

## はじめに

本校では、平成18年度に国の「スーパー・サイエンス・ハイスクール」の研究指定を受け、県立学校課をはじめ、JST、本校SSH運営指導委員会委員の皆様のご指導、ご助言を頂きながら、そして、地元の和歌山大学、和歌山医科大学、近畿大学生物理工学部をはじめ、多くの大学や研究機関等のご協力、ご支援を得ながら、様々な取組を行っております。本報告書は、2年次の研究成果と課題をまとめたものです。

さて、昨年の1年間は、偽装事件の相次ぐ発覚など社会問題が多い中、昨年11月には、京都大学再生医科学研究所の山中教授の研究チームが、ノーベル賞級と賞賛されるiPS細胞の開発に成功したことは、競争の激しい医科学分野において大きな話題となりました。今後の再生医療の発展に期待が寄せられるとともに、早速国もその研究の支援に乗り出しています。また、昨年の秋、月探査衛星「かぐや」が月周回軌道に入り、本格的な観測を始めたり、地球深部探査船「ちきゅう」が紀伊半島沖の付加体を掘削してコア採取や検層を行い、大きな成果を上げつつあります。一方、昨年3月には能登半島沖で、同7月には新潟県中越沖で大地震が発生し、大きな被害が出たり、同8月には、厳しい残暑が続くの中、熊谷市と多治見市で40.9℃を記録し、74年ぶりに日本列島での最高気温の記録更新もありました。

このように、めざましい科学技術の進歩とともに、その成果には目を見張るものがある一方、自然災害には依然として対応し切れていないのが現状でしょうか。

ところで、理数科教育に関わっては、ご承知のとおり、昨年12月に公表されたOECDの2006年高1生徒対象の調査結果において、理科・数学の順位の低下もさることながら、理科では、身の回りのことに疑問を持ち、それを論理的に説明するような力が弱いこと、数学では実生活への応用力などに課題があることなどが、以前の調査の読解力、表現力の課題とともに指摘されています。同時に行われた意識調査でも、科学について学ぶことの興味や理科の勉強が役立つと考えている生徒が、他国に比べて低いことも課題とされています。

本校のSSH事業では、① 大学・研究機関・地域と連携した、基礎知識定着の「学習」から主体的な「研究活動」に向けた理数教育の構築、② 多面的な考察・探究する能力を育成するため、自然科学・社会科学両面からアプローチする環境問題の学習、③ 中・高一貫教育のメリットを生かした理数教育の構築を目指して、昨年度から取り組んでいます。まさに、現代の理数教育の課題解決に向けた取組であると考えています。

この1年の取組では、ゼミ形式の探究科学Ⅱの開設をはじめ、大学や研究機関で講義を受けるのみならず、施設を利用させていただいての観察、実験や、先端科学分野の研究にも触れさせていただくなど、生徒の主体性と体験を重視してきました。また、中学3年生と高校1年生とが合同で講義を受ける試みも行いました。昨年度に比べて、様々な分野にわたって、すいぶん多様な学習形態がとれたものと思っております。しかし、実のところは、まだまだ模索していること、課題もたくさんあります。

この1年の研究成果と課題をまとめた小誌をご一読いただき、来年度に生かすべく皆様の新たな視点でのご意見やご助言をいただければ大変幸いに思います。

平成20年3月

和歌山県立向陽中学・高等学校長 吉松敏隆

## 平成19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

自然科学に対して意欲的かつ創造性豊かに探究する資質能力を育成するため、大学・研究機関等と連携しながら以下の研究開発を行う。

- (1) 科学に関する基礎知識の定着に向けての「学習」から主体的な「研究活動」に深化させる理数教育システムの構築を図る。そのため、生活とのかかわり、人間の営みとしての科学を重視し、中学校レベルの学習内容の補完を含んだ基礎的な内容から大学レベルの高度な内容まで、大学教授等による継続的な指導のもと実験を中心とした多様な学習活動を幅広く展開する。
- (2) 「環境問題」をテーマに、自然科学や社会科学の両分野から物事にアプローチするとともに、他教科で学習した知識の統合化を促し、多面的に考察・探究する力を育成する。
- (3) 理系の併設中学校と連携し、6年間の中高一貫教育において体系的かつ高度な理数教育を行う教育課程の研究開発に取り組む。

## ② 研究開発の概要

- (1) 「SS探究科学Ⅰ」（2単位1.5コマ）で、基礎的な内容と先端科学を中心とした内容を取り扱った。「SS探究科学Ⅱ」（3単位2.0コマ）では、理科・数学・環境領域など6ゼミを設定し、課題研究を中心とする授業を行った。また、大学などの研究者による連続した指導や助言を取り入れ、そのあり方を研究した。また、生徒の興味関心を高めるため「研究室訪問」などを実施し、研究機関との連携のあり方を研究した。
- (2) 1年生では、「SS環境科学」（1単位1.0コマ）の授業で、スキルの獲得を目標に「環境学習」のあり方を研究した。環境問題について学習する「環境フレームワーク」では、理科、社会科に加え、新たに家庭科とも連携を図り、教育内容の充実に努めた。また、「和歌山市内河川の水質調査」「ディベート学習」など自然科学と社会科学の両面から環境問題についてアプローチする授業を展開した。2年生では「SS探究科学Ⅱ」のゼミ活動で環境ゼミを設定し、課題研究を通じて環境問題について考察を深めた。
- (3) 6年間一貫の理数教育の教育課程について検討を行ってきた。中学校では、学校独自の科目「おもしろサイエンス」などで、体験的に学習できる理数教材を開発し実践してきた。中高一貫の教育目標として、自己実現に向けての「知識の獲得」と科学的リテラシーを育成する「知の探究」を2つの柱にその教育方法について研究を進めてきた。また、「実験講座」では、中高共同での学習の場を設定した。「探究科学Ⅱ」では、「中高連携」をテーマとした課題研究を設定し、高校生が中学生の実験を考案し指導する取組も実施した。

## ③ 平成19年度実施規模

環境科学科1年生、2年生の生徒を対象とする。ただし、一部のプログラムにおいては、普通科理系生徒、理科系クラブの生徒についても対象とした。また、「SSH和歌山大学講座」や「研究室訪問 人と自然の博物館」では、併設中学校の生徒も参加した。

## ④ 研究開発内容

## ○研究計画

## (1) 第1年次

「SS探究科学Ⅰ」を通じて、中学校レベルの基本的な内容から大学レベルの高度な内容に向けた接続を意識し、系統的かつ継続的な理数教育を展開するための実験開発に取り組んだ。

また、大学・研究機関等との連携方法について研究し、科学技術の研究に直接触れることにより、生徒の自然科学に対する興味・関心を高め、自ら学ぶ力を育成するための研究を行った。

「SS環境科学」では、環境問題について自然科学的分野からのアプローチを中心に社

会科学分野からも科学技術について捉え、科学を学ぶ者としての倫理感を育成するための教育方法についての研究を進めた。さらに、情報スキルやコミュニケーション能力の育成できる環境学習についての研究も行った。

また、併設型中学校の高等学校への連携・接続に向けて、カリキュラムの開発と情報収集を行った。

(2) 第2年次

「SS探究科学Ⅱ」を通じて、大学、研究機関との連携をさらに深め、専門的で高度な科学についての知識の定着を図った。課題研究活動を通じて、問題の発見と解決の能力を養い、独創性や創造性を高め、実験結果から得られたデータを的確に分析・考察する論理的な思考力を育成することを目標とした。

併設の中学校と高等学校との連携・接続に向けて理数教育の具体的な検討を進めてきた。なお、「SS探究科学Ⅰ」「SS環境科学」は、第一年次の取組をふまえ、検証を加えた後、さらに発展的に研究を進めた。特に、第2年次は併設中学校からの高校への入学が始まる年となることから、高等学校での理数教育をより高度なものとし、さらに先端科学研究に積極的に取り組んだ。また、併設の中学校で学習した理数に関する学校設定科目や総合的な学習の時間「環境学」及び高等学校の「数学Ⅰ」「理数理科」を先取りした学習による到達度を活かし、これまで以上にレベルの高い内容の理数教育、環境教育の確立を図った。

(3) 第3年次

大学や研究機関との連携をさらに深め、過去2年間で学習した先端科学技術の知識や自ら学び得た思考力を統合化し、社会と科学技術の在り方を総合的に理解することで主体的に自己の進路を切り拓く独創的な力を身につけることを目標とする。

また併設の中学校からの入学生（第2学年）については、「SS探究科学Ⅱ」で取り組む探究活動を高度化し、大学、研究機関との連携を強化することで、理数教育における中高一貫システムの開発に向けた研究を進めていく。なお、1学年の取組は継続的に同様とする。

(4) 第4年次

併設中学校からの入学生（第3学年）については、今までの取組の総括として大学レベルの内容について自主的に研究することで、自然科学についての理解を深め、将来的な展望を持って、主体的に自己実現を図ることができ、未来の科学者としての資質を向上させることを目標とする。

過去3年間のSSH事業についての総括をし、理数教育のカリキュラムや内容の再構築について研究する。

(5) 第5年次

課題研究において4年間継続して研究してきた実験・実習等の体験的活動の総括及びカリキュラムの永続的な定着について研究を行い、理数・環境教育の方向性を確立する。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

SS科目を新設するために、総合的な学習の時間「環境科学」（1年次1単位1.0コマ）と「環境課題研究」（2年次2単位1.5コマ）を減じるとともに、2学年で履修していた「世界史A」（2単位）を「世界史B」（3単位）とし、「SS探究科学Ⅱ」との選択科目とする。これは、1学年に履修した「SS探究科学Ⅰ」及び「SS環境科学」での学習内容から、科学技術や環境問題について社会科学の立場からさらに研究を進めていきたいと考える生徒のためである。また、世界史をB科目と設定しているのは、将来の進路実現に向けた配慮である。このため、「SS探究科学Ⅱ」を選択する生徒は「世界史」を履修しないので、SS科目の中で科学史など世界史の学習に関連するテーマを扱う。さらにSS科目を新設するため「情報B」（2年次2単位1.5コマ）も減じる。「情報B」で取り扱っていた情報教育の内容については、精選したうえで「SS環境科学」、「SS探究科学Ⅰ」で取り扱う。

○平成19年度の教育課程の内容

環境科学科（平成19年度入学生）の教育課程について、既存科目との有機的な連携をもとに「SS探究科学Ⅰ」（1年次2単位1.5コマ）、「SS環境科学」（1年次1単位1.0コマ）「SS探究科学Ⅱ」（2年次3単位2.0コマ）を設定した。「SS探究科学Ⅰ」では、物理、化学、生物領域の基礎的な実験から先端科学に関わる実験を行った。「SS環境科学」では、科学

者・科学史についての調べ学習、和歌山市内河川の水質調査、社会科、家庭科を中心とする環境問題学習、環境政策問題を論題とするディベート学習を行った。「SS探究科学Ⅱ」では、ゼミ別で課題研究中心の授業を設定し、学外の研究機関と連携した。課題研究では25テーマの研究を行うことができた。また、これらのSS科目と関連づけながら「研究室訪問」「実験講座」「先端科学講座」を実施した。

○具体的な研究事項・活動内容

①学校設定科目「SS探究科学Ⅰ」

第1年次よりも発展的な内容を多く取り組んだ。課題研究に向けてのスキル向上に効果がある学習ができた。

②学校設定科目「SS環境科学」

「環境フレームワーク」の確立にむけて取り組み、自然科学分野と社会科学分野の2領域の講座からなる教育を展開し、両分野の成果と理論を体系的に学習することができる教育方法の研究を行った。さらに、研究発表等で必要とされるプレゼンテーション能力やコンピュータを使用した情報の処理方法などの情報スキルを獲得するための授業、学んだ知識を定着し統合化するための「ディベート学習」も同時に展開した。

③学校設定科目「SS探究科学Ⅱ」

物理、化学、生物、環境、数学、情報の6ゼミを設定し、京都大学瀬戸臨海実験所や和歌山大学システム工学部、和歌山工業技術センターなどの研究機関と連携しながら課題研究を行った。課題研究の研究テーマは、物理4テーマ、化学3テーマ、生物6テーマ、環境2テーマ、数学1テーマ、情報9テーマとなった。

④大学・研究機関との連携による「研究室訪問」

大学や研究機関の研究室を訪問し体験学習を行うことで、先端科学技術について学習するとともに、科学に対して興味・関心を高め、将来の科学者としての姿勢を育成するための研究を行った。

訪問先 関西光科学研究所、大阪大学、京都大学、近畿大学生物理工学部、東洋精米製作所、電力中央研究所、国立環境研究所、日本科学未来館 など

⑤大学・研究機関との連携による「先端科学講座」・「実験講座」

大学や研究機関の研究者等による最先端の科学技術についての講演会を実施することで、自然科学や科学技術に対する知識を高め、科学的自然観を育成するための教育方法の研究を行った。

連携先 和歌山大学、雑賀技術研究所、大阪大学、和歌山県立医科大学、大阪市立大学

⑥科学系クラブ活動の活発化・活動支援方法の研究

中学校の理科部、高校での物理部、理学部、地学部に対して、研究のための機材の貸し出しのほかに専門的な研修を受講できる機会を設定した。具体的には、「兵庫県立人と自然の博物館」での研修、ロボットプログラムの研究、ペットボトルロケットの研究などを行った。

⑦中高一貫教育のもとでの理数教育システム構築に向けての研究

併設中学校からSSH対象の学科である環境科学科への接続に向けてのカリキュラム開発を行った。また、理数・環境領域の学習において、中学校で発展的な内容を取り込むための教育方法の研究と教材開発を行い、高校教員が中学校の授業を行った。中学生と高校生が共同で学習する機会として「SSH和歌山大学講座」や「課題研究ポスターセッション」を行った。

⑧その他

科学的知識や科学的スキルの向上を目標に、数学オリンピックなど各オリンピックやコンクール、SSHコンソーシアムへの参加を呼びかけるとともに、科学のおもしろさを地域の児童にも伝えるために「おもしろ科学まつり和歌山大会」に参加した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

①SS科目

SSH指定2年目となり、昨年度からの「SS探究科学Ⅰ」「SS環境科学」に加え、「SS探究科学Ⅱ」を開講した。これらの授業を通じて、生徒は積極的に学習しようとする姿勢や科学的スキルを身につけることができた。また、科学オリンピックやコンクール、サ

イエンスキャンプに積極的に参加しようとする生徒もでてきた。

②大学・研究機関との連携

大学や企業とSSHプログラムを取り組むことで、今後の本校の理数教育の発展に向けての協力体制が確立されつつある。また、生徒も学校外での研修を通じて、先端科学の内容だけでなく、将来の自己のあり方を考えるよい機会となった。

③科学系クラブ活動の活発化・活動支援方法の研究

低迷であった科学系クラブの活動が活発になってきた。中学校の理科部と共同で「善兵衛ランド」での金星の観測、「兵庫県立人と自然の博物館」での放散虫の観察と進化の考察などは、生徒にも好評であった。

④中高一貫教育のもとでの理数教育システム構築に向けての研究

今年度、向陽中学校1期生が高校に入学した。それに伴い、SS科目の内容や研修内容の難易度を高くしているが、生徒は積極的にSSHプログラムに参加している。また、SSHプログラムの一部に高校生と中学生が共同で学習したり、中高連携をテーマにした課題研究で高校生が中学生を教えに行くなど中高連携の場が広がってきた。

⑤その他

SSH指定2年目になり、各教科からの協力も得られるようになった。「SS環境科学」では、理科、社会科、家庭科の3教科の教員が担当しTTを行っている。また、2年生の課題研究のレポートでは、英語科の協力で研究概要を英語で表記する取組も行っている。

○実施上の課題と今後の取組

①SS科目

併設の向陽中学校からの入学生を迎え、中高一貫教育のもとでの理数教育の構築に向けて、SS科目の教育内容を再検討していく時期となっている。また、「SS探究科学Ⅱ」では、その教育内容の性質上多くの教員が担当しているが、学校運営上問題点も多々ある。今後、そのあり方も含め、どのように取り扱っていくかを検討していかなければならない。

②大学・研究機関との連携

大学などの研究機関との連携授業は、生徒の興味や関心が高まり教育効果も高いが、その内容については綿密な打合せが必要である。これらの行事はイベント的になりやすく、その学習目標を明確にして実施すべきである。また、訪問する研究機関の設備の問題や学校行事等の日程的な問題など課題も多かった。

③科学系クラブ活動の活発化・活動支援方法の研究

科学系クラブの活動は活発になってきたが、自分たちでテーマを見つけて研究していこうというレベルにはなっていない。部員の人数も増えてきているので、自らが問題を発見し、科学的手法で解決していく能力を育てていきたい。

④中高一貫教育のもとでの理数教育システム構築に向けての研究

中高での共同プログラムを実施することができ、その内容についても概ね好評であった。しかし、ひとつの共同プログラムを実施するには、中高それぞれの運営上の違いや学校行事、授業時間の関係など実施のために調節しなければならないことが多々あり、企画から実施するまでに時間がかかった。

中高における理数教育は、それぞれの教員がその構築に向けて取組を進めている。今後、中学校と高校の教員の連携をより強め、中高6年間の系統的な理数教育の構築を進めていかなければならない。

⑤その他

SSH事業全体の評価のあり方については、どのような視点で評価していくのが重要である。今後もその評価法について研究を進めていかなければならない。

また、来年度はSSH対象生徒が初めて卒業を迎える。それぞれの自己実現に向けて正しい進路を選択できるよう取組を進めていかなければならない。

## 平成19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

## ① S S 科目

## ・ S S 探究科学 I

中学時に実験を豊富に体験している併設中学校からの入学生が対象であり、第1年次と比較して発展的な内容を多く組み込むこととなった。探究科学Ⅱでの課題研究に向けてのスキル向上に効果がある学習ができた。

## ・ S S 環境科学

「科学史パネル発表」では、科学者の業績や科学技術の歴史について学習することにより科学倫理の涵養を進めることができた。「和歌山河川水質調査」では、フィールドワークの体験から身近にある環境問題を考える機会となり、豊富なデータを科学的に考察し、処理する能力と態度も育成することができた。また、「環境フレームワーク」では、昨年度の反省から身近な環境問題に重点を置いて取り組んできた。生徒は、身近の地域での様々な問題や環境対策を知ることによって環境問題を自らの課題として捉えることにつながった。

## ・ S S 探究科学Ⅱ

今年度から課題研究を中心とする「S S 探究科学Ⅱ」を開講した。「S S 探究科学Ⅱ」ではゼミ形式をとり、理科だけでなく数学や社会の教員も担当者として指導に参加した。その研究成果は本校成果発表会においてポスター発表や口頭発表を行い、校内、地域、保護者に広めることができた。また、化学グランドコンテスト等の外部の発表会、科学オリンピックに参加するなど積極的に自らの研究を外部に発信する姿勢を育成することができた。

## ② 大学などの研究機関との連携

「研究室訪問」「先端科学講座」などの大学等の研究機関との連携による研修は、昨年同様に科学に対する興味・関心を高める点で非常に有効であった。昨年度の課題として、対象人数が多いことによる研修先および研修内容が限定されることが上げられていた。今年度のラボツアーやサイエンスツアーでは、一部でグループ別に研修を設定し、課題を解消する計画を進めた。その結果、少人数での研修が可能となったため、実験・実習の内容を深めることができ生徒の理解を高めることができた。

## ③ 科学系クラブ活動の活発化

科学系クラブの活動はS S H事業が導入されて活発になってきた。中学校理科部と合同での「善兵衛ランド」での金星観測、「兵庫県立人と自然の博物館」での放散虫の観察と進化の考察などは生徒からも好評な取り組みができた。これらの取り組みにより、興味、関心を高め、研究に向けてのスキルの獲得につながった。

## ④ 中高一貫教育における理数教育の構築

中学校・高校との理数教育の構築に向けて教育課程の研究が進んでいる。中学校では理科・数学領域で学校独自の科目を設定し、実験・実習などの体験的な学習を重視している。高校においてもS S Hの活動を中心に研究が進んでいる。今年度は、高校生と中学生が共同で学習・研究する場として、「S S H和歌山大学講座」、探究科学Ⅱの課題研究の成果発表の「ポスターセッション」、審査員として中学生が参加する「ディベート学習」などを行った。同じグループ内での実験・実習や高校生の発表を中学生に直接伝えることは、生徒にとって大きな刺激となり、中学・高校の双方に有意義な取組であった。

## ⑤ その他

環境科学科以外の生徒に対しての取組として、2年生普通科の生徒を対象に「サイエンス

ツアー」の参加を募った。普通科の参加生徒のなかには研修に感動し、その研究所開催のサマーサイエンスキャンプに参加するなど良い影響を及ぼした。

SSH指定2年目となり、各教科の協力も得られるようになった。各SS科目の担当教員も「SS環境科学」では理科、社会、家庭科と「探究科学Ⅱ」では理科、社会、数学、情報と広がりが見られるようになった。また、「探究科学Ⅱ」の課題研究レポートでは、研究概要の英語表記の取組を行うなかで英語科の教員も指導担当に加わった。

## ② 研究開発の課題

### ① SS科目

#### ・SS環境科学

様々な取り組みで、生活に密着した環境問題については強化された。しかし、全体を振り返ると地球全体に関わる環境問題についての学習をさらに深める必要がある。他の行事等による授業時間の関係も考慮し、テーマ設定等、年間プログラム全体を精査していく必要がある。

#### ・SS探究科学Ⅱ

ゼミ形式の授業であったため多数の教員が関わることとなった。学校運営上他の業務に影響を与える面もあり、今後その指導方法やあり方について検討しなければならない。

### ② 大学などの研究機関との連携

SSH2年目となり、研究機関との連携もある程度構築できた。ただし、1年生の「研究室訪問」「先端科学講座」等は学校行事や授業時間の確保と関わって実施方法と内容の精選が必要である。2年生の「探究科学Ⅱ」でゼミ別に研究機関と連携を深めてきたが、ゼミによって連携の程度が異なっている。専門性を持つ研究者による指導は教育効果も高く、次年度はさらに各ゼミでの連携を深める取組を進める必要がある。

### ③ 科学系クラブ活動の活発化

SSH事業を利用した様々な取り組みで、生徒の興味・関心は高まり、活動は活発になってきている。今後は、これらの高まりを研究活動につなげ、定常的な研究を続けるなかで各種コンクールへの参加等を進めていくことが課題である。

### ④ 中高一貫教育における理数教育の構築

中高での共同プログラムの実施は概ね好評であった。しかし、一つのプログラムを実施する場合に、中高それぞれの学校行事、授業時間などの運営上の違いを調整するため、企画から実施までに多くの時間を必要とした。

今年度、併設中学校の1期生が入学してきたことにより、中高での理科や環境に関する継続的な指導内容について具体的に進み始めた。入学してきた生徒の現状を把握することで内容を少し修正する場面も見られた。

今後、中学校と高校の教員の連携をより強め、円滑な中高の共同プログラムの実施、系統的な理数教育の構築を進めていかなければならない。

### ⑤ その他

今年度は、普通科希望者も宿泊研修に参加した。しかし、学校全体にSSH活動を広げる取組という点ではまだ課題が残っている。全体講演としてSSH特別講演を実施するなど環境科学科だけでなく学校全体への広がりを持った取組を進めなければならない。

SSH事業の評価については各事業ごとのアンケートを通じて行ってきた。SSH指定3年目を迎え、様々な視点からの評価の検討が必要である。また、対象生徒の初めての卒業生を迎え、生徒の自己実現に向けた進路選択への取組を進めていかねばならない。

## 目 次

はじめに	
SSH研究開発実施報告書（要約）	
SSH研究開発の成果と課題	
<b>1章 平成19年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の概要</b>	
1 学校の概要	1
2 研究開発課題	1
3 研究の内容・方法・検証等	1
4 研究組織の概要	7
5 平成19年度研究開発の経緯	8
参 考	10
<b>2章 研究開発の内容とその評価</b>	
1 SSH特設科目での取組	
〔1〕 SS探究科学Ⅰ	13
〔2〕 SS環境科学	24
〔3〕 SS探究科学Ⅱ	31
2 研究室訪問・企業訪問	
〔1〕 関西光科学研究所（木津地区）	39
〔2〕 近畿大学生物理工学部	41
〔3〕 企業訪問 株式会社 東洋精米機製作所	44
3 先端科学講座・実験講座	
〔1〕 曲面の幾何学 滑らかなものと離散的なもの	46
〔2〕 An introduction on bacteriophage	48
〔3〕 宇宙の地球人としての私たち	50
〔4〕 シトラスセンサー 分光光度計を用いた糖度測定	51
〔5〕 バイオサイエンスと医学	52
〔6〕 水質分析	53
〔7〕 和歌山大学講座	56
4 ラボツアー（1年生宿泊研修）	59
5 サイエンスツアー（2年生宿泊研修）	67
6 中高一貫教育のもとでの理数教育・環境教育の充実に向けて	77
7 その他	
〔1〕 成果発表会（中間報告）	91
〔2〕 科学系クラブ活動報告	94
〔3〕 科学系クラブ研修「兵庫県立人と自然の博物館」	96
〔4〕 青少年のための科学の祭典	98
〔5〕 SSH生徒研究発表会	100
〔6〕 全国SSHコンソーシアム長崎への参加	101
〔7〕 第4回高校化学グランドコンテスト	102
〔8〕 サイエンスキャンプに参加して	103
<b>3章 実施の効果とその評価</b>	
〔1〕 事業アンケート	104
〔2〕 SSHアンケート	109
<b>4章 研究開発実施上の課題および今後の研究開発の方向・成果の普及</b>	114
<b>資 料</b>	
〔1〕 運営指導委員会	116
〔2〕 新聞記事	120
〔3〕 SSHニュース	122





# 1章 平成19年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の概要

## 1 学校の概要

- (1) 学校名 わかやまけんりつこうようこうとうがっこう ちゅうがっこう  
和歌山県立向陽高等学校・中学校  
校長名 吉松敏隆
- (2) 所在地 〒640-8323 和歌山県和歌山市太田127  
電話番号 073-471-0621  
FAX番号 073-471-6163
- (3) 課程・学科・学年別生徒数、学級数及び教職員数（高等学校）

### ① 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		合計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科	203	5	201	5	196	5	600	15
	環境科学科	76	2	81	2	79	2	236	6
	文化科学科	40	1	40	1	41	1	121	3
	計	319	8	322	8	316	8	957	24

### ② 教職員数

校長	副校長	教諭	養護教諭	非常勤講師	実習助手	ALT	事務職員	司書	校務員	計
1	1	60	1	6	3	1	4	0	2	79

## 2 研究開発課題

自然科学に対して意欲的かつ創造性豊かに探究する資質能力を育成するため、大学・研究機関等と連携しながら以下の研究開発を行う。

- (1) 科学に関する基礎知識の定着に向けての「学習」から主体的な「研究活動」に深化させる理数教育システムの構築を図る。そのため、生活とのかかわり、人間の営みとしての科学を重視し、中学校レベルの学習内容の補完を含んだ基礎的な内容から大学レベルの高度な内容まで、大学教授等による継続的な指導のもと実験を中心とした多様な学習活動を幅広く展開する。
- (2) 「環境問題」をテーマに、自然科学や社会科学の両分野から物事にアプローチするとともに、他教科で学習した知識の統合化を促し、多面的に考察・探究する力を育成する。
- (3) 理系の併設中学校と連携し、6年間の中高一貫教育において体系的かつ高度な理数教育を行う教育課程の研究開発に取り組む。

## 3 研究の内容・方法・検証等

- (1) 現状の分析と研究の仮説

[現状の分析]

本校環境科学科に入学してくる生徒は、中学校段階の学習において、理科や数学を得意とし、興味・関心も高い。しかし、中学校の学習内容と比較して高校では格段に難易度が上昇すること

から、高校での学習に戸惑う生徒も多い。また、高校で学習する内容を抽象的な知識としてとらえる傾向が強く、自分のものにできていない生徒も多い。特に理科については、その傾向が顕著である。これは、数学・理科と実社会とのかかわり、その学習内容が実際の生活で使用されている技術、あるいは今後社会の発展に大きく寄与するであろう先端技術にどのようにかかわっているかを想像する力が育っていないためと考えられる。また、進学校における理数教育が、大学進学という理由から体系化された知識の伝授を中心とする傾向があり、本校もその例外ではない。理科の実験においても、教科書に記載されている「結果がわかっている実験」を行っているが、それ以上のクリエイティブなレベルには至っていない。もちろん、体系化された科学的な基礎知識を習得するというのは大切なことであるが、それのみでは未来の科学者育成に関しては不十分である。

また、環境科学科の特性として環境問題に対する生徒の意識は、一般の生徒より高いと考えられる。しかし、科学技術が環境問題の解決にどのようにかかわっているかを実感できている生徒は、それほど多くない。こうした観点からも、科学技術と環境問題の関連性を学習し、科学技術の発展が現代社会の成長に大きく寄与していることをしっかり認識させることが重要な課題になると考える。

本校は、平成16年度から理系中学校を併設し、中高一貫教育を開始している。中学校から高校の環境科学科へ接続することにより、レベルの高い効率的な理数教育の構築が期待されている。中学校では、量的・質的にも数学・理科を重視した教育課程となっており、実験、実習の機会も多く、学習指導要領に定める標準時間の1.5倍の時間をあてて学習することとしている。そのため、数学・理科における高い学力とモチベーションとともに、科学技術とのかかわりについても豊かな想像力と感性をもつ生徒が、SSH事業の2年次に環境科学科に進級してくることになる。こうした生徒が、本校のSSH事業を一層高いレベルのものにする原動力となることが期待できる。

[研究の仮説]

大学などの研究機関や地域との連携を通じて、基礎から応用に向けての体験的な学習活動を多く取り入れることにより、科学技術に対する興味・関心を高め、自己学習能力を育成する。そして、将来、グローバルな視野に立ち社会に貢献する主体的な科学技術者になり得る資質をもつ生徒を育成する。

## (2) 研究内容・方法・検証

### 研究内容と方法

#### ①「学習」から「研究活動」に発展させる理数教育の開発

自然科学に対する造詣を深め、将来にわたり主体的に科学や数学に取り組む姿勢を涵養するための教育課程について研究開発を行う。そのため、理科、数学の授業内容の充実と指導時間数の増加及び学習活動の深化を図る。SSH指定2年目にあたる本年度は、併設中学校である向陽中学校から初めての入学生を迎え、昨年度の取組内容をさらに発展させる方向で、理数教育指導の方法について研究を行った。

「SS探究科学I」(2単位1.5コマ)では、実験を豊富に体験している併設中学校からの入学生が対象となることから、発展的な内容を多く組み込むことになった。その結果、科学的スキルの向上に効果がある学習を行うことができた。

また、SSH行事として「研究室訪問」「実験講座」「先端科学講座」「ラボツアー」を開催した。物理分野では、関西光科学研究所、和歌山大学システム工学部、大阪大学工学部環境・エネルギー工学科などの大学と連携し、「エネルギー」を学習テーマとした研修を企画した。核エネルギーなどのエネルギー生成・変換、制御システムの利用に関する研究やその利用などを体験的に学習することで、先端科学の基礎を理解し、社会における制御システムについての知識も深めていくことをねらいとした。

化学分野では、和歌山大学や雑賀技術研究所と連携しながら、「化学分析」を年間テーマに研修を計画した。特に「水質分析」においては、SS科目の授業内容と関連づけながら、塩化物イオンなどの定量実験を行い、化学実験に必要な基本的操作を習得するとともに、水質をテーマに科学的な考察を深めていくことをねらいとした。

生物分野では、今後予想される食糧危機や医療技術の発達に不可欠である技術として「バイオテクノロジー」を学習テーマとして取り上げた。SSH対象生徒全員に、SS科目の授業において「DNA抽出実験」「形質転換実験」などを体験させ、バイオテクノロジーの基本操作を習得させた。また、「An introduction on bacteriophage」の英語講演や近畿大学生物理工学部、和歌山県立医科大学と連携し、高度な内容の分子生物学の知識及びその技術についての理解を深める取組を行った。

2年生のSS科目「SS探究科学II」では、物理、化学、生物、数学、情報、環境の6つの領域別にゼミ形式で授業を展開し、京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所や和歌山工業技術センター、雑賀技術研究所などの研究機関と連携し課題研究を行った。連携する大学や研究機関を中心に、研究に向けてのオリエンテーション、課題についての継続的な指導や助言を受け、研究の深化を図るとともに、研究成果の概要を英語表記するなど国際性を意識した取組も行った。また、生物、数学の領域において、大学の研究者による連続した実習・実験の指導を要請し、高校教員とのTT等も取り入れながら、継続的かつ系統的に研究を進めることもできた。さらに、1年生の「ラボツアー」や2年生の「サイエンスツアー」では、その内容を充実させ、最先端の科学施設を訪問し、学習成果を発表する機会を設けた。

これらの学習プログラムを通じて、根気強く研究に取り組み、研究過程を大切にできる姿勢を学ぶことができた。また、多角的な考察法や科学者としての社会的責任について考察し、学習した知識の総合化、統合化を促進し、総合的な学力を育成するとともに、実践的な態度を身につけることもできた。

平成20年度には、新たに、理科の既存設定科目である「基礎理学」、「物質科学」、「生物環境」の内容をさらに充実させ、大学入試問題等にみられる実験についての主体的な研究に取り組み、自己の学習能力を高めるとともに、進路実現に向けての高度な研究を進める。また、実験方法や教材については、大学や研究機関等と連携を深め、量的質的な充実を試みる。

## ②スキルの向上を目標とした環境問題学習

身近な環境問題から同心円的に広がり、世界的な視点で環境問題を捉えていく学習システムの構築に向けて研究開発を行う。実地研修等の体験的学習や講演会など関連機関と連携しながら、机上の知識ではなく、問題現象の背景にある科学技術や社会的背景との関連づけのなかで知識の

深化をはかる。なお、レポート作成や、小論文、環境家計簿などに取り組むことによって、知識の構造化をはかり、自らの問題意識を育てる。さらに、今後の研究発表等で必要とされるプレゼンテーション能力やコンピュータを使用した情報の処理方法などの情報スキルを獲得するための授業も同時に展開する。

「SS環境科学」では、情報スキルの獲得やプレゼンテーション能力の向上を目標に調べ学習「科学史パネル発表」を行い、その後、環境問題学習へと授業を展開した。調べ学習「科学史パネル発表」では、自然科学や環境問題についての関心を高めるための教材として、過去の偉大な科学者についての業績やその当時の歴史的背景、またその理論についてポスターを作成し、学習を深めた。

環境問題学習では、総合的な環境学習を展開する「環境フレームワーク」の確立にむけて取り組んだ。教育課程前半で、自然科学分野（身近な環境問題について科学的に考察するテーマ）と社会科学分野（大量消費社会、環境関連諸法などの主要テーマ）の2領域の講座からなる教育を展開し、環境問題にかかわる代表的なテーマを題材にしながら、両科学分野の成果と理論を体系的に学習できるよう工夫した。また、身近な環境問題について見つめ直すことをねらいとして、家庭科の教員も含めTT形式での授業を展開することができた。従来から行っている和歌山市内河川の水質調査をより高度な研究に高め、地域環境に対する意識を高めるための取組とした。

教育課程後半では、学習した知識の構造化、定着をはかるには、論題に答える形で、学んだ知識を再構築する学習過程が有効であると考え、環境問題に関する政策論題をとりあげてディベートを行った。論題には教育課程前半のプロセスで取り上げた教育内容に関連付けられたテーマをとりあげた。実際の学習活動は、それぞれの論題に分かれての資料収集、該当問題の把握、反駁の予測（問題の多角的把握）、資料作成・発表法の工夫などの領域にわたることとなった。なお、ディベートの導入時には、評価目標を提示し、獲得すべき学習スキルの内容を常に意識しながらディベート準備及び試合に取り組ませる工夫を行った。試合時には、フローシート、判定表を記入することで自分たちの論理的思考や議論の手法などを振り返り、また自己評価表を作成することによって、自らの活動や習得した技能などについて到達度評価の形式で評価を行い、さらに今後の課題を自ら設定する力を育成できるよう心がけた。

2年生の科目として開設される「SS探究科学Ⅱ」の中でも、環境ゼミを設定し、「環境」に関わるテーマで課題研究を行い、その成果を発表し、自然科学及び環境に対する意識の向上を図ることができた。

### ③中高一貫教育における理数教育の研究

併設中学校と接続する6年間一貫の理数教育の教育課程について検討を行ってきた。基本的には高校での教育内容に向けて、中学校における理数教育の充実について研究するとともに、中学校と高校の理数科目、環境科目の効果的な接続方法について研究を重ねている。特に理数教育の接続については、理科・数学・英語の学習時間を中学校学習指導要領の標準時間の1.5倍を確保していることから、理科・数学・英語の中学校での学習を3年次夏までに終え、それ以降は高校の教育課程（数Ⅰ・A、理数理科）の内容を含む学習に入っている。

高校生と併設の中学校生徒による共同研修として「SSH和歌山大学講座」や「人と自然の博物館」での研修などのプログラムを実施し、中高共同での学習の場を設定することで、互いに刺

激しながら学習を深めていくこともできた。

来年度は、中高共同実験や「SS探究科学Ⅱ」における課題研究の結果・考察についての中学生向けポスターセッションなどを企画し、高校における研究成果を併設中学校に還元する方法についても研究、検証する。

また、併設の向陽中学校と合同で研究発表会を行い、地域の中学校にも参加を呼びかける。このことで、交流のあり方についても併せ研究する。

#### 検証・評価の方法

内部評価と外部評価を実施し、総合的にSSH事業についての検証を行う。

内部評価としては、SSHプログラムを通じて生徒、教員、外部評価の変容を捉える。実施方法としては理解度・関心・意欲・態度等などのアンケートを中心に各研究開発内容についての評価、検証を行う。この際、SSHプログラムが実施される前の生徒、あるいは同学年のSSHのプログラムを受けていない生徒との比較検討を行うことにより、SSHにおける取組の効果を分析し、研究開発課題の仮説を検証する。

また、SSHプログラムを通じて生徒に蓄積された総合的な学力については、ポートフォリオの手法等を活用し自己評価を行う。

SSH設定科目では、テスト等を行うことにより生徒個々の理解度等を客観的な数値として生徒にフィードバックしていく。

外部評価としては、SSH運営指導委員や学校評議委員での評価のほか対象生徒保護者にも評価をお願いする。

これらの内部評価、外部評価を用いてSSH各研究開発内容や全体の計画についての検証を行い、本校教育システム全体を改善していく。

#### (3) 必要となる教育課程の特例

既存科目との有機的な連携をもとに「SS探究科学Ⅰ」(1年次2単位1.5コマ)、「SS環境科学」(1年次1単位1.0コマ)「SS探究科学Ⅱ」(2年次3単位2.0コマ)を設定する。これらの科目では、基礎的な実験の操作から最先端科学における高度な内容まで、理科、環境に関する幅広い内容を取り扱うとともに、今後の探究活動に必要なスキルを獲得することを目標とする。また、2年次の「SS探究科学Ⅱ」(2年次3単位2.0コマ)では課題研究に取り組む時間を確保し、問題解決能力、多角的な考察法を育成するとともに、根気強く研究に取り組み、研究過程を大切にす姿勢、科学者としての社会的責任について学習し、総合的な学力を高める。さらに、理科の履修単位数を増単位とする。

なお、これらのSS科目を新設するために、総合的な学習の時間「環境科学」(1年次1単位1.0コマ)と「環境課題研究」(2年次2単位1.5コマ)を減じるとともに、現在2年次に履修している「世界史A」(2単位)を「世界史B」(3単位)とし、「SS探究科学Ⅱ」との選択科目とする。これは、1年次に履修した「SS探究科学Ⅰ」及び「SS環境科学」での学習内容から、科学技術や環境問題について社会科学の立場からさらに研究を進めていきたいと考える生徒のためである。また、世界史をB科目と設定しているのは、将来の進路実現に向けた配慮である。こ

のため、「SS探究科学Ⅱ」を選択する生徒は「世界史」を履修しないので、「SS科目」の中で科学史など世界史の学習に関連するテーマを扱う。

さらにSS科目を新設するため「情報B」(2年次2単位1.5コマ)も減じる。「情報B」で取り扱っていた情報教育の内容については、精選したうえで「SS環境科学」、「SS探究科学Ⅰ」で取り扱う。

なお、これまで行ってきた研究者による「特設課題授業」や「出前講座」などの取組についても、充実・発展させていく。

#### 4 研究組織の概要

研究開発の責任者は校長とし、理科、数学、環境の代表者に副校長を加えて事務局を構成する。



#### ○ 研究開発運営指導委員会

所 属	職 名	氏 名
和歌山大学教育学部	教 授	石 塚 互
和歌山大学システム工学部	教 授	瀧 寛 和
和歌山県立医科大学医学部分子医学研究室	教 授	坂 口 和 成
近畿大学生物理工学部学部長補佐	教 授	細 井 美 彦
株式会社島精機製作所グラフィックシステム開発部	開発エンジニア	岩 井 一 能
雑賀技術研究所	研 究 員	藪 田 真起子
和歌山大学教育学部 (本校学校評議委員)	教 授	矢 萩 喜 孝
向陽高等学校PTA	元 会 長	正 岡 伊久夫
和歌山県教育庁県立学校課	課 長	熱 川 恒 弘
和歌山県教育庁県立学校課	指 導 主 事	茂 田 嘉 朗
和歌山県教育庁県立学校課	指 導 主 事	川 鳶 秀 則



## 5 平成19年度研究開発の経緯

4月6日	保護者	保護者説明会	事業説明
4月20日	環境2年	「SS探究科学Ⅱ」ガイダンス	各ゼミ紹介・選択
4月26日	環境1年	SSHガイダンス	事業説明・アンケート
5月1日	環境2年	生物ゼミ実験講座①	※京都大学フィールド科学教育研究センター 講師宮崎勝己氏
5月6日	環境2年	生物ゼミ臨海実習①	京都大学瀬戸臨海実験所
5月8日	環境2年	数学ゼミ研究者による指導①	†和歌山大学 准教授江種伸之氏 准教授谷川寛樹氏 准教授山本秀一氏
5月24日	環境1年	和歌山市内河川水質調査	フィールドワーク
5月29日	環境2年	数学ゼミ研究者による指導②	
6月3日	環境2年	生物ゼミ臨海実習②	京都大学瀬戸臨海実験所
6月14日	環境1年	研究室訪問①	関西光科学研究所
6月17日	環境2年	生物ゼミ臨海実習③	京都大学瀬戸臨海実験所
6月21日	環境1年	実験講座①水質分析（F組）	和歌山大学教育学部 准教授木村憲喜氏
6月25日	教員	第1回運営指導委員会	
6月26日	環境2年	数学ゼミ研究者による指導③	
7月12日	環境1年	実験講座①水質分析（F組）	和歌山大学教育学部 准教授木村憲喜氏
7月15日 ～16日	環境2年	生物ゼミ臨海演習④	京都大学瀬戸臨海実験所
7月23日 ～24日	環境1年 教員	SSHコンソーシアム長崎	長崎大学 県立長崎西高等学校
7月28日	環境2年	生物ゼミポスターセッション指導①	
7月29日	環境2年	生物ゼミポスターセッション指導②	
7月30日	環境2年	生物ゼミポスターセッション指導③	
7月23日 ～25日	環境2年	サイエンスツアー	電力中央研究所 つくば研修（国立環境研究所他） 日本科学未来館ほか
8月1日 ～3日		SSH生徒研究発表会	パシフィコ横浜
8月30日	環境1年	SSH企業訪問（F組）	東洋精米機製作所
9月3日	環境1年	研究室訪問②	近畿大学生物理工学部
9月4日	環境2年	数学ゼミ研究者による指導④	†同様
9月6日	環境1年	SSH企業訪問（G組）	東洋精米機製作所
9月8日	環境2年	生物ゼミ臨海実習⑤	京都大学瀬戸臨海実験所
9月18日 ～19日	環境1年 環境2年 科学クラブ	パネル展「科学者の森」 ポスター「タマキビ類のすみ分け」 研究発表「ロボット」ほか	文化祭
10月2日	環境2年	数学ゼミ 研究者による指導⑤	
10月13日 ～14日	希望者 科学クラブ	青少年のための科学の祭典 「2007おもしろ科学まつり 和歌山大会」	マリーナシティ和歌山
10月18日	環境1年	先端科学講座（理科①） 「An introduction on bacteriophages」	大阪大学大学院理学研究科 Sebastien Lemire 氏

10月19日	環境1年 科学クラブ	先端科学講座（理科②） 「宇宙の地球人としての私たち」	宇宙飛行士 毛利 衛 氏
10月25日 ～26日	環境1年	SSHラボツアー	大阪大学工学部環境・エネルギー 工学科 京都大学工学部（桂キャンパス） 京都大学宇治地区研究所 京都大学再生医科学研究所
10月30日	環境2年	数学ゼミ 研究者による指導⑥	
11月2日	環境2 年 教 員	和歌山県立桐蔭高等学校 SSH成果発表会	ポスターセッションに参加
11月4日	環境2年	第4回高校化学グランドコンテスト	大阪市立大学
11月5日	環境1年 中学3年	実験講座② 「SSH和歌山大学講座」	和歌山大学 教 授 石塚 互 氏 教 授 門田 良信 氏 教 授 伊東 千尋 氏 教 授 坂本 英文 氏 准教授 豊田 充崇 氏
11月16日	環境2年	生物ゼミ 実験講座②	
11月19日	環境1年	先端科学講座（理科③） 「シトラスセンサー 分光器を用いた糖度測定」	雑賀技術研究所 重藤 和明 氏 宮本 晋吾 氏
11月20日	環境1年	先端科学講座（数学①） 「曲面の幾何学①」	☆大阪市立大学大学院 教 授 大仁田義裕 氏 教 授 酒井 高司 氏
12月7日	環境2年	数学ゼミ 研究者による指導⑦	
12月20日	環境1年	先端科学講座（数学②） 「曲面の幾何学②」	
12月26日	教 員	『科学英語』実施報告会ならびに研 究協議会	大阪大学工学部
1月17日	環境1年	先端科学講座（理科④） 「バイオサイエンスと医学」	和歌山県立医科大学 教 授 坂口 和成 氏
1月19日	科学クラブ	研究室訪問③	兵庫県立人と自然の博物館
1月22日	環境2年	生物ゼミ プレゼン講座	
2月1日	環境2年	数学ゼミ 研究者による指導⑧	†同様
2月5日		成果発表会、第2回運営指導委員会	
2月22日	教 員	兵庫県立神戸高校SSH課題研究発 表会	
3月11日	環境2年 中学3年	中学生向けポスターセッション	
3月12日	教 員	滋賀県立膳所高校SSH事業報告会	
3月14日	教 員	武庫川女子大学附属中学校・高等学 校SSH生徒研究発表会	
3月17日	教 員	東京都立日比谷高等学校SSH生徒 研究発表会	
3月17日	教 員	埼玉県立川越高等学校SSH生徒研 究発表会	
3月28日	環境2年	わかやま自主研究フェスティバル成 果発表会	和歌山県立図書館

参 考

平成18年度入学生 環境科学科教育課程表

和歌山県立向陽高等学校

教 科	科 目	標 準 単位数	環 境 科 学 科			履修単位数	備 考		
			1年	2年	3年		教科別履修単位数	選択上の留意点	
普通 教科	国語	国語総合	4	4(3.5)			4	12、14	△から1科目選択 2、3年次継続履修 ○から1科目選択
		現代文	4		2(1.5)	2(1.5)	4		
		古典	4		2(2.0)	2(1.5)	4		
		古典講読探究	2			△2(1.5)	0.2		
	地理・歴史	世界史B	4		△3(2.0)		3	4、6、7、9	
		日本史B	4		2 } 2(1.5)	2 } 2(1.5)	0.4		
		地 理B	4		2 }	2 }	0.4		
		地歴課題探究	2			○2(1.5)	0.2		
	公民	現代社会	2	2(1.5)			2	2、4	
		公民課題探究	2			○2(1.5)	0.2		
	保健 体育	体 育	7~8	3(2.0)	2(1.5)	2(1.5)	7	9	
		保 健	2		2(1.5)		2		
	芸術	音楽 I	2	2 }			0.2	2	
		美術 I	2	2 }	(1.5)2		0.2		
		書道 I	2	2 }			0.2		
	外国語	英語 I	3	4(3.0)			4	12	
		英語 II	4		4(3.0)		4		
		英語探究	2			2(1.5)	2		
		英語表現	2		2(1.5)		2		
家庭	家庭基礎	2			2(1.5)	2	2		
普通科目小計			15	16~19	12~16	48~52			
専 門 教 科	数学	理数数学 I	6	6(4.5)			6	15、18	◎から6単位選択 2、3年次継続履修
		理数数学 II	6		6(5.0)		6		
		理数数学探究	6			◎6(5.0)	0.6		
		数学課題探究	3			◎3(2.5)	0.3		
	理科	理数理科	4	5(4.0)			5	16、18、20	
		理数物理	6		3 }	3 }	0.6		
		理数化学	5		3(2.0)	2(1.5)	5		
		理数生物	6		3-3(2.5)	3-3(2.5)	0.6		
		基礎理学	2			△2(1.5)	0.2		
		物質科学	2			△2(1.5)	0.2		
		生物環境	2			△2(1.5)	0.2		
	英語	国際科学英語	2			◎3(2.5)	0.3	6、9	
		パブリック・スピーチ	2	2(1.5)			2		
英語読解		4			4(3.0)	4			
SSH	SS環境科学		1(1.0)			1	3、6		
	SS探究科学 I		2(1.5)			2			
	SS探究科学 II			△3(2.0)		3			
専門科目小計			16	12~15	15~19	38~42			
科目単位数			31(24.0)	31(24.0)	31(24.0)	90			
L H R			1	1	1	3			
合 計			32(25.0)	32(25.0)	32(25.0)	96			

(2003.12.20.改訂)  
(2005.9.7.改訂)

平成19年度入学生 環境科学科教育課程表 (SSH)

和歌山県立向陽高等学校

教科	科目	標準 単位数	環境科学科			履修単位数	備考		
			1年	2年	3年		教科別履修単位数	選択上の留意点	
普通 教科	国語	国語総合	4	4		4	12,14	△から1科目選択  1,2年次継続履修  ○から1科目選択	
		現代文	4		2	2			4
		古典	4		2	2			4
		古典講読探究	2			△2			0,2
	地理・歴史	世界史B	4		△3		3		4,6,7,9
		日本史B	4	2 2 } 2(1.5)	2 2 } 2(1.5)		0,4		
		地理B	4				0,4		
		地歴課題探究	2			○2	0,2		
	公民	現代社会	2			2	2		
	保健 体育	体育	7~8	3	2	2	7		9
		保健	2		2		2		
	芸術	音楽 I	2	2 2 2 } 2			0,2		2
		美術 I	2			0,2			
		書道 I	2			0,2			
	外国語	英語 I	3	4			4		12
		英語 II	4		4		4		
		英語探究	2			2	2		
		英語表現	2		2		2		
	家庭	家庭基礎	2			2	2		2
普通科目小計			15	16~19	12~16	48~52			
専門 教科	数学	理数数学 I	6	6		6	15,18	◎から6単位選択  2,3年次継続履修	
		理数数学 II	6		6				6
		理数数学探究	6			◎6			0,6
		数学課題探究	3			◎3			0,3
	理科	理数理科	4	5			5		16,18,20
		理数物理	6		3	3	0,6		
		理数化学	5		3	2	5		
		理数生物	6		3	3	0,6		
		基礎理学	2			△2	0,2		
		物質科学	2			△2	0,2		
		生物環境	2			△2	0,2		
	理科探究	2			○2	0,2			
	英語	国際科学英語	2			◎3	0,3		6,9
パブリック・スピーチ		2	2			2			
英語読解		4			4	4			
SSH	SS環境科学		1			1	3,6		
	SS探究科学 I		2			2			
	SS探究科学 II			△3		3			
専門科目小計			16	12~15	15~19	38~42			
科目単位数			31	31	31	90	(2003.12.20.改訂) (2005.9.7.改訂) (2006.3.20.SSH) (2006.6.12.SSH改)		
LHR			1	1	1	3			
合計			32	32	32	96			

概念図

**向陽高校**  
スーパーサイエンスハイスクール

**大学・企業などと連携**

- ・事前・事後指導を含めた体験学習の場の提供
- ・課題研究の高度化に向けての連携・支援
- ・先端科学についての講演など
- ・高大接続に向けての研究

**連携機関**

- 和歌山大学
- 近畿大学生物工学部
- 近畿大学原子力研究所
- 大阪府立大学
- 京都大学
- 大阪大学
- 維新技術研究所 等

**向陽高校**

**体験学習**  
先端科学をテーマにした体験学習プログラムを展開

**課題研究**  
大学等の研究機関と連携して研究内容を高度化

共同研究

**向陽中学校**

共同研究

**研究課題1**

**基礎知識の定着に向けた「学習」から主体的な「研究活動」に向けた理数教育の構築**

- ・物理・化学・生物を全生徒が履修
- ・中学レベルと高校応用の間をつなぐ実験の徹底（1年）
- ・先端科学を意識した高度な内容の授業（2年）
- ・大学入試問題レベルの実験及び主体的研究（3年）

(1年生全員)  
**基礎の徹底**  
・科学的知識  
・実験操作  
**発展的学習実験**  
・センシング  
・水質調査  
・形質転換実験など

(2年生)  
**物理 エネルギー**  
**化学 物質・材料**  
**生物 バイオ**  
課題研究

(3年生)  
**進路保障を意識した学習**  
大学入試問題レベルの実験研究

**研究課題2**

**スキルの向上を目標とする環境問題学習の構築**

- ・総合的な環境学習のための「環境フレームワーク」確立
- ・プレゼンテーション能力の開発に向けた調べ学習
- ・コミュニケーション能力育成のためのディベート学習

**研究課題3**

**中高一貫教育のメリットを活用した理数教育の構築**

- ・中高一貫教育における理数科目のカリキュラムの開発
- ・理系大学への接続を意識した系統的理数教育の展開

**課題研究の発展**

興味・関心の高い生徒は、科学クラブを通じて課題研究をさらに探究

**国際性を高める取組**

- ・「英語」学習で科学論文などの教材を使用
- ・海外の高校とのネットワークの構築

**研究発表**

- ・論文、ポスターセッション
- ・パワーポイントを使用した研究発表

**研究成果発信**

- ・各種研究会などでの発表
- ・ホームページを利用した成果発表
- など

**文部科学省  
科学技術振興機構**  
・研究開発協議会  
・経済面での活動支援

**和歌山県教育委員会**  
・研究開発の指導・助言  
・研究支援

**研究開発  
運営指導委員会**  
・研究に対する指導・助言

【育成する生徒像】グローバルな視野に立ち社会に貢献する主体的な科学技術者の育成

## 2章 研究開発の内容

### 1 SSH特設科目での取組

#### [1] SS探究科学I

SS探究科学Iは、環境科学科1年生を対象に、2単位(1.5コマ)を確保し、基礎実験の理論と技術を修得、科学に関する基礎知識の定着、科学的な思考と探求心の育成を目的とした。担当は物理分野、化学分野、生物分野の教員3名で担当した。

##### (1) 物理分野

##### 【目的・目標】

物理について基礎的な内容について学習し、基本的な実験操作の習得や課題研究に向けてのスキル向上の取組を行う。また、実験を通して自然科学における現象を体験し、自然現象を正しく学び、その中から生じる興味や疑問について、自分で考え、調査・研究していく態度や能力を身につけさせる。

##### 【実施要項】

##### SS探究科学I(物理分野)授業実施内容

①物理基礎講座I(重力加速度の測定)
記録タイマーを用いて重力加速度を測定する実験を行い、等加速度運動を理解させる。また、記録テープのデータ処理をして変位と時間、速さと時間のグラフよりわかることを考えさせる。
②物理基礎講座II(霧箱の組立と放射線観察)
霧箱を組み立てて放射線の軌跡を観察する生徒実験を行う。また冷却剤として用いた液体窒素を使って極低温での現象を演習実験で確認する。
③物理基礎講座III(気柱共鳴による音叉の振動数測定)
気柱の共鳴を利用して、音叉の振動数を測定する。あわせて波の様々な現象についても学習する。
④物理基礎講座IV(単振り子の周期の測定)
単振り子の周期を測定し、重力加速度を求める。また、単振り子の周期と糸の長さとの関係を調べ、理論値との比較をおこなう。
⑤物理基礎講座V(電流電圧特性実験)
電流計と電圧計、電源等を用いて抵抗と豆電球またはダイオードの電流-電圧特性を調べる。実験機器の操作を学習して回路や回路部品についての理解を深める。
⑥物理基礎講座VI(メートルブリッジと検流計の操作)
メートルブリッジと検流計と電源、標準抵抗器等を用いて抵抗を測定する。検流計やメートルブリッジの操作方法を習得し、メートルブリッジの回路を理解する。また、電位と電位差の概念の基礎を学習する。
⑦物理基礎講座VII(デジタルマルチメーターとブレッドボードの使い方)
身近なものの測定を通してデジタルマルチメーターの使い方を学ぶ。ブレッドボードの使い方を学び、電源、各抵抗を用いて抵抗に加わる電位差の分配(電位の分配)を学ぶ。

【実施概要】（実験プリントより抜粋）

【物理実験】  
**電流電圧特性実験**

1. 実験目的  
いろいろな電子部品や物質に加えられた電圧とそれを流れる電流の関係を調べて、その電子部品や物質の特性を知る。

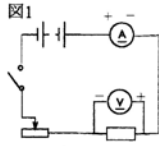
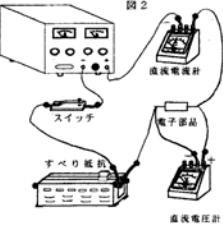
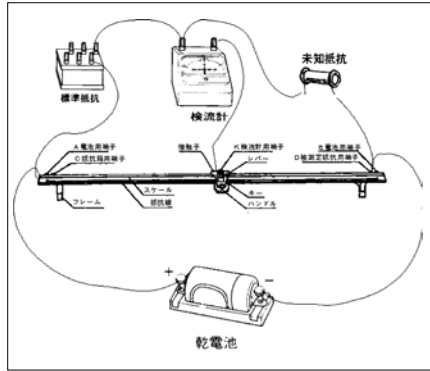
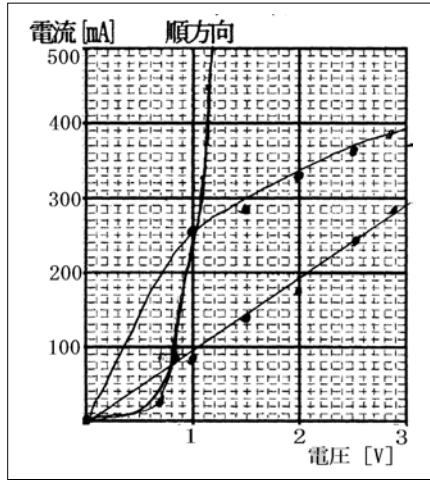
2. 実験器具  
電源（または単一乾電池、乾電池ホルダー）、電流計、電圧計、滑り抵抗器、リード線、スイッチ、電子部品（抵抗、豆電球、ダイオード）、シャーペンの芯、定規

3. 実験方法  
(1) 図1のように配線する。電圧計と電流の＋端子、－端子の接続に気をつける。（図1の回路図に従って図2の計器を結線せよ）

(2) スイッチSを開いたまま、滑り抵抗器Rの値を最大（つまみをRの大きくなる片側へ寄せる）にする。  
【注意】スイッチSを入れ電圧計と電流計の針がプラス向きに動くことを確かめる。針が反対に動いたときは、すばやくスイッチSを切り、計器の＋端子と－端子をつなぎかえる。

(3) スイッチSを入れる。滑り抵抗器の値を少しずつ小さくし、電流の値がほぼ等間隔に変化するようにして、電流と電圧を測定する。  
【注意】  
電流を長時間流さない。測定をするときのみスイッチを閉じて短時間に行う。不要なときはスイッチを切っておく！

(4) 電流Iと電圧Vの関係を下の表に入力せよ。

【物理実験】 デジタルマルチメーターの使い方

1. 実験目的  
デジタルマルチメーターの使い方を学び、電圧、抵抗を測定する。

2. 実験器具  
デジタルマルチメーター、電池（1.5V、9V用）

3. 実験  
(1)コンセントの電圧を測定する  
①家庭用電灯線のコンセントの交流電圧を調べる。  
“交流電圧”を測定するモードにする。  
同じ電圧（V）でも直流（DC）は “V” の下に “\_” があり、交流は “V” の下に “~” があることに注意すること。  
(7)コンセントに赤色、黒色の端子を下図Aのように差し込んで測定する。  
(4)赤に赤色、黒色の端子を入れ替えて測定する。

A. コンセントの電圧測定  
(7)右-赤、左-黒 (4)右-黒、左-赤



図A

(9) (7)と(4)では電圧の測定値に違いはあるか。

(2)図Bのように黒色の端子をアースと接続し、赤色の端子をコンセントの一方（右側）に差し込んで測定する。  
(4)赤色の端子をコンセントの他方（左側）に差し込んで測定する。

B. アースと接続  
(4)右-赤、アース-黒 (4)左-赤、アース-黒



図B

(3)コンセントの右と左で違いはあるか。

(2)他の電圧を測定する。  
一般の乾電池、太陽電池、0087型9V電池、充電器など

測定する電圧	
乾電池	
太陽電池	
0087型9V電池	
充電器	

(3)人間の体の抵抗を測定する。  
“抵抗”を測定するモードにする。  
①一人で赤色の端子と黒色の端子右手と左手で握って、測定する。  
（握り方の強さなどを覚えて測定する）

強く握ったとき \_\_\_\_\_ 軽く握ったとき \_\_\_\_\_

②他の全員が手をつないで全員が直列接続した抵抗を測定する。 \_\_\_\_\_

(4)人間の体に流れる電流と人にかかる電圧を測定する  
“直流電流”を測定するモードにする。電圧同様直流と交流の違いに注意する。  
直流の場合極性の向きにも注意する。デジタルマルチメーターの赤色の+端子を電池の+極側に、黒色の-端子を電池源の-極側につなぐ。

①乾電池1個と短の金属が直列に接続するように手をつなぐ。デジタルマルチメーターを人と人の間にいれて（デジタルマルチメーターの赤色の+端子を乾電池の+極側に、黒色の-端子を電池の-極側につなぐ）電流を測定する。

“直流電圧”を測定するモードにする。電圧同様直流と交流の違いに注意する。  
②①と同じように乾電池1個と短の金属A、B、C、Dが直列に接続するように手をつなぐ。短の一人一人にかかる電圧を測定する。

A \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ C \_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_

③②のようにつないだ状態から、BとCの間で手の接続をきる。BとCの間、AとDの間の電圧を測定する。

BとCの間の電圧 \_\_\_\_\_ , AとDの間の電圧 \_\_\_\_\_

4. 結論（実験結果からわかったこと）  
.....  
.....  
.....

5. 感想  
.....  
.....

6. 実験日時 ( )月( )日( )曜日、第( )期

7. 実験者 ( )年( )組( )番、氏名( )、第( )班

8. 共同実験者 ( )



実験の様子

◎1年間を通しての生徒の感想（抜粋）

- ・内容は難しく、男子にまかせっきりでした。でも、実験の結果をまとめてみると、自分なりに法則(?)に気づくことがあって、すごいなと思いました。
- ・物理の実験は、ある意味予想が立てやすい。どういう結果になるのか想像しながら取り組むという力が身に付いたと思う。
- ・一番印象的だったのは、液体窒素を使った実験です。軟式テニスボールが大きな音をたてて割れたり、放射線の軌跡が見えたりしたのが、興味深かったです。
- ・気柱の共鳴の実験が一番おもしろかった。始めに理論を教えてくれて、実験でほぼ理論どおりのデータがでたので、感動した。
- ・物理の内容は頭に入りにくくて難しかった。公式を覚えていても応用する力がもっているなど感じた。
- ・そんなに大規模ではなかったけれど、色々な実験が出来て経験が積めた。
- ・様々な物理的法則が正しく成り立っていることを身をもって感じる事が出来た。楽しく幅広い知識を得ることが出来た。
- ・放射線の実験では、ランタンから花火のように光が出ていくのがきれいで印象に残っている。
- ・不思議な現象が身の回りでも起きていることを知り、興味がわきました。もっと色々な実験を試みたいです。
- ・正確な値と全く違った値が出たりしたけど、自己解決して、問題は何だったのか考えて反省しました。

【評価と課題】

昨年度は、電気回路の基礎を中心とした実験が多く、電気や回路が苦手な生徒には難しいという反省点があった。また、本校1年生は、理科総合Aにおいて物理の力学分野を学習するが、大半の生徒は、2年次以降、物理ⅠⅡを履修しないという現状を踏まえて、本年度は、力学、波動、熱、電磁気、原子等、できうるだけ多岐にわたり基礎的な物理実験を行い、各分野の現象や原理、法則の概念を学習できるよう心がけた。限られた時間の中では、表面的な指導に終始したという感否めないが、各々の実験は概ね、生徒には好評であったように思われる。来年度は、研究室訪問や体験授業、講演等とよりリンクさせた「SS探究科学Ⅰ」の展開を考えていきたい。



## (2) 化学分野

### 【目的・目標】

化学実験を通して、化学の基本的な知識の定着を図るとともに、基本的な実験操作や薬品の取り扱い方などを習得する。また、科学的なものの見方や考え方を身につけ、物事を科学的に考察する力や課題を追求する力を育成する。

### 【実施要項】

#### S S 探究科学 I (化学分野) 授業実施内容

①化学実験基礎講座 (基本操作)
基本的な実験器具の扱い方 (薬品の取り扱い方、ガスバーナーの使用法、試験管の加熱の仕方、ろ過の方法など) について、実際の実験操作を通して習得する。 また、簡単なガラス細工 (ピペットの作り) にも取り組む。
②理論化学実験講座 I (化学変化と物質量の定量実験)
化学変化において、反応する物質の物質質量・質量と化学反応式の表す内容とは、実際にどのような関係になっているかを、炭酸カルシウムと塩酸の反応を定量的に調べることで確認する。
③理論化学実験講座 II (反応熱の測定)
水酸化ナトリウムの溶解熱、水酸化ナトリウムと塩酸の中和熱を測定することにより、反応熱の総和が変化の経路や方法に無関係であること (ヘスの法則) を確かめる。
④分析実験基礎講座 I (食酢の濃度決定)
水酸化ナトリウム水溶液を用いた中和滴定によって、食酢中の酢酸の濃度を求める。中和反応を定量的に実験することで中和反応の量的な関係を理解するとともに、滴定の操作も習得する。
⑤理論化学実験講座 III (酸化還元反応)
3つの酸化還元反応 (酸化銅 (II) の還元、マグネシウムと塩酸の反応、二酸化炭素中でのマグネシウムの燃焼) を通して、酸化剤、還元剤の変化を観察し、酸化数の変化を考察する。
⑥分析実験基礎講座 II (酸化還元滴定)
市販のオキシドール中の過酸化水素の濃度を、過マンガン酸カリウム水溶液を用いた酸化還元滴定によって求める。
⑦理論化学実験講座 IV (水溶液の電気分解)
電気エネルギーを用いて化学変化を起こさせるのが電気分解である。3種類の水溶液の電気分解を通して、それぞれ陽極、陰極での変化、電子の授受を理解する。 また、金属の析出量から、ファラデーの法則を利用して発生した気体の体積を計算する。
⑧分析化学実験講座 (CODの測定)
代表的な酸化還元滴定の1つである過マンガン酸滴定法によるCOD測定の原理を学習し、実際に学校の池の水や学校近くの側溝の排水を使ってCODの測定を行う。

## 【実施概要】

指導例

実験プリント（抜粋）

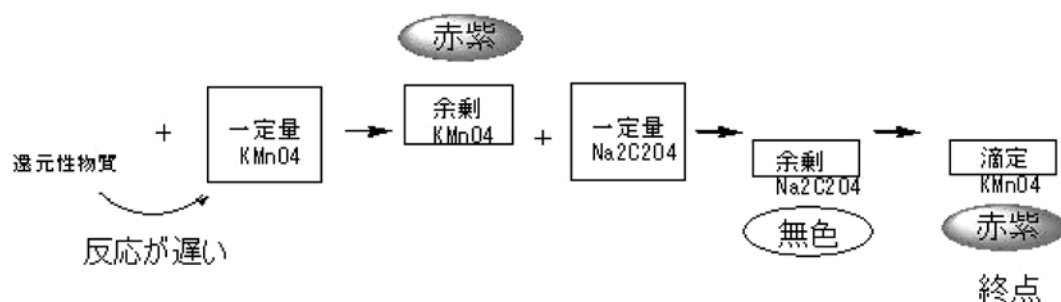
過マンガン酸カリウム（ $\text{KMnO}_4$ ）による

COD（化学的酸素要求量 [Chemical Oxygen Demand]）の測定

CODは、水質汚濁を示す一つの指標である。水質汚濁物質には、家庭や工場から排出される有機物など還元性物質（酸化されやすい物質）が多い。この物質を酸化剤である過マンガン酸カリウムで酸化し、その消費量からCODを求める。

## COD 測定 の原理

還元性物質を一定量の過マンガン酸カリウムで反応させ、余剰分の過マンガン酸カリウムを再度、一定量のシュウ酸ナトリウムで還元した後、余剰分のシュウ酸ナトリウムを過マンガン酸カリウムで逆滴定する。



## COD 測定 の実験

実験操作

① 汚染物質を  $\text{KMnO}_4$  で酸化する。

[コニカルビーカー（三角フラスコ）に以下の [1]～[7] の操作を行う。]

- [1] サンプル液 25 ml をホールピペットで 200 ml コニカルビーカーに移す。
- [2] メスシリンダーでイオン交換水（純水）75 ml を測り取り、コニカルビーカーに入れ全量を 100 ml にする。
- [3] 47% 硫酸 10 ml を加える。（5 ml 駒込ピペットで 2 回）
- [4] 0.005 mol/l 過マンガン酸カリウム 10 ml をホールピペットで測り取り、加える。
- [5] このコニカルビーカーを、2 個作成する。
- [6] 空実験を行うために、200 ml のコニカルビーカーにイオン交換水 100 ml を入れ、[3]～[4] まで同じ操作を行い、空実験用コニカルビーカーを作成する。
- [7] サンプル入りコニカルビーカー 2 個と空実験コニカルビーカー 1 個をウォーターバスに入れ、30 分間温める。【溶液の色は赤紫色のまま】

- ② コニカルビーカー（三角フラスコ）に最初の  $\text{KMnO}_4$  の  $e^-$  と当量の  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  を入れる。  
 [8] ウォーターバスで30分間温めたものに、 $0.0125 \text{ mol/l}$  シュウ酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) をホールピペットで  $10 \text{ ml}$  測り入れる。【溶液の色が赤紫色から無色へ】
- ③ コニカルビーカーに残った  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  を  $\text{KMnO}_4$  を用いて逆滴定する。  
 [9]  $0.005 \text{ mol/l}$  過マンガン酸カリウムをビュレットに入れ滴定する。  
 【溶液が微紅色のまま消えない状態で滴定終了】

#### 実験結果

	最初の読み (ml)	終点の読み (ml)	滴定量 (ml)
1回目			
2回目			
	平均値		(a) (ml)
空実験			(b) (ml)

a : 滴定量平均値 [ml] ,    b : 滴定量空実験 [ml]    V : サンプル量 25 [ml]

$$\text{COD (mg/l (ppm))} = (a - b) \times \frac{1000}{V} \times 0.2$$



#### 【評価と課題】

昨年度の反省から、一部実験テーマを入れ換えた。全般的に基本的な内容は今年も同様で、実験が授業の復習にもなるように授業の進度に合わせて実施することを心掛けた。そうすることで、授業に対する理解も深まり、結果的に昨年と同様、実験に取り組む姿勢や態度、滴定操作など基本的な操作技術は向上した。

今後の課題としては、後期で2年生の課題研究につながるような少し高度な内容の実験を実施して、実験に対する興味や関心をよりいっそう高め、実験の中で生じる疑問を自ら考え、調査・研究していく態度や能力をより強く育てていくことが必要である。

### (3) 生物分野

探究科学 I を履修する 1 年生は、併設中学の理科に関する通常授業や学校設定科目などで基礎的な実験・実習を済ませている。そこで基礎実験を 1 時間のみ設定し、その後、年間を通じてバイオテクノロジーに関する技術的な操作を習得できるようなプログラムを立てた。また、環境科学とのリンクで自然科学分野にとどまらず、倫理的・社会的な側面からバイオテクノロジーに関する学習を系統立て、総合的にバイオテクノロジーについての考察ができる力をつけたいと考えた。また、中高全学年の生徒(高校はSSH対象の環境科学科と文化科学科)にバイオテクノロジーに関するアンケートを実施し、生徒が持っているバイオテクノロジーに対する意識や知識・理解度を確認した。この結果をもとにアンケート実施後の授業内容の見直しを行った。今回はこの結果を示し、授業内容について検証を行う。なお、この結果は来年度のシラバス作成に活かせるように検討したい。

#### 探究科学 I (生物分野) 授業内容

生物実験基礎講座 I (マイクロメーターを使用し、原形質流動を測定する実験)
高等学校での生物分野で扱う実験操作の学習を行った。マイクロメーターの使用方法を学んだ後、オオカナダモを用い、原形質流動の速度を計測し、データ分析を行った。
遺伝講座 I (ブロッコリーやレバーから DNA を抽出する実験)
DNA を多く含む試料の組織から DNA を抽出する実験を行った。DNA が比較的熱に強い性質を利用することで DNA 分子を抽出する。今回の実験では、自分の力で実験書を読み取り、作業を進めることを重視した。
遺伝講座 II (DNA の構造や遺伝子についての知識・理解を深める学習)
生物 I における「遺伝子の本体」に関する学習内容を先取りした形で授業を行った。肺炎双球菌の形質転換実験や T <sub>2</sub> ファージの増殖実験から遺伝子の実体が DNA であることを証明した過程について学習した。また、DNA の構造と遺伝情報の発現過程についても学習した。このとき、生物 II で学習する遺伝暗号、転写、スプライシング、翻訳のしくみについても説明を加えた。
バイオテクノロジー講座 I (バイオテクノロジーに関する学習)
生物 II で扱われるバイオテクノロジー分野の組織培養、細胞融合、遺伝子組換え、トランスジェニック動物と ES 細胞などの最先端技術に関する内容とその原理について理解を深めた。また、バイオテクノロジーの有用性と課題についても説明を加えた。
バイオテクノロジー講座 II (大腸菌の形質転換実験)
pGL0 バクテリア遺伝子組換えキットを用いて形質転換実験を行った。事前に実験方法と原理についての学習を行い、理解を深めるように配慮した。形質転換をした大腸菌と形質転換をしていない大腸菌をさまざまな種類の培地で培養することで、条件の違いによりどのような結果が得られるかなどの考察を深めながら実験を進めた。
バイオテクノロジー講座 III (プロトプラストの作成と細胞融合)
細胞壁を取り去った細胞どうしを融合させる技術が最新の品種改良などに使用されていることと学習し、実験を行った。

バイオテクノロジーに関するアンケート内容を右に示した。なお、アンケートの対象としたのは、中学1年生から高校3年生までの生徒である。環境科学科の生徒を理系、さらに高校2・3年生については生物・物理専攻についても分類し、データをまとめた。文系にあたる文化科学科の生徒もアンケートの対象とし、中高6学年をあわせて全体のデータとし分析することにした。なお、中学3年生に関しては、学校設定科目である総合言語選択生を文系、実践サイエンスβ選択生を理系と考えた。

学年	人数	対象生徒
中1	76	
中2	80	
中3(文)	18	総合言語選択生
中3(理)	60	実践サイエンスβ選択生
高1(文)	39	文化科学科1年生
高1(環)	69	環境科学科1年生
高2(文)	38	文化科学科2年生
高2(環)物	27	環境科学科2年生 物理選択生
高2(環)生	51	環境科学科1年生 生物選択生
高3(文)	38	文化科学科3年生
高3(環)物	31	環境科学科3年生 物理選択生
高3(環)生	44	環境科学科3年生 生物選択生

## 【アンケート結果】

問1. バイオテクノロジーに関するイメージは？

右表は、各学年の生徒のバイオテクノロジーに関するイメージをまとめたものである。表中の単位は(%)であり、25%以上のものは色づけをしている。バイオテクノロジーが「生物に関する最新の技術である」という認識は28~53%と幅があり、全体的に認識が不十分である。単に新しい技術であると把握している生徒も多かった。

中学生の中には、『携帯電話』や『PS2』『DS』などのゲーム機の絵を描いている生徒や、「バイオ」という言葉がついているだけで『バイオハザード』『バイオテロ』と回答し、怖い、グロテスクなどのイメージを持っている生徒もいた。テレビやゲーム等の情報をもとに知識を得た結果であり、ゆがんだ情報化社会の欠点が現れた結果だと考える。高校生になると、理科以外でも現代社会などで生命倫理などが取り上げられ、正しい知識を得たうえで判断できている。高校生で怖いと回答した生徒全員に共通していたことは、「発展すると役に立つ技術ではあるが、未知の部分もあり、危険性も伴いそうで今は怖い」という肯定的ではあるが否定する立場に立つというものであった。

	生物に関する最新の技術	すごい	難しそう	怖い	わからない(無回答含む)
中1	30	12	3	25	30
中2	50	5	1	14	30
中3(文)	28	6	28	39	0
中3(理)	43	5	10	27	15
高1(文)	45	0	3	10	43
高1(環)	34	7	11	6	41
高2(文)	53	5	11	18	13
高2(環)物	41	4	4	15	37
高2(環)生	41	2	20	12	25
高3(文)	47	8	5	16	24
高3(環)物	30	4	0	30	37
高3(環)生	36	2	0	9	52

生物 アンケート		年 組 (理科選択 物理・生物)	
あなたは、下の「 」に書かれた言葉を知っていますか？ 「知っている」「知らない」とどちらかに○をつけてください。 また、知っている人は、どこでその情報を得たか、下の括弧の中から選び、○で囲んで下さい。 (複数回答があっても構いません。)			
質問事項	知っているかどうか	情報源	
1「遺伝」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
2「遺伝子」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
3「DNA」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
4「バイオテクノロジー」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
5「発酵はっこう」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
6「発酵培養(せいじょうばいよう)」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
7「カルス」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
8「クローン」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
9「プロプラスト」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
10「細胞融合(さいぼうくわごう)」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
11「遺伝子組換え(いでんしくみかえ)」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
12「細胞膜」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
13「アダム」	知っている 知らない	テレビ・映画・新聞・本・インターネット・授業・理科・社会・保健体育・家庭・社会・国語・英語・その他	
あなたは、下の「 」に書かれた言葉を説明できますか？ 間違っていないかもしれませんが、簡単に1行程度で、その言葉を説明してください。 説明できぬ、と思うものについては、空欄のままでよいです。			
質問事項	説 明		
1「遺伝」			
2「遺伝子」			
3「DNA」			
4「バイオテクノロジー」			
5「発酵はっこう」			
6「発酵培養(せいじょうばいよう)」			
7「カルス」			
8「クローン」			
9「プロプラスト」			
10「細胞融合(さいぼうくわごう)」			
11「遺伝子組換え(いでんしくみかえ)」			
12「細胞膜」			
13「アダム」			
あなたの「バイオテクノロジー」に対するイメージを描いてください。			

バイオテクノロジーに関するアンケート集計結果 NO. 3

学年	性別	知識	理解	興味	学習	進捗	満足	自信	達成
男子	1	22	22	17	1	1	0	0	0
女子	4	10	10	10	0	0	0	0	0
男子	80	0	17	5	78	0	11	0	0
女子	36	0	5	5	29	0	0	0	0
男子	20	1	9	2	14	1	1	0	0
女子	34	5	12	10	17	0	0	0	0
男子	35	11	11	11	10	0	15	0	0
女子	24	5	10	11	10	0	15	0	0
男子	33	8	20	4	12	0	20	2	0
女子	27	3	9	22	9	0	0	0	0
男子	36	10	13	12	20	0	0	0	0
女子	23	8	9	2	8	0	0	0	0

バイオテクノロジーに関するアンケート集計結果 NO. 4

学年	性別	知識	理解	興味	学習	進捗	満足	自信	達成
男子	1	22	22	17	1	1	0	0	0
女子	4	10	10	10	0	0	0	0	0
男子	80	0	17	5	78	0	11	0	0
女子	36	0	5	5	29	0	0	0	0
男子	20	1	9	2	14	1	1	0	0
女子	34	5	12	10	17	0	0	0	0
男子	35	11	11	11	10	0	15	0	0
女子	24	5	10	11	10	0	15	0	0
男子	33	8	20	4	12	0	20	2	0
女子	27	3	9	22	9	0	0	0	0
男子	36	10	13	12	20	0	0	0	0
女子	23	8	9	2	8	0	0	0	0

問2. 「遺伝」や「バイオテクノロジー」に関する用語を知っているかどうか？

この項目は「聞いたことがある」用語についても「知っている」に回答させた。色づけした部分は、それぞれの用語について、知っていると答えた生徒の割合が50%を超えたものであり、上段にあげた7つの用語については、全学年とも7割以上の生徒が知っていると言った。しかし、下段の6

つの用語についてはばらつきが見られた。生物選択生でも、生物Ⅱの履修を終えた高校3年生については認知度が高かったが、まだ履修を終えていない2年生では、3年生に比べると数値が低いように思われる。ゲノムやES細胞については現代社会の教科書で取り上げられているので、その単元をアンケートの直前に学習した1年生の文化科学科で認知度が高かったものの、他学年では知っていると言った生徒の割合が低下した。すでに履修した内容であっても時間が経てば忘れてしまうことがよくわかる結果であり、得た知識を持続させるには反復学習などの学習も重要であると考えられる。

バイオテクノロジーに関するアンケート集計結果 NO. 3

遺伝	細胞	遺伝子	DNA	バイオテクノロジー
男子	1	22	22	17
女子	4	10	10	10
男子	80	0	17	5
女子	36	0	5	5
男子	20	1	9	2
女子	34	5	12	10
男子	35	11	11	11
女子	24	5	10	11
男子	33	8	20	4
女子	27	3	9	22
男子	36	10	13	12
女子	23	8	9	2

遺伝子

男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
1	22	22	17	1	1	0	0	0	0
4	10	10	10	0	0	0	0	0	0
80	0	17	5	78	0	11	0	0	0
36	0	5	5	29	0	0	0	0	0
20	1	9	2	14	1	1	0	0	0
34	5	12	10	17	0	0	0	0	0
35	11	11	11	10	0	15	0	0	0
24	5	10	11	10	0	15	0	0	0
33	8	20	4	12	0	20	2	0	0
27	3	9	22	9	0	0	0	0	0
36	10	13	12	20	0	0	0	0	0
23	8	9	2	8	0	0	0	0	0

DNA

男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
1	22	22	17	1	1	0	0	0	0
4	10	10	10	0	0	0	0	0	0
80	0	17	5	78	0	11	0	0	0
36	0	5	5	29	0	0	0	0	0
20	1	9	2	14	1	1	0	0	0
34	5	12	10	17	0	0	0	0	0
35	11	11	11	10	0	15	0	0	0
24	5	10	11	10	0	15	0	0	0
33	8	20	4	12	0	20	2	0	0
27	3	9	22	9	0	0	0	0	0
36	10	13	12	20	0	0	0	0	0
23	8	9	2	8	0	0	0	0	0

バイオテクノロジー

男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
1	22	22	17	1	1	0	0	0	0
4	10	10	10	0	0	0	0	0	0
80	0	17	5	78	0	11	0	0	0
36	0	5	5	29	0	0	0	0	0
20	1	9	2	14	1	1	0	0	0
34	5	12	10	17	0	0	0	0	0
35	11	11	11	10	0	15	0	0	0
24	5	10	11	10	0	15	0	0	0
33	8	20	4	12	0	20	2	0	0
27	3	9	22	9	0	0	0	0	0
36	10	13	12	20	0	0	0	0	0
23	8	9	2	8	0	0	0	0	0

細胞

男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
1	22	22	17	1	1	0	0	0	0
4	10	10	10	0	0	0	0	0	0
80	0	17	5	78	0	11	0	0	0
36	0	5	5	29	0	0	0	0	0
20	1	9	2	14	1	1	0	0	0
34	5	12	10	17	0	0	0	0	0
35	11	11	11	10	0	15	0	0	0
24	5	10	11	10	0	15	0	0	0
33	8	20	4	12	0	20	2	0	0
27	3	9	22	9	0	0	0	0	0
36	10	13	12	20	0	0	0	0	0
23	8	9	2	8	0	0	0	0	0

遺伝子

男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
1	22	22	17	1	1	0	0	0	0
4	10	10	10	0	0	0	0	0	0
80	0	17	5	78	0	11	0	0	0
36	0	5	5	29	0	0	0	0	0
20	1	9	2	14	1	1	0	0	0
34	5	12	10	17	0	0	0	0	0
35	11	11	11	10	0	15	0	0	0
24	5	10	11	10	0	15	0	0	0
33	8	20	4	12	0	20	2	0	0
27	3	9	22	9	0	0	0	0	0
36	10	13	12	20	0	0	0	0	0
23	8	9	2	8	0	0	0	0	0

DNA

男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
1	22	22	17	1	1	0	0	0	0
4	10	10	10	0	0	0	0	0	0
80	0	17	5	78	0	11	0	0	0
36	0	5	5	29	0	0	0	0	0
20	1	9	2	14	1	1	0	0	0
34	5	12	10	17	0	0	0	0	0
35	11	11	11	10	0	15	0	0	0
24	5	10	11	10	0	15	0	0	0
33	8	20	4	12	0	20	2	0	0
27	3	9	22	9	0	0	0	0	0
36	10	13	12	20	0	0	0	0	0
23	8	9	2	8	0	0	0	0	0

バイオテクノロジー

男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
1	22	22	17	1	1	0	0	0	0
4	10	10	10	0	0	0	0	0	0
80	0	17	5	78	0	11	0	0	0
36	0	5	5	29	0	0	0	0	0
20	1	9	2	14	1	1	0	0	0
34	5	12	10	17	0	0	0	0	0
35	11	11	11	10	0	15	0	0	0
24	5	10	11	10	0	15	0	0	0
33	8	20	4	12	0	20	2	0	0
27	3	9	22	9	0	0	0	0	0
36	10	13	12	20	0	0	0	0	0
23	8	9	2	8	0	0	0	0	0

細胞

男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
1	22	22	17	1	1	0	0	0	0
4	10	10	10	0	0	0	0	0	0
80	0	17	5	78	0	11	0	0	0
36	0	5	5	29	0	0	0	0	0
20	1	9	2	14	1	1	0	0	0
34	5	12	10	17	0	0	0	0	0
35	11	11	11	10	0	15	0	0	0
24	5	10	11	10	0	15	0	0	0
33	8	20	4	12	0	20	2	0	0
27	3	9	22	9	0	0	0	0	0
36	10	13	12	20	0	0	0	0	0
23	8	9	2	8	0	0	0	0	0

遺伝子

男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
1	22	22	17	1	1	0	0	0	0
4	10	10	10	0	0	0	0	0	0
80	0	17	5	78	0	11	0	0	0
36	0	5	5	29	0	0	0	0	0
20	1	9	2	14	1	1	0	0	0
34	5	12	10	17	0	0	0	0	0
35	11	11							

う項目に集中していることがわかる。一般的な情報を得る方法は、日常生活に関わりが深いテレビが大半であるが、理科で正しく学習した後は授業から情報を得たと感じている生徒が増加しているように思われる。このことは正しい学習こそが情報源であると認識し、正しいか、間違っているかがわからない情報を自分なりにきちんと整理できた結果だと考える。遺伝子組換えなどの用語は理科以外の教科でも食品表示等の単元であげられ、その教科においては数値が高くなっている。ゲノム・ES細胞の項目では高校1年生の文化科学科で社会の数値が高くなっており、問2の考察にまとめたことが証明された。また、この表には示していないが、その他の回答欄を設けたところ、「発酵」には、パン・納豆、「遺伝子組換え」ではお菓子の袋という回答が多かった。生徒は日ごろから身近なところで、バイオテクノロジーに関する用語に接していることがわかった。



問4. 「遺伝」や「バイオテクノロジー」に関する用語をどこで知りましたか？

この設問は、アンケートに回答した全員を対象に行った。目的は、「知っている」と答えた生徒がそれぞれの用語について正しく理解できているかどうかを判断することにあるので、各用語について記述して説明させることで回答を得た。「説明できない」生徒については空欄であけておくように指示し、自信がある用語についてのみ回答させることとした。また、問2の上段にあげた用語の結果をNO. 5、下段にあげた用語の結果をNO. 6にまとめた。結果より、上段についてはバイオテクノロジーという言葉を除いてほとんど回答できていた。しかし、正答率を見てみると「遺伝」は50%程度回答できたが、それ以外の用語は30%程度の正答率であった。「バイオテクノロジー」という用語は、知っているにもかかわらず説明ができない生徒がほ

とんどで、空欄が目立った。NO. 6の用語は、9割程度の生徒が回答できず、知らない生徒が多い上に、知っている生徒でも回答できない生徒がほとんどであった。また、履修した生徒でも説明になると正しく回答できない生徒が増加するという結果であった。説明するという回答の仕方は、生徒にとって苦手な分野であり、回答することを放棄した生徒も多いと考えられるが、真の力としては、正しく理解し、それを正しく使える能力をつけることが重要であると考ええる。

#### 【評価と課題】

生物分野の授業ではバイオテクノロジーについて系統立てた学習プログラムを構築することを目標とした。そのために独自のアンケートを作成し、分析することで、生徒の実態把握、授業内容の見直しを行った。高校1年生の生徒がバイオテクノロジーに関する知識をどの程度持っているのか、また他教科とバイオテクノロジーとの関わりを知る上で、非常に貴重な資料となった。また、SS探究科学Iで独自の授業を進めるのではなく、先端科学講座やSS環境科学でのディベート学習ともリンクさせたことは、生徒にとってバイオテクノロジーの知識を深め、より正しい認識力をつける上で非常に効果が見られた。

また、今回のアンケートでは、バイオテクノロジーに関する知識や理解が中学1年生から高校3年生まで学年が6年にわたると非常に幅があることがわかった。学校で授業を受けることで正しい知識を得るが、それまでの日常生活の中でさまざまな情報を得て、それが正しいか誤っているかの判断ができないまま、新しい知識として蓄積されている。情報化社会で知識を得ることの欠点が顕著に現れたような結果が得られた。このことはバイオテクノロジーに限らず、すべての学習にも通じると感じる。今回のアンケートをもとにさらに教育課程内での学習内容の研究も深めていきたいと考える。



## [2] S S 環境科学

学校設定科目「S S 環境科学」は、環境科学科1年生を対象に、1単位（1.0コマ）を確保し、環境問題に対して自然科学的分野と社会科学的分野の両面から学習を行うことで多面的な思考力等を育成することなどを目標に展開している。また、昨年度の課題として身近な環境問題に対する取組が少ないことがあげられていたため、担当者に理科、社会科に加えて家庭科の教員をスタッフに加えることにより生活に身近な内容の強化につとめた。校外研修やディベート学習など学年合同で行う授業形態も多く、様々なチーム・ティーチングの形態で指導を行った。

前半には、情報収集力や発表力の育成とともに科学倫理の涵養も視野に入れた「科学史パネル発表」、身近にある環境問題を科学的に捉えるためのフィールドワークとして「和歌山市内河川水質調査」を行った。後半には、地球規模の環境問題や地域における環境保全の取り組みなどについて基礎的な知識の習得を目標として「環境学習フレームワーク」の指導を行った。学年末には「ディベート学習」で自分たちの考えをたたかわせ、学ぶ中で本学習のまとめとした。

このほか、環境問題に関係した課題を設定し、作文や小論文を書かせる取組や「研究室訪問」「ラボツアー」などにも環境に関する研修を組み込むなど、環境問題についての興味・関心を高めるよう工夫をした。

### (1) 科学史パネル発表

過去に偉大な業績をあげた科学者について、その生い立ちや業績、歴史的背景やその業績が社会に与えた影響などを調べ、パネルを作成し発表する取組を行った。科学史を題材として調べ学習やパネル作りを行うことで情報収集能力や発表力を育成することを目標とした。過去の科学者の業績を学習するとともに、科学による社会への影響を良い面だけでなく、人間社会にマイナスの影響を与えた部分についても調査・考察することで科学倫理についての理解を深めることも視野に入れた。また、各時代での世界的な主な出来事についても調査のなかで学習をし、科学技術の発展と世界史の流れとの関連性についても学習した。

調べる科学者については、紀元前から現在までの科学者を設定し、4人一組で1名の科学者について調査し、模造紙大のパネル4枚を作成した。

発表内容を先人の科学者にしたのは、科学者の業績を調べることにより、今まで学習してきた内容の再点検や先端科学、環境問題についての興味・関心の向上を図ることができると考えたからである。また、個々のパネル発表により全体として科学史の学習にもつながると考えた。

作成したパネルは文化祭や学校開放行事でブースを設けて展示発表を行った。展示期間中、本校生徒や保護者を中心に地域に対しても学習成果を発表した。



科学史パネル展示風景

## (2) 水質調査

和歌山市内の水質調査を行うことで、身近にある環境問題を考える機会とし、また、物事を科学的に考察し、処理する能力と態度を育て、2年次に履修する「SS探究科学Ⅱ」で行う「課題研究」のためのスキルを身につけることを目標とした。

和歌山市内河川18カ所を採水ポイントとして設定し、採水後、班別にpH、COD、リン酸イオン、アンモニウムイオン、亜硝酸イオン、硝酸イオンそれぞれについて、パックテストを使用して、その濃度を測定した。その後、実験データを集約し、得られた値をもとに水質地図、レポートを作成するなかで、データ分析力、科学的考察力の育成をはかった。

「市内河川水質調査」の流れ
調査概説→採水調査→測定作業→データ分析→地図化作業→データ考察→まとめ

## (3) 環境フレームワーク

地域社会や地球全体における環境に関わる諸問題・諸課題を理解するために社会科学系と自然科学系の環境に関する講座を行った。今後の社会的な課題とされるエコロジー、食料、健康、エネルギー、資源などの諸問題を科学的に学習することにより、正しい知識の獲得を目指した。環境調和に配慮しながら循環型社会を形成する社会人の育成のため、環境問題に関して多面的に考察する力を養うことを目標とした。

### ① 社会科学分野

環境フレームワークにおける社会科学分野の授業では、地球環境問題に関する基本的知識を習得させるとともに、プレゼンテーション能力やコミュニケーション能力を高めるため、以下の4テーマで授業を実施した。

第1回：和歌山県出身のエコロジスト・南方熊楠の「地球はひとつ、されど己が住む処においてそれを捉えよ」という言葉を導入として、「地球はひとつ」(= think globally)の具体的な意味について考えた。まずエントロピー概念を使い、地球を「定常開放系の熱機関」ととらえる視点を紹介する。さらにこれを基に、地球的規模における廃熱処理作用—土壌における微生物の働きと水サイクル—に注目して、埋め立てや森林伐採などの問題を考えてみた。こうして廃物・廃熱処理(=捨てる)の重要性に気づき、環境(水・土)保全の意義を再考した。

第2回：「己が住む処においてそれ(地球)を捉える」(= act locally)とはどのようなことか考えた。まずアスワンハイダムによる周辺環境の悪化や無理な緑化による砂漠化の具体的事例を学び、生態系的知識を欠いた“無知なる善意”が、むしろ地球環境を悪化させることを学んだ。さらに和歌山市における環境問題(埋め立て問題)を紹介し、地球環境の観点から地域の抱える環境問題を改めて考えてみた。まとめとして、エコロジーの観点から地域の神社林保全に取り組んだ南方熊楠を取り上げ、知ること(think)と行動(act)を一致させた具体例として評価をした。

第3回：日本のエビ輸入と東南アジアの環境破壊の関係について学習した。スーパーマーケットの食料品の広告を導入し、掲載されているエビの産地から日本への主なエビ輸出国が東南アジア諸国であること、また輸入にたよる日本の食生活の姿を考えた。日本は東南アジア諸国から大量にエビを輸入しているが、東南アジア諸国では、日本向け輸出用エビの養殖池造成のため、

マングローブ林が次々と失われている現状を紹介した。日本人の食生活が豊かになる一方で、消費者からは見えない生産地で進む環境破壊について考えた。

第4回：「ゴミはなぜ増える」をテーマにワークショップを行った。「過剰包装」や「修理するより買ったほうが安い」など、ゴミが増える要因となる内容が書かれたカード（17枚）を配布し、グループごとに「もともとなる考え方（価値観）」「社会的要因（制度・しくみ）」「直接の原因」の3ゾーンに分類した。さらに因果関係のあるカードを矢印で結び、自分たちの力で断ち切ることのできる関係には×印をつけた。分類や断ち切るところを考える過程においてグループ内で意見を述べ合い、グループの意見としてひとつにまとめあげた。ゴミが増える要因についてグループごとに発表し、また他のグループの発表をきいて、ゴミが増える要因もゴミを減らすことができるのも自分たちであるということに改めて気づいた。

## ② 自然科学（家庭科）分野

環境問題は非常に幅広いテーマであるが、家庭生活に直結しており、生徒が自らの生活を振り返りながら考え、行動できるテーマでもある。今回は特にCO<sub>2</sub>の排出を抑えることを目標にしたホームプロジェクトを中心に授業を行った。

まず、事前調査として各家庭一ヶ月間の光熱費等の使用量を調べ、環境家計簿を使ってCO<sub>2</sub>排出量を計算してみた。そこから問題点を明らかにして、目標達成のための具体的な改善案の実施計画を立て、夏季休業等を利用して計画にそって改善案を実施した。一ヶ月後、実施内容をレポートにまとめた。

The image shows two forms used in the environmental home project. The left form is titled '環境家計簿をつけてみよう' (Let's try keeping an environmental household ledger). It is a table for recording energy and water usage over a month. The table has columns for '項目 (項目)' (Item), '01月～01月' (Jan), '02月～02月' (Feb), '03月～03月' (Mar), and '合計' (Total). Rows include electricity (電気), gas (ガス), water (水道), TV (テレビ), refrigerator (冷蔵庫), air conditioner (エアコン), and others. Below the table are fields for '発表調査機関' (Reporting organization), '発表調査員' (Reporting member), and '1年 組 番 氏 名' (Year, Class, No., Name).

The right form is titled 'チェックシート' (Checklist). It is a checklist for evaluating the implementation of the home project. It has columns for '項目' (Item), '達成' (Achieved), and '未達成' (Not achieved). The checklist includes various items related to energy and water conservation, such as '電気やガス等の消費について考えてみよう' (Let's think about electricity and gas consumption), '照明のつけっぱなしを防ぐ' (Prevent leaving lights on), 'エアコンの温度設定を適切にする' (Set the air conditioner temperature appropriately), etc. At the bottom, there are fields for '発表調査員' (Reporting member) and '発表調査機関' (Reporting organization).

ホームプロジェクトの実施に先駆けて、企業訪問（株式会社東洋精米機製作所）を実施した。当社は環境保護と豊かな生活技術の研究に実績があり、米穀業界において国内で最初に国際規格ISO14001認定を取得している。当社の環境に対する企業方針や最新の研究状況を直接現地で見学することで、自然科学、科学技術についての理解を深めるとともに、ホームプロジェクトに対する動機付けにしたいと考えた。

昨年（向陽中学3年時）、生徒たちはディベート学習のテーマとして商業捕鯨について学習しているが、実際に鯨を食べた経験があるのはクラスの半分程度であった。鯨の生態や商業捕鯨については十分学習してきているが、食文化の面から実際の鯨に触れさせたいと考えた。そこで、事前学習において鯨肉を使った料理をグループで考え、次の授業で実際に調理して試食した。生

生徒が作った料理は以下の通りである。ほとんどの生徒が抵抗なく食べていたが、臭いや固さが気になる生徒もあり、実際に食べてみた反応は様々であった。

「生徒が作った鯨料理」

- ・竜田揚げ
- ・サイコロステーキ
- ・春巻き
- ・大根おろし煮等
- ・シチュー
- ・ハリハリ鍋
- ・生姜焼き



#### (4) ディベート学習

環境科学科では設立以来、環境問題に関わる政策論題ディベートを行うことにより、学習の成果の総括、統合化をはかってきた。昨年度よりSSH指定を受け、他のSSH科目やSSH事業内容ともリンクさせる中で、SS環境科学での学習だけでなく他SSH事業での内容も含めた学習のまとめとした。ディベート学習を行うことにより、問題意識の育成、物事を科学的な視点から捉える力や要約力、質問力、コメント力の育成を重点的に行い、社会的論争問題や価値問題への関わり方、判断法の基本的な能力の向上をめざした。また、調査段階では、文献の検索やインターネットの活用を奨励し、資料収集力、資料批判力、情報処理能力を身につけることも目標としている。また、立論や相互討論（反駁）用の資料は、コンピューターを利用したプレゼン形式をとり、情報活用能力や発表力の向上も意識した。



ディベート学習試合風景

本年度の対象生徒は併設の向陽中学校の卒業生であり、ディベート学習は中学校での総合的学習の時間「環境学」でも取り上げられている。中学校3年生では「商業捕鯨問題」をテーマとして取り上げ、高校でのディベートとほぼ同じ形式で行っている。そのため、ディベートに対する知識、スキルはかなり獲得している。

テーマについては、環境政策論題としたが、「SS環境科学」や「SS探究科学I」、また、研究室訪問等のSSH行事の中で学習してきた内容と関連できる論題とした。生徒は、その中から興味のある論題を選択し、その後グループ学習を行うこととした。

表1 平成19年度ディベート論題

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1 | 日本は、遺伝子組換え食品の販売を中止するべきである。是か非か。     |
| 2 | 日本は、ダム建設を中止すべきである。是か非か。             |
| 3 | 日本は、すべての原子力発電を代替発電に切り替えるべきである。是か非か。 |

## ① デイバートと他のSSH事業との関連

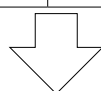
展開例「日本は遺伝子組換え作物の販売を中止すべきである。是か非か。」について

「SS探究科学I」の生物領域では「バイオサイエンス」をキーワードとして学習を進め、研究室訪問等の大学との連携事業を表2のように組み立てている。社会科学的観点から先端科学講座「バイオサイエンスと医学」、科学技術の観点から「近大生物理工学部、京大再生医科学研究所」の研究室訪問、科学的知識理解の観点からSS探究科学I「遺伝子関連講座」や科学英語講演「バクテリオファージについて」を計画し、社会、技術、科学の視点から医療倫理やバイオテクノロジーについての知識や理解を深める取組を行っている。

これらの学習成果を総括し、知識の統合化をはかり、問題意識を育み、物事を科学的な視点から捉えるまとめ学習としてデイバート学習「遺伝子組換え作物」を位置づけ、学習プログラムを展開した。

表2 「バイオサイエンス」を中心とした事業組み立て

	SS探究科学I (生物分野)	連携事業 (研究室訪問・先端科学講座)
6月	DNA抽出実験	
9月	DNA基礎学習 (遺伝子、DNAについて)	「近大生物理工学部」バイオテクノロジー 先端科学講座(英語講座) 「バクテリオファージについて」
10月	遺伝学習アンケート	
11月	バイオテクノロジー基礎学習 (遺伝子組換え等講義)	ラボツアー 「京都大学再生医科学研究所」
1月	バイオテクノロジー実験 (大腸菌形質転換実験)	和歌山医科大学講座 「バイオサイエンスと医学」



デイバート学習「遺伝子組換え作物」

## ② 授業計画

12月から2月中旬まで約2ヶ月間にわたってデイバート学習の授業を展開した。

2ヶ月間の期間中の指導内容は、大きく「ガイダンス」「調査」「討論組み立て」「試合」の4つに分けることができる。

詳細については、表3に示す。

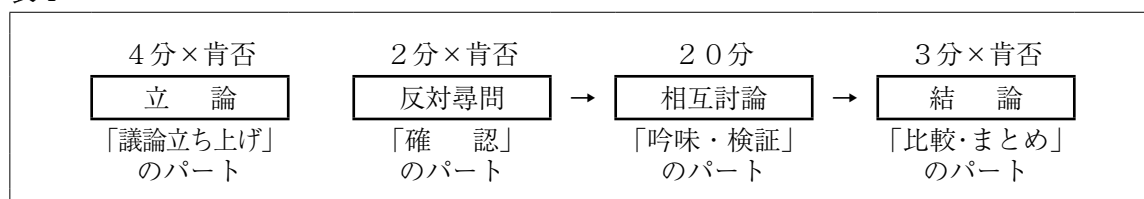
表3 デイバート学習 指導計画

12月 「ガイダンス」	1 ルール解説・論題決定と班編成 主に環境政策論題を4つ程度提示し、希望調査で各班に割り当てる。
12月～1月 「調査・組立期間」	2 参考資料の収集と調査研究 共通理解を得るために、文献などの基礎資料を与える。 新聞記事や参考図書を調査、インターネットによる検索も行わせる。 3 討論内容の整理と提示資料の作成 立論を作成、提示資料や発表メモを自主的に作成させる。 肯定側、否定側のそれぞれに担当者がつき、指導する。
2月 「試合期間」	4 デイバート対戦 発表者・司会以外を審査員とし、審査票を記入して最終的に勝敗を判定させる。数名に判定の意見や本音を発表させ、教員からコメントを入れる。

③ デイバート学習 試合形式

デイバートの形式は、競技デイバートではなく学習デイバートとし、本校独自の形で行った。最終的には勝敗を決する試合方式となるが、試合結果よりも、デイバートまでにたどり着く調べ学習や試合中の討論に重きをなすよう指導した。試合の展開については表4に示す通り4つのパートからなり、1つの論題について、議論の立ち上げから、確認、検証、比較と組み立てられている。

表4



また、立論や相互討論での自らの主張を補強するための資料を準備段階で調査研究しているが、審査員にも具体的にわかるようにコンピュータを用いてプレゼン提示することで、討論に深みを持たせた。

生徒デイバート発表用プレゼンシート一部抜粋

**肯定派 NGM**

肯定側立論

メリット1 国民の安全を守

メリット2 生態系の保護

《否定側》 GMP(仮)

□D1:食糧危機

□D2:日本経済の停滞

D1:食糧危機

組み換え遺伝子 漏出の例

■ 輸入組み換えナタネ

港から加工工場への運搬中 種子が飛散

↓

周辺道路に自生、開花結実

\*調査対象の10のナタネ輸入港のうち8箇所を確認 (2004年 農水省)

ディベーター以外の生徒は審査員となるが、審査票（フローシート）に工夫を凝らし、学習効果を高めるようにした。学習集団の生徒全員が判定を行うことでディベーターのモチベーションを高める効果とディベーター以外の生徒の発表を聞くことに対する前向きな姿勢および発表内容の学習集団への広がり期待した。

## （５）評価と課題

ＳＳ環境科学での学習内容は、さまざまな課題に関して、自らの力で学習していく内容を多く取り入れた。年間を通じて４つの学習プログラムで生徒の様々な自己学習力や多面的思考力の向上につとめたが、生徒たちは興味・関心を活かせる点や自主性が尊重される参加型の授業に対し積極的に取り組んでいる。

「科学史パネル発表」では、科学者の活躍した時代背景や業績、その業績が社会に与えた影響、科学技術発展の功罪についても発表グループ内で考察することにより科学倫理の涵養を進めることができた。また、パネル発表は文化祭、学校開放週間で展示発表をすることにより校内、地域へ学習成果の発表を行うことができた。

「和歌山河川水質調査」では、フィールドワークの体験から真に正確な情報を得ることで、身近にある環境問題を考える機会となった。また、学習集団全体で豊富な情報を収集できたことにより、多くのデータを科学的に考察し、処理する能力と態度も育成することができた。この身につけた科学的考察のスキルは、２年次に履修する「ＳＳ探究科学Ⅱ」で行う「課題研究」で生かされることと期待している。

「環境フレームワーク」では、昨年度の反省から身近な環境問題に重点を置いて取り組んできた。社会科学においては「地域から地球レベル」への環境問題、また自然科学分野（家庭科担当）では食をテーマとした地域密着型の環境問題を学習した。生徒は、身近な場所での色々な活動や問題を知ること環境問題を自らの課題として捉えることにつながったようである。しかし、ＳＳＨ行事などで授業時間を確保できなくなり、随時計画を変更したため、地球全体に関わる環境問題についての内容が少なくなった点が課題である。学習テーマ設定について再考する必要があると感じている。

「ディベート学習」では、対戦中の資料提示方法にプレゼン方式を採用したことで、内容を整理して討論できた。この学習では、調査活動の過程で科学的かつ視点移動可能なもの見方や思考力さらに情報処理能力を身につけるのに効果的であった。また、発表を通じてコミュニケーション能力の向上につながった。ただし、発表者はそれぞれの論題の内容について深く調査研究を進めたことで専門用語を討論で多々使用する場面があり、審査に参加した一般的な知識の生徒がとまどう場合もあった。今後は、難解な用語を伝える場合の指導についても注意していかなければならない。

今年度、学習対象であった生徒は向陽中学校を卒業した生徒であり、総合的な学習「環境」での学習が、「ＳＳ環境科学」に接続している。そのため、環境学習に対する知識も豊富であり、意欲も十分にある。そのため、参加型内容の授業にも積極的に取り組んでいたことは大いに評価できる。ただし、単に活動するだけのイベント主義の授業にならないよう、常に問題意識とその解決に向けての見通しを持たせる視点が大切である。学習プログラムについては、中学校教員と協働でさらに研究を進めていく必要がある。

### [3] SS探究科学Ⅱ

学校設定科目「SS探究科学Ⅱ」は、環境科学科2年生を対象として、前年度履修の「SS探究科学Ⅰ」の延長線上として、3単位（2コマ）を確保し、興味を持つ分野毎に分かれグループ研究を行った。これにより研究テーマの設定から研究過程、発表、ポスターセッション、レポート作成までを体験し、大学進学後の研究活動の基礎力を培うことができると考える。物理分野、化学分野、生物分野、環境社会分野、数学分野、情報分野の教員で担当し、必要に応じて大学の先生の指導を受け展開した。

#### (1) 物理分野

##### 1 「超伝導に関する研究」

– 195.8℃の液体窒素温度（77K）で超伝導となる高温超伝導体の製作を通して、マイスナー効果の確認・超伝導下における抵抗値測定・ペレットの物理特性と超伝導体としての性能の相関関係について調べることにした。

##### ① 実験目標

- i 超伝導体ペレットの性能（磁場中の浮上高度）と密度の相関関係を調べる。
- ii 高性能の超伝導体を製作する。

##### ② 超伝導体（ペレット）の作成手順

- i 材料である  $Y_2O_3$ 、 $BaCO_3$ 、 $CuO$  の粉体を混合する。
- ii 電気炉を使用して仮焼きを行う。（930℃、20h）
- iii 電気炉から取出し粉碎混合をする。
- iv 金型に充填して圧縮し、ペレット状に成形する。
- v 再度電気炉で温度制御をしながら本焼きを行う。（930℃、12h・400℃、20h）

##### ③ 浮上実験

作成したペレットの密度の測定と各サンプル毎に磁場中における浮上高度を測定した。その結果、ペレットの密度と超伝導体としての性能の間には相関関係があることが確認できた。



磁気浮上はマイスナー効果とピン止め効果の相乗効果として起こるため、ペレットは均一性より、むしろ微細な不純物を含む構造がわずかながら一様に分布することが必要とされる。したがってペレットの性能は偶然に支配されることが多く、実験は簡単に結論を出せるものではなかった。そのため、多くのペレットを製作し、機材の自作や改良を行う過程で様々な工夫が必要であった。

また、超伝導状態の測定のために4端子法による微少抵抗値測定を試みて実験技術の習得にも努力した。



## 2 「ホバークラフト」

高校生までの物作りでは、市販のキットを組み立てるだけで済むことが多く、創意工夫することがあまり必要とされていない。そのため将来の技術者・研究者に必要な、一から物を作り上げる体験をするため、人が乗用可能なホバークラフトを製作することにした。同時に製作を通して気体の圧力、パスカルの原理について学んだ。

<目標>

- i 市販されている身近な材料だけを使用して人が乗用可能なホバークラフトを製作する。
- ii ホバークラフトの浮上時における力の釣合を調べ、気体の圧力・パスカルの原理等の学習を深める。

<製作>

初めに機体の設計をするのではなく、先ず入手可能な部材を探し、その制約の中で製作可能なプランを検討し設計を始めることにした。入手した送風機の表示性能を基にしてリフト可能最大荷重 300kg の機体を製作することにした。材料の選定・設計・加工組立工作等一連の作業を通して、馴染みのなかった工具を駆使し、途中で発生した諸問題を解決ながらホバークラフトを完成させた。

<実験>

完成後人を乗せて動作確認をした後”おもしろ科学祭り”に出展し、のべ数百人の観客に搭乗体験させることができ、演示機械としての実用性が確認できた。その後、空気室の圧力を測定するため水マノメーターを製作し、負荷と圧力の関係を測定することによりパスカルの原理の検証し、気体の圧力についての学習を深めた。

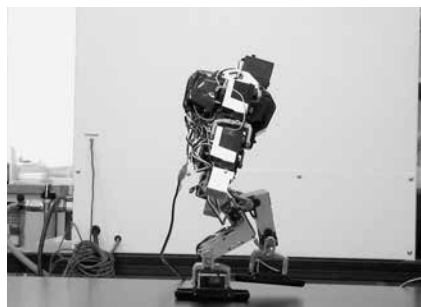
<評価と課題>

構想から装置の製作、そして測定方法の工夫という一連の経験は今後の活動に大いに資するものと思われる。しかし、今回製作したホバークラフトの形式は多くの実績と資料が揃っていたため大きな困難に遭遇することなく終わっていた。今後は人の追体験だけでは終わらない独創的な発想を期待したい。



## 3 「センサーによる二足歩行ロボットの制御」

近藤科学の二足歩行ロボット KHR-1HV を使用して、二足歩行の安定化に取り組んだ。ロボットの歩行は、おおまかに静歩行と動歩行に分類できる。静歩行は、従来のロボットに多い歩行で、安定しているが、ぎこちなく歩行速度は遅い。一方、動歩行はスムーズで歩行速度は速いが歩行が不安定という短所がある。研究では、動歩行を安定化させることを目的とした。歩行を安定化させるために、「①歩



行速度の調整による安定化]、「②ジャイロセンサーの使用による安定化」に取り組んだ。

#### ①歩行速度の調整による安定化

動歩行では、歩行の一連の動きによって重心を安定させるため、重心移動のタイミングと足の動きのリズムが一致しないと転倒してしまう。そこで、さまざまな歩行速度を試し、どの速度の歩行が安定しているかを検証した。

#### ②ジャイロセンサーの使用による安定化

ジャイロセンサーは、ロボットの瞬間的な動きを捉えるものである。このセンサーを用いることによりロボットが転倒しそうになったとき、瞬間的な動きを打ち消すように足のサーボにフィードバックさせて、歩行の安定化を図った。

### 4 「中高連携授業の研究」

高校生が中学生に理科に対する興味・関心を高めることを目的に授業を行い、その教材研究を行った。授業を行うまでに、教材選び、予備実験、板書案・プリント作り、模擬授業などの課程を経てから授業を行った。



#### 授業① ジュール熱によるホットケーキ作り

ホットケーキミックスに直接電流を流すことで、ジュール熱が発生し、ホットケーキが焼けるという実験をした。そして、ホットケーキが焼けた理由の考察をした。

#### 授業② ドライアイスとエタノールによる寒剤の実験

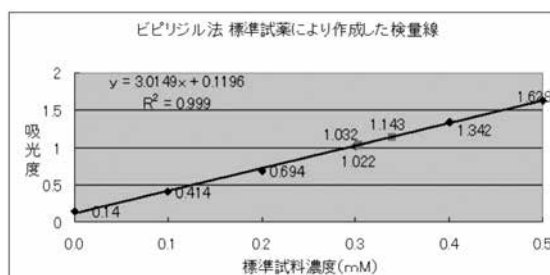
ドライアイスを入れたエタノールに寒剤を作った。寒剤に花びらやボールなどを入れて、その変化を観察し、低温になった理由を考察した。

授業を行った後のアンケートでは、多くの生徒がこれらの授業により興味・関心が高まったと回答した。また、高校生が授業を行ったことについて、「先生よりも話しやすい」、「普段の授業にはない発想があった」などの意見が寄せられた。

### (化学分野)

#### 1 「アスコルビン酸の定量実験の研究」

清涼飲料水中のアスコルビン酸（ビタミンC）の定量を行うには、酸化還元滴定法とビピルジル法のどちらが適しているかを、実際に2つの定量方法で実験を行い、比較検討した。そして、その結果をふまえ、ビピルジル法を用いて果実の部位によるアスコルビン酸の含有量の研究、保存状態の異なるアスコルビン酸の減少量についての研究を行った。



## 2 「界面活性剤の洗浄力の比較」

合成したヤシ油石鹼、廃油石鹼、合成洗剤の3種類の界面活性剤と市販の石鹼を加えた4種類の界面活性剤を使って、洗浄力を比較する研究を行った。人工汚染布という均一な汚れを付けた布を一定温度で一定時間洗浄し、人工汚染布の汚れ落ち具合を調べて、グレースケール法と白度反射率による洗浄率試験法という2つの方法を用いて洗浄力の比較を行った。



## 3 「香料の研究」

エステル合成方法と果物から香気成分を抽出する研究を行った。エステル合成では、合成方法を工夫して果物のおいしさに近づける研究を行った。また、果物から香気成分を抽出する研究では、ソックスレー抽出法と水蒸気蒸留法という2つの方法でオレンジからリモネンを抽出して、ガスクロと質量分析計で同定した。



(生物分野)

### 1 「和歌山県田辺湾におけるタマキビ類のすみ分けに関する研究」

潮間帯上部から潮上帯に生息するタマキビ類（巻貝類）の分布とその行動について研究した。本研究は、白浜町にある京都大学フィールド科学研究センター瀬戸臨海実験所の宮崎氏に指導を受け、施設での宿泊実習も含め、計6回の臨海実習を行いまとめたものである。

調査・分析の結果、2種のタマキビ類（アラレタマキビとイボタマキビ）のあいだにすみ分けが見られること、潮位の変化に伴ってタマキビ類は水面下とならない場所に移動することなどが確かめられた。今後、このすみ分けの関係が年間を通して維持されるか、潮位変化にともなう移動の要因は他にないか、などが研究課題となる。



## 2 「外部環境によるミジンコの心拍数の変化」

ミジンコは、環境条件や化学物質などに反応しやすく、水質汚染の指標生物として注目されている。本研究では、ミジンコの心拍数が外部環境の変化にともなってどのように変化するかを調べた。

pH 4～pH 9までpHを変化させた結果、pH 4とpH 5の間に心拍数の違いが見られた。また、5℃～45℃まで水温を変化させると、35℃までは温度の上昇にともなって心拍数も上昇したが、35℃を超えると急激に低下することが分かった。また、和歌山市内の河川の水を用いて心拍数の測定を行ったところ、ミジンコが死亡してしまうことがあったため、今後はガスクロマトグラフィーなどの機器を用いて、原因となった物質について調べていきたいと考えている。



## 3 「外温動物である魚はどのようにして季節を感じているか？」

アベハゼ（日本に生息するアベハゼ属魚類の北限種）は、環境の変化に対する適応機能を季節に合わせて発達させているのではないかと考え、調べることにした。

本研究では、季節変化として日長の変化に着目し、温度一定条件下で光周期のみを変化させた場合のアベハゼの代謝速度を1週間ごとに測定した。実験を開始して3週目までは短日条件と長日条件の個体に有意差が見られなかったが、4週目以降、短日条件の値が長日条件に比べて有意に高くなった ( $P < 0.05$ )。このことから、アベハゼは日長の変化を季節に関する情報として感じ取り、代謝速度を変化させていると考えられる。今後は、人工気象器内で飼育している個体を屋外（低温の状態）に出し、人工気象器内の個体と比較したり、好氣的代謝速度に直接関係のあるシトクロムオキシダーゼの酵素活性値の変化を調べたいと考えている。



## 4 「プロトプラストの細胞融合」

身近な野菜や果物を用いてプロトプラストを作成し、細胞を融合させることを目的とした。本研究では、甲南大学バイオテクノロジー教材開発チームが開発したプロトプラストの迅速単離キットを使用した。

バイオテクノロジーの技術を用い、さまざまな研究を行う姿勢を養い、最先端の技術に触れることは生徒にとっても非常に興味・関心を高めるものとなった。本研究では、作成したプロトプラストを組織培養しカルスを作成するために無菌操作の方法なども学んだが、現段階ではプロトプラストの作成、細胞どうしの融合で研究は終わっている。今後は培養しやすい材料を探し、実際にプロトプラストの培養を行ったり、さらには細胞融合した細胞を培養し、カルス形成を目標に研究を進めたい。



## 5 「シロツメクサにおける四つ葉形成のメカニズムの研究」

マメ科のシロツメクサにおける四葉形成のメカニズムについて研究を深めた。研究をするにあたり、「①茎頂点の刺激による奇形」「②遺伝による突然変異」により四葉が形成するという2つの仮説を立てた。本研究では、①の茎頂点の刺激による奇形の形成を中心に研究を進めることとした。



茎頂点を探すにあたり、他の植物での茎頂点の観察をし、シロツメクサについても同様の観察を行った。実際に観察をすることは困難であったため、茎頂点が茎頂の先端にあることを確認するために、組織培養の方法で茎をさまざまな部分で切り取り培養を行った。その結果、茎の上部のものだけが葉をのばした。茎頂点にどのように刺激を与えるか、またどの程度の力を加えるかなどの具体的な研究を進めるに加え、仮定②にあげたように遺伝的な研究も行いながら四葉形成のメカニズムの解明につなげていくことが今後の課題となる。

## 6 「タマキビ類の分布とサイズに関する研究」

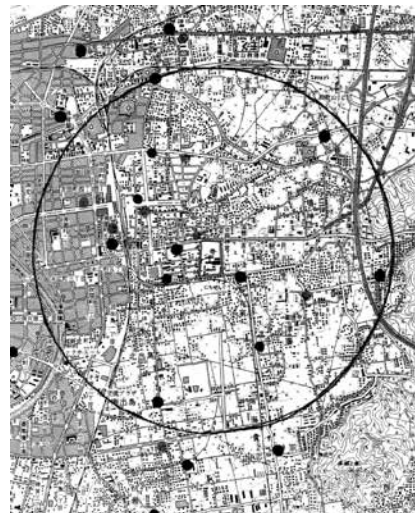
加太海岸の堤防や消波ブロックに広く生息するタマキビ類（巻貝類）について、その種類と分布の特徴について調査・分析した。本研究では、計4回の現地採集を実施した。この結果、田辺湾とは異なる2種のタマキビ類（アラレタマキビとタマキビ）のあいだにすみ分けが見られること、タマキビのサイズと分布（海水面からの高さ）に相関関係があることが判明した。特にサイズと分布の関係については、今後の研究テーマとして興味深い。成長と移動（行動）の関係、摂食行動との関係、乾燥条件に対する耐性の違いなどとの関連を調査・考察していきたい。



### （環境分野）

#### 1 「コンビニから地球環境問題を考える」

身近な問題から地球温暖化を考えるため、高校生が日頃頻繁に利用するコンビニを例にとり、二酸化炭素排出の実態を調査した。まず本校周辺のコンビニマップ（右図）を作成し、そのうちの2店舗にヒアリングを実施し、利用実態と環境対策の実情を調査した。さらにそれぞれの店舗のCO<sub>2</sub>排出量を計算し、一般家庭との比較を行なった。その結果、コンビニ1店舗は一般家庭約10軒分のCO<sub>2</sub>を排出しているということが明らかになった。またコンビニ店舗の環境対策のヒアリング実情から、温暖化問題の重大さを実感することができた。



## 2 「神社林からのぞく地球環境」

市街地のなかになぜ鬱蒼とした森林が残っているのか、との問題意識から神社林を研究対象に選んだ。市街化の著しい地域の神社10社を選び、実地調査をした。その結果神社には、森林の利用と保全にグラデーションをつける巧みな構造のあることが明らかになった。さらに神社林のCO<sub>2</sub>吸収量を調べるために植生調査を実施した(右図)。「わかやま環境学習プログラム」を使った簡便な方法ではあるが、大量のCO<sub>2</sub>が吸収されていることが確認され、地球環境の保全に大きな貢献をしていることが明らかになった。しかし神社林には古木が多いことから、成長期の針葉樹林との比較など、さらに詳しい調査が課題である。



(数学分野)

「和歌山市周辺のエネルギー問題について」

### 【実施要項】

和歌山大学システム工学科准教授江種伸之先生、谷川寛樹先生、山本秀一先生のご指導により、表計算ソフトExcelを用いて和歌山市周辺のエネルギー問題について考察する。具体的には和歌山市の一般家庭で消費する電気使用量を細かく集計し、人口の増減を考えた上、10年後から50年後の電気消費量がどのように推移するのかを考える。

### 【実施概要】

- ① 生徒各家庭における電気製品の消費電力を集計する。わからない場合はメーカーのカタログをインターネットで調べる。
- ② モデル家庭を設定し、1日の生活を分単位で細かく分析する。それを基に1日の電気使用量を求める。
- ③ モデル家庭の10年後を想定し、1日の電気使用量を求める。
- ④ 同様にして20年後から50年後を想定し、1日の電気使用量を求める。
- ⑤ モデル家庭とは異なる世帯人数の電気使用量を想定し、10年後から50年後の電気使用量を求める。
- ⑥ 統計資料から和歌山市の人口の推移を調べる。回帰分析を利用して、50年後の人口を推定する。ここで、回帰分析の原理を指導した上で、Excelを利用する方法を考える。
- ⑦ 国勢調査の資料により、和歌山市の世帯人数別の世帯数の推移を調べ、人口の場合と同様にして、10年後から50年後の世帯数を推定する。
- ⑧ 各世帯の電気使用量と世帯数を掛け合わせ、和歌山市における一般家庭の1日の電気消費量を求める。同様にして、10年後から50年後の電気使用量を求める。
- ⑨ 電気使用量の推移を基に、現在の我々がしなければならないことを考える。

### 【評価と課題】

実生活をモデル化しシミュレーションをいかに細かく想定するかがポイントであり、1つのストーリーとしての一貫性が必要だと思う。生徒によりパソコンの得手不得手があり、同じことをさせるにも時間がかかりかかる。また、ほとんどインターネットでデータを調べたため、フィールドワークができていないので、空想で終わらないか懸念される。

### (情報分野)

S S 探求科学Ⅱ（情報）では2年生9名が選択している。教員2名が担当。

### 【実施要項】

プログラム言語として十進BASICの基礎を学び、興味ある事象、現象を解析・分析あるいは仮説を設定し、それらを視覚化あるいはコンピュータでなければできない作業をすることによって問題を解決あるいは仮説の実証をする。

### 【実施概要】

情報を選択して9名銘々が課題を設定し、独自で課題を解決する。教員はそのサポートをする。9名の課題は以下の通りである。

- 1 ビュフォンの針を単にシミュレーションするに終わらず、円周率 $\pi$ の近似値を求める。
- 2 トランプの神経衰弱のゲームをパソコンで行えるようにプログラムを作成。
- 3 オーロラのような動く模様を作成。
- 4 パソコン初期に流行したテニスゲームを作成。
- 5 コンピュータに組み込まれている時計を使って、アナログ時計を作成。
- 6 カプレカー操作をすべてに4桁の整数について6174になる場合とならない場合を検証。3桁と5桁の場合も検証している。
- 7 打ち上げ花火をパソコン上で表現。
- 8 万年カレンダーの作成
- 9 ホッケーとシュルピンスキーの三角形の作成

### 【評価と課題】

課題はBASICの基礎の習得に十分時間をかけられなかったこと。生徒各自が課題の設定に時間がかかったこと。最終的な取り組みに至るまでに様々な課題を試行錯誤しなければならず、作品がやや中途半端な形で終わっているものもある。本校普通科・文化科学科では情報Bを履修しており、2単位（1.5コマ）でBASICの基礎を中心に学習し、プログラミングの力はSSHを受講した生徒たちよりついでいる。しかしSSHを受講した9名は個人差はあるものの、自分一人で考え、多くの試行錯誤を経ることにより、問題解決能力が培われていったように思われる。

## 2 研究室訪問・企業訪問

主として1年生を対象に研究所や大学の研究室を訪問をしている。その目的は以下の通りである。

- ① 大学等の研究施設において講義や見学、実習を体験することで、科学に対する興味・関心を高める。
- ② 先端の研究に触れることで科学と科学技術に対する理解を深めるとともに、学問に対する研究者の姿勢についても学ぶ。
- ③ 研究室や大学で研究されている内容や社会に役立っている科学技術が、現在学習している内容とどう関わり合っているのかを再認識する。

### [1] 関西光科学研究所（木津地区）

#### 【実施要項】

日 時 平成19年6月14日（木） 7：50～16：45

場 所 日本原子力研究開発機構 関西光科学研究所

対 象 環境科学科1年生 76名

#### 【実施概要】

様々な分野で活用されている「光科学」についての理解を深めることを目的とした。研修は、光科学についての説明、光量子ビーム利用研究実験棟の見学、併設されている光科学館「ふおとん」の見学、レーザーラボ体験学習という内容であった。また、午後からは「日本原子力研究所関西研究所スーパーサイエンスセミナー」が開催されており、(財)リモート・センシング技術センターの春山幸男先生による講義「宇宙から地球を望む」に参加することができ、有意義な研修となった。

#### 【関西光科学研究所での概要説明】

見学に先立ち、「光」についての説明があった。電磁波である光の種類と性質、光を利用して何ができるかなど説明をいただいた。また、研究所の研究内容の一例として、短時間に強力なレーザー光を発生させ細胞や分子の働きを立体的に見る方法やレーザーによる物質制御や電子やイオンの加速についての研究が行われ、光通信や光プロセッシング、レーザー手術、環境計測に利用されていることを学習した。また、レーザーの波長を短くすることでX線レーザーの研究を行い、小さな細胞を生きたまま観測できる技術を開発していることも紹介された。放射光については加速器による放射光発生とその放射光によって分析化学や医療に利用できることを学習した。

#### 【光量子ビーム利用研究実験棟】

レーザーの利用研究、物質制御研究、電子やイオンの加速研究などを行っている。強度の高いレーザーを電子に当てて加速することにより電子ビームを発生させエネルギー量をコントロールする研究なども行われている。これらの研究によって、省スペースで高エネルギーイオンを発生させることができる粒子線がん治療装置の小型化・低コスト化等の成果が期待されている。また、レーザーの波長を短くすることによるX線レーザーの開発研究も行っており、ガンの治療や細胞を生きたまま観測できるようになると期待されている。



### 【レーザーラボ体験学習】

レーザーについての性質や発生のしくみについて学習を深めた。偏光フィルムを利用した光の観察や実際にレーザー光を使用して様々な実験を行った。基礎的な実験ではあるが、視覚的にレーザーの性質を理解できるよう工夫された実験が多く、レーザーについての理解が深まった様子であった。

### 【きつづ光科学館ふおとん】

「光」をテーマとした科学館である。体験を重視し、わかりやすく工夫された展示物を見学した。見学においては、ただ見るだけでなく、その原理についても学習するように指導した。講義で学習した内容に関連した展示物だけでなく、レーザー加工機など光について全般的に学ぶことができた様子であった。見学を通じて、光に興味を持つことができたと答える生徒も多くいた。

### 【スーパーサイエンスセミナー】

演 題 「宇宙から地球を望む」

講 師 (財)リモート・センシング技術センター 春山 幸男 氏

リモートセンシングとは、物質から発生する電磁波をセンサで検出し、その状態を計測する技術である。陸上、大気、海洋についてのデータを計測するには人工衛星が有効である。人工衛星には、地球と同じ側で回っている静止衛星と一定期間で地球全てのデータを測定することが可能な低軌道衛星がある。静止衛星として代表的なものは気象衛星で、気象現象を観測し、天気予報や防災に利用することができる。低軌道衛星の代表としては地球観測衛星があり、地球環境の把握、監視を目的としている。これらの衛星のデータ（光学センサやマイクロ波センサなど）を利用することで様々なことを知ることができる。農業関連では、作付け面積の把握やタンパク質マップの作成、森林管理では、伐採面積の把握や焼失面積の把握、水産分野ではプランクトン量から赤潮の状態把握、災害管理分野では火山の噴火や事故によるオイル流出量の把握など世界規模での地球環境の管理に役立っている。2005年に日本が打ち上げたALOSには、PRISM、AVNIR-2、PALSAARの3つのセンサがあり、地図作成や地域観察、災害や資源の把握を目的としていることも紹介された。また、衛星写真を加工した画像を利用して、立体視についての説明もあった。

### 【評価と課題】

高校入学後、はじめての研修ということもあり、生徒の関心は非常に高かった。研修の一部には、高度な内容も含まれていたため難解であると感じた生徒もいたが、否定的に捉えた生徒は少なく、逆に「理解できるように勉強をがんばりたい」と感じてくれた生徒が多くいた。今まで学習してきた「光」とは、また違った先端科学における「光」の研究法に興味を持った生徒も多くいた。

## [2] 近畿大学生物理工学部

### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成19年9月3日(月) 14時00分～16時30分
- (2) 場 所 近畿大学生物理工学部
- (3) 対 象 環境科学科1年生 76名

### 【実施概要】

生体機能とそのメカニズムをハイレベルな工学技術で再現することに取り組んでいる近畿大学生物理工学部を訪問した。班別で2カ所の研修室を訪問し、それぞれの研究室でどのような研究が行われているのかを学習した。

#### 生体機械工学科 流体工学研究実験室

流体工学研究室では、流体の動きの可視化画像作成や熱流動観察、飛翔ロボットの研究などが行われている。この研修では、流体の密度測定や流体圧、摩擦応力、混層流体の動きなどの流体特性について学習した。また、実際に管内の流体の動きを可視化する実験装置を使用して流体を観察したり、水中を落下する薄板運動のMOFIA計測などの実験を通じて体験的に学ぶことができた。層流と乱流の区別は無次元数レイノルズ数で行うなど内容的には難しい面もあったが、ヘリカルコイル管内気液二相流の流動特性や伝熱流動特性の研究では「空調機の中の空気の流れを調べることで、効率よくエネルギーを消費して電気代を節約する」など生活との関わりを教えてもらうことで、研究に興味を持った様子であった。



流体の動きを観察

#### 生体機械工学科 熱工学研究実験室

流体工学や熱工学、エネルギー工学などの様々な分野において幅広く応用されている気液二相流の研究をもとに進められている「身近な電子機器の小型化に伴う発熱の冷却方法」、「コージェネレーションシステムの高性能熱設計」などの研究内容について理解を深めた。また、熱エネルギーがどのようなメカニズムで人体に伝えられているかということに着目し、省エネや温暖化対策に利用できるよう研究を進めていることが紹介された。この他にも風力発電の研究も紹介していただき、新エネルギーについての知識を得ることができた。

#### 遺伝子工学科 遺伝子生化学研究実験室

ブロッコリーからDNAを取り出す実験を行った。PCRを行うサーマルサイクラーや遠心器に初めて触れる生徒も多く興味深く実験を行った。先端機器を使用した体験的な学習によって大学での研究についてイメージができた様子であった。

### 遺伝子工学科 動物実験室

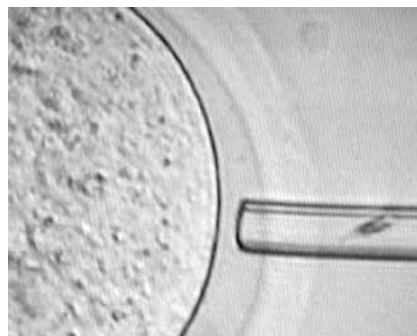
キメラマウスの観察とマイクロマニピレータを使用し、マウスの体外受精とキメラマウスの受精卵作成、さらにES細胞の顕微鏡観察を行った。医療方面への進学を希望している生徒が多くいたせいか、特にES細胞の研究について興味を持った様子であった。マイクロマニピレータの操作は、TAとして研究生に指導してもらったが、予想より簡単に操作ができることに驚いている生徒が多くいた。また、体外受精が簡単にできることや観察したキメラマウスが殺されてしまうことを知り、「命の重みを感じられなく、これでいいのか」と疑問を持った生徒もいた。「科学と医療の発展のために命を犠牲にしているということを忘れてはいけない」という先生の言葉もあり、命について深く考えるよい機会にもなったようである。



キメラマウスを観察



マイクロマニピレータで実習



マウスの体外受精

### 生物工学科 植物資源工学研究室

植物資源工学研究室では、イネを中心とした農作物について遺伝的な特性を分子レベルから解析し、品種改良に取り組んでいる。研究室が実際に栽培を行っている水田に行き、イネの品種や特徴について説明を受けた。水田では世界中から集めた多くの品種のイネが少しずつ栽培されており、背の高いものや低いもの、赤紫色をしたものや葉に毛が生えていないものなどさまざまな品種の特徴を観察した。また、枝分かれをコントロールする働きをもつ frizzy という遺伝子についての説明を受けた。



### 生物工学科 環境生物工学研究室

白血球などの免疫細胞が、化学物質の濃度勾配を感知して、走化性を示すことを学習した。さらに、白血球の食作用を走査電子顕微鏡で観察した。食作用は、それぞれの免疫細胞により違っていることも観察することができた。観察に使用した走査型電子顕微鏡は、電子線を試料上で走査させ、像再生側では陰極線管（CRT）内の電子ビームを蛍光面に走査させることで像形成が行われる。画面を形成するには時間がかかり、テレビよりもはるかに遅いことを学んだ。

#### 電子システム情報工学科 音響信号処理研究室

手作りの装置を用い、音をさえぎることで物体までの距離を測定する実験を行った。この実験では、音が音波からできていることが明確にわかる実験であった。また、コンピュータで複数の音声混じった観測信号をそれぞれの音声に分離する、音を聞き分けるしくみを解き明かす研究についても学習した。

#### 電子システム情報工学科 機能調和生体材料研究室

機能調和生体材料研究室では、さまざまな物質を組み合わせることにより、生体親和性の優れた新しい材料の開発を行っている。ハイドロキシアパタイトは、生体親和性や吸着性に優れた物質である。このハイドロキシアパタイトにレーザーを当てることにより薄膜を作成する研究過程を見学した。これを犬の顎の骨に埋め込むことにより、生体システムが人工歯根を本物と勘違いし新生骨を成長させることができるという研究成果について説明を受けた。

#### 知能システム工学科 センサーシステム研究室

センサーシステム研究室では、ロボットが外界から情報を得るために必要なセンサーの研究を行っている。センサーについての説明を受けた後、視覚センサーを利用してルービックキューブの色の配置を判別してパズルを解くロボットや、複数のサイコロの目を同時に読み取るロボットについての説明と実演が行われた。さらに、センサーやロボットに関する今後の展望についても説明がなされた。



#### 知能システム工学科 スポーツ工学研究室

スポーツ工学研究室では、スポーツ用具の高性能化と安全性・快適性についての研究を行っている。スピードスケートを例に、スポーツ用具やスポーツ環境の改良が世界記録の樹立に関係するということから、スポーツ工学の重要性について説明があった。また、バットでボールを打つ場合に、振動を手に伝えないためのしくみやボールの当てる位置について学習した。

#### 【評価と課題】

今回は、大学の研究室を訪問する研修ということもあり、生徒の期待も大きく、関心も非常に高かった。また、研究室では体験的に学習できるように実験・実習を多く取り入れていたので、理解も深まり自然科学への興味・関心も高まったようである。大学での最先端の技術に実際に触れることができ、大学での学習や研究についても理解できた様子であった。

### 〔3〕 企業訪問 株式会社 東洋精米機製作所

#### 【実施要項】

- (1) 日時 平成19年8月30日(木) 13時05分～15時35分 1年F組  
平成19年9月 6日(木) 13時05分～15時35分 1年G組
- (2) 場所 株式会社 東洋精米機製作所  
〒640-8341 和歌山市黒田12
- (3) 対象 環境科学科1年 76名

#### 【実施概要】

「生活における環境マネジメントのあり方」をテーマに企業訪問を実施した。環境保護と豊かな生活技術の研究に実績のある企業を訪問し、環境に対する企業方針や研究における最新の実践状況を直接現地で見学することで、自然科学、科学技術についての理解を深めるとともに、本校環境科学科における環境保全のより実践的な取り組みにつなげていくことを目的とした。

#### (1) 事前学習

研修をより有意義なものにするために、事前に訪問先の企業情報についてHP等から調べさせた。また、その調査をもとに知り得た情報の整理や質問事項や疑問点など、個々の研修目的を明確化させるためにレポートを作成させた。

#### 〈生徒レポート項目〉

- ①企業概要 「株式会社 東洋精米機製作所とは」
- ②生徒の質問事項で主だった内容
  - ・「ISOとは」
  - ・「ISO」を取得する理由とメリット
  - ・なぜ「無洗米」なのか
  - ・「無洗米」の栄養価値 製造工程
  - ・環境負荷の少ない製品とはどういうものがあるのか

#### (2) 現地研修

私たちが訪問した企業は、学校から徒歩10分程に位置しており、生徒の中には通学経路になっていてどんな会社なのか興味があったと答える生徒もいる。その企業の敷地は管理棟と工場に分かれており、社内は無駄がなく整然とした雰囲気がある。これは生徒たちが一番初めに感じた企業の印象である。まずはじめに講義室にて会社全体の説明があり、「米穀業界」における様々な研究開発の紹介がされた。その1つである「無洗米」については、製品発表に関わるエピソードも交えてお話しいただき、環境への負荷を考慮して研究された商品価値と、「米をとぐ」という日本文化の消滅につながるのではないかと、という商品が生み出す生活文化と環境との関係を切り離して考えられないことに気づかされた。次に「無洗米」の精米機器の製造や、「無洗米」そのものの製造工程について施設見学した。工場内は安全・衛生における独自の工夫が施され、食品を扱うことに細心の注意を払っていることを感じる事ができた。しかしながら単に衛生管理を充実させているわけではない。ここでもまた環境との関わりを見つめ、企業努力している点がわかっ

た。例えば室内温度の設定についてである。食品の衛生上作業員の汗などが食品中に付着してはいけない。しかし、夏の季節でさえ工場内の空調は節電のため設定温度は下げることができない。作業を行ってもなお汗が出ない、ギリギリの温度設定がなされている。この努力ひとつをとってみても、環境を考えた企業の姿勢を見ることができた。このように企業として生産・消費と環境に向き合うことの難しさを生徒たちは熱心に聞きながらメモを取っていた。技術開発はひとつの発想から生まれ、環境保全にはできることを見逃さない努力が必要であることを学習できた。これらの企業の姿勢は、見学後の「ISO14001」の取得システムの説明によって納得するものとなった。取得に当たってのマニュアル化の苦労や持続するだけでなくさらに改善しようとする姿勢は、企業トップの人間性が反映していると感じた。

#### 〈生徒の参加感想より抜粋〉

環境破壊について真面目に考え、社員全員が環境保全に取り組む姿にただただ驚き、尊敬するばかりだった。紙の両面印刷、その後はシュレッダーにかけ、雨の日に届く新聞のカバーの袋にそれを詰めクッション剤として利用する。そこまで真剣に取り組んでいるんだなと感心した。考えてみれば、身の回りの「無駄」は多すぎる。学校で配られるお知らせのプリントは頭でメモをとれば記憶力もよくなるだろうし、裏面があるものはメモ用紙として使える。毛筆の練習には新聞紙を使えばよいではないか。電気のつけっぱなし、水のだし放し、とにかく私たちはもう一度自分の生活を見直すべきだ。今回の訪問はそのきっかけになったと思う。



#### 【評価と課題】

今回の研修のねらいは、企業での「環境マネジメント」の実践を直接触れることで、自ら生活実践で生かす（ホームプロジェクト）ことにあった。企業でマニュアル化されているものの中から、自分たちの日常生活でもできる部分に気づき、学校でも取り組めることがあるのではないかと、という意識付け等視点を広げる良い機会となったようである。環境学習で得た知識を実践に転換する発想はゴロゴロある、と企業の担当者は語っていたが、なかなか気づけない、また実践できない部分はまだまだたくさんあると生徒のレポート（ホームプロジェクト）を見て感じたことである。「これぐらい」ではなく「これをまず」の意識でひとつひとつ積み重ねていく姿勢を身につけるには、企業訪問や学校訪問を含め、もっと地域での実践交流を行い、発想力や実践力を身につけていくことが必要であると感じる。

### 3 先端科学講座・実験講座

大学等の研究機関で活躍する研究者を招へいし、先端科学講座と実験講座を開講した。先端科学講座は、講義を中心として先端科学技術について学び、興味関心を高める。また、実験講座では、高校理科範囲を超えた高度なレベルの実験を研究者から指導を受けることで科学的思考力を高めていく。また、これらの講座を通して研究者の姿勢を学び、研究過程を大切に主体的に研究に取り組む態度を身につけることも目的とした。

#### [1] 「曲面の幾何学 ～滑らかなものと離散的なもの～」

平面曲線や空間曲面について、滑らかなものと離散的なものを対象に幾何学的アプローチの方法を学び、生徒とともに研究し考察していく機会とする。また専門の指導者のもと、実験やコンピュータグラフィックスを活用することで、対象についてのイメージを身近なものとし、曲面についての理解を深める。本講座2回と準備講座を通して、なお意欲的に研究に取り組みたい生徒は、平成20年度「SS探究科学Ⅱ」の授業の一環として大阪市立大学理学部数学科で前期に開講される数学入門講座『曲面の幾何学』の講座を受講できるように計画している。

#### 【実施要項】

対 象 環境科学科 1年F組・G組 男子36名、女子40名 計76名

講 師 大阪市立大学 大学院 理学研究科 教授 大仁田 義裕 先生

大阪市立大学 大学院 理学研究科 特任助教 酒井 高司 先生

日 時 第1回 平成19年11月20日(火) 10時00分～12時20分

第2回 平成19年12月20日(木) 9時00分～11時30分

場 所 和歌山県立向陽高等学校 視聴覚教室

備 考 高等学校・大阪市立大学連携数学協議会の趣意のもと実施されるこの講座は、大阪市立大学理学部数学科で平成20年度に開講される『曲面の幾何学』の(高校生・数学科1年を対象とする)講座につなげていくものとする。またこれに関わる準備講座は、高等学校数学科職員が各講座前後に実施する。

#### 【実施概要】

第1回講座

- ①曲線(曲面)の曲率の考え方
- ②写像の考え方(球から外接円柱への写像)
- ③石けん膜の実験(接合面の角度)
- ④3Dグラフィックスの活用  
(楕円曲線、曲率半径、極小曲面のモデル)



## 第2回講座

- ① 曲線（曲面）の曲率について
- ② 石けん膜の実験（極小曲面）
- ③ 多面体的曲面の曲率について
- ④ 閉多面体におけるオイラー数
- ⑤ 閉多面体における幾何学の定理



### 【講座内容】

2回にわたる本講座では、曲面（曲線）について《曲率》の考え方をもとに、3Dグラフィックスを活用しながら、曲面の幾何学的な性格を研究していく方法を紹介した。特に曲面の“曲がり具合”を多面体的曲面として考えることで、多面体の頂点における曲率を‘頂角の集まり’から定め、曲面を閉多面体の組合せで近似することで、幾何学的な性格を見つけていく方法を説明した。また石けん膜による実験を通して、3次元の曲面の形を実際に見る機会をつくり、安定した曲面における接合面での角度なども確認した。平面曲線の例として楕円曲線について、数式に依らないで幾何学的な性格を見つけ出せることを体験し証明を与えた。今後の研究へのアプローチを考慮して、多面体的曲面の曲率を用いて幾何学的な特性を見つけ出し、そこから予想される定理を考えた。



### 【評価と課題】

今回の事業を実施するにあたって慎重に検討したことは、必要に応じて高校の教員で準備講義を行うことと、2年次に大学で理学部数学科生徒を対象に開講する「大阪市大数学入門講座」を本校生徒が受講しながら、高校生に応じた課題研究を行うという継続性に重点をおいた内容にするということであった。事前に打ち合わせを行い、1年次にはまだ扱っていない「微分の考え方」や「平面曲線」について準備講義を行った。

準備授業、準備講義として取り扱った内容は、

#### ① 第1回講座（事前）

微分（考え方）、接線、接線ベクトル、法線ベクトル、ガウス map、回転数 $m$ 、幾何学的性質

#### ② 第2回講座（事前）

弧度法、曲率（考え方）、多面体の曲率、全曲率

今後の課題は、日々の授業とは異なる性格を持っている研究活動なので、モチベーションを維持できる課題を生徒に与えられるか、また研究方法を通じて新しいものに触れたりモデル製作を通してイメージを広げ、可能ならば幾何学的性格に関係する〈予想〉をもとに研究を深め〈数学の不思議な体験〉に継続的に触れる機会を生み出せるかにあるといえる。





## [2] An introduction on bacteriophage

: Their contribution in life and life sciences

バクテリオファージの紹介：生命とライフサイエンスへの貢献

### 【目的】

日本学術振興会のサイエンス・ダイアログ事業の協力を得て、大阪大学大学院理学研究科に留学しているフランスの科学者 Sebastin Lemire 博士を招へいし、最先端の研究の一つであるバクテリオファージについて学習する。また、大腸菌とファージを同時に培養し、ファージが大腸菌に感染することを確かめる実験も行う。

外国人科学者の講義を受けることにより、国際的な視野を育て、科学への興味を喚起するとともに、科学英語の大切さを学び、自己の英語力を再認識する機会とする。

### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成19年10月18日(木) 14時25分 ~ 15時35分
- (2) 対 象 環境科学科1年 計76名
- (3) 講 師 大阪大学大学院理学研究科 Sebastin Lemire 博士  
協 力 大阪大学大学院理学研究科 多田 康子 氏
- (4) 場 所 向陽高校 視聴覚教室

### 【実施概要】

ルミール博士の講演は全て英語で行われた。対象生徒が1年生ということもあり、講演途中で数回の質問コーナーを設けた。質問については日本語で行い、協力者の多田康子氏に同時通訳をお願いした。講演後、大腸菌とファージの培養実験を行った。実験結果の観察については翌日のSS科目の授業中に行い、講演で学習した内容についての理解を深めた。

#### ① フランスについての紹介

フランスについての地理、歴史、文化、言語、学校制度についての紹介があった。また、ワインやチーズについての話は講演内容の大腸菌とファージの関係にもつながり、生徒たちは熱心に耳を傾け、興味を持った様子であった。

#### ② バクテリオファージについて

1917年に発見されたバクテリオファージは、細菌に感染するウイルスの総称である。ファージ自体では増殖せず、細菌に感染し増殖すると細菌は溶菌という現象を起こし死んでしまう。戦時中には、病気の治療としてファージを人体に感染させ治療するという方法もあった。ファージを病菌の治療薬として応用するファージセラピーの研究も進んでいる。また、ファージは遺伝子数が他の生物に比べて少なく、増殖させて増やすことも簡単なので初期の分子生物学でよく研究され、モデル生物の1つとして用いられている。ファージが大腸菌に感染するとDNAだけが菌体内に注入され、注入されたファージのゲノムDNAは、大腸菌の自己増殖機能を利用して、ゲノムDNAを大量に複製し、自己に必要なタンパク質を合成、大腸菌内に大量のファージができ、大腸菌は死滅する(溶菌)。発酵食品など細菌を利用する場合は、材料内のファージを除去しなければ細菌が死滅してしまい、発酵食品ができなくなる場合もある。また、ファージ(溶原転換

ファージ) によっては別の細菌に毒素遺伝子を伝播する役割をはたすものもある。

### ③ プラークの観察

T4、T7ファージそれぞれについて、培養液にC2 (control 2 大腸菌のみ)、C3 (control 3 50  $\mu$ l ファージ液のみ)、T50 (test, 50  $\mu$ l ファージ液、大腸菌) を加える。これを連続100倍希釈(1000  $\mu$ lの水に10  $\mu$ l加え、希釈1回ごとに10の-2乗、100分の1の濃度になる)し、大腸菌を塗ったプレートにスポットしていく。その後、24時間培養する。

この実験では、ファージが存在すると大腸菌を溶かしてプラーク(透明の部分)を作るはずである。このプラークの数を測定、観察することで、ファージが大腸菌に感染し増加していることを確認する。C3、T50は元々入れたファージの量は同じであるが、大腸菌に感染してファージは増殖しているので、C3よりもT50のファージ数が多くなっていた。



演示実験の様子

### 【評価と課題】

「SS探究科学I」の生物領域では、遺伝子をテーマに授業を展開している。今回の講義では、遺伝子研究で重要な役割を持つバクテリオファージについて学習を深めた。講義に先立ち、「SS探究科学I」の授業で事前学習も行った。講義の内容は難しいものではなかったが、講義自体がすべて英語で行われるということで不安を感じた生徒も多かったようである。そのため、講演の途中で数回日本語による質問タイムを設け、生徒が講演内容を確実に理解するよう工夫した。また、講師先生の英語もゆっくりとわかりやすく発音していただいたおかげもあり、大部分の生徒が内容を理解することができた様子であった。講義が終了してからも、希望者を対象に、大腸菌にファージを感染させプラークを観察する(実際にプラークを観察するのは翌日)という演示実験が行われたが、ほとんどの生徒はその場に残り、熱心に実験を観察していた。

生徒の英語力で講義を理解できるのかという不安もあったが、生徒は逆に英語講義に興味や関心を持ったようである。現在では、科学を学ぶのに英語力が必要不可欠である。このことから外国人講師による科学講義は大変有意義なものであったと感じる。

### [3] 宇宙の地球人としての私たち

宇宙飛行士 毛利衛氏講演会（ボーイスカウト和歌山連盟結成100周年記念事業）

#### 【実施要項】

1. 目的 宇宙と科学あるいは環境についての理解を深めるとともに、身近な環境から自分たちが今できることを考察する。また、科学に携わる先生の学問に対する姿勢についても学び、未来に対する夢や希望を抱き、将来の自己実現に向けて考える機会とする。
2. 日時 2007年10月19日（金） 16時00分 ～ 17時30分
3. 対象 向陽高等学校 環境科学科 第1学年2クラス 76名  
同 理科系クラブ 希望者  
向陽中学校理科部 希望者  
計100名
4. 講師 宇宙飛行士・日本未来科学館館長 毛利 衛 先生
5. 場所 和歌山県民文化会館



#### 【実施概要】

初めに、和歌山県知事仁坂吉伸氏より、開会に際しての挨拶と講演者である毛利衛氏の紹介がありました。毛利衛氏は、1985年8月に日本人初の宇宙飛行士に選ばれ、1992年9月、スペースシャトル「エンデバー号」に科学者宇宙飛行士（PS）として搭乗、第一次材料実験や宇宙授業を行いました。また、2000年10月、日本科学未来館館長に就任され、JAXAの宇宙飛行士として3度目の宇宙飛行を目指し、訓練を続けていらっしゃいます。講演は「宇宙の地球人としての私達」という演題で、毛利先生が客席に降り、参加した高校生たちに直接質問をしたり、宇宙で行った実験の映像を交えたりしながら進められました。「地球と宇宙の違いは何か？」という質問には、参加した高校生から「重力がない、空気がない」などの意見が出されました。実際には、地球の上空300kmの所を飛んでいるスペースシャトルにも重力はかかっています。では、なぜシャトル内は無重力なのでしょう。それはスペースシャトルが地球のまわりを時速3万kmというものすごい速さでまわっているからだそうです。また、水のもつ性質や宇宙食、シャトル内のトイレの構造などについても説明がなされました。シャトルの中では、水は球体となって浮かび、水と金属の球をおつけると一部分でくっつき、だるまようになっていました。最後の質疑応答の時間には、本校の環境科学科1年の生徒からも2つの質問が出され、答えていただきました。

#### 【評価と課題】

生徒の感想には、「宇宙開発の技術が、日常のもの（消防士の耐熱服・生命維持装置・レトルト食品など）に応用されていて、それは最先端の科学技術を結集したものであると感じた。」「宇宙に対する毛利先生の思いや宇宙飛行士としての誇りが伝わってきた。私も追い続けられる夢をもちたいと思った。」等の意見が多かった。講演の内容も高校生にとって分かりやすく、宇宙に対しての認識や探究心を深め、将来の自己実現に向けて考える機会として有効でした。

#### [4] シトラスセンサー ～分光光度計を用いた糖度測定～

##### 【目的】

民間の研究機関で活躍されている科学技術者を招へいし、先端科学技術の社会での活用と最先端機器であるシトラスセンサーのしくみについて学習する。また、技術開発の前線で活躍する研究者の姿勢を学ぶことで、科学への探究心を喚起し、将来の科学者としての資質を高める。

##### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成19年11月19日(月) 14時25分 ～ 15時35分
- (2) 対 象 環境科学科1年 計76名
- (3) 講 師 雑賀技術研究所 重藤 和明 氏 宮本 晋吾 氏
- (4) 場 所 向陽高校 視聴覚教室

##### 【実施内容】

###### ① 先端科学技術(シトラスセンサー)と農業との関わり

日本で有数のミカンの産地である和歌山県において、大量のミカンの糖度測定は非常に重要な意味を持っている。雑賀技術研究所で開発されたシトラスセンサーは瞬時に大量のミカンを測定できることからミカンの選果場で大きな威力を発揮している



選果場での利用の説明

る。この方法によりミカンの等級を確定することで果実の市場での信頼性向上につながっている。また、等級が低い果実が多いと判定された農家へは、栽培方法の改善への指導など営農相談も行われている。先端科学技術の科学的データを農業経営に利用して取り組んでいる現状を学習した。

###### ②シトラスセンサーの原理の学習と実験実習

シトラスセンサーの原理の学習として、光の波長と色の関係、光の透過光と濃度について学習した。

物質の色は、「植物の葉が緑色」であることから反射する光の波長で決まることを、「夕焼けが赤色」であることから波長の長い光(赤系)は他の光より直進して通過しやすいことをそれぞれの例をもとに説明があった。また、「ランベルトベールの法則」を学習し、透



簡易シトラスセンサー内部

過光による濃度測定についての原理を学んだ。シトラスセンサー内部を実際に観察し、果実の糖度測定には可視光より波長の長い近赤外線を用いて糖類濃度の測定していることを学習した。

実習として、選果場で事前に測定され糖度がわかっているミカンを生徒1人ずつに用意し、生徒が直接簡易シトラスセンサーで測定の実験をした。分光器の回折格子の説明も受けながら実際に測定する中で、シトラスセンサーの原理について学習を深めた。

##### 【評価と課題】

身近な食材であるミカンの糖度測定にシトラスセンサーが用いられていることを学習することで生徒の関心は高く、先端科学技術の社会での活用を生徒は実感したようである。また、光と色の関係の学習は光の波長に関する理解につながった。ミカンの実物を用いて実験を行うことで、高度で難解なシトラスセンサーの原理(吸光度と濃度の関係)にも生徒は理解を深めることができたようである。今回の学習を基礎として、分光光度計を用いた定量分析実験に発展させていきたいと考えている。

## [5] バイオサイエンスと医学

### 【目的・目標】

遺伝子操作を代表とするバイオテクノロジーの研究と医療現場での活用について学習する。近年、話題となっている再生医療分野の研究内容についても理解し、バイオテクノロジーに関する倫理的な問題や社会的な問題についても学習を深め、考察する。

### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成20年1月17日(木) 14:25~15:35
- (2) 対 象 環境科学科1年生 76名
- (3) 講 師 和歌山県立医科大学 坂口 和成 氏
- (4) 場 所 向陽高校 視聴覚室

### 【実施概要】

染色体・遺伝子・DNAの関係について学習し、タンパク質合成のしくみなどの基本的な知識を得た。さらにPCR法などのバイオテクノロジーについての説明があった。また、バイオテクノロジーを医療分野に導入する場合の社会的課題についての説明もあり、バイオテクノロジーについての課題として以下のような解説があった。

科学は、探究により新しい知識を発見し、得られた知識を活用するための技術を開発していく。医学は、既知の知識から病気を診断し、安全性が確認された手法を使って治療をほどこすことで、安全性や倫理的配慮が最優先される。現在、研究から得た知識や技術が医療に取り入れられるまでの時間は短く、この傾向は遺伝子診断や再生医療、薬剤開発などの分野で著しいが、安全性および倫理性に関して問題の残る技術も少なからず存在する。

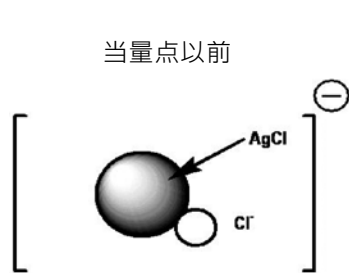
ヒトゲノム計画が終了し、これを解析することにより新たな知識や技術が発見されるであろう。医学分野としては遺伝病や癌の治療に向けて期待できる研究である。常染色体劣性遺伝病の遺伝子異常を修復する方法として、胚の遺伝子異常を遺伝子組換え操作で修復したり、異常遺伝子に代わる正常遺伝子を発現させることが可能になると考えられるからである。将来は遺伝子組換え技術やヒトゲノム解析により、遺伝病の根本的治療や人為的ヒトゲノム改変が可能になるかもしれない。しかし、遺伝子を人為的に操作するバイオテクノロジーには大きな問題がある。例えば、遺伝子を操作することで、親が望む遺伝子ばかりを持つ子(「デザイナーチャイルド」)を誕生させることも可能となるであろう。このようなことは、倫理的に許されるのだろうか。

再生医学では、幹細胞に関する研究がなされ、胚性幹細胞やiPS細胞・体性幹細胞などの細胞から必要な細胞を作り出す技術が研究されている。クローン胚やクローン動物にこの技術が利用されることについては、倫理観が必要とされる。バイオテクノロジーは科学的規制だけではなく社会・倫理的な規制も考えていかなければ、生命の尊厳性を無視し、欲望や金銭欲、宗教、個人的な倫理観だけで悪用される危険性もある。

### 【評価と課題】

1年間学習してきたバイオテクノロジーに関するまとめとして、効果的な内容であったと考える。科学的な面からだけでなく、社会・倫理的な面からもバイオテクノロジーについて考える機会ができ、有益であった。

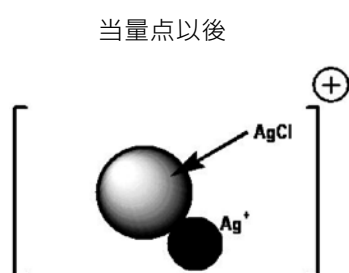




余剰  $\text{Cl}^-$  が  $\text{AgCl}$  コロイド粒子へ付着するため、  
粒子全体として-に帯電

↓  
コロイド粒子に溶液中の(吸着指示薬)でなく  
(陽イオン)が吸着

↓  
『発色しない』 [(AgCl沈殿)  $\text{Ag}^+$ ] (陽イオン $^-$ )



$\text{Cl}^-$  がすべて  $\text{Ag}^+$  と結合し  $\text{AgCl}$  となり、滴下した溶液中の  
余剰  $\text{Ag}^+$  が  $\text{AgCl}$  コロイド粒子へ付着するため、粒子  
全体として+に帯電

↓  
コロイド粒子に溶液中の(吸着指示薬)が吸着

↓  
『発色(淡紅色)』 [(AgCl沈殿)  $\text{Ag}^+$ ] (吸着指示薬 $^-$ )

## ② 実験方法

- (1) サンプル水100 mlを300mlコニカルビーカーにとり、0.05 mol/l  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液3mlを加えて弱アルカリ性にする。
- (2) 0.2%フルオレセインナトリウム溶液を3滴加えて激しくかき混ぜ蛍光色を確認する。
- (3) 50mlビュレットを用いて、0.01 mol/l  $\text{AgNO}_3$  標準溶液を赤褐色を呈するまで滴定する。変色した点(溶液の黄緑の蛍光色が消失し、淡紅色の沈殿が確認できた点)を終点とする。



当量点での変色の確認

## ③ 実験結果

〔一部抜粋〕(2007.6.21, 7.12 向陽高校)

サンプル	$\text{Cl}^-$ [mg / (ppm)]
雨水	(海南市) 15.3 17.0 (和歌山市) 12.8
水道水	(和歌山市) 39.8 50.3 53.7 51.0 46.0 45.2 50.3
	(有田市) 34.4 (紀の川市) 53.8 (岩出市) 26.4
	(大阪市) 54.5
河川水(貴志川)	59.9
用水路(和歌山市)	56.0
池の水(和歌山市)	45.9

水道水の水質基準 200ppm

#### ④ まとめ

生徒の居住地の水（自然水、水道水）をサンプルとすることで色々な地域の自然水と水道水の違いについて結果を得ることができた。

この様々なデータを用いて木村先生は生徒と対話しながら考察を進めていった。

「塩素消毒をしているため、自然水よりも水道水は塩素濃度は高くなる」と生徒の予想がたてられた。結果は、雨水と水道水の比較では予想通りであったが、河川水等では水道水とほぼ変わらない値であった。この点についてサンプルの採水地点での状況から「池、河川ともに農地の近くであったため、農薬、肥料等の化学物質中に存在する塩化物イオンの量が影響している。」という考察を導き出した。

実験についての考察終了後に、山間部と沿岸部を比較した場合、海水からの影響で自然水中の塩化物イオン濃度が沿岸部で高くなりがちであることや水道水の消毒が塩素消毒が主流であるが、一部自治体では残留塩素が高すぎる問題を解決するためにオゾン消毒を利用していることなどを説明していただいた。



木村先生のまとめの講義風景

#### 【評価と課題】

昨年の実験講座では、CODの滴定実験を行った。今年はCOD実験については「探究科学Ⅰ」の教材に取り込み、本校の教員が行う予定である。そのため、昨年とは異なる「ファヤンス法」の指導をお願いした。「ファヤンス法」は溶液の色彩も鮮やかであり、生徒の興味を引くものであった。また、発色の原理についても、コロイドは未習内容であったが、吸着によって発色するメカニズムは理解したようである。

この講座を行った時期は、まだ滴定操作を学習していなかったため滴定操作の習得も目的とした。ホールピペットやビュレット等の器具の使用法、注意点については生徒は良く理解し、滴定器具の操作は習得できた。しかし、当量点での発色の見極めが難しく、発色の確認を教員やTAに頼る場面が多かったことから、自信をもって定量を行えなかった点で課題は残った。

まとめの時間において、サンプルのデータから生徒と対話を進めながら考察を進める学習は、生徒も主体的に取り組み、非常に有意義であった。河川、池などの周りの状況や水道水の消毒についての考察も生徒は深めることができた。

今回の学習を仮説を検証し考察する際の思考方法の習得につなげていきたい。



## [7] 和歌山大学講座

### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成19年11月5日(月) 13:05~15:35
- (2) 講 師
- |                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| ①科学全般「現代科学事情」<br>教育学部(理科教育)教授         | 石塚 互 氏  |
| ②数学領域「おもしろい確率」<br>教育学部(数学教育)教授        | 門田 良信 氏 |
| ③情報領域「マルチメディア」<br>教育学部(情報教育)准教授       | 豊田 充崇 氏 |
| ④物理領域「身の回りの先端材料技術」<br>システム工学部精密物質学科教授 | 伊東 千尋 氏 |
| ⑤化学領域「身の回りの化学」<br>システム工学部精密物質学科教授     | 坂本 英文 氏 |
- (3) 場 所 向陽高等学校  
①生物教室 ②会議室 ③情報教室 ④物理教室 ⑤化学教室
- (4) 対 象 環境科学科1年生 78名  
向陽中学校3年生 79名

### 【実施概要】

和歌山大学の研究者を講師とし講義や実験など体験的に学習することで、自然科学についての理解を深める。また、高校1年生と中学3年生が共同で体験的な講義を受けることで、コミュニケーション能力の向上も図った。

#### ① 科学全般「現代科学事情」

最新の科学について検証する視点から講義がなされた。

液晶テレビに使用されているカーボンナノチューブは世界的に注目されている人工的に作られた素材である。結合のさせ方で、金属、半導体、その中間のような性質のものができるところを立体模型を使用して解説された。また、最近の科学に関するトピックとして「サイエンス」に掲載された2006年の10大ニュースであるポアンカレ予想の解決や、人類の化石からDNA抽出されたことなどの説明があった。

実習では、京都大学の前野悦輝教授が考案した立体周期表を作成した。これは、元素記号を原子番号の順にらせん状に並べた周期表で、3重の円筒状容器は元素に含まれる電子の軌道を表現しており、従来の元素の周期表では難しかったイオンの性質をよりよく整理できている。また、理科離れに対する対策として、「一家に一枚」シリーズの「周期表」「ヒトゲノムマップ」「宇宙図2007」が出版されていることを紹介し、身近にところに科学に親しみ学べるものがあるので、そのようなものに目を向けてほしいというメッセージをいただいた。



### ② 数学領域「おもしろい確率」「楽しい確率」

「確率とは何か」という問いに始まり、さいころ・トランプ・コインの問題や誕生日の問題など身近な例を取り上げ、確率論の基礎についての講義がなされた。最初に集合の記号の説明に始まり、確率の用語を学び、そして具体的な例題を取り扱った。高校1年生で学ぶ数学Aの内容では発展として取り扱われている条件付き確率について学習し、食塩水混合の問題を例にして説明がなされた。ベイズの定理を使って解ける例題として食塩水の問題を考慮し、結論として食塩水に含まれる塩の量の比が事後確率を与えるということを学習した。また、条件付き確率にともなうカードの色をあてる実験を行うことで、体験的に学ぶことができた。



### ③ 情報領域「マルチメディア」

デジタル処理によって写真に特殊効果を加えて映像化し、BGMなどを追加したマルチメディア作品の製作を中心に講義と実習がなされた。ソフト「フォトストーリー3」の基本的な使い方について教えていただいた後、一人ずつ学校紹介用のマルチメディアを制作した。事前に撮影していた校内の写真などから使用する写真を選んだ後、順番を並べ替え、一枚ずつに説明文（テロップ）をつけていった。生徒たちは、分かりやすく目を引くようなフレーズになるように各々工夫していた。最後に、それらの写真の必要な箇所にナレーションを入れて完成した。できあがった作品の中から、中学生と高校生から合わせて3作品を選び、全員で鑑賞した。豊田充崇先生から作品に関する講評をいただいた後、マルチメディア作品の利点について教えていただいた。マルチメディア作品の利点として、変更が容易であること、劣化しないこと、複製や流通が容易であることなどがあげられる。しかし、その作品にストーリーやメッセージ性がなければ、人を惹きつけたり感動させたりすることはできないので、どんなに技術が進歩しても、大切なこと（人に何かを伝えたいという気持ち）に変わりはないということを教えていただいた。



### ④ 物理領域「身の回りの先端材料技術」

光と物質の関わり合いについての講義と実験がなされた。光や電波あるいは赤外線や紫外線などは、電場と磁場を伴った電磁波である。物質中では「光は分極を伴って進む」「分極の向きによって、反射や屈折が起こる」「偏光は屈折率の異方性（複屈折）により変化する」などの内容を学習した。また、光



や色に関する現象や事例（携帯電話、テレビ、潜水艦通信、植物の葉は緑、ミツバチの見える色、エックス線、太陽光、虹など）についての説明がなされた。実験では、2対の紙コップと偏光板を用いて、重ねた偏光板の角度を変えることにより、光の明るさが、どのように変化するかをフォトダイオードを使って調べた。また、2枚の偏光板の間にプラスチックフィルムなどを挟むことによって色が変化することを確認した。先端技術の具体例として、液晶ディスプレイのしくみやナノテクノロジーの一つであるフォトニック結晶についての説明がなされた。

#### ⑤ 化学領域「身の回りの化学」

講義は、「化学という言葉から何を思い浮かべますか？」という問いから始まり、身近な物質である空気や水などを例にあげながら身の回りにあるすべての物が化学に関係していることを実験を交えながら楽しく説明して下さった。その中でも、高吸水性樹脂を使った実験はインパクトがあり、生徒に好評であった。また、今回は中学生3年生と高校1年生が対象であったため、中学生にもわかるような言葉で説明されていたのが印象的であった。受講した生徒の感想としては、「専門用語ばかりで難しいと思っていたけど、先生が詳しく説明してくれたので、わかりやすかったです。」「実験がすごく楽しかったです。勉強になりました。ありがとうございました。」「いろいろな疑問がまた新たに出てきたからがんばって調べようと思う。」など、前向きな意見が多かった。



#### 【評価と課題】

同じ内容の講義でも高校生と中学生の発達段階の違いからその理解度に差が生じる。和歌山大学の先生方には大変難しいお願いをしたことになるが、「科学にはこんな世界もある」ということを中心に講義いただき、科学を知る良い機会となった。

講義内容については、多くのイラストや写真を用いたスライドを使用することで中学生にも理解しやすいように工夫されていた。また、講義だけでなく体験的な学習として実験や実習を行ったことにより、生徒の理解はより深まった様子であった。

講義を通じて先端科学の内容に触れたことは生徒にとって有益なことであり、科学に対する関心をより高めるものとなった。科学的手法を学ぶことができる内容の講義を受講することで、自然科学に対する興味や関心を得ることができたと感じる。

中学生と高校生が同じ教室で講義や実験を受けることは、互いの刺激にもなり、学び合う姿勢を育成していく上で効果があったように思われる。今後も中高共同で学習できる機会を設定していきたい。

## 4 ラボツアー（1年生宿泊研修）

### 【目的】

先端科学・地球環境をキーワードに、科学に関する興味・関心をより一層深め、自分たちで学習しようとする力と、グローバルな視野と科学的な思考をもって実践的に問題を解決していく能力を身につける。

特に、この研修では、21世紀に人類が直面する環境やエネルギーにかかわる諸問題について多様な学問分野から学習を深め、その解決に向けての取組や持続可能社会の構築のための高度な研究の内容と研究者としての姿勢について学ぶ。

### 【実施要項】

#### （1）実施場所・日程

平成19年10月25日（木）

##### ①大阪大学工学部 環境・エネルギー工学科

- ・学部学科説明
- ・講義「21世紀のエネルギー」
- ・レーザーエネルギー学研究センター
- ・研究室見学

##### ②アークホテル（宿舎）会議室

環境問題講演会 「自然との共生 ～生物保全学入門～」

京都大学大学院地球環境学堂教授 夏原 由博 氏

平成19年10月26日（金）

##### ③京都大学桂キャンパス

##### ④京都大学再生医科学研究所

##### ⑤京都大学宇治地区研究所（防災研究所、生存圏研究所）

※ ④と⑤の研修は、どちらかを選択

#### （2）対 象 1年環境科学科 76名

### 【実施概要】

#### 1日目

##### ①大阪大学工学部 環境・エネルギー工学科

環境・エネルギー工学科は、持続可能な人類社会の文明を支える工学的な教育と研究を行うため、平成18年度から大阪大学工学部に新設される新しい学科である。環境とエネルギーの双方がもつ「人類の生存基盤」を築く教育と研究を展開している。近い将来、人類が直面するであろう最大の課題である「環境問題」と「エネルギー問題」に対して、体系的かつ総合的に対処し、地球規模での課題の解決と持続可能な文明の発展について研究を行っている。

## 講義 「21世紀のエネルギー」

日本のエネルギーの現状や今後の課題について、わかりやすく説明いただいた。

### [講義内容]

地球温暖化とエネルギー問題は、深く結びついている。日本のエネルギー消費量は、明治初期と比較すると約150倍にもなっている。人口が約4倍になっていることもあるが、生活レベルの向上がその大きな原因である。エネルギー資源はあと何十年、何百年かで尽きようとしている。エネルギーの需要はどんどん増えていくのに、化石燃料が足らなくなるという深刻な事態に世界は向かっている。現在消費しているエネルギーは、快適な生活や娯楽のために消費されている。火力発電を中心とした発電方法は多くの二酸化炭素を排出してしまう。それに代わる発電法として期待される風力発電や太陽光発電では、地理的条件や発電力また費用の面でも問題点が多々あり実用的ではない。常に安定した電力を供給できる原子力発電は二酸化炭素排出量は少ないが放射性廃棄物を残してしまう。廃棄物を出さない核融合での発電は開発中であるが、実用化にはまだまだ時間がかかる。二酸化炭素をたくさん排出する自動車では、燃料電池車が開発されている。しかし、費用が高く、その費用を減少させることができれば可能性が広がってくる。

### レーザーエネルギー学研究センター

2004年7月に超伝導フォトンクス研究センターと統合し、高出力レーザーとこれにより発生した高エネルギー密度状態の科学とその応用、高輝度電磁波や高エネルギー粒子の発生と応用について研究を行っている。世界最大級のレーザー装置や1000兆ワットのペタワットレーザーを駆使し、レーザー核融合、宇宙物理、状態方程式、粒子加速の研究がなされている。また、レーザーを利用したテラヘルツ帯高強度電磁波の発生、計測技術の研究、バイオ、医学、IC回路の欠陥検出などへの応用についても研究されている。



レーザーエネルギー学研究センター

研修では、レーザーを使用した核融合実験やハイパワーレーザーで宇宙の状態を模擬実験する研究がなされていることについて説明があり、ビーム数が12本ある「激光XⅡ号集光システム」を見学した。また、激光XⅡ号で使用されているミラーやその原理について説明があった。生徒は、日頃接することができない大規模な実験施設に驚き、興味・関心を高めている様子であった。

### 研究室見学

研究室を訪問し、そこで行われている研究についての講義や演習実験に参加した。少人数での見学であったため、先生方や大学院生との交流も活発に行われ、生徒は意欲的に取り組むことができた。

#### [量子線生体材料工学領域]

量子線生体材料工学領域での研究室では、磁気を使用した水質浄化、陽電子消滅法による固体高分子型燃料電池、電解質膜の解析、磁気薬物配送システムの開発や細胞の酸化損傷、生体計測、生体シミュレーションなどの研究を行っている。研究の概要説明を受けた後、肌の皮膚特性測定や生体計測のシステムについての見学を行った。



皮膚特性測定

#### [環境エネルギー材料工学領域]

環境エネルギー材料工学領域では、環境や人にやさしい未来の資源・エネルギー材料の開発を目指し、光・音・熱・量子ビームによる材料の物性評価と解析を行っている。また材料科学的計算機シミュレーションとして、分子動力学計算、分子軌道計算、熱力学平衡計算なども行っており、実験と計算の両面から新材料の開発に挑んでいる。ここでは、光電気エネルギー変換に関する実験施設を見学した。



研究室訪問

#### [量子ビーム応用工学領域]

量子ビームや量子放射光（主に各種レーザー、自由電子レーザー）のライフサイエンス分野への応用、量子ビームのプロテオミクス・セロミクス・バイオ計測・再生医療への応用、小型量子放射光源の開発を中心に研究を行っている。今回の研修では、歯に関わるレーザー治療について学習した。

#### [システム量子工学領域エネルギー]

エネルギーシステムの安全性やエネルギーシステムの新概念についての研究がなされている。液体金属エネルギーシステムに関わる流体力学や熱伝達の実験研究に取り組むとともに、新エネルギーシステムとして核融合装置に関する理論・実験研究を進めている。ここでは、核融合についての学習と世界で最も大きな液体リチウムの循環装置、核融合装置のための追加熱システムを見学した。

#### ②講演「自然との共生 ～保全生物学入門～」 京都大学地球環境学堂教授 夏原 由博 氏

保全生物学は生物の種や多様性が直面している危機を解明してそれを取り除くことを目的としている。その基礎として、生物が存在していく上で鍵となる遺伝的多様性や個体群動態、種間関係の研究は重要である。この講演では、生物保全学入門として、多様性の重要性と保全に向けてどのような研究が必要なのかを学習した。

#### [講演内容]

地球上に生息する生物の種数は千万種とも三千万種とも言われているが、毎日74種もが絶滅していると推定され、生物多様性が壊れつつある。ボルネオ島のオランウータンの生息数は100年前に比べると92%も減少した。また、アラル海では、不適切な灌漑システムにより砂漠化が進行している。日本においても鮎の漁獲量が減少したり、大台ヶ原のトウヒが枯れてしまったりしている。日本の絶滅危惧種は約2860種も存在している。その原因は、生態系サービスのトレードオフ（人間が生態系からの自然の恵みを受けるために生態系を変化させてしまう）と共有地の悲劇（誰でも利用できるため管理がうまくいかず、過剰に摂取され資源の劣化が起こる）があげられる。日本のエコロジカルフットプリント（生活のために必要とする生態系サービス）は、面積にすると4.3haで国土の16倍が必要である。種の絶滅をひきおこす原因は、生息地破壊による個体数の減少と小個体群における問題（人口学的確率性、環境のゆらぎ、アリー効果、遺伝的劣化）がある。その保護に向けての研究が保全生物学である。具体例として、19種のうち11種が絶滅のおそれがあるカスミサンショウオをあげ、遺伝的変異を考慮した上で地域集団を推定するために、生息地を3次メッシュ単位で地図化し、土地のリスク評価に基づき保護地区を決定していく研究過程が紹介された。

2日目

### ③京都大学桂キャンパス

桂キャンパスは、2003年10月にオープンした京都大学3番目のキャンパスである。4つのクラスターから構成され、工学（Technology）と科学（Science）が融合する場として、豊富で多様な人的資源と物的資源を基盤とする優れたキャンパス環境の下に「技術」・「地域」・「自然」が融合交流し、国際水準に照らして卓越した教育と研究を推進する『テクノサイエンスヒル』を形成している。今回の研修では、京都大学工学部・工学研究科の施設を中心に見学した。



桂キャンパス時計台

### 化学工学系研究室（大嶋研究室）

プロセッシングを中心にナノオーダーからメートルオーダーに至るまで、さまざまな時空スケールでの物理・化学的性質および構造を如何に作り出すべきか、そのために基礎物性測定、超臨界流体利用プロセスなどの研究を行っている。今回は、超臨界CO<sub>2</sub>を用いた発泡プラスチックについて、その製造方法や構造・性質を中心に走査型電子顕微鏡での観察も含め学習した。



走査型電子顕微鏡で観察

### 環境系研究室

人間活動に伴って排出される汚染物質に対し、大気汚染、水質汚濁などの対策が進めば固形廃

棄物が増え、その処理が重要になってくる。廃棄物は見方を変えれば都市に集積された資源であり、再資源化、エネルギー回収などを図り、同時に環境汚染を最小化することが求められる。この研究室では、移動現象論や環境システム工学等の手法と基礎およびフィールド実験からの知見をもとに、物質やエネルギーの流れを解析し、都市代謝機能を担う環境プラントの計画、設計、制御等の研究を行い、最適な環境システムをデザインすることを研究している。実際に行われている研究の紹介と学内にある先端設備について学習した。

#### インテックセンター(シミュレーションラボ・無響実験室)

シミュレーションラボは、構造物の破壊実験や流体実験等、大規模な実験装置を用いる実験研究実施のための大空間実験室である。反力壁、反力床及び大型機械設置のための大空間が用意されている。また、無響実験室は、部屋全体が「吸音くさび」というガラスウールで編み込まれた繊維でできている。吸音くさびは音を吸収するので、室内の音は響かないようになっている。音の衝撃の実験などに使用される。生徒たちは、想像を超えた実験室の様子に興味を覚えた様子であった。



無響音実験室

#### 化学系図書館

化学に関する蔵書が12万冊。ガラスウォールには、ノーベル化学賞の歴代受賞者名が刻まれており、毎年追加記載されることになっている。空白部分に自らの名前を刻むべく研鑽せよと言う若い世代に対する暗黙のメッセージである。

#### EMセンター

EMセンター（工学研究科附属環境安全衛生センター）は、工学研究科を環境にやさしく安全衛生に配慮した教育研究にふさわしい場にするを目的とし、労働安全衛生法等の安全衛生関係諸法令の遵守ならびに環境マネジメントシステムの構築に向けた業務を一元的に行っている。工学研究科の教育研究活動をサポートしている施設である。部屋全体に管理用の機器が設置され、その存在感に圧倒されている様子であった。

#### ④京都大学再生医科学研究所

マウスとカニクイザルES細胞の研究成果を踏まえて、2003年5月には国内初のヒトES細胞株の樹立に成功。2004年3月には、研究者へのヒトES細胞分配を開始した。高品質で使用制約のないES細胞を国内で作成し、全国に分配することで、日本の再生医学研究に大きく貢献している。2007年9月に文科省世界トップレベル研究拠点プログラムに指定された研究所である。今回の研修では、京都大学物質-細胞統合システム拠点長である中辻憲夫教授からヒトの初期発生やヒトES細胞、再生医療についての講義をいただき、その後、ヒトES細胞処理施設(ESPC)、MRI、電子顕微鏡、自動細胞分離解析装置(FACS)の4カ所を見学した。



## [講義]

E S細胞とはホニウ類の受精卵が分裂して胚盤胞になったとき、将来胚になる部分を取りだし、一定の条件の下で無菌的に培養し続けることができるようになった細胞のことである。理論上、すべての組織に分化することができる全能性を保ち、ほぼ無限に増殖が可能である。そのため、再生医療への応用に注目されている。また、マウスなどの動物由来のE S細胞は、培養細胞への様々な操作が可能であり、それを利用し個体レベルで特定遺伝子を破壊したり、マーカー遺伝子を自在に導入できる。施設の見学に先立って、E S細胞についての学習を深めた。



中辻教授による講義



休憩時も先生を囲んで

## ヒトE S細胞処理施設 (ESCPC)

ヒトE S細胞処理施設は、医薬品製造基準 (GMP) でE S細胞を専門に取り扱う試験施設である。ヒトE S細胞は医薬品と同じレベルの厳重な管理のもとで培養しなければならない。どこまで厳重にすればよいか、どのような管理が必要かを試験し、医療に必要な品質のE S細胞を作り出すのが、この施設の目的である。また、作り出したE S細胞の凍結保存や必要ときに必要な細胞を送り出すバンクの構築方法も試験している。そのため、外界と隔離し、気温、湿度、清潔さ (無塵)、ヒトや物の出入り等を厳重に管理されている。

## MR I

MR I (Magnetic resonance image ;磁気共鳴イメージング)は、CT (Computed Tomography ;コンピュータ断層撮影 :レントゲン写真と同じで、体を通過したX線を検出器でとらえて組織のX線吸収率の違いを2次元画像化する)と異なり、NMR (nuclear magnetic resonance ;核磁気共鳴)を利用した画像診断法である。生体組織中のプロトン (H原子核)が静磁場においてある周波数の電磁波を加えると電磁波に共鳴しプロトンを含む系 (全プロトン)のエネルギー状態が変化する (核磁気共鳴)。次に、加えた電磁波を切断すると系のエネルギーが放出され、筋肉や脂肪などの組織によって系のエネルギーの放出する時間 (緩和時間)の違いをコントラストで示し画像化したものがMR Iである。この原理で人体の断面を画像化することができ、コントラストの違いによって病気などが診断できる。現在、4次元MR Iを研究中である。

## 走査型電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope SEM)

電子顕微鏡の一種である。電子線を絞って電子ビームとして対象試料上を走査 (scan) し、対象物から放出される二次電子、反射電子などを検出する事で像を構築し、観察することができる。通常は二次電子像が利用される。



走査型顕微鏡研修

電子顕微鏡は光学顕微鏡と比較して焦点深度が二桁以上深く、広範囲に焦点の合った立体的な像を得る事ができる。観察物の外形を把握しやすいという特徴がある。

## FACS

FACSはFluorescence Activated Cell Sorter（蛍光、活性化された、細胞、選別器）の略称である。蛍光抗体で染色した細胞を液流に流し、レーザー光の焦点を通過させて、それぞれの細胞の発する蛍光を読み取ることで、細胞を選別できる実験機器である。



FACS

## ⑤京都大学宇治地区研究所（防災研究所、生存圏研究所）

防災研究所は、昭和26年に設立され、平成8年度に全国の大学の共同利用研究所となった。災害学理に関する研究、その応用から防災に関する総合研究へと発展を続け、平成14年度からは中核的研究拠点（COE）に採択され、現在、5研究部門・6研究センターの構成で、防災学に関する国際的な研究拠点としての役割を果たしている。生存圏研究所では、大気圏、森林圏、宇宙圏をまとめて生存圏とし、それを包括的に捉え、人類が直面している諸問題を「科学」と「技術」により「診断」し、「治療」することを目標としている。

## 防災研究所

[境界層風洞実験室 鈴木教授]

風洞は実験室に強い風を発生させる装置で、ファンが2枚ついており、1枚目で風を起こし、2枚目で乱れない風に修正する。境界層風洞は、自然界に吹く風を縮尺した形で再現させることができる。建築物等の模型に実際の市街地に吹く風を模擬した風を当て、建築物内外の風の流れや強さを測定し、建築物の合理的な設計や風に関わる多くの現象の問題解決に利用されている。見学日には、市街地を模した模型の横でガスを燃焼させ、炎の風による影響を調べる実験を行っていた。



境界層風洞実験室

[強震応答実験施設 河井教授]

兵庫県南部地震などの地震応答性状や被害原因の究明を目的とし、3次元的地震動を入力でき、実構造や実地盤に近い模型の強震応答状態を再現できる実験装置である。3次元振動台は、複雑な構造物系に強振動が作用したときの応答を精度よく再現する装置であり、縮小模型による全体構造物系の強震応答、実大模型による構造物および部分模型に対する加振実験が可能である。加速度



見学の様子

のみならず、大きな速度の強振動にも対応可能であり、兵庫県南部地震の実規模波形を再現可能である。

## 生存圏研究所

[材鑑調査室、生存圏バーチャルフィールド 杉山教授]

樹種を鑑定するときに使用される材鑑や標本の収集・交換を行っており、3617種 16766個の材鑑を保有している。樹齢何百年という樹木や、清水寺などの有名な寺院などに使用された木材の廃材も収集している。木材を調査することにより、樹齢、当時の環境や気象、生息場所、木材の運搬方法、その当時の文化・歴史など多くのことが読み取れることを学習した。先生の説明からは木材に対する強い情熱が感じられ、生徒は積極的に質問をする姿が見受けられた。



バーチャルフィールド

## 【評価と課題】

今回の研修は、高校1年生の研修としては難しい内容も含んでおり、内容を理解するのが大変であると予想できた。研修を企画する段階で、研修内容の難易度を下げようという意見もあったが、より高いレベルへの飛躍を期待し研修を実施した。生徒たちは期待に応えてくれ、どの研修においても前向きに参加し学習に臨むことができた。事後のレポートを見ても難しいなりに理解しようと努力している姿がわかる内容であった。

研修では、日頃は目にすることのない実験器具や実験設備、最先端の研究内容に触れることで、科学に関する興味・関心が高まった。生徒の感想を見ても「大学での研究の高さに驚いた」「先端科学の一端に触れることができて、感動した」「将来、自分もこのような施設で見学したい」など今後の学習に向けてのモチベーションもあがったようである。今回の研修では、1泊2日で近畿内の2つの大学を見学した。日程的にも余裕がなく、盛りだくさんの内容となった。生徒の中には、「もっとゆっくりと見学したい」という感想もあり、来年度の課題としたい。

## 5 サイエンスツアー（2年生宿泊研修）

### 【目的】

先端科学による環境問題・エネルギー問題の解決に向けての取組を学習することにより、科学的な思考をもって実践的に問題を解決していく能力を身につける。

特にこの研修では、関東方面の研究機関を中心に見学し、社会に活用されている科学技術や高度な研究の内容を学習するとともに研究者としての姿勢について学ぶ。

### 【実施要項】

#### （1）実施場所・日程

平成19年7月23日（月）

- 電力中央研究所 研修 13:40～17:00
- 宿舎にて研修のレポート作成 19:30～22:30

平成19年7月24日（火）

Aコース（31名） Bコース（30名）の2コースに分かれて研修

#### ●Aコース

- ①高エネルギー加速器研究機構（KEK コミュニケーションプラザ）研修 9:00～11:30
- ②国立環境研究所 研修（5グループに分かれて実験・実習） 13:00～18:30

#### ●Bコース

- ①JAXA・筑波宇宙センター 研修 9:00～12:30
- ②産業技術研究所（地質標本館、サイエンススクエアつくば）研修 13:30～16:30
- ③研究者講演会（筑波大学名誉教授 小熊 譲先生） 17:00～18:30
- グループ研修報告会（筑波研修センター第一研修室） 19:30～22:30

平成19年7月25日（水）

- 日本科学未来館 研修 9:00～12:30

#### （2）対象

2年生（環境科学科 56名 普通科希望者 5名） 合計 61名

### 【実施概要】

#### 1日目（7月23日）

#### ● 電力中央研究所（狛江地区）研修

##### 1 研究所概要

電力中央研究所は、現代社会のエネルギー・環境問題の課題解決に向けて最適エネルギー利用技術、環境・革新技術、原子力技術、先進保守技術などの研究開発を進めている。

##### 2 研修内容

電力を中心としたエネルギー利用技術、環境・革新技術について学習し、先端科学技術について知識と考察を深め、研究意欲を高めることを目的とし、「核融合」と「光ファイバー」についての研修を行った。

## [研修1]「講演 核融合とプラズマエネルギー」

原子力技術研究所 新型炉領域 上席研究員 岡野 邦彦 先生

21世紀半ばの実用化を目標に新エネルギーとして核融合の開発が世界的に進んでいる。今回の講演で、核融合のしくみとプラズマの説明、さらに現在研究されている核融合技術の紹介をしていただいた。

核融合エネルギーの燃料となる重水素、リチウムは海水から取り出すことができほぼ無限と考えることができることから、今後のエネルギー問題の解決の切り札と考えられている。ただし、核融合反応がおこるように原子核同士を近づけるためには超高温（1億℃以上）で、電子とイオンに電離させた電離気体（プラズマ）にする必要がある。プラズマ自身は雷や蛍光灯の中の放電などでもみられる。しかし、地球上で核融合反応によってエネルギーを生成するには、核融合炉のなかに超高温のプラズマを反応がおこるまで閉じ込めることが必要であり、この技術開発が大きな課題となっている。この課題を克服するために日本も含めた世界共同研究（ITER）で開発を進めている。日本では、レーザーにより超高温を作り出す「レーザー方式」が大阪大学で研究されており、磁力でプラズマを封じ込める「磁力方式」については電力中央研究所で研究されている。「磁力方式」の実験では5.2億℃の状態を実現している。核融合の開発が進めば、エネルギー資源問題の解決だけでなく宇宙ロケット推進力など幅広く利用でき、社会の大きな変革にもつながるのではないかと講義をいただいた。



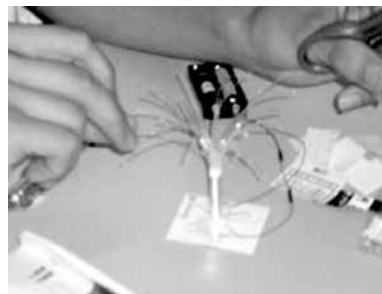
岡野先生への質問風景

プラズマ研究の第一人者である岡野先生から核融合エネルギー開発が目に見えて進歩していることを説明いただき、生徒は「夢でなく、すぐ目の前の実現可能な研究である」と関心を高めたようである。講義終了後の休憩時間には、岡野先生に積極的に質問する生徒も多く見られた。

## [研修2]「光ファイバー実験、実習」

これからの高度情報化社会の中で通信技術の中心を担う光ファイバーについて、そのしくみや通信方法についての学習と工作実験を行い、光ファイバーの材質・特性について体験的に学習した。

光ファイバーの通信利用についての講義では、情報としての光がファイバー内を少ない損失で伝わっていることについて、物理的な観点から光の屈折の法則をもとに学習した。また、情報の伝達方法としての2進法、デジタル信号の優位さの説明があり、光ファイバー内ではデジタル信号で情報伝達していることを学習した。その後、釣り糸を利用した光ファイバー



光ファイバー模型製作

模型の製作をし、ファイバーの利用で曲線でも光の伝達が可能なことを実体験した。これらの学習で、今後の通信網の主役になるであろう光ファイバーについて理解を深めた。

## 2日目（7月24日）

### Aコース

#### ● K E K（高エネルギー加速器研究機構）

##### 1 研究所の概要

この機構は粒子加速器を研究手段に用いて、宇宙・素粒子・原子核・物質・生命の謎を解き明かす加速器科学を推進し、国内外の研究者に対して研究の場を提供している。

つくばキャンパスにある電子・陽電子衝突型加速器（KEKB）は世界最高ビーム強度を達成し、粒子と反粒子の性質の違いの解明に貢献している。

##### 2 研修内容

物質の根源・宇宙誕生時の物質の起源を探るための最前線の研究を支えている研究機構を訪ね、その巨大施設を見学し学習した。KEKコミュニケーションプラザにおいて、機構が目指す研究内容についての説明を受けたのち、以下の2カ所の実験施設を見学した。

###### ① Belle測定器

物質と反物質の謎を解明する素粒子実験の施設で、KEKB加速器で生成されるB中間子を精密に測定する。地下に設置された装置を目の前にして、そのスケールの大きさに驚かされた。生徒は熱心に説明を聞いた後、積極的に疑問を研究者にぶつけていた。



###### ②放射光科学研究機構

放射光源リングは1周約200mの大きさで加速された電子を蓄積し、その周囲に設置された約60の実験ステーションでさまざまな研究が行われている。研修時はメンテナンスと新たなステーションの設置作業が行われていた。生徒は、この施設で解明されてきた物質の立体構造や電子状態の観測などの研究成果の説明に熱心に耳を傾けていた。

※本研修後、1名の生徒が、KEKが主催する「Belle Plus」というサイエンスキャンプに応募し、3泊4日の実験プログラムに参加した。



#### ● 国立環境研究所

##### 1 研究所の概要

この研究所は、公害問題が深刻な状況にあった1974年に環境庁の研究所として、筑波研究学園都市に設置された。この30年余りの間、大気汚染や水質汚濁などの地域的な環境問題から化学物質による環境影響さらには地球環境問題にいたるまで、我が国及び世界における環境研究の中核として、最新の設備と幅広い専門知識を駆使した研究を続けている。

##### 2 研修内容

我が国の環境研究の中核を担う研究所において、研究者の指導を受けながら実際に実験実習を行い、その研究手法や問題解決に向けての取組を学習した。

実験実習は、5つのテーマに分かれ、1テーマに6～7名のグループで行った。

[実験テーマおよび内容]

①ストレスで誘導される植物ホルモン（エチレン）のGC測定

[6名]

タバコの葉をオゾン暴露させ、対象となるタバコ葉と比較する。植物はストレスを受けるとエチレンを発生させることから、このエチレンの発生量をガスクロで分析した。

もう一つの実験として、同じくオゾン暴露した植物から発生する「活性酸素の可視化」を、過酸化水素を染色する方法で確認した。



②土壌細菌からのDNA抽出と電気泳動 [6名]

施設内の土壌からサンプリングを行い、DNA抽出のあと電気泳動によって土壌細菌のDNAを分析した。この実験はP2レベル（バイオハザードエリア）の実験室で行われた。サイエンスキャンプなどで実施する生徒向け実習では2日間かかる内容を、特別に凝縮した形で実施していただいた。



③池の中の藻類の採集と顕微鏡観察

[6名]

施設内の3つの池でプランクトンネットを用いて藻類を採集した。実験室に持ち帰った後、顕微鏡を用いて種の同定を行った。走査型顕微鏡も実際に操作し、観察した。



④ため池の水の水質測定 [6名]

所内の池にポータブルセンサーを持ち込み、水温・pH・溶存酸素・電気伝導度等を測定した。その後実験室に戻り、採集した水の栄養塩などの成分を発色試薬や分光光度計などを用いて測定した。



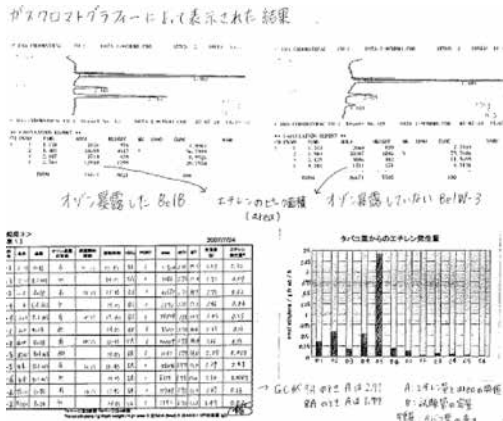
⑤地球温暖化の気候モデル（スーパーコンピューター使用）[7名]

将来の地球温暖化を予測するコンピューターシミュレーションの計算結果を用い、温暖化したときの地球の姿をさまざまな角度から検討する実習を行った。



[まとめ]

(1) 生徒レポート



④ 600μL を SPIN Filter に移す (Catch Tube に付して 17°C)

⑤ 遠心 (15000rpm, 4分, 1分間) L2  
DNA 培養液を回収する

⑥ ⑤で洗った SPIN Filter を SEWIS-M Social と SPIN Filter に付した Salt/Ethanol Wash Solution で洗った後

⑦ 遠心 (15000rpm, 4分, 1分間) 時

⑧ Catch Tube の底まで移す 7 分間に遠心 (15000rpm, 4分, 1分間) 時

⑨ SPIN Filter を新しい Catch Tube に移し、ふたを開けた状態で 5分間静置する

⑩ DESS (100μL) を加え、10分間静置して用いた培養液を回収する DNA Elution Solution

⑪ 遠心 (15000rpm, 4分, 1分間) 時

⑫ Catch Tube に DNA 試料が回収される

⑬ アカウシ化電気泳動 (ゲルは既に出来たものを用意してはいけません)

⑭ 泳動用タンク内の調整

① ストレスで誘導される植物ホルモン

テーマ : 海水水質の悪化による植物の形と重さの変化を調査してみよう。  
同じ植物を 光学顕微鏡と走査型顕微鏡で観察比較してみよう。

まず 2ヶ所の池と、1ヶ所の水場から 3ヶ所の水を採取した。

このとき フラウマンネット というものを使う。このネットを使って 植物のネットを採取する。次に 光学顕微鏡と走査型顕微鏡で それぞれの水を調査する。

Pool 1  
クワガタ  
黄色い菌糸  
コメダニ  
ミジンコ  
シロアリ

Pool 2  
コメダニ  
ミジンコ  
シロアリ

水場  
コメダニ  
ミジンコ  
シロアリ

② 土壌細菌からの DNA 抽出と電気泳動

測定項目	採水池		
	① 庭園	② 水生生物実験棟	③ 運動場横
温度	28.2 °C	26.0 °C	28.0 °C
pH	8.13	6.97	7.03
電気伝導度	14.8 μS/cm	11.5 μS/cm	14.2 μS/cm
溶存酸素量 (DO)	9.42 mg/L	11.8 mg/L	4.19 mg/L
化学的酸素要求量 (COD <sub>Mn</sub> )	6.36 mg/L	14.50 mg/L	6.57 mg/L
リン酸塩リン	0.02 mg/L	0.10 mg/L	0.16 mg/L
アンモニア態窒素	0.00 mg/L	0.00 mg/L	0.12 mg/L
亜硝酸態 + 硝酸態窒素	0.00 mg/L	0.00 mg/L	0.01 mg/L
クロロフィル	9.64 μg/L	121.5 μg/L	23.9 μg/L
目視観察 (気付いた事)	池の水は緑色で、水質が汚れている。池底には藻類が繁殖している。水場にはコメダニやミジンコが観察された。	池の水は透明で、水質が良い。池底には藻類が繁殖している。水生生物実験棟にはコメダニやミジンコが観察された。	池の水は透明で、水質が良い。池底には藻類が繁殖している。運動場横にはコメダニやミジンコが観察された。

(2) 生徒の感想

- ・ ガスクロの機械を初めて操作しましたが、先生方がとても優しく教えてくれてわかりやすかったです。時間が長かった分、詳しく丁寧に学習できました。実際の研究施設で、研究者の方々と同じことを体験でき、本当に貴重な研修でした。
- ・ 実験は初めてのことで、とても楽しかったです。服や机にかすただけでもマイクロピペットのチップを変えないといけなくなるので、結構慎重にやりました。今までに入ったこともないバイオハザードエリアというところで実験ができ、実験内容も難しかったです。貴重な体験ができました。また、少人数で先生に丁寧に教えてもらい、実験が本当に好きになりました。
- ・ 普段学校で見られないものがたくさん見られて、すごく楽しかったです。それに触れたこと



もない電子顕微鏡を操作できともうれしかった。できればもう少し長い時間観察を続けたかったです。

- ・ 1人ひとりがすべての実験をさせてもらえ、内容の濃い半日だった。最後は時間が足りずに残念だったけど、使ったことがない実験器具が使えて本当にいい経験をしたと思っています。また、続きができたらいいなと思います。指導してくれた先生はとても熱心に教えてくれました。
- ・ 私が気候モデルのテーマを選んだのは、環境科学科の生徒としてこの問題を知っておくべきだと思ったからです。知っていることもあったけど、今までの思い違いや地球温暖化のおそろしさも知ることができました。そのあとスーパーコンピュータの操作をしましたが、たくさん文字が画面に表示されていて難しかったです。この研修ではいろいろ考えさせられることが多く、とても勉強になりました。

### (3) 総括

環境研での研修は、ツアーの目玉の1つとして計画したものであったが、期待通りの内容で、参加した生徒の事後アンケートの評価も非常に高かった。

5つの実験テーマごとに少人数（6～7名）で実施できたこと、各グループでの指導を複数名の研究者が担当してくださったこと、実際に研究者が普段使用している施設・設備をそのままの状態で作らせていただけたことなど、生徒にとっては研究の内容だけではなく、取り巻く環境・雰囲気を直接感じられたことが非常に良かったのだと感じている。また、この研修をコーディネートしてくださった研究者の方が、こちらの要望を詳しく聞いたうえで実験内容をセッティングしていただき、さらに担当してくださった研究者の方々がとても熱心に、指導してくださるなど、本当に有意義な研修を受けることができた。今回、特別バージョンで研修を受け入れていただいたが、ぜひ来年度以降も継続していきたいと強く望んでいる。

## Bコース

### ● JAXA（宇宙航空研究開発機構）・筑波宇宙センター研修

#### 1. 研究所概要

JAXAは、日本で唯一の宇宙航空技術の中核機関として、基礎研究から技術開発・利用にいたるまでの一貫した活動を進めている。筑波宇宙センターは、JAXAの宇宙開発の研究・開発の現場の過去・現在・未来の取組を広く一般に伝えると同時に国際宇宙ステーションの研究開発などを行っている。



JAXA実物大ロケット前にて

#### 2. 研修内容

人類の夢でもある宇宙開発において日本での中核機関であるJAXAの活動を直接現場で学習することにより、夢を現実にする研究活動を体感し、先端科学技術への関心を高めることを目的として研修を行った。

## [研修1]「筑波宇宙センター施設見学」

筑波宇宙センター内をバスで移動し施設見学を行った。センター展示室で、JAXAが開発した様々な人工衛星の実物大試験機、燃焼実験に使われたロケットエンジン、国際宇宙ステーションの実験棟「きぼう」実物大モデルの船内実験室、ロボットアームや船外実験プラットフォームなどの説明を受け、数多くの宇宙開発技術に触れることができた。



実験棟「きぼう」実物大モデル説明

宇宙ステーション試験棟では、2008年2月に打ち上げ予定の国際宇宙ステーション実験モジュール「きぼう」の実際の開発現場であり、巨大な実験施設を見学した。宇宙飛行士の訓練施設では、宇宙の無重力状態に近い状態で訓練を行うためのプールなどの施設や実物の宇宙服を見学した。

## [研修2]「講演 国際宇宙ステーション日本実験棟プロジェクトの内容と今後について」

宇宙航空研究開発機構健康増進室室長 村井 正 先生

施設見学終了後、セミナー室にて宇宙開発の歴史と今後の国際宇宙ステーション開発の内容について講演をいただいた。

講演では、有人宇宙飛行について、ガガーリンから現在に至るまでを時系列に沿って教えていただいた。宇宙開発初期の頃は、「宇宙から無事帰還すること」が課題である時代であった。現在では、宇宙でどんな研究をしたかが問われ、科学者が宇宙飛行士となり、研究のために「宇宙で健康的な生活を営めること」が課題となった。今後は、一般人でも宇宙活動により社会貢献ができるようになり「快適な宇宙生活」が課題であると教えていただいた。現在、長期滞在にむけた国際宇宙ステーションが宇宙開発の中心となっている。この新たなステップとなるプロジェクトでは、実験棟「きぼう」で研究者が十分に研究できるように、健康面のサポートが必要である。宇宙開発の研究では、ロケット打ち上げ技術だけでなく、宇宙環境での健康面の研究も重要であることを教えていただいた。

## ● 産業技術総合研究所（産総研）訪問

### ①地質標本館見学

#### 1. 研究所概要

地質標本館は、地質調査総合センターの研究活動で得られた成果を、最新の地球科学情報とともに日本の地質、地下資源、海洋の地質、地球環境、火山と地熱、地震と活断層などのテーマごとにまとめて展示している。具体的には、日本列島周辺の震源分布地図、太平洋の海底地形模型、日本の火山模型、稀少な鉱物・化石の標本などがある。

#### 2. 研修内容

今回、副館長より各展示物の説明をしていただき、その



地質立体模型前での説明

後施設の見学を行った。説明を通して、日本には108個の活火山があること、プレート間地震と直下型地震の違い、岩石の放射性元素を測ることによる地層の年代測定、新エネルギーとなりうるメタンハイドレードなどについて学習した。

## ②サイエンス・スクエアつくば

### 1. 研究所概要

サイエンス・スクエアつくばでは、産総研が行っている最先端の研究成果や社会への貢献などについて紹介している施設である。

### 2. 研修内容

42のブースでは、それら最先端の研究開発に関する情報端末や多くの体験コーナーを設けており、体験的に学習することができる。とりわけ、ヒューマノイドロボットやメンタルコミットロボットと呼ばれる癒し系ロボットの人気が高く、関心を集めていた。それ以外にも、ナノガラス蛍光体、鏡の世界の対話システム、手のひらサイズの化学工場など、興味深いブースが数多くあった。



英語発音チェックプログラム

## ③まとめ

産総研での研修では、今まで見たことのない標本や、科学技術が駆使された展示物がたくさんあり、それらの興味を持ったことや疑問に思ったことに対して、積極的に質問したり、体験したりできる機会を数多く持つことができた。

## ● 特別講演『高校生に伝えたいこと～「科学と平和」』 筑波大学名誉教授 小熊 譲 先生 【実施概要】

高校生が持つ個々の夢（研究者になる等）を実現するために、これからはすべきこと、考えていかなければならないことを様々な視点からお話しいただいた。以下に、内容を要約する。

自然科学とは、自然の法則性を探究する学問であり、研究テーマは無限にある。新たな発見は新たな研究の始まりとなる。科学者は、知識を持った上で「観察力」と「検証力」、「忍耐力」を合わせ持たなければならない。さらに、思わぬものを偶然に発見する能力が必要となる。大学院まで



小熊 譲先生 講演風景

はすべて訓練である。小、中、高校の理科の実験はカリキュラムの一環で、主たる目的は授業の肉付けであるが、その中で基礎を学び、自分の方向性を見いだしていく。大学での実習・実験は、講義の確認そして技術の習得であり、仕上げとしての卒業研究がある。大学院での研究は、すべて自分に任されている。度重なる失敗・失望、自分の能力に対する不安、就職の不安など辛いことも多いが、「発見」したときの喜びは、何事にも代え難い。文化系の学問もきちんと学ぶことは重要である。科学者である前に、一人の人間として存在することを忘れてはいけない。平和で

なければ自由な科学研究はできない。平和の重要性を再確認してほしい。

おわりに話された、「今日の胸の高まりをいつまでも持ち続けて下さい。」の言葉が印象的であった。『科学者』の魅力を、積極的に具体的に高校生に提示していただいた講演であり参加生徒全員、熱心に先生の講演に聞き入っていた。今回は、Bコースの生徒のみを対象とした講演であったが、できれば全生徒に聞いてもらいたい素晴らしい内容の講演であった。

事後の生徒の感想より

「先生の話聞いて、SSHのことを改めて考えて、とても自分は恵まれていると思った。」「平和であることが自由に研究できること。それに共感した。自分が将来研究者になった時も、平和であることを願いたい。」

### ● グループ研修報告会



発表で用いたOHPより抜粋

サイエンスツアー2日目は、2コースに分かれての研修であったため、それぞれの内容を把握し共通理解を深めることを目的としたグループ研修報告会を開催した。会場は、宿舎である筑波研修センターの第1研修室で行った。Aコース（国立環境研究所）は実験テーマごとに5班に分かれ、Bコースは研修施設と講演を5班に分けて、OHPを用いて発表した。



発表の様子

2日目の夜で生徒は心身共に疲れており、また準備時間が限られた状況での発表であったため、当初は不安感があった。しかし、いざ始まると、真剣味の中にも驚きから歓声、どよめきが絶えない非常に白熱した発表会となった。その日に体験・研究した内容を、プレゼン発表するため、この上ない学習の定着が図られ、生徒の思い出に強く残るものとなった。



インタープリターとの対話

### 3日目（7月24日）

#### ● 日本科学未来館

##### 1. 研究所概要

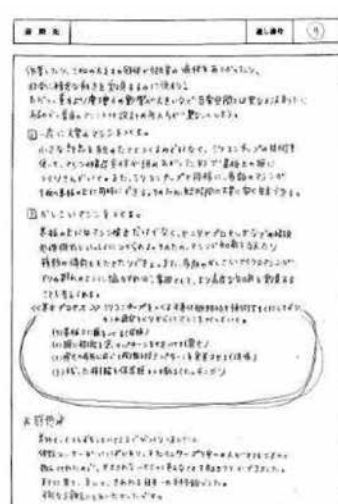
日本科学未来館は、宇宙、地球、人間という大きな視野で科学技術を捉え、「地球環境とフロンティア」「生命の科学と人間」「技術革新と未来」「情報科学技術と社会」という4分野のテーマを掲げて展示が行われている。

## 2. 研修内容

見学ワークシートをもとに各展示物の見学を行った。ワークシートへの記録は、興味を



生徒レポートより



持った展示の内容だけでなく、その展示物に関連する理論についても記入するようにした。また、各展示場で先端科学を分かりやすく説明してくれるインタープリターやボランティア解説員とのコミュニケーションも重視し、対話の中で疑問点を解決することも学習プログラムの一つとした。

生徒たちは、自分が疑問に思った点を質問し、その場で疑問を解決していくことで、自然と自分で考えること、分かることが楽しいと思うようになったようである。また、「ASIMO」など現代の最先端技術で作られた現物を目の当たりにすることで感動するとともに、改めて科学の可能性の大きさに気づき、目を輝かせていた。

## 【評価と課題】

サイエンスツアーでは、現在の生活に用いられている技術あるいは近い未来の活躍するであろう技術に対する研修を、全体研修として電力中央研究所と日本科学未来館で取り上げた。これらについては生徒の科学技術に対する理解の向上や興味・関心を高める取組ができた。また、日本科学未来館でのワークシート学習では自己学習力の育成にもつながったと感じている。2日目については研修場所の収容人数の関係もあり、A・Bの2コースに分けて研修を行った。AコースではKEKでのスケールの大きな研究に触れることができた。また、国立環境研究所の特別なプログラム（高度な実験・実習）は、一つのテーマを長時間にわたって実験し、考察まで行うなどレベルの高い研修であった。今までの研修の中でも密度の濃い実習ができたと考えている。また、BコースではJAXAや産総研で先端科学の研究を体験し、小熊先生の講演で「科学者としての心構え」を学習するなど盛りだくさんであった。内容が豊富でスケジュール的にもハードな研修であったが、生徒は集中力を切らすことなく熱心に取り組み有意義な研修となった。2日目夜の宿舎での発表会では、グループごとに異なる研修で得たものを全体に広げる取組であった。生徒は、与えられた時間の中でそれぞれが工夫して発表し、発表力の育成にもつながったと感じた。また発表を聞いた生徒は、別コースの研修内容に刺激を受けていたようであり、全体にとって大変効果的な発表会となった。

## 6 中高一貫教育のもとでの理数教育・環境教育の充実に向けて

### 1 向陽中学校の沿革

向陽中学校は、和歌山県初の公立中高一貫校として、向陽高等学校に併設する形で平成16年に開校した。それまで本県においては、「連携型」は設置されていたものの、「併設型」としては初めてであり、さらには併設先の向陽高等学校が90余年の歴史を持ち、県内有数の進学実績を誇る伝統校であることから、設立当初から県民の注目と期待を一身に浴びて発足した。

本校は、「豊かな人間性と高い知性を持つ、スケールの大きな地球市民の育成」を学校の教育目標に、環境科学科へ接続する理数系教育を重視した学校である。こうした柱は、我が国の公立中学校にあって例を見ない際だった特色であり、カリキュラムの編成をはじめとする学校づくりを進めてきた。本年度、第1期生が環境科学科に内部進学し、生徒はそれぞれの夢の実現を目指し勉学に励んでいる。

### 2 理数教育の取組

#### (1) 学校独自教科の設定

理数系教育にかかる中高6年間の流れを作るため、中学校と高校の担当教員が話し合いや授業交流を重ね、中高が連携を図りながらそれぞれの役割を明確にした。

中学校では、実験や実習を中心に据えた体験的な学習を重視し、生活との関わりを意識した学習を行うとともに、豊かな国際感覚を育み、情報化社会に適切に対応できる生徒の育成を目指すこととした。そのため、教科指導の充実はもとより、以下のような独自教科を設定し、理数および英語の確かな学力を培い、将来の国際的な自然科学の分野で幅広く活躍する人材を育成することを目標に研究を進めてきた。

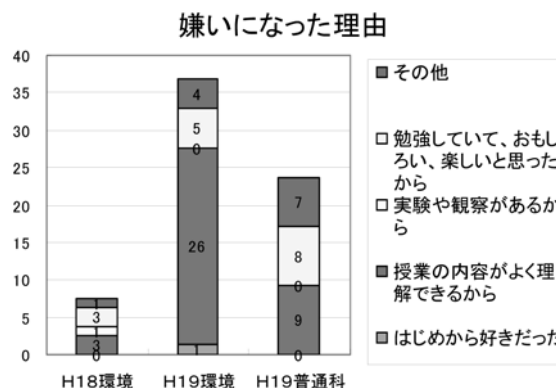
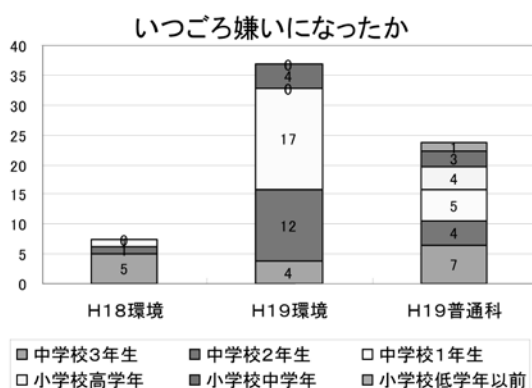
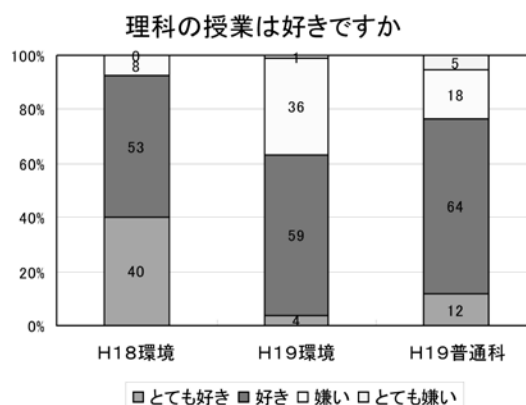
分野領域	設定教科履修学年	内容(イメージ)
数学	おもしろサイエンス $a$ 2年	数学の教科書にとらわれず、日常生活の様々な事例を見つめ、そこに内在する数学的な規則性や美しさなどに触れることを通して数学への興味関心を高める。
	実践サイエンス $a$ 3年	教科数学の中で扱いきれない発展的な内容に迫ったり、高校で学習する事項にも触れたりしながら、より高度な数学の力を身につける。
理科	おもしろサイエンス $\beta$ 1年	身近な自然の事物や現象について、観察実験を行うことにより、理科に関する興味・関心を喚起するとともに、コンピュータや視聴覚機器に積極的に触れながら、各種のメディアへの対応力やリテラシーを高める。
	実験理科 2年	主として物理や化学の分野に関わる自然現象について、実験を行い、データ収集やデータの解析を通して分析的、統合的な考察の方法について具体的に学習する。
	実践サイエンス $\beta$ 3年選択	「仮説→実験・観察→検証→仮説→…」という経過をスパイラルにたどらせることを通して、科学的思考の基礎を身につけ、自らの方法によって追究しようとする意欲や態度の育成を図る。
英語	コミュニケーション英語 3年	英語のクイズ、歌、ゲーム、ドラマ演出、ビデオ鑑賞などを導入的に用い、興味関心を喚起しながら、日常生活における英会話の習得を図る。

## (2) 環境科学科1年生の理科に対する意識

小学校卒業段階で本校を受験し、入学した生徒にとって、すべての者が理数系を重視した本校のカリキュラムに順応し、理数に対する関心や能力を高められるかと言えば困難なところがある。こうしたことから、少なくとも「理科嫌い」や「数学嫌い」にさせないためにも、前述したように日常生活に関わりを持たせた体験的な活動を重視した独自教科の設定や実験・作業等を多く取り入れた教科指導の改善を行ってきた。

しかしながら、本年度環境科学科に内部進学した1年生を対象にしたアンケートでは、期待を大きく覆す結果が出た。

理科に対する関心については、普通科生徒と比べ、「とても好き」の割合が低く、「嫌い」の割合が高くなっている。また、嫌いになった時期は中学校1年が最も多く、次いで2年生となっている。さらに、嫌いになった理由として、「授業の内容が難しいから」を挙げる生徒が最も多いことが判明した。



こうした生徒の理科に対する意識の実態を分析してみると、「理科嫌い、理科離れ」を増やす主要因として次のようなことが考えられる。

- ① 一般の公立中学校と比べて授業レベルが高度となり、学習進度も速いため、教科指導において実験や観察が十分に保障できないままに知識の伝達に偏ったのではないか。
- ② 実験や作業を取り入れた体験的学習が、本来の理科の楽しさを味わう真の問題解決的な学習展開になり得ていないのではないか。
- ③ 体験的な学習を重視する独自教科が、レポートにまとめて終わり、作品を作って終わりといった活動に終始しがちなため、教科で学んだ知識を活用したり定着を図るなど、教科指導との関連づけに弱さがあったのではないか。
- ④ 中高6年間を見通した、系統性、発展性のあるシラバスになり得ていないのではないか。

### (3) 課題解決に向けた仮説の設定

上記の分析をもとに、本年度は次の2つの仮説を立て指導の改善を図った。

#### 仮説

- 1 生徒自らが課題を見つけ追究する問題解決的な学習展開を工夫すれば、理科に対する興味や関心が高まるのではないか。
- 2 教科と独自教科との学習内容の関連づけを図れば、教科で学んだ知識が独自教科で生かされ、実感を伴った理解の定着が図れるのではないか。

### (4) 仮説1に基づく実践事例

#### 仮説2

生徒自らが課題を見つけ追究する問題解決的な学習展開を工夫すれば、理科に対する興味や関心が高まるのではないか。

教科理科（3年） 単元名「物質の構成」（物質の分離・精製）

#### 1 単元もしくは小単元の目標（つきたい力）

- ① 自然現象について、課題を見つけ、解決することができる。
- ② 抽出は、溶解度の違いで特定の物質を取り出す操作であることを理解する。

#### 2 指導上の留意点

- ① ヨウ素が水の層から油の層に移動する理由として、水と油の性質の違いであることに気づかせる。
- ② 物質が水に溶解する過程を伝える。

#### 3 指導の実際

ペットボトルに底から約3cm水を入れ、そこにうがい薬を色がつくまで滴下させる。その液体にサラダ油を水面から約1cmほど入れ、状態を観察する。溶液を激しく振ると、溶液が乳濁色に変化する。さらに数分放置すると、水の層は薄く白濁し、油の層はオレンジ色に変色した。

ここで、うがい薬の中のヨウ素が水の層から油の層に移動したことを伝え、なぜ移動したのか、その理由を考えさせる。普段とりたてて疑問に感じなかった水と油の関係について、それぞれの性質について高校の教科書を調べる。水分子の構造、極性、無極性、親水基、疎水基、油脂という発言が出てくる。これらの言葉を使い、水にNaClやC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OHが溶解する過程を説明した。





生徒の中から、ヨウ素分子が電氣的に安定しているから水分子が近寄れないという発言が出る。そして、油とヨウ素分子は似たもの同士で、性質の似たもの同士は溶解することに気付く。しかし、うがい薬はなぜ最初水に溶解していたのか、疑問が生まれる。そこで、うがい薬の成分表を見させ、アルコールが水にヨウ素を溶解させる手助けをしていることを説明をする。実際には化学式を使って、水の層にあったヨウ素が形を元に戻して似た性質である油の層に移動したことを共通理解させた。

最後に、溶液に市販のビタミンCの顆粒を入れ、ペットボトルをよく振ると、ヨウ素はイオンの状態に化学変化し、水の層に移動することを確認した。移動するに伴い、油の層のオレンジ色が消える。水の層の色は、ビタミンCの顆粒の色である黄色の水溶液になった。生徒たちは、油の層に溶解していたヨウ素が、水の層に移動したことに改めて驚いた様子であった。このように、溶解のしやすさによって物質が移動し、ある特定の物質を取り出す操作が「抽出」であることを、本実験を通して実感的に学んだ。

〔参照：ガリレオ工房の科学あそび 親子で楽しむ知的刺激実験57選 PART 3

滝川洋二／古田豊／伊知地国夫 編著 実教出版株式会社〕



#### 4 成果と課題

本単元は、1年理科「水溶液の性質」の発展的学習として行った実験である。生徒たちが今までに必ず体験しているであろう水と油が混じり合わないことに、改めて疑問を持たせることができた。水分子の構造、油の性質、ヨウ素の性質、アスコルビン酸、乳化など、少し高度な内容となったものの、不思議さや興味を持って実験に取り組み、考察する様子から、生徒に興味、関心を抱かせ、抽出という新たな知識を理解させ定着させる実験として効果があったと思われる。

独自教科 実験理科（2年） 単元名「振り子の運動」

#### 1 単元の目標

- ① 信頼できるデータが得られる実験装置を班で協力して製作することができる。
- ② 仮説をきちんと説明し、実験結果についても説明することができる。

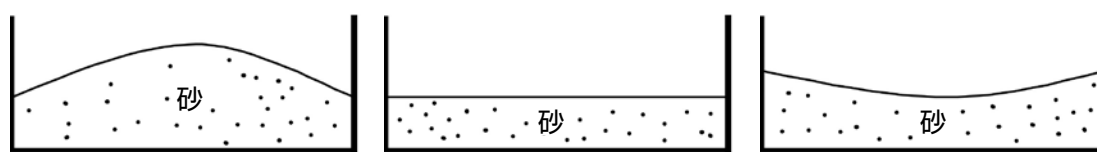
## 2 指導上の留意点

- ① 仮説と実験結果を比較し、仮説通りになる理由、仮説通りにならない理由を説明できるようにさせる。
- ② 実験装置の正当性について説明させる。

## 3 指導の実際

ガラスのロートを糸で吊り、振り子を作る。ロートの中に砂を入れ、振り子を振ったとき、下の容器にこぼれた砂の量がどうなるのか調べる実験をした。

実験前、生徒にどのように砂が積もるのか予想させたところ、以下の3つの予想が挙がってきた。



a : 両端に多量の砂が積もる      b : 均等に砂が積もる      c : 中心に多量の砂が積もる

仮説の理由として以下のように生徒たちは考えた。

- a : 振り子運動の場合、おもりが両端に行けば、他の場所に位置する時よりゆっくりした運動になり、砂がこぼれ出る時間が長くなるから。
- b : 振り子が運動している時、速さに変化があるとは思えないから。
- c : 両端より、真ん中の方が振り子が通過する回数が多いから。

上記の仮説を設定した後、実際に実験を行った。ロートから定量の砂がこぼれ出るようにすることや、各場所の砂の量を見て分かるようにすること、また、振り子の周期を調節するため、糸の長さを変えるなど、実験を何度も行い条件に適した実験装置を製作していく。作業中に出てくるいくつかの課題を、班員で相談しながら解決していった。同じ大きさのペットボトルを半分に切り、それをいくつも並べて砂の受け皿にしたり、ロートの代わりにペットボトルの口の部分を使い、スムーズに砂が出るよう工夫している班も見られた。実験が進むにつれ、生徒たちは運動の向きが逆になるとき、振り子の速度が0 [m/s] になることや、そのとき砂がたくさんこぼれることを体験した。その結果、aの予想が正しいことを見つけ出した。

## 4 成果と課題

正当性のある実験を行うために必要な条件に気づき、頭でイメージした実験装置を実際に作り上げていく今回の取組は、生徒自らが主体的に課題を追究し、科学的な見方や考え方を養う上で効果的であった。普段身近にある振り子の運動について、よく観察させることで、砂の量と振り子の速さの関係を体感させることができた。しかし、実験を行う前に、実際に振り子の運動を観察してから仮説を立てる班がなかったことから、仮説の立て方について今後指導の工夫が必要である。

## (5) 仮説2に基づく実践事例

### 仮説2

教科と独自教科との学習内容の関連づけを図れば、教科で学んだ知識が独自教科で生かされ、実感を伴った理解の定着が図れるのではないか。

独自教科 おもしろサイエンスβ（1年） 単元名「身の回りの現象」

#### 1 単元もしくは小単元の目標（つきたい力）

- ① 波の運動は、次々に運動が伝播していくことを、観察を通して理解する。
- ② 試行錯誤をしながら、工夫して実験装置を組み立てることができる。

#### 2 指導上の留意点

- ① 実験装置を様々な角度から見て、触ることにより、様々な波の性質について調べさせる。
- ② 媒質の運動の伝わり方が、2種類あることを伝える。（縦波・横波）。



#### 3 指導の実際

実験装置の作成にあたり、ストローをバランスよく並べないと、波がきれいに作り出せない。特にストローの曲がる場所にじゃばらがついているので、その重さも考えて作らなければいけない。実際、作成を始めた段階でそのことに気づき、ストローを交互につけていく班、また、作り終えた後にバランスの悪さに気づき作り直す班もあった。



ストローの端を弾いて、運動が次々に移っていく姿を観察して、生徒たちは皆驚いた様子であった。また、真ん中から弾けば、どのような現象が見られるのか、両端から弾いたらどのようになるのか、それぞれの班で課題を見つけ、確認している様子が見られた。さらに、クラス全員で手をつなぎ、上下の運動、左右の運動を伝える取組を行い、運動の伝播には2種類あることを確認した。今回学習した音の伝わり方は縦波であり、空気は左右の振動を次々に伝え、最後に鼓膜に運動が伝わって音を感じ取れることを理解することができた。

〔参照；楽しむ物理実験 東京理科大学サイエンス夢工房 株式会社朝倉書店〕

#### 4 成果と課題

オシロスコープに代わって波の形を確認でき、媒質の運動が隣へ隣へ伝わることで、波が伝わることを体感できる効果的な実験である。生徒たちはストローをつないだセロハンを引っ張り、その力の強弱によって波が伝わる速さの変化を発見したり、左右から波を発生させ、波と

波のぶつかる様子を観察したりするなど、様々な波を作った。また、それぞれ発見したことを発表することで、情報を共有し考察する機会を持つことができた。さらに、理科の時間に学習した音について視覚的に理解し、単なる知識ではなく実感的に音を捉えることができた。今後、光のもつ波の性質を知ることで、教科書にある光と色、さらに発展的な実験として、次の時間に行った「なぜ昼間の空が青く見え、夕焼けは赤く見えるのか」への導入になった。

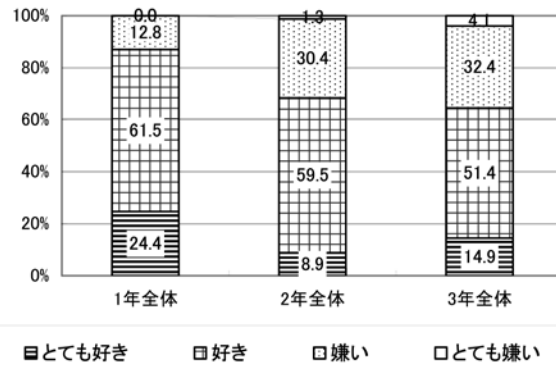
### (6) 理数教育に関する生徒の意識

S S Hに係る高校生対象のアンケートについて、中学生にも対応できる内容を抜粋し、アンケート調査を行った。

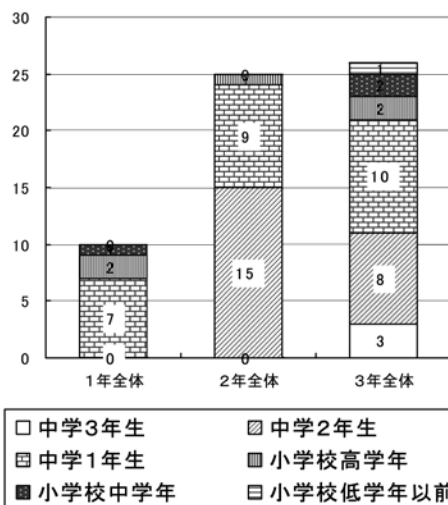
理科の授業が『とても好き・好き』だと回答した生徒の割合が、1年生では85.9%（男子94.1%、女子79.5%）、2年生では、68.4%（男子69.7%、女子67.4%）、3年生では、66.3%（男子92.3%、女子47.7%）であった。

理科が『とても好き・好き』だと回答した生徒のうち、「いつ頃から好きになったか」の設問に対し、約8割の生徒が小学校段階で理科に興味を持っていることが分かる。また、中学校に入って理科が好きになった割合が、1年生で15%、2年生で13%、3年生で8.2%であり、3学年とも「実験や観察があるから」の理由がトップであった。3年生では中学3年生の段階で好きになった生徒が10.2%あり、理由は「授業の内容がよく分かるから」であった。

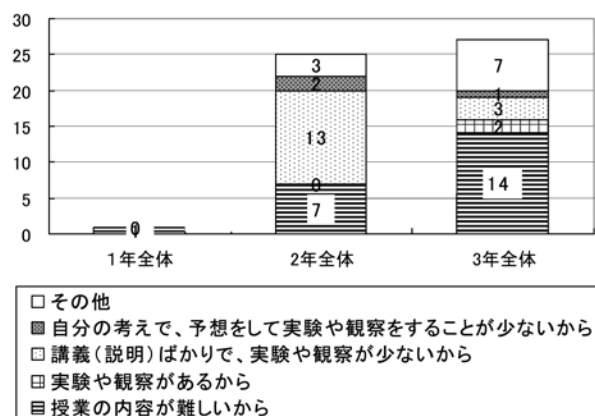
あなたは理科の授業が好きですか(数字は%)



あなたはいつごろから理科が嫌いになりましたか  
(数字は人数)



あなたが理科を嫌いになったきっかけ(理由)は何ですか  
(数字は人数)



反面、理科が「嫌い、とても嫌い」と答える生徒の割合は、1年生で12.0%、2年生で31.7%、3年生36.5%と2年生で急増し、その理由として、2年生では「講義（説明）ばかりで実験や観察が少ないから」、3年生では「授業の内容が難しい」がトップにあげられた。

### （7）成果と課題およびその改善策

前述したように、1年生から3年生まで共通していえることは、本校に入学した生徒のほとんどが、小学校の頃から理科が好きだということである。しかし、小学校と中学校での学習する内容の難易度の違いや、理数に重点を置いた本校のカリキュラムにおいて発展的な内容を扱うことから、学年進行に伴って理科は難しい教科であると感じる生徒が増えて来ている。

今年度、仮説にもあるが、生徒自らが課題を見つけ追求する問題解決的な学習展開の工夫を心がけた。昨年度同様、独自教科では実験や作業を取り入れた体験的な学習に重点を置いた指導を行った。例えば、教科で学んだ知識を活用するため、1つの実験テーマについて理論付けをしっかりと行うようにした。しかし、週1回の授業では、内容を「実験→考察→理論」とつなげていくことが困難であると感じられた。さらに、1年生のサイエンスβでは、100円ショップまたは家庭にある材料をもとに、学校だけでなく家庭で実験できるものを扱ったが、家庭で改めて実験を試みようとする生徒はほとんど見られなかった。

2年生では、実験理科において実験内容を班で選択し、その課題解決に向けて生徒自ら準備を行い実験する試みを行った。生徒自身、積極的に実験に向かう姿勢が見られ、多くの生徒から楽しいとの感想が得られた。しかしながら、理科の時間では「講義（説明）が増えた」との理由で理科を嫌いになる生徒が増えた。

3年生では、「授業の内容がよく理解できるから理科が好きになった」との回答が数名見られたものの、「授業内容が難しい」との理由で理科を嫌いになる生徒が増えた。

こうしたことから、理数系の学校として、理数に興味を持ち、主体的に問題解決を図ろうとする生徒の育成を図る上で、今一度以下の点について、中高の理科担当による検討が必要である。

1点目は、理科教育の最大の特長であり特性でもある実験・観察の充実を図るための時間の確保を考えなければならない。ただ、高校の時間割（70分5コマ）との関係から、曜日によって1コマが70分、50分、45分の3種類の時間割構成となるため、見通しもった単元計画が立てにくいことや、高校の実験教室を使用していることもあり、実験のための時間と場所の調整が難しい状況にあるのも事実である。

2点目として、発展的な内容の取り扱いについて、中高6年間を見通した上で、扱う内容とその時期を再考する必要がある。

3点目として、独自教科において、教科理科や体験活動との内容や指導時期との関連を図るための現行のシラバスを本年度中に見直す必要がある。

## 3 環境教育の取組

中学校を卒業後、環境科学科に進学することを前提に、また、高校での「環境科学」や「環境課題研究」といった専門的な学習をより充実させるため、総合的な学習の時間において、3年間を通してほぼすべての時間を「環境」に焦点をあてた授業を行ってきた。

## (1) 「環境」を通して身につけたい力と仮説の設定

環境問題は、極めて広範な内容をしかも複合的にもつことから、中学校の段階としては、環境をテーマに「調査、観察、実験、データ処理、協議、発表などの学習の仕方を学ぶ」ことをねらいとし、昨年度に引き続き次の仮説のもとで研究を進めた。

### 仮説3

生徒に課題設定の仕方や調べ方、発表の仕方等の学習スキルを身につければ、主体的に学習に取り組む姿勢が身に付くのではないか。

具体的には、自然、水、ゴミ、エネルギーなど環境に関係することがらについて、観察、実験、インターネット検索などにより情報収集を行い、これらを整理統合しながら、最終段階としての発表までをひとつの区切りとして授業を組み立てた。また、扱う内容を学年を追って身近なものから徐々に広範で大規模なものへ移行し、同時にまとめの形式としても、ディスプレイからパネル、さらにはパソコン上のプレゼンテーションへと発展的に移行する設定のもと、3学年にわたってスパイラルに繰り返す形をとってきた。

これにより、自学自習の基本的な進め方やそのための技術、自分自身が明確に方向性を打ち出す意思と姿勢、さらには自分の思いを他者に伝えるコミュニケーション能力などを獲得することを目指してきた。

## (2) 仮説3に基づく実践事例

環境学（総合的な学習の時間） 1年 単元名「水を調べる」

### 1 単元もしくは小単元の目標（つけたい力）

- ①自ら課題を見つけテーマを設定する力を身につける。
- ②実験、観察を効果的に取り入れた学習計画を立て、考察しまとめる力を身につける。
- ③伝えたい内容を効果的に他人に伝える力と技能を身につける。

### 2 指導上の留意点

本校に入学して初めての環境に関するテーマは、身近であり生命の源である「水」を取り上げることにしている。近年教育現場では、インターネットを利用した学習も多いことから、以下の点に留意して指導を行った。

- 自ら仮説を立て、その仮説を検証するための学習計画を立てる。
- 実験や調査を可能な範囲で積極的に取り入れ、自らの仮説を検証させる。また、インターネットを利用した安易な調べ学習では不十分であることを理解させる。
- 資料を引用する際は出典を明らかにさせ、引用のままの難しい言葉については、中学生に理解できる言葉や内容に置き換えさせる。
- 発表においては、原稿を読むのではなく、聞き手を意識した伝え方を工夫させる。

### 3 指導の実際

#### (1) 事前学習（一斉授業）

「水」に関して、3時間程度、教室での一斉授業を実施した。水についての調べ学習を実施するにあたり、以下に挙げる水に関する予備知識を生徒たちに与えた。

・水に関する知識 ・地球上の水の循環 ・水の利用 ・和歌山の水道

#### (2) 紀の川大堰見学

体験を通して多角的な視点から学習することを目的に、本県の代表的な川である紀ノ川河口につくられた紀の川大堰見学に出かけた。

・紀の川大堰魚道観察 ・バックテストを使っての水質検査 ・干潟のカニ観察 ・「紀の川の治水と利水」（国土交通省和歌山河川国道事務所による出前講座）

特に干潟のカニの観察では、シオマネキを見つける生徒もあり、泥だらけになってカニを探す生徒たちの姿が見られた。また、この体験から、紀ノ川が自分たちが考えていた以上に美しい川であることや多様な生き物を育む豊かさを持っていることを学んだ。



#### (3) 水についての調べ学習

今までの学習から自分の興味関心のある事柄についてテーマを設定した。テーマを設定するにあたり、生徒たちに「インターネットや本の受け売りにならないこと」、「仮説を持ってテーマを設定すること」、「自分のできる実験や観察を入れること」等の課題を与えた。生徒たちは、何度も教員のチェックと指導を受けてテーマを設定した。テーマを設定するにあたり3時間程度時間を要する生徒もいた。

テーマ設定後、学習計画を立て自分のテーマの調べ学習を進めた。資料収集の際は、インターネットを主に使用したが、その内容を鵜呑みするのではなく、必ず複数のサイトまたは書籍で確認するよう指導した。さらに、サイトの内容を使う時は、中学生を対象にした言葉や内容に置き換えるよう指導した。

生徒たちの中には、実際に実験や観察を行った者もいる。その一部を紹介する。

- ・休日に自宅近くの川の上流から下流まで足を運び、バックテストによる水質検査をおこなった。
- ・ろ過装置を作り、ろ過の実験を行った。
- ・微生物による水の浄化に注目し、ヨーグルトなどを使って水の浄化を試みた。



- ・カイワレ大根を汚れた水で育てるとどうなったかを観察した。
- ・金魚がどの程度汚れた水で生きていられるかを実験した。

など、個々の問題意識に基づいた方法で、調べ学習を進めていくことにポイントをおいた。このように、資料だけでなく、実験・観察を通して自らの仮説を検証し、パソコンを使ってまとめる作業を行った。

#### (4) テーマ別の班内発表

レポートのテーマを以下のように分類し、そのテーマごとに班（6人程度）をつくり班内で発表させた。類似したテーマを設定した生徒同士で発表することにより、自分のレポートもさらに深まるのではないかと考えた。

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・生物による水の浄化</li> <li>・水を汚すものは</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・水の汚れと生物</li> <li>・水の特質</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・水質について</li> <li>・水の種類</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・水の浄化</li> <li>・海と川の水</li> <li>・水と私たちの生活</li> </ul> |
|--|---|--|--|

発表に際して次の点について指導した。

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・自分が伝えたいこと（オリジナルの部分）をどう話すか考える。</li> <li>・立ち位置や向きを考える。</li> <li>・原稿をただ読むのではなく、相手を見て話す練習をする。</li> </ul> |
|--|

実際に班内の発表では、机の並べ方を工夫したり、レポートの見せ方を工夫する班も現れた。生徒の中には、レポートでは見えにくいために、大切な図や表は画用紙に大きく書いてくる者もあった。一人5分程の短い発表であったが、各々工夫を凝らした発表ができた。最後に、班の中で最も内容の優れたものを一人選び代表とした。



#### (5) クラス内発表

班別の発表で選ばれたレポートを中心に、班のメンバーで、よりレベルの高い発表を行うように協力させた。その際、班のメンバーで発表のための図表または小道具の作成などの準備を行った。



発表は、班別に行った図を表示して説明するもの、パワーポイントを利用するもの、寸劇を取り入れたものなど多様な表現方法が用いられ、生徒たちは楽しみながら発表を行った。

## 4 成果と課題

「水」をテーマとした調べ学習を通して、以下の成果が見られた。

### ○テーマを設定する力の育成

テーマを設定する際、実験や観察を通して確かめ



られるものを設定するよう時間をかけて指導した。そのことで、単なるインターネットの貼り付けではなく、実際に見たもの、触ったものから考察し、結果を導き出す学習ができた。また、自分の仮説通りにいかず、途中で試行錯誤する姿や、実験結果がうまく出なかったため、発表後、別の方法でもう一度試す者など、新たな課題に挑戦する姿も見られた。

#### ○発表力の育成

発表については、原稿から目を離して発表できる生徒や、立ち位置やレポートの見せ方などに工夫する生徒の姿が見られた。

しかし、以下に述べるような課題も残された。

#### ●五感を通した問題解決の手法の導入

インターネットはいとも簡単に情報を収集できるため、コピーとその貼付で資料が作成でき、あたかも問題解決を図ったかのような勘違いをする生徒が多い。今後、実験や観察、調査といった五感を通した問題解決の楽しさと喜びを味わわせる学習展開を工夫する必要がある。

#### ●生徒自ら「伝えたい」という思いに至るための研究内容の充実

班内で発表を行ったが、まだまだ聞き手を意識して話すことのできる生徒は少ない。また、クラス内発表では、小道具作りや演出に力を入れすぎ、発表内容について精査させる指導が十分でなかった。ややもするとパフォーマンスや作品の出来映えに目がいきがちであるが、今後、いかに「伝えたい」内容にまで高めるか、中身の充実が課題である。

#### ●研究内容や表現方法の良さを見極める力の育成

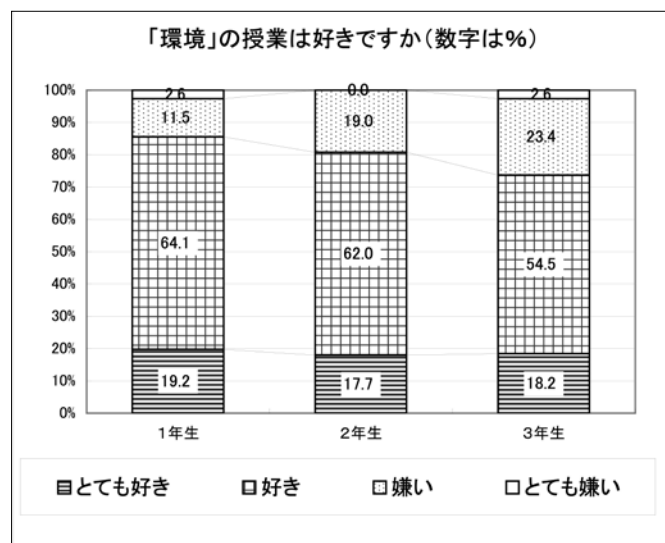
班内で代表を選ぶ際、評価の観点を与えたものの、子供の人間関係等で内容の優れたものが選ばれない班もあった。このことから、優れた研究内容やその表現方法にはどういった観点や工夫が盛り込まれているのか、その良さを見極める力の育成に努める必要がある。例えば、博物館等の見学の際に、ディスプレイなどに着目させ、指導するのも有効な手だてだと考える。

### (3)「環境」に対する生徒の意識

理科と同様、SSHに係る高校生対象のアンケートについて、中学生にも対応できる内容を抜粋し、調査を行った。

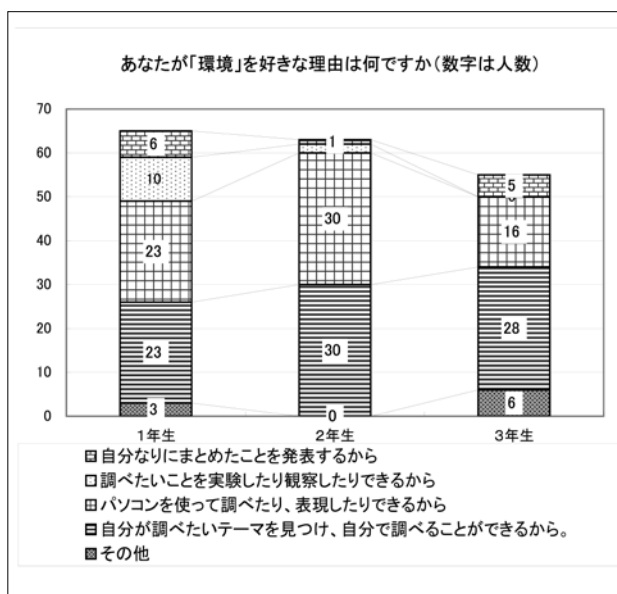
全学年を通して、『環境の授業』が「とても好き・好き」と回答した生徒は、1年生 83.3%、2年生 79.7%、3年生 72.7%であった。

「環境を好きな理由」としては、『自分が調べたいテーマを調べ、自分で調べることができるから』と『パソコンを使って調べたり、表現したりできるから』と回答する生徒の割合がいずれの学年においても高い。反面、「調べたいことを実験したり観察したりでき



るから」と回答する生徒の割合が少なく、環境の時間は、主としてインターネットを使った調べ学習や、発表のためのまとめの時間になっていることが分かる。

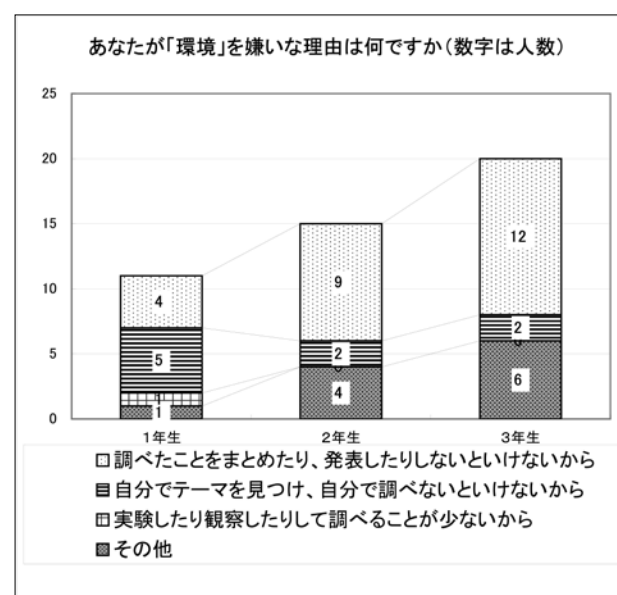
次に、「環境が嫌いな理由」としては、「調べたことを、まとめたり、発表したりしないといけないから」が学年進行に伴い増加している。



#### (4) 成果と課題およびその改善策

「環境」の授業が好きと回答し、その理由としては、自分でテーマを選び、自らの考えた方法で調べ、それを発表できることにあると考えられる。高校の環境科学科へ進学する上において、中学校の時点で調査・発表のスキルを一定身につけているものとする。

しかしながら、「環境の授業が嫌い」と回答する生徒も少なからずおり、その理由を見ると、1年生は「自分でテーマを見つけ、自分で調べないといけないから」の割合が高く、テーマの選択、調査方法において、さらに教師からの助言を必要とする生徒がいることが分かる。さらに、「調べたことをまとめたり、発表したりしないといけないから」の割合も多く、教師の指導のもと、まとめる技術・発表する技術を身につけていけば、苦手意識を取り除くことが出来るのではないかと考える。



さらに、前述したように、この時間は、主としてインターネットを使った調べ学習や、発表のためのまとめの時間になっ

ていることから、実験や観察、調査やものづくりといった直接体験を重視する「総合的な学習の時間」の趣旨に立ち返り、環境の時間のあり方について再考する必要がある。

#### 4 今後の理数教育・環境教育について

平成19年11月7日、次期の学習指導要領改訂に向け、教育課程部会において「審議のまとめ」がとりまとめられた。本年1月17日には中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」が出され、平成21年度から小・中

学校において移行措置が始まることになる。

次期の学習指導要領では、選択教科は廃止され、総合的な学習の時間の授業時数は、現行よりも週1コマ程度縮減されることになる。その分、国語や理数等の授業時数に充てられ、これにより「習得」、「活用」は主として教科で担い、「探究」は主として総合的な学習の時間で担うという各教科と総合的な学習の時間との役割分担が明確になった。

こうしたことを踏まえ、新学習指導要領が告示され移行期間に入る平成21年度までに、本校が開校以来実施している教科、独自教科、「環境」（総合的な学習の時間）の役割分担を明確にし、それぞれのカリキュラムについて見直しを図る必要がある。

## 7 その他

### [1] 成果発表会（中間報告）

#### 【実施要項】

1. 日時 2008年2月5日（火）

10時00分～10時10分 開会行事（学校長挨拶）

10時10分～11時00分 基調講演「熱帯林生態系と地球環境問題」  
京大大学生態学研究センター教授  
北山兼弘先生

11時10分～12時00分 ポスターセッション

13時05分～14時15分 公開授業

①1年生 SS 環境科学（ディベート学習）

「日本は、遺伝子組換え作物の販売を  
中止すべきである。是か非か。」

②2年生 SS 探究科学Ⅱ（研究発表）

数学（情報）「ビューフォンの針」

物理「ロボットの安定した二足歩行について」

環境「神社林からのぞく地球環境」

化学「香料の研究」

生物「田辺湾におけるタマキビ類の

すみ分けに関する研究」



14時30分～15時20分 事業報告・研究協議・閉会行事

#### 【実施概要】

(1) 基調講演「熱帯林生態系と地球環境問題」

京大大学生態学研究センター教授 北山 兼弘先生

京大大学生態学研究センター教授 北山兼弘先生をお招きし、「熱帯林生態系と地球環境問題」について講演していただきました。先生のご専門は、熱帯林をモデルとする生態系生態学で、ボルネオ島・キナバル山を研究拠点とされています。土壌（分解系）と地上植生（生産系）には栄養塩類のやり取りを通して機能的な繋がりがありません。これら2つの関係を通して、森林生態系の構造がどのように時空間的に変化するかを研究されています。植物体の45～50%が炭素であることや地球の炭素量の約半分が熱帯林に存在していることなど、炭素の循環について説明していただきました。熱帯林の土壌はやせているが有機物の分解活性が高く、栄養塩類の植物への供給が維持されているため、巨木が育つのだそうです。また、東南アジアの現状や地球温暖化を加速させる可能性などについてふれられ、自然科学の力



(技術開発等)だけでなく、自然科学と社会科学による総合的な判断力(人間としての生き方)が今後必要になってくることを教えていただきました。

## (2) ポスターセッション



環境科学科2年生「探究科学Ⅱ」の授業で行っているテーマ別課題研究の成果をポスターセッションで発表しました。発表内容は、数学・情報・環境・物理・化学・生物の6ゼミ25テーマで、各班とも発表の仕方を工夫し、この1年間行ってきた研究について熱心に説明していました。出席された先生方からは、研究についての質問や貴重なアドバイス等をいただきました。環境科学科1年生もポスターセッションを見学

し、積極的に質問していました。

## (3) 公開授業

### ① 1年生 SS 環境科学 (ディベート学習)

環境科学科1年F組が肯定側、G組が否定側となり、論題「日本は、遺伝子組換え作物の販売を禁止すべきである。是か。非か。」についてディベートの試合を行いました。肯定側立論として、「国民の健康を守る」「生態系が守られる」、否定側立論として、「食糧危機に陥る」「日本経済の停滞」があげられました。肯定側からは、トリプトファン事件や遺伝子組換え作物の遺伝子の自然界への流出による危険性について、否定側からは遺伝子組換え作物の販売を禁止することによる食糧不足や日本経済の損失について詳しく説明がなされました。両者とも証拠資料やデータを駆使して議論をたたかわせましたが、判定では否定側が勝利しました。最後に、ジャッジの先生より講評があり、終了しました。



② 2年生 SS 探究科学Ⅱ (研究発表)

情報ゼミから「ビューフォンの針」、物理ゼミから「ロボットの安定した二足歩行について」、環境ゼミから「神社林からのぞく地球環境」、化学ゼミから「香料の研究」、生物ゼミから「田辺湾におけるタマキビ類のすみ分けに関する研究」が代表としてプレゼン発表を行いました。質疑応答の時間には、参加した生徒や出席された先生から各々の研究に関する質問が出されました。



#### (4) 事業報告・研究協議

本校の研究課題(基礎知識の定着に向けた「学習」から主体的な「研究活動」に向けた理数教育の構築、スキル向上を目標とする環境問題学習の構築、中高一貫教育のメリットを活用した理数教育の構築)など、SSH 実施計画の概要説明の後、環境科学科や向陽中学校の取組について説明を行いました。



#### 【出席者の感想】

「ディベートは意見をまとめ、主張するよい教育であり、効果があがっていると感じた。」「活発な意見交換がなされており、審判員生徒2人のコメントは的確で、見る方の視点もしっかり養われていると感じた。」

「生徒一人ひとりが一生懸命取り組み、熱心に説明していた。」

「テーマ別課題研究では、研究としてもう少し深めなければならないと思うところもある。」

「ディベートと研究発表が同じ時間帯なので、両方に参加できないのが残念である。」

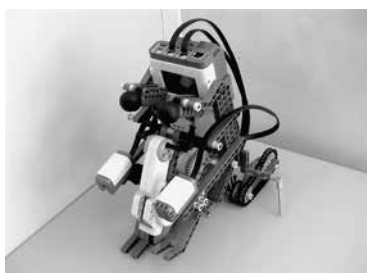
## [2] 科学系クラブ活動報告

### 【高等学校】

昨年度は科学系クラブが合同で活動することが多かったが、本年度は部員数が増加したこともあり、物理部、地学部・理学部がそれぞれの目標を定めて、活動の活性化を試みた。

#### ① 物理部

物理部では、二段式ペットボトルロケットの製作とロボットの製作・プログラミングをテーマとし、取り組んだ。二段式ペットボトルロケットは、二本のペットボトルからなり、一段目のペットボトルは噴射を終えた段階で切り離され、さらに二段目の



LEGOマインドストーム

のペットボトルが噴射するというものである。一段目のペットボトル内の圧力が変化する

ことにより切り離しを行うしくみで、その調整は非常に難しく、水や空気の量、接続部を何度も変えて発射実験を繰り返した。その結果、文化祭では多くの生徒の前で発射を成功させることができた。また、ロボットの製作とプログラミングでは、LEGOマインドストームを使用した。ライントレースロボットを

用いてプログラミングによるレース大会などに取り組み、ロボットのプログラミングについて学んだ。おもしろ科学まつりへの出展では、小さい子どもが楽しめるように、センサーを用いて声などの音に反応し、操作することができるロボットを製作した。

#### ② 地学部・理学部

校外研修では、7月20日（金）に貝塚市立善兵衛ランド（天文台）を訪問した。金星を中心とする天体観測や天体望遠鏡の歴史などについて教えていただいた。この施設の名称になっている岩橋善兵衛氏は、江戸時代に望遠鏡製作を唯一専門にしていた人で、訪問した日は、彼が日本で初めて天体観測会を行った日であった。曇り空のため、観測が十分に行えなくて残念だったが、江戸時代の科学者の業績にふれることにより、学問に対する姿勢についても学ぶことができた。また、地学部と理学部が合同でイカの発光バクテリアの培養などにも取り組んだ。スルメイカを釣菌し、固形培地に移し、植えかえを行うのに苦労したが、文化祭で展示することができた。理学部を中心として、アホロートルの飼育・観察も続けている。



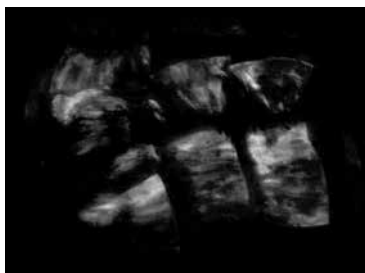
ペットボトルロケット



善兵衛ランドで研修



発光バクテリアの培養



暗室で発光



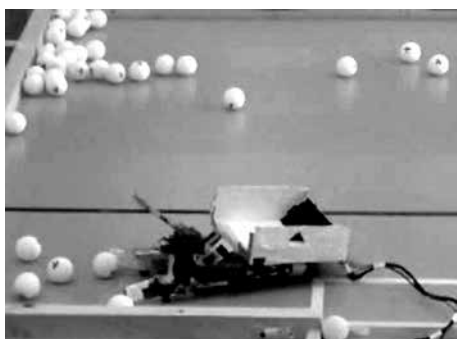
アホロートル

【評価と課題】 3つのクラブの特徴をいかしながら、継続的な活動を通し、科学的なスキルの向上、内容を深めていけるよう、今後さらに取り組んでいきたいと考えている。

## 【中学校】

### ① きのくに学生ロボットコンテストへの出場

和歌山県で今年度からきのくに学生ロボットコンテストが開催されることになりその中学生部門への出場に向けて、ロボット製作に取り組んだ。競技は、50球のピンポン球を3分間でゴールに入れた数を競うものである。理科部内で1～3人のグループを作り、計9チームによりロボット製作を行った。ボールの集め方、ゴール



への入れ方などグループごとに工夫を凝らし、ピンポン球をすくって集めるロボットやローラーを回転させてピンポン球を掻き込んで集めるロボットなど、さまざまなロボットを製作した。地区予選では本戦への出場枠である1位～4位に全て本校のチームが入ることができ、本戦への出場を決めた。本戦には各地区から予選で勝ち抜いた計16チームが出場し、本校から出場した4チームは、準優勝と第4位という成果をあげることができた。

### ② エコキャンドル・エコうちわづくり

エコをテーマに物づくりに取り組んだ。家庭や文化祭で出た廃油を用いてアロマキャンドルづくりをおこなった。ろうそくの大きさや芯の太さ、香料の分量などの条件を変えて試作を繰り返した。また、古紙を小さく砕き、紙すきを行ってうちわ作りをした。製作したキャンドルとうちわをセットにして文化祭で販売したところ、全て売り切れる好評ぶりであった。



### ③ 生物と環境に関する調査

和歌山市内の十数カ所の河川に行き、生息する生物の数や種類について調査を行った。調査した生物について、その中に含まれる外来種の割合や種類について考察した。また、捕獲したザリガニに着色料入りのエサを与え、体色の変化を確かめる実験等にも取り組んだ。調査内容は、校内の文化祭で展示による発表を行った。





### [3] 科学系クラブ研修「兵庫県立人と自然の博物館」

#### 【目的】

博物館での研修を通じて、自然科学についての興味関心を深める。また、高知県横倉山の凝灰岩から抽出されたデボン紀放散虫に見られる顕著な進化を調べる研修を通じて、科学的手法による研究方法や考察法を学習することをねらいとした。

#### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成20年1月19日(土) 10時00分～15時00分
- (2) 対 象 向陽高等学校 地学部 9名(2年9名)  
物理部 9名(1年8名、2年1名)  
向陽中学校 理科部 15名(1年3名、2年6名、3年6名)  
計 33名
- (3) 講 師 兵庫県立人と自然の博物館 埋蔵自然遺産研究グループ主任研究員  
兵庫県立大学 准教授 古谷 裕氏
- (4) 場 所 兵庫県立人と自然の博物館  
(兵庫県三田市弥生が丘6丁目)
- (5) 日 程 10:00 講義 古生代デボン紀の放散虫に見る生物進化  
11:00 実験 放散虫化石の観察  
12:00 昼食休憩・博物館見学  
13:00 実験 放散虫化石の観察、考察  
14:00 博物館見学

#### 【実施概要】

##### 1 講義 古生代デボン紀の放散虫に見る生物進化

放散虫とは、海洋に生息する動物性プランクトンであり、形が中心から放射状に広がった仮足を持っていることからこの名が付けられている。浮遊性の原生動物で骨格に珪酸分(二酸化珪素)を含んでおり、チャートの原材料である。

放散虫のような顕微鏡でないと観察することができないような小さな化石を微化石といい、分布範囲が広く、多数の個体が得られる点で大型化石よりも優れている。放散虫化石を調査することにより、放散虫の進化による形態変化、放散虫を含む岩石の



できた時代の正確な決定、大規模な地質構造の推定、日本列島のでき方などを知ることができることを学習した。また、西日本の基盤岩類の分布や柱状図、放散虫化石の時代による移り変わりについても説明があった。

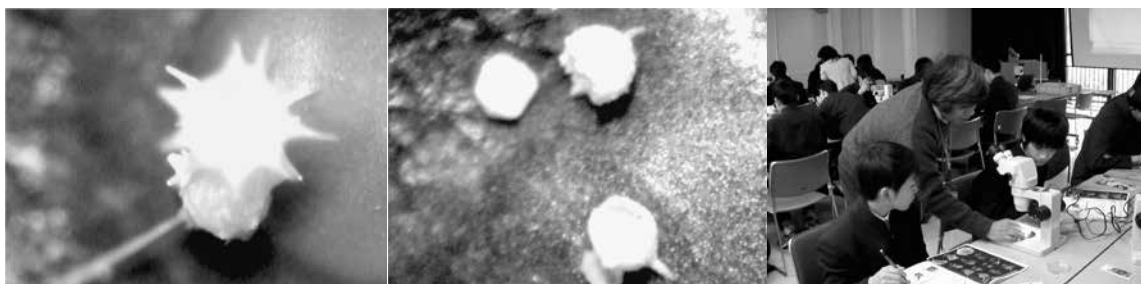
## 2 実験 放散虫化石の観察

実験では、高知県越知町横倉山の中畑セクション（厚さ70mの凝灰岩層）から採取した岩石を使用した。この岩石を1～3cm程度の大きさに割り、5%程度のフッ化水素酸溶液に約24時間浸す。放散虫の骨格は周囲の岩石よりも溶けにくい残渣として残る。これを60 $\mu$ m程度の穴の開いたふるいでこし取り、中和して乾燥させた試料を用意していただき、観察に使用した。観察の手順は以下の通りである。



### 放散虫の観察操作手順

- ①双眼実体顕微鏡で試料を見ながら、骨針など放散虫の特徴を見つけ出し、標本とする放散虫を探し出す。
- ②筆を水で濡らし、双眼顕微鏡で見ながら筆先に放散虫をつける。
- ③木工用ボンドをつけた電子顕微鏡用試料台に筆についた放散虫をつける。ボンドが水に溶けて、放散虫が試料台に接着される。
- ④双眼実体顕微鏡で観察を行う。



### 【評価と課題】

人と自然の博物館には数多くの体験プログラムがあり、その中から生徒にアンケートを取り、最も希望の多かった分野から本研修を企画した。微化石の採取の操作は実体顕微鏡を用いた根気のある作業であったが、意欲的に取り組む姿が見られた。研修対象生徒は中学1年生から高校2年生までと幅広く、さらに講義は高度な内容も含まれていたが、アンケートの結果からは中学生と高校生で研修に対して感じた難易度や理解度に大きな差は見られなかった。今後もこのような題材を選定し、研修を継続させていきたい。

### 生徒アンケートより

- ・同じ放散虫でも進化のしかたが違ったことが興味深かった。内容は難しかったが、聞いて面白かった。
- ・化石といえばアンモナイトなどと思ったけど、今回、全く知らないプランクトンの化石を調べられてとても勉強になったし、良かったと思います。

#### [4] 青少年のための科学の祭典 和歌山大会「おもしろ科学まつり」

##### 【目的・目標】

21世紀にわが国が「科学技術立国」として新たな飛躍を遂げ、また、科学技術をもって世界に貢献していくためには、科学的思考を身につけた真に創造性豊かな人材を育成することが最も重要な課題だと言われています。

しかし、20歳から60歳までを対象にした日本の大人の科学知識はEU諸国の平均よりも低く、OECD諸国の中で13番目という現実があります。子供の時は世界の約40カ国の中で1番から5番というレベルにある一方で、大人になるとなぜこれほどまでに落ち込んでしまうのか。

このような傾向を打破するためには、小・中学校および高等教育における科学教育の改善のみならず、大人になってからの生涯学習にも重きを置いた対処方法が重要であることが分かります。

「青少年のための科学の祭典」は、工作や実験を体験することができる貴重な場です。様々なメディアが発達し多くの情報が簡単に手に入る今の時代、知識として知る機会は多くなりましたが、そのようにして得た知識は時間の経過とともに忘れがちです。しかし、実体験を通して覚えたことは不思議と忘れません。この祭典は、子供たちにとっては、さまざまな実体験を通して新たな感動を覚え、知的好奇心が刺激されるよい経験になるでしょう。大人の人たちにとっては、普段遠ざかりがちな科学の世界にふれるよい機会になることでしょう。大人たちが科学のおもしろさにふれ、楽しみを見いだすことができれば、自然と子供たちも一緒になって楽しむことができます。

中・高校生にとって、「青少年のための科学の祭典」に参加することは、自身のコミュニケーション能力を高めるだけでなく、自己のもつ知識を再統合するためにも役立つことでしょう。昨年度、本校生徒も初めて「青少年のための科学の祭典 和歌山大会 おもしろ科学まつり」に参加し、演示・実験ブースを2ブース、中学生向け科学実験教室を1ブース担当しました。

そして今年度も、昨年度に引き続きこの祭典に参加し、演示・実験ブースを3ブース担当しました。参加生徒たちは、科学のおもしろさを伝えることに喜びを感じると同時に、状況に合わせた対応を創意工夫していくことの難しさに気づくなど、普段経験できない貴重な経験をすることができ、大きな達成感をもって終了することができたようです。

このような活動を通して、世代をこえ、社会全体における科学の関心度が高まれば、日本の将来はより明るくなっていくと考えられるのではないのでしょうか。そうなることを願いつつ、そのためのきっかけ作りに少しでも寄与できていることを信じたいと思います。

##### 【実施要項】

(1) 開催日 平成19年10月13日(土)・14日(日)

(2) 場 所 和歌山マリーナシティ〔わかやま館〕

(3) 出 展 演示・実験ブース 3ブース担当

(4) 参加者 理科教員5名

中学3年生2名 高校普通科・環境科学科1年・2年生延べ人数29名

## 【実施概要】

### (1) ホバークラフトに乗ろう

ホバークラフトとは、1952年イギリス生まれの若い乗り物です。送風機を使って機体の下に大気より大きな圧力の空気を押し込むと、空気の力で機体が少しだけ浮き上がります。床から浮き上がったところで軽く背中を押してもらって動き出したら止まりません。慣性で滑るように進んでいきます。



### (2) ビーズで作るDNA

DNAとは、地球にすんでいるほぼ全ての生き物がもっているもので、遺伝の情報が記録されています。このDNAの構造をビーズとワイヤーを使って模型化し、しっかりとよく観察してみよう。



### (3) 動け！ロボットくん

私たちの目や耳のように、ロボットはセンサーでまわりの様子を知ることができます。例えば、サウンドセンサーがあるとロボットは周囲の音をとらえることができます。

次に、ロボットを動かすためにはプログラムが必要です。例えば、「音が聞こえたら、前進せよ」のようなロボットを動かすための命令です。ロボットは与えられた命令通りに動き、プログラムがないとロボットは動きません。



そして、ロボットの動作はモーターによって生まれます。モーターは回転しかしないため、ギア（歯車）を組み合わせて、さまざまな動きに変えます。19個のモーターをもち、人間のようないろいろな動きができる「KHR-1HV」や、レゴブロックを組み合わせていろいろな形や動きを作ることができる「LEGO MINDSTORMS NXT」など、さまざまなロボットを見て、動かして、楽しんでください。

## [5] SSH生徒研究発表会

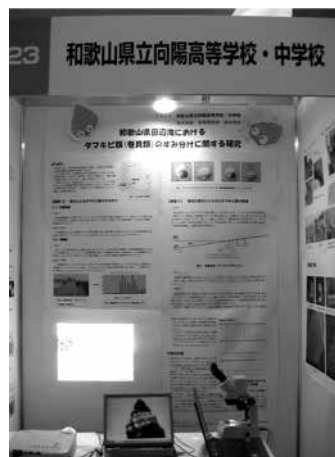
### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成19年8月2日(木)～3日(金)
- (2) 場 所 パシフィコ横浜
- (3) 参加者 環境科学科2年 ポスターセッション発表者3名  
環境科学科1年(希望者)5名

### 【実施概要】

#### ①開会式・オリエンテーション

開会の挨拶のあと、国立科学博物館動物研究部動物第三研究室長の窪寺恒己氏による「科学者としての魅力とやりがい～深海に潜む巨大イカ類を追って～」についての講演があった。博物館の研究員の仕事には、担当動物の調査・研究、標本・資料の収集と管理、展示の企画・立案・監修、教育普及活動などがある。今回の講演では、ダイオウイカの生態や撮影に成功するまでの経緯等を中心に、担当動物の調査や研究について教えていただいた。講演の最後には、参加生徒達に向けて、「科学する心・科学する力・科学する技を身につけ、日本の科学を支える人材に育ててください。」とメッセージが伝えられた。



#### ②研究発表分科会(4分科会)

各分科会で5～6校の発表があり、第1分科会は奈良女子大学附属中等教育学校「モーションキャプチャシステムの開発とその応用」、第2分科会は群馬県立高崎高等学校「風の流れの可視化」、第3分科会は福岡県立小倉高等学校「送粉シンドローム～植物における生殖戦略の進化～」、鹿児島県立錦江湾高等学校「色素増感型太陽電池の研究」が代表校として選出された。

#### ③ポスターセッション

本校からは、環境科学科2年「SS探究科学Ⅱ」の授業で行っているテーマ別課題研究の生物ゼミ3名が「和歌山県田辺湾におけるタマキビ類(巻貝類)のすみ分けやその行動について」の成果を発表した。

#### ④代表校発表・講評・閉会式

分科会代表校の発表と奈良教育大学副学長の重松敬一氏による講評の後、文部科学大臣奨励賞、科学技術振興機構理事長賞、ポスターセッション賞などの表彰があった。

## [6] 全国SSHコンソーシアム長崎への参加

### 【実施要項】

- (1) 日時 平成19年7月23日(月)～24日(火)
- (2) 参加者 教員1名 環境科学科1年生2名
- (3) 講師 長崎大学 名誉教授 新川 詔夫氏 助教授 吉浦 孝一郎氏
- (4) 日程 7月23日(月) 爪からのDNA抽出による耳垢型の判定(長崎大学医学部)  
7月24日(火) 第2回全国SSHコンソーシアム長崎研究会  
(長崎ブリックホール国際会議場)

### 【実施概要】

長崎西高等学校は、コンソーシアム(研究共同体)を立ち上げ、爪から取り出した乾型耳垢型遺伝子の全国地図作成を行い、古代弥生人の移住経路の解明に取り組んでいる。このコンソーシアムを全国のSSH校との交流の場と捉え、今後の向陽高校SSH活動のリーダー育成を目的として、1年生2名を参加させた。また、本校も爪の収集活動に協力するとともに、共同研究に参加し、弥生人型日本人の起源・移動・拡散について考察した。

#### 爪からのDNA抽出による耳垢型の判定

爪のDNAを抽出し、遺伝子型を判定するまでの一連の作業を実際に行なった。まず、ABCC11 遺伝子の耳垢型を決定するDNA断片をPCR法により増幅させた。その後、制限酵素反応を行い、3%アガロースゲルの電気泳動を行った。その結果を、紫外線による写真撮影をして遺伝子型の判定を行った。

#### 第2回全国SSHコンソーシアム長崎研究会

研究会では、これまでの研究成果について発表があり、新川教授は、数年後にこの研究成果を社会科の教科書に載せたいと意気込みを話された。その後、SSH共同研究校から各学校でのSSH活動の報告があり、本校生徒も昨年度から行っているSSH活動についての発表を行った。このことにより、改めて自校のSSH活動に対する理解が深まったようである。



### 【評価と課題】

本研究会への参加対象を、1年生とした。高校で生物をまだ4ヶ月しか学習していない状態での参加であり、PCR法など遺伝子についての高度な内容については、理解が難しい様子であった。しかし、SSH活動にこれから本格的に取り組んでいく1年生が、多くのSSH校の先進的な取り組みを知り、刺激を受けられたことは意義深い。この経験をもとに、今後の課題研究等のSSH活動において中心的な役割を果たすことを期待したい。

#### [7] 第4回高校化学グランドコンテスト

主催 大阪市立大学 読売新聞大阪本社

日時 平成19年11月4日(日) 9:30~16:45

場所 大阪市立大学(杉本キャンパス) 学術情報総合センター10階大会議室

参加者 教員2名 環境科学科2年生6名

#### 【実施概要】

「高校化学グランドコンテスト」は、高校生および工業高等専門学校生(3年生以下)を対象に平成16年度から開催され、本年度で第4回をむかえるコンテストです。授業の一環として行ってきた実験・研究成果などを発表できる機会をいただけるということで、本校の環境科学科2年の化学ゼミ6名(2班)が初めて参加し、「香料(エステル)の研究」、「アスコルビン酸の定量実験の研究」についてポスターセッションを行ってきました。

全国から研究熱心な高校生たちが集まり、授業やクラブ活動で取り組んできた研究内容、合計33テーマについて熱心に意見交換がなされました。参加した生徒たちにとって、高校生同士で情報交換したり研究の第一線で活躍されている先生方に指導していただいたり、非常によい勉強になったようです。



## 【8】サイエンスキャンプに参加して

・サマーサイエンスキャンプ（足利工業大学総合研究センター）

### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成19年7月31日（火）～8月3日（金）
- (2) 場 所 足利工業大学 総合研究センター
- (3) 参加者 環境科学科2年 1名

### 【実施概要】

自然エネルギー利用（風力、太陽光、バイオマス）に関する講義を受けた後、風車やソーラーク



カーが展示されている「風と光の広場」を見学した。講義では、自然エネルギーの現状や将来の展望について学習した。太陽光や風力利用の実習では、「ソーラークッカー」や「小型風力発電機」の製作や風洞実験を行い、各々の種類や特徴について説明がなされた。また、3日間の成果について資料を作成し、発表も行った。



・サイエンスキャンプ（高エネルギー加速器研究機構）

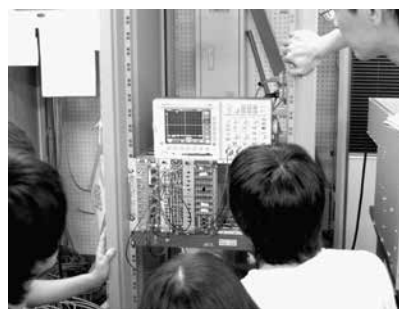
### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成19年8月30日（木）～9月2日（日）
- (2) 場 所 高エネルギー加速器研究機構
- (3) 参加者 普通科2年 1名

### 【実施概要】

高エネルギー加速器研究機構は、世界最先端の巨大な加速器を用いて、宇宙の謎の解明や物質の極微の世界の探究を進めているところです。

このサイエンスキャンプでは、チェンバー製作実習やコース別実習などがあった。コース別実習では、「Be11e実験の実データを使った新粒子の探索」、「自作したワイヤーチェンバーを用いた宇宙線の研究」、「Be11e測定器を用いた宇宙線の速度の測定」、「Be11e測定器を用いた宇宙線の角度分布の測定」の4つのコースに分かれて実習が行わ



れた。宇宙線の速度の測定のコースでは、実際にオシロスコープを使って、様々な数値を記録し、パソコンを使って計算し、速度を求めた。

### 【評価と課題】

サイエンスキャンプに参加した2人の感想には、「全国と同じ興味をもつ仲間だけでなく、研究者の方々とも交流することができて、有意義であった。」「普段の授業では体験できない実験・実習などを行うことができ、いろいろなことを学ぶことができた。」とあった。最先端の研究施設で、先進的な研究テーマに取り組んでいる研究者や技術者から指導を受けたり、同じ興味をもつ人と交流することにより、刺激を受け、さらに科学に関する関心が高まったようである。



### 3章 実施の効果とその評価

#### 〔1〕事業アンケート

研究室や企業の訪問、先端科学講座を通じて、各事業ごとにアンケートを実施した結果を下に示す。なお、各事業の内容と対象生徒は右

アンケートの各項目の詳細	対象生徒
(1)SS探究科学I・SS環境科学における特別事業	環境科学科1年生
①通常の形態での講義・実習	*ただし、③は 中学3年生を 含む。
②特別授業「英語による講義」	
③特別授業「中高連携授業」	
(2)宿泊研修「ラボツアー」	環境科学科2年生
(3)宿泊研修「サイエンスツアー」	

表の通りである。(1)は平日の授業時間を中心に実施し、(2)は1泊2日の日程で近畿圏内の大阪大学、京都大学を中心に研修を行った。また、(3)は2泊3日の日程で首都圏を中心に研修を行った。

また、それぞれの項目内の【結果】の棒グラフに関する度合いに関しては、右の指標に基づくものとする。



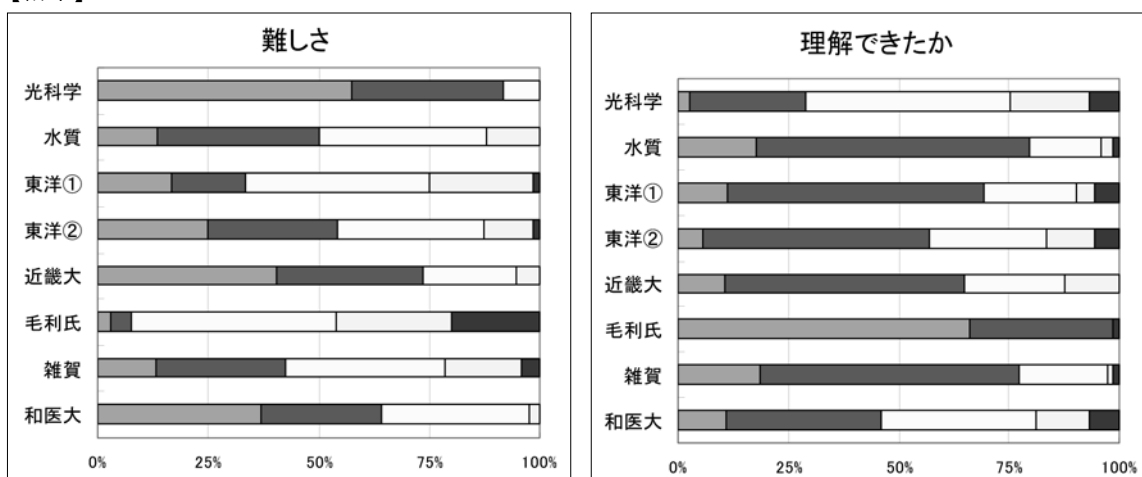
#### (1) SS探究科学I・SS環境科学における特別事業

##### ① 通常の形態での講義・実習

研究室訪問や先端科学講座を通じて、各事業ごとにアンケートを実施した結果を次ページに示す。1年間で行った研修内容は下の表に、実施時期の順に示した。また、表中の( )については、(研)研究室訪問、(実)実験講座、(企)企業訪問、(先)先端科学講座を示している。なお、10月18日の先端科学講座は「英語による講義」であるため、また、11月5日に実施した和歌山大学の研修についても、中学3年生と高校1年生が合同で授業を行った形態であるため特殊な研修として別の項目で考察することとした。

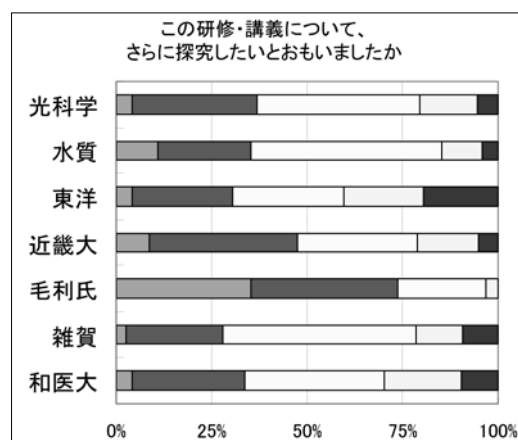
研修場所・関係機関	研修内容	実施日時
関西光科学研究所	(研)施設の見学と実験	6月14日
本校	(実)①水質分析	6月21日
(和歌山大学・教育学部)	②実験操作	7月12日
東洋精米機器製作所	(企)①無洗米製造施設・精米機器工場見学	8月30日
	②ISO14001認証取得に関わって	9月6日
近畿大学(生物理工学部)	(研)遺伝子・生物工学の実習	9月3日
本校(大阪大学)	(先)バクテリオファージの紹介	10月18日
和歌山県民文化会館	(先)宇宙の地球人としての私たち	10月19日
本校(和歌山大学教育学部 ・システム工学部)	(先)科学全般・数学・情報・物理・ 化学分野の講義と実習	11月5日
本校(雑賀研究所)	(先)シトラスセンサー	11月19日
和歌山医科大学	(先)「バイオサイエンスと医学」	11月20日

【結果】



それぞれの研修について、難易度と理解度を示す（以下、グラフ内の関係機関名については略称とする）。難しいと感じた内容については、やはり理解できたと答えた生徒が少なくなっている。しかし、難しいと感じた内容についても、全体の50%程度は理解できたと回答しており、既習内容を超えた分野であっても、研究内容や講義の内容をわかりやすく説明していただくなどの配慮によって、ある程度の成果を得ることはできた。また、毛利衛先生の講演は大変好評であった。

次に、それぞれの研修・講義について、さらに探究したいかどうかについてたずねたところ、右表のような結果であった。毛利衛先生の宇宙に関する講義は宇宙への憧れや未経験の事象へのイメージをふくらませる上で、大変興味深いものであったようである。それ以外の研修では、探究心を持続させた生徒は半数に達していない。生徒の興味・関心が多様化していることも一因であると考え、研修を受けたことで学習が完結したと感じているのかもしれない。今後、さらに興味・関心を継続させるための事後指導など、工夫が必要であると感じている。



② 英語による講義

生徒の感想を見る限り、講演内容を完全に理解できた生徒は多くはなかった。講演における研究関連についての説明は専門性が高く難しかったと評価しているが、英語がわからなくても図や絵をうまく使用し説明をしてくれたので、内容については理解できたという意見があった。また、SS探究科学Iでファージについて学習した後の講義であったので、わかりやすかったという意見もあった。英語での講義は新鮮で、また日本語での講義よりも注意深く講義を聞くことができ、貴重な経験となったという評価もあった。しかし、英

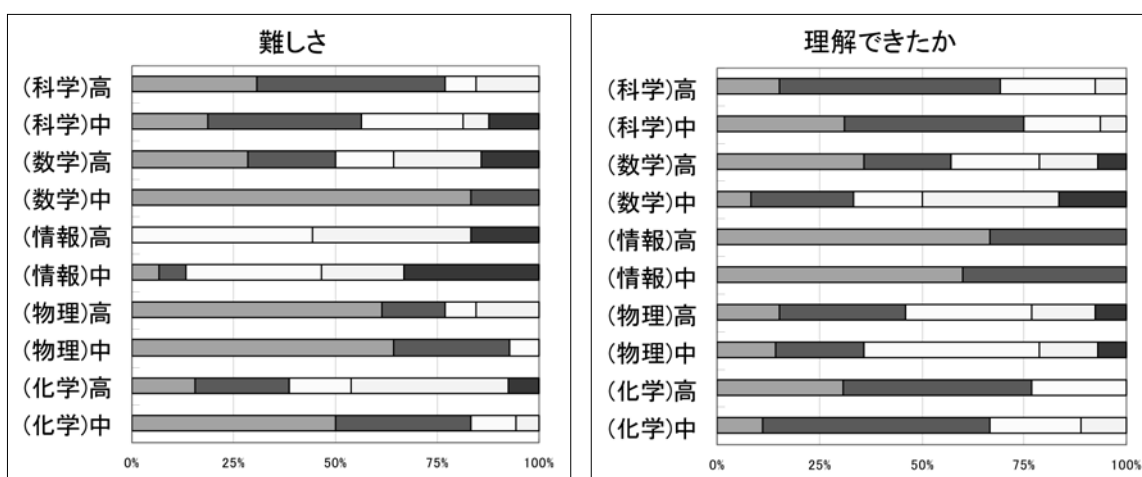
語を聞くことに必死になってしまい、内容理解までたどり着かなかったという意見もあり、英語のリスニング力により、内容の理解度に差がついたようである。

③ 和大講座（中高連携授業）

和大講座として、高校1年生と中学3年生で合同授業を行った。講座内容は、右表のように、自然科学分野を5つの領域に分け、希望の講義を受講した。アンケート結果については、各領域ごとに高校生・中学生別に示した。

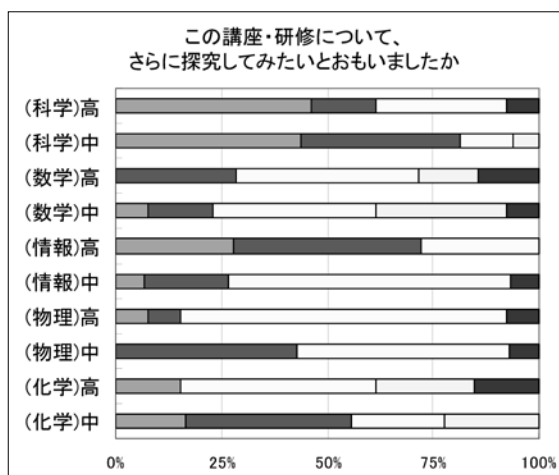
分野	講座内容
科学全般	現代科学事情
数学領域	おもしろい確率
情報領域	マルチメディア
物理領域	身の回りの先端科学技術
化学領域	身の回りの化学

【結果】



「科学」については、難しい内容であったが理解度が非常に高い。このことは、難しい内容をわかりやすく、また日常生活に関わることと関連させて説明していただいた結果であると考えられる。次に「数学」「物理」は高校生での履修範囲と、中学3年生の履修範囲に差があるため、中学生のほとんどが難しいと感じており、内容を理解するには高度な内容であったように思われる。「情報」では、コンピュータでの実習が中心であったため、高校・中学ともに理解しやすいと感じた生徒がほとんどであった。「化学」では高校・中学生とも難しいと感じている内容であるが、実験内容も充実しており理解度は高くなった。

次に、それぞれの研修・講義について、さらに探究したいどうかを聞いたところ、右表のようになった。比較的理解しやすかった研修内容では、興味・関心を持たせる内容とはならず、探究心につなげることが難しかったようである。しかし、難しすぎる学習内容においても、その内容が理解できずに、やはり探究心につながらないよ



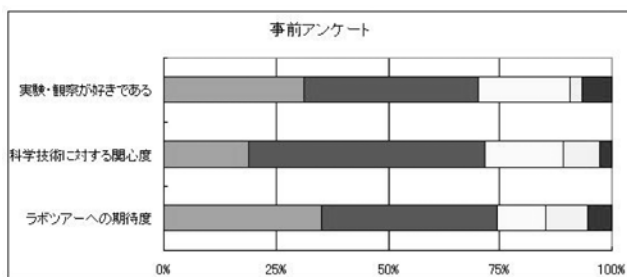
うである。対象学年が2学年にわたることで、学習目標の設定が難しく、授業内容の展開を組み立てることも困難であるというデメリットを持つが、中高生が互いに一つの課題に向けて共同で学習するということは、互いに刺激を与え学習意欲を向上させるという点で効果的だったと感じる。今回は講義や実験の中で、中学生と高校生が交流する時間を長く持てなかったが、今後は、授業の展開方法についてもさらに研究を進め、改善していきたい。

## (2) ラボツアー

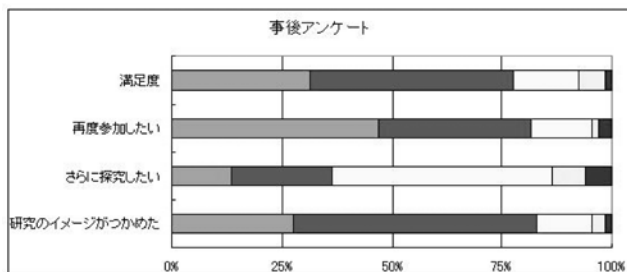
高校1年生を対象に10月25日～26日に行われたラボツアーについてのアンケート結果を下に示す。

### 【結果】

事前アンケートにより、対象生徒の75%が「実験・観察が好きで科学に対する関心がある」と答えており、またラボツアーへの期待度も非常に高いものであった。

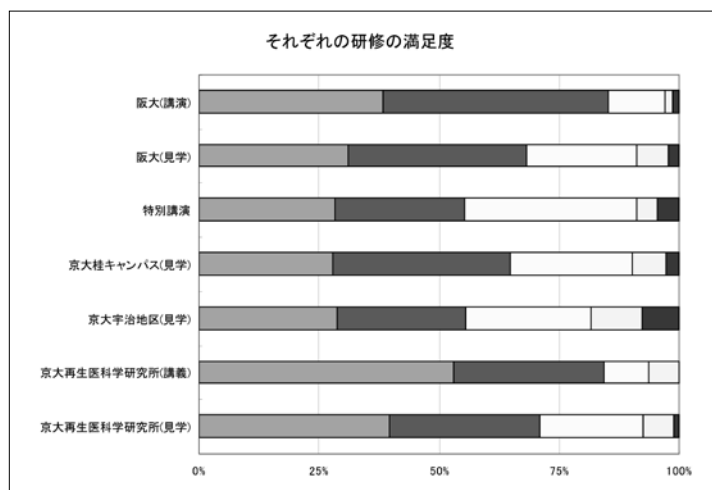


事後のアンケートでもラボツアーでの学習にほぼ満足感を得ることができ、再度参加したいと答えた生徒が多かった。また、研究室を訪問することで、大学での研究のイメージも十分にわいたようである。さらに探究したいという意見が少なかったのは、生徒の興味・関心が多様化していることや「今の自分の力では大学での研究について理解できない」という気持ちを持っていることも一因である。また、多様な内容に関する研修を行ったので、一概にすべての内容について探究したいと答えられなかったのかも知れない。



詳細を検証することで、生徒たちがどの分野をさらに探究したいか分析できると考える。

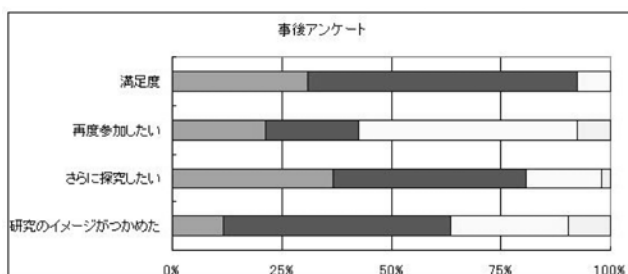
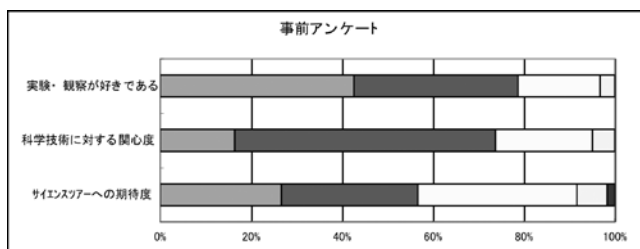
右の表には、それぞれの研修における満足度を示した。すべての研修内容において半分以上の生徒が満足しており、難易度が高くて、先端技術を扱う大学や研究施設に直接触れ、発展的な内容を学習できる研修に興味や関心を高めていると考える。



### (3) サイエンスツアー

7月23日～25日に行われたサイエンスツアーについてのアンケート結果を下に示す。なお、研修の対象は環境科学科・普通科理系希望者の2年生である。

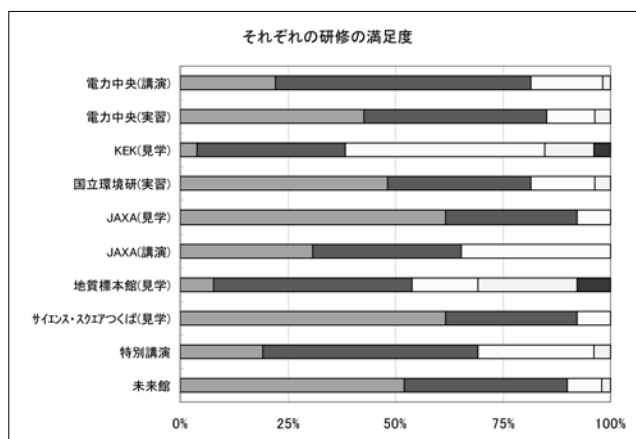
#### 【結果】



事前アンケートの結果によると、対象生徒の70%が実験・観察が好き、科学に対する関心があると答えており、また、過半数以上の生徒がサイエンスツアーに期待していた。事後のアンケートではサイエンスツアーでの学習はおおむね満足感を得ることができたようである。しかし、1年生とは違い、再度参加したいと答えた生徒は少なかった。忙しい日程でたくさんの研究施設を周り、レポート作成したことや、さまざまな分野の研修を行ったことで、自分の進路を決定し始めている生徒にとって興味・関心を持てるものに偏りが出てきたのが原因と考える。

さらに探究したいという前向きな意見が多く、実際に「探究科学Ⅱ」の授業で課題研究を始めた生徒たちにとっては、研修の内容から研究についての興味や関心を喚起された様子が伺える。

右表には、それぞれの研修における満足度を示した。結果のように、ほとんどの研修において、十分な満足度を得られているが、研修内容が難しいということで、理解することが困難な研修もあった。しかし、最先端の研究を扱う研究施設にてその一端に触れることで、進路希望に影響した生徒もおり、全体としては、生徒の期待に十分応えた研修であった。



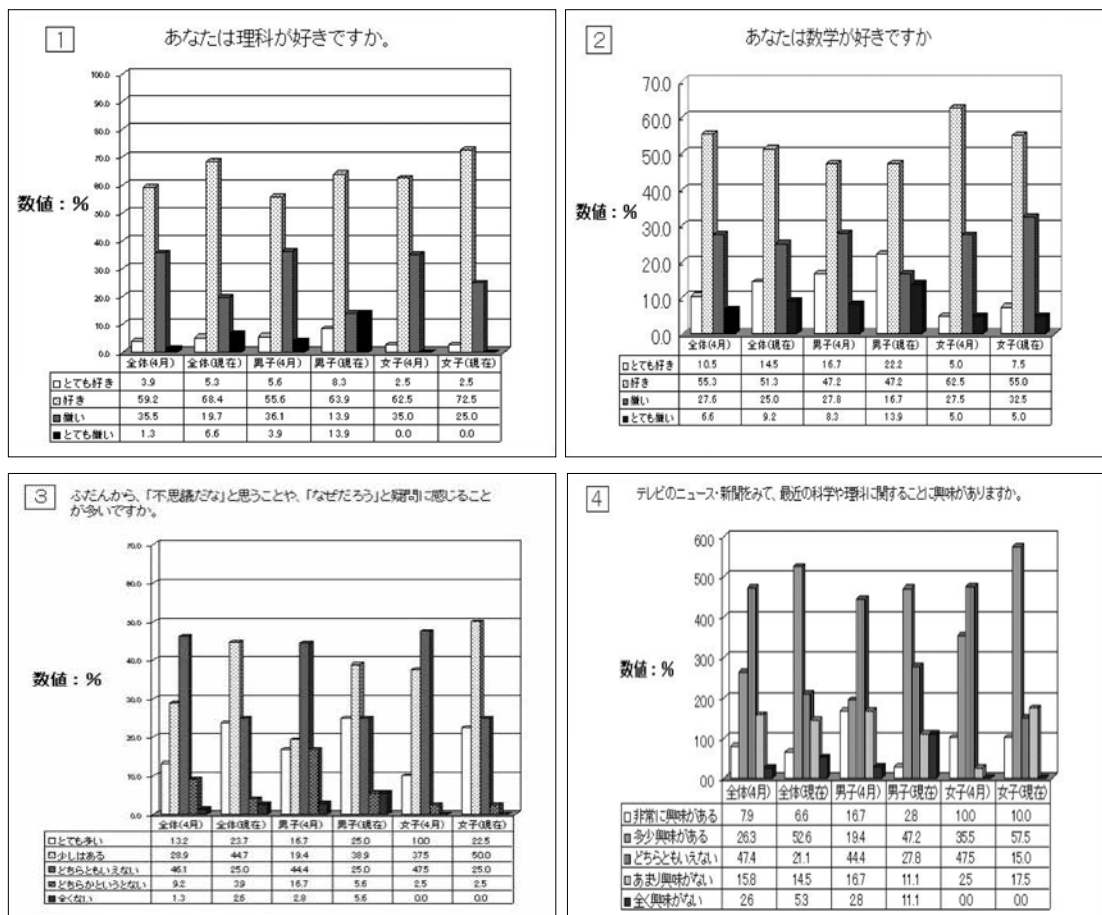
## [2] SSHアンケート

### 1 アンケートの実施

これまで2年間のSSH事業を評価するため、平成20年2月に環境科学科1年生（男子36名、女子40名）・2年生（男子40名、女子29名）を対象にSSH活動を体験してのアンケート調査を実施した。

### 2 環境科学科1年生のアンケート結果とその考察

(a) 4月のアンケート結果との比較

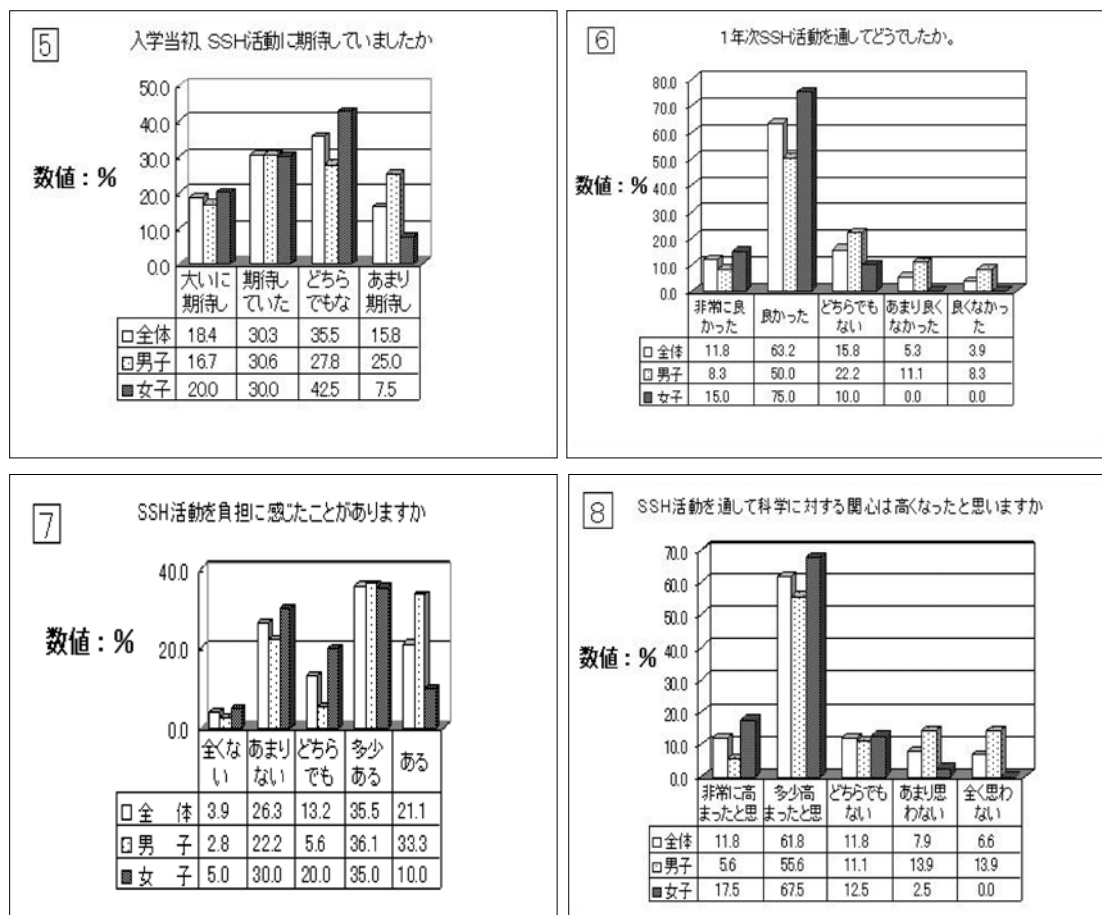


現在の環境科学科1年生は、向陽中学校からの内部進学生で、文系希望の生徒も含まれているため、高校から環境科学科へ入学してきた現在の2年生（環境科学科2年生の1年4月のアンケート結果：理科ががとても好き・好きの生徒が全体の93%、数学がとても好き・好きの生徒が全体の70%）とは違い、4月のアンケートでは理科・数学好きの生徒の割合が低かった。（①、②のグラフを参照）

高校では、中学に比べて授業の進度も速く、学習内容も高度になる上にSSH活動が加わると、さらに理科・数学好きの生徒が減少するのではないかと懸念されたが、今年2月のアンケートで、理科好きの生徒の割合が約10%程度増加し、数学好きの生徒の割合は4月とほぼ同じという結果になった。これには、いろいろな原因が考えられるが、③、④のグラフから、4月に比べて「不思議だな」と思うことや、「なぜだろう」と疑問に感じる人が多いと答えている生徒の割合や、

最近の科学や理科に関することに興味があると答えた生徒の割合が増加していること考えると、1年間のSSH活動が少なからず影響を及ぼしたのではないかと考えられる。

(b) 1年間のSSH活動を通して



⑤のグラフで、入学当初、「SSH活動に期待していましたか」という設問には、期待していたと答えた生徒と期待していなかったと答えた生徒が約半分ずつであったのに対して、⑥のグラフで、「1年間のSSH活動を通じてどうでしたか」という設問には、全体の70%を超える生徒が良かったと答えている。これは、ラボツアーをはじめ、研究室訪問、先端科学講座、実験講座、SS科目であるSS環境科学、SS探究科学Iなどの1つ1つの内容が充実していたということの現れである。しかし、その反面で、SSHを負担に感じている生徒が全体の半数以上いることも⑦のグラフから明らかになった。ただ、これはSSH自体を負担に感じているのではなく、事後レポートの提出が大きな負担になっているものと考えられる。

また、⑧のグラフで、「SSH活動を通して科学に対する関心が高くなったと思いますか」という設問に対しては、全体の70%を超える生徒が高まったと思うと答えている。

これは、この1年間のSSH活動の大きな成果であり、今後はこの1年間で高められた科学に対する興味や関心を、2年生の課題研究の中でどう活かして、問題発見能力、論理的思考力やプレゼンテーション能力などの育成につなげていくかが重要な課題となってくる。最後に、「1年間のSSH活動を通して、成長したと思われるものは何ですか。」

(3つまで選択可) という設問の上位ベスト5と下位ベスト5をまとめておく。

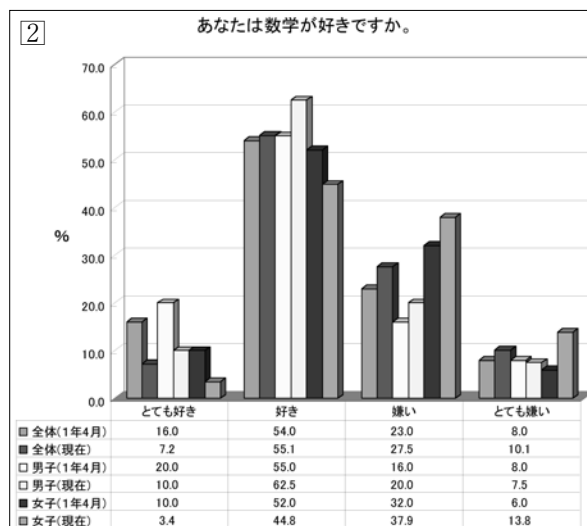
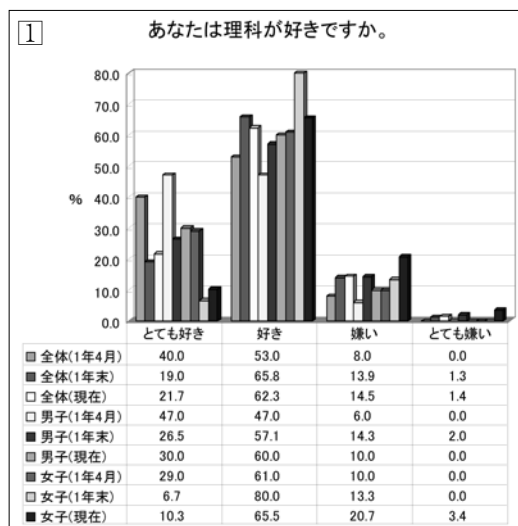
1. 問題発見能力	2. 問題解決能力	3. 論理的思考力	4. 科学的思考力
5. 数学的思考力・計算力	6. コンピュータを使用して情報収集する能力		
7. コンピュータを使用したプレゼンテーション能力		8. プレゼンテーション(表現力)能力	
9. 情報機器など(パソコン、デジタルカメラ、デジタルビデオ、プロジェクターなど)を扱う能力			
10. 文章力・レポート作成能力	11. コミュニケーション力		
12. 実験方法・実験技術・観察力	13. 英語力	14. ディベート力	
15. 独創性 探求心・好奇心	16. 自主性	17. 国際感覚	
18. リーダーシップ	19. 進路に対する意識	20. その他	

	上位ベスト5 (人数はのべ人数)	
1位	実験方法・実験技術・観察力	31人
2位	文章力・レポート作成能力	27人
3位	論理的思考力	24人
4位	独創性・探究心・好奇心	22人
5位	科学的思考力	14人

	下位ベスト5 (人数はのべ人数)	
16位	コミュニケーション力	3人
17位	国際感覚	3人
18位	数学的思考力・計算力	2人
19位	英語力	2人
20位	リーダーシップ	1人

### 3 環境科学科2年生のアンケート結果とその考察

(a) 理系科目に関する生徒の意識

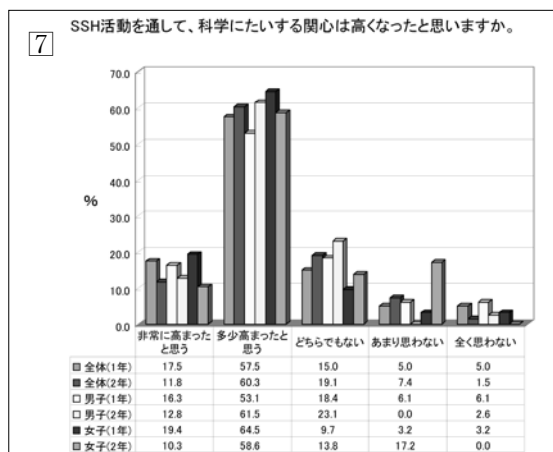
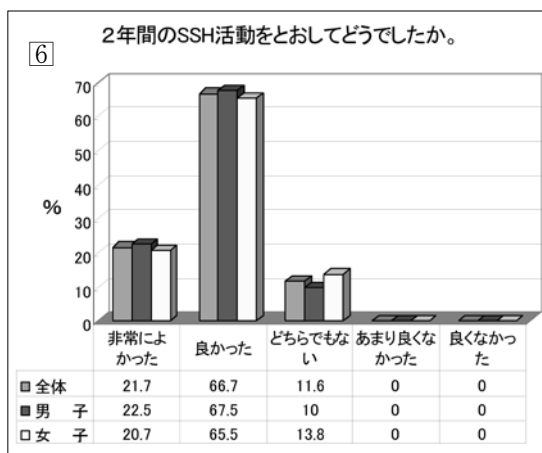
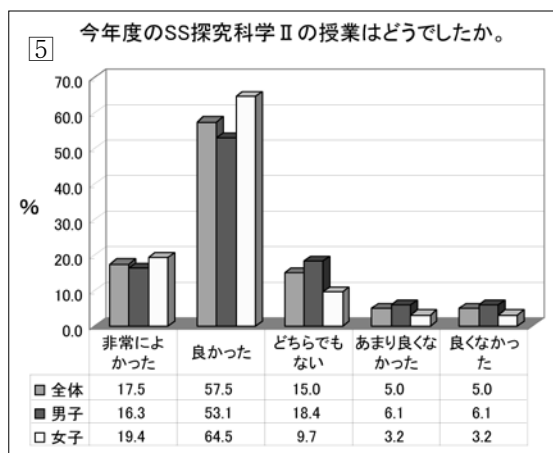
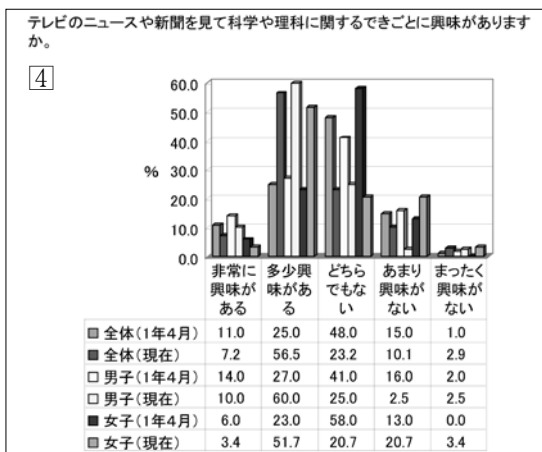
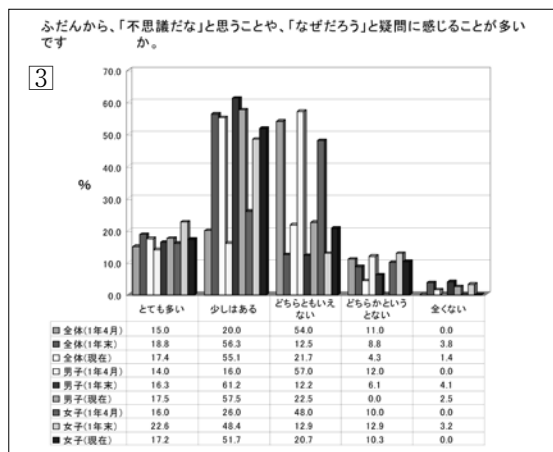


環境科学科2年生へのアンケートを実施し、昨年度実施の同様アンケート結果と比較した。それによると、理科・数学好きの生徒の割合(グラフ①, ②)が1年4月には理科が「とても好き」「好き」の生徒が全体の93%、数学がとても好き・好きの生徒が全体の70%であり、高校進学時にしっかりと自分の特性を活かした進路選択がなされたことが分かる。しかし、1年生の末には理科・数学とも、「とても好き」から「好き」へのシフトが顕著であった。このことは、中高一貫教育を受け進学してきた今年度の環境科学科1年生では見られない現象であるため、公立中学



校から本校に進学した1年生（現2年生）が高校進学後に難易度の高い高校の理科・数学を学び始めたために起きた一過性の落ち込み現象だと考えられる。そのため、今年度2年生の1年間においては大きな変化が無く安定している。しかし、細部を見ると理科では男子が好感度を増し、女子では「好き」が減少し、それが「とても好き」と「嫌い」に移動する二極化傾向が見られる。また、数学は1年生末に同様の調査を実施しなかったため途中の推移が不明だが全体的に下方へのシフトが見られるが、これも学習内容の難化のためと思われる。

(b) 2年間のSSH活動を通して



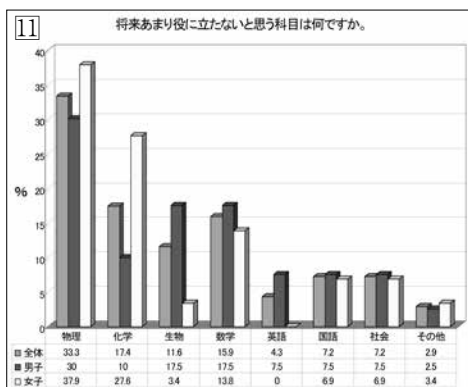
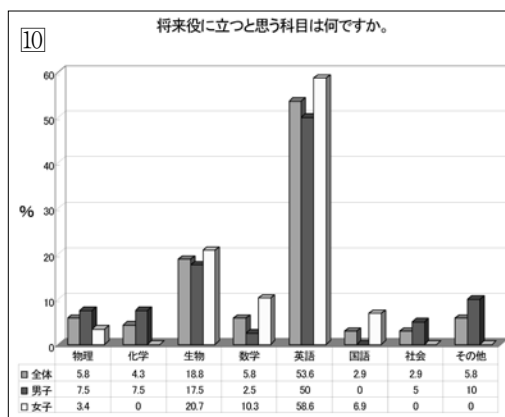
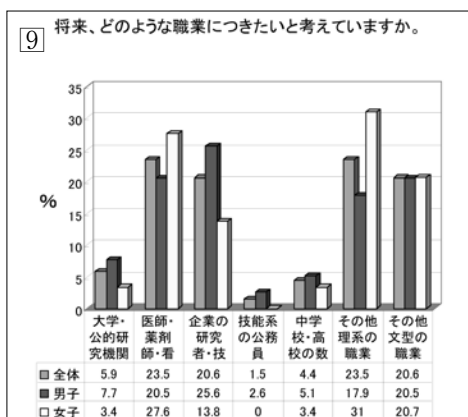
8 ⑧ 2年間のSSH活動を通して身についたと思うものは何ですか。上位5位(延人数)

文章力・レポート作成能力	24人
実験方法・実験技術・観察力	17人
科学的思考力	15人
プレゼンテーション(表現力)能力	15人
独創性 探求心・好奇心	15人

グラフ③のふだんから「不思議だな」と思うことや、「なぜだろう」と疑問に感じる人が多いと答えている生徒は昨年度1年間で大きく増え、その後、今年度2年生でも高い割合のまま安定してる。グラフ④のテレビのニュースや新聞を見て科学や理科に関するできごとに興味がありますか。の設問では男女とも、この2年間において「どちらでもない」から「多少興味がある」への大幅なシフトが見られ科学への興味関心が増している。

グラフ⑤・⑥で、生徒のSSH活動への評価を調べると、今年度実施のSS探究科学Ⅱについては75%、2年間通してのSSH活動については実に88%の生徒が良かったと答えている。また、グラフ⑦で、SSH活動を通して科学に対する関心は高くなったと答えた生徒が75%に達し、表⑧は、2年間のSSH活動を通して身についたと思う上位5位までを示し、生徒の自己評価が高いことを示している。以上のことを併せ考えると、初年度のSS探究科学Ⅰにおいて多様な講座で広く学び、次年度のSS探究科学Ⅱでは、興味を持つ分野の研究活動を経験したことや、研究者や技術者等との交流、先端技術との出会いが、生徒が高校進学時から持っていた理系指向を更に伸ばして科学への興味関心を引き出し科学的思考力と創造性や独創性を高め、プレゼンテーション能力を育成することに大きな成果を上げることが出来たと判断できる。

(c) 今後の課題



グラフ⑨では、将来どのような職業につきたいと考えていますか。の設問に、文系の職業と答えた生徒は全体の20.6%に止まり、およそ8割の生徒が理系の職業志望であるが、グラフ⑩の、将来役に立つと思う科目は何ですか。の設問ではグローバル化を意識して53.6%の生徒が英語を挙げている。英語重視傾向は評価できることであるが、同時に、物理・化学・数学を挙げた生徒は合わせても15.9%に止まっており、生徒の志望職業との間に溝が生じている。しかも、グラフ⑪の、将来役に立たないと思う教科として理科・数学を挙げる生徒が驚くほど多い。このことは理系志望生徒の将来への展望がまだまだ表層的な段階にあることを示しており、科学技術系人材の育成を目指すSSH活動初期の目的がまだ十分に達成されたとは言えない。今後このギャップを埋めていくための取り組みが必要と考える。

## 第4章 研究開発実施上の課題および今後の研究開発の方向・成果の普及

### (1) 「学習」から「研究活動」に発展させる理数教育の開発

- 「SS探究科学Ⅰ」では、中学校時の実験も含め基礎知識の充実から先端科学の内容まで取り扱ってきた。今年度は併設の向陽中学校からの進学者がその授業を履修することになった。そのため、基礎的な内容を少なくし発展的な内容を取り上げたが、その内容についての検証はまだ不十分である。今後、中高一貫の研究とともに効果的な教材を開発していきたい。
- 「SS探究科学Ⅱ」においては、ゼミ形式で授業を行った。そのため多数の教員が関わることになったが、学校運営上、他の業務に影響を与えることがあった。今後、その指導法やあり方について検討しなければならない。また、授業内容が、ゼミ形式の課題研究が中心となるので、その評価法についてもさらに研究を進める必要がある。
- 本校では、課題研究センターの授業は今年度が初めての試みであった。「昨年度の学習を深める内容とする」「生徒が試行錯誤しながらも理解できる内容のものとする」「地域の教育資産を活用する」という方針を立て指導を行い、一定の成果をあげることができた。今後、研究内容の高度化を図っていきたい。
- SSH2年目となり、研究機関との連携はある程度構築できてきた。1年生で行っているSSHプログラム（「研究室訪問」「先端科学授業」「実験講座」）は、生徒の意識の向上という面では効果が大きい。学校行事や授業時間の確保と関わって、実施方法や内容の精選が課題となっている。また、2年生では「SS探究科学Ⅱ」のゼミ別で研究機関と連携を深めてきたが、ゼミによって連携方法が異なってきている。専門性を持つ研究者による指導は教育効果も高く、どのゼミも研究機関と連携しているという状態になればと考えている。
- 研修内容と授業内容の有機的な関連や未習内容に対する事前学習が不十分な場合、内容の理解度や興味・関心の向上に少し難点がみられる場合がある。しかし、研修を行う研究機関の日程や学校側の行事日程の関係もあり、すべての研修が理想的な時期にできるものではない。生徒の知識が不足しているという理由で研修をやめるのではなく、発見学習の視点も取り入れながら研修を進めていきたい。
- 校外研修を行う場合、対象人数が多いため研修先が限定されるという課題が生じた。今後、2年生ではゼミ単位での活動を中心とし、多方面における研究機関との連携方法を研究していきたい。
- SS科目やSSHプログラムの活動は、主体的に学習に取り組む姿勢の育成につながったと思われる。しかし、すべての生徒にその効果がでているわけではない。来年度は、SSHの教育が、一部の生徒だけでなく最大多数の生徒に働きかけることができるプログラムの開発に向けてその内容を検証していきたい。

### (2) スキルの向上を目標とした環境問題学習の開発

- 科学者の業績とその時代背景をテーマにした「調べ学習」を行い、ポスターを作成した。この取組によって、情報スキルの獲得とコミュニケーション能力を高めることができた。来年度は、併設の中学生を対象にポスターセッションを行うなど取組の幅を広げていきたい。

- 社会科学分野と自然科学分野の「環境フレームワーク」においては、新たに家庭科の教員も加わった。そのことにより、「環境問題が自分の生活と密着した問題である」という意識の向上に効果があった。その一方、科学的に環境問題を捉える内容の授業が少なくなり反省課題である。来年度は、理科、社会科、家庭科のそれぞれの視点からの教材をバランスよく配置し、教育効果が高い授業を展開したい。また、ディベート学習では、掲示する資料を手書きのポスターからプレゼンのスライドに変更することで、情報スキルの向上を図ることができた。

### (3) 中高一貫教育における理数教育の構築

- 中学校、高校とも理数教育の構築に向けて教育課程の研究が進んでいる。中学校では学校独自の科目を設定し、実験・実習など体験的な学習を重視している。高校においてもSSHの活動を中心に研究が進んでいる。今後は、中学校から高校へと有機的につなぐ接続方法について、さらに中高共同で研究を重ねていかなければならない。
- 今年度は高校生と中学生と共同で学習・研究する場として「SSH和歌山大学講座」や課題研究の成果を発表する「ポスターセッション」を行った。中高共同での学習の場を設定することは、それぞれの学校行事の関係などいろいろと困難な面もあるが、有意義であると感じている。来年度も、高校生が中学生を指導するような機会や中高共同での発表会、ディベートなどの取組を進め、中高の連携を深めていきたい。

### (4) その他

- 環境科学科以外の生徒に対しては、2年生理系の生徒を対象に「サイエンスツアー」の参加を募った。普通科からサイエンスツアーに参加した生徒が、研修先であるKEKコミュニケーションでサイエンスキャンプが開催されるのを知り参加するなどよい影響を及ぼした。また、中高の理数系クラブを対象とした「研究室訪問 兵庫県立人と自然の博物館」も好評であった。SSH活動の学校全体への広がりという意味ではまだまだ課題が残されているが、今後も学校全体への広がりを持った取組を進めていきたい。
- 各事業を実施するたびに、生徒アンケート・レポート提出により評価を行ってきた。しかし、評価方法としてはまだまだ不十分な点がある。また、生徒からは「レポートが多い」「毎回同じようなアンケートに答えるのは面倒」という意見もでてきている。アンケートの質問項目等も含め、有効な評価方法の研究を進めなければならない。
- 国際的な取組として、英語による講演会を開催している。また、課題研修報告集では、研究の概要を英語で作成している。しかし、国際的な取組としては不十分である。英語科と連携をとりながら取組を進めていきたい。
- 来年度は、環境科学科1年生及び2年生が併設中学校である向陽中学校からの進学者となる。SSHの取組についてもさらに研究を進め、中高一貫型のSSHに移行していかなければならない。また、SSH指定3年目となり、初めて卒業生を送り出すことになる。生徒たちがそれぞれの自己実現に向けて正しい進路を選択できるよう取組を進めていかなければならない。

## 資 料

○ 第1回 向陽高校SSH運営指導委員会

【日 時】6月25日（月） 14：00～16：00

【場 所】向陽高校 海草・向陽記念館

【参加者】

運営指導委員 石塚 互 坂口 和成 岩井 一能 川嶌 秀則

藪田真起子 矢萩 喜孝 正岡伊久夫 北浦 健司

大浦 俊一 茂田 嘉朗 池田 尚弘

県教育委員会、本校職員（校長、副校長、SSH研究員）

【次 第】『座長：北浦 健司 司会：池田 尚弘（和歌山県教育委員会）』

1 開会挨拶（座長） 2 学校長挨拶 3 各運営指導委員自己紹介

4 委員長選出（石塚氏を推薦 満場一致で決定）

5 向陽高校 事業全体の概要説明

I 平成18年度の取組（1年目の取組）の報告

II 平成19年度の取組（2年目の取組）の計画について

III アンケート 解析

・理科数学アンケート（環境科学科と普通科の生徒の興味関心の比較）

・SSHアンケート（環境科学科）

6 質疑応答、討議（質問、意見：運営指導委員 回答：事務局）

意見：平成18年度と平成19年度入学生に行った理科数学アンケートの集計結果が私にとっては意外であった。昨年と比較しやすいので、とても分かりやすい。しかし、分かりやすいために、間違った方向に断定してしまう危険性もはらんでいる。平成18年度と平成19年度に入学した高校1年生に行ったアンケートでは、平成19年度入学生の方が理科嫌いの割合が多くなっているのはどういうことなのだろうか。いろいろ理由は考えられるだろうが、一つは小学校で向陽中学校に入ろうと考えた生徒と高校から向陽高校に入ろうと考えた生徒という違いではないか。中学校に進学する時期に理系だと思った生徒が向陽中学校に入ってくる。一方、高校から向陽へ入学してくる生徒は、中学校が終わるころに自分は理系かなということで向陽高校に入ってくる。とすると、両者とも小学校を終わる頃の多くの生徒は決して理科が嫌いではない。一般の中学校から入学した生徒は、中学校時に教科のおもしろさにふれ、理科が好きになった人が多いのに対し、向陽中学校から入学した生徒は中学校時に教科のおもしろさにふれ、理科が好きになった人が少ないという結果にも思え寂しい。一般に日本で理科が嫌いになる時期はいつなのかは分かりませんが、この結果をできるだけ客観的に分析し、取組を進めてもらえればと思う。

回答：平成19年度の入学者については、同じような内容のアンケートを向陽中学3年生の11月の時期にもとっており、その時は、理科が好きであるという生徒が76%、数学で68%でした。そして、今回の結果と比較すると、この半年の間で、「理科が好き」

と答えた生徒が10%近く少なくなった(生徒数にすると、10人程度)。向陽中学校では1年生からいろいろな実験を行っており、「理科をおもしろい」と感じさせる取組がなされている。その一方、中高一貫のメリットを活用するというので、高校の「化学Ⅰ」の内容を先取りした授業も展開している。急に難しい内容を学習したこともあって、嫌いになったのかも知れない。今後、生徒の状況を見極めて、少しずつレベルアップしながら学習に取り組ませたい。

回答：本校の中学校の3年間の理科教育では、物の見方・考え方、あるいはまとめ(校長)方などの部分では非常に力が伸びていると考える。しかし、モル計算などの受験学力についてはいきなりの部分があって、一般に高校で学習している部分についても、中学3年で先取りしているためかも知れない。先取り部分をうまく取り組んでいけばよいのではないかと考えている。

意見：北方領土を考える会で北海道に研修に行った生徒がいたが、プレゼンテーション能力が高かった。こういう面も伝統として取り組んでいてもらいたい。

意見：取組を見せていただいて、自分が生徒であれば本当に良かったと思う。結果の分からない実験に取り組む、その結果を導いていける授業が本当にできるのかが心配でしたが、今回のカリキュラムにその内容が組み込まれていて良かったと思います。また、プレゼンに対して必ず質問するというのはとてもいいことで、ぜひ今後も続けていてもらいたい。プレゼンに対して質問ということは、自分がどれだけ理解できているのかが分かる。質問するのは勇気があることだが、ぜひ勇気を出して質問してもらいたい。逆に、プレゼンを行っても質問が出ないのはよいプレゼンではない。分かりやすく伝えるというプレゼンの力をさらに伸ばし、人の言いたいことが聞けるようになってほしい。

回答：プレゼン能力やコミュニケーション能力なども、SSHの課題の一つであると考えている。質問力を育てるという面にも取り組んでいる。

質問：向陽中学校へ入学した時から、すべて環境科学科に進むことが決まっているのですか？SSHのいろいろな活動が受験に不利になることはないですか？

回答：中学校からの進学については、基本的には環境科学科への接続が原則ですが、普通科や文化科学科への道は完全には閉ざされていない。今回は、80名中76名が環境科学科へ進学しています。SSHの活動が受験に不利になるのではということですが、「探究科学Ⅱ」の課題研究なども大学受験のための能力を身につけさせるのに役立つと考えている。先端科学講座などの取組を通じて、自分の興味のあるものを見つけ、それを研究することで、いろいろなスキルを身につけるように指導していきたい。3年生のSSH科目では入試に出てくる実験なども行うことを予定している。

質問：国語・社会・英語などは普通科と違うのですか？

回答：時間数は変わらない。具体的には情報や総合的な学習の時間を無くして、SSH科目を設定しています。

意見：向陽高校のSSHも形が見えつつあるのかなと思う。中学校からの接続の問題がこれから大きくなると思う。2年生の「探究科学Ⅱ」の選択生徒は69名である。来年、1年生が2年生になるときに76名の内、「探究科学Ⅱ」を案外選択しなかったときにつら

いことになるのかなと思う。本来理系の学科で、特色のある取組としてSSHを行っているはずが、半分の生徒しか選択しないということではやはり具合が悪い。2年になったときの選択率を落とさないようにする早めの対策を行ってほしい。来年は、3年目で受験を意識する段階に入る。SSHをどのように使うかは学校の考え方によると思う。受験につなげて進路実現を主たる目標にすることも選択肢として当然あるだろう。例えば、受験指導が繋がらないのかもしれないが、個別指導として、数学オリンピックや物理オリンピックに出るための指導などがあってもいいのではないか。受験校としての実績をあげるといことと、SSH校として優れた取組を行うことを両方追求するのは難しいことはよく分かっているが、うまくコントロールして取り組んでいてもらいたい。

意見：いろいろ考えるところです。これまでは大枠をつけてもらった。私は、両面を追求していく方策があると思っている。中学校から高校への接続に関しての問題においても、生徒はテストの点数のよい悪いで、好き・嫌いとなる場合がある。テストを優しくするというのではなく、内容的にまだまだ工夫改善できる部分があると考えている。基本的に、実質的に両面を追求したいと考えている。

#### 7 まとめ 石塚委員長

SSHの取組で必要なものは、横の広がりと縦の広がりだと考える。中学校との繋がりを重視するような取組を考えてほしい。具体的には、高校生が中学生にポスターセッションを行うというのもすごくいいと思う。縦の広がりについて今後考えていけば、いい取組となるのではないかと思う。成果を本年度中にあげられるのを期待しています。

協議終了

#### ○ 第2回 向陽高校SSH運営指導委員会

【日時】2月5日(火) 15:30~16:30

【場所】向陽高校 海草・向陽記念館

【参加者】運営指導委員 石塚 互 坂口 和成  
瀧 寛和 岩井 一能  
藪田真起子 北浦 健司  
矢萩 喜孝 川嵜 秀則  
茂田 嘉朗 大浦 俊一  
池田 尚弘



県教育委員会、本校職員(校長、副校長、SSH研究員)

【次第】『座長：北浦 健司 司会：池田 尚弘(和歌山県教育委員会)』

- 1 開会挨拶
- 2 学校長挨拶
- 3 公開授業見学について

環境科学科1年生 SS環境科学 デイバート学習

論題「日本は、遺伝子組換え作物の販売を禁止すべきである。是か非か。」

環境科学科2年生 SS探究科学II テーマ別課題研究プレゼン発表

#### 4 今年度事業報告

#### 5 質疑応答、討議（質問、意見：運営指導委員 回答：事務局）

意見：大変充実した教育内容で、変えていくのは難しい。

意見：今あるいいものを残し、一部入れ替えながら、現状の学校の状態に合わせて、最大の努力をし、少しずつよりよいものを目標に進めていってほしい。

意見：ポスターセッションが非常にすばらしかった。質問しても理路整然と返してくれる。説明したいという意欲が感じられた。ゼミは希望通りでない生徒もいたようだが。ディベートも1年生なのにすごかったが、説明の仕方が速かったので、全員に分かるような話し方を指導したらいいのでないか。

回答：ゼミの希望者は生物が一番多かった。第3希望までの調査をし、ゼミを決定している。ディベートについては、調べた内容をすべて言おうとして速くなってしまったのだと思う。

意見：今、SSHで行っていることは、生徒にとってはとてもしんどいことだと思うけれども、その中に楽しい部分を増やしていく取組を行ってほしい。

意見：自然科学と社会科学に加えて、人文科学の取組を加えていけばいいのではないか。将来を見据えていく、視野を広げるアプローチを行って欲しい。

意見：今日、生徒の様子を見させていただいて、生徒が前面に出て活動しているという感想をもちました。課題研究では数学的な内容も見られ、これを機に、今後数学的な取組をさらに広げて欲しい。

意見：SSHの教育プログラムでは、高校生にとって多くのチャンスを与えられていて、うらやましい。コンテストのようなものを取り入れて、さらに競争心・積極性を育てる取組を行ってみてはどうか。

意見：課題研究について達成感を得ることもできたと思うので、3年目にあたる来年度は、いかに受験に向かわせていくかが大事になってくる。大学に行っても、きちんと物事をつきつめて考えていけるような生徒に育てて欲しい。

#### 6 まとめ 石塚委員長

科学史を調べるという取組は、文献ではなく近現代史などの方が生徒が興味をもつのではないか。2年で「SS探究科学Ⅱ」を選択しなかった生徒も、科学のことをよく理解し、興味をもった人材に育ててほしい。今後、SSH指定期間中に各種施設との連携を深め、生徒は高校で体験的なことから学習を始め、大学で研究を続けていくという形が望ましい。高校・中学校の理科は楽しいだけでは困る。真面目に取り組んで欲しいと感じている。中学との連携についても、うまくいっていると思う。中学校の理科の授業で工夫されていて、そのことによって、教員の意識が変わり、主体的に取り組んでいる。来年・再来年、SSHの取組がさらにより評価をもらえるよう、研究を進めていってください。

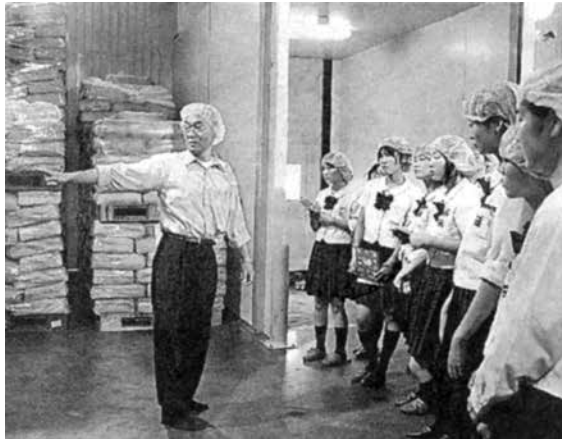
協議終了



## 環境にやさしい 地元企業を訪問 向陽高生、無洗米を見学

環境問題に積極的に取り組む企業を訪問し、生活における環境マネジメントについて学ぼうと、県立向陽高（和歌山市太田）環境科学科1年生38人が30日、和歌山市黒田の東洋精米機製作所を訪れ、とき汁を出さないことから、水環境に優しいと言われる「無洗米」の製造などを見学した。同校は文部科学省が指定する「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）」に選ばれており、その授

配送される前の無洗米について説明を受ける生徒たち。和歌山市黒田で



業の一環。同社は99年に「無洗米の加工及び精米機械の製造に係わる事業活動」で、環境マネジメントシステムの国際規格「ISO14001」を取得するなど、環境問題に積極

的に取り組んでいる。生徒たちは、無洗米が

作られる工程や、米加工製造機が組み立てられる様子などを見学。シユレット袋に詰めてクッション材に使うなど、環境に配慮した取り組みの説明を受けた。同校の青石知子さん(16)は、「ごみとして捨てているものでも再利用できるものがあるか、自分たちでも探していきたい」と話していた。

朝日新聞 2007年(平成19年)9月1日 土曜日  
掲載記事より抜粋

# 「大学は自分から学ぶところ」

## マウスの受精実験に興奮

向陽高校環境科学科1年生 近大生物理工学部を訪問



文部科学省のスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の指定を受けている和歌山市の県立向陽高校環境科学科の1年生76人が3日、紀の川市西三谷の近畿大生物理工学部（本津茂樹学部長を訪問した。生物工学や機械工学などの研究室見学し、同学部の教授らから研究内容の説明を受け、実験などを体験。生徒たちにとって知的刺激にあふれた1日となった。

SSHは、理科や数環境分野をはじめ理数系の研究室へ、遺伝子たちは熱心にマウスの毛を取ると感じた」と話していた。

学校の教育を目的に行き教員全員の専門性や、工学科の動物実験室で黒技術系の優秀な人材の展開、大学や企業との白グレイ黒とのま育成を目指す。同連携も進めており、今度の4種類のマウスの交配は平成18年度から5回の訪問も進められてきた。黒と白の交配から、黒と白の交配で生まれたグレイのマウス、黒と白両方の細胞が混在することで、まだらになつていゝキメラ・マウスの違いなどを説明。実際にマウスの卵子と精子を使い、グレイとキメラに育つ受精卵を作る実験も体験した。

生体機理工学科の流体力学研究室で、は、松井剛一教授が、流体液体と気体因での物体の動きを分析する実験や、流速などの条件の違いによる動きの変化などを説明。生徒は「マウスを使って遺伝子工学の観察を行う生徒の

わかやま新報 2007年(平成19年)9月6日 木曜日  
掲載記事より抜粋



**ロボット注目  
科学の祭典**  
和歌山で始まる  
子供たちに科学の面白  
さや楽しさを伝える「青  
少年のための科学の祭典  
・和歌山大会」が13日、  
和歌山市毛見の和歌山マ  
リーナシティで始まった  
写真。14日まで。  
大学生や高校生など、  
41グループが科学実験の  
ブースを出展。子供たち  
は石の中から化石を掘り  
出したり、表面張力の仕  
組みを体感したりする実  
験などに取り組んだ。

産経新聞 2007年(平成19年)10月14日 日曜日  
掲載記事より抜粋

**大学の授業を体験  
向陽高SSH講座**

SSH(スーパーサイエ  
ンスハイスクール)和  
歌山大学講座」が開か  
れた。和歌山大学シス  
テム工学部から講師を  
招き、科学全般、数  
SH(スーパーサイエ  
ンスハイスクール)和  
歌山大学講座」が開か  
れた。和歌山大学シス  
テム工学部から講師を  
招き、科学全般、数

和歌山新報  
2007年(平成19年)11月8日 木曜日  
掲載記事より抜粋

**おもしろ科学まつり**



高校生の作ったロボットをマウス  
操作で動かして楽しむ子ども



液体窒素の実験に身を乗り出す  
子ども

**子どもも興味津々**

昼間の星観察、ロボット、超低温実験…

きょうまで

**和歌山**  
子どもに科学の  
面白さを伝え、興  
味を持ってもらう  
祭典「おもしろ科学まつ  
り和歌山大会」(毎日新  
聞和歌山支局など後援)  
が13日、和歌山市毛見の  
和歌山マリーナシティわ  
だ。14日まで。

かやま館で始まった。大  
学生会や学校教諭、企業、  
ボランティアなど41団体  
が、それぞれ工夫を凝ら  
した実験や工作のブース  
を出展。子どもらは楽し  
みながら科学に親しん  
だ。14日まで。

大会は8回目。昼間に  
見える星の観察や、セン  
サーで動くロボット、液  
体窒素による超低温の実  
験、ザリガニ釣りなど、  
さまざまな分野のブース  
が屋内外にすなり。中学  
生や高校生も教諭の指導

を受けて出展に加わり、  
子どもたちに原理を解説  
した。  
斜面をどことど歩く  
足の模型を作った和歌山  
市立安原小3年、寺下輝  
君(8)は「面白い。何で  
こうなるのかな」と不思議  
そう。パソコン操作で  
動く二足歩行型ロボット  
を展示した向陽高校2  
年、山中健太郎さん  
(17)は「関節数が少な  
いのでプログラムが難  
しかった。同、小山  
慶朗さん(17)は「子ども  
たちが興味を示してくれ  
るので楽しい」と話し  
た。  
大会実行委員長の宮永  
健史・和歌山大学教授(物  
理学)は「なぜこうなる  
のか」と考えてほしい。  
すぐ分らなくても興味  
を持ち続け、いつか理解  
する」という体験をしても  
らえたら」と話した。

【辻加奈子】

毎日新聞 2007年(平成19年)10月14日 日曜日 掲載記事より抜粋



★ 向陽高校は平成18年度にスーパーサイエンスハイスクールの指定を受け、2年目に入りました。

- ・ ところで、SSHってなに？
- ・ SSHの指定を受けて、今までと何が違うの？
- ・ SSHでどんなことができるの？
- ・ 1年生でのSSH活動って、どんなことをするの？



## SSH(スーパーサイエンスハイスクール)とは？

### スーパーサイエンスハイスクール

向陽高校は、平成18年度にSSH事業の指定を受け、今年、2年目に入りました。

平成14年度より文部科学省は未来を担う科学技術系人材を育成することをねらいとして、理数系教育の充実を図る「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）事業」が始まりました。

SSHの指定校では、科学技術、理科・数学教育を重点的に行い「科学への夢」「科学を楽しむ心」をはぐくみ、生徒の個性と能力を一層伸ばす教育が展開されています。

また、科学技術に夢と希望を持つ、創造性豊かな人材の育成のため、大学や研究機関とも連携して魅力的なカリキュラムや指導方法の研究も行っています。

継続を含め、平成19年度に31校が新たにSSH事業の指定を受けています。

### SSH事業の助成金により、普通の学校ではできないことが可能になります。

- ・ 専門機器の購入による実験の充実
- ・ 大学への訪問
- ・ 第一線で活躍する科学者による講演会や授業
- ・ 全国SSH指定校との交流
- ・ 研修旅行（ラボツアー）

### 本校のスーパーサイエンスハイスクールの取り組みは？

向陽高校のスーパーサイエンスハイスクール事業では、環境科学科の生徒を主な対象として、以下の研究開発課題に取り組みます。

- (1) 科学に関する基礎知識の定着に向けた「学習」から主体的な「研究活動」に発展させる理数教育システムの構築を図る。
- (2) 「環境問題」をテーマに、自然科学や社会科学の両分野からアプローチするとともに、他教科で学習した知識の統合化を促し、多面的に考察・探究する力を育成する。
- (3) 理系の併設中学校と連携し、6年間の中高一貫教育において体系的かつ高度な理数教育を行う教育課程の研究開発に取り組む。



「中学校レベルの基礎的な内容から大学レベルの高度な内容まで学習し、大学教授等との連携・協働による継続的な指導のもと実験を多く使い、環境問題も視野に入れた多様な学習活動を幅広く展開していきます。」

### 具体的には

- ① カリキュラム変更・情報の授業がSSHの授業（SS探究科学、等）に振り替わるなど理科の授業時間数が多くなります。
  - ・ 1年生から、物理、化学、生物を学習する。
  - ・ SS探究科学の授業を利用した、実験・実習の増加
- ② 大学等の連携・・・高度な研究に触れ、高い視野で科学技術について学ぶ。
  - ・ 和歌山大学、和歌山県立医科大学、大阪大学、京都大学等への訪問、宿泊研修など
- ③ 多面的な環境学習・・・ディベート等これまでの環境科学科で取り組んでいた学習をさらに深めていきます。またコンピューターなどを利用したプレゼンなど、考察力とコミュニケーション力を高めます。

**これから皆さんは、SSHでいろいろ体験していくことになると思います。皆さんが、この取組を通して、将来大きく羽ばたくことを期待しています。ときにはしんどいこともあるでしょうが、積極的に、また楽しみながら取り組み、力をつけていきましょう。**

### SSH関連行事始まる

4月から、SSHの関連した行事が始まっています。

詳しいことは、またSSH Newsで紹介しますが、1年間の流れは、右のようになっています。

4月 SSHオリエンテーション  
SS環境科学I、SS探究科学I始まる

5月 科学史パネル作成  
水質分析

6月 研究室訪問I  
関西光科学研究所

7月 先端科学講座I（数学）

8月上旬 SSH全国研究発表会

10月下旬 ラボツアー

その他の大学研究機関連携事業については、今日程を調整しているところです。詳細については後日。



**向陽高校は、スーパーサイエンスハイスクールの指定を受け、2年目に入りました。**

## ★ エネルギー教育フェア 2007で 公開ディベート発表（於 科学技術館）

平成19年3月25日、科学技術館で行われたエネルギー教育フェア2007で、環境科学科現2年生の代表者12名(肯定側5名、否定側5名、司会進行2名)が、「日本は、すべての原子力発電を他の電源に切り替えるべきである。是か非か。」という論題で公開ディベートを行いました。喜多嶋先生よりディベートについてのルール説明がなされた後、肯定側・否定側立論(各3分)、質疑(各3分)、相互討論(15分)、最終弁論(各3分)の形式で試合が行われました。相互討論の時間では自分たちの立論を守り、相手の立論を崩すために活発な議論をたたかわせ、「SS環境科学I」の授業の中で学習してきた成果を発揮してくれました。公開ディベート後の参加生徒達からは、「大きな会場で多くの人の前だったので、緊張したけれど、とてもよい経験になった。」「準備が大変だったけれど、無事発表が終わってほっとした。とても達成感があった。」という感想を聞くことができました。



## ★ 2年環境科学科 「SS探究科学II」 物理・化学・生物・数学(情報)・環境の5つのゼミに 分かれ、テーマ別課題研究、始まる。

4月20日(金)の5限、「SS探究科学II」の授業が始まりました。この授業では、物理・化学・生物・数学(情報)・環境の5つのゼミに分かれ、テーマ別課題研究に取り組んでいきます。課題研究は、疑問に思ったり、詳しく知りたいと思ったことについて、実験や調査などを行い、研究していくものです。この授業では、科学的に探究する方法を学び、考える力を養うとともに、学ぶことの楽しさややり遂げた充実感を味わうことができます。

また、6月に予定されている校内中間発表会で代表を選び、その代表者は8月のSSH全国研究発表会でポスターセッションを行うこととなります。研究計画を立てたり、文献の収集、必要な器具や試薬などの準備、報告書の作成など、ときには失敗したりしてしんどいこともあると思いますが、1つの研究を成し遂げることはとても貴重な体験になると思います。

## ★ 1年環境科学科 「SS環境科学I」・「SS探究科学I」の授業、始まる。

4月26日(木)の4・5限、「SS環境科学I」・「SS探究科学I」の授業が始まりました。この授業では、最初に「SS環境科学I」と「SS探究科学I」の両方の時間を使って、コペルニクス、ファラデー、メンデルなどの過去の科学者について調べ学習を行い、パネルを作成します。この学習を通して、情報収集能力や発表力を身につけてほしいと思っています。その後は、水質調査や物理・化学・生物の基礎実験講座、先端科学講座などの学習プログラムが予定されています。いろいろなSSH活動を体験していくこととなります。楽しみにしててください。

### SSH関係 1年間の予定(2年生)

4月から、SSHの関連した行事が始まっています。  
詳しいことは、またSSH Newsで紹介しますが、1年間の流れは、右のようになっています。

4月 探究科学II始まる。

5月 ゼミ別研究室連携事業  
テーマ別課題研究始まる。

6月 校内中間発表会(予定)



7月 サイエンスツアー  
(筑波・東京) 2泊3日

8月 SSH全国研究発表会(東京)  
(代表者)

12月 校内成果発表会

2月 SSH成果発表会



## ★ 2年 探究科学II テーマ別課題研究 各ゼミ紹介① 生物ゼミでは…

前号でお知らせしたように、2年生「SS探究科学II」では、物理・化学・生物・数学(情報)・環境のゼミに分かれ、テーマ別課題研究に取り組んでいます。

今回は、生物ゼミについて紹介します。

生物ゼミでは、4～5名のグループに分かれ、6つのテーマについて研究しています。研究対象の生物は、タマキビ、カブトエビ、アベハゼ、ミジンコ、シロツメクサなどで、植物の班では無菌操作についての基本操作を練習しています。

タマキビの班は、京都大学 瀬戸臨海実験所の宮崎勝己先生のご指導を仰ぎながら、白浜の磯で採集したタマキビガイ類を生物教室に持ち帰って、殻の大きさと重さを測定しています。種によって生息場所が異なる(すみわけ)様子を調べようとしています。現在、アラレタマキビとイボタマキビの海水面からの高さによるすみわけを研究中です。



白浜での採集の様子

### SSH報告

2年探究科学 II  
テーマ別課題研究  
各ゼミ紹介① 生物ゼミ

1年  
和歌山市内河川水質調査  
採水及びパックテスト

1年  
研究室訪問 I  
「関西光科学研究所」

## ★ 1年 和歌山市内河川水質調査 採水 及び パックテスト

5月24日(木)、4・5限のSS探究科学I・環境科学Iの授業で、各班に分かれて和歌山市内の17カ所の場所に採水に行き、パックテストを用いてpH、リン酸イオンなど5項目の値を調べました。この取組は、毎年環境科学科の生徒を対象に行われており、採水・検査などを正しい手順で行ったり、得られたデータを検証し、身近な河川の汚染について考察を深めていくことを目的としています。さらに、SSH実験講座として、1年F組は6月21日(木)に和歌山大学教育学部の木村憲喜助教授をお招きし、水質分析の実験を行いました。

1年G組は、7月12日(木)に同様の講座を予定しています。

★ 詳細については次号でお知らせします。 ★

## ★ 1年 研究室訪問 I 関西光科学研究所 木津地区



### SSH関係の備品到着

● 人工気象器  
温度や日照条件をプログラムできる。さまざまな生物実験などに利用。



6月14日(木)、関西光科学研究所 木津地区を訪問してきました。初めに、担当者の方に概要について説明していただきました。その後、午前中はクラスに分かれて、各施設の見学をしました。「光」をテーマとした科学館「ふおとん」では、分かりやすく楽しい展示物(エントランスの偏光ビュウ、光の再発見ゾーン、光通信など)がたくさんあり、レーザーラボにおける実験実演を体験することもできました。光量子ビーム利用研究実験棟の見学では、レーザーの波長を短くすることによるX線レーザーの開発研究等について学習しました。午後は、(財)リモート・センシング技術センターの春山幸男先生によるスーパーサイエンスセミナー「宇宙から地球を望む」の講演に参加し、質疑応答の時間には、たくさんの人工衛星に関する質問が出され、興味・関心の高さをうかがうことができました。

参加生徒の感想より

「光や衛星について、今回の研究室訪問で今まで知らなかったことをいろいろ学習することができました。見学する時間が少なかったのが、残念でした。もっと知りたい、もっと見学したいと思いました。」

「光量子ビーム利用研究実験棟での説明はあまりに難しすぎて、全部理解できず、事前学習を自分でしておくべきだったと後悔しました。また、レーザー光の特別さと実験の規模、棟の清潔さに驚きました。」

「研修での実験の内容を理解できるようになりたいと思いました。」



### SSH関係 今後の予定(1・2年生)

2年SSHサイエンスツアーでは、国立環境研究所、JAXA・筑波宇宙センター、筑波研修センターなど、関東方面の研究機関を中心に見学します。

6月14日(木) 1年  
研究室訪問 I 関西光科学研究所  
6月21日・7月12日(木)  
1年 実験講座 水質分析  
和歌山大学教育学部  
木村憲喜助教授



7月23日(月)～25日(水)  
2年 SSHサイエンスツアー  
8月1日(水)～3日(金)  
SSH平成19年度生徒研究発表会  
9月3日(月) 1年  
研究室訪問 II 近畿大学生物理工学部



## SSH報告

★平成19年度 第1回  
SSH運営指導委員会  
開催される★2年探究科学II  
テーマ別課題研究  
各ゼミ紹介②  
数学ゼミ★1年実験講座  
「水質分析」平成19年度 第1回 SSH運営指導委員会  
開催される

6月25日(月)、平成19年度SSH運営指導委員会が開かれました。大学教授など運営指導委員の先生方、和歌山県教育委員会と本校職員が出席し、会議が進められました。今年度の運営指導委員会委員長の選出では、和歌山大学の石塚教授が昨年度に続き、委員長に選ばれました。

向陽高校の事務局からの説明では、まず昨年度の取組等について報告されました。その後、今年度の計画の重点課題として、中高一貫型SSHへの移行や高等学校普通科への広がり等があげられ、研究室訪問などのSSH行事予定やSS探究科学IIの授業(課題研究テーマ)等について説明がなされました。また、1年生普通科と環境科学科で実施した理科に対するアンケートの結果報告があり、質疑応答が行われました。

## 運営指導委員の先生方

石塚 互 先生	和歌山大学 教育学部 教授
瀧 寛和 先生	和歌山大学 システム工学部 教授
坂口和成 先生	和歌山県立医科大学 医学部 教授
細井美彦 先生	近畿大学 生物理工学部 教授
岩井一能 先生	(株)島精機製作所 開発エンジニア
藪田真紀子先生	(財)雑賀技術研究所 研究員
矢萩喜孝 先生	和歌山大学 教育学部 教授
正岡伊久夫先生	前 向陽高等学校PTA会長
熱川恒弘 先生	和歌山県教育庁県立学校課 課長
茂田嘉朗 先生	和歌山県教育庁県立学校課 指導主事
川島秀則 先生	和歌山県教育庁県立学校課 指導主事

2年 探究科学II テーマ別課題研究  
各ゼミ紹介② 数学ゼミでは…

今回は数学ゼミについて紹介します。数学ゼミでは2つのグループに分かれ、「和歌山市周辺のエネルギー問題について」、「身の回りの現象をBASICでシミュレーション」というテーマについての課題研究に取り組んでいます。「和歌山市周辺のエネルギー問題について」のグループでは、身の回りにあるいろいろな電気製品の消費電力量を実際の製品やインターネットを用いて細かく調べ上げ、一覧表を作り、それを元にして、モデル家庭の1日の電気使用量をシミュレーションします。また、ガスや灯油・ガソリンの使用量も調べます。そうすることにより、1日に一般家庭で使用するエネルギーの量をモデル化します。次に、10年先、20年先…の家族構成や生活環境を予想しながら1日のエネルギーの使用量をモデル化します。

同時に、和歌山市や海南市・岩出市の現在までの人口の推移から、西暦2050年までの人口を予想し、エネルギーの使用量から、地球温暖化やエネルギー問題について考察するつもりです。

「身の回りの現象をBASICでシミュレーション」のグループでは、十進BASICの基礎を学び、各自で色々なプログラムを作成しています。円盤が直線を転がるときに描くサイクロイド曲線、これを円盤が転がっているように見せています。任意の4桁の整数を並び替えて最大値と最小値をつくり、それらの差をとる。この操作を繰り返していくと、その差が必ず6174になるという不思議なカプレカー操作。短針、長針、秒針が動く時計。音楽。テニス等のプログラム作成に取りかかっています。しかし、現状は、どんなプログラムをつくらうか悩んだり、プログラミングやアルゴリズムを考える難しさに四苦八苦しています。

1年 実験講座  
「水質分析」

SSH実験講座として、1年F組は6月21日(木)、1年G組は7月12日(木)に和歌山大学教育学部の木村憲喜助教授をお招きし、水質分析の実験を行いました。今回の講座では、ファヤンズ法を用いた滴定による塩化物イオンの定量や分光光度計を用いた塩化物イオンの定量測定など、大学レベルの分析方法を学習しました。また、雨水や水道水に含まれる塩化物イオンの量や含まれている理由の違いなどにもふれられ、実験データの処理法や科学的な考察法について、教えていただきました。

参加生徒の感想より

「同じ水道水でも、かなり違いがあったので驚いた。」「ビュレットを使うのは初めてだったので、目盛りのよみ方や操作が難しかった。色の変化がおもしろいと思った。」「色の変化を判断するのが分かりづかった。実験操作は思っていたよりできた。最後のまとめの内容が難しかった。」



## 行事予定

- 7月15日(日)~16日(月)  
2年 探究科学II タマキピ班  
白浜へ臨海実習
- 7月23日(月)~25日(水)  
2年 SSH サイエンスツアー

- 8月1日(水)~3日(金)  
SSH平成19年度生徒研究発表会
- 9月3日(月)  
1年研究室訪問II  
近畿大学 生物理工学部

- 10月25日(木)・26日(金)  
ラボツアー  
大阪大学 工学部 環境・エネルギー工学科  
京都大学 桂キャンパス  
宇治地区研究所・再生医学研究所





## 2年 サイエンスツアー(東京・筑波) 1日目 環境科学科探究科学II選択生・普通科理系希望

7月23日(月)～25日(水)の2泊3日で、SSHサイエンスツアーが実施され、2年環境科学科探究科学II選択生と2年普通科理系希望者、計62名が参加しました。今回の研修では関東方面の研究機関を中心に見学しました。1日目は、午前7時40分にJR和歌山駅に集合・出発し、電力中央研究所を訪ねました。電力中央研究所は、1951年に電気事業の中央研究機関として設立された施設で、エネルギーの安定供給のために重要な役割を果たす原子力技術、電力設備の合理的運用、化石・新エネルギーの持続的活用、環境にもやさしく、快適で豊かな暮らしのためのエネルギー利用技術等を研究している科学技術の総合研究機関です。



最初に、岡野邦彦さんに、21世紀のエネルギー問題の現実と今後予想される問題、そして今、ひとつの目標として掲げられている新技術である核融合によるプラズマエネルギーについてご講演いただきました。次に、森村俊さんに光の性質を利用した光ファイバーのしくみについて教えていただき、その後、光ファイバーと同じ原理をもつ釣り糸を用いた釣り糸ファイバーを作り、その現象を目で見ることで、光ファイバーの原理を理解することができました。

### SSH報告

2年

サイエンスツアー1日目  
電力中央研究所(講義・実習)

第2回

全国SSHコンソーシアム  
長崎研究会に出席

2年

探究科学IIテーマ別課題研究  
各ゼミ紹介③ 化学ゼミでは



## 第2回 全国SSHコンソーシアム長崎研究会に出席 全国SSHコンソーシアムによる 乾型耳垢型の全国遺伝子地図作成に関する研究会



7月23日(月)・24日(火)の2日間、全国SSHコンソーシアム長崎研究会が行われ、本校からは環境科学科1年生の青石知子さん、西山侑花さんが出席しました。このコンソーシアムでは、長崎西高等学校が事務局となり、長崎大学の協力のもと、全国SSH校の生徒から指の爪を採取して、「乾型」遺伝子頻度を算出し、各県の「乾型」遺伝子頻度をもとに色分けした全国の遺伝子地図を作成するという研究がなされています。昨年に引き続き、この共同研究に参加した本校の生徒も7月に爪を提供しました。1日目は、長崎大学医学部講義室で実験内容について説明を受けた後、実験「爪からのDNA抽出」「DNA分析による耳垢型の判定」を行いました。また、夕食後には生徒交流会も行われました。2日目は、長崎ブリックホール国際会議場で、研究結果中間発表がありました。長崎大学医学部 新川詔夫教授より研究内容の説明がなされた後、代表生徒から今までの研究成果として、今年の6月までに28道府県の遺伝子頻度を明らかにすることができたことや集まったサンプルをすべて解析し、研究を完成させるとともに、9月に行われる日本人類学会にその成果を発表する予定であることなどが説明されました。



7月20日(金)、地学部で貝塚市立善兵衛ランド(天文台)を訪ねました。金星を中心とする天体観測やこの施設の名称になっている岩橋善兵衛さんの業績及び天体望遠鏡について学習を深めてきました。彼は江戸時代に望遠鏡製作を唯一の専門にしていた人で、訪問したこの7月20日は、彼が日本で初めて天体観測会を行った日でもあります。あいにくの曇り空で、観測は十分行えませんでした。江戸時代の優れた科学者の業績に触れることができました。



## 2年 探究科学II テーマ別課題研究 各ゼミ紹介③ 化学ゼミでは…

化学ゼミでは3つのグループに分かれ、「界面活性剤の合成とその性質」「アスコルビン酸(ビタミンC)の定量」「香料(エステル)の合成」について研究しています。

「界面活性剤(洗剤)の合成とその性質」では、油脂のけん化によるセッケンやアルキルベンゼンスルホン酸を利用した合成洗剤の合成を行ってきました。けん化の条件として水酸化ナトリウムの量を変化させることによる生成する界面活性剤の違いについても研究しております。今後は、廃油を用いたセッケンの生成や、それぞれ合成したセッケンについて汚染布の洗浄度の違い等から界面活性剤についての研究を進めていきます。

「アスコルビン酸の定量」では、酸化還元滴定による定量操作、さらに分光光度計を利用した吸光度測定による定量操作(ヒドラジン法、ピピリジル法)を行っています。これらの実験内容は高度な部分も含まれるので、実験内容の理解と操作方法の修得を行ってきました。今後は、吸光度測定を利用して、植物の発育条件を変えたものについてアスコルビン酸量の比較研究を進めていく予定です。

「香料の合成」では、基本操作としてアルコールとカルボン酸を利用したエステル合成や少量の試薬の量で合成を行うスモールスケールでのエステル合成の研究を行っています。これからはエステルを合成するだけでなく、果実などの植物中に含まれるエステルの抽出に取り組んで、香りについての研究を進めていく予定です。



## 2年サイエンスツアー(東京・筑波)2日目 Aコース 高エネルギー加速器研究機構(KEK)・(独)国立環境研究所

### SSH報告

#### 2年 サイエンスツアー2日目 Aコース

2日目Aコースでは、高エネルギー加速器研究機構(KEK)と(独)国立環境研究所を訪問しました。

午前9時45分から高エネルギー加速器研究機構の施設概要と加速器の仕組みを展示施設の模型(実物も含む)を用いて説明していただきました。その後、Bファクトリー実験施設および放射光科学研究施設を見学しました。地下に設置されている実際の加速器実験施設等を見学し、電子と陽電子の衝突実験の検出機器を見ながら、研究員の方から説明を受けました。午後は国立環境研究所での研修でした。研究所の概要説明を受けた後、5つのグループに分かれて、実験・実習の指導を受けました。



#### 参加生徒の感想より



「KEKで聞いた話は、とても難しかったけれど、関係者以外立入禁止の所を身近で見学し、研究のすごさや規模の大きさなどを知ることができたので、とてもよかったです。」

「先生や大学の人たちが、分かりやすく教えてくれたので、楽しく実験することができました。また、研究することの楽しさや分かったときのうれしさだけでなく、結果がでなかったときのくやしきもあることを忘れてはいけないと教わりました。」

### 国立環境研究所での実験・実習



#### ① ストレスで誘導される植物ホルモン(エチレン)のGC測定

植物にストレスを与えることで発生するエチレンの量的な違いをガスクロで測定し、分析した。今回用いたストレスは“オゾン”で、オゾンに暴露すると植物からエチレンが放出されることが分かっている。オゾン暴露した植物と暴露していない植物のエチレン発生量を計算から求めた。



#### ② 土壌細菌からのDNA抽出と電気泳動

2人1組で、土壌試料をサンプリングし、土壌pHや土壌含水率の測定、DNAの抽出を行った。P2レベルの実験室で行われ、許可されたカードをもつものしか入室できない厳重な管理施設であった。電気泳動による分析も行ったが、細かい作業が多く、聞いたことのないような溶液もたくさんありました。

#### ⑤ 地球温暖化の気候モデル

当研究所のメイン研究の1つであるスーパーコンピュータを用いたシミュレーションを実際に行った。スーパーコンピュータの操作では、たくさんの文字がパソコンに表示されていて難しかったです。地球温暖化に関するお話では、今までの思い違いや地球温暖化のおそろしさを知ることができました。考えさせられることが多く、とても勉強になりました。

#### ④ ため池の水の水質測定

研究所内の3ヶ所の池で水を採取し、滴定実験を行った。また、遠心分離機を用いて藻類のクロロフィルの分析も行った。3ヶ所のうち、1ヶ所だけが明らかに緑色のにごりが濃く、測定の結果、クロロフィルが非常に多く含まれていることが原因であることが分かった。すべての作業を一人ずつ行うことができ、いろいろな機器・器具を見せてもらった。



#### ③ 池の中の藻類の採集と顕微鏡観察

2ヶ所の池と1つの水槽の計3ヶ所の水をプランクトンネットを用いて採取した。その後、光学顕微鏡による観察と種の同定を行った。また、一人ひとりが走査型電子顕微鏡を操作し、写真撮影も行った。観察した生物の中に、トラケロモナスがあったが、FeとMnを成分としている殻は赤いのに、ミドリムシの一種なので殻をとると、緑色でおもしろかったです。



### SSH 今後の日程



8月30日(木)

9月3日(木)

9月6日(木)

10月25・26日(木・金)  
(1泊2日)

11月20日(金)

12月20日(木)

1年 SS環境 東洋精米訪問(F組)

1年 研究室訪問II 近畿大学生物理工学部

1年 SS環境 東洋精米訪問(G組)

1年 ラボツアー 大阪大学工学部環境・エネルギー工学科

京都大学 桂キャンパス 宇治地区研究所・再生医科学研究所

1年 第1回先端科学講座(数学) 予定

1年 第2回先端科学講座(数学) 予定





## 2年サイエンスツアー（東京・筑波）2日目 Bコース JAXA・筑波宇宙センター、地質標本館、サイエンス・スクエアつくば

2日目Bコースでは、JAXA・筑波宇宙センター（宇宙航空研究開発機構）、地質標本館、サイエンス・スクエアつくばの順に3ヶ所の研究機関を訪問しました。

午前9時30分からJAXAの概要説明を受けた後、バスでセンター内を移動しながら、研究施設の見学と説明を受けました。その後、健康増進室室長の村井先生による「国際宇宙ステーションでの日本の役割」についての講演が行われ、現在までの宇宙飛行に関する歴史と、今後の宇宙ステーションを中心とした宇宙開発の展望を、プロジェクターを用いて分かりやすく説明していただきました。午後は産業技術総合研究所の地質標本館を訪れました。地質標本館副館長の方に館内の各ブースを説明していただきました。館内は展示ホールと第1～第4展示室からなっており、世界の様々な岩石、鉱物、化石の標本や火山活動のしくみや日本列島の成り立ち等が分かりやすく体感できるブースなどが数多くありました。午後3時からサイエンス・スクエアつくばに移動し、研究員の方によるヒューマノイドロボットについての説明と演示、2グループに分かれての各展示物の見学などがありました。午後5時に宿舎である筑波研修センターに帰り、筑波大学名誉教授の小熊 譲氏による「向陽高校生に伝えたいこと・・・『科学と平和』」についての講演がありました。午後9時から、Aコースに参加した生徒と合流し、各班で当日の研修内容をまとめ、OHPシートを用いての発表会を実施しました。Aコース・Bコースとも、報告内容をよく工夫し、分かりやすく発表を行っていました。

### SSH報告

#### 2年 サイエンスツアー2日目 Bコース



#### 参加生徒の感想より

「宇宙飛行士は、大きなプールに入って何回も訓練を重ねることによって、やっと宇宙に行くことができるって聞いて大変なんだと思った。」  
 「今までロケットのことをあまり知らなかったけれど、今回見学したり、歴史を教えてもらったりして、宇宙はすごいと思った。」  
 「内容が難しかったけれど、いろいろな化石や模型などを見学できて、良かったです。」  
 「平和と科学のつながりがよく分かりました。大学や大学院のことも教えていただけて良かったです。紹介された本も読んでみたいです。」



### SUMMER SCIENCE CAMP 2007 に参加して

夏休み中、実験・実習を主体とした科学技術体験合宿プログラム「サマー・サイエンスキャンプ」が各開催地で実施されました。

本校からは、2年環境科学科の松栄一真君が、8月1日（水）～3日（金）に足利工業大学総合研究センターで行われたプログラムに参加しました。実習では、自然エネルギー利用についての講義、風車やソーラークッカーが展示されている「風と光の広場」の見学、太陽光・風力利用の実習での「ソーラークッカー」「小型風力発電機」の製作、風洞実験や3日間の成果についての発表会などが行われたそうです。

サイエンスキャンプは、夏だけでなく、冬・春にも行われます。興味のある人は参加してみてもいいかな。

#### 参加生徒の感想より

「サマーサイエンスキャンプで、いろいろなことを学ぶことができました。普段の授業では体験できない実験・実習なども行うことができました。特に、「ソーラークッカー」が印象的でした。太陽光という自然エネルギーを使い料理するもので、電気を使わないので環境にもよく、画期的なものだと思います。太陽光利用の実習で、その「ソーラークッカー」を自分で作ることで、とてもうれしかったです。サマーサイエンスキャンプを今まで知らなかったのですが、そのことを後悔するほど、この3日間、楽しく過ごすことができました。また参加したいと思いました。」





## 2年サイエンスツアー(東京・筑波) 3日目 日本科学未来館

最終日の7月25日(水)は、日本科学未来館での研修でした。科学未来館は、宇宙、地球、人間という大きな視野で科学技術を捉え、「地球環境とフロンティア」「生命の科学と人間」「技術革新と未来」「産業科学技術と社会」という4分野のテーマを掲げて展示が行われていました。ここでは、各自が興味をもった展示施設について、インタープリター(展示解説員)や科学ボランティアの人たちと対話しながら、ワークシートを完成させていきました。

### 参加生徒の感想より

- 「水素エネルギーについて興味をもっていたので、インタープリターの方に詳しく教えていただけて、良かったです。」
- 「おもしろく科学を学ぶことができて良かった。いろいろな科学技術が自分の知らないところで使われていて、びっくりした。」
- 「最先端のロボットに触れることができて、とてもよい経験となった。」
- 「いろいろな機械が見れたし、何よりも“ASIMO”を見て、とてもうれしかった。」
- 「JAXAに引き続き、今回は居住スペースを見ることができたので、ISSに関する知識をさらに増やすことができて、良かった。」
- 「すばる観測シミュレーションの展示に興味をもった。天体観測について知らないことが多かったので、いろいろと知ることができました。」

## SSH報告

2年  
サイエンスツアー3日目  
日本科学未来館

平成19年度  
SSH生徒研究発表会



## 平成19年度 SSH生徒研究発表会 テーマ「和歌山県田辺湾におけるタマキビ類(巻貝類)のすみ分け に関する研究」についてポスターセッション発表



### 参加生徒の感想より

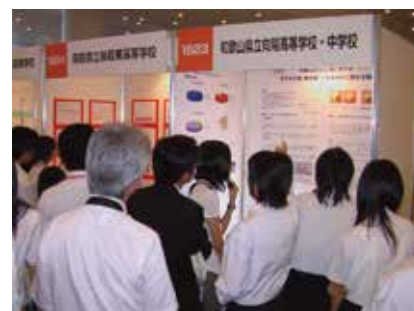
- 1年「僕たちと同じ高校生があのような研究をしていたなんて全く予想していませんでした。今回、生徒研究発表会に参加して、科学がとても身近なものに感じられました。」
  - 1年「難しい内容のものが多かったですが、どの学校の発表もとても興味深く、自分もこのような研究をしてみたいと思いました。参加した3日間、とても充実していました。」
  - 1年「どの学校の発表も、発表の仕方ですごく良かった。細かい作業を通して、自分たちなりの結果を出すのが大変だと思った。」
- ポスターセッション発表を終えて
- 2年「始まるまでは緊張していましたが、思ったより会場の雰囲気が和やかだったのであっという間でした。今回初めて参加して、指摘を受けたり、様々な疑問点や問題点を発見することができました。この経験を活かして、よりよい研究にしていけるよう、がんばりたいと思いました。」

8月2・3日の2日間、「SSH平成19年度生徒研究発表会」がパシフィコ横浜で行われました。本校からは環境科学科2年生3名、1年生5名と教員4名が出席しました。発表会前日の1日は、ポスターセッション会場で発表の準備や練習を行いました。2年生「探究科学Ⅱ」の授業では各ゼミに分かれ、テーマ別課題研究に取り組んでいます。今回のポスターセッションでは、青木奈美さん・坂本育美さん・岩田亜佑美さん達が京都大学臨海実験所の宮崎勝己先生のご指導のもと研究している「和歌山県田辺湾におけるタマキビ類(巻貝類)のすみ分けやその行動について」の成果を発表しました。

1日目の全体会では開会の挨拶のあと、国立科学博物館動物研究部動物第三研究室長 窪寺恒己氏による「科学者としての魅力とやりがい〜深海に潜む巨大イカ類を追って〜」についての講演がありました。講演の最後には、参加生徒達に向けて、「科学する心・科学する力・科学する技を身につけ、日本の科学を支える人材に育ってください。」とメッセージが伝えられました。全体会のあとは、各分科会に分かれて、発表を聞きました。どの発表にも積極的に質問が出され、それに対する説明がなされていました。ポスターセッション会場でも、各校が競って自分たちの研究成果を説明し、とても活気のあるものでした。ポスターセッション発表に参加した3人も、初めは緊張しながら自分たちの研究内容について説明していましたが、説明を重ねるごとに緊張もほぐれていった様子でした。2日目はポスターセッション、各賞の表彰などが行われ、終了しました。来年度は、ポスターセッションのほか分科会での発表に参加することになります。来年に向けて、頑張っ



宮崎先生と一緒に . . .



ポスターセッション会場にて



## 1年 大学研究室訪問Ⅱ 近畿大学 生物理工学部

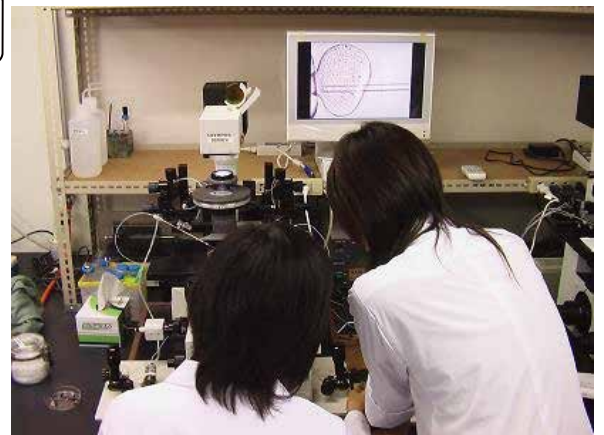
### SSH報告

#### 1年 大学研究室訪問 近畿大学 生物理工学部

9月3日の午後、近畿大学生物理工学部へ訪問してきました。最初に細井美彦教授より、生物理工学部が近畿大学の10番目の学部として設置されたこと、工学・農学・理学の各分野の境界を越えた新たな学問領域であること、21世紀COEプログラム(center of excellence)に指定されていることなど、学部の概要について説明していただきました。また、各学科の研究内容について、クイズ形式で教えていただきました。その後、8名ずつのグループに分かれて、2つの研究室を見学しました。時間は限られていましたが、研究内容を分かりやすく教えていただき、見学した生徒は熱心にメモを取り、先生方に質問していました。

### 見学させていただいた研究室

生物工学科	環境生物工学研究室	齊藤 卓也准教授
生物工学科	植物資源工学研究室	堀端 章講師
遺伝子工学科	動物実験室	細井 美彦教授
遺伝子工学科	遺伝子生化学研究実験室	武部 聡教授
電子システム情報工学科	音響信号処理研究室	中迫 昇教授
電子システム情報工学科	機能調和生体材料研究室	西川 博昭講師
知能システム工学科	センサーシステム研究室	青木 伸也講師
知能システム工学科	スポーツ工学研究室	本田 善久教授
生体機械工学科	流体工学研究実験室	松井 剛一教授
生体機械工学科	熱工学研究実験室	加治 増夫教授



訪問した研究室の一部を紹介します。動物実験室では生殖細胞操作による個体発生の変更ならびに精子の顕微注入受精による希少動物の繁殖技術の研究がされています。細井教授より、黒と白の交配で生まれたグレーのマウスとキメラマウスの違いなどを教えていただいた後、実際にマウスの卵子と精子から、キメラマウスに育つ受精卵を作る操作を体験することができました。また、ES細胞の観察などの実習を行ってきました。

生物工学科植物資源工学研究室では、農作物(主としてイネ)を対象とし、その遺伝的な特性を分子レベルから解析して、品種改良に利用する研究がなされています。この研究室を見学した班は、バスで実際にイネを栽培している水田に行き、説明していただきました。お話の中で、イネの穂のかたちをかえる遺伝子、frizzly(fz p)について教えていただきました。この遺伝子を調べることは、「どのように枝分かれが抑えられているのか」を知る大きな手がかりになり、このしくみが分かることにより、穂の形を自由に操作し、多くの穎花(将来の米)を理想的なかたちで穂のなかへ配置できると考えられているそうです。また、普段あまり目にしたことのない紫色のイネやとても小さなイネなども見せていただきました。



### 参加生徒の感想より

「生物があまり得意ではないので、実際に行くまで、本当は期待していませんでした。しかし、大学に行ってみると、大学の雰囲気やいろいろな機器にどンドンワクワクして、見学の時間ももっとあったらよかったのにと思いました。」

「初めて本物の電子顕微鏡を見ることができました。しかも、実際に撮ったいろいろな細胞(細胞が細胞に食べられるところや白血球の食作用など)の画像を3Dで見せてもらえて、おもしろかったです。」

「遺伝子について普段あまり気にとめていなかったのですが、今回の研修はかなり自分にとって気づかされた点、びっくりした点がたくさんありました。研究の結果を出すには長年の月日がいって、そう簡単なものではないだろうけれど、毎日研究を続けているとのことでした。研究者としての姿勢も学ぶことができました。」

「とても難しいことをやっているのだと思いました。いろいろ説明してもらったり、質問したりしても、よく分からないことが多かったです。研究室に行くときは、もっと下調べの時間とかがあればいいと思いました。」

「イネの種類が多さに驚きました。見たこともないイネもたくさんあって、とても興味を持ってました。」



## 1年環境科学科 SSH企業訪問 東洋精米機製作所

8月30日(木)に1年F組、9月6日(木)に1年G組が無洗米で有名な東洋精米機製作所を訪問しました。

はじめに会社全体の説明があり、工場を見学しました。無洗米製造施設の見学では、無洗米ができあがるまでの行程の説明があり、実際に無洗米と精米の外観の違いについても観察しました。また、東洋精米機製作所の初期の機器である「石抜き機」等他の機器についても見学、説明を受けました。その後、ISO14001認証取得に関して、川上祐司総務部長から講義を受けました。ISO14001認証取得には水質や廃棄物等の処理などの手続き書の作成、手続き書に沿った事業を進めていくこと、その結果を記録し証明することなどかなり煩雑な



業務の多さに驚かされた講義でした。企業の環境保全への取組を学習し、自らの生活を考えさせられる研修となりました。

### 参加生徒の感想より

「環境に対してここまで気を使っている会社が、学校のすぐ近くにあったのを初めて知りました。環境への意識は想像をはるかに上回っていました。環境にも安全にも意識をもち、それを実行し続ける、このような企業が社会に影響を与えることで、環境問題に世界中で取り組んでいけたらよいなと感じました。」

「HPで事前に学習したときは、「ISO」についてあまりよく分かりませんでした。会社の中を見学しながらお話を聞いているうちに、「環境に対して徹底している」ということを本当に感じました。また、勉強して“学ぶ”だけでなく、“行動にうつす”ことをしないと意味がないことを知りました。」

## SSH報告

1年 SSH 企業訪問  
東洋精米機製作所  
8月30日(F組)・9月6日(G組)

2年 テーマ別課題研究  
各ゼミ紹介④ 環境ゼミでは



## 2年環境科学科 「SS探究科学」 テーマ別課題研究 各ゼミ紹介 ④ 環境ゼミでは…

環境ゼミは、「身近な場所から地球環境問題を考えよう」というテーマ設定をし、二班に分かれて調査・研究しています。A班は私たちの周りに数多くある(特に向陽高校周辺に多い!)「コンビニエンスストア」を対象に選び、ここでのどのような環境対策がおこなわれているか、ヒアリング調査をしてまとめています。そもそも現代の便利な生活の象徴ともいえるコンビニは、年中、照明と冷暖房が必要で多くの電気を消費しています。さらに一日に何度もマイカーを乗りつけるといった利用もあり、地球環境への大きな負荷になっています。それをどのように解決しようとしているのかを研究しています。

B班は、向陽高校の隣に日前宮の森があることから、「神社林」を対象に選びました。日前宮をはじめ、学校の周辺のいくつかの神社を見学し、実際、神社林にはどのような樹林があるか観察しました(社叢観察)。本校周辺の神社には、鬱蒼とした森林が保全されている所もある一方で、都市化のせいで神域に樹木がほとんどない所もあります。約百年前、南方熊楠は明治政府の神社合祀令に対し、エコロジーの観点から反対して森を守れと主張しましたが、現在は別の要因で神社林は危機に直面しているようです。これからは、地球環境問題の解決に神社林はどのような役割を果たしているかというテーマで、文献による研究を進める予定です。



### 今後の日程

- |                |                  |   |
|----------------|------------------|---|
| 10月18日(木)      | 1年 第1回先端科学講座(理科) | 大阪大学大学院理学研究科<br>Sebastien Lemire 博士                 |
| 10月25・26日(木・金) | 1年 ラボツアー         | 大阪大学工学部 環境・エネルギー工学科<br>京都大学 桂キャンパス 宇治地区研究所 再生医科学研究所 |
| 11月20日(火)      | 1年 第1回科学探究講座(数学) | 大阪市立大学  |
| 12月20日(木)      | 1年 第2回科学探究講座(数学) | 大仁田義裕教授 酒井高司助教授                                     |





## SSH 報告

2007 おもしろ科学まつり  
ブースを出展第1回SSH先端科学講座  
(理科)

## 2007 おもしろ科学まつりに出展

「ホバークラフト」 「ビーズで作るDNA」 「動け！ロボットくん」

10月13日(土)・14(日)の2日間、和歌山マリーナシティ(わかやま館)において“2007 おもしろ科学まつり”が開催されました。本校からは「ホバークラフトに乗ろう」、「ビーズで作るDNA」、「動け！ロボットくん」というタイトルで3つのブースを出展し、1・2年 環境科学科の生徒と科学系クラブの生徒が担当しました。「ホバークラフト」は、1952年イギリス生まれの乗り物で、平らなところではどこでも走ることができます。小学生や小さな子どもさんは保護者の方と一緒に、地面のでこぼこを感じさせないこの不思議な乗り心地を体験しました。「ビーズで作るDNA」のブースでは、小学校4年生以上の子どものたちが地球上にすんでいるほぼすべての生き物がもっているDNAの模型をビーズを使って作りました。ワイヤーにビーズを通すという細かい作業でしたが、とてもきれいなDNAのストラップが完成しました。「動け！ロボットくん」では、“KHR-1HV”を用いた1時間ごとのロボットショーと“LEGO MINDSTORMS NXT”の5種類を用いた、音を出したり、手を近づけたりして、ロボットを動かすコーナーがありました。ロボットショーでは、担当した生徒達が、ラジオ体操やお笑い芸人などの動きを取り上げながら、楽しく、このロボットの人間のような動きを紹介していきました。

## 参加生徒の感想より

「参加するまで、おもしろ科学まつりについて詳しく知らなかったのですが、お客さんの多さに驚きました。私は、今回、小さな子どもたちに少しでも興味をもってもらえるよう、ロボットショーのブースを受け持ちました。小さな子どもが対象ということで、仲間4人と知恵を振り絞り、その場その場で、よりうけそうな芸をロボットに教え込み、1回目より2回目、2回目より3回目と、より楽しい時間になるよう試行錯誤しました。2日間を通して、合計14回のショーを行い、毎回たくさんのお客さんに見てもらえ、笑顔で帰ってもらえ、嬉しかったです。少しでも興味をもってもらえたかなと思うと頑張ったかいがあり、大きな達成感が残りました。

科学まつりのことをよく知らないという人もいますが、来年の1・2年の人達もぜひ参加して欲しいと思います。友達とのチームワークもよくなり、本当によい経験になりました。参加して本当によかったです。」



## 1年 第1回SSH先端科学講座(理科)

An introduction on bacteriophages:

Their contribution in life and life sciences

～バクテリオファージの紹介：生命とライフサイエンスへの貢献～

10月18日(金)、外国人若手研究者(JSPSフェロー)の大阪大学大学院理学研究科 Sebastien Lemire 博士(フランス)をお招きし、バクテリアの進化に及ぼすファージの働きと病原性への影響を中心に、分子生物学や遺伝学について講演していただきました。

初めに、フランスについてお話していただきました。お話の中で、フランス語には日本語には無い発音があることやフランスで一番よく知られているスポーツのこと、400種類以上のチーズがあり、フランス人は1年間に24kgも食べる、日本の学校制度との違いなどを教えていただきました。その後、バクテリオファージが発見されてきた過程や大腸菌を入れると数時間で繁殖すること、ファージセラピーなどについても説明していただきました。チーズなどの製造では、ファージがあると発酵が行えなくなるので取り除いていること、ファージを利用することによって、生物の遺伝子の実体がDNAであることが明らかになったことなどについてもふれられ、最後にファージを用いた実験を見せていただきました。

## 参加生徒の感想より

「何度も説明を繰り返してくれたので、だいたい理解することができました。フランスについても色々話してくれて興味深かったです。」

「ファージが増殖して大腸菌を溶菌する話は、生物の授業で学習していたので、イメージしやすかったです。」

「ファージの話では分からない単語も多くて難しかった。今日はみんなからの質問がいつもより多くて、良かったと思いました。」

「今回の講演では、英語で話してくれる内容を聞き取るのがとても難しかったです。内容についてあまり理解できませんでした。」

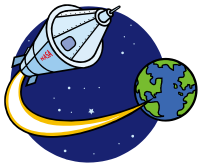




## SSH 報告

### 第2回SSH先端科学講座 (理科)

宇宙飛行士  
日本科学未来館館長  
毛利 衛 氏



2年 探究科学Ⅱ  
テーマ別課題研究  
各ゼミ紹介⑤物理ゼミでは



### 1年 第2回SSH先端科学講座(理科)

#### 「宇宙の地球人としての私達」

10月19日(金)、ボーイスカウト和歌山連盟結成100周年記念事業として行われた「宇宙飛行士 毛利衛氏講演会」に、環境科学科1年生、向陽高校理科系クラブ、向陽中学校理科部の計105名が参加しました。毛利さんは、1985年8月に日本人初の宇宙飛行士に選ばれ、1992年9月、スペースシャトル「エンデバー号」に科学者宇宙飛行士として搭乗、第一次材料実験や宇宙授業を行われた方として有名で、2000年10月、日本科学未来館初代館長に就任されています。講演の初めに、毛利さんから「地球と宇宙の違いは何か?」という質問が出され、参加した高校生から「重力がない・空気がない」などの意見が出されました。実際には、スペースシャトルにも重力がかかっているが、シャトルが地球のまわりを秒速8kmというものすごい速さでまわっているため、シャトル内は無重力であることなどの説明がなされました。また、シャトルの中では水は球体となり浮かぶこと、手に水がつくと粘り気のある水が手に絡みついてくること、水と金属の球をぶつけると一部分でくっつき、だるまのようになることなど、映像を交えながら分かりやすく教えていただきました。宇宙での生活についてもふれられ、宇宙食やシャトル内のトイレの構造などについても教えていただきました。最後の質疑応答の時間には、参加した和歌山市内の高校生から積極的に質問が出されました。本校の環境科学科の生徒からも「月には今もアメリカの旗が立っていますか?」など、2つの質問が出され、答えていただきました。

#### 参加した生徒の感想より

「毛利さんの話は、とてもおもしろく、分かりやすかったので、あっという間に90分が過ぎてしまいました。実際に宇宙に行った人からお話を聞くということで、とても興味を持つことができました。」  
「舞台から降りてきて質問をしてくださるなど、堅苦しくなく、宇宙を身近に感じることができました。」  
「毛利さんは小学校低学年の時から宇宙に興味があり、30年かけて夢が実現したことを知りました。今日の話聞いて、私も難しい夢でも頑張ろうという気持ちになりました。」  
「“条件の違いはさまざまな違いを生み出す。”という言葉が印象に残っています。科学の不思議さ・楽しさを表したような言葉だと思いました。」



### 2年 探究科学Ⅱ テーマ別課題研究

#### 各ゼミ紹介⑤ 物理ゼミでは・・・

物理ゼミでは、4つのグループに分かれて、活動、研究をしています。

「ロボット班」では、二足歩行ロボットを動かすための初期設定を行い、ジャイロセンサーや加速度センサーの取り付け、自らバランスをとるような設定を行いました。文化祭やおもしろ科学まつりでロボットによるショーを行い、ロボットのさまざまな動きを見せることで、多くの子ども達の心を引きつけることができました。現在は安定した二足歩行をするための研究を行っています。

「教材研究班」では、中学生に理科の理解を深めるため、教材・実験について研究し、これまで中学2年生に対して、ホットケーキの生地 directly 電気を通してジュール熱によりホットケーキを焼く実験と、ドライアイスとエタノールで寒剤を作り、いろいろな物を冷やす実験を行いました。現在もさらに授業をするための準備を行っています。

「スターリングエンジン班」では、低温動作スターリングエンジンの動作特性測定を試みましたが、動作が不安定で定量的な測定ができず、停滞状態になっています。替わって8月以降は、「ホバークラフト班」として活動を続けています。おもしろ科学まつりの二日間では大勢の子供たちが、摩擦なしで動く不思議な感覚を体験しました。今後、スカート内高圧空気の圧力測定を試み、荷重と内部気体圧力との関係を調べる予定にしています。

「超伝導班」では、より良い超伝導体の製作を主題として、研究に取り組んでいます。超伝導体の組成成分の粉末をよく混ぜ、プレスし、粒状にして、電気炉で焼成する作業を行っています。現在は、より高性能の超伝導体を作製するための自作プレス機と、極低温での抵抗値を測定する装置の製作にも取り組んでいます。



#### 今後の予定

11月 5日(月)	SSH和歌山大学講座 (向陽中学3年、高校環境科学科1年)
11月19日(月)	1年 SSH実験講座 雑賀技術研究所
11月20日(火)	1年 第1回科学探究講座(数学) 大阪市立大学 大仁田義裕教授 酒井高司特任助教
12月20日(木)	1年 第2回科学探究講座(数学) 大阪市立大学 大仁田義裕教授 酒井高司特任助教

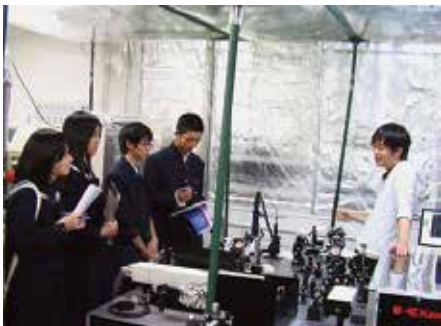




## 1年 SSHラボツアー 1日目 研修① 大阪大学工学部 環境・エネルギー工学科

10月25・26日の一泊二日で、SSHラボツアーに行ってきました。今回の研修では、先端科学・地球環境をキーワードに、大学や研究機関を中心に見学することにより、高度な研究の内容と研究者としての姿勢について学ぶことを目的としています。

1日目は、大阪大学工学部環境・エネルギー工学科を訪問しました。まず、工学部、環境・エネルギー工学科について説明していただいた後、「21世紀のエネルギー」について、山本敏久先生に講演していただきました。エネルギー消費量や使用目的など、日本をとりまくエネルギー事情や地球温暖化問題等について、クイズ形式で分かりやすく解説していただきました。午後はレーザーエネルギー学研究センターと各研究室見学でした。レーザーエネルギー学研究センターは、2006年度から全国共同利用施設となっており、世界最大級のレーザー装置や1000兆ワットのペタワットレーザーを駆使し、レーザー核融合、宇宙物理、状態方程式、粒子加速などの研究がなされています。また、山中研究室、西嶋研究室と原子動力・加速器の3ヶ所の研究室を見学し、使われている機器や研究内容について説明していただきました。ここでは、核分裂反応と核融合反応、肌測定や老化のメカニズムなどについて教えていただきました。



### 参加生徒の感想より

「実際に研究している内容や研究室で使っている機器などを間近に見ることができ、資料もたくさんもらえたので、分かりやすくてよかったです。」

「肌の水分や硬さを初めて測定してもらいました。学生の人達が説明してくれたり、話をすることができたので、大学の様子などもよく伝わってきました。」

## SSH報告

### 1年ラボツアー1日目

**研修①**  
大阪大学工学部  
環境・エネルギー工学科  
**研修②**  
講演会  
「自然との共生  
～生物保全学入門～」



## 研修② 講演会 「自然との共生～生物保全学入門～」



宿舎に着き、夕食をとった後は、京都大学大学院・地球環境学堂・地球環境学舎三才学林・森川里海連環学分野教授 夏原由博先生をお招きし、「自然との共生～保全生物学入門～」について講演していただきました。初めに、地球環境学堂について紹介していただいた後、先生が研究されている森川里海連環学がどのような学問であるのか教えていただきました。お話の中で、ボルネオオランウータンの数が100年前に比べると約92%も

減っていること、生息地がもとの面積の約80%も失われていることなどについて挙げられ、生態系サービスを劣化させる2つの原因、生物多様性を守ることの大切さなどについて説明していただきました。日本の例では、鮎を放流しても漁獲量が増えないことや大台ヶ原のトウヒの立ち枯れ、絶滅危惧種などについてふれ、特に、カスミサンショウウオについての研究を中心に保全生物学について詳しく教えていただきました。また、カスミサンショウウオの研究には本校の卒業生も関わっていたことも紹介してくださいました。生態系サービスのトレードオフ、遺伝的多様性、遺伝子解析などについても分かりやすく教えていただきました。

### 参加生徒の感想より

「途中から内容が難しくなっていくけれど、生態系のしくみや自然環境、遺伝のことなど、今まで知っていたこと、知らなかったことをいろいろ聞くことができよかったです。」





## 1年 ラボツアー 2日目 研修③ 京都大学 桂キャンパス

ラボツアー2日目の10月26日の午前中は、桂キャンパスを訪問しました。桂キャンパスは2003年10月にオープンした京都大学3番目のキャンパスで、4つのクラスターから構成されています。今回、工学部・工学研究科の施設を中心に研修が行われました。

工学部・工学研究科の概要説明を受けた後、班に分かれて4カ所を見学しました。

Cクラスター環境系研究室では、気圏・水圏・地圏・生物圏に関する様々な高度分析、下水高度処理技術の開発などの研究内容について説明していただいた後、プラント実験室などの施設を見学しました。ここでは、ゴミを燃やしたときのダイオキシンの発生をどのようにすれば防げるか等、廃棄物の研究やバイオテクノロジー、X線を用いた研究なども行われています。大嶋研究室では、プラスチックについての研究がなされており、プラスチックの中の気泡を走査型電子顕微鏡を使って見せていただきました。顕微鏡で見ると、蜂の巣のように気泡が並んでいました。その他、京都大学の全体的な管理を行っているEMセンター、化学系図書館、大型構造物の実験などを行うシュミレーションラボ、部屋全体が“吸音くさび”というガラスワールであみこまれた繊維で覆われている無響音室などの施設について説明していただきました。



### 参加生徒の感想より

「京都大学桂キャンパスはすごく広いところだった。とにかくいろいろな施設があって、その一つひとつが大きい。一番不思議だった場所は、無響音室でした。」

「無響音室では、本当に耳が変な感じで、少し離れたところにいる友達の声も聞こえにくかった。部屋から出た時は、自分の声って、こんなにも響いていたんだと気づくことができた。」

「EMセンターには、とても驚きました。このような施設はテレビでしか見たことがなかったので、間近に見れて本当に感動しました。」

「時間が短かった。もう少し、ゆっくりと各施設を見学したかった。」

「難しい言葉がたくさんでてきたので、分かりにくかった。」



### SSH報告

## 1年 ラボツアー2日目 研修③ 京都大学 桂キャンパス

## 化学ゼミと生物ゼミがポスターセッション発表

### 和歌山県立桐蔭高等学校SSH研究成果発表会にて



11月2日(金)、和歌山県立桐蔭高等学校が、スーパーサイエンスハイスクール活動5年目を迎えるにあたり、研究成果発表会が開催され、SSH指定を受けている県立高校などが参加しました。本校からは環境科学科2年生の生徒9名が出席し、日頃の授業で取り組んできた研究テーマ(「和歌山県田辺湾におけるタマキビ類(巻貝類)のすみ分けに関する研究」「香料(エステル)の研究」「アスコルビン酸の定量実験の研究」)についてポスターセッション発表を行いました。

#### 参加生徒の感想より

タマキビ班 「初めての発表ではなかったので前より緊張しませんでした。研究内容についていろいろと指摘していただき、勉強になりました。“この研究おもしろいね”と言われた時はとてもうれしかったです。これからさらに内容の深い研究にしていきたいと思います。」

香料班 「桐蔭高校では、中学生に説明することが多かったので、あまり緊張することなく楽しんでポスターセッションすることができました。」

アスコルビン酸班 「生徒の人たちだけでなく、先生方も質問などに来てくださって、戸惑うこともありましたが、多くのこと学ぶことができてよい経験になりました。」







## 1年 SSHラボツアー 2日目 Aコース 研修④ 京都大学宇治地区研究所

2日目の午後は、京都大学宇治地区研究所を見学するAコースと京都大学再生医科学研究所を見学するBコースに分かれました。Aコースでは、初めに宇治キャンパスの概要について説明していただいた後、防災研究所と生存圏研究所を見学しました。防災研究所は平成14年度から中核的研究拠点（COE）に採択され、5研究部門・6研究センターの構成で、防災学に関する国際的な研究拠点としての役割を果たしています。ここでは、強震応答実験室と境界層風洞実験室の2ヶ所を見学しました。強震応答実験室では、実際に600Ga1の地震の揺れを再現する実験を見学しました。また、境界層風洞実験室では、全長50mの強い風を発生させる境界層風洞実験装置について説明していただきました。街や建造物の強風によって受ける影響を調べたり、台風などの大気災害などについて研究されているということでした。生存圏研究所では、“人類の持続的発展のための科学”をキーワードに、直面する諸問題の解決のために科学的診断と技術的治療の視点から4つのミッションに取り組んでいるそうです。概要説明の後、材鑑調査室と生存圏バーチャルフィールドを見学しました。木の年輪には季節が重要であり、その年輪の成分であるセルロースの変化を見ることで昔の気候などを知ることができることなどを説明していただきました。

### 参加生徒の感想より

「地震などの災害で大きな被害を受けないように、いろいろな実験がなされていることを知り、多くの人々の思いや努力がたまっているキャンパスなんだと感じました。」  
「材鑑調査室には、多くの木片の見本やプレパラートがあり、とても驚きました。」



## Bコース 研修⑤ 京都大学再生医科学研究所

京都大学再生医科学研究所は、国内唯一のヒトES細胞株の樹立研究機関です。2004年3月には研究者へのヒトES細胞分配を開始しました。この9月には文科省世界トップレベル研究拠点プログラムに指定され、非常にお忙しい中、私たちの研修のために時間を割いていただきました。研修は初めに概要説明を受けた後、4班に分かれて、4ヶ所を見学しました。ヒトES細胞処理施設（ESCPC）は、医薬品製造基準（GMP）でES細胞を専門に取り扱う試験施設です。ES細胞を必要ときに供給できるよう、液体窒素を使って凍結保存しており、ICカード等で安全かつ厳重に管理されていることなどについて説明していただきました。また、MRIは、核磁気共鳴現象を利用して生体内の内部の情報を画像化する方法で、CTとの違いなど、そのしくみについて教えていただきました。電子顕微鏡は、透過型と走査型の2種類があり、物理学、化学、生物学、医学などの各分野で広く使われているということでした。FACS（自動細胞分離解析装置）は、蛍光抗体で染色した細胞を測定することによって、細胞表面にある抗原を定量的に測定することができることを教えていただきました。

### 参加生徒の感想より

「医療に興味のある私にとって、とてもおもしろい話だった。一段とドクターへの夢が膨らみました。」  
「すごく内容が難しかった。けれど、MRIのしくみはとても興味深かったし、白・黒の差が出る訳もはっきり分かってよかったです。」  
「ヒトES細胞が医療へ利用できるようになったら、ガンで死ぬ人も減るだろうから、早く実用できるようになって欲しいです。」「ES細胞ってすごいと思いました。今回一番興味をもった分野です。」



## SSH報告

### 1年ラボツアー2日目

Aコース  
研修④  
京都大学  
宇治地区研究所

Bコース  
研修⑤  
京都大学  
再生医科学研究所



## 第51回日本学生科学賞 県産業教育振興会長賞を受賞

### 「田辺湾におけるタマキビ類（巻貝類）のすみ分けに関する研究」

10月25日（日）、「第51回日本学生科学賞」研究部門の県審査が読売新聞和歌山支局で行われ、本校の探究科学Ⅱ課題研究生物ゼミの青木奈美さん・坂本育美さん・岩田亜佑美さん達に取り組んでいる「田辺湾におけるタマキビ類（巻貝類）のすみ分けに関する研究」が県産業教育振興会長賞に選ばれました。

### 受賞生徒の感想より

「私たちは、5月から7月の3か月間、白浜の磯で調査を行いました。毎回、雨が降って大変でしたが、今回賞をいただいて、とてもうれしく思っています。これを励みに新たな発見ができるよう、努力していきたいです。」





## SSH和歌山大学講座（第2回実験講座）

高校生・中学生の共同講座

科学全般・数学領域・情報領域・物理領域・化学領域の5講座

11月5日（月）の4・5限、SSH和歌山大学講座（第2回実験講座）が行われ、環境科学科1年生と向陽中学3年生が5つの講座に分かれて参加しました。今回の講座では、高校生と中学生が共同で、体験的に学ぶことによって、互いに刺激を受け、学び合う姿勢を育成することを目的としています。

数学領域「おもしろい確率」の講座では、身近な例、さいころ・食塩水の問題・誕生日の問題等々を取り上げ、確率の中でも特に条件付き確率について学習しました。高校生は、集合の記号や用語については既習事項であり、現在、数学Aの授業で確率を学習しているところなので、興味深く聞けたのではないのでしょうか。ただ、大学とは表記法が異なるものもあり、やや戸惑った様子も見られました。中学生にとっては、難しすぎたかもしれませんが、こんな数学の世界もあるということにふれるよい機会だったと思います。条件付き確率を食塩水混合の問題に置き換えたり、最後に条件付き確率にともなうカードによる実験で統計的確率と古典的確率の検証をされたりで楽しそうでしたが、少し時間が不足し、その点が残念に思いました。科学全般「現代科学事情」の講座では、近年の科学についていろいろな角度から詳しく説明していただきました。カーボンナノチューブについて模型を使って分かりやすく教えていただいたり、「一家に一枚」シリーズの周期表・ヒトゲノムマップ・宇宙図2007など、科学に身近に親しめ、学べるものが出版されていることについても紹介していただきました。実習では、京都大学の前野悦輝教授が考案した、元素記号を原子番号の順にらせん状に並べた新しい立体周期表を作成しました。3重の円筒状容器は元素に含まれる電子の軌道を表現しており、従来の周期表では難しかったイオンの性質もよりよく整理できているとのことでした。

### 参加生徒の感想より

中学生「すごく難しくくて、理解するのが大変でした。いろいろ知らない記号なども出てきて、すごいと思いました。」

高校生「実験が楽しかったけれど、もう少し、どうしてそうなるのか説明してもらいたかった。」

中学生「物を作るのが多かったのでもっともおもしろかったです。質問についてもできるだけ分かりやすく説明してくれたのでよかったです。」

高校生「宇宙の広がりについての話が興味深かった。中学生の中にはいろいろ詳しく知っている子がいてすごいと思った。」



①科学全般	「現代科学事情」	教育学部 教授	石塚 亙 先生
②数学領域	「おもしろい確率」	教育学部 教授	門田 良信先生
③情報領域	「マルチメディア」	教育学部准教授	豊田 充崇先生
④物理領域	「身の回りの先端材料技術」	システム工学部精密物質学科教授	伊東千尋先生
⑤化学領域	「身の回りの化学」	システム工学部精密物質学科教授	坂本英文先生



## 第4回高校化学グランドコンテストで発表

### 化学ゼミ 「香料（エステル）の研究」「アスコルビン酸の定量実験の研究」

11月4日（日）、大阪市立大学（杉本キャンパス）において、第4回高校化学グランドコンテストが開催され、環境科学科2年の化学ゼミ6名が参加し、「香料（エステル）の研究」、「アスコルビン酸の定量実験の研究」についてポスターセッションを行ってきました。全国から研究熱心な高校生たちが集まり、授業やクラブ活動で取り組んできた研究内容、合計33テーマについて熱心な意見交換がなされました。

### 参加生徒の感想より

「大阪市立大学では、大学の先生方や他の高校の先生方にいろいろ質問され、困ったこともありましたが、今後の研究課題について、いろいろとアドバイスしていただくことができ、本当によい経験になりました。」

「他の学校がとんでもないレベルの研究内容ばかりで驚いた。また、著名な教授の方々や生徒の人たちの質問やアドバイスから今後の研究にいかせそうなことを発見することができました。」





## SSH報告

### 1年 第3回先端科学講座 シトラスセンサー ～分光器を用いた 糖度測定～



## 1年 第3回SSH先端科学講座

### シトラスセンサー ～分光器を用いた糖度測定～

11月19日(月)5限、雑賀技術研究所技術開発部計測技術課の重藤和明先生と宮本晋吾先生をお招きし、第3回先端科学講座(理科)が行われました。今回の講座では、研究開発された先端科学技術の一つとして、シトラスセンサーの仕組みと実社会でどのように活用されているのかを学ぶことを目的としています。初めに、雑賀技術研究所の事業内容について説明していただきました。その後、シトラスセンサーを使って、ミカンの糖度を一人ずつ測定しました。糖度の異なるミカンがランダムに用意されており、装置にミカンを置いて測定ボタンを押し、パソコンに示された数値をミカンの皮に記入しました。このシトラスセンサーはミカンの選果場で利用されており、それらのデータを蓄積・分析することから、“よりおいしいミカンづくり”に活用されているとのことでした。また、アメリカの選果場の様子なども映像を交えながら、説明していただきました。原理の説明では、「物質は決まった色を吸収する性質をもつことが多いこと」、「波長の短い光は拡散しやすく、波長の長い光は物を通り抜けやすいこと」や光の波長について分光器を見せてもらいながら学習しました。透過光と入射光の測定、透過光と糖度の関係(Lambert-Beerの法則など)や近赤外分光の応用事例などについても教えていただきました。



#### 参加生徒の感想より

「和歌山に身近なミカンについてだったので、とても興味深かったです。光でミカンの甘さが分かるなんてびっくりしました。」  
 「シトラスセンサーについては少し難しく、だいたいしか分かりませんでした。」  
 「数値が1度違うだけで、かなり甘さが違うことが分かりました。」  
 「ミカンの糖度を測定できて、とてもおもしろく楽しかったです。」  
 「こんなすごい機器が、学校の近くで開発されていると知って驚きました。光はいろんなことに使えるということがよく分かりました。」



「家のミカンの糖度も測定してみたいと思った。」  
 「センサーによって甘くないと評価されたミカンはどうなるのだろうと思いました。」



## サマーサイエンスキャンプ報告



SSHニュース第6号で、2年環境科学科の松栄一真君が、8月1日(水)～3日(金)に足利工業大学総合研究センターで行われたサマーサイエンスキャンプに参加してきたことを紹介しました。

このプログラムの内容について、松栄一真君が、11月6日(火)に2年環境科学科探究科学Ⅱの選択生たちにパワーポイントを使って報告しました。

話の中で、風力発電やソーラークッカー、エネルギーなどについて詳しく説明してくれました。

風力発電は3000年以上前からエジプトや中国で使われており、19世紀にデンマークを中心として発達しました。二酸化炭素削減という利点があるため、風力発電の導入は年々増えています。日本でも増えてはいるが気候などの関係で、世界的に見ると13位と低い。今後、効率を上げるために海上につくったり、建物の間の風を利用することなどが考えられているそうです。風車には水平軸風車と垂直軸風車があることや小型風車の製作についても教えてもらいました。また、太陽エネルギーを直接利用して調理を行うソーラークッカーについても説明してくれました。ソーラークッカーには反射集光型・熱箱型・テルケス型・パネル型などの種類があることやそれぞれの特徴、実際にサマーサイエンスキャンプでつくったソーラークッカーなども見せてもらいました。





## SSH報告

**1年**  
**先端科学講座**  
**(数学)**

**1年 SSH先端科学講座(数学)**
**「曲面の幾何学」**

11月20日(木)の2・3限、大阪市立大学大学院理学研究科から「幾何学」をご専門に研究されている大仁田義裕先生と酒井高司先生をお招きして、第1回先端科学講座(数学)が実施されました。今年は、「曲面の幾何学」という内容の講座を2回設定しています。1回目である今回の目的は、「身のまわりで見られる自然界に生じるかたちは、数学を用いて表すことができる世界であること」を感じてもらうことにありました。石けん膜を作る実験を通して、「平面上だけでなく空間にも曲面が作られるという意外性」を、また「空間曲面がどのように作られているか」を数学的にコンピュータグラフィックスを用いて、学習することができたと思います。

「かたち」を再現するためには、いくつかの数学の考え方が有効になってきます。その考え方として、「微分」「接線ベクトル」「曲線の性質」について、講義の中で触れられました。また、お話の中で「石けん膜のつなぎ目がどうなっているのか」に関心をもった人もいました。「どのような角度でつながっているのか」という疑問に答えるためには「曲率」や「曲面の角度」という数学的な考え方や発想を知っておく必要があり、CGを用いて放物線を例に紹介していただきました。第2回先端科学講座(数学)は、いよいよ「曲率」とはどんなものかについて、CGを用いながら数学的説明をしていただく予定です。さらに、次年度の「SS探究科学II」の中で、どのような研究テーマで学習していくのかについても、お話ししていただく予定になっています。

最後に、「研究内容や方法を聞いて、おもしろそうだとか研究してみたいと思う人！次年度の数学講座の受講を待っています。」とのことでした。

**参加生徒の感想より**

「内容は大変難しかったが、CGを用いた楕円の性質の説明や放物線(parabola)の性質などがおもしろく、分かりやすかった。」

「いくつかは、事前に準備授業や講義があったので、少し分かったような気がした。」

「石けん膜は、面でしかできないと思っていたのに、空間内にできているのは意外だった。また、膜が重なるところでは、角度が定まるところは不思議な感じがした。」「身近なところに数学の式があるのだなとよく分かった。」


**高エネルギー加速器研究機構で行われた**
**サイエンスキャンプに参加して**

8月末に行われた高エネルギー加速器研究機構のサイエンスキャンプに、2年普通科理系の山本実加さんが参加しました。高エネルギー加速器研究機構は、世界最先端の巨大な加速器を用いて、宇宙の謎の解明や物質の極微の世界の探求を進めているところです。サイエンスキャンプでは、参加した高校生達が、「Bell実験の実データを使った新粒子の探索」「自作したワイヤーチャンバーを用いた宇宙線の研究」「Bell測定器を用いた宇宙線の速度の測定」「Bell測定器を用いた宇宙線の角度分布の測定」の4つのコースに分かれて実習し、実習成果について発表し合ったそうです。

**参加生徒の感想より**

「私は、宇宙線の速度の測定のコースに入り、実習を行ってきました。実習では、実際にオシロスコープを使って、様々な数値を記録し、パソコンを使って計算し、速度を求めました。また、茶話会などもあり、全国の同じ興味をもつ仲間だけでなく、研究者の方々とも交流することができ、とてもよかったです。とても楽しく過ごすことができました。」





## 2年探究科学Ⅱ（テーマ別課題研究） 校内中間発表会



12月18日（火）の授業から、2年探究科学Ⅱ（テーマ別課題研究）の校内中間発表会が始まりました。今まで各ゼミで研究してきた内容をパワーポイントを使って発表しました。限られた時間の中で、自分たちが研究してきた内容を分かりやすく説明するのはとても難しいことです。また、大勢の人前で発表するのはとても緊張したのだと思います。でも、今回の経験は、将来にきっといかされることでしょう。



## SSH報告

2年 探究科学Ⅱ  
（テーマ別課題研究）  
校内中間発表会

1年  
SSH第2回先端科学講座  
（数学）

### 課題研究中間発表会プログラム

## 1日目

- ・「和歌山県田辺湾におけるタマキビ類のすみ分けに関する研究」
- ・「中高連携授業の研究」
- ・「外部環境によるミジンコの心拍数の変化」
- ・「ホバークラフト」



## 2日目

- ・「外温動物である魚はどのようにして季節を感じているのか？」
- ・「プロトプラストの細胞融合」
- ・プログラミング  
「テニスゲーム」「神経衰弱」  
「カブレカー操作」  
「ホッケーとバスケットの三角形」  
「色のグラデーション」



## 3日目

- ・「コンビニから地球環境問題を考える」
- ・「超伝導に関する研究」
- ・「和歌山市の電気消費量の未来予測」
- ・プログラミング  
「万年カレンダー」「ちくたく\*ちくたく」  
「花火」「ビュフォンの針」



## 4日目

- ・「タマキビ類の分布とサイズに関する研究」
- ・「神社林からのぞく地球環境」
- ・「界面活性剤の洗浄力の比較」



## 5日目

- ・「香料（エステル）の研究」
- ・「アスコルビン酸の定量実験の研究」
- ・「シロツメグサにおける四つ葉形成のメカニズムの研究」
- ・「センサーによる二足歩行ロボットの制御」

## 1年 SSH第2回先端科学講座（数学） 「曲面の幾何学～滑らかなものと離散的なもの～」

12月20日（木）の1～3限、第1回に引き続き、大阪市立大学大学院理学研究科から大仁田義裕先生と酒井高司先生をお招きして、第2回先端科学講座（数学）が実施されました。前半は、曲線や曲面の曲率（曲がり具合）と曲面の構成を、前回うまくいかなかった石けん膜の実験で説明していただきました。石けん膜は面積を最小化（平均曲率 $H=0$ ）するように張ることが説明され、様々な曲面を実際にみることでできました。意外な曲面になる場合もあり、生徒は興味を持ってみることでできたようです。先生方は今回こそ成功させたいという強い熱意をもって準備されたようです。後半は、滑らかな曲面を「多面体的な曲面」で近似し、その多面体の曲率を頂点の集まる角度によって定めることで、多面体の全曲率を求める方法を紹介されました。正四面体を例に、



$$\text{全曲率（曲率の和）} = 2\pi \times (\text{オイラー数})$$

$$\text{オイラー数} = v (\text{頂点}) - e (\text{辺}) + f (\text{面})$$

で表されることを実際に計算し、「多面体におけるガウス・ボンネの定理」が示されることにふれられました。次年度の「SS探究科学Ⅱ」では、実際に多面体を作りながら、多面体の曲率に関わるいろいろな定理を見つけたり、多面体として極小曲面はどんな立体かなどを大学の先生方と一緒に考えていく予定です。

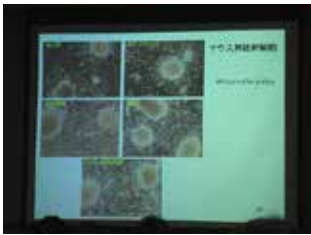
## 参加生徒の感想より

「前回の授業より説明が分かりやすくなったと思う。シャボン玉が数学と大きく関わっていることにびっくりした。さまざまな定理がでてきて混乱したけれど、事前講義のプリントでおおかた理解できた。数学の図形はただ単に頂点、面、辺のあるちょっとしたものだと考えていたけれど、すごく奥が深くて、調べてみると、いろいろなことが分かっておもしろいなと思った。」「オイラー数やガウス曲率など、初めて聞く単語がたくさんでてきて、内容を理解するのがとても難しかった。でも、オイラー数や曲率の求め方は意外と単純な式で表されて、美しいと感じることができた気がする。次は、これらの証明の内容について知りたいと思った。」

★ 本日（1月17日）5限、第4回先端科学講座（理科）～バイオサイエンスと医学～があります。  
詳細は次号で



## SSH 報告

1年 SS環境科学  
ディベート学習1年 第4回先端科学講座  
～バイオサイエンスと医学～

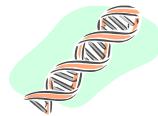
## 1年 SS環境科学 ディベート学習

「日本は、すべての原発を代替発電に切り替えるべきである。是か非か。」

「日本は、遺伝子組換え作物の販売を禁止すべきである。是か非か。」

「日本は、すべてのダムの建設を中止すべきである。是か非か。」

1年環境科学科のSS環境科学の授業では、現在ディベート学習を行っています。この授業では、F・G組が各々4つの班に分かれ、クラス対抗（肯定側・否定側）で3つの論題についてディベートの試合を行います。論題は、「日本はすべての原発を代替発電に切り替えるべきである。是か非か。」、「日本は遺伝子組換え作物の販売を禁止すべきである。是か非か。パート①②」、「日本はすべてのダムの建設を中止すべきである。是か非か。」です。立論や資料等はパワーポイントを使用して発表します。ディベートの試合は1月31日（木）の授業から始まります。ディベートの試合では、自分たちの立論を守り、相手側の立論をいかに崩していくのが重要になります。そのためには、いろいろな角度から論題についてしっかりと調べておく必要があります。がんばりましょう。

1年 SSH第4回先端科学講座（理科）  
～ バイオサイエンスと医学 ～

1月17日（木）の5限、SSH第4回先端科学講座（理科）が行われ、和歌山県立医科大学先端医学研究所分子医学研究部の坂口和成教授をお招きし、「バイオサイエンスと医学」について講演していただきました。この講座では、再生医療や遺伝子治療などバイオサイエンスについての理解を深めるとともに、その研究がどのように医療の現場に貢献できうるのかを中心に学習することを目的にしています。まず初めに、バイオサイエンスと医学について説明していただきました。バイオサイエンスは安全性や倫理的配慮等とは無関係に発展するが、医学では安全性が確認された手法を使って病気を治療します。最近では、バイオサイエンスで発見された内容を医学に取り入れる時間的な間隔が短くなってきているそうです。また、ヒトゲノム、DNAの構造や形質の発現、PCRというDNAを用いた研究手法についても教えていただきました。PCR法は決まった塩基配列をもったDNAを多量に作製する方法で、プライマーや温度が高くても生きていけるバクテリアから取った酵素（DNAポリメラーゼ）などを使用します。実際に機械で解析したとき、どのような波形のグラフになるのかも見せていただきました。さらに、遺伝性疾患や再生医学についてもふれられ、ガンの遺伝子診断やLee Silver博士による将来予想される遺伝子組み換え操作について、映像を交えて分かりやすく説明していただきました。お話の中で、和歌山県立医科大学で行われている、側脳室への特許薬剤の注入実験によるドパミン作動性神経の再生についても紹介していただきました。今回の講座で、バイオテクノロジーが人類にもたらすさまざまなことを学習しました。しかし、保険や雇用への影響等、私達一人ひとりがバイオテクノロジーの発展や利用についてどう考えていくべきか、個人としての意見を持つ必要があるということでした。

参加生徒の感想より

「自分の知らないところで、こんなにも科学は進んでいるのかと思った。人間自身が進化を決める、オリジナルの胚を作って子どもを誕生させるデザイナーチャイルドが、とても衝撃的でした。」「バイオサイエンスはいい面もあるけれど、考えていかなければならないこともあると思った。」



## SSH研究室訪問「兵庫県立人と自然の博物館」

## 向陽高校 地学部・物理部、向陽中学校 理科部

1月19日（土）、理科系クラブ（向陽高校地学部・物理部、向陽中学校理科部）の33名で、兵庫県立人と自然の博物館を訪問しました。兵庫県立大学准教授 古谷裕先生による高知県横倉山の凝灰岩から抽出されたデボン紀放散虫についての講義と実習を中心に、科学的手法による研究方法や考察法について学習してきました。午前中は、少量の試料からたくさんの化石が得られるため、微化石は地層の時代の決定に使われることが多いことや放散虫化石の特徴、放散虫化石の抽出の仕方等を説明していただきました。

実習では、異なる凝灰岩から抽出されたサンプルを、7つのグループに分かれ、実体顕微鏡を用いて観察しました。実体顕微鏡をのぞきながら、水をつけた面筆で葉包紙上にある化石を一つひとつ拾い出し、スライドガラス上（接着剤のある場所）にのせるのですが、強い力がかかると化石が割れてしまったりするため、慎重に時間をかけておこなわなければなりません。午後からは、他のグループが拾い出した化石をみんなで観察した後、骨針や外殻の特徴を中心に各々拾い出した放散

虫の同定を行い、進化についての考察や放散虫の模式的な系統図を説明していただきました。その後、博物館内を見学し、午後3時に研修が終了しました。放散虫は多種多様な形を示す、とても魅力的な化石でした。進化によって次々と形を変えているのがとても興味深かったです。





## SSH報告

平成19年度  
和歌山県立向陽高等学校  
SSH成果発表会



平成19年度

和歌山県立向陽高等学校SSH成果発表会（中間報告）

2月5日（火）、平成19年度SSH成果発表会（中間報告）が行われ、県内外から多数の出席がありました。

## 開会行事 基調講演 「熱帯林生態系と地球環境問題」

講師 京大生態学センター教授 北山兼弘先生

京大生態学センター教授 北山兼弘先生をお招きし、「熱帯林生態系と地球環境問題」について講演していただきました。IPCC4次報告による気温上昇予測についての説明の後、炭素の循環について教えていただきました。植物体の45～50%が炭素であり、地球の炭素量の約半分が熱帯林に存在しているそうです。先生はボルネオ島・キナバル山を研究拠点とし、熱帯林になぜ多くの炭素が存在するのか（熱帯林はなぜ巨大なのか）等について調べていらっしゃいます。熱帯林の土壌はやせているが有機物の分解活性が高く、栄養塩類の植物への供給が維持されているため、巨木が育つのだそうです。また、東南アジアの熱帯林の現状についてふれられ、地球温暖化を加速させる可能性



について説明していただきました。これからの未来では地球環境の変化によるさまざまな問題が生じると考えられるため、自然科学の力（技術開発等）だけでなく、自然科学と社会科学による総合的な判断力（人間としての生き方）が必要になるということをお話いただきました。

## 環境科学科2年 SS探究科学Ⅱ テーマ別課題研究 ポスターセッション

環境科学科2年生「探究科学Ⅱ」の授業で行っているテーマ別課題研究の成果をポスターセッションで発表しました。発表内容は、数学・情報・環境・物理・化学・生物の6ゼミ25テーマで、各班とも発表の仕方に工夫をこらし、自分たちが行ってきた研究について熱心に説明していました。見学した1年環境科学科の生徒たちも、熱心に説明を聞き、積極的に質問していました。



## 環境科学科1年 SS環境科学 ディベート学習

論題「日本は、遺伝子組換え作物の販売を禁止すべきである。是か非か。」

環境科学科1年のF組が肯定側、G組が否定側となってディベートの試合を行いました。肯定側立論として、「国民の健康を守る」「生態系が守られる」、否定側立論として、「食糧危機に陥る」、「日本経済の停滞」があげられ、相互討論の時間では、相互に反論、再反論を交わしました。審査する生徒たちは、発表者の発言をフローシートに熱心に記入していました。両者とも証拠資料やデータを駆使して議論をたたかわせましたが、判定では否定側が勝利しました。最後に、ジャッジの先生の講評があり、終了しました。



## 2年環境科学科 SS探究科学Ⅱ テーマ別課題研究 プレゼン発表

数学ゼミから「ビュフォンの針」、物理ゼミから「ロボットの安定した二足歩行について」、環境ゼミから「神社林からのぞく地球環境」、化学ゼミから「香料の研究」、生物ゼミから「田辺湾におけるタマキビ類のすみ分けに関する研究」が、各ゼミの代表としてプレゼン発表を行いました。質疑応答の時間には、参加した生徒や出席された先生から各々の研究に関する質問が出されました。



SSH成果発表会終了後、第2回SSH運営指導委員会が開かれました。出席された先生方からは、「ポスターセッション、ディベート、研究発表などで、生徒が積極的に活動している。」とお褒めの言葉をいただきました。

平成18年度指定スーパーサイエンスハイスクール  
研究開発実施報告書・第2年次

平成20年3月発行

発行者 和歌山県立向陽高等学校・中学校  
〒640-8323 和歌山県和歌山市太田127  
Tel 073-471-0621 FAX 073-471-6163