

平成29年度指定 第5年次

スーパーサイエンスハイスクール 研究開発実施報告書



令和4年3月

千葉市立千葉高等学校

目 次

巻 頭

・スーパーサイエンスハイスクール ギャラリー (SSH Photo Gallery)	3 - 4
・千葉市立千葉高等学校 SSH構想図	5
・千葉市立千葉高等学校 第Ⅱ期SSH研究開発と第Ⅲ期SSH研究開発の関係性	6
・はじめに	7
① SSH研究開発実施報告 (要約)	9 - 11
② SSH研究開発の成果と課題	12 - 14
③ 令和2年度 (研究開発4年次) 実施報告書 (本文)	15 - 91
研究開発の概要	(15 - 16)
Ⅰ. 目指す人材育成に向けた教育課程の進化	(17 - 37)
Ⅱ. 課題研究の先進的指導法と評価法の確立	(38 - 45)
Ⅲ. 先進的な高大接続カリキュラムの開発	(46 - 52)
Ⅳ. 大学及び外部諸機関連携の再構築・発展	(53 - 66)
Ⅴ. フィールドワークの指導法と評価法の改善	(67 - 78)
Ⅵ. グローバル人材に必要な自己表現能力の育成	(79 - 91)
④ 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	92
⑤ SSH指定後の成績の変遷	92
⑥ 校内におけるSSHの組織的推進体制	93 - 98
⑦ 令和2年度入学生 教育課程表 (普通科・理数科)	99 - 100

スーパーサイエンスハイスクール・ギャラリー（SSH Photo Gallery）



クロスカリキュラム(化学×家庭科×国立健康栄養研究所)



千葉市モノレールのポスター掲示



千葉大学園芸学部講座



普通科1年次探究活動ポスター発表



お茶の水大学臨海実習



東邦大学理学部低温科学講座



外国人研究者招聘講座（リモート）



千葉大学工学部セラミックス講座

スーパーサイエンスハイスクール・ギャラリー (SSH Photo Gallery)



Field Study 伊豆大島 2泊3日研修 (理数科1年次)



SS野外実習講座日帰り (普SSHコース2年次)



SS-Science CampⅡ 立山1泊2日研修 (普SSHコース2年次)

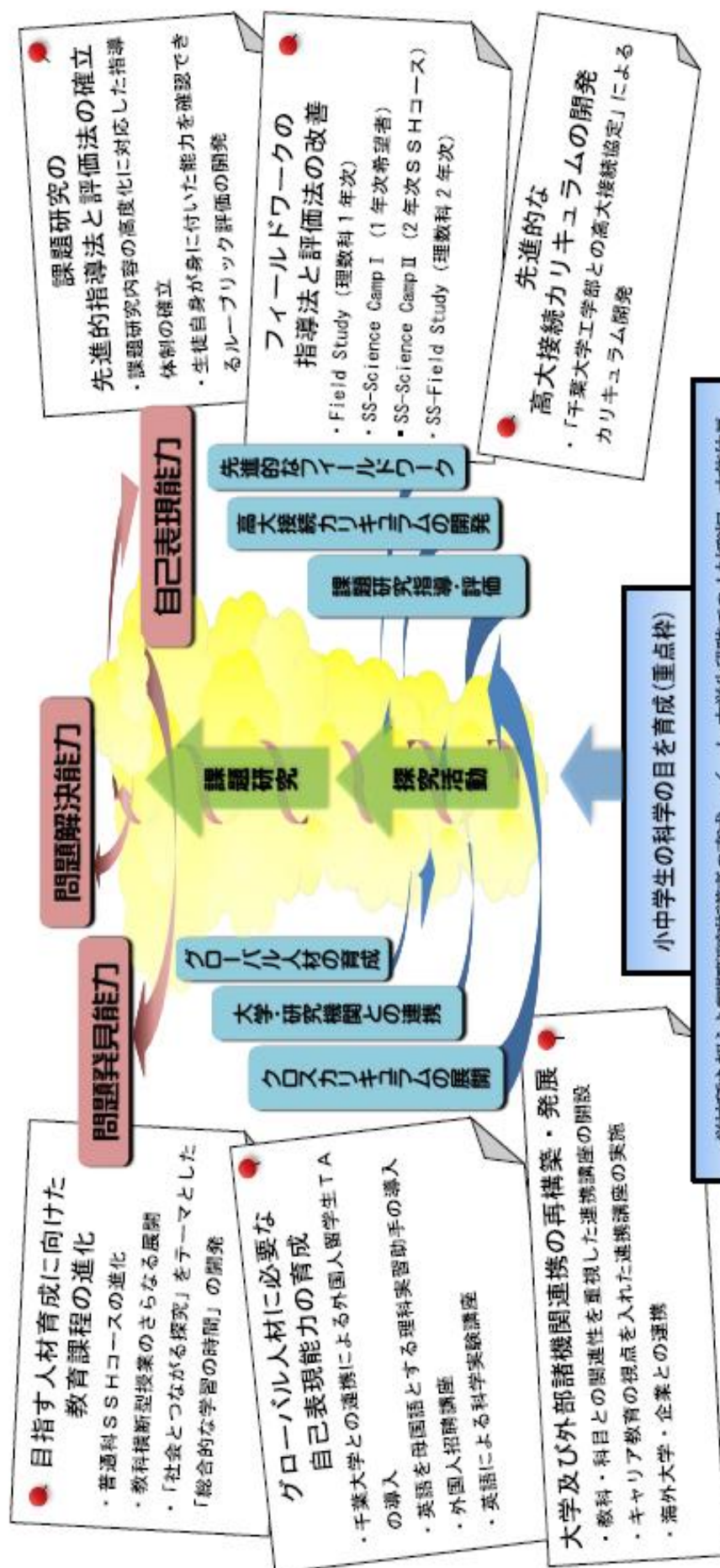


SS-Field Study 九州4泊5日研修 (理数科2年次)

千葉市立千葉高等学校 SSH構想図

＜カリキュラム・マネジメントの確立により科学技術人材に必要な能力を効果的に育成する研究＞

カリキュラム・マネジメントの確立により、科学に関する専門知識・技術を持つだけでなく、グローバルに活躍できる研究者やイノベーションを創出できる人材（アントレプレナー）に必要な幅広い視野及び能力の育成のため、第1期～第2期SSHで研究開発した様々な取組とその成果検証を基に、課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力の育成に向けたカリキュラムを構築する。



はじめに

千葉市立千葉高等学校長 岩瀬 博行

本校は、平成29年度からスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の第Ⅲ期をスタートさせ、研究開発課題を「カリキュラム・マネジメントの確立により科学技術人材に必要な能力を効果的に育成する研究」として取り組み、今年度が最終年の第5年次となりました。ここ2年間は、SSH各種事業においてもコロナ禍の大きな影響を受け、中止や大幅な計画変更等を余儀なくされてきました。そのような状況下でも、感染防止対策等の工夫を図りながら教育活動を進めてまいりました。例えば、海外で実施しておりました SS-Field Study につきましては、昨年度及び今年度は国内（屋久島・九州方面）での研修に変更しましたが、担当教員及び生徒の努力、そして保護者の皆様の御理解と御協力により、充実した研修とすることができました。また、With コロナ時代の新たな取組として、オンラインによる SSH 事業にも取り組み、研鑽を重ねているところです。

今年度は、これまでの取組の成果や課題等を踏まえつつ、特に評価と指導の一体化を重点目標に位置付けて取り組んできました。具体的には、課題研究及びフィールドワークにおけるループリックを活用した評価の工夫・検証を行ってきましたが、とりわけ考えなければならないことは、エビデンスに基づき客観性を高めることが可能であるかどうかということです。そこで、一つの試みとして、他者評価と AI（人工知能）による評価ツールの導入も検討し、指導の一助としたいと考えているところです。しかしながら、学校の教育活動は、教育課程に基づいた授業の他、様々な取組があり、それらとともに SSH の研究実践があります。このような中で、生徒の能力及び資質向上をどう評価していくかは非常に難しい課題です。今後は、さらに様々な視点で評価の在り方について検討し、試行錯誤を続けていきたいと思えます。また、SSH 指定第Ⅲ期を終えるにあたり、大学生及び社会人等を視野に入れた中・長期的なスパンでの評価についても取り組んでいきたいと考えております。

一方で本校は、千葉市における科学教育の中核拠点として研究開発を進め、市内の小・中・高校生による SSH 交流会（CCSS Festival 及び CCSS Forum）にも取り組んできました。今年度は残念ながらコロナ禍で開催できませんでしたが、今後も引き続き取り組み、普及拡大に努めてまいりたいと考えております。

今後につきましても、これまでの実践結果から見えてきた様々な課題を踏まえ、生徒の課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力の育成に向け、更に研究実践を進めていきたいと考えております。

終わりに、本事業を実施するにあたって御指導及び御支援いただきました文部科学省、科学技術振興機構（JST）、千葉市教育委員会、SSH 運営指導委員会、関係大学及び関係研究機関をはじめとする多くの皆様に深く感謝申し上げますとともに、今後とも様々な面で御指導御協力を賜りますようお願い申し上げます。

令和4年3月

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

カリキュラム・マネジメントの確立により科学技術人材に必要な能力を効果的に育成する研究

② 研究開発の概要

これまでの「様々な取組の実施・成果検証」の段階から「目指す人材育成に向けたカリキュラム・マネジメント」へ進化させることにより、グローバルに活躍する科学技術人材に必要な能力を育成する。特に、育成する能力の明確化、指導と評価の一体化、教科横断的な視点、高大接続カリキュラム開発に重点を置く。

③ 令和3年度実施規模

理数科全学年120名、普通科SSHコース2、3年次生23名、普通科1年次生280名を対象とした。ただし、外部機関連携と国際性の涵養については全校生徒を対象とした。

④ 研究開発内容

○研究計画 1年次～5年次

Ⅰ 目指す人材育成に向けた教育課程の進化

ア 普通科SSHコースの進化

イ クロスカリキュラム（教科横断型授業）のさらなる展開

ウ 「社会とつながる探究」をテーマとした「総合的な探究の時間」の開発

Ⅱ 課題研究の先進的指導法と評価法の確立

ア 生徒自身が身に付いた能力を確認できるルーブリック評価の開発

イ 課題研究の内容の高度化に対応した指導体制の確立

ウ 教育効果の高い研究発表会の開催

Ⅲ 先進的な高大接続カリキュラムの開発

Ⅳ 大学及び外部諸機関連携の再構築・発展

ア 教科・科目との関連性を重視した連携講座の開設

イ キャリア教育の視点を入れた連携講座の実施

ウ 海外大学・企業との連携

エ 公開理科実験教室

オ 千葉市未来の科学者養成講座「市立千葉SSHコース」

Ⅴ フィールドワークの指導法と評価法の改善

ア Field Study（理数科1年次）

イ SS-Science Camp I（1年次希望者）

ウ SS-Science Camp II（SSHコース2年次）

エ SS-Field Study（理数科2年次）

Ⅵ グローバル人材に必要な自己表現能力の育成

ア 外国人研究者招聘講座の実施

イ 英語によるオーラルプレゼンテーションの実施

ウ 英語を母語とする理科実習助手の導入

エ 英語による科学実験講座の実施

○教育課程上の特例等特記すべき事項

Ⅰ 教育課程の特例

「総合的な探究の時間」代替・・・「Crossover Science I・II・III」（理数科）

「Advanced Natural Science」「Advanced Natural Science II」（普通科SSHコース）

教科「理数」の「課題研究」代替・・・「先端科学講座I・II」

Ⅱ 特例に該当しない教育課程の変更

「Field Study」「SS-Field Study」「SS-Science Camp I・II」「SS-課題研究」

「SS-国語α」「SS-国語β」「SS-Mathematics」

○令和3年度教育課程の内容

関係資料内の令和3年度教育課程表のとおり

○具体的な研究事項・活動内容

Ⅰ 目指す人材育成に向けた教育課程の進化

1 理数科及び普通科の全科目においてクロスカリキュラムを導入、年間を通して計画的に授業を実施した。

※ ③ 実施報告書（本文）に詳細を記載した。

2 「社会とつながる探究」をテーマとした「総合的な探究の時間」を実施した。

※ ③ 実施報告書（本文）に詳細を記載した。

II 課題研究の先進的指導法と評価法の確立

ア 生徒自身が身に付いた能力を確認できるルーブリックを活用した評価の開発

※ ③ 実施報告書（本文）に詳細を記載した。

イ 教育効果の高い研究発表会の開催

※ ③ 実施報告書（本文）に詳細を記載した。

III 先進的な高大接続カリキュラムの開発

千葉大学工学部との高大接続意見交換会を実施した。

※ ③ 実施報告書（本文）に詳細を記載した。

IV 大学及び外部諸機関連携の再構築・発展

授業、課題研究、フィールドワークとの有機的接続及び普段の授業で学ぶ内容との関連性を深めるとともに、キャリア意識の高揚につながる内容を盛り込み、生徒の学力育成に留意した形で4月～1月の期間で計画的に多種多様な分野にわたって実施した。

※ ③ 実施報告書（本文）に詳細を記載した。

V フィールドワークの指導法と評価法の改善

きめ細かい評価の観点を設定し、発表やレポート等の成果物による評価だけではなく、行動時の評価も組み入れられるよう、研究開発した。

※ ③ 実施報告書（本文）に詳細を記載した。

VI グローバル人材に必要な自己表現能力の育成

海外研修に参加しない生徒も英語を使って自己表現する経験を積む機会を設けた。また、これまでの取組の内容を充実させグローバル人材に必要な語学力や自己表現能力の育成を図った。

※ ③ 実施報告書（本文）に詳細を記載した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

各研究内容に関する成果と評価

・クロスカリキュラムの実践

第Ⅱ期から取り組んできたクロスカリキュラムであるが、第Ⅲ期では質の高いクロスカリキュラムを精選して実施した。さらに、クロスカリキュラムの発展型として授業時間内で実施している取組を一日でのディスカッションと実験を伴う授業へと発展しクロスカリキュラムを実施した。

本校独自に設定したアンケート用紙で対象生徒に授業ごとに調査し、数値化することによって評価を行った。実施する教員は実施計画書及び実施報告書を作成し、実施の目的、実施の状況、生徒の観察、生徒アンケートの結果等を総合的に判断し、自らの授業について4段階の評価を行った。さらに、生徒による個々の授業評価（全校生徒対象）も導入した。

・「社会とつながる探究」をテーマとした「総合的な探究の時間」の開発

第Ⅲ期の取組の中で、新たな取組として研究開発をしたものである。平成29年度時点では、1年次の1単位時間での研究開発であったが、令和2年度から1年次2単位での取組みとなった。生徒が取組んだ探究のまとめとしてポスター発表を実施する際には、保護者を初め技術士経営士の会などを含めて多くの方々からの指導を頂いている。

評価方法は、本校独自に設定したアンケート用紙とルーブリックを活用した評価で数値化することで探究活動では、「課題発見能力」・「課題解決能力」・「自己表現能力」の育成にくわえて「チームワーク」「社会との関わり」も含めての評価を行った。

・課題研究の先進的指導法と評価法の確立

課題研究の指導に関しては、特に2年次普通科（SSHコース）生徒に関して、課題研究の授業時間に加えて、Advanced Natural Science（ANS）では課題研究に必要な基本的姿勢の指導を行った。これにより課題研究とANSが有機的に接続され、課題研究の時間を十分に確保しながら、生徒が主体的に取り組めるよう研究開発を行った。

評価表法としては、従来課題研究では、ルーブリックを活用した評価に加え、本校独自の校内発表（ICHEF：ISEF等の国際的な科学コンテストでの評価方法を改善した評価法）の評価を開発した。さらに本年度は、AIによる評価も活用して自己肯定感にとの相関関係を分析するなど客観的なデータ分析を心がけた。また、次年度以降の課題研究に関する総括的な評価の導入を目指し、継続したポスター発表評価も実施した。このポスター発表評価では、課題研究担当者による校内発表評価について分析すると、前述のルーブリックを活用した評

価と相関関係が強く、校内発表での評価方法がかなり信頼性の高い評価であることが分かった。これにより課題研究の総括的な評価法の導入について方向性を見いだすことができ、今後はこの評価法のさらなる実施方法の検討を進める。

- ・先進的な高大接続カリキュラム開発

本校は、平成28年度から千葉大学工学部との「千葉市立千葉高等学校と千葉大学工学部との高大接続事業に関する協定書」を締結しており、従来までの外部連携講座とは異なる視点での連携講座の開発、さらに、講座の内容から大学の講義と高等学校の授業との隙間を埋め、目的意識の高い科学技術人材の育成を目指して研究開発をした。令和3年3月にこの取組での初めての卒業生が誕生し、今後は継続的に調査をする予定である。

また、講座についてはアンケートの実施、授業においてはレポートなどを活用して評価を行った。

- ・大学及び外部諸機関連携の再構築・発展

多くの外部諸機関との連携をしている。コロナ禍で思うように講座を開講することができなかったが、事前指導の実施・レポートなどによる講座後の指導を行うことで、再構築を行った。さらに、千葉都市モノレールの協力によって本校の活動を多くの方々へ普及をした。

- ・フィールドワークの指導法と評価法の改善・先進的な高大接続カリキュラムの開発

令和元年度までは、計画通りのフィールドワークを実施することができたが、コロナ禍で大幅に計画を変更しての実施となった。その中でも、新たなフィールドワークを開発し取組んだことは大きな成果である。

評価表法に関しては、アンケートを実施して行った。

- ・国際性を育む取組

英語科の協力を得て課題研究において英語での要旨を作成するなどの指導を行い、その指導の際に本校のサイエンスアシスタント（SA）も加えた。英語科の職員がSSHの行事に参加することで、生徒の英語力を把握し、ただ単に間違いの指摘や助言を与えるだけではなく今後の英語授業の改善にもつながり、生徒の英語表現能力の向上に役立つと思われる。

○実施上の課題と今後の取組

今年度第Ⅲ期SSH研究開発が5年次と指定最終年度である。「課題発見能力」・「課題解決能力」・「自己表現能力」の育成について、第Ⅱ期からの継続している取組についても精選をしつつ方向性および改善点を見いだすことができた。次年度以降は、この取組をしっかりと継続しつつ、取組の評価法についてより広く普及するとともに評価方法をしっかりとした根拠があるものにしなければならないと考えている。また、各取組が独立しているのではなく有機的に絡み合わせることで生徒の科学的素養を向上させる予定である。さらに、指導する教員についても共通の方向性をもって評価をすること、そして、各取組自体が持続的に実施できるように教員間の連携を綿密に取ることができる校内体制を再構築するとともに、教員研修も充実させるいく必要があると考えている。

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

〈6つの研究開発に関する成果〉

Ⅰ 目指す人材育成に向けた教育課程の進化

ア クロスカリキュラム（教科横断型授業）のさらなる展開の成果

第Ⅱ期では、全生徒を対象に研究開発を進めたが、第Ⅲ期ではより効果の高い理数科及び普通科SSHコース生徒を対象にして質の高い授業を精選して実施する形態とした。その結果、次のような成果が表れた。

対象を絞り込んで実施したために、大学一般教養レベルの内容を盛り込んだクロスカリキュラムを実施できた。授業の理解度についての質問に関しては、全体の96%の生徒が「よく理解できた」「ある程度理解できた」と答え、とても高い数値である。これは、担当者側がクロスカリキュラムを多く実践する中で、工夫や留意点を考慮しながら実施しているからだと考える。また、クロスカリキュラム実施後すぐに取りるアンケートでは、今回のクロスカリキュラムが身の回りの現象・問題は今回の授業で解決できますか？という質問には、「わからない」と答える生徒が36%と昨年度より13ポイント減少した。これは内容を理解した上で、身のまわりの現象に振り返ることができるような授業を実践できたと考察した。

一方、問題解決能力を育成する意図で「今回の授業は身の回りの現象・問題の事例にあてはまるか」という質問を一昨年度から追加したところ、「あてはまる」と回答した生徒の割合が昨年度の43%から今年度は34%に減少、「わからない」と回答した生徒が昨年度の40%から今年度は45%に増加している。普段からあまり意識していない視点であるためか、クロスカリキュラムを継続する上で生徒たちの意識を変えていかなければいけないテーマである。

さらに、クロスカリキュラムを発展した授業形態についても研究した。内容としては、授業時間内において実施していた取組を一日でのディスカッションと実験を伴う授業へと発展し実施した。

イ 「社会とつながる探究」をテーマとした「総合的な探究の時間」の開発の成果

平成29年度から実施して5年目となる1年次普通科生徒による探究活動の実施状況としては、毎年の振り返りを基にして、改善をしながら本年度も行った。昨年から継続して新型コロナウイルス感染症予防に留意しながらの活動で生徒の自主的な活動に様々な配慮をしながらの実施をした。計画を立てる上で、担当教員も交えての意見交換などを行うことでどの様にしたら生徒自身が主体的に活動できるかを検討しながら取り組んだ。昨年度から、生徒が主体的に行う探究活動とは別に各教科の独自性を生かしながら、科学的視点を生徒に意識させる「探究基礎講座（モジュール）」も実践した。生徒にとったアンケートでは、「探究基礎講座（モジュール）」と「探究活動」が独立しており、有機的なつながりが薄いという意見が見られた。次年度以降は、「探究基礎講座（モジュール）」を「探究活動」とどのように有機的に繋げるかを改善しつつ、「探究活動」に携わる授業時間を確保していき、「総合的な探究の時間」を発展させていきたい。さらに、本校理数科・SSHコースでの多くの取組とも併せて校内での成果報告会など開催することで全校生徒により多く還元することで、生徒個々の「課題発見能力」「課題解決能力」「自己表現能力」を高め、次世代における人材の育成を目指していきたい。

さらに、この取組を指導することで、指導する教員の能力も向上し、それがまた生徒の成長に繋がるよう研究開発をする必要がある。さらに、この探究活動の成果を広く普及させることで、千葉市内の児童生徒だけでなく連携する多くの学校に在籍する児童生徒の科学の芽を育成することが、探究活動を継続的に実施するために重要と考えている。

Ⅱ 課題研究の先進的指導法と評価法の確立に開発の成果

ア 生徒自身が身に付いた能力を確認できるルーブリックを活用した評価の開発

例年では課題研究での生徒の成長を確認する評価方法として、ルーブリックを活用した評価のみであったが、本年度は、ルーブリックによる評価とAIによる評価で生徒の特性分析を組み合わせ、ルーブリックを活用した評価との整合性があるかについても補足的に検証した。今後、ルーブリックを活用した評価に表れる特性を考慮しながら課題研究の指導を行う道筋となると考えている。また、このルーブリックを活用した評価方法が根拠をもったものとなれば、新学習指導要領での「総合的な探究の時間」に向けて多くの学校で直面することが想定される総括的な評価に応用できる可能性となると考えている。今後は、課題研究の形成的評価に使用するルーブリックを活用した評価だけでなく、発表の際に使用している総括的な評価方法も含めて関連性があるかについても分析をする。この研究により様々な場面に応じた適切な評価法

を提案することができるようになると考えている。

イ 教育効果の高い研究発表会の開催の成果

令和元年度まで本校主催で実施していたCCSS FestivalやForumについては、本年度もまん延防止等重点措置の適応により中止した。また、昨年度この2つの取組の代替として実施したCCSS Fairの開催についても検討したが、同様の理由で開催することはできなかった。この取組は、他校種の児童・生徒間、さらには大学などの指導助言者との交流での質疑応答により科学的な好奇心を高めるだけでなく、新たな人間関係が形成されこともある。実際、この取組の実施後も指導助言者と連絡をとり続け、共同研究や共同イベントの開催まで行っている生徒もいるという事実には驚かされている。千葉市内の児童・生徒の「科学の芽」を育てるという点でも、大変、高く評価できるイベントであるため、次年度以降も千葉市教育委員会と連携し、継続して取り組んでいく予定である。

III 先進的な高大接続カリキュラムの開発の成果

ア 高校での授業内容との関連性を重視した連携講座

新型コロナウイルス感染症予防に留意しながらの実施となった。高校と大学の接続授業は、教育課程上まだ履修していない科目もあり、クロスカリキュラム以上に大学で受けられる分野の講義を高校で学習する時期について合わせるのは難しい。また、取組により生徒が学力的にどの程度向上したかをレポートなどの成果物だけでなく、定期考査などで測ることについては今後も検討し続けなければならない。しかし、生徒に実施したアンケート結果から、興味・関心が高まったという回答が極めて高いことは、大きな成果であり該当する科目への授業に臨む姿勢にも影響していると考えている。

本校の特徴でもあるクロスカリキュラムでの分野融合型の授業が、教科横断型に高等学校のカリキュラムを水平方向に融合をすることにより科学人材の育成を目指すことを大切な視点としているが、高大接続授業では主に数学・理科の教科においてではあるが高等学校の授業と大学の講義という垂直方向に融合されることが大切なポイントとなるように計画をして実施した。

イ 千葉大学工学部講座の開催

高大接続の取組を受講した生徒は、興味・関心が高く、学びたい分野の講義を受けて学習意欲を向上させ学習をすすめる動機付けをした。その上で知識技能を高めて進学をしているかという視点で取組を考えたところ、この取組だけでは、大学側からは大学生と同等の到達度でないと単位認定できないと回答された。この現状から考えると、高大接続の方向性は単位を認定することではなく生徒の学ぶ意欲の向上を第一の目的とするべきではないかと視点を替えて大学での講義を企画しようとした。しかし、まん延防止等重点措置の適応により「高大接続カリキュラム開発連絡協議会」についても開催できず、本年度は講座の開催に至らなかった。

IV 大学及び外部諸機関連携の再構築・発展に関する取組の成果

本校生徒にとって、外部機関連携講座は次のような意義を持つ。

ア 専門性の高い講師による指導を受けられること。

イ 事前学習・事後学習を充実させることにより、参加生徒に対して、日常の授業との接続を強く意識させることに成功していること。

ウ 大学や研究機関、企業など最先端の施設を利用できること。

エ ア～ウにより、キャリアガイダンスを構成できること。

アンケートQ4の結果から、本年度も「受講前も興味・関心はあり、受講後はもっと興味・関心が増加した」の割合が半数を超えていることから、その意義は達成できていると考えられる。新学習指導要領や大学入試改革を踏まえると、「課題発見能力」「課題解決能力」「自己表現能力」のうち「課題発見能力」「課題解決能力」を大いに培うことができ、生徒の進路実現において成果が期待できる。また、「課題研究」や「アクティブラーニング」といった思考的学習活動への移行が求められる中で、外部機関連携講座がこれらに対応するものとして事前指導・事後指導を改善することが重要であるということ言うまでもない。

V フィールドワークの指導法と評価法の改善に関する取組の成果

第I期SSHから継続して実体験を重視する取組として研究開発を進めている。この取組の成果として生徒の学習意欲やキャリア意識の育成に高い効果を第III期でも発揮している。アンケートを実施することで「課題発見能力」「課題解決能力」が向上したと実感させながら、効果があることも再確認しつつ、指導を行う教員の育成において、教員に求められる能力として研修に至るまでの生徒の能力を高めることが重要であることが分かり、研修の事前・事後指導についての開発をすることが、次年度以降、生徒の科学的能力をより向上させるために必要と

- なってくる。さらに、新たな視点でのフィールドワークを開発するためには、研修に必要な教員の能力を育成していかなければならない。この手法についても開発していく必要がある。
- VI グローバル人材に必要な自己表現能力の育成に関する取組の成果
- 今年度は新型コロナウイルス感染症を予防するために1回の講座となった。さらにオンライン開催での外国人研究者招聘講座となった。生徒アンケートQ6の結果で、外国人研究者の講義を楽しみにしている生徒が60%程度存在しており、この取組によって生徒が科学研究と英語学習への刺激を受けることは間違いないが、事前準備の大切さを痛感した。その中で、講師と打合せしても、話が速くて聞き取れない、ネイティブの英語で専門的な話を聞くのは難しいなど講座に対しての改善要望も多い。生徒のリスニング能力をさらに向上させるだけでなく、様々な機会を活用し多くの体験をしなくてはならない。しかし、今後の自分たちの考えを、英語を利用しても日本語と同じようにプレゼンテーションできるよう見守っていきたい。

②研究開発の課題

本年度で本校の第Ⅲ期SSH研究開発を終了する。指定終了後もこの取組を続けることが生徒の科学的能力の育成のために大切となることは、言うまでもない。これまでの取組の意義が教員の人事異動によって薄れることがないようにするために、校内体制を再構築するだけでなく教員研修を充実させ、成果について広く普及することで誰でも取り組むことができるものとしなければならない。その際に、これまでの研究開発の意義をしっかりと受け継ぎ、失敗を恐れずに研究開発を進めることが大切となる。この体制を整えるためには、校長のリーダーシップが重要となることは言うまでもないが、それに加えて管理機関との連携についても大切になってくる。

特に本校は、昭和45年から理数科を併設し、さらに、SSHに指定されていない期間が含まれるが平成14年度から約20年間という長い期間にわたって科学人材育成を行っている。本校での理数教育の主眼としては、イノベーションを創出できる人材の育成にある。そのためには、目先の成果に囚われずに、将来性に希望が持てる持続的な体制を再構築・維持しつつ、校長のリーダーシップの下、教員が世代交代をしても全教職員が常に新たな取組に挑戦する精神を持った人材であることが大切なる。また、そのような人材が適切に配置されるように決断するなど、管理機関との連携を綿密に取りながら意識を高く持ち続けることが今後とても大切になるのではないだろうか。

3 令和3年度（研究開発5年次）実施報告書（本文）

学校の概要

・学校名，校長名

学校名 千葉市立千葉高等学校

校長 岩瀬 博行

・所在地，電話番号，FAX番号

所在地 〒263-0043 千葉県千葉市稲毛区小仲台9-46-1

電話番号 043-251-6245

FAX番号 043-251-8215

・課程・学科・学年別生徒数，学級数及び教員数（令和3年5月1日現在）

課程・学科・学年別生徒数，学級数

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科	280	7	279	7	280	7	839	21
	理数科	40	1	40	1	40	1	120	3
	計	320	8	319	8	320	8	959	24

教職員数

校長	教頭	主幹教諭	教諭	養育教諭	非常勤講師	実習助手	ALT	事務職員	その他	計
1	2	1	68	2	8	2	2	8	3	97

① 研究開発課題

カリキュラム・マネジメントの確立により科学技術人材に必要な能力を効果的に育成する研究

研究開発の目的・目標

・目的

第Ⅰ期～第Ⅱ期に研究開発した様々な取組の成果検証を基に，カリキュラム・マネジメントの視点から，科学技術人材に必要な能力，特に課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力を効果的に育成するカリキュラムを構築する。このことにより，グローバルに活躍できる研究者やイノベーションを創出できる人材（アントレプレナー）に必要な幅広い視野及び能力を育成する。

・目標

- I これまで研究開発した教育課程内外の取組をカリキュラム・マネジメントの視点から再構成することにより，3年間で科学技術人材に必要な能力を効果的に育成する。
- II それぞれの取組において，重点的に育成すべき能力を明確に意識し，内容を再構築するとともに，指導と評価を一体的に行うことにより，効率よく能力を育成する。
- III 千葉市の諸機関と強力に連携し，小中高を通して児童生徒の科学の芽を伸ばす取組を行うことにより，千葉市が推進する科学都市戦略の中核を担う。

研究開発の内容は以下のとおり。

I 目指す人材育成に向けた教育課程の進化

- ア 普通科SSHコースの進化
- イ クロスカリキュラム（教科横断型授業）のさらなる展開
- ウ 「社会とつながる探究」をテーマとした「総合的な探究の時間」の開発

II 課題研究の先進的指導法と評価法の確立

- ア 生徒自身が身に付いた能力を確認できるルーブリックを活用した評価の開発
- イ 課題研究内容の高度化に対応した指導体制の確立
- ウ 教育効果の高い研究発表会の開催

III 先進的な高大接続カリキュラムの開発

「千葉大学工学部との高大接続協定」によるカリキュラム開発

IV 大学及び外部諸機関連携の再構築・発展

- ア 教科・科目との関連性を重視した連携講座の開設
- イ キャリア教育の視点を入れた連携講座の実施
- ウ 海外大学・企業との連携
- エ 公開理科実験教室
- オ 千葉市未来の科学者育成プログラム「市立千葉SSH探究支援コース」

V フィールドワークの指導法と評価法の改善

- ア Field Study （理数科1年次）
- イ SS-Science Camp I （1年次希望者）
- ウ SS-Science Camp II （2年次SSHコース）
- エ SS-Field Study （理数科2年次）

VI グローバル人材に必要な自己表現能力の育成

- ア 千葉大学との連携による外国人留学生TAの導入
- イ 英語を母語とする理科実習助手の導入
- ウ 外国人研究者招聘講座の実施
- エ 英語による科学実験講座の実施

② 研究開発の経緯

第Ⅰ期～第Ⅱ期に実施した科学技術人材育成に関する様々な取組を、第Ⅲ期では「目指す科学技術人材育成に向けたカリキュラム・マネジメント」へと進化させる。そのことにより、グローバルに活躍できる科学技術人材やイノベーションを創造できる人材（アントレプレナー）に必要な能力をより効果的に育成する。具体的には、教育課程内外の取組をカリキュラム・マネジメントの視点から再構成すると同時に、各取組において重点的に育成すべき能力（課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力等）を明確に意識し、内容の再構成及び指導と評価を一体的に行うことによって、卒業までの3年間で科学技術人材に必要な能力の効果的な育成を図る。また、教科横断的な視点、高大接続カリキュラム開発にも重点を置く。

I 目指す人材育成に向けた教育課程の進化

ア 普通科SSHコースの進化

SSHコースが始まってからの成績の変遷は p. 92 **5** SSH指定後の成績の変遷 に記載。

イ クロスカリキュラムの実践(教科横断型授業)のさらなる展開

1 研究開発の仮説

質の高いクロスカリキュラムを精選して実施し、その指導案のデータベース化や教員間の情報共有により、継続的な取組とすることができる。また、より専門的な知識を得るうえで近隣の千葉大学教育学部の教授や千葉市内の弁護士や弁理士をお招きし、社会問題との接続を意識したクロスカリキュラムを開発し、生徒の学問に対する視野を一層広げることができる。

2 実施した内容

(1) クロスカリキュラムの概要

クロスカリキュラムは第Ⅱ期SSH指定の平成24年度当初「複数の教科・科目において教員、教材の有機的接続により生徒の真の学力向上」させることを目指して実施され、以来継続して取り組まれている。第Ⅲ期（今期）の取り組みとしては、継続とさらなる発展を使命としている。開発当初は文系科目に科学的視点をクロスオーバーさせることで授業の深化を図るものが想定されていたが、現在では理系科目に倫理的視点または歴史的視点をクロスオーバーさせる授業や、理科で用いる計算の原理などを数学担当が授業を行うことでより深い内容の学びを可能にさせるためのクロスカリキュラムなど、文から理へ、理から文へ、また理から理へのクロスカリキュラムが実施されている。また、教科としてはクロスしていないが、数学の授業の深化を目的として大学より数理科学の教授をお招きしクロスカリキュラムをお願いしたり、教科は同一であっても大学や博物館など外部の専門家の講義を通して、生徒の思考力や問題意識の深化を図るクロスカリキュラムも実施されている。

各年度ごとの取り組みは以下の通りである。まず前年度3月末に教科で話し合い、※必実施科目を中心に実施単元を検討する。その後、その単元に即した連携教科（主に理科・数学・情報）へ依頼し、内容の詳細設定や実施時期について計画を立て、実施科目のシラバスへ話し合いで決まった時期を記載し生徒へ提示する。

実施予定表を係に提出し、まとめた表を職員に提示すると共に、校内 Web などでも実施時間を提示し、授業観察ができる環境を整える。

※必実施科目とは1年次生・理数科・SSHコースの科目を中心に設定されており、クロスカリキュラムを行わなければならない科目のことを指す。次頁に一覧表あり。

前年度末	依頼	① 内容設定の確認 ② 実施時期の確認 ③ 実施予定表の提示
本年度	実施	④ 実施依頼科目と連携科目間で詳細確認 ⑤ 実施計画書の作成 ⑥ 校内 web で実施の連絡・会議室に掲示 ⑦ 実施
	振り返り	⑧ 事後アンケートを対象生徒に実施 ⑨ 実施報告書を追加

令和3年度のクロスカリキュラムの必実施・実施推奨科目について

は必実施科目 は実施推奨科目

<普通科1年>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
国語総合				世界史A or 倫理				数学ⅠA				化学基礎		物理基礎		体育 or 保健		<選択> 音Ⅰ 美Ⅰ 書Ⅰ		コミュニケーション英語Ⅰ or 英語表現Ⅰ				情報の 科学		総合探 求		L H R				

<普通科2年>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
現代文B or 古典B						＜選択＞ 日本史B 地理B				数学ⅡB						＜2科目選択＞ 生物基礎 地学基礎 化学研究α				体育 or 保健		コミュニケーション英語Ⅱ or 英語表現Ⅱ						家庭基礎Ⅰ		総合探求		L H R

<普通科2年・SSHコース>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
SS-国語α				＜選択＞ 日本史A 地理A		数学ⅡB						生物基礎		化学研究α		地学基礎		体育 or 保健		家庭基礎 Ⅰ		コミュニケーション英語Ⅱ or 英語表現Ⅱ				SS－ 課題 研究		ANS Ⅰ		L H R		

<普通科3年>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
現代文			コミュニケーション英語Ⅲ or 英語表現Ⅱ						政治経済				体育		総合古典 総合数学 数学Ⅲ①			<a選択>			英語研究 化学 数学Ⅲ <b選択～e選択>										総合		L H R

<普通科3年SSHコース>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
SS-国語β			数学Ⅲ・SS-数学									化学				コミュニケーション英語Ⅲ or 英語表現Ⅱ						政治 経済			体育		＜a選択＞ 物理 生物 地学				＜e選択＞		ANS Ⅱ	L H R

<理数科1年>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
国語総合				世界史A		理数数学Ⅰ				理数化学		生物概論		地学概論		体育 or 保健		<選択> 音Ⅰ 美Ⅰ 書Ⅰ		コミュニケーション英語Ⅰ or 英語表現Ⅰ				情報の科学		COSⅠ		先端科学講座Ⅰ		L H R		Field Study	

<理数科2年>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
理数国語 α				＜選択＞ 日本史A 地理A		体育 or 保健		理数数学Ⅱ				理数物理				理数化学 理数生物				コミュニケーション英語Ⅱ or 英語表現Ⅱ				家庭基礎Ⅰ		COSⅡ		先端科学講座Ⅱ		L H R		SS-Field Study	

<理数科3年>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
理数国語Ⅱ			政治 経済		倫理		理数数学Ⅱ							理数物理			理数化学		理数地学			コミュニケーション英語Ⅲ or 英語表現Ⅱ						e選択		体育		COS Ⅲ		L H R	

(2) クロスカリキュラムの変化

① クロスカリキュラム授業形態の多様化

i 外部講師によるクロスカリキュラム

校内で他教科との連携の中で教科を横断して学ぶ授業という姿勢がクロスカリキュラムの基本ではあるが、外部の専門家と連携を図り、より専門性の高い授業を目指す外部講師によるクロスカリキュラムの実施も増えている。大学教授や博物館などに所属されている研究者、卒業生などを招き、深く学べる機会を作ることは意義深い。外部の研究者が抱えている問題意識が、社会課題を生徒に気づかせる機会も多い。クロスカリキュラムを学校全体で取り組む事によって、外部連携の機会を相乗的に広げている。

ii 一人クロスカリキュラム

連携科目から資料の提供を受け、主担当の教員が自ら授業を行う形のクロスカリキュラムも実施されるようになった。元々の授業の流れを損なうことなく専門的な知識や工夫された資料を用いて教えたい内容を深化させる授業はクロスカリキュラムの本質に添うものである。

iii オンラインによるクロスカリキュラム

コロナ禍により急速に浸透したオンラインによる遠隔授業も行った。オンライン開始の直後は、音声が届かない等のトラブルもあったが、使用システムを試行し最適なものを模索している。今後この経験を活かし、更に外部専門家との連携も容易になると期待される。海外の専門家や留学中の卒業生を講師としたクロスカリキュラムの可能性も探していきたい。

iv 生徒を講師に据えてクロスカリキュラム

これも新たな試みの一つであるが、学習意欲の高い生徒に働きかけ、生徒を講師に据えてクロスカリキュラムも行った。連携科目の担当教諭がクロスカリキュラムの内容に興味を持つ生徒に働きかけ、生徒とともに授業内容を練り、生徒が授業を行うものである。授業を行った生徒には、かなりの労力をかけるが、誰よりも深く学ぶことができる。また受講した生徒も興味深く取り組み、評価も良好であった。

② クロスカリキュラム実施時間の変化

当初は、1時間分のカリキュラムを創り上げることを目的として、50分で計画したクロスカリキュラムだけを実施していたが、昨今は授業時間内の一部で、必要な時間分だけを連携科目に実施してもらう授業も認めている。さまざまな形態のクロスカリキュラムを模索していく中で、短時間の追加的な授業だからこそ、生徒たちが興味を持って取り組んでくれたり、楽しんでくれたりすることもある。

また、外部講師の要望やクロスカリキュラムの内容によっては、数時間を1つの内容で構成するカリキュラムも現れている。物理の授業において「行列」を用いた処理をする必要がある場合、「行列」という単元が現在の数学における教育課程から外れているため、数学担当者による「行列」の取り扱い方についてのクロスカリキュラムを2～3時間かけて行っている。それによって、物理のより深い理解が可能になっている。

さまざまな形態を許すことで、最も効果的な連携方法を設定できることとなり、密度の濃い授業となるケースも多い。

③ 計画書・報告書の簡略化

計画書と報告書を1枚にまとめるなど、授業以外での作業の簡略化を進めてきた。「授業の様子」という欄に、授業展開を細かく記入するなど、授業をデータベース化し、それを機能させることが可能になってきた。今後も意味のある作業は残し、利用価値のない書類は軽減することで、持続可能なクロスカリキュラムの方向性を探りたい。

H31 S S H 事業クロスカリキュラム									
選択授業実施計画書・報告書									
整理番号	3	1	1103	以下の「H31年間スケジュール」シートに表示されています。					
主	科目	英語表現1		科	英語部活動 (全員の名称)		出野・大間・齋藤・長谷部		
	単元名	ライラックの花の色と品種改良について							
選	科目	生物		科	選抜部活動 (全員の名称)		出野・大間・齋藤・長谷部		
	授業形態 (〇を1つつけてください)				その他 (具体的な授業形態を記入してください)				
☐ 1人1台 ☐ 2人1台 ☐ 3人1台 ☐ その他									
実施日時・時間				10/7(月) 3限・10/8(火) 4限		対象クラス		1学年全クラス	
タイトル				ライラックと品種改良		合計受講人数		317 人	
計画 (実施前に記入) 選択の目的・ねらい 選択を設定した理由や背景・期待される効果を記載してください。									
実施 (実施中に記入) 実施した授業について、選択部分が入る位置が分かるように、講義内容や実習内容・実施時間を時系列で記載してください。計画と異なった場合は書き換えてください。									
報告 (実施後に記入) 実施した授業について、選択部分が入る位置が分かるように、講義内容や実習内容・実施時間を時系列で記載してください。計画と異なった場合は書き換えてください。									
生徒の学習活動 生徒の学習活動の記録方法 2 1: 定期考査に出席 2: 課題プリント 3: レポート 4: その他 4: その他 (任意)									
選択のねらいを達成するための学習態度・工夫点 選択により得られた効果 生徒全員アンケートの結果と提出課題の状況から評価してください。授業の生徒の学習態度を具体的に評価してください。									
実施教科 選択教科 花の色や花言葉に始まり、遺伝子操作の話題までについて、身近な事例から取り上げ、身近な花の品種改良、身の回りの食べ物や環境などに関わりのある遺伝子操作について、目を向けさせるきっかけになったのではないかと感じました。									
選択のねらいは達成できましたか。番号でご回答ください。 達成できた: 4、ある程度は達成できた: 3、あまり達成できていない: 2、達成できなかった: 1									

④ クロスカリキュラムの追加実施

例年増加傾向にあるのは、追加のクロスカリキュラムである。これは前年度3月に企画し実施が予定されるクロスカリキュラムに追加して、年度途中で新たに企画され実施されるクロスカリキュラムである。年間の授業をこなしていく中で、「この単元ではクロスカリキュラムが有効かも」と感じた教員が積極的に追加することで成り立っている。

クロスカリキュラムの新規の企画については毎年3月に悩むところであり、直ぐにいい企画が思いつかないのが現状である。3月に考えるのではなく、実際の通常カリキュラムをこなす中で浮かんだアイディアを形にすることは、クロスカリキュラムの新規開拓には非常に効果的な方法である。

また追加クロスカリキュラムを実施する教科が増えていることは、クロスカリキュラムに対する抵抗感の低下と教員全体への有効性や魅力の浸透を感じる。今後、追加でクロスカリキュラムを推奨し年度途中で呼びかけることで新しいクロスカリキュラムの開発に役立てたい。

⑤ 生徒アンケートの内容の改善

実験を取り入れたクロスカリキュラムは、生徒からの評価が高いので、実験を行ったクロスカリキュラムについては、質問項目を追加してどのような点が評価されているかを調べた。

また、クロスカリキュラムを受講の満足度を測るための質問も追加した。

追加で取り入れた質問は下記のとおりである。

3. (実験・実習を行ったクロスカリキュラムの授業のみ回答して下さい)
 - 3-(1) 実験・実習はうまくできましたか。
 - 3-(2) 実験・実習には、どのような効果がありましたか。
4. 今回のクロスカリキュラムの授業の教科・科目の組合せについてどのように考えられますか。
5. 今回のクロスカリキュラムの授業は、授業の内容を理解する上で満足できるものでしたか。また、その理由は、どのような点でしたか。

(3) 令和3年度クロスカリキュラム年間実施一覧

クロスカリキュラムは昨年度末に提出された実施予定表を元に実施されるが、コロナ禍の影響などにより実施できなかった授業や、一方年度途中で新たに企画実施されたクロスカリキュラムもある。昨年度は講師に来校いただけずにやむをえず中止となったカリキュラムを今年はリモートで実施できたものもある。

以下、本年度の実施一覧である。

整理番号	学年	科・コース	実施科目	担当者(A)	連携教科	担当者(B)	単元・内容	実施日
1101	1	全	国語総合	松本他2名	物理	米谷	「城之崎にて」葉っぱは何故ゆれたのか？	2月予定
1201	2	理数	国語総合α	藍野	生物	生物科	生命とは何か	11月中旬
1301	3	理数	理数国語β	平川	化学	村上	香りの化学	1/13①
1302	3	普SSH	SS国語β	平川	化学	村上	香りの化学	1/12⑥
2201	2	普選択	日本史A	北島	化学	村上	第一次世界大戦とハーバー・ボッシュ法	1/18⑥
2301	3	理数	政経	本多他	化学	能城 他	地球環境とエネルギー問題	1/20
4101	1	普全	物理	米谷	数学	高澤	力の成分表示と三角比	5/13～20
4301	3	普SSH	物理	米谷	数学	安岡・玉川	キルヒホッフの法則	10/6～12
4302	3	普全	化学	藤野	世界史	大戸	アンモニアの合成	5/6①
4303	3	普選択	物理	米谷	数学	山田裕	力のモーメントとベクトルの外積	4/26⑤
4304	3	理数	化学	村上	世界史	川等	ハーバー・ボッシュ法と近代ヨーロッパ史	5/10⑤
4305	3	理数選	化学	村上	家庭	鈴木	新たな食品への挑戦	1/18③
4306	3	理数	理数化学	村上	世界史	川等	アンモニアソーダ法と中世ヨーロッパ史	12/5⑤
5101	1	全	保健	田中良	外部	海浜病院 本間先生	救急救命法	2/10
6101	1	全選択	書道Ⅰ	山口	化学	加藤 他	墨液を科学する	6/25～29
6102	1	全選択	美術Ⅰ	柴田	化学	村上	顔料と展色剤について	1/17・18
7101	1	全	コミュニケーション英Ⅰ	佐藤洋他	地学	山田和	ストーンヘンジの謎に迫る	7月
7201	2	全	コミュニケーション英Ⅱ	鈴木晶他	生物	三坂他	道具を使う、驚くべき動物たち	6/21～25
7301	3	全選択	コミュニケーション英Ⅲ	青木・大間	地学	山田和	グランドキャニオンの地形	7月
8201	2	理数	家庭基礎	鈴木	化学	村上	洗剤の化学	1/14④
8301	3	普選択	服飾手芸	鈴木	化学	村上	染色の原理	7/6⑤
9101	1	全	情報	内山	外部	弁理士 金子・野村先生	著作権と発明	7/10～
9102	1	全	情報	内山	外部	弁護士 安井先生	情報社会と個人の権利	6/10～

(4) 実施例

以下に、実際のクロスカリキュラムの例を挙げる。

【実施例1】実験を伴うクロスカリキュラム

実施科目と連携科目：家庭科と化学

テーマ：染色について

対象生徒：普通科3年次家庭研究選択者

授業形態：TT型（通常クロス）

連携のねらい：

〈実施科目〉服飾の重要な要素である「染色」を古代から続く草木染の原理を学ぶことを通して、布を染めることと、その意味も含めて考えさせたい。

〈連携科目〉服飾の重要な要素である「色彩」を原料の持つ色素を触媒によって定着させる原理を理解させたい。

授業の様子：① 染色原理の解説・実験

② 藍染の効能、絞り染め

得られた効果：

「色素が水に溶けていないと布を染められないが、水溶性のままでは洗濯したときに色落ちしてしまう」この矛盾した条件を「酸化と還元」という身近な化学反応で可能にした先人の知恵にまずは感心させられていた。

実験では藍の色素粉末を還元して可溶化すると、青い粉が溶けて緑の水に変化し、布も緑色になるが、染液から取り出すと一部が薄く青みがかかり、酸化剤を加えると深い青に変化することに驚きをもって見入っていた。

生徒の感想：

- ・ 染物が洗っても色落ちしないことがずっと不思議だったが、酸化・還元が関係していると分かって納得した。
- ・ インディゴを溶かした水に布をつければ染まると思っていたので、インディゴを溶かすのに還元剤が、色の定着に酸化剤がいることに驚いた。
- ・ オキシドールをかけた瞬間に青く変化していくのが面白かった。
- ・ 緑色の布が空気に触れると青くなったので驚いた。
- ・ 発見した昔の人はすごいなと思った。
- ・ 素材によって染まりやすさが違うことを知って驚いた。

【実施例２】短時間のクロスカリキュラムで効果的に生徒の興味をひきだしたカリキュラム

実施科目と連携科目：英語と数学

テーマ：フィボナッチ数列

対象生徒：理数科３年次

授業形態：ＴＴ型（通常クロス）

連携のねらい：

〈実施科目〉英語の教科書で取り上げられている「フィボナッチ数列」について、知識を深めたい。

〈連携科目〉自然界に多く現れる「フィボナッチ数列」が、単純な規則のフラクタル的な繰り返しによって起こることを具体例で理解させたい。

授業の様子：①「木の枝が２ヶ月目から１本ずつ新しい枝を増やしていく」というルールで増えたとき、その増加に数的なルール（フィボナッチ数列）が現れる。増えていく枝の本数の数列を求める。

② 単純な規則の繰り返しが生木全体にフラクタル（自己相似性）な形状を与え、そのとき枝の本数には必然的に「フィボナッチ数列」のルールが生み出されることに気づかせる。

得られた効果：

英語のテキストには自然界のさまざまな場面でフィボナッチ数列($a_n + a_{n+1} = a_{n+2}$)とよばれる数的規則が出現することが話題となっていた。「なぜそのような規則が生まれるか？」という疑問を持つ生徒も多数現れることが予想されるが、テキストにはその疑問に対する答えがない。しかし、単純な規則の繰り返しが生木全体に必然的に「フィボナッチ数列」を生み出すことが分かっており、木の枝の単純な増加ルールを提示し、それが「フィボナッチ数列」になっていることを見つけ出させ、なぜフィボナッチ数列になるかを考えさせる中で、単純な規則が繰り返すと「フィボナッチ数列」が生まれ、必然的に自然界に多くの「フィボナッチ数列」が出現するであろうことを実感させた。

枝の増え方のルール説明に約１分、生徒たち自ら「フィボナッチ数列」になっていることを発見することに約１０分、解説に１０分弱と短いカリキュラムではあるが、自然界のかなり多方面に渡って潜む不思議な数的ルール（フィボナッチ数列）に、単純に物質的な繰り返しの現象が関与しており、その不思議さには理由があることをテンポよく説明できた。

テンポの良さや時間的短さが生徒の満足度を左右することもある。

生徒の感想：

- ・ 英語の授業の謎が解けた。
- ・ 木の枝の増え方を数えたが、このようなルールは自然界にたくさんあるはずで、「フィボナッチ数列」があちこちに現れるのも不思議ではないと感じられた。

【実施例３】 グローバルな視点を必要とする単元に対してのクロスカリキュラム

実施科目と連携科目：政経と化学

テーマ：地球環境とエネルギー問題

対象生徒：理数科３年次

授業形態：ＴＴ型（通常クロス）

連携のねらい：

〈実施科目〉地球温暖化対策をすすめ、持続可能な社会を目指す取り組みが地球規模で喫緊の課題となっている。この問題を自分事として捉え、一人ひとりが行動をおこす必要性を理解させる。

〈連携科目〉地球温暖化がなぜおこるのかを化学的な視点から深めることで、この問題を自分事として捉える必要がある。そこで、温室効果ガスを中心に化学の授業をおこない、それを削減する取組を考えさせたい。

授業の様子：①地球温暖化が進んだ歴史的背景や、温室効果ガスの働きなどを学ぶことで、どんな問題が起こるのかを考える。→②温室効果をもつ物質・持たない物質を区分し、二酸化炭素やメタンの影響について理解を深める。→③世界の国々の温室効果ガス排出量を比較する。→④オゾン層が破壊されるとはどういうことか、フロンの事例から確認する。⑤→空気とメタンガスの実験によって、メタンの保温効果が大きいことを理解する。

得られた効果： 現代社会における喫緊の課題である地球環境問題について、科学的根拠をもとに考察することの重要性を身につけさせることができた。地球温暖化の要因を、科学的な知見から深めることで、主権者としてこの問題にどのように行動するのかを判断する手がかりを得られた。

生徒の感想：

- ・ メタンの方が空気より熱伝導が良いことを初めて知った。
- ・ サーモグラフィを用いて自分の目で温度を確かめたことがなかったので面白かった。
- ・ あの耐えがたい暑さも地球温暖化のせいだとするならば、自分ももっと温室効果ガスの削減に努力しようと思った。
- ・ 環境問題についてなかなか身に実感しづらい部分があるのは、全く目に見えないというのが大きいと思う。なので、こういった活動を積極的に教育に取り入れていくべきだと思います。
- ・ メタンを一番出している家畜が馬だったことが意外だった。
- ・ 温暖化や酸性雨の知識はあっても、あまり想像できなかったもので、今回の実験で温度を見ることができたのでカメラでためてみることでできて良かった。有色の気体を久しぶりに見て、なんかすごいと思った。
- ・ ひとつひとつ解説しながらの実験だったから、よく理解を深めることができた。具体的な理由もなしに地球温暖化はどうとかを言うのではなく、今回のように実験を通して理由を提示することで、より一層理解が深まるので、良かったと思いました。

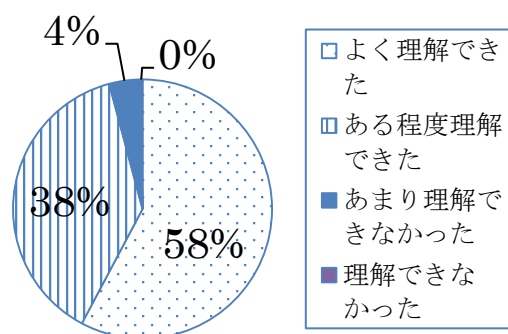
3 実施の効果とその評価

クロスカリキュラムの実施後、すべての授業で生徒に事後アンケートを行った。(n=1882) 質問事項は以下の8つである。このアンケート結果をもとに、今年度の取組による効果と評価を行う。

1. TT (連携科目) の先生の話は理解できましたか。(関心・理解)
① よく理解できた ② ある程度理解できた ③ あまり理解できなかった ④ 理解できなかった
2. クロスカリキュラムの授業を受けて、授業内容に関して興味・関心の変化はあるか。(意欲)
2-(1) 実施科目(時間割上の科目)の内容について
① とても高まった ② 少し高まった ③ 変わらない ④ 少し低くなった ⑤ とても低くなった
2-(2) 連携科目(TTの科目)の内容について
① とても高まった ② 少し高まった ③ 変わらない ④ 少し低くなった ⑤ とても低くなった
3. (実験・実習を行ったクロスカリキュラムの授業のみ回答して下さい)
3-(1) 実験・実習はうまくできましたか。
① とてもうまくできた ② ある程度はうまくできた ③ あまりできなかった
④ 全くできなかった
3-(2) 実験・実習には、どのような効果がありましたか。
① 興味がわく ② 理解が深まる ③ 体を動かすことは楽しい
④ 操作が理解できる ⑤ 人と協力できる ⑥ その他
4. 今回のクロスカリキュラムの授業の教科・科目の組合せについてどのように考えられますか。
① とても良かった ② やや良かった ③ あまり良くなかった ④ 良くなかった
5. 今回のクロスカリキュラムの授業は、授業の内容を理解する上で満足できるものでしたか。また、その理由は、どのような点でしたか。
① 満足した ② やや満足した ③ あまり満足しなかった ④ 満足しなかった
6. クロスカリキュラムの授業を受けて、あなたの身のまわりで起きている現象・事実で、今回のクロスカリキュラムのような事例が当てはまることはありますか。また、当てはまる現象・事例がある場合どのような現象ですか。(課題発見能力)
① 当てはまる現象・事実はある。 ② 当てはまる現象・事実はない。 ③ わからない
7. クロスカリキュラムの授業を受けて、あなたの身のまわりで起きている問題でクロスカリキュラムで学んだことを活かして解決できるような事例はありますか。また、当てはまる問題がある場合どのような問題ですか。(課題解決能力)
① 当てはまる問題はある ② 当てはまる問題はない ③ わからない
8. 今回のクロスカリキュラムについて感想など自由に書いて下さい。(表現・理解)

(1) 「TT (連携科目) の先生の話は理解できるか。(関心・理解)」に関して

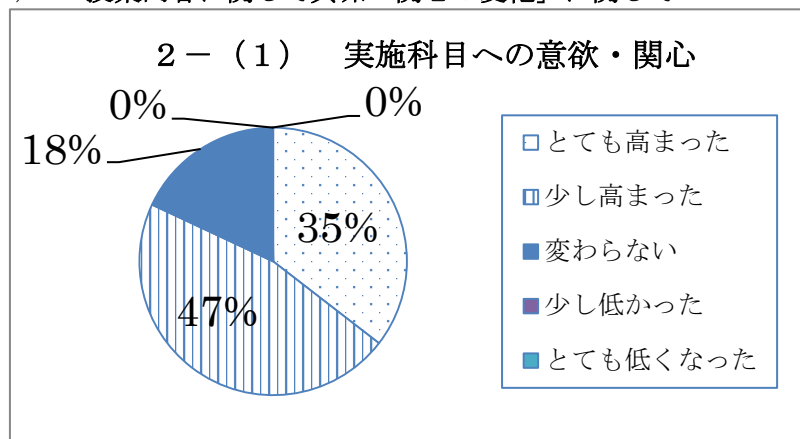
1 実施内容の理解度



昨年度に引き続き、「よく理解できた」「ある程度理解できた」という回答で、96%を占めていることから、今年度のクロスカリキュラムも生徒の理解力を把握した上で、授業者が授業展開を考えているのが分かる。

また、講義内容がよく吟味されていることも感じられる。

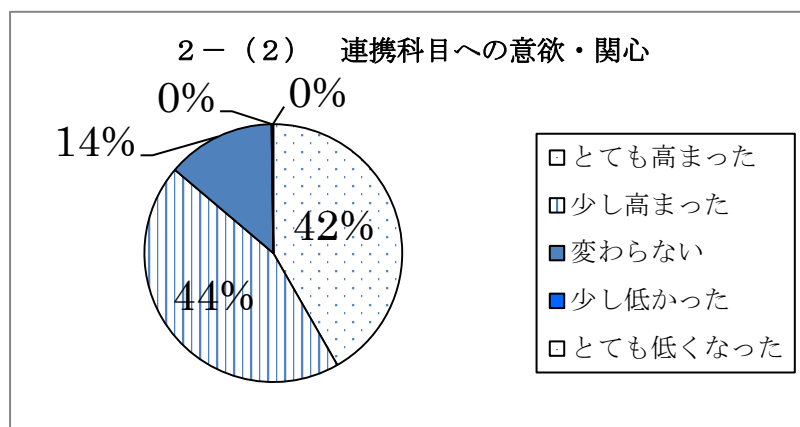
(2) 「授業内容に関して興味・関心の変化」に関して



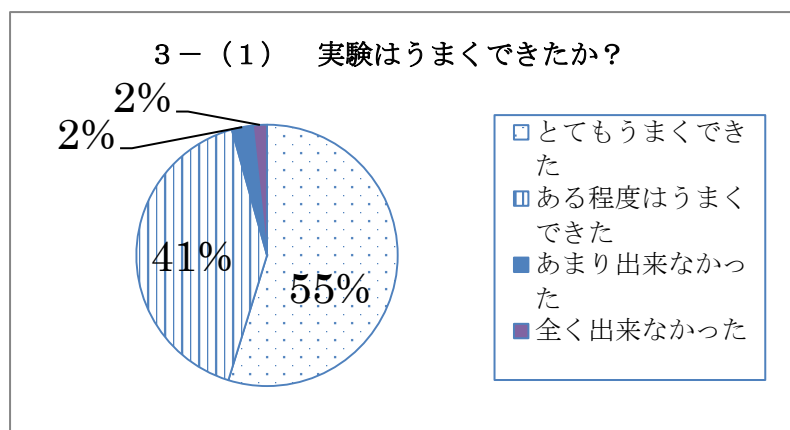
右図から、実施科目への意欲・関心が高まった割合が82%と例年通り高かった。

また、連携科目への意欲・関心が高まった割合は86%とこちらも高い結果がでている。

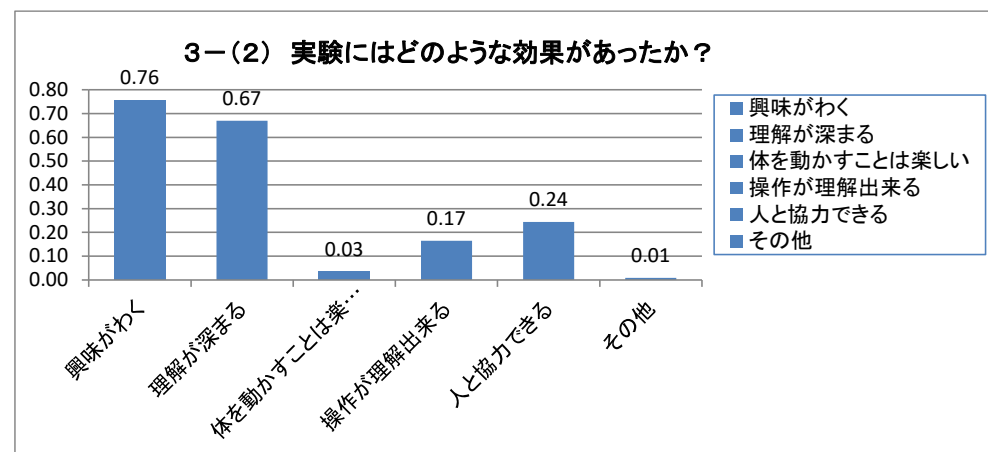
環境問題などのグローバルで様々な角度からのアプローチが必要な問題では、クロスカリキュラムを実施することは特に有効ではないか。そういったクロスカリキュラムでのアンケート結果は、概ね実施科目・連携科目ともに高い数字が出ている。例えば実験を用いて、温室効果を目の前で計測したり、酸性雨が物質の与える影響が目で見える形で確認できたりすることに対する生徒たちの反応は大きい。自分の問題として捉えることに大きく寄与していると考えられる。



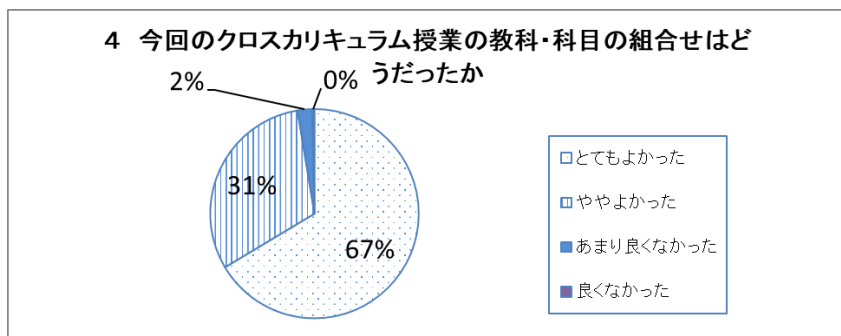
(3) 「実験を行ったクロスカリキュラム」に関して (n=115)



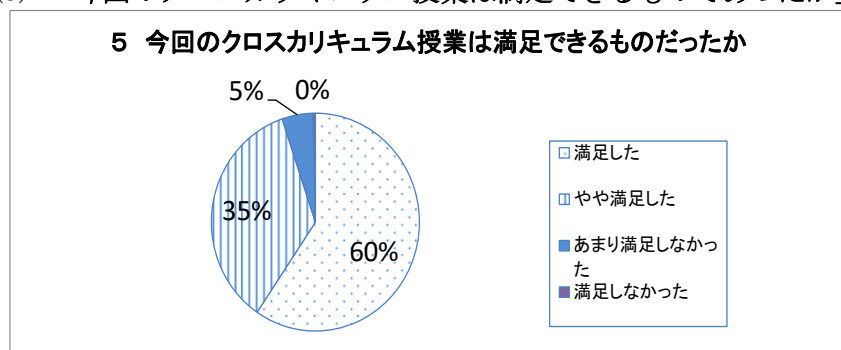
実験を行うクロスカリキュラム講座「地球環境とエネルギー問題」や「墨液を科学する」など合計6講座を受講した延べ115人の生徒のみが回答。76%の生徒がその内容に興味をわく、67%の生徒が実験によって内容の理解が深まったと答えている。化学系の実験が多いが環境問題の考察などに有効な実験は多く実施されている。



(4) 「今回のクロスカリキュラム授業の教科・科目の組合せはどうだったか」に関して



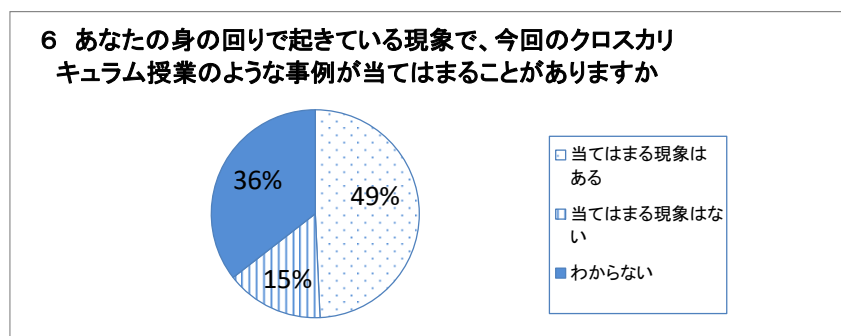
(5) 「今回のクロスカリキュラム授業は満足できるものであったか」に関して



本年度から追加した設問で、クロスカリキュラムに受講の際の満足度をダイレクトに質問し集計した。結果、95%の生徒が「満足した」「やや満足した」と答えている。受講人数の少ない講座では、100%の生徒が「満足した」と答えた講座もあり(物理に数学が連携した「キルヒホッフの法則」12名、家庭科に化学が連携した

「染色の原理」11名)、また1年次生全員が受講した講座でも85%が「満足した」(「やや満足した」も含めると99%)と答えた講座もある(英語に地学が連携した「ストーンヘンジの謎」)。全体として満足度は高いと判断している。生徒たちの中には、本校志望理由の中に「クロスカリキュラムを実施しているから」という理由を挙げる生徒もいる。生徒たちは期待を持ってクロスカリキュラムを受けている。今後も満足度の高いクロスカリキュラム目指す必要がある。

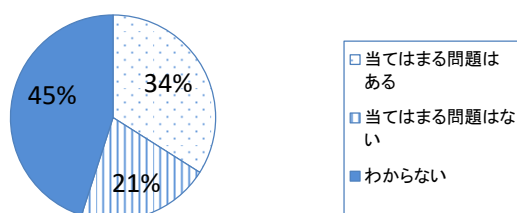
(6) 課題発見能力・解決能力に関して



1年次に実施している「探究活動」では、自分の身のまわりで起きている問題を発見し探究をしていく。このクロスカリキュラムを通して課題発見能力の育成していくことも可能と考え追加されたアンケート項目である。

クロスカリキュラムの授業を受け、身のまわりの現象・問題の事例に当てはまるかどうかを生徒に考えさせた結果、「あてはまる」と答えた割合は全体の49%であり、「わからない・あてはまらない」と答えた生徒は51%となった。今受けた授業をアンケートで振り返ったとき、身のまわりとのつながりを意識させたい。

7 あなたの身の回りで起きている現象で、今回のクロスカリキュラム授業が生かせるような事例がありますか



6の質問を踏まえたうえで、クロスカリキュラムの学習を通して問題を発見し、解決していく力をつけたいというねらを確認するために設定した質問である。この結果、「あてはまる」と回答した生徒は全体で34%、逆に「わからない・あてはまらない」と回答した

生徒が66%いた。習った内容が身のまわりでどう生かせるかという質問は、日頃あまり生徒たちにとって考えたことのない質問であるのかもしれない。また、抽象性の高い題材や大学での学習に繋がるような学習の内容では必ずしも「身のまわりで起きることに対して活かす」ことは必要ない内容である場合がある。今後クロスカリキュラムを通して習得させたい問題解決能力を掘り下げ、どのように評価し検証するかを掘り下げていきたい。

4 クロスカリキュラムの展望

今年度は新型コロナの校内感染のために登校停止期間があった。そのため、授業時数が短縮され、一部教科でクロスカリキュラムの実施に支障が出た。また、市立美術館で予定されていた美術のクロスカリキュラムも感染への危険性を考え中止になった。一方で昨年度は行えなかった救急救命法のクロスカリキュラムを本年度はリモートを駆使して実施した。

また、新任者に対してクロスカリキュラムの説明会をSSH推進部主導で開き、教科に任せていた新任者への指導を統一して行った。その結果昨年度の実施数57に対して、今年度は87と大幅に増やした。昨年度は長期にわたる一斉休校や予定していた外部講師による講座が中止になった影響で、一昨年度より約1割減少した。今年はコロナ禍の影響を受けながらもリモートなどを駆使して例年以上のクロスカリキュラムを実施できた。

教室への大型モニターの設置に伴い様々な集会のリモート化が進んでいる。学年閉鎖中も、一部教科でリモートによる授業を試行した。クロスカリキュラムについても新しい可能性が生まれてきているのではないだろうか。海外にいる専門家を講師にしたクロスカリキュラムや留学中の卒業生をゲストに招いたクロスカリキュラムなども非常に現実的な話となっている。

現在も教科によっては単元の一部は他教科とクロスカリキュラムを組むことが一般化しており、抵抗感なく他教科の教員による授業が行われている。担当の授業を他教科の教員による講義や他教科に依頼して得られる資料や映像を駆使して授業を行うことに対しての心理的垣根は随分と低くなっているように感じる。今後は更に、その授業の必要に応じて外部講師の助けを借りるなど、リモート映像を利用した授業が当たり前のように行われていくとすれば、クロスカリキュラムで培ったノウハウが本校にもたらす影響も小さくないのではないだろうか。

I-ウ 「社会とつながる探究」をテーマとした「総合的な探究の時間」の開発

研究開発の仮説

理系・文系を問わず生徒全員に探究活動を経験させることや、汎用性のあるルーブリックやポートフォリオを活用した評価法を実施することにより、生徒全体の能力（課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力等）を向上させることができる。

研究方法「探究活動(普通科)の実践」

上記仮説の検証の1つとして、普通科1年次生による探究活動を今回の事業計画から実施した。本年度は実施5年目となる。共通テーマとして「千葉市が現在抱えている問題、千葉市をよりよくしていくために何が考えられるか」という観点から社会とつながる探究活動を実施した。

1 探究活動の概要

(1) 探究活動（普通科）の年間の流れ

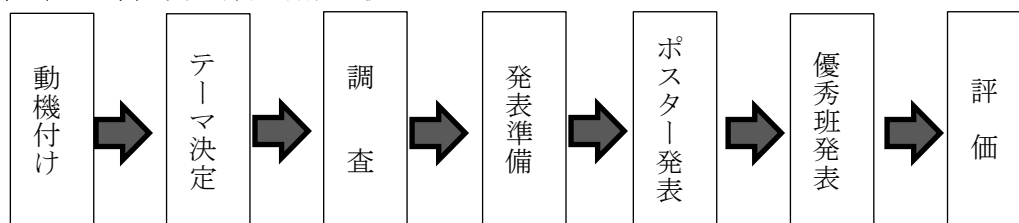
本年度の「総合的な探究の時間」は、2単位のうち1時間は、昨年度までを継承し「社会とつながる探究」をテーマにグループごとにテーマを設定して、探究活動を行いポスター発表をさせる課題研究である。もう1時間は「総探基礎講座（総探モジュール）」として、国語・地歴公民・数学・理科・英語の5教科で探究活動に必要な「文章を読み解く力」「情報収集力・分析力」を伸ばす授業をするものである。

本年度の探究活動の取り組みとしてもう一つ特徴的なものを挙げると、SDGs「Sustainable Development Goals（持続可能な開発目標）」と関連させ、「千葉市が現在抱えている問題、そして千葉市をより良くしていくには何が考えられるか」を探究活動させたことである。

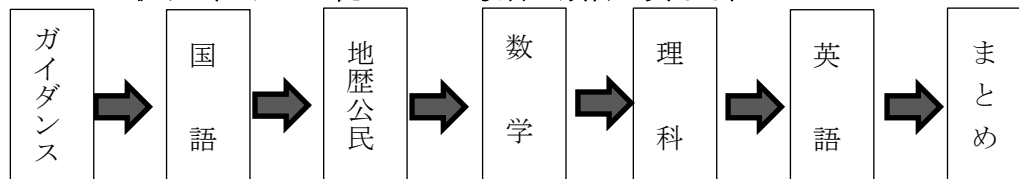
SDGsは、2015年の国連サミットで採択され、国連加盟193か国が2016年から2030年までの15年間で達成するために掲げた目標であるが、将来に向けた持続可能な社会の構築は世界共通の目標であるとともに、現在の高校生が日々の生活を営む身近な地域社会においても重要な課題となるはずであり、SDGsの目標を通して千葉市の姿を見つめ直すことで、解決すべき課題だけではなく、維持すべき千葉市の良さなども発見できると考えた。

しかしながら、新型コロナウイルス感染症の流行により、人との接触を極力抑えるために実地調査を中止にした等、変更せざるを得ない事柄があった。

令和3年（2021年）度の探究活動の流れ



総探モジュールの流れ（クラス生徒によって教科の順番は異なる）



(2) 探究活動（普通科）の実施内容

① 動機付け

本年度は、4月に「総合的な探究の時間」のガイダンスを行い、この科目で養いたい資質や能力といった目標や年間計画について説明した。

② テーマ決定

例年、「課題研究のアプローチと観点」をテーマに千葉大学の先生より講義をしていただき、研究を進める際のアドバイスを頂いていたが、本年度は新型コロナウイルス感染症の影響で講演会が実施できなかった。その代わりに、千葉市政出前講座を行った。市の関係者に来校してもらい、「地域の防災対策について」や「LGBT(性的少数者)について」など10講座を開講した。各グループ毎に興味ある講座を受講し、それを参考に自分たちのテーマを作成していった。

③ 調査

ホームページの公式サイトなどを基に、課題研究を進めていくわけだが、その際に研究の問題設定、仮説と予想される結果、研究の具体的方法、解析法、結論の検討について、各グループでディスカッションを行い、その結果をリサーチプランとしてまとめさせた。7月末までに、授業中または放課後の時間を使い実施した。

夏季休業中にテーマに関係のある施設へ実地調査を行う予定だったが、新型コロナウイルス感染症の影響で実地調査が実施できなくなってしまったため、夏季休業中はグループの中で調べた内容を分け、個人で調査・分析・検証（仮説の実証）を行った。

夏季休業後に、個人ごとに調査した内容を各班及び担当教員とのディスカッションを重ね、第2次リサーチプランを作成し、必要な追加データの収集を行った。

④ 発表準備

発表準備初期に普通科2年次生の模範ポスター発表を行い、見学をするとともにどのように発表すれば良いかを1年次生にアドバイスした。

その後、リサーチプランのブラッシュアップと並行して、発表用ポスターの作成、千葉都市モノレールに掲載用のモノレールポスターの作成を各班ごとに行い、また各個人でリサーチレポートを作成した。

ポスター作成が約8割に到達したところで、普通科2年次生に向けたポスター仮発表をおこなった。良い点・改善点・発表の工夫などアドバイスをもらうことで、本番に向けて修正することができた。

⑤ ポスター発表

ポスター発表は、12月に体育館を使用し、ポスターセッションという形式で普通科1・2年次生が発表を聴いた。自分のクラス及び他クラスの発表を「発表評価シート」を利用して評価・アドバイスを記入した。昨年度探究活動を経験した2年次生に要所要所でアドバイスをもらいながら、1年次生の発表内容をブラッシュアップしている。この積み重ねがより質の高い探究活動を導いている。

⑥ 優秀班発表

⑤のポスター発表で選ばれた普通科1年次生3班の発表を、オンラインシステムを使用し、リアルタイムで1年次生の各教室に公開した。音声がよく聞こえない等のトラブルもあったが、質疑応答を含め、概ね順調に進んだ。

⑦ 評価

「発表評価シート」に書かれた生徒からの助言を各班ごとにまとめ、来年度の探究活動の一助として生徒に渡した。この後、探究活動の最終レポートとして、(1)探究活動に求められている社会的ニーズとは何か。(2)探究活動で苦労したこと、努力したこと、学んだことは何か。

(3)探究活動での経験を生かして、これから取り組めることとは何か。の3点についてレポートを提出させる予定である。

(3) 総探モジュール（普通科）の実施内容

各クラスを5グループに分け、クラス横断型の1単位の授業として、国語・地歴公民・数学・理科・英語の5教科が各科目の特性を生かし、様々な視点から「課題発見力」「仮説設定力」「計画力・実証力」「考察力」「表現力」の育成を目指した。

基礎講座：モジュールの各教科内容

教科	内 容
国語	「小論文」の作成の基本事項を確認することで情報を整理させまとめる能力を育成する。
地歴公民	発掘された考古資料をもとに仮説をつくり、グループごとに討論して考察力を深める。
数学	身近なデータをどう処理すれば、適切に分析出来るかを考える。
理科	与えられた物体を用いて、予測をして実証する力を高める。
英語	様々な英語表現を活用して、適切な表現方法を身につける。

2 探究活動の効果とその評価

(1) 生徒アンケートより ※n=274 表内の数字について3.0%以下は省略してある。

昨年度と同様に探究活動の優秀班発表終了後に、生徒アンケートを行った。質問項目は以下のとおりである。

- ① 探究活動に取り組む前の気持ちとしてあてはまるものを選んでください。
 - ・とても面白そう
 - ・授業としてしっかり取り組みたい
 - ・めんどくさい
- ② 探究活動のテーマをどのように決定しましたか。
 - ・グループで相談
 - ・上級生にも相談
 - ・保護者にも相談
 - ・教職員にも相談
- ③ ポスター発表の準備は大変でしたか。
 - ・とても大変だった
 - ・大変だった
 - ・あまり大変ではなかった
 - ・全く大変ではなかった
- ④ 探究活動を行ってみてどうでしたか。
 - ・積極的に取り組めた
 - ・授業としてしっかり取り組めた
 - ・積極的には取り組めなかった
- ⑤ 探究活動を行った感想として、以下のうち該当するものを選んでください。
 - ・テーマに沿って、いろいろな視点で問題を考えることができた
 - ・たくさん勉強したことが、自分のためになった
 - ・指導助言をもらえたことは参考になった
 - ・他の参加者の発表を見ることができてとても参考になった
 - ・今後も探究活動を行ってみたいと思った
 - ・今後レポートや小論文を作成する上で役に立つ
 - ・自分の考えや意見を発表することは面接練習に役立つ
- ⑥ 探究活動の体験は、進路選択に役立つと思いますか。
 - ・とても役立つ
 - ・役立つと思う
 - ・あまり役立たない
 - ・全く役立たない

(2) 探究活動についての生徒の意識（質問項目①、④）について

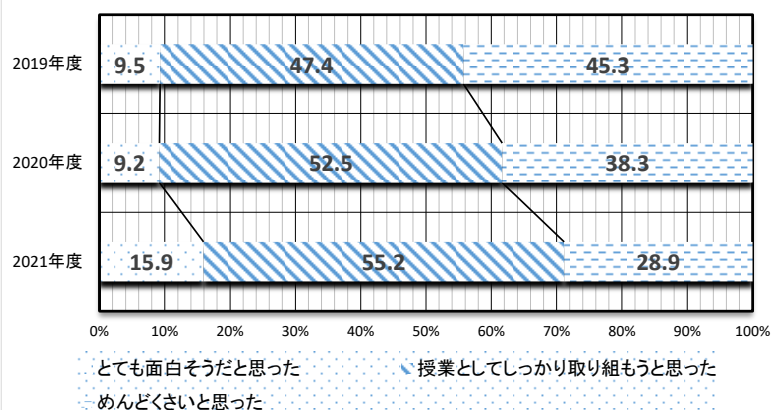
探究活動を本校で開始して、今年度で5年目となる。過去3年間の傾向を比較してみると、「とても面白そうと思った」「授業としてしっかり取り組もうと思った」と考える生徒が徐々に増え、本年度は70%を超えている。高校に入学して初めて探究活動というものに携わることに對して、探究活動開始直後は期待半分、不安半分という気分がアンケートに現れていた。

2年次生3年次生が経験し、先輩生徒からの体験を聞くことや

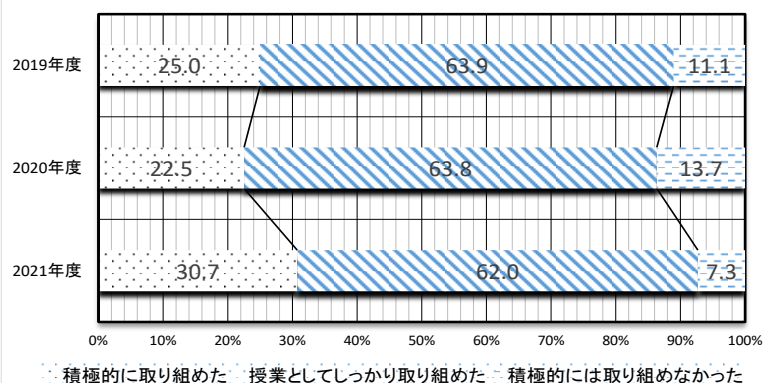
ガイダンスの中で過去の先輩たちの取組を聞くことで、年を経るごとに、良い活動にしようとする心構えが向上していることが伺える。今後はガイダンスで2年次生の体験談や深い学びに結びつけた経験談などを取り入れて、探究活動に対するモチベーションを上げていくことも考えていきたい。2年次生にお願いしているポスター発表の見本指導などは概ね1年次生に好評である。

次に、1年間実施した後の感想を尋ねると、約90%の生徒が、「積極的に取り組めた」または「授業としてしっかり取り組めた」と考えている。実施前30%近くの生徒が「めんどくさい」という回答をしていたが、最終的には真面目な姿勢で取り組んでいることがうかがえる。1年次担当教員からも生徒の探究活動への取組は真剣であると聞いている。

探究活動取り組む前の気持ちはどうでしたか



探究活動を行ってみてどうでしたか



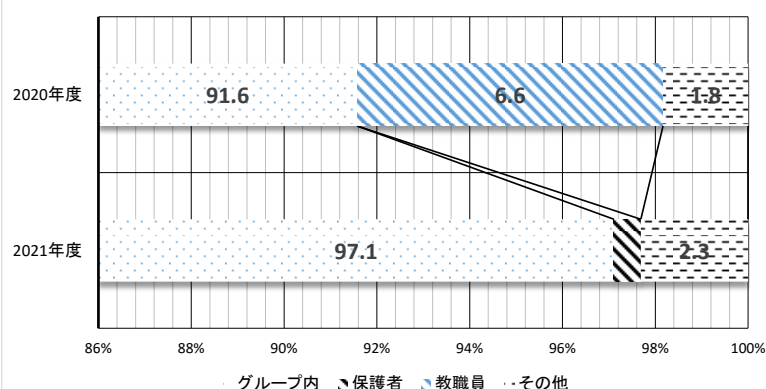
(3) 探究活動のテーマ決定（質問項目②）について

例年「課題研究のアプローチと観点」をテーマに千葉大学の先生より講義をしていただき、研究を進める際のアドバイスを頂いていたが、本年度は新型コロナウイルス感染症の影響で講演会が実施できなかった。その代わりに、千葉市政出前講座を行った。10講座ある出前講座にグループで受講した。市の関係者に来校していただき、「地域の防災対策について」や「LGBT(性的少数者)について」

など10講座を開講した。ここで受講した講座内容が探究活動のテーマ決定で大きな役割を果たした印象がある。千葉市の問題とSDGsの関連をグループ内で話し合う中で、自分たちのテーマを作成していったというテーマ決定のプロセスが、保護者や教員に対する相談数の減少に影響したようである。

また、生徒のアンケートには、テーマを「千葉市」に限定せず広いテーマにしてほしいという

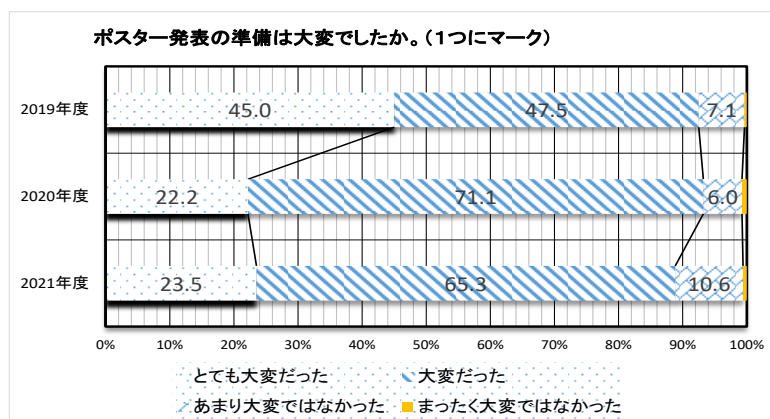
探究活動のテーマをどのように決定しましたか



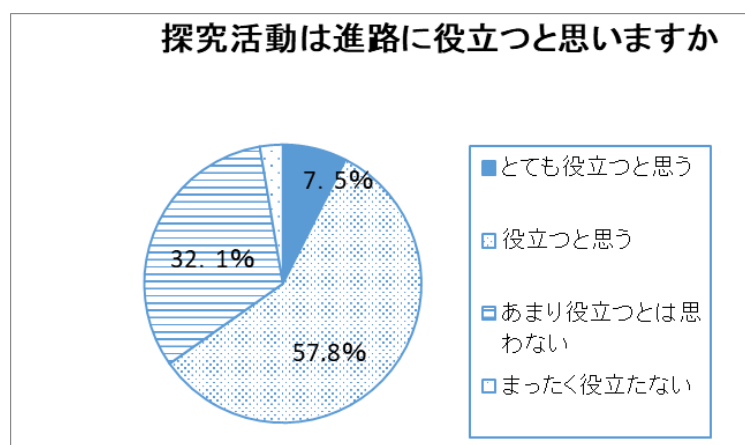
意見も出ている。

(4) 探究活動を実施してどのような効果が見られたのか（質問項目⑤，⑧）について

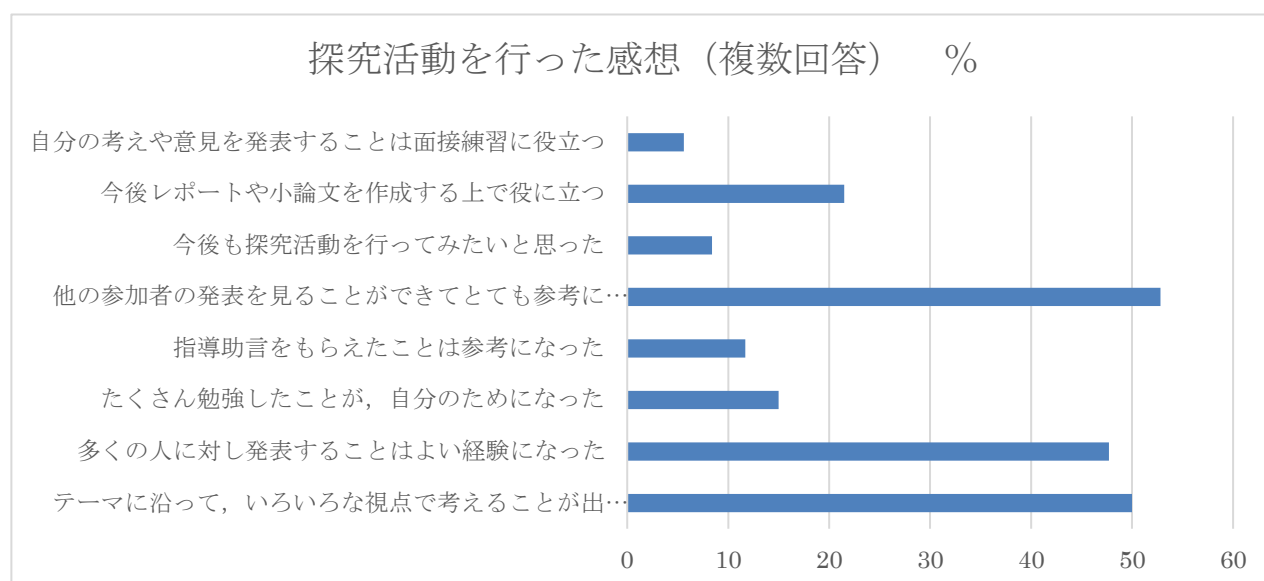
本校の探究活動を実施する目的として生徒全体の能力（課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力等）を向上させ、次世代を担う人材の育成を行うことが挙げられる。その中でも自己表現能力の向上について、ポスター発表・リサーチレポートの提出・千葉市モノレール車内に飾るポスター作成と今年度も3種類を作成した。その中で、90%の生徒たちが、大変だったと回答している。本年度には、12月の中間考査とポスター発表の時期が重なったため、時期をずらしてほしいとの要望が多かった。



また、進路選択に役立つかどうかという質問では、役立つと感じている生徒の割合が昨年度より20ポイントも増加している。これは、SDGsの考え方を紹介したことにより、将来の社会生活に目が向き、また、探究活動の目標である課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力等を育成したことで、社会の問題を自分のこととして捉えることができたためと考えられる。



最後に探究活動を行った感想を聞いた質問に対する回答は以下のとおりである。



半数に近い回答として「他の参加者の発表をみる事ができてとても参考になった」52.8%、「テーマに沿っていろいろな視点で考えることができた」50.0%、「多くの人に対し発表することは良い体験になった」47.7%などがあげられる。またSDGsを絡めた地域の問題に対し、自分のこととして考え学ぶ機会が持てて良かったとする生徒も多かった一方で、なぜ探究活動をやらなければいけないかわからないという記述も散見される。社会性の高い課題に対して、興味を持てた生徒と意味を感じられなかった生徒が混在した。

本年度は外部講師の講演会や外部への実地調査などを行えなかったことで、外部から見た本校の取組に対する意見が生徒たちに伝えられる場がなくなっている。このことが探究活動の持つ社会的意味を生徒たちに感じさせる機会を減らしたとも考えている。加えて、オリエンテーションなどスタートの学習で探究活動に対する学習の意味や目的を生徒たちに浸透できなかった。オリエンテーションの質的な向上も求められている。

3 探究活動の課題と今後の展望

(1) 課題（生徒アンケートの自由記述欄より）

肯定的意見

- ・ 自分で調べたり、聞いたりした内容を班の人たちとともに理解を深めたり、ポスターにするという流れが、とても自分のためになった。
- ・ 他の班の発表を見ると、聞き手を引きつける工夫や手間が掛けられていて、すごいと思った。
- ・ 学校と取り組みを超えて、社会に生きる一人の人間として有意義な時間だった。
- ・ ひとつの問題を多くの視点から観察し、どのように考察するべきなのかを学ぶことが出来た。
- ・ 行政が行った調査のデータを使って、自分たちが欲しい情報を算出するのがとても学びにつながり、楽しかった。
- ・ ひとつのテーマからいろいろな派生させて、様々な視点から物事を見ることができた。
- ・ テンプレートもなしに完全に自分たちで自由にできたことが面白く良い体験だった。
- ・ テーマに沿って問題と解決策を考えることは大変だったが、良い経験になった。
- ・ 身近な場でSDGsを学び、問題を解決しようと考え班員と協力出来たことはすごくいい経験となった。モジュールで習ったことも今後活かして行きたい。
- ・ 千葉市が抱える問題を知ることができて良かった。自分たちにできることがたくさんあることも分かったので意識して生活したい。
- ・ 自分から知ろうとしないようなことを学べてよかった。
- ・ 最初は後ろ向きな気持ちだったが、調べていくうちに興味を持てる分野が見つかり、とてもためになった。
- ・ 自分たちだけで考えて作った発表を一日に聞いてもらって楽しかった。
- ・ 自分の思っていることや意見を分かり易く発表することはとても大切だと思いました。

- ・ 友達と協力して問題解決のために取り組むのは楽しかったし、勉強になった。
- ・ レポートや小論文を書くよい勉強になった。
- ・ 図表を書いたり深いところまで調べ物ができて良かった。
- ・ 1人では考えつかなかったり、できなかったことが、6・7人のグループになることで、多くの意見や活動を取り入れたものが発表できた。
- ・ グループで協力してできた。一つの課題について深く考え、対応策を見つけることはとても大切だと感じた。
- ・ たくさんの方からコメントを頂き、班のテーマを客観的に捉えることができた。
- ・ 初めて大勢の前で大がかりな発表をした。その準備、修正を何度も繰り返して、その度にたくさんのものを得られた。本当に貴重な経験となった。
- ・ 自分は人前で発表することが苦手なので、とても良い経験になった。今まで自分の中だけで考えたり決めたりすることが多かったが、班として話し合うことができて客観的な考えができるようになった。
- ・ 他の人の発表の仕方がとても参考になった。他班の工夫点を分析して自分の発表に活かしたいと思った。今回学んだことを今後の様々な活動に役立てたい。
- ・ 探究活動を通して、どうすれば発表を効果的にできるか、どうすれば納得してもらえるかについて考え、とてもためになった。今回はあまり効果的に発表できなく、根拠が少なかったと思うので、2年生になったらもっと努力して感心させられるようになりたい。
- ・ 他の人の発表や、質疑応答を見て勉強になった。
- ・ この探究活動で調べたことや他のグループの発表を聴いて知ったことを、今回だけにならないように、現実的な問題として考えたい。
- ・ レポートの書き方とか、とても勉強になった。
- ・ 自分なりの仮説を立て、それを検証しアウトプットするという一連の活動は必ず将来の役に立つと思う。
- ・ これらの経験はとても社会のためになると感じた。
- ・ 大変なこともあったけど、楽しかった。
- ・ 他のテーマについても調査してみたいと思った。
- ・ 他のクラスの発表も聞くことができて良かった。また、様々なテーマがあり、自分自身も考える良い機会となった。
- ・ 理数科の発表がすごく面白かった。

否定的意見

- ・ テスト期間に発表リハーサルを入れるのはやめて欲しい。
- ・ テーマがSDGsとスケールが大きいものを千葉市のなかで考えるのは難しい。
- ・ SDGsの枠組みを設ける必要はなかったのではないかと思った。
- ・ 発表に対する質問・意見が辛辣で辛かった。意欲を失うような言い方を沢山された。
- ・ 発表や予行練習の日程をもっと前から知らせて欲しかった。
- ・ 個人で研究したかった。やりたいことがあったので、SDGsに範囲を絞って欲しくなかった。
- ・ モジュール授業の日数がもう少し少なくて良いと思う。発表準備が大変だったのでそちらに時間を使うべき。
- ・ 4月の説明が不十分。目的、やる意味が曖昧で何をやればいいのかわからなかった。
- ・ 探究を行う前にSDGsを学びたかった。
- ・ 高校生の頭で新しいことを提案するのはとても大変だと思った。
- ・ とても長期的で大変だった。
- ・ この探究活動と進路選択との結びつきが明確に示されておらず、比較の対象も分からない。

生徒からの意見として、テーマ設定方法の改善を求める意見が多く出ていた。このことを来年度の課題として、発展させていきたい。

(2) 今後の展望

今年度も新型コロナウイルス感染症の影響で当初の計画通りには進まなかったが普通科生徒による探究活動は5年目であり、昨年度までの経験や反省を活かして取り組むことができた。実地調査はできず、インターネットで情報を収集し、仮説を検証することが本年度の主な取組となった。様々な視点でテーマの内容を考え、ポスターなどの作成をする際には、より主体的に1年次生が考え活動するだけでなく、2年次生から1年次生にアドバイスをする時間を設けて探究活動を学校全体の取組へとすることが重要であると考え。先輩から知識をもらい自分の考えと融合させ、更に後輩へと引き継いでいく。そうすることにより、学校としての探究活動は成熟していくことが期待される。

また、探究活動の意義を教員間でもう一度確認しこの活動を通してどのような体験をさせ、どのような学びを目指しているのかを再確認したい。その上で、4月のオリエンテーションを充実させる必要も感じている。場合によっては「総探モジュール」の時間もうまく利用して、生徒たちが行うべき課題をそのスケジュールや作業だけでなく態度や姿勢にまで言及した指導ができるのではないかと。2年次生・3年次生に探究活動で何を学んだかをアドバイスしてもらったりもビデオメッセージなどを駆使することも可能かもしれない。「こんなところが面白かった、学ぶことができた」という体験談は1年次生にとって興味をもって聞くことができるであろう。また、探究活動へのモチベーションを上げる効果も期待できる。

探究活動を経験した2年次生が1年次生に関わる機会をさらに増やして教員だけでなく先輩生徒が後輩生徒に助言をしながら、生徒一人一人の課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力をより高め、次世代における人材の育成を目指していきたい。

また、本校理数科・SSHコースでの課題研究の際に行われていた基礎実習を普通科の探究活動に応用し、本年度から1年次の総合探究の時間を2単位実施し、各教科の視点で科学的な問題を考える授業「総探モジュール」(1単位)を行った。「課題発見能力」「課題解決能力」「自己表現能力」の育成を目指したものであるが、現在、実施5教科で今年度の反省と来年度の展望を検討している。

資料 1

探究活動テーマ一覧表

No.	クラス	班番号	テーマ	担当職員	実地調査予定地
1	A	1	公共交通機関推奨隊が物申す！！	大戸	①JR千葉支社・京成バス・千葉都市モノレール株式会社 ②都市局都市部交通政策課
2	A	2	道路上の交通事故防止について	大戸	①千葉県警察交通部交通総務課 ②千葉市民局市局自治推進部地域安全課
3	A	3	「みなと」を中心としたまちづくり	大戸	千葉市都市局海辺活性化推進課
4	A	4	千葉市住みやすさ革命	松本	市民局生活文化スポーツ部男女共同参画課
5	A	5	千葉市でコロナ禍でも楽しもう	松本	経済農政局経済部観光プロモーション課
6	A	6	環境に配慮した海辺の利用について	松本	環境局環境保全部環境保全課
7	B	1	リサイクルについて	堀越	千葉市役所環境局資源循環部廃棄物対策課3R推進班
8	B	2	千葉市の自然を豊かにしよう	堀越	環境局環境保全部環境保全課①環境省②
9	B	3	千葉市のジェンダー問題の解決策を考える	高澤憲	千葉市役所男女共同参画課千葉市共同参画センター
10	B	4	災害対策について	高澤憲	総務局危機管理課総務局防災対策課
11	B	5	千葉市の財政	高澤憲	千葉市役所財政局
12	B	6	千葉の海の課題と未来	河邊	千葉市都市局海辺活性化推進課稲毛海岸
13	C	1	大気汚染	河邊	千葉市環境規制課
14	C	2	ジェンダー	河邊	①千葉市役所スポーツ部男女共同参画課 ②教育委員会教育総務部企画課 ③千葉市ダイバーシティ推進事業部
15	C	3	千葉市の緑と暮らし	坂巻	①千葉市役所都市局公園緑地部緑政課 ②千葉市役所環境局環境保全部環境保全課温暖化対策室
16	C	4	イチゴとメロンの二モ作による地元とのつながりとその持続性	坂巻	ちかは農園ハウス隣接直売所
17	C	5	千葉市の交通安全	坂巻	①千葉県警察署交通部 ②学校(海浜打瀬小、打瀬中、蘇我中など)
18	D	1	片親家庭の貧困	渡邊	千葉市役所こども未来局こども未来部子ども家庭支援課
19	D	2	コロナ禍における子供の教育	渡邊	千葉市教育委員会学校教育部教育指導課
20	D	3	「ちょっと待って、この世の中生きづらくないですか？」	渡邊	すこたんソーシャルサービス
21	D	4	健康で幸福なマスクなしの生活	田中良	千葉市役所保健福祉局健康保険課
22	D	5	回そう！千葉市の経済	田中良	経済農政局経済部経済企画課
23	D	6	#東京湾を救いたい	田中良	千葉市役所都市局海辺活性化推進課海辺班
24	D	7	千葉市の自然と動物のつながり	松下	千葉市役所環境局環境保全部環境保全課自然保護対策局
25	E	1	私たちに身近な食糧不足	松下	1. 政策企画課統計室 2. 経済農政局農政部農政課
26	E	2	千葉市のゴミの削減について	齋藤	1. イオンモール幕張新都心 2. 幕張メッセ
27	E	3	海洋ゴミの再利用と水質汚濁について	齋藤	環境局環境保全部環境総務課
28	E	4	電気自動車の現状の課題・問題点	齋藤	環境局資源循環部廃棄物対策課
29	E	5	わがまちの下水道	川等	1. 千葉市水道局 2. 柏井浄水場
30	E	6	海と川の汚れと山の関係	川等	環境局環境保全部環境規制課水質係
31	F	1	食糧問題について	佐久間	①フードバンク千葉②子ども食堂③千葉市大宮給食センター
32	F	2	すべての人に健康と福祉を	佐久間	①保健福祉局医療衛生部医療政策課②JR千葉支社
33	F	3	プラスチックごみ	佐久間	①新浜リサイクルセンター②環境局資源循環部廃棄物対策課
34	F	4	防災マップ大改革	山口	①市千葉・稲毛駅周辺の、避難所と公道の危険箇所②総務局防災対策課
35	F	5	海洋ごみ	山口	①稲毛海岸②海浜幕張③千葉愛の教会(清掃ボランティア)
36	F	6	地球温暖化	山口	①千葉市役所環境保全部温暖化対策室②東京電力③千葉火力発電所
37	G	1	千葉市の学校外教育	山田裕	科学館(キボール) 図書館 博物館 美術館
38	G	2	千葉市の課題や特徴と改善策	山田裕	中央区役所地域振興課
39	G	3	千葉市のコロナ禍における通常医療の現状	山田裕	保健福祉局医療衛生部医療政策課 病院局経営管理部経営企画課 保健福祉局健康部健康企画課 病院局市立青葉病院事務局
40	G	4	住み続けられるまちづくりを	佐藤洋	JR 美浜区役所
41	G	5	海洋プラスチックを減らすには	佐藤洋	千葉市役所環境局環境保全部環境総務課
42	G	6	LGBTQ+についての社会、学校の課題と向き合い方について	佐藤洋	市民局生活文化スポーツ部男女共同参画課

探究活動を経験した2年次生が1年次生に関わる機会をさらに増やして教員だけでなく先輩生徒が後輩生徒に助言をしながら、生徒一人一人の課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力をより高めることで、次世代における人材の育成を目指していきたい。

Ⅱ 課題研究の先進的指導法と評価法の確立

研究の仮説

- 各取組において育成したい能力（課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力等）を明確にし、その能力育成に向けて指導する内容を再構成することや、指導と評価を一体化することにより、効果的に各能力を育成することができる。
- 普通科SSHコースのカリキュラムを見直し、フィールドワークやデータ分析の強化を行うことにより、質の高い課題研究が増える。
- 課題研究の国際的な評価基準を研究し、指導法を計画的・組織的に継承するとともに、生徒の研究内容の高度化に対応して指導体制を整えることにより、課題研究の質をさらに向上させることができ、科学コンテスト等での入賞が増加する等の成果をあげることができる。

実施した内容 ～課題研究の先進的指導法と評価法の確立～

- ア 生徒自身が身に付いた能力を確認できるルーブリックを活用した評価の開発
- イ 課題研究内容の高度化に対応した指導体制の確立
- ウ 教育効果の高い研究発表会の開催

研究方法

- ア 課題研究のルーブリックを活用した評価及び校内発表(ICH Science and Engineering Fair : ICHEF)評価を組み合わせることにより、「生徒が課題発見能力、課題解決能力、自己表現能力をどれくらい身に付けたのかを自ら感じられる評価」と、「課題研究を客観的にとらえる評価」の確立を目指すとともに、Institution for a Global Society株式会社の「Ai GROW」（以下Ai GROWと記す。）を活用することでルーブリックを活用した評価の妥当性を考察する。
- イ SS-課題研究における講座に課題研究基礎講座（数学）と研究倫理講座を導入することで、課題研究において統計学的処理と研究者としての心構えや真摯に取り組む姿勢を向上させる。
- ウ 千葉クロススクールサイエンスフェスティバル（CCSS Festival）・千葉クロススクールサイエンスフォーラム（CCSS Forum）を開催し、市内の小・中学校及び近隣の高等学校における自由研究・課題研究の交流や教員の指導者交流、専門家による指導により課題研究に充実を図る。

研究の成果・課題

- ア まず第Ⅲ期の課題研究における評価方法の推移を示す。

表1 本校における課題研究評価方法の推移

年度（年次数）	評価方法の推移
平成29年度（第1年次）	ルーブリックを活用した評価の導入 ICHEF評価の導入
平成30年度（第2年次）	リサーチプランの導入
令和元年度（第3年次）	各評価の改善（評価内容）
令和2年度（第4年次）	各評価の改善（実施回数・実施時期）
令和3年度（第5年次）	「Ai GROW」導入による評価妥当性の検証

- 1 課題研究において「生徒が課題発見能力、課題解決能力、自己表現能力をどれくらい身に付けたのかを自ら感じられる評価」に関する研究

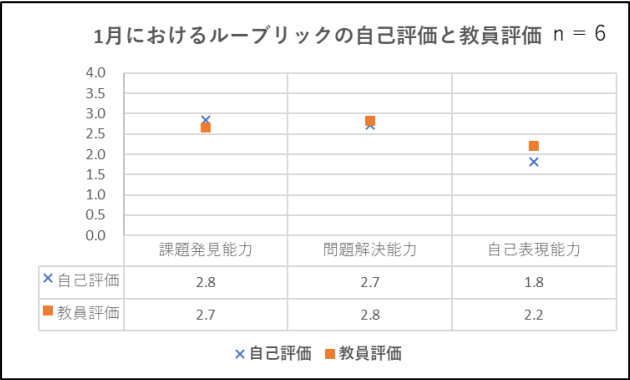
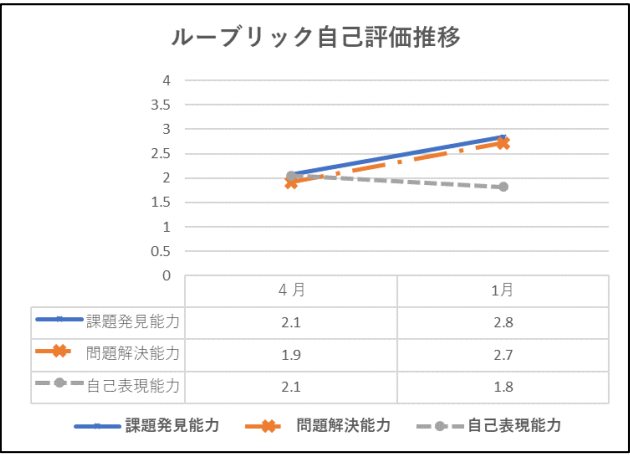
S S Hコース生徒を対象に、課題研究開始時（4月）に課題研究に取り組む目的、評価項目等の説明プリントを配布し課題研究に実施前の自己分析を行い、課題研究終了時（1月時点）に終了時点での自己分析を行い比較した。S S-課題研究において使用しているルーブリック評価表を下記に示す。

令和3年度 SS課題研究自己評価シート Ver 3. 1					A 姓 名 氏 名	
評価日：令和 年 月 日		評価の観点				
	指標により身に付けて欲しい能力	自分の身の周りにある問題を発見する能力 (課題発見能力)	問題解決法についての検証と分析 (課題解決能力)	実験を通しての表現力 (自己表現能力)		
		○自分の身の周りにある問題の中から課題について、問題の整理とその解決法について思考して、それらを整理して、課題を発見する能力	○自分が考えた課題と解決法(仮説)について、実験中の課題を整理、その結果を考察する能力 ○実験中の結果を元に改善の課題方法の改善や条件等の改善等を適切に行う能力	○自分の実験内容を十分整理し、相手にわかりやすいポスターやプレゼンテーションを作成する能力 ○相手の質問を的確にそれに対して適切に回答できる能力 ○自分の発表に対して適切にわかりやすく説明できる能力		
評価資料	デモンストラ	相手に自分の考えをわかりやすく伝え、相手の考えを理解できる能力				
	実験や思考の記録	検証の方法、結果を整理し、その記録を整理できる能力				
評価資料	ポスターや論文	自分の検証結果を整理してまとめる能力				
4点		問題点の原因とその解決法について明確に説明でき、かつ教員にに対してわかりやすく説明できる。問題点についてもしっかりと説明でき、かつ教員にに対してわかりやすく説明できる。	問題点を整理し、仮説を立て、実験の結果を整理し、その結果を考察する能力が十分にある。問題点の原因とその解決法についてもしっかりと説明でき、かつ教員にに対してわかりやすく説明できる。	自分の実験内容を十分整理し、先生の指導をしっかりと受け、相手にわかりやすいポスターやプレゼンテーションを作成できた。また、相手の質問を的確に回答でき、かつ相手にわかりやすく説明できた。		
3点		問題点の原因とその解決法について明確に説明でき、かつ教員にに対してわかりやすく説明できる。	問題点を整理し、仮説を立て、実験の結果を整理し、その結果を考察する能力が十分にある。問題点の原因とその解決法についてもしっかりと説明でき、かつ教員にに対してわかりやすく説明できる。	自分の実験内容を十分整理し、先生の指導をしっかりと受け、相手にわかりやすいポスターやプレゼンテーションを作成できた。また、相手の質問を的確に回答でき、かつ相手にわかりやすく説明できた。		
2点		問題点の原因について明確に説明できているが、解決法についての思考が十分でない。	問題点を整理し、仮説を立て、実験の結果を整理し、その結果を考察する能力が十分にある。問題点の原因とその解決法についてもしっかりと説明でき、かつ教員にに対してわかりやすく説明できる。	自分の実験内容を十分整理し、先生の指導をしっかりと受け、相手にわかりやすいポスターやプレゼンテーションを作成できた。また、相手の質問を的確に回答でき、かつ相手にわかりやすく説明できた。		
1点		問題点の原因と解決法について説明が十分でない。	問題点を整理し、仮説を立て、実験の結果を整理し、その結果を考察する能力が十分にある。問題点の原因とその解決法についてもしっかりと説明でき、かつ教員にに対してわかりやすく説明できる。	自分の実験内容を十分整理し、先生の指導をしっかりと受け、相手にわかりやすいポスターやプレゼンテーションを作成できた。また、相手の質問を的確に回答でき、かつ相手にわかりやすく説明できた。		
自己評価 自分で1～4点をつけてください。 少数第1位までつけてください。		点	点	点		
生徒のコメント						
教員のコメント						
教員の評価点		点	点	点		

図1 令和3年度 ルーブリック評価表

右にルーブリック自己評価推移のグラフを示す。縦軸は評価点（0：最低～4：最高）、各数値は生徒（n＝6）の平均値をとっている。課題発見能力・問題解決能力についてはそれぞれ0.7ポイント・0.8ポイントの上昇がみられた。これは後記に示す年間スケジュールにおけるカリキュラムやフィールドワークなどを経験したことにより、成長の実感が得られたと考えられる。一方自己表現能力については0.3ポイントの低下となった。今年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響から軒並み発表会が中止となりポスターやスライドを実際に使ってプレゼンテーションをおこなう機会が減ったことで自己の成長を感じる事ができなかったと思われる。昨年度はプレゼンテーションが例年並みにおこなわれ自己表現能力も約0.5ポイントの上昇がみられていることから、プレゼンテーションの機会の場を提供することが重要であると考えられる。

次に自己評価と教員評価では課題発見能力・問題解決能力ともに大きな差はなく、生徒の自己意識と教員の評価が適切に行われていることを示している。自己表現能力については0.3ポイントの差が生じ、自己評価が低くなっている。この傾向は毎年出ており、生徒の自己肯定感が影響していることが考察されている。（平成



29年度指定SSH研究開発実施報告書第2年次) この差を埋めるには前記にある、プレゼンテーションの機会を増やすとともに教員の声掛けに褒めるワードを盛り込む、また下級生への指導を行うことで、いわゆるお兄さん・お姉さんの立場から自分の成長を確認できるカリキュラムなどを取り入れることで解決できるのではないかと考える。

2 「課題研究を客観的にとらえる評価」に関する研究

課題研究を進めていく過程でリサーチプランを作成させた。内容を下記の図2に示す。これにより実験の手法や目的を整理することができ、さらに内容をまとめる能力が身につく。また定期的に指導教諭の指導を受け、改訂することで実験の問題点や新たな進展を確認することができる。この要旨をもとに課題研究の総仕上げとしてISEFの評価基準を本校の課題研究に沿うような形にアレンジし(ICHEF)、課題研究担当者全員によるすべてのポスターに対してのプレゼンテーション評価を行った。ICHEF評価用紙を図3に示す。

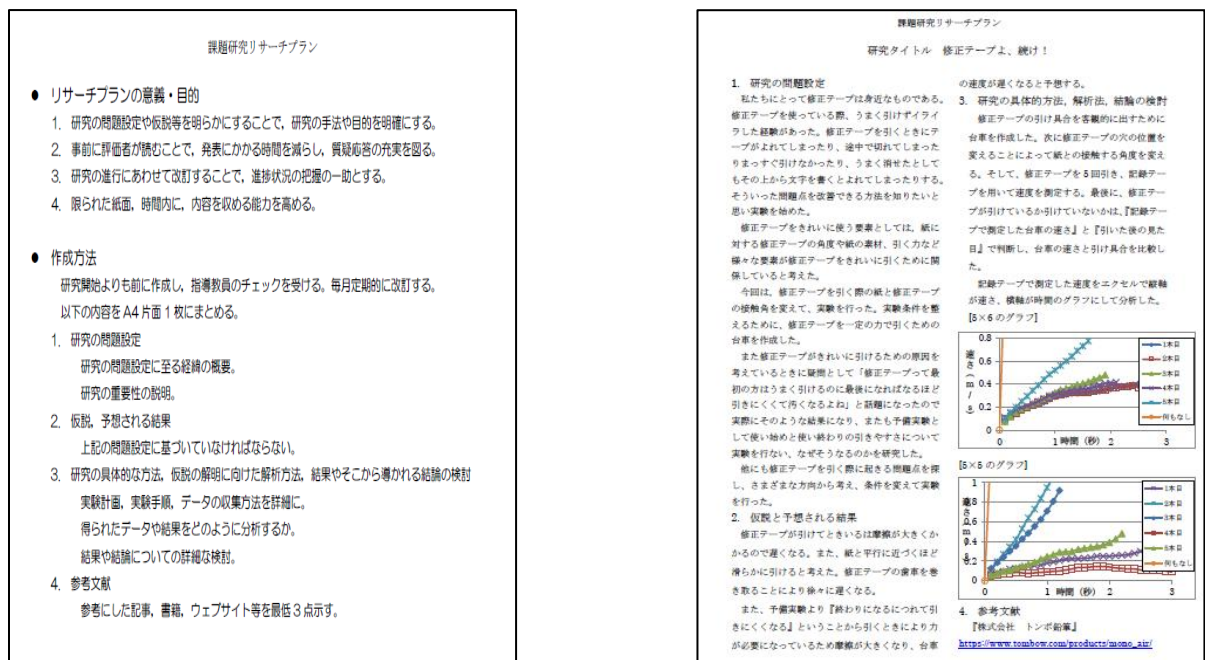


図2 リサーチプラン内容

ICHEF2021 Judge Paper				
Title				
メンバー:				
項目	段階	評価	備考	
実験ノート	項目・内容ともに十分で整理がよく、再読実験に堪える。	9-10	客観性・客観性の指標 1. 日付 2. 実験のタイトル 3. 実験の目的 4. サンプルの準備 5. 手順 6. 気づいたことや考えたことなどの記録や考察	
	項目・内容ともに十分で整理がよい。	7-8		
	項目・内容ともに十分	5-6		
	項目・内容どちらかが十分	3-4		
	項目・内容ともに不十分	1-2		
方向性の進展	新たな結果から考察を導き出している	9-10		
	取組んだ結果より新たな仮説を立て実験(計画)を行っている	7-8		
	結果から考察を導き出している	4-6		
	仮説を立て実験(計画)を行っている	1-3		
	なし	0		
先行研究	十分な調査が行われている	2-3		
	調査なし・調査不十分	0-1		
実験回数	十分な実験回数 または 論理的な説明	0-4		
	表・グラフの分析 正しく計算がされているか	0-3		

図3 ICHEF2021 Judge Paper

今年度、夏季に校内で発生した新型コロナウイルスのクラスターにより夏休みの課題研究時間が大幅に削減された関係でプレゼンテーションの内容も厳しいものとなってしまった。今年度は特に担当教員とコミュニケーションを取りながらリサーチプランをブラッシュアップしていく回数を多く設けた。担当教員としての私感になるが、このことで実験結果から新たな仮説を設定し次の実験を構築していく力が身についた手ごたえを感じた。生徒との研究に関してのコミュニケーション回数が増えれば、生徒自身が研究に対して深く思考し、担当教員も生徒に理解を促すための指導助言方法の工夫や知識の習得をしていくなど双方にとって良い刺激となっていると感じた。

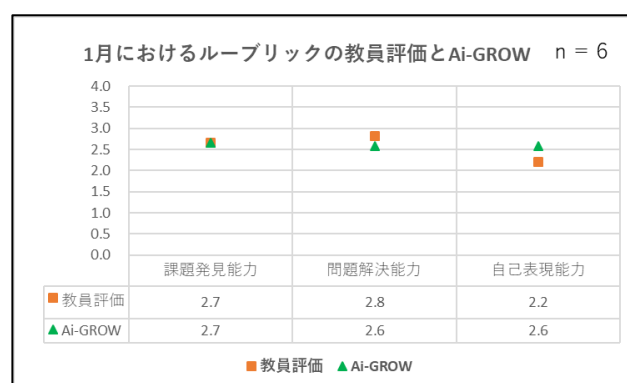
3 Ai GROWを活用したルーブリックによる評価の妥当性の考察

Ai GROWとは生徒の資質・能力と各種教育活動の教育効果を定量化する教育機関向け評価ツールである。具体的には各個人のコンピテンシー（行動特性）を測定することができるため、ルーブリック評価における3つの項目が下記のコンピテンシーとして表される（表2）。両評価を比較検討し、ルーブリックを活用した評価の妥当性を検証した。

表2 ルーブリック評価項目とAi GROW によるコンピテンシーの互換

ルーブリックを活用した評価における項目	Ai GROWによるコンピテンシー
課題発見能力	創造性 課題設定
問題解決能力	解決意向 個人的実行力 論理的思考
自己表現能力	論理的思考 表現力 共感・傾聴力

右に1月におけるルーブリックを活用した評価の教員評価とAi-GROW（Ai-GROWの点数は100点満点を4点換算に縮小している）を比較した。課題発見能力では評価が一致し、問題解決能力では0.2ポイントの差異と概ねルーブリックを活用した評価における教員評価に妥当性がある事が示唆された。一方自己表現能力では0.4ポイントの差異があり、妥当性があるとは言えない結果となった。この原因としては教員が評価をする場面（ICHEF・論文作成・発表大会）において生徒の能力が最大限発揮されていないため教員評価が低いのか、教員が正確な評価をおこなえていないのか2つが考えられる。今年度は新型コロナウイルス感染拡大によりプレゼンテーションの機会が減少し十分な経験を積むことができず、本番に緊張せずに伝えられる精神力の向上や場慣れが不足しており教員評価が低い傾向にあるのではないかと考える。また論文やスライド・ポスターなどの資料作成ではPCの能力（エクセル・ワード・パワーポイント等）が非常に重要であるため後述に示す基礎講座においてさらなる充実をおこなう事で生徒の表現におけるツールが増え、能力の最大限の発揮が見込まれる。またルーブリックを活用した評価の項目においてPC技術やプレゼンテーションにおいての立ち振る舞い等を細かく明記することで教員側の正確な評価につながるのではと考えている。今年度はAi-GROWの導入が遅れて、1度しかデータを収集する事ができなかった。ルーブリックと同様に課題研究開始時と終了時におこなう事で今回の検証をさらに深めていけるだろう。またAi-GROWは調査時期のメンタルの状態が結果に影響を及ぼすことがわかっている。調査時期を検討し、なるべく影響が出ないような配慮も必要となってくるだろう。なお今回はサンプル数が6と非常に少なく、継続して調査をおこなってデータの蓄積に努めたい。



イ S S－課題研究の年間スケジュールを示す。

表2 S S－課題研究の年間スケジュール

		講座	発表会
4月	課題研究基礎	・課題研究基礎講座 (物化生地数)	
5月		・実験ノート・ポスター作成講座	課題研究基礎講座 成果発表会
6月	課題研究	・研究テーマ設定講座 ・研究倫理講座	
7月			
8月			
9月		・スライド作成講座	千葉大学高校生理科 研究発表会
10月		・プレゼンテーション講座	
11月			CCSS Festival
12月			CCSS Forum
1月	論文作成		
2月		・科学的文章（論文）作成 講座	英語オーラルプレゼ ンテーション
3月			千葉県高校生課題研 究発表会

昨年度の課題研究では測定した結果（数値）に対して統計学的処理をおこない検討・考察することが少なかったことを反省し、新たに課題研究基礎講座に数学を開設することで問題解決能力の育成を期待した。右図は統計学の基礎的な内容を講義した時の様子である。平均値や中央値、分散や標準偏差等をP Cを使用しながら学んだ。これにより実験から求めた生データを処理し検討することで結果や考察の信憑性向上につながると理解できた。今年度のSSHコース課題研究における統計学的処理の状況を示す。



図4 課題研究基礎講座（数学）

- ・生物分野 テントウムシはおてんと様が好き？ ⇒ カイの二乗検定
- ・地学分野 雪は発生した時から帯電しているのか ⇒ 標準偏差
- ・物理分野 弦の張力と音の関係について ⇒ 標準偏差
- ・化学分野 花火の火薬における炭素数の関係 ⇒ 標準偏差

全5チーム中4チームが統計学的処理を導入しており、実験の定量化やその数値も取り扱いについて、今回の講座導入は非常に有意義であったと考える。来年度は時間数を増やし、さらに統計学的知識を増やし課題研究を発展させることに寄与したい。さらに大学教授など専門家を講師に招いて授業をおこなう事ができればさらなる成長が期待できるのではないかと考える。

また昨今の相次ぐ不正研究行為や不誠実な研究活動の防止のために、研究者自身が自らを律し崇高な倫理観を持って行動する事が求められている。そこで今年度より研究倫理講座を開設し、各個人が研究者であることを自覚し、誠実な研究を行うことを期待した。ケーススタディを多く用い

て、研究の5つの基本精神を中心に講義を行った。下記にテキストの例を示す。

○研究不正行為

- ねつ造** 存在しないデータや研究結果などをつくる。
- 改ざん** 得られた結果を書き換えたり、一部だけを取り除く。
- 盗用** ほかの研究者のアイデアや方法を、その人に黙って使用する。

○研究の5つの基本精神

- ① **ウソ**についてはいけない。
- ② **自分自身**で確かめる。
- ③ 誰にでも理解でき、**再現**できる。
- ④ **公平**な態度をとる。
- ⑤ そのアイデアが**どこから来たのか**を考える。

○シミュレーション

これからあげる状況についてあなたならどんな行動をとりますか？
考えてみよう。

シミュレーション1

あなたは、地元を離れた地域で、科学イベントに参加しました。そこで知り合ったAさんは、とても研究熱心な人で、仲良くなったあなたはAさんと研究の話で盛り上がりました。Aさんの研究はどれも興味深いものばかりで、あなたはAさんの研究をやってみたくまりました。どうやらAさんも、あなたと同じ気持ちのようで、こんなやりとりがありました。「あなたの研究って、とても興味深いね。私も同じ研究をやりたいのだけど、よかったら、詳しい方法とかを教えてください。教えてください。私の研究についても教えるけど…」

あなたは家に帰り、研究の詳しい資料をメールしました。すぐにAさんから詳しい資料が送られてきました。あなたは、Aさんの研究を自分でもやってみて、さらに、まったく違う視点の研究を夢中になって行ないました。

ある日、Aさんからメールが来ました。

「じつはちょっと相談があるのだけど…。あなたの研究のうち、あなたの学校の理科作品展に応募したものは、あなたの住んでいる地域以外の人は知らないよね？だから…。写真と数値を借りて、私の学校の理科作品展に応募してもいいかな？わたしが今やっている研究が思ったよりうまくいかなくて、応募できそうなものがないの。もしいいよって言うってくれるなら、送った資料の3番から10番は私の学校の理科作品展のものだから、写真も数値も使ってくれていいよ。ね？今回だけ。お願い！」

● あなたならどうしますか？

- ① Aさんは、あなたの写真や数値もそのまま使おうとしています。
あなたがデータの使用にOKを出してもよいでしょうか？
何か問題が起こるでしょうか？
- ② あなたは、Aさんが理科研究賞を受賞した研究をそのまま行なったので、Aさんの研究と同じ結果を自分でも得ています。Aさんはデータの使用にOK出しています。
あなた自身が出したデータを使って、
学校の理科作品展に応募してもよいでしょうか？
何か問題が起こるでしょうか？

図5 課題研究基礎講座（研究倫理）テキスト

生徒は、今まで意識することがなかった研究のルールを学ぶことができたと考えている。また生徒自身が研究者としてのスタートラインに立ったという自覚が芽生えた部分でも大きな効果があったと考えている。今後は研究倫理を専門としている大学教授に講義を依頼するなど、より発展していけたらと思う。

ウ 今年度は新型コロナウイルス感染拡大のためCCSS FestivalおよびCCSS Forumは中止となった。生徒は発表会に向け、ポスターやスライドの準備・発表練習などを行うため大きなスキルアップの機会である。これがなくなる事は非常にマイナスであると考えている。リモートでの開催も検討したものの、設備の関係や日程調整などにより難しかった。発表会の開催は生徒だけでなく教員も多くの交流があり、指導のヒントや情報交換の場となるため教育的効果は高いと感じる。今後はこういった発表会で得た内容を生徒や次の世代の生徒に還元する場も併せて作っていただければと考えている。下記に第Ⅲ期におけるCCSS FestivalおよびCCSS Forumの遍歴を示す。

表3 第Ⅲ期におけるCCSS FestivalおよびCCSS Forumの遍歴

年度（年次数）	開催場所	発表件数	
平成29年度（第1年次）	CCSS Festival 千葉市立千葉高等学校 CCSS Forum 千葉市立千葉高等学校	小学校	10件
		中学校	31件
		高等学校	37件
		計	78件
平成30年度（第2年次）	CCSS Festival 千葉市立千葉高等学校 CCSS Forum 千葉市生涯学習センター	小学校	16件
		中学校	28件
		高等学校	34件
		計	78件
令和元年度（第3年次）	CCSS Festival 千葉市立千葉高等学校 CCSS Forum 千葉市生涯学習センター	小学校	28件
		中学校	39件
		高等学校	41件
		計	145件
令和2年度（第4年次）	※CCSS Fair 千葉市立千葉高等学校	小学校	5件
		中学校	9件
		高等学校	29件
		計	43件
令和3年度（第5年次）	中止		

※CCSS Fair 新型コロナウイルス感染拡大に伴い参加件数を絞り、すべて口頭発表にて実施



図5 CCSS Festival（左）CCSS Forum（中央）CCSS Fair（右）の様子

新型コロナウイルス感染拡大前は、年度を追うごとに発表件数が増加傾向にあり着実に千葉市内における課題研究発表の場として認知されてきている。令和2年度のCCSS Fairでは貴重な口頭発表の機会として参加校の先生方からも好評をいただいた。来年度は開催できることを願う。

第Ⅲ期のまとめ

第Ⅲ期を通して研究した結果、以下の事がまとめられた。

1 評価について

評価についてはルーブリックを活用した評価を用いたが、教員が主観で点数をつける傾向がみられた。そのため、教員が担当する各グループ内での相対評価になりやすくなってしまう。改善点として各項目の基準を明確化することで点数を絶対評価で付けられるようにすることが重要であるが、課題発見能力などの数値化しにくい力を明確化（これができれば〇〇点）することは非常に難しい。しかしルーブリック評価は教員が伸ばしたい能力と生徒の伸ばさなければならない能力のベクトルが同じ向きに揃うという点では非常に効果的であり、課題研究を進めていく上での教育ツールとして活用することが望ましいと感じた。やはり本校が行っているような課題研究を客観的にとらえる評価として、課題研究の担当教員全員がすべてのポスターのプレゼンテーションを評価して、それらを最終的な評価にするべきだと感じた。しかしプレゼンテーション評価のみではグループに対する研究評価であり、誰が表の作成や文章の作成を担当したのか把握できず、各能力の個人別評価を正確におこなう事はできない。そのため、年間を通してデータを処理・分析する能力や文章をまとめる能力を評価すること、プレゼンテーションでの立ち振る舞い等を生徒ごとに評価して加えることも大事ではないかと考える。そのように総合的に能力を評価する手法も検討するべきであると考える。

2 カリキュラムについて

カリキュラムでは年々必要とされることが増え、それに伴って基礎講座の内容も増加している。理科の知識だけではなく様々な領域の学問を学ぶ、まさにSTEAM教育をおこなっているといえる。理科や数学の教員が中心となって行っているが、ここに国語の教員が文章のまとめに関する講義をおこなうなど全校の職員が取り組むべき内容だと改めて感じた。また発表会を経験することで、基礎講座で学んだことを発揮する機会が増え能力と意欲の向上に非常に有効である。また未知の人物に対して発表することはメンタルをタフにし、乗り越えた時の自信にもつながる。知識とメンタルの両輪を回し課題に取り組むことで生徒の能力向上が期待できるのではないかと考える。

3 課題研究の充実について

課題研究の内容が充実するためには、研究とどれだけ向き合ったかという時間的要因が大きく関わっていると感じている。しかし2学次生徒の1年間で、基礎講座からテーマ設定、実験の構築などをおこなうとどうしても研究自体と向き合う純粋な時間は少なくなってしまう。一方、科学系部活動では、その部活が行ってきた実験などのノウハウや先行研究が蓄積されており、所属生徒の課題研究は比較的充実したものが多い。今後は科学系部活動と課題研究の相互関係の構築も視野に入れると良いのではないかと考える。

Ⅲ 先進的な高大接続カリキュラムの開発

研究の仮説

- ・千葉大学工学部と協力し、大学での学びにつながる課題研究や授業を展開することにより、生徒が高校での学びが単に知識や技能の習得ではなく、卒業後も役立つ学びであることを意識するようになる。

実施方法

- ・「高大接続カリキュラム開発連絡協議会」の実施

今年度の連絡協議会において「千葉大学工学部講座」・「高大接続授業」を検討する予定であった。

「千葉大学工学部講座」は将来の高大接続を意識して、次のような方向性を持たせた講座である。

- 高校と大学での単位取得や大学への入学を意識した連携講座
- 高校生にとっての工学部という学部での学びについての内容も取り入れる。
- この講義を受講することで高校の学習内容が大学においてどのように応用されるか知り、その溝を埋めるような時間とする。

令和元年度までは、大学の90分という授業の中でそれぞれのコースの授業を実施してもらった。これにより具体的に高校の内容を大学において応用している分野があることが分かり、これを踏まえて令和2年度より、高校での学習と大学での学習の溝を埋める講座の実施についても研究開発に加えた。「千葉大学工学部講座」は、講義と実習を1日かけて実施する外部連携講座のような形式とは異なり、工学部で実際行われている講義の一部を90分の講義形式で実施するものであり、通常であれば、放課後に千葉大学のキャンパスへ本校生徒が行き講義を受講するものである。この講義は、新型コロナウイルス感染拡大に伴い今年度も実施が困難であった。

そこで令和2年度より高校の学習の内容と大学での講義内容の溝を埋めるような形式で、高校での標準的な50分の授業の中に組み込んだ形の取組を「高大接続授業」として実施した。「高大接続カリキュラム開発連絡協議会」は、コロナ禍という社会状況で開催することはできなかったが、9月にオンラインでの意見交換会を実施し、「高大接続授業」についてのみ実施することを確認した。

＜オンライン意見交換会参加者＞

佐藤 之彦 教授 千葉大学工学部長 大学院工学研究院長

真鍋 佳嗣 教授 千葉大学 先端科学センター長

多田 伸生 千葉大学西千葉地区事務部 理工系学務課副課長 工学部学務室長

村上 道夫 千葉市立千葉高等学校 S S H推進部長

以上4名

千葉大学工学部との協定書

千葉市立千葉高等学校と千葉大学工学部との高大接続事業に関する協定書

千葉市立千葉高等学校（以下「甲」という。）と千葉大学工学部（以下「乙」という。）は、教員が相互に連携して、理数教育における高等学校と大学の接続に資する事業（以下「高大接続事業」という。）を実施することについて、次のとおり協定を締結する。

（趣旨）

第1条 甲と乙の教員が交流する機会を提供し、率直な意見を出し合い、共通認識を深めることにより、理数教育における高等学校と大学の円滑な接続に資する。

（事業内容）

第2条 高大接続事業の内容は、次のとおりとする。

- 一 甲乙双方による授業見学及び教育課程に係る研究協議
- 二 高大接続を意識した連携講座の実施
- 三 その他甲と乙との協議の結果に基づき実施する事業

（経費）

第3条 高大接続事業の推進に関する経費については、甲乙双方の協議のうえ、これを定める。

高大接続カリキュラム開発連絡協議会

平成28年度

第1回 6月30日(木) 14時30分から 本校会議室にて実施

平成29年度

第1回 6月29日(火) 13時10分から 本校会議室にて実施

平成30年度

第1回 7月 3日(火) 13時30分から 本校会議室にて実施

第2回 12月12日(水) 16時10分から 千葉大学工学部 松韻会館会議室にて実施

令和元年度

第1回 9月19日(木) 13時30分から 本校会議室にて実施

令和2年度

第1回 7月21日(火) 13時30分から 本校会議室にて実施

令和3年度

まん延防止等重点措置の適用によって未実施

千葉大学工学部講座（平成30年度及び令和元年度実施）

1 期 日

平成30年度

第1回 平成30年10月25日(木) 17:00～18:30

「コンピュータ外科学：知能機械・情報技術による先端医療イノベーション」

千葉大学工学部 医工学コース 中村亮一准教授

第2回 平成30年11月29日(木) 17:00～18:30

「建築入門 -鉄骨造高層建物の製作・施工を例として-

千葉大学工学部 建築学コース 原田幸博 教授

第3回 平成30年12月18日(火) 17:00～18:30

「原子1層の厚さの物質に現れる不思議な現象」

千葉大学工学部 物質科学コース 坂本 一之 教授

第4回 平成31年1月24日(木) 17:00～18:30

「人間の科学とデザイン」

千葉大学工学部 デザインコース 下村 義弘 教授

令和元年度

第1回 令和元年12月18日(水) 17:30～19:00

「システム工学入門」

千葉大学工学部 電気電子コース 小唄成一 教授

第2回 令和2年1月22日(水) 17:30～19:00

「水質汚染と水の浄化」

千葉大学工学部 共生応用化学コース 天野佳正 助教

2 実施形態、生徒の履修状況について

本校の授業が終了後、生徒達が各自千葉大学工学部へ移動し講義・見学・実習を行うという形式で実施した。

3 参加生徒募集

参加生徒募集においては、接続会議後に講座の開催が決まったため部活動の影響の少ない1年生を中心に募集した。募集要件は千葉大学工学部及び工学部進学希望者とした。

4 生徒の学習状況

今回受講する生徒は、普通科生徒については物理基礎、化学基礎を履修中であり、理数科生徒については、理数物理を履修していない。このため講義の内容は事前に担当の大学教員から送付していただき、必要な場合、事前に学習を行った。

5 参加生徒数の状況

平成30年度	時 間	講 座 名	参加者数
10月25日(木)	17:30～19:00	コンピュータ外科学：知能機械・情報技術による先端医療イノベーション	12名
11月29日(木)		建築入門－鉄骨造高層建物の製作・施工を例として	7名
12月18日(火)		原子1層の厚さの物質に現れる不思議な現象	10名
1月24日(木)		人間の科学とデザイン	8名

令和元年度	時 間	講 座 名	参加者数
12月18日(水)	17:30～19:00	システム工学入門	16名
1月22日(水)		水質汚染と水の浄化	11名

高大接続授業の実施概要

1 実施形態

本校の授業時間中に組み込んで、生徒達が講義を受ける形式で実施した。(含：オンライン)

2 生徒の学習状況

受講した生徒は、以下の通り

令和2年度：理数科1年次生

理数化学、生物概論、地学概論（生物基礎、地学基礎の内容）を履修中

普通科2年次生

数学Ⅰ、数学A、を履修した後、数学Ⅱ、数学Bを履修中

令和3年度：理数科1年次生

理数化学、生物概論、地学概論（生物基礎、地学基礎の内容）を履修中

講義の内容は事前に担当の大学教員から送付していただいたものを使用、また、必要な場合については、授業の中で事前学習を行った。

3 期日および参加生徒数の状況

授業内容は、令和元年度実施した「千葉大学工学部講座」から、高大接続授業を目的に計画した。

令和2年度（オンライン実施）

第1回 12月17日(木)

「システム工学入門」 参加生徒：普通科99名

千葉大学工学部 電気電子コース

小坪成一 教授

第2回 2月18日(木)

「水質汚染と水の浄化」 参加生徒：理数科40名

千葉大学工学部 共生応用化学コース

天野佳正 助教

令和3年度

第1回 1月19日(水)

「水質汚染と水の浄化」 参加生徒：理数科40名

千葉大学工学部 共生応用化学コース

天野佳正 助教

4 授業内容

令和2年度（オンライン実施）

第1回

(1) 実施日時：令和2年12月17日(木)

(2) 千葉大学工学部講座名称：「システム工学入門」

(3) 授業内容：

D 領域と最大・最小

応用問題
8

x, y が4つの不等式

$$x \geq 0, y \geq 0, 2x + 3y \leq 12, 2x + y \leq 8$$

を満たすとき、 $x+y$ の最大値および最小値を求めよ。

(解説) $x+y=k$ とおくと $y=-x+k$ であり、これは傾きが -1 、 y 切片が k の直線を表す。この直線が与えられた連立不等式の表す領域と共有点をもつような k の値の範囲を調べる。

解 与えられた連立不等式の表す領域を A とすると、領域 A は4点 $(0, 0)$, $(4, 0)$, $(3, 2)$, $(0, 4)$ を頂点とする四角形の周および内部である。

$$x+y=k \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

とおくと、これは傾きが -1 、

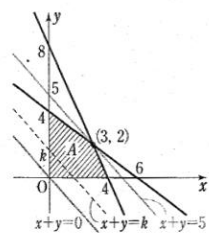
y 切片が k の直線を表す。

この直線 $\textcircled{1}$ が領域 A と共有点をもつような k の値の最大値と最小値を求めればよい。

領域 A においては、直線 $\textcircled{1}$ が点 $(3, 2)$ を通るとき k の値は最大になり、原点 O を通るとき k の値は最小になる。

よって、 $x+y$ は

$x=3, y=2$ のとき、最大値5をとり、
 $x=0, y=0$ のとき、最小値0をとる。



・定式化：

製品 P_1 の生産量 x [kg], 製品 P_2 の生産量 y [kg], 利益 f [万円] とする

$$\text{最大化 } f = x + 2y$$

...利益の最大化

$$\text{制約条件 } x + 3y \leq 15$$

...原料 R_1 の在庫

$$x + y \leq 7$$

...原料 R_2 の在庫

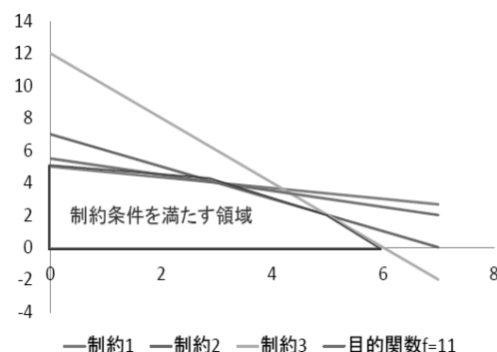
$$2x + y \leq 12$$

...原料 R_3 の在庫

$$x, y \geq 0$$

...生産量は非負

・図解法



高校「数学Ⅱ」の内容（数研出版「数学Ⅱ」より引用）

本講座の内容

上左資料は高校数学の教科書の内容で2直線による領域の最大・最小についての内容である。一方、上右資料は本講座の資料である。3直線による領域の最大・最小についての内容である。高校の内容において大学での応用の1つとして行った。

第2回

- (1) 実施日時：令和3年 2月18日（木）
- (2) 千葉大学工学部講座名称：「水質汚染と水の浄化」
- (3) 授業内容：

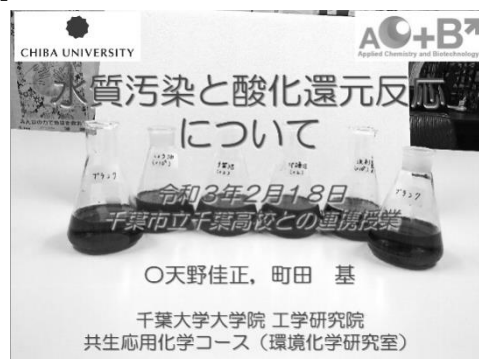
参考 水質汚染と酸化還元滴定

酸化還元滴定を用いた、湖沼や河川などの水質汚濁の指標にはいくつかある。

- ・溶存酸素 DO 水中に溶けている酸素量 (mg/L) で、低いほど汚濁が激しい。
- ・化学的酸素要求量 COD 水中の有機物を酸化分解するのに必要とされる酸素量 (mg/L) で、高いほど汚濁が激しい。
- ・生物化学的酸素要求量 BOD 試料水を密閉容器中に一定温度で一定時間保ったときの DO の減少量から求める、微生物による有機物分解にともなう酸素消費量 (mg/L)。値が高いほど汚濁が激しい。

●溶存酸素 DO の測定

酸素びん(内容積 v (mL))が正確にわかっている共栓つき試料びんを用いる。



高校「化学基礎」の内容（実教出版「化学基礎」より引用）

接続授業でのスライド

左上資料のように高校の化学の教科書に記載されている。高校においては参考という形または、掲載されていない教科書もある。授業では扱われないことが多いが、大学の講義では、基礎的な知識として取扱われている。オンラインを活用して50分の授業中で大学での応用も含めて授業を行った。

令和3年度（対面授業にて実施）

- (1) 実施日時：令和4年 1月19日（水）

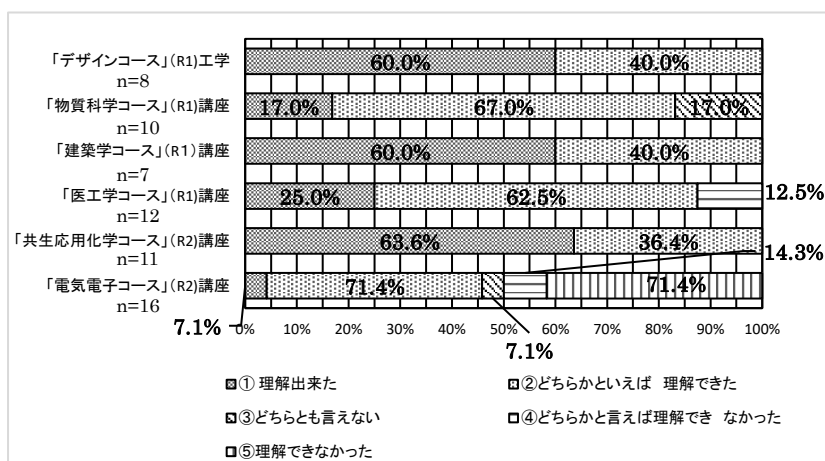
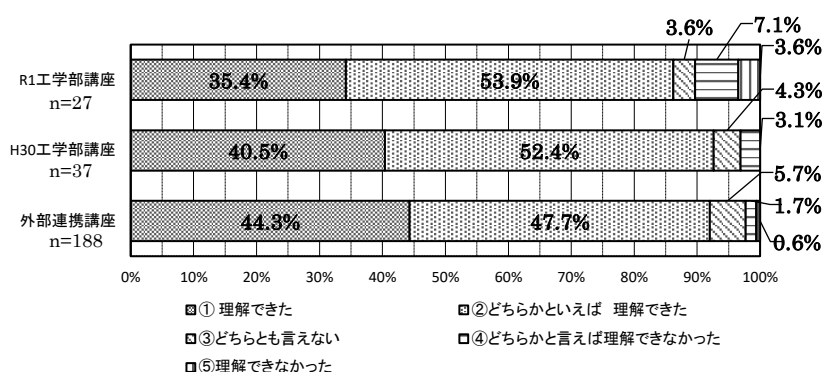
※ (2) 千葉大学工学部講座名称及び (3) 授業内容については、令和2年度の内容に加えパケットテストによる簡易水質調査を行った。

(2) 実施後のアンケート結果

平成30年度と令和元年度に実施した千葉大学工学部講座での講義後に、参加生徒を対象にアンケートを実施し、令和元年度に実施した外部連携講座の結果と比較したものである。

Q1 大学の先生の話は理解できましたか。【関心理解】

工学部を希望する生徒を対象にしている講座なので、Q1で、希望する分野で受講できる、外部連携講座に比べ、若干「①理解できた」「②どちらかといえば理解できた」の割合が低いように見られるが、本講座は指定された受講した生徒が指定された分野の講座を全て受講しなければならないので、多少は興味・関心に差があると考えられる。そこで同様の質問を講座ごとで集計し、



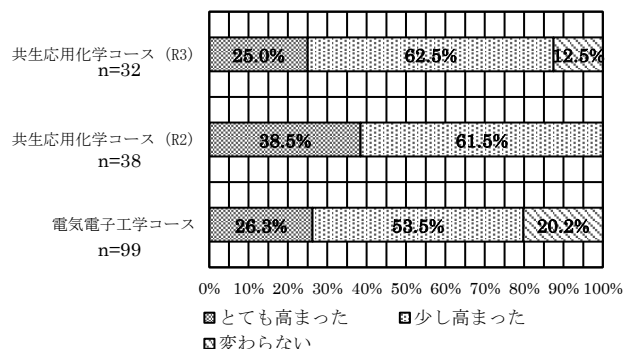
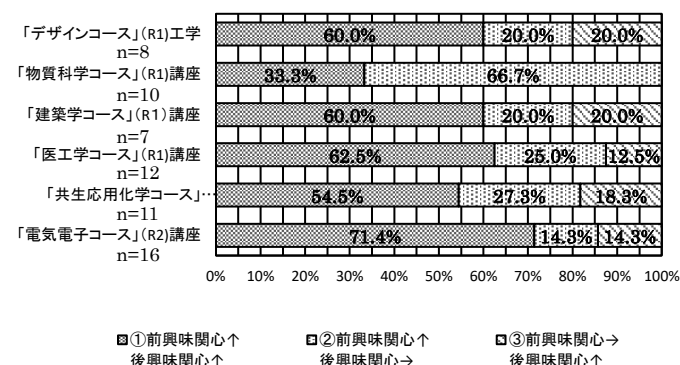
その結果、「①理解できた」「②どちらかといえば理解できた」の割合で100%となる講座もあることから、生徒の分野への志向があるか、講座内容の知識がまだ定着していないのではないかと考察をした。

各工学分野への理解を深め高校の授業の延長線上にある応用的な大学の内容を、生徒が理解できるようになることで工学部への関心を高める効果があると考えられる。

さらに、工学部への関心が高まるような講座を計画して実施をしようとしたが、まん延防止等重点措置の適用により千葉大学工学部での講座の開催は実施していない。しかし、この結果を参考にして、令和2年度はオンラインを活用して「理解できた」の数値が最も大きい講座と最も小さい講座の2つの授業を、令和3年度は対面形式で下のQ2の②で興味・関心が肯定的であった1つの授業を高大接続授業として実施した。アンケートの結果を以下に示し考察をした。

Q2 連携授業を受けて、授業内容に関して興味・関心の変化はありましたか。【意欲】

① 千葉大学工学部講座での講義に対しての興味・関心 ② 高大接続授業に対しての興味・関心



Q2の①結果で、「電気電子コース」での講義に対する講座前の興味関心及び講座後の興味・関心が高い、一方この講座の内容理解（Q1）では、「理解できた」と回答した生徒が、7.1%ときわめて低い数値となっているこの講座では、数学Ⅱの発展的な内容であることは、前述したとおりであるがこの講座のように興味・関心はあるが高校の授業とうまく接続できずに大学へ志望をしているのではないかと考えると、このようなギャップを埋めることができれば興味・関心が高く自ら主体的に学べる科学人材を育成できるのではないだろうか？このようなギャップは今後さらに研究開発をする必要があり、その意味でも「高大接続カリキュラム開発連絡協議会」を開催し、千葉大学工学部講座を実施した上で高大接続授業を行なう必要がある。

この内容理解及び興味・関心の向上という点で実験実習を中心とした外部連携講座と同等の成果を挙げている。1講座50分のオンラインでの座学講義でありながらこの結果はとても驚きである。この要因としては、数学が得意、興味関心の強い集団であったことが結果に繋がったと考えられる。理系志向の強い生徒の集団への講義は興味・関心を高め、その分野への進学希望を高める効果があると考えられる。

Q3 【課題発見能力】

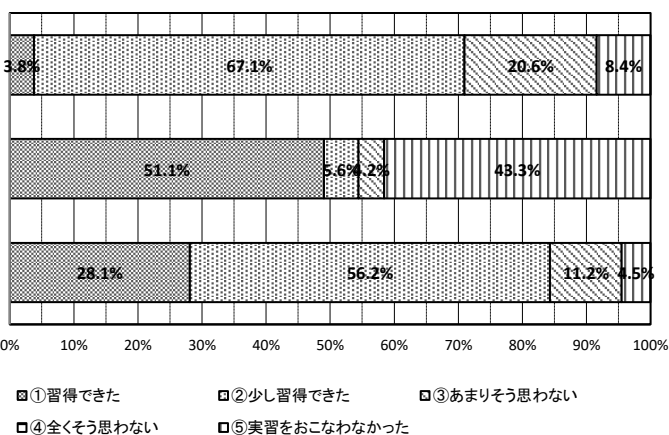
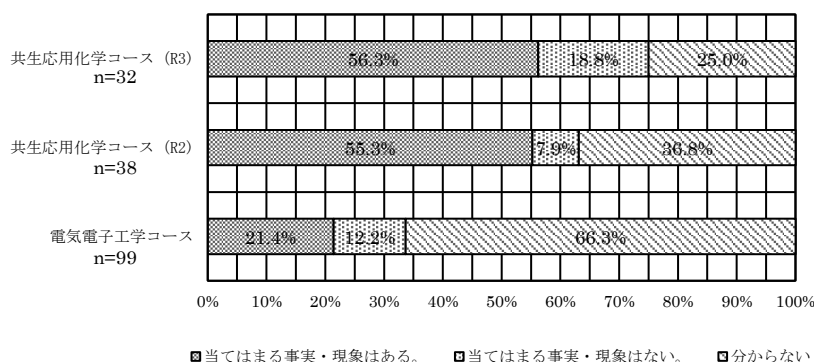
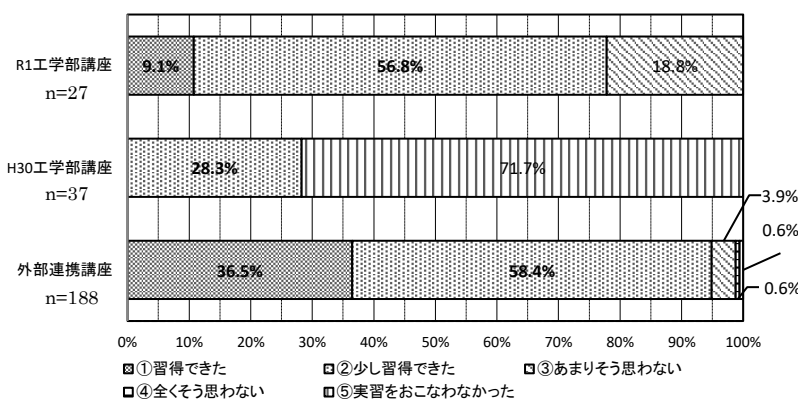
Q3の結果では、千葉大学工学部講座でのアンケート結果（右上）では、課題発見能力については習得できなかったとほとんどの生徒が回答している。一方、外部連携講座では、90%以上の生徒が何らかの課題を発見できたと回答している。

Q1で講座内容についての理解はある程度高いことから内容理解と課題発見能力とは関連が薄いのではと解釈される。高大接続授業（右下）では、課題発見で、あてはまる事実・現象があると回答した生徒が一定数いることはほぼ同じ内容であるにも関わらず少し不思議な感じがするが、工学部での講義の場合は、授業の延長線上ではなく、すぐ講義を受講したが、接続授業では、高校の授業の直後にこの授業を実施したので、授業と関連して取り組めたのではないかと考えられる。

この点からも講座における事前指導は生徒の課題発見能力を高めるのに大切なものであることが理解できる。

Q4 【課題解決能力】

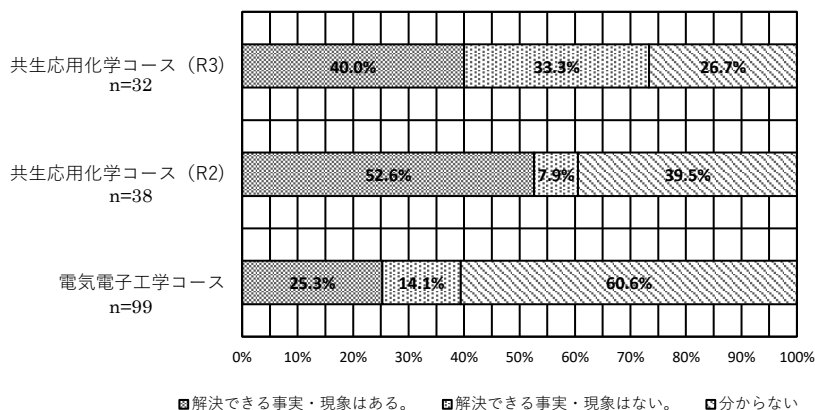
Q4の結果では、平成30年度に実施した千葉大学工学部講座でのアンケート結果で課題解決能力が習得できたと回答した生徒が半数以上いる。令和元年度の結果のように外部連携講座の方が習得できたと回答する割合が多くなると仮説を立てていたが、その要因として平成30年度は、建築学コースや医工学コースと生徒のイメージしやすい分野であったこと、また最先端の技術を大学で



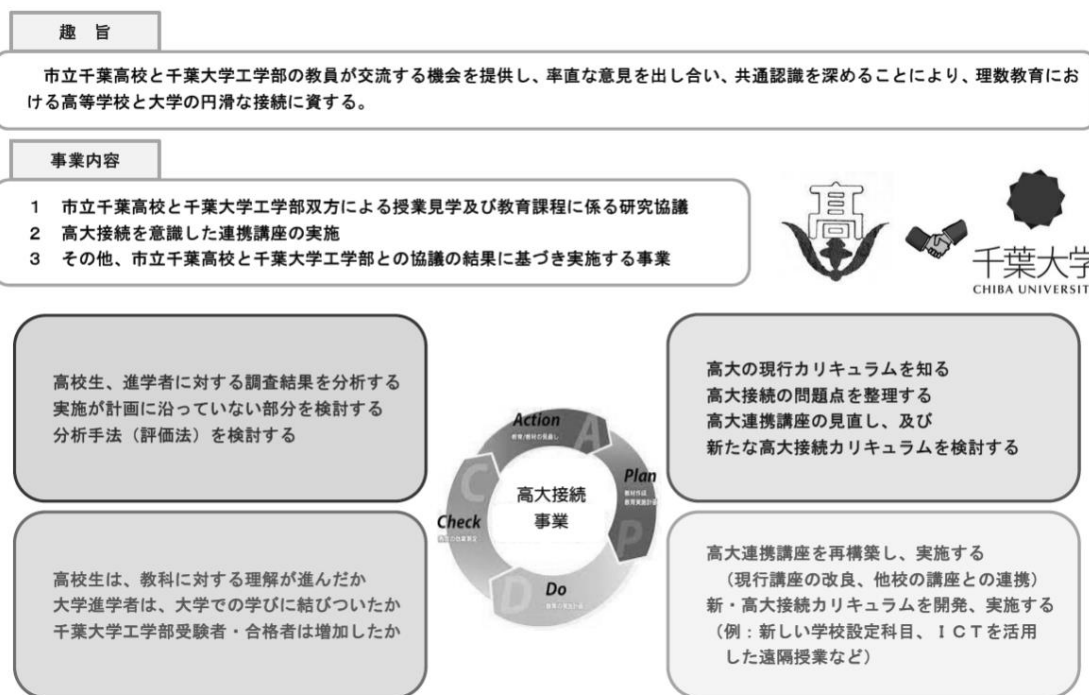
体験できたことなどがこのような結果になったと考えている。

高大接続授業において、課題解決で、解決できる事実・現象はあるかは、電気電子コースの授業では、分らないと回答した生徒が60%にもなっている。この結果については、数学が日常の生活の中でどのように活用されているのかが生徒の実体験としてないためではないかと考えている。一方、共生応用化学コースの授業では、解決できる事実・現象はないと回答した生徒が、

約4倍となっている。令和2年度はオンラインでの授業であり、本年度は、対面形式さらに簡単な実習も実施したにも関わらずこの数値になってことは、授業とは別の何か原因があるのではないかと考えているが、この点については、次年度同様の接続授業を行なって検証したいと考えている。



千葉市立千葉高等学校と千葉大学工学部の高大接続事業のイメージ



最後に、「千葉市立千葉高等学校と千葉大学工学部との高大接続事業に関する協定書」に基づく構想図（上図）より、まず、高大の現行のカリキュラムを知ることで新たな高大接続カリキュラムを検討する。次に、高大接続のカリキュラムを開発し、高等学校での教科に対する理解を深めるだけでなく、大学の学びにつなげる。そして、大学進学後の能力の変容を調査・分析することである。このPDCAサイクルをしっかりと意識することが重要である。

第Ⅲ期の取組では、千葉大学工学部講座の内容を充実させ、その内容をもとに高等学校での授業との接続をすることが重要であることが言えた。本校では、クロスカリキュラムでの分野融合型の授業が注目されているが、この取組では教科横断型の水平方向での融合がされることが大切な視点となる。しかし、千葉大学工学部との接続協定での取組は、主に数学・理科の教科において高等学校と大学という垂直方向での融合がされることが大切なポイントになっている。この取組については、高等学校在学中だけでなく卒業後、特に大学在学中での生徒の科学的な変容を調査・分析できるシステムをしっかりと開発していくことで、評価できるような取組にしなければならないと考える。

Ⅳ 大学及び外部諸機関連携の再構築・発展

研究の仮説

- ・各取組において育成したい能力（課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力等）を明確にし、その能力育成に向けて指導する内容を再構成することや、指導と評価を一体化することにより、効果的に各能力を育成することができる。
- ・千葉大学工学部と協力し、大学での学びにつながる課題研究や授業を展開することにより、生徒が高校での学びが単に知識や技能の習得ではなく、卒業後も役立つ学びであることを意識できるようになる。
- ・外部連携講座の教育課程上の位置付けを明確にし、普段の授業との関連性を強化することにより、生徒が当該講座を受講する目的を明確に意識することができ、教科・科目の内容理解が深まる。
- ・小中高の教員が各学校段階の理数教育の取組や課題を共有し、課題研究の指導方法等について共に研究することにより、科学研究を高校でも続けたいと思う生徒が増える等、発達段階に合わせて戦略的に児童生徒の科学の芽を育てることができる。

実施した内容

第Ⅰ期SSH以来研究開発を続けてきた大学・研究機関との連携については、カリキュラムとの関連性に配慮し、生徒の科学的な好奇心・探究心及び国際性が育まれるよう進化・発展的な形態を再構築する。

- ア 教科・科目との関連性を重視した連携講座の開設
- イ キャリア教育の視点を入れた連携講座の実施
- ウ 海外大学・企業との連携
- エ 公開理科実験教室
- オ 千葉市未来の科学者育成プログラム「市立千葉SSH探究支援コース」

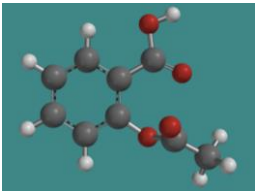
研究方法 ～大学及び外部諸機関連携の再構築～

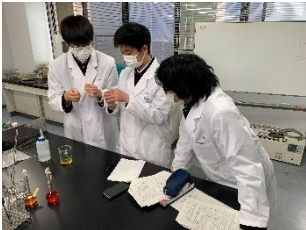
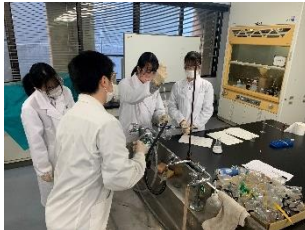
様々な大学及び外部諸機関連携を展開し、生徒アンケートを通して上記目的が達成できていることを数値評価する。

1 ア、イに関する大学及び外部諸機関連携 報告

講座名	セラミックを通して学ぶ原子の結びつき	
連携機関名	千葉大学工学部総合工学科共生応用化学コース	
内容	セラミックとは、一般的には「焼き物」として知られているが、陶磁器・セメント・ガラスなど、私たちの日常生活と深く関わっている。この講座では、原子の構造から化学結合について、1年次生を対象として高等学校で実際に使用している教科書及び資料集を利用しながら、大学の先生からより深く学び、理解を深める目的で実施している。 例年は、午前中に講義、午後は生徒が観察したいと考えている身のまわりの試料を、走査型電子顕微鏡を利用して観察するものであったが、本年度は、結晶構造描画ソフト（VESTA）を用いて結晶格子についての講義も実施した。 参加生徒一人一人が、電子顕微鏡を操作して持参した試料を観察することで、ミクロの世界を楽しみつつ、結晶構造描画ソフト（VESTA）で、高等学校で学ぶ結晶構造だけでなく、大学で学ぶ結晶学の導入まで学ぶことができる。	
実施日	事前指導：令和3年8月27日（金）	実習：8月29日（日）
主担当教諭	村上 道夫	
参加生徒	普通科1年3名 理数科1年5名 計8名	
生徒の感想	午前中の講義は学校での日常の授業に比べてとても難しく感じたが、興味深く受講することができた。午後の電子顕微鏡を操作しての実習は、とても楽しい時間を過ごすことができ、ミクロの世界に興奮し、結晶構造描画ソフトでは、化学への興味を深められ、さらに、TAの学生から大学での生活について話を伺うことができ、今後の目標をもつことができました。	



講座名	物質の正体を探る ～機器分析講座基礎～
連携機関名	東邦大学理学部化学科
内容	「教科書に載っている物質の構造はどのような手法で決まるのか？」という主題の下で、機器分析講座基礎編と応用編という2つの講座を通して追求していく。本講座では薬の三冠王として知られているアセチルサリチル酸（アスピリン）を生徒自らが合成し機械を用いて分析を行い、アスピリンが本当に合成されたかを検証していく講座となっている。1日目はサリチル酸からアスピリンを合成し、実際に得られた質量から収率計算を行った。2日目は官能基の定性分析や融点、赤外吸収スペクトル（IR スペクトル）、核磁気共鳴スペクトル（NMR スペクトル）を測定した。また、PC版のspartanを用いて分子モデリングを行い、分子構造を視覚的に捉え、原子間の結合距離や結合角度などを調べた。大学の先生や大学院生のTAに質問しながら有機合成とその分析方法を学べた2日間であった。    spartan で作成したアセチルサリチル酸の画像
実施日	事前指導：令和3年12月16日（木） 実習：12月26日（日）、27日（月）
主担当教諭	能城 雄太
参加生徒	理数科1年38名
生徒の感想	今回講座に参加したことで、大学について見るだけでなく、たくさんの実験を行うことができ、とても良い時間だったと思う。「質問をする」ということを意識して講座に臨めたので良かったと思う。アスピリンができたかどうかを確認するという作業がたくさんあり、そこから学べることはとても多かった。私たちの身近なところに「化学」がたくさんあるということを認識できたと思う。

講座名	物質の正体を探る ～機器分析講座応用～
連携機関名	千葉大学理学部化学科
内容	本講座は高校と大学が連携し、高校側の講座の目的と大学側が望む生徒像のすり合わせを意識した有機的接続を重視した講座である。機器分析講座応用編は、基礎編からの連続性、一貫性及びキャリア教育的要素を踏襲している。午前中は中和滴定の指示薬でもあるメチルオレンジの溶液の検量線の作成と濃度が未知の試料の測定及び異なるシアニン色素の吸収スペクトルの測定を行った。午後は、いろいろな水溶液の電気分解と鈴木カップリング反応のグループに分かれて実験を行った。実験終了後には、研究室や共用機器センターも紹介していただき、実際の大学生の研究生生活を見ることができ、より一層理系大学の進学に興味関心を持つことができた。    色素の可視光吸収スペクトル いろいろな水溶液の電気分解 鈴木カップリング反応
実施日	令和3年11月27日（土）
主担当教諭	加藤 文孝
参加生徒	理数科1年4名 2年11名 計15名
生徒の感想	高校では予算的に使えないレベルの高い機器に触れることができ、新たな知識を身に付けることができた。来年もまた参加したいです。光と電気分解の単元は、中学で少し学びましたが、その内容のより深く、応用的なものを学び、化学への興味が湧きました。また、高校ではできないような実験を自分で体験できてよかったです。

講座名	サイエンスキャンプ I
連携機関名	茨城県立自然博物館, 高エネルギー加速器研究機構 (KEK)
内容	SS-Science Camp I は、市立千葉高校の宿泊体験型の講義である。1 年次生を対象として、2 泊 3 日の日程で茨城大学理学部及び筑波研究学園都市内の研究施設と連携して、施設内の見学や講義を受け、体験したことや理解したことを発表することで学びへの意欲向上を図ることを目的として実施されている。本年は昨年に続き、防疫上の理由により日帰りでの研修、訪問施設も 2 か所のみという形での開催を予定していたが、新型コロナウイルスの感染拡大に伴う学年閉鎖のため校外研修は中止となった。少ない学習機会でも高い成果が得られるよう、昨年は、既存の知識と実物の観察や講義から得た情報が有機的に接続される楽しさを感じること、特定の分野を専門的に学んだ人間の熱量に直に触れること、の 2 点に研修の目的を絞り、それによって学びへの意欲向上を図ることができた。本年はこの方針を更に伸長し、事前講義を充実させ、各研修場所の基礎知識をしっかりと持った上で現地研修に臨む予定であった。KEK の事前学習では、教員や KEK 職員とは違う視点の知識を得るべく、東邦大学の小川教授をお招きして素粒子研究の基礎と意義について学んだ。また、今回は初の冬期開講であることを活かして野焼きに関する事前学習を重点的にを行い、博物館での学習効果を高めることをねらった。 ●ミュージアムパーク茨城県自然博物館講座（昨年度のもの） 屋外施設である菅生沼について、その生態の移り変わりと要因を本校教員が現地で講義を行う。野焼き直後の現場にて、事前学習の内容を肌で感じながら、人と環境の関係性について多面的な学習ができた。また、道中では、普段は見落としがちな植物や岩石など身近な自然の面白さについて、特にその構造や人との関わりに注目して学んだ。 博物館内には多くの展示物がわかりやすく解説されており、一部展示では本校教員によるアドバイスのもと比較観察なども行った。当該博物館の特徴である大型水槽の展示では、屋外講義で学んだ植物の生態の知識を応用して、様々な魚類の体の作りの意味を考察することができた。 ●高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 講座（昨年度のもの） 日本最大級の加速器を有する施設で、国内の大学・企業等の研究者及び海外の施設との共同研究など第一線級の研究が行われている共同施設である。前半は ZOOM を活用し、施設の概要や研究生活の実態などを、施設内各所の方々と双方向にやりとりをしながら研修した。後半は実際に施設内部に入り、そのスケールの大きさに圧倒されつつ研修を行った。現物を前にして説明される担当研究者の熱意は、生徒の大きな刺激になった。    事前講義（今年度） 博物館研修の様子（昨年度） KEK 研修の様子（昨年度）
実施日	事前指導：令和 3 年 7 月 8 日（木）、令和 4 年 1 月 13 日（木） 実 習：令和 4 年 1 月 27 日（木）新型コロナウイルス感染症に伴う学年閉鎖のため中止
主担当教諭	田中 聡太
参加生徒	普通科 1 年 8 名 理数科 1 年 3 名 計 11 名
生徒の感想 （昨年度のもの）	・何も考えずに歩いていた道で、植物の特徴や形の意味について考えるようになった。 ・自分の好きなことを仕事にし、自分の研究に自信を持っている姿は素敵だと思った。 ・前に習ったところと繋がるのが面白かったのでまた機会があったら参加したいです。 ・様々な分野が交わっていた今回の講座は、複数の分野について理解を深められた。 ・授業よりも深く詳しく学べたのは良かった。 ・日数が減ってしまったのは残念だった。 ・事前学習はしていたが、実物を見たら驚いた。

講座名	日本の地震と火山
連携機関名	九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター
内容	地震と火山について理解をするということは、私たちの日常生活と歴史的に見ても深く関係があり、また、学問においてもまだまだ知られていない分野である。特に地震・火山の噴火の予測においては、精度の向上がさらに望まれている。本校では、理数科2年次のSS-Field Studyにおいて「雲仙普賢岳」・普通科2年次（SSHコース）では「立山カルデラ」においてのフィールドワークで研修をしている。 本年度は、オンライン授業で理数科及び普通科（SSHコース）の2年次を対象として九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター准教授 松島健 先生からより深く学び理解を深める目的で実施した。フィールドワークでの研修とは異なり地震・火山の最先端の研究内容を受講することで、フィールドワークで研修をした内容を深めるとともに研修レポートに活用することができた。さらに、日本における地震・火山の予知及び観測体制についての国内の大学の連携体制など興味深い話を伺える貴重な時間であった。
実施日	令和3年12月7日（木）
主担当教諭	村上 道夫
参加生徒	理数科2年40名 普通科2年SSHコース6名 計46名
生徒の感想	・SS-Science Camp IIにおいて学んだ内容について振り返りができただけでなく、日本の最先端の地震と火山研究について話を興味深く聞くことができ、研究への意欲が高まりました。 ・地震・火山の調査研究において大学間のネットワークがあり、相互に連携して研究をしていることにとっても素晴らしいことであると感じました。



講座名	地質学入門講座
連携機関名	立正大学地球環境科学部地理学科
内容	昨年度からの新型コロナウイルス感染症の国内外の感染者数の拡大に伴い例年実施していた理数科2年次生のアメリカ合衆国での科学技術研修に代わって、昨年度から屋久島・九州での科学技術研修を実施した。2年目となる本年度は、屋久島の周辺の地理学にも注目した研修も取組んだ。その研修をより深めるために立正大学地球環境科学部地理学科 教授 島津 弘（自然地理学、河川地理学）先生からオンライン授業を2回実施した。1回目の講座では、屋久島の地質学を中心に近隣の口永良部島・種子島を中心とした南西諸島の地質学についての講義を行った。特に、口永良部島・屋久島・種子島が異なる地質で構成されている点に注目した。2回目の講座では、「屋久島は月のうち、35日は雨が降るという位…」雨量の多い島である屋久島の自然と地形災害と森林伐採に注目して、多岐にわたった内容での講座を実施した。2回の講座で、フィールドワークでの地理学・生物学・地学の内容を横断しながら考察できる視点を育成した。
実施日	令和3年12月21日（木）、令和4年1月13日（木）
主担当教諭	村上 道夫
参加生徒	理数科2年40名
生徒の感想	屋久島で、観察した地学的な内容を周辺の地質的な背景をもとに改めて考察することができ、とても貴重な時間でした。この講座を受講した内容を踏まえて、SS-Field Study の研修レポートを作成することで、より深く考察したレポートを作成しようと意識ができました。また、報告会についても、しっかり取組もうと意欲が高まりました。



講座名	S S H外部連携講座「臨海実習講座」
連携機関名	お茶の水女子大学館山野外教育施設及び湾岸生物教育研究センター
内容	目 的：海での野外実習を通して、動物に対する興味・関心を高め系統分類学という学問分野を知るとともに、結果を記録し考察する態度を身に付ける。 講座名：事前指導『動物の系統進化と主な動物門の体制比較』 実習『海洋生物の採集と分類』 新型コロナウイルス感染症防止のため、参加者を14名に制限、かつ、1泊2日の内容を1日にまとめて実施することとなった。そのため、事前指導としてリモートでの講義を行った。今年度はまだ系統分類を学習していない2年次生のみ参加であったため、動物の系統や進化について広く講義していただいた。実習では、海岸での生物の採集の後、センターに持ち帰って観察を行った。図鑑等で種の同定を行った後、それぞれ個人でテーマを決めて探究活動を行った。同定やテーマ設定の過程では、講師の先生方から直接アドバイスを受けながら進めた。探究活動の結果は個人がレポートにまとめて提出した。 リモートでの講義型の実前指導は、初めての試みであったが、講義を踏まえて採集活動を行うことができるので、生徒の理解に役立ったと思う。実習当日は天候に恵まれ、多くの種類の生物を観察することができた。しかしながら、実習日程の短縮により、ウミホタルの採集や探究活動の発表ができなかったことは残念であった。感染状況が許せば、来年度はこれまでのような1泊2日での実施を検討したい。
実施日	事前指導：令和3年6月22日（火） 実習：令和3年6月26日（土）
主担当教諭	吉田 絢香
参加生徒	理数科2年14名
生徒の感想	「門」に着目して生物を集めて観察するのは初めてだった。貴重な経験ができてよかった。短い時間の観察は難しかった。 研究室の心地よい環境で、生き物を直接観察することができてよかった。大学の教授から教わる機会もなかなか無いことだと思うので、貴重な経験ができてよかった。



講座名	遺伝子組換え植物判定実験 ～植物からゲノム DNA 抽出と PCR 法による判定実験～
連携機関名	千葉大学園芸学部応用生命化学科
内容	「遺伝子組換え植物」という言葉をどこかで聞いたことがあると思います。しかし、実際に手に触れたことがある人は少ないでしょう。日本では、遺伝子組換え植物の野外での利用は厳しく規制されているが、大学などの研究機関では遺伝子機能の解明や利用を目指して組換え植物を用いた基礎・応用研究が行われている。この講座では、研究者や教育者をめざす高校生のための大学の「学び」先取り講座として、遺伝子組換え植物と非組換え植物を PCR 法によって見分ける技術を、実験を通して体験・学習することを目的としている。 モデル植物である「シロイヌナズナ」からゲノム DNA を抽出し、組換えによって導入された遺伝子を PCR 反応により検出することで、見た目には判別が難しい組換え植物と非組換え植物（野生型）の違いを、遺伝子レベルで判定するための実験を行っている。 本講座を通じ、遺伝子操作や機器分析など大学で実際に行われている研究の一端に触れるとともに、遺伝子組換え植物やその取扱いに対する理解を深めることができた。
実施日	事前指導：令和3年12月10日（金） 実習：令和3年12月11日（土）
主担当教諭	村上 道夫
参加生徒	普通科2年8名（含SSHコース2名） 理数科2年4名 計12名
生徒の感想	楽しそうに研究や実験の話をされる先生方を見てより興味が増えましたし、少人数で本格的な器具が使用できるという貴重な体験ができ本当に参加してよかった。



講座名	遺伝子多型分析講座
連携機関名	東邦大学理学部生物分子科学科
内容	新型コロナウイルス感染症の流行により一般的な言葉となった「PCR 検査」だが、その仕組みを知らないことの方が多く、また、その他の分野での利用のイメージがない。そのため、PCR 法を用いた遺伝子多型分析を通して、原理や手法、利用分野等を学ぶことを目的に実施されている。また、講座名にもあるように、ヒトどうしの遺伝子（塩基配列）の違いである遺伝子多型を分析することで、普段は目に見えないヒトどうしの違いを実感してもらうことも目的としている。 今回は、自分の筋肉が陸上競技種目の中で遺伝的にパワー・スプリント系に向いているのか、持久系に向いているのかを調べる。この違いは、速筋のZ膜にあるタンパク質であるαアクチニン3の遺伝子（ACTN3）によって生じる。このことから、筋肉の微細な構造も学ぶことができる。また、同じ筋肉であっても、ヒトどうしで1塩基の違い（SNP）があることで、そこから合成されるタンパク質が微妙に異なることを、自分の筋肉という身近なものから考えてもらう絶好の機会となった。 この講座では、内容の理解だけではなく、普段高校の実験ではあまり扱わないマイクロピペットや、電気泳動のゲル等、分子生物学の実験において基本となる機器の操作も体験することができる大変貴重な機会であった。   昨年の様子
実施日	令和4年3月25日（金）（予定）
主担当教諭	篠原 航
参加生徒	普通科2年3名 理数科1年6名、2年6名 計15名
生徒の感想 (昨年度のもの)	・ニュースで聞いていたPCRを実際に原理や手法を知ることができ、より身近に感じる事ができた。 ・筋肉の質という自分に関する事を知ることができてよかった。 ・DNAという目に見えないものを、電気泳動により可視化することで、ヒトどうしが本当に違うということを感じることができた。 ・普段学校では扱えない器具などで実験できて貴重な体験だった。

講座名	青春プラネタリウム
連携機関名	千葉市科学館
内容	千葉市科学館と連携して令和元年より毎年12月に開催している。千葉市科学館のプラネタリウムを使って、高校生が考えたプログラムを上映している。台本の作成からプラネタリウムの操作まですべてを高校生が行い、今年度は博物館の高校生無料開放日に合わせ、16時から17時の1時間で開催された。上映を行ったのは千葉市立千葉高校と稲毛高校で、本校では地学部を中心に有志でグループを組み、開催日の深夜から明け方に観察できる冬から春の時期の星座について解説した。観客が飽きないように解説にドラマを持たせ、物語風にして解説し好評を得た。
実施日	令和3年12月18日（土）
主担当教諭	山田 和洋, 田中 聡太
参加生徒	普通科2年1名 理数科1年3名 2年6名 計10名
生徒の感想	台本を作るために星について勉強をしたが、国によって伝えられてきた星の名前や伝説が違ったり、解説したい面白い星などが見つかったりして良かった。 プラネタリウムの機械を操作するのは初めてで、興味深かった。裏側を知ることができて良かった。

講座名	千葉市科学館連携講座
連携機関名	千葉市科学館
内容	千葉市科学館に來場する児童生徒（主に小学生以下）に簡単な科学実験を体験してもらうことを目的とし、生徒が講師として実験を実施運営した。今年度も千葉市科学館高校生無料開放日に合わせて行われ、本校理数科1年生による「プラ板・スライム」製作と物理化学部の生徒による「光と色のサイエンスショー」の実験を行った。サイエンスショーではペロウソフ・ジャボチンスキーの頭文字をとったBZ反応と呼ばれる酸化還元反応による色の変化、血痕の鑑識に用いられるルミノール反応、手回し発電機による豆電球とLEDの発光の違いを小さな子ども相手に体験してもらうことができた。なお、今年度は新型コロナの影響により、参加人数、開催時間、実験内容を一部縮小して感染症対策を念入りに行った。 実施にあたり、千葉市科学館館長から事前に講座内容に関する大学レベルの話も含んだ講義を受ける機会も設けた。また、授業ではなかなか体験できない、小さな子ども相手に行う実験の演示や指導など貴重な体験の機会となった。なお、本校生徒は千葉市科学館から「ボランティア証」を頂いた。    プラ板製作 スライム製作 光と色のサイエンスショー
実施日	事前講座：令和3年10月26日（火） 実習：令和4年1月10日（月）
主担当教諭	加藤 文孝
参加生徒	理数科1年14名 物理化学部7名 計21名
生徒の感想	参加してくれた子どもたちの多くが小学校入学前の子供だったので、プラ板の作り方や熱を加えるとどうなるのかを簡単にわかりやすく伝えるのが難しかった。しかし、上手くできあがったときに喜んでくれたり笑顔になったのは嬉しかった。 今まで授業や部活内でしかできなかった化学実験、それを「教える」という立場になれる貴重な機会でした。教えるにあたって、より化学反応の知識が深まりました。楽しみながら学ぶ子どもたちが見られ、楽しかったです。

2 実施の効果とその評価・・・各講座において、以下の様式でアンケート調査を行った。

【アンケート様式】…下記の質問に答え、1つに○を付けてください。

- Q1 あなたは現在、何年生ですか？ ① 高校1年生 ② 高校2年生 ③ 高校3年生
- Q2 あなたの性別をご回答ください。 ()
- Q3 今回のSSHの講座の内容を、自分なりに理解できましたか？【知識・理解】
- ① 理解できた ② どちらかといえば理解できた ③ どちらともいえない
- ④ どちらかといえば理解できなかった ⑤ 理解できなかった
- Q4 今回のSSHの講座への参加をきっかけに科学技術や理科・数学に対する興味・関心はどのようになりましたか？【関心・意欲・態度】
- ① 受講前も興味・関心はあり、受講後はもっと興味・関心が増加した
- ② 受講前も興味・関心はあり、受講後もあまり変わらない
- ③ 受講前は興味・関心はなかったが、受講後は興味・関心をもつようになった
- ④ 受講前は興味・関心はなく、受講後もあまり変わらない
- ⑤ 受講前よりも興味・関心はなくなった
- Q5 今回参加したSSHの講座では、実験（操作・作業）の技術を習得できたと思いますか？
- 【観察・実験の技能】
- ① 習得できたと思う ② 少し習得できたと思う ③ あまりそう思わない
- ④ 全くそう思わない ⑤ そのような場面がなかった

Q6 今回参加したSSHの講座では何が課題であるのかを自ら発見する方法あるいは能力を習得できたと思いますか？【思考・判断・表現】

- ① 習得できたと思う ② 少し習得できたと思う ③ あまりそう思わない
④ 全くそう思わない ⑤ そのような場面がなかった

Q7 今回参加したSSHの講座では、試行錯誤を繰り返して課題解決につなげる方法あるいは能力を習得できたと思いますか？【観察・実験の技能】

- ① 習得できたと思う ② 少し習得できたと思う ③ あまりそう思わない
④ 全くそう思わない ⑤ そのような場面がなかった

Q8 今回のSSHの講座をきっかけに、将来、科学に関連する職業に就きたいと思いましたか？【キャリア】

- ① 受講前も考えており、受講後はもっと考えるようになった
② 受講前も考えていたが、受講後もあまりかわらない
③ 受講前は考えていなかったが、受講後は考えるようになった
④ 受講前は考えていなかったが、受講後もあまりかわらない
⑤ 受講前よりも考えなくなった

Q9 今回のSSHの講座への参加をきっかけに、あなたが進学を志望する学部・学科（あるいは専門学校）、もしくは就職を希望する業種・職種は明確になりましたか？【キャリア】

- ① 受講前も明確であり、受講後はもっと明確になった
② 受講前も明確であったが、受講後もあまりかわらない
③ 受講前は明確ではなかったが、受講後は明確になった
④ 受講前は明確ではなく、受講後もあまりかわらない
⑤ 受講前よりも明確ではなくなった

Q10 今後、今回のSSHの講座のような大学・研究機関等の研究者による講義や実験実習などがあったら、また参加したいと思いますか？【関心・意欲・態度】

- ① 参加したい ② どちらかといえば参加したい ③ どちらともいえない
④ どちらかといえば参加したくない ⑤ 参加したくない

Q11 今後、参加したいと考えているSSHの講座があったら挙げてください（複数可）。【クロスオーバー】

Q12 これまでに参加したSSHの講座のうち、今回の講座に関連性があると思う講座があったら挙げてください（複数可）。【クロスオーバー】

Q13 学校の授業のうち、今回参加したSSHの講座に関連性が高いと思う授業があったら挙げてください（複数可）。【クロスオーバー】

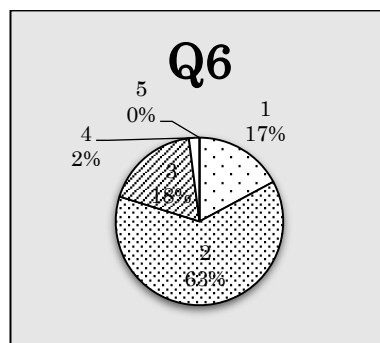
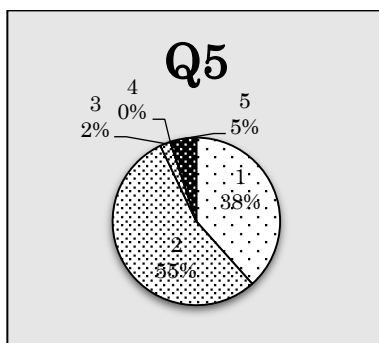
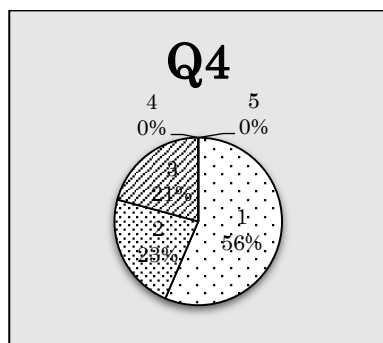
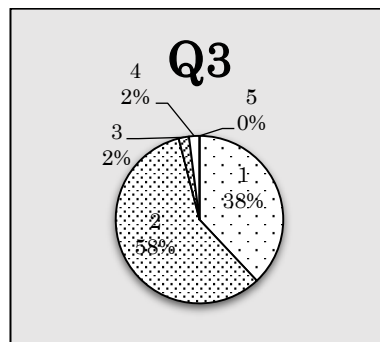
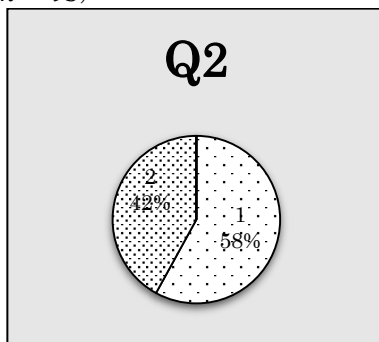
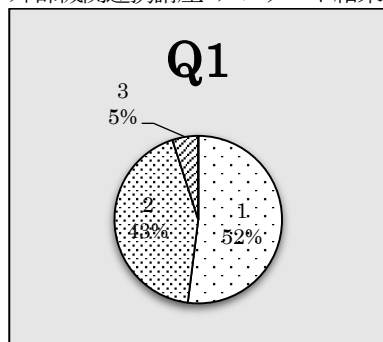
Q14 SSHの講座へ参加した感想を、自由に書いてください。

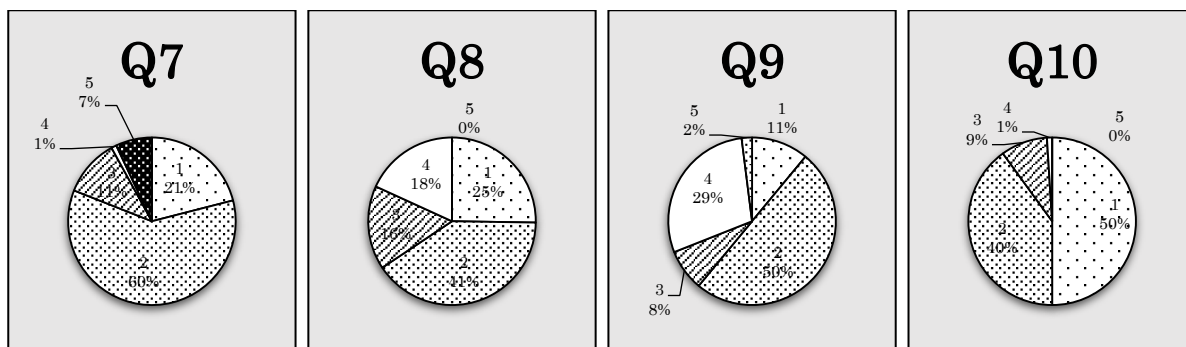
- 1 とても効果がある
2 効果がある
3 どちらでもない
4 効果が少ない
5 効果がない

次のグラフは、Q1～Q10について全講座の総和統計を百分率で表したものである。

※グラフ中1～5は、前述の【アンケート様式】の解答番号を示している。

外部機関連携講座 アンケート結果 (n = 93)





	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R01	R02	R03
Q3：講座のレベルは概ね生徒にあっている	88%	90%	92%	87%	91%	97%	91%	92%	96%
Q4：理科・数学分野に関心が高まった	88%	84%	90%	86%	82%	87%	81%	79%	79%
Q5：技術の習得は概ね達成できた	97%	96%	95%	86%	94%	97%	94%	78%	93%
Q6：課題発見能力の開発は概ね達成できた	85%	86%	83%	80%	82%	89%	85%	69%	80%
Q7：課題解決能力の開発は概ね達成できた	85%	81%	78%	80%	73%	81%	85%	73%	81%
Q8：科学系職業への興味・関心が高まった	78%	69%	79%	70%	65%	66%	63%	70%	66%
Q9：科学系分野への進学意識に寄与した	66%	64%	47%	48%	34%	49%	51%	52%	61%
Q10：外部連携講座への興味関心は高まった	89%	94%	96%	92%	90%	92%	79%	90%	90%

Q11～Q14 においては、生徒の記述・感想から、体験に基づく学習が、基本的な好奇心を触発し、学習意欲の向上やキャリアガイダンスに対する高い有効性があることが認められる。

以上の報告・アンケート結果を踏まえ、研究の検証を行う。

●教科・科目との関連性を重視した連携講座の開設

Q3「講座のレベルが概ね生徒にあっている」は、過去5年間に於いて90%以上と高い割合を維持し、高校と大学の教員間連携がよく、また事前講義等を丁寧に行ってきた効果と考えられる。今年度も新型コロナウイルス感染症予防のため一部実施できなかった講座もあるが、ほとんどの講座で事前講座を行い効果が表れたといえる。Q4「理科・数学分野に関心が高まった」も、昨年度と同程度の値となり、高い割合を維持している。

●キャリア教育の視点を入れた連携講座の実施

Q9「科学系分野への進学意識に寄与した」は、過去5年間に於いて右肩上がりに数値を伸ばした。この取組が少しでも多くの生徒の進学意識に影響を与えていることから、有効性が認められる。日常的に教科・科目横断的な思考プロセスをより強く発信する取組を続けて、卒業後も役立つ学びであることを意識できるように進めていくことは必要であると考えられる。しかし、Q8「科学系職業への興味・関心が高まった」は、昨年度より数値を落とし進学意識が直接職業意識に繋がらなかったことが今後の課題である。

3 科学系部活動の科学コンテストに関する報告

様々な大学及び外部諸機関との連携を展開し、生徒は多くの経験や貴重な知識を得ることができた。その結果、下記のような科学系部活動の成果として表れているのではないかと考える。本校の科学系部活動における科学コンテストの参加状況とその成果について報告する。

- 平成29年度
 - ・第11回高校生理学研究発表会（千葉大学主催）
 - 優秀賞 墨の滲み ～昔ながらの技術とコロイドの性質～
 - 優秀賞 アミノ酸によるルミノール発光 ～二種の思いをのせて～
 - ・化学グランプリ 関東支部奨励賞
- 平成30年度
 - ・第42回全国高等学校総合文化祭自然科学部門 文化連盟賞
 - ・千葉大学国際研究発表会
 - ・韓国国立慶尚大学校—東邦大学合同シンポジウム
- 令和元年度
 - ・第13回高校生理学研究発表会（千葉大学主催）
 - 優秀賞 糖の構造と鏡の反射率の関係
 - ・千葉大学国際研究発表会
- 令和2年度
 - ・第44回全国高等学校総合文化祭自然科学部門 地学分野出場

- 令和3年度
- ・第15回高校生理学研究発表会（千葉大学主催）
優秀賞 ～アズキノウムシの産卵密度と次世代サイズの関係～
 - ・第45回全国高等学校総合文化祭自然科学部門
ポスター部門千葉県代表校（化学）
 - ・第46回全国高等学校総合文化祭自然科学部門
生物分野出場決定
 - ・神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞 団体奨励賞



第45回総文祭ポスター部門

実施の効果とその評価

科学系コンテストに参加することは、発表の機会を得ることにより、研究の進捗に効果が期待できる。今年度は、新型コロナウイルス感染症予防のためビデオや音声入りスライドの送付で実施したコンテストがほとんどであった。そのため、直接のアドバイスや他校生徒との交流は実施できなかった。可能な限りコンテストに参加することで動機付けとなり、研究内容を充実させることができ、モチベーションの向上につながる。その結果、今年度も来年夏の高文連主催の全国大会に参加が決定した。化学グランプリは、今年度は新型コロナウイルス感染症の影響により、行事日程の変更に伴い参加することができなかった。しかし、教科学習との関連も深く、研究を通して得た課題解決能力を知識のみではない学習の実践の場と位置付けられるため、今後も継続的に参加していく方向である。また例年は、千葉大学が主催する国際研究発表会に参加し、国際性を育む教育の実践の場としている。今年度は新型コロナウイルス感染症防止のため参加できなかった。英語への親近感や表現力の向上につなげていきたい。

4 ウに関する海外大学・企業との連携 報告

海外研修で過去には現地の博物館内（テックミュージアム）での科学工作教室やスタンフォード大学内で、日本人留学生のグループとの交流を続けてきたが、令和2、3年度は新型コロナウイルス感染症防止のため実施できなかった。

5 エに関する公開理科実験教室 報告

外部諸機関連携を展開し、生徒アンケートを通して目的が達成できていることを評価した。

令和3年度 千葉市立千葉高等学校 中高連携理科学習会 「公開理科実験教室」実施報告書

- 1 目的 理数科志望の中学校3年生を対象に、物理・化学・生物・地学各分野の科学実験を、理科教員の指導のもと、理数科生徒の補助を受けながら体験しつつ、本校理数科への理解を深めてもらう。
- 2 日時 令和3年10月30日（土） 午後1時45分より約2時間
- 3 会場 本校（2階）物理実験室・化学実験室・生物実験室・地学実験室
- 4 内容

(1) 物理分野：「加速する物体の運動」



理数科2年生との交流を通して高校生活のイメージをつかんでもらい、その後、高校で行う加速する物体の運動について本校理数科生徒と一緒に実験を行い現象について体験する。

(2) 化学分野：「鏡作り」



アンモニア性硝酸銀水溶液と糖類を用いて、ガラス板を鏡にする実験を行った。理数科2年生と本校物理化学部の生徒からきれいな鏡を作るための工夫やコツについて聞きながら進めて行った。作成した鏡を持ち帰ることができる。

(3) 生物分野：「鶏の脳の解剖」



脳は様々な部位に分かれており、役割分担をしている。今回は、ドッグフードとして市販されている鶏頭水煮缶を用いてニトリの脳の解剖実験を行い、鳥類の生活の特徴と関連付けることで脳の役割を考えていく。

(4) 地学分野：「有孔虫の殻の観察」



示準化石や示相化石、そして現代の環境指標としても注目されている原生生物・有孔虫の顕微鏡観察などを行う。本実験を通してサンプル処理から分析、発表という研究の流れを体験してみる。

5 生徒募集及び申し込み

9月中旬に千葉市内の各中学校長宛てに案内文書を発送し、募集要項を9月初旬より本校ホームページ上に公開した。その後、学校ごとにファックスで受け付けた。

6 安全管理

実験の安全には細心の注意を払った。また、新型コロナウイルス対策を万全に行い、防護めがねやマスクの着用等を徹底させ、受講生が安全に楽しく実験に取り組めるよう配慮した。

- 7 参加者内訳…応募総数73名（物理31名，化学10名，生物16名，地学16名）の参加で実施。
- 8 当日の受講者の様子…参加生徒73名は，理数科生徒及び科学系部活動のボランティア生徒の補助のもと，適度なコミュニケーションをとりつつ実験に対して熱心に取り組んでいた。
- (1) 物理分野：参加中学生：31名…前半は理数科生徒によるポスター発表を展開した。この中で，研究進捗の様子や研究発表のあり方について提示した。後半は高校で行う加速する物体の運動について本校理数科生徒と一緒に実験を行い現象について体験した。
- (2) 化学分野：参加中学生：10名…実験の流れ，留意点，注意事項について説明を受けた後，教員や補助生徒とともに，薬品の調製などの作業にとり組んだ。中学生にはやや難しい部分もあったが，補助生徒からの指導を得て，根気よく取り組み，きれいな鏡に仕上げていた。
- (3) 生物分野：参加中学生：16名…鶏の脳の解剖実験を行った。鶏（鳥類）の生活の特徴と関連付けることで脳の役割を考察した。中学生1人1人に本校生物部の生徒がアシスタントとしてつき，実習を行い，さらなる理解を深めた。
- (4) 地学分野：参加中学生：16名…理数科生徒による課題研究の紹介を行った後，原生生物・有孔虫の顕微鏡観察などを行う。本実験を通して，サンプル処理から分析，発表という研究の流れを体験した。
- 9 入学生徒について 本校生徒のうち，公開理科実験教室に参加した経験をもつ者は次のとおりである。
- ・3年次生（令和元年度入学）理数科12名 普通科 2名 計14名
 - ・2年次生（令和2年度入学）理数科 8名 普通科 0名 計 8名
 - ・1年次生（令和3年度入学）理数科18名 普通科 3名 計21名

以上

実施の効果とその評価 以下の様式でアンケート調査を行った。

令和3年度 千葉市立千葉高等学校『公開理科実験教室』アンケート集計結果73名分

参加中学生の皆さん。今日は公開理科実験教室に御参加いただき，ありがとうございます。お疲れとは思いますが，以下の質問に御回答の上，担当の職員または協力生徒に提出してください。よろしくお願いします。{選択したカッコに，○印を付けてください}

- (1) 中学何年生ですか？
 ① 中学2年生 0名 ② 中学3年生 73名
- (2) 今日の実験教室では，楽しく過ごすことができましたか？
 ① はい 71名 ② いいえ 0名 ③ まあまあ 2名
- (3) 今日はどの分野に参加しましたか？
 ① 物理分野 31名 ② 化学分野 10名 ③ 生物分野名 16名 ④ 地学分野 16名
- (4) 実験をしていて，最も印象に残ったことはなんでしたか？

(物理) ○物体の質量が変わっても，落下する速さや，加速度が変化しなかったこと。○プリントが英語でおどろいた。○先輩たちが学年や生徒と先生を超えて，楽しく教えてくれたこと。○カーボン紙が必要ない記録タイマー。○先輩方がとても優しく，親切でした。ありがとうございます。○わからないところも教えてくれて，優しくてよかったです。○値がほとんど同じになったこと。○理科の実験プリントがすべて英語で書かれていたこと。○重さを変えたときも，同じような速さで落ちていったこと。○先生や在校生からの面白い話や雑談を聞いた。○計算○平均値など，計算が多かったところ。○先生の教え方がわかりやすく，面白かったこと。○先生，先輩方も優しく教えていただき，とてもおもしろいところです。○どのようにして紙に点をつけているのか気になった。○班の人と協力して実験をして，良い結果を得られた。○どう計算しても12.5がでてしまったこと。○忙しながらも楽しく実験できたこと。○先生の話。○機械のすごさ。○重いものでも軽いものでも，同じ条件で落とせば，同時に地面に落ちること。○加速度が思っていたほどずれてなかったこと。すごい。○グループのみんながいてこそのできる実験だった。○高3の人がおもしろかった。○先生の話や授業の雰囲気が良かった。○プリントが英語でびっくりした。○重さが違う物体の落ちる加速度が同じだった所。○理科の授業なのにプリントが英語で衝撃を受けた。

(化学) ○全部○アンモニアを加え，黒い沈殿が生じること。○ガラスに銀が付着していくとき。○銀液と還元液をガラスにかけると，反射するようになったこと。○アンモニアを加えると，透明な液が濁り，その後また透明になったこと。○キレイに洗った面と反対の面に鏡ができたから。○スプレーをかけたときに，バナナのおいがした。○ガラスに銀を定着させること。○家庭でも工夫すれば水酸化ナトリウムが作れること。○銀が析出したときの反応。

(生物) ○動物によって，小脳や脳の大きさが違うというところ。○実際に自分の手で解剖ができたこと。○小脳が“小”とついているのに大きいこと。○スライドショーなどで，一つ一つわかりやすく説明をしていただけで，理解をより深めながらできたこと。○ニワトリの脳の観察を通して，様々なことを考えた。○ニ

ワトリの脳が想像以上に細かった。○動物の中でも何を重要にするかによって、脳の部位の大きさが変わっていること。○小脳にしわがあって、大脳にしわがないこと。○ニワトリの頭だけ渡されたときにグロかったことです。○頭から大脳と小脳をはずしたこと。○脳から目につながる神経が体の大きさのわりに太かったこと。○視神経のつき方がとても興味深く印象に残りました。○小脳の方がしわが多いということを知ったこと。○小脳の方にしわが見えたこと。○何かの解剖をするのがはじめてだったが、簡単にできた。ニワトリの視神経が、目から取れた時には少しびっくりした。○にわとりは小脳が発達している理由を知ることができて、とても興味深かったです。

- (地学) ○砂の入ったシャーレの中から、よくわからない球体のようなものが出てきたので、先生に質問すると、「あなたはどう思いますか？」と自分の意見を聞かれたこと（自分の意見をもつことが重要だとわかった。）○先輩方が話かけてくださって、より興味を持つことができた。久しぶりに顕微鏡を長い時間触ることができて楽しかった。○研究の発表のテーマが詳しくておもしろかった。○先輩方がやさしく、楽しそうに接してくれたことです。○有孔虫にいろいろ種類があり、ものによって見つかりやすさがあったことです。○様々な種類の有孔虫を見つけることができたことです。○女子の人が予想以上に多かったこと。有孔虫が面白かったこと。○多くの有孔虫を見つけることができたこと。先輩方が話しかけてくれたことが嬉しかったです。○有孔虫の種類。○有孔虫という聞いたこともないものを、丁寧にわかりやすく教えてくださったこと。○有孔虫というものを初めて知って驚いた。○有孔虫について知れたこと。エルフィディウムの数の多さです。○シュードニオンを見つけられたこと。○肉眼では小さい粒だけど、拡大するだけで世界が180度変わるなと思いました。○有孔虫の観察。
- (5) 理数科の生徒が実験のお手伝いをしてくれましたが、その印象はどうでしたか？
- ① 親切に教えてくれた 68名 ② あまり教えてはもらわなかった 0名
③ 先輩達の様子が変わり参考になった 19名 ④ 別にいなくてもよかった 0名
⑤ その他 1名 (○とてもわかりやすかった。)
- (6) 市立千葉高校の理数科に入学した後の授業で、今回の実験と同じようなことを行う場合があります。それをあなたは どう 思いますか？
- ① 何だか飽きてしまいそう 0名 ② もう1回出来るので嬉しい 61名
③ 授業では先生の手伝いができる 4名 ④ 自分には一歩先の課題を出して欲しい 8名
⑤ その他 3名 (地学) ○探し方のコツや種類を友達に少しなら説明できる。
(生物) ○もっとくわしく解剖したいと思いました。
- (7) 公開理科実験教室に参加して、本校理数科に対する気持ちはどうになりましたか？
- ① ぜひ市立千葉の理数科に入学したい 29名 ② 別の高校に進学するつもりだ 2名
③ 普通科にしようかと思う 6名 ④ 今はいろいろと迷っている 34名
⑤ その他 6名 (○理数科が嫌いというわけではありません。○来る前から普通科にしたい。
○他の3つの分野も見てみたい。○市立千葉の普通科か理数科に入学したい。)

上記①～⑤について

- (a) そういった気持ちが強まった 58名
(b) そういった気持ちが弱まった 2名
(c) そういった気持ちに変化は特になかった 10名
- (8) 今までに他の学校や科学館などで、このような実験教室に参加したことはありますか？
- ① ない 56名
② ある 17名 場所 (○講談社○千葉市科学館○塾○成東高校○安田学園高等学校
○木更津高専○千葉工業高校○現代産業科学館)
- (9) 今後、実験教室で取り上げて欲しいテーマがありましたら記入してください。(未記入でも可)
- 化石の観察○動いている生き物を観察してみたいです。○血液の凝固、液体酸素を使った実験。○二酸化炭素を酸素にする実験。○神経を通る情報の伝達方法。○ほ乳類の解剖(生物) ○放射線について。○他のセキツイ動物の脳や心臓の解剖。○飛行機はなぜ飛ぶか。○おもりをつるして工夫して考えて、重くしてたえられるようにする実験。○ナイター液で化石をとく。○エネルギーを効率よく変換する方法。○坂を下りる運動や上る運動など。

●公開理科実験教室

高校と大学との接続を、高校と中学校との連携に置き換えて、外部機関連携講座で獲得したスキルを活用しながら高校生として中学生に可能な限りのサイエンスアウトリーチを実施した。アンケート結果(5)の回答から高校生と中学生のコミュニケーションはよくとれていると思われ、高校生にとってもコミュニケーションスキルの向上につながっていると考えられる。アンケート結果(7)の①では、参加した中学生のうち、35名(48%)が本校理数科または普通科に入学したいと希望していることから、キャリア教育・科学の芽を育てる取組としての有効性があると考えられ、引き続き模索する価値が大いにあると考えている。

6 オに関する千葉市未来の科学者養成講座 報告

(千葉市未来の科学者養成プログラム講座「市立千葉SSHコース」概要)・・・

新型コロナウイルス感染症防止のため中止

講座内容
物理講座「電磁気の世界～回路を作ろう～」 講義内容：高校生がアシスタントとして手伝い、発光ダイオード組み込んだ回路を製作しその回路を使って「どの端子とどの端子をつないだら発光ダイオードを光らせることができるのか」という問題を考える。
化学講座「分光光度計を使って光を分析しよう」 講座内容：分光光度計によるスペクトル分析色が見える仕組みを学び、いろいろな色を分光光度計で吸収スペクトルを測定する実験。簡易分光器を作成して光のスペクトルを観察する実験。炎色反応の演示実験。様々な元素からの光を分光器で観察する実験などを行い、まとめとして三つに分かれて発表する。
生物講座「オオカナダモ（アナカリス）の原形質流動の観察」 講義内容：高校生がアシスタントとして手伝う。顕微鏡の使い方を学び、様々な生物の観察をする。
地学講座「課題研究の手法」 講義内容：仮説をもとに検証する。ティッシュとティッシュペーパーの箱を別々に落としたときと、重ねて落としたときの違いについて、なぜそのようなになるのか理由を予想し検証する実験を考える。はかりにくいものを数値化する（黒さの数値化）。
情報・数学講座「ホームページの作り方」 講義内容：高校生の手伝いのもと、自分の好きなものに関するHPを作成する。

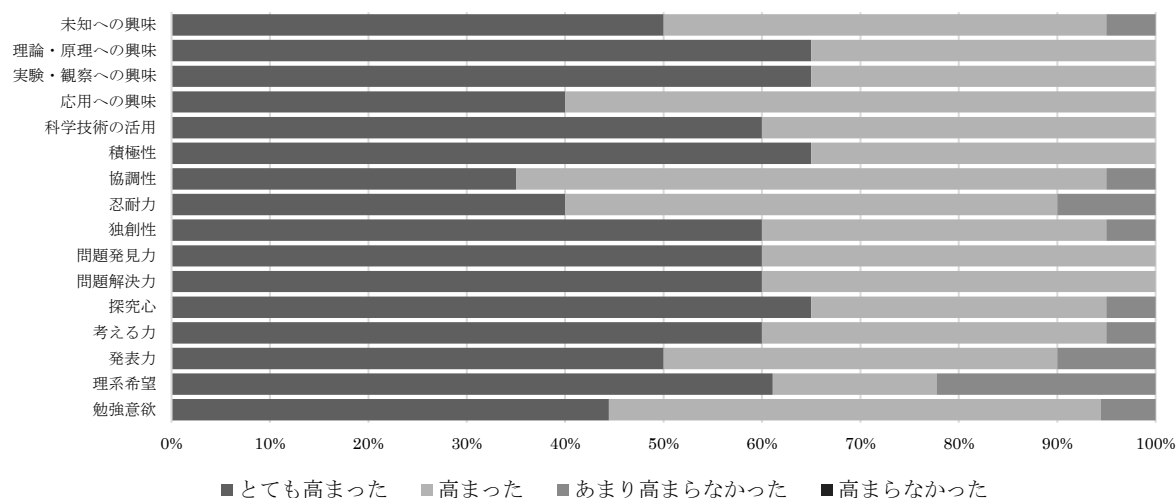
●千葉市未来の科学者育成プログラム「市立千葉SSH探究支援コース」

本項目は、高校と大学との接続を高校と中学校との連携に置き換えて、外部機関連携講座で獲得したスキルを活用しながら高校生として中学生に可能な限りのサイエンスアウトリーチを目指している。高校生にとって獲得したスキルを発揮する場面として貴重な体験で自己表現能力の育成に有効であったと考えられる。最終回には中学生によるプレゼンテーションを実施し高校生の身に付けたスキルを中学生に伝える機会となり表現能力を向上させることができる、高校生にとって育成したい能力（課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力）を養う良い実践の場となると考えているが今年度は中止となった。

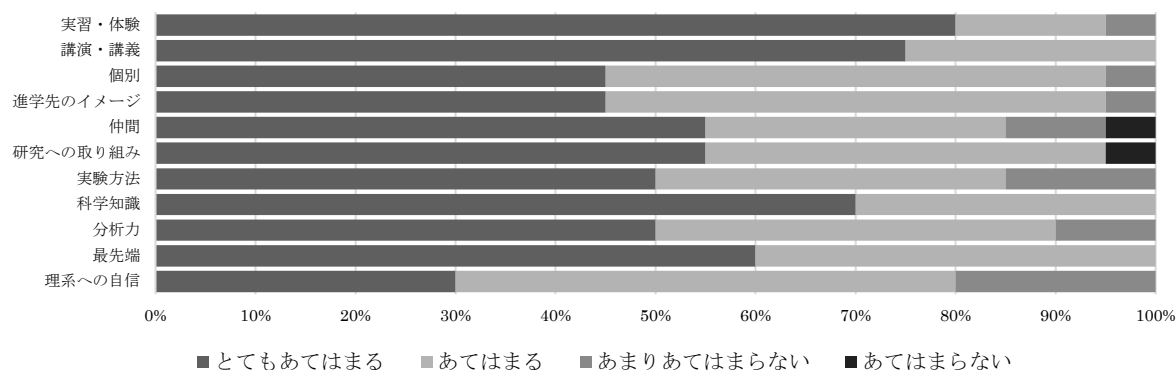
●令和元年度千葉市未来の科学者育成プログラム（千葉市教育委員会アンケート結果参考）

探究支援・市立千葉SSHコースを受講した中学生24名のアンケート結果

Q1：育成プロに参加したことで、参加前と比べてあなたの理科や数学についてどれくらいの高まりがありましたか？



Q2：育成プロに参加してよかったこととして以下の事柄は、どれくらいあてはまりますか？



Q1「問題やテーマなどを発見する力（問題発見力）」、「問題を解決する力（問題解決力）」については、すべての受講生が高まったと考えている。しかし、Q1「将来、科学技術、医療の分野で活躍したいという気持ち（理系希望）」、Q2「理系に進むことに自信がもてたこと（理系への自信）」については、本講座のみでは理系進学、理系就職まで考えることができなかった生徒も多く、今後も継続的に理数事業を推進していく必要がある。

研究の成果・課題

本校生徒にとって、外部機関連携講座は次のような意義を持つ。

1. 専門性の高い講師による指導を受けられること。
2. 事前学習・事後学習を充実させることにより、参加生徒に対して、日常の授業との接続を強く意識させることに成功していること。
3. 大学や研究機関、企業など最先端の施設を利用できること。
4. 1～3により、キャリアガイダンスを構成できること。

研究の成果

今年度は、コロナウイルス感染症防止のため多くの企画が中止となったが、参加可能であった企画については、アンケート結果から、例年にも増して大いに意義深く有効であった。

学習指導要領の改訂や大学入試改革を踏まえると、「問題発見能力」「問題解決能力」「自己表現能力」を培うことが大切である。「アクティブラーニング」や「課題研究」といった思考的学習活動への移行が求められる中、外部連携講座ではそれらの向上に期待ができ、特に公開理科実験教室や未来の科学者養成講座などのサイエンスアウトリーチでは、自己表現能力の育成に効果があり、生徒の進路実現につながると成果が期待できる。外部機関連携講座は、キャリア教育的な要素もあり、生徒の自発的な進学意識の高揚にも有効であると考えられる。

今後の課題

●教科・科目との関連性を重視した連携講座の実施と普及

講座に関連する教科科目・単元の学習内容についての事前指導を行うことで講座に対する取り組む姿勢を確認する。実施後には、事後指導を行うことによって、授業との接続性をもたせるとともに探究活動や課題研究に関連付ける。また、連携講座の教育課程上の位置付けや受講することによって身に付けようとする能力を生徒に明確に示す。事後学習においては、レポート等で自己の能力を評価し、さらにポスターを作成することによって自己表現能力を育成し、連携講座の成果普及を行う必要がある。

●高大接続を視点とした発展的な連携講座の開発

連携講座が分野を融合して実施することで、科学的な素養を高めるだけでなく分野を融合した発展的な講座を開発していく必要がある。

●キャリア教育の視点を入れた連携講座の実施

これまでも講座によっては連携先の指導者に研究者になるまでの過程を話してもらっていたが、これを全ての連携講座で実施するとともに、様々な視点から研究の心構えや助言をレクチャーしてもらう必要がある。

●オンライン等を活用した海外大学・企業との連携

米国企業との連携、SS-Field Studyの中で、シリコンバレーを訪問し、インテル、スタンフォード大学において、最先端技術に関する講義を持続させていく必要がある。また、海外で働く日本人技術者や学ぶ日本人留学生との意見交換を行うことによって、生徒のキャリア意識の国際的に活躍できる人材を育成する。また、課題研究等の報告会を全国のSSH校や海外の高等学校や大学とオンライン等で接続する必要がある。

V フィールドワークの指導法と評価法の改善

研究開発仮説

- ・各取組において育成したい能力（課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力等）を明確にし、その能力育成に向けて指導する内容を再構成することや、指導と評価を一体化することにより、効果的に各能力を育成することができる。
- ・理数科や普通科SSHコースの取組内容やカリキュラムを見直し、フィールドワークにおいてもデータ分析の強化を行うことにより、課題研究など他の取組の質を高めることができる。
- ・フィールドワークを行う際に、教員研修を実施することにより、指導できる教員を増加させることができる。また、事前指導や事後指導に多くの教員に関わってもらうことで他分野とのつながり、連携を図ることができる。
- ・成果物以外の評価方法を開発することで、生徒の探究心や広い視野と柔軟な思考力をより効果的に育成することができる。

以上の取組を実施していくことで、生徒が持つ科学的な好奇心や探究心を引き出して養いながら幅広い分野に興味関心を持つことが期待できる。さらにはフィールド内における引率教員の指導法のノウハウの継承や多くの教員が関わることで新しい指導法の開発がなされる。これにより将来を見据えたフィールドワークとして補完できると考える。

1 「Field Study」（理数科1年次）

(1) 研究内容

日本領土の中で100余りの島嶼から構成される伊豆諸島は、日本列島の形成要因や過程を考察する上で、火山活動が見られ火山学や生物地理学的に世界的にも注目されている(図1)。

本校ではフィールドワークを実施する上で他地域に類を見ない絶好の場所として伊豆諸島に注目し、その中でもアクセスがよく諸島で最大の島である伊豆大島での研修を実施した。伊豆大島でのフィールドワークを実施する事前学習の一環として、クロスカリキュラムによる教科横断的な学習内容の体系化を実施し、さらに生物の授業内では模擬フィールドワーク実演として、コドラート法などの植生調査の基礎実演などを実施した。



図1. 伊豆諸島の島嶼群.

(2) 研究方法

Field Study 研修方法

本校理数科で最初に実施される野外研修がこのField Study「伊豆大島 野外研修」である。このプログラムは理数科2年次に実施しているアメリカでのフィールドワークの基礎講座として位置づけている。そのため、1年次に観察の基礎を教えると共に、複数の事象を組み合わせる論理的に仮説を組み立てる能力や仮説を持った上で観察に臨むことの重要性についても指導している。生徒にはフィールド研修はもちろん、授業や課題研究を通じて研鑽することが重要だと意識



(写真) 11月に実施した

Field Study 1日の最後のミーティングの様子

させた。そのため、一日の研修の最後にフィードバックを行うためにミーティング（前頁右下写真）を行い、生徒同士が一日の研修内容について議論することで知識を深めることを行っている。

研修前に地理教員による事前指導を行い、地理（社会）としての切り口で伊豆大島を考える授業も展開した。伊豆大島でのフィールドワークの研修指導はすべて本校教諭が行っている。令和3年度の引率教諭および指導分野担当教諭に関しては、団長の教頭を筆頭に担任1名、地学担当1名、養護教諭1名で構成した。例年は5月に行っている本研修だが、今年は新型コロナウイルス感染症により実施時期を変え11月に行った。感染症対策のため移動方法や宿泊指導などの見直しを行ったが、研修内容については、ほぼ当初計画のとおり実施することができた。



（写真）11月に実施した
Field Study 2日目の様子
2日目の内容は三原山周辺の1日フィールドワーク

また、普通科の総合的な探究の時間の成果発表会と連携して、フィールドワーク中に学んだことについてパワーポイントを活用して発表を行った。発表を行う事で研修の振り返りや普通科という伊豆大島に行ったことのない集団にどのように伝えるのか考える良い機会になる。他に、6、7人のグループを組み日程、地学分野、生物分野に分かれてポスターの作成を行うことで、伊豆大島研修を振り返る事後指導も行った。

（3）検証

Field Study 生徒評価

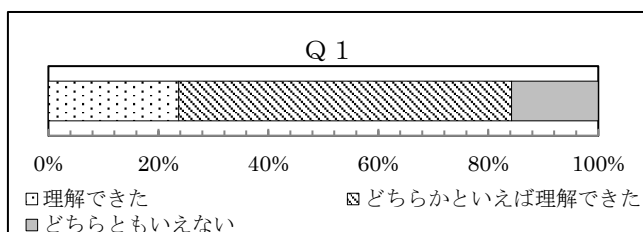
参加生徒に対しレポートを各分野において課し、それぞれの担当教員が評価し、集計したものを総合評価とした。研修の2日目で実施した報告会ではすべての班が研修内容についてプレゼンテーションを行い、質疑応答を通して議論を行った。

Field Study プログラム（生徒）評価

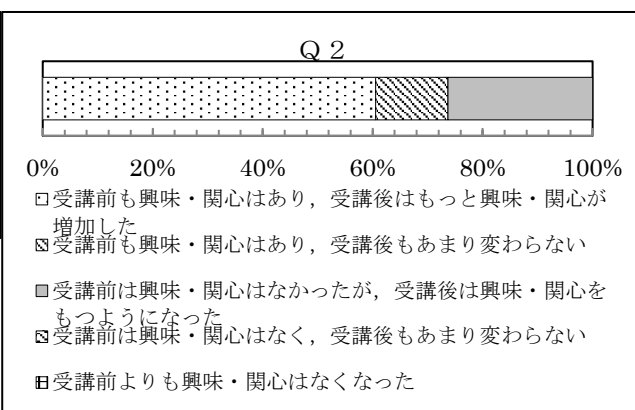
研修後、以下の内容でアンケートをとり、次年度の実施に向けた要改良点および改善点を検討する根拠とした。【集計人数 n = 38人】

Q 1 今回の講座の内容を、自分なりに理解できましたか？【知識・理解】

Q 2 今回の講座への参加をきっかけに、科学技術や理科・数学に対する興味・関心はどのようになりましたか？【関心・意欲・態度】



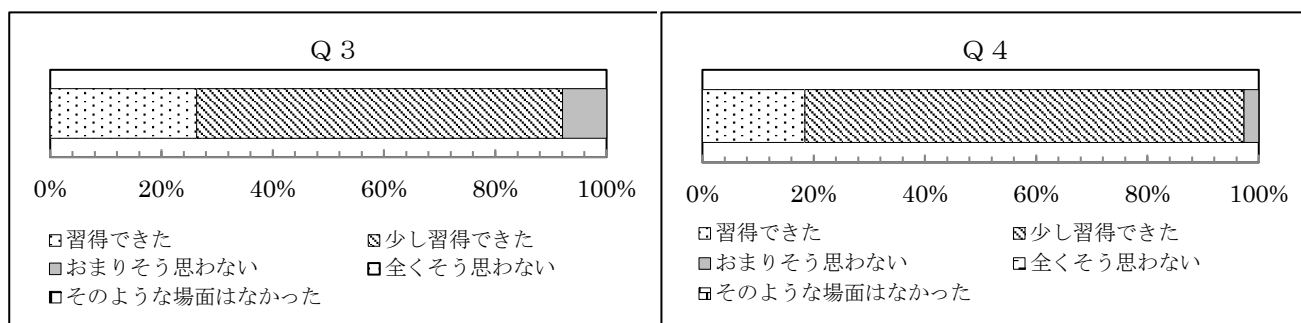
Q 1 について理解できたとどちらかといえば理解できたと84%を占めており、理解できなかったとどちらかといえば理解できなかったは共に0%であった。このことから今回設定した課題に対して十分な指導があった。Q 2 についても



受講前は興味・関心はなく、受講後もあまり変わらないや受講前よりも興味・関心はなくなったは共に0%とネガティブな意見はなかった。これらのようにアンケートの結果がポジティブな解答であったことや新たな実習課題を開発し、それに伴う指導教員の技術向上や外部との連携強化を図っていくことが期待できる。

Q 3 今回参加した講座では、何が課題であるのかを自ら発見する方法あるいは能力を習得できたと思いますか？【思考・判断】

Q 4 今回参加した講座では、試行錯誤を繰り返して課題解決につなげる方法あるいは能力を習得できたと思いますか？【観察・実験の技能・表現】



Q 3 の課題発見能力を習得できたか、という問いにポジティブな回答をした生徒が92%、Q 4 の課題解決の能力では97%と非常に高い数値となっている。このことから生徒がそれらの必要性を理解し、能力を習得するよう努力したと実感できる研修になっているといえる。一方で、Q 3 もQ 4 も少し習得したの割合が多いことから、生徒達の実感や自信が少ない部分であると考えられる。研修において目標を明確にする部分、生徒が成功と失敗を強く実感できる部分を研修の中に組み込むことも検討したい。

2 「SS-Science Camp I」 (普通科1年次：希望制)

(1) 研究内容

SS-Science Camp I は宿泊体験型の講座である。このプログラムは1年次生徒を対象としており、普通科1年次生にとっては普通科2年次生で選択コースとして設置されているSSHコースでの野外研修を見据えたプログラムとなっている。科学に対する興味・関心・意欲を高めると共に、実験手法等を学習することで理解を深め、発表する能力等を伸長する。また、研究室の様子や研究者の研究生生活を知ることにより生徒のキャリア意識を高めることを目的としている。

ここ数年は1年次生徒を対象に2泊3日の日程で、茨城大学をはじめとし茨城県内にある研究施設と連携して実施している。今年度は新型コロナウイルス感染症予防対策のため日程を変更し、遠隔会議システムを利用して事前講義を行ったが、当日のフィールドワークについてはまん延防止等重点措置の発令により中止となった。

今年度の事前講義の内容としては東邦大学理学部物理学科小川了教授に来校してもらい素粒子についての内容について講義を受けた。また、二回目、三回目の事前指導については本校職員による一回目の講義の内容を受け素粒子についてさらに理解を深める内容となった。また、研修時期が変更になったので、それに対応するためにフィールドワークに対する事前講義も行った。研修に向けて生徒が質問を用意して研修に臨むことを目指したが、当日の研修については中止となった。



(写真)

高エネルギー加速器研究機構(KEK)にて実際の研究者から研究内容や施設の紹介を受ける様子



(写真)

高エネルギー加速器研究機構(KEK)職員による施設の紹介を受ける様子

例年の研修内容として宇宙航空研究開発機構（JAXA）講座では、我が国の宇宙開発の中心であるJAXAを訪問し、宇宙飛行士の訓練の様子や国際宇宙ステーション内の「きぼう」について説明を受けた。KEK講座では日本最大級の加速器を有し、国内の大学・企業等の研究者および海外の施設との共同研究など第一線級の研究が行われているKEKにおいて、最新の技術をはじめ現在取り組んでいる事業の紹介を受けることができた。一方で、生物分野の研修においては、茨城県自然博物館の協力を得て野外研修を実施した。茨城県自然博物館は園内に広大なフィールドを有しており、岩石観察をはじめ隣接する菅生沼において植物遷移等の環境保全の活動を通してフィールドワークの基礎実習も取り入れたレクチャーを受けた。多面的な学習により生徒のキャリア意識をより高めることができる研修となった。

(2) 研究方法

SS-Science Camp I 研修方法

この研修に参加することで、大学やJAXAなどの研究者たちと実際に話をすることができ、普段とは異なる刺激を生徒が受けることができる。また、フィールドワークの基礎・基本を身に付けることも目的の1つとしている。2年次にSSHコースではSS-Science Camp IIなども設置されているので、本校のSSHコースを生徒にも理解してもらう良い機会として欠かせないプログラムとなっている。当プログラムの引率教員は、物理の教員を中心に選定している。茨城県自然博物館によるフィールドワークを入れるようになってからは生物もしくは地学の教員も引率教員として選定するようになってきている。また、ここ数年では教科を問わず1学年主任が引率に加わり（昨年度は数学、今年度は地歴）、この研修に関しても事前指導や当日の研修内容において多くの分野の教員が関われないか思考している。

生徒たちの研修スタイルは、研修前の事前指導とともに訪問先での講義やフィールドワークでの観察を通じてしっかりメモを取ることを主とし、研修に臨む姿勢を養うように指導している。生徒の評価は、各施設で受けた内容をレポートにまとめて提出させて行っている。

令和3年度は当初計画では7月下旬に実施を予定していたが、緊急事態宣言に伴う県境を越えた移動の自粛措置により1月下旬に変更した。1月下旬についても新型コロナウイルス感染拡大により中止になった。例年、この研修に刺激を受けて2年次にSSHコースを希望する生徒も多くいるので、この研修は中止になったが代替え措置として生徒に対して何らかの経験はさせたいと考えている。

(3) 検証

SS-Science Camp I 生徒評価

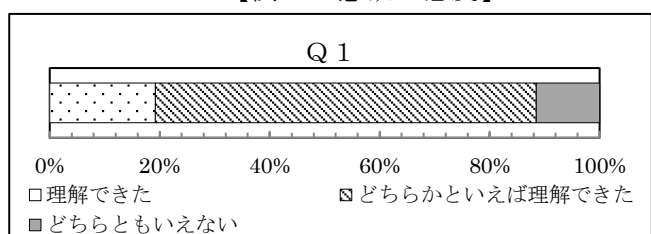
例年では生徒たちには、研修達成度の評価材料となるレポート課題を提出させている。レポートの内容を見ると、授業内でのレポート作成の経験や事前指導を活かして自分なりにしっかりメモを取り、まとめようとする努力がうかがえる内容になっている。この研修を経ることで次年度2年次でのSSHコースをさらに強く希望する生徒も出てくる。しかし、今年度は中止となった。

SS-Science Camp I プログラム評価

研修後、例年アンケートを実施し、次年度の実施に向けた要改良および改善点を検討する根拠としたが今年度については新型コロナウイルス感染課題の影響により本研修が中止になったので、令和2年度に実施した際のアンケートを載せた(昨年度アンケート結果)。昨年度参加者26名によるアンケートである。【集計人数n=26】

Q 1 今回の講座の内容を、自分なりに理解できましたか？【知識・理解】

Q 2 今回の講座への参加をきっかけに、科学技術や理科・数学に対する興味・関心はどのようになりましたか？【関心・意欲・態度】

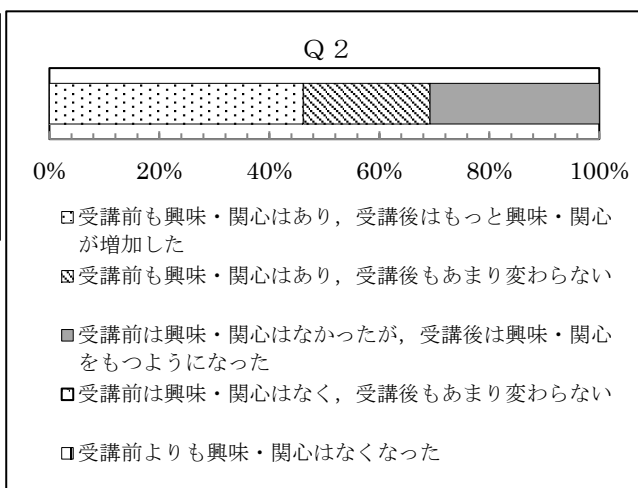


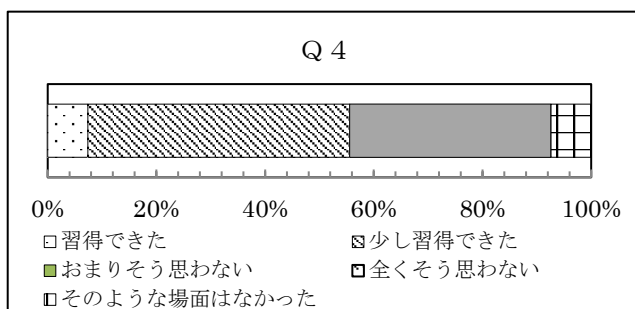
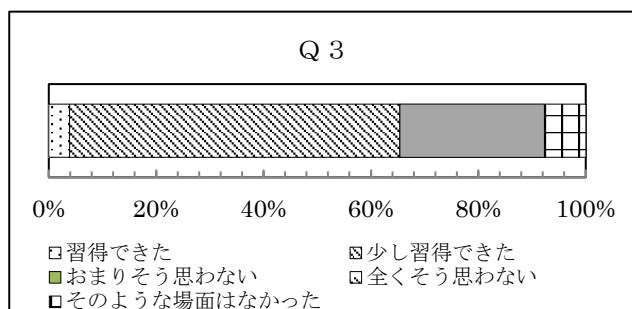
Q 1 についてはどちらかといえば理解できなかったや理解できなかったというネガティブな意見はなかった。しかし、どちらかといえば理解できたという意見が18人(69%)と大多数を占めている。この結果から少し自信のなさが伺える。本校の特に普通科の生徒にみられる特徴でもある。2年次にはSS-Science Camp IIなども設置されているので、多くの研修にトライしてもらうことで自信を積み重ねてもらいたい。また、そのために研修同士を連携させていきアンケート結果についても次に引き継ぐ必要があると考えられる。Q 2についてはすべてがポジティブな意見だった。

中でも受講前は興味がなかったが、受講後は興味・関心をもつようになったが8人(30%)とやや多い。本研修は1年次生徒の7月下旬という早い時期の研修であり、受講後に興味・関心を高めているので、より多くの生徒に参加してもらえるように工夫していきたい。一方で、少人数ゆえに生徒に対して手厚く指導がおこなえたため、良い結果が得られたとも考えられるので、例年通り定員40名を維持し、40名の参加が得られる働きかけをしていきたい。

Q 3 今回参加した講座では、何が課題であるのかを自ら発見する方法あるいは能力を習得できたと思いますか？【思考・判断】

Q 4 今回参加した講座では、試行錯誤を繰り返して課題解決につなげる方法あるいは能力を習得できたと思いますか？【観察・実験の技能・表現】





Q 3 Q 4 共に全くそう思わないというネガティブな意見がなかった。しかし、習得できたと言い切れる生徒は1人（4%）と2人（8%）と非常に少ない。性質上習得がわかりにくい分野ではあるので、今後、生徒に対してわかりやすい提示や生徒の自己評価シートの作成など生徒に対して可視化・見える化することで生徒自身が能力の成長を確認する事ができるのではと考える。

一方で、本研修は科学に対する興味や関心を高める場としても、課題解決・発見能力を育成する場としても重要な課外研修プログラムとなっている。今後も本研修を学校規模で生かしていきたい。

3 「SS-Science CampⅡ」（普通科 S S Hコース 2年次：希望制）

(1) 研究内容

SS-Science CampⅡは、「SS-Science CampⅠ」の発展的講座として位置づけ、富山県・長野県において各分野の最前線で活躍する博物館・大学関係者と連携を取りながら、毎年夏休みに3泊4日でフィールドワークを実施している。今年度に関しては新型コロナウイルス感染拡大の影響により実施時期を延期し10月に延期し、1泊2日に短縮して実施した。

北半球における世界最南端の残存氷河として注目されている立山連峰をフィールドとして用い、その氷河調査代表メンバーと国際山岳ガイドの現場指導のもと、普通科 S S Hコース 2年次生の希望者を対象として6名（男子2名、女子4名）で研修を行った(図2)。

研究員および国際山岳ガイドの指導の下、安全を考慮しながら氷河や氷河地形などの現地調査および、立山固有の高山植物や生息数を減少させている生物の観察を行った。



図2. 立山連峰の概観。

(2) 研究方法

SS-Science CampⅡ 研修方法

本校が実施している野外研修の中でもこのSS-Science CampⅡは毎年変更や改良を加えられて海外研修と同様に成熟したフィールドワークとなってきた。他の研修と同様に、課題発見・解決能力の育成を目的としている。ただし、参加は任意なので普通科 S S Hコース選択者に事前に参加希望アンケートを取り、保護者の同意を得た上で参加者を決定している。また、平成28年度よりこの宿泊研修以外に、基礎講座として生物・地学の日帰り研修を行い、フィールドワークの指導をしている。昨年

度は生物基礎講座をよりSS-Science CampⅡの研修内容に即した内容に改め計画していたが、新型コロナウイルス感染症の一斉休校のため実施できなかった。また、SS-Science CampⅡについては研修時期・期間ともに例年と大きく異なるため、研修内容を再構築し行った。研修時期が変更になったため雪が見える中でのフィールドとなるなど生徒は例年とは異なる経験ができた。一方で、泊数が短くなったことでできなくなった研修があるので、事後指導にてオンライン等を活用する形でできる部分は補填する予定である。



(写真)

今年度SS-Science CampⅡの様子

例年8月に実施している研修だが、今年度は10月に延期をし、時期が異なったため雪の中での研修となった。

令和3年度は6名参加での実施となった。令和3年度の引率教員に関しては、SSH推進部長兼化学担当1名、生物担当1名と例年よりも少ない人数で構成した。これは新型コロナウイルスの感染拡大により後期に多くの行事（フィールドワーク）が重なったためである。これらの引率教員の選抜については、これまでに参加した経験のある教員を中心に企画の段階から担当箇所を決めながら準備進めていった。さらに3000m級の高所でのフィールドワークのため、第Ⅱ期3年目からは健康管理と救護を担当する本校の養護教諭の同行を必須とした。また、高山における研修中での健康観察として、パルスオキシメーター(血中酸素飽和度数計)を常備するようになった。

研修の全日程で空の探検家で第50次南極地域観測越冬隊員でもある武田康男先生を講師に迎え、気象や星空、極地、自然環境についての講義を行うとともに、フィールドワーク中や移動中など様々な場所で解説をいただいた。

立山連邦での研修講師は、立山カルデラ砂防博物館学芸員の福井幸太郎理学博士にお願いした。福井博士は、2011年11月に開催された「極域気水圏シンポジウム(国立極地研究所主催)」において、『富山県の北アルプス・立山連峰に氷河が現存することが国内で初めて確認できた』との報告をされた。また、国際山岳ガイドの水間大輔氏に野外実習中の安全確保をお願いした。水間大輔氏は、プロスノーボーダーとして世界で活躍され、現在は山岳ガイドやスノーボード教室、後進の指導にと多方面で活躍されている。

(3) 検証

SS-Science CampⅡ 生徒評価

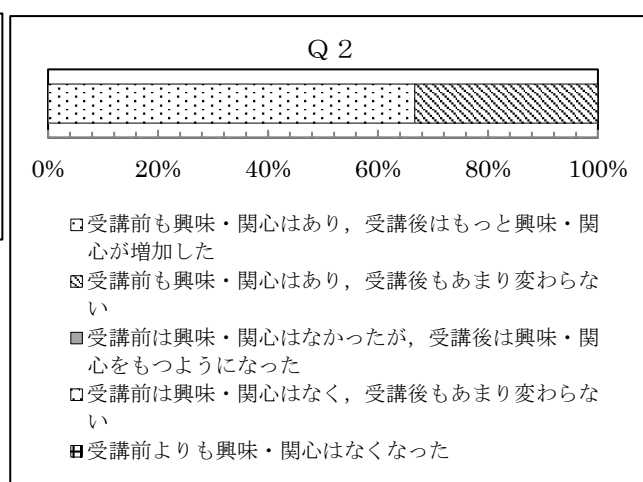
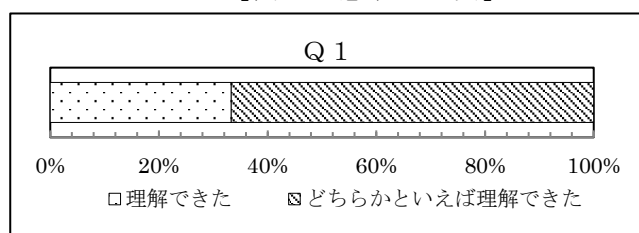
生徒たちには研修達成度の評価材料となるレポートを課し、各分野担当教員に提出をさせ生徒たちを評価している。普段使っている学校の教科書の題材を実際に目のあたりにし、さらに分野の第一人者からレクチャーを受けられることは生徒たちにとっても貴重な体験となっている。そのため、例年どの生徒からも高評価を得ている。

SS-Science CampⅡ プログラム評価

研修後、以下の内容でアンケートをとることで次年度の実施に向けた改良および改善点を検討する根拠とした。ただし、今年度は研修参加者6人と少ない。【集計人数n=6】

Q1 今回の講座の内容を、自分なりに理解できましたか？【知識・理解】

Q 2 今回の講座への参加をきっかけに、科学技術や理科・数学に対する興味・関心はどのようになりましたか？【関心・意欲・態度】

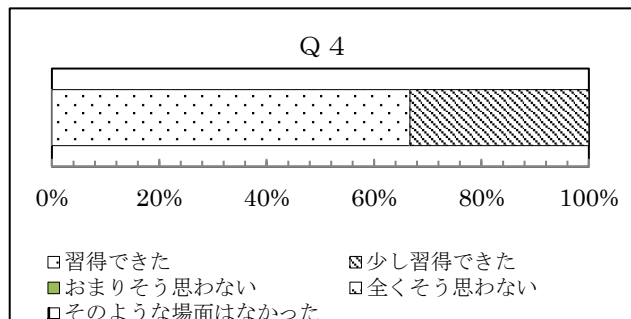
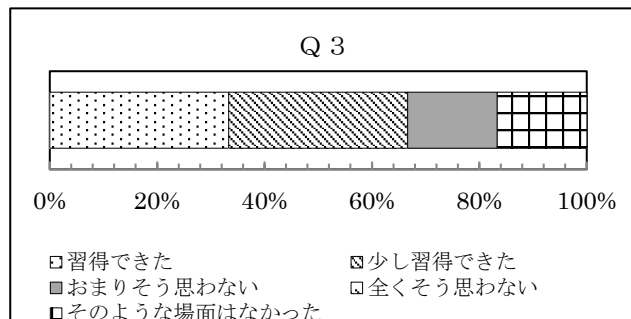


Q 1については上記のように理解できた、どちらかといえば理解できた以外のどちらともいえない、どちらかといえば理解できなかった、理解できなかったのネガティブな項目に関しては0%と非常に理解度の高い研修になった。Q 2についても興味・関心が全体的に高くネガティブな解答が0%となった。

この2つの項目から本研修に関して非常に好意的にとらえていることが伺える。また、今年度は泊数が減ってしまったが、少人数でできたため事前・事後・当日と指導を手厚くできたことや受講前から科学技術や理科・数学に興味・関心があったことから良い結果が得られたともいえる。次年度以降もコロナ化が続くことが予想されるので、その中で次年度以降も研修について工夫していく必要はある。

Q 3 今回参加した講座では、何が課題であるのかを自ら発見する方法あるいは能力を習得できたと思いますか？【思考・判断】

Q 4 今回参加した講座では、試行錯誤を繰り返して課題解決につなげる方法あるいは能力を習得できたと思いますか？【観察・実験の技能・表現】



Q 3の結果を見るとネガティブな意見もでてきている。本研修において問題発見能力の向上を目指して研修を実施している。この結果から以下にQ 1, Q 2の結果が良く興味関心の高い生徒でも問題や課題を自ら発見していくのは難しいと考えている生徒は多くいる。逆に、Q 4のように課題解決に関してはポジティブな意見のみという結果になった。生徒にはミッションという形で研修課題が課せられており、そのことによって解決の有無について生徒にとって習得の有無がわかりやすかったと考えられる。このことからQ 3についても生徒が自ら課題を発見する内容を組み込む。また、それに対する自己評価・他己評価を実施していくことも検討していきたい。一方で、これらのアンケート結果から生徒の気質として能動的というよりも受動的な側面が強いと考えられる。そのことからフィールドワークだけでというよりも普段の授業、学校行事を通して学校全体で生徒の能動的な側面を伸ばしていく必要がある。

4 「SS-Field Study」 (理数科 2 年次)

(1) 研究内容

本校理数科の大きな特色である海外研修は、生物・地学系の野外実習プログラム、企業や大学研修なども組み込まれた幅広い分野の研修である。入学当初より、この海外研修を念頭に置いて伊豆大島などの野外実習を実施し、野外での行動力・観察力を養い、実習後には研修のまとめとしてのレポート作成やプレゼンテーション発表など、研修の成果を発表する力を確実に身に付けてきた。

長期にわたる研修のため、不測の事態が起こり、予定変更が不可避な状況も考えられ、研修行程の要所にゆとりをもって計画を立てる必要がある。近年では一時的な体調不良者は出たものの、けが人も一切出さずに全行程を安全かつスケジュール通りにこなすことができています。

しかし、令和2年度より新型コロナウイルス感染症による海外渡航制限のため、代替として九州地方での研修を行った。令和3年度に関しても同様の理由により九州地方での研修を行った。

(2) 研究方法

令和3年度の引率教員に関しては、団長の校長を筆頭にSSH推進部長兼化学担当1名、生物担当兼担任1名、生物担当者1名、英語教諭1名で構成した。選定についてはこれまでのSS-Field Study参加経験の有無だけではなく、生徒の科学的能力の向上だけでなくフィールドワーク指導ができる教員の引継ぎや多くの分野の教員に関わってもらうために、初めて参加する教員も組み込んだ。校長やSSH推進部長が立てた原案を生物・地学担当者が肉付けをすることで企画の準備を行った。昨年度の内容を中心にさらに研修内容を精査し、新しい研修内容を組み込みながら研修を再構築した。長期間にわたる研修であり、大学、企業、フィールド（山地や離島など）と様々な環境において研修を行うため、高校生集団の統率や健康管理、多彩なフィールドでの実務経験に長けた旅行会社の精選も行っている。

巡検ごとに、物理・化学・生物・地学のテーマ設定をし、生徒たちには事前指導とともにレポートを課し、指導を進めた。また、昨年度より事前学習の回数を増やし生徒のモチベーションの向上と基礎知識の習得を図っている。研修後にはアンケートをとり、生徒たち自身どの程度の学習効果があったのかを検証した。

研修では物理分野として種子島でのJAXA研修、屋久島での生物・地学実習を中心に、雲仙・阿蘇で火山での研修を行い、1年次に行った伊豆大島巡検との連携を図った。また、科学技術研修として佐賀県窯業技術センターでの見学と研究員からの講義を受けた。長崎では雲仙岳災害記念館の見学と、九州大学の松島 健准教授から火山学と防災についての講義を受けた。



(写真左)
九州研修時の様子
(写真右)
アメリカ研修の様子

どちらも規模としては大きいですが、比較してしまうとアメリカの規模の大きさがうかがえる。

例年、理数科1年次生徒と理数科2年次生徒の保護者に向けて研修内容を報告するSS-Field Study

報告会を実施しているが、今年度は学年閉鎖により3月末に延期し実施を予定している。この報告会は次年度にSS-Field Studyに参加する現理数科1年次生徒の事前指導の一環として、また、理数科2年次生から理数科1年次生へ「よりよい研修にして欲しい」というメッセージ性を持った研修の引き継ぎという側面もある。

(3) 検証

例年行っている海外研修は、1年以上の準備期間を設け、保護者からの多大なる理解と長期にわたる多額の積立があって初めて実現されるものである。しかし、今年度に関しても新型コロナウイルス感染拡大により海外研修になるのか九州研修になるのか生徒の気持ちも考え、ぎりぎりまで研修先を選定することとなった。一方で研修先が九州に決定してから研修当日までの日数が短くなる欠点があった。生徒は入学当初より海外研修に行きたいという気持ちを強く持っているため、生徒のモチベーションを整えるという部分で非常に難しさがあった。しかし、多くの教員が事前研修だけでなく普段の授業等に関わりコミュニケーションをとってくれることで、生徒も前向きに考えられるようになり、研修当日を迎えられた。

本校では、事前の指導によって基礎知識と理論を学習し、研修当日の大学や企業研修、フィールドワークでより発展的な内容を生徒に要求することによって思考力・観察力・洞察力や課題設定能力および問題解決能力を模索する力を培う極めて高い効果が見込めることが示唆されている。

今年度は九州研修も2年目ということで多くの点で改善・深化が見られる研修になった。これは生徒が能動的に研修を行うことで、教員自身の成長も大きく見込めたためと考えられる。より研修を発展的にしていくために多くの教員に研修に関わってもらい改善していきたい。

SS-Field Study 生徒評価

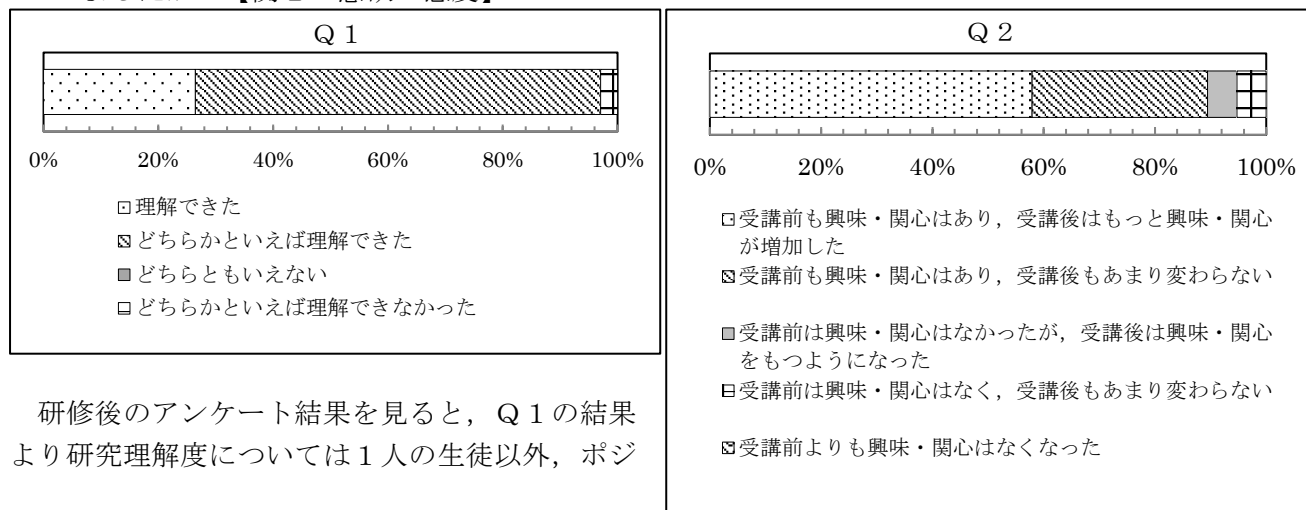
参加生徒に対しレポートを各分野において課し、それぞれの担当教員が評価し、集計したものを総合評価とした。各分野担当教員への提出をさせ各分野の集計をして評価した。また、研修報告会では生徒が司会と進行をしながら、各分野別6班による、プレゼンテーションから質疑応答までを実施し、研修の理解度やプレゼンテーション能力の評価をしている。今年度については新型コロナウイルス感染症に伴う学年閉鎖により3月に延期し、実施を予定している。

SS-Field Study プログラム評価

研修後以下の内容でアンケートをとることで、次年度の実施に向けた改良および改善点を検討する根拠とした。【集計人数n=38人】

Q1 今回の講座の内容を、自分なりに理解できましたか？【知識・理解】

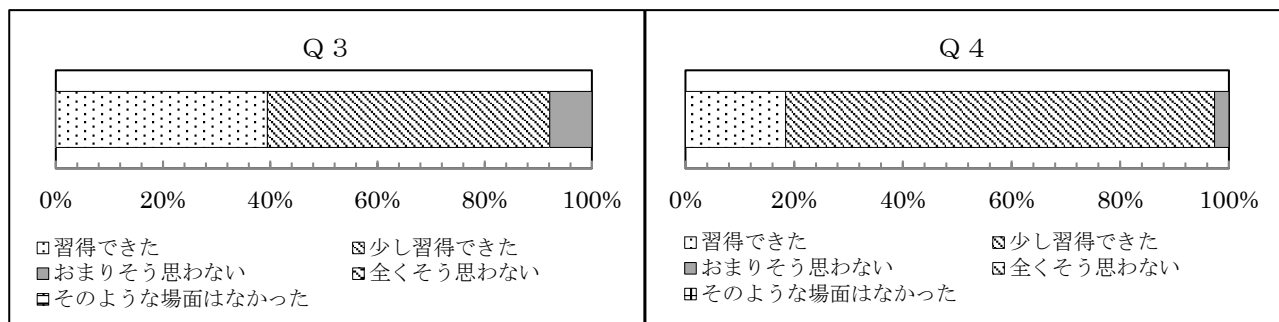
Q2 今回の講座への参加をきっかけに、科学技術や理科・数学に対する興味・関心はどのようになりましたか？【関心・意欲・態度】



ティブな結果になった。ただし、理解できたに比べて圧倒的にどちらかといえば理解できたの割合の方が大きいことから生徒の自信のない部分もあると考えられる。この研修でというよりもSS-Field Study報告会など他の部分で生徒の自信を上昇させる成功体験等を増やしていきたい。Q 2についても受講前は興味・関心はなく、受講後もあまり変わらない等受講前よりも興味・関心はなくなったのは合計で1人とネガティブな意見は少なかった。また、受講前の段階での興味・関心も非常に高い。これは1年次のField Studyにおいて興味・関心を強く持たせられたためと考えられる。Field StudyとSS-Field Studyのつながりという点では引き続き継続して取り組んでいきたい。

Q 3 今回参加した講座では、何が課題であるのかを自ら発見する方法あるいは能力を習得できたと思いますか？【思考・判断】

Q 4 今回参加した講座では、試行錯誤を繰り返して課題解決につなげる方法あるいは能力を習得できたと思いますか？【観察・実験の技能・表現】

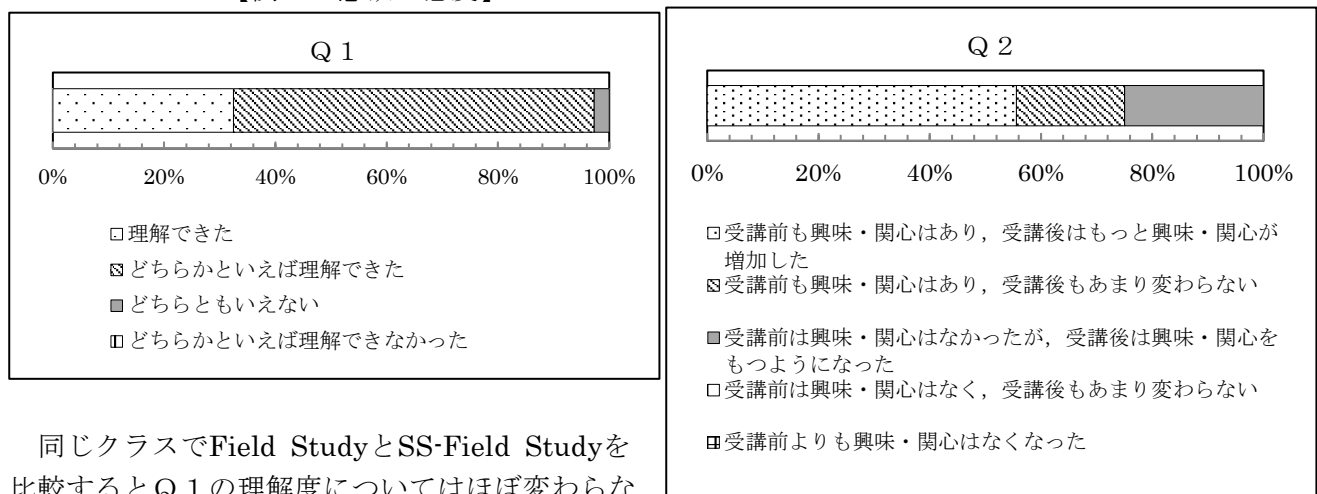


Q 3 Q 4 の課題発見能力を習得できたかという問いに対し、ポジティブな回答が92%、課題解決能力に対しても97%となっており非常に高かった。ただし、どちらの項目も少し習得できたという項目が非常に大きいことから生徒がその習得に対して自信のなさがあると考えられる。これについては具体的に生徒が自己評価できる指標が必要と考えられる。その自己評価については今後の検討材料としてSS-Field Studyをよりよくしていきたい。

【以下は昨年度Field Studyアンケート結果（上記アンケートクラスが1年次）集計人数n = 38人】

Q 1 今回の講座の内容を、自分なりに理解できましたか？【知識・理解】

Q 2 今回の講座への参加をきっかけに、科学技術や理科・数学に対する興味・関心はどのようになりましたか？【関心・意欲・態度】



同じクラスでField StudyとSS-Field Studyを比較するとQ 1 の理解度についてはほぼ変わらない結果が見られる。SS-Field Studyの方が難易度としては難しくなっていることから生徒の学力が高まった。また、生徒自身に自信がついたことの表れと考えられる。Q 2 の結果よりField Studyにおいて興味・関心が高まったことで、SS-Field Studyに良い形で反映されていると考えられる。これら

のことからもField StudyとSS・Field Studyの連携という部分を意識していく必要がある。

大島での研修で培った能力をさらに伸長できたと考える生徒が多くを占めている。また、自由記述欄では大島での経験と関連付けて書く生徒が多かったところから、1年次の学習と2年次での学習が結びついている生徒が多いとわかる。また、科学技術に関する興味関心が向上したと答える生徒が非常に多く、長い日数をかけて様々な分野の講義や見学を経験した効果が出ていると考えて良いだろう。そのほかの項目についても、非常にポジティブな回答が多く、この研修が生徒にとって良い影響を与えていると言える。

実施の効果とその評価

フィールドワークの発展的進化と指導法についての研究開発の成果について、第Ⅱ期SSH採択を受けてから様々な規模のフィールドワークの実施を試みた。

近年はどのフィールドワークにおいても、その場で学ぶことに加えて、事前指導として習得した技術や知識を組み合わせ、新しい考えを生み出すことの重要性を指導してきた。その効果が現れ、課題発見能力・課題解決能力の手法を習得できたと考える生徒が増えてきている。今後はこれに加えて、生徒のルーブリックを活用した評価等を組み合わせ生徒の能力獲得を可視化できる指標・評価を構築していきたい。

また、今年度は単に感染予防ということではなく、昨年度と異なり校内でも感染が拡大したという点で実施の有無や時期の判断が一層難しかった。その中でも、多くの生徒や保護者から実施して欲しいという意見が上がり生徒の意欲の高さを示した。オンライン会議システム等を組み合わせ可能な限りの感染対策をした上で研修を実施した。また、事前指導の中で多くの教員が生徒に対して関わりコミュニケーションをとることによって、生徒のメンタルもポジティブに保たれコロナ禍の中でも生徒が高い意欲を持って研修に臨むことができ、生徒自身の能力を伸ばすことができたと考えられる。

また、どのプログラムにおいても課題発見能力・課題解決能力の手法を習得できたと考える生徒が多く、フィールドワーク以外の課題研究や通常の学校生活に対しても良い効果があるといえる。研修後の生徒の様子から技術の習得はもちろん、生徒の自己肯定感を育てることができていると考えている。本フィールドワークは知識の習得だけでなく、生徒のキャリアや人格形成への影響においても十分な効果がある研修となっている。

今後は生徒自身が課題発見能力・課題解決能力が身に付いたことがより実感できる評価の確立やより多くの教員がフィールドワークに関わることで新しい視点の課題や生徒の自己肯定感の向上に寄与すると考えられる。また、既存のやり方を混ぜることでより良いフィールドワークを学校という規模で模索していきたい。

一方で、生徒はこのコロナ禍の中で成長を続けていかなければならないことも十分考えられる。そういった環境でも力強く生きていくために必要な力を養っていかなければならないと感じる。

VI グローバル人材に必要な自己表現能力の育成

研究開発仮説

- 授業での実験・実習時に日常的に英語に触れることができれば、国際性と確かな学力を身に付けた、世界で活躍する自ら発信できる科学者を育成できる。
- 多くの生徒が、外部連携講座、フィールドワーク、課題研究に取り組む前提をつくり、その取組の中で英語に触れることができれば、国際性と確かな学力及び自己表現能力を身に付けることができる。
- 外国人による優れた研究発表を聴くことができれば、国際性と確かな学力及び自己表現能力を身に付けることができる。

以上の取組を実施すれば、普通科、理数科を問わず多くの生徒が科学者として必要な柔軟性と高い科学的探究心及びグローバル人材に必要な自己表現能力を養うことができる。

今年度の研究開発実施状況とその評価

ア 外国人研究者招聘講座（サイエンス・ダイアログ）の実施

平成25年度より、独立行政法人日本学術振興会の仲介により、外国人研究者を本校に招いて研究発表を英語で聴いているが、本年度も実施した。英語学習の重要性の確認と動機付け及び自分で課題研究を発表する際のノウハウ取得が期待できる。

○令和3年度外国人研究者招聘講座

一昨年度までは、前期と後期に各1回ずつ、年間2回実施していたが、本年度は新型コロナウイルス感染症対策の影響で後期の講師の派遣が叶わず、前期1回のみの実施となった。

期日 : 令和3年9月21日（水）15:00～16:50

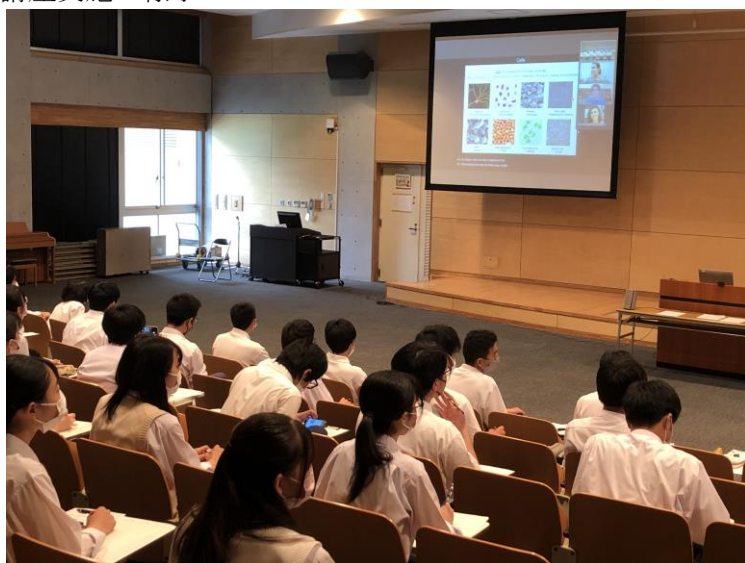
講師 : Dr. Julia GALA DE PABLO (Ms.)

東京大学・大学院理学系研究科

形態 : 感染症対策のためZoomを用いたオンラインリモート講義

講演概要 : ハイスループット・ラマン・フローサイトメトリーの生体医工学分野への展開，ラボツアー，質疑応答

講座実施の様子



Zoom画面をホールのスクリーンに投影して行った



外国人研究者招聘講座の評価

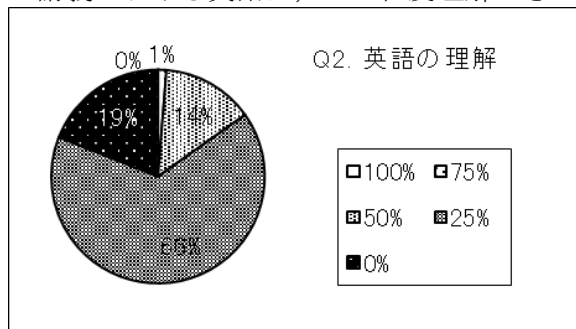
講演会終了後に参加生徒・職員にアンケート調査を行った。

参加生徒へのアンケート集約

※参加生徒数：1年生40名，2年生46名，3年生0名 合計86名

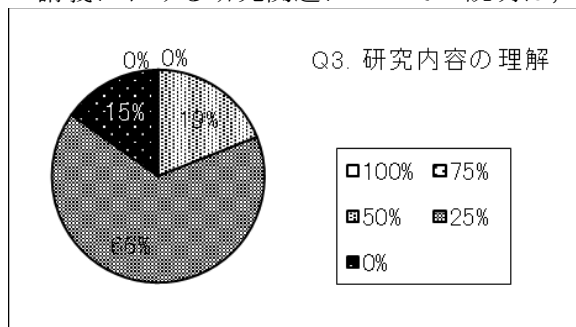
Q1. アンケート回答者の学年 1年生37名，2年生42名，3年生0名 合計79名
(回収率 91.9%)

Q2. 講義における英語は，どの程度理解できましたか？



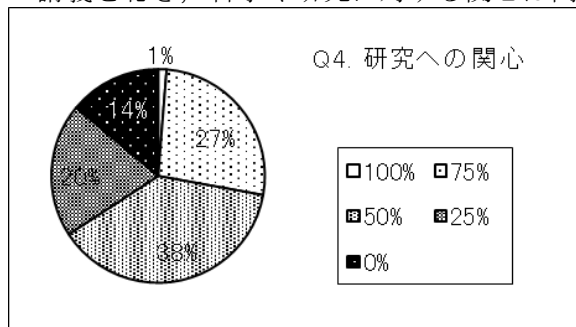
100%理解できた : 0人 (0%)
75%位理解できた : 1人 (1%)
50%位理解できた : 11人 (14%)
25%位理解できた : 52人 (66%)
全く理解できなかった : 15人 (19%)

Q3. 講義における研究関連についての説明は，どの程度理解できましたか？



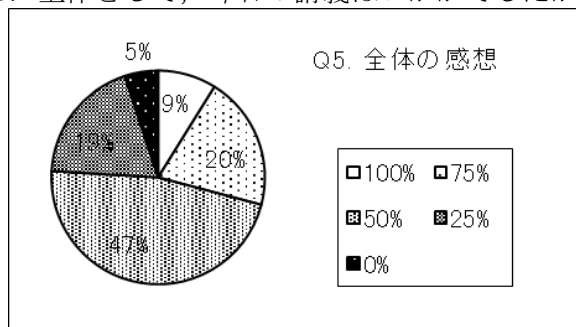
100%理解できた : 0人 (0%)
75%位理解できた : 0人 (0%)
50%位理解できた : 15人 (19%)
25%位理解できた : 52人 (66%)
全く理解できなかった : 12人 (15%)

Q4. 講義を聴き，科学や研究に対する関心は高まりましたか？



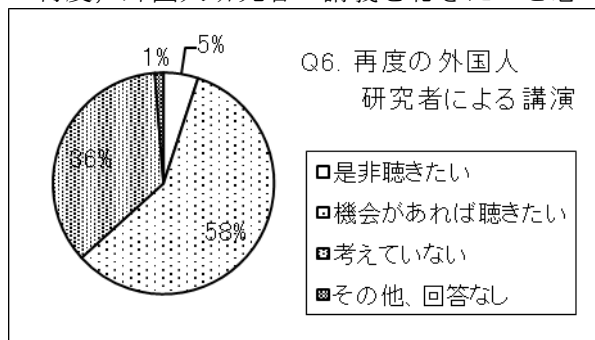
100%高まった : 1人 (1%)
75%位高まった : 21人 (27%)
50%位高まった : 30人 (38%)
25%位高まった : 16人 (20%)
全く高まらなかった : 11人 (14%)

Q5. 全体として，今日の講義はいかがでしたか？



100%良かった : 7人 (9%)
75%位良かった : 16人 (20%)
50%位良かった : 37人 (47%)
25%位良かった : 15人 (19%)
全く良くなかった : 4人 (5%)

Q6. 再度、外国人研究者の講義を聴きたいと思いましたか？



是非聴きたい	: 4人 (5%)
機会があれば聴きたい	: 46人 (58%)
考えていない	: 28人 (36%)
その他、回答なし	: 1人 (1%)

<自由記述>

1「良かった点」

- ・蛍光についての話のときに、実際に実演していたのが、内容がわかりやすくなってよかったです。
- ・研究者から直接話を聞けてよかった。
- ・ウォーリーやオロナミンCなど私たちにとってわかりやすい具体例を用いていた点。
- ・高校生レベルでも理解できる単語を多く使ってくれた。英語だと伝わりにくい部分を図やイラストで教えてくれた。
- ・写真や映像、グラフを使っていたことがよかった。
- ・パワーポイントの下に英語字幕が出てきたのは、わかりやすかった。
- ・オンラインにより、研究所の中を見ることができた。
- ・休憩をはさんでくれたので意欲は続いた。研究室ツアーは良かった。
- ・新しく「フローサイトメトリー」についての知識を身につけられた。
- ・普段聞かない研究のテーマの話が聞けて、とても勉強になった。

2「良くなかった点」

- ・もう少し前にプリントを配ってもらいたいのと、パワーポイントをプリントした紙が欲しい。
- ・英語が多く、また速いので、レベルが高く最初の段階でわからなくなってしまうので、その後のものがよくわからなくなっていき、全体的に理解するのが難しかった。
- ・事前学習講座などもなく、学習していない内容を、ネイティブの英語でいきなり聞くことになった点。
- ・とにかく長かった。もう少し休憩があってもいいと思った。
- ・講義の内容について事前に調べられなかったのも、あまり理解できなかった。字幕が小さかったので読めなかった。
- ・英語字幕を大きくしてほしいです。
- ・事前の資料が少なく、あまり内容についていけないこともあった。
- ・英語が速すぎて聞き取れず、話を理解するのが難しかった。
- ・どんな順で話すのかわからなかった。
- ・スライドの文字が小さかった。シアターが明るくて見えにくい。

3「気づいた点や感想など」

- ・英語での講義は、とても難しかったけれど、いい経験になったし楽しかった。
- ・科学技術って色々な所に使われているんだなと思った。大学の研究所、なんかいいなと思いました。
- ・一度理解できなくても仲間と共有することで、理解できることもありました。生物学の新たな側面を学ぶことができました。また受けたいと思いました。
- ・もっと英語を聞いて、少しでもわかるようになりたい。来年もあると思うので、そのときに簡易なものでも質問したい。
- ・自分の全く知らない世界の話が聞けて面白かった。自分はある程度英語が理解できるので、頑張って付いていこうと思ったが、話題自体が難しく、少し理解できない所も多かった。今回、「フローサイトメトリー」というものを知れたので今後その知識を深め、活用できるようにしたい。

- ・意味を忘れていたり，初見の単語が多くあり，もっと勉強せねばと思った。話の流れを理解できるよう，耳を鍛えたい。
- ・研究室や研究の概要について，機会が無ければ知れないことが知れて良かった。
- ・博士でとても忙しいだろうに，色々教えてもらう事ができてうれしかったです。田島さんから有意義なことが聞けて良かったです。
- ・細胞の発光によって，選別する技術がとても高度で驚いた。
- ・とても難しい内容でしたが，蛍光ペンなど，身近にも関係してくる話だったため，面白かった。空がなぜ青いのか，これは私もずっと気になってたので，知れて良かったです。ありがとうございました。

参加職員へのアンケート集約

1. 生徒は，講演における英語をどの程度理解できたと思いますか？

理解できた。	1名	ある程度理解できた。	1名
あまり理解できなかった。	3名	全く理解できなかった。	0名

2. 講演における研究関連についての説明の難易度はいかがでしたか？

専門性が高く，難解だった。	2名	ちょうど良かった。	3名
より専門的な内容を講演してほしい。	0名		

3. 事前学習は行いましたか？

行わなかった。（事前に要旨をいただけなかったため。）

4. 今回の講演によって，生徒にどのような効果があったと思いますか？

・理系でも英語ができないとどうにもならないということが痛感できたのではないかと思います。
 ・研究を理解しようとする力がついた。
 ・東大の研究室（医療系または化学系）への興味がわいた。
 ・普段はなかなか目にすることのないような研究分野に触れ，非常に刺激になったと思う。

5. 全体として，今回の講演はいかがでしたか？

良かった	4名	普通	1名	良くなかった	0名
------	----	----	----	--------	----

6. 良かった点，良くなかった点を具体的に教えてください。

・リモートという状況を弱点と感じさせない，素晴らしい内容でした。
 ・内容が難しかったため事前に資料があるとより良かった。研究室を見られたのは良かった。
 ・院生の日本語での話は，生徒からの関心も高く，良かった。
 ・わかりやすい英語を使い，難易度の高い内容について，丁寧に解説していただいた。

7. 何かお気づきの点や感想などがありましたら，お書きください。

・研究の具体的内容について考えることができる良い機会だった。
 ・生徒は一生懸命に講義に耳を傾け，多くのことを学ぶことができていたと感じます。
 ・事前に連絡する際に，「英語力」は高くないとはっきり言ってしまうのもよいかも。

8. 再度，サイエンス・ダイアログを活用したいと思いますか？

是非活用したい	2名	機会があれば活用したい	2名	活用したくない	0名
---------	----	-------------	----	---------	----

○第三期指定の外国人招聘講座の変遷

平成29年度～令和3年度までの外国人招聘講座は次のように実施した。

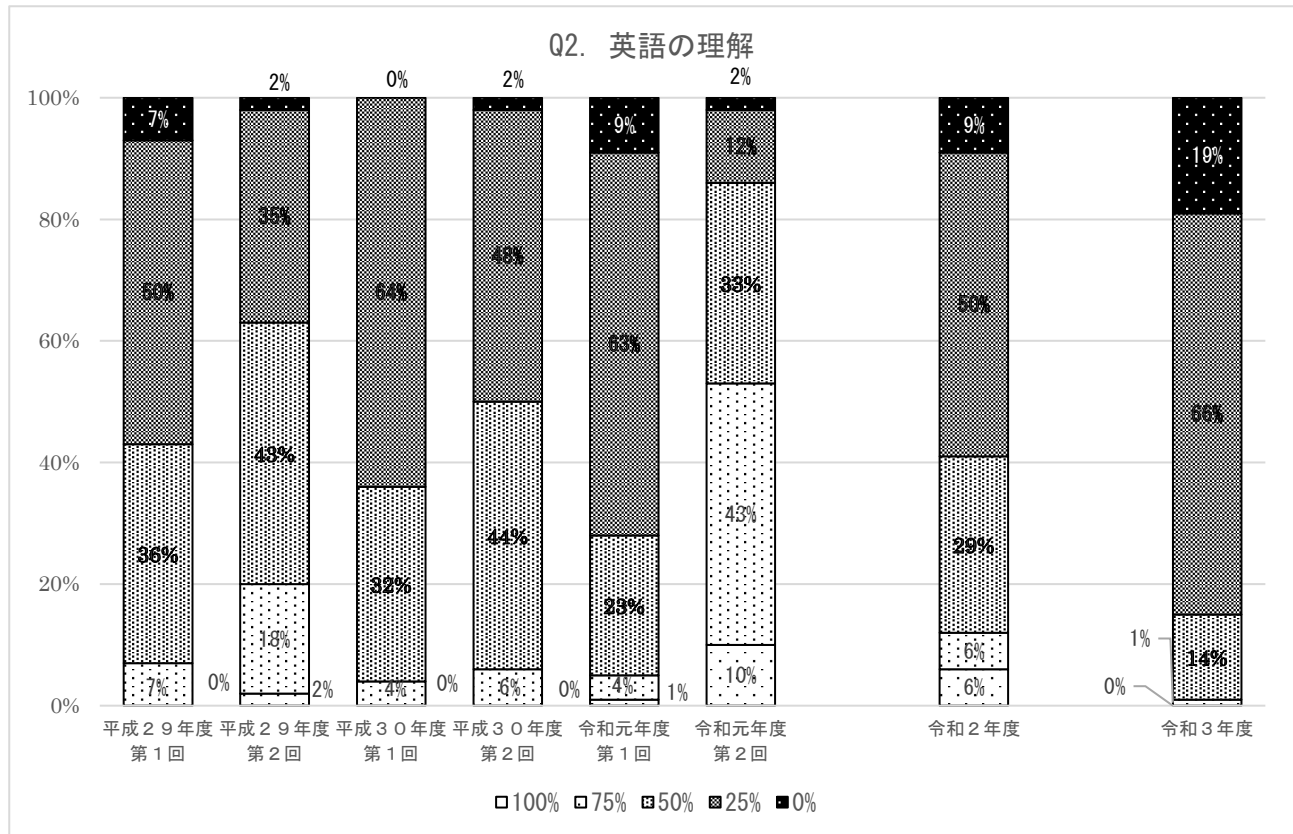
テーマと内容

年度	タイトル、講師および内容	分野
平成29年度	第1回 Ecology and Evolution of Ferns Dr. Joel H. NITTA 講師の母国（アメリカ・カリフォルニア州）の紹介、研究者を目指した理由、シダ植物の進化と生態系について、質疑応答	生物系化学
	第2回 Drug Development in Suga Lab Dr. Mareike M. WIEDMANN 自己紹介、ドイツとイギリスの文化について、一般的な創薬の過程と薬が体内でどのように働くか、質疑応答	医歯薬学
平成30年度	第1回 A journey to plant science Dr. Yong-Jiang HUANG (Mr.) 自己紹介・植物学に興味をもった理由、植物の基礎研究・分類について、植物分類についてのグループワーク・化石の提示、質疑応答	生物系科学
	第2回 Nutrition and Health Dr. Charoula K. NIKOLAOU (Ms.) 母国・ギリシアの紹介、研究者になるまでの道のり、栄養と健康について、質疑応答	医歯薬学
令和元年度	第1回 My Global Experience on Solar Cells Dr. Tzu-Ying LIN (Ms.) 自己紹介、母国・台湾の紹介、研究者になった動機とスイスでの生活、太陽電池の仕組みと将来性について、講義内容の簡単な実験、質疑応答	工学系科学
	第2回 Muscle development, growth and aging: Comparison between fish and mammals Dr. Md ASADUZZAMAN (Mr.) 自己紹介、母国・バングラデシュの紹介、魚類と哺乳類を比較した筋肉の違いと特性について、質疑応答	農学・環境学
令和2年度	Cooperation of Japan and Nigerian Scientists towards the discovery of new drugs against tropical diseases Dr. Mohammed Auwal IBRAHIM (Mr.) 自己紹介、母国・ナイジェリアの紹介、研究者になった動機、顧みられない熱帯病と新薬開発について、質疑応答	生物系科学
令和3年度	Flow cytometry: Basics, Applications and Research Dr. Julia Gala de Pablo (Ms.) ハイスループット・ラマン・フローサイトメトリーの生体医工学分野への展開、ラボツアー、質疑応答	化学

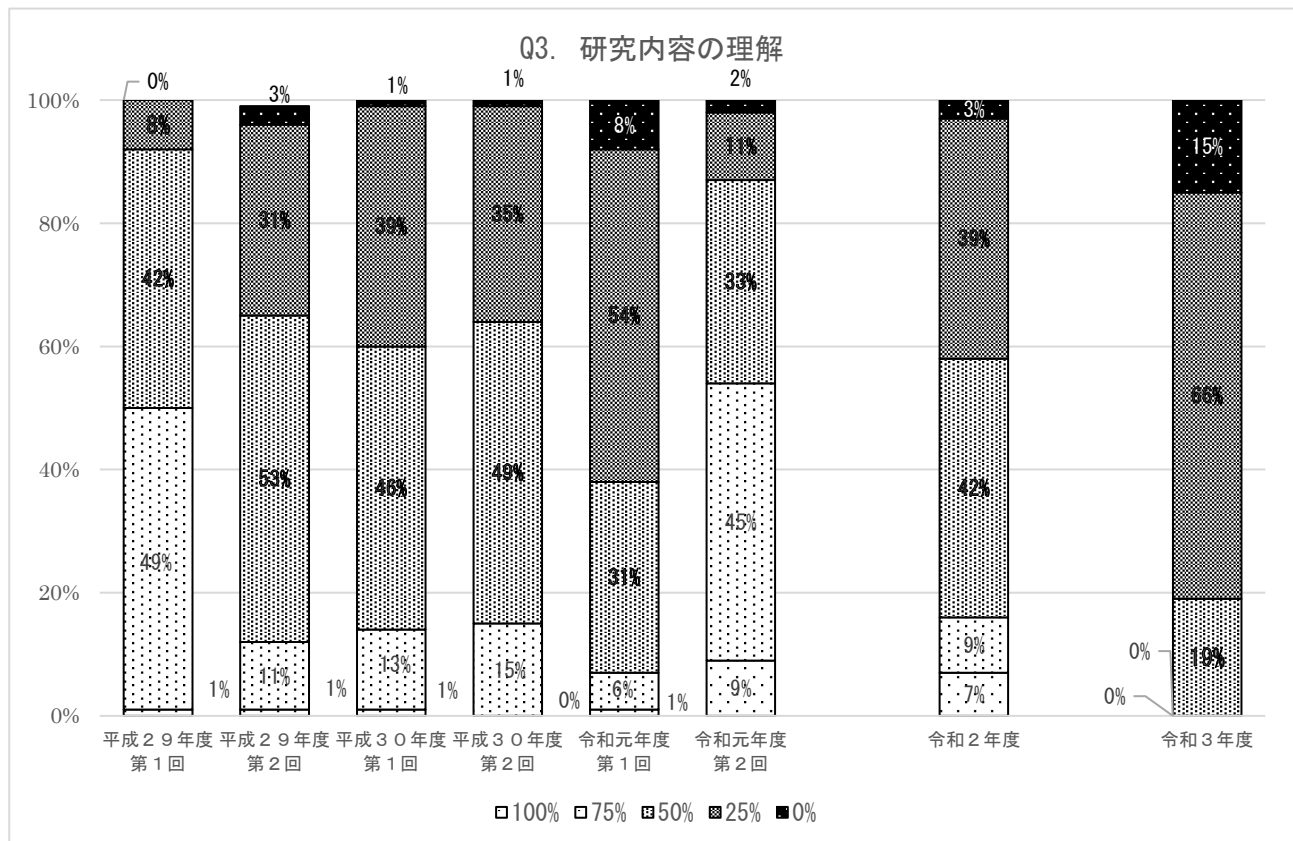
Q1. アンケート回答者の学年

	平成29年度		平成30年度		令和元年度		令和2年度	令和3年度
	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回		
1年生	40名	42名	35名	40名	39名	39名	37名	37名
2年生	49名	45名	62名	60名	61名	49名	53名	42名
3年生	0名	0名	0名	0名	0名	0名	0名	0名

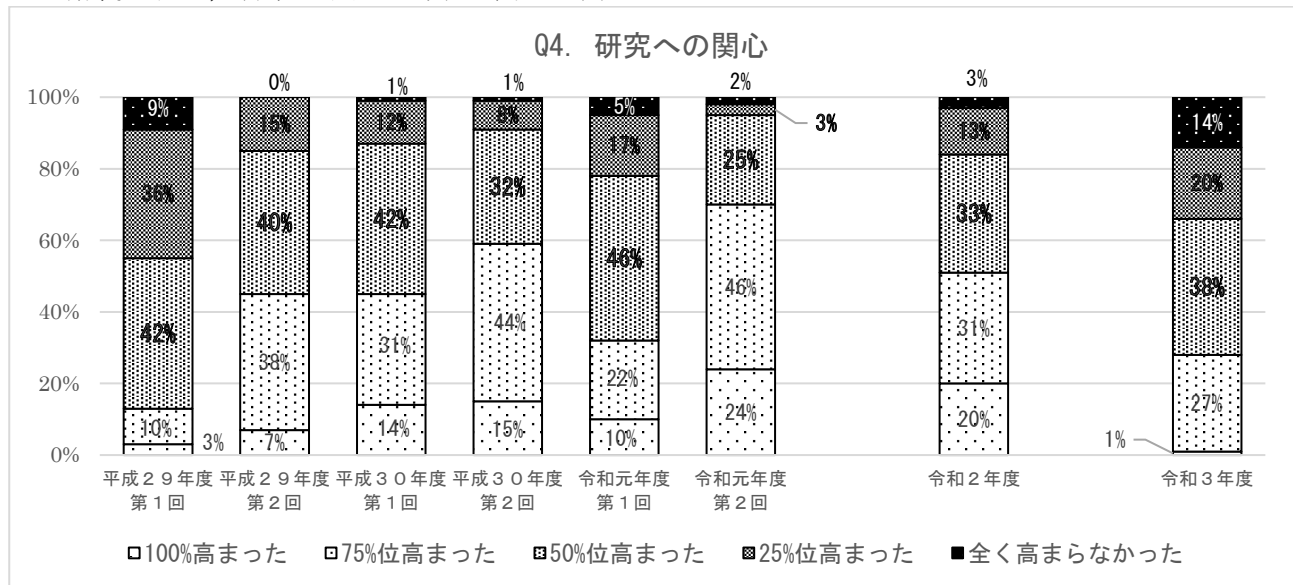
Q2. 講義における英語は、どの程度理解できましたか？



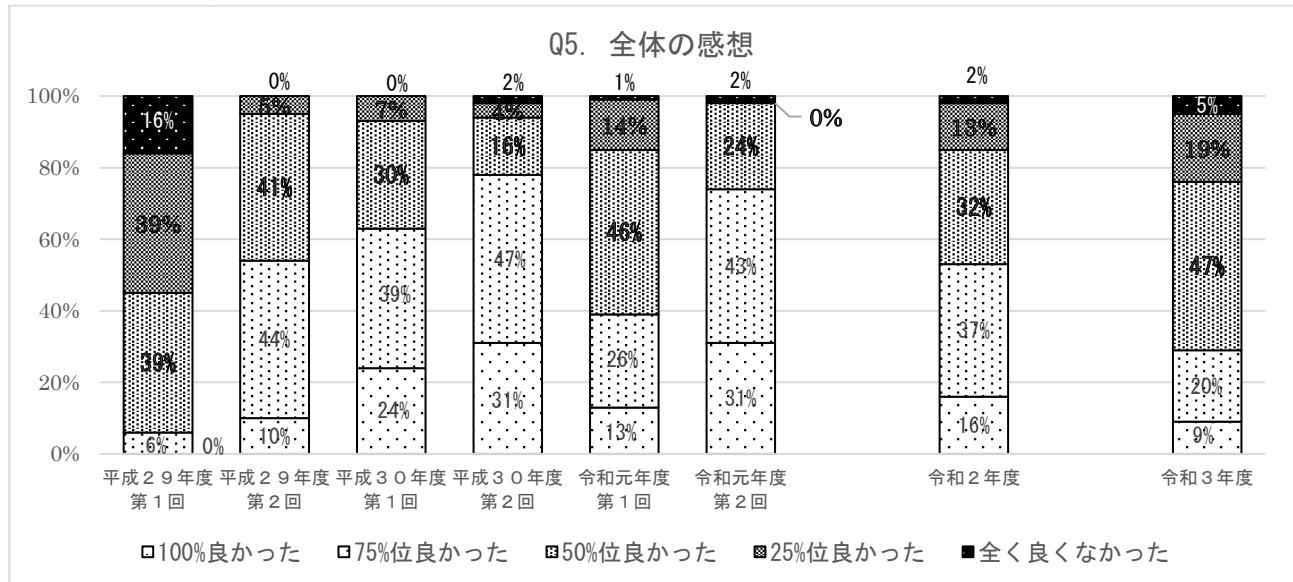
Q3. 講義における研究関連についての説明は、どの程度理解できましたか？



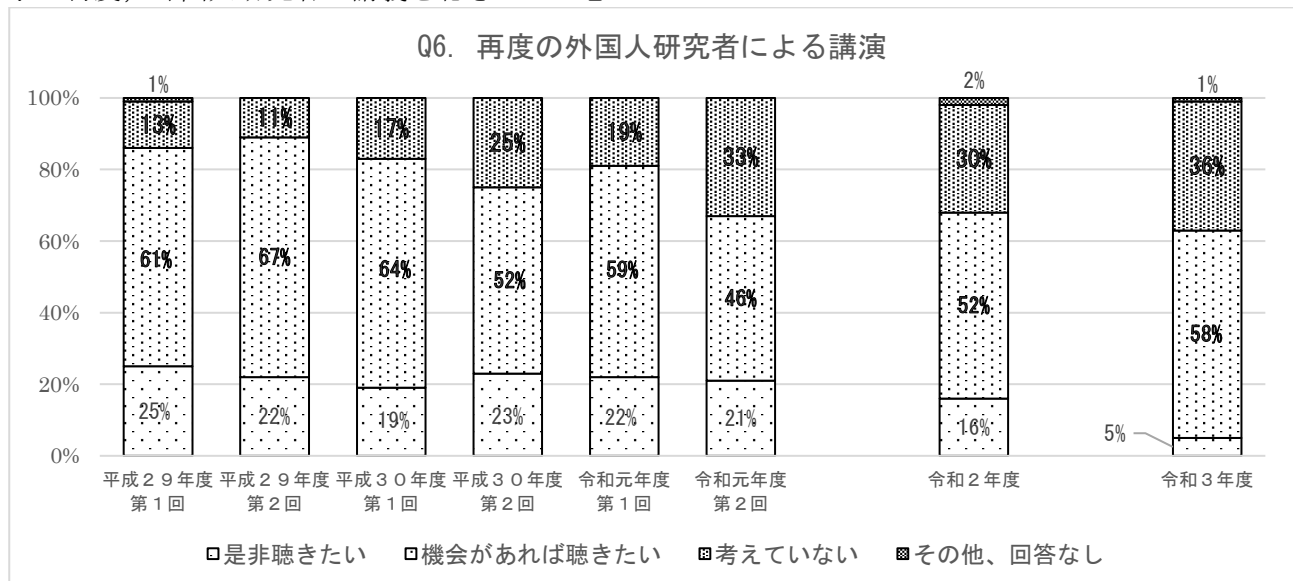
Q4. 講義を聴き、科学や研究に対する関心は高まりましたか？



Q5. 全体として、今日の講義はいかがでしたか？



Q6. 再度、外国人研究者の講義を聴きたいと思いましたか？



イ 英語によるオーラルプレゼンテーションの実施

○普通科 2 年次 S S H コース

概要

普通科 2 年次 S S H コースの生徒は授業「S S H 課題研究」の中でグループごとに研究発表を行っている。生徒はこの授業内で何度か研究の中間報告をするのだが、そのうちの一回を英語で行うことにしている。外国人研究者招聘講座でのプレゼンテーションを参考に、今度は自分たちが英語で発表を行うことになる。自分が選んだ興味ある研究内容を英語にすることにより、グローバル人材に必要な自己表現能力を育成できると期待する。プレゼンテーションはパワーポイントを使い、発表時間は各グループ 3 分、質疑応答を 2 分としている。この授業では英語科教員と SA が授業に関与し適宜指導を行っている。

詳細（予定されていた内容）

準備日程：

1 月上旬, Advanced Natural Science（以下ANSと略す）にて、説明及び発表順決定

2 月中旬まで、発表準備

担当教諭： 各課題研究担当理科・数学教諭及び英語科教諭,
Ms. Kanchan Science Assistant（以下SAと略す）

準備資料：

説明用のプレゼンテーション資料（パワーポイント）6 枚程度

英文の Presentation summary

発表日程： 2 月中旬

時間： 各自発表時間 3 分、質疑応答 2 分

注意事項：

- 1 動機・方法・実験結果・考察・展望を過不足なく説明すること。
- 2 全員がバランスよく発表に携わること。
- 3 「読む」のではなく「説明」すること。
 - ① 原稿を読まないこと。
 - ② 文章を暗唱しないこと。
 - ③ パワーポイントに表示されているものと同じ文章を、そのまま発声しないこと。
- 4 質問に的確に答えること。

英語発表タイトル（予定されていた内容）

Theme	Category
音の高さと張力の関係	物理
線香花火の火花の量と火薬の炭素量の関係	化学
テントウムシは、おてんとう様が嫌い？	生物
ヨウ素デンプン反応を応用して… ～サツマイモの甘さから～	化学
雪は発生した時から静電気を帯びているか	地学

○理数科 1 年

理数科 1 年次の生徒は授業「先端科学講座 I」の中で課題研究活動を行っており、一昨年度までは研究発表を英語で行っていた。しかし、本年度も新型コロナウイルス感染症による臨時休校によって、夏期休業中の課題研究活動が原則禁止されたことから、英語で研究活動を発表する段階まで生徒を指導することができず、英語によるプレゼンテーションの実施を見送った。

ウ 外国人 S A を活用した授業

昨年度までは、物理や化学の授業内で英文講読、英語での実験実習や課題研究の授業での英語によるアブストラクトの作成が主な取組であった。本年度はその取組に加えて、授業開始の冒頭約5分間を使って前時の復習をクイズ形式で実施する事や、生物の授業の授業に参加し簡単な英語による基本的な用語説明をするなど、今まで以上の取組を実施している。

○令和3年度SA活用授業

対象授業	3年次・・・理数化学	(理数科)
	2年次・・・S S 課題研究	(S S H コース)
	理数化学	(理数科)
	理数生物	(理数科)
	理数地学	(理数科)
	先端科学講座Ⅱ	(理数科)
	1年次・・・物理基礎	(普通科)
	化学基礎	(普通科)
	理数化学	(理数科)
	生物概論	(理数科)
	地学概論	(理数科)
	先端科学講座Ⅰ	(理数科)

○令和3年度SA活用授業例

詳細

対象生徒	：	1年次普通科	1クラス40名×7クラス、1年次理数科	1クラス40名
対象授業	：	化学基礎（2単位）、理数化学（2単位）		
単元	：	中和滴定		
担当教諭	：	化学基礎担当教諭、Ms. Kanchan (SA)		
授業日程	：	1月中旬		
時間・場所	：	50分間、化学実験室		
単元指導計画	：	1時間目 酸と塩基の定義、 2時間目 電離 3時間目 酸と塩基の強弱と電離度の関係 4時間目 水素イオン濃度とpH 5時間目 pHの計算、pHの測定 6時間目 中和反応の理解 7時間目 中和反応で生成する塩の性質 8時間目 酸と塩基の量的関係 9時間目 量的関係の計算 10時間目 滴定曲線 11時間目 中和滴定の実験（本時①） 12時間目 中和滴定の実験（本時②）		

授業の様子 (SAによる演示)



Neutralization Titration

Purpose:

Neutralization is the reaction between H^+ ion and OH^- ion to produce water, namely $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$. Neutralization titration is one of the basic methods of volumetric analysis. Learn the concept and the fundamental operation of titration. Determine the concentration of sodium hydroxide through neutralization titration, using a standard solution of oxalic acid. Then, determine the concentration of acetic acid by titrating vinegar with sodium hydroxide.

Keywords:

Titration; Neutralization; Standard solution; Volumetric analysis.

Preparation:

[Ware]

- | | |
|--|--|
| ☐ Burette (50 mL) | ☐ Burette support |
| ☐ Pipette (10 mL) | ☐ Pipette filler bulb |
| ☐ Beaker (100 mL) | ☐ Conical beaker (100 mL) |
| ☐ Volumetric flask (100 mL) | ☐ Funnel |

[Reagents]

- | | |
|--|--|
| ☐ 0.1 mol/L NaOH (sodium hydroxide) | ☐ Vinegar (commercial product) |
| ☐ Phenolphthalein solution % | ☐ $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ (oxalic acid dihydrate) |
- Dissolve 1g of PP in 90 mL of 95% ethanol, then fill with water to complete 100 mL.

Procedure:

I. Preparing necessary solutions:

1 Prepare 0.0500 mol/L $H_2C_2O_4$ standard solution as follows:

- (1) Calculate the molecular mass of $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$. _____ g/mol---①

Remark: Anhydrous oxalic acid $H_2C_2O_4$ is hygroscopic. Hydrated water molecules in $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ become a part of solvent. One molecule of $H_2C_2O_4$ contains two $COOH$ groups, and can ionize to produce two H^+ ions.

- (2) Suppose that the necessary volume of 0.0500 mol/L $H_2C_2O_4$ standard solution to be prepared is x mL, the mass of $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ that should be taken from the reagent bottle is calculated as follows: ① $\times 0.0500 \times x / 1000 =$ _____ g---②
- (3) Measure the calculated amount of $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ②, as precisely as possible. Place it

1

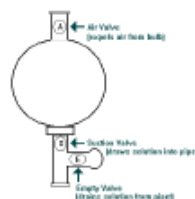
In the beaker and add water to dissolve it. Next, pour the solution into the measuring flask and dilute it to x mL.

- 2 Prepare 0.1 mol/L NaOH solution by dissolving the required amount of NaOH in water. In this step, there is no need to weigh NaOH precisely; therefore the use of a volumetric flask is unnecessary.
- Why is the precise weighing of NaOH unnecessary? Main reasons are the following two:

CAUTION: Be careful and protect your eyes when handling NaOH solution.

II. Determine the approximate concentration of NaOH solution of 0.0500 mol/L $H_2C_2O_4$:

- 3 (1) Close the burette's stopcock and fill the burette with NaOH solution using a funnel.
(2) Tilt the burette slightly, to an extent that the NaOH solution does not overflow, then wash the inside wall of the burette by rotating it.
(3) Open the stopcock and discard the NaOH solution.
- 4 Close the stopcock and clamp the burette to its support. Fill up the burette with NaOH solution and remove the funnel. Then, put the beaker under the burette. Open the stopcock and drain 2 to 3 mL of the solution to expel the air in the tip of the burette.
- 5 (1) Attach the pipette bulb to the pipette, then press the A button and squeeze the bulb to suck air out.
(2) Place the pipette into the flask which contains the 0.0500 mol/L $H_2C_2O_4$ standard solution.
(3) Press the B button to suck part of the solution, then wash the inside wall of the pipette by tilting it slightly and rotating it.
(4) Place the pipette into the bucket and press the E button to discard the solution.



- 6 (1) Press the A button and squeeze the pipette bulb again, place the pipette into the flask which contains 0.0500 mol/L $H_2C_2O_4$ standard solution and press the B button to suck the solution to the point above the marked line of the pipette.
(2) Place the pipette into the bucket, lift it to the eye level and press the E button until adjust

2

the solution level to the marked line of the pipette.

- (3) Place the pipette into a conical beaker and press the E button to pour the measured solution.
- (4) Add 1 to 2 drops of phenolphthalein solution as an indicator for titration. Wash the inside wall of the conical beaker with water.

7 Do preliminary titration as follows:

- (1) Note the meniscus reading of the NaOH solution inside the burette to 1/10 of graduation.
- (2) Add the NaOH solution step by step to the $H_2C_2O_4$ standard solution. In each step, add 1 mL of the NaOH solution. Shake the conical beaker until the whole mixture turns red and the color does not disappear. Evaluate the approximate quantity of the NaOH solution required. Wait one minute or so to examine whether the color remains unchanged. Then, stop adding the NaOH solution.

III. Neutralization titration

- 8 (1) Considering the result of 7 (2) step, add the NaOH solution to the $H_2C_2O_4$ standard solution. The quantity of the NaOH solution should be smaller than the estimated end point of titration.
- (2) Add some drops of the NaOH solution, little by little, while gently shaking the conical beaker. If the color of the reaction mixture turns slightly red and the color remains unchanged even after shaking the conical beaker, the mixture is at the end point of neutralization titration.
- (3) Write down the quantity of NaOH solution from the meniscus reading of the burette.
- (4) Repeat the titration three times and calculate the average value.

Quantity of the NaOH solution required:

- 1st _____ mL
2nd _____ mL
3rd _____ mL Average value _____ mL

- (5) Calculate the concentration [mol/L] of NaOH solution prepared.

IV. Quantitative analysis of the amount of acetic acid in vinegar:

- 9 Fill the burette with NaOH solution (The concentration was determined in the section III).
- 10 Pull 10 mL of vinegar in the pipette, transfer it to a volumetric flask and dilute it to 100 mL. Transfer 10 mL of the diluted vinegar to a conical beaker and carry out the titration with NaOH solution. Repeat three times and calculate the average value.
- Quantity of the NaOH solution required:

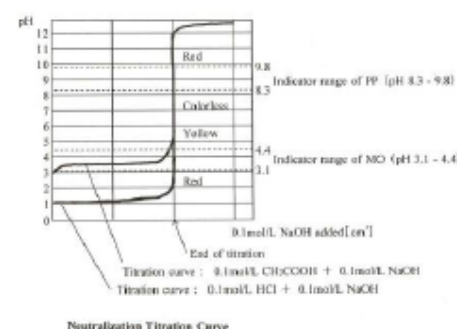
3

- 1st _____ mL
2nd _____ mL
3rd _____ mL Average value _____ mL

- 11 Calculate the concentration [mol/L] of acetic acid in vinegar.

Questions for students:

1. List the properties required for reagents used for preparation of standard solutions. Then confirm that $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ meets the requirements, while NaOH does not.
2. Write the equation for the neutralization of acetic acid with sodium hydroxide.
3. How many grams of acetic acid are included in 100 mL of vinegar? Using the density of the commercial vinegar (1.05 g/mL), calculate the weight percent of acetic acid in commercial vinegar.
4. Dilution of vinegar is effective to attain high accuracy of the experiment. Why?
5. If methyl orange (MO) replaced phenolphthalein (PP) as an indicator in this neutralization titration, how would the result change? Find out the answer from "Neutralization Titration Curve" shown below:



4

○第Ⅲ期指定のS A活用の変遷

平成29年度～令和3年度までの外国人SAは次のような活動を行った。

年度	氏名（国籍）	備考
平成29年度	Mr. Chapman（イギリス）	昨年度より継続して雇用
	◆英語を用いての実験（物理基礎・化学基礎・理数化学の授業） ◆英文購読（探究物理の授業） ◆地学的内容の英語プレゼンテーションとディスカッション（探究地学の授業） ◆英語アブストラクトの添削（SS-課題研究） ◆SA自身や出身国についての講話（SS-課題研究）	
平成30年度	配置なし	
令和元年度	Ms. Romina（ブラジル）他	情報系の大学を卒業
	◆英語を用いての実験（物理基礎・化学基礎・理数化学の授業） ◆英文購読（探究物理の授業） ◆英語アブストラクトの添削（SS-課題研究） ◆SA自身や出身国についての講話（SS-課題研究）	
令和2年度	Ms. Induni（スリランカ）	理系大学卒業，博士課程修了 医師免許を所持
	◆英語を用いての実験（物理基礎・化学基礎・理数化学の授業） ◆英語を用いた用語解説（理数化学の授業） ◆英文購読（探究物理の授業） ◆英語での小テストの実施（理数化学の授業） ◆生徒プレゼンテーションへのコメント（生物概論の授業） ◆英語での用語解説（生物概論・理数生物の授業） ◆英語での単元概要解説（生物概論・理数生物の授業） ◆英語アブストラクトの添削（SS-課題研究） ◆英語プレゼンテーションの添削（SS-課題研究） ◆英語での研究に関する会話（SS-課題研究・先端科学Ⅱ） ◆SA自身や出身国についての講話（SS-課題研究）	
令和3年度	Ms. Kanchan（ネパール）	英語の教員免許を所持
	◆英語を用いての実験（物理基礎・化学基礎・理数化学の授業） ◆地学的内容の英語プレゼンテーションとディスカッション（探究地学の授業） ◆英語を用いた用語解説（理数化学の授業） ◆英文購読（探究物理の授業） ◆英語アブストラクトの添削（SS-課題研究） ◆英語での研究に関する会話（SS-課題研究・先端科学Ⅱ） ◆SA自身や出身国についての講話（SS-課題研究）	

備考

平成29年度については，以前より本校に勤務していたSAが引き続き勤務した。長年の本校の勤務経験から，補助する授業内容に精通していた。また，昨年からの流れにより，教員とのコミュニケーションも十分に取れており，スムーズに連携することができた。

平成30年度は予算等の関係で，SAを配置することができなかった。

令和元年度については，SAの個人的理由などにより，年度内に複数回SAが変更となった。そのため，年間を通しての授業への派遣が難しかった。また，勤務日や時間をSAが変わるたびに變更しなければならなかったため，効果的な活用が困難であった。

令和2年度については，新型コロナウイルスの影響により，アメリカへのSS-Field Studyが国内へと変更になり，その分SAの活躍が期待された。この年は，年度の早い段階でSAを配置することが可能となり，年度を通して固定した授業を補助することができた。また，生物分野の深い知識のみならず，大学院での幅広い理系の専門知識を活かし，創造的に授業補助を行った。活動内容もSA自身のアイディアにより多岐に渡った。他にも，SA個人の性格・資質により，積極的な生徒との関わりが生まれ，学校行事に参加したり，日常生活でも積極的にコミュニケーションをとったりする姿が見られた。

令和3年度については，新型コロナウイルスの影響でSAの配置が遅れ，勤務開始が後期にずれ込んでしまった。そのため，年間を通しての授業参加は叶わなかった。また，これまでSAが補助していた授業に参加できなかった。

成果と課題

ア 外国人研究者招聘講座

今年度については、新型コロナウイルスの影響により、昨年度と同様、1回の実施となってしまった。今回は、講師との連絡回数が少なかったことが反省点として挙げられる。その結果、生徒の英語力を超えた内容となってしまった。（事後アンケート「Q2. 講義における英語は、どの程度理解できましたか？」に対して19%の生徒が全く理解できなかったと回答している。また「Q3. 講義における研究関連についての説明は、どの程度理解できましたか？」についても15%の生徒が全く理解できなかったと回答している。）加えて、生徒が感想に述べているように、事前に詳細なアブストラクトやスライドデータ等が頂けなかったことも理解度を低下させたと考えている。今回のようなリモート講義では、高校の実験室で行えないような実験や、オンラインラボツアーとして実際の研究室の様子を見ることができるといった利点がある。一方で、生徒の集中力低下や、通信ラグによる若干の応答のズレなどもあることがわかった。

第Ⅲ期を通して、生徒の内容の理解度が高いと、研究への関心の高まりや満足度が高まることわかった。（令和元年度第2回について「Q2. 講義における英語は、どの程度理解できましたか？」について10%の生徒が全て理解できた、43%の生徒が7割以上理解できたと回答している。また「Q3. 講義における研究関連についての説明は、どの程度理解できましたか？」についても9%の生徒が全て理解できた、45%の生徒が7割以上理解できたと回答している。そしてこの回については「Q4. 科学や研究に対する関心は高まりましたか？」について7割以上の生徒が高まったと回答し、「Q5. 今日の講義はいかがでしたか？」についても7割以上の生徒が良かったと回答している。（これは、実施した8回の中で1・2位を争う数値であった。）一方で、「Q6. 再度、外国人研究者の講義を聴きたいと思いましたか？」については、生徒の理解度にかかわらず、毎回一定の割合になっていることが多い。しかしながら、令和2・3年度と3割以上の生徒が「考えていない」と回答する事態となっている。今後は、生徒の内容理解を助けるため、事後指導を実施することを検討したい。そのために、講義のアブストラクトやスライドデータを事前にいただき、SAや英語科・理科職員が連携して事後指導にあたることで、生徒の理解が深まるとともに、普段の学習内容との結びつきを確認させることができると考えられる。また、令和2・3年度にアメリカへのSS-Field Studyを実施できていないことは、生徒の関心の低下に関連していると考えられる。オンライン等を活用し、英語に触れる機会を増やし、生徒への英語学習の必要性を引き続き認識させていく必要がある。また講義の司会を初任教諭に依頼した結果、分掌を超えた業務に戸惑いがあった年度もあった。業務内容については検討していきたいが、SSHは分掌・教科を超えた取り組みであることは、初任教諭に何らかの形で伝えていく必要がある。今後の展望として、可能であれば、サイエンス・ダイアログで要望できる、医歯薬学、工学系科学、農業・環境学、生物系科学、化学、情報工学の6つの理数系分野を2年間の間に聴講することを計画したい。そのためには、現在1年に2回実施している外国人招聘講座を3回に増やす必要がある。これについては学校行事や授業との兼ね合いで簡単には変更できない。しかしながら、2年間で6つの全ての分野を聴講することにより、幅広い分野について生徒の興味関心を引き出すことができる。他にも、千葉大学との連携を活かした取組も検討していきたい。例えば、千葉大学の理工系留学生を講座の講師として招聘した後、課題研究のTAとして活動してもらえば、連携の深まりにより、生徒の進学意識の高揚や研究活動などにさらに良い影響を与えられると考えられる。

イ 英語によるオーラルプレゼンテーション

今年度については、実施することができなかった。新型コロナウイルスの影響により、研究活動自体も例年より遅れており、実施は困難な状況である。

第Ⅲ期を通しては、感染の終息が見通せず実施することが困難になったため、大幅な内容の検討が必要だと考える。実施できた年については、生徒のプレゼンテーション技術としてアイコンタクトの時間が短いなどコミュニケーションの一環としてのプレゼンテーションという意識が低い様子が見受けられた。

今後は、実施学年及び時期の再検討を行いたい。これまで理数科では1年次の夏休み後、SSHコースでは研究のまとめとなる2年次終わりに実施していた。しかし、新型コロナウイルスの蔓延により夏休み中などの研究活動が制限される事態が2年連続で生じている。この事態を解消するためにはプレゼンテーション内容を自身の研究内容ではなく、既にわかっていることや中学校で学習した事項など簡単な内容に変えることが考えられる。また、プレゼンテーション以外の場でもSA

とコミュニケーションを取ることによって、アイコンタクトの回数なども増加した。このことからプレゼンテーションという形式にこだわらず、コミュニケーションの場を提供することが重要であろう。

ウ 外国人SAを活用した授業

今年度については、新型コロナウイルスの影響によりSAの配置が遅れてしまったことが悔やまれる。理想は、年度はじめにSAが配置され、それぞれの科目で必要な時期にSAを活用できるように年間計画を立てられるとよいだろう。

第Ⅲ期を通しては、第Ⅱ期と異なり、各年度で異なるSAが配置され、継続雇用がなかった。予算等の関係でSA配置できなかった年度があった。また、本校からの「理系の専門知識を有する方が望ましい」という要望に対して、派遣されるSAのバックグラウンドも様々であった。SAが通年で授業の補助に入った場合、指導要領の内容を進めることと、理科の授業内に英語の活動を入れることの両立が難しい場面もあった。

今後は、理系の学位を海外大学で卒業した人材の確保が望まれる。やはりSA自身の能力や、意欲によって効果が大きく異なることがわかった。特に、理系の専門知識を持っているSAが配置された年度については、活動の幅も広く、効果的な授業を実施することができた。英語科職員より、研究論文のアブストラクトなどの添削において、英語科に配置されているALTでは、論文独特の言い回しや専門用語の理解が難しいことから、添削が困難であると指摘があった。この点においても本校のSSH活動には外国人SAの存在が必要不可欠であり、継続的な配置を強く訴えていきたい。さらに、単年度ではなく継続的にSAを雇用する体制づくりにも努めたい。

エ 今後期待される活動

新型コロナウイルスにより、コミュニケーション活動が制限される日々はしばらく続きそうな様相を呈している。一方で、研究活動における国際性や英語力の重要性は変わらない。アメリカでのSS-Field Studyの実施が危ぶまれる今、ますます、様々な形で英語を用いた自己表現能力の育成が期待される。

英語の授業では、4技能の育成が叫ばれ久しい。スピーキングやライティングなど、英語を使って能動的に情報を発信する機会は、以前より格段に増えている。さらに、ITの発達により急速にグローバル化が起り、スマートフォンを通じて海外の流行を取り入れる生徒も多い。その一方で、言語化の軽視も甚だしい。写真や動画、絵文字でのコミュニケーション、大手検索サイトによる翻訳など翻訳ツールなどの弊害である。

本校生徒においても、論文の要旨をそのまま翻訳サイトを使って翻訳し、提出するという事案も見受けられたようである。しかし、第Ⅲ期の活動を通じて、英語教員など他教科職員との連携が効果的に作用している。例えば、SS-課題研究の時間には、担当の英語科教諭と外国人SAがそれぞれの研究グループを見回る。そこで、英語で生きたコミュニケーションが行われる。他にも、理科やその他教科で英語の論文を読み、その論文について英語科の職員に質問する生徒もいる。このように、様々な分野で英語を活用すること、そして英語の必要性を生徒が認識するようになったのは、長期にわたる活動により、SSHが理科・数学科の取り組みではなく、英語科をはじめ学校全体としての取り組みとして育ってきたからである。SSHの英語4技能を活用した取組により、生徒の英語能力も3年間でさらに向上するであろう。少人数でのコミュニケーションの機会が多いのも、英語能力の向上に役立つ要素であろう。

これまで、外国人招聘講座や外国人SAはそれぞれ個別の取組として実施してきた。しかし、第Ⅳ期ではこれらが共同して「Field Study」「クロスカリキュラム」「課題研究」を軸としたSSH活動に作用することが期待される。その一例として、クロスカリキュラムの授業で外国SAの活用や、外国人招聘講座の講師にField Studyで会いに行くことなどが考えられる。もちろん、外国人招聘講座に外国人SAが関わることも興味深い。新型コロナウイルスの蔓延によりオンライン活動が活発化していることを逆手にとって、生徒の国際性をさらに高める活動を推進していきたい。

VI グローバル人材に必要な自己表現能力の育成

研究開発仮説

- 授業での実験・実習時に日常的に英語に触れることができれば、国際性と確かな学力を身に付けた、世界で活躍する自ら発信できる科学者を育成できる。
- 多くの生徒が、外部連携講座、フィールドワーク、課題研究に取り組む前提をつくり、その取組の中で英語に触れることができれば、国際性と確かな学力及び自己表現能力を身に付けることができる。
- 外国人による優れた研究発表を聴くことができれば、国際性と確かな学力及び自己表現能力を身に付けることができる。

以上の取組を実施すれば、普通科、理数科を問わず多くの生徒が科学者として必要な柔軟性と高い科学的探究心及びグローバル人材に必要な自己表現能力を養うことができる。

今年度の研究開発実施状況とその評価

ア 外国人研究者招聘講座（サイエンス・ダイアログ）の実施

平成25年度より、独立行政法人日本学術振興会の仲介により、外国人研究者を本校に招いて研究発表を英語で聴いているが、本年度も実施した。英語学習の重要性の確認と動機付け及び自分で課題研究を発表する際のノウハウ取得が期待できる。

○令和3年度外国人研究者招聘講座

一昨年度までは、前期と後期に各1回ずつ、年間2回実施していたが、本年度は新型コロナウイルス感染症対策の影響で後期の講師の派遣が叶わず、前期1回のみの実施となった。

期日 : 令和3年9月21日（水）15:00～16:50

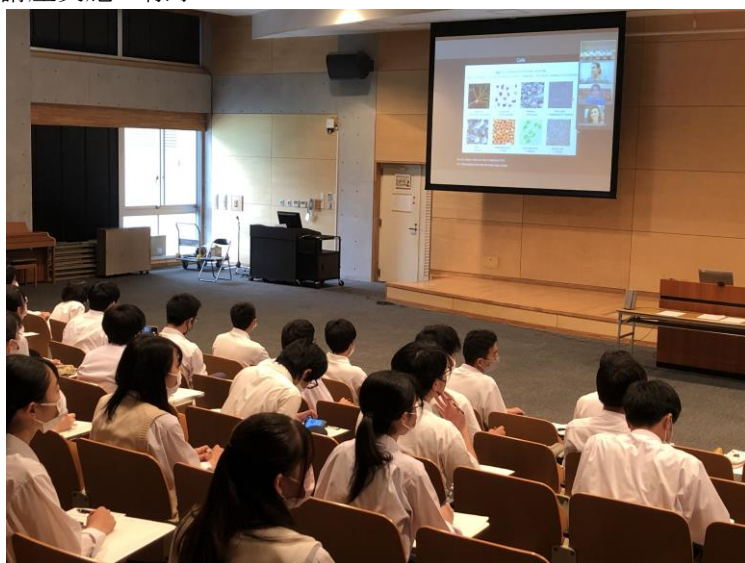
講師 : Dr. Julia GALA DE PABLO (Ms.)

東京大学・大学院理学系研究科

形態 : 感染症対策のためZoomを用いたオンラインリモート講義

講演概要 : ハイスループット・ラマン・フローサイトメトリーの生体医工学分野への展開，ラボツアー，質疑応答

講座実施の様子



Zoom画面をホールのスクリーンに投影して行った



外国人研究者招聘講座の評価

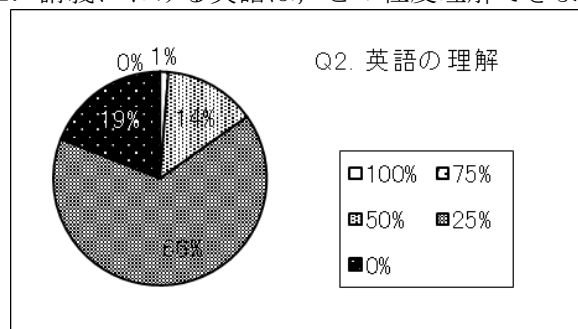
講演会終了後に参加生徒・職員にアンケート調査を行った。

参加生徒へのアンケート集約

※参加生徒数：1年生40名，2年生46名，3年生0名 合計86名

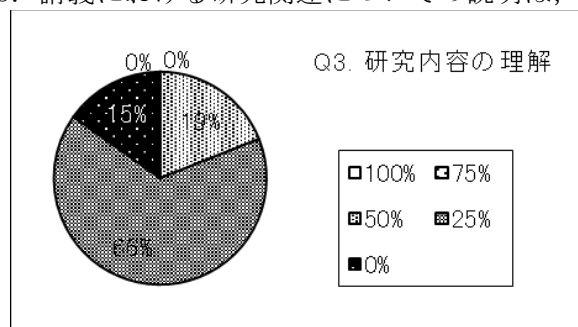
Q1. アンケート回答者の学年 1年生37名，2年生42名，3年生0名 合計79名
(回収率 91.9%)

Q2. 講義における英語は，どの程度理解できましたか？



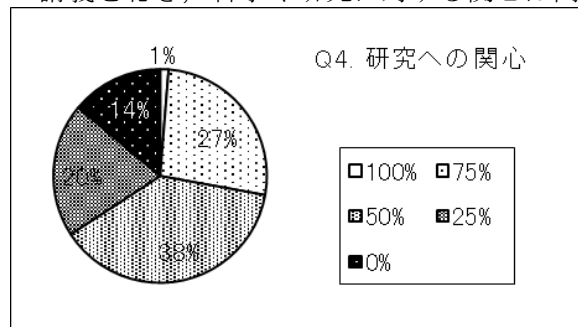
100%理解できた : 0人 (0%)
 75%位理解できた : 1人 (1%)
 50%位理解できた : 11人 (14%)
 25%位理解できた : 52人 (66%)
 全く理解できなかった : 15人 (19%)

Q3. 講義における研究関連についての説明は，どの程度理解できましたか？



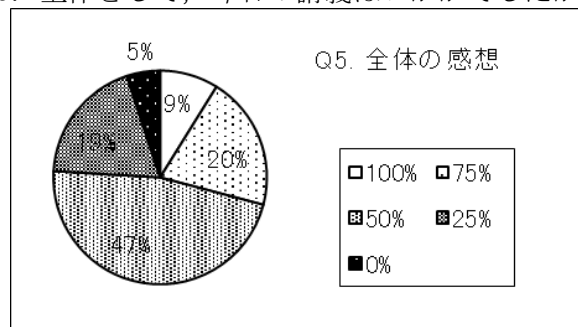
100%理解できた : 0人 (0%)
 75%位理解できた : 0人 (0%)
 50%位理解できた : 15人 (19%)
 25%位理解できた : 52人 (66%)
 全く理解できなかった : 12人 (15%)

Q4. 講義を聴き，科学や研究に対する関心は高まりましたか？



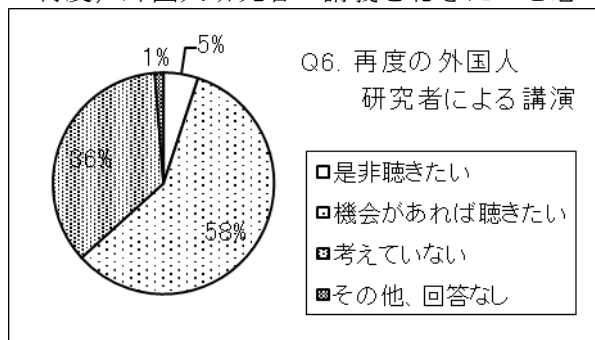
100%高まった : 1人 (1%)
 75%位高まった : 21人 (27%)
 50%位高まった : 30人 (38%)
 25%位高まった : 16人 (20%)
 全く高まらなかった : 11人 (14%)

Q5. 全体として，今日の講義はいかがでしたか？



100%良かった : 7人 (9%)
 75%位良かった : 16人 (20%)
 50%位良かった : 37人 (47%)
 25%位良かった : 15人 (19%)
 全く良くなかった : 4人 (5%)

Q6. 再度、外国人研究者の講義を聴きたいと思いましたか？



是非聴きたい	: 4人 (5%)
機会があれば聴きたい	: 46人 (58%)
考えていない	: 28人 (36%)
その他、回答なし	: 1人 (1%)

<自由記述>

1「良かった点」

- ・蛍光についての話のときに、実際に実演していたのが、内容がわかりやすくなってよかったです。
- ・研究者から直接話を聞けてよかった。
- ・ウォーリーやオロナミンCなど私たちにとってわかりやすい具体例を用いていた点。
- ・高校生レベルでも理解できる単語を多く使ってくれた。英語だと伝わりにくい部分を図やイラストで教えてくれた。
- ・写真や映像，グラフを使っていたことがよかった。
- ・パワーポイントの下に英語字幕が出てきたのは、わかりやすかった。
- ・オンラインにより，研究所の中を見ることができた。
- ・休憩をはさんでくれたので意欲は続いた。研究室ツアーは良かった。
- ・新しく「フローサイトメトリー」についての知識を身につけられた。
- ・普段聞かない研究のテーマの話が聞けて，とても勉強になった。

2「良くなかった点」

- ・もう少し前にプリントを配ってもらいたいのと，パワーポイントをプリントした紙が欲しい。
- ・英語が多く，また速いので，レベルが高く最初の段階でわからなくなってしまうので，その後のものがよくわからなくなっていき，全体的に理解するのが難しかった。
- ・事前学習講座などもなく，学習していない内容を，ネイティブの英語でいきなり聞くことになった点。
- ・とにかく長かった。もう少し休憩があってもいいと思った。
- ・講義の内容について事前に調べられなかったので，あまり理解できなかった。字幕が小さかったので読めなかった。
- ・英語字幕を大きくしてほしいです。
- ・事前の資料が少なく，あまり内容についていけないこともあった。
- ・英語が速すぎて聞き取れず，話を理解するのが難しかった。
- ・どんな順で話すのかわからなかった。
- ・スライドの文字が小さかった。シアターが明るくて見えにくい。

3「気づいた点や感想など」

- ・英語での講義は，とても難しかったけれど，いい経験になったし楽しかった。
- ・科学技術って色々な所に使われているんだなと思った。大学の研究所，なんかいいなと思いました。
- ・一度理解できなくても仲間と共有することで，理解できることもありました。生物学の新たな側面を学ぶことができました。また受けたいと思いました。
- ・もっと英語を聞いて，少しでもわかるようになりたい。来年もあると思うので，そのときに簡易なものでも質問したい。
- ・自分の全く知らない世界の話が聞けて面白かった。自分はある程度英語が理解できるので，頑張って付いていこうと思ったが，話題自体が難しく，少し理解できない所も多かった。今回，「フローサイトメトリー」というものを知れたので今後その知識を深め，活用できるようにしたい。

- ・意味を忘れていたり，初見の単語が多くあり，もっと勉強せねばと思った。話の流れを理解できるよう，耳を鍛えたい。
- ・研究室や研究の概要について，機会が無ければ知れないことが知れて良かった。
- ・博士でとても忙しいだろうに，色々教えてもらう事ができてうれしかったです。田島さんから有意義なことが聞けて良かったです。
- ・細胞の発光によって，選別する技術がとても高度で驚いた。
- ・とても難しい内容でしたが，蛍光ペンなど，身近にも関係してくる話だったため，面白かった。空がなぜ青いのか，これは私もずっと気になってたので，知れて良かったです。ありがとうございました。

参加職員へのアンケート集約

1. 生徒は，講演における英語をどの程度理解できたと思いますか？

理解できた。	1名	ある程度理解できた。	1名
あまり理解できなかった。	3名	全く理解できなかった。	0名

2. 講演における研究関連についての説明の難易度はいかがでしたか？

専門性が高く，難解だった。	2名	ちょうど良かった。	3名
より専門的な内容を講演してほしい。	0名		

3. 事前学習は行いましたか？

行わなかった。（事前に要旨をいただけなかったため。）

4. 今回の講演によって，生徒にどのような効果があったと思いますか？

・理系でも英語ができないとどうにもならないということが痛感できたのではないかと思います。
 ・研究を理解しようとする力がついた。
 ・東大の研究室（医療系または化学系）への興味がわいた。
 ・普段はなかなか目にすることのないような研究分野に触れ，非常に刺激になったと思う。

5. 全体として，今回の講演はいかがでしたか？

良かった	4名	普通	1名	良くなかった	0名
------	----	----	----	--------	----

6. 良かった点，良くなかった点を具体的に教えてください。

・リモートという状況を弱点と感じさせない，素晴らしい内容でした。
 ・内容が難しかったため事前に資料があるとより良かった。研究室を見られたのは良かった。
 ・院生の日本語での話は，生徒からの関心も高く，良かった。
 ・わかりやすい英語を使い，難易度の高い内容について，丁寧に解説していただいた。

7. 何かお気づきの点や感想などがありましたら，お書きください。

・研究の具体的内容について考えることができる良い機会だった。
 ・生徒は一生懸命に講義に耳を傾け，多くのことを学ぶことができていたと感じます。
 ・事前に連絡する際に，「英語力」は高くないとはっきり言ってしまうのもよいかも。

8. 再度，サイエンス・ダイアログを活用したいと思いますか？

是非活用したい	2名	機会があれば活用したい	2名	活用したくない	0名
---------	----	-------------	----	---------	----

○第三期指定の外国人招聘講座の変遷

平成29年度～令和3年度までの外国人招聘講座は次のように実施した。

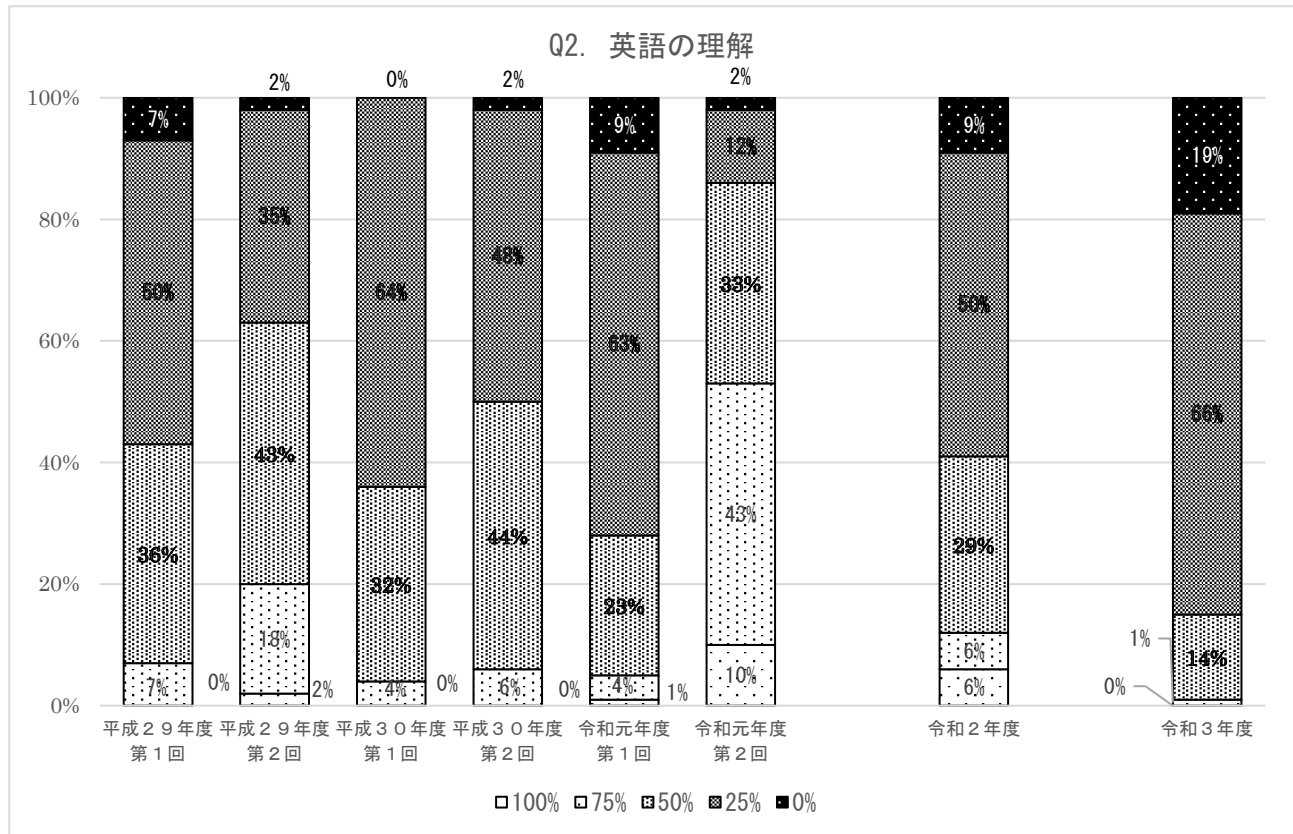
テーマと内容

年度	タイトル、講師および内容	分野
平成29年度	第1回 Ecology and Evolution of Ferns Dr. Joel H. NITTA 講師の母国（アメリカ・カリフォルニア州）の紹介、研究者を目指した理由、シダ植物の進化と生態系について、質疑応答	生物系化学
	第2回 Drug Development in Suga Lab Dr. Mareike M. WIEDMANN 自己紹介、ドイツとイギリスの文化について、一般的な創薬の過程と薬が体内でどのように働くか、質疑応答	医歯薬学
平成30年度	第1回 A journey to plant science Dr. Yong-Jiang HUANG (Mr.) 自己紹介・植物学に興味をもった理由、植物の基礎研究・分類について、植物分類についてのグループワーク・化石の提示、質疑応答	生物系科学
	第2回 Nutrition and Health Dr. Charoula K. NIKOLAOU (Ms.) 母国・ギリシアの紹介、研究者になるまでの道のり、栄養と健康について、質疑応答	医歯薬学
令和元年度	第1回 My Global Experience on Solar Cells Dr. Tzu-Ying LIN (Ms.) 自己紹介、母国・台湾の紹介、研究者になった動機とスイスでの生活、太陽電池の仕組みと将来性について、講義内容の簡単な実験、質疑応答	工学系科学
	第2回 Muscle development, growth and aging: Comparison between fish and mammals Dr. Md ASADUZZAMAN (Mr.) 自己紹介、母国・バングラデシュの紹介、魚類と哺乳類を比較した筋肉の違いと特性について、質疑応答	農学・環境学
令和2年度	Cooperation of Japan and Nigerian Scientists towards the discovery of new drugs against tropical diseases Dr. Mohammed Auwal IBRAHIM (Mr.) 自己紹介、母国・ナイジェリアの紹介、研究者になった動機、顧みられない熱帯病と新薬開発について、質疑応答	生物系科学
令和3年度	Flow cytometry: Basics, Applications and Research Dr. Julia Gala de Pablo (Ms.) ハイスループット・ラマン・フローサイトメトリーの生体医工学分野への展開、ラボツアー、質疑応答	化学

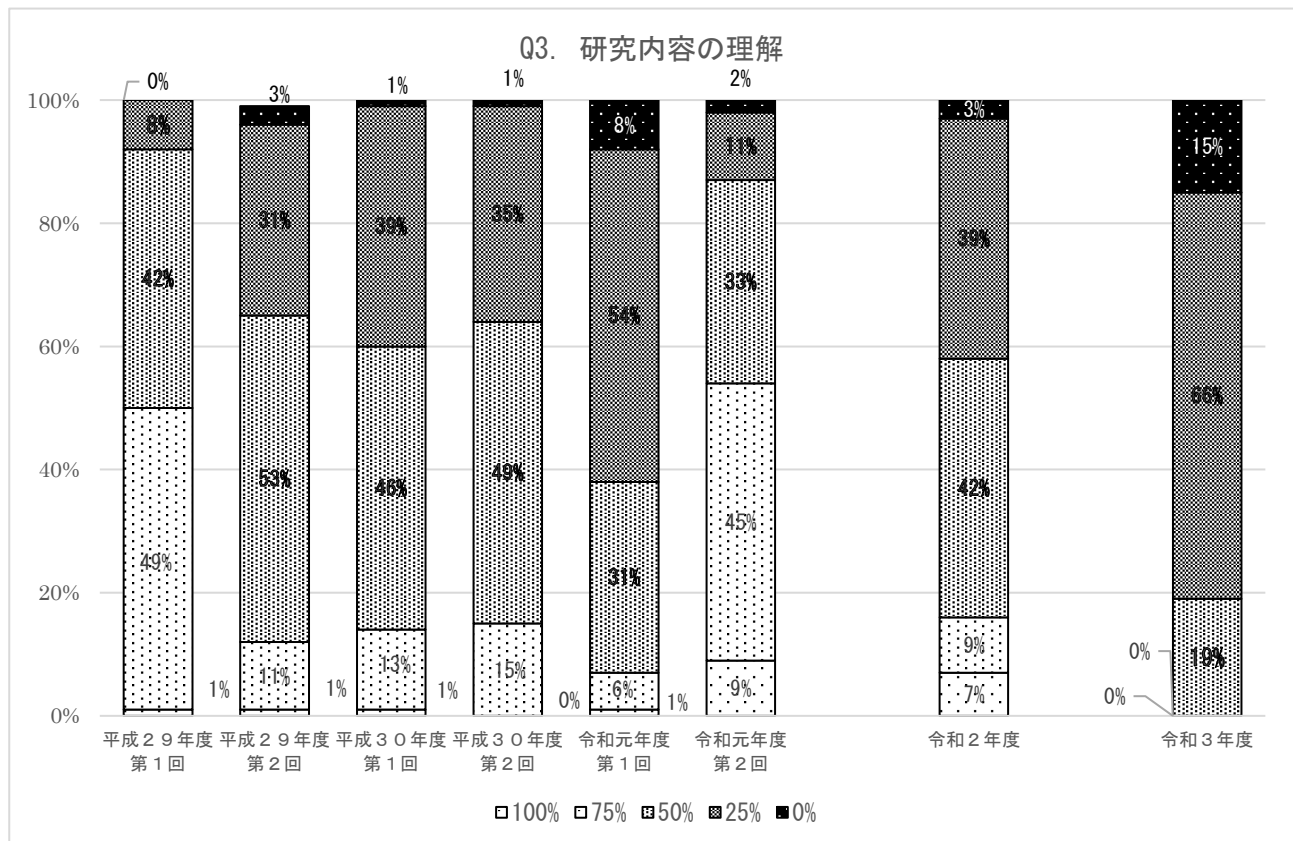
Q1. アンケート回答者の学年

	平成29年度		平成30年度		令和元年度		令和2年度	令和3年度
	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回		
1年生	40名	42名	35名	40名	39名	39名	37名	37名
2年生	49名	45名	62名	60名	61名	49名	53名	42名
3年生	0名	0名	0名	0名	0名	0名	0名	0名

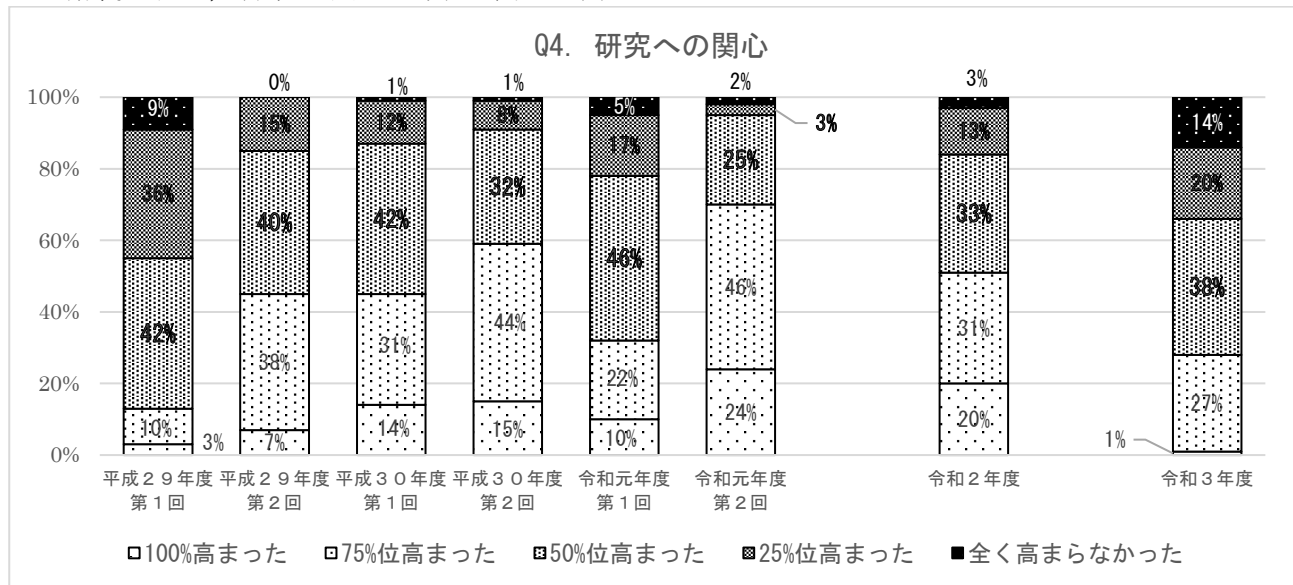
Q2. 講義における英語は、どの程度理解できましたか？



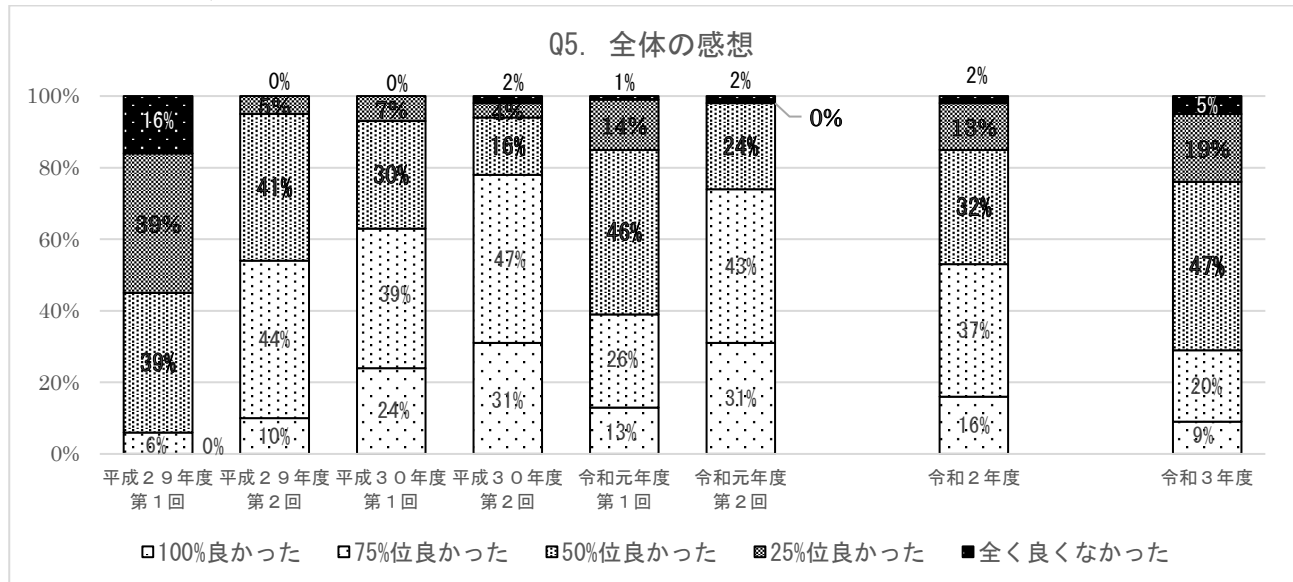
Q3. 講義における研究関連についての説明は、どの程度理解できましたか？



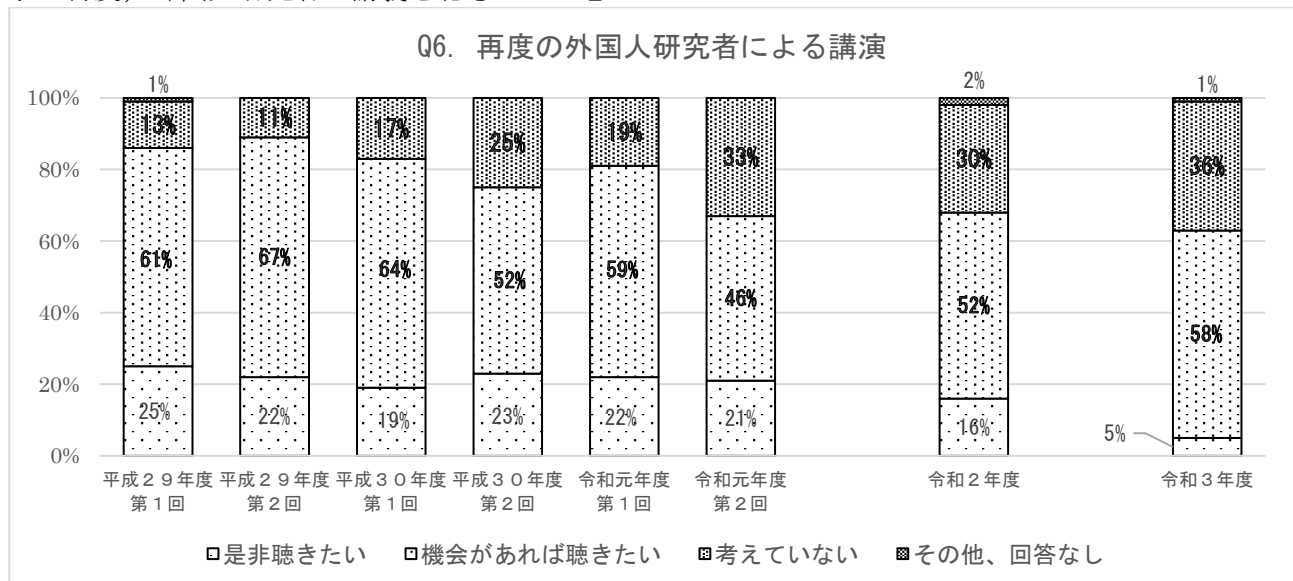
Q4. 講義を聴き、科学や研究に対する関心は高まりましたか？



Q5. 全体として、今日の講義はいかがでしたか？



Q6. 再度、外国人研究者の講義を聴きたいと思いましたか？



イ 英語によるオーラルプレゼンテーションの実施

○普通科 2 年次 S S H コース

概要

普通科 2 年次 S S H コースの生徒は授業「S S H 課題研究」の中でグループごとに研究発表を行っている。生徒はこの授業内で何度か研究の中間報告をするのだが、そのうちの一回を英語で行うことにしている。外国人研究者招聘講座でのプレゼンテーションを参考に、今度は自分たちが英語で発表を行うことになる。自分が選んだ興味ある研究内容を英語にすることにより、グローバル人材に必要な自己表現能力を育成できると期待する。プレゼンテーションはパワーポイントを使い、発表時間は各グループ 3 分、質疑応答を 2 分としている。この授業では英語科教員と SA が授業に関与し適宜指導を行っている。

詳細（予定されていた内容）

準備日程：

1 月上旬, Advanced Natural Science（以下ANSと略す）にて、説明及び発表順決定

2 月中旬まで、発表準備

担当教諭： 各課題研究担当理科・数学教諭及び英語科教諭,
Ms. Kanchan Science Assistant（以下SAと略す）

準備資料：

説明用のプレゼンテーション資料（パワーポイント）6 枚程度

英文の Presentation summary

発表日程： 2 月中旬

時間： 各自発表時間 3 分、質疑応答 2 分

注意事項：

- 1 動機・方法・実験結果・考察・展望を過不足なく説明すること。
- 2 全員がバランスよく発表に携わること。
- 3 「読む」のではなく「説明」すること。
 - ① 原稿を読まないこと。
 - ② 文章を暗唱しないこと。
 - ③ パワーポイントに表示されているものと同じ文章を、そのまま発声しないこと。
- 4 質問に的確に答えること。

英語発表タイトル（予定されていた内容）

Theme	Category
音の高さと張力の関係	物理
線香花火の火花の量と火薬の炭素量の関係	化学
テントウムシは、おてんとう様が嫌い？	生物
ヨウ素デンプン反応を応用して… ～サツマイモの甘さから～	化学
雪は発生した時から静電気を帯びているか	地学

○理数科 1 年

理数科 1 年次の生徒は授業「先端科学講座 I」の中で課題研究活動を行っており、一昨年度までは研究発表を英語で行っていた。しかし、本年度も新型コロナウイルス感染症による臨時休校によって、夏期休業中の課題研究活動が原則禁止されたことから、英語で研究活動を発表する段階まで生徒を指導することができず、英語によるプレゼンテーションの実施を見送った。

ウ 外国人 S A を活用した授業

昨年度までは、物理や化学の授業内で英文講読、英語での実験実習や課題研究の授業での英語によるアブストラクトの作成が主な取組であった。本年度はその取組に加えて、授業開始の冒頭約5分間を使って前時の復習をクイズ形式で実施する事や、生物の授業の授業に参加し簡単な英語による基本的な用語説明をするなど、今まで以上の取組を実施している。

○令和3年度SA活用授業

対象授業	3年次・・・理数化学	(理数科)
	2年次・・・S S 課題研究	(S S H コース)
	理数化学	(理数科)
	理数生物	(理数科)
	理数地学	(理数科)
	先端科学講座Ⅱ	(理数科)
	1年次・・・物理基礎	(普通科)
	化学基礎	(普通科)
	理数化学	(理数科)
	生物概論	(理数科)
	地学概論	(理数科)
	先端科学講座Ⅰ	(理数科)

○令和3年度SA活用授業例

詳細

対象生徒	：	1年次普通科	1クラス40名×7クラス、1年次理数科	1クラス40名
対象授業	：	化学基礎（2単位）、理数化学（2単位）		
単元	：	中和滴定		
担当教諭	：	化学基礎担当教諭、Ms. Kanchan (SA)		
授業日程	：	1月中旬		
時間・場所	：	50分間、化学実験室		
単元指導計画	：	1時間目 酸と塩基の定義、 2時間目 電離 3時間目 酸と塩基の強弱と電離度の関係 4時間目 水素イオン濃度とpH 5時間目 pHの計算、pHの測定 6時間目 中和反応の理解 7時間目 中和反応で生成する塩の性質 8時間目 酸と塩基の量的関係 9時間目 量的関係の計算 10時間目 滴定曲線 11時間目 中和滴定の実験（本時①） 12時間目 中和滴定の実験（本時②）		

授業の様子 (SAによる演示)



Neutralization Titration

Purpose:

Neutralization is the reaction between H^+ ion and OH^- ion to produce water, namely $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$. Neutralization titration is one of the basic methods of volumetric analysis. Learn the concept and the fundamental operation of titration. Determine the concentration of sodium hydroxide through neutralization titration, using a standard solution of oxalic acid. Then, determine the concentration of acetic acid by titrating vinegar with sodium hydroxide.

Keywords:

Titration; Neutralization; Standard solution; Volumetric analysis.

Preparation:

[Ware]

- | | |
|--|--|
| ☐ Burette (50 mL) | ☐ Burette support |
| ☐ Pipette (10 mL) | ☐ Pipette filler bulb |
| ☐ Beaker (100 mL) | ☐ Conical beaker (100 mL) |
| ☐ Volumetric flask (100 mL) | ☐ Funnel |

[Reagents]

- | | |
|--|--|
| ☐ 0.1 mol/L NaOH (sodium hydroxide) | ☐ Vinegar (commercial product) |
| ☐ Phenolphthalein solution % | ☐ $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ (oxalic acid dihydrate) |
- Dissolve 1g of PP in 90 mL of 95% ethanol, then fill with water to complete 100 mL.

Procedure:

I. Preparing necessary solutions:

1 Prepare 0.0500 mol/L $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ standard solution as follows:

- (1) Calculate the molecular mass of $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$. _____ g/mol---①

Remark: Anhydrous oxalic acid $H_2C_2O_4$ is hygroscopic. Hydrated water molecules in $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ become a part of solvent. One molecule of $H_2C_2O_4$ contains two $COOH$ groups, and can ionize to produce two H^+ ions.

- (2) Suppose that the necessary volume of 0.0500 mol/L $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ standard solution to be prepared is x mL, the mass of $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ that should be taken from the reagent bottle is calculated as follows: ① $\times 0.0500 \times x / 1000 =$ _____ g---②
- (3) Measure the calculated amount of $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ②, as precisely as possible. Place it

1

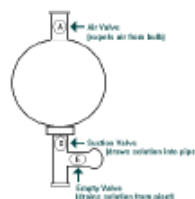
In the beaker and add water to dissolve it. Next, pour the solution into the measuring flask and dilute it to x mL.

- 2 Prepare 0.1 mol/L NaOH solution by dissolving the required amount of NaOH in water. In this step, there is no need to weigh NaOH precisely; therefore the use of a volumetric flask is unnecessary.
- Why is the precise weighing of NaOH unnecessary? Main reasons are the following two:

CAUTION: Be careful and protect your eyes when handling NaOH solution.

II. Determine the approximate concentration of NaOH solution of 0.0500 mol/L $H_2C_2O_4$:

- 3 (1) Close the burette's stopcock and fill the burette with NaOH solution using a funnel.
(2) Tilt the burette slightly, to an extent that the NaOH solution does not overflow, then wash the inside wall of the burette by rotating it.
(3) Open the stopcock and discard the NaOH solution.
- 4 Close the stopcock and clamp the burette to its support. Fill up the burette with NaOH solution and remove the funnel. Then, put the beaker under the burette. Open the stopcock and drain 2 to 3 mL of the solution to expel the air in the tip of the burette.
- 5 (1) Attach the pipette bulb to the pipette, then press the A button and squeeze the bulb to suck air out.
(2) Place the pipette into the flask which contains the 0.0500 mol/L $H_2C_2O_4$ standard solution.
(3) Press the B button to suck part of the solution, then wash the inside wall of the pipette by tilting it slightly and rotating it.
(4) Place the pipette into the bucket and press the E button to discard the solution.



- 6 (1) Press the A button and squeeze the pipette bulb again, place the pipette into the flask which contains 0.0500 mol/L $H_2C_2O_4$ standard solution and press the B button to suck the solution to the point above the marked line of the pipette.
(2) Place the pipette into the bucket, lift it to the eye level and press the E button until adjust

2

the solution level to the marked line of the pipette.

- (3) Place the pipette into a conical beaker and press the E button to pour the measured solution.
- (4) Add 1 to 2 drops of phenolphthalein solution as an indicator for titration. Wash the inside wall of the conical beaker with water.

7 Do preliminary titration as follows:

- (1) Note the meniscus reading of the NaOH solution inside the burette to 1/10 of graduation.
- (2) Add the NaOH solution step by step to the $H_2C_2O_4$ standard solution. In each step, add 1 mL of the NaOH solution. Shake the conical beaker until the whole mixture turns red and the color does not disappear. Evaluate the approximate quantity of the NaOH solution required. Wait one minute or so to examine whether the color remains unchanged. Then, stop adding the NaOH solution.

III. Neutralization titration

- 8 (1) Considering the result of 7 (2) step, add the NaOH solution to the $H_2C_2O_4$ standard solution. The quantity of the NaOH solution should be smaller than the estimated end point of titration.
- (2) Add some drops of the NaOH solution, little by little, while gently shaking the conical beaker. If the color of the reaction mixture turns slightly red and the color remains unchanged even after shaking the conical beaker, the mixture is at the end point of neutralization titration.
- (3) Write down the quantity of NaOH solution from the meniscus reading of the burette.
- (4) Repeat the titration three times and calculate the average value.

Quantity of the NaOH solution required:

- 1st _____ mL
2nd _____ mL
3rd _____ mL Average value _____ mL

- (5) Calculate the concentration [mol/L] of NaOH solution prepared.

IV. Quantitative analysis of the amount of acetic acid in vinegar:

- 9 Fill the burette with NaOH solution (The concentration was determined in the section III).
- 10 Pull 10 mL of vinegar in the pipette, transfer it to a volumetric flask and dilute it to 100 mL. Transfer 10 mL of the diluted vinegar to a conical beaker and carry out the titration with NaOH solution. Repeat three times and calculate the average value.
- Quantity of the NaOH solution required:

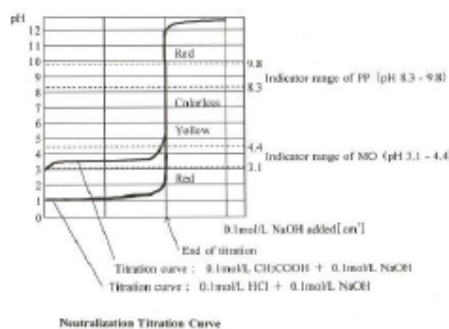
3

- 1st _____ mL
2nd _____ mL
3rd _____ mL Average value _____ mL

- 11 Calculate the concentration [mol/L] of acetic acid in vinegar.

Questions for students:

1. List the properties required for reagents used for preparation of standard solutions. Then confirm that $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ meets the requirements, while NaOH does not.
2. Write the equation for the neutralization of acetic acid with sodium hydroxide.
3. How many grams of acetic acid are included in 100 mL of vinegar? Using the density of the commercial vinegar (1.05 g/mL), calculate the weight percent of acetic acid in commercial vinegar.
4. Dilution of vinegar is effective to attain high accuracy of the experiment. Why?
5. If methyl orange (MO) replaced phenolphthalein (PP) as an indicator in this neutralization titration, how would the result change? Find out the answer from "Neutralization Titration Curve" shown below:



Neutralization Titration Curve

4

○第Ⅲ期指定のS A活用の変遷

平成29年度～令和3年度までの外国人SAは次のような活動を行った。

年度	氏名（国籍）	備考
平成29年度	Mr. Chapman（イギリス）	昨年度より継続して雇用
	◆英語を用いての実験（物理基礎・化学基礎・理数化学の授業） ◆英文購読（探究物理の授業） ◆地学的内容の英語プレゼンテーションとディスカッション（探究地学の授業） ◆英語アブストラクトの添削（SS-課題研究） ◆SA自身や出身国についての講話（SS-課題研究）	
平成30年度	配置なし	
令和元年度	Ms. Romina（ブラジル）他	情報系の大学を卒業
	◆英語を用いての実験（物理基礎・化学基礎・理数化学の授業） ◆英文購読（探究物理の授業） ◆英語アブストラクトの添削（SS-課題研究） ◆SA自身や出身国についての講話（SS-課題研究）	
令和2年度	Ms. Induni（スリランカ）	理系大学卒業，博士課程修了 医師免許を所持
	◆英語を用いての実験（物理基礎・化学基礎・理数化学の授業） ◆英語を用いた用語解説（理数化学の授業） ◆英文購読（探究物理の授業） ◆英語での小テストの実施（理数化学の授業） ◆生徒プレゼンテーションへのコメント（生物概論の授業） ◆英語での用語解説（生物概論・理数生物の授業） ◆英語での単元概要解説（生物概論・理数生物の授業） ◆英語アブストラクトの添削（SS-課題研究） ◆英語プレゼンテーションの添削（SS-課題研究） ◆英語での研究に関する会話（SS-課題研究・先端科学Ⅱ） ◆SA自身や出身国についての講話（SS-課題研究）	
令和3年度	Ms. Kanchan（ネパール）	英語の教員免許を所持
	◆英語を用いての実験（物理基礎・化学基礎・理数化学の授業） ◆地学的内容の英語プレゼンテーションとディスカッション（探究地学の授業） ◆英語を用いた用語解説（理数化学の授業） ◆英文購読（探究物理の授業） ◆英語アブストラクトの添削（SS-課題研究） ◆英語での研究に関する会話（SS-課題研究・先端科学Ⅱ） ◆SA自身や出身国についての講話（SS-課題研究）	

備考

平成29年度については，以前より本校に勤務していたSAが引き続き勤務した。長年の本校の勤務経験から，補助する授業内容に精通していた。また，昨年からの流れにより，教員とのコミュニケーションも十分に取れており，スムーズに連携することができた。

平成30年度は予算等の関係で，SAを配置することができなかった。

令和元年度については，SAの個人的理由などにより，年度内に複数回SAが変更となった。そのため，年間を通しての授業への派遣が難しかった。また，勤務日や時間をSAが変わるたびに變更しなければならなかったため，効果的な活用が困難であった。

令和2年度については，新型コロナウイルスの影響により，アメリカへのSS-Field Studyが国内へと変更になり，その分SAの活躍が期待された。この年は，年度の早い段階でSAを配置することが可能となり，年度を通して固定した授業を補助することができた。また，生物分野の深い知識のみならず，大学院での幅広い理系の専門知識を活かし，創造的に授業補助を行った。活動内容もSA自身のアイディアにより多岐に渡った。他にも，SA個人の性格・資質により，積極的な生徒との関わりが生まれ，学校行事に参加したり，日常生活でも積極的にコミュニケーションをとったりする姿が見られた。

令和3年度については，新型コロナウイルスの影響でSAの配置が遅れ，勤務開始が後期にずれ込んでしまった。そのため，年間を通しての授業参加は叶わなかった。また，これまでSAが補助していた授業に参加できなかった。

成果と課題

ア 外国人研究者招聘講座

今年度については、新型コロナウイルスの影響により、昨年度と同様、1回の実施となってしまった。今回は、講師との連絡回数が少なかったことが反省点として挙げられる。その結果、生徒の英語力を超えた内容となってしまった。（事後アンケート「Q2. 講義における英語は、どの程度理解できましたか？」に対して19%の生徒が全く理解できなかったと回答している。また「Q3. 講義における研究関連についての説明は、どの程度理解できましたか？」についても15%の生徒が全く理解できなかったと回答している。）加えて、生徒が感想に述べているように、事前に詳細なアブストラクトやスライドデータ等が頂けなかったことも理解度を低下させたと考えている。今回のようなリモート講義では、高校の実験室で行えないような実験や、オンラインラボツアーとして実際の研究室の様子を見ることができるといった利点がある。一方で、生徒の集中力低下や、通信ラグによる若干の応答のズレなどもあることがわかった。

第Ⅲ期を通して、生徒の内容の理解度が高いと、研究への関心の高まりや満足度が高まることわかった。（令和元年度第2回について「Q2. 講義における英語は、どの程度理解できましたか？」について10%の生徒が全て理解できた、43%の生徒が7割以上理解できたと回答している。また「Q3. 講義における研究関連についての説明は、どの程度理解できましたか？」についても9%の生徒が全て理解できた、45%の生徒が7割以上理解できたと回答している。そしてこの回については「Q4. 科学や研究に対する関心は高まりましたか？」について7割以上の生徒が高まったと回答し、「Q5. 今日の講義はいかがでしたか？」についても7割以上の生徒が良かったと回答している。（これは、実施した8回の中で1・2位を争う数値であった。）一方で、「Q6. 再度、外国人研究者の講義を聴きたいと思いましたか？」については、生徒の理解度にかかわらず、毎回一定の割合になっていることが多い。しかしながら、令和2・3年度と3割以上の生徒が「考えていない」と回答する事態となっている。今後は、生徒の内容理解を助けるため、事後指導を実施することを検討したい。そのために、講義のアブストラクトやスライドデータを事前にいただき、SAや英語科・理科職員が連携して事後指導にあたることで、生徒の理解が深まるとともに、普段の学習内容との結びつきを確認させることができると考えられる。また、令和2・3年度にアメリカへのSS-Field Studyを実施できていないことは、生徒の関心の低下に関連していると考えられる。オンライン等を活用し、英語に触れる機会を増やし、生徒への英語学習の必要性を引き続き認識させていく必要がある。また講義の司会を初任教諭に依頼した結果、分掌を超えた業務に戸惑いがあった年度もあった。業務内容については検討していきたいが、SSHは分掌・教科を超えた取り組みであることは、初任教諭に何らかの形で伝えていく必要がある。今後の展望として、可能であれば、サイエンス・ダイアログで要望できる、医歯薬学、工学系科学、農業・環境学、生物系科学、化学、情報工学の6つの理数系分野を2年間の間に聴講することを計画したい。そのためには、現在1年に2回実施している外国人招聘講座を3回に増やす必要がある。これについては学校行事や授業との兼ね合いで簡単には変更できない。しかしながら、2年間で6つの全ての分野を聴講することにより、幅広い分野について生徒の興味関心を引き出すことができる。他にも、千葉大学との連携を活かした取組も検討していきたい。例えば、千葉大学の理工系留学生を講座の講師として招聘した後、課題研究のTAとして活動してもらえば、連携の深まりにより、生徒の進学意識の高揚や研究活動などにさらに良い影響を与えられると考えられる。

イ 英語によるオーラルプレゼンテーション

今年度については、実施することができなかった。新型コロナウイルスの影響により、研究活動自体も例年より遅れており、実施は困難な状況である。

第Ⅲ期を通しては、感染の終息が見通せず実施することが困難になったため、大幅な内容の検討が必要だと考える。実施できた年については、生徒のプレゼンテーション技術としてアイコンタクトの時間が短いなどコミュニケーションの一環としてのプレゼンテーションという意識が低い様子が見受けられた。

今後は、実施学年及び時期の再検討を行いたい。これまで理数科では1年次の夏休み後、SSHコースでは研究のまとめとなる2年次終わりに実施していた。しかし、新型コロナウイルスの蔓延により夏休み中などの研究活動が制限される事態が2年連続で生じている。この事態を解消するためにはプレゼンテーション内容を自身の研究内容ではなく、既にわかっていることや中学校で学習した事項など簡単な内容に変えることが考えられる。また、プレゼンテーション以外の場でもSA

とコミュニケーションを取ることによって、アイコンタクトの回数なども増加した。このことからプレゼンテーションという形式にこだわらず、コミュニケーションの場を提供することが重要であろう。

ウ 外国人SAを活用した授業

今年度については、新型コロナウイルスの影響によりSAの配置が遅れてしまったことが悔やまれる。理想は、年度はじめにSAが配置され、それぞれの科目で必要な時期にSAを活用できるように年間計画を立てられるとよいだろう。

第Ⅲ期を通しては、第Ⅱ期と異なり、各年度で異なるSAが配置され、継続雇用がなかった。予算等の関係でSA配置できなかった年度があった。また、本校からの「理系の専門知識を有する方が望ましい」という要望に対して、派遣されるSAのバックグラウンドも様々であった。SAが通年で授業の補助に入った場合、指導要領の内容を進めることと、理科の授業内に英語の活動を入れることの両立が難しい場面もあった。

今後は、理系の学位を海外大学で卒業した人材の確保が望まれる。やはりSA自身の能力や、意欲によって効果が大きく異なることがわかった。特に、理系の専門知識を持っているSAが配置された年度については、活動の幅も広く、効果的な授業を実施することができた。英語科職員より、研究論文のアブストラクトなどの添削において、英語科に配置されているALTでは、論文独特の言い回しや専門用語の理解が難しいことから、添削が困難であると指摘があった。この点においても本校のSSH活動には外国人SAの存在が必要不可欠であり、継続的な配置を強く訴えていきたい。さらに、単年度ではなく継続的にSAを雇用する体制づくりにも努めたい。

エ 今後期待される活動

新型コロナウイルスにより、コミュニケーション活動が制限される日々はしばらく続きそうな様相を呈している。一方で、研究活動における国際性や英語力の重要性は変わらない。アメリカでのSS-Field Studyの実施が危ぶまれる今、ますます、様々な形で英語を用いた自己表現能力の育成が期待される。

英語の授業では、4技能の育成が叫ばれ久しい。スピーキングやライティングなど、英語を使って能動的に情報を発信する機会は、以前より格段に増えている。さらに、ITの発達により急速にグローバル化が起り、スマートフォンを通じて海外の流行を取り入れる生徒も多い。その一方で、言語化の軽視も甚だしい。写真や動画、絵文字でのコミュニケーション、大手検索サイトによる翻訳など翻訳ツールなどの弊害である。

本校生徒においても、論文の要旨をそのまま翻訳サイトを使って翻訳し、提出するという事案も見受けられたようである。しかし、第Ⅲ期の活動を通じて、英語教員など他教科職員との連携が効果的に作用している。例えば、SS-課題研究の時間には、担当の英語科教諭と外国人SAがそれぞれの研究グループを見回る。そこで、英語で生きたコミュニケーションが行われる。他にも、理科やその他教科で英語の論文を読み、その論文について英語科の職員に質問する生徒もいる。このように、様々な分野で英語を活用すること、そして英語の必要性を生徒が認識するようになったのは、長期にわたる活動により、SSHが理科・数学科の取り組みではなく、英語科をはじめ学校全体としての取り組みとして育ってきたからである。SSHの英語4技能を活用した取組により、生徒の英語能力も3年間でさらに向上するであろう。少人数でのコミュニケーションの機会が多いのも、英語能力の向上に役立つ要素であろう。

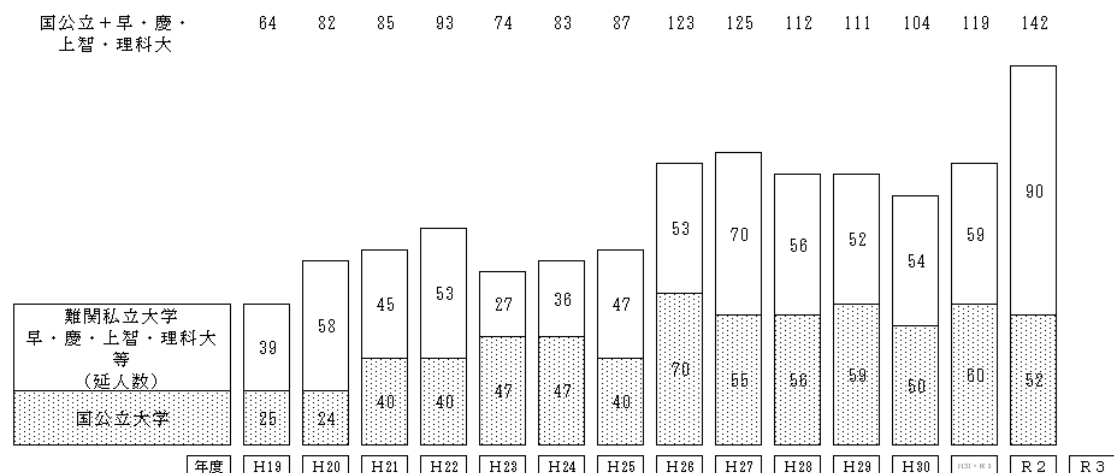
これまで、外国人招聘講座や外国人SAはそれぞれ個別の取組として実施してきた。しかし、第Ⅳ期ではこれらが共同して「Field Study」「クロスカリキュラム」「課題研究」を軸としたSSH活動に作用することが期待される。その一例として、クロスカリキュラムの授業で外国SAの活用や、外国人招聘講座の講師にField Studyで会いに行くことなどが考えられる。もちろん、外国人招聘講座に外国人SAが関わることも興味深い。新型コロナウイルスの蔓延によりオンライン活動が活発化していることを逆手にとって、生徒の国際性をさらに高める活動を推進していきたい。

4 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

第Ⅲ期指定最終年度となる本年は探究活動等を通して課題発見能力，課題解決能力，自己表現能力の育成とそのほかの取組との有機的な連携をとりながら研究開発を行うことを目標にしてきた。しかし，今年度も新型コロナウイルス感染症拡大防止に留意しながらの取組を行うことになり，予定通り事業を行えないこともあった。しかし，生徒の活動を見る限り普通科生徒への研究成果の普及や意欲向上など一定の成果は出ている。来年度以降も感染症対策を施しながらの取組を続けていきたい。制限がある状況の中で各事業の目的を見直しつつ形を整え，生徒に十分な利益ある研究開発を行いたい。

5 SSH指定後の成績の変遷

Ⅰ 大学合格実績（現役生）の推移



Ⅱ 教育実践

（１）進学重視型単位制の主な取組

45分・7限授業	○	○	○	○	○	○	○	○							
50分・7限授業									○	○	○	○	○	○	○
少人数	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
習熟度							○	○	○	○	○	○	○	○	○

（２）SSHの主な取組

(2)SSHの主な取組					Ⅱ期					Ⅲ期						
連携講座 （普通科・参加者数）					435	514	489	499	378	365	341	337	319	301		
クロスカリキュラム （全校実施数）					34	85	157	269	220	125	99	62	57	81		
SSHコース （普通科2～3年・合計人数）						23	51	51	34	26	25	34	40	23		
課題研究 （普通科1年・研究件数）										46	46	51	45	42		
	年	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	令和元年度	R2	R3

（３）主な成果

学校	周囲の評価	・質の高い教員と生徒を有する進学校 ・先進的で特色のある教育を展開できる学校 ・地域の理数教育の核となる学校
教員	指導力向上 協力体制の充実	教員間のコミュニケーションの充実、授業改善への取組
生徒	深い学び 多角的な思考力の育成	連携講座・クロスカリキュラム・習熟度・少人数などの効果的な組合せ

上のⅠのグラフは，各年度卒業生の合格実績について平成19年度以降の推移を示したものである。令和2年度卒業生は難関私立大に合格した生徒が前年度に比べて31名増加している。これは東京理科大学に合格した生徒が前年度の25名から53名と倍増したためである。この生徒たちは平成30年入学であり，本校がSSH第Ⅲ期指定を受けてから2年目の生徒である。本校ではこの年から総合的な探究の時間でテーマをより具体的に設定し研究を行うよう指導し始めた。この経験により生徒が理数科目や理数研究に興味をもち，進路の決定と実現に大きな影響が現れたのだと考えている。この変化は来年度以降も持続することが期待できる。今後も各取組を継続し発展させていきたい。

⑥ 校内におけるSSHの組織的推進体制

ア 運営指導委員会，評価委員会の設置

本校第Ⅲ期SSHでは，SSH研究開発に対する指導・助言をいただく運営指導委員会のほか，研究開発の成果を客観的に評価していただくために評価委員会を設置している。令和3年度の構成を以下に示した。

1 運営指導委員会

大学，公的研究機関，管理機関の有識者で構成する。

氏 名	所 属 等
神谷 俊一	千葉市長 (特別委員)
加納 博文	千葉大学大学院理学研究院 教授
花輪 知幸	千葉大学先進科学センター 教授
小川 了	東邦大学理学部物理学科 教授
清本 正人	お茶の水女子大学基幹研究院自然科学系 教授
池田 政宣	神田外語大学外国語学部 特任教授
北川 敦志	量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 技術安全部長
井上 厚行	千葉市科学館 館長

2 評価委員会

千葉市立の学術機関，近隣の小・中学校長・本校同窓会・PTAの代表者で構成する

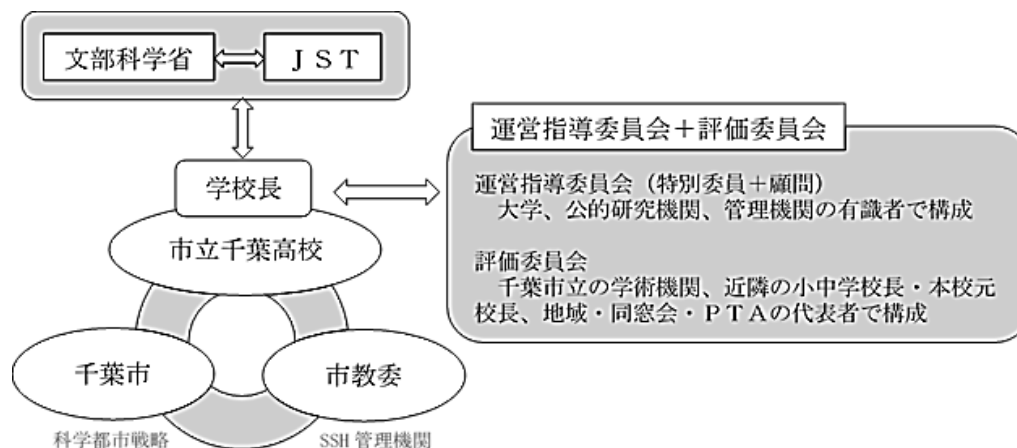
鎗木 一誠	千葉市動物公園 園長
宮本 勇治	千葉市美術館 事務長
中島 千恵	千葉市立中央図書館 館長
栗田 謙正	千葉市立小中台中学校 校長
加藤 正浩	千葉市立園生小学校 校長
大山 光晴	秀明大学学校教師学部 教授
遠藤 明男	千葉市立千葉高等学校 元校長
実籾 富二夫	千葉市立千葉高等学校同窓会 会長
金子 智哉	JR東日本稲毛駅 駅長
並木 敏伸	小中台中学校区青少年育成委員 会長
清水 泰夫	小中台町内会 会長
上田 さおり	千葉市立千葉高等学校 前PTA会長
長倉 明美	千葉市立千葉高等学校 PTA会長

3 顧問

本校SSHにおける過去の運営指導委員長に依頼する。

上野 信雄	独立行政法人 日本学術振興会 ロンドン事務所 センター長
-------	------------------------------

本校のSSH研究開発のイメージ図



イ 議事録

1. 令和3年度第1回SSH運営指導委員会 兼 評価委員会

日時：令和4年2月7日（月） 13：30～15：00 場所：オンライン会議により実施
出席者：

○指導委員 加納博文（千葉大大学院教授） 花輪知幸（千葉大先進科学センター教授）
小川了（東邦大教授） 池田政宣（神田外語大特任教授）
清本正人（お茶の水女子大学教授） 井上厚行（千葉市科学館館長）
北川敦志（量子科学技術研究開発機構技術安全部長）

○市教委 臼井武彦（主任指導主事） 福水勝利（指導主事）
高雄淳史（指導主事）

（1）開会の言葉

（2）千葉市教育委員会挨拶

千葉市教育委員会学校教育部教育改革推進課 主任指導主事 臼井武彦

（3）千葉市立千葉高等学校長挨拶 校長

9月末日までまん延防止等措置や緊急事態宣言の適用が続いた。7月にはクラスター発生もあった。計画していたSSH事業を中止もしくは大きな変更をせざるをえなかった。

11月には大島研修、理数科2年次の屋久島研修を終えることができた。1月28日に2年次の成果発表会も予定していたが、学年閉鎖を余儀なくされ、延期している状況。先行きが見えないが、引き続き感染防止対策を講じながら計画に沿って行っていきたい。本年が最終年となっているが、教科横断型クロスカリキュラムの普及、課題研究のルーブリックを用いた指導法の改善、千葉市・大学・外部機関との連携について取り組んでいた。

（4）協議

① 令和3年度SSH事業実施報告兼第Ⅲ期SSH事業及び第Ⅳ期SSH事業計画説明

本校SSH推進部長 村上

活動報告及び第Ⅳ期事業計画について報告する。科学技術に必要な能力を効果的に育成するために研究課題としては「課題発見能力」「課題解決能力」「自己表現能力」の育成に重点を置く。1. 目指す人材育成に向けた教育課程の進化、2. グローバル人材に必要な自己表現能力の育成、3. 大学及び外部諸機関連携の再構築・発展、4. 課題研究の先進的指導法と評価法の確立、5. フィールドワークの指導法と評価法の改善、6. 先進的な高大接続カリキュラムの開発を柱とした。クロスカリキュラムでは座学だけでなく実験も含めたクロスカリキュラムを構築した。各科目のシラバスへ反映し、外部へ発信を行っていききたい。全校生徒を対象にし、新たな視点での分野横断型の授業の開発を行っていききたい。総合的な探究の時間については、さらなる改善を行った。社会とつながる探究をテーマに、令和2年度以降1年次生は2単位で実施（1時間は「探究活動」、もう1時間は「探究基礎講座」である。）しているが、今後は普通科2年間を活用して、生徒自身が客観的に成長を考えられる（メタ認知）取組にするようにしたい。グローバル人材を用いた自己表現能力の育成において、SS課題研究、先端科学講座Ⅱについては自分の課題研究を相手に伝えるなどの取組、1・2年次生徒の理科の授業の中での実験で英語を使ったり、授業中に授業でわかったことを英語で説明したりした。外部連携講座では、一部で事前指導を実施し、接続してから講座に臨むことを行った。講座によっては、事後指導としてモノレールポスターとレポートにまとめ、コメントをしていただいた。普通科SSHコースでは、テーマの設定、研究方法、ポスターをまとめる方法など、課題研究の必要なことについて学ぶ時間をANSで週1回程度設けた。フィールドワークの指導法においては、延期や行き先の変更等を行いつつ、SS-Science CampⅡ、Field Study、SS-Field Studyを実施した。高大接続においては、千葉大学工学部で行われている講座の参加者の成績推移を追跡した。参加者17名のうちの3年次に上がった12名のうち、5名が理工薬学系を志望した。

今期、CCSS ForumまたはCCSS Festivalが開催できなかったのは残念だが、参加した学校からは高評価を得ている。第Ⅳ期では、市内の県立高等学校や中学校などと連携していきたい。第Ⅱ期の卒業生についてアンケートを実施する予定である。第Ⅳ期については、「分野融合型」人材育成に向けた教育課程の深化と普及、フィールドワークの開発及び指導法の継承、課題研究の先進的指導法とエビデンスのある評価法の確立と普及を進めていきたい。

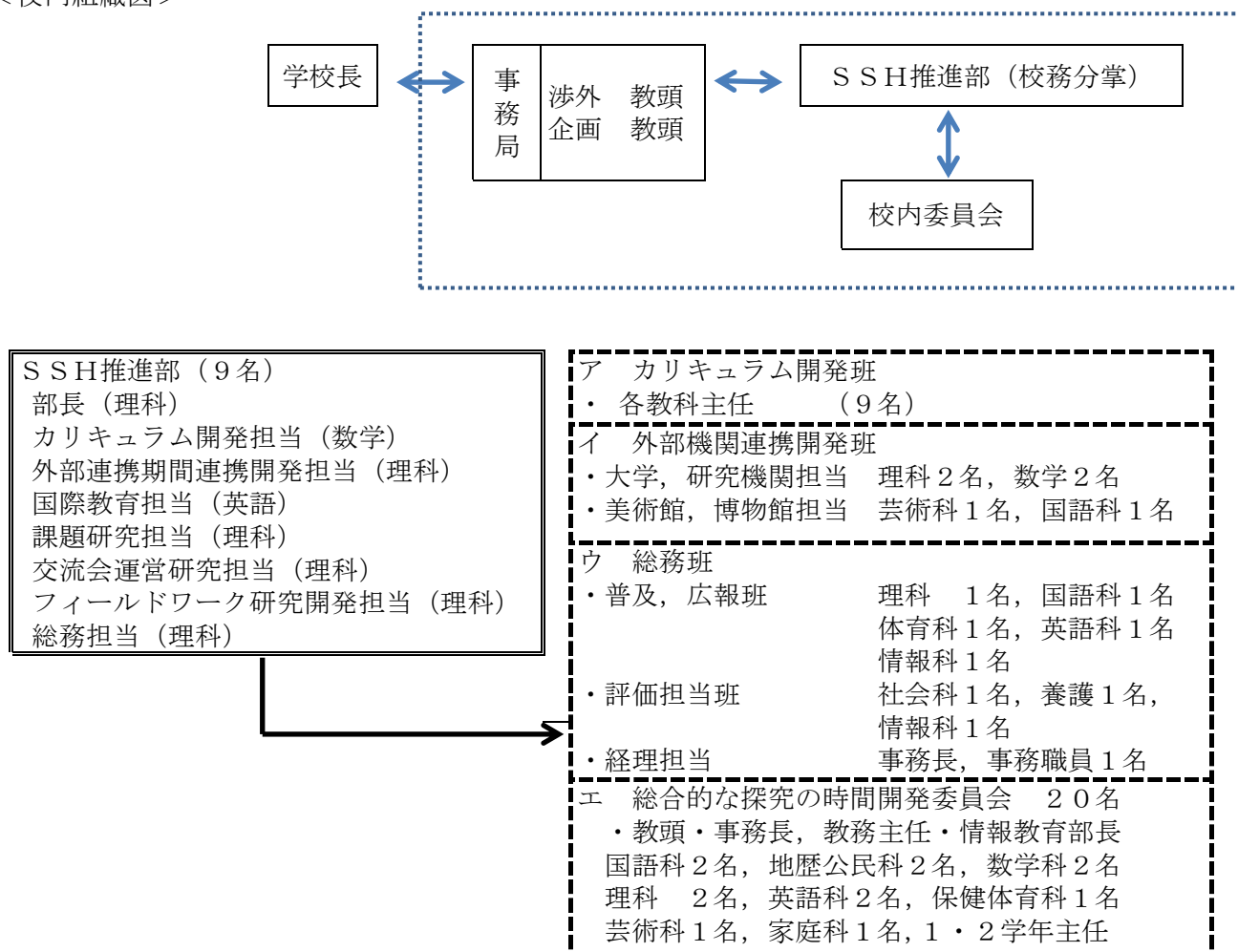
② 質疑応答・指導助言

- Q 1 自己表現のところで、日本語でもまとめる必要があるという所は賛成。論理を学ぶ上で日本語の教科書を使用しているか。
- A 1 S S 国語で実施しているが、科学的な文章を学ぶことは実施していない。先端 I や ANS の中で国語科の教諭と連携していきたい。
- Q 2 確認だが、最後の報告での千葉大工学部との接続連携で、ギャップを感じているとのことだったが、そもそも、高大接続事業の位置づけはどのように考えているか。
- A 2 高大接続事業については、生徒は敬遠しがちである。高校生のうちに難しいことがわかって、大学に進学すれば、より深く学習することができるのではないかと考えて実施している。
- Q 3 評価について、高校で用意してきたルーブリックを活用した評価法に基づいて評価をしてきたが、AI を使った評価のデータも出てきている。先生方の評価のデータもあったが、先生方の生徒を見た評価と AI の評価の整合性はどうか、それにより、どの程度 AI を今後活用するかと検討する点で大切だと考える。
- A 3 教員は生徒と話をしたうえでの評価になるので、より客観的な評価になっていると感じる。AI については今年度導入したので、わからない点もある。課題発見能力と自己表現能力が同程度出たのは検証する必要がある。また、教員と AI で差異が出たのであれば、その原因について分析する必要があると感じる。今年度に関しては、傾向が見られたというレベルでの報告であった。
- 感想 課題発見能力は重要だと考えているが、特効薬のような授業があるわけではないと考えている。特効薬的な授業がないことを気にすることはないのではないかと。クロスカリキュラムを継続的に行うことについて考えていることは良いと思った。強行軍で行ったことは感心するし、休校中もオンライン等の取組もしていたと思う。市教委などのバックアップが必要だと考える。これだけの活動が続けるためには、管理側が負担軽減を考えなければならない。
- 感想 問題解決能力は大学院での教育目標となっているので、高校生が本当に身に付いたかは評価の方法も含めて難しいと思う。しかしながら、生徒が興味を持ったかというの重要だと考える。
- 感想 S S H の事業の設定において、地に足をつけて頑張っていて、好感が持てる。長く続けて展開をして行けたら。クロスカリキュラムがよい取組であるので続けてほしい。数が減少しているが、継続して行ってほしい。発表機会が得られなかったとあったが、大学としては発表を気軽に設定できると感じた。
- 感想 先生方の協同により、市立高等学校改革答申であった様々な取組が具現化していることに敬意を表したい。アンケートについて、否定的な意見は丁寧に扱う必要があるが、活動の目的を認識させていく必要がある。役立つ特効薬的な授業ではなく、普遍的な能力を培うことが目的であると丁寧に生徒に伝える必要があると思う。先生方への負担感も確かにあり、総合的な探究の予定について、グループ研究を全職員で担う計画があるが、慰労と新規教員の参入に対応する必要がある。
- 感想 やはりクロスカリキュラムが素晴らしく、一層内容を充実させたいというのは素晴らしく、拡充して行ってほしい。学生を対象として要請していくというのが現状であるが、放射線は理系と文系でその専門家はいない。関心の裾野を広げることが専門家を育成する上で重要。以前にやったことがあるな、という記憶が重要。総合的な探究の時間の活用により、普通科の生徒に科学技術の活用が短期的な達成ではなく、長期的な関心を育てていければ。
- 感想 S S H の目標を市教委はじめ、全教員が理解し、前進させて行ってほしい。また、第 IV 期では市立千葉として取り組んできた成果を H P など通じて小中学校や他の先生に発信をして行ってほしい。
- 感想 クロスカリキュラムは評価できる内容であるが、なぜ意義があるのかということは論理的思考がないと理解できないところである。総合的な探究の時間をはじめ、論理的思考を育む取組は大切だと思った。実験結果をグラフ化するなどの経験がない。見通す力がないとグラフは書けない。見通しをつける力は科学的な思考の中で重要と感じる。自分たちの実験結果だけではないと思うが、データを加工して、そこから得られる考察もデータサイエンスや科学的思考の足掛かりになると思う。このような内容も導入されるとよい。

(6) 諸連絡・その他

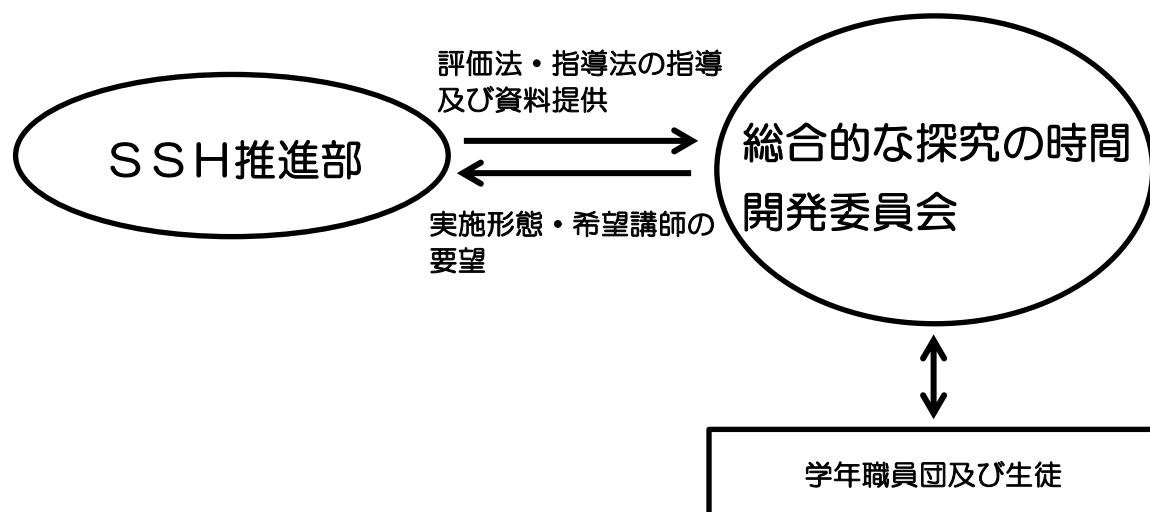
(7) 諸連絡・閉会の言葉

<校内組織図>



校内においてのS S Hを担当する正式な分掌としてS S H推進部が設置されている。S S H推進部を構成する教員は理科以外の数学科, 英語科の教員にも入ってもらうことにより数学科・英語科の科全体の協力を仰ぎやすい体制を整えている。また, クロスカリキュラムを実施することにより文系科目の教員からも理数的な発想に興味を持つとともに, 自分の教科の指導力の向上につながっていると感じているようだ。

総合的な探究の時間については, 全校の取組としてS S H担当分掌とは別組織で研究開発を進めている。これは, 研究開発の側面を前面に押し出すことを優先するより, 学校職員の創意工夫から探究活動を, 開発していくことを重視している結果である。これにより, 探究活動はS S H研究開発, 学校教育の柱の両面が互いに良い影響を与えながら研究開発を進めている。これにより全校職員が共通の意識を持ち総合的な探究の時間に関わっている。



第Ⅲ期SSH指定中間評価からの取組の改善状況（千葉市立千葉高等学校）

1. SSHコース選択者について

- 本校は、進学重視型単位制の高等学校として多くの選択科目を開設している。特に普通科1年次生徒を対象にして2年次での選択科目について、5月と10月に実施科目選択ガイダンスを実施している。その際、「SSHコース」については概略説明を行うのみだった。例年の傾向として、5月のガイダンス後の予備調査では「SSHコース」を希望する生徒が50～60名程度いるが、10月のガイダンス後の本調査において「SSHコース」を希望する生徒は減少してしう。2年次で「SSHコース」を選択した生徒数を以下の表にまとめる。

第Ⅱ期					第Ⅲ期				
H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3
22名	28名	23名	10名	15名	9名	23名	17名	6名	(10名)

※ R3（ ）は、次年度に希望してる人

さらに希望生徒を対象に、「SSHコース説明会」を開催して課題研究やSS-Science CampⅡ等の取組について詳細に説明会を放課後に実施をした。

- この結果を受けて、5月の「SSHコース説明会」には参加したものの、10月の「SSHコース説明会」に参加しなかった生徒に対してアンケートを実施した結果、以下のような回答があった。
 - SSHコースには興味があるが、課題研究やフィールドワーク等の取組があり、勉強や部活動の両立だけでも難しいのにさらに忙しそうで不安である。
 - 課題研究やフィールドワークがどのようなものであるか、まだ実感できないので不安である。などに代表される回答が多くみられた。
- SSHコース選択を希望する生徒の不安を払しょくするための方策を検討している。

2. クロスカリキュラム等の成果普及について

- 教科間のクロスカリキュラムを発展し、国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所(NIBIOHN)の国立健康・栄養研究所(NIHN) 食品保健機能研究部健康食品情報研究室 室長種村菜奈枝先生と「新たな食品への挑戦 ―新しいタンパク源を考察する―」を実施した。従来のクロスカリキュラムは、高等学校の1時間(50分)で教科・科目を横断した授業内容を実施するものであり、家庭科において「栄養」に注目し、種村先生には新たなタンパク源としての「昆虫食」について講義をしていただいた。その後、昆虫食のベネフィットについてディスカッションを行いまとめとして、グループ発表をすることで理解を深めた。本来ならここまでの家庭科とNIBIOHN(NIHN)とのクロスカリキュラムでの授業内容で十分であると考えられるが、さらに一步深めて化学でよく利用されている「食品に含まれるタンパク質の量」を、ケルダール法を用いて実験を行った。(以下、授業風景)



家庭科の授業風景



グループ発表風景



実験風景

この取組は、家庭科、化学と栄養学を併せた3分野の視点からのクロスカリキュラムの発展型として開発したものである。この授業の取組と成果は、本校のホームページに掲載するとともにNIBIOHN(NIHN)の広報からも研究者へ紹介された。

- 千葉大学工学部との高大接続事業に関する協定書により令和元年度に千葉大学において実施した2つの講義について、多くの高等学校に普及できるように高校の学びと大学の講義のギャップを埋めることを主眼に置いて教材及び講義内容を見直した。

令和2年度実施 高大接続授業

- ・「システム工学入門」 数学Ⅱの授業においてオンラインで実施
2直線による領域の最大・最小を3直線による領域の最大・最小へ応用
- ・「水質汚染水の浄化」 理数化学の授業においてオンラインで実施
教科書では参考とされている水質汚染の指標となる化学的酸素要求量

令和3年度実施 高大接続授業

- ・「水質汚染水の浄化」 理数化学の授業において実施（令和2年度の接続授業を改善して実施）
- 今後は、他校の生徒や教員がオンライン等で参加しても、高校での学習内容をもとに十分な効果が表れるようなものを増やし、多くの高校が参加できる体制を構築した。

3. 教員相互による授業参観や目的を明確にした校内研修について

- ・平成14年度から本校のSSHへの取組が始まった。SSH指定を受けていない期間が、約5年間あるもの千葉県内の公立高等学校に勤務されている先生方には、本校でのSSHの取組は先進的なものであるというイメージが強くある。特に第Ⅲ期SSHの指定を受けてから定期異動により着任された先生方の多くが、SSHの取組自体が難しいものであり、SSHの取組に対して高い壁があると感じている。そこで、本年度は、主に定期異動により着任された教員対象に、4月に本校のSSH取組について校内研修を実施した。まず、研修では、SSH取組に対しての本校が目指す能力、「課題発見能力・課題解決能力・自己表現能力」について共有した。その後の研修以下のような研修を実施した。

- ①「クロスカリキュラムについての理解」：具体的なクロスカリキュラム授業を受け、その後、その授業をどの様に開発していったのかを説明することで、クロスカリキュラムの授業を計画・実施・評価・改善のサイクルの研修を行った。
- ②「総合的な探究の時間の指導体制」：本校では、平成29年度から普通科1年次において「総合的な探究の時間」の開発を行っている。

その年度ごとの指導体制の変遷と年度ごとの指導ポイントについての研修を実施した。

その後の懇談会では、「SSHの取組に対するハードルが少し低くなったと感じた」とコメントがあり、SSH事業に対して好意的に取組む姿が見られた。しかし、まん延防止等重点措置や緊急事態宣言が適応された期間は、教室内の密を防ぐため授業観察や公開授業を開催することが規制された。このためクロスカリキュラム授業や総合的な探究の時間での「探究基礎講座」における授業参観や公開授業を行った上での、職員間での意見交換会やSSHの取組に対しての全職員を対象にした校内研修を実施することはできなかった。

4. 全国へ向けての成果普及への取組について

- ・オンラインによる全国へ向けての成果普及に向けた準備

新型コロナウイルス感染症の全国的な影響によって、急速にオンラインによる取組が普及してきた。本校では多くのSSH校のような十分なオンラインの環境は整っていない。これは、GIGAスクール構想の対応及び運用が令和4年度からとなっているためである。

そのような中で、本校では現在ある環境で活用可能なオンラインシステムで、発表会の一部を実施した。以下は、実施した取組である。

- ・SS-Field Study 報告会：例年、理数科2年次が10月に実施している科学技術研修の報告会である。通常は、理数科2年次の保護者と理数科1年次生徒に向けて本校ホール（定員350名）にてプレゼンテーションを行っている。令和2年度は感染防止等重点措置が適応されていたために、ホールには理数科1・2年次生徒と関係する教員のみで、保護者は各家庭などでオンライン配信視聴をしていただいた。

- ・総合的な探究の時間報告会：普通科1年次が取組んでいる「総合的な探究の時間」において、例年は12月に学年全体でポスター発表を行いその中で、選ばれたグループによるオーラルプレゼンテーションを1月に本校ホールにて学年全体で行っていた。コロナ禍では、このような発表会を実施することは難しく令和2年度は、まずクラス内でポスター発表を実施し、クラスの代表を選出し、代表グループによるオーラルプレゼンテーションをオンラインで実施した。この発表会については、例年は、普通科生徒のみの発表であったが、理数科1年次のField Study（伊豆大島研修）の報告会も併せて実施した。オンラインを活用することで、保護者も視聴することができ生徒の日常の活動風景を見ることがSSHの取組の一部を理解していただけたと考えている。

途中で映像や音声途絶える等の設備上の課題が見られるなど、本校の取組を広く同時配信していくために必要な通信環境や撮影機材について検証し、管理機関と連携を図り整備する必要がある。

7 令和3年度入学生 教育課程表 (普通科)

教科	科目	標準 単位数	1 年次	2 年次	3 年次			単位数合計		2 年次 SSHコース	3 年次 SSHコース	単位数合計		備 考
					I 類型	II 類型	III 類型	科 目	教 科			科 目	教 科	
共通教科・科目	国語	国語総合	4	4				4				4		※1年次の選択について 音楽Ⅰ、美術Ⅰ、書道Ⅰから1科目選択
		現代文B	4	2	3	3	3	5						
		古典B	4	4				4						
		総合古典			4			0～4						
		古典研究A			b,c(2)	c(2)		0～2						
		古典研究B			e(2)	e(2)	e(2)	0～2	13～19		e(2)	0～2	4～6	
	地理歴史	世界史A	2	2				2				2		※2年次の選択について ①日本史B、地理Bから1科目選択 SSHコースは 日本史A、地理Aから1科目選択 ②生物基礎、地学基礎、化学研究α、 音楽Ⅱ、美術Ⅱ、書道Ⅱから2科目選択 ただし、生物基礎、地学基礎のいずれか 1科目は必ず選択すること。
		世界史B	4		a(4)			0～4						
		日本史A	2							2		0～2		
		日本史B	4	4				0～4		2		0～2		
		地理A	2	4				0～4						
		地理B	4					0～4						
		世界史研究			b(2)	e(2)	e(2)	0～2			e(2)	0～2		
		日本史研究α			a(4)			0～4						
		日本史研究β			d(2)			0～2						
		地理研究α			a(4)			0～4						
		地理研究β			e(2)	e(2)	e(2)	0～2	6～16		e(2)	0～2	4～6	
	公民	倫理	2	2				2				2		※3年次の選択について ①a選択(4単位)から1科目選択 ②b選択(2単位)から1科目選択 ③c選択(2単位)から1科目選択 ④d選択(2単位)から1科目選択 ⑤e選択(2単位)から1科目選択
		政治・経済	2			2	2	2			2	2		
		倫理研究			c,e(2)	c,e(2)	e(2)	0～2			e(2)	0～2		
		政治・経済研究			d,e(2)	d,e(2)	e(2)	0～2	4～8		e(2)	0～2	4～6	
	数学	数学Ⅰ	3	3				3				3		※理科の選択について 生物、地学の履修はそれぞれの科目に対応する 基礎を付した科目を履修した後に履修すること。
		数学Ⅱ	4	4				4		4		4		
		数学Ⅲ	5				8	0～8			6	6		
		数学A	2	2				2				2		
		数学B	2	2				2		2		2		
		数学研究α			b,c(2)			0～2						
		数学研究β			d,e(2)			0～2						
		総合数学				4		0～4	11～19				17	
	理科	物理基礎	2	2				2				2		※芸術の選択について Ⅱを付した科目はそれぞれに対応するⅠ を付した科目を履修した後に、Ⅲを付し た科目はそれぞれにⅡを付した科目を履 修した後に履修すること。 ※学校設定科目の選択について 次の学校設定科目はそれぞれに対応する 科目を履修していること。 日本史研究α、β・日本史B 地理研究α・・・地理B 地理研究β・・・地理A、または地理B 生物基礎研究・・・生物基礎 地学基礎研究・・・地学基礎
		物理	4			a(4)	a(4)	0～4			a(4)	0～4		
		化学基礎	2	2				2				2		
		化学	4			4	4	0～4			4	4		
		生物基礎	2	2				0～2		2		2		
		生物	4			a(4)	a(4)	0～4			a(4)	0～4		
		地学基礎	2	2				0～2		2		2		
		地学	4			a(4)	a(4)	0～4			a(4)	0～4		
		物理基礎研究			d(2)	d(2)		0～2						
		物理研究			e(2)	e(2)	e(2)	0～2			e(2)	0～2		
		化学基礎研究			c(2)	c(2)		0～2						
		化学研究α		2				0～2		2		2		
		化学研究β				e(2)	e(2)	0～2			e(2)	0～2		
		生物基礎研究			d(2)	d(2)		0～2						
		生物研究				e(2)	e(2)	0～2			e(2)	0～2		
		地学基礎研究			c(2)	c(2)		0～2	6～22				18～20	
	保健体育	体育	7～8	3	2	3	3	3	8		2	3	8	生物研究については生物と並行して履修すること 物理研究については物理と並行して履修すること
		保健	2	1	1			2		1		2		
		体育・スポーツ研究				e(2)	e(2)	e(2)	0～2	10～12	e(2)	0～2	10～12	
	芸術	音楽Ⅰ	2	2				0～2				0～2		※学校外学修の「大学における学修」は、 本人の希望をもとに学校の推薦を得た者 が履修できる。半期の授業を1単位とし、 通年の授業を2単位とする。
		音楽Ⅱ	2	2				0～2						
		音楽Ⅲ	2			e(2)	e(2)	e(2)	0～2					
		美術Ⅰ	2	2				0～2				0～2		
		美術Ⅱ	2	2				0～2						
		美術Ⅲ	2			e(2)	e(2)	e(2)	0～2					
		書道Ⅰ	2	2				0～2				0～2		
		書道Ⅱ	2	2				0～2						
		書道Ⅲ	2			e(2)	e(2)	e(2)	0～2	2～6			2	※一度履修した科目を再度選択することは できない。 ※SSHコースの「総合的な探究の時間」(1単位) は「Advanced Natural Science」の履修をもって 代替する。
	外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	3				3				3		
		コミュニケーション英語Ⅱ	4	4				4		4		4		
		コミュニケーション英語Ⅲ	4		4	4	4	4			4	4		
		英語表現Ⅰ	2	2				2				2		
		英語表現Ⅱ	4	2	2	2	2	4		2	2	4		
		英語研究			2	d(2)		0～2	17～19				17	
	家庭	家庭基礎	2	2				2	2	2		2	2	
	情報	情報の科学	2	2				2	2			2	2	
専門教科科目	家庭	服飾手芸	2～4			e(2)	e(2)	e(2)	0～2		e(2)	0～2	0～2	※一度履修した科目を再度選択することは できない。 ※SSHコースの「総合的な探究の時間」(1単位) は「Advanced Natural Science」の履修をもって 代替する。
	理数	探究物理									e(2)	0～2		
		探究化学									e(2)	0～2		
		探究生物									e(2)	0～2		
		探究地学									e(2)	0～2	0～2	
	スーパーサイエンス	SS-国語α								4		4		
		SS-国語β									3	3		
		SS-Mathematics									2	2		
		SS-Science CampⅠ	(1)					(0～1)				(0～1)		
		SS-Science CampⅡ								(1)		(0～1)		
		SS-課題研究								2		2		
	学校外学修	大学における学修		(0～2)	(0～2)	(0～2)	(0～2)	(0～4)	0～1	1	(0～2)	(0～4)	(0～4)	
	教科単位数計		30～31	31～33	32～34	32～34	32～34	93～98	32～35	32～34		94～100		
	総合的な探究の時間		2	1				3				2		
	自立活動		(0～1)	(0～1)	(0～1)	(0～1)	(0～1)	(0～3)	(0～1)	(0～1)		(0～3)		
	特別活動		1	1	1	1	1	3	1	1		3		
	合 計		33～35	33～36	33～36	33～36	33～36	99～107	33～37	33～36		99～108		

(理数科)

教科		科目	標準 単位数	1 年次	2 年次	3 年次	単位数合計		備 考
							科 目	教 科	
共通教科・科目	国語	国 語 総 合	4	4			4	11	※ 1 年次の選択について 音楽Ⅰ、美術Ⅰ、書道Ⅰから 1 科目選択
		理 数 国 語 α			4		4		
		理 数 国 語 β				3	3		
	地理歴史	世 界 史 A	2	2			2	4	
		日 本 史 A	2		2		0 ～ 2		
		地 理 A	2		2		0 ～ 2		
	公民	倫 理	2			2	2	4	※ 2 年次の選択について 日本史 A、地理 A から 1 科目選択 理数生物、理数地学から 1 科目選択
		政 治 ・ 経 済	2			2	2		
	保健体育	体 育	7～8	2	2	3	7	9	
		保 健	2	1	1		2		
	芸術	音 楽 Ⅰ	2	2			0 ～ 2	2	
		美 術 Ⅰ	2	2			0 ～ 2		
		書 道 Ⅰ	2	2			0 ～ 2		
	外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	3			3	17	※ 3 年次の選択について 探究数学 α、探究数学 β から 1 科目選択 探究物理、探究化学、探究生物、探究地学 から 1 科目選択 理数生物、理数地学から 1 科目選択 ただし、2 年次に履修した科目を 継続履修すること
		コミュニケーション英語Ⅱ	4		4		4		
		コミュニケーション英語Ⅲ	4			4	4		
		英 語 表 現 Ⅰ	2	2			2		
英 語 表 現 Ⅱ		4		2	2	4			
家庭	家 庭 基 礎	2		2		2	2		
情報	情 報 の 科 学	2	2			2	2		
専門教科・科目	理数	理 数 数 学 Ⅰ	5～6	6			6	42	※学校外学修の「大学における学修」は、 本人の希望をもとに学校の推薦を得た者 が履修できる。半期の授業を 1 単位とし、 通年の授業を 2 単位とする。
		理 数 数 学 Ⅱ	8～12		6	4	10		
		探 究 数 学 α				3	0 ～ 3		
		探 究 数 学 β				3	0 ～ 3		
		理 数 物 理	4～8		3	3	6		
		理 数 化 学	4～8	2	2	2	6		
		理 数 生 物	4～8		2	2	0 ～ 4		
		理 数 地 学	4～8		2	2	0 ～ 4		
		生 物 概 論		2			2		
		地 学 概 論		2			2		
		Field Study		1			1		
		探 究 物 理				2	0 ～ 2		
		探 究 化 学				2	0 ～ 2		
		探 究 生 物				2	0 ～ 2		
		探 究 地 学				2	0 ～ 2		
	スーパーサイエンス	先端科学講座Ⅰ		1			1	5 ～ 7	※ 「総合的な探究の時間」（3 単位）は 「Crossover Science Ⅰ」 「Crossover Science Ⅱ」 「先端科学講座Ⅰ」「先端科学講座Ⅱ」 の履修をもって代替する。
		先端科学講座Ⅱ			1		1		
		SS-Science CampⅠ		(1)			(0～1)		
		SS-Science CampⅡ			(1)		(0～1)		
		SS-Field Study			1		1		
		Crossover Science Ⅰ	1				1		
		Crossover Science Ⅱ			1		1		
	学校外学修	大学における学修			(0～2)	(0～2)	(0～4)	(0～4)	
教科単位数計			33 ～ 34	33 ～ 36	32 ～ 34	98 ～ 104			
自立活動			(0～1)	(0～1)	(0～1)	(0～3)			
特別活動	ホームルーム活動		1	1	1	3			
合 計			34 ～ 36	34 ～ 38	33 ～ 36	101 ～ 110			