

はじめに

本校は、文部科学省より、平成24年度のスーパーサイエンスハイスクールおよびコアスーパーサイエンスハイスクールに指定されました。東京都内の女子高校としては初めてSSH指定を受けたことで、理系女子の育成を活性化させるという点からも、本校の役割は大きいと感じております。運営指導委員会や科学技術振興機構などからのご指導やご助言をいただきながら、また、大学や研究機関などとの教育連携、SSHとの交流を通して、この5年間に本校のサイエンス教育を発展させることができました。

SSH指定校となって本格的に課題研究に取り組み始めた私たちは、生徒が身近な現象に注目して、感じた疑問から自分で仮説を立てて、それを検証するための科学的手法を自分たちで考え、実験で得られた結果から考察してその成果を発表する、というScientific Methodの構築に取り組んできました。また、海外の教育連携校とも英語を通して科学交流を積極的に行ってきました。自分たちの研究をみんなに伝えたいという強い思いを持って活動する生徒たちの大きな成長には目を見張るものがありました。これらの活動を通して自分の将来に明確な目標を見つけた理数系の生徒たちは、より具体的に大学への進路を考えるようになりました。従来の医療看護系中心から、理学・工学・農学へと幅広い分野に進むようになり、自分の専門分野を追求するため地方の国立大学へ進学していく頼もしい生徒もでてきて、今後の成長が本当に楽しみです。アドバンストサイエンスコース(理数キャリア)の生徒たちが先導する形で、今ではグローバルスタディーズコース(国際教養)、スポーツサイエンスコース(スポーツ科学)の生徒たちも一緒に、学校全体で探究活動に取り組むようになりました。

日々の教育活動において、本校ではグローバルキャリアを目指すグローバル教育を重視し、「文京生宣言」として以下のような姿勢を生徒に求めています。

- ・自尊心を持ち、自らの目標を実現するために積極的に行動する生徒
- ・多様性を楽しみ、他者に対して気配り豊かで礼儀正しくあれる生徒
- ・探究、思考、議論によって鍛えられた内容を、日本語と英語によって発信する力のある生徒

本校のSSHの活動では、まさにこうした宣言を体現する生徒たちが育っているとと言えます。持続可能な社会の構築に向けて、まさに多様性を楽しみながら新しい価値観を創造し、主体的、協働的に行動できる人材を育成していくために、今後もひとつひとつ課題を克服しながら、SSH活動をより一層発展させるべく、教育力の向上に努めてまいります。引き続きのご支援をよろしくお願いいたします。



文京学院大学女子高等学校
統括校長 佐藤 芳孝

目次

はじめに	1
H27 年度 SSH 研究開発実施報告 (要約)	3
H27 年度 SSH 研究開発の成果と課題	7
『大学入学までに押さえておきたい学習項目』の調査分析	15
1) 学校設定科目・課外活動	
・ 課題研究への取り組み	19
・ SS 数理演習・学際科学	20
・ SS 国際情報	26
・ グローバル環境科学	29
・ SS プレカレッジ I	35
・ SS コミュニケーション	54
・ SS プレカレッジ II	58
・ タイ科学高校との科学交流プログラム	63
・ サイエンスコロキウム	67
・ SS クラブ プレ・リサーチプログラム	69
・ SS グラブ リサーチプログラム	72
・ SS クラブ チャレンジプログラム	80
2) 関係資料	
・ 卒業生 SSH 追跡調査アンケート	83
・ SSH 指定前と SSH 指定後の卒業生進路比較	87
・ Web ページでの活動方向	88
・ 運営指導委員会	89
・ 教育課程表	93
・ 学園紙「文京学院」(H28 年 3 月～H29 年 1 月)	97

文京学院大学女子高等学校	指定第 1 期目	24 ~ 28
--------------	----------	---------

平成 28 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	文京学院大学女子高等学校における「科学への好奇心を喚起し、科学探究に必要な学力の形成、および国際社会で活躍できる科学者を目指す生徒の育成 ～地域の科学教育の中核拠点として、全教科横断カリキュラムと高大接続教育の構築～」
② 研究開発の概要	<p>I. 生徒の興味を喚起し、理系志望生徒層拡充を目的に実生活に還元できる科学的リテラシーを高める全教科横断型カリキュラム</p> <p>II. 科学の探究活動に必要な基本学力・技法の定着カリキュラムと、先端科学講座による研究力育成プログラム</p> <p>III. 国際的トップレベルを目指す女子生徒の育成を目的として、個に応じた科学的能力を伸長する実践的プログラム</p> <p>IV. 高大双方の意見を取り入れ、理系大学に進学した生徒が大学初年次に速やかに移行・適応できる高大接続プログラムの構築と、科学教育の中核拠点として研究結果の地域社会への普及還元</p>
③ 平成 28 年度実施規模	<p>※H27 高校 1 年生から、理数キャリア・国際教養・スポーツ科学のコース制を導入</p> <p>学校全体 在籍 835 名 高 1 : 276 名、高 2 : 242 名、高 3 : 317 名 ※高校 1 年生は全クラスを対象として実施、 理数(キャリア)クラス 188 名 高 1 : 81 名、高 2 : 67 名、高 3 : 40 名 高校 2・3 年生は理数(キャリア)クラスを主対象とした。</p>
④ 研究開発内容	<p>○研究計画：いずれの学校設定科目においても、生徒主体的・対話的な探究活動を重視し、明確な答えのない課題を探究するために必要な科学知を実践的に習得させ、研究活動に対する基本姿勢や探究スキルについて段階を追って習得させる。それらの探究スキルを課内・課外で行われる生徒課題研究で収斂・活用し、深く課題研究に取り組むための指導の流れを構築した。課内の課題研究活動に収まりきれなかった各生徒の課題研究実験は課外活動としてさらに発展的な研究活動に取り組みさせる。</p> <p>I. 生徒による探究活動の動機づけ過程として、①日常生活や学習の中で、科学に関する”気づきの体験”を重視し、科学への「興味の口火」を点火し、②科学に対する好奇心とやる気を持って理系進学を目指す生徒層の拡充をはかり、裾野の広く厚い理系人材育成するための取り組みとして、次の設定科目を高 1 で実施した。A) 学際科学、B) SS 国際情報、C) グローバル環境科学</p> <p>II. 生徒の科学探究活動の実行力を醸成し、科学の探求に必要な基本学力として、①問題発見力、②仮説・思考力、③実験・分析力、④国際コミュニケーション力を設定し、次の設定科目を実施した。D) SS 数理演習、E) SS プレカレッジ I、F) SS コミュニケーション、G) SS プレカレッジ II ※D) は高 1、E)・F) は高 2、G) は高 3 で実施</p> <p>III. キャリア指向性と研究スキルを育成するための課外プログラムとして、SS クラブを実施した。これらによって、基本学力の構築を図るほか生徒が実験の失敗をポジティブにとらえ、以後の探究活動にフィードバックできる「失敗の活用力」の育成を重視した。</p> <p>○教育課程上の特例等特記すべき事項：1 年生全クラス：「社会と情報 (2 単位)」に取り組みを付加し、「SS 国際情報」とする。</p> <p>○平成 28 年度の教育課程の内容：【28 年度に開設された学校設定科目一覧】</p> <p>1 年生：1 単位；学際科学・SS 数理演習・グローバル環境科学(選択)、2 単位；SS 国際情報</p> <p>2 年生：1 単位；SS プレカレッジ I・SS コミュニケーション</p> <p>3 年生：1 単位；SS プレカレッジ II</p> <p>○具体的な研究事項・活動内容</p> <p>■学校設定科目</p> <p>【学際科学】SS 数理演習と連動して行われ、1 年次の課題研究活動に相当する。探究活動に取り組む上で必要となる基礎的知識とスキルを習得するためのミニ課題研究活動から始まり、実際に自分の研究課題を見つけて、仮説や実験計画をたて発表するところまでを実践的に学ぶ。内容は大きく分けて以下の 3 つである。1) 前期のとりかかりには、課題研究の課題を設定するために生活や食物などの身近な自然現象に関連した共通テーマとして、「美味しさを感じる背景を分析しよう；マインドマップの活用」、「卵の科学」を題材に、実体験に基づき生徒が各教科や学問領域の科学的関連性を発見する過程を重視し、理科・家庭科・保健などが融合した講義と実験(卵の生物学；卵の成り立ち～受精と発育・鶏卵の化学組成と調理法・卵殻の物理的構造の特徴について実習と講義を交えながら学習した。テーマに関する関心の動機付けと理解を促し、卵を用いた課題(egg drop)を解決するための計画立案で実践的にグループの探究活動を展開させ、連動する設定科目「SS 数理演習；落下する卵を割らない装置の提案(egg drop)」による実験とデータ解析演習に結びつけ実際の探究活動につなげることができた。2) 生命に必須である水に関して物理・化学的な視点で蒸発現象の背景を分析させ、「SS 数理演習」での課題研究「濡れタオルが乾く背景の探究」に連動させた。3) 課題研究の実践活動；課題研究のための探究スキルを向上するための取り組みとして、①論文の構造(Scientific Method)、②プレゼンテーション入門、③研</p>

究倫理講座を実施し、課題研究をより具体的に進めるために、グループで、仮説設定・実験設定をまとめる活動を行った。研究分野別に分かれた発表検討会を経て、自分の立てた仮説や実験計画を振り返って具体的に修正する思考活動を行った。

【SS 国際情報】「社会と情報」に「理科・数学・英語・家庭」等の教科内容を統合・付加した教科横断型授業である。学年統一で設定した具体的研究テーマをもとに、設置クラス固有の特性に合わせて、具体性のある探究力育成を行った。本年度は日射量の変化に対する稲の成長比較の研究をした。理数キャリアクラスには「コメのタンパク質定量実験」を体験させ、他クラスへの情報提供という形で知識共有を行った。また、年間ほぼ週1回のサイクルで2名の特別英語講師とのTT授業を展開し、英語による論述力を向上させる取り組みを行った。その結果は、ポスター発表・口頭発表の形で今年度の成果報告会で英語ポスター発表という形で公開することができた。国際教養コース・スポーツ科学コース対象には、TT形式ではない本校専任教諭の単独指導による国際論文作成とポスター発表指導を実施し、全生徒における科学研究発表の幅を広げることができた。

【グローバル環境科学】生徒自身によるフィールドワークを中心に、ヒトや動植物などの生命活動や諸産業・国際情勢に大きな影響を与える地球環境について、教科の境を取り払った幅広い科学的理解を深めるための教育を実践した。フィールドを小笠原諸島に設定し、教室内の学習活動や講義で学んだ内容を、フィールドワークを通して深めることで、環境に関して総合的に理解させた。事前指導として、首都大学東京の指導教員による授業のほか、フィールドワークの基礎知識および技能を身につけるために六義園に行き森林での観察調査に関する実習を行った。現地では、首都大学東京の連携により自然観察と各研究班によるデータ採取を実施した。成果の公表は、学園祭や研究成果報告会に加えて、SSH連携校との「高校生による島嶼科学交流会」でも発表し、小笠原での活動を体験した高校生によるワークショップへも参加するなど、可能な限り多くの機会を活用した。

【SS 数理演習】連動する「学際科学」で扱った3つのテーマ課題にして、「学際科学」により分析した課題背景にある科学的要素や研究仮説をもとに、実際に実験を行い、データを数理分析して検証するプロセスを実践する科目である。生徒が科学的な視点で課題について調査追求する方法（実験組み立て法）や、データを集計・分析し、相関や傾向を見出すといった「理科と数学の関連性」を応用する方法（数学的データ解析法）など、一連の思考過程を経験させることで、研究に必要なスキルを養成した。① ①エッグドロップ装置の開発期（4月～6月）では、SSH校の都立戸山高校、都立科学技術高校、県立熊谷西高校、早稲田大学高等学院、東京成徳大学中高校の生徒（計180名）も加わったエッグドロップコンテストを実施した。②ぬれタオルはなぜ乾くのか（9月～12月）では、タオルに付加された様々な条件によって「水の蒸発」の度合いが異なる様子について、物理・化学的な観点を中心に各グループで探究した。これらの研究成果はポスターとして12月の生徒研究発表会にて発表した。

また、探究活動に必要なスキルとして、データの種類によるグラフの選択・書き方と読み方の講座を実施した。

【SS プレカレッジⅠ】物理・化学・生物・数学の各分野ともに、大学入学までに「やっておきたい実験・理解しておきたい定義・知っておきたい用語」などを中心に、大学以降の学習基盤を形成する科目別実験・科目別実験演習を行い、実験内容・結果・考察を科学レポートへの反映する実践活動に取り組んだ。各実験は班活動で行い、科学論文の形式に則した実験レポートを作成させた。レポートには随時教員による添削が入り、指導をフィードバックしたレポート作成を通して大学以降で要求される実験レポートの作成法を習得できるようなトレーニングを行った。その上で、科学レポートのスキルを科学知として自分の課題研究に応用できるような工夫をとった。このレポート作成スキルを深化させて、課題研究の論文作成の指導をコアタイムに当てることができた。

【SSコミュニケーション】国際的な科学分野の研究会討論等にも対応できるように、科学研究のポスターを英語で作成し、英語でプレゼンテーションを行う国際コミュニケーション力の養成に取り組んだ。「英語で科学的な内容を扱い、表現や語彙に習熟する」と同時に、「科学的研究について、英語でポスター発表を行う方法を学ぶ」ことで、生徒自身が研究を立案・実行する際に必要な「科学的手続き（Scientific Method）」について理解を深め、論理的思考力を鍛えることを目標に、授業を展開した。

【SSプレカレッジⅡ】理数科目（物・化・生・数）の中から自身の興味・関心と進路に合わせた科目を選択し、その科目で扱う自然現象の規則性・法則性の確認実験を行った。さらに、自身が扱う自然現象について日本語と英語で理解し、他者に両言語で説明できる力を育成した。SSプレカレッジⅠで作成したレポートをさらに充実させるとともに、前期に「SSプレカレッジⅡ中間発表会」、後期に「SSプレカレッジⅡ発表会」の2回の発表（英語発表部分を含む）を行った。3年間のSSH活動の集大成として、実験方法の構築からレポート作成、英語を含めたスライド作成と口頭発表をグループで行い、今後の大学生活で行われる研究活動の基礎を確立させた。英語化に関しては、理数出身の英語ネイティブスピーカー講師の力を借り、自身の力で要旨部分を英訳することができた。

■課外活動

【SSクラブ プレリサーチプログラム】先端研究施設での実験・ものづくりの一端に触れながら実践的な研究スキルを訓練し、より深化させたい研究分野を模索させた。第一線の研究者と交流することによって、高校で学ぶ理科の延長にある“キャリア指向性”をイメージしながら、オリジナリティの高い研究テーマの開拓力を育成する目的で取り組んだ。連携大学とのプログラムへの延べ生徒参加数は、島根大学(81名)、工学院大学(171名)、文京学院大学(22名)、日本女子大学(16名)、首都大学東京(21名)など。

【SSクラブ リサーチプログラム】SSクラブの課外活動であるが、研究3年次までは理数クラスのみが対象であったが、5年次である今年度は1・2年生については全生徒、3年生は理数クラスの希望者に対して、放課後および長期休暇を利用して研究活動を行った。「リサーチプログラム」として定義される活動は次のものである。『学内での継続的な個人課題研究活動』『学内でのSSH関連の発表会への参加』『発表ではなく交流を主目的とした交流会への参加』を基本とする。そのうち最低限の必須事項として校内でのSSH

研究成果報告会での発表とし、個別の研究能力や研究の進捗状況に応じて教員が外部の科学コンテストにアプライする誘導を行った。指導内容として、ポスター制作やプレゼンテーションについて、①各テーマの指導教員ならびに必要なスキルに応じた専門家の指導やディスカッション。②発表会への参加による実地指導。③友人・先輩など生徒どうしが意見を交流する機会の提供、の3点を実施した。学外での発表会やコンテストへの参加は全て「チャレンジプログラム」とした。

【SSクラブ チャレンジプログラム】課題研究活動を通じて能力を高めた生徒を対象とした特別プログラムである。本プログラムによって自分の研究に対する客観的な評価を得ることや研究活動成果の社会への発信を目的として校外の各種コンテストに参加させ、トップレベルを目指す能力の高い生徒を育成する目標がある。生徒自身が研究発表会やコンテストにチャレンジすることの重要性和必要性を意識し、チャレンジする科学者精神を育む機会とした。外部コンテストへの誘導に際しては、生徒個々の興味や分野を明確にしてSSH活動を通して得られたコンテスト情報の中から戦略的にふさわしいコンテストを選ぶ工夫をとって生徒のチャレンジを発揮できるよう配慮した。これによって、チャレンジ対象への明確な目標が明らかになり、科学的能力を伸ばさせる絶好の機会となった。参加コンテスト・研究発表会（数字は発表者数）：物理チャレンジ2016(1名)、化学グランプリ2016(1名)、生物オリンピック(5名)、つくばサイエンスエッジ2016(34名)、SSH 生徒研究発表会(2名)、サイエンスアゴラシンポジウム(2名)、第8回マス・フェスタ(2名)、生徒研究成果合同発表会(TSS)(8名)、Intel RGenio101 Competition 2016 (JAMSS賞3名)、サイエンスキャッスル2016(10名)、The 3rd Symposium for Women Researchers(6名)、第3回数理工学コンテスト(1名)。また、タイの連携高校(PCSHS-P)生徒との『サイエンスフェア』では、ポスター発表など、派遣生徒以外の生徒も実験レポートやプレゼンテーションを英語でまとめるトレーニングを実施展開した。

【サイエンスコロキウム】本プログラムにより、科学的思考のプロセスを相互に討論し、独創的なアイデアを実現させる対話・討論力とアイデア集約力の構築を目的とした。科学分野における原理・法則・現象について英語で討論し、内容を論理的にとらえる実践活動として、大学研究者による英語による研究講座(スーパーレクチャー)を開催した。内容としては、4月に本校において来日したタイの連携高校(PCSHS-P)と共同開催したサイエンスフェアの一環で、本校生徒(理数キャリア2年生全員)、PCSHS-P生徒(12名)が、お茶の水女子大学、東邦大学、女子栄養大学、工学院大学、芝浦工業大学のそれぞれのプログラムに分かれて参加し、海外高校生とともに英語によって実験をするなど演習ゼミ活動に参加した。また、提携校のタイのPCSHS-P校で行われたサイエンスフェア2016(12月)に13名の生徒が参加し、英語で各自の課題研究の内容をプレゼンテーションしたが、その準備のために渡航前に校内で生徒を対象として、大学で科学論文の校正した経験がある外国人教師を中心とした放課後に実施した。『SS数理演習』『プレリサーチプログラム』などの実験レポートやプレゼンテーションを英語でまとめるトレーニングも実施展開した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

【総括】本年度は第1期SSHの5年目にあたり、第1期の総括にとりかかった。まず、SSH中間評価であがった本校への指摘事項を意識し、海外交流については、4月にタイの連携校が来日した際に、本校で実施していたサイエンスフェアに本校理数コース1～3年生全員および他校生(SSH校など連携校)を招待して課題研究の合同発表会を行うことにより、学校全体で生徒が国際科学交流に主体的・積極的に参加できるような機会を生み出した。また、サイエンスコロキウムとして、日本の大学の研究者を講師として、タイからの渡航生徒と理数コース2年生全員の混合グループをつくって英語による実験ゼミに取り組み、科学者を目指すアジアの優秀な高校生との協働的課題解決プログラムを実施した。また、1・2年生での課題研究への取り組む時間を教育課程へ位置づける対策については、昨年度の対応を発展させて、1年では「学際科学・SS数理演習」、2年では「SSプレカレッジI」の時間内で取り組ませる課題研究コアタイム制として定着させた。課題研究の方向性を決める1年後期から「学際科学・SS数理演習」の授業内において、研究班活動によって研究仮説・実験計画を立てながら具体的な実験計画を立てさせて、他者に研究概要を発表することで自分の研究を客観化し、他者や大学教員などの意見をフィードバックするゼミ活動を行った。2年では、「SSプレカレッジI」の授業内で実験レポート指導を行った発展として生徒各自の課題研究のまとめ方に深化させ、課題研究の論文・ポスター化の指導を実施することで教育課程に位置づけることができた。さらに、課題研究を深めるSSクラブに対して、自己評価のルーブリックやポートフォリオシステムを構築し、様々な設定科目や大学連携によるSSクラブプレリサーチプログラムが自分自身の課題研究にどのように関係し、どのスキルを応用できるのかを明文化させて、学習の記録を付けさせることができた。これによって、生徒の課題研究活動の進捗を評価しながら、生徒自身にも、自分の活動目的を意識させ、その進捗をメタ認知させる自己評価手法の開発に着手できた。

【学際科学】当初は不慣れであったグループ討議であるが徐々に活用しながら課題研究に取り組むことができた。アンケートからも協働的学習の効果を示唆する項目にポジティブな結果が得られた。また、小課題となる自然現象について教科横断的な思考活動に取り組むことによって、課題発見力・問題解決力・情報収集力の自己達成感の向上が見られた。理科・数学・家庭科・保健については、科学的事象に対しての互いの教科分野間の関係性を講義の中から見出すことができ、課題研究を進める上でテーマの背景や原因・因子を分析して仮説をたてるという認識を意識付けることができた。

【SS国際情報】情報機器による調査→野外調査と実験→論文とプレゼンテーション作成へと進む過程で、外国人教師による科学論文指導が意識的に加わったことで、自分の発表内容を論理的に整理する手法を体験することができたと考えられる。教科横断型授業

の定着と国際化に関する年次計画については、連携と道筋を構築することができた。タイとの交流の実践の場として、サイエンス・フェアなどの交流会で、国際的な発表経験を積ませている。プレゼンテーション技術等の実践面でもカリキュラムの有効性を確認できた。今年度は文系クラスにおいてもポスター制作および発表の課題に取り組むことができた。

【グローバル環境科学】フィールドワーク事前学習として実習演習も行う工夫の成果があり、現地で生徒が主体的に調査活動に取り組むことができた。調査の成果は学園祭だけではなく、研究成果報告会を通じて外部の方にも発表を聞いてもらう機会が増え、発信する場をより多く設けられたことは、教育的効果が大きかった。

【SS 数理演習】上述した3つの学習課題の全てにおいて、生徒が実験を組み立て実施し、結果を検証して発表する演習を取り入れることができた。実験組み立て法や数学的データ解析法に対して学習効果があったのは「濡れタオルが乾く要因の研究」であった。

【SSプレ・カレッジI】理系大学に進学する際に実験レポートスキルは必須であることを強く認識させることができ、そのスキルを高校時代に身につけようとする意欲を高めることができた。結果として「論文作成指導」の実施により、基本的なレポート作成スキルの定着が見られた。このスキルを、通常の理科の授業で行う実験レポートや、S課題研究活動で生かせるようになり、ほとんどの生徒が、本科目は「大学への学びに通じる」ことを強く実感していた。

【SSコミュニケーション】科学英語語彙・表現から指導を始め、「科学的手続き」導入のため架空の実験の内容を科学的ポスターにする、英語教科書で扱った発酵に関する実験を行い英語でレポートを書く等の演習を行った。また、生徒全員にポスタープレゼンテーション3回、グループで口頭発表1回を課した。過去2年間の経験から、生徒が受け入れやすい教材を作ったことや、生徒たちの研究発表に対する熱意も高く、ポスター・発表内容ともにこの授業を開講して4年間で最高のレベルとなった。高校生がScientific Method (科学的手続き) を習得し、英語で研究発表を行うスキルを身につける指導の枠組みとして1つのモデルとなると考える。

【SS プレ・カレッジII】レポートについては、ネイティブの講師と生徒が、実験内容やその背景にある、自然現象の規則性・法則性、実験目的を議論する指導上の工夫によって、実験の「目的」と「結果」を再確認しながら単純に分かりやすく再構成し、実験の「背景」や「考察」に展開する論文作成スキルを習得できた。実験を構築する際には、何を比較すべきか、どのような手法が結果を比較するのに有効である課などを相談しながら行うことで、協調性を深め、幅広い視野や考え方を持つことができるようになった。

○実施上の課題と今後の取組

【総括】各科目やプログラムどうしの連動性や高大接続の観点から学習ポイントの更なる明確化などが今後の課題となる。活動の目的を生徒に周知徹底させる活動をより丁寧に実施し、効果的な評価方法の運用や内容の精査検討も今後の課題である。

【学際科学】今年度は80名以上の生徒が参加したため、生徒それぞれの個人活動→協働活動→全体意見を集約までの授業中の動的な場面にロスタイムが多かった。一人一人の生徒が活動しやすい授業の形態を再考する必要がある。また、課題テーマに派生して各生徒が興味を持った疑問に対して仮説を立てて調べる方法を吟味する際に、仮説の立て方に講義の知識を活用することがまだ難しく、疑問や研究目的に対して立てた仮説自体に論理的な不整合やあいまいさがあったり、仮説の内容を実験計画に結び付けることが難しいと感じる生徒もいたようである。仮説を立てて実験を計画することの重要性は十分理解していても、実際に自分の研究に応用することが難しいという教育上のハードルを越えるための指導方法について、今後のSSHで組み立てる必要がある。

【SS 国際情報】より高い論理的思考を持てるようにするかが今後の指導課題である。理系的な科学分析のフィールドだけでなく、文系領域にもある論述力をも含む幅広い探求力を更に定着できるように、目標を設定して課題に取り組みたいと考えている。

【グローバル環境科学】小笠原では自然遺産による制限と渡航時間の制限があり、調査課題の設定によってはデータがとりにくい制約がある。そのため、生徒の発想を大切にしつつ、より深い考察ができるような課題の発見を導くことが必要となる。事前指導において前年度までの参加者に研究発表を行わせ、継続性のある課題設定となるよう指導すべきである。

【SS 数理演習】各学習課題において、生徒自身が実験し、グループでまとめる協働活動を重視しているが、実験やデータ分析の基礎となる知識量(実験手技や統計など)が少ないため、実験におけるエラーの吟味や異常なデータ値の検出など、各事象に関して誤った処理によって考察をしてしまう場合がある。生徒の自主的な学習を重視しつつ、正確な知識・理解を助ける工夫が必要である。

【SS プレカレッジI】実験内容に関して教員が多くの情報を与えすぎないようにしつつ、生徒自身の様々な気づきを誘導する工夫が必要である。生徒には事前に実験内容を予習させる必要がある。また、「II. 科目別実験演習」において各グループ間での情報交換、質疑応答を通して指摘をお互いにしあうという機会を設定して、討論をさせる場を作っていきたい。

【SS コミュニケーション】事後アンケートによれば、この授業について概ね75%の生徒が、「研究の内容を英語で発表することに興味をもてた」「楽しかった」「国際交流に役立つ」と回答し、自らの発表スキルについても向上したと認識している。唯一「他者の発表に質問すること」についてのみ、「できなかった」が75%を占め、昨年度同様、英語運用力や質問力が課題となっている。

【SS プレカレッジII】高3では指導の時間的制約があるため、高2の時点で、実験構築から、結果の整理、考察、実験内容の論述構成を行えるように指導を強化する必要がある。それによって、自身の実験の背景にある法則・規則性の理解をふまえた英語論文や英語ポスターの作成、発表練習指導等を十分に行う時間を確保できるようになると考える。発表については、何度も経験のある生徒は慣れたようで問題なく発表会を実施できた。その他の生徒もよく努力していた。生徒は基本的にポスター発表での発表に離れているが、スライドを用いた口頭発表形式はそれほど経験が無かったため、早い段階でスライド作成のポイントなどを伝えることで、より効果的な発表に繋げることができるのではないかと。

平成 28 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

<実施による効果とその評価>

【研究開発の評価方法】

- 1) 各科目アンケート：事前アンケートおよび一年間の授業後に対象生徒に実施した。
- 2) 島根大学との連携により「論理的思考力診断テスト(PISAと同様のリテラシーテスト)」を理数クラスの1～3年生に実施し、1)に合わせて結果を分析した。
- 3) 課題研究の自己評価として、独自のルーブリック表を用いて、課題研究への取り組みを生徒自身に自己評価させた。
- 4) e-ポートフォリオシステムを試験的に作成し、学校設定科目や大学教員による先端科学講座などに対して、各自の課題研究との関係や活用できる場所、大学での学びの意識などについて記載させ、結果を分析した。

【総合評価】

本年度は最終年度にあたり、従来型のアンケートのみならずルーブリックやポートフォリオなど SSH の活動について多面的な評価の方法を研究し、次期指導要領や高大接続の推進に関する時流に対応できる方向性を構築した。また、SSH 中間評価であがった本校への指摘事項を意識し、取り組み内容の一層の充実・改善を試みた。

<中間評価の指摘事項への改善状況>

○ 課題研究に対して、しっかり取り組む時間を確保すること。教育課程に位置付けて指導体制の確立を行うことの検討が望まれる。

(改善と評価) 1・2年生での課題研究を教育課程に位置付けた指導体制とするための改善として、1年では「学際科学・SS 数理演習」において、2年では「SS プレカレッジ I」の時間内に組み込んで課題研究活動を行った。「学際科学・SS 数理演習」の年間計画のうち前半はミニ課題研究(主テーマは教員が与え、それについての研究テーマを生徒研究班ごとに定めて実施)によって、研究に必要なスキルを習得させ、12月以降で、生徒研究として各自の課題を見つけて仮説とそれを調べる実験計画を立てる活動を行った。研究倫理やプレゼン技法などは大学等の専門家を招聘し研究計画やスキルの向上を図った。「SS プレカレッジ I」では実験レポート指導から深化させ、課題研究活動として論文指導を実施することで教育課程に位置づける指導を確立することができた。また「SS コミュニケーション」を連動させ、①大学での学問探究へ円滑に接続できる、②科学の探究活動に必要な実践力・研究技法を定着できる、③独創的な研究テーマを開拓して研究を遂行できる、④国際コミュニケーション力とチャレンジ精神旺盛な科学者像を構築できる、という4つの目標を立てて取り組んできた。さらに、課題研究活動としてのSSクラブの活動に対して、自己評価のルーブリックを独自に構築し実践をする活動を始めたことで、基本的な研究の進め方と実験データの整理や分析、発表活動への自己評価を行うことができた。結果として、生徒達に活動の目的や意義を意識させ、自分の活動を客観視させる自己評価が得られた。

○ 海外研修などのイベントに直接参加する生徒の数を増やす、又は直接参加できない生徒がより多く関与できる形を検討すること。

(改善と評価) 本年度の取り組みでも、タイ連携校(PCSHS-P)との海外交流において、互いの代表生徒の相互派遣による海外研修と、本校内での科学交流の両方を実施した。後者の取り組みでは、本校を会場として連携大学の協力とともに海外の高校生の来日時にサイエンスプロジェクトを実施し、前年度に海外渡航できなかった生徒も来日したタイ生徒と直接、協働して科学実験に臨み、課題研究を発表できる機会を整備した。特に、タイ生徒が来日中は、本校にて近隣SSH校なども招待した大規模な研究発表交流会(サイエンス・フェア)を実施して、理数クラス1・2年の全生徒や、3年生の希望生徒や他校生も国際科学交流に主体的・積極的に参加できるような機会を生み出した。このように、積極的に海外交流に参加できる生徒の実数を増やし、交流密度の濃くすることができた。

○ 高大接続の取組については、大学との協力関係ができており、教育内容での接続の取組が期待できる学校として評価できる。

(推進と評価) 高大接続については、さらなる推進を図り、高大接続の評価をするために大学と共同してe-ポートフォリオシステムを立ち上げて試験的に運用した。このシステムは設定科目および大学教員による先端科学講座の内容を課題研究と大学での学びに関連させた気づきや思考活動を記録するものであり、生徒の意欲の変容を測ることもできると考えている。併設大学においても大学入学が決まった生徒に対する入学前単位認定プログラムにおいても試験的に導入され、検証が進んでいる。可能であれば次期SSHの更新に際して、より検証を深め、高大接続や新しい入学者選抜あるいは入学前AP制度などにも活用可能な一般化した教材として還元できるようにしていくことが期待される。

<SSH の効果と総括（各種の変容分析）>

【生徒の変容】

理系志望の強い生徒が集まるようになってきた。SSH 導入前には1クラスであった理数クラスであるが、SSH 導入後、校内では理数コースとして規模が拡大し、変則的ながらも各学年2クラス体制（80名）になった。SSH に採択されたことにより、中学段階から理系意識の高い生徒が育成されたこともあって、高校での理系人数増加につながった。よって、本 SSH のねらいであった理系分野をめざす女子の裾野の拡大は達成できた。また、卒業後の進路にも変容があった。SSH 導入前の理数クラスでは、おもに医療系資格が取れる大学学部・短大・専門学校志願率が高く、進路先として人気があったが、SSH 導入後には、理工・農・薬などより理系にシフトしている様子が伺える（卒業生調査を参照）

課題研究についての取り組みについては、課題となるテーマを日常の自然現象から見出し、各自で設定しようという意識が SSH 実施年次を追うごとに高まっており、課題研究のテーマ数も増加している（SS クラブリサーチプログラム報告を参照）。課題研究を外部に発表する件数も増加しているほか、国際形態学会、人類動態学会や東海大学ロケットコンテストなど、海外研究者や大学院生に混じって国際学会・国内学会や外部のコンテストになどにもアプライし、研究者と同じ土俵で受賞する生徒も出てきた。物理チャレンジなどにも毎年挑戦する生徒が輩出され、物理チャレンジの実験レポート課題の内容をより深めて課題研究につなげる生徒も出てきた。

【教員の変容】

SSH 導入後、理数以外の教員（国語・英語・家庭・保体・養護）が、教科横断的に探究スキルを育成する能動的学習（アクティブラーニング；AL）への取り組みに参画するようになってきた。AL の活用によって能動的に授業を運営する教員が社会など文系教科にも見られるようになり、教科を超えて授業連携やカリキュラムの中で育成したいスキルや能力を議論するようになってきた。また、理数系の教員以外でも、課題研究を指導・助言する教員も出てきた。

非常勤講師の変容も見られ、本 SSH のカリキュラム開発に主体的に関わるようになった。高大接続システム会議の答申や次期学習指導要領が大きな変革を迎えるときに、専任教諭と同等に SSH を通して今後の自分の教育力を向上させようという意識が芽生え、積極的に SSH のカリキュラム研究や課題研究指導をする姿勢が出てきた。また、SSH に牽引されるかたちで、文系の国際教養コースでも SGH アソシエイトに採択され、文系の教員も加わって課題研究の指導や探究型・能動的学習にとりかかろうとする校内プロジェクト（授業改革プロジェクト）が発足した。

【学校体制の変容】

SSH の主対象となる校内クラス編成の変容として、単独1クラスの理数クラスから2クラス体制の理数コースとなり、校内における SSH の主対象となる生徒数（校内における割合）が増加した。本校を受験しようとする志願者にも SSH による動機付けが影響しており、理数コース志望の割合も安定している。また、SSH に牽引されるかたちで、文系の国際教養コースでも SGH アソシエイトに採択され、正解の見えない問題に対する課題研究に望む姿勢が校内に拡大している。

また、AL の活用によって能動的に授業を運営する教員が社会など文系教科にも出てきた。教科を超えて授業連携やカリキュラムの中で育成したいスキルや能力を議論するようになってきた。その結果、一昨年度に SGH アソシエイトに採択されたとおり、SSH 活動に強く触発された国際教養コースを中心に、社会・国語・英語など文系教科を中心とした校内組織（SGH プロジェクト）が発足し、文理を融合した高大接続の基盤を構築しつつある。また、スポーツ科学コースにおいても、アスリートを目指す生徒が自分の極めたいスポーツ競技に関連する科学知について深める取り組みとして探究のスキルを学び、課題研究の指導体制ができる校内組織（スポ学教育センター）を稼働し、科学的・論理的思考をスポーツへ応用しようとする動きを見せている。このように SSH の効果普及は学校全体へ浸透し、体制の変容を促進している。

【国際的な取り組みの変容】

本 SSH 採択と同時に、海外の連携校としてタイ・プリンセスチュラポーンサイエンスハイスクール・ペッチャブリ（PCSHS-P）との国際交流がはじまった。毎年度、生徒の派遣および受入をはじめとして、相互交流が順調に進んでおり、12校ある現地のプリンセスチュラポーン高校グループのうち、本校と PCSHS-P の連携関係がもっとも進んでおり、12校のプリンセスチュラポーン高校と12校の SSH 校の交流モデルとなっている。昨年、連携をさらに4年間更新した。さらに、2015 さくらサイエンスのホスト校として、中国ベトナムの生徒約80名と本校生徒30名の科学交流会を実施した。現在は、タイのトップエリート科学高校（KVIS Science Academy）との科学連携が進められており（協定書調印済み）、本校と KVIS との英語による探究型授業協力、課題研究交流など日常的な相互交流を通して、さらなる国際交流の深化が期待できる。

そのほか、SSH の取り組み内では、スーパーレクチャーとして海外研究者の招聘による英語による講義、実験・実習教室、課題研究指導など毎年実施しており、本校生徒と海外研究者との直接交流の場を定番化することができた。

本 SSH3 年目までの活動を基にした中間評価では、科学交流で12月にタイに渡航する生徒数が各年10～20名であることから、校内への国際交流の広がりについて厳しい評価コメントを受けたが実際は、毎年4月にタイより来校する生徒とのサイエンスフェアを本校で実施しており、本校理数コース1～2年までの4クラスの生徒全員と3年生の希望者が課題研究発表・英語での理数系講義や大学教員を招いての実験ワークショップなどにタイの来日生徒とともに参加して、理数コース全体で積極的に交流を行っている。

【カリキュラム上の変容】

SSHの総括に際して、校内の多くの教員はカリキュラム上のSSH学校設定科目を通して探究型の教育課程の重要性を学校全体で改めて認識した。これらカリキュラム開発の流れは本校が今年度申請している「ESD」ユネスコスクールを通じた探究実践的カリキュラムにも波及している。たとえば、高1の「学際科学・SS数理演習」などで課題研究のモデル題材について取り組みながら論理的思考に基づく仮説検証の手立てやデータの扱い方、ポスターや論文などにまとめて表現するなどといった課題研究のスキルを実践的に習得できるが、このような「探究スキルの習得」を「ESD」にも導入し、SSHの継続（2期）と併用させて校内の中高生だけでなく地域の小中高大にまで教育的な還元できるよう計画を進めている。

また、校内にAL手法で能動的・協働的に探究活動を行いたい教員が増加してきたが、実際に「教科間の学び」を連動させる構想を立てていく中で、どの教科・どの単元においてどのようなAL方法を用いて、どのような力をつけさせるのかという、「カリキュラムをマネジメントする仕組み」が必要であるという研究課題を分析することができた。この仕組みがないと有機的な高大接続の道筋をつけるのが難しいことが見えてきた。SSHを継続させて、学校全体でカリキュラムマネジメントに取り組む体制を確立し、高大接続および次期学習指導要領の先駆けとして研究成果を広く公表し、中間層高校の教育モデルとして、さらにカリキュラムを変容構築させたいと考えている。

【併設大学の変容】

高大連携会議を発足させ定例化した。中・高・大がお互いの授業を見学し合い、高・大教育上の接続点を模索し始めてきた。

入学前教育に積極的になってきた。併設大学理系学部（保健医療技術学部）では3年前から独自の入学前教育プログラムを開始した。昨年からは中学～高校2年までのSSH設定科目（中学ではSGHアソシエイト学校設定科目「探究の技法」）にて併設大学から招聘した教員がオムニバスに講義や演習を担当するようになり、中～大までの教育過程を連続して見据えた探究型の学習を法人全体で取り組む姿勢が出てきた。

【地域の変容】

平成24～25年にコアSSHに採択されたこともあり、連携している周辺SSH校、同期採択連動したSSH講座を実施してきた埼玉県立熊谷西高校、女子教育の推進で連携をしているSSH（ノートルダム清心女子高校）との連携が強化された。とくに、ノートルダム清心女子校主催の「集まれ理系女子」では、平成27・28年の2度の東京大会を協力校として共同運営してきた。コアSSHの支援終了後も、本校SSH教育センターの地域小・中・高校生向け「SSラボ」は順調に継続され、SSH本体内での自立運営が可能な状態まで普及し、地域の理系教育を牽引してきた。

学術的にも、日本生物教育会東京大会や全国中学校理科教育研究会東京大会にての事例報告発表や、多くの自治体教育委員会と連携し、公的教員研修において、本校教員と併設大学（高大連携委員会・SSH管理機関担当）がともに開発した「学際的な探究型高大接続学習」の事例を、教員研修会講演や小中学生向け実験教室などで紹介発表しており（北海道・秋田県・山形県・新潟県・神奈川県・東京都・三重県・神奈川県横浜市・埼玉県ふじみ野市・山形県米沢市・東京都練馬区・中野区・新宿区・豊島区・文京区・目黒区、八王子市、東大和市、東久留米市など）、理科を始め、他教科の小～高校教員との情報交流を積極的に行い、科学教育と様々な教科との学際連携によって探究型学習の普及向上に携わった。

■学校設定科目

【学際科学】

教員や講師はテーマ現象の探究活動の答えになるような明確な指示をあえて避けながら、生徒自身が協働学習（各自の予習的な調べ学習を持ち寄り、班で知識を統合するなど）や、文献やWeb情報をもとにテーマにまつわるキーワード精査、キーワード語句の相互関係性から自然現象を客観的に分析・評価といった探究の基盤となるプロセスを行い、身近な自然現象の中にも課題研究の題材や仮説を見出すことができた。これらの分析活動を「SS数理演習」の中で実験（検証）され、テーマ現象を数理的に解析するまでに至った。アンケートからも教科横断的視点が課題発見のアプローチや探究活動の全般にプラスに作用することを示唆する結果を得ている。また、後期に行った課題研究の計画検討会においては、研究分野ごとの合同発表会によって、研究目的・仮説や実験設定などの客観化を行うことができ、年度末に行われた様々な外部の発表会（関東近県SSH発表会やつくばサイエンスエッジなど）に反映させることができた。

【SS国際情報】

外国人講師とのTTを基本とし、日本語と英語での科学論文における論理的な文章展開を学ぶことによって先行研究論文から適切な情報をまとめる技法・自分の行った実験などを適切な情報にまとめて発信する方法を実践できた。本年度は「里山とコメ」をメインテーマとして、情報リテラシーを学びながら多様なメディアに対応した表現方法を生徒自身が工夫することで、科学者として積極的に広く社会とかかわりをもつ必要性を意識させることができた。情報機器による調査→フィールド調査と実験→論文とプレゼンテーション作成へと進み、外国人講師による科学論文指導を加え、次学年のSSコミュニケーションなどの学習へ移行を意識させることができた。

【グローバル環境科学】

今年度は現地調査に入る事前指導として、首都大学東京の教授による事前講義や、事前フィールドワーク演習を実施し、生徒の調査スキルを向上させてから小笠原で研究活動を行った。これによって、フィールド探究をさらに進化させることができ、研究結果は校

内発表のみならず、『島嶼科学交流会』で発表させることができ、評価も高かった。ほとんどの生徒が課題探究型の授業を受けた事が無いにもかかわらず、身近なものを素材として科学的な要因と結びつけて考えるという「気づかせる体験」では大きな成果があった。

【SS 数理演習】

生徒自身が持っている疑問や課題に関して、目的・仮説に基づいてそれを調べるための実験を組み立て実施し、実際に実験によって結果を検証して発表する一連の方法を演習することができた。「エッグドロップ装置の開発」では、卵を割らないための要素を念頭おいた開発を行うことを重視し、単純な試行錯誤だけに終わらないように留意した結果、装置の構造すべてに理由を論じることができるようになった。グループによる協働型探究活動の成果として、試行錯誤を繰り返して粘り強く取り組む姿勢が見られた。実験テーマの設定から発表までの計画と準備を自ら行うことが初めての生徒が多いため、それぞれの過程に大変な時間を要したが、実験開始後はどの班も集中して取り組んでいた。「濡れたタオルがなぜ乾くのか」によって、自分の計画した実験を継続的に行ってデータ計測できたことは、課題研究の予備実験としてゆうこうであった。統計処理などを演習・実践させ、得られたデータを表現する際に適したグラフ、データの信頼性やばらつきの扱いなども学習できた。

【SSプレカレッジⅠ】

本科目を通して、科学や課題研究への興味関心が高まり、様々な実験を行うことによって、より関心を持って学習に取り組めたとほとんどの生徒が感じている。一方で、毎週の実験レポート課題の負担から、「実験レポートを書くことが好きになった」と感じている生徒は半数しかいない（昨年度と同様）。毎週の実験の実施とレポート作成の負担は大きい、「大学への学びに通じる」と実感している生徒が90%おり、理系大学進学を意識しながら課題研究の遂行に望む意識付けはできたと感じる。この科目では、2年次における課題研究のコアタイムとして、課題研究の論文化を念頭に置いたレポート作成の実践活動を重点的に指導した。実験の背景にはどのような原理や現象があるのかを考えながら実験を行い、得られた結果を目的や背景と照らし合わせながら考察を行うことができるようになってきたと感じる。「論文作成指導」を通して再認識させたため多くの生徒で基本的なレポート作成のスキルは定着した。

【SS コミュニケーション】

指定2年目から開講、3年目から科学分野の英語ネイティブ・スピーカー講師の指導を得て、2年の試行錯誤を経て以下の授業内容を開発した。①科学英語・表現の導入（100語程度）：PPTスライドによるビジュアル教材を作成し、視覚に訴えて導入。小テストで定着を促す。②Scientific Method（科学的手続き）の導入：実験の記述から「目的→仮説→方法→結果→考察」を読み解く、与えられた目的・条件から仮想実験を計画するなどの演習を繰り返す。また実際に実験を行い、科学的手続きに基づいて英語でレポートを書く。③ポスター発表：②の演習の後、与えられたテーマに基づいて仮想実験を計画、結果・考察までを想定してポスターを書き、発表する。④口頭発表：同じテーマを扱った生徒同士でグループになり、意見を持ち寄って1つにまとめ、PPTスライドを作成して、グループで口頭発表を行う。①～④の一連の学習活動の間、生徒は演習のためのグループ活動に積極的に取り組み、活発に話し合いながら架空の実験手順書を企画したり、科学的要素を引き出すために意見交換を行っていた。個人差はあるものの、全員がポスターを完成し、クラスの前で英語で自分の研究結果を発表した。アンケートでは70～80%の生徒が「英語による研究発表」について興味をもって取り組み、本授業によって「英語による科学コミュニケーション」のスキル向上し、抵抗感が減少した、後輩にも勧めたいと回答している。記述回答からは「楽しい」と感じた理由として「理系の知識を英語で学べる」「空想の実験を考える」「自分の英語で自分で考えて、単独やグループで発表する」「（理科の）授業とは別に科学について詳しく知れる」が挙げられ、本授業で開発した方法が、日常的な英語コミュニケーションに必ずしも前向きでない生徒たちにも心理的ハードルが低く、科学が好きであれば積極的に取り組み、英語による科学コミュニケーションスキルを向上させるものであることがわかる。

【SSプレカレッジⅡ】

レポートについては、英語のネイティブスピーカーの特別講師と生徒が、実験内容やその背景にある、自然現象の規則性・法則性、実験目的を議論することからはじめ、一から論述構成を組直す作業を行ったことで、実験の「目的」と「結果」をスタートとし、それをシンプルに分かりやすく伝えるエッセンスとして、実験の「背景」や「考察」があることを改めて理解することが出来た。発表については、何度も経験のある生徒は慣れたようで問題なく発表会を実施できた。その他の生徒もよく努力していた。本科目の開講当初、受験期に発表会を設定することは、履修者に大きな負担となるのでは、と不安もあったが、入学時から2年間、学校設定科目や課題研究活動を通し、多くの発表経験があったため、問題なく発表会を行うことができた。

■課外活動

【SS クラブ プレリサーチプログラム】

毎年実施している基本の講座を中心に、扱うテーマや切り口を変えたり、新たなプログラムを加えたりして実施した。理数クラス以外にも本プログラムに参加する生徒がおり、課題研究に取り組みたいと思う生徒層の拡充に効果を発揮したと分析できる。最先端の知識やスキルに対して繰り返し多面的に触れることによって、さらなる興味・関心から深い理解を生むということを想定でき、次年度も継続して連携先の開拓が望まれる。実績としては、島根大学、工学院大学、日本女子大学、文京学院大学、など。

【SS クラブ リサーチプログラム】

今年度開始の本プログラムの研究テーマ数は30、昨年度が32となっており継続して、多くの生徒が多様性・独自性を持った研究活動を行っていると考えられる。入学者がある程度本校における課題研究のプログラムを理解した状態で入学してきて、課題研究活動に高

い意欲を持っており、例年より多くの生徒が『リサーチプログラム』に参加した。高校2年生へも『チャレンジプログラム』と平行して年度初めより積極的な大会・交流会への参加を促した。研究を進めるに従い、研究内容の発表や他者との意見交流に関して積極性を持ち始め、自主的な大会・交流会への参加が目立ち、研究においても指導教員の手を借りず、異なるテーマを持つ生徒同士が意見を交換し自主的な研究活動を行うことが可能になった。運営指導委員による成果所見では、さらに研究内容ならびに発表に関連したスキルが格段に向上しているとの評価を受けた。『SS コミュニケーション』に関連したタイ連携校 (PCSHS-P) での発表を行った選抜メンバーは英語・日本語の両者のプレゼンテーションスキルの向上が見られ、『チャレンジプログラム』に該当する発表・交流会への積極的な参加を行い、以前には見られなかった自主的な英語プレゼンテーションへの挑戦が確認できた。これによりさらに自主性を持って研究に取り組むようになり、総合的な研究力の定着を確認できた。

【SS クラブ チャレンジプログラム】

例年に比べて、課題研究活動に高い意欲を持ち課題研究活動を用いた『チャレンジプログラム』の活動を行う生徒の数が増加している。また、文章で相手に情報を伝える力の育成を目的とした論文指導を取り入れ、「科学の芽」「坊ちゃん科学賞」などの論文コンテストへの参加を昨年度から始めており、本年度は数学・物理に関する論文コンテストである「第8回数理工学コンテスト」に参加をし、1名の生徒が奨励賞を受賞した。ポスタープレゼンテーションに関しては例年に引き続いて外部大会においても一定の評価を得られた。

【サイエンスコロキウム】

本プログラムの効果として、英語論文作成から発表の方法まで、アカデミックライティングの指導の重要性を認識させることができ、課題研究を英語化する際に、改めて研究内容を吟味する必要があるため、生徒の論理的思考に極めて大きな効果が得られたと考察できる。英語科との協力体制がより強まり英語論文課の教育効果の重要性を再認識したことは特筆に値する。

② 研究開発の課題

【総括】

複数の評価の結果で明らかになった課題点は、生徒の学力において、現象の背景にある因子を読み取る力、論理的に仮説を設定する力、仮説を的確に検証するための実験計画の組み立て、実験結果の言語化とデータの統計的取り扱い、実験結果から思考を練り上げる論理思考など探究のスキルについて、順を追って何度も繰り返し体験させる必要性である。設定科目や課題研究活動を通して繰り返しスキルに触れることで探究スキルが一般化されないと、実際の自分の課題研究に落とし込むことが容易ではない。そのために、SSH設定科目にとどまらず、一般の教科・科目のなかでも、汎用的にこの探究のプロセスを様々な視点で繰り返させる工夫が課題として必要である。

中間評価の改善実施を踏まえ、SSH最終年度として、以下の項目を改善点として取り組んだ。各カリキュラムがどのように有機的な連動性をもって機能しあうかを分析し、最終的な内容の改善と充実を図ることを課題として今後とも力を注いでいきたい。

- ① カリキュラム・プログラムを見通して、入学してくる生徒のレベルややる気に左右されずに、一定の成果が得られる教材テーマや教材内容の見直しや改善を継続し、アクティブラーニングを用いたより汎用性の高いカリキュラムを作り上げることを目指す。
- ② すべての学校設定科目間の有機的なつながりの中で、明確となった課題研究の指導上のポイントや強化点を更に徹底・修正する。
- ③ 本学の教育方針の根幹として全校、全教科で実施を始めた『課題研究』の取り組みへのサポートという意味でも、SSHの取り組み手法や指導のポイントなどの各科目の標準化を強力に推進する。『課題研究』の教育的効果についても分析検討を継続していく。
- ④ SSH校の活動を期待している理数キャリアコース生徒以外にもスムーズに受講可能なプログラムを多く入れる改善を継続する。
- ⑥ 教科学習やSSHカリキュラム学習への取り組み・課題研究へ取り組み・外部での研究発表など、学習の各プロセスを観察し、理系分野を志望する女子生徒の特性分析を継続すると共に、SSH卒業生の基本学力・モチベーション・進路方向・大学での活躍などを追跡調査するシステム形成を進める。この追跡調査によって、本校SSHのカリキュラムを見直し、個の学力や指向性に合わせた効果的な指導方法を見出す必要があると考える。

■学校設定科目

【学際科学・SS数理演習】：両科目ともに、生徒の調査やグループ討議を重視しているが、基礎となる知識量が少ないため一つひとつの事象に関して誤った理解をしてしまうと思活動が先に進まなくなることがしばしばあった。これを解決するための課題として、知識を与えるべきものと、生徒自身に考えさせるものとの選別とバランスを再考する必要があると考える。

また、仮説組み立てや実験結果からの考察については、生徒によって論理的記述の質に差が見られ、グループの中での役割分担に固定化が生じてしまうことがあった。データの集計に際しても、生徒間に統計的知識の差があり、やはりデータを巧みに扱える生徒が主導し、それに追随するのに終始してしまった生徒もいる。論理的思考の基礎を養う講座やデータ処理に必要な統計知識の習得させる取り組みを、全体に導入するなどの対応が必要である。

【SS国際情報】：外国人講師とTTで科学論文の構造 (Scientific Method) を英語によって習得する取り組みは一定の効果があったが、ミニ課題研究的な実験を行ってポスター化する取り組みに時間がかかってしまい、他科目との重複という観点では科目間の役割分担に問題があったと分析できる。この科目では本来的な設定目的に即して、探究のスキル習得として、Scientific Methodのみならず、基本的なofficeを用いた統計処理や、Webの情報を吟味しながらの文献検索、プログラミングによるシミュレーションや論理思考などが重要

な課題である、国際化に対応したカリキュラムの構築と、より科学的実践を伴うカリキュラム開発に取り組む。また、教科横断型授業の利点を生かして、国語科に論述思考の基礎を養う講座を導入するなど修正し、他教科との連携をより深めていく。

【グローバル環境科学】：現地でのフィールドワークにおける手法の徹底や具体的な調査課題を設定させるための事前指導や渡航前のフィールドワーク演習のさらなる拡充の必要が課題である。学園祭だけではなく、研究成果報告会を通じて外部の方にも発表を聞いてもらう機会が増え、発信する場をより多く設けられたことは、教育的効果が大きかったと考えられるので、継続する必要がある。自然遺産であり、滞在時間の制限がある中で、生徒の発想を大切にしつつ、指導者と生徒が事前に研究テーマと仮説・調査計画をしっかりと立てより深い調査ができるよう工夫することが重要である。

【SSブレ・カレッジI】：生徒自らが実験中やレポート作成時に気付くよう教員が多くの情報を与えすぎないようにしつつ、事前に実験内容を把握させる指導は必要である。また、課題研究としての取り組みを深化させるためには、仮説・実験・結果・考察の一連の流れに関する発表会を実施することで、単に結果の共有だけでなく、自分が行った探究の内容を客観化し、他者に正しく情報を伝えることができるかを確認することが重要である。

【SSコミュニケーション】：1年次に『学際科学・SS国際情報』で触れてきたScientific Methodを再び導入として、心理的ハードルを下げる工夫を取る。そして生徒自身の課題研究にScientific Methodを当てはめて、論理的にも有効な研究を行うことができるように一層の工夫を要する。現在、そのために、理科科教員を中心に本講座担当者のもとで教員研修を開始したところである。また、英語や国語など他科目と連動し、自分の考えを説明する際に、既習の単語や平易な表現で表す習慣をつけるように、英語の授業を連動させて、易しい英語で考えた内容を伝える訓練、パラフレイズの演習を行うことが課題となる。さらに、他の教科を含め、日常的に自身の意見を持ち、意見を発表する場を作る。その根底に、互いに意見を言いやすい受容的な集団形成が必要であることは言うまでもない。

【SSブレ・カレッジII】：高校3年次の本科目では指導の時間的制約があるため、高校2年次のSSブレカレッジI「II.科目別実験演習」の時点で、実験構築から、結果の整理、考察に対する指導はもちろん、実験内容の論述構成をしっかりと行えるようにしておく必要がある。そのことで、自身の実験の背景にある法則・規則性の理解をふまえた英文の作成、発表練習指導等を十分に行える時間を確保できるよう、英語指導そのものの内容をより充実して行えるようにしたい。

■課外活動

【SSクラブ】：e-ポートフォリオについて1年生全員と2年生の先端科学講座の参加者のみに対象が絞られておるが、ポートフォリオを繰り返し使用することでより実用的な評価システムに組み上げていく必要が課題としてある。生徒が様々な講座で繰り返しポートフォリオに記述していくことで、生徒自身のメタ認知を促し、講座内での取り組みの意義や派生するスキルの活用方法を意識させることができる。また、気付きを的確に文章化していくことで言語能力の向上や知識の客観化を図ることができる。今後の課題としてこのシステムが一般化され他校にも還元できるように評価法として仕上げて行きたいと考える。さらに、実験指導した専門家・研究者に対する事後アンケートを実施し、指導者から見た生徒の取り組みの変化を評価することは企画を立てる上でも重要である。この問題を解消する為には事前に目的を意識した評価基準の作成が必須で、各プログラムに対応できるアンケートを項目の検討が必要である。次年度に向けて改善していきたい。

課題研究の研究グループ化を図ることも課題である。これまで生徒が自発的に疑問に思ったことを研究テーマとしてきたが、一方で研究の取り組みが凍結されてしまうことがあった。途切れることがないよう工夫し、ある程度題材となる試料を共通化した研究グループや個人がより円滑かつ自律的に課題研究に取り組む工夫と体制づくりを目指し、3年次まで継続させ高大接続につながるシステムを作り上げる必要がある。さらに、課題研究に関する生徒評価についても大きな課題である。評価法について研究を深め、ルーブリックなどを活用した独自の評価法を確立するとともに、生徒の変容を継続的に追跡分析する必要がある。

【総合的な評価方法】：生徒の活動をどの様に客観化・数値化し、評定をつけていくのかが、大きな課題である。現在開発中のポートフォリオで試験的に評価も実施してみたが、生徒の記入自体に時間がかかりすぎてしまうために、時間的に個人評価にまで行き着かせることが難しいのが現状である。生徒に論述の習慣が身につけば、ポートフォリオの記載がスピードアップでき、評価の時間的余裕も創出できると考える。そのためには生徒の言語能力の向上に関する取り組みを行うことが必要である。学際科学で重視している全教科の相互関連性の認識がまだ不足している。生徒の習熟度調査やグループ討議を重視しているが、それだけではなかなか自然科学と他教科との関連性に気がつくことが難しいため、トピックス的に関連事項の講義も行っていきたい。

【5年間におけるSSHの総合的な成果・課題に関する分析】

本校SSHを履修した、平成26年度・27年度理数クラス卒業生(大学1～2年生)に対して実施した「SSH追跡調査アンケート」をもとに、卒業生の進路先と将来展望に関するSSHの効果や、SSHの効果に関する生徒自身の認識、在学時のSSHにおける理数系の学習の有効性に関する評価、高校時代にもっと深く習得しておけばよかったスキル、高大接続の視点におけるSSHの効果について分析した。

調査1) 卒業生の進路先と将来展望に関するSSHの効果

調査2) SSHの効果に関する生徒自身の認識

調査3) 在学時のSSHにおける理数系の学習の有効性に関する評価

調査4) 高校時代にもっと深く習得しておけばよかったスキルに関する調査

調査5) 高大接続の視点におけるSSHの効果

※アンケートの質問文と回答データは、本報告書p78を参照。

【調査1・2の分析】

追跡調査に回答した多くの卒業生が、「大学以後も理系分野に進みたい」と希望しており、そのうちの2/3が「大学院進学による研究の継続」を考えていることが明らかになった。SSHを始める以前の本校の進路と比べて見ると、以前は、理系クラスであっても、医療や教育・保育などを志望する生徒が目立っていたが、SSH以後は理工系や農学系などを志望する生徒が増え、さらに、大学院での研究に目を向ける生徒の割合が最も高かった。SSHによって生徒の理系分野への理解・関心が高まり、指向性の変容につながったと分析できる。したがって、本SSHで掲げた「理系分野に進む女子生徒の輩出・理系を目指す裾野の拡大」という目標を概ね達成できていると考える。また、調査5からも理系大学に進んだ生徒にとって、「SSHの学習は大学入学後にも有用だった」と考えていることがわかった。さらに、大学卒業後に理系に進むことを考えていない生徒にとっても、「SSHの効果を感じる」という割合は80%に達しており、実社会での生活やキャリアの中においてSSHで学んだ科学知を活用できる人材育成にも効果があったと考えられる。

【調査3の分析】

<評価が高かった項目について>

本SSHが「女子が理系に進む上で有効」に作用していることが読み取れた。それと連動するように「実験スキルを高め、結果をレポートやポスターにまとめるスキルにも有効」と考えている卒業生も多数いることがわかった。これらのスキルは大学でも必要な探究スキルであることから総合的に考察すると、理系の大学に進学した卒業生にとって、大学での学力基盤となる探究スキルについて本SSHで効果的に習得できたことが示された。また、本SSH設定科目「学際科学」では、課題研究のとりかかりとして、生活における科学を題材にして、マインドマップなどの手法を用いて教科横断的な背景分析に取り組みせることから導入したが、特に、女子の理系教育としては、このように取り組みやすい課題設定や導入に親和性が高く、興味関心を高めながら探究力を育成するのに極めて有効であったと推測することができた。

本SSHを受講生した卒業生は、SSHの多彩なカリキュラムを通して高められた探究スキルによって、自分の適性分野を見出し、自己肯定感を持ってそれぞれの進路に踏み出すことができたことを示すものであり、総合的に「女子が理系分野に進学する上で有効」という卒業生の評価につながったものであろう。

<評価が低かった項目について>

国際性を育てる取り組みについては海外連携校との科学交流（サイエンスフェア・研究交流会）やスーパーレクチャー（海外研究者による英語講義・実験）を中心に行ってきたが、卒業生にとってこれらの交流のチャンスを生かしきれなかったことが読み取られる。理由として、在学中、もっと学んでおいたほうが良いと思うスキルに「英語を使ったコミュニケーションスキル」を選んだ卒業生も比較的多かったことから、生徒個人の語学力が必ずしも十分ではなかったことが影響していると考えられた。海外高校生との交流を楽しんで英語のみによる科学講座に参加しているものの、語学的な障壁のために、研究内容に深く踏み込んで交流できなかった可能性が示唆される。このことは、「他者の論文を読むスキル」についてスコアが低く出ていることと連動しているものと思われる。課題研究の遂行には、他者の論文（とくに英文）を参考にしながら実験を組み立てたり、考察をすることが必須であり、今後は、情報教育などを通して、論文データベースなどから先行研究の論文を文献として情報収集し、読み込み、批判的思考力を持って分析するスキルを向上させる機会を増やすことが課題である。また、他者の研究を読み取る際に必要な批判的思考力の基盤として、統計についての理解を深化させる必要があると分析できた。「授業以外での学習量」については向上があまり見られなかったが、課題研究などで用いる英語の文献などを宿題として取り組みせたり、データの統計解析方法を演習する課題を作成し、自己学習させるなどの対策が考えられ、SSHの継続時には設定科目に付随させることが重要であると考察される。

「科学が社会に与える影響について見つめなおす姿勢を育てる」という評価項目についても、SSHの効果はやや低かった。高大の教員の意図として、SSクラブプレリサーチなどの先端科学講座で「治験と研究倫理・遺伝子診断・再生医療」などの話題を盛り込んで、科学が社会に与える影響を演習によって体験的に学ぶ場を意識的に設定してきたが、他のアンケート項目に比べて今回の追跡アンケート調査によって、今後はもっと受講者を増やし、科学と社会との関係を意識させる機会を設ける必要があると分析できた。

【調査4の分析】

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ①課題の背景にある因子や問題点を論理的に分析するスキル | ②仮説を検証する方法を考えるスキル |
| ③グループで協働して実験などのプロジェクトに取り組むスキル | ④友人と一緒に課題に取り組む際のコミュニケーションのスキル |
| ⑤レポートを書くスキル | ⑥論文形式でまとめるスキル |
| ⑦パワーポイントやポスター等のプレゼンのスキル | ⑧英語を使ったコミュニケーションのスキル |

の8項目のスキルに対する解答が多かった。①②⑤⑥は探究力の育成、③④⑦はコミュニケーション力の育成、⑧は語学力の育成を示すものと考えられる。したがって、今後にわたってSSHを継続していく上で本校の課題と分析できる。ただし、調査3での「SSHにおける理数系の学習の有効性」の調査結果では、「実験スキル・レポートにまとめるスキル」など、本SSHですでに効果があったと考えられる項目も同時にあがっている。このことから、調査3・4を合わせて分析すると、本SSHによって大学入学前に「実験スキル・

レポートにまとめるスキル」など探究力の基盤が開発されたことで、大学での学修適応がスムーズに進行し、その結果、大学でのさらなる学修向上心を促すことにつながって、高校時代にもっと深く習得すべきだったと意欲的に内省しているのかもしれない。このことは調査5の「大学での新しい話題・未知の分野への興味を高める」でも触れる。

【調査5の分析】

回答結果を見る限り、「SSHの取り組みが進路決定に影響した」と感じている卒業生の割合は90%に達しており、本SSHの受講によって多くの生徒が自分自身の達成指向性を自己開発できたと思われる。さらに、調査1の結果と合わせてみると、卒業生の多くが将来にわたって理系分野での活躍（2/3が大学院での研究）を意識していることから、本SSHにおいて目標としてきた女性科学者を育成するカリキュラム開発については目標を達成しているものと考えられた。

「SSH活動が大学への学びに関係していたか」という質問についても「関係している（多少関係…含む）」と答えた卒業生の割合は88%であった。本SSHは、高校教員と大学教員との共同プロジェクトによって、高校と大学との学びの溝を埋めて高大での学習（学修）接続を想定しながらカリキュラム開発を行ってきたが、その成果が現れていると分析できる。これは、1～3年次の設定科目「学際科学・SS数理演習」から「SSプレカレッジⅠ～Ⅱ」へと内容を深化させながら繰り返す「ミニ課題研究」による探究のスキル（問題発見・問題背景の多面的分析・仮説設定・実験設定・実験調査・結果収集・数理分析・仮説妥当性の考察検討・科学論文およびプレゼン化・英文化の各スキル）の習得と、それらのスキルを活用し自主的に実践させる「課題研究活動（学際科学・SS数理演習・SSプレカレッジⅠの授業内+SSクラブで実施）」によって育成されたものと考えられる。

また、これと関係して、卒業時に生徒が「大学での学びに自信を持って臨めた」と感じる割合も92%に達しており、本SSHのカリキュラムは、自己肯定感を持って速やかに大学教育に適応できる科学人材育成に有効性が見られたと分析できた。これらは本校SSHとコアSSH（H24～25）によってまとめた「大学入学までに押さえておきたい学習項目」の調査分析（本報告書P15）を参考にしながら、教科横断的に「学際科学～SSプレカレッジⅠ・Ⅱ」の取り組み内容（ミニ課題研究テーマ）を設定したことも効果的に作用したと考える。たとえば、物理分野では「力学的エネルギー保存則」、化学分野では「イオン、酸・塩基と中和、酸化と還元」、生物分野では「細胞と生体物質・遺伝子の発現・体内環境の維持」などの学習項目を踏まえたことが有効であったと考える。その上で「学際科学・SS数理演習」では、これらの学習項目を意識的に導入して女子生徒が取り掛かりやすい身近な科学現象や生命現象を設定し、数学・家庭科・保健体育科・養護などの各領域に関わる育成スキルをマネジメントした。「SSプレカレッジⅠ・Ⅱ」でも、これらの学習項目に関する厳選した実験と科学論文に準じるレポートの作成スキルを徹底させたことが、生徒の自己肯定感の向上に大きく影響したものと分析することができた。

さらに、「大学での未知の分野への興味を高める効果」については、有効であった（まあ思うを含む）とした卒業生の割合も98%であり、大学での新たな課題に対しても前向きに取り組む主体的かつ能動的な学修姿勢を十分に育成することができたと考えられる。

したがって、高大接続の観点から見ると、本SSHの設定目標は十分に到達できたと考察することができる。しかし、調査3・4の分析による今後の課題として、「国際性と英語スキル・論文読解・他者の研究の内容吟味・学習時間・社会的影響の理解」などの項目が浮かび上がった。これらの項目については、語学（国語・英語）を中心にツールとしての英語、論理的思考および論理的表現のための国語、情報収集と吟味の観点での情報教育をSSHの中で継続することでさらに大学への接続を推進し、その評価法を含めて発展的・実践的な取り組みを社会に還元していく必要があると分析する。

また、SSH最終年度にあたって、「高大接続・大学への適性評価」という教育評価法の開発にも取り組んでいる。その成果として、「高大接続e-ポートフォリオ」の開発があげられる。このe-ポートフォリオは、本校SSHの1年生においては設定科目とSSクラブプレリサーチ（高大接続を意識した先端科学講座）で試験的に運用を開始したほか、併設大学においても入学前単位認定プログラムの生徒評価としても試験導入し、現在、高大の教員がその効果を研究しているものである。高大接続と課題研究の推進については、各生徒自身の自己評価（自己到達度分析）も必要であり、次年度以降の課題としても、「高大接続e-ポートフォリオ」のデータを蓄積することでSSHの有効性を探る必要があると考えている。

『大学入学までに押さえておきたい学習項目』の調査分析

【背景】

昨今、大学入学前に受けてきた教育と入学後の専門的な学問探究の間にあるギャップが問題視され、大学初年次教育やリメディアル教育の重要性が指摘されている。この問題の一端には、一般的な高校教育が大学入試の合格までを教育のゴールに設定し、入試対策を重視する指導を行っていると分析している。高大の科学教育におけるギャップを埋めるためには、大学入学を科学専門教育への出発点と位置付け、生徒が大学入試後に経験する専門基礎課程相当を見据えた教育内容を高校が提案するべきであろう。そこで、高校までの理数教育と大学の理数教育の連続性を抽出し、「大学入学までに知っておきたい学習項目（知識や実験など）」を調査することが必要である。この調査を基にSSHにおいて科学分野の高大接続プログラム・教材をつくることが高大接続の取り組みとして重要である。

【仮説】科学分野の高大接続プログラム・教材を生徒に実施展開することで、大学進学時に科学の基盤となる知識や実験力が定着した人材を育成することができると考える。この基礎知識は、科学の定石をおさえたものであり、科学者に必要な「問題点を読み取る力（読解力）」と「科学的な用語・定義に基づく発表力」を高めるものになる。このことから、大学入学までに知っておきたい科学教育の連続性を踏まえつつ、SSHを実施することで、科学者に必要な「実践的な実験力」と「科学用語・定義に基づく発表力」を高めることができると考える。

【調査の方法】

以下にまとめた大学等において、本校卒業生（理系大学進学）および大学生・大学院生・教員を対象に、アンケート形式によって、次の2つの調査を実施し、回収・集計した。

調査A) 高校理科の6科目（物理基礎／物理・化学基礎／化学・生物基礎／生物）の履修内容（各単元および項目）から、在籍している大学の各部学科での学修に重要と思う部分にマークしてもらった。

調査B) 参考として、高校時代に学んでおきたいことや、高校生へのアドバイスを自由記載してもらった。

【アンケート対象大学等】（平成24年度～現在までに43件収集）

理工系大学院：東北大学大学院理学研究科地球科学専攻、東京工業大学大学院創造エネルギー専攻

〈数理・情報系〉：東京理科大学大学院理学研究科数理情報科学専攻、創価大学大学院工学研究科情報システム工学専攻、

〈物理・工業系〉：筑波大学理工学群工学システム学類（2名）、筑波大学理工学群物理学類、筑波大学理工学群応用理工学類応用物理専攻、早稲田大学大学院理工学研究科応用物理専攻、帝京大学理工学部電気電子システム工学科

〈化学・材料系〉：日本女子大学理学部、成蹊大学理工学部システムデザイン学科材料力学、成蹊大学理工学部物質生命理工学科薄膜表面物性、神奈川工科大学工学部応用化学科、東京電機大学工学部環境化学科物理専攻、城西大学薬学部薬学科、

〈生物・農・生活系〉：東京工科大学応用生物学部応用生物学科、東京薬科大学生命科学部分子科学科、日本大学物資源科学部森林資源科学、文化学園大学生生活造形学部、女子栄養大学栄養学部実践栄養学科、昭和女子大学生生活科学部生活科学科管理栄養士専攻、東京農業大学短期大学部、

〈医療系〉：文京学院大学保健医療技術学部理学療法学科（2名）、文京学院大学保健医療技術学部作業療法学科、文京学院大学保健医療技術学部臨床検査学科、東京女子医科大学看護学部看護学科、東邦大学看護学部看護学科、国保松戸市立病院付属看護専門学校、日本リハビリテーション専門学校理学療法科

【結果】

調査A) 全回答者のうち30%以上の回答者が、「大学入学前までに押さえておきたい単元・項目」としてマークをつけたものについては、以下のとおりであった。

物理分野

「物理基礎」

50%以上：力学的エネルギー保存則

40%以上：力のつり合い・運動エネルギーと位置エネルギー

30%以上：物理量の測定と扱い方・様々な力・運動の法則・物体の落下・熱と温度・物質と電気抵抗

「物理」については、回答者の30%以上がマークした該当項目はなかった。

化学分野

「化学基礎」

40%以上：イオンとイオン結合

30%以上：原子の構造・金属と金属結合・物質と化学反応式・酸・塩基と中和・酸化と還元

「化学」

30%以上：電離平衡・典型元素・遷移元素・炭化水素・官能基をもつ化合物・芳香族化合物

生物分野

「生物基礎」

40%以上：細胞とエネルギー・遺伝情報とDNA・免疫

30%以上：生物の特徴・生物の共通性と多様性・遺伝情報の分配・体内環境の維持の仕組み

「生物」

30%以上：生体物質と細胞・生物現象とタンパク質・遺伝子の発現調節

【調査Aの分析】

調査結果から、次の2つの観点（①大学での学びを経験した回答者のアンケート調査によって、高校時代の学びの重要性に傾向があるかどうかを見出す、②進学学部・学科によらず、物・化・生の分野で科学的な共通概念として重要性を持った学習項目を抽出する）に注目して分析を試みた。

本アンケートの集計に際して、各部学科との関連性を考慮せずに単純集計によって項目ごとの選択された割合をまとめると、回答者は、学部・学科は異なっても「大学入学までに押さえておきたい項目」として、物理基礎・化学基礎・生物基礎といった“基礎”科目の内容を選択している率が高いという傾向が見られた。本調査で見出された単元や項目で扱われる法則などは、理系のどの分野に進学するにしても、大学での「学び」としての基盤となる重要な項目は、各分野の“基礎”の中に配置されており、各分野ともに高校在学時に完全に理解することが必要であると考えられる。とくに、「物理基礎」の「力学的エネルギー保存則」の項目について回答者の50%以上が選択していた。回答者が実際に高校時代に履修した科目までは調査していないものの、回答者が全科目履修していると考えにくいことから、大学で学ぶ立場という視点で「力学的エネルギー保存則」を挙げているのはその分野の重要性が示されたものと考えられる。

従来のカリキュラム構造では、理科の各科目は縦割りカリキュラムで行われることが一般的であった。しかし、今回の調査結果に基づいて高大接続の視点を重視した理科カリキュラムを再構築する場合、たとえば「力学的エネルギー保存則」という視点で、日常の科学的事象を授業テーマとして設定し、その事象の背景について、物理だけでなく化学・生物に関連させて教科横断的な学習に再編していくようなプロセスが提案できるだろう。

このような教科横断的プログラムを作り上げ、その重要性を関連づけて学ぶことが重要と思われる。高校卒業後に、「あのとき学んでおけば良かった…」という後悔のないよう、基礎的な分野に出てくる科学的な基本法則を修得するよう仕向けることは高大接続の観点からも有意義な高校での「学び」となるはずである。今回の調査で抽出した概念や理論が教科横断的に関連し合っていることを高校在学中に各教科の中で意識させることにより、大学進学後の学びに有益に作用させることができると結論することができる。

【調査Aの結果を本校SSHカリキュラム開発に導入した事例報告】

本SSHでは、学校設定科目の「学際科学」で、教科横断型カリキュラムを実践した。

日常生活・自然環境にみられる事象を学習課題に設定し、この学習課題に関係するさまざまな背景・要因・関係事項を協働学習として分析し、巨大なマップを作り上げる。

本設定科目では、調査Aの結果によって見出された「大学での学びにも強い関係性をもった物・化・生分野の項目（エネルギーや化学反応・イオン・酸-塩基、体内環境の維持）」に基づいて、生命の営みに不可欠な「呼吸」・「尿」・「熱と体温」を学習テーマに設定した。生徒をグループに分けて、各現象の背景・要因・関係事項を分析させた後、各グループの代表に分析結果を持ち寄らせて巨大なマインドマップを作成させた（下の写真参照）。これによって、テーマに据えた事象に対するさまざまな要素（物・化・生に登場する各要素）の関係性を視覚化し、俯瞰することができるようになった。生徒はこの経験を課題研究に活かし、生徒が自立的に探究したい現象を日常生活や身近な自然現象から設定し、それらの背景や因子を教科横断的に分析することで見出し、その因子をパラメータとして具体的な研究仮説を立てていくプロセスが習得でき、課題研究に資することができるカリキュラム開発になった。本校における課題研究の取組状況・アクティビティーは年次を追う毎に向上していることから、高大接続および、探究力強化の観点でも本設定科目の有効であると推察できる。

①



②



③



④



①テーマ現象に関連する語彙の抽出する。

②ICT活用によるグループ活動により、ジグソウ法による分担作業を行うことで関連語彙の関係性を可視化する。

ノードで結んだ理由を発表。他の生徒による間違いの指摘により修正を繰り返して理解を深める。

③テーマ現象の背景に関係する因子のつながりを可視化して、気づきを発表する。

④専門研究者による解説と講評によって知識を定着させる。

【結果】

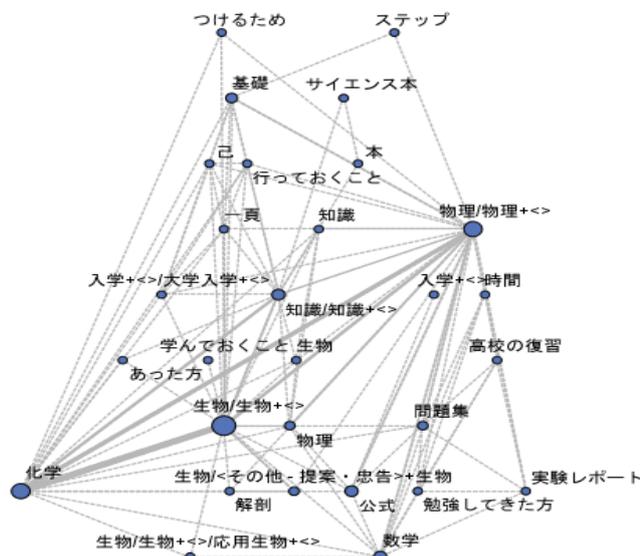
調査 B (自由記載) についてまとめると、回答者から以下のコメントが寄せられた。

- ・まず完成させるべきは英数。生物は暗記じゃないので理解してから覚える。化学は問題演習が大事で、問題を解きながら覚えていく。予習、復習はちゃんとやりましょう。
- ・介護テクニックとかで物理的な考え方をを使う。どの大学でも栄養学が必須なので化学の知識もあった方が楽。生物の応用みたいなのが人体や病気の勉強ででてくる。
- ・全般にテクニックよりそれがどうしてそうなるのかそれが何に影響するのかを総合的に考えてみる(大まかにでも)と、わからない部分が見えてくると思います。
- ・公式などは記憶にとどめるようにしておくと、大学入学後も役に立つ。
- ・物理、生物は大学で学ぶ教科の土台となっているので、知識がないとつらいです。
- ・基礎をしっかり固めることが重要だと思います。
- ・大学での応用等についていけるように、方程式はおさえておいた方がいい。あとは学習より興味をもたせるものが必要。そうすれば自然と勉強すると思います。
- ・学校で教科書とは別に授業で使う問題集をしっかり勉強してきてください。大学での物理化学の授業で1年生の時に高校の復習からとりかかりますが、しっかり高校で勉強してきた方が実験レポートなどに使う時間が増えて、楽だと思います。数学もしっかりやってきた方がいいです。
- ・応用生物系に行くなら絶対に必要なのが化学と生物です。応用生物=化学と考えていいと思います。1週間の8割が生物・化学ですが、理系の大学なのでもちろん数学も英語も大切。
- ・成蹊の物質生命理工学科は、1・2年次は幅広く、物理・化学・生物と授業があります。
- ・物理、化学、生物の3科目の勉強習慣をつけた方がいいと思う。
- ・物理の基礎は理解しておいた方が次のステップに進みやすいです。
- ・物理では「熟」の分野、生物、化学はまんべんなく勉強しておいた方がいい。
- ・物理は公式を覚えるよりもどういう仕組みでその公式が導かれたのか頭に入れておくと理解が深まります。あとは数学と同じで数多く解くことです。
- ・物理は出てくる公式や法則がなぜそうなるのかを理解して定義をしっかりおさえる。具体的には高3夏前までに学校で配られる問題集(リードα)などを仕上げ、その後は新体系物理などの少し難しめの問題集をひたすらとく。化学は現象などが理解できれば暗記は減る。物理同様、配られる問題集から難しめの問題集に進む。生物は言葉と内容を一致させて、きちんと覚える。ついでに現象などの原理も理解すること。
- ・物理、化学、生物の基礎知識が基盤となるため大学入学までにこれら基礎知識は定着しておきたい。“わからないこと”を“わからないままにする”のではなく、一つずつ丁寧に問題解決をし、理解する姿勢が今後、更に求められます。一日一頁でもよいので今ある教科書を読んで理解し、己の知識として定着させておきましょう。
- ・数学分野では、微積、行列、確率、代数学はどの分野でもやるので大切です。

【分析】

上記の自由記載を SPSS テキストマイニングによって、語彙関連分析を行った。語彙どうしがどのように繋がっているかが、線の太さ(ノード)で可視化できている。

【全体有向レイアウト】



課題研究への取り組み

課題研究を生徒に取り組みさせるための指導の流れとして、各学年の理数クラスや高校1年の全クラスに設置してある『学校設定科目』で研究活動に対する基本姿勢や探究のためのスキルについて段階を追って習得させる。「エッグドロップ」や「濡れタオルはなぜ乾くのか」といった共通テーマに対して各グループで研究課題を設定させて実験・考察させ、学園祭や校内研究成果報告会などの機会に発表させる。また、「科目別実験演習」などの取り組みを通して、課題発見力や検証方法、レポート作成力や発表力を養成し、さらに英語ポスターの作成や発表の学習により、論理的思考力の再構築を図る。教育効果をあげるためにチームティーチングを積極的に導入する。また、こうした課題研究への取り組みを、一般科目の授業でも積極的に行うよう普及活動を推進する。

外部の発表会にも積極的に参加させ、『課外活動』（SSクラブ）において個人研究テーマについてより深い実験・考察を行い、口頭発表やポスター発表を実践させる。英語発表については、海外連携校の来校によるサイエンスフェア、あるいは海外への派遣によるサイエンスフェアの機会や、英語による発表会や国際学会への参加などで、その成果を実践させる。

【課題研究に対する取り組みの概要】

学校設定科目

	<高1>	<高2>	<高3>
国際交流	PCSHS-P 来校	PCSHS-P 来校 サイエンスフェア	タイ派遣 サイエンスフェア PCSHS-P 来校
成果発表	学園祭 成果報告会 外部発表会	全国発表会 参加	学園祭 成果報告会 外部発表会
個別研究	SSクラブ（全クラス対象）・・・・・・・・・・・・・・・・・・→		
高大連携指導	プレリサーチ prg	プレリサーチ prg、リサーチ prg	リサーチ prg
英語発表指導	SS 国際情報（理数） 英語プレゼンの基礎	サイエンスコロキウム SS コミュニケーション 英語ポスター作成発表	サイエンスコロキウム プレカレッジⅡ 英語発表
課題発見検証力 レポート作成		プレカレッジⅠ 科目別実験演習	
探究に必要な 数理思考力	SS 数理演習 実験組立・数学的データ解析		
研究への基本姿勢 科学知 科学的リテラシー	学際科学 教科横断・体験型ゼミ形式 SS 国際情報（全クラス） 教科横断、コメ里山研究 グローバル環境科学（自由選択・全員対象） フィールドワーク		
一般科目への普及	↓ 総合的な学習の時間 共生社会研究(探究の技法)	↓ 総合的な学習の時間 キャリア研究 英語コミュニケーションⅡ 英語プレゼンテーション・チームティーチング	

※平成27年度から、総合的な学習の時間において、高1全クラスでSSH型学習による課題研究への取り組みを行っている。

科目名「学際科学」（1学年1単位）・「SS数理演習」（1学年1単位）※単位数は学校設定科目のみ

仮説

学際科学：日常生活での身近な現象をテーマに、生徒が各教科や学問領域の科学的関連性を発見するプロセスを重視した、体験型・ゼミ方式によるジグソー学習法を行う。このことにより、理数科目のみならず、人文・社会科目や芸術・保健・家庭科を包括する視点によって、実生活を支える科学リテラシーを習得し、全教科の相互関連性を認識できると考える。

SS数理演習：実生活の中にある比較的シンプルな科学現象を題材に、実験とグループ討議を積み重ねる中で、科学的視点で調査追跡する方法（実験組み立て法）や、理科と数学の関連性を応用する方法（数学的データ解析法）などの、研究に必要なスキルを体験的に習得できると考える。

実施期間 平成28年4月23日～平成29年2月18日

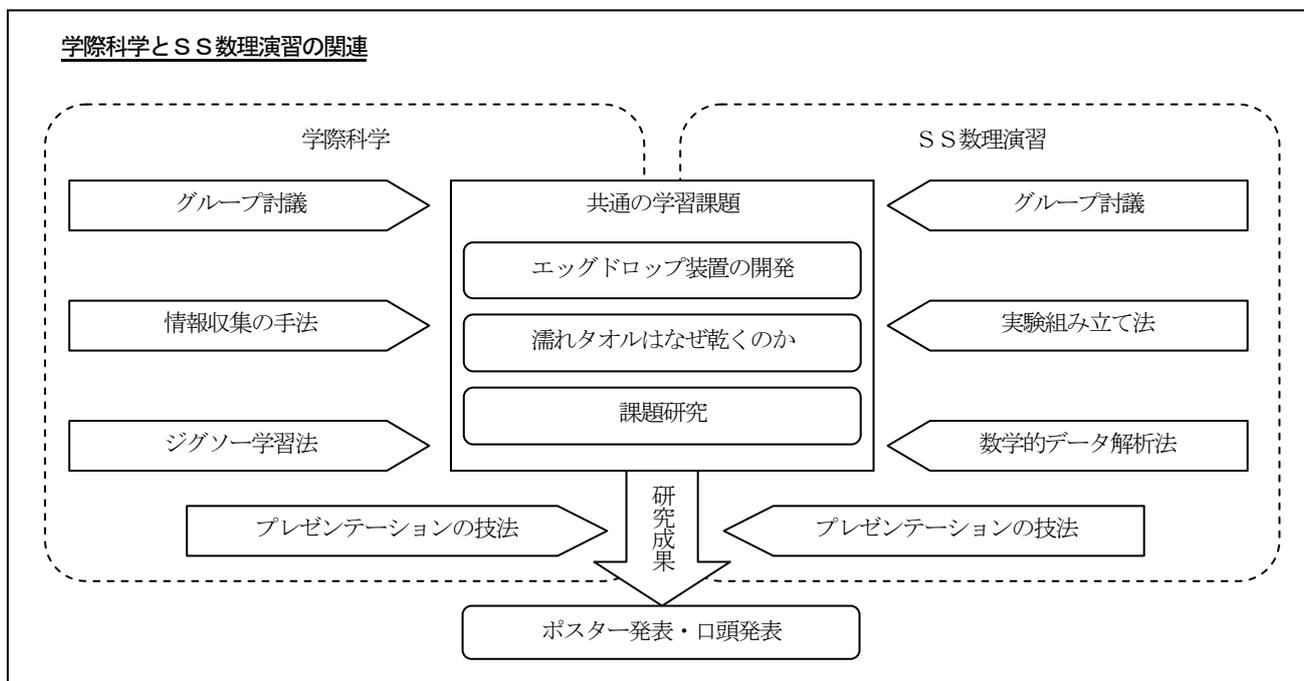
対象者 高校1年生理数キャリアコース生徒81名 [アドバンスドクラス（40名）・スタンダードクラス（41名）]

今年度までの流れ

入学直後から1年生がクラス全員で取り組む科目であるため、課題に対する視野を広げること、課題解決型学習により研究に必要なスキルを習得すること、および、学習課題ごとに発表する機会を設定することで、研究の到達点を意識した研究計画を立てられるようになることを重視し、生徒が各人で取り組んでいく研究の精度を高めるための活動を多く取り入れた。

内容・方法

【授業形式】 学際科学とSS数理演習は相補的關係にあり、共通する学習課題に対してそれぞれのアプローチを行った。学習課題には身近な事象を用い、生徒自身が事象のメカニズムや各要素との関連性について仮説を立て検証する課題解決型学習を行った。また、学習課題ごとにグループを編成し、グループ討議を重視した。検証した内容やその課程については、ポスター発表を行う機会を設けた。教員は、討議・調査・実験を円滑に進めるための補助役を務め、関連する科学的事象の解説などは、必要最低限とした。



【授業展開法】 本科目では、主に下記Ⅰ～Ⅲの学習課題に取り組んだ。教諭2名を主担当とし、扱う内容により適宜専門分野の副担当の教員や、外部講師による補助を受けた。土曜の3、4時限目を単位とし、内容により学際科学とSS数理演習に分類、それぞれの単位とした。

Ⅰ. エッグドロップ装置の開発（4月～6月）

コンテストでの優勝を目指してエッグドロップ装置を開発することを目的とし、様々な角度から「落ちた卵が割れない理由」を検証する中で、卵や力学について多角的に学んだ。

II.濡れタオルはなぜ乾くのか (9月～12月)

布が乾くという日常的な現象に及ぼす様々な要素を抽出、変化を与えたときの結果を予測、実証する実験を計画・実行した。

III.課題研究への応用 (1月～3月)

「いのちの営み」というプラットフォームの上で、各科目のコアとなる科学的知識や定義の一貫性・整合性を認識させるために、実生活に関わる科学的リテラシーを可視化した「いのちの営み・共有マップ」を生徒自身に作成させる。また、食欲を数値化するための実験計画を立てさせ、実施・検証を行った。

【評価】 下記の内容を課題ごとに点数化し、総合的に評価した。

授業に対する取り組み [授業での教材への記入・課題の提出・達成度]

発表 [課題の理解・発表準備・発表の姿勢・発表の技法]

H28年度 授業スケジュール

月	日	学際	数理	分類	H28内容
4	23	1	1	ガイダンス	SSHガイダンス/マインドマップの作成方法
	30	1		ガイダンス	マインドマップ
5	7	1	1	エッグドロップ①	エッグドロップ導入
	14	1	1	エッグドロップ②	科学探究法と実践
	28	1	1	エッグドロップ③	実施要綱発表/装置開発①
6	4	1	1	エッグドロップ④	装置開発②
	11	1	1	エッグドロップ⑤	エッグドロップコンテスト(特別講義/コンテスト)
	18	1	1	エッグドロップ⑥	まとめ
	25	1	1	エッグドロップ⑦	食品科学講座/論文の構造
7	2	1	1	エッグドロップ⑧	論文の構造/食品科学講座
9	3		2	濡れタオル①	濡れタオル導入・予備実験指導
	10		2	濡れタオル②	グラフ作成法/予備実験グラフ作成
	17	1	1	エッグドロップ⑨	学園祭発表準備・練習
10	1		2	濡れタオル③	予備実験まとめ
	8		2	濡れタオル④	実験計画・準備
	15		2	濡れタオル⑤	実験計画・準備
11	5		2	濡れタオル⑥	実験実施・データ整理・ポスター準備
	12	1	1	特別講義	特別講義「コメのタンパク分析」
	19	1	1	濡れタオル⑦	実験実施・データ整理・ポスター準備
	26	1	1	濡れタオル⑧	実験実施・データ整理・ポスター準備
12	10	1	1	濡れタオル⑨	発表会
1	14	2		濡れタオル⑩	濡れタオルまとめ
	21	2		課題研究への応用	特別講義 プレゼンテーションスキル
	28	2		課題研究への応用	課題研究の整理
2	4	2		課題研究への応用	特別講義「研究倫理」/課題研究発表会パワーポイント準備
	18	2		課題研究への応用	課題研究発表会
時間数		25	26		

I. エッグドロップ装置の開発 展開法

【エッグドロップ導入】卵を積んだトラックの横転事故を題材に、卵が割れた場合と割れない場合の条件を検討した。

【科学探究法と実践】卵が割れるという現象について、要素ごとに発問、グループ討議を経てクラス全体で多くの考えを共有した。

【物理学的講義】エッグドロップ装置開発に必要な物理学的視点に関する基礎講義。装置開発時に様々な視点をもって工夫できるよう、要素毎にグループ討議を行った。

【装置開発】ケント紙とセロハンテープのみを用いてエッグドロップ装置を開発した。その際、卵自体の構造や物理学的な知識など、多方面に及ぶ調査を行うことで、知識の幅を広げた。

【食品科学講座】卵の構造・栄養価・調理方法などを実習を通して学習した。

【特別講義】講師：工学院大学 塩見誠規先生 エッグドロップ装置開発に関連した、物理学的分野を中心とする講義を実施した。

【エッグドロップコンテスト】エッグドロップ装置と、その開発における視点や構造図を記したエントリーシートを90分以内に作成し、5.3mの高さから落下させ、装置の有効性を競った。エッグドロップの結果と、エントリーシートに記載された装置開発の視点や独創性などについて評価し、表彰を行った。

参加校：早稲田大学高等学校〔1班5名〕、東京都立科学技術高校〔5班14名〕、東京都立戸山高校〔3班12名〕、
東京成徳大学中学高等学校〔6班25名〕、埼玉県立熊谷西高等学校〔4班15名〕、
文京学院大学女子高校〔20チーム81名〕

参加生徒合計152名

【発表】エントリーシートと装置を提示し、装置開発の視点やコンテストの結果などを発表した。

II. 濡れたタオルはなぜ乾くのか 展開法

【導入】ぬれた机をタオルで拭くと水はどこにいつてしまうかということを題材に、グループ討議により水が乾くことに影響を与える要素を整理した。

【予備実験】コップに入れた水の蒸発量を、様々な条件下で4日間、生徒が分担して測定した。

【グラフ作成法指導】予備実験で得たデータのグラフ化を題材とし、グラフ作成時の留意点を説明した。全員に方眼紙を配布し、各自が説明したいことをもっとも効果的に表すためのグラフを、自由に作成させた。着目点やグラフの種類が異なる生徒を指名し、教材提示装置で生徒のグラフを提示しながら、実験結果の説明をさせた。適切なグラフを用いていたかなど、生徒間で意見を交換した。

【実験計画・準備】グループ毎に「布が乾く」「水が蒸発する」に関してグループ毎に調べてみたいことを決定した。その後、それを測定するための変数や固定値などを検討し、必要な実験道具、実験スケジュールを決定した。

班毎の実験テーマ

熱と風	水の硬度の違いによる蒸発量
セームタオルを用いた蒸発量の実験	塩分濃度と蒸発量
布を傷つけたときの蒸発量の差	ビタミンCの濃度が与える蒸発量の変化
タオルの表面積の違いによる蒸発量の変化	干し方による水の蒸発量の違い
布繊維による蒸発のしかたの違い	色々な水溶液の蒸発量
化学繊維と植物繊維の乾き方について	濡れたタオルの乾きやすい温度
色の違いによるタオルの乾く速さの変化	絵具が及ぼす蒸発量の違い
水の表面積と蒸発量の関係	水とエタノールが互いに及ぼす相互作用を利用した乾燥実験
柔軟剤の濃度の違いによる蒸発量	

【実験実施】実験計画に従いグループ毎に実験を行った。

【データ整理・ポスター準備・発表練習】得られたデータをグラフ化し、そこから得られる傾向を読み取り考察させた。発表に向けポスターをグループ毎に作成した。研究内容は研究成果報告会でポスター発表した。

【まとめ】実験計画・実施・発表までの全体に関する反省点や今後の展望をまとめた。

III. 課題研究 展開法

本科目で4月～12月までに学んだ内容を踏まえ、課題研究に応用させる。

【特別講義「プレゼンテーションスキル」】講師：埼玉県立大宮武蔵野高等学校 吉田 健二先生

研究内容を発表する際に発表者として意識する点（声・身振り・姿勢・目配せ）や聴講者としてのマナー（拍手・うなづき・褒める）について学んだ。学んだ内容はその場で「濡れたタオルはなぜ乾くのか」の際に作成したポスターを利用し、実践した。また、プレゼンテーションの設計図を考えた。プレゼンの目的や3P（聴き手の属性、聴き手の目的、発表場所）などを理解したうえで発表を行う重要性を学んだ。

【特別講義「研究倫理」】講師：東京有明医療大学 高野一夫先生

研究を進めるうえ必要とされる規範意識である「研究倫理」について学んだ。研究倫理を守るための正しい研究の進め方を知る必要があること、重大な研究不正（捏造・改竄・盗用）の内容を理解した。生徒たちは自分達がやっている課題研究において、無意識のうちに不正を行っていないか振り返ることができ、研究不正を防止する具体的な方法についても検討することができた。

【課題研究発表会】

1年間学んだことを生かし、各自でテーマを設定した「課題研究」の発表会を行った。研究は途中段階である生徒が多いため、発表する内容は①研究のタイトル、②目的、③仮説、④実験・調査の内容、⑤調査結果（予想される結果）、⑥結果から言えることに絞って行った。全研究班を2グループに分け、各グループに4名以上の教員が付き、生徒と教員で研究の問題点や改善点を探った。これにより、次年度の4月に行われるタイの生徒との交流会に向けて、課題研究の内容を深めることができた。

課題研究テーマ

分野	テーマ	分野	テーマ
物理	きれいに消せる黒板消し	生物	菌体の融合と反発
物理	空気抵抗による速度の多段階増加	生物	コヒョウモンモドキの鱗粉に迫る
物理	シャボン玉の粘度	生物	お茶の抗菌作用
化学	アルギン酸ボールの秘密	生物	ミジンコの光走性

化学	重曹がコーヒー生豆の煮汁に与える影響	生物	梅干の静菌効果
化学	米粉パン	生物	ゾウリムシの収縮胞の1分間当たりの収縮回数
化学	昆布のぬめりで米粉パンを作る	数学	数学オリンピック
化学	加熱によるビタミンC含有量の変化	数学	幾何学
化学	みかんの実と皮のビタミンC	情報	立方体オセロの挑戦
化学	ビタミンCの抗酸化作用について	情報	暗号論
		その他	女子高生における外反母趾の変化

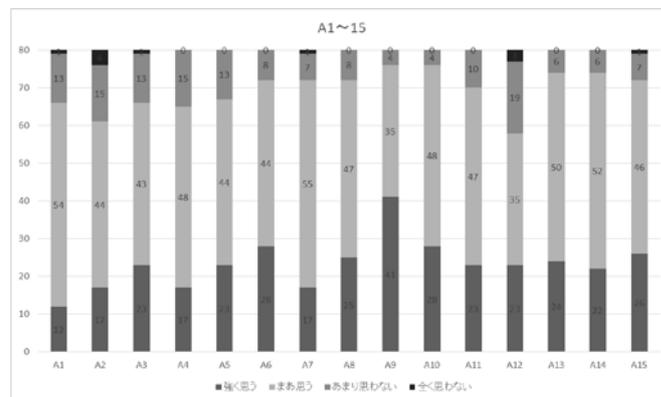
検証・評価

学際科学 本科目の目標である、科学リテラシー習得の目安としては、課題発見力・問題解決力・情報収集力の向上等が挙げられる。年度当初は、課題→グループ討議・調査→発表という授業形態に生徒が不慣れであったため、事象に対し疑問をもつことや発信することが難しかったが、繰り返し行うことで、グループ討議を楽しむ様子が見られるようになった。課題解決に向けた情報収集や調査を繰り返し行うことで、調査の効率が向上するだけでなく、情報の信頼性なども学ぶことができた。3つの学習課題を通して、理科・数学・家庭科・保健については、科学的事象に対して様々な側面から関わっているという認識は持てたと考えられる。

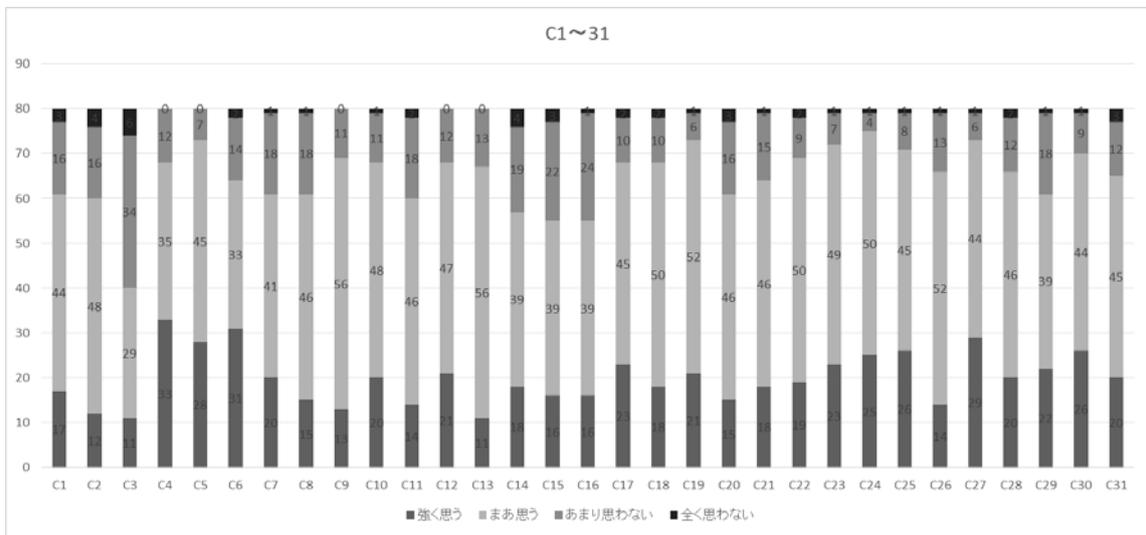
SS数理演習 本科目の目標は、科学的視点で調査追跡する方法（実験組み立て法）や、理科と数学の関連性を応用する方法（数学的データ解析法）などの研究に必要なスキルの習得である。3つの学習課題の全てにおいて、生徒が実験を組み立て実施し、結果を検証して発表する演習を取り入れた。「エッグドロップ装置の開発」では、卵を割らないための要素を念頭においた開発を行うことを重視し、単純な試行錯誤だけに終わらないように留意した。その結果、装置の構造すべてに対して設計の理由を論じることができた。「濡れタオルがなぜ乾くのか」においては、実験テーマの設定から発表までの計画と準備を自ら行うことが初めての生徒が多いため、それぞれの過程に大変な時間を要したり、実験設定に予想外の問題が発生したりし、戸惑うことも多かったが、粘り強く実験を繰り返していた。得られたデータをどの種類のグラフを用いて処理するかは、班でよく話し合いながら選択し、作成していた。「課題研究」では、プレゼンテーションスキルや研究倫理など、感覚的に実行していたことを理論的に教授してもらうことで、改めて意識することができるようになった。課題研究発表会では目的に対して実験方法は正しいか、仮説の立て方は正しいか、適切なグラフを用いて結果を処理することができるかなどを多くの人の目に触れさせることで、問題点や改善点を見つけることができ、研究を深めることができた。

学際科学・SS数理演習 H28 生徒アンケート

- A1. この授業は楽しかった
- A2. 日常の中にも研究したら面白い課題が発見できた
- A3. 課題について、関心を持って積極的に取り組めた
- A4. 課題の解決に近づくための基本的な方法が工夫できた
- A5. 論点・問題点を整理する方法が学べた
- A6. 書籍やネットを使って課題解決のヒントを調べる方法が学べた
- A7. 身近な現象の背景に複数の科学的な要因が関わりあうことが理解できた
- A8. 一般教科（物・化・生・数）の学習も身近な現象の科学的理解に関係すると思った
- A9. 他者と協力して課題に取り組むことができた
- A10. グループ内で意見をまとめる方法を学べた
- A11. 疑問や課題について、自分なりに仮説をたてることができた
- A12. 現象を調べるにあたって、仮説をたてることは楽しかった
- A13. たてた仮説について検証する方法を考えることができた
- A14. 検証結果をもとに考察ができた
- A15. 学んだことや考えをポスターで表現したり口頭発表することができた



- C1. またこのような授業形式を受けてみたい
- C2. この形式の授業を後輩に勧めたい
- C3. この授業は進路選択の参考になった
- C4. 実験計画を組み立てること（実験立案）は楽しかった
- C5. 積極的に実験立案に取り組めた
- C6. 自分で実験すること自体が好きになった
- C7. 実験立案によって科学への興味が増した
- C8. 実験立案の経験を後輩にも勧めたい

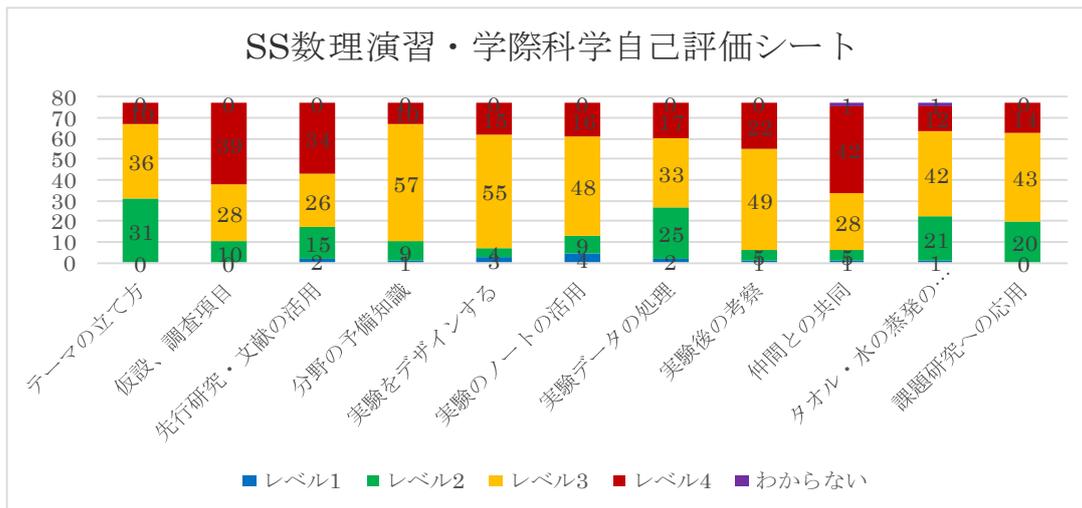


- C9. 実験立案によって、調べるべき内容を理解しやすくなった
- C10. 実験立案によって、自然現象の科学的解釈に役立つと思った
- C11. 実験立案は自分の課題研究を深めることに応用できた
- C12. 実験立案はレポートの書き方を学ぶのに役立った
- C13. 実験立案に参考文献を役立てることができた
- C14. Mind Map を描いて学習するのは楽しかった
- C15. Mind Map を描く方法を自分の研究や他の学習でも活用したいと思った
- C16. Mind Map を描くことを後輩にも勧めたいと思った
- C17. Mind Map を描くことで意見を整理しやすくなった
- C18. Mind Map を描くことで論点を理解しやすくなった
- C19. Mind Map を描くことで要素の関連性がわかるようになった
- C20. Mind Map を描くことで問題点が明らかにできた
- C21. プレゼンにおいて意識すべき4項目（声・身振り・姿勢・目配せ）を実践できた
- C22. プレゼンを聞くときに意識すべき3項目（拍手・うなづき・褒める）を実践できた
- C23. 自分の研究で不正を行っていないか振り返ることができた
- C24. 研究倫理を守るために正しい研究の進め方を理解できた
- C25. 重大な研究不正（3種類）の内容を理解できた
- C26. 重大な研究不正（3種類）を防止する具体的な対策を考えることができた
- C27. 日常の現象を学習の題材にすることは楽しかった
- C28. 日常の現象に注目することを後輩にも勧めたい
- C29. 日常の現象を題材にしたことで科学への興味が増した
- C30. 日常の現象にも研究の題材が隠れていると思うようになった
- C31. これからも日常の現象を意識的に観察してみようと思った

【H28 SS 数理演習・学際科学自己評価シート】

SSクラブのルーブリック表を使った「SS数理演習・学際科学」自己評価シート
SSクラブ自己評価シート(複数のクラブで活動をしているものは一番良かったもので自己採点)

	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	得点	
普段の研究の進め方	テーマの立て方	実現可能なテーマではなかった。	実現可能なテーマが設定出来た。	明確で、実現可能なテーマが設定出来た。	独自の、明確なテーマが設定出来た。	
	仮説、調査項目	仮説も調査項目もなく、ただ実験を進めている。	仮説はあるが実験方法が明確でなく、ただ実験を進めている。	仮説や調査項目は整理してあるが、計画的とは言えない。	仮説や調査項目を整理し、計画的に実験を進めている。	
	先行研究・文献の活用	ネット情報や文献などを使っていない。	インターネットで少し調べただけである。	先行研究や文献を調べているが、研究に活用されていない。	先行研究や文献を調べ、研究に役立てている。	
	分野の予備知識	ネットで調べてもいない。	ネットで調べたが、わからなかったのでもそのままにしている。	先生に勧められた本を読み、考察に最低限必要な知識を予習している。	文献や図書などを使い、考察に最低限必要な知識を前もって学習している。	
	実験をデザインする	教員が指示した実験を行っている。	ネットや文献に乗っていた実験をそのまま行っている。	テーマ(仮説)に適した実験方法を自分たちで考えている。(アイデアは多くない)。	テーマ(仮説)に適した複数の実験方法を自分たちで考えている。工夫している。	
	実験ノートの活用	実験方法とデータが別々に保管されている。または何のデータかわからない状態になっている。	ノートではなく実験プリントにデータの値があるだけで表形式にまとまっていない。	実験方法や得られた数値をノートに記載し、表形式でまとめているが、メモはない。	実験方法や得られた数値をノートに記載し、表形式でまとめている。また気づいた点のメモも記入されている。	
	実験中の態度	予備実験は行わず、データはメモのみである。	予備実験は行ったが、実験中は表のみでグラフを使用していない。	予備実験は行わないが、実験中はグラフを使い点をプロットし、読み取りエラーを無くす。	必ず予備実験を行う。実験中はグラフを使い点をプロットし、読み取りエラーを無くす。	
	実験データの処理	値が記入されているだけで、処理は全然されていない。	後で処理はしたが、表題や凡例などが分かりにくい。	誤差や精度、有効数字には注意していないが、実験後すぐにデータ処理が出来ている。	誤差や精度、有効数字などにも注意を払い、実験後すぐにデータ処理が出来ている。	
	実験後の考察	結果をまとめていないので、何がどうなっているかわからない。	実験データを眺みかみにして、考察がされていない。	実験の考察をしているが、データを眺みかみにしており、再実験などが無い。	実験結果から振り返りや次の実験を考察している。	
	仲間との共同(個人研究は3)	全く実験に参加していない生徒もいる。	近としてまとまりがなく、何を目的とした実験を行っているのかわかっていない。	話し合いと分業がなく、研究を進めているが、各自が何を調べているかわかっている。	話し合いと分業をしながら、研究を進めている。各自が何を調べているかわかっている。	
総合	タオル・水の蒸発の実験を終えて	論理的に話す力、論理的な文章を書く力、相手の発表を聞き取る力はいずれも身につけていない。	論理的に話す力、論理的な文章を書く力、相手の発表を聞き取る力の3点中1点が身についた。	論理的に話す力、論理的な文章を書く力、相手の発表を聞き取る力の3点中2点が身についた。	論理的に話す力、論理的な文章を書く力、相手の発表を聞き取る力の3点が全て身についた。	
	課題研究への応用	課題研究へ応用できるものは得られなかった	基本的な研究のすすめ方を理解できた	基本的な研究のすすめ方を理解でき、データの整理が行えるようになった	研究のすすめ方を理解、実験データの整理、表現方法まで学べた	



生徒の自己評価では、「仮説・調査項目」「先行研究・文献の活用」「仲間との共同」で4割近くがレベル4と評価している。それに対して「テーマの立て方」や「実験データの処理」については苦労をしているようで、レベル2の評価が3割前後存在している。その他の項目については、ほとんどの生徒がレベル3以上と自己評価している。

次年度への課題

自分の考えや知識を整理する手法としてマインドマップの作成を多用した。個人で作成するだけでなく、それをペアやグループ、クラス全体に共有することによって視野を広げることができ、新たな疑問の発見を促すことができたため、来年度以降も継続させる。どの活動においても生徒の調査やグループ討議を重視しているが、基礎となる知識量が少ないため一つひとつの事象に関して誤った理解をしてしまう場合がある。そのため、教員が知識を与えるべきものと、生徒自身に考えさせるものとの選別とバランスを再考する必要がある。また、より高い論理的思考を持てるようにするためには理科・数学の教員だけでなく、国語科にも協力をしてもらい、文章の読み方や書き方を訓練する必要がある。

5年間の総括

5年間を通して、各教科や学問領域の科学的関連性に気付かせることを重視した授業展開を構築することができた。「卵はなぜ割れるのか」、「濡れたものはなぜ乾くのか」などの身近な疑問について、科学的背景をマインドマップの作成やグループワークを通して自ら考え、見つけることができるようになった。また、教科横断型の授業展開を意識したため、生徒は多角的な視点で現象を把握しようとする姿勢が見られるようになった。実生活の中にある科学的現象について、実験とグループ討議を積み重ねる中で、科学的視点で実験の組み立てや数学的データ解析などの研究に必要なスキルを体験的に習得することを目標としていたが、生徒の知識不足や思考力不足により十分に習得させることはできなかった。しかし、科学の探究活動におけるこれらのスキルや考え方の重要性を認識させ、意識付けることはできた。

【学際科学・SS数理演習 濡れたタオルが乾くとは】 生徒のポスター作品

絵の具が及ぼす蒸発量の違いと水の物質の違いによる蒸発量
文京学院女子高等学校 Super Science High School

～目的～
Aの実験では絵具の色によって成分が違うので、これらの成分を水に溶かして蒸発させるような違いが現れるか。Bの実験では水素水、強力炭酸水、純水は物質量が違うため、これらの成分を蒸発させるとどのような違いが現れるかを調べる実験を行った。

～仮説～
絵の具の蒸発しやすい色は、レモンイエロー、セリアンブルー、コバルトブルー、モーブと考えた。
レモンイエローやセリアンブルーの明るい色は、色素が薄く、混合物が少ないと考えたため、蒸発量が多いと考えた。
水素水、強力炭酸水、純水
蒸発しやすい水は水素水、純水と考えた。
水素水に含まれている水素は、原子の中で最も軽い物質なので蒸発量が多いと考えた。
純水は、1層余計な物を含まないため蒸発量が多いと考えた。

～材料～
水素水、強力炭酸水、ビーカー、電子計り、絵具(レモンイエロー、イエローティーン、カーマイン、ライトグリーン、セリアンブルー、コバルトブルー、モーブ)スリッダー、ガラス棒

～手順～
Aの実験 色の種類
1. ビーカーに100mlの水通水を入れる。
2. 水通水を入れたビーカーに七色の絵具を一種づつ入れる。
3. 水通水と水通水+絵具の水の量を計測する。
4. 3の実験を朝、昼、放課後に計測を行い、三日後どれくらい蒸発したかを調べる。
Bの実験 水の種類
1. ビーカーに100mlの水素水、強力炭酸水、純水を入れる。
2. 水素水などを量り、計測する。
3. 2の実験を朝、昼、放課後に計測を行い、三日後どれくらい蒸発したかを調べる。

～結果～
A絵具蒸発量まとめグラフ
B蒸発量まとめグラフ

～考察～
Aの実験から着色料などが含まれてなく、水通水より、唯一レモンイエローの方が蒸発した。ほかの色は水通水より蒸発量が少なかったため、レモンイエローに蒸発しやすい物質が入っていると考えられる。
Bの結果からは混合物の少ない水素水や純水より水素水の方が多く蒸発したため、重さが関係しているか、混合物の方が蒸発しやすいと考えた。

～今後の展望～
Aの実験では絵具の中で唯一水通水より蒸発量の多かったレモンイエローの成分であるイエローオーカーやチープリット、ローシェーナについて蒸発量とどのように関係しているか調べていきたいと思う。
Bの考察では蒸発量が多かった水素水の主な物質である水素は軽いので、蒸発には重さが関係しているか調べていきたいと思う。
また、Bの実験の中で、一番蒸発しなかった純水の理由についても調べたいと思う。

参考文献 Wikipedia コトバンク

のビジネス」、「里山の文化」、「里山とセウムとの関わり」という視点で研究活動を続け、そのテーマにおいて教科横断的指導の研究を行った。平成25年度は、「古代米の研究」に取り組み、日本の主食としての「コメ」の研究や、産地偽装に関する科学的探究として「DNA解析実験」を行い、日本の食に関する探究活動を文理それぞれの視点で実施、平成26年度は、「遅まき米の研究」に取り組み、栽培期間の短縮や日本の農業の実態を知る内容で授業を実施し、平成27年度は、土の量をペットボトルの20・10・0, 50に限定して、土量の限定された環境での稲の生育について研究した。各年度において、収穫後のコメに対して、工学院大学の協力のもと燃焼法によるタンパク質含有量検査を行い、収穫されたコメの品質検査も実施した。更に収穫したコメの商品化（パン菓子製造）体験を通して、商業ベースでの視点や栄養学的な視点での体験的学習を進めた。今年度平成28年度は、日射量に差をつけた環境で稲作を実施して、稲の生育度・コメの収穫量・収穫米の品質の検定を行い、稲作における生育環境の差がどのように稲の生育や収穫に影響を与えるかを探求した。この研究過程で理数キャリアコースの2クラスには「コメのタンパク質定量実験」（11/12実施）を体験させ、他クラスへの情報提供という形で知識共有を行った。また、年間ほぼ週1回のサイクルで2名の特別英語講師とのTT授業を展開し、英語による論述力を向上させる取り組みを行った。その結果は、英語化したポスター発表・口頭発表の形で今年度の成果報告会で公開することができた。他の国際教養コースやスポーツ科学コースにおいても、日本の食に関する探究活動の視点で研究活動を進め、ポスター作成を通して成果の公開と、他クラスとの知識の共有を行った。このように5年間共通する実践的な研究活動法は、稲作体験（校内ウッドデッキでのプランター栽培）という体験的学習を柱に授業展開した。都会の中で、規模は小さいながらも田植え、収穫、商品化まで関わることができ、幅広い視点で探求する手法を学ばせることができた。

各計画の概要をまとめると、全クラス共通で学園祭と成果報告会において研究成果ポスターの公開展示を行い、外部評価を受けた。コースにより分野の異なる取り組みも行き、理数キャリアコースでは、実験を伴う研究論文作成（プレゼンテーション作品及びポスター製作）と、その国際化を目指した英語ポスター作りも実践することができた。本校ではすでに定着した専任教諭と外部講師によるTT形式の授業において、国際論文作成と発表指導を伴う授業を年間の約半数の単位で導入、そのカリキュラムを開発し、安定してその成果を得ることができた。また今年度はそのノウハウを活かして、TT形式ではない本校専任教諭の単独指導による研究発表指導も進み、国際教養コース・スポーツ科学コースの生徒も探求活動をプレゼンテーションする技法を身につけることができた。成果報告会では、全コースの代表生徒が科学研究発表を体験し、その幅を広げることができた。

年間の授業の指導の中には、情報収集力や表現力育成という情報のカリキュラムに準じた基礎力を基に、本校独自の発想力豊かな思考力の育成と、国際化に対応した表現力及びコミュニケーション力の向上という新たな視点を加えた独自の新たなカリキュラムによる指導が進められ、文系理系を問わず、生徒一人ひとりの発想力の伸張や国際性の育成に繋がる結果を残すことができた。

【特記すべき研究活動】

①「里山教育」日工教研究支援
 (共同研究 工学院大学特別講師 若松昭秀先生)
 6月4日(土)SS国際情報
 里山プロジェクト実施 9名参加

②国際論文指導作品
 英語化ポスター
 特別講師 アラン ニズベット先生
 樋口 ステファナ先生

Difference between sun and ex-convict

Six Groups

Bunkyo Gakuin University Girls' Senior High School, Tokyo, Japan

Introduction

Rice is a food staple in Japan and has been cultivated for centuries throughout the country. Koshihikari is one of the most popular varieties of rice grown in Japan and was used in this experiment.

In Japan rice is usually cultivated in flooded fields, or rice paddies (wet cultivation). In order to grow and produce grain, rice needs about 90~120 days of sunlight exposure a day.

Result

① Rice growth (length of plant height)
 shade 75.0 cm sunlight 80.0

shade

sunlight

② Rice growth (weight of rice)
 shade 3.93 g sunlight 6.20 g

③ Rice yield (rice grain count)
 shade 345 grains sunlight 362 grains

④ Amount of root (weight of root)
 shade 0.260 g sunlight 0.430 g

⑤ Nutritional value (amino acid test)
 shade 8.7 mg/ml sunlight 8.3 mg/ml

⑥ Morphological difference (number of tillers, color)
 shade 4 number sunlight 5 number

⑦ Leaf color (Chloroplast volume)

sunlight

shade

Average tiller number	one	two	three	four	five	the mean (value)
Ume class	111	172	149	135	143	142
Hagi class	110	97	93	101	107	101.6

Objective

Comparison of differences in growth of rice due to long day time

- Rice growth (length of plant height)
- Rice growth (weight of rice)
- Rice yield (rice grain count)
- Amount of root (weight of root)
- Nutritional value (amino acid test)
- Morphological difference (number of tillers, color)

Materials and Methods

Material:

- bucket 15 ℓ
- soil arakidatuchi 6 ℓ
- koshihikari about 20 grains
- one placed in direct sunlight
- one half the time in shade / sunlight

Method:

- Mix into the soil and water in the bucket.
- The rice to a depth of about 1 cm from the top.
- Go and then observed to be unraveled 3 cm water.

Discussion and Conclusion

All plants grew with nutrition obtained by photosynthesis. The tillering number, the length of the plant height, the weight of the root were found to promote growth as the photosynthesis became more active. Also, it turned out that rice made it more delicious to have a lot of photosynthesis.

本講座では、研究成果を英語資料として作成することにより、論点の明瞭化の重要性や、表記する論点の構築法や表現法にまで指導が行き届くようになった。

検証・評価

生徒の授業定着を示す成績面の検証について、全クラス共通の評価の基準は以下の通り。

SS国際情報の授業における評価法（AA点+テスト点）

① AA点：作品課題提出+出席点 50% ② テスト点：学年末定期試験のみ実施 50%

①の作品に関しては、プレゼンテーション作品・新聞作品・ポスター作品・英語ポスター作品・レポート作品を評価した。

また、本校の実施する授業評価シート（コミュニケーションBOX）において、多角的な評価を実施した。

結果 SS国際情報の試験評価

課題提出については、作品進行に合わせて複数の中間点評価を行い、作品完成時の総合評価をした。AA点となる研究発表の作品形式は、新聞・ポスターともに本校が採用するオーソドックスな表現形式を基準として、評価した。その結果として、作品はほぼ全員完成度の高いものを作り出し、課題評価点は毎年6割以上を保持している。また、学習内容に準じた筆記試験も、よく学習し、全クラスとも6割以上の平均点を残した。その結果、総合評価6割以上という当初予定した高い定着率を残すことができた。また、生徒へのアンケート調査の結果を見ても、生徒はプレゼンテーションや、実験・観察を含む科学的探求に高い関心を持ち、一年間学習したことがわかる。

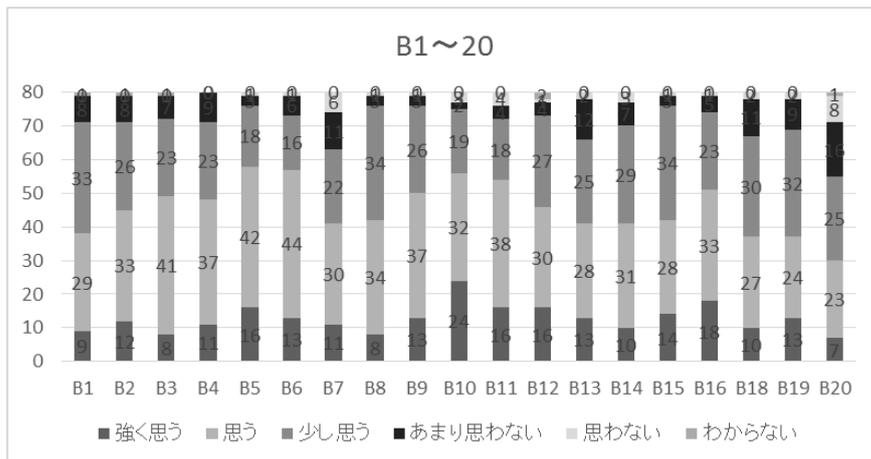
今後への課題

5年間のカリキュラム開発の成果により、現在では教科横断型授業およびその内容の国際化は定着し、高校1年生時点で英語によるプレゼンテーションを経験させることが可能になった。国際化に関しても、英語科との有効な連携関係を構築することができた。今後はこの教育活動で得た経験を教員間で共有し、学年進行に合わせて発展したプログラムへと繋げることであり、探求の技法の習熟度をより高め、高度な論理思考を持てるようにすることが今後の指導課題となる。体系的な科学分析のフィールドだけでなく、文系領域にもある論述力をも含む幅広い探求力を定着に向けて目標を設定し、課題に取り組みたいと考えている。

SS 国際情報

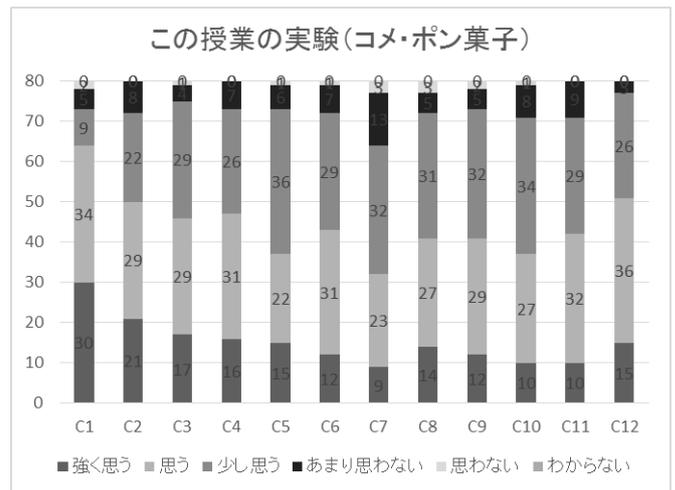
H28 生徒アンケート

- B1. 日常の中にも研究したら面白い課題が発見できた
- B2. 課題について、関心を持って積極的に取り組めた
- B3. 課題の解決に近づくための基本的な方法が工夫できた
- B4. 論点・問題点を整理するする方法が学べた
- B5. 書籍やネットを使って課題解決のヒントを調べる方法が学べた
- B6. 科学論文（ポスターなど）の発表形式について学ぶことができた
- B7. 科学を英語で発表することに興味が持てた
- B8. 身近な現象の背景に複数の科学的な要因が関わりあうことが理解できた
- B9. 一般教科（物・化・生・数）の学習も身近な現象の科学的理解に関係すると思った
- B10. 他者と協力して課題に取り組むことができた
- B11. グループ内で意見をまとめる方法を学べた
- B12. 疑問や課題について、自分なりに課題をたてることができた
- B13. 現象を調べるにあたって、仮説をたてることは楽しい
- B14. たてた仮説について検証する方法を考えた
- B15. 検証結果を評価し、考察ができた
- B16. 学んだことや考えをポスターで表現したり、口頭発表することができた
- B18. またこのような授業形式を受けてみたい
- B19. この形式の授業を後輩にすすめたい
- B20. この授業は進路選択の参考になった



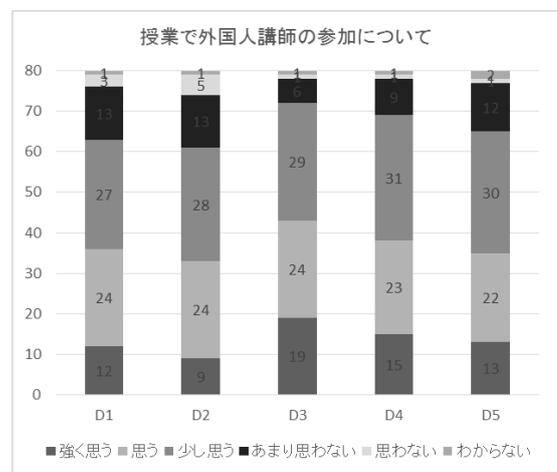
【 この授業の実験（コメ・ボン菓子） 】

- C1. この実験は楽しかった
- C2. 積極的にこの実験に取り組めた
- C3. 自分で実験することが好きになった
- C4. この実験により科学への興味が増した
- C5. 今後の自分の課題研究に継続したいと思った
- C6. この実験を後輩にすすめたい
- C7. この実験によって教科書に出てくる内容を理解しやすくなった
- C8. この実験によって理科器具の取り扱いに自信が持てた
- C9. この実験は自然現象の科学的解釈に役立つと思った
- C10. この実験はさらなる課題の発見に役立った
- C11. この実験は今後の実験設定を計画するのに参考になった
- C12. この実験はレポートの書き方の習得に役立った



【 授業で外国人講師の参加について 】

- D1. 外国人とコミュニケーションをとることに抵抗感が少なくなった
- D2. 外国人に自分の考えや研究を発表することは楽しいと思った
- D3. 外国人教師と接することを後輩にもすすめたい
- D4. 英語による発表表現を学ぶのに有効だった
- D5. 外国人に直接質問する方法を学ぶのに有効だった



科目名「グローバル環境科学」（1学年 1単位）

仮説

都会に住む生徒は、地球環境や生態系の保全の重要性を、コンピューターなどの媒体を通して目にする機会が多い。しかし直接見て触れることが難しいので自分達の身近な問題としては日頃実感しにくい。小笠原諸島は、その生態系が海洋島による隔離された環境で独自に進化した生態系を持ち、水陸両方の特殊な環境を体験することができる。また、自然遺産に登録され、自然環境の保全と、人間生活との両立を学ぶフィールドとしても適している。生徒が小笠原で実習を行う事により、

- ① 普段触れることの無い豊かな自然を身近に感じ、時には危険とも隣り合わせであることを体感する
- ② 自然環境を守りながら、その地で生活を行っていく上での制約や考え方、価値観を学ぶ
- ③ フィールドワークを通し、課題発見能力や調査手法、考察力などを身につけることができる

の3点について深く掘り下げる事ができると期待できる。

実施期間

事前指導：5/28(特別講義)、6/10、6/15、6/22、6/24・7/8・9(フィールドワーク実習)

現地体験・研究調査：7/27～8/1

事後指導：8/3～8/6、9/10(校内発表会)、9/24・25(学園祭発表)、12/10(成果報告会)、12/17(島嶼科学交流会)

対象者 高等学校1年生 21名

今年度までの流れ

事前指導として、小笠原自然体験教室の趣旨、求める内容、全体の流れを説明した後、最終的な希望者を募った。そこから小笠原についての基本的知識を学んだあと、首都大学東京の可知直毅先生より、生物学的・地理学的視点から、より詳細な講義を受けた。また、事前指導としてフィールドワークの基礎知識および技能を身につけるために六義園に行き実習を行った。現地では毎毎に事前に設定した調査内容について、フィールドワークを通してデータを集めた。帰京してから1週間で内容をポスターにまとめ、結果を全体に発表した。また、その際に作成したポスターを学園祭で展示した。

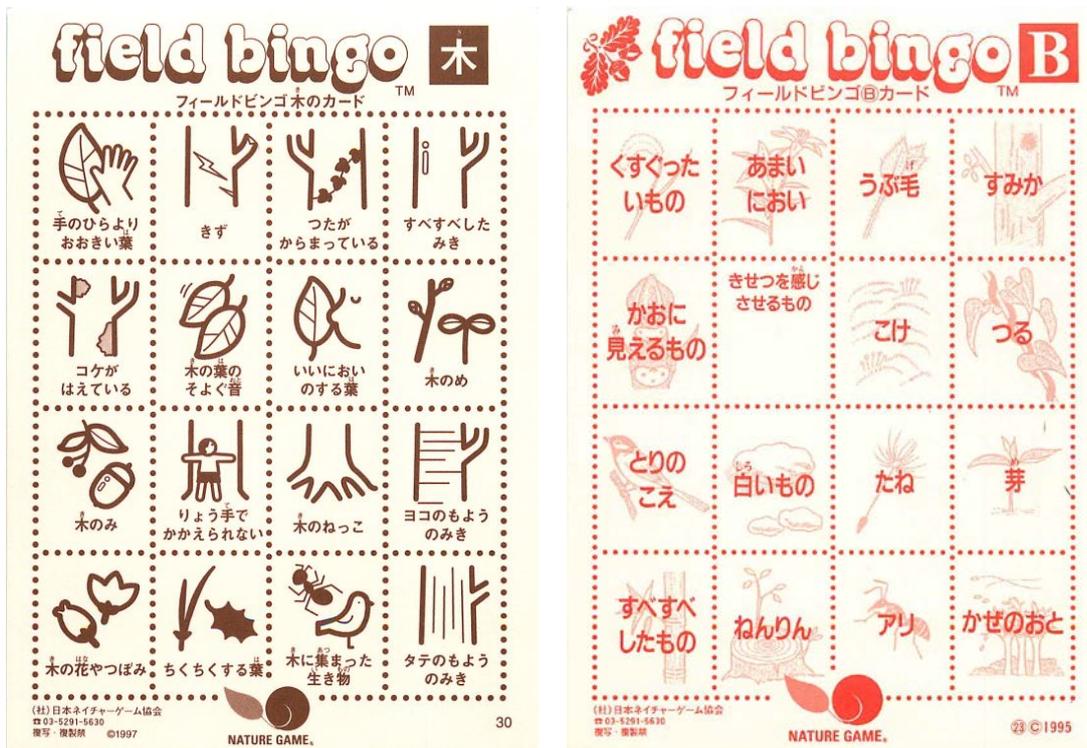
内容・方法

事前指導：大きく分けて首都大学東京の可知直毅教授による特別講義、フィールドワーク実習、ポスター作成方法の3つを実施した。

- A) 首都大学東京の可知直毅教授による特別講義：自然遺産登録・海洋島の成り立ち・適応放散と種分化・外来種問題について小笠原諸島に関する理解を深めた。
- B) フィールドワーク実習：フィールドワークの基礎知識として自然観察の方法やルール、持ち帰れない試料をどのように記録をとるか、膨大な情報から効果的にメモをとる方法などを講義によって学んだ。その後学んだことを生かし、本校校庭と六義園で実際に五感をすべて使うことを意識しながら植物や昆虫の観察を行い、フィールドノートにまとめる作業を行った。
- C) ポスター作成方法：調査内容を報告するためのポスターの作製の方法について学んだ。ポスターに記載すべき内容や相手に伝わりやすいポスターについて学んだ。

◆今年の事前学習は以下の4つの柱で展開した。

1. 「フィールドワーク入門」の講義：フィールドワークのしかた・自然観察の視点・フィールドノートの書き方などを学ぶ。
 2. 「ポスター作成」の講義：ポスターの作成方法・盛り込むべき項目などを学ぶ。
 3. 「校庭フィールドワーク」の実践：教員＋生徒のグループで校庭の自然観察を通して、フィールドワークの実践を学ぶ。
 4. 「六義園フィールドワーク」の実践：各自で六義園をまわり、これまで学んだ視点や手法を生かして自然観察を行う。
- 課題：フィールドビンゴ、フィールドノートにスケッチをとる。



現地体験：活動は大きく現地でのアクティビティと、自己テーマのデータ収集の2つに大別された。

A) アクティビティ

- A-1 1日森山歩き：小笠原特有の固有種や種分化の過程を、主に植物の視点で学んだ。2班に分かれ、それぞれにネイチャーガイドがついて様々な解説を受けた。ただ話を聞きメモを取るだけではなく、五感やデジタルカメラなどを存分に活用して学習した。様々な固有種を目にするだけでなく、外来種であるグリーンアノールも間近に見て、現状や対処法、法令についても理解を深めることができた。
- A-2 シュノーケリング体験：今年度は海の状態が、年に数回程度といわれるくらいの風で南島に上陸することができた。南島は一日の入島人数の制限、ガイドの同行の義務など自然保護を重点的に行っており、小笠原に残る特有の自然環境を観察することが出来た。また、ドルフィンスイムを行い、ネイチャーガイドがイルカの群れを探し、イルカの近くでシュノーケリングを行ったりすることで、群れの様子やその他の海の生物を間近に目にする事ができた。シュノーケリングは事前に練習を行い、必ずバディを組んで行動し、不測の事態に備える必要性を認識した。
- A-3 研究所訪問：父島には首都大学東京所有の研究施設があり、今年度は、環境省自然保護官の方、自然環境研究センターの研究員2名により、午前・午後の2回交代で、現在大幅に個体数が減少しているオガサワラハンミョウの生態や減少の原因、飼育現状、保護活動の様子について講義を受けた。

- A-4 ウミガメ体験：海洋センターにてウミガメの生態・歴史・進化・現状の問題点と保護活動についての講義を聴き、人間生活や人工の環境が、現在どのようにウミガメの生態に影響を与えているかを学ぶ機会となった。また、実際に飼育されているカメを見ながら、種ごとの違いや特徴について説明を受けた。ウミガメ飼育体験では、子ガメの甲羅掃除、給餌を行った。
- A-5 ウミガメ産卵観察：近くの海岸にカメが産卵場所を求めて上陸している所を観察しに、2日間にわたり、近くの海岸へ観察に出かけた。実際に産卵に立ち会うことができ、野外での動物観察の方法や注意点など、必要事項を学んだ。
- A-6 ビジターセンター訪問：小笠原ビジターセンターで、小笠原の歴史や生態系についての学習ビデオを2本見た後、各研究テーマ班に分かれて、各自必要な資料を手に入れたり、研究内容をまとめたりするなどの学習活動に動しんだ。

B) 研究テーマのデータ収集

事前指導内での自己テーマ設定を元に1グループ最大4人までとして7グループを作り、テーマを1つに絞りこんで、小笠原滞在中に出来る限りのデータを集めさせた。集める方法は、役場やガイドの方などからの聞き取り、画像、限定された場所における試料採取である。事前にグループが集めなければならない情報を整理し、適切な情報の得方を模索する中で、一人ひとりがテーマと向き合い、深く1つの事について考えるという研究の基本姿勢が見られた。

事後指導：帰京後1週間の期間を設け、その間に研究班ごとにポスターを作製した。夏季休暇終了後、プレゼンテーション形式で班ごとに発表を行った。その後改良を加えて完成させたポスターは、9/24・25に行われた学園祭で展示し、時間を決めて来校者に対して発表を行った。12月に行われた高校生による島嶼科学交流会に参加するため、全員分のポスターを俯瞰し、各自が自身の班のポスター発表を行い、研究内容の成果を共有した。その上で、小笠原諸島の今後について考えることをまとめ、その内容を1つのポスターにまとめて外部発表用とした。また、そのポスターを用い、本校で12月に行われた研究成果報告会においてもポスター発表を行い、来校者にその成果を伝えた。今年度は12/17に東邦大学で「島を科学する 第3回高校生による島嶼科学交流会」（主催：清真学園高等学校）が開催され、代表生徒3名が参加し、発表を行った。

研究テーマ

白い砂浜とサンゴの関わり発見	小笠原の植物の独自の進化
アオウミガメの産卵	SEA SAND 小笠原の砂と本土の砂との比較
小笠原の固有種ムニンツツジとは？	小笠原固有のマイマイについて

検証・評価

昨年度から内容を拡大させた事前学習の成果は今年度も見られた。また、事前学習を担当した生物教員が現地にも引率したため、事前学習とのつながりを意識しながら生徒の活動を支援することができた。特に、五感を使って自然を観察すること、研究成果をポスターで分かりやすく伝えるために、持ち帰ることができない試料を写真やスケッチを用いて記録をとることが昨年度よりも上達している。自然遺産登録による試料持ち出しの制限が多いため、昨年度の課題として上がっていたテーマ設定についても、事前に現地とのやり取りを多く行い、その情報を生徒と共有しながら時間をかけてテーマ設定や調査方法についての検討を行ったため、現地ではスムーズに研究を進めることができた。現地では、ネイチャーガイドの話を熱心に聞き、動植物や海や山の環境、地形、保護活動について学ぶことができた。また、各自の研究内容についても積極的に情報を収集することができた。都会で生活している生徒にとっては初めて体験することが多く、多くの感動を得られた6日間となった。研究成果のまとめでは、現地から多くの情報を得ることができたため、内容を充実させることができた。実習参加者で行った研究発表会では生徒同士での質疑応答や意見交換が活発に行われた。これは研究を行う際の流れを理解しており、研究において注目すべき視点が理解できているからだと考える。

次年度への課題

研究内容については事前に現地と情報共有をしながら綿密な準備をさせてから現地に向かうことを継続させる。現地に滞在できる期間は4日間しかなく、試料の持ち出しも禁止されているため、研究テーマ、目的、調査方法などを明確にされ、ネイチャーガイドに事前に質問したいことや用意しておいてもらいたいもの、どのような写真を撮るかなどを決めておく必要がある。また、現地での首都大学東京所有の研究施設訪問では、事前に講義内容を教えていただき、生徒に質問したいことを考えさせておくようにする。研究者の方と直接お話を聞く機会を有意義に使っていききたい。さらに、また、昨年度課題として挙がっていた、研究対象を自然環境だけでなく島での暮らし（生活必需品の確保の仕方や、電気・水道などのインフラ整備、現地の学生の抱えている教育問題など）にも注目させるということは実現させることができなかった。この講座は理数キャリアコース以外の生徒も参加することができるため、特に国際教養コースやスポーツコースの生徒に自然環境以外のテーマにチャレンジさせ、様々な視点で「小笠原諸島」を研究させていきたい。

○「島を科学する 第4回 高校生による島嶼科学交流会」 12月17日 東邦大学（主催：清真学園高等学校）

審査員からのコメント “グローバル環境科学 小笠原研修旅行報告”

- ◇ カタツムリの研究がとても面白く感じました。形と行動の関係を調べる行動実験などを行うと良いかと思いました。
- ◇ 小笠原現地での写真や見たものを強調すると、よりよいはず一になると感じました。
- ◇ 現地で実際に生物に触れて調査し実感できると良いと思います。陸貝は母島でも良く見れます。
- ◇ 現地で学んだことを、本や論文で更に深めると発表に厚みが出ます。
- ◇ 小笠原の素晴らしさが実感できました。
- ◇ 発表が聞きやすくて良かったと思います。

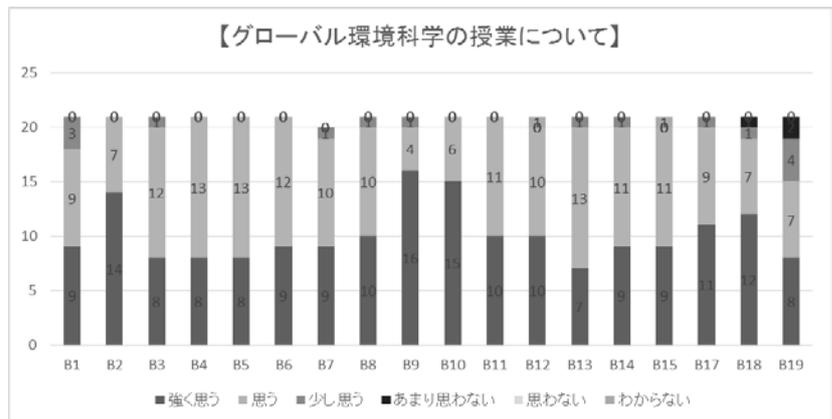
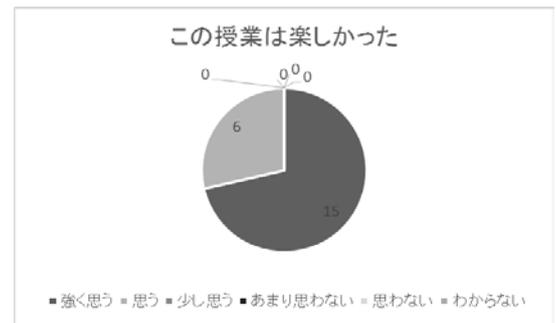
H28 高校1年 グローバル環境科学 アンケート結果報告

- ◆対象生徒 高校1年生 21名
- ◆アンケート結果

A1.この授業は楽しかった

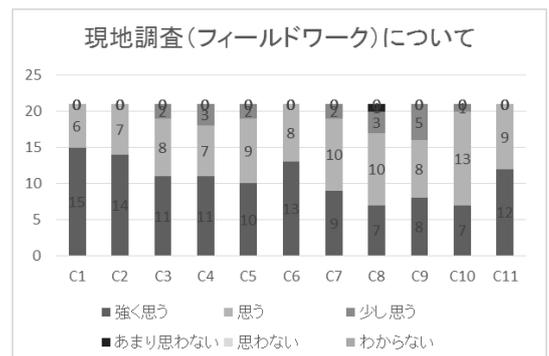
【 グローバル環境科学の授業について 】

- B1.日常の中にも研究したら面白い課題が発見できた
- B2.課題について、関心を持って積極的に取り組めた
- B3.課題の解決に近づくための基本的な方法が工夫できた
- B4.論点・問題点を整理する方法が学べた
- B5.書籍やネットを使って課題解決のヒントを調べる方法が学べた
- B6.科学論文（ポスターなど）の発表形式について学ぶことができた
- B7.身近な現象の背景に複数の科学的な要因が関わりあうことが理解できた
- B8.化学・生物・物理・数学の学習は身近な現象の科学的理解に必要なだと思った
- B9.他者と協力して課題に取り組むことができた
- B10.グループ内で意見をまとめる方法を学べた
- B11.疑問や課題について、自分なりに仮説をたてることができた
- B12.現象を調べるにあたって、仮説をたてることは楽しかった
- B13.たてた仮説について検証する方法を考えた
- B14.検証結果を評価し、考察ができた
- B15.学んだことや考えをポスターで表現したり、口頭発表することができた
- B17.またこのような授業形式を受けてみたい
- B18.この形式の授業を後輩に進めたい
- B19.この授業は進路選択の参考になった



【 現地調査（フィールドワーク）について 】

- C1.このフィールドワークは楽しかった
- C2.積極的にこのフィールドワークができた
- C3.フィールドワークすることが好きになった
- C4.このフィールドワークにより科学への興味が増した
- C5.今後の自分の課題研究に継続したいと思った
- C6.このフィールドワークを後輩にも勧めたい
- C7.このフィールドワークは考察の組み立てや修正に有効であった



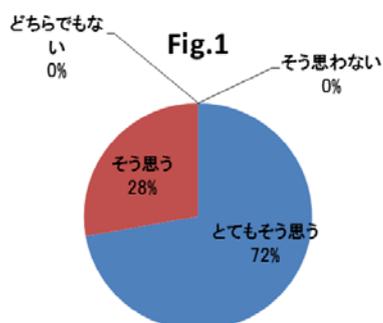
- C8.このフィールドワークによって教科書に出てくる内容を理解しやすくなった
- C9.このフィールドワークでは現象の科学的な解釈に役立つと思った
- C10.このフィールドワークはさらなる課題の発見に役立った
- C11.このフィールドワークによって自然環境の保全の必要性を理解できた

小笠原研修 事前・事後学習について

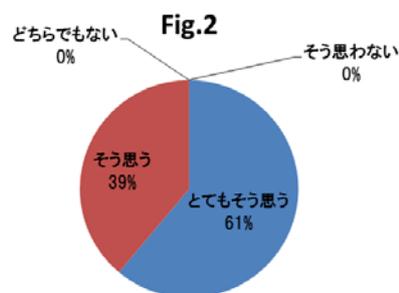
(1) 今回「小笠原自然体験教室」を履修した理由を教えてください。

- *普段は行くことが難しい小笠原に興味があったから。 *小笠原の自然を自分の目で見たり、聞いたりしたかったから。
 - *小笠原ならではの生き物を調べてみたかったから。 *いろいろな生き物が見ることができると聞いて面白そうだったから。
 - *海や自然を体感したいから。 *練馬と小笠原の違いを見つきたいから。 *自然を体験するのにもってこいだと思った。
- ・・・など

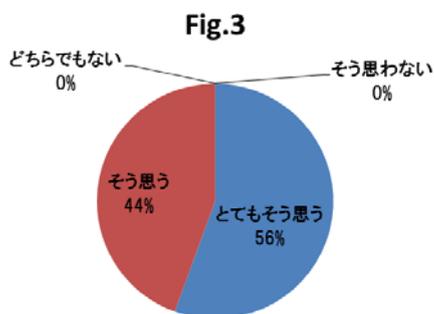
(2) 1日目「フィールドワーク入門」の講義を受講したことで受講前よりフィールドワークの仕方が明確になりましたか？



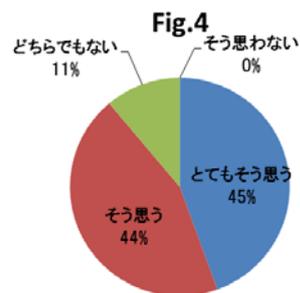
(3) 2日目「ポスター作成」の講義を受講したことで、受講前よりポスターの作成方法が明確になりましたか？



(4) 2日目「校庭フィールドワーク」を実践したことで、実践前よりフィールドワークの仕方がさらに明確になりましたか？

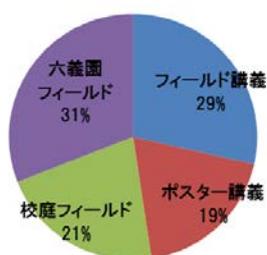


(5) 2日目「六義園フィールドワーク」では、講義内容で得た視点や手法を実践することができたと思いますか？



(6) 事前学習全体を通して、受講内容に含まれていて良かったものを選んでください (複数回答可)

Fig.5



科目名「SSプレカレッジⅠ」（2学年 1単位）

仮説

本科目は、理数系大学における AO・推薦入学者に対する入学前教育の実態調査や大学教員へのアンケート調査をもとに、大学入学までに「知っておきたい用語」を精査し、その結果を基に制作された高大接続教材を活用したものである。具体的には、理数系大学進学のための理科・数学の必須実験を行い、実験の背景にある現象を見極める力とレポートを作成する力を身につけるため、下記の3つの目標を設定した。

1. 知識として要求される自然現象の理解：高校1・2学年で扱われる理数4科目（物理・化学・生物・数学）の教授内容の展開として、必須実験・観察を行い、教授内容の習得に努める。
2. レポートの作成方法の習得：数系大学入学後、生徒が一番初めに苦戦するレポートの書き方とその習得を行う。
3. 進路選択のための興味・関心の発見：様々な自然現象に触れ、自己の興味・関心を発見し、自己の進路について考える。

実施期間

理数キャリアコース アドバンストクラス 2年梅組：平成28年4月15日～平成29年2月10日
スタンダードクラス 2年萩組：平成28年4月18日～平成29年2月13日

対象者

高校2年理数キャリアコース アドバンストクラス（2年梅組 33名）
スタンダードクラス（2年萩組 33名）

今年度までの流れ

本科目は、平成25年度に開講された科目である。本科目では、教員は討議・調査・実験を円滑に進めるための補助役を務め、関連する科学的事象の解説などは、必要最低限とした。そのため、自ら調べて事象の背景にある原理を見つけることや、基本的器具の使い方は習得してきた。また、個人の興味・関心の高い分野を生徒自身で理解し、自ら実験を構築することもできた。しかし、得られた結果を整理すること、結果や既知事項をもとにして論理的に考察を深めることができている生徒は少ない。また、各種発表会でポスター発表の経験を積んでいる生徒は多いが、口頭発表の経験を持つ生徒は少ない。そこで、今年度は前年度の形式を維持しつつ、論文（レポート）作成を十分に理解させたいと、科学的に実験を実施すること、得られた結果を考察すること、一連の活動を科学的にレポート及び口頭発表で表現することを身につけることを目指した展開を行った。

内容・方法

また、本科目は、理数4科目の教諭5名が担当し、1年間を前半・後半に分けて、2ステップで展開する。

I. 科目別実験（4月～11月）

各科目の担当者が実験・観察内容を決定し、計16回（数学3回、物理3回、化学6回、生物4回）の実験・観察を生徒全員が行う。実験はクラスを2分割した16～17名（3～4名班5班程度）で1つのテーマを実施し、次回は他方の実施内容を行う。教員は、授業内で扱う科目実験の担当者が主担当となり、他科目の担当者は補助的な指導を行う。生徒は与えられた実験・観察を行い、その実験のレポートを翌週までに提出する。

II. 科目別実験演習（12月～2月）

生徒が、科目別実験から自己の興味・関心がある理数4科目の中から1科目を選択し、各科目の普通の授業内で扱った学習内容から、実験・観察を1つ計画し、実験を行う。実験後は内容をグループで口頭発表をおこない、さらに個人でレポート提出を行う。各科目の担当者は、生徒が選択した科目ごとに指導教諭として、指導・助言を行う。

【科目別実験演習 実験内容】

梅組				萩組			
分野	班	テーマ	人数	分野	班	テーマ	人数
物理	1	ヤングの実験	4	物理	1	音波	5
	2	鉛直面内の円運動	4		2	重力加速度	4
化学	3	アセチルサリチル酸の合成	4	化学	3	セッケンと合繊洗剤の比較	4
	4	金属樹	4		4	タンパク質分解酵素のはたらきと性質について	2
	5	塩素の発生と漂白作用の確認	3		5	ガラスの製作	5
生物	6	ヒトの盲斑の測定	5	生物	6	盲斑の詳しい面積を求めよう	4
	7	アルコール発酵	5		7	運動による体温・脈拍・呼吸数への影響	4
数学	8	紙の厚さと損失関数	3		8	浸透圧	5

【H27年度 授業スケジュール】

	梅 金 6	萩 月 6	偶数	奇数	科目担当者	実施内容	
前期	1	4/15	1	4/18	生① 生① 生	大杉	マイクロメータの使い方
	2	4/22	2	4/25	オリエンテーション	岩川	オリエンテーション
	3	5/6	3	5/2	化① 生① 化	草薙	電気分解
	4	5/13	4	5/9	生① 化① 生	大杉	酵素反応
	5	5/20	5	5/16	化② 生② 化	岩川	物質の三態・水和物
	6	5/27	6	5/30	生② 化② 生	大杉	細胞の大きさ測定
	7	6/3	7	6/6	化③ 数① 化	岩川	中和・塩・再結晶・反応熱
	8	6/10	8	6/13	数① 化③ 数	岩倉	パーコレーション
	9	6/17	9	6/20	物① 化④ 物	作田	運動方程式
	10	6/24	10	6/27	化④ 物① 化	草薙	酸化還元滴定
	11	7/1	11	7/4	まとめ	全 5名	前期実施実験の確認
後期	12	9/2	12	9/5	数② 生③ 数	岩倉	モンテカルロ法・サイコロ
	13	9/16	13	9/12	生③ 数② 生	大杉	盲斑の測定
	14	9/30	14	10/3	生④ 数③ 生	草薙	物質の精製（再結晶）
	15	10/7	15	10/17	数③ 生④ 数	岩倉	モンテカルロ法・VBA
	16	10/14	16	10/24	化⑤ 物② 化	大杉	脳容積の測定と人の進化
	17	11/4	17	10/31	物② 化⑤ 物	作田	力学的エネルギー保存
	18	11/11	18	11/7	化⑥ 物③ 化	岩川	緩衝液
	19	11/18	19	11/14	物③ 化⑥ 物	作田	摩擦
	20	11/25	20	11/21	科目別実験演習①	全員で担当	オリエンテーション・班決め
	21	12/2	21	11/28	科目別実験演習②		テーマ決め
	22	12/9	22	12/12	科目別実験演習③		実験①
	23	12/10	23	12/19	科目別実験演習④		論文作成講座
	24	1/13	24	1/16	科目別実験演習⑤		実験②
	25	1/20	25	1/23	科目別実験演習⑥		実験③
	26	1/27	26	1/30	科目別実験演習⑦		まとめ① Power Point作成・発表練習
	27	2/3	27	2/6	科目別実験演習⑧		まとめ② Power Point作成・発表練習
	28	2/10	28	2/13	科目別実験演習⑨		まとめ③ 発表会

【I. 科目別実験の展開法】

本科目は、必修単位の理数4科目の展開である。そのため、本授業で扱われる実験・観察は、普段の各科目の授業の教授内容後のものを扱う。しかし、本科目で扱う各科目の実験・観察の背景にある自然現象の規則性・法則性は、履修者に明示するのではなく、『問題発見型』の授業展開の形式で行う。

i. 最初の学習活動（普段の教科の授業）

SSプレカレッジIで扱う実験・観察を踏まえ、現象の規則性・法則性をしっかり生徒に理解させる。

ii. 解決すべき問題の発見（SSプレカレッジIの授業展開法）

(1) < 導入 10分 > 実験・観察法の提示（レジュメ作成 ←『レジュメフォーマット』参照）

授業で扱う実験・観察法を提示する。その際、授業で扱う実験・観察の背景にある法則性・規則性については、一切触れず、授業の実験・観察のスケジュールをシステムチックに説明。

(2) < 展開 35分 > 実験・観察（レジュメ作成 ←『レジュメフォーマット』参照）

レジュメと導入のレクチャーに従い、各班で実験・観察を行う。その際、実験・観察手法を授業の主担当者と補助担当者は、各班を回りながらレクチャー。実験・観察中、生徒はレジュメに記載してある、実験データ記入欄・メモ欄（実験・観察で気づいたこと等）に実験・観察の記録を行う。

(3) < まとめ 5分 > 考察・背景に存在する現象の規則性・法則性の予測

実験を通し、得られたデータから実験・観察によるわかることを班で話し合う。加えて、普段の各科目の授業内容を振り返り、授業で扱った実験・観察の背景にある現象の法則性・規則性を予測する。

iii. 問題の解決（実験・観察のレポート作成と自己フィードバック）←『レポートフォーマット参照』

授業後、班で予測した現象の規則性・法則性の予測が正しいか、間違っていたかを教科書・インターネット・文献等を用いて調べ、レポートにまとめる。レポートの書き方は、各科目で共通し、理数系大学入学のレポートの書き方（「背景 → 目的 → 実験方法 → 結果 → 考察」のステップ）を習得する。レポート提出後は、授業の授業担当者が添削し、その際、授業で扱った実験・観察の『背景』が正しいかを必ず確認し、評価をつける（←『レポート評価・模範解答フォーマット』参照）。また、授業担当は、レポートの模範解答（←『レポート評価・模範解答フォーマット』参照）を作成し、生徒は、自己の作成したレポートと担当者からの添削・模範解答をもとに、自己フィードバックを行う。また、『実験に失敗はない』の言葉に象徴されるよう、上手くいかなかったときの原因・理由・誤差などについて一人一人考察させる習慣づけに留意する。

【II. 科目別実験演習の展開法】

生徒の興味・関心に応じて、1 クラスを物理班、化学班、生物班、数学班に分け、そこから実験班を作り、クラス共通の授業スケジュールのもと、各科目の担当者が個別指導を行う。

i. 実験班について

物理、化学、生物、数学の4分野のうち、興味がある分野を選択させた後、各班3～5名になるように実験班をつくる。

ii. 実験について

- ・ 実験は、3時間で完結するものとする。1時間で完結する実験を3回行っても構わない。ただし、突発事項により3時間に収まらない場合は、放課後や昼休みに実験を行っても良い。
 - ・ 本科目で扱う実験は、各科目で学習する内容（背景にある現象の規則性・法則性）を実際に行い、データを取り、確認するものである。したがって、各実験班が行う実験は、各科目で扱う内容を超越してはならない。
※課題研究（SSクラブで行う実験）と区別をつける。
 - ・ 本科目で行った実験を再実験しても良いものとする。その際、授業で行った実験の反省点を踏まえ実験を行い、加えて、考察や結果等から実験項目を増やすこと。
 - ・ 各科目の教科書を参考に、今まで学習した単元や今後学習する単元の実験を行っても良いものとする。その際、実験内容と実験材料を担当教員と話し合うこと。
- ### iii. まとめについて
- ・ 班毎にパワーポイントを用いた口頭発表をおこなう。（各班4分以内）
 - ・ 実験レポートを個人で作成する。

【評価方法】

本科目の評価は、前期・後期に分け2回行う。下記の①、②を合計し、100点満点で評価する。

- ① レポート・発表点 50% → 毎回のレポートの評価方法は、《レポートフォーマット》参照。
- ② テスト点 50% → 前後期期末試験の得点(100点)を50点に換算する

① レポート・発表点について

すべてのレポート・発表を50点満点で採点し、その平均点をレポート・発表点とする。

①-1 レポート評価

- ・ 毎回のレポートは50点満点で実験担当者が採点し、学期ごとの実験レポートの平均点をレポートの評価とする。
- ・ レポートを作成する際は、手書きとする。
- ・ 提出期限（実験翌週の授業開始時）に遅れたレポートについては、レポート点（1回のレポート50点）の『遅れた日数×5点減点』とする。
- ・ 参考文献で投稿サイトを引用した際、『投稿サイト（ウィキペディアやYahoo知恵袋等）1つ×5点減点』とする。
- ・ 科目別実験演習時については、各実験班で行った実験レポートを1回分として評価を行う。

※詳しいレポートの書き方、評価基準は、《レポートフォーマット》を参照。

①-2 発表の評価

- ・ 科目別実験演習のグループ別発表を、5名の担当教員が下記の評価項目について採点し、評価者全員の平均点を得点とし、レポート1回分と数える。
- ・ 各個人の得点は、（個人点+グループ点）×2の50点満点とする。

個人点	（計15点）	・・・声の大きさ・相手を見ているか・スムーズに話せているか	（各5点）
グループ点	（計10点）	・・・スライドのわかりやすさ・スライドの内容が十分か	（各5点）

② テスト点について

- ・ 各学期の本科目で扱った各科目の実験・観察の背景にある規則性・法則性を問う内容である、レポートの『課題（※演習問題）』を中心に出题する。
- ・ 後期の試験範囲は、科目別実験演習に入る前の11月までの実験・観察の背景にある規則性・法則性を問うものとする。

【検証・評価】

【評価】

① レポートについて

レポートを全て手書きで作成することにより、実験の目的や方法等をもう一度読み直し、自身の手を動かして内容を理解しながら書ことが習慣付き、年度当初より徐々に実験結果の整理や考察の内容が充実するものになっていった。また、昨年同様、実験の『背

景』を作成する際に背景にある現象や法則のキーワードを提示して文章の作成を行ったが、キーワードで提示される内容の説明を教科書や資料集から引用する生徒が多く見られた。しかし、実験目的と照らし合わせ、キーワードを織り交ぜながら、扱った実験内容に沿った背景の文章を作成した生徒もいた。背景を整理して書くことができる生徒は、実験結果や考察もしっかりとした内容を書く場合が多かった。演習課題は、扱った実験のデータ整理に用いる計算や、関連する入試問題などから出題した。自力で問題を解くことが難しい生徒もいたが、演習問題の解法を参考にデータ処理を正しく行うことができる生徒もいた。演習課題を設けることにより、実際の事象と主に文書を通して触れていた知識が結びつき、実感を伴った学習内容の定着も見られた。

1 1月からはそれ以前に習得した実験の基本操作などを用いて、グループ別に関心がある高校の学習内容に含まれる事象を確認する「科目別実験演習」を行った。半年間レポートをまとめる訓練を行っていたため、目的の立て方や実験の組み立て方、操作の注意点、結果の表し方、考察の観点など、レポートにまとめることを念頭において計画・実施する班が多かった。また、操作や結果を写真に撮るなど、発表に備えた準備も実験と同時進行で行えるようになっていた。

1 2月には論文作成法指導を行った。レポートと論文の違いなどを含めて指導したが、数多くのレポートを作成した後に行ったので、それぞれの項目で何を書くべきなのか等の生徒の理解度を測る良い機会となった。年度当初は苦戦していたレポート作成も、毎週1本書き続けることで基本的な作成方法が身に付き、作成に要する時間も減少し、内容も充実したものになっていった。しかし、内容の充実度はアドバンストクラスとスタンダードクラスで大きな差があり、得点率はアドバンストクラスで8割程度、スタンダードクラスで5割程度であった。

② 口頭発表について

今年度は、来年度に履修するSSプレカレッジⅡに直結させるために、科目別実験演習において口頭発表の機会を設けた。今年度中に他の授業（SSコミュニケーションや探究の技法）において口頭発表の経験を積んでいる生徒が多く、声の大きさや姿勢など、発表の態度では高得点をとる生徒が多かった。4分という短い発表時間で、内容も絞り込んだものとなったが、どの班もそれぞれの実験テーマにおいて自分たちが強調したいと考えた事項を、要領よく発表していた。

③ テスト点について

今年度は、各学期の本科目で扱った各科目の実験・観察の背景にある規則性・法則性を問う内容である、レポートの『課題』から出題した。各定期試験で扱う内容が各科目で、多岐に渡っていたことや、通常授業で行う演習問題より難易度が高いことから、全体の正答率はアドバンストクラスで6割程度、スタンダードクラスで4割程度と、クラスにより20点程度の大きな差があった。また、試験問題の生徒の答案の特徴として、個人の興味関心が高い科目については、前年度と同様、正答率が高かった。

【検証】

・科学への興味について

本科目を通して、科学への興味関心が高まり、様々な実験を行うことによって、より関心を持って学習に取り組めたとほとんどの生徒が感じている。一方で、昨年度と同様、毎週の実験レポート課題の負担から、「実験レポートを書くことが好きになった」と感じている生徒は半数しかいない。毎週の実験の実施とレポート作成の負担は大きい、「大学への学びに通じる」と実感している生徒が90%おり、理系大学進学に向けた意識付けはできたと感じる。

・スキルの向上について

「I. 科目別演習」における各科目の実験技能や実験レポートの作成等については、アドバンストクラスではほとんどの生徒が、本科目によりスキルの向上を実感している。しかし、スタンダードクラスの生徒はスキルの向上を実感できていない生徒が3割程度おり、この結果はレポートの採点結果とも一致している。「与えられた実験課題について、背景に隠れている法則を予測することができた」という生徒は、アドバンストクラスで75%、スタンダードクラスで66%と低く、レポートに書くべきそれぞれの項目を満たす技術は習得できたが、レポート全体を通して整合性がなく、実験内容と背景となる原理が結びつかないままレポートを提出している生徒もいた。目的や原理等を浸透させることはレポート作成だけでは習得に個人差が大きいので、内容の理解のためには、実験実施前に操作を落ち着いて確認することやレポート作成に向けて得られた内容を整理する時間をもつこと、および、レポート返却時の解説により内容を復習することが必要であると感じた。

1 月以降の「科目別実験演習」に対しては、アドバンストクラスとスタンダードクラスでスキルの向上の実感に大きな差がみられた。アドバンストクラスはほとんどの生徒がスキルの向上を実感しているが、スタンダードクラスは3割程度がスキルの向上を実感できていない。

・実験やレポートに関しての実践イメージの構築について

1年間を通して、計16回の実験の実施、論文作成指導、自ら実験を構築した「科目別実験演習」など、実施内容はハードであったが、大学にも活用できる実験技能や実験レポート作成のためのスキルについては、ほとんどの生徒がイメージをすることができ、年度当初よりは自信をつけることができたと考える。また、毎週のレポート提出は大変であるが、取り組んで良かったという感想を持つ生徒もいた。

次年度への課題

本科目は開講されて4年目となり、全体の流れとしては教員も先を見通しながら実施することができた。4本年度は特にレポート作成や口頭発表に重点を置いて指導をした。実験の背景にはどのような原理や現象があるのかを考えながら実験を行い、得られた結果を目的や背景と照らし合わせながら考察を行うことができるようになってきたと感じる。また、4年前から実施を検討しながら実施することができなかった口頭発表まで行うことができた。例年、レポートは大変であるが、頑張っただけ良かったという感想が得られ、また、レポートの内容もスキル向上に差はあるが、ほぼ全員に向上が見られている。高校の実験では、教員が用意した実験シートや市販の実験ノートなどに結果を書き込む形式が多くなるが、毎回のレポートを手書きで書かせるという作業には、大きな効果があると言える。この科目には、例年4～5名の専門分野が異なる教員が教科担当者としてITを行っているため、手書きのレポートを提出させ採点や添削を行うことや、各自の関心が高い分野に即した科目別実験演習の実施が可能となっている。

昨年度の課題として、実験時間(50分)、レポート作成(1週間)は短いというものがあった。この課題を解決するために、授業時間内に実験が終わるように内容を精査したり、例年通り6時間目に実施することで、実験が時間内に終わらなくても、その後の授業に影響が無いようにしたりした。事前にレジュメを配布して予習をさせるという方法もあるが、実験日は前回のレポートの提出日であるため、その方法は現実的では無いと判断した。

4年間を通して様々な幅広い学力の生徒がこの科目を受講してきたが、毎年一定の成果は得てきた。今年度は全科目において学力に差がある2クラスに対して、同様の指導を行ってきた。実験内容の定着を確認する筆記テストにおいても、結果の理解を確認するレポートにおいても、2クラスの得点率には大きな差が見られた。本科目の3つの目標は、1. 知識として要求される自然現象の理解、2. レポート作成方法の習得、3. 進路選択のための興味関心の発見である。また、自ら実験・観察の背景にある自然現象の規則性・法則性を見つける、『問題発見型』の授業展開の形式で行ってきたが、最初の学習活動(普通の教科の授業)の内容定着が高い層では、数多くの実験とレポート作成を、スピード感をもって取り組ませることで、自然と背景を自ら発見し、さらにレポート作成のスキルにつなげることができるが、最初の学習活動の定着が低い場合は、学ぶべき内容と達成すべき課題が多いため混乱し、スキル向上につながらなかった生徒もいる。

次年度への課題としては以下が挙げられる。

①最初の学習活動(普通の教科の授業)の習熟度に応じた、学習計画を立てる

例年16回の科目別実験と、班毎に実施する科目別実験演習を行ってきた。このスピードでは内容の理解やレポート作成が追いつかない習熟度が低い生徒には、前期前半は「実験(1週目)」「前回の実験結果の確認・次回の実験の説明(2週目)」のセットでくり返しを行い、2週に1週のペースで完成度の高いレポートを作成させる経験を持たせることが必要である。

②グラフや表の書き方を指導する

レポート内にグラフや表を盛り込み、わかりやすくしようと努力する生徒も多いが、軸のタイトルや単位が抜けているなど、基本的な表記上のルールが定着していない生徒が多い。オリエンテーションの指導を徹底するほか、レポートの添削指導を強化していきたい。

【参考資料①】《レジュメ作成フォーマット》

SS プレカレッジ ～ 化学分野 第○回目 ～ H28 ○月○日 担当:○○

【背景】 キーワード:酸・塩基の定義, 中和, 中和滴定

【目的】 濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を求める。

【実験器具】 試薬: シュウ酸二水和物 $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, 水酸化ナトリウム水溶液, フェノールフタレイン

器具: ビュレット, コニカルビーカー, ホールピペット, スタンド, ビュレットばさみ, ビーカー, ロート, 洗瓶

【実験手順】

(1)シュウ酸標準溶液の調整

- ① シュウ酸二水和物 約0.630gを正確にはかり取り、ビーカーに入れて少量の水で溶解する。
- ② ガラス棒を伝わらせて、溶解した溶液をすべてメスフラスコに移す。洗瓶を使ってビーカーを洗浄し、その洗液もメスフラスコの中に入れる。(洗浄は3回程度繰り返す)
- ③ 標線まで水を加え、100.00mLとする。
- ④ 蓋をした後、溶液の濃度が均一になるように静かに混ぜる。

(2)中和滴定

- ① ビュレットに水酸化ナトリウム水溶液を入れ、先端の空気を抜き、0mLの線に合わせる。
- ② ホールピペットを用いて、シュウ酸標準溶液 10.00mLを正確にはかり取る。

- ③ コニカルビーカーにフェノールフタレインを2, 3滴加える。
- ④ 水酸化ナトリウム溶液を滴下し、溶液の色が薄い赤色になったときの滴下量を記録する。ビュレットの目盛りは小数第2位まで目分量で読み取ること。
- ⑤ 滴定を3回繰り返し、平均値を求める。

《注意》レポートには記載しないでもよい。

- ビュレットとホールピペットが水で濡れている場合、ビュレットを水酸化ナトリウム水溶液で、ホールピペットをシュウ酸標準溶液で共洗いする。コニカルビーカーは共洗いしないこと。
- ビュレットに水酸化ナトリウム水溶液を入れるときには、スタンドから外し、目よりも低い位置で入れること。水酸化ナトリウム水溶液は強塩基性である。

【結果】

1. シュウ酸標準溶液のモル濃度

シュウ酸二水和物の質量 _____g

(式)

_____ mol/l

2. 滴下した水酸化ナトリウムの量(小数第2位まで読み取る)

1回目 _____ml

2回目 _____ml

3回目 _____ml

平均値 _____ mL

3. 水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度

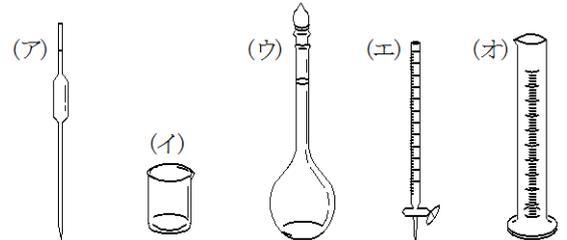
(式)

_____ mol/l

【課題】

1. 中和滴定の実験について答えよ。ただし、食酢中の酸はすべて酢酸とする。(H=1.00, C=12.0, O=16.0)

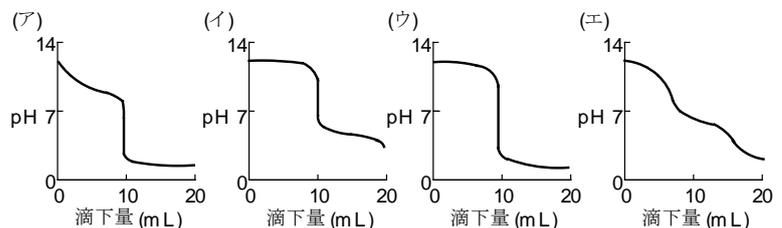
[A]を用いて食酢 10.0mL をはかり取り、100mL の[B]に移して、純粋な水で正確に 10 倍に薄めた。この水溶液 10mL を再び[A]ではかり取り、コニカルビーカーに入れた。これにフェノールフタレイン 溶液を数滴加え、[C]を用いて 0.100mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、中和点になるまでに 7.80mL を要した。



- (1) [A]～[C]の実験器具として最適なものを、右図から記号で選べ。また、その器具の名称を答えよ。
- (2) 食酢中に含まれる酢酸のモル濃度を求めよ。

2. 濃度 0.100mol/L アンモニア水 10mL に、濃度 0.100mol/L の塩酸を滴下し、滴下量と溶液の pH との関係を調べた。次の各問いに答えよ。

- (1) 滴定曲線としては、次の (ア) ～ (エ) のどれが適当か。
- (2) この滴定を行うとき、指示薬 A, B について正しい記述は、(ア) ～ (エ) のどれか。
 - (ア) A, B とも使用できる。
 - (イ) A は使用できるが、B は使用できない。
 - (ウ) A は使用できないが、B は使用できる。
 - (エ) A, B とも使用できない。



【参考資料②】《 レポート評価・模範解答フォーマット 》

【表紙に次のことを記載する】

SS プレカレッジ ～ 化学分野 第○回目 ～

実験日:平成_____年_____月_____日

提出日:平成_____年_____月_____日

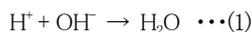
2年_____組_____番_____

共同実験者_____・_____・_____

【本文に以下のことを記載する】

【背景】

水に溶解すると電離して水素イオンを生じる物質、または、水素イオンを他に与える物質を酸という。また、水に溶解すると電離して水酸化物イオンを生じる物質、または、水素イオンを受け取る物質を塩基という。酸と塩基を混合したときに、互いの性質を打ち消しあう反応が起きる。この反応を中和反応という。水溶液中の中和反応では、すべての酸塩基の組み合わせで(1)式であらわされる反応が起きている。



(1)式より、水素イオンと水酸化物イオンの物質量が等しいときに、酸と塩基が過不足なく中和することが分かる。この関係を利用し、濃度既知の酸または塩基の水溶液を用いて、濃度未知の酸または塩基の水溶液の濃度を滴定により決定する操作を中和滴定という。

酸の価数を a 、モル濃度を c [mol/L]、体積を v [mL]、塩基の価数を b 、モル濃度を c' [mol/L]、体積を v' [mL] とすると、酸から生じる水素イオンおよび塩基から生じる水酸化物イオンの物質量は次の(2)、(3)式で与えられる。

$$\text{酸から生じる水素イオンの物質量[mol]} = a \times c \times \frac{v}{1000} \quad \dots(2)$$

$$\text{塩基から生じる水酸化物イオンの物質量[mol]} = b \times c' \times \frac{v'}{1000} \quad \dots(3)$$

(1)式より、(2) = (3)のとき、酸塩基は過不足なく中和するので、(3)式の関係が成立する。

$$a \times c \times \frac{v}{1000} = b \times c' \times \frac{v'}{1000} \quad \dots(3)$$

(3)式を用いることで、濃度未知の酸または塩基のモル濃度を決定することができる。

キーワードそれぞれについて箇条書きで説明するのは× キーワードを自分の言葉で繋いで実験の背景にする。

【目的】 濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を求める。

【実験器具】 試薬: シュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、水酸化ナトリウム水溶液、フェノールフタレイン

器具: ビュレット、コニカルビーカー、ホールピペット、スタンド、ビュレットばさみ、ビーカー、ロート、洗瓶

【実験手順】 レポートは行った実験に関する報告なので、文章を過去形に直す。

(1)シュウ酸標準溶液の調整

- ① シュウ酸二水和物 0.6302gをはかり取り、ビーカーに入れて少量の水で溶解した。
- ② ガラス棒を伝わらせて、溶解した溶液をすべてメスフラスコに移した。洗瓶を使ってビーカーを洗浄し、その洗液もメスフラスコの中に入れた。この操作は3回行った。
- ③ 標線まで水を加え、100.00mLとした。
- ④ 蓋をした後、溶液の濃度が均一になるように静かに混ぜた。

(2)中和滴定

- ① ビュレットに水酸化ナトリウム水溶液を入れ、先端の空気を抜き、0mLの線に合わせた。
- ② ホールピペットを用いて、シュウ酸標準溶液 10.00mLを正確にはかり取った。
- ③ コニカルビーカーにフェノールフタレインを2、3滴加えた。
- ④ 水酸化ナトリウム溶液を滴下し、溶液の色が薄い赤色になったときの滴下量を記録した。このとき、ビュレットの目盛りは小数第2位まで目分量で読み取った。
- ⑤ 滴定を3回繰り返し、平均値を求めた。

【実験結果】

1. シュウ酸標準溶液のモル濃度

シュウ酸二水和物の質量 0.6302 g

(式) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 126.0$ ←原子量などは有効数字を考慮して教科書等の値を引用して用いる。

$$\frac{0.6302}{126.0} \times \frac{1000}{100.00} = 0.05001_5 \doteq 0.05002 \quad 0.05002 \text{ mol/l}$$

2. 滴下した水酸化ナトリウムの量

1回目 15.19 ml 2回目 15.16 ml 3回目 15.18 ml

$$\frac{15.19 + 15.16 + 15.18}{3} = 15.17_6 \doteq 15.18 \quad \text{平均値 } \underline{15.18} \text{ mL}$$

3. 水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度

(式) 水酸化ナトリウムのモル濃度を c とする。

$$2 \times 0.05001_5 \times \frac{10.00}{1000} = 1 \times c \times \frac{15.17_6}{1000}$$

$$c = 0.06591_3 \doteq 0.06591 \quad \underline{0.06591} \text{ mol/L}$$

【考察】

シュウ酸と水酸化ナトリウムの中和の反応式は $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ で与えられ、シュウ酸と水酸化ナトリウムは1:2の物質質量比で反応する。過不足なく中和したときに生じる塩であるシュウ酸ナトリウムは水に溶けたときの液性が塩基性を示す。そのため、今回の滴定では、変色域が塩基性寄りであるフェノールフタレインを用いた。この滴定では、変色域が酸性寄りであるメチルオレンジを使用することはできない。実験の結果、水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は0.06591mol/Lであることが分かった。3回の滴定値のばらつきが少なかつたため、今回得られた結果は精度が高いものと考えられる。この考察はかなり少なめに書いている。実験操作上の留意点や観察できた事象に対する考察などを記載すると高得点となる。

【課題】 課題で与えられた問題の解答を行う。※問題文は書かず、定期テストの解答と同レベルで計算式を書くこと。

【参考文献】 図書の場合 著者名『書名』出版社、出版年数、総ページ数を記載（授業プリントは参考文献にしない）

Web サイトの場合 “参考ページの題名”，ウェブサイト名，URL（参照年月日）を記載

辰巳敬『化学基礎』数研出版，2011，231p

上部 吉庸『化学の新研究』三省堂，2013，775p

“中和滴定”，化学学習支援室，<http://chem-edu.net/reaction-AandB11.htm>（参照2016.4.22）

- ・ウィキペディアやYahoo 知恵袋等の投稿サイトを記載した場合は、サイト×5点減点。
- ・参考文献が無い場合は5点減点。

【参考資料③】《生徒提出レポート1》

SS プレカレッジI～ 実験レポート～

研究テーマ 盲斑

<実験背景>

私たちは、眼で受け取った光の刺激が視神経によって大脳に伝えられ、視覚を生じる。視神経は網膜を貫いて存在しているためにその部分には視細胞がなく、そこに像がうつっても脳で認識することができない。この部分は盲斑と呼ばれるが、生活をしている上で盲斑の存在を感じることはない。SS プレカレッジIの生物分野3回目の実験で、一度右目の盲斑を調べたが、今回はさらに詳しく、左右の両方の眼の盲斑を記録用紙上に視野の欠損部として記録する。

<目的>

盲斑の存在を認識し、形と場所の確認と面積の測定を行う。

<実験器具・試薬等>

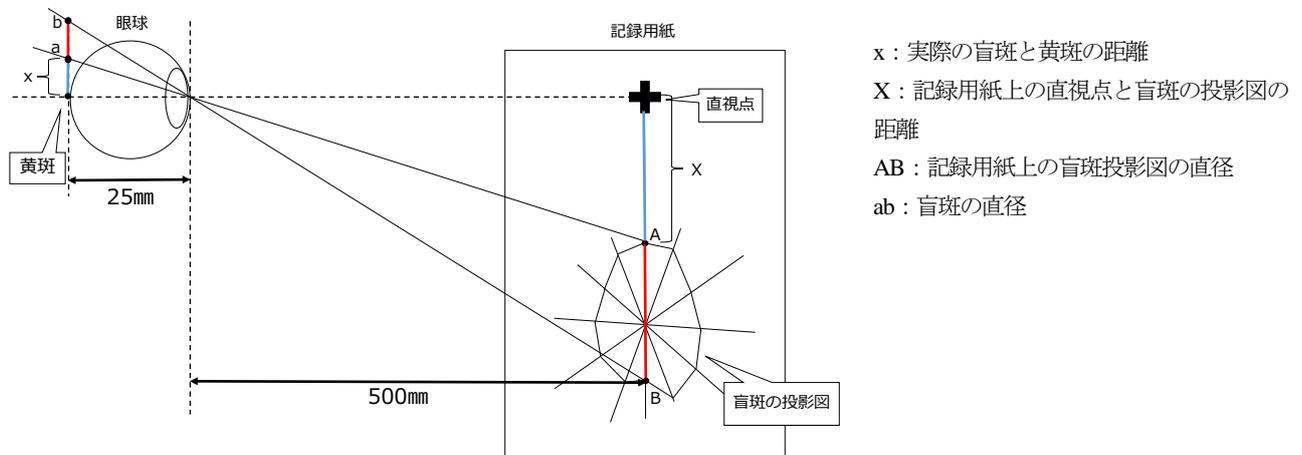
◆試料：自分の両目

◆器具：指示棒、記録用紙（右眼用・左眼用）メジャー、マスキングテープ、色鉛筆、定規、分度器

<実験手順>

- (1) 2人組で、それぞれ験者と被験者になった。
- (2) 記録用紙を壁に貼り付けた。この時、記録用紙の+印(直視点)の高さが被験者の眼の高さになるようにした。
- (3) 被験者は右眼の位置に+印が来るように立ち、50cm離れたところまでまっすぐ後退した。
- (4) 被験者は左眼を手で軽く覆った。
- (5) 被験者は記録用紙の+印を凝視した。
- (6) 験者は指示棒を持ち、指示棒の●印が記録用紙の線を通るように+印からゆっくり右へ動かした。
- (7) 被験者は右眼で+印を凝視したまま指示棒の●印が見えなくなる位置(A)と再び見えた位置(B)を合図し、記録用紙に記録してもらった。
- (8) (A)と(B)の中間点を求め、その点を中心に放射状に12本線を引いた。
- (9) (8)で引いた線上で、(7)を繰り返した。
- (10) 放射状の各点を直線で結び、視野の欠損部(盲斑の投影図)内部を色鉛筆で塗った。
- (11) 験者と被験者を交代し、(2)～(10)を同様に行った。
- (12) (2)～(11)を左眼も同様に行った。
- (13) 眼球の直径を25mmと仮定して、盲斑と黄斑の距離、盲斑の中心を通る長径の長さ、短径の長さ、面積を求めた。(図1)

図1



- x : 実際の盲斑と黄斑の距離
- X : 記録用紙上の直視点と盲斑の投影図の距離
- AB : 記録用紙上の盲斑投影図の直径
- ab : 盲斑の直径

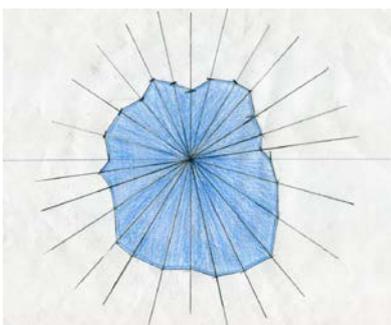
<実験結果>

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> ① 盲斑と黄斑の距離 ② 長径の長さ ③ 短径の長さ ④ 面積 |
|--|

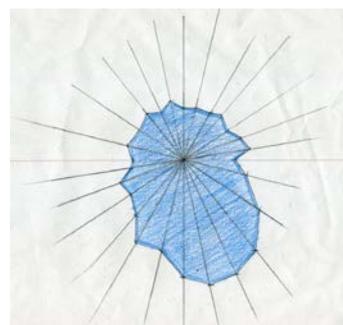
で表した。

面積は、三角形の面積を求めてそれぞれの和で求めた。

《Aさんの盲斑》

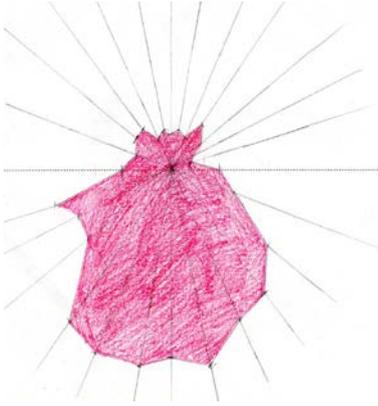


- | |
|---|
| <p>左眼</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 6.7mm ② 5.1mm ③ 3.8mm ④ 16mm² |
|---|

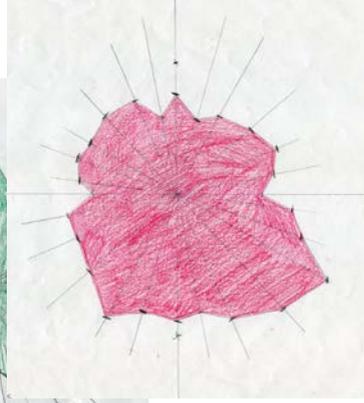


- | |
|---|
| <p>右眼</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 7.5mm ② 4.5mm ③ 2.5mm ④ 11mm² |
|---|

《Bさんの盲斑》



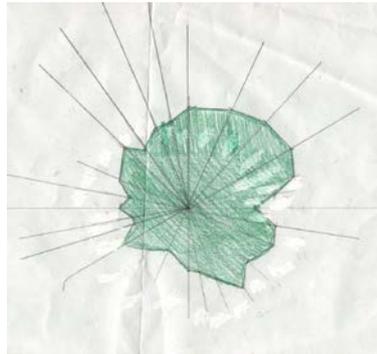
- 左眼
- ① 6.5mm
 - ② 6.9mm
 - ③ 1.7mm
 - ④ 9.0mm²



- 右眼
- ① 6.5mm
 - ② 6.2mm
 - ③ 3.9mm
 - ④ 20mm²

《Cさんの盲斑》

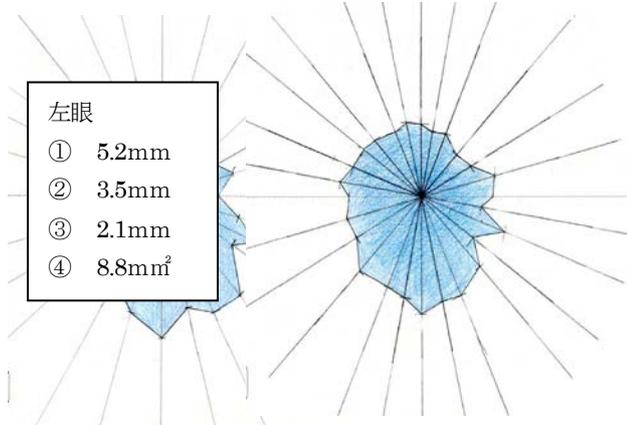
- 左眼
- ① 6.0mm
 - ② 4.0mm
 - ③ 2.8mm
 - ④ 12mm²



- 右眼
- ① 6.4mm
 - ② 4.7mm
 - ③ 3.3mm
 - ④ 9.6mm²

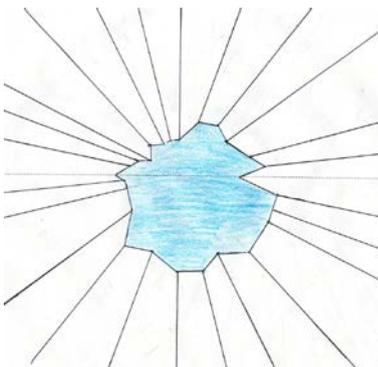
《Dさんの盲斑》

- 左眼
- ① 5.2mm
 - ② 3.5mm
 - ③ 2.1mm
 - ④ 8.8mm²

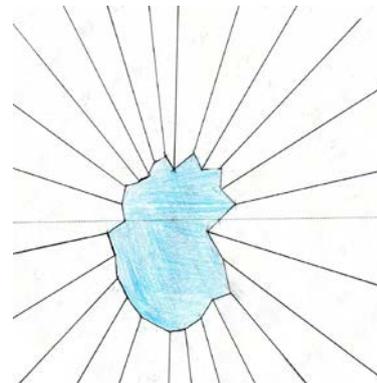


- 右眼
- ① 5.5mm
 - ② 3.4mm
 - ③ 2.7mm
 - ④ 7.0mm²

《Eさんの盲斑》



- 左眼
- ① 6.4mm
 - ② 3.0mm
 - ③ 1.8mm
 - ④ 5.7mm²



- 右眼
- ① 6.1mm
 - ② 3.1mm
 - ③ 1.8mm
 - ④ 5.8mm²

		盲斑と黄斑の距離	長径の長さ	短径の長さ	面積
A	右眼	6.5mm	6.2mm	3.9mm	20mm ²
	左眼	6.5mm	6.9mm	1.7mm	9.0mm ²
B	右眼	7.5mm	4.5mm	2.5mm	11mm ²
	左眼	6.7mm	5.1mm	3.8mm	16mm ²
C	右眼	6.4mm	4.7mm	3.3mm	9.6mm ²
	左眼	6.0mm	4.0mm	2.8mm	12mm ²
D	右眼	5.5mm	3.4mm	2.7mm	7.0mm ²
	左眼	5.2mm	3.5mm	2.1mm	8.8mm ²
E	右眼	6.1mm	3.1mm	1.8mm	5.8mm ²
	左眼	6.4mm	3.0mm	1.8mm	5.7mm ²

<考察>

盲斑はそれぞれ視軸から鼻側へ寄ったところにある。

盲斑の面積の最小値 5.7 mm²、最大値 20 mm² と、約 4 倍も違いがあったことから、盲斑には個人差があると考えられる。しかし、盲斑と黄斑の距離の差は小さく盲斑の位置する場所ほとんど同じであると考えられる。また、形はいびつではあるが、盲斑は大体円形をしていることが分かった。人それぞれ大小様々な形の盲斑だが、生活において盲斑の存在を感じることがないのは、左右の眼を使うことで、それぞれの視野の欠損部分を補い合っているのと、今回の実験のように、ある一点を凝視して直視点とは違う別の場所を見ることがなく、眼球運動を行うからであると考えた。

<参考文献>

八杉貞雄 生物辞典 旺文社 2003 年 (電子辞書)

嶋田正和 生物 数研出版 2012 年 424 p.

《生徒提出レポート1》に対する指導担当者の所感

生徒にとって何を書くべきなのか理解が難しいようだった【背景】、【結果】、【考察】の項目において、年度当初のレポートより適切な内容を記述できるようになった。また、特に結果においては、得たデータを表にして記載したり、図を添付したりして、データの比較がしやすいような表現ができるようになった。今後の課題としては、より読みやすい文章を記述できる表現力を身につけること、記述する際に適切な用語を選択できるようになること、より明確な再現性のある【手順】の記載ができるようになること、得た結果から考えられる考察力や思考力を向上させること、それを裏づけるための資料収集能力を身につけることなどが挙げられる。

【参考資料④】《生徒提出レポート1》

SS プレカレッジ I ～ 実験レポート～

研究テーマ 物理

<実験背景>

運動している物体 (速さをもつ物体) は、仕事をすることができる。つまり物体はエネルギーをもっている事になる。このエネルギーの事を運動エネルギーという。(運動エネルギーを K、質量を m、速さを V とすると) 運動エネルギーは $K = \frac{1}{2}mv^2$ と表すこ

とができる。高いところにある物体は、質量と高さに応じたエネルギーを蓄えている。このエネルギーを重力による位置エネルギーという。(基準となる 1 つの水平面からの高さ h、質量を m、重力による位置エネルギー U とすると) 重力による位置エネルギーは

$U = mgh$ と表すことができる。力学的エネルギーとは、運動エネルギーと位置エネルギーの和である。物体に保存力である重力だ

けがはたらくとき、または保存力以外の力がはたらくても仕事をしないとき、力学的エネルギーは一定に保たれることを、力学的エネルギー保存則という。振り子の運動では、糸が引く力がはたらくが仕事をしないので、力学的エネルギー保存則が成り立つ。

<目的>

振り子のおもりを持ち上げて静かにし、運動後の最高点に来たときの速さを測定する。

<実験器具>

振り子の装置、おもり、テグス（1.5号）、速度計（ピースピ）、スタンド、定規、台、excel

<実験手順>

- ① 振り子の装置をスタンドで固定した。
- ② 振り子が運動した際に速度計に接触しない、おもりが速度計の赤外線センサーを横切ることの2点に注意し、図1のように速度計（ピースピ）を設置した。おもりがセンサーを横切らないときや接触した場合はつまようじを抜き、テグスの長さを調節した。
- ③ 机からおもりの下端までの高さ（図2）を図った。
- ④ 速度計の「START」ボタンを押した。電源が入っている状態でおもりが赤外線センサーを横切ると測定が始まってしまうため注意した。
- ⑤ おもりの下端が板の上端と一致するようにおもりを持ち上げ、静かに手を放した。（図3）
- ⑥ 速度計の値を読み運動後の最高点での速さを測定した。
- ⑦ 同じ高さで100回データをとり、速さの平均を求めた。
- ⑧ （おもりを放した高さとおもりが最低点の高さの差を h 、重力加速度の大きさを g 、運動前の半径を R 、運動後の半径を r 、速さを V とすると）力学的エネルギーの保存の法則から速さの計算値は

$$\frac{1}{2}m0^2 + mgR = \frac{1}{2}mv^2 + mgr$$

$$2gR = V^2 + 2gr$$

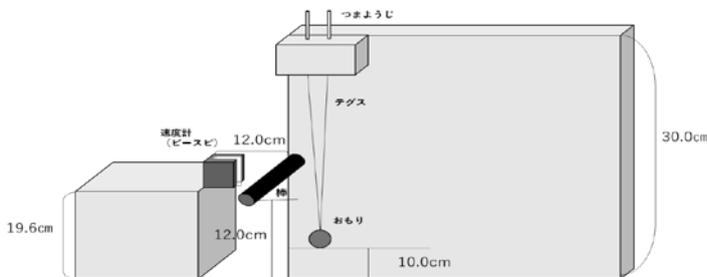
$$V^2 = 2gR - 2gr \quad \text{と表すことができた。}$$

$$V^2 = 2g(R - r)$$

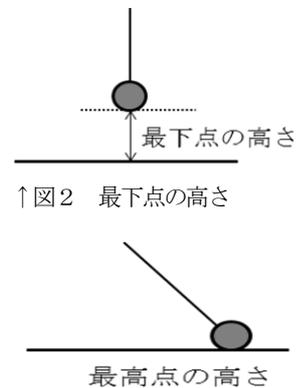
$$V = \sqrt{2g(R - r)}$$

重力加速度の大きさを 9.80m/s^2 としてこの計算値を求め、さらに相対的不確かさを算出した。

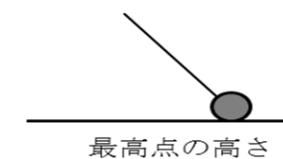
なお、相対的不確かさは $\left| \frac{\text{実測値} - \text{計算値}}{\text{計算値}} \right| \times 100$ より求めた。



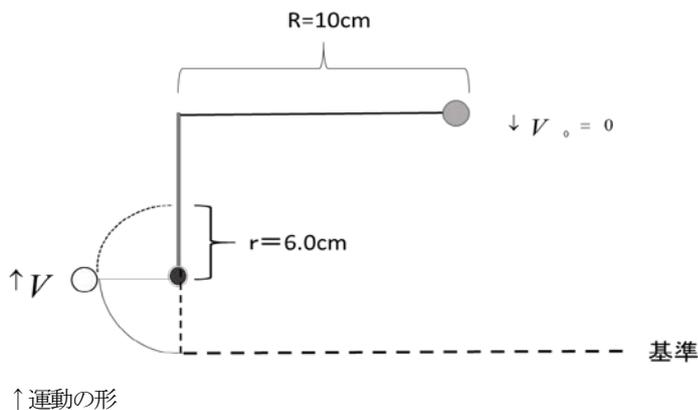
↑図1 振り子の装置



↑図2 最下点の高さ



↑図3 最高点の高さ



↑運動の形

<実験結果>

① 運動後の最高点でのおもりの速さ：100回の実測値

単位 (m/s)	1.2	1.11	1.24	1.19	1.18	1.22	1.18	1.15	1.23	1.2
	1.18	1.19	1.21	1.2	1.17	1.2	1.16	1.15	1.21	1.22
	1.17	1.21	1.2	1.2	1.21	1.19	1.15	1.15	1.2	1.16
	1.14	1.2	1.21	1.19	1.2	1.2	1.21	1.12	1.24	1.16
	1.24	1.18	1.19	1.14	1.24	1.23	1.12	1.14	1.23	1.21
	1.22	1.14	1.17	1.19	1.21	1.21	1.13	1.2	1.2	1.16
	1.17	1.19	1.08	1.15	1.18	1.18	1.06	1.2	1.2	1.19
	1.17	1.16	1.18	1.16	1.2	1.21	1.24	1.2	1.22	1.15
	1.17	1.15	1.14	1.18	1.16	1.19	1.15	1.21	1.17	1.17
	1.19	1.09	1.18	1.2	1.18	1.21	1.08	1.17	1.21	1.15

10回ごとの合計

単位(m/s)	1.19	1.16	1.18	1.18	1.19	1.20	1.15	1.17	1.21	1.18
---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

1.18m/s 実測値の平均

$$V = \sqrt{2 \times 9.8(0.2 - 0.06)}$$

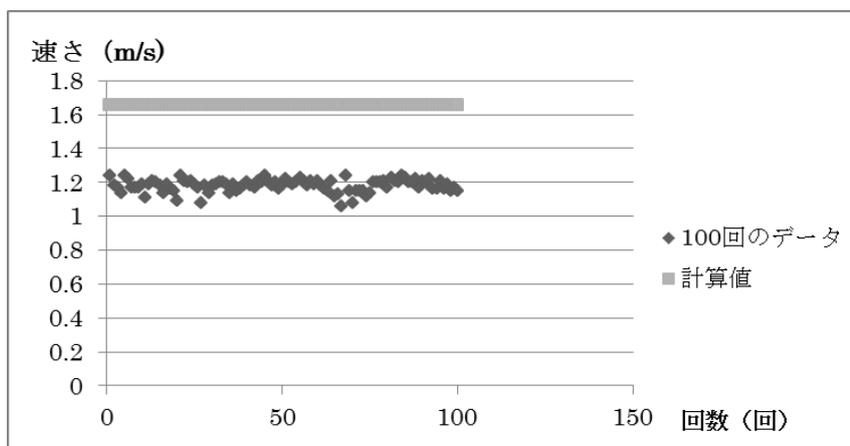
$$V = 1.656$$

1.66m/s 計算値

$$\left| \frac{1.18 - 1.66}{1.66} \right| \times 100 = 28.6$$

29% 相対的不確かさ

② 相対的不確かさと100回のデータ



<考察>

今回の実験で相対的不確かさが大きいことから、力学的エネルギーは保存されたとは言いきくと考えられる。

相対的不確かさの原因として、おもりを放すときの癖や装置の傾きなどを確認する際の姿勢、また高さを測るのにしようした竹の定規などが考えられる。

このような何度実験を行っても真の値からが本来図ろうとしている位置からずれている状態を系統誤差という。

今回はこの系統誤差が原因となり相対的不確かさが大きくなってしまったと考えられる。

<参考文献>

國友正和『物理基礎』数研出版株式会社、2016.262P

“系統誤差”、偶然誤差と系統誤差、<http://dsl4.eee.u-ryukyuu.ac.jp/DOCS/error/node5.html> (参照 2017.2.20)

《生徒提出レポート2》に対する指導担当者の所感

実験背景をよく理解しており、自作の図を効果的に利用したわかりやすいレポートになっている。また、測定値の相対的不確かさを算出し、結果を評価できている。結果の書き方を改善し、考察に具体性があれば、なおよいレポートになる。

【参考資料⑤】《 生徒提出レポート3 》

SS プレカレッジI～ 実験レポート～

研究テーマ 損失関数

<実験背景>

紙を折っていくと紙の厚さは理論的に累乗倍していき、紙を47回折ると月に行けることが分かっている。

(例)

折った回数 (回)	1	2	3	...	47
紙の厚さ (mm)	0.0200	0.0400	0.0800	...	14073748835532.8

しかし、47回も折ることは不可能である。

紙の厚さから損失関数を求めることができる。損失関数とは一回折るごとに紙の厚みを半径とし、半円の分の長さが失われる規則のことである。これを元にする式は $2^{n-1} \pi \times (\text{紙の厚さ})$ である。

<目的>

紙の厚さから損失関数を求める。

<実験器具・試薬等>

- ・A3用紙×3枚
- ・B5のルーズリーフ×3枚
- ・ペン習字用紙×3枚
- ・折り紙×3枚
- ・デジタルノギス

<実験手順>

それぞれの紙を折れるだけ折っていった。紙を折るたびに、折り目の外側をデジタルノギスで測り紙の厚さを調べていった。そして実測値を出していった。実測値は $r \times 3.14$ をしていった。※ r =紙の厚さとした。

また理論値も出していった。それぞれ紙の1回目の値を元に2倍をしていった。

(例)

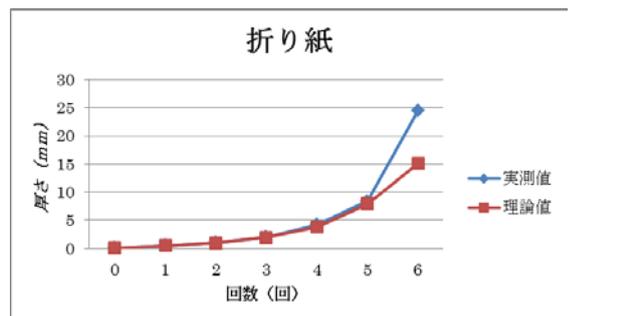
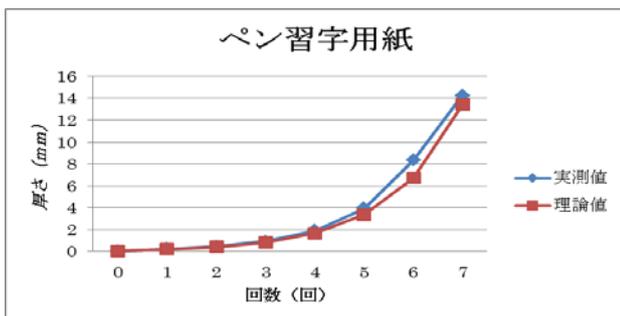
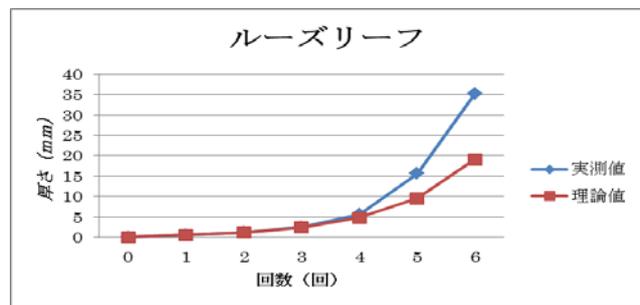
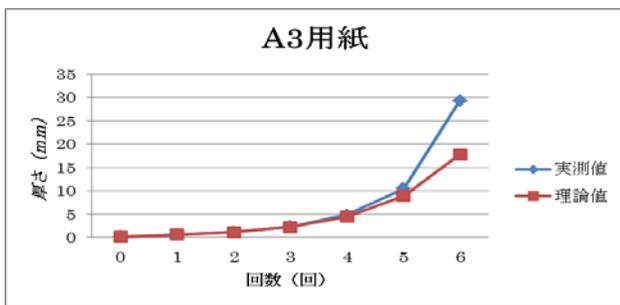
回数	0回目	1回目	2回目	...
実数値	0.0700	0.440	0.994	...
理論値	0.0700	0.440	0.879	...

紙を折っていない状態を0回目とし、それぞれ同じ種類の紙、3枚の回数ごとの平均を出していった。(実測値と理論値それぞれ)

(例) 折り紙の0回目のとき

$(0\text{回目の厚さの値} + 0\text{回目の厚さの値} + 0\text{回目の厚さの値}) \div 3 = \text{折り紙の0回目の厚さの平均}$

<実験結果>



平均

A3 用紙	0回目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
実測値	0.0830	0.555	1.11	2.30	4.78	10.4	29.3
理論値	0.0830	0.555	1.11	2.22	4.44	8.88	17.8

ルーズリーフ	0回目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
実測値	0.0867	0.597	1.23	2.52	5.60	15.7	35.2
理論値	0.0867	0.597	3.58	2.39	4.77	9.55	19.1

ペン習字紙	0回目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目
実測値	0.0300	0.209	0.450	0.932	1.89	3.95	8.34	14.3
理論値	0.0300	0.209	0.419	0.837	1.68	3.35	6.70	13.4

折り紙	0回目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
実測理	0.0730	0.471	0.994	1.99	4.16	8.37	24.5
理論値	0.0730	0.471	0.942	1.93	3.77	7.91	15.1

3回目までは実測値と理論値の値が近くなった。しかし4回目以降、実測値と理論値の値が開いていった。

またペン習字用紙はほかの3種類の紙より実測値と理論値の差が小さかった。

<考察>

紙を折るごとに紙の角がそろわなくなり、折り目にしわができた。このことからこれは折っていくことによって折り目の外側が伸びていき、折り目の内側が縮んだことでしわができたと考えた。

4種類の中で一番、ペン習字用紙の厚さが薄かったことにより折っていくときの損失関数の値が小さかったのでペン習字用紙が3種類の紙より実測値と理論値の差が小さかったと考えた。

<参考文献>

紙を半分に折る限界はいったい何回なのか？

gigazine.net/news/20100305_fold_half/ 2017/02/09

《生徒提出レポート3》に対する指導担当者の所感

レポートの中に表やグラフを多く用いているので、実験結果がわかりやすいところが非常に良かった。また、実験背景や実験手順にも、(例)として行った計算やその過程がのっているところも評価した。ただし、結果の表の部分で単位(mm)が抜けていたところ、またルーズリーフの理論値に1つ数値の打ちミスがあったところが残念だった。考察のところ、紙の損失関数を用いて、なぜ47回も紙を折ることが出来ないのか書いてあれば、より良いレポートになったと思う。

【参考資料⑥】《生徒提出レポート4》

SS プレカレッジI～ 実験レポート～

研究テーマ ガラスの製作

<実験背景>

食器や窓など、私たちの身の周りにはガラスが多くある。普通のガラスは無色透明だが、金属イオンをガラスに混ぜると、ガラスに入ってくる特定の光を吸収するためガラスに色がつく。つまりガラスに色がついているのは金属イオンが関係している。

一般に自然の固体状の物質は固有の結晶構造を持っているが、ガラスはイオン同士が不規則に連なっているだけで結晶構造を持っていない。また水は2個の水素原子と1個の酸素原子からなり、水素の持つ正電荷と酸素の持つ負電荷とが引き合うことによって水素結合を形成している。このようにガラスと水では構造が異なるため、金属イオンを混ぜたときの色も異なる。

今回の実験で用いた金属イオンはコバルト(II)イオンと銅(II)イオンで、水に溶けるとそれぞれ錯体をつくる。それぞれの金属イオンに配位子アクアが結合し、ヘキサアクアコバルト(II)イオン $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ とテトラアクア銅(II)イオン $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ となる。

<目的>

金属イオンをガラスに溶かしたときと水に溶かしたときの色の比較をする。

<実験器具・試薬等>

実験器具：電気炉、電子天秤、薬さじ、薬包紙、乳鉢、乳鉢棒、るつぼ、マッフル、るつぼばさみ、銅板、ステンレス版、ガスバーナー、チャッカマン、100ml ビーカー、駒込ピペット

試薬：一酸化鉛、二酸化ケイ素、ホウ砂、塩化コバルト(II)・六水和物、硫酸銅(II)・五水和物

<実験手順>

実験 1

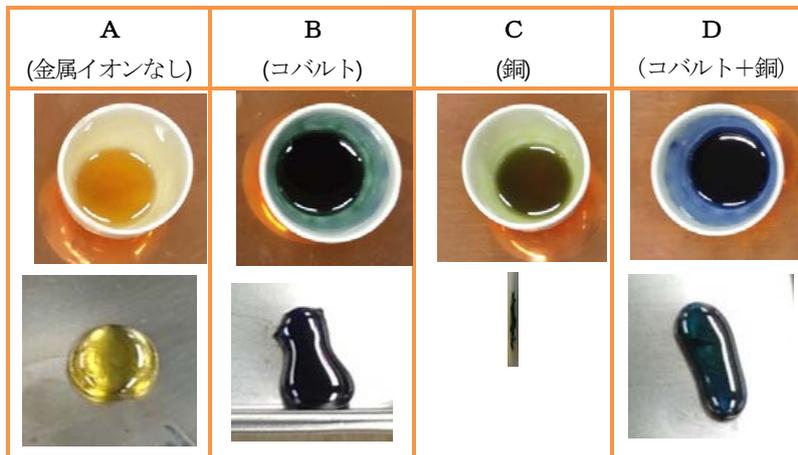
- ① 電気炉の電源を入れ、電気炉内を温めておいた。
- ② 電子天秤で一酸化鉛を 13.4g、二酸化ケイ素を 2.60g、ホウ砂を 8.00g 量りとった。
- ③ ①で量りとった試薬を乳鉢でよく混ぜた。
- ④ ②で混ぜた試薬をるつぼ 4 つにそれぞれ 6.00g ずつ入れ、るつぼ A、B、C、D とした。
- ⑤ るつぼ B に塩化コバルト(II)・六水和物を 2.00×10^{-2} g、るつぼ C に硫酸銅(II)・五水和物を 4.00×10^{-2} g、るつぼ D に塩化コバルト(II)・六水和物を 5.00×10^{-3} g と硫酸銅(II)・五水和物を 2.00×10^{-2} g、電子天秤で量りとしてそれぞれのるつぼに入れた。また、るつぼ A には金属イオンを何も入れなかった。
- ⑥ るつぼ B、C、D に入っている試薬をそれぞれ乳鉢でよく混ぜ、再びるつぼに戻した。
- ⑦ ①で温めておいた電気炉にるつぼ A、B、C、D を入れ、試薬を溶かした。
- ⑧ ガスバーナーでマッフル、銅板、ステンレス板を軽く熱しておいた。
- ⑨ るつぼの試薬が完全に溶けたら銅板にるつぼを取り出し、ガラスをステンレス板に出した後にマッフルを被せた。
- ⑩ ガラスの熱が取れてから色を観察した。

実験 2

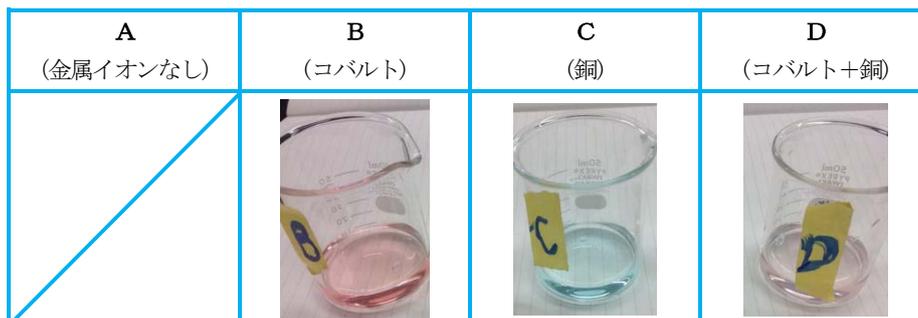
- ① 100ml ビーカー 3 つに駒込ピペットで水を 10ml ずつ入れ、ビーカー B、C、D とした。
- ② ビーカー B に塩化コバルト(II)・六水和物を 1.00×10^{-1} g、ビーカー C に硫酸銅(II)・五水和物を 1.00×10^{-1} g、ビーカー D に塩化コバルト(II)・六水和物を 5.00×10^{-2} g と硫酸銅(II)・五水和物を 5.00×10^{-2} g、電子天秤で量り各ビーカーに入れた。
- ③ ビーカー B、C、D を攪拌し、水溶液中に結晶が残らないようにした。
- ④ 水溶液の色を観察した。

<実験結果>

実験 1 A は黄色、B は紫色、C は緑、D は青色になった。



実験 2



A は試薬を入れていないため無色、B は赤色、C は青色、D は紫色になった。

<考察>

実験1、実験2のB、C、Dの色をそれぞれ比較すると、Bは紫色と赤色、Cは緑色と青色、Dは青色と紫色になっていることがわかる。このことから、ガラスと水では構造が異なるため金属イオンを取り巻く環境も異なっているため、それぞれの色の違いがみられたのだと考えた。またガラスに金属イオンを溶かすときに高温の熱を加えることで、不規則に連なるイオン同士の結合が変化し、ガラスの構造も変化したと考えた。

実験で金属イオンを溶かすために用いた塩化コバルト(II)・六水和物は赤紫色、硫酸銅(II)・五水和物は青色をしている(図1)。実験1と実験2のB、Cを比較すると、実験2は試薬の色がそのまま水溶液の色になっているが、実験1では試薬の色とは異なった色がついている。これは金属イオンが水とガラスそれぞれに溶けたときの、金属イオンの周りの環境の変化の大きさに関係しているのではないかと考えた。つまり、金属イオンを水に溶かしたときよりもガラスに溶かしたときの方が変化が大きいと考えた。水溶液をつくる際には攪拌しただけだったが、ガラスを作る際には高温の熱を必要とした。このことからガラスには大きなエネルギーが必要だとわかり、エネルギーの分変化も大きいと考えた。



<参考文献>

http://www.agc.com/kingdom/glass_park/fushigi01.html ガラスって何だろう

《生徒提出レポート4》に対する指導担当者の所感

全体的に良くまとめられているレポートであるが、所々主語や目的語が無く不明瞭な文章が存在している。実験手順では図を作成しており大変分かりやすい。結果も大きな写真を用いており分かりやすいが、写真内に加えた酵素含有液の濃度が書いてあるため、レポートとして見にくい。また結果の酵素含有液の濃度によるゼラチンの分解は、分解した範囲の長さを調べることで結果の定量化が出来たのではないかとわれ、それによって得られたデータから更なる実験が期待できる。

【参考資料⑦】《生徒提出レポート5》

SS プレカレッジI～ 実験レポート～

研究テーマ 金属樹の生成

<実験背景>

単体の金属原子が水溶液中で電子を放出して陽イオンになろうとする性質をその金属のイオン化傾向といい、イオン化傾向の大きさはそれぞれの金属の種類によって異なり、各種の金属をイオン化傾向の大きいものから順に並べたものを金属のイオン化列…①という。イオン化傾向の大きな金属は酸化されやすく、電子を相手に与えるため還元性が強い。一方、イオン化傾向の小さな金属は酸化されにくく、陽イオンは電子を受け取って金属になりやすいので還元されやすい。このようなイオン化傾向の大小を利用して、イオン化傾向の小さな金属イオンの溶液に、それよりもイオン化傾向の大きな金属片を加えると、金属の表面に溶けていた別の金属が樹枝状の結晶として析出する。これを金属樹といい、銀樹、銅樹、鉛樹、スズ樹などがある。

例えば今回の実験で使用する、硝酸鉛(II)水溶液に亜鉛板を浸すと Pb^{2+} が Pb となって析出し、 Zn が Zn^{2+} となって溶けだす。…

② 一旦、 Pb が析出するとその部分からは Zn の溶解は起こらなくなるが、 Zn^{2+} の溶解している部分では Zn^{2+} の存在により

Pb^{2+} はなかなか近づけないため、 Pb が析出した同じ場所に Pb の析出が繰り返され、樹枝状の鉛の結晶が成長する。

イオン化傾向の大きさ

$Li > K > Ba > Sr > Ca > Na > Mg > Al > Mn > Zn > Cr > Fe > Cd > Co > Ni > Sn > Pb > [H_2] > Cu > Hg > Ag > Pt > Au \dots \textcircled{1}$

(水素は金属ではないが、金属と同様に陽イオンになる傾向があるため比較のためにイオン化列の中に入れてある。)



<目的>

水溶液中の濃度の違いによる金属樹の生成速度、形状の変化を調べる。

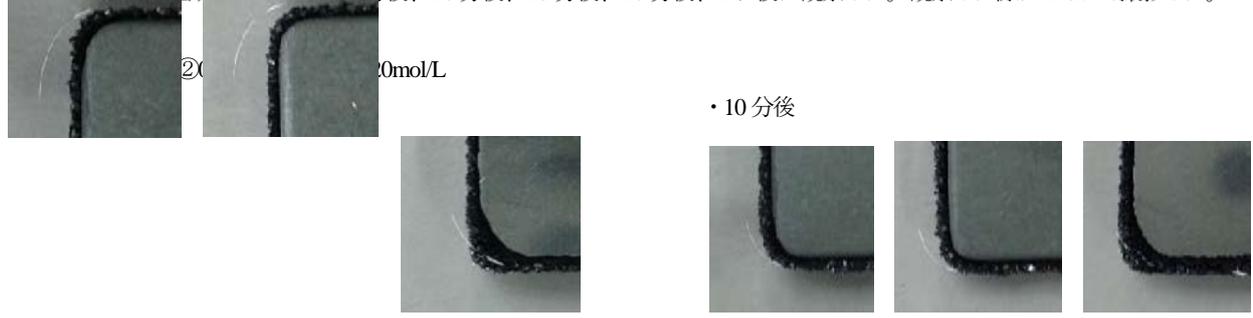
<実験器具・試薬等>

硝酸鉛(II)、亜鉛板、純水、シャーレ×3、ビーカー×3、電子天秤、薬さじ、薬包紙、メスシリンダー、ガラス棒、画用紙(白)、iPad(ストップウォッチと撮影に使用)

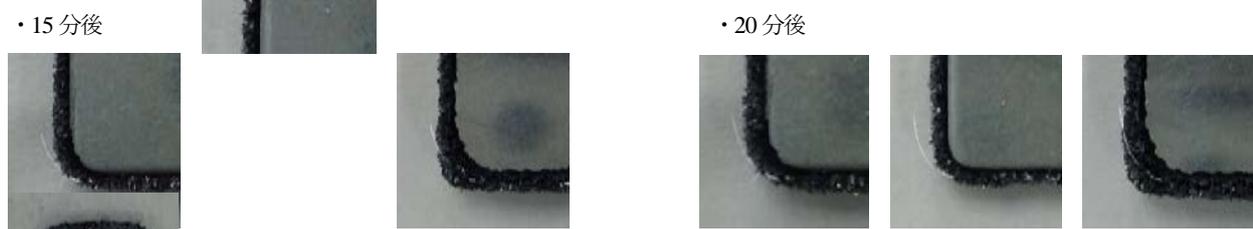
<実験手順>

1. 硝酸鉛(II)0.33g,0.66g,1.3gをそれぞれ測りとった。
2. メスシリンダーで純水20mlを3回測りとり、ビーカー①、②、③にそれぞれ入れた。
3. 1で測りとった硝酸鉛(II)0.33gをビーカー①に、0.66gをビーカー②に、1.3gをビーカー③に入れ、ガラス棒でよく混ぜた。(この操作でビーカー①を0.050mol/L、ビーカー②を0.10mol/L、ビーカー③を0.20mol/Lにした。)
4. ビーカーに入っている溶液を同じ番号のシャーレ①、②、③に移しかえた。
5. 金属樹の生成を見やすくするために白い画用紙の上にシャーレ3つを置き、亜鉛板を入れた。

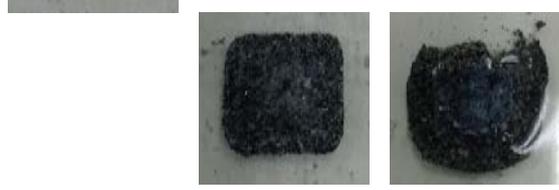
10分後、15分後、20分後、1日後に観察した。観察した際にiPadで撮影した。



シャーレ① シャーレ② シャーレ③
 金属樹が生成し始めた。5分後からあまり変化が見られなかった。
 3つともあまり変化が見られなかったが、③の角だけ大きくなった。



・15分後 ・20分後
 シャーレ① シャーレ② シャーレ③ シャーレ① シャーレ② シャーレ③
 金属樹が大きくなっていった。③の金属樹が他の2つよりも明らかに成長していた。



シャーレ① シャーレ② シャーレ③
 大きさは①<②<③となったが、③は崩れてしまった。

<考察>

③の結果のように、濃度が高いものほど反応速度が大きく、大きな金属樹ができ、濃度が低いと反応速度は小さかったことから、反応速度が反応物の濃度と関係していることが分かった。反応物質の濃度が高いと分子の衝突する頻度が高くなり、濃度が低いと粒子の衝突する頻度が少なくなる。つまり、化学反応が起こるためには、分子同士が衝突しなければならず、単位時間あたりの反応する分子の衝突回数が多いほど、反応速度は大きくなることから、反応速度は反応物の濃度に比例すると考えられる。

また、濃度が高く反応速度が大きいものは脆く壊れやすいため、濃度を低くし、時間をかけて生成した方が丈夫な金属樹が出来ると考えられる。

<参考文献>

辰巳 敬,2016年,『化学』,数研出版株式会社,448pp

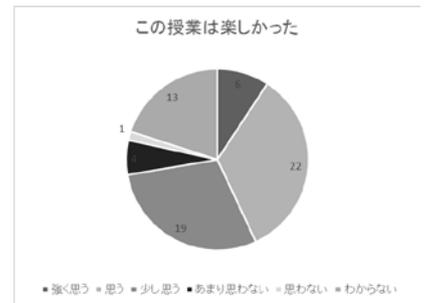
星野 泰也,2015年,『改訂版 フォトサイエンス化学図録』,数研出版株式会社,272pp

卜部 吉庸,2016年,『化学の新研究』,株式会社三省堂,784pp

《生徒提出レポート5》に対する指導担当者の所感
 背景は教科書に載っている内容から調べた内容まで、読みやすい文章でよくまとめられており、内容を理解して実験に取り組んだ様子がうかがえる。ただ金属樹の生成を確認するだけでは無く、溶液の濃度を変数とし、考察を加えやすい内容に実験を計画していた。全体的によくまとまっているが、結果を表にまとめて視覚的にとらえやすくすると、より良いレポートになると考えられる。

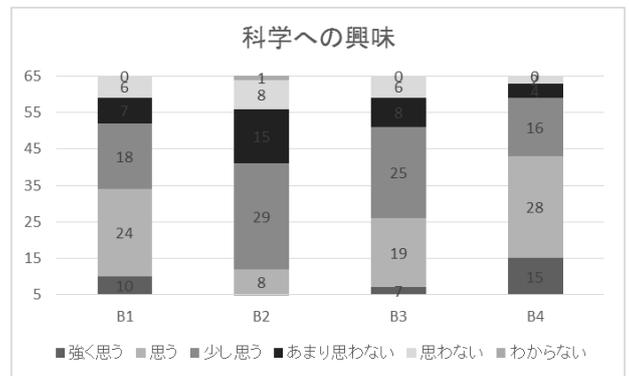
SS プレカレッジ I H28 生徒アンケート

A1. この授業は楽しかった



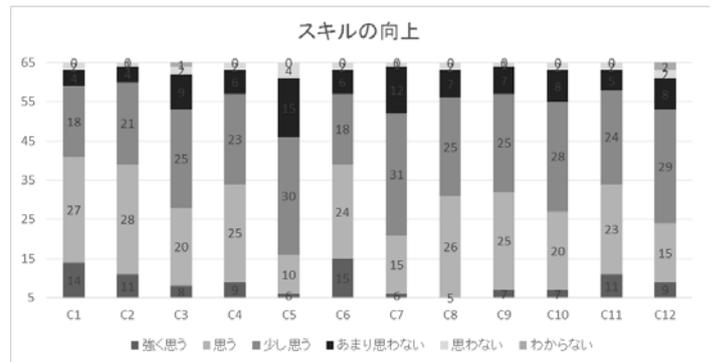
【 科学への興味 】

- B1. 本講座を通じて科学的な興味が増した
- B2. 本講座を通じて実験レポートの作成が好きになった
- B3. 実験を通して科学を学ぶことによって、より関心を持って学習に取り組めた
- B4. 本講座で学んだ実験設定・考察法・レポート作成法は「大学での学び」に通じると考えた



【 スキルの向上 】

- C1. レポートの「背景・目的・方法・結果・考察」項目に記入する適切な内容を理解できた
- C2. 実験操作の意味を理解することができた
- C3. 実験の結果や気づいたことを適切に記録できた
- C4. 得られた実験結果をもとにグループで考察活動ができた
- C5. 与えられた実験課題について、背景に隠れている法則を予測することができた
- C6. レポートを作成する上で適切な文献を引用することができた
- C7. 教員のレポート添削を受けて、指摘内容をフィードバックすることができた
- C8. 1月以降；ある「科学法則」を検証するために適切な実験設定を組み立てることができた
- C9. 1月以降；自分のたてた実験計画を実行して結果を得ることができた



C10. 1月以降；調べたい「科学法則」について計画した実験の妥当性を検証することができた

C11. 1月以降；得られた実験結果をもとにグループで考察活動ができた

C12. 1月以降；得られた実験結果をもとに、実施した実験内容を再検討することができた

【実験やレポートに関する実践イメージの構築】

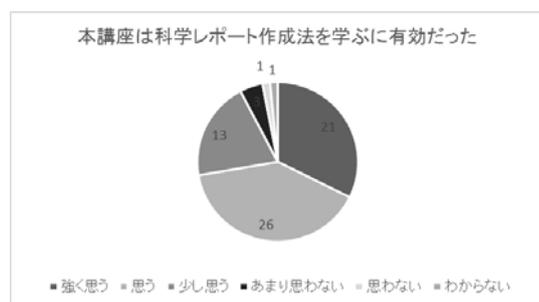
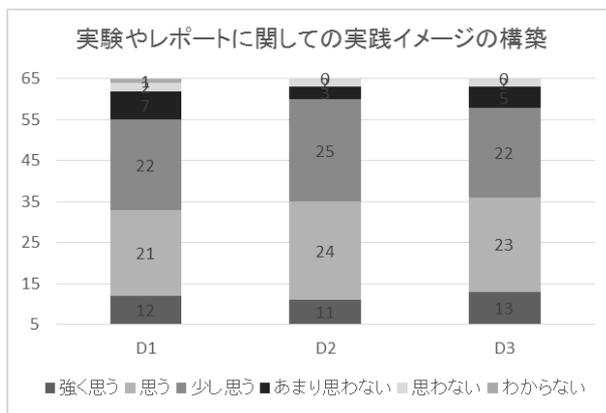
D1. 大学でも活用できる基本的な実験技能についてイメージできた

D2. 大学でも活用できる基本的な実験レポートの作成方法についてイメージできた

D3. 実験やレポート作成を通して、大学の学びを意識する機会を後輩にも勧めたい

【効果】

E1. 本講座は科学レポート作成法を学ぶのに有効だった



科目名「SSコミュニケーション」（2学年 1単位）

仮説

【現状分析】 科学技術の成果を国際的に発信し議論し合う必要性が謳われる時勢にあつて、生徒の理数教育においても英語力の向上と国際コミュニケーション能力の養成が不可欠である。理系の生徒は英語に苦手意識を持っていることが多いが、実際には、大学で自然科学を専攻する学生は実践的な英語のスキルを必要としている。科学的研究は国境を越えて成果を共有しながら発展しており、学生も自身の研究に関して、英語で出版されている先行研究を検索して情報を得る能力が必要である。研究の成果を発表し、その内容について質疑応答、意見交換のできる実践的な英語力が期待されている。本校ではタイの教育連携校と日本、タイ双方で毎年1回ずつサイエンス・フェアを行って4年目を迎えている。タイに派遣される選抜された生徒たちはもとより、本校で行なう際は理数クラス全員が研究のポスターを英語で書き、英語で発表する過程で、日本語で書く以上に論理性や表現形式の普遍性が求められることを経験してきた。SGHアソシエイトの指定後は他のコースから社会科学系、スポーツ科学系の研究も英語によるポスター発表に加わっている。科学的な論理としての Scientific Method を身に付け、国際的に認められる科学論文、ポスターの表現や形式に習熟する訓練を積むことは、分野を問わず生徒の研究の精度を上げ、大学進学後の研究活動の土台となる。

【仮説】 このような将来のキャリアに備えるため、本校では特に理数クラスの生徒に対して、科学的研究のポスターを英語で作成し、英語でプレゼンテーションする科目として「SSコミュニケーション」を開講している。この科目を設定することにより、理数分野への興味関心が高く、将来のキャリアとして強い希望を持っている生徒たちに、英語を用いて Scientific Method を導入し、科学的研究のポスター作成指導を行うことにより、以下の力をつけることができると考える。

- 1) 科学的な内容に関する英語の表現や語彙
- 2) Scientific Method (科学的手続き) に則った論理的思考法
- 3) Scientific Method に則って、英語で研究ポスターを作成し、発表する能力

実施期間 平成28年4月～2月

対象者 理数キャリアクラス2年生 67名(2クラス)



今年度までの流れ

指定1年次(H25) プレゼンテーションの基本を学び、Show & Tell や日常的な題材のミニ・プレゼンテーションを行った。科学的内容をとり上げるには至らなかった。

指定2年次(H26) 科学研究に詳しい英語ネイティブ・スピーカー講師を迎え、科学ポスターの書き方とその発表に重点を移した。その指導過程で Scientific Method (科学的研究の手続き) による論理的思考力を鍛える必要性に気づき、仮想的実験を題材にした Scientific Method の習熟に資する教材を開発していった。加えて、英語で科学を論じるための基本語彙も導入した。英語による科

学的内容の発表スキルは全体として向上したが、論理的思考や質疑応答、討論の力を育成することに課題が残り、以下の3点が努力目標として上げられた。

- 1) Scientific Method の習得を教育目標の重要な項目として位置づけ、授業内容の再編を行う。
- 2) 英語授業において、考えた内容を易しい英語で伝える訓練、パラフレイズの演習を行う。
- 3) 他教科を含め、日常的に、意見を持ち、発表する場を設定する。

指定3年次～4年次(H27～28) 今年度実施しているプログラムの原型ができ、微調整を加えながら実施している

内容・方法

【指導者】 カナダ人英語講師 ・日本人英語科教諭

【単位数】 1単位

- 【授業の目的】
- 1) 英語で科学的な内容を扱い、表現や語彙に習熟する
 - 2) Scientific Method (科学的手続き) に則った論理的思考法に習熟する。
 - 3) Scientific Method に則って、英語でポスター発表する方法を学ぶ。

●Scientific Method とは：

科学的研究の論理的思考方法。「疑問→導入・背景→目的→方法→結果→考察・結論→今後の計画」という一連の流れを踏襲し、科学的疑問について論理的に考察し、解明に迫り、発表するための考え方。

【使用教材】 上記指導者の作成するオリジナル教材

【評価】 定期試験に代えて、前期/後期それぞれで行うプレゼンテーションにて、「ポスターの形式・内容」「パフォーマンス」「英語運用力」など定められた項目について、目標の基準に達しているかどうかの評価を行う。また単語テストも評価の対象とする。

【1年間の授業概要】 *印のついた活動は下記に詳細を記す

時期	学習内容	発表活動とテスト
4月～7月	①サイエンス・ボキャブラリー・リストの導入:頻出科学英語の語彙約300語を学ぶ ②プレゼンテーション基本スキル:アイコンタクト・姿勢・ジェスチャー・声の抑揚など	◎科学用語単語テスト 1. 自己紹介
6月～11月	③Scientific Method の導入* ¹ :仮想実験を教材として ④Famous Scientist Project (有名な科学者について調べるプロジェクト) * ² :各自割り当てられた科学者について調べ、発表。	2. Famous Scientist 発表
9月～1月	⑤Scientific Method の演習 I * ³ :仮想的、または実際に行われた実験から Scientific Method を理解し、仮想実験をデザインする。	3. 仮想実験ポスター発表 (個人)
1月～2月	⑥Scientific Method の演習 II * ⁴ :仮想実験についてグループで討論し、デザインして発表。⑤で同じ仮想実験を扱った生徒が共同作業する。	4. 仮想実験口頭スライド発表 (グループ)

➤ 科学ポスター発表の方法：上記3回の発表の基本システム

生徒は A4 サイズのポスター、または口頭発表の場合はスライドをコンピューターで作成し、英語で発表を行う。評価はポスターと実際の発表それぞれ 50%。

- ポスターの必要条件：
- 1) ポスターとして体裁が整っていること (明瞭な文章で理解しやすいこと)
 - 2) A4 用紙を使用し、コンピューターで書いてあること
 - 3) 発表時間は1人当たり 1～2分であること

ポスターに含むべき内容： 1. Title and name 2. Introduction 3. Objectives 4. Methods (when, where, who and how) 5. Results 6. Conclusions (Discussion) 7. Future work

*1 Scientific Method の導入

仮想または実際に行われた実験からワークシートを作成し、①実験の記述から Scientific Method の要素を引き出す、または②与えられた目的に応じた実験を計画することにより、科学的研究の手続きや論理的思考、目的を検証するために適切な条件設定に習熟するための演習を行う。実験の内容例は《実際に行われた実験》A) フレミング博士がペニシリンを発見した経緯 B) アルキメデスが王から与えられた課題「王冠が本物の金で出来ているかどうか調べよ」から Scientific Method の要素を引き出す、《仮想実験》C) 「アボカドは髪の毛の生育に良い」D) 「トマトに音楽を聞かせると生育がよくなる」かどうかを検証する実験を計画する、など。コミュニケーション英語Ⅱの教科書から実際に発酵実験を行い、英語で実験レポートを書く、フレミング博士がペニシリンを発見した経緯の検証実験を計画するなどの演習も含め、繰り返し演習する。

*2 Famous Scientist Project

1. 国内外の有名な科学者、アリストテレスからノーベル生理学・医学賞を受賞した山中伸弥教授まで40名の科学者をクラスで分担し、夏休み中に下調べして、日本語と英語でレポートをまとめる。
2. 各自の担当する科学者の背景と代表的な研究について「科学的手続き」に則って英語でポスターにまとめ、英語で3分間のプレゼンテーションを行う。

*3 仮想実験プロジェクトI (個人)

1. 仮想の実験テーマ(目的)を10項目用意する。生徒はそのうちの一つをランダムに担当する。
テーマ例: Does aspirin acetylsalicylic acid (ASA) (like EVE) keep cut roses fresher longer? / Does the size of a fish tank determine how large a fish will grow? / Which brand of battery lasts longer?
2. 各自、実験計画を立案し、仮想の結果から考察までを行う。
3. 授業で、それぞれについて簡単に発表し、シェアする。
4. 各自の導いた実験内容について、ポスターを作成し、授業で発表する。

*4 仮想実験プロジェクトII (グループ)

1. 上記の個人による仮想実験プロジェクトIで、同じテーマを扱った生徒同士がグループを作る。
2. それぞれの個人ポスターを持ち寄り、討論の上、全員でひとつの実験に作り替え、ポスターおよびスライドを作成する。
3. 授業において、グループでスライドを提示し、口頭発表を全員で行う。

検証・評価

目的1) 「英語で科学的な内容を扱い、表現や語彙に習熟する」: 年度当初に約100語の科学用語およびフレーズ(定型表現)を以下の手順で導入し学習を試みた。①週1回の授業時に分野別に10~20語をスライドで導入。スライドは単語と図をセットにし、視覚的に定着するよう工夫した。分野は1)Equipment 2)Scientific Method 3)Physics 4)Biology 5)Chemistry 6)Scientific Prefixes 7)Scientific Phrases。②その場で英語により口頭で意味を説明する。③テストまたは単語による文章完成プリントなどで定着を図る。昨年度は自分で意味を調べる宿題を課したが機能しなかったため、上記の方法にしたところ、学習効果が上がり、小テストの成績は全体的に良かった。次年度以降は研究内容を説明するためのフレーズをさらに導入し、英語によるポスター発表力の向上を試みる。

目的2) 「Scientific Method (科学的手続き) に則った論理的思考法に習熟する」: 歴史上の実験や仮想実験の記述から研究内容を読み取る、また提示された目的に沿って仮想実験を計画し、結果・考察までを考えるワークに生徒たちは熱心に取り組み、Scientific Methodの理解が深まったという自覚も持った。この学習と並行して生徒たちが作成したポスターには演習の反映されており、回を重ねるごとに、より多くの生徒が科学的に論理的のあるポスターが書けるようになった。特に、コミュニケーション英語IIの教科書からヒントを得た発酵実験をグループで計画・実行し英語でレポートを書く演習は、条件設定の方法や科学英語の理解を促進した。

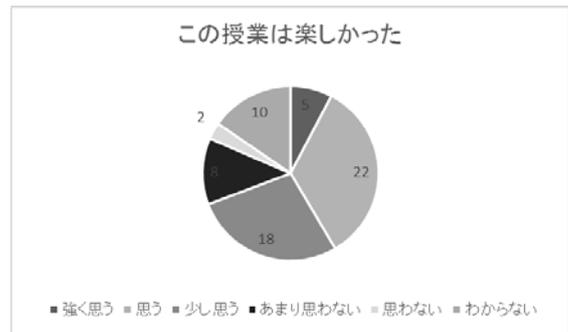
目的3) Scientific Methodに則って、英語でポスター発表する方法を学ぶ: 昨年度の成果を受けて、生徒全員が4回のプレゼンテーションを行った。3回は個人で、最後の1回は3回目のポスターの内容をグループで話し合い、1つにまとめた結果をスライドを作成して口頭発表した。全員が科学的内容のポスターを3回完成し、形式に則って英語で発表することができるようになり、またポスターや発表内容も年々向上してきていることは成果と言える。

アンケートより、70~80%の生徒が「英語による研究発表」には興味を持ち、またこの授業を通じて「英語による科学コミュニケーションスキル」が向上したという実感を持っている。また同数が「英語による科学コミュニケーション」に抵抗感が少なくなり、後輩にも勧めたいと回答している。しかし、声の抑揚やジェスチャーなど一段上のスキルや質問力の向上について、約半数は向上していないと考えている。「コミュニケーション英語」および次年度からカリキュラムに導入する「英語表現」の授業で、英語の基礎力を高め、発表活動もより多くとり入れるなどして、英語運用力自体を向上させる必要がある。

講師は英語のネイティブスピーカーで科学分野の専門職をしていて造詣が深く、生徒の主体性を重んじた指導をしている。生徒が楽しいと感じた理由として「英語で科学の色々な分野について学べた」「自分の英語で自分で考え、一人やグループで発表したこと」を挙げているのは、この講師の力量と、生徒の実力を見ながら効果的な指導法を編み出していることに因る。「決められた日時の発表に向け全力で準備して、自分の持つ英語力やプレゼン力などを総動員する経験を積んで本当に良かった」という感想に象徴されるように、生徒にはチャレンジのある科目だが、多くの生徒が授業にも自身の英語発表力にもポジティブな感想を持っていることから、この授業のエッセンスを他の理数科目、英語科目に応用することで、学校全体の発表力・英語力を伸ばすことが出来るようになる。

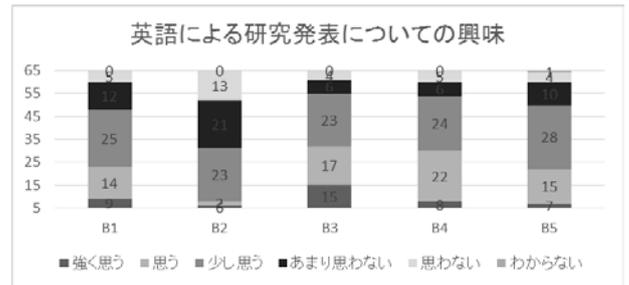
本設定科目は指定2年次に開講し、3年次から科学的内容のプレゼンテーションを実地に取入れて3年間行った。現在の指導法は、週1時間の限られた時間で、科学的内容の英語プレゼンテーション力をつけるための1つのモデルとなる。次年度は、この3年間で土台として「ロジック&サイエンスメソッド」の名称で「英語表現」の科目内容を取り入れつつ3単位の設定科目を計画している。語彙や基本表現という英語力の土台を固めつつ、理数系の生徒の大学教育および将来の研究生活に資する英語経験を積めるよう一層の工夫をしていきたい。

A1. この授業は楽しかった



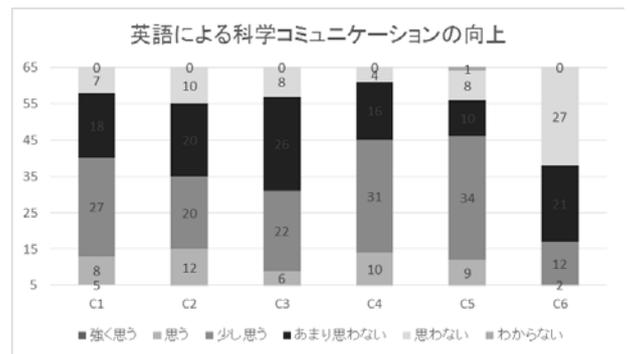
【 英語による研究発表についての興味 】

- B1. 自分の考えや研究の内容を、英語で発表することに興味をもてた
- B2. 人前で発表することは楽しいと思った
- B3. 英語による研究発表は科学分野での国際交流に役立つと思った
- B4. 自分の考えを広く社会や海外に情報発信することは大切だと感じた
- B5. 英語による発表によって、自分の研究内容を整理したり深めることができると思った



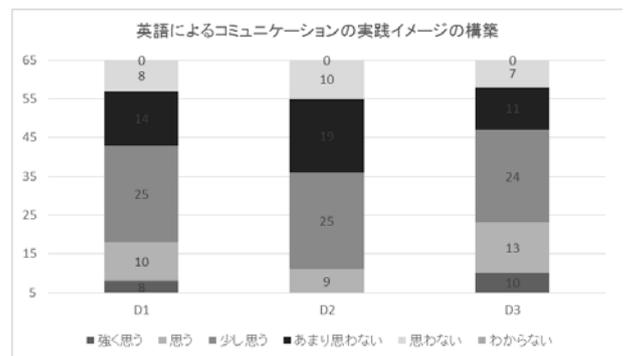
【 英語による科学コミュニケーションスキルの向上 】

- C1. 発表時、聞き手をしっかり見て話すことができた
- C2. 発表時、聞き手の理解を助けるように、ジェスチャーを使った
- C3. 発表時、聞き手の理解を助けるために、声の抑揚を効果的に使えた
- C4. 発表資料を効果的に用いて、聞き手に分かりやすい発表をできた
- C5. 他者に自分の意見を伝えることができた
- C6. 他者の発表に質問することができた



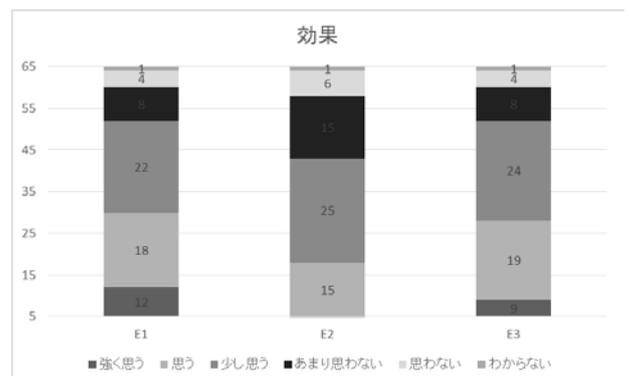
【 英語によるコミュニケーションの実践イメージの構築 】

- D1. 英語による科学コミュニケーションに抵抗感が少なくなった
- D2. 英語で外国人に自分の考えや研究を発表する自信がついた
- D3. 英語による科学コミュニケーションを後輩にも勧めたい



【 効果 】

- E1. 本講座は英語による発表表現を学ぶのに有効だった
- E2. 本講座は外国人に直接質問する方法を学ぶのに有効だった
- E3. 本講座は発表の方法や表現のスキルを向上させるのに役立った



科目名・項目名「SS プレカレッジⅡ」（3学年 1単位）

仮説

SS 数理演習、SS プレカレッジⅠ、およびコア SSH と連動して制作した高大連携教材を用いる。生徒個々の興味や希望進路に応じた課題研究の論文文化等を指導する。具体的には、理数系大学への進学の際、卒業論文作成・発表時に必要とされる、実験方法の構築と吟味、実験の背景にある規則性・法則性と実験目的を、英語と日本語でプレゼンテーションすることができることを目指すため、下記の3つの目標を設定した。

1. 高校1・2・3学年で扱われる理数科目（物理・化学・生物・数学）の教授内容の展開として、自身の興味・関心と進路に合わせた科目を選択し、その科目で扱う自然現象の規則性・法則性の確認実験を行う。
2. 自身が扱う自然現象について、日本語と英語で理解し、他者に両言語で説明できる力を身につける。
3. SS プレカレッジⅠで習得したレポート作成をさらに充実させるとともに、自身が行った実験を他者にプレゼンテーションし、他者と議論する力を身につける。

実施期間

平成28年4月13日にオリエンテーションを行い、平成28年11月30日を終了とした。

対象者

高校3年生のうち理数クラス(3年梅組)を対象とした。

今年度までの流れ

本科目は一昨年度に初めて開講した科目で、今年度3年目となる科目である。そのため、前年度までの目標を継承し、部分的な改善を試みた。

内容・方法

本科目は理科(物理・化学・生物)の3科目の教諭4名と英語ネイティブスピーカーである特別講師2枚が担当する。授業は毎週水曜日の6時間目に設定されているが、この時間帯は高校3年生全体の「総合学習」の時間と共有する形で導入している科目である。そのため、特別指導として優先権のある行事(受験指導のための行事・総合学習・卒業に向けての取り組み)が学年や進路支援部から提示された際は、その内容を優先したため、毎時間の授業時間を確保することは無く、今年度は前期5時間、後期7時間の計12時間の実施となった。

検証・評価

【内容】本授業は、SS プレカレッジⅠで行った【科目別実験演習】を1班1テーマで1年間かけて行う。その間、①自然現象の選択、②実験計画と方法の構築、③実験の実施と考察、④実験内容の英語化、⑤実験レポート作成と発表練習、を行う。履修者は①については、昨年度SS プレカレッジⅠで後半行った科目別実験演習のテーマを継続して扱い、必要に応じて新しいテーマ設定を行う。また、④については毎時間順番で班ごとに英語のネイティブスピーカーの特別講師から英語の文章添削を受け、要旨を完全英語化して発表するための作業を行った。これに加え、開講後に授業展開と口頭発表のオリエンテーション1時間を行い、前期終了時に「SS プレカレッジⅡ中間報告会」と後期終了時に「SS プレカレッジⅡ最終報告会」を1回ずつ行った。

【方法】本科目の初回授業で行うオリエンテーション時に年間スケジュールを提示し、実験班ごとにそれぞれの活動を行う。毎回の授業では、

- ・実験を進め、結果が出次第パワーポイントによる発表資料作成およびレポート作成をする班
- ・実験の要旨を英語化し、それをまとめて発表練習を行う班

に分かれて活動した。毎回ローテーションを組み、前者は各実験室およびコンピューター実習室で8班ずつ、後者はBALスタジオで4班ずつ活動を行った。英語添削を受けた生徒は次回までに改善をし、必要に応じて課された課題と共に担当者に提出する作業を行った。

【各発表会における発表方法について】

①発表について

- ・発表時間は1班5分で行う。 ・班員それぞれが、必ず1つ以上のセクションを発表する。
- ・要旨は必ず班員全員で分担して英語の発表を行う。 ・要旨部分は必ず英語での発表を行うとする。

② 発表スライドについて

- ・「SSプレカレッジII発表用スライドフォーマット」を用いて作成する。
- ・中間発表時はできるところまでで、未定の部分は予定などを書き、最終発表会までに完成させることとする。
- ・発表スライド枚数は8~12枚までとし、指定された項目について、図表を用いて効果的に記載する。

【昨年度からの改善点】

- ① 時間数が限られていることもあり、研究テーマを昨年度のSSプレカレッジIから引き継いで内容を深めることで、速やかに実験に入れるようにした。
- ② 今年度は要旨を英語で書くことにしたため、実験の背景も含め、当初より「自分の実験は何のために行うのか、そこからどのようなことが言えるのか」を意識させ、英語で書く際に明文化しやすくすることを意識させた。
- ③ 昨年度よりさらに班数が増えたのに対し全体の時間数はほぼ変わらなかったため、授業内での英語添削時間のほかにも、必要に応じて別途班ごとに英語ネイティブスピーカー講師とやり取りをし、時間を補うようにした。

【H28年度授業スケジュール】

【クラス実験内容】

組 時間帯	時間 水 6限	内容	英語		分野	テーマ				
			ステファナ	アラン						
日程	4月13日	オリエンテーション(科目・実験計画・英語・物品購入について)			化学①	せっけんと合成洗剤の性質の違い				
	4月20日	物品購入確認・追加実験の必要の有無確認・英語	化学①	化学②	化学③	化学④	化学②	ヨウ素の検出		
	5月11日	実験・英語	化学⑤	化学⑥	化学⑦	化学⑧	化学③	水ガラスのゲル化		
	5月18日	実験・英語	生物①	生物②	生物③	物理①	化学④	金属イオンの系統分離		
	6月29日	SSプレカレッジII中間発表会			化学⑤		化学⑤	テルミット反応		
	9月7日	実験・英語	化学①	化学②	化学③	化学④	化学⑥	ツバキの花びらの脱色		
	9月21日	実験・英語	化学⑤	化学⑥	化学⑦	化学⑧	化学⑦	メチルオレンジの合成		
	10月5日	実験・英語	生物①	生物②	生物③	物理①	化学⑧	タンパク質の検出		
	10月12日	実験・英語	化学①	化学②	化学③	化学④	生物①	光合成色素の分離		
	10月19日	実験・英語	化学⑤	化学⑥	化学⑦	化学⑧	生物②	原形質流動		
	【授業担当】	物理：作田、	化学実験・英語：岩川、	生物：浅井	洗剤①	生物②	生物③	物理④	生物③	菌の種類による酵母のアルコール発酵
	11月30日	SSプレカレッジII発表会			物理①		物理①	弦が生じる定常波について		

【評価方法】

今年度は昨年度の実施要綱と状況を踏まえ、5段階評価はつけないが、授業内での内容の評価を行うこととした。評価対象は以下の通り。

- ① 前期末中間レポートおよび後期末最終レポート(レポートフォーマットを利用して作成)
- ② 中間発表会および最終発表会の口頭発表とスライドの内容

【評価結果】

① レポート作成について

前年度のSSプレカレッジIで徹底的にレポートの作成を繰り返し行っていたため、レポートフォーマットに従い、必要事項をしっかりと記載することができていた。口頭発表のスライドで要旨を英語で作成しているため、それに合わせてレポートの要旨も英語で記載した。英文を作成する際には自身の英語力を最大限に使い、班で内容を分担して専門用語を調べたり、文章を考えたりするなど協力して作業に当たった。日本語では背景や目的が言い表せているように見えても、実際に英語化すると内容が曖昧になることも多々あり、どれだけ明確に実験の目的や仮説を立てなければならぬかということを実感した生徒が多かった。また、教科書に載っているような身近な現象をテーマとし、興味のある内容から実験を選んでいるため、背景や目的を記載するに当たり、実際にその研究を行うことで何が分かるのか、どのようなことに役立てることができるのかといったことを具体的にイメージして取り組むことが必要だということに気付いた生徒もいた。前期は特に時間数が十分取れなかったため、中間報告とはいえ限られた時間でレポートやスライドを作成せざるを得なかったが、今までの経験を活かし、実験が進められたところまで各自作成することができた。後期は前期の反省を活かし、個人または班での作業時間を別途設けることにより、実験を進めたり英語の添削を受けたりする時間とそれぞれの作業の時間とを上手く使い分け、余裕を持ってレポート作成に臨むことができ、内容を充実させることができた。しかし、一方で一般受験の時期が近付き、受験に向けた勉強との両立に悩む生徒も見受けられた。それでも全員が努力して最終レポートを完成させることができたのは、3年間での実験からレポート作成までに向けた様々な取り組みの集大成が大なり小なり個々においてできていたからだと考える。学校設定科目の総まとめとして、生徒はよくこの授業に取り組んで結果を出したのではないかと考える。

② 口頭発表について

本クラスにも積極的に外部の発表会に参加したり、本校と科学的提携を結んでいるPCSHS校のサイエンスフェアで英語を用いて自身の研究を発表した生徒は数多くいるが、殆どの生徒がポスター発表の形式であったため、発表そのもののスキルや慣れはあっても、パワーポイントを用いて如何に効果的なスライドを作るかという点において当初苦慮していたようだった。しかし、前期の中間報告を踏まえ、後期の最終報告会に向けて上級生のパワーポイントを参考にどのような視点でスライドを作るのかや、得られた実験結果

のどこを見て欲しいのかなどのポイントを一通り見せたところ、最終報告会でのスライドは内容も整理され、各班とも非常に工夫されたデザインとなった。これは、今までの発表経験があるからこそ、自身の中でイメージができればそれらを活用して作ることができたのだと考えられる。その意味でも、3年間の学校設定科目を通して学んだことが蓄積され、結果に結び付けられる一例であったように感じる。発表そのものについては、殆どの生徒が授業または外部での発表会を通して研究成果を発信する機会を多く得ていたため、自信を持って発表に臨んでいたようだが、一部どうしても緊張のせいアイコンタクトができない生徒も見受けられた。しかし、各班とも図表を指し示したり、ジェスチャーを入れるなど、相手に理解してもらおうと工夫して口頭発表を行っている姿が見られ、良く努力した結果が見られた。

後期は受験期と重なり、時間の制約がある中で、特に一般受験を目指す生徒にとっては授業が直接受験に繋がるということは無かったものの、これから進学した先での研究活動の土台となるものを、この授業を通して身につけられたと考えられる。研究者としての適性も高めることができ、進学先での実験・卒業論文作成などの活動へ繋がる経験となりうると考える。また、AOや推薦受験を行った生徒に関しては、面接などで本科目についての内容や、それをもとにした研究活動の話などをすることができ、受験におけるアドバンテージにもなりうるがあった。

【検証】

・科学への興味について

本科目を通して、様々な科学的現象に関して興味関心、驚きや楽しみなどを感じることができた生徒は8割近くに上った。レポートの作成などで大変さを感じることがあっても、殆どの生徒が前向きに取り組み、否定的な意見を持っている生徒は少ない。身近なテーマから仮説・検証を実験を通じて行うことにより、現象に対する探究心を育み、この先にある大学での学びに繋がる土台となりえた感触を持っている。

・スキルの向上について

現象を吟味するための実験計画の構築や、得られた結果から背景や規則性、物事との関係性を見出すことについて、9割近くの生徒が「十分できる」または「ややできる」と感じている。本科目は単独での実験ではなく、グループを組んで行っていたため、一人では難しくても、メンバー同士で意見を交換するなどして、より適切な方法や結論にたどり着くことが可能であったと考えられる。意見交換を通して自身の考えを深めることができたり、協調性を育んだりすることができ、一つのことに拘らず、幅広い視点を持つことができたことも効果的であった。また、英語化に関してもタイに派遣された生徒がイニシアチブを取りつつ、生徒間でポイントや注意点を共有しており、より内容を充実することが可能であった。口頭発表やスライド作成においても、最終的に9割近くの生徒が自身で効果的なスライドを作り、相手に実験内容を理解させられるよう説明することができるようになったと感じていた。

・実験方法の構築やレポート作成について

今まで行ってきた授業から得たことや経験をもとに、実験方法では何を比較するためにどのような手法を使用したり、条件を変えればよいのかを考え、実践することができた。また、レポートに何を記載せねばならないのか、必須の情報は何かということを見極め、適切なレポートを作成することができた。

・効果について

受験学年である高3で開講される事について、一般受験をメインとして考えている生徒と、AO・推薦を考えている生徒で授業の位置づけが分かれてしまう点は否めなかった。しかし、殆どの生徒が将来卒業研究の実施や卒業論文の作成に関わるであろうし、実際に研究者として探究活動に携わる可能性を考えると、早い段階で研究の基礎的部分を体験することで、スムーズに大学での研究活動に適応することができ、より専門的な研究手法を身につけることができると考えている。

【次年度への課題】

・総合学習への時間を利用している以上、学年の動きから完全に離れることができないため、実験と英語化、資料作成の3つに十分な時間を取ることがどうしても難しい。今年度は資料作成の時間のみ、LHRの時間を割いて当てるという試みを行ったが、より充実した研究と発表を行うために、さらに運用面での工夫を図る必要があるだろう。

・一人の教員が複数のグループを見ているため、班の実験の進捗によっては英語化の班につけないことがあった。通常各班25分ずつ英語添削の時間が割り振られていたが、グループによっては相談や議論が長引き、結果として全ての班が均等に英語ネイティブスピーカーの講師に内容を見てもらうことができなかったときもあったようだ。時間が限られている中で不平等が生じないように、教員側での時間管理もより気をつける必要がある。

・全ての生徒が口頭発表を経験しているわけではないため、早い段階で口頭発表の方法やパワーポイントを作成する際のポイントなどを理解させる時間が取れることが望ましいと考える。

【5年間の総括】

開講されて3年目であり、年度ごとに再検討しながら次年度へつなげて行ったため、年間の流れとして漸く内容は固まってきたものの、まだ更なる改善を必要とされるところがある。しかし、全体として本授業で主眼を置いていた「自身でテーマを見つけ、実験構

築を行うことで仮説検証し、その結果をレポート作成および日本語・英語の両言語で他者に分かりやすく説明する」点においては一定の成果は見られたのではないかと考える。特に、研究内容を英語化するに当たり、まず自身が行った実験に対する目的や仮説を明確にすることについて、この点を意識しなければ何を変数として結果を比較するかを明らかにできず、そこから導き出される考察も曖昧になってしまう、という意識は持つようになった。そのため、再度実験内容を振り返り、考えた実験方法が適切であるかどうかを吟味できるようになった。また、これまでの経験を基にし、発表に求められる様々なスキルを総合的に発揮し、単独でもレポートにせよスライドにせよ、ある程度のものは作成できるようになったが、グループワークで取り組むことにより、さらに個々の意見交換を通して考察を深めることが可能となった。さらに、大学で本格的に取り組むことになるであろう実験や研究に対して具体的にイメージさせることができ、将来自身を持って主体的に研究に取り組める土台を形成することができたのではないかと考える。英語で発表に臨んだことも、今後英語が必須とされる中で自ら情報を発信したり、最新の情報を手に入れる際に抵抗を感じることなく取り組んでいけるのではないかという手応えを感じさせた。

《参考資料・口頭発表スライド例》

SSプレレジュ II

ヨウ素の定量

1. Abstract-1 (※英語)

Stable iodine tablets are known to be effective in the prevention of thyroid cancer. When an adult drinks stable iodine tablets, iodine is included in 76mg. With the aim to test whether kelp can be utilized as a substitute for stable iodine tablets, we extracted iodine from kelp and measured kelp iodine content. The method is that dry kelp was burned to ashes, then boiled in water and then let sit for two months. The solution was filtered and iodine separated using an organic solvents. The iodine obtained was weighed 190mg in kelp of 100g. Considering the results, we should take about 40g a day of kelp.

4. 実験備品・方法(※日本語)

※Kisaki Inoue

6. 考察(※日本語)

2/1希釈濃度mg/ml	0.1896mg
希釈前	0.3791mg
100ml(昆布20g)あたり	37.91mg
昆布100g	190mg

安定ヨウ素剤の代用として
必要なヨウ素の量 → 76mg
必要な昆布の量 → 40g

4. 実験備品・方法(※日本語)

6. 考察(※日本語)

味噌汁で使う昆布(出汁用)の量 → 約10g
昆布を使った煮物(1人前) → 約30g

2. 背景(※日本語)

放射性ヨウ素を取り込むことで甲状腺癌を発症することが示唆され、その予防が出来る医薬品として安定ヨウ素剤が使用されている。
この放射性ヨウ素は東日本大震災での福島第一原子力発電所の事故により、他の放射性物質とともに放出された。
ヨウ素は海藻類に含まれていることが知られており、このことより、震災当初ネット上などでは安定ヨウ素剤の代替となるものとして紹介されていた。
私たちはこの情報の真偽を検証するため、海藻類、特に昆布に着目して、ヨウ素の含有量を調査し、昆布の安定ヨウ素剤の代用としての活用性について検討することにした。

4. 実験備品・方法(※日本語)

7. 引用・参考文献(※日本語)

左巻健男 たのしくわかる化学実験事典 東京書籍 1999年 p.236
星野泰也 化学図誌 版研出版 2014年平成26年5月23日 p.91
原子力規制委員会 原子力防災政策課 安定ヨウ素剤Q&A集 平成26年5月23日 <http://www.nsr.go.jp/data/000046224.pdf>
兵庫県立神戸高等学校 自然科学研究会化学部
上田 哲也 大沼 結希 他
安全 簡単 正確なヨウ素の定量法 ～コンテストでヨウ素を採取できるか～
2014.12.25 近畿地区高等学校・中学校生徒化学研究発表会(大院科学技術センター)
<http://saitenyogo.kir.jp/chemgroup/kagakuikaikink2015yousu.pdf>
<http://saitenyogo.kir.jp/chemgroup/kagakuikaikinkslide.pdf>

3. 目的(※日本語)

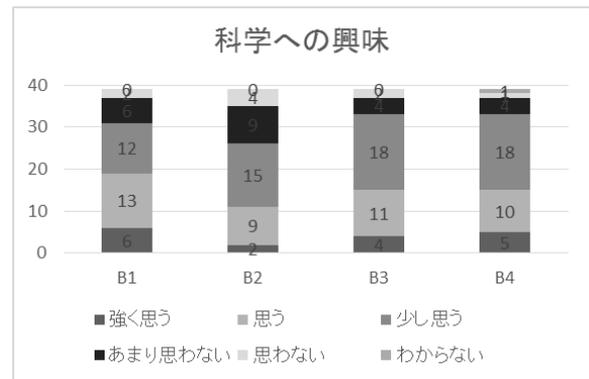
昆布に含まれるヨウ素の含有量を調べ、安定ヨウ素剤の代用としての活用性について検討する

5. 実験結果(※日本語)

兵庫県立神戸高等学校
自然科学研究会 化学部
2014.12.25 近畿地区高等学校・中学校生徒化学研究発表会(大院科学技術センター)
上野 洋
ヨウ素濃度の検量線(mg/ml)

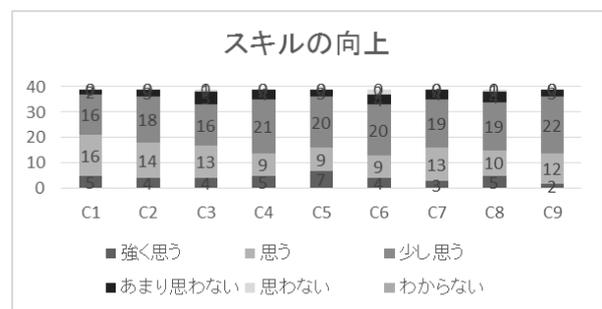
【 科学への興味 】

- B1. 本講座を通じて科学的な興味が増した
- B2. 本講座を通じて自身による研究方法の構築と口頭発表が好きになった
- B3. 実験を通して科学を学ぶことによって、より関心を持って学習に取り組めた
- B4. 本講座で学んだ研究の構築方法口頭発表の経験は「大学での学び」に通じると思えた



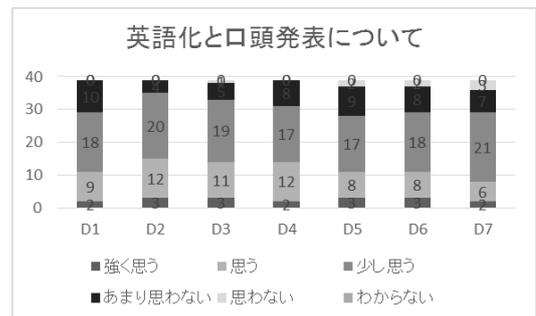
【 スキルの向上 】

- C1. レポートの「背景・目的・方法・結果・考察」項目に記入する適切な内容を理解できた
- C2. 自身の考えた実験操作がどのような意味を持つかを考えて実験を行えた
- C3. 実験の結果や気づいたことを適切に記録できた
- C4. 得られた実験結果をもとにグループで考察活動ができた
- C5. レポートを作成する上で適切な文献を引用することができた
- C6. 教員のレポート添削を受けて、指摘内容をフィードバックすることができた
- C7. パワーポイントを用いて、研究内容を限られたスライド枚数で効果的にまとめられた
- C8. 結果を示すために、適切な図表を作成することができた
- C9. スライドのデザインや見せ方を工夫し、研究内容を他者にわかりやすく示すことができた



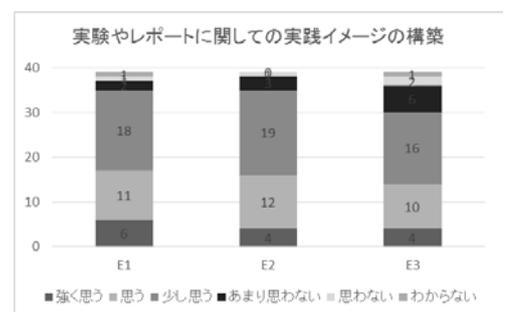
【 英語化と口頭発表について 】

- 自身の研究内容を自分たちなりに英語で書き示すことができた
- 研究に関わる専門用語や表現を学ぶことができた
- スライドの英文添削を受けて指導内容をフィードバックすることができた
- 発表時、聞き手を見て発表を行うことができた
- 発表をわかりやすくするため、ジェスチャーなどを効果的に使うことができた
- 重要箇所をはっきりさせるため声の抑揚や間を効果的に使うことができた
- 英語で研究発表をすることに自信を持つことができた



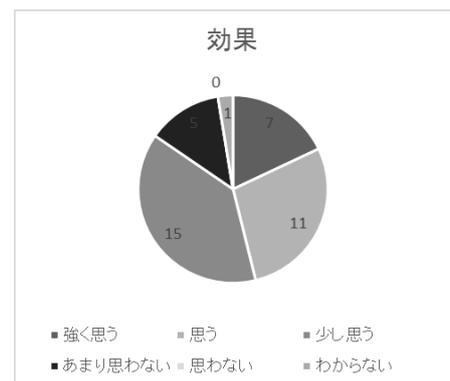
【 実験やレポートに関する実践イメージの構築 】

- 大学でも活用できる基本的な実験技術についてイメージできた
- 大学でも活用できる口頭発表の手法・技術についてイメージできた
- 実験やレポート作成して、大学の学びを意識する機会を後輩にも勧めたい



【 効果 】

本講座は科学レポート作成法を学ぶのに有効だった



【タイ科学高校との科学交流プログラム】（リサーチプログラム）

1) 本校でのサイエンスフェア

●目的

1. 両校生徒の科学的分野における研究成果を発表し合い、両校の理数教育および発表技術の向上を目指す。
2. タイ王国と日本の文化的交流を行い、親交を深めて、国際的な共生の精神を涵養する。

●概要と日程

- ・期間：4月14日（木）～19日（火）
- ・派遣生徒・教員：タイ王国プリンセス・チュラポーン・サイエンスハイスクール・ペッチャブリー校 (Princess Chulabhorn Science High School Phetchaburi : PCSHS-P) 生徒 12人（女子生徒10人 男子生徒2人）・教員 4人
- ・滞在形式：生徒は校内でホストファミリーを募集、引率教員はホテルメッツ駒込に宿泊

●行程

- 4月14日 歓迎式、2年生とエッグドロップコンテスト、歓迎昼食会、日本文化体験（着物着付け）
- 15日 フィールドトリップ①（芝浦工業大学訪問で体験授業と県学・清水建設企業訪問）
- 16日 サイエンスフェア（サイエンスプロジェクト、ポスター発表、文化交流会）
- 17日 タイ生徒はホストファミリーとの交流、タイ教員は本校教員と交流
- 18日 フィールドトリップ②（JAXA相模原キャンパス見学、工学院大学訪問で実験と見学）
- 19日 1年生の授業参加、フィールドトリップ③（国立科学博物館見学、上野動物園見学、浅草観光） 帰国

●サイエンスフェア概要

開会式	10:00
第1部 サイエンス・プロジェクト（使用言語：英語）	10:50～12:40
第2部 ポスター発表（英語プレゼンテーション）	13:30～15:10
閉会式	15:20～15:35
文化交流会	16:00

午前中の第1部は、大学から各専門分野の特別講座の為に招きした先生方による英語の5つの科学講座に分散して参加した。各プロジェクトの講師・テーマの紹介

- ① 物理 森川 雅博 先生 お茶の水女子大学 「見える光・見えない光、聞こえる音・聞こえない音 —その謎」
- ② 生理学 澁谷 まさと 先生 女子栄養大学・樋口 要 先生 女子栄養大学 「唾液分泌、循環系の基本実験」
- ③ 化学 幅田 揚一 先生 東邦大学・池田 茉莉 先生 千葉工業大学 「コンピュータは不思議なフラスコ」
- ④ 天文学 小麥 真也 先生 工学院大学 「見えない宇宙を見る」
- ⑤ 化学 堀 顕子 先生 芝浦工業大学 「混ぜることから分子間相互作用を操る～化学の魅力とものづくりの楽しさ」

午後に行われた第2部のポスター・プレゼンテーションは文京アクティブラーニングスタジオ(BALStudio)で行われ、本校生徒が17テーマ、PCSHS-Pから4テーマ、共同研究1テーマをすべて英語ポスターで発表した。本校以外の高校も招待して、都立戸山高等学校から4テーマ（英語3、日本語1）の参加があり、活発な意見交換を行った。見学を含む参加校は、東京都立戸山高等学校、東京都立科学技術高校、東京都立多摩科学技術高等学校、筑波大学附属駒場高校、早稲田大学高等学院、東京成徳大学高校。サイエンスフェアの終了後には、カフェテリアに場所を移して文化交流会が催された。タイの民族舞踊、日本の書道や店頭の遊びを披露し合った。ソーラン節のパフォーマンスの後はみんなで一緒に踊ったりと、お互いの民族色満載で楽しい笑顔に包まれたひと時を過ごすことができた。

【評価】

1. 両校でサイエンス・フェアを開催し、第1部サイエンス・プロジェクト、第2部ポスター発表とも科学分野の広がりを実感する良い交流の場となった。教育連携を結んで今年は4年目、この科学交流プログラムの実施も、これでお互いの学校で3回ずつの実施となった。（本校生徒のタイ訪問は、平成28年12月実施分が4回目となった。）
2. 両校生徒とも英語によるコミュニケーションに努力し、数日間で別れの辛い親密な関係を築くことができた。
3. ホームステイはタイの生徒にとっては日本の一般的な家庭生活を経験する機会となった。ホストマザーは食事などに気を遣ったが、特にお昼のお弁当はお弁当箱や彩りに工夫が凝らされている点、生徒にも引率教員にも大変好評だった。お国柄か、PCSHS-Pの生徒はホストファミリーに自然に心遣いができるようで、トラブルも無く心構えの似通った国同士ならではの交流となった。

4. 文化紹介では高2理数クラスの生徒が趣向を凝らし、手作りの歓迎会を楽しんでもらえた。着付け体験とともにタイの生徒には日本の伝統文化を学ぶ良い機会となった。タイに行っていない本校生徒にとって、PCSHS-P生徒のダンスは初めて知るタイの伝統文化となった。
5. フィールドトリップと大学訪問は、両校の生徒にとって日本の科学の発展について学ぶ良い機会となった。高校2年理数キャリアクラスの全員が順番にタイの生徒1名について2名ずつ、活動毎に24名のバディを担当し、タイの生徒たちのホスト役を務めて、互いの交流を深めた。
6. サイエンス・フェアでは通訳5人、フィールドトリップと工学院大学訪問時には2人をお願いして、PCSHS-Pの先生、生徒たちには明確に説明を伝えることができた。英語により簡単なことと気持ちは伝えることができるが、科学分野の講義や詳しい説明にはタイ語が必要である。
7. 本校生徒のポスター英訳には、前年度より英語科全体に協力を依頼し、専任・非常勤それぞれ数名の教員が春休みをまたいで生徒の指導に当たっている。教科間の連携という意味で進歩となった。
8. 本校とPCSHS-P校の両校長は、科学技術振興機構主任調査員の立ち会いのもとで、今後4年間さらに教育連携の継続に関する覚書(MOU:MEMORANDUM OF UNDERSTANDING)に署名し、これからの両校の科学交流をさらに継続・発展させていくことを確認しあうことができた。

2) PCSHS-Pでのサイエンスフェアと Thailand-Japan Student ICT Fair 2016

● タイの教育提携校との交流および Thailand-Japan Student ICT Fair 2016 とは

本校は2012年、スーパー・サイエンス・ハイスクールの指定を受けたことを契機として、タイ王国のプリンセス・チュラポーン・サイエンス・ハイスクール・ベッチャブリー校（以下PCSHS-Phet）と教育提携を結び、既に同校への派遣、本校への受け入れを3回ずつ実施し、それぞれの学校でサイエンスフェアを実施してきた。PCSHSはタイ全土に12校あり、それぞれの学校が日本のSSH校と2校間で科学交流を行っている。2015年度より、タイ教育省はこの活動を拡大し、「タイ日本高校生サイエンス・フェア2015」(TJ-SSF 2015)として、両国の多数の高校が一堂に会して大規模な科学教育交流会を実施するようになった。二校間の交流および多くの学校の集まる数百人規模のフェアのどちらでも、生徒は日ごろの研究成果をポスターや口頭発表の形で発表し合うだけでなく、講義を受けながら実験・観察を通して発見したことをまとめたり、フィールドワークを通して英語による交流を深め、また結果をグループに分かれて発表したりするなど、互いに協力し合って科学的思考能力を高めた。第2回目となる2016年はチョンブリー校を会場として、ICT分野の研究に特化したフェアが、タイ教育省、タイの2大学およびJICA主催、文科省、現地日本企業数社の協賛により開催され、本校も招待を受けた。PCSHS-Phetとのフェアと並行して、一部の生徒、教員がICTフェアに参加し、事後、PCSHS-Phetに合流した。

- 目的 1) 両国で教育提携を行っている高校及び、科学教育に力を入れている高校の生徒同士が科学的分野における自身の研究成果を発表し合い、各学校の理数教育及び発表技術の向上を目指す。
- 2) タイ王国と日本の文化的交流を行い、親交を深めて国際的な共生の精神を涵養する。

- 派遣生徒・引率教員 高校2年理数キャリアクラス13名 教員4名 内生徒、教員各1名はICTフェアに参加。

● 行程

【本隊】	12月20日	出発 → バンコクからベッチャブリー校へ：入寮
	21～23日	歓迎式：バディ紹介。本校化学教員による授業。フィールドトリップ（牧場・水族館・漁業研究センター・生態系学習センター・王宮別邸・国際環境学習センター・水質環境センター・マングローブ）・タイ文化体験
	24日	サイエンスフェア：開会式：Prof.Dr.Sakamon Devahastin による特別講義。両校代表生徒による口頭発表（3テーマずつ）。ポスターセッション（BGU 11 テーマ・PCSHS-P 50 テーマ）。文化交流会。
	25日	King Mongkut 大学養蜂センターで見学・実験授業
	26日	王室御座船博物館・医療博物館見学後、帰国
【ICT Fair】	20日	出発 → バンコクからチョンブリー校へ：登録・準備・入寮
	21日	開会式：在タイ日本大使招聘・代表生徒口頭発表。タイ文化紹介・体験。歓迎夕食会。
	21～22日	参加生徒全員によるポスター発表・口頭発表 ICTプロジェクト（ミニロボット制作）。Teacher Show & Share（教員による教育活動情報交換会）
	23日	地元の日本企業見学（トヨタ・日野自動車・三菱電機のいずれか）・報告会・お別れ夕食会
	24日	早朝ベッチャブリーに移動し、本隊に合流

●事前指導

- 1) 派遣生徒選考：5月 高校2年生理数クラス67名から参加を募り、希望者の中から13名を選出した。
- 2) 事前指導：サイエンスコロキウムにてポスター・口頭発表資料の作成と英語による発表準備：6月～12月まで全21回
指導教員：アラン・ニズベット、樋口ステファナ、理数クラス担当英語科教員、研究指導理科教員
12月17日 リハーサル：校長ほか多くの教員、保護者を招き、プレゼンテーション練習の成果を発表。
- 3) 文化紹介の準備：日本文化紹介の練習：合唱練習「本校校歌」「上を向いて歩こう」。今回は10月のタイ国王崩御を受け、華やかな歌舞音曲は慎みたいとの先方の意向を受け、静かな演目とした。

●PCSHS-Petchaburi 校 (TJ-SIF の会場はPCSHS-Chonburi)

1. 宿泊：今回は新築された学生寮の特別室を本校生徒のために使わせてくれた。4人1部屋。各室にトイレ・洗面台・シャワー室があり、快適。トイレは洋式だが、水シャワー。教員2名は構内のゲストハウス。管理職2名はリゾートホテル。学校から車で15分の送迎。
2. バディは生徒1人につき3名。本校生徒に積極的に話し掛け、溶け込めるように配慮。前回日本に滞在した生徒も入っており、旧交を温めると同時に、そこから次々と新しい生徒とも友達になるなど、友好の輪が広がっていく様子が見られた。
3. 寮生活のため、一日を早朝から夜までたっぷり使って行事・交流を行う。
4. ホスピタリティーが行き届いている。
①歓迎の意を表す掲示・ウェルカムボード・生徒への小さな贈り物や気遣い ②常に不足や困ったことがないかを尋ね、日常生活で困ったことが無いように配慮を行う ③本校との交流の歴史を辿る写真掲示 ④本校から過去に贈ったお土産を校内随所に展示 ⑤外部での昼食・夕食は日本人の嗜好に配慮した6品以上のタイ料理。⑥フィールドトリップには常に4名以上の教員が同行。
5. キャンパス内ゲストハウスに宿泊した教員が夜間、ヤケド虫と呼ばれる虫に頬を刺され、大きく腫れて傷ができた。タイも年々気温が上昇しており、以前であれは出ない季節に虫が発生するようになってきているとのこと。今後の対応をお約束いただいている。
6. PCSHS-Phet は2016年12月に茨城の高等専門学校を招待している。これはDr. Kosolの強い要請によるもので、工学分野を強化することが目的であるとのこと。日本との交流を軸に分野を広げて科学教育の向上を目指していることがわかる。

●本校生徒の成果

1. 本校生徒は初のICT分野の研究として、Excelを用いた校内案内プログラムを作成し、口頭・ポスター発表ともよく健闘した。ICTフェアには生徒1名で参加したが、すぐに日本人・タイ人の友人ができ、終始楽しそうに行動していた。24日は早朝4時出発でペッチャブリーに移動し、体力的に負担があったが、健康でエネルギーがあり最後まで全行程で積極的に学んでいた。
2. ポスター発表に11テーマ13名（ICTを含む）が参加し、多くのタイ生徒に囲まれて英語で堂々と発表を行った。質疑応答もきちんとなし、他の研究発表にも興味を持って積極的に聞きに動いていた。
3. 文化紹介の発表 ①タイ語・英語でスピーチ ②歌「校歌」「上を向いて歩こう」③Mutant Award:各自の研究テーマを表す仮装大会。華やかな歌舞音曲を避けて楽しむためにPCSHS-Phetから事前に提案されていたが、具体的な内容が伝わらず、現地に行ってから必要な物品を買い、急ごしらえで準備することになった。時間も材料も少ない中で生徒はよく工夫し、衣装の不十分な分は演技力を発揮して、タイ生徒からも喝采を浴びていた。チョークの研究をしている生徒が、画用紙を使って自身をチョークに見立て、モデルのような立ち居振る舞いが好評を博して優勝した。

●TJ-SIF2016 (ホスト校 PCSHS-Chonburi)

1. 【参加状況】日本からの参加 校、生徒約50名。タイからの参加 校、生徒300名。
2. 【生徒対応】昨年TJ-SSF2015同様、TJ-SIF大会中、生徒と教員は基本的に別行動で自立が求められた。タイ側は会場校・ホスト校両方でバディを用意して、エスコートに努めてくれる。宿泊は日タイ別で寮に部屋を用意。
3. 【研究発表】タイの発表、堀川高校ほか幾つかの日本の発表では、内容、英語力とも優秀であり、そのレベルに到達することを期待される雰囲気がある。今後一層、研究と英語の力を伸ばす工夫が必要である。
4. 【他校のICT】Teacher Show & Shareで日本から4校が発表。内3校は本校のICT活用をテーマとしていた。東海大高輪台では8年前から全教室に電子黒板を導入している。折しも日本では公立小中でWi-Fi環境を整えるというニュースが発表された。本校でも導入が決まっているが、教員側の準備を心掛けたい。
5. 【会場校ICT環境】会場校はWi-Fi環境を整えており、キャンパスのどこでもネットにアクセスできる。生徒間はすぐにLINEでつながり、急な連絡にも対応していた。教員と生徒はスケジュールや食事会場、宿舎が異なるため、生徒と引率教員の連絡もメールやLINEがないと難しい。今後は現地限定で通信手段としての活用を検討するとともに、本校のICT環境も早急な整備が求められる。

6. 【服喪】王様の崩御から2か月、タイの人々はまだ喪服を着用し、華やかな歌舞音楽は慎もうとしている。服喪は1年では足りないと考える人もおり、4月の交流でも配慮が必要である。
7. 【大会運営】TJ-SIFでは生徒が主体的に動いて、日本生徒の受け入れや発表準備、発表会の運営を行っていた。PCの扱いに習熟していることがこれを可能にしている。
8. 【今後の交流】今後毎年、TJ-SSFを開催すると発表があった。会場校は2017年度PCSHS-Phitsanulok（ピサヌローク）、2018年度PCSHS-Satun。テーマを絞ると日本側の参加数が減るので、サイエンス全分野で行う。
これを受け、PCSHS-Phetは2017年度、TJ-SSF2017とは別日程の1月に本校生徒の来校を希望している。TJ-SSFには提携校として必ず招待されるようだ。2016年11月にタイ、パタヤーの科学高校 Kamnoevidya Science Academy とも教育提携することを決めているため、交流計画の見直しが必要である。

●参加生徒・保護者アンケートより

《生徒》

【参加動機】：海外での研究発表の機会が得られること、英語力を向上させる機会となること。

【英語論文】：英語で書く前は自身の英語に対する自信の有無により、「少し手助けしてもらえれば大丈夫」、から「できるかどうか半信半疑だった」まで認識が様々であった。実際には自身の努力に加え、外国人講師の力に負う所も非常に多かった。

【英語ポスター・英語台本】：ポスターについては、自身の研究内容についての理解不足を改めて感じ、英語化するために理解を深める必要があった生徒から、英語による表現についての苦労だけで済んだ生徒まで様々である。研究指導、英語運用力ともに課題があることがわかる。

【発表練習】ポスターを仕上げることに時間がかかり、予定した練習期間に食い込んでしまった。出発時には台本の暗記も不十分な生徒が多く、質疑の想定練習まで進めなかった。

【発表本番】不十分な点もあるが何とか理解してもらえたと感じた生徒から、初めてホールでの口頭発表という大役を終えて、自信をつけた生徒まで多様である。タイ生徒を含め他校の生徒が完全に暗記して、流暢に発表する様子に大いに刺激を受けた。

【質疑応答】ポスター発表では、その場で聞かれたことについても、伝える工夫をして「理解してもらえた」という印象が強い。英語力に不安のある生徒も、この点では成功しており自信をつけた。口頭発表では、質問の意図などを細かに確認することが難しく、一段高い英語力を必要とする。次年度以降の課題として、このレベルの発表力育成に努めたい。

《保護者》

- ・研究のまとめ方、Excelなどの使い方や工夫、発表に至るすべてが貴重な経験で、今後必ず役立つと思う。
- ・研究や英語の勉強など準備が大変だったと思うが、よく頑張った。充実感、達成感が得られ、自信につながっている。
- ・選抜後、積極的に海外の人に話しかけるなど、コミュニケーションをとる努力をし、海外での生活に興味を持つようになった。
- ・文化の違いを含め、様々な体験をすることにより自分に自信が持てるようになり、積極的に行動する姿が見られるようになった。
- ・他校の生徒との交流を通して多くの刺激を受け、進路希望にも影響している。

●今後の計画

1. 共同研究：本校で行っているクロロゲン酸の緑化作用の研究を応用し、タイ米と日本米の着色を試み、栄養価などの変化を確認する研究を共同で行うことを計画。
2. 2017年4月PCSHS-PおよびKVIS来日（第4回）
人数：生徒18名（男子生徒8名を含む）教員6名
日程：4月20日（木）～26日（水）※22日（土）は終日サイエンス・フェア+文化交流会
宿泊：女子生徒は本校生徒宅にホームステイ。男子生徒は本校併設大学の留学生会館に宿泊。教員は近隣のホテルを予定。

【評価】

指定1年次にタイのプリンセス・チュラポーン科学高校と提携したことは次の点で本校の研究開発課題の実現および21世紀型教育への転換に大きく寄与している。

1. 「国際社会で活躍できる科学者を目指す」という研究開発課題が、英語で国際的なサイエンス・フェアを日本・タイで毎年1回ずつ実施することにより現実的になった。
2. 「タイ生徒とサイエンスフェアを行う」という具体的な目標ができ、特に科学分野の英語力を伸ばす試みにより、理数クラス生徒の英語学習の動機づけができ、弱点であった英語力・英語コミュニケーションが、向上しつつある。
3. 科学分野に造詣の深いネイティブ・スピーカー講師を指導陣に迎えることにより、英語の授業でも、より多くの科学的題材を取り上げ、深く扱うことにより、生徒の知的好奇心を刺激する授業が可能になっている。
4. 英語でポスターを執筆し、発表する過程を通して Scientific Method（科学的手続き）の重要性を生徒、教員とも認識し、研究

指導のあり方に議論が生まれている。条件設定の甘い研究であっても、日本語であればポスターの体裁をとることができるが、英語で執筆しようとすると、科学的に論理的でない部分は英訳ができない。詳細はコロキウムの評価を参照されたい。

5. 生徒のポスター発表力はタイに派遣されて発表するという大舞台を経験することにより、飛躍的に向上する。高校2年次にタイで発表した生徒たちは、高校3年次の「SSプレカレッジII」の発表でも抜群のプレゼンテーションを行う。その力量は大学の推薦入試でも発揮され、進学実績につながっている。2020年以降の大学入試改革にも対応する教育となっている。

6. 英語科教員は科学分野に苦手意識を持っていることが多いが、本校にタイ生徒を招いて行うサイエンス・フェアの際には、理数コース全生徒、よび他のコースからも出される英語ポスターの指導に全員で当たり、教科横断的な指導が実現している。

また、同校やタイ教育省の科学教育のあり方、学校教育施策からも学校として、また教員として多くを学んでいる。

1. 提携校の教育 ① 掲示教育や ICT 教育が進んでいる ② 生徒の自律と主体性を育成している ③ サイエンス・フェアやフィールド・トリップの計画と運営 ④ 提携大学との緊密な関係・指導
2. タイ教育省の施策など ① 積極的に海外の教育機関と提携し、タイ全土で科学教育を向上させようとする強い方針 ② 教育省重鎮の教育に対する情熱あふれる真摯な姿勢および教育者としての姿勢
3. タイ王国 ① 自国の文化や王室への敬意と誇りある姿勢 ② 野菜中心、素材を生かした食生活 ③ 自然や環境を大切に考える謙虚な姿勢 ④ 相手を慮るホスピタリティー

4年間の教育提携から学んだことを新たな提携校 KVIS を加えての交流に生かし、この交流がタイ、日本双方の高校生の科学教育に資するよう、さらに努力するとともに、本校の科学教育、国際理解教育の一層の向上につなげていきたい。

「サイエンス・コロキウム」(課外活動)

仮説

【現状分析】

昨今の日本の学生の留学意識・留学生数の減少が問題になっている。日常の英語の授業(オーラルコミュニケーション含む)によって、「読み・書き・会話」という英語の能力はそれなりに身についたとしても、英語の習得自体が目的化し、国際的な交流の場で通用する十分なコミュニケーション能力が身に付いていないという問題点がよく取りざたされる。しかし、本来、国際的に科学分野をリードする科学者を目指すには、英語論文の読解力というよりもむしろ、国際間連携チームでの科学探求の討論を英語でまとめる能力が必要である。SSHプログラムにおいても、科学的思考とそのプロセスを相互に討論し、独創的なアイデアの実現に向けた対話・討論力とアイデア集約力の構築が望まれる。本校ではすでに「国際塾」を稼働しており、欧米の名門大学に進学(留学)する生徒を養成している。理数分野においても、「国際塾」のノウハウを利用することによって、国内の理系大学にとどまらず、海外の名門理系大学への進学を目標とし、世界で活躍できる『英語による実践的・科学的思考力の習得』が実現できると分析している。

【仮説】

本プログラムによって、科学的思考とそのプロセスを相互に討論し、独創的なアイデアを実現させる対話・討論力とアイデア集約力を構築する。科学分野におけるテーマ討論は、法則や原理が共通認識の地盤として共有化されているため、論理的な考え方を表現する場合、母国語が異なっても互いに理解しやすい構造を持っている。科学分野における原理・法則・現象について英語で討論することを通して、科学的な内容を論理的に発表する英語運用能力を身につける。

サイエンス・コロキウム活動

海外連携校への派遣生徒に対する科学交流のための指導

実施期間 平成28年6月～12月

対象者 理数キャリアクラス2年生 タイ教育提携校 Princess Chulabhorn Science High School および Thailand-Japan Student ICT Fair 派遣生徒13名

内容・方法

- 【授業内容】**
1. 派遣生徒の英語ポスターの執筆 (ICT Fair 参加者1名は論文 full paper も執筆)
 2. 上記ポスターの英語プレゼンテーションおよび質疑応答の練習 (ICT Fair 参加者は口頭発表も準備)



【日程・回数】 6月～12月の期間の週日21回 4:00～6:00 土曜日4回1:30～7:00

【指導者】 本校SSH講師 樋口ステファナ 非常勤講師 アラン・ニズベット 英語科1名(英語担当者:北野啓子)
理学科4名(草薙美生・岩川暢澄・大杉美貴・白田知之) 数学科3名(神内和仁・根岸千恵・岩倉寛樹)

【指導方法】

1) 研究内容の共有・精査(日本語)

1. 研究計画または6月初旬までの研究内容について、生徒と関係教員で共通理解および精査
2. 9月までの課題を整理

2) 英語論文の執筆

1. 英語論文・ポスターの例示・出来上りのイメージを共有
2. 日本語ポスターからキーワードを探し、英訳
3. キーワードを核にして、項目ごとに英訳(要旨から)
4. 論旨の見直し→論文の再構成→体裁の統一

3) 英語ポスターの執筆

1. 研究のまとめ・日本語ポスターの執筆
2. アブストラクト執筆による焦点化
3. キーワードを核にして、項目ごとに英訳
4. 論旨の見直し→再構成→体裁の統一

4) プレゼンテーションの練習

1. 要旨に基づくプレゼンテーション
2. スクリプト作成
3. ポスター完成後のプレゼンテーション
4. プレゼン練習

5. 想定問答集の作成

評価・次年度への課題

1. 過去3回のタイ派遣生徒の研究において、論理性や指導体制について問題が指摘されていたため、今年は選考基準に研究の進捗を含めず、課題発見力と科学的手続き(Scientific Method)に基づく論理的思考力をより重視するシステムで選考を行った。選考された13名中、10名は単独での研究となり、一人で進めなければならない分、責任に対する自覚も高く、結果的には論理性、熱意とも高いチームとなった。

2. 指定1年次より、高校1年生の学校設定科目「SS国際情報」で英語によるポスター執筆や要旨の発表などを試みていたが、この学年からは一歩進めて、テンプレートによる英語ポスター執筆、および一部生徒は口頭発表まで導入を始めた。2年生の年度当初にはタイの教育提携校から10名の生徒を迎えてサイエンス・フェアを行い、クラス全員が自らのプロジェクトについて英語ポスターを作成し、英語によるポスター発表を経験した。さらに2年生の学校設定科目「SSコミュニケーション」では科学的手続き(Scientific Method)やポスター執筆・発表の指導を行っている。このような経験の蓄積を下敷きに、授業における学習と並行する形で英語論文・ポスターを執筆していったため、生徒のScientific Methodに対する理解と研究の焦点化は例年になくスムーズで、指導の成果を確認できた。

3. 英語での執筆・発表は研究内容が例年より複雑かつ専門化したものが多く、一部の生徒を除き苦戦したが、生徒たちは主体的に取り組んでいた。昨年度の反省に示された具体案は以下の通りであった。

①中学レベルの文法で英語4技能のfluencyを高め、基礎的なコミュニケーションを可能にする。②中学から高校レベルの語彙力を4技能すべての面で強化する。このため、学校設定科目「SSコミュニケーション」の報告で述べたことと併せて、高校1年次・2年次の英語授業に以下の活動を取り入れる。1) 高1段階から科学的な国際交流を想定した実践的な表現・語彙を導入し、習熟させる。2) 高校2年次「コミュニケーション英語II」において平易な英語を用いた科学的内容のシナリオプレゼンテーションの訓練を行い、定型表現に習熟させる。3) 科学的内容について、英語で意見を述べるライティング指導。

このうち、実施できたのは②-1) SSコミュニケーションでの科学英語語彙の導入、および2) シナリオプレゼンテーション2回のみである。次年度は高校2年次に英語表現Iを導入して英語の単位数を増やし、SSコミュニケーションと連動させて、基礎の定着と科学英語のアウトプットを一層促進する。また高校1年次に基本的な英語運用能力を鍛え、平易な内容を平易な英語で表現する訓練を行う。

4. 5年間を振り返り、英語による科学コミュニケーションを志向することは、理数系生徒の英語力を伸ばすだけでなく、科学の探究に必要な基本学力として設定した①問題発見力、②仮説・思考力、③実験・分析力の確認と向上にも資することが分かってきた。日本語ポスターの内容をネイティブスピーカー講師に説明したり、英語ポスターに翻訳したりする際に、日本語で曖昧なまま、または焦点化の弱いまま執筆していた部分が浮き彫りになり、原点である疑問や課題に立ち戻って実験の条件や変数を設定し直す必要が生じる。2人のネイティブスピーカー講師から継続的に示唆されていることとして以下を挙げておく。

- 1) 研究の出発点である疑問 Question を明確に言えるようにする。
- 2) Question に基づき、変数 Variables を一つに絞って実験を行う。1つのポスターで扱う変数は1つに絞りたい。
- 3) 研究は砂時計の形をしている。広い背景から問題点を絞り込んで実験を行い、また広い問題意識に戻っていく。
- 4) Question から焦点を絞るごく初めの段階で、Conference を行い、生徒同士また教員も交えて、課題設定や実験条件についてディスカッションをすることが大切。

「SSクラブ・プレ・リサーチプログラム」(SSH 課題研究に相当)

仮説

高校と大学の接続を念頭において受講者の”キャリア指向性”の向上を目的として、高校生が「医科学」や「ものづくり」現場の体験、女性を中心とした「第一線の研究者」との交流を実施することによって、これから進むべきキャリアをより現実的なものとして認識できるようになると考える。また、科学教育の中核拠点としての地域社会への普及還元活動である実験教室の実施などで、地域の小～中学生に対して教えることにより、指導力・コミュニケーション能力の伸張や、基礎知識の定着が期待される(Learning by Teaching 法)。これらの経験により、高校での学習範囲の先に存在する最先端のスキル・知識をより実感を持って生徒に提示することが可能となり、これから進むべきキャリアをより現実的なものとして認識できるようになると考える。

実施期間

研究初年次～6年次

対象者

第1学年の全員、第2～第3学年の希望者

今年度までの流れ

研究1年次(平成24年度)～研究4年次(平成27年度)に実施を行ったプレ・リサーチプログラムの名称と簡単な内容を表1に示す。SSH校指定前より継続して行っていた活動に加えて、新規の活動を新たに追加した。

表1. 研究1年次～研究4年次 プレ・リサーチプログラム

研究1年次(平成24年度)		
プログラム名	参加生徒	内容
ブタ・サメの比較解剖(2回)	25名	哺乳類と軟骨魚類の解剖学実習、および2回目にTAとして参加
科学未来館見学	9名	最先端の科学を提示している科学未来館を見学、興味と表現方法の学習
化学実験連続講座	6名	身近な物質を用いた化学実験から化学的要素を見出し、研究活動へ繋げる
法医学に関する特別講義	62名	メルボルン大学クレメント先生の最先端研究に関する英語の講義
PCR法を用いたDNA解析実験	56名	ミステリークレイフィッシュのDNAの比較実験、DNAの違いの形質への影響
東邦大学理学部化学科訪問	9名	先端技術の成果を生かした実験演習
研究2年次(平成25年度)		
プログラム名	参加生徒	内容
東京大学工学部染谷・関谷研究室訪問	17名	最先端ロボット用電子人工皮膚開発の研究室訪問、女性研究者との交流
東京大学工学部 染谷隆夫先生特別講義	9名	染谷先生の高校時代の体験や研究世界における女性の役割に関する講義
島根大学教育学部 御園先生特別講義	12名	社会活動の中で用いられている数学として数学的モデリングに関する講義
神戸理化学研究所見学	3名	iPS細胞を扱う発生・再生科学研究センター施設訪問、スパコン「京」見学
おこめのDNA解析実験	36名	古代米とコシヒカリのDNAの比較実験、DNAの違いが形質に及ぼす影響の学習
高分子の不思議な性質を体験しよう	17名	東邦大学石井淳一先生による高分子化合物分析方法の講義・実習
SSH先端科学講座「再生医療の最前線」	26名	ブタの眼球の解剖実習と角膜移植実習、再生医療の期待と現実の討議
研究3年次(平成26年度)		
プログラム名	参加生徒	内容
シルベスタ問題の体験的学習	42名	貨幣を題材として扱った数の性質に関するグループ学習。
島根大学教育学部 御園真史先生	42名	身近な現象を数学を通して予測する「数学的モデリング」を体験。
東京海洋大学 長阪玲子先生	8名	東京海洋大学大学院の研究室にて食品化学や水産研究体験を実施。
おこめのたんぱく質解析実験	42名	米の由来や状態の違いが米中のたんぱく質の種類や量に与える影響の調査。
東京理科大学 清水克彦先生	42名	身近な事例を題材にグラフ電卓を用いて数式化を行い分析を行った。
東邦大学理学部化学科訪問	15名	先端研究施設にて高分子化合物(アスピリン)の合成と機器分析を体験。
科学知・脊椎動物のからだ講座	20名	「サメ・カエル・ブタ」の標本を肉眼解剖学的手法で系統的に解剖・比較した。
科学知・遺伝カウンセリング講座	21名	ロールプレイ方式で遺伝カウンセリングを体験し、遺伝子の学習をした。
科学知・生命科学実験のデザインII	25名	創薬・生物統計の専門家による治験の講義。創薬研究のシミュレーション。
科学知・MRIを使った人体解析講座	各20名	MRI・CT画像を教材として、超高精細3Dプリンタも用いた人体の解析をする。
親子で体験!SSラボラトリー	59名 (TA)	校内で実施した小学生の親子対象の理科実験教室。

文京アカデミア	15名	文京区主催の理科実験教室で本校の理科実験教室を実施し、TAとして指導。
文京学院大学 子ども大学	15名	8/22 併設大学で実施した小学生向けの実験教室でTAとして指導。
工学院わくわくサイエンス祭	75名	8/23・24 工学院大学で2日間にわたって実施された実験教室のTA活動。
出張「理科実験教室」	33名	近隣の小学校で出張理科実験教室 TAとして生徒が参加。
研究4年次（平成27年度）		
プログラム名	参加生徒	内容
数学的モデリング特別講義 島根大学教育学部 御園真史先生	72名	8/17・18 社会活動で数学がどう使われているかのグループ討議。身近な現象を数学を通して予測する「数学的モデリング」を体験。「日本のへそをみつければ」「出産に立ち会おう！」で三角比や統計処理について考えた。
おこめのアミノ酸解析実験 工学院大学 杉山健二郎先生	72名	11/14 お米の由来や状態の違いがお米中のアミノ酸の種類や量にどのような影響を与えるのか、実際にアミノ酸を抽出し定量化する先端の分析方法を学習。
数学の醍醐味 数学講座 東京理科大学 清水克彦先生	72名	11/20 x^n-1 を n の値をGeogebraというソフトを用いて値を変えながら因数分解し、 n の約数と x^n-1 の因数には関係について学習した。
女性が輝く社会に向けた国際シンポジウム (WAW! 2015)	2名	8/29 世界各国及び日本各地から女性分野で活躍するトップリーダーが出席して、「自然科学分野と女性」について議論し、提案を行った。
芝浦工業大学研究室訪問	8名	12/28 コンクリートの化学的性質・物理的性質に関する実験や測定を大学工学部の研究施設内の大型機器を用いて実施した。
科学知・遺伝カウンセリング講座 遺伝カウンセラー 田村智英子先生	21名	8/28『遺伝子診断がもたらす未来とは？遺伝カウンセリングのロールプレイで学ぶ遺伝医学と生命倫理』。社会的に普及し始めた遺伝子診断の実際と出生前診断に関する演習講義。
科学知 プタ解剖 文京学院大学 樋口桂先生 元山形大学医学部 孫英傑先生	11名	8/3, 8/4 アルコール固定済みのブタ標本を解剖実習によって探求し、臓器の構造・配置・つながりを剖出しながらその生物学的意義や機能を考える講座。
MRIを使った人体解析講座 レキシシー(株) 清徳省雄先生 島根大学教育学部 御園真史先生	59名	1/23, 1/30, 2/6 医療機関で採取された実際のMRI・CT画像を教材として、超高精細3Dプリンタも使って人体の作りと仕組みを解析する。医療技術に応用された数学講座や3D造形ラボの見学実習を含む、全3回（熊谷西高生7名も参加）
わくわくサイエンス祭 工学院大学八王子キャンパス	72名	8/22・23 工学院大学で2日間にわたって実施された。大学の各ブースに分かれて参加したほか、本校も1ブースを担当。来場した子どもたちに実験教室を展開。
さくらサイエンス	37名	8/20 中国とベトナムの高校生約80名の生徒が来校し本校生徒と科学交流を行い、アジアと日本の科学技術の発展を目指すプログラム。
恐竜の進化を探る スーパーレクチャー	41名	6/10, 12/9 フランス エルドニア研究所のFrançois Escuillie博士を2回にわたってお招きし、進化の過程で恐竜は本当に絶滅したのか？（6月）、恐竜は本当に変温動物だったのか？（12月）という2テーマで化石の観察演習をしながらのセミナーを実施した。

内容・方法

『医科学の現場体験』『ものづくりの現場体験』『女性を中心とした第一線の研究者との交流の実施』に該当する講義・実験・見学会などの先端技術の成果を生かした多様な演習の実施を、本校教員ならびに大学との連携によって行った。本校のコアSSHで開発した先進的な理数系モデル教材を題材とした科学教育プログラム『科学知の技法』も高大接続教材として活用した。また、科学知の一般化をめざすために、小学生をターゲットにした『科学実験教室』の実施（平成25年度まではコアSSHとして実施）や工学院大学が主催する『わくわくサイエンス祭り』への参加により、Learning by Teachingを実践した。これらの活動は「科学に対する動機づけ」に不可欠である魅力的な内容構成と、継続的な探究活動の研究開発を行えるように配慮した。それにより本研究の対象者である1年生～3年生の継続的なプレリサーチの参加を促し、個々の興味に応じて『SSクラブ・リサーチプログラム』や『SSクラブ・チャレンジプログラム』などのプログラムへ積極的に誘導した。

検証・評価

平成28年度に実施を行ったブレ・リサーチプログラムの名称と内容を表2に示す。高大接続の観点では、本校ブレ・リサーチにて開発した先進的な科学教育プログラム『科学知の技法』の理数系モデル教材（MRI 人体解析・ブタ解剖マニュアル）は、高大接続教材として有用性が高いものになっている。これらの一部は、実際に、併設大学（保健医療技術学部）の専門基礎科目の実習内容の一部として活用されている。したがって、SSH校における探究型の科学プログラムは大学教育における実習系科目との接続性を意識して内容構築を進めることができれば、実際的な接続運用が可能であると評価できた。また、毎年実施している基本の講座を中心に、扱うテーマや切り口を変えたり、新たなプログラムを加え足りして実施するように工夫した。これによって、1～3年次にわたって最先端の知識やスキルに対して繰り返し、かつ多面的に実践できる機会を創生でき、先端科学への知識・理解の深化をはかる効果があったと考えられる。さらに、理数クラスのみならず広く校内に参加告知することによって、科学に強い関心を持つ生徒達が自らの興味を既存の教育課程に縛られることなく、自発的にプログラムを選択し、能動的に取り組むことによって自身の興味を伸ばしながら学習することに成功していると評価できる。

表2.平成28年度 ブレ・リサーチプログラム

研究5年次（平成28年度）		
プログラム名	参加生徒	内容
社会で求められる理系人材とは 日本ITイノベーション協会 大串結子先生	81名	8/17 企業が求めている人材とは、企業の評価の仕方などの講演。自己理解テストやマインド特性診断の分析シートも活用して実施した。
数学的モデリング特別講義 島根大学教育学部 御園真史先生	81名	8/18・19 身近な現象について数学を通して考える講座。「モンティ・ホール問題に挑戦」では、自分の感覚による予想を実験で検証し、その理由を数式を立て話し合った。また、オーロラの高さを測る方法として三角測量を取り上げ、未習事項の三角比に取り組んだ。
未踏の課題に挑む 東海大学情報教育センター 白澤秀剛先生	81名	8/20 未知の課題に挑戦することの魅力や課題解決に必要なことの講義と、模擬人工衛星を使った姿勢制御プログラミング実験を実施、試行錯誤しながら取り組んだ。
科学知の技法 比較解剖で理解する脊椎動物のからだ講座 文京学院大学 樋口桂先生	16名 (外部3名)	8/9・8/10 ブタを解剖することで脊椎動物のからだの構造を学ぶ実習を実施した。固定済みのブタの胎児標本を、臓器の配置や神経のつながりを確認しながら丁寧に解剖し、ヒトの模型と比較することで、形態から見た脊椎動物の系統進化を探った。また、全過程を通して、解剖に際しての倫理的な考え方や正しい解剖道具の使い方、観察視野の追及のしかたも学んだ。
科学知の技法 光を使った水溶液中の金属元素の分析化学講座 日本女子大学 佐藤香枝先生	16名 (外部3名)	8/23・8/24 1日目は分析化学の原理や方法について学び、2日目は日本女子大学にて光を使った水溶液中の微量成分の分析実習を実施した。実習ではお茶や健康飲料中に含まれる鉄イオンの濃度を4つの方法（分析用試験紙、紫外・可視分光光度計、原子吸光光度計）を用いて定量的に測定することをテーマとして取り組み、それらの分析方法の長所や短所、目的にあった分析方法を選択することの重要性について考察した。
科学知の技法 MRIでさぐる・生きた人体のかたち講座 レキシー社 代表取締役 清徳省雄先生	16名 (外部3名)	8/31・9/3 MRI講座では、解析ソフトを使って人体MRI・CT画像データから立体的な臓器の姿を分析して形態的な意味を探り、先端シミュレーションソフトで大腿骨の人工関節が動く様子を解析した。
おコメの成分分析と美味しさの予測 工学院大学 杉山健二郎先生	81名	11/14 異なる水分量で育てられた稲から収穫されたコメのタンパク質含有量を調べることで、そのタンパク質含有量からコメの食味の違いを予想した。
女性が輝く社会に向けた国際シンポジウム (WAW! 2016)	7名	8/29世界各国及び日本各地から女性分野で活躍するトップリーダーが出席して、「STEM（科学・技術・工学・数学）分野における女性の人材育成・活躍促進」について議論し、提案を行いました。
親子で体験！SSラボラトリー 講師 本校教員	81名 (TA)	校内で実施した小学生の親子対象の理科実験教室。全5回 6/25 Mはかせのからのしれい(6組), 7/16おいしく学ぼう！お米のサイエンス・クッキング(20組), 8/5 しけんかんにゆきをふらせよう！/はっけんくうきのちから(30組), 8/6かさでラジオをつくろう！/せんざいのしゅきをさぐるう！(46組), ミニじっけんきょうしつin文女祭!(来場者多数)

文京アカデミア講座 講師 本校教員	5名 (TA)	8/4 校内で実施をした文京区の小学生対象の実験教室。人工イクラ（アルギン酸ボール）をつくろうという内容で、小学生に対して実験指導を行なった。
わくわくサイエンス祭 工学院大学八王子キャンパス	81名	8/22・23 工学院大学で2日間にわたって実施された。大学の各ブースに分かれて参加したほか、本校も1ブースを担当。来場した子どもたちに実験教室を展開。

次年度への課題

年間を通じたSSH活動全体の取り組みに関してはアンケートによる意識調査を実施したが、本研究においてはそれが適切に運営できず、当初予定をしていた講義の事前・事後アンケートの取得・解析、興味関心の変化や、追跡ヒアリング調査分析が十分に実施できなかった。また、TAとして参加した生徒達への Learning by Teaching に関する十分な周知徹底や事後レポートの指導もやりきれなかった点に問題点があった。この問題を解消する為には各プログラムに対応できるアンケートの検討を行い、校内での本研究内での評価基準の作成が必須であるとともに、年度当初からの緻密な年間計画による運営を徹底する必要がある。

「SSクラブ・リサーチプログラム」(SSH 課題研究に相当)

仮説

本研究は3年間を通して『研究テーマの設定(1年～2年)』『研究活動の実施(1年～2年)』『研究内容の発表(1年～3年)』『研究成果のまとめ(2年～3年)』に関する指導を生徒個人それぞれに対して実施し、生徒の持つ興味関心を伸張させる。これらの実施・発表・まとめを行う際に必要となる『実践的な知識・スキル』の習得を促すことで、『個々の能力の最大限の伸長』を行い、対象生徒の希望する理系大学への進学を補助し、進学先での活動の土台とすることを目的とする。

『研究テーマの設定』には日常の現象に対してより深い理解を求めようとする探究心が必要であり、『研究活動の実施』には限られた時間内に効率良く実験を行う為の研究計画を作成することや基本的な実験スキル、科学の知識が必要である。また『研究内容の発表』は発表形式に応じてポスターの作成やプレゼンテーションスキル、英語力などを必要とし、『研究のまとめ』は論文形式でのまとめを予定していることから過去の活動内容を正確に文章化しまとめるスキルが必要となる。これらのスキルの習得を目標として以下の3点を実施している。①各テーマの指導教員ならびに必要なスキルに応じた専門家の指導やディスカッション。②発表会への参加による実地指導。③友人・先輩など生徒同士が意見を交流する機会の提供。また『SSクラブ・チャレンジプログラム』や『学校設定科目』を関連付けることで、より定着率の高い指導を目指す。

実施期間

研究初年次～6年次

対象者

SSHの実施に伴い設置を行ったSSクラブの第1学年全員ならびに第2学年～第3学年の希望者

今年度までの流れ

高校1年次の活動として学校設定科目である『学際科学』『SS数理演習』『SS国際情報』の3科目の授業を実施し、その中で『SSクラブ・リサーチプログラム』を行う上で最低限必要な興味の喚起、研究手法やポスターを用いた表現方法の指導を行ってきた。これらの実践として1年次の後期より『学際科学』『SS数理演習』『SS国際情報』と同時進行する形で本研究は開始し、『SSクラブ・チャレンジプログラム』とも連携して様々な大会への参加を行い得られた知識の実践を行い、校内に留まらず幅広い意見交換を行うことを目的として外部の交流会への参加も積極的に行なった。平成27年度(研究5年次)までの問題点として、数学に関する課題研究が少なく、工学・地学・天文学などについての研究は存在していないという研究内容に関する問題があった。これは学校設定科目とリサーチプログラムとのリンクを見直した結果、課題研究テーマ数の増加や生徒の意識の向上などの+の効果があった反面、多様化する興味関心に対応しきれなくなるという-の面もより強く出ており、本校単独での研究指導のみではなく外部を活用した指導の必要性を感じられていたことに通じている。前年度はサイエンスメンター制度の活用と外部機関の助けを借りることで、この状況の改善に努めた。また課題研究活動を一部クラスのみでしか実施していなかった点などに様々な問題点が明らかになっており、課題研究活動を学校全体に広げることなど、本年度は平成27年度(研究4年次)に引き続き従来のプログラムの問題点を改善することに重点を当てプログラムの実施を行った。

内容・方法

SSクラブの生徒を対象とし、1年生については全生徒、2～3年生については希望者に対し、放課後および長期休暇を利用して研究活動を行い、校内での研究成果報告会での発表を目的としたポスター制作やプレゼンテーションの指導を行った。学校設定科目とSSクラブ活動のリンクを含めた全体の概略図を図1に示し、研究1年次から6年次までの本プログラムの年間の流れ・参加大会につ

いては表1～5にて示した。また全研究テーマを表6に示し、各年次の研究テーマを科目別に分けたものを表7に示した。本研究の実施においては専任教員のみではなく、非常勤講師をSSクラブ・リサーチプログラム担当教員とすることで、活動中の全研究テーマに対して16人の担当者を配置した。その為SSクラブ・リサーチプログラムの途中参加者や個々の理解度や進度に応じて柔軟な対応が出来るよう配慮した。

また本年度は昨年度までの問題点を改善すべく以下の点を改善した。

前年度より数学に興味関心を持つ生徒が増えており、研究指導者として数学の教員を配置して指導にあたった。また数学の課題研究のみで構成されている研究発表会に参加するなど数学の研究活動の活性化を行なった。

課題研究プログラムをサポートして株式会社リバネスの課題研究相談窓口やサイエンスキャッスルゼミ・出張ミニプレゼン道場などを利用し、生徒が疑問に思ったことに答えることが出来るような専門家と関わる機会を増やした。

また学校設定科目である『学際科学』『SS数理演習』『SS国際情報』とのリンクを見直し、課題研究活動の活動時間の確保の為に、早期実施が出来るよう、学校設定科目の見直しを昨年度に引き続いて行った。さらに高校1年生（平成28年度入学者）より、学校設定科目であるSS数理演習・学際科学の授業内でSSクラブにおける課題研究プログラムの発表会を行ない、授業内での課題研究活動時間の確保に努め、学校内での生徒同士の課題研究に関する交流の機会を増やした。

本年度は昨年度に引き続き課題研究活動を従来行っていた理数キャリアコースから学年全体に広げ文化祭にて発表を行った。本校の第1～2学年については現時点で課題研究活動は全ての生徒が行なっている状態である。

SSクラブ・リサーチプログラムとして定義される活動は次のものである。

『学内での継続的な個人課題研究活動』『学内でのSSH関連の発表会への参加』『発表ではなく交流を主目的とした交流会への参加』（なお学外での発表会やコンテストへの参加は全て『SSクラブ・チャレンジプログラム』としている為、該当項目を参照のこと。）

図1. 本校におけるSSH課題研究指導の流れ。

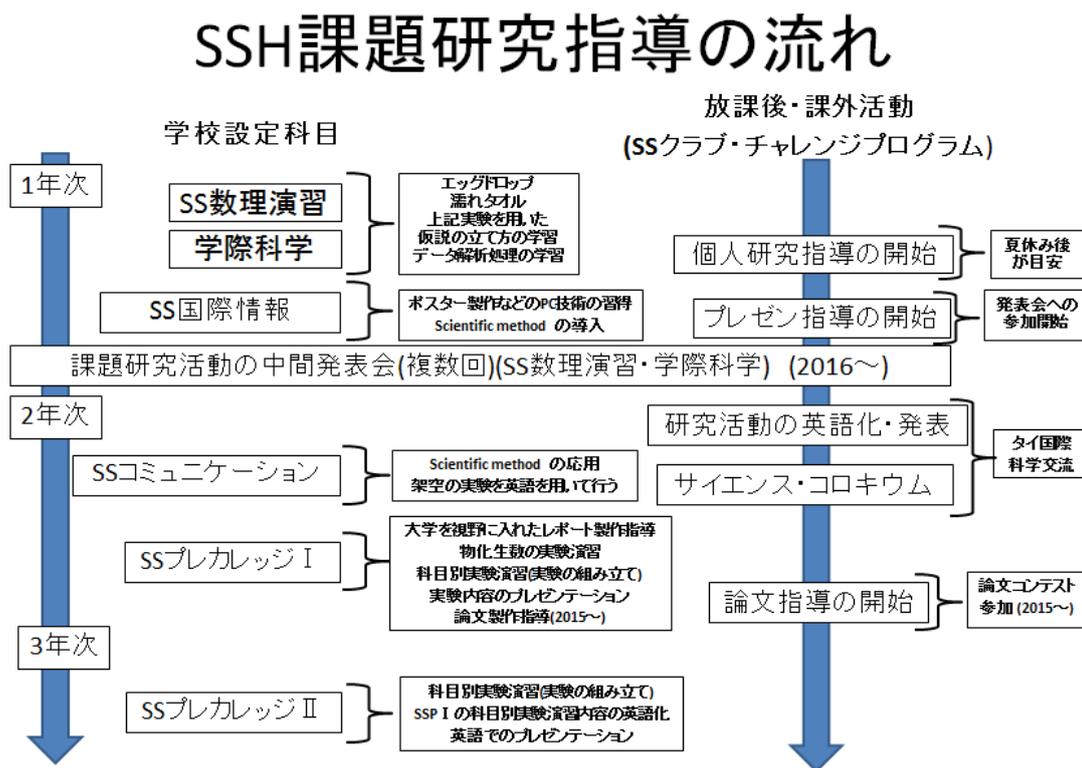


表1. 平成24年度入学者のSSクラブ・リサーチプログラムの主な流れ

高校1年次 (平成24年度) 55名	
時期	内容
11月	リサーチプログラム研究テーマの設定 テーマごとに担当教員との面談を開始 (研究内容・研究計画の決定) ・研究の開始
12月	東京都SSH合同発表会 (東工大) (SSクラブ・チャレンジプログラム)
2月	SSH校内生徒発表会での発表
3月	つくば Science Edge 2013 での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 第1回理系女子交流会での発表 (戸山高校) など
高校2年次 (平成25年度) 55名	
時期	内容
8月	SSH全国生徒発表会 (パシフィコ横浜) での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
9月	SSH発表会への参加 (多摩科学技術高校) での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 文女祭 (文化祭) での発表
10月	第2回理系女子交流会での発表 (本校) タイ・PCCP (1月) の発表に向けた参加者の選抜 (サイエンス・コロキウム) タイ・PCCP (1月) の発表に向けた英語プレゼンテーション練習の開始 (サイエンス・コロキウム)
12月	SSH研究成果報告会 (本校) での発表・東京都SSH合同発表会 (東海大高輪) での発表
1月	タイ・PCCP での発表 (SSコミュニケーション)
2月	第2回SSH研究成果合同発表会 (戸山高校) での発表
3月	つくば科学研究コンテストでの発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) つくば Science Edge 2014 での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 第9回関東近県SSH合同発表会 (玉川学園) での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 日本水産学会春季大会 (SSクラブ・チャレンジプログラム) サイエンスフェアーに向けての英語ポスター指導 (サイエンス・コロキウム) 第3回理系女子交流会 (多摩科学技術高等学校) (SSクラブ・チャレンジプログラム)
高校3年次 (平成26年度) 54名	
4月	サイエンスフェアーでの英語発表 (サイエンス・コロキウム) SSプレカレッジIIスタート (表現法に関する学校設定科目)
9月	科学の芽応募 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
12月	高校生科学技術チャレンジでの発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) サイエンスキャッスル2014 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
3月	つくば Science Edge 2015 での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 3年間の活動を評価シートにて自己評価

表2. 平成25年度入学者のSSクラブ・リサーチプログラムの流れ

高校1年次 (平成25年度) 36名	
時期	内容
10月	リサーチプログラム研究テーマに関する説明を実施・希望テーマごとに担当教員との面談を開始
11月	研究テーマの決定
12月	研究テーマごとに担当教員との面談を開始 (研究計画の決定)
2月	実験の開始
3月	つくば科学研究コンテストでの発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) つくば Science Edge 2014 での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 第9回関東近県SSH合同発表会 (玉川学園) での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
高校2年次 (平成26年度) 34名	
4月	サイエンスフェアーでの英語発表 (SSコミュニケーション)
8月	高校生バイオサミット (SSクラブ・チャレンジプログラム)

9月	水産学会秋季大会 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
10月	第2回理系女子交流会での発表 (本校) タイ・PCCP (1月) の発表に向けた参加者の選抜 (サイエンス・コロキウム) タイ・PCCP (1月) の発表に向けた英語プレゼンテーション練習の開始 (サイエンス・コロキウム)
12月	SSH 研究成果報告会での発表・東京都 SSH 合同発表会での発表 サイエンスキャッスル2014 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
1月	タイ・PCCP での発表 (SS コミュニケーション)
3月	つくば科学研究コンテストでの発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) つくば Science Edge 2015 での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 日本水産学会春季大会 (SSクラブ・チャレンジプログラム) サイエンスフェアに向けての英語ポスター指導 (サイエンス・コロキウム)
高校3年次 (平成27年度) 34名	
4月	サイエンスフェアでの英語発表 (SS コミュニケーション) SS プレカレッジII スタート (英語表現法に関する学校設定科目)
9月	坊ちゃん科学賞の応募 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 科学の芽の応募 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
3月	3年間の活動を評価シートにて自己評価 つくば Science Edge 2015 での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム)

表3. 平成26年度入学者のSSクラブ・リサーチプログラムの流れ

高校1年次 (平成26年度) 42名	
時期	内容
8月	SSH 全国生徒発表会 (パシフィコ横浜) での発表見学 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
12月	リサーチプログラム研究テーマに関する説明を実施・希望テーマごとに担当教員との面談を開始 研究テーマごとに担当教員との面談を開始 (研究計画の決定) 実験の開始
2月	第3回生徒研究成果合同発表会 (都立戸山高等学校) (SSクラブ・チャレンジプログラム)
3月	つくば Science Edge 2015 での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) つくば科学コンテスト 第10回関東近県 SSH 合同発表会 (早稲田大学) での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 第3回理系女子交流会での発表 (戸山高校)
高校2年次 (平成27年度) 41名	
4月	サイエンスフェアでの英語発表 (SS コミュニケーション)
6月	タイ・TJ-SSF (12月) の発表に向けた参加者の選抜 (サイエンス・コロキウム) タイ・TJ-SSF (12月) の発表に向けた英語プレゼンテーション練習 タイ・TJ-SSF (12月) の提出に向けたフルペーパー作成指導の開始 (サイエンス・コロキウム)
9月	水産学会秋季大会 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
10月	第2回理系女子交流会での発表 (本校) 集まれ! 理系女子 第7回女子生徒による研究発表交流会 (慶応大学) (SSクラブ・チャレンジプログラム)
12月	SSH 研究成果報告会での発表・東京都 SSH 合同発表会での発表
1月	タイ・PCCP での発表 (サイエンス・コロキウム)
3月	つくば科学研究コンテストでの発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) つくば Science Edge 2015 での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 関東近県 SSH 合同発表会 (早稲田大学) での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 日本水産学会春季大会 (SSクラブ・チャレンジプログラム) サイエンスフェアに向けての英語ポスター指導 (SS コミュニケーション)
高校3年次 (平成28年度) 40名	
4月	サイエンスフェアでの英語発表 (サイエンス・コロキウム) SS プレカレッジII スタート (英語表現法に関する学校設定科目)

12月	SSプレカレッジII口頭発表会(英語でのプレゼンテーション)
3月	3年間の活動を評価シートにて自己評価 つくば Science Edge 2016 での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム)

表4. 平成27年度入学者のSSクラブ・リサーチプログラムの流れ

高校1年次 (平成27年度)	
時期	内容
8月	リサーチプログラム研究テーマの設定 リサーチプログラムの個人課題研究の中間発表
9月	実験の開始 文女祭(本校文化祭)での研究中間報告
10月	集まれ!理系女子 第7回女子生徒による研究発表交流会(慶応大学) (SSクラブ・チャレンジプログラム)
12月	SSH・SGH 研究成果報告会(本校) (公開授業・ポスター発表会) 人類動態学会地方会 (SSクラブ・チャレンジプログラム) 2015年東京都SSH指定校合同発表会への参加
2月	第4回生徒研究成果合同発表会(都立戸山高等学校) (SSクラブ・チャレンジプログラム)
3月	つくば Science Edge 2015 での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) (予定) 第10回関東近県SSH合同発表会(早稲田大学)での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) (予定) 第3回理系女子交流会での発表(戸山高校)
高校2年次 (平成28年度)	
4月	サイエンスフェアでの英語発表 (SSコミュニケーション)
6月	タイ科学交流プログラム・TJ-SIF (12月)の発表に向けた参加者の選抜(サイエンス・コロキウム) タイ科学交流プログラム・TJ-SIF (12月)の発表に向けた英語プレゼンテーション練習 タイ科学交流プログラム・TJ-SIF (12月)の提出に向けたフルペーパー作成指導の開始(サイエンス・コロキウム)
10月	集まれ!理系女子 第8回女子生徒による研究発表交流会(学習院大学) (SSクラブ・チャレンジプログラム)
11月	サイエンスキャッスルゼミ・出張ミニプレゼン道場 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
12月	SSH研究成果報告会での発表・東京都SSH合同発表会での発表 サイエンスキャッスル2016 in Tokyo での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) タイ科学交流プログラム・TJ-SIF参加(サイエンス・コロキウム)
3月	首都圏オープン生徒研究発表会(早稲田大学)での発表 (SSクラブ・チャレンジプログラム) (予定) サイエンスフェアに向けての英語ポスター指導 (SSコミュニケーション) (予定)

表5. 平成28年度入学者のSSクラブ・リサーチプログラムの流れ

高校1年次 (平成28年度)	
時期	内容
6月	個人課題研究のテーマ決め。
7月	実験の開始 文女祭(本校文化祭)での研究中間報告
10月	個人課題研究の中間発表 集まれ!理系女子 第8回女子生徒による研究発表交流会(学習院大学)
11月	サイエンスキャッスルゼミ・出張ミニプレゼン道場 (SSクラブ・チャレンジプログラム)
12月	SSH・SGH 研究成果報告会(本校) (公開授業・ポスター発表会) 2016年東京都SSH指定校合同発表会への参加(慶応義塾大学)
2月	第5回生徒研究成果合同発表会(都立戸山高等学校) (SSクラブ・チャレンジプログラム) 課題研発表会(本校)(学校設定科目 学際科学・SS数理演習) 関東近県SSH合同発表会(東京工科大学) (SSクラブ・チャレンジプログラム)

3月	つくば Science Edge 2017 での発表 (SS クラブ・チャレンジプログラム) (予定) 首都圏オープン生徒研究発表会(早稲田大学)での発表 (SS クラブ・チャレンジプログラム) (予定) Kanagawa International Science Forum 2017 (SS クラブ・チャレンジプログラム) (予定) サイエンスフェアに向けての英語ポスター指導 (サイエンス・コロキウム) (予定)
----	---

表 6. SS クラブ・リサーチプログラム研究テーマ一覧

2012 年度開始の研究	2013 年度開始の研究	2014 年度開始の研究	2015 年度開始の研究	2016 年度開始の研究
奇跡の実から奇跡を取りだす!! ～ミラクリンの抽出～	クロロゲン酸を食べよう! おせちの緑色を探る	納豆菌が口内環境に及ぼす影響	茶葉の消臭効果	加熱によるビタミンC含有量の変化
色素増感型太陽電池	姿勢が集中力に及ぼす影響に関する研究	触覚が唾液分泌量に与える影響	円周率	みかんのビタミンC含有量
※サメとヒトとの比較解剖学	フットロックを用いた外反母趾足の研究	コーヒークロロゲン酸の色に迫る	糖	ビタミンCの抗酸化作用
関東の里山におけるシイタケ研究	小中学生用の科学教材の開発	香料の持続性に関する研究	タマゴの殻でチョークを作る	昆布の粘性を利用した米粉パンの発酵条件の検討
高校スポーツにおけるバイオメカニクス	渋柿の脱臭効果の測定	ノニジュースにおける生体への影響	粘菌	納豆菌と麹菌の融合と反発
濡れたタオルがなぜ乾くのか	紙で包丁を作る	緑のらっきょう	光らない生物を光らせる	アルギン酸ボールの秘密 ～色の抜け具合による膜の厚さの評価～
小笠原の海の謎を解き明かせ	色の消えるボールペンの研究	ザリガニの体色変化の仕組みを調べる	米のとぎ汁で酸化防止	重曹がコーヒー生豆の煮汁の色に与える影響
色における光の反射と吸収	振ると色が変わる水の酸素濃度の測定	音楽と集中力との関係	摩擦力	米粉を原料としたパンの発酵条件の検討
振ると色が変わる様々な水	霧の中での光が届く範囲	音楽と植物の成長量の関係	携帯への依存 学習心理学	立方体オセロの挑戦 ～必勝法を求めろ～
アスタキサンチンの形質に与える影響	生育環境の違いによるキノコの構造変化	色の付いた炎を作る	微生物	暗号論 ～文京のサイトのQRコード化～
人工低温による羽化の有無	味覚を変化させる植物産	外反母趾の研究	雲団気の扱い方	しゃぼん玉の粘性(秋)
重曹の洗浄効果	枯草菌を用いた孢子の研究	光の吸収と反射	茶葉のシアノソックス	数学オリンピック
空気抵抗による速度の多段階増加	ドラえものの道具を作成する	コーヒーの消臭剤の原理	クラゲの毒にステロイド以外に使える薬があるのか	中学生でも解ける幾何学
	The Longest Thermometer in Bunkyo-Word	PCCP お米プロジェクト(生物)	米粉パン	お茶の抗菌作用
	メダカの互換がメダカに及ぼす影響	PCCP お米プロジェクト(化学)	野菜の色素によるお米の着色	ミジンコの光走性
	シロツメグサの突然変異に関する研究	SS 国際情報 (米)	エチレンガスを発生させる果物の応用	梅干しの制菌効果
	卵の殻でチョークを作る	ニンニクの緑化の進行	リンゴが起こす褐変反応変色を防ぐ	外反母趾 ～外反母趾と圧力について～
	モンキ蝶の鱗粉の謎を解く	菌体の接着と融合	腐敗と酸味	きれいにご消える黒板消し
	Antibacterial Effect of Noni Juice		初草の緑の研究	コヒョウモンモドキの鱗粉にご包む
	室内での音響技術に関する研究		梅干の米への殺菌作用	～シャボン玉と粘性(梅)～

	※化粧水の保湿効果の証明		植物の再生	おいでよゾウリムシの森 ゾウリムシの塩類濃度調節
	食物連鎖で水質浄化は出来るのか？ ～複合微生物の培養液「えひめAI-2」 作り		植物に音楽を聞かせると早く成長する	空気抵抗による速度の多段階増加
			飲みかけのペットボトルと細菌 温度変化による口内微生物量の変化	The relationship between temperature and color of chlorogenic acid solution
			外反母趾	Development of a chalk line visibility testing device
			シャボン玉の割れる時間	Examination of the electricity generation efficiency of the dye-sensitized solar cell by the difference of the chlorophyll extractant
			水の種類による溶け方の違い	Effect of Blinking Light on Euglena Reproduction
			光が菌の成長に与える影響について	Secret of green pepper ～ Changes in pigment content and sugar content in maturing green peppers ~
			ダイラタンシーの衝撃吸収力	The light of firefly
			ナメクジの嗅覚範囲を知ろう	Creation and evaluation of a virtual interactive map of our school for guiding visitors
			メントスガイザー Mentos and carbonate	音楽が学習作業に与える影響
			Change in taste due to the amount of the <i>Gymnema sylvestre</i> and <i>Synsepalum dulcificum</i>	
計13テーマ	計22テーマ	計18テーマ	計31テーマ	30テーマ

表7. 課題研究 分野別テーマ数の推移

	物理	化学	生物	数学	その他
1年次	2	4	6	0	0
2年次	5	5	10	0	0
3年次	1	7	8	0	2
4年次	4	10	14	1	2
5年次	3	10	11	4	2

検証・評価

研究5年次となる平成28年度は全体のバランスの見直しを行い今まで十分な検討がなされていなかった分野に関して手を入れた。また今までの活動を見直し生徒自身がSSクラブ・リサーチプログラムの目的や年間予定など全体像を意識しやすいように勤めてプログラムを実施した。その結果として全生徒に対して外部での課題研究発表の経験を積ませることができ、更に意欲のある生徒は口頭発表にチャレンジするものも出た。課題研究活動のテーマ設定期間を長く設けることができ、研究の論理性の確認や、実験前の調べ学習に割く時間を増やすことが可能となった。この結果として課題研究のテーマ数は対象学年である高校1年生と高校2年生合わせて過去最大規模となった。

本研究の実施による研究テーマ数は現在において、高校3年生も含めると合計70テーマを超えている。SSクラブ参加生徒数に対して多いものとなり、多くの生徒が多様性・独自性を持った研究活動を行っていると考えられる。

高校2年生は本研究活動のメインとなる重要な年度である為、『SSH・チャレンジプログラム』と平行して年度初めより積極的な大会・交流会への参加を前年度に引き続いて促した。研究を進めるに従い、研究内容の発表や他者との意見交流に関して積極性を持ち始め、自主的な大会・交流会への参加が目立ち、研究においても指導教員の手を借りず、異なるテーマを持つ生徒同士が意見を交換し自主的な研究活動を行うことが可能になった。今年度は前年度に比べて対象となる生徒が多く、例年度と同様の実施が可能であるか問題になった。しかし例年以上の人数を研究指導者としたことや、過去の研究の引継ぎという点に注目した指導を行なったこと、そして学校設定科目内での課題研究活動の時間を増やしたことなどから例年以上の規模での運営が可能になった。

本年度のSSH研究成果報告会においては昨年度研究成果報告会との比較がSSH運営委員により行われ、3年間の活動により3年生の研究レベルは高いものとなったとの評価を受けた。個々の能力には差があるものの全体な能力の伸びがあったと判断できる。

また年度当初は理系大学を目指していなかった生徒が、理系大学への合格を果たし、また外部コンテストで優秀な成果を残したものはSSH課題研究を利用した入試方法を取った。

『SSコミュニケーション』に関連したタイ科学交流プログラム・TJ-SIFでの発表を行った選抜メンバーは英語・日本語の両者のプレゼンテーションスキルの向上が見られ、さんかめんばーのほぼぜんいんがそれいこうの『SSくらぶ・ちゃれんじぶろぐらむ』にがいうするはっぴょう・こうりゅうかいへのせっきよく他の学校設定科目内での生成の向上を確認できた。

外部組織との連携として高校2年生の中には外部の大学教員と交流を独自に図り、自身の研究活動に対するアドバイスを研究分野における最先端の立場にいるものから得えており研究活動にたいする強い意欲が見られた。

次年度への課題

ループリックを用いた自己評価を実施したが、行動や結果に対して行うループリック評価の限界が感じられた。また生徒に対して評価に関する調査をおこなったところ結果ではなく、意識など研究過程についても評価を希望する声が多かった。本プログラムのこの結果を踏まえて、現在「やる気」などの生徒の心や意識の面に着目した評価方法を、27年度より評価の専門家を交えて考案中である。

数学の課題研究活動に関して、本年度は前年度に増して生徒に対して数学に興味関心を喚起することができ、全体としてはまだ少数ながらも、指導方法も確立することができた。本年度に実施した指導や課題研究につながる授業をさらに行うことで、数学における課題研究の形を一般化していきたい。

また数学の課題研究と平行して工学(情報工学分野1テーマ)・天文学(0テーマ)など、課題研究活動のテーマの幅をさらに広げていきたい。

全体のまとめ

研究1年次より課題研究活動を始め、課題研究のテーマ数や幅の広さなどは年次ごとに発展が見られた。全体的に見るとより深い研究活動を行っている生徒はテーマ数の少なかった2年次～3年次に集中している(SSH・チャレンジプログラム参照)が、全体的な研究レベルの平均値や得られた生徒の技能などは課題研究活動の土台が固まり、多くのプログラムを体系的に生徒が受講できるようになった4～5年次が上回っている。

また5年間の大きな変化として外部の発表会や外部機関のサポートを積極的に受けるようになったことが挙げられ、より深い研究活動を望む生徒にが伸びる土台の形成と、本校のみでは成しえなかった研究分野の開拓や専門性の高い領域のサポートをすることができた。

本プログラムは図1に示したような他の学校設定科目を繋ぐ他教科横断型の学習プログラムの中核をなす領域である。効率の良い知識や技能の定着を目的として、更に学校設定科目との関わり方を検討していきたい。

項目名 「SSクラブ・チャレンジプログラム」

仮説

課題研究活動を通じて能力を高めた生徒が、自分の研究に対する客観的な評価を得ることや、研究活動成果の社会への発信を目的として、各種コンテストに参加させる。個々の興味や分野にふさわしいチャレンジプログラムを提示し、誘導と学習支援をすることによって、生徒がチャレンジ精神を發揮できるようになる。これによって、目標が明確と成り、科学的能力を伸長させる絶好の機会となると考える。また、将来の進路希望や「科学者として生きる力」が大きく開かれると考える。

実施期間 研究1年次～5年次

対象者 SSHの実施に伴い設置を行ったSSクラブの第1学年～第3学年の希望者

今年度までの流れ

研究1年次より行っている『SSクラブ・リサーチプログラム』を学習している生徒を主な対象として、SSH関連の発表会、SSHとは直接関係しない発表会・研究会、課題研究以外へのコンテストへの参加を行った。平成24年度入学者～平成25年度入学者(研究1年次～4年次在籍)は、表1に示した研究大会において優秀な成績を修めることができた。さらに平成26年度入学者(研究3年次～5年次在籍)は高校2年次に学校設定科目SSコロキウム・SSコミュニケーションなどで実施された科学的手続き(Scientific Method)の指導により、日本語よりも論理的な表現に優れた英語を用いた表現方法を学習することで、論理的な思考力を身につけることが出来た。特にタイ王国で行なわれたTJ-SSF2015に参加をした12名は新しい試みとして英語での論文作成を行い、最終的に研究班につき1報の合計5報の論文を英語にて作成することができた。本校としては英語の論文の製作は研究4年次が初めてであり、3年間の個人課題研究活動のまとめの論文製作活動に新しい面を加えることが出来たと思われる。また研究の着手から発表までの3年間の大まかな流れが定着し始め、課題研究活動を行う上で最終目標地点を生徒が意識しながら行う事が出来るようになりはじめた。

内容・方法

『学校設定科目』にて学習する課題研究に必要な『ものごとに対して疑問を持つ力』『実験計画を立てる実行力』『実験内容をポスター・口頭・文章で表現する力』などの実践の場の1つとして本プログラムを位置づける。『学校設定科目』の進度に合わせた指導を年間で行い、さらに個々の研究に活動にて準備期間、練習期間、レポート作成期間等計画をそれぞれ立て、各教科担当者、大学教員や企業など専門家のアドバイスを仰ぐ。指導者は生徒が自立的にチャレンジ課題に向き合う姿勢を阻害することのないように留意する。分野別に指導者を立て、目標に向けて、的確に助言する。特に、生徒が持つ独創性にウェイトを置き、その独創性をさらに伸ばすことに大きくウェイトをかける。このように、自身の活動の成果を外部的に向けての発信を志す生徒に対し、個々の興味指向に合わせて適切なコンテストにチャレンジする環境をつくる。なおここ挙げられているコンテストの定義は次に挙げる3つのいずれかに該当するものである。「校外で行われるSSH関連の発表会・研究会」「SSHと直接関連しない個別の発表会・研究会」「物理チャレンジ・化学グランプリ・生物オリンピックなどの個人課題研究以外のコンテスト」。また前々年度の課題であった『コンテストの準備が不十分であった点』『コンテストの目的の提示が不十分であった点』については、コンテストの概要や開催日などを一覧にまとめた情報を生徒に提示することで前年度に解決をしている。この情報提示を更に整理して、単純に同一の人間が複数の大会に出場するのではなく、自身の目的に応じた大会を選び成長をすることができるよう促す。前年度の課題であった自己の達成目標の指標としての外部評価を生徒が受けられる状態の整備、特に口頭発表と論文に対するものを整えた。口頭発表については前年度と比べて学校設定科目内での口頭発表の機会を増加させ口頭発表そのものに慣れさせ、合わせて外部大会の紹介をより積極的に行った。論文についても同様に学校設定科目内で論文作成講座を実施し、課題研究活動を最終目標として論文コンテストの紹介を積極的に行った。

検証・評価

研究1年次から研究5年次(今年度)までに本研究活動として参加を行った科学コンテストの一覧を表1に示した。また出場により表彰などを受けたものはそれについても記載した。本年度は研究5年次であり前年度に引き続いて大会への参加を行った。平成27年度・28年度より本校の理系コースである理数キャリアコースの人数が増加し、理数に興味関心のある生徒の数が増加した。特に28年度の入学者の高校1年生に対しては、学校設定科目の学際科学とSS数理演習の授業内で口頭発表会を新たに設けることで口頭発表の機会を増やした。またポスターについては必ず1つの外部研究大会へ出場することを課題として課し、研究大会にて研究発表を行う事と他者の研究を研究評価シートを用いて分析すること、研究大会に出場したことを振り返り自己評価シートで振り返りをさせた。これによって前年度の研究大会で得られた学習内容を生徒に反映できないという問題を解決した。高校2・3年生に関しては主に論文作成の指導を行い、今年度は武蔵野大学主催の物理・数学を対象を絞った論文コンテストである第3回数理工学コンテストに初参加をし、奨励賞を受賞した。これによって数学分野の課題研究や論文製作の指導においても一定の成果を得られたと考えられる。またIntel RGeniuo101 Competition 2016のようなプログラミング技術を用いたペットボトルロケット大会など生徒の通常の学習の範囲を超えた分野に関しても生徒の挑戦が見られ、生徒自身が興味を持って活動を行っていることがうかがえた。

表.1 参加を行ったコンテスト一覧表

H24年度(研究1年次)	H25年度(研究2年次)	H26年度(研究3年次)	H27年度(研究4年次)	H28年度(研究5年次)
校外で行われるSSH校指定の発表会・研究会など				
文部科学省主催全国SSH生徒研究発表会(2013~2017) 東京都内SSH指定校合同発表会(2013~2017) 関東近県SSH合同発表会(2013~2017) 高校生による島嶼科学交流会(2014~2017)				
		高校生による英語での課題研究発表会	TJ-SSF	TJ-SIF
SSHと直接関連しない発表会・研究会など				
つくば Science Edge2013~2017(2013年ポスター部門1位 2014年ポスター部門2位) 生徒研究成果合同発表会(TSS)(都立戸山高校)2~5回(2013~2017) 第1回理系女子交流会~第6回理系女子交流会(本校・都立戸山高校・多摩科学技術高校)(2013~2016)				
バイオサミット(第2回鶴岡) 集まれ理系女子	国際形態科学シンポジウム (特別ポスター賞) つくば科学研究コンテスト(奨励賞) 日本水産学会春季大会(金賞) 集まれ科学好き発表会(岡山県) タイ科学交流プログラム	バイオサミット(第4回鶴岡) 四葉祭(都立科学技術高校文化祭) 高校生科学技術チャレンジ(優等賞) 人類形態学会 サイエンスキャスル2014 (ポスター最優秀賞) つくば科学研究コンテスト(奨励賞) 日本水産学会秋季大会(銀賞) 日本水産学会春季大会(銀賞・奨励賞) タイ科学交流プログラム	人類形態学会地方会 (優秀発表賞) 集まれ!理系女子 第7回女子生徒による研究発表交流会 高校生科学技術チャレンジ The 2 nd Symposium for Women Researchers タイ科学交流プログラム	第8回マス・フェスタ 集まれ!理系女子 第8回女子生徒による研究発表交流会 The 3 rd Symposium for Women Researchers サイエンスキャスル2016 Kanagawa International Science Forum 首都圏オープン生徒研究発表会 タイ科学交流プログラム
課題研究発表会以外のコンテスト・発表会など				
物理チャレンジ2012	化学グランプリ2013 生物オリンピック2013 物理チャレンジ2013 デジタルアートコンテスト (優秀賞)	化学グランプリ2014 生物オリンピック2014 日本生物オリンピック2014 物理チャレンジ2014 科学の芽	化学グランプリ2015 生物オリンピック2015 物理チャレンジ2015 坊ちゃん科学賞(奨励賞) 科学の芽 TJ-SSF(英語論文)	化学グランプリ2016 生物オリンピック2016 物理チャレンジ2016 第3回数理工学コンテスト (奨励賞) サイエンスアゴラ (トークセッション参加) Intel RGeniuno101 Competition 2016 (JAMSS賞) TJ-SIF(口頭発表)

研究1年次~5年次のまとめ

研究1年次より外部の研究大会へ積極的な参加を行ってきたが研究年次が進むにつれて、運営母体がSSHに根ざしている大会のみではなく、企業・学校・学会など多岐に渡る大会へ参加するようになった。大会の中にはこの5年間の間に実施がされなくなったものや、新規に実施されたものもあるが、それらの情報を集めて生徒へ連絡する仕組みも形成できた。また参加する大会の内容も多岐に渡り、口頭発表を重視するものや英語でのポスター発表を行う事ができるもの、発表前後に研究内容に関するアドバイスをもらえるものなど、参加する生徒の目的に合わせた活動が可能となった。研究活動そのものの成果としては、研究発表会である高校生技術チャレンジでの優等賞をはじめ、国際形態科学シンポジウムでの特別ポスター賞、日本水産学会での金賞、論文コンテストでは坊ちゃん科学賞や数理工学コンテストの奨励賞が挙げられ、研究内容が一定のレベルに達していることが結果からもうかがえる。また課題研究に関連しない大会としては継続して化学グランプリ・生物オリンピック・物理チャレンジに参加しており、各分野において興味関心の高い生徒への機会の提供が行なえた。今後の展開として、28年度入学者に対して授業内での研究活動の時間を確保して研究大会参加を必須としたように、論文コンテストなどについても指導の時間を確保して課題研究活動のまとめとして自身の研究成果を文章に残すべく参加を必須とできるように動いていきたい。

※次ページに、【参考資料】として発表会での研究見学シートや自己評価シート、発表会一覧資料を掲載した。

研究見学自己評価シート

研究見学シート()	
研究タイトル	
「過去」 背景	どういったきっかけで実施したのか?
「現在」 目的・結果・考察	目的(何をしたいのか?)
	結果 (どんな実験をしてどういうデータが取れたか?)
	考察 (結果で取れたデータから何が分かったか?)
「未来」 今後の展望	今後どうしたいか・最終目標(夢)は?
質問 1	質問した内容
	相手の回答
質問 2	質問した内容
	相手の回答
その他	

	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4	自分のレベル
～例～ 担任の名前に 関する理解度	苗字を書ける	名前を書ける	フルネームを 漢字で書ける	フルネームを 漢字で書いて 名前の由来を 知っている	2
理解できた 研究の数	0テーマ	1テーマ	2～3 テーマ	4テーマ以上	
質問に 関して	質問出来な かった	質問をしたが 疑問を解決で きなかった	質問をして疑 問を解決でき た	質問すること で相手の理解 も深められ た。	
上手い研究発表 について	見つけられな かった	1つ見つけら れた	複数見つけら れた	何が上手いの か分析出来た	
研究に対する 理解度の変化	変化が特に無 かった	自身の研究内 容の改善点の 候補を見つけた。	自身の研究内 容の改善点を 明確に出来た	研究の改善点 を見つけ、改 善方法まで見 つけた。	
他者との 交流	挨拶程度の 会話をした	研究に関する 会話をした	研究以外の会 話もした	研究に役立つ 情報を交換で きた	
見学の満足度	参加の意義を 感じなかった	今回の参加で 十分	再度参加した い	何度でも参加 したい	
～言いたい事や感想を書くところ～					

過去「現在」「未来」対応表	
「過去」	なぜこの研究を行ったのか? 今までにどんなことをしたのか? (研究背景)
「現在」	研究することで何がしたいのか?(目的) 何をして何が分かったか(結果・考察)
「未来」	これからどんなことを具体的にしたいのか(今後の展開) 最終目標は何か(夢・大目的)

学年 クラス 番号 名前

大会名	開催日時 場所	応募締め切り	備考	HP URL	引率
第8回女子生徒による科学 研究発表交流会	10月29(土) 学習院大学	締め切り 済み	集まれ理系女子・発表参加は女子のみ 見学は男子も可能	http://www.nd-seishin.ac.jp/bio/2015/05/post-1364.html	
The 3rd Symposium for Women Researchers	11月6日(日) 都立戸山高校	10月14日	見学のための参加も可能・中学生参加可能 小～大学生のポスター発表もあり・表彰あり ランチタイムに中～大学生と交流会・JAXA研究者の講演	http://www.toyama-ssh.hs.plala.or.jp/ssh-16/SWR_3.pdf	
サイエンスキャッスル2016	12月24日(土) TEPIA先端技術館 (港区)	10月31日	申込み時に研究要録1000字・中学生参加可能 表彰多数につき受賞しやすい・実験の体験コーナーがある 研究に関する助言や指導を受けられる	https://s-castle.com/home/	
Kanagawa International Science Forum	3月20日(月) 横浜国際大学	12月9日	全員に賞状あり・海外からの発表者あり・表彰あり 申込み時に以下の様式を選択 ①審査ありの英語ポスター発表 ②審査なしの英語or日本語ポスター発表 ③審査ありの英語口頭発表 ④審査なしの英語or日本語口頭発表	http://www.atsugi-h.pcn-kanagawa.ed.jp/pe2849.html	
SSH研究成果報告会	12月10日(土) 本校		文京生みの発表会・高校1年生は全員参加 (SSHクラブ・小笠原・国際情報・SS数理)などを発表予定 高校2年生は別途連絡・口頭発表あり		
東京都SSH 指定校合同発表会	12月23日(金) 慶義塾大学(矢上)	12月6日(口頭) 12月13日(ポスター)	1年生は全員参加(濡れタオルの実験などを発表予定) 2年生は有志による参加の予定		
つくばサイエンスEdge	3月21日(火) 3月22日(水) つくば国際会議場	1月23日(月)	表彰あり・交通費は1日分支給予定・中学生参加可能 発表形式は口頭発表・ポスター発表(日本語・英語) 口頭発表と英語ポスター発表は申し込み料8000円が必要 口頭発表選定時はポスター発表に(評価シートが貰える) 申込み時にA4用紙1枚～2枚程度の要旨提出・数学無し 企業によるワークショップ(科学体験)あり。原則2日間参加	https://www.jtbbwt.com/ScienceEdge/	
関東近県SSH合同発表会	3月中旬～下旬 東京工科大学(浦田)	2月上旬	口頭発表・ポスター発表・中学生参加可能		

大会名	開催日時 場所	応募締め切り	備考	HP URL	引率
首都圏オープン 生徒発表会首都圏 オープン生徒研究発表 会	3月19日 早稲田大学11号館	2月末まで	口頭発表・ポスター発表・中学生参加可能 表彰多数につき受賞しやすいはず 申込み時にA4用紙1枚程度の要旨提出・難解な研究は別紙 理数以外の分野も発表可能。		
第5回生徒研究成果 合同発表会	2月5日 都立戸山高校	1月13日	1枚のポスターに対して専門家複数による研究に関する 助言シートが配布される。口頭発表可能。 その他分野で理数以外の分野も発表可能。 英語の発表の場合ネイティブによる質疑応答・評価あり。	http://www.toyama-ssh.hs.plala.or.jp/TS_S.html	
自然科学観察コンクール (シゼコン)		10月31日(月)	研究活動をレポートにまとめて応募をして作品の審査のみ を受けるタイプのもの。研究発表会ではない。 HPに過去の研究内容が多数あり。 結果発表は12月くらい。表彰あり。小・中学生のみ応募可。	https://www.shizecon.net/	
サイエンスメンター	3月 (2018年)	5月 (2017年)	研究発表会がメインではない 自らの行いたい研究内容を提出して審査に通ると大学の先生 と一緒に1年間研究が活動ができる。2017年9月1日～。 研究で全国レベルになりたい。高校生活の中心を都活など ではなくて研究にしたい生徒が対象。 申込みは基本的に中3と高1のみ。	http://www.iss.or.jp/jkusei/mentor/members.html	
第8回マス・フェスタ	8月27日 京都大学	?	数学分野限定の課題研究活動の発表会。 中学生参加不可。 遠方での発表。	http://otemae-hs.ed.jp/ssh/jssh.html	
第3回数理工学コンテスト	3月25日 武蔵野大学 有明キャンパス	1月31日(月)	研究発表会ではない 論文コンテストかつ、内容は数学・物理による対象の数式 化or得られた統計データの解析に関する研究内容のみ。 つまり身近な現象を数学と物理の力を使って解き明かす研 究の論文コンテスト。	http://www.musashi-no-u.ac.jp/admission/faculty/mathematical_engineering_contest	

【平成 26 年度・27 年度理数クラス卒業生 SSH 追跡調査アンケート】

対象：本校 SSH を履修して卒業した大学 1～2 年生（87 名のうち回答のあった 40 名を分析：有効回答率 46%）

調査 1) 卒業生の進路先と将来展望に関する SSH の効果

【回答結果】

大学以後の希望進路

＜理系＞ 75%

理系分野の大学院：19名 理数系分野の教員：2名 理系分野のスキルを活かした仕事：9名

＜非理系＞ 25%

理系的なスキルを必要としない仕事：2名 その他および未定：8名

調査 2) SSH の効果に関する生徒自身の認識

【回答結果】

＜卒業後 SSH の効果を感じる＞：88%

高校時代から期待していたように、いま、SSH 学習の効果を感じることができる：55%

高校時代はあまり期待していなかったが、いま、SSH 学習の効果を感じることができる：33%

＜卒業後 SSH の効果を感じられない＞：12%

高校時代は期待していたが、いま、SSH 学習の効果を感じることはあまりない：10%

高校時代からあまり期待しておらず、いま、SSH 学習の効果を感じることはあまりない：2%

＜将来の志望分野と本 SSH の効果に関する調査＞

強く理系を志望する卒業生が、どのように本 SSH の総合的な効果認識をしているかのまとめ

大学以後も理系に進みたい卒業生 30 名のうち、

本 SSH の効果を感じている：90%

本 SSH の効果を感じられない：10%

大学以後は理系に進まない（その他・未定含む）卒業生 10 名のうち、

本 SSH の効果を感じている：80%

本 SSH の効果を感じられない：20%

調査 3) 在学時の SSH における理数系の学習の有効性に関する評価

【回答結果】

どの項目についても、90%以上の生徒が「本校の SSH の経験が、有効にはたらいと思う（やや思う）」と肯定的に回答している。その中で比較的评价の高かった項目とやや評価の低かった項目について考察する。

思う：4 まあ思う：3 あまり思わない：2 思わない：1 として、40 人分の回答の合計点で分析した。（満点スコア 160）

評価が高かった項目 <スコア 150 以上>

女子が理系分野に進学する上で有効であった：151

理科実験のスキルを高めるのに有効であった：152

実験や観察をレポート・ポスターにまとめるスキル：152

現象を観察するスキル：150

評価が低かった項目 <スコア 140 未満>

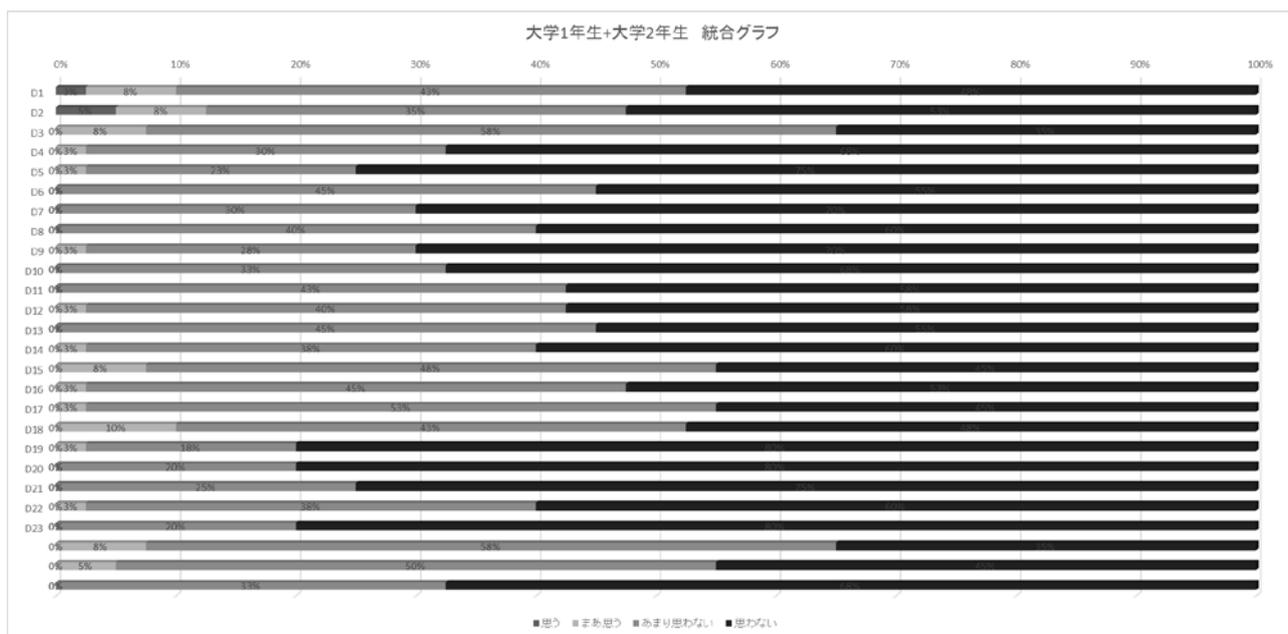
他者の論文を読むスキル：131

授業以外での学習量：135

国際性を育てる：135

科学が社会に与える影響：137

他者の研究を鵜呑みにしない：138



<本校のSSHの経験が、有効にはたらいと思えることの調査項目>

- (D1) 新しい話題・未知の分野などへの興味を高めることに有効
- (D2) 自分の興味分野を深めることに有効
- (D3) 失敗しても、失敗から何か今後の展望や対策への工夫を見つける姿勢を育てることに有効
- (D4) 粘り強く課題に取り組む姿勢を育てることに有効
- (D5) 自主的にものごとに取り組む姿勢を育てることに有効
- (D6) 協働して課題に取り組むなど学び合う姿勢を育てることに有効
- (D7) 探究心を育てることに有効
- (D8) ものごとの背景などを論理的に考える力を育てることに有効
- (D9) 問題を発見する力を育てることに有効
- (D10) ものごとを論理的に判断する力を育てることに有効
- (D11) 自分の研究の内容やアイデアを他者にわかりやすく表現する力を育てることに有効
- (D12) 国際性を育てることに有効
- (D13) 使命感を持って、自分の学んだ内容を用いて社会で活躍する姿勢を育てるのに有効
- (D14) 科学が社会に与える影響を見つめなおす姿勢を育てるのに有効
- (D15) 授業以外での学習量の増加に有効
- (D16) 女子が理系分野に進学する上で有効
- (D17) 理科実験のスキルを高めるのに有効
- (D18) 現象を観察するスキルを高めるのに有効
- (D19) 得たデータを統計的に処理するスキルを高めるのに有効
- (D20) 実験や観察をレポート・ポスターなどにまとめるスキルを高めることに有効
- (D21) 他者の論文を読むスキルを高めることに有効
- (D22) 他者の研究を鵜呑みにしないスキルを高めるのに有効
- (D23) 興味分野や課題に対する情報の収集のスキルを高めることに有効

調査4) 高校時代にもっと深く習得しておけばよかったスキルに関する調査

【調査4の回答結果】

- ①課題の背景にある因子や問題点を論理的に分析するスキル
- ②仮説を検証する方法を考えるスキル
- ③グループで協働して実験などのプロジェクトに取り組むスキル
- ④友人と一緒に課題に取り組む際のコミュニケーションのスキル
- ⑤レポートを書くスキル

- ⑥論文形式でまとめるスキル
- ⑦パワーポイントやポスター等のプレゼンのスキル
- ⑧英語を使ったコミュニケーションのスキル

の8項目のスキルに対する解答が多かった。①②⑤⑥は探究力の育成、③④⑦はコミュニケーション力の育成、⑧は語学力の育成を示すものと考えられる。

調査5) 高大接続の視点における SSH の効果

【回答結果】

本 SSH は、大学への進路決定に影響しましたか？

- 影響した：48%
- 多少は影響した：42%
- あまり影響していない：7%
- 全く影響していない3%

本 SSH は、大学での学びに関係していると思いますか？

- 関係している：53%
- 多少は関係している：35%
- あまり関係していない：7%
- まったく関係していない：5%

本 SSH によって、大学での学びに自信をもって臨む事ができましたか？

- 自信をもって臨めた：35%
- ある程度自信をもてた：57%
- あまり自信がもてなかった：8%
- まったく自信がもてなかった：0%

本 SSH は大学での新しい話題・未知の分野などへの興味を高めることに有効でしたか？

- 思う：68%
- まあ思う：30%
- あまり思わない：2%
- 思わない：0%

平成 26 年度・27 年度理数クラス卒業生 SSH 追跡調査アンケート

1. 現在の状況をおしえてください。

大学2年 (おもに理系分野・おもに文系分野) 大学1年 専門学校など 大学受験生 就職 その他
 大学で学んでいる方 大学で何を専攻していますか？ (大学受験生はどの分野の受験を志望していますか？)

2. 高校時代の理数クラスの授業や SSH 活動は、大学への進路決定に影響しましたか？

影響した 多少は影響した あまり影響していない まったく影響していない

3. 高校時代の理数クラスの授業や SSH 活動は、大学での学びに関係していると思いますか？

関係している 多少は関係している あまり関係していない まったく関係していない

4. 高校時代の理数クラスの授業や SSH 活動によって、大学での学びに自信をもって臨む事ができましたか？

自信をもって臨めた ある程度自信をもてた あまり自信がもてなかった 全く自信がもてなかった

5. 本校の SSH の経験が、有効にはたらいと思えること (思う・やや思う・あまり思わない・全く思わない から選択)

- (1) 新しい話題・未知の分野などへの興味を高めることに有効
- (2) 自分の興味分野を深めることに有効
- (3) 失敗しても、失敗から何か今後の展望や対策への工夫を見つける姿勢を育てることに有効
- (4) 粘り強く課題に取り組む姿勢を育てることに有効

- (5) 自主的にものごとに取り組む姿勢を育てることに有効
- (6) 協働して課題に取り組むなど学び合う姿勢を育てることに有効
- (7) 探究心を育てることに有効
- (8) ものごとの背景などを論理的に考える力を育てることに有効
- (9) 問題を発見する力を育てることに有効
- (10) ものごとを論理的に判断する力を育てることに有効
- (11) 自分の研究の内容やアイデアを他者にわかりやすく表現する力を育てることに有効
- (12) 国際性を育てることに有効
- (13) 使命感を持って、自分の学んだ内容を用いて社会で活躍する姿勢を育てるのに有効
- (14) 科学が社会に与える影響を見つめなおす姿勢を育てるのに有効
- (15) 授業以外での学習量の増加に有効
- (16) 女子が理系分野に進学する上で有効
- (17) 理科実験のスキルを高めるのに有効
- (18) 現象を観察するスキルを高めるのに有効
- (19) 得たデータを統計的に処理するスキルを高めるのに有効
- (20) 実験や観察をレポート・ポスターなどにまとめるスキルを高めることに有効
- (21) 他者の論文を読むスキルを高めることに有効
- (22) 他者の研究を鵜呑みにしないスキルを高めるのに有効
- (23) 興味分野や課題に対する情報の収集のスキルを高めることに有効

6. 高校時代の SSH 活動で学んだスキルとして、もっと学んでおいたほうが良かったと思ったことについて、以下の項目のなかからとくに該当すると思われる項目を3つ選んで下さい。

課題の背景にある因子や問題点を論理的に分析するスキル	課題に対して仮説をたてるスキル
仮説を検証する方法を考えるスキル	グループで協働して実験などのプロジェクトに取り組むスキル
疑問を整理するスキル	友人と一緒に課題に取り組む際のコミュニケーションのスキル
データをグラフなどにまとめるスキル	レポートを書くスキル
パワーポイントやポスターに論文形式でまとめるスキル	パワーポイントやポスター等のプレゼンのスキル
取り組むプロジェクトなどに必要な情報を集めるスキル	英語を使ったコミュニケーションのスキル

7. 高校時代の SSH 活動はやってよかったですか？

よかった まあよかった あまりよくなかった よくなかった

8. 高校時代の SSH 活動に積極的に取り組みましたか？

取り組めた まあ取り組めた あまり積極的に取り組めなかった 積極的に取り組めなかった

9. 高校時代の SSH を中心とした理数系の学習を振り返って評価するといかがですか？

高校時代から期待していたように、いま、SSH 学習の効果を感ずることができる
 高校時代はあまり期待していなかったが、いま、SSH 学習の効果を感ずることができる
 高校時代は期待していたが、いま、SSH 学習の効果を感ずることはあまりない
 高校時代からあまり期待しておらず、いま、SSH 学習の効果を感ずることはあまりない

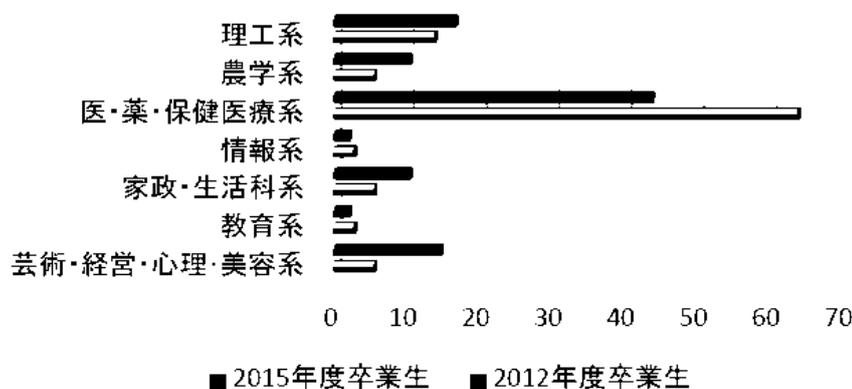
10. 大学卒業後に進む予定の志望先(将来の夢)は何ですか？(漠然と考えている志望で結構です)

理系分野の大学院への進学(理・工・農・医薬・環境など理系)	非理系分野の大学院への進学
他分野の学習への進学(他学部編入や専門学校などで、別途、スキルの修得)	
理数系分野の教員への就職	非理数系分野の教員への就職
理系分野のスキルを活かした公務員や民間企業への就職	理系的なスキルを必要としない公務員や民間企業への就職
その他	まだ未定

【SSH 指定前と SSH 指定後の卒業生進路比較】

本校は平成18年度（2006年度）以前、高校2年生で進路に合わせたコース制による系統別の指導をしていた。その方針を平成18年度に刷新し、高校1年入学時より理系進学希望者に合わせた進学指導ができる新クラス編成を導入、理数クラスでの指導を始めた。その6年後の平成24年度（2012年度）に本校はSSHの指定を受け、理系進学者へのより先進的な指導を始めることになった。右の資料は、それぞれの環境で卒業した生徒の進路先を資料としてまとめたものである。これら変革期の指導形態の変更は、具体的に指導期間が長くなり探求活動に対する取り組みの強化ができたところにそれまでの指導との差がある。また高大連携も進み、先進的な研究機関での活動も増えたことから、将来の人生像を描くことができるキャリア指導面でも有利になった。具体的には、この時期にSPP支援による研究活動が活発に行われたことや、連携する大学との科学教室運営でラーニング・バイ・ティーチングの経験を積むことができるようになり、授業形態も自発的なアクティブ・ラーニングの要素を取り入れた授業展開が学校指導のもとで推し進めることができたところにある。これら指導形態の変化に伴い生徒意識は明らかに変化し、それまで文系への進路変更を模索する生徒が複数いたクラスが、理系進路に最後までこだわり、理系大学への進路達成を目指すクラス構成へと理数クラスは変化していった。平成18年度入学以降の生徒の進路希望は、理数クラスにおいてほぼ100%理系大学進学を選択している。その進路状況を加味しながら資料を見ると、進学先となる理系大学の系統分類上に変化が見える。これは明らかな意識の変化を示すもので、その要因は、学校設定科目として学際科学などの教科横断型の授業を導入したことにより、これまで履修してきた教科における分科した思考から、教科横断的な思考活動を身につけ、科学的事象に対する分化された教科の科目相互の関係性を理解して、より分野的に明確になった科学的事象への興味関心に対する自分の将来像見出すことができるようになったと考えられる。進路別分野の変化は、この様な進路選択能力育成が本校に根付くことで、理系分野を幅広く見て、進路選択ができるようになったといえる。上記の方向性は資料にあるグラフからも読み取ることができ、2012年度卒業生（SSH指定前の理数クラス）は、併設大学が有する保健医療系の進路が特に多く、入学時の進路目標が本校併設大学と繋がっていることが分かる。それに対して、2015年度卒業生（SSH指定後の理数クラス）の進路先資料は、本校併設大学が有する保健医療系への進路が減少し、他の理系分野である理工・農学・家政・芸術系という幅広い分野への進路希望を持ちながら高校生活を送り、進路実現をして卒業したことが分かる。これ以降の統計については、現在分析中であるが、今年度も建築分野を含め、本校における理工系の大学への進学意識は高まっている。

進路比較(SSH指定前後クラス内%)



	2012年度卒業生	2015年度卒業生
芸術・経営・心理・美容系	5.6	14.6
教育系	2.8	2.1
家政・生活科系	5.6	10.4
情報系	2.8	2.1
医・薬・保健医療系	63.9	43.8
農学系	5.6	10.4
理工系	13.9	16.7

【Web ページでの活動報告】



ホームページによる活動報告

定期的に SSH の諸活動を報告するのに、専用のページを作成し、諸活動について常に発信した。地域に貢献するための SSH ラボの実験教室の募集告知などもホームページや携帯から申し込みができるようになっており、申込者集計や連絡の配信など全てネット上でいった。

また、広く受験生や保護者など SSH の活動全般を理解するのに役立った。また、過去の「スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書」も5年間全て閲覧でき、広くカリキュラム・プログラムの普及に役立ててきた。



ツイッターによる活動報告 (2017.3.3 現在)

SSH の学内学外の諸活動をタイムリーにツイートしたり、また海外の科学全般に関する内容や新しいニュース等幅広くリツイートしたりした。国内ではおなじ SSH 校や理科クラブや学習塾まで、幅広く情報発信をしてきた。また、海外からのフォロワーも多く、本校の科学教育に対する取り組みが海外の高校や大学・研究機関からも関心をもたれていた。本校生徒にも新しい科学に関する情報を提供し、関心を持たすことのできるツールとして活用できた。ツイート数 2075、フォロワー1067 にも及ぶ。

『やっではないけない実験』の動画をアップ

【YouTube】

動画による化学実験の諸注意を動画制作し、YouTube 上にアップした。中学高校等で活用できるよう危険を回避するわかりやすい内容。視聴回数も着実に増加している。

- ・ 「濃硫酸を薄めるときに潜む危険」
- ・ 「安全な実験のためのルール」
- ・ 「アルコールを扱う時の危険」
- ・ 「ガラス器具で思わぬ怪我」
- ・ 「水素を扱う時の危険」
- ・ 実験が終わったら



運営指導委員会

平成 28 年度 SSH事業 運営指導委員会 〈運営指導委員名簿〉(敬称略)

村上好成(委員長)：信州大学全学教育機構長(総括・高大接続評価担当)

矢ヶ崎隆義：工学院大学理科教育センター長(研究連携推進・教員研修支援担当)

梅原 久：練馬東中学校校長・東京都中学校理科教育研究会練馬区代表理事(教育委員会連携・教員研修評価担当)

茂原信生：京都大学霊長類研究所元所長・名誉教授(研究連携推進・実施体制評価担当)

川崎堅三：鶴見大学元国際交流委員長・名誉教授(国際交流推進担当)

山口善子：川口市教育委員・元科学技術振興機構(高校間連携評価担当)

河本敏浩：社団法人全国学力研究会理事長(学力伸長評価担当)

高野一夫：東京有明医療大学・教授(研究倫理担当)

※樋口 桂：文京学院大学准教授(SSH 推進委員会指導顧問・運営指導委員会世話人)

<実施日・議事一覧>

第1回 平成 28 年 9 月 10 日(土)

- ・平成 28 年度までの実施報告について
- ・第Ⅱ期申請書に向けての計画案説明、第Ⅱ期申請についての助言
- ・タイPCSHS-Pとの交流TJ-SSF2015、さくらサイエンスプログラムに向けての助言

第2回 平成 28 年 12 月 10 日(土)

- ・平成 28 年度の最終実施報告について
- ・第Ⅱ期申請書の最終報告について、第Ⅱ期申請についての助言

<各指導委員 今年度の活動総括および助言>

村上 好成 (総括・高大接続評価担当)

1. 大学の理工系学部においてはそれぞれの専門の英語論文等を如何に早く正確にそして多く読み、理解できるかが重要である。そのために私も「化学英語」の授業を担当したことがあるが、残念ながら高校までの文系的英語を読解する「慣れ」からなかなか脱皮できない学生が多い。テクニカル・タームをひたすら覚え、体系的に論理を展開させていくことを学生に指導している。そのプロセスを高校時に指導しているのがこちらの「サイエンス英語」プロジェクトだと思う。1 年間の授業概要を拝見するとよく考えられた内容であり、この分野についてもより良い今後の展開を期待している。

2. 「SSH 科学塾」では先進的な理数系モデルを教材としているが、「MRI を使った人体解析講座」を実施するなど、年々内容が高度になり、指導する先生方の努力が見えるし、レベルも向上している、と強く感じる。

3. 昨年度の講評でも触れたが、「学際分野」の研究者を増やすことは極めて重要な時代になってきている。その意識がはっきり現れてきていると感じる。それは「学際科学科目」のテーマの多さをみれば一目瞭然である。

4. 以上述べてきたように、指導する先生方の熱意が生徒達にきっちり良い形で伝わっている内容に整えられてきている。今後も何らかの形でこれら取り組みを進展させていけることを切に願っている。

矢ヶ崎 隆義(研究連携推進・教員研修支援担当)

文京学院大学女子高等学校では、『女性の自立』を基盤に、諸大学や企業や高等研究機関との教育連携を取り入れた『理数キャリア』『国際教養』を推進する中で、理系女子の育成を活性化する実利的な多くの教育プログラム開発がなされてきた。研究連携推進・教員研修支援担当の運営指導委員の一員として注目するところである。

同校での SSH への取り組みは、採択から研究開発・実施の 5 年次になり、課題研究指導による成果は、学校設定科目により「SS プレカレッジ」などで示される目覚ましい“獲得成果”に加え、対象となる生徒が同校の展開する系統的な関連性を有する放課後活動・教育プログラム等と相俟って、着実に個々の実力に結び付いていく成果獲得が鮮明になってきており頼もしい。特に、高大接続教育に関わる取り組みについて、本体プログラムによる成果に加えて、受講生の“キャリア指向性”の向上を目指して、課外活動とし

て位置付けられる先端研究施設での「医科学」や「ものづくり」の一端に触れながら実践的な研究スキルを訓練し深化させることを目的とする「SS クラブ プレ・リサーチプログラム」、「SS クラブ・リサーチプログラム」や「SS クラブ・チャレンジプログラム」の展開は、第一線の研究者と交流することを通して高等学校で学ぶ理科学の延長にある“キャリア指向性”に則したオリジナリティの高い研究テーマの開発力の育成に実際に役立っている。因みに、これらのプログラムを遂行する際の連携大学は芝浦工業大学、工学院大学、文京学院大学、お茶ノ水女子大学、東邦大学、女子栄養大学、東海大学、日本女子大学等、さらに企業・高等研究機関は清水建設、レキシシー、JAXA、国立科学博物館等と多数であり、これらに参画した高校生の国際性を兼ね備えた探究心と仮説検証力は研究成果報告会などで実際に示されており、極めて高い評価に値する。文部科学省の同校へのSSH指定が大いなる学修効果を齎していることを外部委員として強く認識している。

さらに同校のSSH研究開発の成果は、『科学的リテラシーを高める全教科横断型カリキュラム』、『個々に応じた科学的な能力伸長プログラム』および『理系に特化した高大接続プログラム』の構築に十分に寄与しており、科学教育の中核拠点の一角として科学教育面における地域社会への貢献にまで及んでいる。これらを実践することを通して、成果を着実に生徒の未来のために具現化している姿は頼もしい。また、平成27年に高校1年生から「理数キャリア、国際教養、スポーツ科学」のコース制を導入した同校の更なる課題研究指導の強化・展開が、グローバル社会をデザインできる女性リーダー教育の開発と実践にSSHの研究指導によって培われたあらゆるノウハウの供与による相乗効果を得て発展的に展開されていることは大いに評価されるべきことであり、今後の伸長が楽しみである。

文京学院大学女子高等学校が、同校に在籍する生徒の学修効果獲得の機会を積極的に構築すると共に、多くの学修成果を着実に獲得していることについて、運営委員会の委員の一人として大きな喜びを感じている。SSH活動の具体的な取り組みを精力的に支えられさらにSGH活動の展開に寄与しておられる教職員の皆様の日頃の努力に対して深く敬意を示すものである。

茂原 信生（研究連携推進・実施体制評価担当）

SSH指定校としての5年間にわたり、文京学院大学女子高等学校のSSH運営委員として過ごせたことは、1つの高校の成長とともに体験することが出来たことで非常に有意義な時間であった。学校の成長は、大学への進学率の上昇などにも確実にあらわれているが、それ以上に学生の科学に対する意識が変化していることがうかがえる。運営委員会でも多方面の関係者の方々から多彩な意見が出されSSHを成長させるに一翼をになっていると思う。その一助になれたとしたならうれしいことである。SSHを推進している学校全体の取り組みに心から感服するとともに、今後についていっそう期待している。

1) 研究連携推進について

実施年度を経るにしたがって他校との連携が広がっており、より豊かな経験を共有出来るようになってきている。大学との連携では、新たに芝浦工業大学との連携をはじめ、大学の研究室見学とか共同研究など多くの大学の研究者との連携や協力を得ることができており、高い評価ができる。海外の大学との連携も実現されており、今後の成果が期待される。その基礎となる英語力の増進も英語担当の先生方の協力やプレゼンテーションの修練を積むことで図られているのは心強い。タイとの国際交流は年を経るにしたがって、相互の訪問や実験・研究の実施など内容は充実してきていると思う。地域の小学生などとの理科実験などを通しての交流が図られていることは十分評価される。教えることは自らのいたらなさや長所を知ることになり、理系教科への理解を深める役に立っている。

2) 実施体制評価

校内の体制は、SSHに向けての協力体制が充実してきている。進学率の向上などで確実に実を結んでいることが示された。校長を中心に多くの先生方が文京学院でのSSHの発展に力をそそいでいる証拠として評価できる。英語関係の教員の方々の協力もSSHとしての充実の一因であろう。英語が特別なものでなく手段の1つになることが望ましいので、この取り組みは重要であろう。研究発表の機会を多くする方向も正しいと思う。

SSHの体制を充実させるために、国内のいろいろな学校の教員との情報交換を行っていることは、多様な研修授業などの進め方を学べる機会となっている。

中学生時代からのジュニアSSHを受けてきた生徒の成果が出るのはこれからで、期待は大きい。高校生がこのような機会にTAとして活躍する機会を設けているのは評価できる。

3) 今後のSSH

科学に興味を持たせることは、自然やいろいろな現象に数多く接することが必要だし、そこから自分の興味を持つ物を抽出することができれば、将来への発展につなげることができるようになると思う。本当に自分が知りたいと思うことを研究するなら、捏造やデータの改変はあり得ないことである。たとえどのような小さい問題であっても、自分のテーマを探せる人になって欲しい。日常的にもそのような発想を持ち、かつそれを記録し皆で考え合うようなクラブシステムをいっそう充実させること期待している。

文京学院大学女子高等学校としてはSSHを維持し、発展させる基盤は十分にできたと思う。連携している大学の女性教員、あるいはそれに限らない女性教員との少人数のディスカッションの機会を設けて欲しい。もちろん現在行われているような卒業生とのディス

カッションもいい機会であろう。研究の楽しさ、たいへんさについてともに語り合うことはいくつかの講演を聴くよりも大きなインパクトになる可能性がある。

次年度以降も資金的な援助が得られることが望ましいし、実績からそれは十分価値のあることであるのは証明されてきた。自然資源は乏しい日本は人間力でしか生き延びていけない。それを支えるシステムとして有効性が証明されたSSH指定校として、今後のいっそうの国家的な支援（とくに私学では）が望まれる。

山口 善子（高校間連携評価担当）

文化祭等による地域近隣校への発信、交流に加え、タイ王国プリンセスチュラポーンハイスクールとの連携も今年度は本校へ12名が来日し、生徒宅へのホームステイをしながら工学院大学での共同実験、未来館や清水建設技術研究所の見学は両行の理数教育及び発表技術の向上を促した。これらをもとに研究成果発表会を行っているが審査員を大学そして近隣の高校の先生方をお願いすることで大学・高校間の連携につながった。

研究発表の活動も都立科学技術高等学校、多摩科学技術高等学校、戸山高等学校と幅広い学校との交流が進み、生徒、先生方との連携が進んでいくと考える。さらに大学、学会での発表会参加等は教師間の刺激にもつながる。

他校視察・本校見学が増えてきていることは今後ますます連携が充実していくことになる。視察した内容を全職員と共有し文京学院にどう生かすか検討を重ねて動きのあるSSHにして欲しい。

アクティクテイクラーニングの課題はそれぞれの先生[教科]で抱えていると考えるが形にとらわれることなく生徒が主体的に取り組むための方法と考え、他の学校（小、中、高）の取り組みに着目することが小さなアドバイスになる気がする。SSHにとらわれなく連携することも必要ではないだろうか。

梅原 久（教育委員会連携・教員研修評価担当）

1. 【科学への好奇心の喚起】ポスター発表会を始めとする、SSHの取組内に設定されている「生徒自らがテーマを決めて研究し発表するプログラム」が、まさにアクティブラーニングの一つのモデルケースを提示すると同時に、言語活動を大切に活動となっている。さらに、身近な事象を研究対象として選ばせることにより、「なぜ・どうして」という「科学への好奇心」を喚起する第一歩を踏み出させている。また、高校生が実験・観察・理解できるであろうテーマへの誘導は、成功体験をさせ、次の研究へのモチベーションに繋げるために欠かせないファクターである。それらのポイントをよく理解した上での取組となっており、指導教員の工夫・努力の結果であり、大きく評価できる。一方、SSH5年目を迎え、研究テーマの独創性に関して課題が生じつつあるように見受けられる。

2. 【科学探究に必要な学力の形成】この5年間を通して、「学際科学」に於いて科学リテラシーを、「SS数理演習」に於いて研究に必要なスキルを、各々習得させてきた。科学探究に於いて、数学は欠かせないツールであることを理解させるとともに、そのツールを用いるスキルを体験的に習得させるべく計画・実践がなされている。また、エグドロッパコンテスト等に於いて、小集団活動を重視して協調学習を中心に行っており、現在求められている「チームで科学探究に臨むこと」や、「コミュニケーション能力を向上させる」必要性を満たしている。他校との競い合いの部分も含め、科学に関する学力のみならず、総合的な学力の向上を目指していることがよく分かる。ただ、その結果をどのように評価し、生徒達にフィードバックしてPDCAサイクルを形成していくかという点に於いて、課題が残されている。

3. 【国際社会で活躍できる科学者を目指す生徒の育成】SSHに指定されて以来続いている、PCSHS-Pとの科学・文化交流は、年を重ねる毎に充実してきており、これからのさらなる科学のグローバル化に向けて大きな成果を挙げている。これからの日本の科学技術の進歩に必要な欠けからざる方向性に、アジア諸国との連携がある。英語をコミュニケーションツールの一つとして、アジアの生徒同士が交流し合う文京学院大学女子高校の取組は、まさに日本の将来を見据えた方向性を持っているということが出来る。さらに、特筆すべきは、「SS国際情報」の中で国際コミュニケーション能力の育成のための教科横断型の指導が実践されていることである。中でも、「国際論文講座」に於いては、英語のネイティブ講師を中心とした科学英語の授業が行われており、グローバルな科学的な研究や探求に対する必要条件を満たそうとする努力が為されている。

4. 【地域の科学教育の中核拠点として、全教科横断カリキュラムと高大接続教育の構築】地域向けの科学講座を開き、自校生徒をTAとして指導展開している。SSHとしての地域への貢献だけでなく、そのことによって自校生徒も成長できる取組は、これからも大いに広げていって欲しいところである。近隣区主催の教員研修会等への協力ができると、さらに充実した活動になるものと考えられる。

「プレカレッジ」I・IIに於いて、大学進学後に於いても必要となるスキルを中心に指導が為されている。この科目は、高校教育

と大学教育のギャップを埋めるためにも、現在の大学が最低限必要と考えている探求やコミュニケーションのスキルを事前に身に付けさせるためにも、評価できるカリキュラムである。

5. まとめ 文京学院大学女子高等学校では、日本を含め、OECD諸国を始めとする先進諸外国に於いて求められつつある「21世紀型スキル」を育成する指導を、SSHとしての活動を通して実現している。高等学校の新学習指導要領案の発表まではあと1年を要するが、中教審答申等から勘案すれば、カリキュラムマネジメントの重要性が増すことは間違いない。この5年間で培ってきた様々なカリキュラムを精選し、教科・領域横断的なマネジメントをより一層深化させていかれることを切に願うものである。

高野 一夫（研究倫理担当）

1. 大学では研究に携わる大学院生以上の学生・研究者に限って行われている研究倫理教育を高校生1年生レベルで行うことは、early exposure という意味からしても十分に価値のあることであり、評価できる。研究倫理に関する講義は、昨年度と本年度1回ずつ行った。本年度1年生の発表会をみても、必ずしも研究倫理について十分考慮されているとは言い難いが、論文の出典の明記や微生物を含めた生体の取り扱いには年々注意をし、意識的になって来ている傾向が認められた。

2. 高校1年生から行う研究ということにおいて、初期に研究とは何かという教育も十分に施されていない大部分の生徒が、興味を持った現象に対して、どのように作業仮説を立て、実験を行ってゆくのかという基本的な考え方が、まだ十分に理解できておらず、研究遂行が大部分教員主導型であるということも問題を含んでいる。データ処理の仕方においても、もちろん1例データだけで意味のあることもあるが、多くは確率的現象として表現される多くのデータのなかで、どういったデータに意味があるかということ教えることも今後の問題であるといえる。しかし統計学を学んでいない高校1年生のレベルでは当然であるとも言える。現在の一般的な大学1,2年生においてもこの点ではあまり差異が無い状態にあることを考えると、本学の高校1年生でここまで取り組まれていることは十分に評価できる。

教育課程表(H27年度入学生)

教育課程表(H27年度入学生)

教育課程表(H26年度一貫部入学生)

教育課程表 (H26 年度高等部入学生)

【中高】SSHスーパーサイエンスハイスクール

合同発表会に1000名参加

本校は、都内女子校で唯一、文科省からSSHの指定を受けています。生徒たちは、日頃の研究成果を様々な大会や発表会などで報告しています。3月21日には関東近県のSSH校総勢1000名が本郷キャンパスに参集。それぞれの研究について発表し、学び合いました。



満席の仁愛ホールで佐藤統括校長が挨拶

仁愛ホールは早朝から、長が挨拶。続いて、国立研本校はじめ都立戸山高校、究開発法人科学技術振興機構の関根康介氏が来賓挨拶。本校の推名智之助の講話の後、場所をメセナに移してポスターセッションが行われました。フースは150テーマに及び、本校もSSH27テーマ、中学1テーマ、SGH（スーパーグローバルハイスクール）アンシエイト7テーマを発表。どのテーマも知識欲旺盛な生徒たちに囲まれ、フースに熱が入りました。

口頭発表はS館で行われ、本校は伊藤かなえさん（1年）と、神田華さん（同）が「ジャボン玉の割れる時間」の発表を行いました。水と粘性のある液体が1対1の時に、割れる時間が長いことが判明するまでの研究について、1年生とは思えない筆舌としたプレゼンをしました。



口頭発表も満席の教室で



本校フースは人だかり

立戸山高校の大野弘校長が次回への抱負について語り、大盛況の合同発表会が終了しました。

学医部の井上哲義教授、宇都宮大学農学部の松田勝教授、工学院大学工学部の前田幹夫教授、科学技術振興機構の関根氏が講師。四氏とも当日の大規模な合同発表会に驚きながら、「自分の言葉で話せるのがすごい」「高校生の着眼点は違う」「統計処理をして有意差を導くことが大事」などの感想・意見を述べました。最後に、次回開催校・都

【高校】スーパーサイエンスハイスクール(SSH)

「サイエンスフェア」開催

タイの連携校が来校

都内女子校で唯一、文部科学省からSSHの指定を受けている本校では、海外の連携校との研究・交流を盛んに行っています。4月14日、タイのプリンス・チュロポン・サイエンスハイスクール・ベッチャフリ校（PCSSHSP）一行が来校。4月16日に本校で開かれた「サイエンスフェア2016」に参加し、ポスター発表に臨みました。



チュラット校長（左）と固い握手を交わす佐藤統括校長



講義中に意見交換する生徒たち



発表中も質問・意見が飛び交う

ジャシーホールで行われたオープニングセレモニーでは、清水直樹高等部校長と、PCSSHSPのチュラット・ニリンパ校長の挨拶に続き、宮崎裕子さん（2年）が英語で歓迎のスピーチを行いました。佐藤統括校長とチュラット校長によるプレゼンテーションの後、いよいよ第1部のサイエンスフェア。エクトが各教養スタート。各講義は、次の先生方が担当されました。

この日、佐藤統括校長とチュラット校長は、今後4年間の教育連携継続に関する覚書に署名し、これからの両校の科学交流をさらに発展させていくことを誓い合いました。

英語での発表にチャレンジ。大勢の参加者がそれぞれの研究を語りあう熱気で、会場のBAL（文京アクティブラーニング）スタジオは大盛況。サイエンスフェアの閉会後は、カフェテリアでのウェルカムパーティーで、日本やタイの文化を紹介し合い、親睦を深めました。

【大学】ロンドン

本学との交流がスタートしたロンドン芸術大学（UAL）副総長の Chris Wainwright 教授（1面記事参照）一行が4月2日、本郷キャンパスを訪れ、島

高校

SSH(スーパーサイエンスハイスクール) 便り

エッグドロップコンテスト大盛況!

都内女子校で唯一、文部科学省からSSHの指定を受けている本校では、他のSSH校を抜き、楽しい科学イベントを主催しています。

高校生による「エッグドロップコンテスト2016」が6月11日、本郷キャンパスで開催されました。A4ケント紙とセロテープのみを使用して、卵が割れないように保護する装置を作り、約5・3mの高さから地上に向けて卵を落とさせ、審査員が破損の有無を判定。装置の重量・落下位置・卵を回収するまでの時間も審査対象として、装置の様相順位を決めるコンテストです。

参加校は、早稲田大学高等学院、都立科学技術高等学校、都立戸山高校、東京成徳大学中等学校、埼玉立東谷西高等学校と本校で、総勢152名、39班。本校からは、理数キヤリアーコース1年生81名が参加しました。



真剣な表情で卵保護装置作り



祈る気持ちで「どうか割れないで!」

いて学んだ生徒たちは、日館コンソナホールへ移動し、いよいよ卵を保護する装置作りを開始。各学校とも教壇に分かれて議論し、設計図を起こして90分で装置を完成させました。そして、いよいよコンテストがスタート! D館2階の教室の窓から地上に設置されたものをめがけて、代表生徒が次々と卵保護装置を落とす。創意工夫を凝らしたヘリコプター型、落下傘型、筒形多形は様々。下で待機する本校の岩川暢澄教師から「全壊!」「無傷!」の声が響き、その都度、生徒たちから拍手や喜びの叫びが起きまわりました。理数クラス2年生14名、3年生3名も応援に駆けつけ、落下順番の確

了後は仁愛ホールに戻り、審査を待つ間に各校交流会を実施。壇上で装置についての解説あり、会場からは母校の文化祭も目覚ましくありました。表彰式では、各賞入賞者が掲見教授より表彰状を受けられました。以下、結果です。

★1位 都立戸山高校2班
★2位 都立戸山高校3班
★3位 本校12班

また、「生徒投票部門」では次の高校が入賞しました。

★エントリーシート賞 本校19班
★クリエイティブ賞 東京成徳大学中等学校2班
★ビジュアル賞 本校4班

高校

SSH(スーパーサイエンスハイスクール) 便り

都内女子校で唯一、文部科学省からSSHの指定を受けている本校では、自然の中で科学を学ぶプログラムが充実しています。

「グローバル環境科学」のメインプログラム「小笠原自然体験教室」が、7月27日、8月1日まで行われ、生徒21名・教員4名が参加しました。

27日、竹芝客船ターミナルに集合した一行は、「新おがさわら丸」で2時間をかけて1000km離れた父島へ。

28日、二見港での歓迎セレモニーで、小笠原村長の歓迎を受けた一行は、まずシュノーケルレッスンを受講。夜は大村海岸で、ウミガメの産卵や夜空の星を観察しました。

29日、首都大学東京の研究施設を訪問。環境省小笠原自然保護事務所の岸秀蔵先生、自然環境研究センター 研究員の鶴智之先生、小山田佑輔先生から、研究中のオガサワラハミヨウという固有種の甲虫についての講義を受けました。外來種の植物の大量の落ち葉によって生育環境が大きく変わり、個体数が激減してしまつたこと、繁殖研究の過程で生き餌のコオロギ

父島の南部にある小港海岸へ行き、低地の湿性高木林や海岸の植物(オオハマボウ、クワンハイヒルガオなど)を観察。保護区域固有植物の説明、野猫の捕獲トラップや捕獲した猫の保護活動の話をお聞きしました。ガジュマルの苗木では、童心に返つて木登りを楽しみました。さらに、父島で最も高い319mの中央山頂上へ。岩山の頂上部分は薄い土壌のみ。小笠原の植物の特徴である乾性低木林は、保水力が弱い山頂の環境で生き延びるために、低地と同じ種類の固有種の本木もその背丈を低くし、葉を小さく厚くして進化する事がわかりました。その後、ガイドスタッフの竹ネイチャーアカデミーのスタッフが管理する農場へ。外來種である木々の伐採を少しずつ進めることで固有種の生育を見守り、伐採した材木からはチエンソーアトも生まれることを知りました。夕方、小笠原海洋センター(カメセンター)で、ウミガメについて講義を受けました。同センターでは、ウミガメの保護・保全のために人工飼育も実施しています。甲羅掃除やエサやり体験もしました。最終日、みんなで海岸の



ドルフィンスイムに挑戦

ドルフィンスイムでは、野生のイルカと一緒に泳ぎ、みんな大興奮。夕食後、流星群観測のために大村海岸へ。数個の流星を見ることができました。ウミガメが、産卵のため打ち上げられてくる姿も見学できました。

30日、森山散策では、父島の南部にある小港海岸へ行き、低地の湿性高木林や海岸の植物(オオハマボウ、クワンハイヒルガオなど)を観察。保護区域固有植物の説明、野猫の捕獲トラップや捕獲した猫の保護活動の話をお聞きしました。ガジュマルの苗木では、童心に返つて木登りを楽しみました。さらに、父島で最も高い319mの中央山頂上へ。岩山の頂上部分は薄い土壌のみ。小笠原の植物の特徴である乾性低木林は、保水力が弱い山頂の環境で生き延びるために、低地と同じ種類の固有種の本木もその背丈を低くし、葉を小さく厚くして進化する事がわかりました。その後、ガイドスタッフの竹ネイチャーアカデミーのスタッフが管理する農場へ。外來種である木々の伐採を少しずつ進めることで固有種の生育を見守り、伐採した材木からはチエンソーアトも生まれることを知りました。夕方、小笠原海洋センター(カメセンター)で、ウミガメについて講義を受けました。同センターでは、ウミガメの保護・保全のために人工飼育も実施しています。甲羅掃除やエサやり体験もしました。最終日、みんなで海岸の



ウミガメの世話をする生徒たち

清掃活動を実施。その後、小笠原関連の資料が充実しているリサーチセンターで「自然」と「歴史」についてのプレゼンテーション。それぞれの研究テーマに関する資料を収集し、レクチャールームでまとめた作業をしました。最後に、二見港で送別セレモニー。副村長から、草を編んで作った手作りのレイを頂戴しました。港には大勢の島民が見送りに。ささやかなるの代わりの「いつてらっしゃい」の旗を振る方、ボートで新おがさわら丸に併走していつまでも手を振り、最後は海へダイブする方、一同、小笠原流の心温まる見送り風景に心打たれました。船では、往路でも同乗していたTBBS(INS)のスタッフが帰路も一緒に、生徒が再び取材を受けました。

8月1日、無事に竹芝校橋に到着。生徒たちは現在、小笠原で学んだ知識・体験をフル活用し、ボスツアー作成に励んでいます。

高校 SSH(スーパーサイエンスハイスクール)便り

夏季勉強会で特別講義を受講

都内女子校で唯一、文部科学省よりSSHの指定を受けている本校では、外部講師による特別講義が頻繁に行われ、生徒は専門性の高い知識を吸収しています。

高1・2年の理数キャリアコースの生徒が、8月17日から20日までの午前中、夏季勉強会に参加。数学と英語の授業を受け、8月21日の模擬試験対策も兼ねて、問題演習に取り組みました。

高は、午後にも特別授業を受けました。18日の講師は、島根大学教育学部准教授の御園真史先生。

初日のテーマは「モンテ・イ・ホール問題に挑戦」。確率分野の有名な問題で、最初に自分の感覚で結果を



御園准教授と確率課題に取り組む

また授業で習っていない内容ですが、みな一生懸命計算に取り組みました。17・20日は、NPO法人日本ITインベション協会の大串裕子先生の授業。初日は「自分の軸 キャリア



模擬人工衛星で実験

アンカー発見★リアル社会で求められる『理系』人材とは』というテーマで、企業はどのような人材を求めているのかについて語りました。同時に、自己理解テストを行い、マインド特性診断の分析シートも活用。事業の基本について学び、企業の評価の仕方について

も学習しました。2日目は「未踏の課題に挑む」というテーマで、JAXA宇宙研究開発に関わる東海大学情報教育センターの白澤秀剛先生から、未知の課題に挑戦することの魅力や、課題解決に必要なことについての講義がありました。同大学院の院生が作った模擬人工衛星を使って、姿勢制御のプログラミングにも挑戦。生徒一同、試行錯誤しながら、熱心に実験に取り組みました。

高校 SSH(スーパーサイエンスハイスクール)便り

「女子生徒による科学研究発表交流会」に参加

都内女子校で唯一、文部科学省からSSHの指定を受けている本校では、生徒たちが外部の大きな交流会に積極的に参加して研究成果を発表。プレゼンテーション能力を高めると共に、自らの研究を深めています。

ノートルダム清心学園 PO河北潟湖沼研究所 清心女子商業学校主催の「第8回女子生徒による科学研究発表交流会」が10月29日、学習院大学で開催されました。本校は、同大会の協力校として、研究発表への参加の他、一部運営にも携わりました。

当日は、生徒によるポスター発表の前後に次の講演が行われ、参加者一同、熱心に耳を傾けました。

★講演①「羽ばたけ理系女子ー世界を駆ける理系の仕事ー」榎崎尚史氏(国立長寿医療研究センター理事 長特任補佐・慶應義塾大学医学部特任准教授など) ★講演②「科学者の虫めがね」齊藤結花氏(学習院大学理学部化学科教授など) 本校から参加した高2 萩組の宮崎美幸さん、吉田善さん、金城菜々子さんは「ダイラタンシーの衝撃の吸収実験」をテーマにポスター発表しました。ダイラタンシーとは、でんぶんのような細かい粉粒と水の混合物に圧力をかけると、粒子間の隙間が狭まり固体状になる現象のこと。宮崎さんは同研究と今後の展望について、次のように話しました。「片栗粉、コーンス



ポスター発表中の本校生徒

粟粉、コーンスターチ、タレオカ、緑豆の粉を使って実験したところ、コーンスターチが一番衝撃を吸収することが判りました。ダイラタンシーは水分が飛んで硬くなる性質があるため、それを予防する方法や包装の仕方を考えて、将来、机の角のカバーなどの商品化に繋がるといいます。今回の発表を他校の沢山の生徒が聴いてくれたことや、専門知識をもつ保護者からアドバイ스가あったことをとてもうれしく思いました。吉田さんは、本校と交流のあるタイの高校での研究について発表するため、目下英語の特訓中。「二人の分も頑張る、悔いのない発表をします」と決意を新たにしています。



宮崎さん(左)と吉田さん

高校 SSH(スーパーサイエンスハイスクール) 便り 「サイエンスアゴラ」で発表

文部科学省から都内女子校で唯一の日に指定されている本校では、生徒たちが日頃の研究を外部でも積極的に発表しています。今回は、「サイエンスアゴラ」で本校生徒が発表しました。



発表中の金富さん

「サイエンスアゴラ」は、あらゆる人に開かれた科学と社会を繋ぐ広場の概念で、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）が主催する大規模な科学イベントです。子ども向けの理科実験、トップ科学者の対話など誰もが参加できるプログラムが約200種類。日本科学未来館、産業技術総合研究所 隣野副都心センター別館など東京・お台場地域を会場とした「サイエンスアゴラ」は、11月3日～6日に開催。4日間で約9,000名の来場者がありました。

その熱気の中、会場の東京国際交流館で「JST X Japan Science Session」が行われ、JSTからの直接の指名を受けて、本校から金富万幸さん（2年梅）が参加。「教育・文化・スポーツ」領域の転換をテーマとする「サイエンスアゴラ」で、「音楽が学習作業に与える影響」について発表しました。

金富さんは「歌詞の有無による暗記作業の成績を調べる」「歌詞ありの曲の計算作業の成績を調べる」「2つの実験を実施。その結果、「歌詞ありの曲は単語（言葉）の暗記を低下させる」といふ結果を得ました。「言葉も計算も脳で情報処理しているならば、この研究は脳科学にも関連しているのではないかと考えた金富さんは、脳科学を参照した上で「言語・数学・音楽（旋律）」は脳内の異なる領域で処理されているので

はいなか。言語入力は視覚も聴覚も同じ領域で処理されているのではないかと仮説を立て今後の課題とされています。

金富さんと同じセッションで発表したのは、早稲田大学国際コミュニケーション研究科博士課程で学ぶフランス人の研究者で、京都大学文学研究科のドイツ人の特定講師。100名近い来場者の三分の一は外国人という国際色豊かな会場で、金富さんはプレゼン能力を存分に発揮し、会場からは多くの質問や、研究の今後に関する期待の声が寄せられました。

今回の貴重な体験から、金富さんは「ポスター発表と違い、口頭発表はスライドに合わせて話すため、別の工夫が必要だった」と言い、また、外国の研究者から「パワーポイントを使うことで、耳と目からの言語が相手に伝わる有効的な割合も面白い研究テーマになるのではないかと、いろいろ提案をいただいた」といいます。

「言葉も計算も脳で情報処理しているならば、この研究は脳科学にも関連しているのではないかと考えた金富さんは、脳科学を参照した上で「言語・数学・音楽（旋律）」は脳内の異なる領域で処理されているので

中高 SSH・SGHアソシエイト 便り SSH・SGH研究成果報告会大盛況

本校は文部科学省から都内女子校で唯一、スーパーサイエンスハイスクール（SSH）の指定を受けています。さらに、スーパーグローバルハイスクール（SGH）アソシエイト指定校でもあり、生徒たちは両プログラムによる学びを深め、それらの研究成果を発表する場として、外部からも高い評価を得ています。

昨年の12月10日、BA府、埼玉県立浦和第一女子高等学校、都立百舌谷高等学校などのSSH・SGH校教員、上智大学、東京海洋大学などのSGH運営指導委員、総勢20名。

公開発表は次の6科目が行われました。▼学際科 学・SS数理演習（高1理数キャリア）

▼濡れたタオルはなぜ乾くのかのサイエンス/理数キャリア、実験について発表・討議▼SSブレカレッジ I（高2理数キャリア）

▼論文作成指導▼SSコミュニケーション（同）

▼英語による研究の論理性に関する演習▼日本史A（高1国際教養）

本校は文部科学省から都内女子校で唯一、スーパーサイエンスハイスクール（SSH）の指定を受けています。さらに、スーパーグローバルハイスクール（SGH）アソシエイト指定校でもあり、生徒たちは両プログラムによる学びを深め、それらの研究成果を発表する場として、外部からも高い評価を得ています。

昨日の報告会では、両プログラムの公開授業、生徒によるポスター・口頭発表を通して、これまでの研究成果を発表しました。

外部からの来校者は、清心中学校・清心女子高等学校（岡山県）、京都教育史A（高1国際教養）



熱気溢れるBALスタジオでのポスター発表の様子

公開発表は次の6科目が行われました。▼学際科 学・SS数理演習（高1理数キャリア）

中学 「合唱コンクール」歌声高らかに



心を込めて練習成

表は次の内容で行われました。▼タイのプリンセス・チュラポーン高校との国際科学交流で発表予定の研究成果▼SSクラブ（課外活動）での個人・グループによる課題研究成果▼SSH学校設定科目学際科学・SS数理演習・グローバル環境科学）▼SGH学校設定科目（探求の技法）における取り組みや研究成果。口頭発表は、SS国際情報として「日照量と稲の生長に関する研究」（英語）、SSクラブ理数1年課題研究として「中学生でも解ける幾何学」をタイトルに行われました。

生徒たちは、来校者からの質問やアドバイスを通じて、さらに個々の研究に対する課題を発見。研究意欲を高めました。