

はじめに

本校は三沢糾海草中学校初代校長以来「質実剛健」の精神を校訓とし、時代の変遷と共に栄枯盛衰を経るも、輝かしい伝統を受け継ぎ、智・徳・体の調和のとれた人材の育成に努めているところです。幸い質素で純朴な生徒の気質は健在であり、生徒は偉大な先輩達に追いつき追い越せと、そして新たな向陽文化を創ろうと日々文武に励んでいます。

我が国の科学技術は戦前には世界の最先端にあったにも拘わらず、一時期占領下におかれたことを抜きにしても、戦後あまりにも長きにわたり放置されてきました。しかし、遅きに失したとはいえ戦後五十年経った平成七年八月議員立法によって科学技術基本法が成立、翌八年に第一期、十三年に第二期、十八年に第三期科学技術基本計画を策定し、国是として科学技術創造立国をめざして漸く動き出してくれました。五十年の遅れを取り戻すのは並大抵のことではありませんが、日本が世界に貢献し、持続的発展が可能な、安全で豊かな生活のできる国を実現するためには、量子力学・素粒子とゲノム等の基礎科学研究をはじめ、地球環境対策、クリーンエネルギー、材料・ナノテクノロジー、ライフサイエンス等の技術開発を成功させることが鍵となります。

本SSH研究指定事業はこれらを実現できる人材を育成するための効果的な教育制度・方法を開発することをねらいとするものであります。大学をはじめ研究機関、企業等々の協力・指導を仰ぎ、理科の基礎知識を確かなものとするとともに、科学技術へ興味関心を持たせ、課題を発見する力を磨き、それを解明するための研究姿勢や技術を修得させる手法を探るものです。1年目の今年基礎学習を中心としながら、環境、エネルギー、分析化学、エコロジーをテーマに、大学の研究室訪問、出前講座等々を通じて科学技術の最先端に触れ、2年目の課題研究のテーマを探す準備を進めてきました。生徒は極めて意欲的に学習し、当初の目的は概ね達成できました。それに加えて、指導に当たった教員の力量が格段に向上したことも大きな収穫です。

本年は中高一貫3年目であり、中高教職員の交流をはじめ様々な試みを行う中でSSHのスタートとなりました。そのため、校内体制は必ずしも万全で臨めたわけではなく、関係教職員には多大な負担を強いることとなりました。しかしながら、幸いにもJSTはじめ多くの関係者の方々のご支援を賜り、多くの成果を上げ無事1年目を終えることができました。研究指定2年目には初心に返り、謙虚に多くの方々の教を請い、更に検討・工夫を加え、一層の充実に努めて参ります。最後に、ご指導ご支援賜りました関係各位に感謝申し上げますと共に、引き続きご指導ご鞭撻をお願い申し上げます。

平成19年3月

和歌山県立向陽高等学校 校長 谷口敏則

平成18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) 新たに設定した「SS探究科学I」（2単位1.5コマ）で、中学校の学習レベルの復習を兼ねて、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に向けての授業を展開した。後半からは、「エネルギー」「分析化学」「バイオサイエンス」をテーマに先端科学を中心とした内容も取り扱った。大学などの研究機関と連携して、「研究室訪問」「実験講座」「先端科学講座」「ラボツアー」を開催し、生徒の興味関心を高めるための教育方法についての研究を行った。
- (2) 総合的な環境学習を展開する「環境フレームワーク」の確立にむけての研究に取り組んだ。「SS環境科学」（1単位1.0コマ）では、自然科学分野と社会科学分野の2領域の講座からなる教育を展開し、両科学分野の成果と理論を体系的に学習をする指導方法についての研究を行った。また、科学史をテーマにした「プレゼン講座」や「和歌山市内河川の水質調査」、「ディベート学習」に取り組み、スキルの向上を目標とする環境教育のあり方について研究した。
- (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。

③ 平成18年度実施規模

環境科学科1年生80名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、環境科学科2年生80名についても対象とした。また、「ロボット講座」では、普通科1年生4名、中学校6名の参加希望生徒がいた。

④ 研究開発内容

○研究計画

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

「SS環境科学」では、環境問題について自然科学的分野からのアプローチを中心に社会科学分野からも科学技術について捉え、科学を学ぶ者としての倫理感を育成するための教育方法についての研究を進めた。さらに、情報スキルやコミュニケーション能力の育成できる環境学習についての研究も行った。

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

(2) 第二年次

「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。大学等の先端科学の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、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ことを目標とする。

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

(4) 第四年次

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。

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

(5) 第五年次

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、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18年度の教育課程の内容

環境科学科（平成18年度入学生）の教育課程について、既存科目との有機的な連携をもとに「SS探究科学Ⅰ」（1年次2単位1.5コマ）、「SS環境科学」（1年次1単位1.0コマ）「SS探究科学Ⅱ」（2年次3単位2.0コマ）を設定した。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た。さらに、理科の履修単位数を増単位とした。

○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」

中学校の学習レベルの復習をも含んだ科学について基礎的な内容について学習し、基本的な実験操作の習得や課題研究に向けてのスキル向上に向けての教材開発を行った。

②学校設定科目「SS環境科学」

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

③大学・研究機関との連携による研究室訪問、ラボツアー

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

訪問先 近畿大学原子力研究所、和歌山大学、関西光科学研究所、大阪大学、京都大学など

④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としての研究。

連携先 和歌山大学、雑賀技術研究所、マンチェスター大学、和歌山県立医科大学

⑤科学系クラブ活動の活発化・活動支援方法の研究

化石採集、ソーラーバルーン、遺伝子組換え実験、ロボットプログラミングなど

⑥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。高校教員の中学校への授業、理科・数学・環境領域の学習において、中学校で発展的な内容を取り込むための教育方法の研究と教材開発。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

(1)「学習」から「研究活動」に発展させる理数教育の開発

①「研究室訪問」、「先端科学講座」、「実験講座」などの研修は、興味を持って参加することができ、科学に対する興味・関心を高めるのに有効であった。また、大学などの研究機関での研究生活についてイメージすることができ、自己キャリアの発達を促した。

②SSH活動を通して、身近な生活から科学的な疑問や問題などを発見する力を向上させることができた。

③SSH活動を通して、向学心を向上させることができた。

④「SS探究科学Ⅰ」の授業では、テーマを設定し、先端科学の内容も取り扱った。実験技術の向上や探究心育成については効果が見られたが、内容的に難しく感じた生徒も多く、教材開発・教材研究を進めていく必要がある。

(2)スキルの向上を目標とした環境教育

①環境問題についての意識の向上については効果が見られた。しかし、授業で触れる機会

が少なかった環境問題については、意識が低下する傾向も見られた。

- ②ディベート学習やプレゼン講座の取組によって、コミュニケーション力や情報スキルを向上させることができた。
- ③全体の取組を通して、科学技術と社会や自然の関係、また科学倫理についての考察を深めることができた。

(3) 中高一貫教育における理数教育の構築

- ①理科・数学の独自科目においては、おおむね目標を達成できているが、個人の力量によるところが大きい。学校全体の力として研究を進めていく必要がある。
- ②中学校独自教科の一部を高校教員が担当し、やや専門的で高度な内容を取り扱った。授業内容については、生徒に好評であり教育効果も高かった。
- ③中学校3年生のアンケート結果によると、数学が好きと答えた生徒は68%、理科が好きと答えた生徒は76%いる。理数教育を重視する中学校全体の取組としての成果が現れている。今後、高校での理数教育のあり方を中心に、高校へ向けての接続法を研究する必要がある。

○実施上の課題と今後の取組

(1) 「学習」から「研究活動」に発展させる理数教育の開発

- ①「SS探究科学Ⅰ」、「研究室訪問」、「実験講座」、「先端科学講座」などの取組で、科学に対する興味・関心を喚起することができた。しかし、研修内容と授業内容の有機的な関連が不十分な場合もあった。研修内容や実施時期について検討していく。
- ②「SS探究科学」の実験実習において、生徒は主体的に参加しているが集中力が欠ける場面も見られた。課題研究における指導法の研究を進めていくとともに、1年次の授業においても課題探求的な要素を取り入れるなど、実験に対する姿勢の向上を図る取組を進めていく。
- ③今年度は「おもしろ科学祭り」に初めて参加した。コミュニケーション力の向上や自己の持つ知識を再統合し、定着されるのに有効であった。また、本校のSSH活動を地域に発信する機会ともなった。今後、地域の小学生を対象に「科学教室」を開催するなどの取組を行う。

(2) スキルの向上を目標とした環境教育

- ①プレゼン講座は、情報スキルとプレゼンテーション能力を向上させるだけでなく、意欲や積極性を向上させるのに有効であった。さらに発展的な取組になるよう研究する。
- ②社会科学と自然科学の両領域から環境問題を学習する教育方法は、環境問題を総合的に考えていくのに有効であった。さらに、生活に密着した環境問題を学習し、実践につながるよう家庭科の視点も取り入れ、「環境フレームワーク」の確立に向けて研究を進めていく。
- ③和歌山市内河川の水質調査は、環境問題への意識向上に効果があった。さらに分析機器を使用するなど高度な研究に発展させ、スキル向上に向けての取組として研究を進めていく。

(3) 中高一貫教育における理数教育の構築

- ①中学生と高校生が共同で実験・研究を進めていくことは、学習面で互いに効果があると期待できる。中高の連携を深め、中高共同での発表会やディベートなどを行うなどの取組を進めていく。
- ②理数を重視する併設中学校からの進学者を対象に、入学時の段階から発展的な実験・実習を取り入れるなどの教材開発や教育方法の研究を行う。
- ③中学校段階での体験的な理数教育のあり方と高校へのスムーズな接続方法についての研究をさらに進めていく。

(4) その他

- ①SSH事業で得た成果を学校全体に還元していく方法について研究する。
- ②アンケートやレポートなど評価方法についての研究を進めていく。

平成18年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

(1) 「学習」から「研究活動」に発展させる理数教育の開発

- ① 大学などの研究機関との連携によって取り組んだ「研究室訪問」、「先端科学講座」、「実験講座」、「ラボツアー」などの研修は、興味を持って参加することができ、科学に対する興味・関心を高めるのに有効であった。また、大学などの研究機関での研究生活についてイメージすることができ、自己キャリアの発達を促すことができた。研修によっては難しい内容も含んでいたが、体験的な学習活動を通じて自己の知識として獲得できた生徒が多数いた。
- ② S S H活動を通して、身近な生活から科学的な疑問や問題を発見する力を向上させることができた。「人間の営みとしての科学」を認識し、科学的観察力を身につけるのに効果があった。
- ③ S S H活動を通して、学習活動に影響を受けたと考える生徒が多くいた。専門的な理数の知識を得ることによって、さらに学習したいという意欲が増した様子である。
- ④ 「S S 探究科学 I」の授業では、「エネルギー」、「分析化学」、「バイオサイエンス」というテーマを設定し、先端科学の内容も取り扱った。実験技術の向上や探究心育成については効果が見られたが、内容的に難しく感じた生徒も多くいた。各種研修を授業内容と有機的に関連させ、生徒の理解度を向上させるプログラムを開発していかなければならない。
- ⑤ S S H活動を通して、進路目標の機会になればと考えている生徒が多く存在している。また、生徒が、S S H活動で期待していることは、理科では「いろいろな実験・実習を経験すること」、数学では「受験に役立つ学力を身につけること」ということがわかった。生徒の希望も反映させた教育方法の研究も必要である。

(2) スキルの向上を目標とした環境教育

- ① 「環境フレームワーク」の確立に向けた授業の取組によって、環境問題についての意識の向上については効果が見られた。しかし、その効果が自己の生活に反映されていない様子である。
今後、生活に密着した環境問題についても意識を高め、環境問題について考え、行動できる生徒を育てていきたい。また、授業で学習した「地球温暖化」や「水質汚濁」についての関心度は高くなったが、逆に授業で触れることができなかつた環境問題については、関心度が低下する傾向もあり、今後の課題となった。
- ② 環境政策論題をテーマにしたディベート学習や科学史をテーマにしたプレゼン学習では、積極的に参加する生徒の姿が見られた。コミュニケーション力や情報スキルを向上させることができ、その後の研修においても積極的に質問をするなどよい影響があった。
- ③ 全体の取組を通して、科学技術と社会の関係、自然環境との関わりについての理解を促すことができた。人間社会の発展と科学技術の必要性、科学技術と環境問題の関係など考察を深めることができた。

(3) 中高一貫教育における理数教育の構築

- ① 「教材の開発、選定を日常生活に求め、五感を生かした授業を展開し、ここでの発見や解決の喜びを味わう経験の蓄積が、理科並びに数学を受け入れやすくすることができるのではないか」という仮説を立て、研究を進めてきた。おおむね教育目標を達成できているが、教員個人の力量によるところが大きい。学校全体としての教育システムを確立していく必要がある。
- ② 中学校独自教科の一部を高校教員が担当した。中学生にとってはやや専門的で高度とも思える内容が、本校の生徒にとってはむしろ刺激的で新鮮なものと同様で、これらに対する生徒の評価も極めて高いものであった。
- ③ 中学校3年生のアンケート結果から、数学が好きと答えた生徒は68%、理科が好きと答えた生徒は76%いる。理数教育を重視する中学校全体の取組としての成果が出ている。

ると考える。

今後、高校の理数・環境教育への接続のあり方を中心に研究を進める必要がある。

② 研究開発の課題

(1) 「学習」から「研究活動」に発展させる理数教育の開発

- ①研究機関との連携による研修では、内容の理解度や興味・関心の向上に少し難点がみられる場合もあった。研修内容と授業内容の有機的な関連や未習内容に対する事前学習が不十分な場合、その傾向が顕著であった。研修内容や実施時期の検討、また、未習部分に対する事前学習を綿密に計画するなど、生徒の理解度を向上させる取組を進める必要がある。
- ②校外研修を行う場合、対象人数が多いため研修先が限定される問題点があった。ゼミ単位での研修など、連携方法のあり方について研究する。
- ③課題研究の指導法に工夫を凝らし、生徒が自主的に学習する教育方法を研究する。また、1年生の授業において、研究範囲を限定した課題研究的な要素を取り入れた実験を行い、学習内容を充実させていく教材開発に取り組む。
- ④「おもしろ科学まつり」に参加し、地域の子供たちにて科学の知識や楽しさを伝えることで、コミュニケーション力を向上させ、自己の持つ知識も再統合させた。また、本校のSSH活動を校内だけでなく、地域社会に発信する良い機会となった。「おもしろ科学まつり」への参加に加えて地域の小学生を対象とした「科学教室」も開催し、その活動を通して生徒の様々な学力の向上とSSH活動の地域へ広げる取組方法を研究する。

(2) スキルの向上を目標とした環境問題学習の開発

- ①科学史をテーマにした「プレゼン講座」を設定し、調べ学習と発表を行った。この取組によって、情報スキルの獲得とプレゼンテーション能力が高められ、意欲や積極性の向上にもつながった。来年度も、さらに発展的な取組になるように研究を進めていく。
- ②社会科学分野と自然科学分野の「環境フレームワーク」については、両分野の成果と理論を体系的に学習することができた。しかし、自己の生活に密着した問題として考えるという視点を持った教材や教育方法が不十分であった。来年度は、家庭科の協力を得て、自分の生活に関連した内容の環境学習を充実させ、実践につながる教育方法を研究していく。
- ③和歌山市内河川の水質調査では、環境問題への興味・関心の向上に効果があった。COD、DO等の滴定分析や分光光度計等の機器を有効に活用し、スキル向上に向けての取組として研究を進めていく。

(3) 中高一貫教育における理数教育の構築

- ①併設中学校から入学してくる生徒に対しては、新しく教育内容を組み立てる必要がある。「探究科学Ⅰ」の発展的な実験実習を早い段階から取り入れ、課題研究に向けての事前学習となる教育方法についての研究を行う。また、中学校段階での体験的な理数教育のあり方と高校へのスムーズな接続方法についても研究を進めていく。
- ②今年度は高校生と中学生と共同で学習、研究する場面が少なかった。来年度は、高校生が中学生を指導するような機会や中高共同での発表会、ディベートなどの取組を進め、中高の連携を深めていく。

(4) その他

- ①今年度は、普通科希望者生徒に対しての講座も開講したが、学校全体の生徒に対しての取組という点では課題があった。来年度は、全体講演としてSSH特別講演を実施するなど、環境科学科だけでなく、普通科も含めた学校全体への広がりを持った取組を進めていく。
- ②各事業を実施するたびに生徒アンケート、レポート提出により評価を行ってきた。しかし、評価方法としてはまだまだ不十分な点があった。質問項目等の改善を進め、さらに有効な評価方法の研究を進める。

目 次

1章 平成18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
2 研究開発課題	1
3 研究の概要	2
4 研究開発の実施規模	2
5 研究の内容・方法・検証等	3
6 研究計画・評価計画	7
7 研究組織の概要	11
8 平成18年度研究開発の経緯	12
参 考	14
2章 研究開発の内容	
1 生徒実態アンケート	16
[1] 理科・数学アンケート	16
[2] 理科実験アンケート	24
2 SSH特設科目	
[1] SS探究科学I	28
[2] SS環境科学	41
3 研究室訪問	
[1] 近畿大学原子力研究所	47
[2] 和歌山大学教育学部・システム工学部	49
[3] 近畿大学生物理工学部	51
[4] 関西光科学研究所(木津地区)	54
4 先端科学講座・実験講座	
[1] 人工衛星からの環境情報と数学	56
[2] 進化ゲーム 生物同士の戦いを数学的に捉える	57
[3] 絶対安全な水はあるか? -環境リスクの基礎-	58
[4] 残留農薬分析とクロマトグラフィー	59
[5] Shape and form in nano-porous material	60
[6] バイオサイエンスと医学	62
[7] 水質分析	63
[8] ロボット	66
5 ラボツアー	68
6 環境科学科2年生の取組	
[1] 春季校外研修「紀ノ川大堰」	75
[2] 夏季宿泊研修	76
[3] 研究室訪問「和歌山県立自然博物館」	79
[4] 実験講座「資源・環境から見た原子力」	80
[5] ライフスタイル論講座	82
[6] 環境新聞	84
7 その他	
[1] 青少年のための科学の祭典	87
[2] 科学部活動	88
[3] SSHコンソーシアム長崎に参加して	90
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	
[1] 向陽中学校の沿革	91
[2] 理数系教育を重視するカリキュラムの設定	91
[3] 総合的な学習の時間「環境」について	97
4章 実施の効果とその評価	
[1] 事業アンケート	102
[2] SSHアンケート	107
5章 研究開発実施上の課題とおよび今後の研究開発の方向	112
資 料	
[1] 運営指導委員会	114
[2] 新聞記事	120
[3] SSHニュース	122

1章 平成18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 谷口敏則
- (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	202	5	199	5	242	6	643	16
	環境科学科	80	2	80	2	79	2	239	6
	文化科学科	40	1	41	1	39	1	120	3
	計	322	8	320	8	360	10	1002	25

② 教職員数

校長	教頭	教諭	養護教諭	非常勤講師	実習助手	A L T	事務職員	司書	校務員	計
1	1	62	1	7	2	1	4	1	2	82

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。また、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。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とともに、環境にかかる情報交換や交流のネットワークづくりを進める。
- (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を3年次の夏までにおおむね終え、その後、高校の教育課程の学習に入る。高校3年次においては、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1学年の生徒を対象に、学年進行で実施する。ただし、理科、環境における新しい実験形態や学習指導方法等の研究開発は、SSHプログラ

ムの移行を考慮し、環境科学科2年生の「環境課題研究」で取組を開始する。

中高一貫教育の教育課程については、現在の中学生在が高等学校に入学する平成19年度から本格実施となるが、中学校教育課程の研究やSSHにおける研究成果の中学校へ向けた還元については、1年次から行う。

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、普通科理系の生徒についても可能な限り参加させる。

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]

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

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

本校は、平成15年度から理系中学校を併設し、中高一貫教育を開始している。中学校から高校の環境科学科へ接続することにより、レベルの高い効率的な理数教育の構築が期待されている。中学校では、量的・質的にも数学・理科を重視した教育課程となっており、実験、実習の機会も多く、学習指導要領に定める標準時間の1.5倍の時間をあてて学習することとしている。そのため、数学・理科における高い学力とモチベーションとともに、科学技術とのかかわりについても豊かな想像力と感性をもつ生徒が、SSH事業の2年次に環境科学科に進級してくることになる。こうした生徒が、本校のSSH事業を一層高いレベルのものにする原動力となることが期待できる。

[研究の仮説]

大学などの研究機関や地域との連携を通じて、基礎から応用に向けての体験的な学習活動を多く取り入れることにより、科学技術に対する興味・関心を高め、自己学習能力を育成す

る。そして、将来、グローバルな視野に立ち社会に貢献する主体的な科学技術者になり得る資質をもつ生徒を育成する。

(2) 研究内容・方法・検証

研究内容と方法

①「学習」から「研究活動」に発展させる理数教育の開発

自然科学に対する造詣を深め、将来にわたり主体的に科学や数学に取り組む姿勢を涵養するための教育課程について研究開発を行う。そのため、理科、数学の授業内容の充実と指導時間数の増加及び学習活動の深化を図る。SSH指定1年目にあたる本年度は、特に基礎の充実を目標にその指導方法の研究を行った。

今年度、新たに設定した「SS探究科学Ⅰ」(2単位1.5コマ)では、中学校で学ぶべき理科実験のうち実施できていない実験もあることを前提に、中学校の学習レベルの復習を兼ねて、基礎的な内容を学習し、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ための授業を展開した。後半からは、先端科学を中心とした内容も取り扱った。

また、SSH行事として「研究室訪問」「実験講座」「先端科学講座」「ラボツアー」を開催した。

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

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

また、超伝導物質や環境保全にかかわる新素材の役割について、和歌山大学システム工学部と連携して学習を進めることで、先端科学技術についての理解を図った。さらに、国際社会に対応できる人材の育成という観点から、英国マンチェスター大学から教授を招へいし、ゼオライトについての学習を深めた。

生物分野では、今後予想される食糧危機や医療技術の発達に不可欠である技術として、「バイオテクノロジー」を学習テーマとして取り上げた。SSH対象生徒全員に、SS科目の授業において「DNA抽出実験」「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、和歌山県立医科大学と連携し、高度な内容の分子生物学の知識及びその技術についての理解を深める取組を行った。

来年度においては、2年次に「SS探究科学Ⅱ」(3単位2.0コマ)を新たに設定する。「SS探究科学Ⅱ」の授業では、数学、理科、環境分野において、今までの学習をふまえた発展的な内容で課題を設定し、実験及び研究を行う。連携する大学や研究機関を中心に、研究に向けてのオリエンテーション、課題についての継続的な指導や助言を受け、研究の深化を図るとともに、研究成果の英語によるプレゼンテーションなど国際性を意識した取組

を進める。また、物理、化学、生物、数学の領域において、大学教授等による連続した授業の実習・実験を行い、高校教員とのT T等も取り入れて、継続的かつ系統的に授業を展開する。さらに、実地研修や夏季研修を充実させ、最先端の科学施設を訪問し、その学習成果を発表する機会を設ける。これらの学習プログラムを通じて、根気強く研究に取り組み、研究過程を大切にす姿勢を学ぶ。また、多角的な考察法や科学者としての社会的責任について考察し、他教科で学習した知識の総合化、統合化を促進することで、総合的な学力を育成するとともに、実践的な態度を身につけることができると考える。

3年次においては、理科の既存設定科目である「基礎理学」、「物質科学」、「生物環境」の内容をさらに充実させ、大学入試問題等にみられる実験についての主体的な研究に取り組み、自己の学習能力を高めるとともに、進路実現に向けての高度な研究を進める。また、実験方法や教材については、大学や研究機関等と連携を深め、量的・質的な充実を試みる。

②スキルの向上を目標とした環境問題学習

身近な環境問題から同心円的に広がり、世界的な視点で環境問題を捉えていく学習システムの構築に向けて研究開発を行う。実地研修等の体験的学習や講演会など関連機関と連携しながら、机上の知識ではなく、問題現象の背景にある科学技術や社会的背景との関連づけのなかで知識の深化をはかる。なお、レポート作成や小論文、環境家計簿などに取り組みことによって、知識の構造化をはかり、自らの問題意識を育てる。さらに、今後の研究発表等で必要とされるプレゼンテーション能力やコンピュータを使用した情報の処理方法などの情報スキルを獲得するための授業も同時に展開する。

本年度は、「S S環境科学」（1単位1.0コマ）を開設した。「S S環境科学」では、情報スキルの獲得やプレゼンテーション能力の向上を目標に「プレゼン講座」を行い、その後、環境問題学習へと授業を展開した。「プレゼン講座」では、自然科学や環境問題についての関心を高めるための教材として「科学史」をテーマとして取り扱い、過去の偉大な科学者についての調べ学習やその成果をプレゼンテーションするという内容で行った。

環境問題学習では、総合的な環境学習を展開する「環境フレームワーク」の確立に向けて取り組んだ。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する。また、身近な環境問題として、従来から行っている和歌山市内河川の水質調査をより高度な研究に高め、地域環境に対する意識を高めるための取組とした。

教育課程後半では、学習した知識の構造化、定着をはかるには、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と考え、環境問題に関する政策論題をとりあげてディベートを行った。論題には、教育課程前半のプロセスで取り上げた教育内容に関連付けられたテーマをとりあげた。実際の学習活動は、それぞれの論題に分かれての資料収集、該当問題の把握、反駁の予測（問題の多角的把握）、資料作成・発表法の工夫などの領域にわたることとなった。なお、ディベートの導入時には、評価目標を提示し、獲得すべき学習スキルの内容を常に意識しながら、ディベート準備及び試合に取り組みせる工夫を行った。試合時には、フローシート、判定表を記入することで自分たちの

論理的思考や議論の手法などを振り返り、また自己評価表を作成することによって、自らの活動や習得した技能などについて到達度評価の形式で評価を行い、さらに今後の課題を自ら設定する力を育成できるように心がけた。

次年度は、2年生の科目として開設される「SS探究科学Ⅱ」の中で、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る。

③中高一貫教育における理数教育の研究

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

今後、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結果・考察についてのポスターセッションなどを企画し、高校における研究成果を併設中学校に還元する方法についても研究、検証する。

来年度に入学する中高一貫教育対象の生徒については、1年次入学生と比べてより高度なレベルの実験や実習に取り組み、さらに高いレベルでの理数教育について研究、検証を行い、理系大学との接続を意識したものとする。また、併設の向陽中学校と合同で研究発表会を行い、地域の中学校にも参加を呼びかける。このことで、交流のあり方についても併せて研究する。

(検証・評価の方法)

内部評価と外部評価を実施し、総合的にSSH事業についての検証を行う。

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

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

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

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

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

(3) 必要となる教育課程の特例

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

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

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

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

6 研究計画・評価計画

(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。大学等の先端科学の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る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。

なお、「SS探究科学Ⅰ」「SS環境科学」は、第1年次の取組をふまえ、さらに発展的に研究を進めることとする。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3年次

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

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

(4) 第4年次

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

過去3年間のSSH事業についての総括をし、理数教育のカリキュラムや内容の再構築について研究する。なお、第3年次までの取組は継続的に同様とする。

(5) 第5年次

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。また、研究開発指導委員会のメンバーからも、各年次ごとに指導・評価を受ける。

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

・和歌山市河川水質調査	【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 藪田真紀子 氏
・物理化学	【多孔体】	マンチェスター大学	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組など、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

- 来年度実施の「SS探究科学Ⅱ」に向けての設備、文献の充実、教材開発。
- 中学校教職員との理数科目についてのカリキュラムの研究。
- 青少年のための科学の祭典への参加。
- 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 S S H 事業を基本的に継続。

2 年生対象

「 S S 探究科学Ⅱ」

- ・ グループ別課題研究
- ・ 【先端科学技術に関する講義・実習】 2 年生のテーマに沿った先端技術の講義や実習。
- ・ 大学等の研究者による生徒課題研究への助言・指導。
- ・ テーマ決定次第、テーマごとにそのテーマに沿った研究者の指導。
- ・ 学校開放週間等に環境課題研究の中間報告をポスターパネルにて行う。

「校外体験学習」

夏季宿泊研修 関東方面【東京未来科学館】【筑波大学先端研究施設】等

- 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。
- 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。

3 年 次

本校における取組 【大学、研究機関との取組】

1 年生

- ・ 併設中学からの入学生を中心に S S H 事業を展開する。
- ・ 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。
- ・ 物理、化学、生物それぞれの分野の先端科学技術（薬剤医療関係ほか）の研究者と連携。

2 年生

- ・ 昨年度の研究を検証し、さらに 2 年次の S S H 事業を継続発展させる。

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。

4 年 次

本校における取組 【大学、研究機関との取組】

1 年生

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

2 年生

「 S S 探究科学Ⅱ」（通年）

- ・ 3 年次 S S H 事業同様に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。

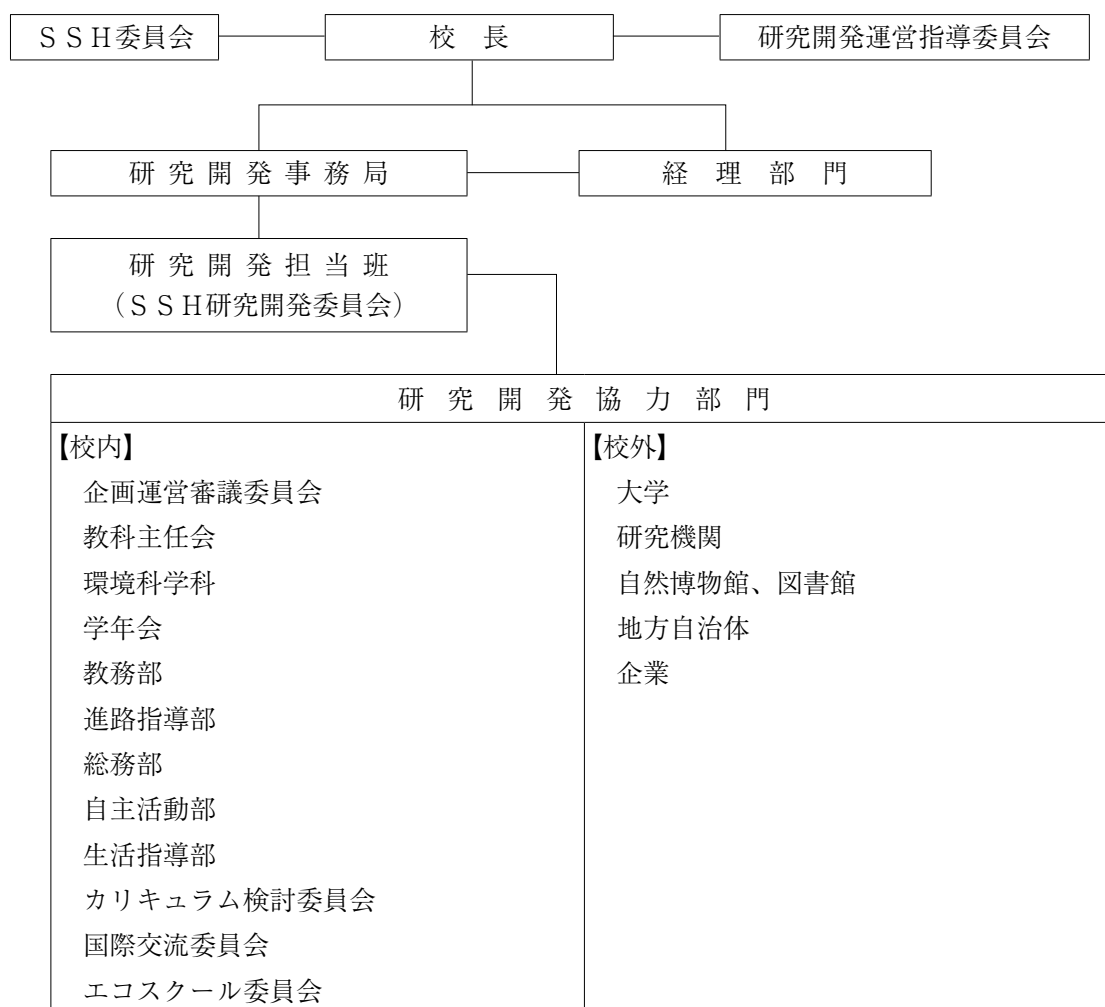
3 年生

- ・ 昨年度の研究を検証し、さらに 3 年次の S S H 事業を継続発展させる。
- 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事業同様に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、環境の代表者に教頭を加えて事務局を構成する。



○ 研究開発運営指導委員会

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

8 平成18年度研究開発の経緯

4月6日	保護者	SSH保護者説明会	事業説明
4月18日	環境1年	SSHガイダンス	事業説明・アンケート
5月12日	環境1年	実験アンケート	アンケート
5月26日	環境1年	プレゼン発表会①	「先人の科学者に学ぶ」
5月30日	環境1年	近畿大学原子力研究所 事前学習	
6月2日	環境1年	研究室訪問①	近畿大学原子力研究所（F組）
6月9日	環境1年	研究室訪問①	近畿大学原子力研究所（G組）
6月13日	環境2年	春季校外研修	紀ノ川大堰
6月23日	環境1年	プレゼン発表会②	「先人の科学者に学ぶ」
7月10日	教 員	第1回運営指導委員会	
7月18日	環境1年	先端科学講座（数学①） 「人工衛星からの環境情報と数学」	和歌山大学助教授 谷川 寛樹 氏
7月25日 ～26日	環境2年	夏季宿泊研修（1泊2日）	関西大学、神戸大学 Spring-8、人と自然の博物館
8月8日 ～10日	環境1年	SSH生徒交流会	パシフィコ横浜
8月21日	環境1年	研究室訪問②	和歌山大学
9月8日	環境1年	研究室訪問③	近畿大学生物理工学部
9月19日 ～20日	環境1年 環境2年 科学クラブ	パネル展「科学者に学ぶ」 「環境問題」 「ソーラーバルーン」	文化祭
10月14日 ～15日	環境1年 科学クラブ	青少年のための科学の祭典 「2006おもしろ科学まつり 和歌山大会」	マリーナシティ和歌山
10月17日 19日	環境1年	実験講座①「水質分析」	和歌山大学助教授 木村 憲喜 氏

10月26日 ～27日	環境1年	S S Hラボツアー（1泊2日）	大阪大学、京都大学 気候ネットワーク
11月9日	環境2年	研究室訪問（2年）	和歌山県立自然博物館
11月9日	教員	京都府立洛北高等学校 S S H成果発表会	
11月10日	環境1年	先端科学講座（理科①） 「残留農薬分析とクロマトグラフィー」	雑賀技術研究所 坂口 将進 氏 藪田 真紀子 氏
11月15日	環境1年	先端科学講座（理科②） 「ナノサイズ多孔体の形態」	マンチェスター大学教授 マイケル・アンダーソン 氏
11月17日	教員	和歌山県立海南高等学校 S S H成果発表会	
11月17日 ～18日	教員	京都市立堀川高等学校 教育研究大会	
11月21日	環境1年	先端科学講座（数学②） 「生物同士の戦いを数学的に捉える」	和歌山大学講師 山本 秀一 氏
11月28日	環境2年	実験講座（2年） 「資源・環境から見た原子力」	京都大学原子力研究所教授 中込 良廣 氏
12月8日	環境1年	研究室訪問③	関西光科学研究所
12月9日	希望者 科学クラブ	実験講座②「ロボット」	和歌山大学教授 八木 栄一 氏
12月11日 ～13日	環境1年 教員	S S Hコンソーシアム長崎	長崎県立長崎西高等学校
12月15日	教員	第2回運営指導委員会	
12月25日	環境1年	先端科学講座（数学③） 「絶対安全な水はあるか？ 環境リスクの基礎」	和歌山大学助教授 江種 伸之 氏
1月19日	環境1年	先端科学講座（理科③） 「バイオサイエンスと医学」	和歌山県立医科大学教授 坂口 和成 氏
1月23日	環境2年	冬季特別講座 「大阪湾におけるゴミ処分場の現状と課題 ～大阪湾フェニックス計画～」	大阪湾広域臨海環境整備センター 和歌山市生活環境部
2月2日	教員	京都教育大学附属高等学校 高等学校教育実践研究集会	
2月6日	環境2年	冬季講演会 「混迷の21世紀を生きる ～ライフスタイルにおける 価値の転換～」	京都精華大学講師 植田 劭 氏
2月20日	教員	兵庫県立加古川東高等学校 S S H研究発表会	
2月28日	教員	第3回運営指導委員会	
3月16日	教員	東京都立小石川高等学校 生徒研究成果報告会	
3月25日	環境1年 教員	エネルギーフェア2007 学習成果の発表「公開ディベート」	科学技術館（東京）

参 考

平成18年度入学生 環境科学科教育課程表

和歌山県立向陽高等学校

教科	科目	標準 単位数	環境科学科			履修 単位数	備 考		
			1年	2年	3年		教科別履修単位数	選択上の留意点	
普通 教科	国語	国語総合	4	4(3.5)			4	12、14	△から1科目選択
		現代文	4		2(1.5)	2(1.5)	4		
		古典	4		2(2.0)	2(1.5)	4		
		古典講読探究	2			△2(1.5)	0.2		
	地理・ 歴史	世界史B	4		△3(2.0)		3	4、6、7、9	2、3年次継続履修 ○から1科目選択
		日本史B	4		2 } 2(1.5)	2 } 2(1.5)	0.4		
		地理B	4				0.4		
		地歴課題探究	2			○2(1.5)	0.2		
	公民	現代社会	2	2(1.5)			2	2、4	
		公民課題探究	2			○2(1.5)	0.2		
	保健 体育	体育	7~8	3(2.0)	2(1.5)	2(1.5)	7	9	
		保健	2		2(1.5)		2		
	芸術	音楽I	2	2 }			0.2	2	
		美術I	2	2 }	2(1.5)		0.2		
		書道I	2	2 }			0.2		
	外国語	英語I	3	4(3.0)			4	12	
		英語II	4		4(3.0)		4		
		英語探究	2			2(1.5)	2		
		英語表現	2		2(1.5)		2		
	家庭	家庭基礎	2			2(1.5)	2	2	
普通科目小計			15	16~19	12~16	48~52			
専門 教科	数学	理数数学I	6	6(4.5)			6	15、18	◎から6単位選択
		理数数学II	6		6(5.0)		6		
		理数数学探究	6			◎6(5.0)	0.6		
		数学課題探究	3			◎3(2.5)	0.3		
	理科	理数理科	4	5(4.0)			5	16、18、20	2、3年次継続履修
		理数物理	6		3 }	3 }	0.6		
		理数化学	5		3(2.0)	2(1.5)	5		
		理数生物	6		3-3(2.5)	3-3(2.5)	0.6		
		基礎理学	2			△2(1.5)	0.2		
		物質科学	2			△2(1.5)	0.2		
		生物環境	2			△2(1.5)	0.2		
	理科探究	2			○2(1.5)	0.2			
	英語	国際科学英語	2			◎3(2.5)	0.3	6、9	
パブリック・スピーチ		2	2(1.5)			2			
英語読解		4			4(3.0)	4			
SSH	SS環境科学		1(1.0)			1	3、6		
	SS探究科学I		2(1.5)			2			
	SS探究科学II			△3(2.0)		3			
専門科目小計			16	12~15	15~19	38~42			
科目単位数			31(24.0)	31(24.0)	31(24.0)		90	(2003.12.20改訂) (2005.9.7改訂)	
L H R			1	1	1		3		
合 計			32(25.0)	32(25.0)	32(25.0)		96		

概念図

向陽高校
スーパーサイエンスハイスクール

大学・企業などと連携

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

連携機関

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

向陽高校

体験学習
先端科学をテーマにした体験学習プログラムを展開

課題研究
大学等の研究機関と連携して研究内容を高度化

共同研究

向陽中学校

共同研究

研究課題1

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

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

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

(2年生)
物理 エネルギー
化学 物質・材料
生物 バイオ
課題研究

(3年生)
進路保障を意識した学習
大学入試問題レベルの実験研究

研究課題2

スキルの向上を目標とする環境問題学習の構築

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

研究課題3

中高一貫教育のメリットを活用した理数教育の構築

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

課題研究の発展

興味・関心の高い生徒は、科学クラブを通じて課題研究をさらに探究

国際性を高める取組

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

研究発表

- ・論文、ポスターセッション
- ・パワーポイントを使用した研究発表

研究成果発信

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

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

和歌山県教育委員会
・研究開発の指導・助言
・研究支援

**研究開発
運営指導委員会**
・研究に対する指導・助言

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

2章 研究開発の内容

1 生徒実態アンケート

生徒の実態を把握し効果的なSSH事業を促進するために、対象生徒である平成18年度環境科学科入学生徒に以下の2つのアンケートを実施した。この2つのアンケート項目と集計結果を掲載する。

[1] 理科・数学アンケート

理科に対する興味・関心度の状況を把握し、今後の指導の参考とするために実施した。比較のため、普通科1年生2クラス（74名）に対してアンケートを実施した。

アンケートを実施した生徒の内訳は次の表の通りである。

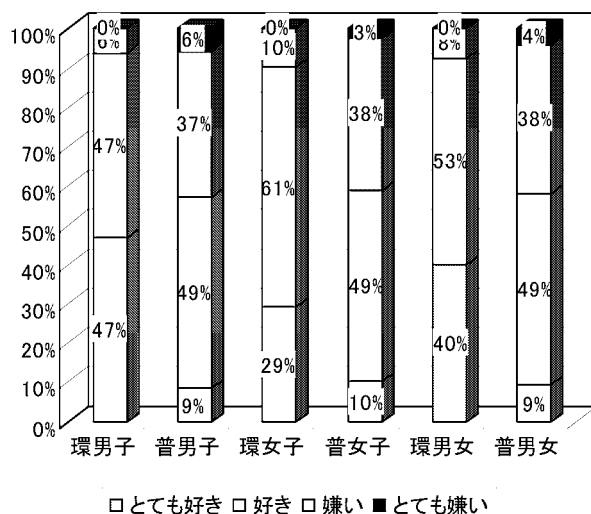
男子		女子		合計	
環境科学科	普通科	環境科学科	普通科	環境科学科	普通科
49	35	31	39	80	74

アンケートの項目と集計は以下の通りである。表では、環境科学科を環境と略記した。

2 あなたは理科の授業が好きですか。

2		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	とても好き	23	3	9	4	32	7
②	好き	23	17	19	19	42	36
③	嫌い	3	13	3	15	6	28
④	とても嫌い	0	2	0	1	0	3
	計	49	35	31	39	80	74

理科の授業が好きですか



3 設問2で ①とても好き・②好き を選んだ人だけ教えてください。

a あなたはいつごろから理科が好きになりましたか。

3		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	中学校3年生	3	2	5	4	8	6
②	中学校2年生	6	3	5	1	11	4
③	中学校1年生	17	5	6	11	23	16
④	小学校高学年	11	3	6	1	17	4
⑤	小学校中学年	7	5	6	3	13	8
⑥	小学校低学年以前	2	2	0	3	2	5
	計	46	20	28	23	74	43

b あなたが理科が好きになったきっかけ(理由)は何ですか。

(最もあてはまるものを1つ)

3		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	はじめから好きだった	2	5	0	0	2	5
②	授業の内容がよく理解できるから	7	4	4	6	11	10
③	実験や観察があるから	22	5	7	11	29	16
④	勉強していて、おもしろい、楽しいと思ったから	13	6	11	4	24	10
⑤	その他	2	0	6	2	8	2
	計	46	20	28	23	74	43

4 設問2で ③とても嫌い ④嫌い を選んだ人だけ教えてください。

a あなたはいつごろから理科が嫌いになりましたか。

4		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	中学校3年生	3	4	1	5	4	9
②	中学校2年生	0	5	1	4	1	9
③	中学校1年生	0	4	1	3	1	7
④	小学校高学年	0	1	0	2	0	3
⑤	小学校中学年	0	0	0	1	0	1
⑥	小学校低学年以前	0	1	0	1	0	2
	計	3	15	3	16	6	0

b あなたが理科を嫌いになったきっかけ(理由)は何ですか。

(最もあてはまるものを1つ)

4		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	はじめから嫌いだった	0	1	0	1	0	2
②	授業の内容が難しいから	1	9	1	9	2	18
③	実験や観察があるから	1	0	0	0	1	0
④	勉強していても興味をもてないから	0	5	2	5	2	10
⑤	その他	1	0	0	1	1	1
	計	3	15	3	16	6	31

5 テレビのニュースや新聞を見て、最近の科学や理科に関するできごとに興味がありますか。

5		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	とてもある	7	0	2	1	9	1
②	少しはある	13	5	7	9	20	14
③	どちらともいえない	20	16	18	11	38	27
④	どちらかという和无い	8	8	4	16	12	24
⑤	まったく無い	1	6	0	2	1	8
	計	49	35	31	39	80	74

7 ふだんから、「不思議だな」と思ったり、「なぜだろう」と疑問に感じることが多いですか。

7		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	とても多い	7	4	5	3	12	7
②	少しはある	8	3	8	13	16	16
③	どちらともいえない	28	21	15	20	43	41
④	どちらかというとない	6	5	3	3	9	8
⑤	まったくない	0	2	0	0	0	2
	計	49	35	31	39	80	74

8 設問7で①とても多い ②少しはある を選んだ人だけ答えてください。

a それはどのようなことですか。分かりやすく書いてください。(省略)

b そのことについて、書籍やコンピュータなどを活用して、自分で調べたことがありますか。

8		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	あ	7	1	4	4	11	5
②	な	8	6	9	12	17	18
	計	15	7	13	16	28	23

12 将来、理科を使う仕事に就きたいですか。

12		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	はい	35	11	25	12	60	23
②	いいえ	11	24	6	27	17	51
	無記入	3	0	0	0	3	0
	計	49	35	31	39	80	74

「2 あなたは理科の授業が好きですか」の質問に、「とても好き」あるいは「好き」と答えた生徒は、環境科学科では93%、普通科では58%である。また、両学科とも性別による差は認められなかった。「とても好き」あるいは「好き」と答えた生徒は、「3-a あなたはいつごろから理科が好きになりましたか。」の質問で、「中学1年生」と答えた生徒が最も多くなっている。また、「3-b あなたが理科を好きになったきっかけ(理由)は何ですか」の質問では、「実験や観察があるから」が最も多く、次いで「勉強しておもしろい、楽しいから」、「授業の内容がよく理解できるから」と答えた生徒が多く見られた。

「2 あなたは理科の授業が好きですか」の問いで、「とても嫌い」あるいは「嫌い」と答えた生徒は、「3-a あなたはいつごろから理科が嫌いになりましたか」の問いについては、中学校で理科が嫌いになったという生徒が多い。理科が嫌いになる時期については、「小学校低学年以前」から「中学校3年生」まで学年が進むほど増える傾向にある。「嫌い」になった理由として、「授業の内容が難しいから」、「勉強していても興味を持ってないから」が多く、「実験や観察があるから」と答えたものは両学科を合わせても1名だけであった。「実験・観察」は、理科を好きになる理由の一つになっているが、嫌いになる理由にはあてはまらない。体験的な実験・実習・授業を通して、生徒の興味・関心を高め、「理科嫌い」を少なくすることができるのではないかと推測できる。

「5 テレビのニュースや新聞を見て、最近の科学や理科に関するできごとに興味がありますか」の質問に対して、「とてもある」、「少しはある」と答えた生徒は、環境科学科では29名、普通科では15名、「どちらかというとも無い」、「まったく無い」と答えた生徒は、環境科学科では13名、普通科では32名であった。普通科と比較して、環境科学科の方が科学について興味のある生徒が多いという結果であった。しかし、環境科学科・普通科ともに「どちらともいえない」と答えた生徒が最も多く、今後、理科に対して興味・関心を高める取組の必要性を感じる結果となった。

「7 ふだんから、『不思議だな』と思ったり、『なぜだろう』と疑問に感じることは多いですか」の質問に対しては、環境科学科と普通科の生徒の分布の状況に差を見ることはできなかった。「とても多い」と「少しはある」と答えた生徒を合わせると、環境科学科では28名、普通科では23名、「どちらかというともない」や「まったくない」と答えた生徒は、環境科学科では9名、普通科では10名となり、どちらの学科も生活の中での疑問をもつことができる生徒は多い。しかし、「どちらともいえない」と答えた生徒が最も多く、環境科学科では43名、普通科では41名であった。また、「とても多い」と「少しはある」と答えた生徒については、「b そのことについて、書籍やコンピュータなどを活用して、自分で調べたことがありますか」の質問に、「はい」と答えた生徒は半数に満たなかった。高校生を取り巻く社会的環境の影響も考えられるが、生活の中で疑問を持って探究していく意欲を示すことができない生徒も多くいることがわかる結果となった。

「12 将来、理科を使う仕事に就きたいですか」の質問においては、環境科学科と普通科の生徒に大きな差が見られた。「はい」と答えたのは、環境科学科で60名（75%）、普通科で23名（31%）であった。

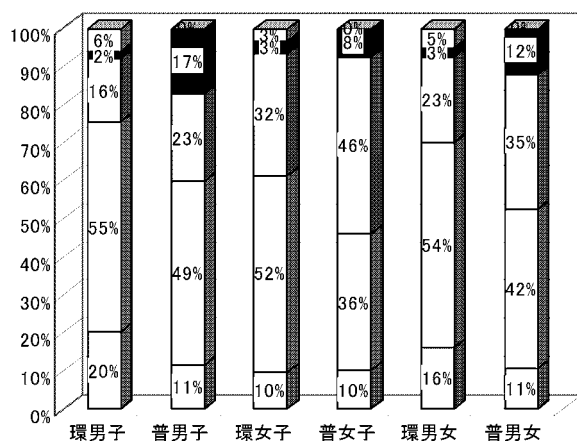
アンケート全体を見ると、SSH対象生徒である環境科学科生徒は、「理科が好きで、将来は理科に関係した職業につきたいと考えているが、生活の中での疑問や不思議さについての興味・関心の度合いは少ない」という生徒像が見えてくる。確かに環境科学科には、「理科の授業が好き」な生徒が多く入学しているようである。しかし、自然科学に対して強い興味や関心を持っているとは限らない。また、職業と科学の関連性についても理解しているとは限らない。今後、SSH活動を通じて、科学に対する興味・関心を高め、探究心を向上させ、自然科学に対して抱いた疑問に主体的に取り組み、解決に向けて努力できる能力を育成していく必要性を感じている。

「数学」についても同様のアンケートを行った。

13 あなたは数学の授業が好きですか。

13		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	とても好き	10	4	3	4	13	8
②	好き	27	17	16	14	43	31
③	嫌い	8	8	10	18	18	26
④	とても嫌い	1	6	1	3	2	9
	無記入、その他	3	0	1	0	4	0
	計	49	35	31	39	80	74

あなたは数学の授業が好きですか



口とても好き 口好き 口嫌い 口とても嫌い 口無記入、その他

14 設問13で ①とても好き ②好き を選んだ人だけ教えてください。

a あなたはいつごろから数学が好きになりましたか。

14		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	中学校3年生	2	2	3	3	5	5
②	中学校2年生	4	2	4	2	8	4
③	中学校1年生	12	5	8	5	20	10
④	小学校高学年	3	1	0	1	3	2
⑤	小学校中学年	8	6	2	4	10	10
⑥	小学校低学年以前	8	6	2	3	10	9
	計	37	22	19	18	56	40

b あなたが数学を好きになったきっかけ(理由)は何ですか。

(最もあてはまるものを1つ)

14		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	はじめから好きだった	3	4	1	1	4	5
②	授業の内容がよく理解できるから	19	7	3	5	22	12
③	勉強していて、おもしろい、楽しいと思ったから	14	7	11	7	25	14
④	その他	1	2	4	5	5	7
	計	37	20	19	18	56	38

15 設問13で ③とても嫌い ④嫌い を選んだ人だけ教えてください。

a あなたはいつごろから数学が嫌いになりましたか。

15		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	中学校3年生	4	6	4	4	8	10
②	中学校2年生	1	3	4	8	5	11
③	中学校1年生	4	4	1	4	5	8
④	小学校高学年	0	0	1	1	1	1
⑤	小学校中学年	0	0	1	3	1	3
⑥	小学校低学年以前	0	1	0	2	0	3
	計	9	14	11	22	20	36

b あなたが数学を嫌いになったきっかけ（理由）は何ですか。

（最もあてはまるものを1つ）

15		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	はじめから嫌いだった	0	1	0	2	0	3
②	授業の内容が難しいから	5	9	6	12	11	21
③	勉強していても興味をもてないから	2	4	4	4	6	8
④	その他	2	0	1	2	3	2
	計	9	14	11	20	20	34

16 将来、数学を使う仕事に就きたいですか。

16		男子		女子		合計	
		環境	普通科	環境	普通科	環境	普通科
①	はい	25	9	13	3	38	12
②	いいえ	21	24	18	33	39	57
	無記入	3	1	0	0	3	1
	計	49	34	31	36	80	70

「13 あなたは数学の授業が好きですか」の質問に、「とても好き」あるいは「好き」と答えた生徒は、環境科学科では70%、普通科では53%と環境科学科の方が若干高い数値を示した。「とても好き」あるいは「好き」と答えた生徒は、「13-a あなたはいつごろから数学が好きになりましたか」の質問では、「小学校中学年まで」と「中学校1年生」と答えた生徒が多くいた。また、「13-b あなたが数学を好きになったきっかけ（理由）は何ですか」の質問では、「勉強して、おもしろい、楽しいから」、「授業の内容がよく理解できるから」と答えた生徒が多く、両学科で大きな差はない。

「とても嫌い」あるいは「嫌い」と答えた生徒は、「14-a あなたはいつごろから理科が嫌いになりましたか」の質問に対して、「小学校低学年以前」から「中学校3年生」まで学年が進むほど増える傾向にあり、理科と類似している。「嫌い」になった理由としては、「授業の内容が難しいから」、「勉強していても興味をもてないから」が多い。

「16 将来、数学を使う仕事に就きたいですか」の質問では、環境科学科の生徒と普通科の生徒に大きな違いが見られた。「はい」と答えた生徒は、環境科学科で38名（48%）、普通科

で12名(16%)という結果で、環境科学科の方が普通科よりかなり多い数値となった。理科についてのアンケートと同様の傾向であるが、「はい」と答えた生徒は、環境科学科・普通科ともに理科よりも少ない人数である。理科より数学の方が、教科の学習内容と職業の関連性が見えにくいためではないかと思われる。

次に中学校における生徒の得意分野と苦手分野についてアンケートをとり、次表にまとめた。表の「得意」は「得意もしくは好きのところ」として選んだ人数を、「苦手」は「苦手もしくは嫌いのところ」として選んだ人数を表している。

アンケート内容

質問9 中学校で学習した理科の中で、得意もしくは好きのところはどこですか。

[物理][化学][生物][地学]の項目ごとに2つ以内で選びなさい。ただし、[その他]については1つだけ選びなさい。

質問10 中学校で学習した理科の中で、苦手もしくは嫌いのところはどこですか。

[物理][化学][生物][地学]の項目ごとに2つ以内で選びなさい。ただし、[その他]については1つだけ選びなさい。

[物理]

9		男子				女子				合計			
		環境		普通科		環境		普通科		環境		普通科	
		得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手
①	光の性質	12	8	10	8	6	4	10	9	18	12	20	17
②	音の性質	7	5	3	5	4	5	10	5	11	10	13	10
③	力と圧力	4	23	0	14	1	16	0	18	5	39	0	32
④	電流の性質	11	17	7	15	5	16	12	7	16	33	19	22
⑤	電流のはたらき	8	21	4	14	4	13	8	12	12	34	12	26
⑥	運動と力	11	4	9	2	8	4	7	15	19	8	16	17
⑦	エネルギー	25	0	19	1	15	3	6	4	40	3	25	5
	計	78	78	52	59	43	61	53	70	121	139	105	129

[化学]

9		男子				女子				合計			
		環境		普通科		環境		普通科		環境		普通科	
		得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手
①	身のまわりの物質	4	7	3	1	1	2	1	1	5	9	4	2
②	物質の状態変化	9	4	5	7	8	5	2	9	17	9	7	16
③	気体の性質	6	9	2	6	3	8	8	6	9	17	10	12
④	水溶液の性質	9	14	7	13	11	6	5	9	20	20	12	22
⑤	物質のなりたち	4	12	6	4	2	7	0	7	6	19	6	11
⑥	化学変化のしくみ	21	9	14	9	14	2	6	11	35	11	20	20
⑦	酸化と還元	22	4	14	5	18	1	28	3	40	5	42	8
⑧	化学エネルギー	10	7	6	2	2	4	4	9	12	11	10	11
	計	85	66	57	47	59	35	54	55	144	101	111	102

[生物]

9		男子				女子				合計			
		環境		普通科		環境		普通科		環境		普通科	
		得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手
①	身近な生物の観察	4	8	1	4	5	6	0	4	9	14	1	8
②	花のつくりとはたらき	1	20	3	8	6	8	6	7	7	28	9	15
③	根・茎・葉のつくりとはたらき	4	7	3	8	8	2	9	3	12	9	12	11
④	植物のなかま	3	7	3	5	2	4	2	2	5	11	5	7
⑤	動物の観察	4	6	5	2	3	2	4	2	7	8	9	4
⑥	動物の行動とからだのしくみ	8	7	11	4	6	6	4	4	14	13	15	8
⑦	生命をささえるからだのしくみ	6	7	3	5	6	5	3	13	12	12	6	18
⑧	動物のなかま	11	1	3	0	2	1	9	1	13	2	12	1
⑨	生物と細胞	25	2	17	6	20	0	21	0	45	2	38	6
⑩	生物のふえ方	11	1	3	1	6	2	5	3	17	3	8	4
⑪	生物どうしのつながり	8	2	5	0	2	4	3	4	10	6	8	4
	計	85	68	57	43	66	40	66	43	151	108	123	86

[地学]

9		男子				女子				合計			
		環境		普通科		環境		普通科		環境		普通科	
		得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手
①	地層と化石	9	13	4	11	6	6	5	8	15	19	9	19
②	火山と火成岩	8	9	2	8	5	8	7	5	13	17	9	13
③	地震と大地の動き	12	4	5	6	1	6	6	8	13	10	11	14
④	気象観測	10	7	4	7	4	13	3	6	14	20	7	13
⑤	大気中の水分と雲のでき方	1	14	2	8	6	10	3	13	7	24	5	21
⑥	大気の運動と天気の変化	6	4	4	6	3	5	4	6	9	9	8	12
⑦	星空の観察	8	8	8	4	7	3	10	3	15	11	18	7
⑧	地球の運動と天体の動き	5	11	8	5	8	5	9	8	13	16	17	13
⑨	太陽系の天体	19	6	13	2	9	2	10	5	28	8	23	7
	計	78	76	50	57	49	58	57	62	127	134	107	119

次に、中学校における生徒の得意分野と苦手分野についてアンケートをとり、下の表にまとめておいた。表を見ての通りである。表の「得意」は「得意もしくは好きなところ」として選んだ人数を、「苦手」は「苦手もしくは嫌いなところ」として選んだ人数を表している。

アンケート項目

質問17 中学校で学習した数学の中で、得意もしくは好きなところはどこですか。

[1年] [2年] [3年] の項目ごとに2つ以内で選びなさい。

質問18 中学校で学習した数学の中で、苦手もしくは嫌いなところはどこですか。

[1年] [2年] [3年] の項目ごとに2つ以内で選びなさい。

[1年]

		男子				女子				合計			
		環境		普通科		環境		普通科		環境		普通科	
		得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手
①	正の数・負の数	12	0	14	1	8	0	12	0	20	0	26	1
②	文字の式	8	1	6	2	5	1	4	1	13	2	10	3
③	方程式	23	7	15	1	18	5	21	3	41	12	36	4
④	比例と反比例	16	9	5	10	7	8	14	9	23	17	19	19
⑤	平面図	9	10	9	12	4	7	8	17	13	17	17	29
⑥	空間図形	7	37	4	24	6	20	7	24	13	57	11	48
	計	75	64	53	50	48	41	66	54	123	105	119	104

[2年]

		男子				女子				合計			
		環境		普通科		環境		普通科		環境		普通科	
		得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手
①	式の計算	11	0	11	1	12	1	5	1	23	1	16	2
②	連立方程式	15	6	17	2	12	6	23	5	27	12	40	7
③	一次関数	23	9	7	7	8	9	18	7	31	18	25	14
④	図形の調べ方	2	14	3	13	1	7	3	10	3	21	6	23
⑤	図形と合同	7	11	9	14	9	9	13	12	16	20	22	26
⑥	確率	14	19	6	16	6	8	10	16	20	27	16	32
	計	72	59	53	53	48	40	72	51	120	99	125	104

[3年]

		男子				女子				合計			
		環境		普通科		環境		普通科		環境		普通科	
		得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手	得意	苦手
①	式の計算	11	1	10	1	8	4	6	0	19	5	16	1
②	平方根	10	2	10	5	7	5	10	5	17	7	20	10
③	二次方程式	11	4	8	4	10	3	13	3	21	7	21	7
④	関数 $y = ax^2$	19	8	7	13	12	7	13	11	31	15	20	24
⑤	図形と相似	3	33	6	21	6	16	10	17	9	49	16	38
⑥	三平方の定理	24	8	14	4	8	5	17	12	32	13	31	16
	計	78	56	55	48	51	40	69	48	129	96	124	96

[2] 理科実験アンケート

1年生での設定科目「SS探究科学I」においては、中学校レベルの学習内容の補完をしつつ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していくことが重要な課題である。中学校で行われた実験・実習を把握し、今後の指導の参考とするためアンケートを実施した。

アンケートはSSH対象の環境科学科1年生2クラスを対象にしたものである。中学校理科の教科書にある実験を中心に97項目の実験を抽出し、アンケートを行った。アンケートの実施時には、実験器具や実験の様子を画像でみせたり説明を加えるなど生徒に誤解がないように工夫を凝らした。なおアンケートの実験項目の説明文は、理科の教科書の文章をできるだけ引用するようにした。

選択項目は 1 個人で実験、2 班別で実験、3 先生による演示実験、4 実験しなかった、5 学習していない の5項目から選択させた。

下の集計表では 1 個人、2 班別、3 演示、4 実験せず、5 学習せず とした。

集計結果は以下の通りである。

アンケート集計表

	実験内容 (物1～物18は物理分野、化1～化38は化学分野、生1～生19は生物分野、地1～地18は地学分野、環1～環4は環境分野の実験として集計した。)	1 個人	2 班別	3 演示	4 実験 せず	5 学習 せず	無 答
物1	ばねはかりを使って力の大きさを測定した	4	27	13	32	1	1
物2	電流計や電圧計を使ったことがある	5	67	1	5	0	0
物3	直列回路や並列回路をつくり、電流や電圧を測定した	6	63	1	7	0	1
物4	光が鏡ではね返るときのきまりを調べる実験をした	0	26	5	45	1	1
物5	凸レンズで像をつくった	0	40	8	30	0	0
物6	空気が音を伝えることを調べた(空気あり)	1	12	35	29	1	0
物7	空気が音を伝えることを調べた(空気なし)	1	2	20	50	5	0
物8	オシロスコープを使って音の高低を観察した	0	5	15	58	0	0
物9	レンガがスポンジを押す力のはたらきのちがいを測定した	0	7	9	62	0	0
物10	空気の重さを測定した	0	7	8	52	11	0
物11	導線のつながり方を調べる実験を行った	4	30	13	31	0	0
物12	回路全体の電気抵抗を調べた	3	49	3	22	0	1
物13	磁石のまわりの磁界のようすを調べる実験をした	1	25	12	40	0	0
物14	電流がつくる磁界のようすを調べる実験をした	1	23	20	33	1	0
物15	電気器具の表示のちがいを調べた	2	11	1	52	11	1
物16	記録タイマーを使用し、水平な面上の台車の運動を調べた	4	52	9	13	0	0
物17	位置エネルギーの大きさ測定した	1	20	13	44	0	0
物18	運動エネルギーの大きさを測定した	1	22	14	41	0	0

	実験内容	1	2	3	4	5	無答
化1	アルコールランプを使ったことがある	29	49	0	0	0	0
化2	ガスバーナーを使ったことがある	26	51	0	1	0	0
化3	試験管で液体を加熱したことがある	9	66	1	2	0	0
化4	試験管で固体を加熱したことがある	6	64	0	8	0	0
化5	上皿てんびんで質量を測定した	14	62	1	1	0	0
化6	電子てんびんで質量を測定した	8	49	8	12	1	0
化7	メスシリンダーで液体の体積を測定した	8	46	3	21	0	0
化8	物質をろ過したことがある	3	59	4	12	0	0
化9	実験の際ににおいをかぐ操作をしたことがある	29	48	0	1	0	0
化10	実験の際に液体を注ぐ操作をしたことがある	9	41	3	19	5	1
化11	こまごめピペットを使用したことがある	10	48	6	11	3	0
化12	温度計で温度を測定したことがある	17	56	0	5	0	0
化13	実験の際固体を取り出す操作をしたことがある	8	47	4	17	2	0
化14	物質が溶けるときの温度変化を調べた	3	49	1	25	0	0
化15	エタノールが沸とうするときの温度変化を調べた	1	37	0	39	0	1
化16	酸素を発生させた	2	54	5	16	0	1
化17	二酸化炭素を発生させた	4	57	2	15	0	0
化18	アンモニアを発生させた	1	32	13	32	0	0
化19	アンモニアの噴水実験を行った	0	19	29	30	0	0
化20	水素を発生させた	2	45	8	23	0	0

化21	再結晶でミョウバンの大きな結晶をつくった	9	18	14	36	1	0
化22	リトマス紙で酸性・アルカリ性の確認をした	25	49	3	1	0	0
化23	B T B 溶液で酸性・アルカリ性の確認をした	9	55	8	6	0	0
化24	中和の実験を行った	3	40	11	23	0	1
化25	金属との反応を行った	2	65	5	6	0	0
化26	銅と硫黄の反応を調べた	1	42	4	26	5	0
化27	銅と硫黄の反応の前後での物質の性質の変化を調べた	0	43	4	26	5	0
化28	酸化銀の分解を行った	0	35	8	34	1	0
化29	炭酸水素ナトリウムの分解を行った	1	52	4	21	0	0
化30	水を電気分解した	0	49	10	19	0	0
化31	塩化銅を分解した	0	16	2	53	7	0
化32	酸化の実験を行った	3	50	11	14	0	0
化33	質量保存の法則に関する実験を行った	2	39	9	28	0	0
化34	還元の実験を行った	0	51	4	23	0	0
化35	電解質と非電解質を確かめる実験を行った	1	24	11	31	11	0
化36	化学物質と質量の割合に関する実験を行った	1	29	5	41	2	0
化37	熱の吸収を確かめる実験を行った	2	12	14	43	7	0
化38	高分子吸収体の性質を調べる実験を行った	1	1	4	43	29	0

	実験内容	1	2	3	4	5	無答
生1	気体検知管を使ったことがある	9	47	8	12	2	0
生2	顕微鏡で生物の観察をした	21	57	0	0	0	0
生3	ルーペで生物の観察をした	35	25	1	17	0	0
生4	植物のスケッチをした	49	25	0	3	1	0
生5	植物のつくりを見るために植物を分解した	28	30	4	15	1	0
生6	水中の小さな生物の観察をした	4	45	0	28	1	0
生7	マツの花の観察をした	2	9	2	65	0	0
生8	植物の根のようすの観察をした	3	24	8	42	1	0
生9	植物が酸素を出していることを確かめた	2	32	7	35	1	1
生10	植物が呼吸していることを確かめた	1	33	6	38	0	0
生11	蒸散によって出る水の量を調べた	3	14	4	55	2	0
生12	だ液のはたらきを知るためにベネジクト液を用いて実験をした	2	65	2	8	0	1
生13	動物の血液の流れを調べるためにメダカの尾びれを観察した	2	30	2	44	0	0
生14	ヒトの目の変化を調べた	8	3	1	63	3	0
生15	タマネギの表皮やオオカナダモの観察を行った	7	59	3	9	0	0
生16	ヒトのほおの内側の細胞の観察を行った	7	53	3	15	0	0
生17	タマネギの根を使って細胞分裂を観察した	5	38	2	33	0	0
生18	花粉管がのびるようすを観察した	0	6	4	68	0	0
生19	菌類と細菌類のはたらきを調べた	2	4	3	67	2	0
地1	地層を見たことがある	12	5	1	60	0	0
地2	ルーペで岩石を観察したことがある	7	12	3	56	0	0
地3	いろいろな堆積岩や火成岩を観察した	9	17	5	47	0	0
地4	化石を採取した	9	4	2	60	3	0
地5	火山灰を顕微鏡で観察した	3	7	1	63	4	0

地6	ねばりけのちがいとできる火山の形のちがいを調べた	2	1	1	74	0	0
地7	乾球温度計と湿球温度計の温度測定により露点を測定した	6	27	6	37	1	1
地8	高さや気圧の変化を調べる実験を行った	3	3	7	63	2	0
地9	雲をつくる実験をした	0	20	18	37	3	0
地10	霧をつくる実験をした	0	12	9	51	6	0
地11	前線のモデル実験を行った	0	1	5	67	5	0
地12	星座の星の日周運動のようすを調べるモデル実験をした	0	4	9	57	8	0
地13	透明半球を用いて太陽の1日の動きを調べた	4	19	13	42	0	0
地14	地球儀を用いて南中高度と昼夜の長さの測定をした	1	3	6	60	8	0
地15	太陽の光が当たる角度と温度の上がり方の関係を調べた	2	0	4	65	6	1
地16	星座早見盤を使って星座の移動を調べた	9	3	6	51	9	0
地17	天体望遠鏡を使って黒点の観察を行った	2	2	2	70	2	0
地18	金星の満ち欠けや大きさの変化を調べるモデル実験をした	6	5	10	56	1	0

	実験内容	1	2	3	4	5	無答
環1	マツの葉を観察し、大気の流れを調べた	3	1	1	59	14	0
環2	気体検知管を使い、大気に含まれる気体の測定をした	1	26	1	34	16	0
環3	雨水のpHを調べた	5	2	0	51	20	0
環4	パケットテストにてCODを測定した	4	5	0	36	33	0

生徒実験（個人および班別実験）を行った生徒に着目して分析を行った。

物理分野では、「電流計と電圧計を用いた電流や電圧の測定（90%）」、「回路の抵抗の測定（67%）」、「記録タイマーを用いて運動を調べる実験（72%）」、「凸レンズの像を調べる実験（61%）」など全18項目中6項目の実験を生徒の半数が体験している。しかし、真空中の音の伝搬やオシロスコープによる音の観察、圧力の実験、空気の重さを測定する実験などを体験している生徒は、全体の10%以下である。

化学分野の第1項目から第13項目までは、実験器具の使用状況と基本操作の実験についての質問である。アルコールランプ、ガスバーナー、試験管、上皿天秤、温度計については90%以上、電子天秤、メスシリンダー、駒込ピペットなどは約70%の生徒が使用の経験がある。また、試験管の加熱の仕方、ろ過、においのかぎ方、液体の注ぎ方などの基本的な実験操作は、中学校において学習できていることがわかる。化学の第16項目から第38項目では、酸素、二酸化炭素、水素などの気体発生の実験、リトマス紙やBTB溶液による酸塩基の確認、中和・酸化還元反応や分解などの実験の経験がある生徒が多い。半数以上の生徒が経験していると答えた実験は、23項目中14項目に及んだ。

生物分野では、経験したことがあると答えた生徒が半数を超えた実験は19項目中10項目であった。顕微鏡については全員がその使用を経験し、ルーペや気体検知管も70%以上の生徒が使用の経験がある。経験したことが少ないと答えた実験は、マツの花、植物の根、花粉管の観察や蒸散の水量測定や細菌や菌類のはたらき、人の目の変化を調べる実験であった。

地学及び環境分野では、半数以上の生徒が経験したことがあると答えた実験は、22項目中1項目もなかった。演示実験を含めて考えると、比較的経験度の高い実験は、堆積岩や火成岩の観察、露点の測定、雲をつくる実験、透明球を用いた太陽の日周運動のモデル実験などがあつた。

このアンケートによって、中学校で学習できている実験を確認することができた。「中学校では時間的な制約も多く、実験については余り経験できていない傾向があるのでないか」という予想に反し、生徒たちは比較的多くの実験を経験して入学してくることももわかった。

「SS探究科学I」では、中学校で学習できていない実験あるいは学習していてもさらに発展的に取り扱っていきたい内容の実験を取り上げ、高等学校における理科教育の初期段階の学習項目とし、基本的な技術の確実な習得と実験・実習に対する理解を深め定着させることを目標に授業を展開した。

2 SSH特設科目

[1] SS探究科学I

学校設定科目「SS探究科学I」は、環境科学科1年生を対象に、2単位(1.5コマ)を確保し、基礎実験の理論と技術を学習し、科学に関する基礎知識の定着、科学的な思考と探究心を育成することを目標とした。物理分野、化学分野、生物分野の教員計4名で担当し、必要に応じてTTなどの形態で授業を展開した。

(1) 物理分野

1 「音と大気圧の実験」

この実験では ①中学校で学習した内容を実験によって補完する ②観察と記録に取り組み、各自の観察力と表現力を確認する というテーマを与えて演示実験を行った。実験アンケートの結果から経験の少ない「大気の圧力を減圧していく中で観察される現象」を学習テーマとして設定した。

生徒は、テーマを与えたことで熱心に実験を観察していた。実験レポートについては、よく似た内容のことを書いているが、表現力や理解度に差が見られた。

2 「記録タイマーによる運動の分析」

実験アンケートでは、「記録タイマーで水平な面上での台車運動を調べる実験」を72%の生徒が経験している。今回の授業のねらいとしては、物理の授業で行う重力加速度を測定する実験を行い、等加速度運動を理解すること、また各自で記録テープをとってデータ処理をし、変位と時間、速さと時間のグラフを描いてグラフやデータからわかることを考察させることである。

実験の設定については難しい点もあったようであるが、全体として実験の計測やデータ処理の方法など学習できた様子であった。授業や教科書の内容との関連についてはある程度理解したようであるが、分析力や表現力は、今後の課題となった。

実験1 容器の中の空気を真空ポンプで抜いたときの状態を調べる。

	①容器の中の空気を真空ポンプで抜いてゆくときの変化 ②また栓を閉じて容器に空気を入れたときの変化 ③わかったこと
(1) 容器の中の風船 文	① 風船は小さくなる。 ② 一気に膨らんだ。 ③ 空気がなくなると真空状態に近づいてくほど、風船は小さくなる。
(2) 容器の中の水(湯)も米粒 文	① 突然沸騰した。(温度が100度以上) ② 沸騰がやんだ。 ③ 真空中では物体の沸点が低くなり50℃ぐらいでも沸騰すること。
④ 容器の口の吹き出し 文	① 米粒の音が小さくなり、吹き出しも動かなくなる。 ② 音も小さくなり、吹き出しも動いている。 ③ 真空中では振動されて音を伝える空気がないため音が伝わらず、風も起らない。

実験2 アルミ缶にお湯を入れて沸騰して栓をして、水の中に入れたときアルミ缶はどうなるか。またそれはなぜか。

観察 つかれる
理由 水蒸気で蒸気されたアルミ缶を水に入れると、水蒸気が水蒸気が水蒸気かわり、中の気圧が低くなって、外の気圧に押し込まれるから。

【生徒のまとめと感想】 抜粋

- ・一定時間間隔での記録紙の点は間隔が長くなり、平均の速さも大きくなる。また、加速度が一定であることもわかった、 $s-t$ 図は放物線状になり、 $v-t$ 図は一本の直線になった。
- ・今までにも記録タイマーを使った実験を行ったことはあったが、自由落下運動の実験は行ったことはなかったので、いい勉強になったと思う。それと理論上では自由落下運動は等加速度運動であることはわかっていたが、実際に自分で確かめることができ今まで以上に理解が深まったと思う。

3 「霧箱の組立と放射線観察」

霧箱を組み立て放射線の軌跡を観察する実験を行った。

また冷却剤として用いた液体窒素を使って簡単な演示実験を行った。

近畿大学原子力研究所では原子炉運転の実習と放射線計測の実験を行ったが、その事後学習として放射線の軌跡を視覚的に

観察することで、興味関心を高め、霧箱と放射線についての理解を深めることをねらいとした。

今回の実験では、丁寧に実験を行うことと注意深く観察することをテーマとして簡単な感想以外は特にレポートを課さなかった。

放射線の軌跡が見えることに対して多くの生徒が感動した様子であった。

【生徒の感想より】

- ・自然に飛んでいる放射線を大げさな機械を使用することなく観測できることにはおどろいた。実際空間に線としてあらわれたのすごいなと思った。
- ・思った以上にはっきり見れてよかったと思う。細かい線状のものが見えると思っていたのは逆に意外に良かったと思う。自然放射線は4、5回だけ見ることができた。
- ・今まで理科でどれだけ放射線とかいわれても実感がわかかなかったけれど、今回の実験で科学の深さを知った気がした。
- ・自然放射線はまっすぐしかなかったような気がするが、マンテルからは曲がっているような放射線も出ていた。

4 基礎電気回路講座 I 「電流－電圧特性実験」

電流計と電圧計、電源等を用いて抵抗と豆電球またはダイオードの電流－電圧特性を調べる。ねらいとしては、実験機器の操作（中学校の復習）を学習して回路や回路部品についての理解を深めることである。機器には電流計、電圧計、すべり抵抗器、電源を用いてオームの法則に従う抵抗と非線形抵抗の電球またはダイオードの電流－電圧特性を調べた。

実験 放射線を見よう！

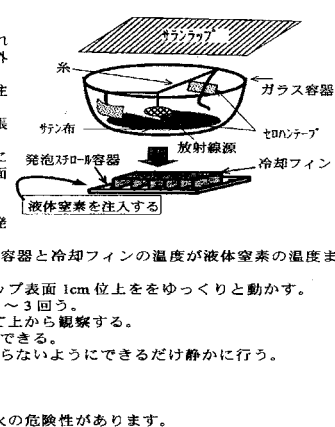
実験方法

- ① サテン布（青色）をガラス容器の底に敷く。
- ② 放射線源をガラス容器の中央付近の底すれすれにつり下げ、糸の両端をガラス容器の外側にセロハンテープで貼って固定する。
- ③ エチルアルコールをピペットでゆっくりり注入してサテン布全体を湿らす。
- ④ ラップでガラス容器のふたをするように張る。
- ⑤ 発泡スチロール容器を水平に実験台の上に置き、その上にフィンを下にして（平らな面を上）置く。
- ⑥ ガラス容器を冷却フィンの上に静かに置く。
- ⑦ 液体窒素容器から液体窒素をゆっくりりり発泡スチロール容器に注ぎ入れる。
（このとき気化した窒素の種が立ち昇るが、容器と冷却フィンの温度が液体窒素の温度まで下がれば落ち着く。）
- ⑧ 塩ビ棒をティッシュペーパーでこすり、ラップ表面 1cm 位上をゆっくりりと動かす。
（このときラップに触れないようにする。）2～3 回行う。
- ⑨ 懐中電灯で光をガラス容器の側面から当てて上から観察する。
数分で放射線源からの軌跡を観察することができる。

ポイント ガラス容器の中で空気の流れをつくらないようにできるだけ静かに行う。

実験の注意

1. 換気（液体窒素とアルコール）
2. 火気厳禁 アルコールを使用するので引火の危険性があります。



[物理実験]

電流電圧特性実験

1. 実験目的

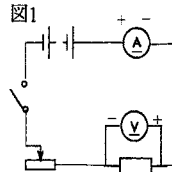
いろいろな電子部品や物質に加えられた電圧とそれを流れる電流の関係を調べて、その電子部品や物質の特性を知る。

2. 実験器具

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

3. 実験方法

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



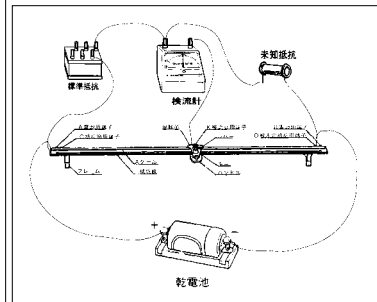
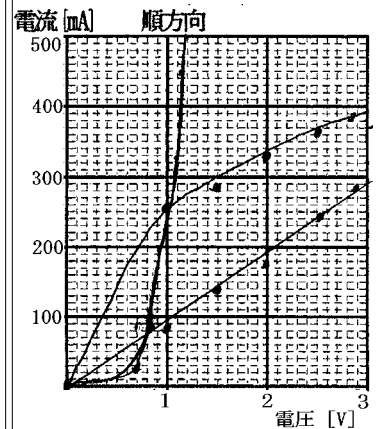
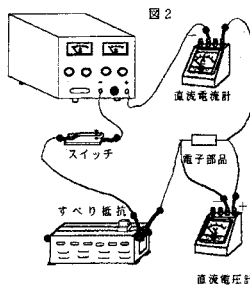
(2) スイッチ S を開いたまま、滑り抵抗器 R の値を最大（つまみを R の大きくなる片側へ寄せる）にする。

【注意】スイッチ S を入れ電圧計と電流計の針がプラス向きに動くことを確かめる。針が反対に動いたときは、すばやくスイッチ S を切り、計器の+端子と-端子をつなぎかえる。

(3) スイッチ S を入れる。滑り抵抗器の値を少しずつ小さくし、電流の値がほぼ等間隔に変化するようにして、電流と電圧を測定する。

【注意】電流を長時間流さない。測定をするときのみスイッチを閉じて短時間に行う。不要なときはスイッチを切っておく！！

(4) 電流 I と電圧 V の関係を下の表に記入せよ。



5 基礎電気回路講座Ⅱ「メートルブリッジと検流計の操作」

メートルブリッジ、検流計、電源、標準抵抗器等を用いて抵抗を測定する。検流計やメートルブリッジの操作方法やメートルブリッジの回路を理解し、この回路を利用して、与えられた抵抗の抵抗値を測定する。この過程において電位と電位差の概念の基礎を学習する。

6 基礎電気回路講座Ⅲ「デジタルマルチメーターとブレッドボードの使い方」

身近な物質について電気的な測定を行い、その過程を通してデジタルマルチメーターの使い方を学ぶ。また、ブレッドボードの使い方を学び、電源、各値の抵抗を用いて抵抗に加わる電位差の分配（電位の分配）について学習する。

- ① コンセントの電圧を測定する
- ② 人間の体の抵抗と流れる電流を測定する
- ③ いろいろな電池の電圧を測定する。
- ④ ブレッドボードの回路を組み、電圧、抵抗の測定や導電性を確認する。

7 基礎電気回路講座Ⅲ「LDRの特性の測定」

ブレッドボードとデジタルマルチメーターを用いてLDRの特性を調べる。

硫化カドミウムの導電率の変化を利用したLDR（光依存抵抗）は、受光面が受ける光の強度に応じて抵抗が変化する。このような特性の調べ方を学び、光のエネルギーを受け取って導電性が変化することを確認する。また研究室訪問等で学習した熱や光のエネルギーが電気エネルギーに変換するエネルギー変換システムや、熱や光のエネルギーによって特性の変化するセンサーシステムへの理解を深めるために行った。

実験レポート

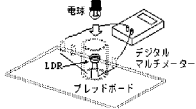
【物理実験】 LDR 特性実験
 酸化カドミウムの導電率の変化を利用した LDR (光依存抵抗) の特性を調べる。

1. 実験目的
 デジタルマルチメーターを用いて光の強さを変化させて LDR の抵抗値の変化を調べる。

2. 実験器具
 デジタルマルチメーター、ブレッドボード、ジャンプワイヤー、LDR、電球、ソケット、鉄製スタンド、セロハン、筒、アクリル板、ビニルテープ (黒)

3. 実験
 (1) 光の強さを変化させて LDR の抵抗値の変化を調べる実験

- ① ブレッドボードに測定用の部品 (LDR, ジャンプワイヤー) をさし込む。LDR の受光面 (模様が入っている正面) がまっすぐ上を向き、測定用部品の配置が規定に通りぬるかを確認する。
- ② LDR の両端にデジタルマルチメーターを接続する。レンジは抵抗にする。
- ③ セットできたら、LDR の抵抗値を測定する。
- ④ LDR を箱蓋で完全に覆って光が全く当たらない状態にして LDR の抵抗値を測定する。
- ⑤ 次に、ブレッドボードに設定した LDR に筒をかませて LDR の抵抗値を測定する。
- ⑥ 厚紙を筒の上のせて筒の口をさみで LDR の抵抗値を測定する。
- ⑦ 厚紙をはずしてブレッドボードと筒の間から光が入らないようにセットして LDR の抵抗値を測定する。
- ⑧ さらに筒の上を厚紙をのせてブレッドボードと筒の間から光が入らないようにセットして LDR の抵抗値を測定する。⑥～⑧の値と比較する。
- ⑨ 厚紙をはずして、電球を LDR の真上にセットする。LDR と電球の間の距離を測って抵抗値を測定する。LDR と電球の下の部分の距離を 10cm, 20cm, 30cm, 40cm とする。
- ⑩ 次に、電球と LDR の距離を 10cm にセットして、筒の上にアクリル板 (透明) を 2 枚のせて LDR の抵抗値を測定する。同じ色のセロハン を 4 枚ずつのせて 4 枚から 28 枚と変えてゆき、そのときの LDR の抵抗値を測定する。異なる色でも同じ実験を行う。



実験⑨～⑩	⑨はじめのセット	⑩暗室	⑩筒	⑩筒+厚紙	⑩筒+すきま	⑩筒+すきま+厚紙
抵抗値						

実験⑩	グラフ用紙に記入 (横軸を距離、縦軸を抵抗値)
LDR と電球の間の距離	10cm, 20cm, 30cm, 40cm
抵抗値	

実験⑩	グラフ用紙に記入
セロハンの枚数 (アクリル板)	2 枚, 4 枚, 8 枚, 12 枚, 16 枚, 20 枚, 24 枚, 28 枚
セロハンの色	枚のみ
色を記入	
色を記入	

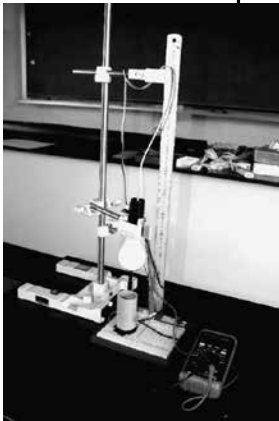
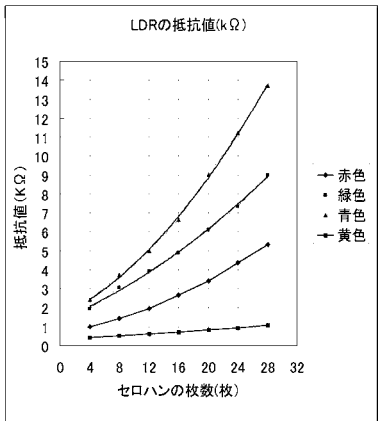
4. 結論 (どの実験からどのようなことがわかるか、実験結果からわかったことを記入せよ)

実験⑩	グラフ用紙に記入
セロハンの枚数 (アクリル板)	2 枚, 4 枚, 8 枚, 12 枚, 16 枚, 20 枚, 24 枚, 28 枚
セロハンの色	枚のみ
色を記入	
色を記入	

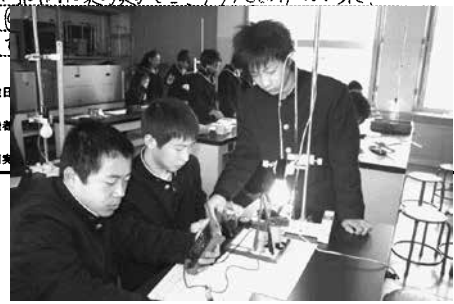
4. 結論 (どの実験からどのようなことがわかるか、実験結果からわかったことを記入せよ)

実験⑨～⑩と LDR を同じような抵抗値が約 7 倍に増え、すきまを黒いビニルテープでふさぐと少し抵抗値が小さくなる。筒と厚紙をとりと抵抗値は 16 倍

4. 結論 (どの実験からどのようなことがわかるか、実験結果からわかったことを記入せよ)
 実験⑨の LDR と電球の間の距離が大きいほど抵抗値が小さくなる。実験⑩の結果より LDR の抵抗値が約 7 倍に増え、すきまを黒いビニルテープでふさぐと少し抵抗値が小さくなる。筒と厚紙をとりと抵抗値は 16 倍



実験器具



実験風景

「SS探究科学 I」の物理分野では、エネルギー変換やセンサーシステムの基礎となる電気回路を中心に学習を展開した。測定機器や探究活動に向けての基礎的知識は学習できたが、電気や回路が苦手な生徒には難しい点もあったようである。実験の精選が今後に向けての課題となった。また、1年間を通して生徒の様子を見ると、物理分野の力学、波動、熱、電磁気、原子等の各分野の現象や原理・法則の概念についての学習が必要と思われた。イメージを持たせることによって研究室訪問や体験授業、外部講師による講義等が有効的に生徒にはたらきかけ、より効果的な学習が展開できると考える。

(2) 化学分野

【目的・目標】

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

【実施要項】

S S 探究科学 I (化学分野) 授業実施内容

①化学実験基礎講座 (基本操作)
基本的な実験器具の扱い方 (薬品の取り扱い方、ガスバーナーの使用法、試験管の加熱の仕方、ろ過の方法など) について、実際の実験操作を通して習得する。
②理論化学実験講座 I (化学変化と物質量の定量実験)
化学変化において、反応する物質の物質量・質量と化学反応式の表す内容とは、実際にどのような関係になっているかを、炭酸カルシウムと塩酸の反応を定量的に調べることで確認する。
③分析実験基礎講座 I (食酢の濃度決定)
水酸化ナトリウム水溶液を用いた中和滴定によって、食酢中の酢酸の濃度を求める。中和反応を定量的に実験することで中和反応の量的な関係を理解するとともに、滴定の操作も習得する。
④理論化学実験講座 II (酸化還元反応)
3つの酸化還元反応 (酸化銅 (II) の還元、マグネシウムと塩酸の反応、二酸化炭素中のマグネシウムの燃焼) を通して、酸化剤、還元剤の変化を観察し、酸化数の変化を考察する。
⑤分析実験基礎講座 II (酸化還元滴定)
市販のオキシドール中の過酸化水素の濃度を過マンガン酸カリウム水溶液を用いた酸化還元滴定によって求める。
⑥理論化学実験講座 III (イオン化傾向)
それぞれ5種類の金属の単体とイオンを反応させて、どちらの金属がよりイオンになりやすいかを調べることにより、金属のイオン化傾向を確認する。
⑦理論化学実験講座 IV (水溶液の電気分解)
電気エネルギーを用いて化学変化を起こさせるのが電気分解である。3種類の水溶液の電気分解を通して陽極、陰極での変化、電子の授受を理解する。 また、金属の析出量からファラデーの法則を利用して発生した気体の体積を計算する。

【実施概要】

指導例

①学習指導案（分析実験講座Ⅱ 酸化還元滴定）

教科・科目		S S 探究科学 I	
対象 実施日 場所		環境科学科 1年F組(男子24名 女子16名) 平成18年12月15日(金)5時限(65分) 向陽高校化学教室	
単元名		酸化還元滴定	
本時の主題		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市販のオキシドール中の過酸化水素の濃度を求める。	
本時の目標		(1) 酸化還元滴定の操作方法を理解させる。 (2) 半反応式からイオン反応式、化学反応式がつけられるようになる。 (3) 濃度の換算のしかた(モル濃度から質量パーセント濃度)を理解させる。	
経過	学習活動	指導の内容・指導上の留意点	評価
導入 5分	本時の学習内容を確認する。	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市販のオキシドール(過酸化水素水)の濃度を求める実験をおこなうことを伝える。	
展開 35分 計10分	実験プリントを見ながらの手順を確認する。 ・器具・薬品 ・操作方法 ・考察の書き方	◇使用する薬品、器具については、1つ1つ確認しながら説明する。 ◇なぜ、褐色のビュレットを用いるのか、また、なぜ過マンガン酸カリウム水溶液を硫酸で酸性にするのかなど説明する。 ◇薬品や器具の取り扱いなど、注意事項を確認し、実験を始めさせる。	積極的に実験に取り組もうとしているか 【関心・意欲・態度】
実験 25分	実験 100倍に薄められたオキシドール(過酸化水素水)10mlをホールピペットを用いてコニカルビーカーに量り取り、希硫酸10mlを加えて酸性にした後、過マンガン酸カリウム水溶液で滴定する。各班で、4回行い、終了後、滴定量の平均値を出す。	※今回の実験では、容量分析用0.005mol/l過マンガン酸カリウム溶液(f=0.998)[20℃]を使用し、空実験の操作を省略した。 ◇1回目の実験で終点の見当をつけさせて、残り3回は、終点付近でより慎重に滴定させる。 ◇ビュレットの目盛りは、小数点以下2桁まで読み取らせる。 ◇終点に近づくと、赤紫色の消失速度が遅くなるので注意させる。 ◇机間巡視をしながら、遅れている生徒に適宜指導する。	正しい操作の方法が理解できているか 【知識・理解】 器具の取り扱いは適切にできているか 【実験・観察の技能】
まとめ 25分	各自で、考察に取り組む。 ・与えられた半反応式から、イオン反応式、化学反応式を導く。 ・過マンガン酸カリウム水溶液の滴定量の平均値を使って、オキシドール中の過酸化水素のモル濃度を求める。 ・モル濃度を質量パーセント濃度に換算する。 終了後、後かたづけをして、プリントを提出する。	◇酸化還元反応では、やり取りされる電子の数が等しいので、半反応式から電子を消去すれば、イオン反応式が導けることを説明する。 ◇オキシドール中の過酸化水素のモル濃度は、化学反応式の量的関係を利用して求めさせる。 ◇溶液の体積を1ℓ(=1000ml)で考えさせる。 ◇本時の学習内容をもう一度確認させて、後かたづけの指示をする。 ◇プリントの提出を指示する。	半反応式から化学反応式が正しく導けるか モル濃度から質量パーセント濃度に正しく換算できているか 【思考・判断】

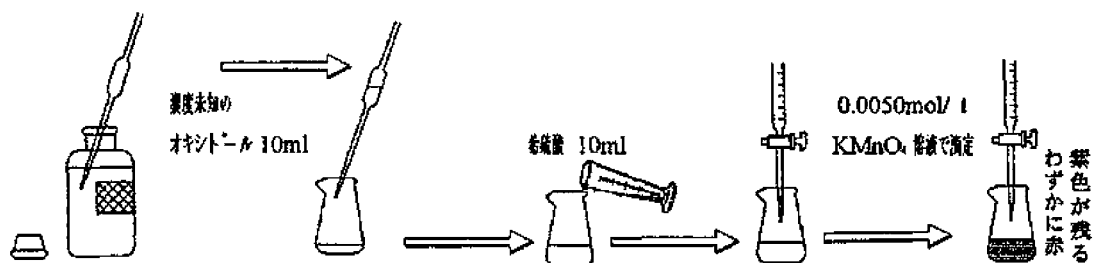
②実験プリント（抜粋）

[目標] 代表的な酸化還元滴定法である過マンガン酸滴定法を習得し、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。

[準備] メスフラスコ、ホールピペット、安全ピペッター、ビュレット、コニカルビーカー、ビーカー、メートルガラス、ロート、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）

0.005 mol/l KMnO_4 ($f = 0.998$)、希硫酸

- [操作] ①水で100倍に希釈した濃度未知のオキシドール10mlをホールピペットではかり、コニカルビーカーに入れる。
- 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をメートルガラスではかり、コニカルビーカーの中に加える。
- ③ロートを使って0.005 mol/l KMnO_4 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0.005 mol/l KMnO_4 溶液を滴下していく。
 MnO_4^- 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。



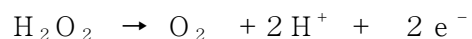
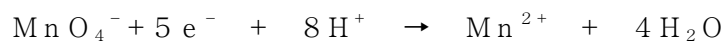
[結果]

	1回目	2回目	3回目	4回目
最初の読み [ml]				
終点の読み [ml]				
滴定量 [ml]				

4回の平均値 ml

[考察] ①硫酸酸性の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。



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。

③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 1.0 g/cm^3 とする。



【評価と課題】

対象が1年生であるということを配慮し、基本的な内容を中心として実験テーマを設定した。それぞれの実験実施時期も「化学I」の授業進度に合わせることで、理解を深め、実験に取り組む姿勢や態度、基本的な操作技術は向上を図った。

今後の課題としては、2年生での課題研究に向けての実験テーマの工夫や考察内容の検討を行う必要がある。また、実験に対する興味や関心をよりいっそう高め、実験の中で生じる疑問を自ら考え、調査・研究していく態度や能力を強く育てていくことが必要である。

(3) 生物分野

生物分野では、「生物実験基礎講座」と「遺伝講座」を実施した。

基礎講座では、身の回りの生物を教材とし、顕微鏡観察や正しくスケッチすることなどを重視した。また、観察を通して、生物のありのままの姿を正しく捉える力や自然を感じる心を育てることを目標とした。

遺伝講座では、先端技術であるバイオテクノロジー実験を体験する。DNAの学習から始まり、全員が「形質転換実験」を体験し、バイオテクノロジーが私たちの暮らしの中で活用されている事実や私たちの未来にとってどのような関わりを持つのかを学習した。また、遺伝子操作による社会的な問題点についても考察を深めた。

【実施概要】

生物実験基礎講座Ⅰ（顕微鏡・マイクロメーターの使い方とタマネギの細胞の観察）
生物分野で扱う基本的な実験操作の学習を行った。光学顕微鏡・マイクロメーターの使用方を学んだ後、タマネギの核、長径、短径の測定を行った。
生物実験基礎講座Ⅱ（校庭の植物の同定・スケッチ）
校庭の樹木10種類を教材に、班ごとに図鑑を用い同定し、その特徴についても記入した上で正しくスケッチすることを課題とした。スケッチ終了後、実際に樹木に触れ、同定が正しかったかどうかを確認した。
遺伝講座Ⅰ（過去の遺伝の実験を教材としてとりあげる）
肺炎双球菌の形質転換実験やT ₂ ファージの増殖実験から遺伝子の実体がDNAであることが証明された過程を学習した。得られた実験結果から何が読み取れるのか、直接観察できない現象をどのような方法で解明していくのかという視点を重視し考察させた。
遺伝講座Ⅱ（DNAの構造や遺伝子についての知識・理解を深める）
DNAの構造と遺伝情報の発現過程について学習を深めた。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。HIVウイルスなどの逆転写酵素をもつレトロウイルスの存在についても学習した。
遺伝講座Ⅲ（DNAの抽出実験）
DNAを多く含む試料であるブロッコリーの組織からDNAを抽出する実験を行った。DNAが比較的熱に強い性質を利用することでDNA分子を抽出する。今回の実験では、自分の力で実験書を読み取り、作業を進めることを重視した。
遺伝講座Ⅳ（バイオテクノロジーについての知識・理解を深める）
大腸菌の形質転換実験に向けて、バイオテクノロジーについての学習を深めた。特に遺伝子組換えについては、インスリン生産を例にあげ組換えの技術と方法についても理解を深めた。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。組織培養やES細胞についても学習した。
遺伝講座Ⅴ（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・原理についての学習を行い、理解を深めることができるように配慮した。 形質転換をした大腸菌と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考察を深めながら実験を進めた。

【指導例 I】 遺伝講座Ⅲ DNAの抽出実験

(1) 日時 平成18年12月15日(金) 1年G組
平成19年 1月19日(金) 1年F組



【指導方法】

ブロッコリーでDNAを取り出してみよう(指導方法)

【指導目標】 DNAを多く含む試料から、DNAの分子を抽出し、ガラス棒にまきとる。実験の過程を通じて、細胞内におけるDNAの存在のし方を理解できるように指導する。DNA分子は、何重ものらせんをつくって折り曲げられ、圧縮されて小さな核の中に入っている。たとえば、ヒトの1つの細胞核のDNAは約2mに達するとされている。今回の実験では、材料の組織からDNAを細胞の外に取り出し、DNAは比較的熱に強い性質を利用して、長いDNA分子を抽出する。

実験手順に関する留意点と方法上の留意点

生物の体内にはDNAを分解する物質が含まれています。この物質は、低温ではあまり働かず、いったん高温になると壊れてしまうので、サンプルを沸騰したお湯につけるまでは手早く実験すること。

●細胞壁と核をつぶす

(1) 凍らせたブロッコリー100g、洗剤液(台所用中性洗剤を一押ししたもの)・蒸留水100gをミキサーに入れ、5分間連続運転で粉砕する。このとき、温度が上がらないように水温にするのが望ましい。

◆材料は凍らせることで細胞を破壊し、DNAを抽出しやすくするので、直前まで冷凍庫に入れておく。

◆この過程で、DNAと結合しているタンパク質が分解される。

(2) (1)の作業と同時に、ガスコンロに火を付け、1000mlのビーカーに湯を沸かしておきます。

(3) 100mlのビーカーに粉砕したブロッコリーを60mlまで入れ、食塩を1gに加え、よくかき混ぜる。
◆ドロっとした感じになるまで混ぜる。ここまではなるべく手早く15分以内で進めるようにする。

(4) (2)の湯が100℃になったら、その中に(3)で粉砕したブロッコリーが入っているビーカーをいれ、5分沸騰する。このとき、試験管ばかりを使用すること。また、このとき、DNAはこわれやすい状態なので、やさしく扱うこと。

◆加熱によりタンパク質が凝固して除かれる。ただし、今回使用したのは植物であるので、細胞の組織からDNAを取り出す場合よりもタンパク質を除去することに影響はないと思われる。

●ろ過して、DNAを取り出す

(5) 4枚重ねのガーゼでろ過し、できたろ液は氷水につけて冷やせるように準備しておく。30ml程度絞ること。なかなかガーゼを通らないようであれば、美しなどで押さえながら絞るようにするとよく絞れる。(少なすぎるため吸量が少なくなると、あとで測ってしまうので注意)

◆この段階では粘性が高いため、ガーゼでこし、精製時はろ紙を使う。従来は遠心分離機で沈殿するタンパク質とDNAを分けていたが2回に分けてろ過することで、手軽に行えるようになり、時間も短縮された。

(6) ろ液を氷水でよく冷やす。

(7) ろ液がよく冷えたら、冷エタノール(あらかじめ氷冷しておいたもの)を静かに入れる。加える量は、溶液の3倍の体積を加えること。

(8) DNAは糊状状になっており、ガラス棒に巻き付けてくる(ただし、粘り気がなく、巻き付くことができない場合も多い。そのときには、割り箸を使用し、できるだけ多くを絞り出す)。ここまでの過程では、まだ多くの不純物が含まれている。すべて巻き取った後、もう一度かき混ぜてみる。(塩溶液とエタノールが接触していないと沈殿しないので、底の方にまだ溶けたままのDNAが残っていることが多いので。)

◆DNAはエタノールには溶けないのでエタノールを入れると沈殿する。温度が低い方がより溶解度が下がるので、温度を出るだけ下げて沈殿させる。

◆ガラス棒に巻き付いたものがDNAであり、まだ不純物が含まれる。よって、巻き取ったDNAを別のビーカーに取り、できるだけエタノールを絞り除いたあとで、さらにろ過する。巻き取ったあとでも、さらにガラス棒をかき混ぜて塩溶液とエタノールをよく反応させてみるべく多くのDNAを取り出す。

●DNAを精製する

(9) 巻き取ったものを別のビーカーに入れる。不純物の混入はあまり気にせず吸量を多くするようにする。

→巻き取ったときについてきたエタノールはなるべく取り除くこと。エタノールが残っていると、真塩水に溶けないので精製に消えてしまうことになる。

(10) 10%の食塩水を20ml程度加え、ガラス棒で突きながらよく溶かす。

(11) ふたたび加熱する(3分間)

→長く加熱するとDNAが壊れてしまうので、正しく時間を計ること。

(12) ろ過する。熱いうちにろ過したほうが、粘性が低いのでろ過しやすい。

(13) ろ液をよく冷やししながら、冷エタノールを静かに入れる。加えるエタノールは塩溶液の3倍の体積ほど。

(14) 冷やししながら時間が経過すると、ろ液とエタノールの境界面に白い雪のような沈殿が見えるはずである。

量が少ない場合は、できるだけ静かにエタノールを注いで、しばらくそのまま待ってあること。ビーカーを静かにゆらして界面線に注目してみると、少量のDNAができていて見失わないように。

【本時の評価】

DNA中の不純物をできるだけ取り除くために、2回のろ過作業を行った。DNAが繊細なものであるというイメージができず安定した操作ができなかった班もあったが、ほとんどの生徒は抽出に成功できた。遺伝子の本体であるDNAを観察できて非常に大きな感動を得た様子の生徒もいた。DNAがいろいろな生物を形作っていると思うと神秘的に感じるという意見もあった。



【指導例Ⅱ】 遺伝講座Ⅴ 大腸菌の形質転換実験

(1) 日時・対象 平成19年2月 7日(水) 4限 1年G組
2月 8日(木) 1限

平成19年2月13日(火) 4限 1年F組
14日(水) 4限

【実施概要】

この講座では、オワンクラゲのGFP (Green Fluorescent Protein) をコードする遺伝子を大腸菌に導入する。オワンクラゲが暗闇で光を発することができるのはこのGFPが存在するからである。大腸菌にこの遺伝子を導入、発現させると、紫外線を当てることで明るく緑色に光るタンパク質を作り出す。大腸菌はプラスミドと呼ばれる比較的小さな環状DNAを持ち、このプラスミドDNAを用いて、オワンクラゲの遺伝子を大腸菌に取り込ませる実験を行った。実験で使用するpGLOプラスミドにはGFPの遺伝子と、抗生物質アンピシリンに対する耐性を有するための遺伝子が組み込まれている。また、GFPの発現は糖の一種であるアラビノースの有無によってコントロールされるように作成されている。新しい遺伝子を取り込んだ後、培養される寒天培地の中にアラビノースが含まれていると大腸菌の細胞は蛍光を発し、アラビノースの含まれていない培地ではもともとの細胞の色である白に見える。

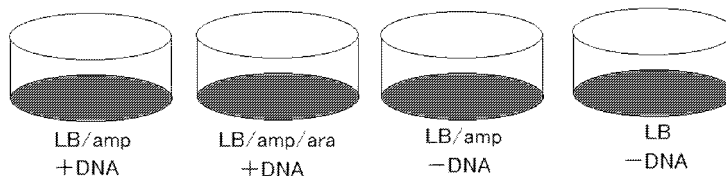
【準備・実施の行程】

- ① 事前学習として遺伝子講座を4回実施し、基本的な知識の習得とその理解の向上を努めた。しかし、遺伝子やバイオテクノロジーについてのまとめの学習が主体であったため、「アンピシリン」や「アラビノース」の役割を考えさせるなど実験の原理について理解できるように配慮した。また、形質転換実験では培地への培養など初めての実験操作も多いため注意事項をまとめ、指示を与えた。
- ② 実験日の3～7日前にLB培地・LB/アンピシリン入り培地・LB/アンピシリン/アラビノース入り培地を作成する。
- ③ 実験の16～20時間前に大腸菌溶液の調整を行い、スタータープレートに大腸菌溶液をまく。プレートに塗布が終わったら、プレートを裏返しにして37℃のインキュベーターに一晩おく。またpGLOプラスミド溶液の調整を行っておく。
- ④ 形質転換実験を行う(実験1日目)。前日植えたコロニーから大腸菌をかき取り、プラスミドを加えた大腸菌(以下「+DNA」と示す)と加えていない大腸菌(以下「-DNA」と示す)を準備する。+DNAのチューブと-DNAのチューブを氷で10分冷やし、42℃で50秒のヒートショックをあたえる。



培地の植え付け

次に液状のLB培地を加え、常温で10分放置し、各種の培地に植える。植え付けは右図の4種類の条件で行った。その後37℃のイン



キュベーターで培養する。実験後、4種類にシャーレがどのような状態になるかを考えさせ、予想を発表させた。間違っただけの生徒もいたが、生徒どうしの話し合いの中で間違いを理論立てて訂正することができ、正しい予想を立てることができた。

⑤ 結果観察（実験2日目）。通常の蛍光灯の下でコロニーの生育状況を確認し、発光しないことを確かめる。また、ブラックライトのもとでGFP（緑色蛍光タンパク質）の発現の様子を観察する。その後、それぞれの条件下で生えてきたコロニーの数をカウントした。



コロニーのカウント

実験結果（コロニー数）

	1	2	3	4	5	6	7	8
LB/amp +DNA	0	50	65	12	22	9	32	0
LB/amp/ara +DNA	3	72	51	34	50	14	20	2
LB/amp -DNA	0	0	0	0	1	0	0	0
LB -DNA	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

1年G組

	1	2	3	4	5	6	7	8
LB/amp +DNA	103	72	1368	2	160	18	14	131
LB/amp/ara +DNA	119	39	776	0	208	19	23	107
LB/amp -DNA	0	21	0	0	0	0	0	0
LB -DNA	∞	∞	∞	1608	∞	∞	∞	∞

1年F組



シャーレ（UV下）

クラスでコロニー数に差ができたが、これは実験（初日）から確認実験（2日目）までの培養時間の差によるものと思われる。全体としてスムーズに実験を終了することができた。

【生徒の感想】

- ・説明を聞いて原理を理解することができ、実験もすごく興味深く、よい経験でした。
- ・バイオテクノロジーは医療技術や農業・環境問題にもどんどん取り入れられていく技術です。すごい経験ができたと思った。
- ・最初はすごく緊張したけれど、実験が進むにつれてだんだん面白くなってきた。糖の存在で光ったり、光らなかつたり違いがわかりやすかった。

【本時の評価】

全体的には有意義な実験ができた。生徒の感想を見てもおおむね好評であった。しかし、事前に生徒たちに意欲的な学習態度、目的意識を喚起しておくことが必要である。どの実験においてもいえることだが、単に実験だけを行うだけでは興味本位の遊びにしかならず無意味なものになってしまう可能性がある。事前事後指導を充実させることで遺伝子への認識や理解を深めることができる。「遺伝子組換え技術」については倫理的な問題や社会的な問題を抱えているが、不安を抱かず正しい判断ができるようにするためにも、科学的に正確な知識を伝えていく必要がある。

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		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、問題の解決や探究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	第1回定期考査	オリエンテーション プレゼン講座「科学者に学ぶ」		科学者について調べ学習をすることで、科学技術と人間社会の関わりについて学ぶとともに、学習した内容を発表する力や課題を追求する力を育成する。また、図書館やインターネットを使用した情報収集能力と活用能力を育成する。	
	第2回定期考査 第3回定期考査	[基礎実験講座] ・実験内容概説 ・実験 ・考察 ・レポート作成 実験例 ・放射線、電気回路 ・実験器具の基本操作 ・顕微鏡、野外観察など		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。	
後	第4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		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。	
	第5回定期考査	ロボット、センサー 水質分析、超電導 DNA バイオテクノロジーなど		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		評価の観点 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。 評価の方法 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		指導者・指導体制 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。 活動場所・使用施設 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		プレゼン講座は、「SS環境科学」と協同で実施する。			

[2] S S環境科学

S S環境科学は、環境科学科1年生を対象に、1単位（1.0コマ）を確保し、自然科学的分野と社会科学的分野を設定することにより、環境とその諸問題について双方からのアプローチを試みた。このため、スタッフは、自然科学領域に理科3名、社会科学領域に地歴・公民科2名を配置した。校外研修やディベート学習などのように学年合同で行う授業も多く、様々なティーム・ティーチングの形態で指導を行った。具体的な教育内容について以下に記す。

(1) プレゼン講座「先人の科学者に学ぶ」

情報収集能力、プレゼンテーション能力の向上、情報スキルの獲得を目標として、過去に偉大な業績を上げた科学者について、その生い立ちや業績、発見した法則、歴史的背景などを調べ、パワーポイントを使用して発表する取組を行った。発表内容を先人の科学者にしたのは、科学者の業績を調べることにより、今まで学習してきた内容の再点検や先端科学、環境問題についての興味・関心の向上



発表の様子

を図ることができると考えたからである。また、全員が個々の発表を聞くことにより科学史の学習にもつながると考えた。そのため、調べる科学者は、物理・化学・生物・地学の4領域に加え環境問題について貢献した科学者、現在活躍する日本の科学者、地元出身の科学者などできるだけ広範囲から選び、調べ学習の対象とした。

(2) 環境問題講座

地球環境に関わる諸問題・諸課題を理解し、その解決能力を育成するには、生態学の基礎的な知識を習得するとともに、環境調和に配慮しながら循環型社会を形成していくための理論や方法を探究しなければならない。今後、人類が直面するであろう食糧、健康、エネルギー、資源、環境などの諸問題に対処するには、これらを科学し、その得られた知識と技術によって生活基盤の高度化を図ることが重要である。この講座の学習テーマについては、環境問題の基礎知識及びディベート学習につなげていくために必要な知識の習得を具体的な目標として設定した。

講義テーマ

自然科学分野	社会科学分野
環境問題概説 温室効果ガスと地球温暖化 生態系と生物多様性 オゾン層の破壊	水俣は語りかける ～公害の原点・水俣～ エビと日本人 ～豊かさの裏側・南北問題～ ぷりん湖浄化作戦 ～環境保全戦略～ 環境倫理学入門

(3) 水質調査

①活動のねらい

「環境」を考えるには、知識として「知る」だけでなく、実際の現場に出かけ、その場でしか知ることのできない情報を身近に感じ、体験することが非常に重要である。校外に出かけての研究では、正確な情報を得ることの難しさや、身近な問題から多方向へ広がる問題の関連性についても気づくことができる。この授業においては、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育てることと2年次に履修する「SS探究科学Ⅱ」で行う課題研究に向けてのスキルを身につけることを目標とした。

②活動の実際

生徒たちにとって、結果が決定されていない実験を行うのは、今回がはじめてとなる。水質調査の実験を通して、実験の組み立て方やデータの検証、考察ができるように調査概説やデータ考察についてかなり時間をかけて指導を行った。

実習では、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、硝酸イオンの6項目について、パックテストを使用して、その濃度を測定した。その後、実験データを集約し、得られた値をもとに水質地図の作成、考察及びレポートを作成し、まとめとした。

市内河川水質調査の流れ

- ① 調査概説
- ② 採水調査
- ③ 測定作業
- ④ データ分析
- ⑤ 地図化作業
- ⑥ データ考察
- ⑦ まとめ



採水の様子

(4) ディベート学習

① 活動のねらい

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、今までの学習の成果の総括、統合化をはかる。さらに、問題意識の育成、物事を科学的な視点から捉える力や要約力、質問力、コメント力の育成を重点的に行い、社会的論争問題や価値問題への関わり方、判断法の基本的な能力の向上をめざす。また、調査段階では、文献の検索やインターネットの活用を奨励し、資料活用力、資料批判力、情報処理能力を身につける。



ディベート風景

② 展開例

1 2月中旬から準備にあたり、2月中旬までの約2ヶ月間にわたって、指導を展開した。各クラス4班形成（1班約10名）で4試合行った。テーマについては、環境政策論題としたが、「SS環境科学」や「SS探究科学I」、さらにSSH行事の中で学習してきた内容と関連できる論題とした。

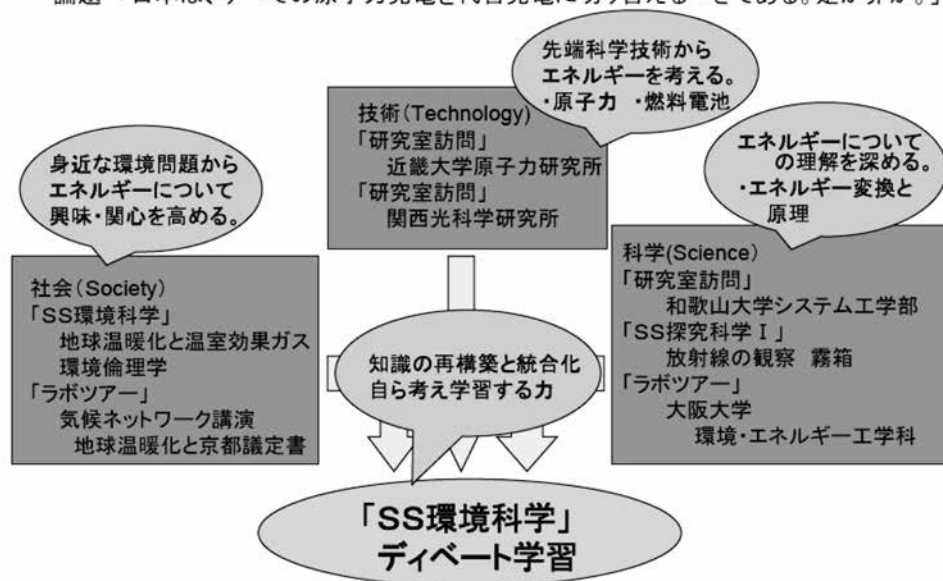
ディベートの形式は、競技ディベートではなく学習ディベートとし、本校独自の形で行った。最終的には勝敗を決する試合方式となるが、試合結果よりも、ディベートにたどり着くまでの調べ学習や試合中の討論に重きをなすよう指導した。また、ディベーター以外の生徒は審査員となるが審査票（フローシート）に工夫を凝らし、学習効果を高めるようにした。なお、本年度は3月25日に科学技術館（東京）で行われる環境フェアで、ディベート発表を行う予定である。

○ディベート学習指導計画
1 ルール解説・論題決定と班編成 2 参考資料の収集と調査研究 3 討論内容の整理と提示資料の作成 4 本番4試合
平成18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、ダム建設を中止すべきである。是か非か。 3 日本は、すべての原子力発電を代替発電に切り替えるべきである。是か非か。 4 日本は、遺伝子組換え食品の販売を中止するべきである。是か非か。

SSH行事との関連性

ディベート学習

論題 「日本は、すべての原子力発電を代替発電に切り替えるべきである。是か非か。」



ディベート学習進行表

準備時間	7分間	掲示資料などを貼る。審査票、対戦表をとる。
肯定側立論	4分間	メリットが発生することとその重要性を、根拠（証拠資料・データ）を使って主張する。
作戦タイム（準備時間）	1分間	
否定側質疑（尋問）	2分間	肯定側の立論について、根拠などのわからない点や、矛盾点などの確認をする。
否定側立論	4分間	デメリットが発生することとその深刻性を、根拠（証拠資料・データ）を使って主張する。
作戦タイム（準備時間）	1分間	
肯定側質疑（尋問）	2分間	否定側の立論について、根拠などのわからない点や、矛盾点などの確認をする。
作戦タイム（準備時間）	3分間	
相互討論	17分間	質疑において確認したことなどに基づいて、相互に反論、再反論する。交互に1分間以内を原則とする。テクニカルタイムアウト1分間をとることもある。
作戦タイム（準備時間）	2分間	
否定側最終弁論	2分間	もう一度、整理し、メリットとデメリットを比較してデメリットが上回っていることを訴える。
作戦タイム（準備時間）	1分間	
肯定側最終弁論	2分間	もう一度、整理し、メリットとデメリットを比較して、メリットが上回っていることを訴える。
審査	4分間	判定指標に従ってチェックする。講評や本音の欄を記入する。
判定	2分間	どちらの議論が優れていたかを判断し、必ずどちらかに挙手する。
審査員一言	3分間	審査員生徒の一言を聴く。
講評・判定	8分間	ゲストやジャッジの先生の講評を聞き、審査票を整理し、まとめる。
ロスタイム	5分間	資料等をまとめて封筒に入れる。審査票を提出する。

③ 指導上の留意点

理科、公民、保健や家庭など他教科の指導との関連性を考え、期間が重複せず、内容を相互に活かすための連携が必要である。また、常に新しい資料を複数揃えるなど学習環境を整えるために、図書館および情報部との連携が大切である。教員がコメントする際は、肯定側、否定側双方に十分配慮し、時間をかけて行うことが重要である。

(4) 評価

この授業の内容は、環境問題に関わる課題に関して、自らの力で学習していく内容を多く取り入れている。生徒たちは、興味・関心を活かせる点や自主性が尊重される参加型の授業である点などを肯定的に捉え、積極的に取り組んでいる。自らが選んだ課題について学習を深め、その疑問点や問題点を自らの力とグループでの討論によって解決する経験は、創造力や積極性、科学的かつ視点移動可能なものの見方や思考力を身につけるのに効果的である。また、プレゼン講座、水質調査、ディベートなどの学習過程で、情報処理能力やコミュニケーション能力の向上も大きく期待できる。当初、環境問題に関心がなかった生徒が、学習を進めていく過程で、興味・関心を高め、積極的に授業に参加する姿も見られた。しかし、最初から問題意識をもたず、授業に積極的に参加できない生徒や時間的な制約に間に合わず、十分学習が深めることができない生徒もいるなどの課題もある。

生徒の自発的な参加が必要となる授業では、どの程度まで生徒に自由度を与えるか、その基準の設定についても研究が必要である。今後の学習活動に向けて、常に問題意識とその解決に向けての見通しを持たせる視点を育てていくことが重要である。

S S H行事である「研究室訪問」「講演会」などで、当初予定していた授業時間を確保できなくなり、随時計画変更を余儀なくされた。「研究室訪問」や「講演会」においても環境問題学習を取り入れ、環境問題についての理解や問題意識の向上を図っているが、より綿密に計画を立てることが肝心である。

The collage consists of several educational documents:

- Top Right:** A lesson plan titled "環境倫理学入門 ~ぼくらの歩む道を探る学問~" (Introduction to Environmental Ethics ~A field of study that explores the path we walk~). It includes a section "環境倫理学の3つの視点-加藤尚武を読み解く~" (Three perspectives on environmental ethics - Interpreting Naotake Katagiri ~).
- Top Left:** A worksheet titled "環境を大切にする社会のしくみ ~ぶりん湖浄化作戦~" (Mechanism of a society that values the environment ~Buriin Lake Purification Operation~). It contains a question: "ぶりの湖浄化計画(仮称)の目的は?" (What is the purpose of the Buriin Lake Purification Plan (tentative)?).
- Center:** A detailed worksheet titled "公害の原点・水俣病" (Origins of公害・Minamata Disease). It includes a map of the area, a graph showing mercury levels, and text explaining the history and science of the disease. A small photograph shows a person in a white protective suit.
- Bottom Right:** A timeline titled "資料②" (Material 2) listing environmental events from 1953 to 2004.

年	出来事
1953	初の公害。赤川水質汚濁。
1956	① 熊本県。水俣病の発生(チッソ社水俣工場)と公害訴訟。
1959	② 『公害防止基本法』制定(公害防止行政の根拠となる法律)と公害訴訟。③ 『公害防止基本法』制定(公害防止行政の根拠となる法律)と公害訴訟。
1960	東京府。大塚工場。公害訴訟。
1968	④ 『公害防止基本法』改正(公害防止行政の根拠となる法律)と公害訴訟。
1969	⑤ 熊本県。水俣病の発生。
1971	⑥ 水俣病の発生。
1973	⑦ 水俣病の発生。
2002	⑧ 大塚工場。公害訴訟。
2004	⑨ 熊本県。水俣病の発生。

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 後 期	第1回定期考査	オリエンテーション、 プレゼン講座「科学者に学ぶ」		科学者について調べ学習をすることで、科学技術と人間社会の関わりについて学ぶとともに、学習した内容を発表する力や課題を追求する力を育成する。また、図書館やインターネットを使用した情報収集能力と活用能力を育成する。	
	第2回定期考査	公害の原点水俣 地球温暖化問題 エビと日本人 生物多様性		環境問題を科学的に考える方法を理解する。環境問題についてグローバルに理解する。また、身近な問題を取り上げることにより、環境問題を自分たちのこととして考えられる力を育成する。	
	第3回定期考査	リサイクル王国「江戸」 酸性雨、プリン湖浄化作戦 ダイオキシン、ダム問題		環境問題解決の具体的な事例を学習することにより、さまざまな問題の今後の解決に向けての展望を考える。	
	第4回定期考査	熱帯林の減少、 環境重視社会の仕組み 水質汚濁		引き続き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必要がある。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 ①理科・地歴公民科の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。 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 各テーマごとにその内容に関連した課題探究・まとめ 感想文、ワークシート など			
留意事項		プレゼン講座は、「SS探究科学I」と協同で実施する。			

3 研究室訪問

大学等の研究施設において講義や見学、実習を体験することで、科学に対する興味・関心を高める。また、先端の研究に触れることで科学に対する理解を深めるとともに、科学技術についての理解を深め、学問に対する研究者の姿勢についても学ぶ。

[1] 近畿大学原子力研究所

【実施要項】

- (1) 日 時 平成18年6月2日(金) 8時30分～17時00分(1年F組)
平成18年6月9日(金) 8時30分～17時00分(1年G組)
- (2) 講 師 6月2日 原子炉運転実習 講 師 堀口 哲男 氏
放射線測定実験 助 教 授 杉浦 紳之 氏
6月9日 原子炉運転実習 助 教 授 中田 早人 氏
放射線測定実験 技 術 主 任 稲垣 昌代 氏
- (3) 場 所 近畿大学原子力研究所
- (4) 対 象 環境科学科1年生 80名

【実施概要】

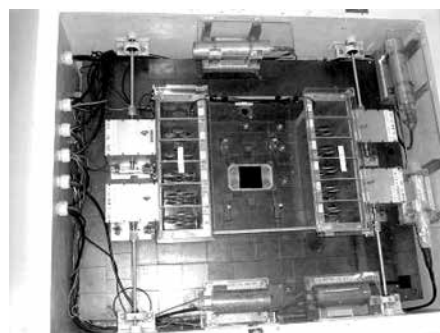
環境問題と深く関わりのあるエネルギー問題をテーマとして、第1回研究室訪問を実施した。原子力エネルギーを中心としたエネルギーについての概念を学習するとともに、生活とエネルギーについての考察を深める。また、普段身近に接することができない原子力関連施設を利用した実習を行い、体験的に学習することで、興味・関心を高めるとともに、知識の確かな定着をはかることを目的とした。

自然科学分野における最先端科学の知識を、実習や実験を通じて理解していくことも重要な課題とした。科学的な考察法についても学習し、講座受講後は、関連する内容のレポートを作成することで、学習した知識や問題点などの整理を行った。

実習内容については、原子炉の運転実習、自然放射線の測定実験を行った。設備上の関係から、2班に分かれて実験・実習を行うが、全員がすべての実験・実習を体験できるように留意した。なお、施設面及び実習・実験指導の関係から、40名を1班として6月2日と9日の2回に分けて実施した。



原子炉



原子炉内部

実習1 原子炉を運転する

近畿大学原子炉(UTR-KINKI)の運転を行った。具体的な操作としては、①中性子源を入れる、②安全棒を引き抜く、③シム安全棒、調整棒を引き抜く、④中性子源を引き抜く、⑤原

子炉を臨界状態に保つ、⑥シム安全棒、調整棒を操作し、出力変更を行う、⑦原子炉の停止を行った。生徒は、②、③、⑤、⑥、⑦の操作を原子炉の近くに設置されている操作パネルを使用して体験することができた。また、実習中には、それぞれの操作によって、原子炉中でどのような反応が行われているか説明がなされた。

実習2 自然放射線の測定

エネルギー源の移り変わりについての講義の後、様々な放射線源及び自然放射線（ α 線、 β 線）を測定し、その遮蔽効果についても学習した。

【評価と課題】

全体として有意義な研修であったが、計画を進めていく上で、新たに生徒に体験してもらいたい実験や実習も研究所側から提案された。今回の実習では実現できなかったが、今後の取組に反映させていきたいと思う。なお、講座受講者は、学習した内容をレポートとして提出することを義務づけている。さらに、「SS環境科学」の授業の取組として行うディベート学習で、「原子力」について知識・理解を深めていきたいと考えている。



講義の様子

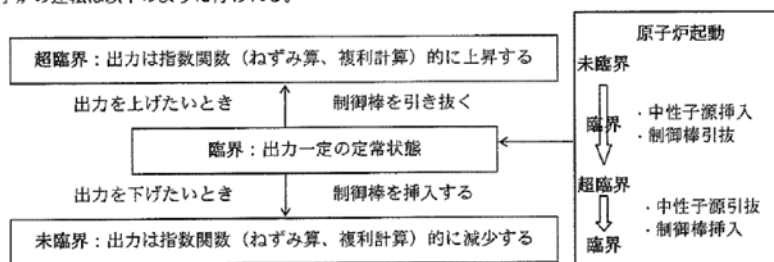


原子炉運転実習

表1. 原子炉出力と制御棒の関係

原子炉出力 (W)	ピコアンペアの値 (A)	制御棒位置				備考
		安全棒#1	安全棒#2	シム安全棒	調整棒	
0	0×10^{-11}	下限	下限	0	0	中性子源なし
0	5.0×10^{-11}	下限	下限	0	0	中性子源あり
0.01	6.0×10^{-10}	上限	上限	75	25	
0.1	5.8×10^{-9}	上限	上限	75	26	
0.3	1.6×10^{-8}	上限	上限	75	26	
1	5.0×10^{-8}	上限	上限	75	26	
1	5.0×10^{-8}	上限	上限	75	26	Cd板入り
	$\times 10$					
	$\times 10$					

原子炉の運転は以下のように行われる。



[2] 和歌山大学教育学部・システム工学部

【実施要項】

(1) 日 時 平成18年8月21日(月) 10時00分～16時10分

(2) 講 師 ①地学分野「宇宙の進化」

教育学部(理科教育)教授

石塚 互 氏

②生物分野「循環系(リサイクル系)の形成」

教育学部(理科教育)教授

廣瀬 正紀 氏

③物理分野「光・熱エネルギーを電気エネルギーに変えるセンサー」

システム工学部光メカトロニクス学科教授

土谷 茂樹 氏

システム工学部光メカトロニクス学科助手

三輪 昌史 氏

④化学分野「超伝導物質の作成」

システム工学部精密物質学科助教授

奥野 恒久 氏

(3) 場 所 和歌山大学 教育学部・システム工学部

(4) 対 象 環境科学科1年生 80名

【実施概要】

物理・化学・生物・地学の4領域の教官を講師とし、それぞれの領域について講義や実験など体験的に学習することで、自然科学についての理解を深めることを目的とした。また、対象生徒が1年生ということを考慮し、設定した4講座すべてを全員が受講できるように配慮した。

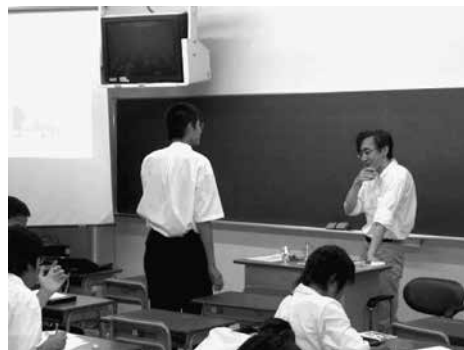
① 地学分野「宇宙の進化」

和歌山県紀美野町松ヶ峯のみさと天文台に設置された水素原子輝線観測用望遠鏡についての説明を中心に、宇宙における水素分子についての観測法やパラボラアンテナの原理、星の一生についての講義がなされた。

みさと天文台に設置された望遠鏡は、長野県の国立天文台野辺山観測所で1994年まで使われていたもので、98年からみさと天文台で展示されており、

2006年1月に観測に使えるようにと再生プロジェクトがスタートし、口径8メートルのパラボラ面を付け替えたものである。

水素原子(H I)の出す21cm輝線は、レーザー光線のように決まった周波数で放射される。放射する水素原子が観測者に対して運動をしていると、その運動の速度に応じて観測される周波数が変化する。この変化はドップラー効果によるものである。電波観測機器は高い周波数分解能を持つので、水素分子の詳しい分布や運動の様子を調べることができる。この水素原子の観測により、銀河系の回転曲線(横軸に銀河中心からの半径をとり、縦軸に各半径に対応する回転速度をプロットした曲線)を測定できる。この回転曲線は、我々の銀河系における質量の分布と密接に関係している。また、観測される21cm輝線の強度が強い場所は、水素原子が多く存在する。強い放射の観測される場所は、銀河系の渦巻腕に対応すると考えられる。そこで、回転曲線を用



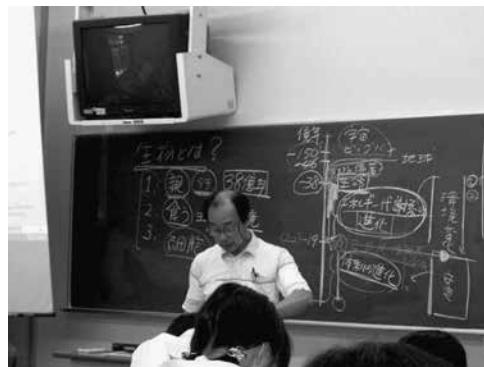
講義の様子

いて、観測されたドップラー効果の大きさから、渦巻腕に対応する銀河系の円盤上での位置を決定する事ができ、真横からしか観測できない我々の銀河の、真上から見たイメージ像を得ることが可能となる。

また、コヒラー検波器を使つての演示実験を用いて、ファラデーの法則やパラボラアンテナの原理についての解説もなされた。

② 生物分野「循環系（リサイクル系）の形成」

生物が行うエネルギー代謝と無機的环境が相互に影響を及ぼし、地球環境が変化してきたことを中心に講義がなされた。具体的には、嫌気性細菌、硝化細菌、光合成細菌、シアノバクテリアなどを例にあげ、それらの生物が地球環境にどのような影響を及ぼしたのか、また、無機的环境が生物の進化にどのような影響を与えたのかを時系列に沿って説明がなされた。



廣瀬正紀教授による講義

先生の研究テーマである「シアノバクテリアの環境応答」についての解説や、緑藻の仲間を細胞内に取り込み、光合成能力を獲得する不思議な単細胞生物「ハテナ」についての説明もなされた。

③ 物理分野「光・熱エネルギーを電気エネルギーに変えるセンサー」

エネルギー変換についての学習として、熱エネルギー及び光エネルギーを電気エネルギーに変えるセンサーについて学習した。熱エネルギーを電気エネルギーに変えるセンサーについては熱電対の法則（均等回路の法則、中間金属の法則、中間温度の法則）からゼーベック効果の説明、さらに熱発電についての説明がなされた。光エネルギーを電気エネルギーに変えるセンサーについては、エネルギー準位とエネルギーバンド、導電体における光導電効果や光導電型センサー、光起電力型センサーについて学習した。



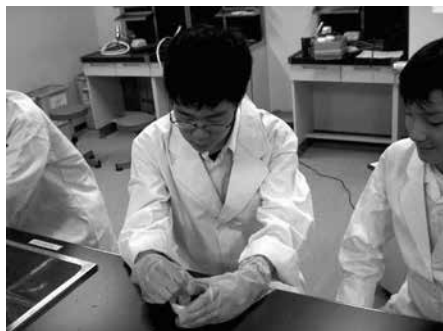
オシロスコープを使用しての実験

また、C d s（光センサー）、コンパレータ、トランジスタが組み込まれたセンサー回路を使用し、オシロスコープを用いて回路のしくみを学習した。

④ 化学分野「超伝導物質の作成」

事前に超伝導原理についての講義及び超伝導物質の作成についての実習をお願いした。講義においては、超伝導状態の特徴として、電気抵抗が0になることやマイスナー効果、超伝導体磁石のしくみや超伝導体の利用、さらに今後の研究課題について説明がなされた。

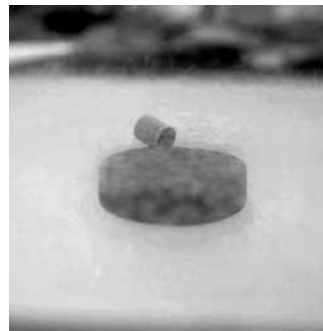
講義の後、超伝導状態の観察と超伝導体の作成、極低温実験（ゴムの弾性、液体酸素）を行った。時間的な都合などで超伝導体の作成については、仮焼成済みの材料（酸化イットリウム、炭酸バリウム、酸化鉄）を混合し、磁製乳鉢で約20分間粉碎混合後、プレス器で成型を行った。実習後、本校の実験室でマッフル炉を使用し本焼成を行い、超伝導物質を作成した。



材料を粉碎



材料の混合



マイスナー効果

【評価と課題】

教育学部における地学、生物領域の研修では、最新の望遠鏡の話題や大学研究室での研究についての内容を中心として、大学での授業やその研究のあり方について学習することができた。また、システム工学部における物理、化学領域の研修では、今後の課題研究のテーマ決定に関連できるセンサーや超伝導について体験的に学習することができた。全体として、今後の学習につなげていくことができる研修となった。

今後は、地元大学である和歌山大学とよりいっそう連携を深め、将来的にはテーマ性を持つ研修を継続的に行うなど、教育効果の高い連携方法を構築していくことが課題である。

[3] 近畿大学生物理工学部

【実施要項】

- (1) 日 時 平成18年9月8日(金) 14時00分～16時30分
- (2) 場 所 近畿大学生物理工学部
- (3) 対 象 環境科学科1年生 80名

【実施概要】

近畿大学生物理工学部の全体について概要説明を受けた。生物理工学部は、生物系・電子制御系・機械系の3領域つまり既存の農学部・理学部・工学部の3つの学部の境界領域に関わる部分を中心に研究活動を進めて行く学部であり、人類が直面している問題を解決に導く学問であることをいくつかの研究成果を例にとりながら説明があった。その後、以下の5学科の研究室に生徒8人ずつのグループで訪問し、本校SSH運営指導委員でもある細井美彦教授をはじめ多数の先生方にご指導を受け、研修を行った。

① 遺伝子工学科

分子や細胞レベルでの生命現象を総合的に考え、医薬品等への生物の利用など遺伝子工学の応用フィールド研究について学習した。

遺伝子組換え技術の研究例として、豚にホウレンソウの遺伝子を組み込むホウレンソウ豚の研究について詳しく説明を受けた。豚肉の飽和脂肪酸がホウレンソウの遺伝子により不飽和脂肪酸となり、コレステロール値の低下やガン予防につながる豚肉へ



キメラマウスの観察



マイクロマニピレーターの操作体験

高まった様子であった。

と変化させる研究である。この豚肉の毒性の有無など安全性を研究していく必要はあるが、この研究の成功は遺伝子工学のさらなる発展につながっていくと思われる。また、ロシアの永久凍土から発見されたマンモスのDNAを利用して現在に復活させようとする研究の説明や、バイオテクノロジーによって生じたキメラマウスについての学習も行った。キメラマウスの観察や、先端機器であるマイクロマニピレーターの操作体験などを通じて遺伝子工学についての興味が非常に

② 生物工学科

バイオテクノロジーの利用をすることで生物の機能を利用改良し、人類に役立てる技術を開発する研究について学習を深めた。

スーパーなどに並ぶ便利なカット野菜の鮮度を保つために酸素濃度を調節するバイオ技術や、汚染物質に対して特定の変化を起こす微生物を遺伝子操作で作り出し、汚染物質を検出する研究の説明を受けた。また、遺伝子組換え技術によって肉質を改良されたハウレンソウ豚の安全性の研究、微生物を用いた地震予知の研究や免疫反応をもとにした医薬品の開発も行っていることを学習した。

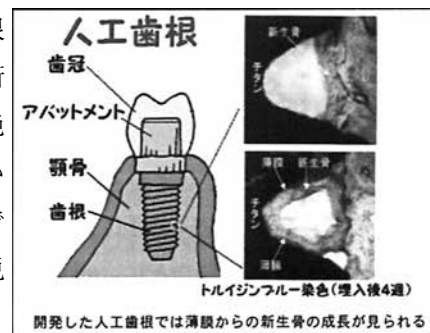


微生物についての説明

③ 電子システム情報工学科

生体の持つ高度な情報認識・伝達・処理能力などを電子情報分野に応用し、「生命」「医療」「環境」をコンセプトにした次世代情報システムを構築する研究がなされている。

電子情報という視点で人間の脳活動を研究している。この研究は、脳をトレーニングする有名なゲームソフトの開発に関係している。また、手足が不自由であっても考えるだけで脳波を測定し、コンピュータを操作できるブレインコンピュータインターフェイスの開発など福祉にも貢献していることに生徒は感心していた様子であった。また、人工歯根の改良に用いた例をコンピュータなどに利用されている技術として説明された。人工歯根の主成分のチタンは歯茎と拒絶反応を起こしやすいため、生体アパタイトをレーザーを用いてコーティングする技術を用いることで従来の2倍の早さで固着する人工歯根の開発に成功した。その研究についての説明を受けるとともに、人工歯根の実物の観察をおこなった。



④ 知能システム工学科

機械(メカトロニクス)と電子・情報(エレクトロニクス)が融合したメカトロニクス、さらにロボット工学、宇宙構造物工学、スポーツ工学などへ展開される機械工学などの研究について学習した。

幅広い研究の中で生物のリズム、特に心臓の鼓動のリズムに関係する引き込み現象について学習した。水を入れた口の小さいペットボトルでは、水の流出と空気の流入が一定のリズムで交互に生じること、さらにペットボトルを連結した場合には、また異なるリズムでこの現象が起こることなどの簡単な実験を通じて振動リズムについて理解した。また、ロボット関係では、リハビリを無理なくさせるリハビリ支援ロボットや農業関係で利用されるロボットなどに実際にふれながら学習し、ロボットについて深く理解するとともに、興味・関心を高めることができた。



リハビリ支援ロボットの實習

⑤ 生体機械工学科

生物から学んだユニークな科学技術バイオミメティクス（生体模倣技術）の視点に立った新しい発想でのヒトの生活に役立つ「ものづくり」の研究について学習した。

「ものづくり」研究の基礎として材料の劣化損傷機構について、損傷の因子としての温度などの使用環境やひずみ・応力などの負荷条件を学習した。また、過去の破壊事故の例として、タコマ橋の崩落事故の映像をビデオ映像で見ることや実際に



金属破壊実験の観察

応力を加えた金属の損傷実験を体験することで材料の損傷理論について理解を深めた。また、生体機械材料として地球温暖化防止の観点から二酸化炭素排出量抑制として化石燃料でなく自然エネルギーを利用する研究を学習した。自然エネルギーでは間伐材から作成した木質バイオマスの実物を体感することなどで新エネルギーについて具体的なイメージを持つことができたようである。

参加生徒レポートの感想から

「今回の大学訪問では、大学の先生、学生の皆様からいろいろなことを学びました。それぞれの研究の必要性、研究に対しての姿勢とても勉強になりました。しかも様々な機械にもふれさせていただき、とても楽しかったです。研究が興味深いことでしたので質問ばかりしてしまいましたが、親切に答えていただきよく理解できました。今後さらに勉強して、自分たちもしっかりした研究ができるようにがんばりたいと思います。」

【評価と課題】

今回の研究室訪問では、実際に実験を行っている現場にふれさせていただき、興味を持った生徒も多数いたようである。また、指導していただいた先生方も高校一年生という学年の知識、理解力を考慮していただき、わかりやすく話すことに心がけていただけたので生徒の反応も概ね好評であった。

また、探究科学 I の生物分野で遺伝子関係の学習・実習を取り扱っていくことなどからも、今回の訪問での経験は今後の学習にとっても効果的であったと思われる。

[4] 関西光科学研究所（木津地区）

【実施要項】

- (1) 日 時 平成18年12月8日（金）8時00分～16時45分
- (2) 場 所 日本原子力研究開発機構 関西光科学研究所
- (3) 対 象 環境科学科1年生 80名

【実施概要】

環境やエネルギーへの興味・関心を深め、先端科学技術が学習してきた内容とどのようにつながっているのかを理解することを目的とした。また移動中の時間を利用して事前学習を行った。現地での研修としては、全体講演、ITBL棟での3Dバーチャルリアリティ体験、光量子ビーム利用研究ユニット研究棟の施設見学、きつづ光科学館ふおとんでの実験工作という研修であった。

① バスでの事前研修

原子力や放射線についての事前学習を行った。主として放射能と放射線の違いや自然放射線についての学習を行った。ヒトの放射線致死量は7000シーベルトであるのに対して、自然放射線の世界平均は2.4シーベルトである。日本で最も放射線の値が高い県は岐阜県であり、最も少ないのは神奈川県であることやその原因として火山の存在や鉱山が影響しているという仮説があることも学んだ。また、医療技術や作物の品種改良、タイヤ表面の加工など、様々な分野で放射線を利用した技術が取り入れられていることを学んだ。

原子力発電についても学習を深めた。日本の安定した電力供給は原子力発電による部分が大きいことや地震などの天災にも耐えられるような安全基準で作られていることを知ることができた。また、放射性廃棄物は六ヶ所村で保管され、プルサーマル計画として再利用の研究が進められていることも学んだ。

② ITBL棟の見学

ITBL (IT-Based Laboratory) 棟では、研究機関や大学のスーパーコンピュータをネットワークで結び、様々な情報を共有できるようにする研究を行っている。また、大学や研究機関と協力し、ソフトの開発や整備を行い、そのソフトの利用を推進する取組も行っている。生徒たちはスーパーコンピュータを見学し、その規模に驚いた様子であり、科学技術の進歩に触れられた。

ビジュアライゼーション室では、様々な数値情報をグラフや図に変換し表示することで、情報をわかりやすくする技術を開発している。可視化表示方法の1つであるバーチャルリアリティ (Virtual Reality) の「立体視 (ステレオ視)」を体験した。このシステムは、比較的廉価で、多人数でも立体視ができるという大きな特徴を持っている。2つの画像を1つのスクリーンに偏光フィルタを介して投影し、偏光メガネをかけてみることで、左目と右目にそれぞれ独立し



スーパーコンピュータの説明

た画像を映すことで立体視を可能にしている。

平面で観察する場合とは違う視点で観察することができる立体視システムは、タンパク質の構造観察など様々な研究にも利用できる。実際に、3Dメガネによる科学者支援なども行っている。



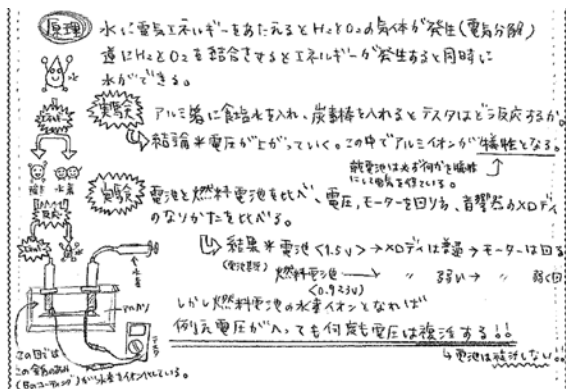
バーチャルリアリティ体験

③ きつづ光科学館ふおとん 実験工作教室

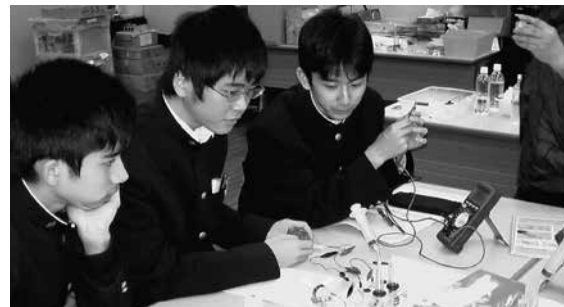
燃料電池の原理については、以前から研究がなされていた。実際にその技術はアポロ計画などにも利用されている。最近では、温室効果ガスである二酸化炭素の削減を目標に石油に代わる代替エネルギーとして開発を進めてきている。

燃料電池は、水素と酸素を反応させて電気エネルギーを作り出す簡単な原理であるが、生成物が水だけなのでクリーンなエネルギーといわれている。今回の実験では、燃料電池を組み立て、

電圧を測定することで、そのしくみについての理解を図った。



生徒のレポートより



実験の様子

燃料電池自動車に実際に試乗する研修も行った。液体型水素を使用する燃料電池車では、事故などの安全面を考慮すると実用化には不向きである。そこで、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いる。しかし、コストがかかる面など課題となる点も多く残っている。地球温暖化の原因となる温室効果ガスである二酸化炭素ガスを排出しないなど環境面で非常に優れた自動車であり、今後の実用化が望まれる。



燃料電池自動車のエンジン部分

④ きつづ光科学館ふおとん 自由見学

世界でも珍しい「光」をテーマとした科学館である。体験を重視しわかりやすく工夫された各種展示物を見学し、科学を楽しみながら学ぶことができた。

⑤ 光量子ビーム利用研究ユニット実験棟見学

レーザーの利用研究、物質制御研究、電子やイオンの加速研究などを行っている。研究によって、省スペースで高エネルギーイオンを発生させることができる粒子線がん治療装置の小型化・低コスト化等の成果が期待できる。また、レーザーの波長を短くすることによるX線レーザーの開発研究も行っており、細胞を生きたまま観測できるようになると期待できる。



レーザー利用の研究を見学



景色の効果を体験

また、高速度における光効果によって景色の見え方が変化することを体験的に学習した。秒速4万kmの速さを超えると、まわりの景色の色が薄くなる。さらに加速させると景色が覆いかぶさり、色もはっきりと見えなくなる。また、視野角が広くなり121°までひろがる。これらの効果は、ドップラー効果と関係がある。

【評価と課題】

今回は、科学館における研修ということで、生徒の関心は非常に高かった。実際に体験したり、実験する研修内容だったので、生徒は、楽しみながら先端技術について学習できた。また研究生活もイメージしやすかったように思われる。

4 先端科学講座・実験講座

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

先端科学講座

【1】 人工衛星からの環境情報と数学

【目的】

人工衛星から送られてきた情報を処理・解析することにいろいろな数学が使われていることを知り、今後の数学の学習への興味付けを目的とした。人工衛星からの情報は、数字の集まりであり、その数字の意味や数字を画像データとする計算方法、さらに環境情報として利用されるための解析の仕方などを実際の研究事例を交えて学習する。和歌山県の森林の状態を人工衛星の情報をもとに解析した事例を学ぶことで関心を高め、また先端科学技術で利用される数学や情報に対する理解を深める。

【実施要項】

- (1) 日 時 平成18年7月18日(火) 9時00分～11時20分

- (2) 対 象 環境科学科1年生 80名
- (3) 講 師 和歌山大学 助教授 谷川 寛樹 氏
- (4) 場 所 向陽高校 視聴覚教室

【実施内容】

G P Sの原理を、平面図形や空間図形の知識を使って説明していただき、2200年前のエラステネスが地球の大きさを測定する話やG P Sを使って地球の大きさを計算する方法を学習した。(雨天でなければ、グランドに出て実際に携帯G P Sを使って実習する予定であった。) また、現在の人工衛星の状況を説明した後、人工衛星からの映像を見せ、人工衛星からの情報が電磁波の強さを数字で表したものであること、その情報を数値処理し幾何補正すること



衛星写真を用いた講義

により画像ができあがることをわかりやすく説明していただいた。森林保全の例では、電磁波のいろいろな波長の衛星データを解析することにより、森林の状況を把握することができること等、環境問題についても触れていただいた。

【評価と課題】

講演の内容は平面図形・空間図形、比例等の簡単な数学を使っての説明で、高校1年生で十分理解できる内容であり、わかりやすい話であった。情報の授業内容である画像処理の方法や、3年の数学で習う1次変換の大切さにも触れられて、生徒達も今後の高校での学習の大切さを実感したようである。雨天のため「G P Sを使った地球の大きさを測定する実習」ができなかったことが残念であった。

[2] 進化ゲーム：生物同士の戦いを数学的に捉える

【目的】

理工学分野に限らず様々な分野で応用されている微分方程式の基本的な考え方を、表計算ソフトによるコンピュータ・シミュレーションやゲームを素材にして平易に解説する。微分方程式の応用例として、生物同士の相互作用をゲームと捉えて分析する数学的な方法－進化ゲーム(Evolutionary Game)－を学習し、自然現象との関わりから数学への興味・関心を高める。

【実施要項】

- (1) 日 時 平成18年11月21日(火) 13時05分～15時25分
- (2) 対 象 環境科学科1年生 80名
- (3) 講 師 和歌山大学 講師 山本 秀一 氏
- (4) 場 所 向陽高校 視聴覚教室

【実施内容】

ゲームの理論の1つである「タカ・ハトゲーム」をかみ砕いて説明された。「同一生物種の集

団内で、資源の取り合いが起こったとき、タカ戦略とハト戦略のどちらかを取った場合、個体数はどのように変化するか」という問題を数学モデル化し、平均変化率、漸化式、期待値、オイラー法等を使って計算するという手法について指導いただいた。生徒は実際に表計算ソフトを使ったグラフを見せていただき、複雑な計算から出てきた数値の変化について視覚的に捉え規則性を認識した。



オイラー法等による数値グラフ

【評価と課題】

講演のなかで計算に利用された平均変化率や漸化式を学習していない1年生にとっては、かなり難しかったようである。しかし、生物同士の戦いがモデル化され、いろいろな数学の手法を使って解決できることが学習できた。また、将来学習する微分方程式の有効性にも触れられ、数学の有用性を理解することができた。

[3] 絶対安全な水はあるか？－環境リスクの基礎－

【目的】

色々な場面でリスクという言葉を目にする機会があるが、「リスク」とは、「ある行動に伴って危険に遭う可能性や損をする可能性を意味する概念」である。

今回のテーマの“環境リスク”とは、「環境にとって良くない出来事」、即ち「環境保全のために回避したい出来事」が起きる“確率”と言える。この環境リスクは“人の健康へのリスク”と“生態系へのリスク”があるが、今回は身近な“飲み水”をテーマにして“環境リスク”の基本を数学的に理解させることを目的とした。

【実施要項】

- (1) 日 時 平成18年12月25日(月) 9時00分～11時20分
- (2) 対 象 環境科学科1年生 80名
- (3) 講 師 和歌山大学 助教授 江種 伸之氏
- (4) 場 所 向陽高校 視聴覚教室

【実施内容】

「絶対安全な水はあるか？」という内容の中で、水道水を例にとり、浄水しないで原水のまゝの水での感染症によるリスクと塩素消毒での発ガン物質の発生によるリスクがあることを説明された。それぞれのリスクを塩素消毒のレベルごとの確率を用いて数学的に計算を行った。1つのリスクを下げると、もう1つのリスクが大きくなること(トレードオフの関係)から、絶対安全な水はなく、リスクの



浄化した水を利用しての講義

和が最小のレベルの塩素処理がベストであることを説明された。この内容を理解するために、理科的な実験や数学的な分析（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た。

【評価と課題】

リスクの計算方法である確率論は数学の授業の中で学習をしていたが、少し高度な内容も含まれていたため生徒にとって少し難しく感じた生徒もいたようである。しかし、「水」という身近な題材を用いたことで生徒は興味を持っていた。また、消毒の薬品により発ガン性物質が生成することなどを知る良い機会となったことや数学の計算によって消毒のベストな方法を見つけ出すなど数学と生活との関わりも理解できた講義であった。

[4] 残留農薬分析とクロマトグラフィー

【目的】

農薬については学校教育の中で詳しく学習する機会は少ない。この講座では、農薬の安全基準を学習することで食の安全についても正しく理解していくとともに、環境汚染の一つとして問題視されている残留農薬について学び、農薬に代表される科学技術と環境問題の関係について学習する。また、残留農薬等の分析方法のひとつであるクロマトグラフィーについて簡単な実験を用いて学習することで原理についても理解する。

【実施要項】

- (1) 日 時 平成18年11月10日（金）
- (2) 対 象 環境科学科1年生 80名
- (3) 講 師 雑賀技術研究所 坂口 将進 氏 藪田 真紀子 氏
- (4) 場 所 向陽高校 視聴覚教室

【実施内容】

① 農薬の定義と農業に農薬を使用する意義の説明

農薬とは殺虫剤としての働きや成長促進の働きがある薬剤である。講義では、農薬を使用しない場合との対比など具体的な例を示しながら、現在の農業では農薬の使用は欠かせないものとなっていることが説明された。ただし、農薬の短所として毒性（人間や環境への影響）、作物への残留性などを正しく理解しておかなければならない。安全性の確保の観点から、日本では農薬は登録制であり、薬効・毒性・残留性について農薬検査場で検査し、農林水産省で認可登録をされる仕組みになっている。さらに登録保留基準、使用基準、残留農薬基準を環境省、農水省、厚生労働省でそれぞれ基準値を定め、それをもとに農薬の使用許可が与えられている。このようなシステムにより店頭での農作物の安全性がはかられていることを理解できるよう講義がされた。



残留農薬基準の説明

② クロマトグラフィーの原理の学習と実験実習

吸着を利用して分離精製するクロマトグラフィーについて、極性相互作用や表面構造上の作用から吸着が生じる原理が説明された。また、残留農薬の分離、分析に用いられる先端機器であるガスクロマトグラフや液体クロマトグラフの使用方法を学習した。



クロマトグラフィーの実習は4人一組で二種類の固相カートリッジを連結したシリンダーを用いて、グレープジュースや青汁を通液するクロマトグラフィーの実験をそれぞれ行い、残留農薬分析の前処理の実験操作を体験した。実験後に、雑賀技術研究所で実際検査をしている残留農薬の項目の説明や、その後分析化学の実際の業務について理解を深めた。

固相カートリッジによる実験

【評価と課題】

生徒の感想の中でも「農薬について知らないことが多かった、見る目が変わった。」など、農薬について一面的な理解から多面的に理解に深めることができ効果があった。また、高校化学ではあまり大きく取り上げられていないクロマトグラフィーについて簡単な実験も行いながら学習することで原理を理解できたと思われる。

また、液体クロマトグラフィーについては実物の操作はできなかつたため原理のみの学習であった。今後、課題研究等での高度な分析として、これらの機器を利用することも考えられるので、各研究機関の協力をいただきながら、実際の機器を利用した分析の実習にも取り組んでいきたい。

[5] Shape and form in nano-porous material ～ナノサイズ多孔体の形態～

【目的】

ブリティッシュカウンシル（イギリスの公的な国際文化交流機関）の協力を得て、国際的に活躍しているイギリスの科学者マイケル・アンダーソン教授を招へいし、最先端の研究の一つであるナノサイズ多孔体について学習する。この講座により、結晶の生成の仕組みについて実験も用いて物理化学的な視点から理解する。

また、第一線で活躍するイギリスの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し、将来国際的に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18年11月15日（水） 13時05分～15時35分
- (2) 対 象 環境科学科1年生 80名
- (3) 講 師 The University Manchester
Professor Michael W Andersonn
- (4) 場 所 向陽高校 視聴覚教室

【実施概要】

アンダーソン教授から全て英語で講義を受け、同時通訳による翻訳をイヤホンにより聞くことが可能な形をとった。プレゼ



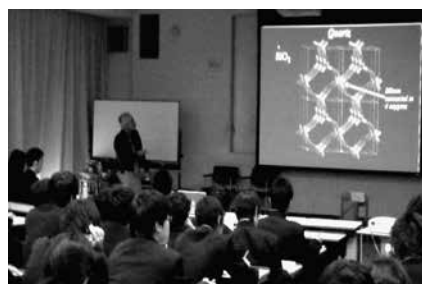
同時通訳聴取用イヤホン

ンテーションのスライドも英語と日本語の両方を掲示し講義を進めた。実験については4人一組で多孔体の形態を理解する上での簡単な実験を行い、アンダーソン教授に直接指導を受けた。

① 多孔体についての説明

多孔体は現在、水の浄化、通信、薬品開発の触媒など様々な用途に用いられており、これらの多孔体は、その孔の大きさによりマクロ・メゾ・マイクロの3種類に分類される。

多孔体を形成する物質として炭酸カルシウムとシリカ(SiO_2)の特徴について説明された。霏石と方解石の違いは炭酸カルシウムのイオンの配列の違いであり、アワビ



シリカライトについての説明

の殻の内側の真珠層は霏石の結晶の隙間に有機物の層が形成されているため普通の炭酸カルシウムより1万倍強くなっている。また、シリカを材料としたゼオライト(シリカライト)は、ケイ素原子、酸素原子の結合で生じた孔のトンネルをガスの分子が通過でき、この孔に特定の分子を通過させることで反応を進める触媒として利用でき、開発に用いられている。

② 多孔体の形成過程についての説明・石けん液と多面体を用いた実験

デジタルマイクロスコープを用いて多孔体の珪藻類やゼオライトの含まれる洗剤をモニターに表示し観察した。結晶の形成過程については、インスリン結晶のうずまき成長を例にとり結晶成長の規則性また多孔体のように特異な形態は有機分子と無機分子の相互作用によって生じることを学習した。



アンダーソン教授との実験風景

相互作用についての理解を深めるためにセッケン液の極小曲面生成の規則性とプラトールの法則の説明があり、それを実感するため実験を行った。多面体

にセッケン液で膜を張らせる場合、表面を作るには最小のエネルギーが必要なため表面積が最小になるように膜を張っていく「極小曲面生成の規則」がある。この極小曲面の生成にはプラトールの法則「セッケン膜は常に3つ接触しており、プラトール境界と呼ばれる稜線を形成しながらお互いに $\cos^{-1}(-1/2) = 120$ の式を満たす角度を形成している。」などが関係する。

この法則を体験するために、界面活性剤であるセッケン液と多面体のプラスチック模型を用いて、多面体内部の極小表面の形成の様子を観察した。実験では、生徒は会話をしながらアンダーソン教授から曲線の境界線について直接指導を受けた。その後、道路や通信網の建設にこの規則性が実際に利用されていることを例として示し、数学的な考え方と実生活との関連の説明をされた。

また、珪藻類の骨格とセッケン液の実験で行った多面体内の極小曲面との相似性を確認し、多孔体を人工的に作成する方法としてセッケン液(界面活性剤)とシリカを利用することができることを学習した。実際に研究室では界面活性剤とシリカの混合液に水酸化ナトリウム水溶液を混合することで多孔体を作成する。孔の径は界面活性剤の大きさで調節し、孔の大きさによっていろいろな化学反応の触媒として利用される。このことから今後期待される先端科学の一つとして研究されていく内容であることを実感し、講義を終えた。

【評価と課題】

外国の研究者に直接英語で講義を受けることに不安もあったが、同時通訳の利用もあったため、聞き取りについては生徒の反応は良好であった。また、セッケン液での実験では、外国人講師とも直接コミュニケーションをとるなど生徒は積極的に参加していた。また、現在いろいろな場面で利用されているゼオライトについて興味を持った生徒も多く、将来その方面での研究も意識した生徒もいたようである。ただし、まだ学習していない界面活性剤についてやプラトーの法則の数式的な解釈など難解な部分もあり、内容の理解という点では難しいと感じた生徒も多かった。今後、理科や数学での学習が進んでいく中で、関連する事柄を学習したときに、今回の内容をもう一度理解することにつなげていかなければならないと感じた。また、外国人講師の指導というのは生徒にとって新鮮であり、今後も方法や内容を考えながら何らかの形で開催できればと考えている。

[6] バイオサイエンスと医学

【目的】

この講座では、遺伝子操作を代表とするバイオテクノロジーの研究とその研究が医療現場でどのように活用されているかを中心に学習する。また、倫理的な問題や社会的な問題についても学習を深め考察する。

【実施要項】

- (1) 日 時 平成19年1月19日(金) 14時05分～15時10分
- (2) 対 象 環境科学科1年生 80名
- (3) 講 師 和歌山県立医科大学 坂口 和成 氏
- (4) 場 所 向陽高校 視聴覚教室

【実施概要】

染色体・遺伝子・DNAの関係について学習し、DNA構造セントラルドグマなどの基本的知識を得た。さらにPCR法などのバイオテクノロジーについての説明があった。

また、バイオテクノロジーを医療分野に導入する場合の社会的な課題についての解説もなされた。その後、バイオテクノロジーについて課題として以下のような解説があった。

科学とは、探究によって新しい知識を発見し、得られた知識を活用するための技術を開発していく。医学とは、既知の知識から病気を診断し、安全性が確認された手法を使って治療をほどこすことであり、安全性および倫理的配慮が最優先されている。

現在では、研究によって得られた知識や技術が医療に取り入れられるまでの時間的な間隔が短くなってきている。この傾向は、遺伝子診断や再生医療、薬剤開発などの分野で著しいものである。安全性および倫理性に関しては問題が残る技術も少なからず存在する。

2003年にヒトゲノム計画が終了した。ヒトゲノムを解析することにより新たな知識や技術が発見されるであろう。医学分野においても遺伝病や癌の治療に向けて期待できる研究である。研究の成果から新たな可能性が見えてくる。例えば、常染色体劣性遺伝病の遺伝子異常を修復する方法として、胚の遺伝子異常を遺伝子組換え操作で修復したり、異常遺伝子に代わる正常遺伝

子を発現させることが可能になると考えられている。将来は遺伝子組換え技術やヒトゲノム解析により、遺伝病の根本的治療や人為的ヒトゲノム改変が可能になるかもしれない。しかし、遺伝子をコントロールするバイオテクノロジーには大きな問題がある。テクノロジーを使用すれば、人為的な遺伝子選択も可能になり、優秀な遺伝子ばかりでつくられる子ども（デザイナーチャイルド）を誕生させることもできるであろう。バイオテクノロジーは科学的規制だけではなく社会的倫理的規制もしなければ、生命の尊厳性を無視し、人の欲望や企業の金銭欲、宗教、個人的倫理観だけで悪用されていく危険性もある。

【評価と課題】

DNA抽出や遺伝子組換え実験を学習している時期とも重なったので、生徒はとても興味・関心を持って講義を聴いていた。バイオテクノロジーの発展に科学的規制だけではなく、社会的倫理的規制もしなければいけないなど社会的な問題についても理解した様子であった。今後、バイオテクノロジーについての学習を深めていくのに、大いに効果があったと考える。

実験講座

[7] 水質分析 ～「過マンガン酸カリウム (KMnO₄) による

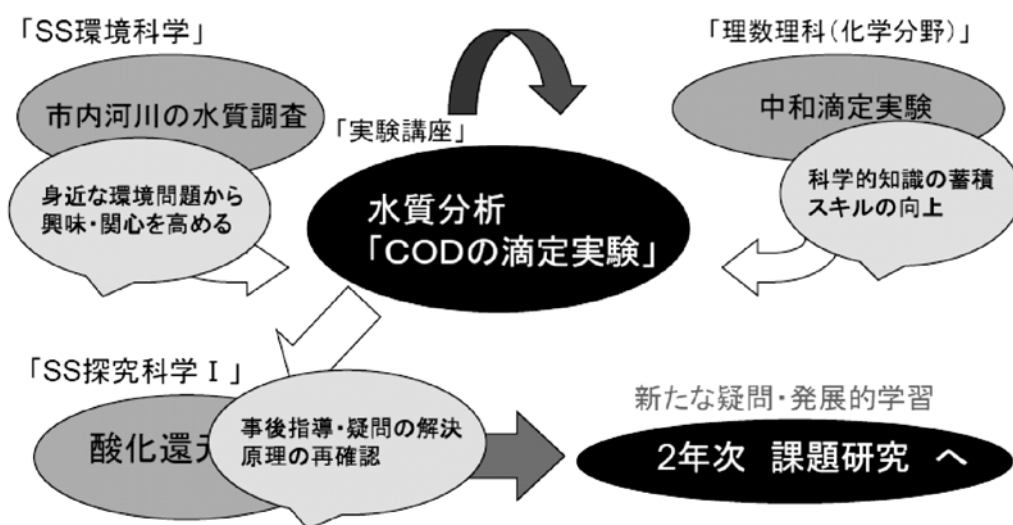
COD (化学的酸素要求量 [Chemical Oxygen Demand]) の測定」～

【目的】

COD (化学的酸素要求量 [Chemical Oxygen Demand]) とは、おもに水中の有機物による汚れを表す目安として用いられ、試料に酸化剤を加えて一定条件の下で反応させ、そのときに消費した酸化剤の量を酸素の量に換算して表したものである。

本校環境科学科では、毎年、和歌山市内の河川の採水を行い、COD、pH、リン酸イオンなどの値をパックテスト法で調べて、河川の水質調査を行ってらる。

今回の実験講座では、そのとき調べたCODの値をさらに詳しく測定するために、過マンガン酸滴定法によるCOD測定の原理を学び、同じサンプル水を使ってCODの滴定実験を行う。また、分光光度計を使ったCODの測定を同時に行い、滴定実験の値との比較も行う。

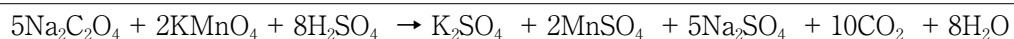
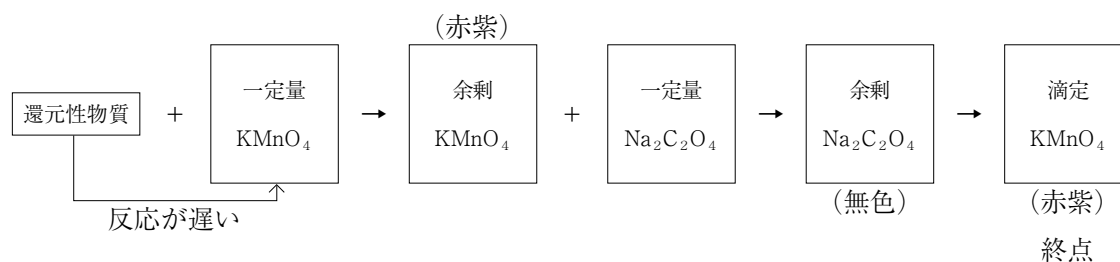


【実施要項】

- (1) 日 時 2006年10月17日(火)・19日(木) 13時05分～15時35分
(2) 対 象 環境科学科1年生 80名
(3) 講 師 和歌山大学教育学部助教授 木村 憲喜 氏
T A 1名
(4) 場 所 向陽高校 化学教室

【実施概要】

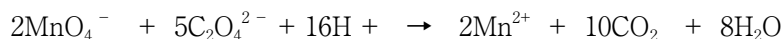
① COD測定の原理(講義)



過マンガン酸カリウム(KMnO_4)は酸性溶液(H_2SO_4)で次のように反応し、被酸化物質を酸化する。



酸性にした試料水に一定量の KMnO_4 を加え、一定温度・時間で試料水中の被酸化物質を酸化する。反応後の試料水に過剰のシュウ酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を加え、未反応の MnO_4^- を分解する。(この時、未反応の MnO_4^- の紫色は無色になる。)



液中に残存している $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を KMnO_4 標準溶液で滴定する(無色から紫色にかわるところが終点。)

② 実験(CODの測定)

器具

200ml コニカルビーカー、ウォーターバス、100ml メスフラスコ、ピペット、
25、10ml ホールピペット、50ml ビュレット

試薬

47% 硫酸 (H_2SO_4) (1+2)、0.005mol/ℓ 過マンガン酸カリウム (KMnO_4)、0.0125mol/ℓ
シュウ酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)

実験操作

- (1) サンプルが濁っているときは、まずろ過し浮遊物を除去する。
- (2) ろ液を 25ml ホールピペットで 200ml コニカルビーカーに移す。
- (3) メスシリンダーでイオン交換水 75ml を測り取り、コニカルビーカーに入れ全量を 100ml にする。
- (4) 47% 硫酸 10ml を加える。

- (5) さらに、0.005mol/ℓ 過マンガン酸カリウム 10ml をホールピペットで測り取り、加える。
- (6) この溶液をウォーターバスに入れ、30 分間温める。
- (7) 空実験を行うために、200ml のコニカルビーカーにイオン交換水 100ml を入れ、(4) ~ (6) まで同じ操作を行う。
- (8) ウォーターバスで 30 分間温めたものに、0.0125mol/ℓ シュウ酸ナトリウム (Na₂C₂O₄) をホールピペットで 10ml 測り入れる。
- (9) 0.005mol/ℓ 過マンガン酸カリウムをビュレットに入れ測定する (溶液が 30 秒以上、微紅色であること)。

$$\text{COD} [\text{mg}/\ell (\text{ppm})] = (a - b) \times (1000 / V) \times 0.2$$

a : 滴定量 [mℓ] , b : 空実験 [mℓ] , V : サンプル量 [mℓ]

引用文献：化学実験テキスト研究会編”環境科学”，産業図書

実験結果〔一部抜粋〕(2006.10.17, 10.19 向陽高校)

採水地	COD [mg / ℓ (ppm)]
丈夫橋 (和田川)	5.5 (4.8)
新橋 (大門川)	1.6
甫済橋 (真田堀川)	5.0
京橋 (市堀川)	5.0
和歌川ポンプ場	9.2
若宮橋 (有本川)	4.9

() は分光光度計での測定値



採水地点	COD(mg/ℓ)
2. 葛葉橋	1.76 (10)
3. 広見橋	4.8 (10)
4. 丈夫橋	5.5 (10) (4.8)
5. 新橋	1.6 (5)

【評価と課題】

COD測定の原理については、講義内容が大学レベルであったため、酸化還元学習がまだである高校1年生にとってはかなり難しかった。せめて、酸化還元学習の後にこの講座を実施していれば、生徒の理解にも違いが見られたはずである。また来年度も実施するのであれば、時期を検討することが必要であろう。

一方、CODの滴定実験では、事前に中和滴定の実験を行っていたこともあり、滴定器具の扱いは比較的スムーズにできていた。また、普通、高校の実験では使わない器具を使っているということもあり、生徒へのインパクトは大きく、実験に対する興味や関心を深めた様子であった。

[8] ロボット

【目的】

先端科学技術として注目されている「ロボット」について講義や実験など体験的に学習することで、ロボット工学とロボット産業についての知識や科学技術について理解を深める。また、学問に対する研究者の姿勢を学ぶこともねらいとした。ロボットに関心を持つ生徒は多く、希望者を募集し、SSH事業を普通科・併設中学校にも広げた形で実験講座を計画した。

【実施要項】

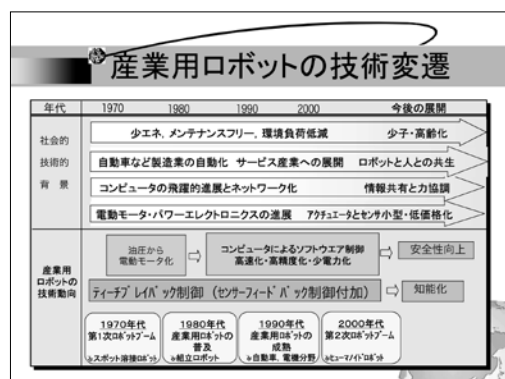
- (1) 日 時 平成18年12月9日(土) 9時30分～15時30分
- (2) 対 象 向陽高等学校1年生希望者 15名
向陽中学校2年生・3年生希望者 6名
計21名
- (3) 講 師 和歌山大学システム工学部光メカトロニクス学科
教授 八木 栄一氏
- (4) 場 所 和歌山大学システム工学部
- (5) 日 程 9:30 開講挨拶、ガイダンスとデモンストレーション
9:40 講義「ロボットの歴史と現状」八木栄一教授
10:50 休憩
11:00 実習①「レゴの組み立て」
12:00 昼食休憩
13:00 実習②「ライントレースプログラムの作成」
15:15 後片付け、閉講挨拶

【実施概要】

1 和歌山大学システム工学部光メカトロニクス学科教授八木栄一氏に「ロボットの歴史と現状」という題で講義をしていただいた。

① 産業用ロボットが何に使われているか？

単純繰り返し作業や危険作業に使用されている。ロボット技術は、自動車産業界をはじめ、塗装分野、パレタイジング分野、電子部品実装・組立作業分野、半導体製造分野、搬送・移動分野など一般産業分野へと展開され、稼働台数は日本が世界一である。現在のロボット技術を支えている社会的・技術的背景と今後の展開、大型産業用ロボット（垂直多関節型）



である構造産業用ロボットの現状と制御や振動の制御の研究について説明があった。

② ロボットの簡単な歴史を踏まえて「ロボットとは何か」

ロボットの歴史、人間とロボットの機能比較、ロボットの機能構成から「ロボットとは何か」を話された。

③ さまざまなロボット

産業分野別のロボットの分類と農業・林業・畜産ロボット、建築・土木用ロボット、消防ロボット、防災ロボット、極限環境ロボット、内視鏡手術支援ロボット・内視鏡カプセルカメラ・病院内搬送ロボットなどの医療ロボット、介護福祉ロボット、サービスロボットなど各分野で活躍中または研究中のロボットが紹介された。また文部科学省のプロジェクトで、JSTのRSP（地域研究開発促進拠点支援事業）による支援NIRO（新産業創造研究機構）との共同研究中の全方向移動車椅子の研究も紹介された。

④ これからのロボットと将来のロボット市場

ロボット技術をさらに高度化させることで様々な分野への応用とロボット市場の拡大が期待される。個人の生活に携わる生活分野のロボットの市場が急成長することも語られた。

ロボットの定義例

産業用ロボットの定義: JIS B 0134-1993
自動制御によるマニピュレーション機能又は移動機能を持ち、各種の作業をプログラムによって実行でき、産業に使用される機械

ロボットの定義例: 経産省の21世紀ロボットチャレンジイデア募集時
「ロボット」は、「内外環境を感知し、収集された情報に基づき適当な物理的動作を行う機械システム」
ロボットの3要素と言われる「認知」「判断」「動作」の3つの機能を備えたもの

自己紹介に代えて

全方向移動車椅子

狭い場所での方向転換が容易にできる球状駆動輪を用いた全方向移動の電動車椅子

NIRO(新産業創造研究機構)との共同研究
文部科学省のプロジェクトで、JST(科学技術振興機構)のRSP(地域研究開発促進拠点支援事業)による支援

全方向移動車椅子のデモンストレーション

動作原理

将来のロボット市場

①製造業分野 2010年:8,500億円, 2025年:1.4兆円
一人間機械協調生産システム, エコファクトリ, ネットワーク対応工場

②バイオ産業分野 2010年:900億円, 2025年:3,600億円
自動分析技術, 自動合成装置, バイオ工場

③公共分野 2010年:2,900億円, 2025年:9,900億円
災害の発生監視・予測, 災害の発生防止, 災害の対応作業

④医療・福祉分野 2010年:2,600億円, 2025年:1.1兆円
予防・診断・治療: リハビリテーション, 医療機器
院内の省力化・インテリジェント化, 医学教育

⑤生活分野 2010年:1.5兆円, 2025年:4.1兆円
教育, 家庭内バーチャルトレーニング, エンタテインメント型サービス/エンターテインメントシステム, コミュニケーション支援及び生活支援システム

将来のロボットの市場規模(予測)

出典: (社)日本ロボット工業会「21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書」2001年12月

2 レゴロボットの組立とライントレースプログラムの作成

実習は八木栄一氏と大学院生によるTA4名で担当し、原則として参加生徒2名でレゴロボット1セットを使用した。レゴロボットの組立についてはマニュアルを参考に必要に応じてTAのアドバイスを受けながら進められた。ライントレースプログラムの作成に当たっては、担当者の作成したマニュアルに従ってプログラムの基本説明（画面操作、コマンドによるモーターの回転と停止、光センサーコマンド）とライントレースの基本的な考え方の説明を受け、ライントレースの課題に挑戦した。



ロボットの組み立て (中学生)



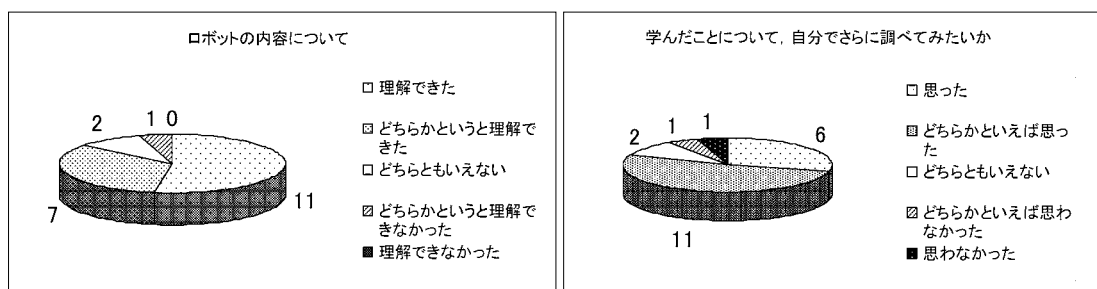
センサーの確認テスト (高校生)

【評価と課題】

中学校では技術の時間を通じてものづくりを体験している。また大学では理系学部において実験器具等の製作などが必要とされる。しかし、高校では授業の中では科学の知識や技術を用いてものをつくることは非常に少ない。研修では、ロボットの組立によるものづくり体験とライント

レースのプログラミング作成課題に取り組むことを重視した。また参加者が十分な体験ができるように、2～3名につきロボット1セットを使用した。

生徒のアンケートより (グラフの数字は人数)



生徒の感想より

- ・自分が思ったとおりに、機械を動かすことができるということに感動した。また8の字のラインレースのプログラムができ、達成感を感じた。
- ・試行錯誤する楽しさとその難しさを自分なりに理解できた。
- ・ロボットの動きをプログラムすることが数学的でとても楽しかった。
- ・ロボットについて深く考えさせられたと思います。講義はとてもすばらしいものでした。

ものづくり体験のおもしろさと達成感を感じた生徒は非常に多く、よい評価が得られた。組立については、班によって60分程度の差はあったが、余分な時間は他の部品などを組み立てるなど、どの班も集中して取り組むことができていた。心配していた中学生も、特に組み立てが遅くなることもなかった。プログラミングの作成については試行錯誤を繰り返しながらロボットの動くしくみを理解したが、今後の活動を通して問題解決力を伸ばす取組に発展していくことを期待したい。

講義「ロボットの歴史と現状」についても大部分参加者が理解できたと答えていて、ロボット発展の時代的背景や技術的背景を学ぶことができ、効果があったと感じる。

課題としては、今後、光センサーや他のセンサーを用いた計測や制御などを学び、他言語による実習など発展的にロボット講座を開催して、ものづくりやプログラムの楽しさを伝えることができる継続的な活動になればと考えている。

5 ラボツアー

【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、自己学習能力と、グローバルな視野と科学的な思考をもって実践的に問題を解決していく能力を身につける。

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

【実施要項】

(1) 実施場所・日程

平成18年10月26日(木)

①大阪大学工学部 環境・エネルギー工学科

講義1「21世紀のエネルギー」 山本敏久助教授

講義2「地球に優しいエネルギー～熱を電気に～」 黒崎健助手

各研究室見学

②月見館（宿舎）会議室

環境問題講演会「地球温暖化と京都議定書」 浅岡美恵 気候ネットワーク代表

平成18年10月27日（金）

③京都大学宇治地区研究所（防災研究所・化学研究所・生存圏研究所）

（2）対 象 1年環境科学科 80名

【実施概要】

1日目

①大阪大学工学部 環境・エネルギー工学科

エネルギーにかかわる地球規模での問題や地球温暖化問題を中心に、その解決に向けて行われている資源・エネルギー材料の研究開発について学習することで、地球環境とエネルギーについて知識と考察を深めることを目的とした。

【講義1】「21世紀のエネルギー」 山本敏久助教授

エネルギー消費量や使用目的など日本をとりまくエネルギー事情や地球温暖化問題について、クイズ形式での講義がなされた。また、新エネルギーとして、燃料電池等についても説明があった。

エネルギー消費量は、快適な生活や娯楽のために年々増加しており、日本人一人あたりが年間に消費するエネルギーを石油に換算すると、家庭用バスタブ8杯分に相当する。日本のエネルギー自給率は20%（資源エネルギー庁）とされており、中東への依存率は86%と高い。一方、日本と同じく資源の少ないヨーロッパ諸国では、各国間で電力の輸出入が行われており、エネルギー政策は国によって違いが見られる。

21世紀のエネルギーは、一人あたりの石油消費量を減らし、自給率が高く、二酸化炭素排出量の少ないものでなければならない。例えば、天然ガスは、石炭や石油に比べて二酸化炭素排出量が少なく、天然ガス自動車は普通の自動車より約15%も二酸化炭素排出量を減らすことができる。太陽光発電や風力発電でも二酸化炭素排出量は削減できる。しかし、「コストが高い」「施設の敷地にたくさんの土地が必要」などの課題を持っている。

エネルギーを消費する機械についても考える必要がある。自動車などのエネルギー効率は30%程度と低く、残りのエネルギーは利用できていない。エネルギー問題の解決に向けて、エネルギー効率のよい機械を開発していくことも重要である。

【講義2】「地球に優しいエネルギー～熱を電気に～」 黒崎健助手

熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換材料の開発について学習した。熱電変換材料とは、固体の熱起電力（ゼーベック効果）を利用して、熱を電気に直接変換する材料をいう。ゼーベック効果については、すでに和歌山大学の研修で学習しており、今回は、その実用化に向けて

の研究内容について学習を深めることができた。

エネルギーにはさまざまなものがあるが、人間はそれらを電気エネルギーに変えて使用している。石炭火力発電や石油火力発電は二酸化炭素を多く排出する発電方法である。二酸化炭素の排出による地球温暖化が進んでおり、世界的な問題となっている。今後100年間で約5.8℃も上昇するという報告もある（この数値は、平成19年に入り、約6.4℃と上方修正した形で発表された）。

日本で生産される全一次エネルギーのうち、約七割が未利用エネルギーとして捨てられている。そのほとんどが熱エネルギーである。この熱エネルギーを回収して、利用するための技術が熱電変換がある。熱電変換は、二酸化炭素などの廃棄物を出さないクリーンな発電であるため、次世代のエネルギー技術として注目を集めている。熱電変換による発電は、信頼性が高く、低ランニングコスト、メンテナンスフリーで環境調和型発電であるという利点がある。しかし、発電効率が低いため、高性能材料の開発の研究が求められている。タービンレス発電の研究も行われている。

講義の最後には、さわると電池なしで回転するファンなどの実験を行い、熱電発電について体験的に学習することができた。



講義「21世紀のエネルギー」



講義「地球に優しいエネルギー」

[各研究室見学]

環境・エネルギー工学科の各研究室を自由に訪問し、研究内容の説明、実験装置や実験の様子などを見学した。少人数での見学であったため、研究についての質問もしやすく、生徒たちは積極的に取り組んでいた。

・A1棟

バイオ実験見学と動作・表情解析の見学を行った。

バイオ実験見学では、肌の弾力性や潤いの測定を実際に体験した。この研究室では、皮膚特性測定や表面摩擦測定等を通して、スキンケア製品の設計や肌ざわりのいい服の開発、床ずれを防ぐメカニズムなどについて研究していた。

動作解析では、赤外線マーカーによって動作をカメラで捉え、コンピュータで解析した。実験のデータをもとに、バリアフリーの提案や福祉機器の開発が行われているということであった。

表情解析では、人の表情を立体的な画像として写真に撮り、コンピュータで解析する。このデータから、痛みや疲れ、癒しといった感情や感覚を読み取る実



肌測定の様子

験をしていた。また、頭に脳波を読み取る装置をつけてロボットを動かすという実験についても説明があった。これらの実験も福祉の分野に応用されているとのことであった。

・ A 1 3 棟

エネルギーシステムの安全性と新概念についての研究がなされていた。



核融合エネルギーの研究

将来のエネルギー源として期待されている核融合エネルギーを用いた発電を中心に説明があった。核融合とは、軽い核種どうしが融合してより重い核種になる反応である。原子核同士がある程度接近すると、原子核同士が引きあう力（核力）が反発する力（クーロン力）を超え、2つの原子が融合することになる。原子核の電荷が互いに反発して反応を阻害するため、実際にエネルギーを取り出して利用できるのは、電荷がごく小さい水素やリチウムなどの反応に限られると見られている。利点としては、原子力発電で問題となる高レベル放射性廃棄物が生じないこと、温室効果の原因となる二酸化炭素の放出が少ないことがあげられる。

大阪大学の施設は、リチウム実験装置としては世界一の規模で、I F M I F（International Fusion Materials Irradiation Facility、イフミフ）の国際プロジェクトの一環としての研究も行われており、世界中から研究者が実験を行いに来るとのことであった。

I F M I F：核融合炉材料を開発するために、国際協力のもとで共同で建設することを計画している中性子照射施設

・ A 1 4 棟

量子ビームや量子放射光（主に各種レーザー、自由電子レーザー）をライフサイエンスの分野に応用するための研究が行われており、再生医療への量子ビームの応用や小型量子放射光源の開発が行われていた。

レーザーメスを使用することにより、血を流すことなく切開することができる。また、ガン治療ではガン細胞をレーザーで死滅させることができる。

動脈硬化の治療や目、歯などの治療にもレーザーは活用されており、よりよい生活の向上に向けて、実用化が進められている。また、さらなる技術向上のため、医学の知識をもつ者と工学の知識をもつ者が互いに協力し合う医工連携についても説明があった。



量子ビーム・量子放射光（レーザー）の研究

②月見館（宿舎）会議室

[環境問題講演会]「地球温暖化と京都議定書」気候ネットワーク代表 浅岡美恵先生

地球温暖化問題について、民間の立場から活躍する浅岡美恵先生に講演をお願いした。

先生が深く関わった「京都議定書」についても詳しく説明がなされた。「京都議定書」については、言葉は知っているが内容についてはあまり知らないという生徒もいたようで、地球温暖化の深刻

な現状や解決に向けての取組について学習することができた。

大気中の二酸化炭素濃度の軌跡（マウナロア）のグラフを用いながら、その濃度が年々増加している現状と産業革命以降のエネルギー消費量との関係について説明があった。世界の各地域で気温の上昇が観測されている。気温上昇とともに、気候変動によるリスクが増加する。この悪影響を最小限にとどめるためには、気温上昇を2℃未満に抑えなければならない。脱温暖化社会への小さな第一歩として、2005年2月16日に京都議定書が発効された。京都議定書とは、気候変動枠組条約に基づき、1997年12月11日に京都市の国立京都国際会館で開かれた地球温暖化防止京都会議（第3回気候変動枠組条約締約国会議、COP3）で議決した議定書である。この議定書によって、先進国における削減率を国別に定め、約束期間内に目標を達成することが決定された。数値目標を設定した画期的なものであるが、エネルギー消費大国であるアメリカが不参加であるなど問題点も抱えている。二酸化炭素の排出を削減するためには、発電所や大工場での対策が重要であるが、家庭での排出削減対策も大切である。



浅岡美恵先生による講演会

ひとり一人が自己のライフスタイルを考え、実行することで、脱温暖化に取組み、暮らしやすい社会に向けて「選択」の道を探っていかなければならない。

2日目

③京都大学宇治地区研究所

京都大学宇治地区研究所には、4つの研究所（化学研究所、エネルギー理工学研究所、生存圏研究所、防災研究所）と4つの大学院研究科（農学研究科、エネルギー科学研究科、工学研究科、情報学研究科）、2つのセンター（国際融合創造センター、低温物質科学研究センター）が設置されている。

今回の研修では、このうちの化学研究所・生存圏研究所・防災研究所の3つの施設を見学することにより、社会の持続的発展を目指して行われている最先端科学の研究と異分野科学の融合による研究の内容について学習した。

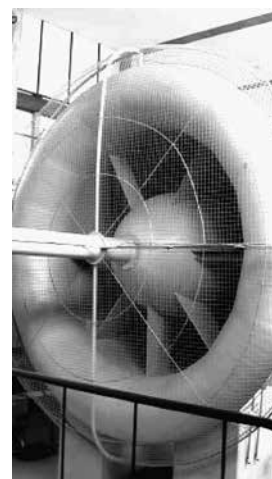
江崎化学研究所長より宇治キャンパスの概要についての説明がなされた後、各研究施設を見学した。

・防災研究所 A、B、Cの3グループに分かれて研究室を見学した。

A、風洞実験室

観測、実験、数値シミュレーションの方法を用いて、風による災害発生のメカニズムとその制御についての研究が行われていた。

境界層風洞実験装置を見学することができた。空気を大型ファンで吸い込んで吹き出す吸い込み型の装置で、最大風速25m/sの風を発生させることができる。この装置を用いた風力実験や風圧実験の内容、竜



風洞実験

巻やダウンバースト等の自然現象の研究についての説明がなされた。また、実際に風速10m/sでの風洞実験を体験した。

B、構造物実験室

建築構造物の安全確保のために、振動や圧力に対する強度を強化する構造物耐震設計法についての研究が行われていた。

震源からの距離の違いよりも建物の構造の違いによって、地震の被害の大きさは大きく変わってくる。大きな地震は100年に一度起きているが、地震が起きたときにどうすればよいか、という知識をつけておく必要があることなどの説明があった。また、実験に使われている振動台、静的ジャッキ、動的ジャッキなどについても説明があった。

C、地震予知研究センター

観測研究に基づく海溝型巨大地震および内陸地震予知についての研究が行われていた。地震データの測定法や地震による被害の大きさについての説明を受けた後、日本全国の地震データをリアルタイムで処理している研究室の見学ができた。

この研究所では、GPSによる観測、坑道内での歪観測、電磁気観測などを使用し、地震予知についての研究を進めている。また、インターネット



地震予知研究センター

を活用し、地震の知識や研究成果・地震活動状況の情報を社会へ発信しており、世界のさまざまなところでの観測も行っているとのことであった。

本校所在地の和歌山県に關係する南海地震の研究についても説明があった。古墳時代から100年ごとに南海地震は発生していることや、その規模がマグニチュード8.0～8.5という大きい地震であること、また、蓄積データから考えると、30年以内に発生する確率が80%もあることなどを学習した。

・化学研究所 A、B、C、Dの4グループに分かれて1つの研究室を見学した。

A、極低温物性化学実験室

極低温における結合様式の変化や状態変化、電気伝導性の変化などについての研究を行った。研修では、液体窒素を使って、身の回りにあるいろいろなものを冷やし、-196℃の世界を体験した。講義では、温度というものには下限があるが上限はなく、下限は絶対零度(-273℃)であること、温度が下がれば分子が動かなくなり、体積が小さくなることなどについて説明があった。また、金属は冷やすと抵抗が下がること、超電導物質は冷やすと、マイスナー効果によって浮くことなどを学習した。

マイスナー効果：超電導の状態にある物質に外部から磁界を加えると、物質内部の磁束が零になる現象。

B、生物工学ラボラトリー

特殊環境微生物の生理機能の解析と物質生産・環境浄化への応用についての研究がなされていた。極地の海洋や深海のような低温環境を好んで生育する低温菌やさまざまな実験器具について説明がなされた。

C、イオン線形加速器実験棟

各種ビームの融合による新規ビームの開発や微量物質の測定、粒子ビームの医療分野への応用などの研究が行われていた。先端ビームナノ科学センターには、陽子を加速するための線型加速器と、陽子、その他のイオンを蓄積して物理学実験を行うイオン蓄積リングがあった。電子、イオン陽子の動きをもとに、粒子ビームの原理について学習することができた。

D、バイオインフォマティクスセンター

バイオインフォマティクス（バイオ情報学）について研修を行った。「生物」や「ゲノム」についての説明を受けた後、コンピュータによるゲノム情報の解析によってどのようなことが分かるのか、どのような分野に応用されているのかについて学習した。また、スーパーコンピュータラボラトリーを見学した。



生物工学ラボラトリー



スーパーコンピュータラボラトリー

・生存圏研究所 全員がA～Dの4施設を見学

A、木質材料実験棟

良質木材減少の対策として、接着剤を用いて木材をあわす木質材料についての研究が行われていた。新築の家に使われている接着剤は約200kgで、そのうち約7割はホルムアルデヒドが使われている。ホルムアルデヒドは、シックハウスの原因となるため、生物の成分を用いた接着剤の開発に向けての研究が行われていた。

B、材鑑調査室

木の博物館として、現有材鑑数15014個、永久プレパレートは9563枚、3616種の木が保管されていた。ここにある標準木材を使って、遺跡から発掘された木の種類や輸入木材を鑑定することができる。

C、エコ住宅

日本の伝統的な家に習い、スギの木を使った家が建てられていた。スギは水分の処理が難しいため、現在の家には使われなくなった。ここでは、鉄材を使用せず、木柱、土壁、木壁を基本として建てられたエコ住宅について学習した。

D、シロアリ

シロアリの木材消化や、シロアリが発生する水素やメタンをエネルギーとして利用する研究が行われていた。正確には、シロアリの腸内の微生物がシロアリの食べた木材を消化したときに水素やメタンが発生する。その量は食べる物によって違ってくるとことなどについて学習した。



エコ住宅



材鑑調査室

【評価と課題】

日頃、接する機会のない実験器具や実験設備、最先端の研究内容を知ることにより、生徒達は、科学に関する興味・関心が高まった様子であった。班別での研究室見学は、少人数のため質問もしやすく、研究内容について詳しく学ぶことができたようである。

今回の研修では、1泊2日で近畿圏内の大学を2カ所見学した。生徒の感想では、「もっとゆっくりに見学したかった。」という感想もあった。2クラス80名が同じ内容の研修を行うことを前提に計画を進めたが、時間的な制約や見学人数の制限という問題があった。

6 環境科学科2年生の取組

[1] 春季校外研修「紀ノ川大堰」

【目的】

紀ノ川大堰を見学することによって大堰が担っている治水・利水・環境保護などの社会的役割について学習する。さらに、現場に携わる職員の方々から講演をいただき、治水行政への理解を深め、ダムをテーマとしたディベート学習の参考とする。

【実施要項】

- (1) 日 時 平成18年6月13日(火) 13時00分～15時30分
- (2) 対 象 環境科学科2年生 80名
- (3) 場 所 紀ノ川大堰「水ときらめき紀ノ川館」ほか

【実施概要】

①「水ときらめき紀ノ川館」にて紀ノ川およびダム、大堰についての講義」

紀ノ川の水系は、上流の降水量が下流に比べて多く、河川勾配が急なので、洪水が起きやすい。また、近年では流況が不安定なため、下流で渇水がおこるなどの問題が生じていた。このため、紀の川上流にある大滝ダムは、昭和34年の伊勢湾台風による洪水被害を契機に建設され、主に洪水調節、水道用水等の供給、水力発電などに利用されている。紀の川大堰は既存の新六ヶ井堰に変わるものとして建設されたものであり、治水や利水だけでなく可動堰、魚道、ワンドなど河川の環境に配慮をしていることが大きな特徴であることを学習した。和歌山市内の内川浄化事業についても説明があり、内川（市内の六つの河川）の環境整備を行い、汚れていた内川の水質は大幅に改善され環境基準を満足させたという環境行政についての学習も行った。

②現地見学「魚道見学・鳥類調査見学」

紀の川大堰の大きな特徴である河川環境の保護という観点から、魚類の移動経路を遮断することがないように様々な魚類に対応して設置された魚道を見学した。「バーチカルスロット式魚道」、「階段式魚道」、「人工河川式魚道」の説明を現地で受け、魚道観察室では階段式魚道を魚が上っていく様子を横から観察した。紀の川大堰によって、生態系にどのような影響があるのかを調べるために行っている下流部の鳥類調査についても学習し、一定時間滞在し観測する定点記録法の指導を受けた。実際にアオサギ等の鳥の生息を観測することで環境調査の方法を体験した。



魚道観察室にて階段式魚道観察



紀ノ川大堰周辺鳥類定点観察調査

【評価と課題】

今回の訪問では、生徒は紀ノ川大堰が治水・利水だけでなく、魚道やワンドなど河川環境保護対策を行っていることを実感することができた。また、鳥類調査のような継続的な環境調査を実際に体験したことで、大堰などの河川事業と環境保護が相容れないものではなく両立されていく河川行政のモデルとして理解したようである。このことは、後に取り組む「ダムの是非」をテーマとしたディベート学習に非常に有効であったと思われる。

[2] 夏期宿泊研修

【実施要項】

1. 目的 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解決していく能力を身につける。特に、この宿泊研修では、最先端科学技術をより身近に体感するため、大学や研究機関を中心に見学し、高度な研究の内容や研究者としての姿勢について学ぶ。
2. 日時 2006年7月25日（火）～26日（水）
3. 対象 環境科学科 第2学年2クラス（男子47名・女子33名計80名）

4. 研修先 (I) 関西大学工学部 (大阪府吹田市)
「エネルギー変換工学～風力発電～」
- (II) 神戸大学理学部 (兵庫県神戸市)
「生物学科, 地球惑星学科研究室訪問」
- (III) 高輝度光科学研究センター (兵庫県佐用郡佐用町)
「SPRING8蓄積リング、ビームライン、シンクロトロン等見学」
- (IV) 人と自然の博物館 (兵庫県三田市)
「この暑さどうなってるの?～ヒートアイランド問題を考える～」

【実施概要】

(研修 I) 関西大学工学部先端情報電気工学科

安田陽先生による講演「エネルギー変換工学～風力発電～」

今、日本のエネルギー政策が大きく変わろうとしています。地球温暖化防止の目標値を決めた京都議定書の要請を受け、エネルギー分野でも大きくCO₂の排出量を減じなければなりません。そこで、新エネルギー、風力発電が注目されています。風力発電の実用化に向けては、大型羽の風車だけでなく、小型の都市型風力発電などを用いた従来の大規模集中型発電に変わる小規模分散型発電システムの構築も具体的に議論されるようになっていきます。風力発電は、今どのように利用され、どのような課題を持っているのか、また今後どのように進化、発展していくのか。安田先生は、EU諸国や日本各地の現状を、具体的な数値を示しながらお話してくださいました。



(研修 II) 神戸大学理学部

①神戸大学理学部生物学科 三村徹郎先生による体験授業 「植物も動く」

植物は地上に広げた葉による光合成と地下に張り巡らされた根による栄養・水吸収のおかげで、動物のようにエサを探して動き回る必要はなくなっています。しかし、動かないとされる植物の体も環境に応じて柔軟に変化することが知られています。

本授業では、動かないとされる植物が持つ「動く機構」について、現在分かっていることを解説し、植物という生命の生き方について教えていただきました。

②神戸大学理学部地球惑星学科 乙藤洋一郎先生による体験授業 「日本は2本」

私たちは日本に住んでいながら、日本がどのようにして出来たのかよく知らない。過去20年間、乙藤先生のグループが古磁気学と年代学との組み合わせで明らかにしてきた日本列島の形成史を話していただいた。『日本はアジアの周辺部にいた。日本は日本海が出来た1500万年前に大陸からチギレタ。日本は2本であった。』

③神戸大学理学部 施設見学

4班に分かれて、生物学科と地球惑星学科の各研究室の施設を見学した。その際、大学生や大

学院生との交流の時間を設けていただいたことは、高校生にとって大学の雰囲気を味わえる貴重な経験となった。



(研修Ⅲ) 高輝度光科学研究センター 見学研修

①研究センター職員の方による講義「大型放射光施設 (S P r i n g 8) とは？」

「S P r i n g 8とは?」、「放射光とは?」、また、「その放射光を用いてどのような研究がなされ実用化されているか?」など高度な内容を高校生にわかりやすく説明していただいた。

②高輝度光科学研究センター 施設見学

2班に分かれ、蓄積リング、シンクロトロン、線形加速器などの施設を見学した。



(研修Ⅳ) 兵庫県立「人と自然の博物館」

①客野尚志先生による講演

「この暑さどうなっているの?～ヒートアイランド問題」

ヒートアイランド現象とは、市部が郊外よりも気温が高くなる現象のことである。客野先生は、この問題によって生じる健康問題、集中豪雨、大気汚染の助長、生態系の変化などについてお話ししてくださいました。



②館内の特別企画展「兵庫の外来生物」の見学とフィールドワーク

フィールドワークでは、屋外に出て、アスファルトの表面温度(約60度)や芝生の表面温度(約30度)などを測定した。実際の表面温度の違いが体感温度の違いとなることを、生徒は実感していた。



【評価と課題】

事後の生徒の感想には、「風力発電の有効性と課題、その研究の重要性について多くを学ぶことができた。」「大学の雰囲気や授業の様子がよくわかった。今後の勉強に対する意欲が向上した。」「大学の模擬授業を体験できたこと、エバネッセント顕微鏡や超伝導磁力計などの見学などすごく楽しかった。」「世界一の研究施設を見学・体験することで、最先端の科学技術や研究に触れることができ感動した。」「放射光や様々な研究に大変興味をもった。」「日々のライフスタイルと地球温暖化、ヒートアイランド問題について、また、帰化生物の問題について認識を新たにした。」など、このような回答が多くを占めた。

今回の研修は、内容は非常に高度であり、研究内容や原理はかなり難解であるため、すべてを高校生が理解することは容易ではなかったが、生徒自らが実際に見たり触れたりすることで、科学的な認識や知的探究心を深め、進学意欲の向上にも大きな効果があったと考えている。

【3】 研究室訪問「和歌山県立自然博物館」

【目的・目標】

環境問題（捕鯨問題）をテーマにしたディベートの事前学習及び博物館の社会的な役割について学習する。クジラの生態などについて学習し、海洋生物とその生態系についての理解を深める。また、博物館に収集されている標本とそのデータを活用することで、どのような研究がなされているのかについても学習する。博物館職員（学芸員）と協力して学習を進め、地域に根ざした研究が、どのような環境でなされ活用されているかを学習する。

【実施要項】

- (1) 日 時 平成18年11月9日（木） 13時00分 ～ 16時30分
- (2) 講 師 和歌山県立自然博物館
副館長 今原 幸光 氏 学芸員 的場 績 氏
学芸員 吉田 誠 氏 小阪 晃 氏 内藤 麻子 氏
- (3) 場 所 和歌山県立自然博物館
(和歌山県海南市船尾370番地の1 TEL073-483-1777)
- (4) 対 象 環境科学科2年生 80名

【実施概要】

今回の研究室訪問では、環境問題学習で取り扱うテーマである捕鯨問題及び海洋生物としてのクジラの生態を学習するため、自然博物館を訪問した。



ニタリクジラ骨格標本前での説明

①クジラの生態

骨格標本の前で、ニタリクジラ特有の骨格やその特徴についての説明を受けた。その後、視聴覚教材やクジラのひげ標本などを使用しながら、クジラの生態や日本近海におけるクジラ調査の方法とその結果、捕鯨の歴史についての学習を行った。

②博物館の社会的役割

実際に博物館で行われている研究や学芸員の仕事についての説明と代表的な博物館の特色について、スライドなどを交えながら紹介がなされた。さらに、博物館の社会的な役割や今後の

あり方などについても説明がなされた。

③バックヤード、標本室の見学

博物館のバックヤードを見学し、博物館で行っている研究やその方法について学習した。また、標本室を訪れ、ニホンオオカミなどの代表的な標本について、その形態や標本の重要性などについて学習を行った。

【評価と課題】

今回の研修では、身近にある博物館の裏側を知ることができ、おおむね生徒には好評であった。1月に行うディベート（テーマ：捕鯨問題）の事前指導も兼ねての実施であったが、それだけにとどまらずクジラや海洋の生態について興味をもった生徒も多くいた。また、標本の学術的な重要性などについても学習でき理解を深めることができたことは、大きな意味があった。今回の研修は、見学・講義が中心となったが、標本作製の体験実習なども考慮に入れ、さらに博物館との連携を深めていくことで、教育効果の高い取組になると感じた。

[4] 実験講座「資源・環境から見た原子力」

【目的・目標】

今回の実験講座は、環境科学科2年生が履修する「環境課題研究」の授業の一環として行った。1年次で学習した「環境科学」の内容及び現地学習で学んだ地球環境とその保全に関する現状と課題について、さらに理解を深め発展させていくとともに、自然科学分野における先端科学の知識を、実習や実験を通じて理解していくことがねらいである。

また、環境調和に配慮しながら循環型社会を形成していくための理論や方法を探究する力を育てることにもつなげていきたい。

講座受講後は、関連する内容のレポートを作成し、1月には、講演のテーマに沿った内容でディベート学習を行い、学習した知識を活用する能力および自ら課題を設定し問題を解決する能力を育成するとともに、学力の深化を図る。

【実施要項】

- (1) 日 時 平成18年11月28日（火） 9時55分～12時25分
- (2) 講 師 京都大学原子炉実験所 教授中込 良廣 氏
- (3) 場 所 向陽高校 視聴覚教室
- (4) 対 象 環境科学科2年生 80名

【実施概要】

[講義]

今回の講座のテーマとなる原子力や放射線については、原子力発電などの名前は知っているが、科学的な知識が不足していると思われる分野の内容である。そのため、原子力や放射線について科学的知識を習得し、その理解を深めることを第一の目的とし



中込先生による講演

た講義の内容となった。

①人類とエネルギーのかかわり

人類は、火の発見に始まり、いろいろなエネルギーを生活向上のために使用してきた。人類が使用しているエネルギーの種類や世界人口とエネルギー消費量の関係、エネルギー資源の確保についての説明があった。また、エネルギーの消費にもなって発生した環境問題についての解説がなされた。

②日本のエネルギー事情

日本の一次エネルギー供給構成の推移、主要国のエネルギー輸入依存度との比較、エネルギーの使われ方や主要国の電源別発電電力量の構成比などの日本のエネルギー事情全般についての説明がなされた。

③原子力の利用

原子力（核エネルギー）や原子力発電についての科学的な説明がなされた。また、原子燃料サイクルや放射性廃棄物の処理法、原子力の平和利用、核物質防御等について説明があった。

講義を通じて、自分たちの生活がエネルギーの消費により成り立っていることも実感でき、生徒の興味を引き出す内容であった。エネルギー消費によって引き起こされた地球環境問題についても多くのデータが示され、数値に裏付けされた話として、非常に説得力があり、生徒の理解を深めるのに役立った。

【実験】霧箱キットによる自然放射線の観察

今回の実験で使用する霧箱の原理についての説明がなされた後、霧箱キットを使用した実験（生徒実験）を行い、放射線を観察した。

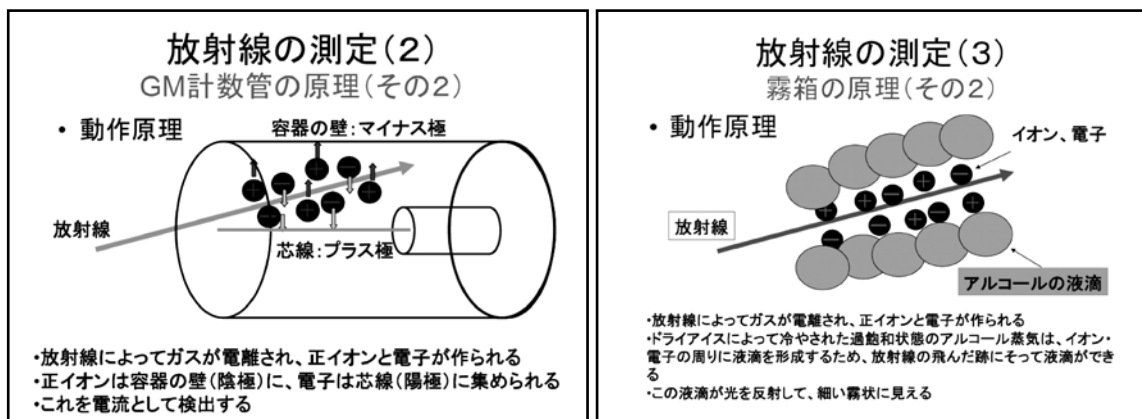
生徒は、霧箱を使用することで、放射線を観察することができることに驚きを示した。放射線については、漠然としたイメージしか持っていない生徒が多かったが、実験後は、放射線を身近に存在するものとして認識できるようになったようである。また、実験を通じて、自分の目で放射線を観察することができたことで、霧箱の原理について興味を示した生徒も多くいた。



霧箱実験

【評価と課題】

今回の講義は、1月に行うディベート学習（論題「日本はすべての原子力発電所を代替発電に切り替えるべきである。是か非か。」）と関連する内容である。講師先生とは事前に連絡を取り、科学的な視点と資源・環境面から見た視点の両面から原子力についての講義をお願いした。講義内容についてもディベート学習の参考となる内容を豊富に取り入れてもらい、ディベートに向けての学習に広がりを持たせることができたと感じている。実験における放射線源としては、できるだけ身近に手に入るものと考え、登山などで使用するランプの材料（マントル）を使用した。身近な材料を使用したことで、生徒も放射線の存在をより身近に感じるとともに、興味関心も高まった様子であった。



スライドから

[5] ライフスタイル論講座

本講座は、ライフスタイル論講座と位置づけ、本校教師によるミニ講座1回と外部講演会2回を組み合わせ、計3回の講座として企画したものである。環境問題のひとつの柱となっているゴミ問題について、1・2年次の取組で学習した知識の補強とゴミ問題やライフスタイルに関する新たな視点を獲得させることを目標とした。

第1回「ライフスタイル論ミニ講座」では、連続する2回の講演会との関連性を考え、またゴミ問題に関する興味関心をもたせるための基礎的な情報の提供と、環境問題におけるゴミ問題・ゴミ行政の特徴及びその特異性について概説した。第2回「大阪湾におけるゴミ処分場の現状と課題～フェニックス講座～／和歌山市のゴミ行政の現状と課題～和歌山市のゴミ分別の方法について」では、日々の生活でまさに自分たちが排出しているゴミの行方を追いかけてさせることに重点をおいた。自分たちの街で排出されたゴミが、最終的に大阪湾の最終処分場に埋め立てられるまでの行程を学習すると同時に、本校が設置されている和歌山市のゴミ行政の現状・ゴミ分別法についても学んだ。第3回「混迷の21世紀を生きる～ライフスタイルにおける価値の転換～」では、現在の工業文明に立脚した大量消費社会のあり方を改めて問い直し、循環型社会建設に向けて現代社会を生きる現代人としてのライフスタイルについて考えさせることをめざした。

[日 程]

	日 時	場 所	内 容
①	1月 9日火⑤限	本校視聴覚	本校教諭による授業
②	1月23日火⑤限	本校視聴覚	渡邊龍彦氏・宮本泰人氏／神戸克己氏
	[講演会] 大阪湾におけるゴミ処分場の現状と課題～大阪湾フェニックス計画～ 和歌山市のゴミ行政の現状と課題～和歌山市のゴミ分別方法について～		
③	2月6日火④⑤限	本校視聴覚	槌田劭氏
	[講演会] 混迷の21世紀を生きる～ライフスタイルにおける価値の転換～		

[目 標]

- ゴミ行政、埋め立て処分場の現状について、また環境社会学の基礎的理論および最新の動向について知識を深め、環境調和に配慮しながら循環型社会を形成していくための理論や方法について学び、現代社会を生きる現代人としてのライフスタイルについて考える。

①ライフスタイル論 ミニ講座

【実施概要】

日本の最終処分場の数が、他国に比して極端に数が多くなっていることの意味を、実際のゴミ排出量を示して比較させ、3Rなどが浸透した先進的な海外都市のゴミ行政の例をあげながら考えさせた。また、これまでのゴミ問題への取組が、排出されるゴミをどう減らすかよりも、出されたゴミをどう処分するかに重点が置かれていたことに気づかせ、それぞれの状況に事後対策として対応していく「対策」論的な視点と同時に、事前対策としての「戦略」論的な視点が必要とされることなどについても触れた。

②大阪湾フェニックス計画

【実施要項】

(1) 日 時	2007年1月23日(火) 14時25分～15時35分
(2) 講 師	大阪湾広域臨海環境整備センター 渡邊 龍彦 氏 宮本 泰人 氏 和歌山市生活環境部生活環境総務課 神戸 克己 氏
(3) 場 所	本校視聴覚教室

【実施概要】

長期安定的かつ広域的に廃棄物を適性処理することを目的とする大阪湾の埋立てによる「大阪湾フェニックス計画」について、その目的や概要を神戸沖処分場の現状を中心にVTR教材なども利用して学習した。受入・輸送・埋立の各段階における環境保全のための取組についても、拡散防止シート・集塵設備・排水処理施設などを中心に知識を深めた。

また、和歌山市のゴミ行政の概要やゴミ分別法などの具体的かつ最新の数値データなどを用いて現状の認識につとめた。さらに他の地方公共団体における取組と比較検討することで、ゴミ行政に共通する特徴・課題や和歌山市のゴミ行政の特徴・課題についても学んだ。

③ライフスタイル講演会

【実施要項】

(1) 日 時	2007年2月6日(火) 13時05分～15時35分
(2) 講 師	元京都精華大学教授 樋田 劭 氏
(3) 場 所	本校視聴覚教室

【実施概要】

食糧問題を皮切りに経済、平和、教育、命、労働などにも論点は及び、科学技術と人間、社会制度と人間という観点から環境問題の裾野の広さへの気づきを促した。さらに、工業文明を土台とした現代の大量消費社会の刹那主義的な経済優先の原理を問い直し、21世紀を生きる現代人として、持続可能な社会をどのようにしてつくりあげるのか、そのための方策や考え方について学んだ。

【評価と課題】

具体的な事物との出会いや一つの世界観をもって生きる研究者の姿を通して、科学的な認識を深め、自分なりの世界観や人生観の構築へと歩み始める生徒達の姿を身近に感じることができた。今後は、家庭でのゴミ排出量などを実際に環境家計簿としてまとめるなど、具体的な事実としてのデータ収集・分析に取り組ませたいと考えている。

ライフスタイルについて論じるとき、話題となっている地球温暖化問題・エネルギー問題ともからめ、個々人がどのような消費生活を送るか、その態度育成も期待されている。科学的な思考に基づいて、自らの行動を決定していくことができるように、教材の選定・精選などにさらに工夫を重ねていきたいと考えている。また、現代社会と研究との関連性について常に意識させながら、関連機関との連携をはかり、研究者との出会いの場を設定していく重要性を感じている。

なお、今回の外部講演会を企画するにあたっては、講座を貫く目標を明確にし、講演者・関係者と意見交換を重ねることで焦点化ができたように思う。今後も続けていきたい。

[6] 環境新聞（紙上ディベート新聞）

本講座では、ディベート学習に先立つ講座として、「紙上ディベート新聞」の作成に取り組んだ。ディベート学習は、4つの環境政策論題についてそれぞれ肯定・否定側に分かれて行われるが、この時点では肯定・否定の決定は保留にした。そのため、生徒達は肯定・否定側の両面から自分の担当した環境政策論題について調査・作品作成に取り組まなければならない。

表現法としては、新聞技法を採用した。新聞を作成するためには、必要な資料を読みとり取捨選択する読解力だけでなく、収集した資料をみだし・リード文・本文・資料写真に再構築する構成力、読む人に伝える表現力が必要とされる。新聞づくりを通して、読解・構成・表現力を関連させた総合的な学習スキルを身につけさせることを目標とした。

具体的には、研究・調査活動、発表活動として学習課程を計画し、企画→研究・調査→表現の手法を学ぶとともに、共同研究におけるパートナーシップを身につけることをめざした。そのため、紙上ディベート新聞作成（第①～⑥回）については、個人作品作成として取り組み、プレゼンテーション講座（第⑦回～⑩回）では、ディベート班（各班10名）によるグループ学習とした。

[日 程]

①	6月 6日火	視聴覚	課題研究の進め方、班編制など	ガイダンス
②	6月20日火	情報	調査①	新聞作成
③	6月22日火	情報	調査②	
④	7月 4日木	情報	調査③	
⑤	8月29日火	視聴覚	調査④・レポート作成	
⑥	8月31日木	視聴覚	調査⑤・レポート作成	プレゼン
⑦	9月 5日火	視聴覚	ディベート抽選会&プレゼン準備①	
※	9月14日木	記念館	文化祭パネル準備	※
※	9月19日木	記念館	文化祭パネル展示	
⑧	9月26日火	視聴覚	プレゼンテーション準備②	プレゼン
⑨	9月28日木	視聴覚	プレゼンテーション準備③	
⑩	10月 3日火	視聴覚	プレゼンテーション（各班5分×8）	
※②～⑥：毎回アクションシート提出／⑨終了後：プレゼンシート・レジュメ原稿提出／⑩終了後：自己評価シート提出				

【実施概要】

(1) ガイダンスでは、作成上の留意点として、具体的な課題について内容、表現方法、分量、提出締切日を提示し、作業行程の全体像を明確にした。また「学習課題」を同時に提示して、常に生徒たちにこれらの学習目的を意識しながら作業をすすめることを指示し、作品完成後に自己評価を行なうことを説明した。

紙上ディベート新聞をつくろう

★ディベート論題

- 論題① 日本は、商業捕鯨を再開すべきである。是か非か。
論題② 日本は、すべてのダムの建設を中止すべきである。是か非か。
論題③ 日本は、環境税を導入すべきである。是か非か。
論題④ 日本は、すべての原子力発電を代替発電に切り替えるべきである。是か非か。

★作成レポート様式指定（フォーマット）

■内容について

- ①記事1…論題の背景に関する記事（周辺記事）
②記事2…論題に関するメリットについての記事
③記事3…論題に関するデメリットについての記事
④論説…論題に関する「あなたの考え」（賛成・反対）
⑤図・写真を用いること。

■表現方法（～「新聞式表現法＝3度読ませる」～）について

- 新聞名欄を設けること
見出しを設けること
リード文を設けること
本文記事を設けること
指定の原稿用紙を使って作成すること（1行12文字縦書。文字の大きさは4mm方眼用紙1マス1字）

■分量

- 指定の「B4原稿用紙」2枚程度にまとめること。

■提出締め切り・・・9月1日（金）

★学習課題

計画・立案に関して

- 研究内容を決定するにあたって、十分に吟味検討して、学習課題にふさわしい題材を選ぶことができた。
パートナーシップを発揮し、班のメンバーと協力して作業をすすめることができた。

調査・研究に関して

- 色々なもの（文献・インターネット）や人（インタビュー）などを利用して多様な情報源から調査することができた。
豊富な資料を収集し、ひとつの資料に頼ることなく調査することができた。
1つひとつのことについて奥深くまで調査することができた。
見通し・段取をたてながら、計画的に調査を進めることができた。

表現に関して

- 絵や写真、年表、図表、グラフなどを使用して、視覚的にもわかりやすくなるように心がけることができた。
難しい語句を説明するなど、わかりやすい説明を心がけることができた。
見出し・小見出しをつけたり、大切な所には色をつけるなど重要点を強調することができた。
最も伝えたいこと（結論）について、簡潔でわかりやすい文章で表現することができた。
資料をそのまま写すのではなく、自分で解釈してから自分の言葉で書くこと表現することができた。
調査・研究を通じて、自ら考えたこと・感じたことを表現することができた。

(2) 新聞作成（個人作品作成）

調査活動は、主にインターネットを活用しながら、その他の文献資料も用いて行った。また、生徒に毎回「アクションシート」の提出を行わせることで、生徒の作業状況にあわせた個別指導が行えるようにし、担当教師が添削をして返却することとした。全体への指導が必要な場合は、アクションシートの裏面に印刷をし、配布して説明を行った。

(3) 文化祭パネル展示

生徒たちの作品はパネルにして、ブースを設けて学習成果の展示発表を行った。2日間の展示期間中、本校生徒や保護者を中心に地域に対して学習成果を発表した。

(4) プレゼンテーション（グループ学習）

プレゼンテーションでは、発表原稿を作成するとともに、レジュメ（印刷して全体へ配布）を作成することを学習課題として設定した（パワーポイントなどのプレゼンテーションソフトは用いなかった）。もちよった班員の個人作品「紙上ディベート新聞」をグループで吟味し、論題に関するメリット（肯定側班）、デメリット（否定側班）を発表会の場で提示・説明するように指示し、

そのプレゼン計画書を「プレゼンテーションシート」として提出させた（グループ学習によるプレゼンテーション講座に入るにあたって、保留してあったディベート試合での肯定・否定の抽選会を行ない決定した）。発表会では、生徒全員が発表内容をフローシートに記入することとした。

プレゼンテーション入門

■はじめに

- 目的（コンセプト） 何のためのプレゼンテーションか。到達目標は何か。
- 対象（ターゲット） 聞き手は誰か。
- 内容 序論→本論→結論

■準備の手順

- ①題材の選択・整理・発表で使用する「題材」を選びましょう。第②段階「構成」をイメージしながらおざっぱに選んでいきます。細かい調整は後でできますので、まずは大胆に選ぶのがコツです。
- ②構成……様々なバリエーションがあります。今回は、トレーニングとして「序論+本論+結論」の3段構成を取りたいと思います。

パート	作業内容	課題該当箇所
序論	論題をめぐる現状分析をしてください。	周辺記事
本論	班の考えを主張します。メリット・デメリットをあげたうえで、その内容を説明してください。	メリット・デメリット
結論	その重要性・深刻性を明確にしなが、 <u>班の考え</u> を述べてください。	あなたの考え・論説記事

- ③時間配分……1分で400字詰原稿用紙1枚程度と考えるとよいでしょう。
- ④説明資料の作成……今回は、班員の新聞を切り抜いて1枚～2枚に編集してください。
- ⑤リハーサル……今回は、発表者は3名以上で分担してください。

■学習課題・発表時の留意点

[姿勢]

- 聞き手に、不快感や奇異感を与えていないか。
- 真摯な態度で臨んでいるか。

[話し方] 伝える力

- 話す声が聞き手に聞き取れているか。
- 親しみのあるわかりやすい言葉で話しているか。
- 話し方にメリハリがあるか（短い文章で）
- 活気（自信）をもって（楽しそうに）話しているか。

[構成力（例）]

- 結論をまず述べるように工夫しているか。
- 話の流れを示す接続詞を工夫しているか。
- 聞き手への質問を入れる。「（例）皆さんは、どう考えますか？」など

【評価と課題】

学習活動を始めるに先立って、生徒たちに作業課題と評価基準を具体的に明示したことで、学習活動の焦点化を行うことができた。このことは学習活動終了時において、課題に対する到達度として生徒が自己評価をすることに繋がったと考えている。また、プレゼンテーション発表会では、4論題に分かれて進められていた個別学習を全体学習へと統合し、続いて始まるディベート学習の事前学習として効果的に位置づけることができた。

今後の課題としては、生徒の学習スキル向上・習熟のための方策の開発・充実がある。インターネット資料から必要な資料を選び出すには、読解力はもとより、作業全体に対する見通しをもって資料を取捨選択する構想力が必要とされる。しかし、安易な資料選択や、扇情的な資料に惑わされる傾向が見られた。粘り強く、吟味する読解力を土台とした学習スキルを身につけさせたい。プレゼンテーション講座では、グループ学習による全体指導が中心となったことから、スキル指導としての個別指導の機会が十分に設けられなかった。ティームティーチングの利点を十分に活かせる段階的な指導計画・指導法の開発・充実を行っていく必要がある。

7 その他

[1] 青少年のための科学の祭典 和歌山大会「おもしろ科学まつり」

【目的】

次世代を担う子供たちに理科の面白さ、不思議さを体験してもらうことを目標に、青少年のための科学の祭典 和歌山大会「おもしろ科学まつり」が10月に開催され、本校も初めて生徒が実験ブースを担当することになりました。この経験を通して、生徒自身のコミュニケーション能力を高め、自己の持つ知識を再統合し、科学的な能力の向上を図ることをねらいとします。

【実施要項】

- (1) 開催日 平成18年10月14日(土)・15日(日)
- (2) 場 所 和歌山マリーナシティー〔わかやま館〕
- (3) 出 展 演示・実験ブース 2ブース担当
中学生向け科学実験教室 1ブース担当
- (4) 参加者 理科教員5名 環境科学科1年・2年延べ人数19名

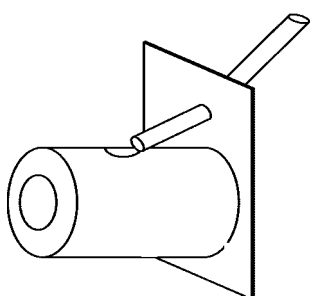
【実施概要】

出展ブース

科学は日常生活と関わりが深く生活の中のあらゆるところに関係してくる。子どもたちが体験と実感ができるように身近な素材を利用した科学工作のブースを出展した。

(1) 音がでるよ♪～かわいい笛

身近にあるフィルムケースやストローを使って音を出



してみよう。フィルムケースに穴をあけたところを指でふさいだり、あけたりして音程をしらべてみよう。また、指を少しずつずらして、すき間をあけていくと音が高くなるので、音階が吹けるようになってみよう。

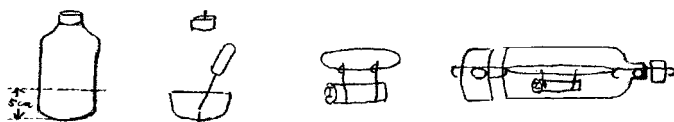
管の口を吹くことによって、中の空気の柱がふるえると音が出ることを考えてみよう。



(2) 逆戻りする不思議なペットボトル

ペットボトルを床においてころがすとコロコロところがっていきます。ところが、ある程度進むと、途中でとまってしまい、さらに逆戻りします。ペットボトルの中に輪ゴムを通して両端に固定します。輪ゴムにおもりをつるし固定しておきます。ペットボトルをころがしたとき、おもりは下がったままなのでゴムはねじられていきます。運動エネルギーが輪ゴムの弾性エネルギー

に変換していきます。そのため、ころがる速さは小さくなって静止します。今度は弾性エネルギーから運動エネルギーへ変換が始まり、ペットボトルが動き始めます。このとき、ゴムのねじれの向きと反対向きにほどかれていきますから、ペットボトルは逆に転がるわけです。力の作用と反作用、エネルギー変換やエネルギー保存を考えたりします。



(3) WHAT' S THE 大気圧? 中学生向け科学教室

中学生を対象とした科学教室にTAとして参加しました。知識として知っていてもイメージしにくい大気圧の実験について演示実験や説明を行いました。

- ◇空気に重さがあることを確かめる。
- ◇空気の圧力を下げたときにおこる現象。
- ◇大気圧の大きさを体験する。
 - ・ マグデブルクの半球
 - ・ 高さ10mの高さまでホースで水を上げる。
 - ・ 空き缶つぶし
 - ・ 明礬で机を持ち上げる。



【評価と課題】

(1) では、穴のあけ方や吹き方で音の高さが異なる笛の不思議さを体験してもらうことができたと思います。

(2) では、家庭で見られる素材を利用して工作を教えました。作り方が少し難しく、それが逆にスタッフと来場者のコミュニケーションを豊かにするという効果がありました。作品が完成したときのスタッフと来場者がともに喜んでいる様子から教える楽しさと難しさを体験できたと思います。



中学生向け科学教室

(3) では、日常のなにげない生活の中に深くかかわりのある大気圧を実験を通して中学生に体験してもらいました。科学を身近に感じてもらったと思います。

[2] 科学部活動

昨年度までの科学系クラブ(物理部・地学部・理学部)は部員数が少なく、目立った活動はできていなかった。アドバンス物理研究会の公開講座への参加、化石採集、天体観測などの単発的な活動が中心となり、自主的な活動としては、3クラブ合同で週1回物理教室で工作や実験を行う程度のものであった。

今年度は、昨年度までの活動の反省を踏まえ、以下の重点課題を設定し、科学系クラブ活動の

③ その他

科学的な基本スキルの向上を目標に、身近にあるものを用いた工作や理科の実験なども随時取り組んでいる。例えば「フィルムケースを使った笛」「ペットボトルを用いた工作」などは、小学生でも作れる簡単なものではあるが、「なぜ」という言葉を重視し、その科学的根拠や理論について調べさせた。また、「葉脈標本作り」「遺伝子組換え実験」「培地の製作」など基本的な実験操作についても体験習得できるよう考慮した。

[3] 全国SSHコンソーシアムによる乾型耳垢型の全国遺伝子地図作成に関する研究会に参加して

(1) 日 時 平成18年12月12日(火) 10:00~17:00

(2) 参加者 教員1名 環境科学科1年生1名

(3) 講 師 長崎大学医学部 新川 詔夫 氏

吉浦 孝一郎 氏

(4) 場 所 午前 長崎ブリックホール(国際会議場)

午後 長崎大学医学部

午前中は新川教授より、この研究では、共同研究に参加するSSH校の生徒から指の爪を採取し、乾型遺伝子頻度を算出することで、参加校の地域ごとに乾型遺伝子の頻度をもとに色分けした全国地図を作ることが目的であるとの説明があった。また、長崎西高等学校の生徒による研究発表が行われ、今後の研究の方向性も伝えられた。その後、SSHコンソーシアム結成式があり、各校の生徒による学校紹介が行われた。午後からは、長崎大学医学部に移動し、共同実験を行った。



初めに長崎西高校の生徒より爪からDNAを抽出する方法をデモンストレーションしてもらった後、実際の実験に入った。今回の実験は、①耳垢型を決定するABCC11遺伝子のDNA部分をPCRで増幅させること、②制限酵素反応を行うこと、③3%アガロースゲル電気泳動の結果を写真におさめ、遺伝子型の判定を行うという内容であった。生徒の感想には、「非常に楽しく実験ができ、このような研修があればまた参加したい。この演習で学んだこと、感じたことを糧にして、自分の研究にも取り組みたい。」と書かれており、前向きに捉えることができていた。また、この研究会に参加したSSH校との交流で、研究に取り組んでいく姿勢を学ぶこともできたようである。



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

〔1〕 向陽中学校の沿革

(1) 開校

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

第1期生となる入学者選抜検査では、80名の定員に対し、820名もの志願者があり、その倍率は10.25に達した。そうした高い関心はその後も続き、翌平成17年には839名(10.49倍)、さらにその翌平成18年には873名(10.91倍)となり、中高一貫教育に対する県民のニーズの高さや向陽中・高に寄せる期待の大きさを裏付けるものとなった。

(2) 建学の柱

向陽中学校は、建学に際し、「環境科学科に接続することを前提とした理数系教育」をひとつの柱として掲げた。環境科学科は、理数に関する専門学科として「環境」と「人間」との関わりについて理解と認識を深め、豊かな創造性と主体性を発揮し、社会に貢献する人材の育成を目標としてきた。向陽中学校の開設にあたっては、この環境科学科への接続を当初から念頭に置き、環境教育を軸に理数系教育を重視することとした。こうした柱は、我が国の公立中学校にあって例を見ない際だった特色であり、この具体化のため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。

I 基本目標

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

II 具体的目標

1 未来を切り開くリーダーとしての資質や能力の育成

- ・高い志、深い思慮、広い視野を獲得し、主体的かつ適切に思考・判断・行動する資質と能力を身につける。
- ・正しい知識と確かな理解に基づく人権意識を醸成し、互いを尊重しあう態度を身につける。
- ・自分の適性を正しく把握し好ましい職業観を育み、進路意識の高揚を図る。

2 課題を発見、探究し、主体的に判断し、行動できる資質や能力の育成

- ・多様な機会を学びの場とし、自主的、継続的な学習習慣を確立する。
- ・問題や課題に立ち向かうための強い意志と幅広いスキルを身につける。
- ・集団や社会の一員としての公民的資質を培い、自律的に行動する力を身につける。

3 理数の確かな力と幅広いコミュニケーション能力の育成

- ・理数の確かな学力を培い、自然科学の分野で幅広く活躍する力を育成する。
- ・言語の運用能力を高め、自他の思いや考えを正しく伝えあう態度と能力を身につける。
- ・豊かな国際感覚を育むとともに、情報化社会に適切に対応する資質を培う。

〔2〕 理数系教育を重視するカリキュラムの設定

(1) 学校独自教科の設定

理数系教育を重視したカリキュラムを編成するにあたって、理科や数学に関する本校の独

自教科を設定することとした。

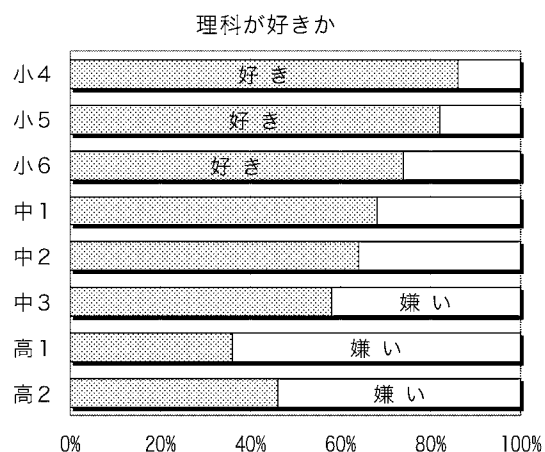
そのためにも、まず、本校理数系教育の6年間の流れとして、中学校段階と高校でのそれとで役割を分担しあい中高の接続を円滑にしたいと考えた。すなわち、

- ・中学校では、実習・実験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。
- ・高校では、中学校との接続を重視しながら、将来にわたって科学に対する主体的かつ創造的な関わりを持つ態度の育成やそのためのスキルの獲得を期した内容とする。

(2) 独自教科の設定にあたって

中高一貫の6年間にわたって理数系教育を重視し、実践することについては、多少のリスクが伴う。もとより、小学校の段階では、自分が理科や数学が好きなのか、あるいは理科や数学を得意とするのかまだまだ本人に自覚されていない。また、入学時に理科あるいは算数が好きだったとしても、その後その気持ちがどう変化するかはわからない。その意味で、理数系重視の教育を行うためには、少なくとも「理科嫌い」や「数学嫌い」にさせない努力が必要となる。

理科や数学については、今後の我が国の在り方とも関係して、「理科嫌い」「数学嫌い」を憂える意見が叫ばれてもはや久しい。本校がとりくむSSHも一面ではそうした事態に応えるためのひとつの方策とも言える。ここに、兵庫県が平成14年度に行った調査の結果を掲載する。これは、各学年およそ1,000名のべ8,000名にものぼる児童生徒を対象に行った大規模な調査である。本県にはこうした調査がないため、今回これを参考にしたい。先のグラフでは、学年進行にしたがって「好き」とする子どもが減り、逆に「嫌い」と答える子どもが増えており、高校に入った段階では「好き」とする生徒は半数に満たないものとなっている。兵庫県におけるこの結果は、これだけの規模の調査であることを鑑み、我が和歌山県においてもそれほど差異はないものと推察される。



(3) 理科や数学への興味関心を高めるために… 仮説1

では、どうして「理科嫌い」や「数学嫌い」が多くなるのか。

これについては、多くの教育関係者が様々な場で論じており、その見解については一定程度の一致を見ている。本校にあっては、その原因を次のように考えている。

- ・「理科嫌い」については、教科としての学習内容が学年を追って抽象化する中、論理的な思考を要するものが多くなり、生徒にとっては日常生活と乖離したものと写り始め、学習へのモチベーションを低下させる一方、高度な知識や計算を用いた課題解決が求められること。

- ・「数学嫌い」は、学習する内容がそもそも抽象的な事柄を多く含み、生徒にとってそれらを学ぶ面白さ、学ぶことの価値を見出しにくい特性に加えて、じっくりと考え、習熟する時間の確保が困難であることから理解不足を招き、以て悪循環に陥っていること。

などが考えられる。そこで、本校では、独自教科を設定するにあたって、

- ・日常生活に素材を求め、学習へのモチベーションを高く維持し、
- ・実験、観察、作業などの体験的な学習場面を多くすることで興味・関心を高め、
- ・論理的な思考による課題解決の喜びを実感させる



ことを主眼に、独自教科のネーミングをはじめ、教科のイメージづくり、シラバスの作成を行った。

このことは、逆に言えば、次のような仮説を立てることとなる。

仮説1

教材の開発、選定を日常生活に求め、五感を生かした授業を展開し、ここでの発見や解決の喜びを味わう経験の蓄積が、理科並びに数学を受け入れやすくすることができるのではないか。

(4) 独自教科を軸とした理数系教育の実践

① 独自教科の概要

以下は、理科や数学にかかる独自教科及びその内容（イメージ）である。

分野 領域	設定教科 履修学年	内 容（イメージ）
数 学	おもしろ サイエンス a 2年	中学校の「数学」の教科書にとらわれず、日常生活の様々な事例を見つめ、そこに内在する数学的な規則性、配慮や工夫さらには美しさなどに触れることを通して数学への興味関心を高める。 また、こうした過程から公式、法則などに迫り、数学的な感性を高めつつ、学力としての数学に対する力を向上させる。
	実践 サイエンス a 3年	時間的な制約等により、必修教科の数学の中で扱いきれない発展的な内容に迫ったり、おもしろサイエンス a におけるレベルをさらに高めた内容について、高校で学習する事項にも触れたりしながら、より高度な数学の力を身につける。
理 科	おもしろ サイエンス β 1年	身近な自然の事物や現象について、観察実験を行うことにより、理科に関する興味・関心を喚起するとともに、目的意識を持って観察や実験を行い、科学的な見方や考え方を身につける。 また、コンピュータや視聴覚機器に積極的に触れながら、各種のメディアへの対応力やリテラシーを高める。
	実験理科 2年	主として物理や化学の分野に関わる自然現象について、簡易実験を中心に、その原理やしぐみを解明しようとする態度を養う。ろ過、蒸留、加熱や燃焼、あるいは混合などの簡単な化学実験を取り扱いながら、実験器具に親しみ、その基本的な操作を身につけさせる。 物理実験では、計測、計量、比較等のデータ収集を行い、データの解析方法や分析的、統合的な考察の方法について具体的に学習する。
	実践 サイエンス β 3年選択	「仮説 → 実験・観察 → 検証 → 仮説 → …」という経過をスパイラルにたどらせることをとおして、科学的思考の基礎を身につけさせる。 自ら問題意識を喚起し、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。

これらのうち、代表的なものについて、それぞれのシラバスを各学年から次に挙げることとする。

② それぞれのシラバス

おもしろサイエンスβ 第1学年

- ・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に関連付けた理解を図る。
- ・上記を通して理科に関する興味・関心を育て、理科の学習に積極的に取り組む姿勢を育成する。

月	大単元	小単元・題材	内 容
	気象観測	気象観測機器のデータ収集	乾湿湿度計・ハイブリッド型風力発電システムによる気象条件のデータ収集のしかた
4	植物の世界	観察のしかた	顕微鏡の使い方を学び、身近にあるものを顕微鏡で観察する。
			池の水を採取し、プランクトンを顕微鏡で観察する。
5		花のつくりとはたらき	グライダーのような形のアルソミトラの種子の模型を作成する。
		葉のつくりとはたらき	身近な植物をスンプ法による気孔の観察を行う。
6	身のまわりの現象	光の世界	光の反射や屈折への興味関心を高めるため、万華鏡づくりを行う。
			油の中のガラスがなぜ見えなくなるのかを考える。
			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。
7			空が青い理由を実験を通して解き明かす。
			水でレンズを作ったり、レンズで紙を燃やす実験をする。
			ピンホールカメラを作成し、カメラのしくみについて学ぶ。
8	気象観測	EXCELを活用したデータ処理	気象観測で得られたデータの入力・処理方法を学ぶ。
9	身のまわりの現象	音の世界	たたく物の大きさと音の関係から楽器作りをする。
		いろいろな力の世界	浮沈子を作成し、浮力について学習する。
10			マルデブルグ球を作成し、大気圧の大きさを実感する。
	身のまわりの物質	身のまわりの物質とその性質	水素を爆発させ、燃焼と爆発の違いを学ぶ。
			ミョウバンなどの大きな結晶作りをする。
11		水溶液の性質	ムラサキキャベツにより酸性・アルカリ性を調べる。
12	物質の姿と状態変化		常温で沸騰するボタンを用いた実験をする。
			紙の器に直接炎をかざして湯を沸かし、紙が燃えない理由を考える。
1			気圧と沸点の関係を実験により確認する。
2	大地の変化	火をふく大地	スライムを作成し、マグマの粘性と火山の形について考える。
		地層から読みとる大地の変化	恐竜についての学説の今と昔について考える。 進化についてそのしくみを考える。
3	気象観測	EXCELを活用したデータ処理	気象観測から得られたデータの処理及び考察。

実践サイエンスα 第3学年

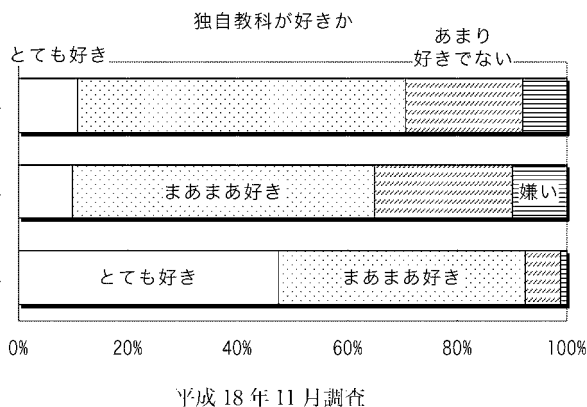
- ・中学校の数学教科書では取り上げにくい内容、中学で習った数学を発展させて高校の数学につながる内容、高校の理科で使う数学の内容を取り扱う。
- ・日常生活の中で使われている数学を教材に取り上げ、興味・関心を呼び起こす。
- ・教具を使った説明、実演や実習、実験、工作等を組み込み、楽しい数学を実践する。

月	単元・題材	内 容	備 考
4 ┆ 5	数え上げ、数列	①規則性を見つける ②数列の一般項と漸化式 ③自然数の和、等差数列の和	教具を使った授業 工作
	等差数列	花見の区割り問題	生活の中の数学
		トイレトペーパーの巻き数を求める ハノイの塔（漸化式、コンピュータを使って）	生活の中の数学 楽しい数学
6 ┆ 7	確率	確率の実験 ①押しピン投げ ②硬貨2枚投げ	実験
		確率の落とし穴（モンテホール・ジレンマ）	生活の中の数学
	三平方の定理	三平方の定理の証明アレコレ	教具を使った授業
8 ┆ 9	球の体積と表面積	球の体積と表面積の公式を作る	教具を使った授業、実演
	相似	相似比と面積比と体積比 相似を利用した測量実習	実演、教具を使った授業実習、生活の中の数学
	指数法則と指数の拡張	①0の指数と負の指数 ②有効数字	理科で使う数学
10 ┆ 11	三角形の性質	①三角形の重心の位置を求める実験 ②折り紙を使って外心・内心・重心の位置を求める ③三角形の辺と角	実験、教具を使った授業 工作
		最短経路を考える	生活の中の数学
		折り紙と数学	生活の中の数学
12 ┆ 1	ベクトル	ベクトルの加法・減法・定数倍	理科で使う数学
	約数と倍数	①最大公約数と最小公倍数 ②ユークリッドの互除法	
		商品コードと書籍コードの数学	生活の中の数学
2 ┆ 3	等比数列	等比数列	
		音楽と数学（ギターの弦の長さと言階） 複利計算（コンピュータを使って）	生活の中の数学 生活の中の数学
	2進法	数当てカードの秘密（2進法）	楽しい数学

③ 生徒の声… 検証1

独自教科を進めるにあたっては、教科書となるものがないことから、その成否は担当者の力量によるところが大きい。したがって、担当者は相当程度の努力が求められたが、それぞれ斬新な内容を盛り込み、随所に創意工夫をこらすことにより、必修教科とは明らかに異なる「ある種の境地」を開拓してきた。

その甲斐あって、生徒は、こうした独自教科に対して多くの者が好意的なとらえ方をしている。



生徒の声を拾ってみる。これは、卒業を目前に控えた2月時点における3年生から寄せられたものである。

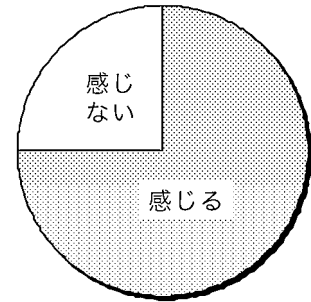
- ・ a とか β は、普通の理科や数学よりおもしろいものとか、自分たちが考えつかなかったようなことをするので楽しい。よく「へー」と思うことがある。
- ・ どちらかというと数学が嫌いだったけれど、3年の a で好きになった。
- ・ a や β は好き。教科書だけの勉強じゃ実践力はつかないような気がするが、これらの授業は、自分で考えてできる。教えてもらうだけじゃなく、「自分の考え方」「正しい考え方」

がわかる。

- ・ a や β があってよかったと思う。教科書がなく、すべて予想を立ててからやったので、想像力がついたようで、よかった。
- ・ 普段の理科や数学では扱わない内容や、日常生活につながるような授業ができたので、楽しく学べたと思う。日頃不思議に思っていることや興味のあることについて、いろいろと知ることができるのはいいことだと思う。

最近、「おもしろ科学実験」のようなものが一種の流行とも言える活況を呈し、様々なところで展開されている。これらは、自然科学としての法則や道理を巧みに採り入れ、あっと驚く現象を提示することによって多くの人々を魅了している。ただ、ややもするとこれが単なる「科学ショー」や「科学マジック」に終始しかねない側面も否定できない。本校では、こうした事態をできる限り避けるため、実験や観察における論理的な裏付けを重視し、これに迫ることを第一義のねらいとしてきた。そのことは、上の生徒の声からもくみ取ることができるだろう。また、実際、独自教科が単に楽しいにとどまらない科学性に触れられているかを生徒の実感として尋ねた設問に対しては、3年生は右のような回答を寄せている。ここでは4分の3もの生徒が授業を通じて、時には驚き、時には考え込みながら、科学の一端に触れ、その心理に迫ることで「知」の興奮を味わっている。

独自教科で科学に触れていると感じるか



以上のように、独自教科に対する生徒の評価は、3年を経て非常に高いものとなっており、本校にとって欠くことのできないものとなっていることが伺える。

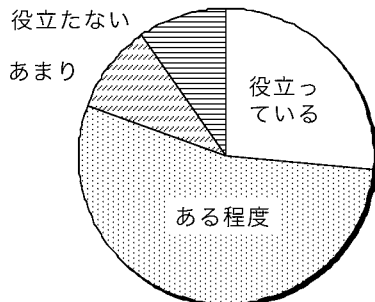
④ 理数教育の定着 … 評価1

こうした a や β などの独自教科は当初のねらいどおりに、理科、数学への親しみを感じさせることに貢献しているか3年生に問うてみた。

これに対して、80%を超す生徒がその意義を理解しており、担当者の努力は報われた形となっている。「3年生での a によって数学が好きになった」などの声は、その最たるものである。

今年度、第1期生が3年生となり、第3学年で履修する予定だった「実践サイエンス a 」並びに「同 β 」を今年度初めて実施したが、これらはともに高校教員が担当したが、このこと

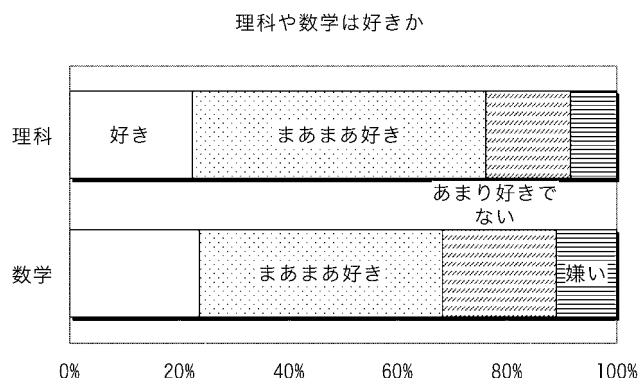
理科・数学を好きになることに役立つが生徒にとっても好評で、非常にいい成果を生んでいる。



高校教員が担当することにより、中学生にとってはやや専門的で高度とも思える内容が、本校の生徒にとってはむしろ刺激的で新鮮なものと写ったようで、これらに対する評価は極めて高いものがある。もちろん担当者が親しみやすい題材を切り口に生徒を引きつけた「工夫のたまもの」との側面はあるものの、それ以上に生徒にとっては、その専門性や理数系ならではの論理の一貫性等にある種の「見事さ」を感じ取

り、時には「美しさ」や「気高さ」にも似た感動を覚えた感がある。このことは、中高一貫教育の大きなメリットとして記すべきだと考える。

最後に、では、理科嫌いや数学嫌いは回避できたのか。右に示すように、理科については76%、数学に対しては68%の生徒が好きであると回答している。さきほど、兵庫県の調査を引き合いに出したが、ここでは中学校3年生の58%程度の生徒が理科を好きと答えており、これに比べて、20ポイント近い開きをもって回答している。このことから、独自教科の設定並びにその中で工夫や充実が理科や数学に対するハードルを確実に下げていると言えるだろう。



〔3〕 総合的な学習の時間「環境」について

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

「総合的な学習の時間」は、平成10年に告示された学習指導要領に盛り込まれ、平成15年から実施されてきたもので、

- i 地域や学校、子どもたちの実態に応じ、学校が創意工夫を生かして特色ある教育活動が行える時間
- ii 国際理解、情報、環境、福祉・健康など従来の教科をまたがるような課題に関する学習を行える時間

として設けられた。

そこでは、自ら学び、自ら考える力の育成や学び方や調べ方を身に付けることなどが謳われ、日進月歩の社会の進展とこれに対応する生涯学習社会を見据えた、今後の教育の在り方を巡るひとつの大きな変革の一步に位置づくものである。

向陽中学校では、これらの趣旨を十分に踏まえながら、環境問題をこの枠組みで取り扱うにあたって、次のようなねらいを掲げてきた。

(1) 「環境」で獲得するもの

環境問題は、極めて広範な内容をしかも複合的にもつことから、中学校の段階としては、「環境をテーマに調査、観察、実験、データ処理、協議、発表などの学習のしかたを学ぶ」ことをねらいとした。

具体的には、自然、水、ゴミ、エネルギーなど環境に関係することがらについて、観察、実験、インターネット検索などにより情報収集を行い、これらを整理統合しながら、最終段階としての発表までをひとつの区切りとして授業を組み立てた。また、扱う内容を学年を追って身近なものから徐々に広範で大規模なものへ移行し、同時にまとめの形式としても、ディスプ

レイからパネル、さらにはパソコン上のプレゼンテーションへと発展的に移行する設定のもと、3学年にわたってスパイラルに繰り返す形をとってきた。

これにより、自学自習の基本的な進め方やそのための技術、自分自身が明確に方向性を打ち出す意思と姿勢、さらには自分の思いを他者に伝えるコミュニケーション能力などを獲得することをめざしてきた。その意味では、中学校段階では環境問題は追究すべきテーマではあるものの、むしろ上記を獲得するための素材としての位置づけにウエイトがあるとも言える。

今回向陽中・高校としてSSHの指定を受けたことを踏まえるとき、総合的な学習の時間の設定にも謳われる、「自ら学び、自ら考える力の育成…」を単なる謳い文句でなく、実際の学習として根付かせ、培っていく重要性は論を待たない。

こうしたことから、中学校段階として、次のような構想を描きつつ、授業を進めるとともに研究を進めてきた。

(2)「環境」と「理数系教育」の関係性として … 仮説2

前項では、理数系教育の入り口として円滑に推進する役割を独自教科が担っていることに触れたが、「環境」はここでの学びを通して理数系教育を側面で支える役割に位置づけたいと考える。

すなわち、「環境」で獲得しようとするのは、「学びへの主体性や学び方そのもの」であり、一方「独自教科」で培うのは「科学への興味・関心や確かな動機」である。これらが互いに支え合い、また刺激しあう相乗効果のもとに理数系教育の充実・発展があるのではないかと。将来の理数学習や理数に関する研究を想定するとき、科学への興味・関心を抱くだけでは学びへの具体的な一歩を進めることはできない。また、学びへの主体性の涵養に終始するとき、その力の発揮されるべき方向が定まらない。この両者が相互に補完しあい、作用しあうとき、科学に向かう意思や視座、さらには科学する姿勢や力が育まれ、学習者としてのあるべき像を形成するのではないかと。こうして、ふたつめ仮説として、次のように考えた。

仮説2

理数系教科や自然科学の学びを確かなものとするためには、興味関心を高め、動機づけを明確にする働きかけ（仮説1）に加えて、学習者にとりくむ主体的な姿勢の育成や学習スキルの獲得が同時になされる必要があるのではないかと。

(3)「環境」の実際

① 計画を策定するにあたっての観点

総合的な学習の時間の中で、環境に関する学習を行うにあたって、中学校段階としての3年間の計画を次ページに示す。計画の道筋は、先ほどの記述とも若干重複するが、

- i 学習の題材を身近なものから地球的規模の大きなものまで、学年を追って広げていく
- ii 問題解決型学習の一般的なプロセスである「調べ → まとめ → 発表」に沿って、自らの問題意識に沿った学習を展開する
- iii まとめの段階では、ディスプレイやパネル、プレゼンテーションソフトなど発達段

階を踏まえたメディアを用いること

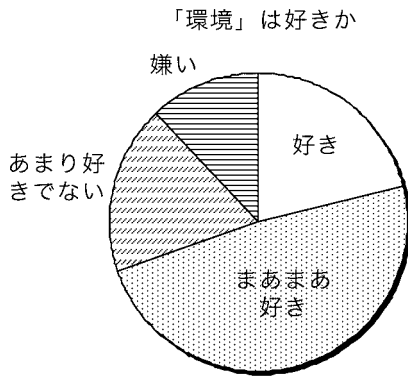
iv i～iiiまでを繰り返すことで、学び方を身につけるとともに、学習への主体性を高め
ていく

との観点で計画を策定した。

② 3年間の計画

学校 目標	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					
全体 目標	<ul style="list-style-type: none"> 総合的な学習の時間「環境学」では、「環境」をテーマに幅広い学習を行い、このことをとおして、調査、観察、実験、データ処理、協議、発表などの基礎的なスキルを身につけるとともに、「学び」に対するモチベーションを高め、継続する。 環境学習をとおして、自分の日々の生活が社会、我が国ひいては世界につながっていることを自覚し、地球規模の公民的資質の育成を図る。 					
	1 年		2 年		3 年	
学年 目標	身近な地域における自然やそこに棲む生物を調査、観察することをおとして、「環境」に関する学習の導入とする。また、「環境」がきわめて複合的な課題であることに鑑み、1年生では主として、自然科学の立場から環境問題をとらえることとする。		夏の合宿に向けた事前事後の学習をとおして、南紀の自然をとおして環境問題を考える。さらに、環境問題を、文明、地域文化、エネルギーなどとの関わりからとらえ、より広域的な視点に立ったものの見方、考え方を養う。		これまでの学習を総合し、環境に関わる事象をテーマにディベートを行う。また、既習事項の中から興味関心のあったことがらを課題に設定し、ひとつの研究成果として卒業制作にとり組み、ディベートとあわせて、環境に関する知の統合化を図る。	
月	テーマ	学習内容	テーマ	学習内容	テーマ	学習内容
4月	環境とは	ガイダンス ・環境学習について ・学習の仕方	私の生活	自分の生活と環境問題 ・生活を振り返って ・共通テーマの班による協議	地球規模の環境問題	地球規模の課題 ・森林破壊、大気汚染、地球温暖化等についての調べ学習
5月	白崎海岸	春の合宿に向けた学習 ・白崎海岸の地質や生物について			ディベート	ディベートとその準備 ・主題の設定 ・調査、取材 ・立論・反駁のシミュレーション ・ディベート
6月 7月	水 …紀ノ川	「水」に関する調べ学習 ・水質検査の方法 ・紀ノ川大堰の見学 ・大堰付近の水の採取と検査	天神崎1	夏の合宿にむけた学習 ・外部講師による天神崎紹介 ・自分が天神崎で調べたいこと ・ナショナルトラスト運動 ・天神崎の自然、生物 ・フィールドワーク		
9月 10月	ゴミ	「ゴミ」に関する調べ学習 ・調べとまとめ ・ポर्टフォリオの制作 ・ポर्टフォリオを使ったポスターセッション	天神崎2	天神崎についての発表 ・学習のまとめ ・プレゼンテーションソフトを使った発表	卒業制作	制作へ ・主題の設定 ・研究の視点 ・調査、取材、研究 ・まとめ
11月 12月			エネルギー問題	エネルギーと環境 ・エネルギーの種類とそれぞれの生み出す方法 ・エネルギーと環境 ・クリーンエネルギー		
1月 2月	ディベートへの準備 ディベート	水やゴミなどを題材にその是非に関する立論の練習 ディベートについて ・ディベートとは ・高校生のディベートを参観		ディベートに向けて ・高校生のディベートを参観	卒業制作発表	

④ 生徒の声 … 検証2

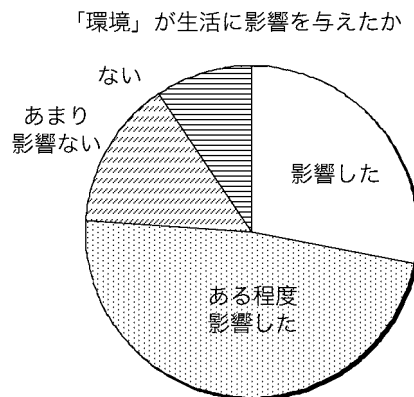


環境に時間に対する生徒の評価は、左のとおりである。様々な素材を様々な扱うことや、現代社会のありように迫ること、さらには必修教科ではなかなか触れることのできない幅広さが生徒には受け入れられているようである。

次は、3年間の「環境」の時間を振り返って寄せられた生徒の感想である。

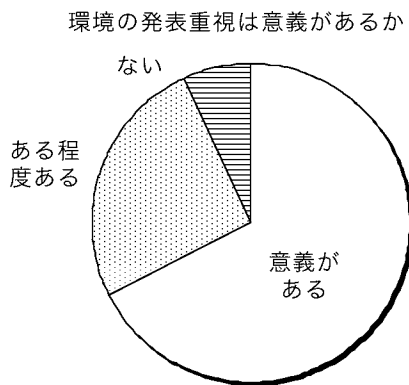
- ・○○をしなさいと言われることが比較的少なく、自分で決め、調べ、発表することが多かった。3年間ですごくこの力がついたと自分でも感じます。
- ・5教科より大切なことや知識を学べたと思う。ニュースや新聞にある内容と授業内容がリンクしたときが一番楽しい。
- ・環境の時間は絶対に大切だと思う。ゴミのことや水のこと、そしてクジラのことなど、環境で取り組んだ内容はすごく印象的で、私の力になっている。
- ・1年の時からディベートを見て、2年でマイクロディベート的なものをして、3年生でディベートが完結したことから、3年間でひとつのものが完成した感じでよかった。
- ・ディスプレイやパネル、パワーポイントなど、自分のまとめを自分なりに形として残せるというのは、やりがいがあった。また、小グループでの調べ学習は真剣になれた。

環境を学習する場合、「環境に配慮しましょう」との単なるお題目に終わることなく、やはり日常のちょっとした心がけがなされたり、自分の生活スタイルを見なおすなど、生活に直結する改善が見られていくことが望ましい。その意味で、右のグラフにも現れているように、環境に関する授業は、生徒に対してかなりの高率で何らかの影響を与えており、ひとつの学習の成果として読み取ることができる。



⑤ 学習の成果 … 評価2

この時間すなわち「環境」では、学びの最終段階としての発表について、非常に力を入れてきた。発表については必ずしも得意でない者も少なからずいる。しかし、そうした者も含めて、そこに意義を感じている者がたいへん多い。しかも、その理由に、ほぼ一様に「将来きっと役立つと思う」との思いが働いている。また、最終的に発表があるのだという自覚により、当然、発表の中身をよくしようとの前向きな姿勢が見られ、そのための



努力を惜しまない。さらに、発表後寄せられる質問を想定するとき、「調べ」の段階においていかにげんなものではないかとの思いが働き、一層の深まりや広がりをもって調べにあたっていた。それは、「まとめ」の中に表現されている質を大きく上回っており、行間には大変な量の情報が込められ、見出しには熟慮の末そぎ落とされたエッセンスが詰まって、結果として学びのレベルを飛躍的に上げる効果があった。これに関して、生徒の声を挙げてみた。

- ・自分で調べてまとめる、どういうふうにまとめたら相手にわかってもらえるかなど、将来役に立ちそうな力を育てられる授業だと思う。また、ありふれたテーマ設定でなく、どんなテーマだと他の人の興味を引くかなども考えた。
- ・発表するのは大切だと思う。自分の意思をはっきりきっちり言うのは、練習しないとできないと思うから。ディベートはかなり意味のあるものだった。かなり。



仮説2で挙げたように、理科・数学への興味関心を高めることと、「環境」の学習を通じて得られたこれらのことが相まったとき、理数教科や自然科学への学びの質を向上させるのではないとの見方（仮説2）については、今の時点で評価するには無理がある。

というのも、仮説2が追求するところは、今後向き合うであろう理数の専門教科の学習の過程でどのように反映されていくかを想定したものであり、中学校段階として培ったこれらがその時点で学習の礎となって開花することを期しているからである。したがって、高校でのSS探究科学やSS環境科学といった専門教科の中で発揮され、評価されていくものとする。

4章 実施の効果とその評価

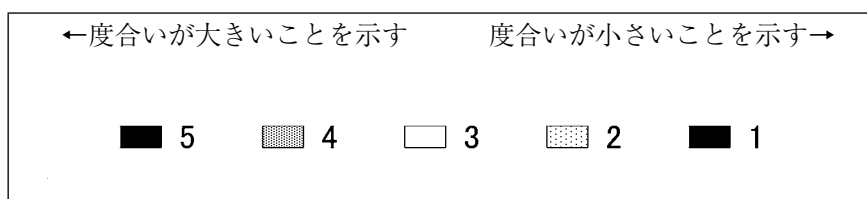
〔1〕事業アンケート

研究室訪問や先端科学講座を通じて、各事業ごとに環境科学科1年生（80名）にアンケートを実施した結果を下に示す。なお、すべてのデータにおいて、希望者のみの受講には◎をつけ、80名全員が受講したものと区別した。

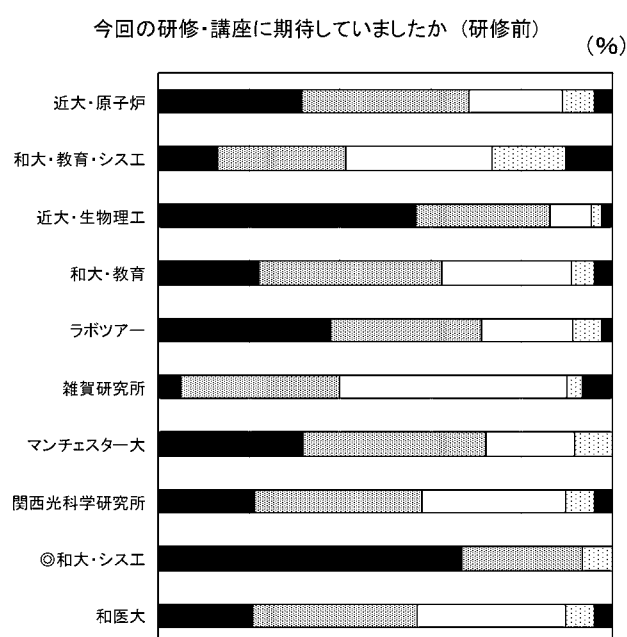
まず、この1年間を通して行った研修内容を研修順に示す。

研修場所・関係機関	訪問・講座	研修内容
近畿大学(原子炉)	研究室訪問	原子炉運転等の実習
和歌山大学(教育・システム工学部)	研究室訪問	物理・化学・生物・地学分野の講義と実習
近畿大学(生物理工学部)	研究室訪問	遺伝子や生物工学の実習
本校(和歌山大学・教育学部)	実験講座	水質測定と調査
ラボツアー	研究室訪問	大阪大学・京都大学での講義と実習
本校(雑賀研究所)	先端科学講座	「残留農薬とクロマトグラフィー」の講義と実習
本校(マンチェスター大学)	先端科学講座	「ナノサイズ多孔体と形態」の講義と実習
関西光科学研究所	研究室訪問	施設の見学と実験
◎和歌山大学システム工学部	研究室訪問	ロボットの作成
和歌山医科大学	先端科学講座	「バイオサイエンスと医学」の講義

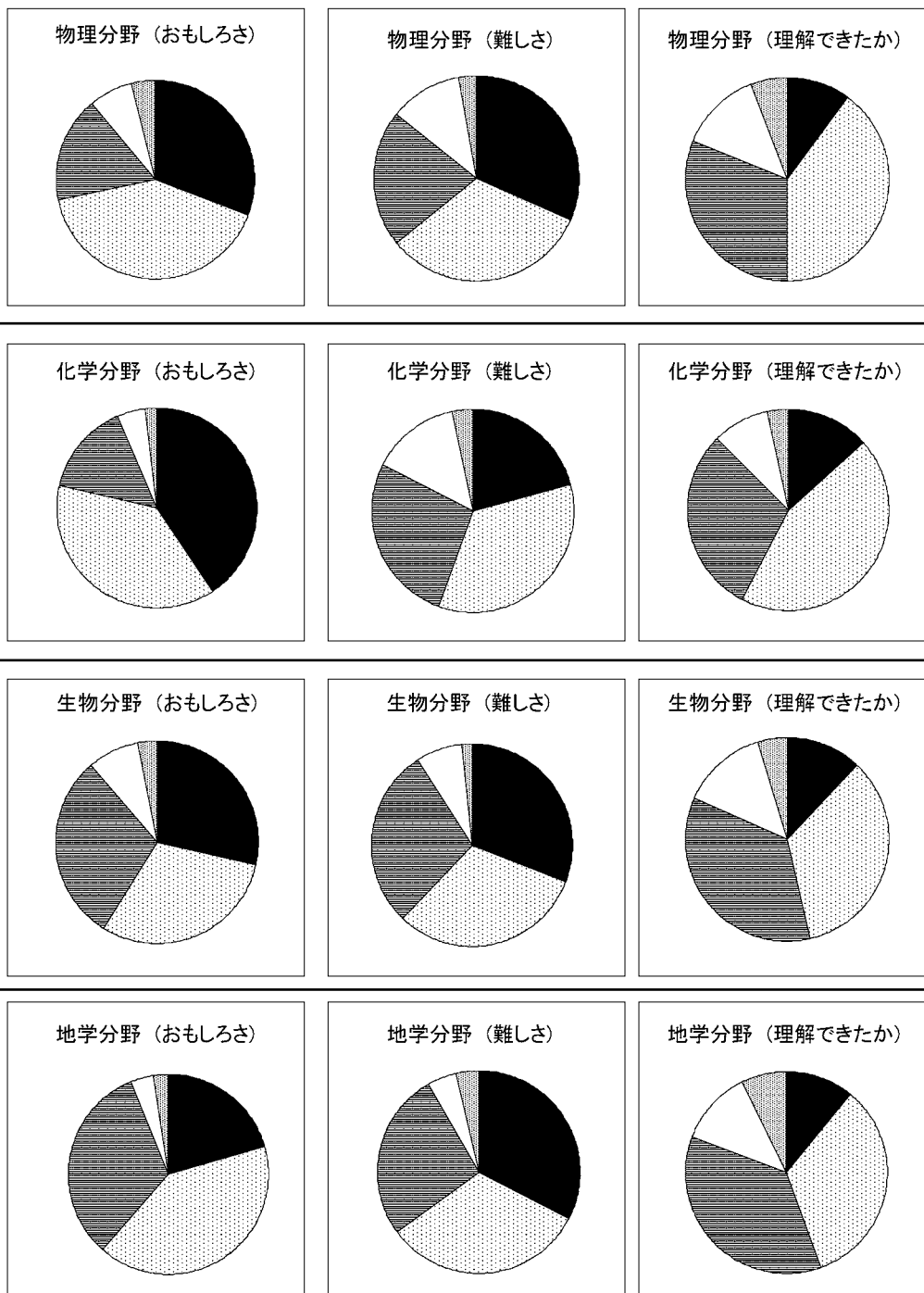
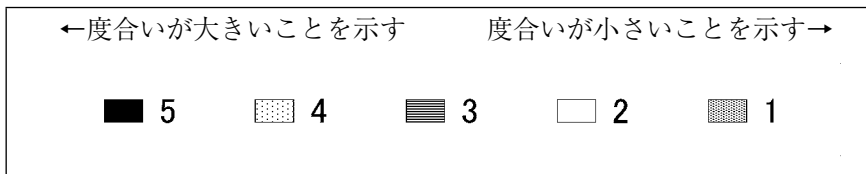
以下の棒グラフに関する度合いについては、右の指標に基づくものとする。



それぞれの研修における期待度は右のような結果となった（以下、グラフ内の関係機関名については略称とする）。校内での研修に比べ、研究室訪問では期待度が高いことがわかる。実験・実習をとる研修については、比較的期待度が高い。講義形式の研修では、マンチェスター大の期待度が高くなっているが、海外研究者による英語での講義、ヘッドフォンを用いた同時通訳など、初めての試みもあり期待度が増したものと思われる。また、内容だけではなく、研修時期の設定でも期待度は大きく変化するとと思われる。



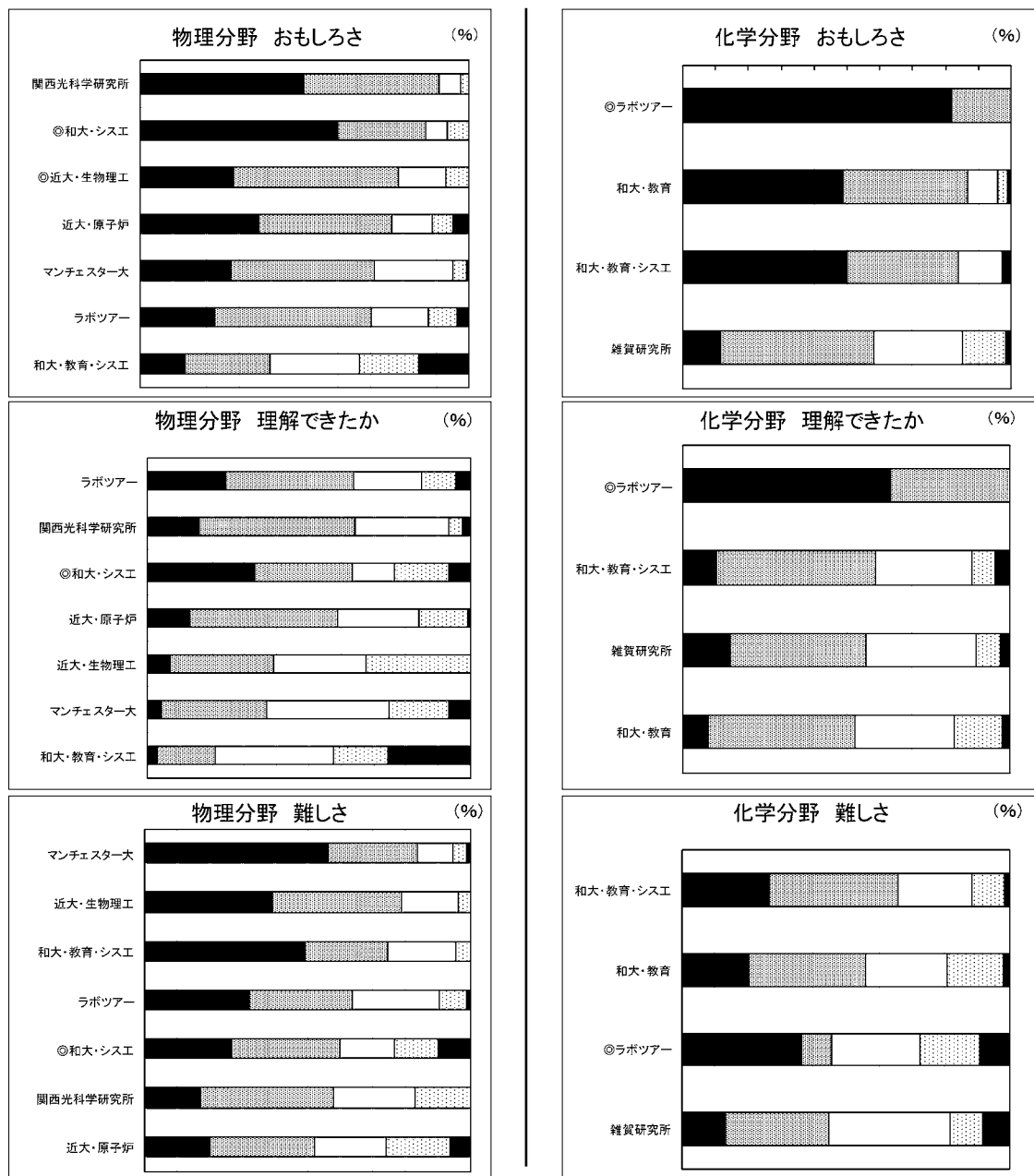
次に、それぞれの研修を物理・化学・生物・地学の分野別に「おもしろさ」「難しさ」「理解できたかどうか」について集計して、その違いについて比較を行った。結果は下の通りであり、円グラフに関する度合いは、右の指標にもとづくものとする。



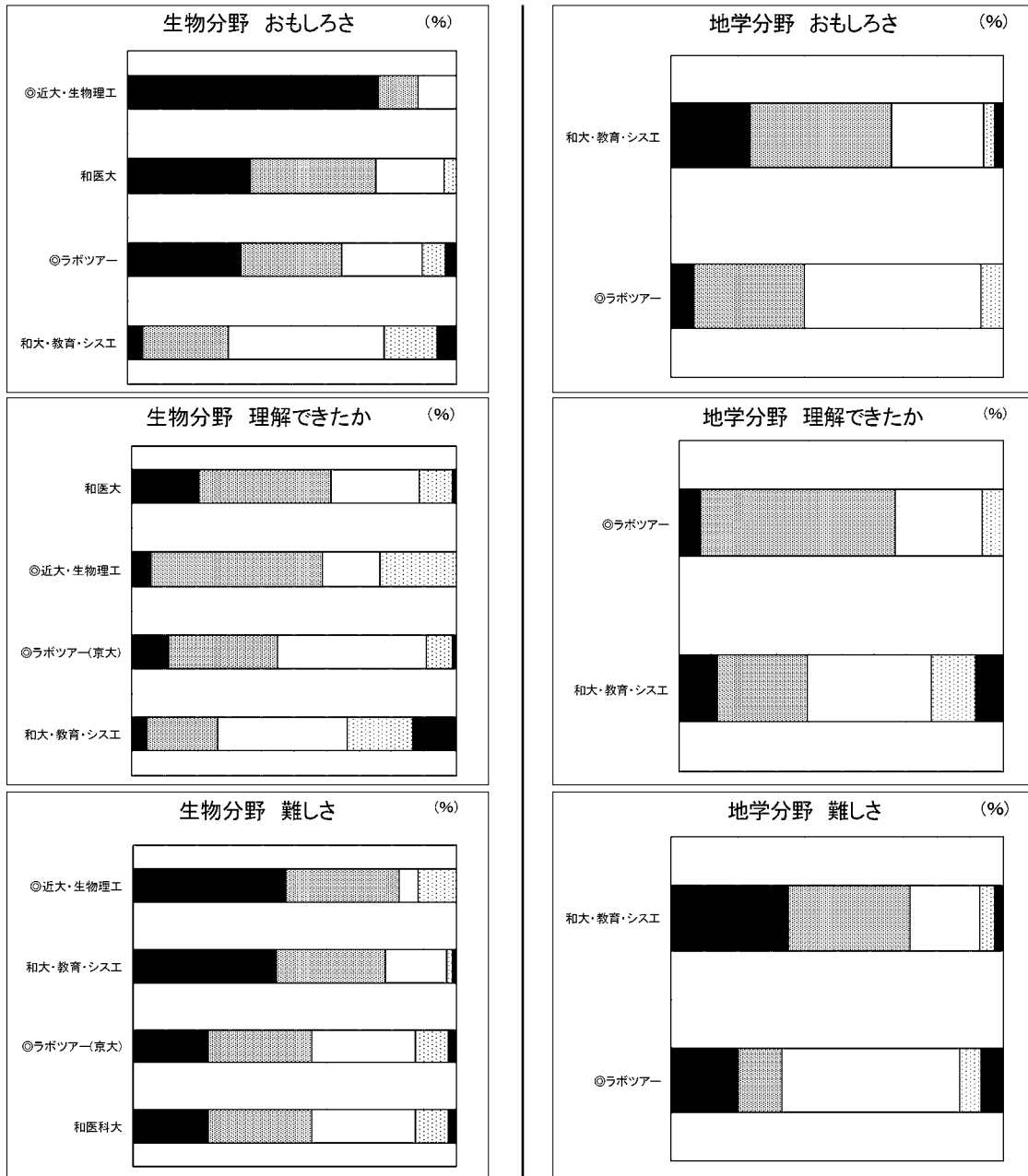
研修については全科目においておおむね興味をもって受講できたという結果になった。内容的に難しいと感じた研修においてもおおむね理解できたという結果が出ており、全体としては研修

がうまく設定できていたものと思われるが、詳細を検証する必要がある。

そこで前ページのデータをもとに、分野別に、それぞれの研修についての詳細を分析した。グラフは度合いが「5・4」の合計に注目し、各項目について(%)が高かったものから順に示した。



物理分野ではほとんどの研修について7割以上の生徒がおもしろさを感じることができている。これは、エネルギー関係などの環境問題について、講義、実験・実習などが多く取り入れられていた結果だと思われる。また、「よく理解できた」と感じる事ができた生徒が1割未満の研修の場合、ほぼ半数の生徒が「内容が難しかった」と感じている。事前学習の充実を図ることにより、理解度のレベルを上げていきたいと感じている。化学分野の研修については、生徒はほとんどの研修において「おもしろい」と感じる事ができている。今後の課題としては、物理と同じく理解度を上げていくことが必要である。

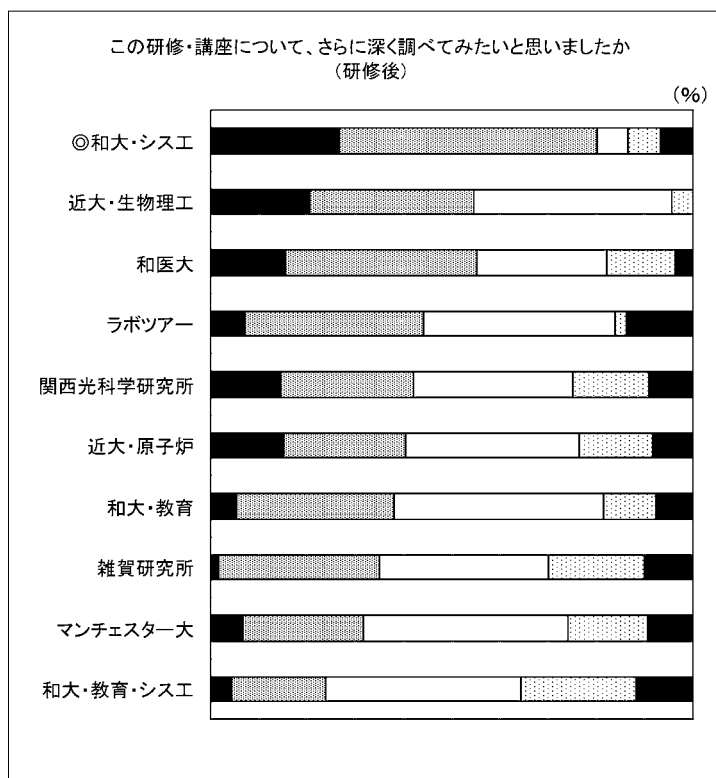


生物分野の研修では、実験・実習をともなった研修におもしろさを感じていた。和歌山県立医科大学の研修は講義形式であったが、比較的興味をもって受講できている。これは、「SS探究(生物分野)」の授業で遺伝子について学習している時期に研修を設定することができ、生徒の理解に役立ったからだと考えられる。地学分野については難易度が高いと感じていても、おおむね興味をもって受講できたようである。

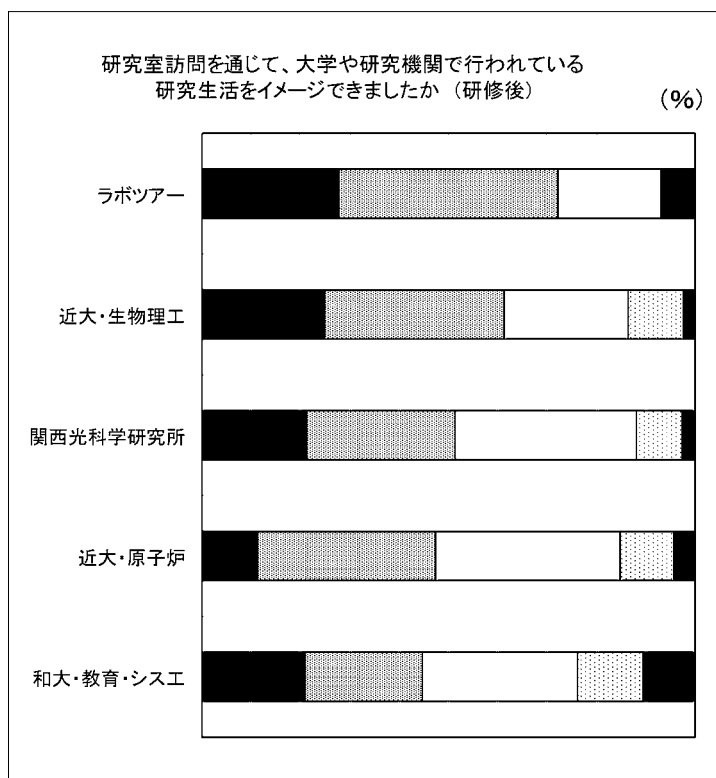
全体を通して、生徒の知識が定着していない時期の研修は、生徒にとって難易度が高すぎる傾向があり、事前・事後学習の工夫がより重要であるという結果を示している。

最後に、それぞれの研修が生徒にどのように影響を与えたかという結果をまとめる。

① 和歌山大学システム工学部の「ロボット講座」が、さらに深く調べてみたい項目として高い数値をだしている。内容は容易ではなかったと思われるが、希望者が参加したということで、意欲をもって取り組むことができ、それにともない理解度もアップし、探究心も向上したと考えられる。それ以外の研修では、探究心を持続させた生徒は半数に達していない。生徒の興味・関心が多様化していることも一因であると考えられるが、研修を受けたことで学習が完結したと感じているのかもしれない。今後、さらに興味・関心を継続させていく工夫が必要であると感じている。



② 研究室を訪問したことで、「大学や研究室で行われている研究生活についてイメージできたか」という問いについての結果を右に示す。特に、ラボツアーの研修によって、多くの生徒が「研究生活」をイメージできたと回答しており、当初の目的を達成できたと思われる。他の施設でも半数近くの生徒は「研究生活」をイメージできたという回答である。この経験が生徒の進路決定や将来の姿に反映されることを期待したい。



〔2〕SSHアンケート

I. アンケートの実施

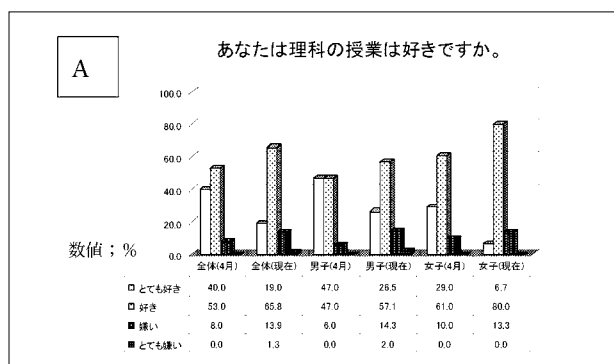
これまでのSSH事業を評価するため、平成19年2月に環境科学科1年生80名にアンケート調査を実施した。4月のアンケートから抜粋した項目から再び回答を得ることで、現在の生徒の状況と比較してみることと、1年間SSH活動を体験したことに関する項目でさらに考察を広げてみることにした。

II. 1年次SSH活動（SS探究科学I・SS環境科学・研究室訪問・先端科学講座・実験講座）を体験してのアンケート

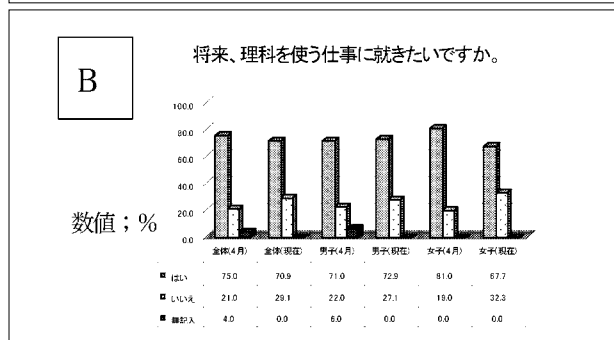
1. 対象 環境科学科第1学年 男49名、女31名（計80名）

2. アンケート結果より

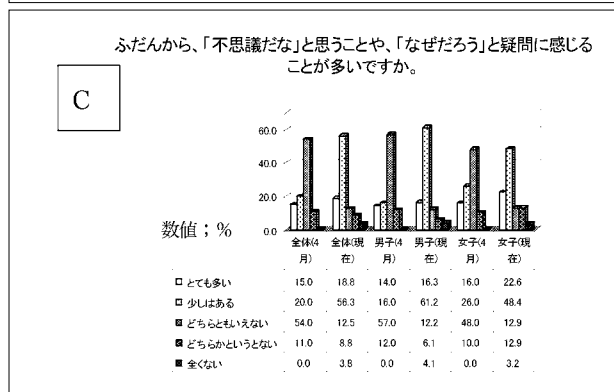
a. 4月に調査したアンケートとの比較



Aのグラフについて、環境科学科を希望してきた生徒であるため、男子・女子とも理科の授業は『とても好き・好き』という回答の合計が93%もあった。しかし、高等学校での理科の授業が、中学校の時よりはるかに高度な内容になっているということが原因なのか、『とても好き』の回答が、男子で20.5ポイント（10.0名）、女子で22.3ポイント（8.7名）と、かなり減少していることが分かった。

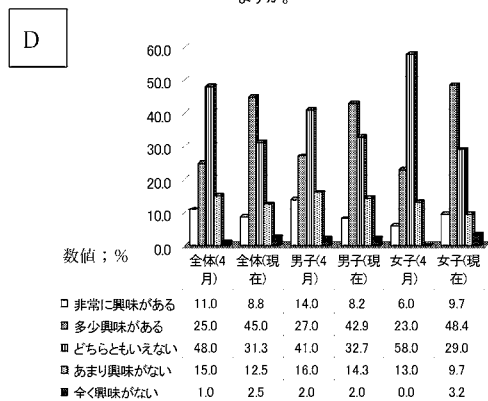


Bのグラフで、理科を使う仕事に就きたいと思う女子が13.3ポイント（4.1名）減少しているのは、Aのグラフで、『とても好き』と回答する女子が減少していることが関係したのではと考えられる。男子については特に変化は見られなかった。



Cのグラフで、『少しはある』と回答した生徒が、男子で45.2ポイント（22.1名）女子で22.4ポイント（6.9名）増加していることが分かった。また、『とても多い』という回答は、全体的にポイントが多少増加したが、特に女子において増加していることが分かった。SSH活動が関係しているのかどうか、別の項目から検討したいと思う。

テレビのニュース・新聞をみて、科学や理科に関することに興味がありますか。



Dについて、『非常に興味がある』との回答は、男子では5.8ポイント(2.8名)減少、女子では3.7ポイント上昇、『多少興味がある』との回答で、15.9(7.8名)ポイント上昇、女子では25.4ポイント(7.8名)上昇した。また、『どちらともいえない』『あまり興味がない』という生徒が、大幅に減少しているので、科学や理科に関して、少しでも興味を持つようになってきていることが分かった。

E. あなたが最も関心のある環境問題は何ですか。(最も当てはまるものを1つ選択)

数字：%	① 水質汚染	② 酸性雨	③ 砂漠化	④ 大気汚染	⑤ オゾン層破壊	⑥ 森林破壊	⑦ エネルギー問題	⑧ 絶滅動植物	⑨ 地球温暖化	⑩ 無記入
全体(4月)	0.0	1.0	3.0	3.0	11.0	11.0	13.0	23.0	34.0	1.0
全体(現在)	5.0	0.0	1.3	2.5	10.0	5.0	13.8	18.8	43.8	0.0
男子(4月)	0.0	0.0	2.0	2.0	10.0	16.0	16.0	18.0	33.0	2.0
男子(現在)	8.2	0.0	2.0	0.0	12.2	6.1	22.4	12.2	36.7	0.0
女子(4月)	0.0	3.0	3.0	3.0	13.0	3.0	6.0	29.0	35.0	0.0
女子(現在)	0.0	0.0	0.0	6.5	6.5	3.2	0.0	29.0	54.8	0.0

E. について、全体で関心が高まった項目は、①. 水質汚染 5.0ポイント増(4.0名)、⑨. 地球温暖化 9.8ポイント増(7.8名)。関心が低くなった項目は、⑥. 森林破壊 6ポイント減(4.8名)。

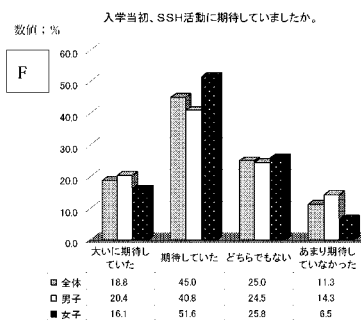
男子では、関心が高まった項目は、①. 水質汚染 8.2ポイント増(4.0名)、関心が低くなった項目は、⑥. 森林破壊 9.9ポイント減(4.9名)、⑧. 絶滅動植物 5.8ポイント減(2.8名)。

女子では、関心が高まった項目は⑨. 地球温暖化19.8ポイント増(6.1名)、関心が低くなったのは⑤. オゾン層破壊 6.5ポイント減(2.0名)、⑦. エネルギー問題 6.0ポイント減(1.9名)であった。関心が高まる項目があれば、低くなる項目が表れるデータの取り方であるが、男子では、水質汚染について、和歌山市内河川のサンプル水の採取、及びCOD測定などの活動との関わりを調べてみる必要がある。

女子では、地球温暖化について、研究室訪問・実験講座との兼ね合いを調べてみる必要がある。

b. 初年度のSSH活動を通して

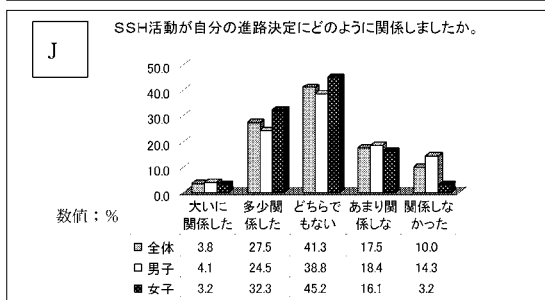
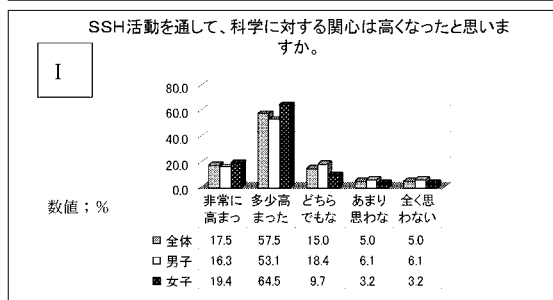
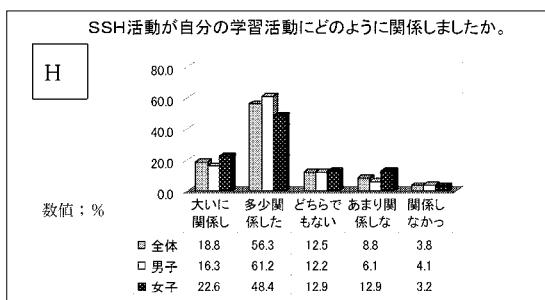
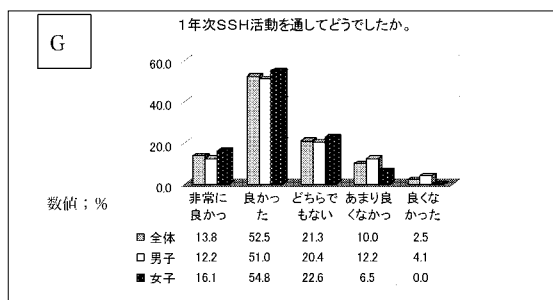
Fのグラフは、入学当初に生徒たちがSSH活動にどの程度期待を持っていたかを聞いてみたものである。全体的に63.8%(51名)の生徒が期待していたことが分かる。



男子での期待度は61.2%、女子での期待度は67.7%と、女子のほうが期待度が大きかったことが分かった。

G～Iのグラフから、SSH活動を体験して良かったと思う生徒が多数いること、当初の期待に答えられていること、特に科学に対する関心を生徒達に与えられる活動を行っていることが分かって非常に良かったと感じられる。

しかし、科学に対する関心が高くなったとしても、それが生徒たちの進路に反映されるかという点、『どちらでもない』が、全体の41.3%であることが分かった。4月と現在の進路状況を文系・理系46項目分けて希望学科を質問したところ、進路の変更があるが、それがSSH活



K. SSH活動 理科〔物理・化学・生物〕に期待するものは何ですか。2個まで選択可。

	全体	男子	女子
①. 受験に役立つ学力を身につけること。	23人	13人	10人
②. 大学入学後に役立つ知識・経験を得ること。	16人	10人	6人
③. いろいろな実験・実習を経験すること。	43人	24人	19人
④. 先端の科学者・技術者の話を聞くこと。	15人	11人	4人
⑤. 大学や研究機関の科学技術・実験機器に触れられること。	30人	18人	12人
⑥. 自分の進路目標に役立つ情報を得る機会になること。	26人	15人	11人
⑦. その他	5人	5人	0人

動によるものであると考えられる要因は得られなかった。その反面、K・Lのグラフから、SSH活動〔理科・数学〕を通じて、何かしら進路目標の機会になればと考えている生徒が多く存在していることが分かる。これらのことから、来年度のSSH活動内容は進路決定に反映させていくことにも重点をおいていきたい。

L. SSH活動 数学に期待するものは何ですか。2個まで選択可。

	全体	男子	女子
①. 受験に役立つ学力を身につけること。	40人	20人	20人
②. 大学入学後に役立つ知識・経験を得ること。	34人	20人	14人
③. 先端の研究者の講義を聞くこと。	15人	11人	4人
④. 自分の進路目標に役立つ情報を得る機会になること。	33人	22人	11人
⑤. 大学や研究施設に触れられること。	27人	18人	9人
⑥. その他	11人	7人	4人

教科に関して、生徒達が期待するものが違うことも分かる。グラフKの理科に関しては、『③. いろいろな実験・実習を経験すること』、グラフLの数学に関しては、『①. 受験に役立つ学力を身につけること』が1番になっていることが分かる。

M. S S 探究科学 I の中で印象に残っているものは何ですか。(3つまで選択可)

M. の質問での上位5つは右表のようになった。

1. 霧箱製作と放射線監察 (霧箱の作成と霧箱内での放射線の軌跡、放射線計測を視覚的に確かめる実験)
2. 音と大気圧の実験 (オシロスコープなどの機器を使用して、音が空気の振動であることを確認する実験など)
3. 電気基礎講座Ⅰ (電流計と電圧計、電源等を用いて抵抗と豆電球やダイオードの電流電圧特性を調べる)
4. 電気基礎講座Ⅱ (メートルブリッジと検流計と電源などを用いた抵抗測定実験など)
5. 電気基礎講座Ⅲ (デジタルマルチメーターとブレッドボードの使い方)
6. 電気基礎講座Ⅳ (電子部品の特性の測定)
7. 化学実験基礎講座 [基本操作] (薬品の取り扱い方、ガスバーナーの使用法、試験管の加熱法、ろ過の方法など)
8. 理論化学実験講座Ⅰ [化学変化と物質量の定量実験] (CaCO_3 と塩酸の反応を定量的に調べる実験)
9. 分析実験基礎講座Ⅰ [食酢の濃度決定] (NaOH a q での中和滴定で、食酢中の酢酸の濃度を求める実験)
10. 理論化学実験講座Ⅱ [酸化還元反応] (CuO の還元、 Mg と塩酸の反応、 CO_2 中での Mg の燃焼)
11. 分析実験基礎講座Ⅱ [酸化還元滴定] (市販のオキシドール中の H_2O_2 の濃度を KMnO_4 a q で滴定する。)
12. 分析化学実験講座Ⅲ [イオン化傾向]
13. 生物実験基礎講座Ⅰ (顕微鏡やマイクロメーターを使用し、タマネギの細胞を測定する実験)
14. 生物実験基礎講座Ⅱ (校庭の植物の葉を教室に持ち帰り図鑑等で調べる、スケッチの仕方等。)
15. 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)
16. 遺伝講座Ⅱ (グリフィスとアベリー、ハーシーとチェイスの実験より遺伝子の本体の学習)
17. 遺伝講座Ⅲ (ブロッコリーからDNAを抽出する実験)
18. 遺伝講座Ⅳ (バイオテクノロジー講座)

全 体 (表中の人数はのべ人数)		
①	17.	49人
②	11.	22人
③	9.	21人
④	1.	18人
④	15.	18人

男子 (表中の人数はのべ人数)		
①	17.	26人
②	9.	14人
③	11.	13人
④	1.	12人
⑤	15.	11人

女子 (表中の人数はのべ人数)		
①	17.	23人
②	11.	9人
③	9.	7人
③	15.	7人
③	18.	7人

N. S S 環境科学の中で印象に残っているものは何ですか。(3つまで選択可)

N. の質問での上位5つは右表のようになった。

1. 講座① 環境問題入門
2. 講座② 地球温暖化
3. 講座③ 生態系
4. 講座④ オゾン層破壊
5. 講座① 水俣は語りかける～公害の原点・水俣病
6. 講座② エビと日本人～豊かさの裏側・南北問題
7. 講座③ プリン湖浄化作戦～環境保全戦略～
8. 講座④ 環境倫理学入門
9. Internet を中心にした課題調査。プレゼンテーション用スライドの作成 (Power Point 使用)
10. グループで採水。
11. グループで水質検査 (パックテスト利用)
12. 考察レポート作成、
13. 環境対策についての調査・研究。
14. ディベートの講座①② (ルール・判定法)
15. 「立論」の作成
16. 「反駁」の準備
17. ディベートの試合 (環境政策論題) 審査・判定

全体 (表中の人数はのべ人数)		
①	17.	40人
②	10.	38人
③	9.	27人
④	11.	18人
⑤	2.	17人
⑤	7.	17人

男子 (表中の人数はのべ人数)		
①	10.	23人
②	17.	20人
③	9.	17人
④	7.	13人
⑤	3.	11人
⑤	4.	11人

女子 (表中の人数はのべ人数)		
①	17.	20人
②	10.	15人
③	9.	10人
④	11.	8人
⑤	2.	7人
⑤	5.	7人

- O. 1年間のSSH活動を通して、成長したと思われるものは何ですか。(3つまで選択可)
 O. の質問での上位5つは右表のようになった。

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

①	12.	30人
②	15.	22人
③	3.	19人
④	19.	19人
⑤	4.	17人
⑥	6.	17人

①	3.	15人
②	12.	14人
③	4.	13人
④	1.	12人
⑤	15.	12人
⑥	6.	10人

①	12.	16人
②	19.	12人
③	15.	10人
④	10.	8人
⑤	6.	7人

『12. 実験方法・実験技術・観察力』『15. 独創性 探究心・好奇心』を回答した生徒が多いことについては、グラフC・D・Iの結果に反映されていると考えられる。特に女子では、『19. 進路に対する意識』の項目が上位にあがってきている。グラフJの女子を見てみると、『多少関係した』32.3%(10.0人)、『どちらでもない』45.2%(14.0人)であり、グラフBでは、理科を使う仕事に就きたいと思う女子の人数が4.1人減少し、20.9人が理科を使う仕事に就きたいと考えている。これらのことから、SSH活動の影響は、理科を使う仕事に就きたいと希望していた女子生徒には意思確定に、理科を使わないと考えた女子生徒には進路変更に働いたのではないと思われる。

また、逆に下位の5つにあげられたのは、下から『13. 英語力』、『18. リーダーシップ』、『17. 国際感覚』、『5. 数学的思考力・計算力』、『20. その他』であった。生徒達が教科の中で、役に立つものと考えていて、予習・復習に一番時間を費やしている英語に関して、SSH活動から成長が得られなかった点については、来年度の課題研究の中で力を入れて行きたい項目の一つとして考えている。同様にリーダーシップの成長に関しても、課題研究でのグループ活動の中で成長させていきたいと考えている。

- P. 大学・研究機関連携において印象に残っているものは何ですか。(3つまで選択可)
 上位3つをあげてみた。(人数はのべ人数)

- ① ラボツアー(研修1)研究室研究見学・・・(25人)
 - (「肌測定」水分量を利用した弾力性・潤いの測定→繊維・スキンケア製品の開発)
 - (「空間での動作解析」赤外線マーカー利用による解析→バリアフリーの研究)
 - (「量子ビーム・量子放射光[レーザー]」レーザーメス研究等→医工連携)
 - (「エネルギーシステム」液体リチウム電熱利用→核融合エネルギー研究)
- ② 関西光科学研究所訪問・・・(23人)
 - (実験工作教室 新エネルギーへの理解を深めるため、燃料電池を題材とした実験 光量子ビーム利用研究ユニット実験棟見学 光量子ビームの原理について講義 光科学館フォトン見学)
- ③ 近畿大学生物理工学部訪問・・・(21人)
 - 生物工学科、遺伝子工学科、電子システム情報工学科、知能システム工学科、生体機械工学科

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。

- アンケートの結果から、「SSH活動を通して科学に対する興味・関心が向上した」と答えた生徒が多数を占めた。このことから、当初の目的はある程度達成できたと考えられる。ただし、研究機関との連携による研修では、内容の理解度や興味・関心の向上に少し難点が見られる場合もあった。研修内容と授業内容の有機的な関連や未習内容に対する事前学習が不十分な場合、その傾向が顕著であった。研修内容や実施時期の検討、また、未習部分に対する事前学習を綿密に計画するなど、生徒の理解度を向上させる取組を進める必要がある。
- 校外研修を行う場合、対象人数が多いため研修先が限定されるという課題が生じた。今後、2年生ではゼミ単位での活動を中心とし、多方面における研究機関との連携方法を研究していきたい。
- 「SSH活動によって学習活動に影響を受けた」と感じている生徒が多く、主体的に学習に取り組む姿勢の育成につながったと思われる。一方、運営指導委員会などで、「前向きな態度で実験に取り組んでいるが、少し集中力が欠けている場面があった」との指摘もある。実験に対する姿勢を向上させることが、今後の課題である。2年生対象の「SS探究科学Ⅱ」の課題研究のなかで、生徒が主体的に研究を進める教育方法を研究し、実験に対する姿勢の向上を図りたい。また、1年生では研究範囲を限定した課題研究的な要素を取り入れた実験を行い、自主的な学習や研究活動に向けた態度を育成したい。
- 一部の実験室において、設備面で不十分な点があった。来年度は、実験室の改修も行われ、SSH事業で配備された備品等も有効に活用でき、発展的な実験が行えるものとする。
- 今年度は「おもしろ科学まつり」に初めて参加した。地域の子供たちに科学知識や楽しさを伝えることで、コミュニケーション力を向上させ、自己の持つ知識を再統合させることができた。また、本校のSSH活動を校内だけでなく、地域社会に発信する良い機会となった。来年度は、「おもしろ科学まつり」への参加に加えて地域の小学生を対象とした「科学教室」も開催し、その活動を通して、総合的な力の育成と本校SSH活動を地域へ発信する取組をしたい。

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ていく学習システムの構築に向けた研究開発を行った。

- 科学史をテーマにした「プレゼン講座」を設定し、調べ学習と発表を行った。この取組によって、情報スキルの獲得とプレゼンテーション能力が高められ、意欲や積極性の向上にもつながった。来年度も、さらに発展的な取組となるように研究を進めていく。
- 社会科学分野と自然科学分野の「環境フレームワーク」においては、両分野の成果と理論を体系的に学習することができた。代表的な環境問題（地球温暖化、生態系破壊等）を中心と

した学習を行った。しかし、自己の生活に密着した問題として考えるという視点を持った教材や教育方法が不十分であったと考える。来年度は、家庭科の協力を得て、身近な生活に関連した環境学習を充実させ、個々の生活における実践につながる取組を深め、「環境フレームワーク」の確立に向けての研究を進めていく。

- 和歌山河川の水質調査では、環境問題に対する意識の向上につながる取組であった。COD、DOの滴定分析や分光光度計等の機器を有効活用することにより、高度な分析へと発展させ、スキル向上の取組として研究を進めていく。

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。

- 併設中学校では理科・数学・英語を標準の1.5倍の時間数を確保することにより、実験、実習など体験的な学習を重視している。さらに中学3年夏以降より高校の教育課程の内容を学習している。これらの生徒に対しては、新しい教育内容を組み立てる必要がある。来年度は、「探究科学I」の発展的な実験実習を早い段階から取り入れ、2年生で行う課題研究に向けての事前学習となる教育活動を行う。また、中学校段階での体験的な理数教育のあり方と高校へのスムーズな接続方法について研究を進める。
- 今年度は高校生と中学生と共同で学習・研究する活動が少なかった。来年度は、高校生が中学生を指導するような機会や中高共同での発表会、ディベートなどの取組を進め、中高の連携を深めていきたい。

④その他

- 環境科学科以外の生徒に対しては、希望者を対象とする「ロボット講座」を開講した。しかし、SSH活動の学校全体への広がりという点では、まだまだ課題がある。来年度は、全体講演としてSSH特別講演を実施するなど、環境科学科だけでなく、普通科も含めた学校全体への広がりを持った取組を進めていく。
- 各事業を実施するたびに、生徒アンケート・レポート提出により評価を行ってきた。しかし、評価方法としてはまだまだ不十分な点がある。質問項目等の改善を進め、さらに有効な評価方法の研究を進める。
- 今年度、SSH事業は理科・数学を中心に企画及び運営を行ってきた。そのため、学校教職員全体での取組という意味では不十分な面があった。来年度は、他教科にも活動を広げ、学校全体の活性化につながる運営方法を研究していきたい。

資料

第1回 向陽高校SSH運営指導委員会

【日時】 7月10日(月) 15:00~17:00

【場所】 向陽高校 記念館

【参加者】

運営指導委員(9名)

石塚 互 坂口 和成 細井 美彦 矢萩 喜孝 正岡 伊久夫

岩井 一能 岸田 正幸 西岡 大修 茂田 嘉朗

県教育委員会、本校職員(校長、教頭、SSH研究員)

【次第】 『座長：岸田 正幸 司会：大浦 俊一(和歌山県教育委員会)』

1. 開会挨拶(座長) 2. 学校長挨拶 3. 各運営指導委員自己紹介

4. 委員長選出 (石塚氏を推薦 満場一致で決定)

5. 向陽高校 事業全体の概要 説明

I 環境科学科の現状

II 向陽高校 SSH全体の計画について

III 4月から6月までの経過報告

IV アンケート 解析

・理科数学アンケート(環境科学科と普通科の生徒の興味関心の比較)

・理科実験アンケート(環境科学科生徒中学時の理科実験の経験)

6. 質疑応答、討議(質問、意見：運営指導委員 回答：事務局)

質問：5年間の計画の中で、来年からは併設の向陽中から入学してくる生徒が対象になる件に関して、目標が変わったりプログラムの変更はあるのか。

回答：基本的に目標は同じなので大きくは変わらない。ただし、併設中学校では理数教育が先行して学習している部分があるので、SSHプログラムは再構築する中で良い形ができてくると考えている。

質問：アンケートでは普通科に比べ環境科学科に理科や数学が好きな生徒が多いが。

回答：理系の特設学科なので、中学時に理数を好きな生徒が入学希望してきている。

質問：科学的な興味、疑問はあるが、それを調べていかないのはなぜか。

回答：現代生徒の特徴ではないか。面白い楽しいだけで終わっているようである。

SSHを通じて、もう少し探究する気持ちを高められるようにしたい。

意見：体験については、自然に童心に帰ってというレベルではなく、先端の科学の現場に触れることで研究する意欲が大きく育つのではないかと思う。

向陽中・高等学校としては受験を意識せざるを得ない所があると思う。向陽高校は、受験にも効果的なSSHの取組を進める知恵のだしどころではないか。

意見：ある高校では、SSHが理数科指定であるなかで理数科以外にも大学教授との接点などを持ち、普通科も含めて進学実績を上げていたようである。このように学校をあげての取組が必要だろう。

意見：数学が好きで得意でも、どのように社会で役立つのか実感できないことが多い。

そこに対して興味を持たせることが大切であると感じる。このSSHの活動のなかで、そのような取組が出来ると良い。

質問：研修、実習のテーマの系統性をどのようなところにおいているか。

回答：1年生では学習している内容も少なく設定するテーマも難しいが、テーマは現代社会のキーワードに当たるところを取り上げていきたい。例えば、遺伝子に関する内容は、生物Ⅱの範囲で2年から物理選択をすると学習しない生徒もいるが、世の中ではどんどん使用されている言葉である。このような事柄を取り上げていきたい。既習範囲外でも事前学習等を行って、見学や講義を効果的に行えればと思う。

1年生で基本的なところを取り組んで、2年ではさらに探究学習で深めていって欲しい。

意見：生徒の発達段階として、「最初にとにかく見るという時代」次に「これは見たくないという時代」そして「これについては、特に深く学習していきたいという時代」になるのではないか。そのようなシステムは中高の6年間でどう考えているか。

回答：現在は対象が高校1年生なので、高校の段階だけで考えている。1年生は間口を広げて、物理、化学、生物などいろいろと取り組んでいく。2年生では、それらの選択で分かれて研究を深めていければと考えている。

意見：SSH事業については評価という点も一部大きな点ではあると思うが、このようなおおきな行事であれば、評価をとらえどころの一つとして突き詰めすぎるとあまり良くないと感じる。評価にあまり縛られずに研究を進める方がよいのではないか。

意見：国の事業であるので、ある意味評価を必要とされている部分があるのは仕方がない(校長)部分かと思っている。ただ、このSSH事業を通して、生徒には大学へ行くのが目的でなく、大学進学後に何ができるかという思いをもって進学できるような生徒になってほしい。そうなって成果ではないかと考えている。

意見：大学生の教育をしていて感じているのが、「問題点を自分で探し出すという力」「習ったことを鵜呑みにせず、疑問を持つ力」「発表する力」が学生間に非常に差があるということである。その力を養うという意味で、SSHが非常によい取組であると思う。先ほどの校長の考えに共感します。

9. まとめ 石塚委員長

SSHの目的は何なのか、細かいところまで色々なことがあると思います。

野生的には弱い人間が太古から生き残ってきたのは、科学の力です。人間が生き残るために学ぶもの、それが科学であり、科学は論理でありイマジネーションです。今はイマジネーション、科学の力が弱くなっているのではないかと思います。だから、科学が大事であり、その拠点校としてSSH指定校は頑張りたい。大きな予算をもらうので、備品等に於いても今後10年間の研究をするチャンスだと感じます。大学とのネットワークも構築して財産にし、今後5年、10年先の土台を整備して、研究を進めていっていただきたいですね。

協議終了

第2回 向陽高校SSH運営指導委員会

【日時】12月15日(金) 14:00~16:00

【場所】向陽高校 記念館

【参加者】

運営指導委員(8名)

石塚 互 坂口 和成 瀧 寛和 正岡 伊久夫 岩井 一能

岸田 正幸(代理 西 克子(和歌山県教育委員会県立学校課副課長))

西岡 大修 茂田 嘉朗

県教育委員会、本校職員(校長、教頭、SSH研究員)

【次第】『座長：西 克子 司会：大浦 俊一(和歌山県教育委員会)』

1. 開会挨拶(西)
2. 学校長挨拶
3. 今年度事業報告(事務局報告)
 - ① 平成18年度の様々な行事と授業との関連づけた理科学習プランの開発について
モデル(水質分析学習・エネルギー関連ディベート学習)
 - ② 平成18年度SSH活動研究機関連携活動報告
4. 研究授業見学
「SS探究科学I」
 - 《化学分野》1年F組 分析実験基礎講座「酸化還元滴定」 角谷晴生教諭
 - 《生物分野》1年G組 遺伝講座Ⅲ「DNA抽出実験」 北村絵美教諭
5. 質疑、討議
 - ① 研究授業を見学しての意見
 - ・生徒の実験に主体的に取り組む姿勢は大学生とも大差はないと感じた。ただし、実験を行う際は、もう少し真剣味、緊張感があれば良かったと思う。
 - ・少人数グループで競わせることで真剣味が出てくるのではないか。
 - ・大学と比べると、実験教室での指導者の数が少ないと感じた。各テーブルに教員あるいはTAが指導にあたるのが理想である。TAを大学院生が努めるように、上級生が下級生の実験でのTAを努めることを考えても良いのではないか。
 - ・上級生が真剣な指導をすることで、緊張感が出てくる効果があるだろうし、安全面でも信頼できるのではないか。
 - ・DNA抽出実験などでは、自分の抽出したものを電子顕微鏡で実際に観察するなどするとおもしろいのではないか。他の研究機関で電子顕微鏡を利用できればよいと思う。
 - ②今年度の取り組みについて(質問、意見：運営指導委員 回答：事務局)

質問：大学の授業で理解度はアンケートでどの程度であったか。

回答：講演の中で、理解度が良かったのはラボツアーでの「やさしいエネルギー」の講義です。クイズ形式のためか8割程度の高い数値になっている。

逆に、夏休みのセンサーに関する講義が理解できた割合が低く出ている。夏休みの時期で基礎の知識が定着していない時期であったことからか、理解できたとする生徒は3割以下であった。今までの外部での講義ではほとんどの講義が、6割から7割の生徒が理解できたと回答している。

意見：自分が学生時代に受けたかった。SSH対象の学生たちはうらやましいなと思います。あと、現代の風潮として難しい場合にすぐ投げ出してしまうと感ずます。基礎から段階的に積み上げるプログラムが今後必要だと思います。

意見：実験は準備も含めて大変時間がかかりますし、限られた時間の中でいろいろ研究を進めていくのは大変なことだと思います。研究を1年、2年のスパンでは無しに、5年の長い目で見ながら作り上げていくような研究もあればいいのではないのでしょうか。

質問：来年度の課題研究についてのイメージを教えてください。

回答：80人と人数が多いことが研究室との連携でもネックになってくるので、ゼミ形式、少人数でいろいろな訪問をする形態をとりたいと考えています。課題研究はゼミの中でさらに3、4名で1グループとして研究していき、発表していくように考えてます。

質問：担当される先生方の教科についてはどのように考えていますか

回答：担当教科についても現在研究中です。理科だけでなく数学はもちろんのこと、環境という分野で考えると地歴公民、家庭科の先生にも関わっていただくことも考えています。

意見：研究を進めていく中でいろんな内容に広がっていくと思います。その点からも学校全体で取り組むことがこれから大切になってくるでしょう。

意見：今回の説明の中であった理科学習モデルをみて、特に向陽高校のSSHの研究の取組についてわかりやすかったと思います。環境から技術・科学それをあわせてディベートまで持って行く珍しい組み立てでおもしろいと思います。ディベートを一つの方法として用いて、それを利用して発表力等を育て、探究活動の力の一つにしていくという形になっていくのかと思います。

意見：今年の活動で水質調査をされていますが、この点を中心に継続的に進んでいくと思います。向陽高校では、環境を中心に水質調査を調べていき、科学論文の書き方をしっかり指導して、専門誌に発表することができればおもしろいですね。

意見：3年間を見据えて、研究活動を進めていかれると思います。ゼミ方式についても、小回りがきくメリットがあると思います。

10人ずつぐらいのグループでどのように研究室での活動ができるのかを考えて、協力させていただきたいと思います。どのような研究でどのような機関にお世話になればよいかというあたりも相談をいただければ力になれる場合もあるかと思ひます。今後さらに連携を深め、検討しながら進めていきましょう。

協議終了

第3回 向陽高校SSH運営指導委員会

【日時】2月28日(水) 13:30~15:00

【場所】向陽高校 記念館

【参加者】運営指導委員(7名)

石塚 互 坂口 和成 中西 豊 正岡 伊久夫

岩井 一能 岸田 正幸 茂田 嘉朗

県教育委員会、本校職員(校長、教頭、SSH研究員)

【次第】『座長：岸田 正幸 司会：西 克子(和歌山県教育委員会)』

1. 開会挨拶(座長)

2. 学校長挨拶

SSH事業を行って約一年になりますが、少し上滑りであったかもしれません。目の前の事業、事務処理をこなすのに精一杯でじっくりと構えてできていなかったところがあるかと思えます。生徒は興味・関心は高まっておりますが、それぞれが単発で終わっているのではないかと考えています。

来年度は、SSH事業全体がまとまってできるように改善を考えております。

2年目、3年目でどのように発展させていけばよいか、ご指導お願いいたします。

3. 向陽高校 SSH事業全体の概要 説明

I 12月~2月経過報告

II 学校設定科目説明 SSH探究科学I(物理・化学・生物)

SSH環境科学(ディベート等説明)

III アンケート 解析

・連携事業アンケート ・まとめアンケート考察

6. 質疑応答、討議(質問、意見：運営指導委員 回答：事務局)

質問：アンケートの中でコメントではどのようなものがありましたか。

回答：訪問先に医学・薬学関係の設定の要望があり、今後の参考にしたいと思います。

質問：SSH事業の中での英語力の強化については、科学者の講演だけでは足りないと思います。英語でプレゼンテーションを行えるところまで力をつけるのはなかなか困難です。大学生でも難しいと思います。英語の授業の中でそれらについて対策をとられていますか。

回答：英語の授業の中で特別な対策は現在していません。進路保障を考えた場合、どうしても時間がとれていないのが現状です。

意見：1年間いろいろな盛りだくさんな取り組みをされていますね。その取り組みを3年間を閉じた形で完成するようにし、その資するものを持って、大学等の研究機関に進んでほしいと考えるのか、3年間はステップであり興味を持つことに重点を置き、そのあと研究者として研究をするように発展して行ってほしいのか、どちらに大きく観点を持つのかで、その評価の仕方も変わってきます。

アンケートで「理科が特に好き」が10%落ち込んでいるのは、高校になって理科の内容が困難になったことの影響があるようですが、内容が難しく面白くなくて

も研究をがんばっていくように育ってほしいですね。

意見：アンケートで、「理科が特に好き」が減っていますが、「好き」とあわせた場合にそれほどまでの落ち込みはないようです。これはSSHでいろいろな取り組みをされているからだと思います。

意見：来年は、併設中学校から向陽高校へ進級してきた生徒が対象になります。この生徒たちのアンケート結果がどのようになるのか興味深く感じます。

意見：理科は小学校・中学校では「好き」な生徒は多いが、高校になると大幅に減少しています。SSHを受けた結果、生徒がどのようなものを得て、どうであったか。対象となっていない生徒との比較も大切になってきますね。

質問：SSH事業、行事をどのように有機的につなげているのか。

回答：行事と事業の取組と関連性は、テーマを設定してSSH行事を組み立てていますが80名を受け入れていただく施設の関係などの問題もあり、完全にはリンクがうまくあわなかったところもあります。有機的なつながりでは若干崩れている部分もあります。

意見：それぞれの事業のねらいの達成度、生徒の成長した点は何であるかをアンケートで確認しているが、その結果だけでSSH事業を評価するのではなく、やはりその目的・目標をしっかりと定めてをSSH事業を進めていくことが大事なのではないか。

回答：今までのアンケートでは細かいところでまだまだ足りない部分もあります。

いただいたご意見を今後参考にさせていただきたいと思います。

意見：今後の系統性、中学生からの系統性についてはどのように考えていますか。

回答：併設中学校は理系科目を重視しており、理数については先行して高校での内容を学習しているので、その部分をつなげていければと考えています。また、環境科学科は現在でも理系の学科ですが、併設中学校も理科・数学を重視しているので、学校全体として理系へのシフトが大きくなったと感じています。

意見：来年度のゼミ形式についてですが、ゼミで興味のある生徒に絞って行うのが良いと思うのですが、ゼミ単位でどこかに出かけて行って学習した内容を生徒にプレゼンで発表させることも必要でしょう。来年度は、そのような取り組みを期待したいと思います。

意見：最先端の科学を生徒に見せるのも良いのですが、「学問を大切にする」という視点から科学史的な講座があれば良いですね。ニュートンまで行かなくても物理の量子力学など近代科学という意味でのヒストリーがある講座は興味深いと思います

意見：SSH校は約100校ありますが、そのなかで向陽高校のSSHの特徴を10秒ぐらいで言えるようなものがあればよいと思います。これからそのようなものを考えてください。

意見：SSH100校の中でも向陽高校が活躍することを目指してがんばってください。担当の先生方も大変だと思いますがよろしくお願いいたします。

協議終了

先端科学に興味津々

向陽高1年が近大訪問



キメラマウスを手に取り観察

向陽高校環境科学科一 市西三谷の近畿大学生物
年八十人が八日、紀の川 理工学部を訪れ、科学研

究の一端に触れた。科学技術や理科、数学教育を重点的に支援する文部科学省の「スーパーサイエンスハイスクール」の指定を今年度から受けた同校は、六月に東大阪市の近大原子力研究所、八月に和歌山大学を見学。今回は科学技術についての理解を深め、学問に対する研究者の姿勢を学ぼうと近大生物理工学部を訪問した。

この日はまず、五班に分かれ各学科の研究室で、教員や大学院生から研究内容の説明を受け、生徒たちは興味津々に設備を見回していた。遺伝子工学科では「キッチンでバイオテクノロジー」と題し、ブロッコリーから遺伝子を取り出し、着色し観察する実験に挑戦。遺伝子を取り出さねばならず、生徒たちは緊張した面持ちで取り組んでいた。この後、マウスの身体の中の部分の細胞にもなるES細胞を顕微鏡で観察し、その技術で生まれたキメラマウスを手に取って見たほか、電子顕微鏡を使い細胞を突いたり動かしたりした。

林龍太郎さんは「自分の知らないところで技術がこんなにも発達していることに驚いた。マンモスの復活や遺伝子を扱う話は生命倫理について考えさせられた」と複雑な心境の様子だった。

同校の阿形武芳教師は「まだ一年生なので受験はまだ先だが、教科書で学んでいることが大学の研究で生きてくることを知ってほしい」と話していた。

ニュース和歌山 2006年(平成18年)9月16日 土曜日
掲載記事より抜粋

大学レベルの水質分析

SSHの向陽高で環境学習実験



工学部講師の平田健正さんを招いて先端科学講座「生物同士の戦いを学問的に捉える」や、28日に京大原子力研究所の中込良廣教授を迎えての実験講座

興味深く実験に取り組み生徒

文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール(SSH)の指和歌山市内の和歌川や定を受けている泉立向市堀川、和田川など18陽高校(和歌山市太力所でサンプルとして田、谷口敏則校長) 事前に採取していたものは、17、19の両日、環ので、生徒たちは熱心環境科学1年の授業でに取り組みんでいた。

「水質分析の実験講座」 実験内容が少し難しを実施。和歌山大学教 育学部の木村憲喜助教(15)は「SSHで授を招き、大学1年レ 高度な授業が受けられベルでの分析方法を学 べてうれしい。今後い ろんなことを学びた かった」と話していた。

通常、高校の授業で は使わない器具を使用 しては今後、11月21日 から出される有機物が に和歌山大学システム

「資源・環境から見た原子力」「放射線観察」など、さまざまな講座や講演会を開催していく。

わかやま新報 2006年(平成18年)10月19日 木曜日
掲載記事より抜粋

高度な水質分析に挑戦

県立向陽高で「実験講座」



水質分析の実験に取り組む生徒たち。和歌山市の県立向陽高校

大学レベルの高度な水質分析の方法を学習する。力に触れた。こと、自然科学に対する関心を高める。実験講座「水質分析」が和歌山市の県立向陽高校で開かれた。和歌山大学教育学部の木村嘉寿助教授の指導の下、同校の環境科学科で学ぶ1年生40人が実験に参加した。同校は、科学技術系の人材育成を目的に文部科学省が推進している「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）」の指定校。年間を通じて、科学受けながら、生徒たちは過マンガン酸カリウムや硫酸などの薬品を注意深く扱いながら、水の中に含まれる有機物の量を測定。汚染が進んでいる水ほど、有機物の量が多いことを実験で確かめた。

実験に参加した同校1年の岩崎有紗さん（16）は「薬品の使い方や実験の手順が難しかった。大学のレベルの高さを改めて感じました」と感想を話していた。

読売新聞 2006年(平成18年)10月26日 木曜日
掲載記事より抜粋

理科の楽しさ知って 科学の魅力4000人体感



作り方を教える向陽生

青少年のための科学の祭典「おもしろ科学まつり」が十四日と十五日、マリーナシティのわかやま館で開かれ、親子約四千人が工夫を凝らした展示や体験を楽しんだ。子どもたちの理科離れを危惧する県内の理科教師や大学生が、「理科の楽しさを知って興味を持つて欲しい」と二〇〇〇年から開いている。今年からは静電気を使った体験や発泡スチロールでのスタンプ作りなど計三十八ブースが並んだ。

向陽高生が出演した「逆戻りする不思議なペットボトル」ブースでは、ペットボトルの内側に、重りを付けた輪ゴムを通して両端を固定し、転がすとある程度進んでから戻ってくる装置を製作した。子どもたちは細かい作業に苦戦しながらも完成させ、にっこり。向陽一年の坂東李紗さんは「教えるのは緊張しましたが楽しいです。できたときに喜んでくれたり、『ありがとう』って言うてもらえたときがうれし

い」と声を弾ませていた。三児を連れて大阪から来た父親は「初めて来ましたが、面白く魅力的。木工体験は創造力が育つ。子どもには公園にある枝や木など自然にある物で遊ぶことを知って欲しい」、小学二年の息子は「普段は集中できない子ですが真剣に話を聞いていました」と喜んでいました。

ニュース和歌山 2006年(平成18年)10月25日 水曜日
掲載記事より抜粋



★向陽高校は平成18年度からスーパーサイエンスハイスクールの指定を受けました。

- ・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？



SSH(スーパーサイエンスハイスクール)とは？

スーパーサイエンスハイスクール

向陽高校は、平成18年度から5年間にわたりSSH事業の指定を受けることになりました。

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

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

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

現在、全国の高等学校で99校がSSH事業の指定を受けています。

(平成18年度指定校31校)

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
- ・大学への訪問
- ・第一線で活躍する科学者による講演会や授業
- ・全国SSH指定校との交流
- ・研修旅行(ラボツアー)

これから皆さんは、SSHでいろいろな体験をしていくことになると思います。みなさんが、この取り組みを通して、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、力をつけていってください。

SSH関連行事始まる

4月からこの3ヶ月の間にもSSHの関連した行事が、つぎつぎと行われています。

詳しいことは、「SSH News 2号」で紹介しますが、簡単に振り返ってみましょう。

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、平成18年度入学の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用い、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探求科学等)に振り替わるなど理科の授業時間数が多くなります。
 - ・1年生から、物理、化学、生物を学習する。
 - ・SS探求科学の授業を利用した、実験・実習の増加
- ② 大学等の連携・・・高度な研究に触れ、高い視野で科学技術について学ぶ。
 - ・和歌山大学、和歌山県立医科大学、大阪大学、京都大学、近大原子炉研究所等への訪問、宿泊研修など
- ③ 多面的な環境学習・・・ディベート等これまでの環境科学科で取り組んでいた学習をさらに深めていきます。またコンピューターなどを利用したプレゼンなど、考察力とコミュニケーション力を高めます。

保護者説明会



- 4月 保護者説明会
SSHオリエンテーション
- 5月 プレゼンテーション講座
SSHアンケート
- 6月 プレゼンテーション発表
「科学者に学ぶ」

- 6月2日 近大原子炉研究所訪問
(1年F組)
- 6月9日 近大原子炉研究所訪問
(1年G組)
- 6月
SS環境科学 「環境学習開始」
SS探求科学I 「実験実習開始」





SSH 報告

研究室訪問 I
「近大原子炉研究所」

プレゼンテーション発表
「科学者に学ぶ」

SSH関係 今後の予定

7月18日(火) 午前中
先端科学講座(I) 数学分野
和歌山大学 助教授 谷川寛樹先生

夏季休業 7月21日～8月21日

8月8, 9, 10日(7名参加)
全国SSH研究発表交流会
8月21日(月)1日(全員参加)
研究室訪問 和歌山大学
午前 教育学部
午後 システム工学部

9月8日(金) 午後(全員参加)
研究室訪問
近畿大学生物理工学部

9月19～20日
向陽 文化祭 展示発表

10月13日(1F) 20日(1G)
午後 実験講座(ロボット)
和歌山大学 八木教授

10月17日(1G) 19日(1F)
午後 実験講座(水質分析)
和歌山大学 木村助教授

10月26～27日
SSHラボツアー
宿泊研修、研究室訪問
大阪大学 工学部
京都大学 宇治地区研究所

★近畿大学原子炉研究所訪問

SSHの最初の大きな行事の一つとして、1年F組は6月2日に、1年G組は6月9日にそれぞれ近畿大学原子炉研究所へ訪問してきました。



原子力エネルギー講演↑



原子炉運転操作実習↑



自然放射線計測中↑

近畿大学の原子炉(UTR-KINKI)の運転実習と自然放射線の計測実習の講義を受けました。運転実習では原子炉における原子核反応と制御方法について説明を受け、操作を通して体験的に学びました。自然放射線の計測では、放射線の講義を受けた後、大学校内の野外で放射線を計測しました。学校の施設ではできない原子炉の運転や専門的な研究をされている大学の先生の講義にふれることで、放射線やそのエネルギーについての理解を深めることができたと思います。

参加生徒の感想より

「原子炉運転実習では、今まで写真などでも見たことがなかった原子炉を運転してドキドキしました。この体験で新しい発見を見つけたような気がします。」

「研修に出なければこれからもずっと原子力について誤解したままだったと思います。この研修で学習したことにより、原子力エネルギーについて興味もわいてきました。」

6月16日の1年F組のSS探求科学の授業では、この原子炉実習の事後学習として、霧箱による放射線の観察を行いました。1年G組は7月11日に行う予定です

★プレゼンテーション発表「科学者に学ぶ」



4月より、SSH関係の授業で、コンピューターのプレゼンテーションソフト「パワーポイント」の講座を行ってきました。今回のプレゼンテーションは「先人の科学者に学ぶ」と言うテーマで、古くは古代ギリシャの科学者から現在のノーベル賞候補者まで、科学者の業績やエピソード、活躍した時代の出来事などを調べ、プレゼンシートを作成し発表しました。

発表は、視聴覚教室で1年G組、F組と順番に発表し



ました。しかし、時間等の関係でまだ数名未発表の人がいます。7月に発表を行ってもらう予定です。これまでの発表では、それぞれ自分の担当した科学者についてよく調べており、発表にも工夫が見られました。

今回は、発表するだけでなく必ず質問を行うという課題を与えました。発表をしっかり聞いて自分のものにするという力も身につけてほしかったからです。ただ、質問に対してその場ですぐに応答するのは難しく、なかなか得意即妙とはいかない場面もありましたが、これから学習を深めていくことで十分対応する力がついてくると思います。

2年生になると、課題研究(グループでの研究活動)の発表がありますが、きっと今回習得したコミュニケーションの力が役立つと思います。みなさんの発表の力に期待しています。

7月18日 特別時間割 午前中 先端科学講座(I) 数学分野
和歌山大学 システム工学部 助教授 谷川寛樹先生
「人工衛星からの環境情報と数学」

谷川先生は、持続可能な社会についての研究(環境負荷解析や循環型社会作りについて)など、環境問題を数学的な手法(マテリアルフロー分析)を用いて実際の社会に役立てる研究をされています。学校で行う1回目の先端科学講座、少し難しい内容も出てくるかも知れませんが、この機会に一つ上のレベルの学習を体験し、自分の力にしましょう。





★ 先端科学講座 I 「人工衛星からの環境情報と数学」

大学の研究者を招いて、実社会での先端科学の活用等を学習する先端科学講座の第1回が、7月18日に行われました。今回は、和歌山大学のシステム工学部 助教授の谷川寛樹先生に講演をしていただきました。

GPSの原理を説明していただき、GPSを使って地球の大きさを計算する方法を学習しました。また、現在の人工衛星の状況を説明され、人工衛星から送られてくる情報が、放射や反射された電磁波の強さを数字で表したものであること、その情報を数値処理し幾何補正することにより、画像がでかきあがることをわかりやすく説明していただきました。さらに、衛星データを解析することにより、森林の状況を把握することができること等、環境問題についても触れていただきました。数学が先端科学でいろいろな使われ方をしていることがよくわかる話でした。



生徒の感想文より

「衛星からきれいな画像が送られてくると思っていたが、数値などを送り、それを解析することにより情報を得ていることもわかった。数学がこんなことに関係しているとは全然思ってもいなかったの、びっくりした。」
「今まで数学というものは、授業やテストだけにしか使っていなかったの、便利に使われているという実感がなかった。今回のSSHの授業で日常生活の中に数学が利用されていたことを知って、もっと数学を勉強しようという気になった。衛星やデジタルカメラ、携帯電話にもかなり難しく複雑な計算がされているのには驚いた。」

★ 第1回 SSH運営指導委員会 開催される

7月10日(月)に平成18年度第1回SSH運営指導委員会が開かれました。大学教授など運営指導委員の先生方、和歌山県教育委員会と本校職員合わせて20名以上の出席で会議が進められ、まず、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委員長に選ばれました。

その後、向陽高校の事務局より、SSH事業全体についてや平成18年度事業計画の説明の後、本校の理科に対するアンケート、実験に関するアンケートの結果報告があり、質疑応答が行われました。

各委員の先生方には本校の計画におおむね賛同していただいたようです。また、各委員の先生方から、いろいろな意見をいただきました。その意見を幾つか紹介すると、

「大学に進学することだけが目標ではなく、大学に進学してから何ができるかという思いを持って進学してほしい」
「今の大学生には、問題点を見つける力や発表力が不足していると感じる。このような点をこのSSH事業を通してを身につけられることができると素晴らしいと思う。」

など今後のSSHの活動に期待する意見が多く出されました。

運営指導委員の先生方

石塚 亘 先生	和歌山大学 教育学部 教授
瀧 寛和 先生	和歌山大学 システム工学部 教授
坂口 和成 先生	和歌山県立医科大学 医学部 教授
細井 美彦 先生	近畿大学 生物理工学部 教授
岩井 一能 先生	(株) 島精機製作所 開発エンジニア
中西 豊 先生	(財) 雑質技術研究所 理事長
矢萩 喜孝 先生	和歌山大学 教育学部 教授
正岡伊久夫 先生	前 向陽高等学校PTA会長
岸田 正幸 先生	和歌山県教育庁県立学校課 課長
西岡 大修 先生	和歌山県教育庁県立学校課 指導主事
茂田 嘉朗 先生	和歌山県教育庁県立学校課 指導主事



SSH 報告

先端科学講座 I
「人工衛星からの環境情報と数学」

第1回
SSH運営指導委員会

SSH関係の備品続々と到着

- デジタルオシロスコープ
物理実験の測定等で利用する。



- デジタルマイクロスコープ



生物実験で利用
する高性能の
顕微鏡

コンピューター
にも接続可能

- 分光光度計
水質分析等物質の分析に利用。



紹介した3つの実験用品以外にも電子天秤やプロジェクターなどSSH予算で、いろいろな備品を購入しています。SSHの事業だけでなく、普通の授業等でも活用し、本校の教育の充実につながるものと思います。

◎ 白衣も到着

6月に申し込んでいた白衣が届きました。サイズは大丈夫だったでしょうか。



これから実験が多くなります。原則、実験の時間は常に白衣を着用するようにしましょう。

「実験には白衣」

未来の研究者のみなさん！白衣を着ながら実験し、探求していきましょう。

研究室訪問 連絡

8月21日 研究室訪問 II 和歌山大学 教育学部・システム工学部

和歌山大学訪問では、物理・化学・生物・地学の4領域について学習します。夏休み最終日に設定されている行事ですが、この機会を利用して自分の、興味のもてる分野を見つけてもらえたらと思います。

詳細は、前回の探求科学の時間の配布プリントに記載されていますので、事前によく読んでおいてください。

8/21 9:45 和歌山大学へ集合

9月 8日 研究室訪問 III 近畿大学生物理工学部

近畿大学生物理工学部訪問では、5学部14研究室に分かれて、実際に研究者の姿に触れることにより、研究活動の姿勢やまた研究の醍醐味を感じてもらえると嬉しいです。詳しくは夏休みが終わってからのSS探求科学の授業のなかで紹介していきます。

夏休みだ 充実させよう

高校生として勉強に、クラブに、そのほかの楽しみにいろいろ充実した夏休みにして欲しいと思います。

みなさんにはもう一つ、SSHを学習する生徒として、課題が一つありました。

「研究したいテーマとその理由について」考えておいてください。





★ SSH 平成18年度生徒研究発表会

8月9・10日の2日間、パシフィコ横浜でSSH平成18年度生徒研究発表会が行われ、本校からは環境科学科の生徒7名と教員7名が出席しました。発表会前日の7日は、ポスターセッション会場で準備の様子を見学しました。1日目は全体会のあと、各分科会に分かれて、発表を聞きました。質疑応答の時間には積極的に質問が出され、それに対する説明がされていました。また、ポスターセッションの会場でも、各校が競って自分たちの研究成果を説明し、とても活気のあるものでした。



パシフィコ横浜入口にて

2日目は、ポスターセッション、分科会代表校の発表と講演などがあり、最後に各賞の表彰が行われました。

参加生徒の感想より

「いろいろなことを体験・学習することができ、本当によかったです。ポスターセッションや分科会、印象に残ることがたくさんありました。発表している人達は、出席者からのいろいろな質問にその場ですべて答えていて、私もそんなふうになってみたいと思いました。」



ポスターセッション会場にて

「どの研究も、その結果を導くまでの過程がとても大変だったのだろうと感じました。来年、再来年には、ポスターセッションや分科会での発表に参加することになりますが、私もそこで発表できるように毎日がんばっていきたいと思いました。」

★ 大学研究室訪問Ⅱ 和歌山大学 教育学部・システム工学部

夏休み最後の8月21日、和歌山大学へ訪問してきました。午前中は、教育学部の講座として、生物分野「循環系（リサイクル系）の形成」（廣瀬正紀氏）と地学分野「宇宙の進化」（石塚 互氏）の講義を受けました。午後はシステム工学部の講座として、化学分野「超伝導物質の作成」（奥野恒久氏）と物理分野「光・熱エネルギーを電気エネルギーに変えるセンサー」（土谷茂樹氏・三輪昌史氏）について、講義と実習を受けました。

参加生徒の感想より

「とても興味深いものが多かった。特に超伝導物質の実験はとても不思議だった。」



「今回参加して、まだ解明されていないことがたくさんあると分かりました。内容を理解するのは難しかったです。私も大学に行って、研究をし、多くの発見をしたいと思いました。」



夏休み、「理科、数学、環境について研究したいテーマ」を考えるという宿題がありました。みなさんから出されたものの一部を紹介します。来年度の探究活動に向けて、さらに内容を精選し、検討していきましょう。

- 高分子の物質の性質について
- バイオマス燃料について
- 微生物の警戒信号について
- EM菌について
- 超音波とゾルゲルについて
- 環境にやさしい有機合成について



SSH 報告

SSH平成18年度
生徒研究発表会
(横浜)

大学研究室訪問Ⅱ
和歌山大学
教育学部 システム工学部

大学研究室訪問Ⅲ
近畿大学
生物理工学部
詳細については後日

SSH関係 今後の日程

●9月15日 文化祭準備

●9月19-20日

文化祭展示

「科学者に学ぶ」

発表時のフレゼンシート
を2枚にまとめて展示
します。

●9月22日

水質データ処理・考察

●10月

実験講座(水質)

●10月26-27日

SSHラボツアー

大阪大学工学部

環境エネルギー工学科

京都大学

宇治地区研究所

・化学研究所

・生存圏研究所

・防災研究所



SSH 報告

大学研究室訪問Ⅲ
近畿大学
生物理工学部

文化祭展示
「偉大な80人の科学者」

文化祭 科学系クラブ
“ソーラーバルーン”

★ 大学研究室訪問Ⅲ 近畿大学 生物理工学部



9月8日の午後、近畿大学生物理工学部へ訪問してきました。まず、細井美彦教授より、学部・学科の概要について説明していただきました。その後、8名のグループに分かれて、2つの研究室を見学しました。時間は限られていましたが、それぞれの研究室ではどの先生方も研究内容を熱心に説明してくださり、多くのことを学習することができました。



参加生徒の感想より

「予想以上に実験機器が高額で驚いた。でも、これらの機器を使って実験できたらという思いが強くなった。」

「少人数で各研究室をまわったので一人ひとりが実験を体験することができてよかったです。」

「研究の必要性とそれに対する姿勢などを学ぶことができました。質問にもとても親切に答えていただき、うれしかったです。」

「今回の研究室訪問で、機械を開発するために動物のことを調べなければならぬと知った。他の研究室も回って、もっといろいろなことを知りたいと思った。」

見学させていただいた研究室

- | | | |
|-------------|----------------|---------|
| 生物工学科 | ①環境生物工学研究室 | 多田宜文教授 |
| | ②食品保全工学研究室 | 泉 秀実教授 |
| 遺伝子工学科 | ①遺伝子生化学研究室 | 武部 聡教授 |
| | ②発生遺伝子工学研究室 | 細井美彦教授 |
| 電子システム情報工学科 | | |
| | ①ナノ・バイオニクス研究室 | 本津茂樹教授 |
| | 生体計測システム研究室 | 楠正暢助教授 |
| | 機能調和生体材料研究室 | 西川博昭講師 |
| | ②生体工学研究室 | 山脇伸行講師 |
| 知能システム工学科 | | |
| | ①ロボット工学研究室 | 渡辺俊明助教授 |
| | 知能ロボティクス研究室 | 中川秀夫助教授 |
| | ②生物生産システム工学研究室 | 一野天利助手 |
| 生体機械工学科 | | |
| | ①機械加工・CAM実習室 | 澤井 徹教授 |
| | ②生体機械材料研究実験室 | 時政勝行教授 |



科学系クラブ協同制作
(物理・理学・地学・中学理科部)
“ソーラーとぶぞ! クジラ”

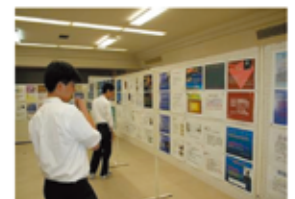


文化祭のクラブの取り組みとして、科学系クラブ協同で“ソーラーバルーン”を制作しました。当日は少し風がりましたが快晴で、飛ばすことに成功しました。

★ 文化祭展示「偉大な80人の科学者」

1年生はSSH関係の授業で、コンピュータのプレゼンテーションソフト「パワーポイント」を使って、発表しました。文化祭では、各自が作成していた4枚のシートを2枚にまとめて展示しました。2枚にまとめる作業は、科学者の業績やエピソードなどをさらに見る人に分かりやすく要約しなければなりません。時間がかかった人もいましたが、文字の大きさ、色、内容などに各自の工夫が見られました。

2年生は、環境課題研究の授業で、4つのテーマに分かれてディベート学習を行います。今回は各自が調べた内容を紙上ディベートの形で展示しました。



SSH関係 今後の日程

10月14・15日 おもしろ科学まつり
17・19日 実験講座(水質分析)
和歌山大学 木村助教授

10月26・27日 SSHラボツアー 11月10日 雑賀技術研究所
12月 8日 研究室訪問Ⅳ
(独)日本原子力研究開発機構 関西光科学研究所
9日 ロボット講座(和歌山大学・希望者対象) 詳細後日



★ 2006年 おもしろ科学まつりに出展



逆戻りする不思議なペットボトル

10月14日(土)・15日(日)の2日間、和歌山マリナシティ(わかやま館)において“2006おもしろ科学まつり”が開催されました。本校からは「逆戻りする不思議なペットボトル」、「音がでるよ♪～かわいい笛」、「WHAT'S THE 大気圧!」というタイトルで3つのブースを出展し、1年 環境科学科の生徒と科学系クラブの生徒が担当しました。来場者は、小学生とその保護者の方が中心で、整理券をもらうのに列ができるほどの盛況ぶりでした。

参加生徒の感想より

「今回、大気圧のブースを担当しました。小・中学生の子どもたちの前で実験すると、“お～!”と言ってくれて、とてもうれしかったです。もっと科学のおもしろさを伝えたいと思いました。」

「教えるのは初めてで緊張したけれど、来てくれた子どもたちが一つ一つのことに感動してくれたので、とてもうれしかったです。」

「とても貴重な体験ができました。自分自身の知識も深まったように思います。これからもこのような機会があれば参加していきたいです。」



音が出るよ♪～かわいい笛

★ 実験講座「水質分析」



WHAT'S THE 大気圧!

SSH実験講座として、1年G組は10月17日に、1年F組は10月19日に、水質分析の実験を行いました。和歌山大学教育学部の木村憲喜助教授をお招きし、大学レベルでの分析方法を学習しました。水は9月6日に和歌山市内の18カ所の河川で採取したものを用いました。事前にパックテストを使って、pH、リン酸イオンなど5項目の値を調べていましたが、今回の講座では、滴定と分光光度計を使って、さらに詳しくCODの値を調べました。

参加生徒の感想より

「色の变化で、実験の結果を見ることができ、とても楽しかった。日頃の授業で使わない器具もたくさんあり、難しかったけど、CODについてよく分かりました。」

「今回、分析のための操作を学ぶことができてよかったが、なぜそうなるのか、どうしてこの公式があるのか、等の理論をさらに学習したくなった。」

SSH関係 今後の日程

- 11月9日(木) 2年生 和歌山県立自然博物館訪問
10日(金) 1年生 先端科学講座
(雑賀技術研究所)
15日(水) 1年生 講演会
「ナノサイズ多抗体の形態」
ブリテッシュカウンシル アンダーソン教授
21日(火) 1年生 先端科学講座
「生物同士の戦いを数学的に捉える」
和歌山大学システム工学部講師
山本 秀一 氏
28日(火) 2年生 実験講座
「資源・環境から見た原子力」「放射線観察」
京都大学原子力研究所教授
中込 良廣 氏
12月8日(金) 1年生 研究室訪問
(関西光化学研究所)
9日(土) 希望者 ロボット講座
(和歌山大学システム工学部)
1月19日(金) 1年生 先端科学講座
和歌山県立医科大学教授
坂口 和成 氏



分光光度計



SSH 報告

2006年おもしろ科学まつり
ブースを出展実験講座
「水質分析」ラボツアー
大阪大学環境・エネルギー工学科
京都大学宇治地区研究所
詳細後日



SSH 報告

1年 SSHラボツアー
～最先端科学にふれる旅～

1日目

研修① 大阪大学工学部
環境・エネルギー工学科研修② 講演会
「地球温暖化と京都議定書」
講師 気候ネットワーク代表
浅岡 美恵 先生

2日目の報告は次号で

2年 環境科学科秋季研修
和歌山県立自然博物館研修① 講演
「クジラの生態と捕鯨問題」
研修② 博物館見学
研修③ バックヤードの見学と
説明1年 先端科学講座
雑質技術研究所
(詳細後日)本日4・5限 SSH先端科学講演会
「ナノサイズ多孔体の形態」
マイケル・アンダーソン 氏★ 1年 環境科学科 SSHラボツアー
～最先端科学にふれる旅～ 1日目

10月26・27日の一泊二日で、SSHラボツアーに行ってきました。今回の研修では、先端科学・地球環境をキーワードに、最先端科学技術をより身近に体感し、高度な研究の内容と研究者としての姿勢について学ぶことを目的としています。

1日目は、朝8時に学校を出発し、まず大阪大学工学部環境・エネルギー工学科を訪問しました。午前中は、「21世紀のエネルギー」について、山本敏久先生に講演していただきました。日本をとりまくエネルギー環境やエネルギー資源消費量の推移、地球温暖化問題、等についてクイズをまじえて詳しく解説していただきました。午後は、黒崎健先生による「地球上に優しいエネルギー～熱を電気に～」の講演と演示実験、各研究室見学でした。研究室見学では、肌測定（肌の弾力性や潤いの測定）や空間における動作の解析をしたり、量子ビームや量子放射光、エネルギーシステムについて学習することができました。また、大学生の方と大学生活や研究についても話をしました。

宿舎に着き、夕食をとった後は、気候ネットワーク代表 浅岡美恵先生をお招きし、「地球温暖化と京都議定書」について講演していただきました。大気中のCO2濃度の軌跡（マウンテア）とその原因、地球温暖化の悪影響を最小限にとどめるために、気温の上昇を2℃未満に抑える必要があること、先進国の役割・責任や京都議定書の発効などについて、グラフなどを示しながら、分かりやすく教えていただきました。それと同時に、家庭での排出削減対策として、エネルギーやエネルギーを消費する器機、住宅などの消費者として、我々がどのような「選択」の道を探っていかなければならないのかについて考える機会ともなりました。

こうして、ラボツアー1日目が終わりました。



参加生徒の感想より

「今回の研修でも、いろいろな施設を見学することができ、難しい内容の話もありましたが、それ以上にたくさんの驚きがあり、いろいろなことに興味を持つことができました。」

「大阪大学や京都大学の大きさに驚きました。講義では問題形式にしてくれていて分かりやすかったです。また、京都議定書という言葉は知っていましたが、内容をあまり知らなかったので、今回の研修で詳しく話を聞くことができ、とても勉強になりました。」

「今回の研修で扱った内容は、2年次の科目選択で迷っている私にはとても参考になりました。時間的には忙しかったけれど、1つの分野を詳しく学ぶことができよかったと思います。」

★ 2年環境科学科秋季研修 和歌山県立自然博物館

11月9日の午後、環境科学科2年生が和歌山県立自然博物館を訪問しました。

今回の研修では、博物館に収集されている標本やデータを活用することでどのような研究がなされているかを知る、授業で行っているディベート学習（捕鯨問題）のための知識と理解を深める、等を目的としています。自然博物館に到着すると、まず副館長の今原光幸先生が玄関前に展示しているニタリクジラの骨格標本について説明してくださいました。その後、「博物館の役割について」や「クジラの生態と捕鯨問題」についての講演がありました。お話の中で、今までの博物館は展示が中心であったこと、海外にある日本の生物の標本を見直す動きがあること、紀州の古式捕鯨やその歴史、調査捕鯨の目的などについて詳しく説明していただきました。そして、クジラを通して海洋と地球環境を考えてみてくださいと結びられました。後半はグループに分かれて、バックヤード（大水槽や収蔵庫、各展示など）を見せていただきました。収蔵庫では、国内にわずか3頭しか現存しない貴重なニホンオオカミの剥製標本やヤンバルテナガコガネの標本などもみせていただきました。



参加生徒の感想より

「想像以上に日本の周りの海にクジラがいることを知った。普段見ることがない“水槽を上から見る”もできた。学芸員の仕事を身近に見ることができ、標本を保存するのも博物館の重要な役割であることを知った。」



SSH 報告

1年 SSHラボツアー ～最先端科学にふれる旅～ 2日目

京都大学宇治地区研究所
化学研究所・生存圏研究所・防災研究所



1年 環境科学科 先端科学講座（理科） 「残留農薬分析とクロマトグラフィー」 安全で快適な生活への貢献 （雑賀技術研究所）

1年 SSH先端科学講演会 「ナノサイズ多孔体の形態 ～英国科学者による科学セミナー～」 マンチェスター工科大学 マイケル・アンダーソン教授

★ 1年 環境科学科 SSHラボツアー ～最先端科学にふれる旅～ 2日目

ラボツアー2日目の10月27日は、京都大学宇治地区研究所を訪問しました。まず、江崎化学研究所長より宇治キャンパスの概要について説明していただきました。その後、3つの班（河井教授による風洞実験室、中島教授による構造物実験室、伊藤教授による地震予知研究センター）に分かれて、防災研究所の施設見学をしました。たとえば、地震予知研究センターでは、今後起こることが予想されている南海・東南海地震の話や現在研究されている地震予知の方法についての講義を受けました。午後は、化学研究所と生存圏研究所を施設見学しました。化学研究所では4つの班（小野教授による液体窒素-196℃の世界、江崎教授による生物工学ラボラトリー、野田教授によるイオン線形加速器実験棟、金久教授によるバイオインフォマティクスセンター）に分かれました。極低温物性化学実験室では、液体窒素を使って、身の回りにあるいろいろなものを冷やし、-196℃の世界を体験しました。また、生物工学ラボラトリーでは、極地の海洋や深海のような低温環境を好んで生育する低温菌について説明を受けました。ここでは、低温菌がどのようにして低温環境に適応しているのかを明らかにすることを目的として、さまざまな実験器具についても説明していただきました。生存圏研究所では、杉山教授や吉村助教授から説明を受けた後材鑑調査室・エコ住宅・シロアリ・木質材料実験棟を観察体験しました。

参加生徒の感想より

「2日にわたる研修だったため、とても疲れたが、バイオインフォマティクスセンターのスーパーコンピュータラボラトリーがとても印象に残った。内容は難しかったが、処理能力のすごさに驚いた。」



★ 先端科学講座 「残留農薬分析とクロマトグラフィー」 （理科） 安全で快適な生活への貢献

11月10日の5限目に先端科学講座（理科）がありました。今回は、雑賀技術研究所の坂口将進さんと藪田真紀子さんをお招きし、「残留農薬分析とクロマトグラフィー」についての講演と実験を行っていただきました。最初に、農薬の定義や使用される理由について説明していただきました。1つの農薬をつくるためには、通常、10年の期間と10億円が必要となること、病害虫への効果や人への影響、作物への残留性、環境への影響などを調べなければならないことなどを教えていただきました。残留農薬基準や分析の概要（農薬の同定、定性・定量）について説明していただいた後、残留農薬分析に利用されているクロマトグラフィーの実験を行いました。実験は、2種類（青汁とグレープジュース）の固相カートリッジによる色素の除去でした。シリンジの押し棒で押し、通液すると試験管内に落ちてきた液は透明になっていて不思議でした。



参加生徒の感想より

「今回の講座を受けるまでは、農薬の定義や安全性の確保のためにどのようなことが行われているのか、あまり知らなかったけれど、スライドなどを用いて説明していただき、よく分かりました。実験も色の変化がおもしろかったです。農薬についての怖いイメージがかわったところもありますが、草や虫を駆除することに関わりがないので、これからも農薬や食の安全を守っていかねばならないと改めて思いました。」



★ SSH先端科学講演会 マイケル・アンダーソン教授 「ナノサイズ多孔体の形態～英国科学者による科学セミナー～」

11月15日の4・5限、SSH先端科学講演会が行われました。今回はブリティッシュカウンシルという機関の協力を得て、マンチェスター工科大学のマイケル・アンダーソン教授をお招きし「ナノサイズ多孔体の形態」について講演していただきました。アンダーソン教授は微小孔材料の研究で世界的に知られており、特にゼオライトという触媒作用をもつ材料の固体核磁気共鳴の研究で有名な方です。多孔性材料にはマイクロ、メソ、マクロがあり、水の浄化や私たちの身の回りの生活に大切な役割をしています。たとえば、ゼオライトは洗剤の30%に含まれていて、ソフトニングや脱臭剤などに利用されているとのことでした。また、炭酸カルシウムやシリカの構造についても説明していただき、結晶がどのように成長するのかをインスリン結晶のうずまき成長などを例にあげながらお話していただきました。プラトーの法則の説明では、実際に各自で立体モデルをつくったあと、順番に石けん水につけて観察しました。

参加生徒の感想より

「今までと異なり、今回は英語での講演（同時通訳を聞きながら）だったので、メモをとるのが大変だったけれど、とても貴重な経験になりました。内容は難しかったけれどおもしろかったし、シャボン玉の実験も楽しかったです。」

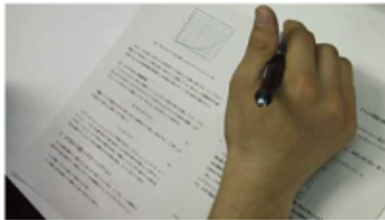




SSH 報告

**1年環境科学科
先端科学講座(数学)**
「生物同士の戦いを数学的に捉える」
和歌山大学システム工学部
山本 秀一氏

**2年環境科学科
秋季講演会**
「資源・環境から見た原子力」
「放射線観察」
京都大学原子力実験所
中込 良廣教授



★ 1年 環境科学科先端科学講座(数学)

進化ゲーム 「生物同士の戦いを数学的に捉える」

11月21日の4・5限、1年SSH先端科学講座(数学)が行われました。今回は和歌山大学システム工学部講師 山本秀一先生をお招きし、「生物同士の戦いを数学的に捉える」について講演していただきました。お話の中で、「同一生物種の集団内で資源の取り合いが起こった場合、タカ戦略とハト戦略のどちらかを取るとき、個体数はどのような変化をするか」という問題を数学モデル化し、平均変化率、期待値、オイラー法等を使って計算するという手法を説明していただきました。また、実際に表計算ソフトを使って、どのような結果が表れるのかをグラフで見せていただきました。平均変化率や漸化式を学習していない1年生にとっては、かなり難しかったようですが、将来習う微分方程式の有効性にも触れられ、数学の有用性を学習することができました。



参加生徒の感想より

「タカ・ハトゲームに興味を持った。最終的にはハトが減ってしまうのが分かった。微分方程式が難しいと思った。」

「内容が難しかったので、理解するのが大変だった。でも、生物の思考と数学が関係していたことを知り、驚いた。これだけでなく、もっと生物と数学には深い関わりがあると思った。」

SSH関係 今後の日程

12月8日(金)
研究室訪問Ⅲ
日本原子力研究開発機構
関西光科学研究所

12月9日(土)
ロボット講座
和歌山大学システム工学部
(希望者対象)

12月12日(火)
ディベート見学
(予定)

1月19日(金)
先端科学講座(理科)
和歌山県立医科大学
坂口和成教授



★ 2年 環境科学科 秋季講演会

「資源・環境から見た原子力」 「放射線観察」

11月28日の2・3限、2年環境科学科を対象とした秋季講演会が行われました。京都大学原子力研究所 中込良廣教授をお招きし、「資源・環境から見た原子力」についての講演と「放射線観察」の実験講座を行っていただきました。中込教授のご専門は、核燃料管理学、原子核物理学(原子核分裂)およびエネルギー政策学で、原子力研究の第一人者として活躍されています。地球環境問題の広がりや人類とエネルギーのかかわりについてのお話から始まり、京都議定書や京都メカニズムのしくみ、原子力エネルギー利用の現状と今後の可能性について詳しく説明していただきました。



2年生は、現在、環境課題研究の授業でディベート学習を行っています。原子力発電についてのディベートの試合もあるので、今回の研修で科学的な知識と理解を深めることができました。また、実験講座では、霧箱を使って放射線の観察を行いました。光を当てると、放射線の飛んだ跡にそってできた液滴が光を反射して、細い霧状に見え、とても興味深かったです。





★ 1年 環境科学科 大学研究室訪問Ⅳ

関西光科学研究所 木津地区



12月8日(金)、関西光科学研究所 木津地区を訪問してきました。午前8時に学校を出発し、関西光科学研究所に向かう車内で放射線および原子力エネルギーに関する学習をしました。到着し概要説明を受けた後は、各班に分かれて見学しました。3Dバーチャルリアリティ体験では、3D映像を使って、アインシュタインの相対性理論の世界を体験しました。実験工作教室では、燃料電池キットを使って燃料電池の工作および実験を行い、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。その後、燃料電池車の試乗体験があり、試乗に挑戦してくれた男子生徒は、「振動が少なく、乗り心地がよい」という感想を聞かせてくれました。光量子ビーム利用研究棟ではピーク出力が100テラワットにもなる実験が行われている真つ最中でした。その他、光・光エネルギーに関する総合博物館「きつづ光科学館ふおとん」、ITBL棟でのスーパーコンピュータの見学やVR体験など、多くのことを学習することができました。

参加生徒の感想より
「今回の研修では、実験や実際に体験できることが多くて、とても楽しかった。いろいろなことに興味をもてました。」

★ 実験講座「ロボット」和歌山大学システム工学部

希望者対象 高校生・中学生 計21名が参加

12月9日(土)にSSH実験講座「ロボット」が和歌山大学システム工学部で行われ、講座に参加を希望した高校1年生15名、中学2年生6名が受講しました。まず、八木栄一教授から「ロボットの歴史と現状」について講義していただきました。ロボットの語源や開発の歴史を通してロボットとは何かという話や現在利用されているさまざまなロボットの紹介、今後のロボット開発の見通しなど興味深い内容でした。その後、2人1組でロボットの組み立てを行い、作成したロボットを光センサーで読み取った線のとおり動かすプログラミングに挑戦しました。初めは思ったようにロボットが動かず、悪戦苦闘している様子でしたが、次第に思い通りにプログラムを組むことができるようになると、時間を忘れてプログラミングに熱中していました。



★ 全国SSHコンソーシアム長崎研究会に出席

全国SSHコンソーシアムによる乾型耳垢型の全国遺伝子地図作成に関わる研究会

12月12日(火)、全国SSHコンソーシアム長崎研究会が行われ、本校からは環境科学科1年生の青木奈美さんと北村絵美先生が出席しました。全国のSSHが共同で各県SSH校の生徒から指の爪を採取して、「乾型」遺伝子頻度を算出し、各県ごとに「乾型」遺伝子頻度を元に色分けした全国地図を作成する研究を開始しています。この共同研究に同意した本校の生徒25名も7月に爪を提供しました。午前中は長崎大学医学部 新川昭夫教授による研究内容の説明、生徒によるSSHコンソーシアム結成式と長崎県立長崎西高等学校より今後の予定の説明がなされました。午後は、長崎大学医学部に移動し、「爪からDNAの抽出 耳垢型遺伝子の解析」の共同実験を行いました。

★ 第2回SSH運営指導委員会 開催される

経過報告、校内授業(SS探究科学I)見学および研究協議

12月15日(金)に平成18年度第2回SSH運営指導委員会が開かれました。初めに、これまでの研究室訪問や先端科学講座などのSSH活動の経過が報告されました。その後、SS探究科学Iの授業をSSH運営指導委員の先生方に見ていただきました。1年F組は分析実験基礎講座II(酸化還元滴定)、1年G組は遺伝講座III(DNA抽出実験)でした。研究協議の中で、参観した授業について、全員が実験に参加してよかったというお褒めの言葉をいただきましたが、実験への取り組みに真剣さが足りない、どのような実験でも安全面に注意しないといけない、というようなご助言もいただきました。

来年度に向けての取り組みについては、活動はゼミ形式(物理・化学・生物・環境・数学など)で行うことや英語での発表などについて話し合われました。

SSH 報告

1年環境科学科
大学研究室訪問Ⅳ
関西光科学研究所

ロボット講座
和歌山大学システム工学部
(希望者対象)

全国SSHコンソーシアム
長崎研究会



第2回
SSH運営指導委員会

SSH関係 今後の予定

12月25日(月)
先端科学講座(数学)
和歌山大学システム工学部
助教授 江種伸之氏
1月16日(火)
ティベート見学(予定)
1月19日(金)
先端科学講座(理科)
和歌山県立医科大学
教授 坂口和成氏

SS探究科学I 授業風景





SSH 報告

1年環境科学科
先端科学講座(数学)
「絶対安全な水はあるのか？
—環境リスクの基礎—」
和歌山大学システム工学部

ディベート見学
論題
「日本は、全ての原子力発電
を代替発電に切り替えるべ
きである。是か非か。」

1年環境科学科
SSH先端科学講座(理科)
「バイオサイエンスと医学」
和歌山県立医科大学
坂口 和成教授

★ 1年 環境科学科先端科学講座(数学)

「絶対安全な水はあるのか？ —環境リスクの基礎—」



12月25日の1～3限、1年SSH先端科学講座(数学)が行われました。今回は、和歌山大学システム工学部助教 江種伸之先生をお招きし、「絶対安全な水はあるのか？—環境リスクの基礎—」について講演していただきました。

水道水の浄水についてのお話の中で、原水のまゝ使用することによる感染症のリスクと、塩素消毒による発ガン物質の発生のリスクがあることが説明され、1つのリスクを下げると、もう1つのリスクが大きくなる(トレードオフの関係)ことから、絶対安全な水はないという結論が示されました。このことを説明するために、理科学的な実験や数学的な分析(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

「水は毎日使っているものなので、身近なもので分かりやすかった。環境と数学の関連が分かって良かった。」

「リスクの計算は難しかったけど、身近なものである水についてのいろいろ学べたと思う。水をきれいにするために使う薬品が発ガン性物質を発生させる等、これからまだまだ研究できそうな内容は興味深かった。」

★ ディベート見学(2年環境科学科によるディベート試合Ⅳ)

「日本は、全ての原子力発電を代替発電に切り替えるべきである。是か非か。」

1月16日(火)の3限、2年環境科学科のディベート試合Ⅳ(論題：日本は全ての原子力発電を代替発電に切り替えるべきである。是か非か。)が行われ、1年環境科学科の生徒が見学しました。フロアシートへの記入は初めてだったので、戸惑った人もいたようですが、発表者の発言を聞き漏らさないように熱心に取り組んでいました。

参加生徒の感想より

肯定側の勝利に判定した理由

「意見がまとまっていて、資料での明確な返答が多かった。原子力発電所の強度についての質問に否定側の返答があいまいだった。肯定側の説明で、安全性が一番大切なことだと思った。」

否定側の勝利に判定した理由

「代替発電によって発電量が減るのではという問いに対して論理的な返答がなかった。代替発電では安定した供給は難しく、原子力発電がこれからも必要だと思った。」

★ 1年 環境科学科SSH先端科学講座(理科)

「バイオサイエンスと医学」

1月19日(金)の5限、SSH先端科学講座(理科)が行われ、和歌山県立医科大学先端医学研究所分子医学研究部の坂口和成教授をお招きし、「バイオサイエンスと医学」について講演していただきました。まず、バイオサイエンスと医学について説明を受けた後、DNAの構造、ヒトの染色体の構成や形質の発現などについて説明していただきました。また、PCR法というDNAを用いた研究手法や遺伝子異常を修復する方法(遺伝子組換え操作)について、映像を用いながら分かりやすく教えていただきました。バイオサイエンスの進歩によって、医学分野では助けることができる命があるということとそれともなう倫理面や安全面についてもふれられ、バイオサイエンスが我々にもたらすこととそれに対する規制について、これからどう考えていくべきかという問いを投げかけられました。

参加生徒の感想より

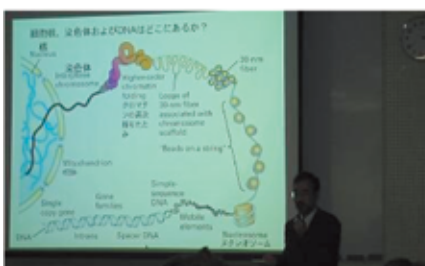
「こんなに遺伝子操作が進んでいるなんて知らなかったもので、とても驚きました。また、遺伝病について詳しく知ることができて良かったです。」

「遺伝子操作によって、生まれてくる前からその子どもの将来が決まるようになるかも知れないというのを聞き、すごいなと思いました、怖いなと思いました。」

SSH関係 今後の日程

1月23日(火) 本日
2年環境科学科冬季特別講座
～ライフスタイル論①～
和歌山市生活環境部生活環境総務課
太地 秀久氏

2月6日(火)
2年環境科学科冬季特別講座
～ライフスタイル論②～
京都精華大学環境社会学科
植田 劭先生





SSH 報告

**2年環境科学科
冬季特別講座～ライフスタイル論①～
「フェニックス講座」
大阪湾広域臨海環境整備センター
宮本 泰人氏
渡邊 龍彦氏
和歌山市生活環境部生活環境総務課
神戸 克己氏**

**2年環境科学科
冬季特別講座～ライフスタイル論②～
「混迷の21世紀をどう生きるか
～ライフサイクルにおける価値の転換～
京都精華大学環境社会学科
榎田 昶先生**



★ 2年 環境科学科冬季特別講座 ～ライフスタイル論①～ 「フェニックス計画」「和歌山市のゴミ分別方法について」

1月23日(火)の5限、2年環境科学科冬季特別講座～ライフスタイル論①～が行われました。初めに、「フェニックス講座」という演題で、大阪湾広域臨海環境整備センターの宮本泰人氏と渡邊龍彦氏にお話していただきました。フェニックス計画とは、近畿圏から発生する廃棄物の最終処分を行い、埋め立てた土地を活用して、港湾機能の整備を図るものです。大阪湾には、現在建設中の「大阪神埋立処分場」を含め4つの処分場があり、これらの場所に9つの基地から廃棄物が搬入されています。ゴミ行政や埋立処分場の現状について詳しく教えていただきました。次に、和歌山市生活環境部の神戸克己氏に「和歌山市のゴミ分別方法」について講演していただきました。和歌山市のゴミ排出量や収集・処理費用、資源ゴミをリサイクルすることによる二酸化炭素排出量の削減などについて、数値を示しながら説明していただきました。

参加生徒の感想より

「フェニックス計画の内容や各施設の説明を聞き、環境についても考慮しているのがよく分かった。」

「このまま同じようにゴミを排出していくと、平成33年には現在の最終処分場が満杯になると知り、少しでも量を減らしていかなければならないと思った。」

「護岸建設やゴミの運搬などで、環境に配慮されているのはよく分かったが、周辺住民の気持ちになると、安全にされていても複雑だと思った。」

「自治体によって分別の種類にかなり差があることに驚いた。埋立が終わった土地は公園以外にどう活用されるのか、などいろいろ知りたくなった。」

★ 2年 環境科学科 冬季講演会 ～ライフスタイル論②～ 「混迷の21世紀をどう生きるか～ライフサイクルにおける価値の転換～」

2月6日(火)の4・5限、2年環境科学科 冬季講演会～ライフスタイル論②～が行われました。今回は京都精華大学環境社会学科の榎田昶先生をお招きし、「混迷の21世紀をどう生きるか～ライフスタイルにおける価値の転換～」について、講義していただきました。

お話の中で、人間の生き方や社会のあり方など、日常の生き方と重ね合わせて、環境について考える必要があること、環境と生きるということがどのようにつながっているのかについて、具体的な例をあげながら説明していただきました。また、今使っている資源はいつかはなくなるものであり、そのようになくなるもので豊かな暮らしをしていることの問題点や利己主義・利他主義からなる社会について説明していただきました。日本の農業と現在の食べ物が商品として扱われていることとの関係にもふれられ、自分たちの現実を見つめ直すよい機会になりました。どのように生き方をかえればよいのか?について、「つつましく 小さく ゆっくり」「スイムアウトする勇気を出してみよう」というメッセージをいただきました。

参加生徒の感想より

「今までの講座とは違った視点から、環境について学習できた。当たり前だと思っていた今の豊かな生活は長く続かないということを知り、何か変えていかないといけないと思いました。」

「すべてのことが環境問題につながっているのに驚いた。こういう見方や考え方があるんだと知り、視野が広がったように思いました。講義を受けて、自分にできること、素直になることから始めようと思いました。」

「今の豊かさは幻だと言っていたけれど、想像がつかなかった。今の世の中を変えて“つつましく ゆっくり”にするのにも限界があるように思った。資源の使用も必要だし、どうすれば解決できるのだろうと思った。」

「環境問題は理系の分野だと思っていたけれど、もっと多方面から考えるべきものなんだと分かった。先生のお話はまったく型にはめられていず、すごく興味を持って聞き入ってしまった。」



1年次SSH活動に関する アンケート

2月2日(金)に、1年次SSH活動についてのアンケートを行いました。その一部を紹介します。

「最先端の研究をしている大学に行き、研究者の人の話を聞くことができた。今まで知らなかったことをたくさん知ることができたので、科学を身近に感じることができ、楽しかった。」

「内容が難しく、理解しづらい講義や実験もあった。レポートを書くのが難しく量が多かったので大変だった。」

「スケジュールがたつんでいて、しんどいと思うことがあったが、いろんな体験ができて良かったです。」

4月からは、SS探究科学Ⅱも始まります。今年度に経験したことをいかし、さらに学習を深めていきましょう。

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1年次

平成19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