

平成29年度指定
スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書
第5年次



令和4年3月

愛知県立明和高等学校

巻頭言

愛知県立明和高等学校長

木村 誠

本年度は、第Ⅱ期SSH研究開発事業「明和スーパーサイエンスプラン」の最終年度にあたります。本校にとって、5年間の集大成であり、第Ⅲ期申請準備でもある重要な年でしたが、昨年度と変わらず、新型コロナウイルス感染症の拡大に左右された1年間でした。夏に訪れた第5波、そしてオミクロン株による第6波は、学校生活そのものを直撃し、SSHのみならず様々な行事や活動を危うくしました。

しかしそれでも、誰も経験したことのない長期の臨時休業から始まりまさに五里霧中だった昨年度とは大きく異なり、本年度は、培ったノウハウやアイデアをもとに、「手探り」ながらも前に進む「手応え」を感じた一年でもありました。昨年度の巻頭言では、本校の一年間の取組を「悪戦苦闘」と表現しましたが、本年度は「善戦」であるとともに「前進」といってよい成果を得られたと確信しています。

たとえば、ICTを活用したオンラインによる様々な新しい連携が生まれました。なかでも、海外の生徒との「共同研究」は大きな一歩を踏み出しました。これまで本校では、長年関係を積み上げてきた海外の連携校との間で、生徒同士の「共同研究」の実施を模索してきましたが、時差をはじめとしたいくつかの制約があり、実現は困難でした。一方、条件に合った連携先を新たに開拓することには大きな負担が伴います。「共同研究」の実現は、事実上、暗礁に乗り上げていました。

ところが、偶然本校教員が参加していた海外の教員とのオンライン研修をきっかけに、突然道が開けました。驚くほどスピーディーに話は進み、本年度からフィリピンのメトロ・マニラにあるセント・パトリックススクールと、高校生同士の共同研究プロジェクトが発足しました。先方の担当教員の紹介で、フィリピン大学で行われる国際会議での研究発表も予定しています。もちろん、研究の質や交流の方法など改善点は山ほどあります。しかし、コロナのピンチが発展のチャンスとなり、ブレイクスルーにつながったことに間違いはありません。さらにこのブレイクスルーは、第Ⅲ期申請の芽ともなりました。

第Ⅲ期申請は、第Ⅰ期、第Ⅱ期で得られた成果がベースになっています。SSH事業自体の目的である「科学技術人材の育成」に向けて、「都市型SSH」「学際共創（トランスディシプリナリー）」「教育DX（デジタルトランスフォーメーション）」を重層的に実施する計画です。3年間を通じて身に付けた力が生徒自身の進むべき道を示す羅針盤となること、本校の卒業生が有為な科学技術リーダーとなって社会の羅針盤になることを目指しています。

第Ⅱ期SSH指定5年目が終わり、その総仕上げとして、この「研究開発実施報告書」を作成しました。最後になりましたが、文部科学省、科学技術振興機構、愛知県教育委員会、本校SSH運営指導委員会の皆様には、これまでの御指導、御支援に厚く御礼申し上げるとともに、今後も変わらぬ御厚情を賜りますよう、お願い申し上げます。

①令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題										
社会貢献に必要な『質の高い探究心』を涵養する明和スーパーサイエンスプラン（MSSP）グローバル化社会で活躍する科学系人材の育成を目指した、探究心の質的向上を図る課題研究の指導法の確立と、探究活動における生徒の変容を捉える客観性の高い評価法の開発										
② 研究開発の概要										
1. 探究心の質的向上を目指す指導法の確立 (1) 探究心の質的向上のための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究 「SSH 探究科目」と「SSH 理数科目」のつながりを強化することで、探究活動が3年間にわたって円滑に行われるようにカリキュラムマネジメントを行う。 (2) 探究心の質的向上をはかるための基礎となる〔SSH プログラム〕（授業外）の研究 各事業間のつながりを明確にするとともに、探究心の質的向上を図るために、ICTを積極的に取り入れつつ事業内容の改善を図る。 (3) グローバル化社会への適応力を育成するための〔SSH 国際交流〕の研究 より多くの生徒が研究成果を英語で発信できるように、国内での発表の場を充実させる。										
2. 生徒の変容を捉える評価法の研究 (1) 教員と生徒が対話を通じて作成したルーブリックによる評価法の有効性について研究を進める。 (2) テキストマイニングにより作成した共起ネットワークを利用して、生徒の変容を捉える方法について研究を進める。										
③ 令和3年度実施規模										
課程（全日制）										
学 科	第1学年		第2学年		第3学年		第4学年		計	
	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
普通科	320	8	322	8	320	8	-	-	962	24
理系	-	-	-	-	<u>190</u>	<u>5</u>	-	-	<u>190</u>	<u>5</u>
文系	-	-	-	-	<u>130</u>	<u>3</u>	-	-	<u>130</u>	<u>3</u>
音楽科	40	1	36	1	39	1	-	-	115	3
課程ごとの計	360	9	358	9	359	9	-	-	1077	27
(実施規模) 原則、全日制普通科の生徒全員をSSHの対象生徒とする。ただし、次の事業は全日制音楽科も対象とする。										
探究活動ガイダンス（1年生全員）、 夏の事業〔数学 夏の学校、サイエンスツアー、課題探究入門講座 等〕（全学年希望者）、 SSH 記念講演（全学年）、SSH 海外研修（代替企画を含む）（1、2年希望者）、 SSH 特別活動（全学年希望者）										
（生徒数・学級数は令和4年1月現在）										
④ 研究開発の内容										
○研究開発計画										
第1年次	・課題研究に直接関わる〔SSH 探究科目〕と課題研究を支える〔SSH 理数科目〕を学校設定科目として開設するとともに、課題研究の教材となる「探究ノート」の作成を進めた。									

	<ul style="list-style-type: none"> ・ [SSH プログラム] においては、経過措置期間からの事業を継続し、その内容の充実を図るとともに、事前・事後の指導體制の改善を図った。 ・ [SSH 国際交流] においては、「オーストラリア研修」で課題研究を英語で発信する場面を設け、グローバル化社会への適応能力を育成した。 ・ すべての事業において「ループリック」を用いた評価を実施するとともに、課題研究との関連、位置付けを明確にして生徒に周知した。
第2年次	<ul style="list-style-type: none"> ・ [SSH 探究科目] の中に、第3学年A類型（文系）で「SSH 言語探究β」、B類型（理系）で「SSH 理科探究」を開設し、「SSH 言語探究β」では、2年次の「課題探究」の研究内容を英語でプレゼンテーションさせた。また、「課題探究」では、教員の専門性を活かした形で担当者を配置するように改善をした。さらに、テーマ設定までに十分な時間をかけ、マインドマップを利用してグループ分けを行うなどの指導法の改善を進めた。こうした「課題探究」の充実により、大学の研究室と連携しながら研究を進めるグループも現れた。 ・ [SSH プログラム] では、「さくらサイエンスプラン」を活用し、「つくば研修」において、アジアの高校生たちと交流を深め、ノーベル物理学賞受賞者である小林誠先生（本校OB）の英語による講義とともに聴講した。 ・ [SSH 特別活動] では、SSH 部物理・地学班が名古屋大学教育学部附属中・高等学校の生徒たちと共同研究を進めた。 ・ [SSH 国際交流] では、7月にアジアの高校生92名とともに「さくらサイエンス交流会」を開催し、10月にはオーストラリアの高校生30名を受け入れた。3月には英国研修を実施し、現地において訪問校とその近隣校も加えた3校による合同の課題研究発表会を開催した。 ・ 生徒の変容を捉える「変容ループリック」の研究開発を深め、変容を捉え、かつ変容を促すループリックの作成に取組だ。
第3年次	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「SSH 探究科目」と「SSH 理数科目」のつながりを強化することで、探究活動が3年間にわたって円滑に行われるようにカリキュラムマネジメントを行う。 ・ [SSH プログラム] では、各事業間のつながりを明確にするとともに、『探究心』の質的向上を図るために、「探究基礎講座」を「課題探究入門講座」と「課題探究自主講座」に分けた。また、新たに「神岡研修」を立ち上げ、研修メニューの1つに天体観測を設けた。 ・ [SSH 国際交流] では、本校主体で「グローバルサイエンス交流会」を開催し、国内での英語による研究成果の発表の場を設定した。また、3月にオーストラリア研修を実施し、研修テーマの1つに「自分が南半球にいることに気付く」を設定し、天体観測を行った。 ・ 「変容ループリック」の開発に加え、教員と生徒が対話しながらループリックを作成する評価法について研究を進めた。 ・ テキストマイニングにより作成した共起ネットワークを利用して、事業間のつながりだけでなく、生徒の変容が捉えることができないか研究を進めた。
第4年次	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「SSH 探究科目」では、「課題研究の高度化・深化」を目指し、「課題探究」を中心にしたつながりをより強化するため「課題探究基礎」を大幅に見直した。また、「SSH 探究科目」でも「課題探究トリセツ」を活用できるよう検討を進め、「教員の指導力向上」を目指した。 ・ [SSH プログラム] では、多面的多角的に実施されている各プログラムを、カリキュラムマネジメントの観点から再検証し、コロナ禍における実施方法についての改善を試みた。

	<ul style="list-style-type: none"> ・「SSH 特別活動」では、オンラインの活用など、長期課題研究の進め方や成果の発信方法を新たに構築し、コロナ禍においても積極的な取組を維持し、「成果の発信」を行った。 ・[SSH 国際交流]では、「グローバルサイエンス交流会」及び「英国海外研修」が中止となったことで、取組が停滞してしまうことがないように、「海外研修生徒 発表交流会」「課題研究を英語で発表しよう (NTU 研修)」「卒業生による留学説明会」を新設した。「海外研修生徒 発表交流会」では他校にも参加を呼びかけ、「成果発信の充実」を図った。また、オンラインを利用して海外からも研究指導が受けられる仕組みを構築した。
第5年次 (本年度)	<ul style="list-style-type: none"> ・「SSH 探究科目」では、データサイエンスの指導に力点を置いた「総合学際分野」を新たに立ち上げた。生徒用に配備されたタブレット PC をフル活用し、インターネット上のオープンデータを利用した研究を推進した。 ・[SSH プログラム]では、ニューノーマルの時代に適応した事業とするため、昨年度中止にせざるを得なかったサイエンスツアーをオンライン実施という形で復活させた。 ・「SSH 特別活動」では、他校とのオンラインでの共同研究を本格的に開始した。校内の部活動のように活動曜日を設定し、定例の活動を続けたことで、取組がその時だけのものにならず、継続的に進められた。 ・[SSH 国際交流]では、「グローバルサイエンス交流会」をオンラインを活用して形を変えて実施した。また、第Ⅲ期で目指す海外共同研究の実現に向けて「Learn the World」を新設し、中国及びフィリピンの高校生との協働での探究活動を実現した。 ・SSH で培った指導法・評価法の研究成果を、次年度より開始される新学習指導要領での観点別評価に活用するために、教科主任会で共有した。また、カリキュラムマネジメントを推進するための情報共有が行いやすい仕組みを検討した。 ・第Ⅲ期申請に向けて、本校の新たな教育方針を策定した。

○教育課程上の特例

必修科目の代替については以下のとおりである。

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替科目等	単位数	対象
普通科	SSH数学 X α	3	数学Ⅰ	2	第1学年
			数学Ⅱ	1	
普通科	SSH生物 α	3	生物基礎	2	第1学年
			生物	1	
普通科	SSH物理 α	3	物理基礎	2	第2学年
			物理	1	
普通科	SSH化学 α	3	化学基礎	2	第2学年
			化学	1	
普通科	課題探究	2	情報の科学	2	第2学年
普通科	SSH言語探究 α	2	総合的な探究の時間	1	第2学年
			現代文 B	1	
普通科	SSH言語探究 β	1	総合的な探究の時間	1	第3学年 A 類型
普通科	SSH理科探究	1	総合的な探究の時間	1	第3学年 B 類型

○令和3年度の教育課程の内容のうち特徴的な事項

1.SSH探究科目…課題研究に直接関わる明和3年間の教育課程の軸となる科目

学科・コース	第1学年		第2学年		第3学年		対象
	教科・科目名	単位数	教科・科目名	単位数	教科・科目名	単位数	
普通科理系	課題探究基礎 ※文系と共通	1	課題探究 ※文系と共通 SSH言語探究 α ※文系と共通	2 2	SSH 理科探究	1	1・2年 普通科全員 3年普通科 理系全員
普通科文系	課題探究基礎 ※理系と共通	1	課題探究 ※理系と共通 SSH言語探究 α ※理系と共通	2 2	SSH 言語探究 β	1	1・2年 普通科全員 3年普通科 文系全員

- ・課題探究基礎：課題研究に必要な課題探究力や発信力を身に付け、対話による合意形成や自らの変容を促すループリックの作成演習を行う。
- ・課題探究：課題探究基礎で身に付けた力をもとに、自らの課題に対して、仮説を立てて探究活動を行う。
- ・SSH言語探究 α ：論理的な国語表現について深く学習し、課題探究に必要な論文作成や発信方法の基礎を習得する。
- ・SSH言語探究 β ：課題探究で取組んだ研究を英語に直してプレゼンテーションを行い、英語による発信力を高める。
- ・SSH理科探究：課題探究で行った研究テーマを教材化して高度な実験を行い、最先端の研究者による「理科特別講座」を実施し、科学に対する見識を広める。

2.SSH理数科目…課題研究を支える科目

- ・数学分野（SSH数学X α ，SSH数学Y α ，SSH数学X β ，SSH数学Y β ）
純粋数学から応用数学までの内容を扱うことで、自然科学の中で数学が果たす役割を知るとともに、課題探究におけるデータ分析に必要な理論を学ぶ。
- ・理科分野（SSH生物 α ・ β ，SSH化学 α ・ β ，SSH物理 α ・ β ）
課題探究で行った研究テーマやSSH部の長期課題研究を教材化するとともに、実験や観測の解析にあたって数学で身に付けた数学的リテラシーを活用する。

○具体的な研究事項・活動内容

1.探究心の質的向上を目指す指導法の確立

(1)探究心の質的向上のための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究

昨年度試行的に行ったデータサイエンスを用いた探究活動を本格的に行うために、データサイエンスの指導に力点をおいた「総合学際分野」を新たに立ち上げた。生徒用に配備されたタブレット PC をフル活用し、インターネット上にオープンデータが用意されている e-Stat や OECD、気象庁のサイトなどを利用した課題研究を推進した。

SSHの研究開発で培った指導法・評価法に関する研究成果を、次年度より開始される新学習指導要領での観点別評価等に活用するために、教科主任会で共有した。また、カリキュラムマネジメントを推進するための情報共有が行いやすい仕組みを検討した。

昨年度、大幅に刷新した「課題探究基礎」で使用する教材「MCノート」や「課題探究」を円滑にファシリテーションできるようにするために開発した教員用指導書「課題探究トリセツ」を広く他校に還元するために、本校SSHの専用ホームページを開設した。

(2)探究心の質的向上をはかるための基礎となる【SSHプログラム】（授業外）の研究

ニューノーマルの時代に適応した事業とするため、昨年度中止にせざるを得なかったサイエ

ンスツアーをオンライン実施という形で復活させた。また、SSH 事業全般に渡りオンラインの活用を進め、ノウハウを蓄積することができた。

他校とのオンラインでの共同研究を本格的に開始した。校内の部活動のように活動曜日を設定し、定例の活動を続けたことで、組織的、計画的な取組として進められた。

(3) グローバル化社会への適応力を育成するための〔SSH 国際交流〕の研究

グローバルサイエンス交流会を、オンラインの活用により、形を変えて実施した。また、第Ⅲ期で目指す海外共同研究の実現に向けて「Learn the World」を新設し、中国及びフィリピンの高校生との協働での探究活動を実現し、海外渡航に頼らない〔SSH 国際交流〕の研究を進めた。

2. 生徒の変容を捉える評価法の研究

継続的に研究を進めてきた「変容ルーブリック」を用いて、生徒が主体的に「課題探究」に取り組む自らの力で変容するとともに、教師がその変容を捉えることができる評価法の開発を進めた。また、研究達成目標に対する評価を生徒と教師が対話によりルーブリックを作成する評価法を活用したことで、課題研究に主体的に取り組む姿勢を涵養できただけでなく、研究の目標を生徒・教師ともに明確に共有できたことで、「課題研究の高度化・深化」に繋がった。

また、今年度は Microsoft Forms を利用してペーパーレスで評価アンケートの実進を進め、課題の洗い出しと対策の PDCA サイクルを回した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

本校が研究開発事業により得られた研究成果は、「SSH 研究成果発表会」の中での事業報告や、国内外からの学校訪問の受入及び授業参観などを通して、国内だけに限らず海外にも広く発信している。また、「SSH 情報交換会」をはじめとする SSH に関する会議の場において研究開発成果物を持参し、その場で直接意見や質問を聞き、その意見や質問をもとに研究開発事業の改善を進めている。

それに加え、今年度は、本校 SSH の専用ホームページを開設し、今までは本校全体のホームページで概要しか発信できなかった開発教材の掲載を開始し、広く他校に還元することを実現した。今後は、これらの閲覧を促進させる取組を実施し、還元量の測定をどのように行うかの検討を進めたい。

○実施による成果とその評価

1. 探究心の質的向上を目指す指導法の確立

(1) 探究心の質的向上のための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究

「新規に実施したデータサイエンスの指導を強化した課題研究」「カリキュラムマネジメントを推進するための教員間の情報共有のシステムの構築」「Microsoft Teams を活用し、課題研究の手順をスマートにすることで得られる研究の高度化・深化及び指導者の情報共有の充実による資質向上」などで成果が見られた。

(2) 探究心の質的向上をはかるための基礎となる〔SSH プログラム〕（授業外）の研究

「オンラインサイエンスツアーをはじめとするニューノーマルの時代に適合した SSH 夏の事業の実施」「他校とのオンラインでの共同研究」「SSH 研究成果発表会・SSH 記念講演での参集・オンラインのハイブリッド実施の実績蓄積による内容充実」などで成果が見られた。

(3) グローバル化社会への適応力を育成するための〔SSH 国際交流〕の研究

「海外高校生との協働での探究の実現による海外渡航に頼らない形でのグローバル化社会への適応力の育成」などで成果が見られた。

2. 生徒の変容を捉える評価法の研究

昨年度ペーパーレスでの評価アンケートを実施したが、回収率などの課題の洗い出しとそれに対する対策という PDCA サイクルを回すことにより、働き方改革の観点から有効であるペーパーレスの利点を残したまま、紙面実施と遜色がない形に近付いてきた。

○実施上の課題と今後の取組

1. 探究心の質的向上を目指す指導法の確立

研究の高度化・深化のための取組をより一層推進する必要があると考えている。第Ⅲ期に入る次年度は、本校のカリキュラムを大幅に変更し、生徒が課題研究にじっくり取組、3年間を通じ、何度も探究のPDCAサイクルを回すことで、研究の深化を実現できる仕組みとする。また、課題探究の実施のために情報専任の教諭を配置することで、研究の高度化も実現する。

2. 生徒の変容を捉える評価法の研究

上述した評価アンケートのペーパーレス化による回収率の低下などの課題については、今年度大幅に改善されたが、まだ改善の余地があると考えている。これには、次年度から導入される生徒1人1台PCの利用を前提とした実施方法について早期に検討することで対応する。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

今年度も新型コロナウイルス感染拡大の影響は、本校の研究開発全体に及んだが、昨年度からの経験や先進校視察などで得られた知見を最大限活用し、SSH事業を維持した。

1. 探究心の質的向上を目指す指導法の確立

(1) 探究心の質的向上のための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究

緊急事態宣言やまん延防止重点措置の影響により、一部で実験が予定通りに実施できない時期が生じるなど「SSH探究科目」「SSH理数科目」の年間指導計画に一部変更をした。

(2) 探究心の質的向上をはかるための基礎となる【SSHプログラム】（授業外）の研究

「SSH研究成果発表会」でのポスター発表の聴衆数を制限した。そのため、生徒にとっては、例年と比べると、聞くことができるポスター発表の選択肢に制約が生じたが、それでも50本程度の発表から選べる状況であったので、問題なく成果を上げることができた。

「SSH研究成果発表会（口頭発表）」「SSH記念講演」の実施方法を密回避のため変更した。2学年が体育館で直接聴講し、1学年が教室のサテライト中継で聴講し、保護者等の外部参加者はZoomを用いた同時中継とした。また、質疑応答は、外部参加者を含むすべての質問を、スマートフォンを用いてSlidoに投稿する形で受け付けた。この方法には、生徒の情報モラルと学びの深化という課題があったが、情報モラルについては、生徒指導部と連携して情報モラル教育の時間の確保することで、生徒にとっても今後教育DXを進めていく本校にとっても学びあるものにすることができた。学びの深化については、「SSH記念講演」で質疑応答にファシリテーターを挟んだ質疑応答を行うことで実現できた。

「SSH夏の事業」は、「数学夏の学校」の再開やリモート実施の実現、「サイエンスツアー」での「リモート東大研修」の実現など、感染対策をしながらの事業維持だけでなく、昨年度からの取組で得られた新たな手法を活用して実施をした。

部活動などでの研究活動は、他校とのオンラインでの研究が進み、新型コロナウイルス感染拡大防止の対策のために得られた知見が有効に活用された好例となった。

(3) グローバル化社会への適応力を育成するための【SSH国際交流】の研究

「グローバルサイエンス交流会」をオンラインを活用して形を変えて実施した。また、オンラインでの中国及びフィリピンの高校生との協働での探究「Learn the World」が実現し、第Ⅲ期で目指す海外共同研究の実現に向けて大きく前進した。海外渡航に頼らない形での【SSH国際交流】の研究が進んだといえる。

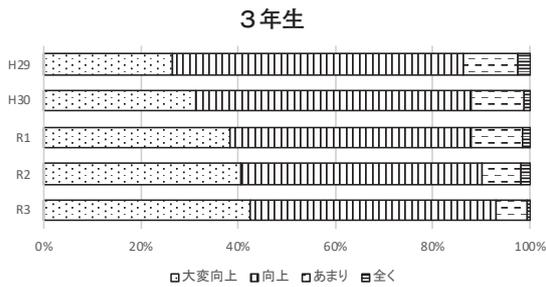
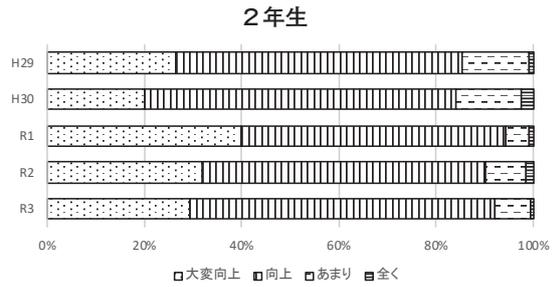
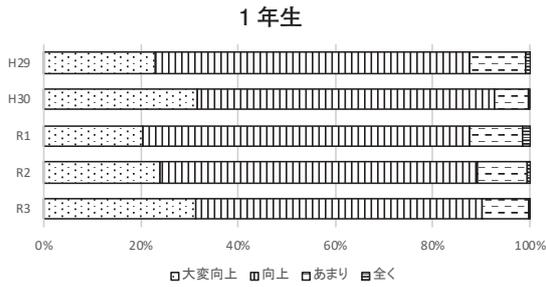
2. 生徒の変容を捉える評価法の研究

どのような状況下でも探究活動を止めない方策を検討している。具体的には愛知県教育委員会と相談をしながら生徒1人1台PCの導入準備を進めている。この準備として、Microsoft Teamsの活用がこの1年で著しく進み、業務の効率化を担保した形での評価法がほぼ実現した。

②令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

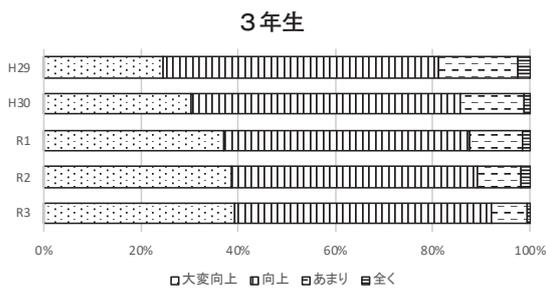
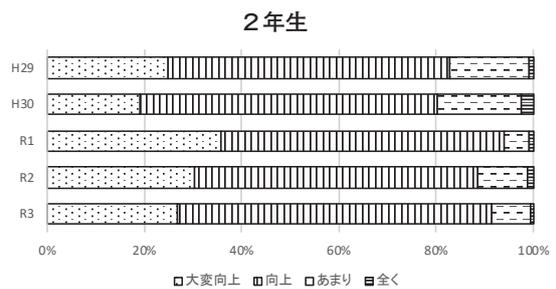
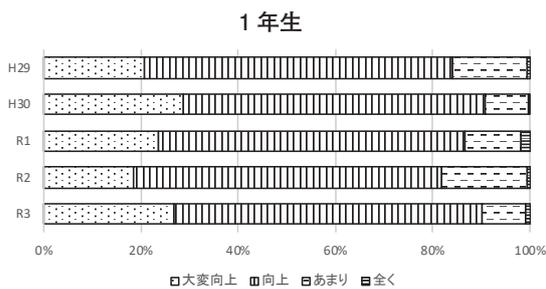
① 研究開発の成果
<p>第Ⅱ期では、第1年次から課題研究を強化横断的に実施し、研究開発課題「社会貢献に必要な『質の高い探究心』を涵養する明和スーパーサイエンスプラン（MSSP）」の通り、『質の高い探究心』の涵養を目指し、教育課程内の課題研究を研究開発の中心軸として、研究開発を進めてきた。理数系の課題研究テーマ推進のため、「課題探究自主講座」や「SSH 記念講演」を実施した。研究内容の高度化・深化ため、大学との連携を増加させ、また、「SSH 探究科目」を整理し、つながりの強化によるPDCAサイクルの充実を図った。</p> <p>第4年次以降は、「データサイエンス」の指導を強化するための取組を開始し、第5年次には、「課題探究」で「総合学際分野」を立ち上げ、新型コロナウイルス感染拡大の副作用によって急速に進んだICT環境を最大限活用した。</p> <p>また、発信・普及面でも充実を図った。教員の資質向上を目指し、開発を続けてきた課題研究の教員用指導書「課題探究トリセツ」を本校SSH専用ホームページで公開するなどの取組が進んだ。その他、国際性の育成の面では、第2年次に実施した「さくらサイエンス交流会」から始まった国内での英語発信が、第3年次には「グローバルサイエンス交流会」に発展した。これらの研究開発のおかげで、第3年次以降、新型コロナウイルス感染拡大の影響を大きく受け海外渡航が困難になった中でも、生徒の学びを止めず、研究開発を継続できた。</p> <p>ここでは、毎年年度末の同時期に実施している、明和SSH事業の効果についての評価アンケートの結果の分析を中心に、それぞれの研究開発のテーマについて成果を記述する。</p> <p>【「明和SSH事業」の効果についての評価アンケートの結果】</p> <p>毎年年度末の同時期に全日制普通科全員に対し評価アンケートを実施し、以下の①～⑦の項目に対して4段階の評定尺度法を用いた選択式回答に加え、記述式回答に対してループリック表を用いて生徒の変容及びSSH事業の効果とその影響を評価した。第3年次までは、紙での実施、第4年次からは、生徒が自身のスマートフォンからオンラインのアンケートフォームに回答するという形式を導入した。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> ① 「科学・技術」への興味・関心 ② 「科学に関する知識の習得」に関わる意欲 ③ 疑問をもつ姿勢【問題発見、問題意識】 ④ 問題を解決するための力【論理的思考力】 ⑤ 考えたことを言葉で表す力【論理的表現力】 ⑥ 「コミュニケーション」による他人との関わり【協働作業】 ⑦ 「英語によるコミュニケーション」を必要とする意識【国際発信の必要性】 </div>

① 「科学・技術」への興味・関心



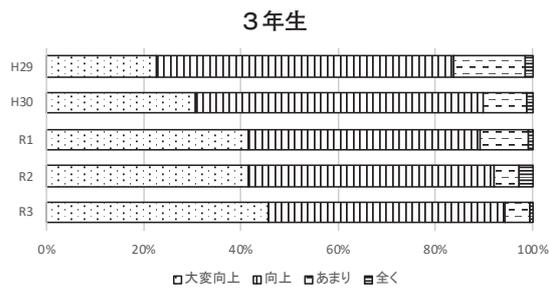
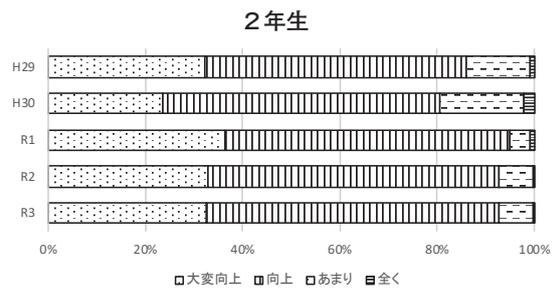
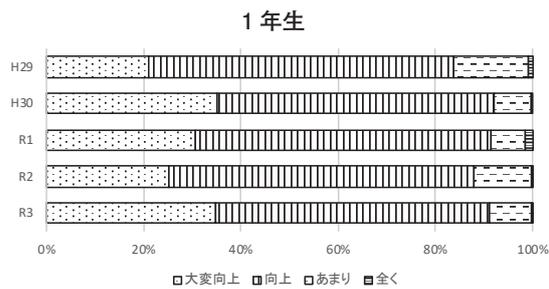
5年間を通して高い興味・関心が見られる。中でも3年生での興味・関心は年々高まっており研究開発の成果が明確に表れている。

② 「科学に関する知識の習得」に関わる意欲



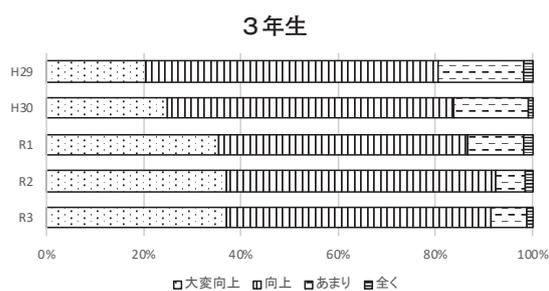
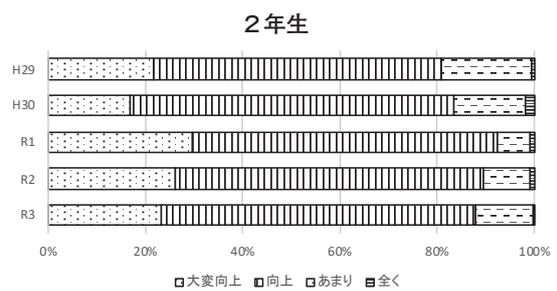
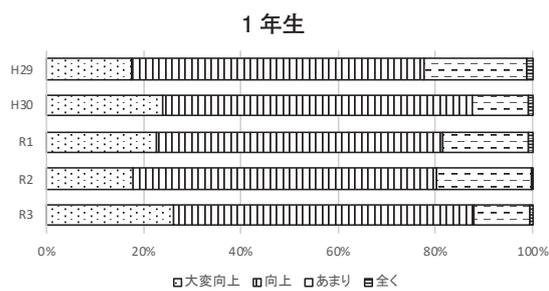
5年間を通して高い意欲がうかがえる。中でも3年生での意欲の高まりが顕著で、課題研究の取組の効果が徐々に表れていると考える。また、課題研究の担当者に年度初めに教員用指導書「課題探究トリセツ」を配布して2年生の学校設定教科 SSH 探究「課題探究」を実施した初年度である第2年次から第3年次にかけての向上が顕著である。

③ 疑問をもつ姿勢【問題発見、問題意識】



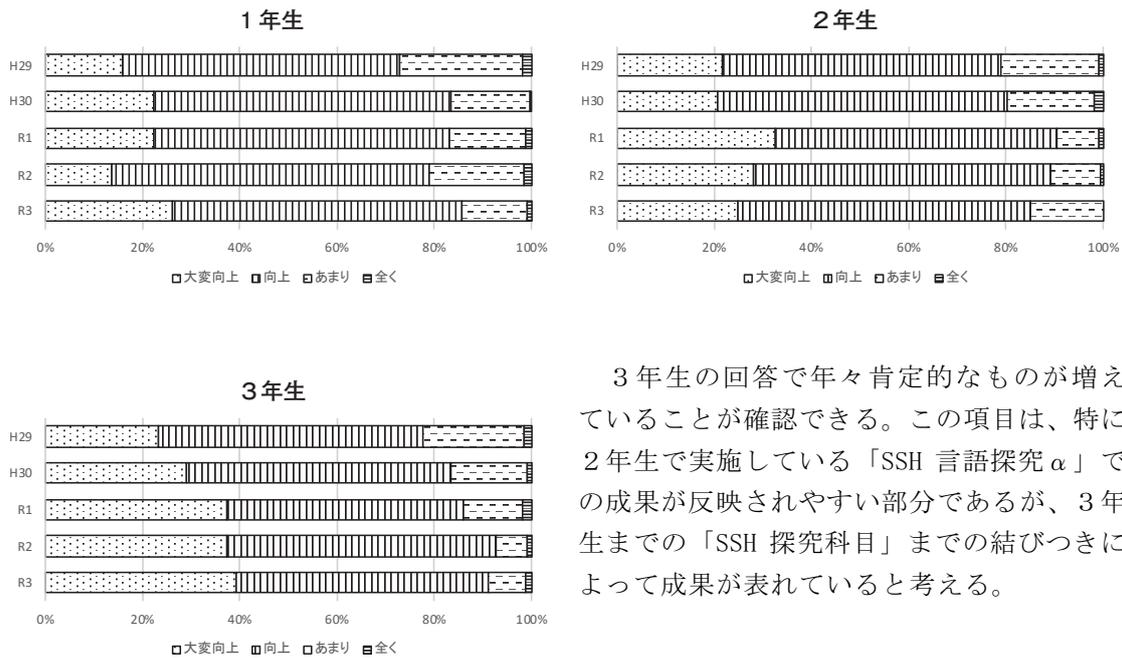
教員用指導書「課題探究トリセツ」作成(第3年次)以後の高まりが目立っている。このことから、課題探究が「疑問をもつ姿勢」を育成するのに効果的であることがわかる。

④ 問題を解決するための力【論理的思考力】



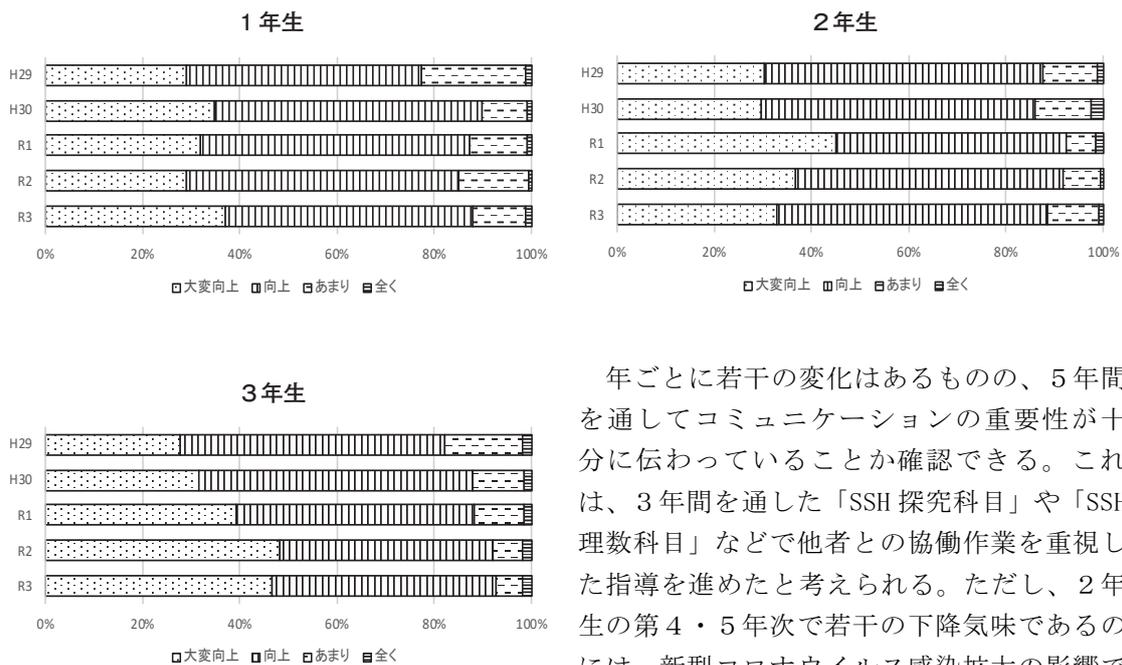
第3年次までは上昇傾向にあったが、それ以降は高止まり傾向である。特に2年生ではや下降気味であり、課題探究の高度化のための指導を充実させたことで問題解決の困難さを実感することになった生徒が増えたと考えている。

⑤ 考えたことを言葉で表す力【論理的表現力】



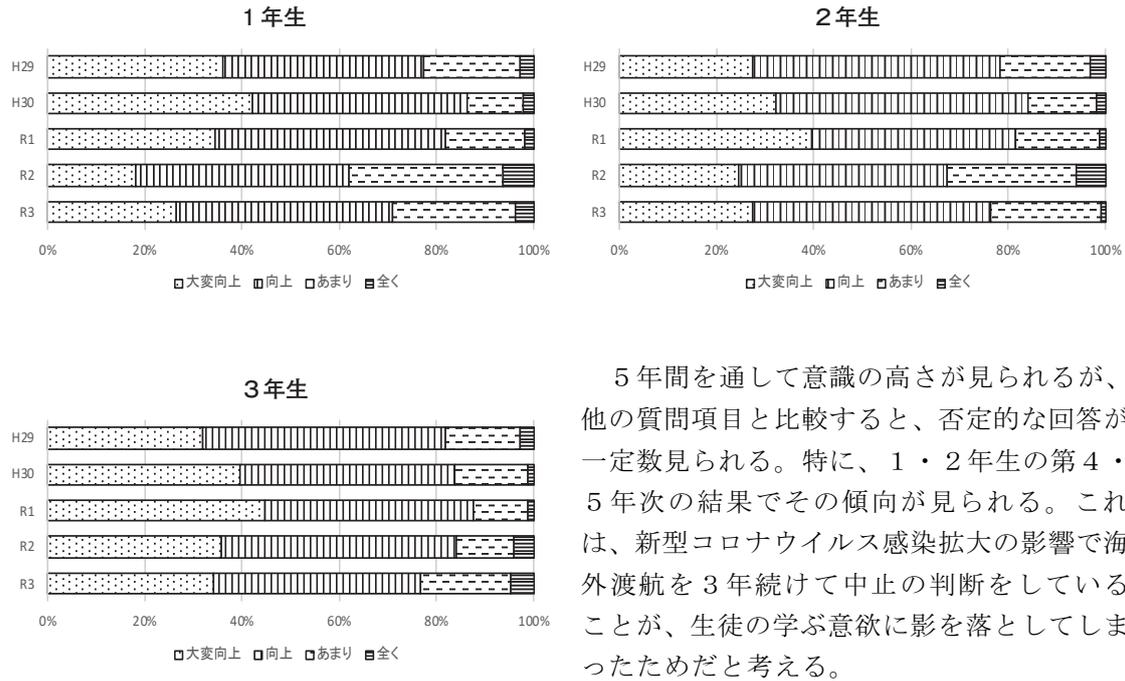
3年生の回答で年々肯定的なものが増えていることが確認できる。この項目は、特に2年生で実施している「SSH 言語探究α」での成果が反映されやすい部分であるが、3年生までの「SSH 探究科目」までの結びつきによって成果が表れていると考える。

⑥ 「コミュニケーション」による他人との関わり【協働作業】

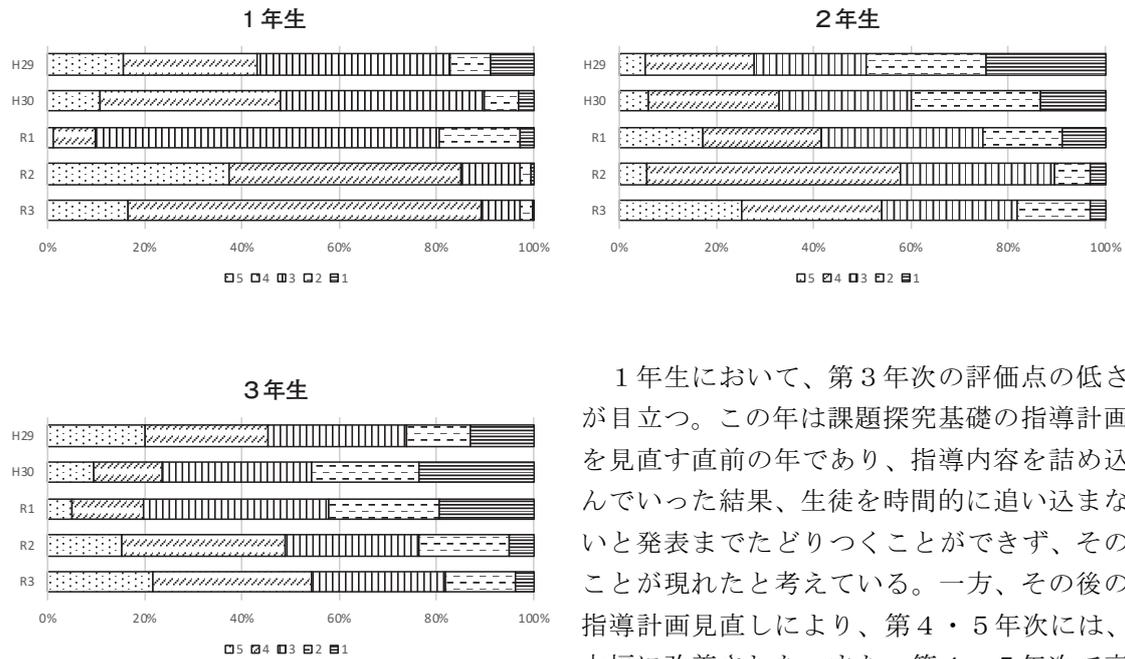


年ごとに若干の変化はあるものの、5年間を通してコミュニケーションの重要性が十分に伝わっていることが確認できる。これは、3年間を通じた「SSH 探究科目」や「SSH 理数科目」などで他者との協働作業を重視した指導を進めたと考えられる。ただし、2年生の第4・5年次で若干の下降気味であるのには、新型コロナウイルス感染拡大の影響で他者とのコミュニケーションを制限せざるを得なかったことが原因と考えている。

⑦ 「英語によるコミュニケーション」を必要とする意識【国際発信の必要性】



生徒の自身の変容を問う質問（記述式）のルーブリック評価（5～1点）



【それぞれの研究開発のテーマごとの成果】

1. 探究心の質的向上を目指す指導法の確立

(1) 『探究心』の質的向上のための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究

第Ⅱ期には、「SSH 探究科目」（「課題探究」「課題探究基礎」「SSH 理科探究」「SSH 言語探究α」「SSH 言語探究β」）という科目群を軸とした教育課程を設定し、科学的な探究活動はこの「SSH 探究科目」を中心に行った。また、他の教科・科目でもこの軸とのつながりを意識した授業展開を行ってきた。例えば、「SSH 理科科目」での学びが「課題探究」のテーマ設定に影響していたり、逆に「課題探究」の研究成果が別の授業で教材として活用されたりした。

本校が課題研究を進める上で重要となるオリジナル教材は3つ、「探究ノート」、課題探究基礎の生徒用テキスト「MC ノート」、課題研究の教員用指導書「課題探究トリセツ」である。「探究ノート」は、入学直後に全生徒が準備し、生徒はSSHに関する様々な取組はもちろんのこと、日常生活において疑問に思ったことなどを書きとめることから活用をはじめ、3年間を通じた探究活動のログノートの役割を果たしてきた。第Ⅲ期には、One Note を活用した「探究ノート」のデジタル化に挑戦する予定である。「MC ノート」は、第Ⅰ期から継続して毎年の改訂を重ねてきたテキストである。特に、第3年次から第4年次のところで大幅な改訂を行った。「課題探究トリセツ」は、第3年次に初版を作成し、毎年改定を続けており、今年度で第3版となる。研究倫理や調査方法のページを追加するなど、課題研究の高度化を支える役割も果たしてきたと考えている。上述した「明和 SSH 事業」の効果についての評価アンケートの結果において、第3年次以降で肯定的回答が増加しているケースが多いのはその影響であると考えている。（特に、「①「科学・技術」への興味・関心」「②「科学に関する知識の習得」に関わる意欲」のSSH 探究「課題探究」履修後の2・3年生で顕著である。）

下表は、第4年次までのSSH 探究「課題探究」で生徒が作成したポスターを、全て解析し、以下の4つの項目について評価した評価点の平均値である。

（ポスターの本数は、毎年100本前後で推移している。）

- ① 目的・動機が書かれているか？ ② 仮説が書かれているか？
③ 先行研究が書かれているか？ ④ 実験・調査に定量性があるか？

十分満足できる（3点） 努力が見られるが不十分である（2点） ポスターの記述に表れていない（1点）

SSH年次	①	②	③	④
第1年次	2.04	1.59	1.22	1.96
第2年次	2.46	1.46	1.62	1.62
第3年次	2.67	1.92	2.17	2.00
第4年次	3.00	2.62	1.92	2.19

この表から、ほぼ全ての項目で年次を追うごとに向上が見られ、課題研究の質の高まりとして成果があったと考えている。

また、今年度の3年生に、「1. 課題研究を進めるために未習分野を個人やグループで自主的に学習したか？」「2. 課題研究を授業時間以外の時間に行なったか？」という2つの質問をしたところ、「1」は88%の生徒が、「2」は86%の生徒が「はい」と回答しており、このことから、上述した「明和 SSH 事業」の効果についての評価アンケートの「①「科学・技術」への興味・関心」「②「科学に関する知識の習得」に関わる意欲」の肯定的回答が第3年次以降で増加していることとの整合性が確認でき、本校の「『探究心』の質的向上の

ための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究」に成果が見られたと考える。

(2) 『探究心』の質的向上をはかるための基礎となる [SSH プログラム]（授業外）の研究

第Ⅱ期には、第Ⅰ期まで「SSH アラカルト」として独立した取組で実施していた事業を見直し、教育課程内の課題研究とのつながりを重視し、「サイエンスツアー」「課題探究入門講座」「課題探究自主講座」「一日研究員体験」（これらを「SSH 夏の事業」とまとめて表記）として実施した。「探究活動ガイダンス」の実施方法の見直しは、その成果が分かりやすく現れた例である。第4年次から、「SSH 生物α」と連携し、「探究活動ガイダンス」での調査結果を「SSH 生物α」でポスターにまとめて発表する取組を新設した。この実現のためには、「探究活動ガイダンス」当日のプログラムも見直しも必要であった。1年生全員（音楽科も含む）にキュレーターから行動観察の手法の講義を受けさせ、その上で、日本モンキーセンターで行動観察手法を用いたフィールドワークを体験させた。この取組の成果は、年度末に生徒に行った各事業のつながりを問うアンケートで、「探究活動ガイダンス」と「SSH 生物α」のつながりを感じた生徒が79%に上ったことから裏付けられる。

第4・5年次は、新型コロナウイルス感染拡大の影響で現地を訪問する形の「サイエンスツアー」は実施できなかったが、第5年次にリモートでの実施が一部実現するなど、ニューノーマルの時代に対応した研究開発も進めた。しかしながら、上述した「明和 SSH 事業」の効果についての評価アンケートの「①「科学・技術」への興味・関心」の1・2年生の肯定的回答が第3年次に比べ減少してしまった。これは、実際に研究所などを訪問する事業が生徒の興味・関心の喚起に重要であることの現れであり、ニューノーマルの時代に対応した研究開発を進める上でも、実際に訪問する生の体験を大切にすべきであることを裏付けている。

第Ⅱ期は、「SSH 特別活動」においても、いくつかの成果を上げることができた。「国際数学オリンピック ルーマニア大会 銅メダル」「全国物理コンテスト 物理チャレンジ2020 優良賞」「第36回日本霊長類学会 中高生の部 最優秀発表賞」などがあげられる。また、長期的な課題研究に挑戦することを主の目的とした SSH 部の部員数は、ほぼ毎年50名超の希望者がおり、研究テーマも多岐にわたり、様々な分野で常に十数本の研究が進行中である。第4年次以降は、ICTを活用したリモートによる他校との共同研究も進んでおり、ニューノーマルの時代に対応した研究の進め方にも成果が見られた。

また、研究テーマの中には、SSH 部の枠を超えて、研究プロジェクトとして全校に広く希望者を募って研究を進めているものも出てきている。下に示した研究テーマは、実際に行われている長期的な課題研究のテーマ例である。

「明和高校周辺の生態系調査」（「タヌキプロジェクト」として実施）
「都市部の大雨による災害について」
「都市部での外来昆虫の分布調査」

これらは、長期的な課題研究の中でも都市の課題に着目した研究テーマ例で、政令指定都市中心部に立地する本校ならではの研究テーマといえる。これらの研究テーマは、今後も継承すべき課題研究として、第Ⅲ期の研究開発を進めていく。

(3) グローバル化社会への適応力を育成するための [SSH 国際交流] の研究

第Ⅱ期は、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、第3年次の後半以降は、計画変更を余儀なくされることが常について回り、研究開発の継続のため知恵を出し合って臨機応変に対応する場面が非常に多く生じた。しかし、その結果、新しく得られた知見も多く、第Ⅲ期で目指す海外共同研究の実現へのロードマップが見えてきた。

海外渡航を伴う海外研修としては、オーストラリア・シドニーのボーカムヒルズ高校、英国・ロンドンのウェストミンスター校と交流学習（授業参加、英語での研究発表と研究協議）を実施してきた。また、現地企業や現地研究所、シドニー大学、UCL との連携も行ってきた。

第3年次以降は新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け渡航できない状況が続いているが、訪問予定だった研究室に依頼し「グローバルサイエンス交流会」を発展させた英語での研究発表会での指導を依頼し、オンラインを活用した代替企画を実施した。この企画をきっかけに、ICTを活用した[SSH 国際交流]が新たに始まった。上述した「明和 SSH 事業」の効果についての評価アンケートの「⑦「英語によるコミュニケーション」を必要とする意識【国際発信の必要性】」の3年生における肯定的回答がコロナ禍においても高水準を維持しているのは、このような新たな取組の成果であると考えられる。一方で、1・2年生の肯定的回答がやや少なくなってしまった。実際に海外渡航する生の体験と、ICTを活用した新たな取組の両方の利点を取り入れた事業展開の必要性がこのことからわかる。

2. 生徒の変容を捉える評価法の研究

第Ⅱ期の研究開発のテーマの1つである「変容ルーブリック」については、関係資料 資料4に示しているが、本校の課題研究のPDCA サイクル内で活用することで生徒の変容を測定し、教員と生徒がお互いに共有することを行ってきた。第Ⅱ期前半で改善を重ね、その成果が主に課題研究の高度化の面で現れた。（課題研究の高度化については、前述の**1. 探究心の質的向上を目指す指導法の確立** (1)『探究心』の質的向上のための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究で詳述してある。）

第3年次からは、生徒と教員の対話に基づいたルーブリック作りを進めてきた（関係資料 資料4参照）。課題研究に積極的に取り組む生徒の自主性が育まれることを目的として実施した。これにより課題研究の進捗状況や目標を、生徒と教員が互いに適切に把握でき、研究のスムーズな深化につながっている。

第4年次からは、オンラインでの評価アンケートを導入した。このことで、アンケート処理の効率化については、大幅な進展が見られた。このことは、働き方改革の側面からも有用なだけでなく、各事業の考察により多くの時間を割くことができるようになった点で大きな成果があった。

② 研究開発の課題

1. 探究心の質的向上を目指す指導法の確立

(1) 『探究心』の質的向上のための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究

研究開発の成果の項目で述べたように、第Ⅱ期には、「SSH 探究科目」での課題研究を推進し、成果をあげることができた。特に、第4・5年次には、SSH 中間評価の指摘を受け、研究の高度化・深化のための取組を行ってきた（詳細は「第5章 SSH 中間評価において指摘を受けた事項とこれまでの改善・対応状況」を参照）。しかしながら、上述した「明和 SSH 事業」の効果についての評価アンケートの結果では、2年生の第4・5年次の肯定的回答が多くの質問項目でやや減少している。これには、新型コロナウイルス感染拡大の影響により探究活動の時間数の制限や実験内容の制限によって、生徒の自由度が下がってしまったことに原因があるのではないかと考えている。第Ⅲ期では、教育DXを掲げて研究開発を進める予定であるが、生徒1人1台PCの活用、データサイエンスの充実により課題研究の高度化が期待できるだけでなく、ニューノーマルな時代に対応した探究活動が実現できると考えている。また、カリキュラムマネジメントをさらに推進するために、「カリキュラムマネジメントステーション（CMS）」を職員室内に設置し、本校の探究活動をより高いレベルで推進していく予定である。

(2) 『探究心』の質的向上をはかるための基礎となる [SSH プログラム]（授業外）の研究

研究開発の成果の項目で述べたように、第Ⅱ期には、第Ⅰ期まで「SSH アラカルト」として独立した取組で実施していた事業を見直し、教育課程内の課題研究とのつながりを重視した事業展開を行った。しかしながら、この研究開発において新型コロナウイルス感染拡大の影響は大きかった。特に、第4年次には多くのプログラム変更が余儀なくされ、研究開発の継続に試

行錯誤が求められた年となった。一方で、その副産物として得られた知見も多く、第5年次には、第3年次時点では考えられなかった発想での事業展開が実現した。中心となったのはICTの活用であったが、第Ⅲ期では、これをより高い次元で実施していくべきと考えている。また、サイエンスツアーについて、第4・5年次は、実際に現地に訪問しての研究の実施は中止せざるを得なかった。その一方で、今までの、「つくば研修」「東大研修」「京大研修」「神岡研修」に加え、新たな連携先との連絡を取り始めているところであり、ここ2年でも新規研修先の開発は進めることができている。次年度以降は、より生徒の自主性に対応できるよう、様々な研修メニューの開発とともに、課題になっている教員の準備にかかる負担を、全校体制の組織の活用方法の見直しと各事業の実施時期・実施間隔の見直しを積極的に行うことで解消する必要がある。

その他、高大連携が進む一方で、高大接続についてはまだ検討事項である。WWL事業の連携校であることを活用し、AP（アドバンスト・プレイスメント）制度の活用の可能性を探っているところである。

(3) グローバル化社会への適応力を育成するための【SSH国際交流】の研究

第Ⅱ期第3年次以降は新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け渡航できない状況が続き、大幅な研究開発の変更が余儀なくされたが、研究開発の成果の項目で述べたように、オンラインを活用した様々な代替企画の実施により、新しい【SSH国際交流】が実現した。しかしながら、上述した「明和SSH事業」の効果についての評価アンケートの「⑦「英語によるコミュニケーション」を必要とする意識【国際発信の必要性】」で、第4・5年次の1・2年生の肯定的回答がやや少なくなってしまう結果となった。この結果は、実際に海外渡航する生の体験の中止が影を落としたものだと考えており、海外渡航の早期復活を目指した検討と、ICTを活用した新たな取組の内容充実の検討、さらに、第Ⅲ期の研究開発のテーマでもある海外共同研究の実施の検討の3つの側面から研究開発が必要であると考えている。

2. 生徒の変容を捉える評価法の研究

研究開発の成果の項目で述べたように、第Ⅱ期には「変容ルーブリック（関係資料 資料4参照）」を開発し、本校の課題研究のPDCAサイクル内で活用することで生徒の変容を測定し、教員と生徒がお互いに共有することで課題研究の高度化の面で成果を上げた。

また、第4年次からはオンラインでの評価アンケートの実施に踏み切り、評価法の開発については、内容と手法の2面からの開発を進めた。オンラインでの評価アンケートの実施により、アンケート処理の効率化において、大幅な進展が見られた。このことは、働き方改革の側面からも有用なだけでなく、各事業の考察により多くの時間を割くことができるようになった点で大きな成果であった。一方で、「生徒の記述文の質の低下」と「評価アンケートの回収率の低下」の課題が現れた。上述した「明和SSH事業」の効果についての評価アンケートの「生徒の自身の変容を問う質問（記述式）のルーブリック評価」からわかるように、「生徒の記述文の質の低下」については、初めてオンラインでの評価アンケートを実施した第4年次2年生で顕著に表れた。また、この質問の全体の傾向として、年によって事業の成果だけとは考え難いばらつきが生じているがわかる。これは、実施方法にばらつきが多かった5年間であることが原因と考えている。具体的には、提出方法が紙媒体とオンラインの年があったこと、オンラインでの提出でもGoogle FormとMicrosoft Teamsの違いで入力文字数の制限の違いが現れたこと、第3・4年次は新型コロナウイルス感染拡大の影響により実施日の自由度が低く、例年と同一条件での実施が難しかったことなどである。このようなファクターは質問内容に直接関連するものではないため、影響は小さいとみているが、第Ⅲ期には、このような余分なファクターが入らないように、来年度導入される生徒1人1台PCで、実施時期・時間も同一の条件で実施できるように計画を改善する予定である。また、生徒1人1台PCで実施することで、「評価アンケートの回収率の低下」についても大幅な改善が見込めると考えている。

研究開発指定期間5年間を通じた研究開発の流れ

1. 探究心の質的向上を目指す指導法の確立

(1) 探究心の質的向上のための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究

<仮説>

(1)SSH探究科目とSSH理数科目をはじめ他の授業のつながりを強固なものとなるように授業改善を進めていけば、生徒の課題研究に対する意識が高まり、本校が掲げる社会貢献に必要な『質の高い探究心』をもったグローバル化社会で活躍する科学技術リーダーを育成することができる。

(2)明和スーパーサイエンスプラン(MSSP)のそれぞれの場面を適切に構成した指導展開を進めれば、探究心の質的向上に繋がり、課題研究の深化を図ることができる。

(3)客観性のあるルーブリック表による評価の手法を確立し、明和スーパーサイエンスプラン(MSSP)のそれぞれの場面における評価を実施し、その結果をフィードバックして、SSH探究科目の指導に生かし、指導法の改善を恒常的に行えば、探究心の質的向上につながり、課題研究の深化を図ることができる。

○SSH探究科目

・第1年次

(目 標)SSH第Ⅱ期の中心軸となる、教科融合型の課題研究を実施する「課題探究」の開設と課題抽出
(実践と成果)1年を通じて、研究開発部を中心に、「課題探究」を進めるための計画・資料作成に十分な時間を確保し、頻繁な情報共有と合わせて、ノウハウの蓄積をした。

(課 題)1年を通じた課題研究が実現したことで、多くの知見が得られたが、直接担当していない教員の理解不足など、未解決の課題があった。

・第2年次

(目 標)3年生のSSH探究科目である「SSH理科探究」「SSH言語探究β」の実施と課題抽出
「課題探究」の指導内容及び教員配置の見直し
「探究ノート」の作成
(実践と成果)「SSH言語探究β」で2年生の課題研究で研究発表したテーマについて、英語に直し、英語での研究発表を行った。
「課題探究」でテーマ設定までの時間を充実させ、マインドマップの活用をした。また、名古屋大学の研究室と連携をして研究の助言をもらう研究グループが現れた。

・第3年次

(目 標)「SSH探究科目」と「SSH理数科目」のつながりを強化し、探究活動が3年間にわたって円滑に行われるよう、カリキュラムマネジメントの実施
(実践と成果)教員用指導書「課題探究トリセツ」を作成した。そのことにより、誰が担当になっても「課題探究」を円滑に実施できる体制が整った。また、他の「SSH探究科目」や「SSH理数科目」との関連性が明確となり、本校のカリキュラムマネジメントが進展した。
(課 題)教員用指導書「課題探究トリセツ」の作成等により、本校の課題研究の指導体制が概ね確立した。一方で、「課題探究」で取組んだ研究テーマを、他の授業に計画的に組み込もうとしたが、課題が残った。

・第4年次

(目 標)「課題研究の高度化・深化」を目指した、「課題探究基礎」と「課題探究」のつながりの強化
「課題研究の高度化・深化」を目指した「倫理委員会」の設置
(実践と成果)「課題探究基礎」を大幅に見直し、使用する教材「MCノート」を刷新した。「課題探究」の「探究ノート」とともに、新教育課程において各教科で活用できるものにするよう検討した。
管理職・研究開発主任・研究開発部の課題研究担当・課題探究担当者で構成される「倫理委員会」を開設し、研究調査内容の精査及び事例の蓄積を図った。
(課 題)更なる課題研究の高度化・深化を目指した3年間を通じた探究プログラムの見直しが必要であった。

・第5年次

(目 標)生徒用タブレットPCを活用した課題研究におけるデータサイエンスの指導の重点化
(実践と成果)「課題探究」でデータサイエンスの指導に力点をおいた「総合学際分野」を新たに立ち上げ、オープン

データを利用した研究を推進した。

(課題)生徒のPCへの順応は早く、指導の効果が速やかに現れる一方で、ネットワークの細さや、共有PCであることのセキュリティ面で課題が現れた。

○SSH理数科目

・第1年次

(目標)SSH第Ⅱ期の研究開発に係る2年生の学校設定科目を、1年生との関連性に配慮して実施

(実践と成果)2年生の教科担当者が、1年生の教科担当者や昨年度の1年教科担当者と密に情報共有をしながら、新たな学校設定科目を実施できた。

(課題)同一教科内では1・2年生の教科担当者が密に情報共有をしながら事業を進めることができたが、本校SSHで育成したい資質・能力を考えた時に、教科を超えた部分での連携が十分ではなく、課題が残った。

・第2年次

(目標)SSHの研究開発に係る学校設定科目を[SSH探究科目]と[SSH理数科目]に整理
[SSH理数科目]の位置付けの明確化(指導内容の改訂)

(実践と成果)SSHの研究開発に係る学校設定科目を、[SSH探究科目]と[SSH理数科目]に整理し、[SSH理数科目]は、[SSH探究科目]での課題研究を深めるための地盤となる高度な知識や数学的思考力及び実験技術を身に付けるものと明確化した。

(課題)[SSH理数科目]での実験や探究的活動の充実により、知識を獲得する場面の指導時間の確保に課題があった。ICTを活用した指導方法などの検討が必要であった。

・第3年次

(目標)「課題探究」の生徒研究で行われた実験の教材化

(実践と成果)「課題探究」の「化学分野」で行われた生徒の研究から実験を教材化した。

「SSH数学 $X\alpha$ 」で、課題研究でのデータサイエンスの指導の実施の準備と関連付いた教材を作成した。

(課題)[SSH探究科目]とのつながりが強化されたが、SSH中間評価で指摘されたように、「課題研究の高度化・深化」のため、更なる見直しが必要であった。

・第4年次

(目標)[SSH理数科目]と「SSH探究科目」とのつながりの強化

[SSH理数科目]と「探究活動ガイダンス」との連携

「課題探究」での生徒の研究から開発された実験の教材化の充実

(実践と成果)新型コロナウイルス感染拡大の影響で「探究活動ガイダンス」の実施時期が4月から10月に変更になったことで、「SSH生物 α 」の指導内容との連携が容易になり、「SSH理数科目」での事前・事後指導が実現した。(事後指導は、「探究活動ガイダンス」での探究成果の発表準備及び発表会である。)

[SSH探究科目]とのつながり強化のための取組の成果として、「課題探究」での生徒の研究から開発された実験を、共有ドライブを利用して容易に参照できるようにした。

(課題)[探究活動ガイダンス]と「SSH理数科目」との強い連携の実現は、新型コロナウイルス感染拡大の影響による「探究活動ガイダンス」の実施時期の延期によるものであるため、平常時に戻った際にも継続できる仕組みの検討が必要であった。

・第5年次

(目標)[SSH理科探究]での取組の成果を「SSH物理 $\alpha\beta$ 」での授業計画に反映

(実践と成果)[SSH理科探究]で行った生徒主導のセミナー形式の授業における実験を、「SSH物理 β 」で実施した。

(課題)新たな取組を「SSH理科探究」の授業計画に取り入れることで、育成したい資質・能力がより一層育成されたが、授業内容が肥大化しており、精選が必要であった。

(2) 探究心の質的向上をはかるための基礎となる [SSHプログラム] (授業外)の研究

<仮説>

(1)SSH探究科目と[SSHプログラム](授業外)の各事業のつながりを強固なものとするとともに、[SSHプログラム](授業外)の各事業の内容を「課題探究」を核として教育課程内で行われているSSH科目の内容に組み込んで

授業改善を進めていけば、生徒の課題研究に対する意識が高まり、本校が掲げる社会貢献に必要な『質の高い探究心』をもったグローバル化社会で活躍する科学技術リーダーを育成することができる。

(2)客観性のあるルーブリック表による評価の手法を確立し、明和スーパーサイエンスプラン（MSSP）のそれぞれの場面における評価を実施、その結果をフィードバックして、SSH探究科目の指導に活かし、指導法の改善を恒常に行えば、探究心の質的向上につながり、課題研究の深化を図ることができる。

○SSH夏の事業

・第1年次

(目 標)「数学 夏の学校」「探究基礎講座」の内容充実及び参加者数の増加

(実践と成果)「数学 夏の学校」は他校会場を含む12講座、「探究基礎講座」は16講座の開講が実現した。

(課 題)「数学 夏の学校」「探究基礎講座」ともに内容の充実が図られ、様々な生徒の自主的な学びに答えられるようになった一方で、日程調整の難しさが目立ってきており、実施時期について再考する必要がある。

・第2年次

(目 標)サイエンスツアーの内容充実

[SSH国際交流]の視点を取り入れた事業の新設

(実践と成果)サイエンスツアー「つくば研修」で「さくらサイエンスプラン」を活用し、現地での研修の一部をアジアの高校生とともに英語で行った。

(課 題)各講座内容が充実したことで、かえって個々の講座の独立性が高まり行事化した。そのため、講座間での内容の重複が発生し、その講座を受講した生徒の変容が小さくなってしまった。

・第3年次

(目 標)各事業間のつながりの明確化

研修メニューの充実

(実践と成果)各事業間のつながりを明確にするとともに、『探究心』の質的向上を図るために、「課題探究基礎」を「課題探究入門講座」と「課題探究自主講座」に分けた。

サイエンスツアーに新たに「神岡研修」を追加し、天体観測を研修メニューに入れることで、取組が進んでいなかったフィールドワークを強化した。

(課 題)研修メニューが増加し、充実したSSH夏の事業であるが、一方で、全体の参加者数は頭打ちの様子で、1講座あたりの参加者数の減少が見られ、募集方法に課題が残った。

・第4年次

(目 標)新型コロナウイルス感染拡大下における研究開発の維持

教育課程内の課題研究との明確なつながりの確立

(実践と成果)SSH夏の事業の「課題探究自主講座」が充実し、教育課程内の課題研究とのつながりを強化した。

新型コロナウイルス感染拡大下における取組の維持のために、連携先大学の教授や本校卒業生とのオンラインによる研究指導を実現させた。

(課 題)新型コロナウイルス感染拡大の影響下でも取組を維持したものの、大幅な参加者の制限などは避けられなかった。さらなるオンラインの活用により実施規模の回復が必要であった。

・第5年次

(目 標)ニューノーマルの時代に適応した事業の実施方法の構築

(実践と成果)「数学 夏の学校」で、今まで遠方のため依頼できなかった講師による講義を、オンラインを利用することで実現した。

「リモート東大研修」を実施した。

(課 題)オンラインの活用は、ニューノーマルの時代における持続可能な研究開発の一助になることが確認されたが、オンラインで完全に代替することが難しいものも多い。募集とオンラインの利点をベストミックスさせ、ハイブリッドな実施の検討が必要であった。

○探究活動ガイダンス・SSH研究成果発表会・SSH記念講演・SSH特別活動

・第1年次

(目 標)本校生徒の研究意欲涵養のための「SSH記念講演」の内容見直し

(実践と成果)生徒に研究の身近さを実感してもらうために、「SSH記念講演」の講演者を、本校OBの若手研究者を招聘した。このことにより、生徒の探究心の涵養ができた。

(課題)「SSH記念講演」で2名の若手研究者によるパネルディスカッションを取り入れたことで、研究の魅力をより強く生徒に伝えることができたが、時間が足りなかったという生徒からの意見もあり、実施方法の再検討が必要であった。

・第2年次

(目標)生徒の研究発表の機会の充実

SSH部の長期課題研究の内容の高度化、研究本数の増加

(実践と成果)新たにSSH研究成果発表会でのポスター発表を実施した。

SSH部数学班で、国際数学オリンピック銅メダルや数学甲子園全国大会第3位の好成績を残した。

SSH部物理・地学班で、名古屋大学教育学部附属中学校・高等学校との共同研究が本格化し、研究のサイクルを複数回実施することに成功した。

(課題)本校SSHの取組により、生徒の自ら学ぶ意欲を刺激し、各種コンテストでの好成績や長期的な課題研究の充実につながった。今後は、こういった生徒が、この経験を後輩に還元し、次世代へといかにつないでいくかが課題である。

・第3年次

(目標)探究活動ガイダンス・SSH研究成果発表会・SSH記念講演を通じた課題研究への興味関心の喚起

(実践と成果)「SSH研究成果発表会」の2週間程度前から、聴衆となる1・2年生に向けてグラフィック・アブストラクトを掲示した。

「探究活動ガイダンス」「SSH研究成果発表会」「SSH記念講演」の評価アンケートに事業間のつながりを尋ねる項目を追加し、課題研究をはじめとした教育課程内の事業のとの関連を意識させることで、その日だけで過ぎてしまうことのないように工夫した。

(課題)いくつかの工夫により、興味関心を喚起することはできた。一方で、興味関心でとどまっており、生徒の課題研究の高度化には十分に結びついておらず、「探究ノート」の活用の見直しなどが必要であった。

・第4年次

(目標)新型コロナウイルス感染拡大の影響下における各事業の継続

(実践と成果)導入されたBYOD回線を最大限活用することを前提に、既成の方法に捕らわれず実施方法の検討をした。その結果、本校では初めての取組となるリモート同時配信やオンラインでの質疑応答を取り入れた「SSH研究成果発表会」「SSH記念講演」を実施できた。

「探究活動ガイダンス」の実施時期が4月から10月に変更になったことで、「SSH生物α」の指導内容との連携が容易になり、「探究活動ガイダンス」の事前・事後指導が充実した。

(課題)リモート同時配信・オンラインでの質疑応答は、本校では画期的な取組ではあったものの、チャレンジングな取組であったためトラブルも発生した。事業のPDCAサイクルを回していくことで、これらのトラブルをなくしていく必要があった。

「探究活動ガイダンス」の実施時期の延期による副産物としての成果ではなく、平常時に戻った際にも継続できる教科間連携の仕組みの検討が必要であった。

・第5年次

(目標)オンラインを活用した他校との長期的な課題研究の実現

(実践と成果)新型コロナ対策の副産物として得られたオンライン活用に関する知見を利用することで、ニューノーマルの時代においても共同研究を本格的に開始できた。

(課題)他校との共同研究が実現し、新しい研究の在り方が見えてきた収穫は大きかったが、まだ対面での共同研究と比較すると及ばない部分もあり、改善が必要であった。

(3) グローバル化社会への適応力を育成するための [SSH国際交流]の研究

<仮説>

[SSH国際交流]で実践的な英語力、とりわけ科学英語力を身に付け、[SSH国際交流]における研修の主体に[SSH探究科目]または[SSH特別活動]で扱った課題研究の内容を用い、各事業のつながりを強固なものとするすることで、本校

が掲げる社会貢献に必要な『質の高い探究心』をもったグローバル化社会で活躍する科学系人材を育成することができる。また、将来的に外国の文化や環境への理解と共感を深め、グローバル化社会で活躍する科学技術を牽引する人材となる可能性を高めることができる。

・第1年次

(目 標)生徒に対する[SSH国際交流]への関心拡大

(実践と成果)告知方法の工夫により、「オーストラリア研修」への多数の応募があり、十分な選考の上で参加者を決定でき、非常に意欲的な生徒での研修が実現した。

(課 題)「オーストラリア研修」への多数の応募が実現し、生徒の関心拡大はできたものの、選考に漏れた生徒のフォロー体制の構築が必要であった。

・第2年次

(目 標)留学生との発表交流の機会の新設

SSH海外研修の現地での研修内容の充実

(実践と成果)アジアの高校生92名とともに「さくらサイエンス交流会」を実施した。英語での研究発表に加え、名古屋市科学館のプラネタリウムを貸し切った英語での研修プログラムが実現した。

「英国研修」での研究発表会に、新たに現地の近隣校も加わった。

(課 題)実際に外国人に対して英語での研究発表を行う場を、飛躍的に充実させることができた。しかしながら、この取組を毎年実施できる安定したものにするための方策を検討する必要がある。

・第3年次

(目 標)「オーストラリア研修」に特色を持たせるため研修内容の見直し

「さくらサイエンス交流会」に代わる新たな英語での発信プログラムの新設

(実践と成果)「オーストラリア研修」の事前研修に、名古屋市科学館のプラネタリウムを貸し切った研修を含む天体観測プログラムを組み込んだ。また、現地の研究施設における訪問研修を新たに開拓した。(渡航は新型コロナウイルス感染拡大の影響により中止)

「さくらサイエンス交流会」に代わる新たな英語での発信プログラムとして、「グローバルサイエンス交流会」を実施し、留学生と発表交流の場を立ち上げた。

(課 題)新型コロナウイルス感染拡大の影響により、年度末に急遽事業の変更を余儀なくされた。代替の企画も実施できなかったため、次年度に課題を残した。

「グローバルサイエンス交流会」の実施により、生徒の英語での発信意欲が増進されたが、希望する生徒に場を提供するだけの規模にするためには課題が残った。

・第4年次

(目 標)新型コロナウイルス感染拡大の影響下でも取組が停滞しない代替研修の実施

(実践と成果)昨年度中止した海外研修で研究指導をお願いしていた現地の研究者と連携し、「海外研修生徒発表交流会」を実施し、オンラインで海外の研究者からの研究指導が受けられる仕組みを構築した。また、「課題研究を英語で発表しよう (NTU研修)」「卒業生による留学説明会」を新設した、[SSH国際交流]の取組を維持した。

(課 題)新型コロナウイルス感染拡大の影響下で工夫して実施した取組は、平常時で意義のあるものと考えられるため、海外渡航が回復した後の事業の位置づけについて検討する必要がある。

・第5年次

(目 標)SSH第Ⅲ期で目指す海外共同研究に向けた連携校の検討

(実践と成果)「グローバルサイエンス交流会」をオンラインを活用して形を変えて実施した。

中国及びフィリピンの高校生との協働での探究活動「Learn the World」を新設した。

(課 題)海外の連携先が増え、SSH第Ⅲ期での取組の準備が進んだ。一方で、海外渡航が3年に渡り中止となり、ノウハウの維持に課題があった。

第1章 研究開発の課題

本章では、実施計画書に記載した本稿の研究開発の目的と目標、及びそれに基づいた本年度の実践計画の概要について述べる。実践の具体的な内容及びその結果は、第3章で詳説する。

1. 目的と目標

【目的】

グローバル化社会で活躍する科学技術リーダーの育成を目指した、探究心の質的向上を図る課題研究の指導法の確立と、探究活動における生徒の変容を捉える客観性の高い評価法の開発を行う。

【目標】

- ① [SSH探究科目]で課題研究に必要な3つの場面（問題意識をもつ場面、知識と思考を繰り返す場面、コミュニケーションをとる場面）を適切に構成し、効率的かつ効果的な展開ができる指導法を確立する。
- ② 授業とSSH事業及びSSH事業間のつながりを通して、生徒の変容を促し捉える客観性の高い評価法を開発する。
- ③ [SSH国際交流]において、国内外において研究及び研修の場のさらなる充実を図る。

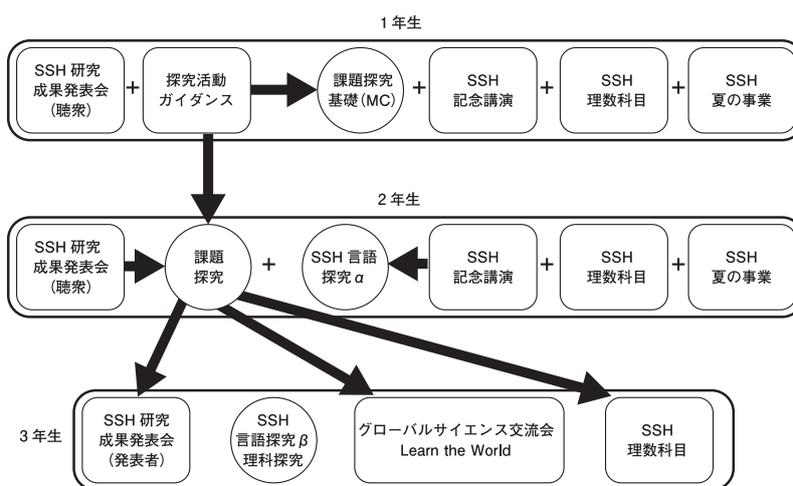
2. 実践計画の概要

(1) 『探究心』の質的向上を目指す指導法の確立

右図は3年間を通じて『探究心』を育成していく各種事業の作用の関係を図示したものである。「課題探究」

を中心として、この図のように各事業のつながりを常に意識し、毎年改善を加えながら事業を進める。「課題探究」を、孤立した学校設定科目ではなく、有機的に配置したすべての取組の中核とすることで、『探究心』の質的向上が実現するはずである。

また、昨年度から始まった新型コロナウイルス感染症拡大の影響はいまだに続いているが、今年度は、昨年度の大きな見直し



の中で得られた知見を最大限利用して、5年間の研究開発をまとめるように事業を進める。科学的な研究の初歩を学ぶ「探究活動ガイダンス」や、高度な科学技術研究に直接触れる「SSH夏の事業」「SSH記念講演」などは、生徒の探究心を涵養する重要な事業であり、昨年度から更に発展させ、「ニューノーマルの学校においても生徒の学びを止めない」ことを理念として、オンラインの適切な活用を推進し、例年とも昨年とも異なる企画運営を行う。生徒の課題研究は、オールイングリッシュでの発表を最終目標としている。今年度も海外研修を実施できないが、「グローバルサイエンス交流会【代替企画】」や「Learn the World」など、「海外研修」に代わる事業を実施することで、ほとんどの学びを代替できると考えている。

(2) 生徒の変容を捉える評価法の研究

継続的に研究を進めてきた「変容ルーブリック」を用いて、生徒が主体的に「課題探究」に取組自らの力で変容するとともに、教師がその変容を捉えることができる評価法の開発を進める。

また、生徒と教師が対話により課題研究のルーブリックを作成する評価法を活用して、研究に取組む主体的な姿勢を育成するとともに、目標を生徒・教師で明確に共有する。これにより、「課題研究の高度化」を目指す。

第2章 研究開発の経緯

1. 研究開発の経緯の概要

第1年次

1年生で「課題探究基礎」、2年生で「課題探究」を新たに開設し、課題研究の教材となる「探究ノート」の作成を進めた。また、「オーストラリア海外研修」では、課題研究を英語で発表する場面を設け、グローバル化社会への適応能力を育成した。

第2年次

3年生A類型（文系）で「SSH言語探究β」、B類型（理系）で「SSH理科探究」を新たに開設し、英語でプレゼンテーションや高度な実験に取り組む仕組みを用意した。また、「さくらサイエンスプラン」を活用し、アジアの高校生たちとの研究発表交流などの取組を実施した。

第3年次

課題研究の教員用指導書「課題探究トリセツ」を作成し、年度当初に「課題探究」の教科担当に配布した。また、「SSH探究科目」と「SSH理数科目」のつながりを強化し、探究活動が3年間にわたって円滑に行われるようカリキュラムマネジメントを進めた。

天体観測の取り組みを開始し、フィールドワークの部分の強化を図った。

本校主体で「グローバルサイエンス交流会」を開催し、国内での英語による研究成果の発表の場を設定した。「変容ルーブリック」の開発に加え、教員と生徒が対話しながらルーブリックを作成する評価法について研究を進めた。

第4年次

「課題探究基礎」で、生徒が作成したルーブリックの活用を新たに実施した。また、「課題探究」では、「データサイエンス」に関する指導を、一部のクラスで試行的に実施した。

[SSHプログラム] 及び[SSH国際交流]のほとんどの事業において、新型コロナウイルス感染拡大の影響に対応しつつ、カリキュラムマネジメントの観点から再検証し、実施方法の改善を試みた。

第5年次

「課題探究」で、データサイエンスの指導に力点を置いた「総合学際分野」を新たに立ち上げた。

ニューノーマルの時代に対応した事業展開を行うため、ICT活用も積極的に行い、昨年度中止にした多くの事業を新たな形で復活させた。また、定例の他校とのオンライン共同研究を実現させた。

第Ⅲ期で目指す海外共同研究の実現に向けて「Learn the World」を新設し、中国及びフィリピンの高校生との協働での探究を実現した。

本校SSH専用のホームページを開設し、即時性ある情報発信を実現した。

2. 研究テーマ別 研究開発の経緯

○探究心の質的向上のための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究

<ul style="list-style-type: none">・SSH 探究科目・SSH 理数科目	<p>< 5年間を通じて ></p> <ul style="list-style-type: none">・課題探究基礎（1年） SDG s などの社会問題をテーマにしたスピーチとプレゼンテーション (第3年次までは、これに加えディベートも実施した)・課題探究（2年） 各々の研究テーマを見つけグループで課題研究 9月 課題研究中間発表会 3月 課題研究発表会・SSH 理科探究（3年B類型（理系）） 「課題探究」からつながる発展的な実験の実施 生徒同士の主体的な学びを促すセミナー形式の授業展開（第5年次）
---	--

	<p>SSH 理科特別講座の実施（6月）</p> <p><第1年次></p> <p>○講師 名古屋大学未来材料・システム研究所 高度計測技術実践センター 教授 八木伸也氏</p> <p>演題 「ナノ粒子の作製と活用先:インクからガンスクリーニングまで」</p> <p>○講師 大同特殊鋼・豊田工業大学 シニア研究スカラ付き招聘研究員 荒木健次氏</p> <p>演題 「常滑の 30kW 太陽光発電システムはどのようにして生まれ、 どんな影響を及ぼしたか？」</p> <p>○講師 名古屋大学理学研究科物質理学専攻 准教授 北浦良氏</p> <p>演題 「ナノマテリアルの話:世界一細い筒、世界一うすい膜」</p> <p>○講師 名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所(ITbM) 教授 大井貴史氏</p> <p>演題 「一つの分子をきちんと組み立て、新しい価値を創る」</p> <p>○講師 自然科学研究機構 生理学研究所統合生理研究部門 助教 坂本貴和子氏</p> <p>演題 「嘔むことの脳科学」</p> <p><第2年次></p> <p>○講師 名古屋市科学館 学芸員 野田学氏 名古屋大学未来材料・システム研究所 高度計測技術実践センター 教授 八木伸也氏</p> <p>演題 「学芸員の仕事とは」</p> <p>○講師 名城大学 講師(元名古屋市科学館学芸員) 尾坂知江子氏</p> <p>演題 「身近な商品に潜む最先端サイエンスを紐解く」</p> <p>○講師 名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科 教授 笹森貴裕氏</p> <p>演題 「有機元素化学:いろいろな元素の新しい結合を創る」</p> <p>○講師 名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻 准教授 松下未知雄氏</p> <p>演題 「有機ラジカル分子の化学から分子スピントロニクスへ」</p> <p>○講師 名古屋市立大学 准教授 村瀬香氏</p> <p>演題 「原発事故後に野生動物の遺伝子や繁殖行動はどう変わったの か？」</p> <p><第3年次></p> <p>○講師 東京大学宇宙線研究所 重力波観測研究施設 教授 大橋正健氏</p> <p>演題 「物理の考え方と重力の世界」</p> <p>○講師 愛知教育大学教育学部 教授 高橋真聡氏</p> <p>演題 「ブラックホール影が初めて撮像された！」</p> <p>○講師 名古屋大学大学院情報学研究科複雑系科学専攻 教授 吉田久美氏</p> <p>演題 「小豆の赤色、餡の紫色はどんな色素に因るものなのか」</p> <p>○講師 蒲郡市生命(いのち)の海科学館 館長 山中敦子氏</p> <p>演題 「顕微鏡で覗く宇宙に魅せられて」</p> <p><第4年次></p> <p>新型コロナウイルス感染拡大の影響により中止</p> <p><第5年次></p> <p>○講師 愛知教育大学教育学部 教授 戸田茂氏</p> <p>演題 「南極の過去・現在・未来」</p> <p>○講師 名古屋大学大学院情報学研究科複雑系科学専攻 教授 吉田久美氏</p>
--	--

	<p>演題 「アントシアニンを用いた青色着色料の可能性」</p> <p>○講師 名古屋市立大学薬学部 准教授 井上靖道氏</p> <p>演題 「がん細胞の特徴・がん化学療法」</p> <p>○講師 自然科学研究機構基礎生物学研究所 教授 新美輝幸氏</p> <p>演題 「昆虫の模様と形の多様性を探る」</p> <p>○講師 南洋理工大学 Assistant Professor 伊藤慎庫氏</p> <p>演題 「化学を磨いて世界へ飛び出そう」</p> <p>・SSH 言語探究α（2年） 論理的な文章を書く力を身に付けるための活動</p> <p>・SSH 言語探究β 3年（A類型（文系）） 「課題探究」からつながる英語でのプレゼンテーション</p> <p>・SSH 理数科目 上記「SSH 探究科目」とのつながりを重視した、データサイエンスの指導（数学）や実験の実施（理科）</p>
--	---

○『探究心』の質的向上をはかるための基礎となる【SSHプログラム】（授業外）の研究

<p>・SSH 夏の事業</p>	<p><第1年次></p> <p>・数学 夏の学校（13 講座） 「四平方数の定理とワーリング問題」「流体力学の世界」 「宇宙と幾何学」「素数と暗号の不思議」「ラムゼー問題と巨大数」 「ゲーム理論」「江戸時代の数学」「対数と計算尺」「ビリヤードは数学」 「数学を英語で学ぼう！」「集団での追跡と逃避」 「連分数とフォードの円」 「身近なゲームとグラフ理論」（フォローアップ講座として秋に実施）</p> <p>・課題基礎講座（14 講座） 「理系キャリア、ものづくりの仕事紹介と見て触れる 車両体験イベント」 「衝突安全ボディを考える！ 衝撃吸収コンテストと見て触れる車両体験イベント」 「“Modeling & Simulation”」 「Broaden Your Horizons ～山中伸弥教授のインタビューから学ぶ～」 「紙コップの不思議を探る」「相対性理論の不思議な世界」 「地球外知的生命体はどのくらいいるのか？」 「統計から見る世界」「動態的地誌を活用した地域の探究」 「光学顕微鏡の世界 ～R. Hooke から現在の光学顕微鏡まで～」 「飛行体の物理学」「天然色素の抽出とその性質 -アントシアニン-」 「芳香族化合物の求電子置換反応 -フェノールフタレイン類の合成-」 「化学マジック」と「気柱共鳴による音速測定実験」</p> <p>・日本モンキーセンター 一日研究員体験</p> <p>・サイエンスツアー（3 講座） 「つくば研修」「東大研修」「京大研修」</p> <p><第2年次></p> <p>・数学 夏の学校（10 講座） 「集団での追跡と逃避」「流体力学の世界」「ゲーム理論」 「素数と暗号の不思議」「四元数入門」「連分数とフォードの円」 「グラフ理論入門 Introduction to Graph Theory」 「江戸時代の数学」「一般相対性理論と数学」「ビリヤードは数学」</p> <p>・課題基礎講座（5 講座） 「本校 OG のトヨタ自動車エンジニアによる 理系キャリアと仕事のやりがい紹介」 「紙コップの不思議を探る」「化学マジックの演示テクニック」</p>
------------------	---

	<p>「生物の形態観察『透明骨格標本をつくろう!』」「飛行体の物理学」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本モンキーセンター 一日研究員体験 ・サイエンスツアー（3講座） 「つくば研修」「東大研修」「京大研修」 <p><第3年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・数学 夏の学校（9講座） 「集団での追跡と逃避」「素数、ゼータ関数、多重ゼータ関数」 「ブラックホールの数理」「ゲーム理論」「トランプのシャッフルの話」 「連分数とフォードの円」「対数と計算尺 ～西洋のそろばん～」 「グラフ理論入門 Introduction to Graph Theory」「江戸時代の数学」 ・課題探究入門講座（4講座） 「紙コップの不思議を探る」「心理学研究法入門」 「生物の形態観察『透明骨格標本をつくろう!』」 「地理的な視点を通して『課題探究』の基礎を学ぶ」 ・課題探究自主講座 夏季休業期間中に延べ23回に渡って実施 ・日本モンキーセンター 一日研究員体験 ・サイエンスツアー（4講座） 「つくば研修」「神岡研修」「東大研修」「京大研修」 <p><第4年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・数学 夏の学校（2講座） 「折り紙幾何学」「素数とゼータ関数」 ※新型コロナウイルス感染拡大の影響により、時期を変更し、「数学 冬のセミナー」として実施した。 ・課題探究入門講座（3講座） 「ここを科学するー心理学研究法入門ー」「オープンデータの活用」 「生物の形態観察『透明骨格標本をつくろう!』」 ・課題探究自主講座 夏季休業期間中に延べ21回に渡って実施 ・日本モンキーセンター 一日研究員体験 <p><第5年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・数学 夏の学校（7講座） 「$y = ax + b$ で理解する最新の生物学研究 動物園から、アニメ、ダイズ栽培まで」 「ロボットは数学の大学入試問題をどうやって解くか？」 「タブレットを使った実験数学を体験しよう」「江戸時代の数学」 「追跡と逃避 個から集団へ」「マッチング理論」 「分数の小数展開って馬鹿にできない！ 未解決の難問に繋がる深遠な情報を探る」 ・課題探究入門講座（3講座） 「生命科学講座」「生物の形態観察『透明骨格標本をつくろう!』」 「リモート東大研修」（サイエンスツアーの代替企画として実施） 「オープンデータの活用」「ここを科学するー心理学研究法入門ー」 ・課題探究自主講座 夏季休業期間中に延べ19回に渡って実施 ・日本モンキーセンター 一日研究員体験 <p>※講師の詳細については各年次のSSH研究開発実施報告書を参照</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・探究活動ガイダンス 	<p><第1～3年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・基調講演 講師 日本モンキーセンター 所長 松沢哲郎氏 演題 「想像するちからーチンパンジーが教えてくれた人間の心ー」

	<ul style="list-style-type: none"> ・日本モンキーセンターでのキュレーターによるショートガイド ・「SSH 生物α」における事前学習 <p><第4年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・基調講演 講師 日本モンキーセンター 所長 伊谷原一氏 演題 「アフリカでフィールドワークする」 ・講演（レクチャー） 講師 日本モンキーセンター キュレーター 赤見理恵氏 演題 「動物園でもできる！動物の行動観察入門」 <ul style="list-style-type: none"> ・日本モンキーセンターでの霊長類の行動観察（フィールドワーク） ・「SSH 生物α」における事前学習及び事後学習（研究発表会） <p><第5年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・基調講演 講師 日本モンキーセンター 所長 伊谷原一氏 演題 「フィールド彷徨」 ・講演（レクチャー） 講師 日本モンキーセンター キュレーター 赤見理恵氏 演題 「動物園でもできる！動物の行動観察入門」 <ul style="list-style-type: none"> ・日本モンキーセンターでの霊長類の行動観察（フィールドワーク） ・「SSH 生物α」における事前学習及び事後学習（研究発表会）
<ul style="list-style-type: none"> ・SSH 研究成果発表会 	<p><第1年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・口頭発表 平成28年度 SSH 事業報告 平成28年度 SSH 英国海外研修報告 平成28年度 SSH 部研究発表（3本） <p><第2年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポスター発表 普通科3年生全員による発表（114テーマ） ・口頭発表 平成29年度 SSH 事業報告 かけはしプロジェクト研修報告 平成29年度 SSH オーストラリア海外研修報告 平成29年度 SSH 部研究発表（3本） <p><第3年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポスター発表 普通科3年生全員による発表（109テーマ） ・口頭発表 平成30年度 SSH 事業報告 平成30年度 SSH 英国海外研修報告 平成30年度 SSH 部研究発表（3本） <p><第4年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポスター発表（令和元年度「課題探究」優秀研究10本） ※新型コロナウイルス感染拡大防止のため、当初予定していた普通科3年生全員による95テーマのポスター発表は中止し、参加人数を制限して実施した。 <p><第5年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポスター発表 普通科3年生全員による発表（108テーマ） ・口頭発表 令和2年度 SSH 事業報告 令和2年度 SSH 部研究発表（4本）
<ul style="list-style-type: none"> ・SSH 記念講演 	<p><第1年次></p> <ul style="list-style-type: none"> 「本校卒業生による先端研究の紹介とトーク」 ・講演1

	<p>講師 同志社大学工学部 教授 平山朋子氏 演題 「固液界面と摩擦の研究」</p> <p>・講演 2</p> <p>講師 名古屋大学大学院工学研究科 教授 長野方星氏 演題 「宇宙開発を通して我々の未来を考える」</p> <p>※2つの講演に加え、本校で同級生であったお二方の懐かしい話を交えて、今の本校生徒へのメッセージをいただいた。</p> <p><第2年次></p> <p>講師 名古屋大学大学院情報学研究科 教授 戸田山和久氏 演題 「人間と機械の生存競争」</p> <p><第3年次></p> <p>講師 京都大学大学院文学研究科・地理学専修 教授 水野一晴氏 演題 「気候変動と限界地帯の自然や社会の変容」</p> <p><第4年次></p> <p>講師 東京大学宇宙線研究所 重力波観測研究施設 教授 大橋正健氏 演題 「アインシュタインが考えた時空を重力波で観測する」</p> <p><第5年次></p> <p>講師 名古屋工業大学工学部 教授 徳田恵一氏 演題 「音声合成技術の最新動向 ～人間のように喋ったり歌ったりする機械の実現を目指して～」</p>
<p>※SSH 特別活動については各年次の SSH 研究開発実施報告書（第3章及び関係資料）を参照</p>	

○グローバル化社会への適応力を育成するための [SSH 国際交流] の研究

<p>・留学生の受け入れ (インターンシップ)</p>	<p><第1年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・留学生とともに経験するインターンシップ 研修先 石原総合法律事務所, 西浦温泉 龍城, 藤田保健衛生大学病院 株式会社 JTB 中部, 株式会社 DENSO 株式会社ジャパン・ティッシュ・エンジニアリング ・留学生の授業参加 ウェストミンスタースクールの生徒 ・「さくらサイエンス交流会」への参加 <p><第2年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・留学生とともに経験するインターンシップ 研修先 株式会社 LIXIL, トヨタ産業技術記念館 ・留学生の授業参加 ウェストミンスタースクールの生徒及びボーカムヒルズ高校生徒 ・「さくらサイエンス交流会」への参加 <p><第3年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・留学生とともに経験するインターンシップ 研修先 株式会社 DENSO, 藤田医科大学, トヨタ産業技術記念館 ・留学生の授業参加 ウェストミンスタースクールの生徒 ・「グローバルサイエンス交流会」への参加 <p><第4年次></p> <p>※新型コロナウイルス感染拡大の影響により、留学生の出入国ができない、臨時休校などの理由により、計画を進めたもののすべて中止。</p> <p><第5年次></p> <p>※新型コロナウイルス感染拡大の影響により、留学生の出入国ができないなどの理由により、計画を進めたものの中止。</p>
<p>・海外派遣 (SSH 海外研修)</p>	<p><第1年次></p> <ul style="list-style-type: none"> ・SSH オーストラリア海外研修 研修先 ボーカムヒルズ高校 (研究発表会及び授業参加)

	<p>ブルーマウンテンズ国立公園, シドニー天文台 フェザーデール・ワイルド・フラワーパーク</p> <p><第2年次></p> <ul style="list-style-type: none"> SSH 英国海外研修 研修先 ウェストミンスタースクール (研究発表会及び授業参加) UCL, ロンドン自然史博物館, 大英博物館, 浜松ホトニクス <p><第3年次></p> <p>※新型コロナウイルス感染拡大の影響により、留学生の出入国ができない、臨時休校などの理由により、SSH オーストラリア海外研修の事前指導のほぼ全日程を終えた段階で中止。</p> <p><第4年次></p> <ul style="list-style-type: none"> 「海外研修生徒 発表交流会」 昨年度の SSH オーストラリア海外研修の代替企画として実施 課題研究を英語で発表しよう (NTU 研修) 本年度の SSH 英国海外研修の代替企画として実施 (事前研修を含む) <p>※海外派遣そのものは、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、計画を進めたものの中止。</p> <p><第5年次></p> <ul style="list-style-type: none"> 「Learn the World」(本年度の SSH 英国海外研修の代替企画として実施)
<p>・英語による研究発表 (グローバルサイエンス 交流会等)</p>	<p><第1年次></p> <p>※この時点では新規事業の計画段階であった。</p> <p><第2年次></p> <ul style="list-style-type: none"> 「さくらサイエンス交流会」 使用言語は英語に限定 口頭発表及びポスター発表の研究発表会 名古屋市科学館での研修 (プラネタリウム (貸切) を含む) <p><第3年次></p> <ul style="list-style-type: none"> 「グローバルサイエンス交流会」 使用言語は英語に限定 口頭発表及びポスター発表の研究発表会 犬山城下町での研修 <p><第4年次></p> <ul style="list-style-type: none"> 「卒業生による留学説明会」 <p><第5年次></p> <ul style="list-style-type: none"> 「グローバルサイエンス交流会」 使用言語は英語に限定 動画配信での研究発表会

第3章 研究開発の内容

第1節 探究心の質的向上のための課題研究を軸とした教育課程（授業内）の研究

3-1-1 概観と仮説

本校では、教育課程内において課題研究の柱となる学校設定科目「SSH探究科目」と課題研究を支える学校設定科目「SSH理数科目」を開設している。2年生は「課題探究」を中核に、3年間を通して課題研究に取り組むカリキュラムを設定した。学校設定科目では、生徒が主体的に課題研究を進めるのに必要な資質・能力を明確にし、仮説と検証を行った。ほぼすべての科目において、12月から1月に、それぞれ4段階の選択式回答と生徒への記述式回答からなるアンケート調査を実施し、定量的・定性的に検証を行っている。検証結果は、次年度の授業改善へと結びつけ、授業の質の向上を図っている。

仮説

- (1) SSH探究科目とSSH理数科目をはじめ他の授業のつながりを強固なものとなるように授業改善を進めていけば、生徒の課題研究に対する意識が高まり、本校が掲げる社会貢献に必要な『質の高い探究心』をもったグローバル化社会で活躍する科学技術リーダーを育成することができる。
- (2) 明和スーパーサイエンスプラン(MSSP)のそれぞれの場面を適切に構成した指導展開を進めれば、探究心の質的向上に繋がり、課題研究の深化を図ることができる。
- (3) 客観性のあるルーブリック表による評価の手法を確立し、明和スーパーサイエンスプラン(MSSP)のそれぞれの場面における評価を実施し、その結果をフィードバックして、SSH探究科目の指導に生かし、指導法の改善を恒常的に行えば、探究心の質的向上につながり、課題研究の深化を図ることができる。

	第1年生 普通科 320名	第2年生 普通科 322名	第3年生 文系：130名 理系：190名		対 象
SSH 探究 科目	課題探究基礎 (1)	課題探究 (2) SSH 言語探究 α (2)	文系	SSH 言語探究 β (1)	
			理系	SSH 理科探究 (1)	
SSH 理数 科目	SSH 数学 X α (3) SSH 数学 Y α (3) SSH 生物 α (3)	SSH 数学 X β (3) SSH 数学 Y β (3) SSH 物理 α (3) SSH 生物 α (3)	理系	SSH 物理 β (4) SSH 化学 β (4) SSH 生物 β (4)	SSH 物理 β (4) と SSH 生物 β (4) は 選択

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替科目等	単位数	対 象
普通科	SSH 数学 X α	3	数学 I	2	第1学年
			数学 II	1	
普通科	SSH 生物 α	3	生物基礎	2	第1学年
			生物	1	
普通科	SSH 物理 α	3	物理基礎	2	第2学年
			物理	1	
普通科	SSH 化学 α	3	化学基礎	2	第2学年
			化学	1	
普通科	課題探究	2	情報の科学	2	第2学年
普通科	SSH 言語探究 α	2	総合的な探究の時間	1	第2学年
			現代文 B	1	
普通科	SSH 言語探究 β	1	総合的な探究の時間	1	第3学年文系
普通科	SSH 理科探究	1	総合的な探究の時間	1	第3学年理系

3-1-2 SSH探究科目（1年生普通科全生徒対象）

ア. 課題探究基礎（MC）

【身につけさせたい資質・能力】課題発見力、課題解決力、質の高い探究心、協働性、発信力

【仮説】

- (1)「日本について考える」をテーマにしたスピーチに取り組むことで、身近で当たり前と考えている事柄にも疑問を持ち、その理由を深く考える力が身につく。
- (2)SDGsを切り口に世界の諸課題について研究し、その結果をプレゼンテーションすることを通して、地球の現状について知り、社会の問題への関心を高めることができる。
- (3)クラスメートと協働して研究に取り組むことで、コミュニケーション能力を高めることができる。

【研究方法・内容】

第Ⅰ期に実施したSSHMCを前身とする本科目では、MSSPが目指す「社会貢献に必要な『質の高い探究心』の涵養・育成」を実現するために、第Ⅱ期を通じて、内容と指導法・評価法を進化させた。第Ⅱ期の開始にあたり、科目名を「課題探究基礎」と改め、第2学年で取り組む「課題探究」とのつながりをより深めるための工夫を行ってきた。生徒達には、日本と世界を舞台に、世の中の指針（コンパス）となる人に育って欲しいという思いのもと、MC（明和コンパス）という呼称も継続し、新たに入学してきた生徒たちに、課題探究に必要な3つの資質、探究への意欲、社会問題への関心、コミュニケーション力を育むことを目指して、以下のような改革を行った。

第Ⅱ期第1・2年次では、本科目は、第1学年生徒の探究心に肯定的な変容に影響を生む科目となっている一方で、そこで培った資質・能力が第2年学年で取り組む「課題探究」で十分に生かされていないことが明らかになった。そこで、「課題探究基礎（MC）」と「課題探究」の間にもっと強固な繋がりを生むために、第3年次に1年をかけて授業計画の再検討を行った。1年をⅢ期に分け、Ⅰ期プレゼンテーション、Ⅱ期スピーチ、Ⅲ期ディベートの3種類の活動を行っていたところを、Ⅰ期スピーチ、Ⅱ期プレゼンテーションの二つに絞ることにより、社会の問題について、くりかえし仲間と協働して探究活動を深化させることを狙った。Ⅰ期スピーチでは、日本の歴史・文化・芸術の中から生徒各自にテーマを設定させ、その調べた内容を元に自分の意見を述べるという形式は、これまでと同様であったが、活動の進め方を工夫した。身近なゆえに当たり前と考えてしまいがちな事柄にも問題意識を持ち、それを聞き手と共有することを主眼に置いた。自分自身の考えや思いをどう表現すれば聞き手に訴えることができるかを、グループやペアで議論を通じて追求させた。Ⅱ期プレゼンテーションでは、世界の諸問題の中から関心のあるテーマを選び、グループで調査を行い、テーマの本質、問題点、今後の課題をまとめて発表するという従来の形式を発展させた。収集した文献を元に研究するだけでなく、アンケートやインタビューなどの調査も取り入れさせた。また、SDGsを切り口にするすることで、取り上げた課題について理解を深めるだけでは終えさせず、自分たちなりの解決策を提言させた。授業計画の変更と同時に、独自教材「MCノート」の内容も一新し、「課題探究基礎（MC）」と「課題探究」のつながりを明確にした。第4年次は、新しい授業計画に則り、改訂されたMCノートを用いて進めた。その結果、スピーチでは、今まで気づかなかった身近な課題に注意を向けるきっかけとなる内容であったり、話し方に対する意識が高まったりという肯定的な変化が見られた。プレゼンテーションでは、アンケートやインタビュー調査に挑戦したり、休日に校外の施設に赴き資料を集めたりするなど、活発なグループ活動が行われ、課題研究の質が向上した。

最終年次の本年度は、指導方法に工夫を重ね、探究への意欲、社会問題への関心、コミュニケーション能力のさらなる発展を図るとともに、第Ⅲ期に向けて、課題を明らかにすることを目指した。

◇指導計画

Ⅰ期（4～7月）

- 「日本について考える」をテーマに、身近で、当たり前と考えている事柄に焦点を当て、その背景や原因、及ぼす影響などについて調べる。
- 優れたスピーチの原稿や動画を分析し、自分の考えをわかりやすく伝えるためにはどうすればよいかをクラスでディスカッションする。話し合った内容をもとに、クラスごとにスピーチのルーブリックを作成する。
- ペアやグループで互いのスピーチ原稿を読み合ったり、実際に話して聞かせたりして、内容や構成、話し方について気づいた点をアドバイスし合う。
- スピーチ発表では、生徒たちが作成したルーブリックを用いて、互いのスピーチを評価し、その結果を発表者にフィードバックする。担当教員からのフィードバックも行う。

Ⅱ期（9～2月）

- 愛知県が作成・発行した「愛知県SDGsガイドブック」を教材に使い、世界にはどのような課題があるか、それを解決し、よりよい世界を実現するために目指すべきゴール（SDGs）とはどのようなものであるかを学ぶ。
- 世界の諸課題の中から自分の関心のあるテーマを選び、それに関する新書を読んでレポートを書く（写真1）。各自のレポートをPDFにしてアップロードし、クラス全体で共有することで、世界の課題についての知識や新たな知見を得る。
- 世界の諸課題について、共通の興味・関心を持った者同士でグループ研究を行う。文献をもとにした研究だけでなく、アンケート調査やインタビュー調査にも取り組む。諸課題について、理解を深めるだけでなく、具体的な解決策を提言することを目標とする。
- タブレットパソコンを活用し、文献の調査、資料の整理、原稿の作成を行う。
- 生徒たちは、Microsoft Teamsを活用して、資料の共有、原稿やレジユメの共同編集を行う。
- 中間発表を実施し、研究内容を整理したり、クラスメートや担当教員との質疑応答から研究を発展させるためのアイデアを得たりする。
- 資料の収集の方法や文献を用いた研究の手法、参考文献のまとめ方を学び、研究を行う際に必要な基本的技能を身に付ける。
- 研究結果は、ポスターなどの掲示資料や配布資料にまとめ、それらを用いてグループでプレゼンテーションを行う（写真2、3）。「日本について考える」をテーマに、身近で、当たり前と考えている事柄にも疑問を持ち、その理由を深く考える。発表の評価は、クラスメートと担当教員が、プレゼンテーションの評価シートを用いて行い、その結果は発表者にフィードバックされる。



(写真1)

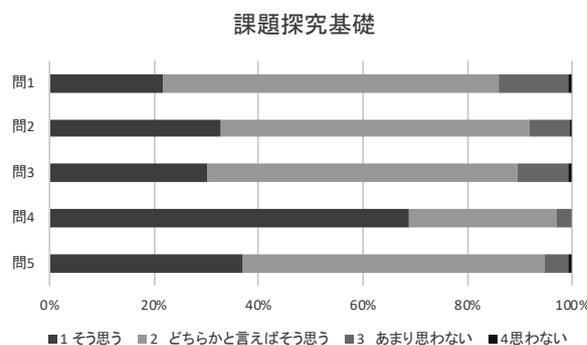


(写真2)

【検証】2年生「課題研究」とのつながりを明確にするために、同じ4段階の評定尺度法を用いた選択式回答と自由記述式回答で検証を行った。

① 選択式回答

- 問1 テーマ設定が上手くできた。(課題発見力)
 問2 研究の進め方が理解できた。(課題解決力)
 問3 研究をまとめ発表する力がついた。(発信力)
 問4 コミュニケーションによる他人との関わりが必要であることが分かった。(協働性)
 問5 研究内容を他人に伝え共有することができた。(発信力)



②記述式回答の例（「高く評価できる」としたもの）

当たり前に見える事柄にも疑問を持ち、その理由を深く考える力が身についたことを示す例(仮説1)

- 最初はただ調べて発表するだけになってしまいがちでなかなか上手に“研究”にすることができなかった。しかしだんだん続けていくと普段の生活の中でもどうしてだろうと考えるような癖ができてきたような気がした。
- ただの調べ学習ではなく、調べたことを元にして自分の考えやその問題の解決策を練るといのは今までにした事の無い新鮮な体験で、自分の考え方やものの見方を一新できる良い機会になったのではないかと考えました。また、様々な考えに触れることができたことで自分の思考力を増すこともでき、非常に有意義なものとなりました。
- 課題探究基礎(MC)の活動では質問テーマから始まり、発表の準備そして発表の流れで活動した。その過程で普段からは意識しない身近で素朴な疑問等を持つことがこういった探究活動の元となるもので発展することのできる重要なものであると感じた。様々な場面で疑問を持つことを忘れないようにしようと考ええるようになった。

社会への関心が高まったことを示す例（仮説2）

- 世界や身近な問題をどのように解決すればいいのか考えることが楽しくなったしおもしろいなと思えるようになった。
- 世界的な様々な問題について、自分には関係ないことであると決めつけてしまい、今まではそのような問題に全く目を向けていなかったと言っても過言ではなかったが、MCを通して、それらの問題が実は身近なものであり、自分とも深く関係しているという気づきを得ることが出来た。
- 普段は世界の状況や日本に状況に関心は持っていても調べる時間はなかったので、今回気になっていることを調べることができた。そのため、新聞を見るときにMCで学んだことを思い出しながら読むようになり、自分にできることが明確化して、世の中のためにできることが少しわかった気がした。

コミュニケーション能力を高めることができたことを示す例（仮説3）

- 私達の班はみんなよく話すほうで、なかなかまとまらないこともたくさんありましたが、そのなかに新たな発見を見いだす楽しさを知ることができました。自分と違う考えを持った人と同じ目的について動くのはいささか大変なことかもしれませんが、人との触れ合いの良さを学ぶことができるチャンスだなあと感じました。
- 実際にテーマを決め、調べ、発表の準備をする過程で、調べ学習にならないような自分なりの探究をする難しさを改めて知った。また、私は今まで物事を一人で進めていくことが多かったが、プレゼンテーションの準備を通じて、他者と話し合うことでより自分の考えを深めることができ、「人に頼らずに自分の力でやり遂げる」と「人と協力して視野を広げ、考えを深める」のバランスを取りながら作業することの面白さに気づくことができた。

上記3つの力が身についたことを示す例（仮説1、2、3）

- I期に行ったスピーチ大会では自分の意見を論理的にまとめることの難しさと相手への理解を求める大変さを感じました。人前に立って自分の意見を話すことは社会に出た時に必ず役に立つと思います。II期からスタートしたプレゼンテーションでは、独自のアイデアを出すのにすごく苦労しました。ですがこれはスピーチ大会とは違って班のメンバーの子達と意見を交わしてそれぞれのテーマごとに良いアイデアができたと思います。なかなか中学校の頃には経験していなかったことなので、難しさを感じる場面も多いですが、勉強にばかりフォーカスがいきがちな生活のなかで、本当に社会で必要なものとはなにか考えさせられるいい授業だったと思います。

【課題と今後の展望】

昨年度に引き続き、課題研究の質の向上のため、第2学年で取り組む「課題探究」と内容がつながるように工夫を重ねた。特に、身近な物事に疑問を持って粘り強く探究する姿勢を身につけること、社会での出来事に関心を持ち、そこから研究テーマを見つける力を培うこと、そして仲間とコミュニケーションをとりながら協働して研究する力を育てることを目標とした。上記の検証結果は、これら3つを達成することができたことを示している。第Ⅲ期も、課題探究とのつながりをより深める工夫を行っていきたい。

一方で、新たな課題も見えてきた。探究の質を高めるために、資料収集や文献研究の手法をどのように指導するかについては、まだまだ研究の余地がある。特に、集めた資料の中から、質が高く信頼性のあるものを取捨選択する力を育てる必要がある。今年度は、タブレットパソコンを導入し、生徒たちにインターネットを積極的に用いて資料の収集を行うことと、Microsoft Teams上で資料の共有とまとめを行うことに取り組ませた。その結果、研究を効率的に行うことができるようになった一方で、インターネット上で生徒が見つけてくる資料の質にばらつきが生まれた。来年度もコンピューターを活用した授業を進めていく予定である。生徒たちには、ネット上にあふれる情報を批判的に検証する力、情報の発信元の信頼性を見極める力を身につけさせることが喫緊の課題であると考えている。また、ビッグデータの活用方法なども指導していく必要がある。

第Ⅱ期の課題探究基礎では、プレゼンテーションの配布資料の手書きや、掲示資料の手作りに拘ってきた。これには、コンピュータソフトの機能に制限されることなく、生徒の自由な発想力を生かすことができるという利点があるのだが、デジタル化がますます進んでいく社会では、紙を用いた手書きの資料だけでは時流に合わない部分もあり、また、生徒たちからも、プレゼンテーションソフトの利用や動画資料の提示をしいたいという要望がある。第Ⅲ期からは、文書作成ソフトや表計算ソフト、プレゼンテーションソフトを活用し、資料や原稿のデジタル化とマルチモーダル化を進めていきたい。



(写真3)

イ. 「課題探究」(2年生普通科全生徒対象)

【身に付けさせたい資質・能力】 課題発見力、課題解決力、質の高い探究心、協働性、発信力

【仮説】

身近な課題を自ら発見し、その課題について問題意識を高め、実験やフィールドワーク、調査等の探究活動を行い、課題に対する結論を得て発表することで、課題発見力、課題解決力、質の高い探究心、協働性、発信力を身につけさせることができる。

【研究方法・内容】

◇ 講座展開

第Ⅱ期第1～4年次は生徒の希望をもとに、5つの分野(数学・情報、物理・地学、化学、生物、人文・社会)に分け、数学・情報分野には数学の教員、理科分野には理科の教員、人文・社会分野には国語・英語・地歴公民の教員を担当者として配置してきた。特に数学・情報分野及び人文・社会分野では、年々情報リテラシーの指導に力点を移し、指導方法の改善を進めてきた。そして、第5年次には、数学・情報分野、人文・社会分野に代わるものとして総合学際分野を立ち上げ、データサイエンスの指導を開始した。また、これらの指導方法の改善については、2か月に1度ほどのペースで実施される課題研究開発委員会で共有するとともに、教員用指導書「トリセツ」の内容にも反映し、本校のSSH専用ホームページでも発信・普及に取り組んでいる。

この講座は、教員1人に対して生徒約16人の少人数で実施しているだけでなく、本校の教員誰もが研究の

ファシリテーターになることを前提としており、そのことは校内で共有されている。実際に、研究に関して生徒が自主的に音楽科の教員に相談に行くような事例もある。第Ⅲ期では、そのような体制をより一層充実させ、課題研究の高度化・深化に資する。

◇ 年間指導計画

期間	おもな内容	活動形態	備考(留意事項)	
前 期	I 期 4月 ～ 5月	①課題研究の進め方 (オリエンテーション) ②R2 年度課題研究 10 選紹介 ③課題・疑問の発見 ④分野選択 ⑤昨年度研究の分析 ⑥データサイエンス	→各クラス →問題点・疑問点の記述 →分野別講義 →グループ別活動	・各教室
	II 期 6月 ～ 9月	⑦研究グループ分け ⑧研究テーマの決定 ⑨研究計画(実験計画など) 情報収集 等 ⑩先行事例研究〔夏休み課題〕 ⑪中間発表会	→研究計画書提出 (グループ毎) →先行事例研究のレポート の作成(個人) →中間発表(グループ毎)	・グループは3名基準 で±2名 ・必要物品、機器の購入申 請 ・レポートの提出 ・中間発表の資料提出
後 期	III 期 10月 ～ 12月	⑫実験, 実習, 調査等 ⑬研究のまとめ	→グループ別活動 →ポスター、要旨の作成	・必要物品、機器の準備 ・実験実習の準備 ・調査、実験結果のまとめ
	IV 期 1月 ～ 3月	⑭PP 準備 ⑮講座別 PP 発表 (4 定前にポスターで) ⑯発表原稿などの修正 ⑰学年全体での PP 発表会 ⑱発表原稿などの修正	→グループ別活動 →ポスター、要旨の完成 →講座ごとに発表 →PP 練習, 修正 →学年全体で発表	・研究結果のまとめ ・ポスター、要旨の提出 ・発表資料の作成 ・優秀作品の選考 →5月研究成果発表会 →全国 SSH 生徒発表会 →グローバルサイエンス 交流会 →SSH 理科探究へ →SSH 言語探究 β へ

◇ 指導法の改善

第Ⅱ期の初めから本校の教育課程の中心となったSSH探究「課題探究」は、指導内容を毎年見直し5年間をかけて改善を続けてきた。また、課題研究の指導書である「課題探究トリセツ」は第5年次で第3版となった。この「課題探究トリセツ」の開発により、教員間での課題研究指導法の共有が促進され、課題研究の高度化につながった。現在、毎年100テーマほどの課題研究が生まれており、そのうち7～8割が理数系の研究内容である。

また、第Ⅱ期では1年生「課題探究基礎」(1単位)から連続した流れを構築した。この流れを「理科」「数学」「国語」「外国語」などによるその他のSSH探究科目が有機的にサポートする仕組みを構築した。

さらに、第5年次には、ICT環境の整備が進んできたことを受けて、Microsoft Teamsを導入し、ポスターの共同編集などができるように整備した。しかし、生徒の主体的な学び合いの環境が醸成されてきたことを踏まえ、パソコンの操作法に重点を置くような指導は行わず、研究スキルとしてのデータサイエンスや基礎素養としてのプログラミング、基本的な研究倫理や発表スキルなどを学ぶことに力点をシフトした。データの取り扱いについて生徒が知ることで、研究として価値を生み出すことが難しい校内の一部の生徒だけへのアンケート調査を実施するケースは現時点では1つも出なくなり、多くのアンケートに答えなければならない生徒

の負担の面でも大幅に改善された。

◇評価法

本校で開発した、「変容ループリック」(巻末資料参考)を用いて評価している。生徒の変容を可視化してフィードバックすることで、さらに変容を促すことを目的として開発した。生徒と対話しながらループリックを作成する取組を行っている。

優秀作品 10 選の研究テーマ
Blind Spot —先生からの死角を探せ—
ギリシャの三大作図問題の不正攻略法
鞭の知
音源をダンボール箱で覆うと音が大きくなった?!
牛乳からプラスチック!?
植物の抗菌効果について
なぜ明和生は机を掃除しない!?!? ~これを聞けばあなたもきっと掃除したくなる~
お弁当の白米をおいしく食べたーい!!
さくらさく現代単語「エモい」 ~現代の「をかし」、「あはれ」~
過去の出来事から脱却しよう!!

鞭の知

愛知県立明和高等学校3年

研究の動機

音を鳴らすための長い鞭は、古来より動物を探したり、情報伝達を行ったり、エンターテインメントの目的で使用されている道具である。そんな鞭を初めて見たとき、私たちがどうして鳴るのか?と疑問に思った。調べてみると、一般的には鞭は細くなっている先端部で衝撃波が発生し、音が鳴っているとされているが、鞭の紐同士が当たって鳴っているという説も存在することが分かった。そこで私たちは一般的な衝撃波の説に着目し、実際に鞭を製作して音が鳴るとき鞭の動きを観察し、その速さの計測を試みることにした。

持ち手: 46cm 紐: 24cm 紐の太さ: 2.3mm 紐の重さ: 2.2g 先端部: 2.4cm

▲持ち手に木の棒、紐に犬のリード、先端部にスラスラテープと呼ばれるポリエチレン製の紐の広いひもを使用した鞭を製作した。振ると大きな振動音が聞かすことができた。

仮説

鞭を振った時、より鞭密度の小さい先端部で速さが340m/s(音速)を超えると衝撃波が発生して、音が鳴る。

実験Ⅰ 光センサーによる計測

① 計測装置の製作
光センサーを用いて、オシロスコープで鞭の先端が動く速さを計測できるような装置を製作した。

② 実験
製作した鞭を、センサーの前を通過させて振った。

▲図Aで示したセンサーの前を鞭が通過した時間と、Bで示したセンサーの前を鞭が通過した時間の差によりA-B間での鞭の平均の速さを求めることができる。

結果Ⅰ 光センサーによる計測

試行回数: 約400回

▲鞭の先端部(リング)の速さを計測することは難しかったので、細い部分(糸)の速さを計測し、横波の伝播速度の公式を用いて先端部の速さを求めた。先端部の線密度が9.60g/m、紐の部分が24.3g/mなので、先端部を伝わる横波の速さは細い部分を伝わる速さの5.03倍となる。よって、グラフの傾きは計測値に5.03をかけたものである。

▲図Aで示したセンサーの前を鞭が通過した時間と、Bで示したセンサーの前を鞭が通過した時間の差によりA-B間での鞭の平均の速さを求めることができる。

▲図Aで示したセンサーの前を鞭が通過した時間と、Bで示したセンサーの前を鞭が通過した時間の差によりA-B間での鞭の平均の速さを求めることができる。

▲図Aで示したセンサーの前を鞭が通過した時間と、Bで示したセンサーの前を鞭が通過した時間の差によりA-B間での鞭の平均の速さを求めることができる。

デジタルカメラとフィルムカメラを用いた理由について、実験当初、私たちは持っていたスマートフォンで長時間露光機能のついたアプリケーションをダウンロードして写真を撮っていたが、写真を撮っているうちにスマートフォンではずっとシャッターが開いていて長時間露光写真が撮れているのではなく、何枚も写真を撮ったものを長時間露光写真風に加工しているのではないかと疑問が出てきた。そこで、太陽光のもとで鞭を振り、長時間露光機能を使った写真を撮ってみたいところ、ストロボを用いた時のように写本も動かさずに見えたことからスマートフォンカメラでは長時間露光の写真が撮れないと判断した。しかし私たちの実験では確実にシャッターが開きっぱなしであることが重要なので、長時間露光が確実に実行されると思われたデジタルカメラと、さらに確実なフィルムカメラを用いることにした。

結果と考察Ⅱ ストロボ撮影による計測

試行回数: 約200回

▲図目印としていたテープが伸びて見える。40μ秒の間、1cm程度進んでいることが確認できる。

40μ秒の間1cm進んだとすると、その瞬間の速さは250m/sだったことになる。これは音速である340m/sよりは遅いが、そうなる理由としては、
① 最も速い瞬間をカメラで捉えることができなかったこと
② 鞭の動きに実行があり、最も速い瞬間をストロボで捉えられなかったことが考えられる。

補足

今回、「鞭が音速を超える」ということを検証しようとしたが、その速さには3種類がある。
① 鞭全体を振りおろしたことになる直接的動き
② 鞭を伝わる横波が先へと伝播する動き (= v_x)
③ ②の横波の、振動のある点が振動する動き (= v_y)

左の図①より v_x と v_y の関係を考える。

$$v_y = \frac{2 \times \text{垂直方向の変位}}{\Delta t} = \frac{2 \times \text{垂直方向の変位}}{\frac{\lambda}{v_x}}$$

$$\therefore v_y = \frac{2 \times \text{垂直方向の変位}}{\lambda} \quad v_x \approx v_x$$
 これより v_y と v_x は比例関係になっていると思われる。ここで、実験Ⅱで計測できた250m/sを上記の v_x 、先端部の長さ(λ)を0.15mとすると

$$v_y = \frac{2 \times \Delta y}{0.15m} \times 250m/s$$
 これより、③が340m/sに達するとき、 $\Delta y = 0.102m$ である。これは、横波の振幅が5cm程度なので、体感として十分感じられる値である。

今後の展望

今回鞭が音速を超えたことを直接確認できなかったのは、鞭の振る動きのある独特の動きを捉えられなかったことが一つの主な原因である。そこで、鞭の動きを正確に知るために、鞭を振っている正面、横、上から動画を撮影し、3次的に鞭の動きを観察する事で、鞭が鳴っている時、単に正弦波として鞭を捉えるのではなく、その様な動きをしているか調べると、より正しく鞭の動きを把握することができ、より良い実験につながると思う。

参考文献

『日経の物理事典』『続・日経の物理事典』 近角啓 著 (東京堂出版)
『衝撃波のお話』 高山和喜 著 (日本規格協会)
『いきいき物理わくわく実験3』 愛知・三重物理サークル 編著 (日本評論社)
『Shape of a Cracking Whip』 A. Goriely and T. McMill (Physical Review Letters, vol. 88, no. 24, June 20)

【検証】

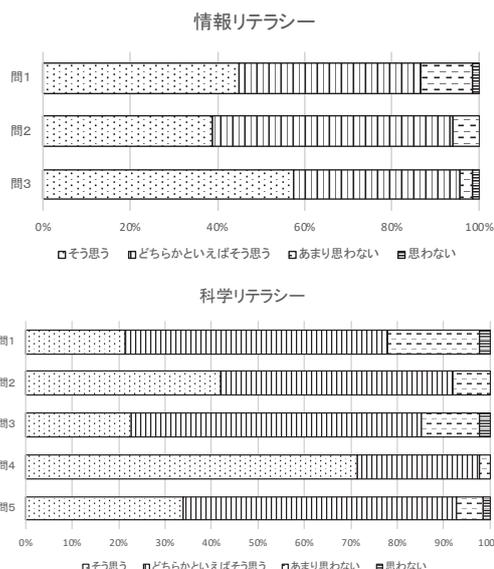
①選択式回答

・情報リテラシー

- 問1 パソコン操作を概ね取得できた。
 問2 課題研究に必要な情報を得ることができた。
 問3 課題研究をまとめるのにパソコンを活用できた。

・科学リテラシー

- 問1 テーマ設定が上手くできた。(課題発見力)
 問2 研究の進め方が理解できた。(課題解決力)
 問3 研究をまとめ発表する力が付いた。(発信力)
 問4 コミュニケーションによる他人との関わりが必要であることが分かった。(協働性)
 問5 研究内容を他人に伝え共有することができた。(発信力)



②記述式回答の例（「高く評価できる」としたものの）

- 自分たちで立てた仮説を証明する為にどんな実験を行えばいいのか、抜け目がないように考える過程や考察を論理の飛躍がないように相手に伝えるのが大変だったが、分野が人文社会だったことで実験の指標や結果を、どうやって客観的なデータとして示すことの大切さがよく分かった。これからも物事を多角的に見て判断できる力をこれからも養っていきたいと思った。
- 最初は少し面倒に思っていたけど、課題探究を進めていくうちに自分たちで正解に近づいている感覚や、答えをただ知っているだけでなくその答えを自分の力で導くことなどの楽しさを感じた。正しいことだけが良いというわけではなく、正解にたどり着けなくても、どこで不備が起きたのかなど考えるのも十分価値のあることだと学んだ。
- ひとつの事について、一定期間深く考えるのは楽しい事だと思った。実際に課題探究をやってみて、難しい事が沢山あった。実験の方法を考えても実行できなかったこと、実験がうまくいかないこと、研究内容を伝えるためのポスターや原稿を作ることなどに苦労した。課題探究を通して、探究して伝えるのは難しいと実感したし、興味深いと思えた。

【課題と今後の展望】

第Ⅱ期のスタートと同時に始めたこの形での課題研究は、本校の第Ⅱ期の研究開発とともに、運営指導委員の先生方のアドバイスを受けながら改善を重ねてきた。また、第3年次の中間評価以後は、中間評価で指摘された「課題研究の高度化・深化」という課題について重点的に取組できた。特に第5年次には、第Ⅲ期を見据え、データサイエンスの指導を重視した取組を開始した。今までは信ぴょう性の低いデータを根拠なきまま発表をしてしまう研究が見られていたが、そのような研究は大幅になくなり、特に高度化の面で成果を上げることができた。今後控えている今年度の発表会が楽しみである。

また、もう1つ中間評価で指摘された「教員の指導力向上」という課題については、教員用指導書「課題探究トリセツ」の内容充実、第4年次から設置した「倫理委員会」での事例の蓄積に加え、第5年次には、Microsoft Teamsを活用し、校内に点在する職員全てにこまめにタイムリーな情報共有を行った。これらの取組により、探究活動の指導レベルの向上が見られた。



総合学際分野の活動の様子

ウ.「SSH理科探究」(3年生普通科対象:「SSH言語探究β」と選択制)

【身に付けさせたい資質・能力】応用的実験力、総合的理科探究力

【仮説】

「SSH理科探究」において最先端の研究に触れることにより、探究活動が生活向上(社会貢献)につながる重要な活動であることを深く認識するとともに、昨年行った課題研究を振り返り、知識を十分に活用した探究活動が研究の質的向上につながることを実感することができる。

【研究方法・内容】理科特別講座(最先端の研究に触れる機会)

今年度は「理科特別講座」を、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策を徹底したうえで実施した。今回は「理科特別講座」を5講座開講し、そのうち4講座で対面方式、1講座でZoomを利用したオンライン方式とした。オンライン方式は現在様々な場面で活用されている。今までは時間的、距離的に開講が難しい、例えば海外を拠点として活動する研究者による講座も可能となり、今回はそのような講座も実施する事ができた。実施した各講座の詳細は以下の通りである。

講座1(対面方式)

講師:愛知教育大学 教育学部 教授 戸田 茂 先生

タイトル:「南極の過去・現在・未来」

概要:美味しいスイカの見分け方を教えます!南極大陸へ4回調査に出かけた地震学者が、研究へのモチベーション、先端技術を取り入れた環境へ配慮した機器の開発、研究チームの作り方を通して、得られた知見を説明します。掘ることが出来ない、光も届かない地球の内部構造を調べるために考えられた固体地球物理学的手法、これまでの研究成果、これから実施する観測についての話しをします。私のフィールドは南極大陸ですが、みなさんのフィールドはどこですか?

講座2(対面方式)

講師:名古屋大学大学院情報学研究科 複雑系科学専攻 教授 吉田 久美 先生

タイトル:「アントシアニンを用いた青色着色料の可能性」

概要:アントシアニンは花や野菜、果実、種子などに含まれる植物色素で、赤から紫、青色までの幅広く美しい発色を持つ。人類が何万年もまえから食してきた化学物質であることから、安全性についての問題はほとんど無いと考えられる。ここ数十年かけて、合成タール系着色料からアントシアニン系着色料への切り替えも進んできた。その上アントシアニン類は、ポリフェノール系化合物であることから、単なる着色料としてのみならず、抗酸化性を併せ持つ機能性着色料としても期待され、様々な研究が進んでいる。しかし、安定性や価格の面から不利な点もある上、これまで青色を発色させることだけは困難であった。なぜ、植物では青色が安定に発色するのに、着色料として用いる場合それが難しいのであろうか。本講義では、アントシアニンの発色と安定化の化学についての理解をベースにして、アントシアニン系着色料の現状、さらには、青色着色料の実現可能性を探る。

講座3(対面方式)

講師:名古屋市立大学 薬学部 准教授 井上 靖道 先生

タイトル:「がん細胞の特徴・がん化学療法」

概要:急速な高齢化が進む日本において、がんは決してめずらしい病気ではなくなり、誰もが罹患する可能性がある病気です。がん研究は、生物学や医学における最大のテーマの一つであり、以前は「がん=入院しっぱなしで治療」というイメージだったものが、現在、がん治療は劇的な変化を遂げつつあります。本講義では、がん細胞の発生と悪性化のプロセスを概説し、その後、がんに対する最新の抗がん剤を用いた化学療法についてお話しします。

講座4(対面方式)

講師:自然科学研究機構 基礎生物学研究所 教授 新美 輝幸 先生

タイトル:「昆虫の模様と形の多様性を探る」

概要:昆虫は4億年以上にわたる進化の歴史の中で、地球上のあらゆる環境に適応し、それぞれの種が各々の環境に適応するために多様な形質を発達させています。私達の研究室では、 TENTUMシの模様やカブトムシの角がどのようにして作られるのか、またどのように進化してきたのかについて分子レベルで明らかにすることを目指しています。本講演会では、これらの謎を解き明かす研究を紹介します。

講座5 (オンライン方式)

講 師：南洋理工大学 (シンガポール) Assistant Professor 伊藤 慎庫 先生

タイトル：「化学を磨いて世界へ飛び出そう」

概 要：私たちの身の回りには化学製品があふれています。今日の便利な生活は、化学の力なしには成り立ちません。より良いモノを作るため、より良い社会を実現するために、化学者は日々努力しています。日本を飛び出し世界を舞台に化学を追求してきた私の経験を、みなさんへのメッセージとともにお伝えします。熱い思いを感じていただけたら幸いです。

【検証】

講座を受講した生徒に対して選択式と記述式のアンケートを実施した。アンケート内容と結果は次の通りである。

アンケート内容

【選択回答】

以下の(1)~(4)の項目について、次の4つの選択肢より該当すると思われるものを選び、その番号に○印を付けなさい。

[①強くそう思う ②そう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない]

- (1) 講義内容から、どのような方法で研究が進められているか理解することができた
- (2) 講義内容から、新たな問題点や疑問点を見いだして「探究する」ことの大切さを感じる事が出来た
- (3) 研究には知識を活用し、深く追究することが大切であると感じた
- (4) 研究を進めるには、共通のテーマを持つ他の研究者とコミュニケーションを取る必要があると感じた
- (5) この講義を受講して、研究に対する自分の気持ちや考えが大きく変化した

【選択回答】

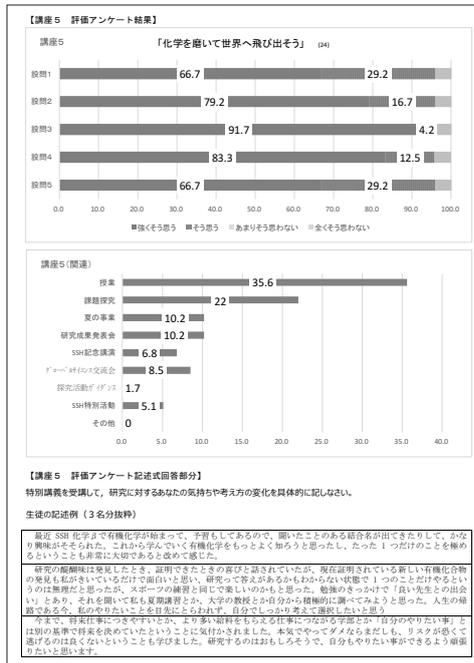
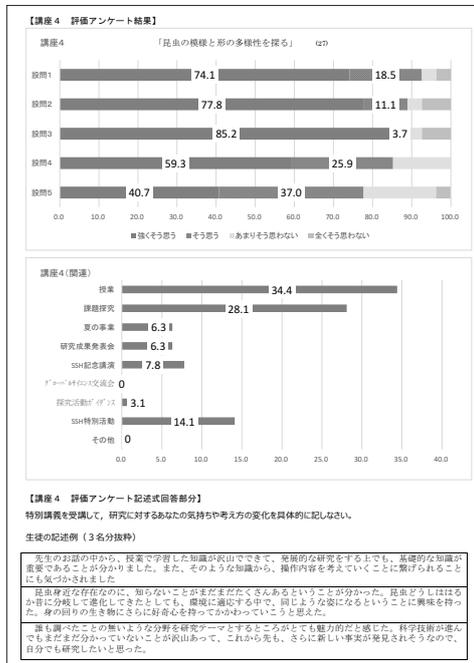
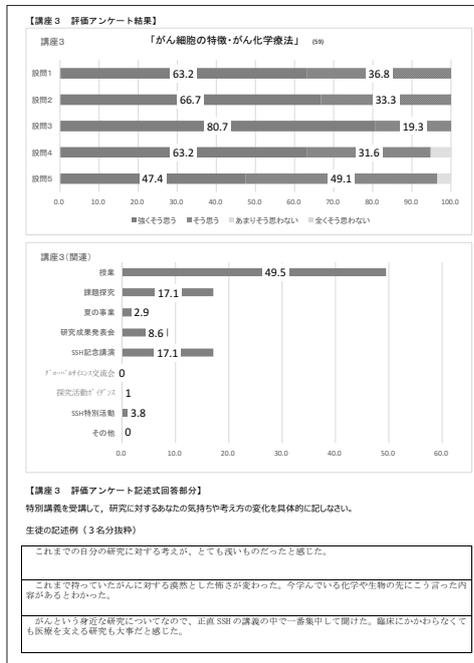
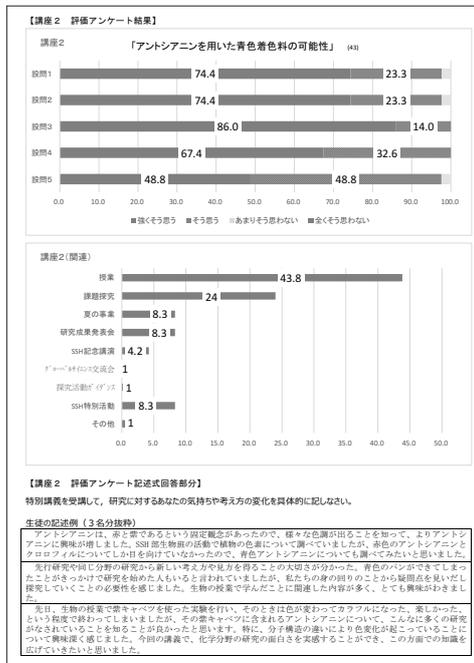
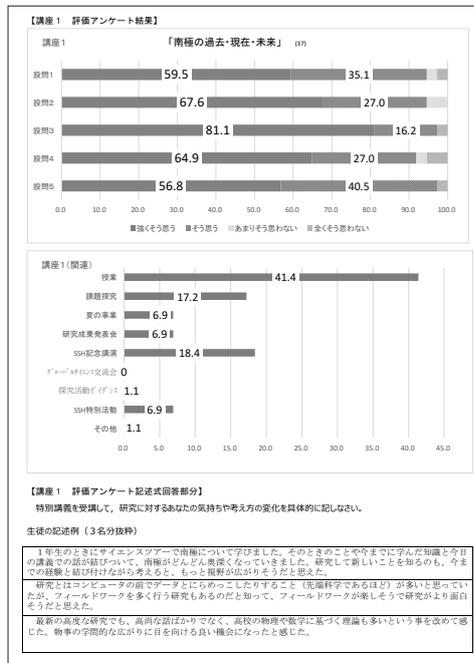
この講義を理解するために必要な知識や情報は、どのような学校活動と繋がり(関わり)があると思いますか。繋がりに(関わり)があると思うものを次の選択肢より3つまで選び、その番号に○印を付けなさい。

- ① 授業 (SSH物理β SSH化学β SSH生物β SSH理科探究 など)
- ② 課題探究
- ③ SSH夏の事業 (数学夏の学校 サイエンスツアー 1日研究員体験 透明骨格標本などの課題探究入門講座 課題探究自主講座 など)
- ④ SSH研究成果発表会
- ⑤ SSH記念講演
- ⑥ グローバルサイエンス交流会 海外研修生徒交流会など
- ⑦ 探究活動ガイダンス
- ⑧ SSH部などのSSH特別活動
- ⑨ その他 (具体的に：)

【記述回答】

特別講義を受講して、研究に対するあなたの気持ちや考え方の変化を具体的に記しなさい。

アンケート結果



【検証・課題と今後の展望】

各設問（設問1. 研究の進め方、設問2. 探究の意義、設問3. 知識を用いた研究の進め方、設問4. 研究内容の共有、設問5. 探究に対する考え方の変容）について、肯定的な回答（「強くそう思う」「そう思う」を含める）が、どの講座でも8割以上あり、大変効果的な講義であった。また、講義内容を理解する上で、授業や課題探究などの学校活動の関わりが深いとの回答が多かった。さらに、記述回答では講義を受けて、考えの変容があったとする記述が多く見られた。これらのことから、仮説はほぼ検証されたと考えられる。この経験が進学先の大学での研究に生かされることを大いに期待している。

Ⅱ. 「SSH言語探究α」(3年生普通科文系生徒対象)

【身につけさせたい資質・能力】論理的に文章を書く力

【仮説】

表現したいことを整理し、文と文の接続に注意して記述をすれば、論理的な文章を書けるようになる。

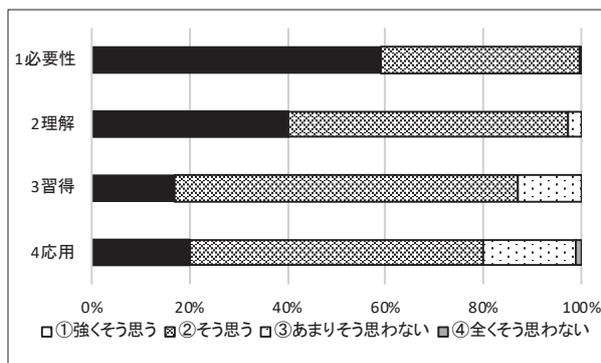
【研究方法・内容】

短い文章を校正するという活動を通して、文章作成の基礎知識や着目点を確認し、その後、長い文章使って、基礎知識の活用を図った。この流れを単元ごとに繰り返した。生徒自身が意見文を書く活動では、生徒同士の相互評価を行い、文章を書く立場と読む立場の両方から文章を振り返ることで、文章技術の強化を図った。

【検証】

① 選択式回答

- (1) 表現したいことを整理し、接続語に注意し、文章をまとめることの必要性を理解することができた。
- (2) 表現したいことを整理し、接続語に注意し、文章をまとめることの方法や技術を理解することができた。
- (3) 表現したいことを整理し、接続語に注意し、文章をまとめることの方法や技術を習得することができた。
- (4) 表現したいことを整理し、接続語に注意し、文章をまとめることを国語の学習以外にも応用することができた。



「言語探究α」の授業を通して、文章の順番を入れ替えたり、接続語を補ったりすることによって文章が断然読みやすくなることに気づいた。今までは要約文に全ての情報を詰め込んで書いていたが、文章の「幹・枝葉」を区別すること知り、伝えたいことを取捨選択すると、すっきりした分かりやすい要約文を作ることができた。この技術は、国語だけでなく、「課題探究」で自分たちが研究した内容をより分かりやすく伝える時にも活用できると思う。

② 記述式回答の例

1年時から要約文作成の機会があったが、あまり時間が取れなかった。そのため、記述回答には「今まではなんとなくで書いていた」と答えている生徒が多い。しかし、テキストを基に着眼点などを学ぶことで、書くべきことが明確になったため、生徒の手応えにつながっていったと考えられる。また、要約文を作成する時には、書き手の主張をつかまなければならないため、要約文作成の着眼点は文章読解の着眼点と同じであることに気づいた生徒も多く見られた。

「応用」の項目は、「強くそう思う」が少なく、他の項目と比べて「あまりそう思わない」が多い。記述回答の中に「課題探究」への応用を書く生徒は少なく、それはアンケート実施時がまだ「課題探究」の発表準備の段階ではなかったため、実体験とのつながりが弱いからだと考えられる。記述回答内には、英作文、日本史や世界史の論述解答、部活動や委員会活動を応用場面として挙げている者がいた。高校生活の中においても、論理的な文章を書くことが求められる場面はある。それらの活動時にも「言語探究α」の授業で学んだことが使えるように指導していきたい。

【課題と今後の展望】

「習得」の項目は、「強くそう思う」が少ない。相互評価の活動で他者の文章と比較すると、自分の文章の足りないうちに気づいてしまうため、「習得できた」という自信につながっていないと考えられる。しかし、年度初めに書かせた文章と年度末のもの比べると、多くの生徒が読みやすい文章へと変化している。今後は他者の文章との読み比べだけでなく、自分が過去に書いたものとの読み比べる活動を行い、自分の成長を感じる機会を設けたい。

新学習指導要領の「現代の国語」では、「読み手の理解が得られるよう、論理の展開、情報の分量や重要度などを考えて、文章の構成や展開を工夫すること。」とある。分かりやすく論理的な文章を作成するための工夫は、「言語探究α」の授業を通じて指導してきたことであるため、この授業方法を活用しながら学習計画を立てていきたい。

【第Ⅱ期を通して】

経過措置を含めた3年間とその後の3年間では使用する教材を変更し、重視する活動も変更した。

前半 教材『はじめよう、ロジカルライティング』

→重視した学習活動：語句の係り受けに注目した短文添削、意見文作成

後半 教材『大人のための国語ゼミ』

→重視した学習活動：接続語のはたらきに注目した短文添削、文章要約、意見文作成

第Ⅱ期では、2年生の年度末に全生徒が課題探究の成果をポスターセッションの形で発表する。1年間の探究活動を10分程度という限られた時間で発表しなければならないため、要点を絞ったものにする必要がある。文章要約の活動を通して「簡潔に分かりやすく」が重要だと考えた。この二つの授業が相互に効果的に行えるように今後も工夫していきたい。

オ.「SSH言語探究β」(3年生普通科文系生徒対象)

【身に付けさせたい資質・能力】論理的思考力、英語で情報や意見を発信する力

【仮説】

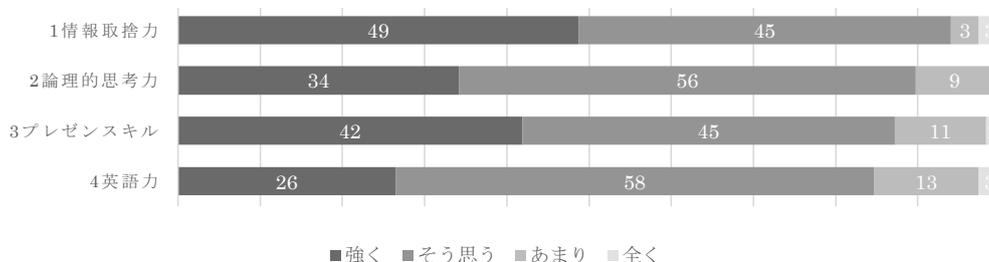
「課題探究」の研究成果について英語でプレゼンテーションすることにより、情報を取捨選択する力や、構成を考える論理的思考力、英語での情報発信力を身に付けることができる。

【研究方法・内容】

「課題探究」の研究内容を英訳し、Power Pointを使用して「プレゼンテーション+質疑応答(計3分)で発表する。

【検証】

①選択式回答



②記述式回答の例(「高く評価できる」としたもの)

- ・原稿を書くとき、同じ単語を使わないように考えたり、より興味をもってもらえるような話し方を自分で考える機会を得ることができた。
- ・最も結果に影響を与えた実験のみを紹介したので、それまでの研究の流れなど論理的なつながりが見失われないように気を付けた。
- ・専門用語が多いと分かりにくくなってしまっているので、なるべく簡単な単語を使うように気を付けた。
- ・パワーポイントを使うのが初めてだったので慣れるまでに時間がかかったが、いい経験になった。
- ・日本語で書かれた専門的な内容を含む文章を英語に言い換えるのが大変だった。
- ・2年次の課題探究を英語でまとめ直す時に、英語で表現を工夫し直すところに苦労したがやりがいがあった。
- ・昨年習ったパソコンのスキルでよいプレゼンができて良かった。また、分かりやすい英語にするのが難しかった。
- ・準備時間が足りなかった。パワポを使った発表が体験出来て良かった。
- ・短い時間に伝えたいことをまとめる練習ができた。他の人のプレゼンも参考になった。
- ・規定の時間におさめつつ、聴衆に分かりやすいようにするのが難しかった。
- ・たくさんの情報を分かりやすくまとめたり、難しい単語をどれだけ簡単に表現するかに苦労した。
- ・論理的な文章にしてから単調な英語表現にならないように文章に工夫を凝らすために、高い英語力が求められるところが難しいと思った。
- ・発表内容に専門用語を含むことがあり、発表する側でも、聴く側でも難しかったが、語彙が増えた。
- ・昨年の課探の発表が自分ではあまり納得のいくものではなかったので、どう発表するかとても悩みました。
- ・専門的な内容を英語で分かりやすく説明しようと考えたことで、日本語での発表にも活かせることを学べた。
- ・2年次に発表した時よりも短くかつ英語でまとめる必要があったので、必要な情報を選ぶ力がついたと思う。
- ・自分で伝えたいところを分かりやすくまとめ発表したので、自分の理解も深まり、英語の力も身に付きよかった。
- ・英語のプレゼンを聞くことで、リスニング能力が上がった気がする。
- ・PowerPointの効果的な作成の仕方が身に付いた。日本語でプレゼンするのと英語ですることの違いが分かった。
- ・発表を聞くことのほうが難しかった。PowerPointは分かりやすく見ていて楽しかった。自分が質問する気で聞くと、正確に理解することの大切さが分かった。
- ・クラス全員の前でプレゼンの経験ができたのが良かった。

調査項目全般において肯定的な回答が多かった。生徒たちは、発表に向けて自分なりに色々工夫を重ねることで、「身に付けさせたい資質・能力」を培ったと考えられる。記述式の回答からは、多くの生徒が英語によるプレゼンテーションを「難しい」と感じていることが読み取れる一方、情報を収集し分析したり、論点を明確にして他の生徒にそれを分かりやすく伝えるという経験から、座学の受動的な授業だけでは得られない英語力や表現力、情報発信能力が獲得できたことを実感したようである。

今後、新学習指導要領で設けられる「話すこと[やりとり]の力」、「考えたことを即興で話す発信力」も、このような活動を通じて身に付けさせることができるのではと考える。

【課題と今後の展望】

「プレゼンテーション」では、生徒が2年次に行った課題探究の研究成果を発表したが、専門的で高度な内容について、日本語でも非常に説明が難しいものもあり、それを英語で発表するとなると生徒自身の高い英語力が必要とされることはもちろんだが、聴衆にもそれを瞬時に聞き取り、十分に理解することが求められる。そこで、プレゼンをする時、はじめに概要(Overview)を提示させるなどの対策を試みたが、更なる工夫や改善の余地が残されていると思われる。

3-1-3 SSH理数科目

A. 「SSH数学X α 」「SSH数学Y α 」(1年生全生徒対象)

「SSH数学X β 」「SSH数学Y β 」(1年生全生徒対象)

【身に付けさせたい資質・能力】数学を活用する力、論理的思考力、数学への興味関心

【仮説】

(1) 「SSH数学X α 」「SSH数学Y α 」

- ・自然科学の中で数学の果たす役割を理解することで数学を活用する力が向上する。
- ・思考することに重きを置いた授業を行うことで論理的思考力が向上する。

(2) 「SSH数学X β 」「SSH数学Y β 」

- ・高校で学ぶ内容を基に発展させた内容も併せて学び、学習内容を深く理解することで数学への興味関心が高まる。
- ・自然科学でよく活用される分野について、周辺の発展的な事柄も含めて学ぶことで、数学を活用する力が向上する。

【研究方法・内容】

(1) 「SSH数学X α 」「SSH数学Y α 」

① 年間指導内容

期	「SSH 数学X α 」 3 単位		「SSH 数学Y α 」 3 単位	
	単元	学習内容	単元	学習内容
前期	数と式	①整式 ②実数 ③方程式と不等式 ④集合と命題	場合の数と確率	①場合の数 ②順列・組合せ ③確率とその基本性質 ④いろいろな確率
	2次関数	①関数とグラフ ②2次関数の最大・最小 ③2次関数と方程式・不等式	整数の性質	①約数と倍数 ②素数・n進法 ③互除法と不定方程式
	図形と計量	①三角比 ②図形と計量		
	三角関数	①一般角の三角関数 ②加法定理	式と証明	①整式の乗法・除法と分数式 ②式と証明
後期	図形と方程式	①点と直線 ②円と直線 ③軌跡と領域 <線型変換>	複素数と方程式	①複素数・2次方程式 ②高次方程式
			図形の性質	①三角形 ②円 ③作図 ④空間図形
	データの分析	①データの整理と分析 ②データの相関	平面上のベクトル	①ベクトルとその演算 ②ベクトルと図形 <線型変換>

②学習内容例

線型変換の実践項目

- 1 行列の表す線型変換の例 対称移動[SSH数学 X α]
- 2 行列の表す線型変換の例 回転移動 [SSH数学 Y α]
- 3 相似拡大[SSH数学 X α]
- 4 移動の合成[SSH数学 Y α]
- 5 回転移動の合成[SSH数学 Y α]
- 6 対称移動と回転移動[SSH数学 X α]
- 7 回転拡大[SSH数学 Y α]

1つのベクトルで表された2次元や3次元、一般に高次元の量に対し、比例の関係を考えようという、いわゆる線型(1次)変換を学習させた。行列とベクトルの積として(*)式のように捉えることで、ベクトルの基底の取り換え、斜交座標と直交座標との関係の理解を深めた。また、SSH数学 X αで学習した「図形と方程式」と、SSH数学 Y αで学んだ「ベクトル」との融合問題として、考えやすい具体的な問題を通し対称移動や回転移動などを行い、実践させることで、線型変換を学ばせた。

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, \quad \vec{x} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}, \quad \vec{u} = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$$

として $A\vec{x} = \vec{u}$ すなわち

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} \quad \dots (*)$$

[一部抜粋]

実践問題例 直線 $y = mx$ に関する対称移動を表す行列について、 $m = \tan \theta$ であるとき、

$$\frac{1}{1+m^2} \begin{pmatrix} 1-m^2 & 2m \\ 2m & m^2-1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 2\theta & \sin 2\theta \\ \sin 2\theta & -\cos 2\theta \end{pmatrix}$$

と表されることを示せ。

(2) 「SSH数学 X β」「SSH数学 Y β」

① 年間指導内容

期	「SSH 数学 X β」 3 単位		「SSH 数学 Y β」 3 単位	
	単元	学習内容	単元	学習内容
前期	図形と方程式	①軌跡と領域	平面上のベクトル 空間ベクトル	①ベクトル方程式
	指数関数と対数関数	①指数と指数関数 ②対数と対数関数		①空間の座標 ②位置ベクトル
	微分法と積分法	①微分係数と導関数 ②導関数の応用 ③積分法	数列	①数列とその和 ②漸化式 ③数学的帰納法
後期	関数	①分数関数 ②無理関数	複素数平面	①複素数平面 ②平面図形と複素数
	極限	①数列の極限 ②関数の極限	式と曲線	①2次曲線 ②媒介変数と極座標
	微分法	①微分係数と導関数 ②いろいろな関数の導関数	極座標	①媒介変数表示 ②極座標 ③曲方程式
	微分法の応用	①接線・法線の方程式 ②関数の極大・極小 ③関数の最大・最小 <テイラー展開>	確率分布と統計的な推測	①確率分布 ②統計的な推測 <中心極限定理>

② 学習内容例

・テイラー展開 [SSH数学Xβ]

関数のテイラー展開を紹介し、多項式・三角関数・指数関数・対数関数のテイラー展開を計算させた。また、テイラー展開を n 次項で打ち切ること、関数を多項式で近似できることを実感させ、それを応用して、極限値を計算させた。

[一部抜粋]

$f(x) = c_0 + c_1(x-a) + c_2(x-a)^2 + \dots$ のとき c_n を求めよ。

$x = \dots$ で $f(x)$ をテイラー展開せよ。

- (1) $f(x) = x^3$ ($x = 2$) (2) $f(x) = \cos x$ ($x = 0$)
(3) $f(x) = e^x$ ($x = 0$) (4) $f(x) = \log x$ ($x = 1$)

・中心極限定理の証明 [SSH数学Yβ]

コインを n 回投げた時の表が出る枚数 X は2項分布となる。これを標準化した分布が(n を大きくしたとき)正規分布 $g(z)$ に近づくことを、 g が満たす微分方程式を求め、解かせることで説明した。

[一部抜粋]

離散的に定義された関数 $f(z_k)$ が実数上の連続関数 $g(z)$ に「近づく」とき、 $g(z)$ がみたすべき微分方程式を考えよう。

【検証】

(1) $\frac{f(z_{k+1}) - f(z_k)}{z_{k+1} - z_k} = f(z_k) \times \square$ を示せ。

(2) n が大きいとき $\square \doteq -z_k$

(3) 次の条件を満たす関数 $g(z)$ を求めよ。

(i) $g'(z) = -z g(z)$

「SSH数学Xα」では、「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」の内容を中心に再編した。「SSH数学Yα」では、「数学A」「数学Ⅱ」「数学B」の内容を中心に再編した。問題の解き方を学ぶだけではなく、数式の意味を意識して思考するように指導した。また、体系的に学びを進める一方で、他分野や身近な題材と関連づけて多面的に学ぶことで、理解を深めることが出来たと考えられる。

「SSH数学Xβ」では、「数学Ⅱ」「数学Ⅲ」の内容を中心に再編した。「SSH数学Yβ」では、「数学B」「数学Ⅲ」の内容を中心に再編した。問題の解き方を学ぶだけではなく、定義や公式の意味と価値を理解するように指導した。また、体系的に学びを進める一方で、他分野や身近な題材と数学を関連づけて多面的に学ぶことで、理解を深めることが出来たと考えられる。

イ. 理科「SSH物理α」(2年生普通科全生徒対象)「SSH物理β」(3年生普通科対象:選択制)

【身に付けさせたい資質・能力】科学的探究力、数学的探究力、情報処理能力

【仮説】

- (1) 物理法則発見の追体験を意識した自由度の高い実験を行うことで、問題解決に向けて実験や観察を企画・工夫する力(科学的探究力)が育成される。
- (2) 物理現象の理解に微分積分などの数学的な手法を用い、理論的な考察を重視することで、考察に数学を活用する力(数学的探究力)が育成される。
- (3) コンピューターを用いて物理現象をわかりやすく表現するアニメーションを作成することで、深い理解のためにコンピューターを活用する力(情報処理能力)が育成される。
- (4) (1)~(3)で育成される力は、この科目で独立したものではなく、「課題探究」を進める力になったり、逆に「課題探究」によりアシストされたりする。

【研究方法・内容】

◇ 物理学者の業績を追体験することを意識した自由度の高い実験例

- ・フックの法則の検証 ・ボイルの法則の検証 ・気柱の開口端補正の測定
- ・太陽系惑星の軌道要素の解析によるケプラーの法則の検証 ・オームの法則の検証 など

◇ 数学と融合した高度な授業事例

- ・運動方程式の三法則と力学的エネルギー保存則及び運動量保存則との関連性
- ・ポアソンの法則の導出 ・ヤングの実験の近似の精度の確認 など

※上記以外にも、実験のデータ処理の際に「数学Ⅹα」で学習したデータの分析の手法を用い、より高度な考察となるように指導を行った。

◇ コンピューターを用いたアニメーション作成の授業例

波動分野において、縦波の理解、定在波の理解、うなりが振動数のわずかに異なる2音で起こる現象であること
の理解、3音の場合にうなりができるかの探究、干渉縞の理解という複数のテーマから生徒が自由に選択し、わ
かりやすく表現するアニメーションを作成させた。

◇ 「課題研究」によりアシストされた、自由度の高い授業例

「SSH物理β」の授業実践を3例報告する。

・独楽まわし

「剛体にはたらく力のつり合い」の単元でモーメントのつり
合いや重心について理解した段階で、安定して回転する独楽を
作成する課題を与えた。円形や三角形といった基本の図形を印
刷した用紙と爪楊枝を生徒に配布して独楽を作成させた。独楽
の作成についてはグループでの活動とした。

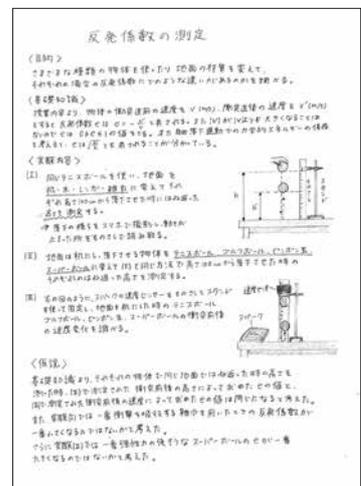
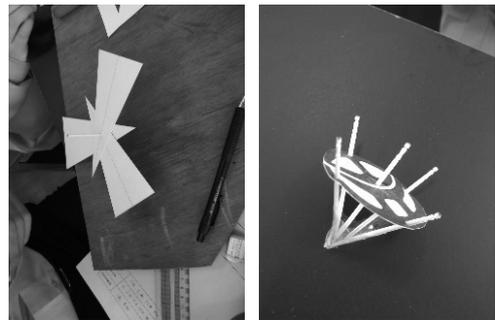
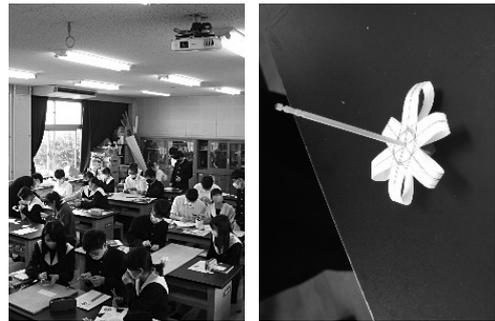
作業自体は単純で、理論も難しいものではない。しかし、実際
に制作物と作る場合には、様々な要素を考えて作業をする必要
がある。また、作業を進める中で、生徒同士での議論の中から独
創的なアイデアが浮かび上がり、平面の制作物から立体的制作
物への構造の変化が見られた。この変化は、自由な発想で課題
を突き詰めていく過程で、課題研究で培った「探究する力」が
生かされた場面であったと考えられる。

・生徒同士の学び合い

「原子」の単元を、生徒同士の輪読の形で実施した。教科書の内容をグループ毎にまとめ、生徒が先生になる形
で発表を行った。課題探究では、活動内容をまとめ、発表する機会がある。それを授業に応用した形となる。発表
する生徒たちは、グループ内でまとめた内容を分かりやすく伝えるために、ミニ実験やグループワークを指示
するなど、様々な工夫をした。

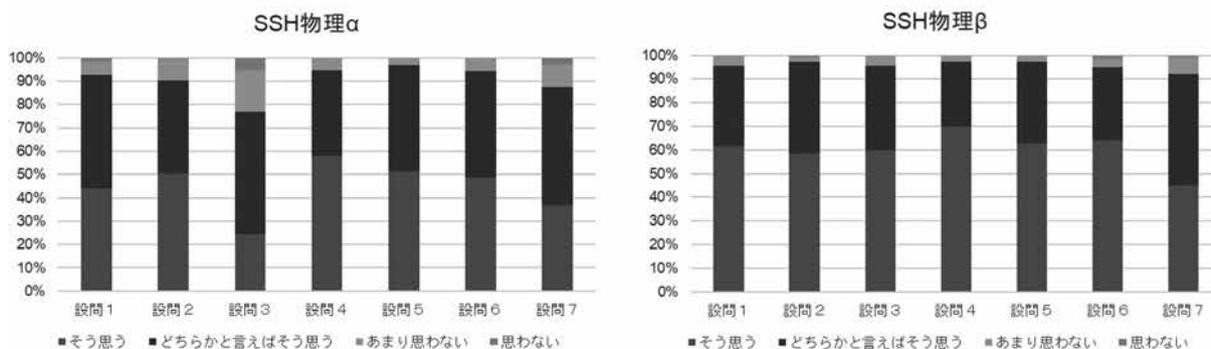
・反発係数の測定

「運動量と力積」の単元で反発係数について理解させた段階で、反発係数をテーマとする課題を与えた。その際
に指導者からはテーマだけを提示し、グループで探究課題、測定方法、レポートのまとめ方などを自由に設定さ
せた。生徒たちは自分たちで設定した課題を解決するために、実験室中から段ボールや板、布などを持ち出し、実
験用非弾性球やゴルフボール、スーパーボールなど様々な組み合わせで衝突
実験を行い、実験データを収集し、議論・考察をしたものを後日レポートにま
とめて提出した。この一連の流れは「課題探究」で培ったノウハウを生かした
ものとなった。



【検証】

- 設問1 授業内容が理解できたか。
設問2 発展的な内容で理解が深まったか。
設問3 高度な数学的手法で理解が深まったか。
設問4 実験・シミュレーションで興味関心を持てたか。
設問5 問題点や疑問点を深く探究することは大切か。
設問6 他者とのコミュニケーションをとる必要はあるか。
設問7 探究することに対する意識が変化したか。



全体を見ると、いずれの設問に対しても肯定的な回答（そう思う、どちらかと言えばそう思う）の割合が多くみられる。

しかし、文理分け前の生徒を対象としたSSH物理αでは授業理解がスムーズに進んでいない生徒も見られる（設問1～3）。特に数学的手法での理解には、そう思うと回答する生徒が2割程度となっている。一方で、実験・シミュレーションに対する興味関心（設問4）は高い割合を示すことから、例えば、数学的な手法を用いた実験解析などで、その有用性について理解させていきたい。

理系選択者の生徒を対象としたSSH物理βでは、探究に対する回答（設問5～7）で物理αの生徒よりも、そう思うと回答した割合が多い。これは2年生の課題探究を経験し、それを活用した授業展開によって、科学的探究力がより育成されたと考えられる。

【課題と今後の展望】

「SSH物理α」で、高度な内容の理解がスムーズに進んでいない生徒へのフォローアップをどのように進めていくか検討が必要である。

ウ.「SSH化学α」(2年生全生徒対象)

【身に付けさせたい資質・能力】科学的思考力、知識を活用する力

【仮説】

「課題探究」で取り組む課題研究との関連に重点を置き、次の仮説を立てて授業を進めている。

発展的な学習内容による深い理解と、生徒実験で体得する技量（実験スキル）を、探究活動で生かすことができれば、課題研究の質的向上を図ることができるとともに、身の回りの事物・現象を深く探究する力を育成できる。

【研究方法・内容】

◇授業内容

指導要領「化学基礎」に示されている学習内容に加えて、次の発展的な内容を扱った。

電子軌道と電子配置、イオン・金属結晶の結晶格子、中和反応と水溶液の性質（pH計算演習、塩の加水分解）、化学反応とエネルギー（電池、電気分解、熱化学）、無機物質の性質（非金属元素、典型金属元素からなる物質）、物質の状態（蒸気圧と気体の性質、混合気体）

◇実験内容

定量的または探究的な内容を含む次の実験・演示実験を全生徒向けに実施した。

アボガドロ定数の測定、中和滴定、spark(データロガー)による滴定曲線の作成(演示)、食酢中の酢酸の定量、水

溶液の電気分解(手回し発電機使用)、溶解熱・中和熱の測定(spark使用)、アルカリ金属・アルカリ土類金属の性質

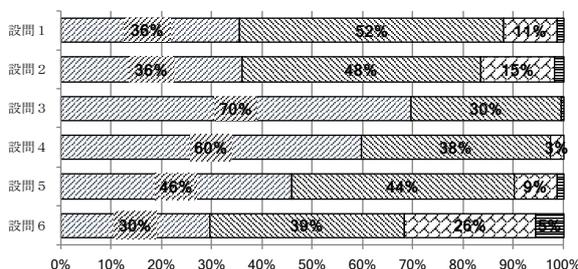
【検証】

① 選択回答：[①強くそう思う ②そう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない]

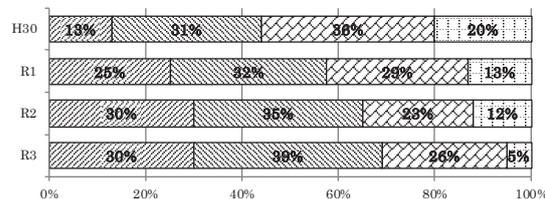
- 設問1 授業内容はおおむね理解できた
 設問2 発展的な内容を含む授業により、学習内容の理解が深まった
 設問3 授業中の演示実験や、化学実験室で一斉に行う生徒実験に積極的に参加した
 ※以下、演示実験には動画視聴も含めて考える
 設問4 演示実験や生徒実験が学習内容の理解につながった
 設問5 発展的な内容や実験を含む授業展開により、化学変化(化学的現象)に関する興味・関心が高まった
 設問6 授業内容が課題探究の研究に結びついた。(課題探究で理科分野の生徒のみ回答) → 経年変化注目

② 記述回答：身近な物質や化学変化(化学現象)について、理解が深められたことを具体的に記してください。

令和3年度 SSH化学α



令和3年度 SSH化学α
設問6 経年比較



【課題と今後の展望】

私たちは課題探究で、カフェインの抽出を行いました。今までカフェインはとても身近にあるものですが、どんな結晶をしているのか、どんなものにどれだけ入っているのかなどあまり考えたことがありませんでした。しかし、課題探究を通してカフェインの形を認識することができました。また抽出するものによって形が違ったり見えやすさが違ったりするのも面白いと感じました。化学の授業で習った中和滴定も実験に応用することができたのでよかったです。

以前は銅やアルミニウムが自然界での状態から銅製品の材料等の状態になるのか疑問に思っていた。しかし電気分解を学び、電解精錬や融解塩電解による、純度の低いまたは酸化された物質から目的の物質を得るという工夫がよく理解できた。めっきについてもイオン化傾向を理解したことでよく理解できた。また、物質の構成の分野では物質の結合や結晶の構造が分かり、物質が示す性質の理由が理解できた。特に黒鉛やダイヤモンドの硬さや電気伝導性の理由がよくわかった。構造から性質がわかることの面白さや構造式、化学反応式の重要さが理解できた。

私は課題探究で、微生物燃料電池についての研究に取り組んでいます。初めにテーマを決めた時は、微生物が何かしら活動することで電気が生じるだけくらいしか理解できていませんでした。ですが、化学の授業で、イオンや色々な種類の電池のしくみについて詳しく学んだことで、(特に正極負極での反応について理解したことで)発電菌が有機物を分解して生じるCO₂, H⁺, e⁻のうちのe⁻が正極に移動することで起電力が生じることが理解できるようになり、今では土を見るだけでe⁻など反応の流れが想像できるようになりました。化学と日常生活が結びつくことが実感でき、学ぶことがより楽しくなりました。もっともっといろんな反応を知りたいです。

選択回答の設問1から4は、化学学習への取組、理解度を示したもので、例年通り好評価が得られている。ここでは、設問6 (SSH事業の根幹に据えている課題研究とのかかわり)、記述回答(身近な現象の捉え方の深化を変容と捉えた設問)の結果に注目した。設問6の4年間の経年変化は、「SSH化学α」の授業内容が、課題研究理科分野(物理、化学、生物)に関連付けられているかを示す指標であり、徐々に関連が深まる傾向を示している。したがって、課題研究を意識した授業展開が順調に形成されてきていることが分かる。記述部分の回答は、学習内容により理解が深まった事象・現象と、このことにより起こる考え方の変容が、明確に記されているか、を5点満点のルーブリックで数値化した。その結果、平均値3.8で、おおむね自己の変容を感じ取っているといえる。したがって、仮説はほぼ検証でき、課題研究の質を向上させるための授業展開基盤は出来上がっているものと考えられる。SSH第Ⅲ期の事業に向けて、さらに指導法を改善するには、授業、実験の評価を的確に行い、フィードバックするサイクル(PDCAなど)を確立し、課題研究のプロジェクト化や外部との共創を視野に入れた授業展開を模索していかなければならぬ

い。

「SSH化学β」(3年生対象：選択制)

【身に付けさせたい資質・能力】科学的思考力、知識を活用する力

【仮説】

「課題探究」で身についた知識や実験技法の発展を目指し、次の仮説を立てて授業を進めている。

「探究活動で体得した知識と技法を活かすことができれば、3年次の学習内容と生徒実験において一層の質的向上を達成できるとともに、適切な進路を探究し社会に貢献する力を育成できる。

【研究方法・内容】

◇授業内容

指導要領「化学」に示されている学習内容に加えて、次の発展的な内容を扱った。

新型コロナワクチンのmRNAとそれを包む物質について（WHO公表mRNA塩基配列、人工的修飾ウラシル、細胞融合原理など）、気体分子の熱吸収メカニズムについて（異核2原子分子と3原子以上分子）、自発変化の方向について（エンタルピーとエントロピー）、分子を形成するσ結合とπ結合について（化学結合論）、ベンゼンの共鳴混成体について（化学結合論）、置換基の電子供与性（求電子置換反応）、錯体の立体構造、ジアステレオ異性体やメソ化合物（立体化学）

◇実験内容

探究的な内容を含む次の実験を実施した。

アルコールの性質（有機化合物の性質と酸化還元反応）、サリチル酸誘導体の合成（医薬品合成）、アゾ化合物の合成（染料合成）、コロイド水溶液の性質（コロイド粒子の定性分析）、デンプンの加水分解（天然高分子化合物の定量分析）、タンパク質の性質（天然高分子化合物の性質）、ナイロンと尿素樹脂（合成高分子化合物の性質）

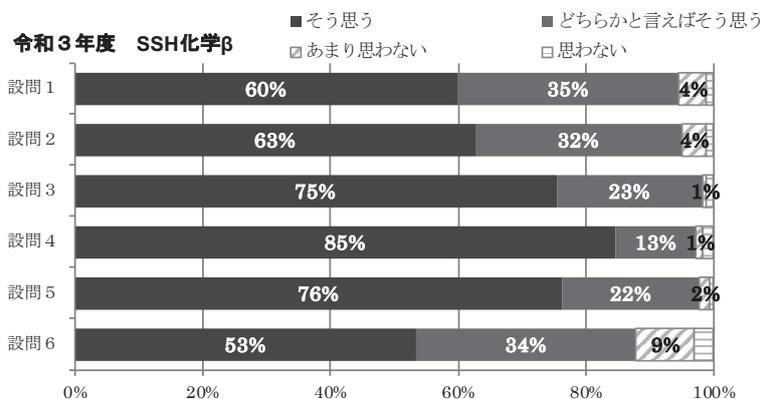
【検証】

①選択回答：[①そう思う ②どちらかといえばそう思う ③あまり思わない ④思わない]

- 設問1 授業内容はおおむね理解できた。
- 設問2 授業内容に発展的な内容を含めることにより理解がより深まった。
- 設問3 授業中の演示実験や化学実験室で一齐に行う生徒実験に積極的に参加した。
- 設問4 演示実験や生徒実験が授業内容の理解につながった。
- 設問5 発展的な内容や実験を含む授業天下により、化学に対する興味・関心が高まった。
- 設問6 3年次の学習内容を理解することにより、昨年度取組んだ課題研究をさらに深められた。(課題探究で理科学分野の課題探究を行った生徒のみ回答) → 経年比較

②記述回答

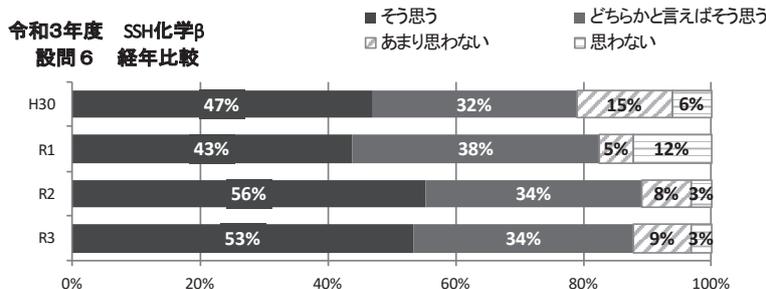
「身近な物質や化学変化（化学現象）について、理解が深められたことを具体的に記して下さい。」



課題探究で生分解性プロセスについて研究していたが、3年生の有機化学で高分子化合物を学ぶことで、今まで現象だけ曖昧に把握していたところの原理を理解することができた。

課題探究でさつまいもの甘み（調理法や調理時間による違い）を糖度計で測定した。茹でると甘みが溶けだしてしまうことや、最適な加熱時間を過ぎると成分が壊れてしまい、糖度が下がることなどが分かった。

昨年度の課題探究で石鹸の洗浄作用について学んだのですが、今年はその分野をより深く理解することができたと思います。



課題探究で使ったポリエチレンテレフタレートなどのプラスチックなどがよく分かりました。

コロナのワクチンや、薬を飲むときなどに、有機化学で習った物質が菓の箱に書いてあったり、その他食べ物などにも知っている物質が入っていたりして、授業で習った物質が実際どのようなものに使われているのか知れてより実感がわき、理解が深まった。

【課題と今後の展望】

選択回答の設問1から4は、化学学習への取組、理解度を示したもので、例年通り高評価が得られている。設問6はSSH事業の中心である課題探究とのかかわりを示すものであるが、経年比較より、少しずつかかわりが濃くなっていることが示唆される。課題探究を意識した授業展開が順調に形成できていると判断する。多くの生徒から得られた記述回答も、課題探究が3年次の学習に好ましい変容を与えていると言える。従って、仮説はほぼ検証され、将来の進路を探究する力が身に付いたと考える。SSH第Ⅲ期の事業に向けて、さらにPDCAサイクルを回すことで、評価法と指導を改善しつつ、より効果的な3年間の探究活動の流れを模索する。

エ. 「SSH生物α」（1年生全生徒対象）

【身に付けさせたい資質・能力】

科学の基本的な概念や原理・法則を学び、論理的思考力を身につける。

【仮説】

生物学的な基礎知識を用いて実験・考察を行うことで「論理的思考力」が身につく。

【研究方法・内容】

授業内でグループワークを行う機会を適宜設け、生徒同士で知識の共有や考察を行えるようにした。昨年度に引き続き、「探究活動ガイダンス」と連携し、日本モンキーセンターにおけるフィールドワークの事後指導として、データの処理と結果の考察を行った。長期休暇には「課題研究」を実施。科学研究の方法・学術論文の書き方を学習したのち、各自で実験・レポート作成を行うことで、科学の方法論を身につけられるようにした（表1）。また、本年度は今まで以上に他教科との関連を意識した授業を構成した（図1）。実際に英語科と連携を図り、合同授業も行った。

<p>グループワーク</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本モンキーセンター行動観察のまとめ ・疾病調べと知識の共有・考察 ・授業における発展的内容の考察・発表
<p>生徒実験・調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・顕微鏡観察 ・DNA抽出 ・校内の植生調査 ・種子散布モデル
<p>課題研究</p> <ul style="list-style-type: none"> G.W.:卵殻膜を使った浸透圧の実験 夏休み:トウモロコシの遺伝学 冬休み:植物の環境応答の実験

表1: SSH生物αにおける主な取組み

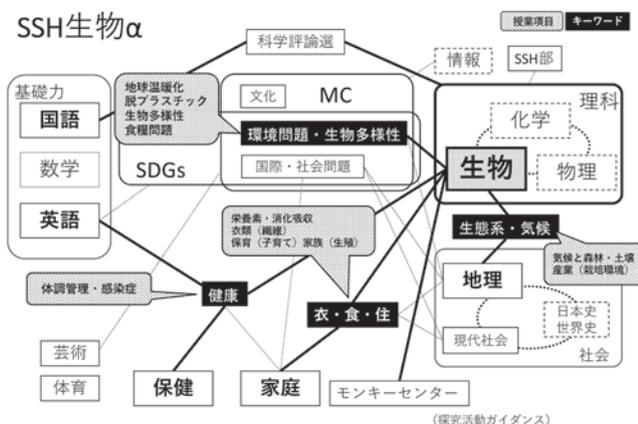
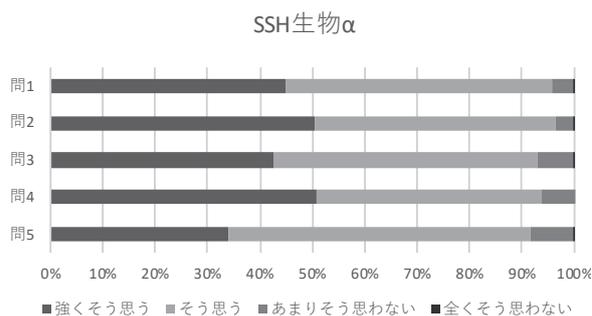


図1: SSH生物αと他教科との関連性

【検証】

①選択式回答

問1 授業内容はおおむね理解できた。
 問2 授業内容には発展的な内容が含まれていた。これらの内容を習得することで生物の内容理解がより深まった。
 問3 発展的内容の授業や、実験に積極的に参加した。
 問4 発展的な内容を含む授業・実験により生物に対する興味・関心が高まった。
 問5 今年の授業内容は、2年生で実施する「課題探究」の研究に結びつくと思う。



②記述回答の例

- ・生物では用語や仕組みを覚えるだけだと思っていたが、「なぜそうなるのか」と思考することの重要性と面白さを知ることができた。
- ・SSH生物αを学んだことで、自分の身の回りや体のことをもっと知りたいと思うようになった。
- ・英語とのコラボレーションで、英文の内容について、生物の解説が入ることで理解が深まった。

すべての質問項目で90%以上の好意的な評価が示された。記述回答から「興味・関心」の向上と「思考力」の重要性への理解が示されていた。

【課題と今後の展望】

実験・実習・グループワークを含めた論理的思考力を高めるための授業法の開発と評価の在り方の検討を総合的に行っていく必要がある。

「SSH生物β」（3年生対象：選択制）

【身に付けさせたい資質・能力】

総合的な観点から研究・考察する探究心を身につける。

【仮説】

生物学の発展的な学習や考察を行うことで、身近な自然現象や社会問題に対して、課題を発見し、総合的な角度から分析する「探究心」が身につく。

【研究方法・内容】

授業全般を通じて「探究」「考察」を軸に生徒同士の話し合い、問題の解決・考察を積極的に行った。SSH生物βで学習した知識を基に、SSH理科探究の授業において実践的な実験に取組む。2年生の課題探究の経験を生かし、仮説→実験→結果の検証を生徒主体で行えるように、生徒探究実験を構成した（表2・図2）。探究的な活動に充てる時間を確保するため、昨年度に引き続きTeams等オンラインツールの活用を行った。

<p>グループワーク</p> <ul style="list-style-type: none"> ・授業における発展的内容の考察・発表 ・生徒探究実験の仮説・考察・発表
<p>生徒探究実験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カイコガ求愛行動とかぎ刺激 ・ウズラ胚の観察と未知試薬 ・味覚操作物質の作用機序 ・スギナ胞子の形態と進化

表2：SSH生物β（理科探究）におけるな取組み

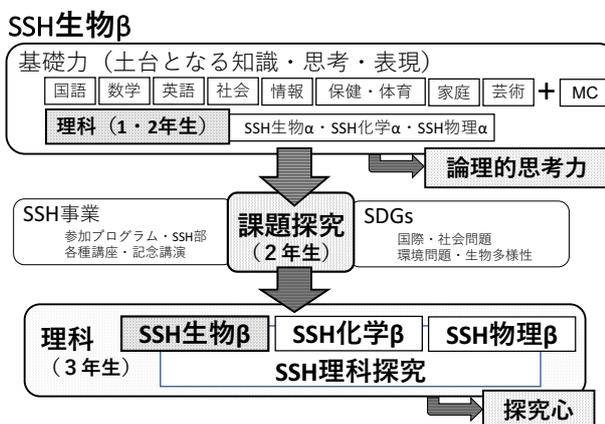
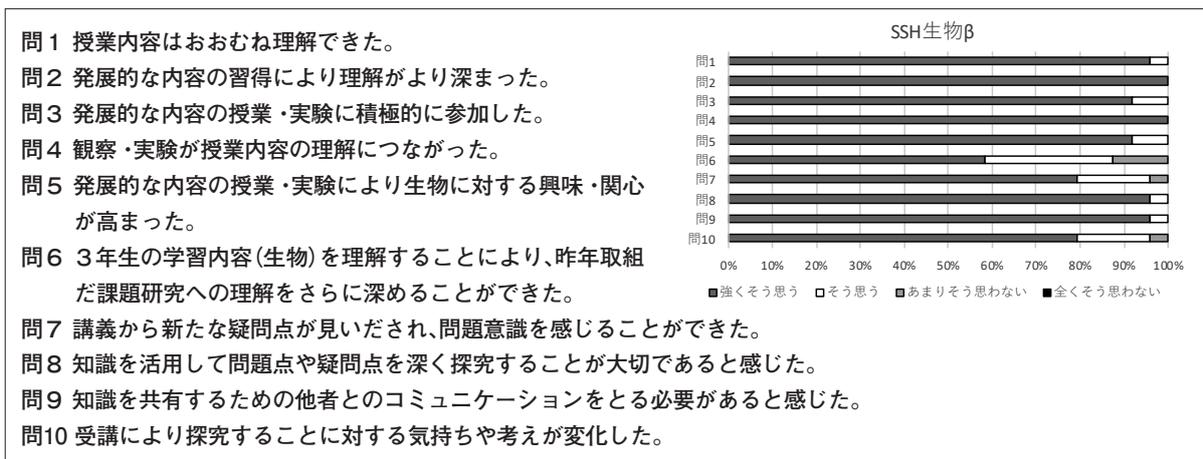


図2：SSH生物βの位置づけ

【検証】

①選択式回答



②記述回答の例

・自然現象を理解することも魅力的だが、自分で探究することはもっと面白いということに気付くことができた。
 ・毎回授業の中で考察する機会があるので、日常生活の中でも自然と自分から思考する習慣が身についた。
 ・教科書に載っていない最新論文や時事ニュースなど、発展的な内容を学習する中で、大学へ行って研究したいと思う分野を見つけることができた。

ほとんどの質問項目で90%以上の好意的な評価が示された。記述回答から日常的に思考・考察する「探究心」の向上が見られた。

グループワークなど、アクティブラーニングを取り入れていく中で、生徒の主体的な思考の場は確保されるが、その「主体性」の評価の在り方について今後検討していく必要がある。ワークシートにループリック評価表を掲載し、到達度を図るなど教材の開発を試みている。

本年度は、英語科と連携し、合同授業を行った。英語科で扱う教材に対して、理科の教員が解説を加えるという内容である。さらにカイコガと絹糸（家庭科）、疾病調査と保健衛生（保健）、バイオームと気候区（地理）など他教科との関連を意識した内容を扱った。この取組みは、まだ試行段階であり、さらなる検討が必要であるが、この活動を通じて、生徒の知識・理解の向上だけでなく、教員の授業力向上が期待される。このような教科横断的な授業展開は教員間の連携が不可欠である。また、生徒の知識に連続性が生まれることにより、2年生での課題探究において、より多角的なアプローチが可能となる。

【課題と今後の展望】

生徒探究実験の更なる充実を図ると共に、実験時間確保のためのICT機器の活用を含めた授業展開の検討・改善が必要である。

3-1-4 評価

本校の研究テーマである『質の高い探究心』の質的向上を目指し、本年度は、「課題探究」でのデータサイエンスの指導を強化した分野「総合学際分野」の開設、「課題探究トリセツ」の第3版の作成、「倫理委員会」の実績の蓄積などの新たな取組を行った。そのことにより、昨年度から更に「課題研究の高度化」というSSH中間評価で指摘された本校の課題が解決に向かっていることが確認できた。また、SSH理数科目では、新型コロナウイルス感染拡大が大きなきっかけとなって急速に進んだ学校のICT環境の整備にすぐさま適応し、オンラインでの学習機会の提供に加え、感染対策を行った上での実験の実施についての取組が進んだ。また、昨年度から教師のICTに対する関心が下がったことで、教育課程の核にある「課題探究」におけるICT活用の進展が著しく、そのことが、データサイエンスの指導を強化した分野「総合学際分野」の実現につながった。これらのことは、「課題研究の高度化」「教員の資質向上」に大きく寄与している。

次年度は、SSH第Ⅲ期として、「SSH探究科目」の内容を大幅に見直し、「PDCAサイクルの強化」「生徒1人1台PCの活用」「都市の課題に取り組むことによる地域との共創」を進めていきたい。

第2節 『探究心』の質的向上をはかるための基礎となる [SSHプログラム] (授業外)の研究

3-2-1 概観と仮説

本校では、日常生活の様々な場面に存在する課題を発見し解決していこうとする姿勢を生徒にもたせることが、将来グローバル社会で活躍する科学技術リーダーを育てることにつながると考えている。また、VUCAと呼ばれる現代社会で、答えのない課題を解決していくためには、1つの分野だけでなく複数の分野の知見の融合による人材の育成が重要であると認識している。そこで、教育課程上に位置づけた「SSH探究科目」と「SSH理数科目」以外にも、教育課程外において多面的多角的な取組を行い、それらすべてを中核である「SSH探究科目」と結びつけることで、『探究心』の質的向上を図っている。

前年度の反省から生まれてきた課題をもとに、毎年、事業内容の改善を行っている。特に第4年次からは、それに加え、新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受ける中でも、生徒の学びを止めないように、様々な対策・工夫をして事業を進めてきた。今年度は、第4年次の研究開発を通して得た新たな知見を活かし、事業の展開を進めた。昨年度規模を大幅に縮小して実施した「SSH研究成果発表会」も、今年度は、オンラインを活用したことで、本校の発表会では過去最大の規模となる約100名の外部参加者があり、広くSSH事業の成果を発信することが実現した。

本年度も、以下のような仮説をたて、『探究心』の質的向上をはかるための基礎となる [SSHプログラム]の研究を行った。なお、ほぼすべての事業において、それぞれに仮説を立て、12月から1月に4段階の選択式回答と生徒への記述式回答からなるアンケート調査を実施し、定量的・定性的に検証を行っている。

仮説

- (1) SSH探究科目と [SSHプログラム] (授業外) の各事業のつながりを強固なものとするとともに、[SSHプログラム] (授業外) の各事業の内容を「課題探究」を核として教育課程内で行われているSSH科目の内容に組み込んで授業改善を進めていけば、生徒の課題研究に対する意識が高まり、本校が掲げる社会貢献に必要な『質の高い探究心』をもったグローバル化社会で活躍する科学技術リーダーを育成することができる。
- (2) 客観性のあるルーブリック表による評価の手法を確立し、明和スーパーサイエンスプラン (MSSP) のそれぞれの場面における評価を実施、その結果をフィードバックして、SSH探究科目の指導に活かし、指導法の改善を恒常的に行えば、探究心の質的向上につながり、課題研究の深化を図ることができる。

3-2-2. SSH夏の事業

A. 数学 夏の学校

【身につけさせたい資質・能力】数学を中心とした自然科学への興味・関心、課題発見能力

【仮説】

高校数学を発展させた内容から、大学数学の入門的内容まで幅広い講座を設定し、第一線で活躍する研究者の話に直接触れることで、生徒の数学への興味・関心が高めることができる。

【研究方法・内容】

本年度は、新型コロナウイルス感染症拡大の影響で参加人数を制限したが、本校希望生徒と愛知県内の中学生を対象にして、7講座を実施した。

① 「 $y=ax+b$ で理解する最新の生物学研究 動物園から、アニメ、ダイズ栽培まで」

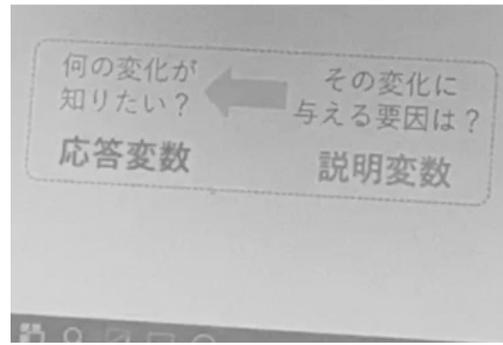
◇7月28日 (木)

◇参加者：116名 [外部(中学生46名、高校生4名、教員5名)、本校(生徒56名、教員5名)]

◇講師：深野 裕也 先生 (東京大学大学院農学生命化学研究科助教)

◇内容：統計学の基礎から実際の研究現場でどのように統計学が活用されているのか講義していただいた。講義の前半では、「何の変化が知りたいのか」「その変化に与える要因は何か」という統計学の基本姿勢を学んだ後、生徒にとって身近な「テストの成績と勉強時間」を具体例として応答変数と説明変数の関係について説明を受けた。そして、応答変数と説明変数の関係は「 $y = a x + b$ 」という関数で表すことができ、さらに、説明変数に様々な要因を入れることで複雑な関係を理解することができることを学んだ。後半では、可視化されにくい動物園の貢献度を、絶滅危惧

種の飼育数、動物に対する検案件数、動物園をテーマとしたアニメの放映期間などを説明変数として統計解析した事例や、先生の専門分野である農学にどのように統計学が活用され、どのように統計解析されているのかを紹介していただいた。最後に、研究に統計学を活用するには、「その分野に対する専門的な知識と広範な知識」、「明確な仮説」、「他者との協力体制」が重要であることを教えていただき、受講者は研究における統計学の重要性について認識することができた。



【検証】

記述式回答の例

- ・数学は、学んでいても将来にはあまり活かさないだろうなと思っていたけれど、統計学のように、様々な分野に活かすことができると知り、数学をしっかり学びたいと思った。
- ・関数のグラフは2つのものの関連性しか表せないと思っていたのですが、三次元に拡張することで3つのものの関連性を表すこともできると知ってすごく驚きました。また、統計学にも関数が使われていると知って関数により興味が湧きました。

回答から、多くの生徒は統計学を通して数学全般に対する興味関心が高まり、「数学 夏の学校」の目的を果たすことができたと考えられる。これも講義をしてくださった深野先生が、身近な具体例をあげたり、難解な数式をあまり使わずに講義をしてくださったおかげである。また、深野先生の交互作用の説明から単回帰分析から重回帰分析へと興味をもつ生徒もあらわれ、この講義を通して自発的に数学を学んでいこうとする姿勢も生まれた。

【課題と今後の展望】

近年はインターネットなどを通して簡単にビッグデータを入手することができ、また、データをうまく活用できるかできないかで、将来に対する予測が大きく異なってくる。これからの時代、ますますデータ活用・分析といったデータサイエンスが重要視されると考えられる。こうした時代の流れをつかみながら、どのような内容の講座を展開していくのがいいのかを検討し、「数学 夏の学校」を通じた社会貢献の在り方を模索していきたい。

②「ロボットは数学の大学入試問題をどうやって解くか？」

◇7月29日（木）

◇参加者：167名〔外部(中学生79名、高校生11名、教員6名)、本校(生徒66名、教員5名)〕

◇講師：照井 章 先生（筑波大学数理解物質系人工知能化学センター 准教授）

◇内容：人工知能プロジェクト「ロボットは東大に入れるのか」で使用された数式処理を用いて、入試問題を解くための理論や手法の基礎について講義していただいた。まずは人工知能技術の発展についての話から始まり、数値計算と数式処理の違いについて紹介していただいた。その後、問題文を言語処理で中間表現にし、それを1階述語論理式で表すこと、その1階述語論理式において限量子消去を行うという数式処理の一連の流れを具体例とともに紹介していただき、この限量子消去という手法は入試問題以外でも利用可能であり、世の中は数理解最適化で解きたい問題がたくさんあることを学んだ。最後に質疑応答に時間が設けられ、多くの受講者が積極的に質問していた。人工知能技術の可能性について深く考えさせられる内容であった。



【検証】

記述式回答の例

- ・コンピュータが使いやすい形に命題を改造するという考え方が、非常に数学らしくてとても面白いと思った。自分も定式的な解答に縛られず様々な思考方法をしていきたい。
- ・数学に対する視点がガラリと変わったと思います。授業で教わったことを機械的に使うばかりだった数学ですが、AI流の解法という新しい視点に触れて、こういう解き方もあるのかと驚き、関心が深まりました。AI流の解き方ですので私に使いこなせるかは分かりませんが、難しくて出来ないと感じていた問題も太刀打ち出来るかもしれないと思いました。
- ・ロボットが数学の問題を解く過程は、すごく早いので私たちには到底理解できないものかと思っていましたが、ロボットも論理的に順を追って考えていて、手動でできる作業もあると知り、驚きました。
- ・数学は公式に当てはめて答えるもののように思っていたが、与えられた文章や数式を読み取り、論理的に考えることが大切だということがわかった。
- ・専門的な部分だけで数学が使われていると考えていたが、日常的な部分でも応用できると分かった。

多くの生徒は数式処理や人工知能に対する興味関心が高まり、「数学 夏の学校」の目的を果たすことができたと思われる。これも講義をしてくださった照井先生が、身近な具体例や自分の研究内容を丁寧にかつ分かりやすく説明をしてくださったおかげである。生徒にとって、学習している内容がどのように応用されていくのかを知ることができ、大変貴重な機会であった。

【課題と今後の展望】

中学校では学習していない内容が含まれているため、内容を理解しきれない受講者が表れてしまった点は改善が必要であると思われる。

近年は人工知能技術の進歩が著しく、今後は人工知能技術をどのように活用したいのか、社会とどのように関わっていくのかと考えていく必要が高まっていく。「数学 夏の学校」を通して理解を深めるだけでなく、普段の授業と関連を持たせていく方法を模索していきたい。

③「タブレットを使った実験数学を体験しよう」

◇8月3日（火）

◇参加者：43名〔外部（中学19名、教員2名）、本校（生徒18名、教員4名）〕

◇講 師：飯島 康之 先生（愛知教育大学教育学部教授）

◇内 容：図形を中心にタブレットPCを用いて「みんなで探究する」講座であった。

最初に、もともと数学は与えられた問題を解くばかりではなく、観察や実験からあることが成り立つと予想し、それを検証し証明をしていく学問であると話し、飯島先生が開発された作図ツールGC(Geometric Constructor)を用いて図形を動かし、気付いたことや発見したことを発表したり説明したりする模擬授業が実施された。

講義の前半では、四角形を正方形や平行四辺形などに分類し、対称性のある図形の軸の本数や、それらの図形の次元（自由度）をタブレットPC上で四角形の頂点を自由に動かすことができるGCを用いて考え、受講者が気づいたことを発表し説明した。

講義の後半では、最初に三角形の5心（外心、内心、重心、垂心、傍心）について高校生が説明した。その後、三角形の5心を表示するGCを用いて、どの点が5心のどれであるか、それらの性質や関係（オイラー線など）を考え、気が付いたことやその理由を発表した。



受講者は、従来の講義を聞く授業ではなく、タブレットPCを用いながら、主体的に考え気づいたことを発表し説明する授業を体験でき、数学の新たな楽しさを感じたようである。

【検証】

記述式回答の例

- ・数学は、ただ計算するだけではなく実験を通していろいろできて、もっと数学を勉強したいと思いました。
- ・GCを使って授業をやらせていただくことがあります。中学校の学習範囲外にはなりますが、5心についてGCで考えさせてみたいと感じました。
- ・タブレットを使い図形について考えを深めるといことを初めて体験し、多方面から考える視点を身に着けることができました。

回答から、多くの生徒は授業を通して数学全般に対する興味関心が高まり、「数学 夏の学校」の目的を果たすことができたと考えられる。これも講義をしてくださった飯島先生が、ご自身が開発されたGCを用いて、気付いたことや発見したことを発表したり説明したりする講義をしてくださったおかげである。数学は、与えられた問題を解くばかりではないことを知り、実験・観察・予想・検証・証明を通してもっと深く数学を学んでいこうとする姿勢が生まれた。

【課題と今後の展望】

近年はインターネットなどを通して講義動画をたくさん見ることができ、学校での授業の在り方も問われるようになってきた。また、さまざまなPCを用いたツールが開発され、いろいろな授業展開が可能になってきている。さらに、これからの時代は、答えのない問題に対し、解決方法を模索し、考える力が必要になってきている。「数学 夏の学校」を通じた新たな数学の授業の在り方も提案していきたい。

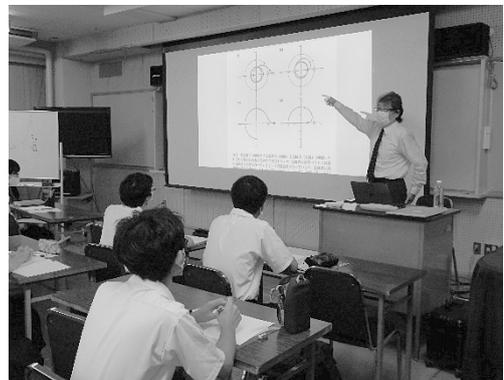
④「追跡と逃避 個から集団へ」

◇8月5日（木）

◇参加者：33名〔外部（中学生6名、高校生1名、教員1名）、本校（生徒25名、教員3名）〕

◇講師：大平 徹 先生（名古屋大学大学院多元数理科学研究科教授）

◇内容：1対1での追跡と逃避から、集団での追跡と逃避の考え方、そしてそれがどのように活用されているのか講義していただいた。講義の前半では、1対1の追跡と逃避について学んだ。追いかける点と逃げる点の速さによってさまざまな曲線を描くことが、実際に示されており、逃げる点が追いかける点の倍の速さで円周を走っていた場合、2点が一致することはなく、逃げる点の半分の半径の円周上を移動することが分かった。また、モンスタープリンセス問題を用いて、追跡と逃避の問題とゲーム理論とのつながりについてもお話しいただいた。追跡と逃避の問題の最適解を考えることにより、一方の速度が大きいときに、効率よく逃げる方法が明らかになる。後半では、鳥の群れや、魚の群れの動きに着目し、追跡と逃避の観点から考えを深めることができた。Boid理論（引き離し、整列、結合）という理論により、コンピュータ上で鳥の群れのシミュレーションが再現できるが、さらにここに追跡と逃避の要素を入れることで、よりリアルな群れの動きを再現することができることが分かった。集団での追跡と逃避では、逃避する物体が、追跡する物体からなるべく離れようと動くため、速さが同じならば、挟み撃ちをしなければ捕まえることができない。すべての逃避する物体が捕まるまでの時間と、追跡する物体の数の関係を定式化することで、追跡する物体の数の最適量が明らかになり、逆に、追跡する物体の数が多すぎても時間が劇的に早くなることはないことが分かった。集団での追跡と逃避は、私たちの体の中の、抗原と白血球の追跡と逃避など、身近な例も多くある。数学を用いて、目に見える世界の動きが再現できたり、目に見えない小さな世界の動きを分析できると



いうことを学ぶことができた。

【検証】

記述式回答の例

- ・今まで、数学は公式を学んで問題を解くだけだと思っていましたが今回の講義で数学をととても身近に感じられたので楽しく受講することができました。
- ・普段学校で習う数学の問題は本当に世の中に役立つのかという疑問があったのですが、今回の追跡と逃避は自然界の仕組みを数学を用いて解析し、本質に近づくということが出来るというのを実感し、面白いと思った。

アンケートを見ると、数学の有用性をあまり感じていなかった生徒も、この講義を聞き、数学の有用性を感じることができた、という生徒が多くいたことが分かった。今学んでいる数学が、研究分野でどのように活用されているかを知ることができ、受講者の満足度は高かった。

【課題と今後の展望】

シミュレーションを作成するには、数学だけでなく、プログラミングの知識も必要になってくる。数学のみならず、コンピュータを用いた計算・実験を積極的に取り入れることで、生徒が数学に抱くイメージも変わってくるのではないか。

⑤ 「マッチング理論」

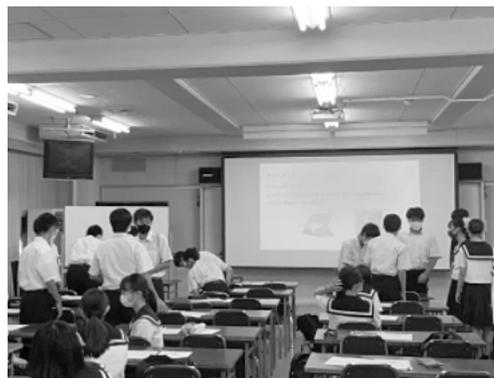
◇8月2日（月）

◇参加者：45名〔外部（中学生13名、高校生1名）、本校（生徒28名、教員3名）〕

◇講師：田村 彌 先生（名古屋大学大学院経済学研究科 准教授）

◇内容：マーケットデザインの基礎から、実際に人とモノを結びつけるときにどのように活用されるのか

を割り当て問題を例に講義していただいた。講義の前半では、「経済学者が何を考えているのか」「何を目的としているのか」という経済学の基本姿勢を学んだ後、生徒にとって身近な「じゃんけん」を具体例として確率の観点から割り当て問題についての説明を受けた。そして、割り当て問題は「 $y = f(x)$ 」という関数で表すことができ、さらに確率を指定する際に望ましさの3つの評価軸の関係を考えていくことで、より良い割り当て方法を考えていくことを学んだ。後半では、割り当て確率の計算練習として、様々なルールにおける割り当て確率を求めていった。また、その際に「バーコフ＝フォン・ノイマンの定理」を用いるため、生徒には馴染みのない「二重確率行列」や「置換行列」、「凸結合」、「加重平均」などの説明も簡潔にいただいた。最後に、割り当て問題ではあるルールが公平性を保つために、望ましさの3つの評価軸「① 水平性」「② 効率性」「③ 耐戦略性」が大切であるが、実はこの3つの評価軸を満たすルールは存在しないということを教えていただき、最近では「複雑な制約がある場合、どのようなルール設定をするのか」を研究されており、受講者は他のルールでは3つの評価軸をすべて満たさないのかなど、積極的に考え、試行錯誤している姿が見受けられ、研究におけるマッチングの難しさと重要性について認識することができた。



【検証】

記述式回答の例

- ・経済学というとお金関係のことしか思い浮かばなかったけど、実際は社会がより良くなるためにさまざまなことをやっていることがわかった。
- ・今まで確率というものが問題を解くだけで解法パターンを覚えているだけになっていましたが今回の講義を通じて日常生活と繋げられて思考回路がハッキリしたので確率に対する日常での考え方が大きく変わりました。ありがとうございました。

多くの生徒は経済学を通して数学全般に対する興味関心が高まり、「数学 夏の学校」の目的を果たすこと

ができたと考えられる。これも講義をしてくださった田村先生が、身近な具体例を用いて自身の研究内容を難解な数式をあまり用いずに説明をしてくださったおかげである。また、田村先生の割り当て問題の説明から確率についての大切さや奥深さに気づく生徒もあらわれ、この講義を通して自発的に数学を学んでいこうとする姿勢も生まれた。

【課題と今後の展望】

アンケート結果からもわかるように、経済学と数学という、一見関係性のないように思われる分野にも、数学は密接に関わっており、そのことに生徒は驚きや面白さを感じていた。このような実例から今後どのような内容の講座を展開すべきであるかを検討し、「数学 夏の学校」を通して生徒の探究心をくすぐるように尽力していく。

⑥「分数の小数展開って馬鹿にできない！未解決の難問に繋がる深遠な情報を探る」

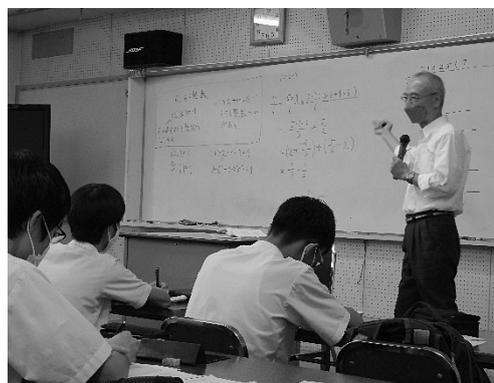
◇8月4日（水）

◇参加者：41名〔外部（中学生27名、教員2名）、本校（生徒7名、教員5名）〕

◇講師：北岡 良之 先生（元名古屋大学教授、元名城大学教授）

◇内容：分数の小数展開をテーマに講義していただいた。最初

に、数学は理科と違って対象がわかりづらいこと、けれども実は身近なところに数学の問題が潜んでいることを、4つの例（4色問題、トランプのシャッフル、蜂の巣（平面の充填）、結び目）に基づいて説明していただいた。次に、ティコ・ブラーエの観測記録からケプラーが法則を発見したことを例に、膨大なデータの観察から真理を探り当てることについて話された。その後、分数の小数展開を多数観察し、気づいたことについて参加者に述べさせた。そこでは、有限小数と無限小数があること、無限小数は必ず循環していること等が挙がり、それぞれについて数学的に証明された。また、混循環小数について、説明があった。さらに、互いに素の概念を導入し、小数展開との繋がりを説明された。後半は、ひとつひとつの循環小数について、個別に観察を行い、その性質について考察した。たとえば、 $1/7 = 0.142857\dots$ において $142 + 857 = 999$ となること等を紹介された。最後に、数学に対する姿勢として、身近なものの中に不思議だなと思うことがあったら、すぐに答えはみつからなくても、大切に持つておくこと、あきらめずにじっとみていると光がみえてくるとかもしれないとまとめられた。「じっと観る。そこに宝の山があるかもしれない」というお言葉が印象的だった。



【検証】

記述式回答の例

- ・数学の専門的な内容だけではなく、身近なところに存在する未解決問題の紹介や、整数そのものとしての美しさを感じられる部分が多くあり、面白かったです。
- ・今回の小数の列を観て、数学は美しいなと思いました。何でもないような分数の小数展開の式も、よく見ると倍数になっていたり足したら思ってもいないような式が出たりと規則性があることに数学の面白さを感じました。

多くの生徒が分数の小数展開を通して数学全般に関する興味関心が高まり、「数学 夏の学校」の目的を果たすことができた。これも講義をしてくださった北岡先生が、身近な具体例やご自分の研究体験を、中学生にわかるレベルで易しく説明してくださったおかげである。また、北岡先生の分数の小数展開の説明から、整数論に興味をもつ生徒も現れ、この講義を通して自発的に数学を学んでいこうとする姿勢が生まれた。

【課題と今後の展望】

生活の中の様々な場面に数学的なものが現れる。それをごみとみるか、宝とみるか。「数学 夏の学校」を通して、生徒の数学的なものに関する興味関心が深まり、数学に対する姿勢がより積極的になるように模索していきたい。

⑦「江戸時代の数学」

◇8月6日(金)

◇参加者：90名〔外部（中学生24名、高校生3名、教員1名）、本校（生徒57名、教員5名）〕

◇講師：深川 英俊 先生（和算研究家 名古屋大学非常勤講師 愛知県立明和高等学校非常勤講師）

◇内容：和算研究の第一人者である深川氏による、江戸時代における日本独自の数学「和算」についての講義であった。算額について、明和高校およびその前身である明倫堂の歴史に始まり、江戸時代の歴史的背景をもとに、塾や寺子屋で数学を楽しむ様子なども含めての説明がなされた。また中高生にも理解できる初等幾何の問題や油分け算などの演習も行い、理解を深めることができた。さらには、数学的な内容ばかりにとどまらず、ご自身が所有しておられる数々の実物大の算額(レプリカ写真)、和算の原書(実物)、懐中塵劫記(実物)等の書物や算盤(日本、ロシア)を披露していただいた。文化遺産としての紹介も織り交ぜながらお話をしていただき、数学に対する興味・関心がより高まる内容であった。現代の数学とは違う数学に接することで、日本における江戸時代の高度な数学を知るにとどまらず、すでに高いレベルの数学が日本で確立されていたことがわかり、また、楽しみながら数学の問題に取り組んでいた様子が良くわかった。また、当時の日本人の誇りも感じることもでき、とても感動できる内容であった。



【検証】

記述式回答の例

- ・現代の数学と江戸時代の数学とが、深く関わっていることについて知ることができ、新たに数学の面白さを気付くことができました。
- ・古くからレベルの高い学問が行われていたことに衝撃を受けた。
- ・今回の講座の中でも今の段階では理解のできない内容があるけど今後の学習で理解できるようになると思うと、今後の数学の学習に身が入るなと感じた。
- ・日本に数多くの神社がありますので、訪れた際に算額に出会うことがあれば興味を持ってみたいようになったと思いました。立体に関する問題が少なく思われたが何か理由があるのか気になった。

多くの生徒は江戸時代の数学を通して、問題解決の視点のみならず、歴史的背景をもとに一つの文化として数学を楽しむ様子から講義をしてくださったことで数学を楽しみながら学んでいこうとする姿勢も生まれた。数学に対する興味関心が高まったことは、「数学 夏の学校」の一つの成果である。

【課題と今後の展望】

「故きを温ねて新しきを知る。」応用数学が目立ちつつある中で、数学は自然科学分野の基礎学力を支えるという点で、原点に立ち帰って数学を学ぶこともまた必要であることを再認識できたと思われる。

時代の流れも勘案しつつ、文化の一つとしての数学も大切にしていけることは重要であると考えている。

イ. 課題探究入門講座

イー1. 生命科学講座

【身に付けさせたい能力】科学的思考力、創造力、実験技量（スキル）

【仮説】

先端研究につながる実験を体験することにより、探究活動に取り組む意識の高揚、研究の進め方、実験技量を身に付け、課題研究の質的向上をはかることができる。

【研究方法・内容】

感染対策を十分に施したうえで、対面講座として実施した。

※この研修は、例年実施している東大研修の体験実験部分の代替として実施した。

(日時・場所)8月17日(火)13~16時 名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所(ITbM)、理学部G館
(講師)名古屋大学ITbM副拠点長 教授 東山 哲也 先生、TA10名

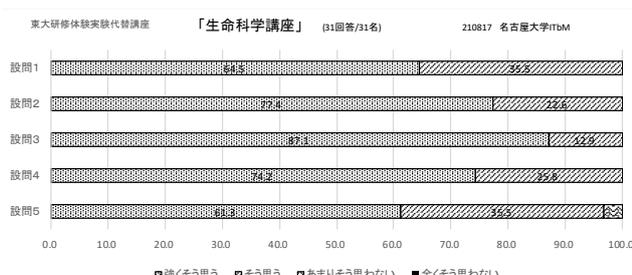
※東山先生は、東京大学理学部教授 塩見美喜子先生のご推薦による。

(参加者)31名

- (概要) ・実験実習：植物の生きた卵細胞、助細胞の観察
 ・実験実習：これまで不可能とされてきた異科接木実験
 ・ITbMの実験施設の見学

【検証】

設問1：講座内容から、どのような方法で研究が進められているか理解することができた
 設問2：講座内容から、新たな問題点や疑問点を見だして「探究する」ことの大切さを感じることが出来た
 設問3：研究には知識を活用して深く追究することが大切であると感じた
 設問4：研究を進めるには、共通のテーマを持つ他の研究者とコミュニケーションを取る必要があると感じた
 設問5：この講義を受講して、研究に対する自分の気持ちや考えが大きく変化した
 記述1：この講座で最も印象に残った内容は何ですか。
 記述2：この講義を受講して、課題研究に対するあなたの気持ちや考えの変化を具体的に記しなさい。



【課題と今後の展望】

研究の進め方、探究の意義、知識を用いた探究、研究内容の共有について、肯定回答(「そう思う」を含め)が100%であり、大変効果的で有意義な研修であったため、仮説は検証されたといえる。この経験が2年生で取り組む「課題探究」の課題研究に生かされることを期待している。

探究に対する「考え方の変容」については選択式の回答では幾分低調であったが、記述回答をループリックで数値化する評価点は好結果であった。講師の先生にフィードバックしたところ好評をいただくことができた。

イー2. 課題探究入門講座「リモート東大研修」 8月3日(火) 参加者26名

【身につけさせたい資質・能力】科学技術への興味関心、研究活動を行う心構え

【仮説】

生物学の講演を聞くことで、科学技術への興味関心を促す。また、大学での研究生活の様子を聞いたり、質問をしたりすることで、研究活動を行う時の心構えを養う。

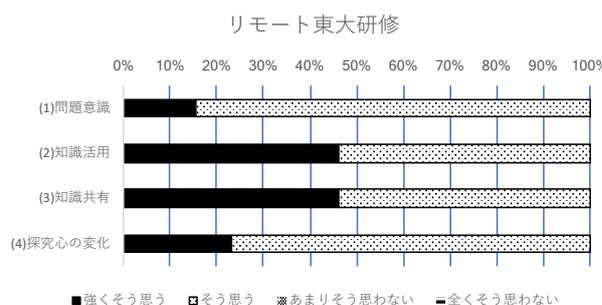
【研究方法・内容】

例年、東京大学大学院理学系研究科の塩見研究室を訪問して講義と実習を実施していたが、今年はZoomを使用したリモートでのオンライン実施をした。

1. 塩見美喜子教授「小さなRNAによる生体の仕組みの制御」
2. 山中総一郎准教授「生殖細胞でのエピジェネティクス」
3. 大学院修士課程2年生「piRNA前駆体のミトコンドリア繫留機構の解析」
4. 大学院修士課程2年生「大学入学後の生活や専攻の選択について」
5. 質疑応答

【検証】

- ① 選択式回答 (右表)
- ② 記述式回答 (ループリック表を用いて点数化)を定量評価 (20点満点)した。
 ・評価点平均 16.3点



・記述式回答の例

学科に縛られてないところやたくさんの実験器具を見て自分の研究したいことが自由に研究できるということを感じました。大学を選ぶ時に比べ新しい観点を見つけることができたので良かったです。また、夏休みの自由研究に生かせることや今勉強している遺伝のことについて学べてより考えが深まったと思います。将来先生方のように自由な研究ができるよう勉強を頑張りたいです。

【課題と今後の展望】

実際に訪問していた時の回答では「強くそう思う」が多かったが、オンライン実施の今回は「そう思う」に置き換わっている。実施方法の工夫が求められる。

イー3. 生物の形態観察「透明骨格標本を作ろう！」

【身につけさせたい資質・能力】観察力・科学的思考力・探究心

【仮説】

透明骨格標本作りを通して、科学的に探究する手法を学び、考察力を向上させることができる。

【研究方法・内容】

(日時)8月27日(金) (参加者)21名

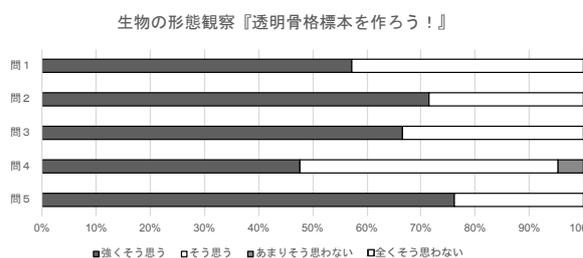
1. 様々な標本の性質と作製目的について学ぶ。
2. 透明骨格標本の作製方法と、メカニズムについて学ぶ。生物・化学の知識の整理を行う。
3. 1・2の知識を基に実際にどのような骨格標本が出来上がるのかを予想しスケッチを作製
4. 他者と共有することで考察を深める。
5. 実際に標本作製する。作業の中で、器具の操作等の技能を学ぶ。

【検証】

講座受講者全員にアンケートを実施し、4段階の評価尺度法を用いた選択式回答を点数化し20点満点で評価点をつけ、定量評価を行った。

①選択式回答

- 問1. 新たな疑問点が見いだされ、問題意識を感じることができた。
- 問2. 知識を活用して問題点や疑問点を深く探究することが大切であると感じた。
- 問3. 知識を共有するために他者とコミュニケーションをとる必要があると感じた。
- 問4. この講義を受講して、探究することに対する自分の気持ちや考えが大きく変化した。
- 問5. 講座に参加したことで、課題探究への意欲がわいてきましたか。



②記述式回答

「この講座を受講して、探究することに対するあなたの気持ちや考え方の変化を具体的に記しなさい。」

- ・教わった知識を活用して考察する時間が楽しかった。身近な生き物の構造がどうなっているのか標本の完成が楽しみだ。
- ・一つ一つの作業や薬品に目的や意味があって、理解できると面白いと思った。今後も自分で考えて実験しようと思えた。
- ・標本の種類に目的や意味があるとは知らなかった。今後博物館や科学館で標本を見るのが楽しみだ

③評価点平均 18.1点



【課題と今後の展望】

サンプルを解剖する様子▶

本講座は4年目となり、毎年改良を試みている。今年度は近隣校の理科教諭を招き、手法の共有も行った。感染症対策として、手指と器具の消毒、ゴム手袋・ゴーグルの着用を徹底した。

イー4. オープンデータの活用

【身に付けさせたい資質・能力】データ活用力、データ分析力

【仮説】「オープンデータの活用」のスキルが上昇すれば、課題研究の高度化・深化のきっかけとなる。

【研究方法・内容】

統計学の重要性が高まっていく中で、課題探究にも積極的にデータ解析を利用できるようにするために、本講座を実施した。

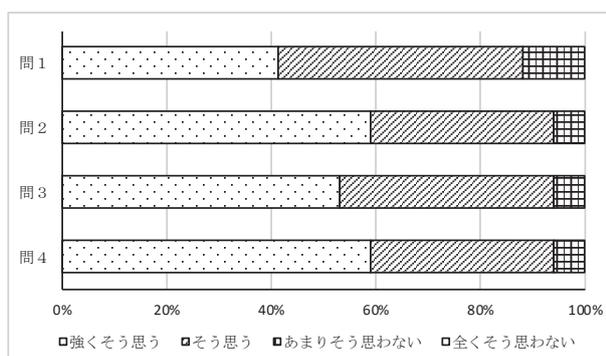
講座の本題に入る前に、コンピュータを活用した統計処理に慣れてもらうため、架空のテストの結果を用いて、「テストの平均点を、そのままテストの評価としていいのだろうか」という課題を与えた。この課題に対して、コンピュータを使って平均値、中央値、箱ひげ図を作成し、平均値だけでデータを見ることの危険性を学んだ。

そして、「e-STAT」の活用方法に慣れるために、課税対象所得と納税義務者数の関係から平均所得の高い都市を見つけ出す方法を学んだ。その後、どの産業の雇用を増やせば住民の所得が向上するかを、平均所得と各産業構造別人口割合の分散図を描き、その近似曲線と決定係数から判断する手法を学んだ。さらに、この例を通して、2つの変数を $y=ax+b$ の式で表すことができれば、統計を通した予測が可能であることを学んだ。一方、「e-STAT」を使い、家計調査から「ぎょうざ消費量の1位の都市」を調べ、第3位の宮崎市が第2位の宇都宮市にせまっていることから、「なぜ、宮崎市でこれほど消費量が多いのか、その要因は何なのか」という統計データを通した課題の発見方法を学んだ。一方、「JSTAT MAP」を活用して、自分の住んでいる市町村の住民の年齢構成を地図に落とし込み、地域の状況を地図から概観する方法を学んだ。

【検証】

①選択式回答

- 問1 新たな疑問が見出され、問題意識を感じる事が出来た
問2 知識を活用して問題点や疑問点を深く追究すること(探究すること)が大切だと感じた
問3 知識を共有するために他者とコミュニケーションを取る必要があると感じた
問4 この講義を受講して、探究することに対する自分の気持ちや考えが大きく変化した



②記述式回答の例

- ・ e-Statを用いて、全国のさまざまな統計をみたり、地図で統計グラフを作成することで新たな発見をできることを知り、自分から色々調べて見ようと思いました。また、e-Statで統計を調べる際に初めに予想を立てて必要な項目について調べることが必要なので、仮説を立てることが重要なのだと分かりました。自分が住んでいる地域の統計から地域の課題を見つけたいです。
- ・ 講座を通してデータの整理やまとめかたに着いて学べ、また e-Statなどのページからも多くのデータを集めることができるんだということを知ることができました。わたしは課題探究でもデータから考察し結果を見つけるため、今後もこう言う知識が必要になってくると思い、この講座を受講しました。なのでエクセルの使い方からデータの集め方までしっかりと学べ、今後これを活用していきたいなと感じました。

③ 評価点平均 17.7点

【課題と今後の課題】

今回の講座による実習を通して、受講者は、「e-STAT」にある様々なビッグデータを、コンピュータを使えば、解析及び地図化ができることを体験した。このことにより、データを通して課題を見つけ、その課題をコンピュータを使って解析することで、探究活動を行っていきたいと思う生徒が多く現れた。今回扱った題材は「地理」や「公共」のテーマと重複する部分が多い。複数の科目が融合することで、探究の幅は広まり、探究の質は高まっていくと考える。今後は、すべての教育活動の集大成が「課題探究」となるように、教科会などを通じてカリキュラムマネジメントの研究を進めていく必要がある。

イー5. ころを科学するー心理学研究法入門ー 7月27日(火)

【仮説】

心理学における科学的な研究方法を学ぶことで、探究心が育成される。

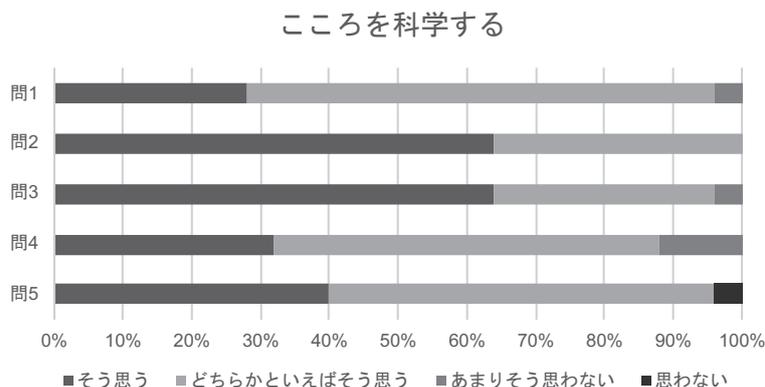
【研究方法・内容】

1. 心理学の様々な領域、研究法
2. 心理学の研究倫理：「侵襲性」「個人情報」等
3. グループワーク「研究をデザインし直す」

【検証】

① 選択式回答

問1	新たな疑問が見出され、問題意識を感じることが出来た
問2	知識を活用して問題点や疑問点を深く追究すること（探究すること）が大切だと感じた
問3	知識を共有するために他者とコミュニケーションを取る必要があると感じた
問4	この講義を受講して、探究することに対する自分の気持ちや考えが大きく変化した



② 記述式回答の例

観察や面接の仕方にもたくさんの種類があって、自分が求めているものに適した方法を選ぶこともとても大切なのだと感じました。そして、質問紙法においても、出てくる言葉の定義を明確にしたり信頼性や妥当性を検討したり、どんな項目を作ったら良いかなどを先行研究などから考えたりなど、本調査までにとっても長い道のりがあることが分かりました。

③ 評価点平均 17.8点

【課題と今後の展望】

人文科学に興味をもつ生徒にも、実験や観察など科学的なアプローチや分析を身に付けさせるため、一昨年度から実施している。課題研究の高度化における全体の底上げを目指す。

質問紙の尺度について 予備調査までの道のり	
測定内容の明確化	・「居場所」ってなに？
項目の素の収集	・予備的な調査（面接や記述、既存の尺度など）
項目の作成	・簡潔な文、分かる言葉、内容 ・みなが同じ答えにならないように

質問紙の尺度について 本調査までの道のり	
G-P分析	・全体の平均と比較し、上位と下位の差が少ない質問項目を削除
信頼性の検討	・再検査法、平行検査法、折半法
妥当性の検討	・内容的妥当性、構成概念妥当性、基準関連妥当性

講座で使用したスライドより

イー6. 一日研究員体験[日本モンキーセンター] 7月30日(金)

【身に付けさせたい資質・能力】研究者としての姿勢、態度、課題発見力、行動観察力

【仮説】

- (1) 研究者から直接、専門的な研究に関する講義を受け、また助言を受けながら生物観察を実施することで、研究者としての基本的な姿勢・態度を身に付けることができる。
- (2) 日本モンキーセンターでフィールドワーク研修を行うことで、課題は身近なところに存在し、自ら設定可能であることを理解できる。

【研究方法・内容】

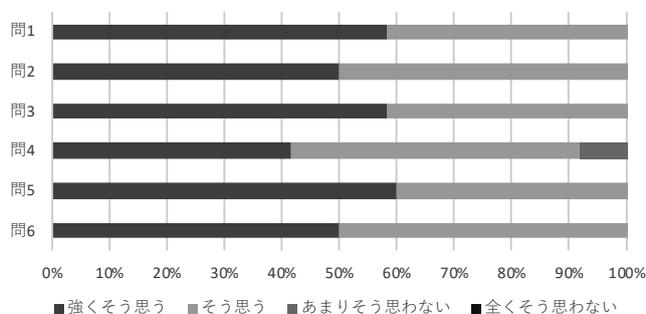
講師として、京都大学霊長類研究所研究員糸井川壮大先生、日本モンキーセンターキュレーター高野智先生から、生物観察の手ほどきを受け、実際に日本モンキーセンターをフィールドとした観察を行った。生徒はグループごとにあらかじめ仮説を立て、観察によって検証し、発表を行った。

【検証】

①選択式回答

問1	新たな疑問点が見いだされ、問題意識を感じることが出来た
問2	知識を活用して問題点や疑問点を深く追うこと(探究すること)が大切であると感じた
問3	知識を共有するために他者とコミュニケーションを取る必要があると感じた
問4	この講義を受講して、探究することに対する自分の気持ちや考えが大きく変化した
問5	講座に参加したことで、課題研究への意欲がわいてきた(1年生)
問6	講座に参加したことで、課題研究に取り組む上で参考となることが見つかった(2年生)

SSH夏の事業 一日研究員体験



②記述式回答の例

問：この講座を受講して探究することに対するあなたの気持ちや考え方の変化を具体的に記しなさい。

モンキーセンターへは4月の終わりに行き、色々なサル行動について調べ、考察しました。この時は先生から与えられた課題を観察して考えるというものでそこから、学べたものは沢山ありました。例えば、今まで可愛いと感じただけだったサル行動を年齢、種類で比べてみると面白い発見があったなどです。しかし、私の中の探究とは先生から与えられた課題を観察して考えるということではなく自ら疑問を探し、考えるものだと思います。なので2度目のモンキーセンターでは専門的なお話などを聞いた上で自ら疑問を探すという点で私は前回行った探究活動よりもやりがいを感じました。高校生になりこのような活動が増え、最初は分からないことを自分で考え、答えを導き出すということは苦手であまりやりたくないという思いでしたが、やりがいのあるとてもワクワクする活動だと改めて思いました。

・評価点平均 17.7点

【課題と今後の展望】

- ・4月に日本モンキーセンターで実施した「探究活動ガイダンス」と今回の体験により、探究することの意味や意義、探究に必要な視点などについて段階的に深めることができた。記述式回答からも、自分自身の探究の可能性が広がったと感じる生徒が多くみられ、生徒一人一人の今後の研究活動に向けて有益な体験活動となった。
- ・体験活動の開始時点で、自発的に研究員体験をすることに対するモチベーションが十分備わっていたと言い難く、必要以上に講師の先生に指示を仰ぐ様子が見られた。当日までに事前学習を重ねることで体験活動に対してさらに意欲的・情熱的に取り組めるよう生徒に働きかけたい。
- ・個々人の興味からの探究活動も大切である一方、目標や目指すべきゴールを定め、その問題解決に向けて探究活動の計画をたてていくことも研究の内容に応じて必要となる。例として、Society5.0やSDGsなどに関連付けるなど、目的意識を明確化した探究活動の実施にも取り組んでいきたい。

ウ 課題探究自主講座

【身に付けさせたい能力】主体的な探究活動、課題研究に必要な知識・技量

【仮説】

課題研究で取り組む内容について、必要な知識の確認と実験方法を工夫するための予備実験・観察の機会を、夏季休業中に設けることで、課題研究に必要な知識、実験技量、主体的に取り組む姿勢を身につけることができる。

【研究方法・内容】

『興味関心・先行研究調査・問題意識 ⇔ テーマ・仮説の設定 ⇔ 実験・観察(調査)による検証、問題解決 ⇔ 研究内容の共有・発信』の過程において、「課題探究」の授業時間中に検討した、テーマ・仮説について、関連

する既存知識、発展的知識（必要に応じて先行学習する）を確認した上で、工夫を凝らした実験・観察を考案する。この活動時間を確保するために、第Ⅱ期第2年次より、この講座を開設している。この講座は、夏期休業中の特別活動等で多忙な生徒が、研究グループごとに活動計画を作成し、この計画に合わせて担当教員が指導する形態で、課題研究に取り組む生徒の主体性を重視した自主的な講座である。

グループ名	活動生徒数	活動日	活動内容(指導内容)	活動場所 所要時間
イナゴ班	4	7/19(月)	昆虫食材のタンパク質総量を計る → 分析方法の検討	化学実験室 約2時間
パラシュート班	3	7/19(月)	実験方法についての検討、先行研究調査、プロトタイプ作製	物理講義室 約2.5時間
防音・吸音班	3	7/19(月)	実験方法についての検討、先行研究調査	物理実験室 約2時間
ボールペン班	4	7/19(月)	実験方法についての検討、実験装置のセッティングの練習と予備実験	物理講義室 約2.5時間
熱吸収班	4	7/20(火)	実験方法についての検討、先行研究調査	物理実験室 約2時間
208-1班	5	7/21(水) 8/3(火)	中庭の土に電極を差し込み、電流を測定 水、酢酸を加えて電流値の変化を測定した	化学実験室 計7時間
バンパー班	3	7/21(水)	実験方法についての検討、先行研究調査、予備実験	物理講義室 約2時間
炭酸班	3	7/28(水)	米のとぎ汁に炭酸を加えて洗浄効果を調べる簡易実験	化学実験室 約2時間
207-1班	2	8/4(水)	身の回りの蛍光物質を探す	化学実験室 約2時間半
206-2班	3	8/5(木) 8/27(金)	市販のキャノーラ油にナトリウムを加えてバイオディーゼルの燃料を作製	化学実験室 計約2時間
ゼリー班	4	8/18(水)	テーマの相談 雨のpH、パイナップルに含まれる酵素の性質 → 研究の進め方について	202教室 約1時間
ミドリムシ	2	8/23	時間をかけてミドリムシを増殖させるため、ミドリムシを水槽へ蒔いて水道水で満たした装置を作った。	生物実験室 1h
農業	4	8/23 8/24 8/25	特定の虫が忌避反応を示す成分を見つけるため、実験を行った。 トウガラシなど、刺激をもつことが期待される食品を数種類持ち寄り、それぞれシャーレ内に餌と並べて設置。そこで校内で採集した虫に自由行動をさせ、行動観察を行った。	2.5h * 3日 生物実験室
Paper班	3	8/23(月)	植物から紙を作る／セルロースからプラスチックはできないか テーマの相談、予備実験(野菜の煮汁の乾燥→紙の作製)	化学実験室 約2時間

【検証】

夏期休業期間の指導は上表の通りである。これがきっかけとなり、9月に入ってから授業後に活動する研究グループが増え、時間外の指導回数は増加傾向となった。特に、具体的に本実験を進め、結果を考察するとともに、実験方法を改良し、仮説を修正しながら研究を進める様子が見られるようになり、課題研究の質的向上にもつながりつつあった。12月に入り、午前授業（保護者会期間）の午後には、連日2～3の研究グループが実験に取組んだ。また、ICT普及により、先行研究の調査はスムーズに行えるようになった。これにより、実験方法の工夫がなされ、実験技量が次第に身についていき、テーマ変更や研究内容の縮小、実験計画の見直しに陥るグループは以前に比べて少なくなった。

これらの傾向から、探究活動に主体的に取組む姿勢を育む面、課題研究に必要な実験技量を身につける面については、仮説が検証されているといえる。

【課題と今後の展開】

一方、知識活用の面では、まだ不十分な部分が多々あると思われる。実験結果を得て考察する際に知識を持ち出す、「後付け知識」のようになってしまうケースが多々見受けられた。よって、必要な知識の活用を、テーマ設定、実験計画の段階から十分に指導していく必要があり、仮説を十分に検証していくには、知識活用について継続的な指導がさらに必要であると考えられる。

「課題探究」におけるテーマは、特別活動（SSH部活動）の探究活動テーマと重複することが増えてきている。このようなグループに、部活動の生徒と実験結果などを共有し、比較する場面を授業後に設定してみた。（この具体例はSSH部化学班の報告に記載した。）このような活動場面が、クラスや学年を超えて幅広い探究活動の輪（共創）につながると考えており、第Ⅲ期の取組みの一つであるプロジェクト学習となることを期待している。

3-2-3. 探究活動ガイダンス 4月22日(木) 1年生全生徒対象

【身に付けさせたい資質・能力】科学に対する探究心、課題発見力

【仮説】

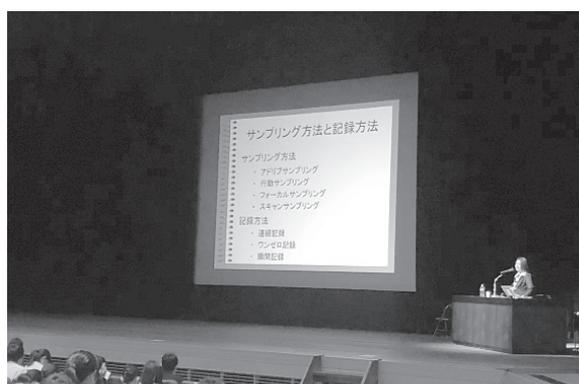
- (1) 研究者の講演を聞くことにより、科学に対する探究心がどのように芽生えるのかを理解することができる。
- (2) 動物の行動観察の仕方をレクチャーしてもらうことで、観察のポイントや着眼点、その方法などの基礎を学び、探究活動の姿勢とその実践を身に付けることができる。
- (3) 日本モンキーセンターで、実際に動物の行動観察をすることで、探究活動を実践し、普段の授業での実験、あるいは、身近な現象を捉えるときに、自発的に実践しようとする事ができる。

【研究方法・内容】

- ◇ 講演 日本モンキーセンター所長 伊谷原一氏「フィールド彷徨」
キュレーター 赤見理恵氏「動物園でもできる！動物の行動観察入門」
- ◇ 体験 霊長類の行動観察（フィールドワーク）



伊谷氏の講演の様子



赤見氏の講演の様子

【検証】

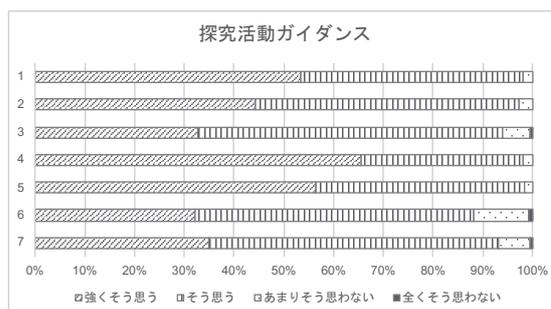
(1) 検証の方法

参加者全員を対象に、4段階の評価尺度法を用いた選択式回答と変容を問う記述式回答（ループリック表を用いて点数化）を用いて評価をした。

(2) 検証の結果

① 選択式回答

- 問1 伊谷先生の講演を聞くことにより「探究する」ことへの興味・関心が高まった。
- 問2 「フィールドワーク」を通しての研究の進め方を理解することが出来た。
- 問3 赤見先生の講演、日本モンキーセンターでの観察で学んだことから 新たな問題点や疑問点を見出すことが出来た。
- 問4 「研究所で研究することと、中学・高校の授業で教科書の内容を学ぶことの違い」を知ることが出来た。
- 問5 今回の探究活動ガイダンスで、「研究には知識を活用して十分に考え深く追究することが大切である」と感じた。
- 問6 探究活動ガイダンスを通じて、研究に対する自分の気持ちや考えが大きく変化した。
- 問7 探究活動ガイダンスは自分にとって有意義であり、研修内容を他人と是非共有したい（他人に知らせたい）と思った



② 記述式回答の例

私は今まで、「探究する」というと、伊谷先生が学生時代に行っていたような、研究室にこもって、顕微鏡などの実験器具と睨めっこするようなものだという固定観念、イメージを持っており、敬遠してしまっていました。しかし、今回の探究活動ガイダンスを通して、「探究」の対象は、そういったものに限らず、行動や言葉、社会構造、コミュニケーション方法などの形の無いものまで、とても幅広く、身の周りにも沢山あるということを知り、「探究」というものを少し身近に感じる事が出来ました。また、フィールドワークなどで得ることが出来る、現地の人々

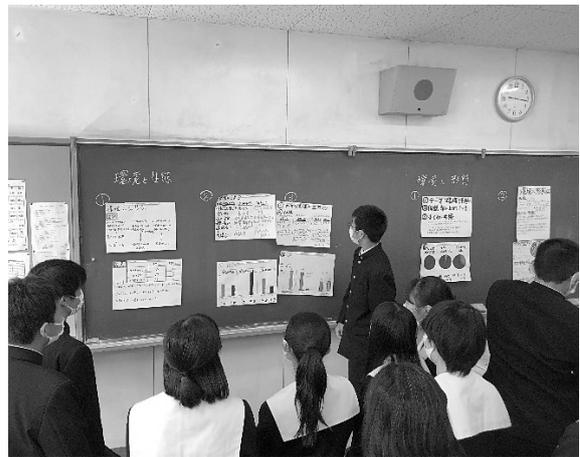
の関わりや、異国での経験も探究の重要な意義なのだと思います。これから、たった一度だけの自分の人生、いろいろなことに疑問を持ち、行動をおこし、自分で確かめる、そして沢山迷って、沢山悩んで、一歩ずつでも進んでいけるよう努力する、そういった姿勢を普段から意識して、何事にも取組でいきたいです。

先生方のお話を聞いて、自分で仮説を立て、それが正しいかの探究方法、検証を実践することの大切さを学びました。モンキーセンターでは、先生方の講座をもとに、班のメンバーと仮説を考え、色々な視点から1匹ずつ注目して細かく観察しました。種ごとではもちろん、同じ種でも個性がある猿が多く、5分では見足りない、と思うことがたくさんありました。

次にまた動物園に行く時には、ただ動物を見て楽しむ、今までの方法ではなく、今回の講座や経験をいかし、猿だけではなく、他の動物についても、同じように探究したいと思いました。

伊谷氏の講演で、探究とは何かを知り、科学を学ぶ意欲を高めた。また、赤見氏のレクチャーにより、探究の基礎的な方法を理解し、実践に近い形での探究活動ができた点は非常に意義があるものとなった。

モンキーセンターの中で観察したことは教室に持ち帰り、事後学習としてSSH生物αの授業の中でポスターにまとめた。生徒は観察グループで協力しながら、探究活動において最も基本的な仮説→結果→考察・まとめの流れに沿ってポスター制作を進め、その技能を定着させつつ考察を深めることができ、入学直後の生徒らに対して探究活動のガイダンスとしての役割を十分に果たした。さらに、授業との連携が初の試みであった昨年度のフィードバックより、グループ間でポスターを共有して比較し議論を重ねる時間を多分に設けたが、そのことから、研究の課題やそのプロセスは多岐にわたり、全ての探究心が価値あるものだと生徒が学ぶことができた。



SSH生物αの授業での発表の様子

【課題と今後の展望】

昨年度は、探究の楽しさや、探究活動への入門は果たせたが、事後授業において、データをまとめてグラフや表にする力、結果を分析し考察する力が不足していた。一方今年度は、コロナ渦でICT化が進んだこともあり、まとめることがよくできているように感じた。ただ、生徒は制作物の完成を意識しすぎてしまい、仮説の立証の範囲を超えて考察を深めることまでできなかった。行動観察は、観察をする場で新しく気づいたことの1つ1つが新たな仮説の種となるため、スケジュールを調整するなどして、より広く深い考察を促すための事業の改善に努めていきたい。また、昨年度同様、今年度に関しても、その結果から創造する力が不足していると感じる。データの裏にあるもの、そして、その先の探究へと繋がる活動を、次年度は事前学習や、その他のSSHの授業においても取組でいきたい。



フィールドワーク（行動観察）の様子

3-2-4. SSH研究成果発表会 5月14日(金) 普通科全生徒対象

【身につけさせたい資質・能力】プレゼンテーション力、課題発見力

【仮説】

- (1) 研究成果を発表する場を設けることにより、自分の考えを相手に伝えるために試行錯誤し、プレゼンテーション力が身につく。
- (2) 他者の発表を聞くことにより、科学的思考のプロセスを追体験し、今後の課題発見のきっかけが見つかる。

【研究方法・内容】

午前：3年生による「課題探究」ポスターセッション

昨年度実施した「課題探究」の成果を108本のポスターにまとめ、それらを体育館に並べ、これから探究活動に取組んでいく1年生を相手に発表を行った。

午後：SSH部による長期的な課題研究の口頭発表

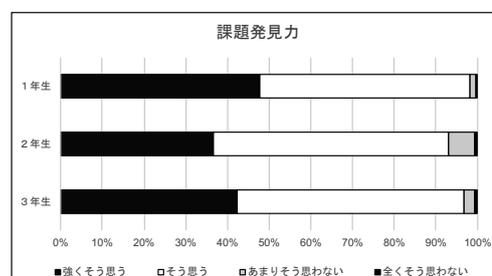
- ・数学班「立体とその展開図の一筆書きの関係」
- ・物理・地学班「緑色の空」
- ・化学班「氷がとける速さが溶媒によって変化する理由」
- ・生物班「飼育ジェフロイクモザルの取組み合い行動」



【検証】

①選択式回答

- 1年生 課題研究への意欲がわいてきた。
2年生 課題研究に取り組むにあたり、参考になることが見つかった。
3年生 課題研究に取り組むことで、質の高い探究心は身についた。



②記述式回答の例

- ・今日、改めて「課題探究」の発表を1年生に対して行って、研究そのものよりも研究内容を発表することが何よりも難しいと思いました。自分の持っている知識や常識を当たり前だと思っていると、そうではない人達に説明することが出来ず、研究発表ひとつでも広い知見が必要なんだと強く感じました。(3年生)
- ・私はこれまで「課題探究」のテーマ探しとして、化学や物理など実際に実験したり公式を使って計算したりということしか思いつかなかったが、今回の最後の発表のサルの取組み合い行動など動物の観察に私は興味があるので、実験ばかりではなく観察してそこから考察し展望を考えることも面白そうだなと思った。また、緑色の空など普段の日常から疑問点を生み出していくこともしてみたい。研究の発表では先輩方が色や図やグラフを使いながら見やすい発表にしている、そこにも工夫を加えていくことにもすごいと思った。自分達が「課題探究」で研究や発表を行う時も、先輩方の物を参考にしながら、相手に伝わりやすいわかりやすいもので、かつ自分が興味をてるテーマにしたい。(2年生)

午前に発表を行った3年生は、3月に1つ下の学年に対して発表を行っており、今回は2つ下の学年に対して発表を行った。3年生にとっては2回目のポスターセッションとなるため、前回よりも余裕が生まれ、聴衆を見ながら臨機応変に対応することができ、楽しそうに発表する姿が見られた。

新型コロナウイルス感染症対策のため、体育館に入る人数を制限しながら実施した。午後の口頭発表では、3年生は体育館で参加、1・2年生には教室へZoom配信した。事前に申し込みのあった保護者や他校教員には、各家庭や職場へZoom配信をして参加できるようにした。以前のように全参加者が体育館で発表を聴くと、座席の場所によってはスクリーンが見えにくくなってしまったが、教室ではそのようなこともなく、掲示資料が見やすくなり、かえって集中して発表を聴くことができた。どのような資料を用いて発表を行っているのかが分かりやす



く、「発表方法が参考になった」という感想が多く見られた。

【第Ⅱ期を通して】

第Ⅰ期ではSSH部の長期的な課題研究の成果を全校生徒へ発表する場であった。第Ⅱ期ではそれに加え、全生徒が「課題探究」に取り組むため、全員が研究成果を発表する場となった。1・2年生は聴衆として「課題探究」のポスターセッションに参加することで、研究を身近なものとして感じることができるようになり、研究に取り組む主体者となる心構えができると考えられる。さらに、SSH部の発展的な課題研究を知り、より深い学びへの興味は刺激される。両者の発表を聴くことによって自分自身の題研究につなげる、という目的が明確になり、より効果的な行事となった。

【課題と今後の展望】

配信での参加者が多いため、質疑応答には「Slido」という質問投稿システムを使い、各参加者のスマートフォンから質問ができるようにした。会場での挙手による質問よりも気軽に質問できるため、多くの質問が投稿された。的を射た質問も多く、生徒の主体的参加が見られた。しかし、匿名でも投稿できるシステムであったため、発表に無関係な内容の投稿や、発表者が不快に感じる投稿も見られた。そのため、翌週のHRの時間に下に示した自作のワークシートを用いて使って、情報モラルを考えさせる活動を行った。このような問題は今後も発生すると考えられる。ルール作りや、モラルの徹底など、適宜対応していきたい。

<p style="text-align: center;">ワークシート「情報モラルについて考えよう」</p> <p style="text-align: center;">HR _____ 番 氏名 _____</p> <p>① 今回の SSH 研究成果発表会で用いた質問ツール「Slido」についての確認</p> <ol style="list-style-type: none">1. 誰に向けて発信するものですか？2. 閲覧できるのは誰ですか？3. 不適切な発言により、傷つく可能性があるのは誰ですか？ <p>② 質問をするときは必ず記名をするというルールにした目的は何だと考えられますか？</p> <p>*以下は、右の Slido のスクリーンショット（内容は全て架空のもの）を見て考えましょう。</p> <p>③ 「ふさわしい質問」「ふさわしくない質問」とはどういうものなのでしょうか？ その理由も考えてみましょう。</p> <p>④ 【振り返り】今日の取り組みで感じたこと、気づいたことを書きましょう。</p>	<p style="text-align: center;">評価順</p>  <p>※内容はすべて架空のものです。</p>
---	--

3-2-5. SSH記念講演 10月21日（木） 全校生徒対象

【身につけさせたい資質・能力】

科学に対する探究心、日常生活における課題発見力、洞察力、教科横断的な学びの視点

【仮説】

- (1) 音声合成に関わる研究のこれまでの歴史とその成果、実生活で利用されている例について、研究者の視点で述べられる講話をもとに詳しく学ぶことで、どの分野においても通ずる「探究する」ことの意義について理解し、深く考える。
- (2) 高等学校における学習内容と大学でさかんに研究されている最先端の科学技術との接点に生徒自身が気付くことで、SSH事業をはじめとする種々の探究活動への取組に対する学習意欲を向上させる。
- (3) インターネットアプリを利用することで、多くの生徒がお互いに距離を取って講演を聞くことが可能になる。また即時性のあるやり取りが実現し、講師と生徒の間のコミュニケーションはこれまで以上に円滑になり、探究活動はさらに活発化する。

【研究方法・内容】

本校の卒業生である名古屋工業大学工学部教授 徳田恵一氏を招き、「音声合成技術の最新動向～人間のよように喋ったり歌ったりする機械の実現を目指して～」という題目でご講演いただいた。講演には、講師自身が作成した音声合成ソフトを用いて再現した人間の声を、放送機器を介して再生する場面もあった。

新型コロナウイルス感染症対策のため、昨年度と同様に準備の段階よりZoomを用いた配信形式とのハイブリッド聴講を目指した。具体的には、体育館に講演会場を設けた上で、2年生のみZoomで教室⇄体育館の間を配信により接続し、体育館の1,3年生と同時に教室で講演を聞くこととした。生徒SSH委員に対し通信機器の操作について事前指導を行い、講演当日は各教室における通信機器の操作を一任した。

講演終了後の質疑応答について、今年度の新たな取組としてパネルディスカッションを模した形式で行った。これは、昨年度の反省として、感染症対策を考慮しておこなった質疑応答が一問一答型となってしまう、議論が深まらなかったことに基づく改善策であった。具体的には、講師のいる舞台上に本校教員2名（国語・理科）を配置し、生徒がインターネットアプリ“Slido”（webex by CISCO）を介して投稿した質問の中から選出して教員から講師へ質問した。講師の回答を元に教員自身の専門的な立場から重ねて質問するなどして、生徒の質問ごとにディスカッションを繰り返した。



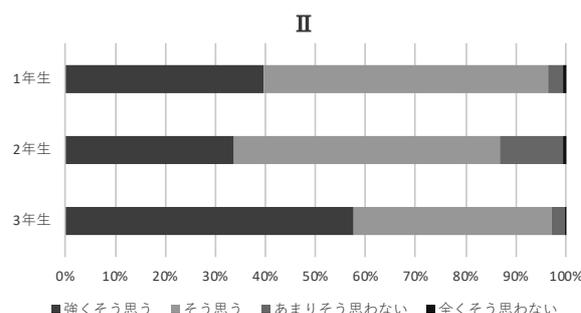
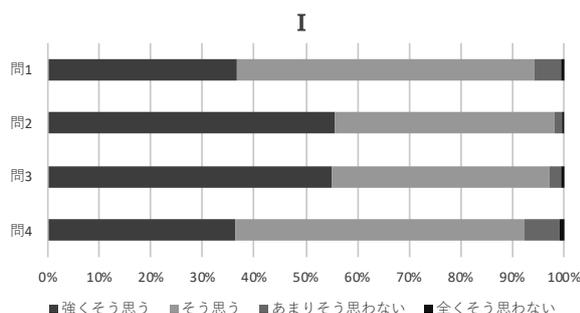
【検証】

A 仮説(1)(2)について

<https://www.sli.do/>

① 選択式回答

- | | |
|-------|---|
| I 問1 | 新たな疑問点が見いだされ、問題意識を感じる事が出来た |
| I 問2 | 知識を活用して問題点や疑問点を深く追究すること(探究すること)が大切であると感じた |
| I 問3 | 知識を共有するために他者とコミュニケーションを取る必要があると感じた |
| I 問4 | この講義を聞いて、探究することに対する自分の気持ちや考えが大きく変化した |
| II 問1 | 記念講演を聴いたことで、課題研究への意欲がわいてきた（1年生普通科のみ） |
| II 問2 | 記念講演を聴いたことで、課題研究に参考となることが見つかった（2年生普通科のみ） |
| II 問3 | 記念講演を聴いたことで、探究心が高まった（3年生普通科のみ） |

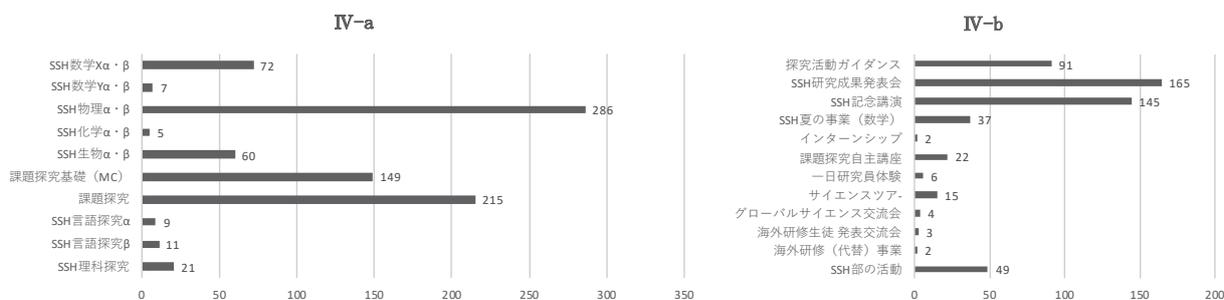


②記述式回答の例

問 講演を聴いて探究することについてあなたの気持ちや考え方の変化を具体的に記しなさい。

音声合成技術について、どのようなプロセスで開発されていったのか見当もつかなかったが、音声データを関数のように扱うことで合成を容易にするというアイデアを知り、最先端の研究も数学の基礎的な素養をもとに生み出されているということに感動した。また、研究の進展がもたらす良い影響も悪い影響も精査されており、責任ある研究者の姿勢を学ぶことができた。多くの人々に影響を与える技術研究には、社会的な支持と合意が不可欠だと思う。研究開発を前に進める高い専門性と、開発だけにとどまらない俯瞰的な視点をあわせ持つことの重要性を徳田先生から学ぶことができて勉強になった。

③他のSSH事業との「つながり」に関する回答（IV-a授業内、IV-b授業外）



多くの生徒が講演を通じて「探究する」ことに対する新しい見方を得ることができ、探究活動への興味・関心を高めることに成功したといえる (I～III)。今後の深い学びに対して大きく寄与していくことが期待できる。また、探究において他者とのコミュニケーションが不可欠であると感じる生徒が多く、感染症対策を講じつつも円滑なコミュニケーションを継続させていくことが求められるため、ICT技術の教育現場への浸透が今後ますます重要視されることが窺える (I、III)。

他のSSH事業との「つながり」については生徒の間で多様性が見られ、探究に関する独自の視点を涵養することにつながっている (II～IV)。SSHプログラム全体の中で本講演がその一端を担っていることが改めて示され、高校生活全体で一貫したプログラムになっていると言える。その一方で、探究することへの理解を深めることができなかった生徒がいる、生徒が「つながり」を感じるSSH事業が教科をこえない範囲に偏っているなどの問題点も明らかになった。

B 仮説(3)について

①Zoomによる講演の配信に関する気づき

昨年度の反省も踏まえて、準備の段階から通信状況が悪い教室に対して予防策を張っておくなどの改善を加えた結果、より円滑な配信となった。通信機器の設置を行った生徒SSH委員に対する聞き込みでも、“昨年度に比べてインターネット回線が安定していた”“準備や片づけの流れもスムーズだった”などの意見が得られ、生徒が講演の内容に集中できる環境づくりは成功していたといえる。

②Slidoアプリによる質疑応答に関する気づき

パネルディスカッション形式の質疑応答において通信状況等に関係する不具合は見られず、その内容も生徒には概ね好評だった。実際に用意できた質疑応答の時間20分に対し、およそ50件もの質問がslidoアプリを通して投稿された (V)。質問を読む時間として20分では到底足りなかったが、想定以上の数の質問を生徒から引き出すことができたことと捉えればこの結果は好意的なものであり、今回のパネルディスカッション形式の質疑応答は探究心の涵養に効果的な試みだったといえる。

【課題と今後の展望】

他のSSH事業とのつながりを意識してより多くの生徒が探究を続けられるよう、これからもSSH事業全体を俯瞰して生徒の学びの土台を築き上げる必要がある。教科・科目の枠組みに縛られず、各SSH事業がお互いにアプローチする姿勢をもって事業を展開していかなければならない。「SSH記念講演」については、今後は講



V.投稿された質問のみ (一部非表示)

演内容に関する事前指導の充実や、講演の内容やトピックを「SSH探究科目」や「SSH理数科目」などで積極的に取り上げたりすることを通して、より深く浸透させたい。

質疑応答の時間が十分に取れなかったことについて、来年度以降のタイムスケジュールを見直すことその他、講演後も講師とやり取りを重ねるなど、生徒からの質問に確実にフィードバックできるシステムを作り定着させていく。パネルディスカッション形式により知識が深まったと感じる生徒も多いため、この形式は他のSSH事業にも生かしつつ改善を加えていきたい。

3-2-6. SSH特別活動

ア. SSH部活動

【身に付けさせたい資質・能力】 課題研究の普及、課題研究の質的向上

【仮説】

継続的な活動により課題研究を進め、その成果を発表することにより、科学的な思考力と発信力を育成することができる。また、併せて、班を超えて連携し、研究内容を共有することで、課題研究の質を高めることができる。

①数学班

【研究方法・内容】

毎週金曜日を定例活動日として、令和3年度は3年生9名、2年生13名、1年生7名で活動した。「研究発表」と「数学系学力コンテスト」の二本柱に重点を置いて取組んでいるが、昨年度からコロナ禍の影響で、発表・参加の機会が激減してしまった。そのような状況でも、部員全員がテーマを設定して、可能限り「研究発表」を行い、オンラインで実施される「学力コンテスト」にも積極的に参加した。

◇研究発表実績

- SSH東海フェスタ(名城大附高校主催)〈07/17〉
 - ・動画発表 「星型多角形と整数」
- SSH課題研究交流会(一宮高校主催)〈08/02〉
 - ・動画発表 「○×ゲームの必敗法」
- 明和祭(文化祭)〈09/25~09/27〉
 - ・ポスター発表 「星型多角形の内角と外角の和」
 - 「○×ゲームの必敗法」
 - 「円形あみだくじの確率」
 - 「ビュッフォンの針の拡張」
 - 「好きな子と近くの席になる確率」
 - 「フィッシングサイトについて」 他4本
- 冬の公演〈12/22〉
 - ・ポスター発表 「ビュッフォンの針の拡張」
 - 「神経衰弱の最長手」
 - 「フィッシングサイトについて」 他4本
- 科学三昧inあいち2021(岡崎高校主催)〈12/24〉
 - ・動画発表 「円形あみだくじの確率」
- マスフェスタ(全国数学生徒研究発表会)2021〈12/25〉
 - ・ポスター発表 「星型多角形の内角と外角の和」
 - 「d次元○×ゲームについて」

◇コンクール等への参加と結果

- 科学の甲子園〈11/04〉 3名参加
- 日本数学オリンピック(JMO)予選〈01/10〉
39名参加
地区表彰4名(部員以外を含む)



文化祭・ポスター発表



冬の公演・ポスター発表



マスフェスタ
ポスター発表



◇その他

- 1 「数学 夏の学校」(7月～8月に7講座)に全員3講座以上参加。
講座を受講することはもちろん、受付・誘導などの運営にも協力した。
- 2 オリジナル企画「ますます数学を好きになろう会」を実施した。部員がオリジナル問題を持ち寄り、問題の意味や解答を解説した。部員間による推薦投票・協議の上で、良問をセレクトして選抜問題集を作成した。

②物理・地学班

【研究方法・内容】

物理・地学班では、各自で課題を発見し、長期的な研究活動を行っている。育成したい力を「課題発見力」「課題解決力」として、日々の指導を行っている。本年度は、3年生2名、2年生8名、1年生5名で活動した。これらの生徒は、どの生徒も教育課程内で行われている課題研究の研究テーマと部活動で取組んでいる研究テーマを持っている。また、それに加え、研究プロジェクトや海外研修代替事業に参加して取組んでいる研究テーマも持っている生徒もいる。物理実験室はこれら多くの研究の活動場所となっているため、授業後の物理実験室はSSH部物理・地学班に所属していない生徒も入り、日々活気に満ちていた。このように、SSH部物理・地学班は、年々拡大しているSSH部以外の生徒の研究活動をサポートする役割も担った。

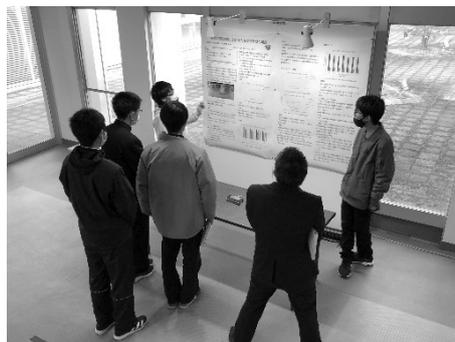
コロナ禍においても平常時以上の活動を目指し、今年度も様々な工夫をして活動を行った。その中でも、以前より続けている、名古屋大学大学院理学研究科の天体物理学研究室のサポートを受けて行っている星の誕生に関する研究(名古屋大学教育学部附属中学校・高等学校の相対論・宇宙論プロジェクトとの共同研究)は、昨年度は、実施をしたものの新型コロナウイルス感染拡大の影響により活動を大幅に縮小してしまった。今年度は、オンラインでのミーティングがしやすい環境が整ってきたため、毎週定例のミーティングを実施し、日本天文学会ジュニアセッションに参加できるだけの研究結果を出すことができた。また、4年前から実施している月例の「研究進捗状況報告会」では、オンライン発表会に対応できる発表スキルの育成のために、生徒・顧問がオンラインでつながって実施する形も取り入れ、オンライン発表会だからこそ必要になる発表の方法についても学んだ。また、この報告会には、徐々に登録が増えてきている卒業生のデータベースを通じて声をかけた卒業生にもオンラインで参加してもらい、研究のアドバイスをもらうことができた。同じように高校時代に研究をしてきた卒業生に向かって研究の進捗状況を報告し、卒業生からアドバイスをもらうことで、研究で困っていたことの課題解決の糸口が手に入っただけでなく、大学や大学院で研究に熱心に取組んでいる先輩の研究に対する熱意を肌で感じ、研究のモチベーション向上につながった。

今年度は新たに、生徒を指導者とした天体観測会を立ち上げた。SSH部物理・地学班に所属していない生徒に天体観測の楽しさを伝える、また、天体望遠鏡の取り扱いについて学んでもらうことを目的に、本校屋上で2か月に1回程度のペースで実施した。天体望遠鏡を使った天体観測については昨年度も実施したが、単発での実施しかできなかったため、ノウハウの継承に課題があった。今年は、定期的な実施する形が整ったことで、その課題が解決できた。また、教育課程内で新たに取組の充実が図られたデータサイエンスに関する生徒の関心の高まりを受けて、Raspberry Piを使ってのプログラミングや実験データの測定にも挑戦することができた。来年度の学校設定教科「SSH探究」でのプログラミングで扱う言語はPythonを予定しているため、ここでもPythonを用いた。ここでの成果は、次年度以降の「SSH探究」の授業計画を立てる上で参考になる実践例にもなった。

その他、今年度は新たにMicrosoft Teamsの活用を部活動の場面でも開始した。研究のメモをOne NoteやExcelで共有し、共同編集を活用することで、研究チーム間の連絡が非常にスムーズになり、兼部をしている生徒が多く、日程調整に苦労している様子が日常であったこの部活動の様子に大きな改善が見られた。

◇ 成果発表等

- ・SSH東海フェスタ 動画発表1本



第20回AITサイエンス大賞



生徒主催の天体観測会

- ・課題研究交流会 口頭発表1本・動画発表1本
- ・知多地区生徒探究発表会 口頭発表1本
- ・明和祭(文化祭) ポスター発表2本
- ・第20回AITサイエンス大賞
論文提出1本・口頭発表1本・ポスター発表1本
- ・明和高校冬の公演 ポスター発表3本
- ・科学三昧inあいち2021 動画発表2本
- ◇ コンテスト等
 - ・物理チャレンジ2021 9名参加
 - ・あいち科学の甲子園2021 6名参加
- ◇ イベント等
 - ・明和祭(文化祭)(サイエンスショー)
 - ・明和高校冬の公演

③化学班

【研究方法・内容】

(活動状況)SSH部化学班は、特別活動の探究活動の場として11年目になる。現在、1年生9名、2年生5名で、日曜、祝日、長期休業中の数週間を除き、ほぼ毎日、探究的な活動に励んでいる。活動場所は化学実験室であるが、夏季休業以降は、教育課程内の「課題探究」で取組む課題研究(2年生普通科全員対象)、海外研修に課す課題研究に携わる生徒(希望者)の活動と重複することが多く、部員と一般生徒が入り混じっての活動となる。このような状況は年々増加傾向にあるが、この場合、指導が多岐にわたるので、実験計画を立案させることで指導の効率化を図っている。また、テーマや実験内容が類似する場合には、それぞれのグループ間で実験方法やデータの共有を勧めている。

(指導の観点)顧問は単なるファシリテータ役ではないという認識と、活動時の生徒指導を念頭に置き、次の4点を重点的に指導している。①生徒の主体性をより重視した指導、②先行学習・実験方法の指導、③実験方法、研究の進め方に関する指導、④グループ活動の効率化、IT活用に関する指導

(課題研究の内容) ※校外発表は「関係資料 資料3」を参照

(ア)「アルギン酸ナトリウムの抽出と活用」(2年生5名)

廃棄昆布からアルギン酸ナトリウムを抽出し、紐と膜を作製した研究で、抽出法、紐の強度測定、膜作成法をまとめたものである。将来的には、バイオマスプラスチックとして、レジ袋などに用いられるプラスチック原料の代替に利用できないかを目指したもので、SDGsのプラスチック削減やカーボンニュートラルを意識した研究でもある。ただし、アルギン酸については、大学、研究所等で古くから多く研究されており、新規性がないため、現在のところ、校外の発表会ではあまり評価されていない。

(イ)「学校でとれる夏みかんからリモネンの抽出とその活用」(1年生2名)

収率は低いが高純度のリモネンが得られた(大阪市立大学理学部の協力により確認)。活用法として、抗菌作用に注目して実験を進めたところ、酸化したリモネンオキシドに強い抗菌性があることが分かってきている。この場面で、大学等の研究機関に依頼して、NMRやGS-MSで酸化物の構造を特定したいところである。

(ウ)「地下水中の炭酸水素イオンの測定」(1年生2名)

学校近くの天神さんにある井戸水の分析から、地下水脈を推定する内容で、リニアの掘削工事のDATAを活用できないか検討している(学校周辺をリニアが通る)。ただ、調べたDATAを並べるだけ(データサイエンスと称してこうなる課題研究が多いので…)でなく、自分たちの実験を裏付けるDATAを探すという、データサイエンス関連の課題研究として評価できるものになると良いと思う。

(エ)「葉のクロロフィルの定量」(1年生3名)、(オ)「色素増感太陽電池(DSC)の改良」(1年生2名)については、取り組み始めたのが遅く、十分な活動時間が取れていないため、校外の発表会には出展していない。今後、(エ)については、カラムクロマトグラフィーによる成分分離、(オ)については、アントシアニンの精製方法とDSC電極の改良について、実験方法の工夫がなされることを期待している。

(カ)「校内に微隕石があるか」(物理・地学班と共同研究)

「課題探究」の課題研究(2年生普通科全員対象)で3年間継続研究してきたテーマである。今年度、特別活動の研究として継続し、微隕石に近いかけら5個を選別したが、微隕石と断定できるものは、まだ見つかってい

ない。

【検証】今年度、特筆すべき事柄は、次の3点である。

①一年生が、校外発表できるレベルまで研究を進めることができた。これまでと違い、先行学習（基礎知識の習得）と並行して興味あるテーマに向けての実験を実施していったことで、物性や量的扱いを効果的に習得していくことができた。化学を履修していない1年生を課題研究に導くことは、困難を極めたが、粘り強く指導する必要性を改めて感じた。

②「課題探究」での研究が、部活動で取り組むテーマと重複したため、研究内容を共有した。上記(7)アルギン酸ナトリウムの研究で作製した膜を、「課題探究」の研究に提供した。また、(4)リモネンの抽出方法を「課題探究」の2グループに提供した。ともに実験後、結果の共有がなされた。

③3年ぶりに論文コンテストに出展できた。ポスター発表やパワーポイントによる口頭発表だけでなく、論文を書くことで、研究内容が整理され、より論理的になり、研究の質的向上が図れると考えて指導に当たっており、この点で、論文コンテストは良い指導機会となることを再認識した。

これらのことから、物質を探究する活動について、1年生は早い段階から取り組むことで、課題研究の進め方を体得し、2年生は昨年からの継続的な活動で自主性が備わってきた。1年生の研究はまだ十分ではないが、2年生の研究は発表を重ねる度に、幅ができ質が高められてきている。したがって、2年生の化学的思考力は「SSH化学α」の授業進度に伴い徐々に備わってきているものと考えられる。ただ、残念なのは、研究発表についてである。ほとんどがオンライン発表で臨場感がなく、十分な質疑ができていないので、発信力が身についたとは言えない。特に、英語発信の場合は不十分であったと感じた。「課題探究」の課題研究との連携については、部活以外の生徒の課題研究に対する意識が高まっていることもあり、これまでになく研究内容の共有ができた。よって、少しずつではあるが、課題研究の質的向上につながっているものと考えられる。

④ 生物班

【研究方法・内容】

身近な生物を飼育・観察していく中で得られる好奇心を原動力として、生物に関する探究心を身につけることを目標に活動を行っている。本年度は1年生7名、2年生4名、3年生12名で活動。科学的に分析・解析する手法を身につけるために中間報告会・勉強会として週1回の「生物ゼミ」を行っている。

本年度から「明和高校周辺の生態系調査」を始めた。予備調査で明和高校周辺に野生のタヌキが生息することが分かり、許可を得てタヌキの生態調査を行うこととした。明和高校は名古屋城や官庁街に隣接し、市街地に在りながら長く保全された自然環境をもつ特有の地域に立地している。市街地に隣接する自然環境における野生動物との共生の在り方や、野生動物の活動による地域の生態系への影響など、この立地を生かした調査を行っていく。さらに、タヌキを出発点として、地域の植生調査や地形・都市開発・歴史との関係性など多角的な研究に発展させていく予定である。(タヌキプロジェクト)

(1) 2020年度からの継続研究

・「紅葉する植物の葉の色素変化」(落葉樹・常緑樹における色素変化)

(2) 2021年度から始めた研究

・「明和高校周辺の生態系調査」(タヌキを通じた市街地における野生動物の生態調査)

・「コオロギの食性」(コオロギの味覚と行動観察)

・「カタツムリの行動観察」(カタツムリの行動観察)

(3) 今後実験を計画している研究

・「植物ホルモン（エチレン）の発生条件」(果物を成熟させるエチレンの発生条件の検討)

・「食虫植物の消化液」「女王アリの生態」「ネオンテトラの行動観察」「ミドリムシの性質」

◇成果発表等

・SSH東海フェスタ2021 動画投稿1本

・課題研究交流会 動画投稿1本

・第55回全国野生生物保護活動発表大会 動画投稿1本

・科学三昧inあいち2021 動画投稿1本

・第69回日本生態学会（オンライン開催）動画投稿1本

◇イベント展示および発表

・文化祭（ブース展示・活動紹介）

【検証】

本年度は部活動の中心としてタヌキ調査を始めた。調査のため、地域の土木局や史跡への立入りの許可などを得て暗視カメラの設置やサンプルの回収・解析を行っている。地域への聞き取り調査なども実施しており、この活動を通じて、本校の生徒自身が地域を知り、地域とつながるきっかけとなっている。コロナ禍で校外の大会や研修会に出かける機会はなくなってしまったが、オンラインによる大会参加の機会が増えている。これをチャンスととらえ今までに挑戦したことのない大会への参加も実施することができた。今後は個人の研究発表なども積極的に行っていきたい。

【課題と今後の展望】

タヌキ調査は軌道に乗り始めたが、研究を立ち上げたばかりということもあり、教員主導の活動となっている。生徒の主体的な活動として発展していけるような指導の在り方を検討する必要がある。また、タヌキ調査に忙しく、個人の研究との両立の方法を考えることも今後の課題である。

イ. プロジェクトによる研究活動

【身に付けさせたい資質・能力】課題研究の普及、課題研究の質的向上

【仮説】

- (1) SSH部活動での長期的な課題研究で、班員の「主体性を重んじた探究活動」を進めることで、探究活動に意欲的に取組、課題研究を質的に向上させる。
- (2) SSH部活動での長期的な課題研究で、「研究プロジェクト」を立ち上げることで、班員が様々に連携をとりながら探究活動に意欲的に取組、課題研究を質的に向上させる。
- (3) SSH部活動での長期的な課題研究で、「研究プロジェクト」に取組、その活動内容を校内外へ発信することで、全校生徒や地域への課題研究の普及につながる。

【研究方法・内容】

SSH部活動の長期的な課題研究は、教育課程内で実施している課題研究の見本になるような質の高い研究であることが望まれる。したがって、「主体性を重んじた探究活動」として成果を残すことができれば、SSH部活動が、班員の科学的思考力を高めるだけでなく、課題研究に取り組む校内外の多くの生徒に変容をもたらしていくことを期待している。

現在、SSH部活動は数学班、物理・地学班、化学班、生物班の4つの研究班に分かれて活動を行っている。それぞれの班に分かれることで、より専門性の高い課題研究を行うことが出来る。しかし、日常的に他の班の活動を知る機会は少ない。自然科学を課題研究の対象して扱う上では高い専門性だけでなく、多角的な視点からの検証も必要となる。そこで、研究班の垣根を越えて、長期的に課題研究に取り組む活動を「研究プロジェクト」と呼ぶこととした。この「研究プロジェクト」は、現在まだSSH部活動内での活動であるが、今後、全校生徒の中で興味のある生徒が参加できる活動にしたいと考えている。また「研究プロジェクト」で扱う課題研究のテーマを明和高校に関わりのあるものとした。これは生徒にとって足下にある母校に関わる内容を扱うことで、テーマに対する関心を引き出し、母校への想いが強くなることを期待している。自分の足下を知ることは、母校への想いに留まらず、名古屋市、愛知県、日本への想いへとつながり、この想いが今後世界で活躍する人材には必要な資質であると考えている。これは第Ⅲ期で研究開発する予定の明和高校の立地を生かした都市型SSHの狙いの1つでもある。

現在、課題に取り組んでいるテーマは、「明和高校周辺の生態系について」、「明和高校周辺の地下水について」「明和高校の微隕石について」、「明和高校の地下構造について」などがある。これらの探究活動の成果は研究大会など様々な機会を通じて、学校内外に発信している。このうち、「明和高校周辺の生態系について」の活動について、次に紹介する。

【タヌキプロジェクト】

「明和高校周辺の生態系について」はSSH部活動の生物班が中心となり、長期的な課題研究に取り組んでいるテーマである。明和高校の周辺には、名古屋市役所や愛知県庁、愛知県警本部などの官庁街と経済の中心部である栄地区が存在し、多くの高層建築物がある。また、名古屋城や名城公園など人間が管理する緑化地区も存在する。さらに人工的な緑化地区とは異なり、名古屋城周辺には特別史跡に指定された地区があり、人間が管理していない雑木林のような場所も点在する。そのような場所には多くの野生動物が息し、タヌキの存在も確認されている。中型哺乳類のタ

ヌキから見てくる、都市型の生態系と人間社会との共生について考えていく、この長期的な課題研究を「タヌキプロジェクト」を呼ぶことにする。現在、「タヌキプロジェクト」ではタヌキの生態調査を2021年6月から現在まで実施している。タヌキは糞を決まった場所にする習性がある。これは「ため糞」と呼ばれている。ため糞をする場所は複数のタヌキで共有する事が知られており、周辺に生息するタヌキが集まって来る場所になっている。人間が管理していない雑木林の中でため糞をする場所を特定した。その場所で月に1、2回、糞を回収し、糞の中の未消化物を収集することで食性の季節変化を調査している。タヌキは雑食性で、果実、昆虫、無脊椎動物などを食べている。タヌキの食べる物が季節によって変化することが報告されている。この周辺に生息するタヌキも同様に食性に季節変化が見られ、周囲の環境の季節変化を示す指標になっている。

また、自動撮影カメラを設置し、周辺に生息するタヌキの個体数や行動についても調査している。この調査では子ダヌキの様子が確認でき、この地域でタヌキが繁殖していることがわかった。また、野生のタヌキは夜行性で昼間はほとんど活動しないとされている。しかし、昼間に活動する様子も複数回確認できた。この結果については、今後の考察が必要になる。

タヌキの食性調査でプラスチックなどの人工物が出ていることから、タヌキの行動範囲には人間の生活圏が含まれていると考えられる。タヌキは夜行性であり、人間に見つかる機会が少ない。しかし、地域の人たちは様々な機会で見られる野生動物を見る可能性がある。そこで、地域の人たちに聞き取り調査を実施している。まだ調査回数も少ないため、有力な情報は得られていない。

ここまでに行ってきた調査について、得られたデータが膨大な量で分析作業も多くなっているが、生物班の班員は主体的に活動し、意欲的に取組んでいる。そして、ここまでの活動内容は環境省主催の全日本野生生物保護活動発表大会で動画配信による発表を行い、奨励賞を受賞した。また、科学三昧inあいち2021にも同様の発表を行った。今後もオンラインで開催される日本生態学会でポスター発表を行う予定である。

野生のタヌキの寿命は長くて8年程度である。名古屋城周辺でのタヌキの出現報告は名古屋版レッドリスト2010に報告がある。このことや繁殖が確認されたことから、現在この地域で見られるタヌキは世代交代をし、何世代かのタヌキが住み続けている可能性がある。また、名古屋版レッドリスト2004には名古屋城周辺でのタヌキの出現報告がない。このことから、2000年代前半以前に他の地域から移動してきたタヌキが名古屋城周辺に定住した可能性が考えられる。タヌキは長距離移動が可能のため、名古屋東部の丘陵地や岐阜県や長野県からの移動してきたかもしれない。それを考えると日常的に長距離移動することも可能であるが、このタヌキはこの地に定住している。これは子ダヌキを育てるのに適した安全で食糧も豊富な環境であることを示唆しており、多様性のある豊かな自



生息が確認されたタヌキ



生物班による調査の様子



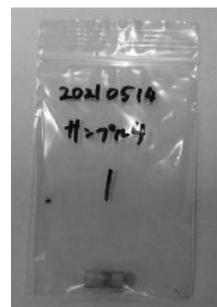
聞き取り調査の様子



タヌキのため糞



糞の内容物



内容物にプラスチックも含まれている

然環境が小さな雑木林に存在していることを、私たちに教えてくれている。

この「タヌキプロジェクト」を続ける事で、野生動物であるタヌキの生態を明らかにするだけでなく、私たちの身近にある自然環境を見つめるきっかけになる。そして、このような活動を様々な形で発信することで、学校と地域をつなぎ、学校と地域が一体となって地域の自然環境を維持する意識を高める事が期待させる。こうした地道な活動を持続可能な社会の実現へ向かっていく一助としたい。

【課題と今後の展望】

「タヌキプロジェクト」では生物班の班員は主体的に活動し、課題研究の質的に向上させることが出来た。他の「研究プロジェクト」でも同様に、参加した班員は主体的に活動し、課題研究を質的に向上させることが出来た。しかし、今年度より「研究プロジェクト」を立ち上げたため、まだ十分な学校内外への発信が十分に行うことが出来ていない。ただ、今後もこの活動を継続すれば、第Ⅱ期の研究課題「質の高い探究心の育成」は十分に達成できると考えている。また、第Ⅲ期に向けて、この活動を継続し、成果を普及させることで明和高校の立地を生かした都市型SSHの発展が期待できる。

3-2-7 評価

今年度の[SSHプログラム](授業外)は、新型コロナウイルス感染拡大の影響で、大幅に事業の変更・中止を余儀なくされた昨年度からのリスタートとなった。しかしながらこのことは、本校が改めて第Ⅰ期からの約10年間の[SSHプログラム]を精選する好機ともなった。本校がSSH指定後行ってきた[SSHプログラム]は、どのプログラムも評価アンケートからよい成果があることがみえていたものの、事業の肥大化による担当者の負担増が課題となっていた。昨年度の新型コロナウイルス感染拡大下で、何とか事業を実施する中で得られた知見により、生徒の学びを衰退させることなく事業を精選するという難しい課題に可能性を見出すことができた。そのことにより、今年度も、多くの事業において例年と遜色ない成果が得られた。

第3節 グローバル化社会への適応力を育成するための[SSH国際交流]の研究

3-3-1 概観と仮説

本校では、国際的な広い視野を持ち、高いレベルの探究心と発信力を兼ね備えた、国際社会で活躍できる科学技術系リーダーの育成を目標としている。その方策として、多くの生徒を対象に、国内外を問わず外国人生徒と交流し、課題研究を媒介に英語でコミュニケーションを図る機会を充実させることを極めて重視している。本校では「英国研修」「オーストラリア研修」を隔年で、計6回実施してきた。いずれの研修も、参加生徒には課題研究を課し、その成果を訪問先で英語による発表をすることで、探究心の育成と国際交流を深めてきた。その他にも、外国人生徒とともに取り組むインターンシップ、「グローバルサイエンス交流会」などを実施してきた。第4・5年次は、新型コロナウイルス感染症拡大の影響で、事業の大幅な中止・見直しを余儀なくされたが、オンラインを活用することで、第3年次までと変わらない、また、それ以上の成果を目指して取組できた。今年度は、新規に「Learn the World」を実施し、新たに中国・フィリピンとの交流を開拓し、第Ⅲ期での実施を目指している海外共同研究に向けて兆しが見えてきている。このように様々な対策・工夫をして事業を開発し、新たな生徒の学びの開拓ができた。

以下のような仮説をたて、グローバル化社会への適応力を育成するための[SSH国際交流]の研究を行った。4段階の評価尺度法を用いた選択式回答と変容を問う記述式回答(ループリック表を用いて点数化)を用いて検証をした。

仮説

[SSH国際交流]で実践的な英語力、とりわけ科学英語力を身に付け、[SSH国際交流]における研修の主体に[SSH探究科目]または[SSH特別活動]で扱った課題研究の内容を用い、各事業のつながりを強固なものとする事で、本校が掲げる社会貢献に必要な『質の高い探究心』をもったグローバル化社会で活躍する科学系人材を育成することができる。また、将来的に外国の文化や環境への理解と共感を深め、グローバル化社会で活躍する科学技術を牽引する人材となる可能性を高めることができる。

3-3-2 国際発信

ア. グローバルサイエンス交流会【代替事業】

【身に付けさせたい能力】国際発信力、論理的思考力、科学的思考力

【仮説】

英語でのプレゼンテーションを実践することで、英語によるコミュニケーション能力を向上させれば、グローバル化社会で活躍する人材育成に繋がる経験となる。

【研究方法・内容】

英語プレゼンテーションは、2年時の「課題研究」で、優秀作品に選ばれた10研究について実施した。今年度は、感染防止対策として対面での発表は取りやめ、代替として、ポスター発表動画の作成、外国人留学生による動画視聴、英語による質疑、講評を計画した。

(動画配信)

動画を視聴し質疑に加わる留学生は名古屋大学国際交流センターを通して、募集した。しかし、コロナの影響から応募が少なく、本校SSH運営指導委員、海外の大学、海外在住で企業勤務の日本人などに依頼し、結果的には、のべ13人の方たちに質疑、講評に参加していただくことができた。

動画自体は、より対面発表に近い形態をとるため、パワーポイントを用いず、ポスター発表を直接ビデオカメラで撮影したものとした。動画視聴される方には、事前にアブストラクト、ポスターファイルを送付した。発表時間は各研究10分以内とし、10件分の動画を繋ぎ、約80分の一本の動画としてYouTube上に限定公開した。

(発表生徒の指導)

選考された10研究は、分野別（人文、数学情報、物理、化学、生物）に各2研究ずつで、3年生30名の生徒が指導の対象となった。

まず、研究開発部（R&D）の5名で、研究内容の確認（研究のまとめ方）、英語版アブストラクト・ポスター作成について指導した。その後、英語科教員の協力のもと、英語版アブストラクト・ポスターの確認、発表内容の SCRIPT 作成指導を行った。指導スケジュールと動画撮影手順は表のとおりであるが、外国人留学生によるポスター発表指導を1回（約3時間）設定した。

【検証】

- ①選択回答：[①強くそう思う ②そう思う
③あまりそう思わない ④全くそう思わない]

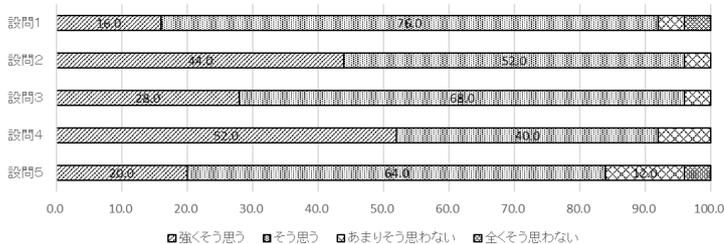
- (1) 大学で海外研修の機会があれば、国内外を問わず是非参加しようと思うようになった
(2) 将来、留学するときや、海外勤務になったときに、この研修は役に立つ経験になると思った
(3) 課題研究は十分な時間がなかったが、進め方(テーマ設定からまとめ、発表までの流れ(全体))はほぼつかめた
(4) 英語でポスター発表したことにより、英語学習の意欲がさらに高まった
(5) 他グループの発表内容や、質疑の内容は、ほぼ理解できた

回	項目	月日	時間場所	内容等 (校内指導担当者、敬称略)	対象等
1	準備日程説明	4月20日(火)	15:30~16:30 化学講義室	準備予定の確認 英語版ファイルの作成について (R&D)	発表生徒 (日本語版)
2	日本語版ファイル訂正	5月25日(火)	15:30~17:00 化学講義室	日本語版で内容説明 ※日本語版ファイル提出 今後の予定確認 (R&D)	発表生徒 (日本語版)
3	英語版ファイル作成	6月18日(金)	15:30~16:30 108, 化学講義室	英語版ポスターで発表 英語版ファイルの確認 次回予告 (英語指導者,R&D)	発表生徒 (英語版)
4	英語研修(ファイル訂正)	6月26日(日)	9:30~12:30 106-8, 化学講義室	語学研修 ポスターの校正、英語発表指導 講師：外国人3名 (ISA 派遣) 今後の予定確認 (英語指導者,R&D)	発表生徒 (英語版)
5	英語練習	7月2日(金)	15:30~16:30 化学講義室	※英語版ファイル提出 発表練習について (R&D)	発表生徒 (英語版)
6	発表練習	7月5日(月) ~9日(金)	業後 化学講義室	英語発表練習 動画撮影練習 (R&D)	発表生徒 (英語版)
7	発表方法確認	7月16日(金)	15:30~16:30 化学講義室	動画撮影について (R&D)	発表生徒 (英語版)
8	公開動画撮影事後指導	7月26日(月)	午前中 化学講義室 生物講義室	公開動画撮影 運営指導委員、外国人留学生によるアドバイス、講評→発表生徒へフィードバック 事後アンケート提出方法 (R&D)	発表生徒 (英語版)

〈動画収録手順 (7/26) と発表テーマ〉 ……化学講義室

Group 集合時間	発表 NO	発表テーマ	収録時間
A 8:45~ 10:30	PP01	"Blind Spot — 先生からの死角を探せ —" Find the blind spot from the teacher!	9:00~
	PP09	さくらさく現代単語「エモい」~現代のをかし、あはれ~ What is emo?	9:30~
	PP10	過去の出来事から脱却しよう!! Let's break away from past events!	10:00~
B 10:30~ 12:15	PP02	ギリシャの三大作図問題の不正攻略法 Challenging strategies for the three major Greek drawing problems	10:45~
	PP03	鞭の知 Hop Step WHIP!	11:15~
	PP04	音源をダンボール箱で覆うと音が大きくなった!! Sound Gets Louder	11:45~
C 12:45~ 15:00	PP05	牛乳からプラスチック!? Making milk into plastic! ? ~recycling excess milk~	13:00~
	PP06	植物の抗菌効果について Antibacterial effects of plants	13:30~
	PP07	"なぜ明和生は肌を掃除しない!?!? ~これを開けばあなたもきっと掃除したくなる~" Do we not have to clean our desks? お弁当の白米をおいしく食べたーい!! We want to eat delicious rice!!	14:00~
	PP08		14:30~

海外研修代替事業



②記述回答：課題研究や海外研修に対する考えや気持ちの変化を具体的に記述しなさい。

特徴ある記述回答の例

今まで、英語が出来る、世界が広がるとはよく言われてきたが半信半疑だった。しかし今回、実際にレスポンスシートを貰ったり、プレゼンを指導していただいたことで、歴史や文化が全く違う人達ともコミュニケーションが取れること、その楽しさが肌で感じられて、世界が広がるとはこういう事だったんだと感動した。だからこそ自分が伝えたいことが上手く伝わらない時、とても悔しいと感じ、もっと英語を勉強したいと思った。

また、海外研修は部活などの関係などで難しいと感じていた。しかし、この研修があったおかげで、外国人の方と話せたり、英語で発表し、感想を貰えるなどの日常生活では体験できないことが出来てとても良かったと思う。

先生方へ

コロナで大変な中、何とかしてこの研修をして下さり本当にありがとうございました。1年の時先輩が外国人の人たちにポスターを発表していて、すごくカッコいい、やってみたいと思っていたので、今回やれて本当に楽しかったし、今後に活かせると思いました。ありがとうございました。

課題探究は正直、10選に選ばれてからが一番やる気が出てきた。僕は1人で研究を進めていたため、ポスターもグラフィックアブストラクトも完成するのが他の班よりも遅く、やる気もそこまで無かったが、自分の満足するものを作りたいという気持ちはあったため、授業外でも研究を進めることは多々あった。10選に選ばれてからは、自分の頑張りが認められた気がして嬉しかったので、英語は得意ではなかったが、英語で発表することには抵抗があったが、最後まで頑張れた。発表を終えてから、大学の先生方からのコメントを見た時、褒めてくれるコメントも厳しいコメントも両方あったが、頑張りを認めてくれた気がして嬉しかったし、『高校生はこの程度で十分さ』という甘えのようなものを抜きにして、『大人の研究』として扱ってくれているようですごく感動した。英語に対する嫌悪感は無くなりにはしなかったが、英語を使う楽しさはうすうすと分かった気がする。

選択式設問1、2の海外研修や海外勤務に対し「強くそう思う」という回答は、時節柄低くなったと思われる。しかし、「そう思う」を含めれば昨年の海外研修代替事業と同様な状況であるため、海外への意識は高いものであろう。設問4からは確実に英語学習への意欲の高揚につながっている傾向が捉えられる。設問3、5については、昨年同様、課題研究に取り組む時間不足、発表準備に余裕がなかったことがうかがえる。記述回答には、昨年同様に、研修を通して生徒の変容が明らかに読み取れる回答が多かった。

したがって、課題研究部分をさらに改善していけば、この海外研修代替事業での指導展開は大変効果的で、グローバル化社会での人材育成を目指す国際発信として、仮説の検証に結び付くものと確信している。

【課題と今後の展望】

課題研究を進める場面として、主に教育課程内の「課題探究」、特別活動（SSH部）、海外研修の3つの場面が考えられる。これらの場面では、研究内容の重なりが見受けられるため、同様のテーマについては、研究方法や結果を共有することで、探究活動の質の向上を図ることができる。その一例として、日ごろから大きなテーマを題材とする「探究活動のプロジェクト化」があると考えている。

アフターコロナ下、国際交流において、オンライン交流に加え、対面での交流が可能になれば、ますます海外研修事業が充実すると思われる。課題研究を外国語で発信する機会を設け、グローバル化社会で活躍する人材育成を目指す事業は、引き続き第Ⅲ期SSH事業の根幹として、必要不可欠であると強く感じている。

イ. Learn the World 【新規】

【講座設定の経緯】

新型コロナウイルス感染症の拡大により生徒の海外渡航が制限されて2年、新しい形の国際交流、国際発信を模索してきた。昨年行った「海外研修生徒発表交流会」、「課題研究を英語で発表しよう」においては、国内外の研究者に対するオンラインでの成果発表、県内のSSH校との合同研究成果発表など、英語での発信、交流の機会を設定した。

今年度はそれらを発展させ、海外の高校生との共同研究を行った。彼らが国際人として将来経験するであろう文化や環境の違いによる摩擦、英語コミュニケーション能力の不足による葛藤の中で、自らに足りない部分を発見し、克服への努力を促すための企画である。

【身に付けさせたい資質・能力】課題探究能力、英語でのコミュニケーション能力

リーダーシップ、積極性、プレゼンテーション能力

【仮説】

- (1) この取組を通じて、教科書で学習した知識を体験に昇華させ、グローバルな視野を広げられる。
- (2) 外国人との協働を通して、研究環境やレスポンス速度の違いなど、外国人と協働することの難しさと楽しさを理解できる。
- (3) 全ての交流を英語で行うことにより、英語コミュニケーション能力が向上する。
- (4) これらの実践により、グローバル社会で活躍する自身の将来像を描ける。

【研究方法・内容】

中国のBeijing 101 Middle School, Kuangda Campus、フィリピンのSt.Patrick School of Quezon Cityと合同で、SDGsと地球環境に関する学習、研究を行った。Beijing 101 Middle Schoolとは、SDGsをテーマとした約3時間のワークショップ「さくらサイエンスプログラム高校生ワークショップ」を行い、St. Patrick School of Quezon Cityとは4ヶ月間、6度のオンライン交流を通じてSDGsをテーマとした日普合同のグループ研究と成果発表会を行った。オンライン交流は全てZoomを通じて行った。

◇対象 海外との共同研究に興味を持ち、積極的にアイデアを出して自ら学ぼうとする姿勢をもつ1、2年生の生徒18名

◇指導計画

日時	時間	内容	交流校
10月15日 (金)	15:20~18:00	さくらサイエンスプログラム高校生ワークショップ	Beijing 101 Middle School
10月22日 (金)	15:30~17:45	自己紹介・テーマについて意見交換	St. Patrick School
11月2日 (火)	15:30~17:45	研究テーマ決定	St. Patrick School
12月7日 (火)	15:30~17:45	進捗報告・ディスカッション①	St. Patrick School
12月23日 (木)	9:00~12:00	英語ディスカッションレッスン	校内
1月18日 (火)	15:30~17:45	進捗報告・ディスカッション②	St. Patrick School
2月4日 (金)	15:30~17:45	ディスカッション・プレゼンテーションリハーサル	St. Patrick School
2月12日 (土)	9:30~12:30	オンラインプレゼンテーション	St. Patrick School

◇研究テーマ

グループ1：最適な防災プランの提案—日本/フィリピンの場合

Finding the best disaster prevention plans in Japan and the Philippines

(1年2名、2年2名、フィリピン生徒3名)

グループ2：国産デニムから考えるSDGs

A Denim Project (1年3名、フィリピン生徒3名)

グループ3：CO2排出削減のための行動と効果

How to reduce CO2 emission (1年3名、2年1名、フィリピン生徒3名)

グループ4：日本とフィリピンにおける海洋プラスチックごみの実態

The Reality of Marine Plastic Waste in Japan and the Philippines

(1年4名、フィリピン生徒3名)

グループ5：RSPOって何？持続可能社会の実現のためにパームオイルにできること

What is RSPO? ~Achieving Sustainable Society with Palm Oil.

(1年1名、2年2名、フィリピン生徒3名)



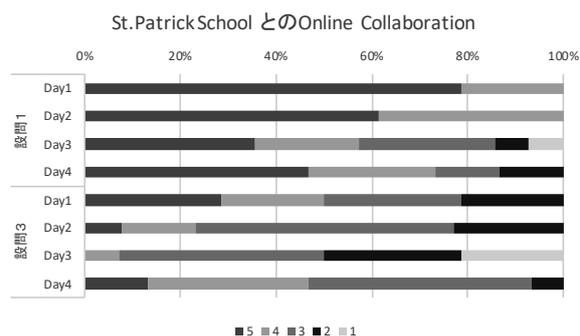
【検証】

① 選択式解答

問1 今日のOnline collaborationは楽しかったですか。
問3 相手校の生徒とうまくコミュニケーションがとれましたか。

② 記述式解答

問2 問1の理由を教えてください。
問4 問3の理由を教えてください。
問5 さらに上手くコミュニケーションをとるために、あなたは何をしたいですか。
問6 今回のOnline collaboration で学んだことを教えてください。
問7 今回のOnline collaboration の感想を教えてください。



記述式解答の例

- ・今までSDGsについて本当に海外でも注目されているのか半信半疑な部分があったのですが、中国の生徒のみんなも自分たちと似たような感覚を持っていることがわかって少し驚きました。特に同じチームだった中国の女の子が自分の国のpresidentがずっと男性であることに疑問を抱いていてもっと女性が活躍する社会になってほしいと言っている場面が印象的でした。
- ・各国が連携することの大切さを実感しました。自分の国とは縁遠い問題に投資することを躊躇う各国の気持ちがわかりました。予算と現状と未来のバランスをみんなで話し合っているような場合を想定することが大切だと感じました。
- ・躊躇わずに自分の意見を言い、相手の発言に対してリアクションをとる。
- ・相手の言っていることの中で理解できることの割合が増えた。
- ・怖がらずに話す。用意していた内容以外も話せるように会話練習や討論の練習
- ・意外にもちゃんとした文でなくても伝わるといこと。お互いの認識にズレがないかを確認するために、最初に前回までの内容をおさらいするといこと。
- ・自分の英語を理解する力も伝える力もついて、自分が思ったことを話すのが楽しくなった。もっと話したい！と思った。

【課題と今後の展望】

より探究的な活動のため模索していた他校の共同研究を、海外校との連携という形で実現できた。生徒たちは、これまでの課題研究で培った探究力をもとに、海外の学生との共同研究をリードすることができた。コロナ禍で海外研修が3年続けて中止となる中、国際発信力、国際コミュニケーション力、科学に対する探究心を育成することができた。

英語に関しては、多くの生徒に英語でのディスカッションへの苦手意識がみられたが、回数を重ねるごとに生徒の説明力の向上を認識でき、それはアンケートの回答からも裏付けられた。研究内容は、相手国における外出制限などの環境的制約から基礎的な内容が多くなったが、SNSを使った発信など、時代に合わせた新しい取組も見られた。

海外渡航が可能になったあとも、このような事業のノウハウは継承し、本校の国際交流をさらに盛り上げていきたい。

3-3-3 評価

本年度も、昨年度に引き続き新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、本校生徒の海外派遣及び留学生の受入（インターンシップ）を実施することができなかった。しかしながら、「グローバルサイエンス交流会」では、オンラインで発表として実施したり、中国・フィリピンの高校生と共通の研究テーマについて研究する「Learn the World」を新規で実施したり、といった取組が実現した。個々の事業の検証から、これらの新規事業が、「英語で研究

成果を発表することの重要性」「英語でコミュニケーションをすることの重要性」「異文化理解の重要性」を生徒が理解する上で、非常に効果的であることが分かった。このことから、コロナ禍においても「グローバル化社会への適応力の育成」は可能であることが確認できたと言える。一方で、生徒の記述式回答を見ると、やはり渡航や対面での交流を望む声は多い。本物に触れること、生身の交流の意義は失せることはなく、第Ⅲ期では、上記のような国内での取組を、「グローバルアクティビティ」として整理する予定だが、実際に海外を訪れる研修や海外共同研究など、複数の角度から事業の展開を検討していく必要があると考えている。

第4章 実施の効果とその評価

第Ⅱ期の指定期間を通じた研究開発の成果と課題については、別紙様式2-1「令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題」で述べてあるが、ここでは、本校のSSHの取組に参加した卒業生について、追跡調査で得られた卒業後の状況を中心に検証し、第Ⅰ期6年間（経過措置を含む）及び第Ⅱ期5年間の研究開発によって得られた成果の評価を行う。

【検証1】本校のSSHの取組に参加した生徒の卒業後の状況Ⅰ（全体の状況）

卒業年（3月）	平成23・ 24年平均	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年
SSH指定期		I期2年次	I期3年次	I期4年次	I期5年次
国公立大学理系進学者数	127	135(50)	142(48)	148(61)	167(67)
私立大学理系進学者数	24	31(16)	38(18)	27(14)	22(14)
卒業年（3月）	平成29年	平成30年	平成31年	令和2年	令和3年
SSH指定期	経過措置	Ⅱ期1年次	Ⅱ期2年次	Ⅱ期3年次	Ⅱ期4年次
国公立大学理系進学者数	159(67)	149(52)	155(57)	143(57)	106(48)
私立大学理系進学者数	19(8)	14(14)	35(13)	41(21)	10(7)

※ 卒業生の全体数は、毎年約320名である。

※ ()内は女子内数。普通科における女子の割合は、おおむね学年の半数である。

※ 卒業年が令和3年の生徒のデータは、現役進学者のみの数字である。

※ この他に、海外研修の連携先であるUniversity College of Londonなど海外の大学への進学者もいる。

（【検証2】を参照）

SSH指定から数年で、理学部に進学する生徒が増加し、概ねその状態が維持されている。また、このことは女子生徒だけに限定しても同様な状況が見られる。このことから、本校のSSH事業が科学技術リーダーを目指す生徒の育成に効果があったと考える。

また、本校は、第3学年から文理選択を実施しているが、8クラス中5クラスが理系クラスであるという状況が続いており、SSH事業によって理数に対する関心を喚起することができていると考えている。

【検証2】本校のSSHの取組に参加した生徒の卒業後の状況Ⅱ（特筆すべき進学先・就職先・受賞例）

ア. 理数系大学院後期博士課程への主な進学例

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻★
 東京工業大学物質理工学院応用化学系 一杉・清水研究室
 東北大学工学研究科航空宇宙工学専攻
 東北大学流体科学研究所宇宙熱流体システム研究分野 永井・藤田研究室
 名古屋大学大学院多元数理科学研究科多元数理科学専攻★
 名古屋大学大学院理学研究科生命理学専攻生殖生物学グループ★
 名古屋大学大学院創薬科学研究科基盤創薬学専攻創薬生物科学講座細胞生物学分野
 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻広域システム科学系 大泉研究室☆（次年度進学予定）
 東京大学大学院数理科学研究科数理科学専攻 古田研究室☆（次年度進学予定）
 名古屋大学工学研究科情報・通信工学専攻 佐藤・小川研究室☆（次年度進学予定）

※ ☆印は、在学時科学部等課外活動経験生徒（SSH部所属生徒）の進学先であることを表す。

※ ★印は、本校連携先であることを表す。（研究科までで判断）

イ. 海外の大学・研究所への主な進学・就職例

Aerospace Robotics and Control Laboratory(ARCL)
Graduate Aerospace Laboratories(GALCIT), California
nextnano, Munich
Center for Autonomous Systems and Technologies(CAST)
University of Pittsburgh School of Computing and Information
University College of London(UCL)★

※ ★印は、本校連携先であることを表す。

ウ. 卒業生の理数系の研究における主な受賞例

Fellowship at Caltech(2017)
Funai Overseas Scholarship(2017)
名古屋大学大学院理学研究科生命理学専攻修士論文発表会 優秀賞(2018)
名古屋大学大学院理学研究科顕彰(2018)
東北大学工学部長賞(2018)
第9回CSJ化学フェスタ 優秀ポスター賞(2019)
日本液晶学会討論会 虹彩賞(2019)
日本地球惑星科学連合大会 学生優秀発表賞(2019)
日本地震学会 学生優秀発表賞(2020)
生化学会大会 優秀発表賞(2020)
東北大学総長賞(2020)
IEEE CDC Student Travel Support Award(2020)
Honjo International Scholarship(2020)
IEEE American Control Conference Student Travel Support Award(2021)
IEEE CDC Student Travel Support Award(2021)

本校は平成23年度からSSHに指定されているため、指定当初に本校のSSHの取組に参加した生徒は、大学院後期博士課程か就職して社会人として走り出したばかりの状況で、まだまだ卒業生の母数があまり多くない。また、卒業生の追跡調査を個別にメールなどで行っている状況で、追跡調査が可能な卒業生の数は限られている。上記の結果は、その限られた卒業生から得られたものである。そのような限られた母集団においても、このように様々な分野での活躍が確認できることから、本校のSSH事業は科学技術人材の育成に十分効果があると考えられる。

【評価】

本校のスーパーサイエンスハイスクールの研究開発によって、科学技術リーダーの育成が進んでいることが確認された。特に、女子生徒の理系進学者数の増加は、女性研究者によるキャリアガイダンスといった取組が成果として現れたとみている。また、本校がSSH事業を進める上で連携している研究室に進学する例も多くあり、高校時代にSSHで大学での研究を肌で感じる取組に力を注いだ本校のSSH事業を享受することの意義の大きさも確認できた。

今後は、より精度の高い追跡調査の仕組み構築し、この検証の正確さを高いレベルで担保できるようにする予定である。

第5章 SSH中間評価において指摘を受けた事項とこれまでの改善・対応状況

SSH中間評価において指摘を受けた事項のうち、今後の改善課題となる点について本校なりに整理した。内容別に項目立てし、これまでの改善・対応状況について報告する。

指摘事項1（研究の高度化・深化）

課題研究の質をより一層高めていくことが望まれる。

これまでの改善・対応状況

- ・全体の中核である「課題探究」の指導計画を大幅に変更した。昨年度学校に配備されたタブレット端末を活用することを前提とした新分野として、新規に「総合学際分野」を立ち上げ、データサイエンスの指導を本格的に開始した。実際にビッグデータを操作しながらデータ分析を、昨年度は一部のクラスで試行したが、本年度は全てのクラスに実施した。その結果、課題研究の手法として、エビデンスを得ることができない安易なアンケート調査がなくなり、ビッグデータを活用した研究に置き換わった。
- ・教員用指導書「課題探究トリセツ」の改訂を行った。第Ⅱ期SSHとともに研究開発を進めてきた本校の課題研究のバイブルともいえる「課題探究トリセツ」の内容充実により、本校の課題研究の方針が明確となり、どの担当者が指導しても一定の質の課題研究を担保できるようになった。
- ・Microsoft Teamsの活用を開始した。これにより、研究日誌のデジタル化、成果物の共同編集など、昨年度までは行えなかったことが一度に可能になった。生徒が非常にスムーズに探究活動に取り組むことができるようになり、準備の時間が短縮されたことによる実験の時間確保が図れた。

指摘事項2（成果の発信・普及）

「課題探究基礎」で活用する「MCノート」、「課題探究」で活用する「探究ノート」、先輩生徒からの「アドバイス集」など、オリジナル教材の開発に積極的に取組んでおり、評価できる。これらの教材は適宜改良を加えるとともに、広く一般に公開し他校でも参考にってもらうことが望まれる。

「あいち科学技術教育連絡協議会」において研究成果に関する資料を配布したり、学校ホームページ等を通じて情報発信を行ったりしている。様々な機会を捉えて、全国に向けた普及・発信に更に積極的に取組んでいくことが望まれる。

これまでの改善・対応状況

- ・SSH専用のホームページを構築した。本校のホームページから独立させ、研究開発主任が直接更新できる仕組みとしたことで、SSH事業の実施後数日で報告ができるようになり、よりタイムリーな報告が可能となった。
- ・これまで開発した教材や指導書を本格的に公開した。その結果として、本校の課題研究の取組に関心を持っていただいた高等学校数校から問い合わせをいただいた。中には、直接来校していただいた学校もあり、より詳しく情報提供をすることができた。
- ・第Ⅲ期に構築する卒業生の人材バンク「Meiwa Resources」の準備を始めた。まずは、連絡を取れる卒業生をキーにして、本校の課題研究に協力依頼できる卒業生の確認を進めた。また、今後の卒業生はより容易に連絡が取れるようにするために、在学中により多くの情報の提供の承諾を取ることを決定した。

指摘事項3（教員研修）

教員の指導力向上に向けて、外部の研修会や研究発表会に参加したり、探究的な学習活動のノウハウに関する校内研修を実施したりしている。今後も更に工夫した組織的な取組が望まれる。

これまでの改善・対応状況

- ・Microsoft Teamsの活用を開始した。課題探究の担当者チームをはじめとした、SSH事業に関連したチームを作成し、日常的な情報交換を可能にした。これまでは、職員室の席が近い一部の教員だけで意見交換が行われ、「課

題探究」の担当者全員が関わるができる意見交換の場は「課題研究開発委員会」の実施を待たなければならなかった。このような状況は大幅に改善され、よりこまめに授業改善に取り組めるようになった。

・他校の研究成果発表会などの参加報告、SSH情報交換会などから得たSSH事業全体の動向、県内SSH指定校の主担当者同士の情報交換の内容など、研究開発主任をはじめ各教員が外部から得た情報などを職員会議で報告するだけでなく、OneNoteで共有を図ることで、概略は職員会議で話すものの、詳細はOneNoteで各教員の隙間の時間に確認できる形を構築した。そうすることで、情報交換の頻度と職員会議の短縮化の両面に効果があった。

指摘事項 4 (高大接続)

夏季休業中に大学や研究機関を訪問し、講義受講や実験・実習などの体験的活動を行う「サイエンスツアー」や「一日研究員体験」の実施、大学教員や研究者を講師とした出前授業など、先進的な理数系教育に取組んでおり評価できる。今後は高大連携から更に進んだ、高大接続の改善に資する取組等についても期待したい。

これまでの改善・対応状況

・SSH第 I 期当初からの取組により、多くの高大連携の連携先を築くことができた。しかし、昨年度と今年度は、新型コロナウイルス感染症拡大の影響で県外に訪問しての研修を実施することができなかった。一方で、連携先が増えていく中で、業務の振り分けや日程の調整に課題を抱えていた。そこで、今年度実施をして成果が見られたオンラインサイエンスツアー「リモート東大研修」のノウハウを今後も活用することを考えている。次年度は、リモートの活用に加え、訪問先を毎年変えていくことを考えている。

・高大接続については、WWL事業の連携校であることをきっかけに、本校ともっとも連携が深い名古屋大学との間で、研究室訪問による直接指導が名古屋大学の単位として認められるような事業となる可能性が見えてきている。

第7章 成果の発信・普及

1 校内への研究成果の発信・普及

これまでのSSH事業で蓄積された研究開発成果、たとえば、探究活動の指導法や評価法について試行錯誤で取組できた第Ⅱ期の成果は、新学習指導要領でどの教科でも実施することになる探究活動の指導や3観点評価を行う準備として非常に有益であった。これらの成果が校内の教員に共有されるために、今年度は、Microsoft Teamsの活用を開始した。「課題探究」の担当者チームをはじめとした、SSH事業に関連したチームを作成し、日常的な情報交換を可能にした。時間と場所の制限がない形で、それぞれの教員が自分のペースで学ぶことができるようにしたことで、次年度の新学習指導要領を安心してスタートできる準備が整った。

また、他校の研究成果発表会などの参加報告、SSH情報交換会などから得たSSH事業全体の動向、県内SSH指定校の主担当者同士の情報交換の内容など、研究開発主任をはじめ各教員が外部から得た情報などを、職員会議で報告するだけでなく、OneNoteで共有を図ることで、概略は職員会議で話すものの、詳細はOneNoteで各教員の隙間の時間に確認できる形を構築した。そうすることで、情報交換を頻繁に行うことと職員会議を短縮することの両面に効果があった。

第Ⅲ期では、さらに発信・普及を強化するために、生徒SSH委員会の活用や校内のSSH掲示板のデジタルサイネージ化などの取組を検討中である。

2 校外への研究成果の発信・普及

今年度は、SSH専用のホームページを新たに開設した。本校のホームページから独立させ、研究開発主任が直接更新できる仕組みとしたことで、SSH事業の実施後数日で報告ができるようになり、よりタイムリーな報告が可能となった。また、独自に開発した教材や指導書を、本格的に公開した。その結果として、本校の課題研究の取組に関心を持っていただいた高等学校数校から問い合わせをいただいた。中には、直接来校していただいた学校もあり、より詳しく情報提供をすることができた。

また、今年度も新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、海外に訪問することは叶わなかったが、代替企画「Learn the World」を通じてオンラインでの海外の高校生との交流の場を充実させることができた。このようにして、少しずつではあるが、本校の取組が国内だけでなく、海外にも発信できつつある。

次年度からの第Ⅲ期では、研究発表動画をデジタルアーカイブとして共有したり、卒業生と相互に協力関係を築く「Meiwa Resources」を構築することで、発信・普及への取組を充実させる。また、いままでインプットだけの取組であった「SSH記念講演」の内容を充実させ、アウトプットの内容をプログラムに組み込むことを検討している。

第8章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性

1 研究開発実施上の課題

(1) 探究心の質的向上を目指す指導法の確立

第Ⅱ期の5年間で本校の課題研究は見違えるほどの発展を遂げた。その要因は、「研究開発部」「課題研究開発委員会」「課題研究基礎専任者会」「倫理委員会」といった多様な研究開発組織による絶え間ない改善の積み重ねに他ならない。それらの改善の成果が形として見えてきているのが、関係資料（資料6・7）に示したテーマ一覧の内容の変化や、教員用指導書「課題探究トリセツ」の内容充実である。しかしながら、教育課程内で行われている課題研究から各種コンテストなどへの応募につながるケースは、未だに少ない状況である。

第Ⅱ期の5年の間に、本校のICT化はかなり進んだ。本校のSSH事業は、この校内のICT環境の変化に即座に対応し、ICT化のメリットをいち早く享受してきた。具体的には、「課題探究」におけるクラウドの活用、オンラインでのアンケートフォームの作成・実施、Microsoft Teamsでの教員の働き方改革と頻繁な情報共有の両立、生徒向け校内ネットワークの活用などを行ってきた。一方で、アンケートの回収率の微減や、セキュリティポリシーによって校外との連携に困難が生じるなど、課題も発生した。これらはICT環境の改善で解決できることでもあり、即座に対応していく。

その他、新型コロナウイルス感染症拡大の影響が未だに続く情勢の中、研究室訪問や宿泊を伴う事業など、これまで有効だった手法にも、思い切って改善を加える必要がある。

(2) 生徒の変容を捉える評価法の研究

第Ⅱ期の5年間で本校が開発した「変容ルーブリック」が、課題研究などでの主体性を測定するツールとして有用であることが確認された。しかしながら、第4年次の臨時休業に対応するため、Google Formやロイロノートを活用した評価アンケートの実施をきっかけに、評価アンケートのペーパーレス化の動きが見え始めると、提出率の若干の低下や記述文の評価の低下もみられた。今後は、ペーパーレス化した評価アンケートから「変容ルーブリック」を用いて評価する方法において、紙媒体で実施する場合と同様の評価ができることを立証していく必要がある。また、さらには、働き方改革の観点から、ICTを活用し、「変容ルーブリック」を用いた評価における作業上の効率化を検討する。

2 今後の研究開発の方向性

第Ⅲ期では、これからの社会において求められる、主体性を持ち、率先して国際社会の先頭に立つ意欲のあるイノベーター、他者のために進んで動くことができる科学リテラシー、探究力、国際共創力を身に付けた科学技術系リーダーの育成を研究開発したい。全ての普通科生徒が「目の前の事象から解決すべき課題を見だし、主体的に考え、多様な立場の者が協働的に議論し、納得解を生み出すこと」ができるように、科学的思考や手法にのっとった課題研究と、それと連動した様々なSSH事業等をスパイラルに繰り返すことで卓越した科学技術人材を育成する。

具体的には、以下のことを目標に研究開発を進める。

- 全ての生徒を対象に、自ら課題を発見し、グループで試行錯誤しながら解決する中で、自らの学びを振り返り、新しい課題を発見したり、深く学び直したりする課題研究のサイクルを強化する。
- 科学技術に関する専門性や国際性を高めるために、さらに深く学ぼうとする生徒の課題研究の支援を強化する。現在のSSHの取組を、課題研究を支えるものとして連動させるとともに、新たに高校生同士の海外共同研究等を実施する。
- 政令指定都市名古屋の中心部に立地する本校の地の利を活かし、大学や行政、企業など様々なステークホルダーと共に課題研究を実施する。
- 学際共創（トランスディシプリナリー）の視点から、第Ⅱ期の課題探究で実施した総合学際分野を発展させ、教育課程内において、理科と英語、社会と情報など教科や研究分野等の枠組みにとらわれない課題研究を組織的に実施する。また、名古屋都心の大学や行政、企業との連携を深める。
- 課題研究等において「個別最適な学びと協働的な学び」を実現するため、「探究ノート」を発展させ、ICTを活用した「デジタル探究ノート」を開発したり、本校SSHでの人材育成の成果を定量的・定性的に調査するため、ICTを活用した卒業生追跡調査の手法を開発するなど、教育DXを推進する

関係資料

資料1 令和3年度入学生用教育課程表

教科	科目	標準 単位数	第1学年	第2学年	第3学年		単位数計
					A類型	B類型	
国語	国語総合	4	5				5
	現代文B	4			2	2	2
	古典A	2			3		0, 3
	古典B	4		3	2	2	5
	SSH言語探究α	2		2			2
地理 歴史	世界史A	2		2			2
	世界史B	4					0, 4
	日本史A	2					
	日本史B	4		2	4	4	2, 6
	地理A	2	2				2
	地理B	4					0, 4
公民	現代社会	2	2				2
	倫理	2			2	2	0, 2
	政治・経済	2			2	2	0, 2
数学	数学Ⅲ	5				4	0, 4
	SSH数学Xα	3	3				3
	SSH数学Xβ	3		3			3
	SSH数学Yα	3	3				3
	SSH数学Yβ	3		3			3
	数学総合ア	3			3		0, 3
	数学総合イ	2			2		0, 2
数学総合ウ	3				3	0, 3	
理科	SSH物理α	3		3			3
	SSH物理β	4					0, 4
	SSH化学α	3		3			3
	SSH化学β	4				4	0, 4
	SSH生物α	3	3				3
	SSH生物β	4					0, 4
	SSH理科探究	1				1	0, 1
	物理総合	1			1☆		0, 1
	化学総合	1			1☆		0, 1
生物総合	1			1☆		0, 1	
保健 体育	体育	7~8	2	2	3	3	7
	保健	2	1	1			2
芸術	音楽Ⅰ	2					0, 1, 2
	美術Ⅰ	2	2	1			0, 1, 2
	書道Ⅰ	2					0, 1, 2
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	4				4
	コミュニケーション英語Ⅱ	4		3			3
	コミュニケーション英語Ⅲ	4			4	3	3, 4
	英語表現Ⅰ	2	2				2
	英語表現Ⅱ	4		2	2	2	4
	SSH言語探究β	1			1		0, 1
家庭	家庭基礎	2	2				2
SSH探究	課題探究	2		2			2
特別活動	ホームルーム活動	3	1	1	1	1	3
学校外活動	知の探究講座	(3)					(3)
総合探究	課題探究基礎(MC)	1	1				1
合計			33	33	33	33	99

SSHを冠した教科・科目は、SSHの研究開発に係る学校設定教科・学校設定科目である。数学総合ア、数学総合イ、数学総合ウ、物理総合、化学総合、生物総合は学校設定科目である。数学ⅠはSSH数学Xαで代替する。物理基礎、化学基礎、生物基礎はそれぞれSSH物理α、SSH化学α、SSH生物αで代替する。情報の科学は課題探究で代替する。総合的な探究の時間は、第2学年はSSH言語探究αで代替する。総合的な学習の時間は、第3学年A類型はSSH言語探究β、B類型はSSH理科探究で代替する。第3学年A類型の地理歴史4単位、地理歴史・公民4単位については異なる2科目を選択履修する。第3学年A類型の理科については☆1単位3科目から2科目選択履修する。

令和2年度入学生用普通科教育課程表

教科	科目	標準 単位数	第1学年	第2学年	第3学年		単位数計
					A類型	B類型	
国語	国語総合	4	5				5
	現代文B	4			2	2	2
	古典A	2			3		0, 3
	古典B	4		3	2	2	5
	SSH言語探究α	2		2			2
地理	世界史A	2		2			2
	世界史B	4					0, 4
	日本史A	2			4	4	2, 6
	日本史B	4	2	4			
	地理A	2	2				2
	地理B	4					0, 4
公民	現代社会	2	2				2
	倫理	2			2	2	0, 2
	政治・経済	2			2	2	0, 2
数学	数学Ⅲ	5				4	0, 4
	SSH数学Xα	3	3				3
	SSH数学Xβ	3		3			3
	SSH数学Yα	3	3				3
	SSH数学Yβ	3		3			3
	数学総合ア	3			3		0, 3
	数学総合イ	2			2		0, 2
	数学総合ウ	3				3	0, 3
理科	SSH物理α	3		3			3
	SSH物理β	4					0, 4
	SSH化学α	3		3			3
	SSH化学β	4				4	0, 4
	SSH生物α	3	3				3
	SSH生物β	4					0, 4
	SSH理科探究	1				1	0, 1
	物理総合	1			1☆		0, 1
	化学総合	1			1☆		0, 1
	生物総合	1			1☆		0, 1
保健 体育	体育	7～8	2	2	3	3	7
	保健	2	1	1			2
芸術	音楽Ⅰ	2	2	1			0, 1, 2
	美術Ⅰ	2					0, 1, 2
	書道Ⅰ	2					0, 1, 2
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	4				4
	コミュニケーション英語Ⅱ	4		3			3
	コミュニケーション英語Ⅲ	4			4	3	3, 4
	英語表現Ⅰ	2	2				2
	英語表現Ⅱ	4		2	2	2	4
	SSH言語探究β	1			1		0, 1
家庭	家庭基礎	2	2				2
SSH探究	課題探究	2		2			2
特別活動	ホームルーム活動	3	1	1	1	1	3
学校外活動	知の探究講座	(3)					(3)
総合探究	課題探究基礎(MC)	1	1				1
合 計			33	33	33	33	99

SSHを冠した教科・科目は、SSHの研究開発に係る学校設定教科・学校設定科目である。数学総合ア、数学総合イ、数学総合ウ、物理総合、化学総合、生物総合は学校設定科目である。数学ⅠはSSH数学Xαで代替する。物理基礎、化学基礎、生物基礎はそれぞれSSH物理α、SSH化学α、SSH生物αで代替する。情報の科学は課題探究で代替する。総合的な探究の時間は、第2学年はSSH言語探究αで代替する。総合的な学習の時間は、第3学年A類型はSSH言語探究β、B類型はSSH理科探究で代替する。第3学年A類型の地理歴史4単位、地理歴史・公民4単位については異なる2科目を選択履修する。第3学年A類型の理科については☆1単位3科目から2科目選択履修する。

平成31年度入学生用普通科教育課程表

教科	科目	標準 単位数	第1学年	第2学年	第3学年		単位数計
					A類型	B類型	
国語	国語総合	4	5				5
	現代文B	4			2	2	2
	古典A	2			3		0, 3
	古典B	4		3	2	2	5
	SSH言語探究α	2		2			2
地理 歴史	世界史A	2		2			2
	世界史B	4					0, 4
	日本史A	2			4	4	2, 6
	日本史B	4	2				
	地理A	2	2				2
	地理B	4					0, 4
公民	現代社会	2	2				2
	倫理	2			2	2	0, 2
	政治・経済	2			2	2	0, 2
数学	数学Ⅲ	5				4	0, 4
	SSH数学Xα	3	3				3
	SSH数学Xβ	3		3			3
	SSH数学Yα	3	3				3
	SSH数学Yβ	3		3			3
	数学総合ア	3			3		0, 3
	数学総合イ	2			2		0, 2
	数学総合ウ	3				3	0, 3
理科	SSH物理α	3		3			3
	SSH物理β	4					0, 4
	SSH化学α	3		3			3
	SSH化学β	4				4	0, 4
	SSH生物α	3	3				3
	SSH生物β	4					0, 4
	SSH理科探究	1				1	0, 1
	物理総合	1			1☆		0, 1
	化学総合	1			1☆		0, 1
	生物総合	1			1☆		0, 1
保健 体育	体育	7～8	2	2	3	3	7
	保健	2	1	1			2
芸術	音楽Ⅰ	2	2	1			0, 1, 2
	美術Ⅰ	2					0, 1, 2
	書道Ⅰ	2				0, 1, 2	
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	4				4
	コミュニケーション英語Ⅱ	4		3			3
	コミュニケーション英語Ⅲ	4			4	3	3, 4
	英語表現Ⅰ	2	2				2
	英語表現Ⅱ	4		2	2	2	4
	SSH言語探究β	1			1		0, 1
家庭	家庭基礎	2	2				2
SSH探究	課題探究	2		2			2
特別活動	ホームルーム活動	3	1	1	1	1	3
学校外活動	知の探究講座	(3)					(3)
総合探究	課題探究基礎(MC)	1	1				1
合 計			33	33	33	33	99

SSHを冠した教科・科目は、SSHの研究開発に係る学校設定教科・学校設定科目である。数学総合ア、数学総合イ、数学総合ウ、物理総合、化学総合、生物総合は学校設定科目である。数学ⅠはSSH数学Xαで代替する。物理基礎、化学基礎、生物基礎はそれぞれSSH物理α、SSH化学α、SSH生物αで代替する。情報の科学は課題探究で代替する。総合的な探究の時間は、第2学年はSSH言語探究αで代替する。総合的な学習の時間は、第3学年A類型はSSH言語探究β、B類型はSSH理科探究で代替する。第3学年A類型の地理歴史4単位、地理歴史・公民4単位については異なる2科目を選択履修する。第3学年A類型の理科については☆1単位3科目から2科目選択履修する。

資料2 明和SSH運営指導委員会の記録

明和SSH運営指導委員

氏名	所属・職名
小林 誠	高エネルギー加速器研究機構・特別荣誉教授
足立 守	名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター・特任教授
白杵 有光	京都大学生存圏研究所生物機能材料分野・特任教授
大平 徹	名古屋大学大学院多元数理科学研究科・教授
川口 由紀	名古屋大学大学院工学研究科・教授
塩見 美喜子	東京大学大学院理学系研究科・教授
戸谷 義明	愛知教育大学理科教育講座・教
根本 二郎	名古屋大学大学院経済学研究科・教授
伊藤 道之	中部日本放送株式会社・常勤監査役
木岡 一明	名城大学農学部キャリア教育研究室・教授
木村 正彦	ケイテック株式会社・代表取締役 CEO、中部大学・非常勤講師

令和3年度第1回SSH運営指導委員会

- 1 日時 令和3年5月14日 13:30～16:45
- 2 方法 オンライン開催
- 3 出席者 白杵 有光、大平 徹、川口 由紀、根本 二郎、伊藤 道之、木岡 一明
中村 洋大、櫻井 正昭（愛知県教育委員会）
赤石 定治（JST）

4 内容

- (1) 研究成果発表会視察
- (2) 研究課題の達成状況報告
- (3) 指導・助言

【運営指導委員の主な指導内容】

- ・以前から明和高校のロケーションはよいと思ってきた。タヌキプロジェクトはよい取組だと思う。自然を生かす活動を推進し、リーダーシップを発揮してほしい。
- ・生徒の研究発表が素晴らしい。フォーマットがきちんとしており、しっかり指導されていると感じる。わかりやすく伝える工夫がもう少し欲しい。ICT活用や教科連携などの活動はたいへんよい。
- ・生徒の研究発表が面白かった。生徒のプレゼン・資料作成能力は素晴らしいが、テーマの先進性に一工夫が欲しい。ウイルス、SDGs、再生可能エネルギーやビッグデータなど、時代をとらえたテーマが欲しかった。また、生活にどう役立つかの視点が欠けていたように思う。
- ・高校生も参加できる学会ジュニアセッションなど、外への発信にチャレンジするとういと思う。コロナでオンライン参加が増えたので、海外学会でも発表できる可能性があると思う。
- ・生徒の研究発表にアブストラクトがあるのはよい。しかし箇条書きよりも文章のほうがいい。また、まとめ方がもう一つの感がある。まとめスライドをつければ、質疑応答でそれを見ながら話せる。研究テーマでは、高校生であまり革新的なテーマを扱うより、テーマ設定、解決法など研究手法を身につけることを優先すべき。教科連携のアイデアとして、数学や理科において、科学用語を英語で話す。言い回しの違いを勉強できるので面白いと思う。
- ・研究開発事業として、手法の緻密化、合理化は進んだと思うが、社会貢献やSDGsの視点が薄れてきた。教科連携も初年度から言っているが進んでいない。まず全体のデザインがあってそれに向けて進んでいくものである。個人任せにせず、組織的改革が必要である。
- ・国際的な人材を育成して欲しい。日本の若者の対応力、社会性、積極性が薄いと海外からも指摘されている。「日本の若手研究者は会話ができない」とよく言われる。英語力ではなく、ヒトに興味をもつこと、聞くこと、

- 返すことが重要。質疑応答のような練習がもっと必要である。また、東大ツアーは何らかの形で再開したい。
- ・コロナ下の現在をチャンスをつかえ、遠隔でも質の高い活動、安全に実践活動を行うノウハウを是非蓄積してほしい。
 - ・経済学者の観点から、データ解析分野で社会科との連携に期待している。学習指導要領を離れて、専門分野におけるデータに関することを取り上げて欲しい。高校生には、ビッグデータを見て引かかることを共有してほしい(例：ハムとソーセージの消費者物価指数の動きが違うのはなぜか)。日本統計学会など、データコンペティションに参加すると一定期間実データを使えるので、検討してみるといい。

令和3年度第2回SSH運営指導委員会

- 1 日時 令和4年1月18日 15:00～17:20
- 2 方法 オンライン開催
- 3 出席者 足立 守、大平 徹、川口 由紀、木岡 一明、戸谷 義明
鶴見 泰文（愛知県教育委員会）

4 内容

- (1) 第Ⅱ期5年次の報告
- (2) 第Ⅲ期申請の概要について
- (3) 指導・助言
- (4) 海外研修代替研修視察

【運営指導委員の主な指導内容】

- ・第Ⅲ期申請の概要は理解できた。ポンチ絵が重要だと思うが、少しわかりにくい。卓越した科学技術人材育成に特化していくということか。「都市型」にこだわる必要あるか。色々な言葉が盛り込まれすぎではないか。卒業生の活用（Meiwa Resources）はとてもよい。具体的にはどのように活用していくのか。
- ・第Ⅲ期申請概要では、卒業生とくに海外の大学との関係の利用が素晴らしい。費用面などに問題があるかもしれないが、奨学金（柳井正財団、船井情報科学振興財団など）がある。「トビタテ留学JAPAN」などの活用を盛り込むのも一つ。次への目標として、プロフェッショナルな学会での発表の機会があれば参加を！学会のジュニアセッション目指すとよい。学生にとってポジティブなフィードバックになる。
- ・Meiwa Resourcesでの学生とのつながりがとても素晴らしい。広くつながる仕組みはとてもよい。また、現在大学では、特に理系の女性教員を増やすというプレッシャーがかかっている。明和高校で理系の女子学生が多いのはアピールポイントである。
- ・ポンチ絵では学習プロセスが見えてこない。学習プロセスを矢印でごまかしているように見える。どのような指導を行い、どのようなコンピテンシーが身に付くのが明らかになっていない。第Ⅰ期から関わっているが、研究開発事業自体は大きく前進していると感じる。
- ・とてもよいものができているが、コロナ禍における進め方が大切である。生徒の研究内容について、OBや大学の先生の指導・助言を活用する場合、研究が始まる最初の段階でこそ聞いて欲しい。方向性を定めるに当たって、よい助言ができると思う。やり方と方針がよければよい研究になる。また、理科ではまずは物理・化学・生物・地学といった基礎知識を身に付けることが大切である。学際的に分野を混ぜることばかり強調するのではなく、1つのことをまずしっかりやった方がよい。

資料3 研究発表会及び各種コンテストへの参加記録

月	日	活動内容	参加形態	参加 (発表) 者数	活動場所	備考
7	10(土) ~24(土)	名大みらい育成プロジェクト 第1ステージ		13名	オンライン	
7	11(日)	物理チャレンジ2021 第1チャレンジ 理論問題コンテスト		9名	オンライン	
7	17(土)	SSH 東海フェスタ2021	口頭発表 (英語) ポスター発表	14名	オンライン	優秀賞1本
7	27(火) ~8/3(火)	名大 Mirai GSC 第1ステージ		5名	オンライン	
7	30(金) ~8/20(金)	課題研究交流会	口頭発表 (動画)	13名	オンライン	
8	2(月) ~6(金)	君が作る宇宙ミッション		1名	オンライン	
8	5(木)	SSH 生徒研究発表会	ポスター発表	3名	神戸国際展示場	
8	5(木)	知多地区生徒探究発表会	口頭発表	2名	オンライン	
8	20(金) ~11/14(日)	名大 Mirai GSC 第2ステージ		2名	名古屋大学	
8	21(土) ~10/23(土)	名大みらい育成プロジェクト 第2ステージ		3名	名古屋大学	
8	31(火)	第12回坊っちゃん科学賞研究論文コンテ スト(高校部門)	論文提出	5名		入賞
9	28(火) ~10/14(木)	第55回全国野生生物保護活動発表大会	口頭発表 (動画)	4名	オンライン	奨励賞
10	23(土)	第17回高校化学グランドコンテスト	口頭発表	17名	オンライン	
11	7(日)・14(日)	データ集録・解析ワークショップ		2名	オンライン	
11	13(土) ~3/19(土)	名大みらい育成プロジェクト 第3ステージ		1名	名古屋大学	
11	14(日)	あいち科学の甲子園2021		6名	愛知県総合 教育センター	
12	18(土)	第20回 AIT サイエンス大賞	論文提出 口頭発表 ポスター発表	2名	愛知工業大学	奨励賞
12	24(金)	科学三昧 in あいち2021	口頭発表 (動画)	16名 (参加者 約50名)	オンライン	
12	25(土)	マスフェスタ2021	ポスター発表	12名	大阪府立大手前 高等学校	
1	10(月)	日本数学オリンピック予選		39名	オンライン	
3	12(土) ~15(火)	名大 Mirai GSC 第3ステージ		1名	徳島県上勝町	
3	16(水)	ジュニア農芸化学会2022	口頭発表	5名	オンライン	(予定)
3	19(土)	第69回日本生態学会	ポスター発表	4名	オンライン	(予定)

資料4 各種ループリック

(1) 総合的な探究の時間「課題探究基礎」

ア. スピーチ

発表順序	演題			スピーカー	
1					
	C	B	A	項目評価	講評
内容・構成	内容が十分に理解されていないために、論理的な順序で組み立てられておらず、スピーチの内容が理解できない。	内容が理解され、論理的な順序で組み立てられているが、所々に飛躍した部分があるため、スピーチの内容の理解が困難である。	内容がしっかりと理解され、論理的かつ興味を引くように構成されているために、スピーチの内容を容易に理解することができる。		
主張	主張の根拠が述べられていないため、何を提言したいかが理解できない。	主張の根拠に不十分な部分があるため、提言に説得力が欠ける。	しっかりとした根拠に基づいた主張であるため、提言に説得力がある。		
話し方	アイコンタクトがなく、早口で棒読み気味なところがあるため話し方は聴者に近く、原稿をただ単に読んでいるだけである。	アイコンタクトは持続的に行われ、所々に抑揚や表情に工夫が見られるが、原稿を見ることが多い。	常にアイコンタクトを取りながら、抑揚をつけたりするなど話し方の工夫がなされ、原稿をほとんど見ることなくスピーチが行われている。		

イ. プレゼンテーション

発表班： 班	テーマ
--------	-----

各項目の評価ポイントに基づいて評価し、点数をつけ、合計をだしなさい。

	評価できない(1点)	あまり評価できない(2点)	評価できる(3点)	高く評価できる(4点)	合計点
テーマ設定及び探究目的	テーマを選んだ理由や探究目的が全く述べられていない	テーマを選んだ理由や探究目的があまりはっきりしない	テーマを選んだ理由や探究目的が述べられている	テーマを選んだ理由や探究目的が明確に述べられている	
問題認識	探究活動が不十分なため、課題に対する問題認識が全くみられない	探究活動は行われているが、課題に対する問題認識がみられない	探究活動は行われているが、課題に対する問題認識が弱い	探究活動がしっかりと行われているため、課題に対する問題認識が高い	
提示資料・配付資料	提示資料・配付資料がわかりにくく、発表に活かされていない	提示資料・配付資料がわかりにくく、発表との関連が理解できない	提示資料・配付資料はわかりやすいが、発表との関連が理解できない	提示資料・配付資料がわかりやすく、発表の中で効果的に使用されている	
発表	話し方、速さ、声の大きさが適切でなく、班員間の連携がとれていない	話し方、速さ、声の大きさが適切だが、班員間の連携がとれていない	話し方、速さ、声の大きさが適切で、班員間の連携がとれている	話し方、速さ、声の大きさが適切で、班員間の連携が密接なため発表がスムーズである	
提言	何を提言したいかが全く分からない	何を提言したいかがなんとなく理解できる	何を提言したいかが明確であるが、あまり刺激をうけなかった	何を提言したいかが明確で、大きな刺激を受けた	
					／20

※なお、「課題探究基礎」で用いているループリックはクラス単位で、生徒が教員と対話しながら評価項目を作成しているため、上記は、一例である。

(2) SSH 探究「課題探究」

ア. 中間発表会用

項目	④高く評価できる	③評価できる	②あまり評価できない	①評価できない
(1) テーマ設定	テーマ設定の理由が詳しく明確に述べられている	テーマ設定の理由が明確に述べられている	テーマ設定の理由があまりはっきりしない	テーマ設定の理由が述べられていない
(2) 研究目的	研究の位置付けがなされており目的が明確である	目的が明確である	目的がはっきりしない	目的がない
(3) 基礎知識	研究に関わる知識が詳しく調べてある	研究に関わる知識が調べてある	研究に関わる知識をあまり調べてない	研究に関わる知識が分からない
(4) 仮説	仮説が明確に示されている	仮説が示されている	仮説があまりはっきりしていない	仮説になることが示されていない
(5) 発表準備	グループでの分担、ポスター、パワポ、資料などの準備が十分に整っている	ポスター、パワポ、資料などの準備が整っている	ポスター、パワポ、資料などの準備が不十分である	ポスター、パワポ、資料などの準備がほとんどされていない

イ. 課題研究発表会用

発表 D) :	研究テーマ :
---------	---------

各項目に該当する評価の○を塗りつぶし、塗りつぶした○を線で結びなさい。

	課題発見力	研究推進力	検証・考察力	研究総括力	情報発信力	コミュニケーション力
	【テーマ設定】	【仮説設定と研究方法】	【結果と考察】	【結論主張】	【ビジュアル作成】	【発表技法】
A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A	動機とテーマの結びつきが明確であり、研究の目的が客観的で分かりやすい	仮説を実証するための研究の基礎となる知識（先行研究や基礎理論）が得られ、一連の研究方法が確立している	実験や調査のデータが適切かつ正確に得られ、そのデータを分かりやすくまとめられ、データに対する適切な考察がなされている	結果や考察から無理なく結論が導かれ、分かりやすい表現で示されている	伝えたい内容が順序よく表記されているとともに、レイアウト上の工夫が見られ、写真、図、グラフ、表が効果的に活用されている	伝えるべき重要な内容を整理した上で分かりやすく説明できおり、聞き手への配慮もあり、興味を持って聞けるような工夫がなされている
B	動機に対するテーマ設定が概ね適切であるが、研究の目的がやや分かりづらい	研究の基礎となる知識（先行研究や基礎理論）が十分に得られておらず、一連の研究方法にあいまいさがある	実験や調査のデータが正確に得られていないために、データの整理ができておらず、データに対する考察は不十分である	結果や考察から結論が導かれてはいるが、飛躍的な部分があり、結論があいまいとなっている	伝えたい内容が順序よく表記されているが、レイアウト上の工夫があまり見られないため、写真、図、グラフ、表が効果的に活用されていない	伝えるべき重要な内容の整理が不十分であり、聞き手への配慮はあるものの、興味を持って聞けるような工夫がない
C	動機に乏しく、テーマ設定の理由が分かりづらく、研究の目的が感じられない	研究の基礎となる知識（先行研究や基礎理論）がなく、一連の研究方法が確立できていない	実験や調査のデータが得られていないため、データの整理ができず、全く考察がなされていない	結果や考察と結論の関連性が全くないため、結論が導かれていない	研究内容がただ羅列してあるだけで、レイアウト上の工夫が見られず、写真、図、グラフ、表があまり活用されていない	伝えるべき内容が整理されておらず、研究内容を説明できていないため、聞き手のことを意識することができず、一方的に話しているだけである

※なお、普段の研究活動の進捗状況を確認する目的では、生徒と教員の対話に基づいてルーブリック作成に挑戦しているところで、個々の研究によって全く異なるものになっている。

(3) 個々の SSH 事業の評価（個々の事業終了時に実施）

この講義を受講して、探究することに対するあなたの気持ちや考え方の変化を具体的に記しなさい。

評価できない	あまり評価できない	評価できる	高く評価できる
講座の主旨がほとんど把握されておらず、自分の考えの変化が示されていない	講座の主旨が十分に把握されていないため、自分の考えの変化を捉えきれない	講座の主旨を把握しているが、自分の考えの変化を漠然としか示していない	講座の主旨を的確に捉え、自分の考えの変化をはっきり記述できる

※なお、事業の内容によって、設問文・ルーブリック表の記述文ともに若干の表現の違いはある。

(4) 本校の SSH 事業全体の評価（年度末に、『明和 SSH 事業』の効果について）として実施）

今年度 1 年間で、探究することについてあなたの気持ちや考え方の変化を具体的に記しなさい。

評価できない	あまり評価できない	評価できる	高く評価できる
考えや意見が示されず、ただ単純な感想のみを記しているだけで、探究の意義について理解できていない	考えや意見が示されているが、事業内容とは関係ないことについて記しているため、探究の意義についての理解がはっきりしない	事業内容に基づいて自分の考えや意見が記してあるが、あまり明確でないため、探究の意義への理解が伝わってこない	事業内容に基づいて自分の考えや発展的な意見が明確に記されており、探究の意義について理解できている

目 次

なぜ、「課題探究」が必要なのでしょう？	PC室の利用について
年間計画	ポスター・Graphio Abstract等の保存・作成について
実施形態	ポスター作成時の注意点
分野のとりまとめ役	Graphio Abstract作成時の注意点
クラスのとりまとめ役	ポスター制作
活用してください	資料（ポスター例）
年度当初の流れ	グラフィック アブストラクト（GA）
4分野の研究テーマを考えよう	印刷方法
課題探究βとは	講座別発表会 実施要項（予定）
課題探究β「課題研究」の進め方	課題研究発表会 実施要項（予定）
「課題探究」と「調べ学習」の違い	成績処理
課題研究 希望分野調査票	欠課時間数報告
目標達成シートの作成	学年発表会後について
研究ガイドライン	担当者用アンケート
明和 研究ガイドライン	成果物の提出
人を対象とする研究（詳細）	次年度の発表会
課題探究 人を対象とする研究の計画書	FAQ（よくある質問）
マインドマップの描き方	
研究計画書	
物品購入について	
夏課題について	
課題研究自主講座	
課題探究 校外活動計画書	
中間発表	
活動日誌について	
研究日誌	
実験実習配座	
研究テーマ・要旨の入力	
生徒とのデータのやり取りについて	
生徒同士が連携で研究を進める場合	

明和 研究ガイドライン

※ 『課題探究メソッド』のp93～94、p106～108を適宜参考にする。

- 研究を行う生徒

研究を行う生徒には、研究活動中での研究の計画、観察や実験、データの分析など研究成果の発表に対するすべての責任がある。そのため、研究における心得を十分に理解するとともに、ルールを学ぶ必要がある。
- 研究の指導者

研究の指導者には、研究を行う生徒の健康と安全へ配慮し、研究対象となる人間や動物を適切に扱うよう指導監督しなければならない。
- 人を対象とする研究

・被験者を置く状況が人権侵害にあたらないかをよく考えて計画を立てる。（「人を対象とする研究（詳細）」を参照）

・どんな研究においても、被験者の同意（インフォームド・コンセント）を確認してから始めるべきであり、被験者には研究に協力しないという選択もある。**依頼する場合には、直接依頼すべきであり、依頼するための書面を準備する。**

・どんな研究においても、被験者の健康と安全へ配慮し、研究目的とは異なる重要な発見や気づきが生じることがあるが、研究目的とは異なる、人はそれとしておいても権利を持つことを忘れてはならない。対象者の意向を優先し、プライバシーの保護に努める。別紙の計画書を作成し、担当教員に相談しながら研究を進める。

・アンケート調査やインタビュー調査などで第三者の個人情報を取り扱う場合は、データの保存方法に気をつける。それぞれの調査で個人情報の取り扱い（データの公開範囲、守秘義務の範囲）や情報の保存方法については指導教員と相談し、個人データが入ったUSBフラッシュメモリーなどは極力持ち歩かないように心がける。

・試食、試飲を伴う実験では、食物アレルギーや感染症拡大等のリスクが考えられる。そのため、計画を立てる際には特に慎重になるべきである。
- 動物を対象とする研究

動物の健康と動物に対する福祉（アニマルウェルフェア）への配慮を忘れてはならない。研究計画を立てる時、できるだけ脊椎動物を使わず、昆虫や微生物に置き換える（replace）ことができないか考える。用いる個体の数をできるだけ減らし（reduce）、与える痛みや苦痛を最小限に抑える（refine）ことを考えて計画する。また、実験を行う時には対象の動物に十分な敬意を払うことが求められる。指導教員に相談しながら、計画的に研究を進める。
- 物品を用いた実験を伴う研究

物品は大切に扱い、正しい使用方法を守って実験を行う。破損や故障に気づいたらすぐに担当教員に報告する。新たに物品を購入したい場合は指導教員に相談する。

各種申請書類の一部（「人を対象とする研究の計画書」）

						倫理委員会		
校長	教員	教員	研究開発部主任	研究開発部担当者	講座担当教員			
課題探究 人を対象とする研究の計画書								
1. 分野・研究班の名称・担当者								
分野			班		講座担当の先生：			
2. 研究班員（班長に◎をつける）								
クラス番号	氏名	クラス番号	氏名					
2年 組 番		2年 組 番						
2年 組 番		2年 組 番						
2年 組 番		2年 組 番						
3. 研究の概要（調査の必要性が分かるように記入する）								
4. 被験者 ○をつける								
・本校生徒（具体的に： _____）								
・その他（具体的に： _____）								
5. 実施予定日（期間）								
6. 調査方法 → 別紙で添付する								

裏面に続きます

7. 調査依頼用紙 → 別紙で添付する

8. 質問用紙等 → 別紙で添付する

※実施予定日の1週間前までに講座担当教員→研究開発部に提出すること。
被験者が「その他」を含む場合は、2週間以上前までに研究開発部に提出できるようにすること。

調査依頼文例

「課題探究β」で < 研究テーマ > を研究している、○○○HRの < > です。

私たちは < 研究概要 > を研究しています。

< 調査目的 > ために、

< 調査方法 > をします。

この調査には、< 考えられる不利益 > という不利益が生じる可能性があるため、被験者は途中で調査を拒否したり、中止を求めたりすることがあります。これらの要求によって被験者が不利益を被ることは一切ありません。

この調査で得られた情報は匿名に保たれます。得られた情報に触れることができるのは、この調査にかかわる研究班員と指導教員のみです。この調査結果は、他人に閲覧されない安全な場所に保管し、「課題探究β」とその発表にだけ使用し、使用後は速やかに破棄します。

以上の内容をご理解いただき、参加していただけますか？



これらの自主教材は、詳しいものが本校SSHホームページに掲載されています。

資料6 令和3年度課題研究基礎 プレゼンテーションテーマ一覧

NO	プレゼンテーションテーマ	NO	プレゼンテーションテーマ	NO	プレゼンテーションテーマ	NO	プレゼンテーションテーマ
1組	1 世界の貧困の現状 我々に出ることは何か?	3組	1 貧困と教育の関連性	5組	1 食糧問題から見る飢餓	7組	1 日本と海外の子どもの貧困
	2 質の高い教育を目指して		2 学校に行けない子供たち ～世界のヤングケアラーの実状～		2 貧困がもたらす教育格差をどうアプローチするか		2 飢餓への支援～私たちにできること～
	3 ディーセント・ワークしたい!!!		3 世界のジェンダーギャップ指数から考えるSDGs		3 男女平等を実現するには		3 誰もが質の高い教育を受けるために
	4 差別の「歴史」と「今」から考える人々の平等		4 私と世界と水		4 AIがもたらす技術革新		4 みずみずしいみずをすみずみまで
	5 フードロス ～「責任」を考える～		5 国も個人も豊かに		5 フェアトレードから見る不平等		5 前前前科～またIから更生しはじめるさむしろ0からまた宇宙をはじめようか～
	6 すべての生き物によりよい未来を		6 雇用格差は無くならないのか?		6 地球の変化にどう向きあうか		6 Prevention Diseases City
	7 能力主義から考える公正		7 住みやすい世界を作るために		7 海洋生物の危機 ～海は地球の宝宝箱～		7 誰より質を
	8 ～至高のパートナーシップを求めて～		8 それいけ!アンパンマンワールド		8 緑と生きていくために		8 海洋プラスチックゴミについて
2組	1 3つの視点から考える飢餓	4組	1 貧困の原因は教育にあるのか!?	6組	1 世界の貧困 ～中央アフリカとシリアから探る解決策～	8組	1 世界の貧困を知ろう
	2 マラリア対策に学ぶ「常識」の差		2 LGBTQと人権		2 世界の飢餓の現状と解決策		2 飢餓対策成功への道
	3 ジェンダー平等の実現のために		3 AIと私たちが作る未来		3 学びたいが実現できる世界へ		3 コロナからみた医療体制
	4 電気～私たちの未来～		4 世界中の平等の実現のために		4 エネルギーハーベスト		4 Education for All, All for Education
	5 働きがいも経済成長も		5 日本と世界の減災・防災とインフラ		5 レジリエントなまちづくり		5 当たり前じゃねえからな!安全な水!
	6 優しい街		6 食品ロスの助長を止める		6 あなたのその消費生活、エシカルですか?		6 未来の電気はどこから?
	7 君たちはどう生きるか ～温暖化する地球と私たち～		7 海の生物とプラスチック		7 地球環境の維持のために		7 よりよい消費社会へ
	8 海とプラスチック		8 世界の平和・公正の実現		8 ゴミから魚を守るために		8 気候変動とその先に待つもの

資料7 令和3年度課題研究 テーマ一覧

NO	研究テーマ	NO	研究テーマ	NO	研究テーマ	
物理・地学	1 免震構造	化学	28 微生物燃料電池の起電力の向上と発電の継続方法	生物	55 最強マスクをつくる	
	2 飛行機の翼		29 身近なもののから色素を採取し、活用できる形にする		56 プールによる毛髪ダメージの検証	82 情勢を読む～株の動きを予想しよう～
	3 紙飛行機		30 美しい化学反応		57 福川の水を綺麗にしたい!	83 音と人の関わり～CMのキャッチフレーズ～
	4 静電気で掃除		31 リモネンで発泡スチロールを溶かす		58 日本の馬が凱旋門賞で勝つためには	84 ヒット曲
	5 音で消火		32 お茶の抗菌効果でハンカチを清潔に保てるか		59 視力回復の効果の検証	85 もう一度行きたくなるお店
	6 テニスコートの土壌改良		33 身の回りの蛍光物質		60 授業中に眠たくない最強おやつをつくる	86 監視社会の理想
	7 防音について		34 音害について		61 台湾vs中国 日本はどっちにつく?	87 テレビ離れ
	8 液だれの発生について		35 カフェインの結晶を取り出したい!		62 現代及び未来のSA・PAの役割を考える	88 感染症と社会事情
	9 ペットボトルロケットの飛距離を伸ばす		36 身近な素材から燃料は作れるのか?		63 青春エネルギーは再生可能か	89 売れる新商品の考案
	10 最も涼しいテントの色は何か		37 環境に優しい電池の実用化 ～微生物で電池を作る～ ヘイ!ペーパーイーツ! ～SDGs～		64 死刑制度を存続すべきか否か	90 地方格差を埋めよう! ～お金は大事～
	11 滞空時間を最大化するパラシュートの形状		38 身の回りの蛍光物質		65 誹謗中傷は載せるか	91 貧困とフードロス
	12 磁石を浮かすことはできるのか?		39 蘇る古代の覇者		66 SNSマスターへの道	92 ハザードマップの信憑性について
	13 疑似バンパーの作成		40 ～eco friendly skin friendly～		67 安全に世界一周できるのか? ～犯罪・テロの観点から～	93 校則
	14 音楽室の有孔ボードに関する研究		41 食べ物で安全な農業は作れるか?		68 世界の校則	94 メディアの広告力比較
	15 あのORコードに追いつきたい!!		42 ミドリムシからワックスエステルを取り出す		69 フェイクニュースの真実 【嘘つきのやめてもらっていいですか?】	95 言語と思考
	16 キャプテン翼の技は現実でできるのか? ～反動躍進速攻～ 落らない体育館を求めて		43 授業中の睡魔から逃れる		70 死刑制度を存続すべきか否か	96 英語学習の難しさの解明
	17 ～体育館部の望み～ 安心アラム音ライブ		44 五感が引き起こす相互作用		71 安楽死が日本で認められないのはなぜか	97 正多面体における周の長さをもつ値について
	18 ～絶対起こしててください!!～		45 雨ごりの原因と解消法		72 より良い税金の使い方について	98 盛り土の崩れる条件
	19 人工降雨を確認する		46 服を早く乾かすためには		73 CO2をどれだけ減らせるか	99 幸福度ランキングと住みやすい都道府県
20 防音性能の最も高い素材と構造の研究	47 消毒液のタイプ別効果	74 SNSの活用法	100 明和体操の効果とは			
化学	21 ルビーの簡易合成	生物	48 常温保存可能なひんやりスイーツの開発	総合学際	75 青少年犯罪の重罰化は必要か	
	22 身近な植物から紙を作る		49 ミドリムシの有効活用の方法を探る		76 小説から見る司法問題	
	23 天然素材で炭酸洗剤を作る		50 愛知県内でサバイバルは可能か		77 最強メンタル育成計画	
	24 BCA法を用いて昆虫のタンパク質量を調べる		51 BGMがヒトに与える影響		78 人間の最終形態	
	25 ダニエル電池を用いた膜のイオン透過性の調査		52 アイブラックの効果の立証		79 家庭環境の差を努力で埋めるには	
	26 『バイナッブルゼリーを作ろう!!』		53 四葉のクローバーを増やせるか		80 2100年に人類はどうなっているか	
	27 語歌しても安全で強いノリをつくる		54 右利きは両利きになることは可能か		81 SNSと個人情報	

平成29年度指定スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書・第5年次

発行日 令和4年3月

発行者 愛知県立明和高等学校

〒461-0011 名古屋市東区白壁二丁目32番6号
電話 052-961-2551 FAX 052-953-6348