既に開発し共有している教材についても、本校に限らず広く他校で実践していただき、その反応をもとにさらに洗練していくことである。そして、個々の教材と、それを貫くカリキュラムという視点で既存のカリキュラムや教材を見直し再構成することが、研究主題として標榜する「探究型学習システムの構築」にもつながっていくのではないかと考えている。

###### 2.2 開発教材とその発信

次ページに、過去の SSH 事業も含めて本校数学科が開発した教材の一覧を掲載する。本校数学科では、教材を大きく分けて代数、解析、幾何、統計、微分方程式、確率の各分野に位置づけ、主な対象学年によって教材をナンバリングして整理している。表内の★印は、今年度「筑波大学附属駒場論集」にて実際の内容を掲載したものである。また、論集以外にも、後節にて報告する SSH 数学科教員研修会をはじめ、本校公式 Web サイトでも専用ページを設けて閲覧できるようにしている（Web 上ではパスワードによって閲覧制限をかけているが、パスワードについては問い合わせに依るとともに、教員向け研究会でその都度周知）。本報告では、「d3-6. 放物線の長さ」を掲載する。

開発教材一覧(筑波大学附属駒場中・高等学校数学科) 2020年度

表左端のアルファベットの記号は各分野の略であり、中学は小文字、高校は大文字、数字は実施学年である。もしくは、実際に授業をおこなった学年を数字で示した。学年を特定していない教材や複数学年での取り扱いを想定している教材は、数字の代わりに「f」を用いた。教材名の末尾の数字は開発年度である。

A. 「代数(Algebra)」		
a1.	整数	2008
a1-2.	有理数	2007
a1-3.	剰余類の演算とウィルソンの定理	2014
a1-4.	速算術	2015
a1-5.	最大公約数と差が等しい数の組み合わせ	2017
a3.	暗号理論と整数論	2006
A1.	数と方程式	2008
A1-2.	平方根の連分展開について	2012
A1-3.	高校における整数問題	2014
A1-4.	開平法と連分数による平方根の近似値	2014
A1-5.	オイラー関数について	2015
A1-6.	集合と場合の数の導入	2016
A1-7.	多項式から見た二項係数とスターリング数	2019
A2.	離散数列と連続関数	2009
A2-2.	$\Sigma K^4$ と区分求積法	2011
A2-3.	斜交座標の薦め	2015
A2-4.	漸化式	2015
A2-5.	確率漸化式と課題研究	2018
A3.	置換と正多面体群	2007
A3-2.	1次変換の線形性	2008
A3-3.	複素数と複素数平面	2015
A3-4.	複素数平面における1次分数変換	2017

G. 「幾何(Geometry)」		
g1.	四角形の合同条件	2008
g1-2.	作図の教材	2009
g1-3.	四角形の性質(包含関係)	2010
g1-4.	正多面体の面や辺の作る角	2012
g1-5.	三平方の定理	2013
<b>g1-6.</b>	<b>中学1年の幾何(作図問題などの補充)</b>	<b>★2020</b>
g2.	チェバ・メネラウスの定理	2007
g3.	立方体の切断	2007
g3-2.	反転法	2007
g3-3.	立方体の切断(2)	2009
g3-4.	ヘロンの公式の幾何的証明と応用	2013
g3-5.	双心四角形の性質	2015
g3-6.	円を使う作図の教材	2017
g3-7.	作図の応用問題	2018
g3-8.	反転を利用した教材	2019
G1.	四面体の幾何	2008
G1-2.	デカルトの円定理	2009
G1-3.	正多角形と等積な正方形の作図法	2013
G2.	正17角形の作図	2008
G2-2.	ベクトルの内積と方べきの定理	2011
G2-3.	正射影ベクトルと内積・外積	2017

D. 「微分方程式(Differential Equation)」		
d1.	自然数の和、平方数の和、立方数の和からの拡張	2019
d1-2.	『数える』	2010
d2.	グラフや図形の移動・変形	2006
d2-2.	不等式の活用	2019
d3.	2次関数の接線	2006
d3-2.	面積・体積	2006
d3-3.	最大・最小	2006
d3-4.	放物線で囲まれる面積	2013
d3-5.	場合の数～樹形図から漸化式へ～	2014
<b>d3-6.</b>	<b>放物線の長さ</b>	<b>★2020</b>
D1.	包絡線	2006
D2.	グラフ描画の方法 - テクノロジーへの挑戦 -	2007
D2-2.	3次関数の性質	2014
D2-3.	定積分と面積	2019
D3.	包絡線(その2)	2006
D3-2.	微分方程式	2006
D3-3.	微分方程式の応用	2006
D3-4.	関数のグラフの描画法	2008
D3-5.	曲線と面積	2008
D3-6.	微分方程式の応用(懸垂線)	2019

An. 「解析(Analysis)」		
an1.	2元1次方程式とその応用	2007
an2.	合成関数とグラフ	2009
an3.	絶対値を含む関数のグラフ	2009
an3-2.	絶対値とガウス記号を含む関数のソフトウェアによるグラフ描画	2010
an3-3.	中学での2次関数の扱い	2017
An1.	2次関数	2007
An1-2.	2次関数(2)	2009
An1-3.	和や積のグラフ	2010
An1-4.	図で証明する三角関数の性質	2013
An1-5.	2次関数の係数決定	2019
An1-6.	加法定理の色々な証明	2019
An2.	円周率の近似	2007
An2-2.	三角関数表を作る	2006
An2-3.	加法定理から導き出される多項式	2006
An2-4.	三角関数の和と積の周期	2011

P. 「確率(Probability)」		
p2.	身近な確率・連続変量の確率	2011
Pf1.	組み合わせの確率モデル	2007
Pf2.	EBIと確率・統計	2007
Pf3.	無限集合の確率	2008

S. 「統計(Statistics)」		
s1.	統計の基本	2006
s2.	標準偏差・近似直線	2006
s3.	正規分布と標準化	2006
s3-2.	シミュレーションによる授業	2006
S1.	回帰直線・近似曲線	2006
S1-2.	数理統計学入門	2009
S2.	残差分析によるデータ系列の関係	2007
S3.	主成分分析入門	2007
S3-2.	正規分布の平均の推定	2008
S3-3.	中心極限定理	2016

「O. その他(Others)」		
Of.	4元数を高校数学へ	2007
O2.	有限世界の数学	2007

QRコードはこちら↓



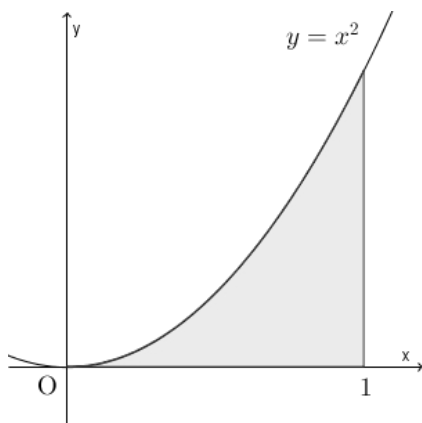
筑駒数学科HPより、PDFファイルを閲覧できます  
<https://www.komaba-s.tsukuba.ac.jp/ssh/math/>

### d3-6. 放物線の長さ

関連分野：微分積分  
高等数学：線積分  
対象学年：中学3年  
関連単元：数学 III 「曲線の長さ」  
教材名：放物線の長さ s

#### 1. 概要

本校教材集 d3-4 の続きとなるものである。d3-4 で扱っている教材は 2 次関数  $y = x^2$  の放物線グラフと、 $x$  軸および  $x = 1$  で囲まれた部分の面積が  $\frac{1}{3}$  であることを示せ、というただ 1 つの教材について述べられている。



面積については数 II の積分で決着がつく。今回は同じ構図で  $y = x^2$  の  $(0,0)$  から  $(1,1)$  までの道のりを題材にした教材を開発した。正確な値を求めるためには、数学 III のかなり技巧的な定積分を要する問題となる。しかしながら、中学生の知識でも良い近似値を与えることは可能である。理系の高校生の教材であるが、中学 3 年生が近似を工夫する活動を通して、2 次関数のグラフの形状について深く理解させることが出来るとともに、線積分そのものの考え方を自ら体得することが期待できる教材である。

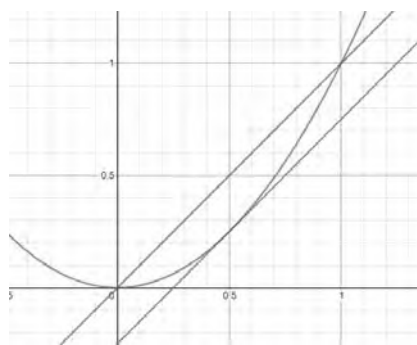
#### 2. 面積 $\frac{1}{3}$

d3-4 には実に 17 通りの方法が収録されており、初めて d3-4 を扱うどんな学年でも、様々なアイデアは出て楽しみながら取り組んでくれるものの、本質的には 17 通りのどれかと同じであるようになってきた。

2020 年度になり、まったく新しい 18 通り目のアイデアが生徒から出てきたので、まずそれを紹介したい。この手法では数学的に完全な証明を与えることはできないが、本校のカリキュラムの成功事例ではないかと手ごたえを感じ、ここにまとめておく。

#### 3. 求める面積を三角形で強引に近似する

区間  $(0,1)$  において、 $y = x^2$  に「似せた」直線を考える。 $(0,0)$  と  $(1,1)$  を通る直線は  $y = x$  で、これに平行な直線で  $y = x^2$  に接する直線を  $y = x + a$  とする。 $a$  は、二次方程式  $x^2 = x + a$  が重解を持つ時なので、 $a = -\frac{1}{4}$ 、すなわち、 $y = x$  に平行な接線は  $y = x - \frac{1}{4}$  である。



三角形の面積比から、この 2 本の直線  $y = x$  と  $y = x - \frac{1}{4}$  を  $(2^2 - 1^2) : 1 = 3 : 1$  の位置にある平行な直線がちょうどいいと予想できる。このような直線を求めると  $y = x - \frac{3}{16}$  である。この直線と  $x$  軸、 $x = 1$  で囲まれた部分の面積は

$$\frac{1}{2} \left(1 - \frac{3}{16}\right)^2 = 0.330078125$$

本教材は 2020 年度、新型コロナウイルスの影響で一斉休校になった際の 1 学期にオンライン学習で扱ったものである。なお、この解法を考案した生徒に聞いてみると、まず回帰直線を考えてみようと思ったようである。一斉休校前は中学 2 年生の 3 学期、ちょうど統計の授業で回帰直線を扱っていたため、「ざっくりとした考え」が出来たのだと言う。多くの生徒が精密な近似をしようと分割を細かくしたり、カバリエリの原理を使えるように工夫をする中、統計的手法に思考が繋がっていたことが実に興味深い。



#### 4. 道のりの近似

数学 III の内容になってしまうが、一応道のりの近似値について記しておく。 $y = x^2$  の  $x = 0$  から  $x = 1$  までの道のり  $L$  は、定積分

$$L = \int_0^1 \sqrt{1+(y')^2} = \int_0^1 \sqrt{1+4x^2}$$

で求めることができる。この積分は  $x = \frac{\tan \theta}{2}$  と置換することで計算は可能だが、数学 III の積分の中でもかなり大変な部類の定積分である。この定積分をやり切ると、

$$L = \frac{\sqrt{5}}{2} - \frac{1}{4} \log(\sqrt{5} - 2)$$

となり、この近似値が 1.4789... となる。授業では、「道のりを求める」という言い方はせず、最初から「近似値を求める」と提示した。

まずは図で簡単に  $\sqrt{2} < L < 2$  を確認し、せつかくの機会なので、競わせる要素を以下のように取り入れた。

・  $p$  リーグ：  $L < p < 2$  となる  $p$  でなるべく小さい  $p$  を求める

・  $q$  リーグ：  $\sqrt{2} < q < L$  となる  $q$  でなるべく大きい  $q$  を求める

リーグ優勝者 2 名は、クライマックスシリーズで  $|L - p|$  と  $|L - q|$  を比べて、小さい方をチャンピオンとする。

以下、1.4789 を基準として、さまざまなアプローチを紹介する。

**【手法 1】** まずは分割というアイデアが出る。区間を 2 分割, 3 分割, ... と分割を細かくして、何度も三平方の定理を使って和を求めるというやり方である。誰もが思いつく、非常に素晴らしい手法である。唯一の欠点は計算が大変である、という点のみである。

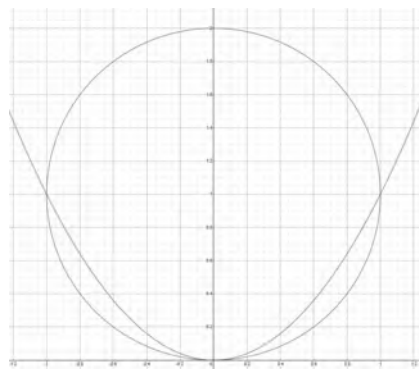
**【手法 2】**  $q$  リーグを導入した意図は、手法 1 に固執させないためである。与えられた 2 次関数は下に凸なので、分割による解法はすべて  $p$  リーグに属する。今なら外側から近似値を出せば  $q$  リーグトップタイだぞ、と煽る。与えられた道のりの上にいくつかの点を選び、接線を引く。

接線で近似をして、接線の長さの和で近似するというアイデアが生まれる。ここで生徒には、計算の大変さの比較ではなく、どちらがより少ない分割で精度の良い近似が得られるか、ということを考えさせたくて発問をしたが、夢中で計算して話を聞いていない生徒が多く、あまり良い反応ではなかったの、言わなくても良いかもしれない。

#### 【手法 3】 円で近似をする

中学三年生が持っている知識のうち、放物線以外で曲がっているものは円だけであるため、円で近似をしようと考えた生徒がいた。

中心が  $(0, 1)$  で半径が 1 の円を考えると、その円の円周の長さの  $\frac{1}{4}$  なので、 $\frac{\pi}{2}$  は良い近似なのではないか、というのである。



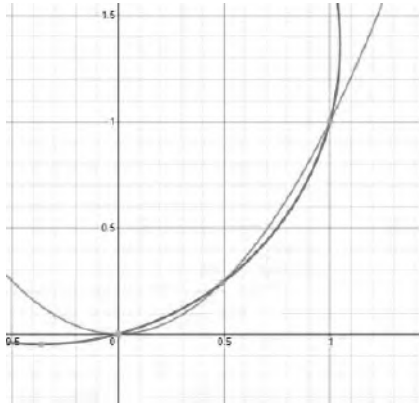
このアイデアが初出の際には大いに盛り上がった。基準値も提示していないので、実はかなり  $\sqrt{2}$  に近い値なのだ、という感覚が新鮮だったようである。

一方で、上図をグラフ描画ソフトで生徒に確認をさせると、「かなり外側にある」ことが分かる。すると、「放物線の一部」を、「正多角形の外接円の一部」と捉えようとする着想が引き出せる。

#### 【手法 3.1】 放物線により近い円の中心と半径を探す

だいぶ本題とずれてはきたが、こうなってくると  $p$  リーグ,  $q$  リーグは気にならないように、楽しみながら円での近似を考える時間となる。実際の授業では手法 3 の途中でチャイムが鳴ったので、ここからは 2 時間目である。

(0,0) と (1,1) を結ぶ、長さ  $\sqrt{2}$  の直線を底辺とする正三角形を考え、その正三角形の頂点を中心とする半径  $\sqrt{2}$  の円がかなり良い近似を与えるのではないかと、というアイデアが出た。



正確な図を確認してみても、なかなか良さそうな近似だということが分かる。半径  $\sqrt{2}$  で中心角が  $60^\circ$  のおうぎ形の弧の長さ  $\frac{\sqrt{2}\pi}{3}$  が近似値で、これを電卓で計算してみるとなんと  $1.48\dots$ 、基準値の  $1.4789\dots$  にかなり近い値である。

円の中心がどこにあるかは今回の課題とは逸れるが、教育的な意義があるため、求めさせた。彼らはすぐに「直線  $y = -x + 1$  上にあり、(0,0) からの距離が  $\sqrt{2}$  であるような点の座標を求めよ」という問題にたどり着く。これはいかにも高校受験の入試に出てきそうな、総合力を問える重要な問題であろう。しかし、このような扱いで自然発生的にたどり着いた問題は、取り組み方が段違いである。

一応、この円の中心は  $(\frac{1-\sqrt{3}}{2}, \frac{1+\sqrt{3}}{2})$  である。知的好奇心を刺激されたとある生徒が、2次方程式の2解になっているように見える、と言い出し、多くの生徒が  $x^2 - x - 1 = 0$  との関係を探り始めたが、何の成果も得られなかったようである。

## 5. 総括

2021年に初出の教材で、まだ中学3年生でしか扱っていない教材ではあるが、高校生に同じ教材をやってみても別のアイデアがまだまだたくさん出てきそうではある。特に、三角関数を使った近似を考えることができれば、そのままフーリエ級数の考え方の素地とすることが期待できる教材である。

中学生には、まとめとしてグラフの形状の話をした。近似値は  $\sqrt{2}$  と2の間にあるが、それがほしい1.48で、1.5よりは小さい。つまり、感覚的にかなり  $\sqrt{2}$  に近いため、放物線のグラフをフリーハンドで書くときには「 $x$  軸には接しているが、その後はほぼ  $y = x$  に寄せてかく」という書き方のコツにはかなり納得した様子であった。

最終的に、以上の話をまったく聞いておらず、ただ1人黙々と手法1で50分割して見事1.4789をたたき出した生徒が学年チャンピオンとなり、「力技に勝るものなし」と本教材を締めくくった。

(2020 吉崎)

### 3. まとめと検証

本校数学科のSSH事業に関わる研究では、開発教材を中学・高校の既存のカリキュラムの中に位置づけることから始めて、通常の授業で繰り返し実践しながら洗練してきたものである。しかし、前述したように、ひとつひとつの教材を完成された教材と考えるのではなく、すでに実践された教材についても、生徒による新たな解釈や、また教師による新たな工夫などを盛り込んで再度実践するというサイクルも含めて、教材開発ととらえるべきであろう。

本校数学科が主催するSSH教員研修会では、協力校に赴き、協力校の生徒を対象に本校教員が研究授業を行う取組や、本校開発教材をベースに、協力校の先生方に、自校の生徒を対象に研究授業をやっていただく等の取組も行っている。詳細は後節にて報告するが、今年度はオンラインのみでの開催となった。また、ありがたいことに、これら学校としての枠組みを離れた数学科教員個人の研究活動の中からではあるが、各種学会での研究発表をきっかけに、「自校でもこの教材を実践してみたい」という申し出を受け、実践した結果や生徒の感想を送っていただいたという事例もある。開発教材の有効性の検証という側面と並行して、より良い教材へと発展させる礎としても、このように教材開発のネットワークを広げていくことは、今後さらに重要性を増すであろう。

公開授業・研究協議会や、SSH数学科教員研修会など、従前より本校数学科では、他校の先生方から直接意見をいただく機会を継続的に設けている。今後フィードバックの仕組みについて、Webサイトを活用するなど、より集約しやすいものをつくっていくことも大切ではないかと考えられる。

(文責：数学科・須田 学)



数学科教員沖縄研修会での研究授業



数学科教員沖縄研修会での研究授業



SSH全国数学科教員研修会での教材発信



SSH全国数学科教員研修会での教材発信



SSH数学科教員研修会(オンライン)での教材発信

## b. 理科課題研究の充実と 探究型教材の開発と実践

### 1. 仮説

以前から、オンサイトの理科の授業とは別に、オンラインの学習環境が構築できたらよいな、と考えていた。この新型コロナウイルス感染症の感染拡大によって休校となり、開発する時間もできたので、教材を開発し、実践した。ここでは、高校3年の物理(4単位)での実践を報告する。この新たな実践によって生徒の探究がより一層深まることが期待される。

### 2. 概要

まず、オンライン学習の良いところは何かについて考えてみたい。コロナ禍によって、半ば強制的に行うことになってしまったオンライン学習ではあるが、前述のとおり、COVID-19の前から「オンライン教材の並立」を目指していたわけで、“仕方なく”の取り組みではなく、COVID-19の有無によらない、適性を生かした学習形態について考えていくべきであろう。

オンライン学習のメリットの1つは、生徒たちが学ぶ際に、時間と空間に縛られない形式が可能となることである。そこで、「新規事項の学習」と「既習事項の復習」に分け、それぞれに適した形態で、オンデマンドで学びを進められるようにした。物理という科目は、誤概念が存在しやすい科目で、人それぞれ、適切な理解に到達する時間が大きく違う。そういった科目特性からしても、このメリットを活用する手はない（というか、そのような特性を感じてきたからこそ、以前からオンライン教材の必要性を感じてきていたわけだが）。

逆に、理科という科目において、時間と空間に縛られた方が良いコンテンツは何であろうか、と考える。その1つとしてやはり「実験」があげられるであろう。生徒一人ひとりが各自で材料を用意して、好きな時間に実験するというのは、実験内容によってはやりやすいものもあるかもしれないが、一般的に言って難しい。また、自力で能動的に取り組める生徒はいいが、ほとんどは“きっかけ”が必要であろう。そこで、「実験」だけは、同期型（リアルタイム）で行った。高3の電磁気学の最初に扱う学習事項は、静電気であるため、

自宅で安全にできる実験を作り上げやすいので、生徒一人ひとりに必要な道具をまとめて配布し、同時に家で実験してもらう形式をとった。

以上、説明してきた通り、3つの学習形態（これを3つの学習ストリームと呼ぶことにする）を組み合わせることで、なるべく能動的に、探究的に学習を進められるようなプログラムを目指した。



図1 高3物理オンライン学習の「3つのストリーム」

また、これらを統合するプラットフォームとして、Microsoft Teams を利用した。これは、次のような理由がある。

- 1.オンライン会議機能がある
- 2.チャット機能がある（1対1、1対Nも可能）
- 3.Microsoft Office との親和性が高い
- 4.OneNote とスムーズに連携できる

まず、1つ目はリアルタイムで実験するのに用いた。Google Meet や Zoom など違うツールも存在するが、後述の他の機能と統合して扱えることが何よりもメリットである（アプリを行ったり来たりするだけで、疲れてしまう）。2つ目のチャット機能は非常に有効に活用できた。LINEなどのSNS的な感覚で、生徒間、生徒-教員間で質問や議論が可能となる。3つ目は物理では重要なポイントとなる。多数のデータを処理して、グラフにしたり、時にはマクロを利用したり、といった活動は、現時点では Google Spreadsheet では物足りない。最後の4つ目は、プリント配布や演習の添削で OneNote を用いたので、スムーズに連携できるのは、重要なファクターとなる。



図2 Microsoft Teams（生徒とのチャット画面）  
写真を貼ったり、問題 PDF を添付したりできる

### 3. 高3物理オンライン学習の実践内容

#### 3.1 ストリーム①おうちで実験!オンライン実験

実験のために、必要な道具を生徒に配布した。



図3 生徒に配布した静電気の実験道具の一部

実験の詳細も、図4のように、事前に Teams を通じてアナウンスできるので、プリント等は必要ない。



図4 チャットなどで、写真や動画付きで実験準備や目的・内容について予め伝えることが可能

#### <実験1 静電気を探究する>

まず、身近であるが、案外よく知らない「静電気」について探究する実験を行った。

机の上に置いたアルミホイル片や紙片に、こすった塩ビ管を近づけるとどうなるか、予想させる。やってみると、正しく予想できる人は少ない。それだけ、静電気について何もわかっていないということを確認させ、今後の学びの動機付けとした。

その後、アース、静電誘導、誘電分極といった諸現象を実際に経験させ、アルミホイル、スズラントープ、ラップ、ストロー(以上は家にある!)、テスター(全生徒に配布)などを使い、静電気力による引力と斥力の存在を確認してもらった。

最初の実験だったが、生徒たちは思った以上に熱心に取り組んでおり、生徒によっては、時間を超えてもトライしていた。また、オンライン実験の様子を録画しておいたので、参加できなかった人もあとから視聴して実験できる(ただ、うまくいかない場合、その場で質問したりできないので、同時が良いようだ)。

リアルタイムで実験した後、気づいたこと・考えたことなどを Forms で記入してもらい、その意見を集約し、再び Teams のチャットにアップした。時間に縛られず、実験について双方向性のやり取りが続くイメージで行うことができた(図5)。このようなことがおこないやすいというのは、探究型授業として大きな利点だろう。

この後、いつもなら、理論的なことを講義で行うのだが、ここを後述の2つ目のストリーム「学習プログラム」に委ねた。つまり、オンデマンドで学ぶようにした。1つの軸に、実験と理論が並ぶのではなく、多層的に実験と理論が進んでいくようになっているので、リアルタイムは「実験」に集中することができた。

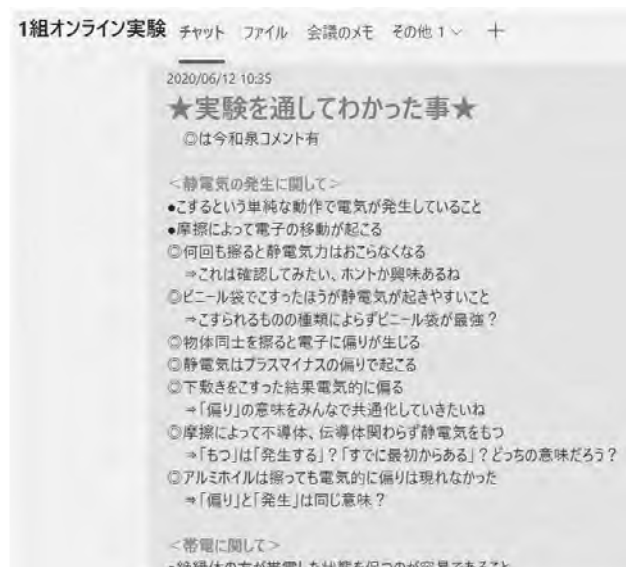


図5 生徒の実験後の考えをまとめて、速やかにチャットに提示できる

静電気は身近な道具で安全に行えるうえに、こちらが教えずとも、様々な実験を積み重ねていき、結果を議論・考察することで、わかってくることも多いので、探究型の実験教材として適性が高いと考えている。

#### <実験2 静電気がつくる場を可視化する>

静電気力について扱った後は、電荷から出され



る電気力線を可視化する実験を行った。

これも、発泡スチロール皿と鉄道模型のシーナリーパウダー（配布）と、家庭にあるサラダ油やアルミホイルで安全に行える実験である。

アルミホイルによって、様々な形の電荷を作ることができるので、これも探究的に自分であれこれと、特徴を調べることができる。うまく可視化できたら、それをスマホで撮って、チャットにアップさせた。そうすると、生徒たちはすぐさまそれを確認することができる。コツなどをチャット上で議論しながら、進めていけるので、最終的には全員がうまく可視化できた。

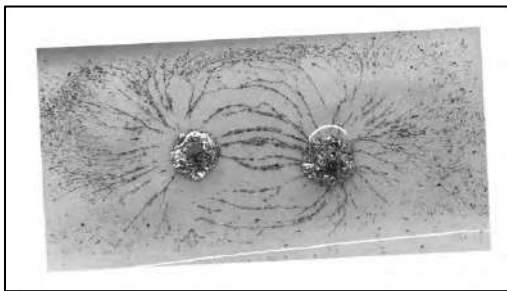


図6 生徒が撮影した電気力線の様子の一例

電磁気学において、「場」の概念を受容するのは容易いことではない。数式の上で操ることができたとしても、理解したことにはならない。このような経験は、理論を進めていく上でも、重要な支えとなる。

### <実験3 電位を可視化する>

ベクトル場である電場の次は、スカラー場である「電位」である。これも、概念を獲得するのは難しい。そこで、これも可視化する実験を行った。

導電性のある黒ラシャ紙、ネオジム磁石、電池ボックスと導線、テスター、白チョーク（配布）と電池、アルミホイルで実験した（図7）。



図7 リアルタイム生徒実験の一場面（等電位線）

各自、顔ではなく、机上の実験の様子を映すこれも、アルミホイルで好きな形状にできるので、こちらが指示した基本的な形状だけでなく、

自分なりに考えた形状の結果も、チャットにアップしてもらい、議論した。

### <実験4 アルミホイルフィルムコンデンサを作る>

静電気の「力」「電場」「電位」といった基本的物理量に関する実験の後は、いよいよ「応用」である。各家庭で、アルミホイルとラップをそれぞれ4m(2m×2),6m(2m×3)用意してもらい、フィルムコンデンサを作った。きちんと充電できるか、調べるために、電池ボックスと導線、ブレッドボード、LED（配布）と電池を使い、LEDが点灯することを確認してもらった。

一瞬だが、点灯するので、それをスマホのスロー動画に撮影し、やはりチャットにアップしてもらった。一瞬でも点灯すると嬉しいもので、実際に役に立っているという工学的側面を見えることも重要だろう。

### 3.2 ストリーム②学習プログラム(動画+演習)

前項のオンライン実験に並立する形で、新規学習事項を動画による講義と、それを視聴した後に取り組む演習課題をセットにした「学習プログラム」を2つ目のストリームとして展開した。これらのコンテンツもすべてTeamsのチャンネルから見られるようになっている。今回作成したコンテンツは以下の通りである。

- ・ドップラー効果(+ $\alpha$ で相対性理論まで学習可能) (計2本、約54分)
- ・近似を理解する(計8本、約93分)
- ・仕事とエネルギー(計5本、約63分)
- ・静電場の基礎(計4本、約77分)
- ・電位(計5本、約66分)
- ・電気力線とガウスの法則(計5本、約78分)

総時間430分のボリュームであるが、順序や細かい締切はなく自分のペースで学べるようにした。



図8 学習プログラムの動画の例

視聴後に、理解の度合いを各自が（あるいは教師が）確認できるように、課題をPDFファイルにてTeamsにアップした。生徒はこれを見て、紙に解答する。そして、それをスマホなどで撮影し、チャット（生徒1人—教師）に提出する。教師は、それをOneNoteに貼り付け、iPadで添削をする（詳細は次項）。次の授業まで待つといったことはなく、添削した瞬間（というか、教師が添削中に相手がそれをリアルタイムで見えることもできる）から、生徒は自分の解答に対するコメントを確認することができる。そのため、事後のアンケートでも述べられていたが、添削の即時性は彼らの学習に非常に効果的であったようだ。

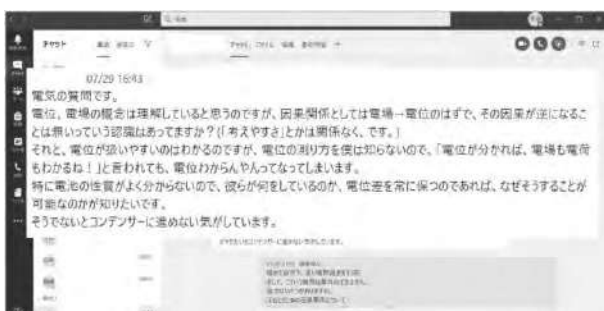


図9 課題後の生徒の質問の例（Teamsチャット）

ちなみに、正解の度合いが評価にはならないことは最初に伝えてある。実際、「ここまでできました。ここからわかりません」のような質問が、チャットに上がってくることもかなりの頻度であった。また、課題とは別の疑問も多く吸い上げることができた。これは、通常の授業ならば見逃していた部分である。この点は明らかにオンラインのメリットだと言える点であり、生徒の探究心を見逃さない重要な要素であると感じる。

また、動画を見るとどうしても受動的になりやすい。そこで、リアルタイムで行った実験の映像を入れたり、クイズや課題を入れたり、あえて「今から、1か所明らかにおかしい説明があります」と言ってそれを課題にしたりした。「完全に安心できない」要素は、こういう受動的になりやすい動画コンテンツでは重要ではないかと考えている。

### 3.3 ストリーム③ 演習課題

最後のストリームは既習事項の復習のための、「OneNoteによる演習と添削」である。

前述の2つのストリームとは違い、既習事項であるので、リアルタイム授業や動画コンテンツはなく、物理現象に関する問いに各自で取り組んで

もらい、理解を深めてもらうことが目的となっている。他のストリームと比べて、手っ取り早く始められる。そういった始める敷居が低めのもも用意しておこうと思ったが、後のアンケートからもわかる通り、やはりそういった観点は、このオンライン学習には必要であった。

また、デジタルの添削に取り組んでみてよかったことがいくつかある。1つは、添削の際に、何度も同じことを書かなくてよいということである。よくある誤りに対するコメントは、別ファイルでストックしておき、必要な時にペーストできる。初めは、労力削減のために行っていたが、やっているうちに、生徒が陥りやすい誤りが、（これまでも感覚的にはあったものだが）明確に整理されていくことに気づいた。それにより、たくさんの添削の後、よくある誤りとして、全体に共有できる。これは、生徒と教師それぞれにとって

有益なことであった。2つめは、添削にリンクを貼れるということである。物理の場合は、動的なイメージが重要になることが多い。紙面上だけではどうしても伝えきれないことも多く、それをシミュレーションなどの動的コンテンツにリンクで飛ばすことによって、生徒により深く理解してもらおうとすることができるのである。

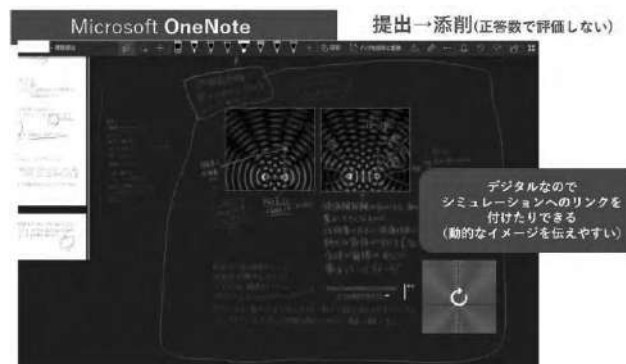


図10 OneNoteでの添削（右下はリンクで、クリックすると関連するシミュレーションに飛べる）

また、チャットとOneNoteという時間的縛りの無いツールのおかげで、今までよりもはるかに多くの面白い疑問がオンライン上で展開された。ここでは、完全に1対1なので、授業の後に、〇〇くんの質問が終わるまで待つ、みたいなことをせず、自身の探究心に沿って、納得いくまで議論できる。これは、教師にとっても、非常に有益なやり取りだった。

#### 4. 検証

以上のような、生徒の探究心を大切に、それらを向上させるオンライン学習ストリームを実践した結果、生徒がどのように感じたのか、アンケート結果から検証する。

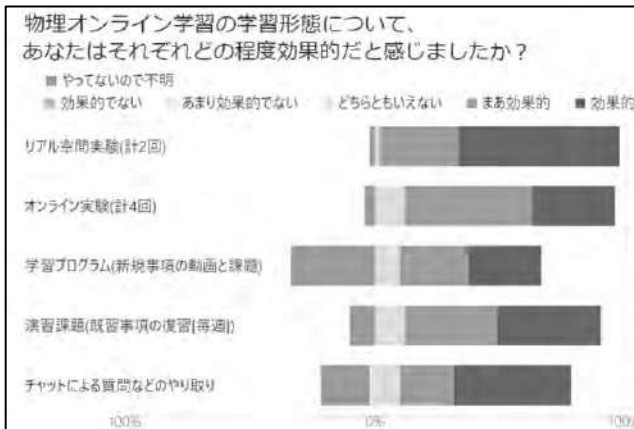


図 11 学習形態ごとの効果

図 11 からわかるように、あらゆる学習コンテンツについて、多くの生徒が効果的だと感じていることが分かる。一方、中心から左にずれた部分は「やっていない」層である。今回、あえて強制力を持たせずに行ったので、学習プログラムなどの新規事項をリアルタイムではなくオンデマンドで取り組ませるのは、既習事項を扱う演習問題よりも、ややハードルが高かったことがうかがえる。いざ、取り組んでみると、効果はあると感じられるようなので、いかに多くの人々がすんなり能動的に取り組めるようにするか、その仕掛けをどう作っていくかが今後の課題であろう。オンライン実験は、オンデマンドではなく、共通の時間で行ったので「やっていない」層は少ないが、効果でいうと、他のストリームよりも低い。これは、休校期間が明けてから行った2回のオンサイト実験と比較している部分もあるかと思う。

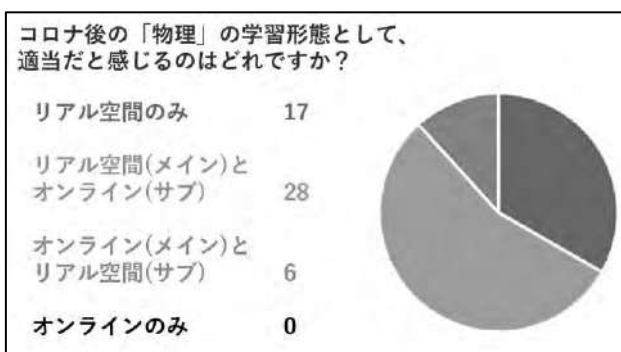


図 12 コロナ後の物理の学習形態

また別の質問では、図 12 のように、今後の学習形態として、オンラインがサブ的に存在することを歓迎する結果となった。今後、探究型授業を行うにあたって、オンラインの存在をどう組み込んでいくかは非常に重要なポイントとなるであろう。図 13 のように、オンラインの特性を知ったうえで、今回の貴重な経験を適切に授業に組み込んでいければと思う。

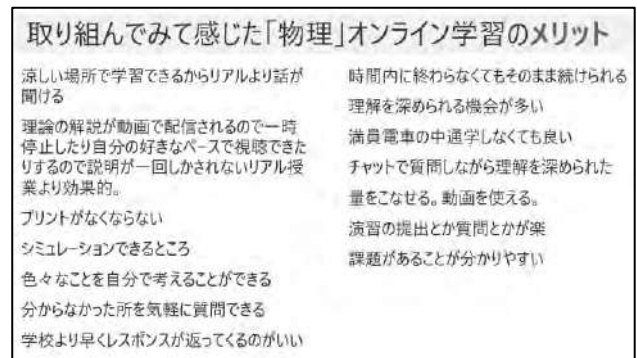
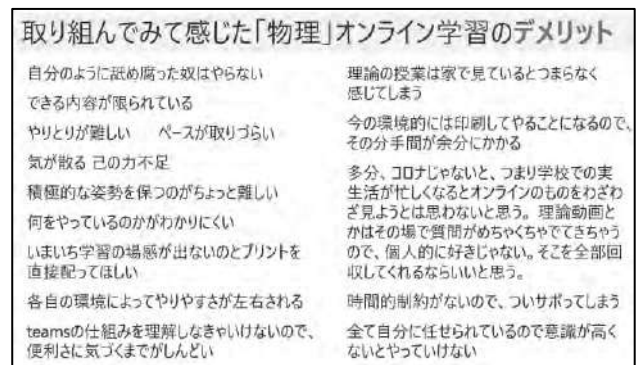


図 13 「物理」オンライン学習のメリット・デメリット

(文責：理科 今和泉卓也)

## c. 情報収集能力とメディア活用能力の育成

### 1. 仮説

技芸科では、SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」を構築して、生徒の研究・発表に必要な情報検索やプレゼンテーションスキルを涵養することを目標とした。換言すれば、「研究活動の入口と出口の技術の修得」である。これらのスキルを養成することが、「国際社会に貢献する科学者・技術者」の育成に有用と考えるからである。

第4年次である今年度は、シリーズセミナーの第3シリーズ(通算第6シリーズ)、および特別講座の実施を予定していたが、コロナ禍で変更を余儀なくされ、独立した複数の講座を実施した。それらを報告する。

### 2. 方法

#### 2.1 セミナー第3シリーズ

##### 2.1.1 シリーズセミナーの断念と形態変更

年度当初は、例年通りのシリーズセミナーを2020年11月開始・2021年3月終了で計画した。しかし、とどまるところを知らないコロナ禍の中、外部講師を招いて対面講座を実施することは憚られた。そこで、以下のように形態を改めることとした。どの講座の講師も中止や実施形態の変更を快諾してくれたことを付言しておく。

- ・生徒や教員の負担や感染リスクを減らすべく、講座数はできるだけ少なくする。
- ・オンライン形式で実施可能な講座のみ、内容を工夫して実施する。
- ・全講座受講を前提とした受講生募集を取りやめ、その都度受講生を募集する独立の講座とする。
- ・学校登校の再開後は、オンライン形式でクラスを超えた講座の時間設定が困難なため、通常時間割内にオンライン講座を組むことも模索する。

今年度実施した講座は表1のとおりである。

表1 2021年度のシリーズセミナー一覧

タイトル	講師	実施日		時間
学術情報の探し方	本校学校図書館 加藤志保 筑波大附属図書館 大和田康代氏	2020/12/10	中3・高1 希望者	2
クラウドを活用した研究スタイル	テック・ステート 杉田和久氏	2021/01/12	高1 情報授業	1×4組
AIとは、RPAとは	UiPath 原田英典氏	2021/01/28	高2 情報授業	1×4組

### 2.1.2 講座の様子

#### ・学術情報の探し方 -論文とデータ-

加藤志保研究員(本校図書館司書)と、本学学術情報部アカデミックサポート課の大和田康代氏(本学附属図書館ラーニングサポート担当、リモート出講)が担当した。

先行研究の論文を効率的に探すための「CiNii Article」活用、論拠に使える統計データを探すための「e-Stat」「e-Gov」活用と、それらのポータルとしての筑波大学図書館「Tulips Search」について講義と実習が行われた(図1)。



図1 CiNiiでの論文検索演習

生徒の感想:「今まで論文を検索したことが無かったので、正しい方法を知れて良かった。今後のレポートや研究に生かしていこうと思う。統計データを何も考えずにWikipediaなどから集めがちだったので、e-statなど信頼できる情報を選ぼうと反省した。」

#### ・クラウドを活用した研究スタイル

テック・ステートの杉田和久氏が担当した。高1「情報の科学」の授業時間内にリモートで実施した。生徒は自宅からオンライン受講した。

Office365のOneNoteを用いたオンラインコラボレーションの方法、ファイル共有の方法をオンラインで講義していただいた。講師によるオンラインでのプレゼンテーションを学ぶ機会としても有効であった。

生徒の感想:「OneNoteに興味を持ったので、現在のオンライン授業の機会で生かそうと思って、授業のノートをとるのに使った。画像の貼付など、かなり使い勝手がよかった。また、閲覧ならOneDriveを通してスマホなどのモバイル端末でもできるため、現況での利便性は極めて高かった。」

## ・ AI とは、RPA とは

UiPath の原田英典氏が担当した。高2「情報の科学」の授業時間内にリモートで実施した。

「情報の科学」の授業内容「モデル化とシミュレーション」に関連して、AI と RPA (Robotic Process Automation) について、技術紹介や活用に向けた課題、将来の自動化後の社会課題との共通点などを学習した。

生徒の感想：「人工知能を現実世界と結びつけ、どのように活用していくかの研究が盛んなことを知れてよかったです。技術分野では専門的な人ごとに分担することが主流ですが、他の分野の専門の人が容易に人工知能などを扱うことができることは実用化への近道だと感じました。」

## 2.2 特別講座・アドビ講座

特別講座は「アドビ講座」と「ポスターデザイン講座」を開催した。このうち、高橋佑磨氏（千葉大学）による後者は2018年度に開催したものの改訂版であり、詳細は割愛する。この項では新規講座である前者について記す。

### 2.2.1 アドビとの協業

昨年度はシリーズセミナーに含まれていたアドビ株式会社との協業講座をとりだし、対象を高2理科課題研究および高2課題研究(数学)受講者に、目標を今後の研究会でのポスター発表に絞った講座を計画した。

アドビからは講師(リモート)と YouTube 動画(既存)、Adobe CC のライセンス(受講期間中貸与)を、日本マイクロソフトからは Surface Book(受講期間中貸与)を、それぞれご提供いただき、本校側の有志グループ<sup>i</sup> でこれらの資源を構成し表 2 の指導計画を策定した。

表 2 アドビ講座指導計画

時	内容・講師
1	デザインの必要性(Zoom、アドビ井上莉沙氏)
2	情報デザイン
3	(アドビのYouTube動画、大里浩二氏)
4	ポスター習作の提出とコメント(大里氏)
5	教科の視点からポスター改善
6	(対面、数学・理科)
7	ツールの活用(アドビのYouTube動画)
8	ポスターの検討会(Zoom、大里氏)

### 2.2.2 講座の様子

貸与する機器や、ポスター添削の都合上、受講生徒は10名に限定した。生徒は、各自の課題研究と並行して、Illustrator の操作法を YouTube 動画をもとに独習し、情報デザインの動画を参考にポスター習作を行った。数学・理科(生物)の教員は、教科の視点から研究発表ポスターに求められるものを整理し、課題研究の場などを通して生徒に提示した。

アドビ側の大里浩二氏（帝塚山大学）にはカリキュラム中盤でのポスター習作への助言と最終回での検討会(オンライン、図 2)への参加を得て、デザイン的な視点からの改善案を提示していただいた。生徒はこれらのコメントをもとに、ポスターのさらなるブラッシュアップを図っていた。

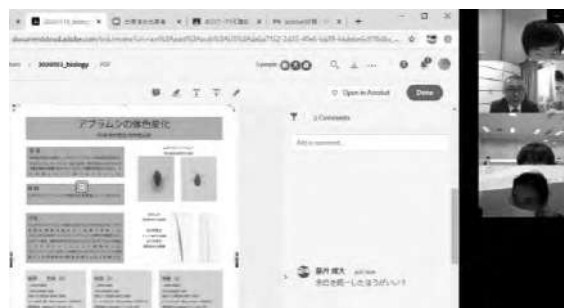


図 2 外部講師によるオンラインポスター指導

生徒の感想：「デザイン」について漫然としたイメージしかもっていなかった私にとっては、「デザインの目」を育むとても良い講座だった。配色やレイアウトといった技能も基本的な部分から丁寧に学べて、研究ポスター制作のコツがつかめたように思う。また身近にある様々な事柄についてデザインの観点からもみるようになった。」

## 3. 検証

シリーズセミナー(通常講座)、特別講座とも、受講生アンケートの結果は良好であったが、残念ながら今年度は研究発表の場が制約され、成果を調べるのが困難であった。検証は、次年度(最終年度)に継続したい。

(文責：家庭科・情報科 植村徹)

<sup>i</sup> 今和泉卓也・宇田川麻由(理科)、薄井裕樹・三井田裕樹(数学)、山本智也(社会)、そして植村で指導案を構成した。2021年3月に東京都高等学校情報教育研究会で発表を予定している。

## ② 主体的な探究活動をするための 基礎力育成カリキュラムの開発と実践

### a. 理数系基礎力の充実と科学的リテラシーの涵養

#### a1. 数学科 SSH(オリンピックワークショップ)

##### 1. 仮説

数学オリンピックレベルの問題に他の生徒と共同して取り組む経験や、また先輩たちの体験を知ること、発展的な知識を獲得するとともに、数学的な考え方の良さや楽しさを感じ、数学オリンピックに挑戦する意欲を喚起できると考え、本ワークショップを実施する。

ワークショップの講師及び TA は、数学オリンピックで活躍した本校卒業生で、講師には全体に関わる講演と講義、TA には事前問題および当日問題の作成と解説及び体験談を依頼する。

SSH 第 4 期で新たに企画した事業である。4 年目となる今年度は、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策として、オンラインで実施することとした。

##### 2. 実施の概要

日時：2020 年 10 月 10 日（土）14:30～16:30

場所：本校図書スペースを本部

講師：大島 芳樹（大阪大学准教授・本校 52 期卒業生・国際数学オリンピック マダリスト）

TA 2 名（数学オリンピックで活躍した本校 OB）

参加者：生徒 26 名（中 3～高 2）



大島先生のオンライン講演

実施の流れは昨年度と同様に、TA が作成した問題を参加者に事前に提示し、当日は講師による講座、事前問題及び当日問題の演習、TA による問題解説、体験談、最後に講評及び助言とした。

昨年度までと違うことは、コロナ禍対策としてのオンラインによる実施である。遠方の講師と密を避けるための生徒は各家庭よりオンライン参加とし、TA とスタッフは運営を円滑に進めるため、図書スペースに本部を設置し、待機することとした。

JJMO が中止となったため、中 3 以上の生徒を

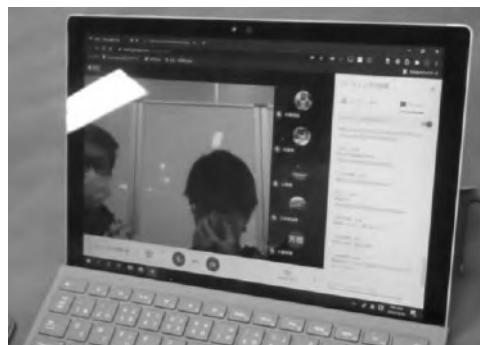
対象に Gmail で広報し、参加希望者の受付も、ワークショップの classroom を開設し、登録させることとした。事前問題の配布、解答の回収、アンケートの集計なども classroom を活用した。



TA によるオンライン助言

##### 3. 評価・検証

オンラインのため、参加生徒と講師&TA とのコミュニケーションが取りづらいのではと危惧していたが、生徒たちはチャットで気軽に質問等をして、積極的に参加できていたようである。TA にしても、自分の発言に対して、すぐに反応があるため、それらの反応に丁寧に回答する様子が見られ、オンラインによる弊害を感じられず、それなりのコミュニケーションはとれていたと思われる。また、講師を担当する OB にも、時間的、地理的負担をかけずに済むことから、今後もオンラインによる講師講演は検討する必要があると考える。



オンラインの様子

##### (アンケート自由記述 抜粋)

- ・まだまだ自分の勉強が足りないと思った。
- ・解説があまりわからなかったが難しい問題に触れることができるとも楽しかった。
- ・例年に比べオンラインで不自由なこともあったが、楽しく問題に取り組めた。

急遽実施することとなったオンラインのワークショップであったが、講師、TA および生徒たちはすぐに対応ができており、ICT を活用する形態も、今後検討していきたい。

(文責 数学科 町田多加志)



## a2 理科 SSH 特別講座

### 1. 仮説

国際社会に貢献する科学者・技術者の育成にあたり、実際に世界の第一線で活躍している研究者による講演は、生徒の理科に対する興味・関心や探究活動へのモチベーションを大きく高めると考えられる。本年度は生物分野と化学分野、物理分野の講演会を1回ずつ、計3回実施した。

### 2. 方法

#### ○生物科特別講座

『ウイルスとかけて妖怪と解く』

日時:令和3年2月19日(金)15:30~17:00

場所:オンライン開催

講師:武村 政春 氏(東京理科大学教授)

対象:中学生・高校生

申込者:中3~高2生徒35名、教職員10名

内容:今年度、我々の日常生活を大きく揺るがしたウイルスであるが、ウイルスに関する正しい知識を得る機会はほとんどない。そもそもウイルスは、身近な環境中に数多く存在しており、ヒトをはじめ多くの生物の進化にも大きく影響を及ぼしてきたことなどが最新の研究から明らかになっている。本講演では、巨大ウイルス研究の第一人者である武村先生をお招きし、得体が知れず人間から怖れられてきた妖怪とウイルスをかけ、ウイルスについての正しい知識とともに我々はどうのようにウイルスを捉えていくべきなのかについてご講演いただく予定である。



筑駒理科  
SSH 講演会

# ウイルス とかけて 妖怪 と解く

2021年2月19日(金)  
15:45~17:00  
オンライン開催

講師 東京理科大学教授  
武村 政春 先生

申込みフォーム  
(2/18締切)  
<https://forms.gle/9K9p4Mq7J3dPhyY6>  
問い合わせ 筑駒大学附属駒場高等学校 宇田川・内山(理科) 03-3411-8521(代表)

#### ○化学科特別講座

『マイクロプラスチックについて』

日時:令和3年3月19日(金)13:00~15:00

場所:オンライン開催(Zoom 開催)

講師:吉田 次郎 氏(東京海洋大学 教授)

中野 知香 氏(東京海洋大学 博士研究員)

対象:中学生・高校生

内容:我々の生活を便利にすべく大量に生産・使用されてきたプラスチック。廃棄されたプラスチックは、ごく小さな粒子(マイクロプラスチック)に分解されて、河川や海洋に分布している。海洋環境汚染と関連しているマイクロプラスチックについての現状や今後の我々の生活におけるプラスチックの取り扱い方などについて、東京海洋大学の吉田次郎先生と中野知香先生にご講演いただく予定である。この講座は、今後の我々の生活に深く関連すると考えられるので、中学生にも受講させ、自分達がどのような社会を構築していくべきなのか考えさせていきたい。

#### ○物理科特別講座

『機械学習とは?~今後の科学に必要なスキル~』

日時:令和3年3月18日(木)13:30~15:00

場所:オンライン開催

講師:土沢誉太氏(Yahoo 株式会社)

対象:中学生・高校生

内容:昨今、サイエンスにおいても、機械学習は重要な位置を占めるに至っている。そもそも、機械学習とは何だろうか? Deep Learning とは? プログラミングが必修になる流れの中で、現代人が知っておくべき、機械学習に関する知識を「入門編」として紹介する。概念がわかれば、後に自分たちで活用できる日がくるのではないかと期待されるが、果たしてどうだろうか?

### 3. 検証

各講演会とも、生徒の事後アンケート結果をもとに、科学全般に対する興味・関心がどの程度高まったか、探究活動へのモチベーションがどのように変化したかなどについて検証する予定である。

(文責:理科・今和泉、宇田川、吉田)

## a3. 国語科SSH

### 1. 仮説

19年度は、「協同的活動においては、生徒に対してある程度の自由な裁量を認めることが、より効果を高めること、および、既習の事項や個々の興味関心を含んだ専門性のある学習活動が有効であること」について検討をおこなってきた。今年度は、こうした流れを踏まえつつ、(1)協同的活動を行うことにより、学習における自身の修得状況や達成度をより客観的かつ効果的に把握することが可能となること、およびそうして得られた自己理解が、学習意欲をより高める効果を有することについて検討をおこなった。加えて、(2)「専門性のある学習活動」の具体的試みとして、古典籍の原本を教材として客観的に観察し推論する方法を身につけさせるべく、書誌学実習を実践し、その効果について検討した。

### 2. 概要

(1)協働的活動において、生徒相互間で行われる評価体験を通じて、生徒がどのように自己理解を深めるかということを検討した。その際、自身が他者から評価され、また自身も他者を評価するという、二つの経験が組み合わさることにより、自身を客観的に捉える視点を獲得しうることを、「客観的文章の作成と生徒相互間の批評」という作業を通じて検討した。

(2)は、古典籍原本の形態上の特徴を客観的に観察させ、得られた情報をもとに、WEB上のデータベースを駆使してそれがどのような本であるかを調査させるという実践である。

効果は、記述されたものの質や授業中の様子から総合的に判断した。以下は、その例である。

#### 2.1 中2国語（現代文分野）

まず、身の回りの好きな対象を選ばせ、それについて「言葉で写生（スケッチ）する」ように指示する。提出された「写生文」に教員がコメントし、それを反映させて再提出させる。再提出された文章は、同じクラスの生徒全員と共有し、生徒同士でコメントを付けさせる。

その際に、全員が「評価すること」「評価されること」の両方を経験すること、およびこれらの経験が連動したものになるよう留意した。

#### 2.2 中2国語（古典分野）

古典教育に留まらず、観察に基づく客観的記述方法の修得や、データベース活用法に習熟すること、また何よりも、活字化された間接的情報のみに頼らず、現物を直に観察することの重要性を体験的に理解させることを目標とする。

まず、くずし字解読の初歩、および書誌学の基礎を習得させた上で、主に近世期の刊本・写本といった古典籍の原本に直接触れさせる。ここでは、題簽剥落等により外題を欠き、内題（見返題・序題・巻首題・尾題・柱題等）もはっきりしない、書名不明の本を各班に1冊配布し、綿密な書誌調査を行わせる。書名不明であるため、序跋・刊記・奥付・識語・広告・丁数、あるいは文中・挿画等に記される人名等、本の個性を識別する上で必要となる客観的情報を的確に読み取らせ、記録させる。

次に、調査で得られた情報を元に、WEB上で利用可能な国文学研究資料館・国立国会図書館・早稲田大学図書館などの大規模なデータベースにアクセスさせ、これらの書籍の素性（書名）を調べさせる、という授業である。

#### 3. 検証

(1)生徒の間で、「他人の文章は読みにくいところがあるが、自分の文章も同様に他人には読みにくいのだと思う」といった捉え方が見られた。一方で、このような自己認識が、表現力を身に付けようとする学習意欲向上に結びつくか否かについては、明らかにならなかった。(2)江戸時代の原本に触れること自体を希有な経験と捉える生徒、解答を求めて探求する過程を宝探しのように楽しむ生徒が見られた。一方で、情報の量が多いことばかりに意識が向かい、情報の質や整理の重要性をあまり意識づけられなかった。

#### 4. 活動内容

2021年2月25日に言語学者の川添愛先生を講師に招き、SSH特別講座「伝わらないこと、伝わってしまうこと——人間とAIから見た言語理解——」を行う予定。協働的・探究的活動に不可欠な「伝えあう力」の育成を企図するものである。

（文責：国語科・千野浩一）

## a4. 社会科 SSH 講座

### 1. 仮説

社会科では「科学者の社会的責任を考える」というテーマに継続して取り組んでいる。この観点をふまえて生徒が自ら課題を設定して考察を加えていくためには、科学と社会との関係や社会的文脈の中における科学のあり方を捉える科学的リテラシーの涵養が求められる。その取り組みの一環として、今年度は2018年に『科学者の社会的責任』を上梓した藤垣裕子氏をお招きし、科学技術社会論の観点から同テーマに迫る内容で講演をしていただいた。これを通して、生徒の市民としての（あるいは、将来の科学者としての）科学的リテラシーの涵養を図った。

### 2. 概要

演題：「科学者の社会的責任」

講師：藤垣裕子氏

（東京大学大学院総合文化研究科教授）

日時：2020年12月9日15:30~17:00

対象：中学1年生~高校3年生

形態：Google Meetによるオンライン開催

#### 2.1 3つの責任

科学者の社会的責任は、大きく分けて、①科学者共同体内部を律する責任、②知的生産物に対する責任、③市民からの問いかけへの応答責任、という3つの側面に整理できる。たとえば②であれば遺伝子組み換え技術や代理母出産、③であればCOVID-19の専門家会議など、3つの側面それぞれに具体的な事例を伴って理解を深めた。

#### 2.2 責任と意図のあるなし

科学者の責任に関する「標準的見解」とは、「行為の結果に対して行為者が責任を負うのは、行為者がそれを意図していた場合であり、かつその場合に限る」というものである。これに対して、「行為者がその結果を意図していなくても、十分予見されるに足る証拠がある場合には責任が生じる」という「広い見方」が提唱されている。たとえば、1939年にフレデリック・ジョリオ＝キュリーが公表しようとした研究結果は、本人は純粋な科学研究として進めたものだが、核分裂の連鎖をコントロールすることで核爆弾の製造が可能であることを示唆するものであった。この場合、ジョリオ＝

キュリーには兵器開発を進める意図はなかったが、「広い見方」からは責任が生じる。

現代においても、強毒性鳥インフルエンザの事例（2012年）やWinny事件（2004年）などにおいて、意図のあるなしが問題となってきたが、意図が全くなかったとしても責任に関する議論は生じるのである。

#### 2.3 RRIとは

近年の科学技術政策などで重要視されているのがRRI（責任ある研究とイノベーション）という概念である。具体的には「研究およびイノベーションプロセスで社会のアクター（具体的には、研究者、市民、政策決定者、産業界、NPOなど第三セクター）が協働すること」を指す。そのエッセンスは、①議論をたくさんの利害関係者に対して開く、②相互に議論を展開する、③議論をもとに新しい制度化を考える、ということにある。たとえば、福島第一原発事故に応用すると、①技術者共同体の中で閉じられていた意思決定を地元住民らに開き、②それぞれが重要と思う論点について議論し（また、福島の経験を基に各国が学びあい）、③その原発ガバナンスをめぐる議論をもとに規制局のあり方を作り変えていく、という姿がイメージされる。このように市民も含めた人々が協働して「壁を再編する力」がRRIの可能性として考えられる。

#### 2.4 日本の現状

日本では、RRIの源流の一つといえるELSI（科学の倫理的・社会的・法的側面）の研究が活発である。一方、日本では一度作ってしまった組織等や制度の壁を所与とする傾向が強く、それは責任の捉え方にも影響している。RRIの「壁を再編する力」が示唆的である。

### 3. 生徒の感想と成果

アンケートでは、「科学者の社会的な責任を果たすためには、科学者や行政、企業にだけでなく一般市民にも関わってもらわなければならないと思った」というように、講演の趣旨を捉えた感想が寄せられた。また、「政経の授業で出てきた自動運転プログラムの話とも関係してきそう」「遺伝子のところなど生物の授業などとも繋がりました」など、教科の学習と関連づける考察もみられた。

（文責：社会科・山本智也）

## a5. 保健体育科

### 1. 仮説

保健体育科では、「体育や保健の見方・考え方を働かせ、課題を発見し、合理的、計画的な解決に向けた学習過程を通して、心と体を一体として捉え、生涯にわたって心身の健康を保持増進し豊かなスポーツライフを継続するための資質・能力を育成すること」を目指している。この目標達成に向け、生徒の実態や現状を注意深く把握しながら、工夫を凝らした教科教育実践の推進ならびに保健体育やスポーツ科学・医学分野における最先端の研究や事業等に触れる機会を提供している。

以下では、高校2年生における課題研究の概要と、例年実施の「からだを測る」および姿勢学習における様子とオンライン教材の一部を示す。尚、今年度のSSH 講演会は3月に実施予定である。

### 2. 概要

#### 2.1 「POST2020」高2 課題研究

高校2年生 20 名を対象とした課題研究では、ラグビーワールドカップ、オリンピックなどのスポーツメガイイベント以降のスポーツ・運動にどのように関わるか自分事として考えるということをテーマに授業を実施し以下のような内容を行った。

- ①Jリーグ昇格を目指しつつ、渋谷を中心に社会的な活動をしている TOKYO CITY F.C.の監督を招き地域クラブの運営について講義を受けた。
- ②ラグビーの聖地ともいえる秩父宮ラグビー場で筑波大学と早稲田大学の公式戦を観戦した。
- ③筑波大学教授、ヒューマン・ハイ・パフォーマンス先端研究センター・センター長の征矢英昭先生を招き、高校生・受験生の『身心コンディショニング』について講義を受けた。

以上のような活動を経て、受講生とは興味を持って取り組める研究テーマを決め、各自調査に取り組んだ。

授業内での研究発表では、自分の体の測定データを用いた独自性のある発表や、陸上競技や野球やサッカー、バスケットボールなどの戦術についての発表があった。

スポーツデータ解析コンペティション中等教育部門に6名が参加しており、ポスター審査される予定である。

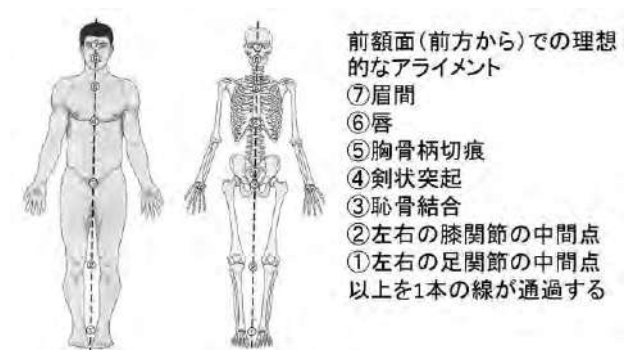
#### 2.2 「からだを測る」および姿勢学習

身長・体重・座高・胸囲・大腿囲などの形態測定、体育授業時における体力測定、立位静止姿勢写真の撮影、超音波による筋厚・脂肪厚の測定を実施した。撮影した立位静止姿勢写真を用いた姿勢学習では、主に自身の姿勢における経年変化(角度や高さ、ねじれ等)に着目させ、考察を深めることができた。

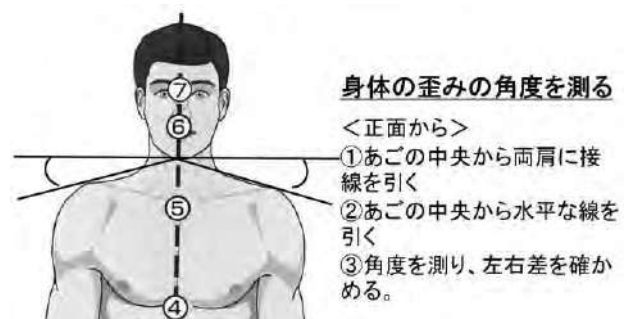
今年度の本学習は、例年通り対面授業において実施した学年とオンライン授業形式で実施した学年があり、後者は自宅での撮影とレポートの提出を課題とした。



「からだを測る」で使用する姿勢写真撮影会場と筋厚等を投影する超音波機器一式（対面授業）



- 前額面(前方から)での理想的なアライメント
- ⑦眉間
  - ⑥唇
  - ⑤胸骨柄切痕
  - ④剣状突起
  - ③恥骨結合
  - ②左右の膝関節の中間点
  - ①左右の足関節の中間点
- 以上を1本の線が通過する



#### 身体の変形の角度を測る

<正面から>

- ①あごの中央から両肩に接線を引く
- ②あごの中央から水平な線を引く
- ③角度を測り、左右差を確かめる。

「からだを測る」授業で使用したオンライン教材の一部

(文責：保健体育科・山合洋人)

## b. 主体的・協働的な学び（アクティブラーニング）による探究能力の開発

### b1. 「身のまわりの環境地図」の取り組み

#### 1. 仮説

「主体的な探究活動をするための基礎力育成カリキュラム」の一環として、本校中学校1年時に実施している「身のまわりの環境地図」への取り組みを紹介したい。これは中学校社会科地理的分野で実施しているものである。自分の身のまわりの環境を地図にあらわすという一見シンプルな活動に、探究的活動を進める多くのポイントが備わっている。

#### 2. 方法

##### 2.1 身のまわりの環境地図とは

「身のまわりの環境地図」作品展とは、北海道旭川市で毎年開催されている地図コンクールである。今年度で第30回を数える。本校は第6回から参加しており、毎年中学校1年生を中心に、夏の課題として取り組ませている。

##### 2.2 作成のプロセス

①例年であれば、4月の入学当初に行う授業ガイダンスで環境地図について知らせる。歩測による地図作成などの体験を経ることも多いが、今年度は休校期間にあたってしまい、そのような活動はできなかった。

②6月には構想を練るプリントを配布し、各生徒の準備状況をさぐる。担当者はそれをチェックしながら、生徒の問題意識がどの程度高まっているかを把握する。また、本校生徒の課題がテーマよりも地図そのものにあることがわかってきたため、地図により注力して仕上げるような助言も行った。

③夏休み前に、地図作成のガイダンスを行う。

##### a. テーマ設定

提出されたテーマの傾向を分析し、何が不足しているかを伝える。地図のレベルとして、「どこに何があるか」レベルから「なぜそこにあるかがわかる」レベルの地図を作成することが重要であることについて、重点的に伝えた。

##### b. 調査

身のまわりの環境地図作成で最も重要なのが、データ収集である。オリジナルな調査方法や地道

に足でかせぐ調査など、工夫してデータを収集することの意義を説明する。

##### c. 描図

よいデータが集まっても、地図に表わせなければ、完成とはいえない。記号や色の使い方、ベースマップの作成方法などを説明する。具体的な過去の作品も引用しながらイメージを持たせる。

### 2.3 環境地図おたすけ講座

近年は、夏休みの終わりに、希望者を集めて講座を開いている。これは、筑波大学免許更新講習の実践講座の一環として実施しているものである。希望者は、それまでに作成した地図を持ち寄り、行き詰まっている点について発表し、参加者のアドバイスを仰ぐ。免許更新講習参加者は、授業に参加して悩んでいる生徒に対してアドバイスを与えてもらうことにしている。この講座を実施するようになって、改めてテーマ設定の重要性を再確認し、この講座を経験した生徒の地図の質が格段に上がることが見えるようになった。ただ、今年度に限っては新型コロナウイルスの感染拡大により、この講座は開催することができなかった。

### 2.4 環境地図発表会

9月になって提出された地図は、クラスごとに発表会で紹介される。本校では、二学期から対面での授業が行われたため、例年通り発表会を実施することができた。これは、中学1年生で学ぶプレゼンテーションの第一歩となっている。黒板に自らの地図を張り出し、地図の目的・調査方法・表現上の工夫・感じたことなどを全員に向かって話すことになる。クラスで発表を聞いている生徒も地図作成の経験を積んでいるので、この活動は大いに盛り上がる。労力をかけて描かれた地図は、その苦勞を共有できるために概して高い評価を得る。クラスで投票を行い、推薦された上位3分の1ほどの地図を旭川の作品展に送り、専門家に評価してもらっている。

### 3. 検証

昨年度のSSHから、この取り組みを探究型学習の基礎力を養成するプログラムとして位置づけることとなった。生徒がどのようなプロセスを経て地図作成に取り組んでいるかを今後明らかにするとともに、評価などについても今後研究していきたい。（文責：地歴科 宮崎 大輔）

## b2. 城ヶ島野外実習

### 1. 仮説

1982年度の中学3年生より、神奈川県三浦市城ヶ島にて地層や堆積構造を観察する、地学分野の野外実習を継続して実施している。野外での主体的かつ協動的な学びであるが、今年度はコロナ対応のため、内容を縮小して11/12(木)に実施した。正味2時間ほどの実習でも有効かを考察する。

### 2. 方法

中学3年の地学分野の授業では、昨年度までは1学期に地層や堆積岩の内容を取り上げ、2学期には実習に必要な知識や技能を習得させていた。今年度は学校の臨時休業のため、2学期からの対面授業の再開から以下の内容を取り扱った。

(1)地層のでき方：①岩石の風化②侵食・運搬・堆積作用③堆積物の分布④続成作用・堆積岩の種類

(2)地層の調べ方：①地層のつくりと重なり②地層の広がり③地層の対比④地層の堆積環境⑤大地の変動;断層・褶曲・不整合

(3)城ヶ島の地形・地質：城ヶ島実習要領

現地では4人1班のグループ(授業の実験班)で調査を行い、測定データは共有するものの、結果は各自でレポートとして提出させている。

今回はコロナ対応で、京浜急行三崎口駅に集合し、路線バスに分散(6つ)乗車して現地入りした。従来はA～D地点まで4～5時間の実習であったが、今回はC地点のみ2時間前後の実習とした。実習内容は以下の通りである。

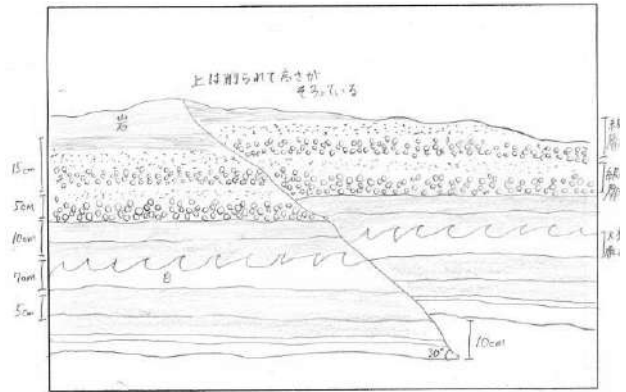
①級化層理②生痕化石③斜交層理・平行葉理④スランプ構造⑤正断層⑥逆断層⑦火災構造⑧紅色凝灰岩⑨スコリアの観察⑩侵食の様子(⑪海食崖・海食台・海岸段丘・自然橋の観察)

### 3. 検証

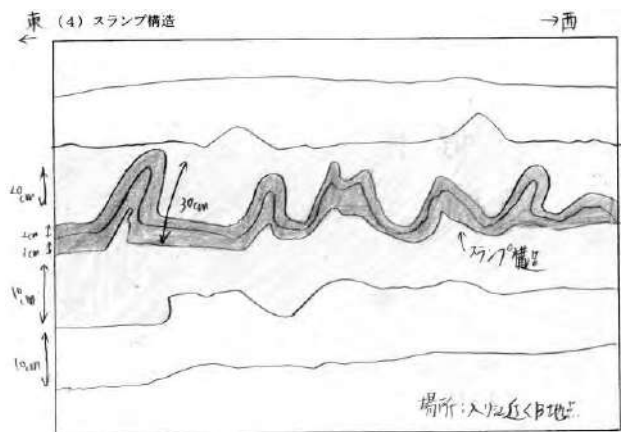
城ヶ島の海岸全体に地層が露出しており、普段地層を見たこともない生徒たちは、よく集中して観察・測定を行っている。自分で観察物を見つけられる生徒もいるが、大多数の生徒には教員の方で見つけるポイントを指示している。生徒の書いたスケッチを見れば、生徒がどのようなところに着目して観察しているかが分かり、また観察能力がどれくらいあるかも判断できる(スケッチ1・スケッチ2)。コロナ禍で実習内容を減らしたため、2時間の観察でもおおよそ目標は達成できた。



(図：城ヶ島地形図と観察地点)



(スケッチ1 逆断層：C地点)



(スケッチ2 スランプ構造：C地点)

### 4. 評価

担当教員が作成したレポート用紙にスケッチと観察内容を書き込み、提出させている。

また、城ヶ島野外実習は中学3年の総合学習E(集中講座)に位置づけられ、生徒は自己評価カードに実習の感想や達成度を記入している。

(文責：理科(地学)・高橋宏和)



### ③ 探究型学習を実践するための プログラム開発とサポート体制

#### a. 水俣実習／福島フィールドワーク 《水俣実習》

##### 1. 仮説

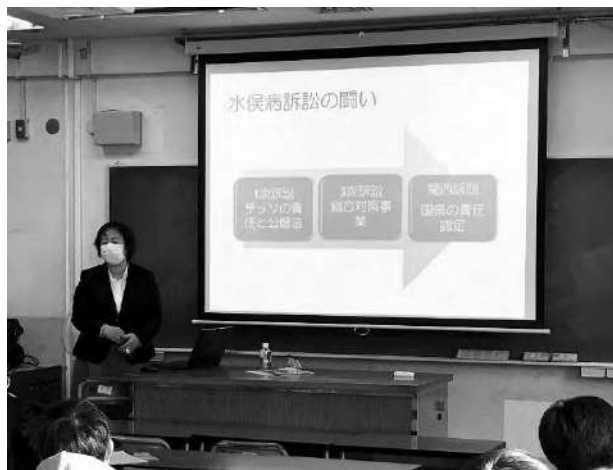
「科学者の社会的責任を考える」授業づくりの一環として、水俣に関する課題探究学習を行った。高校2年生で実施している課題研究「水俣から日本社会を考える」の現地実習である。課題研究という授業となって5年目となり、生徒自身が、課題をたてて探究することを目標とした。生徒が課題を探する場合、全くフリーに課題を探すよりも、問題に関する学習や実地の経験によって、課題が見つかりやすくなり探究が進むことが考えられる。実際に実習に行くことにより、事前の学習で学んだことをより深く認識できることや、問題の多面性に気づき、その後の各自の課題探究につなげることが期待できる。しかし、今年度は新型コロナウイルスによって、すべての計画が狂った。今年度は学校の開校状況によってカリキュラムを修正しながら実施せざるを得なかった。

##### 2. 方法

###### 2.1 水俣に関する学習

事前学習に関しては、例年どおりテキストや映像資料を用いて進めることにした。テキストとして高峰武『水俣病を知っていますか』（岩波ブックレット）を使用して、水俣病の歴史や現状について知識を共有した。また、映像資料としては、NHK戦後史証言プロジェクト「日本人は何をめざしてきたか 第2回 水俣」2013・7・13放送（90分）、「水俣病—その30年」土本典昭監督（1987年制作、89分）を使用した。授業の形態としては、1学期はオンライン、2、3学期は対面で行なった。今年は高校2年生の生徒20名が参加し、2名の教員で授業を担当した。

加えて、水俣病に関するさまざまな情報を提供し、生徒の研究・関心に応えるようにした。たとえば、熊本学園大学・水俣学セミナーが今年度はオンラインで実施され、資料もネットでアクセスできたので、大変役立った。また、ノーモア・水俣訴訟に関わっておられる齋藤美園弁護士から昨年同様、訴訟に関する話をうかがった。今年度は現地に赴いていないので、関心度が低いかと思われたが、大変熱心に受講していた。



###### 2.2 オンライン実習

実習の日程については、当初は例年同様夏休みを予定していたが、早々と不可能となった。続いて、年末を予定したが、これも実施不可能となり、最後に年度末を考えたが、年明けからの緊急事態宣言によって、これも不可能となった。生徒に対してその都度期待を持たせつつ、実施ができないことを伝えるのは本当につらかった。改めて新型コロナウイルスの脅威と対応の難しさを実感した。現地に赴いての実習に代え、3月にオンラインによる実習を行なうこととした。当日は水俣病ゆかりの場所を映像で紹介してもらい、水俣病に関連する方々から聴き取りをする（脱稿時は実施前）。

###### 2.3 実習後の活動 研究内容の発信

現地実習が実施できなかったため、今年度は個人研究に注力することとした。課題研究の開始当初から各個人に研究課題の提示を促し、複数回、課題の探究と確認を行なった。さらに年明けには、研究テーマや研究の進捗状況の発表会を行い、その模様はオンラインで下級生に公開した。研究テーマとしては、以下のようなものがあがった。おもなものをあげると、水俣病患者の認定と補償について（3名）／企業城下町の抱える地域における問題とその解決（3名）／患者とその家族に対する対応（3名）／医者のが果たした役割／水俣の風評被害とこれから／漁業（第一次産業）と水俣との関わり方／水俣病はいつをもって終わりとなるのか、など多岐にわたった。

##### 3. 検証 今年度の課題研究と今後の活動

大変特殊な1年間だったが、オンラインでの可能性や個人研究のあり方を考える機会となった。来年度につなげていきたい。

（文責：早川和彦・大野 新）

## 《福島フィールドワーク》

### 1. 仮説

本フィールドワーク（通称：ふくしま合宿）は、灘高校（兵庫県・私立）と本校が合同で行う2泊3日のスタディツアーである。本企画のねらいは、本校社会科が研究課題として継続してきた「科学者の社会的責任」というテーマと密接に関係する。2011年の東日本大震災は地震被害にとどまらない複合災害であった。なかでも福島にもたらされた被害は、放射能汚染、帰宅困難、そして風評被害と、現代の科学・技術をめぐる多様な側面を映し出している。本企画を通して生徒は、科学・技術をめぐる諸課題をより多様な視点から、そして様々な人の立場をふまえて、考えを深めることが期待できる。

今年度で5回目の訪問になる予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、実際に現地に足を運ぶことはかなわなくなった。そこで今年度に限り、オンライン上でのフィールドワークが行われることとなった。参加者は高校1年生12名、高校2年生1名の計13名で、本校執筆の時点で第一回目が開催されている。以下、今年度のオンラインフィールドワークの予定を示す。

#### 第一回 導入ガイダンス

2021年 2月 4日 10:00～12:00

#### 第二回 東京電力社員との交流・質疑応答

2月 15日 10:00～12:00

#### 第三回 地元高校生または福島大学生を交えた交流・意見交換

3月 16日あるいは18日午後

### 2. 方法

#### 2.1 事前学習

福島県観光交流課作成の合宿テキストブックを用いて、その内容を共通の事前学習事項とした。今回用意されたテキストブックは三種類である。

##### ① 『福島のある日からいま』

B5版カラー、3章立てで50ページにわたるテキストブックで、多くの写真はグラフ、データを掲載し、地域の人々の声も取り上げるなど、非常に良質な教材に仕上がっている。

1章では「東日本大震災と原発事故」で、地震と津波・原発事故の詳細について、写真やエピソード、時系列での事象の整理など、とてもわかりやすく整理されている。とくに事故後の避難の様

子が詳細に取り上げられており、地域の人々が実際にどのような境遇にあるのかについての理解を深めることができる。

第2章では「原発事故がもたらしたもの」で、長引く避難生活、子供たちの生活、空間放射線量の推移と除染を扱い、やはり豊富な史料と人々の声が多く拾われ、とても読み応えのあるものとなっている。中間貯蔵施設についての現状は、原発事故についての全国的な議論の必要性について、改めて感じさせる内容となっている。

第3章では「福島は負けない！」で、農林水産業の取り組み、福島イノベーション・コースト構想、地域コミュニティの再生、高校生の活躍、観光・交流の活性化、交通網の復旧、廃炉に向けて、という構成になっており、各分野における復興への取り組みが紹介されている。

最後にワークシートがつけられており、事前学習や現地でのフィールドワークを終えて、自らの考えを深め、まとめることができる構成となっている。

##### ② 『ホープツーリズム』（教育旅行版）

教育旅行に特化したテキストブックで、A4判カラー28ページである。フィールドワークでたどるコースやテーマがわかりやすくまとめられている。ヒューマンと呼ばれる語り手や参加経験者の声などが豊富に集められており、事前学習の教材としてもとても充実している。

##### ③ 『「私」の福島学びノート』

A4判26ページの記録用ノートで、事前学習で学んだ乾燥や疑問点の洗い出し、現地のフィールドワーク時の情報整理、学びのまとめとしてつくりたい未来やどのように行動するか、までを考え、記録できる内容となっている。

#### 2.2 実習

現時点では第一回の実施であり、今後、本格的な実習が行われる。オンラインであるため、例年の現地実習にどこまで近づけるか、が大きな課題になっている。

### 3. 成果

第一回の導入ガイダンスでは、zoomのブレイクアウトルームを用いて、少人数における意見交換を行った。すでに活発な意見交換が行われ、今後に対する期待を持たせる内容であった。

（文責：社会科・宮崎大輔）

## b. 課題研究「障害科学:ともに生きる」

### 1. 仮説

本課題研究は視覚・聴覚・肢体不自由・知的・発達障害、免疫機能障害、性的マイノリティ等、多様な障害種について、医学的側面からの障害理解のみならず、障害者の生活実態や社会的障壁や心のバリアなども含めて知見を深め、「ともに生きる」ことを深く考究する機会としている。年間13回の講座は毎回テーマを変えて、年齢、専門家、医師、当事者など多種多様な方々から講義を聞き、交流・疑似体験ができるよう企画している。それぞれの立場から捉える障害への知見を深め、体験を重ねることにより、現状の社会の課題を認識し、今後の社会について考え、自らが実践できる力を養うことを目的としている。

本年度は科学的な視点での取り組みとして①筑波大学サイバニクス研究センターと筑波大学附属大塚特別支援学校(知的障害を伴う自閉症の教育に特化した特別支援学校)と連携をした「人を支援する工学技術」を学ぶ講義・グループワーク、②筑波技術大学と成田国際空港が連携し構築した空港でのユニバーサルデザインの取り組み、盲ろう者当事者や介助者から情報機器や情報保障の実際を聞く機会③聴覚障害のある高校生とのオンライン交流で情報保障を体験的に学ぶ機会を設けた。これらの活動は、障害と科学が融合した「ともに生きる」社会の実現の構築につながるプログラムとなったので、その成果について検証する。ここでは①と②について報告する。

## 2. 方法(概要)と実践報告

### 2.1 「人を支援する工学的な技術」講座

日時:2020年9月12日(土)9:30~12:20

授業形態:オンライン ZOOM 開催

講師:筑波大学サイバニクス研究センター

筑波大学システム情報系教授 鈴木健嗣氏

人工知能研究室研究員 大木美加氏

筑波大学附属大塚特別支援学校

小学部教諭 田上幸太氏、佐藤知洋氏

内容:①講義「人を支援する工学技術」

②講義「知的障害の基礎知識」

③グループワーク「インクルーシブデザインで制作するプロジェクションマッピング~子どもと一緒に楽しむコンテンツ製作~」

障害のある子どもたちの社会性を育み、子ども自身の表現する力を養うための最先端の情報工学と発達心理学、医学における学際研究(「ソーシャル・イメージング:創造的活動促進と社会性形成支援(研究代表者:筑波大学・鈴木健嗣)」)の実証研究の場となっている筑波大学附属大塚特別支援学校の『ミライの体育館』で同校小学部の児童と最先端工学支援システム(ミライの体育館の大規模床面プロジェクター・カメラシステムによる基盤システム、以下プロジェクション・マッピング)を使用した交流を目的とした講座を設けた。交流の事前学習として筑波大学サイバニクス研究センターの鈴木健嗣先生に「人を支援する工学技術」について講義をしていただいた。例年は筑波大学サイバニクス研究センターの見学を兼ねてつくばに出向いて受講していたが、今年度は新型コロナウイルス感染症の感染拡大予防のため、zoomによるオンライン講座に変更した。



講義では、障害と支援技術の関係性や、利用者を最優先に考え、デザインを利用者とともに考える(co-design)ことの重要性などを、小児義手や立位車椅子などの具体的な例を元に障害者の自立活動の支援のために工学技術をどうデザインしていくのかを学んだ。大塚特別支援学校の田上幸太先生からは知的障害がある子どもたちの障害特性や、意思伝達の仕方(簡潔かつ明瞭な言葉遣い、動作の「開始」と「終了」を明確に示す、言葉、図、実演など複数の手段で指示を伝える等)を教えていただいた。以上2つの講義を踏まえて、後半は児童との交流に使用するプロジェクション・マッピングを用いたコンテンツ製作を行った。例年は模造紙を囲んで付箋を使ったKJ法を行っていたが、今年はzoomのブレイクアウトルームでJAMBOARDを使ったグループワークを行った。JAMBOARDはアウトブレイク中でも他班の話し合いの内容を参考にでき、対面での実施とほぼ変わらない雰囲気で行うことができた。またネット上で、コンテンツに活用できそうな画像を検索し、皆と共有することもでき、オンラインであることを有効活用していただいてもいえる。附属大塚特別支援学校の先生方か



らは、交流する子どもたちの理解度や活動度合いなどのアドバイスを頂きながらコンテンツ製作を進めていった。コンテンツは白黒反転した見やすい表示にし、色別にコース分けをして子どもたちが自主的に活動できるような工夫がされたものとなった。1月下旬に対面で交流会を実施する予定であったが緊急事態宣言が発令され、今年度の交流会は中止となった。コンテンツは大塚の児童だけで遊んでもらい、実施した様子をフィードバックしていただく予定となっている。

## 2.2 「障害者支援技術と情報アクセシビリティ」講座

日時:2020年12月7日(月)9:30~12:20

授業形態:対面授業

講師:筑波技術大学名誉教授 須田裕之氏

成田国際空港株式会社 山田浩介氏

東京都盲ろう支援センター

渡井秀匡氏(盲ろう当事者)

渡井真奈氏(盲ろう向け通訳・介助者)

内容:①「障害者支援と情報科学について」

②「成田空港でのユニバーサルデザイン(以下、UD)の取組~ビジネスとしてUDを社会に実装する~」

③「盲ろう者が活用する情報機器」「盲ろう向け通訳・介助者とは」

聴覚障害者と視覚障害者に特化した筑波技術大学で情報技術の研究をされていた須田裕之氏に障害者支援技術と情報アクセシビリティを学ぶ講座を設けた。当初は筑波技術大学に訪問し、障害特性に応じた情報保障の実際や、聴覚や視覚に障害がある大学生から直接話を聞く機会を企画していたが、新型コロナウイルス感染症下で訪問は中止となった。その代わりに、須田先生が有識者として参加していた成田国際空港のUDの取り組みについて、成田国際空港の山田浩介氏もお招きし、講話いただくよう変更した。須田先生から「障害者支援と情報科学の視点」の総合的な話を、後半は山田氏から成田国際空港で

行われたビジネスとしてのUDを社会で実装するための具体的な取組の紹介があった。UDの実現化には良心だけでなく、STP(セグメンテーション・ターゲティング・ポジション)の考え方や戦略的意義を見出し継続していくことの重要性があることの話があった。また、計画策定と対応策の具体化のために「成田空港UD推進委員会」を設置し、車椅子、視覚、聴覚、知的、発達障害と多様な当事者と、建築や交通、心理・情報などの有識者、及び空港関係者がメンバーとなり、様々なテーマに対して多様な視点から時間をかけて議論をしていった様子をお聞きすることができた。その他、筑波技術大学と連携した取り組みとして、大学生による手話ロールプレイ研修や infotouchi プロトタイプ機のUD検証などの紹介もあった。

弱視でありろう者でもある渡井秀匡氏からは実際に使用している点字入出力方式の音声・点字携帯情報端末のブレイルセンスの紹介や、誰でもスマホで使用でき、かつ盲ろう者にとっても便利であるウェブサイトの読み上げ機能(voiceover機能)や他人からのぞき見できないような画面非表示機能(screen curtain機能)を教えて頂いた。盲ろう者が情報機器の普及で以前よりも情報を得やすくなっている現状などを知ることができた。介助者の渡井真奈さんからは視覚者への誘導の仕方や盲ろう者とのコミュニケーション手段である指点字などの実際を学んだ。

## 3. 検証(まとめ)

生徒の感想は以下のとおりである。

・他の人と同じようなことが「ただ」できるというだけでなく、「自分の力で」できるようになることが本人のためにも大切。そのために技術でアプローチすることができる。VR、ARを利用することで他の人の視点に立つ体験ができ、これが、人の行動を理解して支援することに繋がることを知った。

・技術は技術でしかなく、その使い方が肝要。実際には技術の力を借りていても、「自分でできた」と思うことが大事である。技術を使ってどのような機械をデザインするかが最終的な支援には大事。

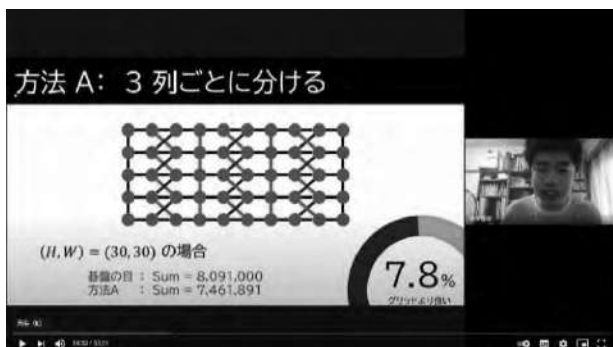
・盲ろう者の自立のために、様々な技術があることを知った。障害者差別をなくすためには、しっかりと障害者に対する理解をすることが大切である。

今回は工学、技術、情報をテーマに実施した。受講生は、人を支援する科学技術はインクルーシブの考え方や当事者の「自分でできる」感覚を大事にし、当事者とともに考える(co-design)ことの重要性等、多くの視点を学ぶことができた。(文責:早貸千代子)

## c. 数学課題研究発表活動支援

### ①仮説

本校の「課題研究」「理科課題研究」は、教育課程において、まず高校2年生に1単位設定され、各教科が開講する講座のなかから、全員がいずれかを選択して受講する。数学科では毎年講座を開設している。2019年度は、講座名を「Say Hello to Euler」とし、2020年度は、「数学の本質は自由にあり」とし、受講生徒自身が自らの感性で数学の様々な側面に注目して課題をそれぞれに設定し、各自の内容について発表や議論を通じて受講生全員で考察や研究を進めることを掲げている。



### ②実施概要

今年度は何といても新型コロナウイルスの感染拡大の影響が甚大であった。例年通りに行く部分は少なく1学期はほぼオンラインでの実施を余儀なくされた。

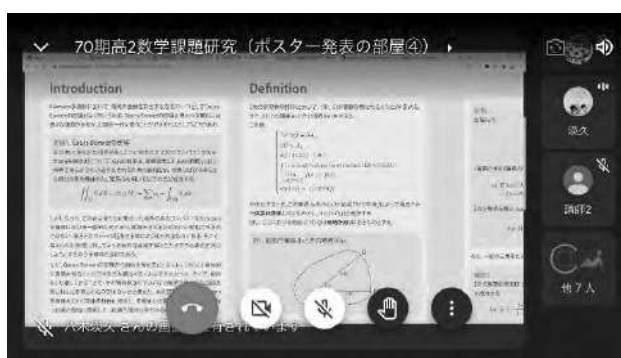
2学期は対面による経過発表をすることはできたものの、例年行われている発表会のほとんどが中止または実施検討中となってしまう、生徒たちは研究のモチベーションを保つのが大変厳しい状態であったに違いない。

そのような状況の中、外部の発表会のうち、中止ではなくオンラインで代替の場を設けたものや現地での開催にこだわって実施したものもあった。今年度は、例年8月に行われていたマスマフェスタが12月に現地での実施となったため、研究が進んでいる生徒2名を先行して出展し、残る生徒は主に3学期、2月の学芸大主催SSH/SGH/WWL課題研究成果発表会か3月の横浜サイエンスフロンティア高校主催マスマフォーラムのいずれかに、全員がポスターまたは口頭発表で出展することとした。さらに、1月の課題研究オープンに筑駒OB数名に来てもらい、発表を見て意見をもらう機会を独自で設ける取り組みを検討中である。また、最終的には研究成果を論文としてまとめ、例年通りSSH課題研究として、論文集を発行すること

にしている。

時間割内で設定された「課題研究」の枠においては、筑波大学数理物質系よりアソシエイト・坂井公先生、准教授・スコットカーナハン先生をアドバイザーとして迎えるとともに、筑波大学の大学院生や数学課題研究OBにも加わってもらい、活発な議論を交わした。

本校の課題研究は高校2年生の1年間で実施するが、高校3年生になっても希望者は1単位を選択することができる。2017年度に「半素数の逆数有限和による1の分割について」を研究した生徒が2018年度も研究続行を希望した。2019年度も2名が研究続行を希望した。



### ③検証

本校数学科では、課題研究が学校設定科目として設定されるより前から、ゼミナール形式の課題学習を取り入れ、長きにわたり実践してきている。そのなかで2020年度は、例年通りにはいかない中でいかにして数学的議論を深めることができるかということが1つ課題となった。一般の授業等では、オンラインでの実施は対面に劣ると言われがちであったが、数学課題研究の場合はむしろ逆で、他教科と比べてオンラインでも各研究を進めることが比較的容易であることを感じた。毎回の発表準備は少々大変な印象であるが、対面の場合とさほど変わらない場をオンラインでも提供できたと考えている。場所を選ばず、紙とペンさえあればこのような状況下でも数学ができるという、まさに数学の本質は自由にありというテーマにあった実践ができたのではないだろうか。例年蓄積してきた実践的なノウハウだけでなく、数学を研究する仲間同士でいかにして議論を深めていったかを今後継承していきたいと考えている。

(文責 数学科 薄井裕樹)

## d. 台湾台中第一高級中学との交流

### 1. 初めに

本校は、2009年より台中市立台中第一高級中等学校（以下、台中一中）との交流事業を行っている。今年度はその12年目にあたり、その間に、各教科における課題研究の指導やプレゼンスキルの向上などが図られてきた。応募生徒の数も多く、本校の国際交流の代名詞ともいえるプログラムである。

交流は主に、隔年5月に台中一中の生徒約60名を本校に迎えるプログラムと、毎年12月に本校生徒が台中一中を訪問して行うプログラムによって構成されている。本年度は、台中一中を訪問する予定であったが新型コロナウイルス感染拡大を受け、例年のように渡航して交流事業を行うことは困難となったため、初めてオンラインでの交流を実施した。



台中一中生徒とのオンライン集合写真

### 2. 仮説

#### 2.1 課題研究の発表と交流

高校1年生は3人で協働し英語による学校紹介、高校2年生はグループで日頃から行っている課題研究の成果を英語で発表することを主眼としてプログラムを構成した。これにより、異文化交流や課題解決能力、サイエンスコミュニケーション能力の伸長を期待した。

#### 2.1 プレゼンテーション事前指導の有効性

ここ数年、事前に英語プレゼンテーションの専門家を迎え、実践的な指導をしてもらっている。顔の向きや声の強弱、ジェスチャーを交えた表現など、専門的な指導をいただくことで、生徒のプレゼンテーションスキルの向上を図った。事前指導を経て、コミュニケーションツールとして英語を活用できる姿勢や能力が育成できることを期待した。

### 3. 方法

オンライン研究交流の実施にあたり、例年とは異なる流れとなった。

#### 3.1 オンライン切り替えへの打診

年度当初は、新型コロナウイルス感染拡大防止のため一斉休校となっていたが、12月の催しということもあり例年通り日程での渡航を予定していた。だが世界的な感染拡大が止まらず、5月にはオンラインでの切り替え案を先方の担当者にメールで打診し、6月下旬にオンラインでの実施可能との返答を受けて7月にはオンラインでの実施を決定した。課題研究を進めて発表する高校2年生には、7月下旬にオンライン実施であることを担任団を通して周知した。

#### 3.2 実施概要

日時：2020年12月11日（金）9：00～12：40

会場：本校オープンスペース

参加者：高校1年生3名、高校2年生9名

先方と接続するオンライン会議システムには、GoogleMeetを使用した。本校生徒と台中生徒はそれぞれの学校の広い会場で一同に会し、スクリーンにGoogleMeetの画面を写しながら互いの映像と音声を外部接続カメラとマイクで送った。本校側は、Web会議用カメラシステムMeetingOWLを使用した。発表の際には、GoogleMeetの画面共有機能を使って互いのスライドを先方のスクリーンに映した。台湾との事前接続テストは10日前に一度実施し、音響の不具合により前日にも再度接続確認を行った。生徒のオンライン口頭発表の練習は、英語科SSHプログラムによる英語プレゼンテーション指導と兼ね、台湾とは接続せずにGoogleMeetを実際に使用しながら実施した。



文化交流（台中生徒によるバンド演奏）



### 3.3 プログラム

研究発表会のプログラム自体は、例年 12 月に台中一中で実施している形式とほぼ同様に実施した。司会進行は台中一中の生徒が務め、両校の校長や代表生徒による挨拶、文化交流として英語落語や楽器演奏、学校紹介が行われた。開会式の中で、両校校長による姉妹校提携更新の調印式も行った。その後、本校高校 2 年生と台中一中の生徒からそれぞれ 4 件ずつ英語による口頭発表を交互に行い、最後に質疑応答の時間を設けた。数年前から始めた研究ポスター発表については、今年度は実施を見送った。

#### (1) スケジュール (日本時間)

8:30~	接続開始
9:00~9:14	開会式
9:14~10:00	文化交流
10:00~10:05	休憩
10:05~11:05	研究発表前半 (4 件)
11:05~11:10	休憩
11:10~12:10	研究発表後半 (4 件)
12:10~12:20	質疑応答
12:20~12:40	閉会式



姉妹校提携更新の調印式

#### (2) 本校生徒の研究発表テーマ

本校高校 2 年生 9 名から、生物 2 件、数学 1 件、社会科学 1 件の研究発表が行われた。テーマは以下の通りである。

- ・ Body color change of aphids (Biology)
- ・ An Area Formula of Convex Regions on Hyperbolic Plane (Math)
- ・ Light Attracts Daphnia (Biology)
- ・ Educational inequalities that COVID-19 tells us (Social Sciences)



研究発表 (生物)

### 4. 検証

2 点の仮説についてそれぞれ検証した。

4.1 毎年、本プログラムは、化学部や数学科学研究部、パソコン研究部などの科学系部活動や、高校 2 年生「理科課題研究」および学校設定科目「課題研究」において取り組んだ研究成果を発表する場となっている。だが今年度は、昨年度 3 月以降の臨時休業および 6 月以降の分散登校の影響で、課題研究や部活動に取り組む時間が限られ、特に課題研究は各講座の担当教員がオンラインで実施できる内容に切り替えるなど、例年のように生徒が研究を進めることが困難な状況であったため、発表件数は例年より少なくなった。だがこのような困難な状況にも関わらず、参加に手を挙げた生徒たちは課題研究 (数学) や理科課題研究 (生物) において本プログラムでの発表を目標にして研究を遂行し、いずれも意欲的な発表内容であった。本プログラムは生徒の課題解決能力、サイエンスコミュニケーション能力の伸長を促進していると考えられる。

4.2 今年度の英語プレゼンテーション事前指導では、オンライン発表を想定して行われ、内容もビデオ会議システムの向こう側にいる聴衆を想定してゆっくり聞き取りやすい英語を心がけたり、目線をカメラに向けて身振り手振りを通常よりも大きくしたりするような指導が行われた。今回の新型コロナウイルス感染拡大により、オンライン会議システムによる教育活動が世界的に広まっており、オンラインでの交流は今後ますます活発になっていくと考えられる。本プログラムを通して、生徒はオンラインでも活用できるコミュニケーション能力を身につけることができたと考えられる。

(文責: 理科・宇田川 麻由)

## e. 他SSH校プログラムへの参加 (名古屋大附属高SSH)

### 1. 仮説

今年度、名古屋大学教育学部附属高等学校SSH重点枠企画「アメリカで数学をしませんか」に連携校として参加した。本校としての参加は2018年度に続き2回目となる。

この企画は、全国公募から1stステージ12チーム→2ndステージ8チーム→3rdステージ4チームが選抜されていくチーム対抗コンテスト型の企画で、3rdステージでは米国でのフィールドワーク、および数学的課題の協同解決が目標とされている。

同学年の全国の高校生とチーム対抗で競うことで、参加生徒の興味・関心をさらに喚起し、本校での数学課題研究の推進役にもなってくれることが期待できる。今年度は情勢の変化により、オンラインセッションによる開催進行となっているが、現時点での本校参加生徒の様子について報告する。

### 2. 実施概要

《公募から～1st, 2ndステージへ》

4月に公募問題が発表され、本校からは新高校1年生2チーム(1チーム4名構成)が応募した。与えられた数学の課題に対しレポートを作成し、この内容によって次のステージに進むチームが選考されるというものであった。

結果は2チームとも次のステージへの進出がきまり、例年は6月に選抜されたチームによって1stステージが行われるが、本年はそれがかなわず、8月に1stステージと2ndステージを合体する形で全国14チームによるオンラインセッションが行われることになった。

《1stステージ》

8月1日(土)2日(日)の2日間にわたって、Zoomによるオンラインセッションによって1stステージが行われた。1stステージでは、名古屋大学の教員による数学のレクチャーと、それぞれのレクチャーに対応するチームでの課題解決が4本実施された。本校では、まだ校内での土休日の活動が再開していない状況であったため、2チーム8人の生徒は、それぞれの自宅からZoomセッションに参加することになった。生徒はチームごとにそれぞれ、本校で普段用いているG Suite for Educationの機能(Jamboardと画面共有、ドキュメントの共同編集)を使うなどして、慣れないながらも工夫してオンラインでの協同課題解決を行っていた。

《2ndステージ》

例年であれば名古屋地区の商店街フィールドワークが行われる2ndステージは、各チーム単位で、

それぞれが身近な現実場面から課題を見いだす形式に変更された。本校から参加した2チームは、それぞれ「お釣りの枚数の最適化」「クラス替えて知り合える人数の期待値」をテーマに設定した。

前者のチームは、生徒4人がそれぞれの地元商店街で調べてきた600個近い商品の価格データをもとに、コンピュータによって「貨幣の構成がいくらであれば、お釣りの受け渡し枚数が最も少なくすむか」を考えた。その結果、「五円玉を六円玉に変えた方がお釣りのやりとりが少ない」「五十円玉は七十円玉に変えた方が少ない」などの不思議な結果が出たという。

後者のチームは、「クラス替えで重視することは何か」ということを学校の教員へインタビュー調査し、そのなかから「卒業までに同じクラスになったことのある生徒をなるべく増やすには」というテーマを数学的に考察していた。例えば、3クラスで3年間クラス替えを行うと、学年全体で考えられる知り合い関係の総数の9分の7までを成立させることができるという。こういった考察を一般の $m$ クラス $n$ 年間で行っていた。

各チームの発表審査はオンラインポスターセッションの形式で8月29日(土)に行われた。この時点では他校の内容の発表は聞くことができなかったが、2チームとも次のステージに進出することが決まり、次のステージの中で各校生徒の研究を知ることができた。

《自己成長ステージ, 3rdステージ》

11月から全8回の計画で、本校を含む選抜された4校(名古屋大附属、筑波大駒場、金沢大附属、三重県立四日市)6チームが英語による数学のプレゼンテーションの練習や研究内容の英訳などに取り組む「自己成長ステージ」が現在実施されている。この後、3月には米国現地校とのオンライン研究交流なども予定されている。

### 3. 検証

このプログラムでは、名古屋大学の留学生をまじえた英語でのセッションなど、参加生徒にとっては通常の本校の教育活動のなかでは得られないような経験ができています。またあわせて、本企画への参加を通し、生徒たちは研究内容の深め方の面でも、プレゼンテーションスキルの面でも実践的な指導を受けることができた。事業は現在進行形でいままも続いており、参加生徒の感想などを本紙面で取り上げて報告することはできないが、これらの成果が本校での次年度の生徒研究発表活動のさらなる充実にもつながるものと確信している。

(文責 数学科 須藤 雄生)

## f. 全国数学生徒研究発表会（マスフェスタ）

### ①仮説

全国数学生徒研究発表会は、全国のSSH校を対象とし、数学に興味・関心をもつ高校生たちが集まり、研究成果を発表する場である。互いの研究をポスター発表等を通して知り、議論することによって研究を深めていくことが期待できる。また、多くの人と数学的コミュニケーションを中心とした交流が期待できる。



### ②実施概要

日程：2020年12月26日（土）

会場：大阪府立大手前高等学校（大阪市）

時程：12:30～受付

13:30～ポスター発表①

14:05～ポスター発表②

14:50～ポスター発表③

15:25～ポスター発表④

16:10～全体会・講評



本校の参加者は全員が高2課題研究数学選択生徒で、ポスター発表2名、参観4名であった。発表タイトルは次の通り。

『Markov Algorithm での整式の微分』

『不変ゲームの確率の導入について』



新型コロナウイルスの完成拡大に伴い、軒並み対面での発表の場がなくなった。開催してもオンラインでの実施となる中、現地で発表ができる大変貴重な機会となった。感染拡大の第3波の影響により、参加予定の約半数の学校が参加取りやめをする中、14校、延べ26本のポスター発表が行われた。生徒の研究の中には予備知識が必要なものもあり、初見では内容がはいりにくいものもあったため、高校生からは敬遠されていたように感じた。生徒は言葉遣いに注意したり、具体例を挙げるなどして、工夫して発表をし、自身の研究を伝えた。そうした中でも、指導助言の大学の先生方をはじめ、他校の引率の教員、興味を持った高校生が質問をしてくれたことで、生徒は今後の研究方針が見えたようだった。

### ③検証

発表の機会が無くなる中、現地で発表できたこと、他校の取り組みや研究を見学できたことで生徒は充実した時間を過ごしているようだった。各発表に対し、生徒は積極的に質問をして議論を交わしていた。「今後、研究をがんばろうと思いました」と感想を言っていたことが何よりの収穫で、研究を深めていくには多くの人と数学的交流が必要であることを改めて感じさせられた。研究の深化、数学的コミュニケーションを中心とした交流の観点からこのような外部発表の意義は大変大きいものであったといえるだろう。

（文責 数学科 薄井裕樹）

## g. SSH プレゼンワークショップ

### 1. 仮説

本校生徒は理科や数学などで高い能力を示しているが、各種研究発表でそれらを発揮するには、英語力とともに効果的にわかりやすく伝える力が必要である。この目的のため、本校では専門家による指導を行っている。ワークショップに参加することで、生徒のプレゼン技術と自信の両面をさらに伸ばすことができると考えられる。

### 2. 方法

#### 2.1 プレゼンテーション・ワークショップ

「日本科学未来館」所属の Vierheller 夫妻を招き、‘Learn to Present’ と題されるプレゼン講座を、今年も3回開催した。ただし、今年度はコロナ禍の下、全てオンラインでのプレゼン作法についての講座であった。

- ① 第1回（7月4日／中3・高1 希望生徒対象）「プレゼンテーション能力向上ワークショップ」20名程度参加。
- ② 第2回（12月7日／台中一中との研究交流生徒対象）「台湾プレゼン4チームの英語ブラッシュアップ」12名参加。
- ③ 第3回（3月6日／中1・中2 希望生徒）ビギナーズ用。スピーチの声の強弱，イントネーション，アイコンタクト，身振りなどを実際に体験しながら細かく教わっていく。



Mr & Mrs Vierheller による LL 教室からの講習

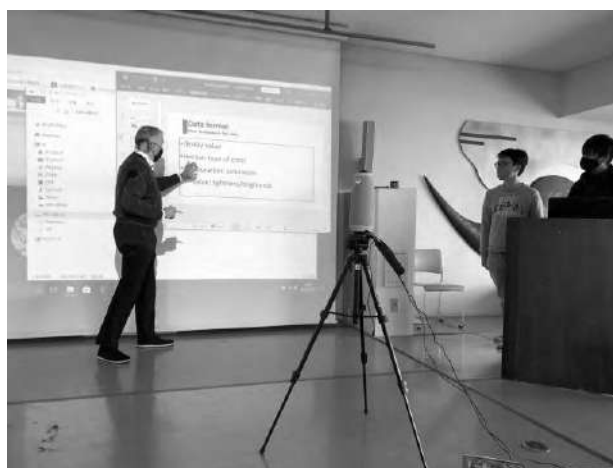
#### 2.2 第2回プレゼン指導詳細

Vierheller 氏は、事前にコメント用にダブル・スペースのプレゼン原稿を提出させ、各生徒が発表すると同時に、表現のわかりにくい部分に赤を入

れていく。生徒は自分の研究の原稿を読むのに必死だが、聴衆に事前にその研究についての予備知識が全くないことが意識されていない。折角説明を聞いても、取りつく島がないことがしばしばある。今回は、ゆっくりとクリアにプレゼンすべき項目として以下の点を挙げられた：

- 1 Numbers
- 2 Action Verbs
- 3 Descriptive expressions

これらはプレゼンの資料として必ず伝えたい要素を含んでおり、シンプルなアドバイスだが、焦って早口になり、原稿に目を落としがちになる生徒にとって、非常に有効である。



プレゼンのコツを伝授する

### 3. 検証

今回の講座からの感想をいくつか挙げる：

- ・どのようなプロセスで話すのか、どこで単語を区切るかなどの指摘がプレゼンの上で非常に役に立った。
- ・聞き手を意識して発表できるようになった。
- ・発表する時の抑揚の付け方やオンライン発表ならではのカメラに対する目・体の使い方が学べた点。
- ・改善するにはどのようなことをすれば良いかものすごく具体的に教えてくれたのがよかったです。
- ・発音に問題があることを指摘されたこと。
- ・ジェスチャーの方法や、強調すべき単語など、話すときに注意すべきポイントを一つずつ挙げてくださったのがよかった

まさに講座の意味を言い表したものである。

（文責：英語科・八宮孝夫）

## h. 課題研究「サイエンス・ダイアログ」

### 1. 仮説

英語で行う効果的なプレゼンテーションには「論理的な構成・話し方・発表資料（スライド等）の作成法」などが含まれるが、これらを学ぶためには、具体的にお手本となる講義を聴講し、自らも英語プレゼンテーションを実際に経験する必要がある。本校では、外国人講師による英語での専門的な研究内容の講義を聴講するとともに、生徒自らが発表したい研究テーマを決定し、リハーサルで得たフィードバックをもとにその内容を修正し、最終的に研究発表の機会を設けることで、生徒たちの英語プレゼンテーション能力を醸成する機会を設けることが可能であると考えた。

### 2. 方法

#### 2.1 サイエンス・ダイアログの利用

日本学術振興会が提供している「サイエンス・ダイアログ」プログラムを利用した。これは、日本の研究機関に滞在中の外国人若手研究者の中高への派遣を受け、その方の出身国や研究分野に関する講義を英語で受けるというもの。例年は土曜日に実施する中3テーマ学習と高2課題研究の受講者を対象にしているが、今年度は高校2年生の選択者4名での実施となった。

#### 2.2 高校2年生の課題研究

コロナ禍で実際に講師に来校して講義を行って頂くのは2学期から、3名の外国人研究者による講義の機会のうち、2名は来校して対面での実施、1名はオンラインでの実施となった。海外の若手研究者から自国の文化や専門分野について英語による講義を聴講し、発表内容のみならず発表の仕方にも注目して、内容をわかりやすく伝える英語プレゼンテーション法を習得できるよう留意した。

講義と並行して、生徒一人一人が各自テーマを設定し、研究発表として英語でのプレゼンテーションを実施する機会を設けた。研究発表は対面ではなく Zoom を活用してのオンラインで実施することにしたが、1月にリハーサルの機会を2回ほど設け、本校で実施している English Room 講座（大学院留学生による英語コーチング）を活用し、指導を複数回に渡って受けた。最終的には1月下旬に中3・高1・English Room 講師陣を聴衆に迎えるの発表会を実施した。必ずしも科学的なテ

マばかりではなかったが、生徒各自の興味関心を見事に表現したプレゼンテーションであった。以下にそのタイトルを示す。

- ・ Introduction to “V-tuber”
- ・ Touhou Project
- ・ Welcome to the City Pop World
- ・ Subways in Tokyo

今年度の講座シラバスは右表の通りである。

表 1. Science Dialogue & D.I.Y.年間計画

Date	Speaker	Topic
① May 28	—	全体オリエンテーション
② Sept. 5	—	My Favorite TED Talk
③ Oct. 17	Dr. Hernandez (Philippines)	A Journey to the world of ticks
④ Nov. 14	Dr. Baltieri (Italy)	Computer Science
⑤ Dec. 7	Dr. Sun (China)	Effect of dioxin exposure on human health
⑥ Jan. 9	リハーサル①	English Room 講師陣によるプレゼン指導(Zoom)
⑦ Jan. 16	リハーサル②	English Room 講師陣によるプレゼン指導(Zoom)
⑧ Jan. 23	受講生徒自身のプレゼン	課題研究 Open（下級生・ER講師を聴衆に迎えて）
⑨ March 6	—	講座のまとめ

### 3. 検証

1月下旬に実施した発表会では、4名の発表者の持ち時間が1人30分と長めの設定であったが、それぞれの発表者による10分～15分の英語プレゼンテーションの後、English Room 講師陣や聴講していた下級生からも非常に活発に質問があり、発表されたテーマについての理解をさらに掘り下げるのには丁度良い時間配分だった。また、ゲストとして現在シンガポール在住の起業家の方に特別講演を実施して頂いたことも、発表会の充実につながったことが、下級生のアンケート結果からも読み取れた。

課題研究「サイエンス・ダイアログ」は、英語プレゼンテーション力を醸成する上で有効的な機会を提供できているのは間違いない。特に、今年度はコロナの影響もあり、オンライン・ツールの活用法についても知見が得られた1年間であった。その知見を今後を活かしたい。

（文責：英語科 須田智之）

#### ④ 探究型学習システムの開発と

##### 他校への発信・共有

##### a. SSH 数学科教員研修会(オンライン)

本校数学科では、SSH 事業の取り組みの根幹を教材開発ととらえ、教科で開発した教材・カリキュラムを公開・発信するため、これまでも隔年で全国 SSH 数学科教員研修会を主催してきた。近年では 200 名をこえる数学科教員・数学教育参加者が集まる研修会に成長し、前回(2018 年)は初めて本校ではなく大学の大講義室(筑波大学東京キャンパス)を利用した。今年はちょうどその実施年度にあたり、今までどおり資料冊子の作成、発表者・助言者の手配を中心に、SSH の企画として準備を進めてきたが、これだけ大規模な会となったこともあり、昨今の情勢に鑑みて対面実施を見送ることとし、オンラインでの開催に切り替えることとした。

#### 1. SSH 数学科教員オンライン研修会

##### ① 仮説

SSH 校の『数学』分野の取り組み事例とともに、生徒の知的な興味関心を刺激し、数学的思考力を育成するような具体的教材について報告・協議することは、SSH 校及びそれ以外の学校の数学教育に資するものとする。

##### ② 実施概要

日程：令和 2 年 12 月 6 日(日)

会場：本校 図書スペースよりライブ配信

参加者：中高数学科教諭，大学院生，本校教員

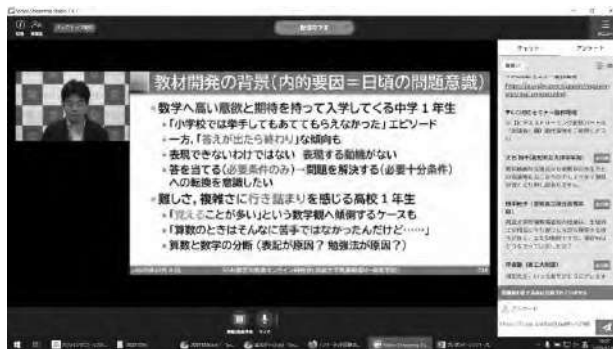
延べ 303 拠点同時接続



＜現場の様子①＞

本研修会では、前述のとおり参加者が 200 名規模であること(オンラインではさらなる増加もありえるとの見通し)から、ZOOM や Google Meet を用いた手作りの研修会では、受講者へのサポートが本校数学科教員だけで賄えないと判断し、外

部業者への実施委託を試みた。しかし、SSH 事業での経費支援にオンライン研修会の外部委託経費は認められず、SSH 事業としての経費支援は、配信用 PC と関連周辺機器の購入に限られることになった。一方、教師教育に関する事業として大学より予算を取り付け、研修会自体は 300 拠点接続規模の外部業者(株式会社ブイキューブ)委託運営にて、ブイキューブセミナーを利用した Web セミナーとして実施することができた。



＜配信画面＞

また、これまでの数学科教員研修会で配布してきた開発教材集をすべて電子化し、URL およびパスワードを周知することで、紹介した教材を PDF ファイル・Excel ファイルで公開し、広く共有を図ることを目指した。

なお、ここで紹介したこれまでの開発教材は、本校公式 HP に公開している。



＜現場の様子②＞

開催時程：

■ 開会行事 13:00~13:05

本校副校長 町田 多加志 挨拶

■ SSH 教材等についての報告と研究協議

13:05~16:45

1. 都立日比谷高等学校

発表者 荻野 大吾 先生

2. 市川高等学校

発表者 秋葉 邦彦 先生



3. 豊島岡女子学園中学校・高等学校  
発表者 根岸 靖 先生
4. 芝浦工業大学柏中学高等学校  
発表者 古宇田 大介 先生
5. 筑波大学附属駒場中高 I  
「筑波大学附属駒場中・高等学校の数学科 SSH  
の取組」 発表者 須田 学
6. 筑波大学附属駒場中高 I  
「筑波大学附属駒場中・高等学校の数学科 SSH  
の取組」 発表者 須藤 雄生

- 全体講評および指導・助言 16:45～16:55  
芝浦工業大学 牧下 英世 先生  
筑波大学 Scott Carnahan 先生

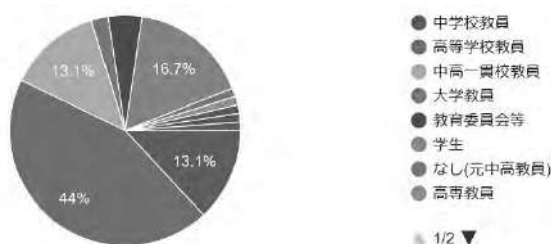
■ 閉会行事 16:55～17:00

登壇者に関しても、従前は全国の SSH 校に依頼していたが、今回は登壇者のみ本校に来校してもらう形態を選択し、東京近郊の SSH 校に依頼することとした。結果、東京都立日比谷高等学校、豊島岡女子学園中学高等学校、市川中学高等学校、芝浦工業大学柏中学高等学校の 4 校の協力を得た。本校からの 2 報とあわせて、研修会では計 6 報の教材実践報告を行った。また助言者には、芝浦工業大学の牧下英世教授、筑波大学の Scott Carnahan 准教授を迎えた。

申込は本校公式 Web サイトより受け付け、参加申込者全員に本校数学科 SSH 教材集(公式 Web サイトにて 2017 年より限定公開中)へのアクセスパスワードを送付した。限定公開サイトでは、当日の発表資料が、これまでに本校が開発した教材の PDF ファイルとともに見られるようにした。

③ 検証

事前に全国 30 都道府県から 174 名の申込があり、当日は延べ 303 件の視聴接続があった。参加者属性は以下のグラフの通りである。



今回の Web セミナーシステムは、PC だけでなくスマートフォンのブラウザから参加することも可能で、参加者へのアンケート結果には、地方からでも参加できる、育児休業中でも参加できる等のオンライン研修会特有のメリットが寄せられた。また、回線不具合による接続不良も何件かあったが、業者との連携により余裕をもって対応できたことも、本実施形態のメリットと言えるだろう。質疑は付属のテキストチャットシステムから受け付け、それらを配信会場の本校で登壇者をまじえて協議する形式をとったが、これについても「一般的なオンラインミーティングのように声が入る心配もなく、個人的にも質問が気軽に送りやすい」という感想があった。一方、参加者同士はそれぞれのテキストチャットの内容が見られない形態を選択したため、フロアにあたる他校参加者の生の意見も知りたかったという感想もあった。以下はアンケート結果の抜粋である。

- ・例年とは異なる方式でありましたが、筑波大附属駒場高校の先生方の御尽力により大変スムーズでした。この形式であれば、諸条件より多くの先生方の参加がきたいでき、SSH 校のみならず、多くの学校の数学的活動、探究活動の充実に繋がるのではないのでしょうか。
- ・このような形でも会を実施していただけた筑駒の先生方のご尽力に感謝しかありません。
- ・ウィズコロナの時代において、オンラインと対面の併用でこのような会を開催していただけるとありがたい。今後、更に学校規模が縮小する中、県外出張の旅費も削られていくため、対面では参加できない可能性が高いので。

オンライン研修会、対面による研修会、それぞれに長所・短所はあろうことが考えられるが、ちょうど本研修会が実践の仕掛けよりも教材の内容にこだわって連綿と続いているように、研修会についても内容の充実を第一に考え、それをもとによりよい実施形態を模索していきたい。

(文責 数学科 三井田裕樹)

## b. 教育研究会（理科の取り組み）

### 1. 仮説

長年本校で実施している教育研究会は、SSH 事業で開発した探究型教育システムを他校に発信・共有する場として、非常に重要な役割を担ってきている。特に今年度は、新型コロナウイルス感染拡大防止のため初のオンライン開催となり、より一層全国から参加しやすくなった。本研究会は理科教育における教員研修の場として資することが期待される。

### 2. 実施概要

日時：2020年11月21日（土）10：00～14：30  
会場：本校大会議室よりライブ配信（Zoom）  
参加申込者（理科）：全国の中高理科教員、教育委員会、大学教員、大学生、本校教員等 計 98 名  
アンケート（理科）：53 名回答

#### 2.1 教育研究会について

今年度の教育研究会は、「(コロナウイルスに負けない) 主体的で探究的な深い学びをめざして」と題して実施し、本校では初のオンライン開催となった。例年、各教科隔年で発表を行っており、今年度は理科・社会科・英語科より発表した。例年の実地開催より地方からの申し込みが多く、理科も関西や九州などからもご参加いただいた。オンライン会議システムとして Zoom ウェビナーを使用し、午前は公開授業、午後は研究協議会という流れで実施した。以降、理科で実施した教育研究会での取り組みについて述べる。

#### 2.2 開催時程

10：00～10：15 開会行事  
本校校長 北村 豊 挨拶  
10：15～11：30 公開授業（映像配信）  
中学2年 化学分野／高校2年 生物分野  
12：00～13：00 休憩  
13：00～14：30 研究協議会

##### I. 公開授業をめぐって

##### 中学2年「結晶を見てみよう」

授業者 吉田 哲也

高校2年「PCR法でコメの形質の違いを遺伝子から探る」 授業者 宇田川 麻由

講評

文部科学省初等中等教育局視学官 藤枝 秀樹氏

##### II. 本校理科のオンライン学習支援における探究型学習について

「物理 オンラインの取り組み」

発表者 今和泉 卓也

「オンラインで育む？探究スキル」

発表者 内山 智枝子

##### III. 講演

「なぜ、今、「探究」が求められているのか -これからの理科教育を考える-」

文部科学省初等中等教育局視学官 藤枝 秀樹氏



＜教育研究会ウェビナー配信画面＞

#### 2.3 公開授業

##### (1) 中学2年「結晶を見てみよう」

光の性質および結晶の不思議さへの興味関心を喚起するため、塩化ナトリウム、アスコルビン酸、グルタミン酸モノナトリウム、バニリンといった様々な形状の結晶を偏光顕微鏡下で観察させた。顕微鏡下で結晶が成長していくさまや偏光板を回転させると結晶の色が変化するさまを見て、探究の基礎となる生徒たちの興味関心が引き出されていた。

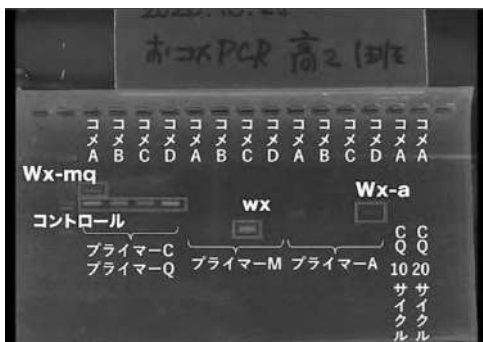


＜公開授業（中学・化学分野）＞

##### (2) 高校2年「PCR法でコメの形質の違いを遺伝子から探る」

遺伝的変異による形質の変化を扱う教材として、イネ Wx 遺伝子を取り上げ、アミロース含量の異なる4種類のコメの遺伝子を PCR 法によって判別する実験を紹介した。本教材はこれまでの SSH 機材を活用して本校生物で開発しているものであ

る。Wx 遺伝子の様々な変異が、4 種類のコメのもち性、うるち性、低アミロース性といった様々な形質の違いをどのように生み出していたのかについて生徒に考察させた。2 時間連続の授業 2 回分を撮影し、それを約 50 分の動画に編集したものを公開した。



＜公開授業（高校・生物分野）＞

## 2.4 研究協議会

### (1) 本校理科のオンライン学習支援における探究型学習について

今年度 1 学期の休校期間中におけるオンライン学習で実施した、中 1 生物分野、高 3 物理分野での探究型学習の取り組みについて紹介した。いずれも生徒に自宅で取り組ませる実験を取り入れた探究型学習で、この授業で学んだことを発展させ、自由研究コンクール「科学の芽」賞に応募して努力賞を受賞した生徒も出た。



＜探究型学習について（中学・生物分野）＞

### (2) 講演「なぜ、今、「探究」が求められているのか -これからの理科教育を考える-」

文部科学省の藤枝先生に公開授業の助言と上記タイトルでご講演いただいた。本校で進めている探究型学習の学習指導要領上における意義づけや、評価、理数探究などについても触れ、理科教育での探究の重要性を示唆していただいた。

## 3. 検証

参加者アンケートでは、公開授業、協議会ともに 6 割以上の方に「大変参考になった」とご回答いただいた。本研修会がご自身の取り組みに還元

できる有意義なものであったという意見を多数いただいた。以下はアンケートの抜粋である。

- ・化学構造を平面ではなく立体的に捉えさせる手法として大変参考になりました。

- ・化学実験について、頭では分かっているも、分子が立体であることの確認に非常に有効な実験だと思います。感動は、次の学びにつながります。

- ・次の段階を見据えての授業を行っており、生徒の力を最大限に伸ばすためには学年・校種を超えての内容を取り入れていくことは必要なことであると考えさせられました。結晶の授業では無機物の結晶しか見せていませんでしたが、有機物を見せるのも広い視点で結晶について考えることができるなと思いました。授業で取り入れさせて頂きたいと思います。

- ・PCR 検査を実験でしたことがありませんでしたが、温度管理をすることで実施可能であること、そのための機器も動画からすることができました。また、ワークシートにある〈よく確認して議論をつめてほしい部分〉に、深い学びにつなげる問いを知ることができました。

- ・生徒の興味関心を引く内容であったことに加え、先生方の教材研究、授業準備の緻密さには多くを学ぶことができた。

- ・オンラインでの学習も紹介していただき、学ぶことの多い研修でした。特に探究のサイクルを意識した授業は今後必須になると思うので大変参考になりました。

- ・オンラインでの取り組み、「探究」の進め方について、実践と指導要領の視点で学ぶことができました。

- ・どのように資質・能力をつけていくのかだけでなく、その評価を行うためのヒントをもらいました。次年度から始まる新学習指導要領の準備において、本校での課題解決に役立てそうです。

オンライン開催によって遠方からの参加や部分的な参加が気軽になった一方、ウェビナーで参加者同士が見えず意見交換しにくかったとの意見もあった。今後も新たな形式での発信を模索していきたい。

（文責：理科 宇田川麻由）

## IV. 実施の効果とその評価

### a. 講演会・実施講座生徒アンケート

#### 1. 仮説

本年度も、「国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした探究型学習システムの構築と教材開発」におけるプログラムとして実施した講座について、生徒にどの程度効果があったかを評価するために、ある程度項目をそろえたアンケートを以前より実施している。今年度実施した分（本報告書作成時点まで）についてのアンケート結果と自由記述（生徒の感想など）の一部を挙げた。

#### 2. 方法

本年度は計画変更にともない数は少なくなったが、以下の講演会・講座にてアンケートを行った。

<数学科>

10月12日（土）「数学オリンピックワークショップ」（以下Mと表記）

<英語科>

7月4日（土）「英語プレゼンテーションワークショップ」（以下Eと表記）

#### 調査結果

Q 1	講座・講演会の内容を理解できたか (%)					
	回答数	よく理解できた	まあ理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった	無答
M	16	6.3	50.0	31.3	12.5	0.0
E	31	77.4	22.6	0.0	0.0	0.0

Q 2	講座を受講した動機(複数可) (%)						
	回答数	受講必修	おもしろそう	役立ちそう	講師にひかれ	友人に誘われ	その他
M	16	0.0	93.8	75.0	18.8	12.5	0.0
E	31	6.5	80.6	83.9	12.9	9.7	6.5

Q 3	講座の内容は期待通りだったか (%)						
	回答数	期待以上	期待通り	ほぼ期待通り	少し期待はずれ	期待はずれ	無答
M	16	50.0	18.8	18.8	12.5	0.0	0.0
E	31	71.0	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Q 4	講座内容は自分の学習に役立ったか (%)					
	参加数	大いに役立った	役立った	あまり役立たなかった	役立たなかった	無答
M	16	37.5	43.8	12.5	6.3	0.0
E	31	58.1	38.7	0.0	0.0	3.2

### Q 5 自由記述 (抜粋)

《M》

・カメラの画質が悪く解説をしっかりと聞くことができなくて残念でした。

・あまりにレベルが高かった。まず高校数学をやらなければいけないと思った

・全体的に興味深い内容が多かった

・予想以上に難しかった

・面白かったです。全部の問題の解説を聞いたかったです。

《E》

・zoomを使った新しい形の授業は、とても魅力的で楽しめる内容だった。

・英語でのプレゼンテーションだけでなく、日本語で行うオンラインの授業等にも活かせるような内容で楽しかったです。

・スピーチにおいて意識すべきことがよく分かった

・オンラインだからこそ、ゆっくりカメラを見て話すのが大事だと言うことはこれからしばらく大切になりそうです。実践していきたいと思います。

・「オンライン」に特化した講演というのが面白かった。ただ、普通の(オフラインの)プレゼンについても学んでみたいと思った。

・全部英語だったが意外と内容を理解できた。また先生の陽気さがとても面白かった。

### 3. 検証

例年、特別講座に参加する生徒は自由参加形態である生徒が多く、受講が必修であると答える生徒はごくわずかである。ここに掲載した2つのワークショップは前年まで対面でやっていた企画のオンライン版であるため、連続で参加した生徒からは、内容とは別にオンラインという実施形態への意見も多かった。事実、数学オリンピックワークショップに参加した75%の生徒が「出来るなら本企画は対面でやってほしい」と答えている。また数学オリンピックに関しては、中学生向けの大会が中止になった関係で、ワークショップの内容を高校生向けにしぼったことも中学生には難解に感じられたと思われる。一方、オンラインによって参加への敷居が下がったという意見も自由記述に見られた。今後、生徒の意見も取り入れ、オンライン・対面双方の良さを生かした企画の立案や実施につなげたい。(文責 研究部・須藤雄生)

## b. 台湾台中第一高級中学との交流 プログラムの評価

### 1. 仮説

台湾台中第一高級中学(日本の高等学校に相当。以下、台中一中)との交流は、本校の国際交流の中心をなすものであり、本年度12年目を迎えた。例年は現地での研究交流であるから、夜市に行くなど文化的な交流もあるが、コロナ禍の下、オンラインによる交流となった。現地での実際の交流とオンライン交流と効果や意識の差はあるか気になるところであるが、少なくとも端からオンライン交流と心得て志願した生徒たちである。例年同様の達成感を示すのではないかと仮説を立てた。

### 2. 方法

#### 2.1 実施概要

- ・ 回答方法：Google Forms
- ・ 回答項目：10項目（数値・記述）
- ・ 回答者：2020年度台湾派遣生徒12名
- ・ 回答期日：事後アンケート、実施後1か月。

#### 2.2 アンケート項目

アンケートは昨年の調査は、昨年度とは異なり、①研究交流とその動機、②研究過程で大変だったこと、③実際の研究交流での自分なりの達成度、④研究交流を通じて得たもの、という大きな柱を設けた。また、オンライン交流ということで、その運営面についても質問項目を設けた。ただ、ここではスペースも限られているので、①～④について結果を述べたい。

#### 2.3 結果

①研究交流の動機については以下の通り：(2つまで複数回答可)

- A 海外の生徒との情報交換がしたい 46.2%
- B 自分の研究を海外生徒に発表したい 53.8%
- C 英語を実際の場面で使用してみたい 53.8%
- D オンライン交流に関心があった 23.1%

当然と言えば当然であるが、研究発表をしたい、英語を実際の場面で使用したいという2つが半数以上の動機となった。

②研究過程で大変だったこと

- A 研究目標の設定 23.1%
- B 計画通り実験を進めること 30.8%
- C 英語で表現すること 69.2%
- D プレゼンのスライド作成 46.2%

やはり自分の研究を進めるより、それを英語でいかに表現するか、に苦労したことが分かる。

③実際の研究交流での自分なりの達成度

- A 大変よく出来た 15.4%
- B かなりよく出来た 46.2%
- C まあまあよく出来た 30.5%
- D あまりよく出来なかった 0%

昨年度の同様の項目を見ると、「大変よく出来た」が19%、「わりとよく出来た」が44%で、ほぼ同じような比率と言える。

④研究交流を通じて得たもの

まず、この研究交流は自分の成長に役立つかを問うたところ、以下のような結果であった：

- A 大いに役立った 46.2%
- B かなり役立った 46.2%
- C まあまあ役立った 7.7%

ということで、研究交流自体、大成功と言ってよいであろう。その上で、具体的に得たものを以下に挙げる：

- ・ 自分の研究だったり思っていることだったりこれをこれからも発信していければと思った。
- ・ 英語のスピーチをできる度量。
- ・ 台中生の学術的な探求姿勢から刺激を受けた。
- ・ まず、研究テーマについての理解が深められたこと、そして、英語を話す時の体の使い方を知ることが出来たこと。
- ・ 英語での説明やスライドで、わかりやすく印象的に内容を伝える方法
- ・ 研究をまずは発表するスキル、そして伝えたいことを英語に転じる能力。

### 3. 検証

感想の中に「オンライン発表というなかなか体験できないことを体験できたことで、カメラ越しに話す難しさを実感した。」というものがあつた。今回は、現地での交流はできなかったが、逆に言えば、普段できず、これから主流となるかもしれないオンライン交流が実施できたことは、今後のことを考えると有意義であった。

(文責：研究部・国際交流担当 八宮孝夫)

## c. 国際交流プログラムの評価

### 1. 仮説

本年度はコロナ禍の下で、ほとんどのプログラムが実施不可となり、実施できたのは台中第一高級中学（以下、台中一中）とのオンライン交流と釜山国際高校の Global Forum へのオンライン参加のみであった。本稿では釜山国際高校の Global Forum へのオンライン参加について述べる。まず、実施したプログラムを紹介する。その後で、参加した生徒の感想をあげる。初のオンライン参加で刺激を受け、達成感があったことが予想される。

### 2. 釜山国際高校の Global Forum (online)

Global Forum の実施内容は以下のとおりである：

- ・フォーラム期日：2020年11月5日
- ・メインテーマ：Post Pandemic Societies
- ・サブトピックス：Technology and Science, Education, Politics, Health, Economics
- ・プレゼン時間：10分以内

→原稿提出9月末日、プレゼン・ビデオクリップのサイトへのアップ10月25日

まさにコロナ禍ならではのテーマで、その中にさらにサブトピックがあり、本校の参加生徒は Education を選択し、コロナ禍の下でオンライン授業などに潜む不平等・格差の問題を取り上げた。

### 3. 研究発表評価および参加生徒の感想

参加校は主催の韓国はじめ、日本（3校）、ベトナム、ニュージーランド、台湾、インドネシア、スウェーデン、ロシアの8か国で、それぞれのサブトピックスに合わせて、サイトのコーナーに分かれ、ビデオクリップをアップし、Global Week 中に、サイトにアクセスし動画を視聴しながら、わきのコメント欄にコメントや感想、意見を書いていく。また、釜山国際高校の生徒たちが評価もしたようであるが、特に順位というものがあったわけではなかった。本校生徒の、参加しての感想は以下の通り：

・どの発表も非常にレベルが高く、身振り手振りなども効果的で、自分もプレゼンの練習を積んでいかなければいけないと強く思われた。(動画なので) 英語が聞き取れないところを何度も聞いた

り、面白いと思ったことをすぐに調べられるのはとても良いと思った。



### サイトにアクセスし、他校の動画を見る

- ・どんな形であれ他国と互いに発表しあうということは、学ぶことが本当に多いので、来年以降もオンラインでも参加を続けていければ良いと思う。
- ・Global Forum は事前に動画を撮影し、それを相互に見合うというオンデマンド形式だったため、スライドや音声を視聴者にとって見やすく、聞き取りやすくする工夫が事前にできた。
- ・韓国の高校生の発表動画では、実際に喋っている姿をスライド画面にクロマキー合成しており、より魅力的な発表に見えた。次回以降チャンスがあれば試してみたいと思う。

### 4. 考察とまとめ

8か国という多数の参加だったので、内容もそうだが動画の形式も様々で、参加生徒はその両面で刺激を受けたことがよくわかる。動画なので発表の際に、取り直しや編集で完成形を送ることができ、また1度では聞き取れない英語も複数回見ることによって理解が深まるというメリットもあるようだ。

ただ、「交流は、やはりテキストベースでは難しい部分もあり、テーマごとにオンライン会議サービスでリアルタイム交流ができればより深い学びができたかと思う」という意見もあり、それを補う一種の文通サイトである「STORY パルの使い方はよくわからないまま終わってしまった」との声もあった。参加国の時差もあるため、難しい部分はあると思うが、やはりライブでのやり取りがあれば、交流しているという実感も刺激も一層強くなったのではないかと、コンピュータの画面を眺めている生徒のわきにいた筆者も思った次第である。来年度の課題としたい。

(文責・研究部国際交流担当 八宮孝夫)



## d. 卒業生アンケート

### 1. 仮説

SSH 指定もⅣ期目をむかえた本校では、20年近くわたる研究開発プログラムの蓄積から、社会で活躍する卒業生がSSHプログラムを経験している事例も増えてきた。そこで、一昨年より卒業生を対象に、在学中に学んだことが卒業後どのように生かされているのか、どんな影響を与えたかなどを、自由記述中心に書いてもらうアンケートを実施している。

これらを通し、中長期的な視点で本校SSHプログラムの効果、あるいは持続的に取り組むべき課題について見いだせるものと考えられる。

### 2. 方法

今年度はオンライン実施により、2007年卒業期から2018年卒業期まで、あわせて41名からの回答を得た。アンケートの実施、集計にはGoogle Formsを用いた。

質問項目は主に、授業や学校行事に関すること、SSHプログラムに関することの2つを設定した。以下、自由記述の主な質問と回答を抄録する。

#### 自分の進路選択に影響を与えた学校の授業や行事、部活動等とその特徴

- ・数学の授業では、定量的に本質を捉えること、数字の背景にある論理的構造を解明することを教わったと感じており、それは企業活動での現場でも活かされている。
- ・実験が多く、さらに教科書の内容にとどまらない内容も取り扱っており、知的好奇心を刺激するものだった。
- ・受験対策というよりは、物理の本質がわかるような授業だった。
- ・知識ではなく、研究というものを見据えた考え方で生物学を教えてください。
- ・保健体育の授業で、競技パフォーマンスの側面以外の保健体育の価値を明確に教えてくれた。
- ・行事（文化祭）でのサインシステム計画や動線的设计など、来場者への情報伝達を考えるという経験が進路選択に影響を与えている。

#### 在学中に参加したSSHプログラムについて、覚えていることや印象深かったこと

- ・実際に大学に訪問し、研究室見学ができたことは非常に良い刺激でした。
- ・当時はその有り難みのようなものを理解できなかったが、大学に進んでから恵まれた環境にいたのだということがわかった。
- ・物理オリンピックに出場するときに、実験室で実験したり、いろいろなアドバイスをいただいた。
- ・医科歯科大の医学部を見学したことが進路選択に影響を与えました。
- ・メディア虎の穴の内容は、大学に入ってからプレゼンで助かっています。
- ・プレゼンテーションをする機会は多いが、「学ぶ」機会はそれに比して非常に少ないので、プレゼンテーションのプロから学べたのは非常に有意義だった。
- ・JMO 受験補助のおかげでよりJMOを気軽に受けられるようになり、代表につながったと思う。

#### 在学中にもっとあったら良かったと思うSSHプログラム

- ・OB 起業家との交流
- ・グループ単位で論文の執筆までできるようなプログラムがあると、early exposure としては良かったと思う（当時の自分にはできなかったとは思いますが、優秀な同期の人たちには良かったかも）
- ・科学コミュニケーション（発表など）のスキルを高めるプログラムがより深いかたちで実施されると良いと思います。たとえば、高2 課題研究の成果発表会は毎年開催されていますが、自分とは異なる教科を選択した生徒や中学生など、専門を同じとしない聴衆に対して、より効果的に卒業研究の面白さやワクワク感が伝えられるよう、何らかのフィードバックが継続的に得られるとありがたいです。たとえば音楽祭のように外部講師を呼び、評価と講評をいただくだけでも、良い緊張感が得られると思います。
- ・サイエンスとビジネスは、以前よりますます結びつきが強くなっていると思う。SSHは勉強が好きなが人がいく、というイメージだったが、例えば運動部系の人々の参加を増やすには、よりビジネスに接点を持った形でのサイエンスプログラムを出していくのもいいのではないかと。

## 現在の自分の仕事や研究に役立っている本校在学時の経験

・筑波大学の研究室訪問、及び高校二年次の課題研究は、研究職という自分の現在の職業を選択する際の、大きな要因となりました。高校の時から研究とはどのようなものか、実体験することができたのは、今の自分の研究哲学形成にも大きく影響しました。

・基本的な考え方や物事への取り組み方。SSH 関連に限らず文化祭など各行事に取り組む際の経験が現在も生きていると思う。

・「ともに生きる」でも SSH の支援をいただいていたと記憶しているが、この場で得た障害科学に関する経験は、自分の研究活動の一つの軸となっている。

・基本的な考え方や物事への取り組み方。SSH 関連に限らず文化祭など各行事に取り組む際の経験が現在も生きていると思う。

・何かをやらせるのではなく、自分で興味を持ったことを追究させてくれるような経験が多かったと思います。特に、研究者にはこのような姿勢が求められますが、このような機会はなかなか自分では作れない・体験できないので、非常に貴重な経験だったと思います。

## 本校はこれからも SSH を続けた方が良いと思うか

・中学高校のうちに幅広い範囲に興味を持てるような良質なきっかけが数多く提供されていることは非常に素晴らしいことだと思う。

・自分も含め、多くの筑駒卒の生物研究者の生物学を志した理由が(SSH によって支えられた)筑駒時代にある気がするから。

・高校で大学の教養課程レベルの経験が得られたことは、美術大学へ進学した私にとっては唯一の高等教育であったときと言えます。

・いわゆる勉学はどこでも出来るし自分の力でも出来ることだとは思いますが、SSH の授業で得られるものは機会がなければ得られない体験を出来るものだと考える。

・豊かな知的刺激を得られる環境がこれからも続いてほしいです。

・SSH ではなくなっても多分先生方の努力や風土によってこの環境を維持できるであろうとは思いますが同時に、やはり SSH の予算で講師を呼んでこれ

たりという利点は多くあるため可能ならば維持する事が望ましいと思う。

## 後輩のため、保護者・教員・学校・国などへ要望したいこと

・筑駒の、先取り学習するのではなく深く掘り下げ、自由な発想を大切にする授業・校風を今後も大切にしていただけると嬉しいです。

・税金で「エリート教育」を行っている、というような短絡的な理解に基づく誤解を招くことは、避けなければなりません。筑駒の SSH 教育により、日本や世界の科学技術界をリードする人材を輩出していること、科学技術を専門としない職種にも科学技術に精通した人材を送りつづけていること、これらによる波及効果などなど、しっかりと発信することが大切だと思います。卒業生も筑駒アカデメイアのようなイベントに講師として招聘し、SSH の恩恵を受けた人がキャリアを通じて社会貢献に取り組む仕組みなども検討してもよいかもしれません。国には、筑駒の SSH 教育を予算などの面で引き続きサポートしていただきたいです。

・筑駒生が様々な知見をえて、様々なことに挑戦しつづけられる環境をどうか残しつづけてほしい。

## 3. 検証

今回のアンケート結果を通して、卒業生は本校の SSH 事業を、概ね SSH 指定前からの本校独自の伝統ある取組を継承しながら、それらにより厚みや深まりを与えるもの、というとらえ方をしていることがうかがえた。特に SSH の枠組みでの支援により、予算面での充実や、外部機関とのつながりが深まったというところに恩恵を感じている様子が目立ち、これらが選択式ではなく自由記述アンケートの回答から複数寄せられたということに注目したい。また、本校に在学していたときより、卒業後に改めて SSH という環境のありがたみを実感したという記述も節々に見られた。

これらのアンケート結果については、本校 SSH 運営指導委員会でも議題にあげ（詳しくは巻末の議事録を参照されたい）、委員会では自由記述の設問数や内容の重複に関する指摘、改善案もいただいている。適宜改良しつつ、卒業生ならではの説得力ある意見を今後も効果的に取り入れ、SSH 企画運営に生かしたい。(文責 研究部・須藤 雄生)

## V. 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. 今年度研究開発の評価・課題について

研究内容の柱①～④の順に述べる。

#### ①国際社会に貢献する科学者・技術者の育成を めざした探究型学習の教材開発と実践

数学科では、数学科教員研修会（オンライン）において、開発した探究型学習教材を使用して実践の報告や意見交換を行った。刷新された本校HPでも行っている教材公開と併せて、オンラインで実施したことによる地理的・時間的制約が減じ、全国への発信がより一層高まったと考えられる。今後も、本校開発教材を使用した授業実践・協議を発展継続させ、さらなる共有・普及を図り、また、アンケート調査等による評価も確立したい。

理科では、高2「理科課題研究」から国内外での発表会参加、高3「理科課題研究」履修から国内外発表会参加の流れがほぼ確立している。多くの発表会がオンラインで行われたこと、中止となった発表会もあったことを受け、生徒自身の成果を披露したいという動機は高まり、例年と比較しておおっくの生徒の参加が見られた。研究を開始する際には、生徒の研究テーマ設定のヒントとなるような教材を提示することにより、探究型学習の実践はさらに深まってきたと考える。今後の課題としては、高3課題研究選択者の数を増加させることと、生徒の研究時間確保、大学および各研究機関との連携を用いた指導などについて効果的なシステムを模索したいが、今年度のオンライン発表会参加の経験から早急に本格実施する可能性が高まった。

情報科では引き続き、民間企業との連携によるセミナー「メディア虎の穴」と「メディア虎の穴・特別編」を発展実施し、生徒の情報収集能力とメディア活用能力を向上させることができた。本来は、希望生徒が所定のコース（日時）に全て参加する形式の技術科特別講座だが、従来の独立講座「特別編」と同様に「プレゼンテーションスキル」をテーマに、全教科に関わるプレゼンテーション能力育成に役立つ指導が行われた。

課題研究に関しては、中学3年「テーマ学習」から、高校2・3年「(理科)課題研究」という流れで、探究学習を引き続き実施することができた。

高2「課題研究」の総括として、研究成果の発表の場として、外部や他校のSSH発表会を利用する講座も参加者も今年度は一段と増えた。事業発展にともない、各講座での統一的評価となるようなルーブリックの開発を目指す。研究は文理問わず幅広い分野で行われるため、汎用性のあるシンプルな形を模索したい。また、生徒による自己評価、相互評価を用いた探究型学習の達成度を測る評価基準の作成に向け、先進校の実践事例についてSSH情報交換会などを利用し、研究を進めたい。

#### ②主体的な探究活動をするための基礎力育成 カ リキュラムの開発と実践

理数系基礎力の充実と科学的リテラシーの涵養を目標としたSSH特別講座を、数学科・理科・社会科・国語科でそれぞれ実施した。統一のアンケートを行い、受講生徒には概ね好評であったことが分かる。自由記述欄は数値以上に生徒の変容が確認できるが、それには、通常授業や課題研究、部活動との関連で参加したという声があり、参加者をさらに増やすため、これらの関連について検証したい。

主体的・協働的な学びによる探究能力の開発としては、中学社会科「環境地図作成」、総合学習「地域研究」、中学理科「城ヶ島野外実習」を実施し、グループ活動や議論を重視した活動を引き続き行った。今後はアンケートなどによってその効果の検証を図っていきたい。

#### ③探究型学習を実践するためのプログラム開発と サポート体制

##### (i) 高大連携によるプログラムの推進と実践

今年度は筑波大学研究室訪問が2学年（中3・高2）とも中止されたが、各種SSHオンライン研究発表会への参加経験から、「中高大院連携プログラム」の実施可能性の高い、新たな方策が創案された。これにより、高校・大学進学後の学習・研究への意欲を高めることができると期待する。従来行われてきた各1日の事業に終始せず、継続的高大連携研究につながるよう、既存のプログラムを効果の高い新たなものへと発展させる形で試行したい。

##### (ii) 本校卒業生を活用したSSH事業サポート 体制の充実と育成プログラムの検証

数学科では、「数学オリンピックワークショップ」

を実施し、数学オリンピックに挑戦する生徒の意欲を高め、数学の面白さを感じさせることができた。講師・TAには本校卒業生のメダリストを招いて指導を行い、参加生徒に好評であった。オンラインでの実施により、開催時期策定の課題は解消されたが、事前問題の難易度、当日の時間配分等についての課題は、今後も検討して改善したい。

SSHの効果を測る上で、卒業生への調査は必須だが、本校では分科会形式で卒業生が在校生に対して情報提供、協議をする進路（進学）懇談会が毎年2回行われており、統一フォームでのアンケートを一昨年度より行っている。今後もデータの蓄積および数値評価を含めたアンケートの改善に取り組んでいきたい。

(iii) 社会と連携し貢献する科学者・技術者の素養を育成するプログラムの開発と実践

地歴公民科では、課題研究「水俣から日本社会を考える」現地実習をオンラインで行うことにより、生徒自身に問題意識を持たせるとともに、課題を立てて追究させることができると期待する。

福島におけるフィールドワークもオンラインで実施し、文理を問わず多くの生徒が社会と密接に関わる探究活動に携わることができた。現地の高校や参加の他校との協議が大変有意義であったと言える。

課題研究の障害科学講座「ともにいきる」では、特別支援学校生徒等との交流・協働学習を通じて、これからの多様化した社会に必要なコミュニケーションスキルが育成された。情報科を始め、他の様々な教科とも協働し、教科融合型課題研究の一つの形として確立しつつある。

(iv) 国際舞台での研究発表の推進と国際科学コンクール等への派遣

台中第一高級中学（台湾）との研究交流をオンラインにより実施し、継続的共同研究への発展へと繋がられた。理数系交流授業等における意思疎通能力促進、連続派遣生徒のイニシアティブ効果、外国人プレゼン専門家による事前指導の有効性が示された。事前事後指導や、発表の相互評価について再検討を続け、確立・発展したプログラムをさらに改善したい。また、海外派遣プログラムや国際オリンピックへの継続的な参加により、生徒のパフォーマンスだけでなく、研究指導の方法についても校内で広く共有され、レベルアップした。

また、追体験講座として、参加生徒が本校中学生に海外派遣や研究発表について話す機会設け、生徒の研究意欲や応募意欲を高めたい。

国際科学コンクールも複数の成果を挙げ、日本学生科学賞では、「点字を墨字に翻訳するアプリの開発」で内閣総理大臣賞を受賞した。今後も各種SSH事業への参加生徒や卒業生など他データの収集を続け、方法についても検討する。

英語科は、プレゼンワークショップを年間3回開催し、分かりやすく伝える技術と自信の両方を伸ばすことができた。課題研究「サイエンス・ダイアログ」では、外国人講師による専門的研究内容の英語講義を聴講することで、「論理的な構成・話し方・発表資料の作成法」について学び、実践に繋がった。

④探究型学習システムの開発と他校への発信・共有

現況の影響から開発された、理科による新たな教材（オンライン・オンサイト）の実践とその検証から得た知見を、学校HP等を通じた早急な公開普及が期待される。

## 2. 今後の研究開発の方向・成果の普及

「課題研究」では、必修の高2「(理科) 課題研究」から高3「(理科) 課題研究」への研究継続「の流れが整備されている。「課題研究」での研究総括として、全国や東京都 SSH 合同発表会などへの参加が格段に増えてきた。従前は海外研修派遣生徒の参加にとどまっていたが、ここで一定の成果をまとめておくことで、高3「(理科) 課題研究」(選択)の履修に繋がりがやすくなると言える。また生徒アンケートから、各種 SSH 生徒研究発表会に見学参加した高1・高2生徒が、自校・他校の研究・発表など大いに刺激を受けていることが分かり、実際に発表をしなくても参加させる意義は明らかに高い。

「発信（普及）」では、大幅に刷新した学校HPで現在、過去のSSH研究開発実施報告書や年間SSH行事カレンダー、イベント報告等を公開しているが、HPにおいて重要な、情報の見やすさと即時性、発信の効果については、外部の意見も取り入れ、さらに改良を加えていく必要がある。

(文責：研究部 多尾奈央子)

## VI. 校内におけるSSHの組織的推進体制

本校のSSHは、以下の組織を活用して研究開発の企画・評価を推進する。

### 1. SSH校内推進委員会

全ての教科より選出される教員を含む計14名の構成員によって、実施計画書、事業計画書、事業経費説明書等書類の作成および事業の評価方法の検討などを担当する。

### 2. 校内プロジェクト会議

全ての教員が下記のいずれかに所属する。

プロジェクトⅠ（生徒の可能性の発掘プロジェクト）
プロジェクトⅡ（学びとカリキュラムのデザインプロジェクト）
プロジェクトⅢ（協働・コラボ推進プロジェクト）
プロジェクトⅣ（教育のグローバル化検討プロジェクト）

プロジェクトⅢは社会貢献事業「筑駒アカデミア」（「筑駒人材バンク」を活かした地域貢献）の計画・立案、運営・実践を行う。

プロジェクトⅣは、研究内容の柱③を担当し、国際交流企画の研究を進める。

プロジェクトⅠ・Ⅱも必要に応じて研究開発に関わる。

### 3. 運営指導委員会

筑波大学および外部研究者等9名（右表）で構成される、研究推進のために設置された委員会、年2回開催される。SSH事業報告の後に、各運営指導委員から助言や指導を受け、事業改善・推進に活用している。

### 4. 研究部

校内の既設の分掌で、5名で構成される。実施計画書、事業計画書、事業経費説明書のとりまとめ、文部科学省およびJSTとの連絡協議、外部からの各種調査・アンケートの実施と取りまとめ等とともに、各研究・プロジェクト間の調整を行う。また、研究発表および成果普及の場である教育研究会、校内研修会の企画・運営を中心になって進める。

### 5. 教育研究会・校内研修会

(1) 第47回教育研究会 2020年11月21日(土)  
実施形態：オンライン開催（Zoomウェビナー）  
内容：社会・理科・英語の今年度のオンライン授業における教材共有、授業動画公開、研究協議会  
研究主題：(コロナウィルスに負けない)主体的で探究的な深い学びをめざして

(2) 校内研修会

今年度は第1回（7月）をオンライン授業における工夫と課題、第2回（2月）をonline教育研究会実施方法の共有、post第4期SSHに関して資料発表による研修を行った。

### 6. 筑波大学・附属学校連携委員会・駒場連携小委員会

連携委員会は筑波大学附属学校11校と大学、駒場連携小委員会は本校と大学を繋ぐ役割を果たし、両委員会にてSSHに関する報告を行う。

### 7. 筑波大学附属学校教育局（管理機関）

筑波大学の各附属学校の管理機関として、本校と筑波大学および関係機関等との連携にあたり、指導助言や事業推進のための支援を行っている。

（研究部 多尾奈央子）

#### 2020年度 運営指導委員

氏名	所属
吉田 次郎	東京海洋大学 海洋科学部海洋環境学科
真船 文隆	東京大学大学院 総合文化研究科
古川 哲史	東京医科歯科大学 難治疾患研究所
吉原 伸敏	東京学芸大学 理科教員高度支援センター
緩利 誠	昭和女子大学 総合教育センター
坂井 公	筑波大学 数理工学系
星野 貴行	筑波大学 生命環境系
児玉 龍彦	東京大学 先端科学技術研究センター
近藤 玄大	NPO法人 Mission ARM Japan

## 関係資料（2020年度）

### ■SSH運営指導委員会の記録

2020年度 SSH運営指導委員・校内推進委員  
運営指導委員：吉田次郎（東京海洋大学）、真船文隆（東京大学）、古川哲史（東京医科歯科大学）、吉原伸敏（東京学芸大学）、緩利誠（昭和女子大学）、星野貴行（筑波大学）、坂井公（筑波大学）、児玉龍彦（東京大学）、近藤玄太（特定非営利活動法人 Mission ARM Japan）

校内推進委員：北村（校長）、梶山（高校副校長）、赤羽根（事務長）、多尾（研究部長）、平田（教務部長）、須田（国際交流P4長／英語）、須藤（研究情報係／数学）、八宮（国際交流係）、千野（国語）、小貫（地歴公民）、今和泉（理科）、山合（保健体育）、土井（技術家庭芸術）

#### 令和2年度 第1回 SSH運営指導委員会

日時：2020年7月4日（土）

場所：メール会議による意見集約

内容：事業報告と意見交換

- (1) 全般 研究部報告：事業計画書の説明と今年度の事業概略について
- (2) 国際交流係より：今年度の国際交流生徒派遣プログラムについての説明
- (3) 各教科報告（数学、理科、情報・技芸科、国語科、地歴公民科、保健科、英語科）：  
SSHに関する各教科の今年度の取組について
- (4) 各教科・事業に対する指導・助言：
  - ・日本の生命科学の中心的研究者を生み出してきた筑駒の伝統である物理、化学、生命科学の教育研究の強化が必要。それを情報科学と結びつける方向性を明確にすると良い。
  - ・新型コロナウイルスについて、まず教員がもっと勉強すべきであり、それを生徒と共有すべきである。
  - ・卒業生アンケートによると、在学中はSSHであることをそれほど意識していなかった、しかしSSHを評価する、と回答していた生徒が多かったことが印象的だった。それで良いのだと思う。
  - ・筑駒が提供してきた教育機会／学習機会が、生徒たちの成長・発達、キャリアに結びついていることが卒業生アンケートから読み取れた。

他方で、改善希望や要望も検討に値するものが含まれていると感じた。全体的に若干、自由記述式の設問数が多いかもしれない。簡単に聞くところと重点的に聞くところをはっきりとさせ、重点的に聞くところは具体的で詳しいエピソードを引き出せると、さらに参考になるデータを得ることができると思う。

#### 令和2年度 第2回 SSH運営指導委員会

日時：2021年1月30日（土）15：00－17：00

場所：Zoom 利用によるオンライン会議

内容：事業報告と意見交換

- (1) 全般 研究部報告：今年度事業報告の概略
- (2) 国際交流係より：今年度実施の国際交流生徒派遣プログラムについて
- (3) 国際交流プロジェクトより：海外進学・恒常的プログラムについて
- (4) 各教科報告（数学、理科、情報・技芸科、国語科、地歴公民科、保健科、英語科）：  
各教科の今年度実施取組について
- (5) 各教科・事業に対する指導・助言：
  - ・海外関係の中止が相次ぐ中で、オンラインでの開催にいち早く切り替えたのは素晴らしい。実際に現地でえられる空気感のようなものもあるだろうが、それがなかで生徒のがんばりがすごいと思った。今後は、国を超えた取り組みが高校生の段階からできるという可能性もある。ひとつのテーマに双方で取り組むというのも理想形としては考えてよいと思う。
  - ・コロナ禍が去ったあとも通信環境の整備は大切であろうし、詐欺等につながるネットリテラシーの問題は、校内だけでは解決できない、システムレベルの脅威の問題もあると思う。そこも注意してもらいたい。
  - ・教育は複合的で多次元の問題。その研究に、アンケートの数値といった定量的評価だけを求めるのは科学的な姿勢とは言えないと思う。数値目標に先生方がとられて時間を使わされることには、断固として反対する。そのうえで提案したいのは、インフラとしての情報基盤の整備と、もうひとつはグローバル化への対応。これら2つはシステム、メカニズムとして確立してもらいたい。

（文責 研究部・須藤 雄生）



■教育課程 高等学校（2020年度入学生）

	高校1年	高校2年	高校3年					
1	国語総合(4)	現代文 B(2)	現代文 B(2)					
2		古典B(3)	★古典B(2)					
3			倫理(2)					
4			★数学Ⅱ(2)					
5	地理 A(2)	政治経済(2)	★数学Ⅲ(6)					
6	世界史 A(2)	日本史A(2)				★数学B(2)		
7		数学Ⅱ(3)				★古典講読(2)		
8	数学Ⅰ(3)					数学B(1)	★地学基礎(2)	
9	数学A(2)	◆物理基礎 or 地学基礎(2)	★ 物理(4) ★ 生物(4) ★ 地学(4)					
10	生物基礎(2)	◆化学 or 生命科学(2)				★ 地理概論(3) 世界史概論(3)		
11	化学基礎(2)	体育(3)				★化学(2) 高2化学選択者のみ (3)		
12	体育(3)	体育(3)	★ 日本史概論(3)					
13	保健(1)	保健(1)	体育(3)					
14	◆芸術Ⅰ(2)	◆芸術Ⅱ(2)	家庭基礎(1)					
15	情報の科学(1)	情報の科学(1)	★コミュニケーション英語Ⅲ(3)					
16	コミュニケーション英語Ⅰ(3)	家庭基礎(1)	★英語表現Ⅱ(2)					
17		コミュニケーション英語Ⅱ(4)						
18	英語表現Ⅰ(2)	◆理科課題研究 or 学校設定科目「課題研究」(1)	総合的な学習の時間(1)					
19	総合的な学習の時間(1)	HR(1)	HR(1)					
20	HR(1)	HR(1)	特別活動(1)					
21	特別活動(1)	特別活動(1)	★理科課題研究 or 学校設定科目「課題研究」(1)					
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								

無印：必修      ◆：選択必修      ★：選択可能な範囲で自由選択  
 卒業に必要な教科科目の修得単位は、77 単位以上（総合学習を含む）  
 その他、ホームルームおよび特別活動に参加し、活動しなければならない。

※SSH の研究開発に係る変更：  
 高校2・3年「理科課題研究」および「学校設定科目『課題研究』」の設置

## ■教育課程 中学校（2020年度入学生）

教科等	1 年	2 年	3 年	計
国 語	4	5	4	13
社 会	4	3	4	11
数 学	4	4	4	12
理 科	3	4	4	11
音 楽	2	1.5	1.5	5
美 術	2	1.5	1.5	5
保健体育	3	3	3	9
技術・家庭	2	2	2	6
外国語（英語）	4	4	4	12
道 徳	1	1	1	3
特別活動	1	1	1	3
総合的な学習の時間	2	2	2	6
合 計	32	32	32	96

（備考）

- 1 表の数字は、週当たりの授業時数を示している。
- 2 総合的な学習の時間には、以下の内容、及び学年行事や学校行事に関わる活動を実施する。
 

総合学習 A	水田稲作	中学 1 年 1・2 学期
総合学習 B	地域研究（東京）	中学 1 年 3 学期・中学 2 年 1 学期
総合学習 C	地域研究（東北）	中学 2 年 2・3 学期
総合学習 D	個別課題（テーマ学習）	中学 3 年
総合学習 E	共通課題（集中講座）	中学 3 年（年 2 回程度）

## ■令和 2 年度 「理科課題研究」「課題研究」テーマ一覧

高校 2 年「理科課題研究」

理科（化学） 分析化学  
理科（生物） 生物探究

高校 3 年「理科課題研究」

理科（物理）9 軸センサーを用いた姿勢推定  
—計算手法の簡略化と高速化—

高校 2 年「課題研究」

国語 アルトー『演劇とその分身を読む』  
地理歴史 社会時評のすすめ  
地理歴史 水俣から日本社会を考える  
数学 数学の本質は自由にあり  
保健体育 ポスト 2020  
障害科学 ともにいきる  
英語 Science Dialogue+D.I.Y.

高校 3 年「課題研究」

国語 『竹取物語』の変曲点  
—嫦娥伝説を起点として—  
数学 立体交差の最適化～碁盤の目を“改善”する～  
複素平面におけるラングラーの問題について  
地歴 『苦海浄土』をはじめとする  
著作にみる石牟礼道子の思想  
保健（障害科学） ともにいきる