

## はじめに

平成18年度から始まった本校の「スーパー・サイエンス・ハイスクール（SSH）」の取組もはや4年を経過し、節目の5年目を迎えようとしています。SSHの目標は高く、設定する課題は多様で幅広いものがあります。研究指定を受けた当初から、試行錯誤を繰り返しながらの取組でしたが、今、やっと円滑に落ち着いて実施できるようになり、方法、内容の両面にわたって、ある程度客観的に検証できる段階にきたのではないかと考えています。本報告書は、そうした経緯を含め、平成21年度の取組とその成果や課題等を中心にまとめたものです。

本校が設定した研究開発課題は、次の3点です。

- ①基礎知識の定着に向けた学習から主体的な「研究活動」に発展させる理数教育システムの構築
- ②自然科学・社会科学両面からのアプローチなど、「環境問題」への知識の統合化による、多面的に考察・探究する能力の育成
- ③併設する中学校との6年一貫教育における体系的かつ高度な理数教育の研究開発

いずれも、今日の理数教育の重要課題と密接にかかわる、やりがいのあるテーマであると自負しています。また、改訂された高等学校学習指導要領の趣旨に合致するものとして、今後、その成果の普及に取り組んでいきたいと考えています。

研究は、大学教授や各種研究機関等の専門家の方々との連携・協働による継続的な指導のもと、実験を中心として、大学レベルの高度な内容を学習することをはじめ、課題研究を中心とするゼミ形式による探究活動の推進、社会科・家庭科・理科の連携による環境学習やディベート学習の展開など、日常生活とのかかわりから学問・学際分野での今日的な課題に至るまで、科学に関する本校独自の学習を進めることができたと思っています。併設する中学校からの一貫教育についても、SSHに繋がる実験・研修旅行、研究室訪問などとともに、「中高合同ゼミ」や高校1年生による「中学生対象ポスターセッション」がユニークな取組として定着してきました。

こうした取組を通して、生徒には、自然科学に対する学習意欲の向上をはじめとして、好奇心、探求心、発表力やねばり強さ、協力する態度・姿勢などの高まりが見られます。また、部活動での取組を含め、県内外での各種コンテスト等への参加は大幅に増え、優秀な成績を収める者も少なくありません。

大学への進学については、本年3月、中高一貫課程の初めての卒業生が誕生しますが、SSHの学習で身に付けた、本来の学習への高いモチベーション、探究し考察する姿勢や能力の維持・向上などが相まって、希望する進学の実現は、例年になく高まるのではないかと期待しています。

本校のSSHの取組はまだまだ途上にあります。生徒の力をより伸ばせる指導や形態、内容の精査や深化をより一層進めるとともに、従来の環境科学科中心の枠組みから、普通科等へのより広がりを持った取組にするなどといった課題に、引き続き取り組んで行かなければなりません。本冊子を一読いただき、各位からの御意見・御助言をいただければ幸いです。

最後に、研究を進めるに当たり、文部科学省、科学技術研究機構、県教育委員会、SSH運営指導委員会の皆様の御助言と御指導を賜り、また、地元の和歌山大学、和歌山県立医科大学、近畿大学生物理工学部、雑賀技術研究所をはじめ、全国の多くの大学や研究機関の温かい御協力・御支援をいただいております。この場をお借りして、関係各位に改めてお礼申し上げます。

平成22年3月 和歌山県立向陽中学・高等学校長 板橋 孝志

## 目次

### はじめに

#### 要約

- 1 SSH 研究開発実施報告書(要約) ..... 要-1
- 2 SSH 研究開発の成果と課題 ..... 要-5

### 1章 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
- 2 研究開発課題 ..... 1
- 3 研究の概要 ..... 1
- 4 研究開発の実施規模 ..... 2
- 5 研究の内容・方法・検証等 ..... 2
- 6 研究計画・評価計画 ..... 8
- 7 研究組織の概要 ..... 14
- 8 研究開発の経緯 ..... 16

### 2章 研究開発の内容

- 1 SSH 科目での取組
  - [1] SS 探究科学 I ..... 19
  - [2] SS 環境科学 ..... 26
  - [3] SS 探究科学 II ..... 34
  - [4] 物質科学・基礎理学・生物環境 ..... 42
- 2 研究室訪問
  - [1] 関西光科学研究所(木津地区) ..... 43
  - [2] 近畿大学生物理工学部 ..... 45
  - [3] 大阪大学工学部環境エネルギー工学科 ..... 49
- 3 先端科学講座・実験講座
  - [1] 先端科学講座(数学) ..... 51
  - [2] 電波を利用したセンシング ..... 52
  - [3] ストップ地球温暖化 ..... 53
  - [4] What is epigenetics ? ..... 54
  - [5] 水質分析 ..... 56
  - [6] SSH 中高合同ゼミ ..... 59
- 4 サイエンスツアー(2年生宿泊研修) ..... 63
- 5 その他
  - [1] 和歌山県 SSH 指定校合同課題研究発表会 ..... 67
  - [2] きのくに科学教育シンポジウム ..... 68
  - [3] 青少年のための科学の祭典 ..... 68
  - [4] 和歌山自主研究フェスティバル ..... 71
  - [5] 科学系クラブ活動報告 ..... 72
  - [6] 科学系クラブ研究室訪問・甲南大学 ..... 75
  - [7] SSH 生徒研究発表会 ..... 77

### 3章 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 ..... 79

### 4章 実施の効果とその評価 ..... 98

### 5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 ..... 112

#### 資料

- [1] 教育課程表 ..... 115
- [2] 運営指導委員会 ..... 116
- [3] 新聞記事 ..... 120
- [4] SSH ニュース ..... 125



## 平成21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5ゼミを設定し、大学などの研究機関と連携を図りながら、課題研究を中心とする授業を行った。また、生徒の興味関心を高めるため SSH プログラム(「研究室訪問」「先端科学講座」「実験講座」)を実施し、研究機関との連携のあり方を研究した。
- (2) 「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、家庭科の連携を図り、教科の枠を越えた教材開発や知識だけでなく実践力を養う授業についての研究を行った。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、地域社会との関わりを中心に課題研究を通じて環境問題についての考察を深めた。
- (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「 $\alpha$ 」「 $\beta$ 」などで、体験的に学習できる理数教材や先端科学を意識した教材を使用して授業を展開した。中高6年間の教育目標として、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、その教育方法のひとつとして、中学1年と3年で環境をテーマとする自由研究を取り入れた。また、中高合同の学習の場として、「SSH 中高合同ゼミ」「理科系クラブ研究室訪問」「中学生を対象とするポスターセッション」を実施した。

## ③ 平成21年度実施規模

環境科学科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、「中高合同ゼミ」「理科系クラブ・研究室訪問」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。SSH プログラムとして、研究機関を訪問する「研究室訪問」、研究者を招へいして実施する「先端科学講座」や「実験講座」を計画、実施した。高校での学習範囲を超えた科学の一端に触れることで、科学のに対する興味・関心を高めることを目的とした。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。また、一部の研究では、地域の研究機関と連携し、より専門的な研究を行うことができた。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」「理科総合」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した。1年生では、学校設定科目である「SS 探究科学Ⅰ」「SS 環境科学」の授業を中心にSSHの学習を展開した。また、近隣の大学や研究所に協力を得ながら、「研究室訪問」「実験講座」「先端科学講座」を行い、理数に対する興味・関心を高めるための取組とした。さらに、国際性を高めるために、日本学術協会の協力を得て、「サイエンス・ダイアログ」を実施した。2年生においては、「SS 探究科学Ⅱ」のゼミ活動において、大阪市立大学、京都大学瀬戸臨海実験所、和歌山県工業技術センターなどの研究機関の協力を得て課題研究を進め、探究的な学習を深めた。県内SSH校開催の発表会などの機会を利用して、ポスターセッションに積極的に参加することを促し、発表力の育成に努めた。3年生においては、選択科目である「基礎理学」「物質科学」「生物環境」の授業の中で、進路に向けての意識を高めつつ、高度な内容の実験や演習を行い、自己実現に向けての取組を行った。また、10月22日に開催された「JST 理数大好きシンポジウム in 和歌山」において、自己の研究の成果を発表する機会を設けることができた。

中学校については学校独自教科として取り組んでいる「おもしろサイエンス」「総合的な学習の時間（環境学）」において、高校レベルの実験や自由研究を行い、SSH活動につなげていくための授業を展開した。また併設の中学校からの入学生（1年・2年）については、SS科目の授業やSSHプログラムの研修内容を高度化し、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た。

#### (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学習することで、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した。また、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を行った。

① SS科目の教材研究 「SS 探究科学Ⅰ」「SS 環境科学Ⅱ」「SS 探究科学Ⅱ」

② SSHプログラムの充実

③ 研究機関との連携による課題研究の指導法についての研究

（連携先）和歌山県工業技術センター、和歌山大学、京都大学瀬戸臨海実験所

④ 各種コンクールへの参加

⑤ フィールドワークの実施

⑥ 中高合同による学習

⑦ 地域への普及に向けての取組

⑧ 教育課程の見直しに向けての研究

⑨ 評価法についての研究

#### (5) 第5年次

課題研究や体験的活動の指導法・評価法、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、本校における理数・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21年度の教育課程の内容

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、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、ゼミ別で課題研究センターの授業を設定し、学外の研究機関と連携した。課題研究では18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」(必修科目)

基礎実験の理論と技術の習得、科学に関する基礎知識の定着、科学的な思考と探究心の育成を目的とし、物理、化学、生物の各領域において、それぞれ6～8テーマの実験(「霧箱による放射線観察」「酸化還元滴定」「形質転換」など)を中心に授業を展開した。

###### ② 学校設定科目「SS環境科学」

- ・「環境フレームワーク」環境問題について、自然科学、社会科学の両分野の視点からその成果と理論を体系的に学習
- ・和歌山市内河川水質調査
- ・科学史学習
- ・実践活動学習(ゴミ問題)
- ・環境問題を論題とするディベート学習

###### ③ 学校設定科目「SS探究科学Ⅱ」

物理、化学、生物、環境、数学の5ゼミを設定し、京都大学瀬戸臨海実験所や、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進めた。課題研究の研究テーマは、物理3テーマ、化学3テーマ、生物5テーマ、環境3テーマ、数学3テーマ、教育研究(数学・生物)2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した。また、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ことを目標とした。訪問先 関西光科学研究所、大阪大学、近畿大学生物理工学部、電力中央研究所、国立環境研究所、国立科学博物館など

###### 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、近畿大学生物理工学部、大阪大学、サイエンス・ダイアログなど

###### ⑥ 科学系クラブ活動の活発化・活動支援方法の研究

科学系クラブに対して、普段の研究における実験機器の貸し出しと研究所での専門的な研修を行った。具体的には、「日食観察」(和歌山大学)、化石採集などのフィールドワーク、甲南大学での実験と施設見学などを行った。また、「ロボットコンテスト大会」、「ロケットガール&ボーイ養成講座」、各種コンテストへの参加を呼びかけた。

###### 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、中学校の独自科目「 $\beta$ 」の授業や総合的な学習の時間を利用した自由研究など、高校でのSSH活動を意識した取組を行った。中学生と高校生が共同で学習する機会として、「SSH中高合同ゼミ」や「ポスターセッション」「希望者・理数系クラブ対象の研究室訪問」を実施した。

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

(1) SSH教育内容について

「理数教育」「環境教育」「中高一貫」の3つの課題について、4年目となるSSH活動に取り組んだ。3年生に対するアンケートでは、「SSH活動に参加して自然科学に対する学習意欲が向上したか」の質問においても約65%の生徒が「向上した」と答えた。その他にも「未知への事柄への好奇心」「学んだことの応用」「成果を発表する力」「粘り強く取り組む姿勢」について向上したという回答があった。SSH活動を通して自然科学についての興味・関心が高まり、自己学習能力が育成されていると考えられる。また、各種コンテストへの参加・入賞の増加やAO入試、推薦入試における大学合格など具体的な結果も意識の向上を裏付けるものといえる。また、「考える力(洞察力・発想力など)」や「探究心」が向上したと回答した生徒が約65%、「周囲と協力して取り組む姿勢」が向上したと回答した生徒が75%であった。「SS環境科学」で実施したディベート学習や「SS探究科学Ⅱ」のゼミ活動(課題研究)を通して、様々な情報や実験結果から知識を統合して多面的に考察する力やコミュニケーション力が育成されている。科学史(調べ学習)や社会科学と自然科学の両分野からアプローチするフレーム学習、ディベート学習などの科学と社会の関わりを重視したSTS教育を展開し、その効果が現れた結果であると考えている。

SS科目についてはいくつかの課題もある。「SS探究科学Ⅰ」では、実験を中心に3領域について幅広く学習し、科学的な素養の育成に大いに役立っている。ただし、各実験が散在的に単発の授業となりがちで、授業担当者間同士の連携がさらに望まれる。「SS探究科学Ⅱ」では、成績評価法に課題があり、評価観点の細分化などの研究が必要である。「SS環境科学」においても「社会で正しく科学技術を行う意識」の向上や科学倫理について考えることができる教材の開発が必要であると考えている。

(2) 中高一貫教育

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。併設中学校1期生の卒業生が高校3年生となり、各種コンテストで活躍するなど中高一貫型理数教育の取組が定着しつつある。高校生と中学生が共同で学習・研究する場においては、中学生にとって高校での学習をイメージする良い機会にもなっている。中学生と高校生が同じ空間で実験・実習を行うことや高校での学習内容を中学生に伝えることは、中学、高校ともに刺激的であり非常に有意義な活動となっている。今後も中学校の学習指導要領の変更にともなった学習内容の改編、教育計画の策定等について、中高教員の連携を深め、研究を進めていきたい。

(3) 普通科への拡がり

本校のSSH主対象は環境科学科の生徒である。一部のSSH活動を除いて普通科生徒に対しての取組は見えにくいものとなっている。SSHで得られた研究成果を普通科の生徒に対しても還元していくため、SSH活動で積み重ねてきた成果を理数科目の授業内容に組み入れ、展開していく必要がある。

(4) 研究機関との連携

大学などの研究機関との連携も定着してきた。生徒にも評価の高い1年時のSSHプログラムは今後も継続して進めるとともに、訪問先である研究機関との連携もより一層深めていきたい。また、2年時のゼミ活動を中心とした連携は、探究活動を通じた学習において教育効果の高い取組となっている。今後も研究機関との連携を軸とした課題研究のあり方について、研究を進めていきたい。

(5) 科学系クラブの活発化

SSH指定以前には低迷していた理系クラブの活動も活発になってきた。継続的な研究についても取り組むようになり、「和歌山自主研究フェスティバル」、「ロボットコンテスト」など各種コンテストに、優秀な成績を残すことができた。

## 平成21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

本校のSSH活動は、「理数教育の構築」「環境教育の構築」「中高一貫教育での理数教育のあり方」を柱に研究を進めてきた。

## (1) 研究開発課題1 「学習」から「研究活動」に発展させる理数教育の構築

研究開発課題1では「体験的な学習活動を多く取り入れることで、科学技術に対する興味関心が高まり、自己学習力が育成される。」と仮説を立て、「SS探究科学Ⅰ」、「SS探究科学Ⅱ」のSS科目やSSHプログラムに取り組んだ。

3年生へのアンケート結果では、SSH活動を通して「科学技術・自然科学の興味関心が高まった」と回答した生徒が1年時では70%以上、3年時でも約65%である。また、「普段から疑問に思うことがあるか」「科学の報道に対して興味があるか」という質問では、入学時では約40%であったが、SSH活動に参加した結果、3年時には80%以上まで上昇している。「SSH活動に参加して自然科学に対する学習意欲が向上したか」の質問においても約65%の生徒が「向上した」と答えた。その他にも「未知への事柄への好奇心」「成果を発表する力」「粘り強く取り組む姿勢」について向上したという回答が多かった。SSH活動を通して自然科学についての興味・関心が高まり、自己学習力が育成されていると考えられる。この傾向は、SSH指定1年次である昨年卒業した生徒とほぼ同様であり、向陽高校のSSH活動による理数教育の構築が確立されつつあることがアンケート結果から判断できる。また、各種コンテストへの参加・入賞の増加やAO入試、推薦入試における大学合格など具体的な結果も意識の向上を裏付けるものといえる。

## (2) 研究開発課題2 スキルの向上を目的とした環境教育の構築

研究開発課題2では「環境問題をテーマに自然科学と社会科学の両分野からの学習に取り組むことにより、多面的に考察・探究する力が育成される。」と仮説を立て、「SS環境科学」やSSHプログラムに取り組んだ。

アンケートでは、SSH活動を通して「考える力（洞察力・発想力など）」や「探究心」が向上したと回答した生徒が約65%、「周囲と協力して取り組む姿勢」が向上したと回答した生徒が75%であった。「SS環境科学」のディベート学習や「SS探究科学Ⅱ」のゼミ活動（課題研究）を通して、様々な情報や実験結果から知識を統合して多面的に考察する力やコミュニケーション力の育成について効果が表れた結果であると判断できる。「SS環境科学」での科学史（調べ学習）や社会科学・自然科学両分野からアプローチするフレーム学習、ディベート学習などの科学と社会の関わりを重視したSTS教育を展開していることも良い影響を与えていると考えられる。昨年の課題として2年時に社会と科学技術の関わりを学習する機会が少ないことがあげられていた。今年度は、SSHプログラムの一つである「ストップ地球温暖化」に1年生だけでなく2年生も参加した。この取組により、経済と環境技術の関わりを先端科学技術による産業構造の変革などを題材に、第一線の研究者から学ぶことができた。1年時の科学と社会との関わりを深く学習する取組に加えて、来年度以降も1年生以外にも科学技術と社会との関わりについて学習する機会を設けていきたい。

## (3) 研究開発課題3 中高一貫教育における理科教育の構築

研究開発課題3では「併設中学校からの6年間一貫の理数科目、環境科目の効果的な接続を行うことで、充実した理数教育を展開できるのではないかと仮説を立て、中学校理数科目や独自科目と高校SSH関連事業との接続について研究を行ってきた。

高校でのSSH活動では課題研究などの自主的な研究活動が行われている。中学校でも理科・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。今年度は、併設中学校1期生の卒業生が高校3年生となり、課題研究発表においては各種コンテストで活躍するなどSSHの中高一貫型理数教育の取組が確立されつつある。1期生では中学3年時の後半での高校理科の内容の学習で急激に高度な内容を取り上げたため、高校入学時に「理科が好き」という生徒が少ないという現象があった。しかし、高校入学後の戸惑いは解消されていたため学年が上がるとともに「理科が好き」と回答する生徒が増加する結果となった。併設中学校2期生以降は1期生の課題をふまえて、高校理科の内容をより丁寧に学習することにより、中学から高

校への学習がさらにスムーズに接続できるよう研究が進んでいる。中学、高校の担当教員間では、検討する場を多く設けお互いに連携を密にすることで課題を克服してきている。また、高校生と中学生が共同で学習・研究する場として、「SSH 中高合同講座」で大学研究者の講義を同じ教室で学習した。SS 環境科学の「科学史ポスターセッション」や探究科学Ⅱの「課題研究ポスターセッション」では高校生が中学生に自らの研究を伝えた。これらの活動は、中学生にとって高校で活躍する先輩の姿をモデルとして高校生活をイメージする良い機会になっている。SS 環境科学の「ディベート学習」に審査員として中学生が参加することは中学校さらに高校で行うディベートの基礎学習として重要な位置を占めるようになってきている。このように中学と高校が同じ空間で実験・実習を行うことや高校の研究内容を中学生に伝えることは中学、高校ともに刺激的であり非常に有意義な活動となっている。

#### (4) 大学などの研究機関との連携について

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。また、「SS 探究科学Ⅱ」でのゼミ活動では、ゼミ別に研究機関と連携し課題研究を進めた。課題研究に対し助言や指導を受ける研究機関との連携は確立されつつある。

#### (5) 科学系クラブ活動の活発化

SSH 指定以前には低迷していた理系クラブの活動も活発になってきた。研究テーマを絞った継続的な研究も行うようになり、「和歌山自主研究フェスティバル」や「ロボットコンテスト」など各種コンテストにも積極的に参加し、優秀な成績を残している。

## ② 研究開発の課題

### (1) SSH 教育内容について

「理数教育」「環境教育」「中高一貫」の3つのテーマで研究開発を中心に4年目のSSH活動を行った。「SS 探究科学Ⅰ」での応用実験中心の授業は「科学的な素養の育成」に大いに役立っている。ただし、各実験が散在的に単発の授業となりがちであり、授業者間の連携の向上が重要である。「SS 探究科学Ⅱ」では、課題研究に対し、生徒は意欲的に取り組み、各種コンテストへの参加、入賞も増加した。今後も、生徒の意欲向上となる各種コンテストの情報を生徒に提供し参加を促していきたい。また、成績評価法にはまだまだ課題があり、観点の細分化など研究が必要である。「SS 環境科学」での多角的な学習により多面的な思考力や発表力が向上したと実感している生徒は多い。しかし「社会で正しく科学技術を行う」意識の向上については、53%にとどまり、科学倫理の涵養については今後も研究が必要である。SSH プログラム（研究室訪問など）は科学に対する興味・関心を高めるのに有効である。今後も、より教育効果の高い内容を精選していかなければならない。

### (2) 中高一貫教育

併設中学校の1期生が高校3年生となり、本校での中高一貫型SSHが構築されてきている。中高の教員の連携も密になり効率的で充実した理数教育を展開されてきている。また、中高合同のSSH活動やSSHを意識した教育が中学校でも行われるようになってきている。各種コンテストへの積極的な参加や活躍は考察力、発表力を高める中高の教育計画の結果であると考えている。今後は、中学校の学習指導要領の変更にもなった学習内容の改編など、今後も中高教員が連携を高め、教育計画の策定等さらに研究を進めていきたい。

### (3) 普通科への拡がり

本校のSSH主対象は環境科学科の生徒である。一部のSSH活動を除いて普通科生徒に対して取組は見えにくいものである。普通科の生徒に対してもその取組の成果を還元していくため、必修教科の授業内で、これまでのSSH活動で積み重ねてきた高度な学習内容を展開する必要がある。

### (4) 研究機関との連携

SSH4年目を向かえて、地域との研究機関との連携についても概ね定着してきた。生徒にも評価の高い1年時のSSHプログラムは今後も継続して進めることで連携を進めていきたい。また、2年時の「SS 探究科学Ⅱ」におけるゼミ活動における連携では、高校教員に対する助言や少数生徒に対する実践的な指導は高度な課題研究につながり教育効果も高い。今後、さらに連携を深め、充実した連携を構築していきたい。

# 1 章 平成 21 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 板橋孝志

(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	200	5	200	5	200	5	600	15
	環境科学科	79	2	77	2	79	2	235	6
	文化科学科	40	1	40	1	40	1	120	3
	計	319	8	317	8	319	8	955	24

### ② 教職員数

校長	教頭	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 研究の概要

(1) 主体的・創造的に科学や数学について深く学ぶため、中学レベルから大学レベルへの接続に向けて、実験・実習などの体験的な学習を中心とした理数教育を展開する。「SS 探究科学」では、

基礎実験の理論と技術を修得し、科学的な思考と探究心を育成するとともに、大学教授等による継続的な授業を通して、「エネルギー」「物質・材料」「バイオテクノロジー」等についてより高度で専門的な学習を行うとともに研究者としての姿勢について学ぶことで、科学についての興味・関心を高め、研究についての科学的な情報を知り、将来の科学者としての夢を抱ける学習システムを構築する。また数学の分野では、日常生活で体験する様々な事物や技術には自然科学における基礎分野を総合的に活用、応用したものが数多く存在していることに気づかせ、実際に具体的な応用例を通して目的に応じたアプローチの方法などを学習する。また、その中で数値計算や数学的思考などを取り入れながら、基礎科学としての数学の学習の意味を生徒自身が考え深める機会とする。これらの取組を通じて、自然科学の応用分野としての数理学への関心を高めていく。

(2) 環境問題学習では、科学技術と人間の生活の向上について認識を深めるとともに、科学的な観点から考察する態度を育成する。さらに、環境政策問題を論題としたディベート学習などの取組を通して、情報の収集・整理・処理・活用能力、問題発見能力、問題解決能力、コメント力、コミュニケーション力などスキルの向上を目標とする環境問題学習を展開する。また、和歌山市の河川の水質調査等を地域、自治体（和歌山県等）、大学・研究機関との連携し、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。

(3) 「中高一貫教育」のメリットを活用した理数・環境教育プログラムを構築する。理科・数学・英語の授業時間については、中学校学習指導要領の標準時間の1.5倍を設定し、中学校における学習範囲のみならず、高校の教育課程の内容も含んだ学習を取り入れる。また、高校においては、より高度な内容の数学及び理科の学習まで発展、深化させる。SS設定科目では、高校範囲の実験にとどまらず、理系大学への接続を意識したものとする。また、科学クラブ等において中・高・大の交流を促進し、協働の研究を行う。この取組により中高一貫教育校における理数教育プログラムと中高大の連携、円滑な接続の在り方について研究する。

#### 4 研究開発の実施規模

科学教育、環境教育については、環境科学科の生徒を対象に実施する。また、「出前講座」や「特設授業」などの発展的な学習を、一層効果的なものとし、普通科理系の生徒、科学系クラブに所属する生徒についても可能な限り参加させる。中高一貫教育の教育課程については、中学校教育課程の研究や中学校へ向けたSSHにおける研究成果の還元を行う。

#### 5 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

環境科学科は併設の向陽中学校からの進学者を対象とした理数系学科である。中学校においても理数を重視する教育が展開されている。中学校入学時から、理科や数学を得意とし、興味・関心が高い生徒も多くいる。しかし、高校では、中学校の学習内容と比較して格段に難易度が上昇することから、その学習に戸惑う生徒もいる。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いる。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十分に育成でき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、SSH 指定以前の本校もその例外ではなかった。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」ばかりで、それ以上のクリエイティブなレベルの実験を経験させることはできずにいた。SSH 指定をきっかけに課題研究による探究学習を取り入れ、生徒の知的好奇心や創造力を喚起する試みを行っている。

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、それほど多くいない。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 年度から併設型の理数を重視する中学校を設置し、中高一貫教育についての教育実践も蓄積されてきた。中学校から高校の環境科学科へ接続することによるレベルの高い効率的な理数教育の構築を目標として研究を重ねている。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育ってきている。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りうると期待している。

### 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。

そのため、次の①～⑥の点に重点的に取り組み、研究開発課題(1)～(3)を解明する。

#### ① 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

- ・3 学年通じての理科、数学の履修単位の増加
- ・「学校設定科目」の充実
- ・社会、科学技術、理科の関連を重視した教育内容 (STS 教育)
- ・最先端科学を意識した教育内容の重視
- ・科学と環境のかかわりについて考察
- ・プレゼンテーション能力、英語力などのスキルアップ
- ・数学、理科、環境分野における課題研究の充実
- ・理科実験の量的質的な充実

#### ② 大学・企業・研究機関との連携

- ・講義、実験・実習指導、見学等の量的質的な充実、系統的かつ継続的な指導



- ・ 課題研究の継続的な助言、指導
- ③ 環境に係る学習の充実
  - ・ 自然科学、社会科学の両面から環境問題について考察
- ④ 国際化社会に対応する能力の涵養とコミュニケーション能力の育成
  - ・ 英語教育の重視
  - ・ 海外の高校とのネットワーク構築、情報発信、交流に向けての研究
- ⑤ 中高一貫教育の中での理数教育の充実・振興
  - ・ 中高一貫教育における理数教育の教育課程の研究
  - ・ SSH 事業成果の還元に向けての研究
- ⑥ 研究の発表・発信の機会と内容の充実
  - ・ コンクール、研究発表等への積極的な参加

## (2) 研究内容・方法・検証

### 研究内容と方法

研究開発課題解明に向けて、以下の取組を行う。

#### [開発課題 1]

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。

理科においては、学校設定科目として、1年次に「SS 探究科学 I」（2 単位 1.5 コマ）及び 2 年次に「SS 探究科学 II」（3 単位 2.0 コマ）を設定している。

平成 20 年度では、「SS 探究科学 I」の授業で、中学校の学習レベルの復習を兼ねた基礎的な内容を学習するとともに基本的な実験操作の習得や課題研究に向けたスキル向上の取組を行ってきた。また、中学校で学習した内容をさらに発展的に捉え、先端科学技術や科学的原理の学習ができるよう授業に工夫を凝らし、中学校からのつながりを重視したスパイラル方式の学習を展開した。

平成 21 年度では、引き続き併設中学校で学習した内容を基本に先端科学に触れながら科学リテラシーの向上を目標に授業を展開した。1 年次の「SS 探究科学 I」では、物理・化学・生物の領域の枠にとらわれず、幅広く科学的な知識を蓄える時期として位置づけ、実験の組立法、データの分析、科学的な考察法の学習、科学論文などスキルの獲得を目標に学習プログラムを展開した。身近な科学に触れる体験から、様々な自然現象について学ぶことにより、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ことを目標とした。

「SS 探究科学 I」の後半から 2 年次の「SS 探究科学 II」にかけて、最先端科学を意識した内容を学習し、先端科学に対する興味・関心を向上させ、未来の研究者として研究過程を重視する態度を育成することに重点を置いた取組を展開した。

物理領域では、先端科学につなげるための基礎的な内容を理解するための学習を進めた。物質及びエネルギーと科学技術のかかわりの観点から、大阪大学工学部環境エネルギー工学科等で、

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利用などを体験的に学習した。さらに、二酸化炭素削減に向けて取り組んでいるエコスクール事業（和歌山県独自事業）と関連して、新エネルギー等の先端科学技術についても学習を行った。物理実験においては、仮説の設定や実験データの処理については物理的手法だけでなく、数学的手法を意識した取組を進めた。

化学領域では、水質調査について塩化物イオンの定量実験（モール法）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た。また、化学物質の精製・合成、新素材の触媒利用など、物質・材料についての先端科学技術について学習した。

生物領域では、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取り上げ、SSH対象生徒全員に「DNA抽出実験」「遺伝子組換え実験」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、近畿大学生物理工学部と連携し、分子生物学の知識及びその技術についての理解を深めた。

これらの科学技術を学ぶことで、環境問題の解決に先端的な科学技術の研究が関わっていることを理解し、科学についての興味関心を高める試みとした。

「SS探究科学Ⅱ」の授業では、ゼミ形式の課題研究を行った。数学、物理、化学、生物、環境領域の5領域においてゼミを開設し、ゼミ別で課題研究に取り組んだ。今までの学習をふまえ、興味や疑問を持ったテーマについて自ら課題を設定し、その課題に向けての実験及び研究を進めた。また、研究機関との連携においてもゼミ単位で行うことを基本とし、専門的な知識とスキルの習得を目標に、課題についての継続的な指導や助言を受け、研究の深化を図った。さらに、夏季研修を充実させ、最先端の科学施設で専門的な実験など体験的な活動を通し、科学的考察力を育成した。

3年次においては、「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研究や演習を進めた。また、演習で得た成果を発表するなど情報発信能力の育成にも努めた。

その他の学習活動として、1年次には関西光研究所、近畿大学生物理工学部で、2年次には国立環境研究所、宇宙航空研究開発機構等で研修を行い、専門機関で研究されている先端科学に接する機会を設けた。

それ以外の理科学科授業の中においても、社会（Society）の中での科学技術（Technology）について考察し、科学（Science）につなげるSTS（Society Technology Science）教育の手法を取り入れ、科学的かつ論理的な思考力を育成し、生活とのかかわり、人間の営みとしての科学を重視する態度を身につけさせることを意識した。

また、獲得した知識やスキルの確認及び自己評価の資料とするため、化学オリンピック、生物オリンピックなど各種コンクールへの積極的な参加を推奨した。具体的な成果としては、読売科学賞、わかやま自主研究フェスティバルなどの課題研究コンクールでの入賞、生物チャレンジでの活躍などが挙げられる。

## [開発課題 2]

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った。

「SS 環境科学」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（地球環境問題、生態系などの主要テーマ）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した。また、環境問題が身近なテーマであることを実感し、生活の中での環境保全の実践について学習するために家庭科教育からの視点も取り入れた。実地研修等の体験的学習や講演会など関連機関との連携しながら、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図った。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「科学史ポスターセッション」なども授業に取り入れた。また、以前より取り組んできた和歌山市の河川の水質調査を探究活動の基礎と位置づけ、自治体（和歌山県等）、和歌山大学、雑賀技術研究所と連携をはかりながら、実験データの取り扱いや科学的な考察法を学習させる教材として扱い、この取組を通して身近な環境汚染と環境保全のための行政の役割を学習し、環境に対する意識も高める試みとした。

学習した知識の構造化、定着をはかるには、ディベート論題に答える形で、学んだ知識を再構築する学習過程が有効である。教育課程後半では、環境問題や科学技術に関する問題を取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取りあげた。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る。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むことができるように工夫した。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うことで、自己の課題を見つけ、評価できる力の育成にも努めた。

また、2年次の「SS 探究科学Ⅱ」では、数学、理科に係るテーマに加え、「環境」に係るテーマも含めて課題別研究を行い、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った。さらに「SS 探究科学Ⅱ」において、その研究成果の一部を英語で発表するなど、英語によるコミュニケーション能力の育成に向けて取組を進めた。

## [開発課題 3]

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。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深化させ、高校の教育課程（数Ⅰ・A、理

数理科)の内容についても学習する。また、探究学習を重視し、自らが問題を発見し解決する能力を育成することに重点を置いた。

平成21年度は、これまでの取組の結果から、先取り学習だけでなく、中学校での学習内容から高校での学習内容へつなぐ教材を多く取り入れ、学習内容を深化させることで、より効果的な理数教育を構築することを目標に研究を進めた。さらに、中高一貫教育の理数教育から理系大学への接続を意識した教育プログラムの開発に向けて研究を進めた。

また、高校生と併設の中学校生徒による共同実験や「SS探究科学Ⅱ」における課題研究の成果をまとめたポスターセッションなども行い、高校の研究成果を併設中学校に還元する方法や交流のあり方についても研究を行った。

### 検証・評価

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、学校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

#### ① 必要となる教育課程の特例とその適用範囲

平成18年度のSSH指定年度に、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。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、探究活動に必要なスキルを獲得することを目標としている。また、「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る姿勢、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、平成17年度の教育課程に比べ、理科の履修単位数は増単位となっている。

なお、これらのSS科目を新設するために、従来設定していた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)を減じた。さらに、2年次の「世

界史 A」(2単位)を「世界史 B」(3単位)とし、「SS 探究科学Ⅱ」との選択科目とした。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)も減じた。「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」で取り扱っている。

## 6 研究計画・評価計画

### (1) 第一年次

「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む。この取組を通じて、自然科学の基礎的な知識、実験・実習の基本技術を習得させる。また、フィールドワークや大学・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。

「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とらえ、科学を学ぶ者としての倫理感を育成する。また、情報スキルやコミュニケーション能力の育成を目標に取組を進める。

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う。

### (2) 第二年次

「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る。また課題研究を通じて、課題の発見と解決の能力を養い、独創性や創造性を高める。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。大学等の研究機関に関わる研究者からの指導を受けることで、研究者としての研究過程を大切にす姿勢を身につけさせ、研究の成果を発表することで豊かな表現力も育てる。

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る。

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ることとする。第二年次は、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む。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での「環境学」及び高等学校の「数学Ⅰ」「理科総合」を先取りした学習による到達度を活かし、理数を重視する中高一貫教育校として、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る。

### (3) 第三年次

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学習システムを構築する。

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) 第四年次

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。2年生の「SS探究科学Ⅱ」における課題研究では、外部研究機関との連携をより意識しながら、研究内容の深化を進めていく。

また、過去3年間のSSH事業についての総括を行い、中高一貫教育における理数教育のあり方やカリキュラム、教材の再構築について研究を行う。

なお、第三年次までの取組は継続的に同様とする。

### (5) 第五年次

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、将来に向けての理数・環境教育の方向性を確立する。

### (6) 評価について

生徒の変容をとらえる経過的な調査、学校、教員の変容を捉える内部評価、研究開発指導委員や学校評議委員、対象生徒の保護者による外部評価を各年次で実施する。具体的には意識調査、理解度調査、聞き取り調査、観察等の諸要素から評価していく。生徒を対象とする調査は、学年当初と各学期末を予定し、聞き取り調査、観察は適宜実施してデータの蓄積を図る。

## 1 年次

## 本校における取組 【大学、研究機関との取組】

## 1 年生対象

## 〔SS 探究科学 I〕

前半では、理科の基礎的な学力の定着をはかるとともに実験技術等の能力を育成する。

後半では、学習したことに関連した内容を高度化し、研究者の指導を受ける。

- ・ SSH ガイダンス
- ・ 理科基礎講座・基礎実験（物理、生物、化学分野）
- ・ 大学等の研究機関との連携講座 講義・実習・大学研究所訪問等
- ・ 河川水質調査 【水質分析】 和歌山大学教育学部 木村 憲喜 助教授
- ・ 分析化学 【クロマトグラフィー】 雑賀技術研究所 坂口 将進 氏
- 雑賀技術研究所 藪田真紀子 氏
- ・ 物理化学 【多孔体】 マンチェスター大学 M.アンダーソン 教授
- ・ 分子生物学 【バイオサイエンス】 和歌山県立医科大学 坂口 和成 教授
- ・ ロボット 【ロボット工学】 和歌山大学システム工学部 八木 栄一 教授
- ・ 数学 【特別講義】 和歌山大学システム工学部 江種 伸之 助教授
- 【特別講義】 和歌山大学システム工学部 谷川 寛樹 助教授
- 【特別講義】 和歌山大学システム工学部 山本 秀一 講師

## 〔SS 環境科学〕

環境フレームワークによる授業を展開し、環境問題についての確かな知識の定着と多面的な思考法を身につける。また、ディベート学習の取り組みなど、プレゼンテーション能力や情報機器を活用するための情報 スキルを身につけるための取組を行う。

## 〔校外体験学習〕

- 春季研修 【研究室訪問①】 近畿大学原子力研究所
- 夏季研修 【研究室訪問②】 和歌山大学教育学部・システム工学部
- 【研究室訪問③】 近畿大学生物理工学部
- ラボツアー 1泊2日 大阪大学工学部環境エネルギー工学科
- 京都大学宇治地区研究所
- 冬季研修 【研究室訪問④】 関西光科学研究所

## 2 年生対象

- ・ 環境問題に関する調査、学習
- ・ 先端科学実験実習 【滴定実験】 【遺伝子抽出実験】 【遺伝子組換え実験】
- ・ 特別講義 【原子力とエネルギー】 京都大学原子炉実験所 中込 良廣 教授
- 【ゴミ問題】 和歌山市生活環境部生活環境総務課 太地 秀久 氏
- 【ライフスタイル】 京都精華大学 植田 劭 講師

## 〔校外研修〕

夏季宿泊研修 1泊2日 人と自然の博物館 神戸大学理学部 関西大学工学部 スプリング 8

秋季研修 【研究室訪問】 和歌山県立自然博物館

- 来年度実施に向けての「SS 探求科学Ⅱ」に向けての設備、文献の充実、教材開発
- 中学校教職員と共同で理数科目についてのカリキュラム研究
- 青少年のための科学の祭典へ参加
- 海外の高校とのネットワーク構築、情報発信、交流に向けての研究

2 年次

本校における取組 【大学、研究機関との取組】

1 年生対象

- 昨年度の研究開発の検証と見直し
- 1 年次の SSH 事業を検証後、フィードバック、改善、検証

「SS 探究科学 I」

- ・ 前半 科学史、基礎実験、データ分析
- ・ 後半 テーマ性に沿った発展的実験、科学的考察法

「SS 環境科学」

- ・ 前半 科学史、和歌山内川水質調査、環境問題講座(理科・公民・家庭科による「環境フレームワーク」)
- ・ 後半 環境問題講座、ディベート学習

「校外研修」

- 研究室訪問① 関西光科学研究所
- 研究室訪問② 近畿大学生物理工学部
- ラボツアー 京都大学宇治地区研究所、京都大学再生医科学研究所、京都大学桂キャンパス  
京都大学大学院地球環境学、大阪大学工学部環境・エネルギー工学科

「先端科学講座」

- 数学分野 「曲面の幾何学①」 大阪市立大学大学院 大仁田 義裕 氏、酒井 高司 氏
- 「曲面の幾何学②」 大阪市立大学大学院 大仁田 義裕 氏、酒井 高司 氏
- 理科 ①「An introduction on bacteriophage」大阪大学大学院理学研究科 Sebastien Lemire 氏
- ②「宇宙の地球人と私たち」 宇宙飛行士・日本科学未来館 毛利 衛 氏
- ③「シトラスセンサー 分光器を用いた糖度測定」雑賀技術科学研究所 重藤 和明 氏  
宮本 晋吾 氏
- ④「バイオサイエンスと医学」 和歌山県立医科大学 坂口 和成 氏

「実験講座」

- ①水質分析 和歌山大学教育学部 木村 憲喜 氏
- ② SSH 和歌山大学講座(5 講座 向陽中学校と共同) 和歌山大学教育学部・システム工学部

2 年生対象

「SS 探究科学 II」

- ・ゼミ形式の授業、グループ別課題研究
- 【先端科学技術に関する講義・実習】 各ゼミでテーマに沿った研究者を招へいする。
- 【大学等の研究者による生徒課題研究への助言・指導】
- ・課題研究テーマに沿った研究者を招へいし、助言をお願いする。

「校外体験学習」

- 夏季宿泊研修 サイエンスツアー(日本未来科学館、国立環境研究所、筑波大学先端研究施設)など  
フィールドワーク 生物ゼミ臨海実習

「各種コンテスト」

- ・ゼミ単位での各種オリンピック、コンテストへの参加

「理系クラブ」

- 【研究室訪問】 兵庫県立人と自然の博物館

その他

- 中学校教員と連携した理数科目についてのカリキュラム変更の具体的検討
- 中学校・高校間による教員交流
- 海外の高校とのネットワーク構築、情報発信、交流に向けての推進
- 「青少年のための科学の祭典 和歌山大会」への参加
- 高校教員による併設中学校生徒対象の授業



3年次

本校における取組 【大学、研究機関との取組】

- 2年次のSSH事業を検証後、フィードバック、改善、検証
- 中高一貫教育の見直しと改善、検証、実施
- 3年間のSSH活動の総括

1年生

- ・カリキュラムの変更をもとに校外研修等の発展的な見直しと実施
- ・大学、研究機関等の連携研究内容の発展的な見直しと実施

「SS探究科学Ⅰ」

- ・前半 基礎実験、データ分析
- ・後半 テーマ性に沿った発展的実験、データ分析、科学的考察法、レポートの作成

「SS環境科学」

- ・前半 科学史、和歌山内川水質調査、環境問題講座(理科・公民・家庭科による「環境フレームワーク」)
- ・後半 環境問題講座、ディベート学習

「校外研修」

研究室訪問① 関西光科学研究所

研究室訪問② 近畿大学生物理工学部

ラボツアー 京都大学宇治地区研究所、京都大学再生医科学研究所、京都大学桂キャンパス  
大阪大学工学部環境・エネルギー工学科

講演会「未来を拓く接合科学のフロンティア」大阪大学接合科学研究所 阿部 浩也 氏  
青少年のための科学の祭典 「2008 おもしろ科学まつり 和歌山大会」

「先端科学講座」

- |      |  |           |                 |
|------|--|-----------|-----------------|
| 数学領域 | ①「整数論にでてくるさまざまな数」  | 奈良女子大学    | 上田 勝 氏          |
|      | ②「ソリテアと現代数学」   | 奈良女子大学    | 荒川 知幸 氏         |
| 理科領域 | ①「電波を利用したセンシング」  | 雑賀技術科学研究所 | 上保 徹志 氏         |
|      | ②「地球内部ダイナミクス研究について」  | 海洋研究開発機構  | 堀 高峰 氏          |
|      | ③ "Looking for causes of essential hypertension in the brain : an application of molecular biology technologies" | 和歌山県立医科大学 | GOURAUD、S. S. 氏 |
|      | ④「発癌機構と癌の分子標的治療法」  | 和歌山県立医科大学 | 坂口 和成 氏         |

「実験講座」

- ①水質分析 和歌山大学教育学部 木村 憲喜 氏
- ②SSH中高合同ゼミ(5講座 向陽中学校と共同) 和歌山大学教育学部・システム工学部  
近畿大学生物理工学部

2年生

- ・物理、化学、生物、数学、環境の5つのゼミを設定。
- ・数学ゼミでは、大阪市立大学で講座を受講(年8回程度)。
- ・ゼミ単位で研究者を招へいし、連続した指導をお願いする。
- ・ゼミ単位でのフィールドワーク

「校外体験学習」サイエンスツアー(日本未来科学館、国立環境研究所、筑波大学先端研究施設)など

「各種コンテスト」ゼミ単位での各種オリンピック、コンテストへの参加

「SSHコンソーシアム」「JST理数大好きシンポジウム in 和歌山」

3年生

「基礎理学」・「生物環境」・「物質科学」(選択科目2単位)

- ・大学入試問題の分析研究と発表、入試問題に出題される実験

「理系クラブ」

- ・研究室訪問 「和歌山工業技術センター」「県立自然博物館」「大阪工業大学」

その他

- 中学校教員と連携した理数科目についてカリキュラム変更と具体的検討と改善
- 高校教員による併設中学校生徒対象の授業

4年次

本校における取組 【大学、研究機関との取組】

- 3年次のSSH事業を検証後、フィードバック、改善、検証
- 中高一貫教育の見直しと改善、検証、実施

1年生

- ・昨年度の研究を検証、見直し。
- ・3年次のSSH事業を継続、大学や、企業との連携のさらなる開発

「SS探究科学I」

- ・前半 基礎実験、データ分析
- ・後半 テーマ性に沿った発展的実験、データ分析、科学的考察法、レポートの作成

「SS環境科学」

- ・前半 和歌山内川水質調査、環境問題講座、科学史
- ・後半 環境問題講座、ディベート学習

「校外研修」

- ・研究室訪問① 関西光科学研究所
- ・研究室訪問② 近畿大学生物理工学部
- ・研究室訪問③ 大阪大学大学院工学科環境・エネルギー工学科
- ・青少年のための科学の祭典へ参加

「先端科学講座」

- ・数学領域 ①「数理パズルを解く」 奈良女子大学 篠田正人 氏
- ②「数学で、まだこんなことがわからない」 奈良女子大学 篠田正人 氏
- ・理科領域 ①「ストップ地球温暖化 低炭素経済への道」 京都大学大学院 植田和宏 氏
- ②「電波を利用したセンシング」 雑賀技術研究所 上保徹志 氏
- ③ “What is epigenetics ?” 大阪大学 Christine S.VOGLER 氏

「実験講座」

- ①「水質分析」 和歌山大学 木村憲喜 氏
- ②SSH中高一貫合同ゼミ(5講座 向陽中学校と共同)和歌山大学教育学部・システム工学部  
近畿大学生物理工学部

2年生

- ・物理、化学、生物、数学、環境の5つのゼミを設定。
- ・数学ゼミでは、大阪市立大学で講座を受講(年8回程度)。
- ・ゼミ単位で研究者を招へいし、連続した指導をお願いする。
- ・ゼミ単位でのフィールドワーク

「校外体験学習」サイエンスツアー(国立科学博物館、国立環境研究所、筑波大学先端研究施設)など

「各種コンテスト」ゼミ単位での各種オリンピック、コンテストへの参加

「わかやま自主研究フェスティバル」

3年生

- ・昨年度の研究を検証し、さらに3年次のSSH事業を継続発展させる。
- ・「基礎理学」・「生物環境」・「物質科学」(選択科目2単位)
- ・大学入試問題の分析研究と発表、入試問題に出題される実験

理系クラブ

- ・研究室訪問(甲南大学)、フィールドワーク(化石採集、日食観察)
- ・各種コンクール、校外発表の奨励

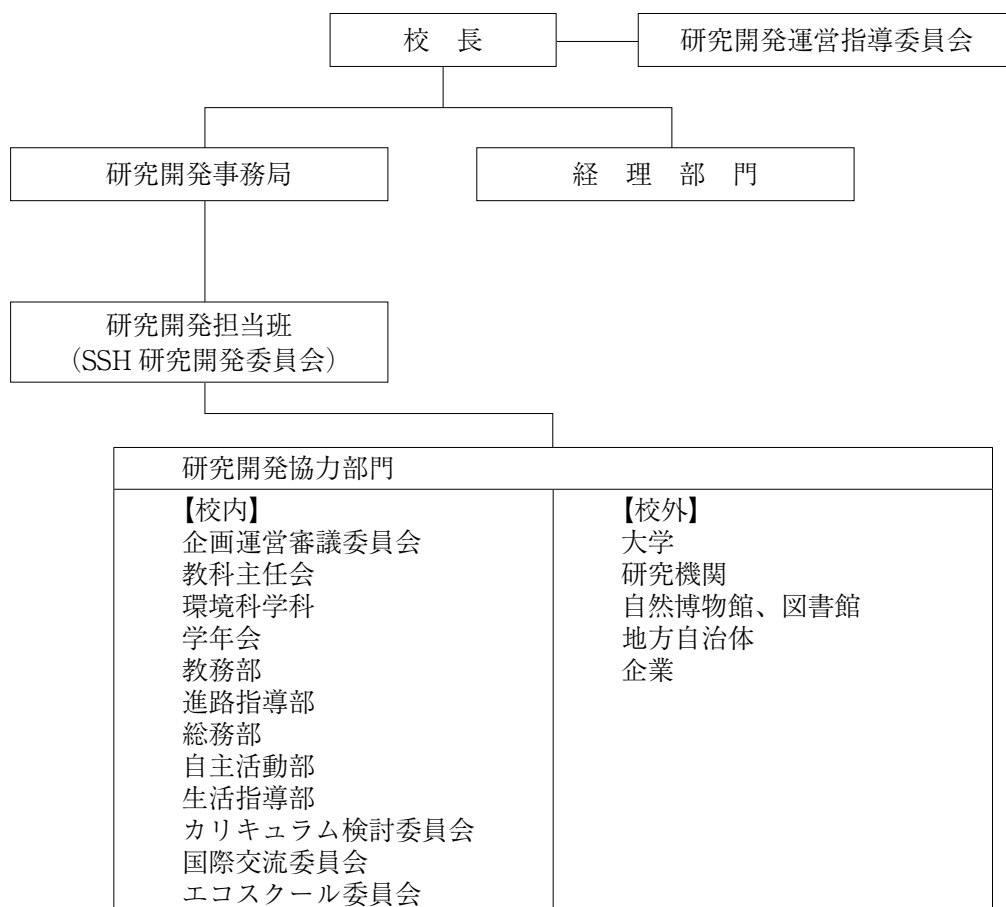
その他

- 中高一貫合同研究による理系カリキュラムの再検討と実践
- 高校教員による併設中学校生徒対象の授業
- 大学、研究機関との連携の永続的な定着化についての研究

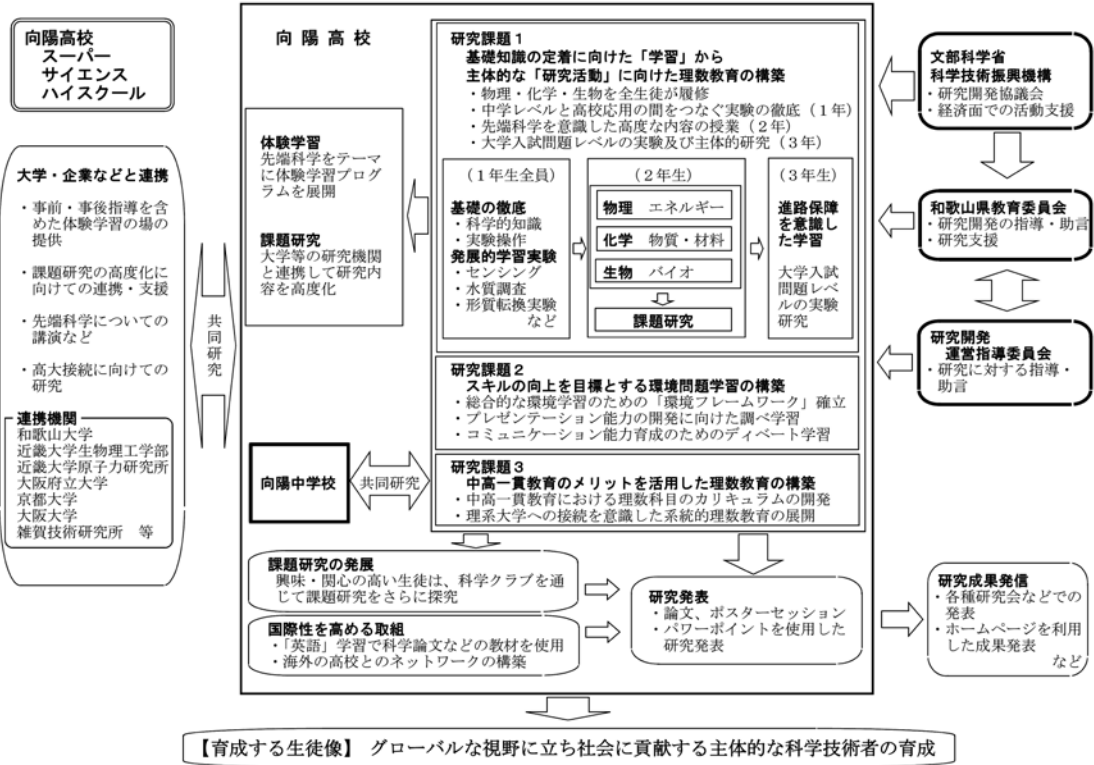
5年次	
本校における取組 【大学、研究機関との取組】	
3年生	・昨年度の研究を検証し、さらに4年次のSSH事業を継続発展させる。
2年生	「SS探究科学Ⅱ」(通年) ・4年次SSH事業同様研究者の指導のもと課題研究 ・課題研究の英語でのプレゼンテーション
1年生	・昨年度の研究を検証、見直し。 ・4年次のSSH事業を継続、大学や、企業との連携のさらなる開発 ○研究成果のまとめと反省

## 7 研究組織の概要

研究開発の責任者は校長とし、理科、数学、環境と英語の代表者に教頭を加えて事務局を構成する。



○向陽 SSH の概念図



## 8 研究開発の経緯

4月14日	環境2年	「SS探究科学Ⅱ」ガイダンス	各ゼミ紹介・ゼミ選択
4月17日	環境1年	「SS探究科学Ⅰ・環境科学」ガイダンス	SSH説明
4月25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
4月28日	環境2年	生物ゼミ フィールドワーク	和歌山市和歌浦 和歌山市加太
4月29日	環境2年	生物ゼミ 臨海実習	京都大学臨海実験所 (和歌山県・白浜)
5月22日	環境1年	和歌山市内河川水質調査(採水・分析)	
5月26日	環境2年	化学ゼミ 和歌山県工業技術センター訪問	
5月26日	環境2年	生物ゼミ フィールドワーク	和歌山市和歌浦、紀ノ川
5月26日	環境2年	環境ゼミ フィールドワーク(自販機調査)	
5月30日	環境1年	和歌山市内河川水質調査(分析・考察)	
6月2日	環境2年	環境ゼミ フィールドワーク(自販機調査)	
6月3日	環境2年	フードマイレージについてのヒアリング	レストラン「agata」
6月7日	環境2年	環境ゼミ 干潟観察会	和歌山大学教育学部 古賀研究室
6月8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9日	環境2年	生物ゼミ フィールドワーク	和歌山市和歌浦
6月9日	環境2年	環境ゼミ 和歌山市役所 農林水産課水産班ヒアリング	
6月9日	環境2年	環境ゼミ フィールドワーク(自販機調査)	
6月16日	環境2年	化学ゼミ 実験研修	和歌山県工業技術センター
6月23日	環境2年	化学ゼミ 実験研修	和歌山県工業技術センター
6月23日	環境2年	環境ゼミ 企業訪問(ヒアリング調査)	コカ・コーラウエスト株式会社 ベンディング和歌山支店
6月23日	環境2年	環境ゼミ 地元産食材の販売状況調査	ゴトウ本店太田店
6月29日		SSH運営指導委員会	
7月2日	環境1年	実験講座「水質分析」	和歌山大学教育学部 木村 憲喜 氏
7月4日	環境2年	物理ゼミ・日本水ロケットコンテスト 和歌山大会	和歌山マリーナシティ (和歌山市毛見)
7月14日	環境2年	化学ゼミ 実験研修	和歌山県工業技術センター
7月19日	環境1年	全国生物学コンテスト「生物チャレンジ」	一次選考(1名参加)
7月20日	環境3年	全国高校化学グランプリ	一次選考(1名参加)
7月21日 ~23日	環境2年	サイエンスツアー(東京・つくば方面)	

7月22日	理科系 クラブ	研究室訪問「和歌山大学 -日食観察-」	和歌山大学教育学部 富田 晃彦 氏
7月25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
7月25日	物理 クラブ	WRO2009 公式予選会 中部大学工学部 LEGO ロボットコンテスト試走会	中部大学工学部
7月26日	環境2年	物理ゼミ・日本水ロケットコンテスト近畿 地区大会	芦屋市総合公園 (兵庫県芦屋市)
8月1日	物理 クラブ	WRO2009 公式予選会 中部大学工学部 LEGO ロボットコンテスト	中部大学工学部
8月5日 ~7日	環境3年	SSH 生徒研究発表会	パシフィコ横浜
8月 17~20日	環境1年	全国生物学コンテスト「生物チャレンジ」	二次選考(1名参加)
8月18日	環境2年	生物ゼミ・フィールドワーク	和歌山市和歌浦
8月23日	物理 クラブ	WRO JAPAN 決勝大会	科学技術館
9月4日	環境1年	研究室訪問「関西光科学研究所」	
9月6日	環境2年	生物ゼミ 臨海実習④	京都大学 瀬戸臨海実験所
9月25日	環境1年 中学3年	科学史ポスターセッション 「歴史の中の科学者たち」	
10月29日 ~30日	環境1年	ラボツアー (大阪・京都方面)	新型インフルエンザによる 学級閉鎖のため中止
11月5日	環境1年 環境2年	先端科学講座(理科①)	ストップ地球温暖化 「低炭素経済への道」 京都大学大学院教授 植田和宏 氏
11月5日	教 員	SSH中間評価ヒアリング	中央合同庁舎7号館
11月6日	環境1年 中学3年	中高合同ゼミ(6講座)	和歌山大学 近畿大学生物理工学部
11月 14~15日	環境1年 環境2年 中学有志	発明の祭典 in 和歌山 おもしろ科学まつり和歌山大会 わかやま自主研究フェスティバル	和歌山ビッグホエール
11月16日	環境1年	先端科学講座(理科②)	「電波を利用したセンシング」 雑賀技術研究所 上保 徹志 氏
11月17日	環境2年	生物ゼミ イソアワモチについての講座	京都大学 瀬戸臨海実験所 講師 宮崎 勝己 氏
11月 21~22日	環境2年	物理ゼミ 日本水ロケットコンテスト2009	愛・地球博記念公園(愛知県)
11月23日	環境1年	全国生物学コンテスト「生物チャレンジ」	最終選考(1名参加)
12月4日	環境1年	研究室訪問「近畿大学生物理工学部」	

12月5日	教員	交流会支援教員研修会 「SSH終了後の在り方について」	早稲田大学理工学術院
12月13～14日	環境2年	生物ゼミ 臨海実習⑤ (宿泊研修)	京都大学 瀬戸臨海実験所
12月16日	環境1年 環境2年	和歌山県SSH指定校合同生徒研究発表会 きのくに科学教育シンポジウム	和歌山市民会館小ホール
12月18日	環境1年	先端科学講座(理科③)	“What is epigenetics?” 大阪大学 Christine S.VOGLER 氏
12月21日	環境1年	先端科学講座(数学①)	「数理パズルを解く」 奈良女子大学 准教授 篠田正人 氏
12月25日	教員	SSH情報交換会	学術総合センター
1月8日	環境1年	先端科学講座(数学②)	「数学で、まだこんなことが わからない」 奈良女子大学 准教授 篠田正人 氏
1月12日	環境2年	校内課題研究発表会①	
1月15日	教員	SSH事業説明会	文部科学省
1月19日	環境2年	校内課題研究発表会②	
1月24日	物理部	ロケットガール&ボーイ養成講座 説明会・モデルロケット製作体験	3月末まで活動 和歌山大学 学生自主創造センター
1月26日	環境2年	校内課題研究発表会③	
1月27日	教員	岡山県立倉敷天城高等学校 「サイエンス工房」生徒研究成果発表会	
2月8日	教員	大阪府立住吉高等学校 SSH生徒発表会	
2月12日	環境1年	研究室訪問 「大阪大学・大学院環境・エネルギー工学科」	
2月13日	理科系 クラブ	理科系クラブ研究室訪問 「甲南大学フロンティア・サイエンス学部」	
2月22日		SSH運営指導委員会	
2月27日	教員	埼玉県立川越高等学校 SSH生徒研究発表会、事業報告会	
3月9日	高校2年	生物ゼミ特別講義	「分類学とは どのような学問か？」 山崎一憲氏
3月9日	高校2年 中学3年	課題研究発表(ポスターセッション)	対象：向陽中学3年生
3月12日	教員	SSH事務処理説明会	日本科学未来館 みらいCANホール
3月12日	教員	東京都立科学技術高等学校 SSH報告会	

## 2章 研究開発の内容

### 1 SSH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の習得、科学に関する基礎知識の定着、科学的な思考と探究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】

日頃の生活のなかで見られる様々な現象を物理的に考えることにより、物理学を身近に感じさせる。また、実験を通して得られたデータを解析することにより、自然現象の中に潜む物理的法則を見つけ出す方法を身に付けさせ、自分が抱いた興味や疑問について、自らが考え、調査、研究していこうとする態度や能力を養う。

##### 【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 (重力加速度の実験 (1))
記録タイマーを用いて、重力加速度を測定する実験を行う。記録タイマーの使い方や記録テープのデータ処理の仕方を理解させる。
② 物理基礎講座 II (重力加速度の実験 (2))
得られたデータをグラフにし、おもりの落下運動が等加速度運動になっていることを見出させる。また、自分が調べたい事柄に応じてグラフの軸の取り方を変える必要があることを学ばせる。
③ 物理基礎講座 III (比熱 (熱とエネルギー) についての講義)
絶対温度、熱量、熱容量、比熱について講義を受け、熱とエネルギーについての基礎を理解する。
④ 物理基礎講座 IV (比熱の測定実験)
熱量保存則から実験により、金属の比熱を求める。また、得られたデータを考察する。
⑤ 物理基礎講座 V (波の性質についての講義 (1))
波の発生の仕方、波の要素、縦波と横波、定常波等を演じ実験を交えながらの講義を受け、波の基礎について理解する。
⑥ 物理基礎講座 VI (音の振動数の測定)
ストロー笛を通して、気柱の共鳴について考えさせたあと、気柱の共鳴を利用した、音さの振動数の測定実験をする。
⑦ 物理基礎講座 VII (音の振動数の測定についてのまとめ)
得られたデータから、音さの振動数を求める。また、ガラス管内の気柱の振動の様子を図示し、理解を深める。
⑧ 物理基礎講座 VIII (簡易霧箱により放射線の飛跡の観察)
簡易霧箱を用いて、放射線の飛跡を観察し、放射線についての基礎を理解する。また、寒剤として使用する液体窒素で低温での物理現象を観察する。



【実習プリント (抜粋)】

液体窒素  
1. 物質の三態  
窒素…融点=-210℃ 沸点=-196℃  
気体の密度=1.25g/l(-1℃, 1気圧)  
液体の比重=0.81(-196℃) 固体の比重=1.03(-252℃)  
酸素…融点=-218℃ 沸点=-183℃  
気体の密度=1.43g/l(0℃, 1気圧)  
液体の比重=1.15(-183℃) 固体の比重=1.43(-252℃)

2. 液体窒素 (-196℃の世界)  
①花を冷やす  
石は、お手持に三分、手で握ると、割れにわれた。  
②ボールの冷却  
スノーボールは、どーものようにかたまった。  
ふにふにせつろろニスボールは、鳥と等、ぱらぱらにわれた。  
③紙折の冷却  
紙が、冷やされ、小さくなると、折れやすくなった。  
④乾電池の冷却  
乾電池の中で起こっている化学反応が、遅くになり、電圧が下がる。  
⑤液体の硬化  
液体になると、青色で、透明の液体になる。  
⑥超伝導現象  
磁石を 常温ではくっつかない物質を冷やした時に近づけると、  
空気中に浮いた状態になる。(超伝導現象) 磁石にくっつかず、空気中を浮く。  
磁石に近づけると、磁石にくっつかず、空気中を浮く。  
磁石に近づけると、磁石にくっつかず、空気中を浮く。  
(空気抵抗は小さい!)

液体窒素  
1. 物質の三態  
窒素…融点=-210℃ 沸点=-196℃  
気体の密度=1.25g/l(-1℃, 1気圧)  
液体の比重=0.81(-196℃) 固体の比重=1.03(-252℃)  
酸素…融点=-218℃ 沸点=-183℃  
気体の密度=1.43g/l(0℃, 1気圧)  
液体の比重=1.15(-183℃) 固体の比重=1.43(-252℃)

2. 液体窒素 (-196℃の世界)  
①花を冷やす  
石は、お手持に三分、手で握ると、割れにわれた。  
②ボールの冷却  
スノーボールは、どーものようにかたまった。  
ふにふにせつろろニスボールは、鳥と等、ぱらぱらにわれた。  
③紙折の冷却  
紙が、冷やされ、小さくなると、折れやすくなった。  
④乾電池の冷却  
乾電池の中で起こっている化学反応が、遅くになり、電圧が下がる。  
⑤液体の硬化  
液体になると、青色で、透明の液体になる。  
⑥超伝導現象  
磁石を 常温ではくっつかない物質を冷やした時に近づけると、  
空気中に浮いた状態になる。(超伝導現象) 磁石にくっつかず、空気中を浮く。  
磁石に近づけると、磁石にくっつかず、空気中を浮く。  
磁石に近づけると、磁石にくっつかず、空気中を浮く。  
(空気抵抗は小さい!)

【評価と課題】

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 I、物理 II を履修しないという現状を踏まえ、特に、波動分野の基礎的な観察や実験を行い、現象や原理、法則の概念を学習できるように心がけた。時間的な制約もあり、深く学習することはできなかったが、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、他の分野の実験も多く取り入れ、物理分野の全体像を示していきたい。

(2) 化学分野

【目標・目的】

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、実験操作や薬品の取り扱いなどを習得する。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科学的探究心を育成する。

【実施要項】

SS 探究科学 I (化学分野) 授業実施内容

①化学実験基礎講座「物質の構成元素」

沈殿生成や炎色反応によって元素の検出を行った。この実験過程において、化学実験における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確認した。さらに、単斜硫黄、ゴム状硫黄の生成を行い、硫黄の同素体について理解を深めた。

## ②理論化学実験講座Ⅰ「金属の結晶格子模型の作製」

金属結晶の体心立方格子や面心立方格子は、格子内の原子の個数や充填率の計算を化学Ⅰ（理数理科）の授業で発展内容として取り扱うが、教科書による学習だけでは、結晶構造をイメージすることは難しい。そこで、発泡スチロール球を用いて、立方格子を作るには何個の原子が必要になるのかを考えながら面心立方格子と体心立方格子の模型を作製した。また、実際に水を入れて充填率の違いを確認した。



## ③理論化学実験講座Ⅱ「化学反応と量的関係」

炭酸カルシウムと塩酸の反応を定量的に調べ、化学反応式の量的関係を実験を通して確認した。それを利用して指定された分量の気体を発生させるには、薬品をどれだけ準備すればよいかを計算し、実験で確認した。この段階では、mol計算に抵抗感のある生徒も多いが、よい実験結果を出すために必死に計算に取り組む姿が見られた。



## ④理論化学実験講座Ⅲ「反応熱の測定とヘスの法則」

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に無関係であるヘスの法則を確かめる実験を行った。温度変化をグラフに表し、最高温度を求める過程で、実験結果のデータ処理方法についても確認した。



## ⑤理論化学実験講座Ⅳ「酸・塩基の中和と滴定曲線」

強酸である塩酸に強塩基である水酸化ナトリウム水溶液を加えていったときのpHの変化を記録し、滴定曲線を作成した。また、弱酸である酢酸についても同様に実験を行い、強酸との違いについて考察した。一般的な中和滴定実験である食酢の濃度測定実験は化学Ⅰ（理数化学）の通常授業の中で行った。



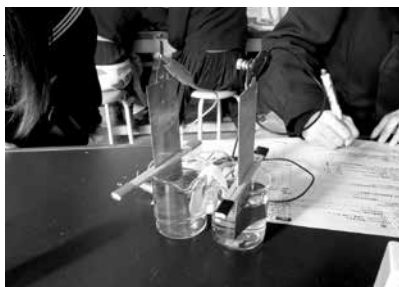
## ⑥分析化学基礎講座「酸化還元滴定」

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、薬品瓶に記載の濃度と比較・考察した。滴定操作は、中和滴定や水質調査の実験など、これまでに何度も行っているため、実験は非常に手際よく進められ、実験結果は概ねよい結果が得られた。



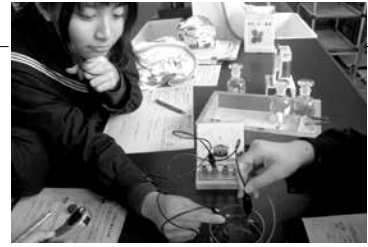
## ⑦理論化学実験講座Ⅴ「電池」

ボルタ・ダニエルなどの電池のしくみについて実験を通してしくみを確認した。ダニエル電池では、2つのビーカーに水溶液を入れ、ろ紙を塩橋の代わりとした。ろ紙の両端から水溶液が染み込んでいき、ろ紙に水溶液が全て染みこんだときに、電流が流れることが確認でき、水溶液中のイオンの移動を考察させた。



⑧理論化学実験講座Ⅵ「水溶液の電気分解と電子の授受」

塩化ナトリウム水溶液や水酸化ナトリウム水溶液を電気分解し、生成する気体やイオンを確認した。また、硫酸銅水溶液を電気分解し、陽極・陰極の質量変化と電子の授受との関係を確認した。そして、ファラデー定数から求めた理論値と実験値を比較し、考察を行った。



【評価と課題】

実験内容は、「理数理科(化学Ⅰ)」の内容を補ったり深めたりすることを目的に、授業進度にできるだけ合わせて計画をした。通常の「理数理科(化学Ⅰ)」の授業だけでは、時間数不足から行うことのできなかった実験や発展的な内容を含む実験を取り扱うことができた。授業で学習した内容を実験を通して再確認することにより、理解が深まったようである。生徒は滴定操作の実験を「SS探究科学Ⅰ」では中和滴定と酸化還元滴定の2回行い、「理数理科(化学Ⅰ)」の授業でも1回、水質調査の実験講座で1回の計4回経験した。このことから実験の手際や技術は大きく向上し、普通科の生徒と比較すると、かなり短い時間に正確な実験結果を出すことができるようになった。また、実験結果から導き出された値を、常に理論値と比較して考察するように指導した。その結果、生徒は目的意識を持って実験に取り組み、様々な角度から実験結果について考察できるようになった。この授業は、各分野ごとに2週間に1時限の頻度で行っており、実験は毎回完結させている。そのため、実験結果の考察は宿題とし、その後の十分な補足説明ができていないことが課題である。そこで、SS探究科学Ⅰ担当者同士や他の理科授業担当者との連携を深め、解決を図ることが求められる。

【実習プリント(抜粋)】

SS探究科学Ⅰ(化学分野) 実験 市販のオキシドール中の過酸化水素の質量パーセント濃度を求める。

**目的** 市販のオキシドール中の過酸化水素の質量パーセント濃度を求める。

**装置** ホールビペット、安全ピペット、ビュレット、コニカルビーカー、ビーカー、メートルグラス、ろうと、濃度未知のオキシドール(市販のオキシドールを100倍に希釈) 0.0505mol/l KMnO<sub>4</sub>、3mol/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**概用** ①水で100倍に希釈した濃度未知のオキシドール10mlをホールビペットではかり、コニカルビーカーに入れた。  
②過マンガン酸カリウムの酸化力を強めるため、希硫酸10mlをメートルグラスではかり、コニカルビーカーの中に加える。  
③ろうとを使って0.0505mol/l KMnO<sub>4</sub>溶液をビュレットに入れる。  
④100倍に希釈した濃度未知のオキシドール10mlと希硫酸10mlの入ったコニカルビーカーに0.0505mol/l KMnO<sub>4</sub>溶液を滴下していく。MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>の赤紫色が消えなくなったら、滴下を止める。(15秒経過しても色が消えないこと)  
⑤この操作を4回繰り返す。

**結果**

	1回目	2回目	3回目	4回目
最初液の量 (ml)	12.8	20.4	29.9	39.5
終点の量 (ml)	20.4	29.9	29.5	44.9
消費量 (ml)	7.6	7.5	9.6	7.4

⑤回目の平均値  $7.5 \text{ ml}$

**課題** 過マンガン酸カリウムと過酸化水素の反応の反応式をつくれ。ただし、過マンガン酸カリウム、過酸化水素が酸化剤、還元剤としてはたらくときの半反応式は、次式で表される。

$\text{MnO}_4^- + 5\text{e}^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$  (過酸化水素の酸化) ①  
 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$  (過酸化水素の還元) ②

①×5 + ②×2 →  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$

①×2 + ②×5 →  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$

イオン反応式は、変化している物質はかかれない。→ 水分子は反応から消える。→ 水分子は反応から消える。→ 水分子は反応から消える。

イオン反応式  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$

化学反応式  $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$

②実験結果より、100倍に希釈したオキシドール中の過酸化水素のモル濃度と市販のオキシドール中の過酸化水素のモル濃度を計算せよ。

(酸化剤が受け取るe<sup>-</sup>のモル数) = (還元剤が出すe<sup>-</sup>のモル数)より

$n \cdot M \cdot V = n' \cdot M' \cdot V'$

n: 酸化剤の価数 = 5 n': 還元剤の価数 = 2  
M: 酸化剤水溶液の濃度 (mol/l) M': 還元剤水溶液の濃度 (mol/l)  
V: 酸化剤水溶液の体積 (l) V': 還元剤水溶液の体積 (l)

$5 \times 0.0505 \times \frac{7.5}{100} = 2 \times x \times \frac{10}{100}$

$x = 0.009375$

希釈する前のオキシドールのモル濃度は、この値の(100)倍だから

$0.009375 \times 100 = 0.9375 \approx 0.938$

市販のオキシドール中の過酸化水素の質量パーセント濃度を計算せよ。ただし、市販のオキシドールの密度を1.0g/cm<sup>3</sup>とする。

$\frac{0.938 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{34 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times 100 = 32.092$

実際の値、20%に近い数値が得られた。これは、市販のオキシドールを100倍に希釈した結果である。希釈する前のオキシドールの濃度は、20%である。多量にはかりやすいため、希釈する必要がある。希釈する前のオキシドールの濃度は、20%である。

11月2日(月) 実験 組番 氏名

レポートの提出期限は実験後1週間を厳守。提出は生物準備室前川まで

### (3) 生物分野

1年間を通して、生物に関する基礎実験とバイオテクノロジーに関する学習を習得できるようなプログラムを立てた。基礎実験においては、中学校で学習した内容をふまえた上で、生物Ⅱの光合成や進化の範囲まで話を広げ、生物学のおもしろさを知ってもらえるような内容を扱った。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をできる力をつけたいと考えた。

#### 【実施要項】

#### SS 探究科学Ⅰ（生物分野）授業実施内容

①生物実験基礎講座Ⅰ（マイクロメーターにより細胞の大きさを測定する実験）	1時間
高等学校での生物分野で扱う実験操作の学習を行った。タマネギの表皮細胞の大きさをマイクロメーターで計測した。	
②生物実験基礎講座Ⅱ（光合成色素の光の吸収とスペクトルに関する実験）	1時間
地球上の生物が利用している太陽の光と、その光を生物界へ取り込んでいる植物の関係を光合成という面から探究した。紅藻類であるスサビノリから光合成色素を抽出し、色素抽出液を透過した光を直接分光器で観察した。また、光合成にとどまらず、植物の進化や分類にも触れた。	
③遺伝講座Ⅰ（DNAの構造や遺伝子についての知識・理解を深める学習）	2時間
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生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。	
④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）	2時間
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。	
⑤遺伝講座Ⅱ（細胞内のDNAとRNAの検出とDNAの抽出実験）	1時間
タマネギの鱗片葉の表皮をメチルグリーン・ピロニン染色液で染色することにより、DNAとRNAの染め分けをし、染色の状態を観察した。また、DNAを多く含む試料から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。この実験では、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。	
⑧バイオテクノロジー講座Ⅱ（大腸菌の形質転換実験）	
pGLO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。	

**【評価と課題】**

本校1年生は、理数理科という科目のなかで生物Ⅰの内容を週1コマで履修する。したがって、本探究科目を受講する段階では遺伝分野の学習が済んでいない。「バイオテクノロジー」の分野を学習するには、遺伝子に関する基礎知識が必要であり、実習・実験の内容を十分に理解させるために事前に講義形式の授業を取り入れた。実験後、生徒に感想を聞いてみると、最後に行った形質転換実験への興味・関心が最も高く、また、そのしくみを理解しようとする意欲も非常に高かった。今年度は近畿大学生物理工学部への研究室訪問が、バイオテクノロジー講座の後に行われたので、この科目で学んだことが大学レベルの学習につながることや実験器具を実際に見ることができ、研究室訪問とうまく系統立てた学習をすることができたと考える。このような学習を通して、2年生で履修しなければならない物理・生物の科目選択をする材料とした生徒もいた。

基礎講座Ⅱで扱った光合成色素の光の吸収とスペクトルに関する実験では、「光合成」「光のスペクトル」「色素の抽出」「植物の進化・分類」など、広範囲にわたって話をふくらませたので、非常に生徒の興味・関心が高かった。植物をテーマに系統立てて講義と実験をうまく組み合わせることができたのでよい評価であったと思われる。

**【生徒のレポートより】**

**データ収集**

遺伝子導入実験の結果を、実験室の光のトビで観察。その後、プレートにUVランプを照射させて、観察してください。

- 4つのプレートを確認し、それぞれの様子から2-4の質問を考えながら下の表にまとめよう。実験の内の中にはコロニーが生えている様子を確認してください。
- それぞれのプレートには、どの種類のコロニーが生えていますか？
- コロニー(大腸菌)の色は？
- それぞれのプレートに生えたコロニーの数を数えよう。

プレート	プレートの様子
+DNA-LB/amp	コロニーが10以上ある。 スライムプレートと比べると生菌数が多いコロニーが多い。 色は茶色の色で、コロニーが部分的にクリーム色。 コロニーは生えていない。
+DNA-LB/amp/ara	コロニーがほとんどない。数は約10。 茶色は生えていない。 コロニーがないところの色は、茶色がある。 コロニーの色はクリーム色、茶色、白。 UVランプを当てると、生菌数が増える。茶色のコロニーが多い。
-DNA-LB/amp	茶色コロニーのようだが、コロニーは生えていない。 茶色の色は生えていない。 茶色の色は生えていない。 茶色の色は生えていない。 茶色の色は生えていない。
-DNA-LB	コロニーは生えていないが、 茶色の色は生えていない。 茶色の色は生えていない。 茶色の色は生えていない。 茶色の色は生えていない。

※スライムプレートと同じ

**【大腸菌の形質転換実験】**



和歌山県立向陽高等学校 シラバス (教科名 SSH)

1年環境科学科	2単位 1.5 コマ	科目名	SS 探究科学 I	通し番号	
学習の到達目標	①自然科学の領域に強い興味・関心をもつ生徒を対象に、「科学」について理解と認識を深め、グローバルな視野に立ち社会に貢献できる人材を育成するための基礎学習を行う。 ②学び方や科学的なものの考え方を身につけ、問題の解決や探求活動を主体的に取り組む態度を育成する。 ③自ら学んだ内容を他者に発信する能力を養う。				
使用教材	作成した教材、新聞記事、参考図書資料、インターネット検索による教材資料などを活用し、補助教材を配布する。				
		学習内容	学習のねらい		
前期	第1回定期考査 第2回定期考査	[ガイダンス] [基礎実験講座Ⅰ] ・実験内容概説 ・実験・考察 ・レポート作成 実験例 ・結晶格子 ・顕微鏡 ・重力加速度 ・実験器具の基本操作など	中学校から高等学校へつながる基本的知識の定着と基本的な実験操作の習得を目標とする。 また、実験を通じて課題に対しての調査法や分析方法などを習得し、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。さらに、科学論文の作成方法についても学習することで、論理的な思考力を養う。		
	第3回定期考査	[基礎実験講座Ⅱ] ・先端科学講座・実験講座 ・研究室訪問 実験例 ・音の振動数 ・反応熱とヘスの法則 ・中和滴定曲線の作成など	引き続き物理、化学、生物の3領域の基礎実験を中心に学習することで、科学的なスキルを習得する。また、学外の研究機関と連携し、「先端科学講座」、「実験講座」、「研究室訪問」などの取組を進め、科学技術について体験的に学習する。		
後期	第4回定期考査 第5回定期考査	[発展実験講座] ・先端科学講座 ・実験講座 ・研究室訪問 ・先端科学を意識したテーマ学習 実験例 ・霧箱(放射線軌跡観察) ・形質転換 ・酸化還元滴定など	「先端科学講座」、「実験講座」、「研究室訪問」などの取組で科学技術について体験的に学習を深めていく。また、先端科学を意識したテーマ学習に取組み、2学年での探究活動につなげるためのスキルを獲得する。これらの取組を通じて、科学的な知識を深めるとともに、問題解決に向けての総合的な力を育成する。		

評価の観点・方法	<b>評価の観点</b> ①課題・提出物の各テーマに対して意欲的に取り組んでいるかどうか、適切な内容理解が達成できているかどうかを観点とする。 ②実習等が多いので、授業への取り組む態度や内容理解なども考慮する。 <b>評価の方法</b> ①上記の評価観点から担当者が各データを共有し評価を行う。 ②定期考査、レポート、感想文、自己評価などを総合的に評価する。
特色ある学習方法	<b>指導者・指導体制</b> ①理科教員によるチームティーチングの形態をとり、定期的にミーティングをもち授業に取り組む。 ②外部講師・地域との連携は必要に応じて依頼・実施していく。 ③担当者以外の理科教員とも連携、協力しながら指導を進めていく。 <b>活動場所・使用施設</b> ①理科実験教室で原則的に実施。展開・内容の必要に応じて、視聴覚教室・図書館・記念館・情報室を使用する。 ②校外研修等必要な場合には事前に連絡・承諾をとる。
課題・提出物等	実験レポート、ワークシート、感想文、校外学習レポートなど
留意事項	授業の内容に応じて「SS 環境科学」と連携し、実施する。

## [2] SS 環境科学

### 【目標】

「SS 環境科学」では、環境問題について自然科学と社会科学さらに身近な問題と世界的な問題等様々な角度から学習する。多角的な取り組みでの学習や社会と科学の関わりを学習することで、多面的な思考力、問題発見能力、科学倫理を育成することを目標とする。環境問題を科学的に考察し、身近な生活での課題の発見・目標設定、問題解決をすすめる実践力も育む。

### 【実施概要】

環境科学科1年生を対象に、1単位（1.0コマ）で設定している。理科、地歴・公民科、家庭科の教員を担当者とし、様々なチーム・ティーチングの形態で指導を行った。

#### ●年間指導の流れ

##### (1) 環境フレームワーク（4月～11月）

環境問題に関わる社会科学系と自然科学系の講座学習

様々な知識を日常生活の活動につなげる実践活動学習

##### (2) 和歌山市内河川水質調査（5月）

フィールドワークにより河川水を調査し、データ処理、考察、レポート作成をする学習

##### (3) 科学史パネル発表（7月～9月）

科学者について、業績・歴史的背景、社会に与えた影響を調べ、パネルを作成する発表

##### (4) ディベート学習（11月～2月）

環境問題学習を総括・統合化する環境問題に関わる政策論題を用いたディベート学習

### 【実施内容】

#### (1) 環境フレームワーク

自然科学、社会科学の視点から世界規模での今後の社会的な課題であるエネルギー、資源などの諸問題の科学的な講座学習により、正しい知識の獲得を目指した。また、家庭科の視点からエネルギー問題を身近な問題として捉え、自らの生活を振り返り、実践につなげる活動系の学習により日常の生活を改善する姿勢の育成につとめた。

#### ①環境問題講座学習

##### A. 自然科学分野

自然科学分野では、現在の地球環境の諸問題について、原因とメカニズムを科学的な視点から学習した。また、それらの環境問題を克服するための対策が確立されつつあることを学習した。解決のプロセスが理論的に実現可能なものとして理解し、地球環境問題解決への意識を高める学習を展開した。

##### 第1回「フロンガスとオゾン層破壊」

太陽系の他の惑星と地球の比較や地球大気の組成の歴史から、地球に陸上生物が繁栄するものとなるオゾン層の形成について学習した。また、フロンガスの特性とオゾン層の破壊のメカニズム、回収したフロンガスの処理方法を化学の視点から理解する学習をすすめた。さらに、フロン

ガスに対する規制の歴史から地球規模で問題に取り組んでいる現状を知ること、環境問題解決にむけて地球レベルで協力しているモデルケースとして今後の問題解決への展望を持たせた。

## 第2回「地球温暖化問題」

地球温暖化問題は地球規模での環境問題であり、科学的な提言が国際問題として大きく取り上げられている。科学的に地球温暖化の問題を認識させるため、太陽からのエネルギー放射に対する地球のエネルギー収支と温室効果の仕組みを学習した。また、温室効果ガス増加の現状を認識し、その問題を解決するために地球規模で取り組まれている施策とその取組においての問題点を学習し、自らのライフスタイルに反映させるきっかけとした。

### B. 社会科学分野

社会科学分野では、環境問題に関する社会的な知識を習得し、その解決に向けての意識を高める一方で、学年の終わりに予定されているディベート学習の事前学習をも兼ねるようにも考えて、今年度は以下の4テーマを2人の担当で授業展開した。

#### 第1回：「どうする？温暖化。－環境税という手もある！」

温暖化の防止のために、我が国は京都議定書で温室効果ガス削減を約束しているが、すでに排出量は90年比で大幅に上回り、温暖化対策をより一層強化する必要がある。そこで環境省の環境税案（2005年10月発表）の内容を学習し、地球環境問題の解決に関心を向けさせるとともに、環境税導入について賛成・反対論の学習をした。資料はインターネットを通して得た環境省案を利用し、賛成の論拠を炭素削減量と家計負担額の比較、税収の利用などに求めた。一方、反対論の根拠を、エネルギーコスト上昇による企業の負担と国際競争力の低下、海外移転による国内産業空洞化などとして学習を展開した。なお年度の終わりに予定されているディベート学習の資料としても活用できるように、政府サイトの内容を授業プリントとし、ネット検索のガイダンスも行った。

#### 第2回：「どうする？温暖化。－エコカーで“乗り”切る！」

排出される温室効果ガスの95%を占めるCO<sub>2</sub>の急増が温暖化を加速している。このCO<sub>2</sub>の大口排出源がマイカーであり、日本の家庭から排出されるCO<sub>2</sub>の約3分の1を占め、90年比で50%増にもなっている。この解決策として、現在、さまざまなエコカーが発売されつつある。これらのうちで特に温暖化対策として有効な電気自動車と燃料電池車の開発がどこまで進んでいるのか、NHK「クローズアップ現代」のビデオを利用して学習した。なお授業用プリントとしては2009年5～6月のエコカーに関する新聞記事を使用し、ディベート学習の資料としての新聞記事利用のガイダンスも行なった。

#### 第3回：「捕鯨」

日本が商業捕鯨から撤退してから20年以上がたち、現在は調査捕鯨と小型沿岸捕鯨により細々と継続されているのみである。生徒にとって「捕鯨」といえば環境保護団体による抗議行動の印象しかなく、捕鯨の歴史や文化、世界中を舞台にした欧米諸国による捕鯨、商業捕鯨停止の背景に関してはほとんど知らない。身近な太地町がイルカ漁を巡り、姉妹都市提携停止を通告されたという新聞記事を利用し、鯨を巡る問題に関心を向けた上で、鯨油の生産調整・資源管理に至った背景、管理方法の変遷と商業捕鯨停止までの流れを学習した。日本の捕鯨では太地町を例に、高度な社会保障制度を備えた一大産業としての捕鯨、近代的捕鯨とその衰退をNHK「知る楽」のビデオを利用して学習した。



#### 第4回：「木炭とバイオ燃料」

温暖化の進行に対しさらなる二酸化炭素の削減が求められているが、燃焼させても二酸化炭素を増加させていないと見なされ、かつ持続可能なエネルギーとして、バイオマスが注目を集めている。しかし、バイオマスを用いたバイオ燃料を巡っては、穀物価格の高騰や不足が既に問題になっている。この学習では新たなエネルギーとしてのバイオマスの特徴と問題点を押さえた上で、バイオマスとしての「炭」を見直した。はじめにクイズを利用して興味を引き、和歌山県の特産である紀州備長炭などの里山の保全と一体化した昔ながらの炭焼きに加え、廃材や間伐材を用いた新たな炭の利用についても学習した。

#### ②実践活動学習（家庭科分野）

学校生活における環境について見直すことにより課題を設定し、解決する能力を伸ばすことをねらいとした。またさまざまな知識を生活態度へ生かせる実践力を身につけ、日常の生活を改善する姿勢を養うことを目的とし授業を展開した。

#### 【実施要項】

学習方法として5段階のステップを継続的に実行することにより、実践的な生活態度を育成する。

See → Plan → Do → See → Plan Do See  
[課題設定] [計画] [実行] [見直し] [改善実践]

#### 【実施概要】

See [課題設定]

- ①学校エコプロジェクト～『エコな生活を目指して』～
- ②文化祭エコプロジェクト～『エコキャップ&バッグ』～

和歌山市のゴミに関する資料をもとに学習した後、班別に自分たちの学校のゴミ分別の実態やペットボトルの消費量などを調査する。また、それらのペットボトルの処理システムを学習し、特にボトルキャップ回収に着眼させ今後の活動目標のテーマとして設定させる。

Plan [計画]

- ・予備調査① 活動計画を立てるにあたって、事前に1週間のペットボトルのゴミの現状[分別・個数]を調査し、分別意識強化対策について各班での意見交流を図り意見をまとめ、具体的な活動目標を設定し取り組み計画を立てる。
- ・予備調査② エコキャップ班とエコバッグ班に分かれ、ボトルキャップ等の分別意識や家庭での生活実態、買い物袋の使用状況やバッグのサイズ、値段などの市場調査を本校高校生を対象にアンケート調査する。また文化祭で発生するペットボトルのゴミについて、分別状況、発生量などを担当者から説明を受け、今年度の発生状況を予測する。

Do [実行]

- ①学校エコプロジェクト 6月1日～7月10日

分別項目(ボトル・キャップ・ラベル紙)ごとに個数を記録し、各班の活動結果からデータをまとめ発表することでクラス全体としての取り組みを把握する。

②文化祭エコプロジェクト 6月5日～9月15日

エコキャップ班……PR コンセプトの設定、分別項目、配置、数、回収箱のデコレーション、回収分担と観察記録等の活動

エコバック作成班……製作コンセプトの設定、PR、価格、販売数、機能性、デザイン、販売方法と分担の活動（特に今回は学校外でのPR活動も取り入れ、地域へのアプローチも実践的に行った。）

各班で実践結果のデータを比較・分析し、感想・反省点など意見を出し合い、次期の活動目標や取り組み改善方法などをレポートにまとめる。

See [見直し]

それぞれのプロジェクトについて予備調査と実践結果のデータを比較し分析し、各班で感想・反省点など意見を出し合い、次期の活動目標や取り組み改善方法などをクラス全体でまとめる。

Plan Do See [改善実践]

①学校エコプロジェクト 平成21年9月～平成21年12月

期間中の毎月第3金曜日にクラスの整風委員・日直が各家庭ででたキャップを回収し、家庭科職員室まで報告する。また、後日回収したキャップを地域の協力を得ながら世界の子ども達へのワクチン資金としてボランティア活動を実施する。

②文化祭エコプロジェクト

・来年度の申し送り事項 整風委員会との連携強化、PRの工夫、など

(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、物事を科学的に考察し、処理する能力と態度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、硝酸イオンをパックテストを使用して、それぞれの濃度を測定する。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。

SS探究科学 / SS環境科学  
 水質調査レポート / SS環境科学 和歌山市内河川水質調査

各地点での、水質調査によって得た値をまとめ、考察しなさい。  
 (同じ川の水系による上流・下流での比較、採水環境の周りの状況等も考慮しなさい)

採水地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
pH	7.5	7.8	7.2	7.6	7.4	7.9	7.3	7.7	7.1	7.5	7.8	7.2	7.6	7.4	7.9	7.3	7.7	7.1	7.5	7.8	7.2
COD	15	18	12	16	14	19	13	17	11	15	18	12	16	14	19	13	17	11	15	18	12
リン酸イオン	0.1	0.2	0.1	0.15	0.12	0.18	0.1	0.16	0.08	0.14	0.17	0.09	0.13	0.11	0.19	0.1	0.15	0.07	0.12	0.16	0.1
アンモニウムイオン	0.5	0.6	0.4	0.55	0.48	0.62	0.5	0.58	0.42	0.52	0.6	0.45	0.53	0.47	0.65	0.5	0.55	0.4	0.5	0.58	0.45
亜硝酸イオン	0.02	0.03	0.01	0.025	0.02	0.035	0.02	0.028	0.015	0.022	0.03	0.018	0.025	0.02	0.038	0.02	0.025	0.01	0.02	0.028	0.015
硝酸イオン	0.5	0.6	0.4	0.55	0.48	0.62	0.5	0.58	0.42	0.52	0.6	0.45	0.53	0.47	0.65	0.5	0.55	0.4	0.5	0.58	0.45

採水地点の状況  
 ① 河川  
 ② 公園  
 ③ 住宅街  
 ④ 商業街  
 ⑤ 学校  
 ⑥ 公園  
 ⑦ 住宅街  
 ⑧ 商業街  
 ⑨ 学校  
 ⑩ 公園  
 ⑪ 住宅街  
 ⑫ 商業街  
 ⑬ 学校  
 ⑭ 公園  
 ⑮ 住宅街  
 ⑯ 商業街  
 ⑰ 学校  
 ⑱ 公園  
 ⑲ 住宅街  
 ⑳ 商業街

考察  
 採水地点の状況によって、水質にどのような違いがあるかを考察しなさい。  
 ①～⑳の採水地点の状況を参考に、①～⑳の採水地点の水質を比較しなさい。  
 ①～⑳の採水地点の水質を比較し、①～⑳の採水地点の水質を比較しなさい。



### (3) 科学史パネル発表

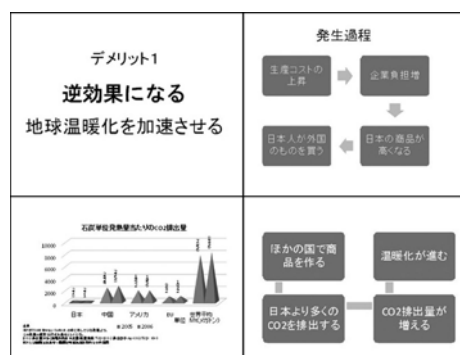
世界の歴史上で、過去に科学が社会に与えた影響を科学者を中心に調査し、パネル発表を行うことで全体の学習に広げる授業を展開した。調査対象として紀元前から現在に至るまでの科学者を、生徒1人に対して科学者1人を割り当て調査を進めた。内容としては、生い立ちや業績、歴史的背景や社会に与えた影響などを文献やインターネットを中心として調査し、ポスター大のパネルを作成した。個々のパネル発表により、全体として世界史の中での科学史を学ぶ場としている。この学習で、情報収集能力や発表力を育成することを目標とした。最終的に、作成したパネルを利用して、併設中学校3年生に対して、ポスターセッションを行った。この発表の機会は向陽中学校と高校の学生同士の交流として、中高連携を深める学習活動の一つとして確立されつつある。

### (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。SSH指定以降、他のSSH科目やSSH事業内容ともリンクさせる中で、SS環境科学の学習だけでなく他のSSH事業での内容も含めた学習のまとめとしている。資料批判力、考察力の向上に加え、立論や相互討論(反駁)用の資料にパソコンを利用したプレゼン形式をとることににより情報活用能力や発表力の向上も意識した。

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年時には全生徒が、同一のテーマ「原子力発電は全て代替発電に変えるべきである。」で行っている。中学3年時のディベートは、高校のディベートと少し異なるが、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、『環境フレームワーク』での捕鯨、環境税、エコカーについての学習、『探究科学I』での遺伝子学習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。



平成21年度 ディベート論題一覧
1 日本は、商業捕鯨を再開すべきである。是か非か。
2 日本は、環境税(炭素税)を導入すべきである。是か非か。
3 日本は、遺伝子組換え食品の販売を中止すべきである。是か非か。
4 日本は、全ての乗用車をエコカーにすべきである。是か非か。

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、学習効果が高めるようにした。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を期待した。

## 【評価と課題】

SS 環境科学での学習内容は、年間を通じて4つの学習プログラムで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。

「環境フレームワーク」では、理科、地歴・公民科の教員による環境問題講座学習と家庭科の教員による身近な環境問題に視点を置いた実践活動学習に取り組んできた。講座学習では、自然科学系の「地球レベルでの環境問題」を科学的に捉える視点と社会科学系の知識の習得による環境問題の社会的解決に向けた意識の向上に重点を置いて授業を展開した。家庭科教員による実践活動学習では、二つのテーマを設定し継続的な視野で取り組み始めたが、学校生活だけでは習慣化するのには少し難しい課題であった。しかし、この課題をきっかけに自分の環境に対する行動を見直し、ひとりひとりの小さな意識の変化が大きな結果につながることを学び取ったようである。特に今回は二年目の実践活動ということもあって、より生徒の実態に則してアンケート調査の結果を生かすよう実施内容を検討した点は評価できると考えている。前年度の活動を受け引き継いだ活動ではあるが、さらに自分たちの今できることを模索し、「なぜなのか」「何のために」「どのように」と多様な立場からの視点に立って、より活動範囲や内容を深めることができた。今後も継続的にプロジェクト活動の工夫をし、実践活動を発展させたい。

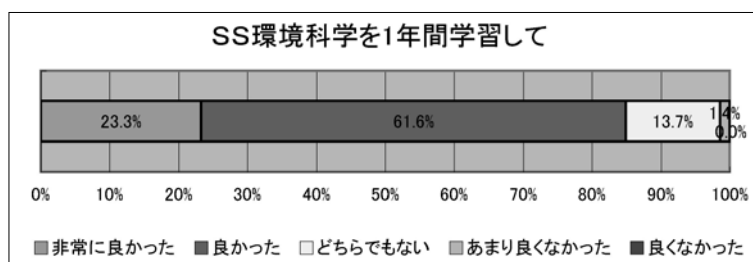
「和歌山河川水質調査」では、身近な地域の調査をするフィールドワークの体験により環境問題を実感として捉える機会として有効であった。また、学習集団全体で多くのデータを収集し、科学的に処理し、考察する能力も育成することができた。70%以上の生徒が、アンケート調査で「良かった」と解答しており、主体的にこの学習に取り組んでいるようである。この学習で身につけた科学的考察のスキルは、2年次に履修する「SS 探究科学Ⅱ」で行う課題研究で発揮されることと期待している。

「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、その業績の社会に与えた影響について調査学習を進めたが、科学技術の発展による負の部分も学習することは、科学倫理の涵養につながっていると考えている。また、各時代での世界的な出来事についても調査のなかで学習をすることにより、科学技術の発展と世界史の流れとの関連性について深めることができた。また、パネルを利用したポスターセッションを行うことで学習内容を深め、発表力も育成することができた。

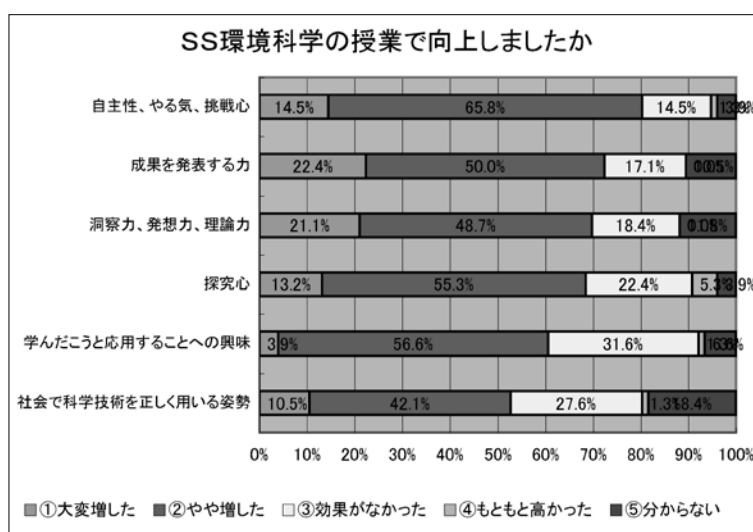
「ディベート学習」では、テーマ設定に関して『環境フレーム学習』、『SS 探究科学Ⅰ』『研究室訪問』の内容と関連づけることにより、それらの学習をさらに深める効果があったと思われる。ただし、ラボツアーの中止による研修日程変更等の影響により、例年よりも準備期間を短く設定する必要があった。そのため、生徒は放課後・休日も返上で調査しなければならず、生徒にはかなり負担になったようである。ただし、生徒アンケートでは、ほぼ80%の生徒が「良かった」と解答しており、負担もある中で、生徒は積極的に取り組んだと思われる。この学習では調査活動の過程で、科学的思考力さらに情報処理能力を身につけるのに効果的であった。また、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。

SS 環境科学では、生徒の自己学習力および発表力の向上、多面的な思考力や科学倫理の姿勢の育成につとめたが、2月に行ったアンケートの結果では、『SS 環境科学』の授業に対する生徒評価では、80%以上の生徒が「非常に良かった」「良かった」と回答し、例年と同様の結果であっ

た。生徒はこの科目を好意的に受け止めており、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み、有意義な授業が展開できたと考えている。



また、この学習の目標である「自己学習力の向上」については、アンケート結果より80%の生徒が「自主性、挑戦心」が向上したと答えており、また「発表力の向上」や「多面的な思考力・考察力を育成」についても、アンケートの結果より「成果を発表する力」「探究心」「洞察力、発想力、理論力」が向上したと回答した生徒がほぼ70%であり、科目としての目標をほぼ達成できていると考えている。SSH対象生徒の全員が併設中学校を卒業した生徒であり、中学校の総合的な学習「環境学」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る。また、別の目標である「科学倫理の涵養」や「問題を解決する実践力の育成」については、生徒のアンケートでは、「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」、「学んだことを応用することへの興味」をそれぞれ向上したと回答した生徒は53%、60%にとどまっている。科学倫理や問題解決への応用力を育てる学習としては、もう少し検討の余地があると考えられる。これらの育成には、常に生活する中での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。今後は、現在以上に「SS環境科学」だけでなく他のSS科目や一般科目での取組内容と連携しSSH活動全体として育成に努める必要があると考えている。

和歌山県立向陽高等学校 シラバス (教科名 SSH)

1年環境科学科		1単位1コマ	科目名	SS環境科学	通し番号
学習の到達目標		① 自然環境においての問題を考察し、その原因を理解する。またその問題を解決するための取り組み等も学ぶことにより、科学的に環境問題を考える力を養う。 ② 地球の環境問題を、経済面や社会システムの視点などから現在の問題点を理解し、今後の社会のあり方についての関心を高める。 ③ 多面的なものの考え方を身につけ、問題の解決に向けて主体的に取り組む態度を育成する。また、自ら学んだ内容を他者に発信する能力を養う。			
使用教材		環境学習の観点から作成した教材、新聞記事、参考図書資料、インターネット検索による教材資料などを活用する。			
		学習内容		学習のねらい	
前期	第1回定期考査	和歌山市内河川水質調査 どうする？温暖化(環境税) (エコカー)		科学的な環境調査の基礎として河川水質調査を行い、実験データの取り扱いや科学的な考察法を確立し、環境に対する意識を高める。世界的な環境問題・地球温暖化について考察するとともに、環境税について学習する。	
	第2回定期考査	ゴミ減量・ゼロを目指して (課題)科学史		生活と密着した環境問題を学習することにより、環境問題を自分たちの問題として考え、実践する力を育成する。「科学史」をテーマに調べ学習を行い、科学の発展と社会との関わりについて考察するとともに、情報収集能力、情報活用能力を育成する機会とする。	
	第3回定期考査	科学史パネル作成 ゴミ問題		「科学史」のパネルを作成し、中学生を対象とするポスターセッションを行うことで発表能力を育成する。また、環境問題解決の具体的な事例を学ぶことにより、さまざまな問題の今後の解決に向けての展望と自己のライフスタイルを考える。	
後期	第4回定期考査	捕鯨・バイオ燃料 フロンガスとオゾン層破壊 地球温暖化問題		科学的な視点から環境問題の具体的な事例を学習するとともに、実験など体験的な取り組みを通じて、環境問題に対する理解を深める。	
	第5回定期考査	〔ディベート学習〕 ・ルール解説 ・議題決定と班編制 ・調査研究計画 ・資料の収集と調査研究 ・討論内容の整理と提示資料の作成 ・試合		環境について自らの考えを確立することを目的とする。理解するだけではなく、各自がもつ環境に対する知識や情報をより詳しく的確に発信するかが必要になる。データの分析等、一面からのみで判断するのではなく、多くの情報の中から、正しいものを判断できる能力を身につける。	
評価の観点・方法		①観点 ・環境問題に対する知識の理解度 ・環境問題への関心・意欲・態度、科学的な思考、表現・技術 ②方法 ・定期考査の成績 ・授業中の状況や授業プリント、校外学習でのレポート、ワークシートなどを総合的に評価する。			
特色ある学習方法		指導者・指導体制 教科を超えての教員によるティームティーチングの形態をとり、定期的にミーティングをもち授業に取り組む。 活動場所・使用施設 ① 各HR教室で原則的に実施。展開・内容の必要に応じて、視聴覚教室・図書館・記念館・生物実験室・化学実験室を使用する。 ② 校外研修により、机上の学習だけでなく、環境問題の学習を深く理解する。			
課題・提出物等		授業プリント、校外学習レポート、感想文、ワークシート各テーマごとにその内容に関連した課題探求・まとめなど			
留意事項		授業の内容に応じて「SS探究科学I」と連携し、実施する。			

### [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 年生を対象に、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、興味を持つ分野ごとに分かれてグループ研究を行った。授業は、数学分野、環境分野、物理分野、化学分野、生物分野の教員 14 名で担当した。また、必要に応じて大学や研究機関との連携を行った。

#### (1) 数学分野

##### ①「数学について考えてみよう」

今まで学習してきた数学の知識を再度研究してみることで、より深い理解をし、さらに自分なりに発展した内容の研究へと進めることを目的とした。そこで、私たちは「ピタゴラス数」「ケーニヒスベルグの橋」「方程式の解の公式」から取り組みを始めた。それぞれ簡単な事象を考え、抽象的な内容に発展させたり、既知から次の疑問を見つけ、検証を行った。難しい部分も多かったが、ひとつの問題に何日もかけて取り組み続けることで、数学の楽しさを感じることもできた。

##### ②「算数教育の今までとこれから」

OECD による生徒の学力調査テスト (PISA) で日本の順位が下がっているといわれているのでその原因について調べてみたいと思った。そこで私たちは、高校での数学の能力は小学生のころに培われた算数能力が関係しているのではないかと考え、学力が低下していると言われる現在の算数について教育の在り方に着目した。本研究では、算数の学力低下の原因は算数嫌いの増加によると考え、過去との比較・他国との比較なども含め、話し合いながらさまざまな視点から調査研究を行い、現在の日本の算数教育における問題を明らかにし、これからの課題や解決策を考察している。

現在は、小学校の先生にアンケートを送り、調査中である。

##### ③「音楽と文学における $1/f$ ゆらぎ」

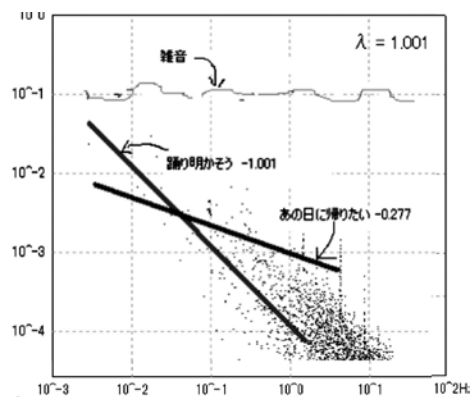
$1/f$  ゆらぎは私たちの身の回りの様々な場所で見られます。私達はその  $1/f$  ゆらぎが音楽や文学の中に存在しているのかということに疑問を持った。そこで、以下の 2 つの実験を行った。

###### <実験 1> 音楽が持つ $1/f$ ゆらぎについて

音楽ではクラシックとポップという二つのジャンルに当てはまる曲が持つゆらぎを解析した。全 51 曲 {クラシック 31 曲 ポップ 20 曲} を対象にユラギアナライザーというソフトを使ってゆらぎを解析する。クラシック曲ではほぼ 100% の曲において  $1/f$  ゆらぎがみられ、ポップ曲では約 34% の曲にしか  $1/f$  ゆらぎは見られないということが分かった。

###### <実験 2> 短歌が持つ $1/f$ ゆらぎについて

百人一首に載っている 100 首、及び現代短歌 50 首について  $1/f$  ゆらぎを S-PLUS というソフトを使って解析した。50 音順を基準として平仮名に番号をふり、



解析したい短歌にあてはめる。作った数列をもとにS-PLUSでパワースペクトル解析を行う。その結果、百人一首100首中87首(87%)の短歌に1/fゆらぎが見られた。現代の短歌についても同様の解析を行うと、50首中23首の約46%に1/fゆらぎがふくまれていることが解った。

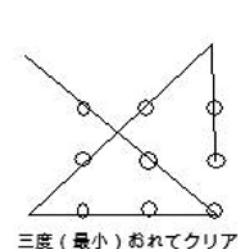
この2つの実験から古典音楽や古典文学には1/fゆらぎが多く含まれている可能性が高いということが分かった。人は人にとって最も心地よいものを生み出してきたその証が音楽や文学に現れているのではないかと思う。

#### ④「パズルの神秘」

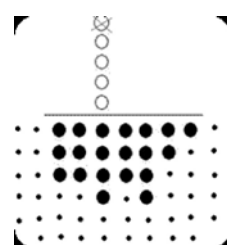
##### 研究1. ペグソリテアの変形

ソリテアのルールでコマを移動させて、ラインより何段上に持っていけるか挑戦した。1～4段目までは移動できたが、5段目にはどうしても辿り着けない。どうしてできないのか？その理由を証明した。

##### 研究2. n回折れて結べ



正方形に並んだ  $m \times m$  個の全ての点を、 $n$  回折れた直線で結ぶ。このとき、どのようにパズルを解けば  $n$  を最小にできるかを考えた。その方法を1つ発見したと思えたが、 $m$  の値によってはその方法が使えないことが分かり、どのような場合にその方法が使えないのか、またなぜ使えないかについて研究を深めた。



#### (2) 環境分野

##### ①「和歌浦干潟～アサリ激減の謎を追う」

今年の和歌浦干潟ではアサリが激減し、恒例の潮干狩りは中止になりました。私たちはこの原因を解明しようと研究を始めました。干潟観察会でのフィールドワークや市役所・漁協でのヒアリング調査から、①ツメタガイの食害、②ナルトビエイの食害、③アサリ自身の繁殖周期という3つの仮説を立て、それぞれ検証を行いました。①は私たちの調査から成立しませんが、②は温暖化による環境変化の可能性から否定はできません。しかし市から提供された調査データの解析から、私たちは③の仮説を支持します。



##### ②「フードマイレージ」

毎日のごはんで何かecoができれば、日常生活にもっとecoが取り入れられるのと思い、フードマイレージを調査しました。地産地消をモットーとする自然派レストランでのヒアリング調査を基に、外国産食材と地元産食材で同じ料理を作り、フードマイレージを比較しました。なお計算の単位はpoco(1pocoはCO<sub>2</sub>を100g発

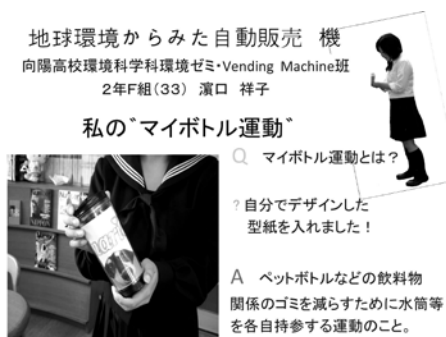




生させる)を使用しました。スーパーでは地元産が多く外国産は余りみかけませんが、外国産食材は冷凍食品や外食産業で多く使用されています。だからその時季に地元で獲れる旬の食材を調理して食べる、シンプルな食生活に戻すことがecoなのです。

### ③「地球環境からみた自動販売機」

マイボトル運動を実践している私にとって、学校周辺にある自動販売機の多さが気になります。そこでJR和駅からの通学路を歩いて調査し、向陽高校周辺の自販機マップを作りました。なんと60台もの自販機がありました。さらに自販機の地球環境への負荷を調べるため、設置会社へのヒアリング調査も行いました。最近の自販機は、ヒートポンプの採用で意外に省エネが進んでいます。しかし向陽高校生の利用実態から見て、コンビニの立地の多いこの地域に、こんなにも多くの自販機が果たして必要でしょうか？



## (3) 物理分野

### ①「リニアモーターカーの製作」

磁気により浮上し、時速500kmで走行する超電導リニアモーターカーが、東京～大阪間をわずか一時間で結ぶという「リニア中央新幹線」建設計画が現実になろうとしています。

その迫力ある姿に私たちはとても興味深く感じ、リニアモーターカーの模型を作ることにしました。モデル化するにあたり、磁気浮上より磁気推進の方が大切なことと考え、はじめに磁気推進について研究することにしました。

リニアとは直線を表す言葉で、一般の回転型のステッピングモーターから回転軸を取り去り、直線運動させる電気モーターをリニアモーターと呼んでいます。シンプルな構成とするためガイドウェイ側に磁場を作るコイルを直線的に多数並べる方式をとりました。

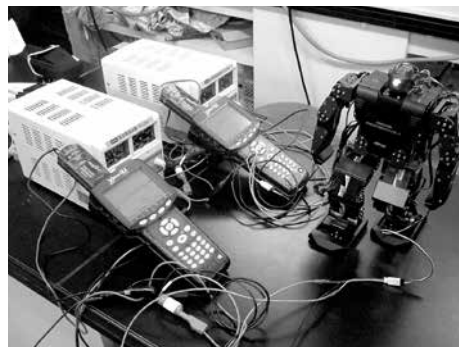
一連の電磁石に電流を与えると、電磁石と車体上に置いた永久磁石との間に、引力と斥力を生じさせ推力を与えることができます。そして、ガイドウェイの電磁石の電流の向きを切り替えることにより継続して駆動することができます。



### ②「ヒューマノイドロボットのZMPと二足歩行の安定について」

私たちは、ヒューマノイドロボットに人のような自然で安定した二足歩行をさせることを目標に研究している。二足歩行では、ロボットの重心を動きの中で安定させる必要があり、そのために重心の位置と加速度を考慮しなければならない。それを考慮した点がZMPである。ZMPは、Zero(ゼロ)、Moment(転倒力)Point(点)の略で、移動による慣性力と重力の合力が地面と交わる点である。すなわち、ZMPは「転倒力がゼロになる点」であり、この位置に足が接地して

いれば、ロボットは転倒しない。ASIMO などの先進的なヒューマノイドロボットのほとんどで ZMP を用いた歩行制御が行われている。本研究では、ZMP の導入準備段階として、歩行設計時にロボットの重心の位置と加速度を計算し、そこから ZMP を求めるプログラムを開発した。そして、ZMP 値から予測される歩行安定度と実際の歩行の関係について調べた。



### ③「ペットボトルロケットの飛距離」

私たちは、どうすればペットボトルロケットを遠くに飛ばすことができるのか、ということに興味を持ちました。そこで、ロケットのタンク内の圧力や水量、発射角度を変えることにより、飛距離がどのように変化するのかを調べ、それらの間に成り立つ関係性を見つけ出すことを目指して実験しました。

まず、1.5L ペットボトルでロケットを自作し、発射角度やタンクに入れる水量を変化させ飛距離を測定しました。

次に、自作した 500mL のペットボトルのタンクに入れる水の量を 150mL で固定したまま、タンク内の圧力を変化させ、鉛直上向きに打ち上げた際の飛距離を測定しました。その結果、内部圧力を上げるにつれて飛距離は長くなるものの、その伸びは次第に小さくなるという結果が得られました。



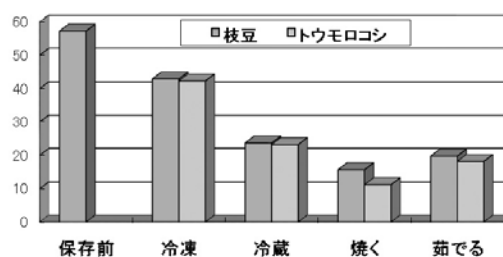
今後は、異なる水量においても同様の結果が得られるのかということと、なぜ飛距離の伸びが小さくなったのかを調べるために、更に実験をしていく予定です。

## (4) 化学分野

### ①「ポリフェノール含有量の比較実験」

ポリフェノールは健康に有効な抗酸化物質としてよく知られている。私たちは、植物中のポリフェノール量の保存・調理における減少量を研究した。比較実験は保存条件（冷凍・冷蔵）、調理方法（焼く・茹でる）、穀物（枝豆・トウモロコシ）の三点に注目し含有量を比較した。ポリフェノール量の定量測定には、比色定量法の一つであるフォーリンチオカルト法を用いた。

保存条件や調理方法の比較では、高温の場合に減少量が大きい結果が得られた。また、穀物の比較では、トウモロコシが加熱調理によって減少量が大きくなった。



### ②「梅に含まれるクエン酸の定量方法と抗菌作用の実験」

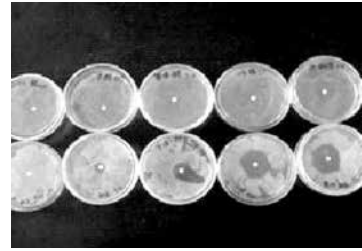
和歌山県の特産品である梅の中にはクエン酸がたくさん含まれていることが知られている。このクエン酸についていろいろと調べていくと、抗菌作用をもつことがわかった。もともと、普段

の生活の中で身近にあるものを研究対象にしたいと考えていた私たちは、「梅にはどれくらいのクエン酸が含まれていて、本当に抗菌作用をもつのか」という疑問を抱き、実際に調べてみることにした。

実験では、中和滴定で梅果汁中に含まれる酸をすべてクエン酸として総酸量を求め、液体クロマトグラ



中和滴定の様子

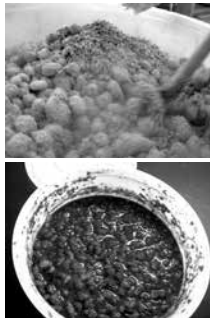


試薬クエン酸による抗菌試験

フィ-を使って定量した値と比較し、中和滴定での測定結果から梅果汁中のクエン酸量を導く方法を考えた。また、抗菌作用の実験では、純粋なクエン酸や梅果汁を利用して抗菌作用を確かめ、さらに最適な濃度について研究を深めている。

### ③「おしょう油のひみつ」

おしょう油は、代表的な発酵食品の1つで、わが国の食生活の調味料として重要な役割を果たしている。この醤油のおいしさのひみつを握るのが大豆中のタンパク質が分解してできるアミノ酸であると言われている。私たちは、しょう油が発酵・熟成されていく過程で、アミノ酸の量がどのように変化していくかを見るために、実際にしょう油づくりをして、液体もろみを定期的にサンプリングして調べていくことにした。



醤油もろみ中のタンパク質、低ペプチド・アミノ酸、グルタミン酸の変化

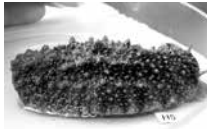
経日	全窒素 TN (g/100mL)	ホルモール窒素 FN (g/100mL)	FN/TN (%)	グルタミン酸 (Glu中の窒素量) (g/100mL)
30	1.250	0.486	38.9	0.0498
60	1.754	0.821	46.8	0.0388
90	1.882	0.684	36.3	0.0326
180	1.610	1.000	62.1	0.1024

## (5) 生物分野

### ①「田辺湾におけるイソアワモチ類の分布と生態について」

イソアワモチは軟体動物マキガイ綱に属しており、日本南岸の潮間帯に生息している。2年前、それまで1種とされてきたイソアワモチに2種が混在していることが明らかになった。

私たちは、田辺湾をフィールドとして2種の分布とその生態を調査し、イソアワモチ類の分布地図を作成した。この結果みなべ町森ノ鼻では2種が混生していることを確認した。全体的には近似種の生息域が限定的であり、絶滅の可能性が指摘されている報告と一致した。また、2種の生息地の環境の違いが明らかになったので、



これら2種のすみ分けについてさらに研究していく予定である。さらに、近似種の世代交代について新たな知見(9月中旬から10月下旬の間に世代が変わる)が得られる可能性が出てきたので、引き続き2種の季節的な消長を一年かけて調査していきたい。

### ②「季節によるアベハゼのタンパク質代謝の変化と生息環境」

アベハゼは、頭がまるく、体の後半に黒い2本の縦縞をもつ全長5cm程度の魚である。日本の汽水域に生息するアベハゼ属魚類の最北限種で、季節による環境温度の変化によく適応している。昨年度の研究から、温度を一定にした、短日条件と長日条件下で各々アベハゼを飼育すると、短日の方がエネルギー代謝に占めるタンパク質の割合が低く、長日の方が高いという結果が得られた。私たちは、野外でのアベハゼのタンパク質代謝が季節的にどのように変化し、それに伴って体脂肪率がどのように変化するのか、また生息環境における食物の質との関係はどうなっているのかについて調べることにした。採集とサンプル採取を一ヶ月に一度行い、アンモニア排出速度と体脂肪率を測定した。さらに、干潟の泥とアベハゼの糞をもとに、灼熱減量とクロロフィル量の測定・分析をすすめ、タンパク質代謝と食物の質との関係について明らかにしていきたいと考えている。



### ③「和歌山市内の街路樹調査」

身近なもので普段の生活では気にもとめないような事柄に注目し、観察したいと思い、私たちは「木」について研究することにした。まずは私たちの生活の中心である学校に植えられている樹木について調べた。この研究により木を見ただけで名称や特徴が判断できるようになった。この知識を利用し、さらに広範囲で調べたいと思い、和歌山市内の主な通りに植えられている街路樹を調査した。街路樹は住宅地や道路、店舗などと密接な関係があり、木の特色を活かして植えられている。日常生活において普段気付かないことに目を向けてみると面白い発見がある。木々に興味をもち、普段はすべて同じように思っている木の特徴や葉の見分け方を知ることで、緑をもっと大切にしようという気持ちや植物の面白さを知ることができた。



### ④「ホテイアオイの生態と水質浄化」

ホテイアオイは帰化植物の浮き草であり、猛烈な繁殖力で水面を覆いつくすので、水草の光合成を妨げ、大量に冬枯れするので水質汚染につながり、世界10大害草の1つと言われている。私たちはこの繁殖力に注目し、大量に繁殖することは言い換えれば、水中から多量の養分を吸収し、水質浄化にうまく利用できると思った。私たちは紀ノ川や東池で生態を調査し、流れの緩やかな水域に生息していることが分かった。また浄化能力を確かめるため、東池の水とホテイアオイを育てた東池の水を比較した。調査した4項目COD・NO<sub>3</sub>・NH<sub>4</sub>・PO<sub>4</sub>のうちCOD以外は減少したので、根から養分を吸収したと判断した。本研究を通して、やはり水質浄化に役立つと考えられる。実際に水質浄化に利用する場合には、浄化地点からの流出や回収の労力、冬枯れによる水質汚染の危険性も十分に把握しておきたい。



⑤「理科教育の実情とその改善策」

私たちは『理数離れ』ということがマスコミ等で取り上げられ、問題になっていることを知った。そこで『理数離れ』がなぜ問題であるのかということを追究したいと考え、今回は特に『理科教育』に着目し、生徒という立場から本研究を進めることにした。理科教育に対する世代別の生の声を知りたいと思い、様々な世代を対象にアンケートを実施した。アンケートは向陽中学3年生78名、向陽高校3年生305名（うち、理系183名・文系122名）、和歌山大学の学生43名を対象に行った。この結果から「興味がわくかどうか」が好き嫌いを左右する大きな要因だということがわかり、また、「嫌いな科目が嫌いになる時期は高校一年生である」ということも著しい結果として得られた。そこから、私たちは、先生方には「興味のわく授業＝生活に結びつくような授業」をしていただくことが、また生徒側は知的好奇心や探究心を持って授業に臨むことが必要であると考えた。

(6) まとめ

学校設定科目「SS 探究科学Ⅱ」を行うにあたり、次のような仮説を立てた。

自らの興味・関心・疑問をもとに課題をみつけ、同じ課題を持つ生徒でグループを作る。そのグループで年間を通じて研究活動をするなかで、探究心、問題解決能力等が向上し、独創性や創造性が高まり、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等が総合的に育成される。また、研究の成果を発表することで豊かな表現力が育成される。

1年間の「SS 探究科学Ⅱ」の授業を終えての生徒の感想は、「非常に良かった」、「良かった」と感じている生徒が74%であった。また、この授業を通して、「独自なものを創り出そうという姿勢（独創性）」や「周囲と協力して取り組む姿勢（協調性やリーダーシップ）」が身についたと感じている生徒が多いことがわかった。さらに、生徒は次のような感想を持っていた。

- ・受動的でなく、自分で動くことでしか進まない授業だったので、自主性がとても身についた。
- ・プレゼンテーションやレポート作成を通じて、社会で役立つと思われる能力を身につけることができた。
- ・校外の発表会を何度も経験し、相手にどうやって伝えようかを考えるようになった。

以上の結果から、学校設定科目「SS 探究科学Ⅱ」を行うにあたり、立てた仮説はほぼ実証されたと考えられる。レポートや発表資料の作成が授業時間だけでは収まらず放課後までかかるなど、負担が大きいと感じている生徒もみられた。しかし一方で、大変だがやりがいがあると感じている生徒もいることから、グループでの課題設定が重要であることがわかる。

和歌山県立向陽高等学校 シラバス (教科名 SSH)

2年環境科学科		3単位2.0コマ	科目名	SS探究科学Ⅱ	通し番号
学習の到達目標		①科学的な手法、論理的な思考法、判断力を用いて、問題を解決する能力やコミュニケーション力を育成する。 ②学び方や科学的なものの考え方を身につけ、問題の解決や探求活動を主体的に取り組む態度を育成する。 ③自然科学の概念や原理・法則を発展的に学習する。			
使用教材		作成した教材、新聞記事、参考図書資料、インターネット検索による教材資料などを活用し、補助教材を配布する。			
		学習内容	学習のねらい		
前期	第1回定期考査	オリエンテーション ゼミ選択 基礎実験	物理、化学、生物、数学、環境の領域からゼミを選択し、今後の探究活動に必要なスキルを習得する。また、1年間を通しての研究テーマを決定する過程を通じて、学究的な興味関心を高め、問題発見能力を育成する。		
	第2回定期考査 第3回定期考査	課題研究(探究活動) ・実験 ・考察 ・プレゼンテーション作成 中間報告会 先端科学講座 研究室訪問	ゼミ方式で課題研究に取り組むことで、問題発見能力や科学的手法による問題解決能力を習得する。また、中間報告会で自己の研究を報告することでコミュニケーション能力を向上させる。ゼミ単位で大学等の研究者を招へいし、先端科学についての講座を受講することで専門的な知識を身につける。		
後期	第4回定期考査 第5回定期考査	課題研究 ・実験 ・考察 ・レポート作成 研究発表会 先端科学講座 研究室訪問	大学など研究者からの助言もいただきながら引き続き課題研究に取り組むことで、より高度な知識と科学的スキルを習得する。研究の成果をまとめるレポート(論文)を作成することにより、知識の再構築と統合を図る。また必要に応じて、ゼミ単位で先端科学講座、実験講座、研究室訪問などの取組を行い、科学技術について体験的な学習を深めていく。		

評価の観点・方法	<b>評価の観点</b> ①課題研究や課題・提出物の各テーマに対して意欲的に取り組んでいるかどうか、適切な内容理解が達成できているかどうかを評価の観点とする。 ②実習が中心となるので、授業への取り組み態度や内容理解などを重視する。 <b>評価の方法</b> ①上記の評価観点から担当者が各データを共有し評価を行う。 ②プレゼン発表、ポスター発表、レポート、感想文、自己評価などを総合的に評価する。
特色ある学習方法	<b>指導者・指導体制</b> ①理数教員及び環境科目担当者を中心としたチームティーチングの形態をとり、定期的にミーティングをもち授業に取り組む。 ②外部講師・地域との連携は必要に応じて依頼・実施していく。 ③他教科との教員とも必要に応じて連携、協力しながら指導を進めていく。 <b>活動場所・使用施設</b> ①理科実験教室で原則的に実施。展開・内容の必要に応じて、視聴覚教室・図書館・記念館・情報室を使用する。 ②校外研修等必要な場合には事前に連絡・承諾をとる。
課題・提出物等	実験レポート、ワークシート、感想文、校外学習レポートなど
留意事項	ゼミ単位で実施する。

#### [4] SS 物質科学・基礎理学・生物環境

専門教科の理科の既存科目である「物質科学」「基礎理学」「生物環境」では、環境科学科3年生を対象として、1、2年生で履修した「SS探究科学Ⅰ」「SS探究科学Ⅱ」の延長線上として、2単位（1.5コマ）を確保し、興味を持つ分野毎に分かれ、授業を展開した。この授業では、大学入試問題にみられる実験についての研究に取り組み、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ことを目的とした。担当は化学分野（物質科学）、物理分野（基礎理学）、生物分野（生物環境）の教員3人で担当した。

3年生では自己実現に向けて大学進学を目指す生徒に対して、理数のスキルを向上させる必要がある。そこで教科書や資料集などで習得した知識を使用し大学入試レベルの問題演習をするだけでなく、物事を探究する方法について習得しなければならない。そこで、生徒が主体的に大学入試レベルの問題分析に取り組み、また実験問題に関する探究をレポートとしてまとめ、授業時間内に発表する形式をとった。大学入試の実験考察問題等は実際にはその実験を行えないので、実験内容を調べ、理解することから始まり、実験結果をもとにデータを分析する力や考察する力を養うことができた。問に対する解答・解説だけでなく、その分野に関連する発展事項なども取り上げ、充実した授業となった。自分の力をつけるだけでなく、選択生全体の力をつけることができ、興味・関心を深めることができたと思われる。各々のシラバスにおける授業目標は以下の通りである。

物質科学（化学分野）
化学Ⅰと化学Ⅱの問題演習を通して、大学入試に対応できる実践力をつける。また、大学の入試問題に取り上げられている実験や実習についての研究を行う。最新の研究成果、学習内容についても目を向け考えられる力をつけ、授業の中で取り扱う。
基礎理学（物理分野）
物理Ⅰと物理Ⅱで学習した内容を総合的に学習する。また、観察や実験・演習・探究活動を通じて理解を深め、発展的な学習を行う。原子の構造や原子の核の様々な現象を理解することによって、物質の存在とエネルギーについて学習する。さらに、素粒子の存在と宇宙誕生について学習する。
生物環境（生物分野）
生物Ⅰと生物Ⅱの大学入試問題に取り上げられている実験・実習問題を通して、探究する能力や科学的に考える態度を身につける。自然と生物に関する理解を深め、さらに大学入試に対応できる学力を養成する。最新の研究成果、学習内容についても目を向け、考えられる力をつける。

「生物環境」では文部科学省・科学技術振興機構主催「スーパーサイエンスハイスクール平成21年度生徒研究発表会」に参加する機会を得て、2年次から行ってきた実験・研究成果についての発表をした。内容は「光周期がアベハゼのタンパク質代謝に及ぼす影響」の研究についての口答発表を行った。各都道府県から研究熱心な先生や生徒が集まり、授業やクラブ活動で取り組んできた研究内容について熱心に意見交換がなされた。SSH活動で獲得した成果を外部に発信するよい機会であり、様々な研究をしてきた生徒同士で情報交換することでコミュニケーション力も養うことができたと考える。

## 2 研究室訪問

### 【1】関西光科学研究所（木津地区）

#### 【目的】

体験的な学習を通して先端科学に触れ、科学技術に対する理解を深め、科学に対する興味・関心を高める。また、研究されている先端の科学技術が、現在学習している内容とどうつながっていくのかを考察する。さらに、研究室を訪問し、研究者と直接接することにより、学問に対する研究者の姿勢についても学ぶ機会とする。

#### 【実施要項】

日時 平成21年9月4日（金）7時50分～16時45分  
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 77名

#### 【実施概要】

この研究室訪問は、年度当初は6月に計画されていたが、新型インフルエンザの流行により延期となり、この日程になった。研修内容はおもに、光量子ビーム利用研究実験棟において施設見学と研究内容の説明、さらに併設されている光科学館「ふおとん」では展示物見学と燃料電池に関する実験教室があった。

#### ①光量子ビーム利用研究実験棟施設見学

研究所の高出力レーザー発生実験棟を見学をしながら、レーザー発生の仕組みや、レーザーの今後の応用などについて解説していただいた。レーザーは、CDやバーコードの読み取りなど、日常の身近なところに利用されている。医療現場では、眼のレーシック手術などに利用されており、今後はX線レーザーなどが医療分野への応用が期待されている。話の内容は、生徒にとっては高度であったが、パネルなどを用いて丁寧に解説して下さい、内容について積極的に質問する姿も見られた。



#### ②光科学館「ふおとん」見学

光の科学ゾーンでは、光を理解するための様々な展示物が並んでいた。ストロボが連続して光り、流れ落ちる水滴が静止したように見える装置や、蓄光材を利用して自分の影がしばらく壁に残る装置など、光の不思議を体感できた。光の技術ゾーンには、光の性質を応用した装置が展示されており、顔にレーザーを当てて顔の形状を読み取る装置やレーザーで木を焼いて文字を書く装置などがあった。生徒は時間を忘れて楽しみながら光についての理解を深めていた。楽しいだけで終わらず、そのしく





みを分かりやすく学習でき、高校生に丁度よい内容であった。光の映像ホールではアインシュタインの相対性理論を分かりやすく解説した映像を鑑賞した。光に乗ると周囲はどのように見えるのかという疑問に光についての興味を一層強くした様子だった。

### ③実験教室「燃料電池を極める」

水に電流を流すと水素と酸素が得られる反応を逆にし、水素と酸素から電気エネルギーを取り出すアルカリ型燃料電池の実験を行った。水素を注入し、モーターや電子



メロディーなどを用いて確認した。また、固体高分子膜型燃料電池のしくみについて

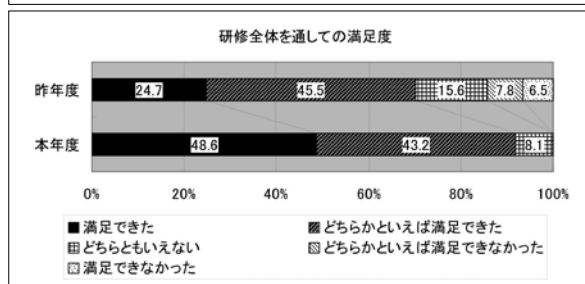
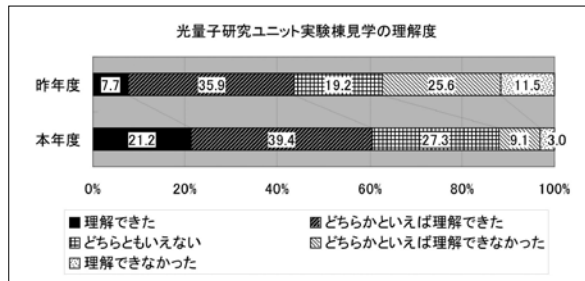


でも学習を行い、テスターやモーターの回り方などをアルカリ型燃料電池との比較を行った。燃料電池は、今後乗用車への実用化が期待されており、現在研究されている燃料

電池車の試乗体験が行われた。環境問題で注目されている内容であり、生徒は意欲的に取り組んでいた。

### 【評価と課題】

昨年度までのアンケート結果では、光科学館「ふおとん」の見学や燃料電池の実験教室についての理解度は高いものの、光量子研究ユニット実験棟については、内容が高度であるためか、理解度が低いという結果が出ていた。しかし、本年度は、光量子研究ユニット実験棟についての理解度が大きく上昇した。本年度と昨年度の本研修の相違点は、実施時期である。昨年度までは中学から高校に進学して間もない6月に実施されていたが、本年度はインフルエンザの流行により、年度当初の計画を変更し、9月に実施されることになった。



これにより、研修時期が3ヶ月遅れたことで、例えば化学の授業で原子の構造について深く学ぶなど、高校での授業を3ヶ月受けたことにより、内容への理解が深まったのではないかと考えられる。また、光量子研究ユニット実験棟の理解度の伸びは、研修全体を通しての満足度にも大きく影響しており、本年度の研修全体に対する満足度は非常に高い結果となった。この研修は、生徒にとって最初の研究室訪問であり、研究ということについて考える上でよい刺激となったようである。また、生徒にとって最先端の研究施設見学は、理解が難しい内容も多く含まれているが、分からない事を質問するという姿勢を養うよい機会にもなった。

## [2] 近畿大学生物理工学部

### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成 21 年 12 月 4 日 (金) 13 時 00 分～17 時 00 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 77 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、大学で行われている研究について学習することで、科学技術についての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ことを目的とした。始めに近畿大学生物理工学部の全体説明を受けた後、77 人があらかじめ決めていた 6 つの班に分かれ、それぞれが 2 つの研究室を訪問した。

#### 生物工学科 生物生産工学研究室

柑橘類遺伝資源からみた生物多様性について学んだ。接ぎ木の手法による植物細胞の自己認識メカニズムの解明や、柑橘類のカルスからの植物体形成、電子顕微鏡により花粉を見て分類を行うことに着目しながら、柑橘類の発生と進化に関する形態学および生化学的な研究内容を学ぶことができた。



【生徒の感想】 接ぎ木やカルスを用いて、柑橘類のいろいろなかわり種を作ってみたいと思いました。私もこのように研究に没頭したいです。

#### 生物工学科 細胞工学研究室

シックハウスガスであるホルムアルデヒドを吸収する植物など、もともと植物が持つさまざまな能力と遺伝子操作技術を利用しながら、人間の生活に役立つ植物の開発についての説明を受けた。その際、使用する実験器具の説明をしていたり、光条件を変えて育てている培養室のベゴニアなどを見せていただいた。



【生徒の感想】 家に帰ってから今日学んだ  $C_3$  植物や  $C_4$  植物について調べてみたが、まだ分からないのでもっと理解できたらなと思いました。食品関係の仕事に就きたいと思っているので、品種改良や遺伝子組換えの話聞いてよかったです。

#### 遺伝子工学科 発生遺伝子工学研究室

ES 細胞やクローン技術についての説明の後、遺伝子操作で GFP (緑色蛍光タンパク質) 導入をした光るマウスの観察を行った。さらに、精子を卵の中に直接注入するキメラマウスの受精卵の作成実験も行った。人の手では不可能な操作を可能にする最先端の技術に触れた実験であり、初めて見る器具の操作に戸惑いながらも、興味



を持って取り組めた。また、実験動物に触れ、生命や実験に関する倫理観なども実感できる講義だった。

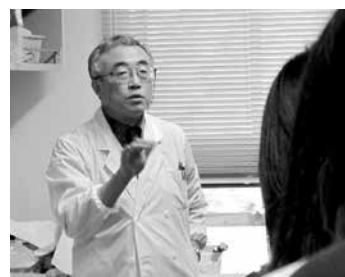
【生徒の感想】 あんなに細々した機械でマウスの卵を用いた人工授精を体験し、完成した瞬間は感動しました。光るマウスを見たり、絶滅した動物の細胞から新しい個体を作り出すことなど、興味深い話を聞いてよかった。



#### 遺伝子工学科 分子遺伝学研究室

生物が骨や貝殻・真珠などの無機・有機からなる硬い組織を形成するバイオミネラルゼーションについての説明を受けた。実際に研究されているアコヤ貝や真珠を見せていただき、硬組織形成を制御するタンパク質とその遺伝子について学ぶことができた。

【生徒の感想】 遺伝子やDNA、タンパク質の関係についてよく分かりました。アコヤ貝や真珠を実際に見せていただいて、いろいろなものが研究材料になることを知り、おもしろいと思いました。



#### 食品安全工学科 分子生化学研究室

バナナのDNA抽出実験を行った。学校でDNAについて学んだが、直接目で見ることで驚いていた。また、バナナ以外のものでもやってみたいという生徒もおり、非常に興味深い実験であった。また、特定の遺伝子を増幅させるPCRや、微生物のDNA塩基配列を調べるシーケンサー、電気泳動装置など遺伝子操作に関する実験器具なども実際に見ることができた。

【生徒の感想】 DNAについて説明していただき、学校で学習した遺伝子操作に関する器具も見せていただいた。家にあるような身近なものにDNAがあることにあらためて驚き、実験も興味深くできた。



#### 食品安全工学科 食品保全学研究室

果物や野菜など、生食する食品では、ヒトに病気を引き起こす病原微生物をつけない生産方法と、食品の味や栄養成分を変えることなく付着した微生物を除去することが求められる。安全で高品質な食品を求め、圧力や温度を加えることや、オゾンで殺菌することなどさまざまな研究について説明を受けた。また、HACCP法についても触れられた。

【生徒の感想】 HACCPについて、日本でも義務化されようとしていることを初めて知りました。食品管理について、大切なことなのでもっと学びたいと思いました。オゾンで殺菌することなど、おもしろい技術を教えていただきました。



### システム生命科学科 感性・知覚・脳機能研究室

生物の進化、生体、自然界に存在するものをヒントに、コンピュータを用いて効率よく情報処理を行うアルゴリズムの研究をおこなっている。今回の研究室訪問では、特にコンピュータ上の仮想フィールドで、異なった人工知能をプログラミングされたプレイヤーがサッカーを行うロボカップを題材に、遺伝的アルゴリズムについて学習した。

**【生徒の感想】** パソコンでプログラムを入れたり、計算することで技術が進歩していくことがおもしろいと思った。災害救助にもこのような機能が使えるようになれば、多くの命を救える画期的な発明になるだろう。



### システム生命科学科 バイオインフォマテック研究室

生体が発するさまざまな信号（脳波・心電図・筋電図・心音など）を計測し、統計的な処理の手法により、生体の情報処理メカニズムを明らかにする研究がおこなわれている。眼球の動きから脳の健康状態を診断し、人間心理を解析しようという研究に生徒は非常に興味を抱いていた。

**【生徒の感想】** 電子母子手帳などに興味をもった。脳を解き明かすことで、色々なことがわかるおもしろい分野なので、脳と感情の関係について調べてみたいと思いました。



### 人間工学科 スポーツ・バイオニクス研究室

この研究室では人工軟骨の開発、骨粗鬆症のバイオメカニズムについて研究している。人工関節軟骨に関する研究テーマについて説明を受け、バイオマテリアルと骨組織の境界を骨や歯の主成分であるハイドロキシアパタイト薄膜を介して接着する方法について理解した。

**【生徒の感想】** 人工軟骨のもとになるハイドロキシアパタイトを析出するために体温と同じ温度の疑似体液にトリスを入れ混ぜるなど、貴重な体験ができた。いろいろな発想が多くの人を救い出せるのだなぁと感じた。



### 人間工学科 人間支援ロボット研究室

高齢者、障害者をサポートする「自立生活支援ロボット」の研究についての説明を受けた。機能的電気刺激を用いた歩行支援の研究や、身につけられるセンサーによる人の運動のモード解析、ロボットにセンサーを取り付けて、まわりの様子を測定、分析し、義足などの開発に取り組んでいることを学んだ。

**【生徒の感想】** 義足をつくることは難しそうだった。医療現場において、物理・化学的な技術の進歩が支えになっていることがよくわかった。



### 医用工学科 生体医療計測工学研究室

この研究室では生体の硬組織および軟組織の生体力学解析を行っている。顎関節症の原因を探るための、食物をかみ砕く咀嚼運動に伴う顎骨および関節円板の応用解析や筋肉活動の測定を行い、パソコンソフトでモデルを作り、いろいろな条件を設定し、実物にあわせて解析していくことを学んだ。



【生徒の感想】 レーザーによる手術のことは聞いたことがありましたが、使い方を知らなかったもので、学ぶことができてよかった。医療と物理分野が関係していることをあらためて知りました。

### 医用工学科 臨床工学研究室

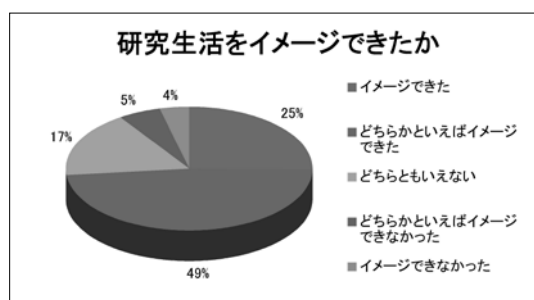
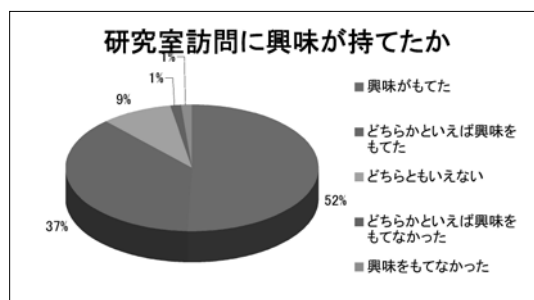
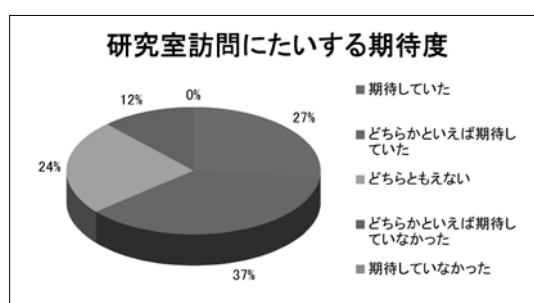
医療現場において、生命維持管理装置や医療機器が安全に管理・運用されることが求められている。今回は、腎臓の働きの代わりを行う血液透析や血圧について学ぶことができた。



【生徒の感想】 人工の腕を使って、注射をさせていただきました。本物の注射だったので、緊張しましたが、とても貴重な体験ができました。

### 【評価と課題】

初めての大学への研究室訪問であったので、64%の生徒が期待して臨んでいた。また、実験や観察を多く取り入れた研修であり、89%の生徒にとって今回の研究室訪問が興味あるものとなった。また、自分の興味や関心のある研究に熱中している大学生の姿を実際に見ることで、73%の生徒が研究生生活をイメージでき、今後の進路選択をする上での具体的な助けとなっていると考える。



### 【3】大阪大学工学部 環境・エネルギー工学科

#### 【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、最先端科学技術をより身近に体感するた、大学や研究機関を中心に見学し、高度な研究の内容と研究者としての姿勢についても学ぶ。

#### 【実施要項】

##### (1) 実施場所・日程

平成 22 年 2 月 12 日 (金)

大阪大学工学部 環境・エネルギー工学科

- ・学部学科説明
- ・模擬講義「地球温暖化と環境・エネルギーの研究」
- ・研究室見学
- ・レーダーエネルギー学研究センター見学

##### (2) 対 象 1 年環境科学科 77 名

#### 【実施概要】

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。

午前中は環境・エネルギー工学科の概要説明を受けた後に模擬授業「地球温暖化と環境・エネルギーの研究」を全員で受講した。生徒らは熱心に聴きながらメモをとっていた。



学部学科説明の様子



模擬講義の様子

午後からは、大学院生の案内で、レーダーエネルギー学研究センターをはじめ、環境エネルギー工学科の施設や研究室を少人数に分かれて見学した。その際、先生方の熱心な説明に対し、生徒達は積極的に質問するなど、先生方や大学院生との活発な交流も行われた。



研究室見学の様子 1



研究室見学の様子 2



研究室見学の様子 3



レーダーエネルギー研究センター見学の様子

### 【評価と課題】

今回の研修の中には、高校1年生では難しい内容も含まれていたため、生徒たちのモチベーションが下がらないか心配したが、難しい内容の説明にも、少しでも理解しようと熱心にメモを取りながら先生の話に耳を傾けている姿を見て一安心した。

生徒たちにとって、今回の研修は、普段目にする事のない研究室や実験施設を見学し、その中で研究がどのようにして行われているかを知ることができて、科学に対する興味や関心を高め、研究を身近に感じる良い機会となったようである。このことは、研修後のアンケート結果にも表れている。

まず、研修の満足度について、「満足できた」、「どちらかといえば満足できた」と回答した生徒が90%近くいた。また、研究生活をイメージできるようになったかという設問に対しても「イメージできた」「どちらかと言えばできた」と回答した生徒が全体の80%を超えた。この研修で得た経験が2年生での課題研究や将来の進路決定に活かされることを期待したい。

新型インフルエンザの流行による学級閉鎖のため、昨年度まで行われていた大阪大学および京都大学を中心とした研究室訪問である「ラボツアー（1泊2日）」の代わりとして、この研究室訪問が行われた。「ラボツアー」とことなりは1日だけとなったが、比較的時間に余裕をもちながら大阪大学でじっくりと研究室訪問をすることができた。来年度の課題としては、実験や実習が体験できるような研修内容を検討することなどが挙げられる。

### 3 先端科学講座・実験講座

#### [1] 先端科学講座(数学)

教科書の学習は言わば大学数学のための基礎、言い換えれば、橋渡しである。その内容に興味を覚える生徒は少なく、その学習が大学入試以外の何の役に立つのかが生徒にはわかりにくい。そこで身の回りに沢山の数理解があり、高校レベルの数学で理解可能な問題も沢山あること、また一見簡単そうに見える未解決問題を紹介してもらった。1回目は数理解パズル、2回目はいわゆる何百年にもわたって数学者を悩ませてきた難問の紹介と簡単な解説をしてもらった。

#### 【実施要項】

- (1) 日 時 第1回 平成21年12月21日(月) 13時05分～15時10分  
第2回 平成22年1月8日(金) 13時05分～15時10分
- (2) 対 象 環境科学科1年77名
- (3) 講 師 奈良女子大学理学部 数学科 准教授 篠田正人氏
- (4) 場 所 向陽高等学校 視聴覚教室

#### 【講座内容】

##### 第1回「数理解パズルを解く」

数独、石取りゲーム、オセロゲーム、虫食い算、敷き詰め問題、ルービックキューブ等について、それらの数理解の解説。簡単な数理解で解決できる問題から、ルービックキューブのようなガロア理論を用いなければ解けない問題まで数学の奥深さを垣間見せてくれた。

##### 第2回「数学で、まだこんなことがわからない」

最近解決された四色問題、フェルマの大定理、ポアンカレ予想に続いて未解決問題であるリーマン予想、Navier=Stokes 方程式の解の存在の滑らかさ、ゴールドバッハ予想、コラッツ予想、完全数や双子素数は無限個あるかといった解けるかどうかかわからない問題に取り組んでいる数学者達の勇気に感動した。完全数や双子素数を見つけるのにコンピュータを用いており、乱数の発生、モンテカルロ法、RSA 暗号とかにも触れコンピュータの有用性と可能性を紹介してくれた。

2回の講座で生徒達は数学の世界はとても広がりがあり、興味深いものであることを学んだだけでなく、根気のいる地道な勉強と研究が必要であることを学んだ。

#### 【生徒の感想より】

第1回「パズルを解いたり、ゲームをしたりする中にも数学の内容が含まれていることがとてもおもしろかった。日常生活の中にこんなにもたくさんの数理解的な考え方があって知らないうちにそれらを使っていることに驚いた。また、パソコンを使えば人間とは違う方法でゲームに勝つ方法を見つけられることを知った。また、パズルによっては解けないものもあり、そのことを証明するのも数学だということに数学の奥深さをあらためて知ることができた。」





第2回「ワイルズによるフェルマの定理の証明の本を見てびっくりした。簡単に理解できて単純そうに見える証明問題なのにどうしてこれほどたくさんの事を書かなければ証明したことにならないのか。気が遠くなる。数学の奥深さと論理の厳密性に驚かされる。RSA 公開鍵暗号の話では素因数分解の困難さを利用し、今のところコンピュータでもすぐには鍵は開けられないとのこと。また未解決の問題がたくさんあることに驚きました。

100万ドルの賞金がかかったポアンカレ予想を数年前に解いたのに、賞金を返上したペレリマンのような孤高の数学者の生き方にも感動した。

今まで数学は難しいから嫌だと思っていたが、難しいからこそ解けた喜びは大きいという逆転の発想を持てばいいのだと思う。」

### 【評価と課題】

講義内容が普通の授業内容と異なり目新しいものであり、数学の別な面を見ることによって数学に対する見方が変わったようである。授業での入試数学につながる学習が、数理パズル等を解く助けになっていることに気づかせてくれた。これは大きな成果であり、今後の学習に生かされられると思われる。

## 【2】 電波を利用したセンシング

### 【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、電波とその応用、および応用の一つであるレーダについて学ぶ。さらに世界初の機能と性能を持つ定在波レーダについてその概要を学習する。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、将来さまざまな分野で活躍する科学者としての資質を高める。

### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成 21 年 11 月 16 日 (月) 13 時 05 分～14 時 25 分
- (2) 対 象 環境科学科 1 年 計 77 名
- (3) 講 師 雑賀技術研究所 センシング技術研究室 上保 徹志 氏
- (4) 場 所 向陽高校 視聴覚教室

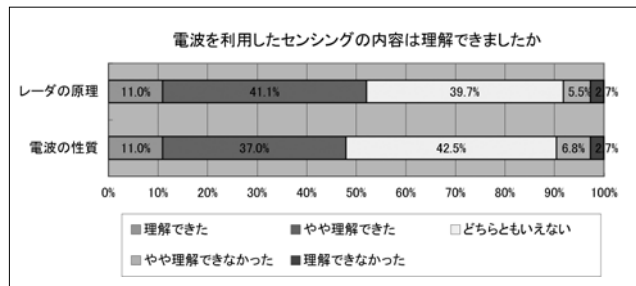
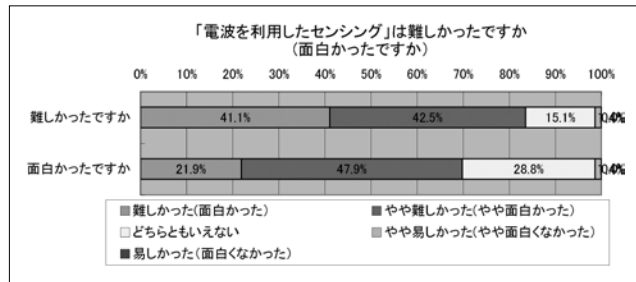
### 【実施概要】

電波の学習の基礎として波の性質、波長の違いによる伝わり方の違いなどを学習した。電波の特徴を理解した上で、センシング（測定、観測）について学んだ。センシングの種類には、アクティブ方式、パッシブ方式、GPS 等があり、それぞれのシステムについて詳しく説明された。レーダ (Radio Detection And Ranging) は電波を利用したセンシング機器であり、船舶・航空用あるいは気象、大気観測等で利用されている。近年ではリモートセンシングとして人工衛星等から地上の物体などを直接触れずに調査することなどにも用いられている。身近な生活では、電波の特徴では不利な近距離のセンシングに適した機器が求められている。今後、自動車の事故防止装置等に利用されるレーダが現在開発されていることなど具体的な例を挙げ説明していただいた。

その後、雑賀技術研究所で開発中の定在波レーダについて実習が行われた。定在波レーダとは、送信波と反射波の干渉を利用したレーダであり、近距離のセンシング、微小変位の検知にも適している。実習では、定在波レーダを用いた実験により、移動距離の測定や心臓の動きの検知など実際にセンシングを体験した。

### 【評価と課題】

波長等の学習が未習範囲の事柄であり、アンケート結果では8割以上の生徒難しく感じたようである。しかし、「電波の性質」や「レーダの原理」について、「理解できなかった」と答えた生徒は1割以下であった。実際の機器を用いた実習による体験が高度な内容の理解に関係していると感じた。また、ほぼ7割の生徒が、「面白かった」と回答しており、内容が高度であっても、地元の研究機関の開発であることによる興味深さと実習を織り交ぜた講演スタイルが生徒の理解に大きく関わり、講義に対する評価を高めたことにつながっていると考えている。



## 【3】 ストップ 地球温暖化

### 【目 標】

日本の温暖化対策を牽引する研究者・企業・団体の経済理論と実践を学習することで、持続可能な低炭素社会の実現に向けた意識を高め、自然科学と人文・社会科学を融合した総合的科学技术の必要性について学ぶ。研究者が行うパネルディスカッションを見学することで、プレゼンテーションの方法論についても学習する。

### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成21年11月5日(木) 15時00分 ~ 16時20分
- (2) 対 象 環境科学科1年 2年 計155名
- (3) 講演会 「低炭素社会への道」

講師	京都大学大学院経済学研究科教授	植田 和宏 先生
パネルディスカッション	「国の温暖化防止戦略の策定とその課題」	
パネリスト	環境エネルギー政策研究所長	飯田 哲也 先生
	NGO 気候ネットワーク事務局長	田浦 健朗 先生
	株式会社リコー社会環境本部審査役	則武 祐二 先生
	第2分科会実行委員会委員長	浅岡 美恵 先生

- (4) 場 所 和歌山県民文化会館 大ホール

## 【実施内容】

### ①講演会「低炭素社会への道」

鳩山内閣の「温室効果ガス削減中期目標達成にむけたタスクフォース」の座長として活躍されている植田先生に講義をしていただいた。講義では、地球温暖化の問題点を科学的に捉え、経済活動の視点から地球温暖化防止に向けた環境経済戦略の説明があった。

地球温暖化問題の解決には、環境と経済のトレードオフ論（環境対策と経済成長は両立は不可能）の克服が重要である。そのためには、脱物質化・資源生産性等を重視した科学技術を活用する環境保全型の未来産業への大きな転換、経済の構造改革が必要である。鳩山政権は、国連で「2020年までに25%削減する」と表明し、この中期目標達成の政策として、排出量取引、環境税、グリーンニューディール等が審議されている。このような日本の現況の説明の後、EUの持続可能社会が定着しつつある都市・地域の政策目標や様々な試みを参考に、環境、経済、エネルギーも含めた低炭素社会実現への取組について講義していただいた。

### ②パネルディスカッション

植田先生を含む5名のパネリストをもとに国の温暖化防止戦略の課題について議論が進められた。環境と経済が両立したりコーグループの企業活動の報告、CO<sub>2</sub>25%削減に向けた環境エネルギー政策の経済に対する影響についてのタスクフォースの分析、地域への再生エネルギー普及の気候ネットワークの活動等の報告があった。最後に、日本弁護士会から炭素税、国内排出量取引制度等の内容を含む地球温暖化対策法の制定を政府に求める提案がされた。

## 【評 価】

講演会で、持続可能な低炭素社会の必要性と実現の可能性を学習し、パネルディスカッションでは地球温暖化防止に向けた政策の大きな変革が起こりつつあることを実感した。今回の学習は、持続可能な社会の実現のために、科学技術が経済の変革に大きく関わっていることを認識し、環境政策と社会経済の関係から科学倫理について意識を高める良い機会であった。

## 【4】 What is epigenetics ?

### エピジェネティクスとは？

#### 【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、大阪大学医学部に留学しているドイツの科学者 Christine S. VOGLER 博士を招へいし、遺伝情報の発現制御や遺伝子機能の選択的活性化・不活性化のための機構について学ぶ。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 21 年 12 月 18 日 (金) 13 時 05 分 ～ 14 時 15 分

(2) 対 象 環境科学科 1 年

(3) 講師 大阪大学医学部 Christine S. VOGLER 博士

協力 大阪大学医学部遺伝子治療学特任研究員 二村 圭祐 氏

### 【実施概要】

英語での講演は SSH 指定から毎年実施し、今回で4回目となる。過去の英語講演では、「同時通訳あり」(ブリティッシュカウンシル協力)が1回、「同時通訳なし」(サイエンス・ダイアログ事業)が2回という形で実施している。講演対象生徒は、中学3年生(併設向陽中学校)の時に科学英語講演を経験しているので、今回は先端科学の内容理解、自己の英語力のチェックだけでなく、外国人科学者との交流についても重視した。また、遺伝子の本体である DNA を中心にした内容の講義を願いし、1月以降に予定している「SS 探究科学 I」での遺伝子抽出実験、形質転換実験に向けての基礎知識の確認と定着を図った。

### ○講演内容

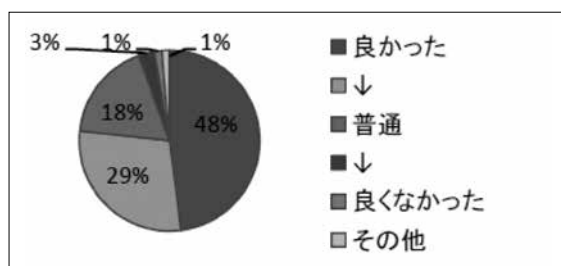
講師の母国であるドイツについての紹介の後、細胞の核にある染色体の構造や染色体を構成するタンパク質と遺伝子の本体である DNA についての説明があった。その後、研究に使用している実験機器の説明、グループ別で DNA の抽出、観察を行った。実験の後、遺伝情報の発現制御、遺伝子機能の選択的な活性化・不活性化のための機構の一種で、DNA の配列の変化を伴わずに、遺伝子機能の変化が、子孫や娘細胞に伝達される現象について学習した。



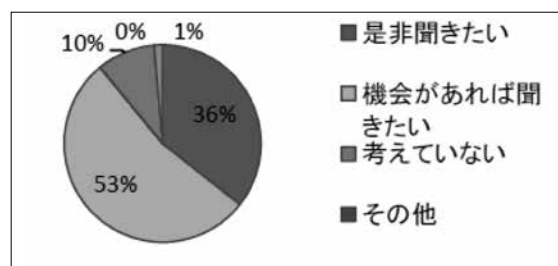
### 【評価と課題】

#### ○アンケート結果

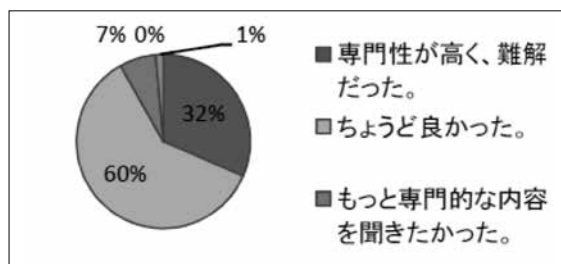
1. 講演における英語は、どの程度理解できましたか？



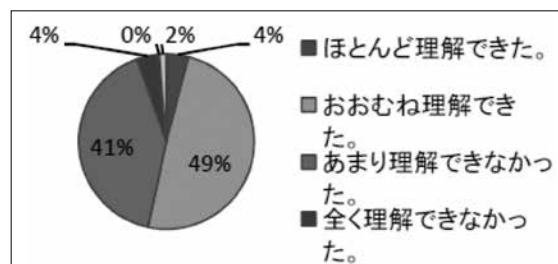
2. 研究関連についての説明は、理解できましたか？



3. 全体として、今日の講演はどうでしたか？



4. 再度、外国人研究者からの講演を聞きたいですか？



昨年度のアンケート結果と比較すると、英語の理解については、53%の生徒が理解できたと答えた(昨年度は34%)。その理由としては以下のことが考えられる。

- ① 「SS 探究科学 I」の学習内容が講演内容の事前学習となった。
- ② 生徒たちは中学時代に英語講演を経験しており、英語講演に対して苦手意識があまりなかった。
- ③ 講師先生の英語の発音がていねいでわかりやすかった。
- ④ 講演中に示されたスライドの中で、キーワードとなる言葉に日本語が表記されていた。
- ⑤ 講演中に実習・実験を取り入れ、生徒の興味・関心を高めた。
- ⑥ 事前の打ち合わせにより、講師先生が生徒の英語レベルを把握していた。

英語講演では、「難しい先端科学の話の難しい英語で聞かなければいけない」という意識から苦手とする生徒もいる。しかし、事前学習や講演の進め方を工夫することで、「おもしろい先端科学の話の外国人科学者から英語で聞くことができる」という意識に変革することで、より高い学習効果を得ることができる。実際に、今年度は英語講演について積極的に興味を持つ生徒が多く、内容理解で「難解であった」と答えた生徒は32% (昨年度56%)、講演自体を「よかった」と答えた生徒が48% (昨年度13%)、再度、外国人から講演を聞きたいかで「はい」と答えた生徒が89% (昨年度72%)と英語講演を肯定的に捉え、学習の場として活用できた生徒が多いことが伺える。

英語講演や課題研究の論文概要を英語で書くなどの取組を行っているが、その基礎となるのは普通教科としての英語力である。そのため、本校では一般教科としての英語の学習を重視している。SSHでの科学英語の取組を通して「科学を学ぶためには英語力が必要不可欠であること」や「理系であっても英語学習が大切であること」を学び取ってもらえればと思う。

## 【5】 実験講座「水質分析」「モール法を用いた滴定による塩化物イオンの定量」

### 【目的・目標】

水質分析の学習を発展的に取り組むために、和歌山市内河川水質調査で採取したサンプル水の分析を行う。モール法を用いてサンプル水中の塩化物イオンの定量測定を行い、大学レベルでの分析方法を学ぶ。日常の理科の授業のなかでは取り上げることのできない高度な水質分析の実験を通じて、実際の分析化学に触れることで自然科学に対する興味・関心を高める。さらに、実験データの処理法や科学的な考察法を学習することで、今後の研究活動を深めることにつなげていく。

### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成21年7月2日(木) 2・3限【1年F組】  
4・5限【1年G組】
- (2) 対 象 環境科学科1年F組 男子16名 女子22名  
G組 男子16名 女子23名 計77名
- (3) 講 師 和歌山大学教育学部(理科教育)准教授 木村 憲喜 氏
- (4) 場 所 向陽高等学校 化学教室

## 【実施概要】

本校では学校設定科目「SS 環境科学」のプログラムの一つとして、和歌山市内河川水質調査を行っている。河川より採水を行いCOD、pH、リン酸イオンなどの値をバックテスト法で測定し、水質調査を行っている。今回の実験講座では、その時採取したサンプル水と水道水を使って、それらの中に含まれている塩化物イオン濃度をモル法で測定した。滴定操作の習得と同時に塩化物イオンを測定物質とすることで、水道水の塩素消毒による塩素濃度と河川等の自然環境での塩素濃度についての考察を行った。

## 【内 容】

### ① モール法の原理

塩化物イオンを含む溶液を硝酸銀標準溶液で滴定すると、塩化物イオンは銀イオンと反応して塩化銀 (AgCl) の白色沈殿が生じる。終点をわかりやすくするため、指示薬としてクロム酸カリウム (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) を加えることにより、過剰の銀イオンがクロム酸と反応して赤褐色のクロム酸銀 (Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) の沈殿があらわれ、滴呈の終点を知ることができる。

### ② 実験方法

[1] 資料 100mL をメスシリンダーではかり取り、300mL 三角フラスコに入れる。

[2] この溶液に 0.05mol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液 3mL を加えて弱アルカリ性にする。

[3] さらに、5% K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 溶液を 5 滴加えて激しくかき混ぜながら、0.01mol/L

AgNO<sub>3</sub> 標準溶液で赤褐色を呈するまで滴定する。

[4] この適定操作を 3 回行い、3 回の滴定量の平均を求める。

〔Cl<sup>-</sup>量の求め方〕  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow \cdots \textcircled{1}$

①式を用いて資料 1L 中に含まれる塩化物イオンの量を求める。

$$0.01\text{mol/L AgNO}_3 \text{ 1mL} = \text{Cl}^- 0.3545\text{mg}$$

$$\text{資料1L中の塩化物イオンの量(mg/L)} = 0.3545 \times f(\text{ファクター}) \times \text{滴定量(mL)} \times 1000/100(\text{L})$$



滴定実験風景1



滴定実験風景2

### ③実験結果

〔一部抜粋〕(2009.7.2 向陽高校)

資料	塩化物イオン Cl <sup>-</sup> の量 [mg /L]
和歌山市河川 (5月22日採水冷蔵保存)	(和田川) 34.6 (大門川) 40.3 (和歌川) 13700 (真田堀川) 8300 (有本川) 1233 (市堀川) 6400
水道水	(和歌山市) 25.8 (海南市) 28.6 (日高町) 11.1
雨水	(海南市) 10.0
海水	(和歌浦) 16000

### ④ まとめ

和歌山市河川水質調査で採水した何カ所かの水と生徒の居住地の水(水道水、自然水)とをサンプルとすることで色々な地域の自然水や水道水の違いについても結果を得ることができた。木村先生は、実験結果をもとに、生徒から考察を引き出しながら、データ分析について講義を進められた。河川水の塩化物イオン Cl<sup>-</sup> 量が大きくなる原因としては、河口付近では海水の流入が、市街地では、生活排水や工業廃水が影響していることをわかりやすく説明していただいた。また、採水の時期や天候の条件により、同じ採取ポイントでも数値が異なることや環境調査としては継続的な調査が必要なものも紹介していただいた。

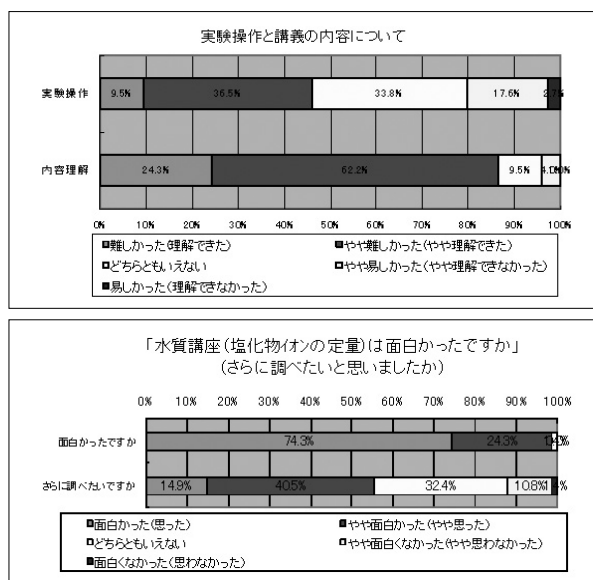


木村先生のまとめの講義風景

### 【評価と課題】

この講座を行った時には、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の一つとして実施した。アンケートの結果を見てみると、46%の生徒がビュレット等の使用方法、実験操作が難しかったと解答しているが、操作を繰り返し行うことで、最終的には滴定器具の操作が習得できたようである。実験内容についても86.5%の生徒が理解できたと答えており、概ね講義の目的は達成できていると言える。

また、今回の実験講座は、今まで使ったことのない実験器具を使ったということもあり、98.6%の生徒が「面白かった」と答えている。ただし、「今後さらに調べたいか」という設問に対しては、「調べたい」と答えた生徒が55.4%にとどまった。これは、水質分析に対する探究心を高める取組としてはまだ十分とは言えず、今後の「SS探究科学Ⅱ」における課題研究等でさらに強化していくことが必要であろう。



## [6] SSH 中高合同ゼミ (第 2 回実験講座)

### 【目的】

大学からの研究者を招へいし、科学についての実験・実習や講義を体験的に学ぶことで、自然科学についての興味・関心を高めるとともに、問題解決に向けての科学的考察法を学習する。また、中学生と高校生が共同で、大学の研究者から学ぶことで、互いに刺激を受け、学び合う姿勢を育成するとともに、コミュニケーション能力を向上させる機会とする。

### 【実施要項】

日 時 平成 21 年 11 月 6 日 (金) 13 時 05 分～15 時 35 分

講 師 ①「常識を変えた科学の実験」

和歌山大学教育学部教授 石塚 互 先生

②「紀ノ川平野の生い立ちと地震災害」

和歌山大学教育学部教授 久富 邦彦 先生

③「デザインを支える数理の考え方」

和歌山大学システム工学部デザイン情報学科教授 島田 哲夫 先生

④「光は波、波は振動しており、振動には向きがある」

和歌山大学システム工学部光メカトロニクス学科教授 沼田 卓久 先生

⑤「唾液アミラーゼによるデンプン消化実験」

近畿大学生物理工学部遺伝子工学科教授 武部 聡 先生

⑥「電波で見る銀河系」

和歌山大学生涯学習教育研究センター

宇宙教育ネットワーク研究支援員 佐藤奈穂子 先生

場 所 向陽高等学校・中学校

①視聴覚教室 ②生物教室 ③情報教室 (1F) ④物理教室

⑤化学教室 ⑥情報教室 (2F)

対 象 向陽高等学校環境科学科 1 年生 77 名

向陽中学校 3 年生 80 名

### 【実施概要】

大学から研究者を招へいし、生徒はそれぞれの興味に応じて希望する講座を 1 つ選択して授業を受けた。中学生と高校生が同じ教室で授業を受けるという普段慣れない授業スタイルにやや緊張気味の雰囲気であった。座席は中学生と高校生を隣り合うように配置し、一緒に実験をしたり意見交流しやすいように配慮した。

#### ①「常識を変えた科学の実験」

「世界でもっとも美しい 10 の科学実験」(ロバート・P・クリース著)に紹介されている実験を中心に、科学史において、これまでの常識を変えた実験について紹介された。紹介された実験は、「ガリレオの落体の実験」、「ガリレオの斜面の実験」、「ニュートンのプリズムの実験」、「フーコー



の振り子の実験」、「エジソン電球の発明」、「ヤングの二重スリットの実験」などで、それぞれの実験がどのように革新的であったのかを丁寧に解説していただいた。さらに、物体の衝突に関する演示実験をしていただいた。2つの金属球に、同じ大きさの金属球をゆっくりと衝突させたにも関わらず、当たった瞬間に他の金属球が勢いよく弾け飛ぶという実験であった。これまでに生徒が知っている物理現象の常識をうち破る実験結果に生徒は驚きを隠せない様子であった。先生は、あえてこの実験についての解説をされずに余韻を残すことで、生徒の知的好奇心に火をつけた。実験の真の目的とは、結果が分かっていることを確認する作業ではなく、これまでの予想を超え、従来の理論を覆すことにあると熱く語られた。



## ②「紀ノ川平野の生い立ちと地震災害」

地震の種類にはプレート境界地震、海側のプレート内地震、陸側のプレート内地震があり、近畿地方には数多くの活断層が存在し和歌山北断層も最近見つけられたものである。さらに和歌山県は海溝型側巨大地震が周期的に起こるところでもある。

また、地盤の性質による地震波の増幅により、揺れの大きさが変化することを兵庫県南部地震での「縄文の泥」の分布と震度の大きさを比較することで解説された。さらに、6千年前・古代・中世の紀ノ川の河口の変動を見ることで和歌山平野の沖積層を確認し、同じ紀ノ川平野の中でも、場所によって地盤の良し悪しが違うことを説明された。そして、和歌山市の数種類の写真画像を見ることで、その場所が危険であるのか、相対的に安全であるのか解説された。今後必ず来るであろう地震災害について、具体的に自分が住んでいる地域のことを考えさせられる良い機会になったという感想を数多くの生徒が持っていた。休憩時には、用意していただいた実体鏡により断層の緩急の差などを立体写真で確認し、生徒が様々な質問をする光景が見られた。



## ③「デザインを支える数理の考え方」

様々な情報を数学と理学の考え方で解析・計画し、メディアやファッション・インテリアなどの具体的な形や仕組みとしたものがデザインである。

今回の講義では、数学的なデザインの把握として、データを座標での図として視覚化し、そのデータを関数により処理し、変換後の座標による図から数学的にデザインを考えた。さらに、理学的なデザイン



ポリキューブパズルを利用した講義

の考え方として生物の進化における遺伝的アルゴリズムを学習した。遺伝的アルゴリズムについては、ポリキューブパズルを利用して体感的に学習することができた。また、遺伝的アルゴリズムをコンピューターによる処理により将来の進化を予測する方法についても学習した。

#### ④「光は波、波は振動しており、振動には向きがある」

光の基本的な性質から現代的な応用まで、光の波動性を中心にして講義していただいた。自然光は横波であるが様々な振動方向の光が混在している。生徒達は偏光フィルターを通したり、平面で反射させたりすると振動方向が揃った偏光ができることを確かめた。

また、パソコンに搭載されている光ディスクドライブの重要な部品である光ピックアップヘッドには波長板により作られた円偏光が利用されていること、光と磁気の相互作用を利用し磁性体を測定することができること、逆に磁性体で光を制御することができるなど、最新の光応用技術を中学生・高校生にも分かるように解説していただいた。



#### ⑤「唾液アミラーゼによるデンプン消化実験」

口から摂取された食物が消化管を通る間に、食物に含まれる栄養素が低分子に分解される。これを消化といい、栄養素が低分子化する過程には多くの消化酵素がはたらいている。この酵素による消化のしくみについて、デンプンや糖の分子構造にもふれて解説された。多糖類であるデンプンは口中で消化が始まり、この過程には唾液に含まれている消化酵素  $\alpha$  - アミラーゼがはたらいている。実験では、 $\alpha$  - アミラーゼによりデンプンが低分子化していく様子を、ヨウ素デンプン反応とベネジクト反応の2つの方法を用いて観察した。中学校で学習するデンプンの消化実験をより発展した内容であり、中学生にとっても理解しやすかったようである。



#### ⑥「電波でみる銀河系」

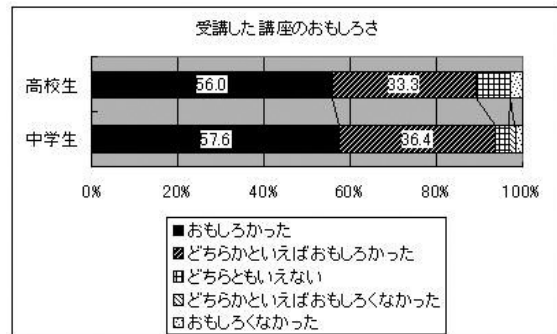
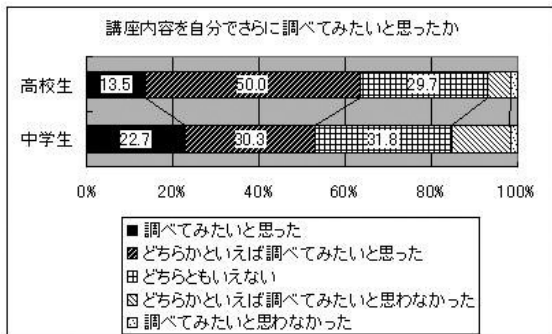
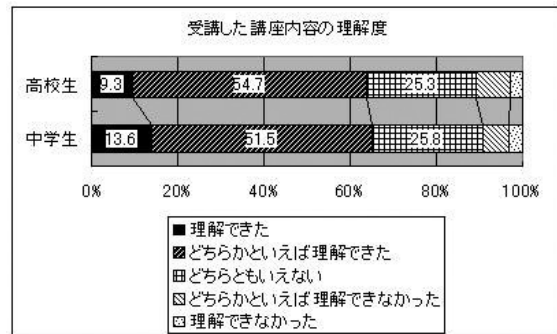
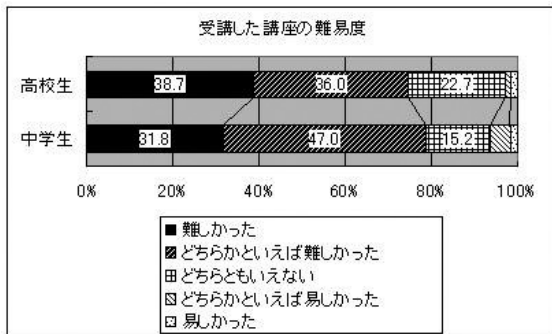
50年前オルト博士が宇宙からの電波を受信し、銀河系の地図を描いた。電波の観測では、星の原材料となる水素や一酸化炭素などの分布を知ることができる。我々の銀河系は、直径10万光年、約2千億個の星が毎秒200kmで回転している。講座では、実際にパラボラアンテナを用いて、宇宙電波の受信実験し、観察を行った。また、インターネット

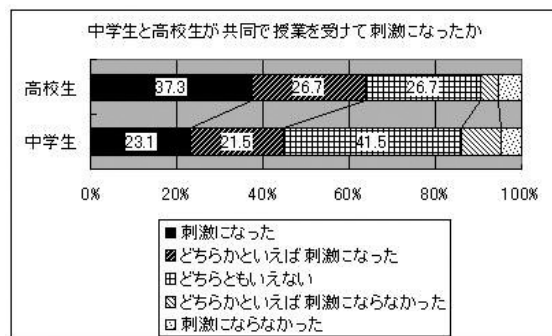
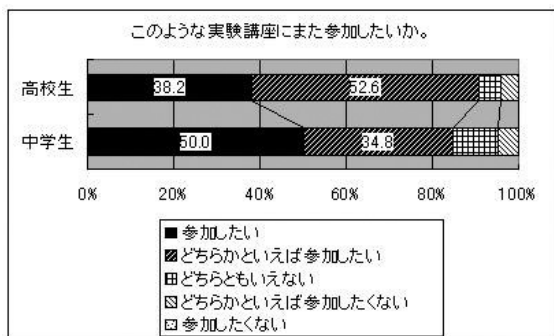


中継で、国立天文台ハワイ観測所准教授の林左絵子先生と交信しながら、ハワイ島マウナケア山頂の宇宙観測基地にある「すばる望遠鏡」のことについて教えていただいた。HI輝線観測など、生徒にとって難しい内容もあったものの、「星が生まれる、死ぬとはどういうことなのか?」「宇宙の果てはどうなっているのか?」など、生徒からは積極的に質問が出され、銀河系と電波天文についての学習を深めることができた。

### 【評価と課題】

アンケート結果から、高校生・中学生ともに7割を超える生徒が、受講した講座内容は難しいと感じたようである。しかし、講座内容の理解度は決して低くなく、6割の生徒がある程度理解できたと回答している。このことから、どの講座も大学の先端的な研究テーマを題材に扱っているため、理解の難しい内容が含まれるが、各先生方が中学生に対しても理解しやすいように丁寧に指導していただいたことが読み取れる。各分野の先端的内容を、ある程度理解しながら学習を進められたことにより、講義を受けて理解出来なかった内容についても、より探究したいという気持ちが高まったようである。講座内容を自分でさらに調べてみたいと回答した生徒が半数を超えていた。大学の先端的な講座内容は生徒の知的好奇心を刺激し、内容が難しいと答えた生徒が多いにも関わらず、9割の生徒が講座はおもしろかったという感想を持ち、このような講座をまた受講したいと答えている。また、中学生と高校生と一緒に授業を受けて、共同で実験等を行うという授業スタイルは、特に高校生にとっては中学生に負けられないという思いからか、よい刺激になったようである。





#### 4 サイエンスツアー（2年生宿泊研修）

##### 【目的】

先端科学をキーワードに、科学に関する興味・関心をより一層深め、自己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。最先端科学技術をより身近に体感するため、関東方面の研究機関を中心に見学し、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) 日程 平成 21 年 7 月 21 日（火）～ 23 日（木）
- (2) 研修場所 電力中央研究所  
 農業環境技術研究所  
 国立環境研究所  
 高エネルギー加速研究機構（KEK コミュニケーションプラザ）  
 JAXA・筑波宇宙センター（宇宙航空研究開発機構）  
 サイエンス・スクエアつくば  
 国立科学博物館  
 筑波研修センター
- (3) 対象 環境科学科 2 年生 72 名

##### 【実施概要】

1 日目（7 月 21 日）

##### ●電力中央研究所（狛江地区）

電力事業が抱える環境問題やエネルギーセキュリティの確保など広い分野での研究開発への知識を深め、施設見学により先端科学技術にふれることで学習意欲が高められた。

[研修 1] 施設見学 電界放出型透過電子顕微鏡、交流・直流電力系統シミュレータ

[研修 2] 講演 「プラズマエネルギーと核融合」 講師 岡野邦彦先生

##### 【感想】

・日本は資源がなく自国から得られるものが少ないので技術に頼っていくしかなく、他の国に負けないものが become 必要になると思います。そのためにプラズマエネルギーの計画のようにコツコツと

実験を繰り返し目標を達成させようとする力が必要だと思いました。(抜粋)

2日目(7月22日)

～Aコース～

### ●農業環境技術研究所

本研究所は、農業生産の対象となる生物の生育環境に関する技術上の調査研究を行うことにより、その生育環境の保全および改善に関する技術の向上を目指している。現在、次の3つの目標を掲げている。①農業環境のリスクの評価および管理技術の開発、②自然循環機能の発揮に向けた農業生態系の構造と機能の解明および管理技術の開発、③農業生態系の機能の解明を支える基盤的研究。

[研修内容]

#### ①遺伝子組換え作物隔離ほ場見学

農業生物資源研究所内のほ場を見学しながら、どのような環境で安全性等の試験を実施しているかを学習した。

#### ②講演会

下記の2つの講演を聞いて、遺伝子組換え作物についての学習を行った。

「遺伝子組換え作物に関する我が国の現状」

「遺伝子組換え作物の環境影響評価について」

#### ③研究者とのディスカッション

事前に提出した質問事項に対する回答をもらいながら、質疑応答を行い学習を深めた。

[まとめ]

本研究所での研修ははじめてであったが、生徒は非常に多くのものを感じており、充実した研修となった。対象生徒は第1学年の後期に、「日本は遺伝子組換え食品の販売を禁止すべきである。是か非か。」というテーマでディベートを実施しており、基本的な知識と各自の考えをもってこの研修に臨んでいるため、とても積極的にディスカッションにも取り組んだ。もっと時間が欲しかったという感想も多かった。また、実際のほ場見学も大きなインパクトを与えたようである。ぜひ来年度も継続して研修を実施したい。

### ●国立環境研究所

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[5名]

植物はストレスを受けるとエチレンを発生させる。今回、タバコの葉をオゾン暴露させ、エチレンの発生量をガスクロで分析した。また、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土壌細菌による環境汚染物質の分解[5名]

土壌細菌を用いて、環境汚染物質であるジクロロメタンが分解される過程を、ガスクロを使用しながら実習した。

### ③池の中の藻類の採集と顕微鏡観察 [5名]

所内の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。走査型顕微鏡を実際に操作し観察した。



実験テーマ②の研修風景

### ④自然土壌・廃棄物資材等を用いた廃棄物処分場浸出水の浄化 [5名]

廃棄物処分場からの浸出水に含まれるCOD成分、アンモニア、ホウ素、懸濁物質の除去について、自然に存在する土壌や廃棄物に由来する資材を用いて簡便に処理する実験を行った。

### ⑤フローサイトメトリーによる身近な植物の交雑の検出 [6名]

フローサイトメトリーによりギンギン類の倍数性とその雑種の推定を目的とした。トマトを標準試料としてDNA量の比較し、ギンギン類のDNA量を推定した。

### ⑥実験水田を用いた化学物質の生態系影響調査 [5名]

水田メゾコズム試験によって、農薬が生物多様性に及ぼす影響を評価する方法を学習した。実際に3つの実験水田における葉の様子・昆虫の数・メダカの数を観察したあと、農薬の有無とその影響についての推定を行いながら解説を受けた。

### ⑦ため池の水の水質測定 [5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、採取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。

[まとめ]

#### (1) 生徒の感想 (抜粋)

- ・ふだん学校では使用できない機器や薬品を使って貴重な実験ができて良かったです。実際に植物を栽培しているところも見学でき、とても充実した1日でした。
- ・実験はとても楽しかった。自分で資材の特徴から何を使えば標準値にできるかと考えられるのが良かった。始めはうまくいかなかったが充実した実験だった。
- ・実験水田での実習で多くのことを学び、生態系への影響についてじっくりと考えることができました。実際の水田で動植物の個体数や種類を観察し、農薬の影響がいかに大きいかを実感できました。
- ・はじめてガスクロを使いましたが、とてもいい経験になりました。内容もとてもわかりやすく説明していただき、十分に理解することができ充実していました。
- ・高校にはない多くの実験器具を使うことができて、うれしかったです。また、研究所の雰囲気もすこし分かった気がします。とてもいい経験ができて良かったです。
- ・すべてが楽しかった。20回は質問した。

#### (2) 総括

環境研での研修は3年目を迎えたが、新たな実験テーマが2つ加えられるなどいっそう充実したものとなった。期待通りの内容で生徒の事後アンケートの評価でも、ほとんどの生徒が大変満

足したと回答している。これは、実習がテーマごとに少人数（5～6名）で行われたうえに複数の研究者が担当して下さっていることで、内容がハイレベルであるにもかかわらず生徒がその内容を理解しやすい環境が作られているからだと感じている。

～ B コース～

●高エネルギー加速研究機構（KEK コミュニケーションプラザ）

加速器装置で電子・陽電子を衝突させることにより、宇宙誕生時の物質の起源の解明や、衝突による放射光を用いた極微な世界の解析など最前線の研究内容を実験施設「B ファクトリー（KEKB 加速器）」、「放射光科学研究施設（PF-AR）」の見学とあわせて学習をした。

●JAXA・筑波宇宙センター（宇宙航空研究開発機構）

日本の宇宙航空技術の中核機関である施設において、ロケットや人工衛星、宇宙ステーション「きぼう」の模型など研究の現場を見学することで、神秘あふれる宇宙開発への知識を深めた。壮大なスケールの技術に圧倒される場面も多く、印象に残る研修となった。

●サイエンス・スクエアつくば

広い分野における産業技術の開発が展示を通して紹介されていた。なかでもヒューマノイドロボットやメンタルコミットロボットの人気が高く関心を集めていた。技術が社会へ貢献していることを体感し、今後のテクノロジーへの期待が高まった。

●国立環境研究所（講演「地球温暖化の対策と現状の将来予測」 講師：江守正多先生）

地球温暖化の仕組みや社会にもたらす影響、今後の対策として「心・技・体」のスローガンを提示し、わかりやすく解説して下さった。これまで温暖化について学習してきたことをふまえて新しく知識を得ることができた様子であった。

●グループ研修報告会

2日目に受けた研修内容を発表し、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行った。生徒達は心身共に疲れていたが、非常に白熱した発表会となった。

3日目（7月23日）

●国立科学博物館

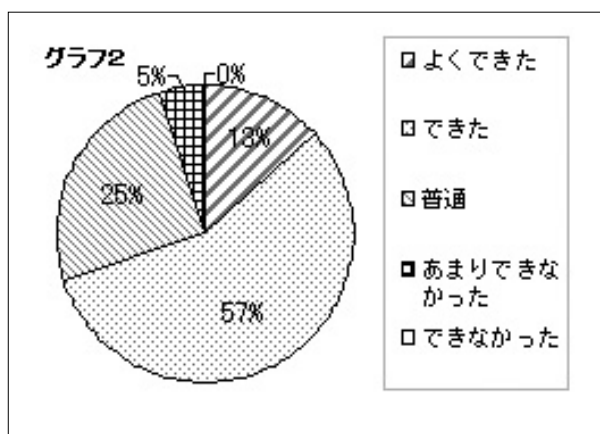
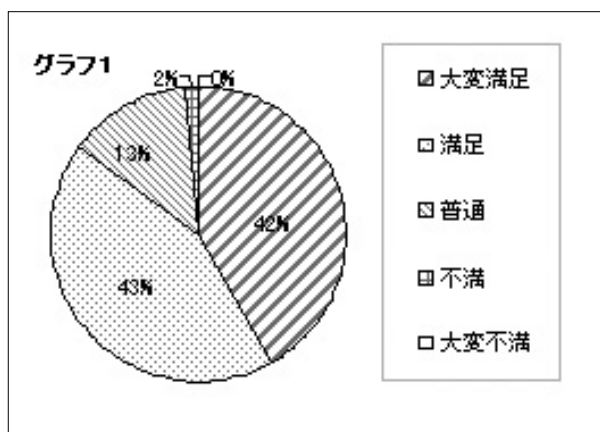
370万点にも及ぶ膨大な資料を有する総合博物館で展示の数々を見学した。特に360℃全方位に地球内部の映像が映し出される360シアターに関心を持っていた。限られた時間のなかではあったが、貴重な資料を意欲的に学習した。

【評価と課題】

今回の研修後、対象生徒にアンケートを行った。「研修の満足度はどの程度ですか？」の問いに「満足できた・どちらかといえば満足できた」の項目が全体の80%以上を占めている。（グラフ1参照）その理由として、「どの研修も今までに例のない内容であり、かつ興味深く最先端の世界を学ぶことができたから。」「3日間に渡り幅広い分野を学んだためこれからの進路学習にも役立てられそう。」「実際の施設を見れたこと、実際に研究している人の話が聞けたこと。」などが挙げられ、生徒たちにとって非常に良い経験となり、将来の進路への影響の大きい研修となったことがわかる。

アンケートの項目「研修を通じて大学や研究機関で行われている“研究生活”をイメージできましたか？」の問いには約70%の生徒が「よくできた・できた」と回答している。(グラフ2参照)特に2日目の「よくできた」と回答したのはAコースへ参加した生徒が大半である。国立環境研究所で半日実験室で過ごし、熱心に取り組んでいたことが大きな要因であると考察する。「研究はコツコツすることで結果が生まれることがわかりました。何でも粘り強くすることが大切だと思いました。」という感想も見られたことから、実験を通して研究者の姿勢を感じ取ったということが伺える。

アンケートの中には「余裕を持って行動したかった。」「残念ながら見学しきれなかったところもある。」などの意見も見られた。過密スケジュールの中で十分な時間が確保できないこともあったため、今後の課題として考慮したい。しかし、概ね生徒の感想は肯定的な要素の意見が多かった。これらのことをふまえて次年度もより充実した研修を実施したいと考えている。



## 5 その他

### 【1】和歌山県 SSH 指定校合同生徒研究発表会

#### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成 21 年 12 月 16 日 (水) 9 時 30 分～13 時 20 分
- (2) 場 所 和歌山市民会館
- (3) 主 催 和歌山県教育委員会・スーパーサイエンスハイスクール指定校  
和歌山県理数科教育研究会

#### 【実施要項】

「和歌山県 SSH 指定校合同生徒研究発表会」は「和歌山県高等学校理数科教育研究会生徒研究発表会」と同時に開催され、県内のスーパーサイエンスハイスクール3校(海南高等学校・日高高等学校・向陽高等学校)と桐蔭高等学校による研究発表が行われた。理数科系専門学科のある学校間の生徒や教職員の交流を促進し、学習実践の成果を広く内外に発信できるよい機会であった。本校の環境科学科1年生・2年生(155名)が参加し、2年生はSS探究科学Ⅱで行った課題研究に関する実験・研究成果に関する18テーマをポスターセッションとして発表した。さらに、「音楽と文学における1/fのゆらぎ」・「梅に含まれるクエン酸の定量方法と抗菌作用の研究」につ



いては口頭発表も行った。研究熱心な先生や生徒が集まり、授業やクラブ活動で取り組んできた研究内容について熱心に意見交換がなされた。SSH校が共同で研究発表し、他校の実践事例について知ることや、情報交換することでコミュニケーション力も養うこともできたと考える。また、プレゼンテーション能力を育成し、理数の研究に関する自らの興味・関心を高めることができた。



## 【2】湯川秀樹博士ノーベル物理学賞受賞 60 周年記念事業 きのくに科学教育シンポジウム

### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成 21 年 12 月 16 日 (水) 13 時 30 分～ 16 時 30 分
- (2) 場 所 和歌山市民会館
- (3) 主 催 和歌山県教育委員会  
後 援 文部科学省

### 【実施要項】

和歌山ゆかりの湯川秀樹博士ノーベル物理学賞受賞 60 周年記念事業としてきのくに科学教育シンポジウムが実施され、本校の環境科学科 1 年生・2 年生 (155 名) が参加した。このシンポジウムは、近年の理数離れに対応するために行われ、本県における理数学習に関する取組をさらに活発にし、科学技術などの理数系分野の活動を拡大し、科学技術系の人材を育成することを目的として行われた。基調講演として京都大学の佐藤文隆名誉教授の講演をお聞きし、その後、佐藤先生、宮永健史県教育委員長、和歌山大学教育学部石塚互教授、仁坂吉信県知事、本校北村絵美教諭によるパネルディスカッションが行われた。和歌山県と湯川博士のつながりや湯川博士の研究への情熱、県内での科学に関する取組を知ることで、科学のおもしろさや研究する姿勢の大切さについて学ぶことができ、生徒にとってよい刺激になったと考える。



## 【3】青少年のための科学の祭典 2009 おもしろ科学まつり・和歌山大会

### 【目 的】

子どもの理科離れ・科学離れが叫ばれるようになって久しい。そこで、科学のおもしろさ、楽しさを若い子どもに伝えるとともに、実験を企画する高校生自身も科学に対する知識を広げ、一緒になって科学に対する興味や探究心を深めることを目的としている。

## 【実施要項】

- (1) 開催日 平成 21 年 11 月 14 日 (土)、15 日 (日)
- (2) 場 所 和歌山ビッグホエール
- (3) 出 展 演示・実験ブース 7 ブース
- (4) 参加者 向陽高校環境科学科 1 年生 50 名、向陽中学校 9 名

## 【実施概要】

「SS 探究科学 I」の授業を 2 時間充て、環境科学科 1 年生全員でグループに分かれ、実験の企画作業を行った。そこからおもしろ科学まつり参加希望者を募ったところ、環境科学科 1 年生 77 名のうち 50 名の生徒が手を挙げてくれた。希望生徒はさらに、どのようにすれば、科学の面白さを子どもに伝えられるかについて話し合いを重ねた。おもしろ科学まつりに向けて、実験の企画から準備、運営まで全てを生徒自身で行った。

### ①ホバークラフトに乗ろう

ブローア 3 個を用いた自作ホバークラフトの搭乗体験を行った。子どもはこれまでに経験のないホバークラフトの滑らかな動きを楽しんでいた。メインアリーナで 30 分間のステージも担当し、ブローアを用いたパフォーマンスなどで会場を沸かせた。



### ②スライムで遊ぼう！

～自作スライムをふくらませよう！うごかしてみよう！～

水と洗濯糊を混ぜ、そこにホウ砂を加えてよくかき混ぜてスライムを作った。また、できたスライムをストローでふくらませたり、スライムに鉄粉を混ぜてネオジム磁石で動かすなどした。



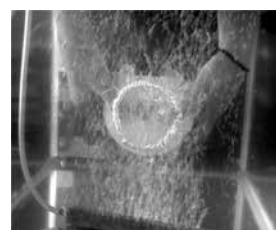
### ③スーパーなボールを作っちゃおう ～えっ？これで作れるの！？～

好きな色の絵の具を溶かした食塩水に洗濯糊を入れてかき混ぜ、できた固まりを手でこねながら形を整え、水気を取ってスーパーボールを作った。子どもは身近なものでスーパーボールが作れ、驚いていた。



### ④水中空気砲で遊ぼう

水槽の泡を空気砲で撃つとイルカが作るようなバブルリングができる。空気中では見えない空気砲による渦の動きを水中では観察できる。バブルリングは壁に当たると消滅してしまうが、水面に当たると跳ね返る様子も観察できた。



⑤人工いくらを作ろう

アルギン酸ナトリウムを溶かしたジュースを塩化カルシウム水溶液に垂らすとゲル状に固まり、いくらのようなになる。食用に販売されている薬品を取り寄せることで、食べられる人工いくらを作った。



⑥ふしぎなコップ

プラスチックコップに絵を描き、上にもう一つプラスチックコップを重ねて水につけると光の全反射によって下側のコップの絵が見えなくなる。実験するとともに、コップ作りも行った。幼い子どもも喜んで取り組んでいた。



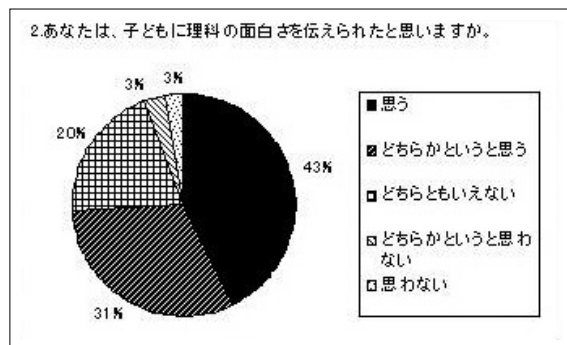
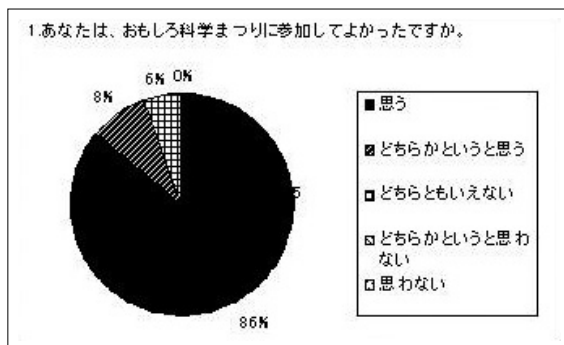
⑦- 196℃の世界

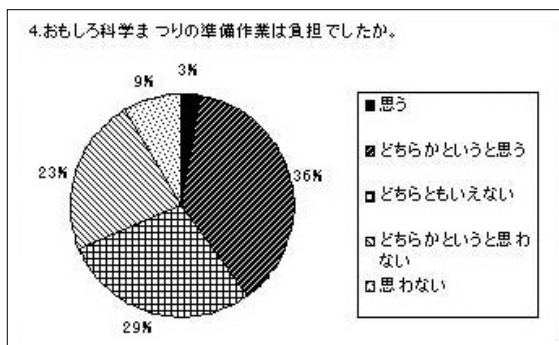
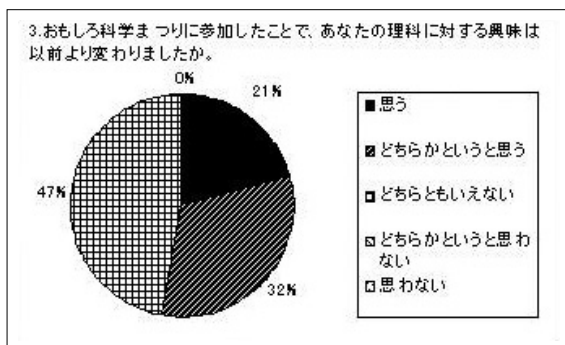
液体窒素を用いて花びらやボールを凍らせたり、電気回路の電流が流れなくなる様子などを実演した。実験の進行や説明は中学生が行った。実験を始めると常にたくさんの人集りができた。視察に来られた常陸宮殿下もご覧になり、熱心に質問をされていた。



【評価と課題】

おもしろ科学まつりの参加希望者を募ったところ、環境科学科1年生77名のうち50名の生徒が参加希望してくれた。休日にも関わらず、これだけ多く協力が得られたことは、生徒の理科に対する興味・関心の高さの表れであると考えられる。準備作業では、生徒は時間をかけて予備実験に取り組んだ。どの程度の実験操作なら幼い子どもでも可能であるか、薬品はどれくらい加えればよいかなど模索しながら予備実験を繰り返し、おもしろ科学まつりに臨んだ。企画から実験準備まで全てを生徒の手に委ねることは決して効率的とは言えないが、予備実験での試行錯誤は生徒にとって良い経験であったと思われる。その苦労が、実験をした子どもの笑顔に触れたときの達成感を大きくしたようである。アンケートでは、参加者の94%が参加してよかったと答えている。また、幼い子どもに理科の面白さを伝えるという取り組みは、生徒自身の理科に対する興味も高めることにもつながったようである。生徒はおもしろ科学まつりに向け、放課後に予備実験に取り組んだが、負担を感じた生徒もあり、活動時間の確保が今後の課題である。





#### 【4】第3回わかやま自主研究フェスティバル

##### 【目 的】

学校設定科目である課題研究Ⅱ、もしくは日々のクラブ活動の研究成果を発表し、さらなる考察を深め、プレゼンテーション能力の向上を図ることをねらいとする。また、校外の発表会に参加することにより、本校の教育実践の発信につながる効果を期待する。

##### 【実施要項】

日 程 平成21年11月14日(土)

場 所 和歌山ビッグホエール

参加生徒 環境科学科2年生及び科学系クラブ(75名)

##### 【実施概要】

- (1) 開会式
- (2) プレゼンテーション
- (3) 展示観覧・質疑応答(ポスターセッション)
- (4) 参加者自由観覧
- (5) 表彰式・閉会式



##### 【まとめ】

当日は、会場において「青少年のための科学の祭典・和歌山大会」や「発明の祭典 in わかやま」が同時開催されていたため、多くの方が来場されていた。その中で発表を行うことで、生徒たちはよい経験を得ることができたと思われる。研究内容を伝わりやすいようにグラフや写真を効果的に使用するなど表現力も養われた。参加者の中には、他のSSH校だけではなく大学生も見られたため、刺激を受けた様子であった。また、会場を訪れた一般の方々に本校の学習活動の認知がなされた。この取組が地域への普及に繋がることにも大きな意義を感じる結果となった。

##### 【受賞作品】

本校から参加した26グループの中、以下の11グループが受賞した。

- 入 賞 「音楽と文学における1/fのゆらぎ」
- 「和歌浦干潟～アサリ激減の謎を追う～」

- 入 選 「季節によるアベハゼのタンパク質代謝の変化と生息環境」
- 「梅に含まれるクエン酸の定量方法と抗菌作用の研究」
- 「果実由来の野生酵母を用いた工場廃水浄化処理への応用」
- 「イソアワモチとその近似種の生態について」
- 「フードマイレージ」
- 「地球環境から見た自動販売機」
- 「ポリフェノール含有量の比較実験」
- 「ヒューマノイドロボットの ZMP (ZeroMomentPoint) と二足歩行」
- 参加者投票銀賞 「パズルの神秘」

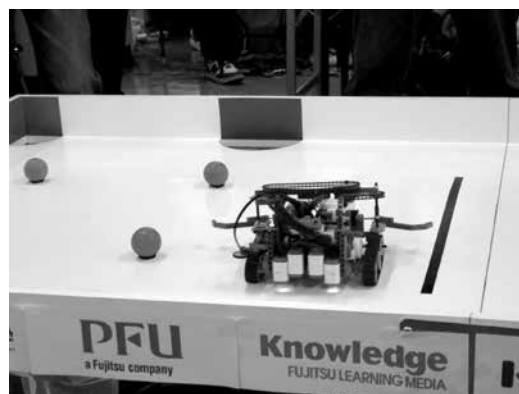
## [5] 科学系クラブ活動報告

### 物理部

物理部は、ロボットコンテスト出場を目標として、LEGO Mindstorms によるロボットの製作とプログラミングに取り組んでいる。LEGO Mindstorms とは、ブロックで有名なレゴ社がマサチューセッツ工科大学と共同開発した、教育用自律型ロボットである。その特徴は、ロボットに必要なモーターやセンサーなどの部品をブロックのように組み合わせるだけでロボットが製作できることである。工業高校のように金属加工工具のない本校でも本格的なロボット製作を行うことができる。また、このロボットはパソコンでプログラミングを行い、自動制御することができる。プログラミングの自由度は高く、企業では組み込みソフトウェアのプログラミング研修に利用されるほどである。本年度は、WRO (World Robot Olympiad) と RoboCup Junior という 2 つのロボットコンテストに向けて取り組んだ。

#### ① WRO (World Robot Olympiad)

WRO は、世界 32 国による国際なロボットコンテストであり、勝ち進めば国際大会まで続いている。競技内容は毎年変わり、本年度は「ロボットビリヤード」という競技で、ロボットはスタート地点から障害を通過し、青と赤の球を拾い、球と同じ色の穴に入れるというルールである。ロボットは操縦することはできず、センサーとプログラムにより自動制御させなければならない。英語による国際ルールの発表から、日本語のルール発表まではタイムラグがあるため、本校ではいち早く



英語ルールを訳すところから取り組んだ。また試合当日にルール変更があるため、それに対応できるロボット製作とプログラミング能力が求められる。ロボットは、センサーで周囲の状況を読み取り、プログラム通りの動きを行う。ルール変更を予測し、様々な行動パターンのプログラミングに取り

組んだ。地方大会である Cu-Robocon には 58 チームの参加があり、本校からは 4 チーム出場した。そのうち 3 チームが優勝・準優勝・特別賞という成果を出し、全国大会への出場を果たすことができた。

## ② RoboCup Junior

RoboCup は、「西暦 2050 年サッカーの世界チャンピオンチームに勝てる自律型ロボットのチームを作る」という目的のもと行われる自律型ロボット競技である。現在はサッカーだけでなく、大規模災害へのロボットの応用としてレスキュー部門も組織されている。競技は災害現場を想定して作られたフィールド内を自律型ロボットが探索し、被災者を発見、または救助するという内容である。3 月に開催される RoboCup Junior レスキュー部門に向けて、ロボット製作とプログラミングに取り組んでいる。



## 地学部

地学部では、化石採集や天体観測を中心に、科学に関する実験にも取り組むことにした。また、部員の自主性や協調性を養い、校外への研修なども積極的に取り入れながら部活動をすすめ、さらに活性化していきたいと考えた。研修は、2009 年が世界天文年であったため、天文分野に関して 2 回、化石分野に関して 1 回実施することにした。

6 月に特別展「宇宙が和歌山にやってきた」を見学した。会場には温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」やロケットの模型、和歌山大学製作のハイブリット小型ロケット「紀州」、船外活動用宇宙服のレプリカなどが展示されており、宇宙に関するさまざまな取組について学習を深めるよい機会となった。



特別展「宇宙が和歌山にやってきた」

今世紀最大級の皆既日食（和歌山では部分日食）が起こった 7 月 22 日には、地学部が中心となり、高校科学系クラブ（地学部・物理部・理学部）と中学校理科部の合同観察会を行った。天候が悪かったため、雲がさかれた瞬間しか部分日食を観察することはできなかったが、日食のしくみなどについて地学部員がプレゼン発表を行ったり、協力して気温・照度の変化を測定した。また、情報処理室において、インターネットで他の地域における日



部分日食観察会

食の様子も観察した。当日は和歌山大学の富田晃彦先生に御指導いただき、天体観測についても色々教えていただいた。

8月には、有田郡湯浅町で化石採集を行った。湯浅町から吉備町西部にかけて有田層が分布しており、中生代白亜紀前期の頃に海にすんでいた生物の化石がよく発見されている。午前は端崎（海岸側）、午後は栖原（山側）の2ヶ所で採集を行った。端崎（海岸側）は、平成19年に和歌山県立自然博物館の小原正顕先生により肉食恐竜の化石が発見された場所である。海岸側では残念ながら化石を見つけることはできなかったが、山側の場所ではアンモナイトやウニなどの化石を見つけることができた。

文化祭では、これらの研修内容と科学に関する実験として行ってきた燃料電池の製作等の内容について展示発表を行った。

当初、基本活動日を週1回（木曜日）と決めていたが、本年度は基本活動日だけにとどまらず、部員達が自主的に計画を立て、実験に取り組むことができた。

今年度、1年生の入部が少なかったが、2年生部員の働きかけで、徐々にではあるが部員数も増加してきている。今後も研修などを通して、科学系クラブ員との交流を深めるとともに、内容について検討しながら、さらなる部活動の活性化に向けて取り組んでいきたい。



和歌山大学富田晃彦先生と部員



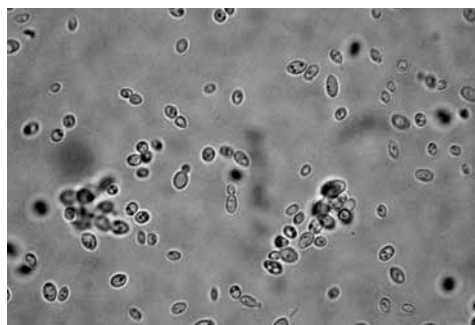
湯浅町栖原にて

## 理学部

理学部では、自然界に存在する野生の酵母を採取し、その性質について調べることをテーマに掲げて活動してきた。単離した菌株を比較していくなかで、それぞれ違った特徴をもつことに気づき、酵母の適性を確認するための実験も行った。例えば、分離源を水に浸して酵母液を作ったときに発酵力・芳香性に優れていると思われるものについてはホームベーカリーを用いて食パンを試作し、製パンに適した性質をもつ菌株であるか判別することも試みた。

酵母の分離源は、主に季節ごとに出回る一般的な果実とした。これまで取り組んだ試料としてはリンゴ、ウメ、イチゴ、ナシ、ビワ、ザクロ、カキ、ブドウ、ミカンなどである。

単離したそれぞれの酵母には実に多様な特徴があ





り、予測できない可能性に楽しさを見いだすこともあった。活動を続けていくうちに、遺伝子操作された酵母が幅広い分野において利用されている例を新聞記事などで知り、自分たちの活動に取り入れることはできないか考えるようになった。なかでも、酵母の環境浄化作用に関する記事について強く興味をもち、県内における実用例をヒントに塩分濃度が高い環境でも増殖することができる野生の菌株を探すことを試みた。このとき用いた菌株は、単離後保存しておいたイチゴ由来酵母とナシ由来酵母である。培地は塩分濃度を調整した液体培地を用意し、培養後の培地の吸光度を測定することで塩分濃度に関する生育への影響について比較検討した。

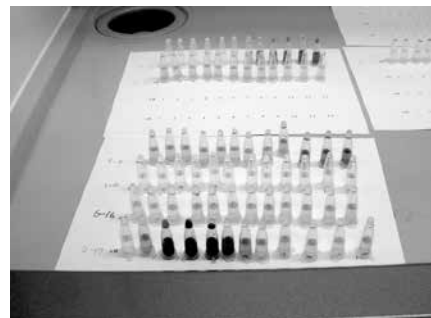
この時の実験結果は、「第3回わかやま自主研究フェスティバル」において発表する機会に恵まれ、入選するという結果になった。

部活動を通してこれまで意識していなかった目に見えない微生物の存在に気づかせ、その利用価値や可能性について考えさせることで新たな観点を身につけたようである。今後は分離源について果実中心だけではなく土壌や街路樹の実などからも単離することを試みるようである。今後の可能性に期待し、さらなる活動内容の充実を図っていきたいと思う。

## 【6】科学系クラブ研究室訪問 甲南大学

### 【目的】

最先端科学についての体験的学習を通して、学習を深め、今後の活動に向けての研修とする。先端科学をキーワードに、科学に関する興味・関心をより一層深め、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。



### 【実施要項】

- |        |                             |              |      |
|--------|-----------------------------|--------------|------|
| (1) 日時 | 平成22年2月13日(土) 10時00分～15時00分 |              |      |
| (2) 対象 | 向陽高等学校 地学部・物理部・理学部          | 10名          |      |
|        | 向陽中学校 理学部                   | 16名          | 計26名 |
| (3) 講師 | 甲南大学フロンティアサイエンス学部生命化学科      |              |      |
|        | 准教授 甲元 一也先生                 | ・ 講師 長濱 宏治先生 |      |
|        | 講師 臼井 健二先生                  | ・ 講師 鶴岡 孝章先生 |      |
| (4) 場所 | 甲南大学ポートアイランドキャンパス           |              |      |



## 【実施概要】

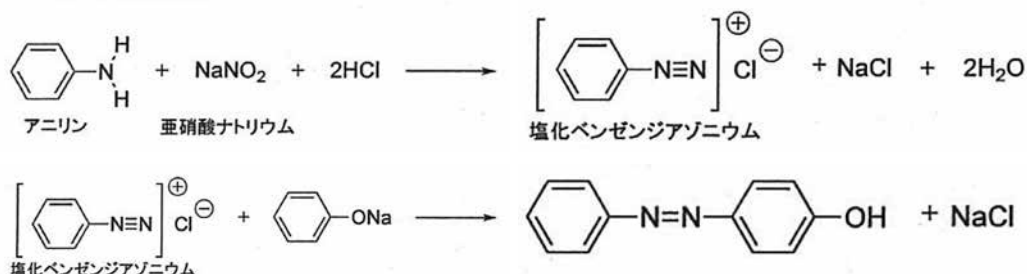
### 研修①講義・実験「アゾ色素でつくる pH センサー」

はじめに、研究開発とはどういうことなのかについて、実験と研究の違いを例にあげ、説明していただいた。研究にとって大切なのは、「真理の探究」はもちろんのこと、研究によって得られた知識を人々の”ニーズ”に合わせて社会に役立てることである。



今回の講義・実験では、仮想的な研究チーム（二人一組）を組み、「機能性色素」の合成を通じて、高機能の pH センサーの開発を行った。

化学の授業の「芳香族化合物」で学習するアゾ色素（アゾ染料）は、塩酸に溶かしたアニリンを、氷で冷却した状態で亜硝酸ナトリウムによって処理し、塩化ベンゼンジアゾニウムに変換した後、フェノールなどの溶液に注ぐことで合成できる。



6種類のアニリン誘導体と7種類のフェノール誘導体の組み合わせから、班ごとに異なるアゾ



アゾ色素の濾過

色素を合成した。調合する試薬の割合は重さではなく、モル数で表される。各班で調合する試薬の重さをモル数から算出し、試薬を計り取った。

塩化ベンゼンジアゾニウムをつくる操作では、反応が進行するにつれて、溶液の色が黄色や茶色に変化した。塩化ベンゼンジアゾニウムをフェノール誘導体と反応させる操作では、一瞬で色が変化し、参加した生徒達も、色の変化の速さに驚いたよう様子だった。

合成した色素は、ロートにひだ折り濾紙をセットし、濾過した。濾紙をひだ折りにするのが初めての生徒も多く、難しそうにしていた。今回の実験では、微量の色素溶液を正確に計り取るため、マイクロピペッターの使い方についても教えていただいた。濾過後は、合成したアゾ色素の pH センサーとしての機能を調べた。pH の違いによる色の変化を観察した後、班ごとに複数の色素を混合しながら、アゾ色素の構造と色変化の相関について考えていき、pH センサーとしての機能を評価した。参加した生徒達は、時間一杯までアゾ色素の組み合わせを考え、実験に取り組んでいた。

### 研修② 研究施設見学

ドーム型の図書室、マイラボといわれる学部1年次から学生に与えられる個人専用デスクとスペースを見学した。電子顕微鏡や核磁気共鳴装置などは、学部2年次の学生実験から使用してい

るとのことだった。ホヤ、ゼブラフィッシュ、マウスなどを飼育している動物実験室や恒温実験室などについても説明していただいた。



#### 【評価と課題】

今までの研究室訪問は、物理分野や地学分野を中心に実施してきた。今回は化学分野についての学習を深めるとともに、将来の進路についても考える機会とするため、生命化学科を訪問することにした。

研修内容は、高等学校の化学 I の「芳香族化合物」で学習するアゾ色素（アゾ染料）についてであった。中学生には理解するのが難しくなるのではないかと考えていたが、事後の生徒のアンケート



電子顕微鏡の見学

トでは、中学生・高校生ともに、「講義や実験は難しかったが理解できた」「興味をもって取り組めた」という回答が多くをしめた。また、「今後、科学系クラブ合同の研究室訪問があれば参加したいか」という問いにも、90%以上の生徒がまた参加したいと答えており、理科に対する興味や関心がさらに高まったようである。「科学系クラブ合同の研究室訪問で、今後どのような内容について学習したいか」という問いにも、さまざまな分野が回答されていた。時期や内容等

を検討しながら、今後もこのような研修を継続していくことで、科学系クラブの部活動のさらなる活性化につなげていきたいと考える。

#### 【参加生徒の感想】

「商品を開発するまでの研究の楽しさやおもしろさ、大変さを実感することができた。」

「実験で色素の組み合わせを考えるのは難しかったが、とても楽しかった。」

「研究施設や高度な研究機器なども見学でき、これからの進路を考える上でよかった。」

### 【7】SSH 生徒研究発表会

#### 【実施要項】

- (1) 日 時 平成 21 年 8 月 6 日 (木) ～ 7 日 (金)
- (2) 場 所 パシフィコ横浜
- (3) 参加者 環境科学科 3 年生 3 名

#### 【実施概要】

- (1) 全体会

開会挨拶のあと、東京工業大学フロンティア研究センターの細野秀雄氏による講演が行われた。

- (2) 口頭発表 (6 分科会)

平成 19 年度指定校 31 校が各分科会に分かれて口頭発表を行った。



### (3) ポスター発表

104校によるポスター発表が行われ、本校は、「光周期がアベハゼのタンパク代謝に及ぼす影響」について発表を行った。

### (4) 代表校発表・講評・閉会式

分科会代表校の発表と講評のあと、表彰式が行われた。

### 【まとめ】

今回はポスター発表のみの参加であったが、生徒達は積極的に説明を行い質問に対して適切に答えていた。また、各ブースを意欲的にまわり、他のSSH校の発表の様子や研究内容などを知ることによって科学に関する興味・関心が高まった様子であった。



### 3章 中高一貫教育のもとでの理科教育・環境教育の充実に向けて

#### 1 向陽中学校の沿革

本校は、平成16年度に開校した県内初の併設型県立中高一貫校であり、向陽高等学校環境科学科へと接続している。今年度開校6年目を迎え、1期生が高校3年生まで進級している。

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」を教育目標を掲げ、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設立当初例を見ない際立った特色であり、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。

#### 2 理科教育の取組

##### (1) 研究開発課題

本校SSH事業を受けるにあたり、中学校として取り組むべき課題と仮説を次のように設定した。

###### 課題

新中学校学習指導要領に基づき、中高6年一貫教育の体系的かつ高度な理科教育の教育課程を研究する。

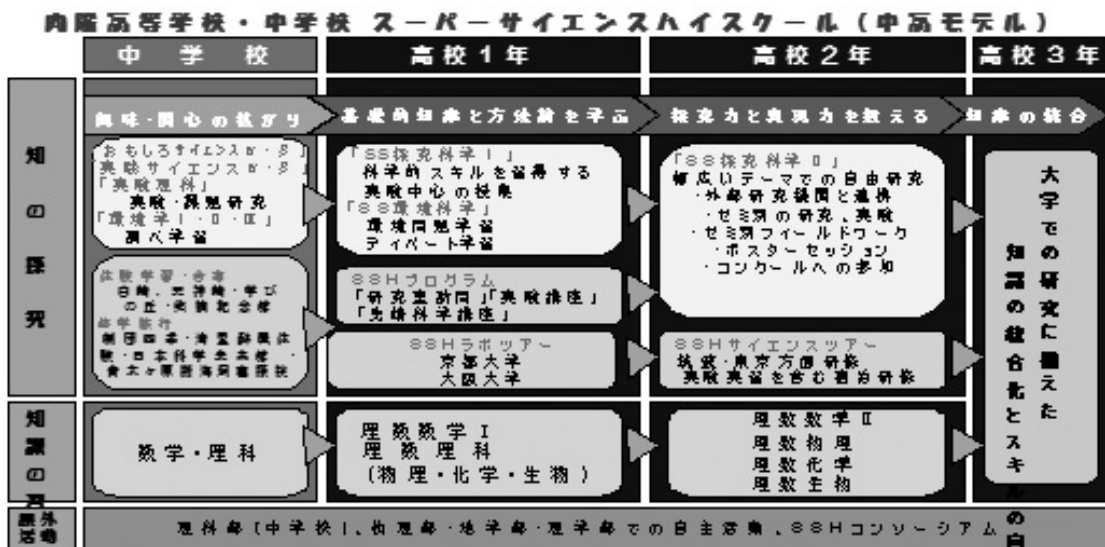
###### 仮説

平成24年度の本格実施に向けて、環境科学科と連携し、6年一貫のプログラムを再編成すれば、より充実した理数教育を展開できるのではないかと。

##### (2) 学校独自教科の設定

理科教育にかかる中高6年間の流れを作るため、開校当時から現在に至るまで中学校と高校の担当教員が話し合いや授業交流を重ね、また中高間の系統的な学習のあり方について協議を重ねてきた。今年度までの大まかな流れとして以下の表に示した。

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。理科に関する独自教科及びシラバス(抜粋)は以下のとおりである。



1年β	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。
2年β	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、データ収集や分析を通して分析的、統合的な考察の方法について具体的に学習する。
3年β	「仮説 → 実験・観察 → 検証 → 仮説 → …」という経過をスパイラルに学習することをとおして、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。

### 1年β

#### 【目標】

- ・身近に起こる事柄について常に疑問をもち解明しようとする態度を培い、これらについて科学的にとらえ追究する力を育てる。
- ・自然現象の知識・理解をさまざまな実験に取り組むことにより日常生活と関連付けた理解を図る。

大単元	小単元・題材	内 容
身のまわりの現象	光の世界	<ul style="list-style-type: none"> <li>・万華鏡づくりを行う。</li> <li>・光の屈折により、水に入れると絵が見えなくなる不思議なコップを作成し、しくみを学ぶ。</li> <li>・空が青い理由を実験を通して解き明かす。</li> </ul>
身のまわりの物質	いろいろな世界	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マルデブルグ球を作成し、大気圧の大きさを実感する。</li> <li>・水素を爆発させ、燃焼と爆発の違いを学ぶ。</li> </ul>

### 2年β

#### 【目標】

- ・教科理科との関連を重視し、より発展的な内容を実験等を通して身につける。
- ・実験器具の基本的な使用法を学び、科学を学ぶための基本的なスキルを習得する。

大単元	小単元・題材	内 容
電流	電流のはたらき	<ul style="list-style-type: none"> <li>・誘導コイルを使って、放電現象を実験する。</li> <li>・クルックス管の放電現象から、蛍光灯の仕組みを学ぶ。</li> <li>・シャープペンシルの芯でエジソン電球を再現する。</li> <li>・モーターを作成することにより、そのしくみを学ぶ。</li> </ul>
天気とその変化	気象を見る	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サイホンの原理など大気圧があることにより起こる現象についての実験を行う。</li> <li>・上昇気流や、風など大気の動きによって起こる現象を深める</li> <li>・雲をつくる実験を行い、雲ができる仕組みを学ぶ。</li> </ul>

### 3年β

#### 【目標】

- ・必修教科の「理科」で十分に扱えなかった内容について、調査・実験・観察などを取り入れながら、より深く学習する。
- ・高校の内容にも触れながらより高度な理科の力を身につける。

小単元・題材	内 容
化学変化	①スライムの原料を木工用ボンドから作ろう ポリ酢酸ビニル ポリビニルアルコール
化学変化	②高吸収性ポリマーについて 吸水性と食塩との関係 ③添加物について

### 3 理科教育の取組

#### (1) 3年次(平成20年度)課題に対する分析・方向性

##### ①実験・観察の充実

本校を希望し入学してくる生徒のうち、小学校段階で「理科が好き」と答える割合が年々増加してきている。日常生活に関わりを持たせ、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が、理科に対する興味・関心を向上させることがアンケート結果から分かった。

こうしたことから、今年度も実験や観察の充実を図るため、高校や中学校の担当教員間で連携を密にしながら、高校の実験教室の使用に係る調整や実験内容等の情報交換を行っていきたい。また、中学校棟の一般教室でも行える実験の開発をさらに行う必要がある。

##### ②発展的な内容の取り扱いの工夫

過去のアンケートより、「理科嫌い」の要因として、中学1年生段階での内容の難しさが浮き彫りとなったが、スパイラルに時期をおいて再び扱うことで理解の深まりや、興味・関心を広げることにより改善が見られた。

さらに、教師側からの発問や教具等の工夫が、イメージする力や仮説を立てる力の向上につながるのではないかと考える。

##### ③独自教科において教科や体験活動等との関連の精選

これまで教科で学習した内容をより発展的に扱うために、独自教科や環境学習とリンクさせることで、より教科の理解や実験技能、興味・関心を高めることに繋がった。

さらに、独自教科と教科内容との関連を図り、実生活におけるさまざまな事象を扱うことで、科学的に見る力や学習内容が身の回りの生活に深く関連性があることに気づかせていきたい。

#### (2) 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 生徒への発問や授業で使用する教具等を工夫すれば、高度で発展的な学習内容であっても生徒は興味を持って取り組み、科学的探究に必要な「思考力」を深めることができるのではないかと。
- 2 教科で学んだ内容を身の回りの生活と関連づけることで、生徒は実生活のさまざまな事象を科学的に見る態度を身につけられるのではないかと。

### (3) 仮説1に基づく実践事例

#### 仮説1

生徒への発問や授業で使用する教具等を工夫すれば、高度で発展的な学習内容であっても生徒は興味を持って取り組み、科学的探究に必要な「思考力」を深めることができるのではないか。

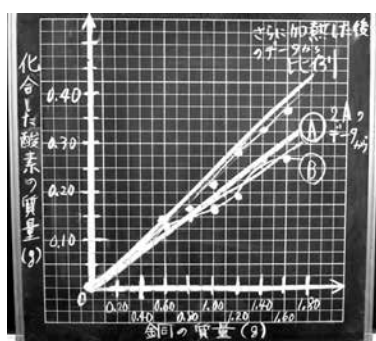
教科理科(2年) 単元名「化学変化と原子・分子」

#### 1 単元目標

- ①銅と酸素の化合実験の結果をグラフ化し、銅と酸素の化合の割合を見いだすことができる。
- ②銅と酸素が化合するときの質量の割合が一定であることを説明できる。
- ③銅原子と酸素原子の質量比を求めることができる。

#### 2 指導上の留意点

- ①追加実験のデータから、正確な比例の割合を仮説することができる。
- ②原子を粒子で考えることで、原子にも質量があり、それぞれの原子の質量の割合をイメージを持たせる。



#### 3 指導の実際

生徒には以下の2つの課題を与えた。

- 課題1「銅の質量と化合した酸素の質量の間には、どのような決まりがあるのだろうか。」  
課題2「銅原子と酸素原子の質量は、どのような大小関係があるの？」

「課題1」で工夫した点

○再加熱する実験により、酸化銅の質量の変化から再考察させる。

生徒は実験結果の表から比例の関係をすぐに見出すことはできた。しかし、「銅の質量：化合した酸素の質量」=4：1という割合にはほど遠かった。こうしたことから、ステンレス皿を再加熱、再計量させ、どのような比例の割合に落ち着くのかを仮説し、話し合った。

「課題2」で工夫した点

○簡単な数字に置き換え、相対質量を使うことで大小関係を考えさせる。

具体的な粒子の数を仮定することで、相対的な質量の比を導き出だすことができた。数がたくさん並んだモデル図を黒板に掲示することで、化学反応式における銅原子と酸素分子の数の関係をイメージさせることができた。



そして、本当の銅原子1個の質量と酸素原子1個の質量を紹介し、ほぼ4:1の大小関係であることを見出すことができた。

また、発展的な扱いとして、非常に小さな値を使うことは不便なことから、高校の化学では相対質量というものをを用いることを紹介した。それをもとに、原子量というものが使われ、中学校の教科書にも掲載されていることを確認した。この原子量においても銅と酸素では4:1になっていることに生徒は気づき驚いた。



#### 4 成果と課題

今回の課題の中で、変更されたデータから、どのような割合に値が落ち着くのか、班で話し合わせることで、酸化されていない銅の質量や、酸化されていない銅が残る原因について考えさせることができた。実際には視覚的にとらえられないこともあり、生徒にとってはイメージするのは困難であったと思われる。

課題2は、イメージすることができないほど小さな原子1個1個の質量の大小関係を考えてという発展的内容であるが、板書にあるようなモデルで表すことにより、イメージ力を身につけることができたと考える。

教科 理科 (3年) 単元名「地球と宇宙」

#### 1 単元目標

- ①南中高度の高さの測定方法を、電灯光と地球儀から見出す。
- ②実験から、季節ごとの太陽高度の違いや昼夜の長さの違いについて、地軸の傾きと関連づけて考察できる。

#### 2 指導上の留意点

- ①実際の宇宙を想像させるため教材の配置を工夫し、生徒の思考の手助けをする。
- ②南中高度の測定方法を考えることが本時のねらいとなる。実験方法を考える機会は生徒にとっては少なく、その段階でしっかりと思考させる。

#### 3 指導の実際

本単元では、いかに宇宙空間を生徒に想像させることができるかが大切である。そのために、三次元イメージをふくらませるための教材、配置を工夫した。

- ・黄道十二星座を、生徒座席を囲むように配置した。
- ・天井には北の星座を表す北極星、おおぐま座、カシオペア座を配置した。



・教室の中心に三球儀を置いて地球を中心とした。

星座についてはLED電球を使用することで、より臨場感ある空間を再現できた。



授業では、

- ① CCDカメラを用いて三球儀をテレビに映し出し、それぞれの星から他の星を見た時の”見え方”を思考させた。
- ②一人一人に地球儀を与え、OHPプロジェクターの光を利用して、地球儀がどのように照らされるかを確認したうえで、実際の地球儀を使って南中高度の測定方法を考えさせた。
- ③春分・秋分の南中高度について、理論的にどのように考えられるかを、実験レポートとしてまとめさせた。



#### 4 成果と課題

教室の展示教材を工夫することで、地球の公転と各星座との位置関係について生徒は容易に理解することができた。

- ①三球儀で日食の現象を再現し、太陽から見た日食や地球から見た日食など、今いる自分の位置以外の視点を持つことで、思考力を養うことができた。
- ②生徒ひとりひとりが地球儀に触れたことは、思考を深めるうえで大きな手助けとなった。実験方法を考えていく中で、生徒は地平線をどう考えればよいか、光の当たり方はどうか等、多くの疑問を持った。結果として実験方法を考えついた生徒は少なかったが、疑問を持ち思考することができたのは意義があった。
- ③レポート上で角度の考え方を図示できている生徒が数名いた。これは大きな成果である。実際に地球儀に触れ、光と地球との関係性を宇宙からの視点で見ることができたことが、課題の解決に結びついたと考える。また、本時では扱えなかったが、次の時間に季節による高度変化について考察させた。生徒はスムーズに思考でき、多くの生徒は自分で夏至・冬至における南中高度を導き出せた。また、自力で解けない生徒でも、説明を聞けば無理なく理解することができた。



#### (4) 仮説2に基づく実践事例

##### 仮説2

教科で学んだ内容を身の回りの生活と関連づけることで、生徒は実生活のさまざまな事象を科学的に見る態度を身につけられるのではないか。

独自教科 サイエンスβ(3年) 単元名「生活の中の食品添加物」

##### 1 単元の目標

- ①発展的な内容である大きな分子をより詳しく学習する。
- ②発展的な内容が実生活に関連があることを学習する。

##### 2 指導上の留意点

- ①扱う内容が高校で学習するものであるため、分かりやすい図や絵を多用する。
- ②原材料を比較させることで、添加物について考えさせる。

##### 3 指導の実際

○既習内容を身近なものからスパイラル的に学習を深める。

スパイラル的に学習を深めることを目的に、今回はタンパク質を取り上げて系統的に指導を行った。

本単元の内容は、教科書1分野の発展学習で扱った大きな分子を、高校の学習内容である高分子化合物の内容まで深めた。また、教科書2分野の消化と吸収の内容を、消化酵素によるタンパク質の分解の逆となるアミノ酸からタンパク質の生成(ペプチド結合)まで扱った。どのようにタンパク質ができていくのか、さらに体をつくっている様々なタンパク質について2年生の消化の学習も踏まえながら行った。

○発展的な事象を身近なものから科学的に見る。

実際に、原材料を牛乳、卵、砂糖のみを使用し、蒸すことでプリンを生成した。さらに、市販のプリンの原材料を黒板に書き、その数の多さや手作りプリンに使用した原材料名がないことに気付かせた。

市販のプリンを少量とり、スプーンで細かく砕き、その上にうがい薬を滴下し、また、実験で作った手作りのプリンにも同様に行った。その後、ヨウ素デンプン反応の有無を比較させた。そして、なぜこのような反応が起きたのか、市販のプリンの原材料名から班で考えさせた。

この結果から、身の回りに売られている物には、食品添加物を上手に使って消費者の目を欺いているものがあることや、逆に科学の力を利用して商品が生産されていることを学習し、科学的に身の回りの物質を見て、個々の判断で選択することの大切さを学んだ。

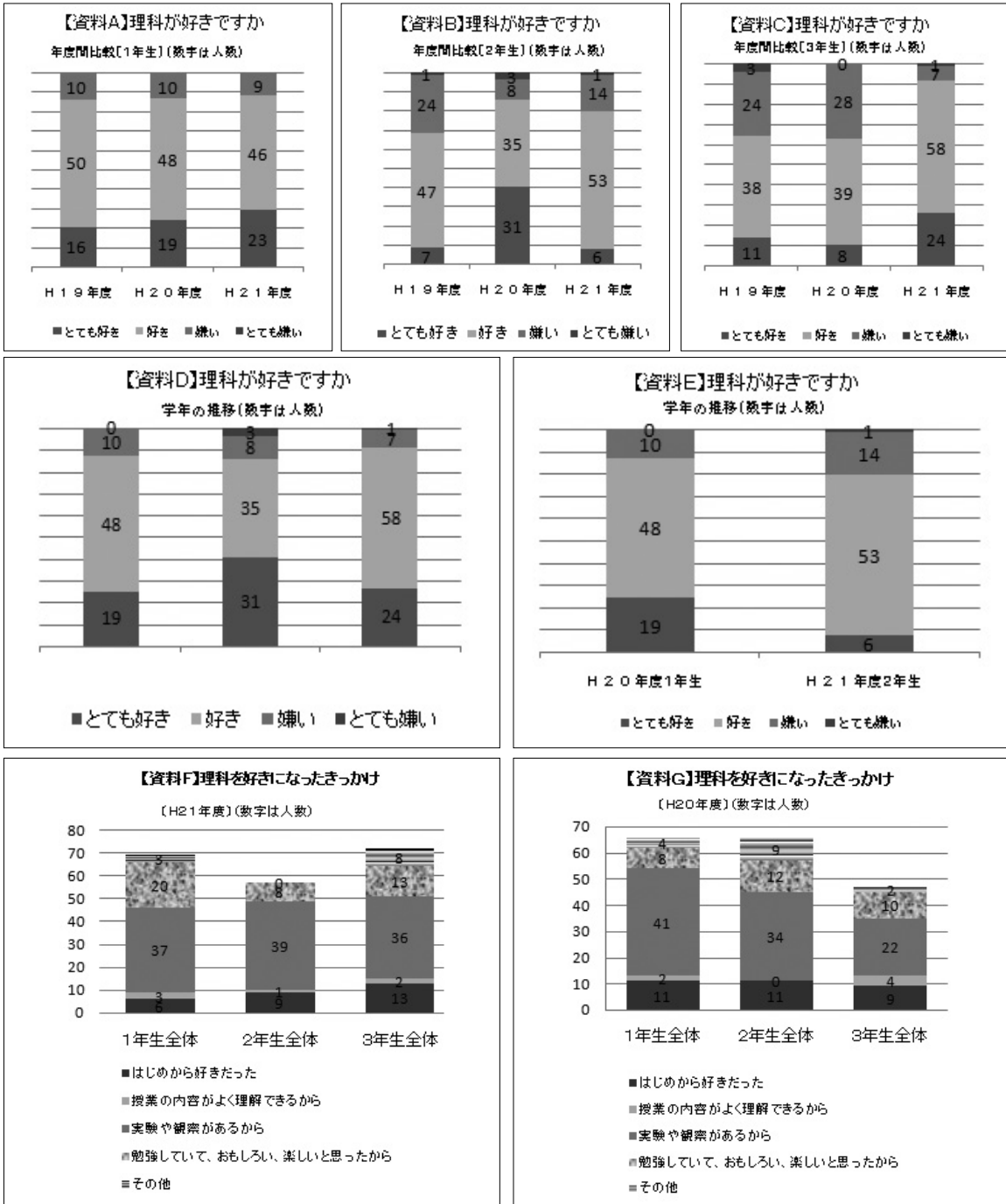


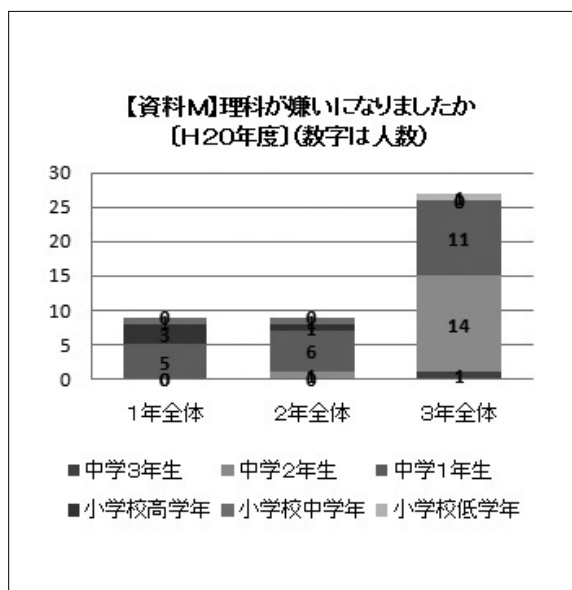
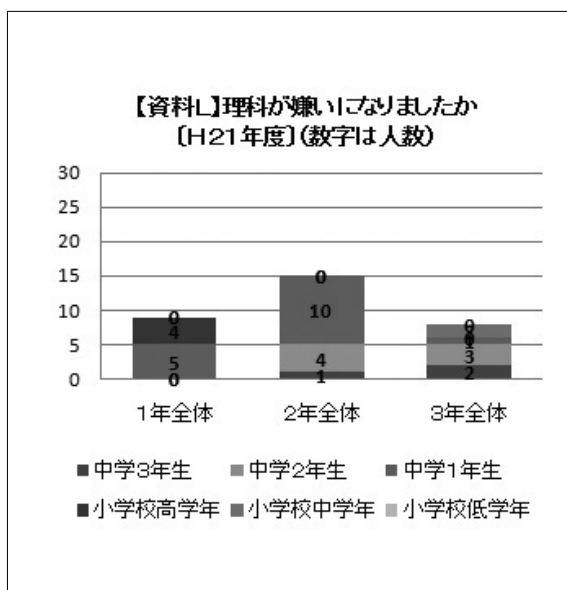
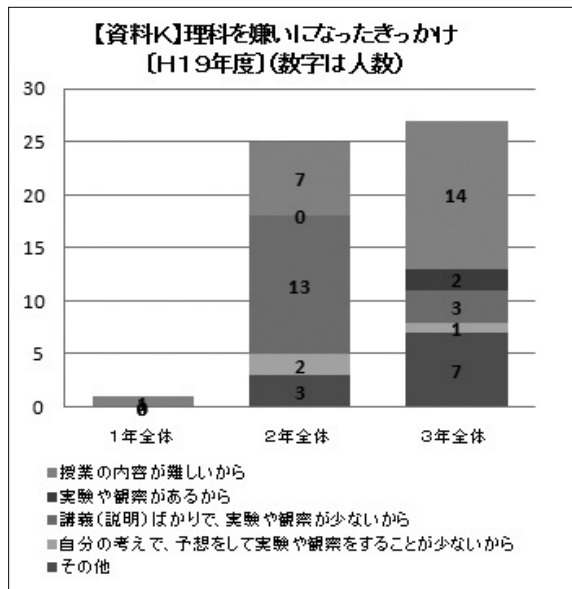
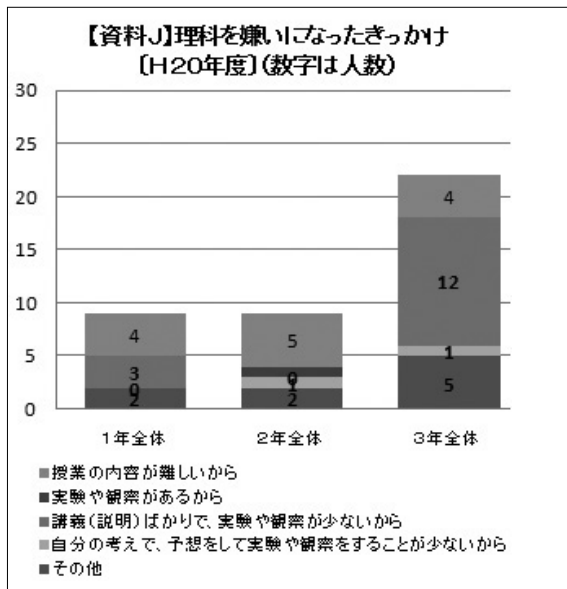
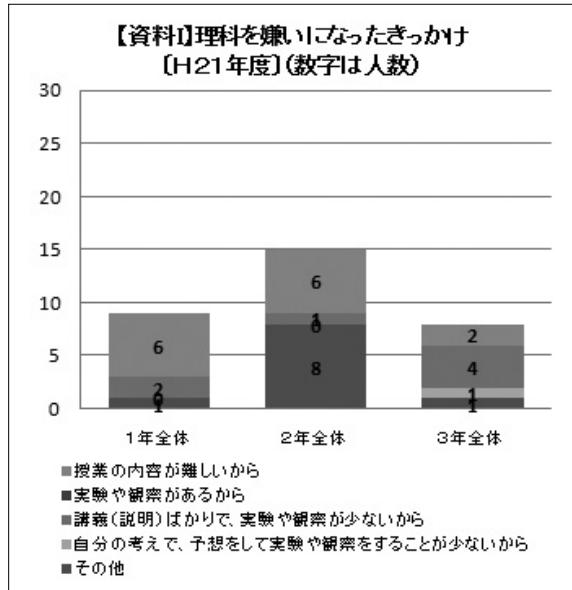
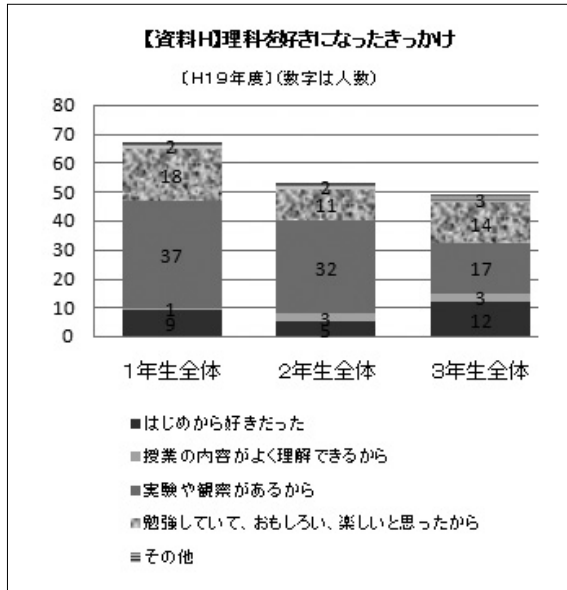
#### 4 成果と課題

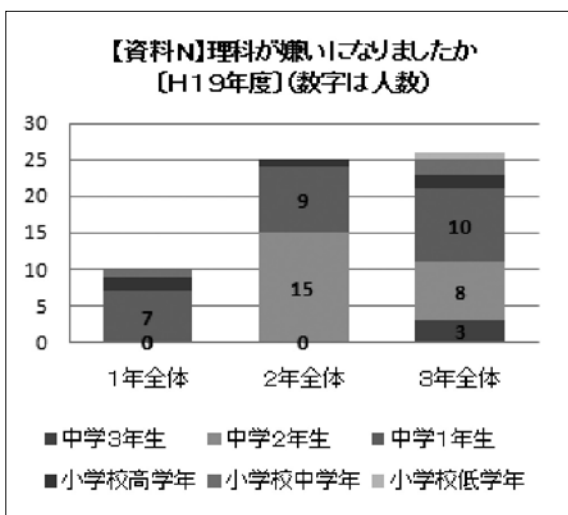
今回は、消化のところまで学習したデンプン・タンパク質が何からできているのか、スパイラル的に振り返り、また発展的な知識につなげていくことができた。また、プリンを生成し、市販のものと比べることで生徒に興味・関心を持たせながら、課題意識を高め、身の周りの事象を科学的に見ることの大切さを学ばせることができた。

この授業を通して、食品添加物を上手に利用するうえで、理科で得た知識を積極的に活用していくことが必要であるという認識まで高めることができたと考える。

#### (5) 理科教育に関する生徒の意識







今年度も昨年同様、同じ項目で、アンケート調査を行い、データ比較をした。資料A～Eを見ると、高い割合で理科が好きと答えた生徒がいることが分かる。資料Bと資料Cから、特に3年生で理科が好きで生徒が多く、昨年より数が増加している。これらの結果は、資料F～Hから、理科が好きになるきっかけとして、「実験や観察があるから」との回答が全体的に多いこと、また、「勉強していて、おもしろい、楽しいと思ったから」と答える生徒が多いことから、実験・観察に関して生

徒たちは満足しているのではないかと伺える。

しかし、資料Lより中学1年生で理科が嫌いになったと回答する生徒がいることが分かった。特に2年生で10名いるが、嫌いになったきっかけは、「授業の内容が難しいから」との回答が多かった。昨年度は、1年生には基礎・基本に重点を置きながら取り組んでいたが、生徒からの発展的な質問が頻繁に行われることから、発展的な学習内容についても説明や解説を行ってきた。解説の中には計算を伴うものもあり、このことが結果に繋がったもの考えられる。しかしながら、総体的に理科が好きで生徒が多く、実験や観察の豊富さが改めて必要であることが分かった。

#### (6) 成果と課題およびその改善策

4年間のアンケート結果から分かることは、本校に入学する生徒は小学校の頃から理科が好きであるということである。昨年度の結果から、実験・観察を多く取り入れていくことで、小学校と中学校で学習する内容の難易度の段差や、発展的な内容であっても乗り越えるうえで不可欠な興味・関心を維持できるのではないかと考え、今年度も実験観察を豊富に行った。

さらに、今年度は、「活用する力」を理科でどう育てていくか、学習で得た知識をいかに使い、表現できるのかについて研究を行った。基礎的・基本的な知識の定着は、知識を使うことで高められると考える。今回、2年生では、化学変化と原子・分子の内容で、目に見えない原子・分子を粒として認識し、化学変化とつなげていく大変難しい学習内容であったが、得られたデータと学習している化学反応式、仮定の3つを結びつけて、原子1個の質量を数字で体感することができた。

また、3年生では、地球と宇宙という生徒にとってはイメージすることの難しい対象を扱った。OHPの光源を太陽光に見立てるなど、様々な道具を活用・工夫することで、南中高度を求める考え方を図示できる生徒が多く現れた。さらに、定期考査においても知識の定着が見られたことは大きな成果であると考えられる。

#### 4 環境教育の取組

中学を卒業後、環境科学科に進学することを前提に、また、高校で学ぶ「SS環境科学」や「SS探究科学」といった専門的な学習をより充実させるため、中学校の総合的な学習の時間において、3年間を通して「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

環境を学習する上で必要な知識と技能は、広範囲でかつ複合的であることから、中学校の段階としては、「調査、観察、実験、データ処理、協議、発表などの学習のしかたを学ぶ」ことをねらいとして、環境をテーマに研究を進めてきた。

その成果として、パソコンを使っての情報収集、データ処理などの情報活用能力とともに、とりわけ発表能力（表現力）を身につけた生徒が多い。こうしたことから、高校の環境科学科へ進学する上において、中学校卒業段階で発表や情報処理などのスキルを一定身につけることができたものとする。総合的な学習のねらいとして、第1に、自ら課題を持ち追究する主体的な問題解決能力の育成があげられている。過去のアンケートからも、「環境の授業が嫌い」と回答する生徒の理由の中で、1年生では「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」と3年生では「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、調査方法等において、教師による適切な指導がさらに必要であると分かった。このことにより4年次である本年度、仮説の見直しを図り次のとおりとした。

#### 仮説3

環境学習を行ううえで必要な知識や技能等をあらかじめ教師がきちんと指導し身につけることで、自ら課題を見つけ追究する問題解決的な力や、環境に対する興味や関心が高まるのではないか。

### (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「水の研究」

#### 1 単元の目標（つけたい力）

- ①自ら課題を見つけ、環境問題に関する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相手に伝える力と技能を身につける。



#### 2 指導上の留意点

- ①水に関する知識や体験を通して、水に関しての興味・関心を喚起する。
- ②1人1テーマで水に関わるテーマを持たせ、この段階での指導に十分時間をかける。
- ③自らの実験や調査で得たデータをもとに、考察し、まとめる力を身につける。
- ④実験の結果を環境問題とリンクさせ、より発展的な思考を喚起する。
- ⑤調査した内容の表現方法とポスターセッションでの有効的な発表力を育てる。

### 3 指導の実際

#### ①水に関する興味・関心を喚起する指導

- ・水に関する基礎的な知識や水と環境の関係について、基礎的な知識を習得させる。
- ・バックテストを利用した水質検査 (COD や pH の測定) の方法を習得させる。
- ・紀の川大堰を見学を通して、紀ノ川や干潟の生物について学習する。
- ・自分の興味や疑問に思ったことを、インターネットや文献で事前に調べ、テーマ設定に繋げる。

#### ②オリジナル性のあるテーマ設定のための指導

- ・自分の興味や疑問が何かを明らかにするとともに、実現可能なテーマを設定し、計画的に学習できるよう次のようなプリントを用意した。
- ・調査や実験の方法は適切か、計画全体に無理がないか、自分の仮説は何かについて検証し、教師と何度も相談しながらテーマ設定を行う。
- ・パンフレットやインターネットのホームページを見ればわかるようなものにならないように指導した。

#### ③自分のデータを持たせるための指導

- ・インターネット上の情報を貼り付けるのではなく、自分が実験や観察を通して得た、自分のデータを持つように指導した。
- ・実験等がうまくいかない場合は、その原因を究明するため、高校の専門的知識を持った教師からアドバイスをもらった。
- ・必要に応じて、実験をやり直すよう指導した。
- ・見学した施設や実験の過程をデジタルカメラなどで撮影し、記録を残しておくよう指導した。
- ・自ら得たデータをグラフ化するなど分析・整理を行うよう指導した。

**「水」についての調べ学習をおこなおう**

J1( ) ( ) 冊 読者 ( )

※本日の授業から「水」について学習してきました。「水」は、化学式で表わすことができ、特別な性質を持つ物質であることがわかりました。また、T/Aには、「水の役割」や「水質」にまつわる学習です。そのほか、平塚のカゴの観察を通して、紀ノ川の生物の多様性について知ることもできました。そして、今日の授業では、「水と環境」、「水と生活」を学習しました。

本日はこのほか、今までの学習をもとにして、書かれた、「興味や関心があること」や「疑問に思うこと」をテーマにして、それぞれが『調べ学習』をおこない、レポート発表というおもしろい発表を考えています。題材（発表の題材も自由）は、9月の末とします。素晴らしいレポートにはお礼を贈ります。

- 1 疑問や興味を持つこと  
(自分の学習をとおして、「なぜ?」「あれ?」と思うことを書き出してみよう)
- 2 疑問や興味から「水」について調べるテーマ(課題)を設定しよう  
(「何がある?」「なぜ?」など、そのテーマを設定したの?動機もあわせて書いておこう)

テーマ	
動機	

- 3 調べ方について考えておこう  
(何を調べて調べるのか、どこへ行って調べるのか、誰に聞くのか、など、調べ学習を進める上で、どのような方法で調べていくのかを考えておこう)
- 4 調べ学習のめどを立てておこう

時 期	調べ学習の段階	備考(調べ学習の進捗)
7月上旬		
7月中旬		
8月10日		
8月下旬		
9月上旬		
9月中・下旬		

#### ④実験結果を環境とリンクさせ、発展的な思考を喚起する指導

ともすれば、実験の結果が環境問題からかけ離れたものになってしまうことがある。このような場合、実験結果とリンクする環境問題や最新の研究を生徒とともに考えアドバイスを与えた。

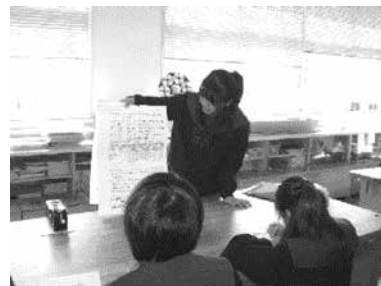
【例】

- ・植物の生育には水が不可欠である実験→高分子ポリマーによる砂漠の緑化
- ・冷水と温水に溶ける二酸化炭素の量の違いの実験→海水への二酸化炭素の固定量→海水温の上昇にともなう気球温暖化の加速
- ・雲を作る実験→人工降雨実験による干ばつの解消

#### ⑤自分の研究を効果的に相手に伝えるための指導

- ・科学作品展用の用紙にレポートを書くこととした。その際、以下の点について指導した。
- 全体のレイアウトを決めてから作業を行うこと。

- 興味を引くようなタイトルをつけること。
- 説明は簡潔に、文字数を減らして書くこと。
- 過度な装飾をせず、見やすいものにすること。
- 自分が行った実験や観察のデータを大切にすること。
- ・ポスターセッションでは、何を伝えたいかを明確にし、効果的に伝える工夫をするよう指導した。



#### 4 研究の実際 [実験結果から環境へリンクさせた例]

##### (1) 研究テーマ「冷水・温水の性質」

##### (2) 研究の概要

##### [実験]

- ①市販の500mlのコーラを2本使用する。1本は常温で、もう1本は冷蔵庫で冷やして放置する。(このときキャップは開けない)
- ②ビニール袋をペットボトルにかぶせ、ふたをキャップを開ける。
- ③数十分程後、袋から気体が逃げないようにビニール袋を取り、口をきつく縛る。
- ④簡易天秤を作り重さを比べる。

##### [結果]

温かいコーラから出る気体の量は、冷たいコーラより多かった。コーラから出た気体に石灰水を入れてみると、白く濁ったことから、この気体は二酸化炭素だとわかる。



##### [結論]

冷たい液体には、二酸化炭素が多くとけ込むが、温かい液体にはとけ込みにくい。つまり、海水温が高くなると二酸化炭素が海水に多くとどまれなくなり、大気中の二酸化炭素が増える結果となる。海水温の上昇は、地球温暖化をより加速させることになる。

##### [データの信憑性]

自分の研究が、正しいどうかの確信を得るため、インターネットで文献等を探し、東京海洋大学海洋科学部海洋環境学科神田穰太教授の研究に興味を持ち、教授に教師を通してメールで相談してみることにした。同教授から、回答のメールが届き、「ヘンリー定数」のグラフをもとに解説していただいた。



#### 5 まとめ

「自ら課題を見つけ追求する問題解決的な学習展開」のため、テーマを持たせる段階、考察させる段階、さらに発展的な思考へ移行する段階での指導のあり方について工夫を行った。自分の研究としてのオリジナル性を持たせることによって、実験等が不十分なものであったとしても、自分の財産となり、問題解決の楽しさと達成感を味わうことができた。中学1年



生からの積み重ねにより、生徒たちは、高度の問題解決のスキルを身につけることが期待される。

今回は、指導を教師1人で行ったため、負担が大きく、内容が専門的なものになればなるほど、生徒の質問に答えることが困難となり、高校の教師を頼ることにもなった。

この解決策として、以下のことを提案したい。

#### ① SSH 課題研究との共同研究の可能性

「おもしろ科学祭り」を見学し、本校高校2年生のSSH課題研究でのプレゼンテーションや掲示物を見た。その中には、「ホテイアオイによる水の浄化」や「アミノ酸」に関する研究もあり、本校1年生の研究の参考となることが多く見られた。高校生と中学生の研究内容をすりあわすことによって、高校生と中学生の共同研究の場とはならないだろうか。実際は、高校生が観察や実験をリードすることとなるが、高校生が持っている専門的な知識と精度の高い実験を中学生が共有することにより、研究の内容もさらに深まるのではないだろうか。

本校は、県内で初めての中高一貫併設校であり、その意味でも中学生と高校生が学びの場を共有することに意義を感じる。

#### ② 専門的な知識を持った高校及び大学の協力

先にも述べたように本校は中高一貫教育校で、教員定数の関係から理科教員が全ての学年の環境学を担当することは難しい。

実際、可能であれば、より専門的な知識を持っている高校の教員に生徒が相談できる指導体制がとれるのであれば、中学校段階からより発展的な問題解決学習が展開できるのではないかと考える。さらに、和歌山大学や近畿大学生物理工学部との連携の可能性も視野に入れて考える必要がある。

総合的な学習（3年） 単元名「環境に関するディベート学習」

### 1 単元の目標

- ①ディベート学習を通して、問題の解決や探究活動の過程において、他者と協同して問題を解決しようとする姿勢を身につける。
- ②言語活動による分析や、自分たちの考えをまとめたりするなどの活動を通じて表現力を身につける。

### 2 指導上の留意点

- ①今までの環境についての学習活動を通して得られた経験・知識・スキルを活かして、ディベート学習を行うよう指導する。
- ②信頼性のあるデータを得られるにはどうするかを、生徒自身に考えさせ、それをディベート学習に活用する力を育成する。

### 3 指導の実際

マイクロディベートから取り組み、最終的にテーマを「和歌山市の小・中・高等学校は、グラウンド芝生化よりも壁面緑化すべきである。是か非か」と設定した。この課題に対して夏休みを利用しディベートに向けて準備を進め、各班自ら工夫をこらし情報収集を行った。例えば以下のような例内容である。

- ・実際に緑化した壁面の温度変化についての実験
- ・つる植物と芝生のCO<sub>2</sub>排出量の比較実験
- ・芝生化したグラウンドと、土のグラウンドでの温度上昇についての実験
- ・実際に芝生化を行っている小学校への訪問
- ・県外への学校への電話による聞き取り調査
- ・アンケート調査
- ・新聞記事の収集 等

各班、調べた内容をパソコンでまとめより説得力のある内容にまとめディベートに臨んだ。



### 4 成果と課題

1、2年時における学習経験が、ディベート学習の際、成果としてあらわれた。

インターネットの情報だけを用いるのではなく、テーマに基づいて自分たちで実験し、検証した意味は大きい。今までの理科学習を含む実験のスキルや、科学的な思考力を身に付けることで、課題に対して自分たちで解決できるようになった。また、自分たちで校外に聞き取り調査に行ったり、電話で調査するなど、校外での活動も自ら企画立案し行動することができた。これまでの校外での体験学習の積み重ねや、講師先生との積極的なやりとりの中で培われてきた豊かな学びの成果があらわれたものと思われる。また、3年間に様々な環境分野を学習したことが、ディベートの議論や、論文の内容にあらわれており、質の高い学びが形成されたと感じる。

ディベート学習を通して、課題を解決する力をさらに身につけた。生徒は立論を組み立てていく段階で班ごとに工夫を凝らした方法で情報収集を行い、それを見事に活用してみせた。この経験は、研究活動だけにとどまらず、様々な場面で今後活かされるものと思われる。



#### (3) 「環境」に対する意識の変化

昨年度と同内容のアンケートを取り、生徒の「環境」について意識調査を行った。

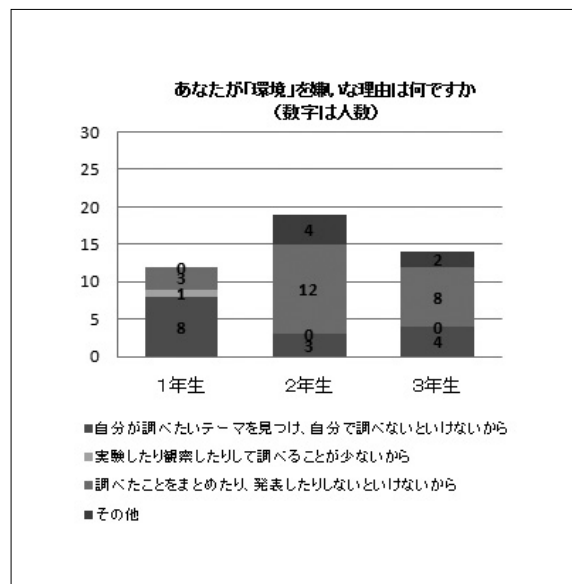
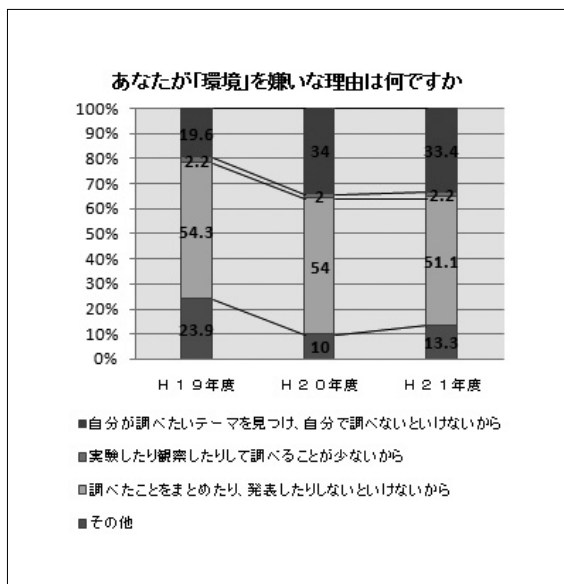
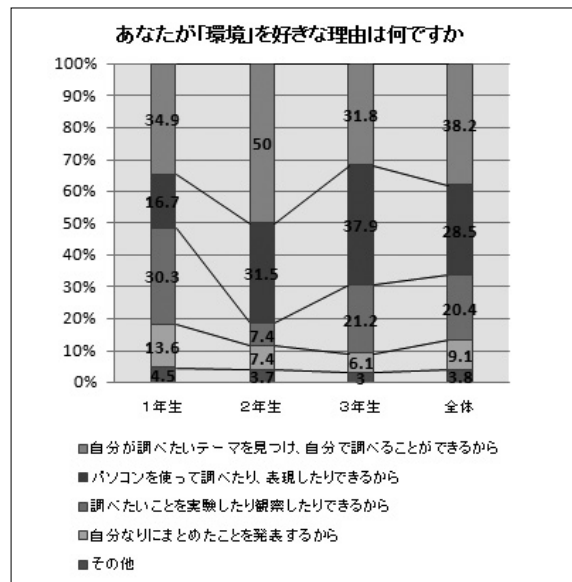
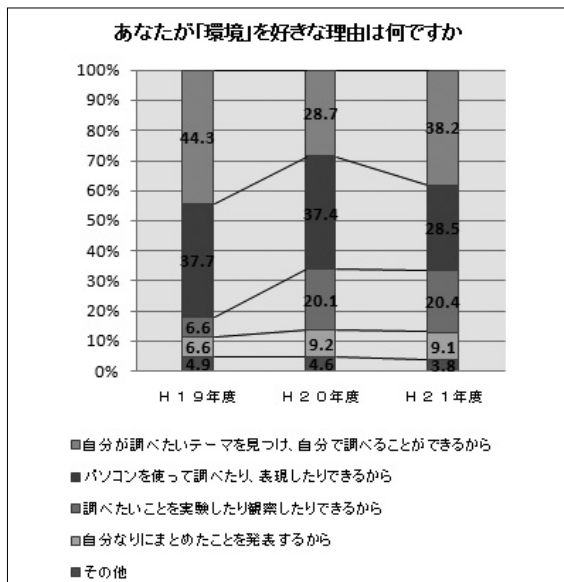
全学年を通して、環境の授業が「とても好き・好き」と回答した生徒の割合が83.5%と多いことが分かる。

「環境を好きな理由」としては、各学年で違いが見られた。1年生では、「自分で調べたいテーマ」

マを見つけ、自分で調べられるから」「調べたいことを実験したり観察したりできるから」の項目が多く、2、3年生では「自分で調べたいテーマを見つけ、自分で調べられるから」「パソコンを使って調べたり、表現できるから」が多かった。1年生では、今年度も個々の実験・観察を多く取り入れ、またゼミ形式による教師のアドバイスを徹底したことが、生徒の主体的、意欲的な学ぶ姿勢につながったのではないかと思われる。

反対に、「環境」が嫌いな理由として、2、3年生で共通して言えることとして、「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」の割合が高いことが分かる。年度間比較をしても、割合はどの年度も同じようなものであった。昨年度多かった「自分が調べたいテーマを見つけ、自分で調べないといけないから」の項目は、1年生でやはり多く見られた。意欲はある生徒は多いものの、自分のテーマを見つけるのにエネルギーがいる生徒が少なからずいることが伺える。

本校では、個々の発表の時間を多くとっており、コミュニケーション能力の向上に努めている。しかし、中には大きな声で発表することが苦手な生徒も少なからずおり、その生徒に対する指導の在り方が今後の課題となっている。



## 5 4年間の取組の成果と課題

### (1) 理数教育の取組

本校のカリキュラムは、理数教育に重点を置いているため、教科理科では難易度の高い内容も扱うが、できるだけ多くの実験を行い、基礎基本の定着を図るよう努めてきた。

今年度は、新学習指導要領の移行期間に入ったことから、さらに教科理科の時間数を増やし、授業は全て70分コマで行った。また、非常勤講師が配置されたため、3学年3人の理科教員による授業展開が可能となり、教科理科だけで3学年合わせて100回以上の実験を行うことができた。こうしたことで、入学前から生徒が抱えている「理科が好き」という気持ちを、今年度は維持させることができたと考えられる。

また、今年度は、「活用する力」を理科でどう育てるかをねらいとして、発問や教具等の工夫や科学的思考力の育成に取り組んだ。科学的思考力が育ったかどうかは、レポートや定期考査において自分の考えを表現する力に変化が現れるものと考えられる。そのため、レポートでは自分の考えを単語だけではなく、文章でまとめるよう促した。

来年度は、教師評価や自己評価といった評価に対する意識を高めることで、理科に対する興味や関心を高め、さらに活用する力の向上につなげていきたい。

### (2) 環境教育の取組

今年度は、環境学習を行ううえで必要な知識や技能等を、あらかじめ教師がきちんと指導することに努めた。そうすることで、生徒自身が課題を見つけるまでに比較的時間がかからなくなったと思われる。このことは、課題設定から問題解決に進めていくうえで必要なプロセスを、生徒自身がイメージしやすくなったからではないかと考えられる。また、生徒達が課題を追究していく姿から、身に付けた知識・技術を使いたいという欲求が、環境に対する興味・関心の向上に結びついているとも考えられる。しかしながら、自ら課題を見つけることが苦手な生徒や発表することが苦手な生徒が少なからず存在していることも分かった。

来年度は、班での活動を通して、個々の能力を高める指導を行いたい。そして、生徒が自信を持たせることで、環境への取り組みの意欲につなげていきたいと考えている。さらに来年度は、SSHの課題研究について、中学生と高校生との交流の機会を増やすことで、研究で得た貴重なデータや研究プロセスを共有できるようにしたいと考えている。

## 中学校理科部活動報告

中学校理科部は、3年生3名、2年生8名、1年生6名の計17名で活動している。活動は大きく分けて、ロボット製作活動と自然観察活動の2本柱で取り組んでいる。

### (1) ロボット製作活動

#### ①きのくに学生ロボットコンテストへの取り組み

きのくにロボットコンテスト出場に向けて、ロボット製作活動に取り組んだ。試合のルールは毎年変更される。本年度のルールは、25球のピンポン球を自分のコートと相手コート



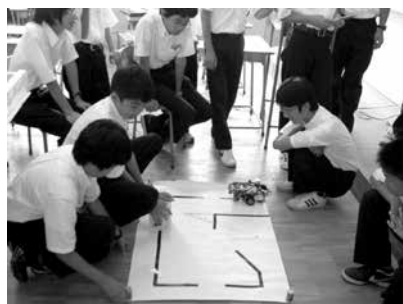
の中間に並べられた9本のペットボトルに入れ、その数を競うというものである。この競技をするためには、ロボットにボールを取る機構、ボールを保持する機構、ボールをペットボトルに入れる機構、相手が入れたボールを取り出す機構などが必要となる。ロボットの製作にあたっては、グループごとに試合の戦略を練り、どのような機構が必要であるかを考え、ロボット製作を行った。試合フィールドを自作し、校内で模擬試合を繰り返し、ロボットの改良を重ねた。18チームが参加した和歌山



大会では、本校から参加した5チームから、優勝・準優勝・第3位・第6位という結果を出し、4チームが決勝大会への進出を決めた。決勝大会では、近畿府県および和歌山県の各地方大会から勝ち上がった計28チームにより行われた。その中で、本校から参加した4チームから優勝と第3位という成果を出すことができた。

#### ② RoboCup Junior レスキュー部門への取り組み

RoboCup は、自律型ロボットによるサッカー競技で有名な国際的なロボット競技である。そのレスキュー部門は、フィールド内の被災者を自律型ロボットで発見・救助するという競技である。ロボットをコントローラーで操縦することはできず、ロボット自身が光センサーやタッチセンサーを用いて周囲の状況を読み取り、プログラムを用いて自律的に動作させなくてはならない。そのため、様々な状況に対応できるロボットとプログラミングが求められる。生徒は、プログラムの組み方を一から学習し始め、3月に開催される大会に向けて活動を進めている。



### (2) 自然観察活動

中学校理科部では、これまでビオトープ孟子(和歌山県海南市孟子不動谷)へ、月に一度程度の自然観察活動を行ってきた。その経緯もあり、(特)自然回復を試みる会・ビオトープ孟子の活動と連携しながら、自然観察活動に取り組んでいる。



### ①ピオトープ孟子の昆虫観察および標本作製

昨年度からピオトープ孟子において自然観察活動を月に一度のペースで継続して取り組んでいる。ピオトープ孟子は、



休耕田湿地環境の里山であり、孟子不動谷の稲作水系には約60種のトンボ類をはじめとする豊富な水生生物相が観察できる。同時に薪炭林には多種多様の昆虫類、鳥類、植物が生育している。その豊かな自然に生息する動物や植物を観察し、デジタルカメラで写真撮影を行っている。特に昆虫については、採集して標本を作製するなどし、生物種の調査を進めている。



### ②コガネグモ相撲大会

(特)自然回復を試みる会・ピオトープ孟子が中心となって行われたコガネグモ相撲大会の運営補助を行った。クモ合戦は、鹿児島県加治木町では伝統的に行われている昆虫相撲競技であり、民族無形文化財にも指定されている。海南市でも

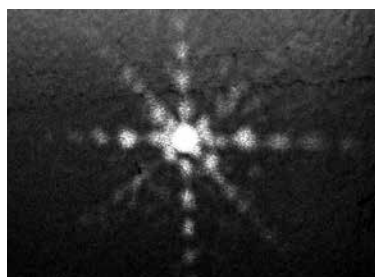


里山自然の象徴であるコガネグモ相撲を海南市の子ども伝統文化として定着させることを目指し開催され、本年度で第10回となる。理科部では、大会当日に貸出するためのコガネグモを11匹捕獲し、本校温室で飼育をした。コガネグモは、生きた昆虫しか獲物としないため、バッタなどの昆虫を何十匹も捕まえ、大会までにコガネグモが大きく成長するように餌とした。また大会当日には、運営とともにクモ相撲の行司役も務めた。



### (3) その他の自主研究実験

上記の活動以外に、生徒による自主研究実験に不定期に取り組んだ。生徒自身が実験したいテーマを決め、実験方法を調べて、ヤングの二重スリットの実験や炎色反応実験に取り組んだ。特にヤングの二重スリットの実験では、スリットを通った光から模様が表示することに驚き、探究することになった。光の粒子性など中学生にとっては難しい内容であるが、興味を持って調べ、文化祭では他の生徒に詳しく説明できるまでに至った。



## 4章 実施の効果とその評価

本校では、毎年、SSH 事業を評価するために各学年ごとにアンケート調査を実施している。今年度は1月にアンケート調査を実施し、各学年ごとに集計して分析を行った。

### アンケート対象

- (1) 3年生 (SSH 指定2年次入学生) 74名 併設中学校1期生
- (2) 2年生 (SSH 指定3年次入学生) 70名 併設中学校2期生
- (3) 1年生 (SSH 指定4年次入学生) 77名 併設中学校3期生

※2年生は課題研究を選択した生徒のみを対象とした。

### 1 環境科学科3年生のアンケートとその考察

現在の3年生は、SSH 指定2年目に併設中学校から内部進学してきた生徒で、自然科学に対する興味や関心が高い生徒ばかりではなく、多様な進路の方向性を持った「文系・理系混合」の集団である。

一方、昨年の3年生は、高校入試を突破して理系学科である環境科学科へ入学してきた生徒で、自然科学に対する興味や関心が高い生徒が多い、いわゆる「理系」の集団である。この2つの異なる集団に、3年間のSSH 事業がどのような成果をもたらしたのかについて、昨年と今年のアンケート結果をもとに分析することにした。

#### 〔1〕理科科目に関する意識について

次の2つのグラフ (fig.1, fig.2) は入学時から行っている「あなたは理科が好きですか」と質問した結果を、入学時を含めて3年間分まとめたものである。今年の3年生は、入学時に、理科が『とても好き』と答えた生徒が非常に少なく(3.9%)、『好き』とあわせても63%であった。しかし、学年を重ねるごとに理科が好きと答える生徒が増え、3年末には『とても好き』が11.1%と約3倍に、さらに『好き』とあわせると約80%にまで増えている。

また、昨年の3年生は、もともと自然科学に興味・関心の高い生徒が入学してきたこともあり、『とても好き』と『好き』を合わせると、入学時には90%以上の生徒が理科が好きと答えていた。1年末には、高校での理科の難易度が高くなったことが関係し、『とても好き』が減少しているものの、3年末まで『好き』とあわせた数値は80%以上を維持している。

2つのグラフを比べてみると、入学当初、『とても好き』と『好き』を合わせた理科が好きな生徒の割合は、2つの集団で、違いが顕著に現れているのに対し、2年、3年と学年を重ねて行くと、理科が好きな生徒の差が縮まってきていることがわかる。

これは、1年時の『ラボツアー』や2年時の『課題研究』、『サイエンスツアー』をはじめとする様々なSSH 活動が、『理科が好きでない』と答えた生徒にも良い刺激を与え、理科に対する興味・関心を向上させたと考えている。

fig.1

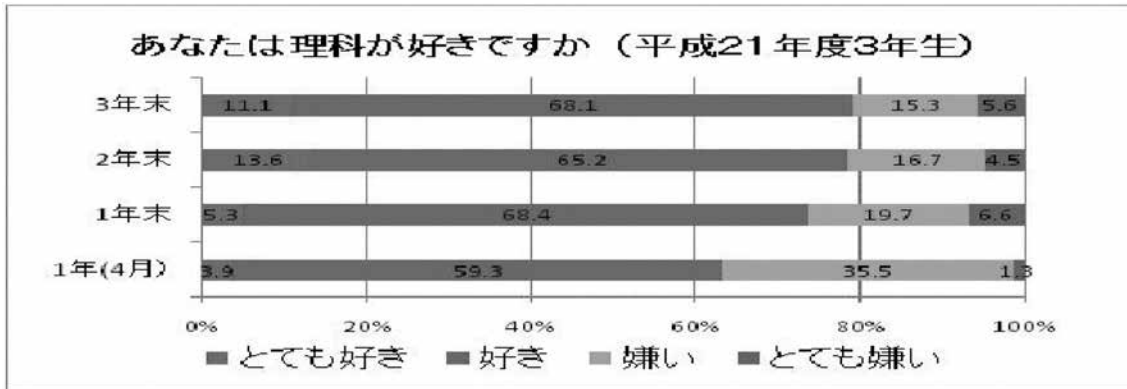
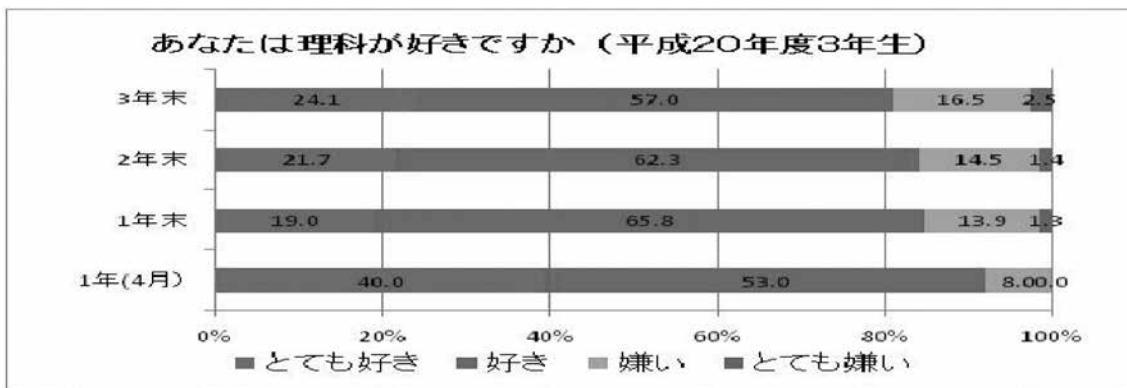


fig.2



〔2〕自然科学への興味・関心について

次の2つのグラフ (fig.3、fig.4) は、「SSH 活動を通じて科学に関する関心は高くなりましたか」という設問に対する答えを3年間分まとめたものである。今年の3年生も昨年の3年生も1年時に高い数値を示し、その後2年、3年と大きく落とすことなく高い数値を維持している。

昨年に比べて今年の数値が少し低くなっているのは、集団の違いがその差になって現れているのではないかと考えている。また、今年も昨年も、1年時に高い数値を示すのは、『ラボツアー』や『先端科学講座』をはじめとする様々な SSH 活動が科学に対する興味・関心の向上に大きく関わったことは間違いのないであろう。

fig.3

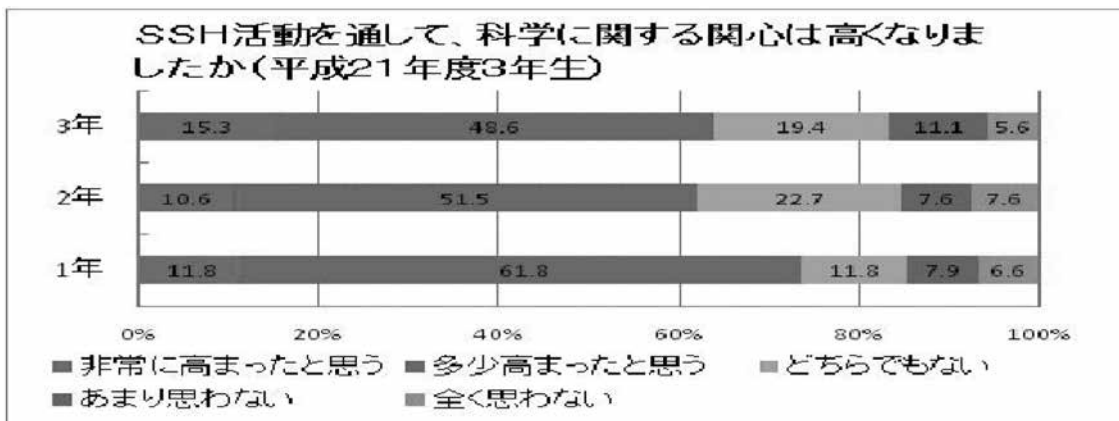
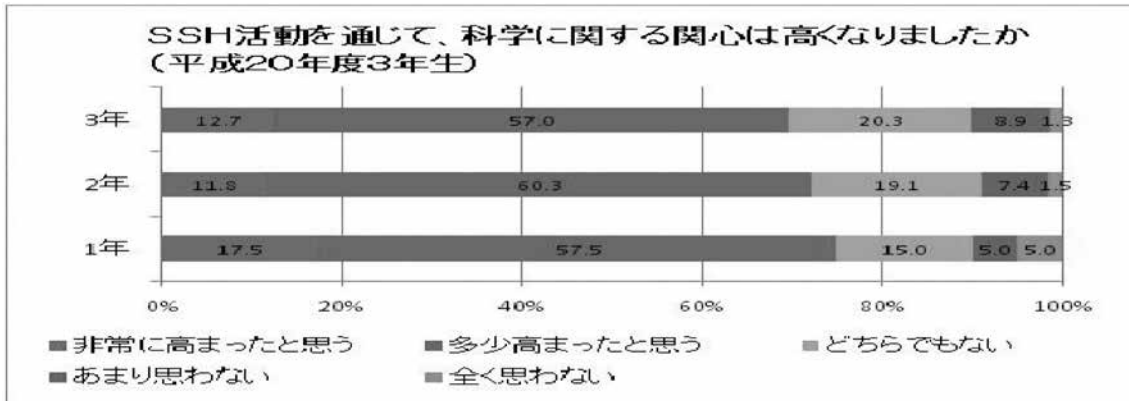




fig.4



次の4つのグラフ (fig.5～fig.8) は、「普段から自然科学の現象等に疑問に感じることが多いですか」「テレビや新聞等の報道の中で、科学や理科に関することに興味がありますか」と質問した結果を、入学時を含めて3年間分まとめたものである。「普段から疑問に感じることが多いか」については、今年の3年生も昨年の3年生も入学時には、数値はあまり高くなかったが、様々なSSH活動に参加した結果、「疑問を持つようになった」は1年末で大幅に上昇し、その後3年まで維持されている。また、「報道における科学に対する興味」についてもSSH活動に参加する年数とともに上昇し、3年末では「多少興味がある」を含めると70%を超えた。

特に今年の3年生は、「普段から疑問に感じることが多いか」「報道における科学に対する興味」の両方ともに「疑問を持つようになった」「報道における科学に対する興味がある」と答えた生徒が3年末には80%を超えた。

これは、fig.3、fig.4のグラフからもわかるように、SSH活動に参加することで、自然科学に対する興味や関心が高まり、その結果として身近な自然現象や最新の科学技術への意識も高くなり、そこで生じた疑問の解決につながる手がかりとして、報道での自然科学や科学技術の内容にまで意識が向上してきたのではないかと考えている。

fig.5

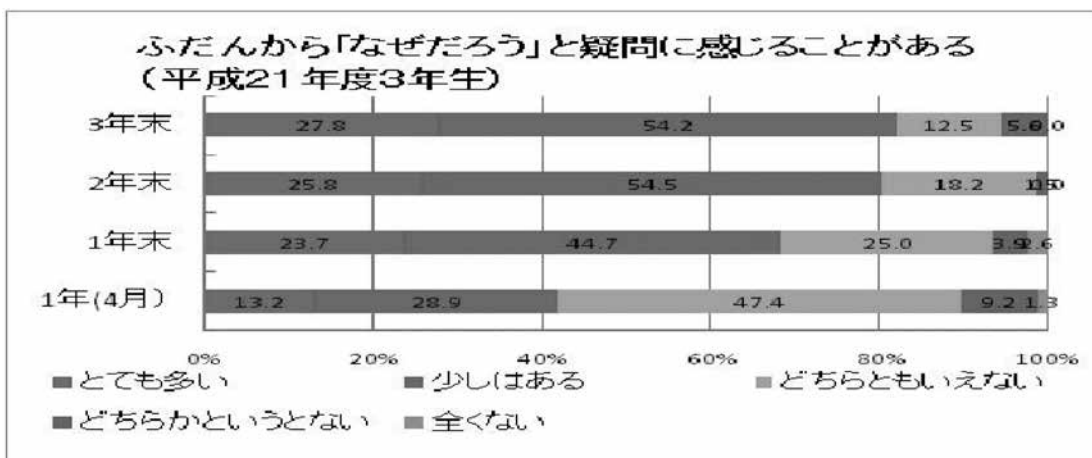


fig.6

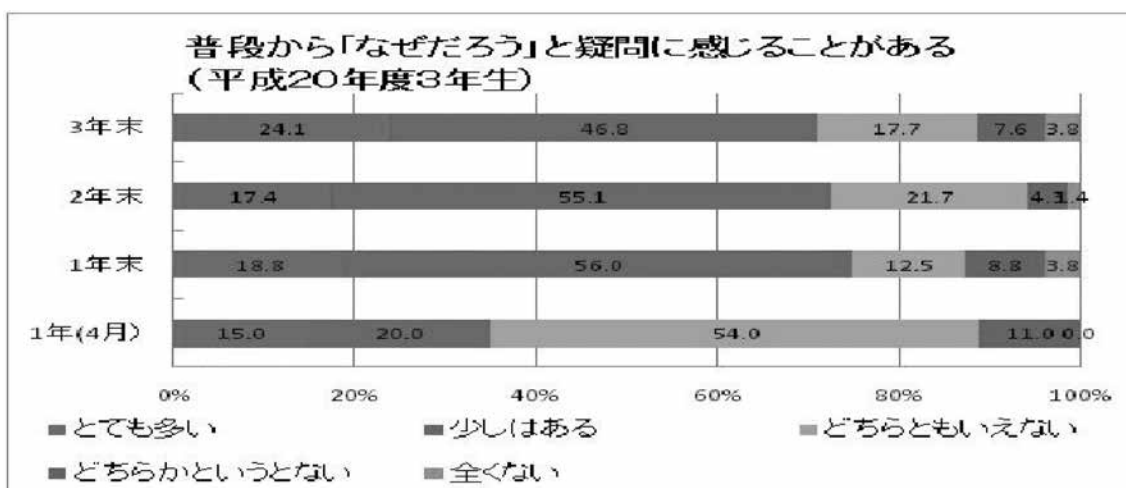


fig.7

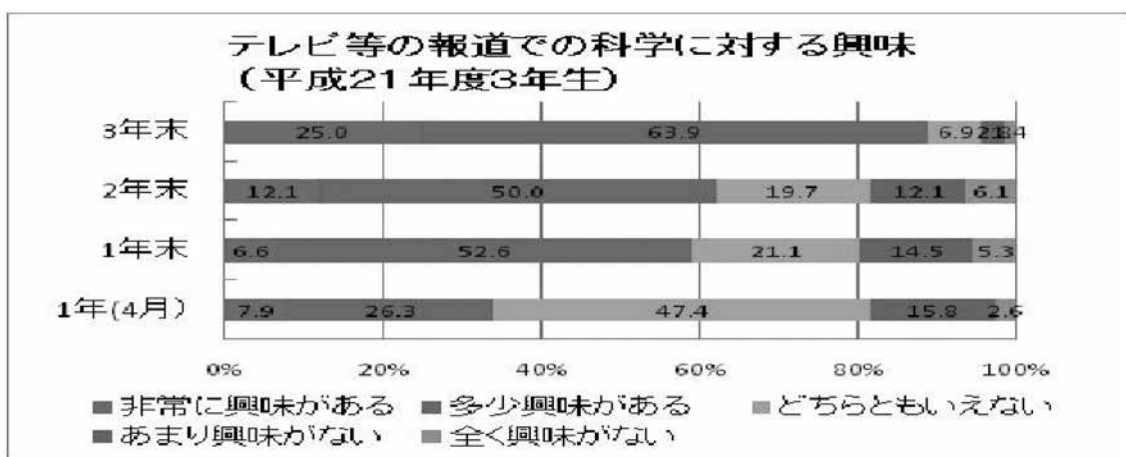
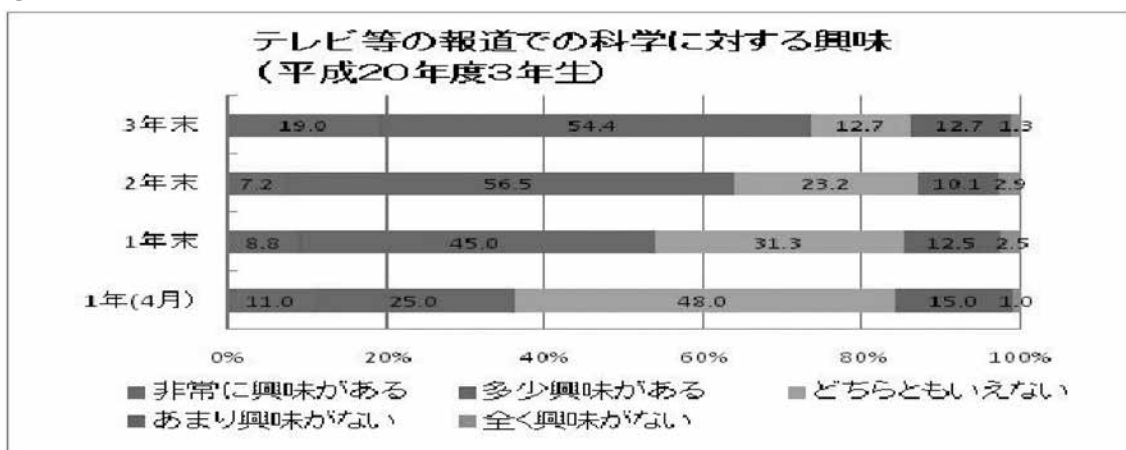


fig.8



〔3〕3年間のSSH活動を通して

次の2つのグラフ (fig.9, fig.10) は、「SSH活動はどうでしたか」という設問に対する答えを3年間分まとめたものである。今年の3年生は、1年末に「非常に良かった」が11.8%であったのが、3年末には20.8%とほぼ2倍に増えている。「良かった」と答えた生徒を含めると、毎年ほぼ

70%以上を維持している。

また、昨年の3年生も、1年末に「非常に良かった」が13.8%であったが、3年末には26.9%とほぼ2倍に増えている。「良かった」と答えた生徒を含めると、1年末は66%ではあるが、2年末、3年末では70%以上を維持している。

この結果を見ると、3年間のSSH活動は、集団の違いに関係なく、生徒に好印象であったようである。また、このことは、SSH活動を通して学んだことによる充実感の現れでもあると考えている。

fig.9

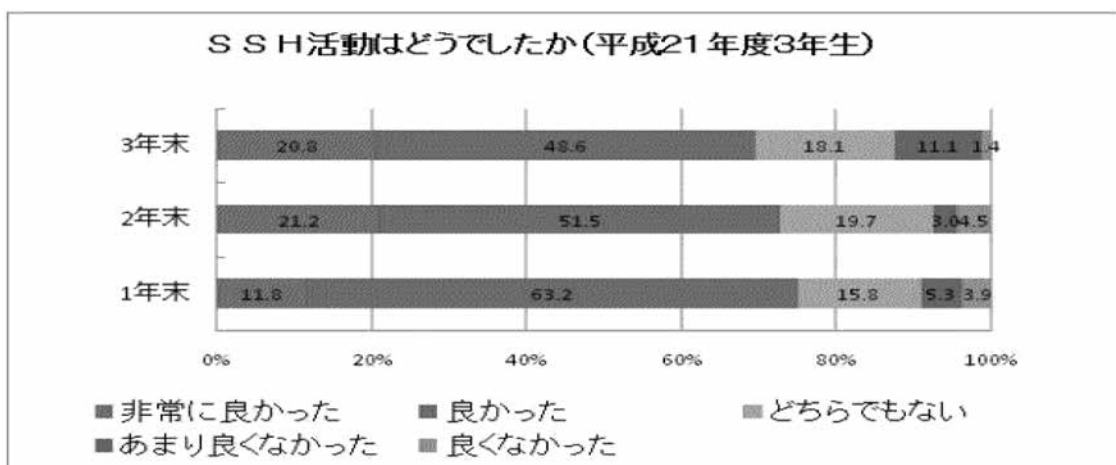
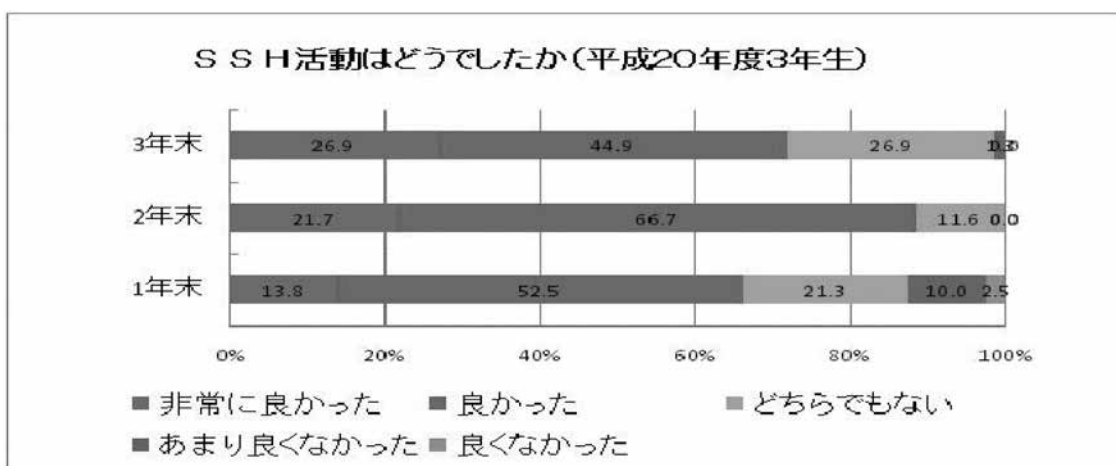


fig.10



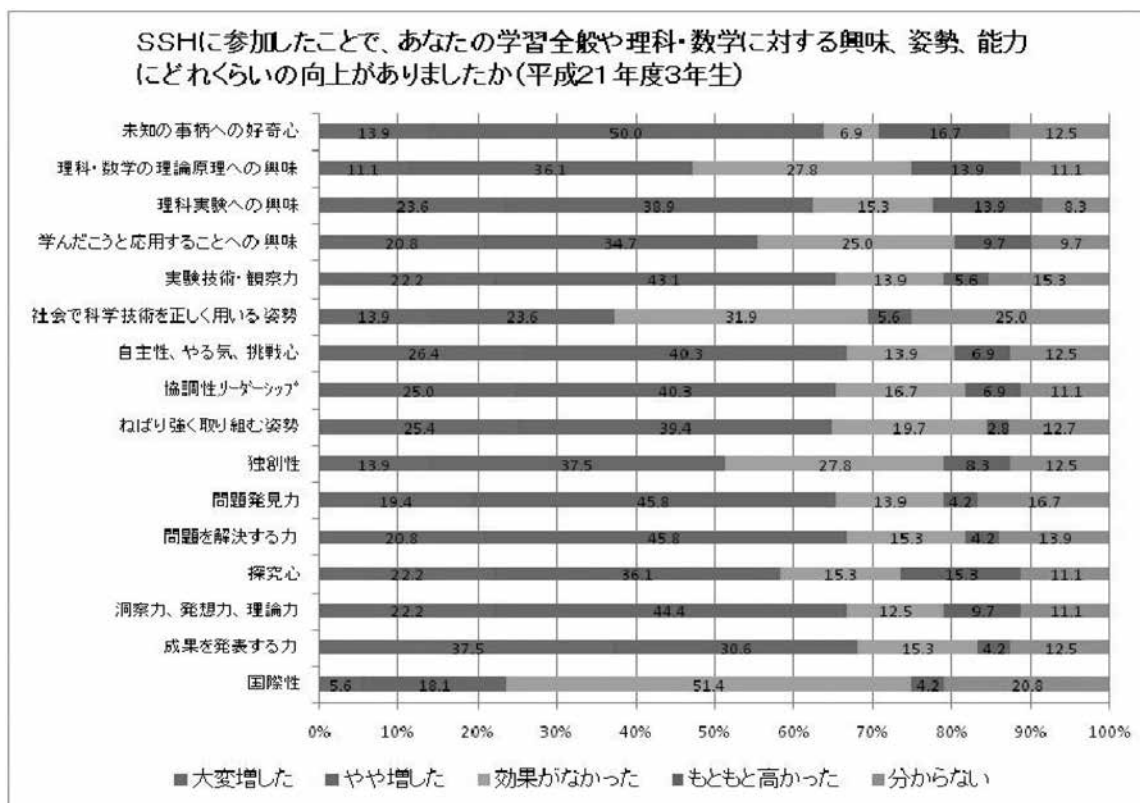
次の2つのグラフ (fig.11、fig.12) は、「SSHに参加したことで、あなたの学習全般や理科や数学に対する興味・姿勢・能力にどれくらいの向上がありましたか」という設問に対する答えをまとめたものである。今年の3年生で向上したと答えたものの上位は、「成果を発表し伝える力」、「自分から取り組む姿勢(自主性、やる気、挑戦心)」、「問題を解決する力」「考える力(洞察力、発見力、論理力)」、「周囲と協力して取り組む姿勢(協調性、リーダーシップ)」、「発見する力(問題発見力、気づく力)」、「実験技術・観察力」で65%以上の生徒が向上したと答えている。また、向上したと答えた生徒が少なかったものが「国際性(英語による表現、国際感覚)」、「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」、「理科・数学の理論・原理への興味」である。

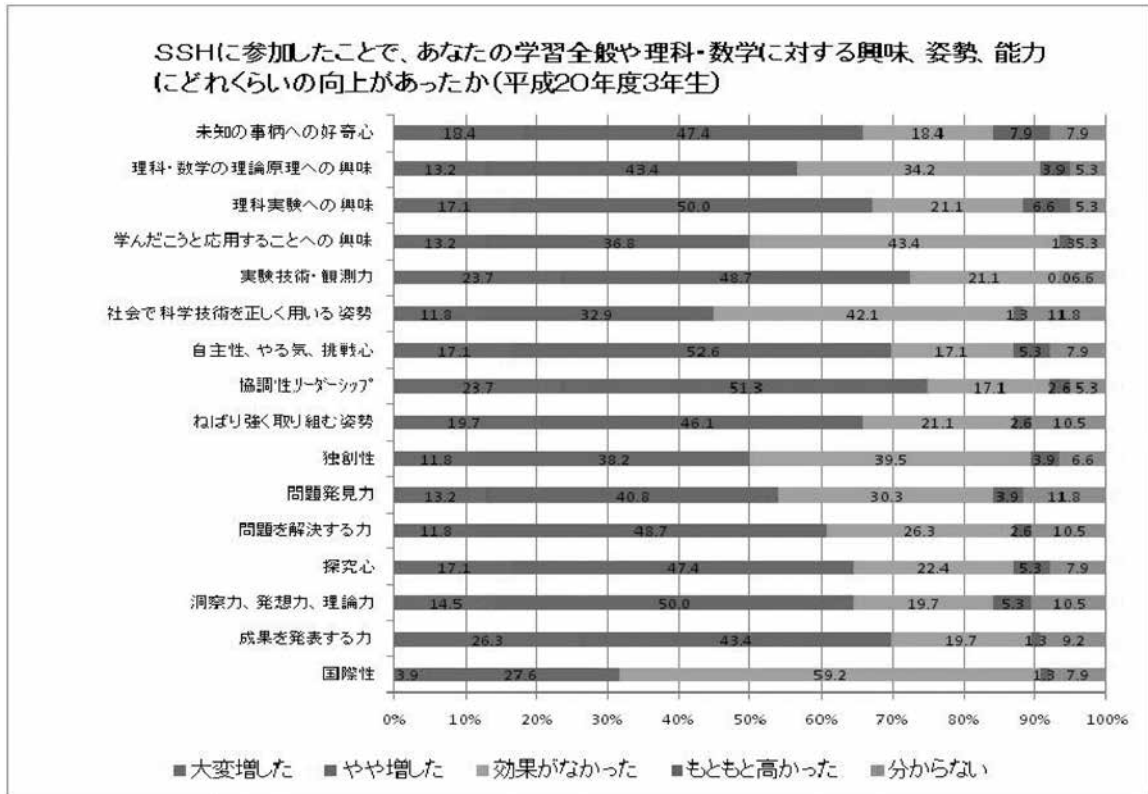
一方、昨年の3年生で向上したと答えたものの上位は、「周囲と協力して取り組む姿勢（協調性、リーダーシップ）」、「実験技術・観察力」「成果を発表し伝える力」、「自分から取り組む姿勢（自主性、やる気、挑戦心）」、「理科実験、観測や観察への興味」、「未知への事柄への興味（好奇心）」、「粘り強く取り組む姿勢」で65%以上の生徒が向上したと答えている。また、向上したと答えた生徒が少なかったものが「国際性（英語による表現、国際感覚）」、「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」、「学んだことを応用することへの興味」、「独自のものを創り出そうとする姿勢（独創性）」である。

2つの学年を比べてみて、どちらの学年でも上位に上がっているのが、「成果を発表し伝える力」、「自分から取り組む姿勢（自主性、やる気、挑戦心）」、「周囲と協力して取り組む姿勢（協調性、リーダーシップ）」である。この結果は、2年時の「課題研究」が大きく影響している。課題研究は、受け身の学習ではなく、自分たちでテーマ設定をするところからはじまり、実験の計画やまとめ、そして、最後には研究成果を発表し論文にまとめるところまでを学習する。この一連の学習によって、「周囲と協力して取り組む姿勢」や「自分から取り組む姿勢」、「成果を発表し伝える力」が養われ、生徒の主体的な研究活動へつながったと考えている。

一方、どちらの学年でも向上したと答えた生徒が少なかったものが「国際性（英語による表現、国際感覚）」、「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」である。国際性については、英語による講演会や研究論文の一部を英語で作成する取り組みの中で、社会で科学技術を正しく用いる姿勢については、「SS環境科学」の授業の中で、それぞれ学習するものの、継続的な取り組みになっていないのが現状である。この2つの要素を向上させるためには、3年間を通して、継続的に学習していく機会を新たに設けていくことが必要であろう。

fig.11





(1) 理系科目に関する生徒の意識

(a) 4月のアンケート結果の年度比較

fig.1

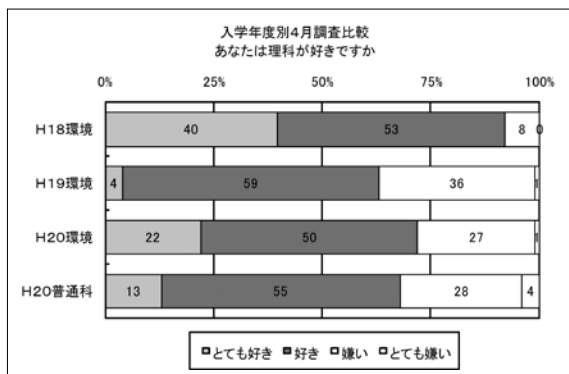
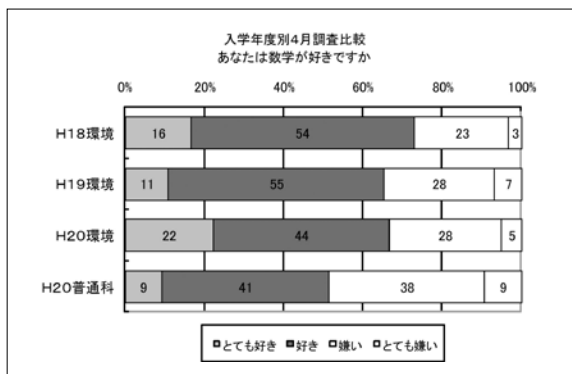


fig.2



(b) 二年間の推移

fig.3

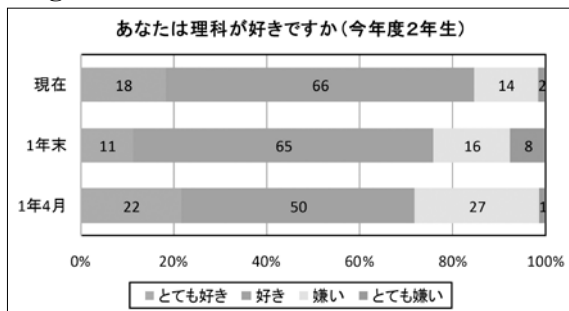


fig.4

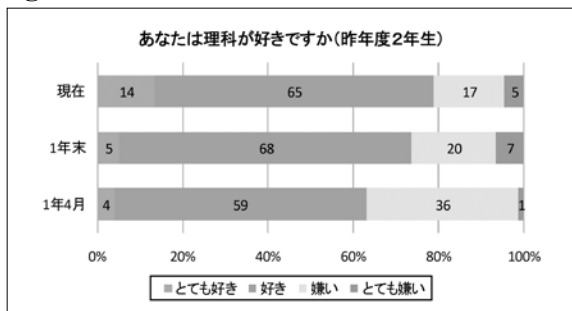


fig.1、fig.2は入学直後の理科系科目（理科と数学）に関する意識を年度別に表している。それによると、平成19年度以降、併設の向陽中学校からの内部進学生が環境科学科を構成するようになり、それ以来環境科学科の生徒達の理科系科目に関する意識は公立中学校から普通科に進学してきた生徒集団に似ていることがわかる。

その生徒集団が本校SSH事業を通してどのように変化しているかを調べてみた。

fig.3は現2年生の理科に関する二年間の意識の変化を表し、fig.4は昨年度2年生（現3年生）について同様の変化を示している。fig.1～fig.4を通して、現2年生と現3年生の入学時以降第2学年までの傾向を比較して、入学時に理科が「とても好き」とした生徒は、現2年生が22%に対し現3年生は僅か4%、また数学が「とても好き」とした生徒は、現2年生が22%、現3年生9%と開きがある。理科・数学とも「好き」まで含めると年度別の差は縮まるものの、その後も一貫して全般的には現2年生の方が理科・数学とも好感度が高く得意意識も大きいという学年別の特徴がわかる。

しかし、両学年とも二年間の理系科目に関する意識の推移には次のような共通点がみられた。

現2年生が、入学時・1年学年末・2年学年末と経過するとき、「とても好き」と「好き」の合計が72%・76%・84%、また、同様に現3年生の同時期においては63%・73%・79%と単調増加の傾向が見られる。

細部をみると、現2年生において入学後の一年間で「嫌い」が減少しているにもかかわらず、「とても好き」が「好き」にシフトして半減し、「とても嫌い」が数倍に増加している。このことは高校進学後、学習内容が高度化したために生徒の得意意識が揺らぎ一過性の落ち込み現象がおきたと考えられる。しかしながら一部において意識の下降傾向が見られるにもかかわらず、「とても好き」と「好き」の合計人数が逆に増加している。これらの意識の変化傾向は2年次で理科が選択科目となることによる興味関心の好転現象との相乗的な効果と併せ、SSH事業による生徒への働きかけが大きな効果をもたらしていると考えられる。

fig.5

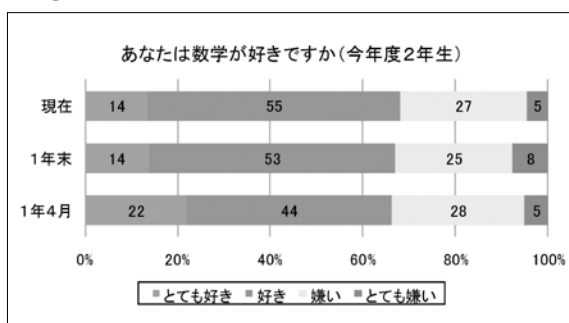


fig.6

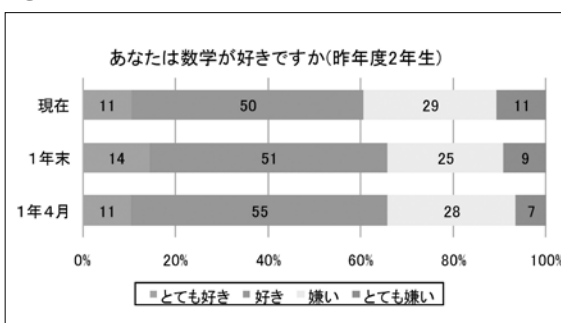


fig.5、fig.6では現2年生と現3年生について入学後の二年間における数学に関する意識の変化を示した。数学は理科と異なり二年間でも各層とも大きな変化が見られない。これは生徒にとって数学は進学に必要不可欠との意識が強く、多くの生徒が努力を続けているため、大きな変化が生じにくいと考えられる。「嫌い」と不得意は必ずしも一致していることではないが、常に三分の一の生徒が「嫌い」「とても嫌い」と感じていることには注意が必要である。

[2] 2年間のSSH活動を通して

(a) 科学に対する興味・関心について

fig.7

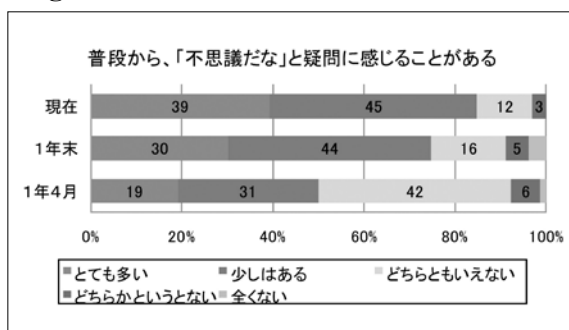


fig.8

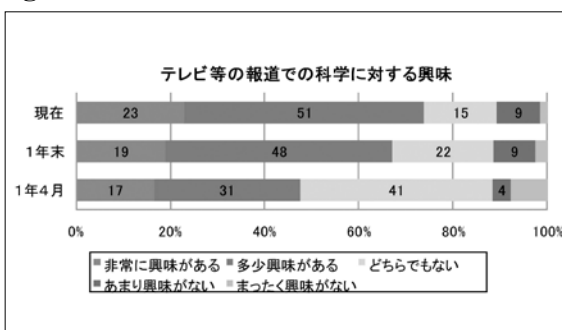


fig.9

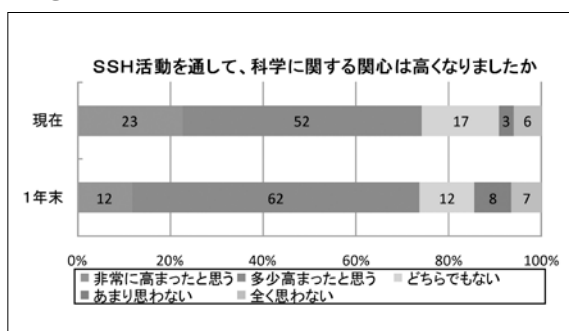


fig.10

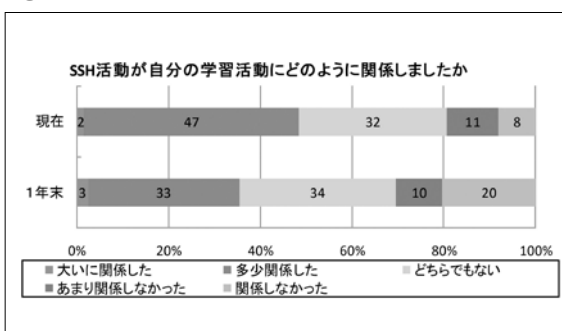


fig.7～fig.10では入学以来、生徒がSSH活動をする中で科学や学習に対する意識がどのように変化したか読み取ることができる。

fig.7の普段から「不思議だな」と疑問に感じることがあるか・・・との設問に「とても多い」と「少しはある」の割合の計が二年間で50%から84%に、fig.8の報道などで科学に対する興味は・・・との設問では同じく48%から74%にと、ともに大幅に増加している。この傾向は、昨年度の2年生でも同様に顕著であると平成20年度研究開発実施報告書に取り上げている。

このことは、fig.9のSSH活動を通して、科学に関する関心は高まりましたか・・・との設問に肯定する回答が1年末で74%、2年末（現在）では75%、しかも「非常に高まったと思う」は2年次が1年次の約2倍に増加しているように、生徒自身がSSH活動の効果であることを自覚している。

なお、fig.9とfig.10の設問は、SSH活動をとおして・・・と限定しているため、「どちらでもない」・「あまり思わない」・「あまり関係しなかった」等の回答者の中には元々科学に対する高い関心を持っていた生徒や学習に十分努力を続けていた生徒も含まれていると思われる。

そして、この科学への興味・関心の増進がfig.10で読み取れるよう学習への波及効果をもたらし、fig.3、fig.4により先にあげたように、理系科目に対する好感度増加につながっていると考えられる。

(b) 2年間のSSH活動について

fig.11

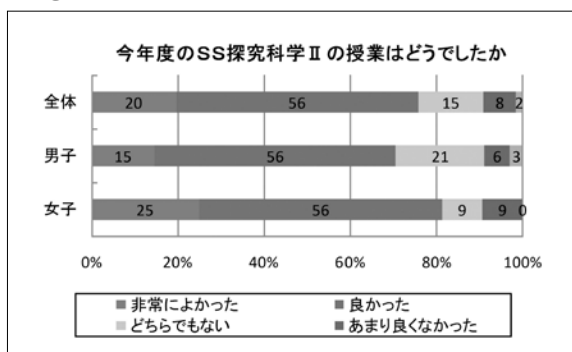


fig.12

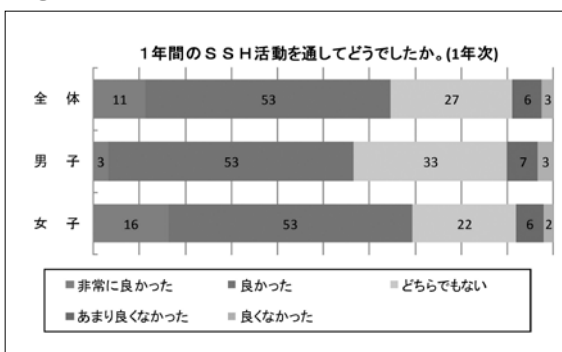


fig.13

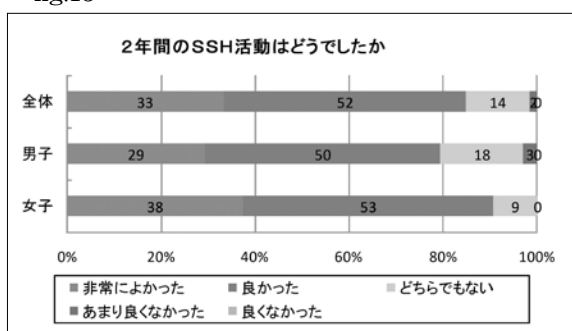


fig.14

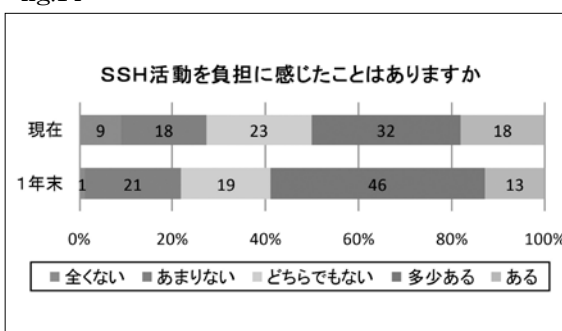


fig.11～fig.13でSSH活動について生徒の評価をまとめている。

fig.13では、2年間のSSH活動はどうでしたか・・・の設問で「非常に良かった」・「良かった」と回答した生徒が85%と極めて高い割合を示している。昨年度はfig.12で示すように「非常に良かった」・「良かった」と回答した生徒は64%と指導者側の期待値より低い率に止まり、その原因を1年次のSSH活動は、探求活動への導入期とし、年間に予定された複数テーマについて全員が一斉学習のように探求活動を行うことを主としているため受動的になりやすく生徒の満足感が不足しがちであるためと考えていた。それに対し2年次では班毎に生徒が興味・関心をもって選んだテーマについて一年間かけて試行錯誤しながら探求活動を行い最後に論文にまとめるという充実感・達成感が得られるものであったため高評価が得られたものと考えられる。このことはfig.14のSSH活動を負担に感じたことはありますか・・・においても読み取ることができる。

1年次の探求活動は主として2時間をセットとして完結する生徒側にあまり負担がかからない内容であるにもかかわらず、「多少ある」・「ある」を合計すると59%の生徒が重荷に感じている。

それに対し、2年次の班別探求活動は、研究テーマの選定・実験方法の検討・フィールドワークや放課後まで及ぶ実験を長期間続けてまとめる・ポスターセッション・論文作成と高校生にとってかなり負担となる内容である。しかし、2年次（現在）で「多少ある」・「ある」とした生徒は逆に減少している。このことから自分たちが選んだテーマで主体的・能動的に取り組むことが苦を苦と感じさせない効果があり高い満足度になったと推察される。

次に、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・・・の設問で生徒の回答を下表にまとめた。

SSH活動を経験した生徒達の自己評価を高い物から順に表している。



	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。	全体	男子	女子
1	プレゼンテーション(表現力)能力	25	8	17
2	文章力・レポート作成能力	23	11	12
3	問題発見能力	16	9	7
4	論理的思考力	14	9	5
5	科学的思考力	12	8	4
6	独創性・探求心・好奇心	12	7	5
7	コンピュータを使用して情報収集する能力	11	6	5
8	問題解決能力	10	7	3
9	ディベート力	10	4	6
10	コミュニケーション力	9	4	5
11	実験方法・実験技術・観察力	9	6	3
12	その他	9	5	4
13	コンピュータを使用したプレゼンテーション能力	8	4	4
14	自主性	6	3	3
15	情報機器などを扱う能力	5	4	1
16	進路に対する意識	5	3	2
17	国際感覚	3	2	1
18	リーダーシップ	2	1	1
19	数学的思考力・計算力	1	1	0
20	英語力	0	0	0

特に、プレゼンテーション能力、文章力・レポート作成能力、問題発見能力、論理的思考力、科学的思考力、独創性・探求心・好奇心、等々に成果があったと評価をしている。これらの能力は、将来、様々な場所で活躍することを期待されている未来の社会人にとって大切な要素であるとともに、大学進学に向けて大きな力になると期待できる。しかし、一方で英語力、数学力以外においてリーダーシップ、自主性、コミュニケーション能力等の項目が課題として残っているの。

### 〔3〕 将来の職業について

fig.15

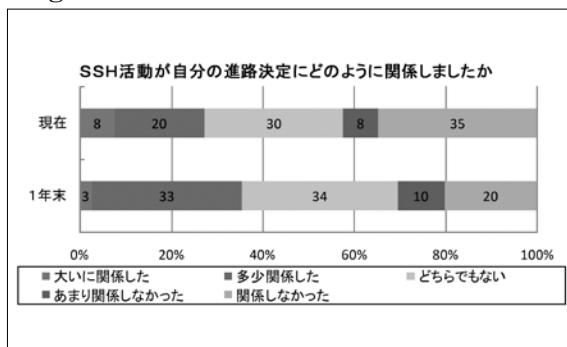
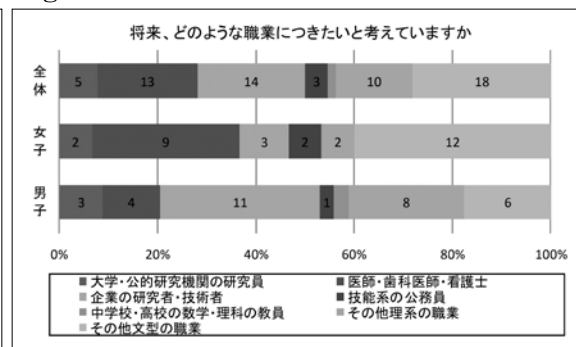


fig.16



グラフ中の数字は実数

fig.15、fig.16 は進路意識・職業観についての設問への回答をまとめた。

昨年度の報告書で示したように、1年次で4月の「理系」全般進学希望生徒が47%であったものが1年次末では58%と理系希望者が増加する傾向があった。

fig.15 の1年次末でSSH活動の進路決定への影響したかどうかの設問では36%が「大いに関係した」・「関係した」と答えている。同じく現在(2年生末)では28%が「大いに関係した」・「関係した」としている。この30%前後という数値は全体に対して目を引く数値ではないが、他の教育活動で同様の影響力をもつことは希であると思われるため、SSH活動が生徒に及ぼした影響力は非常に大きいと考えられる。

fig.16 は、将来どのような職業に就きたいと考えていますか・の設問に対する生徒の回答をまとめている。男子では、企業の研究者・技術者、その他理系の職業、その他文系の職業、次いでその他の理系の職業の順となり、女子では医師・薬剤師・看護師、その他文系の職業、その他の理系の職業の順となっている。全体としては理系の職業を希望する生徒の方が多いけれど、約30%の生徒が文系の職業を希望し男女あわせると、分類上は一番多い希望者を集めた選択肢となっている。これは昨年の2年生とほぼ同じ傾向で、向陽中学校からの内部進学生は中学在籍中

に興味・関心が多様化しながら成長し文系・理系が混在した状態で高校に進学してきていることがわかる。このことは fig.1、fig.2 で見たように現在の環境科学科入学生は普通科入学生と似た集団として入学してきたとの分析を裏付けている。

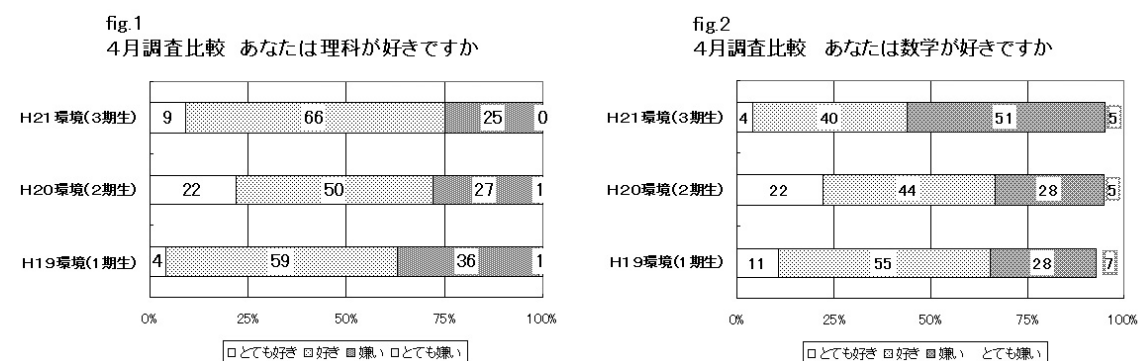
#### 〔4〕今後の課題

向陽中学校からの内部進学生の特徴が幅広く様々な方向性をもつ生徒集団であるなかで、理系志向の生徒だけではなく文系志向生徒も SSH 活動に積極的に参加し探求活動などで良い成果をあげ、fig.13 のように文系の生徒も SSH 活動に対してプラス評価をしている。また、文系志向生徒のなかにも理科好きが明らかに増えている。これらのことは本校の SSH 活動が比較的順調に機能し、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という所期の目的について、生徒の発達段階に応じ、十分な効果を上げていると評価できる。

今後さらに、SSH 活動を通して、より科学技術を発展させるとともに、社会全体のなかにも科学を調和させるためには、将来有為な科学技術系人材を育成するための理系学科へ進学志望をもつ生徒を中心に据えながら、同時に理系に強い文系人材の育成を図ることが大切だと考える。そのため、さらに文系志望生徒をも取り込む努力と仕組みを考えていく必要がある。

### 3 環境科学科 1 年生のアンケートとその考察

#### 〔1〕理系科目に関する意識について



今年度、環境科学科が併設の向陽中学校から 3 期生を内部進学生として迎えた。入学時(4月)における理科・数学好きの生徒の割合を 3 カ年で比較したところ、理科が「とても好き」・「好き」と回答した生徒は全体の 70% を超えており大きな変化は見られない (fig.1)。一方、「数学が好きですか。」という問いに対する回答では大きな変化がみられ、「嫌い」・「とても嫌い」と回答した生徒が半数を超えている (fig.2)。このことは 1 期生、2 期生には見られなかった特徴であり、今後 SSH 事業を実施していく中で留意する必要がある。

fig.3、fig.4 は、1 年間における理科・数学に関する生徒の意識の変化を示している。理科では「とても好き」が増加し「嫌い」が減少しており、全体として理科が好きになる生徒が増加した。数学でも「嫌い」が大きく減少する一方、「好き」が大幅に増加し、ほぼ前年度並みの数値に近づいた。このように、両教科ともにその教科を好意的に感じる生徒が増加している傾向が見られるのは、SSH 活動による生徒への働きかけが大きな効果をもたらしているからだと考えられる。

fig.3 あなたは理科が好きですか

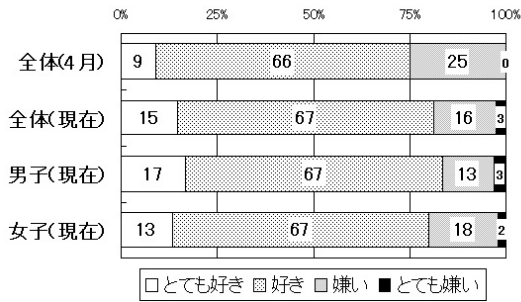
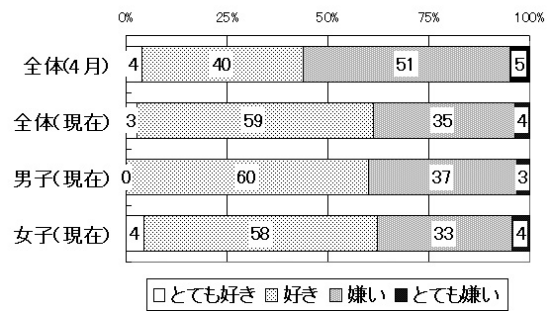


fig.4 あなたは数学が好きですか



〔2〕一年間のSSH活動を通して

fig.5は、「入学当初、SSH活動に期待していましたか。」についての回答であるが、60%以上の生徒が期待感を持って臨んでいたことがわかる。fig.6は、「1年間のSSH活動はどうでしたか。」についての回答である。「非常に良かった」と「良かった」とプラス評価をした生徒が87%にのぼり、昨年度の数値を20%以上も上回った。今年度はラボツアーが急遽中止（代替研修実施）になるなど、生徒にとって魅力的な行事が少ないなかでの評価であることを考えると、それぞれの事業を見直しながら修正を加えていることの成果と受け取ることができる。

fig.5 入学当初、SSH活動に期待していましたか

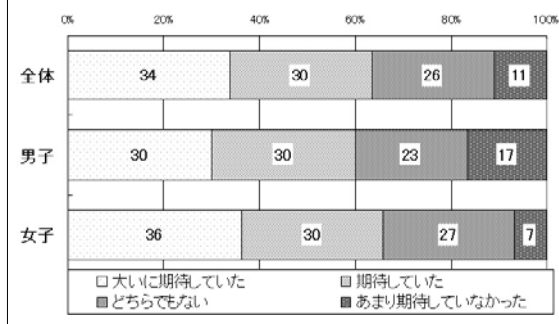


fig.6 1年間のSSH活動を通してどうでしたか

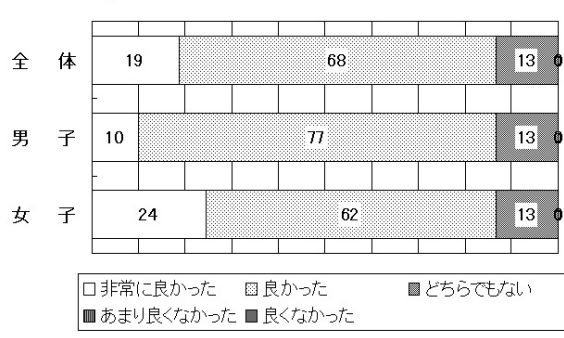


fig.7 SSH活動を通して科学に対する関心は高くなったと思いますか

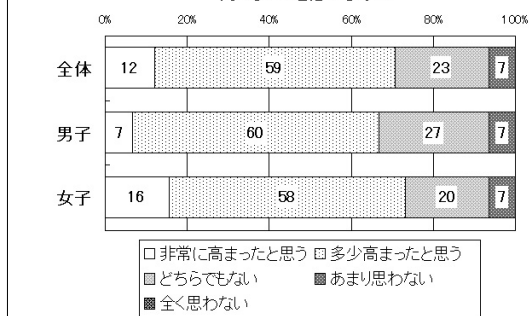


fig.8 テレビのニュース・新聞をみて、最近の科学に関することに興味がありますか

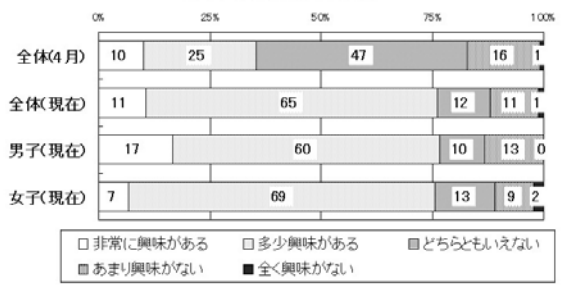


fig.7「SSH活動を通して科学に対する関心は高くなったと思いますか。」について、「非常に高まったと思う」と「多少高まったとおもう」と回答した生徒は併せて71%に上っている。また、fig.8「報道における最近の科学や理科に関する興味」についての結果からは、入学当初と比較して、科学や技術への興味関心が大幅に増加していることが分かる。これらの結果は、SSHの活動内容が生徒に十分な刺激を与えることに大きく関与していることを示している。

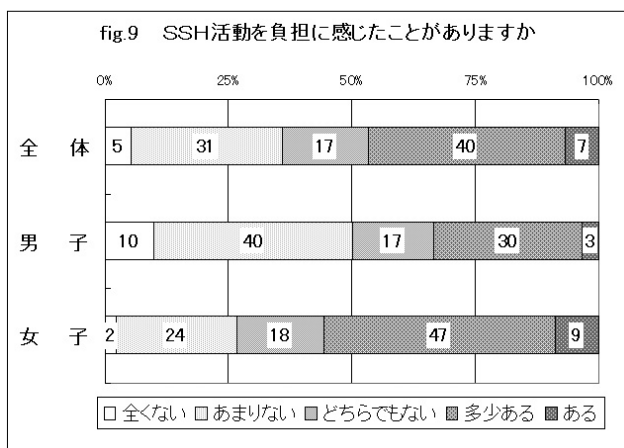


fig.9は、生徒がどの程度SSH活動を負担に感じるかを聞いたものであるが、全体としては約半数(47%)の生徒が何らかの負担を感じている。この数値は例年ほぼ同じであるが、「SSH活動を通してどうでしたか。」という問いに、否定的にとらえている生徒はまったくいないことから(fig.6)、生徒にとって許容範囲内の負荷であると考えられる。

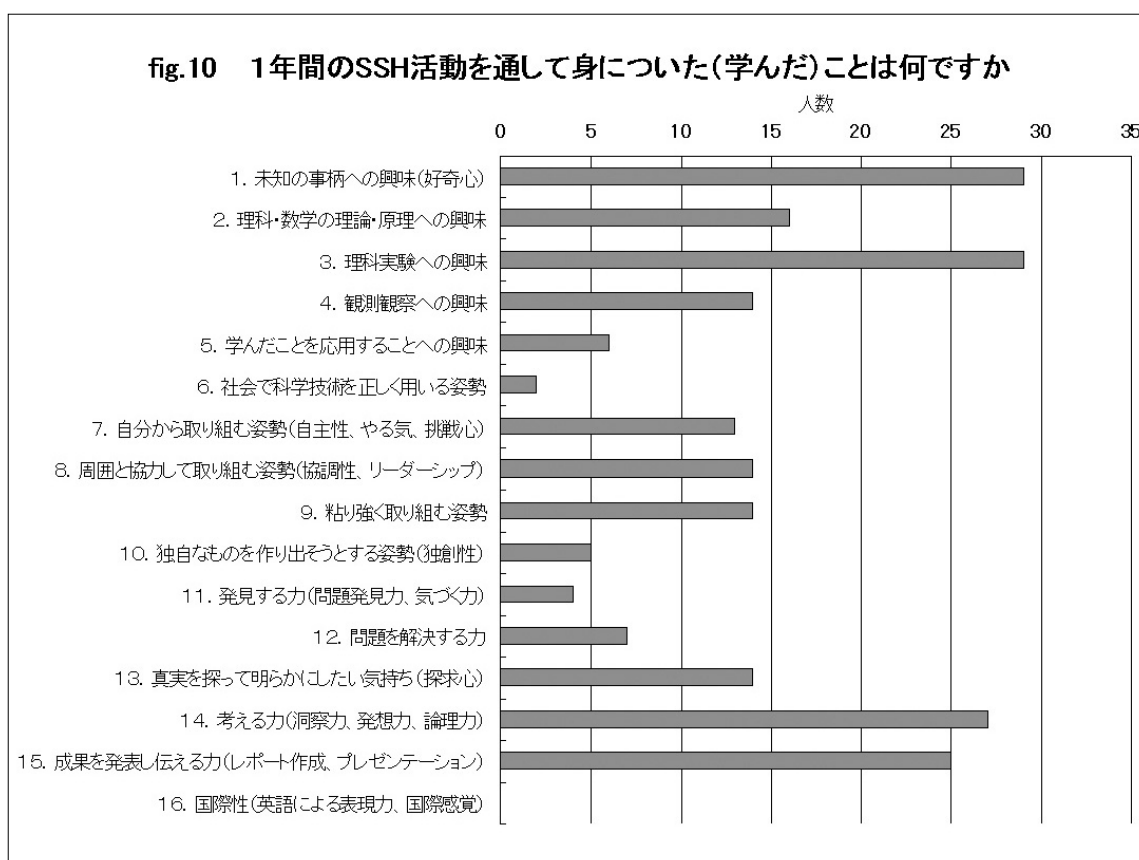


fig.10は、1年間の活動で何が身についたかを最大3つまで選択させた結果である。対象生徒の3分の1以上(25名以上)の生徒が身についたと答えているのは、「未知の事象への興味」、「理科実験への興味」、「考える力」、「成果を伝える力」の4つである。このことは、体験的な学習が科学に対する興味関心を高めたことを示すとともに、学習内容をしっかりと理解し、それを伝達する力をつけさせるという目的がある程度達成できていることを表している。

## 5章 研究開発実施上の課題および今後の研究開発の方向

### (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、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った。

① 1年生を対象としたSSH科目「SS探究科学Ⅰ」は、生徒全員が物理・化学・生物の領域についての基本的実験から発展的な実験を行う授業である。通常の理科科目内では取り扱うことが希である発展的な実験として「霧箱による放射線観察」「酸化還元滴定」「大腸菌の形質転換実験」などを取り扱っている。2年生では物理と生物は選択科目となるため、1年生で3領域の実験を体験することは、「科学的な素養の育成」や「理科履修科目の選択」に役立っている。授業展開は、他の授業との関係で基本的に2週間に1時限の割合での領域別の授業となり、物理、化学、生物の各実験が散在的に70分単発の授業となりがちである。そのため、各実験に対する総括を行う時間不足や授業内容の系統化の困難さなどの課題が見られる。しかし、通常の理科授業の進度と関連させながら、応用的な実験を行える利点もあり、今後はさらなる教材の研究や授業者間の連携の向上などにより課題を克服していくことが必要である。

② 「SS探究科学Ⅱ」は、ゼミ形式で課題研究を進める授業を行った。今年度は、数学3テーマ、物理3テーマ、化学3テーマ、生物4テーマ、環境3テーマ、教育研究(理科・数学)2テーマの18テーマの課題研究を行った。課題研究に実質的に取り組んで3年目となるが、前年度の研究テーマを継続して深めていく研究や大学などの研究機関と連携しながら研究を進めた研究など一定のシステムが定着しつつある。外部研究機関での指導や助言は、生徒にとっても刺激的で、結果的に高度な研究へとつながっている。外部研究機関との連携を教育システムとして取り入れる方法をさらに研究し、確立させていきたい

また、「和歌山自主研究フェスティバル」等の各種コンテストへも生徒が積極的に参加し、研究に対する励みやプレゼン能力の向上につながっている。これからも生徒の研究意欲向上のきっかけとなる各種コンテストの情報を生徒に提供し、参加を促していきたい。

成績評価においては、プレゼンテーションやポスターセッションの発表等いくつかの観点をもとに評価を行うことを研究してきた。ただし、指導教員が複数の教科に異なっているため教員によって研究内容の把握に差異が生じ、発表に対して成績評価に大きな違いが生じる可能性がある。また、研究活動での観点別評価については一斉授業ではなくゼミ別での教育活動であるため、観点に対する公正な評価が困難な点も課題としてあげられる。これらの課題に対しては、授業担当者会議などにより、教員間の連携を密にし評価の観点等を統一できるように努力している。しかし、その評価法はまだ課題があり、観点の細分化など評価法について研究していかなければならない。

③ 1年生を中心とするSSHプログラム(「研究室訪問」「先端科学講座」「実験講座」)は、自然科学に対する興味・関心を深め、自己学習能力を高めるきっかけにもなっている。今年度は、2年生宿泊研修「サイエンスツアー」では、遺伝子組み換え作物の圃場見学および研究者とのディスカッションを設定した。「SS探究科学Ⅰ」(生物分野)のメインテーマであった遺伝子学習、「SS環境科学」のディベート学習で取り扱った遺伝子組み換え食品に関連した内容であり、学習の幅を広げる良い機会となった。1年生宿泊研修「ラボツアー」は新型インフルエンザの影響により

中止となり、一日研修（阪大訪問）のみに変更せざるを得なくなったことは残念であった。SSHプログラムによる学習は、生徒からの評価も高く、今後も充実した研修内容にするべく、目的なども含め連携機関と共通理解を図りながら、実施していきたい。

## (2) スキルの向上を目標とした環境問題学習の開発

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、多面的な思考力や発表力を高める学習システムの構築に向けた研究開発を行った

① 「SS 環境科学」は、「自己学習力」および「発表力」の向上、「多面的な思考力」、「科学倫理」の育成につとめている。生徒は、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み、この科目を好意的に受け止めている。（アンケート結果「良かった」回答 80%）この点では、有意義に授業が展開できたと考えている。これは、「自己学習力向上」や「多面的な思考力の向上」「発表力」に対しても 70%の生徒が向上したと回答していることから受け止められる。ただし、「科学倫理の涵養」や「問題を解決する実践力の育成」については、生徒は 53%、60%が向上したと答えるにとどまっている。科学倫理や問題解決への応用力を育てる学習としては、もう少し検討の余地があると考えられる。今後は、多面的な知識の修得から社会に対する問題発見および課題を解決する実践力を育成する活動が必要と考えられる。

② 前年度までの課題として、学年進行ごとに科学倫理意識の低下があげられていた。高校 1 年生の「SS 環境科学」で環境問題を集中的に学習しているが、2 年生以上ではその学習機会が希薄となることをが、要因の一つと考えた。今年度は、行政の環境経済研究や企業の環境活動の第一線で活躍している学者、企業人によるシンポジウム「ストップ地球温暖化」に 1 年生だけでなく 2 年生も参加した。この取組により、先端科学技術による産業構造の変革などの社会経済と環境技術の関わりや経済活動の中での環境負荷軽減の実践を学習した。来年度以降も、3 学年通じて科学技術と社会との関わりについて学習する機会を設けていかなければならないと考えている。

## (3) 中高一貫教育における理数教育の構築

併設中学校からの 6 年間一貫の理数科目、環境科目の効果的な接続についての研究を行った。

① 本校での SSH 主対象は環境科学科生徒であり、現在環境科学科は併設中学校からの内部進学生対象の学科である。今年度、併設中学校の設立から 6 年目となり、内部進学の子が高校 3 年生となった。日本学生科学賞和歌山県予選での入賞（県代表）や全国 SSH 生徒研究発表会でのポスター発表など活動の中心として活躍する姿が見られた。SSH の一つの柱である中高一貫型理数教育の取組が定着しつつある。

② 併設中学校では「サイエンス VIEW」として理数教育を重視した取組が行われている。必修教科「理科」や独自教科「サイエンス β」の授業内容に実験を多く取り入れ思考力、考察力を高める取組をしている。また、単元によっては高校理科の内容にもふれることで高度な理科の力を身につける学習を行っている。この中学校における学習経験によって、一般の学生が経験する高校入学後の理科学習内容が難化することによる戸惑いを生じさせないという効果があると思われる。高校入学後の「理数理科」の内容にもスムーズに取り組んでいると考えられる。また、実験中心の授業である「SS 探究科学 I」思考力、考察力や高校での学習効果を高めることにつながっ

ている。

中学校段階で高校の学習内容をどの程度取り入れるかについては、中学校と高校の教員間で内容検討し取り組んでいる。しかし、中学校における学習指導要領の変更にもなう学習内容の変更など今後さらに連携を高めることが必要である。

③ 「環境 VIEW」では、「総合的な学習の時間・環境学」を中心として、環境問題を題材とした学習で、課題を発見し、探究する姿勢を育成する取組を進めている。これらの学習は、高校1年生の「SS 環境科学」での多面的な思考力を育成する学習につながっている。なかでも、中学校で行っているディベート学習が、「SS 環境科学」での環境問題政策論題ディベートでの深みのある議論につながっている。これらの活動はほぼ定着されつつあり、今後はさらにその連携を深めることで、環境問題学習を確立させていきたい。

④ 中学生と高校生が同一の空間で学習することでお互いに刺激を与える中高共同での学習の場を本年も設定した。「SSH 中高合同ゼミ」や「理科系クラブを中心とする研究室訪問」では、大学の研究者より同一の内容を学習した。また、「科学史ポスターセッション」や「課題研究ポスターセッション」では、高校生が中学生に自らの研究を伝えた。これらの活動は、中学生にとって高校で活躍する先輩の姿をモデルとして高校生活をイメージする良い機会になっている。今後、さらに連携を深め中高の教員が協働で連携を進めていきたい。

#### (4) その他

##### ②普通科への還元

本校のSSH 主対象は環境科学科の生徒である。そのため、普通科生徒に対しての取組としては、理科の実験・観察器具の整備、授業内容の充実など生徒が実感することは難しい。2年のサイエンスツアーや科学系クラブを中心とした研修などの一部のSSH 活動を除いて普通科生徒に対しての取組は見えにくいものである。SSH が学校全体の取組である以上、普通科の生徒に対してもその取組の成果を還元していく必要がある。現在、普通科理系クラスの「生物Ⅱ」の中でDNA 関連の実験を取り入れている。生物に限らず、このように、必修の理科科目の授業内容の中に、これまでのSSH 活動で積み重ねてきている高度な学習活動を展開させることが普通科理系の生徒にSSH 活動の成果を普及することにつながると考えている。

##### ①研究機関との連携

研究機関との連携については、2年生の「SS 探究科学Ⅱ」におけるゼミ活動を中心に取り組んだ。各研究機関も好意的に受け入れていただき、教員に対するアドバイザーとして研究者が関わる場合、研究者が直接指導する場合など様々な方法で連携を進めることができた。高度な機器を用いての研究や研究を進める上での的確なアドバイスにより、より高度な課題研究を行えるなど生徒に対しての教育効果は高いものとなった。全体研修としての連携としては1年生のSSH プログラムも基本的に継承し行ってきた。プログラムに対する生徒の評価も高く、自然科学に対する興味・関心を高めることにつながっている。今後もこれらの研修を継続して進めることで研究機関との連携を進めていきたい。

SSH 4年目を向かえて、地域との研究機関との連携についても概ね定着してきたと考えられる。今後さらに連携を深め、充実した教育活動を研究機関とともに構築していきたい。

資料

[1] 教育課程表

平成 19・20・21 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 } 2		0.4		
		地理B	4	2 } 2	2 } 2		0.4		
		地歴課題探究	2			○2	0.2		
	公民	現代社会	2			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			0.2	2	
		美術I	2	2 } 2			0.2		
		書道I	2	2 } 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(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			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	3 } 3	0.6		
		理数化学	5		3 } 3	2 } 2	5		
		理数生物	6		3 } 3	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)	
L H R			1	1	1	3			
合計			32	32	32	96			



## [2] 運営指導委員会

### ○ 第1回 向陽高校 SSH 運営指導委員会

【日 時】 平成 21 年 6 月 29 日 (月) 9:00 ~ 11:00

【場 所】 向陽高校 海草・向陽記念館

【参加者】 運営指導委員 和歌山大学教育学部教授 石塚 互  
和歌山大学教育学部教授 矢萩 喜孝  
和歌山大学システム工学部教授 島田 哲夫  
和歌山県立医科大学医学部教授 坂口 和成  
(株) 島精機製作所開発エンジニア 岩井 一能  
雑賀技術研究所主任研究員 上保 徹志  
和歌山県教育庁学校教育局学校指導課課長 北浦 健司  
和歌山県教育庁学校教育局学校指導課指導主事 川罵 秀則  
和歌山県教育庁学校教育局学校指導課指導主事 山本 直樹  
本校職員 (校長、教頭、SSH 研究員)

【次 第】 『座長：北浦 健司 司会：山本 直樹』

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 20 年度の取組 (3 年目の取組) 等について (報告)

II 平成 21 年度の取組 (4 年目の取組) の計画等について

III 向陽中学校の特設科目について

IV アンケート 解析

・SSH 指定 3 年目アンケート

・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：アンケート結果で、理科が嫌いになった理由として、初めから嫌いだった生徒の割合は 0% で、中学 1 年から中学 3 年の時期に嫌いになっている割合が高い。

嫌いにならないようにする取組・対策等についてどうか。

回答：中学校で検討している。中高一貫一期生の 1 年生 4 月のアンケート結果では、理科が好きという割合が低かった。中高一貫で高度な内容を学習させたいと考え、中学 3 年の後半から高校 1 年で学習するモル計算を先取りしたため、学習内容を難しく感じて子どもたちの理科への考えが変わったのではないかと分析している。今後、実験・観察などの体験活動を充実させ、中高の教員で話し合いながら改善していきたいと考える。

意見：SSH 活動を通して自分が理系に向いていないと気づき、文系を希望する生徒も中にはいるということだが、それ以外の理由としてどんなことが考えられるか。

回答：例えば、薬学部を志望していても、関西に国公立の薬学部設置校が少ないため、家の事情などを含めて考えたときに違う学部を選ぶ生徒がいる。一概に理科が嫌いであるというだけではないと考える。

意見：進学校として、生徒の進路が気になる場所である。進路決定に向けての、動機づけと基礎力育成が必要だが、理科に対する基礎力にあてる割合はどうなっているか。

回答：高校1年生で理数理科の授業を設け、物理・化学・生物の基礎力を養えるようにしている。

意見：時間はどうなっているか。

回答：5単位である。数学を入れると、週11時間になる。

意見：スプリング8での研修など、難しい内容を行っているが、動機づけの面で、幅広い生徒層にどう対応させているのか。

回答：生徒にとっては、先端科学を体験的に学習する機会も少なく、ブラックボックス化している。1年生では、先端科学について全員同じ研修をすることになっているが、すべての生徒に対応した動機づけは難しく、何かよい方法があれば助言いただければありがたい。

意見：向陽高校の場合、他校と違い、ゼミ指導がある。ゼミの数や教員の数はどうなっているのか。

回答：物理・化学・生物・数学・環境の5つのゼミに分かれている。一年生の終わりに希望をとり、第一希望を優先しながら全体のバランスを考えて、決定している。研究テーマについては、昨年から引き続き行っている内容と新しい内容があり、人数も1～5名というように各グループによって異なる。連携先もゼミ担当者によって違っている。

意見：京都の堀川高校は卒業論文という形にしているが、向陽高校ではどうか。

回答：年度末に課題研究論文集としてまとめている。

意見：行事以外で、課題分析をもとに変更点や取組の方向について何かあれば教えて欲しい。

回答：進路のこともあり、今年度は2年で行っている探究科学Ⅱを早く終わらせ、1～3月に何ができるか分からないが、進路のことを強めていきたいと考えている。また、SS科目を改善していきたいと考える。

意見：中学校の説明会で、理数に重点を置いたカリキュラムであると説明している。普通科との差がもう少しあった方が理想的である。小学校では親の意見が反映されることが多いので、初めから理数についてのモチベーションの高い生徒をとる必要がある。

意見：協力する姿勢やオリジナリティーの育成などについて、どう取り組んでいるか。

回答：課題研究では、生徒が興味をもった内容について試行錯誤しながら協力しあい、班単位でオリジナリティーをつくりあげている。SSHコンソーシアム、発表会、コンテスト等に、班を離れて積極的に参加する生徒もいる。

意見：文系が29%であった。また、国公立大学への進学志望が多いが、この点についてはどうか。

回答：国公立大学に子どもを進学させたいと考えている保護者は多い。いろいろなことを総合的に考えながら、小学校から併設中学校に入学する際に、高校での学習内容についてははっきり理解しておく必要がある。環境科学科では、ある程度文系にも対応できているが、SSHは理系への進学を目標にしているため、説明や方向性を明確に示す必要がある。

意見：向陽高校は、システムとして洗練されていると思う。1年と2年では、文系・理系に関わらず、社会へ出たときに必要な力がついていると考える。

過密なスケジュールなので、生徒も大変だと思うが、その分、達成感と褒めることが大事だと思う。

意見：大変なご苦労をされてSSHをすすめているということがよく分かった。科学に一番必要なのは好奇心だと言われるが、今、取り組んでいることがつながっていくと考える。来年がSSHのゴールであり、今年度はそのための整理段階である。きちんと分けしながらすすめていってほしい。また、外向けの広報活動もしながら、しっかり取り組んでほしい。

## 7 まとめ 石塚委員長

今年はSSH指定を受けてから4年目の年である。5年目はまとめの年であるので、今年が新しいことをする最後のチャンスとなる。SSHの位置づけ、SSHの成果などについて、今日も多く意見が出たので、今後の取組にフィードバックして欲しい。

内部進学者の理科嫌いの割合が高かったが、生徒一人ひとりに応じようと思えば文系も必要であり、保護者へのアナウンスをしっかりと行っていくことが大切である。生徒達は、SSH活動を通して、情報や機会を得ることができるので、恵まれた環境にある。5年日以降も、頑張っ

### ○ 第2回 向陽高校 SSH 運営指導委員会

【日時】 平成22年2月22日(月) 13:00～15:00

【場所】 向陽高校 海草・向陽記念館

【参加者】 運営指導委員 和歌山大学教育学部教授 石塚 互  
和歌山大学教育学部教授 矢萩 喜孝  
和歌山大学システム工学部教授 島田 哲夫  
和歌山県立医科大学医学部教授 坂口 和成  
(株)鳥精機製作所開発エンジニア 岩井 一能  
雑賀技術研究所主任研究員 上保 徹志  
和歌山県教育庁学校教育局学校指導課指導主事 川嶌 秀則  
和歌山県教育庁学校教育局学校指導課教育企画員 清水 博行  
和歌山県教育庁学校教育局学校指導課高校教育班 小滝 正孝  
本校職員(校長、教頭、SSH研究員)

【次第】『座長：清水 博行 司会：小滝 正孝』

- 1 開会挨拶(座長)
- 2 学校長挨拶
- 3 向陽高校 事業全体の概要説明
  - I 平成21年度スーパーサイエンスハイスクール実施計画の概要
  - II 向陽高校・中学校スーパーサイエンスハイスクール(中高モデル)
  - III 向陽高校理数系各種コンテスト
  - IV 生徒アンケート結果
- 4 質疑応答、討議(質問、意見：運営指導委員 回答：事務局)

意見：スーパーサイエンスハイスクールの指定(5年間)を受けて今年で4年目となる。これまで4年間の取組は、すべてつながりをもって実施できていると考える。

SSHプログラムにより高校3年生の進路にどのような効果があったか、教えて欲しい。また、理科分野と社会分野のつながりが大事だと考えるが、担当者でどのように話し合っているのか教えて欲しい。

回答：今年の3年生は、向陽中学校から進学してきた一期生である。

大学入試がすべて終わっていないので、まだはっきりしたことは言えないが、推薦入試の結果では理系に進む生徒が多かった。また、約3分の1の生徒が文系を希望している状況である。

また、理科分野と社会分野のつながりについては、SS科目担当者間で適宜話し合う機会をもっているが、一般の教科の授業では話し合う機会はほとんどない状況である。

意見：SSH 対象の生徒で文系に進んだ生徒は、理系に強い文系となる。SSH により刺激を受け、理系でなく文系に進むこともある。

12月に行われた和歌山県 SSH 指定校合同生徒研究発表会では、生徒達が積極的に発表を行っていた。入賞した作品がなかったので残念だったが、入賞を目指して頑張っていてほしい。

回答：合同発表会では入賞がなく残念だったが、他では賞をいただいた研究もある。今後も生徒の理解を大切に、課題研究を進めていきたい。

意見：SSH は、科学者育成のためのプログラムなのか、理数教育の底上げのためのプログラムなのか、どちらか。

回答：両方の側面をもつプログラムであると聞いている。

意見：重きをどこに置くかが、継続するかどうかに関わってくる。

1年生は、SSH プログラムを負担に感じる人が多い。併設中学から高校環境科学科へ進む段階で、ある程度、進路が決まってくる。中学に入学する時点では、親の意見が大きい。高校には、環境科学科、文化科学科、普通科がある。生徒の将来のことを考えると、高校進学時での入れ替えを可能にすればよいと考えるが、どうか。

回答：6年間にわたる中高一貫教育を通して、どういう生徒を育てるのかということなので、高校段階での入れ替わりは難しい。中学校で学んでいることも違い、高校の募集定員の問題もある。SSH プログラムにより先端科学技術等にふれることで、モチベーションの向上を図りたい。また、普通科の理系への拡がりを進めていきたい。

意見：「おもしろ科学まつり」や「生徒研究発表会」で、生徒が積極的に取り組んでいる姿が印象的だった。発表している生徒達は、自分の好きな分野について研究できるのでおもしろいと言っていた。先輩の姿を見て、プレゼン発表をしてみたくなったという生徒もいた。縦のつながりができていると考える。プレゼン力の向上は、社会人としても求められることである。

アンケートなどを活用し、生徒一人ひとりが自分を見つめ直す機会があればよいと思う。

意見：アンケート結果を見ると、学年が上がると科学に対する生徒の興味が高くなるのに対して、SSH 活動を負担に感じる生徒は少なくなっている。このことから、SSH に関する取組が生徒により影響を与えていると感じている。

意見：好奇心や興味を長く持続させることは難しい。社会に科学技術を正しく用いる姿勢や社会にどれだけ役立てられるか、人から必要とされるのかが大切である。

回答：試行錯誤をくり返ししながら、生徒によりよい教育をと考え、SSH プログラムを進めてきた。今後、SSH 以後の理数教育のあり方も含め、研究していきたい。

## 5 まとめ 石塚委員長

和歌山県の6年間中高一貫教育について、その成果を検討する委員会が発足している。この委員会では、各々の地域の代表を交えて話し合いが行われている。SPP では、理科教育の裾野を広げることができる。SSH プログラムによる生徒の負担があるのは確かである。しかし、適切な量の負担は、高校生にとっても必要である。向陽高校スタイルは出来上がっている。SSH による成果等を考慮しながら、一年かけて今後について判断していく中で、個人的には SSH 継続するのもよいのではないかと考える。

海南市北東部の孟子地区。自  
然回復を試みる会・ピオトーブ  
孟子が里山保全活動を行う。六  
五杉の谷間で、向陽中学校理科  
部の仲間と月一回、生物調査を  
行う。図鑑でしか見ることが  
なかつたカラスアゲハを去年  
ここで初めて見ました。オオル  
リボンシマも目が水色できれ  
いだった。虫について語る目  
は生き生きしている。

自宅は海南市。豊かな自然に  
囲まれ、幼稚園に入ったころに  
は友達と近所の山や田んぼで虫  
やトカゲを追いかけた。中  
学に進み、理  
科部へ。昨年  
六月、部の活  
動でピオト  
ーブ孟子に通  
いだされた。  
毎月、里山  
を見つけた昆虫

## 向陽中学理科部で活動 川久保智志さん(14)

# 虫にロボットあふれる好奇心



和歌山で輝き始  
めた平成生まれのキ  
コ郎。虫にロボットあ  
ふれる好奇心と行動  
力がまぶしい。

「小学校の時は古いカメラ  
興味を先は虫以外も向け  
やラジオ、プリンターを解体し  
たことも。将来は災害救助のた  
作にも取り組み、同級生と一  
めめロボットを作ってみたい」  
出場した昨年のおきな学生ロ  
ボットコンテストで位に入っ  
た。「小学生の時は古いカメラ  
興味を先は虫以外も向け  
やラジオ、プリンターを解体し  
たことも。将来は災害救助のた  
作にも取り組み、同級生と一  
めめロボットを作ってみたい」  
出場した昨年のおきな学生ロ  
ボットコンテストで位に入っ

和歌山で輝き始  
めた平成生まれのキ  
コ郎。虫にロボットあ  
ふれる好奇心と行動  
力がまぶしい。

# 奥村君(向陽高)が銅メダル

## 第2回全国生物学コンテスト

和歌山市太田の県立向陽高校(板橋孝三校長)環境科学科1  
年の奥村洋介君(16)が、全国生物学コンテスト「生物チャレン  
ジ2009」で、銅メダルを受賞。同コンテストは国際生物学  
オリンピックの日本代表選考を兼ねており、11月に東京で行わ  
れる代表選抜試験にも選ばれた。奥村君は参加者には、高  
度な研究をしている中学生もいて、よい刺激になった。次の試  
験も知識を増やして全力で挑みたいと意気込んでいる。



「生物チャレンジ」に実験を行って問題を  
は、大学に入学前の青  
少年(20歳未満)を対  
象とした全国規模のコ  
ンテスト。今回は全校  
から2600人(県内  
対象に、8月17日  
から3日間、広島大  
学で行われ、コオロギやバツ  
の性質を調べる実験  
試験に挑んだ。専門的  
な知識や確かな技術力  
が問われる内容で、  
高校3年生レベルの実  
験技術を要するとい  
う。11月の試験では4  
人が日本代表として選  
び出され、来年韓国で開  
催される国際生物学オ  
リンピックに参加す  
る。

「自分の実力を  
試したい」との思いで  
応募。これまで大きな  
賞を賞したことはな  
く、「観察知識が必要  
で、道具の使い方も難  
しかった。今回は運が  
よかったと思う」と笑  
顔を振り返っている。  
最近では外来生物の問  
題に関心があり、将来  
の夢は生物保護や保全  
の研究者だといふ。  
担任で理科の授業を  
担当する北村絵葉教諭  
(32)は「ピオトーブ活  
動などに意欲的に参加  
し、何事も真面目に取  
組む生徒。大会では  
自身の力を存分に発揮  
してくれていることを期  
待しています」とエール  
を送っている。

メダルと賞状を  
手にする奥村君

賞査  
科学  
学生  
県

# 知事賞に印南中の津波研 向陽高の2作品と併せ中央審査に

中学生、高校生による科学  
研究の成果を表彰する  
「第53回日本学生科学賞」  
の県審査が19日、読売新聞  
和歌山支局で行われた。  
知事賞に印南町立印南中  
学校3年津波研究チームの  
「印南湾における津波の挙  
動Part5」、県議会議長  
賞に県立向陽高校環境科学  
科ASAの「植物体内中の  
アスコルビン酸(ビタミン  
C)量の研究」、県教委賞は  
同校環境科学科アベちゃん



作品を審査する池田名誉教授(右)ら  
(読売新聞和歌山支局で)

の「光周期がアベハゼのタ  
ンパク質代謝に及ぼす影  
響」が選ばれた。3作品は、  
11月14日から東京で行われ  
る中央審査に出品される。  
このほか、読売新聞社賞

に、県立海南高校科学部の  
「かやぶき屋根に営巣する  
ハチの集める花粉に関する  
研究」、県産業教育振興  
会長賞は県立向陽高校環境  
科学科辻研究室の「化学  
発光物質の研究」、県商工  
会議所連合会長賞に県立  
耐久高校1年・井原万季さ  
んの「ムササビの生態研  
究(1)ー我が家に居候  
するムササビ」に決まっ  
た。  
また、ビタミンAの分離  
抽出に成功した和歌山市出  
身の高橋克己博士をたたえ  
る同博士顕彰会からの「高  
橋特別賞」には、県立向陽  
高校環境科学科ASAの  
「植物体内中のアスコルビ  
ン酸(ビタミンC)量の研  
究」が選ばれ、ほかの入賞  
者には「高橋賞」が贈られ  
る。

県審査は、池田芳次・和  
歌山大名誉教授と県教育セ  
ンター学びの丘の福田修  
武、森裕両指導主事が行っ  
た。表彰式は後日、読売新  
聞和歌山支局で行う。

読売新聞 2009年(平成21年)10月20日 日曜日 掲載記事より抜粋

## 向陽中高が科学の合同ゼミ 大学から研究者招く

和歌山市太田の県立  
向陽中学校・高校(板  
橋孝志校長)は6日、  
大学から研究者を招  
き、SSH中高合同ゼ  
ミを開いた。  
同校環境科学科1年  
生77人、中学から3年  
生80人が参加。同ゼミ  
は、科学の実験や講義



消化酵素について実験をする生徒たち

を通じて自然科学につ  
いて関心を高めてもら  
おうという狙いで実施  
されている。講義は6  
種類あり、事前に生徒  
が興味のある講義を選  
択した。  
「だ液アミラーゼに  
よるデンプン消化実  
験」では、近畿大学生  
物理工学部遺伝工學  
科の武部聡教授を講師  
に招き、ジャガイモな  
どに含まれるでんぷん  
について実験を行い、  
消化酵素によって色が  
変わる様子を観察。参  
加した木下裕月さん  
(15)と神保美緒さん  
(16)は「目に見えた  
実験だったので反応を  
見ていくのが楽しかつ  
た」と笑顔で話した。  
また、「電波でみる  
銀河系」の講義では、  
和歌山大学生涯学習教  
育研究センター宇宙教  
育ネットワークの佐藤  
奈穂子研究支援員が講  
師を務め、実際に手作  
りのパラボラアンテナ  
を使って宇宙電波の受  
信実験を行い、生徒た  
ちは興味津々な様子で  
観察していた。

わかやま新報 2009年(平成21年)11月8日 日曜日 掲載記事より抜粋

日本学生科学賞 県代表作品 ㊦



県議会議長賞を受賞した環境科学科ASAの3人（和歌山市の県立向陽高校で）

葉で生成活発仮説を実証

県立向陽高校環境科学科ASAの3年松永拓也さん、羽津将城さん、山口直人さんが「植物体内中のアスコルビン酸(ビタミンC)量の研究」で、県議会議長賞を受賞した。

植物の中でもビタミンCを多く含む、定量比較しやすいブロッコリースプラウトを使って、実験を繰り返して、光合成とビタミンC生成に関係があると仮説を立て、莖と葉、日なたと日陰、発芽後に葉を取り除いた状態など、さまざまな条件で検証した。その結果、

ビタミンCは、莖よりも光合成の活発な葉で、また、日陰より日なたで多く作られることがわかった。

県議会議長賞 向陽高環境科学科ASA

「植物体内中のアスコルビン酸(ビタミンC)量の研究」

「葉の部分では、葉の有無にかかわらず、同程度のビタミンCが作られているという予想外の結果も出た。」

リーダーの松永さんは「葉の部分で作ったビタミンCを莖に送っている予想していたけれど、葉を取り除いた莖からも高い数値が出ていたのでは」と分析する。3人は「ブロッコリーは新芽だったが、熟した果実ではどうなるのだろうか。トマトなどでも実験して比較してみたい」と受賞を喜びながらも、研究への興味は尽きない。

指導した田中克介教諭は「上級生が確立した実験方法を引き継いで、効果的な実験ができていた。結果から新たな疑問も見つけ出している」と積極的な姿勢を評価している。

読売新聞 2009年(平成21年)11月18日 水曜日 掲載記事より抜粋

日本学生科学賞 県代表作品 ㊦



アベハゼの適応能力を調べた「環境科学科アベちゃん」のメンバー（和歌山市の県立向陽高校で）

照射条件変え5週間実験

県立向陽高校環境科学科アベちゃんの3年南遥香さん、佐々木規衣さん、青石知子さんが「光周期がアベハゼのタンパク質代謝に及ぼす影響」で、県教委賞を受賞した。協力して実験を繰り返した結果に「まさか選ばれるとは……。信じられない」と受賞を喜ぶ。

アベハゼは、アベハゼ属魚類の最北限種で、季節による温度変化によく適応しており、3人は適応能力を調べるため、たんぱく質代謝量の変化に着目した。昼間の時間の長さによって体内のたんぱく質の消費量が変化すると仮説を立てて実験に臨んだ。

県教委賞 向陽高環境科学科アベちゃん

「光周期がアベハゼのタンパク質代謝に及ぼす影響」

正確な実験結果を得るために、人工気象器の中で温度を一定に保ち、1日の光を当てる時間が16時間の長日条件と、8時間の短日条件に分け、アベハゼを飼育、5週間にわたって、酸素の消費速度とアンモニアの排出速度の変化を比較した。

この結果、長日条件ではたんぱく質代謝を、短日条件では脂肪代謝の割合を高めることがわかり、アベハゼは光の周期を感じ取って代謝する物質を変化させていると結論つけた。実験では、和歌山大学の岩田勝哉名誉教授からもアドバイスを受けた。

南さんらは「何度も失敗して実験は大変だったが、根気よく繰り返して、予想通りの数値が出たときに最高にうれしかった」と口をそろえる。

課題も残る。今回は室内の人工的に作った環境で実験したため、汽水域に生息するアベハゼの食性などは考慮しなかった。「季節によって餌が違ってくるかもしれない。エサも比較すると新しい結果が出てくるかも」と3人の議論は続く。

読売新聞 2009年(平成21年)11月19日 木曜日 掲載記事より抜粋

学生科学賞

# 成果後輩に伝えて

## 知事賞など4校6組表彰

「第53回日本学生科学賞」（読売新聞社主催）の県審査の表彰式が21日、和歌山市の読売新聞和歌山支局で開かれ、知事賞に輝いた印南町立印南中3年津波研究チームなど4校6組に表彰状や盾などが贈られた。



表彰を受けたのは、印南中のほか、県立向陽高環境科学科A S A（県議会議員賞）、同アベちゃん（県教委賞）、同辻研究室（県産

読売新聞社賞・県立海南高科学部ヒメハキリバチが巣材と幼虫の工サで、異なる植物の花粉を選択して採集することをつきとめた。

1年市川研太さん(15)  
「花粉を電子顕微鏡で観察し続けた。図鑑に載っていない花粉もあったが地道に取り組めた」

### 入賞者喜びの声

県産業教育振興会長賞・県立向陽高環境科学科辻研・研究室「イベントなどで使われるケミカルライトについて、様々な物質を使って発光量の違いなどを調べた。3年辻塚さん(17)「よびが住み着いた根拠を示り明るく長持ちする組み合わせが発見できた。暗闇の生態を調べて、人と共存できるような環境作りを目指す」

### 多数精鋭「研究継続」を講評

県からは「今年、中央審査に出展された作品の入賞率は昨年の2倍以上の応募があり、作品の半数以上が中央審査に出品できるようなものでした。生徒の努力と教員の指導の成果で、少数精鋭だったのが、今後は『多数精鋭』となりま

「常日頃、あらゆることに疑問を持つことが研究には大切。粘り強さは社会でも生きる」とたえ、宮下和己・県教委学校教育局長は「研究の成果をさらに深めるために、ぜひ後輩に成果を伝えてほしい」と述べた。ビタミンAの抽出に成功した和歌山市出身の農学者、高橋克己博士をたえ、博士顕彰会が贈っている「高橋特別賞」には、向陽

高環境科学科A S Aが選ばれ、山本真弘・同会副事務局長から賞状と副賞が手渡された。ほかの5組にも高橋賞が贈られた。

知事賞に選ばれた印南中3年岡本拓巳君(15)は「先輩の研究を引き継いだ研究が知事賞に選ばれてうれし

い。地元などの防災に役立つように、これからも研究を継続したい」と話していた。

作品に発展した例がいくつもあります。長期にわたる研究では、それぞれの研究がかけがえのない資料になります。研究で大切なのは、読む人にわかってもらうこと。文献などで似た研究を調べ、自分の研究はどこが違うのかを説明することが大切です。

今回は、先端科学と言える作品もいくつか出品されました。非常に興味深く、今後も研究を継続してくれることを願っています。

(池田芳次・和歌山大名曹教授)





坂本康介君

## 日本水ロケットコンテスト2009

近畿地区総合優勝の原動力

# 向陽高校の坂本康介君 定点競技で全国2位

「愛・地球博記念・日本水ロケットコンテスト2009」が、11月21日(土)、22日(日)、名古屋のモリコロパークで開催されました。

愛・地球博記念事業の一環でもある同イベントは、次世代を担う子どもたちの科学への関心や冒険心、探求心を喚起し、宇宙を通して地球的課題の解決に貢献できる青少年の育成を目的に開催されました。

北海道から沖縄まで全国の地域予選を勝ち抜いた14チームが参加し、それぞれ技術を競い合いました。目標地点近くに飛ばす定点競技と飛行距離を競う飛距離競技が行われ、近畿地区がみごと総合優勝に輝き、副賞としてJAXA種子島宇宙センターへの招待切符を手に入れました。



リビング和歌山 2009年(平成21年)12月5日 土曜日 掲載記事より抜粋

# 向陽は梅の抗菌作用等

## きょうSSH研究発表会

文部科学省の私たちの班は梅の抗菌作用(質問で苦しむこともあり)サイエンスハイス用に注目し、青梅と熟り勉強になった。自分クルル(SSH)に指梅のクエン酸濃度を比較している真内3校べたりし、抗菌作用のどを誰かに分かりやすく伝えるのって難しい。差があることなど具体的に進めていった。

なごう作った研究発表はきつと達成感があるはず。その達成感をいろいろな経験に生かしてほしいと話した。

16日、和歌山市の市民会館小ホールで研究発表会を開く。3校それぞれによる研究発表のほか、研究テーマごとに各アセスがあり、模造紙にまとめた内容を一般参加者などに説明するポスターセッションも行われる。

向陽高校は、約70人が18の班に分かれて研究テーマを発表。本番のプレゼン発表に向けて放課後は練習に励んだ。プレゼンは「梅に含まれるクエン酸の定量方法と抗菌作用の研究」と「音楽と文学における1/fのゆらぎ」を発表。梅を研究した青山尚椰さん(17)

わかやま新報 2009年(平成21年)12月16日 水曜日 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(5年間)の指定を受け、4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

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、科学技術や理科・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。

向陽高校は、平成18年度にSSH事業(5年間)の指定を受け、今年、4年目に入りました。



### 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っています。
  - ・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、コンピュータなどを利用したプレゼンなど、観察力とコミュニケーション力を高めます。

### 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。

- ・ 専門器械の購入による実験の充実
- ・ 大学・研究機関への訪問  
(研究室訪問)
- ・ 第一線で活躍する科学者による講演会や授業  
(実験講座、先端科学講座)
- ・ 全国SSH指定校との交流

### SSH関連行事始まる



研究室訪問の様子

- |       |                                      |
|-------|--------------------------------------|
| 4月    | SSHオリエンテーション<br>「SS環境科学」「SS探究科学Ⅰ」始まる |
| 5月    | 和歌山市内河川水質分析                          |
| 6月    | 第1回研究室訪問<br>関西光科学研究所 木津地区            |
| 8月    | SSH全国研究発表会                           |
| 10月下旬 | ラボツアー                                |

### 実験講座の様子



4月から、SSH関連行事が始まります。

詳しいことは、SSHニュースで紹介しますが、1年間の流れは、左上のようになっています。

みなさんは、これからSSHでいろいろ体験していくことになると思います。みなさんが、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。



向陽高校は、スーパーサイエンスハイスクール（5年間）の指定を受け、4年目に入りました。



## 環境科学科2年 「SS探究科学Ⅱ」選択生が 向陽中学3年生にポスターセッション発表



平成21年3月10日（火）の5限、環境科学科2年「SS探究科学Ⅱ」選択生が、向陽中学3年生を対象にポスターセッションを行いました。内容は、「SS探究科学Ⅱ」の授業で、1年間行ってきた課題研究の成果についてです。

課題研究は、物理・化学・生物・数学・環境の5つのゼミに分かれて取り組んできました。中学生たちは、各々興味のあるポスター発表の前で説明を受け、研究内容について熱心に質問をしていました。

## SSH報告

### ✦ 環境科学科2年

「SS探究科学Ⅱ」選択生が向陽中学3年生にポスターセッション発表

### ✦ 環境科学科2年

第2回わかやま自主研究フェスティバル成果発表会に参加



## 第2回わかやま自主研究フェスティバル成果発表会で、各賞を受賞 「アラレタマキビ（巻貝類）の潮位変化にともなう行動について」最優秀賞 「りんごによるエチレン発生のしくみ」「化学発光物質の研究」優秀賞

「植物体内のアスコルビン酸量の研究」「光周期がアベハゼのタンパク代謝に及ぼす影響」佳作



平成21年3月27日（金）、和歌山県立図書館（きのくに志学館）2Fのメディアアートホールおよび研修・講義室において、第2回わかやま自主研究フェスティバルが行われました。

本校からは、「SS探究科学Ⅱ」の授業で進めてきた課題研究「アラレタマキビの潮位変化にともなう行動について」「りんごによるエチレン発生のしくみ」「化学発光物質の研究」「植物体内のアスコルビン酸量の研究」「光周期がアベハゼのタンパク代謝に及ぼす影響」の5班が参加し、プレゼン発表と展示発表を行いました。発表会には、和歌山大学や他校からも、福祉や情報、科学などの幅広い領域について、自主研究活動報告がありました。

審査の結果、「アラレタマキビ研究グループ」が最優秀賞、「エチレン研究グループ」と「化学発光研究グループ」が優秀賞、「アスコルビン酸研究グループ」と「アベハゼ研究グループ」が佳作を受賞しました。



## 第2回わかやま自主研究フェスティバル講演会 ～ TANSTAAFL (There Ain't No Such Thing As A Free Lunch) 無料の昼食は無い～ 秋山演亮氏



第2回わかやま自主研究フェスティバル講演会では、和歌山大学戦略的・大学間連携支援事業担当特任教授の秋山演亮氏が「TANSTAAFL 無料の昼食はない」についてお話してくださいました。初めに、「月は無慈悲な夜の女王」や「火星年代記」などの書物の内容を紹介しながら、どうして宇宙に興味をもつようになったのかについて、説明していただきました。また、ロケット開発の歴史や日本のロケット技術、缶サットなどについても教えていただきました。ロケットガール&ボーイ養成講座では、高校生が高さ約2m、全重約7kgのハイブリットロケットの製作を行っているということでした。



## 2009年度国際コース作文コンテスト お知らせ

テーマは、「より良い世界を築くために、科学が果たす役割」で、1600字（400字詰原稿用紙4枚）以内。応募締切は、6月30日（火）必着。その他、詳しいことが知りたい人は、生物準備室のSSH事務局まで。

## SSH関係 1年間の予定（2年生）

4月から、SSHに関連した行事が始まっていますが、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14日 探究科学Ⅱ始まる。  
ゼミ別研究室連携事業  
テーマ別課題研究始まる。
- 7月21日～23日  
サイエンスツアー（東京・筑波）
- 8月 SSH全国研究発表会（代表者）

その他、SSH成果発表会等があります。  
詳細については後日。







## 1年環境科学科

## 「SS環境科学」「SS探究科学Ⅰ」の授業では

「SS環境科学」の授業では、環境問題について自然科学と社会科学の両面から学習を深めていきます。5月22日（金）には「和歌山市内河川水質調査」のフィールドワークを行いました。この活動を通して、調査方法やデータの検証法などを学習し、河川の汚染について考察を深めていきました。

また、物理分野、化学分野、生物分野の基礎実験講座である「SS探究科学Ⅰ」の授業や先端科学講座などの学習プログラムも始まっています。

一年を通して、さまざまなSSH活動を体験し、学習を深めていくことになります。

詳細については、随時お知らせします。

## SSH報告

## + 2年環境科学科

「SS環境科学」

「SS探究科学」の授業では

## + 1年環境科学科

SSH第1回実験講座

「水質分析」



## 1年環境科学科 SSH第1回実験講座

## 「水質分析」



SSH実験講座として、7月2日（木）に和歌山大学教育学部の木村憲喜准教授をお招きし、モール（M o h r）法によるさまざまな水（雨水、水道水、河川水および海水）の塩化物イオン定量を行いました。試料を硝酸銀水溶液で滴定すると、塩化物イオンは銀イオンと反応して塩化銀（A g C l）の白色の沈殿物を生じます。指示薬として、クロム酸カリウムを



加えることにより終点に分かり、式に代入することで塩化物イオンの量を求めることができます。今後、高校で定量実験（中和滴定や酸化還元滴定）を行う上で、器具の操作法など大変勉強になる実験講座となりました。

## 参加生徒の感想より

「初めて使う器具もあり、操作が難しかったが、実験はとても楽しかった。家の水道水の塩化物イオンの量は少なくて安心した。」

「和歌山の川が結構汚れていることに驚いた。」

「赤っぽくなったのを見分けるのが難しかったけど、黄色から赤色に変化するのがおもしろかった。」



## 日本天文学会2009年春季年会

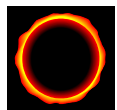
## 「第11回 ジュニアセッション」に参加して

2009年3月24日～27日の3日間、大阪府立大学中百舌鳥キャンパスにおいて「第11回ジュニアセッション」が行われました。本校から、環境科学科3年生の玉置ひかるさんが参加し、口頭発表とポスターセッション発表を行いました。玉置さんは昨年の夏に「君が作る宇宙ミッション」という高校生対象の体験学習プログラムに参加し、Team Andante のメンバーとして「彗星のふるさと～オールの雲を探して～」というテーマでミッション計画を作り上げました。今回は、そのときの研究成果を発表してくれました。口頭発表の日は、インターネット中継も入り、発表後の講評では、国立天文台の方から「とても夢のある魅力的なテーマで、ユニークな探査を提案している。」とお褒めの言葉をいただきました。



## 参加生徒の感想より

「私たちは他府県混合のチームであったため、発表まで連絡を取り合うことがとても大変でした。また、学会の1週間前はプレゼンの準備に追われ、徹夜の毎日でした。しかし、半年以上かけて行った研究を公の場で発表することができ、よい経験となりました。今後につなげていきたいと思えます。」



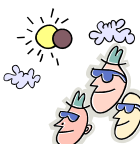
## 来る7月22日 日本で今世紀最長の皆既日食

2009年7月22日（水）に今世紀最大級の日食が起こります。日食とは、月が地球と太陽の間を横切り、太陽を覆い隠す現象です。日本では、奄美大島北部、トカラ列島、屋久島、種子島南部、北硫黄島、硫黄島とその周辺海域などが皆既帯に含まれ、皆既日食となります。

和歌山市では皆既日食を見ることはできませんが、太陽の形が大きく欠けて三日月状になる部分日食を見ることができます。和歌山市では午前9時46分に始まり、11時5分にピーク、午後零時25分に終了します。

**注意！ 日食を肉眼で直接見たり、通常のカメラで撮影するのは危険です。**

**太陽観察専用の日食グラスや遮光板を使用し、望遠鏡を用いる場合は太陽投影板に投影するなどの安全な方法で観察しましょう。**





### 2年 「SS 探究科学Ⅱ」 各ゼミ紹介① 環境ゼミでは・・・



今回は環境ゼミについて紹介します。環境ゼミでは、「自動販売機」、「フードマイレージ」、「和歌浦干潟」という3つの切り口から環境問題を研究しています。「自販機」班（濱口）は、現在、学校周辺の自販機マップを作成し、生徒の利用状況や年間消費電力量を調べています。「マイレージ」班（木本・網本）では、一般的な食材のマイレージを計算しながら、食の地産地消の可能性を探ろうと自然派レストランを訪問し、楽しく

研究を深めています。「干潟」班（線崎・日下）は、和歌山大学主催の干潟観察会（6月7日）に参加して和歌浦干潟の生物観察を体験しました（写真）。ここで、今年は干潟のアサリが激減していることを知り、この謎を解こうと研究を進めています。

### SSH報告

- ✦ 2年環境科学科 「SS探究科学Ⅱ」  
各ゼミ紹介①環境ゼミでは・・・
- ✦ 平成21年度 第1回SSH運営指導委員会
- ✦ 2年環境科学科 SSHサイエンスツアー1日目  
電力中央研究所（講義・実習）



### 平成21年度 第1回 SSH 運営指導委員会 開催される



6月29日（月）、平成21年度第1回運営指導委員会が開かれました。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引き続き、委員長に選ばれました。向陽高校の事務局から、研究開発課題や向陽中の取組、3カ年終了時の実施効果と評価について報告がありました。運営指導委員の先生方からは、各々の立場からのご意見とより豊かな取組となるよう、ご助言をいただきました。

- |                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| <b>運営指導委員の先生方</b>       |                                |
| 石塚 亙 先生 和歌山大学教育学部教授     | 岩井 一能 先生 株式会社島精機製作所開発エンジニア     |
| 矢萩 喜孝 先生 和歌山大学教育学部教授    | 上保 徹志 先生 雑賀技術研究所主任研究員          |
| 島田 哲夫 先生 和歌山大学システム工学部教授 | 正岡伊久夫 先生 和歌山県立向陽高等学校元PTA会長     |
| 坂口 和成 先生 和歌山県立医科大学医学部教授 | 北浦 健司 先生 和歌山県教育庁学校教育局学校指導課課長   |
| 細井 美彦 先生 近畿大学生物理工学部教授   | 川篤 秀則 先生 和歌山県教育庁学校教育局学校指導課指導主事 |
|                         | 山本 直樹 先生 和歌山県教育庁学校教育局学校指導課指導主事 |



### 2年 SSHサイエンスツアー 1日目 環境科学科 探究科学Ⅱ 選択生・希望者

7月21日（火）～23日（木）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「SS探究科学Ⅱ」選択生と希望者、計72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、高度な研究内容を学ぶことで、科学に関する興味・関心をより一層深め、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ことを目的としています。

1日目は、電力中央研究所を訪問しました。



電力研究所は電気事業の総合研究機関として1951年に狛江に設立されました。こちらの研究所内には、社会経済研究所、システム技術研究所、原子力技術研究所、材料科学研究所と4つの専門研究機関があり、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ます。研修では、300kV電界放出型透過電子顕微鏡や交・直流電力システムシミュレータを見学させていただきました。顕微鏡というと“生物観察”というイメージが強いですが、ここでは原子力発電所を長期運転するために材料の強さを原子レベルで調べ、材料が劣化するメカニズムの解明や新しい材料の開発などに利用されているそうです。また、発電機や変圧器、送電線の実験設備についても説明していただきました。

電力中央研究所上席研究員の岡野邦彦先生による「プラズマエネルギーと核融合」についての講演では、核融合炉にはレーザー方式と磁場方式があることや核融合プラズマエネルギーの実用化に向けた研究について詳しく説明していただきました。21世紀のエネルギー開発について学習を深めることができました。





### 2年サイエンスツアー 2日目 Aコース 農業環境技術研究所



2日目Aコースでは、農業環境技術研究所と国立環境研究所を訪問しました。農業環境技術研究所では、「風にきく、土にふれる、そしてはらかな時をおもい、環境をまもる。」をキャッチフレーズに、自然と社会と人間との調和を目指した研究がなされています。研究分野は、「農業が環境に及ぼす影響（農薬、土壌の塩化、遺伝子組換え）・環境が農業に及ぼす影響（ダイオキシン、地球温暖化）・環境全体（環境資源の収集、保存）」の3つに分かれています。

研修①は、「隔離圃場（農業生物資源研究所内）の見学」でした。圃場ではトウモロコシとダイズの組換え植物を観察することができました。各研究機関で5年間、遺伝子組換え農作物の長期栽培による環境への影響について調査がなされ、組換え農作物を栽培した圃場およびその周辺生物相への特定の影響は認められないことなどの説明を聞きました。

研修②は、吉村泰幸先生による「遺伝子組換え作物に関するわが国の現状」、松尾和人先生による「遺伝子組換え作物の環境影響評価について」の講演を聞きました。1年時に「SS環境科学」の授業で、「日本は遺伝子組換え食品の販売を禁止すべきである。是か非か。」のテーマについて討論した時のディベーターからの質問に答えてもらう形で、遺伝子組換え作物の現状やその課題について学ぶことができました。

研修③の「研究者とのディスカッション」では、くらしとパイオブラザ21の佐々義子先生も加わって、遺伝子組換え作物について話し合いました。

この研修を通して、遺伝子組換え作物についての知識や認識を科学的な視点から見つめ直すことができました。



## SSH報告

### 2年サイエンスツアー 2日目 Aコース 農業環境技術研究所 国立環境研究所

#### 参加生徒の感想より

「ディベートで遺伝子組換えについていろいろ調べたので、実際にGM作物を栽培している場所を見ることができてとてもうれしかったです。普通の作物と遺伝子組換え作物が交雑しないように雄花を切るなど、社会的混乱を防ぐ対策がたてられていました。食品としての安全性だけでなく、環境への影響も詳しく調べることが重要であると知りました。」

「身近なものや廃棄物などから、効率的かつ低コストで水を浄化できることが分かった。」「農薬を少しでも使うと、生き物の種類や数がかわってくる。環境問題はすべての人に責任があり、すべての人が問題の解決のために考えて行動すべきであると分かった。」「普段の授業ではできない実験ができてよかったです。まだまだ解明されていない生物の仕組みがあると思った。」



### 国立環境研究所（実験・実習）



午後は、国立環境研究所での研修でした。1974年、前身の国立公害研究所として設立されて以来、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研究所です。

ここでは7つのグループに分かれて実験・実習の指導を受けました。

<p><b>研修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</b></p> <p>大気汚染ガスのオゾンによって植物から放出されるエチレンを、ガスクロマトグラフィー装置を用いて測定する。</p> 	<p><b>研修②土壌細菌による環境汚染物質の分解</b></p> <p>ガスクロマトグラフィー装置を用いた分析を実施し、土壌細菌による環境汚染物質のジクロロメタンの分解過程を観察する。</p> 	<p><b>研修③池の中のプランクトン観察</b></p> <p>池の中のプランクトンを採取して、光学顕微鏡と電子顕微鏡を使って観察する。</p> 
<p><b>研修④自然土壌・廃棄物資材を用いた廃棄物処分場浸出水の浄化</b></p> <p>黒ぼく土等の自然土壌やコンクリートから等の廃棄物資材の廃棄物処分場浸出水の浄化能力を、簡易なカラム試験と水質分析を用いて評価し、最適な材料の組み合わせを考える。</p> 	<p><b>研修⑤フローサイトメトリーによる身近な植物の交雑の検出</b></p> <p>植物細胞の核の染色体の数（DNAの量）をフローサイトメトリー装置を用いて測定し、身近な植物（ギンギン類）で起きている外来種と絶滅危惧種を含めた在来種の交雑状況を調べる。</p> 	
<p><b>研修⑥実験水田を用いた化学物質の生態系影響調査</b></p> <p>水田メソコズム試験によって、農薬が生物多様性に及ぼす影響を評価する。水田中の動植物の個体数と種数を計測するとともに水質を調べて、農薬との関係を解析する。</p> 	<p><b>研修⑦ため池の水の水質測定</b></p> <p>生息する生物や環境が異なる当所敷地内に在る三つのため池の水質調査を行い、それぞれの池の状況・性質を比較する。</p> 	



## 2年サイエンスツアー 2日目 Bコース

KEK (高エネルギー加速器研究機構) / JAXA・筑波宇宙センター  
【産総研】サイエンス・スクエアつくば/講演会 (国立環境研究所)



2日目Bコースでは、KEK(高エネルギー加速器研究機構)、JAXA・筑波宇宙センター、【産総研】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。

KEKでは、国内外の多くの大学や研究機関と共同で、巨大な加速器を使って基礎科学の研究が行われています。今回の研修では、Bファクトリー実験施設と放射光科学研究施設を見学し、Belle検出器などについて説明していただきました。高エネルギーの粒子を使った研究は大きく分けて2つあり、高エネルギーの粒子を衝突させ、宇宙誕生時に多数存在した粒子を発生させて反応を調べる研究やニュートリノの性質について調べる

研究です。

JAXA・筑波宇宙センターは、1972年に筑波宇宙センターとして設立された後、2003年に様々な機関と合併しました。日本で唯一の宇宙航空開発研究機関で、基礎研究から技術開発・利用に至るまでの一貫した活動を進めているところです。ここでは、バスでセンター内を移動しながら、研究施設の見学を受けました。展示室には、H-IIロケット実機や実物大の人工衛星の試験モデル、「きぼう」日本実験棟などがありました。また、ロケットを安全に打ち上げるための音響試験設備、電波試験設備や宇宙飛行士訓練のための低圧環境訓練設備、閉鎖環境適応訓練設備、無重量環境試験などについても詳しく説明していただきました。地上で無重力を訓練するために、直径16m、水深10.5mの大型プールに実物大宇宙模型を沈め、60kgの水中用宇宙服を着用して訓練が行われるそうです。産総研は、産業技術の広い分野におけるさまざまな技術開発を総合的に行っている、日本最大級の研究機関です。「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などについて展示されていました。



国立環境研究所に移動し、温暖化リスク評価研究室長の江守正多先生による「地球温暖化の現状と将来予測」についての講演を聞きました。国立環境研究所は環境問題に対する取組を強化、研究しています。地球温暖化、循環型社会、環境リスク、アジア自然共生をテーマとした4つの分野について研究を進めています。

20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇は、人為起源の温室効果ガスの増加による可能性が非常に高く、温暖化に対し、何の対策もしなければ、2100年には今よりも6℃上昇すると予測されています。「温暖化は止まった」と訴える人もいますが、グラフで見ると全体的には地球の気温は上がっており、二酸化炭素の排出量を50年後には半分に、その後は9割カットしなければ温暖化は止まらないことなどについて説明していただきました。また、先進国と発展途上国が一丸となること、心(ライフスタイル)・技(省エネ技術)・体(社会システム)をよくすることがこれからの社会に必要なと教えていただきました。

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。



## SSH報告

+ 2年サイエンスツアー  
2日目 Bコース

KEK (高エネルギー加速器研究機構)

JAXA・筑波宇宙センター

【産総研】

サイエンス・スクエアつくば

講演会 (国立環境研究所)



江守正多先生

## 参加生徒の感想より

「KEKは、SSHサイエンスツアーで一番興味のもてたところでした。とても大きな機械の中でとても小さな粒子のことを測定していて、宇宙のことにつながっていると聞き、びっくりしたし、おもしろいと思った。」「私が聞いたこともないようなことばかりだった。加速器や粒子のことも初めて知りました。内容はとても難しかったけれど、もっといろいろと知りたかった。」



「身近な環境問題の講演会だったので、とても興味深かった。二酸化炭素を50年後は半分にし、その後9割カットしなければ温暖化は止まらないと聞いてとてもショックだった。それだけ減らすためには人任せではなく、私たち一人ひとりが少しずつでも努力しなければならぬと改めて考えた。」

「希望がある問題が温暖化。絶望ではない。という言葉が印象的だった。」

「こちらの質問にも分かりやすく答えてくれたので、よかったです。」

## 生物チャレンジ2009に参加して

「生物チャレンジ」は大学に入学する前の青少年(20歳未満)を対象とした全国規模のコンテストです。また、国際生物学オリンピック韓国大会に派遣する日本代表選考を兼ねています。試験では、生物学についての知識・実験技術・考察などの総合的な力が試され、「第一次試験」、「第二次試験」および「代表選抜試験」と続いています。

環境科学科1年の奥村洋介君が、7月19日(日)に行われた第一次試験に合格し、さらに8月17日(月)~20日(木)に行われた第二次試験において、銅メダルを受賞しました。また、11月23日(月・祝)に科学技術館で行われる代表選抜試験にも選抜されました。

## 参加生徒の感想より

「二次試験の問題は、コケとコオロギの観察、制限酵素によるDNAの切断でした。難しい問題でしたが、ふだんできないような実験ができて、とても楽しかったです。」



板橋校長先生(左)と奥村君(右)





## 2年サイエンスツアー（東京・筑波）3日目

## 国立科学博物館



最終日の7月23日（木）は、国立科学博物館での研修でした。

国立科学博物館は1877年に設立された、自然史および科学技術史に関する世界の中核的拠点となる唯一の国立総合科学博物館です。研修では、地球館「地球生命史と人類」と日本館「日本列島の自然と私たち」を見学しました。地球館では、宇宙が誕生し、地球が生まれてからの環境の変動、生命の歩み、人類が生まれてからの科学の歩みなどを学ぶことができました。日本館では、日本列島の自然と生き物たちの進化、日本人の形成過程、そして私たちと自然のかかわりの歴史が展示されていました。

## 参加生徒の感想より

「非常に多数の展示物があり、質・量ともに驚かされました。予定より見学する時間が減ったため、一部の箇所をまわれなかったのが残念でした。人間は本当に膨大な量の謎を解き明かしてきたのだと実感した。」「本当にさまざまな分野のものが展示されていて、とても大規模だった。もともと海洋生物に興味がありましたが、もっと学んで詳しくなりたいと思いました。」

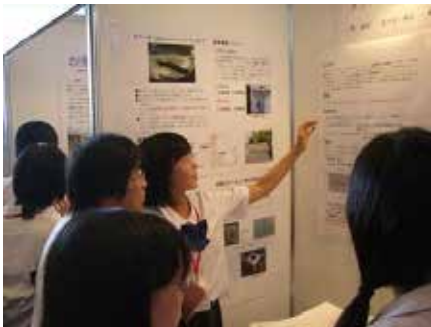
## SSH報告

- ✦ 2年サイエンスツアー
- 3日目 国立科学博物館
- ✦ 平成21年度
- SSH生徒研究発表会
- パシフィコ横浜



## 平成21年度 SSH 生徒研究発表会に参加

## ポスターセッション発表「光周期がアベハゼのタンパク質代謝に及ぼす影響」



8月6日（木）・7日（金）の2日間、「SSH平成21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3年生3名が参加しました。発表会前日の5日（水）は、ポスターセッション会場で発表の準備を行いました。今回のポスターセッションでは、南遥香さん、青石知子さん、佐々木規衣さん達が「光周期がアベハゼのタンパク質代謝に及ぼす影響」について発表しました。

## 参加生徒の感想より

「学校でポスターセッションの準備をしました。上手に発表できるか少し心配でしたが、とても興味をもって発表を聞いてくれる人ばかりで、自分たちの発表に自信がもて、発表することをとても楽しく感じました。また、他のSSH校の発表は、どれも高度で個性的だったので、驚くことやおもしろいことがたくさんありました。発表をするだけでなく、聞くことも楽しかったです。たくさんの刺激を受け、とてもよい経験になったと思います。」

## 物理部がCu-Roboconにおいて優勝と準優勝で全国大会へ

物理部は、8月1日（土）に中部大学で行われたCu-Robocon（WRO Japan 公認予選会）に、4チームが出場しました。WROとは、「World Robot Olympiad」の略で、ロボット競技を通して創造力や問題解決力の育成を目的とする32カ国による国際な大会です。大会は、公認予選会→全国大会→国際大会の流れで行われます。高校生部門は「ロボットビリヤード」というテーマで、ロボットはスタート地点から障害を通過し、青と赤の球を拾い、球と同じ色の穴に入れるという競技です。



ロボットはプログラムにより制御し、操作はできません。また、試合当日にルール変更があり、それに対応したロボット製作とプログラミング能力を競います。

公認予選会には58チームが参加し、本校チームはそれぞれ優勝・準優勝・特別賞という成果を出すことができました。また、それに伴い、出場した全国大会では、29チーム中13位という結果でした。







## 1年 第1回研究室訪問 「先端科学にふれる 関西光科学研究所」

9月4日（金）、関西光科学研究所木津地区を訪問してきました。関西光科学研究所（木津）は、平成17年10月に発足した「光」の研究を行う研究所です。

実験教室では、燃料電池を組み立てて電圧を測定する実験、燃料電池自動車の試乗などを通して、新エネルギーについての学習を深めることができました。固体型水素を使用する燃料電池を搭載する自動車の開発が進められており、二酸化炭素ガスを排出しないなどの環境面で優れているため、今後の実用化が期待されています。また、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が行われている光量子ビーム利用研究ユニット実験棟や世界でも珍しい「光」をテーマにした科学館「ふおとん」も見学してきました。展示物は、体験を重視し分かりやすく説明されており、光の基本的な性質から最先端の光技術利用までを楽しみながら学ぶことができました。

### 参加生徒の感想より

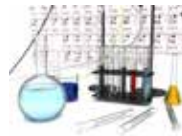
「今回の研修で、実験や見学をいろいろさせていただきましたが、どの内容もちょうど今の自分に合っていたように感じ、理解しやすかったです。燃料電池のしくみや燃料自動車の試乗などを通して、最先端技術の無限の可能性を考えさせられました。ビデオで見たアインシュタインの相対性理論についてもとても興味深く、もっと知りたいと思いました。」

「光量子ビーム利用研究ユニット実験棟でのお話は、研究内容がとても難しかったです。実験室がとても大きいことに驚きました。」

「燃料電池の実験は、操作が簡単だったので分かりやすかったですし、電気分解について学習を深めることもできました。また、オルゴールを使ったりしてとても楽しかったです。」



## 2年 「SS探究科学Ⅱ」 各ゼミ紹介② 化学ゼミでは・・・



化学ゼミでは、3つのグループに分かれて研究に取り組んでいます。

「梅に含まれるクエン酸の定量方法と抗菌作用の研究」グループでは、青梅の成分中のクエン酸に注目し、液体クロマトグラフィーや中和滴定を組み合わせた定量方法を考案中です。さらにクエン酸の抗菌効果について寒天培地等を利用して調べています。



醤油の製造過程と成分変化の研究

「ポリフェノール含有量の比較実験」グループでは、健康に効果があると注目されるポリフェノールについて研究しています。研究内容は、保存方法や調理方法で、植物に含まれるポリフェノールの減少量について調べています。

「醤油の製造過程と成分変化の研究」グループでは、微生物の働きを利用して大豆から醤油を製造しています。その製造過程でタンパク質やグルタミン酸の濃度がどのように変化するかを調べています。



梅に含まれるクエン酸の定量方法と抗菌作用の研究



ポリフェノール含有量の比較実験

### 今後の日程

11月 6日（金）  
11月14・15日（土・日）  
11月14・15日（土・日）  
11月16日（月）  
12月16日（水）

和・近大学中高合同ゼミ（中3・高1）  
2009おもしろ科学まつり（1年希望者）  
第3回自主研究フェスティバル  
（2年SS探究科学Ⅱ選択生）  
先端科学講座（理科）雑賀技術研究所（1年）  
和歌山県SSH3校合同研究発表会（向陽・海南・日高）





## 1年環境科学科・向陽中学校 交流ポスターセッション 科学史ポスター ～歴史の中の科学者たち～



9月25日（金）の4・5限、環境科学科1年生が向陽中学3年生を対象にSS環境科学の授業で行ってきた科学史の内容についてポスターセッションを行いました。参加した中学3年生からは積極的に質問が出され、高校1年生も熱心に説明していました。

### 調査対象の科学者

デモクリトス・ガリレオ・リンネ・シャルル・ダーウィン  
パプロフ・鈴木梅太郎・湯川秀樹・小柴昌俊 など 計40名



## 1年環境科学科・向陽中学3年生 SSH中高合同ゼミ



1月6日（金）の4・5限、SSH中高合同ゼミが行われ、環境科学科と向陽中学3年生が6つのゼミに分かれて参加しました。中学生と高校生が大学の研究者から科学を体験的に学習することで、自然科学についての興味・関心を高めるとともに、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。「常識を替えた科学の実験」では、イタリアのピサの斜塔から重さが違う2つの球を落としたガリレオの実験などを例に挙げ、歴史的な意義について教えていただきました。

和歌山市の主要部が位置する紀ノ川平野は、紀ノ川が運んできた土砂によって形成されました。同じ紀ノ川平野の中でも、場所によって地盤の良し悪しが異なります。「紀ノ川平野の生い立ちと地震災害」では、地震とはどんなものなのか、そして和歌山市を襲う可能性の高い、二種類の地震の起き方や震災について詳しく説明していただきました。

私たちが目で感じるものは光の色や強さですが、光には振動方向があります。「光は波、波は振動しており、振動には向きがある」では、液晶テレビや光ファイバー通信など日常生活でも利用されている光の振動方向について説明していただきました。また、「デザインを支える数理の考え方」では、身近に手に入るキューブパズルなどを例にとり、「形」と「仕組み」をデザインしていく方法を学びました。「唾液アミラーゼによるデンブンプン消化実験」では、デンブンプンが唾液アミラーゼによって消化される様子を、ヨウ素デンブンプン反応とベネディクト反応を用いて観察しました。「電波でみる銀河系」では、「すばる望遠鏡」で働く研究者の林左絵子さんとのインターネット中継やパラボラアンテナを用いた宇宙電波の受信実験を行ったり、銀河系と電波天文について説明していただきました。

中学生には少し難しい内容の講座もありましたが、高校生とともに一生懸命理解しようとする姿が印象的でした。

## SSH報告

- ✦ 1年環境科学科・向陽中  
交流ポスターセッション  
科学史ポスター  
～歴史の中の科学者たち～
- ✦ 1年環境科学科・向陽中  
SSH中高合同ゼミ  
「常識を替えた科学の実験」  
「紀ノ川平野の生い立ちと地震災害」  
「デザインを支える数理の考え方」  
「光は波、波は振動しており、振動には向きがある」  
「唾液アミラーゼによるデンブンプン消化実験」



### 「常識を替えた科学の実験」

なぜだろうと思った実験について深いところまで考える科学の面白さを学んだ。



「唾液アミラーゼによるデンブンプン消化実験」  
実験では難しいことも多かったけれど、高校生の人達が教えてくれたので、楽しく、分かりやすかったです。



「デザインを支える数理の考え方」  
デザインに数学や理科が使われていることに驚いた。内容は難しかったけれど、パズルやパソコンを使い、楽しかった。



「光は波、波は振動しており、振動には向きがある」  
波のことなど考えたことはなかったけれど、光ってすごく面白いものだと分かった。



「紀ノ川平野の生い立ちと地震災害」  
地盤によって大きく揺れの大きさが変わるということを学び、地震についての危機感が高まった。



「電波でみる銀河系」  
パラボラアンテナや電波の受信を実際にみたり、ハワイの林先生との中継などがあり、とても印象的で、楽しかったです。





## 1年・2年環境科学科 第1回SSH先端科学講座 ストップ地球温暖化「低炭素経済への道」

11月5日(木)、日本弁護士連合会の第52回人権擁護大会の一環として「地球温暖化についてのシンポジウム」が開催され、環境科学科1・2年生の計155名が参加しました。地球温暖化問題を解決するには、継続型経済社会を実現するための科学技術開発を積極的に推進することが必要です。この講座では、研究者、海外や日本各地で行われている取組について知るとともに、研究者が行うパネルディスカッションを見学することで、プレゼンテーションの方法論についても学習することを目的としています。

「低炭素経済への道 地球温暖化防止の環境経済戦略」についてご講演いただいた京都大学大学院経済学研究科教授の植田和宏先生は、現在の鳩山内閣において地球温暖化施策による経済の影響等を分析する「温室効果ガス削減中期目標達成にむけたタスクフォー

ス」の座長として活躍されています。講演では、地球温暖化の問題点を科学的に捉え、経済活動の視点から地球温暖化防止に向けた環境経済戦略についての説明がありました。温暖化問題の大きな特徴は、地球規模での問題に対する科学者の問題定義を政治が取り上げたことであり、温暖化対策は将来世代に対する現代人の重要な課題です。現在の日本の状況についての説明の後、EUの都市を例にあげ、持続可能な都市・地域に向けた政策目標や様々な試みを紹介されました。また、環境、経済、エネルギーも含めた低炭素社会の実現への取組の道筋についても説明していただきました。

パネルディスカッションでは、講演していただいた植田先生をはじめ、同じくタスクフォース委員の飯田哲也先生、リコー社会環境本部審議役の則武祐二先生、気候ネットワークの田浦健朗先生と浅岡美恵先生の5名のパネリストをお迎えし、「国の温暖化防止戦略策定の課題」について議論が進められました。現在、Japan-CLPとしてリコーグループを初め7社が持続可能な低炭素社会に向けた環境経営を行っていることや、CO<sub>2</sub>25%削減に向け細部にわたって経済への影響の試算がなされていること、自然エネルギー開発の拡大やグリーンニューディールによる雇用創出、気候ネットワークの地域を考慮した再生エネルギー普及活動などについて報告がなされました。また、日本弁護士会から地球温暖化対策法の制定についても提案がなされるなど、今後の地球温暖化防止に向けた政策からの大きな変革を感じさせたパネルディスカッションでした。

### 参加生徒の感想より

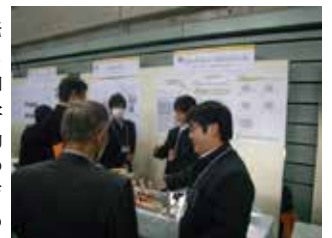
「環境経済学というのは、私にとって初めての分野で、環境と経済の双方から物事を見るということがとても新鮮でした。」  
 「“地球は1つだが、世界は1つではない。土地は将来の世代からのあずかりもの。気候も同じ。”という言葉が印象的でした。一人ひとりが温暖化について考えていかなければいけないと改めて思いました。」「難しい内容だったけれど、環境問題解決には、科学的な技術だけではなく、経済的なこともすごく関係しているということがよく分かりました。」



## 1年・2年環境科学科 発明の祭典 in 和歌山 第3回わかやま自主研究フェスティバル参加および2009おもしろ科学まつり和歌山大会に出展



11月14(土)・15(日)の2日間、ビッグホールにおいて“発明の祭典 in 和歌山”が開催されました。第3回わかやま自主研究フェスティバルには、本校から「SS探究科学II」選択生と理学部の生徒が参加し、プレゼン発表と展示発表を行いました。成果発表会では、和歌山大学や他校からも、福祉や情報、科学など幅広い領域についての自主研究活動報告がありました。審査の結果、数学ゼミの「音楽と文学における1/fのゆらぎ」、環境ゼミの「和歌浦干潟～アサリ激減の謎を追う～」、化学ゼミの「梅に含まれるクエン酸の定量方法と抗菌作用の研究」、生物ゼミの「季節によるアベハゼのタンパク質代謝の変化と生息環境」の4グループが佳作を受賞しました。また、理学部を含めた6グループが入選、数学ゼミの「パズルの神秘」が参加者投票の銀賞を受賞しました。2009おもしろ科学まつり和歌山大会には、本校から「ホバークラフト」、



「スライムで遊ぼう」、「スーパーなボールを作っちゃおう」、「人工イクラを作ろう」、「ふしぎなコップ」、「水中空気砲で遊ぼう」、「-19.6℃の世界」というタイトルで7つブースを出展しました。1年環境科学科の生徒と向陽中学生が担当し、工夫をこらした実験で、地域の小学生たちに科学のおもしろさを伝えようと頑張ってくれました。

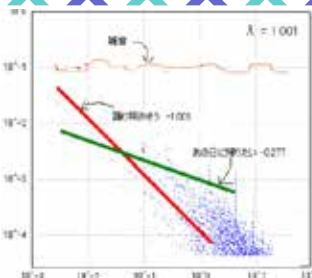
### 参加生徒の感想より

「準備や計画をたてるのは楽なことではなかったけれど、子ども達の笑顔を見ると、とてもうれしかったです。教えたり、小さい子の視点に立ったりと普段できないことができ、とてもよい経験になりました。」「教科書で学ぶ理科だけでなく、こういう機会に楽しんで学んでいくこともいいことだと思った。」「準備は大変だし、当日もとても忙しいけれど、終わったあと、とても達成感があった。」「準備などで協力する難しさ子どもとかかわる楽しさを学んだ。」





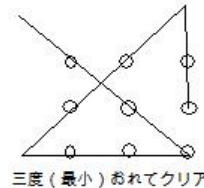
## 2年 「SS探究科学Ⅱ」 各ゼミ紹介③ 数学ゼミでは・・・



数学ゼミでは、4つのグループに分かれて研究に取り組んでいます。

「音楽と文学における1/f ゆらぎ」グループでは、1/f ゆらぎが音楽や文学の中に存在しているのかについて疑問を持ち、研究を行っています。ユラギアナライザーというソフトを使って、クラシックとポップという二つのジャンルにあてはまる曲がもつゆらぎを解析したり、百人一首に載っている100首、及び現代短歌50首について、S-PLUSというソフトを使って解析しました。

「算数教育の今までとこれから」グループでは、算数の学力低下の原因は算数嫌いの増加によるかと考え、過去との比較・他国との比較なども含め、話し合いながらさまざまな視点から調査研究を行っています。現在の日本の算数教育における問題を明らかにし、これからの課題や解決策を考察しています。「パズルの神秘」グループは、「ペグソリテアの変形」と“n回折れて結べ”について研究しています。「ペグソリテアの変形」の研究では、ソリテアのルールでコマを移動させたとき



三度(最小)おれてクリア

ラインより5段目にはどうしても辿り着けない理由を証明しました。また、“n回折れて結べ”の研究では、正方形に並んだ $m \times m$ 個の全ての点を、n回折れた直線で結ぶとき、どのようにパズルを解けばnを最小にできるかを考えました。

「数学について考えよう。」グループでは、“ピタゴラス数”“ケーニヒスベルグの橋”“方程式の解の公式”について、それぞれ簡単な事象を考え、抽象的な内容に発展させたり、既知から次の疑問を見つけ、検証を行いました。



## 2年 「SS探究科学Ⅱ」 各ゼミ紹介④ 物理ゼミでは・・・

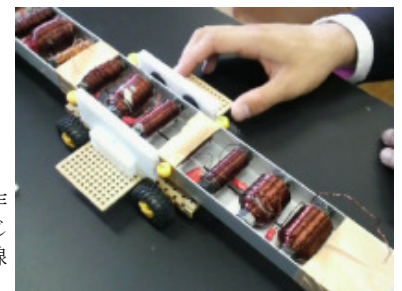
物理ゼミでは、3つのグループに分かれて研究に取り組んでいます。

「リニアモーターカーの製作」グループでは、「リニア中央新幹線」建設計画に興味をもち、模型の制作に取り組むことにしました。モデル化するにあたり、磁気浮上より磁気推進の方が大切なことと考え、はじめに磁気推進について研究しました。シンプルな構成にするためガイドウェイ側に磁場を作るコイルを直線的に多数並べる方式をとりました。



「ペットボトルロケットの飛距離」グループでは、ロケットのタンク内の圧力や水量、発射角度を変えることにより、飛距離がどのように変化するかを調べ、それらの間に成り立つ関係性を見つけ出すことを目指して研究を行いました。内部圧力を上げるにつれて飛距離は長くなるものの、その伸びは次第に小さくなるという結果が得られました。今後、異なる水量においても同様の結果が得られるのか、なぜ飛距離の伸びが小さくなったのかについて実験していく予定です。

「ヒューマノイドロボットのZMPと二足歩行の安定について」グループでは、ヒューマノイドロボットに人のような自然で安定した二足歩行をさせることを目標に研究しています。二足歩行では、ロボットの重心を動きの中で安定させる必要があり、そのために重心の位置と加速度を考慮しなければいけません。研究では、ZMPの導入準備段階として、歩行設計時にロボットの重心の位置と加速度を計算し、そこからZMPを求めるプログラムを開発し、予測される歩行安定速度と実際の歩行の関係について調べました。



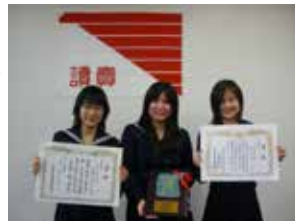
「ペットボトルロケットの飛距離」測定

## 第53回日本学生科学賞県審査、3組が受賞 県議会議長賞・高橋特別賞、県教委賞、県産業教育振興会長賞

第53回日本学生科学賞県審査の表彰式が11月21日(土)、読売新聞和歌山支局で行われ、昨年度の研究で受賞した化学ゼミと生物ゼミの3グループ(現3年生)が出席しました。



化学ゼミの「植物体内中のアスコルビン酸(ビタミンC)量の研究」グループは県議会議長賞と高橋特別賞、生物ゼミの「光周期がアベハゼのタンパク質代謝に及ぼす影響」グループが県教委賞、また化学ゼミの「化学発光物質の研究」グループが県産業教育振興会長賞をそれぞれ表彰されました。







## 1年 第2回 SSH 先端科学講座 「電波を利用したセンシング」



11月16日(月)の4限、雑賀技術研究所技術開発部の上保徹志先生と総務部の山本勝史先生をお招きし、第2回SSH先端科学講座が行われました。

演題は「電波を利用したセンシング」で、電波の性質、電波を利用したセンシングの例や世界初の機能と性能をもつ定在波レーダ等について説明していただきました。

センシングには、周囲環境や対象の状態、あるいは物理量を数値で表す“測定・計量”と、周囲環境や対象物から、それらのもつ情報を収集する“観測”の2つがあります。センシングするものをセンサーといい、身近な例として、温度センサーや焦電センサー、ナビゲーションシステムなどがあげられました。電波によるセンシングの方法には、アクティブ方式とパッシブ方式の2つがあります。電波によるセンシングの特徴として、「電波は遠くまで届きやすいため、離れていてもセンシングできる」、「光や音波に比べて、天候(雨、霧など)の影響を受けにくい」、「物質が透過することができるため、物質内部の状態の観測、あるいは隠されたものの検知ができる」、「電波の速度が非常に速い(秒速30万km)ため、近くにあるものはセンシングが難しい」ということを教えていただきました。また、人工衛星や航空機などに搭載されたレーダによって、地表にある物体や空間・流体などの様々な現象を、電波の特性を利用して、広い範囲に渡って直接触れずに調査するリモートセンシングについても詳しく説明していただきました。

センシングするものをセンサーといい、身近な例として、温度センサーや焦電センサー、ナビゲーションシステムなどがあげられました。電波によるセンシングの方法には、アクティブ方式とパッシブ方式の2つがあります。電波によるセンシングの特徴として、「電波は遠くまで届きやすいため、離れていてもセンシングできる」、「光や音波に比べて、天候(雨、霧など)の影響を受けにくい」、「物質が透過することができるため、物質内部の状態の観測、あるいは隠されたものの検知ができる」、「電波の速度が非常に速い(秒速30万km)ため、近くにあるものはセンシングが難しい」ということを教えていただきました。また、人工衛星や航空機などに搭載されたレーダによって、地表にある物体や空間・流体などの様々な現象を、電波の特性を利用して、広い範囲に渡って直接触れずに調査するリモートセンシングについても詳しく説明していただきました。

## SSH報告

1年

第2回SSH先端科学講座  
「電波を利用したセンシング」

雑賀技術研究所

2年「SS探究科学Ⅱ」

各ゼミ紹介⑤生物ゼミでは・・・



ホ  
テ  
イ  
ア  
オ  
イ



## 2年 「SS 探究科学Ⅱ」 各ゼミ紹介⑤生物ゼミでは・・・

生物ゼミでは、5つのグループに分かれて研究に取り組んでいます。

「和歌山市内の街路樹調査」グループでは、学校に植えられている樹木と和歌山市内のおもな通りに植えられている街路樹の調査を行いました。樹木の葉の標本を作り、名称や特徴などを学び、同定に活用しました。また、街路樹は住宅地や道路、店舗などと密接な関係があり、木の特色を活かして植えられていることが分かりました。「ホテイアオイの生態および水質浄化について」グループでは、ホテイアオイの繁殖力に着目し、水質浄化に利用できるのではないかと考え、研究を始めました。生態を調査した結果、流れの緩やかな水域に生息していることが分かりました。また、水中のNH<sub>4</sub><sup>+</sup>などの変化から、ホテイアオイが根から養分を吸収したと判断しました。

「理科教育の実情とその改善策」グループでは、「理数離れ」がなぜ問題であるのかについて追究したいと考え、世代別実施した理科教育に関するアンケート結果と海外の文献をもとに、考察を行っています。

2年前、それまで1種とされてきたイソアワモチに2種が混在していることが明らかになりました。「田辺湾におけるイソアワモチ類の分布と生態について」グループでは、田辺湾をフィールドとして、2種の分布とその生態を調査し、分布地図を作成しました。今後、2種のすみ分けについてさらに研究していくとともに、2種の季節的な消長を一年かけて調査したいと考えています。

「季節によるアベハゼのタンパク質代謝の変化と生息環境」グループでは、昨年度までの研究を継承し、野外でのタンパク質代謝が季節的にどのように変化し、それに伴って体脂肪率がどのように変化するか、また生息環境における食物の質との関係はどうなっているのかについて調べています。



## 愛・地球博記念 日本水ロケットコンテスト2009に参加して

11月21日(土)、22日(日)の2日間、愛・地球博記念日本水ロケットコンテスト2009が行われました。このコンテストには、水ロケットの飛距離を競う飛距離競技と狙った的までの到達距離を競う定点競技の2種目があります。本校からは、環境科学科2年生の坂本康介君が、近畿の代表チーム(フライト・フォース近畿)の一員として参加しました。定点競技では、50m先の目標に近づけるため、発射角度や水圧、風向きなどのさまざまな条件を考えなければならないそうです。今大会で、坂本君は定点種目で準優勝、近畿チームで総合優勝しました。

参加生徒の感想より

「SSの授業の一環として参加した日本水ロケットコンテストで、全国大会に出場し、個人で準優勝、総合で優勝を勝ちとることができたのは、これまでに自分たちが得たデータと、繰り返し打ち上げていく中で生まれた“勘”のおかげだと思います。競技では、今までのデータや経験を信じるのが勝敗を分けるので、実験を重ねて確かな結論を導き出す、という点で僕たちのSSの授業に通じるところがあると思いました。」





## 1年 第2回 SSH 研究室訪問 近畿大学生物理工学部研究室体験学習

12月4日(金)の午後、近畿大学生物理工学部へ訪問してきました。今回の研修では、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研究について学習することで、科学技術について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ことを目的にしています。研修では6班に分かれ、6学科の研究室を訪問し、研究内容を分かりやすく教えていただきました。



### 見学させていただいた研究室

- |                  |       |     |  |
|------------------|-------|-----|--|
| ○生物工学科           |       |     |  |
| ①生物生産工学研究室       | 仁藤 伸昌 | 教授  |  |
| ②細胞工学研究室         | 秋田 求  | 准教授 |  |
| ○遺伝子工学科          |       |     |  |
| ①発生遺伝子工学研究室      | 岸上 哲士 | 准教授 |  |
| ②分子遺伝学研究室        | 宮下 知幸 | 教授  |  |
|                  | 高木 良介 | 助教  |  |
| ○食品安全工学科         |       |     |  |
| ①分子生化学研究室        | 武部 聡  | 教授  |  |
| ②食品保全学研究室        | 泉 秀実  | 教授  |  |
| ○システム生命工学科       |       |     |  |
| ①感性・知覚・脳機能研究室    | 小濱 剛  | 講師  |  |
| ②バイオインフォマティクス研究室 | 河本 敬子 | 講師  |  |
| ○人間工学科           |       |     |  |
| ①スポーツ・バイオニクス研究室  | 速水 尚  | 教授  |  |
| ②人間支援ロボット研究室     | 北山 一郎 | 准教授 |  |
| ○医用工学科           |       |     |  |
| ①生体医療計測工学研究室     | 松本 俊郎 | 教授  |  |
| ②臨床工学研究室         | 西手 芳明 | 講師  |  |

### 参加生徒の感想より

「今回の研修で、人工骨や義足などの研究について見学した。大学で研究していることを人間の生活に役立てているのだと改めて感じた。説明を聞き、研究をするにはいろいろと苦労があることも分かった。大学に行って学んだことで、何か役に立つようなことをしたいと思った。」「クラゲの緑色蛍光タンパク質の遺伝子を組み込んだマウスがブラックライトをあてると緑色に光り、びっくりした。」



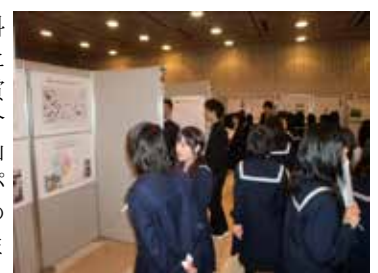
## 湯川秀樹博士ノーベル物理学賞受賞60周年記念事業 きのくに科学教育シンポジウム 和歌山県 SSH 指定校合同生徒研究発表会・和歌山県高等学校理数科教育研究会生徒研究発表会

12月16日(水)、和歌山県SSH指定校合同生徒研究発表会(兼 和歌山県高等学校理数科教育研究会生徒研究発表会)が和歌山市民会館で行われ、本校から環境科学科1・2年生が参加し、県内スーパーサイエンスハイスクール3校(海南高等学校・日高高等学校・向陽高等学校)と理数科系専門学科のある学校間の生徒と交流しました。

開会行事の後、SSH指定校(3校)による生徒研究発表が行われました。本校からは、SS探究科学Ⅱの数学ゼミ「音楽と文学における1/fのゆらぎ」グループと化学ゼミ「梅に含まれるクエン酸の定量方法と抗菌作用の研究」グループが口頭発表しました。

午後からはポスターセッションが行われ、各ゼミで研究しているテーマについて2年生が熱心に説明する姿や、各ブースで積極的に質問する1年生の姿がみられました。

午後1時30分から、湯川秀樹博士ノーベル物理学賞受賞60周年記念事業として、きのくに科学教育シンポジウムが開催されました。まず、基調講演が行われ、若かりし頃湯川博士に師事した京都大学名誉教授・甲南大学教授の佐藤文隆先生にお話ししていただきました。ノーベル物理学賞を受賞したことで有名な湯川秀樹博士の人柄や生い立ちなどを交えながら、研究内容について紹介していただきました。湯川先生が京都大学で師事した先生が和歌山県出身であることなど、和歌山県と湯川先生との関係を知り、湯川先生をととても身近に感じることができた一日でした。また、パネルディスカッションでは、本校の北村絵美先生もパネリストの一員として、理科教育について学校現場からの意見を発表されました。



### 参加生徒の感想より

「発表を通して多くの人から意見をいただき、自分たちの研究について今後研究していかなければならない部分がよく分かり、とても勉強になりました。」「他校の人と交流することができ、楽しかったし、よかったと思います。」「湯川秀樹博士が、和歌山とつながりのある人だと分かり、驚きました。また、湯川博士を知っている人からいろいろ話を聞いて、不思議な感じがしました。」「どの学校も、ハキハキと発表していて、質問にも明確に答えていたので、すごいと思いました。」





## 1年 第3回 SSH 先端科学講座 (理科) 「What is epigenetics? (エピジェネティクスとは)」



12月18日(金)の4・5限、JSPS(日本学術振興会)のサイエンス・ダイアログ・プログラムを活用し、大阪大学のChristine S. VOGLER博士をお招きし、第3回先端科学講座(理科)として、英語による講演会を開催しました。「サイエンス・ダイアログ・プログラム」は、JSPS(日本学術振興会)のフェローシップ制度により来日している優秀な外国人若手研究者(JSPSフェロー)の方に、研究に関するレクチャーを行う機会を提供するプログラムのことです。

今回の講座では、エピジェネティクスについて分かりやすく説明していただきました。エピジェネティクスとは真核生物の遺伝情報の発現制御、すなわち遺伝子機能の選択的な活性化・不活性化のための機構の一種で、DNAの配列の変化に伴わずに、遺伝子機能の変化が子孫や娘細胞に伝達される現象、またはその研究を行う学問を指します。

ヒトには25000の遺伝子があります。どの細胞もすべて25000の遺伝子をもって、そのうちのいくつかが働いています。DNAは生命に関する情報を含んだ分子であり、この情報を含むDNAの部分を遺伝子と呼んでいます。1つの細胞から2つの娘細胞が作られるとき、娘細胞にはDNAの持つ情報がすべて伝達されます。英語での講演で、大腸菌を用いたDNA抽出実験も見せていただき、生徒達が熱心に質問する様子も見られました。



### 参加生徒の感想より

「英語での講演だったので、分からない部分もあったが、内容がとても興味深かったです。もつと英語を勉強しないとイケないなと思いました。」「DNAが白いかたまりで、こんなものなんだと驚いた。」「DNA抽出実験を見ることができて、とても楽しかったです。英語を聞き取る講演は初めてで、新鮮でした。」「研究の話だけでなく、自分の国(ドイツ)のことも話してくれて、よかった。英語の重要性と科学の楽しさを知るよい機会になったと思う。」



## 1年 第1・2回 SSH 先端科学講座 (数学) 「数理パズルを解く」 「数学で、まだこんなことがわからない」



12月21日(月)、1月8日(金)の2回にわたり、1年第1・2回SSH先端科学講座(数学)が行われました。今回は、奈良女子大学理学部数学科准教授の篠田正人先生をお招きし、「数理パズルを解く」「数学で、まだこんなことがわからない」について講演していただきました。お話の中で、数理パズルを解く際には、単純に解くだけでなく、そこに解法が存在するのか、必勝法があるのかなどを解明していくことに数学のおもしろさがあることや、また、私たちがよく知っている数学

の定理の中には、まだまだ証明されていないものがたくさんあることを例に挙げて説明していただきました。その他にも、事象をシミュレーションするためには数学的な分析(確率など)が必要であることにもふれられ、高等学校の数学の有用性を学習することができました。

## SSH報告

### 1年

#### 第3回SSH先端科学講座 (理科)

「What is epigenetics?」  
エピジェネティクスとは

### 2年

#### 第1・2回SSH先端科学講座 (数学)

「数理パズルを解く」

「数学で、まだこんなことが  
わからない」

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

### 第53回 全国学芸科学コンクール 入賞者発表

応募していた作品うち、下記2名が入賞しました。

ポスター(環境をテーマ)部門

環境大臣賞・部門賞金賞  
旺文社赤尾好夫記念賞(金賞)  
1年 磯辺 菜々さん

旺文社赤尾好夫記念賞(入選)  
1年 木村 鼓さん

入賞、おめでとう!!

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

### 参加生徒の感想より

「今、自分の使っている教科書にはたくさんの定理が詰まっているが、それは昔の人が“もつと数学を理解したい、解きたい”という知識欲の上に存在するということがよく分かった。」「時間をかけて、一つの問題に一生懸命取り組むことは大切だと思った。」

## 課題研究中間発表会始まる

- 1月12日「和歌浦干潟～アサリ激減の謎を追う」「フードマイレージ」「ヒューマノイドロボットのZMPと二足歩行の安定について」「PETボトルロケットの飛距離」「音楽と文学における1/fのゆらぎ」「ポリフェノール含有量の比較実験」「おしょう油の秘密」「ホテイアオイの生態および水質浄化について」

- 1月19日「イソアワモチとその近似種の生態について」「リニアモーターカーの製作」「パズルの神秘」「数学について考えよう」「和歌山市内の街路樹調査」「梅に含まれるクエン酸の定量方法と抗菌作用の研究」「理科教育の実情と改善策」「季節によるアベハゼのタンパク質代謝の変化と生息環境」
- 1月26日「数学教育の今までとこれから」「地球環境から見た自動販売機」



## 科学系クラブ研究室訪問 (甲南大学フロンティア・サイエンス学部)

### ①実験・講義「アゾ色素でつくるpHセンサー」 ②研究施設見学



2月13日(土)、科学系クラブ研究室訪問が行われ、高校・中学校から26名が参加しました。初めに、研究開発とはどういうことなのかについて、実験と研究の違いを例にあげ、説明していただきました。

化学の授業の「芳香族化合物」で学習するアゾ色素(アゾ染料)は、塩酸に溶かしたアニリンを、氷で冷却した状態で亜硝酸ナトリウムによって処理し、塩化ベンゼンジアゾニウムに変換した後、フェノールなどの溶液

に注ぐことで合成できます。実験・講義「アゾ色素でつくるpHセンサー」では、二人一組で実験を行い、複数のアニリン誘導体とフェノール誘導体から、班ごとに異なるアゾ色素を合成しました。微量の試料を計り取る器具であるマイクロピペットの使い方についても教えていただきました。

合成した色素は、ロートにひだ折りろ紙をセットしろ過するのですが、ろ紙をひだ折りにするのが初めての生徒も多く、難しそうにしていました。ろ過後は、合成したアゾ色素のpHセンサーとしての機能を調べました。pHの違いによる色の変化を観察した後、班ごとに複数の色素を混合しながら、アゾ色素の構造と色変化の相関について考えていきました。参加した生徒達が、時間一杯まで組み合わせを考え、取り組んでいる姿が印象的でした。

実験後は3グループに分かれて、電子顕微鏡などの高度な実験機器、恒温実験室や飼育室などの研究施設を見学しました。

#### 参加生徒の感想より

「商品を開発するまでの研究の楽しさやおもしろさ、大変さを実感することができた。」  
「実験で色素の組み合わせを考えるのは難しかったが、とても楽しかった。」  
「研究施設や高度な実験機器なども見学でき、これからの進路を考える上でよかった。」

## SSH報告

### 科学系クラブ研究室訪問

#### 甲南大学

#### フロンティア・サイエンス学部

### ①実験・講義

#### アゾ色素でつくるpHセンサー

### ②研究施設見学



## 第3回きのくに学生ロボットコンテストでV2

中学校理科部は、第3回きのくに学生ロボットコンテスト出場に向けて、ロボット製作活動に取り組んできました。試合ルールは毎年変更され、本年度は、25球のピンポン球を自分のコートと相手コートの中間に並べられた9本のペットボトルに入れ、その数を競うというものです。この競技をするためには、ロボットにボールを取る機構、ボールを保持する機構、ボールをペットボトルに入れる機構、相手が入れたボールを取り出す機構などが必要となります。ロボットの製作にあたっては、



グループごとに戦略を練り、どのような機構が必要であるかを考え、ロボット製作を行いました。そして、自作した試合フィールドで模擬試合を繰り返し、ロボットの改良を重ねました。18チームが参加した和歌山市大会では、本校から参加した5チームは、優勝・準優勝・第3位・第6位という結果を出し、4チームが決勝大会への進出を決めました。決勝大会は、近畿各地および和歌山県の各地方大会から勝ち上がった計28チームにより行われました。その中で、本校から出場の4チームから優勝と第3位という成果を出し、昨年に引き続きV2を達成することができました。





## 1年 SS環境科学 ディベート学習

- 「日本は、商業捕鯨を再開すべきである。是か非か。」  
 「日本は、環境税（炭素税）を導入すべきである。是か非か。」  
 「日本は、遺伝子組み換え（GM）作物の販売を中止すべきである。是か非か。」  
 「日本は、全ての自家用車をエコカーにすべきである。是か非か。」



1年環境科学科のSS環境科学の授業で、ディベートの学習が行われました。

今年のディベートの論題は、「日本は、商業捕鯨を再開すべきである。是か非か。」、「日本は、環境税（炭素税）を導入すべきである。是か非か。」、「日本は遺伝子組み換え（GM）作物の販売を中止すべきである。是か非か。」、「日本は、全ての自家用車をエコカーに

すべきである。是か非か。」の4テーマで、クラスごとに4つの班に分かれ、クラス対抗（肯定側・否定側）でディベートの試合を行い、熱戦がくりひろげられました。

### 論題に関する自己の意見

- 「環境のためにコストがかかるが、エコカーを導入すべきだと思う。」  
 「GM作物でディベートを通して、人はもっと食に関することに興味をもつべきだと思う。」  
 「肯定側も否定側も資料をたくさん用意していて驚いた。説明がわかりやすくてよかった。」  
 「今まで環境税についてしっかり考えたことがなかったが、今回のディベートを聞き、知らないことが多く、もっと理解しないとイケないと思った。」



## 1年 第3回研究室訪問（大阪大学工学部） 講義 「地球温暖化と環境・エネルギーの研究」



2月12日（金）、大阪大学工学部環境・エネルギー工学科を訪問してきました。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た学科です。

講義「地球温暖化と環境・エネルギーの研究」では、環境・エネルギー工学専攻、共生エネルギーシステム都市エネルギーシステム領域 助教山口容平先生に講演していただきました。

1984年、ブルントラント委員会は、「将来の世代の利益や要求を充足する能力を損なわない範囲内で環境を利用し、要求を満たしていこう」という「持続可能な開発」の概念を打ち出しました。現代には、“地球温暖化など地球規模の環境問題”、“少子高齢化による社会の活力低下”、“国や自治体の財政の問題”等、いろいろな「持続不可能の種」がありますが、これらを統合的に解決していく方策を考えると「持続可能性」を取り上げる意味があることなどについて学ぶことができました。また、二酸化炭素濃度の変遷、温暖化の予測や影響、温暖化問題が他の環境問題と異なる点、太陽光発電技術を例にあげた温暖化対策などについて、詳しく教えていただきました。

### 参加生徒の感想より

「今回の講義を受けて、エネルギーを使わない産業や太陽光発電技術について、とても興味をもった。二酸化炭素を削減する方法にはどのようなものがあるかについて私の知らないことをたくさん学ぶことができ、もっと深く知りたいと思った。」「地球温暖化はこれまでの環境問題と違い、簡単に元にもどせるものではないことを聞き、とても重大な問題なのだと改めて実感した。」

## SSH報告

### 1年 SS環境科学 ディベート学習

### 1年

### 第3回研究室訪問 大阪大学工学部

### 講義

### 「地球温暖化と 環境・エネルギーの研究」





## 1年 第3回研究室訪問（大阪大学工学部）

研究施設見学 ・量子線生体材料工学領域 ・環境エネルギー材料工学領域  
・量子ビーム応用工学領域 ・地球循環共生工学領域



2月12日（金）の午後は、大阪大学工学部環境エネルギー工学科の4つの研究施設を見学させていただきました。

量子線生体材料工学領域（西嶋研究室）では、磁気力を使った排水の浄化、体内での薬剤の動きをコントロールする磁場技術の開発、陽電子によるナノ構造の探索、電気化学的手法で細胞の酸化損傷を検出する放射線技

術、生体信号を利用した福祉機器の開発、工学的見地から感性を定量化する生体計測などについて研究されていました。環境エネルギー材料工学領域（山中研究室）では、原子力材料の開発や新規熱電変換材料の探索、光触媒・太陽電池材料の水溶液を用いたソフト・ケミストリーによる低コストプロセスの検討などについて説明していただきました。量子ビーム応用工学領域（栗津研究室）では、医用光学、光生物学、保健物理学などの理論をもとに、量子ビームと生体および超分子等との相互作用、物性解析、生体物質の分析に関する研究に取り組まれていました。地球循環共生工学領域（町村研究室）では、森にすむ虫を例に用いたゲームを通して、生物の進化と遺伝的アルゴリズムについてお話いただき、自然淘汰説や、優れた機能・デザインをまねて人間生活に活かす“バイオミクラー”について学習することができました。

### 参加生徒の感想より

「レーザーエネルギー学研究センターでのお話はとても難しかったが、担当していただいた先生の“先のことを考えて、大学とか職を考えるべきだ”という言葉が、将来の進路を考える上でとても心に響いた。」

「研究室見学では、どういう実験をしていて、どういうことに利用できるのかなど、研究内容や機器について詳しく教えていただき、とても分かりやすかった。」

「私が一番興味をもったのは、“遺伝的アルゴリズム”でした。生物の進化という理科学的な内容が、計算という数学分野につながるものがおもしろいと思いました。広い視野をもつことの重要性を改めて感じました。」



## 平成21年度第2回 SSH 運営指導委員会 開催される



2月22日（月）、平成21年度第2回運営指導委員会が開かれ、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。

本校はスーパーサイエンスハイスクール（5年間）の指定を受け、平成21年度は、4年目の年でした。4年間取り組んできたSSHの効果や課題、評価について報告がなされた後、運営指導委員の先生方からは、各々の立場からのご意見と5年目に向けた取組について、ご助言をいただきました。



### 今後の予定

3月9日（火） 4・5限  
4限

SS探究科学Ⅱ（2年）  
SS探究科学Ⅱ選択生によるポスターセッション  
（対象：中学3年生）

5限 特別講義（対象：2年生物ゼミ選択生）  
「分類学とはどのような学問か？」

一和歌山市内の陸貝（カタツムリなど）調査とパラオ共和国での陸貝調査をもとに  
（講師：県立桐蔭高等学校 山崎 一憲先生）





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 4 年次

平成 22 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