

はじめに

今年で創立148年を迎える本校は「自律・協同・誠実」を教育の基本方針として掲げ、文武両道の質の高い教育の実現に向けて日々活気ある教育活動を展開しています。高知県内唯一の理数科設置校として、恵まれた環境を活かした理数教育に取り組むとともに、高知県が進める高知県版 Society5.0 を担う次世代の人材の育成を目指した取組を進めています。平成29年度には第IV期5年間のスーパーサイエンスハイスクール（以下SSHという。）支援事業の指定を受け、本年度はその最終年としての取組を進めてきました。新型コロナウイルス感染症の大きな影響を受ける中で、事業実施となりましたが、関係の皆様から多くのご支援を得ることで各事業を実施することができ、この5年間の総括ができたのではないかと考えています。

今期のプログラムでは「地域創生に資するグローバルな視点で活躍できる理数系人材の育成プログラムの開発」を主題として、新しい学習指導要領でも求められている生徒の主体性や思考力、判断力、表現力、協働する力等の育成を図るために、SSHの取組を理数科のみならず普通科にまで広げ、学校全体で探究型学習「課題研究」に取り組んできました。

普通科の課題研究では、高知県の地域課題についてSDGsの観点を踏まえて研究し、1年次は「課題の発見」、2年次は「課題の研究」、3年次は「探究のまとめ」として進めてきました。こうした取組によって、本県が直面する様々な課題がこれから生きる高校生にとっても重要な課題であることを認識させるとともに、これらを自分のこととして解決に取り組むことは、生徒自身の成長はもとより広く県や日本全体の課題解決にもつながるものと考えています。

理数科の課題研究では、1年次の探究基礎の中でのミニ課題研究を通じて基礎的な知識や技能、研究手法を早い段階から習得させ、2年次以降の本格的な課題研究につなげるようにしました。そうすることで単に体験することに価値を見出す「体験志向」ではなく、観察・実験に対してより深く考えることに価値を見出す「思考活性志向」を高めることができる連動性のある研究活動に改善できたのではないかと考えています。

また、普通科・理数科ともに研究の過程においては、県内の大学、研究機関、企業など多くの方々の支援を受けることで、「課題解決先進県」を目指す本県の最先端の研究や取組に触れさせることができました。さらに、課題解決を目指す人々の熱い思いを知ることにより、主体的に研究に取り組もうとする意欲も醸成されています。こうした「ALL高知」の体制は、SSHを通じて構築された本校の最大の特色ともいえるものです。課題となっていました事業に対する評価につきましても、大学研究室の協力のもと、従前から行っていた資質・能力アンケート調査に加え、理科の学習に関するアンケート調査を実施し、県内外の他高校との比較・検証を行うなど、本校のカリキュラム開発についてのより客観的な評価にも取り組むことができました。

一方でIoTやAI技術を取り入れたプログラム開発や、「数学」「情報」の学びを基礎として、データサイエンスに関する理解を深めさせるとともに、課題研究等での実践的な活用能力を育成することなどの課題は残されています。

本校はSSHの指定を終え自走化を検討していくこととなります。本県における理数教育の拠点校として研究・実践を続け、その成果を普及していくとともに、これからの社会に有為な人材を育成していくという本校の役割は今後も変わることはありません。四期20年間のSSHによって開発された本校のプログラムや指導体制を土台として、今後も地域を支え、デジタル化をはじめとする社会の急激な変化や新たな課題にも対応できる人材育成に寄与するべく実践・検証・改善を続けていきたいと考えています。

最後になりましたが、本研究の実施に際しましてご支援をいただきました大学・研究機関・企業の方々に心より感謝し、お礼を申し上げます。

令和4年3月

高知県立高知小津高等学校長

竹崎 実

目 次

はじめに	1
①令和3年度SSH研究開発実施報告（要約）	3
②令和3年度SSH研究開発の成果と課題	9
③実施報告書（本文）	
1 学校の概要	18
2 研究開発の実施期間	18
3 研究開発の課題	18
4 研究開発の実施規模	18
5 研究開発の課題と仮説	18
6 事業別研究開発の経緯	19
7 令和3年度の研究開発の内容	
(1) 探究的な学習活動	22
(2) 国際性の育成	36
(3) 短期集中体験ゼミ	38
(4) 理数教育拠点校としての科学技術推進事業	47
(5) SSH生徒研究発表会・交流会への参加	53
(6) 運営指導委員会の開催	54
(7) 成果の公表・普及	54
8 実施の効果とその評価	
(1) SSHにおける探究基礎・課題研究の評価	57
(2) 資質・能力アンケートによる評価	57
(3) 計量テキスト分析による評価	61
(4) 理科の学習に関するアンケートによる学校間比較	62
(5) 各SSH事業の評価	64
(6) 国際性の育成に関する評価	66
9 SSH中間評価において指摘を受けた事項の改善・対応状況	66
10 校内におけるSSHの組織的推進体制	67
11 研究開発成果の発信及び普及	67
12 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性	68
④関係資料	
1 令和3年度教育課程表	70
2 課題研究テーマ一覧	72
3 研究開発の成果（ループブック等）	73
4 研究開発の成果と課題を示す根拠	75
5 ポスター集	80
6 運営指導委員会の記録	96

高知県立高知小津高等学校	指定第Ⅳ期目	29～03
--------------	--------	-------

①令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題									
「地域創生に資するグローバルな視点で活躍できる理数系人材の育成プログラムの開発」									
② 研究開発の概要									
<p>高知県の課題解決に貢献できるリージョナル・イノベーターとしての人材育成を目指している。地域の特色や課題について探究活動を通して学ぶことで、幅広い学力とともに科学的思考力や判断力、表現力、課題解決能力を身に付けることができるという仮説を立てて取り組む。また、探究的な活動の評価方法を開発し、生徒へのフィードバックの仕組みを構築する。</p> <p>OZUサイエンスやサイエンスセミナー、短期集中体験ゼミなどの活動を通して探究活動のプロセスを学ぶとともに「探究基礎」「課題研究」に取り組む。フィールドワークなどの活動を通して地域の特色や課題を学び、科学英語及びSSH台湾海外研修の実施を通して、台湾の高級中学の生徒との交流を進め国際性の育成を図ることで、グローバルな視点をもった生徒の育成を図る。</p>									
③ 令和3年度実施規模									
○課程（全日制）									
学科	1年生		2年生		3年生		合計		実施規模
	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	
普通科	240	6	236	6	235	6	711	18	全校生徒を対象に実施
理型	二	二	126	3	110	3	236	6	
文型	二	二	110	3	125	3	235	6	
理数科	36	1	33	1	39	1	108	3	
課程ごとの計	276	7	269	7	274	7	819	21	
④ 研究開発の内容									
○研究計画									
第1年次	<p>(1) 理数科1年生は、第Ⅲ期までの成果であるOZUサイエンスやサイエンスフィールドワークなどを取り入れた「探究基礎」を実施した。</p> <p>(2) 普通科1年生は、高知県の地域課題をテーマに、講演や地域フィールドワークを行い、その事前・事後学習を通して探究プロセスを学んだ。</p> <p>(3) 学校設定科目「科学英語Ⅰ・Ⅱ」を理数科2・3年生で実施した。</p> <p>(4) 国際性の育成に向けた、SSH台湾海外研修を実施した。</p> <p>(5) 取組段階ごとに、ルーブリックによる評価を行った。</p> <p>(6) 夏休みに近隣の小学生を対象とした科学実験講座を開催した。</p> <p>(7) 全校生徒を対象とした、「短期集中体験ゼミ」を実施した。</p>								
第2年次	<p>第1年次の取組に加えて、以下の事業を実施した。</p> <p>(1) 理数科2年生の6月に、課題研究テーマ発表会を実施した。</p> <p>(2) 理数科2年生の1月に、課題研究中間発表会を実施した。</p> <p>(3) 理数科2・3年生を対象にサイエンスセミナー（物・化・生）を実施した。</p> <p>(4) 普通科1年生の「探究基礎」で、県内大学と連携した「統計学超入門」を実施し、データサイエンスを取り入れた課題研究の推進を図った。</p> <p>(5) 教員対象の統計学研修会を実施した。</p> <p>(6) 普通科2年生で、県内の大学や専門機関から助言を得ながら、地域課題の解決を題材とした課題研究に取り組み、年間3回の発表会を実施した。</p>								
第3年次	<p>運営指導委員会での助言等をもとに事業改善を図りながら、第2年次までの取組に加えて、以下の事業を実施した。</p>								

	<p>(1) 理数科3年生の「科学英語Ⅱ」において、県内大学の留学生に対して英語でのポスター発表を実施した。</p> <p>(2) 普通科2年生の課題研究において、研究テーマ決定後の研究の進め方を「SDGs」の観点で捉えて取り組むように改善を図った。</p> <p>(3) 教員対象のSDGs研修会を実施し、普通科課題研究の推進を図った。</p> <p>(4) SSH台湾海外研修において、台湾の高級中学や企業との交流だけでなく、大学との交流を行い、共同研究や国際性の育成をさらに図った。</p> <p>(5) SNS型eポートフォリオ作成ツールFeelnoteを用いて活動の振り返りを行い、理解度や思考の深まりをポートフォリオで評価するようにした。</p>
第4年次	<p>SSH中間評価の結果及び運営指導委員会での助言等をもとに事業改善を図りながら、第3年次までの取組に加えて、以下の事業を実施した。</p> <p>(1) 理数科1年生で、「課題発見力」「課題解決力」の向上を目的に、「探究基礎」の内容を見直し「ミニ課題研究」に取り組むように改善を図った。</p> <p>(2) 普通科1年生の「統計学超入門」を自校開催とした。</p> <p>(3) AI技術に触れる機会として「AI体験ゼミ」を実施した。</p> <p>(4) 全ての事業について、Googleフォームでアンケートを実施し、実施事業と資質・能力の関係について検証を行った。</p> <p>(5) 資質・能力アンケートとともに、計量テキスト分析による評価を実施した。</p> <p>(6) 理科の学習に関するアンケートで、非認知能力についての考察を行うとともに、カリキュラム開発について県外SSH指定校との他校間比較を行った。</p>
第5年次	<p>運営指導委員会での助言等をもとに事業改善を図りながら、第4年次までの取組に加えて、以下の事業を実施した。</p> <p>(1) 理数科1年生で、ミニ課題研究の中に「高高度発光現象に関する研究」を取り入れ、内容の改善を図った。</p> <p>(2) 理数科3年生の英語でのポスター発表をオンラインで実施した。</p> <p>(3) 普通科2年生で「連携・協働する力」の向上を目的に、個人研究からグループ研究に取り組むよう改善を図った。</p> <p>(4) 理科の学習に関するアンケートで、非認知能力についての考察を行うとともに、カリキュラム開発について県内SSH非指定校との他校間比較を行った。</p> <p>(5) SSH卒業生への追跡調査を行った。</p> <p>(6) 運営指導委員会及び校内SSH研究推進委員会において、20年間のSSH事業の評価・検証を行った。</p>

○教育課程上の特例等特記すべき事項

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替科目名	単位数	対象
理数科	探究基礎	1	総合的な探究の時間	1	第1学年
理数科	課題研究	2	総合的な探究の時間	1	第2学年
			情報の科学	1	
理数科	課題研究	2	総合的な探究の時間	1	第3学年
			情報の科学	1	

※特例に該当しない「科学英語Ⅰ」「科学英語Ⅱ」を学校設定科目として設置。

○令和3年度の教育課程の内容（④関係資料、1参照）

情報の科学と総合的な探究の時間は、課題研究と探究基礎で代替する。

○具体的な研究事項・活動内容

(1) 探究的な学習活動

ア 探究基礎・課題研究

理数科1年生は「ミニ課題研究Ⅰ・Ⅱ」と「サイエンスフィールドワーク」を通して、課題研究に必要な実験技能やデータ処理方法などを学習した。「ミニ課題研究Ⅰ・Ⅱ」では、1、

2学期で取り組む分野を変えることで、幅広い実験技能の習得に取り組んだ。また、学期ごとに発表会を実施し、質疑応答を繰り返すことで、課題発見力や課題解決力、基礎的なプレゼンテーション技能なども身に付けた。2年生では、日常生活の中で生徒自身が感じた疑問や事柄について研究することにより、課題発見力、課題解決力、プレゼンテーション能力の向上を図った。2年生は、理数系教員の指導のもと課題研究テーマ設定に取り組んだ。6月に課題研究テーマ発表会を実施し、そこで得られた情報をもとに研究テーマをより具体化して研究に取り組んだ。3年生は、SSH成果発表会での課題研究発表の他、科学英語Ⅱの授業において、県内大学理工系学部の留学生及び県内ALTに対して、オンラインでポスター発表を行った。

普通科1年生は、高知県の地域課題をテーマに探究活動を行った。地域の企業や県内大学等で活躍している方々から、データをもとに高知県の現状と課題について講演していただいた。講演で得た知識から生徒個人が関心を持った内容を7つの分野に落とし込んで事前学習を行った後に「地域フィールドワーク」を実施し、学年発表会でポスター発表を行った。「地域フィールドワーク」の事前・事後学習及び学年発表会を通して、社会科学分野で必要な情報収集力やプレゼンテーション技能、フィールドワークを通しての現地調査の手法などを学んだ。2年生では、研究テーマ決定後に講演を通してSDGsと高知県の地域課題の共通性について学び、SDGsの視点を持って課題研究に取り組んだ。3学期に中間クラス発表会・中間学年発表会を行い、そこで得た新たな情報や課題をもとに、課題研究をさらに進めた。3年生では、研究のブラッシュアップを行い、その結果を最終発表会で発表するとともに研究論文を完成させた。

イ サイエンスセミナー

大学や研究機関の講師による講演や実験・実習を通して、科学技術に対する興味・関心を高め、知識・理解を深めるとともに、科学的な思考力を養うことをねらいとする。理数科2年生を対象に2回、理数科3年生を対象に1回実施した。

ウ OZUサイエンス

大学で行われるような発展的な実験・実習を実施し、生徒の科学に対する興味・関心を高め、理解をより深いものにするとともに、実験技能の習熟と向上をねらいとする。理数科2年生「課題研究」の授業で4回実施した。

エ サイエンスフィールドワーク

理数科1，2年生全員を対象として、研究手段としてのフィールドワークの意義を学ぶこと、四国や高知県の研究施設や科学技術に対する理解を深めることをねらいとする。1年生が海洋コア総合研究センターを訪問し、2年生は瀬戸大橋記念館及び瀬戸中央自動車道「与島PA」を訪問した。

(2) 国際性の育成

ア 科学英語入門

2年生から取り組む科学英語のオリエンテーションと位置付け、県内大学から講師を招いて諸外国における理数系研究について講演を行い、グローバルな課題がローカルな課題と共通する部分があることを学習した。また、県内大学理工系学部の留学生との交流を通して、コミュニケーションツールとしての英語の必要性を体験した。

イ 科学英語

理数科2年生を対象とした「科学英語Ⅰ」では、年間3テーマを設定し、実験を行う基盤となる知識の講義、実験データのまとめ、レポート作成、プレゼンテーションに至るまで全てを英語で行った。理数科3年生を対象とした「科学英語Ⅱ」では、英語の科学論文の読解を通して英語による要旨(Abstract)の書き方について学習した後、課題研究の英語版ポスターを作成し、県内大学理工系学部の留学生及び県内ALTに対して、オンラインで英語のポスター発表会を実施した。今年度は、SSH台湾海外研修を実施することができなかつたため、英語でのポスター発表会を代替の一つとして取り組んだ。

ウ SSH台湾海外研修

今年度は、新型コロナウイルスの影響で実施することができなかつたため、台湾の国立科学工業園区実験高級中学とのオンライン交流を代替プログラムとして実施した。

(3) 短期集中体験ゼミ

全校生徒を対象に、大学や研究機関の施設等で行うハイレベルな実験・実習活動である。普段とは異なる環境で生徒の興味・関心を喚起して高い学習効果をもたらすことをねらいとする。1日から数日間、科学のみに没頭するという通常の高校生活では得られない環境を設けて「体験する」ことのみならず、仮説を立てて「検証・実験する」こと、実験データをもとに「分析・思考する」ことを体験した。一部の活動については人数制限のうえで実施するなど感染対策に留意して7事業を実施した。Google フォームを利用して、事業評価と生徒へのフィードバックを行うようにした。

(4) 理数教育拠点校としての科学推進事業

ア 小津チューター

高知市内の小学校と連携した科学実験講座を小津チューター事業として実施した。本校の生徒が主体となり、小学校ではなかなか実施が難しい実験・観察を行うことで、理科好きの子どもの育成を図った。

イ 京都府立桃山高等学校との連携

他のSSH指定校との連携が生徒の意欲向上に大きく影響することから、京都府立桃山高等学校との連携を継続的に行っている。今年度は、お互いの学校を訪問しての課題研究成果発表を行うことができなかったが、オンラインでSSH課題研究発表会に参加し、研究の成果を発表し合うことができた。今後も、オンラインを活用しながら連携を深めていきたい。

ウ 高高度発光現象の同時観測に関する研究会

世界最大・最高密度の「高高度発光現象の観測チーム」の一員として、スプライトやエルブスなどの高高度発光現象を数多く捉えることに成功している。今年度はオンラインでの研究会を開催し、全国の共同観測校とともに研究内容について協議を行った。

エ ICT教育の普及

ICT教育の普及に関する研究発表会において、今年度取り組んだ授業改善の成果として研究授業を実施し、県内の教育関係者に広く普及を行った。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

(1) 「小津チューター」事業

理数拠点校としての科学推進事業の取組として「小津チューター」事業を実施した。高知市内の小学校と連携した科学実験講座で、今年度は「化学発光」について様々な実験を通して体験的に学ぶ機会を設けた。

(2) 京都府立桃山高等学校との連携

今年度は、お互いの学校を訪問しての課題研究成果発表を行うことができなかったが、各校で実施のSSH課題研究発表会にオンラインで参加し、研究の成果を発表し合うことができた。今後も、オンラインを活用しながら連携を深めていきたい。

(3) 高高度発光現象の同時観測に関する研究会

高高度発光現象の同時観測に関する研究会をオンラインで主催し、全国の共同観測校とともに研究協議を行った。今後も継続的に研究に取り組み、高校生が世界最先端の研究に参画できる体制を維持していきたい。

(4) ICT教育の普及

ICT教育の普及に関する研究発表会において、今年度取り組んだ授業改善の成果として研究授業を実施し、県内の教育関係者に広く普及を行った。

(5) 研究開発に関する広報活動

学校新聞「若鳩」やホームページを活用して保護者や県内関係者に対し研究の普及を行った。

「小津チューター事業」などのSSH事業については、地元メディアによる取材を通して、県民に広く認知されるよう広報活動を行った。

○実施による成果とその評価

理数科では、「課題発見力」の向上に課題があったため、昨年度からプログラムの改善に取り組んだ。具体的には、1年生で取り組む探究基礎の内容を「OZU防災」から「ミニ課題研究」に変更して取り組むことにした。また、ミニ課題研究の中に第Ⅲ期までの成果であるOZUサイエンスの内容を取り入れることで、実験技能の向上にも効果的に働くようにした。1学期に化学分野でミニ課題研究Ⅰに取り組み、2学期からは、物理・生物・地学・数学の各分野から、生徒が興味・関心をもとに分野を選択してミニ課題研究Ⅱに取り組んだ。学期ごとに、ミニ課題研究発表会を設けることで、質疑・応答を通して新たな気付きを得ることができ、課題研究に必要なスパイラルを十分に経験させることができた。3学期には、課題研究に向け、早期にテーマ設定にも取り組むことで「探究基礎」と「課題研究」が連動したカリキュラムとなるように実施した。

普通科では、地域の研究題材や研究テーマの決定後、講演を通してSDGsと高知県の地域課題の共通性について学ぶことで、SDGsの達成に向けた「ゴールイメージ」を持って課題研究を推進することができた。また、個人で取り組んでいた課題研究をグループ研究も可能な体制に切り替えたことで、「連携・協働する力」の向上とともに、課題研究の深化を図ることができた。

生徒へのフィードバックの仕組みの1つとして、短期集中体験ゼミにおいて実施していたポートフォリオの作成をすべての活動で義務付けたほか、Google フォームでのアンケートを実施し、各事業の取組と生徒に身に付けさせたい資質・能力の関係を検証した。

(1) 資質・能力アンケートによる評価 (④関係資料, 4-(1)参照)

今年度の理数科1年生は、1回目のアンケート調査の結果が、3学年の中で最も高い平均値を示している。理数科2, 3年生の結果と比較すると、2回目のアンケート調査時に、1年生では5項目中4項目(「課題発見力」「論理的・批判的思考力」「連携・協働する力」「情報収集力」)において、平均値の低下が見られている。類似の傾向が昨年度の卒業生に見られており、卒業生は2年生から3年生にかけて資質・能力の伸びが見られていることから、1年生についても今後の伸びに期待したい。理数科2年生では、すべての項目で伸びが見られるものの、多重分析の結果からは有意差が見られていない。効果量を見てみると、「情報収集力」以外の項目で「小～中」程度の効果が見られている。理数科3年生では、「文章表現力・情報発信力」において多重分析の結果から有意差が見られている。効果量も「中」程度の効果が見られているが、「論理的・批判的思考力」「連携・協働する力」「情報収集力」において、3回目から4回目のアンケートを実施した期間の結果が低下している。

生徒アンケートにおいては、課題研究への取り組みを通して自己の資質・能力が「伸びた」と感じているが、資質・能力アンケートで5段階評価すると評価値が下がっている。また、理科の学習に関するアンケートでは、浅い興味を示す「体験志向」の割合が減少し、深い興味を示す「思考活性志向」の割合が増加していることなどから、生徒自身の内省が進み、メタ認知能力が向上したことを示す結果であると考えている。

普通科1年生では、「文章表現力・情報発信力」において大きな伸びが見られている。地域フィールドワーク後の発表会へ向けたポスター作成の効果が大きかったと考えられる。普通科2年生では、課題研究への取組が始まった2回目から3回目のアンケート期間の多重分析の結果で「課題発見力」以外の項目に有意差が見られている。効果量を見てみると「文章表現力・情報発信力」において「小～中」程度の効果が見られている。普通科3年生では、すべての項目において、多重分析の結果で有意差が見られている。効果量においてもすべての項目で「小」以上の効果が見られており、特に「文章表現力・情報発信力」においては「中～大」の効果が見られている。普通科の探究活動については、十分な成果があげられていると考えられる。

(2) 理科の学習に関する学校間比較 (④関係資料, 4-(3)参照)

昨年度は、他県のSSH指定校との学校間比較を行うことで、本校のプログラム開発について評価を行った。今年度は、県内のSSH非指定校との学校間比較を行うことで、本校のプログラ

ム開発についてさらに詳しく分析・評価を行った。分析は、本校と県内のSSH非指定校（一般校）の第2学年の理系クラス（本校では理系クラスと理数科）の生徒について分析を行った。

本校では7月時点から12月時点の間にポジティブ感情の伸びが見られているのに対し、一般校ではやや低下している。分散分析の結果からも有意差が見られている。また、効果量は「小」程度の効果が見られた。次に、浅い興味を示す体験志向及び深い興味を示す思考活性志向について比較すると、本校では体験志向がやや低下し、思考活性志向がやや増加しているのに対し、一般校では体験志向がやや増加し、思考活性志向は変化していない。このことから、本校で実施した7月から12月のSSH事業は、理科の学習に関して生徒の興味・関心を高め、且つ、浅い興味から深い興味へと学びの意識を高めることに効果があることが明らかとなった。

(3) 各SSH事業の評価 (④関係資料, 4- (4) 参照)

本校で実施する各SSH事業と生徒の資質・能力の育成にどのような関係があるか調査するために、事業ごとにアンケート調査を実施した。その結果、全ての事業が相互補完的に働くことで、本校が目指す5つの資質・能力の育成につながっていることが分かった。

(4) 国際性の育成に関する評価 (④関係資料, 4- (4) 参照)

科学英語では、高校2年生5月と高校3年生12月の意識調査を比較すると、すべての項目で伸びが見られた。科学英語Iの特徴は、科学分野の実験活動を英語で行うところにある。実際に実験活動を伴うため、実験技能の向上にも効果的であった。

○実施上の課題と今後の取組

(1) 探究的な学習活動

IOTやAI技術を取り入れたプログラム開発については課題が残っている。「AI体験ゼミ」や「人工知能と地域課題に関する講演会」などを行うことで、AI技術に触れる機会を設け、生徒の興味・関心を高めることはできたが、IOTやAI技術に触れる機会が十分とは言えない。AIそのものをテーマとした課題研究のハードルは高いが、「短期集中体験ゼミ」などを発展させ、高大連携事業として新たなプログラムの研究開発に取り組んでいきたい。

(2) 国際性の育成

SSH台湾海外研修を実施できなかったため、海外の高校生や大学・企業の研究者との交流が十分でなかった。オンライン交流会のほか、県内在住の外国人研究者による実験講座など、新たな交流について検討していきたい。

(3) 短期集中体験ゼミ

今年度は、予定の事業を概ね実施することができた。宿泊を伴う事業や参加者数については、一部内容を変更して実施した。参加者総数は、112名であった。次年度以降は、新たな高大連携事業プログラムとして、中・長期的なプログラムの研究開発に取り組んでいきたい。

(4) 理数教育人材育成のための探究的な学習の在り方の普及

管理機関と連携し、探究的な学習の取組などについて、若年教員を対象とした研修会を行うなど、20年間の成果の普及を図る。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

(1) 第9回四国地区SSH生徒研究発表会は、感染防止の観点からオンライン発表に変更。

(2) 全校生徒対象の短期集中体験ゼミのうち、宿泊研修を予定していた「科学巡検体験ゼミ」を日帰り研修に変更したほか、「薬学実験体験ゼミ」「プレゼン体験ゼミ」「生命科学体験ゼミ」の3つの事業が中止となった。

(3) 普通科2年生における高知県立大学立志社中のメンター制度が中止となった。

(4) 理数科1, 2年生を対象としたSSH台湾海外研修については、渡航制限などの理由により中止し、台湾の国立科学工業園区実験高級中学の生徒とのオンライン交流を代替プログラムとして実施した。

(5) 普通科1年生の「地域フィールドワーク」学年発表会が、感染症対策のため規模を縮小し、クラス発表会となった。また、企業の研究者及び有識者を招へいすることができなかった。

②令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

○研究開発の目的

第Ⅳ期SSH事業の研究目標「地域の活性化に貢献し、活躍できる人材（リージョナルイノベーター）の育成」をもとに、生徒に身に付けさせたい資質・能力を「課題発見力」「論理的思考力」「批判的思考力」「文章表現力」「情報発信力」「連携・協働する力」「情報収集力」の7つと位置づけてプログラム開発を推進した。第Ⅳ期3年次までのプログラムの一部を改善し、課題発見力・課題解決力の向上に取り組むとともに、評価システムの再構築に向け重点的に取り組んだ。事業の評価を行うにあたり、7つの資質・能力は5つの因子（構成要素）に集約して評価を行った。

【研究開発の仮説】

仮説1 探究的な学習活動を行うことで、生徒の知識及び技能、思考力・判断力・表現力が向上するとともに、多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定し、その課題の解決に向けて自律的に行動する能力などのコンピテンシーを育成することができる。

仮説2 地域課題に取り組むとともに、海外の高校生や研究者との交流を推進することにより、グローバルな視点をもった生徒を育成することができる。

【育成する生徒像】

- ・地域の特色や特性を身近な事例から学び、幅広い学力とともに科学的思考力と判断力、表現力を身に付けた生徒
- ・グローバルな視点をもって考え、自ら行動することができる生徒
- ・課題解決のプロセスを身に付け、活用することができる生徒
- ・学びを生かして、自らキャリアプランを考えることができる生徒

【5つの因子（構成要素）】

因子(構成要素)	定義
課題発見力	学習や課題研究において、物事を多面的な視点で捉え、新たな課題を発見する力
文章表現力・情報発信力	学習や課題研究において、集めたデータを集計し、図表や表にまとめて表現する力
論理的・批判的思考力	学習や課題研究において、自ら論理的・批判的に考え、答えを導き出すことができる力
連携・協働する力	学習や課題研究において、困難に直面しても、目標の達成に向けてグループで連携して、協働的に学ぶ力
情報収集力	学習や課題研究において、必要な情報を主体的に収集する力

【取組目標】

理数科1年：課題研究の手法を学び、実験に必要な器具の扱いやデータ処理の方法を身に付ける。

理数科2年：生徒自身が感じた疑問や事柄に対して、研究テーマを定めて課題研究に取り組む。

理数科3年：課題研究の質の向上に取り組むとともに、成果をまとめて校内外で発表する。

普通科1年：課題研究の手法を学ぶとともに、高知県の地域の特色や課題を知る。

普通科2年：高知県の課題解決に向け、研究テーマを定めて課題研究に取り組む。

普通科3年：課題研究の成果をまとめて論文を作成し、校内外で発表する。

○事業報告

(1) 探究的な学習活動 (④関係資料, 4-(4)参照)

ア 探究基礎・課題研究 (理数科)

理数科では、「課題発見力」の向上に課題があったため、1年生で実施する探究基礎のプログラム改善に取り組んできた。具体的には、プログラムの内容を「OZU防災」から「ミニ課題研究」に変更して取り組むことにした。また、ミニ課題研究の中に第Ⅲ期までの成果であるOZUサイエンスの内容を取り入れることで、実験技能の向上にも効果的に働くように留意して実施した。

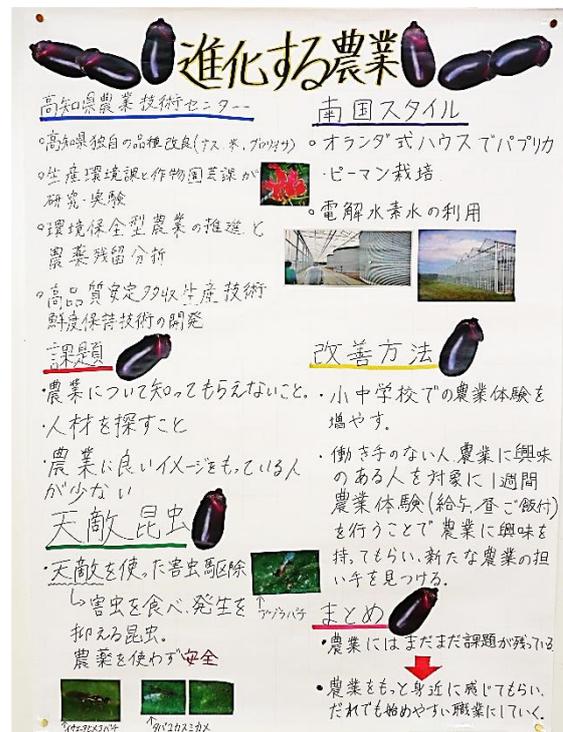
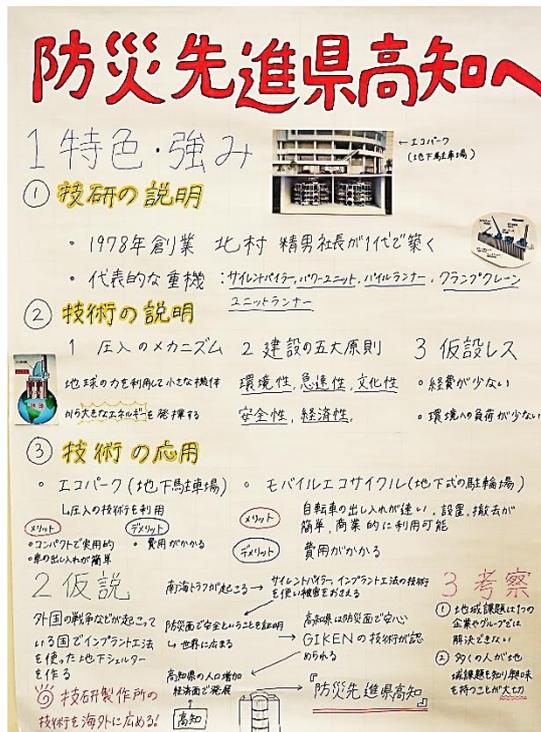
1学期に化学分野でミニ課題研究Ⅰに取り組み、リサーチクエスチョンや仮説の立て方を具体的に学習する機会とした。実験で得た結果をポスターにまとめてミニ課題研究発表会を行い、そこでの助言をもとに実験手法について再検討を行った。その後、追実験に取り組み、

組んだ。7月の理数科課題研究発表会で、ルーブリックによるパフォーマンス評価とともにGoogle フォームを用いた事業評価アンケートを実施した結果、課題発見力については100%の生徒が「伸びた」と肯定的な評価をしている。また、「文章表現力・情報発信力」では97.0%、「論理的・批判的思考力」では93.9%、「連携・協働する力」では90.9%、「情報収集力」では100%が「伸びた」と肯定的な回答をしている。しかし、資質・能力アンケートでは、「論理的・批判的思考力」「連携・協働する力」「情報収集力」において、3回目から4回目のアンケートで平均値の低下が見られている。

事業評価アンケートでは、課題研究への取り組みを通して、自己の資質・能力が「伸びた」と感じているものの、資質・能力アンケート（5件法）で5段階評価すると自己評価は低下している。また、理科の学習に関するアンケートでは、浅い興味を示す「体験志向」の割合が減少し、深い興味を示す「思考活性志向」の割合が増加していることなどから、3年間の探究学習に取り組む中で、生徒自身の内省が進みメタ認知能力が向上したことが一因であると考えている。

イ 探究基礎・課題研究（普通科）

普通科では、1年生で高知県の地域の特色や課題を知ることを目的に講演会を実施し、それぞれの講演会で得た知識をもとに、生徒個人が関心を持った内容を7つの分野（①ものづくり系、②地球科学・環境・エネルギー系、③農林・水産系、④流通・経済・マーケット系、⑤医療・衛生・福祉系、⑥まちづくり・観光系、⑦ものしらべ系）に落とし込んで事前学習に取り組んだ。その後「地域フィールドワーク」を実施し、得られた情報を学年発表会で発表することで情報の共有を図った。「地域フィールドワーク」の事前・事後学習及び学年発表会を通して、社会科学分野に必要な情報収集力やプレゼンテーション力の向上を図った。また、フィールドワークを通して、現地調査の方法などを学ぶことができた。



普通科1年生が地域フィールドワークで作成したポスター

資質・能力アンケートの結果では、「文章表現力・情報発信力」において有意差のある変容が見られており、それ以外の項目においても平均値の上昇が見られている。

普通科2年生の課題研究では「連携・協働する力」の育成に課題が見られていたため、課題研究を個人研究だけでなくグループ研究も可として取り組むことにした。テーマ設定において、高知県立大学立志社中の協力のもとメンターを招へいし、指導・助言をいただく予定であ

ったが、新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から今年度は中止となった。普通科の課題研究についてはテーマ数が多く、取組状況についての管理が課題であった。そこで、生徒自身が取組状況を自己評価することができるように、課題研究チェックシート(④関係資料、3-1(1)参照)を開発し、定期的に自己評価を行わせながら進捗状況の管理を行った。テーマ決定後は、講演を通してSDGsと高知県の地域課題の共通性について学ぶことで、SDGsの「ゴールイメージ」を持って課題研究を推進することができた。また、研究グループでアンケート調査やインタビュー調査、現地調査などを行うことで、一人ひとりの生徒が地域課題に対してより主体的に考えることができた。また、研究の過程においては「ALL高知」支援体制のもと、高知県産学官民連携センターをはじめ、県内研究機関や大学の研究者、県内企業に協力いただき、生徒が直接指導・助言を受けるとともに、指導教員も研究指導の手法についてアドバイスを得るなど、課題研究を円滑に進めるための体制を構築することができた。2月に中間学年発表会を実施し、SSH運営指導委員などから指導・助言を受けた。ここで得た新たな情報や課題をもとに、3年生では追加の調査・研究を進めながら論文の作成に取り組んだ。

「ALL高知」支援体制のもと課題研究に取り組んだ結果、2年生で「課題発見力」以外の4項目で有意差のある伸びが見られた。3年生では、すべての項目において有意差のある伸びが見られた。2年生では、グループ研究を可としたことで課題発見力の伸びが少し低下したものの、5項目の伸びを総合的に評価すると、仮説1に掲げたコンピテンシーの育成に十分機能していると考えることができ、「高知県の地域課題の解決に貢献できる人材育成プログラム」として評価できるプログラムであると考えている。

連携先： 高知県工業技術センター，高知県農業技術センター，高知県地産地消・外商課，(株)技研製作所(株)南国スタイル，旭食品(株)，(株)タナカショク，高知大学，高知県立大学，高知工科大学，高知県立高知城歴史博物館，高知市立自由民権記念館，高知県立美術館，高知県立牧野植物園，高知県立文学館，高知大学海洋コア総合研究センター，四国自然史科学研究センター，室戸ジオパーク推進協議会，瀬戸大橋記念公園管理協会，J B本四高速グループ

ウ サイエンスセミナー

理数科2，3年生を対象に、大学や研究機関から講師を招き講演や実験・実習を通して、科学技術に対する興味・関心を高め、知識・理解を深めるとともに、科学的な思考力を養うことをねらいとして年間3回実施した。現代的な課題に対する興味・関心を高めるため、サイエンスセミナー化学では「自然に学ぶ有機化学」と題し、自然界の動植物から発見された化学物質や薬の合成についての講演をしていただいた。サイエンスセミナー物理では「地球を救うエレクトロニクス」と題し、脱炭素社会の実現に向けたエネルギー研究についての講演をしていただいた。事前・事後の指導を通して教科書の内容とも関連づけ、発展的な活動をタイムリーに実施し、深い思考力を身に付けられるように配慮した。

事業評価アンケートの結果、課題発見力については66.1%の生徒が「伸びた」と肯定的な評価をしている。また、「文章表現力・情報発信力」では45.2%、「論理的・批判的思考力」では61.3%、「連携・協働する力」では38.7%、「情報収集力」では46.8%が「伸びた」と肯定的な回答をしている。

エ OZUサイエンス

理数科1，2年生を対象に大学で行われるような発展的な実験・実習を実施し、生徒の科学に対する興味・関心を高め、理解をより深いものにするるとともに、実験技能の習熟と向上もねらいとして、5事業を実施した。

第Ⅲ期までの成果であるOZUサイエンスは、第Ⅳ期4年次事業計画の中で、理数科1年生のミニ課題研究の中に一部内容を移行し、1年生の探究基礎の充実と2年生での課題研究の発展に向け、事業改善を行った。実験で得たデータをもとにグラフを作成し、自然現象や物理現象、化学反応について一般化(数式化)に取り組むなど、データの分析方法についても触れることで、学習内容が課題研究にも生かされるよう留意した。

事業評価アンケートの結果、課題発見力については69.4%の生徒が「伸びた」と肯定的な

評価をしている。また、「文章表現力・情報発信力」では45.2%、「論理的・批判的思考力」では59.7%、「連携・協働する力」では91.9%、「情報収集力」では32.3%が「伸びた」と肯定的な回答をしている。

オ サイエンスフィールドワーク

理数科1，2年生全員を対象として，研究手段としてのフィールドワークの意義を学ぶこと，四国や高知県内の研究施設や先端科学技術に対する理解を深めることをねらいとして，1年生では「高知大学海洋コア総合研究センター施設の見学及び付加体の作製実習」「芸西村住吉漁港付近の現地調査」を実施した。付加体の形成過程について施設で学習した後に現地調査を行うことで，ダイナミックな地球活動の様子を感じられるように計画を立てて実施した。

2年生では「瀬戸大橋記念館の見学」「瀬戸中央自動車道与島PAにおけるアンカレイジ（橋台）見学」を実施した。瀬戸大橋記念館では，瀬戸大橋建設に至るまでの歴史や瀬戸大橋架橋工事の方法，実際の工事に使用された機器やケーブル類の見学を行った。与島PAに移動後，J B本州四国連絡高速道路株式会社協力のもと，通常では入ることのできないアンカレイジ内部の見学や橋の維持管理方法などについて講義を受けた。当初は100年維持することを想定して建設したが，技術の進歩に伴い，200年の維持を目指して点検や補修に努めていることなどを学ぶことができた。安心して便利な生活を送っている背景に，それを支えている人々のたゆまぬ努力や高い科学技術力があることを学ぶ貴重な機会とすることができた。

事業評価アンケートの結果，課題発見力については77.0%の生徒が「伸びた」と肯定的な評価をしている。また、「文章表現力・情報発信力」では41.0%、「論理的・批判的思考力」では75.4%、「連携・協働する力」では73.8%、「情報収集力」では62.3%が「伸びた」と肯定的な回答をしている。

(2) 国際性の育成 (④関係資料，4-(4)参照)

ア 科学英語入門

理数科1年生を対象に，探究基礎の時間の中で実施した。昨年度は新型コロナウイルスの影響により実施することができなかったが，今年度は感染対策を講じながら実施した。

2年生から取り組む科学英語のオリエンテーションと位置づけ，県内大学から講師を招へいし，諸外国における理数系研究の事例についての講演を行い，グローバルな課題がローカルな課題と共通する部分があることを学習した。また，県内大学理工系学部の留学生との交流を通して，コミュニケーションツールとしての英語の必要性を体感した。

【生徒の感想（一部抜粋）】

- ・留学生と交流してみて，全部は無理だったけど会話を理解することができて，とても嬉しかったです。これからは今以上に英語の勉強を頑張っていきたいと思いました。
- ・講演で特に心に残ったのは「実際に現地に行ってみる」という言葉です。世界の現状を実感したいと感じました。
- ・留学生と英語で会話するのは少し難しかったけど，英語が通じた時は嬉しかったです。もっと英語を勉強しなければならないと思いました。
- ・留学生が研究していることについて教えてもらったので，研究により興味が湧いた。英語を使って会話するのは難しかったけど伝わった時はとても嬉しかった。
- ・櫻井先生の講演は東南アジアの焼畑についての話が面白くて，真の国際人について考えさせられました。
- ・俄然海外での仕事について興味がわきました。

イ 科学英語Ⅰ・Ⅱ

理数科2年生を対象とした科学英語Ⅰでは，年間で3つのテーマに取り組んだ。英語の講義を通して実験の基盤となる知識を習得し，実験計画を立てて実験に取り組んだ。その後，実験データのまとめ，レポート作成，プレゼンテーション及び質疑・応答を英語で行った。英語によるプレゼンテーション能力の向上を図るため「英語での表現」や「質疑・応答の仕方」につ

いて英語科教員，ALT指導のもとで学習した。その後，1学期には「糸電話」を題材に，振動や波についての実験活動を行った。2学期には「酵素」を題材にアミラーゼやカタラーゼなどの働きについて実験活動を行った。3学期には「pH」を題材に，水溶液の濃度や身近な物質の酸性，塩基性について実験活動を行った。

理数科3年生を対象とした科学英語Ⅱでは，英語の科学論文の読解を通して英語による要旨（Abstract）の書き方を学んだ。その後，課題研究の英語版ポスターを作成し，県内大学理工系学部の留学生及び県内ALTを招へいしてのポスター発表を実施した。今年度も，新型コロナウイルスの影響で，SSH台湾海外研修を実施することができなかつたため，英語でのポスター発表会を代替プログラムの一つと位置づけて取り組んだ。

ウ SSH台湾海外研修

理数科1，2年生8名（希望者から選考）で，台湾の新竹市にある国立科学工業園区実験高級中学，桃園市の国立中央大学，台北市の関渡自然公園などを訪問する予定であったが，新型コロナウイルスの影響により中止とした。代替プログラムとして，国立科学工業園区実験高級中学とのオンライン交流会を実施した。1回目の交流会では，学校生活や自国の文化についての紹介の後，新型コロナウイルスによる生活への影響や予防策などについて意見交換を行った。以前の訪問時に，日本と台湾での地震避難に対する対応の違いに驚かされ，グローバルな課題とローカルな課題の共通性や相違点について考えさせられることがあったが，新型コロナウイルスへの対応についても同様に，グローバルな視点をもつことの重要性を考えさせられる交流会となった。2回目の交流会では，取り組んでいる課題研究についての紹介や進路についての交流などを行った。台湾がロックダウン中で，生徒も自宅待機状態であったため，共同研究や課題研究の相互発表などは行えなかつたが，オンライン交流については，グローバルな視点で活躍できる理数系人材を育成する機会として，引き続き継続していきたい。

（3）短期集中体験ゼミ（④関係資料，4－（4）参照）

全校生徒を対象に，大学や研究機関の施設等を訪ねて行うハイレベルな実験・実習活動で，週休日や長期休業期間を中心に課外活動として実施した。普段とは異なる環境で生徒の興味・関心を喚起して高い学習効果をもたらすことをねらいとして10事業を計画していたが，新型コロナウイルスの影響で宿泊を伴う事業については中止した。また，その他の事業についても，人数を制限したうえで実施するなど，感染対策に留意しながら7事業を実施した。今年度も，AIに関する短期集中体験ゼミを実施し，AIの仕組みや活用方法について理解を深めることができた。短期集中体験ゼミに参加した生徒に対しては，Google フォームを利用して，事業評価アンケートと生徒へのフィードバックを行った。

事業評価アンケートの結果，課題発見力については82.0%の生徒が「伸びた」と肯定的な評価をしている。また，「文章表現力・情報発信力」では54.1%，「論理的・批判的思考力」では75.4%，「連携・協働する力」では78.7%，「情報収集力」では72.1%が「伸びた」と肯定的な回答をしている。

（4）理数教育拠点校としての科学技術推進事業

ア 小津チューター事業

高知市内の小学校と連携した科学実験講座を小津チューター事業として実施した。今年度は化学発光について，ウミホタルやルミノール液を用いた実験を行い，小学生が体験的に学ぶ機会を提供することができた。地元メディアへの取材依頼を行い，SSH事業についての普及活動にも取り組んだ。また，中学生1日体験入学においては，本校の紹介動画を生徒が作成し，参加中学生及び保護者に対してPRすることができた。

イ 京都府立桃山高等学校との連携

他のSSH指定校との連携が生徒の意欲向上に大きく影響することから，京都府立桃山高等学校との連携を継続的に行っている。今年度は，お互いの学校を訪問しての課題研究成果発表を行うことができなかったが，両校のSSH課題研究発表会にオンラインで参加し，研究の

成果を発表し合うことができた。今後も、オンラインを活用しながら連携を深めていきたい。

ウ 高高度発光現象の同時観測に関する研究会

高高度発光現象の同時観測に関する研究会をオンラインで主催し、全国の共同観測校とともに研究協議を行った。今後も継続的に研究に取り組み、高校生が世界最先端の研究に参画できる体制を維持していきたい。

エ ICT教育の普及

ICT教育の普及に関する研究発表会において、今年度取り組んだ授業改善の成果として研究授業を実施し、県内の教育関係者に広く普及を行った。今後も、ICT教育を取り入れた授業改善に取り組んでいきたい。

(5) SSH生徒研究発表会・交流会への参加

令和3年度SSH生徒研究発表会・交流会等への参加状況

【自然科学系部活動など課外活動の活動状況】

実施日	対象	活動名
5月9日	生物部	第1回ジンド池生物多様性セミナー
6月6日	地学部	日本地球惑星科学連合2021年大会
7月31日	地学部	第45回全国高等学校総合文化祭自然科学部門 ステージ発表
8月7日 ・8日	希望生徒	科学研究体験ワークショップ・統計講習会
10月24日	科学部	第71回高知県高等学校生徒理科研究発表会 ステージ発表 優秀賞 第65回日本学生科学賞高知県予選 ステージ発表 優秀賞
11月7日 ・14日	希望生徒	データ収録解析ワークショップ
11月14日	科学部	令和3年度全国高知県高等学校総合文化祭 第5回自然科学部門発表会 ポスター発表 優良賞
11月14日	科学部	日本化学会中国四国支部 化学教育研究発表会 口頭発表部門 奨励賞
11月14日	希望生徒	高知県高校生津波サミット
12月12日	希望生徒	第11回科学の甲子園高知県大会
1月17日	希望生徒	深海掘削船 JR号とのオンライン交流会
2月5日	地学部	令和3年度「高高度発光現象の同時観測」に関する研究会

【理数科生徒による学会及び発表会等への参加状況】

実施日	発表形式	活動名
4月11日	オンライン(1) 動画発表(11)	第9回四国地区SSH生徒研究発表会
8月5日	ポスター発表	SSH生徒研究発表会
8月8日	オンライン(1)	第7回中高生のためのかはく科学研究プレゼンテーション大会
8月18日	動画発表(1) 誌上发表(3)	第22回中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会
2月17日 ・18日	オンライン(1)	第7回高校生国際シンポジウム

(6) 運営指導委員会の開催

研究開発に関わる成果を検証し、指導・助言及び評価する機関として、運営指導委員会を年間2回開催し、研究開発計画や実施方法について指導・助言をいただくことができた。外部評価の手法や学校へのフィードバックの在り方に関する事業管理システムを構築し、外部評価委員の一部を運営指導委員に加える体制で第IV期SSH事業を実施することができた。

(7) 成果の公表・普及

ア ALL高知への還元

産学官民連携によるALL高知での支援に対する還元として、「ものづくり総合技術展」へのポスター掲示、地域フィールドワークの学年発表会を実施した。新型コロナウイルス感染拡大の影響で、「ものづくり総合技術展」への生徒の参加は中止となった。

イ S S H生徒課題研究発表会等への参加

課題研究や自然科学系部活動における研究の成果について、様々な発表会で発表することができた。

ウ 小津チューター事業

高知市内の小学校と連携した科学実験講座を小津チューター事業として実施した。今年度は化学発光について、小学生が体験的に学ぶ機会を提供することができた。また、地元メディアへの取材依頼を行い、S S H事業についての普及活動にも取り組んだ。

エ 京都府立桃山高等学校との連携

今年度は、お互いの学校を訪問しての課題研究成果発表を行うことができなかったが、両校のS S H課題研究発表会にオンラインで参加し、研究の成果を発表し合うことができた。

オ 高高度発光現象の同時観測に関する研究会

高高度発光現象の同時観測に関する研究会をオンラインで開催し、全国の共同観測校とともに研究協議を行い、次年度以降の活動について検討した。

カ 保護者を対象とした課題研究ポスター発表会

新型コロナウイルスの影響により、規模を縮小して実施した。当日参加できなかった保護者に対して、発表動画をYouTubeの限定公開で視聴できるように配慮した。

キ 研究開発に関する広報活動

学校新聞「若鳩」での関連記事の掲載やO Z Uサイエンスの実験書や取組段階ごとのループブックなどを学校ホームページに一般公開し、成果の普及を行った。また、小学生を対象とした科学実験講座を地元メディアに取材してもらうなどの広報活動も行った。

(8) 事業の評価 (④関係資料, 4-(1), (3), (4) 参照)

ア 探究基礎・課題研究の評価

理数科の探究学習については、研究ノートを用いた進捗状況の管理や取組段階ごとのループブックを開発し、課題研究テーマ発表会や課題研究発表会などでパフォーマンス評価を行った。発表会では、生徒の相互評価も行うようにすることで、生徒の内省を促すとともに、取組状況を数値化し、評価の見える化に取り組んだ。

普通科の探究活動については、テーマ数が多く取組状況についての管理が難しかったため、生徒自身が取組状況を自己評価することができるように、課題研究チェックシートを開発し、定期的に自己評価を行わせながら進捗状況の管理を行った。課題研究テーマ発表会や課題研究発表会などでは、理数科と同様に生徒の相互評価を行い、生徒の内省を促すとともに、取組状況を数値化し、評価の見える化に取り組んだ。

イ 資質・能力アンケートによる評価

生徒に身に付けさせたい力を「課題発見力」「文章表現力」「情報発信力」「論理的思考力」「批判的思考力」「連携・協働する力」「情報収集力」とし、この7つの資質・能力を5つの構成要素に分類し、生徒がそれらを身に付けている状態やその時の意識を問う資質・能力アンケートを開発した。アンケート調査の結果については、高知大学草場研究室協力のもと分析・評価を行った。分析の結果、理数科の生徒では、身に付けさせたい資質・能力において有意差のある変容が見られていないが、普通科の生徒では、全ての資質・能力において有意差のある変容が見られた。

ウ 計量テキスト分析による評価

理数科の生徒については、入学時の自己評価が高く、天井効果などの影響から資質・能力の伸びに有意差が見られにくくなっていた。そこで、生徒の変容を数値的・統計的に処理して判断するだけでなく、S S Hで求められている主体的に探究活動に取り組む態度などの部分を評価するため、生徒の自由記述について計量テキスト分析を行い評価した。

1年生7月と3年生8月の自由記述を比較すると、3年生8月の自由記述には課題研究と共起性の高いワードの出現率が高くなっており、数値的に判断するだけでは見えてこなかった生徒の主体性や意欲などについて、評価することができた。

エ 理科の学習に関するアンケートによる学校間比較

理科の学習に関するアンケートを用いて、県外のSSH指定校及び県内のSSH非指定校との学校間比較を行うことで、本校のプログラム開発について分析・評価を行った。分析の結果から、本校の開発したプログラムの効果が、県外のSSH指定校と比較して同程度の効果があることが分かった。また、県内のSSH非指定校に対し、観察・実験に関する「ポジティブ感情」や「体験志向」「モニタリング方略」などの向上で有効であることが分かった。

オ SSH事業と資質・能力の育成に関する評価

本校で実施する各SSH事業と生徒の資質・能力の育成について、事業ごとに調査を実施し、分析・評価を行った。生徒アンケートの結果、外部機関と連携した発展的な体験学習が資質・能力の育成に有効であった。

② 研究開発の課題

(1) 探究的な学習活動

第Ⅳ期SSHでは、評価システムの再構築に取り組み、取組段階ごとのルーブリックの作成や資質・能力アンケートを用いた評価を行ってきた。しかし、理数科の生徒については、資質・能力の伸長を十分に評価しきれていない部分がある。自由記述などのポートフォリオ評価を取り入れ、生徒の変容を数値的・統計的に処理して判断するだけではなく、主体的に探究活動に取り組む態度などの部分を評価できるようにする必要があると考えられる。

(2) 国際性の育成

今年度は、新型コロナウイルスの影響でSSH台湾海外研修を実施することができなかったため、代替プログラムとして台湾の国立科学工業園区実験高級中学の生徒とオンライン交流を行った。しかし、台湾がロックダウン中であったため、生徒は自宅からの参加となり、相互の課題研究発表や共同研究に向けた実験活動等を行うことができなかった。今後もオンラインを利用しての交流活動が活発になることが予想されるため、オンラインによる海外交流の在り方を再検討し、継続的に国際性の育成を図っていきたい。また、英語での実験や発表活動について、科学英語と短期集中体験ゼミの往還を図り、県内在住の外国人研究者による実験講座の開催などについても検討していく。

(3) 短期集中体験ゼミ

宿泊を伴う事業や外部機関を訪問しての体験ゼミは、中止または規模を縮小して実施するなど、感染対策に留意しながら7事業を実施した。昨年度に続き、参加人数を絞っての実施となったため、参加者総数は、昨年度の110名とほぼ同数の112名であった。短期集中体験ゼミに参加した生徒に対して、Google フォームによる事業評価アンケートを実施した結果、ハイレベルな体験実習への参加が生徒の資質・能力の向上に有効であることが示された。しかし、感染症対策とのバランスが難しく、効果的な取組を安全且つ多くの生徒に対して実施するための方策について、検討が必要である。また、自走化後も継続的に実施できるよう事業の精選に取り組む。特に、IoTやAI技術に触れる機会が十分とは言えないため、短期集中体験ゼミを発展させ、高大連携事業として新たなプログラムの研究開発に取り組むことで、Society5.0を担う次世代の理数系人材の育成に向け、引き続き研究開発に取り組んでいきたい。

(4) 理数系人材育成のための探究学習の普及

第Ⅳ期で取り組んだ他校間比較の結果、本校で研究開発してきたプログラムが、理数系人材の育成に一定の効果があることが明らかとなった。これらのプログラムと評価システムについては、学校ホームページを通じて公開するなどの普及を行っているが、他校との合同研究発表会や教員研修会の実施などを通してさらなる普及を図りたい。

③実施報告書（本文）

1 学校の概要

(1) 学校名, 校長

こうちけんりつこうち お づこうとうがっこう たけざき みのる
高知県立高知小津高等学校 竹崎 実

(2) 所在地, 電話番号, F A X 番号

〒780-0916 高知県高知市城北町1-14, TEL 088(822)5270, FAX 088(823)6387

(3) 課程・学科・学年別生徒数, 学級数及び教職員数

ア 課程・学科・学年別生徒数, 学級数

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全 日 制	理数科	36名	1	33名	1	39名	1	108名	3
	普通科	240名	6	236名 (126名)	6 (3)	235名 (110名)	6 (3)	706名	18
計		276名	7	269名	7	274名	7	819名	21

普通科は第2学年, 第3学年において文型・理型の類型を設けている。

また, ()内は理型の生徒数, 学級数の内数である。

イ 教職員数

校長	教頭	教諭等	非常勤講師	養護教諭	実習助手	ALT	学校司書	事務職員	計
1	2	63	4	1	1	1	1	4	78

2 研究開発の実施期間

平成29年4月1日～令和4年3月31日

3 研究開発の課題

S S H指定第IV期は, これまでの研究開発の成果を普通科に広げ, 地域の特色について身近な事柄から探究的に学ぶことを通して, 生徒に幅広い学力とともに科学的思考力や判断力, 表現力, 課題解決能力を身に付けさせることで, 将来, 高知県の問題解決に貢献できるリージョナル・イノベーターとしてグローバルに活躍できる人材の育成を目指し「地域創生に資するグローバルな視点で活躍できる理数系人材の育成プログラムの開発」に取り組む。

4 研究開発の実施規模

全校生徒（理数科3年生39名, 2年生33名, 1年生36名, 普通科3年生235名, 2年生236名, 1年生240名）を対象として実施した。

理数科では1年生で「探究基礎」2・3年生で「課題研究」を実施するとともに「科学英語」や「S S H台湾海外研修」等を活用して, 国際性を養うための手法についても研究する。普通科では, 地域課題をテーマに, 1年生の総合的な探究の時間の中で「探究基礎」を実施する。2・3年生では, 総合的な探究の時間の中で「課題研究」を実施し, 指導と評価の一体化を研究する。

5 研究開発の課題と仮説

平成14年度から始まったS S H事業の研究開発により, 生徒の科学に対する興味・関心を引き出し, 将来の進路選択に有用なカリキュラムを編成することには一定の成果をあげることができた。しかし, 第III期までの期間では, 評価に関するマネジメントが不十分で, どの取組が生徒のどの資質・能力の伸長につながったかを把握することができていなかった。そこで, 第IV期では, これまでの研究成果を活用しながら, 以下の点に留意して評価システムの再構築に取り組むとともに, 20年間の総括を行うため, 県内外のS S H指定校, 非指定校との学校間比較にも取り組むこととした。

- ・課題研究では、テーマ設定や研究活動、発表会等、取組段階ごとにルーブリックを作成し、パフォーマンス評価を実施することで取組状況の管理を行う。
- ・生徒の取組状況を数値化することにより、評価の見える化を進める。
- ・達成目標の明示と生徒間の相互評価を行うことで、生徒の学習意欲の向上を図る。
- ・教員の評価や生徒間の相互評価のフィードバックを適切に行うことで生徒の内省（振り返り）を促し、思考を深め、より深い探究へと発展させる。

そのうえで、研究開発の仮説を以下のようにした。

仮説1 探究的な学習活動を通して、生徒の学力を向上させるとともに、次のようなコンピテンシーを育成することができる。

- ① 社会・文化的ツール、技術的ツールを相互作用的に活用する能力
- ② 多様な社会グループにおける人間関係形成能力
- ③ 自律的に行動する能力

仮説2 地域課題に取り組むとともに、海外の高校生との交流を密にすることにより、グローバルな視点をもった生徒を育成することができる。

これらの仮説に基づいて、次のような生徒を育成していく。

- ・地域の特色や特性を身近な事例から学び、幅広い学力とともに科学的思考力と判断力、表現力を身に付けた生徒
- ・グローバルな視点をもって考え、自ら行動することができる生徒
- ・課題解決のプロセスを身に付け、活用することができる生徒
- ・学びを生かして、自らキャリアプランを考えることができる生徒

6 事業別研究開発の経緯

(1) 探究的な学習活動

理数科では、生徒自身が感じた自然科学分野における疑問や事柄について、実験や観察、フィールドワークなどを取り入れた課題研究を行うことで、生徒自身の課題発見力・課題解決力・思考力・自己表現力を高め、地域の活性化に貢献し活躍できる人材（リージョナル・イノベーター）としての資質・能力を身に付けることを目標に探究的な学習活動に取り組んだ。

普通科では、講演等で学んだ地域課題について、フィールドワークや文献調査、アンケート調査などを行うことで、生徒自身の課題発見力・課題解決力・思考力・自己表現力を高め、地域の活性化に貢献し活躍できる人材（リージョナル・イノベーター）としての資質・能力を身に付けることを目標に探究的な学習活動に取り組んだ。

ア 探究基礎

理数科1年生では、教育課程の中に学校設定科目「探究基礎（1単位）」を設置し、1学期に化学分野でのミニ課題研究Ⅰを行い、化学分野の実験技能の向上を図るとともに、早期に研究のスパイラルを体験させ、2年生から始まる課題研究の質を向上させることができるように取り組んだ。2学期には、物理・生物・地学・数学の各分野に分かれてミニ課題研究Ⅱを行い、幅広い実験技能の向上を図るとともに、その成果をポスターにまとめて発表することで、プレゼンテーション技能の向上にも取り組んだ。3学期には、課題研究のテーマ設定を行い、先行研究や研究手法などの文献調査に取り組んだ。

普通科1年生では「総合的な探究の時間（1単位）」の一部を「探究基礎」と位置づけ、1学期に講演やその事前・事後学習を通して高知県の地域課題について学んだ。2学期に地域フィールドワークとその事前・事後学習を実施することで、社会科学分野における研究手法等を学び、生徒自身の課題発見力の向上を図った。3学期には、フィールドワークで得た地域課題とその解決方法について発表会を実施することで、課題解決力・思考力・自己表現力を高める取り組みを行った。

イ 課題研究

理数科2年生は、1学期にテーマ設定に取り組み、先行研究や研究手法についての文献調査を行った。2学期には課題研究テーマ発表会を行い、これから取り組む課題研究の「研究テーマ」

や「リサーチクエスト」「仮説」「研究手法」などについて発表した。その後、具体的な研究活動に取り組んだ。メンターからの指導・助言を得る機会を早め、課題研究の質を向上させることを目的に、課題研究中間発表会を2学期に実施するように改善を図った。この課題研究中間発表会で、取組段階ごとのルーブリックを用いてパフォーマンス評価を行うとともに、進捗状況の管理を行った。3学期には、課題研究中間発表会での指導・助言をもとに、研究のブラッシュアップに取り組んだ。

理数科3年生は、研究の成果をポスター発表及びスライド発表することで、成果の普及を図った。また、科学英語Ⅱの授業と往還を図り、英語のポスター作成にも取り組んだ。作成した英語のポスターは、県内大学理工系学部の留学生及び県内ALTに対して英語で発表を行うことで、国際性の育成にもつながるよう工夫した。

普通科2年生は「総合的な探究の時間（1単位）」の一部を「課題研究」と位置づけ、1学期には課題研究テーマ設定に取り組んだ。地域の研究題材や研究テーマ及び研究手法の決定において、県内大学の大学生メンターからの指導・助言をいただく予定であったが、新型コロナウイルス感染症の影響で、今年度は中止となった。担当分掌であるSSH・企画研修部及び学年主任、クラス担任指導のもと研究テーマの決定に向け取り組んだ後、講演を通してSDGsと高知県の地域課題の共通性について学んだ。2学期からはSDGsの視点を持って課題研究に取り組み、3学期に中間クラス発表会と中間学年発表会を実施した。

普通科3年生は、2年生の中間学年発表会で運営指導委員やメンターからいただいた指導・助言をもとに研究のブラッシュアップを行い、1学期末にその結果を最終発表会で発表するとともに論文作成に取り組んだ。

ウ サイエンスセミナー

理数科2・3年生を対象に、科学技術に対する興味・関心を高め、知識・理解を深めるとともに、科学的な思考力を養うことをねらいとして、化学・生物・物理分野でサイエンスセミナーを実施した。3年生対象のサイエンスセミナー化学「自然に学ぶ有機化学」、2年生対象のサイエンスセミナー生物「寄生虫学入門」を2学期に実施した。3学期には、2年生対象のサイエンスセミナー物理「地球を救うエレクトロニクス」を実施した。

エ OZUサイエンス

理数科1年生は、学校設定科目「探究基礎」の中で1事業、OZUサイエンス生物「薄層クロマトグラフィー」を2学期に実施した。学校設定科目「探究基礎」の内容を見直し、OZUサイエンスの内容を取り入れたミニ課題研究Ⅰ・Ⅱを実施したことにより、1年生での実施回数は少なくなった。

理数科2年生は「課題研究」の中で3事業を実施した。2学期にOZUサイエンス物理「弦を伝わる波の速さ」、OZUサイエンス地学「植物化石の標本づくり」を行い、3学期にOZUサイエンス化学「反応速度」を行った。

オ サイエンスフィールドワーク

理数科1年生は、2学期に高知大学海洋コア総合研究センター及び芸西村西分漁港にてサイエンスフィールドワークを実施した。

理数科2年生は、2学期に学校行事として、瀬戸大橋記念館及び与島PAでのサイエンスフィールドワークを実施した。

(2) 国際性の育成

実験を行う基盤となる知識、実験データのまとめ、プレゼンテーション、ポスター作成をすべて英語で行い、科学技術リテラシーを身に付け国際的に活躍することのできる人材の育成を目標に学校設定科目「科学英語Ⅰ・Ⅱ」に取り組んだ。

ア 科学英語入門

理数科1年生を対象に、2年生から始まる「科学英語」のオリエンテーションと位置づけ、県内大学から講師を招へいし、諸外国における理数系研究の事例についての講演と県内大学理工系学部の留学生との交流を通して、コミュニケーションツールとしての英語の必要性を体感する機会とした。

イ 科学英語 I・II

理数科2年生を対象とした科学英語 I では、各学期に1テーマ、年間3テーマを設定し、実験を行う基盤となる知識の講義、実験データのまとめ、レポート作成、プレゼンテーション発表に至る全てを英語で実施した。1学期には「糸電話」を題材として、振動や波についての実験活動を行った。2学期には「酵素」を題材として、アミラーゼやカタラーゼの働きについての実験活動を行った。3学期には「pH」を題材に、水溶液の濃度や身近な物質の酸性、塩基性について調査する実験活動を行った。

理数科3年生を対象とした科学英語 II では、英語の科学論文の読解を通して英語による要旨 (Abstract) の書き方を学んだ。その後、課題研究の英語版ポスターを作成し、県内大学理工学部留学の留学生及び県内ALTを招へいしてのポスター発表を実施した。今年度も、新型コロナウイルスの影響で、SSH台湾海外研修を実施することができなかつたため、英語でのポスター発表会を代替プログラムの1つと位置づけて取り組んだ。

ウ SSH台湾海外研修

理数科1、2年生8名(希望者から選考)で、台湾の新竹市にある国立科学工業園区実験高級中学、桃園市の国立中央大学、台北市の関渡自然公園などを訪問する予定であったが、新型コロナウイルスの影響により中止とした。代替プログラムとして、国立科学工業園区実験高級中学とのオンライン交流会を実施した。

(3) 短期集中体験ゼミ

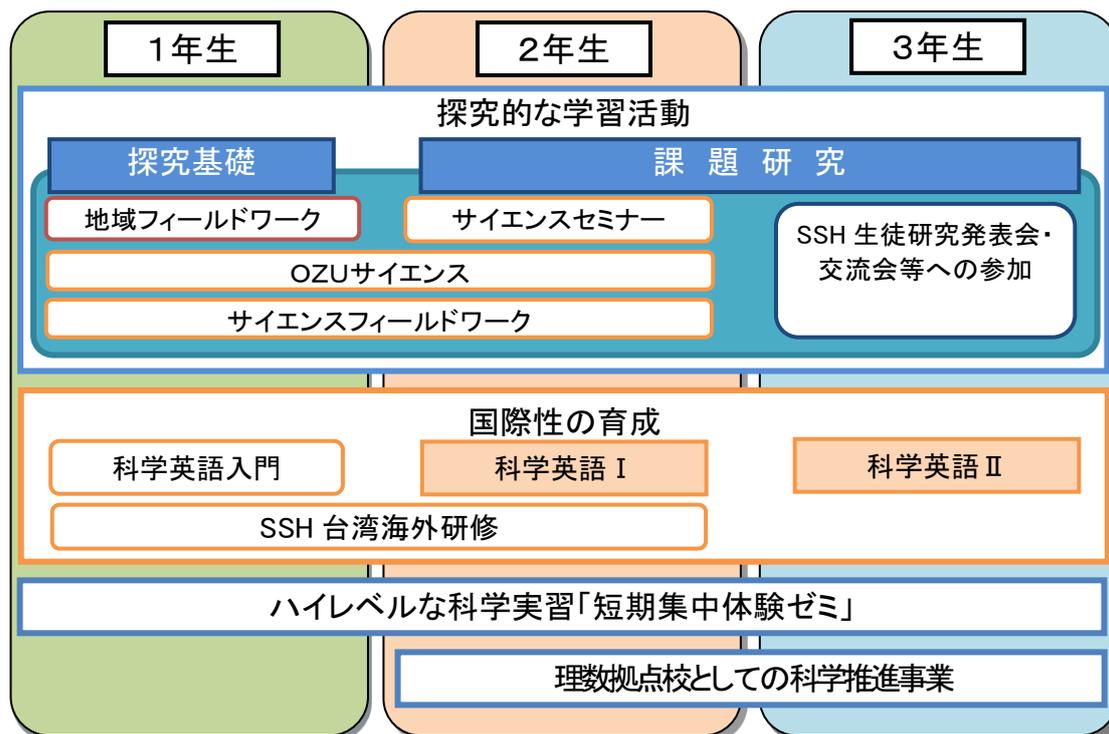
全校生徒を対象に、大学や研究機関の施設等で行うハイレベルな実験・実習活動として、年間10事業を計画した。しかし、新型コロナウイルスの影響で、予定していた短期集中体験ゼミのうち、宿泊を伴う事業については中止した。また、その他の事業についても、人数を制限したうえで実施するなど、感染対策に留意しながら7事業を実施した。

課題であったAIに関する短期集中体験ゼミを実施し、AIの仕組みや活用方法について学ぶことができ、Society5.0を担う次世代の理数系人材の育成に向けた取組を進めることができた。しかし、IoTやAI技術に触れる機会は、まだ十分とは言えず、短期集中体験ゼミをさらに発展させ、高大連携事業として新たなプログラムの研究開発に取り組んでいきたい。

令和3年度 研究開発実践の概要

	1年		2年		3年	
	普通科	理数科	普通科	理数科	普通科	理数科
1学期	探究基礎オリエンテーション	SSHオリエンテーション	課題研究オリエンテーション	課題研究オリエンテーション	課題研究①～⑤	理数科合同オリエンテーション
	事前学習	理数科合同オリエンテーション	課題研究テーマ設定①～⑤	理数科合同オリエンテーション		課題研究①～⑩
	地域課題 講演① 事後学習	OZUサイエンス入門 「マイクロメーター」		課題研究テーマ設定①～⑨	課題研究クラス発表会	
	地域課題についてワークショップ	ミニ課題研究 I ①～⑥	課題研究テーマ発表会 SDGsオリエンテーション	課題研究学年発表会		課題研究⑪～⑲
事前学習	ミニ課題研究 I 発表会	課題研究①, ②	課題研究①～⑧		理数科課題研究発表会	
地域課題 講演② 事後学習						
2学期	インターネット検索・研究倫理 グラフや表からわかること	ミニ課題研究 II ①～⑦	課題研究③, ④	課題研究⑨～⑲	課題研究⑳	サイエンスセミナー化学 「自然に学ぶ有機化学」
	事前学習	ミニ課題研究 II 発表会	進捗状況クラス発表会	OZUサイエンス物理 「弦を伝わる波の速さ」		
	地域課題 講演③ 事後学習			サイエンスフィールドワーク 「瀬戸大橋」	課題研究⑤～⑫	サイエンスフィールドワーク 「瀬戸大橋」
	フィールドワーク事前学習	サイエンスセミナー生物 「寄生虫学入門」	課題研究中間発表会			課題研究㉑～㉲ 英語のポスター作成
	地域フィールドワーク		「高知大学海洋コア」	OZUサイエンス地学 「植物化石の標本づくり」		
	フィールドワーク事後学習	OZUサイエンス生物 「薄層クロマトグラフィー」	サイエンスセミナー物理 「エレクトロニクス」	英語によるポスター発表会		
ポスター作成①～③	科学英語入門	課題研究⑬	課題研究㉓～㉔			
3学期	ポスター作成④～⑥	インターネット検索 研究倫理	課題研究中間クラス発表会	サイエンスセミナー物理 「エレクトロニクス」	課題研究㉕～㉖	OZUサイエンス化学 「反応速度」
	クラス発表会	Word・Excelの使い方 Web会議システムの使い方	課題研究⑭	課題研究㉗～㉘		
	学年発表会	課題研究テーマ設定①～③	課題研究中間学年発表会	課題研究㉙～㉚		
1年間の振り返り		課題研究⑭, ⑮	課題研究㉛～㉜			

7 令和3年度の研究開発の内容



第Ⅳ期SSH研究開発の構想図

(1) 探究的な学習活動

【仮説】

探究的な学習活動を行うことで、生徒の知識及び技能、思考力・判断力・表現力が向上するとともに、多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定し、その課題の解決に向けて自律的に行動する能力などのコンピテンシーを育成することができる。

- ① 社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用して、多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定する能力
- ② 多様な社会グループにおいて、課題を発見し解決していくための人間関係形成能力
- ③ 課題の解決に向け、自律的に行動する能力

ア 探究基礎・課題研究

(ア) 研究内容

理数科1年生は、第Ⅲ期までの成果である「OZUサイエンス」を取り入れた「ミニ課題研究Ⅰ・Ⅱ」と「サイエンスフィールドワーク」を通して、課題研究に必要な実験技能やデータ処理方法などを学習した。また、研究手段としてのフィールドワークの意義を学ぶこと、四国や高知県の研究施設や科学技術に対する理解を深めることをねらいとして「サイエンスフィールドワーク」を実施した。

理数科2、3年生では、日常生活の中で生徒自身が感じた疑問や事柄について研究テーマを設定し、課題研究を行った。仮説を立て、それを科学的に検証するための研究手法を考え、実験を行うことにより、課題発見力や課題解決力を高めるとともに、実験で得られたデータの分析・考察、各種発表会を通して探究のプロセスを学習した。今年度は、生徒の課題研究に対して、企業や大学の研究者、高知県内の有識者から助言を得る機会を増やすため、オンライン上で生徒が直接助言を受けることができる体制を構築した。これにより、科学英語など課題研究以外の場面でも助言をいただけるようになった。

普通科1年生は「高知県の地域の特色や課題を知る」をテーマに探究活動を行った。年間3回の講演と7分野に分かれての「地域フィールドワーク」を実施した。このフィールドワークの事前・事後学習、クラス発表会（ポスター発表）を通じて、社会科学分野に必要な文献調査

やアンケート調査、インタビュー調査などの研究手法及びプレゼンテーション技能について学習した。

普通科2，3年生は探究基礎での学習をもとに，社会科学・自然科学において必要不可欠な「科学的検証プロセス」を実践的に習得するとともに，大学における研究活動や社会に出てからの生涯学習で役立つ様々な資質・能力を養うことを目的に課題研究に取り組んだ。高知県の地域課題をテーマに，自分が興味・関心をもった事象について，個人またはグループで課題研究を行った。「連携・協働する力」の伸長を図るため，今年度はグループでの研究にも取り組ませるようにした。文献調査のほか，夏季休業等を利用してのアンケート調査やインタビュー調査，現地調査等を通して情報収集の仕方を学び，得られたデータについての分析・考察，クラス発表会や学年発表会を通して探究のプロセスを学習した。

(イ) 実施方法

理数科1年生は教育課程の中に学校設定科目「探究基礎（1単位）」として位置づけて実施し，普通科1年生は「総合的な探究の時間（1単位）」において実施した。理数科2，3年生は教育課程の中に「課題研究（2単位）」として位置づけて実施し，普通科2・3年生では「総合的な探究の時間（1単位）」において実施した。

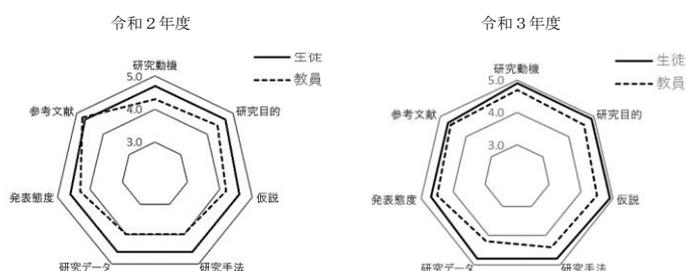
(ウ) 検証・評価

理数科1年生の探究基礎では，ミニ課題研究Ⅰ・Ⅱへの取組や作成したポスターで評価を行うとともに，発表においてはルーブリックを用いてのパフォーマンス評価を行った。また，テーマ設定時における研究ノートの提出を通して，担当教員からのフィードバックを行うことで生徒の意欲や思考力を高め，より深い探究へと発展させるようにした。

理数科2，3年生の課題研究では，テーマ設定や研究活動，発表などの取組段階ごとのルーブリック（④関係資料，3－（2）参照）を用いてパフォーマンス評価を実施した。生徒の取組状況を数値化することにより，評価の見える化を進めるとともに，事前に達成目標や評価規準を生徒に明示することや，生徒が相互評価することにより，生徒の研究意欲の向上を図った。

理数科2年生の課題研究中間発表会におけるパフォーマンス評価では，それぞれの観点（①研究動機，②研究の目的（明らかにしたい事象），③仮説，④研究手法，⑤研究データの表し方，⑥発表態度，⑦参考文献の示し方）における到達度をA，B，Cの3段階で評価し，Aを5点，Bを4点，Cを3点として生徒と教員の平均値を比較した（資料1）。また，令和2年度と令和3年度の平均値についても比較を行い，開発した取組段階ごとのルーブリックによる評価方法についての検証・評価を行った。

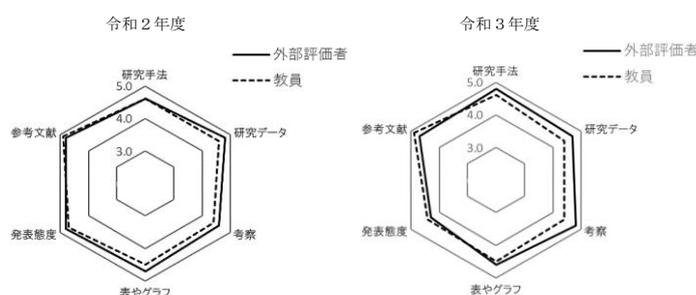
各年度とも，課題研究中間発表会の時点では生徒の評価が甘くなる傾向があり，求める到達目標に対する理解度で，生徒と教員の間には差が見られた。しかし，各年度で比較すると，令和3年度の生徒及び教員評価の方が，各評価項目の平均値が上昇しており，課題研究の質が向上したことを示唆するものであった。到達目標の示し方については，さらに検討していく必要があるが，取組段階ごとのルーブリックによる評価は十分機能していると考えられる。ルーブリック評価だけでなく，課題研究において活用している研究ノートを用いたフィードバックについても充実させることで，生徒の内省（振り返り）を促し，生徒の自己効力感や思考力を高め，より深い探究へと発展させるようにした。



資料1 2年生課題研究中間発表会におけるパフォーマンス評価の比較

理数科3年生の課題研究発表会では，それぞれの観点（①研究手法，②研究データの表し方，③考察，④表やグラフの示し方，⑤発表態度，⑥参考文献の示し方）における到達度をA，B，Cの3段階で評価し，Aを5点，Bを4点，Cを3点として外部評価者と教員の平均値を比較

した(資料2)。令和2年度の評価では、外部評価者と教員ではほぼ同程度の評価であったが、令和3年度の評価では、②研究データの表し方や③考察に対する評価で若干の差が見られた。



資料2 3年生課題研究発表会におけるパフォーマンス評価の比較

日常的に課題研究を指導している教員であっても、専門分野ではない発表の評価は難しいものである。そのため、本校の取組段階ごとのルーブリックは、達成目標や評価規準をできるだけシンプルに表現し、保護者にも評価していただけるように考慮している。

今年度は、コロナ禍での発表会ということもあり、例年に比べ外部評価者の参加数が少なくなりました。そのため、外部評価者一人当たりの評価値の影響が強く反映された結果、昨年度に比べて教員とのズレが大きくなったのではないかと考えている。ルーブリックによるパフォーマンス評価の結果を生徒と教員や教員と外部評価者の間で比較することで、評価の妥当性やルーブリックの改善に向けた検証を行った。ここで得られた検証結果については、普通科のルーブリック作成にも活用することで、全校体制での課題研究及びその評価についての推進を図った。

普通科1年生の探究基礎では、高知県の地域課題に関する講演の事前・事後学習や地域フィールドワークの事前・事後学習においてワークシートを用いて取組の評価を行った。また、3学期のクラス発表会では、ルーブリックによる生徒の相互評価を実施した。普通科2、3年生の課題研究では、テーマ数が多く取組状況についての管理が難しかった。そこで、生徒自身が取組状況を自己評価することができるように、課題研究チェックシートを開発し、定期的に自己評価を行わせながら進捗状況の管理を行った。中間クラス発表会や学年発表会においては、ルーブリックによる生徒の相互評価を実施した。

(エ) 理数科の探究基礎

理数科1年生では、第Ⅲ期までの成果であるOZUサイエンスやOZU防災、サイエンスフィールドワークを取り入れた探究基礎に取り組んだ。1学期に化学分野でミニ課題研究Ⅰに取り組み、2学期には物理・生物・地学・数学の各分野から1分野を選択してミニ課題研究Ⅱに取り組んだ。1、2学期で取り組む分野を変えることで、幅広い実験技能の習得に取り組むとともに、学期ごとに発表会を実施し、質疑・応答を繰り返すことで、課題発見力や課題解決力、論理的・批判的思考力、基礎的なプレゼンテーション技能なども身に付けさせるように取り組んだ。3学期には情報機器の取扱いやデータ処理の方法について学習した。今後のwithコロナを見据え、Web会議システムの使い方についても学習する機会を設けた。2年生から始まる課題研究に向け、研究テーマの設定に取り組んだことで「探究基礎」と「課題研究」がこれまで以上に連動したカリキュラムとなった。これにより、早期の研究活動が実施できるため、具体的な研究に取り組む期間を増やすことが可能となった。この時間を有効に活用し、課題研究を深化させるためのスパイラルを繰り返し経験させることで、理数系人材の育成をさらに進めていきたい。また、研究テーマの設定への取り組みに先立ち、研究倫理について学習する機会を設け、「盗用」や「捏造」、「参考文献と引用文献」、「プライバシーの保護」など研究を進めるうえで守るべきことについて学習した。

【理数科の探究基礎(1年生)】

実施日	活動内容
4月15日	SSHオリエンテーション
4月16日	OZUサイエンス入門, 理数科合同オリエンテーション
4月23日 ～6月25日	ミニ課題研究Ⅰ①～⑥

7月 2日	ミニ課題研究Ⅰ発表会 ポスター発表
8月 27日 ～11月 5日	ミニ課題研究Ⅱ①～⑦
11月 12日	ミニ課題研究Ⅱ発表会
11月 19日	サイエンスフィールドワーク 「高知大学海洋コアセンター施設見学, 芸西村住吉漁港付近の地質調査」
11月 26日	OZUサイエンス生物「薄層クロマトグラフィー」
12月 10日	科学英語入門
1月 14日	インターネット検索, 研究倫理
1月 28日	Word, Excel の使い方, データ処理の方法
2月 4日	Web 会議システムの使い方
2月 18日	課題研究テーマ設定オリエンテーション 課題研究テーマ設定①
2月 28日 ～3月 13日	課題研究テーマ設定②, ③



理数科合同オリエンテーション
「新聞紙タワーの制作」 (R3 4/16)



理数科1年生 ミニ課題研究Ⅱ
「地球内部(表層)の構造をさぐる」 (R3 10/1)

(オ) 理数科の課題研究

理数科2年生では、日常生活の中で生徒自身が感じた疑問や事柄について、3～4名のグループで研究テーマを設定し、仮説の設定、検証方法の立案、材料の調達、結果のまとめ、考察に至るまで試行錯誤を繰り返し、課題研究に取り組むことで、課題発見力や課題解決力、論理的・批判的思考力、文章表現力・情報発信力、連携協働する力、情報収集力などの向上を図った。生徒のテーマに応じて理数系教員を中心に指導・助言にあたった。2年生の1学期に課題研究テーマの設定に取り組み、課題研究テーマ発表会を実施した。そこで得られた情報をもとに研究テーマをより具体化して研究に取り組んだ。2学期には課題研究中間発表会で研究の進捗状況を発表した。3学期は、課題研究中間発表会での助言をもとに研究のブラッシュアップに取り組んだ。

【理数科の課題研究(2年生)】

実施日	活動内容
4月 16日	課題研究オリエンテーション, 理数科合同オリエンテーション
4月 22日 ～5月 27日	課題研究テーマ設定①～⑨
6月 10日	課題研究テーマ発表会
6月 17日 ～11月 18日	課題研究①～⑳ 仮説・検証方法の検討, 実験計画, 実験
11月 4日	OZUサイエンス物理「弦を伝わる波の速さ」
11月 5日	サイエンスフィールドワーク 「瀬戸大橋記念館見学, 与島PAアンカレイジ(橋台)見学」
11月 11日 ～11月 18日	課題研究㉑～㉒ 実験

11月25日	課題研究中間発表会
12月19日	OZUサイエンス地学「植物化石の標本づくり」※物理選択生徒
12月19日	サイエンスセミナー生物「寄生虫学入門」※生物選択生徒 講師 NPO法人こうちフィールドミュージアム協会 熊沢 秀雄 氏
1月20日	OZUサイエンス地学「植物化石の標本づくり」※生物選択生徒
1月20日	サイエンスセミナー物理「地球を救うエレクトロニクス」※物理選択生徒 講師 高知工科大学 八田 章光 氏
1月13日 ～2月10日	課題研究⑳～㉓ 検証方法及び実験計画の再検討, 実験
2月17日	OZUサイエンス化学「反応速度」
2月24日 ～3月14日	課題研究㉔～㉖ 実験



理数科2年生 課題研究の様子
「ATPで植物ホルモンの活性化は可能か」 (R3 9/17)



理数科2年生 課題研究の様子
「新規人工甘味料の研究開発」 (R3 10/21)

■理数科2年生 課題研究テーマ発表会

6月10日(木)に理数科課題研究テーマ発表会を行い、研究テーマやリサーチクエスチョン、仮説、研究手法などを報告した。理数科では、取組段階ごとにルーブリックを作成し、パフォーマンス評価を実施して生徒の取組状況を数値化することにより、評価の見える化を進めている。課題研究への取組の初期段階である課題研究テーマ発表会では、研究の背景としての先行研究調べや、情報の表し方などを重点的に評価した。

■理数科2年生 課題研究中間発表会

11月25日(木)に理数科課題研究中間発表会を行った。1学期に課題研究テーマ発表会を終え、本格的に課題研究に取り組んできた9グループが、これまでの研究成果及び今後の展望について発表を行い、進捗状況の確認を行った。課題研究中間発表会における到達目標には、実験データの処理やその示し方、質疑・応答などを加えてルーブリックによるパフォーマンス評価を行った。



理数科2年生 課題研究「課題研究テーマ発表会」
課題研究テーマ発表会の様子 (R3 6/10)



理数科2年生 課題研究「課題研究中間発表会」
課題研究中間発表会の様子 (R3 11/25)

理数科3年生は、2年生から取り組んできた課題研究の成果をポスターやスライドにまとめて発表した。新型コロナウイルスの影響で、参加者の制限を行うなど、成果発表としては十分

な条件を整えることができなかつたが、発表の様子をYouTubeで限定公開し、本校の保護者や県内の中学生が視聴できるように案内をしたほか、大学や企業の研究者や県内の有識者、他県の連携校にオンラインで参加していただくなど、新たな体制を構築することができた。

課題研究の内容は、論文にまとめるほか、英語でのポスター発表会に向けて英訳に取り組み、科学英語などの他教科との往還を図った。

【理数科の課題研究（3年生）】

実施日	活 動 内 容
4月16日	理数科合同オリエンテーション
4月21日 ～5月26日	課題研究①～⑩ 実験，ポスター作成
5月29日	理数科課題研究ポスター発表会
6月9日 ～7月14日	課題研究⑪～⑲ 実験，スライド作成
7月24日	理数科課題研究発表会
9月1日	課題研究⑳ 論文作成，英語のポスター作成
9月8日	サイエンスセミナー化学「自然に学ぶ有機化学」 講師 高知大学 金野 大助 氏
9月15日 ～11月10日	課題研究㉑～㉒ 論文作成，英語のポスター作成
11月17日	課題研究ポスター発表会 英語発表

■理数科3年生 課題研究発表会

39名の生徒が11グループに分かれ、5領域（物理・化学・生物・地学・数学）の研究に取り組んだ。7月24日（土）に理数科課題研究発表会を行い、これまでの課題研究への取組の成果をスライド発表した。京都府立桃山高等学校との連携事業として行っている合同課題研究発表会であり、新型コロナウイルスの影響で来校していただくことはできなかったものの、オンラインで研究発表をしていただいた。先進校の優秀な研究発表を聞く大変良い機会を得ることができた。

■理数科3年生 英語でのポスター発表会

11月17日（水）に英語でのポスター発表会を実施した。1学期の科学英語Ⅱにおいて、科学的な専門用語や Abstract の書き方について学習を行った。2学期はポスターの作成と発表原稿の作成を行い、英語での質疑・応答に対応できるように準備した。SSH台湾海外研修における英語での課題研究発表は、一部の生徒だけの取組であったため、英語での課題研究発表が全体での取組となるように改善を図ってきた。今年度も、新型コロナウイルスの影響で、SSH台湾海外研修が中止となったため、英語でのポスター発表会を代替プログラムの一つと位置付けて実施した。県内大学の外国人留学生のほか、県内ALTにも参加いただき、本校の活動の普及と発表会の質の向上を図った。感染防止の観点からオンラインでの発表としたが、画面共有できるスライド発表を行った方が分かりやすいなどの反省点もあげられた。



理数科3年生 理数科課題研究発表会
「フリーズドライ牛乳の実用性に向けた溶解特性に関する研究」 (R3 7/24)



理数科3年生 英語でのポスター発表会
「防波堤の形状と津波減衰について～浦戸湾三重防護防波堤を考える～」 (R3 11/17)

(カ) 普通科の探究基礎

普通科1年生は、「高知県の地域の特徴や課題を知る」をテーマに探究活動を行った。地域の企業や県内大学等において第一線で活躍している方々から、様々なデータをもとに講演していただいた。地域の課題については、高知県産業振興推進部計画推進課の永倉慶太氏から、高知県産業振興計画をもとに高知県の現状と課題について講演していただいた。また、地域の特徴（強み）については、高知工科大学の吉田真一氏から、AI（人工知能）の発展と地域課題への応用について講演していただき、それぞれの講演で得た知識をもとに生徒個人が関心を持った内容を7つの分野（①ものづくり系、②地球科学・環境・エネルギー系、③農林・水産系、④流通・経済・マーケット系、⑤医療・衛生・福祉系、⑥まちづくり・観光系、⑦ものしらべ系）に落とし込んで事前学習に取り組んだ。その後「地域フィールドワーク」を実施し、得られた情報をクラス発表会で発表することで情報の共有を図った。「地域フィールドワーク」の事前・事後学習及びクラス発表会を通して、社会科学分野に必要な情報収集力やプレゼンテーション力、フィールドワークを通しての現地調査の方法などを学んだ。また、課題研究の手法としての統計的手法や自らの思考を整理するためのワークショップなどを体験した。

講演で得た知識や興味・関心をもとに「地域フィールドワーク」を実施したことで、高知県の強みや地域課題についてより具体的に理解することができた。地域課題への関心も高まり、これからの社会で求められる力や課題を探究していくことの大切さについても学ぶとともに、将来自分に何ができるのか、今、何をすべきかなど深く考えるきっかけを得ることができた。

【普通科の探究基礎（1年生）】

実施日	活 動 内 容
4月23日	探究基礎オリエンテーション
5月7日	高知県の地域課題についての事前学習
5月14日	講演「高知県産業振興計画について ～高知県の現状と課題～」 講師 高知県産業振興推進部計画推進課 永倉 慶太 氏
6月11日	SDGs についての事前学習
6月25日	講演「持続可能な開発目標(SDGs)って何？ ～ SDGs から考える地球の未来 ～」 講師 高知大学 梶 英樹 氏
9月24日	AI についての事前学習
10月1日	講演「AI（人工知能）の発展と地域課題への応用」 講師：高知工科大学 吉田 真一 氏
11月5日	地域フィールドワークの事前学習
11月19日	地域フィールドワーク
11月26日 ～1月21日	ポスター作成①～⑤
2月3日	ポスター作成⑥ 発表原稿作成、発表練習
2月18日	クラス発表会



普通科1年生 「高知県産業振興計画について」
高知県産業振興推進部計画推進課 永倉慶太氏 (R3 5/14)



普通科1年生 「講演の振り返り」
高知県産業振興推進部計画推進課 永倉慶太氏 (R3 5/14)

■地域フィールドワーク事前学習

下記表にある7分野でフィールドワークを行うため、生徒の希望を反映させながら、各クラス7つのグループを作成し、各分野を訪問するようにした。事前学習として、訪問先の「特色や取組」「現場が抱えている課題」「興味を持った内容や取組」「質問したいこと」の4項目について調べ学習を行った。訪問先の事業内容をあらかじめ知り、インタビュー調査の準備をしておくことで、訪問へのモチベーションが高まり、現地調査をより深めることができた。

■地域フィールドワーク

各事業所において、施設等を見学させていただきながら、それぞれの特色や強み、高知県の地域課題解決に向けた取組やSDGsへの取組について説明していただいた。各分野の第一線で働いている方から具体的な話を伺うことで、生徒たちは地域への関心や問題意識を高めることができた。また、高知県の企業が抱えている課題と世界の国々が抱えている課題の共通性についても理解を深め、グローバルな視点の育成を図ることができた。帰校後はグループごとに意見交換やまとめをして振り返りを行い、情報共有するとともに、クラス発表会に向けて、調査した内容についてポスターの作成を行った。

■地域フィールドワーククラス発表会

クラス教室において、各クラス7グループがそれぞれ、質疑応答を含む10分程度のポスター発表を行った。生徒は発表を聞きながらメモを取り、さらに「発表の内容」「ポスターの見やすさ」「発表時の声・態度」「仮説の適切さ」「質問への応答のわかりやすさ」という5つの観点に基づいて相互評価を行った。その後、体育館において各クラス7グループ、計42グループのポスターを掲示し、10分程度のポスター発表を各グループが2回ずつ行い、訪問させていただいた事業所の方々にも参観いただき助言をいただくよう計画していたが、新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から止むを得ず中止となった。クラス発表会を通して、全ての生徒が、人前で発表する体験をするとともにそれに対する評価を受けることができ、2年生から始まる課題研究を進めていくうえで貴重な学びとなった。

【地域フィールドワーク訪問先】

分野	訪問先、関係機関など
① ものづくり系	高知県工業技術センター、(株)技研製作所
② 地球科学系、環境・エネルギー系	高知大学理工学部地球環境防災学科
③ 農林・水産系	高知県農業技術センター、(株)南国スタイル
④ 流通・経済・マーケット系	タナカショク(株)、高知県地産地消・外商課
⑤ 医療・衛生・福祉系	高知県立大学看護学部、立志社中
⑥ まちづくり・観光系	高知県立大学地域教育研究センター、立志社中
⑦ ものしらべ系	高知県立文学館、高知県立坂本龍馬記念館、高知県立美術館 オーテピア高知図書館



普通科1年生 「地域フィールドワーク」
②地球科学系 高知大学理工学部 (R3 11/19)



普通科1年生 「地域フィールドワーク」
②地球科学系 高知大学理工学部 (R3 11/19)

(キ) 普通科の課題研究

普通科2年生では、1年生の探究基礎で取り組んだ「課題の発見」をさらに深める形で「課題の探究」に取り組み、3年生での「探究のまとめ」へとつなげていく学習活動を行った。研究計画書の作成や、テーマ・活動手法の選定、ブラッシュアップ等では、昨年度同様、高知県立大学立志社中の協力のもとメンターを招へいし、指導・助言をいただく予定をしていたが、新型コロナウイルスの影響により、実施することができなかった。しかし、感染症対策に十分配慮したうえで、昨年度はできなかったグループでの活動を行うことができた。テーマ決定後は、夏季休業を前に、SDGsと高知県の地域課題についてのオリエンテーションを行い、今後の活動にSDGsの視点を持つことの意義を学んだ。アンケートやインタビュー調査、フィールドワークといった調査研究は、夏季休業中から本格的な準備、活動を始めた。

2学期からは、アンケートの集計に取り組んだ。アンケート対象の年齢層を広げ、調査数のボリュームを求めたグループや個人は、膨大な量のデータ分析に戸惑いながら調査結果の処理に取り組んだ。アンケート項目の立て方によって、後の集計の手間や意味も変わってくるといった具体的な作業経験が、重みを伴った貴重な実体験として生徒たちに蓄積された。2学期後半からは、中間クラス発表会に向けて、パワーポイントを用いて発表用スライドの作成を行った。その後、各クラスで中間発表を行い、クラスの代表1グループを選ぶとともに、クラス内で情報共有を行った。各クラスの代表は、中間学年発表会で発表し、SSH運営指導委員やメンターから指導・助言を受ける予定であったが、新型コロナの感染拡大によって、各クラスに向けてのリモートの発表となった。

【普通科の課題研究（2年生）】

実施日	活動内容
4月16日	課題研究オリエンテーション 3年生の研究発表を聞く
4月22日	課題研究グループ分け
5月6日 ～6月10日	課題研究テーマ設定①～⑤ 研究計画書の作成
6月17日	課題研究テーマ発表会
6月24日	課題研究テーマ最終決定, SDGs オリエンテーション
7月1日 ～9月9日	課題研究①～④ 調査, 研究手法の決定
9月30日	課題研究進捗状況クラス発表会
10月28日 ～1月13日	課題研究⑤～⑫ 調査・分析, 発表用スライド作成
1月20日 ・27日	課題研究中間クラス発表会①, ②
2月3日	課題研究⑬ 調査・分析, 発表用スライド作成
2月17日	課題研究中間学年発表会 (リモート開催)
2月24日 3月14日	課題研究⑭, ⑮ 追加の調査 論文作成



普通科2年生 課題研究「研究計画書の作成①」
研究テーマ決定の様子 (R3 5/13)



普通科2年生 課題研究「研究計画書の作成②」
教員がクラスアドバイザーとして助言 (R3 5/20)

■普通科2年生 課題研究中間クラス発表会

課題研究中間クラス発表会では、各クラスの実情に応じて、班ごとに分かれてのプレゼンテーションやクラス全体に対してタブレットPCを用いたプレゼンテーションなどを行った。「研究目的」「研究手法」「情報収集」「発表態度」の4つの観点で評価基準を設け、ルーブリックでパフォーマンス評価を行い、発表者へのフィードバック及びオーディエンスとしての視点を学ぶ場とした。また、率直な感想や気づきも記すことで、発表者へのフィードバックを深めた。その後、各班の代表者を決めクラス全体での発表を行った。

■普通科2年生 課題研究中間学年発表会

課題研究中間学年発表会では、各クラスの代表生徒及び代表グループ6組がリモートでスライド発表を行った。本来ならば、体育館での全体発表を行うことで研究の成果を披露するとともに、SSH運営指導委員やメンターから研究をさらに深めるための具体的なアドバイスをいただく予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大の影響で、急遽各教室でのリモート開催となった。発表の形は変わったが、成果発表の機会をつくることができたことは、今後の活動を発展させていくうえでも重要な取組であった。



普通科2年生 課題研究「クラス発表会」
グループ発表の様子 (R4 1/20)



普通科2年生 課題研究「クラス発表会」
全体発表の様子 (R4 1/27)

普通科3年生は、課題研究の総まとめとして、2年生までに進めていた研究の内容をブラッシュアップし論文にまとめた。普通科3年生の課題研究では、テーマ数が多く取組状況や論文作成についての管理が難しかった。そこで、生徒自身に課題研究チェックシートを用いて、定期的に自己評価を行わせながら進捗状況の管理を行った。特に、写真や図表についての引用元の記載やプライバシー保護の観点、SDGsの目標アイコンの掲載、参考文献・引用文献の記載など研究倫理についての確認まで行わせた。

課題研究クラス発表会や課題研究学年発表会では、研究の成果について発表を行った。論文の作成や発表資料の作成などを通して、情報収集力や情報発信力、プレゼンテーション力など、将来役に立つ力を身に付けることができた。

【普通科の課題研究（3年生）】

実施日	活動内容
4月12日 4月23日	課題研究①～③ 論文作成
5月7日 ・14日	課題研究④、⑤ 発表用スライド作成
5月28日 ～6月18日	課題研究クラス発表会①～③
7月2日	課題研究学年発表会 スライド発表

■普通科3年生 課題研究クラス発表会

5月28日（金）と6月11, 18日（金）に、普通科課題研究のクラス発表会を行った。これまでに作成した論文について、5～6人に分かれた班の中で発表し合った。質疑応答をしたり、アドバイス用紙を渡し合ったりすることで、相互評価と交流ができた。また、次のクラス発表会に向けての代表者も選出した。

6月11, 18日は、5月28日に決めた班内代表者が、クラス全体へ論文の成果を発表した。パワーポイントを用いたり、オーディエンスに伝わりやすい言い回しを考えたりなど、発表に工夫が見られた。生徒が相互に評価シートを記入し、それをもとに学年発表会の代表者を選出した。

■普通科3年生 課題研究学年発表会

7月2日（金）に、普通科課題研究の学年発表会を行った。クラス発表会で選出された、各クラスの代表者6名が「研究背景」「研究目的・意義」「研究手法」「結果」「考察」などについて、プレゼンテーションを行った。代表生徒の発表後には、生徒から多くの質問も出て、十分な情報共有がなされた。また、出席いただいたSSH運営指導員からは、代表生徒に対して多くのアドバイスをいただいた。この貴重な経験を高校卒業後、大学生や社会人になってから、さらに研究を続けていく機会があればと期待している。



普通科3年生 課題研究「クラス発表会」
クラス発表会の様子 (R3 6/18)



普通科3年生 課題研究「学年発表会」
学年発表会の様子 (R3 7/2)

イ サイエンスセミナー

(ア) 研究内容

理数科2, 3年生を対象に, 大学や研究機関から講師を招き講演や実験・実習を通して, 科学技術に対する興味・関心を高め, 知識・理解を深めるとともに, 科学的な思考力を養うことをねらいとして年間3回実施した。現代的な課題に対する興味・関心を高めるため, サイエンスセミナー化学では「自然に学ぶ有機化学」と題し, 自然界の動植物から発見された化学物質や薬の合成についての講演をしていただいた。サイエンスセミナー物理では「地球を救うエレクトロニクス」と題し, 脱炭素社会の実現に向けたエネルギー研究についての講演をしていただいた。事前・事後の指導を通して教科書の内容とも関連づけ, 発展的な活動をタイムリーに実施し, 深い思考力を身に付けられるように配慮した。

(イ) 実施方法

理数科2, 3年生の「課題研究(2単位)」において3事業実施した。通常の授業の中で, 事前・事後の指導を十分に行い, 教科書の内容と関連した発展的な活動をタイムリーに実施することにより, 深い思考力を身に付けられるよう配慮した。

(ウ) 検証・評価

Google フォームを用いたアンケート調査を実施し, 質問項目への回答で評価を行うとともに, 各SSH事業が生徒のどの資質・能力の育成につながっているか検証を行った。ポートフォリオの作成を義務付け, 生徒の内省を促すことで, より深い探究力が身に付く活動となるように留意した。

【サイエンスセミナー実施状況】

実施日	活 動 内 容
9月 8日	理数科3年生 サイエンスセミナー化学「自然に学ぶ有機化学」 講師 高知大学 金野 大助 氏
12月 19日	理数科2年生(生物選択者のみ) サイエンスセミナー生物「寄生虫学入門」 講師 NPO法人こうちフィールドミュージアム協会 熊沢 秀雄 氏
1月 20日	理数科2年生(物理選択者のみ) サイエンスセミナー物理「地球を救うエレクトロニクス」 講師 高知工科大学 八田 章光 氏



理数科2年生 「自然に学ぶ有機化学」
サイエンスセミナー化学 (R3 9/8)



理数科2年生 「地球を救うエレクトロニクス」
サイエンスセミナー物理 (R4 1/20)

ウ OZUサイエンス

(ア) 研究内容

理数科1, 2年生を対象に大学で行われるような発展的な実験・実習を実施し、生徒の科学に対する興味・関心を高め、理解をより深いものにするとともに、実験技能の習熟と向上もねらいとして、5事業を実施した。

第Ⅲ期までの成果であるOZUサイエンスは、第Ⅳ期4年次事業計画の中で、理数科1年生のミニ課題研究の中に一部内容を移行し、1年生の探究基礎の充実と2年生での課題研究の発展に向け、事業改善を行った。実験で得たデータをもとにグラフを作成し、自然現象や物理現象、化学反応について一般化(数式化)に取り組むなど、データの分析方法についても触れることで、学習内容が課題研究にも生かされるよう留意した。

(イ) 実施方法

理数科1年生は、学校設定科目「探究基礎(1単位)」の一部で2事業、理数科2年生は、「課題研究(2単位)」の一部で3事業を実施した。

(ウ) 検証・評価

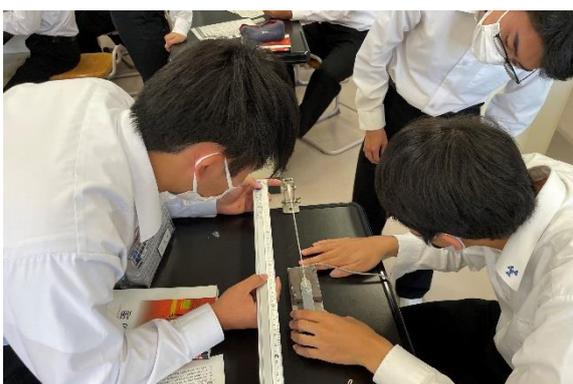
Google フォームを用いたアンケート調査を実施し、質問項目への回答で評価を行うとともに、各SSH事業が生徒のどの資質・能力の育成につながっているか検証を行った。ポートフォリオの作成を義務付け、生徒の内省を促すことで、より深い探究力が身に付く活動となるように留意した。

【理数科1年生のOZUサイエンス実施状況】

実施日	活動内容
4月16日	OZUサイエンス入門「マイクロメーター」
2月12日	OZUサイエンス生物「薄層クロマトグラフィー」

【理数科2年生のOZUサイエンス実施状況】

実施日	活動内容
11月4日	OZUサイエンス物理「弦を伝わる波の速さ」
12月19日	OZUサイエンス地学「植物化石の標本づくり」
1月20日	※物理・生物の選択生徒に分かれて実施
2月17日	OZUサイエンス化学「反応速度」



理数科2年生 OZUサイエンス物理
「弦を伝わる波の速さ」 (R3 11/4)



理数科2年生 OZUサイエンス地学
「植物化石の標本づくり」 (R4 1/20)

エ サイエンスフィールドワーク

(ア) 研究内容

理数科1, 2年生全員を対象として、研究手段としてのフィールドワークの意義を学ぶこと、四国や高知県内の研究施設や先端科学技術に対する理解を深めることをねらいとして、1年生では「高知大学海洋コア総合研究センター施設の見学及び付加体の作製実習」「芸西村住吉漁港付近の現地調査」を実施した。付加体の形成過程について施設で学習した後に現地調査を行うことで、ダイナミックな地球活動の様子を感じられるように計画を立てて実施した。

2年生では「瀬戸大橋記念館の見学」「瀬戸中央自動車道与島PAにおけるアンカレイジ(橋台)見学」を実施した。瀬戸大橋記念館では、瀬戸大橋建設に至るまでの歴史や瀬戸大橋架橋工事の方法、実際の工事に使用された機器やケーブル類の見学を行った。与島PAに移動後、JB本州四国連絡高速道路株式会社協力のもと、通常では入ることのできないアンカレイジ内部の見学や橋の維持管理方法などについて講義を受けた。当初は100年維持することを想定して建設したが、技術の進歩に伴い、200年の維持を目指して点検や補修に努めていることなどを学ぶことができた。安心で便利な生活を送っている背景に、それを支えている人々のたゆまぬ努力や高い科学技術力があることを学ぶ貴重な機会とすることができた。

(イ) 実施方法

1年生は学校設定科目「探究基礎」、2年生は学校行事として実施した。

(ウ) 検証・評価

Google フォームを用いたアンケート調査を実施し、質問項目への回答で評価を行うとともに、各SSH事業が生徒のどの資質・能力の育成につながっているか検証を行った。ポートフォリオの作成を義務付け、生徒の内省を促すことで、より深い探究力が身に付く活動となるように留意した。

【サイエンスフィールドワーク実施状況】

実施日	活動内容	場所・関係機関
11月5日	・サイエンスフィールドワーク 活動1「瀬戸大橋記念館見学」 活動2「アンカレイジ(橋台)見学」	瀬戸大橋記念館, 瀬戸中央自動車道「与島PA」
11月19日	・サイエンスフィールドワーク 活動1「センター施設見学, 付加体の作製」 活動2「芸西村住吉漁港付近の地質調査」	海洋コア総合研究センター, 芸西村住吉漁港付近



理数科1年生 サイエンスフィールドワーク
「芸西村住吉漁港付近の地質調査」 (R3 11/19)



理数科2年生 サイエンスフィールドワーク
「瀬戸中央自動車道与島PAにおけるアンカレイジ(橋台)の見学」 (R3 11/5)

(2) 国際性の育成

【仮説】

地域課題に取り組むとともに、海外の高校生や研究者との交流を推進することにより、グローバルな視点をもった生徒を育成することができる。

ア 科学英語入門

(ア) 研究内容

2年生から取り組む科学英語のオリエンテーションと位置づけ、県内大学から講師を招へいして、諸外国における理数系研究についての講演を行い、グローバルな課題がローカルな課題と共通していることを学習する。また、県内大学理系学部の留学生との交流を通して、コミュニケーションツールとしての英語の必要性を体験した。

(イ) 実施方法

理数科1年生を対象に、学校設定科目「探究基礎（1単位）」の一部で実施した。理科教員、英語教員、ALTが協議して、実験内容とねらい等の指導計画を立てて実施した。

(ウ) 検証・評価

Google フォームを用いたアンケート調査を実施し、質問項目への回答で評価を行うとともに、ポートフォリオの作成を義務付け、生徒の内省を促すように働きかけた。

【生徒の感想（一部抜粋）】

- ・留学生と交流してみて、全部は無理だったけど会話を理解することができて、とても嬉しかったです。これからは今以上に英語の勉強を頑張っていきたいと思いました。
- ・講演で特に心に残ったのは「実際に現地に行ってみる」という言葉です。世界の現状を実感したいと感じました。
- ・留学生と英語で会話するのは少し難しかったけど、英語が通じた時は嬉しかったです。もっと英語を勉強しなければならないと思いました。
- ・留学生が研究していることについて教えてもらったので、研究により興味が湧いた。英語を使って会話するのは難しかったけど伝わった時はとても嬉しかった
- ・櫻井先生の講演は東南アジアの焼畑についての話が面白くて、真の国際人について考えさせられました。
- ・俄然海外での仕事について興味がわきました。

イ 科学英語

(ア) 研究内容

理数科2年生を対象とした学校設定科目「科学英語Ⅰ（1単位）」では、年間で3つのテーマに取り組んだ。まず、ネイティブスピーカーによる英語の講義を通して実験の基盤となる知識を習得し、実験計画を立てて実験に取り組んだ。その後、実験データのまとめ、レポート作成、プレゼンテーション及び質疑・応答を英語で行った。英語によるプレゼンテーション能力の向上を図るため「英語での表現」や「質疑・応答の仕方」について英語科教員、ALT指導のもとで学習した後、1学期には「糸電話」を題材に、振動や波についての実験活動を行った。2学期には「酵素」を題材に、アミラーゼやカタラーゼなどの働きについて実験活動を行った。3学期には「pH」を題材に、水溶液の濃度や身近な物質の酸性、塩基性を調べる実験活動を行った。

理数科3年生を対象とした学校設定科目「科学英語Ⅱ（1単位）」では、1学期に科学的な専門用語や英語による要旨（Abstract）の書き方について学習を行い、それぞれのグループの課題研究のAbstractを作成した。2学期はポスターの作成と発表原稿の作成を行った。発表会には、県内大学理系学部の留学生及び県内ALTに対してポスター発表を実施した。SSH台湾海外研修では、訪問先の国立科学工業園区実験高級中学や台湾中央大学で、英語での課題研究発表の機会を計画していたが、一部の生徒だけの取組となっていたため、英語での課題研究発表が全体での取組となるように改善を図った。今年度も、新型コロナウイルスの影響で、SSH台湾海外研修が中止となったため、英語でのポスター発表会を代替プログラムの一つと位置付けて実施した。

(イ) 実施方法

理数科2・3年生全員を対象として、2年次には「科学英語Ⅰ（1単位）」を、3年次には「科学英語Ⅱ（1単位）」を学校設定科目として実施した。理科教員、英語教員、ALTが協議して、年間プラン、実験内容とねらい等の指導計画を立て、英語で授業を行った。

(ウ) 検証・評価

評価は、実験計画や実験、プレゼンテーションへの取組を中心に行った。プレゼンテーションについては、発表内容や態度についてのルーブリックを作成（④関係資料、3-（3）参照）し、パフォーマンス評価を実施した。

【科学英語Ⅰの実施状況】

実施日	活動内容
4月23日	科学英語Ⅰ イン트로ダクション
5月7日	ALTによる講義「波の性質について」
5月14日	「糸電話」の実験計画
5月21日	ALTによる講義「プレゼン資料の作り方」
5月28日 6月11日	実験①「糸電話」
6月18日 ・25日	「糸電話」発表スライド作成①、②
7月2日	「糸電話」プレゼンテーション
7月16日	「糸電話」の振り返り
8月27日	講義「酵素の働きについて」
9月3日	「酵素」の実験計画
9月10日	実験②「酵素」
9月17日 ～10月15日	「酵素」発表スライド作成①～③
10月22日 ・28日	「酵素」プレゼンテーション①、②
11月12日	ALTによる講義「pHについて」
11月19日 ～12月10日	「pH」の実験計画①～③
1月14日	実験③「pH」
1月19日 ～2月4日	「pH」発表スライド作成①～③
2月18日 ・25日	「pH」プレゼンテーション①、②

【科学英語Ⅱの実施状況】

実施日	活動内容
4月20日	科学英語Ⅱ オリエンテーション
4月27日	Abstract について
5月11日	Abstract の翻訳、100語に集約
5月18日	科学論文・プレゼンに使える英語表現の習得
6月8日 ～7月13日	課題研究の Abstract 作成①～⑤
8月31日 ～10月26日	英語版ポスター作成①～⑨、Abstract 修正
11月2日 ～11月8日	発表練習
11月17日	英語でのポスター発表
11月30日	1年間の振り返り



理数科2年生 科学英語Ⅰ
実験②「酵素のはたらき」 (R3 9/10)



理数科3年生 科学英語Ⅱ
「英語でのポスター発表」 (R3 11/17)

ウ SSH台湾海外研修

理数科1, 2年生8名(希望者から選考)で,台湾の新竹市にある国立科学工業園区実験高級中学,桃園市の国立中央大学,台北市の関渡自然公園などを訪問する予定であったが,新型コロナウイルスの影響により中止とした。代替プログラムとして,国立科学工業園区実験高級中学とのオンライン交流会を実施した。

1回目の交流会では,学校生活や自国の文化についての紹介の後,新型コロナウイルスによる生活への影響や予防策などについて意見交換を行った。以前の訪問時に,日本と台湾での地震避難に対する対応の違いに驚かされ,グローバルな課題とローカルな課題の共通性や相違点について考えさせられることがあったが,新型コロナウイルスへの対応についても同様に,グローバルな視点をもつことの重要性を考えさせられる交流会となった。2回目の交流会では,取り組んでいる課題研究についての紹介や進路についての交流などを行った。台湾がロックダウン中で,生徒も自宅待機状態であったため,共同研究や課題研究の相互発表などは行えなかったが,オンライン交流については,グローバルな視点で活躍できる理数系人材を育成する機会として,引き続き継続していきたい。



理数科全学年 SSH台湾海外研修代替プログラム
オンライン交流会① (R3 6/22)



理数科全学年 SSH台湾海外研修代替プログラム
オンライン交流会② (R3 7/12)

(3) 短期集中体験ゼミ

【仮説】

探究的な学習活動を行うことで,生徒の学力が向上するとともに,高度な活動内容を体験することで,実験技能を相互作用的に活用する能力を高めることができる。また,学校内外におけるグループ活動により人間関係形成能力を育成できる。

ア 研究内容

全校生徒を対象に,大学や研究機関の施設等で行うハイレベルな実験・実習活動である。普段とは異なる環境で生徒の興味・関心を喚起して,高い学習効果をもたらすことを目標とする。1日～数日間科学のみに没頭する期間を設けて「体験する」ことのみならず「仮説を立てる」「検証・実験する」こと,実験データをもとに「分析・思考する」ことを通常の高校生活では

得られない環境下で体験し、科学的思考力の向上を図る。

今年度は、10事業を計画していたが、新型コロナウイルスの影響で、宿泊を伴う事業については中止とした。また、その他の事業についても人数制限のうえで実施するなど感染対策に留意しながら7事業を実施した。AIに関する短期集中体験ゼミについても実施し、AIの仕組みや活用方法について学ぶ機会を設け、Society5.0を担う次世代の理数系人材の育成に向けた取組を推進した。

イ 実施方法

年間を通してプログラムを計画し、週休日や長期休業期間を中心に課外活動として実施した。全校生徒から広く参加希望者を募って事業を実施した。

ウ 検証・評価

Google フォームを用いたアンケート調査を実施し、質問項目への回答で評価を行うとともに、各SSH事業が生徒のどの資質・能力の育成につながっているか検証を行った。ポートフォリオの作成を義務付け、生徒の内省を促すことで、より深い探究力が身に付く活動となるように留意した。

【短期集中体験ゼミ 実施状況】

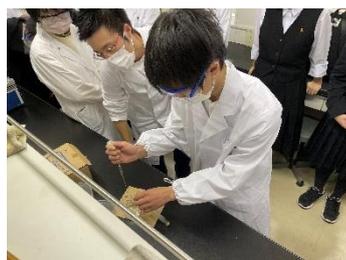
実施日	活動名	活動内容	場所・関係機関
7月25日 ・28日	物理実験	・超伝導体の磁性と電気抵抗	・高知小津高校 ・高知大学
10月16日	科学巡検	・タービダイトの砂泥互層の観察 ・室戸岬の海成段丘の成り立ち ・津波発生実験	・室戸世界ジオパークセンター
11月20日	AI	・機械学習 ・データサイエンス ・ニューラルネットワーク ・ディープラーニング	・高知小津高校 ・高知工科大学
12月11日	物質化学	・光触媒の超親水化 ・触媒による色素の合成 ・Grignard 試薬を用いた炭素-炭素結合形成実験	・高知小津高校 ・高知大学
12月22日	工業技術	・清涼飲料水の分析と試作 ・組み込みマイコン ・重合反応でレジックラフトの作成	・高知県工業技術センター
12月22日	数学	・フーリエ級数 ・数の基本演算の構造をもつ「群」の考え方 ・グラフ理論に関連した対戦ゲーム ・コンパスを使った無理数の表現	・高知小津高校 ・高知大学
1月10日	動物解剖	・野生動物を用いた体格測定、外部形態測定 ・野生動物の内臓の観察、各組織標本の採取 ・骨格標本の作製	・高知小津高校 ・四国自然史科学研究センター

実施事業名	S S H 物理実験体験ゼミ
実施日時・場所	令和3年7月25日(日)28日(水) 高知小津高等学校
対象生徒・人数	全校生徒希望者・15名
講師	高知大学 理工学部 加藤 治一 准教授 他TA3名
仮説・目的	<p>探究的な学習活動を通して、生徒の知識及び技能、思考力・判断力・表現力が向上するとともに、多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定し、その課題の解決に向けて自律的に行動する能力などのコンピテンシーを育成することができる。</p> <p>大学で学ぶ物理実験(物質評価・物性測定)を体験することで、高校物理とのつながりを意識し、興味や関心をもつ。</p>
事業概要	<p>日 程</p> <p>7月28日(水) (7月25日(月)も同様)</p> <p>13:00~13:50 超伝導体に関する講義</p> <p>13:50~14:10 超伝導体の実験① 完全反磁性の確認</p> <p>14:25~15:50 超伝導体の実験② 完全導電性の確認</p> <p>16:05~16:25 超伝導の背景</p> <p>16:25~17:00 振り返り・まとめ</p> <p>はじめに講師の加藤准教授から金属中の自由電子、電気抵抗、及び超伝導相の内容について40分程度講義を受けた。次に3グループに分かれ超伝導の実験を行った。</p> <p>1つ目の実験は、完全反磁性を確認する実験である。銅酸化物 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ を液体窒素で冷やして超伝導とし磁石と反発し浮く様子を観察した。</p> <p>2つ目の実験は、完全導電性を確認する実験である。銅酸化物を液体窒素で冷やししながら、熱電対の電圧及び一定の電流の大きさ(10mA)での電圧を測定した。温度を下げると銅酸化物の電気抵抗が $0\ \Omega$ になることを、グラフを描きながら確かめた。実験後には、超伝導発見までの背景を学習した。最後のまとめでは、各班が行った実験の結果を考察し、その概要を各班が発表した。</p> 
成果・課題	<p>高校生向きに丁寧に計画されており、非常に分かりやすく、楽しみ理解しながら聞くことができていた。メカニズムが解明されていない高温超伝導の現象では最先端の分野に触れる機会となり、興味や知識が深まっていくとともに、自分の手によって実証できたり、話し合ったことをほかの班員に教えたりすることでさらに理解が深まっているように感じた。</p> <p>生徒のほとんどが初めて使用する機器の扱いに手間取りながらも、TAの手助けのもと、超伝導体の上に磁石が浮く現象や、低温で電気抵抗が0になる現象に興味深く観察した。また、実験で使用する液体窒素の性質を目に見える形で分かりやすく説明していただき、実際に自由に取り扱う機会を与えられ、生徒は大変関心を持ち、積極的に取り組んでいた。今回の体験を通して、実験の難しさやデータをとる方法、発表の仕方など、検証と理論を繰り返しながら物理の法則について考えていくことの大切さを学ぶことができた。</p> <p>今年度も昨年度同様に新型コロナウイルスの影響で高知大学において実験を行うことが難しく高知小津高校を会場としての開催となった。そのため例年は2日日程の1日目に行う酸化物の合成の実験をすることができなかった。</p> <p>しかし加藤准教授をはじめ、3名のTAの方が生徒に、大学の機器を高校に運んでいただき、丁寧に指導してくださったお陰で、生徒は日常で得ることのできない体験ができ、知的好奇心や科学に関する興味関心を向上させるよい体験となった。</p>

実施事業名	S S H 科学巡検体験ゼミ
実施日時・場所	令和3年10月16日(土) 室戸世界ジオパーク他
対象生徒・人数	全校生徒希望者・7名
講師	室戸ジオパーク推進協議会 地質専門員 柿崎 喜宏 氏 地理専門員 中村 昭史 氏
仮説・目的	<p>探究的な学習活動を通して、生徒の知識及び技能、思考力・判断力・表現力が向上するとともに、多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定し、その課題の解決に向けて自律的に行動する能力などのコンピテンシーを育成することができる。</p> <p>野外フィールドワークの基礎基本を学ぶとともに、高知県の地質構造がフィリピン海プレート、ユーラシアプレートの境界付近に位置し、南海トラフ地震の影響を受けた地層構造からその手がかりを考える意識を高める。</p>
事業概要	<p>室戸ジオパーク推進協議会地質専門員柿崎氏、地理専門員中村氏の指導のもと、室戸ジオパーク内の室戸岬周辺でフィールドワークを行った。</p> <p>室戸岬周辺では隆起したタービダイトの砂泥互層、貫入した斑れい岩がペグマタイト岩脈を有し、磁鉄鉱、斜長石らがわかりやすい結晶を形づくっていたものを観察できた。またポットホール、塩類風化の痕を見つけ、その成因が海岸や室戸の隆起と関係していることを考察した。ヤッコカンザシの生痕化石、褶曲したタービダイト層などを観察し、その成因についても考察した。次に室戸岬の展望台に行き、岬西側に形成された海成段丘、東側の急峻な断崖の地形の違いを観察した。室戸世界ジオパークセンターでは、津波の実験を行い、展示物から室戸の自然と人との関わりを考え、巡検のまとめの作業を行った。</p> <p>県東部の地形地質についてより理解を深めることができた。普段の授業ではできない、フィールドワークを経験し、人に災害、恩恵をもたらす四国の自然環境について興味・関心を持ち、総合的に考える巡検となった。</p>
	
成果・課題	<p>高知県は白亜紀後半から古第三紀の四万十帯、中生代の丹波帯付加体で構成されている。今回は県東部の室戸世界ジオパークで露頭、地質を観察し、西南日本が付加体構造で形成されていることを、ジオパークの露頭、地質構造について講義と現地観察で理解を深めた。これらについて学ぶことは、地学を受講していない生徒にとって、基礎的なことがらを学ぶとともに、列島形成のダイナミックな変動を過去の痕跡から地形の形成について科学的な根拠をもとに推察することで興味・関心を引き出し、形成過程を実感するうえで、大変効果的であった。</p> <p>今回の巡検では県東部について実施したが、これまでの県西部での巡検を踏まえて四国全体の地質構造、西南日本の形成過程について関心を示し、地学の基礎から列島形成という応用的なことを理解でき、身近な四国の地質構造形成について理解を深めることができた。</p>

実施事業名	S S H A I 体験ゼミ
実施日時・場所	令和3年11月20日(土) 高知小津高等学校
対象生徒・人数	全校生徒希望者・15名
講師	高知工科大学 情報学群 吉田 真一 教授
仮説・目的	<p>探究的な学習活動を通して、生徒の知識及び技能、思考力・判断力・表現力が向上するとともに、多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定し、その課題の解決に向けて自律的に行動する能力などのコンピテンシーを育成することができる。</p> <p>機械学習の基礎を通して、A I に対する興味・関心を高め、将来的なA I 人材育成につなげる。また、A I についての正しい知識を身に付け、A I の奥深さや将来性について学ぶ。</p>
事業概要	<p>日 程</p> <p>11月20日(土)</p> <p>13:30～「A I について」</p> <p>そもそも「A I とは何か」について講義を行い、基本的な知識を身に付けた。現在注目されているA I にも時代的なブームが存在し、近年の画像認識の技術が進んだことで第3次ブームとして再度注目されていることを知り、A I も発展途上であることからA I の奥深さを感じた。また、少量の個数のデータについて、実際手作業で分析し、関数を探し出し機械学習の基礎に触れ、複雑な関数では値の予測が不可能であることを実感した。</p> <p>14:00～「データサイエンスについて」</p> <p>現在、多くの人が関心を寄せる新型コロナウイルス(COVID-19)の実際のデータから、四国4県のデータを抜き取り、他県のデータから四国のデータを予測する活動を行った。就業者比率や、外国人宿泊者比率などの様々なデータと、人口10万人当たりの感染者数のデータから、トレンドラインを求め、四国のデータを予測し、実際のデータと比較して予測の当たり具合を確認した。</p> <p>14:30～「ニューラルネットワークとディープラーニング」</p> <p>ニューラルネットワークについて基本知識を身に付け、ディープラーニングの応用事例として画像認識ソフトを利用して、A I の正確さを実感した。角度や写り方を変化させることで、予測される情報が変化し、A I の不確かさも実感することができた。また世界での応用事例を知ることで、A I の将来性を感じることもできた。</p>
	
成果・課題	<p>近年話題にされることの多い、A I という題材で生徒の興味・関心も高く、A I に出来ることと出来ないことを知ることで、より関心が高まった。A I が発展途上であることを知ることでA I の持つ今後の可能性について強い興味を持つ機会となった。また、値の予測にあたっては、複雑な高次関数を用いるよりも、1次関数を用いたほうがより正確であることに驚くとともに、A I による予測技術を身近に感じることもできた。また、A I の使用事例から、A I の将来性に希望を感じ、これから先A I が発達していく中で、自分自身がどのような力を身に付けていく必要があるかを考える良い機会となった。</p>

実施事業名	S S H 物質化学体験ゼミ
実施日時・場所	令和3年12月11日(土) 高知大学理工学部
対象生徒・人数	全校生徒希望者・14名
講師	高知大学 理工学部 永野 高志 講師 高知大学 理工学部 今村 和也 助教
仮説・目的	探究的な学習活動を通して、生徒の知識及び技能、思考力・判断力・表現力が向上するとともに、多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定し、その課題の解決に向けて自律的に行動する能力などのコンピテンシーを育成することができる。 大学で学ぶ化学を体験することで、高校化学とのつながりを意識するきっかけとする。また、化学物質を合成する作業を通して、化学の有用性も意識させる。
事業概要	<p>日 程 12月11日(土) 8:30~12:30 無機化学実験「触媒による色素の合成」「光触媒の超親水化」 【無機化学実験】 はじめに講義室で、身近に存在する光触媒の紹介や光触媒のはたらき方について説明を受けた。光触媒を塗布して親水加工を施された鏡と何もしていない鏡を用意し、霧吹きで水を吹きかける実験を行い、光触媒への理解を深めた。講義が終わると実験室に移動し、フルオレセインの合成を行った。T Aの大学生に実験の操作方法を教わりながら、高校の実験では扱わない薬品や装置を用いて実験を進めていった。実験終了後は、発光をテーマに生徒たちに考えさせる質問を今村先生が投げかけ、一つの現象を深く掘り下げて考えることの意義について説明された。</p> <p>13:30~18:30 有機化学実験「Grignard 試薬を用いた炭素-炭素結合形成反応」 【有機化学実験】 まずは、窒素置換に使用するガラスコックの構造を理解してから実験を始めた。フラスコ内を窒素で置換した後は、そのフラスコにシリンジを用いて Grignard 試薬とプロピオンアルデヒドを注入し、反応が十分に進んだところで塩酸を加えた。目的物を分液漏斗で抽出し、薄層クロマトグラフィーで精製、ロータリーエバポレーターで濃縮した。目的物の質量を測定した後は、化学反応式と分子量を用いて収率を求めた。</p>
成果・課題	<p>試薬と溶媒を混ぜ合わせるという単純な操作ではあるが、合成物に紫外線を当て発光したときの生徒の反応からは、化学反応によって新しい物質を合成したという達成感が得られているように感じた。また、目的物質だけを単離するという時間と労力を要する活動から、大学で実際に行う研究生活の一部を体験することができた。複雑な器具や機器を扱うことで、実験技能の向上にも働いたものと考えられる。</p> <p>参加者の75%が難しい内容であったと答えていたが、大学の研究に触れる貴重な経験ができたということで全員が肯定的な感想を述べていた。また、グループで長時間多くの活動・実験を行ったため、全員が他者と連携・協働する力が伸びたと答えた。</p>



実施事業名	S S H 工業技術体験ゼミ
実施日時・場所	令和3年12月22日(水) 高知県工業技術センター
対象生徒・人数	1・2年生希望者・14名
講師	高知県工業技術センター チーフ：鶴田 望(資源環境課) 主任研究員：下藤 悟(食品開発課) 主任研究員：堀川 晃玄(資源環境課) 主任研究員：秋田 もなみ(食品開発課) 研究員：島内 良章(生産技術課) 研究員：中澤 亮太(生産技術課)
仮説・目的	探究的な学習活動を通して、生徒の知識及び技能、思考力・判断力・表現力が向上するとともに、多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定し、その課題の解決に向けて自律的に行動する能力などのコンピテンシーを育成することができる。 研究施設や現実的な活動を知り、体験活動を行うことで、技術開発に関わる面白さを気づかせる。
事業概要	<p>(1)工業技術センター概要説明 高知県の状況や工業技術センターの取組についての講義を聞いた。</p> <p>(2)工業技術センター内見学 工業技術センターで制作できる製品の紹介や、どのように食品を分析していくか等の説明があり、最新機器の説明を受けた。</p> <p>(3)コースに分かれて体験学習</p> <p>1 コース「清涼飲料水の分析と試作」(食品開発課) 味覚についての説明を受け、甘味、酸味、塩味、苦み、うま味、無味の呈味試験を行った。また、清涼飲料水のpH、酸度の測定を行い、味覚をおおよその数値で表すことができることを学んだ。</p> <p>2 コース「組み込みマイコンでモノを動かしてみよう」(生産技術課) 実際に回路を組み、LEDライトを点灯させたり、ライントレースカーを制御したりする実習を行った。体験を通じて、マイコンやプログラミングの基礎を学んだ。</p> <p>3 コース「重合反応を使ってレジクラフトを作ろう」(資源環境課) 身近にあふれるプラスチックの種類や性質について学び、重合反応を利用したレジクラフトを作成した。型に2種類の溶液を混ぜ合わせ発熱しながら固まる様子を観察した。できあがり想像して着色剤を混ぜ、タイミングや量に注意して混ぜ合わせるなどの工夫をしていた。</p>
成果・課題	<p>高知県の現状や、高知県の企業が取り組んでいる研究、制作している商品について、知る機会となり、ものづくりに対する興味・関心が高まった。</p> <p>1コースにおいて、高校の化学ですでに中和滴定の測定を行い、丁寧かつ慎重に協力して実験を行うことができた。2コースでは、プログラミングの変更をLEDの光り方やモーターの動きとしてフィードバックできた。3コースでは身近にあるプラスチックの性質を知ると同時に、ものづくりの楽しさに触れることができた。</p> <p>生徒たちも楽しく化学やプログラミングを学ぶ機会となり、進路実現に対して視野の広がる事業であった。</p>



実施事業名	S S H 数学体験ゼミ
実施日時・場所	令和3年12月22日(水) 高知小津高等学校
対象生徒・人数	1・2年生希望者・18名
講師	高知大学 教育学部 中野 俊幸 教授, 佐藤 淳郎 教授, 山口 俊博 教授 加納 理成 准教授, 服部 裕一郎 准教授 袴田 綾斗 講師
仮説・目的	探究的な学習活動を通して, 生徒の知識及び技能, 思考力・判断力・表現力が向上するとともに, 多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定し, その課題の解決に向けて自律的に行動する能力などのコンピテンシーを育成することができる。 数学に対する知的好奇心を育むとともに, 大学数学の多分野にわたって学習することで, 数学の世界の広がりを感じさせる。
事業概要	<p>日 程</p> <p>12月22日(水)</p> <p>8:25~9:25 「ご飯にカレーを足すのか掛けるのか ー演算とは何かー」 「演算が閉じる」ということの意味から始まり, 「群とは何か」という概念, 群論の基礎に至るまでを学習した。</p> <p>9:35~10:35 「ある数列のはなし」 Thue-Morse 数列を用いて, 自然数の和が0になる条件を求めた。また, なぜそのような条件が出るかという証明を, 事後学習教材として提示された。</p> <p>10:45~11:45 「グラフのゲーム」 「グラフとは何か」の定義を学んだ後, グラフ理論の基礎を学習し, 最終的にグラフ理論を用いたゲームを行った。</p> <p>12:45~13:45 「三角関数の重ね合わせ」 フーリエ解析を用いて, 三角関数の合成により直線や3次関数などが表せることを, パソコンのプログラミングによるシミュレーションから学習した。</p> <p>13:55~14:55 「仮説検定の考え方を知ろう！」 仮説検定の考え方をを用いて, 情報の信頼度があるかどうかについて調べた。</p> <p>15:05~16:05 「ちょっと変わった作図に挑戦！」 図形の性質を用いて, コンパスのみの作図を体験した。</p> <p>16:05~16:25 まとめ</p>
成果・課題	 <p>生徒は全6時間の講義に集中し, 意欲を持って取り組むことができた。質問や意見交換, 数学的活動も活発に行い, 内容の理解に努めた。講義後は「難しかったが, 楽しく取り組めた」「大学数学の奥深さが分かった」「身近にある数学に大変興味を持った」と感じた生徒が多数おり, 普段の授業では味わうことのできない大学数学の面白さに感激した様子が見られた。講義では日常の身近にある題材を取り上げることが多くあり, それらを数学化し, 問題を解くことで, 多角的なものの方や数学的な思考力が大いに成長したと思われる。また, 大学の理系分野, 教育分野への興味を高めるきっかけとなり, 進路決定にも結びつく貴重な機会となった。高校教員にとっても授業力向上につなげることができる内容であった。</p>

実施事業名	SSH 動物解剖体験ゼミ	
実施日時・場所	令和4年1月10日(月) 高知小津高等学校	
対象生徒・人数	1・2年生希望者・29名	
講師	横倉山自然の森博物館 学芸員 谷地森 秀二 氏 他TA5名	
仮説・目的	<p>探究的な学習活動を通して、生徒の知識及び技能、思考力・判断力・表現力が向上するとともに、多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定し、その課題の解決に向けて自律的に行動する能力などのコンピテンシーを育成することができる。</p> <p>野生動物の遺体を用いて、体格測定、外部形態や内臓の観察、筋肉・内臓からの組織標本の採取ならびに骨格標本の作製を行い、その目的と手順を理解するとともに、個体の死因やその生息環境の推定方法を学び、私たち人間と動物のかかわり、人間も含めた生態系の在り方について考える。また、その過程で高等動物(哺乳類)のからだのつくりを観察することによって、授業で得た知識を体験的に裏付けるとともに、生命に対する興味・関心と畏敬の念を育てる。</p>	
事業概要	<p>事前指導：1月6日(木)放課後 解剖実習：1月10日(月)9:00~17:00</p> <p>最初に四国の野生動物の種類や生態、この動物解剖により得られた情報がどのような研究に活用されるかについて説明があり、その後5つの班に分かれ、交通事故死などで四国自然史科学研究センターに持ちこまれたタヌキ、シベリアイタチ、ノウサギ、ムササビを各班一体ずつ解剖した。</p> <p>実習Ⅰ：野生動物の外表面観察と身体計測 体表面の寄生虫採取</p> <p>実習Ⅱ：解剖による内臓諸器官の観察 サンプル採取 骨格標本の作製・徐肉 後片付け、まとめ</p>	
成果・課題	<p>はじめに外部寄生虫も含め、どの組織を何の目的で採取しどこで活用するのかなど、解剖の目的や意義についてしっかり学んだ。計測、解剖では根気のいる地道な作業が多かったが、長時間集中力を途切れさずことなく積極的に取り組み、観察することができた。気付いたことを互いに共有したり、講師・TAに質問したりしている様子が多くみられた。多くの生徒にとって内臓を実際に観察するのは初めてであり、授業で学習した動物のからだを構成する様々な器官の組織を観察し実際に触ることによって体験的に知識の裏付けを行うことができた。また、実物を観察することで新たに気付いた事柄について互いに協議し、からだの構造や機能について理解を深めていた。また、TAの助言を受けながら、哺乳動物としてヒトとの共通点・相違点について、他班の個体との比較観察から種による違いについても考えることができていた。</p> <p>生態系に関する分野は教科書での扱いが少ない分野であるので、野生動物を取り扱う際の注意点を根拠とともに体験を通して学び、多角的に物事を捉え思考する機会となるこのような事業は生徒にとって大変貴重であった。</p>	

(4) 理教教育拠点校としての科学技術推進事業

ア 小津チューター事業

高知市内の小学校と連携した科学実験講座を小津チューター事業として実施した。今年度は化学発光について、ウミホタルやルミノール液を用いた実験を行い、小学生が体験的に学ぶ機会を提供することができた。地元メディアへの取材依頼を行い、SSH事業についての普及活動にも取り組んだ。また、中学生一日体験入学においては、本校の紹介動画を生徒が作成し、参加中学生及び保護者に対してPRすることができた。

【小津チューター 実施状況】

実施日	活動名	活 動 内 容	場所・関係機関
8月 1日	小学生のための科学実験講座	・化学発光についてウミホタルやルミノール液を使用して体験的に調べる。 ・科学部によるサイエンスショー	高知小津高校 生物実験室
10月 26日 27日	中学生一日体験入学	・探究活動についての動画上映 ・課題研究の成果発表	高知小津高校 各実験室



全校生徒 「小津チューター」
小学生のための科学実験講座① (R3 8/1)



全校生徒 「小津チューター」
小学生のための科学実験講座② (R3 8/1)

イ 京都府立桃山高等学校との連携

他のSSH指定校との連携が生徒の意欲向上に大きく影響することから、京都府立桃山高等学校との連携を継続的に行っている。今年度は、お互いの学校を訪問しての課題研究成果発表を行うことができなかったが、両校のSSH課題研究発表会にオンラインで参加し、研究の成果を発表し合うことができた。今後も、オンラインを活用しながら連携を深めていきたい。

ウ 高高度発光現象の同時観測に関する研究会

世界最大・最高密度の「高高度発光現象の観測チーム」の一員として、スプライトやエルブスなどの高高度発光現象を数多く捉えることに成功している。高高度発光現象の同時観測に関する研究会をオンラインで開催し、全国の共同観測校とともに研究協議を行った。未だ未解明な高層大気の高エネルギー発光現象の発生メカニズム解明に向け、全国32校との観測ネットワークの運営と、それを活用した継続的な研究を進めるとともに、高校生が世界最先端の研究に参画できる体制をさらに整えていきたい。

エ ICT教育の普及

高知県のAI教育推進事業（拠点校におけるICT教育の充実）の指定を受け、ICTを用いた授業改善に取り組んだ。各教科においてICTを効果的に用いることで、主体的・対話的で深い学びとなるように授業改善に取り組んだ。

これらの授業改善の成果については、令和3年度AI教育推進事業（拠点校におけるICT教育の充実）に係る実践発表会において、今年度取り組んだ授業改善の成果として研究授業を実施した。新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から規模を縮小しての実施となった。数学Ⅱで研究授業を行い、県内の教育関係者に普及を行った。GIGAスクール構想を効果的に取り入れ、今後も授業改善に取り組んでいきたい。

オ 各教科における授業改善の取組

(ア) 国語科

古文の助動詞を学習する中でICTを用いた授業を実践した。助動詞の学習では、縦書きの表を用いて学習するため、黒板に書く字が小さくなり見づらくなる。また、板書の手間もかかるため、パワーポイントを使用した授業スライドを作成して授業を行った。助動詞の覚え方や演習問題などもまとめてスライド資料にしたことで、黒板に張り付けて授業をする必要がなくなり、机間指導を通して生徒の理解度を細かく確認することができるようになり、授業の進行度を調整しやすくなった。パワーポイントのスライドが横長で、縦書きの資料の提示にはやや向いていなかった。今後は、生徒一人に一台配布されるタブレットPCを活用していきたい。

(イ) 数学科

様々な場面で、関数グラフ作成ソフト GRAPES を活用した授業を実践した。目で見ることができない音やイメージすることが難しい立体、条件によって変形していく図形などを視覚化することで、生徒に学習内容のイメージを持たせることができた。視覚的に見せることで、生徒の理解度も高かった。板書による指導とICTを組み合わせ、より多くの生徒の学習支援に繋がるように工夫を図っていきたい。

(ウ) 英語科

パワーポイントを使用した授業スライドを作成し、視覚的に理解を促した。特に、単元の導入時に動画を用いることで、学習内容のイメージを膨らませることができた。板書の時間を削減できたことで、ペアワークやグループワーク、ディベート、プレゼンテーションなど、生徒の活動の時間を増やすことができた。Google ワークスペースを使用して、生徒の意見をクラス全体で共有するなど、グループ単位でのプレゼンテーションを行う際にICTを取り入れた。

(エ) 理科

様々な自然現象を映像で視覚的に捉えさせることで、生徒の理解度が増すように授業を実践した。授業スライドを作成し板書が難しいグラフや図を示すことで、グラフの読み取りや実験装置の組み方など細かく指導できるように工夫した。また、実験で得たデータのグラフ化を行い、教科書に示されている理論を実体験させるなど、データサイエンスについての学習も行った。化学構造について分子モデリングソフトウェア Spartan' 16 (Wavefunction, Inc) を用いて分子構造についての学習を行うなど、発展的な内容にも踏み込んで指導を行った。

(オ) 地歴・公民科

多面的・多角的思考の育成と論理的に意見を述べられるようになることを目的にディベートを取り入れた授業を実践した。ディベートテーマは、生徒の話し合いで決定し、「安楽死」「夫婦別姓」「同性婚」「出生前診断」「移民規制」「高校義務化」「インターネット実名化」などで行った。タブレットPCなどを用いて、根拠となる事実の調査を行い、Google フォームを用いたアンケートを実施した。Google ワークスペースでの課題提出など、ICTを活用しながら対話型授業に取り組んだ。これにより、正しい行動をとるための価値基準を持つには、多面的・多角的な視野で考察することが必要であることに気づき、根拠となる事象の調査方法や、情報の提示の仕方などを学ぶことができた。

(カ) 芸術・家庭科

芸術では対話を広義に捉え、作品鑑賞会を設けて「アーティスト作品との対話」「自己の内面との対話」を実施した。アーティストの作品はYouTubeで鑑賞するなどした。書道では、書画カメラとプロジェクターを用いて、筆遣いについての指導を実施した。指導教員の筆遣いを動画撮影することで、生徒が繰り返し確認できるようにするなど、積極的にICT機器を活用した。今後は、生徒一人に一台配付されるタブレットPCを用いた、画像編集ソフトの活用などを計画している。

家庭科では、グループ学習を通して自己の考えを他者に伝えるとともに、自分とは異なる多様な意見を受け入れる態度の育成を図った。課題解決学習の一環として、後進国の児童労働の動画を視聴し、SDGsの視点で改善策を話し合い、パワーポイントを用いて論理的にプレゼンテーションするなど、視聴覚教材を用いることで科学的な理解を進める授業を実践した。

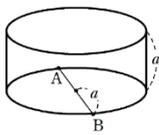
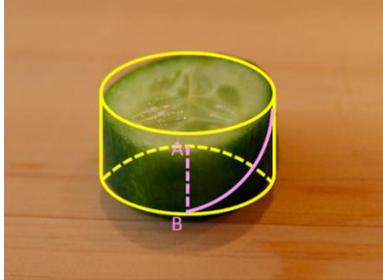
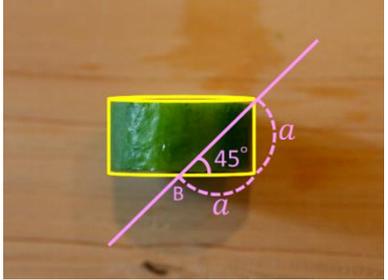
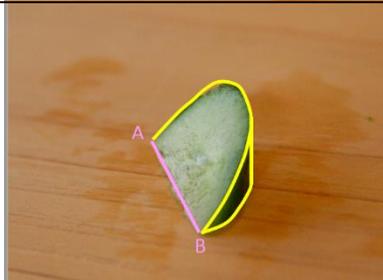
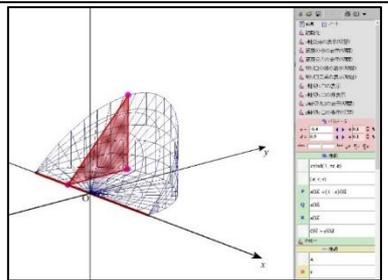
ICT を活用した授業実践①

科目・分野： 理数数学 積分法的应用

対象クラス： 3年7H

実践テーマ	円柱を切ることができる立体の体積
ICT 機器，ソフト等	パソコン，プロジェクター，パワーポイント 関数グラフ作成ソフト GRAPES
指導の流れ，実践内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 円柱型のきゅうりを切った画像をパワーポイントで見せる。 2. 立体に対する座標設定について考えさせ，x 軸に垂直な平面で切ったときの断面について発表させる。 3. GRAPES を用いて，座標設定，切断面の形を確認し，その平面図から，体積を求める。 4. y 軸及び z 軸に垂直な平面で切ったときの断面について発表させ，GRAPES を用いて確認する。 5. y 軸方向の積分から体積を求める。 6. 立体を捉える際のポイントについてまとめる。
ICT 活用の工夫	<ol style="list-style-type: none"> 1. 立体のイメージを投影図で捉えさせるよりも，実生活との結びつきを利用する方がよりイメージが明瞭になると考え，最初にきゅうりを切るという場面を映像にした。 2. GRAPES の操作に手間取ることがないように，スクリプトを利用した。
ICT 活用の成果，生徒の反応等	<p>GRAPES を利用することにより，立体をいろいろな角度から見ることで利点は大変大きく，立体図とその平面図を画面で見ることにより，問題を解く際，図のイメージを持って立式できる。</p> <p>生徒からの授業評価は大変好評で，以下，一部を紹介する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・3Dモデルで，どのように考えたらいいのか分かりやすかった。 ・実際に図が動くのを見ることで，イメージが簡単になった。 ・キュウリの例えがとても分かりやすかった。 ・立体になると複雑になって苦手なイメージを持っていたが，今回のような扱いづらい図形でも，平面図形に分解することで解くことができた。 ・授業はすごく分かりやすく，特に GRAPES を使った図が分かりやすかった。

※参考資料1 GRAPES による指導①

<p>p259 応用例題3</p> <p>底面の半径が a で高さも a である直円柱がある。この底面の直径 AB を含み底面と 45° の傾きをなす平面で，直円柱を2つの立体に分けると，小さい方の立体の体積を求めよ。</p> 		
		

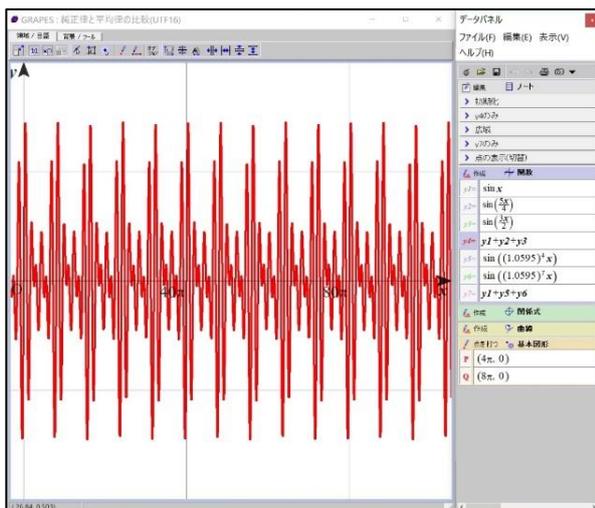
ICT を活用した授業実践②

科目・分野： 理数数学 指数関数
 対象クラス： 2年7H

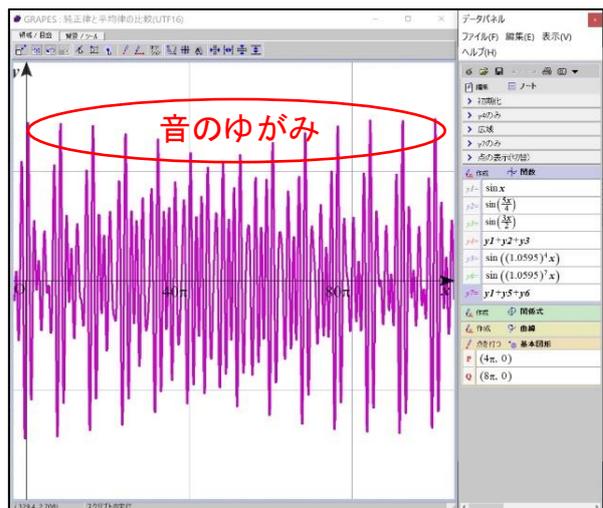
実践テーマ	指数関数と音階
ICT 機器，ソフト等	パソコン，プロジェクター，PC スピーカー パワーポイント，関数グラフ作成ソフト GRAPES
指導の流れ，実践内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相乗平均（倍率の平均）の考え方を確認する。 2. 音階が半音で12段階であり，1オクターブ上がると音の周波数が2倍になることから，1半音で周波数は何倍になるか。方程式から求めさせる。これを「平均律」という。 3. 一方，この平均律の周波数比に近く，比を有理数にしたものを「純正律」といい，和音が調和する。この「純正律」と「平均律」の調和の違いを，三角関数のグラフを例として確かめる。 4. 「純正律」と「平均律」の音の違いを実際にスピーカーから流し，その違いについて体験する。 5. 疑問を確かめることの大切さを述べ，本時のまとめとする。
ICT 活用の工夫	「純正律」と「平均律」の調和の違いを確かめるため，視覚（三角関数のグラフ）と聴覚（音）の両面から確かめることが出来るようにした。
ICT 活用の成果，生徒の反応等	理論的な計算だけでは真の理解ができず，想像するしかないことが，ICTを利用することにより，実際に体験できることの効果は大きい。理数科の生徒の特徴から理科的なことに興味があり，実生活とも結びついた内容であったため，生徒の反応もよく，集中して取り組んでいた。 授業の最後に行った音の実験では，多くの生徒がその違いに気づくことができ，面白みも十分あったと思われる。

※参考資料2 GRAPES による指導②

[純正律]



[平均律]



ICT を活用した授業実践③

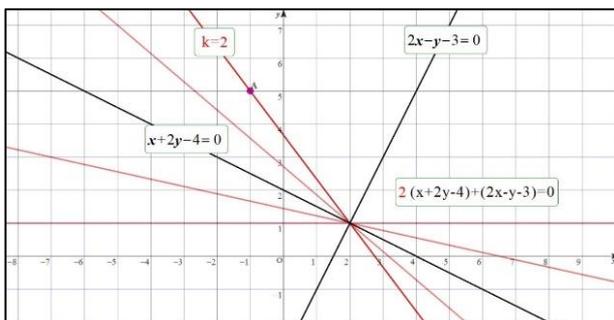
科目・分野： 理数数学 図形と方程式

対象クラス： 1年7H

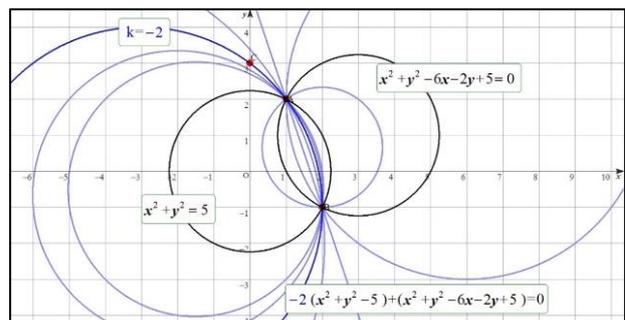
実践テーマ	テーマA：2直線の交点を通る直線群 テーマB：2つの円の2交点を通る図形
ICT機器，ソフト等	パソコン，プロジェクター，プロジェクタースクリーン 関数グラフ作成ソフト GRAPES
指導の流れ，実践内容	(テーマA, B 共通) 1. 実践テーマとは違う既習事項の範囲内で，授業者が例題を解いて見せる。その際の解法に手間がかかることに気づかせる。 2. 実践テーマについて，板書して説明した後，教科書の解説にある“ k がどのような値をとっても，与えられた2直線あるいは2つの円の交点を通る図形を表す”という点に疑問をもつ。 3. GRAPES を使って，パラメータ k の値を変化させて様々な図形（直線や円）を描かせ，視覚的に理解させる。 4. テーマに沿って例題のまとめ，問題演習を行う。 5. 生徒が解いた問題を，GRAPES で視覚的に確認し，理解できた生徒を評価する。
ICT活用の工夫	1. パラメータ k の値を細かく変化させ，図形が変化する様子を色々と見せる。 2. 複数の問題に対しても生徒に見せるグラフをあらかじめ準備しておき，問題演習で生徒の解答がソフトウェア側から視覚的に理解できるように努めた。
ICT活用の成果，生徒の反応等	今回の内容を教科書と板書で説明し，生徒に理解させるのは容易ではない。対象が理数科の生徒であったため，これまでになく生徒の反応が大きく，その後の問題演習の様子をみても，学習内容を十分理解させることができたと感じられた。 今後は，生徒自身が GRAPES を使えるように指導することで，自由に関数グラフを描き，普段の生活の中で身近に見られる曲線や図形，あるいはそれらで構成された模様を数学的に扱うことができるように興味を持たせたい。 授業内容に応じて，黒板や定規・コンパスといった教具を用いた従来のアナログ的な授業と ICT機器を活用したデジタル的な授業をうまく併用できるようにしていきたい。

※参考資料3 GRAPESによる指導③

[2直線の交点を通る直線群]



[2つの円の2交点を通る図形]



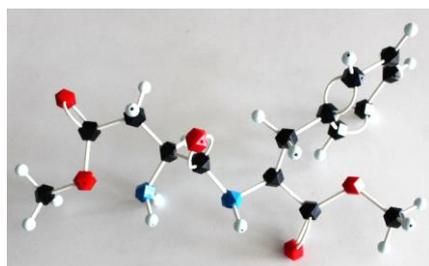
ICT を活用した授業実践④

科目・分野： 理数化学 有機化合物

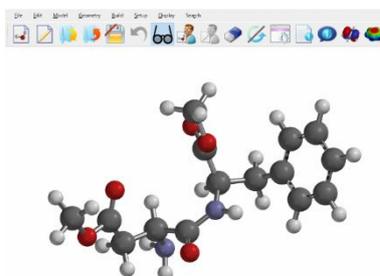
対象クラス： 3年7H

実践テーマ	分子構造について理解を深める
ICT 機器，ソフト等	パソコン 分子モデリングソフト Spartan' 16
指導の流れ，実践内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 合成したい化合物の化学式をもとに Spartan' 16 を用いて分子モデルの作成をさせる。 2. 作成した分子モデルについて分子力学法を用いてシミュレーションする。 3. 分子力学法で得られた分子モデルについて，さらに半経験的分子軌道法を用いてシミュレーションする。 4. 半経験的分子軌道法で得られた分子モデルを用いて，原子間の結合距離や結合角，分子のねじれ等について調べる。 5. 電子供与基と電子求引基の距離についても調べ，甘味を有する可能性があるか考察する。 6. 電子雲モデルを用いて，電荷の偏りについて考察する。
ICT 活用の工夫	<ol style="list-style-type: none"> 1. 合成したい化学物質の分子模型を作成し，立体構造についてのイメージを持たせてから取り組んだ。 2. 生徒が Spartan' 16 を扱えるようになるために，事前に大学の教授や大学院生による指導を実施した。
ICT 活用の成果，生徒の反応等	<p>Spartan' 16 を用いることで，分子の立体構造を様々な角度から見る事ができた。また，分子模型だけでは分からない結合距離やねじれ角なども調査することができた。特に，電子雲モデルを用いることで，視覚的に電荷の偏りを調べることができ，発展的な内容の知識等を得ることができた。</p> <p>【生徒の感想】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電気陰性度を教科書で習ったが，Spartan' 16 で電子密度を見ることでよりイメージしやすくなった。 ・原子同士の距離や安定な角度まで計算することができ，分子模型ではできないことができた。 ・分子モデルを立体的に見られることから平面の構造式で見ると，どこにどのような影響があるのかという予測をたてやすくなった。

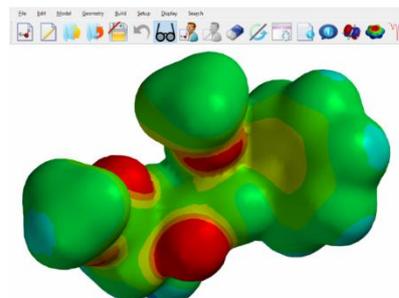
※参考資料4 Spartan' 16 を用いた分子モデリング
分子模型



構造予測



電荷予測



(5) S S H生徒研究発表会・交流会への参加

令和3年度S S H生徒研究発表会・交流会等への参加状況

ア 自然科学系部活動等課外活動の活動状況

毎年、科学系部活動の生徒を中心に科学の甲子園高知県予選に出場している。また、科学の甲子園ジュニア高知県大会決勝での科学パフォーマンスや、高知みらい科学館で開催される「高校生の日」において、サイエンスショーを実施している。

(ア) 科学部 (21名)

甘味と化学構造に関する研究をスタートさせ、その成果をいくつかの発表会で報告してきた。第65回日本学生科学賞高知県予選(優秀賞)、第71回高知県高等学校生徒理科研究発表会(優秀賞)、日本化学会中四国支部大会口頭発表部門(奨励賞)、高知県高等学校総合文化祭第5回自然科学部門発表会(優良賞)を受賞するなど精力的に活動している。

(イ) 生物部 (18名)

日本海洋学会・日本植物学会・土佐生物学会などに所属し活動を行っている。本年度は、絶滅危惧種Ⅱ類に指定されているキトンボの生態調査などに取り組み、環境保全について研究を行った。第1回ジンデ池生物多様性セミナーで研究の成果を発表するなどした。

(ウ) 地学部 (7名)

世界最大・最高密度の「高高度発光現象の観測チーム」の一員として、スプライトやエルプスなどの高高度発光現象の撮影及び分析に取り組んでいる。新型コロナウイルスの影響で、毎年開催していた高高度発光現象の同時観測に関する研究会はオンライン開催となったが、共同観測校とともに研究協議を行い、来年度以降の研究の指針を得ることができた。今後も、全国規模の観測ネットワークの運営と、高校生が世界最先端の研究に参画できる体制を継続していきたい。第45回全国高等学校総合文化祭に出場し、これらの研究の成果を発表した。

イ 高大連携事業等(高校生のためのおもしろ科学講座)

高知大学理工学部の3分野(数学分野・物理分野・生物分野)の教員・大学院生・大学生が、高校生を対象に講義・実験・実習を行うもので、大学院生や大学生との交流を通して大学への興味・関心を高め、学ぶことの意義や目的意識を養う取組である。

基礎的な実験・実習を行い「体験・発見・洞察」する楽しさを実感させ、数学や理科の各科目を結び付け総合的に考える力を育てるため、全校生徒を対象に希望者を募り事業へ参加した。

【自然科学系部活動など課外活動の活動状況】

実施日	対象	活 動 名
5月9日	生物部	第1回ジンデ池生物多様性セミナー
6月6日	地学部	日本地球惑星科学連合2021年大会
7月31日	地学部	第45回全国高等学校総合文化祭自然科学部門 ステージ発表
8月3日 ・4日	希望生徒	高校生のためのおもしろ科学講座
8月7日 ・8日	希望生徒	科学研究体験ワークショップ・統計講習会
10月24日	科学部	第71回高知県高等学校生徒理科研究発表会 ステージ発表 優秀賞 第65回日本学生科学賞高知県予選 ステージ発表 優秀賞
11月7日 ・14日	希望生徒	データ収録解析ワークショップ
11月14日	科学部	令和3年度全国高知県高等学校総合文化祭 第5回自然科学部門発表会 ポスター発表 優良賞
11月14日	科学部	日本化学会中国四国支部 化学教育研究発表会 口頭発表部門 奨励賞
11月14日	希望生徒	高知県高校生津波サミット
12月12日	希望生徒	第11回科学の甲子園高知県大会
1月17日	希望生徒	深海掘削船 JR号とのオンライン交流会
2月5日	地学部	令和3年度 第1回「高高度発光現象の同時観測」に関する研究会

【理数科生徒による学会及び発表会等への参加状況】

実施日	発表形式	活 動 名
4月11日	オンライン (1) 動画発表(11)	第9回四国地区SSH生徒研究発表会
7月24日	スライド発表 (11)	高知小津高等学校 令和3年度 理数科SSH課題研究発表会
8月5日	ポスター発表	SSH生徒研究発表会
8月8日	オンライン (1)	第7回中高生のためのかはく科学研究プレゼンテーション大会
8月18日	動画発表(1) 誌上発表(3)	第22回中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会
2月5日	オンライン (1)	京都府立桃山高等学校 令和3年度 自然科学科SSH課題研究発表会
2月17日 ・18日	オンライン (1)	第7回高校生国際シンポジウム

(6) 運営指導委員会の開催 (④関係資料, 6参照)

研究開発に関わる成果を検証し、指導・助言及び評価する機関として、運営指導委員会を年間2回開催し、研究開発計画や実施方法について指導・助言をいただくことができた。外部評価の手法や学校へのフィードバックの在り方に関する事業管理システムを構築し、外部評価委員の一部を運営指導委員に加える体制で第IV期SSH事業を実施した。

今年度は、第IV期SSH最終年にあたることから、20年間の総括を行うため、事業評価の在り方や自走化に向けた計画などについての指導・助言をいただいた。

(7) 成果の公表・普及

ア ALL高知への還元

産学官民連携によるALL高知での支援に対する還元として、「ものづくり総合技術展」でのポスター掲示及び動画発表を行った。新型コロナウイルス感染拡大の影響で生徒の参加は中止となったが、高知県の地域課題をテーマに取り組んできた課題研究の成果について、ポスター掲示するとともにポスター発表の様子を動画撮影して会場で上映した。ポスターの掲示に合わせて動画発表することで、開催期間中に来場された方々に対して本校での探究活動の成果を公表することができた。

普通科1年生の地域フィールドワークでの学習の成果を公表するため、支援いただいた県内企業や大学、関係機関の方々に対してポスター発表を行う予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大の影響で、外部からの参加については中止とした。

イ SSH生徒課題研究発表会等への参加

課題研究や自然科学系部活動における研究の成果について、様々な発表会で発表することができた。昨年度からの新型コロナウイルス感染症拡大の影響で、現地に集合しての発表会は減少しオンラインでの発表会が主流となってきた。全国各地で行われる発表会への参加のハードルは下がったが、通信環境の問題や質疑応答時の有識者との交流が効率的に行えていない、参加者が少人数に限定されてしまうなどの問題もあった。しかし、オンライン開催の場合、感染症対策以外にも予算を必要としないなどのメリットが大きいと、今後も積極的に活用していきたい。

ウ 小津チューター事業

高知市内の小学校と連携した科学実験講座を小津チューター事業として実施した。今年度は化学発光について、小学生が体験的に学ぶ機会を提供することができた。また、地元メディアへの取材依頼を行い、SSH事業についての普及活動にも取り組んだ。

エ 京都府立桃山高等学校との連携

今年度は、お互いの学校を訪問しての課題研究成果発表を行うことができなかったが、両校のSSH課題研究発表会にオンラインで参加し、研究の成果を発表し合うことができた。7月に実

施した本校の理数科SSH課題研究発表会では、桃山高等学校グローバルサイエンス部より化学分野で「二種類の物質における溶解度曲線について」の研究発表をしていただいた。また、2月に実施された桃山高等学校の自然科学科SSH課題研究発表会では本校の課題研究生物班が生物分野で「植物の老化抑制についての研究」を発表した。他校との連携が生徒の意欲向上に大きく影響することから、今後も京都府立桃山高等学校との連携を継続的に行っていきたい。

オ 高高度発光現象の同時観測に関する研究会

世界最大・最高密度の「高高度発光現象の観測チーム」の一員として、スプライトやエルブスなどの高高度発光現象を数多く捉えることに成功している。高高度発光現象の同時観測に関する研究会をオンラインで開催し、全国の共同観測校とともに研究協議を行った。未だ未解明な高層大気の高エネルギー発光現象の発生メカニズム解明に向け、全国32校との観測ネットワークの運営と、それを活用した継続的な研究を進めるとともに、高校生が世界最先端の研究に参画できる体制をさらに整えていきたい。

カ 保護者を対象とした課題研究ポスター発表会

新型コロナウイルスの影響により、規模を縮小して実施した。当日参加できなかった保護者に対して、発表動画をYouTubeの限定公開で視聴できるように配慮した。また、個人情報の許可を得ることができたグループについては、学校ホームページに期間限定で発表動画をアップし、県内の中学生や関係者に対して課題研究の成果を公表した。動画のアップに関しては、管理機関の協力のもと、県内の中学校に対し案内を送付するなど広く成果の普及にも努めた。

キ 研究開発に関する広報活動

学校新聞「若鳩」での関連記事の掲載やOZUサイエンスの実験書や取組段階ごとのルーブリックなどを学校ホームページに一般公開し、成果の普及を行った。また、小学生を対象とした科学実験講座を地元メディアに取材してもらうなどの広報活動も行った。

実施事業名	令和3年度「高高度発光現象の同時観測」に関する研究会	
実施日時・場所	令和4年2月5日(土)6日(日) 高知小津高等学校(オンライン開催)	
対象生徒・人数	本校生徒・5名 SSHコンソーシアム研究参加校7校より30名の高校生及び教員	
講師	気象庁気象研究所 主任研究官 吉田 智 氏 高知工科大学 システム工学群 山本 真行 教授 静岡県立大学 グローバル地域センター 鴨川 仁 特任准教授 東京学芸大学 研究員 鈴木 智幸 氏	
仮説・目的	探究的な学習活動を通して、生徒の知識及び技能、思考力・判断力・表現力が向上するとともに、多角的・複合的に事象を捉えて課題を設定し、その課題の解決に向けて自律的に行動する能力などのコンピテンシーを育成することができる。 SSHコンソーシアム高知研究会における、本年度の各校の研究観測体制を整えるとともに、各校の研究状況を報告し、専門家に指導・助言をいただくことで、研究に対する意識と意欲の向上を図り、今後のさらなる研究発展を目指す。また、今後の本研究会の継続についても意見交換を行う。	
事業概要	2月5日(土) 13:00~13:20 挨拶 山本 真行 教授 13:20~14:20 講演 吉田 智 氏 14:30~17:00 各校の活動報告、ディスカッション 2月6日(日) 9:00~10:30 演習 データ分析について 10:40~11:20 講演 鈴木 智幸 氏 11:20~11:50 講演 鴨川 仁 特任准教授 11:50~12:00 本研究会のまとめ・閉会	
成果・課題	今年度の研究会は兵庫県で開催予定であったが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響でオンライン開催となった。1日目は高高度発光現象の共同観測校が研究している内容の相互発表を行い、専門家からアドバイスをいただいた。各校とも年々研究内容が深化しており、互いに刺激を受けた。気象庁の吉田先生の講演では、雷について現在分かっていることと研究途中の事象についての紹介があり、高高度発光現象の要因である雷の理解が深まった。2日目は高高度発光現象の観測データ分析の手法の演習を通して、実際に生徒が自校で活動する手助けとなった。東京学芸大学の鈴木先生からは高高度発光現象の中でもスプライトについて現在の分類方法をご教授いただき、静岡県立大学鴨川先生からは雷と高高度発光現象について、高校1年生にも理解できるようにかみ砕いてご説明いただいた。2日間の研究会を通して生徒は他校の活動内容を学ぶことで自校での研究意欲が高まるとともに、分析方法の手法や研究に必要な知識を深める好機となった。今後は2006年から蓄積されている観測データについて統計的な研究や、観測校で同じ方向性の共同研究を進めていきたい。また、本コンソーシアムが研究対象としている高高度発光現象は、雷や電磁波などの高校生にとって理解の難しい現象であり、今後の研究を発展させていくためには大学等の専門家の協力を今後とも仰いでいくことが必要であると強く感じた。今後とも、「高高度発光現象」が高校生にとって魅力的な研究教材であり続け、科学的思考能力の向上につながられるように、山本・鴨川両先生と連携しながら、本研究会の発展的継続に力を尽くしていきたい。	

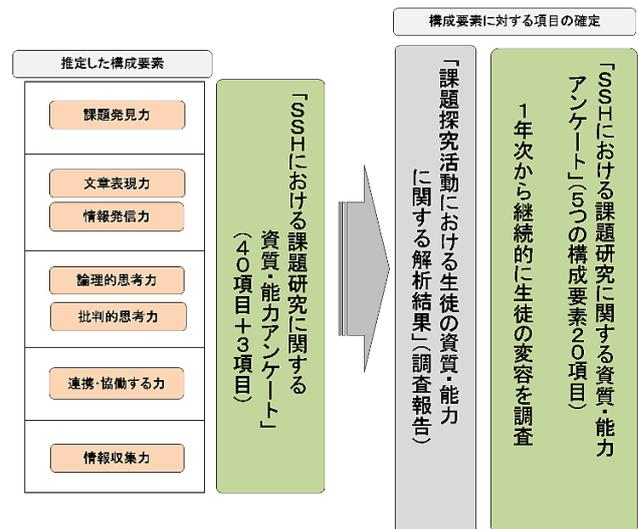
8 実施の効果とその評価

(1) SSHにおける探究基礎・課題研究の評価【5つの因子（構成要素）20項目】

第IV期SSHに取り組むにあたり、本事業で生徒に身に付けさせたい力を「課題発見力」「文章表現力」「情報発信力」「論理的思考力」「批判的思考力」「連携・協働する力」「情報収集力」とした。この7つの資質・能力を5つの因子（構成要素）に分類し、生徒がそれらを身に付けている状態やその時の意識を問う質問項目を40項目作成した。さらに中学校時代の探究活動経験（調べ学習など）の有無を問う質問3項目を加えた43項目からなるアンケート調査を入学時の1年生5月を第1回調査として、1年生1月、2年生1月、3年生8月の計4回（令和2年度3年生は、2年生5月を加えた計5回）継続的に実施した。回答は、質問に対して（5. 当てはまる 4. やや当てはまる 3. どちらでもない 2. あまり当てはまらない 1. 当てはまらない）の5件法で求め、評定値をそのまま得点とした。

アンケート調査の結果は、高知大学草場研究室協力のもと、43の質問項目のうち5つの因子（構成要素）と関係性のある質問項目20項目を確認的因子分析によって決定し、それらの得点の

平均値の差で資質・能力の伸長について分析し評価を行った。また、第IV期SSH事業の検証・評価を行う中で、運営指導委員会において「生徒の変容を数値的・統計的に処理して判断するだけでなく、SSHで求められている主体的に探究活動に取り組む態度などの部分を評価する必要がある」との指摘も受けていた。そのため、これまでの資質・能力アンケートを用いた評価に加え、理科の学習に関するアンケートやSSH事業と資質・能力の育成に関するアンケート、ポートフォリオを用いた計量テキスト分析などで検証・評価を行った。



5つの因子（構成要素）資質・能力アンケート20項目

因子(構成要素)	アンケート項目
課題発見力	Q4 私は、いつも、物事を多面的な視点で捉えようと、心掛けている。 Q28 私は、学習活動がうまくいかなかったときに、その理由を考えるようにしている。 Q37 私は、授業や学習活動のあとで、何ができて、何ができなかったのか、振り返るようにしている。 Q38 私は、日頃から疑問や問題意識を持って生活している。
文章表現力・情報発信力	Q2 私は、集めたデータを集計して、図や表にまとめることができる。 Q5 私は、まとめた提案を適切にプレゼンテーションすることができる。 Q17 私は、作成した図表や分析結果を用いて、有効な問題解決策を提案することができる。 Q36 私は、学習した内容について、5W1H(いつ、どこで、だれが、なにを、なぜ、どのように)を使って、まとめることができる。
論理的・批判的思考力	Q3 私は、自ら論理的に考え、答えを導き出すことができる。 Q8 私は、整理・分析した結果をもとに、自分の考えを持つことができる。 Q13 私は、相手の発言や意見に対して、疑問に感じたことは、納得するまで質問するようにしている。 Q29 私は、学習した内容について、なぜそのようになるのか、背景にある様々な知識を関連付けて説明することができる。
連携・協働する力	Q7 私は、相手を納得させるために、論点を整理して説明することができる。 Q25 私は、周りの雰囲気や感情にとらわれることなく、公正な態度で、相手の意見を聞くことができる。 Q30 私は、チームで取り組むとき、目標を達成するために積極的にアイデアを提案することができる。 Q40 私は、困難に直面しても、目標に向かってチームで追求することができる。
情報収集力	Q15 私は、世界の経済や環境、資源・エネルギー、食糧、人口、民族・宗教、領土など、世界の様々な問題に関心がある。 Q20 私は、国内外を問わず、今話題となっているニュースをテレビや新聞、書籍、スマホ等で見るとしている。 Q23 私は、高知県の歴史・文化、工業・産業、における良さを理解している。 Q26 私は、高知県が抱えている課題(人口減少や少子高齢化、財政、環境等)に関心がある。

(2) 資質・能力アンケートによる評価 (④関係資料, 4-(1)参照)

ア 普通科・理数科 (1年生)

理数系人材育成プログラムの開発に向け、プログラムの改善に取り組むことができた。理数科1年生のミニ課題研究は、これまでのOZUサイエンスの内容やサイエンスフィールドワークの一部をハイブリッドした形態で行えているため、効果的なプログラムとなっている。また、

ミニ課題研究に取り組んだ後にポスター発表まで行い、質疑応答を通して新たな課題の気づきを得ることができるように計画的に実施しているため、研究に必要なスパイラルを十分に経験させることができている。普通科の探究基礎では、「ALL高知」支援のもと、講演や地域フィールドワークの事前・事後学習を通して高知県の特性（強みや弱み）について学習し、2年生から始まる課題研究に連動するプログラムを構築することができている。これらの取組について、資質・能力アンケートの結果をもとに、2群（1年生5月，1年生1月）の平均値を比較し、探究活動における資質・能力の伸びについて検証・評価を行った。

理数科と普通科を比較すると、5月の段階での平均値は理数科の方が高く、自己効力感が高いことが示されている。1月の平均値と比較すると文章表現力・情報発信力の伸びが大きくなっている。平均値の推移は理数科（3.58→3.78），普通科（3.38→3.53）であった。昨年度は、新型コロナウイルスの影響でグループ学習や発表会等が十分に行えなかった。入学前の中学時においても同様のことが推察される。そのため、入学後の高校でのグループ学習や発表活動が大きく影響したことが考えられる。一方で、普通科では、全ての項目で平均値の伸びが見られたのに対して、理数科では「課題発見力」「論理的・批判的思考力」「連携協働する力」「情報収集力」の4項目で平均値の低下が見られた。

表1 理数科1年生の資質・能力の変容

因子	①1回目 (N=36)		②2回目 (N=36)		③3回目		④4回目		t 値 (70)	有意確率 (p)	効果量 (η^2)	多重比較 (Bonferroni)
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差				
課題発見力	3.96	0.84	3.93	0.92					-0.13	0.89		
文章表現力・情報発信力	3.58	0.86	3.78	0.85					0.96	0.34		
論理的・批判的思考力	3.83	0.83	3.76	0.89					-0.34	0.73		
連携・協働する力	3.96	0.72	3.83	0.87					-0.70	0.49		
情報収集力	3.66	1.02	3.60	0.89					-0.28	0.78		

※平均値のとりうる範囲は最小値 1.00～最大値 5.00 である。

表2 普通科1年生の資質・能力の変容

因子	①1回目 (N=228)		②2回目 (N=224)		③3回目		④4回目		t 値 (450)	有意確率 (p)	効果量 (η^2)	多重比較 (Bonferroni)
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差				
課題発見力	3.55	0.73	3.56	0.73					0.11	0.91		
文章表現力・情報発信力	3.38	0.75	3.53	0.76					2.10	0.04		②>①
論理的・批判的思考力	3.49	0.69	3.51	0.76					0.28	0.78		
連携・協働する力	3.72	0.68	3.80	0.72					1.15	0.25		
情報収集力	3.43	0.82	3.55	0.82					1.55	0.12		

※平均値のとりうる範囲は最小値 1.00～最大値 5.00 である。

イ 普通科・理数科（2年生）

資質・能力アンケートの結果について、3群（1年生5月，1年生1月，2年生1月）の平均値を比較し、探究活動における資質・能力の伸びについて検証を行った。

理数科・普通科ともに資質・能力の伸びが見られている。理数科では、課題発見力（3.56→3.81→3.95），文章表現力・情報発信力（3.55→3.73→3.92），論理的・批判的思考力（3.53→3.76→3.83），連携・協働する力（3.56→3.88→3.92）の伸びが大きい。普通科では、文章表現力・情報発信力（3.25→3.49→3.60），論理的・批判的思考力（3.37→3.44→3.59），連携・協働す

る力 (3.52→3.62→3.73) の伸びが大きい。また、それぞれの平均値が大きく上昇した時期は、課題研究に向けての具体的な活動を始めた時期と一致しており、課題研究への取組が生徒の資質・能力の向上に寄与していることが確認できた。これらの事から2年生に対するプログラムは概ね順調に進んでいると考えられる。

今年度は、資質・能力の変容についてt検定や多重分析を行うとともに、「効果量」についての分析も行った。効果量は「差の大きさ」を示す統計量で、いくつかの調査方法があるが、資質・能力の変容においては、「 η^2 」（偏イータ2乗）を用いた。「 η^2 」における効果量は「効果量 大」が「 η^2 」=0.14、「効果量 中」が「 η^2 」=0.06、「効果量 小」が「 η^2 」=0.01である。また、「効果量 大」は偏差値の変容に置き換えると、偏差値8に相当すると考えられていることから、「効果量 中」を偏差値4程度、「効果量 小」を偏差値2程度に相当すると考え検証・評価を行った。

理数科では、資質・能力の変容において、どの項目でも有意差は見られなかったが、効果量を見てみると、課題発見力において「効果量 小～中」、文章表現力・情報発信力において「効果量 小～中」、論理的・批判的思考力において「効果量 小～中」、連携・協働する力において「効果量 中」の効果があることが分かった。

普通科では、文章表現力・情報発信力、論理的・批判的思考力、連携・協働する力、情報収集力において有意差が見られた。効果量を見てみると文章表現力・情報発信力において「効果量 小～中」、論理的・批判的思考力において「効果量 小」、連携・協働する力において「効果量 小」の効果があることが分かった。

表3 理数科2年生の資質・能力の変容

因子	①1回目 (N=31)		②2回目 (N=32)		③3回目 (N=33)		④4回目		F値 (2,93)	有意確率 (p)	効果量 (η^2)	多重比較 (Bonferroni)
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差				
課題発見力	3.56	0.86	3.81	0.65	3.95	0.63			2.41	0.095	0.049	
文章表現力・情報発信力	3.55	0.77	3.73	0.60	3.92	0.58			2.55	0.083	0.052	
論理的・批判的思考力	3.53	0.81	3.76	0.59	3.83	0.62			1.62	0.204	0.034	
連携・協働する力	3.56	0.74	3.88	0.54	3.92	0.62			2.94	0.058	0.060	
情報収集力	3.50	0.89	3.42	0.67	3.55	0.79			0.23	0.798	0.005	

※平均値のとりうる範囲は最小値1.00～最大値5.00である。

※効果量の目安：「効果量 小」 $\eta^2=0.01$ 、「効果量 中」 $\eta^2=0.06$ 、「効果量 大」 $\eta^2=0.14$

表4 普通科2年生の資質・能力の変容

因子	①1回目 (N=223)		②2回目 (N=226)		③3回目 (N=223)		④4回目		F値 (2,669)	有意確率 (p)	効果量 (η^2)	多重比較 (Bonferroni)
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差				
課題発見力	3.49	0.74	3.56	0.74	3.64	0.75			2.25	0.107	0.007	
文章表現力・情報発信力	3.25	0.78	3.49	0.80	3.60	0.71			12.03	0.000	0.035	②、③>①
論理的・批判的思考力	3.37	0.75	3.44	0.72	3.59	0.73			5.35	0.005	0.016	③>①
連携・協働する力	3.52	0.78	3.62	0.81	3.73	0.74			3.76	0.024	0.011	③>①
情報収集力	3.40	0.88	3.51	0.81	3.59	0.76			3.16	0.043	0.009	③>①

※平均値のとりうる範囲は最小値1.00～最大値5.00である。

※効果量の目安：「効果量 小」 $\eta^2=0.01$ 、「効果量 中」 $\eta^2=0.06$ 、「効果量 大」 $\eta^2=0.14$

ウ 普通科・理数科（3年生）

資質・能力アンケートの結果をもとに、4群（1年生5月，1年生1月，2年生1月，3年生8月）の平均値に統計的な有意差があるかt検定や多重分析を行うとともに、「効果量」についての分析も行い、探究活動における資質・能力の伸びについて検証・評価を行った。

理数科では全体的に伸びているものの、3年生で資質・能力の低下が見られたものがあった。論理的・批判的思考力(3.72→3.80→3.93→3.88)，連携・協働する力(3.74→3.86→4.01→3.87)，情報収集力(3.26→3.64→3.63→3.48)では、2年生1月～3年生8月に資質・能力の低下が見られた。例年、3年生4月に行っていた四国地区SSH生徒研究発表会や5月のPTA総会におけるポスター発表会、8月の中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会などが、新型コロナウイルスの影響で中止または規模縮小、オンライン発表になったことで、一部の生徒だけの取組になってしまったこと、他校の生徒や保護者、有識者との交流が十分に取れなかったことなどが要因として考えられる。

普通科では、全ての項目で伸びが見られた。課題発見力(3.65→3.41→3.70→3.88)，文章表現力・情報発信力(3.16→3.38→3.61→3.75)，論理的・批判的思考力(3.39→3.31→3.57→3.78)，連携・協働する力(3.62→3.57→3.77→3.89)，情報収集力(3.50→3.44→3.71→3.82)と、いずれの伸びも大きかった。第Ⅳ期1・2年次には、普通科の生徒の研究発表の場が少なかったことから、プレゼンテーション体験ゼミを実施し、博物館や図書館の学芸員の方からプレゼンテーション指導を受ける機会を設けた。3年次からは、運営指導委員や外部の有識者を招へいしての普通科課題研究学年発表会などを実施した。これらの発表会を通して、社会科学分野の研究の進め方や情報の集め方、まとめ方、発表の仕方などを深化させてきた。第4年次には、第7回高校生国際シンポジウムで研究発表を行うことができた。理数科の取り組みを普通科にまで広げ、全校体制で課題研究に取り組んできた成果であると考えられる。

表5 理数科3年生の資質・能力の変容

因子	①1回目 (N=38)		②2回目 (N=37)		③3回目 (N=38)		④4回目 (N=39)		F値 (3,148)	有意確率 (p)	効果量 (η^2)	多重比較 (Bonferroni)
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差				
課題発見力	3.70	0.71	3.92	0.75	3.89	0.71	3.94	0.67	0.95	0.419	0.019	
文章表現力・情報発信力	3.37	0.88	3.80	0.91	3.80	0.71	3.93	0.71	3.50	0.017	0.066	④>①
論理的・批判的思考力	3.72	0.72	3.80	0.81	3.93	0.74	3.88	0.67	0.63	0.594	0.013	
連携・協働する力	3.74	0.76	3.86	0.87	4.01	0.68	3.87	0.75	0.83	0.479	0.017	
情報収集力	3.26	1.06	3.64	1.05	3.63	1.03	3.48	0.96	1.15	0.332	0.023	

※平均値のとりうる範囲は最小値1.00～最大値5.00である。

※効果量の目安：「効果量 小」 $\eta^2=0.01$ ，「効果量 中」 $\eta^2=0.06$ ，「効果量 大」 $\eta^2=0.14$

表6 普通科3年生の資質・能力の変容

因子	①1回目 (N=217)		②2回目 (N=221)		③3回目 (N=229)		④4回目 (N=227)		F値 (3,890)	有意確率 (p)	効果量 (η^2)	多重比較 (Bonferroni)
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差				
課題発見力	3.65	0.81	3.41	0.77	3.70	0.75	3.88	0.69	14.48	0.000	0.047	④>① ①、③、④>②
文章表現力・情報発信力	3.16	0.77	3.38	0.72	3.61	0.70	3.75	0.68	28.90	0.000	0.089	③、④>②>①
論理的・批判的思考力	3.39	0.74	3.31	0.72	3.57	0.70	3.78	0.67	19.09	0.000	0.060	④>③>①、②
連携・協働する力	3.62	0.76	3.57	0.74	3.77	0.70	3.89	0.70	8.84	0.000	0.029	③>② ④>①、②
情報収集力	3.50	0.86	3.44	0.83	3.71	0.75	3.82	0.81	10.64	0.000	0.035	③、④>①、②

※平均値のとりうる範囲は最小値1.00～最大値5.00である。

※効果量の目安：「効果量 小」 $\eta^2=0.01$ ，「効果量 中」 $\eta^2=0.06$ ，「効果量 大」 $\eta^2=0.14$

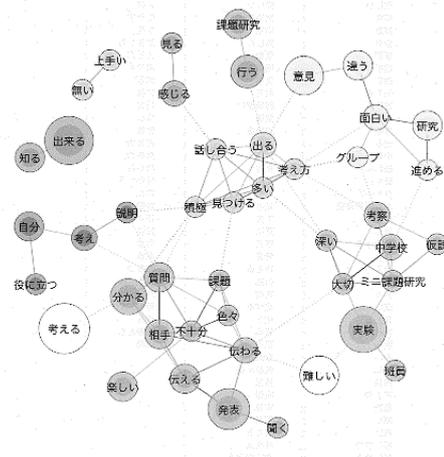
2年生と同様に、3年生でも資質・能力の変容についてt検定や多重分析を行うとともに、「効果量」についての分析を行った。理数科では、文章表現力・情報発信力において有意差が見られたが、それ以外の4項目では有意差が見られていない。理数科では調査人数が少ないため、数値変化の影響を受けにくい。また、5件法によるアンケート調査が天井効果などの影響を受け、有意差を示しにくくなっていること、プログラムの実施に伴いメタ認知能力が向上し、自分自身への要求度が高まったことが影響していると考えられる。そこで、「効果量」及びポートフォリオを用いた「計量テキスト分析」を行い、「数値的・統計的な判断だけでなく、主体的に探究活動に取り組む態度」などの検証・評価についても実施した。

理数科における効果量を見てみると、課題発見力において「効果量 小」、文章表現力・情報発信力において「効果量 中」、論理的・批判的思考力において「効果量 小」、連携・協働する力において「効果量 小」、情報収集力において「小～中」の効果があることが分かった。

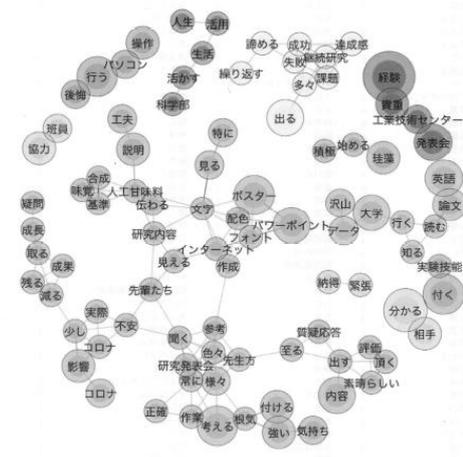
(3) 計量テキスト分析による評価

ポートフォリオにおける自由記述（エッセイ）を基に計量テキスト分析を行ったところ、資料1、2のような結果を得た。

資料1 ミニ課題研究発表会（理数科1年生）
計量テキスト分析の結果



資料2 課題研究発表会（理数科3年生）
計量テキスト分析の結果



計量テキスト分析は、単語の出現頻度を円の大きさで表し、単語の関連を線で繋いで図示したものである。1年生のミニ課題研究発表会（7月）後の自由記述（エッセイ）においては、「出来る」「考える」「分かる」「発表」「難しい」「実験」「意見」などのワードの出現が目立った。また、それぞれのワードの関連を見ていくと、「実験は難しい」や「班員との実験は大切」、「意見が違うのは面白い」、「質問を相手に分かるように伝える」、「中学校より深い」など、生徒の思考や気づきが見えてきた。しかし、探究活動と共起性の高いワードの出現は少なく、探究活動をまだ体験志向的に捉えている様子が伺える。それに対して、3年生の課題研究発表会（8月）後の自由記述（エッセイ）においては、「経験」「行う」「パソコン」「説明」「班員」「協力」「影響」「考える」「ポスター」「パワーポイント」「分かる」「付く」などのワードの出現が目立った。それぞれのワードの関連を見ていくと、「班員との協力」や「パソコンの操作を行う」、「説明を工夫した」、「工業技術センターでの貴重な経験」、「実験技能が身に付く」、「根気強く考える」「根気強く続ける気持ち」、「生活に活かす」、「失敗と成功」、「正確な作業」、「成功の達成感」、「英語の論文」、「コロナの影響」など、生徒の思考や気づきが非常に多く見えてきた。3年生では、探究活動と共起性の高いワードの出現が多く見られており、数値的・統計的に判断するだけでは見えてこなかった生徒の主体性や意欲、資質・能力などについての成長を見て取ることができた。

普通科では、調査項目の全ての変容で有意差が見られており、その効果量についても見てみる

と、課題発見力において「効果量 小～中」、文章表現力・情報発信力において「効果量 中～大」、論理的・批判的思考力において「効果量 中」、連携・協働する力において「効果量 小～中」、情報収集力において「小～中」の効果があることが分かった。どの項目でも理数科よりも大きな効果量が見られており、普通科の探究活動は十分な成果をあげることができていると考えられる。

理数科と普通科の資質・能力の伸長に違いが見られている理由としては、課題研究のプロセスの違いが影響していると分析している。理数科では、観察・実験を通してトライ&エラーを繰り返しながら研究のスパイラルを回す「研究型」の課題研究を行っているため、「失敗」を多く経験することになる。この「失敗」という経験を通して自己に対する要求度が増し、それがメタ認知能力を育成し、資質・能力アンケートの結果に現れている可能性がある。計量テキスト分析においても、「失敗と成功」や「正確な作業」といったワードが見られており、「研究型」の課題研究を行った場合には、「失敗」を通してメタ認知能力が向上している可能性が示唆された。

普通科では、現地調査やアンケート調査を通して地域課題の解決を図る「提案型」の課題研究に取り組んでいる生徒が多い。そのため、理数科の生徒に比べると「失敗」を経験する機会は少なくなっている。「失敗」の経験が少ないため探究活動に対する自己効力感が向上し、資質・能力が向上したと捉えている生徒が多いと考えられる。普通科の生徒については、ポートフォリオ評価を行う場面が少ないため、計量テキスト分析を実施できていない。課題研究のプロセスとメタ認知能力の育成の関係については、普通科の計量テキスト分析などを行うことで、さらに検証を進めていきたいと考えている。

(4) 理科の学習に関するアンケートによる学校間比較 (④関係資料, 4-(2), (3)参照)

平成30年告示の高等学校学習指導要領では、「観察・実験などを行い、科学的に探究する力を養う」ことが目的とされている。このことから、第Ⅳ期SSH事業の総括を行うため、秋田大学教育文化学部の原田氏が開発した「観察・実験に対する興味測定尺度(5件法)」を使用して、令和2年度は、県外のSSH指定校との学校間比較に取り組んだ。令和3年度は、県内のSSH非指定校(以下、一般校という)との学校間比較に取り組み、開発プログラムの検証・評価を行った。調査の回答は、質問に対して(5. 良く当てはまる 4. 当てはまる 3. どちらでもない 2. 当てはまらない 1. 全く当てはまらない)の5件法で求め、評定値をそのまま得点として学校間比較を行った。調査結果の分析については、高知大学教育学部の草場研究室の協力を得て行った。

令和2年度のアンケート調査では、本校と他県のSSH指定校2校(B高校, C高校)において、ポジティブ感情に学校間の差は無いが、校内で比較すると普通科理系クラスよりSSH指定クラス(本校は理数科)の方が高いという結果を得ている。また、「体験志向」に学校間の差はなく、校内で比較すると普通科理系クラスよりSSH指定クラスの方が高い。「思考活性志向」も学校間に差はなく、校内で比較すると普通科理系クラスよりSSH指定クラスの方が高いという結果を得ており、SSH指定クラスは学校に関係なく、観察・実験を通して深く考えることに価値を見出す傾向が強いことが示唆されていた。学校間比較における2要因分散分析の結果からも、各学校間における主効果(交互作用)に有意差が見られていないため、各校が開発実践しているプログラムの効果に差がないことが示されていた。しかし、一般校との比較が行われていないため、開発プログラムの検証・評価を行うためには、一般校との比較が必要であった。そこで、管理機関の協力のもと、県内の一般校との比較に取り組んだ。

一般校との学校間比較については、各校の2年生理系生徒(本校では理系クラスと理数科)に対し、年間2回(7月, 12月)のアンケート調査を実施して評価を行った。また、観察・実験に関するアンケートであるため、各校とも1回目と2回目のアンケート調査の間に、理科の観察・実験(科目は問わない)を1回以上実施することを条件とした。

アンケート結果については、1. 観察・実験に対する興味「ポジティブ感情」「体験志向」「思考活性志向」、2. 観察実験における方略「モニタリング方略」「関連付け方略」、3. 観察・実験に対する自己効力感に注目して分析・評価を行った。効果量については「d」を用いた。「d」における効果量は「効果量 大」が「d」=0.80、「効果量 中」が「d」=0.50、「効果量 小」

が「d」=0.20である。また、「効果量 大」は偏差値の変容に置き換えると、偏差値8に相当すると考えられていることから、「効果量 中」を偏差値4程度、「効果量 小」を偏差値2程度に相当すると考え検証・評価を行った。

「ポジティブ感情」は観察・実験に対する面白さや楽しさの強度を示すもので、観察・実験における方略に有意に影響を与えることが知られており、高いほど良いとされている。「体験志向」は普段と違う活動ができるので楽しいといった、観察・実験に対する浅い興味のこと、初期の段階では「体験志向」を高めることが必要であるが、段々低下することが望まれる。「思考活性志向」は、観察・実験に対して、深く考えることに価値を見出していく深い興味のこと、科学的に探究するうえで最も必要な項目である。「モニタリング方略」は、学習内容や実験手法などについて自分がどこまで理解できていて、何が理解できていないのかを振り返りながら取り組む学習方法のこと、メタ認知能力に非常に近い意味を持っている。「関連付け方略」は、未知の学習内容や実験手法に対して、既習事項と関連付けて課題解決に取り組む方法のこと、観察・実験における方略としては最も深い方法である。「観察・実験に対する自己効力感」は、観察・実験を行うことに対する自信や信念と関わりの深い項目で、実験技能の向上を図る上でも重要な項目である。

ア ポジティブ感情

ポジティブ感情の得点算出方法は、回答の平均値である。本校2年生が(3.98→4.10)と上昇しているのに対し、一般校2年生では(4.03→3.99)とやや低下している。分散分析の結果、ポジティブ感情の変容には有意差があり、その効果量も「効果量 小」程度の効果が見られている。したがって、本校の2年生で実施している課題研究や短期集中体験ゼミなどのプログラムは、約半年間で偏差値2程度に相当する効果を示しており、理数系人材の育成プログラムの導入としては有効であることが分かった。

イ 体験志向

体験志向の得点算出方法は、回答の平均値からポジティブ感情の得点を引いて算出するため、-3.00 から+3.00 の範囲で値を示す。正の値を示した場合はその傾向が相対的に強いことを示し、負の値は弱いことを示す。本校2年生が(0.27→0.21)とやや低下しているのに対し、一般校2年生では(0.23→0.24)とやや上昇している。分散分析の結果、体験志向の変容は有意差があるとは言えないが、「効果量 小」程度の効果が見られている。小さな正の値を示していることから、弱い体験志向の傾向が見られるが、2年生で実施しているプログラムの効果により、約半年間で偏差値2程度に相当する改善が見られている。

ウ 思考活性志向

思考活性志向の得点算出方法は、回答の平均値からポジティブ感情の得点を引いて算出するため、-3.00 から+3.00 の範囲で値を示す。正の値を示した場合はその傾向が相対的に強いことを示し、負の値は弱いことを示す。本校2年生が(-0.22→-0.21)とやや上昇しているのに対し、一般校2年生では(-0.23→-0.23)と変化していない。分散分析の結果、思考活性志向の変容に有意差は見られず、効果量も有効な値を示していない。小さな負の値を示していることから、やや思考活性志向が弱いことが示唆される。新型コロナウイルスの影響で、課題研究が思うように進んでいないことや外部連携が十分に図れていないことなどが理由として考えられるが、プログラムの改善に向けたエビデンスを得ることができたとも考えている。思考活性志向を強化するためのプログラム改善に取り組んでいきたい。

エ モニタリング方略

モニタリング方略の得点算出方法は、回答の平均値である。本校2年生が(3.92→4.03)と上昇しているのに対し、一般校でも(3.91→3.95)とやや上昇している。分散分析の結果、モニタリング方略の変容に有意差は見られていないが、「効果量 小」程度の効果が見られている。有意差は見られていないものの、一般校との伸び率を比較すると約3倍の差がある。モニタリング方略は、メタ認知能力に近い意味を持っており、本校では「失敗」の経験がメタ認知能力に影響を及ぼす可能性があると考えている。一般校で行う観察・実験の多くは、実験手順書が用意されており、手順書に従って実験を進めていけば、基本的に失敗することは無い。一方で、課題研究

などの探究活動では、実験手順書が準備されることは無く、生徒自らの力で研究手法等を考えて取り組むため、普通科の生徒であっても一般校の生徒よりは「失敗」を経験することが多い。これらの経験が、モニタリング方略が上昇した要因ではないかと考えている。

オ 関連付け方略

関連付け方略の得点算出方法は、回答の平均値である。本校2年生が(4.08→4.14)と上昇しているのに対し、一般校でも(4.08→4.12)とやや上昇している。分散分析の結果、関連付け方略の変容に有意差は見られず、効果量も有効な値を示していない。関連付け方略は、未知の学習内容や実験手法に対して、既習事項と関連付けて課題解決に取り組む方法のことである。一般校の観察・実験においても実験レポートの作成など、フィードバックの取組は行っているが、課題研究においては、ポスターやスライド資料の作成まで行い発表活動を行っているため、一般校のフィードバックよりも効果的で、関連付け方略に効果的であると考えていた。しかし、伸び率をみると一般校よりも大きいものの、有意差や効果量として見られるほどで無かったため、生徒へのフィードバックについては、さらに研究を行う必要があると考えられる。

カ 観察・実験に対する自己効力感

観察・実験に対する自己効力感の得点算出方法は、回答の平均値である。本校2年生が(4.01→4.09)と上昇しているのに対し、一般校2年生では(4.15→4.10)とやや低下している。分散分析の結果、観察・実験に対する自己効力感の変容には有意差があるものの、効果量は有効な値を示していない。本校の生徒に改善が見られるものの、一般校の生徒の平均値の方が高いという結果であった。これについては、仕方がない部分があるとも考えている。課題研究や短期集中体験ゼミなどのプログラムは高度な内容の実験が多く、実験操作も複雑なうえ、扱う実験器具はどれも一般の高校では見たことが無いようなものが多い。そのため、観察・実験に対する自己効力感が高くなりづらいと考えられる。その中で、平均値が上昇したことを前向きに捉え、継続的にプログラムを進めていきたい。

(5) 各SSH事業の評価 (④関係資料, 4-(4)参照)

本校で実施している各SSH事業が、生徒の資質・能力の育成に対して、どのようにつながっているのかを明らかにし、各事業の取組と生徒に身に付けさせたい資質・能力の関係を検証・評価するために、事業ごとにGoogleフォームを用いたアンケート調査(4件法)を実施した。回答は、表7の質問項目に対して(1.伸びた 2.伸びなかった 3.下がった 4.分からない)で回答を求め、どの事業が生徒のどの資質・能力の育成に機能しているか検証・評価を行った。

事業ごとの調査結果より、各SSH事業は目的としていた資質・能力の育成に概ね効果があることが分かった。また、全ての事業が相互補完的に働くことで、本校が目指す5つの資質・能力の育成につながっていることが分かった。

表7 Googleフォームによるアンケート調査(4件法)

因子(構成要素)	質問項目
情報収集力	事業への取組を通して、情報収集力【コンピューターを使っての検索の仕方・有識者からアドバイスをもらう方法・積極的に質疑応答する力など】が伸びましたか。
連携・協働する力	事業への取組を通して、他者と連携・協働する力【互いの考えを伝え合う力・役割を分担するなど】が伸びましたか。
論理的思考力 批判的思考力	事業への取組を通して、論理的・批判的思考力【客観的な根拠をもとに考察する力・情報を鵜呑みにせず自ら論理的に考える力など】が伸びましたか。
文章表現力 情報発信力	事業への取組を通して、文章表現力・情報発信力【論理的・具体的に説得力のある文章を作成する力、自分の言葉で人に考えや思いを伝える力など】が伸びましたか。
課題発見力	事業への取組を通して、課題発見力【得られた結果や情報を整理して、自ら改善点や新たな問いを見つける力など】が伸びましたか。

ア ミニ課題研究Ⅰ(理数科1年生)

アンケートの結果よりミニ課題研究Ⅰでは、「連携・協働する力」と「課題発見力」で大きな伸びが見られた。また、得られた結果を分析・考察しスライド資料やポスターにまとめる過程で、「文章表現力・情報発信力」においても伸びが見られた。研究のスパイラルを体験することを目的に実施しているため、ミニ課題研究における研究内容や研究手法は、指導担当から指示される。

そのため、「情報収集力」での伸びがやや小さい。また、実験内容をまとめポスターを作成する時間や発表の時間を十分にとることができなかつたため、「論理的・批判的思考力」においても伸びが小さい。

イ 理数科課題研究中間発表会（理数科2年生）

理数科2年生では、進捗状況の管理と研究内容のブラッシュアップを目的に、課題研究中間発表会を10月に早めて実施した。夏期休業などを利用して例年よりも早く研究を進めた結果、ほぼ全ての資質・能力で伸びを実感しているという結果が得られた。発表会を通じて、外部の有識者から指導・助言を頂くことで、新たな課題発見や先行事例などの情報収集を行うことができるため、校内外問わず、発表会への積極的な参加を促していきたい。

ウ 理数科課題研究発表会（理数科3年生）

理数科3年生は、理数科課題研究発表会への取組を通して全ての資質・能力で伸びを実感しているという結果が得られた。理数科課題研究発表会は、外部から多くの専門家を迎えて実施しているため生徒に係る負荷も大きいですが、その効果も大きく、本校で実施している全ての事業の中で、最も効果的であることが分かった。

エ サイエンスセミナー（理数科2・3年生）

サイエンスセミナーでは、大学や研究機関から講師を招いての講演や実験・実習活動を通して、科学技術に対する興味・関心を高め、知識・理解を深めるとともに、科学的な思考力を養うことを目的としている。このことから本事業の目的は「情報収集力」と「課題発見力」の向上である。アンケートの結果からは「論理的・批判的思考力」と「課題発見力」の育成で一定の効果が見られた。「情報収集力」では半数程度の生徒が「伸びた」と回答しているものの「分からない」と回答した生徒の割合も多く、講演内容に興味を持てなかつた生徒が一定数いた。事前・事後指導を行う中で、生徒の興味・関心を高め、より効果的に働くよう改善を図りたい。

オ OZUサイエンス（理数科1・2年生）

OZUサイエンスは、本校の教員が校内で実施する実験・実習で、発展的な実験・実習を通して科学に対する興味・関心、理解をより深めるとともに、実験手法の習得や習熟を目的としている。このことから本事業の目的は「連携・協働する力」「論理的・批判的思考力」「課題発見力」の向上である。アンケートの結果からは「連携・協働する力」「論理的・批判的思考力」「課題発見力」の育成で概ね効果があるものの、「論理的・批判的思考力」の回答で「分からない」と答えた生徒の割合が多く、実験指導の改善を図りたい。

カ サイエンスフィールドワーク（理数科1・2年生）

サイエンスフィールドワークでは、研究手段としてのフィールドワークの意義を学ぶことや四国・高知県の研究施設や科学技術に対する理解を深めることを目的としている。このことから本事業の目的は「情報収集力」「課題発見力」の向上である。アンケートの結果からは、「課題発見力」「連携・協働する力」「論理的・批判的思考力」で効果が見られた。「情報収集力」については、「分からない」との回答が一定数あった。フィールドワークに向けた事前学習を行ったことで、新しい情報の入手が少なくなりアンケート結果に影響した可能性がある。昨年度より事前学習を少なくしたことで、改善は見られている。また、フィールドワークにあまり関連が無い「文章表現力・情報発信力」において伸びが見られた理由としては、ポートフォリオの提出を義務づけたことが影響していると考えられる。

キ 短期集中体験ゼミ（普通科・理数科全学年）

短期集中体験ゼミは、大学や研究機関の施設等で行うハイレベルな実験・実習活動で、普段とは異なる環境で生徒の興味・関心を喚起して、高い学習効果をもたらすことを目的としている。このことから本事業の目的は、「情報収集力」「連携・協働する力」「論理的・批判的思考力」「課題発見力」の向上である。アンケートの結果からは「情報収集力」「連携・協働する力」「論理的・批判的思考力」「課題発見力」の育成で大きな効果が見られた。本校で実施しているプログラムの中で、短期集中体験ゼミの効果が非常に大きいことが分かった。自走化後も継続的に実施できるよう事業の精選が必要である。

(6) 国際性の育成に関する評価 (④関係資料, 4- (4) 参照)

将来、国際的に活躍することのできる科学技術系人材の育成に向け、グローバルな視点をもった生徒を育成することを目標に国際性の育成事業に取り組んだ。今年度は、新型コロナウイルスの影響で、SSH台湾海外研修を実施することができなかつたため、代替プログラムとして、国立科学工業園区実験高級中学とのオンライン交流会を実施した。また、科学英語Ⅱにおける英語でのポスター発表会を代替の一つと位置づけ、県内大学の理系学部留学生のほか、県内ALTに対してオンラインで英語でのポスター発表を実施した。ALTの参加協力を得たことで、国際色豊かな発表会となった。オンラインでの発表会となったことで英語の聞き取りが難しくなり、四苦八苦する姿が見られたが、発表を繰り返すうちに、身振り手振りを交えながら堂々と発表できるようになり、英語でのプレゼンテーションにおいて成長が伺えた。発表会后、Google フォームを用いたアンケート調査(4件法)を実施した。1つ目は、科学英語が生徒のどの資質・能力の育成につながっているかについてで、回答は、表7の質問項目に対して(1. 伸びた 2. 伸びなかった 3. 下がった 4. 分からない)で求めた。2つ目は、英語に対する興味・関心と4技能についてで、回答は、表8の質問項目に対して(4. 高い 3. やや高い 2. やや低い 1. 低い)の4件法で求め、評定値をそのまま得点とし、2年生5月時点と3年12月時点での経年比較を行った。

表8 Google フォームによるアンケート調査(4件法)

英語の4技能	質問項目
リスニング力	科学英語の活動は、英語のリスニング能力の向上につながる(つながった)と思いますか?現在の自分の能力を4段階で選んでください。
スピーキング力	科学英語の活動は、英語のスピーキング能力の向上につながる(つながった)と思いますか?現在の自分の能力を4段階で選んでください。
リーディング力	科学英語の活動は、英語のリーディング能力の向上につながる(つながった)と思いますか?現在の自分の能力を4段階で選んでください。
ライティング力	科学英語の活動は、英語のライティング能力の向上につながる(つながった)と思いますか?現在の自分の能力を4段階で選んでください。

科学英語への取組を通して、4技能に対する自己評価が改善されている。これは、科学英語が生徒の学習姿勢や自己効力感に良い影響を与えていることを示している。また、本校で実施している科学英語の特徴は、科学分野の実験活動を英語で行うところにある。ALTから講義を受けた後、実験計画を自分たちで立案し、その後実験活動を行うため、実験技能の向上や資質・能力の伸長にも効果的で、連携・協働する力の伸びも大きいことが示された。今後は、扱う内容やテーマ数について検討を行い、さらに効果的なものになりたい。到達目標が英語でのプレゼンテーションであることを明示し、英語による質疑・応答の向上に向け取り組んでいきたい。指導内容や時間配分など難しい面もあるため、英語や理科の授業との往還を図り、教科横断の取組で改善を図りたい。

9 SSH中間評価において指摘を受けた事項の改善・対応状況

(1) 研究成果の普及

これまでに研究開発した教材等の公開については、著作権等の確認作業ができたものから学校ホームページへの掲載を行っている。「OZUサイエンス実験書」や「ループリック」「課題研究チェックシート」などが中心である。また、昨年度は、高知大学教育学部の草場研究室と共同研究に取り組み、日本理科教育学会四国支部会報に論文を掲載することができた。

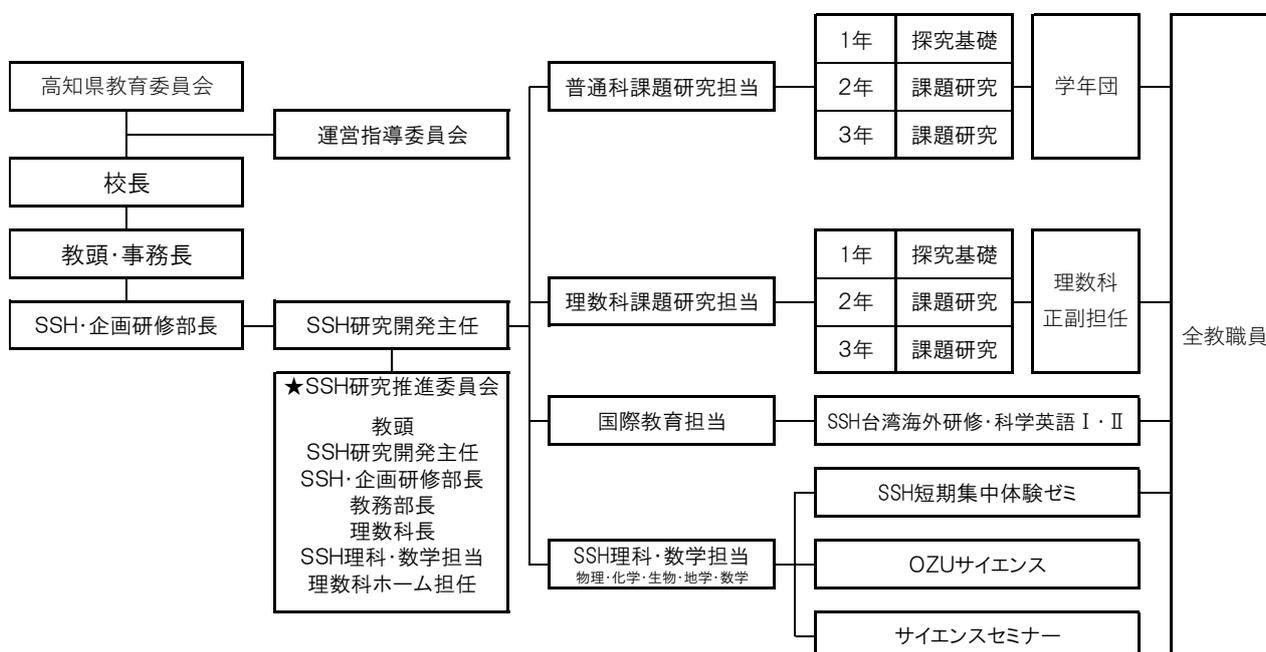
(2) 生徒が自ら課題を発見し主体的にテーマ設定していくための取組

理教科における「課題発見力」の伸びに課題があつたため、探究基礎の取組の一部を見直し、ミニ課題研究に取り組むようにプログラムを改善した。SSH指定第Ⅲ期までの成果である「OZUサイエンス」を取り入れたミニ課題研究を実施し、幅広い実験技能の習得に取り組むとともに、具体的な研究のスパイラルを早期に体験させるようにした。学期ごとに発表会を実施し、質疑・応答を繰り返すことで、課題発見力や課題解決力、論理的・批判的思考力、基礎的なプレゼンテーション技能なども身に付けられるように工夫した。今後のさらなる改善点としては、研究の背景についてよく調査させることで、研究の新規性を理解させ、自分事として研究に取り組めるようにループリックの改善等に取り組むたい。

10 校内におけるSSHの組織的推進体制

校長をトップに、担当分掌をSSH・企画研修部として、各教科にSSH担当を配置した。また、全教職員を普通科課題研究の推進に向けたメンターとして、SDGsにおける17のテーマに振り分け、指導・助言を行う窓口とした。担当分掌の中には、普通科の課題研究、理数科の課題研究担当をそれぞれおき、SSH事業担当者会を週1回程度開催した。また、普通科の課題研究については、担当分掌が主導して、クラスの担任・副担任との打ち合わせ会を週1回程度行った。理数科の課題研究については、SSH研究主任と物理、化学、生物、地学、数学の主担当との打ち合わせ会を週1回行った。各教科のSSH担当は、理数科1年生「ミニ課題研究」の指導や「短期集中体験ゼミ」の引率を行った。また、SSH課題研究発表会では、理数科3年生の発表をルーブリックで評価し、課題研究において生徒がどのような力を身に付けたかを測り、そこで得た情報を各教科や所属している学年団全体に広げ、全校教員が課題研究のプロセスや課題研究で身に付けさせるべき力を理解したうえで、協力して課題研究の指導にあたることのできる体制を強化した。

SSHの組織的推進体制



11 研究開発成果の発信及び普及

(1) ALL高知への還元

産学官民連携によるALL高知での支援に対する還元として、「ものづくり総合技術展」でのポスター掲示及び動画発表を行った。新型コロナウイルス感染拡大の影響で生徒の参加は中止となったが、高知県の地域課題をテーマに取り組んできた課題研究の成果について、ポスター掲示するとともにポスター発表の様子を動画撮影して会場で上映した。ポスターの掲示に合わせて動画発表することで、開催期間中に来場された方々に対して本校での探究活動の成果をより詳細に公表することができた。

普通科1年生の地域フィールドワークでの学習の成果を公表するため、支援いただいた県内企業や大学、関係機関の方々に対してポスター発表を行う予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大の影響で、外部からの参加については中止とした。

(2) SSH生徒課題研究発表会等への参加

課題研究や自然科学系部活動における研究の成果について、様々な発表会で発表することができた。昨年度からの新型コロナウイルス感染症拡大の影響で、現地集合しての発表会は減少しオンラ

インでの発表会が主流となってきた。全国各地で行われる発表会への参加のハードルは下がったが、通信環境の問題や質疑応答時の有識者との交流が効率的に行えていない、参加者が少人数に限定されてしまうなどの問題もあった。しかし、オンライン開催の場合、感染症対策以外にも予算を必要としないなどのメリットが大きいので、今後も積極的に活用していきたい。

(3) 小津チューター事業

高知市内の小学校と連携した科学実験講座を小津チューター事業として実施した。今年度は化学発光について、小学生が体験的に学ぶ機会を提供することができた。また、地元メディアへの取材依頼を行い、SSH事業についての普及活動にも取り組んだ。

(4) 京都府立桃山高等学校との連携

今年度は、お互いの学校を訪問しての課題研究成果発表を行うことができなかったが、両校のSSH課題研究発表会にオンラインで参加し、研究の成果を発表し合うことができた。7月に実施した本校の理数科SSH課題研究発表会では、桃山高等学校グローバルサイエンス部より化学分野で「二種類の物質における溶解度曲線について」の研究発表をしていただいた。また、2月に実施された桃山高等学校の自然科学科SSH課題研究発表会では本校の課題研究生物班が生物分野で「植物の老化抑制についての研究」を発表した。他校との連携が生徒の意欲向上に大きく影響することから、今後も京都府立桃山高等学校との連携を継続的に行っていきたい。

(5) 高高度発光現象の同時観測に関する研究会

世界最大・最高密度の「高高度発光現象の観測チーム」の一員として、スプライトやエルブスなどの高高度発光現象を数多く捉えることに成功している。高高度発光現象の同時観測に関する研究会をオンラインで開催し、全国の共同観測校とともに研究協議を行った。未だ解明されていない高層大気の高エネルギー発光現象の発生メカニズム解明に向け、全国32校との観測ネットワークの運営と、それを活用した継続的な研究を進めるとともに、高校生が世界最先端の研究に参画できる体制をさらに整えていきたい。

(6) 保護者を対象とした課題研究ポスター発表会

新型コロナウイルスの影響により、規模を縮小して実施した。当日参加できなかった保護者に対して、発表動画をYouTubeの限定公開で視聴できるように配慮した。また、個人情報許可を得ることができたグループについては、学校ホームページに期間限定で発表動画をアップし、県内の中学生や関係者に対して課題研究の成果を公表した。動画のアップに関しては、管理機関の協力のもと、県内の中学校に対し案内を送付するなど広く成果の普及にも努めた。

(7) 研究開発に関する広報活動

学校新聞「若鳩」（年4回発行）に研究開発記事を掲載し、研究の普及を図った。また、SSH活動については、活動内容などを学校ホームページに掲載した。研究開発したOZUサイエンスの実験書や取組段階ごとのループブック、課題研究チェックシートなどを学校ホームページに一般公開し、成果の普及を行った。県内の一般校に対し、実験プリントの配布や実験器具等の貸し出しを行うなど、SSH事業で得られた成果の普及を行った。

12 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性

(1) 探究的な学習活動

第Ⅳ期SSHでは、評価システムの再構築に取り組み、取組段階ごとのループブックの作成や資質・能力アンケートを用いた評価を行ってきた。しかし、理数科の生徒については、資質・能力の伸長を十分に評価しきれない部分がある。自由記述などのポートフォリオ評価を取り入れ、生徒の変容を数値的・統計的に処理して判断するだけでなく、主体的に探究活動に取り組む態度な

どの部分を評価できるようにする必要があると考えられる。

(2) 国際性の育成

今年度は、新型コロナウイルスの影響でSSH台湾海外研修が実施できなかったため、代替プログラムとして台湾の国立科学工業園区実験高級中学の生徒とオンライン交流を行った。しかし、台湾がロックダウン中であったため、生徒は自宅からの参加となり、相互の課題研究発表や共同研究に向けた実験活動等を行うことができなかった。今後もオンラインを利用しての交流活動が活発になることが予想されるため、オンラインによる海外交流の在り方を再検討し、継続的に国際性の育成を図っていききたい。また、英語での実験や発表活動について、科学英語と短期集中体験ゼミの往還を図り、県内在住の外国人研究者による実験講座の開催などについても検討していく。

(3) 短期集中体験ゼミ

宿泊を伴う事業や外部機関を訪問しての体験ゼミは、中止または規模を縮小して実施するなど、感染対策に留意しながら7事業を実施した。昨年度に続き、参加人数を絞っての実施となったため、参加者総数は、昨年度の110名とほぼ同数の112名であった。短期集中体験ゼミに参加した生徒に対して、Google フォームによる事業評価アンケートを実施した結果、ハイレベルな体験実習への参加が生徒の資質・能力の向上に有効であることが示された。しかし、感染症対策とのバランスが難しく、効果的な取組を安全且つ多くの生徒に対して実施するための方策について、検討が必要である。また、自走化後も継続的に実施できるよう事業の精選に取り組む。特に、IoTやAI技術に触れる機会が十分とは言えないため、短期集中体験ゼミを発展させ、高大連携事業として新たなプログラムの研究開発に取り組むことで、Society5.0を担う次世代の理数系人材の育成に向け、引き続き研究開発に取り組んでいきたい。

(4) 理数系人材育成のための探究学習の普及

第IV期で取り組んだ他校間比較の結果、本校で研究開発してきたプログラムが、理数系人材の育成に一定の効果があることが明らかとなった。これらのプログラムと評価システムについては、学校ホームページを通じて公開するなどの普及を行っているが、他校との合同研究発表会や教員研修会の実施などを通してさらなる普及を図りたい。

④関係資料

1 令和3年度教育課程表 普通科・理数科（全学年）

教科	科目	標準 単位数	普通科 文型				普通科 理型				理数科			
			1年	2年	3年	計	1年	2年	3年	計	1年	2年	3年	計
国語	国語総合	4	5				5				4			14
	国語表現	3			18									
	現代文A	2			5									
	現代文B	4		3	4	20		2	3	15		2	3	
	古典A	2												
地理歴史	世界史A	2										2		4
	世界史B	4								4				
	日本史A	2				9				5				
	日本史B	4		3		13			②	7			2	
	地理A	2												
公民	現代社会	2												4
	倫理	2		2		4		2		4		2		
	政治・経済	2	2				2				2			
数学	数学Ⅰ	3	4				4							20
	数学Ⅱ	4		4				4						
	数学Ⅲ	5			12				7	20				
	数学A	2	2				2							
	数学B	2		2				3						
	数学活用	2												
理科	科学と人間生活	2												16
	物理基礎	2	2				2							
	物理	4						3	3					
	化学基礎	2						2						
	化学	4		2					4					
	生物基礎	2	2				2							
	生物	4												
	地学基礎	2												
理科課題研究	1													
保健体育	体育	7~8	3	3	2	10	3	3	2	10	3	2	2	9
	保健	2	1	1			1	1			1	1		
芸術	音楽Ⅰ	2												2
	音楽Ⅱ	2												
	音楽Ⅲ	2												
	美術Ⅰ	2												
	美術Ⅱ	2	2			2	2			2				
	美術Ⅲ	2												
	工芸Ⅰ	2												
	工芸Ⅱ	2												
	工芸Ⅲ	2												
	書道Ⅰ	2												
外国語	コミュニケーション英語基礎	2												18
	コミュニケーション英語Ⅰ	3	4				4				4			
	コミュニケーション英語Ⅱ	4		4		19		4		19		4		
	コミュニケーション英語Ⅲ	4			4				4			4		
	英語表現Ⅰ	2	2				2				2			
	英語表現Ⅱ	4		2	3			2	3			2	2	
	英語会話	2												
家庭	家庭基礎	2	2				2				2			2
	家庭総合	4				2				2				
	生活デザイン	4												
情報	社会と情報	2				2								2
	情報の科学	2	2				2				2			
小計	総合的な探究の時間(探究基礎)	3~6		1				1						3
	(課題研究)				1				1			1		
小計			34	30~32	23~29	87~93	34	34	31~34	97~100	20	18	15	53

専門 学校設定	教科	科目	標準 単位数	普通科 文型				普通科 理型				理数科						
				1年	2年	3年	計	1年	2年	3年	計	1年	2年	3年	計			
専門	理数	理数数学Ⅰ	5～8											7			46	
		理数数学Ⅱ	6～12													5		5
		理数数学特論	2～8													2		3
		理数物理	3～8												2	2		4
		理数化学	3～8												2	2		4
		理数生物	3～8												2	2		
		理数地学	3～8													2		
		課題研究	2～6													2		2
学校設定	理数	探究基礎	1											1		1		
学校設定	国語	国語演習Ⅰ				b③	0～5											
学校設定	国語	国語演習Ⅱ				a②												
学校設定	地歴	地歴演習Ⅰ				①	0～1											
学校設定	公民	公民演習				b③	0～3				③	0～3						
学校設定	数学	数学演習Ⅰ				2	2～4											
学校設定		数学演習Ⅱ				a②												
学校設定	理科	化学入門								2								
学校設定		化学基礎演習					2	5				2						
学校設定		生物基礎演習				2	1											
学校設定	外国語	地学基礎演習																
学校設定		英語演習Ⅰ				②												
学校設定		英語演習Ⅱ					b③	0～5							1			
学校設定	外国語	科学英語Ⅰ														1		
学校設定		科学英語Ⅱ																
専門	体育	スポーツⅡ	2～12			②	a②	0～4										
専門	家庭	フードデザイン	2～10			②		0～5										
専門	家庭	子どもの発達と保育	2～8				b③											
学校設定	芸術	総合音楽					a②											
学校設定		総合美術					a②	0～2										
学校設定		総合書道					a②											
小計					2～4	5～11	7～15			2	0～3	2～5	14	16	19	49		
ホームルーム活動					1	1	1	3		1	1	1	3	1	1	1	3	
合計					35	35	35	105		35	35	35	105	35	35	35	105	
備考				・2年次で選択した地歴の科目は、3年次も継続履修する。 ・アまたはイ・ウで世界史を選択。 ・2年の選択は○の中から2単位 ・3年の選択は○の中から8単位 ・イを選択したものは、aから2単位選択 ・ウを選択したものは、地歴演習、aから2単位、bから3単位選択				・3年地歴は、1科目を選択する。 ・日本史A、地理Aを選択したものは公民演習を選択する。 ・2年次で選択した理科の基礎を付さない科目は、3年次も継続履修する。				・3年地歴は、1科目を選択する。 ・2年理数は、1科目を選択する。 ・3年理数は、1科目を選択する。 ただし、2年次で理数地学を履修した場合は、3年次も継続履修する。 ・情報の科学と総合的な探究の時間は、課題研究と探究基礎および科学英語Ⅰと科学英語Ⅱで代替する。						

2 課題研究テーマ一覧

【理数科2年生課題研究テーマ一覧】

番号	分野	研究テーマ	人数	備考
1	物理	水力発電	3	継続
2		標準変色表のデジタル化	3	
3		反射光を抑制できるソーラーパネルの形状に関する研究	4	
4	化学	新規人工甘味料の研究開発	5	継続
5		生活習慣病を改善する高知県の植物抽出物の成分解析	4	
6	生物	A T Pで植物ホルモンの活性化は可能か	3	
7		四国における遺伝的な多様性	4	
8		コンポストの消臭	4	
9	地学	津波の波圧と堆積物の関係	3	継続

【理数科3年生の課題研究テーマ一覧】

番号	分野	研究テーマ	人数	備考
1	物理	異常粘性現象（ダイラタンシー）	4	
2		ムペンバ効果について	3	継続
3	化学	糖が他の物質の溶解度に与える影響についてⅡ	4	継続
4		清涼飲料水と脱灰作用 ～唾液の保護効果～	4	
5		フリーズドライ牛乳の実用性に向けた溶解特性に関する研究	3	
6	生物	光刺激とプラナリアの記憶継承との関係性	2	
7		ブルーギルの稚魚の捕獲トラップの作成	4	
8		テントウムシ類によるアブラムシの捕食数の比較	3	
9		天然酵母 ～高知の植物から酵母を育て活用する～	4	
10	地学	防波堤の形状と津波減衰について ～浦戸湾三重防護堤を考える～	4	継続
11	数学	モンティ・ホール問題の一般化	4	

【普通科2年生中間学年発表会 研究テーマ】

学年・クラス	研究テーマ
2年1H	LGBTQについて
2年2H	ゲノム編集のメリット・デメリット
2年3H	I C Tを取り入れた教育について
2年4H	屋内、野外の部活のの違い ～どっちが汗をかいても動きやすいの？～
2年5H	プラスチックを分解したい！！
2年6H	ジェンダー問題：同性婚

【普通科3年生学年発表会 研究テーマ】

学年・クラス	研究テーマ
3年1H	高知県の空き家の増加に伴って起こる問題とその改善策について
3年2H	高知県の児童・生徒の学力を更に向上させるには？
3年3H	パッケージデザインを通して高知の観光業を発展させる
3年4H	サイクルトレイン
3年5H	A iの可能性 ～医療分野と防災分野の融合～
3年6H	勉強するときに音楽を聴くことの是非について

3 研究開発の成果（ルーブリック等）

(1) 普通科課題研究におけるチェックシート

研究を進めていく中で、時々、このチェックリストと自分たちの作業内容を照らし合わせて確認しよう

B: 全員が満たすべき項目 A: 全員が満たすことが望ましい項目 S: 目指してほしい項目

○ or × で答える

評価する項目	レベル (難易度)	チェック項目	自己チェック			他者チェック		チェック時期				
			1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	2年7月 研究計画 書	2年10月 進捗状況 クラス報 告会	2年1月 中間クラ ス報告会	3年5月 クラス報 告会(結 末完成)	
提案型or 実験・観察型	B	①提案型は研究のまとめとして、自分の研究から得たことをどこか(だれか)に提案することを想定できているか										
	B	②実験・観察型は実験や観察を通して、自分で問いの答えを見つける探究となっているか										
研究テーマ (タイトル)	B	①本当に興味のある領域の研究テーマとなっているか										
	B	②大きすぎず、自分が研究可能な領域となっているか(例:少子高齢化や環境問題などは大きすぎる。さらに細分化した領域に落とし込むこと)										
	B	③高度すぎず、自分が研究可能な領域となっているか(例:相対性理論などは高度すぎる)										
	B	④個人の差による影響が大きすぎず、一般的な結論が出せそうな領域となっているか										
研究背景	B	①自分がこれまでに調べた内容をもとに、客観的にその領域の説明ができていますか										
	B	②自分の研究を理解するうえで必要な知識を記載できているか										
	B	③何を明らかにしたいのかを明確に記載できているか										
	A	④研究背景に先行研究が記載できているか										
	A	⑤自分の研究に関連する内容で、現段階ですでにわかっていることを記載できているか										
	A	⑥自分の研究に関連する内容で、現段階で明らかになっていないことや課題を記載できているか										
	A	⑦上の項目で、自分が調べられていないのか、現在だれも分かっていない未知のことなのかについて明確に記載できているか										
	A	⑧研究背景に記載された内容で、文献調査から分かった内容について文中に引用元を明確に記載できているか										
仮説	B	①明らかにしたいことと、その問いに対する予想される答えを使って仮説を書いているか										
	B	②仮説は「○○ならば、△△なのではないか?」という形で書いているか										
	B	③定義があいまいな言葉・マジックワード(例:平和、安全、オタク、美人など)を使用せずに書いているか										
	B	④文献を調べたらずくわかるような内容ではなく、自分で研究する余地がある内容となっているか										
	B	⑤具体的に明確であるか										
	B	⑥自分で、この1年間で検証可能な仮説となっているか										
	A	⑦すでに説明されている内容ではなく、自分の研究を通して解明する内容となっているか										
研究の進め方 研究方法	B	①具体的な手法を記載できているか										
	B	②それぞれの研究方法について日程の計画(いつまでに何をやるのか)を記載できているか										
	B	③自分で、この1年間で実現可能な研究方法となっているか										
	B	④仮説を検証するために適切な研究方法となっているか										
	B	⑤研究方法に文献調査が含まれているか										
	B	⑥研究方法にアンケートやフィールドワーク(インタビューや現地調査)などの文献調査以外の手法が含まれているか										
	B	⑦実験・観察型の場合、研究方法に実験や観察が含まれているか										
	B	⑧アンケートやインタビューの内容を明確に記載できているか										
	B	⑨研究方法に先行研究調査が含まれているか(研究背景で記載があればこの項目は省く)										
	B	⑩アンケートやインタビューなどに関しては決められた手順(配布冊子参照)を踏んだか										
	A	⑪研究方法に、文献調査以外で客観的な数値データを得られる手法が含まれているか										
	A	⑫文献調査はどこで、何を調べるのかを明確に記載できているか										
	A	⑬実験・観察型の場合、条件を一つだけ変えた実験や観察を計画できているか										
	A	⑭調査や実験、観察の分析方法を記載できているか(例:アンケートを集計し、平均値を比較する。t検定を行うことで有意差を判断する など)										
	A	⑮アンケートやインタビューを誰に対して行うのかを明確に記載しているか										
	A	⑯フィールドワークを行う際に、どこで、どのような形で行うかを明確に記載しているか										
	A	⑰アンケート調査は十分な対象人数に行っているか										
	A	⑱調査や実験、観察の分析方法を記載できているか(例:アンケートを集計し、平均値を比較する。t検定を行うことで有意差を判断する など)										
結果	B	①結果に記載された内容で、文献調査から分かった内容について文中に引用元を記載できているか										
	B	②客観的な数値データを示せているか										
	B	③アンケートの回収枚数や有効回答数についての記載があるか										
	B	④実験・観察型は、行った実験や調査について、実験回数や日時、内容、対象者等の明確な記載があるか										
	A	⑤数値の羅列ではなく、わかりやすく図や表を活用できているか										
考察	S	⑥自分で得られた数値データを統計的に分析できているか(相関分析、回帰分析、t検定等)										
	B	①自分で得られた客観的なデータから、何が言えるのかを考察できているか										
提案	B	②仮説が正しかったかどうかについて、結果をもとに考察できているか										
	B	③実験・観察型は、実験や観察の結果から科学的に考察できているか										
	B	①提案型は、得られた客観的なデータに基づき考察から、提案ができていますか										
成果物 (スライド、論文) 全体に関して	A	②提案型は、だれに対する提案なのかを明確に記載できているか										
	B	①写真や図、表などで自分が作成したもの以外について、写真・図・表のすぐ下に引用元を明確に記載できているか										
	B	②自分がとった写真で、個人が特定されるような写真を使用する場合、本人に掲載許可をとっているか										
	B	③自分がとった写真を使用する場合、施設等の撮影許可をとっているか										
	B	④スライド1枚目に自分たちの研究に関連するSDGsの目標アイコンを掲載できているか										
	B	⑤引用文献を正しく成果物の最後に記載できているか										
	B	⑥参考文献を正しく成果物の最後に記載できているか										
	A	⑦自分がやったことの紹介だけで終わらず、自分の研究成果が社会にどのように貢献できるかを記載できているか										
	A	⑧自分がアンケート等で得た情報と、他者から得た情報(文献調査など)を明確に区別できているか										
	A	⑨アンケートやフィールドワークでお世話になった方への謝辞があるか										
	A	⑩考察に至るまでの論に飛躍がなく、根拠に基づき論理的に構成されているか										
発表に 関して	A	⑪この研究がどのように社会に貢献できるかについての記載があるか										
	S	⑫実験・観察型は、仮説・実験・結果・考察のプロセスを複数回行っているか										
	B	①大きな声で発表できているか										
	B	②指定された時間を守って発表できているか										
	A	③原稿を見ずに発表できているか										
※パフォーマンス評価	A	④聴衆の方を見ながら発表できているか										
	A	⑤質問された内容を的確に理解し、適切な回答ができていますか										

(2) 理数科課題研究における取組段階ごとのルーブリック

理数科【課題研究】 パフォーマンス評価（ルーブリック）

評価項目		評価基準			評価時期と評価する事業						
		A	B	C	2年		3年				
					6月 スライド	1月 スライド	4月 ポスター	6月 ポスター	7月 スライド	8月 論文	
1	研究の目的	①研究動機が明確か。	研究動機が明確であり、分かりやすい。	研究動機の記載や説明はあるが、分かりにくい。	研究動機に記載や説明がない。	●	●	●	●	○	●
		②明らかにしたい事象が明確か。	明らかにしたい事象が明確であり、分かりやすい。	明らかにしたい事象の記載や説明はあるが、分かりにくい。	明らかにしたい事象の記載や説明がない。	●	●			○	
2	情報収集	既知と未知の事項について調査し、明らかにできているか。	先行研究や背景となる事項について調査し、既知と未知の事項を明らかにしている。	先行研究や背景となる事項について調査しているが、既知と未知の事項に不透明な点がある。	先行研究や背景となる事項について調査しておらず、既知と未知の事項が明らかにできていない。	●	○	○	○	○	●
3	仮説の検証	検証可能で適切な仮説を立てているか。	検証可能で適切な仮説を立てている。	検証可能な仮説であるが、適切であるか不透明である。	検証可能な仮説ではない。または、仮説の設定がない。	●	●	○	○	○	●
4	研究手法	①研究手法は妥当か。	課題を解決するための妥当な研究方法である。	課題を解決するための研究方法として疑問が残る。	課題を解決するための研究方法として明らかに不適である。	●	●	●	○	●	●
		②実験データを記載できているか。	実験データが記載されており、実験回数や日時、内容、対象者等の明確な記載がある。	実験データを記載しているが、実験回数や日時、内容、対象者等の明確な記載がない。	実験データの記載がない。		●	●	●	●	●
		③データに基づき、論理的に考察できているか。	得られた結果から論理的な考察を行っている。	考察はしているが、結論に至る過程で論理性に無理がある。	考察がない。				●	●	●
5	研究の進展	研究のプロセスを複数回行っているか。 ※数学チームは除く	＜実験・観察・考察・次回の実験計画＞のプロセスにもとづき、2回以上行っている。	＜実験・観察・考察・次回の実験計画＞のプロセスにもとづき、1回行っている。	＜実験・観察・考察・次回の実験計画＞のプロセスにもとづいて行っていない。					○	●
6	情報の表し方	①表やグラフ、図を活用し分かりやすく表現しているか。	表やグラフ、図を活用し、分かりやすく表現している。	表やグラフ、図は記載されているが、分かりにくい。	表やグラフ、図が活用されていない。			●	●	●	●
		②発表時の声の大きさや態度はどうか。	原稿を見ず、大きな声で、聴衆の方を見て発表できている。	左記3観点のうち1つ物足りないものがある。	2つ以上物足りない点がある。	○	●	●	●	●	
		③質問に対する応答は適切で分かりやすいか。	質問された内容を理解し、適切な回答ができている。	回答がやや的外れである。または、回答するまでにしばらく時間がかかっている。	回答することができなかった。		○	○	○	○	
		④参考文献・引用文献を正しく記載しているか。	参考文献・引用文献を正しく記載している。	参考文献・引用文献の記載はあるが、記載の仕方が不十分である。	参考文献・引用文献の記載がない。	●	●	○	○	●	●

※取組段階に応じて●の項目を評価する

(3) 科学英語におけるルーブリック

科学英語

プレゼンテーション ルーブリック

	4	3	2	1
目的/仮説	目的と仮説が先行研究から論理的に導かれおり、目的に意義があり、仮説を検証することが可能である。	目的と仮説が先行研究から導かれおり、目的は妥当で、仮説を検証することが可能である。	目的と仮説が示されているが、目的および、目的と仮説の関連が不明確である。	目的と仮説が示されているが、目的に意義がなく、目的と仮説の関連が見られない。
科学的な手法	科学的な手法をうまく用いている。対照実験を実施し、比較データを用いており、既習の知識に情報を照らし合わせ、予想を立てている。	科学的な手法を適切に用いている。対照実験を実施し、比較データを用いている。	科学的な手法を使っているが、対照実験と比較データの使用に不十分などがある。	科学的な手法は最小限度しか用いられず、手順が抜けている。
データ/結果	データが明確に示されており、仮説や疑問に直結している。	データは妥当に示されており、仮説や疑問との関連が十分にある。	データは最小限度に示されており、仮説や疑問にいくらか関連している。	データが示されていない。または、データが仮説や疑問に関連していない。
分析/結論	論理的な結論がデータによって導き出されており、仮説や疑問の答えになっている。	論理的な結論がデータから導き出されている。	妥当な結論がデータから導き出されている。	結論がデータと関係ない。
パワーポイント	つづり間違いや文法的間違いがないスライドが発表内容を分かりやすくしている。	つづり間違いや文法的間違いがごく少しあるスライドが発表内容を説明している。	つづり間違いや文法的間違いがいくつかあるスライドが発表内容に関する情報がある程度示している。	つづり間違いや文法的間違いが多いスライドが発表内容に関する情報をほとんど示していない。

4 研究開発の成果と課題を示す根拠

(1) 資質・能力アンケートの結果

ア 普通科・理数科（1年生）における記述統計量

資質・能力	普通科								理数科							
	第1回		第2回		第3回		第4回		第1回		第2回		第3回		第4回	
	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)
課題発見力 Q4,28,37,38	228	3.55 (0.73)	224	3.56 (0.73)					36	3.96 (0.84)	36	3.93 (0.92)				
文章表現力・情報発信力 Q2,5,17,36	228	3.38 (0.75)	224	3.53 (0.76)					36	3.58 (0.86)	36	3.78 (0.85)				
論理的・批判的思考力 Q3,8,13,29	228	3.49 (0.69)	224	3.51 (0.76)					36	3.83 (0.83)	36	3.76 (0.89)				
連携協働する力 Q7,25,30,40	228	3.72 (0.68)	224	3.80 (0.72)					36	3.96 (0.72)	36	3.83 (0.87)				
情報収集力 Q15,20,23,26	228	3.43 (0.82)	224	3.55 (0.82)					36	3.66 (1.02)	36	3.60 (0.89)				

※平均値のとりうる範囲は最小値 1.00～最大値 5.00 である。

イ 普通科・理数科（2年生）における記述統計量

資質・能力	普通科								理数科							
	第1回		第2回		第3回		第4回		第1回		第2回		第3回		第4回	
	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)	人数	平均値 (標準偏差)
課題発見力 Q4,28,37,38	223	3.49 (0.74)	226	3.56 (0.74)	223	3.64 (0.75)			31	3.56 (0.86)	32	3.56 (0.65)	33	3.56 (0.63)		
文章表現力・情報発信力 Q2,5,17,36	223	3.25 (0.78)	226	3.49 (0.80)	223	3.60 (0.71)			31	3.56 (0.77)	32	3.56 (0.60)	33	3.56 (0.58)		
論理的・批判的思考力 Q3,8,13,29	223	3.37 (0.75)	226	3.44 (0.72)	223	3.59 (0.73)			31	3.56 (0.81)	32	3.56 (0.59)	33	3.56 (0.62)		
連携協働する力 Q7,25,30,40	223	3.52 (0.78)	226	3.62 (0.81)	223	3.73 (0.74)			31	3.56 (0.74)	32	3.56 (0.54)	33	3.56 (0.62)		
情報収集力 Q15,20,23,26	223	3.40 (0.88)	226	3.51 (0.81)	223	3.59 (0.76)			31	3.56 (0.89)	32	3.56 (0.67)	33	3.56 (0.79)		

※平均値のとりうる範囲は最小値 1.00～最大値 5.00 である。

ウ 普通科・理数科（3年生）における記述統計量

資質・能力	普通科								理数科							
	第1回		第2回		第3回		第4回		第1回		第2回		第3回		第4回	
	人数	平均値 (標準偏差)														
課題発見力 Q4,28,37,38	217	3.65 (0.81)	221	3.41 (0.77)	229	3.70 (0.75)	227	3.88 (0.69)	38	3.70 (0.71)	37	3.92 (0.75)	38	3.89 (0.71)	39	3.94 (0.67)
文章表現力・情報発信力 Q2,5,17,36	217	3.16 (0.77)	221	3.38 (0.72)	229	3.61 (0.70)	227	3.75 (0.68)	38	3.37 (0.88)	37	3.80 (0.91)	38	3.80 (0.71)	39	3.93 (0.71)
論理的・批判的思考力 Q3,8,13,29	217	3.39 (0.74)	221	3.31 (0.72)	229	3.57 (0.70)	227	3.78 (0.67)	38	3.72 (0.72)	37	3.80 (0.81)	38	3.93 (0.74)	39	3.88 (0.67)
連携協働する力 Q7,25,30,40	217	3.62 (0.76)	221	3.57 (0.74)	229	3.77 (0.70)	227	3.89 (0.70)	38	3.74 (0.76)	37	3.86 (0.87)	38	4.01 (0.68)	39	3.87 (0.75)
情報収集力 Q15,20,23,26	217	3.50 (0.86)	221	3.44 (0.83)	229	3.71 (0.75)	227	3.82 (0.81)	38	3.26 (1.06)	37	3.64 (1.05)	38	3.63 (1.03)	39	3.48 (0.96)

※平均値のとりうる範囲は最小値 1.00～最大値 5.00 である。

(2) 観察実験に対する興味観測尺度（5件法）¹⁾

1. 理科に対する価値		
興味価値		
1. 1	理科の勉強の内容は、面白いと思います。	
1. 2	理科の勉強は、楽しいと思います。	
1. 3	理科で勉強する内容は、つまらないと思います。	
1. 4	理科で勉強する内容に、興味があると思います。	
利用価値		
1. 5	理科の内容は、私の身の回りで役に立っていると思います。	
1. 6	理科を勉強することで、身の回りの出来事や現象のしくみを理解する事ができると思います。	
1. 7	理科の内容をよく知っていると、ふだんの生活の中で役に立つことがあると思います。	
1. 8	理科を勉強することは、希望の進路を実現するために特に大事だと思います。	
1. 9	理科の勉強ができることは、就職するときに役に立つと思います。	
1. 10	理科の勉強は、大学入試で合格するために特に重要だと思います。	
2. 観察・実験に対する興味		
ポ ジ チ ブ 感 情	2. 2	私は、理科の観察・実験では、やりがいがあるからおもしろいと思う。
	2. 3	私は、理科の観察・実験では、新しい知識や実験の技能が身につくからおもしろいと思う。
	2. 6	私は、理科の観察・実験では、自分たちでやり遂げられることがおもしろいと思う。
	2. 7	私は、理科の観察・実験では、自分の知っている知識が増えるからおもしろいと思う。
	2. 10	私は、理科の観察・実験では、自分たちで課題を解決できることがおもしろいと思う。
	2. 11	私は、理科の観察・実験では、新しいことを考える力が身につくからおもしろいと思う。
	2. 14	私は、理科の観察・実験では、実験が成功したときにおもしろいと思う。
	2. 15	私は、理科の観察・実験では、新しい発見があるからおもしろいと思う。
	体験志向	
	2. 1	私は、理科の観察・実験では、普段の授業とは違う体験ができることがおもしろいと思う。
	2. 5	私は、理科の観察・実験では、反応の様子を実際に見られることがおもしろいと思う。
	2. 9	私は、理科の観察・実験では、普段見られない現象を見られることがおもしろいと思う。
	2. 13	私は、理科の観察・実験では、今までに使ったことがない実験器具を扱えることがおもしろいと思う。
	思考活性志向	
	2. 4	私は、理科の観察・実験では、自分の予想と違った結果になったとき、その理由を考えることがおもしろいと思う。
	2. 8	私は、理科の観察・実験では、現象の規則性や法則の理解が深まることがおもしろいと思う。
	2. 12	私は、理科の観察・実験では、予想と結果を照らし合わせて考えることがおもしろいと思う。
	2. 16	私は、理科の観察・実験では、疑問に思ったことを深く考えていくことがおもしろいと思う。
3. 観察・実験に関する方略		
手順遵守方略		
3. 1	私は、理科の観察・実験では、先生の指示通りに行うようにしている。	
3. 5	私は、理科の観察・実験では、注意事項を守って行うようにしている。	
3. 9	私は、理科の観察・実験では、指示されていない操作は行わないようにしている。	
3. 13	私は、理科の観察・実験では、先生が指示したルールを守って行うようにしている。	
協働的方略		
3. 2	私は、理科の観察・実験では、班員で協力して行うようにしている。	
3. 6	私は、理科の観察・実験では、分からないことがあれば班員の意見を聞いて行うようにしている。	
3. 10	私は、理科の観察・実験では、班でお互いの意見を取り入れながら行うようにしている。	
3. 14	私は、理科の観察・実験では、班員と話し合いながら行うようにしている。	
モニタリング方略		
3. 3	私は、理科の観察・実験では、新しい発見は何かを振り返るようにしている。	
3. 7	私は、理科の観察・実験では、どのような知識や技能が身についたのかを振り返るようにしている。	
3. 11	私は、理科の観察・実験では、調べたいことが確かめられていたのかを振り返るようにしている。	
3. 15	私は、理科の観察・実験では、新しい課題は何かを振り返るようにしている。	
関連付け方略		
3. 4	私は、理科の観察・実験では、これまで学習した内容と照らし合わせながら行うようにしている。	
3. 8	私は、理科の観察・実験では、これまで学習してきた知識と関連付けながら行うようにしている。	
3. 12	私は、理科の観察・実験では、予想と照らし合わせながら実験結果の考察を行うようにしている。	
3. 16	私は、理科の観察・実験では、これまで身につけた知識や技能を生かしながら行うようにしている。	
4. 観察実験に対する自己効力感		
4. 1	私は、理科の観察・実験では、集中して取り組むことができる。	
4. 2	私は、理科の観察・実験では、するときめたら、すぐかんばるることができる。	
4. 3	私は、理科の観察・実験では、難しいと感じる中でも進んで取り組むことができる。	
4. 4	私は、理科の観察・実験では、失敗してもあきらめずに取り組むことができる。	
4. 5	私は、理科の観察・実験では、難しいと感じる中でも間違えずに取り組むことができる。	
4. 6	私は、理科の観察・実験では、実験がうまくいまでやりとげることができる。	

5. 理科の活用志向性

職業活用志向	
5. 1	将来は、理科で学んだ内容を使う仕事に就きたい。
5. 2	実験や観察によって、まだわかっていないことを調べる仕事に就きたい。
5. 3	理系の大学に進んで、将来は、そこで研究したことを生かした仕事に就きたい。
5. 4	自分は、理系分野の“科学者”になりたい。
5. 5	理科の知識を使って、何か新しいことを発見するような職業に就きたい。
5. 6	理科で学んだ考え方を生かして、何かを開発するような仕事に就きたい。
日常生活志向	
5. 7	学校を卒業した後も、理科で学んだ内容を日常生活で生かしたい。
5. 8	科学に関するニュースを見たとき、理科で学んだ知識と関連づけて考えたい。
5. 9	もし、将来、子どもの教育に関わることがあれば、理科の知識や考え方を教えたい。
5. 10	理系の職業でなくても、理科で学んだことを仕事の場面で生かしたい。
5. 11	理科で学んだ学習内容を、積極的に生活に役立てたい。
5. 12	商品の広告を見て買うか買わないかを決めるとき、理科の知識を判断材料にしたい。
臨床医学志向	
5. 13	理科の知識を使って人や動物の病気やけがを癒す職業に就きたい。
5. 14	将来は、人や動物が健康に生きられるように科学の知識を使う職業に就きたい。
5. 15	理科で学習するような科学的な知識に基づいて、患者さんや動物の病気や怪我に寄り添う仕事に就きたい。
5. 16	大学などへの進学では、人や動物の健康について学ぶ理系の学部へ行きたい。
5. 17	私は、医師になりたいと考えている。
5. 18	人や動物の命を守るために、科学の知識を用いるような仕事に就きたい。

- ※1 興味価値…………… 「理科の勉強は楽しい」などのように、理科に対する楽しさや面白さ
- ※2 利用価値…………… 「生活の中で役立つ、進路実現に役立つ」などのように日常生活における理科の役立ち
- ※3 ポジティブ感情…………… 観察・実験に対する面白さや楽しさの強度
- ※4 体験志向…………… 観察・実験における体験に関する価値の志向性
- ※5 思考活性志向…………… 観察・実験における思考活性に関する価値の志向性（とりうる値の範囲は-3.00 から+3.00 である）
- ※6 手順遵守方略…………… 観察・実験において教師の指示やルールに従う方略
- ※7 協働的方略…………… 観察・実験において他者と協力する方略
- ※8 モニタリング方略…………… 観察・実験において課題解決の方法を振り返る方略（メタ認知に近い）
- ※9 関連付け方略…………… 観察・実験において既習事項と関連付ける方略
- ※10 自己効力感…………… 観察・実験を行うことができる自信や信念
- ※11 職業活用志向…………… 理科で学んだことを将来の職業選択に生かそうとする志向性
- ※12 日常生活志向…………… 理科で学んだことを日常の生活に生かそうとする志向性
- ※13 臨床医学志向…………… 理科で学んだことを医学系の職業に生かそうとする志向性（第3回調査のみ）

(3) 理科の学習に関するアンケート結果

ア S S H指定校との学校間比較におけるコース別の記述統計量（令和2年度実施）²⁾

変数名	高知小津(n=151)				B高校(n=74)				C高校(n=144)			
	理系		理数科		理系		SSH指定クラス		理系		SSH指定クラス	
	Mean	(SD)	Mean	(SD)	Mean	(SD)	Mean	(SD)	Mean	(SD)	Mean	(SD)
観察・実験に対する興味												
ポジティブ感情	3.77	(0.70)	4.11	(0.78)	3.85	(0.65)	4.35	(0.54)	3.83	(0.65)	4.10	(0.76)
体験志向	0.22	(0.35)	0.04	(0.19)	0.17	(0.37)	0.12	(0.23)	0.30	(0.38)	0.10	(0.32)
思考活性志向	-0.25	(0.37)	-0.01	(0.16)	-0.26	(0.44)	-0.16	(0.29)	-0.16	(0.45)	-0.03	(0.37)

イ S S H指定校との学校間比較における2要因分散分析の結果（令和2年度実施）²⁾

変数名	学校				コース				交互作用			
	F値	df1	df2	(η_p^2)	F値	df1	df2	(η_p^2)	F値	df1	df2	(η_p^2)
観察・実験に対する興味												
ポジティブ感情	1.37	2	353	(.01)	20.68***	1	353	(.06)	0.62	2	353	(.00)
体験志向	1.43	2	353	(.01)	12.68***	1	353	(.03)	1.15	2	353	(.01)
思考活性志向	2.09	2	353	(.01)	11.76***	1	353	(.03)	1.04	2	353	(.01)

***p<.001

【引用文献】

- 1) 原田勇希・中尾友紀・鈴木達也・草場実 (2019) 「観察・実験に対する興味と学習方略との関連の検討—因子分析による興味の変質分析を基礎として—」『理科教育学研究』 第60巻, 第2号, 409-424.
- 2) 宮崎亮介・原田勇希・齋藤恵介・亀山晃和・畠中俊暉・草場実(2020) 「高校生の観察・実験に対する興味の学校間比較」『日本理科教育学会四国支部会報』 第39号, 17-18.

ウ S S H非指定校との学校間比較における記述統計量, 効果量, 分散分析 (令和3年度実施)

変数名	7月時点				12月時点				効果量 (小津) (d)	分散分析 (交互作用) (p)
	小津(n=157)		一般校(n=179)		小津(n=157)		一般校(n=177)			
	Mean	(SD)	Mean	(SD)	Mean	(SD)	Mean	(SD)		
理科に対する価値										
興味価値	3.47	(0.48)	3.34	(0.62)	3.50	(0.42)	3.40	(0.64)	0.066	0.661
利用価値	4.10	(0.57)	4.00	(0.70)	4.21	(0.54)	4.02	(0.72)	0.214	0.246
観察・実験に対する興味										
ポジティブ感情	3.98	(0.73)	4.03	(0.83)	4.10	(0.63)	3.99	(0.81)	0.199	0.025*
体験志向	0.27	(0.34)	0.23	(0.32)	0.21	(0.34)	0.24	(0.34)	0.226	0.103
思考活性志向	-0.22	(0.31)	-0.23	(0.37)	-0.21	(0.32)	-0.23	(0.32)	0.061	0.792
観察・実験における方略										
手順遵守方略	4.61	(0.49)	4.63	(0.55)	4.61	(0.50)	4.64	(0.56)	0.012	0.887
協働的方略	4.46	(0.60)	4.52	(0.56)	4.51	(0.52)	4.53	(0.59)	0.108	0.487
モニタリング方略	3.92	(0.62)	3.91	(0.76)	4.03	(0.60)	3.95	(0.70)	0.202	0.442
関連付け方略	4.08	(0.60)	4.08	(0.70)	4.14	(0.57)	4.12	(0.69)	0.147	0.567
観察・実験に対する自己効力感	4.01	(0.71)	4.15	(0.75)	4.09	(0.62)	4.10	(0.70)	0.167	0.021*
理科の活用思考										
職業活用思考	2.84	(0.88)	2.89	(1.07)	2.96	(0.92)	2.84	(1.04)	0.162	0.089+
日常活用思考	3.63	(0.79)	3.51	(0.98)	3.63	(0.79)	3.50	(1.00)	0.196	0.123
臨床医学思考	2.95	(0.96)	2.93	(1.17)	2.89	(1.05)	2.80	(1.19)	0.112	0.861

+p<.10 *p<.05

※1 平均値のとりうる範囲は最小値 1.00～最大値 5.00 である。

※2 効果量の目安: 「効果量 小」 d = 0.20, 「効果量 中」 d = 0.50, 「効果量 大」 d = 0.80

※3 「体験志向」「思考活性志向」の得点は正の値の場合その傾向が相対的に強く、負の値は弱いことを示す。

※4 各要素の得点の算出の仕方は以下のとおり

「興味価値」得点 = (項目 1.1～1.4 の回答の平均値)

「利用価値」得点 = (項目 1.5～1.10 の回答の平均値)

「ポジティブ感情」得点 = (項目 2.1～2.16 の回答の平均値)

「体験志向」得点 = (項目 2.1, 2.5, 2.9, 2.13 の回答の平均値) - (「ポジティブ感情」得点)

「思考活性志向」得点 = (項目 2.4, 2.8, 2.12, 2.16 の回答の平均値) - (「ポジティブ感情」得点)

「手順遵守方略」得点 = (項目 3.1, 3.5, 3.9, 3.13 の回答の平均値)

「協働的方略」得点 = (項目 3.2, 3.6, 3.10, 3.14 の回答の平均値)

「モニタリング方略」得点 = (項目 3.3, 3.7, 3.11, 3.15 の回答の平均値)

「関連付け方略」得点 = (項目 3.4, 3.8, 3.12, 3.16 の回答の平均値)

「観察・実験に対する自己効力感」得点 = (項目 4.1～4.6 の回答の平均値)

「職業活用志向」得点 = (項目 5.1～5.6 の回答の平均値)

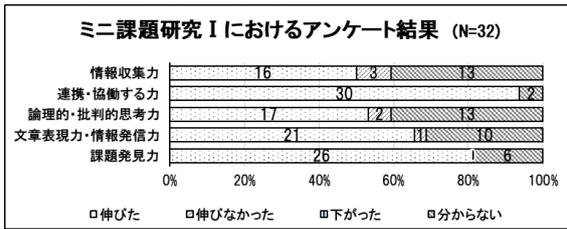
「日常活用志向」得点 = (項目 5.7～5.12 の回答の平均値)

「臨床医学志向」得点 = (項目 5.13～5.18 の回答の平均値)

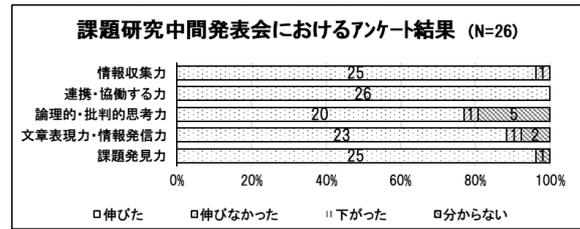
(4) 各SSH事業の評価

ア SSH事業と資質・能力の育成

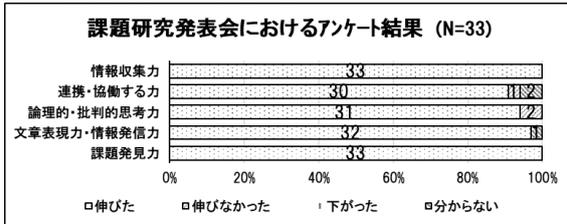
ミニ課題研究 I (理数科1年生)



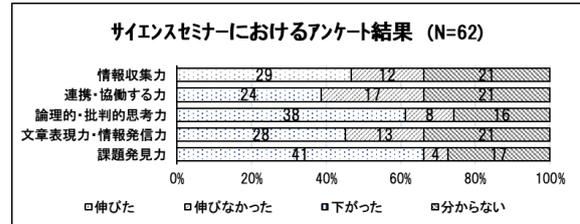
課題研究中間発表会(理数科2年生)



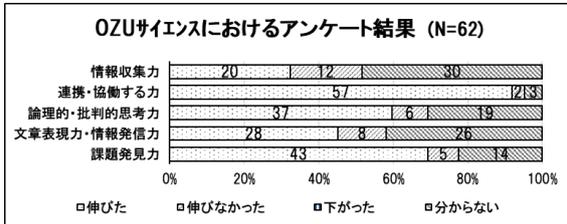
課題研究発表会(理数科3年生)



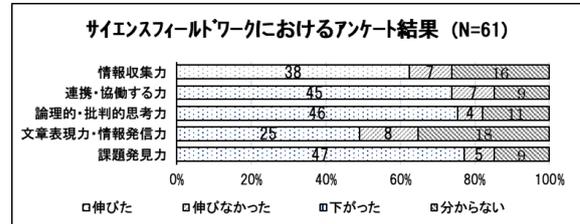
サイエンスセミナー(理数科2, 3年生)



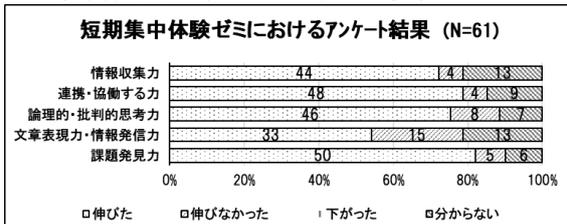
OZUサイエンス(理数科1, 2年生)



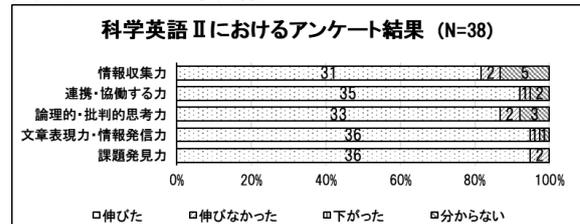
サイエンスフィールドワーク(理数科1, 2年生)



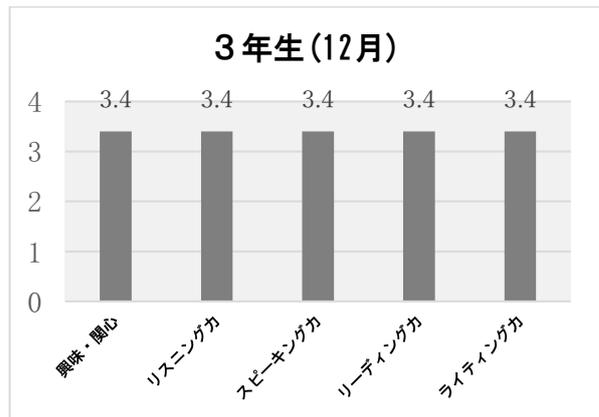
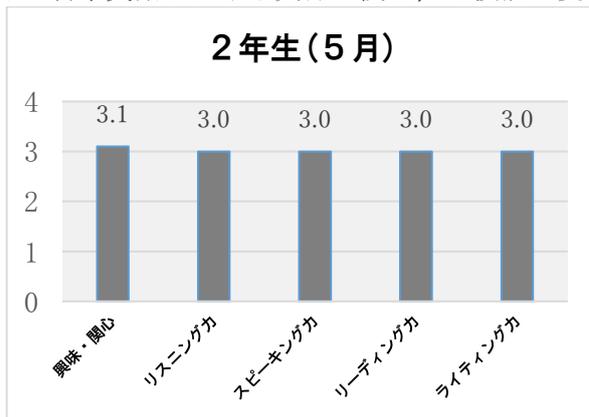
短期集中体験ゼミ(普通科・理数科全学年)



国際性の育成(科学英語Ⅱ)



イ 科学英語における興味・関心, 4技能の変容



音力発電って何？～発電量と定在波について～

高知県立高知小津高校 理数科3年
井上 敬司・高石 武英・浜田 大諒・弘瀬 陽南人

動機

騒音を有効活用することができないかと思い研究を始めた。

先行研究

定在波によるものとみられる発電量の増加がみられたが、測定した周波数域が狭く不確実

目的

定在波と発電電圧の関係を明らかにする

仮説

定在波により発電電圧の増加がみられる

定在波とは

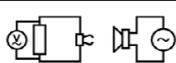
反対向きに同じ速さで進む、波長・振幅の等しい正弦波が重なり、合成波がどちらにも進んでないように見える波

準備物

- ・ファンクションジェネレーター
- ・マルチメーター
- ・抵抗 (100kΩ)
- ・筒 (塩化ビニルパイプ:30cm)
- ・増幅器
- ・圧電素子

測定方法

音源から出た音を圧電素子で受信し、発生した電圧をマルチメーターで測定する。



理論値の求め方

筒の半径: r [m] n 倍振動の周波数: f_n [Hz]
筒の長さ: l [m] 音速: V [m/s]
波長: λ [m] 温度: t [°C]
開口端補正: Δl [m]

$$V=331.5+0.6t-①$$

$$f_n = nV/4(l+\Delta l) \quad (n=1, 3, 5, \dots)-②$$

基本振動	285Hz	13倍振動	3705Hz	25倍振動	7125Hz
3倍振動	855Hz	15倍振動	4275Hz	27倍振動	7695Hz
5倍振動	1425Hz	17倍振動	4845Hz	29倍振動	8265Hz
7倍振動	1995Hz	19倍振動	5415Hz	31倍振動	8835Hz
9倍振動	2565Hz	21倍振動	5985Hz	33倍振動	9405Hz
11倍振動	3135Hz	23倍振動	6555Hz	35倍振動	9975Hz

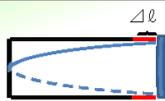
基本振動の周波数の求め方

$$f_{n+2} - f_n = 2f_1$$

$$f_1 = (f_{n+2} - f_n) / 2$$

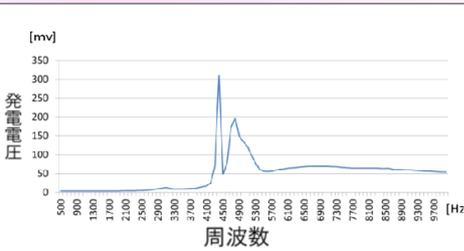
開口端補正

$\Delta l = 0.60r$
 $r = 0.0065m$
 $\Delta l = 0.0039m$

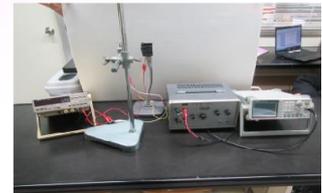


予備実験

スピーカーとマイクを5cmはなして、500Hz～10000Hzの間で100Hzずつ周波数を上げていき、それぞれの発電電圧を測定する。



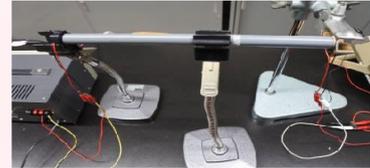
実験の様子



実験 I

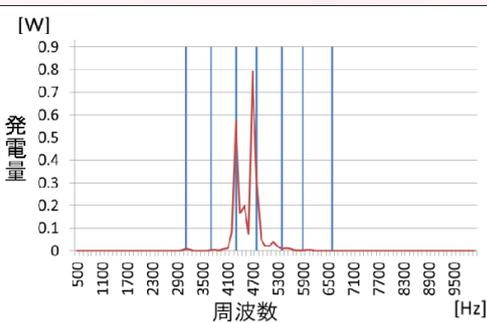
スピーカーと筒を0.39cmはなしマイクと筒は接触させ、500Hz～10000Hzの間で100Hzずつ周波数を上げていき、それぞれの発電量を測定する。

実験の様子



実験結果

求めた理論値と実験 I の定在波が発生したと思われる周波数の値の比較



3100Hz	↔	600Hz
3700Hz	↔	600Hz
4300Hz	↔	400Hz
4700Hz	↔	500Hz
5200Hz	↔	300Hz
5500Hz	↔	

理論値(青線) ↓
平均値 480.0Hz

$$2f_1 = 480.0$$

$$f_1 = 240.0 \rightarrow \text{基本振動は } 240.0\text{Hz}$$

結論

- ・定在波による発電電圧増加がみられた。
- ・理論値と実験で定在波が発生したと思われる周波数の値で差がみられた。

考察

- ・実験 I より定在波によって発電電圧が増加すると考えられる。

これからの課題

- ・筒の長さや種類、圧電素子などを変えて実験を重ね、何が原因で理論値と測定した値との差ができたのか調べる。
- ・発電量を可視化するためにダイオードに充電して豆電球などに繋ぐ。

参考文献

- ・Rotton (2007) . 気柱の振動わかりやすい高校物理の部屋. <http://www.wakariyasui.sakura.ne.jp/p/wave/koyuu/kityuu.html>. 2019年1月15日.
- ・小林 千尋, 森下 蒼太, 山中 悠生, 藤田 和音(2018). 「音力発電」. 平成28年度理数科課題研究論文集. (物理分野). 2 - 4
- ・國友正和 ほか10名 (2018). 「定在波」. 『改訂版 物理』. 数研出版株式会社

Sound Power Generation

Kochi prefecture Ozu High School Science and Mathematics Advanced Course 3rd grade
Inoue Keiji · Takaishi Takehide · Hamada Hiroaki · Hirose Hinato

Motivation

Can we use sound power to generate electric power?

Previous research

We could find a gain in generated voltage but it isn't uncertain.

Purpose

To clarify the relationship of standing wave and generated voltage

Hypothesis

Standing wave makes generated voltage increase.

Standing wave

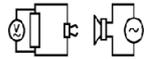
When two waves which are the same velocity, wavelength, and amplitude overlap it is made. The wave does not seem to advance in either direction.

Equipment

- Function generator
- Amplifier
- Multi meter
- Piezoelectric device
- Resistor (100k Ω)
- Pipe

How to measure

First, PIEZOELECTRIC ELEMENT receives sound from sound source. Then measure generated voltage by multimeter.



How to calculate theoretical value

Radius of pipe: r [m] n times vibration: f_n [Hz]
 Length of pipe: l [m] speed of sound: V [m/s]
 wavelength: λ [m] temperature: t [°C]
 Open and correction: Δl [m]
 $V = 331.5 + 0.6t$ —①
 $f_n = nV / 4(l + \Delta l)$ ($n=1, 3, 5, \dots$) —②

Basic wave	285Hz	13 times	3705Hz	25 times	7125Hz
3 times	855Hz	15 times	4275Hz	27 times	7695Hz
5 times	1425Hz	17 times	4845Hz	29 times	8265Hz
7 times	1995Hz	19 times	5415Hz	31 times	8835Hz
9 times	2565Hz	21 times	5985Hz	33 times	9405Hz
11 times	3135Hz	23 times	6555Hz	35 times	9975Hz

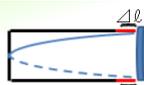
HOW TO CALCULATE FUNDAMENTAL VIBRATION OF FREQUENCY

$$f_{n+2} - f_n = 2f_1$$

$$f_1 = (f_{n+2} - f_n) / 2$$

OPEN END CORRECTION

$\Delta l = 0.60r$
 $r = 0.0065m$
 $\Delta l = 0.0039m$

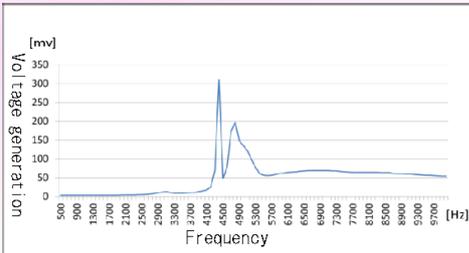


BIBLIOGRAPHY

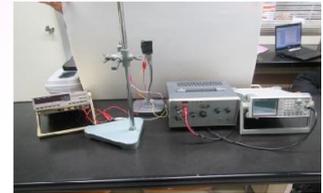
- Rotton (2007). 気柱の振動わかりやすい高校物理の部屋. <http://www.wakariyasui.sakura.ne.jp/p/wave/koyuu/kityuu.html>. 2019年1月15日.
- 小林 千尋, 森下 蒼太, 山中 悠生, 藤田 和音 (2018). 「音力発電」. 平成28年度理数科課題研究論文集. (物理分野).
- 2-4・國友正和 ほか10名 (2018). 「定在波」. 『改訂版 物理』. 教研出版株式会社 thank

PRELIMINARY EXPERIMENT

Speaker and microphone are set 5cm apart. Raise frequency 100Hz at a time (between 500Hz to 10000Hz) and measure each generated voltage.



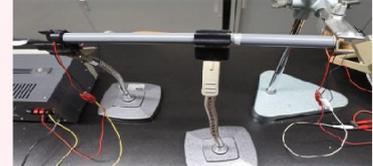
The conditions of an experiment



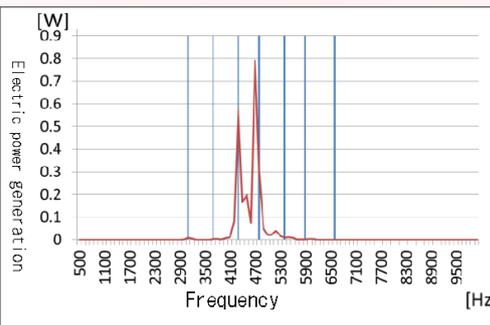
EXPERIMENT I

Speaker and pipe are set 0.39cm apart
 Pipe and microphone are brought into Contact Raise frequency 100Hz at a time (between 500Hz to 10000Hz) and measure each electric power generation.

The conditions of an experiment



Compare theoretical value with value of frequency which looks like standing waves were generated



3100Hz	600Hz
3700Hz	600Hz
4300Hz	400Hz
4700Hz	500Hz
5200Hz	300Hz
5500Hz	

theoretical value (—)

Average 480.0Hz

$$2f_1 = 480.0$$

$$f_1 = 240.0 \rightarrow \text{Basic wave } 240.0\text{Hz}$$

CONCLUSION

- Standing wave makes amount of generated voltage increase.
- There are differences between theoretical value and value of frequency.

CONSIDERATION

- According to experiment I, electric power generation increases from standing wave.

DISCUSSION

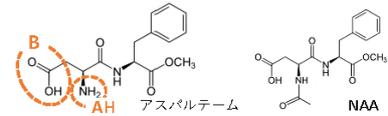
- Do experiments to change pipe's size, kinds of pipes, and piezoelectric element
- Research what made a difference between theoretical value and experimental value
- Connect miniature bulb to charge because we want to make visible electric power generation

甘味と化学構造の関係

高知県立高知小津高等学校
理数科3年 山崎風 岡林芽依 岡田咲奈 森山敦史

動機

甘味物質の分子内には**プロトン供与基(AH)**と**プロトン受容基(B)**が存在しこれらがお互いに**平均3Å**の距離にあるという説がある(AH-B説)。アスパルテームのAHの部分には**アミノ基**、Bの部分には**カルボキシ基**に該当する。先行研究ではAHの部分に反応させたアスパルテーム誘導体1(NAA)を合成した。そこで私たちはBの部分に反応させ、アスパルテーム誘導体2の合成を試み、AH-B説をもとに**甘味と化学構造の関係**を明らかにしようとした。

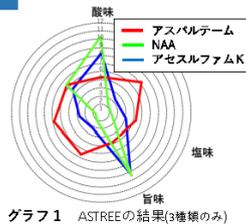


先行研究

味のグラフ化

NAAとその他7種類の甘味物質について、電子味覚システムASTREEを用いて、味覚の測定を行った。

NAAの測定データからは、アセスルファミンKに似ており、味の質が変化している可能性は高いと考えられる。



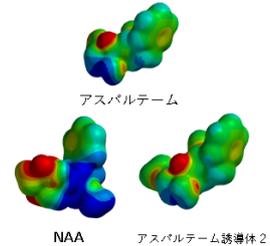
グラフ1 ASTREEの結果(3種類のみのみ)

仮説

電子密度より

アスパルテームとアスパルテーム誘導体2の電子密度はよく似ている。

↓
アスパルテームとアスパルテーム誘導体2の味の質は似る。



※AH-B説より

アスパルテーム誘導体2では、アスパルテームのBの部分としての機能を失うため甘味はなくなる。

実験Ⅰ (毒性実験)

操作

①plateの各wellへ1×10⁴個の細胞が入ったDMEM 10%CS 50μlを加える。

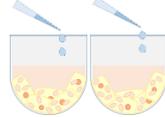
②24時間後、160mM NAAエタノール溶液と20mM CdCl₂水溶液をそれぞれDMEMで表1の濃度に調節し、①のplateの各wellに50μlそれぞれ加え、最終濃度にする。

③CO₂インキュベーター中で20時間培養。(CO₂5%, 37°C, 湿度100%)

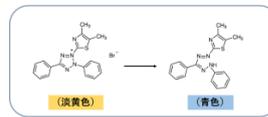
④各wellに25μlのMTT溶液を加え、③と同条件で4時間培養し、100μl 20%SDS溶液を添加後、さらに室温で24時間培養。

⑤マルチウェル吸光度計で、各wellの570nmの吸光度を測定する。

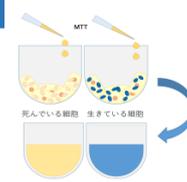
処理No	NAA添加濃度 (μM)	NAA最終濃度 (μM)
1	1600	800
2	800	400
3	400	200
4	200	100
5	100	50
6	50	25
7	25	12.5
8	12.5	6.3
9	6.3	3.1
10	3.1	1.6



MTTアッセイ原理

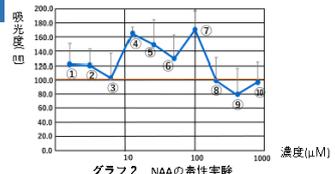


生細胞が多い = 吸光度高い



結果

細胞の死滅がほとんど見られないため、**毒性は限りなく低い**と判断できる。



グラフ2 NAAの毒性実験

実験Ⅱ (官能検査)

操作

①スクロース5%、10%、アスパルテーム0.25%、0.025%、0.0025%濃度の水溶液を作る。

②溶かした物質名、濃度を伏せた上で、研究メンバー4人が甘味の強さをスクロース10%を基準とし、2段階で評価した。

結果

スクロースを1とした時アスパルテームは**100~200倍**の甘さを持つ。今回の結果では**約70倍**の甘さとなった。

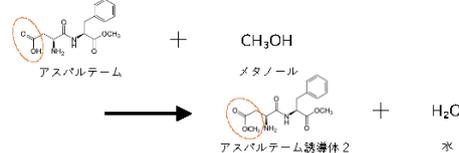


グラフ3 官能検査の結果

実験Ⅲ (エステル化)

操作

①アスパルテーム0.3gにメタノール10mL加え、濃硫酸を3滴ほど加える。その後、60°Cの湯浴で20時間加熱。



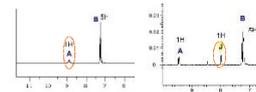
②TLCで分離を行った。

※展開溶媒 (1-ブタノール: 酢酸エチル: 水 = 9 : 3 : 2)

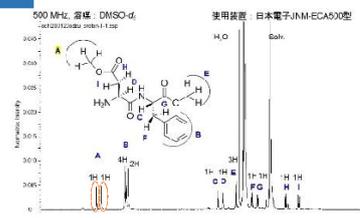
結果

¹H NMRの結果より、**目的の物質は得られていない**ことが分かった。

Aのスペクトルより**アミノ基の構造が変化**したと考えられる。



アスパルテームのOHの部分 NAAのNHの部分



グラフ4 アスパルテーム誘導体2の¹H NMRスペクトル

今後の展望

- ・NAAのエステル化を行う。→アスパルテームのアミノ基を**保護基(Boc基)**で保護して**エステル化**を行う。
- ・アスパルテーム、NAA、アスパルテーム誘導体2を味覚センサーレオを用いて**甘味の数値化**を行う。
- ・アスパルテーム誘導体2をASTREEを用いて**味覚のグラフ化**を行う。
- ・レオ、ASTREE、スパルタンとのデータを比較して**関係性を考察**する。
- ・NAAの**官能検査**を行う。

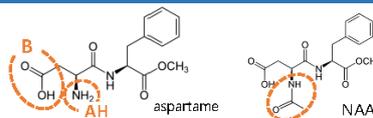
参考文献

- ・Miller's Home(2004)Solvent Polarity Table 2018年5月4日 <https://sites.google.com/site/miller00828/in/solvent-polarity-table>
- ・HAPPYCAMPUS(2006年)アスパルテームの合成(脱保護基) 2018年2月13日 <https://www.happy-campus.co.jp/docs/983430738401@hc06/10504/>
- ・有吉安典(1974)味と化学構造 2019年8月7日 https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagaku-toseibutsu/1962/12/3/12_3_188/_pdf

Motive

It has been suggested that there are proton donor (AH) and proton acceptor (B) groups within the sweetener molecule, which are located at an average distance of 3 Å from each other (AH-B theory).

The AH part of aspartame corresponds to the amino group and the B part to the carboxy group. In a previous study, we synthesized Aspartame derivative 1 (NAA) by reacting the AH part of Aspartame. Therefore, we attempted to synthesize Aspartame Derivative 2 by reacting the B part and to clarify the relationship between sweetness and chemical structure based on the AH-B theory.

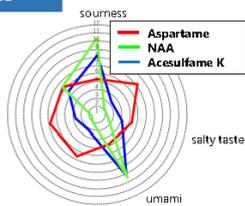


Background

Graphic representation of taste

The taste of NAA and seven other sweet-tasting substances were measured using the electronic taste system ASTREE.

The data measured for NAA were similar to those of Acesulfame K, suggesting that the taste quality is likely to be altered.



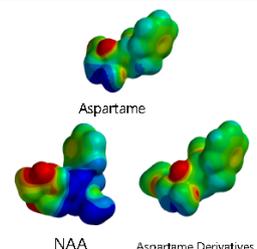
Graph 1: ASTREE results (3 types only)

Hypothesis

Based on the electron density, the electron densities of Aspartame and Aspartame Derivative 2 are very similar.

The taste quality of aspartame and Aspartame Derivative 2 should be similar.

From the AH-B theory in Aspartame Derivative 2, it loses its function as the B part of Aspartame and therefore no longer has a sweet taste.



Experiment I (Toxicity test)

Operation

① Add 50 μL of DMEM 10% CS containing 1×10^4 cells to each well of the plate.

② After 24 hours, adjust the NAA ethanol solution to the concentrations shown in Table 1 using DMEM, and add 50 μL of each to the wells of the plate in ① to reach the final concentration.

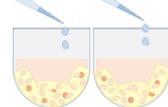
③ Incubated in a CO_2 incubator for 20 hours. (5% CO_2 , 37° C, 100% humidity)

④ Add 25 μL of MTT solution to each well and incubate for 4 hours under the same conditions as in ③, then add 100 μL of 20% SDS solution and incubate for 24 hours at room temperature.

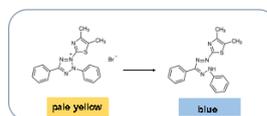
⑤ Measure the absorbance of each well at 570 nm using a multi-well absorbance spectrophotometer.

Table 1: Table of NAA concentrations

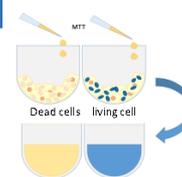
Processing No.	NAA added concentration (μM)	Final concentration
1-	1,000-	0.00-
2-	0.00-	1.00-
3-	1.00-	2.00-
4-	2.00-	1.00-
5-	1.00-	0.50-
6-	0.50-	2.50-
7-	2.50-	1.25-
8-	1.25-	0.30-
9-	0.30-	3.10-
10-	3.10-	1.50-



MTT assay principle

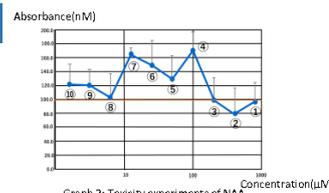


Many living cells = High absorbance



Result

The toxicity can be judged to be very low because there is little cell death.



Graph 2: Toxicity experiments of NAA

Experiment II (sensory testing)

Operation

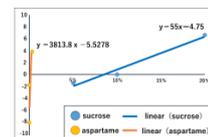
(1) Make aqueous solutions with concentrations of 5%, 10%, 20%, 0.25%, 0.025%, and 0.0025% sucrose, and 0.25% aspartame.

(2) The name and concentration of the dissolved substance were withheld, and four study members rated the sweetness intensity on a 20-point scale based on 10% sucrose.

Result

Aspartame is 100 to 200 times sweeter than sucrose when set to 1.

In the present results, it is about 70 times sweeter.

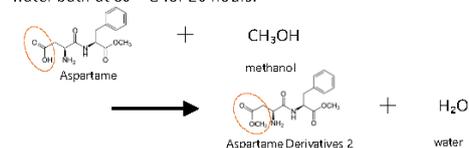


Graph 3: Results of sensory testing

Experiment III (Esterification)

Operation

(1) Add 10 mL of methanol to 0.3 g of Aspartame. Add 3 drops of concentrated sulfuric acid. Then heat it in a hot water bath at 60° C for 20 hours.



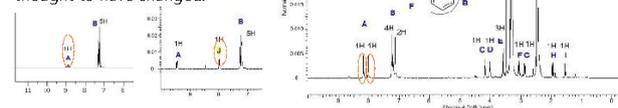
(2) Separation was performed by TLC.

Development solvents (1-butanol: ethyl acetate: water = 9:3:2)

Result

From the ^1H NMR results, it was found that the target material was not obtained.

From the spectrum of A, the structure of the amino group is thought to have changed.



Graph 4 ^1H NMR spectra of aspartame derivative 2

Future Prospects

- Esterification of NAA is performed. → Esterification is performed by protecting the amino group of Aspartame with a protective group (Boc group).
- The sweetness of Aspartame, NAA and Aspartame Derivative 2 is quantified using the taste sensor Leo.
- Aspartame Derivative 2 is graphed using the taste sensor Leo.
- Compare the data of Leo, ASTREE and Spartan and discussing the relationship between them sensory evaluation of NAA

References

- Miller'sHome(2004)Solvent Polarity Table May 4,2018 2018.5/4http://sites.google.com/site/miller_00828/in/solvent-polarity-table
- HAPPYCAMPUS (2006) Synthesis of Aspartame 2018.2/13(deprotective groups) 2018.2.13 http://www.happycampus.co.jp/docs/983430738401@hc06/10504/
- Yasuo Ariyoshi(1974) Taste and Chemical Structure 2019.8/7 https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/12/3/12_3_189/_pdf

光の強さとプラナリアの記憶継承との関係性

高知県立高知小津高等学校 理数科3年 島津 昌幸, 門沢 凱

【背景】
 プラナリアは一個体の分裂後の記憶継承が多くの先行研究で明らかになっているが負の走性と関連付けた前例がなかった

↓

負の走性と記憶継承には関係性が存在するのか？

【目的】
 記憶の学習段階で一定時間光を当て光が切断後の記憶継承にどのような影響を及ぼすのか調べる

【仮説】

＜先行研究＞

	0~500Lux	501~1000Lux
寿命への影響	生存可能	1000Luxに近づく と寿命が短くなる

500lux 以下では 500lux に近づくにつれ記憶継承がみられる個体数が増加し、500lux 以降は 1000lux に近づくにつれ記憶継承がみられる個体数が減少する。

＜記憶継承がみられる個体数＞

【実験準備物】

- ・プラナリア(環境別に 20 匹)
- ・カッター
- ・シャーレ
- ・電源装置
- ・生理食塩水(濃度 0.3%)
- ・調光 BOX

【実験方法】

＜定義＞

慣れ：自然長を基準として通電後全長 7 割以上の場合
 学習：慣れに至るまでの刺激回数が 13 回以下且つ 3 日以上継続がみられた場合
 記憶継承：切断前後で学習がみられる且つ切断後 1 日目に慣れに至るまでの刺激回数が 13 回以下の場合

＜実験の補足＞

- ・先行研究より、15 回以上電気刺激を与えるとプラナリアの生命に影響が出ることより、刺激回数の上限を 15 回とする。

＜実験 I＞

下記の①～④を実験前それぞれ 0・250・500・750Lux の光量下で 7 時間放置した個体を用いて行う

- ①. プラナリアの前後 1cm の場所に 5v の電流を 2 秒間流し、反応を確認する
- ②. ①を回数が 15 回に達する又は慣れがみられるまで繰り返す
- ③. 慣れに至るまでの刺激回数を記録
- ④. ①～③を 8 日間行い、学習が見られた個体を選別した後、上半部と下半部に切断

＜実験 II＞

切断から 4 日間プラナリアの再生期間を設けた後、下半部を使用し 5 日後から 0Lux 下で実験 I の①～③と同様の実験を 5 日間行う

【結果】

＜記憶継承がみられた個体数＞

0Lux	250Lux	500Lux	750Lux
14 匹	9 匹	12 匹	3 匹

＜切断前後における慣れに至るまでの刺激回数の平均＞

【考察】
 結果より 250Lux 付近で慣れに至るまでの刺激回数が減少することがわかる。また結果の数値を見るに、記憶継承において 250~500Lux 間で記憶継承がみられた個体数が増加し、それ以外では光量が減少することに記憶継承がみられた個体数も同様に減少した。先行研究では 500Lux 以上の光量では生命維持に負担をかけるようになることが分かっており、そのため、記憶継承がみられた個体数が減少すると考えられる。

【引用文献・参考文献】

- 1) 望月裕里 (2017) .9.切断後のプラナリアにおける記憶・学習の差. file:///C:/Users/Student/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/DKSI00PC/153116.pdf 2020年10月16日
- 2) 小林正直 (2019) .切断後のプラナリアにおける記憶の持続システム. file:///C:/Users/Student/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/K9X78V53/183016.pdf 2020年10月21日
- 3) 黒田有紀 (2016) .プラナリアの記憶はどこにあるのか? -兵庫県立神戸高等学校 総合理学科2年. file:///C:/Users/Student/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/KF7A02D1/3E383397E3833A93E383383A8E3833AA8E3832A28E8AB96E6836837.pdf 2020年10月24日
- 4) 井間淳史 (2017) .光に対し負の走性をもつプラナリア. file:///C:/Users/Student/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/KF7A02D1/SG150077-A-16050.pdf 2020年10月30日

The Relationship between Memory Inheritance and Light Intensity in Planaria

Kochi Ozu High School (Science and Mathematics Course) Grade 12 Masayuki Shimazu • Gai Kadosawa

【Research Aim】

Expose planaria to light for a certain period of time during the learning stage of memory inheritance and investigate how light affects memory inheritance after cutting in half.

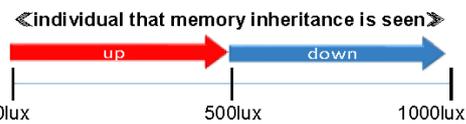
【Hypothesis】

Table1 << Previous research >>

	0~500Lux	501~1000Lux
Effect on life	No effect	Lifespan shortens as it approaches 1000Lux

from the above...

Figure1



【Equipment】

- planaria
- petri dish
- saline
- box cutter
- apparatus of power supply
- dimmer box

【Experiment】

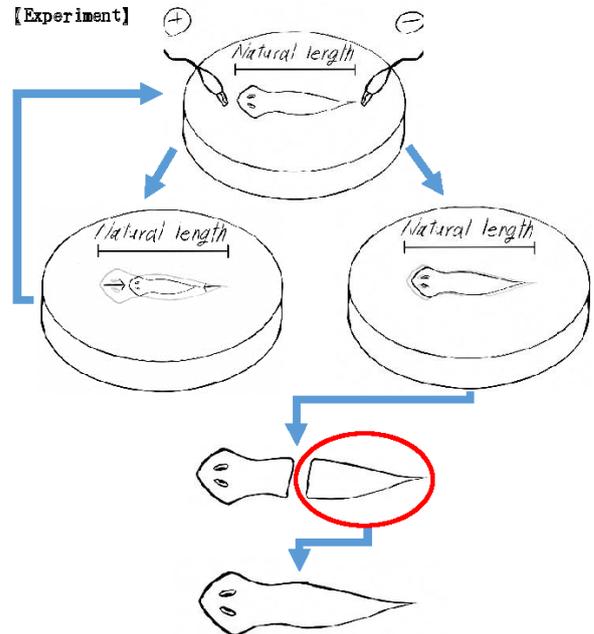


Figure2

【Result】

Table2 << Number of individuals with inherited memories >>

Brightness	0Lux	250Lux	375Lux	500Lux	750Lux
animals	14	9	14	12	3

<< Average number of stimuli before and after amputation to reach habituation >>

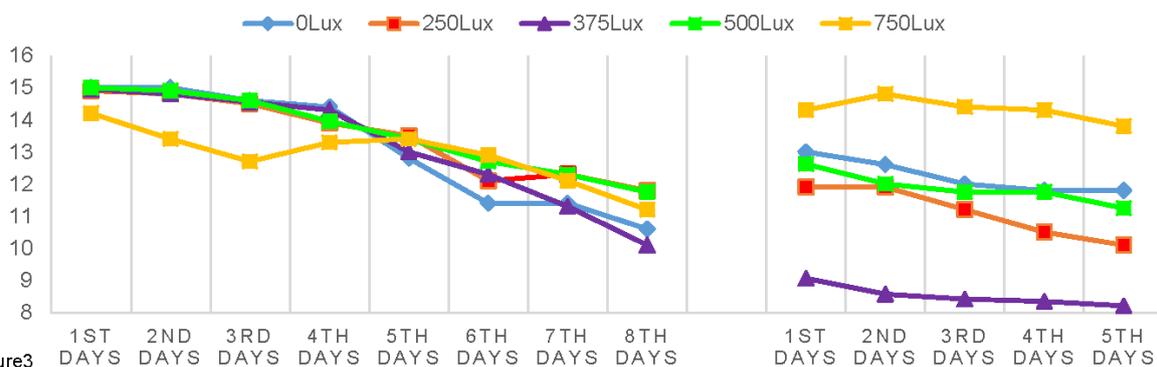


Figure3

【Discussion】

- This indicates that the number of individuals showing memory inheritance increases around 375 Lux.
- The graph also shows that the number of stimuli required for adaptation decreases and the ability to retain learning increases at around 375 Lux.

Based on previous studies, we thought that light levels above 500 Lux would interfere with life support and reduce the number of individuals showing memory inheritance.

【References】

- 1) 望月裕里 (2017) .9. 切断後のプラナリアにおける記憶・学習の差. file:///C:/Users/Student/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/DKS10GPC/153116.pdf 2020年10月16日
- 2) 小林正直 (2019) .切断後のプラナリアにおける記憶の持続システム. file:///C:/Users/Student/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/K9X78V53/183016.pdf 2020年10月21日
- 3) 黒田有紀 (2016) .プラナリアの記憶はどこにあるのか? -兵庫県立神戸高等学校 総合理学科2年. file:///C:/Users/Student/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/KF7A02D1/E3333397E33333A9E333338A2E33333AAE333332%A2E333338AE333336E333337.pdf 2020年10月24日
- 4) 井関淳史 (2017) .光に対し負の走行をもつプラナリア. file:///C:/Users/Student/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/KF7A02D1/SG150077-A-16050.pdf 2020年10月30日

Natural Yeast

~Growing and Utilizing Yeast from Plants in Kochi~

Kochi Ozu High School (Science and Mathematics Course) Grade12 Toa Takata, Yusei Nakazawa, Kento Nisiuchi, Yuto Maeda

Motive

We became interested in fermented foods and found out that yeast was found in various plants. We found this interesting and decided to focus on yeast. As we researched yeast, we found out that it is not clear where yeast is obtained from. This led us to think that there is a lot of undiscovered yeast that could be used for something.

What is yeast?

- Cell size 5 to 10 μm
- A unicellular fungus that ferments sugar into ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) and carbon dioxide (CO_2).
- A eukaryotic organism, a member of the mold and mushroom family. Most yeast belongs to the class of mycobacteria.

- (1) Is the size of the cell 5-10 μm ?
- (2) Is the cell round and does it resemble the shape of yeast?
- (3) Is gas (CO_2) is generated or not?

The fermentation capacity of the yeast is checked by the production of gas. Some yeast does not have a fermentation capacity, but the yeast we are looking for has a high fermentation capacity that can be used for bread.

Research Question

- Can we find and utilize yeast from various plants?
- Does the nature and shape of yeast change depending on the environment?

Events to be clarified

From what plants can yeast be obtained and can it be used for baking?

Sample collection · culture and of isolation of bacteria

[Take] We collected flowers and leaves of plants at Kochi Ozu High School and Josei Park.

[Culture] *₁ YPD medium was used to culture the collected samples in test tubes. The cultures were incubated at about 25°C for 2-3 days.

[Isolation] Isolation is the process of extracting a single colony. The culture was rubbed onto *₂ PDA medium using a platinum ear and left at 25°C for 2-3 days to isolate.

- *₁. Medium (liquid) made from yeast extract, peptone, and dextrose
- *₂. Medium (solid) made from agar, potato extract, glucose

Microscopic observation

Plants (Ozu High School)				Plants (Josei Park)	
Ginkgo	×	Fragrant olive	×	Ginkgo	×
Japanese apricot	×	Yoshino cherry	×	Zelkova	×
Juniperus chinensis	×	Camellia	×	Japanese maple	○
Fragrant olive	×	Sciadopity	×	Ring-cupped oak	×
Round leaf holly	×	Japanese maple	×	Castanopsis	×
Tea plant	×	Azalea	×	Bayberry	×
Chinese tallow tree	×	Firethorn	×	Camphor tree	×
Threadleaf false cypress	○	Pine tree	○	Ubame oak	○
Formosan sweetgum	○	Cycad	○	Chinese quince	×
Lily magnolia	×	Cherry blossom	×	Dandelion	×
Japanese maple	○				

The isolated single colonies were observed under 400x microscope. The results were as shown in the table.

Gas generation experiment

An experiment to see if it is suitable for use in bread.



Plants	gas generation
Dry yeast	○
Dandelion	○
Ubame oak	○
Chinese quince	○
Red pine	○
Kousa dogwood	○
Black pine	○
Pine	×
Moso bamboo	×
Yoshino cherry	×
Cycad	×
Cold camellia	×

[Procedure]

- 1 In a test tube, place an inverted small test tube and yeast culture medium.
- 2 Autoclave (121°C, 15 minutes). → Remove the air from the small test tube.
- 3 Add the colony suspension of the sample to a test tube and incubate for 2 to 3 days.
- 4 When the gas is generated, a small test tube will rise to the surface.

[Results]

The fermentation rate of Ubame oak was the fastest and the amount of gas produced was also high.

Baking

[Materials] Bread flour, unsalted butter, skim milk, sugar, salt, natural yeast or dry yeast, water,

[Procedure] Make bread in a bread cooker with the above ingredients.

[Practice] In order to compare natural yeast and dry yeast, we made bread using the same amount of ingredients and yeast for both types.

[Result]



① the whole



② a cross section

Discussion

In bread making, it was found that there was little fermentation of natural yeast compared to dry yeast. The reason for this was thought to be that the fermentation capacity of the natural yeast was insufficient. The low growth speed also suggests that the fermentation capacity was also lower than that of dry yeast.

Future Research

We will accumulate further experimental data by increasing the number of collection sites and the number of samples that can be collected.

We will make bread with yeast from other plants that were found to produce gas in the gas generation experiment, and carefully select yeast that can be used for bread.

We will cultivate tens of grams of yeast and make bread.

References and cited materials

- 愛媛大学 無菌操作と培地の作りか マニュアル <http://www.ed.ed.chine-u.ac.jp/nuko-lab/img/file7.pdf> 2020年8月20日
- M-tub ヨンタミネーションを学ぶ!無菌操作の基本と注意点 <https://n-hub.jp/biology/2941/193> 2020年9月3日
- 細胞培養を始める前に、守るべき注意点と無菌テクニック <https://n-hub.jp/biology/1234/important-things-and-aseptic-technique-before-starting-cell-culture> 2020年9月3日
- LAID Staff 正解はヨレ!細胞培養でのヨンタミネの原因と対策 <https://www.themofisher.com/blog/learning-at-the-bench/cell-culture-contamination/4> 2020年9月3日
- Fukuishi FRONTIERS IN LIFE SCIENCE 長年の経験に基づく植物性の高い酵母-菌株獲得地 <https://www.fukuishi.co.jp/content/2926> 2021年1月8日
- 安藤 啓一 (2020) 『微生物実験マニュアル (第2版) 一培養から遺伝子操作まで』、技術堂出版
- 中村 啓 中島 孝隆 伊藤 啓博 遠久 剛之 八重利 直 (2019) 『新選ビギナーのための微生物実験ラボガイド』、講談社
- 天竺 啓一 地元のものを使って酵母を育て、活用する <https://www.nasano-c.ed.jp/seiho/intro/riuska/kadaikemu/paper/2018/08X33030tennennkoubu.pdf> 2020年7月18日
- 酵母の二酸化炭素発生 (発酵性試験) 000056639.pdf (nite.go.jp) 2021年3月12日
- 人間の肉眼で見える大きさの限界は?顕微鏡では何が見える? <https://inarikoe.hatenablog.com/entry/2018/12/27/182112> 2021年3月15日
- 産卵ゼミ 高校講座 <https://kou.benesse.co.jp/nigate/science/a13r01bb02.html> 2021年3月15日
- 酵母の分類と測定 (1) <http://www.kenz-net/dic/166.html> 2021年3月15日
- 研究.net <http://www.kenz-net/dic/166.html> 2021年3月15日

防波堤の形状と津波減衰について

高知小津高校 丸橋 佐竹 小原 北裏

研究動機

南海トラフ大地震において発生する L2 津波（防波堤を超える津波）による被害を減らしたいと思ったから。

仮説

現在、建設中の浦戸湾三重防波堤の第二防波堤の陸側部に増設すれば、津波被害を減衰できるのではないか。

実験

実験水槽の中で防波堤模型を設置し、その後方に階段型、スロープ型、凹型の3つの構造物を付加する。その状態で貯水部に溜めた水を放出し防波堤を越えた水の波圧をロードセルで測定する。その様子をスローカメラで撮影し、越水した速度を測定する。



図1 ① 基本型



図2 ② 階段型



図3 ③ スロープ型



図4 ④ 凹型

実験結果

基本型を基準にして考えると、階段型の波圧の大きな変化は見られず、スロープ型と凹型は波圧が大きくなった。波の速度では、階段型では、減衰はあまり見られず、スロープ型は速度が増加し、凹型では、減速が大きく見られた。

実験結果表・グラフ

□1 基本型 ■2 階段型 ■3 スロープ型 ■4 凹型

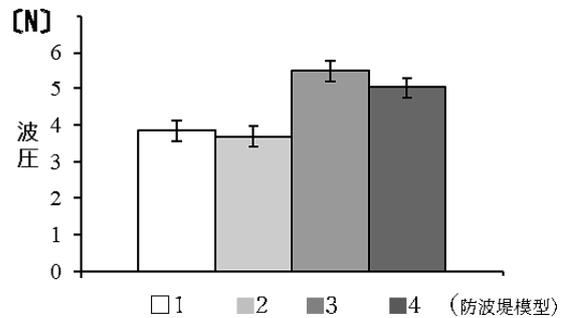


図5 グラフ① 波圧比較グラフ

表1 平均波速度比較

	平均波速度
□1 基本型	96.805cm/s
■2 階段型	92.850cm/s
■3 スロープ型	115.87cm/s
■4 凹型	73.421cm/s

考察

スロープ型の波圧・波速がともに大きくなったのは、堤防頂点からの傾斜により波を加速させたからと考える。凹型はへこんでいる部分に水が溜まり、その水が一気に放出され、水量が増し、波圧が大きくなったと考える。階段型は波圧、波速度ともに大きな減衰は見られなかった。段板の陸側方向への幅が狭かったので、越水した波が、下段に少ししか当たらなかったため、大幅なエネルギー減衰に至らなかったと考える。

今後の課題

波圧の減圧、波速度の減速、2つの要素を減衰できる形状を考える。流体である波の圧力を測定するので、実験回数を増やすことにより、測定の精度を上げていくこと。

Relationship between breakwater shape and damping

Kochi Ozu high school Marubashi, Kitaura, Satake, Ohara

Research motive

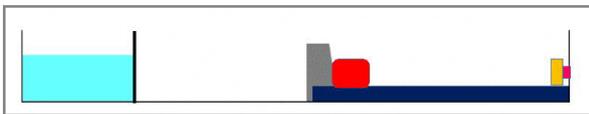
We wanted to reduce the damage caused by the L2 tsunami that occurred in the Nankai Trough earthquake.

Hypothesis

The damage caused by the tsunami could be dampened by adding on extension to the back side of the second breakwater

Experiment

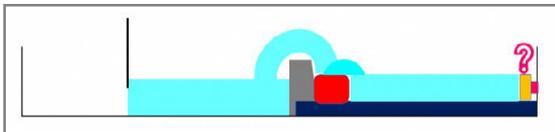
- ① We installed breakwater model in the experimental water tank and released the stored water (Fig.1)



- ② Place a staircase shaped breakwater, an inverted staircase shaped breakwater, and a U shaped breakwater behind it (Fig2&3)



- ③ Release the stored water (Fig.4)



Result

- As a result of applying the wave pressure data to the T-test, a significant difference was observed between the staircase shape and the U shape compared to the basic shape, but no significant difference was observed in the inverted staircase shape. Therefore, compared to the basic shape, the U shape and the staircase shape were able to attenuate the wave pressure.
- Comparing the basic shape with other types of wave velocity, the flow velocity decreased in the order of U shape, inverted staircase shape, and staircase shape.
- The wave pressure of the staircase type did not change from that of the basic type even if the number of steps of the staircase was changed.
- By adding an extension to the back of the breakwater, it was possible to prevent the breakwater from collapsing.

Experimental result table / graph

□ 1 basic shape ■ 2 staircase-shape ■ 3 inverted staircase shape ■ 4 U shape

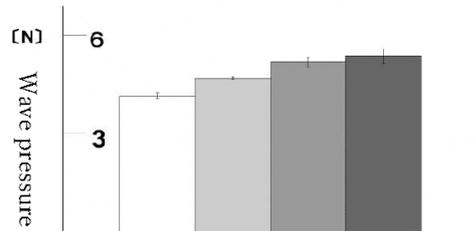


Fig. 5 Graph ① Wave pressure comparison graph

Table 1 Comparison of average wave velocity

	Average velocity
□ 1 basic shape	96.805cm/s
■ 2 staircase-shape	92.850cm/s
■ 3 reverse staircase shape	115.87cm/s
■ 4 U shape	73.421cm/s

Consideration

The wave speed slowed down because the inverted staircase shape and the U shape have a water storage part. The inverted staircase shape is taller than the U shape, so the speed is faster. From the viewpoint of wave pressure and wave speed, the U shape is the most effective for tsunami attenuation

Future task

Consider a shape that can attenuate two factors: decompression of wave pressure and decompression of wave velocity. Since the pressure of the wave, which is a fluid, is measured, the accuracy of the measurement should be improved by increasing the number of experiments. And the shape of the breakwater will be made in consideration of the landscape of the town.

References

Yuji Shimizu (2016). Free statistical analysis software HAD: Introduction of functions and statistical learning / education, proposal of usage in research practice, media / information / Communication Studies, 1,59-73
March 21, 2021

モンティ・ホール問題の一般化

高知県立高知小津高等学校 2年 壬生琴賀 岡林愛花 富田雅人 中尾俊介

1. 研究背景

モンティ・ホール問題とは以下のような確率の問題である。3枚の扉がある。1枚は当たりが、残りの2枚は外れである。挑戦者はこの3枚のうちから1枚を選ぶ。その後、司会者（当たりがどれか知っている）は挑戦者が選ばなかった扉の中から1枚を外れと教える。ここで、挑戦者は初めに選んだ扉か、残った1枚の扉か、選ぶことができる。このとき扉を選びなおす場合と選びなおさない場合では当たる確率は異なるか。異なるとするとどちらが当たりやすいか。また、規則性はあるのか調べる。

2. 研究目的・意義

直感では、選びなおしても選びなおさなかったとしても当たる確率が2分の1または、3分の1になると思ったが、数学的根拠をもとに計算した結果では、選びなおさなかったときの当たる確率は3分の1で、選びなおしたときに当たる確率は3分の2となり、当たる確率が異なっているところに気付き、面白さを感じたからである。

3. 研究方法

総枚数が n 枚、あたりの枚数が m 枚、司会者が外れという枚数が k 枚とし、一般化していく。そして具体的な値について Excel を用いて計算した。

4. 結果・考察

条件 $n \geq k+m+1, n \geq 3, m \geq 1, k \geq 1, n, m, k \in \mathbb{N}$

選択肢を変えて当たる確率

$$p_1 = \left(\frac{1}{n C_m} \times \frac{1}{n-m C_k} \times n-m C_k \times n-1 C_{m-1} \times \frac{m-1}{n-k-1} \right) + \left(\frac{1}{n C_m} \times \frac{1}{n-m-1 C_k} \times n-m-1 C_k \times n-1 C_m \times \frac{m}{n-k-1} \right) = \frac{m(n-1)}{n(n-(k+1))}$$

選択肢を変えず当たる確率

$$p_2 = \frac{1}{n C_m} \times \frac{1}{n-m C_k} \times n-m C_k \times n-1 C_{m-1} = \frac{m}{n}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\frac{m(n-1)}{n(n-(k+1))}}{\frac{m}{n}} > 1$$

よって、選択を変えたほうが当たる確率は高くなる

$$p_1 + p_2 = \frac{m(n-1)}{n(n-(k+1))} + \frac{m}{n} = \frac{m(2n-k-2)}{n(n-k-1)} \dots \textcircled{1}$$

ここで、 $p_1 + p_2 = 1$ となる条件を考える

(下 表1 Excelに具体例を代入し、 $p_1 + p_2 = 1$ の条件に一致する値を抜粋したもの)

n	m	k	p1	p2	p1+p2	p1/p2
3	1	1	2/3	1/3	1	2
4	1	2	3/4	1/4	1	3
5	1	3	4/5	1/5	1	4
9	3	4	2/3	1/3	1	2
16	4	10	3/4	1/4	1	3
25	5	18	4/5	1/5	1	4

この表から $n=m+k+1, n=m+k+2$ の二つのときに場合分けすることができる。

$p_1 + p_2 = 1$ ならば

$n=m+k+1$ のとき $m=1$

$n=m+k+2$ のとき $n=m^2$ が成り立つのではないかと予想した

①式において $n=m+k+1$ のとき

$k = n - m - 1$ を代入すると

$$\text{与式} = \frac{n+m-1}{n} = 1$$

よって $m=1$

①式において $n=m+k+2$ のとき

$k = n - m - 2$ を代入すると

$$\text{与式} = \frac{m(n+m)}{n(m+1)} = 1$$

$$m(n+m) = n(m+1)$$

よって、 $n=m^2$

このことから $p_1 + p_2 = 1$ としたとき

$n=m+k+1$ のとき $m=1$

$n=m+k+2$ のとき $n=m^2$ が成り立つことが分かった

5. 結論及び今後の展望

$p_1 + p_2 = 1$ ならば

$n=m+k+1$ のとき $m=1$

$n=m+k+2$ のとき $n=m^2$ が成り立つ

今後の課題として、 $p_1 + p_2 = 1$ かつ $n=m+k+a$ (a は定数) のときの条件を考えることが挙げられる。

参考文献・引用文献

- 1) 難波博之(2020). 『モンティ・ホール問題とその解説 | 高校数学の美しい物語』 <https://mathtrain.jp/monty>. 2020年6月24日
- 2) 浜田宏(2016). 『モンティ・ホール問題にかんするノート1』 . <http://www2.sal.tohoku.ac.jp/~hamada/montyhall3.pdf>. 2020年7月2日

The Generalization of the Monty Hall Problem

Kochi Ozu High School Grade 12 Kotoka Mibu · Aika Okabayashi · Masato Tomita · Syunsuke Nakao

Research Background

The Monty Hall problem is the probability problem as follows: there are three doors, one of which is the winner and the other two are misses. A challenger chooses one of these three doors. After that, the moderator (who knows which one is the winner) tells the challenger that one of the doors that the challenger did not choose is a miss. At this point, the challenger can choose either the first door or the remaining one. In this case, is the probability of winning different between the case where the challenger chooses another door and the case where the challenger does not choose another door? If so, which one is more likely to win? Also, is there any regularity?

Purpose and Significance of the Research

Our intuition told us that the probability of winning would be one in two or one in three whether we re-selected or not, but based on mathematical calculations, the probability of winning would be one-third if we did not re-select, and two-thirds if we re-selected. We noticed the difference and found it interesting.

Research Method

The total number of doors was n , the number of doors that win was m , and the number of doors that the moderator told the challenger are misses was k . The specific values were then calculated using Excel.

Results and Discussion

Condition $n \geq k+m+1, n \geq 3, m \geq 1, k \geq 1, n, m, k \in \mathbb{N}$

Probability of winning with different choices

$$p_1 = \left(\frac{1}{n C_m} \times \frac{1}{n-m C_k} \times n-m C_k \times n-1 C_{m-1} \times \frac{m-1}{n-k-1} \right) + \left(\frac{1}{n C_m} \times \frac{1}{n-m-1 C_k} \times n-m-1 C_k \times n-1 C_m \times \frac{m}{n-k-1} \right)$$

$$= \frac{m(m-1)}{n\{n-(k+1)\}} + \frac{m(n-m)}{n\{n-(k+1)\}} = \frac{m(n-1)}{n\{n-(k+1)\}}$$

Probability of winning without changing the choice

$$p_2 = \frac{1}{n C_m} \times \frac{1}{n-m C_k} \times n-m C_k \times n-1 C_{m-1} = \frac{m}{n}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m(n-1)}{n\{n-(k+1)\}} = \frac{n-1}{n-k-1} > 1$$

Therefore, probability of winning is higher if you change your choice

$$p_1 + p_2 = \frac{m(n-1)}{n\{n-(k+1)\}} + \frac{m}{n} = \frac{m(2n-k-2)}{n(n-k-1)}$$

Now, consider the condition $p_1 + p_2 = 1$

$n = m+k+a$ ($a \in \mathbb{N}$)

$$\text{from } k = n-m-a \quad \frac{m(2n-k-2)}{n(n-k-1)} = \frac{m(n+m+a-2)}{n(m+a-1)} \dots \textcircled{1}$$

$$\text{from } \textcircled{1} \quad m(n+m+a-2) = n(m+a-1) \dots \textcircled{2}$$

【I】 $a \geq 2$ $n = m + \frac{m(m-1)}{a-1}$ From $n = m+k+a$ $k+a = \frac{m(m-1)}{a-1}$

【II】 $m < a$ from $\textcircled{2}$ $m-1 < a-1$

also $m < k+a$

$(m-1) < (k+a)(a-1)$ therefore unsuitable

【III】 $m = a$ from $\textcircled{2}$ $m(m-1) = (k+a)(a-1)$
 from $m = a$ $m(m-1) = (k+m)(m-1)$

$k(m-1) = 0$ therefore unsuitable

【IV】 $m > a$ $\textcircled{2}$ to $m(m-1) = (k+a)(a-1)$

$m > a$ to $m-1 > a-1$

$(k+a)(a-1) = m(m-1) > m(a-1)$ to

$(k+a)(a-1) > m(a-1)$

$a-1 > 0$ to $k+a > m$

Therefore $p_1 + p_2 = 1 \leftrightarrow$ 「 $m = a = 1$ 」 and 「 $a \geq 2$ and $\frac{m(m-1)}{a-1} = k+a$ 」

$a=1$ in the case that $\textcircled{1}$ to $p_1 + p_2 = \frac{m(n+m+a-2)}{n(m+a-1)} = 1$

$a=1$ to $\frac{m(n+m+a-2)}{n(m+a-1)} = \frac{n+m-1}{n} = 1$

$n+m-1=n$ therefore $m=1$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\frac{m}{n} \times \frac{n-1}{n-k-1}}{\frac{m}{n}} = \frac{n-1}{n-k-1}$$

$n = m+k+a$ to

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{n-1}{m+a-1}$$

$a=1$ in the case that $m=1$ to

$$\frac{p_1}{p_2} = n-1$$

$a=2$ in the case that $n = m+k+a = m + \frac{m(m-1)}{a-1}$ to

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m \left(1 + \frac{m-1}{a-1} \right) - 1}{m+a-1} = \frac{m-1}{a-1}$$

(Table 1: Substituted a the numbers into Excel and extracted the values that match the condition $p_1+p_2=1$.)

n	m	k	a	p_1	p_2	p_1+p_2	$\frac{p_1}{p_2}$
3	1	1	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	2
4	1	2	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	1	3
9	3	4	2	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	2
16	4	10	2	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	1	3

Conclusion and Future Prospects

$p_1 + p_2 = 1 \leftrightarrow$ 「 $m = a = 1$ 」 or 「 $m > a \geq 2$ and $\frac{m(m-1)}{a-1} = k+a$ 」

Furthermore $p_1 + p_2 = 1$ in the case that

$a=1$, then $\frac{p_1}{p_2} = n-1$ If $m > a \geq 2$, then $\frac{p_1}{p_2} = \frac{m-1}{a-1}$

References

- 1) 難波博之(2020). 『モンティ・ホール問題とその解説 | 高校数学の美しい物語』 <https://mathtrain.jp/monty>. 2020年6月24日
- 2) 浜田宏(2016). 『モンティ・ホール問題にかんするノート1』 . <http://www2.sal.tohoku.ac.jp/~hamada/montyhall3.pdf>. 2020年7月2

高知の河川の水質と珪藻

高知県立高知小津高等学校 理数科3年 廣井織帆, 又川朋海, 富田瑞紀, 井上郁也

【背景】

「現状の水質環境基準による評価だけでは河川水質や河川環境上の諸課題を十分に把握することが困難」（国土交通省河川局河川環境課, 2009）

現在の河川水質管理の課題点

- ・大幅に水質が改善され、BOD だけでは適切に評価できない
- ・それぞれの河川の特徴を反映したきめ細かい指標が必要
- ・環境基準点の水質だけを測定するのでは河川全体の水質を把握することが難しい

【目的】

珪藻による水質評価と、高知県林業振興・環境部環境対策課の公表している環境基準点の類型を組み合わせることで、より細かく河川の水質汚濁状況を調べる。

【仮説】

環境基準点の類型（AA, B, C）が良好な方が汚濁階級も良好になる。

【実験Ⅰ】

(1) 実験器具

珪藻採集：歯ブラシ、スポイト、バット、70%エタノール水溶液、温度計、採集ピン
プレパラート作製：スポイト、パイプ洗浄剤、遠心分離機、蒸留水

(2) 実験方法

①異なる類型である3地点（小山橋、落合橋、比島橋）の珪藻の採集をする。（図1）



左) 小山橋 (国分川上流), 中) 落合橋 (久万川上流), 右) 比島橋 (久万川下流)



図1 各調査地点の場所⁴⁾

②クリーニングを行い、観察用のプレパラートを作製する。

③1000倍で観察・撮影。1400倍に拡大したものを印刷する。

④珪藻を同定した後、識別珪藻群A～Cのグループに分け、算出式を用いて汚濁指数を求め、各河川の水質を判定する。

汚濁指数の算出式

$$S = \sum n s / \sum n$$

S: 汚濁指数 n: それぞれの種の殻数 s: 汚濁階級指数

⑤珪藻による水質調査の結果と高知県が公表している環境基準点の類型を比べ、関係性を調べる。

(3) 結果 表2 水質判定結果の比較 (12月)

環境基準点	類型(BOD基準値)	汚濁指数	汚濁階級	同定数
小山橋	AA(1mg/L以下)	1.773	β-中腐水	228
落合橋	B(3mg/L以下)	1.672	貧/β-中腐水	289
比島橋	C(5mg/L以下)	2.043	β-中腐水	223

【引用文献・参考文献】

- 1) 国土交通省河川局河川環境課 (2009) 「今後の河川水質管理の指標について (案) [改訂版]」 <https://www.mlit.go.jp/common/000046619.pdf>・2020年1月9日
- 2) 真山茂樹 (2000) 「識別珪藻群法 - 珪藻を用いた河川の水質判定方法 -」 <http://www.u-gakusei.ac.jp/~mayama/diatoms/DifferentiatingDiat.htm>・2020年1月6日
- 3) 高知県林業振興・環境部環境対策課 (2019) 「平成29年度公共用水域及び地下水質の水質測定結果」 <https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030801/mizu-kekka-t29.html>・2020年1月6日
- 4) 高知県林業振興・環境部環境対策課 (2020) 「公共用水域調査地点図(5)浦戸湾水域」 <https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030801/mizu-houkokusho.html>・2020年8月21日
- 5) 真山茂樹, 加藤和弘, 大森宏, 清野聡子 (2004) 「ミクロの生物「珪藻」から川の環境を見つめてみよう」 <http://lbn.ab.a.u-tokyo.ac.jp/~keiso/diatom4/index.html>・2020年8月12日
- 6) 滋賀県立琵琶湖博物館 (2003) ・WEB図鑑「珪藻」 <https://www.biwahaku.jp/research/data/atlas/index.html>・2020年1月14日
- 7) 南雲保, 鈴木秀和, 佐藤晋也 (2018). 『珪藻観察図鑑』. 誠文堂新光社

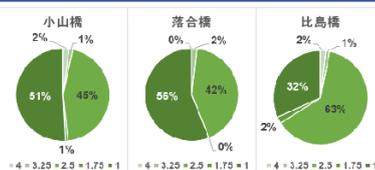


図2 各調査地点の珪藻群の汚濁階級指数別割合

(4) 考察

同定数が少なく、また、海水の影響を踏まえていなかったため、正確なデータとは言い切れない。

以下を改善点とする。

- ・1回の同定数を1地点500殻にし、月ごとに行う
- ・ガスバーナーによる乾燥から自然乾燥に変更する
- ・塩分濃度計を用い各地点の塩分濃度を測定する

【実験Ⅱ】

(1) 実験器具

実験Ⅰに加え、塩分濃度計を使用。

(2) 実験方法

実験Ⅰに加え、実験Ⅰの考察の改善点を加える。

(3) 結果

表3 水質判定結果の比較 (1, 2, 3, 6月)

環境基準点	類型(BOD基準値)	汚濁指数	汚濁階級	同定数
小山橋	AA(1mg/L以下)	1.711	貧/β-中腐水	2000
落合橋	B(3mg/L以下)	1.660	貧/β-中腐水	2000
比島橋	C(5mg/L以下)	1.821	β-中腐水	2000



図3 各調査地点の珪藻群の汚濁階級指数別割合

表4 各地点の塩分濃度

	干潮時	満潮時
小山橋	under(*)	
落合橋	under	0.01%
比島橋	0.02%	0.09%

* 潮の干満による影響を受けないため、測定一回

(4) 考察

汚濁階級が同じ判定となった2河川について見てみると、汚濁指数は小山橋(AA, 1.711)よりも落合橋(B, 1.660)の方が小さい値を示している。汚濁指数の差が水質の差と言えるのかどうかは現時点ではわからないが、珪藻を採集した際の水質(透明度などの見た目)は落合橋の方が良好であったため、何らかの関係性を導き出すことができれば化学的指標では測れない項目を識別珪藻群法で評価できるようになるかもしれない。

【今後の課題・展望】

- ・継続して実験を行う
- ・同じ類型の河川どうしの実験を行う
- ・環境基準点以外の場所の水質調査を行う

River Water Quality and Diatoms in Kochi

Kochi Ozu High School (Science and Math Course) Grade 12 Riho Hiroi, Tomomi Matagawa, Mizuki Tomita, Ikuya Inoue

【Background】

“It is difficult to fully understand various problems related to river water quality and river environment only by evaluation based on the current water quality environmental standards.” (River Environment Division, River Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2009)
 Challenging points of river water quality management

- BOD alone cannot properly evaluate river water quality.
- Detailed indicators that reflect the characteristics of rivers are needed.
- It is difficult to grasp the water quality of the entire river.

【Purpose】

By combining the water quality evaluation by diatoms published by Kochi's Forest and Environment Bureau and the types of environmental standard points, we investigated the water pollution status of rivers in more detail.

【Hypothesis】

Rivers that are classified as having good water quality according to environmental water quality standards should have a small pollution index according to the diatom group identification method.

【Experiment I】

(1) Equipment

Collection of diatoms: toothbrush, dropper, container, 70% ethanol aqueous solution, thermometer, gathering bottle
 Preparation of production: dropper, pipe cleaner, centrifuge, distilled water

(2) Method

①Collection of diatoms. (Figure 1)



Figure 1 Location of each survey point

- ②Do the cleaning and make a preparation for observation.
 ③Observe and shoot at 1000x. Print a 1400x magnified photo.
 ④Calculate the pollution index using the formula below. Determine the water quality of each river.

Formula of pollution index

$$S = \sum ns / \sum n$$

S : Pollution index n : Number of shells for each species
 s : Pollution class index

⑤Compare the results of water quality surveys using diatoms with the types of environmental standard points published by Kochi's Forest and Environment Bureau, and investigate the relationship.

(3) Result

Table 1 : Comparison of water quality judgment results (December)

Environmental standard point	Type	Pollution index	Pollution class	Identification number
Oyamabashi	AA	1.773	β- Medium rot water	228
Ochiaibashi	B	1.672	Poor/β-Medium rot water	289
Hijimabashi	C	2.043	β- Medium rot water	223

【References】

- 1) 国土交通省河川局河川環境課 (2009)「今後の河川水質管理の指標について (案)【改訂版】」<https://www.mlit.go.jp/common/000046619.pdf>・2020年1月9日
- 2) 真山茂樹 (2000)・「識別珪藻群法 - 珪藻を用いた河川の水質判定方法 -」<http://www.u-gakugei.ac.jp/~mayana/diatoms/DifferentiatingDiat.htm>・2020年1月6日
- 3) 高知県林業振興・環境部環境対策課 (2019)「平成29年度公共用水域及び地下水質の水質測定結果」<https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030801/mizu-kekka-h29.html>・2020年1月6日
- 4) 高知県林業振興・環境部環境対策課 (2020)「公共用水域調査地点図(5)浦戸湾水域」<https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030801/mizu-houkokusho.html>・2020年8月21日
- 5) 真山茂樹, 加藤和弘, 大森宏, 清野聡子 (2004) . 「ミクロの生物「珪藻」から川の環境を見つけてみよう」.<http://lbn.ab.a.u-tokyo.ac.jp/~keiso/diatom4/index.html>・2020年8月12日
- 6) 滋賀県立琵琶湖博物館 (2003)・WEB図鑑「珪藻」<https://www.biwahaku.jp/research/data/atlas/index.html>・2020年1月14日
- 7) 南雲保, 鈴木秀和, 佐藤晋也 (2018).『珪藻観察図鑑』, 誠文堂新光社

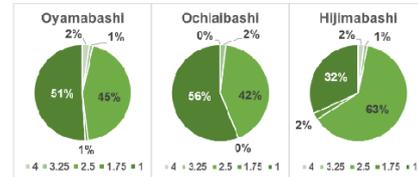


Figure 2 : Percentage of diatom groups at each survey point by pollution index

(4) Discussion

Identification number is low and does not take into account the effects of seawater, so it is not accurate data.

Improvement points

- The number of identifications at one time is set to 500.
- Change to natural drying.
- Measure the salinity of water at each point.

【Experiment II】

(1) Equipment

In addition to Experiment I, a salt meter was used.

(2) Method

In addition to Experiment I, we made improvements to the description of Experiment I.

(3) Result

Table 2 : Comparison of water quality judgment results (January, February, March, June)

Environmental standard point	Type	Pollution index	Pollution class	Identification number
Oyamabashi	AA	1.711	Poor/β-Medium rot water	2000
Ochiaibashi	B	1.660	Poor/β-Medium rot water	2000
Hijimabashi	C	1.821	β- Medium rot water	2000



Figure 3 : Percentage of diatom groups at each survey point by pollution index

Table 3 : The salinity of water at each point

	Low tide	High tide
Oyamabashi	under	under(*)
Ochiaibashi	under	0.01%
Hijimabashi	0.02%	0.09%

*The measurement was performed only once because it is not affected by the tides.

(4) Discussion

At this time, it is unclear whether the difference in pollution index is related to the difference in water quality. Ochiaibashi had good water quality at the time of diatom collection, so if some relationship can be derived, there is a possibility that items that cannot be measured by chemical indicators can be evaluated by the diatom group identification method.

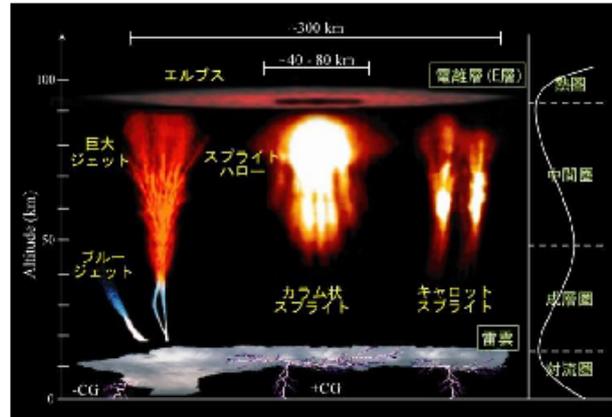
【Future plan】

- Conduct experiments over a longer period of time.
- Experiment in the same type of rivers.
- Conduct a water quality survey at a place other than the environmental standard point.

高高度発光現象「エルブス」の形状について

高知県立高知小津高等学校 三年 尾崎 文菜、北村 礼、佐々木 有彌、光森 雅騎

高高度発光現象とは



高高度発光現象の形状 北海道大学：佐藤光輝

高高度発光現象とは高度約50~100kmの中間圏において雷に伴って起こる発光現象であり、スプライトやエルブスなどがある。

○エルブスの発生メカニズム



エルブスの謎

- 謎1：エルブスの内円はズれている？
- 謎2：エルブスに厚みがある？
- 謎3：エルブスに縞模様がついている？

研究の概要

私たちは、全国32の高校で共同研究を行っている。これは世界最大の高高度発光現象観測チームとなっており、多くのデータを保有している。今回はその多くのデータを利用して、エルブスの形状について分析した。

目的

高高度発光現象の発生メカニズムや発生条件を明確にしたい。その結果から、直接観測が難しい超高度大気(50km~100km)の化学現象を考察することを最終目的とする。また、高高度発光現象がオゾン層を破壊している可能性があるという論文(佐藤, 2007)があり、高高度発光現象が地球環境に及ぼす影響の考察に繋げたい。

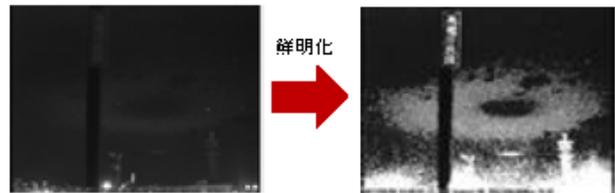
先行研究 (H29年度 研究成果)

○エルブスの画像の鮮明化

エルブスの画像は不鮮明であるため、鮮明化を試みて成功した。

画像の鮮明化の方法

- ①エルブスの画像形式をソフトを用いて変換する。 .jpg→.bmp
- ②変換した画像形式をソフトを用いて数値化する。
(画像の1ドットずつのRGB値を出した。) .bmp→.CSV
- ③一定以上の値を白を示す数値に変換する。
- ④変換後の画像を元の画像形式に戻す。 .CSV→.jpg



エルブスの加工前の画像

エルブスの加工後の画像

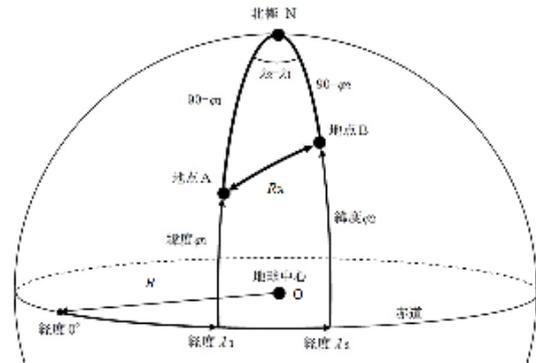
○球面三角法による距離の算出

エルブスの外円または内円の端と端に打った二点(地点 A, B)の座標を①の式(球面三角形の余弦法則)に代入し、 $\cos x$ ($x = \angle AOB$)を求める。次に、②の式(逆関数)を用いて x の値を求める。ABの距離は弧を求める式である半径×角度で求めることができるので、地球の半径 $R \times$ 角度 x でABの距離を求めることができる。

$$\cos x = \sin \phi_1 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \cos \phi_2 \cos(\lambda_2 - \lambda_1) \quad \text{①}$$

$$x = \cos^{-1}(\sin \phi_1 \sin \phi_2 + \cos \phi_1 \cos \phi_2 \cos(\lambda_2 - \lambda_1)) \quad \text{②}$$

二地点間の距離 $d = R \times x$

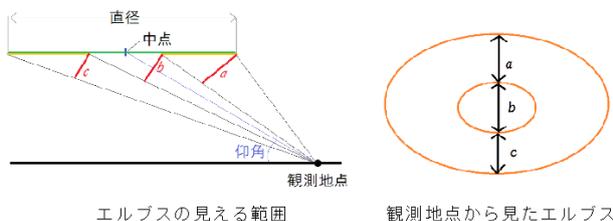


地球上の二点間の距離

エルブスの厚みの考察

仮説：エルブスに厚みがある

厚みは 10 km 程度である [Inan et al., 1996b] より



エルブスの見える範囲

観測地点から見たエルブス

方法：エルブスと観測地との位置関係の算出

- ① 2 観測点以上から鮮明に観測されているエルブスを選出する
- ② 観測されたエルブスについて、上図の a:b:c の長さの比を計測する
- ③ それぞれの観測地点同士の距離を算出（球面三角法より）
- ④ 観測地点からエルブスの中心までの距離を算出（球面三角法より）
- ⑤ 模造紙を、縮小した地図とし、観測地点の座標をプロットする
- ⑥ エルブスの端の点の座標を模造紙にプロットし、エルブスの形を求める
- ⑦ 地図と同じ縮尺のエルブス模型を作り、模造紙上空に配置し、観測地点から写真撮影し、以下の図の a:b:c の比を測定する
- ⑧ ②と⑦を比較して、エルブスの厚みを考察

○結果と考察

使用したエルブス…2008 年 12 月 18 日 5 時 16 分 2 秒

静岡県磐田南高校・香川県三本松高校の 2 点観測



20081218-051602 磐田南高校より

厚さを 1~5mm まで変えて写真撮影を行ったが、全体的に比の変動が少なかった。この結果から、ただ全体的に厚さを増やしただけではエルブスの形状を調べることができないと考えた。

静止画	比率			
	a	b	c	合計
	16	9	22	47

磐田南から観測された画像の a:b:c の比率

模型	長さ [mm]			
	a	b	c	合計
厚さ 1mm	19	6	12	37
厚さ 2mm	16	5	15	36
厚さ 3mm	17	3	15	35
厚さ 4mm	16	4	15	35
厚さ 5mm	17	3	17	37

模型を磐田南から見た a、b、c の長さ



20081218-051602 厚さ 1mm のエルブスの模型(内円を削る前)

内円を削った長さ	長さ [mm]			
	a	b	c	合計
1.0cm	13	6	11	30
2.0cm	13	7	11	30
3.0cm	12	7	10	29
4.0cm	10	8	11	28
静止画との比較	合致	長い	短い	

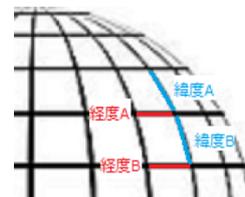
内円を削った模型を磐田南から見た a、b、c の長さ

模型の a の比を静止画と合わせるよう内円を大きくした。その結果、a の比を合わせたときの模型で c が短いという結果になった。そのため、c の部分に厚み加わることによって静止画の比に近づくのではないかと考えられる。

誤差の検証

1. 分析ソフト UFO Analyzer で、厚みの考察に使用したエルブスを地図にプロットする際に、エルブスの画像の内円に 10 個、外円に 40 個の点を打った。この作業を手作業でおこなったため、点を打つ位置に誤差が生じる。その誤差を検証してみると、上下に 1 ドットずれると約 2.65 km のずれが生じ、左右ではエルブスの上部では 0.000547 km、下部では 0.0797 km のずれが生じることが分かった。

2. 地図を球面から平面にしたときの実際の距離と地図上の誤差は、緯度の誤差はなく、経度の誤差は約 0.814 km であった。右の図での緯度 A、B はそれぞれ緯度 1 度で、経度 A、B はそれぞれ経度 1 度である。また、下の表が球面三角法を利用して出した実際の距離である。



緯度(°)	経度(°)	緯度 1 度の距離(km)	経度 1 度の距離(km)
34	134~135	110.9463	91.9783
35	"	"	90.8815
36	"	"	89.7570
37	"	"	88.6052

今後の課題

- ・ 2 観測点からのエルブスの厚みの考察ができていない
- ・ 複数のエルブスの厚みの考察ができていない
- ・ 模型が完全に作成できていない

今後は、エルブスの平らな模型に実際に粘土で厚みをつけ、完全なエルブスの模型を作製し、数も増やしていこうと考えている。

参考文献

京都大学 高々度放電現象.

<http://www.rish.kyotou.ac.jp/radargroup/members/isoda/sprite.html>

佐藤光輝, 2007: 太陽活動-雷活動のリンクの可能性と超高層雷放電が地球大気へ与える化学的インパクト, 京都大学基礎物理学研究所 研究会報告書

高校生天体観測ネットワーク. <http://www.astro-hs.net/>

ソノタコドットコム. <http://sonotaco.com/>

東北大学機械系 瀧名秀明がゆく!

<http://www.mech.tohoku.ac.jp/sena/series26/vol1/vol1-3.html>

Bell, T.F., Reising, S.J. and Inan, U.S., 1998: Intense continuing currents following positive cloud-to-ground

lightning associated with red sprites. Geophys. Res. Lett., 25, 1285-1288

福西浩, 2005: 雷雲から超高層大気への上放電発光現象の研究, 2004 年度堀内賞受賞記

Fukunishi, H., Y. Takahashi, M. Kubota, K. Sakano, U.S. Inan and W.A. Lyons, 1996: Elves: lightning-induced transient luminous events in the lower ionosphere, Geophys. Res. Lett., 23, 2157-2760

藤沢健太, 球面三角法. SphericalTriangle081106. pdf

Inan, U.S., W.A. Ampson, and Y.N. Tarantenko, (1996b), Space-time structure of optical flashes and ionization changes produced by lightning-EMP, Geophys. Res. Lett., 23, 133-136

6 運営指導委員会の記録

【令和3年度高知小津高等学校SSH第1回運営指導委員会】

日時 令和3年7月24日(土) 15時45分から17時15分まで

会場 高知小津高等学校 研修室

参加者 運営指導委員会委員

長崎会長，小松副会長，森澤委員，永田委員，吉田委員，前田委員，清原委員，吉用委員
以上8名（川北委員は欠席）

高知小津高等学校

竹崎校長，安藤教頭，森岡教頭，前田SSH・企画研修部長，野並研究主任，廣瀬教諭(物理)
諫本教諭(化学)，湯田平教諭(生物)，磯井佐教諭(地学)，山本教諭，松井実習助手

高知県教育委員会事務局高等学校課

濱川課長，藤中企画監，山岡課長補佐，岩河チーフ，東岡指導主事，寺尾指導主事(学校教育支援担当)

国立研究開発法人科学技術振興機構理数科学推進部先端学習グループ

鈴木主任調査員

(会長 副会長の選出)

高知小津高校 SSH の第IV期は、オール高知の産学官民あげた支援を受け、その取組は普通科に波及している。科学英語は進展しており、さらなる発展が求められることから、会長に長崎委員、副会長に小松委員が推薦され、承認された。

(報告)

令和2年度、県外のSSH指定校2校との比較のためにSSHの取組と理数系人材育成への寄与についてのアンケート調査を実施した。普通科理系と比較し、理数科の生徒の理科や数学に取り組むポジティブ感情は、有意に高い結果となった。SSHに特化したプログラムを組んだクラスでは、普通科理系と比較し理数系人材の育成に有意なプログラムが開発できていることが示された。学校間の効果の違いでは有意差はないことが示され、本校が開発した理数系人材育成プログラムは、効果的であるといえる。運営指導委員会で指摘を受けたプログラムと資質能力育成の関係性の明確化については、資質・能力5つの構成要素が具体的にわかるアンケートを実施し、改善に向けた情報を得た。自走化に向け、同様のアンケートによるプログラムの精査を行う。中間ヒアリングで指摘された理数科生徒の課題発見力の伸長について研究推進委員会等で議論し、1年生の課題研究をミニ課題研究の反復とすることで改善できた。

(意見内容)

優れた研究には明確な研究動機があるため、課題設定に時間をかけ、そこから研究を進めていくことが重要である。興味を持った経緯を自分の経験と照らし合わせ、自分の言葉で語ってほしい。身近なところに疑問を持った課題研究のテーマ設定が多く、小学生の時から興味を持っている生徒が高知小津高校で研究するという気持ちにつながっている。研究では最初に設定したテーマ通りの結果が得られない場合が多いが、実験過程での発見や気づきをまとめると、面白い研究発表になる。以前と比較し研究の質が高くなり、十分な考察がなされた発表になってきたが、まだ改善点はあると思う。理解不足からか、学説だけを話しているように感じる部分もあるため、指導者による的確な助言が必要である。結果として示される定量的、客観的な視点は、サイエンスを学ぶ上では重要であり、工夫して数値化し、データを適切に解析処理し示せば良い。インターネット調査と校内アンケート調査が多く、文献調査が少ない点は課題であり、文献を読んで始める取組が必要である。理数、特に化学は色々なものづくりに関わっており、身の回りの物が開発された背景に興味を持つような教育になればありがたい。発表会における教員の準備、運営方法は大変素晴らしい確であった。コロナ禍で色々苦労もあったと思うが、それを乗り越えた新しい運営の在り方を経験されている。

第IV期は高知県の多くの大学や企業に協力いただき進めることができた。経過措置や自走化に向け、継続して課題研究等を支援いただきたい。SSH事業によりつくりあげた取組は、高知小津高校の柱であり、今後も生徒自身の主体的な取組になるよう精選して継続的に実施していく。経過措置、自走化の方向性として、主体的な子ども達の学びをテーマに設定することは非常に重要である。グループではなく個々の生徒がそれぞれ調べ、興味を元に研究テーマを自由に選択できる形を考えていくことについては、次の2年間で模索することになる。高知県立大学地域教育研究センターは、現在協力している範囲であれば、今後も継続できる。高知大学でも、様々な形で協力可能な先生方もおり、今後の相談により最適な関わり方ができる。サイエンスの枠組みの中、来年以降はAI等が入ることが考えられ、高知工科大もできることがあれば関わる。自走化に向けて、事業を絞ることについては苦しい作業だが、何を残すかを決めなくてはいけない。学校間比較アンケートは高知県内のSSH非指定校との比較を予定しており、第2回運営指導委員会で結果を報告したい。高知県内の科学者が育つ環境は必要であり、高知小津高等学校はそれをリードする学校であり続けて欲しい。

【令和3年度高知小津高等学校SSH第2回運営指導委員会】

日時 令和4年1月31日(月) 15時30分から17時00分まで

会場 Web会議

参加者 運営指導委員会委員

長崎会長, 小松副会長, 森澤委員, 永田委員, 吉田委員, 前田委員, 吉用委員

以上7名(川北委員, 清原委員は欠席)

高知小津高等学校

竹崎校長, 安藤教頭, 森岡教頭, 前田SSH・企画研修部長, 野並研究主任

廣瀬教諭(物理), 湯田平教諭(生物), 磯井佐教諭(地学)

高知県教育委員会事務局高等学校課

濱川課長, 山岡課長補佐, 岩河チーフ, 東岡指導主事, 寺尾指導主事(学校教育支援担当)

(報告)

第Ⅳ期5年目であり, 総括のため評価をする。[第1年次から4年次までの取組説明], 第5年次では普通科課題研究をグループ研究とした。県内のSSH非指定校との学校間比較を行った。資質・能力アンケートを実施し事業を展開した。結果として普通科では十分な効果があったと評価できる。理科の学習に関する学校間比較ではやや有効な傾向が示されていると評価できた。各SSH事業の評価として, 効果の強弱があるが, 相互作用的に働き生徒の資質・能力を十分に高めていると考える。総合分析として生徒のメタ認知能力の向上に効果があると考えられる。計量テキスト分析では, 1年次から比較すると, 3年次では粘り強く課題研究に取り組んだ結果をうかがわせる単語の記述が多く, 数値的な判断では見えなかった主体性や意欲を見ることができた。今後の計画として, 普通科では, データサイエンスを取り入れたうえで深化させ, 生徒の資質・能力の向上に効果的にはたらく短期集中体験ゼミを中心に, AIや女性研究者の育成に向けた体験ゼミをさらに発展させることなどがあげられる。

(質疑) ○生徒の変容がわかる分析が高知大学と共同でされているが, 学術的な場での発表予定はあるか。→分析された先生が四国地区の教育研究発表会の場で発表しており, 昨年度分は論文に掲載予定である。○資質・能力の調査は生徒の自己評価結果の統計処理であり, この結果で表現力が伸びたとするには疑問が残る。学校として文章表現力等が伸びたとするエビデンスはないか。→多重分析をする必要がある。2つの変数を用いて分析する際に, 目的となる変数を模試の偏差値とした場合, 本校の取組とずれが生じる。影響を与えた変数と目的の変数を何にするかで分析できるが, それが小論文等であれば評価の難しいものになる。→人材開発の場合はコンピテンシーテストやPROGテストがある。○卒業生への追跡調査で気になる意見はないか。→SSHのプログラムを受けたことは大学進学後, 大変役立ち, 今の自分を支えているという話を聞いた。○探究的な学習を行う学校が増えている。高知小津高校自体は今後の方向性はどのように考えているか。→普通科の課題研究では, 公的なデータも使った内容の深め方が大きな課題である。社会が劇的に変化する中で, 理数科では, これまでの課題研究を超えた新しい分野も取り込んでいく。

(意見内容)

統計的分析だけでは教育評価は非常に難しい。データ分析, 自己評価, 教員の観察等, 多面的に見る必要がある。量的な変容だけでなく質的な変容も見ると教育評価の意味も深まる。そのような観点からも教員の検討, 考察を加えていただきたい。報告では短期集中体験ゼミが非常に有効であることから, 今後もそのようなプログラムは実施できる。第Ⅳ期目では地域に密着した課題研究を行い, 普通科を含めた全校的な課題探究も発展している。評価方法も数値化, 見える化, 専門家の意見を取り込んだ生徒の主体性や探究力を明確にすることができており, 今後の発展も期待できる。IoTとAI技術に関する課題については, 高知大学では農学系を中心としたIoPに取り組んでおり, 県内大学と公共試験機関等のサポートを受けて進めている。これを活用し, 経過措置の間にデータサイエンスに着目した新しい展開ができる。アカデミックな場での成果発表というのは極めて大事であるが, 県民, 特に小中学生の保護者に対し, SSHの取組が, どのような能力向上に寄与しているかという実績をわかりやすく具体的に理解できるような見せ方が必要である。高知大学には高知県と高知工科大学, 高知県立大学と共に取り組み, 普及するIoP共創センターが設置された。高知小津高校の取組のなかでIoTやAIに課題をもつということであれば対応する。成果をあげている学校は, 教員がエネルギーにあふれている。教員も探究的な学びを実践するうえで, 探究を楽しんで進めていけるようになって欲しい。第Ⅳ期は課題研究に生徒全員が取り組むだけでなく, 教員も全校体制でサポートしており, 短期集中体験ゼミの引率等では, 教科科目を問わず引率し, 一緒に体験を楽しむ体制を作ることができた。令和3年度の取組, 20年間の取組の総括と今後の計画を報告いただいたが, この数年間が高知小津高校の長い歴史に重要な影響を与えていくため, 校内でも重点的に振り返りを行い, 今後のビジョンを描けるように, 本日の意見も踏まえつくりあげていただきたい。