

Super Science High School

平成16年度
スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書 第1年次

和歌山県立 海南高等学校

は じ め に

本校は、前身の旧制海南中学校時代を含め創立以来82年の歴史を有しています。昭和23年には旧制海南中学校と日方高等女学校を母体として全日制普通科の新制高等学校として新たなスタートを切り、その後定時制課程の設置や理数系専門学科である教養理学科を開設し、現在に至っています。全日制は普通科と教養理学科の二学科からなり、国公立大学を目指す生徒が多数を占めるため、その進路保障に全職員が一致協力して取り組んでいます。また、知、徳、体の調和のとれた心豊かな人間の育成に努めており、スポーツ系文化系ともクラブ活動にも力を入れています。

本校の特徴のひとつとして、これまで理科教育の充実、発展に努めてきたことがあげられ、その一例としての「臨海実習」は30年以上の歴史をもつ伝統行事であります。平成7年に開設した教養理学科は、実験、実習を重視しており、二単位連続の実験物理、実験化学、実験生物の授業の他、大学の出張授業、特別課外授業を数多く取り入れてきました。このような取り組みの成果が今回のスーパーサイエンス校（SSH）の指定につながったと考えております。

本校のSSHのひとつのキーワードは「地域との連携」です。SSHの取り組みを校内だけではなく地域に発信し、地域とのつながりを深めることです。地域での活動を通し、学ぶ意欲をかきたて、科学的能力の向上につなげていくことを目指しています。

「地域との連携」をキーワードとして研究開発に取り組む課題は三点あります。第一は、ステューデントサイエンスインストラクター（SSI）を育成することです。これは、地域の小中学生に理科実験を指導し、理科の楽しさを伝え、理科に対する興味関心を引き出す取り組みです。小中学生に教えることで、知識を再確認し定着していくことが可能になり高校生自身も成長します。第二は、学校をサイエンスバンク、科学の人的、資源的貯蔵庫と位置づけ地域の科学教育センターとしての役割を果たしていくことです。第三は環境教育に積極的に取り組み、地域のエコステーションとしての活動を行うことです。

これらの課題に関し、1年目の本年は、教養理学科の1年生を対象にサイエンスインストラクタートレーニングプログラム（SITP）を行い、近隣の小学校でSSI事業を実施しました。また、大学、研究機関との協力を得て、生徒の科学的能力の伸長、意欲、創造力の育成に取り組み、かなりの成果を上げることができたと思っています。今後も、研究課題を明確にし、科学教育に積極的に取り組んでいきますので、各方面の皆様からご指導、ご鞭撻をいただければ幸いです。

最後に本校の取り組みにご協力、ご支援を賜りました方々に心から感謝申し上げますとともに、今後の一層のご助力、ご指導をお願いいたします。

平成17年3月

和歌山県立海南高等学校
校 長 大江 規之

目 次

I 章 研究開発の概要

1	研究開発課題	1
2	研究の概要	1
3	研究開発の実施規模	1
4	研究開発の内容	1
5	研究開発の検証	2
6	研究開発実施体制	3
7	平成16年度研究開発の経緯一覧表	4
8	参考	7

II 章 研究開発の内容・実施の効果とその評価

[I] S S I 活動「科学する心の育成」きっず サイエンスプラン

[II] サイエンスバンク「探究活動と教材開発」

A	課題研究	27
[1]	銅貨を金色にする実験に関する考察	27
[2]	化学反応を利用した紫外線領域の光の強さの測定	32
[3]	身近な水のCOD測定	38
[4]	評価と課題	40
B	教養理学科実験	41
[1]	実験物理	41
[2]	実験化学	49
[3]	実験生物	55
C	学校説明会における課題研究発表	59
D	カメラ付携帯電話を使った月の観察	60
E	アドバンシング物理公開講座	61

[III] エコステーション「自然探究と環境教育」

[1]	加太臨海実習	63
[2]	S S I 実習「毛見崎自然観察」	67
[3]	トガリウミホタルの発光実験および生態観察	69
[4]	文化祭における環境教育の取り組み	72

[IV] 先端科学技術研修

A	特設課外授業	75
[1]	第1学年教養理学科夏季特設課外授業「原子力に関する研修」	75
[2]	第2学年教養理学科夏季課外授業「播磨研修」	80
[3]	第1学年教養理学科関東地区特設課外授業	85
[4]	第2学年教養理学科冬季特設課外授業「和歌山大学先端科学技術講座」	92
[5]	エネルギー施設見学会	99
B	S S H 特別講義	101
[1]	第1回特別講義「情報機器・情報通信ネットワーク・ソフトウェアの活用」	101
[2]	第2回特別講義「光の科学」	107
[3]	第3回特別講義「情報ネットワークの基礎」	112

[V] まとめと検証

資料

I 章 研究開発の概要

1 研究開発課題

科学への興味・関心・理解を深め、自ら学び探究し、それをさらに創造的に啓発できる、自立的な人材の育成を図るための指導の実践的研究。

2 研究の概要

〔仮説〕生徒が自主的・主体的に学習に取り組む状況を、以下に述べるように意図的に創り出し設定していくことにより、理科や数学など自然科学探究への興味・関心を高め、さらなる能力の伸長をはかる。また、教員の資質を高め、生徒に還元していくとともに、地域の活性化にも貢献する。

(1) S S I 活動〔科学する心の育成〕

高校生を、地域の児童生徒に理科のおもしろさを伝えるステューデント・サイエンス・インストラクター（S S I）として育成し、小中学校において学習支援活動等を行う。小中学生の理科への興味・関心を引き出す一助とするとともに、これらの活動を通して高校生自身の将来の研究者等としてのアイデンティティ確立に資する。併せて創造と啓発の両面にわたる幅広い力を育成し、生徒自身の科学探究への魅力の再認識と、個々の能力・適性の再発見につなげる。

(2) サイエンスバンク〔探究活動と教材開発〕

1 年次から専門科目を設定し、他の教科等との系統性を持たせたカリキュラムを開発していく中で、理科教育に係わる教材の開発や収集、新しい実験形態や学習指導方法等を研究していく。そして、これらの成果を地元の学校へ教材として提供する等、地域の理科学習の中心「サイエンスバンク」としての役割を担うべく準備を進める。

(3) エコステーション〔自然探究と環境教育〕

地域を取りまく豊かな自然についての学習や、環境教育についても積極的に取り組み、環境に関する意識を高め、地域の「エコステーション」となるべく活動をすすめる。

(4) 〔先端科学技術研修〕

上記の課題の達成に向けて、教養理学科におけるこれまでの取組をもとに、大学の先生方による出張講義の他、大学や研究機関との連携を一層密にし、先端の研究や科学機器、技術等を積極的に体験させる。

3 研究開発の実施規模

教養理学科 1 学年の生徒を中心に、教養理学科 2 学年、3 学年も含め、学年進行で実施する。一部の事業については、普通科理系を中心に全校生徒を対象とする。

4 研究開発の内容

(1) 学校設定科目「S I T P」の設定と研究

学校設定科目「S I T P（サイエンスインストラクタートレーニングプログラム）」を設定して、一連の観察、実験、実習、講義等を実施するほか、ガイダンスや特設教科の総括を行う。他の理科や数学、情報科目および「総合的な学習の時間」とも連携させ、理科における新しい実験形態や学習指導方法等を研究していく。今年度「S I T P（1 単位）」については、「理科概論（5 単位）」および「情報 A（2 単位）」との有機的な連携のもとに、初年度 S S H クラスである教養理学科 1 学年に関わる様々な S S H 事業の中核として実施してきた。

(2) 環境教育の実施

地域を取りまく豊かな自然や、環境に関する意識を高めるための環境教育については、フィールドワークを取り入れて行った。30年以上続く本校の伝統行事である1学年「加太海岸臨海実習」に加え、学習をより深めるため、SSHクラス単独の「磯実習－自然観察会」を和歌山県立自然博物館の指導の下に実施した。また、エネルギー問題とも関連して、教養理学科1学年は「近畿大学原子力研究所」での「特設課外授業」を実施した。教養理学科2学年は、「エネルギー関連施設見学会」に参加するなど、現在、学校をあげて取り組んでいるエコスクールとも併せ、環境問題に関する学習を深め、生徒の科学的な環境観を育成してきた。

(3) 大学・研究機関等との連携による特設課外授業の実施

教養理学科ではこれまで、大学や研究機関等での体験学習を重視して、学科が設置された平成7年度から1学年2学年とも年に2回の「特設課外授業」*¹の取り組みを行ってきた。本年度も今後の課題研究やSSI活動に生かすとともに、生徒自身の将来の進路に対する展望を幅広く育んでいくため、これらをさらに一層発展させた形で行った。SSH対象クラスの1学年だけでなく、2学年についても普通科の理系の選択生徒を含めて、先端の研究や科学機器、科学技術等について積極的に体験してきた。

(4) SSI（ステューデント・サイエンス・インストラクター）の活動

教養理学科1学年の生徒を、地域の児童生徒に理科のおもしろさを伝えるステューデント・サイエンス・インストラクター（SSI）として育成し、小学校において学習支援活動を行った。この活動は地域の児童、生徒の科学に対する興味・関心の高揚に寄与するとともに、自身の創造と啓発の両面にわたる幅広い力を養うために大変有効である。また、こうした活動全般を通して生徒自身の科学研究への魅力の再認識と、個々の能力、適性の再発見につながるものと考えている。今年度は地域の6校の小学校で、SSHクラスの生徒全員が活動し、それぞれが研究を行い、工夫を凝らした実践を行った。

(5) 部活動の指導・支援

教養理学科だけでなく普通科生徒も含め、科学的な分野での自主活動の一層の活性化を図るため科学部活動への支援の取り組みを強化させた。科学系のコンテストにも積極的に参加し、科学研究の魅力を確認させるとともに、プレゼンテーション能力の育成をも図った。活動の中心として科学部や映画研究部も参加し、教材のビジュアル化等にも取り組んできた。

(6) 特別講義の実施

これまでも「出前授業」の形で年に1回程度行っていたが、今年度はさらに充実させ、大学の第一線の研究者を本校に招聘し、合計3回の「SSH特別講義」を行った。特に現在どの分野の研究においても不可欠である情報機器・情報通信ネットワークについての2回の特別講義を行った。第1回の「情報機器・情報通信ネットワーク・ソフトウェアの活用」は教養理学科1学年対象で一部科学部も参加した。第2回「光の科学」第3回「情報ネットワークの基礎」は教養理学科第1学年・第2学年を対象に行った。

(7) その他

有識者からなる運営指導委員会を設置し、事業計画やカリキュラムの研究開発の内容などについて指導助言を受けた。また、生徒は他のSSH校生徒との交流会や報告会に参加した。

5 研究開発の検証

(1) 専門科目「SITP（サイエンス・インストラクター・トレーニングプログラム）」設置について

本年度SSH事業の中核をなす1単位の専門科目である。この他に1年次における理数系の専門科目は、「理科概論（5単位）」の他「理数数学Ⅰ（4単位）」「応用数学A（3単位）」がある。

このうち「理科概論」および一般科目の「情報A（2単位）」と連携し、週のうち月曜と金曜の2日はこれらの科目との3時間の連続時間としてカリキュラムを設定し、教員も理科の教員4名が同時にあたれるようにした。

利点として1つには、他の教科科目や他の自主活動への影響を極力少なくすることができたことがあげられる。SSHクラスの生徒は全員何らかのクラブに所属しており、土日や早朝まで活動している生徒や、複数のクラブに所属している生徒も多い。SSH事業として準備を初め、予備学習や予備実験に多くの時間を集中して確保する必要がある中、他の教育活動への支障を少なくできたと考える。

2つ目として情報機器の有効活用がある。SSI活動でのプレゼンテーションから始まって、特設課外授業の事後報告のプレゼンテーションに至るまで、情報機器は必要不可欠であり、自らの活動に直結した生きた情報教育とすることができた。最後に述べるようにプレゼンテーション能力に関しては、小学校時代を知る当時の担任教員が驚くレベルまで到達した。また、生徒には個人毎、クラス毎、活動班毎および学年毎のファイルサーバを準備し、個人やSSI活動班、およびクラスの活動の準備から報告までほとんどの活動内容をポートフォリオとして残していることも、後の評価活動に有効である。

欠点としては、科目の時間数にばらつきができ、単位あたりの履修時間をそろえるのに苦労をしている。また、教員数が少ない中でチームティーチングとしたため時間割の設定が難しく、他の教員への影響が大きかった。今後の課題としては、数学や総合的な学習の時間との連携が考えられるが、クラス数および教員数減の中で難しいところである。

（2）事業活動全般について

個々の事業に関する検証は最後に述べるが、全般として教養理学科設置以来行ってきた活動をより強化拡充した内容であった。大きく変わったこととして科学部自主活動の強化と、事業の事後指導がある。これまでどうしても運動クラブへの指導に力をとられがちであったが、今回の指定を機に科学部活動を強化することができ、活動直後のコンクールで賞をいただくことができたのは、生徒だけでなく指導教員の大きな励みとなった。また、これまではほとんど行っていなかった各種事業の事後指導、事後報告会をすることができた。自己評価や（1）に述べたポートフォリオとも関連して今後の評価に役立つと考えられる。自己評価だけでなく保護者の評価等も含めた、より生徒に役立つ評価活動をどのように構築していくかが今後の課題である。

6 研究開発実施体制

（1）運営指導委員会

	氏 名	所 属 ・ 職 名
委員長	東本 暁美	近畿大学生物理工学部 教 授
委 員	宮永 健史	和歌山大学教育学部 教 授
委 員	桶矢 成智	和歌山大学システム工学部 教 授
委 員	西本 吉助	大阪市立大学理学部 名誉教授
委 員	西林 則男	和歌山県立自然博物館 館 長
委 員	入江 正己	和歌山県立自然博物館 学芸課長
委 員	山田 俊治	(株)和歌山リサーチラボ 事業部長

委 員	田 渕 利 幸	和歌山県立海南高等学校 P T A 会 長
委 員	板 橋 孝 志	和歌山県教育庁学校教育局県立学校課 課 長
委 員	茂 田 嘉 朗	和歌山県教育庁学校教育局県立学校課 指導主事

(2) 和歌山県立海南高等学校 S S H 研究開発委員会

氏 名	職 名	担 当 等
大江 規之	校 長	
北山 啓次	教 頭	事業推進主任
斎藤 恵道	教 諭	理科・事務局長
河本 好史	教 諭	理科・事務局長補佐
飯島 輝久	教 諭	理科・事務局長補佐
小林 英世	教 諭	理科
蓮下 昭生	教 諭	理科
山中 隆男	教 諭	理科
津老 久代	実習助手	理科
栗本 恵司	教 諭	数学科・事務局長補佐・教務部長
宮本 正典	教 諭	数学科・進路指導部長
田伏 政昭	教 諭	地歴公民科
藤下 法紹	教 諭	国語科
前田 成穂	教 諭	英語科・人権自主活動部長
中西 詳味	事務長	経理事務主任・決済権限者
中尾 雅信	副主査	事務
西 真美	講 師	理科・事務処理

(3) 研究開発等における情報の共有

——和歌山県教育ネットワーク整備事業で整備されたシステムの有効活用——

普通教室や特別教室には、和歌山県教育ネットワーク整備事業で整備されたネットワーク端末があり、生徒の有効利用に供している。加えて本校には、この生徒用 L A N と切り離した職員のみが利用できる職員用 L A N が整備されている。この職員用 L A N 上に、個人認証機能付きのファイルサーバを設置し、研究資料や写真などの取組の状況だけでなく、研究開発に関わる様々な情報を蓄積し、関係職員の情報共有を図るとともに、公開できるものについてはこの場において全教職員にその都度公開をおこなっている。また、対面での会議のほか、情報交換のツールとして、S S H 研究開発に関わる職員専用のメーリングリストを運用し、本校での研究開発に関わるプロジェクトについての様々な情報を共有し、意見交換を行っている。

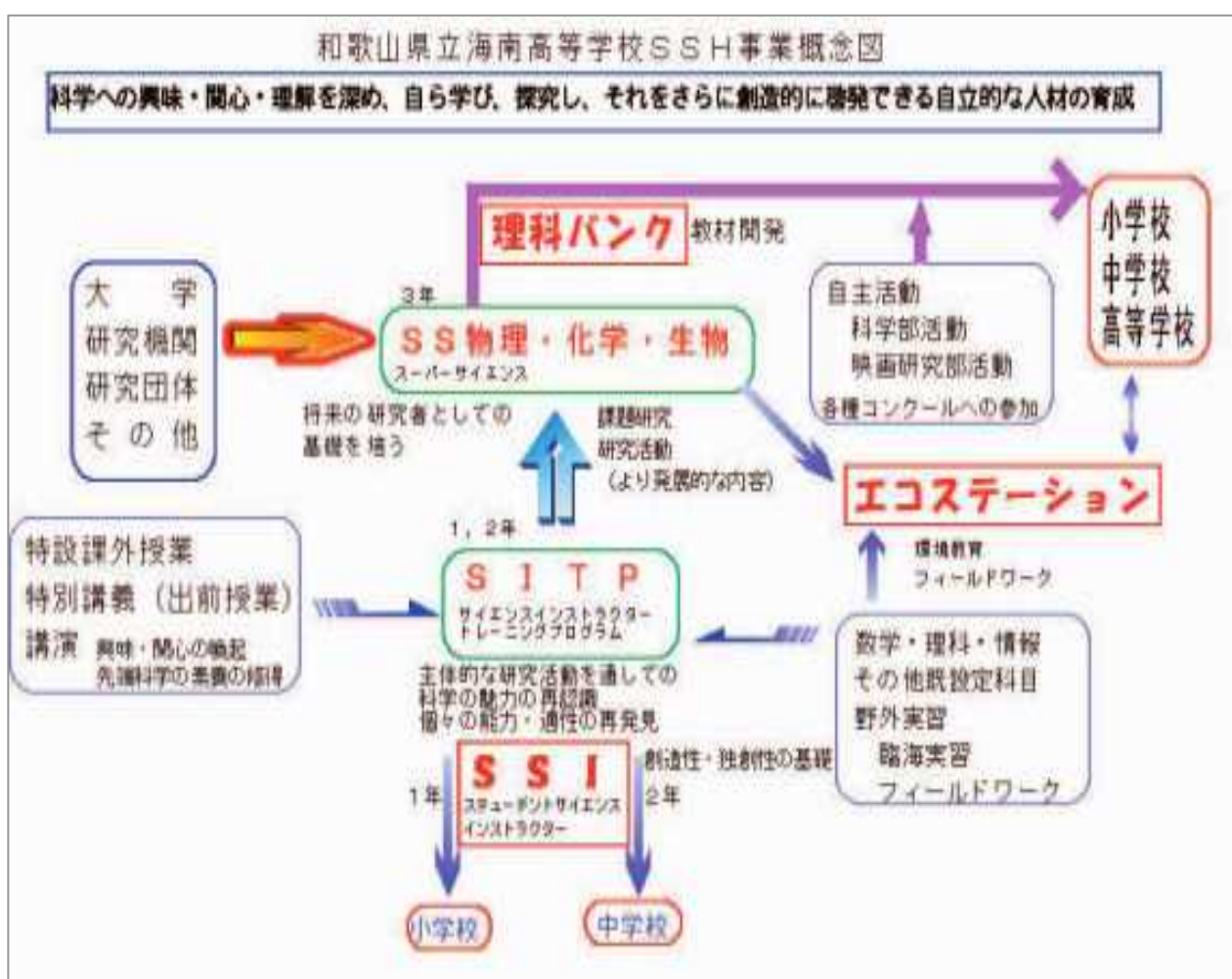


7 平成16年度研究開発の経緯一覧表

月	日(曜)	対 象	事 業 内 容	備 考
4	26(月)	教理1年	教養理学科 S S H ガイダンス	
5	6(木)	1年全組	加太臨海実習・海岸クリーン作戦	指導：県立自然博物館 学芸員

7	8(木) ～9(金)	教理2年	S S H夏季特設課外授業	播磨地区1泊2日
	12(月)	教員	第1回運営指導委員会	
	13(火)	教理1年	第1回S S H特別講義	和歌山大学 曾我 真人 助教授
	16(金)	教理1年	S S I 講座 磯生物実習	指導：県立自然博物館 学芸員
	26(月) ～27(火)	教理1年	S S H夏季特設課外授業	近畿大学原子力研究所 2日間
	23(金)	教理1年	S S I 活動「きっずサイエンスプラン」 野上町立志賀野小学校	志賀野小学校 4～6年
	30(金)	教理1年	S S I 活動「きっずサイエンスプラン」 野上町立小川小学校	小川小学校 全学年
8	2(月) ～4(水)	教員	S S H教員研修(生物)	特設課外授業事前準備を兼ねる
	23(月) ～24(火)	教員	S S H教員研修(物理・化学)	特設課外授業事前準備を兼ねる
	25(水)	科学部	大阪市立大学理学部訪問	大学院理学研究科 中島 信昭 教授
9	6(月)	教理1年	S S I 活動「きっずサイエンスプラン」 海南市立大野小学校	海南高校理科各教室 6年生2組
	24(金)	教員	下津第一中学校体験入学	海南高校各教室
	25(土)	教理1年	S S I 活動「きっずサイエンスプラン」 下津町立大東小学校	大東小学校 4～6年
10	8(金)	教理1年	S S I 活動「きっずサイエンスプラン」 海南市立内海小学校	内海小学校 5, 6年
	30(土)	教理1年 教理2年	S S H活動報告 (オープンキャンパス)	課題研究発表 ポスターセッション他
11	7(日)	科学部	高校化学グランドコンテスト大阪参加	大阪市立大学 金賞、ポスター賞
	10(水) ～12(金)	教理1年	S S H秋季特設課外授業	関東地区 2泊3日
	27(土) ～28(日)	教員	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) 出展	
	2(木)	教員	第2回運営指導委員会	
	7(火)	教理2年 普通2年	S S H冬季特設課外授業 和歌山大学先端科学技術講座	和歌山大学 教育学部・システム工学部
	9(木)	教理3年	実験生物研究発表会	
	10(金)	科学部	ウミホタル観察会	
12	14(火)	教理1年 教理2年	第2回S S H特別講義	和歌山大学 宮永 健史 教授

	16(木) ～17(金)	教理1年 教理2年	第3回SSH特別講義	佐賀大学 渡辺 健次 助教授
	21(火)	科学部	天体観測会	
	27(月) ～28(火)	教理2年	エネルギー関連施設見学会	京都大学熊取原子力研究所 和歌山マリーナシティ 他
1	17(月)	教理1年	SSI活動「きっずサイエンスプラン」 野上町立野上小学校	野上小学校 6年生
	24～2/21	教理1年	関東特設課外授業研修報告会	
2	7(月)	教員	文部科学省SSH実地調査	
	8(火)	教員	奈良県立奈良高校SSH報告会参加	
	11(金) ～13(日)	1,2年	イギリス・アドバンシング物理コース 和歌山公開講座	和歌山県立和歌山工業高校
	21(月)	教員 教理1年	和歌山県立桐蔭高校SSH報告会参加	
3		教員	第3回運営指導委員会	



8 参 考 【海南高校教養理学科のこれまでの特別事業】*1

- 平成7年8月25日(金)「理科(化学)」
実施場所：大阪市立大学「理学部(物質科学科)」 「基礎理学実験棟」
講義1：「環境と化学(地球をきれいにする物質)」磯辺 清教授
講義2：「ブラウン運動(分子の存在の証明)」小栗 章講師
実習 2班に別れ実習
〔化学実験班〕実験1「ルミノールの化学発光」
実験2「過シュウ酸エステルの化学発光」(ペンライトを作ろう)
〔コンピューター実習班〕大阪市立大学開発の分子モデリングシステム〔使用ソフト OCU SYMMETRY〕
- 平成7年12月26日(火)～27日(水)「理科(天体観測)」
実施場所：和歌山県海草郡美里町立「みさと天文台」「セミナーハウス(未来塾)」
講演：「宇宙(天体)について」尾久土 正巳台長
講義実習：「天体望遠鏡の使用方法」坂元 誠研究員
実習：「天体観測とインターネットの操作」
- 平成8年3月26日(火)～28日(木)『みさと天文台』春季特別合宿
実施場所：和歌山県海草郡美里町立「みさと天文台」
プロの観測にチャレンジ
「百武彗星の観測(データのとりこみと解析)」
「インターネットでの彗星情報などの発信」他
- 平成8年8月29日(木)～30日(金)「理科(生物・物理・地学)」
実施場所：大阪大学核物理研究センター
講義：〔佐藤 健次教授〕・リングサイクロトロンの見学 他
生命誌研究館 見学と講演「中村桂子教授(副館長)」
大阪大学基礎工学部「基礎工学部についての説明」鈴木 直教授・研究室見学
大阪大学理学部「宇宙地球科学科」池谷 元何教授
- 平成8年12月25日(水)～26日(木)「理科(天体観測)」
実施場所：和歌山県海草郡美里町立「みさと天文台」「セミナーハウス(未来塾)」
講演：「スーパーカミオカンデについて」尾久土 正巳台長
講義実習：「天体望遠鏡の使用方法」豊増 伸治研究員
実習：「天体観測とインターネットの操作」
- 平成9年2月5日(水)6限・7限
実施場所：本校視聴覚室
日本化学会出前講演会(日本化学会主催)
講演：「現代生活と化学(簡単な演示実験もまじえて)」井畑 敏一 大阪大学教授
司会 横井 邦彦 大阪教育大学助教授
- 平成9年3月11日(火)
和歌山県海南市科学技術・理科教育推進モデル事業 「和歌山大学での理科実習」
実施場所：和歌山大学教育学部
物理、化学、生物の3分野に分かれて、最新の機器で実習体験
物理学「基礎物理学実習」、化学「MS・NMR(H・13C)」、
生物学「バイオテクノロジー」
- 平成9年8月22日(金)「理科(化学)」
実施場所：大阪府立大学総合科学部「物質科学科」、総合情報センター
講演：「暮らしの中の右と左(化学の立場から)」山本 浩司教授
実習：(1) 化学実験 (3つのグループに別れて)
1 電池の実験 2 水のCOD測定 3 アセトアニリドの合成とNMR測定
(2) 計算機実習
1 計算化学の紹介
2 NECのPC9821Xa13での「WINDOW NT」の使い方の説明
3 分子構造の描画・表示プログラム(「Molda」を使っての分子構造の作成)
4 力場計算プログラム「MM3」作成した分子の分子構造の最適化
- 平成9年8月25日(火)「情報教育」
実施場所：和歌山大学システム工学部「情報通信システム学科」・システム情報学センター
講演：「インターネットの世界」渡辺 健次講師
実習：「インターネットの実際」「ホームページの作成」
Silicon Graphics社のIndy(UNIXのWorkstation)を使用、ブラウザはNetscapeNavigator
- 平成9年12月22日(月)「理科(原子力実習)」
実施場所：近畿大学原子力研究所
講義：「原子炉のしくみと運転」大澤 孝明 教授
原子炉を用いた体験実習
(1) 原子炉運転(臨界0.01W, 1W, 0.1W)、(2) 放射線量の計測、(3) 中性子ラジオグラフィ
- 平成10年3月9日(月)
海南市科学技術・理科教育推進モデル事業「先端科学技術講座」
実施場所：和歌山大学教育学部
物理、化学、生物の3分野に分かれて、最新の機器で実習体験
物理学「X線結晶構造解析・その他」
化学「MS・NMR(H・13C)・可視スペクトル・CD」、
生物学「電子顕微鏡・ラン藻の滑走速度測定」
- 平成10年8月29日(土)
実施場所：近畿大学生物理工学部「基礎機械工学科」「遺伝子工学科」
講演：「宇宙に大きなアンテナを作る(宇宙構造物工学)」山本 和夫教授
実習 (1) 物理系「計算機支援設計工学」(パソコン未来工房)
(2) 生物系「遺伝子増幅の原理と応用」(DNA鑑定に挑戦)
その他 午後：一般のオープンキャンパスに参加
- 平成10年8月25日(火)「情報教育」

- 実施場所：和歌山大システム工学部「情報通信システム学科」
講演：「インターネットの世界」 渡辺 健次助教授
実習：インターネットの実践とホームページの作成
Silicon Graphics 社のO2 (UNIX の Workstation) を使用、ブラウザは NetscapeNavigator
- 平成10年12月22日(火)「理科(原子力実習)」
実施場所：近畿大学原子力研究所
講義：「原子炉の原理」大澤 孝明教授
原子炉を用いた体験実習
(1)原子炉運転、(2)放射線・放射能の計測、(3)中性子ラジオグラフィー 他
- 平成11年3月10日(水)先端科学技術講座
実施場所：和歌山大学教育学部
物理、化学、生物、地学の4分野に分かれて、最新の機器で実習体験
物理学「CDによる光の回折・偏光板」
化学「MS・NMR(H・13C)・可視スペクトル・CD」
生物学「電子顕微鏡・ラン藻の滑走速度測定・バイオテクノロジー」
地学「天文学概論」
- 平成11年7月12日(月) 13:30~15:00 日本化学会出前講演会(日本化学会主催)
実施場所：本校多目的教室
講演：「化学とエネルギー(簡単な演示実験もまじえて)」市村 彰男 大阪市立大学教授
- 平成11年8月26日(木)「理科(原子力実習)」
実施場所：近畿大学原子力研究所
講義：「原子炉のしくみと運転」鶴田 隆雄 教授
原子炉を用いた体験実習
(1)原子炉運転(臨界0.01W, 1W, 0.1W)、(2)放射線量の計測、(3)中性子ラジオグラフィー
- 平成11年8月27日(金)「理科(化学)」
実施場所：大阪府立大学総合科学部「物質科学科」、総合情報センター
講演：「分子の右と左」植村 元一教授
実習：(1)化学実験(3つのグループに別れて)
1 電池(電極系)の実験、2 水のCOD測定、3 アセチルサリチル酸の抽出と合成およびNMR測定
(2)計算機実習
1 計算化学の紹介
2 NECのPC9821Xa13での「WINDOW NT」の使い方の説明
3 分子構造の描画・表示プログラム(「Molda」を使っての分子構造の作成)
4 力場計算プログラム「T I K E R」作成した分子の分子構造の最適化
- 平成11年12月22日(水)「情報」
実施場所：和歌山大学システム工学部情報通信システム学科
大学学部見学・研究室デモンストラ「自律型ロボット」
実習：「コンピュータを組み立てよう」
- 平成12年8月4日(金)「理科」
実施場所：立命館大学理工学部(琵琶湖草津キャンパス)
実習：(1)有機化学実験 1 リオトロピック液晶、2 高分子組成の形成観察
3 物質の色と染色、4 物質の分離
(2)生物化学実験 1 アオコ、2 光合成色素の分離、3 プラスミドの抽出、4 酵素
(3)物理実験、分析化学実験、無機化学実験
1 超高压玉子、2 高压水、3 味覚とpH、4 着色ガラス蛍光ガラス、5 匂いセンサ
- 平成12年8月29日(火)
実施場所：和歌山大学システム工学部情報通信システム学科
実習：「コンピュータの組み立て」
和歌山県工業技術センター
講演：「研究者になつて」
講義：「フェルラ酸…化学の役割」
実習：1 染色の実習、2 微生物の働き、3 金属材料の引張り試験、4 顕微赤外分光法、5 分光光度分析法
6 三次元測定器での精密測定、7 CIP(冷間等方静水圧加圧装置)
- 平成12年12月21日(木)「理科(原子力実習)」
実施場所：近畿大学原子力研究所
事前講義
原子炉を用いた体験実習
(1)原子炉運転(臨界0.01W, 1W, 0.1W)、(2)放射線量の計測、(3)中性子ラジオグラフィー
- 平成13年3月8日(木)
実施場所：和歌山大学教育学部
物理、化学、生物および地学分野に分かれて実習
物理学「光の性質」「CDの溝間隔測定」「偏光板」
化学「MS・NMR(H・13C)・カラムクロマトグラフィ」「CD分析」
生物学「電子顕微鏡 他」
地学「天文学概論・太陽の黒点観察」「岩石の堆石」
- 平成13年7月31日(火)
実施場所：和歌山県工業技術センター
講義：「フェルラ酸の開発とその利用」「電磁波について」
「プラスチックのケミカルリサイクル」「色のはなし」
実習：1 CIP(冷間等方静水圧加圧装置)、2 食品成分の抗酸化機能、3 紙造形システム
4 混触発火性物質、5 分光光度計、6 三次元CAD/CAM
- 平成13年8月5日(日)「理科」
実施場所：近畿大学生物理工学部
実習：「色の加工実験」他
- 平成13年12月19日(水)~20日(木)
実施場所：岐阜県先端技術体験センター サイエンスワールド
サイエンスワークショップに参加

- 実験：「燃料電池と温度差発電」
工場見学：トリニトロン フラットブラウン管制作現場
核融合科学研究所
- 平成13年12月5日(木)・6日(金) SPP出張講義
実施場所：本校生物教室
講演：長村 吉洋 立教大学教授
1) 『宇宙と物質と私達』
2) 『水って不思議な物質』(簡単な実験も交えて)
 - 平成14年3月8日(金) 先端科学技術講座(県立学校) あすなろ支援事業
実施場所：和歌山大学教育学部
物理・化学・生物および地学分野に分かれて実習
物理学：「光の性質」「CDの溝間隔測定」「偏光板」
化学：「MS・NMR(H・13C)・カラムクロマトグラフィ」「CD分析」
生物学：「電子顕微鏡 他」
地学：「天文学概論・太陽の黒点観測」「岩石の堆石」
 - 平成14年8月2日(金)
実施場所：和歌山県工業技術センター
講義：「水」「米のおはなし」「薬について」「レーザー光線の話」
実習：1 三次元測定器を用いた精密測定、2 アラミド系(ナイロン9繊維の合成)
3 鉄筋の引張実験、4 赤外分光分析(F T I R)、5 この薬、何分で溶ける？
 - 平成14年8月9日(金)～10日(土)
実施場所：兵庫県高輝度科学研究所 S P r i n g - 8
兵庫県立姫路工業大学理学部
神戸市立須磨海浜水族館
講義：高輝度光科学研究について
実習：水族園の役割、維持管理の仕事
 - 平成14年12月19日(木)～12月20日(金)
実施場所：ソニー イーエムシーエス(株) 瑞浪テック
岐阜県核融合科学研究所
岐阜県先端科学技術体験センター サイエンスワールド
見学：サイエンスショー、サイエンスワークショップ
実習：DNAの抽出
 - 平成15年7月24日(木)～25日(金)
実施場所：兵庫県立人と自然の博物館
兵庫県高輝度科学研究所 S P r i n g - 8
神戸市立須磨海浜水族館
講義：「環境問題～ビオトープ～」
実習：水族園の役割、維持管理の仕事
見学：工場、大型ビオトープ
 - 平成15年8月3日(日)
実施場所：近畿大学生物理学部
講義：「スポーツ工学」について
 - 平成15年12月11日(木) 化学出張講義
実施場所：本校生物教室
講演：「ミクロの世界からの手紙ー物質の色と分子の形」(簡単な実験も交えて)
西本 吉助 大阪市立大学名誉教授
 - 平成15年12月18日(木)～19日(金) SPP事業
実施場所：岐阜県先端科学技術体験センター サイエンスワールド
岐阜県核融合科学研究所
講義：「遺伝子組換え～光る大腸菌をつくろう～」
実習：大腸菌へのGFP遺伝子の導入
見学：核融合科学研究所
 - 平成16年3月9日(火) 先端科学技術講座(県立学校あすなろ支援事業)
実施場所：和歌山大学教育学部
物理・化学・生物および地学分野に分かれて実習
物理学：「光の性質」「CDの溝間隔測定」「偏光板」
化学：「MS・NMR(H・13C)・カラムクロマトグラフィ」「CD分析」
生物学：「電子顕微鏡 他」
地学：「天文学概論・太陽の黒点観測」「岩石の堆石」
実施場所：和歌山大学システム工学部
情報通信システム学科：研究内容について体験学習、その他の学部の研究室見学(先輩の案内)

教育課程表（平成16年度入学生用）

◎ 教養理学科

学 科		教 養 理 学 科					備 考																							
教科・科目	標準 単位数	1年	2年	3年	標準 単位数	教科別選 修単位数	選択上の留意点																							
国語	国語表現Ⅰ	2				14	◎選択科目 1年 ★印（芸術）から1科目を選択 2年 □印から1科目を選択（3年でも同じ科目を選択） △印から1科目を選択（3年でも同じ科目を選択） 3年 □印から1科目を2年に引き続き選択 △印から1科目を2年に引き続き選択 ※印から1科目を選択 ◇印から1科目を選択																							
	国語表現Ⅱ	2																												
	国語総合	4	5		5																									
	現代文	4		2	2				4																					
	古典	4		2	3				5																					
	古典講読	2																												
地理	世界史A	2			2	7																								
	世界史B	4																												
	日本史A	2																												
	日本史B	4		△3	△2						0・5																			
	地理A	2																												
	地理B	4		△3	△2						0・5																			
公民	現代社会	2	2		2	5																								
	倫理	2																												
	政治経済	2			※3								0・3																	
保健	体育	7～8	2	2	3	9																								
	保健	2	1	1											2															
芸術	音楽Ⅰ	2	★2			2																								
	音楽Ⅱ	2																												
	音楽Ⅲ	2																												
	美術Ⅰ	2	★2														0・2													
	美術Ⅱ	2																												
	美術Ⅲ	2																												
	書道Ⅰ	2	★2														0・2													
	書道Ⅱ	2																												
	書道Ⅲ	2																												
	工芸Ⅰ	2																												
	工芸Ⅱ	2																												
	工芸Ⅲ	2																												
英語	英語Ⅰ	3	4		4	17																								
	英語Ⅱ	4		4	4																									
	OCⅠ	2	2		2																									
	OCⅡ	4																												
	Reading	4			3														3											
	Writing	4		2	2														4											
家庭	家庭基礎	2		2	2	2																								
	家庭総合	4																												
	生活技術	4																												
情報	情報A	2	2			2																								
	情報B	2																												
	情報C	2																												
普通科目計			20	18	17・20	55・58																								
専門	理科概論		5			5																			22					
	理数物理	5～8		□3	□3	0・6																								
	理数化学	5～8		3	3	6																								
	理数生物	5～8		□3	□3	0・6																								
	S.S物理				◇2	0・2																								
	S.S化学				◇2	0・2																								
	S.S生物				◇2	0・2																								
	S.I.T.P		1	2		3																								
	理数数学Ⅰ	6～8	4			4																						19		
	理数数学Ⅱ	10～16		5	5	10																							22	
	応用数学A		3			3																								
	応用数学B			2		2																								
	応用数学C				※3	0・3																								
	専門科目計			13	15	16・13																						44・41		
小計			33	33	33	99																								
外国語			1	1	1	3																								
総合的な学習の時間			1	1	1	3																								
合計			35	35	35	105																								

⑤ 普通科

学 科		普通 科					教科別		備 考	
学年・類型	標準 単位	1年 共通	2 年		3 年		単 位 数	履 修 単 位 数	選択上の留意点	
教科・科目										
国際	国際表現Ⅰ	2						16	①選択科目 1年 ★印から1科目 2年Ⅰ ★印から1科目 △印から1科目 英は習熟度別学習	
	国際表現Ⅱ	2						18		
	国際総合	4	6					6		
	現代文	4	2	2	3	2	4・5			
	古典	4	3	3	□2	3	3・5・6			
	古典講義	2								
	実践国際				■2		0・2			
	生活言語				□2		0・2			
英語	英語総合							0・2	2年Ⅱ △印から1科目 □印から1科目 ■印から1科目又は2科目 数学B3単位又は(数学B2単位 と芸術Ⅰ1単位)を選択 数は到達度別授業	
	世界史A	2	2	2			2	8		
	世界史B	4			△4	△4	0・4	9		
	日本史A	2	△3	△2			0・2・3	11		
	日本史B	4			△4	△4	0・4			
	地理A	2	△3	△2			0・2・3			
	地理B	4			△4	△4	0・4			
	地理研究Ⅰ				※2		0・2			
公民	現代社会	2	2				2	2	3年Ⅰ □印と■印から2科目 (古典と古典研究)又は (実践国際と生活言語)を選択 △印から1科目 ☆印から1科目 ☆印から1科目 ☆印から1科目 ◆生物Ⅰ又は(生活文化と情報Ⅰ) を選択 ◇印から1科目	
	倫理	2						5		
数学	政治経済	2				3	▽3	0・3	3年Ⅱ △印から1科目 ▽印から1科目 ▼印から1科目 *印から1科目 □印から1科目 (物理Ⅰ・生物Ⅰについては前年度 の同分野を続けて選択すること)	
	数学基礎	2						11		
	数学Ⅰ	3	4				4	13		
	数学Ⅱ	4		3	4		3・4	14		
	数学Ⅲ	3				▼4	0・4	15		
	数学A	2	2				2	16		
	数学B	2	2	2	2 ■3		2・3	17		
	数学C	2				*2	0・2	18		
	応用数学Ⅰ					★2	2	0・2		19
	応用数学Ⅱ					※2	▼4	0・2・4		20
理科				■					21	
	理科基礎	2						8		
	理科総合A	2						10		
	理科総合B	2	2				2	12		
	物理Ⅰ	3			□4		0・4	15		
	物理Ⅱ	3				□4	0・4	18		
	化学Ⅰ	3	3				3			
	化学Ⅱ	3		2		▽3	0・2・5			
	生物Ⅰ	3	3	□4			0・3・4			
	生物Ⅱ	3				◆4	□4	0・4		
保健	地学Ⅰ	3								
	地学Ⅱ	3								
芸術	体育	7・8	3	2	2	3	3	8	芸術★印・■印の選択は、選択する場合は全 学年を通じて同分野を選択する。但し、3年 Ⅰの☆印芸術の選択は前年度までの芸術選択 にかかわらず選択できる。2年★印芸術Ⅱを 選択しなかったものは、3年Ⅰ★印芸術Ⅱは 選択できない。 選択科目について、履修人数が少ない場合は 開講しない場合がある。	
	保健	2	1	1	1		2	10		
	音楽Ⅰ	2	★2		■1			0・2・3		2
	音楽Ⅱ	2		★2				0・2		3
	音楽Ⅲ	2				★2		0・2		4
	美術Ⅰ	2	★2		■1			0・2・3		5
	美術Ⅱ	2		★2				0・2		6
	美術Ⅲ	2				★2		0・2		8
	書道Ⅰ	2	★2		■1			0・2・3		
	書道Ⅱ	2		★2				0・2		
	書道Ⅲ	2				★2		0・2		
	音楽理論					☆2		0・2		
	美術一般					☆2		0・2		
	実用書道					☆2		0・2		
英語	英語Ⅰ	3	4					4	18	
	英語Ⅱ	4		4	4			4		
	○CⅠ	2	2					2		22
	○CⅡ	4				◇3		0・3		
	Reading	4				◇3	3	0・3		
	Writing	4	2	2		3	8	3		
	英語英語Ⅰ		2					0・2		
	英語英語Ⅱ					☆2	*2	0・2		
家庭	家庭基礎	2	2	2			2	2	4	
	家庭総合	4								
	生活情報	4								
	生活文化	2				2		0・2		
情報	情報A	2	2				2	2	4	
	情報B	2				◆				
	情報C	2				2		0・2		
小計			33	33	33	33	33	99		
HR			1	1	1	1	1	3		
総合的な学習の時間			1	1	1	1	1	3		
合計			35	35	35	35	35	105		

Ⅱ章 研究開発の内容・実施の効果とその評価

【Ⅰ】SSI活動「科学する心の育成」（「きっず サイエンスプラン」）

1 目 的

生徒の自主的・主体的な学習による能力のさらなる伸長をめざすため、本校生徒を地域児童生徒の科学への興味関心を高める手助けをするスチューデント・サイエンス・インストラクター（SSI）として育成する。地域の理科教育に貢献するとともに、自らの科学的能力を高める将来の研究者等としてのアイデンティティ確立に資することを目標に実施する。

今年度は、高校生と小学生と一緒に科学を楽しむ中で、高校生自身も創造と啓発の両面にわたる幅広い力を育成し、科学研究への魅力の再認識と、個々の能力、適性の再発見につなげる。また、生徒自身が人に教えることを常に意識することで、人にわかりやすく伝える工夫や、幅広い知識の必要性を感じることで「自らも学ぶ」ことを目的とし実施してきた。また、この中で、高校生が創る新しい実験形態や学習指導方法等も研究していきたい。

2 計画・進め方

本年度1年生教養理学科 教育課程に学校設定科目 S I T P（サイエンス・インストラクター・トレーニングプログラム）1単位を設定し、この授業を中心に理科概論（5単位）および情報（2単位）等の科目と連携しながら、教材開発、プレゼンテーション能力の育成、小学生に対する実験の指導の練習等を行った。

この活動についての広報として、本校の周辺地域である海南市教育委員会・下津町教育委員会・野上町教育委員会・美里町教育委員会でこの取り組みの概要説明を行い、所属する小学校からの申し込みを受け付け、事業を進めていくことの了解を得た。また、海南、海草地区全小学校にポスターおよび実施要項を配布、事業内容を広報するとともに、海南市小学校校長会や地域の小学校を訪問して説明し、事業に対し協力を呼びかけた。

今年度、実施した小学校は以下の6校である。

7月21日（水）	野上町立志賀野小学校
7月30日（金）	野上町立小川小学校
9月6日（月）	海南市立大野小学校
9月25日（土）	下津町立大東小学校
10月8日（金）	海南市立内海小学校
1月17日（月）	野上町立野上小学校

きっずサイエンスプランの申し込みのあった小学校に対しては事前に打ち合わせを行い、小学校の参加児童数、参加児童学年、実施時間など状況に応じて、実験プラン内容等を決定した。

実施例として参加者全体で行う内容と、実験別に分かれて行う内容とを合わせた約90分で行うプランを基本プランとしている。



おもな実験内容は「実験プラン例」もございますが、内容や進め方については、ご相談いたします。
当実験教室の趣旨をご理解いただき、高校生と小学生と一緒に科学を楽しむ『きつず サイエンスプラン』にぜひご参加くださいますようよろしくお願い申し上げます。

15名参加 3人程度に高校生が1名アシスタント 5グループ編成

E-mail kainan@cypress.ne.jp

「自分で組み立てたロボットがうごいたゾ！」





「燃料電池ってなあに？ ほか」

「昆虫の顔ってどんな顔？ ウミホタルの光ほか」

15:00~15:20 (20分間) 全員で行う実験 今日の実験のまとめ

制作したロボットを全員の前で動かし、特徴を発表する。

「だれのあしクイズ」顕微鏡で観察した材料の一部を拡大し、クイズ形式で発表する。

【小学校での実施の様子】

志賀野小学校 小川小学校 大野小学校 大東小学校 野上小学校



実体顕微鏡を使った観察



ウミホタル発光観察



光るしくみの説明



燃料電池の実験



電池のしくみ



電池を作ろう



レゴを使用したロボットの制作



4 S S I 活動 「きっず サイエンスプラン」に関する調査 対 象 教養理学科 1 年生

【 質問 】 小学生が興味・関心を示す理科実験とは、どんな実験だと思いますか？

・身近にいる昆虫などを捕まえて、その昆虫の構造や特徴などを観察したり新しいことなどを発見したりして、さらにその昆虫の特徴的な部分を実際自分たちで作ってみたりする。アメンボは、足の部分に体から油を出して、その油で水の上を浮いているので、その足の部分とそっくりな物をつくって水の上に浮かせたりしてみる。 ・ 静電気を体に流す。液体を使って指に火をつける。凄く飛ぶ紙飛行機を研究したり、高校生でも楽しめそうな実験が良いと思う。 ・ 終わった後でも使って遊んだりできるブーメランを作る。 ・ 普段作れない万華鏡を作る。 ・ フィルムケースでロケットを作る。 ・ 自分たちで制作したり体感できる実験。 ・ マグネシウムの燃焼や、水素を燃やすなど音や光のでる実験。 ・ 見るだけじゃない、触って、実際に自分たちで楽しんで行える簡単で安全な実験。私が中学生のときは、炎色反応の実験が感動した。 ・ 音が鳴ったり、色が変わったりと変化がある実験。 ・ 割れにくいシャボン玉や結晶など面白いもの。 ・ 水の電気分解。 ・ ペットボトルロケット。



・ 指マッチ実験。 ・ 実際に野外に出て、捕まえた虫などをじっくり観察してみる。 ・ 音の実験。コップに水を入れてたたいてみる。 ・ 風船にミカンの皮の汁をつけてみる。 ・ 葉の標本作り。 ・ 化石発掘しに行ったり水中の中の生き物や土の中の生き物について調べる。 ・ 高いところから鉄球などの物を落として、その破壊力を身をもって知る実験。 ・ 水と酸素の混合気体で爆発。体に電気を流す。飲み物に静電気をためて、飲んだ瞬間「バチッ」と静電気が起こる。 ・ 結晶を作るなど安全で家に持ち帰りできるような物を作る実験。 ・ フェルトをアクリサンデーにつけて、樹氷をつくる。大きな音が鳴ったり（水素爆発）色が変わったり（フェノールフタレインとアンモニアの噴水実験とか）と見た感じにすぐ分かる派手な実験。 ・ 炎色反応、物を創作する。 ・ 身近なものに関連したもの。実際に地層、生物を調べる。 ・ 光や静電気などで動くロボット。 ・ 雲を作る実験。 ・ ミニ気球を作って飛ばす実験。

【 質問 】 S S I 活動で小学生に行った実験の際、心がけたことはどんなことですか？

・ 小学生に退屈な時間をつくらず一緒に楽しみながら実験をしてきたつもりです。もっと実験のおもしろさを伝えたい。 ・ 小学生にも理解できるようにわかりやすく説明する。また、みんなが見えるように配慮する。 ・ バーナーを使うとき、顔を近づけないよう注意する。 ・ 小学生と会話をしながら、楽しみながら説明していく。 ・ 本物の標本を持って行ったり、自分たちで、マイクロスコープや顕微鏡を使わせてあげたりして、小学生が退屈しないように心がけた。 ・ 実験の話だけではなく高校はどのようなところだとか、どのようなことをしているかを話したりしながら小学生に接した。 ・ みんなで協力して作業出来るように気をつけた。



・作業はできるだけ小学生自身にやらせてあげる。楽しんでもらいながら、理科学的なことに興味を持ってもらうこと。

・言葉遣いや対応について。説明は大きな声で話すこと。

・できるだけその場の雰囲気を大切に、勉強しているというよりも楽しめるように実験をしました。・説明も難しくならない様にできるだけ簡単な言葉と動きをいれながら、とにかく分かりやすくすることを心がけました。

・小学生を飽きさせないように、全体に気をくばること。

・実験器具などでケガをしないように安全について気を付けた。

・小学生に楽しんでもらいたいから、自分も楽しんで実験しています。説明するときなどは、出来るだけ小学生に子ども達によく聞こえるようにはきはきしゃべるよう心がけています。

・他に小学生の子ども達と少しでもコミュニケーションをとれるように、こちらから話しかけるようにしています。



【 質問 】 S S I 活動（キッズサイエンスプラン）の中で感じたことは何ですか？

・小学生と実験をする上で、小学生に詳しく実験の内容を伝える難しさを感じた。

・小学生に対して、教えることもできたし、また質問に答えたりしたことで人前でしゃべることは凄く緊張するということがわかった。

・子供に興味を持たせることの難しさ。・人になにかを教えるということが大変だと分かった。

・教えるためには自分自身がしっかりとそのことについて理解しとかなければならないということ。

・小学生は中学年と高学年では、様子がずいぶん異なっていた。

・「先生はいつも、頑張って説明してくれているんだなあ。」と感じた。

・私達がやることをみて小学生が驚いてくれたり、喜んでくれたりするのが嬉しかった。小学生が楽しそうに聞いてくれたのでやりがいがあった。

・教えるためには、教わる以上の勉強をしなくてはいけないこと。

・簡単な説明でも難しくて、うまくいかないとパニックになったりしてしまったけど、S S I 活動はとてもおもしろくていろんな点ですごく勉強になったと思う。

・子供にうまく話を聞いてもらうのは難しいが、小学生のみんなが真剣に実験に取り組んでくれたので助けられた。

・小学校での実験の時は、笑顔をたやさず気軽に話しかけて実験しています。いつもは教室で勉強しているが、たまに出ていって小学生に教えたりして楽しいし、教えることの難しさを身をもって学んだ。

・小学生の頭の柔らかさに驚いた。

・いろんな子どもがいて探求心が強く、行動が読みやすい子と、読みにくい子に分かれる。

・SSI 活動で感じたことは、自分より小学生の方が実験のことを意外と知っていたりする事。それには毎回ビックリさせられる。元気すぎて対応に困ったりするときもあるけど、それもそれで楽しいです。私も楽しませてもらっているような感じです。

・人に教えるっていうのは難しいけど、小学生が理解してくれたらとっても嬉しいです。



(1) 小学生児童対象アンケート

野上町立志賀野小学校 (1年: 1名 2年: 4名 3年: 1名 4年: 6名 5年: 4名 6年: 4名)

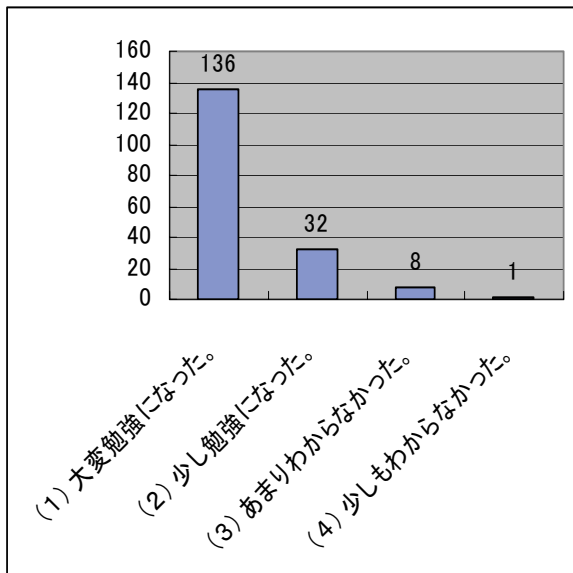
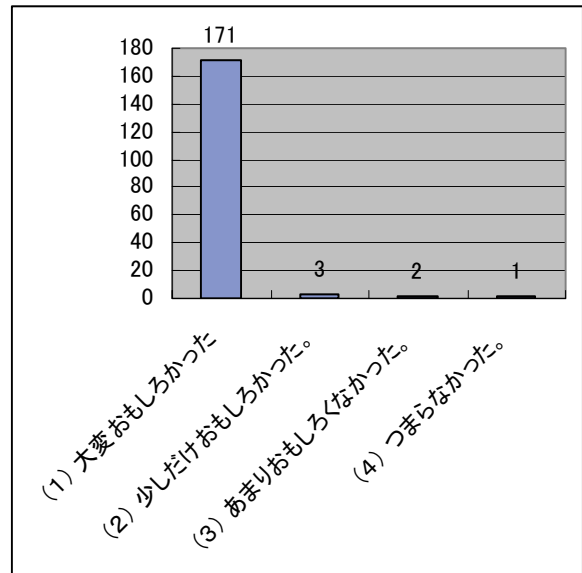
野上町立小川小学校 (1年: 3名 2年: 3名 3年: 5名 4年: 6名 6年: 5名)

海南市立大野小学校 (6年: 47名) 下津町立大東小学校 (4年~6年: 23名)

海南市立内海小学校 (6年: 39名) 野上町立野上小学校 (6年: 25名)

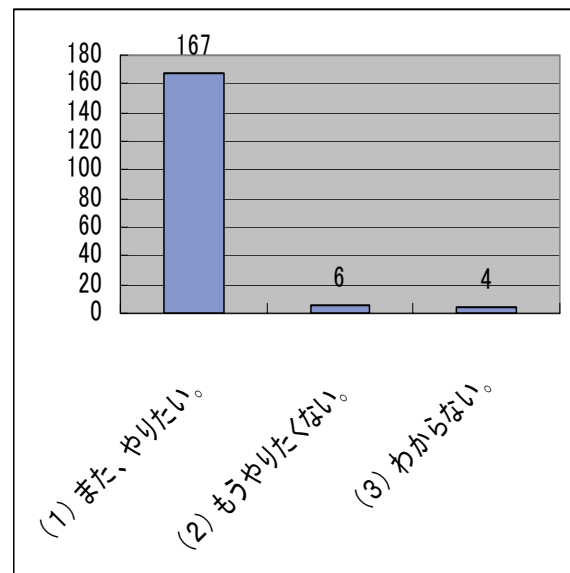
① 今日はどうでしたか。一つだけ○をつけて下さい。

- | | |
|-------------------|------|
| (1) 大変おもしろかった | 171名 |
| (2) 少しだけおもしろかった。 | 3名 |
| (3) あまりおもしろくなかった。 | 2名 |
| (4) つまらなかった。 | 1名 |



② 今日のことは勉強になりましたか。
一つだけ○をつけて下さい。

- | | |
|-----------------|------|
| (1) 大変勉強になった。 | 136名 |
| (2) 少し勉強になった。 | 32名 |
| (3) あまりわからなかった。 | 8名 |
| (4) 少しもわからなかった。 | 1名 |



③ また、べつの日に、今日のようなことをやりたいですか。

- | | |
|---------------|------|
| (1) また、やりたい。 | 167名 |
| (2) もうやりたくない。 | 6名 |
| (3) わからない。 | 4名 |

④ 今日の一番おもしろかったことは何ですか。

- ・二酸化炭素が水に溶けペットボトルがへこんだこと。
- ・ペットボトルをふって中の水を飲んだこと。

- ・オルゴールを鳴らしたこと。燃料電池で電気おこしてメロディを鳴らすのが楽しかった。
- ・シャーペンの芯を銀色にする実験。
- ・木炭とアルミホイルの電池が楽しかった。水素と酸素でソーラーカーが動かした事。
- ・たいへんだったけどロボットが動いたのでおもしろかった。ロボットに歯車をつけるのが楽しかった。
- ・虫を観察し虫の仕組みを学んだこと。・小さい生物を観察したことが楽しかった。
- ・実体顕微鏡でプラナリアを観察したこと。・プラナリアの分裂を観察したこと。
- ・サソリの毒針を顕微鏡でみたこと。・ウミホタルがきれいだった。

⑤ 別の日に、もしやってみたいことがあれば書いて下さい。

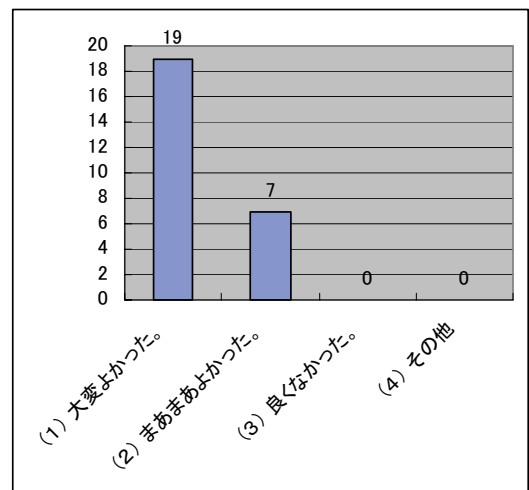
- ・ロボットをつくりたい。・大きいロボットをつくり動かしたい。・人間型のロボットを作りたい。
- ・自分で水素を発生させて「パン」と音を出したい。・速く走る車を作りたい。・電気自動車の競争がしたい。
- ・イライラ棒のゲームをつくってみたいです。静電気の実験。色々な電池をつくってみたい。
- ・自分でメロディを作り電気を燃料電池で電気をおこし鳴らしてみたい。
- ・虫の体内を観察したい。・ファインスコープでいろいろな生物を見てみたい。
- ・プラナリアを切ってみたかった。・もっと多くの種類の生物についてのクイズをしてみたい。
- ・動物の解剖がしてみたい。虫の卵を観察したい。虫や花、葉をアップで見たい。地層の観察をしたい。

(2) 小学校教員対象アンケート

志賀野小学校（6名）小川小学校（5名） 大野小学校（6名）大東小学校（4名）内海小学校（3名）

① 今日の取り組みはいかがでしたか。一つ○をつけて下さい。

- | | |
|---------------|-----|
| (1) 大変よかった。 | 19名 |
| (2) まあまあよかった。 | 7名 |
| (3) 良くなかった。 | 0名 |
| (4) その他 | 0名 |



② 今日の取り組みは今後の参考になったでしょうか。一つ○をつけて下さい。

- | | |
|-----------------|-----|
| (1) 大変参考になった。 | 12名 |
| (2) 一部参考になった | 12名 |
| (3) あまり役立たない | 2名 |
| (4) ほとんど役に立たない。 | 0名 |
| (5) その他 | 0名 |

③ 今後また、このような取り組みをお願いした場合いかがですか。一つ○をつけて下さい。

- | | |
|---------------|-----|
| (1) もう一度やりたい。 | 25名 |
| (2) もうやりたくない。 | 0名 |
| (3) その他 | 0名 |

④ 一番興味のあったことは何ですか。

- ・近くの貴志川に不思議な生き物がいることを初めて知りました。プラナリアの再生能力。
- ・水の分解。流れていない水が物を動かす力になるということは子供にとっても驚きであったと思う。

- ・燃料電池の実験です。子供には少し難しかったですが、水素を取り出した実験がおもしろかったです。
- ・木炭などを使って電流を流しオルゴールをならしたこと。水素のあわを爆発させたこと。
- ・ファンスコープで大きく映して見せてくれたのがおもしろかったです。発光生物がきれいでした。
- ・高校生が教師役をつとめる授業がよかったです。大野小学校の出身の生徒もいてくれて身近に感じたようです。高校生と小学生がコミュニケーションをとりながら実験等できてよかった。
- ・炭で作った電池、水素発生の実験など子供たちにとって一見電気と無関係に思えるものから電気を発生させることができるということが大きな驚きとなったと思う。動くブロックの組み立て。

⑤ 今後取り上げて欲しいようなテーマがもしありましたらお書き下さい。

- ・先日ある店で光るドリンクを見ました。聞くと光る氷をいれているからということでした。そんな光る氷を作ることができたら楽しいそうです。なぜ光るのか体に悪影響がないのかわからないままです。
- ・結晶に関する実験 ・昆虫採集や植物採集 ・地学分野（星、化石）
- ・物理実験もおもしろいかもしれない。ペットボトルロケットやロボット犬をつくりたい。
- ・小学生が理科の授業でしている内容の発展型などをできたら身近に感じられるかもしれない。
- ・子供達の身近なものについての驚きもおもしろいと思います。
- ・環境教育で大野校区で一緒に活動できればうれしいです。
- ・水溶液などを使った実験。 ・葉脈標本。

⑥ 今日の取り組みについて意見や感想がありましたらお書き下さい。

- ・最近の子供達は理科が嫌いが増えていられるといわれますが今日のような授業をしていただくと子供達は理科が好きになってくるのではないかと思います。
- ・ロボットは高学年だけではなく低学年でもやりたそうでした。
- ・各コーナーに分かれましたが参加しなかったコーナーも体験したかった子もいたようです。
- ・化学：もう少し小グループにわかれて実験などをして児童が教えてもらいながら作業できたらよいなと思いました。
- ・準備物がいっぱい子供達は普段体験できないことをさせてもらえて非常によかったです。また、高校生の皆さんに親切に接していただきいつもの学校とは違う触れ合いがあり貴重な機会でした。
- ・楽しみながら学ぶという今日のスタイルがとてもよかったと思います。楽しさ→驚き→なぜ→納得
- ・教師側の生徒さん達も楽しみながらやれているようでよかった。
- ・たいへん楽しい理科に親しみのもてる取り組みだったと思いました。子供達の興味を引く工夫もされていたと思います。しゃべりは場数を踏んでいけばうまくなっていくでしょう。
- ・最初は緊張感もあり小学生も堅かったですが高校生の皆さんが上手に説明してくれたので楽しく参加できたと思います。子供達に優しく丁寧に教えて下さって有り難うございました。
- ・高校生との触れ合いも大変良かったと思います。やさしいお兄さんやお姉さんの説明で車が動くのを見たりパンと音がなったりと理科に興味がわいたと思いました。
- ・これからもいろいろな取り組みをして楽しい理科をめざして下さい。
- ・小学生当時は一言も喋ることのできなかつたような生徒が、想像できないくらい成長していてうれしく思いました。

6 SSI活動 きっず サイエンス プラン「LEGO を用いたロボットの制作」

(1) 目的

キッズサイエンスプランの物理分野では“ロボットの部屋”というテーマで、LEGO MINDSTORMS を用いて、小学校の生徒達が実際に動くロボットを製作し、様々な動きをさせて、物作りに対する意識や、ロボット制作の基礎を学習した。

(2) LEGO MINDSTORMS について

LEGO MINDSTORMS は、一般の LEGO とは違い、ブロック以外に、センサーやモーターが付属し、それらの部品を RCX というコントロール部分を取り付けることで制御し、複雑な動きを持ったロボットを製作することができる。また、この MINDSTORMS には、ROBOLAB という専用ソフトを用いてプログラミングを行い、そのプログラムを RCX に入力することで、センサー類を制御し、非常に高度なロボットまで製作することもできるが、このキッズサイエンスプランでは小学生が対象のため、このレベルまでのことは小学校に出向いては行っていない。



ROBOLAB の画面 (左) と RCX とセンサー類 (右) (青: 光センサー、右下: タッチセンサー、左上: モーター)

(3) キッズサイエンスプランの SSI 活動物理分野の一連の流れ

- ① SSI 活動先の小学校と、ロボットの製作を希望している小学生の人数がわかった時点で、物理班の生徒で、小学校に出向く生徒を決定する。
- ② 小学生に作ってもらおうロボットをきめる。これには、Ohm 社より発行されている MINDSTORMS の解説書を用いる。
- ③ ②で決めたロボットを実際に製作してみて、製作に関する注意点等を生徒達で共有する。
- ④ LEGO MINDSTORM は部品点数が大変多いため、③で製作したロボットを、分解し、必要な部品だけを、別の箱に入れておく。(右写真)
- ⑤ 小学校に行き、実際に製作を行う。早い時間で作れた小学生には、作ったロボットに様々な工夫を高校生達とともに行ってもらう。
- ⑥ 作ったロボットを、他の分野の実験を行った生徒の前で発表する。



(4) 高校生の変化

小学校に行き始めた頃は、とにかく小学生達と接することで精一杯であったような感じであったが、回数を増すに従って、ロボットの作り方、生徒達との距離の取り方、話し方、すべての点において、SSI 活動に関する意識の向上が見られた。とくに、小学生達に質問されたり、説明したりするには、まず、自分たちが LEGO に慣れないといけないという意識が非常に高くなり、放課後や長期休業中などに学校に出向き、LEGO の研究を行う生徒も出てきた。また、小学生に説明するためだけでなく、個人的に ROBOLAB をもちいてロボット制御プログラムの学習に取り組む生徒もあり、SSI 活動をきっかけに本校生にも機械制御に興味を持ち始める生徒も出てきた。



(5) 小学生の様子

どこの小学校に行っても、小学生達は一生懸命ロボット製作に取り組んでいる。自分の納得できる動きができるまで何度も作り直したり、高校生達に質問したりと非常に粘り強く製作している。もちろん、LEGO のようなブロックが苦手な小学生も入っているが、ほとんどの小学生は、楽しんでやっているように感じられる。また、自分の作ったロボットをみんなの前で発表するときの少し誇らしげな顔は、非常に小学生らしい良い表情をしている。



【参考文献】

- ・ Ohm 社 JoeNagata の Mindstorms ロボット入門
- ・ Ohm 社 Mindstorms マスターへの道
- ・ Ohm 社 Mindstorms スーパークリーチャー

7 SSI活動 きっずサイエンスプラン 「電池の実験」

(1) 燃料電池の説明と演示

①「個に応じた指導－発展的な学習や補足的な学習の推進－」(文部科学省)との関連

第4学年「B 物質とエネルギー」の「電気の働き」

第6学年「B 物質とエネルギー」の「水溶液の性質」

第6学年「B 物質とエネルギー」の「電流の働き」等

「個に応じた指導に関する指導資料－発展的な学習や補足的な学習の推進－」

(小学校理科編) 平成14年9月文部科学省

特に発展的な学習に関わっての教材開発を心がけ、小学校児童だけでなく、教員にも参考になるように、実験装置等もできるだけ身近にあるものを利用した簡単なものとするようにした。

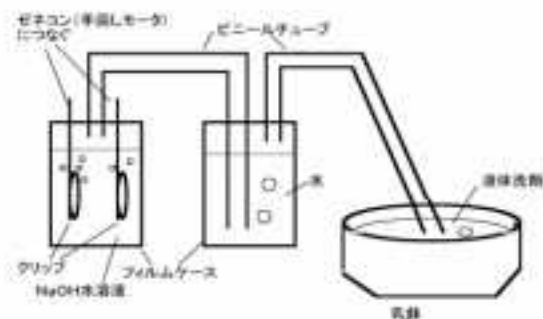
② 水の電気分解

(a) 手回し発電機とモーターの説明

一般の発電のしくみと関連させて児童に考えさせる。

(b) 実験に用いた装置(右図)

うすい水酸化ナトリウム水溶液が入ったフィルムケースに電極として2本のクリップを蓋に刺してある。水が入ったフィルムケース(発生した気体の水上置換用)を用意し、右図のようにチューブでつなぐ。



(c) 実験の手順と解説

水酸化ナトリウム水溶液の入ったフィルムケースのクリップに手回し発電機をつなぎ、洗剤の入った容器にチューブを入れ、児童が発電機を回すと水素と酸素が発生し泡となって洗剤の表面に集まる。この泡に火をつけると水素に特有の大きな音になって爆発する。

NaOHは電気を通りやすくするために加えているが、危険な薬品なので特に注意が必要である。点火する場合はチューブの先をビーカーの水に入れてから行う。

③ ペットボトル燃料電池

(a) 実験に用いた装置

ペットボトルの蓋に電極として2本の鉛筆の芯をさしてボンドで固定する。4モル濃度の硝酸カリウムの水溶液をペットボトル内に入れる。蓋をして電極の芯に手回し発電機をつなぐ。

(b) 実験と解説

発電の時出る水素(+)と酸素(-)について。電子メロディーについて。燃料電池の説明等。

先程の②の実験の逆が起きていることを理解させる。その他、他の発電との違いの説明等。

④ 燃料電池実験器

(a) 実験装置の説明

実用的な実験機である。太陽電池で水を水素と酸素に分解し、それを使



って発電する最新式の装置。曇っている場合は充電は投光器を利用した。

(b) 解説

電気分解に太陽の光を使うことの意義。太陽電池の欠点と燃料電池の利点。水素ガスの発生と貯蔵について。酸素は空気中のものを利用する。環境問題について。

この場合も水素ガスが発生するため火気には十分な注意が必要である。

⑤ 燃料電池自動車

(a) 装置の説明

実際のソーラーカーレースに使われている燃料電池で、大変高価な装置である。③の実験器とは異なり、一つの装置で水の分解と発電を行う。太陽の照っているときは太陽電池でモーターを回し、日陰になればためていた水素と酸素でモーターを回す。充電は投光器でも可能である。

(b) 実験と説明

模型自動車の形をしているので自由に児童に使用させる。③の実験器とは異なり、酸素も貯蔵する。水素が酸素の2倍の量発生することがわかる。

(2) いろいろな電池の制作

5人程度を1組にして、SSIが一人指導する。今回は木炭(紀州名産備長炭)電池を作った。その他果物電池は時間上演示のみにとどめた。

① 準備物

備長炭1個、キッチンペーパー、飽和食塩水、アルミホイル、コード(2本)、太陽電池用モーターまたはICメロディー 他

② 制作と放電

木炭を濃い食塩水に浸して軽く絞ったキッチンペーパーでくるむ。その上から木炭に触れないようアルミホイルで巻く(輪ゴムで止めても良い)。アルミホイルがマイナス。木炭がプラス。モーターや電子メロディをつなぐ。プラスは輪ゴムで巻いても良い。

(3) その他の実験

手回しモーター(ゼネコン)を使って、シャーペンの芯にニッケルの電気メッキをして銀色にした。ビーカーに0.10mol/lの硫酸ニッケルの水溶液を入れ、ゼネコンで電気分解した。ゼネコンはゆっくり回す。銀色になったところで取り出す。

(4) オープニング実験(全体会での演示)

「振るとへこむペットボトル」(念能力?・・・炭酸ガスの水への溶解)

①「個に応じた指導ー発展的な学習や補充的な学習の推進ー」(文部科学省)との関連

第5学年「B 物質とエネルギー」の「物の溶け方」

第6学年「B 物質とエネルギー」の「水溶液の性質」等

「個に応じた指導に関する指導資料ー発展的な学習や補充的な学習の推進ー」

(小学校理科編) 平成14年9月文部科学省

その他参考 「HUNTER×HUNTER」富樫義博(JUMP COMICS)

② 手順

児童1人に前へ出てきてもらう。そして新品のミネラルウォーターのペットボトルを手渡しコップ1杯分飲ませる。この間に助手の1人がペットボトルを、炭酸ガスを吹いておいたペットボトルと入れ替える。そのペットボトルを振ることにより二酸化炭素が水に溶け、ペットボトルはへこむ。

8 SSH活動 きっずサイエンスプラン

「デジタルマイクロスコープ・デジタル双眼実体顕微鏡を使用した実験 及びウミホタル発光実験」

(1) 目的 高校生と小学生が一緒に実験する際、顕微鏡で見えている観察材料が同時に観察できれば、映し出された画面を見ながら、実物の観察資料に対する説明や解説などを行うことができるため、コンピューターと接続したデジタル双眼実体顕微鏡とデジタルマイクロスコープを使用し、コンピューター画面に映し出された観察材料を共有し同時に観察できる実験による教材開発をおこなった。

小学生の指導を担当する生徒は、画面に映し出される観察材料について、説明したり解説したりすることが必要となる。このことに対応するため幅広い知識をもち、小学生に理解しやすい説明ができるようにする。また、問題を生徒自らの力で解決する力を育てる活動となればよいと考えている。

実験においては、顕微鏡の操作・デジタルマイクロスコープの操作・コンピューターの操作などの技術を習得するだけでなく、わかりやすく楽しいと感じさせる表現力を育成する機会とした。

また、ウミホタルの発光実験については、生物の発光の様子や、そのしくみについて小学生が生物発光に対する興味・関心を高める材料の1つとして活用する。



デジタル教材として使用した実験器具



USBマイクロスコープはプロジェクターの画面を使う

実体顕微鏡とノートPC

(2) 「きっずサイエンスプラン」での実験の進め方と注意点

高校生が小学生と一緒に実験する際、高校生自身が実験器具をどれだけ扱えるか生徒個々によって大きく異なる。このため、今回は普段あまり扱わない双眼実体顕微鏡についての操作が十分おこなうことができるよう実験の準備をおこなった。双眼実体顕微鏡の使い方では注意したのは、小学生が観察する場合、2つの接眼レンズ両目の間隔とその見え方をどう指導するか、1つの像に見えているかを確認し実験を行うよう注意した。また、今回の目的に双眼実体顕微鏡をコンピューターにつないで、映し出さ

れた画像を見ながら説明するため、個々の生徒に対し使用する観察材料についての様々な知識を前もって学習しておくよう指導した。また、コンピューターと接続した場合、ソフトを使用するためこの扱いもスムーズに行えるような取り組みを必要とした。観察材料の中で動く生物、プラナリア、ウミホタル等については画面の中央に動かすようにし、その場で画像に残し説明をするようにさせた。拡大して形態や構造の観察の際、小学生の様子をしっかりと見ながら実験し、相手が理解できるような説明を心がけるよう指導した。説明は単に観察のみで終わらないようにすることとした。たとえば、水生昆虫などを説明する際は、川の水質と指標生物の関係なども説明した。また、プラナリアなどについては、画像に残し、再生について説明し、再生の様子など紙に書くなどし、説明の仕方を工夫するよう指導した。

双眼実体顕微鏡によるおもな観察資料（観察材料は各自の判断で持ってきて可）

水生昆虫（カワゲラ・トビケラ・カゲロウ・ヒラタドロムシなど）

コイン（硬貨・お札 マイクロ文字等を見せる）

新聞（英字新聞・新聞） パンフレット（印刷された色 紫は赤と青の点など）

標本 サソリ カブトムシ チョウ タランチュラ ホタル トンボ セミなど

生きたプラナリア ほかは各自

観察したい材料をを小学生に選ばせ、説明しながら観察すること。

おもな観察材料（双眼実体顕微鏡で撮影）



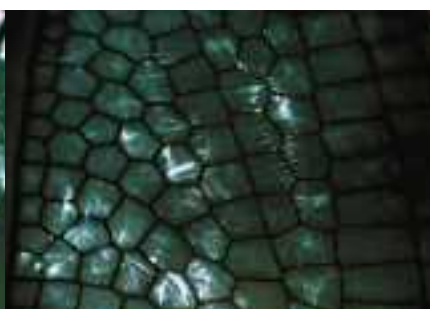
（標本） チョウ 鱗粉の様子



ヘイケボタル 発光部位



クマゼミ ハネ



オニヤンマ ハネ



ゴマダラカミキリ 複眼



ウミホタル



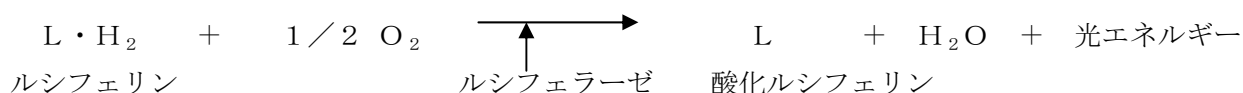
ヒラタドロムシ



プラナリア

(3) ウミホタル発光実験

目的 ウミホタル発光実験は、ホタルなどの発光と同様ウミホタルが発光生物であることを確認する。高校生にはウミホタル発光のしくみを理解させる。これを小学生にどのように説明し理解させるかを考えさせる。



材料 乾燥ウミホタル

使用するもの 乳鉢・乳棒、
時計皿、蒸留水

部屋を暗くせずにこの実験を行いたいため、段ボールに穴を開け乳鉢が被さるような箱を制作した。また、できるだけ光が入りにくく、観察しやすいよう穴の反対側に筒を取り付けた。これを使用

することで、暗くすることができない部屋でもこの実験を行うことができた。



乾燥ウミホタル

発光の様子

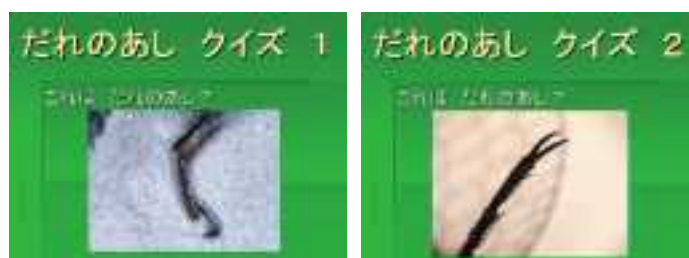


顕微鏡の入っていた空箱を活用

箱を使った観察の様子

(4) 「きっず サイエンスプラン 生物」実験のまとめ

実験の最後のまとめとして、観察材料の一部の写真を「だれのあしクイズ」としてまとめ、クイズ形式で発表を行っている。その日観察したいろいろな観察材料を、小学生にどれだけしっかりと観察させることができたかなど確認するため実施している。内容は、ゴマダラカミキリの足、オニヤンマの足、クマゼミの足など、前もってその日の時間に合わせ作ったプレゼンテーション資料を使い、参加した小学生全員の前で発表している。また、この他その日説明したプラナリアの再生なども組み入れて確認に使用している。これらの取り組みにより、小学校での実施の度に生徒の発表の様子は、大きく変化し自信を持って説明できる生徒が増加した。また、生徒自身相手を理解させるためには、幅広い学習の必要性を認識した様子である。



【Ⅱ】サイエンスバンク「探究活動と教材開発」

A 課題研究

- 1 目的 興味のある課題を探究し、実験技術と科学的考察力を育成する。
- 2 目標 (1) 黄銅の生成のメカニズムを考察する。
(2) 光化学反応を利用し紫外線強度を測定する。
(3) 学校の近辺の水の COD を測定し、生息している生物との関係を探る。
- 3 研究概要

科学部が夏休みや放課後を活用し以下の3つの課題に取り組んだ。

黄銅の生成実験ではイオン化傾向が銅より大きい亜鉛が析出する理由とテトラヒドロキソ亜鉛(Ⅱ)酸イオンの役割について実験と考察を繰り返した。

紫外線強度の測定の実験では、光源や反応容器を工夫し分光器で透過率、吸収率の測定を繰り返し、光子数を算出することによりワット数を求めた。

COD の測定では近隣の川の水を採取し、酸化還元反応により COD 値を算出した。また、分光光度計により COD を求め、化学反応の値と比較した。

これらの研究成果をもとに「高校化学グランドコンテスト大阪」にエントリーし「銅貨を金色にする実験に関する考察」が金賞を「化学反応を利用した紫外線強度の測定」がポスター賞をそれぞれ受賞した。

〔1〕銅貨を金色にする実験に関する考察

(銅に亜鉛が付着する理由およびヒドロキソ錯イオンの効果)

1年 大西 沙与, 落合未奈美, 志場あゆみ

他, 教養理学科3年 学校設定科目「実験化学」グループ

1 実験について

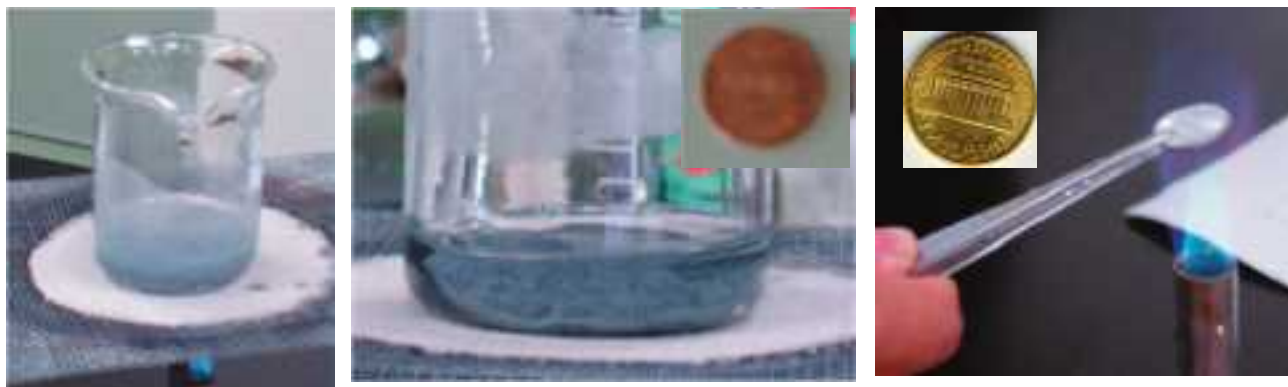
銅貨を金貨にするという有名な実験がある*¹。1セント米銅貨を亜鉛メッキした後、加熱することにより、銅と亜鉛の合金である黄銅にする実験である。初めは亜鉛がきれいに銅表面に付着し銀色になり、これをバーナーで炙るときれいな金色になるので、高校の体験実習でも中学生に人気のある実験である。欠点は、濃い水酸化ナトリウム溶液を使用することとバーナーで加熱するため、大変危険なことである。防護めがねを必ず装着しておくことと、合金になったあとの火傷に対する注意が必要である。

*1: Lee R. Summerlin, James L. Ealy, Jr. 「Chemical Demonstrations」 (邦題「実験による化学への招待」日本化学会訳編)

実験手順としては、以下の通りである。

- ① 100ml ビーカーに亜鉛粉末約 5 g と濃い水酸化ナトリウム水溶液 (約 6 M) 20ml を加え、直火で加熱し、沸騰させる。
- ② 亜鉛粉末が下に沈み、上澄みが澄んできたところによく磨いた 1 セント銅貨を 入れるとすぐに表面が銀色になってくる。しばらくして取り出し、表面についた 水酸化ナトリウム溶液を水洗いした後に水気をふき取る。
- ③ ピンセットでつまみ、バーナーの炎の上部に入れ加熱すると、すぐにきれいな金色になるので取り

出してすぐに流水で冷却する。あまり焼きすぎると1セント銅貨の質（製造年代）によっては、表面にぶつぶつができて失敗する。



2 考察1

後の実験（上記実験手順の③）については、亜鉛と銅の合金ができることで容易に理解されるが、最初の亜鉛が銅表面にメッキされる事実については、授業で学ぶイオン化列とは逆の現象のためまずこのことについて考察を行った。

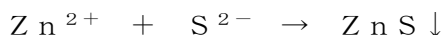
① 銅表面に付着したのは亜鉛かどうかの確認

銀色になったことから、ほぼ亜鉛に間違いの無いことが予想されるがこれについて確認する。

- (1) 銀色になった1セント硬貨3～5枚を、希塩酸約10mlに入れ加熱する。
- (2) 硬貨がもとの赤い銅の色になった時点で硬貨を取り出し、溶液をさらに加熱し溶液を濃縮する。
- (3) 濃水酸化ナトリウム水溶液を少量加えた。少し白く濁ったところで、薄いアンモニア水溶液を徐々に加えていく。
- (4) 白い濁りが増え、水酸化亜鉛と考えられる。濃アンモニア水を加え続けると無色透明になる。



- (5) この透明溶液に、適当な濃度の硫化ナトリウム水溶液を加えると、すぐに白い沈殿が生じた。



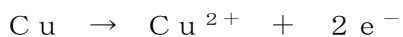
となり、硫化亜鉛の白い沈殿ができたと考えられ、これにより銅表面の銀色の物質は亜鉛であるとほぼ確認できた。



② なぜ銅表面に亜鉛が付着するのか

(1) 仮説1

このような濃いアルカリ条件下では、銅と亜鉛のイオン化列が何らかの理由で逆転する。すなわち、



の反応が起きる。

(2) 仮説1の検証

- (a) 反応後（硬貨を取り出した後）の水酸化ナトリウム水溶液の炎色反応を調べた。

結果：銅イオンの青緑色の炎色反応は認められなかった。

- (b) 反応後の水酸化ナトリウム水溶液にアンモニア水溶液を加える。

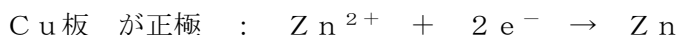
結果：変化はなく、青い色は観測されなかった。

(c) a), b) とともに、銅イオンが少量のためとも考えられるため、多量の銅板と反応させた後の水酸化ナトリウム水溶液で行ったが、結果は同じであった。

結果として、水酸化ナトリウム水溶液中の銅イオンの存在は確認されなかった。

(3) 仮説 2

水洗の際に少々手でこすっても離れない程度に、表面にかなりしっかりと亜鉛が付着しており、ほぼメッキと表現されても問題のない状態であった。また、亜鉛と銅の2種類の金属と電解質溶液であることから、電池の反応が起こっている。すなわち、



の反応が起きる。

仮説 2 の検証

(a) 水酸化ナトリウム水溶液に、電流計につないだ銅板と亜鉛板を入れ、電流が流れているかを確認した。

結果：電流が流れた。

(b) 亜鉛粉末と水酸化ナトリウム水溶液を沸騰させた後の上澄み液をデカンテーションして別のビーカーにとり、その中に銅貨を入れ加熱した。結果、少し銀色になった。これは上澄み液中の亜鉛粉末の影響かも知れないため、再度上澄み液を濾紙で吸引濾過した後の溶液で行ったところ、今度は銅貨に変化は認められなかった。

結果：これにより、仮説 1 は、ほぼ完全に否定できた。

(c) さらに b) の溶液中に亜鉛板を入れ加熱した。溶液中で亜鉛板と銅貨が接触していない時反応は起こらないが、接触させるとすぐ、銅貨の表面が色になった。ただし、この実験では亜鉛板はよく磨いておかないと反応しない。

以上の結果より、仮説 2 が検証された。



3 考察 2

亜鉛粉末と濃い水酸化ナトリウム水溶液では、テトラヒドロキソ亜鉛(Ⅱ) 錯イオンの存在が予想されるが、



この場合の錯イオンの役割について考えてみた。なお、水素ガスの発生は確認していない。

① 硫酸亜鉛水溶液中との比較

1.0mol/kg の硫酸亜鉛の水溶液および、1.0mol/kg の塩化亜鉛の水溶液に亜鉛粉末を入れ、加熱後、銅貨を入れて、同様の実験を行ったところ、いずれの場合も銅表面に亜鉛の付着が認められた。

(a) 1 分間加熱した場合の、付着した亜鉛質量の比較

	1 個目	2 個目	3 個目	平均
水酸化ナトリウム水溶液	0.0003g	0.0004g	0.0004g	0.00037g
1.0mol/kg 硫酸亜鉛水溶液	0.0002g	0.0001g	0.0002g	0.00017g

5.0mol/kg " (ほぼ飽和) 0.0003g 0.0000g 0.0000g 0.00010g

(b) 反応後、付着した亜鉛の状態の観察

水酸化ナトリウム水溶液中で1分間加熱したものすべて銀色であるが、硫酸亜鉛水溶液中で1分間のはすべてまだらに銅の表面が出ていた。硫酸亜鉛水溶液中で4分間加熱すると、すべて銀色になった。水酸化ナトリウム水溶液中の方が反応は速かった。

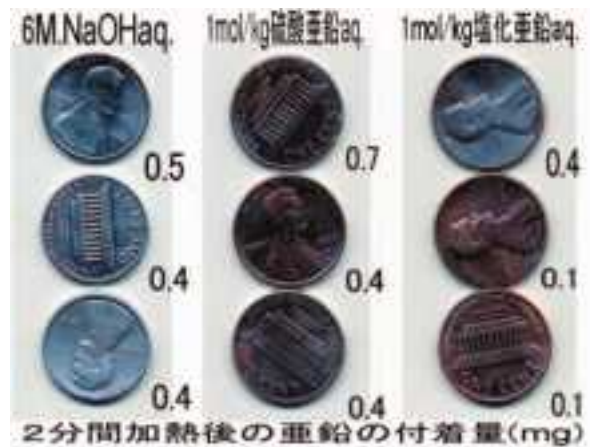
② 錯イオンにする必要性

右は、6mol/lの水酸化ナトリウム水溶液中、1mol/kg硫酸亜鉛水溶液中および1mol/kg塩化亜鉛水溶液中で銅貨をそれぞれ2分間加熱した後の、亜鉛の付着量である。

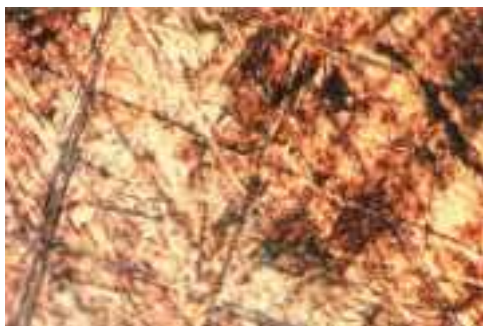
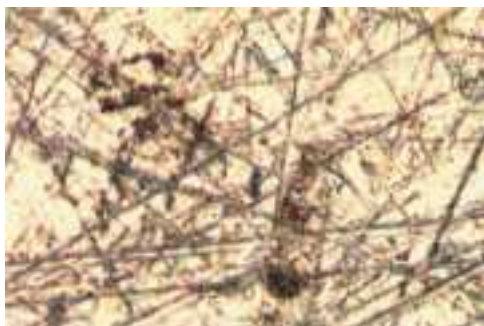
これら付着状態を顕微鏡で調べたのが以下の写真である。なお以下の写真は、すべて OMRON「3D Digital Fine Scope」による顕微鏡写真である。

[A]は水酸化ナトリウム溶液での、[B]は硫酸亜鉛水溶液中での、そして[C]は塩化亜鉛水溶液中での亜鉛付着の状態である(いずれも2500倍)。
[A]は硬貨のどの部分を見て同じようにきれいに付着しているが、[B]、[C]とも、左のような部分はまれで、ほとんどが右のような付着状態であった。

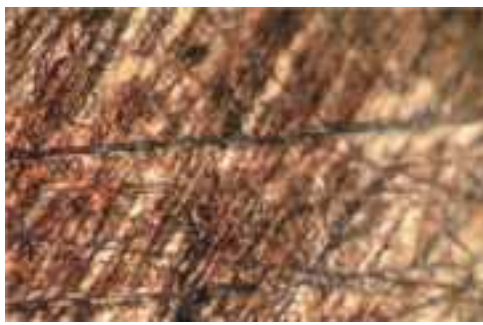
[A] 水酸化ナトリウム溶液



[B] 硫酸亜鉛水溶液



[C] 塩化亜鉛水溶液



きめの細かさに差が見られた。

また、反応後の亜鉛粉末をろ過し放置すると、水酸化ナトリウム水溶液で処理したものは、硫酸亜鉛水溶液とは違い、かなりの熱を持ってくる場合が多い。反応後の残った亜鉛粉末の顕微鏡写真は、以下の通りであった。

[D] NaOH 水溶液加熱後の亜鉛粉末(250 倍)



[E] 硫酸亜鉛水溶液加熱後の亜鉛粉末(250 倍)



[F] NaOH 水溶液中での加熱後の亜鉛粉末(1500 倍)



[G] 硫酸亜鉛水溶液後の亜鉛粉末(1500 倍)



[F]の方が凸凹が多く観察されたが、加熱後の亜鉛粉末の活性の理由は現在調査している。

また、銅貨以外の物質での反応、特に紀州名産の備長炭にも同様の反応をさせる試みを行っている。備長炭には銅の電気メッキまではできるが、これに亜鉛付着させる試みは成功していない。備長炭中に含まれる酸素の影響などについて現在研究中である。



Consideration on how to synthesize Zinc-Copper Alloy

Sayo Onishi Minami Ochiai Ayumi Siba

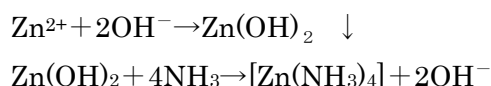
Abstraction

There is a famous experiment of turning a copper coin into a golden coin. A US cent-coin is

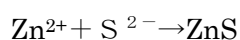
covered with zinc and then made into copper-zinc alloy when it is warmed. The experiment is popular among students since a cent looks silver when it is covered with zinc and then it turns golden after being warmed. We considered why copper is covered with zinc despite the fact that zinc is ionized more easily than copper. We also studied the effects of tetra-hydroxo zinc complex with regard to the chemical reaction.

Consideration 1 Is copper covered with zinc?

We tried the following reactions in order to confirm that copper is truly covered with Zinc. A few silver-colored coins were warmed and concentrated in hydro-chloric acid. When sodium-hydroxide and ammonia were added, the following reactions were occurred respectively.



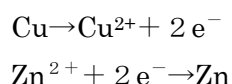
When hydrogen sulfide was added, ZnS was obtained.



Those chemical reactions indicate that copper is covered with zinc.

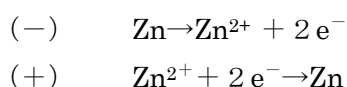
Consideration 2 Why is copper covered with zinc?

Idea 1 Copper is ionized more easily than zinc in concentrated sodium hydroxide.



Flame reaction of the liquid was tried after the alloy was removed; the color which indicates copper was not confirmed. Ammonia was added; the blue color which indicates copper was not observed. As a result, the idea 1 was denied.

Idea 2 The cell shown bellow is made in the reaction.



When a copper coin was warmed in zinc powder and sodium-hydroxide, the coin was covered with zinc. The copper-board is also covered with zinc in the same liquid when it was touched with a zinc-board. Thus idea 2 was considered right.

Consideration 3 What is the role of $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$?

The reactions were tried in zinc sulfate. The pictures which were taken by 3D Digital Fine Scope showed that zinc was not covered in zinc-sulfate as finely as in sodium-hydroxide.

It is considered that $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ plays the role in making zinc powder finer in micro-level.

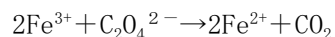
[2] 化学反応を利用した紫外線領域の光の強さの測定

教養理学科 2 年 山家裕之, 硯 智史, 川端祐輔

1 はじめに

海南高校の屋上には、簡易気象観測装置（ミニアメダス）が設置されている。今回新たに紫外線測定装置と日射計が取り付けられた。そこで次に示すシュウ酸鉄カリウム溶液の光化学反応とフェナンスロ

リンの Fe^{2+} 錯体の吸光度測定を使用した紫外線強度の測定をおこなった。



2 実験について

この実験は、 $2\text{Fe}^{3+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \xrightarrow{h\nu} 2\text{Fe}^{2+} + \text{CO}_2$ の光化学反応を利用したものである。反応溶液については、以下の通りである。ほぼ Murov^{*1} のものを踏襲した。なお、光を照射する溶液を光量計溶液と呼ぶ。

- ① 約 0.2mol/l の硫酸鉄(Ⅲ)水溶液 100ml を [溶液 1] とした。
- ② [溶液 1] の 6 倍濃度 (約 1.2mol/l) のシュウ酸カリウム水溶液 100ml を [溶液 2] とした。
- ③ 緩衝溶液として、4.94g の酢酸ナトリウム(無水)と、1.0ml の濃硫酸を 100ml の水溶液とした。
- ④ [溶液 1] 5.0ml と、[溶液 2] 5.0ml を混合し 100ml の水溶液とし、光量計溶液とした。これ以降の操作は、あまり光の当たらない所での調製となる。
- ⑤ 光量計溶液の 2.0ml を反応容器にとり、一定時間光を照射した。照射時間は吸光度が 0.2~0.8 程度になるような時間とした。
- ⑥ 照射された光量計溶液をよく振り混ぜ、そのうち 1.0ml を 10ml のフラスコに入れ、0.2% の 1,10-Phenanthroline 水溶液 2.0ml と、緩衝溶液 3.0ml を加え水で薄め 10ml にした。
- ⑦ ブランクとして、光を照射しない上記 5), 6) の溶液を用意した。
- ⑧ ⑥, ⑦ の溶液の水と対比しての 510nm での吸光度を測定した。
- ⑨ もしブランクの溶液に 0.06 より大きな吸収が出た場合には、新しい光量計溶液を準備すべきであるが、今回はその前に使用しきることができた。

※分光光度計は島津の紫外可視分光光度計 UVmini-1240 (ノーマル石英セルOpticalPathLength1.0cm) を使用した。

3 考察

(1) 塩化鉄(Ⅲ)0.20mol/l 水溶液および硫酸鉄(Ⅱ)0.20mol/l 水溶液の 1.0ml それぞれに 0.2% の 1,10-Phenanthroline 水溶液 2.0ml を加えたものを水で 10ml にしたものの透過度を測定したところ次のグラフの通りとなった。510nm では Fe^{2+} の溶液は透過度が 0% であるのに対し、 Fe^{3+} は 35.0% であった。なお、吸光度は Fe^{2+} の溶液は 2.009 に対し、 Fe^{3+} は 0.432 であった。従って Fe^{2+} の収量を 510nm での吸光度で調べることができると考えた。

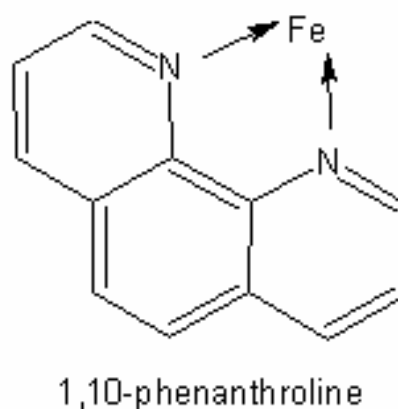
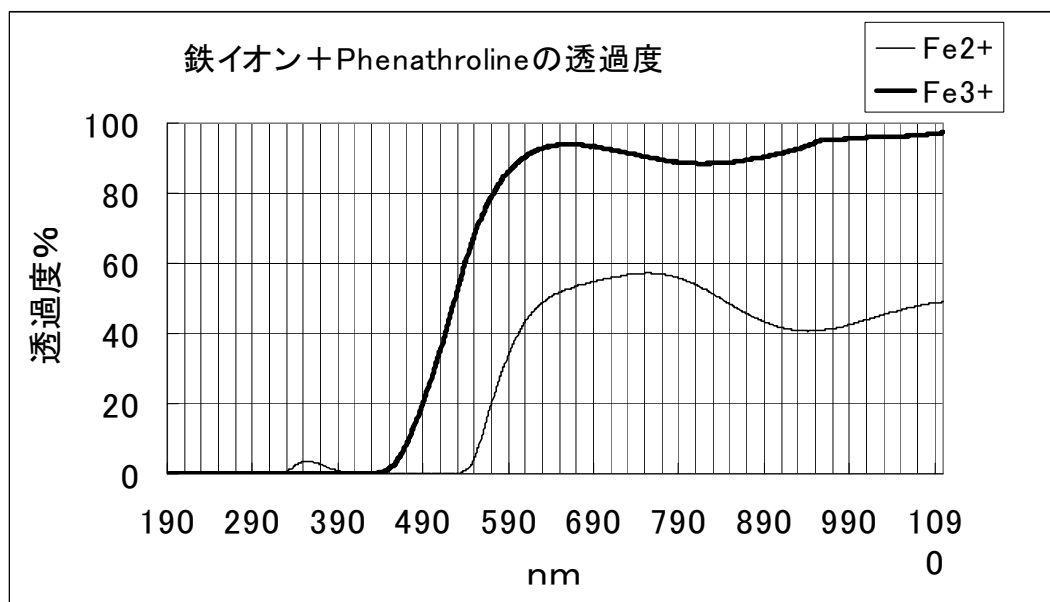


図 1



(2) 光量計溶液 [シュウ酸鉄カリウム] 水溶液の透過度を測定すると図 2 のようになった。これは 15 秒間および 5 分間太陽光を照射した後でも変化はなかった。このことから、この光量計溶液は約 500nm 以上の光には反応しないと考えられる。

なお、当初は、光量計溶液の調製から測定までを赤セロハン紙（透過度は図 3）でカバーした蛍光灯下で行っていたが、その後の測定で直接強い光の当たらない所であれば、短時間の弱い光照射であればほとんど変化は無いことがわかり、ブラインドで窓を覆った部屋で調製した。

図 2

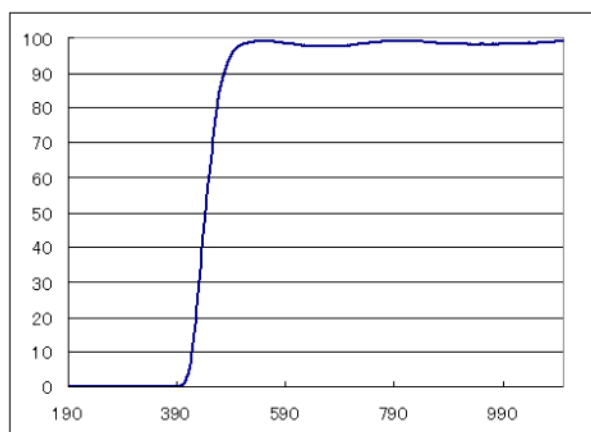
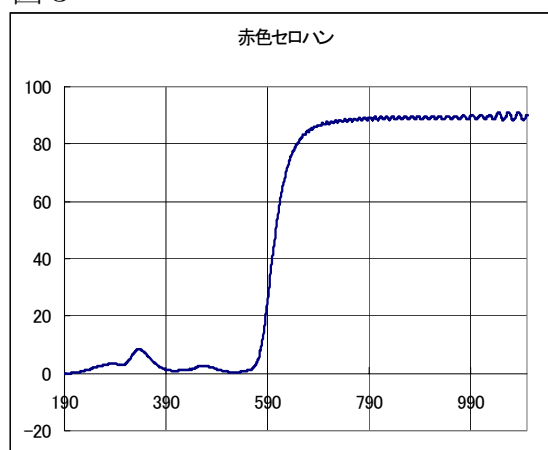


図 3



(3) 紫外線領域の光の強さを測定するためのフィルタ溶液として、0.85mol/l の硫酸コバルト(七水和物)の水溶液を用意した。また、反応容器として使用したパイレックスガラスおよび紫外用ディスポセル等の吸光度は次の図の通りである。これらにより、反応波長は、ほぼ 300~400nm に絞ることができたと考える。(図 4, 5)



図 4

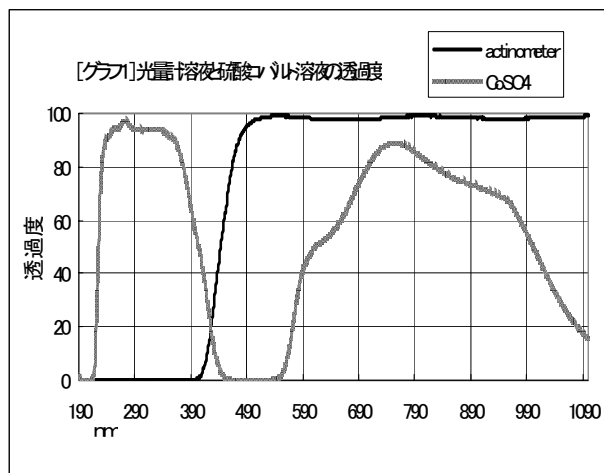
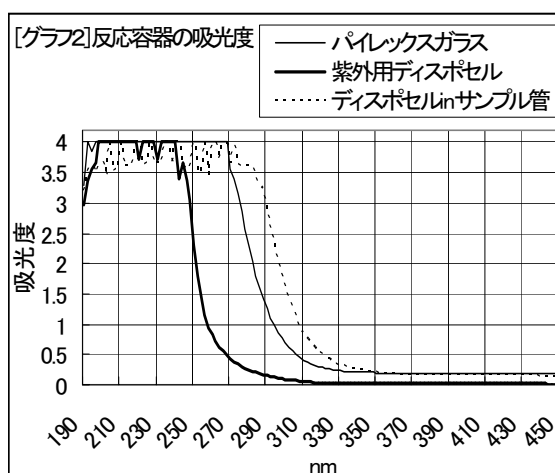


図 5



4 光強度測定（実験結果）

（1）反応容器 1

パイレックスガラスの 100ml 三角フラスコに、フィルタ溶液（硫酸コバルト 24.0g/100ml 水溶液 100ml）を入れ、その中に反応容器としてパイレックスガラスの試験管（直径 15mm）を立てた。

① 太陽光（いずれも太陽光に反応容器 1 を直接当てた）

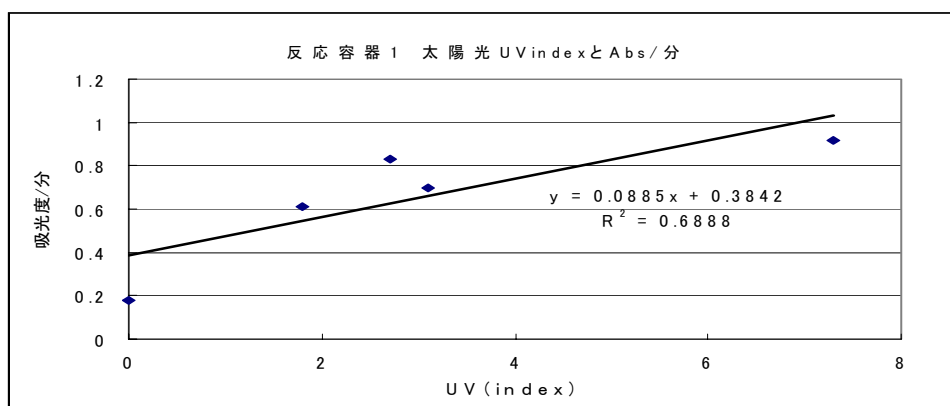
UV 計	照射	吸光度	ブランク	実質吸光度	Abs/分	W数
7.3	20 (秒)	0.317	0.011	0.306	0.918	7.86
3.1	60	0.715	0.011	0.704	0.704	6.03
2.7	60	0.839	0.008	0.831	0.831	7.14
1.8	60	0.618	0.012	0.606	0.606	5.19
0	60	0.189	0.007	0.182	0.182	1.56



UV 計・日射計等は米国 DAVIS 社製「ウェザーリンクバンテージプロ」を使用した。

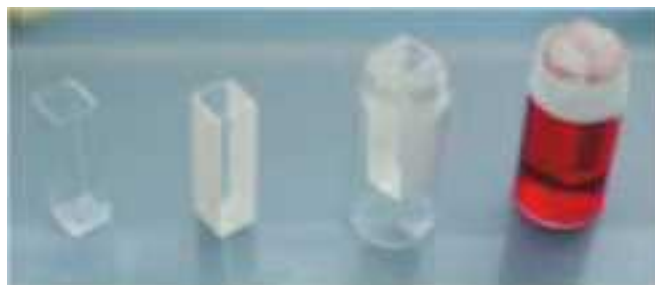
1 分間あたりの吸光度と UV 値(index)の相関関係は図 6 の通りである。UV は index 値とは言え、あまり良い相関関係は得られなかった。この反応容器 1 の場合、試験管の周りからも不規則に光が入ると考えられた。しかも反応面積が計算できないことから、角形の反応容器として分光光度計用の角形セルを考えた。石英セルはあまりにも高価であることから、ディスポーザブルなメタクリル製紫外用セルを使用することにした。

図 6



(2) 反応容器 2

ディスポセルの対角 2 面に白テープを貼り、それをフィルタ溶液 15.0ml の入ったパイレックス製サンプル管に入れた。

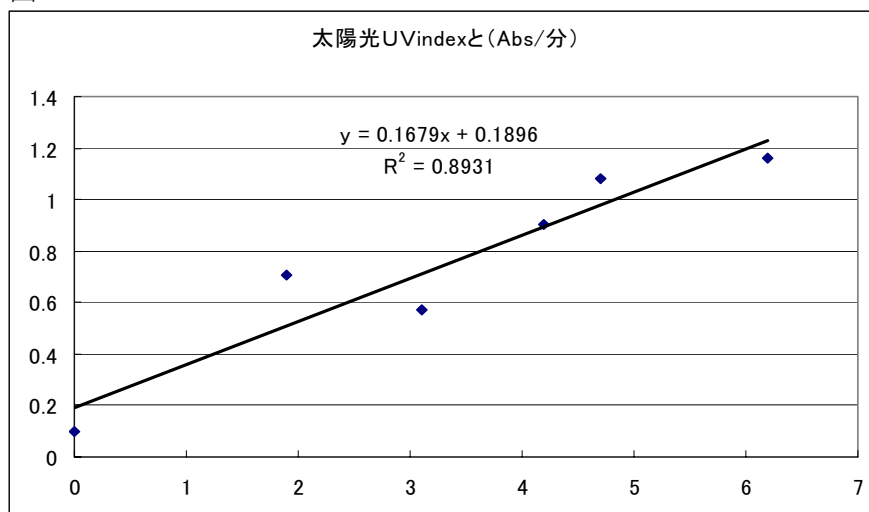


① 太陽光

(いずれも太陽光に反応容器 2 を直接当てた)

UV 計 (index)	照射 時間	吸光度	ブランク 溶液吸光度	実質吸光度 Abs	Abs/分	I	w 数
6.2	0.5	0.587	0.007	0.580	1.16	2.09×10^{-3}	9.95
4.7	0.5	0.546	0.007	0.539	1.08	1.94×10^{-3}	9.24
4.2	1.0 (分)	0.910	0.007	0.903	0.90	1.62×10^{-3}	7.74
3.1	0.5	0.292	0.007	0.285	0.57	1.02×10^{-3}	4.86
1.9	0.5	0.359	0.007	0.352	0.70	1.26×10^{-3}	6.00
0	2.0	0.202	0.007	0.195	0.098	0.88×10^{-3}	4.20

図 7



1 分間当たりの吸光度と UV(index) との相関は下のグラフの通りである。UV との相関はある程度あると考えられる。なお、日射量(W/m^2) とのグラフでは、 R^2 値は 0.83 であった。なお、この反応容器 2 (フィルタ溶液入り) のみの吸光度は 図 7 の通りであった。

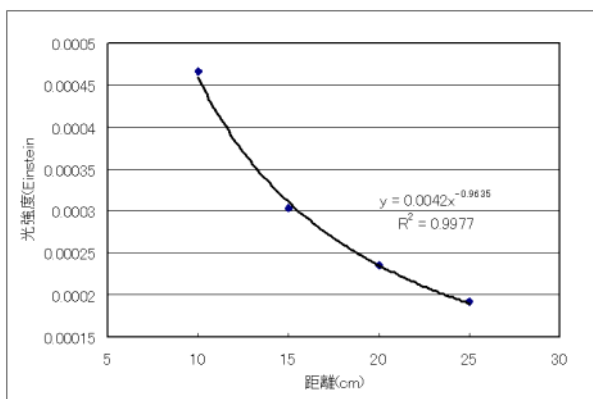
このことから、太陽光から紫外線領域の約 310nm~400nm という人体にあまり影響のない紫外線領域における光強度を調べることができたと考える。今後反応容器を工夫して、310nm 以下の紫外線強度と、人体への影響度の指標である UV index 等の関係を調べていきたい。

(3) 暗箱内におけるブラックライト(10W ピーク 352nm)の距離と吸光度の関係を求めた。Intensity における吸収係数 $\epsilon = 1.11 \times 10^4$ 、波長は 352nm とし、ここでの量子収率 $\phi = 1.25 \times 2$ とした。

距離(cm)	照射時間(分)	吸光度	ブランク溶液	実質吸光度	Intensity(Einsteins)
10	2.0	0.527	0.010	0.517	3.73 ($\times 10^{-4}$)
15	2.0	0.346	0.010	0.336	2.42

20	2.0	0.333	0.010	0.323	2.33
25	3.0	0.327	0.007	0.320	1.54

この実験からでは光強度は距離に反比例している。白色蛍光灯での測定についても同様の傾向が見られている。暗箱（段ボール箱）内の反射等の影響によるものと考えられるが、今後は、容器や暗箱の工夫など実験の精度をさらに上げて調べていきたい。（ブラックライト照射箱）



引用文献 *1:Steven L. Murov 「Handbook of Photochemistry」 MARCEL DEKKER, Inc. 1973

*2:C. G. Hatchard & C. A. Parker, Proc. Roy. Soc. (London), A235, 518 (1956)

Measurements of Light Intensity at Ultra Violet Region by Photochemical Reaction

Hiroyuki Yamaga Satoshi Suzuri Yusuke Kawabata

Introduction

A metrological observation system is located at Kinan High School. In addition to the system, an ultra violet measurement system was installed this year. In relation to these systems, we performed the following photochemical reactions and measured light absorption of Fe^{2+} , 1,10-phenanthroline complex.

$$2\text{Fe}^{3+} + \text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{CO}_2$$

Consideration 1 Light transmission was measured in FeCl_3 and FeSO_4 with 1,10-Phenanthroline. The result shows that Fe^{3+} has 35 % of transmission and Fe^{2+} has 0% at 510nm; the fact means that Fe^{2+} forms a weak complex with 1,10-Phenanthroline, which is transparent at 510nm.

2 The light, which is longer than 510nm in wave-length, was used in the reaction; no absorption of Fe^{2+} and 1,10-phenanthroline complex was observed. Therefore, it was concluded that the reaction does not occur when the light in that range is irradiated.

3 The reaction was tried with CoSO_4 in a pilex- glass cell and a despo-cell for ultra-violet ray. As a result, the wave length of the light was pin-pointed from 200nm to 300 nm.

Conclusion1 The relations between the light intensities and UV index are shown in figure 7.

The light intensities increased according to the increase in UV index. Thus, it was concluded that we could measure the intensity of the light from 310nm to 400 nm in wave- length.

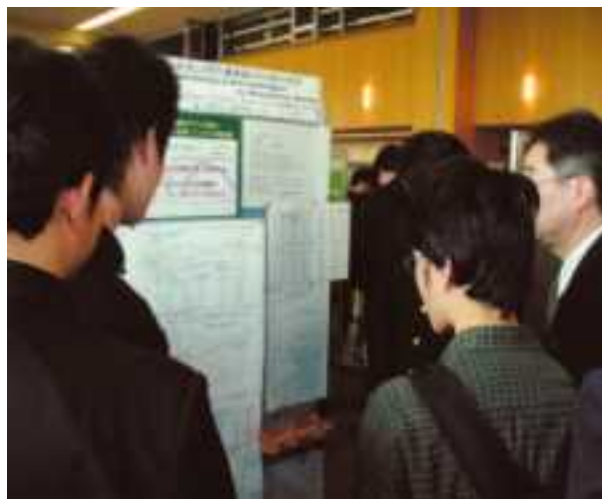
Conclusion 2 The light intensities of black-light were measured in various ranges from the light. As a result, we found that the light intensities of the black-light decreases as the range from the

light increases.

高校化学グランドコンテスト大阪（大阪市立大学「学術情報総合センター」10 階国際会議場）での発表



パワーポイントを使用した発表



ポスターセッションで紫外線強度の測定について説明する。

[3] 身近な水のCOD測定

教養理学科 1 年 藤田 雄己 川端 哲平

1 実験目的

近くの川はずいぶん汚れてきたとはいえ、本校はまだ自然に恵まれた環境にあり少し上流に遡るときれいな溪流が存在する。今の状態をできるだけ客観的に記録に残し、今後の環境保全の取り組みに少しでも貢献できたらと考え、授業に用いる図説等にも詳しく載っているCOD「化学的酸素要求量」の測定を始めた。

2 実験方法

J I S K0102 の 17「100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量」に準拠した測定方法。

3 CODの説明

高校1年にはやや難しい内容であるので、図を用いて説明する方法を考えた。

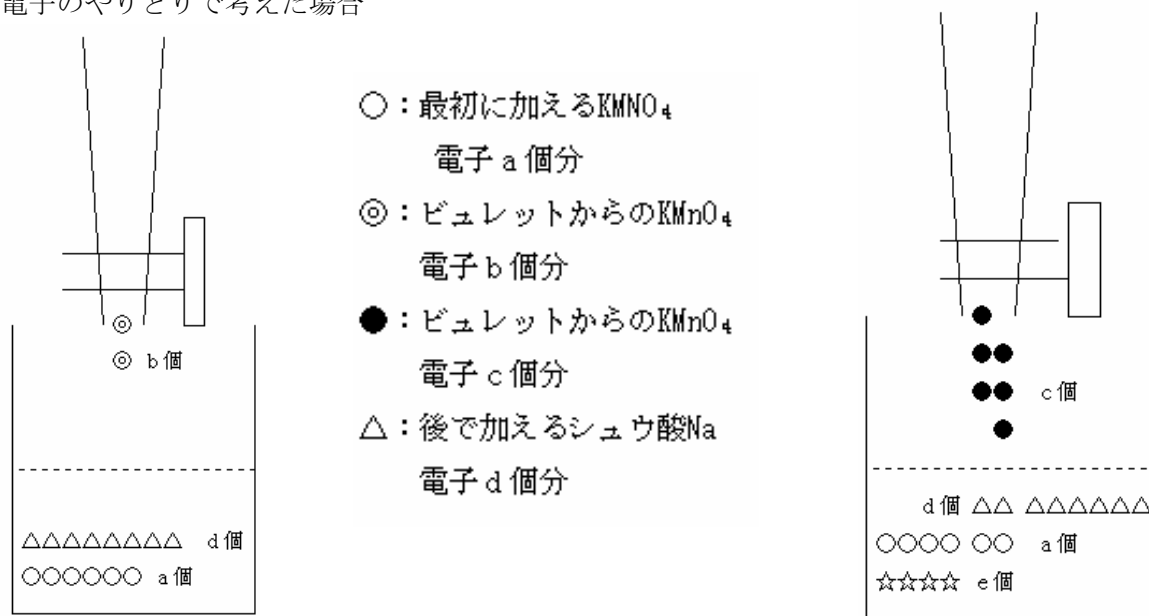


過マンガン酸イオン（過マンガン酸カリウム）1mol は5mol 分の電子を奪う（酸化する）
 $(\text{COO})_2^{2-} \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{e}^-$

シュウ酸イオン（シュウ酸ナトリウム）1mol は、2mol 分の電子を与える（還元する）
 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 酸素1mol は、4mol 分の電子を奪う（酸化する）
CODとは酸素に換算して1リットル中に酸素何mg 分の酸化される物質（有機物）があるか。

[図解] 電子のやりとりで考えた場合

図 A



上図A左「から試験」蒸留水 100ml・・・酸化される物質無し・・・ $d = a + b$

図A右「試料水」100ml・・・参加される汚れ物質 $e = a + c - d = c - b$ 個分の電子を酸素の mg で表したのがCODである。

4 実験結果

自然の水は、2004 年 8 月中旬から下旬のデータで、雨の無い時期のものである。

場 所	COD値	備 考
学校前の用水路	6.52	
〃	3.78	1 リットルに対し備長炭 4.01g で 26 時間浄化後
学校の池の水	7.76	
〃	7.18	1 リットルに対し備長炭 4.46g で 26 時間浄化後
井戸水①	2.00	藤田宅の井戸 1
〃 ②	1.96	〃 2
用水路	2.75	有田郡吉備町みかん畑の間の用水路
貴志川①	2.87	美里町今西 2004 年 8 月 26 日
〃 ②	2.95	〃 神野市場 〃
〃 ③	2.00	野上町下佐々 〃
〃 ④	3.17	貴志川町国主 〃
醤油	20.79	醤油を 1000 倍に薄めたもの
醤油	21.42	上記 1 リットルに対し備長炭 4.42g で 16 時間攪拌
お茶①	3.22	まろ茶 1000 倍希釈
〃 ②	2.80	爽健美茶 〃
〃 ③	2.26	明治のパック茶 〃

貴志川①から④については、2003 年 10 月 16 日の指標生物種 30 種による水質調査結果データが本校

に残されていたので、2004年8月26日に再度調査を行い、生息生物種との関係を調べた。

5 最後に

滴定としては易しいと一般に言われている中和滴定も未経験な上、酸化・還元反応もよくわからないままに取り組んだテーマであった。質量の計り取りも、どの量を正確にはかる必要があるのかもわからず、最初は失敗の連続であった。原理の理解と実験のテクニックを習得するだけで精一杯で、系統だったデータ収集ができないまま時間がたってしまった。今後は、テーマを絞った長期間のデータ収集とともに、川の水の場合は分光光度計の簡易測定方法などを用いた効率的な取り組みとともに、他の汚染物質「硝酸塩」その他の測定も交えて考えていきたい。

〔4〕評価と課題

本校には科学に興味のある生徒が多く、今回化学グランドコンテストに向けて主体的に研究に取り組む機会を得たことは、生徒にとっても指導にあたった教師にとっても大変意義のあることであった。研究を通じ、生徒が以下のようなことを学び、成長していったので報告する。

黄銅の実験では一つの反応について仮説を立て、様々な角度から考察する体験ができた。水酸化ナトリウムの役割を調べるために銅に付着した亜鉛を 3・D デジタルファインスコープで観察するなど独創的な取り組みも見られた。化学グランドコンテストの発表においてはパワーポイントの使い方や英語での発表に仕方を学んだ。1年生のグループのため錯イオンの色や反応など初歩的なことから学習する必要があり苦勞したが、実験、発表を通し、錯イオンやイオン化傾向など化学に関する理解が深まった。備長炭に亜鉛をつけることも試みたが失敗した。なぜ、備長炭ではうまくいかないのか考察することが今後の課題として残った。

紫外線光度の測定では、反応容器や光源の性質などの反応条件を調査しながら主体的に研究することができた。英文の化学論文を参考に実験を行う初めての体験であった。紫外線光度の算出では、波のエネルギーや光子数の算出など量子力学の計算を駆使した。この経験は物理の光と波動のより深い理解につながったといえる。また、ポスターセッションでは大学の研究者の方々に自分たちの研究内容を説明し貴重な助言をいただくことができた。測定値が太陽定数から求めたものより大きいことの解明が課題として残った。光の反射や散乱の影響も考慮にいれ再度実験する考えである。

CODの測定の実験は1年生にはやや難しい内容となったが、粘り強く実験に取り組んだ。実験を通し酸化還元反応とCODの算出法に習熟し、わかりやすい説明を考案するなど、この経験は今後の化学の学習や研究に十分役立つものとなった。

紫外可視分光光度計による透過光、吸収率の解析技術だけでなく、生徒個人の実験テクニックの上達には目を見張るものがある。また、全体を通し、生徒も教師も工夫をこらし研究、発表していくことに充実感を感じた。来年度以降も研究を進め、成果を出すとともに、本校生徒が将来にわたり科学の研究に主体的に取りくんでいけるよう体制を整えていきたいと考えている。

B 教養理学科実験

[1] 実験物理

1 電子回路素子の特性を調べる

実施目的 本実験では、様々な回路素子(センサー)の電流－電圧特性を調べることを目的としている。一般にセンサーとは光や熱や音などの変化をいろいろな電気信号に変換する素子のことを指します。まず、様々な回路素子に電流がどのように流れるのかを確認します。電圧をかけたとき流れる電流がどのように変化するかを調べることを「特性を調べる」といいます。条件が変わったり、電圧をかける素子が変わると、電流の流れ方も変わります。各素子の特性をしっかりと理解し、非オーム抵抗の考え方の理解を深めます。

【実験1】金属線(コンスタンタン線)の特性を調べる

[器具]

コンスタンタン線(直径 0.5 mm、長さ 1 m)、マルチメーター2台、電源装置

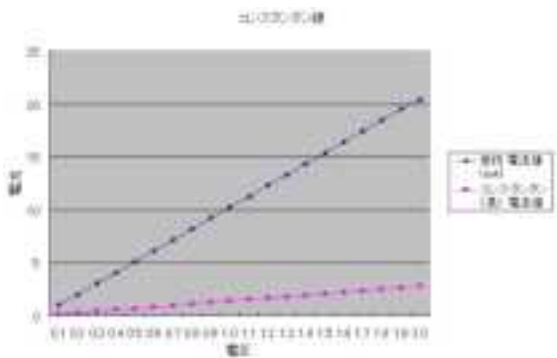
[実験]

- ① コンスタンタン線はそのままだと長くて測定しにくいので、鉛筆かボールペンに巻き付けてコイル状にする。間隔を少し広げて線が途中で接触しないようにする。
- ② 最初に、コンスタンタン線の抵抗をマルチメーターで測定する。
- ③ コンスタンタン線と2台のマルチメーターで電流と電圧が測定できるように回路を組む。
- ④ 回路が組めたら、電源から装置につなぎ、電圧をかける。電圧のツマミの方を使ってマルチメーターの電圧計で値を確認しながら電圧をかける。このとき、電圧は 0V から始め 0.1 mV 毎に増やしていったら、2.0V までかける。電圧を変化させるたびに電流値を読み、測定結果を表に記入する。
- ⑤ その結果をグラフにまとめる。このとき、グラフは電圧を横軸に、電流を縦軸に取る。
- ⑥ 測定が終わったら、電圧は 0 V に戻す。



[測定結果]

電圧 (V)	電流 (mA)	抵抗値 (Ω)	電圧 (V)	電流 (mA)	抵抗値 (Ω)
0.1	0.14	0.714	0.4	0.56	0.714
0.2	0.28	0.714	0.8	1.12	0.714
0.3	0.42	0.714	1.2	1.68	0.714
0.4	0.56	0.714	1.6	2.24	0.714
0.5	0.70	0.714	2.0	2.80	0.714
0.6	0.84	0.714	2.4	3.36	0.714
0.7	0.98	0.714	2.8	3.92	0.714
0.8	1.12	0.714	3.2	4.48	0.714
0.9	1.26	0.714	3.6	5.04	0.714
1.0	1.40	0.714	4.0	5.60	0.714
1.1	1.54	0.714	4.4	6.16	0.714
1.2	1.68	0.714	4.8	6.72	0.714
1.3	1.82	0.714	5.2	7.28	0.714
1.4	1.96	0.714	5.6	7.84	0.714
1.5	2.10	0.714	6.0	8.40	0.714
1.6	2.24	0.714	6.4	8.96	0.714
1.7	2.38	0.714	6.8	9.52	0.714
1.8	2.52	0.714	7.2	10.08	0.714
1.9	2.66	0.714	7.6	10.64	0.714
2.0	2.80	0.714	8.0	11.20	0.714



[考察]

(1) グラフよりコンスタンタン線に電圧をかけて電流を流すとき、電圧と電流の間にはどのような関係がありますか。またそれはなぜですか。

〈生徒のレポートより〉

グラフより、電圧と電流の間には、比例の関係が成り立っている。従って、コンスタンタン線ではオームの法則が成り立っていると考えられる。

(2) 電圧を変化させたとき、抵抗値はどのような様になりますか。それはなぜですか。

〈生徒のレポートより〉

測定結果の表より、一定である。これは、グラフの直線の傾きが一定であることからわかる。

(3) コンスタンタン線の長さや太さと抵抗はどのような関係になると予想されますか。

〈生徒のレポートより〉

コンスタンタン線が長い場合と短い場合とでは、抵抗値が異なり、測定結果から、長い方の抵抗値が大きいということがわかる。

【実験2】抵抗器の特性を調べる

[器具]

抵抗器 (100 Ω → 生徒には未知抵抗として与える)、マルチメーター2台、電源装置

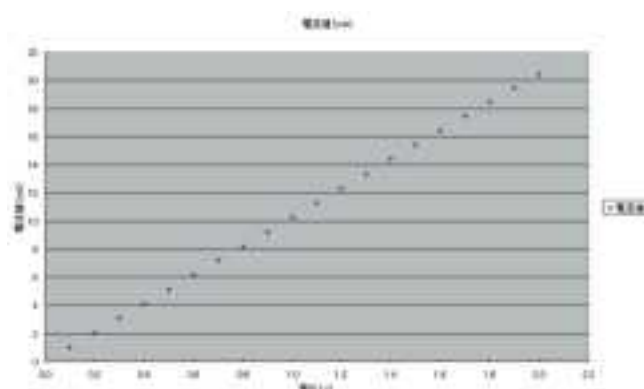
[実験]

- ① 最初に、抵抗器の抵抗をマルチメーターで測定する。
- ② 抵抗器と2台のマルチメーターで電流と電圧が測定できるように回路を組む。
- ③ 回路が組めたら、電源から装置につなぎ、電圧をかける。電圧のツマミの方を使ってマルチメーターの電圧計で値を確認しながら電圧をかける。電圧は0 V から始め 0.1 mV 毎に増やしていき、2.0V までかけいく。電圧を変化させるたびに電流値を読み、測定結果を表に記入する。
- ④ その結果をグラフにまとめる。このとき、グラフは電圧を横軸に、電流を縦軸に取る。
- ⑤ 測定が終わったら、電圧は0 V に戻す。



[測定結果]

電圧 (V)	電流 (mA)	抵抗値 (Ω)
0.1	0.002	50.0
0.2	0.004	50.0
0.3	0.006	50.0
0.4	0.008	50.0
0.5	0.010	50.0
0.6	0.012	50.0
0.7	0.014	50.0
0.8	0.016	50.0
0.9	0.018	50.0
1.0	0.020	50.0
1.1	0.022	50.0
1.2	0.024	50.0
1.3	0.026	50.0
1.4	0.028	50.0
1.5	0.030	50.0
1.6	0.032	50.0
1.7	0.034	50.0
1.8	0.036	50.0
1.9	0.038	50.0
2.0	0.040	50.0



[考察]

(1) グラフより抵抗器に電圧をかけて電流を流すとき、電圧と電流の間にはどのような関係がありますか。またそれはなぜですか。

〈生徒のレポートより〉

グラフより、電圧と電流の間には、比例の関係が成り立っている。従って、抵抗ではオームの法則が成り立っていると考えられる。

(2) 電圧を変化させたとき、抵抗値はどのような様になりますか。それはなぜですか。

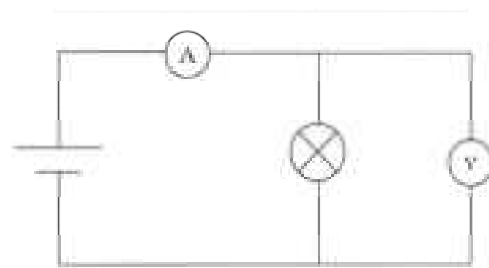
〈生徒のレポートより〉

測定結果の表より、一定である。これは、グラフの直線の傾きが一定であることからわかる。

【実験3】豆電球の特性を調べる

[器具]

電球 (6.3V、0.15A)、マルチメーター2台、電源装置



[実験]

- ① 最初に、電球の抵抗を測定する。
- ② 電球と2台のマルチメーターで電流と電圧が測定できるように回路を組む。
- ③ 回路が組めたら、電源から装置につなぎ、電圧をかける。
電圧のツマミの方を使ってマルチメーターの電圧計で値を確認しながら電圧をかける。電圧は 0 V から始め 0.3 V 毎に増やしていった、電球に表示してある電圧 (6.3 V) までかける。電圧を変化させるたびに電流値を読み、測定結果を表に記入する。

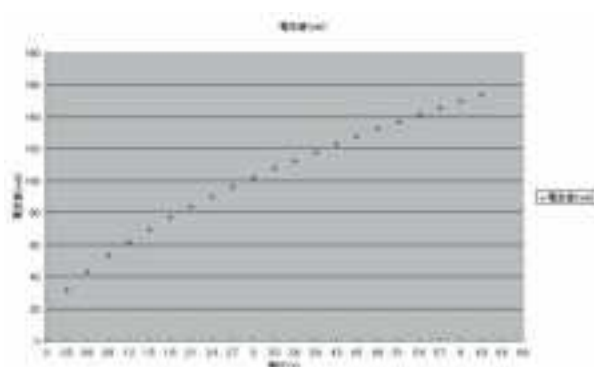


＜データをとっている様子＞

- ④ その結果をグラフにまとめる。このとき、グラフは電圧を横軸に、電流を縦軸に取る。
- ⑤ 測定が終わったら、電圧は 0 V に戻す。

測定結果

電圧 (V)	電流 (mA)	抵抗 (Ω)
0.0	0.00	0.00
0.3	31.8	9.43
0.6	43.2	13.89
0.9	55.0	16.36
1.2	61.8	19.42
1.5	68.5	21.90
1.8	75.0	24.00
2.1	83.8	25.18
2.4	89.0	26.97
2.7	95.0	28.53
3.0	101.8	29.47
3.3	107.3	30.75
3.6	112.7	31.94
3.9	117.9	33.08
4.2	123.0	34.15
4.5	127.8	35.23
4.8	132.4	36.25
5.1	136.8	37.28
5.4	141.3	38.24
5.7	145.7	39.12
6.0	149.7	40.09
6.3	153.0	41.83



[考察]

(1) グラフより電球に電圧をかけて電流を流すとき、電圧と電流の間にはどのような関係がありますか。またそれはなぜですか。

〈生徒のレポートより〉

コンスタンタン線や抵抗器のときのように比例関係にはならない。表から、豆電球の抵抗は一定値にはなっていない。これは、フィラメントの金属イオンが熱をもらって動き出した自由電子の移動を妨げるためと考えられる。

(2) 電圧を変化させたとき、抵抗値はどのように変わりますか。それはなぜですか。

〈生徒のレポートより〉

一定値にはならず、電圧を大きくするに従って、抵抗値は大きくなる。

【予備実験4】発光ダイオード(LED)の特性を調べる

[器具]

発光ダイオード
マルチメーター2台
電源装置

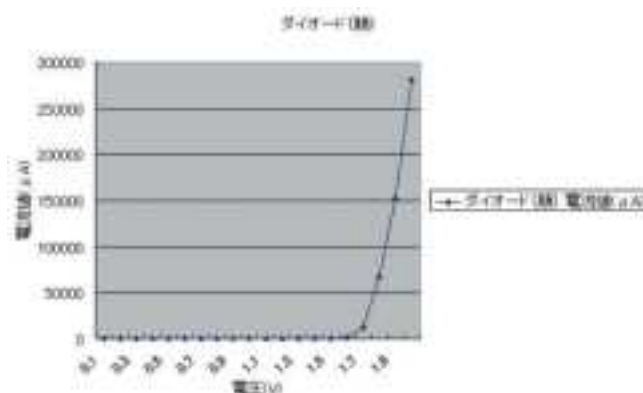


[実験]

- ① 最初に、発光ダイオードの抵抗を測定する。発光ダイオードは向きにより電流の流れやすさが異なるので両方の向きで測定を行う。発光ダイオードは本来の向きと逆向きに電圧をかけると壊れるため、逆向きの電圧をかけないようにする。今回は特性を調べるために、無理に逆向きの電圧をかけるので指定された範囲の電圧で実験を行うようにする。
- ② 発光ダイオードと2台のマルチメーターで電流と電圧が測定できるように回路を組む。
- ③ 回路が組めたら、電源から装置につなぎ電圧をかける。電圧のツマミの方を使ってマルチメーターの電圧計で値を確認しながら電圧をかけます。電圧は0 V から始め 0.1 mV 毎に増やしていき、2.0 V までかける。このときに発光ダイオードが光っていたら3 V まで測定を続け、光っていなければ、ここで測定は打ち切る。測定結果を表に記入します。測定が終わったら、向きを逆向きにしてみよう一度測定する。
- ④ その結果をグラフにまとめる。このとき、グラフは電圧を横軸に、電流を縦軸に取る。
- ⑤ 測定が終わったら、電圧は0 V に戻す。

[測定結果]

電圧 (V)	電流 (mA)	抵抗値 (Ω)	電圧 (V)	電流 (mA)	抵抗値 (Ω)
0.1	0.000000	0.000000	0.1	0.000000	0.000000
0.2	0.000000	0.000000	0.2	0.000000	0.000000
0.3	0.000000	0.000000	0.3	0.000000	0.000000
0.4	0.000000	0.000000	0.4	0.000000	0.000000
0.5	0.000000	0.000000	0.5	0.000000	0.000000
0.6	0.000000	0.000000	0.6	0.000000	0.000000
0.7	0.000000	0.000000	0.7	0.000000	0.000000
0.8	0.000000	0.000000	0.8	0.000000	0.000000
0.9	0.000000	0.000000	0.9	0.000000	0.000000
1.0	0.000000	0.000000	1.0	0.000000	0.000000
1.1	0.000000	0.000000	1.1	0.000000	0.000000
1.2	0.000000	0.000000	1.2	0.000000	0.000000
1.3	0.000000	0.000000	1.3	0.000000	0.000000
1.4	0.000000	0.000000	1.4	0.000000	0.000000
1.5	0.000000	0.000000	1.5	0.000000	0.000000
1.6	0.000000	0.000000	1.6	0.000000	0.000000
1.7	0.000000	0.000000	1.7	0.000000	0.000000
1.8	0.000000	0.000000	1.8	0.000000	0.000000
1.9	0.000000	0.000000	1.9	0.000000	0.000000
2.0	0.000000	0.000000	2.0	0.000000	0.000000



[考察]

(1) グラフより発光ダイオードに電圧をかけて電流を流すとき、電圧と電流の間にはどのような関係がありますか。向きによってどのような変化がありますか。

〈生徒のレポートより〉

一定値にはならず、豆電球やダイオードのように各電流電圧でオームの法則が成立する。

(2) 光り始めはどの向き接続したときの何Vくらいでしょうか。

〈生徒のレポートより〉

1. 7 Vくらいから光り始めた。

(3) 十分明るく光っているのは何V位の時ですか。

〈生徒のレポートより〉

2. 0Vのとき明るく光る。

【実験5】サーミスタの特性を調べる

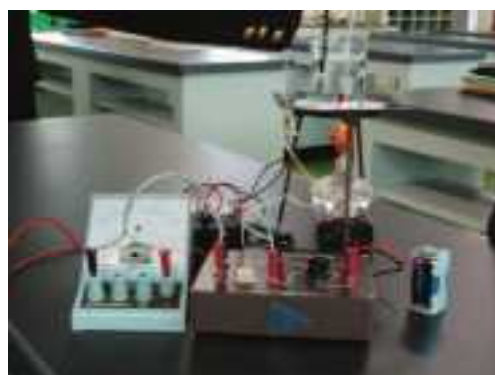
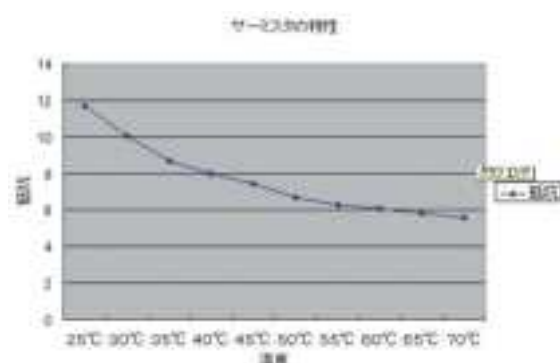
[器具]

サーミスタ、ビーカー、水、アルコールランプ、マルチメーター2台、電源装置

[実験]

- ① 最初に、サーミスタの抵抗を測定する。
- ② サーミスタと2台のデジタルマルチメータで電流と電圧が測定できるように回路を組む。
- ③ 回路が組めたら、電源から装置につなぎ、電圧をかけます電源装置で電圧計の振針の振れが 0.2 Vを指すよう調整する。
- ④ サーミスタと温度計で静かにかきまぜながら温度計の温度と電流計の値をよみとる。
- ⑤ 電流計の読みから、サーミスタの抵抗を計算し、温度と抵抗の関係をグラフに書く。
(このとき縦軸を抵抗、横軸を温度にとる)を縦軸に取る。
- ⑥ 測定が終わったら、電圧は 0 V に戻す。

[測定結果]



2 ビデオポイントを用いた落体の運動解析

実施目的 教科書で扱う自由落下は、空気の抵抗を考えない理想的な自由落下を考えています。実際の自由落下では多少なりとも空気の抵抗を考慮しなければなりません。しかし、高校生には、空気抵抗を考えた落体の運動方程式は難しいため、本実験では、デジタル動画分析ソフトであるビデオポイント及び物理現象を簡単な数式のみでシミュレーションできるソフト”モデラス”を用いて、空気の抵抗を考えた落体の運動について考えていきます。

【実験1】 実際のカップの運動を解析する

[実験]

- ① デジタルビデオカメラの画面全体に「ケーキカップの運動」が収まるように、カメラの位置を決定する。このとき“基準となる長さ”を決定するために、1 mの基準になる物を必ずカメラの画面内に設置することを忘れないようにする。本実験では写真に見えているように、黒いパネルの右上に、1 mのテープを貼って行った。
- ② デジタルビデオカメラの録画ボタンを押した後、アルミカップをゆっくりと落下させ、その様子を記録します。アルミカップ（銀色）を撮影するため、黒のパネルを背景にして、アルミカップの運動が目立つように工夫する。
- ③ 運動を記録したら、記録した映像をパソコンに取り込み、「動画ファイル」を作成する。
- ④ つぎに、取り込んだ動画ファイルを「ビデオポイント」で解析する。はじめに、「ビデオポイント」を起動する。
- ⑤ ビデオポイントを用いてアルミカップの運動を解析する。（次頁上図）
- ⑥ 本実験では、アルミカップのサイズを3種類（6号・8号・9号）用意し、さらにそれぞれを1枚・2枚…と5枚まで重ねて、落下の様子を測定し解析を行った。
- ⑦ これらのデータについてビデオポイントを用いて、鉛直方向における次に示す3種類のグラフを作成する
落下距離—時間 ($y - t$ グラフ)
速度—時間 ($v - t$ グラフ)
加速度—時間 ($a - t$ グラフ)
- ⑧ また、速度—時間グラフは、データを Excel に貼り付け、サイズごとに整理し、枚数と速度の関係がわかるものも作成する。（次頁下図）



[考察]

- ① 1個のカップの場合、落下の仕方にはどのような特徴があるか。また、自由落下との比較も説明しなさい。

〈生徒のレポートより〉

どのサイズのカップも緩やかに速度が増えてゆき、いずれは等速直線運動になる。自由落下では時間とともに速度は速くなるため、アルミカップには空気の抵抗が働いていると考えてよい。

② カップの個数が増えていくと、落下の仕方はどのように変化するか。

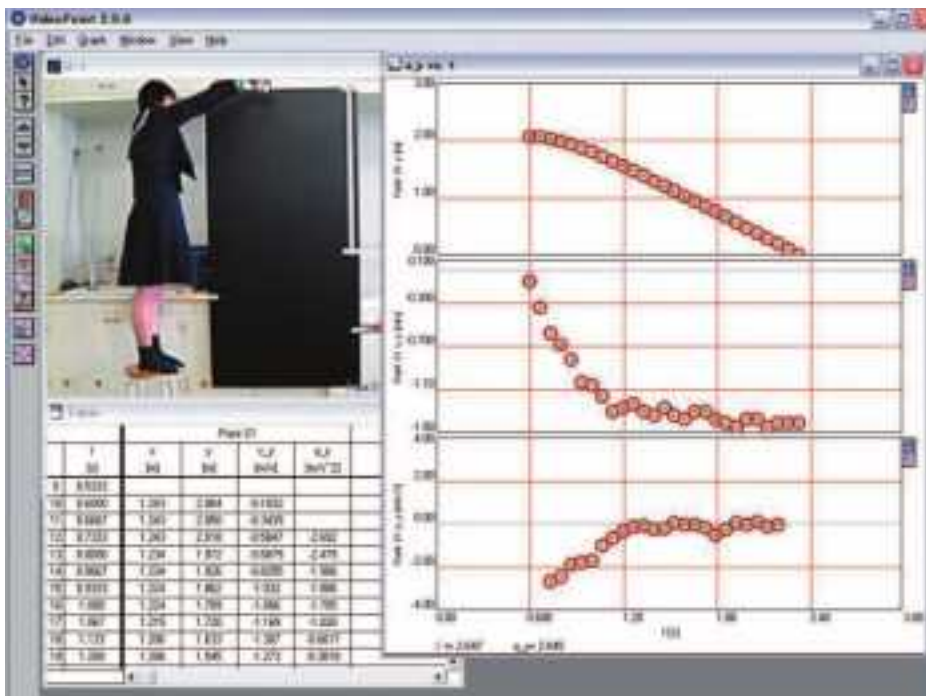
〈生徒のレポートより〉

Excel のグラフより、どのサイズも、枚数が増えるに従って終端速度が速くなっている。これは、カップの枚数の増加つまり、質量が増加すればその分、カップにかかる重力も大きくなり、その重量の効果を空気の抵抗で打ち消すためには、カップの枚数が少ないときに比べて多くの時間を要する、従ってカップの個数が増えていくと、加速度を受ける時間が長くなるため、終端速度が大きくなる。

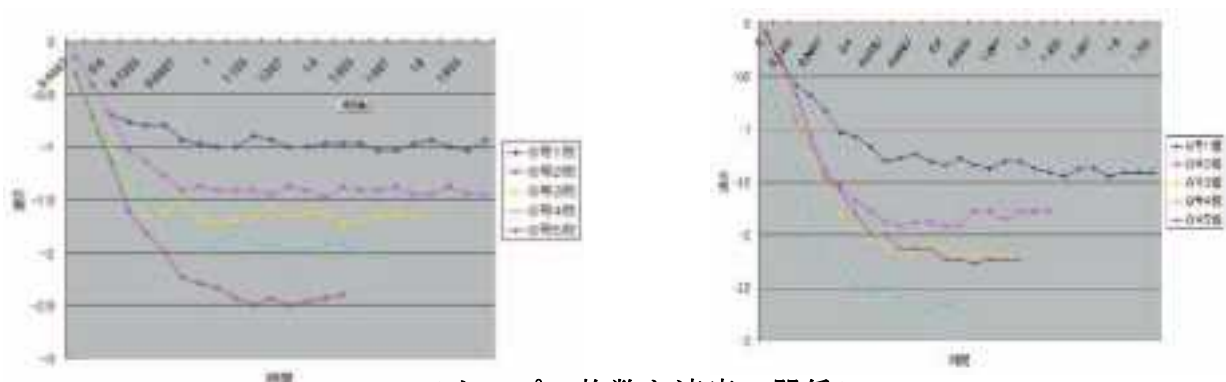
③ 実験の中で工夫したことや気づいたことを書きなさい

〈生徒のレポートより〉

カップをうまく離さないと、カップは静かにまっすぐ落下しない。本実験では、落下の様子をビデオで撮影しそのビデオデータを解析に用いるため、カップがフラフラと落下していたのでは解析データとして良いデータを得ることができない。このことを考慮して、できるだけカップを手の面ではなく点で支え、静かに落とすように工夫した。



＜ビデオポイントの画面＞



＜カップの枚数と速度の関係＞

【実験2】モデラスを用いて、カップの落下モデルを作成する

実施目的 次に、空気抵抗を考慮した落体の運動を、モデラスを用いて、理想的なモデルを作っていきます。空気の抵抗には、落下速度に比例する抵抗、落下速度の2乗に比例する抵抗の2種類がありますが、教科書には速度に比例する抵抗のみが解説されているので、アルミカップの空気抵抗も、速度に比例していると考えて、その比例定数の決定を行います。これは、モデラス中のパラメーターを変化させ、ビデオポイントの解析結果にほぼ等しくなるような比例定数の値をトライ＆エラー方式で求めます。

【実験】

- ① まず、空気抵抗を含めた落体の運動方程式を考えます。
- ② 次にモデラスの“Model”ウィンドウに（1）で考えた運動方程式を書き込みます。
- ③ メニュー画面から【Window】→【New Animation】を選択し、“Animation”ウィンドウを追加する。
- ④ “Initial Conditions”ウィンドウのParameterの各Caseについて、アルミカップの実際の運動の様子に等しくなるように、 k の値を考える。

【結果】

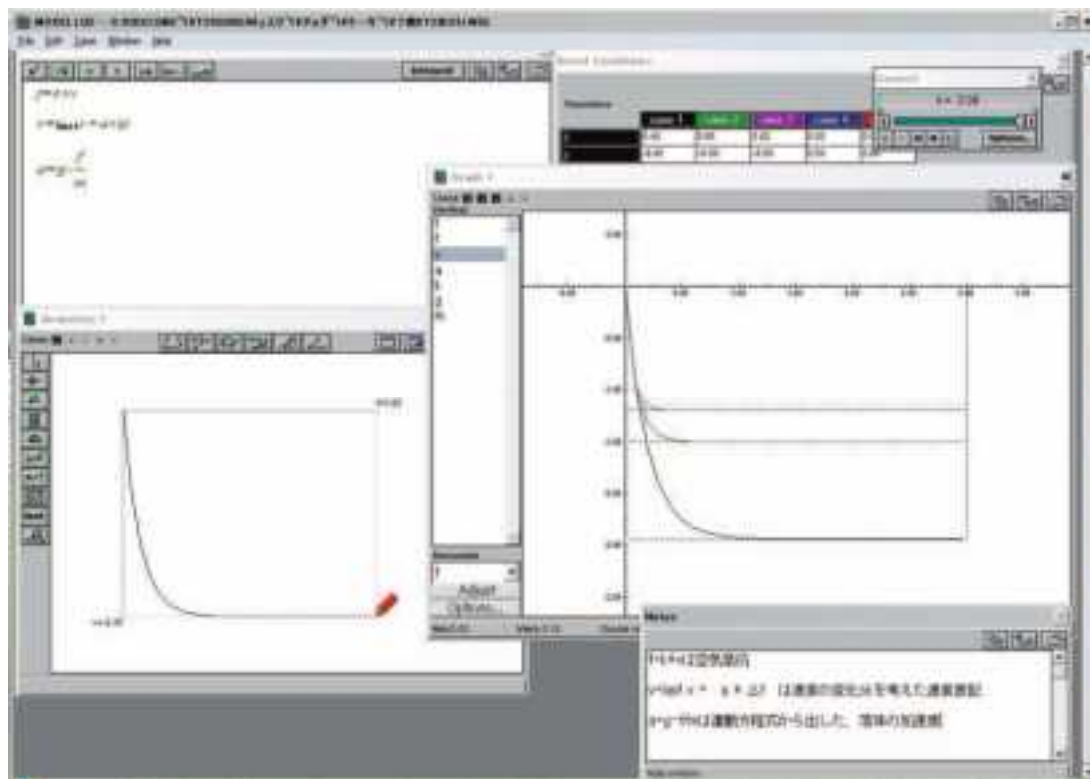
9号カップの1枚・2枚・5枚について、モデラスのモデルとビデオポイントの解析結果を比較して抵抗の比例定数 k の値を決めると、

9号1枚のとき $k=0.82$

9号2枚のとき $k=0.65$

9号5枚のとき $k=0.40$

となり質量により比例定数の値が変化することがわかった。



＜モデラスの画面＞

[2] 実験化学

1 アゾ系色素について「アゾ化合物の合成と、応用としての二酸化窒素の汚染調査」

第1回「実験全般についての解説」・「アゾ色素（染料）の合成」「二酸化窒素測定カプセルの制作」

(1) 解説

アニリン誘導体であるスルファニル酸を用いてジアゾニウム塩を得る反応と、生成したジアゾニウム塩を2-ナフトールと反応させアゾ化合物を得る反応および再結晶の操作。得られたアゾ化合物はオレンジⅡと呼ばれており、毛やナイロン用の酸性染料として知られている。また、酸-塩基反応の指示薬でもある(酸性でコハク色、塩基性pH 8.6以上でオレンジから赤色を示す)。

大気汚染物質のひとつである二酸化窒素のザルツマン試薬による定量はこの応用である。簡便法「アルカリろ紙法」を利用した。

(参考*1: <http://www.water.sannet.ne.jp/masasuma/masa/e3-2.htm> [林正幸])

(2) 実験1: アゾ化合物の合成

[試薬]

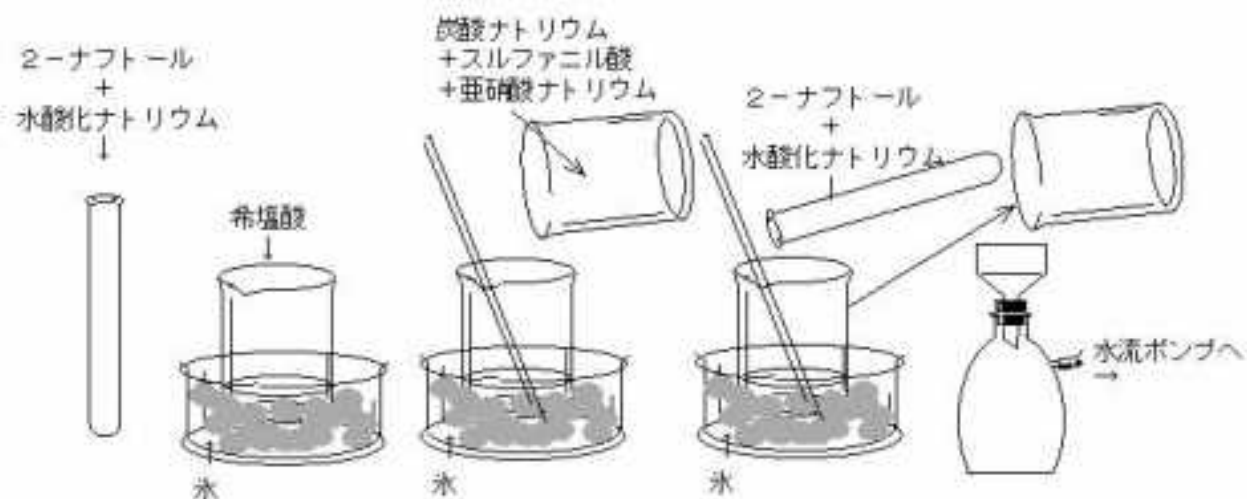
- ① スルファニル酸 (p-アミノベンゼンスルホン酸) ② 無水炭酸ナトリウム
- ③ 2-ナフトール ④ 亜硝酸ナトリウム
- ⑤ 希塩酸(2mol/l, 濃塩酸1mlを蒸留水に溶かし, 全量を6mlとする)
- ⑥ 水酸化ナトリウム水溶液(10%, 水酸化ナトリウム約1gを蒸留水9mlに溶かす)
- ⑦ エタノール

[器具]

- ① ビーカー(50ml)3個, ② 試験管, ③ ガラス棒, ④ ブフナー漏斗(小), ⑤ 吸引びん,
- ⑥ 氷を入れて冷却に使う容器, ⑦ メスシリンダー, ⑧ 湯浴

[実験]

- ① 試験管に水酸化ナトリウム水溶液2mlをとり, 2-ナフトールを薬さじ(小)で約0.35g 溶かす。溶けにくいときは湯浴であたためて溶かす, 2-ナフトールはナトリウム塩となって溶ける。
- ② 希塩酸3mlをビーカーAに入れて氷浴で冷やしておく。
- ③ ビーカーBに水5mlを入れ, 無水炭酸ナトリウムを薬さじ(小)で約0.15g 加えて溶かす。さらにこの液にスルファニル酸を薬さじ(大)で約0.5g 加え, 湯浴などであたためて溶かす。この溶液が室温まで冷えてから, さらに亜硝酸ナトリウムを薬さじ(小)で約0.2g 加えて溶かす, これをB液とする。
- ④ 希塩酸の入っているビーカーAを氷浴で冷やし, ガラス棒でかき混ぜながらB液を加える。無色の結晶が現れるが, 1~2分かき混ぜ続ける。こうしてできる溶液をA液とする。ここでできる無色の結晶は, 反応によって生じるベンゼンスルホン酸のジアゾニウム塩である。
- ⑤ ビーカーAに試験管の溶液をガラス棒でよくかき混ぜながら加える。液は赤褐色を示し, ペーストのような沈殿ができるが, さらに1~2分かき混ぜる, その後, ブフナー漏斗を使って吸引ろ過をしてペースト状の沈殿を集める。
- ⑥ ビーカーCにその沈殿を移し, 水約3ml(多くても6ml以上にならないように)を加え, あたためて溶かす。この液にエタノール7mlを加え, 氷浴で冷やすとオレンジ色の細かい板状の結晶が析出する, これを, ブフナー漏斗で吸引ろ過して集める。ビーカーの中をエタノールで洗って沈殿を全部ブフナー漏斗に移すようにする。ろ紙にはさんで乾かす(収量約0.5gくらいになる予定)。このオレンジ色の結晶は, アゾ化合物に2分子の結晶水を含んでいる。この結晶を加熱乾燥すると赤色の結晶となる。ここで得られるアゾ化合物は水に可溶であるので, きれいな結晶を得るのが少し困難である。
- ⑦ しかし, 一応その質量を測定し収率を求める。



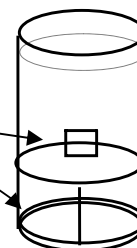
[後始末] 反応のろ液は希釈放流する。

(3) 実験2 (準備: 窒素酸化物測定用カプセルの制作)

[準備物] フィルムケース・炭酸カリウム・200ml フラスコ (マイヤー) ・ピペット2ml

[制作]

- ① クロマト用紙 [9.2] cm を切り取り、フィルムケースの底に近い部分に、ピンセットを使って小さなセロテープで固定。
- ② 50% 炭酸カリウム水溶液を調整し、ピペットで1個につき5滴しみこませる。
- ③ 各自3個つくって、ふたをして、暗所に保管。
- ④ 24時間、家の近くの適当な場所に、ふたをとり、「下を向けて」固定。表に場所と氏名を明記。
- ⑤ 24時間後、とりはずし、ふたをして学校へ持参、翌週のこの時間に測定するまで、暗所に保管。



第2回 [大気中の二酸化窒素の汚染調査]

(1) 試薬の調製

- ① ギルツマン試薬 (…できる限り正確に計量する)
スルファニル酸 2.5g を 水に溶かしたもの (200~300ml)
水酢酸 約70ml (メスシリンダーで測ってよい)
N-(1-ナフチル)エチレンジアミン・2HCl 10mg を、500ml メスフラスコ入れ、500ml にする。
- ② 亜硝酸ナトリウム標準水溶液
100ミリリットルのメスフラスコに、亜硝酸ナトリウム50mgの水溶液を作る。
これをメスピペットで1ミリリットルとり、100倍に薄める。(→100ミリリットルメスフラスコに入れ希釈)

(2) 測定

光電比色計を用いる。(測定容器は共洗(1回))

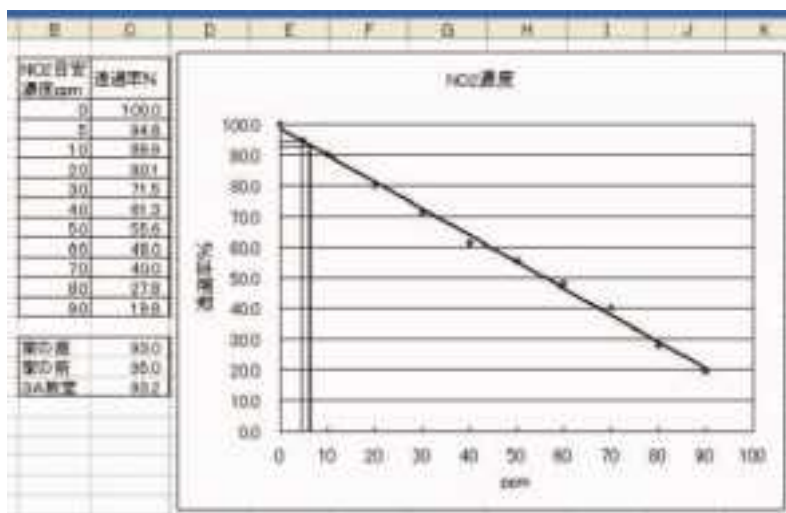
- ① 光電比色計を530nmにして、透過率(吸光度でもどちらでも良い)を求める。
- ② 左のつまみを回してスイッチオン、数分後光が安定したところで、左のつまみで0補正。
- ③ ギルツマン試薬のみを入れて、右つまみで100補正。
- ④ 各NaNO₂標準溶液にギルツマン試薬を入れてから12分後に測定。
- ⑤ その後各自の測定カプセルにギルツマン試薬を10ml加え、12分後に測定。
- ⑥ ④のグラフ化から、測定場所のNO₂濃度を推測。

NaNO ₂ (5mg/リットル)	ギルツマン試薬	吸光度	透過率	NO ₂ 目安濃度 (経験値*1)
0	12.0			0
0.1	11.9			5
0.2	11.8			10
0.4	11.6			20
0.6	11.4			30
0.8	11.2			40
1.0	11.0			50
1.2	10.8			60
1.6	10.4			70
2.0ml	10.0ml		%	80 p.p.b

- ⑦ コンピューター処理。実験データの整理とレポート作成準備。

(3) [報告レポート]

- ① スルファニル酸ナトリウムからジアゾニウム塩のできる反応式を記せ。
- ② ジアゾニウム塩からカップリングによるアゾ化合物の生成の化学式を記せ。
(2-ナフトールの1の位置にアゾ基が結合する)
- ③ 反応が100%進んだとしたら、何gのアゾ化合物ができるか。また、できたアゾ化合物が純粋であるとしたら、収率は何%か。
- ④ 窒素酸化物の計測: 亜硝酸ナトリウム標準溶液と吸光度(または透過度)のグラフ(コンピューターで作成)に、自分の測定地点のNO₂濃度をプロット。
- ⑤ ギルツマン試薬との化学反応式。



2 「葉緑素の薄層クロマトグラフィー」 「葉緑素の分離」

(1) 解説

植物色素を薄層クロマトグラフィーを用いて分離することにより、有機化合物の分離方法の一つであるクロマトグラフ

ィーについてその基礎を学ぶ。また、抽出等によるクロロフィルの単離を行い、分液ロト等の実験器具の取り扱いについて学ぶ。

(2) 実験1：薄層クロマトグラフィーによる、植物色素の分離

- ① 葉っぱ(約15g)を乳鉢でよくすりつぶす。
- ② 三角フラスコ(200ml)に移し、90%アセトン 50mlを加える。
- ③ よく振り混ぜ葉緑素を溶かしだしてから、吸引ろ過でろ過し、液を絞る。
- ④ 85%アセトン 25mlで洗浄する。
- ⑤ 分液ロトに移し、石油エーテル30mlを加える。
- ⑥ 水20mlを加え、分液ロトを静かに回し、静置。
- ⑦ 下層のアセトン水溶液を流し出し、ふたたび65%アセトン 25mlを加え振り混ぜる。
- ⑧ 下層のアセトンを流し出し、80%メタノール10mlを加え、激しく振る。
- ⑨ 静置後、下層のメタノールを流し出す。石油エーテル層には、葉緑素が溶けている。
直射日光にあてると、蛍光を発する。(確認)
- ⑩ 石油エーテル層をナス型フラスコに集め、ロータリーエバポレータにかける。
- ⑪ 残った葉緑素を少量のエーテルに溶かし、各班1つずつ薄層クロマトを行う。展開液は、石油エーテル：アセトン = 6：4 とする。

(3) 実験2：クロロフィルとカロチノイドの分離

- ① 葉っぱ(約15g)を乳鉢でよくすりつぶす。
- ② 三角フラスコ(200ml)に移し、90%アセトン 35mlを加える。
- ③ よく振り混ぜ葉緑素を溶かしだしてから、吸引ろ過でろ過し、液を絞る。
- ④ 85%アセトン 10mlで洗浄する。
- ⑤ 分液ロトに移し、エーテル30mlを加える。
- ⑥ 水20mlを加え、分液ロトを静かに回し、静置。
- ⑦ 下層のアセトン水溶液とエーテル層を別々の容器に移す。
- ⑧ アセトン水溶液を分液ロトに移し、エーテル25mlを加え、振る。
- ⑨ 下層のアセトン水溶液を流し出し捨てる。⑤のエーテルを分液ロトに移す。
- ⑩ 15%水酸化カリウム水溶液10ml+メタノール10mlの混合液を加え振り、静置。
- ⑪ 上層と下層に分け、ロータリーエバポレータで濃縮。
- ⑫ カロチノイドはエーテル層、クロロフィルはメタノール層に存在する。
- ⑬ それぞれを少量のエーテルに溶かし、各班1つずつ薄層クロマトを行う。展開液は、石油エーテル：アセトン = 6：4 とする。
- ⑭ クロロフィルはもう一つ、石油エーテル：ベンゼン = 9：1の溶液で展開。

(4) 必要な器具等

- (各班) ① 葉(クローバ・菊・シロツメクサ・ほうれん草など柔らかくて、緑の濃いもの) 30g
② 三角フラスコ(50, 100, 200ml) 数個, ③ 分液ろと, ④ 乳鉢(棒), ⑤ ピペット
⑥ 試験管(ゴム栓) 数本, ⑦ ピペット数本, ⑧ TLC：2枚+紙2枚
⑩ ヌッチェと吸引ビン(吸引濾過3カ所)
- (全体) ① メスシリンダ, ② ロータリーエバポレータ(ナスフラスコ), ③ キャピラリ(毛细管)
④ その他 電子天秤 他
⑤ 試薬：アセトン(各班200ml), 石油エーテル(各班50ml), エーテル(各班60ml)
メタノール(各班20ml), ベンゼン(少量), 水酸化カリウム(少量)

(5) [報告レポート]

- ・分液ろとの使い方を箇条書き(できれば簡単な絵入りで)でまとめる。
- ・クロマトグラフィとは何か、その種類も含め簡潔にまとめよ。

3 コンピュータ表計算ソフトで酸塩基の滴定曲線を描く

(1) 解説

滴定曲線を表計算ソフトのグラフ化機能を用いて描けることを確かめ、これにより電離平衡やpHの学習を深める。強酸と強塩基(塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を使用)の滴定曲線で表計算ソフトのしくみを理解したのち、弱酸と強塩基(ここでは酢酸と水酸化ナトリウム水溶液)の滴定曲線を描くことを目的とする。酢酸の電離定数および水のイオン積は、他のアプリケーションソフトで用いられている、25℃での値を使用した。

市販の滴定曲線シミュレーションソフト(*1)との比較も行い、同じpH値であること等を確認した。また、他のフリーソフト(*2)等を利用して様々な組み合わせ(酸・塩基・塩)の中和の滴定曲線を描き、中和滴定における適切な指示薬や中和点での化学反応式について学習した。なお、表計算ソフトは、Lotus123およびExcelを使用している。

また、pHセンサー等を利用したコンピューター計測において実際に中和滴定実験を行い測定したデータとの比較も行った。但しこの場合は、滴定量のセンサーが難しいため、横軸の滴下量は時間軸としている。

*1:「滴定曲線シミュレーションVer. 3.0」(株)インターテクノ

*2:「中和滴定曲線作成プログラム

(化学教育用JavaApplet)Takeya Nishimaki (<http://homepage3.nifty.com/yamashashin/JavaApplet.html>)

(2) 滴定曲線[1] ※2年次の復習

0.1Mの塩酸HCl 10ml に 0.1Mの水酸化ナトリウム水溶液を0.1ml ずつ滴下して、その水素イオン濃度とpHを計算し、pH曲線のグラフを作る。(右図)

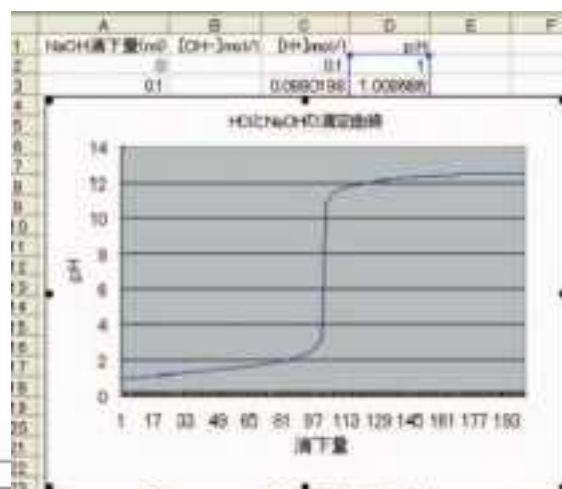
0~9.9ml と 10ml と10.1~20ml の3つに分けて考える。

(3) 滴定曲線 [2]

0.1Mの酢酸CH₃COOH水溶液 10ml に 0.1Mの水酸化ナトリウム水溶液を0.1ml ずつ滴下して、その水素イオン濃度とpHを計算し、pH曲線のグラフを作る。

温度は25℃とし、酢酸のK_a= 2.8×10^{-5} とし、また、K_w= 1.0×10^{-14} とする。

[1]と同じく 0~9.9ml と 10ml と10.1~20ml の3つに分けて考える。



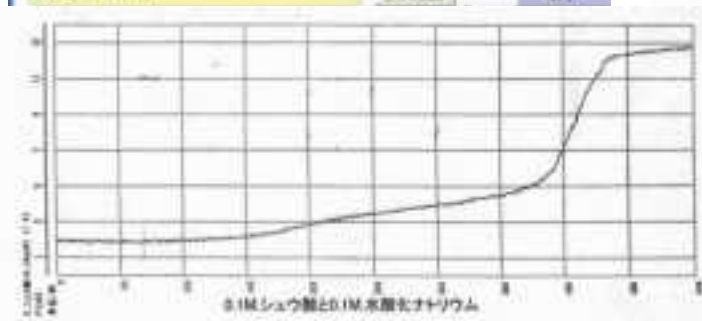
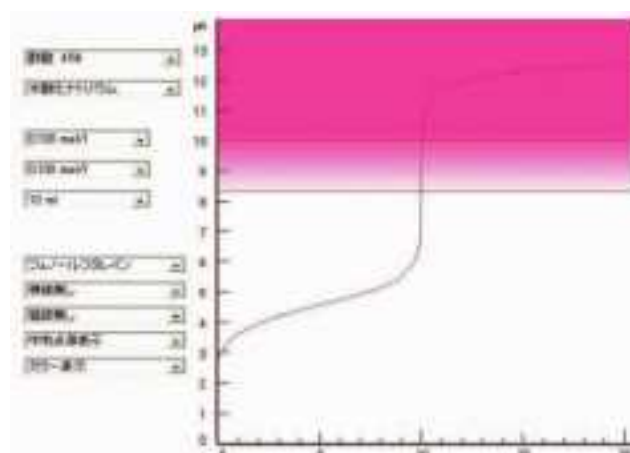
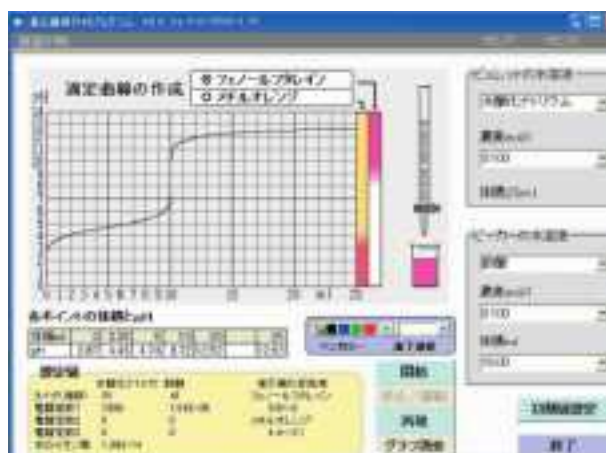
(上)Excelを用いた滴定曲線作図例

(上右) pHセンサーを用いた中和滴定におけるpH値

(下左) 滴定曲線作成プログラム図

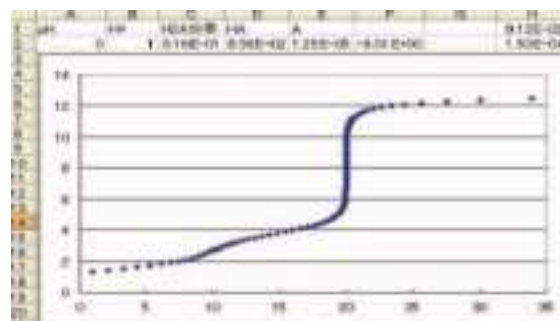
(下右) 中和滴定曲線作成プログラム

※いずれも0.1M. 酢酸10mlに0.1M. 水酸化ナトリウム水溶液を滴下した場合の例。



シュウ酸と水酸化ナトリウム水溶液

pHセンサーを用いた中和滴定におけるpH値の計測



Excelを用いた滴定曲線作図例

4 電気メッキとファラデー定数の測定

(1) 解説

電気メッキで、銅板に、ニッケルや銀をメッキする方法と原理を知る。定電流回路を組み立て、一定電流で電気分解を行い、ファラデー定数を求める。

- ① 硫酸銅水溶液中で銅極を用いた、電気分解で、増減した銅の質量より測定する。
- ② 銅板にニッケルメッキを行い、メッキされた質量より測定する。

(2) 実験1：銅板へのニッケルメッキと銀メッキ

※ 教室の床、ドラフト内、使用する机上をきれいに水拭きして、酸などがこぼれていないことを確認する。シアン化ナトリウムを使用する。床などにこぼした場合、もしも床に酸があった場合、猛毒のシアンガスが発生する。教室に酸が無いことを確認する。

(a) ニッケルメッキ その1

- ① 銅板は、磨き粉できれいに磨いた後、炭酸水素ナトリウムで磨き、きれいに水洗する。
- ② 硫酸ニッケル(II) 30 g と塩化アンモニウム 3 g、ホウ酸 3 g を水に溶かして200mlとする。
- ③ 3 V～6 Vで電気メッキを行う。どのくらいの電流が流れているか、電流計を直列につないで観測する。
- ④ 別に、硫酸ニッケル30 gのみを溶かした溶液で行い、違いを観測するとともに、塩化アンモニウムやホウ酸の必要理由を考える。

(b) ニッケルメッキ その2

- ① 銅板は、磨き粉できれいに磨いた後、炭酸水素ナトリウムで磨き、きれいに水洗する。
- ② 硫酸ニッケル(II) 48 g と塩化ニッケル(II) 9 g を水100ml程度に溶かす。・・・溶液A
- ③ ホウ酸 6 g を少量の熱湯に溶かして、溶液Aに加える。
- ④ 光沢剤として、ナフタレンジスルホン酸ナトリウム 6 g を少量の水に溶かしたものと、40% ホルマリン 1～2 ml を溶液Aに加え、さらに水を加えて、総容量を約200mlにする。
- ⑤ 3 Vで50℃に湯浴中で温めながら、電気メッキを行う。どのくらいの電流が流れているか、電流計を直列につないで観測する。
- ⑥ (a)との違いを観測する。

(c) 銀メッキ

※ 安全のためドラフト内で1班ずつ行った。

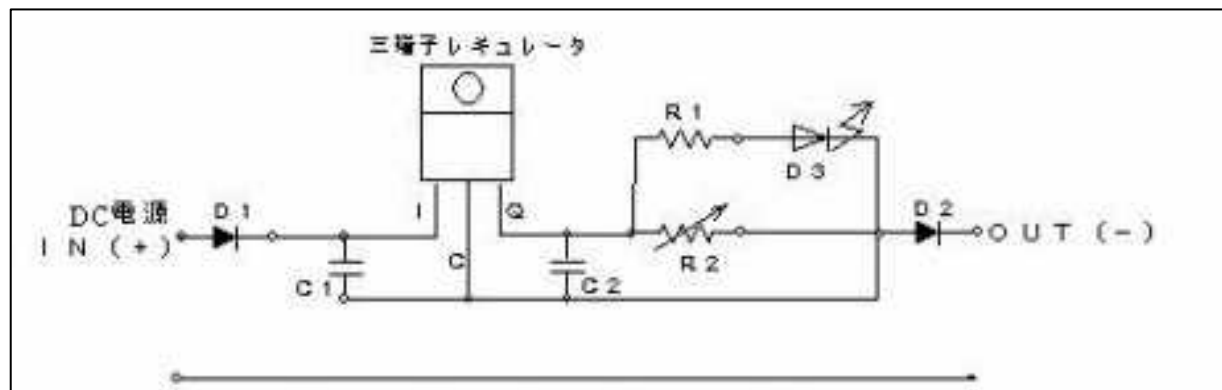
- ① 極板は、銅板（1セト硬貨）と銀板で磨き粉できれいに磨いた後、炭酸水素ナトリウムで磨き、きれいに水洗する。
- ② 水100mlに硝酸銀(I) 5 g を溶かす。
- ③ これに、水100mlにシアン化ナトリウム 5～6 g を溶かした溶液を徐々に加え、変化を観測する。
- ④ もしもシアン化銀(I)の白色沈殿が消えなければ、もう少しシアン化ナトリウム溶液を加える。
- ⑤ (a)と同様に、3 V～6 Vで電気分解を行う。
- ⑥ 別に、硝酸銀 5 gのみを溶かした溶液で行い、違いを観測するとともに、シアン化ナトリウム溶液を加えた溶液中に存在する物質名をあげ、理由とともに考える。

※ マイナス錯イオンがなぜ陰極に引かれるか等を考察すること。

(3) 実験2：ファラデー定数の測定

(a) 定電流回路の制作

- ・入力電圧は直流で、10～20 V
- ・出力は約100mA
- ・三端子レギュレータ：7805M (0.5A用) または7805 (1A用) など



(要放熱器・・・5円玉でも可) 文字面を手前にして、左からI入力、C共通、Q出力

$$I_{OUT} = E_0 / R + I_B + I_{LED}$$

7805の消費電流(約4mA) 発光ダイオードの電流(約9mA)

- ・D1, D2：通常のダイオード（逆流防止用）・・・無くても大丈夫だが念のため入れておく。
- ・D3：発光ダイオード・・・通電確認用

- ・ C 1 , C 2 : 発振防止用コンデンサ…適当なマイラコンデンサで良いか
- ・ R 1 : 330Ω くらい、・ R 2 : ~100Ω くらいのもので、50Ω くらいで100mA が出るか
- ・ DC 入力は、出力電圧 $+0.7V \times 2 + 5V + \alpha V$ が必要

ダイオード 1 個あたり

3 ~ 数V

(b) 準備

- ① 低電流回路の+極と一極の間に、電源、電解槽、電流計をつなぐ。
- ② あらかじめ、質量を計った極板とは別の極板を入れて、電流値を調整する。
- ③ 可変抵抗の上を、小さなドライバで回して、電流量を調整する。
(電圧は、電源装置で調整する。)



(c) 計測

- ① 0.1mol/l 程度の硫酸銅の水溶液中で、質量を計った銅板極で電気分解をする。一定時間、一定電流で電気分解をした後、銅板極の質量を再度測定し、その増減よりファラデー定数を求める。
※極板は銅板

- ② 硫酸ニッケル(II) 30g と塩化アンモニウム 3g、ホウ酸 3g を水に溶かして 200ml とした溶液に、質量を計ったニッケル板と銅板を極として電気分解(ニッケルメッキ)する。一定時間、一定電流で電気分解をした後、各極の質量を再度測定し、その増減よりファラデー定数を求める。

※極板はニッケル板と銅板

(d) その他: 空気亜鉛電池を用いた、ファラデー定数の測定。

空気亜鉛電池は放電で負極の反応は $Zn + 2OH^- \rightarrow ZnO + H_2O + 2e^-$ となり、酸化亜鉛になる分だけ重量が増加する。

流れた電流と電池の増加重量より、ファラデー定数を求めた。

正極は $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ である。

この場合の定電流回路は、トランジスタを 2 個使った、下記のような簡単な構造のものを、負荷が少ないため使用した。

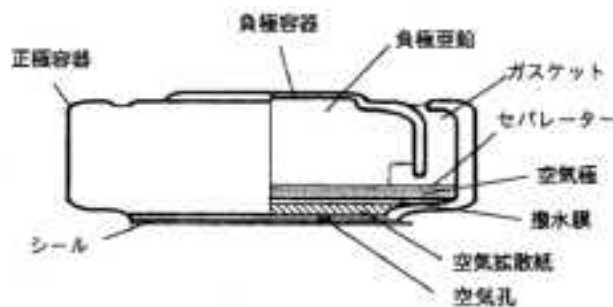
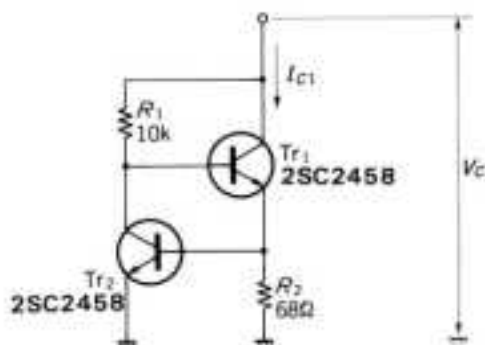


図 1 空気亜鉛電池の構造。

化学と教育 48 巻 3 号 (2000 年) 藤原正祐・川原 晃

トランジスタによる定電流回路



5 その他の化学実験例

- ・ 無電解めっき「葉脈標本への銅メッキ、ニッケルメッキ」
- ・ 無水フタル酸とフェノール類の反応「フェノールフタレインおよび類似化合物の合成」
- ・ 有機化合物の合成「サリチル酸からアセチルサリチル酸、サリチル酸メチルの合成」
- ・ ヨードホルム反応「ヨードホルムの合成と精製」
- ・ 使い捨てカイロについて
- ・ 化学発光「ルミノールと過シュウ酸エステル」
- ・ 振動反応
- ・ ナイロンの合成「6,6-ナイロンと6-ナイロン」
- ・ 鉄の化合物「2価と3価の鉄イオンの反応」

〔3〕実験生物

「実験生物」におけるテーマ学習について

1 実施目的 3年生「実験生物」学習内容の中に周辺の「水環境」についての調査と、それを材料にした発表会を3年前より実施している。学習目的としては、豊かな自然に囲まれた地域の状況を体感させ、その中で徐々に変化している環境問題（特に水環境）についての興味関心を高めることを目標に実施している。また、調査によって理解できた内容や、その際感じたことをまとめ、自分たちの伝えたいポイントを、より分かり易く簡潔に述べるができる力、プレゼンテーション能力を養うことも大きな目標とした。水質調査の結果については、環境省環境管理局水環境部 全国水生生物調査の「貴志川」の調査地点の中で報告した。

2 学習の進め方 今年度のテーマ学習の進め方については、教養理学科 実験生物選択生（15名）を6班に分け、各班以下のような時間配分で実施した。（1回の展開は45分授業 2コマ連続で実施）

- | | | |
|---|----------------|---------------------------|
| 1 | テーマの策定と研究計画を作る | 6/24 |
| 2 | 水質調査を行う | 8/26 |
| 3 | 水生昆虫の同定 | 9/02 |
| 4 | 研究発表の資料作成 | 11/4, 11/11, 11/18, 11/25 |
| 5 | 研究発表会 | 12/9 |
| 6 | 反省・意見交換会 | 12/16 |



図1 貴志川での水質調査の様子



図2 水生昆虫の採集

図3 水生昆虫の同定

3 水生生物指標生物による簡易水質調査法の概要

全国水生生物調査では、水質を4つに区分し、水質階級Ⅰ～Ⅳに分け、各水質階級ごとに30種類の指標生物が決められている。これらの指標生物の区分は、あくまで水質階級の判定のための区分であって、これらの生物がすんでいるから、その水がきれい、きたないというわけではない。たとえば、水質階級Ⅲの指標生物のミズムシや水質階級Ⅳの指標生物のセスジユスリカは、源流部のきれいな川から、都市部の汚れた川まで広くすんでいる。また、水質階級Ⅱの指標生物のゲンジボタルは、源流部のきれ

4 内容の発表 研究発表会は、各班5分の持ち時間を設定し、調査結果を含め、設定テーマについて報告を行った。発表の形態は、プロジェクターによる投影、資料作成についてはパワーポイントを使用した。当日の審査については、教職員5名、教養理学科3年生20名で審査を行なった。発表テーマと内容の概略は以下に示したとおりである。

＜教養理学科3年生 生物実験選択生による水環境に関する発表＞

2004年12月9日(木) 7限 多目的教室

- (1) 「川の中で環境を叫ぶ」 発表者 岩崎 翼 清水幹雄 山本健弥
発表内容 川に住む生き物からわかること
- (2) 「クローズアップ! 水質汚染」 発表者 瀧本 奨 土井敬介 辻 直卿
発表内容 水質汚染の原因について、僕たちはどんなことができるか
- (3) 「コケを知る」 発表者 中尾圭吾 内田健太 杉本雅宏
発表内容 意外に奥深かったコケの世界
- (4) 「ぼくたちの川」 発表者 丸山依里 川尻有香
発表内容 みんなできれいな川を目指そう。
- (5) 「水生生物と水質」 発表者 塩田良仁 西山誠治
発表内容 水生生物と川のつながり 化学物質とこれからの課題
- (6) 「Let's search 生物」 発表者 梅本恵梨香 安慶田久美子
発表内容 私たちが見つけた水生生物の紹介



図4 発表会の様子

5 内容の検証 今回の学習指導内容の評価、効果について、生徒の感想・反省から分析すると、河川における水生昆虫についての生息状況が把握できた点、テーマ決め調査を行うことで、水環境を守る意識づけが行われた点、発表会を行うことでプレゼンテーション能力を養うことができた点、分かりやすく人に伝える工夫を行うことで、自己表現能力を高める必要性を感じさせることができた点などにおいて、生徒の持つ力を高めることができたと考えられる。



図5 発表会の審査用紙 左：生徒用 右：教員用

6 審査用紙・講評のまとめ

<先生からの講評>

【良い点】・貴志川の水質調査のつながりしっかりと入れる必要がある。・分類・生態等専門性が高かった。・写真の選び方でプレゼンテーションの質を下げている部分が見られた。・映像が工夫されていた。・個人の意識を高揚させ環境保全に対する提案もよい。 他

【悪い点】・説明はたんに文章を読むだけでは、内容をしっかりと伝えられない。・大きな声でゆっくりと発表し、内容もわかりやすくまとめる必要がある。・時間の使い方がよくない。・水環境と離れすぎた内容が多く含まれていた。・課題に対するつまこんだ内容が足りない。・アニメーション等を使用し、効果的に強調することが必要。 他

<生徒からの講評>

【良い点】・具体的な水質汚濁の例を取り上げ対応策があげていたのは良かった。・時間内にうまくまとめ、発表がスムーズでわかりやすかった。・詳しい内容までよく調べられていた。・貴志川の水質についてはきれいであることがわかった。・川のきれいさと生物の関係がよくわかった。 他

【悪い点】・内容をわかりやすくする工夫が足りない。・動きのある資料がかえってわかりにくい。
自分たちの意見や提案が足りない。
・口調が聞き取りにくく説明に対し準備が足りない。 他

7 調査結果の公表

独立行政法人国立環境研究所

環境省環境管理局水環境部企画課が管理する全国水生生物調査 (<http://w-mizu.nies.go.jp/suisei/suisei.html>) の水生生物のページの中で今回の水質調査を実施した地点の結果を公表している。



C 学校説明会における課題研究発表

中学生対象の本校学校説明会において海南高等学校が進めるスーパーサイエンスハイスクール事業の生徒発表と課題研究発表会を実施した。この際、本校SSH運営指導委員の方々及び近隣SSH校の参加をいただき、体育館舞台での発表・実験・ポスターセッション等を行った。

1 概要

名 称 オープンキャンパス 2004. 10. 30

in かいなん High School

期 日 平成16年10月30日(土) 9:30~12:00

内 容 SSHに関する生徒研究発表・研究内容の展示等



2 課外研究発表の内容

(1) 化学反応を利用した紫外線領域の光の強さの測定

Measurements of Light Intensity at Ultra Violet Region
by Photochemical Reaction

教養理学科2年 山家裕之, 硯 智史, 川端祐輔

(2) 本年度 研修内容のまとめと報告

教養理学科2年 川端麻奈美, 國田真由美, 福嶋美咲

教養理学科1年 大西紗代, 落合未奈美, 栗本健太

(3) 巨大空気砲の実験 石橋直人, 川端哲平, 西山雄基, 藤田雄己 中川真吾



3 ポスターセッション

内容 「銅貨を金貨にする実験に関する考察」

「身近な水のCOD測定」

「指標生物を用いた水質調査結果について」

「プラナリアを使った実験」

「ウミホタルとは」

「空気砲が作る渦輪速度の計算」

「ブーメランの原理」

説明者 教養理学科2年生 山家裕之, 硯 智史, 川端祐輔

教養理学科1年生 生徒多数



4 体験学習

教養理学科体験学習が11:00~12:00の1時間行い教養理学科2年生生徒が実験アシスタントとして、参加した。各教科の実施内容は物理が「マイナス196℃ってどんな世界？」超伝導を利用したリニアモーターカーの実験、化学が「きれいな色だね カラーキャンドル」炎色反応の実験、生物が「光る生物の謎を探る」ウミホタルの発光実験を実施した。



D カメラ付携帯電話を使った月の観察（天文教材の開発）

- 1 目的 身近な器具を使い創意工夫した天体観測の手法について学ぶ。
- 2 目標 （１）カメラ付携帯電話を用いた天体撮影の方法を学ぶ。
（２）本校の卒業生の卒業論文に協力することにより大学の卒業研究の一端を学ぶ。

3 概要

- （１）日時 ２００４年１２月２１日（火）
- （２）場所 海南高等学校
- （３）対象 科学部
- （４）研修内容

本校卒業生で和歌山大学教育学部自然環境課程の竹中敦史さんが開発した携帯電話専用アダプターを用い望遠鏡で月を観察した。一般的に、天体撮影には高価な機器と高度な技術が必要であると考えられている。天体撮影を簡便化するためにカメラ付携帯電話を使った月の撮影を試みた。携帯電話を望遠鏡に近づけて撮影することは困難であることが判明した。そこで、竹中さんが開発した携帯電話専用のカメラアダプターを使用し月の撮影を行い鮮明な画像を得ることに成功した。



天体望遠鏡に携帯電話を装着



携帯電話のカメラで撮影した月

4 評価と課題

寒い中、戸外での撮影になったが月の鮮明な画像が得られ生徒の満足度は高かった。携帯電話の画素数が増加していることにより、デジタルカメラ同様の鮮明な撮影ができることに驚いた生徒が多かった。特に、月のクレーターが鮮明に映し出せたことに感銘を受けたようであった。簡単に撮影できたことは、今後他の天体を観察したいという動機付けになった。特に、土星、木星、火星などの惑星を撮影してみたいという声が聞かれた。今後、この撮影方法を活用し他の天体の撮影、観察を行い地学の研究に役立てていきたいと考える。また、セルフタイマー付きアダプターの開発、顕微鏡に携帯電話をつけての撮影、動きのある生物の動画撮影、定期的な撮影による天気の時系列的撮影などの研究にも取りこんでいきたいと思う。

E アドバンシング物理公開講座

1 目 的

イギリスの高等学校物理教育カリキュラムである“アドバンシング物理”にふれることで、日英の物理学に対する考え方の違いを知り、多くの実験・発表を通して、物理学の理解をさらに深める。

2 目 標

今回の公開講座では、力学分野の運動学を中心に実験・実習を行い、その結果を発表することで、データの解析能力やプレゼンテーション能力を養う。アドバンシング物理では、この単元を「第9章次の動きを計算する」というタイトルで取り扱っている。

3 概 要

- (1) 日 時 2005年2月11日(金)・12日(土)・13日(日) 9時～16時
- (2) 場 所 和歌山県立和歌山工業高等学校(和歌山市西浜3-6-1)
- (3) 参加生徒 2年生教養理学科 5名・2年生普通科 2名
1年生教養理学科 4名・(他高校生 10名)
- (4) 形 態 和歌山市周辺の高校生から希望者を募り、アドバンシング物理教材にある実験とその発表を中心とした授業を行う。
高校生の指導には、アドバンシング物理研究会会員が当たる。指導者 10名
アドバンシング物理研究会 和歌山 URL: <http://www.geocities.jp/gtpooh1956/>

4 研究内容

- (1) 2月11日午前 「探究学習 ステップ・バイ・ステップ」

物体の運動について直感的に理解すべく、運動方程式からではなく、生徒自ら運動を観察する実験を行った。実験項目は以下の6つ。参加生徒は抽選で班分けされ、各実験に取り組む。測定結果を実験ノートにまとめ、実験終了後5分で結果と考察を参加生徒や指導教員の前で発表する。

- (2) 2月11日午後

① 『『イージーセンス』実習』

中村理科工業より販売されている“イージーセンス”を用いて以下に示す2種類の実験を行った。

「自由落下する物体の加速度の測定」

「加速度のある動きを調べる」

② 『『ビデオポイント』を用いて運動を解析する』

ビデオポイントとは、映像解析処理ソフトの一種で、実際の運動をビデオカメラで撮影しコンピュータに取り込み、その映像を用いて物体の速度や加速度等を求め、コンピュータ上で距離-時間グラフや速度-時間グラフを表示させることのできるソフトである。これもイージーセンスと同様、非常に容易にデータ収集・解析できるソフトであり、これからの物理教育の中での利用が期待されるソフトである。



- (3) 2月12日午前

『モデラス』を用いて運動をイメージし、シミュレーションを行う」

モデラスは、非常に簡単な数式を記述するだけで、実際の運動を視覚化できるシミュレーションソフトである。参加者の中には比較的コンピュータ慣れしている生徒が多く、2時間半の講義を終えてみるとモデラスの基本的な使い方をマスターした生徒が多いように感じられた。



(4) 2月12日 午後 及び 13日午前

2日間の知識を生かし以下の実験に取り組む。これも前日に希望をとり、各実習を行う班に分ける。

「探究学習」

1. 「はねかえり係数」を検証する
2. 机の端からすべり落ちる鎖と台車の運動を研究する
3. アトウッドの器械を用いて運動を解析する
4. エアブレーキを用いた運動を解析する
5. 船が受ける抵抗を解析する
6. ラジコンカーの加速度とモデルカーの減速を調べる
7. ケーキ用カップの落下を調べる



本校生徒は、1番、4番、6番、7番をそれぞれ担当することになった。どの実験も、手作りの教材で実験を行い、データ収集や解析は先端機器を用いて行うというもので、12日の午後1時から4時半までの3時間半にも及ぶ実験を行い、よいデータをとるための試行錯誤や実験装置にさらなる工夫を施したりと普通の授業では考えられないくらい密度の濃いものであった。13日は、前日にとったデータの解析と発表に向けての準備を3時間かけて行った。実験により発表のポイントが異なっているため、各班の生徒達は前日のデータを眺めながら、そのデータの背後に隠れた物理現象を一生懸命考えていた。また、教育課程に教科『情報』が導入された影響もあって、発表資料をパワーポイントでまとめる生徒も多く見られた。発表では、教員からの質疑応答にもはっきりと答えたり、わからないところは課題として考えるなど、3日間かけて培ってきた様々な能力を生徒個人個人が発揮できる発表であった。

5 課題と評価

アドバンス物理での実験は、日本の教科書や高等学校で用いる実験ノートのように懇切丁寧にデータの解析の方法や、考察が解説されている訳ではないので、本校生徒だけに限らず、この種の実験を行うことは、実験本来の意味を生徒に教えられるのではないかと考えられる。今回の公開講座でも、生徒達は発表に向けてデータの整理を行っていたが、自分たちが行った実験についてどのような視点から発表するかによってデータの整理方法や提示の方法が変わってくる。このような実験・発表を3日間繰り返すことによって、生徒はプレゼンテーション能力はもちろん、物理現象について理論的考察を的確に行える能力が養えたものとする。今後、今回の公開講座に参加した生徒の実験に対する関心や技術・物理的な物の見方がどのように変化していったのかを検証する必要があると考えている。

6 報告レポート

教養理学科 2年 川端 祐輔

今回の「アドバンス物理」では、いつもの学校の授業ではなく実験のテーマを選んで自分たちで考えて実験して、データ処理をして、考察して、発表するといういままでしたことがない方法で行った。時間が短かったのであまり詳しくはできなかったが、先生たちからのアドバイスを活かしてなんとか発表することができた。

僕は「『はねかえり係数』の検証」というテーマで実験をさせてもらった。学校の教科書には公式しか載っていないが、実際に実験して検証することで今まで以上に「はねかえり係数」を理解することができた。それに、実験の仕方が決められていないのでいつもはそれほど気にしない摩擦力や空気抵抗などの細かい点も気にしなければいけなく、そこに新しい発見や経験もいくつかあった。また、自分たちがきちんと理解しなければ発表したり他の人に説明したりするのはできないので、今回の実験はとても頭に残っている。モデラスやビデオポイントなどのパソコンソフトも初めて使ったが、実験のシミュレーションをあらかじめ行い動画からグラフを作成した。それによって実験の質も上がったと思う。

今まで物理はノートの上で問題を解いて理解することが多かったが、今回のように物体の運動を目で見て自分達で確認するといっそうおもしろく理解できることがわかった。これからは日常のちょっとした現象も考えることでもっと物理が解るのではないかと思った。



【Ⅲ】 エコステーション「自然探究と環境教育」

〔１〕 加太臨海実習

１ 目 的

黒潮流れ込む加太海岸において、潮間帯に生息する動植物を観察する。

２ 目 標

- (１) 加太海岸に生息する生物を観察し、生物の形態、生態などについて理解を深める。
- (２) 加太海岸の清掃を行い環境保全と生物保護の意識を高める。

３ 概 要

- (１) 自然博物館館長 西林 則男 先生

学芸員 小坂 晃 先生 吉田 誠 先生

- (２) 日時・場所 ２００４年５月６日（木）加太海岸

- (３) 対 象 １年生 １９７名

４ 実施内容

A 磯の生物観察

加太湾は、淡路、四国を控え昔から交通の要所として、また黒潮の分流の流れ込む潮足の速い漁港として発達した場所である。平均気温が高く、砂岩、頁岩からなる岩礁につく海藻の種類も多い。加太湾の一角をなす加太海岸は、引き潮の時水中に隠れている岩場や藻場が露出し、タイドプールができる。そのため、引き潮時は岩棚の奥や、石の下に生息している磯の生物を観察する絶好の機会といえる。

実習日当日 ５月６日午後１２時過ぎ海岸の潮が引いたのち、生徒はタイドプールに入りそこに生息する生物を観察しスケッチした。動植物の名称、生態については学芸員の方に教えていただいたり、各自図鑑で調べたりした。磯の生物を観察しスケッチした。



学芸員の方に生物の名前や生態を教えていただく。



B 海岸クリーン作戦

(１) 実施目的

本校のSSH研究開発課題の１つとして、地域を取りまく豊かな自然について学習するとともに、環境教育についても積極的に取り組む地域の「エコステーション」として活動することを目標にしている。

本校の春の臨海実習は、１９６９年以来３５年間続いている伝統行事である。加太海岸には、多くの種類の生物が生息しているため、毎年この場所でこの実習を伝統行事として続けることが出来る。入学直後の１年生全員を対象に、加太海岸で臨海実習を実施し、その中で恵まれた豊かな自然環境について

の学習を続けてきた。「この海岸が、いつまでも豊かな生物の宝庫でありますように」という生態系を守る意識を持ち、環境を守ることの大切さを考えさせるため、今回「海岸クリーン作戦」を実施した。

今回スーパーサイエンスハイスクールの指定を受けるにあたり、環境教育についても積極的に取り組む内容を組み入れた。具体的には、私たちの住んでいる地域の豊かな自然についての学習や、環境問題を研究し科学的な環境観を養っていくことを目標としている。

今回の臨海実習においては、和歌山県立自然博物館学芸員の方の協力を得ながら臨海実習を行ない、生徒1人ひとりが豊かな自然を体感しそれを学ぶだけでなく、環境を守る意識を高め、自ら行動する自己啓発の場として捕らえたいと考えている。

海岸におけるゴミは生態系を変える大きな要因の一つである。今回「海岸クリーン作戦」を行い、ゴミを拾いそれを処理することにより、環境問題を意識させる機会を作るとともに、今後この場でこの伝統のある「臨海実習」を続けることができる環境を後輩達に残したいという意識を高め、環境教育につなげていきたい。



海岸クリーン作戦 ポスター

(2) 実施要項

- ① 実習場所 和歌山市加太海岸 田倉崎周辺
(元 加太淡島花菖蒲園駐車場下の海岸)

- ② 日 程 2004年5月6日(木)

8:50~9:15 学校教室でLHR

11:30~13:30 臨海実習

13:30~14:30 海岸クリーン作戦

15:00 海岸出発 16:00 学校到着

10:35~11:30 全体への注意・昼食



海
海岸クリーン作戦

- ③ 関係機関との打ち合わせ

和歌山市役所生活環境部西事務所協力のもと、海岸のゴミの収集と分別、集めたゴミについての回収について、連携し実施した。

- ④ ゴミ分別についての注意

和歌山市のゴミ分別の基準に従い、透明のゴミ袋に、以下の5種類を分別し回収した。



- かん類 ●かん類 (ジュースかん・ビールかん・スプレーかん・缶づめかん・
 サラダ油かん・菓子かん・粉ミルクかん・調味料かん・茶筒かん等)
- 金属類 (なべ・やかん・フライパン等)
- ビン類 ●びん類 (酒びん・ビールびん・洋酒びん・ジュースびん・酢びん等)
- 紙布類 ●古紙類 (新聞・チラシ・雑誌・ダンボール・本・紙パック類等)
- 着古しの服等 (シャツ・ズボン・背広・ジャンパー・セーター・
 シーツ・タオル類等)
- ペットボトル類 ●飲料・酒・みりん類・しょうゆ用ペットボトル
- プラスチック製容器包装類 ●プラスチック製容器包装 (トレイ、カップ、発砲スチロール、お菓子の袋などの包装、洗剤・化粧品などの容器)

⑤ 実施結果

回収ゴミの量は透明ゴミ袋52袋。

5月の連休後であったため、海岸のゴミだけでなく、防波堤の角や見えにくい部分にたくさんのゴミが残っているため、大量のゴミを回収した。

また、ゴミの種類も様々でジュースなどの缶ビン他、ペットボトル類が特に多く、分別が難しい機械類、中には使用した紙おむつ等処理が大変なものも多かった。

生徒自身が処理をすることで、環境を守る意識向上だけでなく、ゴミを捨てない意識や分別に対する意識も学んだようである。



5 事後指導と評価方法

臨海実習で観察した10種以上の動

植物について詳細なスケッチをし、生物について研究し得た情報、感想をレポート(A4)6~10枚程度にまとめた。動植物の構造を細部まで観察し正確にスケッチできているか、生物の生育環境、生態について適切な考察がなされているかをもとに評価した。



名称：ヒライソカリニ

説明：どこの海岸でもよくとれる。甲羅の色は赤、青、黒、白、茶など。足は黒い。体は丸い。口は大きい。目は大きい。触角は長い。歩行は遅い。泳ぎは早い。穴を掘る。餌は藻類、小動物、植物の死骸など。繁殖期は夏。卵は白い。子蟹は赤い。成体は黒い。寿命は数年。肉食性。夜行性。群居性。繁殖期は夏。卵は白い。子蟹は赤い。成体は黒い。寿命は数年。肉食性。夜行性。群居性。



名称：イカ

説明：全長30cm。北海道南部以南、東シナ海に分布。水深10～50m。浅泥底に生息。体長は20～40cm。体重は10～20g。肉食性。夜行性。群居性。

名称：イサナ

説明：全長30cm。北海道南部以南、東シナ海に分布。水深10～50m。浅泥底に生息。体長は20～40cm。体重は10～20g。肉食性。夜行性。群居性。

7 課題と評価

今回の実習を通し、多くの生徒が生物を注意深く観察することの重要性を認識した。海に入り生物を観察することに最初抵抗を感じていた生徒達も、実習を経験し自然の中で生物と触れ合うことの楽しさを発見したようである。海岸で生物を発見、観察することにより、多くの動植物の形態とその生態について体験的な学習をし、どのような生物が各潮間帯に生息し、環境にどのように適応しているのかについての考察を深めることができた。タイドプールに生息する、アメフラシの生態は特に多くの生徒の関心を引いたといえる。海そうめんと呼ばれるラーメンに似た卵塊に多くの生徒は興味を示した。また、押すと紫の汁がでること、この紫汁は敵を威嚇するためのものであるということは、生物の適応を学ぶ良い教材となった。アメフラシは雌雄同体であることにも興味を示した生徒も多かった。

観察の鋭さとスケッチの詳細さについて生徒間に個人差がでたことが課題といえる。また、生物観察経験の浅い生徒も多く生物名や生態についての知識不足も見られた。今後、生物観察会を継続的にを行い生物に関する理解の深化を図っていきたいと考える。

クリーン大作戦においては、ゴミなどにより加太海岸の環境が傷つけられていることに実感し、和歌山の自然を守るために責任ある行動をとることの重要性を学んだ。この経験を今後の環境教育に活かす主体的に環境を保全できる人間を育成していきたい。

[2] S S I 実習 「毛見崎自然観察」

1 実施目的

5月に加太海岸でおこなった臨海実習で、磯の生物についての学習をおこなったが、今回は1年生教養理学科生徒40名対象に、その学習内容を検証し、多様な海岸の生態系を理解することを目的とし毛見崎臨海実習を実施した。この実習では、和歌山県立自然博物館主任学芸員 小坂 晃先生・吉田 誠先生に実習指導をしていただき、より専門的な内容を高めるための実習となった。実習内容については、潮間帯にすむ様々な生物の種類を観察し、その種の特徴と名前を覚えることを目標とした。これにより、これらの生物が生態系の中での役割を考える機会となった。



自然博物館学芸員 小坂 晃先生



自然博物館学芸員 吉田 誠先生

2 1年生教養理学科 毛見崎自然観察実習実施要項

- (1) 実習場所 和歌山市 毛見崎海岸
- (2) 日 時 2004（平成16）年7月16日（金）
- (3) 集 合 8：30 HR教室 体操服に着替えて集合
更衣場所 男子 HR教室 女子 化学教室
（和歌山県立自然博物館前で再集合）
- (4) 帰 校 12時00分 12：45 SHR点呼
12：50 5限 6限 S I T P S S I活動準備
14：40 7限 OCの授業
- (5) 服 装 正課体育の冬服、帽子（暑いため必ずかぶること）、雨具
磯で滑りにくく、水に濡れてもかまわない靴
- (6) 持 ち 物 プリント、ノート、筆記用具、図鑑、水筒、タオル、軍手、
傷テープ、体調のすぐれないものは常用の薬、帰りの靴
- (7) 実習指導 和歌山県立自然博物館学芸員
- (8) S S I 実習 【タイムテーブル】
 - 9：00～11：00 磯集合・点呼 磯の自然観察・実習
 - 11：00～12：00 和歌山県立自然博物館での実習
 - 12：00～12：50 学校へ移動 昼食休憩
 - 12：50～14：30 S I T P授業 物理班、化学班、生物班に分かれ授業を行う。
S I T P（サイエンス・インストラクター・トレーニング・プログラム）

3 観察結果等

採集した生物については、和歌山県立自然博物館の第1展示室 潮間帯についての展示スペースにおいて、水槽内にいるウニ、ヒトデ、ナマコなどの生きものとともに展示していただいた。今回観察できた主な生物については、ヤドカリ類でユビナガホンヤドカリ、ホンヤドカリ、テナガツノヤドカリなど、またカニ類では、イシガニ、ヒライソガニなど貝類では、ヒザラガイ等が多く観察された。



潮間帯の展示に採集した生物を入れる



第1展示室 黒潮の海大水槽

和歌山県立自然博物館は、豊かで美しい和歌山県の自然を紹介する施設として、水にすむ生きものの展示を中心に、動・植物、昆虫、貝、化石などの標本も展示・収蔵し、興味を持って楽しみながら学習できるようになっている。



今回の毛見崎臨海実習の様子と学校でのSSIPの授業の様子については、12月19日 テレビ和歌山 教育放送番組「はばたく紀の国」で紹介された。

テレビ和歌山番組
「はばたく紀の国」
12月19日放映



[3] トガリウミホタルの発光実験および生態観察

1 トガリウミホタルの発光観察

和歌山市片男波海岸で12月中旬まで海岸の砂浜の波打ち際に沿って青白く発光するトガリウミホタルが多数観察された。砂浜での発光の様子については、水中での発光はみられない。波がくるたびに発光するのではなく、大きな波がくると、その水の流れが達した水際に沿って発光しているように見える。

図1の写真を見ても、発光しているトガリウミホタルは、大きな波が流れた砂浜で、波が達した線上で発光しており一度の刺激により50秒から2分程度発光している。発光色は、青白い光でウミホタルの発光色と同じである。

発光の仕組みについては、ウミホタルでいう上唇腺から出される発光物質（ウミホタルルシフェリン）の酸化によるものと考えられるが、確認できていない。図3については、発光物質が波の流れにより流されている様子であり、ウミホタル同様発光物質による生物発光と考えられる。

形態は、大きさが、約1.2ミリから1.5ミリ、ウミホタルより細長く、尾部については、尖っている部分が観察できる。

図4はトガリウミホタルの双眼実体顕微鏡写真である。図5は、光を透過させた写真、図6は、上から光を当て撮った写真である。

触角については、2種類の触角がある。顎の付近より細い長い触角とそれより短くすこし太めの触角を持つ。尾叉 *furca* は、爪を備えた板状の部分が自在に作動し、水をかき動く。

目については左右に複眼がある。複眼の上部で動いているのが心臓と思われる。



図1 砂浜での発光の様子



図2 発光色



図3 発光物質が流れる様子

scientific name (学名) *Cypridina noctiluca*

(トガリウミホタル)

kingdom	(界)	Animalia	(動物界)
phylum	(門)	Arthropoda	(節足動物門)
class	(綱)	Crustacea	(甲殻綱)
order	(目)	Myodocopa	(筋柄目)
sub-order	(亜目)	Myodocopina	
superfa	(亜科)	Cypridinoidea	
family	(科)	Cypridinidae	(ウミホタル科)



図4 トガリウミホタル

asahi.com mytown 和歌山



平成16年12月28日

朝日新聞 記事(抜粋)

10日、海南高校の生徒たちを連れて片男波海岸でウミホタルを採取した。「スーパーサイエンス」の授業の一環で、個体を顕微鏡で観察した。寒さが厳しくなったせいか、最近は光る姿を見つけることは難しくなっているという。

ウミホタルの仲間はいつ、どこからやって来たのか。二つの可能性を考えている。まず、他の場所から波に乗って片男波海岸にたどり着いたという説。次に、砂浜は瀬戸内海沿岸や九州地方から運び込まれた砂で造られており、その砂と一緒にやって来たとする説だ。しかし、事実関係ははっきりしない。

・・・「今後、遺伝子を鑑定して他の場所で採取したものと比較するなどして、生徒と一緒にルーツを探りたい」と話している。



〔４〕文化祭における環境教育の取り組み

本校では、毎年９月１０日過ぎに文化祭を開催している。この文化祭を本校の名にちなんで「海高祭（かいこうさい）」と呼んでいる。その目標を次に列挙する。

１ 目 標

日常の学習を踏まえ、工夫、協力して文化的なものを創造し、喜びを共有する総合学習の場とすることを旨とする。

- （１）文化的なものを創造する力を身につけ自分を表現する力を養う。
- （２）仲間と連帯し自主的に活動する力を養う。
- （３）仲間の発表や文化的なものを鑑賞する望ましい態度を養う。
- （４）文化祭の取り組みをとおして、クラス、クラブ、生徒会活動の発展をはかる。

２ テーマ設定について

本校は、平成１５年度に和歌山県からエコスクール推進校の指定を受けた。エコとは **environment conscious**（環境を意識している）のイニシャルからできた言葉である。このため生徒会を通じて、環境問題を意識できるようなポスターを作り、全校生徒に節電・節水・ゴミの分別収集の徹底などを啓蒙した。そして平成１６年度は、さらにその意識を高めるため、文化祭のテーマを「環境」に設定した。この背景には、「自分たちの生活の中で不要になったものを使って作品を創造し、文化祭終了後に、それらをリサイクル（再利用）、リユーズ（再使用）できるよう業者に引き取ってもらう」ことを生徒に意識させるところにある。特に２年生は展示発表となっているので、このテーマを象徴するような作品ができあがった。

３ 各クラスの取り組みの紹介

（１）２年Ａ組 「龍」 （広告紙）

新聞などに挟んである広告を三角形に折り、ひとつひとつ水のりを使って組み合わせていく。中心部は木材を使い、それに組み合わせた広告紙を巻き付けていく。約４６，０００枚の広告が必要で、「一枚一枚三角形に折るのに時間がかかり大変だった」という感想を述べていた。



胴体部分の途中過程



完成図

制作過程で感じたこと

- ・ 広告紙でも４６，０００枚集まればかなりの重量になり組み立てるのに苦労した。
- ・ この広告を作るのにどれほどの木材が使われているのか、また、製紙工場でどれほどのエネルギーが使われたのか？
- ・ 広告の仕方も考えなければいけないのでは・・・

2 生きたトガリウミホタルの発光実験

採集してきたウミホタルは、ほとんど発光しない。このため、発光の観察のため、シャープペンシルの芯に電源装置を接続し、電気刺激を加えると発光した。発光しても強く発光しないため、写真等の記録を得ることができなかった。

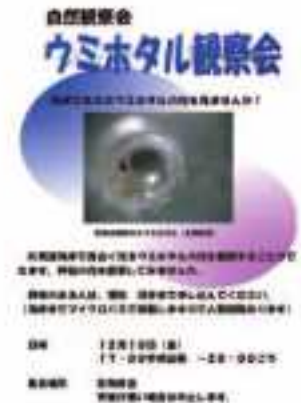


3 観察会の実施

和歌山市 片男波海岸で平成16年12月10日トガリウミホタルの観察を行う。

生徒参加者15名 17時30分より観察会を行った。19時頃よりトガリウミホタルの発光が観察できた。

海岸での観察は、双眼実体顕微鏡とコンピューターを接続し、形態の観察および動く様子を観察した。



4 参加生徒の感想

「観察会に参加して」 1年A組 志場あゆみ

いつも、SSIで見ているウミホタルが生きてこんなに近くにいるとは思いませんでした。どこにいるかも知らないで見ていた生物が、こんなに身近にいることに驚きました。本当にいるか、見つけられるか不安だったけれど、見ることができとても感動しました。はじめは少なくて小さくて見えにくかったけれど、だんだん暗くなり時間がたつにつれて数が増えて、とても綺麗でした。捕まえてしまうと光らなくなるのは残念ですが、捕まえたとき青く光るものが出ていました。ウミホタル自体が光っているのでは



海岸で光る様子を観察

なく光る物質を出しているということがわかりました。浜辺に波が押し寄せた後に青い粒の線ができ、すごかったです。ビンに入れ元気に動きまわっていて思っていたよりも活発な生物だと思いました。

本当に1つ1つは小さな光なのにあんなに綺麗に輝いていて見られて本当によかったです。こんなに身近にいるのにあの場所に青く輝く光る生き物がいて、それがウミホタルであると知っている人は、たぶんほんの僅かしかいないと思います。私は、このウミホタルのことを多くの人に知ってほしいと思います。SSI活動の時、小学生に見せたら喜んでくれたように誰でも見てみたいものだと思います。でもその反面あの場所にたくさん来るようになってウミホタルが住みにくい環境になることは悲しいことです。私は、今回の観察会に参加してウミホタルを見ることができ本当によかったと思います。



双眼実体顕微鏡で動く様子観察

(2) 2年B組 「トロイの木馬」 (ダンボール箱)

スーパーや大型電気店などでは、商品の包装や運搬にダンボール箱が使われている。このダンボール箱を組み合わせて巨大アートを作ること考えた。ダンボール箱は組み合わせると大きくなり重量も重く仕上げる部分で工夫が必要であった。



完成図

高さ 4.5 m

幅 2.7 m

制作過程で感じたこと

- ・ダンボールのリサイクルを強く感じた。
- ・ダンボール箱はわりと軽く、丈夫なので家庭での整理箱として利用できる。

(3) 2年C組 「ピラミッド」 (牛乳パック)

生徒だけではなく教員、家庭、地域の方々の協力を得て牛乳パックを集めた。それを水洗いし乾かすところから作業を始めた。ピラミッド本体の枠組みは木を使い、牛乳パックをひとつひとつ組み立てていく。日時と場所を要したので空き教室を利用した。



教室内での作業



高さ 約3 m

完成図

制作過程で苦労した点

- ・牛乳パックが臭くて水洗いが大変だった。
- ・徐々に積み上げていくと若干のズレが生じてくるので、基礎になる部分を正確にするのが大変だった。

気づいた点

- ・牛乳パックは捨てるのではなく、水洗いをして再利用することが必要だ。



左の写真は、文化祭終了後、クラスの仲間で、ピラミッドを解体し、テープを外したり、ひとつひとつパックを折りたたんで業者さんに引き渡せるように整理しているところ。

(4) 2年D組 「地球儀」 (広告紙、新聞紙)

地球儀の枠組みは竹を使って球を作りました。そこに新聞紙を何重にも貼り付け、基礎の部分を補強しました。その上に、陸地は緑系の、海はブルー系の色の広告紙を手でちぎり貼り付けていきました。山脈部分は厚みを付けています。



直径1mの地球儀の完成図

(5) 2年E組 「貼り絵」 (和紙の制作)

牛乳パックを水につけ、ふやけさせる。そして紙漉き機で和紙を作り、食用紅などを使って色をつける。それを手でちぎり模造紙に貼り付けていく。和紙を作ることで1枚の紙の価値を知ることができた。



講習会1 (紙漉)



講習会2 (干しているところ)



作 品



作品内のメッセージ



【IV】先端科学技術研修

A 特設課外授業

〔1〕第1学年教養理学科夏季特設課外授業「原子力に関する研修」

1 目的

- (1) 近畿大学原子力研究所の指導と協力のもとに講義や見学、実習を通して、科学への興味・関心・理解を深め、自ら学び探求できる自立的な人材を育成する。
- (2) 原子力について基礎基本を学び、今後さらに学習を進めていく足がかりとする。
- (3) 先端的な科学技術の現場における体験を通し、先端の科学技術への夢と展望をもたせる。

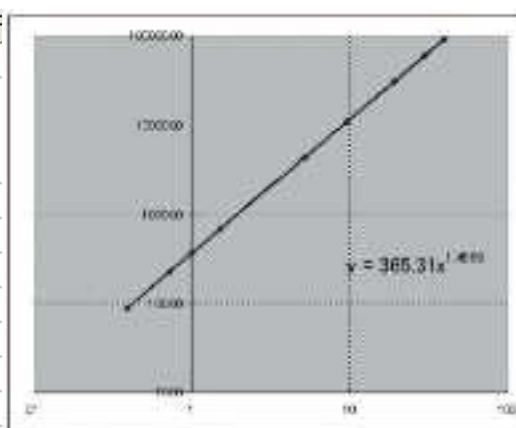
2 目標

- (1) 原子力、放射線などの基本的な知識を身につける。
- (2) 原子炉を運転するとともにその仕組みを学ぶ。
- (3) 中性子線とX線による撮影を行い、相違点を理解する。
- (4) 放射線強度と距離、放射線の半減期の測定を行い、グラフ化や解析を行う。

3 概要

- (1) 日時 2004年7月26日(月)・27日(火)
- (2) 場所 近畿大学原子力研究所
- (3) 対象 1年教養理学科 36名
- (4) 事前学習 指数対数の理解と対数グラフの使い方について習熟させるため、惑星の公転周期と軌道半径のデータを対数グラフに描きケプラーの第3法則を導きだした。また、コンピュータの表計算ソフトを用いた解析も行った。

	A	B	C	D	E	F
1	〔1〕ケプラーの法則を求める					
2		太陽からの 平均距離 (天文単位)	公転周期 (日)	log(平均 距離)	log(公転 周期)	
3	水星	0.387	87.97	-0.412	1.944	
4	金星	0.723	224.70	-0.141	2.352	
5	地球	1	365.26	0.000	2.563	
6	火星	1.524	686.98	0.183	2.837	
7	木星	5.203	4331.98	0.716	3.637	
8	土星	9.539	10760.56	0.980	4.032	
9	天王星	19.18	30681.84	1.283	4.487	
10	海王星	30.06	60194.85	1.478	4.780	
11	冥王星	39.53	90767.11	1.597	4.958	
12		1. 両対数グラフに書く	2. 普通グラフに書く			



公転周期の2乗は平均距離の3乗に比例する。

4 研修内容

7月26日(月) 午前 開会挨拶 原子力研究所長 保安教育 講義

7月26日(月) 午後 ・ 7月27日(火)

原子炉(炉室・制御室)見学ののち3班に分かれ、原子炉の運転、中性子ラジオグラフィ、放射線測定の実習を行った。

(1) 講 義

放射能と放射線、原子炉の原理とそのしくみ、放射線と健康、エネルギーと環境について

(2) 実 習

① 原子炉の運転

4本の安全棒（制御棒）を操作して、原子炉を臨界状態にする。臨界は、 $0.01w \cdot 1w \cdot 0.1w$

② 中性子ラジオグラフィとX線透過写真

原子炉より出てくる中性子を利用して、透過写真を撮る。中性子を光に変換するプレートと、①の1wで、臨界に達している原子炉を利用。参考のために同じ被写体のX線写真も撮り、現像もおこなう。

③ 放射線・放射能の測定

講義：放射線とは何か。自然の中の放射線、放射線の種類と性質、放射能とは。

測定器と測定単位（ベクレル、シーベル）、線源よりの距離と線量率との関係：シンチレーション式カウンタ TCS-166 を用いて、線源 Ra-266 よりのγ線を測定、対数グラフにプロットする。原子炉（①で臨界）中心付近に入れた物質の放射能の半減期の計測をする。約30分間原子炉中心付近で中性子を当てる放射能をもった物質の放射能をGM計数装置で計測対数グラフにプロットする。

5 報告レポート

研修、実習内容と感想をレポートにまとめた。生徒のレポートをもとに活動内容を報告する。

(1) 放射線について

報告者 1年 川端 哲平

「放射線」とはエネルギーをもった粒子、または電磁波の流れである。現在多くの種類の放射線が知られているが主なものを分類すると次のようになる。

荷電粒子線（α線、β線、陽子線、電子線、核分裂）中性粒子線（中性子線、中性微子、ニュートリノ）電磁波（r線、X線）

一般的に、放射線は物質中を通過するとき、直接的または間接的に物質を電離（イオン化）する能力をもっている。放射線は、原子の中心にある原子核の中から発生してくることが多い。私達は自然放射線、すなわち、宇宙船や大地、建物、体内の放射性同位体からの放射線を受けながら生活している。自然放射線による被爆についての世界的な平均値は1年間あたり 2.4mSである。多量の放射線を短時間に受ければ、急性障害を起こし、少量でも長期にわたって被爆すると、慢性障害をおこす可能性がある。放射線業務に従事する人には線量限度が定められている。

(2) 原子炉について

原子炉は、核燃料、被覆材、減速材、冷却材、制御棒、反射体、遮蔽体、中性子検出器などから構成されている。一般に、核燃料はウランの金属または酸化物で、その周囲を被覆材で囲って使用する。被覆材を使う目的は、核燃料物質を周囲の環境から守り、かつ核燃料物質や核分裂生成物が冷却材中に漏れ出してこないようにするためである。被覆材としては、中性子吸収遮断面が小さく、炉心の温度、圧力その他の環境に耐えられる丈夫な物質が選ばれる。減速材としては、軽水（H₂O）重水（D₂O）黒鉛（C）が使用されている。冷却剤は、大別して気体、液体、液体金属がある。気体ではヘリウム、炭酸ガス、および空気が使用される。液体では軽水および重水、液体金属ではナトリウムが使われている。制御棒は、ホウ素、カドミウム、ハフニウムなど中性子をよく吸収する物質を主成分として作られる。反射体の備えるべき条件は、減速材の場合と同じである。遮蔽体には、目的に応じて「熱遮蔽体」と「生体遮蔽体」がある。熱遮蔽体は、炉心からの強力な放射線により構造物が発熱して損傷を受けるのを防止するために設置されるもので鉄など重い金属でつくられる。生体遮蔽体は、原子炉周辺の従業員や一

般公衆に放射線被害を与えないように設置されるものでコンクリートで造られることが多い。炉心の状態を監視し、制御に役立つ情報を得るために、炉心とその周辺にはいくつかの中性子検出器が配置されている。その設置目的、炉型により、試験用研究炉、研究開発段階にある原子炉、実用発電用原子炉に分類される。

(3) 実習 A 原子炉運転

① 中性子源を炉心に挿入する。

中性子源からは毎秒 140 万個ほど中性子がウランの原子核と反応して核分裂をおこす。

② 安全棒を引き抜く

安全棒を引き抜いたり（出力上昇）挿入（出力下降）することで原子炉を運転する。原子炉は安全棒が全て引き抜かれた状態で運転する。異常が起こったとき安全棒をすぐに原子炉に挿入することによって原子炉を停止するためである。

③ シム安全棒、調整棒を引き抜く

シム安全棒は大まかな出力を調整する制御棒、調整棒は出力の微調整を行う制御棒である。

④ 出力が 10mW に近くなった時中性子源を炉外に引き抜く。

⑤ 原子炉を臨界にする。

中性子棒を引き抜いたら、シム安全棒、調整棒を操作して原子炉を臨界状態にする。臨界とは原子炉が中性子源の助けを借りなくても核分裂連鎖反応を維持できる状態をいう。言い換えると、中性子を抜いた後で出力が一定となれば原子炉は臨界に到達したという。

⑥ 出力変更：原子炉の出力はシム安全棒、調整棒を上下させることで変更する。

⑦ 停止：原子炉の停止は全ての制御棒を原子炉に挿入することにより行う。

マニュアルスクラムボタンを押すと安全棒、シム安全棒が直ちに(0.5 秒以下)原子炉に挿入する。さらに調整棒を全て挿入する。制御棒が挿入されると原子炉の出力が急激にさがる。

(4) 実習 B 中性子を使って透視写真を撮る。 報告者 1 年 藤田 雄己

中性子ラジオグラフィは現在ロケット部品や原子炉燃料などの非破壊検査に用いられる。

手順

① フッ化リチウムと硫化亜鉛の混合物で作られたものに中性子を照射すると生じる α 線とトリチウムの原子核は硫化亜鉛を発光させフィルムを感光する。

② アルミニウム板に撮影したいものをセロテープを貼り付け被写体とする。

照明を消し安全灯の中でアルミニウムカセットにフィルムとコンバータを密着してセットする。

(中性子検出器)他にカセットにフィルムのみを入れたものを用意をする。(X 線用検出器)

③ 被写体を中性子用検出器のラジオグラフィ設備の引き出しにセットし原子炉 1 W で運転中に挿入し 1 6 分間照射する。

④ 中性子照射後同じ被写体と X 線検出器を X 線発生装置で 5 秒間照射する。

⑤ 照射後安全灯の中で両カセットからフィルムを取り出しフィルムハンガーに取り付け現像液に 5 分間つけ、水洗い後、定着液に 5 分浸すと画像があらわれる。

結果

中性子：水やプラスチックなど軽いものが写る。

X 線：金属など重い物が写る

参考：コリメーション比が大きいほど解像度が良い。

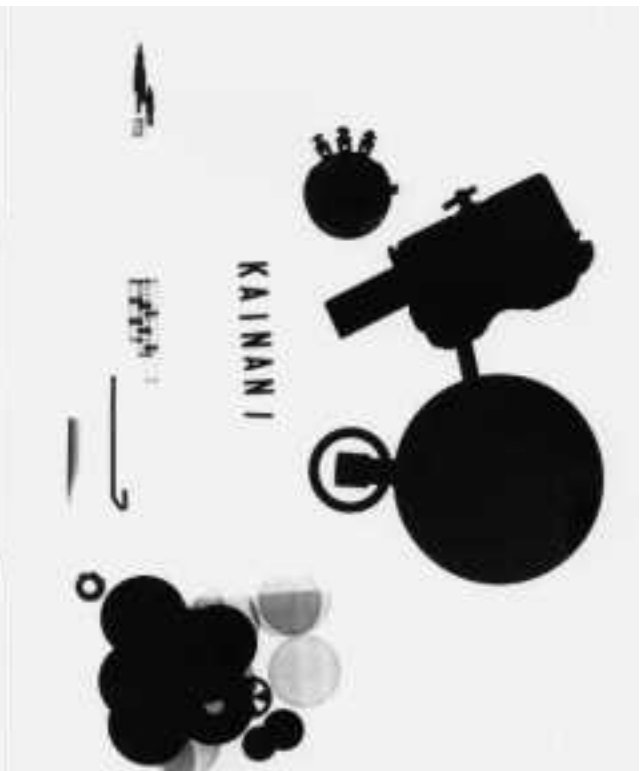


原子炉の運転



中性子線と X 線による撮影とその比較

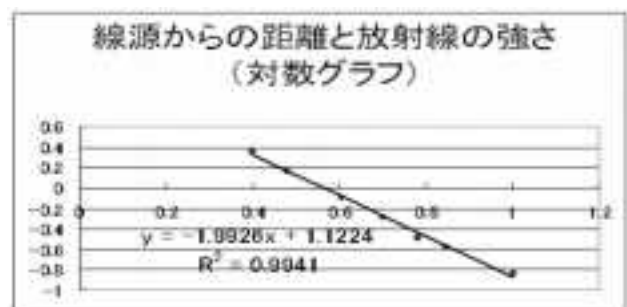
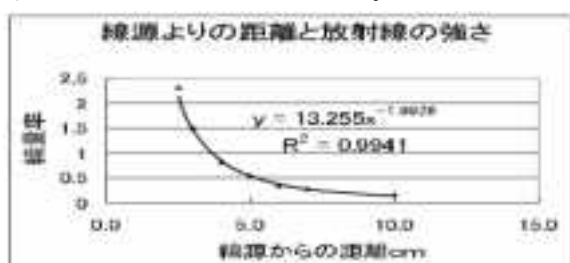
(左)中性子透過写真 (時計やライターの中身が見える) (右)X線写真 (財布の中身の小銭が見える)



(5) 実習C 放射線量を調べる。

報告者 1年 岡本尚也

サーベイメータに用いられる検出器には電離箱、ガイガー・ミュラー計数管 (GM管) シンチレーション検出器等がある。検出器から得られる信号は電流のものと電気パルスのものとに大別される。接続される電気回路も、電流を扱う直流回路と電気パルスを扱うパルス計数回路がある。電気箱の出力は通常電離電流であり $10^{-15} \sim 10^{-9}$ A 程度の微小電流のため、これを安定に増幅して指示する。GM管、シンチレーション検出器などの出力は電気パルスとして、線量率は単位時間の電気パルスの数を測定することによって与えられる。



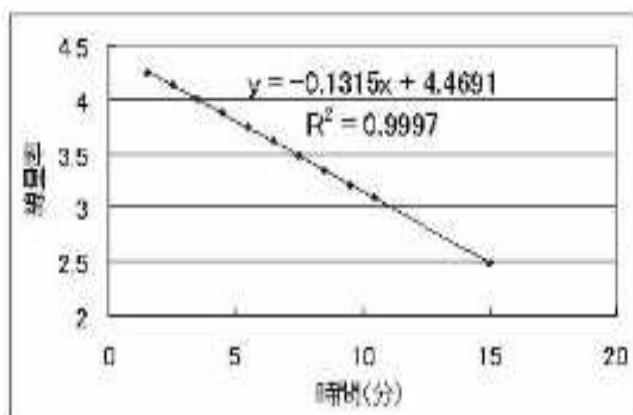
線源からの距離と放射線の強さの測定結果をグラフ化すると放射線強度は距離の2乗に反比例することが判明した

放射線強度は線源からの距離の2乗に反比例する。対数グラフ化すると直線で表示できる。

アルミニウム（1円玉）に放射した時の放射線強度の時間変化の測定結果とグラフを示す。

グラフより半減期は約14分であることがわかる。

時間 分	log線量率	正味線量 率 cpm
1.5	4.25459641	17972
2.5	4.14198252	13867
3.5	4.00970579	10226
4.5	3.88332068	7644
5.5	3.74741181	5590
6.5	3.63042788	4270
7.5	3.4821587	3035
8.5	3.35102285	2244
9.5	3.21325205	1634
10.5	3.09968064	1258
15	2.48713838	307



6 評価と課題

アンケート形式の事前調査では、原子力発電と原子爆弾以外、原子力についてそれほど知識がないことが判明した。そのため、研修を生徒にとって効果のあるものにするために事前指導に工夫が必要であった。原子力研究所と教師間の事前打ち合わせにおいて、放射線の種類と特質について講義で取り扱われるという情報を得ていたため、事前学習では、ケプラーの第三法則を用いた対数グラフの描き方など実験に向けての準備を主に行った。

実際に研修を受けて、生徒は以下のように原子力についての知識を習得し、技術を身につけた。講義を通し、 α 線、 β 線、 γ 線などの放射線の種類、透過性、電離性などの性質についての知識を得た。原子炉運転の体験では、原子力を現実のものとしてとらえ、原子炉の構造、臨界、連鎖反応などについて理解を深めることができた。中性子とX線による撮影においては、前述の写真に示したような画像が得られ、X線は金属などの堅いものに吸収され、中性子線は水などの柔らかいものに吸収されることが明確に理解できた。自ら撮影し、画像を観察することが生徒の理解を促したといえる。放射線の実験では、生徒のレポートに見られるように、グラフを描くことにより放射線強度が線源からの距離が反比例することが理解でき、半減期の求め方も学ぶことができた。この実験に関しては、実測、データ解析には数学的能力が要求され、情報処理に時間がかかった生徒もいた。データの意味をよく考察し、効率よくデータ処理できる能力を習得させることが今後、科学の研究を行っていく上での課題といえる。

物理Ⅱの原子の分野において核分裂、核融合、質量欠損、放射線、質量とエネルギーの等価性 ($E = mc^2$)、放射性元素の半減期などが取り扱われる。今回の研修で学んだ、放射線や原子力に関する知識と実験技術は、物理での授業での学習内容の定着を促進し、今後の原子力関係の研究、考察に役立つと考えられる。

〔2〕第2学年教養理学科夏季課外授業「播磨研修」

1 目 的

- (1) 講義、研修により環境について学び、環境保全について考察する。
- (2) 高輝度科学や発生工学などの最先端の科学について知識と技術を高める。
- (3) 自然科学分野への興味、関心を高めるとともに、将来の進路に対する展望を幅広く育む。

2 目 標

- (1) 実験を通し、地球温暖化等の環境問題を科学的に学習する。
- (2) 博物館において生徒個々が興味をもっている課題について知識と理解を深める。
- (3) Spring8 において放射光の発生の仕組みとその応用について学習する。
- (4) 水族館において生物環境に配慮した、生物の維持管理法について学ぶ。
- (5) 発生工学、再生医療などの生命工学についての知識を深める。また、核移植などの最先端の技術を体験する。

3 概 要

(1) 実施場所・日 程

2004年7月8日(木)	兵庫県立人と自然の博物館	研修「環境教育等の講義と実験」
	財団法人高輝度光学研究センター	研修「高輝度科学とは」
2004年7月9日(金)	須磨海浜水族館	研修「水族館の役割・維持管理の仕事について」
	理化学研究所 神戸研究所 発生・再生科学総合研究センター	研修「発生・再生科学講義および研究所施設見学」

(2) 対 象 2年教養理学科 40名

(3) 事前学習 情報教室にてインターネットを利用したの Spring8 および放射光についての調



査学習を各自が行った。発生工学の基礎知識について生物図説などを活用し学習した。また、データ解析などを取り入れ環境問題について深く認識し、解決策を考察できるようにした。

ノックアウトマウス、トランスジェニックマウス、キメラマウス、胚幹性細胞(E S細胞)について。地球温暖化、酸性雨、オゾン層破壊、森林破壊のメカニズムにつ

いて。京都議定書、モントリオール議定書の内容について。他

4 研修内容

(1) 人と自然の博物館

① 講義 「骨格標本よりわかること」

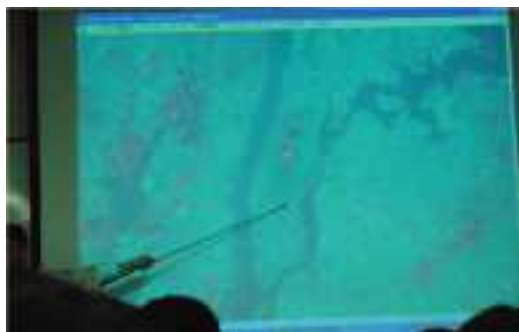
ミュージアムティーチャー 長谷川 太一 先生

② 講義と実習 「地球環境を見る・知る・感じる」

兵庫県立大学自然・環境科学研究所

宮崎 ひろ志 先生

・地球で何が起きているか。



- ・衛星画像よりわかること。

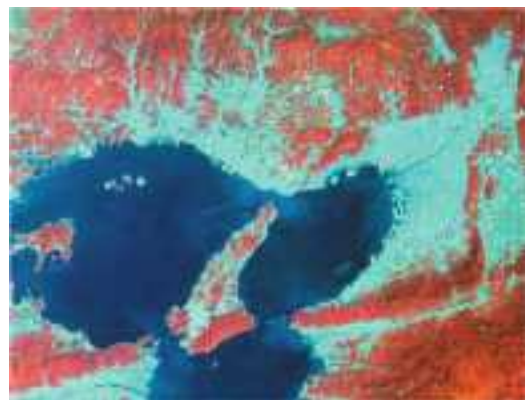
右はランドサット衛星画像（TM 画像）

…アメリカのメリーランド大学の WEB サイトより

- ・建築環境について

- ・温度と環境（野外実習）

（放射温度計を使ったデータ収集）



③ 博物館でのスタディーワーク

（ワークシートを用いた研修）

（2）理化学研究所播磨研究所「Spring8」

① 講義「研究施設概要（放射光とその利用）」

② 施設見学

③ 質疑

（3）須磨海浜水族園

① 講義と演習「水族館の役割について」

（グループ討議「どのような水族館を作るか」他）

② 水族園の裏側の見学



（4）理化学研究所神戸研究所「発生・再生科学総合研究センター」

① 研究センター概要説明

② 講義「変異マウスが生命科学研究を左右する」

変異マウス開発チーム 中尾和貴先生

③ 施設見学

- ・実験機器のシミュレーション体験

- ・隣接医療施設等の見学



5 報告レポート

研修の内容および学習したことを将来どのように活かせるかについてレポートを作成した。
生徒のレポートをもとに活動内容を報告する。

（1）講義「地球環境を見る・知る・感じる」

報告者 2年 川端 祐輔

地球上では様々な環境問題が起こっている。地球温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨、森林破壊などである。その中でも今回は緑、つまり林や森について講義を聴かせてもらった。まずは、自分たちに身近な都市である大阪と世界一の都市ニューヨークを衛星写真で比較した。大阪は緑が少なくビルや住宅がひしめき合っている状態で、緑がある場所と言っても大阪城公園付近にしか見られなかった。

一方ニューヨークはビルなども多いがところどころに緑があった。この違いで気温がかなり変わってくると考えられる。大阪もニューヨークを見習って少しでも緑地を多くすることにより環境も良くなると思った。

- ・放射温度計を使った実験

次に簡単に物体の温度を測ることのできる放射温度計を使っていろいろな材質、色、場所の温度を測りどのような違いがあるのか調べた。まず驚いたのがアスファルトと芝生の違いだ。その差は10℃近くあった。さらに木陰と日向の差は20℃近くあり緑の大切さが本当にわかった。色の違いにも驚かされた。

車のボンネットでも黒と白とで20℃の差が出た。ニューヨークでは白い建物を増やしているらしい。建物の材質や色を変える、そのようなことだけでも温暖化が少し解消できるかも知れない。

・博物館の見学と感想

博物館には昔の象の化石がほぼ完全に近い状態で展示されており、恐竜ファンの僕にはたまらなかった。さまざまな「虫」の展示も印象に残った。特にコノハチョウなどを見ると自然ってスゲーと感心させられた。また、今回はスタディーノートをとることによって、普段ならあまり見ない解説までゆっくりと見る事ができたのでとても勉強になった。今の神戸の地形ができるまでや、そこに生息していた動物や植物について多くの知識を取り入れることができた。また、これから何をしていかなければならないのかも考えさせられた。科学において、新しいものを生み出すことも重要だが、地球の環境問題などにもきちんと目をむけていかなければならないと思った。

(2) Spring8

Spring8では電子から放出される放射光を利用していろいろな実験を行っている。

・放射光発生のしくみ

電子銃から電子が発射される。→線形加速器で電子を加速し1 GeVにする。→シンクロトロンを30万周して8 GeV（ほぼ光の速さ）まで加速する。→蓄積リングに運ばれ周回し続ける。→電磁石により電子の進行方向が曲げられる。→光子は曲げられないので放出される。

・放射光の利用

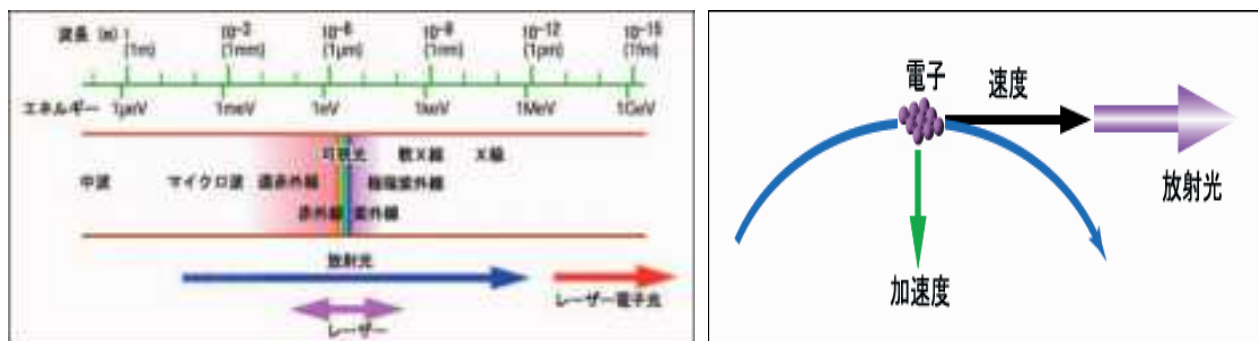
① 蛍光X線・光電子：入射X線を資料に吸収させると、そこから蛍光X線や光電子が発生し、資料に含まれる不純物を分析できる。この技術は新薬の開発や、物質鑑定などに利用されている。物質鑑定の面では和歌山カレー事件のヒ素鑑定が有名である。

② 透過X線：イメージングとよばれるもので、病院で一般的に使われているレントゲンよりも鮮明な画像が得られる。X線量が少ないので体への影響は少なく安全である。医療分野でも活用できる。

③ 回折・散乱X線：超微細顕鏡で、物質内の原子配列など非常に細かいものを観察できる。これは地球内部の物質の研究や地震予知、さらには新しい医薬品の開発などに応用できる。

・施設見学と感想

蓄積リング棟を見学することができた。中は予想以上に広く30メートルほどあった。ビームラインの終点が並べて建てられていてすぐ研究できるように机やホワイトボード、パソコンなどが周りに置かれていた。蓄積リングは一周1436メートルあって世界で一番大きく、エネルギー出力も世界一である。この広い施設の中で原子単位の研究が行われていると思うと唖然としてしまった。そのあとバスで蓄積リングの周りを一周させてもらいあらためて広さを実感した。僕はこの施設を見学できて本当によかったと思った。自分で行って見て確かめることによって理解が深まったと思う。



（財）高輝度光科学研究センターWebサイトより

(3) 理化学研究所

報告者 2年 岩橋 秀行

発生・再生科学総合研究センターでは発生や再生のしくみの解明、再生医療への応用に向けた学術基盤の確立を目標にして研究をおこなっている。受精卵が細胞分裂を繰り返してできる胚細胞から内部細胞塊を培養したものがES細胞という。ES細胞は、様々な分化誘導をすることで筋組織、皮膚組織、骨組織など様々な細胞になれる万能細胞である。このES細胞を使って、患者が損失した細胞や臓器を作り移植することを再生医療という。患者の核を受精卵に入れるので拒絶反応は起らない。しかし、効率的に分化誘導する技術は完成されていない。また、人の卵を使うことから倫理問題にも注意する必要がある。プラナリアという生物は体のどの部分を切ってもそこからまた新たな個体を作ることができる能力がある。体の中に幹細胞があるからである。体が切られると幹細胞が働いて、頭・尾などのその個体の足りない部分に分化し新たな個体を作られる。講義では、変異マウスについて学習した。胚を凍結する技術に緩慢法がある。この技術では、時間ごとにゆっくり温度を下げ胚を凍結する。2時間という長い時間がかかることが難点である。ガラス化という技術は一瞬にして冷凍できるが解凍がうまくいかないこともある。そのため、緩慢法が一般に使われている。ノックアウトマウスは特定の遺伝子を破壊されたマウスで破壊された遺伝子がどういう働きをするか調べる。トランスジェニックマウスは未知の遺伝子を未受精卵に入れることで得られ、導入遺伝子の働きを調べることができる。

講義の後、顕微鏡を操作して受精卵の核を入れ替える実習を行った。マイクロという細かな操作で棒を動かすだけで簡単に核を入れることができた。一步間違えば卵をつぶしてしまい失敗してしまう微妙な操作であったが思っていたより単純にできたことが意外であった。また、普段高校生が使えるはずのない種類の顕微鏡を使つての操作をでき良い経験になった。

感想 発生工学についての講義を聴き、普段は体験することのできない技術に触れることにより、遺伝子操作についての理解が深まり自分自身の将来を考える良い機会になった。



Spring 8 蓄積リング



神戸理化学研究所 講義

(4) 須磨海浜水族館

報告者 2年 硯 智史

各班に分かれ与えられたテーマをもとに自分たちが想像する水族館を考えた。沢山のユニークなアイデアやなるほどと思う意見がでた。僕自身が考えたものは頭の中で考えて口に出すのは簡単でも、実際水族館の展示として企画することは難しいことに気づいた。あの楽しい水族館の裏側は大変であることがわかった。水族館の水槽のうらでは絶えず機械が動いていて、魚など飼育されている生物の管理がおこなわれている。水槽の水は絶えず循環、ろ過され、バクテリアで分解され常に魚が生きやすい環境を作っている。水槽内の生物のために沢山の仕事をっており、美しい表側とは対照的に多くの苦労が見えた。

6 評価と課題

生徒たちは、中学校の学習で、地球温暖化、酸性雨およびオゾン層破壊などの環境問題について大まかな概念はつかんでいた。そこで、事前学習では、高等学校化学との関連において酸性雨の発生の機構、pH、オゾン層破壊に関するフロンガスの化学的構造や安定性などについて扱った。また、高校地学との関連において太陽放射、地球放射と温暖化ガスとの関連について学習した。人と自然の博物館における講義と研修は高校で学習した環境問題が地球上で現実に行っていることを実感させ、環境保全について何ができるのか生徒一人ひとりに考察させることを目的に企画された。事後に提出された生徒のレポートよりニューヨークと大阪を比較したデータの提示や温度測定実験を通し、緑の増加が地球温暖化の歯止めになることを生徒達は改めて認識したといえる。また、環境の大切さを知り、環境保全に取り組んでいく上での良い動機付けとなったと考える。

Spring-8 における研修に関しては、原子、電磁気学が高校物理の教育課程において比較的后半で学習する内容であるため、対象の2年生は知識の浅いまま研修を受けることとなった。しかし、事後レポートより、生徒はこの最先端の施設で多くのことを学び吸収したことがうかがえる。X線回折、透過X線撮影、蛍光X線による物質鑑定など放射線の応用、放射光の発生の仕組みについて知識を増やした。和歌山カレー事件の物質鑑定に蛍光X線が使用されたという話は、X線の実用性について生徒の認識を高めた。サイクロトロンは高校物理で学習する内容であるが、実物を見学しその規模の大きさを知ることは、今後の学習の動機付けとなったと考えられる。今回の研修で学んだ定性的な内容を、物理の授業において定量的に考察し、放射線、素粒子の加速などについての理解を深めていくことが今後の課題といえる。

生物学の研究においては生物の生態を知り管理することが必要となる。本校では生物と環境を、SSH事業の一つの課題としており、ウミホタルやプラナリアの飼育に取り組んでいる。そこで、須磨水族館において水族館の企画をおこなった。結果、生物の管理には生物についての正しい理解と多大の労力が必要であることを生徒達は身をもって学んだ。この経験をもとに、生物の取り扱いと環境に配慮した生物研究に取り組んでいく考えである。

遺伝子工学は進歩が著しく、今や科学研究における重要な分野である。そこで発生工学についての最先端の知識を学び、技術を体験するために理化学研究所での研修をおこなった。高校生物との関連において事前学習では、発生のしくみ、変異マウス、クローン生物などについて知識の整理をおこなった。理化学研究所での講義では図や実物が提示され高校で学習したことを体験的に学習できる機会となった。核交換移植実験においては高校では体験できない貴重な体験ができた。本来繊細な作業であるが案外簡単に核移植ができるように思った生徒もいた。実際は高度なテクニックが必要で成功率は低いことなどの理解までいたらなかったことが課題として残った。

この研修を終え、研究機関の協力を得て、最先端の科学を体験することは、高校生の科学への興味と理解を深め、自ら研究を行っていく上での大きな動機付けとなったと考えられる。



[3] 第1学年教養理学科関東地区特設課外授業

1 目 的

- (1) 自然科学の研究における多様性を実感させ、生徒個々の将来の進路に対する展望を幅広く育み、今後の学習活動に生かしていく。
- (2) 現代のさまざまな問題について、科学的かつ積極的に今後すすめていける基本スタンスの一つを育成する。
- (3) 科学技術の進歩発展を理解し、よりよい将来のための科学技術の発展に、自分自身も貢献していこうとする態度の育成を図るとともに、今後の課題研究の積極的な取り組みにつなげる。

2 目 標

- (1) レーザーの発生のしくみの理解、DNAの抽出など先端技術を体験する。
- (2) 海洋調査についてだけでなく、圧力体験により、圧力と体積の関係(ボイルの法則)、断熱膨張、断熱圧縮等について実感し科学的理解を明確にする。
- (3) 体液性免疫、細胞性免疫等についての理解を深める。
- (4) NMRを初めとする最新の研究機器を実感する。

3 概 要

- (1) 日 程 2004年11月10日(水)～12日(金) 2泊3日
- (2) 研修施設 日本科学未来館(10日午後～11日午前)
独立行政法人「海洋研究開発機構」横須賀本部(11日午後)
理化学研究所横浜研究所独立行政法人「理化学研究所」横浜研究所(12日午前)
- (3) 対 象 1年教養理学科 36名
- (4) 事前学習 ① 日本科学未来館の紹介ビデオや書物およびインターネットサイトにて展示内容の概要を把握し、研修するテーマを各自が調査設定する。
② 海洋開発研究機構や理化学研究所「横浜研究所」における研究内容について調べる。NMR等一般的な研究機器については、学校設定科目「SITP」等において、有機化学等の基礎的な学習とも関連させて行うとともに、環境問題や今後の自分の生き方とも関連させて、研究の意義などを考えさせる。
③ いずれの研修においても、生徒各自が常に疑問を持ち、様々な場面で質問できるようにしておくことを基本とする。
④ その他「研修のしおり」をもとに事前指導を行う。

4 研修内容

(1) 日本科学未来館

① 実験工房にての実験実習

2つの実験テーマ「DNAの抽出実験」「レーザーの実験」をそれぞれ2班に分けて実習する。

② ワークシートを活用しての展示内容の研修

館内でのグループ内の解説発表(夜宿舎では個別発表と質疑)

③ 日本科学未来館第2日目の研修

前日夜の発表と質疑を元にした展示内容の再学習と整理

(2) 海洋開発研究機構

解説・実験指導 竹内 久美 先生 加藤 聡 先生



① 概要説明および施設設備の見学

有人潜水調査船しんかいについて。他

② 高圧環境体験実習

③ 水圧実験等

これらの実験はいずれも気体の法則、分圧の法則、蒸気圧等の気体に関する現象を理解するために最適の実験体験であった。なおVTRに撮ってあるので今後学校に於いても教材として利用できる。また当日夜宿舎に於いてさらにその内容を深める授業を行った。



(3) 理化学研究所「横浜研究所」

① 施設設備および研究内容に関する概要説明

② 講義「免疫について」

免疫・アレルギー科学総合研究センター自然免疫研究チーム
田中 正人 先生

③ 研究室見学「免疫・アレルギー科学総合研究センター」

マクロファージ等の細胞の観察と研究内容の説明

④ NMR施設の見学と説明「ゲノムの三次元構造解析について」

研究推進部 角田 勝 先生

⑤ 質疑

免疫・アレルギー科学総合研究センター分化制御研究グループ グループディレクター
黒崎 知博 先生



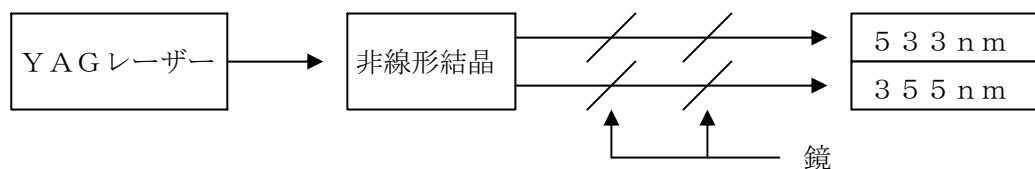
5 報告レポート

今回の特設課外授業で学習したことを各自がまとめ、プレゼンテーションソフトを使用し発表を行った。これらの生徒の発表をもとに活動内容を報告する。

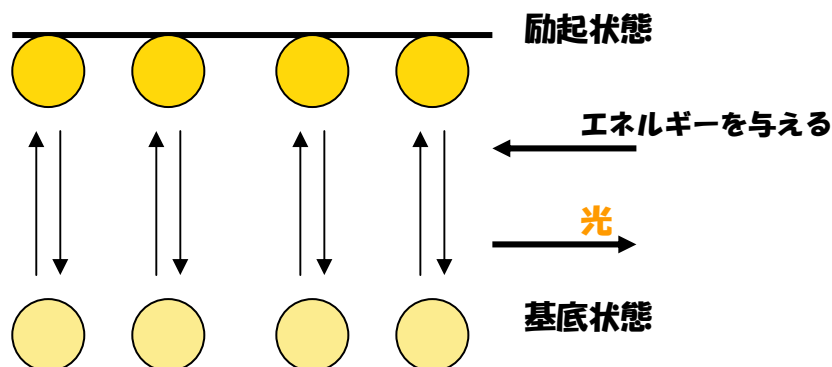
(1) レーザー実験

報告者 1年 岩本拓也

レーザー光とは、広がらない、エネルギー集中性、一つの色で出来ている、単色性、高輝度性、まっすぐに進む、指向性などの特徴を持っています。現在ではスーパーなどのレジ、CD・DVD、ロボット、ポインター、医療などの幅広い分野で使われています。レーザー光を作るために、光源には色素を、エネルギー源にはYAGレーザーを、増幅器には鏡を用いました。下の図のように作成しました。



レーザー (LASER) とは「Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation」の略です。これを訳すと「放射の誘導放出による光増幅」となります。これはレーザーの基本的な仕組みから来ています。まず基底状態にある電子にエネルギーを与えると励起状態になります。すると電子は基底状態に戻ろうと光を放出します。その時放出された光によって他の電子が刺激され、それが連続して行われるので光り続けます。これを誘導放出による光の増幅といいます。それをまとめたのが下の図です。



〔感想〕

今まではレーザーについてのことは全然分かっていなかったけれど、今回の実験でレーザー光を作ることなど普段体験出来ないことなどをさせて頂き、レーザー光についてよく理解することができた。また、現在の社会ではレーザーがなくてはならないものだということが分かった。これからはもっとレーザーのことを理解できるように努力していきたい。

(2) 鶏の肝臓の DNA 抽出

報告者 1 年 川口 遙香

鶏の肝臓を用い次の手順で DNA の抽出を行った。

- ① 乳鉢にレバーを取りペースト状になるまで押しつぶす。
- ② 細胞溶解液 2ml を加え①と混ぜ残りの 8ml も加える。
- ③ ②を 15ml チューブに移す。
- ④ 3900rpm, 4℃で 5 分間遠心分離する。



レバーを押しつぶす。



遠心分離する。

- ⑤ 上澄み 15ml をチューブに静かに移す。
- ⑥ 80℃のウォーターバスで 5 分間加熱保温する。
- ⑦ ⑥が茶色に変色したら 3900rpm, 4℃で遠心分離する。
- ⑧ 黄色・透明の上澄み 15ml をチューブに移す。

⑨ ⑦、⑧を繰り返し、10ml の 100%エタノールを加える。

⑩ ガラス棒でゆっくりかき混ぜガラス棒に巻き付いた DNA を 70%エタノールに移す。



ウォーターバスで加熱する。



チューブ中の DNA を観察する。

(3) 海洋開発研究所

報告者 1 年 西山 雄基

しんかい 2000 は最大潜航深度 2000 メートルまで行くことができる有潜水艦で乗員数 3 人である。しんかい 6500 は世界で初めて深海 6500 m まで潜った空气中重量約 25.8 トンの有人潜水調査船で乗員数は 3 人である。深海 6500 m までの所要時間は約 2.5 時間である。

CCD カメラや TV カメラ、マジックハンドなどの観測装置を備え、様々な海底調査や観測ができる。しんかい 6500 は直径 2 メートルの耐圧殻内に、研究員 1 名をふくむ 3 名を乗せることができる、世界有数の能力を持つ。最大 3 ノットで海中を移動することができる。



しんかい 2000



海洋科学技術館

圧力体験 水深 30 メートルで体を感じる 4 気圧 [通常の約 4 倍の気圧] を体感することができる。外の気圧は加圧され約 4 気圧がかかるので通常ではテニスボールが入らなかった瓶にボールが入る。ボールが押しつぶされて、平べったくなってしまうので瓶の中に入れることができる。4 気圧では風船をふくらませようとしてもなかなかふくらまない。4 気圧でふくらませた風船を通常の 1 気圧まで減圧すると圧縮された空気が元に戻ろうとして風船が割れてしまう。気圧が上がるにつれて断熱圧縮で室内の温度が上昇する。減圧するときには断熱膨張で気温が急に下がり室内に霧ができる。圧力実験 密閉された容器にピンポン玉やウェットスーツの切れ端、カップラーメンの容器をいれて、手動で圧力をかける装置で、水を抜いていき水深 1000 メートルの圧力を掛けていく。ピンポン玉に小さな穴があいていたので、外と中との圧力が同じになり変化がなかった、カップラーメンの容器とウェットスーツの切れ端は小さくなっていった。圧力体験と圧力実験を終えた結果分かったのは外から圧力が加かっても内部



の気圧を外の気圧と同じにすれば影響がないということだった。〈耳抜きと同じ〉

高い気圧ではテニスボールが小さいビンに入る。 高水圧ではカップ麺の容器が小さくなる。

感想 海洋開発研究機構が作った世界で一番の有人調査潜水艦の説明が聞けたし、普段の実験ではできない圧力を体で感じる事ができたことは、とても貴重な体験でした。

(4) 理化学研究所横浜研究所

報告者 1年 藤田 雄己

① 講義と研究室見学

免疫とは?・・・immunity→免疫 体を細菌、ウィルスから守るしくみ。

イギリスの医者だったエドワード・ジェンナーが酪農をしている人々は天然痘にかからないという話しを聞いた。→牛痘（牛の天然痘で、人にはかかりにくく、かかっても症状が軽い）の膿を子供に植え付けた。→その子供は天然痘にかからなかった。→ワクチン接種の方法を確立させた。

獲得免疫 抗原の侵入により抗体ができて異物を排除する仕組み。

細胞性免疫・・・T細胞が中心 体液性免疫・・・B細胞が抗体をつくる。

自然免疫 マクロファージなどの貪食細胞が異物を食べて排除する。

利点・・・短時間で防御、処理が可能 欠点・・・効率が悪い、免疫記憶が成立していない。

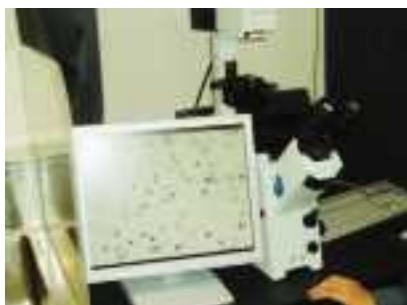
マクロファージ E.メチニコフがバラのトゲをヒトデにさして観察すると大型でアメーバー状のたくさんの細胞がトゲに食いつくのを発見。多細胞生物のほとんどに存在し、異物を食べて排除する。何十種類かの受容体を持ち、異物の表面物質で判別する。このしくみは進化の過程で獲得した。

免疫機構が正常に働かないと→風邪をひきやすい。ガンになる。

免疫機構が異常に働くと→花粉症、関節リュウマチなどの自己免疫疾患、臓器移植の拒絶反応

② NMR・・・ヌクレア・マグネティック・レゾナンス（核磁気共鳴）

- ・ 強力な磁気をかけてたんぱく質やアミノ酸を解析する装置で理研にはこの機械が38台あり、2500種類以上のたんぱく質について立体構造や機能解析を行った。
- ・ 建物は木造→金属はNMRに影響を与えるため。
- ・ 900MHz,600MHzなどの性能の機械があり周波数が高くなるほど性能があがる。



顕微鏡で見たマクロファージの画像



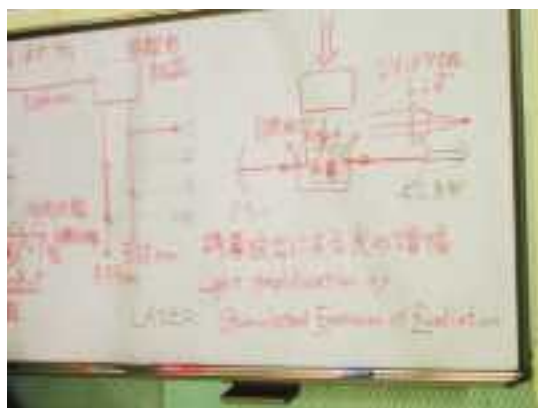
NMR

6 評価と課題

高校現場では設備的に規模の大きい実験、探究活動を実施することが困難な場合が多い。今回の関東地区特設課外授業で、レーザー実験、DNA抽出、圧力体験など普段高等学校でできない体験をすることを意図し企画した。結果、以下のような貴重な体験ができたので報告する。

レーザー実験を体験することによりレーザー発生仕組みをより良く理解することができた。DNA抽出実験で学んだ技術は今後の課題研究に活かしていきたいと考える。海洋開発機構のしんかい見学は科学技術を駆使し新しいものを創造していくことの難しさと意義を教えてくれた。テニスボールとカップ麺の容器を使用した圧力実験では圧力と体積が反比例するという気体の法則を視覚的に捕らえることができた。圧力体験では人体に高い圧力がかかるとどのように感じるのかを身をもって体験でき、また、断熱膨張により気温が低下し、断熱圧縮により気温が上昇することが明確に理解できた。この体験を物理、化学の熱力学におけるボイルの法則、断熱変化の学習に活かし現象の定量的理解につなげていきたい。理化学研究所では体液性免疫、細胞性免疫アレルギー、抗体（免疫グロブリン）の構造と働きなど免疫の基礎について学習した。わかりやすく説明して頂いたので1年生の生徒にも良く理解できた。最後の質疑は時間が足りないくらいで大変有意義であったと考える。学習した内容を生物の免疫分野の学習や研究に活かしていく考えである。理化学研究所には38台ものNMRがありタンパク質の解析を行っていることはほとんどの生徒にとって大変な驚きであった。NMR解析は事前授業で扱ったがまだ基礎の段階なのでさらに有機化合物等についての理解を高めていくことが今後の課題といえる。

特設授業における体験を通し、科学的概念をより具体的に理解できたといえる。今後も最先端の科学を体験する機会を設けることにより、多様な科学的概念の理解の深化を図っていきたい。また、学んだことを実際の研究活動に活かせるような教育過程に工夫を凝らしていく考えである。



レーザー実験（日本科学未来館）



1日目夜宿舎でのまとめ



1日目夜宿舎でのまとめの発表と質疑応答

7 研修報告会

(2005年1月～2月 [情報教室])

「テーマ別の個人研修」「海洋開発研究機構」および「理化学研究所『横浜』」での研修内容について参加生徒全員が各自プレゼンテーションをおこない相互評価・自己評価を行う。

生徒プレゼンテーションの一例



2004年度 関東特設課外授業

研修場所と研修概要

- 東京科学未来館
「レーザー実験」「インターネット物理モデル」
- 海洋研究開発機構
「圧力体験」「じんわり2000等の見学」
- 理化学研究所
「免疫に関する講義」「NMR見学」

東京科学未来館

レーザー実験

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
[光の増幅によって輝度の増幅を実現]

レーザーとは？
「強い光」「単色光」「直進性」「干渉性」
レーザーの応用
レーザーの応用
レーザーの応用

レーザー実験

↓蛍光色素↓

励起状態
→エネルギーを放出して
基底状態
電子
自励発光(エネルギーを放出して光を発生させる)
外部からのエネルギーによって励起される

インターネット物理モデル

インターネット物理モデルの威力を
驚異的に高めたもの
その威力の大きさをイメージして
いて、その威力の高さを一瞬の
間に感じるか体験する

インターネット物理モデル

インターネット物理モデルの威力を
驚異的に高めたもの
その威力の大きさをイメージして
いて、その威力の高さを一瞬の
間に感じるか体験する

インターネット物理モデル

インターネットの仕組み

データを送信する
データを送信する
データを送信する
データを送信する
データを送信する

海洋研究開発機構 JAMSTEC

Japan Agency for Marine-Earth
Science and Technology
研究員 約400名 研究船 約20隻
主な研究船(青い) 研究船 など
地球科学センター
地球科学センター

特別講義

潜水について

環境圧(潜水)＝常に周囲の圧力(水圧)を受けて
深さ
スクーバ潜水(圧縮空気(酸素)を吸入して)
呼吸して潜る

圧力体験

本館の圧力体験は、圧力(水圧)を体験する。
その圧力の大きさを体験する。
その圧力の大きさを体験する。
その圧力の大きさを体験する。
その圧力の大きさを体験する

理化学研究所

20のチーム

- 自然免疫研究チーム
- 免疫(Immunology)研究チーム
- 免疫学(Immunology)研究チーム
- 免疫学(Immunology)研究チーム

免疫の仕組み

免疫とは体内に入った異物・非自己(抗原)を
免疫細胞が排除すること

免疫細胞の種類
免疫細胞の種類
免疫細胞の種類

免疫の種類

獲得免疫と自然免疫

獲得免疫
自然免疫
免疫の種類
免疫の種類
免疫の種類

NMR 核磁気共鳴

(Nuclear Magnetic Resonance)
タンパク質の立体構造と機能の解析
タンパク質の立体構造と機能の解析
タンパク質の立体構造と機能の解析

免疫の仕組み

免疫とは体内に入った異物・非自己(抗原)を
免疫細胞が排除すること

免疫細胞の種類
免疫細胞の種類
免疫細胞の種類

〔4〕第2学年教養理学科冬季特設課外授業「和歌山大学先端科学技術講座」

1 目 的

和歌山大学の指導と協力のもとに、講義や実習を通じて、自然科学分野への興味・関心を深め、将来の進路に対する展望を幅広く育むとともに、先端の科学技術について理解を深める。

2 目 標

- (1) X線回折の原理について理解を深める。
- (2) UVスペクトル、NMRなど最新の化学の測定機器について理解し、物質の同定、解析について学ぶ。
- (3) ラン藻類の滑走速度を測定しマイクロメーター等の活用に習熟する。
- (4) フーリエ解析などを活用し複雑な気象現象を解析する。
- (5) 大学研究室の研究内容を理解し、科学探究の多様性を認識する。

3 概 要

- (1) 日 時 2004年12月7日(火) [午前] 教育学部 [午後] システム工学部
- (2) 場 所 和歌山大学 教育学部・システム工学部情報通信システム学科
- (3) 対 象 2年教養理学科 40名、普通科 4名
- (4) 事前学習 教育学部の実習のうち基礎的な内容について物理・化学・生物・地学の各分野別に、事前学習を高校に於いて行った。

4 実施内容

(1) 教育学部

物理分野11名、化学分野11名、生物分野10名、地学分野12名の4分野に分かれて各研究室で実習を受けた。

① 物理分野

「X線回折」 和歌山大学教育学部 助教授 顧 萍 先生

② 化学分野

「NMRスペクトル分析」 和歌山大学教育学部 教 授 楠山 芳章 先生

「質量分析」 和歌山大学教育学部 教 授 根来 武司 先生

「紫外可視スペクトル」 和歌山大学教育学部 助教授 木村 憲喜 先生

③ 生物分野

「ラン藻の滑走実験」 和歌山大学教育学部 教 授 広瀬 正紀 先生

④ 地学分野

「化石からわかること」 和歌山大学教育学部 教 授 久富 邦彦 先生

「気象データの解析」 和歌山大学教育学部 助教授 山本 勝 先生

「天体望遠鏡について」 和歌山大学教育学部 4回生 久野 光輝 氏・竹中 敦史 氏

(2) システム工学部 情報通信システム学科

2班に分かれて講義・研究紹介・体験実習等を受ける。

① 講義 「視覚を持つコンピュータ」

和歌山大学システム工学部情報通信システム学科 助教授 呉 海元 先生

② 講義と実習 「モーションキャプチャー」

和歌山大学システム工学部情報通信システム学科 助 手 加藤 丈和 先生

③ 講義と実習 「Web 上でのコミュニケーション支援」

和歌山大学システム工学部情報通信システム学科 教 授 吉本 富士市 先生

和歌山大学システム工学部情報通信システム学科 助 手 高木 佐恵子 先生

ビジュアルコンピューティング研究室



5 報告レポートと課題

各研修についての実験内容・結果、感想についてレポートを作成した。生徒のレポートをもとに活動内容を報告する。

(1) 教育学部物理実習 「X線回折」

X線についての講義より

報告者 2年 大西 敦士

X線：波長は $0.1\sim 100\text{\AA}$ で $0.1\sim 100\text{keV}$ のエネルギーをもつ。電子遷移による特性X線と制動放射による連続X線の2種類がある。

X線の発生：X線管（真空管）の陰極と対陰極の間に高電圧（ $30\sim 50\text{kV}$ ）を加え熱電子を加速して非常に高速度の電子をつくり金属ターゲットに衝突させると陰極から放出される。

X線と物質：X線が物質中を通過する前のX線を一次X線、通過した後のX線を二次X線という。

X線には次の3パターンがある。

① 弾性散乱：そのまま通過する。波長は一次X線と同じ。

② 非弾性散乱：波長は一次X線よりわずかに長い。

③ 蛍光X線：光電による特性X線

結晶による回折測定：結晶にX線を当てると、各原子から散乱X線が反射される。散乱X線が干渉することにより強い回折X線が観察される。この回折X線を解析することにより結晶構造が決定される。

実験内容と結果

X線を20分ほど塩化ナトリウムの結晶に当てX線回折像をフィルムに映しだした。光の影響を防ぐため暗室でフィルムを現像した。見本のように中心から放物線を描くように何本も線が写すことはできなかったが、この実験を生で体験できたことは意義のあることであった。



(2) 教育学部化学実習

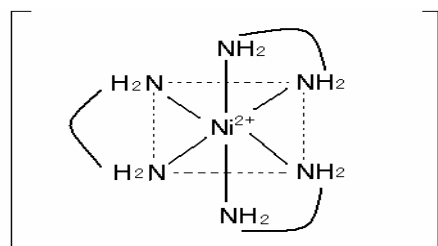
① 可視紫外吸収スペクトルの測定

報告者 2年 福嶋 美咲

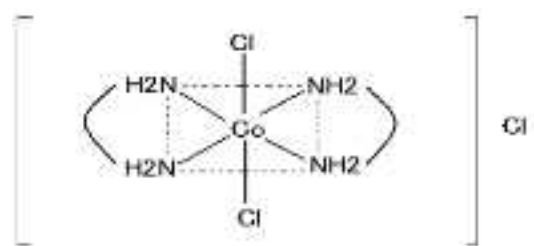
遷移金属の金属イオンには、金属イオンが他の分子や陰イオン(配位子)と結合して錯イオンをつくるものが多く知られている。このような錯イオンや錯イオンを含む 塩(錯体あるいは錯塩)は特有の色を示すことが多く、金属イオン分析に利用されている。

今回はトリス(エチレンジアミン)ニッケル(Ⅱ)塩化物 $[\text{Ni}(\text{en})_3]\text{Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と、

ジクロロビス(エチレンジアミン)コバルト(Ⅲ)塩化物 $[\text{CoCl}_2(\text{en})_3]\text{Cl}$ の可視紫外吸収スペクトルを測定した。



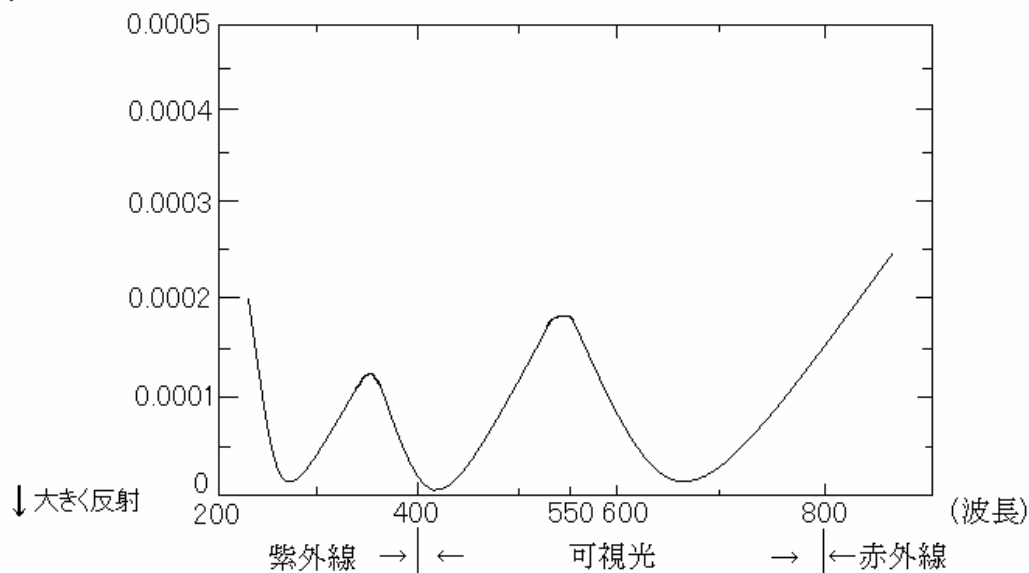
↑ トリスニッケル(Ⅱ)塩化物



↑ ジクロロビスコバルト(Ⅲ)塩化物

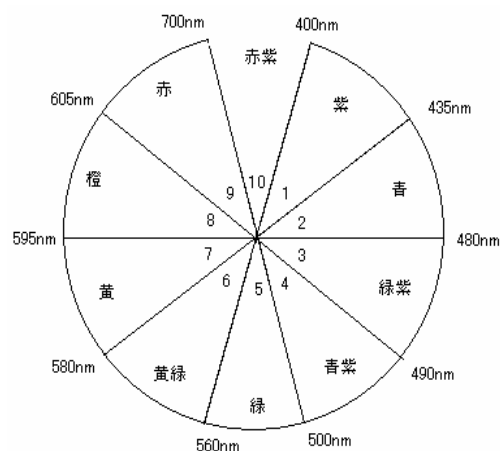
下の図はトリスニッケル(Ⅱ)塩化物の吸収度を示したグラフ。

↑ 大きく吸収



このグラフの見方… 観測された波長と反対側にある色が見える。

トリスニッケル(Ⅱ)塩化物の場合、1番吸収されたのが550nmの時だったので550nmの反対側にある赤紫色が見られる。



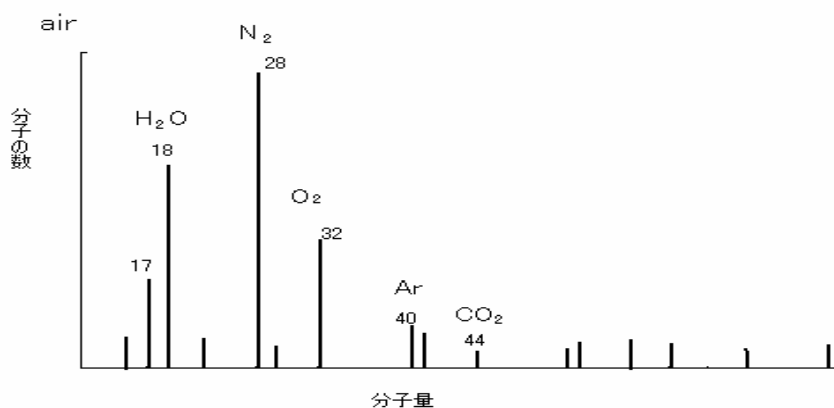
② 質量分析装置 (MS)

報告者 2年 東方 佑衣

同位体存在数の多い原子はピークの分布に特徴のあるスペクトルを示すので、分子イオンや、フラグメントイオン中の原子の存在や数が推定できる。

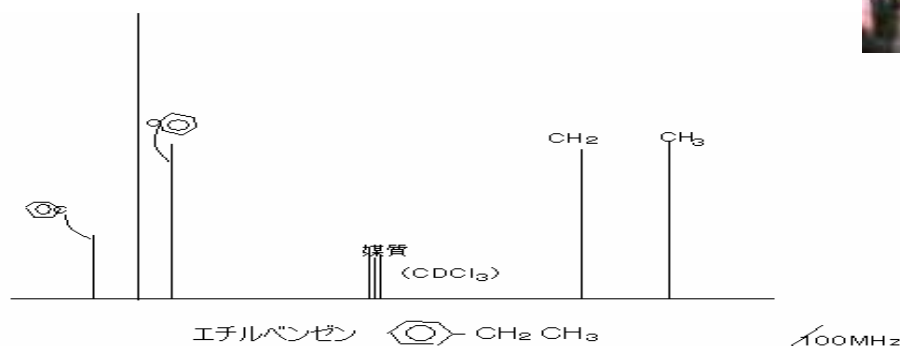
しかし、分子量の大きいタンパク質などは分解してしまうため測定できない。

分子量最大800くらいまで測れる。



③ 核磁気共鳴装置 (FT-NMR 装置)

結 果



エチルベンゼン中のどの「C」 が見分けがつく。↑

(3) 教育学部生物実習 「ラン藻の滑走実験」

報告者 2年 家本 和哉

ラン藻について

27億年前に出現した原核生物である。ストロマライトはラン藻が滑走運動によって出した接着剤によってラン藻が付着して大きくなった岩石である。ラン藻は光合成を行い暗い所を嫌う。

実験内容

- ① 接眼マイクロメーターと対物マイクロメーターをセットする。対物レンズは10倍のものを使用した。
- ② ネンジュモをプレパラートにのせカバーガラスをかけ20分間ケースに放置する。
- ③ 20分後ケースから取り出し顕微鏡で観察する。
- ④ 対物レンズ10倍で観察した後40倍で観察する。
- ⑤ ネンジュモが接眼マイクロメーター10目盛りを滑走する時間をストップウォッチで10回測定する。

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
秒	32.1	25.2	31.0	20.3	27.2	24.1	23.0	24.2	25.1	31.9
速さ	1.0 最遅	1.3	1.1	1.7 最速	1.2	1.4	1.3	1.4	1.4	1.0

平均速度 1.28 ミクロメートル/秒

ネンジュモは光に反応し反射鏡の実験から求められる速度は人工照明の実験から求められる速度より遅い。

[感想] 今回の実験は比較的簡単で楽しかった。ネンジュモは自分達の目では全く動いていないように見えるのに滑走運動しているなんて思いもよらなかった。生物の実験は自分達の知らない世界が垣間みれるので大変興味深いと思った。



ラン藻の滑走速度の測定



UV スペクトルの測定

(4) 教育学部地学実習

① 気象データの解析、天体望遠鏡、化石からわかること 報告者 2年 川平 悠貴

初めに気象予報の気象データは時間と空間に依存する4次元データとして扱われ、このデータの解析に数学がどのように使われているのかについて話してくれた。アメダスや気象衛星、数値予報などから得られる気象データを解析することが、気象現象の理解を深め、予報の精度向上に寄与している。

このように、気象学では長年にわたって日本全国・世界各地で観測された膨大な気象データから必要な情報を上手に取り出してそのデータをもとに気象現象のメカニズムを解析することが重要となる。

このため、数字を羅列したデータを処理し、その結果を分かりやすく表示することが必要になる。具体的に使われている数学の内容はフーリエ解析、三角関数の積分など大学の数学にでてくる内容であり地理分野の知識も必要とした。データ処理は自然現象を理解する上で不可欠であること、さらに高校の数学が基礎として重要であることを認識した。

次に天体望遠鏡を見せてくれた。反射鏡の大きさが60cmもあり国公立大学の中でもトップクラスのものであった。美里天文台の望遠鏡の反射鏡の大きさは105cmであると言っていた。

世界最大の天体望遠鏡はハワイのアウナケア山頂にあり反射鏡830cm、厚さ20cmで、日本の国立天文台が2000年に完成させた「すばる」である。和歌山大学の望遠鏡は先日的大雨と暴風により故障していたので見るができなかったのが残念だった。

また、巻き貝やフズリナの化石を観察した。貝の化石は和歌山県の広川町で大量に発見されていて初

心者でも簡単に発掘できることを知った。恐竜の化石は三重県で発見されており、和歌山県にも同じ地層が存在するので和歌山でも恐竜の化石が見つかる可能性があることが分かった。

② 気象データ解析

報告者 2年 吉田 早織

気象データは時間と空間の4次元で表現されるが、理解しやすくするためには1次元や2次元に変化する必要がある。例えば、特定の位置座標における時間変化は一次元データとして処理できる。時間ごとに並べられたデータは「時系列データ」とよばれこれを解析することを「時系列解析」という。この複雑な変動もフーリエ解析を用い特徴的な変動の周期や振幅を取り出すことにより単純化される。データの理解を容易にするもう一つの方法はレーダによって得られた降水の時間変化や気圧配置の時間的変化を把握することである。例えば、偏西風などの大きなスケールの運動の中に高気圧、低気圧、台風などの小さいスケールの運動が多数見られる。高気圧や低気圧は発生と消滅を繰り返しており、この変化を時間的に分解して処理すると中緯度地方にたくさんの渦が見られ時間的に変化していることが分かる。この講義を受けて自然現象を理解するのにデータ処理が重要でありその作業に高校で学んでいる数学が活かせることがよく分かった。

(5) システム工学部

Web上でのコミュニケーション支援、モーションキャプチャーについての研究

報告者 2年 有馬 寿来留

① Web上でのコミュニケーション支援

実世界でのコミュニケーションと比較しWeb上でのコミュニケーションは難しい。それを解決するため実世界と同様の3次元仮想空間を作りアバター（自分の分身）をお互い分かるようにする。

Web上でのコミュニケーション支援の講義を受けた後、実際にInComというブラウザを使って非常食に関して3次元空間のホームページでお互いに会話した。実際使ってみるとたくさんのアバターが普段会話しているように自分の言いたいことを発言しとても興味深かった。話しの途中に入っても今までの会話の内容が確認できるので違和感なく会話ができた。

* InCom : Informal Informative Communication Support System

② モーションキャプチャー

カメラを使って様々なことが行われていた。最初に見たのが人間の顔の部分を判断する機械で肌の色、髪の色、背景の色に分けて判別していた。コップを判断させるには色々な部分に分解して、あらかじめコンピュータに学習させておいた様々な部分と照らし合わせて最終的にコップと判断していた。次に別の部屋で2種類の機械をみた。一つ目はあらかじめロックオンしておいた対象の動きに合わせてカメラが動く機械であった。これは注目のスポーツ選手をチェックしたり、球の動きをチェックしたりするのに使える。友達と結構速くパスしてみても球を見失わずについてきたことに感動した。しかし、一度対象物を見失うともう一度ロックオンさせないといけないという難点もあった。二つ目の機械は二つのカメラを使って位置を測り動きが分かるという機械だった。感想としては、システム工学部では最新の技術を使った機械をみて驚くことばかりだった。



モーションキャプチャーで球の動きを調べる

システム工学部ビジュアルコンピューティング研究室

6 評価と課題

本校は高大連携の一環として、長年、生徒が和歌山大学で講義を受ける機会をいただいている。今回の研修においても、生徒が興味をもっている課題について大学の講義を受けるという有意義な体験ができた。

物理分野に関しては、すべての生徒にとってX線回折の映像をとることは初めてで、技術もいるため鮮明な画像を得るところまで至らなかった。しかし、高校物理の内容でもあるX線回折を体験できたことは意義のあることであったといえる。化学分野の、UV スペクトル、IR スペクトル、NMR スペクトルは生徒レポートにも示されているように、わかりやすいスペクトル図を取らせていただくことができた。研修を通し習得したスペクトル解析の知識を、高校化学の内容とどのようにうまく結びつけられるかが今後の課題といえる。生物分野ではラン藻類の性質やストロマライトなど生物の歴史について考察する機会をもつことができた。ラン藻の出現により酸素量が増加し地球環境が変化したことに興味を示した生徒が多かった。マイクロメーターは高校でも普段から使用しているが、ラン藻類の滑走速度の測定実験により、さらに使い慣れることができた。ラン藻類がマイクロの世界で運動していることは発見であったようである。ラン藻類は生物の教科書で原核生物として記載されているが、滑走速度の測定については取り扱われていない。高大の連携や発展的な課題研究を通し教科書の内容を越えて理解を深めることは高校生の探究心を高める上で重要であったと考える。地学分野では四次元の気象現象の数量的、経時的解析について学んだ。高度な数学も含まれ講義の内容を難しく感じた生徒もいたが、科学において特定の項目に注目し定量的に解析することの重要性は十分理解できたと思う。気象現象を初め、自然現象をより良く理解するため、数学的能力をさらに伸ばすことが今後の課題である。

システム工学部では最先端の情報技術について、研究内容の一端に触れることができた。大学での研究室とはどのようなものであるのか、その雰囲気にしたるまで、将来の自分の進路とも関わって、より身近に実感することができた。

高校生が大学で講義を受けることは、最先端の技術を体験し、科学的知識と技術を高めるだけでなく、自分の進路選択をより明確にする良い機会となることが認められた。しかし、年に数回の講義だけでは講義内容を自身の研究にまで高めていくことは困難であるといえる。本校生徒が定期的に大学で講義を受け、学習内容を高校での研究に活かしていけるような方策の検討が今後求められる。また、和歌山大学はもとより、他の大学においても講義を受講できるよう連携を拡大していきたいと考える。

[5] エネルギー施設見学会

- 1 目的 先端のエネルギー施設を見学しエネルギーの発生装置、エネルギーの有効利用について学ぶとともに、環境問題についての科学的認識を養う。
- 2 目標
 - (1) 原子炉の構造について理解する。
 - (2) 原子力の有効利用法について学習する。
 - (3) 核燃料について学ぶ。
 - (4) 環境に配慮した新しいエネルギー利用について考える。
- 3 概要
 - (1) 日時 2004年12月27日(月)、28日(火)
 - (2) 見学場所
 - ① 京都大学原子炉実験所
 - ② 原子燃料工業熊取事業所
 - ③ 関西電力海南発電所
 - ④ 和歌山マリーナシティ熱供給会社
 - (3) 参加生徒 2年教養理学科 7名(他中高校生徒10名)
 - (4) 事前学習 1年の近畿大学原子力研究所での研修をもとに原子力エネルギーについての基礎を学習した。

4 研修内容

(1) 京都大学原子炉実験所

- ① 講義 「施設概要」「原子力のしくみ」「原子力の利用(放射化分析・中性子医療照射・他)」

京都大学原子炉実験所 教授 西牧 研壮 先生

- ② 原子炉の見学

京都大学原子炉実験所 助手 高橋 知之 先生

- ③ 質疑

(2) 原子燃料工業熊取事業所

- ① 事業所の概要説明

加圧水型原子炉(PWR)について。燃料ペレットの加工工程について。燃料集合体について。

- ② 工場見学

- ③ 質疑および説明

「事業所におけるその他の業務について」

(3) 関西電力海南発電所

- ① 事業所の概要と発電の現状についての説明

- ② 発電所見学

福井の事故直後のため安全上所内見学は中止。

(4) 和歌山マリーナシティ熱供給会社

- ① 講義

「マリーナシティの冷暖房のしくみ」

(右図)

- ② 施設見学



和歌山マリーナシティ熱供給会社の解説図より

5 報告レポート

今回の見学会で原子力等について学習し、学習したことをレポートにまとめた。

以下生徒のレポートをもとに活動内容を報告する。

(1) エネルギー施設見学会に参加して

報告者 2年 吉田 早織

京都大学原子炉実験所は大変広く、中央に原子炉本体がある。ハンドルを回すと厚いふたが開いて中には直径2 m深さ8 mの水をはったタンクがある。中を見ると大変深かった。そのタンクの一番底に炉心があり熱を発生させている。この原子炉の運転時間は平成15年5月末現在、昭和39年6月の臨界以後66610時間を越え積算出力は2億9335万kwh以上になる。

原子炉室にはホットラボラトリが設置されていて物質照射実験、化学処理、放射能測定をおこなっている。ホットケープ室には厚さ1 mもある鉛ガラス窓の外から内部を見ながら強放射性資料を用いた実験や資料の仕分けなどができる装置がある。

重水熱中性子設備は医療関係の研究に利用されている。1995年から1996年にかけて改修が行われ中性子照射が可能となり施設の利用の幅が拡大している。2002年6月には脳腫瘍に対する非開頭の熱照射が開始され2003年7月現在脳腫瘍33例（内非開頭13例）悪性黒色腫5例、口腔癌10例のNC T（中性子補足療法）医療照射が行われている。

この原子炉で使用されている燃料は原子燃料株式会社でつくられている。この燃料はペレットといい約1 cmの円筒形ウランを焼き固めたものである。ペレット1個で4人家族の約8ヶ月分の電気をまかなうことができる。ペレットが作られる工場を見学したが帽子をかぶり白衣、靴下で体を覆い入った。見学後には、放射線チェックが行われ大変注意が必要な場所であることを実感した。



京都大学原子炉実験所講義



原子炉



炉室



マリーナシティ熱供給会社

B S S H特別講義

[1] 第1回特別講義「情報機器・情報通信ネットワーク・ソフトウェアの活用」

1 目 的

今後、科学のどの分野においても重要な位置を占める情報技術について体験的に学習する。あわせて、地域のエコステーション活動の一環として、本校屋上に設置した、ミニアメダス装置を用いた全県的なプロジェクトの共同研究についても把握する。

2 目 標

- (1) 天体望遠鏡の遠隔操作や3D仮想プラネタリウムの理論とその有用性を進化する情報通信技術と関連させて学ぶ。
- (2) 画像処理ソフトおよび表計算ソフトを用いて、星団の色等級図の作成の演習を行い、星団の年齢と距離を測定する。あわせてコンピュータアプリケーションの利用について学ぶ。

3 事業の概要

- (1) 講 師 和歌山大学システム工学部デザイン情報学科助教授 曾我 真人 先生
T. A. みさと天文台 豊増 伸治 先生
T. A. 和歌山大学システム工学部デザイン情報学科 岡本 卓也氏
教材ソフト提供 和歌山大学教育学部助教授 富田晃彦先生
- (2) 日 時 2004年7月13日(火)
第1部 12:30～14:30
第2部 15:00～17:40
- (3) 場 所 海南高等学校 情報教室
- (4) 対 象 第1部: 教養理学科1年36名
第2部: 教養理学科1年36名、科学部員2年2名、3年4名

4 講義の概要

第1部 天文教育支援システム「コンピュータによる天文教育支援」

① リモート望遠鏡の開発と今後の展望についての技術的な説明解説

1996年にみさと天文台の望遠鏡のリモート化に成功した。Webによる国内初のリモート望遠鏡システムで、ライブ映像提供としては世界初であった。1997年に微動ボタンなどユーザインタフェースを改良し、インタラクティブなリモート望遠鏡として国内外において試験的運用を開始する。2000年にはドイツで時差を利用した授業実験を行う。現在次世代リモート望遠鏡を開発中である。

② リモート望遠鏡+ライブ映像によるシステムの特徴と意義

地球の裏側の望遠鏡を遠隔操作することにより、時差を利用して昼間の授業時間帯に夜の天体のライブ映像を見ることができ、観察学習が導入可能になった。学習者が微動ボタン等で、能動的に望遠鏡を操作することにより学習への意欲が向上した。

③ 理科の実験観察の重要性について

教科書に書いていないことの発見が大事である。

④ リモート望遠鏡システムを利用した課題例1

月のクレーターの大きさや天体の実直径の計測をする。

⑤ リモート望遠鏡システムを利用した課題例 2

課題例 1 をもとにし、惑星（土星など）の実直径の計測をする。

⑥ リモート望遠鏡システム＋ライブ映像とアーカイブ映像の比較

	リモート望遠鏡システム＋ライブ映像	アーカイブ映像、画像
画像	△、ネットワークの状況と通信ノイズに依存	○、アーカイブの解像度に依存
観測可能な天体の数	△（空の状況、天候、日時に依存する）	○、アーカイブに依存（天候は無関係）
対象天体を観察しての発見	◎、新しい発見（月、火星、天候、日時と見える天体の位置関係の発見、等）	△、いつも同じ
宇宙の連続性を見るための画像や画像を交換できる	◎、柔軟かつ継続的な宇宙	△、システムに依存

	リモート望遠鏡システム＋ライブ映像	アーカイブ映像、画像
画像	△、ネットワークの状況と通信ノイズに依存	○、アーカイブの解像度に依存
観測可能な天体の数	△（空の状況、天候、日時に依存する）	○、アーカイブに依存（天候は無関係）
対象天体を観察しての発見	◎、新しい発見（月、火星、天候、日時と見える天体の位置関係の発見、等）	△、いつも同じ
宇宙の連続性を見るための画像や画像を交換できる	◎、柔軟かつ継続的な宇宙	△、システムに依存

⑦ 第一世代のリモート望遠鏡システムの問題点について

- ・第一世代のユーザインタフェースの問題点について

クライアントから、望遠鏡のある場所でどのような天体が見えるのかわからない。天文初心者ではイメージが湧かずリアリティを感じられない。観測時の天球の様子映像を出せないで、月の満ち欠けや星座の配置などの教育に利用できない。

望遠鏡の動きを映像で表示できないため、どの方向を観測しているのか分かりにくい。

- ・次世代のリモート望遠鏡システムについて

従来のようなCGI＋HTMLではなく、アプリケーションサーバー＋Javaアプレットによりシステムを構築する。仮想プラネタリウムと仮想望遠鏡を搭載したインタラクティブ・リモート望遠鏡システムにした。

⑧ 3D仮想プラネタリウムの有用性について

コンピュータプラネタリウムにおける指さしポインティングシステムが開発された。

コンピュータグラフィックスでシミュレートした月の画像、首振り運動等が解析できる。

第2部 星団の色等級図による星の分類

「表計算ソフトで星団の年齢と距離を測定する（HR図と恒星の一生について）」

① 概要講義

- ・超新星爆発について

星は一生を終える時に大爆発を起こす。その時に多くの光を放出する。それが超新星である。その爆発は星の質量が大きい程大きな爆発になる。爆発した星の残骸は長い時間をかけて宇宙に広がっていく。

- ・HR図の恒星の分類

色と光度を使った分類について。

主系列星：高温（青色）ほど光度が大きく、質量も大きい。低温（赤色）ほど光度が小さく質量も小さい。

赤色巨星：低温（赤色）なのに光度が大きく、表面積が非常に大きい。

白色矮星：赤色巨星が爆発した時の燃えかすのような物で、時間が経つと輝かなくなってくる。表面積が小さく、青い暗い星である。

・恒星の一生

恒星は主系列星として生まれる。全ての星の内約9割がここに分類される（太陽系の中心である太陽は標準の大きさである）。星は一生の大部分を主系列星として過ごす。そして一生を終える前に赤色巨星になる。

・質量と星の寿命

恒星は生まれた時の質量が大きいほど寿命が短い。それは、星の中では核融合反応が起こっていてそれが早く起きてしまうからである。

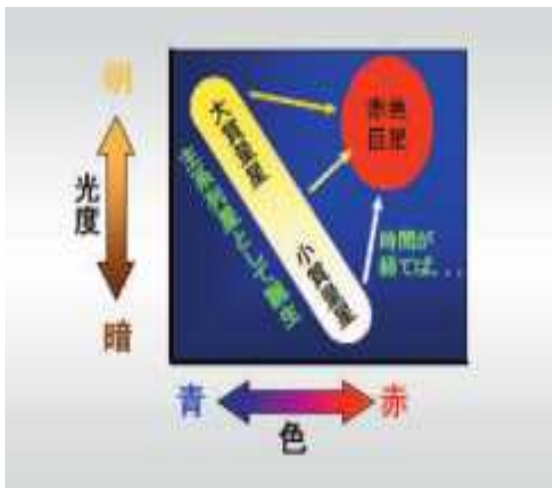
・星団を使う理由について

星団は同じ場所で同時に誕生した。メンバーの星は同年齢で、地球からは等距離と考えることができる。

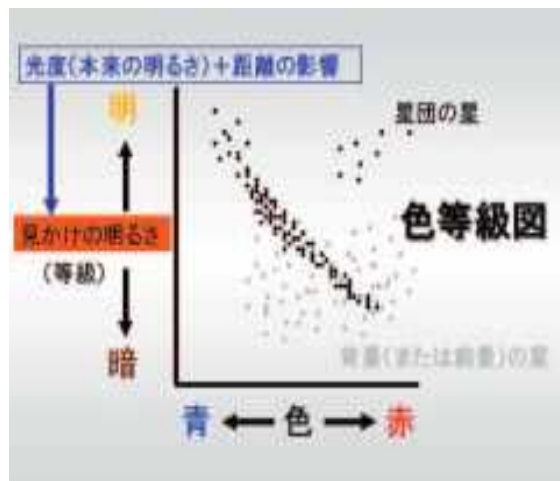
光度（本当の明るさ）+ 距離の影響 = みかけの明るさ（等級）

②データ処理の方法について

教材の画像処理ソフトは和歌山大学教育学部 助教授 富田晃彦先生の提供による。



星の一生



色等級図（HR図）

・散開星団、球状星団1つずつを選ぶ。画像処理ソフトを立ち上げる。一つ一つの星の明るさと色を測る。エクセルを使って、色等級図を作成する。

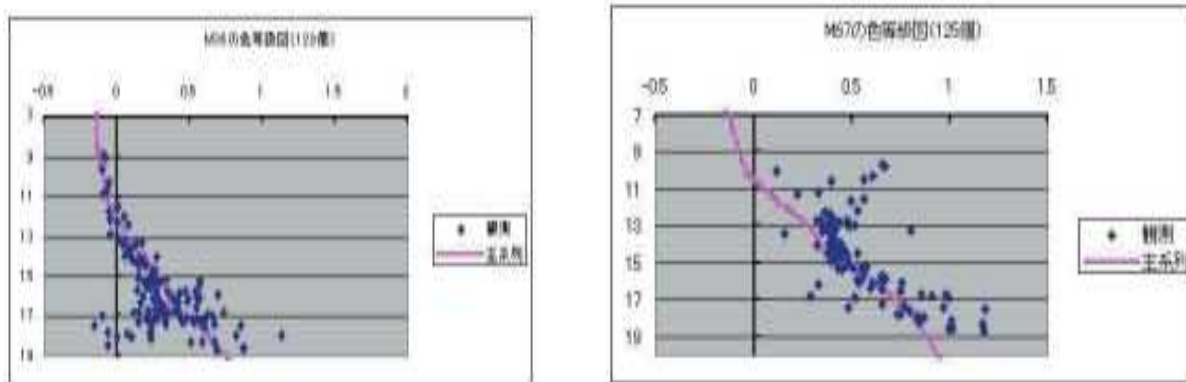
・データ処理の原理についてカラー写真の3色合成と分解について。

違う波長での強度の比が色の違いとして見えるため、ここではV (visual) とR (red) のバンド（帯域）での強度の違いを色の指数として採用している。正確に各バンドでの強度を測定するため、バンドごとのモノクロ画像を処理する。VやRバンドでの明るさを数値化する。

$$m = -2.5 \log C + \text{定数}$$

カウント値 C （大きいほど明るい） 等級 m （小さいほど明るい）

Vバンドの等級をV、Rバンドの等級をRと記し、色をV-Rの値で表現する。



散開星団と球状星団について色等級図を作成する。

5 結 果

天体望遠鏡の遠隔操作の仕組みやその有用性についての理解を深めただけでなく、今後の情報化社会における様々な可能性について考える一助となった。コンピュータプログラムを用いて星団の天体写真からHR図を作成し、星を分類した。星の表面温度や質量と星の光度、色との関係、星の一生と元素などについて理解を深めた。

研究におけるコンピュータソフトや情報通信ネットワークの占める位置の大きさが体験できた。

6 報告レポート課題とレポート例

(1) 望遠鏡のインターネットを使った遠隔操作について講義からわかったことを書きなさい。

みさと天文台の望遠鏡についても述べる。また、その教育的効果についてあなたの意見を述べなさい。

以下のテーマ(2)～(7)の内1つを選択し述べなさい。

(2) ポインティングシステムをどのようなことに応用できるかあなたの考えを述べなさい。

(3) コンピュータの容量と伝達速度の関係について述べなさい。

(4) HR図と恒星の一生について調べて書きなさい。

質量と星の寿命の長さ、超新星爆発など科学的概念についてもよく理解し正確に述べる。

(5) 球状星団と散開星団の相違点について述べなさい。

(6) ケプラーの法則と惑星や彗星の軌道の関係について数式または文字式(文字が何を表しているのかを明確にすること)を使い説明しなさい。

(7) 光の3原色について述べなさい。

① みさと天文台の教育的効果について

報告者 1年 西本 有平

みさと天文台のリモート望遠鏡によるライブ映像は国内だけでなく国外においても教育効果を発揮すると思います。国際的には時差の異なる地点の天体観測がライブでできます。国内においても地元大成高校美里分校の人達が日食や流星の観測に取り組んでいます。また、ライブカメラによる映像は遠く離れた地点から見られるため、人口が集中して星空の観測が難しい所に住んでいる人にも天体観測するのに役立ちます。このように、インターネットからの画像は生徒の天文学への興味を引くことができると思いました。また、「微動ボタン」を用い能動的に操作できることも興味深いと感じました。

HP上の画像を実際見てみると10分毎に静止画像が配信されていました。このように手軽に星空を観察できるので教育に利用すれば非常に有効的だと感じました。例えば、1日の星の動きや、1年を通しての星座の観察をすると面白いと思いました。

② 球状星団と散開星団の相違点について

報告者 1年 落合 未奈美

・星団とは

ある一定の距離にある同じ年齢の星の集団

・球状星団と散開星団の相違点

	球状星団	散開星団
星の数	1万～100万個	100～1000個
広がり	数10～数100光年	数～数10光年
絶対等級	-5～-9等	0～-10等
星の種族	種族Ⅱ	種族Ⅰ
重元素	太陽の数分の1～100分の1	太陽程度
年齢	100～150億年	0～50億年
個々の星の質量	太陽質量以下	太陽質量の30倍以下
銀河系での分布	ハロー一部	渦巻腕、銀河面

・感想

小さい頃から天体や星が好きであったので興味深く聞くことができた。このようなことはこれを機会にいろいろ調べてみたいと考えている。大変楽しい講義であった。

7 評価と課題

初めての特別講義で、1年の早い時期（7月）での実施であり、いくつかのテーマについての講義を1日で行ったこと、また講義自体も高いレベルの内容でパワーポイントを用いたテンポの速いものであったため、生徒の理解度に不安が残った。そのため課題レポートも上記のように設定した。パワーポイントのデータや使ったソフトウェアについては、講師の先生に許可を得て、情報教室のサーバーにあるクラスの共通フォルダに残し、自由に見られて使えるようにした。生徒は緊張して講義を受けていたことや講義メモもしっかりととっており、また不明な点は情報教室ですぐインターネットを用い調べることができ、提出されたレポートでは、ほとんどの生徒がかなり良く理解しているのがうかがえた。講義は受け身一点であり、演習についても言われたことを言われたとおりにやっていくのが精一杯で、質問を出す余裕はなかった。初めての講義でしかたのないことでもあったが、今後積極性、自主性をどう伸ばしていくかが課題の一つであろう。



第3部 ミニアメダスプロジェクトについて

和歌山大学システム工学部の研究の一環として、本校屋上を始め県内各地の学校数校に簡易気象観測システムが設置された。現在Web上での観測データの配信に向けて準備が進められている。



本校屋上の簡易気象観測装置

情報準備室に置かれたデータ処理装置

また、今回のSSHの事業の一つとして、本校独自に「紫外線センサー」と「日射センサー」を接続し科学部の課題研究（後述）などに利用している。

〔2〕第2回特別講義 「光の科学」

1 目 的

身近な物理現象の一つである光の本質に迫る。量子力学は物理学における重要な分野である。光が粒子性と波動性の二重性をもつことについて実験等を通して把握する。

2 目 標

- (1) 光についての基本法則について演示実験を通して学ぶ。
- (2) 光の粒子性と波動性について考察し量子力学の基本概念を確立する。
- (3) 色についての理解を深める。

3 事業の概要

- (1) 講 師 和歌山大学教育学部 教 授 宮永 健史 先生

T. A. 和歌山大学教育学部 大学院修士課程2回生 山本 幸 様

〃

〃

平川 雅章 様

- (2) 日 時 2004年12月14日(火) 12:40~15:50

- (3) 場 所 海南高等学校視聴覚教室

- (4) 対 象 教養理学科1年 36名 2年 40名

4 講義の概要

第一部 「光とはなんだろう」

光には粒子性と波動性がある。例えば、反射の法則、屈折の法則は、粒子性で説明しやすく、回折、干渉、偏光は波動性で説明しやすい。しかし、反射の法則や屈折の法則もホイヘンスの原理を使うと波動性で説明できる。このように、光に関する法則は粒子性と波動性の両面をもっているといえる。



宮永教授の講義風景



偏光板についての説明（黒板には屈折、反射の法則）

第二部 「物の色はなぜ見えるのか」

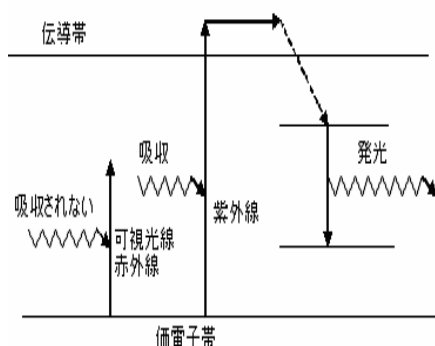
光は電磁波でありその波長により違った色が感じられる。網膜には「かん体細胞」「錐体細胞」という2種類の視細胞がある。「かん体細胞」はすべての色の光に対し同じ感度を持っているので色が区別できない。「錐体細胞」には450nm付近の光に反応する「青色円錐体」530nm付近の光に反応する「緑色円錐体」580nmの光に反応する「赤色円錐体」の3つの錐体細胞がある。ヒトは、この3つの錐体細胞の刺激される割合により色を判断している。

光の3原色（青、緑、赤）加法混色：ヒトの目は赤、緑、青の3つの色の強度比を調節することによ

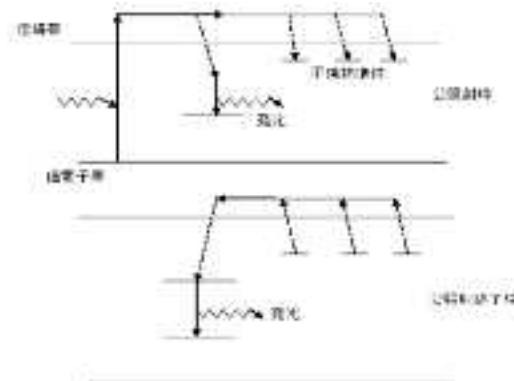
りすべての色を作り出すことができる。この赤、緑、青を光の三原色という。例えば「緑色円錐体」と「赤円錐体」が刺激されれば黄色い色が来たと判断する。また、すべての色の光が目に入ると白色光（透明）に感じる。物体の色：太陽からはすべての波長の光が地球に到達している。物体はそのうち特定の光を反射する。例えば、葉は赤と青紫の光を吸収し緑の光を反射する。そのため、緑に見える。

第三部 「いろいろな蛍光物質」

20世紀に入り黒体輻射、光電効果、コンプトン効果など光が電磁波であるとともに粒子性を持つと考えないと説明できない現象が発見された。これにより「光は波と粒子の両面性をもっている」ことが確認された。また、電子は特定のエネルギー段階のみをとることができ、高いエネルギー段階から低いエネルギー段階に遷移するとき蛍光が発せられる。これを裏付けるために様々な物質にブラックライトの光をあて蛍光を発することを実験で確認した。また、不純物を含む蓄光性の物質は多数のエネルギー段階をもち、高いエネルギー準位に電子が残っているため、ライト照射後にも蛍光を発し続ける。



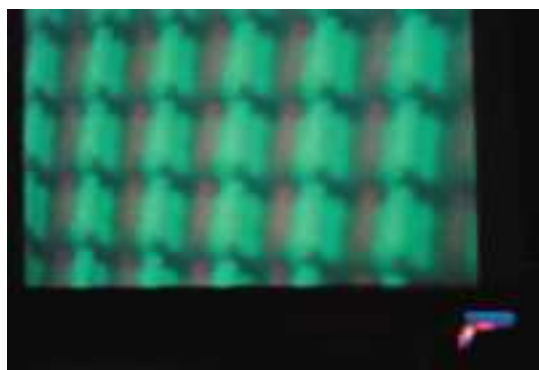
蛍光



蓄光性蛍光物質



色について



ディスプレイモニタの拡大

5 報告レポート課題とレポート例

全員課題：1 光の粒子性と波動性について具体例をあげて説明しなさい。また現在、粒子性と波動性はどのようにとらえられているか述べなさい。

2 蛍光と反射光について説明しなさい。(紫外線、可視光線、ブラックライト、エネルギー、電子の軌道と遷移などを用いわかりやすく説明しなさい。)

物理選択生：次の問いを物理学に考察し正確に記述しなさい。

1 ヤングの干渉実験について文字式を使い説明しなさい。(近似式を使い光路差を求める計算についても詳しく言及すること。)

- 2 回折格子について図と文字式を使い説明しなさい。
- 3 光ファイバーの原理について文字式を使い説明しなさい。(屈折率、屈折の法則、全反射の説明を必ず含めること。)
- 4 光電効果について光の粒子性に注目しグラフや文字式を使い答えなさい。
- 5 コンプトン効果について運動量保存の法則とエネルギー保存の法則を使い入射X線より波長の長い散乱X線が含まれることを証明しなさい。

① 光の波動性と粒子性

報告者 1年 奥 智世

1 光の粒子性と波動性についての具体例 (◎…あてはまるもの)

結果的には (○), 全部あてはまってしまう。

※ 真空状態の中、直進している粒子が万有力によって下へひかれるので、屈折すると考えられる。

	粒子性	波動性
光は直進する	◎	○
回折 (障害物の裏まで回り込む)	○	◎
干渉 (小さな2つのスリットに光を通すとしま模様が見える)	○	◎
反射の法則 (光が鏡で反射する時 入射角=反射角)	◎	○
※屈折の法則 (光が水やガラスに入射する時 光の進む方向が変化)	◎	○
偏光 (2枚偏光板に光を通すと通ったり通らなかったりする)	○	◎

光の性質は上記の表より波動性や粒子性をもつと考えられるが、以下に示すようにどの性質も波動性と粒子性の両面から説明できるといえる。

◆ ホイヘンス

波があるところまで進んでくると、その波面の各点から小さな波 (素源波) が出て、その素源波の重ね合わせで次の波面ができる。

◆ フーコー 水中の光速を測定。水中の光速は、空気中より遅い……光は波である。

◆ マックスウェル 電磁気学の基礎方程式を提案。光は電磁波の一種である。

◆ ヘルツ 電磁波の存在を実験的に証明。

◇ 黒体輻射 (空洞輻射)

高温の物体は光る。その色 (光の波長) は温度によって変わる。この現象を説明しようとする、光は粒子の性質を持つと考える必要がある。

◇ 光電効果

清浄な金属の表面に紫外線をあてると、電子が飛び出してくる。この現象を説明しようとする、光

は粒子の性質を持つと考える必要がある。

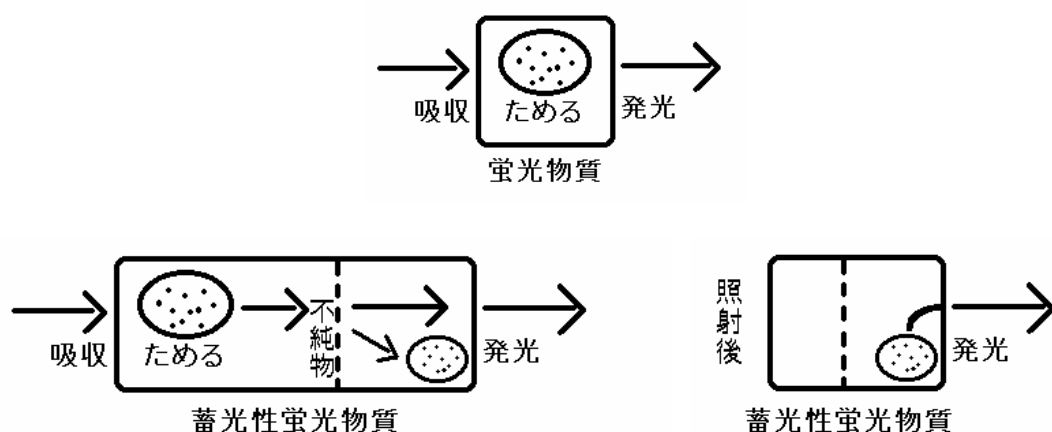
◇ コンプトン効果

石墨にX線をあてるとX線が散乱される。普通、散乱X線の波長は入射X線の波長に等しいはずである。しかし、入射X線より波長の長いX線が散乱X線に混じってくる。これを説明しようとする、光は粒子の性質を持つと考える必要がある。

② いろいろな蛍光物質

報告者 2年 川端 祐輔

蛍光物質は波動説だけでは説明できないものの一つである。その中には蛍光物質と蓄光性蛍光物質の二種類がある。蛍光物質は可視光線を吸収せずに紫外線を吸収してためてから発光する。しかし、この物質は紫外線が照射されている状態でしか発光しない。一方、蓄光性蛍光物質は紫外線を吸収したところまでは同じだが、照射時に不純物があるために発光されない電子が存在するので照射終了後にも発光する。



③ 光ファイバーの原理

報告者 2年 大西 敦士

光ファイバーはガラスやプラスチックでできている。中心部分（コア）の屈折率が大きく周囲（クラッド）の屈折率は小さい。コアとクラッドの境界で全反射しながら伝わる。コアの屈折率を n 空気の屈折率を 1 真空中の光の速さを C として、空気中からコアへの入射角 θ 、コアからクラッドへの入射角 Φ とする。コアとクラッド境界で入射光線が全反射する角を θ_m とすると $\sin \theta_m = n_1/n_2$

光線がコアとクラッドの境で全反射するときの入射角を Φ_m とすると

屈折の法則より $\sin \Phi_m / \sin(90^\circ - \theta_m) = n_1$

したがって入射角 Φ が、 $\sin \Phi_m = (n_1 \times n_1 - n_2 \times n_2)^{1/2}$ を満たす Φ_m 以下であれば全反射が起こり光はファイバー中で反射を繰り返して遠くまで伝わる。この原理を利用し光ファイバーを使い情報を迅速に遠くまで伝達することが可能になった。

④ コンプトン効果

報告者 2年 山家 裕之 川端 祐輔

コンプトン効果とは X 線を物質にあてた時、その入射 X 線が物質中の電子に衝突し電子にエネルギーを与えることにより、X 線の波長が長くなる現象である。

プランク定数を h 真空中での光の速さを c 入射 X 線の波長を λ_1 電子の質量を m 、散乱 X 線の波長を λ_2 とする。衝突後の電子の速さを v 、散乱 X 線および電子の進行方向が入射 X 線方向となす角度をそれぞれ θ, Φ とする。

エネルギー保存の法則より

$$h c / \lambda_1 = h c / \lambda_2 + 1/2 m v^2$$

入射方向の運動量保存の法則より

$$h/\lambda_1 = h/\lambda_2 \times \cos \theta + m v \cos \Phi$$

入射方向に垂直な方向の運動量保存の法則より

$$h/\lambda_2 \times \sin \theta - m v \sin \Phi = 0$$

Φ と v を消去すると

$$\lambda_2 - \lambda_1 = h/2mc \times (\lambda_2/\lambda_1 + \lambda_1/\lambda_2 - 2 \cos \theta)$$

$\lambda_2/\lambda_1 + \lambda_1/\lambda_2 = 2$ と近似できるので $\lambda_2 - \lambda_1 = h/mc \times (1 - \cos \theta)$ となる。

したがって $\lambda_2 - \lambda_1 > 0$ となり入射 X 線より波長の長い散乱 X 線が含まれることがわかる。

6 評価と課題

1 年生、2 年生とも物理の授業により、反射の法則、屈折の法則および干渉など光の基本的な法則については理解していた。しかし、それらの法則を実験により詳しく検証する段階には至っていなかった。

今回の講義では、物理の教科書に掲載されている数々の実験が演示され、生徒は光学の法則を視覚的にとらえ理解を深めることができたといえる。また、これらの実験は高校の教育過程ではあまり深く取り扱われていない、光の波動性と粒子性についての考察を促したと考えられる。生徒一人ひとりを対象にしたマジックボックスの制作は、偏光現象を理解する上で非常に役立った。ブラックライトを使って蛍光を発生させる実験は生徒の興味を引き、電子が遷移することにより蛍光が発することの理解を助けた。

レポートでは、光の粒子性と波動性についての考察を深めるとともに、物理の授業との関連において光に関する法則の定着を図ることをねらいとした。提出されたレポートより、反射、屈折、干渉および偏光などの現象と波動性と粒子性についての理解が深まったことがうかがえる。また、光に関する現象を定性的に理解するのみならず、定量的に表現する経験も積むことができた。反射、屈折の法則および干渉についてはすでに物理の授業で学習していることでもあり理解が容易であったようである。一方、コンプトン効果は式の変形がやや難しいため結果を導くのに苦労した生徒もいた。講義で学んだことを光化学反応の解析などの課題研究に活かしていくことが今後の課題といえる。



〔3〕第3回特別講義 「情報ネットワークの基礎」

1 目 的

今後、ますます重要となってくると考えられる、コンピュータネットワークについてその基礎を学習する。これらの技術は今後どの研究分野に進んでも必要となる科学技術の一つであり、個々の生徒の将来の研究者としての基盤の一つとなると考える。

2 目 標

- (1) 現代の情報通信社会の基礎になっているイーサネットやルーティング、ネットワークプロトコル等の情報通信技術およびデジタル技術等について、実際の演習も交えて学習する。
- (2) あらゆる物がネットワークにつながり、遠隔操作、遠隔モニタリングが可能となる近未来のユビキタス社会を体験実習することにより、空間を超越したこれからの情報化社会について、その利点や欠点も含めより深く考察していく。
- (3) ネットワークカメラを使用し、ネットワーク技術の基礎を学習する。ライブカメラの遠隔操作等も学ぶ。
- (4) 情報圧縮、著作権保護等の情報処理の基礎的な内容について理解を深める。

3 事業の概要

- (1) 講 師 佐賀大学理工学部知能情報システム学科 助教授 渡辺 健次 先生
T. A. 佐賀大学理工学部知能情報システム学科 大学院博士前期課程 1 年
真鍋 憲市 氏
T. A. 佐賀大学理工学部知能情報システム学科 大学院博士前期課程 1 年
江口 勝彦 氏

※ 江口氏は佐賀大学理工学において、ネットワークを通じて遠隔操作等の講義や演習をサポート。

- (2) 日 時 2004年12月16日(木)～17日(金)
16日 (1) 12:40～14:40 [1年生], (2) 14:50～16:50 [2年生]
17日 (1) 9:00～11:00 [2年生], (2) 12:00～14:00 [1年生]
- (3) 場 所 海南高校情報教室
- (4) 対 象 教養理学科1年 36名 2年 40名

4 講義の概要

[1年生]「インターネットの基礎と体験 (来るべきユビキタス社会に向けて)」

- 第1日目: 講 義 ① インターネットとは? ② 「一意性」とアドレス
第2日目: 講義と演習 ③ ユビキタスとは? ④ Web カメラの設置と操作

[2年生]「デジタルのしくみ (デジタルによる情報の表現)」

- 第1日目: 講 義 ① 2進数、ビットとバイト
② デジタルによる文字の音表現
第2日目: 講義と演習 ③ デジタルによる画像の表現
④ 演習 (画像の変化や音の変化)

① 1年第1日「インターネットの基礎と体験」

導入で佐賀大学の学生とTV会議で会話をした。佐賀県の紹介を見ることを通しコンピュータの遠隔

操作について学んだ。その後、識別子についての講義を受けた。インターネットのアドレスは電話や手紙と同様に木構造を持ち単一の受信者に到達できる。また、アドレスには記号で表されるドメイン名と数字で表される IP アドレスがある。

第二部ではどこでも簡単にコンピュータを利用できる環境であり、また「人」だけではなく「物」と対話できる世界であるユビキタスな世界について学んだ。例えば、エアコンと電子レンジなどのインターネット家電にはコンピュータが使用されている。将来腕時計やメガネにモニターを取り付けたウェアラブルコンピュータが一般的に使用されるようになることが予測されている。

② 1年第2日

教室、図書館、化学教室などにネットワークライブカメラを設定し情報教室のコンピュータを通しカメラを遠隔操作し画像を見た。

ネットワーク カメラ番号	IPアドレス			
1	172	28	50	201
2	172	28	50	202
3	172	28	50	203
4	172	28	50	204
5	172	28	50	205
6	172	28	50	206
7	172	28	50	207
8	172	28	50	208
9	172	28	50	209
10	172	28	50	210
11	172	28	50	211
12	172	28	50	212
13	172	28	50	213
14	172	28	50	214
15	172	28	50	215
16	172	28	50	216
17	172	28	50	217
18	172	28	50	218
19	172	28	50	219
20	172	28	50	220



ネットワークライブカメラとルータの設置（図書館）

③ 2年 「デジタルのしくみ」講義と演習

コンピュータの情報は二進法で表される。多量の情報を処理するためにビットとバイトという単位が使われる。ビットは2種類の状態を表現し1か0で表される。そのため n bit の情報を表現するためには 2^n の状態が必要になる。1 バイトは 2^8 に相当し 256 個の状態を表現できる。

音声のデジタル化には標本化、量子化、数値化の3つのステップが取られる。例えば 44.1KHz, 116bit のCDでは1秒間に 44,100 回のサンプリングがおこなわれ $2^{16} = 65,536$ 個の状態を表現することができる。データ量の違いは音質の違いにも反映される。例えばCDでは $44,100 \times 116\text{bit} \times 2 \text{チャンネル} = 176,400\text{Byte}$ のデータをもち 8KHz の携帯電話の 8,000Byte のデータより著しく多いため音質も良くなる。画像のピクセル化においてはグレースケール(8bit)やフルカラー(24bit)のように1ピクセルに入る情報量を増やすことにより鮮明な画像を得ることができるようになる。

データの圧縮には可逆圧縮と非可圧縮の2種類がある。JPEG はデータを削除して情報量を減らす非可逆圧縮である。ヒトは明るさには敏感で色の変化には比較的鈍感であるという視覚特性を利用している。デジタル化は情報を2進数化することにより減衰、雑音、劣化と言うようなアナログの抱える問題点を克服した。また、データの保存、加工、伝送が容易であるという利点をもっている。一方、量子化により情報が欠落する、著作権の保護、海賊版の防止などデジタルの抱える問題点もある。今後、デジタルの特性をよく理解し、デジタル技術を適切に活用していくことが重要である。

画像のデジタル化

- ・量子化：1ピクセルが持つ情報量
 - －1bit
 - ・白と黒の2値の画像
 - －8bit
 - ・256階調の白黒画像
 - ・グレースケール



JPEG という圧縮形式

- ・圧縮率を変化させると画質が変化



5 報告レポート課題とレポート例

- 1 年生
- 1 ユビキタスについて説明しなさい。また、ユビキタスの社会において、あなたが何をしたいか述べなさい。
 - 2 IPV6 について説明しなさい。(bit の説明を必ず含むこと。)
 - 3 ライブカメラの研修の内容およびあなたの感想を述べなさい。
- 2 年生：
- 1 データの圧縮について述べなさい。
 - 2 サンプリング周波数、量子化ビット、フルカラー、RGB と YCC の内一つ選び説明しなさい。
 - 3 著作権の保護について説明しなさい。

生徒レポート例 (抜粋)

① 情報ネットワーク

報告者 1 年 落合 未奈美

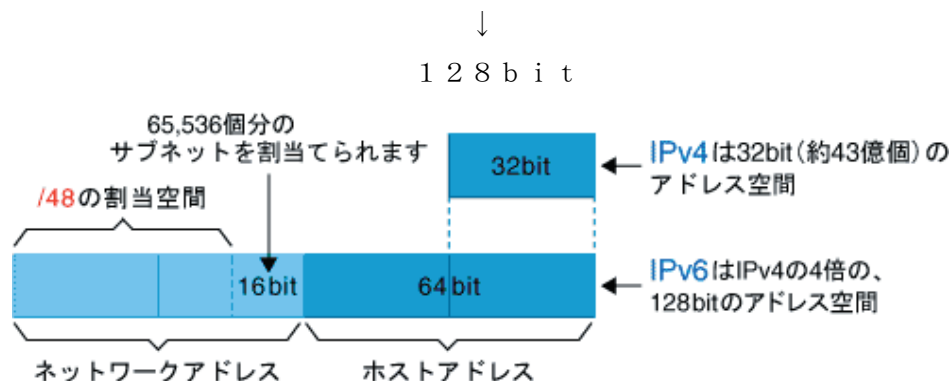
(1) ユビキタスの世界で

- ・研修でやったようにいろんな場所の映像を見たいです。
- ・エアコンやビデオなどにインターネットをつなげて外出先から操作できるようにしたり、留守中に訪問者が来たら携帯に通知してくれたりと日常生活のなかで、活用できたらいいと思います。
- ・ロボットが普通の家庭にあるようになったら、そのロボットにインターネットをつなげて、外出中洗濯ものをとりいれてもらったり、旅行中にペットの世話してもらったりなどできたら便利だと思います。

(2) I P v 6 次世代インターネット技術

ネットワークの自動設定やセキュリティなど技術を標準で装備しているという特徴も持っています。

I P アドレスが 3 2 b i t → 0 ~ 2 ^{3 2} (約 4 0 億の I P アドレスが作れる) (下図)



図：参考：<http://www.iiij.ad.jp/index.html>

(3) ライブカメラの研修内容

用意していただいたインターネットにつないだカメラを学校の敷地内に、電源を入れて置いておく。情報教室のPCからインターネットを通して、そのカメラに映った映像を見る。

PCで見るにはInternet Explorerを開き、設置したカメラのカメラ番号を入力して見る。

(4) 感想

いろんな場所に設置したカメラの映像を見ることができたので、とても楽しかった。これらのユビキタスを使って世界のいろんな場所を見ることができたらいいと思う。また、こんな研修をしたい。

② 情報ネットワーク

報告者 1年 大中 恵里子

(1) データ圧縮について

<圧縮>

情報の質をなるべく変化させずに、量を少なくする技術。

人間には見えない部分、聞こえない部分のデータを消してしまう。

2進数の圧縮 「可逆圧縮」と「非可逆圧縮」

<可逆圧縮の例>

AAAAAAAA→A8 8文字→2文字・・・復元できる。

しかし、デメリットとして AA→A2 (減っていない)、A→A1 (増えてしまった!)

<デジタルカメラの圧縮>

非可逆圧縮 元の画像→JPEG→圧縮画像データ (品質的に良くない)

JPEG・・・圧縮率を変化させると画質が変化する。人間の目ではわかりにくい情報を捨てる。

非可逆圧縮：データを削除してデータの量を減らしている。

人間の視覚特性を利用

明るさの変化に敏感だが、色の変化に鈍感。よって色が変わる部分からデータを削除する。

<音の圧縮>

MP3・・・CDの1/10 (Network Walkman 音楽をメモリースティックに記録)

非可逆圧縮。1/10に圧縮

人間の聴覚特性を利用

人間には聞こえない部分の周波数帯を削除 (マスキング効果)

<JPEGによる圧縮>

空間的圧縮・・・画像の中の動く部分だけを検出し保存するなどしてデータを圧縮する。

背景などが変わらないとき、差分だけを付けることによって画像が変わり動いているように見える。

DVD・ビデオなどの時間的圧縮

人間の目は1秒間に15枚以上のコマが入ると見えない (すでに物がスラスラ動いているように見える)。よって15枚/秒以上のコマは必要が無くなり圧縮される。

(2) サンプリング周波数について

<文字のデジタル化>

すべての文字に背番号をつける。

文字コード JIS、SHIFT-JIS、EUC・・・日本語は 1000 語以上あるため 16bit。

ASCII・・・アルファベットは記号も含め 100 字以内だから 8 bit ですむ。

<音のデジタル化>

3 ステップ

1. 標本化 (サンプリング)
2. 量子化 8 bit
3. 数値化 (x, y) 座標値
→ 2 進数で 0, 1 に返還

サンプリング周波数と量子化 bit

CD : 44.1KHz、16bit

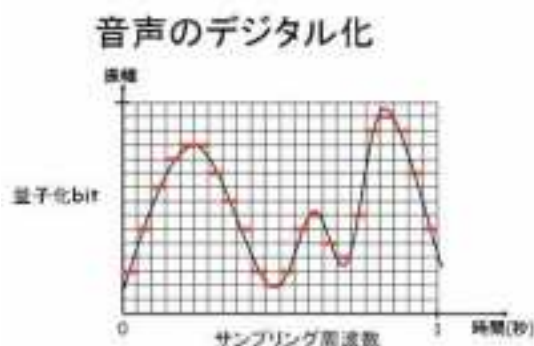
1 秒間に 44,100 回サンプリング (上図 時間の軸で赤いメモリの数)

$2^{16} = 65536$ (人間の可聴域 20Hz~20,000Hz) 振幅の軸

携帯電話 : 8KHz

1 秒間に 8,000 回サンプリング $2^8 = 256$ (人間の声は「中音域」)

サンプリングの定理「入力周波数の 2 倍以上の周波数でサンプリングする」



6 評価と課題

ていねいな講義で、インターネットのアドレスのしくみやユビキタスな情報社会などについて明確に理解することができた。カメラの遠隔操作の実習には、生徒は主体的に参加し楽しく技術を身につけることができた。離れた場所の様子をライブで見られることに感動した生徒は多かったようである。一方、レポートの中で、ライブカメラで自分の行動が監視されることへの懸念を示す声も聞かれた。

2 年生は、2 進法による情報の表し方、情報の圧縮、著作権の保護などについて学習した。bit, byte 情報の圧縮の話は情報の時間に学習した内容を再確認し、実用化するのに役立った。この講義で得た知識を今後の学習、研究におけるデータ処理、データ管理に活かしていく考えである。

インターネットおよびデジタルビデオカメラを通じて、同時刻の和歌山と佐賀の日射状態の違いを知ることができた。また最後に質疑応答ということで、生徒たちがこれらのビデオカメラを通じて佐賀大学の渡辺先生の研究室の学生・院生の多くの方々に直接様々な質問をして、リアルタイムで答えをいただけたのは、自分の将来を考える上でも大変有意義であった。



【V】まとめと検証

1 S S I 活動について

小学生児童と高校生自身の「科学する心の育成」を目標に行ってきた。小学生にはもう少しわかりやすく「きっず サイエンスプラン」と銘打ってポップなポスターとともに広報活動を展開した。当初、海南市教育委員会より、「小学校教育課程における理科の『発展的な学習や補足的な学習』」に関連のあるものにすればどうか」という積極的なご助言をいただき、文部科学省の「個に応じた指導」を参考にいろいろと検討した。大まかな内容については教師主導で考えたが、回を追う毎に生徒たちは独自の創造性を発揮していった。高校生にとってはごく簡単な単語であっても小学生には通用しないことがある。高校生には面白いと思われる内容であっても、小学生にはその面白さが伝わらないこともある。このようなことを経験しながら、どうすれば子どもたちに喜んでもらえるのかを、どの生徒も工夫を凝らし考えていくようになった。子どもたちに人気のマンガの内容に関連させたり、プレゼンの順序や説明方法を変えたりと、夜遅くまで議論をしているグループも見られた。初めは人前で喋ることが苦手な生徒も多く居たが、他の生徒を真似たり練習したりして徐々に慣れていった。最後の方では各自がそれぞれ何をすればよいか自分の役割だけでなく周りの様子や手順も考えてすすめていっており、小学校時の担任教諭がその変貌に驚いている生徒も多くいた。また、これらの影響が顕著であったのは「特設課外授業」や「特別講義」における積極性であった。S S I 活動に参加した1年生の多くが物怖じせず質問していた。S S I での経験が生かされていると考えられる。

課題としては、評価が大変難しいことである。今年度は自己評価のみ行っているが、保護者から見た生徒の変化についても調べていくべきであろう。アンケートは小学生と小学校教員のものを掲載しているが、はがきによる小学生保護者のアンケートなども有効であったかもしれない。

これらを参考に、来年度の入学生に対してはできる限りこれまでの小学生への取り組みを続けるとともに、2年生の中学生に対するS S I 活動にも取り組んでいきたい。

2 サイエンスバンク「探究活動と教材開発」について

(1) 教材開発

S S I 活動と関連した部分では、今年度当初は準備期間の少ない関係上、計画の段階で、教員の助言や提案を多く必要とし、生徒の持つ自由な発想を取り入れた部分は少なかった。しかし、実際に実行していく中で興味関心が高まり、生徒の積極的な検討改良が加えられた。具体的には、まず物理分野においてはLEGO MINDSTORMSを用い、ロボットを自分の手で組み立て、それに様々な動きをさせることによって、物作りに対する意識を高める教材を考えた。特に高学年児童では熱中する子供も多く、アンケート結果を見ても人気は非常に高かった。今後は、この取り組みをどう発展させ普段の学習内容に結びつけていくことが課題である。化学分野では環境問題との関わりの中で燃料電池をメインテーマとしたが、小学生がどうすれば内容に興味関心が高められるかを考え、水素の爆発や燃料電池自動車を動かすなどの工夫を行った。燃料電池をうまく子どもたちに伝える方法を現在検討している。生物分野では、周辺地域の自然環境の豊かさを意識できるような教材を、コンピューター等と接続したデジタル双眼実態顕微鏡とデジタルマイクロスコープを用い、情報を共有し、観察者全員が対話できるかたちで観察する学習方法を開発した。また、ウミホタル発光の観察においては明るい部屋でも観察できるような工夫を行い、解説・説明についても小学生が理解しやすい内容となっていた。高校生自身も認識したことではあるが、今後は観察材料などに対する知識を深める学習を続けて行かなくてはならない。

(2) 自主活動と課題研究

年度が始まってから後、SSH事業を開始したため、すでに多くのクラブは積極的に活動しており、自主活動としての「科学部」を強化していく取り組みは、部員募集から研究テーマに至るまで、大幅に出遅れる結果となった。その中で、大阪市立大学理学部化学科より「高校化学グランドコン

テスト大阪（読売新聞社大阪本社・大阪市立大学 主催）」の案内をいただいたことは、大きなきっかけの一つであった。以前より「特設課外授業」や「出張講義」および後述の「教養理学科実験」でいろいろと協力をいただいております、今回はさらに大阪市立大学理学部化学科の先生方の指導もいただきながら研究をすすめることができたことは、科学部活動にとって本当に大きな刺激であった。早速1，2年生徒に数名に声をかけ、研究を始めた。大阪市立大学は距離的にもそれほど遠くはないので、実際に研究室にうかがい、直接指導をうけることもあったが、ほとんどは電子メールで指導いただいた。

結果的には、応募した3テーマのうち、1つが金賞、1つがポスター賞を受賞することができ、生徒、教員ともに大きな励みとなった。それだけではなく当初予定の2テーマの研究中、それを聞いた1年教養理学科生徒の方から自分たちも参加したいという申し出があった。急遽締切直前にエントリーをしたが、このような科学活動に対する積極性はこれまでは無く、上記のSSIの効果の一つと考える。さらに、実際に大学の現場を見て、教官とも身近に接する中で、将来の自分の進路への展望を具体的に持つことができたことは大変意義のあるものであった。

（3）教養理学科実験3年「実験物理」「実験化学」「実験生物」について

教養理学科では学科設置当初より3年次においてこれらの学校設定科目に取り組んできた。（2）に記したように、近隣の大学や研究機関の指導を受けながら、基礎的な理科各科目の実験からより高度な内容のものまで、数多くの実験がなされてきた。今回の指定を機にこれらをまとめ、近隣他校に情報発信していくことができるのではないかと考え、取り組みをすすめている。

3 エコステーション「自然探究と環境教育」について

本校は豊かな自然に囲まれた環境にある。この地域についての学習を深めることにより、刻々と変化している環境問題について考え、地域のエコステーションとしての役割を果たすことを目標とした。今年度の主な活動としては、臨海実習における「海岸クリーン作戦」、地域を含めた文化祭での展示・発表、地域河川における水質調査、および中学生対象の学校説明会での生徒のポスターセッション・舞台発表などを実施した。

臨海実習では、自然の豊かさを身をもって学ぶことができ、この自然を守ることの意義も実感させることができた。今年度は、生徒個人が環境を守るために何らかの行動を起こすことを目標に、海岸をきれいにする活動を実施した。科学的な環境観を育て、あわせて環境を守るために自ら行動する自己啓発の場ともすることができた。「水環境」についての調査は、河川の水質調査を中心に実施し結果をまとめ、発表させることができた。学校から地域への「環境問題」についての発信の場として、周辺地域の人々の集まる文化祭を活用し、その中で2年生全クラスの共通の発表として、テーマを「環境」とした。各クラス毎に工夫を凝らした方法で、エコに対する意識を表現できたと考える。

今後は、地域に対する発信をどのように強化し、どのような効果を生み出しているかを検証していくことが課題である。

4 先端科学技術研修について

上記の課題を達成するための基本的な態度を養うとともに、将来の研究者としてのスタンスをより確実なものにするため、これまで教養理学科が行ってきた「特設課外授業」「特別講義」等の事業をより発展させた形で取り組みを行った。事前指導はもとより、事後指導についても報告会等も含め取り組みを深めることができた。今後も継続していくとともに、これらの活動を生徒個々がどのように生かしていくのかを検証していきたい。

資 料

○ 運営指導委員会

1 第1回運営指導委員会

実施日時 平成16年7月12日(月) 10:00～12:00

実施場所 海南高等学校多目的教室

出席者

東本暁美(近畿大学生物理工学部教授)

宮永健史(和歌山大学教育学部教授)

山田俊治(和歌山リサーチラボ事業部長)

田淵利幸(県立海南高等学校PTA会長)

板橋孝志(県教育庁学校教育局県立学校課長)

茂田嘉朗(県教育庁学校教育局県立学校課指導主事)

(1) 委員長選出

東本暁美近畿大学生物理工学部教授を委員長として選出

(2) 事務局より事業の説明

① 取組、カリキュラム等について

- ・ 教養理学科の取組と、SSH 指定校決定に至る経緯について
- ・ 教養理学科のこれまでの取組について(本校 Web ページを用いての解説)
- ・ 特設課外授業(大阪市立大学、大阪府立大学、和歌山大学、近畿大学原子力研究所、和歌山大学等)の紹介
- ・ 教養理学科のカリキュラムについて
- ・ 本校主催中学校説明会の様子について
- ・ 本年度の取組について

② 本年度の事業・購入備品について

- ・ SSI 活動(キッズサイエンスプラン)について
- ・ 2年教養理学科の兵庫県での実習の様子について(特設課外授業の解説)
- ・ 購入備品の紹介

(3) 質疑応答、協議

2 第2回運営指導委員会

実施日時 平成16年12月2日(木) 13:30～15:30

実施場所 海南高等学校多目的教室

出席者

東本暁美(近畿大学生物理工学部教授)

宮永健史(和歌山大学教育学部教授)

桶矢成智(和歌山大学システム工学部教授)

西本吉助(大阪市立大学理学部名誉教授)

山田俊治(和歌山リサーチラボ事業部長)

田淵利幸(県立海南高等学校PTA会長)

板橋孝志(県教育庁学校教育局県立学校課長)

茂田嘉朗(県教育庁学校教育局県立学校課指導主事)

(1) 事務局より事業中間報告

① 経費説明・・・平成16年11月24日現在の経費総括表について

② 事業説明・・・第1回運営指導委員会後の事業を中心として

- ・ 臨海実習について
磯生物実習 和歌山市毛見崎海岸での実習(対象:教養理学科1年生)
- ・ 近畿大学原子力研究所での実習「原子力講座」について
保安教育、原子炉見学 講義「原子炉のしくみと運転」
実習・・・中性子ラジオグラフィとX線透過写真、放射線・放射能の測定、原子炉の運転
- ・ SSH特別講義について
和歌山大学曾我助教授の講義と実習 「天文教育支援システム」「ミアマガ`ス`プロジェクト」
- ・ きっずサイエンスプランについて 地域小学校でのSSI活動
- ・ 関東地区特設課外授業について 日本科学未来館、海洋開発研究機構での学習
- ・ カリキュラムとしてのSSHの取組について

1年生「理科概論」の中でSSI活動を行うためのトレーニングや事前講義を実施

(2) 質疑応答、協議

環境への取り組み強化



ゴミを集める海南高校の生徒たち（6日、加太海岸で）

スーパーサイエンスハイスクール事業

海南高クリーン作戦も展開

加太海岸守り臨海実習を受け継ぐ

海南市大野中の海南高校（大江規之校長）は六日、和歌山市加太海岸の田倉崎周辺でスーパーサイエンスハイスクール事業・臨海実習と海岸クリーン作戦を行い、入学直後の一年生二百人（教養理学科一クラス四十人、普通科四クラス百六十人）が参加した。

同校は、これまで加太海岸で臨海実習を行い、恵まれた豊かな自然環境についての学習を続けてきたが、今回のスー

パーサイエンスハイスクールの指定を受けたことで一層の環境教育に積極的に取り組む内容にするため、「海岸クリーン作戦」を取り入れた。

意識させる機会をつくり、伝統の臨海実習を続けることができる環境を残したいという意識を高め、環境教育につなげるのが狙い。

普段から環境問題に興味を持っている松下明日香さん（15）は「しんどいけどきれいになるのうれしい」とにこり。さらに「一人ひとり

がゴミを拾えばきれいになるのでみんなが意識を持ってほしい」。井上祐輔君（15）は臨海学習について「加太の海にもいろいろな生物を見ることができた。

ウミウシやクラゲは見たことがなかった。には見当たらない。教養理学科長の河本好史さんは「この場所には十年ぐらい前から汚れてきた感じがする。こんなに広

くて磯の生物の種類も豊富な場所はほかには見当たらない。生徒たちの後輩にも受け継がれていくために続けていきたい」と話していた。

和歌山新報▲
2004年5月8日掲載

海南高校が県内2校目

スーパーサイエンス文部科学省が指定
ハイスクール

理科や数学の教育を重点的に行い、科学技術系の優秀な人材を育成するために文部科学省が指定する、今年度の「スーパーサイエンスハイスクール」（SSH）に、県立海南高校（大江規之校長）が選ばれた。

指定期間は三年間で二校目の指定。Sで、県内では、昨年SHは十四年度に始十六校が指定され、今年度の指定は海南国から初年度に二千

万円、三年間で五千万円から六千万円の水質調査を行うほか、地域の児童・生徒の科学に対する興味や関心を高めるため、小中学生を対象にした実験実習などを行うことにしている。

め、高度な実験器具の購入なども可能となり、教育環境の充実が期待される。

同校は、SSHの取り組みとして、環境教育のフィールドワークで海南市や和歌山市付近の海や川の水質調査を行うほか、地域の児童・生徒の科学に対する興味や関心を高めるため、小中学生を対象にした実験実習などを行うことにしている。

◀和歌山新報
2004年4月28日掲載

どんな生き物いましたか？

海南高 加太で生物観察

県立海南高校 海南市
大野中、大江規之校長
は、海辺の清掃「海岸ク
リーン作戦」を実施。環
境問題への関心をうなが
す。この日は、県立自然博
物館の吉田誠学芸員が、
「この一帯は満潮時は海、
干潮時は陸になる潮間帯
と呼ばれる。海辺の生物の
宝庫。なんの変哲もない
海岸ですが、よく見ると
いろいろな生物がいます」
と解説。
その後、生徒はそれぞれ
磯へ散らばり、水たまり
のそばにいたり、裸足で
「生き物をベンでついで

同校の臨海実習は、入
学直後の一年生に和歌山
の自然の豊かさを感じて
もらおうと三十人以上前
から続く伝統行事。今年
は五クラス約二百人が生
物を探してスケッチし、
観察結果をノートに記し
た。また、同校が今年度
から、文部科学省の理数
系教育の研究開発校「ス
ーパーサイエンススクー



海へ入ったり。「何！
これ何？」と大きな声を
あげながら、ウミウシや
ヒトデ、タコなどを素手
でつかんでいた。
ウニやヒトデをスケッ
チしていたC組の森本枝
里さんは「普段の授業と
違って楽しいですね、環
境問題を意識するきっかけ
になればうれしい」と話
していた。

ニュース和歌山▲
2004年5月12日掲載

田倉崎で実習 ごみ拾いに汗

海南高一年生

和歌山市加太の田倉
崎で、県立海南高校 海
南市、大江規之校長の
1年生約200人が臨
海実習をした。写真。30
年近く続く同校の恒例
行事で、生徒たちは磯の
生き物を手にとって観
察などをした後、浜辺に



打ち上げられたゴミを
拾う清掃活動にも励ん
だ。同校は、理数系を重点

教育する国の「スーパ
ーサイエンスハイスク
ール」にも選ばれたばかり
で、今年の実習には県立
自然博物館の学芸員2人
を招いた。

ジャージ姿で磯に散
らばった生徒たちは、ウ
ニやイソギンチャクなど
のスケッチをしたり、標
本づくりのために海藻を
採ったりした。実習の後
には、約1時間かけて海
岸のペットボトルなどの
ゴミを拾い集めた。参加
した鈴木緑さん(15)は
「初めて見る生き物が多
くて楽しかった」と話し
ていた。

▲朝日新聞
2004年5月11日掲載

地域の小学生に科学の楽しさを伝えようと、海
南高校の生徒20人が出張授業をした。マイクロス
コープや燃料電池など普段は見えたこともない道具
を使った実験に、小学生らは喜んでいった。

科学の楽しさ知って

高校生、小学校で授業

海南

海南高校は今年度、文
部科学省から理科や数学
教育を重点的に行う「ス
ーパーサイエンスハイス
クール」に指定された。
この取り組みは、教養理
学科の生徒たちが地域の
小学校で出張授業をする
「きつず サイエンス
プラン」の一環で、これ
までも4校で実施され
ている。

訪れた海南市の内海小
学校で、参加した6年生
4人と一緒に実験。パソ
コンをつなげた顕微鏡
で植物や昆虫を観察する
実験では、画面に映し出
される昆虫の巨大な頭
に、小学生らは「すご
い」とびっくり。燃料電
池を使って模型の車を走
らせる実験では、先生役
の生徒が「みんなが車の



ができているかも」と言
うと「へえ」と感心し
た様子だった。

顕微鏡をのぞき込む小学生ら
＝海南市鳥居の内海小学校で

県内私立中・高が募集日程発表

県私立中学高等学校協
会は、県内の私立中学
校、高校の来年度の募集
要項をまとめた。私立高
校は11月28日から、私立
中学は1月15日から順次
の通り。

朝日新聞▶
2004年10月14日掲載

海南高の3人金賞

銅貨が金色に

化学反応で亜鉛付着



金賞とポスターセッション
賞を受賞した海南高の生徒

高校生の化学研究発表を大学の銀色に変化。さらに、銅貨を取り
専門家が審査する「高校化学ク」出してバーナーであぶると表面が
ランドコンテスト大阪」(大阪市 金色になる。電気を通す同水溶液
立大、読売新聞大阪本社主催で、に亜鉛と銅の二種類の金属を入れ
県立海南高校一年の大西紗与さん、と電圧が生じる電池反応が起こ
ら三人の研究「銅貨を金貨にする」り、この反応によって亜鉛が銅貨
実験の考察」が全体の四位にあたる。三人は「今後は、この原理を応
る金貨に選ばれた。大西さんらは「発表はすく緊張したが、金貨に
賞がとれてすくうれし」と喜 取り組みたい」と意気込んでい
る。

コンテストには近畿各府県の高 二十五作品によるポスターセッ
校生三十三組が参加。一次の書類 ヨン賞(四校)でも、同高一年山
審査を突破した八組による最終選 家裕之君と硯智史君、川端祐輔君
考会が今月七日、大阪市立大であ の三人の研究「化学反応を利用し
り大西さんと落合未奈美さん、志 た紫外線領域の光の強さの測定」
場あゆみさんの三人が発表した。 が選ばれた。山家君は「まさか取
研究は化学反応によって銅貨が れると思っていたなかったでうれ
金色に変色する理由を探ったも しい。ミカン畑の反射光シートの
の。亜鉛と水酸化ナトリウム水溶 効果を調べて、ミカンを甘くす
液を加熱沸騰させたものに、銅貨 研究へと発展させたい」と話して
を入れると表面に亜鉛がくっつき いた。

▲読売新聞
2004年11月19日掲載

銅貨が“金貨”になる

「銅貨を金色にする実験に関
する考察(銅に亜鉛が付着する
理由とビドロキシ錯イオンの効
果)」

和歌山県立海南高
大西紗与、落合未奈美、志場
あゆみ

錬金術みたいな面白い化学実験と
して知られる、この実験の化学反応
の解明に挑んだ。

水酸化ナトリウム水溶液に亜鉛粉
末を入れ加熱、そこに磨いた銅貨を



銅貨を金色にする実験。水酸化ナトリ
ウム溶液と他の溶液との比較も行った

金 賞

つけると銅色が銀色に変わり、そ
の銅貨を取り出してバーナーであぶ
ると金色に——というのが大まかな
手順。金色は、銅貨の表面に銅と
亜鉛の合金の黄銅ができたためと言
われる。

亜鉛は、銅よりイオン化しやすく、
ふつうの状態なら溶けたままのは
ず。それがなぜ、銅貨の表面に付着し
たのかを、まず追究した。水溶液に沈
殿している亜鉛粉末を取り除いて実
験したところ、溶液中に亜鉛イオン
はあるのに、銅貨は銀色にならない。
そこで粉末でなく亜鉛板を入れて銅
貨に接触させたら、銀色になった。

これらのことから、銅貨が正極、
亜鉛粉末が負極となったミクロの電
池ができていたことを突き止めた。
亜鉛粉末はイオンとなって溶ける時
に電子を放出し、その電子が銅貨表
面へ流れ、溶液中の亜鉛イオンと一
緒になって金属亜鉛が次々と表面に
付着するわけだ。

水酸化ナトリウム溶液を使う理由
も考察した。硫酸亜鉛、塩化亜鉛の
各水溶液を使った時と比較し、水酸
化ナトリウム溶液中では錯イオンに
なることから、表面にきめ細かく付
着することも分かった。

▲読売新聞
2004年11月29日掲載

和歌山市の片男波海岸で青い光を発するウミホタルの仲間が生息していることが分かった。海南高校で生物を教える河本好史教諭(47)がこのほど、撮影に成功した。しかし、この生物がいつから片男波海岸にいるのか、どこから来たのかなど、謎は多い。河本教諭は遺伝子などからルーツを探りたいという。(徳島慎也)

いつから?どこから来たの?

片男波海岸で採取されたウミホタルの仲間＝河本好史教諭撮影



片男波の砂浜で青い光を発するウミホタルの仲間＝11日午後7時、河本好史教諭撮影

ウミホタルの仲間確認

先月下旬、片男波海岸にウミホタルがいるという話を愛好家から聞いた河本教諭は半信半疑で海岸に向かった。夜の砂浜に仄々と淡い青色の光を見つけたことができ、感激した。その光景を後日、カメラに収めた。ウミホタルは甲殻類の一種で、直径約3ミリの体から発光物質を分泌し、海中で青く光る。日本の太平洋岸の各地に生息している。蛭田眞一教授に聞いたところ、間違いなく普通のウミホタルとは口などの構造が異なり、「トカリウミホタル」とみられている。河本教諭は10日、海南高校の生徒たちを連れて片男

片男波海岸で「ルーツ探りたい」

波海岸でウミホタルを採取した。「スーパーサイエンス」の授業の一環で、個体を顕微鏡で観察した。寒さが厳しくなったせいか、最近では光る姿を見つけたことは難しくなっているという。ウミホタルの仲間はいつからやって来たのか。河本教諭は一つの可能性を考えている。まず、他の場所から波に乗って片男波海岸にたどり着いたという説。次に、砂浜は瀬戸内海沿岸や九州地方から運ばれた砂で造られており、その砂と一緒にやって来たという説だ。しかし、事実関係ははっきりしない。河本教諭は「今後、遺伝子を鑑定して他の場所と採取したものと比較するなどして、生徒と一緒にルーツを探りたい」と話している。

実験や結果発表を重視

英国発物理教育 高校生らが学ぶ

「アドバンシング物理」は英国の学会が作成した物理教育のプログラム。京都と和歌山の大学、高校の教員でつくった実践をした。生徒らは結果をグラフなどにまとめて発表。それをほかの班の生徒が評価した。和歌山での講座開催は03年8月以来、2回目となる。この日は事前に申し込んだ高校生が6班に分かれ、それぞれに発表すること



アドバンシング「工夫し考える力に狙い」

平成 1 6 年度 スーパーサイエンスハイスクール 研究開発実施報告書（第 1 年次）

発 行 日 平成 1 7 年 3 月 3 1 日

発 行 者 和歌山県立海南高等学校

〒642-0022 和歌山県海南市大野中 6 5 1

TEL 073(482)3363 FAX 073(484)2346

<http://www.kainan-h.wakayama-c.ed.jp/>

**和歌山県立
海南高等学校**

〒642-0022 和歌山県海南市大野中651
TEL.073-482-3363 FAX.073-484-2346

URL <http://www.kainan-h.wakayama-c.ed.jp>
E-mail postmaster@kainan-h.wakayama-c.ed.jp

