

平成 16 年度指定スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書・第 3 年次

兵庫県立神戸高等学校

は　じ　め　に

校長 田寺和徳

平成 16 年度に文部科学省から指定を受けたスーパーサイエンスハイスクール事業も、平成 18 年度末で 3 年間の研究を終えることとなりました。初年度以来、『(1)自然科学分野における広い視野と創造性をもった生徒の育成、(2)豊かな国際性をもった生徒の育成、(3)倫理観や社会性をもった生徒の育成』を研究開発課題の 3 本柱とし、さまざまな研究に取り組んできました。

具体的には、「神高ゼミ」における『サイエンス入門』で、実験、実習等に重点を置いた授業を実施し、デジタルコンテンツの利用や、英文教材の活用、校外学習等により学習効果を高めきました。また、『科学英語』では、自然科学をテーマとする英語論文の講読、科学をテーマとする英語によるディベートなどにより、英語によるコミュニケーション能力を高めるとともに、自然科学に関する理解の深化を図りました。『統計学基礎』では、実験結果の分析等に必要となる統計学の基礎の学習を行いました。

「学校設定科目」における『課題研究』では、自然科学に関する課題解決を図る学習を通して、問題解決能力や創造性を育成しました。加えて、『課題発表会』において、教育関係者を対象に開催し、研究成果の発表、意見交換をしました。「自然科学通論」では、神戸大学などとの連携による講座を実施し、最先端の研究に触れる機会を与えることができました。また、「研究機関との連携」では、Spring-8 等の研究機関と連携し、特別講座を実施しました。

「英語によるプレゼンテーションコンテスト」では、自然科学をテーマとするプレゼンテーションを英語で行い、発表能力を高めるとともに、自然科学に対する理解の深化を図りました。そのほか、社会で活躍されている科学技術者による「講演会」や特別講義を実施したり、「自然科学系の部活動」を積極的に支援し、理数系文化部活動の活性化を図ってきました。

このように、校内では SSH 運営委員会を始め、各担当者会議、実施委員会などを通じて、全職員でこの事業に取り組んできたことにより、大きな効果をあげることができたものと確信しています。ちなみに、SSH 事業に対する評価に関しては、生徒や保護者にアンケートを実施していますが、生徒たちは実験や実習ができたことや大学や研究機関を訪問できたことに高い評価を与えています。また、生徒たちが理科に関する知的好奇心が向上したことや、探究心、観察力が向上したことをあげていることは、この事業の大きな成果であったと言えるでしょう。

この小冊子は SSH の取り組みをまとめたものです。ご高覧のうえ、ご意見、ご指導をいただければ幸いです。

最後に、SSH 研究指定の実施にご理解とご協力をいただいた文部科学省、科学技術振興財団、そして直接ご指導いただいた県教育委員会、及び本校 SSH 運営指導委員の皆様を始め、関係大学や各団体の多くの皆様に深く感謝申し上げるとともに、今後とも変わらぬご支援、ご指導をお願いいたします。

研究開発実施報告書目次

目次項目	頁	研究開発の内容・方法	仮説
第1章 研究開発の概要	1	SSH 研究開発実施報告（要約）	
第2章 研究開発の成果と課題	5	SSH 研究開発の成果と課題	
第3章 研究開発の内容（実施報告書本文）			
1 自然科学分野における広い視野と創造性をもった生徒の育成		理数に優れた生徒を育成するための 教育課程上の工夫 年間指導計画	広い視野と創造性
(1) 理科・数学の系統的な学習	7		
(2) 創造性を育む自然科学教育			
①総合的な学習の時間 「サイエンス入門」 物理・化学・生物	18		
②学校設定科目 「課題研究」 実施報告	25		
③総合的な学習の時間 「統計学基礎」 実施報告	39		
(3) 大学との連携 学校設定科目「自然科学通論」 実施報告	42	最先端の自然科学に関する講義等 による広い視野をもった人材の育成	
(4) 研究機関との連携			
①平成18年度サマーサイエンスセミナー 実施報告	45		
②生物実験実習 実施報告	46		
(5) 課外活動の充実			
①自然科学研究会 地学班 活動報告	49	「自然科学研究会」等の 課外活動の充実	
②自然科学研究会 生物班 活動報告	51		
③数学オリンピック講座 成果報告	54		
④兵庫県教育研修所主催 「理数ワンダーランド」出展報告	56		
2 豊かな国際性をもった生徒の育成		国際的に活躍できる人材の育成	豊かな国際性
(1) 自然科学教育の中での英語能力の養成			
①英語プレゼンテーションコンテスト 実施報告	59		
②総合的な学習の時間 「科学英語」 実施報告	63		
③海外語学研修 実施報告	67		
3 倫理観や社会性をもった生徒の育成		倫理観や社会性を持った人材育成	倫理観や社会性
社会で活躍する科学技術者等の講演会 の実施による倫理観の育成			
平成18年度 全校講演会 実施報告	69		
4 課題研究発表会		成果の発表と評価	
課題研究発表会実施報告	77		
第4章 関係資料			
(1) 平成18年度教育課程表	85		
(2) 課題研究 生徒論文集	86	成果の発表	
(3) 全国生徒研究発表会大会参加報告	126	成果の普及	
(4) オープンハイスクール実験講習会 実施報告	131		
(5) 研究開発評価（3年次）	134	生徒の変容についての評価	
(6) 運営指導委員会 議事録	157	事業全体の評価と検証	

第1章

研究開発の概要

第2章

研究開発の成果と課題

第1章 研究開発の概要

平成18年度スーパー・サイエンス・ハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	国際社会で活躍できる科学技術者の育成を図る。そのために、①広い視野と創造性、②豊かな国際性、③倫理観や社会性、を育む教育課程及び指導方法に関する研究開発に取り組む。
② 研究開発の概要	国際社会で活躍できる自然学者として求められる資質・能力を育成するための教育課程の開発、指導方法の研究に取り組む。 ① 自然科学分野における広い視野と創造性を持った生徒の育成 <ul style="list-style-type: none">・ 教科「理数」の履修、学校設定科目「課題研究」、総合的な学習の時間を活用した「サイエンス入門」、「統計学基礎」によって創造性の基礎を培う教育課程を開発する。・ 高大連携による学校設定科目「自然科学通論」、研究機関との連携により広い視野を養う指導法を研究する。・ 少人数授業による効果的な指導法を研究する。 ② 豊かな国際性を持った生徒の育成 <ul style="list-style-type: none">・ 総合的な学習の時間を活用し、英文教材を利用した実験・実習を行う。・ 英語による自然科学に関するプレゼンテーションや科学英語の学習を踏まえ、「課題研究」の英語による発表を行う。・ 国際性をもった自然学者を育成する教育課程、指導法を研究する。 ③ 科学技術における倫理観や社会性を持った生徒の育成 <ul style="list-style-type: none">・ 総合的な学習の時間で「自己表現」として、ディベート、小論文を扱い、論理的な思考力の伸長を図る。・ 講演会、企業訪問等で倫理観や社会性を育む方法を研究する。
③ 平成18年度実施規模	<ul style="list-style-type: none">・ 研究開発の体制 全教職員が研究に取り組む。・ 対象とする生徒 総合理学コース（1・2年生各1クラス、計80名）を中心とするが、研究の内容によって理系生徒、全校生徒にも対象を拡大して効果的な研究を目指す。
④ 研究開発内容	<p>○研究計画</p> <p>平成16年度</p> <p>① 自然科学における広い視野と創造性の育成</p> <ul style="list-style-type: none">・ 理数数学の履修（1年生、2年生）。・ 総合的な学習の時間を活用した「サイエンス入門」で、実験・実習を通して物理、化学、生物の基礎的な学習を行う（1年生）。・ 神戸大学等との連携による学校設定科目「自然科学通論」の履修（2年生）。・ SPrинг-8等研究機関と連携した特別講座の実施。・ 自然科学研究部等課外活動の支援。 <p>② 豊かな国際性の育成</p> <ul style="list-style-type: none">・ 「サイエンス入門」で英文教材を使用（1年生）。・ オーラルコミュニケーションで英語プレゼンテーションコンテストを実施。総合理学コースの生徒は自然科学からテーマを設定する（1年生）。

- ・国際交流事業の体験（海外姉妹校との短期交換留学、英語学研修旅行）。
- ③倫理観や社会性の育成
- ・総合的な学習の時間を活用した「自己表現」でディベート、小論文を実施し論理的な思考力を育成する。ディベートのテーマは自然科学からの立論の可能なものを設定する。（1年生）
 - ・全校講演会等で自然科学と社会の関わりを学ばせる。

平成17年度

第1年次の実施事項は改善を図りながら、第2年次も継続して取り組む。ここでは、第2年次に新たに取り組む事項を記載する。

①自然科学における広い視野と創造性の育成

- ・総合理学コースでは1年生、2年生全員が理科3分野（理数物理、理数化学、理数生物）を履修。
- ・理数科の学校設定科目「課題研究」を実施。自然科学に関するテーマから1つを選択して、1年間にわたる探求活動を実施する。
- ・総合的な学習の時間を活用して「統計学基礎」を履修。課題研究等における実験データの処理やアンケート処理で実習する。
- ・「科学技術へのいざない」の発行。
- ・各種コンクール等への参加の支援。

②豊かな国際性の育成

- ・総合的な学習の時間を活用して「科学英語」を履修。英文の科学論文購読、英語によるディベートや「課題研究」の発表会を行う。

③倫理観や社会性の育成

- ・「課題研究」のテーマに関連した企業等を訪問し、企業倫理の在り方を学習し、科学技術者として求められる倫理観を育成する。

平成18年度

第1年次、第2年次の実施事項は改善を図りながら、第3年次も継続して取り組む。研究の最終年度であることから、特に以下の点に留意する。

- ・教科「理数科」を体系的、体験的に学ぶことを通じて、自然科学に対する理解の一層の深化を図る。
- ・2年間育んできた自然科学における広い視野と創造性、豊かな国際性、倫理観や社会性を将来の進路選択、職業選択へと発展できるよう指導方法を研究する。
- ・研究結果を県内外に発表し、研究成果の普及を図る。
- ・研究が学校経営の改善や教員の資質向上等に果たした役割等を評価し、本校の自然科学教育の在り方について知見を得る。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

- ・普通科であるが、系統的で高度な学習をするため、教科「理数」の科目を履修する。
- ・高大連携科目を単位認定するため、学校設定科目「自然科学通論」を設定する。
- ・探求活動を実施するため、教科「理数」の学校設定科目「課題研究」を設定する。
- ・現代社会の必履修単位数の減。1年生総合理学コースの総合的な学習の時間を確保するため。
- ・地歴科の必履修科目数の減。理科3科目を学習する時間を確保するため。

○平成18年度の教育課程の内容

①理数科目的履修

- ・数学において、必履修科目「数学Ⅰ」の内容を発展的に含む「理数数学Ⅰ」をはじめ、「理数数学Ⅱ」「理数数学探究」を配置した。
- ・理科において、同様に必履修科目の内容を発展的に含む「理数物理」「理数化学」「理数生

物」の3科目の履修を可能にした。

② 学校設定科目「自然科学通論」

- ・教科「連携講座」に学校設定科目「自然科学通論」を設置した。
- ・神戸大学等との連携により行われる多くの自然科学の研究者とのふれあいを通し、自然科学に対する興味・関心や理解を深めることを目標とする。
- ・履修学年は第2学年とし、単位数は1単位。
- ・8月の神戸大学の特別講義「自然科学入門」を軸に、2学期に複数の大学関係者に毎月講義を依頼し、最先端の研究や学問の境界領域の研究などを学ぶ。

○具体的な研究事項・活動内容

- ・数学 理数数学Iでクラスを2分割して少人数で実施。

- ・サイエンス入門

物理：オームの法則、フックの法則等の検証。エレクトロニクス入門。

化学：分析化学の基礎的実験。

生物：身近な環境調査。まとめはG I S（地理情報システム）を利用。

- ・課題研究 2年生総合理学コース40名が8テーマの1つを選択して実施。

①部分モル体積の測定、②組織培養法を用いたマヤランの増殖、

③住吉川の生態研究、④昆虫の体成分が細胞分裂に及ぼす影響について、

⑤波動、⑥色素増感太陽電池の研究、⑦L i n u xによるネットワークの研究、

⑧あなたに潜むカオスとフラクタル、⑨πと多面体

- ・科学英語 英語によるディベート（2／16）。

テーマは「人類は他の惑星に進出すべし」「原子力発電所を継続して使用すべし」

- ・統計学基礎 記述統計を中心に推測統計、多変量解析の入門までコンピュータを使って実習

- ・高大連携講座「自然科学通論」

8月を中心に神戸大学の理、工、農、医、海事科学部で、最先端の研究を紹介する講義を実施。1回90分、16回実施。2年生18名受講。

本校に於いて、大阪大学（理学部）、千葉工業大学の16名の教授、助教授による講座を実施。

- ・研究機関との連携

神戸大学、神戸薬科大学等の研究施設における実験実習を実施。

- ・課外活動

自然科学研究部生物班 アフリカツメガエルの食餌が成長に及ぼす影響について
研究を日本動物学会で発表。

自然科学研究部地学班 8月に鳥取県の「さじアストロパーク」にて野外実習。

数学オリンピック 予選に1年生10名、2年生4名が参加。
うち2年生1名が予選通過。

- ・英語プレゼンテーションコンテスト

各クラス予選で選ばれた代表16名による大会を実施。

- ・国際交流事業 シンガポール海外姉妹校との交流、イギリス語学研修を実施。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

<生徒アンケートより>

- ・ S S H事業参加者と不参加者を比較すると、科学者になりたいと思う生徒の割合が 5 0 %、1 5 %と S S H参加者の方が高い。また、S S H事業参加者は英語に対する関心が高まる傾向がある。ただし、「話すこと」については、まだやや苦手のようである。
- ・ S S H参加者に限って見ても、研究したい分野があるという生徒の割合は事業実施後の方が高くなる傾向がある。
- ・ S S H事業参加者は好奇心、探求心の高まりを感じている。また実験レポートの作成を通して、半数の生徒が文章力が向上したという感想を持っている。

<保護者アンケートより>

- ・ S S H事業が子供にプラスになっているとする保護者は 7 0 %以上。
- ・ 子供の科学に対する関心が高くなったとする割合は半数を超えている。
- ・ 高大連携を通じて、進路選択に意欲的になったという意見もある。

<教職員アンケートより>

- ・ S S H事業は指導力向上につながり、学校の特色化に有効と評価している。
- ・ 職員全体で関わっているが、その負担に偏りがあるという意見もある。

○実施上の課題と今後の取組

- ・ 生徒はS S H事業に実験、実習や大学・研究所などの訪問など体験的な学習形態が多くなることを期待している。現在、大学に出向いて行う実験の講座などいくつか実施している事業を拡大していきたい。また、「課題研究」のテーマ設定や指導について、大学等の専門家の助言が得やすい体制を工夫していきたい。
- ・ プレゼンテーションコンテスト、ディベートや課題研究などを通じて、コミュニケーション能力の向上図ることを試みてきた。これらについては成果があったと考えられる。
- ・ 科学オリンピック等のコンクールをはじめとする対外的な活動にも参加の機会を増やし、知的な刺激を与え、積極性を引き出していきたい。
- ・ 研究のテーマ（仮説）の 1 つである「倫理観と社会性」の育成については狙いが明確にならず、十分な取り組みとならなかった。今後は科学倫理等にテーマを絞るなど、より具体的な取り組みをしていきたい。
- ・ S S H事業後や、人事異動があっても様々な事業が維持していくようなプログラムや組織、システムのあり方について研究していく必要がある。

第2章

平成18年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

研究開発の成果

総合理学コースの生徒を中心にSSH事業に参加した生徒をSSH生と記載

1 生徒の変容

現2年のSSH生は、1年7月のアンケートから、「数学が好き」が74.8%・「理科が好き」が75.7%と、もともと数理を好む生徒が入学していたことが分かる。それが、クラス全員が班に分かれて1年間取り組んだ課題研究の発表、西はりま科学技術学園都市の見学、希望者が夏休みに参加した高大連携講座の受講などの活動を通じて、2生12月には、「数学」は88.2%に、「理科」は94.1%に増加した。また、現1年生は、当初「数学が好き」が62.5%・「理科が好き」が、56.1%とやや低調で、他の学年と異なる傾向をもっていた。しかし、全員で受けるサイエンス入門や統計学基礎の授業、希望者が参加した数学ワンダーランドなどの活動によって、12月の調査では、「数学が好き」が86.5%・「理科が好き」が88.5%と大きく伸びた。数理の好きな生徒が増えたことは、本校のSSH事業が、生徒の数理への興味や関心を喚起するとともに、それを持続させる内容であったことを示している。

数学・理科において、1年のSSH生は、一般理系生徒と比べて、「機械・物質の性質・薬の組成・エネルギー・数の性質」に興味・関心があるものが多い。これに、さらに2年生では「遺伝子工学」、3年生では「品物の材料」が加わる。SSH生が、幅広い分野に強い関心を抱いており、高大連携講座や全校講演で、各専門分野の入り口の話を聞くことで、一層関心を深めたと考えられる。多様な関心を生徒が示していることを「進路を考える上で選択肢を広げている」と教員は評価している。

また、SSH事業に参加してよかったですと答えた生徒は9割を超え、特に向上したものとして、数学分野では、「好奇心・発想力」、理科的分野では、「好奇心・探究心」を挙げている。これらは、すぐには目に見える結果をもたらさないかもしれないが、アンケートで「将来の仕事で理科を使いたい」と答えた者が、2年で8割、1年で6割に達していることから、将来に向けて積極的に取り組もうという意欲につながっていることが分かる。

2 教員の変容

何よりも、教員の指導力が向上したことが挙げられる。教職員アンケートにおいても、教員の7割が「SSH事業は指導力の向上にプラスになった」と答えている。2年の「課題研究」1年の「サイエンス入門」「統計学基礎」など、通常の高校レベルを超えた、独自の授業を実施するにあたって、教員の研究心や好奇心、さらには情熱や粘り強さが發揮された。学校の中に眠っていた資料を生徒とともに活用すること、校外に出かけて実験材料を採取すること、屋外で実験すること、それらのデータを整理することなど、山ほどあった課題を乗り越えてゆくことで、教員の指導力が向上していった。

また、「教科という限られた範囲でなく、時間をかけて取り組むことのできる実験や研究ができた」「備品が充実し、実験がやりやすくなった」と従来できなかった研究や実験が可能になったことを教員も自覚していることが、記述アンケートから読み取れる。このことが、直接SSH事業に関わらない分野にも教員を意欲的に取り組ませ、学校行事等へもよい影響を及ぼしている。

3 学校の変容

S S H事業が、「学校の特色作りにプラスになっている」と答えた教職員が76%、「学校運営の活性化」は57%の教職員がプラスになっていると答えている。本校が、いっそう特色ある活気に満ちた高校になったと、教員自身が学校の変化を実感していることが分かる。まだまだ成果が目に見えるように結実してはいないけれども、教員の指導力が向上したこと、生徒的好奇心・やる気が強くなかったことなどが、長い時間のうちに、神戸高校の伝統の一部となって校風を築いてゆくことが期待できる。

保護者の感想から「科学的見地でものを見るようになった」「家で実験について話題にするようになった」「科学に対する興味や知識が増した。将来どうしていくべきかについての選択肢を与えられて、それについて考えるようになった」と、生徒の成長が家庭でも把握できている様子が伝わってくる。この保護者の信頼感や期待感が、今後の教育活動に大きな効果をもたらすことと思う。

研究開発の課題

1 時間の余裕

S S H生は、一般生徒に比べて、「テレビの科学番組」「科学に関する記事・読み物」に関心を持つものが多い。しかし、S S H生全体に占める割合は4割を超えることはなく、関心は持ちつつも学校生活の忙しさに紛れて実行できていないことが分かる。このことは、S S H事業の問題点として、約3分の1の生徒が、「他の授業や考査・クラブ活動との両立」を挙げていることからも裏付けられる。保護者からも、部活動の時間と重なって高大連携講義に参加できないので、時期を検討してほしいという要望があった。

生徒に対しては、部活動・課題研究・講演など多くの機会が与えられていることを自覚させ、時間の使い方を根気よく指導する。授業から部活動へ移動する時間、学校から家へ帰る時間の短縮などは、上級生や部活動の顧問が一致して指導にあたることで、初めて効果が表れると考えられる。学校全体でS S H事業への共通認識を持てるよう働きかけてゆく。次に、夏休みの事業については、部活動は限られた場所を割り振って使用しているため、完全な休止日を設けることは難しいかもしれないが、学校全体で日程を調整することはできる。

2 教員の負担

「教材の研究、開発に手間と時間が相当かかる」といった負担の軽重はどうしても生じるだろうが、全職員で取り組むことができるような体制を作る。また、開発されたプログラムを蓄積し、専門の教員でなくとも担当できるようなマニュアルを作成してゆく。

3 事業の広報

保護者の中には、神戸高校がS S H事業の指定を受けていることは知っているが、P T A会報によって、初めてその内容を知ったという方が多い。P T A会報がよく読まれていることがわかったため、年度当初の会報に、昨年度の事業報告や可能な限りの予定を掲載する。さらに、今年度は、年度途中に知って急遽生徒を参加させた研修もあり、教職員においても全員が十分認識できていたとはいえないため、教員に向けても広報活動を行う。

最後に、「国際社会で活躍できる自然科学に強い人材の育成」が本校総合理学科の目標である。そのため国際感覚・独創性・リーダーシップなど、生徒がまだ身についてないと認識している力を育成する取り組みを継続してゆくことが肝要であると考えている。

第3章

研究開発の内容 (実施報告書本文)

理科・数学の系統的な学習 【理数物理】

今年度の理数物理では次の点に配慮しながら授業を進め、生徒の自然観を養うとともに論理的な考察の能力を身につけることを目標とした。

まず教材の配列と取捨について。現課程では物理 I と II に分けられている電磁気分野を一括して扱い、オームの法則から電磁波までの流れを系統的に理解できるように配慮した。この結果、力学分野に端的に表れている物理法則相互の関連性や、電磁気現象の論理的なつながりが分かりやすくなり、単に現象面からだけではなく、理論に裏打ちされた理解が得られた。

また、選択扱いになっている物理 II の後半部分についても、大幅に教材を入れ替え、再編することで系統的な理解を図ると同時に、全分野にわたって無理のない学習を進めることができた。

第 2 に数学的な取り扱いについてである。微分・積分やベクトルの内積（外積）など、数学ではおなじみの事項ではあるが、具体的なイメージがなかなかつかみにくい事項について、適宜それらを応用しながら説明することで理科・数学にわたる総合的な理解・利用応用を図った。

たとえば変位の時間微分が速度であり、速度の時間微分が加速度であるということや、ベクトルの内積が仕事を表す、あるいは交流回路に流れる電流を微積分を用いて説明する、ということで、具体的な微積分の使用について抵抗感をなくすことができた。

第 3 に分野相互の類似性と差異について意識的に補足することで、各分野における認識のさらなる定着を図った。力学（振動）と電気的振動、コイルと質量（慣性）の類似性など、類似点を持つものは既知の現象からの類推が可能であることを示すとともに、適宜復習を入れながら説明を進めた。物理 II の後半、選択分野においては実際の現象の観察が必ずしも可能なものばかりでなく、思考実験的な取り扱いをしなければいけないものもあるが、このような類似性を示すことで理解を深めることができた。

年間指導計画

月	考查等	1年次	2年次	3学次
4	第1回実力	物体の運動（質点） 速度、加速度 速度の合成、分解 相対速度 等速直線運動	物体の運動（剛体） 力のモーメント 重心 剛体のつりあい	電流と磁気 電流 オームの法則 キルヒホップの法則 プリッジ回路 電流と磁場 磁場 電流が作る磁場 磁場から受ける力 ローレンツ力
5	中間考查	等加速度運動 $v-t$ グラフ 等加速度運動の公式 落体運動	仕事とエネルギー 仕事 仕事の原理 エネルギー 力学的エネルギー保存	電磁誘導と電磁波 電磁誘導の法則 レンツの法則 交流 コイルのインダクタンス 交流回路 電磁波 微分方程式を用いた物理学
6	進研模試 第2回実力		運動量とエネルギー 運動量 力積 運動量保存の法則 はねかえり係数	熱力学 熱と温度 比熱と熱容量 融解熱と気化熱 熱量計算 気体の性質 ボイル・シャルルの法則 理想気体の分子運動論 内部エネルギー 熱力学第一法則 モル比熱 気体の状態変化 熱機関と熱効率
7	期末考查		等速円運動 等速円運動を表す 向心力 慣性力と遠心力	夏期講習Ⅰ・Ⅱ
8	全統模試			夏期講習Ⅲ
9	第3回実力	力のつりあい 運動の法則 慣性の法則 運動の法則 作用反作用の法則	単振動 ばねの単振動 单振りこ 万有引力 ケプラーの法則 万有引力	原子と原子核 陰極線と電子 トムソンの実験 ミリカンの実験 原子の構造 ラザフォードの実験 光電効果
10	中間考查 進研模試	運動方程式	波動 縦波と横波 波の重ね合わせの原理 干渉と定常波	X線 ドブロイの物質波 水素原子のスペクトル ボーアの理論 原子核崩壊と放射線 核反応と核エネルギー
11	第4回実力 第5回実力		反射・屈折・回折・散乱 音波	物理Ⅰ・Ⅱ総合演習
12	期末考查		音の伝播 うなり 弦の振動 気柱の振動 ドップラー効果	物理Ⅰ・Ⅱ総合演習
1	センター ブレ テスト	摩擦や抵抗を受ける運動 運動方程式のまとめ	光波 レンズ 干渉と回折 電気と磁気 電場（電界） 静電気力 クーロンの法則 電場と電位 コンデンサー 電流 オームの法則と直流回路	物理Ⅰ・Ⅱ総合演習
2				物理Ⅱ総合演習
3				
備考		〈目標〉 自然界の現象についての観察、実験を通じ、自然に対する興味関心を高め、物理学の基本的な概念や原理・法則への理解を深め、エネルギーという視点からし前現象を理解する態度を育成する。		
		〈評価の観点〉 自然界の現象をエネルギーという視点で理解し、基本的な概念や、原理・法則を理解しているか。		

理科・数学の系統的な学習 【理数化学】

理数化学の3年間の指導計画について

【研究内容・方法】

①「化学II」の内容でも、「化学I」の内容と重複・関連する部分は、系統的・発展的に学習する指導計画を立てる。

②中学校も含め、実験の経験が少ないので、1年間に実施する実験の回数を確保する。また、少しでも実験操作が経験できるよう、少人数での実験を行う。

【実施方法および成果】

①年間指導計画表を参照

②理系クラスでは、4人1組で実験を行うが、SSH対象クラスでは、2人1組で実験を実施する。これは、実験器具に触れる機会を少しでも増やし、実験操作の習得を確実にするためである。2、3年生の2年間で実施した生徒実験は、下記の16テーマである（ただし、「中和滴定」は教育実習生が行なつたため、4人1組で実施）。

「中和滴定」「食酢の定量」「酸化還元」「ファラデー一定数」「ハロゲン」「硫黄の化合物」「窒素の化合物」「1族・2族元素」「両性元素」「遷移元素」「金属イオンの分離と確認」「アルコール・アルデヒドの性質」「カルボン酸の性質・エステルの生成・ヨードホルム反応」「サリチル酸の性質」「コロイド溶液の性質」「凝固点降下」

実施した感想（②について）

当初は、実験操作にとまどっていたが、回数を重ねる毎にスムーズに実験が行えるようになった。2人しかいないので、必然的に実験に参加しなければならず、経験も積めたようである。

また、実験操作の時間をできるだけ確保するため、授業時間65分の時間配分を、およそ、次のように分け、実験を行った。「プリント默読5分」—「補足説明10分」—「実験操作45分」—「考察・まとめ5分」

さらに、実験内容を「默読5分」で確実に理解するため、使用するプリントも工夫した。実験プリントを読めば、操作がイメージでき、また、実験中も操作が素早く確認できるようなプリントを作成した。結果を記入するプリントは、図を多く使い、実験の流れをきちんと追いながらできるようにした。

59化学実験 カルボン酸の性質・エステルの生成・ヨードホルム反応

【目的】カルボン酸の性質を確認し、アルコールとカルボン酸からエステルを合成する。また、ヨードホルム反応を確認する。

【準備】試験管、試験管立て、500mLビーカー、還流冷却器、温度計、スタンド〔ピンセット〕、沸騰石、ゴム栓(2)、ギ酸、酢酸、エタノール、1-ペンタノール、NaOH(aq)、アセトン、濃硫酸、アセトアルデヒド、過マンガン酸カリウム水溶液、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液、1-ブロバノール、2-ブロバノール

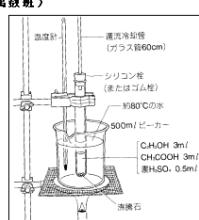
【実験操作】

1. 酢酸エチルの合成(奇数班)、酢酸ベンチルの合成(偶数班)

①乾いた試験管に、エタノール(または1-ペンタノール)3mL、酢酸3mL、濃硫酸0.5mLの順に入れる。このとき、試験管が熱くなるので注意する。

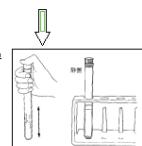
②沸騰石4~5粒を入れ、よく振った後、還流冷却器をつけ、約80°Cの湯浴(約300mL)中で10分間、反応させる(温度が上がりすぎないよう注意する)。

③反応後、純水約5mLを加えてゴム栓をし、よく振り混ぜた後、におい、溶液の様子を観察する。



2. カルボン酸の性質

試験管に過マンガン酸カリウム水溶液1mLを入れ、純水を約10mL加え、満める。この水溶液を2本の試験管に分け、それぞれにギ酸、酢酸を1~2滴加え、よく振り混ぜ、その後の変化を確認する。



3. ヨードホルム反応

①試験管にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液2mLを入れる。アセトンを1~2滴加え、湯で約5秒ほど温める。

②湯から出し、水酸化ナトリウム水溶液を1滴加え振り混ぜる。変化が起こらなければ、さらにもう一滴加えてよく振る。

③沈殿が生成したら、その色、においを確認する。

④時間があれば、エタノール、1-ブロバノール、2-ブロバノール、アセトアルデヒドで、同様に行い、変化を確認する。

実験結果のまとめ

1. 酢酸エチルの合成(奇数班)、酢酸ベンチルの合成(偶数班)

加熱中の試験管内の溶液の様子 _____

③の操作後のにおい _____

静置時の液体の様子 _____

2. カルボン酸の性質

ギ酸での変化 _____ 酢酸での変化 _____

3. ヨードホルム反応

アセトンでの反応 沈殿の色 _____ におい _____

さらに確認した物質と変化の有無 _____

【考察】

1. エステルの合成反応(酢酸エチルの合成)を化学反応式で書き。

2. ①で試験管内に純水を入れ、エステルを分離したが、これは、エステルのどのような性質を利用しているか。

3. 還流冷却器の働きを書き。

4. ヨードホルム反応を示す物質に共通な構造を書き、その構造を持つ化合物を2つずつ書け。

① _____
② _____

① _____
② _____

【反省・感想】

()月()日 3年()組()番()班 氏名()
明日の日番は、SHRでプリントを集めて、職員室まで持ってくること。

実験に使用したプリントの例

少人数での実験に関するアンケート結果より

評価内容＼5段階評価	1	2	3	4	5
①実験に積極的に取り組めた	0%	0%	5%	38%	57%
②実験操作がよく理解できた	0%	5%	5%	52%	35%
③実験操作が上達した	0%	3%	14%	41%	42%
④実験内容がよく理解できた	0%	5%	22%	54%	19%
⑤共同実験者と協力して取り組めた	5%	0%	8%	44%	43%
⑥総合評価	0%	3%	8%	57%	32%



アンケート結果のまとめ

①～③の項目については、評価4、5がいずれも80%以上で、4人1組のとき以上に、積極的に実験に取り組み、その結果、実験操作が上達し、理解も深まったと考えられる。

④の項目については、操作の理解ほどではないが、考えながら実験に取り組むことで、理解度が上がったものと思われる。

⑤については、ほとんどの生徒が協力して取り組めたと答えている。ただ、興味が強すぎ、積極的に取り組みすぎた結果、1人でほとんどの実験をしてしまった生徒もいた。評価1が5%あるのは、そのためと考えられる。「2人でコミュニケーションを取りながら実験するように」とアドバイスした後は、協力してできていたようである。

⑥の項目については、評価4、5の生徒が90%以上おり、「実験は4人で行うより2人で行った方がよい」と評価している。「4人の方がよい」とした理由として、「忙しかった」「余裕がなかった」とあったが、これは、実験内容を盛り込みすぎたためと思われる。そこで、3年次では、生徒の理解力、操作能力を考慮し、実験操作に取り組みながら、内容の理解が出来るよう検討した。また、2年次では、1年間、同じペアで実験を実施したので、3年次では、その実験ペアの組み替えをし、新鮮な気持ちで実験に取り組めるようにした。ペアは変わったが、互いにコミュニケーションを取りながら、スムーズに実験に取り組んでいた。

生徒の感想より

2人1組で実験を行うメリット

4人では多すぎて、何もしない人がいる
簡単な実験であれば、1人でやりたい
積極的に取り組める
実験操作を多く行える
1人1人が実験操作を理解しないといけないので、内容を理解しやすい
自分で操作を行う回数が多くなるので、操作手順を覚えられるし、実験にも興味がわく

4人では机が狭い
何もしていない時間がなくなる
全員が実験に参加できる
実験の観察などがしやすくなり、内容を理解しやすい
集中してできること
責任感をもって実験に臨める

2人1組で実験を行うデメリット

4人と比べて効率が悪い
実験に時間がかかる場合がある
実験操作と実験結果の記録を並行して行うので、忙しい
余裕が全くなくて、今どんな実験をしているのか全く理解できない
忙しいので、自分のやった作業以外に目を向けられない
同じ人とばかりだと役割が決まってしまう

その他、感想・意見など

2人1組の方がやりやすかった
2人で実験することで、実験の内容が頭に残りやすくてよかったです。
手順がとてもわかりやすく書いてあるプリントがあったので、実験しやすかった

失敗することもあるけど、楽しかった

平成18年度 理数化学 年間指導計画

兵庫県立神戸高等学校

使用教科書：第一学習社「高等学校 化学I」、実教出版「化学II」

月	考查等	1年次(1コマ)	2年次(2コマ)	3年次(4コマ)
4	課題実力	第Ⅰ章 物質の構成 第1節 物質と人間生活 ○化学とその役割 ○物質の成分 ○物質の構成元素	第2節 酸と塩基の反応 ○酸と塩基 ○水素イオン濃度 II 水の電離・水素イオン濃度とpH ○中和と塩 ○中和滴定 ☆実験 中和滴定 ☆実験 食酢の定量 第3節 酸化還元反応 ○酸化と還元 ☆実験 酸化還元反応と酸化還元滴定 ○イオン化傾向・電池	II 第1章 物質の構造 ○化学結合と結晶 I 第IV章 有機化合物 第1節 有機化合物の特徴と構造 ○特徴と分類 ○化学式の決定 第2節 脂肪族炭化水素 ○アルカンとシクロアルカン ○アルケンとアルキン ☆実験 炭化水素(メタン、エチレン、アセチレン)の性質 第3節 酸素を含む脂肪族化合物 ○アルコールとエーテル ○アルデヒドとケトン ○カルボン酸とエスチル ○油脂とセッケン ☆実験 アルコール・アルデヒドの性質 ☆実験 カルボン酸・エスチルの性質 第4節 芳香族化合物 ○芳香族炭化水素 ○酸素を含む芳香族化合物 ☆実験 フェノール類の性質
5	中間考查	第2節 原子の構造と元素の周期律 ○原子の構造 ○元素の相互関係	夏季休業中課題	夏季休業中課題
6				
7	期末考查	夏季休業中課題	夏季休業中課題	夏季補習
8				
9	課題実力 考查	第3節 物質を構成する粒子と 物質の形成 ○イオンからできる物質 ②イオン化エネルギー・電子親和力 ○分子からできる物質	○電気分解 ☆実験 電気分解・ファラデーの法則 第III章 無機物質 第1節 非金属元素の単体と化合物 ○元素の分類と性質 ○水素・酸素とその化合物 ○希ガス ○ハロゲンとその化合物	○窒素を含む芳香族化合物 ☆実験 ニトロベンゼンの生成 ☆実験 サリチル酸メチル、アセチルサリチル酸 ☆実験 アゾ染料 II 第1章 物質の構造 ○気体・液体・固体 ○気体の性質 ○溶液 ☆実験 凝固点降下
10	中間考查	II 電子式・原子価・分子の構造 ○原子からできる物質 ☆実験 硫黄の同素体	II 極性と電気陰性度・分子間力と水素結合 ☆実験 ハロゲン ○硫黄とその化合物 ☆実験 硫黄・二酸化硫黄 ○窒素・リンとその化合物 ☆実験 一酸化窒素・二酸化窒素 ○炭素・ケイ素とその化合物	II 第2章 反応の速さと化学平衡 ○反応の速さとしくみ ○化学平衡 II 第3章 高分子化合物 ○高分子化合物 ○天然高分子化合物 II 第4章 材料の化学 II 第5章 食品と衣料の化学 II 第6章 生命の化学 II 第7章 薬品の化学 理数化学の演習
11	進研模試	第4節 物質量と濃度 ○原子量・分子量と式量 ○物質量 ☆実験 アボガドロ定数の測定	○物質量 ☆実験 アボガドロ定数の測定 ○溶液の濃度 II 質量モル濃度 II 物質の三態と状態変化	○アルカリ土類金属とその化合物 ☆実験 マグネシウム・カルシウム ○亜鉛・アルミニウム・スズ・鉛とその化合物 ☆実験 両性元素 第3節 遷移元素の単体と化合物 ○遷移元素とその化合物 ○金属単体の反応性 ○金属イオンの定性分析
12	期末考查			家庭学習
1	課題実力 考查	第II章 物質の変化 第1節 物質の変化と熱の出入り ○化学反応式と物質の量的関係		
2		○反応熱と熱化学方程式 ○反応熱と結合エネルギー ○ヘスの法則 ☆実験 ヘスの法則		
3	学年末 考查			

理科・数学の系統的な学習 【理数生物】

目的 高校で学習する「生物Ⅰ」と「生物Ⅱ」の学習事項を、各分野の関連と学習の流れを考慮して再編成し、ひとつのまとまった科目「理数生物」とする。また、実験・実習の内容や実施形態を工夫し、生徒の関心を高め、探求心を引き出す指導方法を探る。

概要 「理数生物」総合理学コース（各学年1クラス）を対象とする科目である。第1学年では実験の計画段階から実施までを生徒に考えさせ、実験の内容を深めることができた。第2学年では昨年と同様に生命科学分野の実験として、遺伝子組み換え実験と細胞融合実験を実施した。
*使用教科書 生物Ⅰ、生物Ⅱ（数件出版〔第3学年〕、啓林館〔第2・1学年〕）

内容・成果

(1) 実験の実施方法の工夫

第1学年でおこなった酵素の実験について、従来は教科書に従って実施するだけで、実験プリントや器具・試薬は教師が事前に準備していた。今回は、生徒に実験の内容をより深く考えさせる目的で、実験の計画をたて、どのような器具や試薬を準備し、どのような実験を設定するかというところから、生徒に計画させ、実験を行った。授業で酵素の性質について一通り学習したのち、その性質を調べる実験を計画するために1時間を費やした。次の1時間で実験を実施した。酵素液は鶏の肝臓のしづり汁をとし、過酸化水素と酸化マンガンを用いることは必須とし、それ以外の手順などを計画させた。適当な結果を得るためにには、試薬の濃度や酵素濃度が重要になるが、それも生徒は教科書と資料集を参考に決めた。実験を行ってみて、教科書どおりの結果をえた班もあったが、酵素の性質を検証できなかった班もあった。それぞれの結果をもとにレポート作成を課した。酵素の性質が検証できなかった班も、その原因を考察するよう指導した。

表やグラフを工夫してレポート作成したので、数値データの処理方法を学ぶことが出来たようだ。また、試薬の濃度の設定や反応時の温度設定など、実験には考えなければならない事項が非常に多いことを実感した生徒も多くいた。このような体験は、2年次の「課題研究」を進める上で役立つと考えられる。毎時間の実験をこのような形では出来ないが、1回でも効果はあるとの手応えを得ることが出来た。

(2) 生命科学分野の体系的な学習

生物Ⅰの遺伝子、染色体の分野と生物Ⅱの遺伝情報の発現の分野をまとめて学習することで、個々の学習事項の関連性が強まり、内容の理解を深めることができた。また、この分野には遺伝子組み換えやES細胞など、生徒の関心がある事柄が多くあり、メンデル遺伝からワトソン、クリック、そしてバイオテクノロジーと話が進んで行くにつれ、生徒の関心が高まるのが感じられた。

この分野の実験では、昨年と同様に、大腸菌を使った形質転換（遺伝子組換え）実験と細胞融合実験を行った。形質転換はバイオラッド社のキットを用いた。また、細胞融合は、甲南大学生物学科の田中研究室が開発された実験キットを用いた。このキットでは、酵素液とPEG液が凍結保存状態で準備されているので、酵素液の調整が不要である。また、細胞が融合する所までを観察するのが目的なので、無菌状態を考慮しなくてよい。遠心分離の必要もないでの、とても手軽に、プロトプラストや融合細胞を観察することができる。

今後の発展として、電気泳動などの実験を実施したいと考えている。また、この分野で研究している研究機関の方を招いて特別講義をして頂くような時間も設定して、高校から大学への発展を生徒にイメージさせたい。

(3) 外部見学の勧め

「人体の不思議展」、「ゲノム広場」などの特別展示や、京都大学総合博物館や大学などの訪問を授業で勧めた。京都大学総合博物館では、チンパンジーを中心とした研究の成果が生徒には興味深かったようだ。

平成 18 年度 理数生物 年間指導計画

兵庫県立神戸高等学校

使用教科書：生物 I、生物 II（数件出版〔第3学年〕、啓林館〔第2・1学年〕）

月	考查等	1年次(1コマ)	2年次(2コマ)	総合理学コース(3.5コマ)
4	課題実力	生物 I 生物体の構造と機能 ・細胞の構造 ・生命の単位=細胞 (顕微鏡の操作) (ミクロメーターの測定)	生物 I 発生 発生のしくみ 調節網とモザイク卵 胚の予定運命と決定 発生のしくみ 形成体と誘導	生物 II 代謝 異化 同化
5	中間考查	・細胞の構造 ・原核生物と真核生物	遺伝 遺伝の法則 検定交雑	生物 II 個体群 ・個体群とその成長 ・個体群内の個体間の関係 ・異種個体群間の関係
6		・細胞の機能 ・細胞膜と物質の出入り ・細胞と酵素反応	さまざまな遺伝 遺伝子と染色体 連鎖と組換え	植物の物質生産と生活 生物群集と生態系・生物群集 ・生物群集の遷移と分布 ・生態系とそのはたらき
7	期末考查			生物の起源と進化 ・生命の起源 ・生物の進化
8				
9	課題実力 考查	生物II 分子からみた生命現象 ・生体のタンパク質 ・生体内の化学反応 ・代謝とエネルギー代謝 ・酵素反応とその特性 ＊カタラーゼの実験	遺伝 性と遺伝、遺伝子の本体 生物II 分子からみた生命現象 タンパク質 代謝とエネルギー代謝 遺伝を担う核酸 DNAの立体構造 遺伝情報の発現 形質発現の調節 バイオテクノロジー	生物の多様性と系統 ・生物の分類 ・生物の系統
10	中間考查	生物 I ・細胞の増殖と生物体の構造 ・細胞分裂 ・細胞の多様化 ・単細胞生物と多細胞生物 ・多細胞生物の構造 ＊体細胞分裂の観察	生命科学実習 タンパク質の電気泳動 DNA鑑定 大腸菌の形質転換 (教育目的遺伝子組み換え実験) 細胞融合 組織培養	
11	進研模試			
12	期末考查			
1	課題実力 考查	生命の連続性 ・生殖 ・無性生殖と有性生殖 ・減数分裂	恒常性の維持 体液の恒常性 自律神経系と内分泌系	
2		・植物の生殖 ・動物の生殖	植物体の反応と調節 花芽形成	
3	学年末 考查		植物ホルモンによる調節	

理科・数学の系統的な学習 【数学】

数学科における教科「理数科」の履修について

兵庫県立神戸高等学校 数学科

本校数学科においてはSSHの指定を受け2年目、より教科の特性を見出しそうに、総合理学コースについて必履修科目の「数学I」を履修から除外し、1年次当初から、数学について教科「理数」を履修させるようカリキュラムを改善した。現在は改善後2年目（SSH3年目）である。

●具体的変更内容

	平成16年度入学生 【SSH指定1年目】		平成17年度入学生 【SSH指定2年目】
1年次	数学I(4), 理数数学I(2)	⇒	理数数学I(6)
2年次	理数数学I(2), 理数数学II(3)	⇒	理数数学II(5)

()内は単位数

●普通コースとの違い等、理数科としての特色

数学の年間の指導目標を立て、指導内容の計画的実践を図る。特に「理数数学I」「理数数学II」については、3年間の数学の指導計画に留意する。以下内容

本校教育課程に設定されている「理数数学I」「理数数学II」および「理数数学探究」を、各科目的単元順序にとらわれることなく、科目縦断的に発展的・系統的に学習できるようにする。この縦断的学習の方法として、授業を2つの科目（数学X・Y）に分割し、円滑な単元配分を確保する。特に、各単元の学習順序については、普通コースの科目（数学I・II・III・A・B・C）との関連に留意するものとする。また、内容については、各単元の拡充に努めると共に、理数科目で特に扱われている内容（微分方程式、空間における直線や平面の方程式など）や学習指導要領を超える事項についても重点的に取り扱うようにする。3年間を見通しての計画としては、第3学年1～2学期には課題研究を除く単元を終了し、以降の学習は、生徒各人の進路状況を踏襲して、既習事項の確認を主眼とした演習に努めるものとする。

第2学年指導計画表→次頁参照（第1学年指導計画表については昨年度資料参照）

年間指導計画で留意したこと

- (i) 教科書の精選（精説「高校数学」の使用）
- (ii) 単元学習順序の変更（縦断的学習の促進）
- (iii) 学習指導要領を超える内容についての補充（サブテキストの使用）

※ (i) については普通コースと特に異なる

【平成16年度活動計画より抜粋・改変】

○(ii)の具体例：「数学I」の“三角比”，「数学II」の“三角関数”は、通常では教科書の配列としては連続しないが、総合理学コースではその特色を生かし、連続して指導する配列を実施した。

（平成16年度第1学年）

○前年度から引き続きあるが、総合理学コースの数学の授業では少人数制の授業を実施し、比較的高度な内容であっても個々の意見を汲み易いようにしている。

学期	教科書	章	節	項	項目名	頁
1中間	第2巻	5	いろいろな関数			
		1	分数関数と無理関数			
		1	分数関数	3		
		2	逆関数	3		
		3	無理関数	4		
		4	合成関数	1		
		2	指数関数と対数関数			
		5	指数の拡張	7		
		6	指数関数とそのグラフ	3		
	II+B(II)	5	1 指数関数のうち項目B 最大・最小	1		
1期末	第2巻	5	2 対数とその性質	3		
		8	対数関数とそのグラフ	3		
	II+B(II)	5	2 対数方程式、対数不等式	1		
	第2巻	5	2 9 常用対数	3		
	第3巻	1	微分法その1			
		1	微分係数と導関数			
		1	微分係数	3		
		2	導関数	5		
	II+B(II)	6	1 関数の極限値	2		
	第3巻	1	2 導関数の応用			
		3	接線	3		
		4	関数の増減と極大・極小	6		
	II+B(II)	6	2 関数が極値をもつための条件	1		
2中間		6	関数のグラフと方程式・不等式	5		
	II+B(II)	6	3 関数のグラフと方程式・不等式のうち項目A	1		
	第3巻	2	積分法その1			
		1	不定積分	4		
		2	定積分	6		
		3	積分法と微分法	3		
		4	定積分と面積	9		
2期末	第4巻	1	極限			
		1	数列の極限			
		1	数列の極限	5		
		2	無限等比数列	6		
		3	無限級数	3		
		4	無限等比級数	5		
		2	関数の極限	6		
		5	関数の極限	6		
		6	極限の計算	4		
3期末		7	三角関数と極限	3		
		8	連続関数	6		
	2	微分法その2				
		1	微分係数と導関数	2		
		2	導関数の計算	5		
		3	合成関数の導関数	3		
		4	三角関数の導関数	2		
		5	対数関数、指数関数の導関数	4		
		6	高次導関数	2		
		7	関数のいろいろな表し方と導関数	5		
		8	接線と法線	4		

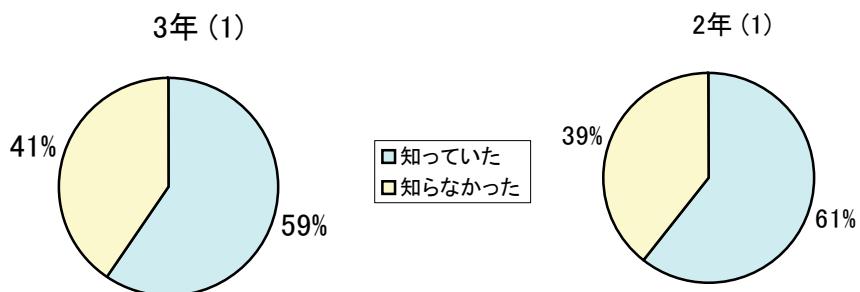
学期	教科書	章	節	項	項目名	頁
1中間	第2巻	2	図形と式			
			3	軌跡と領域		
			8	不等式と領域	7	
	II+B(II)	3	3	絶対値を含む不等式の表す領域	1	
	第2巻	6	ベクトル			
		1	平面上のベクトル			
		1	ベクトルと有向線分	2		
		2	ベクトルの加法、減法、実数倍	6		
		3	ベクトルの成分	4		
1期末			4	ベクトルの内積	6	
		2	ベクトルと平面図形			
		5	位置ベクトル	3		
		6	ベクトル方程式	6		
		7	ベクトルの応用	3		
	II+B(B)	1	1 チェバの定理・メネラウスの定理	2		
		2	ベクトルと图形	3		
	第2巻	6	3 空間におけるベクトル			
		8	空間における直線と平面	2		
		9	空間の座標	4		
2中間	第2巻	6	3 空間におけるベクトル			
		8	空間における直線と平面	2		
		9	空間の座標	4		
		10	空間のベクトル	2		
		11	空間のベクトルの成分	2		
		12	空間のベクトルの内積	2		
		13	空間のベクトルの利用	7		
	II+B(B)	2	1 ベクトルの応用	3		
	第3巻	3	数列			
		1	数列、数列の和			
		1	数列	2		
		2	等差数列	6		
		3	等比数列	4		
2期末			4 いろいろな数列	7		
		3	2 漸化式と数学的帰納法			
		5	漸化式と数列	6		
	II+B(B)	3	1 隣接3項間の漸化式	1		
3期末	第3巻	3	2 6 数学的帰納法			
		4	いろいろな曲線			
		1	2次曲線			
		1	方程式の表す曲線	4		
		2	橢円	6		
		3	双曲線	4		
		4	放物線	3		
		5	2次曲線と直線	5		
		6	2次曲線の平行移動	2		
		7	2次曲線の性質	3		
		2	媒介変数表示と極座標			
		8	曲線の媒介変数表示	6		
		9	極座標と極方程式	6		

●少人数授業および理数数学の履修アンケート

本校数学科では、昨年度に引き続き、今年度においても「少人数授業」および「理数数学」についてのアンケートを総合理学コース3年生（59回生；回収数32名）と2年生（60回生；回収数38名）を対象に行った（実施は年度末）。以下に結果を記す。

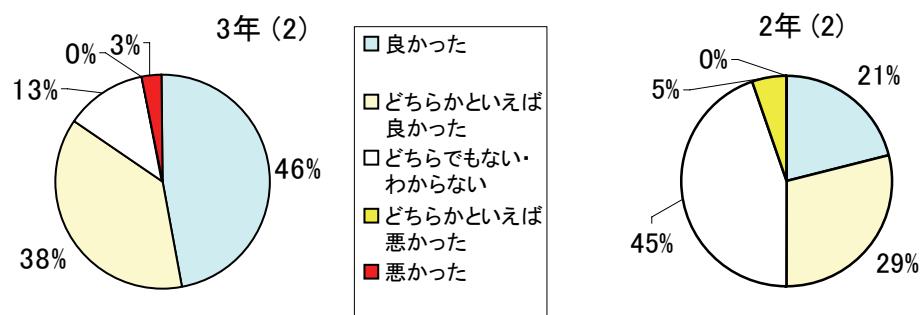
1. 「少人数授業」および「理数数学」について

- (1) SSH事業の一環として行われているということを知っていましたか。

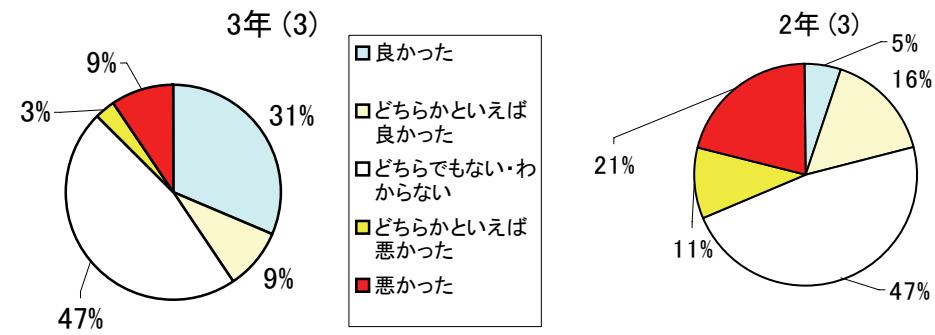


2. 「少人数授業」について

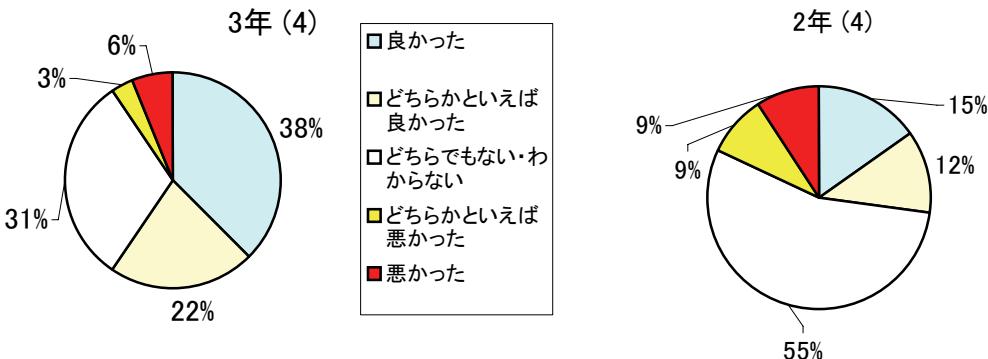
- (2) 「少人数授業」は良かったですか。



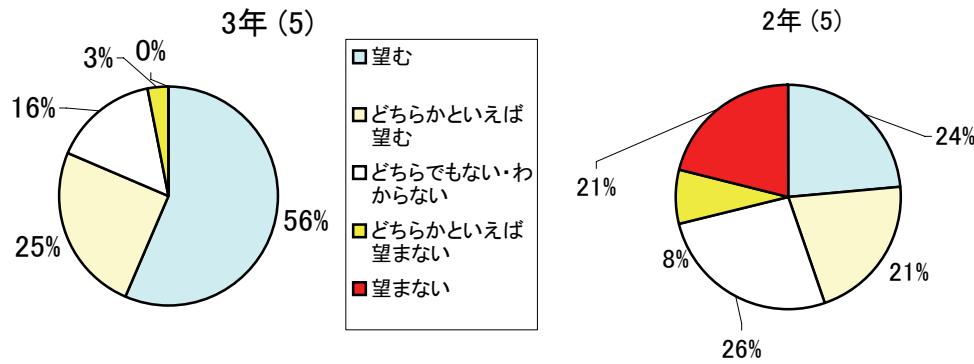
- (3) 機械的に少人数のクラス分けを行いましたが、それは良かったですか。



- (4) 少人数授業は年間固定でしたが、それは良かったですか。

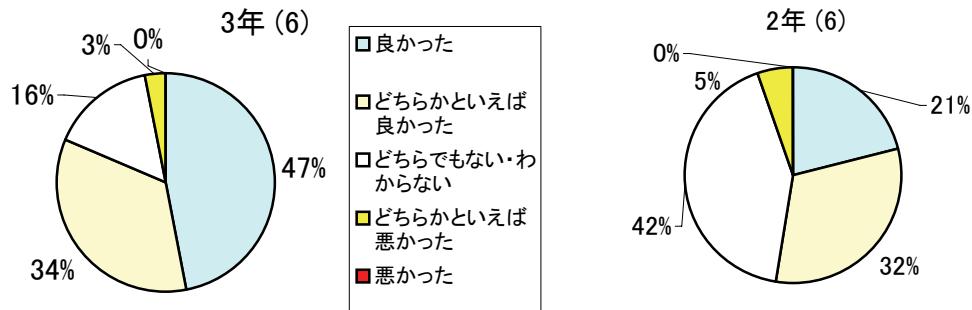


(5) 次年度の新入生にも少人数授業を望みますか。／3年次も少人数授業を望みますか。

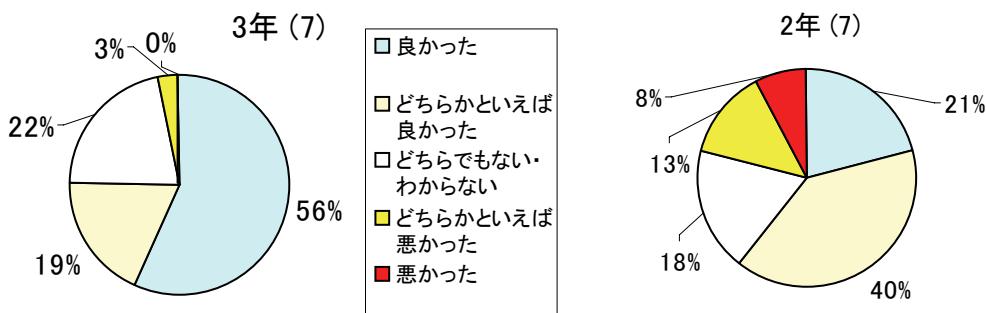


3. 「理数数学」の履修について

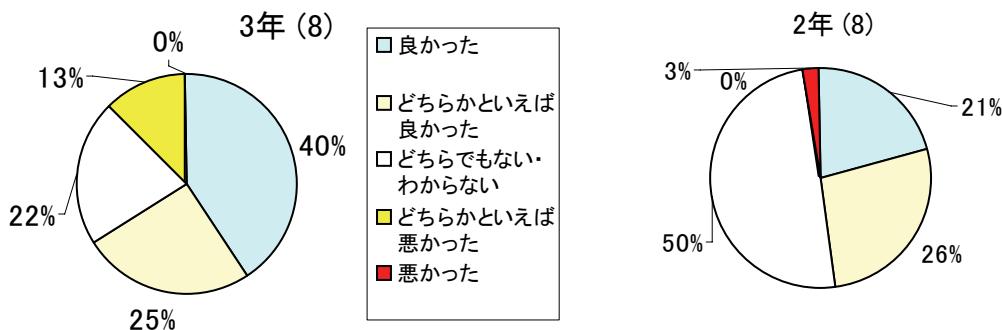
(6) 普通コースと異なった履修順序での学習は良かったですか。



(7) 普通コースより早い進度の学習は良かったですか。



(8) 普通コースと異なった、系統を整理した教科書は良かったですか。



4. 自由記述（抜粋）

- 1年で数学を全部終わらせて、私立に対抗すべき。2年からは演習ばかりで。（3年）
 - 人数が少ない分、先生に目をかけてもらうことが多くて、数学の苦手な私にとってはとてもありがたかったです。（3年）
 - 普通コースの人より早く進んでいるので、後で復習しやすいと思う。（2年）
 - 少人数制により集中力もとても上がったし、機械的に振り分けにより変に優越感・劣等感を感じずにつみ良かったと思います。（2年）
- 以 上

平成18年度 SSH「サイエンス入門」 物理部門

物理科 高田 広志

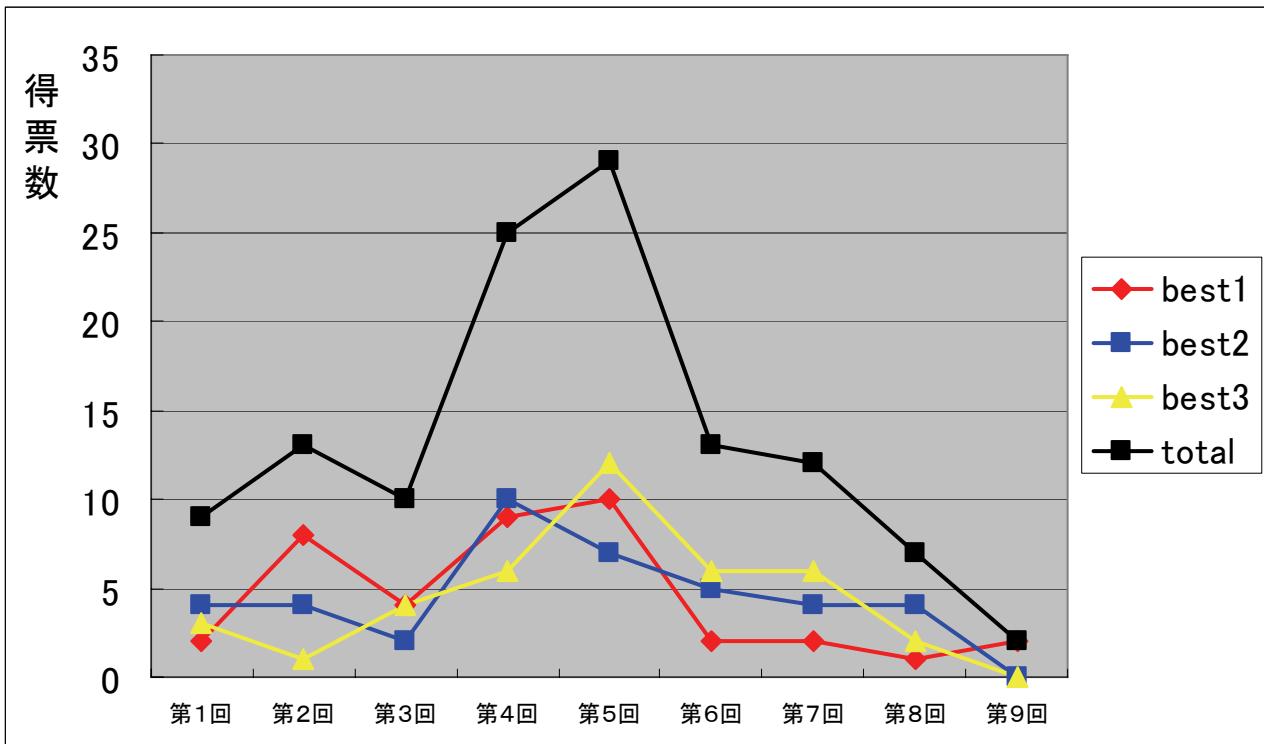
平成18年度 活動計画

委員会名または教科名	サイエンス入門（物理）	作成者	高田 広志
	活動内容	備考	
<p>「エレクトロニクス入門」 1グループ全8回完結で、これを3グループに対して行なう。</p> <p>目的 エレクトロニクスについて、講義と実験を通して理解すること。実験やその結果の分析方法を学ぶこと。この2点を次年度に行われる課題研究の導入段階として位置づけている。</p> <p>1 オームの法則と合成抵抗値の公式 抵抗接続のそれぞれのケースについて実験値を求める。 直列抵抗の合成、並列抵抗の合成について、実験値を理論的に考察する。</p> <p>2 抵抗の複雑な接続（正六面体型、正四面体型）の合成抵抗値の測定 表示された抵抗値と実測された抵抗値の違いを知る。 各抵抗そのものの抵抗値のばらつきを知る。 実験値の誤差についての考察を通して、誤差についての理解を深める。 実験レポートの具体的な作成について学ぶ。</p> <p>3 半導体とは何か、どのような働きがあるか、どこに使われているか 半導体を作るための素材から、半導体の製造の各段階を学ぶことと、半導体基本理論を学ぶ。また、半導体部品である「ダイオード」の製造方法と製品の種類なども学び、利用されている具体例なども調べる。</p> <p>4 「LED（発光ダイオード）」の特性を調べる。 発光ダイオードの製造方法、その働き、使われている実例を知る。 電流と発光ダイオードの明るさの関係を認識する。 ダイオードの特性（順方向電流電圧特性）を測定する。 順方向電圧の存在を理解する。</p> <p>5 「LED（発光ダイオード）」の種類や、使用方法を知る。 発光ダイオードの技術資料をから、発光ダイオードの実際の使われ方を知る。 発光ダイオードの特性曲線から、保護抵抗の決定方法を知る。 発光ダイオードの色と順方向電圧の関係を調べる。 実験レポートの作成</p> <p>6 「トランジスタ」の歴史、構造、製造プロセスなどを理解する トランジスタの歴史、トランジスタの構造を知る。 トランジスタの製造のプロセスの種類、発展の歴史などを知る。 トランジスタの動作原理を知り、実際に利用されている「電流増幅」をするための回路（エミッタ接地増幅回路）の動作を知る。</p> <p>7 「トランジスタ」の增幅回路の実験を通して、增幅作用を調べる トランジスタの増幅回路を作成する。 トランジスタの特性（電流増幅作用）を測定し、その動作を確認する。 実験レポートの作成</p> <p>8 トランジスタを使って実用回路の製作する スイッチング回路の動作原理を理解する。 スイッチング回路を作成して、その動作を確認する。 実験レポートの作成</p>			

【総括・評価】

●授業後に、「『サイエンス入門物理』を受講して、興味深かったもの、おもしろいと感じたもの、ためになつたと考えられるもののベスト3を選べ。』という質問でアンケートをとった結果を以下に示す。

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	投票人数
best1	2	8	4	9	10	2	2	1	2	40
best2	4	4	2	10	7	5	4	4	0	40
best3	3	1	4	6	12	6	6	2	0	40
total	9	13	10	25	29	13	12	7	2	120



注:第9回目は特別補講として「ふりこ」を使った重力加速度の測定を実施した。

●生徒の評価文の一部を以下に示す。(生徒の原文のまま)

まず自分たちだけで実験をやって次に先生の注意をうけてからまた実験をすることで工夫すること、考えることができた。正確にきっちりとすることで正しい結果がえられることをとても実感した。自分の今もっている知識でもつなぎ合わせると物理の実験にちゃんと使えるんだなと思った。

トランジスタのようなものを発明した人はすごいと思った。あんな小さな物でも発明するのはとても難しいんだと思った。

物理の授業ではレポートの書き方についてよく学べたと思いました。また、英語の資料の読み取りでは、はじめてやりましたが、ポイントを見つけるコツをつかめました。

英文を読むことがあった。そのときはめんどくさいものとしかそれをとらえられなかった。それが反省点。今となっては、「あれは将来きっと役に立つ」と思えるようになった。やはり授業でふれないとしているという感覚はよかったです。総じて知的好奇心を刺激された感がある。

一番実験らしかった気がする。抵抗を変えたりして電流を変化させるのに面白さを感じた。

発光ダイオードを使ったものや、発展させたものをもっと知って、考えていくべきは良かったと思うし、なぜ発光ダイオードは普通とちがった光りかたをするのかを知りました。

発光ダイオードやトランジスタは身近なところにあるが、なかなか知る機会がなかったのでおもしろかったです。とくにLEDについて興味がもてました。

「ハンダづけ」が楽しかった。全般に内容の濃い授業でよかったです。

もともと興味のある分野だったので、楽しみながら学習することができた。しかし、回路の作成や、レポートの作成に手間取ってしまったので、その点を改善したい。

平成18年度 SSH「サイエンス入門」 化学部門

化学科 浦井 徹

題名

「サイエンス入門」 化学分野「金属元素の変化を通して化学の基礎を学ぶ」

目的

総合理学コース1年生を対象として、化学の基礎について、講義と実験を通して理解すること。
実験やその結果の分析方法を学ぶこと。この2点を次年度に行われる課題研究の導入段階として位置づけている。また、実験のレポートの書き方についても指導する。
なお、このサイエンス入門（化学分野）は1コマ65分を使って8回で完結する。

内容

1 化学実験の基本操作

化学の実験を行うにあたって、基本的な操作を知っておくことが、実験を安全にまた正確に行う上で必要である。

2 成分元素の検出

物質に含まれている元素の検出を特有の反応により検出できることを学ぶ。塩化ナトリウム、炭酸水素ナトリウムの含まれている元素を炎色反応で学ぶ。無水硫酸銅により、水分の検出ができる学ぶ。実験レポートの具体的な作成について学ぶ。

3 水溶液から金属イオンの分離（1）

各種イオンの反応を調べ、数種のイオンを含む水溶液から銀イオン、銅イオンの分離・確認する方法を学ぶ。複数のイオンを含む溶液からの分離法を考える。

4 水溶液から金属イオンの分離（2）

鉄()イオン、鉄()イオンと試薬による反応を調べる。分離・確認する方法を学ぶ。

5 コロイド溶液の性質

塩化鉄()溶液から水酸化鉄()コロイド溶液をつくり、透析によりコロイド溶液をつくり、眞の水溶液との違いを学習する。イオンの通過により、半透膜についても学習する。

通過したイオンの検出反応により通過したイオンを確認する。実験レポートの作成。

6 金属の酸化還元反応による変化

酸化銅()とメタノールの反応により酸化還元反応を学習する。銀鏡反応、フェーリング液の還元等により銀・銅の酸化還元反応を学習する。

7 化学反応の速さを調べる

メスフラスコを使用し、正確な濃度の作成方法を学習する。亜硫酸水素ナトリウムとヨウ素酸カリウムの反応により、溶液の濃度と反応に要する時間の関係を学習する。実験レポートでデーターのグラフ化を学習。

8 シュウ酸標準溶液の調整と中和滴定による水酸化ナトリウム水溶液の濃度測定

メスフラスコを使用し、シュウ酸溶液の正確な濃度の作成方法を学習する。

中和滴定の操作でビュレットの使用方法を学習する。

昨年度との相違点

化学の基礎を実験を通して学習し、来年度の課題研究に向けての視野を広めるため、多くの分野の学習を行った。

評 價

生徒の感想文から「ホールピペットやビュレットなど教科書では見たことがありましたが、実際に触れたことがなかったので、体験できてよかったです。」、「実験を通じて化学を勉強していく楽しさを感じられた。」、「酸化還元の様子がよくわかった。」等、実験を通じて生徒達の学習意欲が高まった。条件を変えることによりデータの変化が表れることなどを通して実験への意欲が高まっていることがうかがわれる。しかし、自分たちで問題点を探し、解決していくという観点からは本当に始まったばかりであるという観はぬぐえない。レポートの作成、さらに自分から関連事項を調べるなどこれから課題である。



平成18年度 SSH 「サイエンス入門」 生物部門

生物科 稲葉浩介

目的 基本的な実験操作を身につけるとともに、自然科学の考え方や研究の流れを体験し、2年次の課題研究に役立てる。

概要 1年8組（総合理学コース、40名）を3つのグループに分け、物理分野・化学分野・生物分野のそれぞれについて、各8回のプログラムに取り組む。各分野とも、プログラムを3回繰り返すことになるが、生物分野では、より効果的な内容の検討のため、3回とも異なるプログラムを計画し、実施した。

実施日時 平成18年度 (時間割の中に時間を設定し、毎週実施した。)

内容

①染色体とDNA

●内容

- (1)ヒトの核型分析 ヒトの中期染色体画像を配布し、相同染色体のペアリングの後、核型や常染色体・性染色体について考察する。
- (2)ソラマメの根端分裂組織を用いた中期染色体プレパラート作成（1） 解離や押しつぶしなどのプレパラート作成法を身につける。
- (3)ソラマメの根端分裂組織を用いた中期染色体プレパラート作成（2） コルヒチンで前処理したソラマメの根端で中期染色体のプレパラートを作成し、核型分析に使える細胞像を得る。よい画像は顕微鏡写真を撮影する。
- (4)ソラマメの核型分析 前時に撮影した画像をはさみで切りぬきながら、(1)と同様に核型分析する。
- (5)染色体とDNA 染色体とDNAの関係を学習した上で、DNAの二重らせん構造モデルの作成と、プロッコリーの花芽からDNAを抽出する実験にとりくむ。

●効果・自己評価 染色体からDNAという一連の流れの中で、顕微鏡の使用方法やプレパラート作成法を学ぶことができる。また、DNAの抽出によって物質としての遺伝子を実感できる。また、核型分析を通じて、注意深く観察する能力や全体を見て部分を判断するバランス感覚が育成できると思われる。高校に入学したばかりの生徒でも十分に理解できる内容であり、遺伝子やDNAは生徒の関心が高く、高校理科の導入としても科学に対する興味付けとしても有効である。

●発展 全体的に染色体の比重が大きかった（特に核型分析）が、物質としてのDNAに重点を置いた実験や実習も可能だろう。



Fig 1. ソラマメの中期染色体像
(コルヒチン処理)

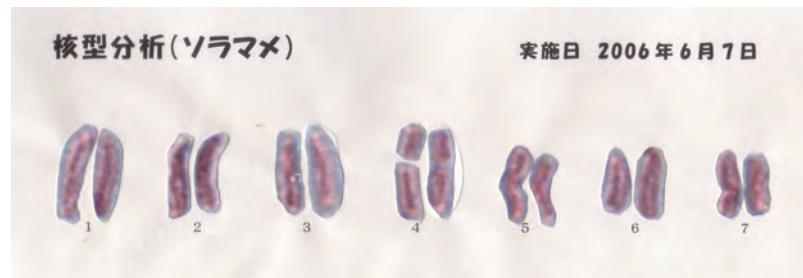


Fig 2. ソラマメの中期染色体による核型分析 ($2n = 14$)

②陽葉と陰葉

- 方法 1本のアラカシ（胸高直径約35cm）について、南側の枝につく葉と樹木の内部についている葉をそれぞれ陽葉、陰葉とし、高枝バサミで採取する。葉の切片を作り、ミクロメーターで全体・柵状組織・海綿状組織のそれぞれの厚さを測定する。結果を分析して、陽葉と陰葉でどのような違いがあるかを調べ、表やグラフをつくり、レポートにまとめる。
- 効果・自己評価 一連の研究方法を学ぶことができること、多数得られた数値データを処理するのにPCを使うこと、処理したデータに対する考察がしやすいことなど、プログラムとしての意義は大きい。生徒の中には、毎時間、葉の実験ばかりなので他の実験もやりたいといった声も聞かれたが、2年次の「課題研究」につながるプログラムとして有効だと思われる。
- 発展 今回はアラカシを用いたが、樹種をいろいろ変えてみて比較することもできる。また、クロロフィル濃度を測定する器具で葉1枚ごとのクロロフィル濃度の違いも調べると面白いだろう。さらに、光合成速度や呼吸速度の測定といった一連の実験と関連付けることも可能である。

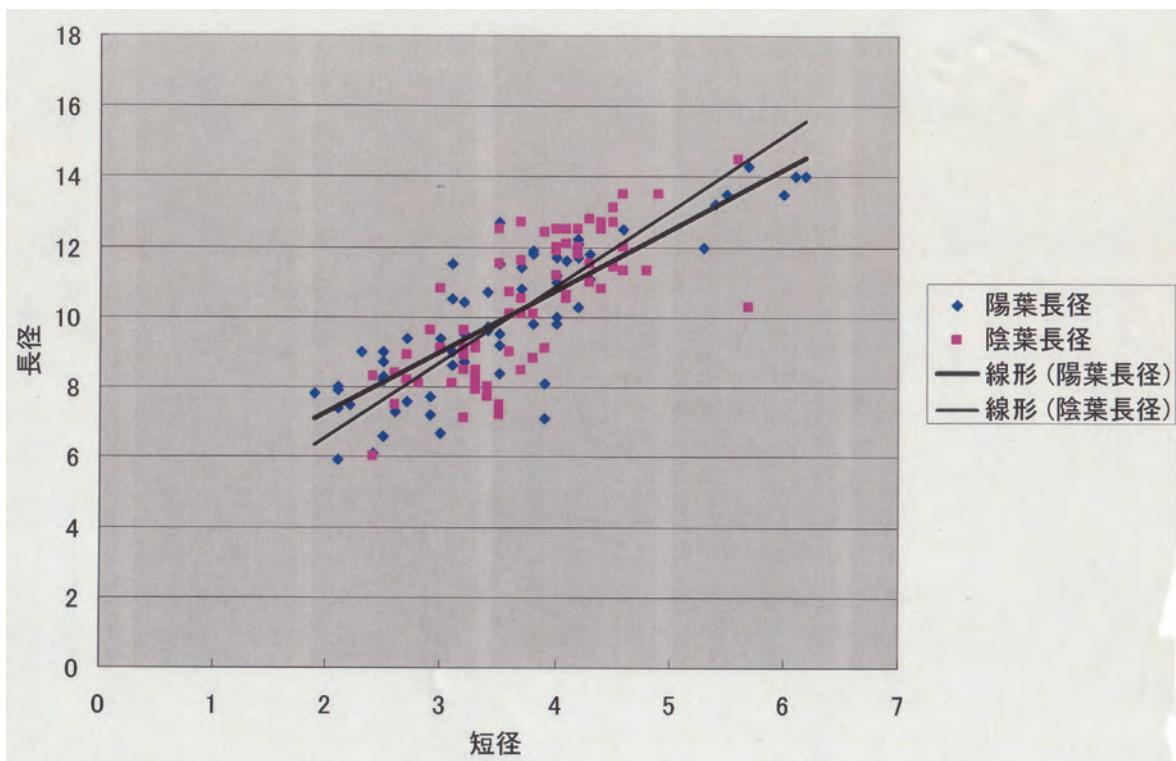


Fig3. 陽葉と陰葉における長径／短径比の比較

③脊椎動物の骨格

- 方法 主な実験実習は以下のとおり。
 - (1)豚足を用いたブタの肢の骨格標本作製
 - (2)鶏の手羽先を用いたニワトリの前肢の骨格標本作製
 - (3)硬骨組織・軟骨組織の観察
 - (4)脊椎動物の前肢骨格の比較
 - (5)レポート作成
- 効果・自己評価 ブタの肢の骨格標本作製は生徒が興味を持って取り組めるし、出来上がった標本も美しくしあがり、骨格が持つ形態美を実感できる。作成して終わりでなく、標本から骨格の構造や骨の機能、関節の働きなどの観察、考察につなげることも可能である。同様のことはニワトリの前肢の骨格でもいえる。この2つだけで脊椎動物全体の肢骨格を比較するのはやや飛躍がある。ウシやクジラの骨格画像を準備して補った。組織の観察は教科書に掲載されているもので、実施には

困難はない。今回は横紋筋の観察も同時に行った。

- 発展 博物館と連携して骨格標本の貸し出しを受けるなどの配慮が必要である。さらに、専門機関から講師を招いて、骨格に関する理解を深めると、プログラムに広がりができる。

評価

どのプログラムも、それぞれ発展性があり、二年次の課題研究につなげることができる。生徒からみた取り組みやすさという点では①だが、1つのテーマを深く掘り下げる“ミニ課題研究”を体験させるなら②がよい。

- ①高校理科の学習が進んでいない高1生でも内容は理解できる。興味や関心を持ちやすいテーマで、実験・実習もできる。
- ②実験の計画、実施、データ分析、考察、レポート作成という自然科学の研究方法を体験できる。
- ③細胞・組織、実験操作、顕微鏡観察、進化など、骨格に関する実験をいろいろな分野にまたがって行うことができる。取り組んだ実験すべてをレポートにしようとすると、量がおおくて時間がかかる。また1つの実験を何時間もかけて深めるような取り組みは難しいように感じる。生徒の感想には、どのグループも同じプログラムで実施してほしいとの希望があった。いろいろな実験をやりたい気持ちの表れと思われる。



Fig 4. 骨格標本づくり（左上）と
完成した骨格標本（右上はニワトリ前肢、下はブタの肢）

平成18年度 SSH 課題研究 実施報告 概括

目的 本校のSSH事業が育成しようとしている3つの資質・能力のうち、広い視野と創造性、豊かな国際性の育成をはかる中心的な事業が、この「課題研究」である。広い視野と創造性については、特に、自然科学を探求する能力や態度を育成することを目標に掲げている。

概要 理数物理、理数化学、理数生物、理数数学探究の課題研究を総合して、教科「理数」の学校設定科目として「課題研究」（2単位）を教育課程に設定し、実施した。今年度で2年目の実施となる。あらかじめ教師側が用意したテーマを生徒が選択し、少人数で取り組んだ。対象生徒は第2学年総合理学コース40名で、9つの研究テーマに分かれた。2学期には校内で中間発表会を、年度末には教育関係者を招いた課題研究発表会を行った。

実施日時・場所 毎週月曜日の5限以降、科学館各実験室、学習室など

講師・外部との連携

神戸大学・・・理学部数学科の野海正俊先生をお招きし、立体図形に関する講義と助言を受けた。
神戸薬科大学・・・難波宏彰先生（本校SSH運営指導委員）の研究室を訪問し、実験指導を受けた。

東京大学・・・先端科学技術研究センターの内田聰助先生より助言をいただいた。

兵庫教育大学・・・教育学部の笠原恵先生に実験材料を提供していただいた。

九州大学・・・農学部の伴野豊先生に実験材料を提供していただいた。

キリンビール・・・主任研究員の永吉照人先生に実験材料および実験指導等の指導を受けた。

岡谷工業高校・・・工業科の若狭信次先生より助言をいただいた。

課題研究テーマ

	テーマ	参加生徒	指導教諭
数学分野	あなたに潜むカオスとフラクタル	7名	松下 稔
	πと多面体	2名	吉田智也
物理分野	Linuxによるネットワーク研究	5名	高田廣志
	波動の研究	5名	西山 潔
化学分野	部分モル体積の測定	2名	志村慎哉
	色素増感型太陽電池の研究	6名	南 勉
生物分野	魚と環境	5名	矢頭卓児
	組織培養を用いたマヤランの増殖	4名	稻葉浩介
	昆虫の体成分が細胞分裂に及ぼす影響	3名	

評価

- ・全体として充実または大体満足と答えた生徒が28名（=昨年は27名）で、1年間の取組みを前向きに評価している生徒が7割以上いる。どちらでもない（6名）または否定的（4名）に評価した生徒が昨年と同じくらいいたことは残念である。生徒がそう感じた理由として、研究テーマに面白みを感じない、研究の進め方についての考えが指導教員と食い違っていたなどの感想がみられた。
- ・真理を探求することや研究することの楽しさを体験できた生徒が27名いたのはとても嬉しいが、11名はそのような体験に乏しかった。
- ・時間不足を訴えることが非常に多い。論文とプレゼンに加え、ポスター作成もあり、作業量は少なくない。また、中間発表会は11月で、時間的には“中間”ではない。中間発表を終えてみて、さらなる研究のヒントやアイデア、意欲がわいた生徒もあり、研究の問題点を自覚した生徒はもっと多数いた。このような現状から、中間発表会はもっと早い時期に済ますほうがよいかもしれない。



Fig.1 研究成果をまとめる

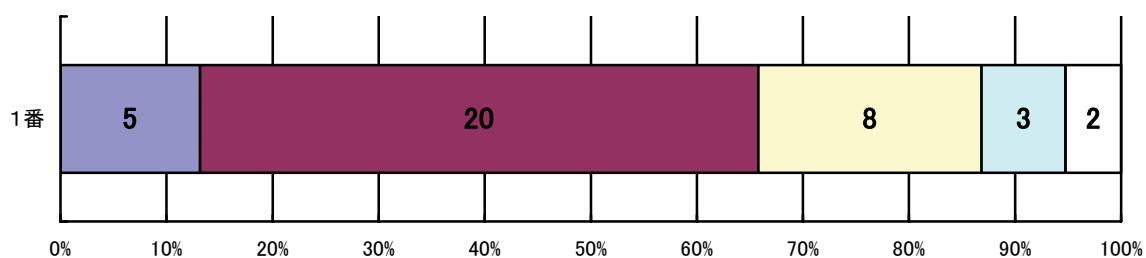


Fig.2 吸光光度計を使った測定実験

アンケート集計結果

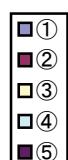
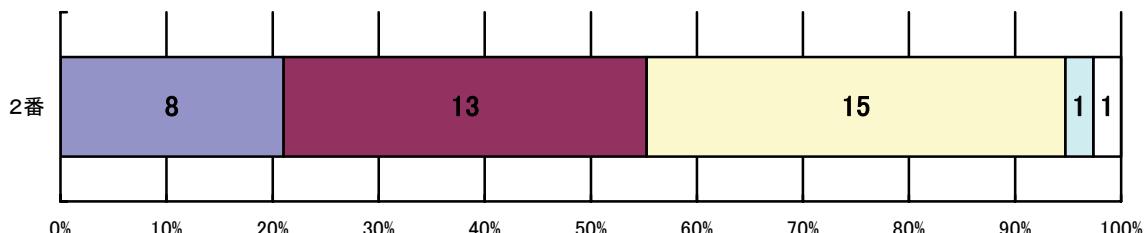
1. 1年間全体を通じて、科目「課題研究」に対する自分の取組みは積極的なものでしたか。

- ①そういえる(5) ②大体そういえる(20) ③どちらともいえない(8)
- ④あまりそういえるものでない(3) ⑤そういえない(2)



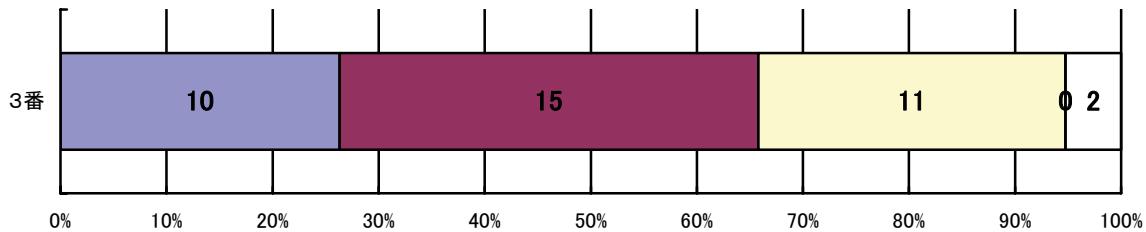
2. 科目「課題研究」に対する自分の取組みは、教員の助言に従うだけでなく自主的なものでしたか。

- ①そういえる(8) ②大体そういえる(13) ③どちらともいえない(15)
- ④あまりそういえるものでない(1) ⑤そういえない(1)



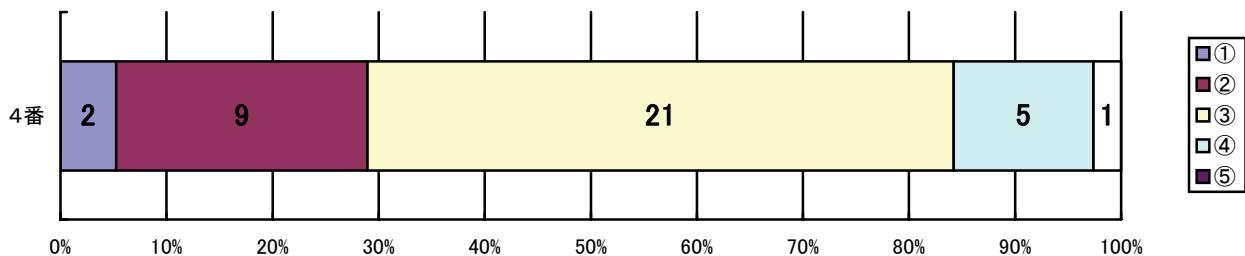
3. 科目「課題研究」に対して、やりがいを感じながら取り組むことができましたか。

- ①よくできた(10) ②できた(15) ③どちらともいえない(11)
- ④あまりできなかつた(0) ⑤できなかつた(2)



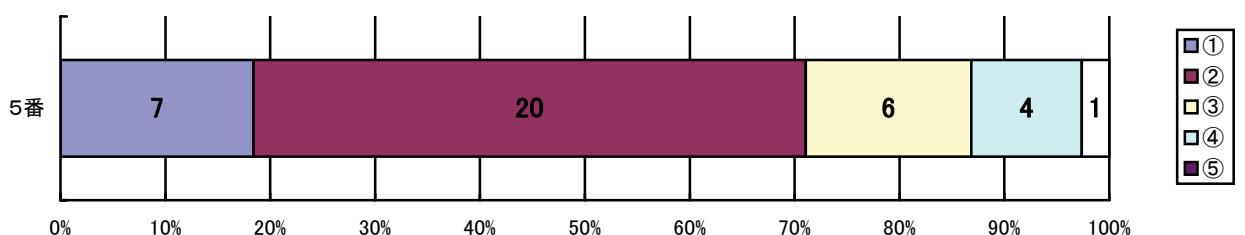
4. 科目「課題研究」の研究成果の内容は、冷静にみてどの程度の水準だと感じますか。

- ①満足できる(2)
- ②大体満足できる(9)
- ③どちらともいえない(21)
- ④あまり満足できない(5)
- ⑤満足できない(1)



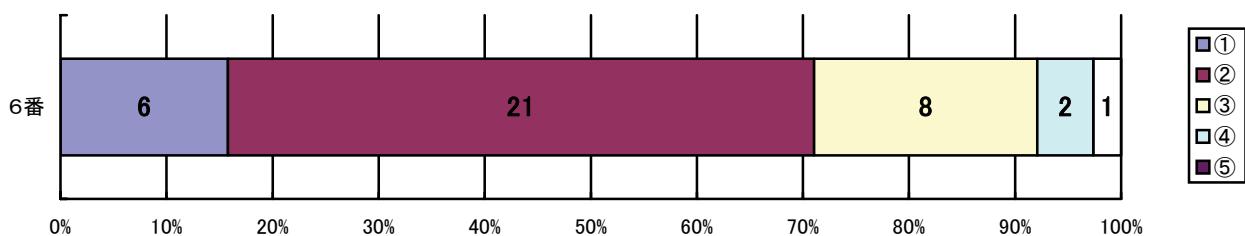
5. 科目「課題研究」の活動ではグループ研究で進める部分が多かれ少なかれありました。他のメンバーと打ち合わせや議論をし、協力して調査や実験・観察を行い、グループ全体として研究を進めることができましたか。

- ①よくできた(7)
- ②できた(20)
- ③どちらともいえない(6)
- ④あまりできなかった(4)
- ⑤できなかった(1)



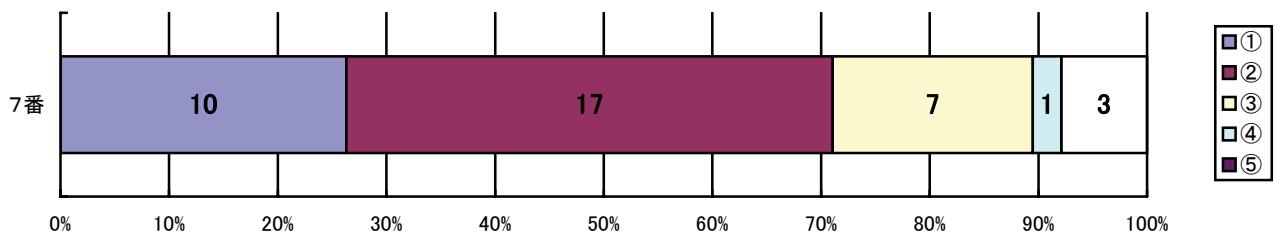
6. 科目「課題研究」の活動を通じて、教員の助言を参考にしつつも、自分やグループ全体としての独創的な発想やアイデアを出し合い、また、活動に反映させることができましたか。

- ①よくできた(6)
- ②できた(21)
- ③どちらともいえない(8)
- ④あまりできなかった(2)
- ⑤できなかった(1)



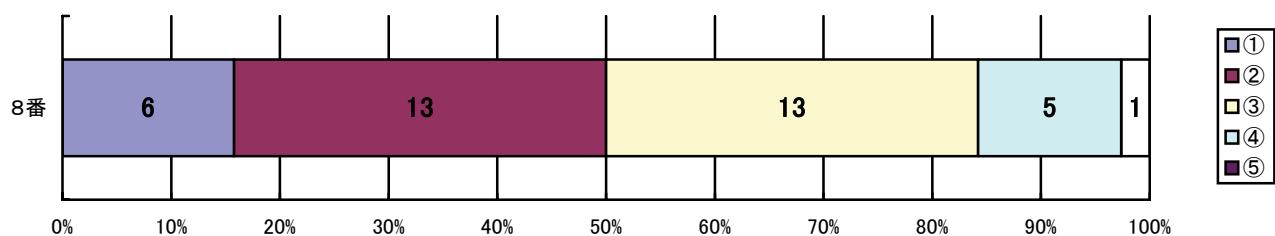
7. 科目「課題研究」で調査や研究に取り組むことで、興味や関心が高まり、真理を探求することや研究することの楽しさを経験することができましたか。

- ①よくできた(10)
- ②できた(17)
- ③どちらともいえない(7)
- ④あまりできなかった(1)
- ⑤できなかった(3)



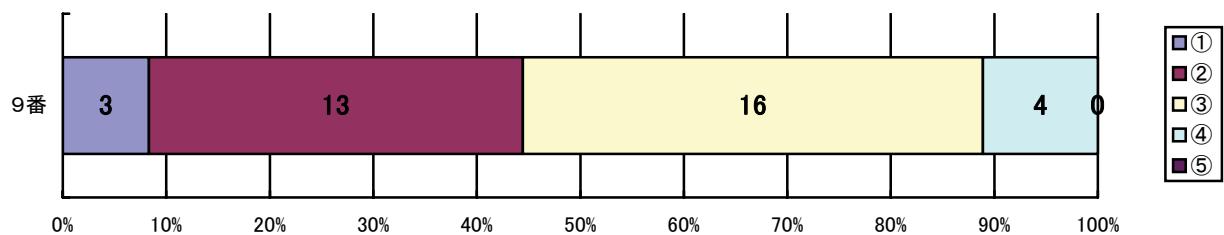
8. 科目「課題研究」の活動を通じて、研究の進め方や発表用原稿（プレゼンテーション）、論文のまとめ方などの技術を習得しましたか。

- ①よく習得できた(6) ②大体習得できた(13) ③どちらともいえない(13)
- ④あまり習得できなかつた(5) ⑤習得できなかつた(1)



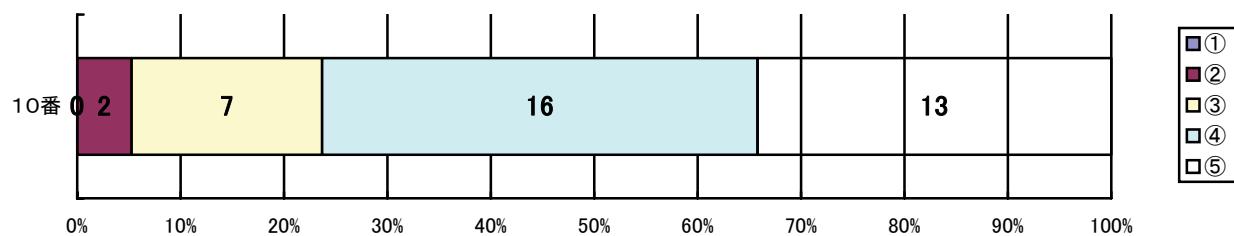
9. 中間発表会（11月）や発表会（2月）での経験は、自分の考えを理解してもらえるように相手に伝えるというコミュニケーション能力の育成に役立ちましたか。

- ①大いに役立った(3) ②役立った(13) ③どちらともいえない(16)
- ④あまり役立たなかつた(4) ⑤役立たなかつた(0)



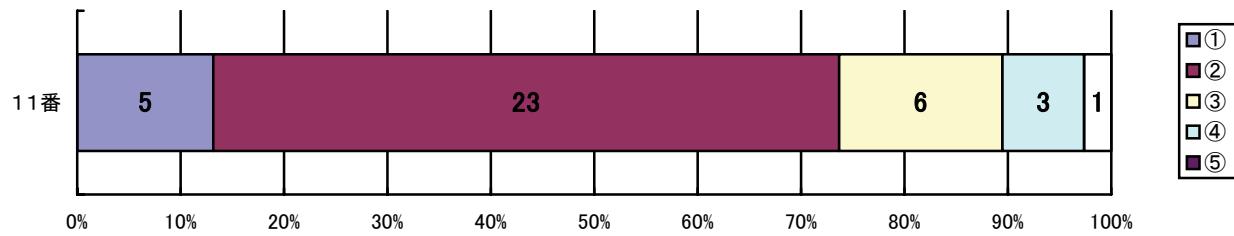
10. 科目「課題研究」は毎週月曜の実施でした。実施時間数は研究を進める上でどうでしたか。

- ①時間が余るくらいだった(0) ②十分だった(2) ③ちょうどよかったです(7)
- ④やや不足気味だった(16) ⑤不足していました(13)



11. 科目「課題研究」の活動全体を総合的に振り返ると、あなた個人としては次のどれに該当すると思われますか。

- ①よく取り組むことができ充実していた(5)
- ②まずまず取り組むことができ、大体満足している(23) ③どちらともいえない(6)
- ④満足できる点もあったが、総じてあまり取り組むことができなかつた(3)
- ⑤満足できる取り組みはなかつた(1)



平成 18 年度 SSH 課題研究 実施報告

テーマ「部分モル体積の測定」

指導者 志村 慎哉

1. 課題研究テーマを設定した趣旨

水に物質を加えたとき、溶かす前の体積(水と加えた物質の合計の体積)が、溶かしたとき減少する。この現象を定量的に解析することによって、溶解という概念を微視的にとらえ、理解することをねらいとした。

2. 活動内容の概略

塩化ナトリウム、臭化ナトリウム、塩化カリウム、臭化カリウム、ヨウ化カリウム、それぞれの 2%, 4%, 8%, 12%, 16% 水溶液について密度を測定し、部分モル体積を図より求めた。固体のモル体積と部分モル体積の差を求め、結晶の充填率との関連を考察した。

3. 年間実施日程と実施内容

5月 8 日	研究計画および測定機器の設定
5月 15 日	ピクノメーターの体積測定 1 回目
5月 29 日	ピクノメーターの体積測定 2 回目、塩化ナトリウム水溶液(2%)の密度測定
6月 5 日	塩化ナトリウム水溶液(4%, 8%, 12%)の密度測定
6月 12 日	塩化ナトリウム水溶液(16%)の密度測定とデータ整理
6月 19 日	塩化ナトリウムの部分モル体積算出
6月 26 日	ヨウ化ナトリウム水溶液(2%, 4%)の密度測定
7月 3 日	ヨウ化ナトリウム水溶液(8%, 12%, 16%)の密度測定
9月 4 日	データ整理およびヨウ化ナトリウムの部分モル体積算出
9月 11 日	塩化カリウム水溶液(2%, 4%, 8%)の密度測定
9月 25 日	塩化カリウム水溶液(12%, 16%)の密度測定 データ整理および塩化カリウムの部分モル体積算出
10月 2 日	臭化カリウム水溶液(2%, 4%, 8%)の密度測定
10月 16 日	臭化カリウム水溶液(12%, 16%)の密度測定 データ整理および臭化カリウムの部分モル体積算出
11月 6 日	塩化ナトリウム水溶液(2%, 4%, 8%, 12%, 16%)の密度測定(再実験)
11月 13 日	データ整理および塩化ナトリウムの部分モル体積再算出
11月 14 日	まとめおよび考察
11月 20 日	中間発表会のための準備
11月 27 日	中間発表会
12月 11 日	中間発表会の反省、今後の方針を決めるための考察
1月 15 日	考察および今後の方針決定、臭化ナトリウム水溶液(2%, 4%, 8%)の密度測定
1月 22 日	臭化ナトリウム水溶液(12%, 16%)の密度測定、 データ整理および臭化ナトリウムの部分モル体積算出
1月 29 日	データ整理および考察
2月 5, 7, 13, 16 19, 20, 22 日	研究論文、ポスター用原稿作成、研究発表会準備
2月 23 日	課題研究発表会

4. 実施後の生徒の感想

毎回の実験は同じことの繰り返しだったが、実験結果を整理、考察することで、ある一定の規則性を発見したり、仮説を立てたりすることができた。今回の課題研究では、自ら創意工夫する、化学の本当の楽しさやすばらしさを体験することができて、本当によかったです。

5. 効果、感想など

実験科学の研究では、地道な測定の繰り返しによって得られたデータがあつてこそ始めて考察が可能となる。そのため、実験操作は正確さと速さが求められる。科学の方法の基本である「観察」→「仮説」→「実験」というプロセスを、体験できたのではないか。

平成 18 年度 SSH 課題研究 実施報告

テーマ「組織培養を用いたマヤランの増殖」

指導者 稲葉 浩介

1. 課題研究テーマを設定した趣旨

マヤランはサガミランともいい、関東ではよく知られたランかもしれないが、兵庫県にも何かとゆかりのある植物である。日本人が最初にマヤランを採集したのが本校のすぐ裏にある摩耶山（六甲山系）であり、また、兵庫県生物学会元会長の永吉先生はマヤランの増殖を長年研究されている。また、本校の校花であるシュンランはマヤランと同じシンビジウム属である。このマヤランが絶滅危惧種で、絶滅が心配されているので、高校生物で学習する組織培養の技術を使って、マヤランを増やすための研究ができるかという願いから、この研究が始まった。

2. 活動内容の概略

- ①組織培養法の基本的な実習
- ②プロトプラスト作成実習
- ③マヤランの植え付け（寒天培地と液体培地）
- ④マヤランのプロトプラスト作成
- ⑤マヤランの組織形態学的実験
- ⑥研究結果の整理、考察
- ⑦論文、ポスター、プレゼンの作成



3. 年間実施日程と実施内容

- 4月 課題研究ガイダンス、研究テーマの決定
- 5月 マヤランについて（特徴、背景など）
組織培養法の習得（培地作成、植え付け）
- 6月～ 組織培養法の習得、プロトプラスト作成
- 11月 中間発表会
- 12月 根茎の組織形態の観察
- 1月 調査結果の整理、考察
- 2月 課題研究発表会

4. 実施しての感想、生徒の感想

実験材料が絶滅危惧種であるため、材料の入手がまずは問題となつたが、永吉照人先生（キリンビール主任研究員）のご好意で、先生が培養中の根茎を分けていただいた。

- ・貴重なマヤランの花芽を見ることができてよかったです。
- ・実験にかける時間をもう少し増やすことができればいいと思う。



Fig2. ハイポネックス培地の作成



Fig3. 培養経過の観察

5. 効果、感想

組織培養の手法自体はオートクレーブやクリーンベンチなどがあれば高校でも実習できるが、培養結果が出るまでに1ヶ月から数ヶ月かかるので、今回のような1年間（マヤランの培養自体は9月以降に着手）の研究では、確信の持てる結果を得るには時間が足らない。発表会でも、「現在も観察中です」という言葉が何度も続いた。予想外にも、培養している1つに花芽ができ、開花する様子が観察できた。

これは生徒の思いと努力に対して授かった幸運だと、みんなで喜ぶことができた。

平成 18 年度 SSH 課題研究 実施報告

テーマ「魚と環境」

指導者 矢頭 卓児

1. 課題研究テーマを設定した趣旨

初めに生徒に提示した研究テーマは「絵画の中の魚たち」で、様々な絵画に描かれている魚類を可能な限り同定して調べてみる研究をする予定であった。神戸大学発達科学部図書館、神戸芸術工科大学図書館、兵庫県立美術館を訪れ、魚の描かれている絵画を調べた。

また、京都大学総合図書館には、蔵書についての調査を依頼し、丁寧な回答をいただいた。また、生徒にいきなり描かれた魚の同定をさせるのは無理なので、実際の魚類標本を使って同定の練習を行った。しかし、絵画の写真が載っている書物のコピーには著作の問題があり、江戸時代の絵画でもそれを載せている書物が発刊後 50 年以上たってないと全面コピーができることが分かった。また、生徒が絵画中の魚に対する同定技術を習得するのはかなり難しいことが分かった。生徒と相談した結果、生徒の希望する方向へ方針を変更して取り組むことにし、魚を指標にした河川の環境調査を行うことになった。

2. 活動内容の概略

神戸高校にやや近く、自然工法で河川改修がなされて時間のたっている住吉川を調査地に選び、釣りによる採集を行った。刺し網や投網を使って採集すれば、より多くの個体が採集できるのだが、「住吉川を守る会」を初め、流域住民の保全活動が行われている河川では、大量捕獲方法はなじまない。採集した魚種の同定を「日本産魚類検索」に従って行った。『すみわけ』などの例によく取り上げられるカワムツとオイカワの関係を胃内容物から調べられるかと期待したが、住吉川ではオイカワとカワムツは中流域の 2 m 程の堰堤で移動が遮られており、上流川にカワムツ、下流側にオイカワと異所的であった。採集個体数の多かったカワムツで、胃内容物の重量と組成について調査した。カワムツは流下昆虫、水生昆虫、藻類、線虫類（？）などを食べており、まさしく雑食性であった。また、体長にかかわらず空胃の個体が少なかった。このことから、

住吉川は、
・人工の護岸の河川であるとはいえ、自然工法の効果があり、自然に近い環境が維持されていること
・水質汚染が少なく多様な生物が生育しており、豊かな河川であること
がわかった。

3. 年間実施日程と実施内容

5月 29 日、6月 5 日、13 日：絵画のコピーの入手（神戸大学図書館など）

6月 19 日、26 日：魚種同定練習、今後の方針ミーティング

7月 3 日：住吉川採集定点調査 7月 12 日～11 月 6 日の 8 回：住吉川での採集

11 月 13 日：標本写真撮影

11 月 14 日：標本のナンバーリング作業、中間発表準備

11 月 20 日：中間発表準備 11 月 27 日：中間発表

1月 15 日、22 日、29 日：胃内容物調査、顕微鏡写真撮影

2月 5 日：胃内容物顕微鏡写真撮影、グラフ作成、考察ディスカッション

2月 13 日～19 日：論文原稿作成、プレゼンテーション用スライド作成、ポスター作成

4. 実施後の生徒の感想

自分たちでテーマを決めて取り組めたので良かった。採集などでは協力できたが、同定や解剖、写真撮影などでは分担を決定するまで時間がかかり手際よくはできなかつた。テーマ決定が遅くて時間不足となり、いろいろな解析ができなかつたのが残念だった。

5. 効果、感想など

研究テーマの設定に生徒の意見が反映されていない現状では、生徒の意欲的な取り組みを引き出すのが困難である。今回、途中から生徒の希望に添って進めたので楽しく取り組めたようであるが、反面、丁寧さに欠けるものとなつた。

平成 18 年度 SSH 課題研究 実施報告

指導者 稲葉 浩介

テーマ「昆虫の体成分が細胞分裂に及ぼす影響について」

1. 課題研究テーマを設定した趣旨

昆虫は節足動物ではもっとも繁栄している動物群で、地球上の生物量も膨大なものになると思われる。この豊富な資源の中に、ヒトの暮らしに役立つような物質を見出しができればというアイデアから、この実験が始まった。カイコは大学で研究されている昆虫としてはもっともポピュラーで、幼虫も大きく解剖しやすい。細胞分裂を促進あるいは抑制するような物質が見つかれば、発展的には健康維持や抗菌グッズなどの製品開発につながる。成分の効果の評価方法としてヒトと同じ真核細胞を使いたかったが、扱いやすいことから大腸菌を用いることになった。

2. 活動内容の概略

- ①無菌操作
- ②大腸菌の培養の基本操作
- ③カイコ幼虫の解剖と体成分の抽出
- ④カイコの体成分添加と大腸菌のコロニー形成
- ⑤カイコの体成分添加と吸光度測定
- ⑥追加実験、研究結果の整理、考察
- ⑦論文、ポスター、プレゼンの作成

3. 年間実施日程と実施内容

4月	課題研究ガイダンス、研究テーマの決定
5月	マヤランについて（特徴、背景など） 組織培養法の習得（培地作成、植え付け）
6月～	組織培養法の習得、プロトプラスト作成
9月～	カイコ幼虫の解剖と体成分抽出 大腸菌の増殖実験
11月	中間発表会
12月	大腸菌の増殖実験（吸光度測定） 細菌のグラム染色
1月	調査結果の整理、考察
2月	課題研究発表会



Fig 1. 大腸菌の無菌操作



Fig2. 細菌の分類群調査

4. 実施後の生徒の感想

- ・いろいろな実験を行え、今までにあまりすることのない観察ができたことで、実験に対する好奇心が高まった。
- ・意欲的に取り組むことができた。研究することの難しさを学んだ。
- ・個人としてもグループとしてもよい研究ができた。
- ・テーマを決めるのに時間がかかり、観察に長時間かけられなかったこと。
- ・研究機関が短かった。実験で見つかった謎の生物を特定したかった。
- ・ポスターや論文作成が締め切りぎりぎりで、もっと長い目で先を見て計画を立てればよかったです。

5. 効果、感想

1 学期はマヤラングループしかなく、組織培養のテクニックを実習していたが、いよいよ研究テーマを決定する段階になって、昆虫が好きだと、細胞が持つ成分の生理活性が面白そうだといった生徒3名が、マヤラングループから独立して研究が始まった。実質は9月からの研究だったうえ、大腸菌の継代培養の経験がなく、大腸菌の吸光度測定も実際にやったのは初めてだった（教員、生徒とも）。しかし、実験日の設定や事前準備を教員サイドである程度行い、生徒が実験を進めるように配慮した結果、5ヶ月でも一通りの体験ができ、結果もおおむね満足できるものだったと思う。

平成 18 年度 SSH 課題研究 実施報告

テーマ 「波動の研究」 室内の音の干渉について

指導者 西山 潔

1. 課題研究テーマを設定した趣旨

高等学校での波動では音波と光波を取り扱うが、波動はその形態が時間・場所によって複雑に変化していくため、具体的なイメージを持ちにくい分野である。この講座では波動のうち、最も身近な音波を取り上げて波動の性質を探ることにした。

波動一般の現象の中からその一例として音波を取り上げたこと、および室内における音の干渉を最終テーマとしたことは、研究を進める過程で生徒たちの希望や興味を勘案した結果である。

2. 活動内容の概略

当初、ノイズキャンセリング・ヘッドホンとその理論について生徒たちが興味を示したので、実際のヘッドホンを用いてノイズキャンセルの特質とその仕組みについて調べた。

ノイズキャンセルの原理は単純であることがわかったので、次に、これを空間的に応用できないかと考えて、室内での音の干渉について研究することにした。低周波発信機をアンプとスピーカーに接続し、一定の周波数で音を鳴らしながら実験室内を歩き回り、音が最も小さく聞こえるところ（干渉点）はどこかをマークした。

次に、実験室の図と干渉点をプロットした図を作成し、各干渉点がどのような条件をみたす点であるのかを、いくつかの要素を元に調べることを繰り返した。

干渉の条件は、反射がからむと複雑になり教科書どおりの結果にはならないこと、一時反射音は聴感上、直接音におとらず重要な役割を果たしていることが理解できた。



3. 年間実施日程と実施内容

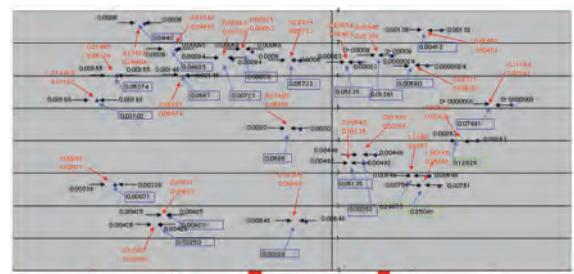
5月～ 波動一般についての講義と実験

9月～ 研究テーマの設定・実験作業開始

11月 中間発表会準備

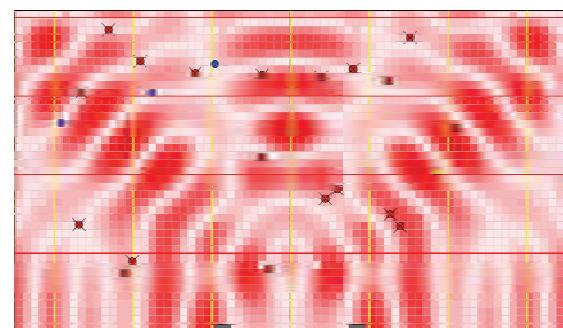
12月～ 干渉条件の精査

1月～ データ処理とまとめ



4. 実施後の生徒の感想

- ひとつのテーマでデータの処理を集中することが意義深かった。
- 自分たちの興味に沿ってやってよかったです。
- 発表会にむけては役割分担ができ、自分の責任が果たせた。



5. 効果、感想など

研究が始まった5月には波動一般の知識がないため、何回かの時間を説明に当てなければならない。また、授業に先立っていくつかの実験を行いながらテーマを設定する準備や、データ処理に慣れる用意をした。

得られたデータは決して数の多いものではないが、その処理は何通りかの方法を生徒が分業して行い、自分たちが主体的に進めていった。単純に見える現象から、その背後にある原理を考察することはなかなか難しいことであるが、それなりの手ごたえを受け取ったのではないかと思う。

平成 18 年度 SSH 課題研究 実施報告

テーマ「色素増感型太陽電池」

指導者 南 勉

1. 課題研究テーマを設定した趣旨

色素増感型太陽電池は、現在実用化に向けて企業・大学等でさまざまな研究が進められている最先端の研究分野でありながら、高校にある実験器具を用いて身近に存在するさまざまな色素を用いて発電することができるという興味深いテーマである。

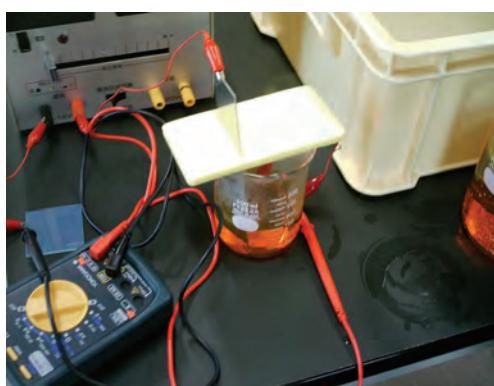
高校生のレベルでも、さまざまな工夫や独創的なアイディアにより、オリジナリティ一豊かな実験が設定でき、新しい知見をもたらす可能性のあるテーマであると考える。

2. 活動内容の概略

最初に色素増感型太陽電池の作成キットを用いて実際に組み立てて発電させてみた。この後で原理を理解するとともに、自分たちがどのような目的で、何を調べる実験を行うのかを考えさせた。

今回生徒たちは、よりよい発電条件を探る目的で、酸化チタンペーストの混合割合、色素の種類、染色時の金属イオンの共存の影響などを調べる実験を設定した。

また、ガラス基板上に酸化チタン膜を焼成させる方法とは別に、最先端の研究分野であるプラスチック基板上に酸化亜鉛膜を電析させる方法で試作するため、導電性PETフィルムを入手して実験を行った。



3. 年間実施日程と実施内容

- 5月 作成キットを利用した組み立て
- 6月～ 方針決定・入手した材料からの組み立て
- 10月～金属イオンの共存の影響を調べる実験
- 11月 中間発表会準備
- 12月 プラスチック基板太陽電池の文献調査
- 1月～ 電析法の実施と組み立て
- 2月 まとめ・課題研究発表会

4. 実施後の生徒の感想

- ・ 実験が楽しかった。電池について前よりよく分かるようになった。
- ・ 普通ではできない貴重な体験ができるよかったです。興味を持って取り組めて本当に良かった。
- ・ 科学って奥深い！そう思えた1年間でした。
- ・ 多くの実験を行ったが、あらゆる方面に手を出したために、深いものにはならなかつたように思える。

5. 効果、感想など

2年次で課題研究を実施する場合、1年次で化学を1単位しか学習していないため、文献調査や研究の方針を決定する際に、化学の基礎知識が乏しいため、良いアイディアが浮かんでこない。仮に3年間の高校化学終了時に考えさせれば、全く違った展開もあっただろうと思われる。

今回の活動を通して、比較条件を1つ設定して実験をするにも、時間と手間をかける必要があると痛感したこと、発表に向けての準備が大変であること、オリジナリティーや成果を出すことの難しさ等々、将来の研究活動に向けて学んだことは多かったのではないかと思う。

平成 18 年度 SSH 課題研究 実施報告

【テーマ】 「Linux とネットワークの研究」

指導者 高田 広志

総合理学コース 2 年生を対象に課題研究を実施した。平成 18 年度は 9 つのテーマに分かれることとなった。この研究はその中の 1 つで、とくに物理分野のなかから生徒の自主的な活動を支援しながら進めた。1 学期当初はパーソナルコンピュータの原理の理解を手始めとして、ハードウェア、ソフトウェアの両面から研究課題を探索する試行錯誤が続いた。生徒たちは、あるときは英文の専門書に悪戦苦闘したり、パソコンを分解し、再び組み立てたり、C 言語の理解を目指したり、とさまざまな苦労を重ねながら、ついにネットワークの構築というテーマにたどりついた。2 学期のはじめにはリナックス (Linux) のインストールからはじめて、DNS サーバの構築、IP アドレス登録へと進み、成功はしなかつたが、メールサーバの構築と DHCP サーバの構築を手がけた。2 学期の後半から 3 学期にかけてメンバー全員が力をあわせて WEB サーバを構築し、念願の自作ホームページをローカルコンピュータ上で閲覧するところまでたどりついた。実は、今回のメンバー 5 人の生徒たちは全員コンピュータの深い知識はまったくもちあわせてはいなかった。1 年生のときに教科「情報」で 2 単位必修の授業で学んだ程度の経験しかなかった。その意味では何もかもがはじめての経験であり、ところどころの要所で指導助言はしたもの、実際にはずいぶんと失敗をくりかえし、つらいことが多かったように思う。しかし、今後将来のこととも考えて、このような経験が、研究という地道で困難な活動に対する姿勢や態度を養うことに大きく貢献するものと期待している。

【活動内容】

1 学 期	8 時間程度	<ul style="list-style-type: none">・ コンピュータの基礎研究<ul style="list-style-type: none">ハードウェアの研究 → CPU の分解と組み立てソフトウェアの研究 → 論理回路の学習C 言語の理解
2 学 期	8 時間程度	<ul style="list-style-type: none">・ ネットワークの研究<ul style="list-style-type: none">サーバ 1 台、クライアント 5 台の設置・ Linux (VineLinux) のインストール<ul style="list-style-type: none">簡易 LAN ネットワークの構築DNS サーバの構築 IP アドレスの設定メールサーバと DHCP サーバの構築
3 学 期	15 時間程度	<ul style="list-style-type: none">・ ネットワークの研究<ul style="list-style-type: none">WEB サーバ (Apache) の構築HTML による WEB ページの作成LAN 内でのホームページブラウジング

【評価・反省】

①生徒の評価・反省

- ・ LAN の設定において完成に持ち込めた DNS サーバと WEB サーバはつまずきながらも、最後までやり通すことが出来たのはうれしかった。逆に DHCP サーバとメールサーバは、完成に持ち込めずに終わってしまい、もうちょっとすすめて完成に持ち込みたかった。Linux の操作では進めていく内に理解しにくいところが増えてきて、進んでいけばいくほど難しさを思い知ることになったところがつらかったです。
- ・ Linux を使ってネットワークについていろいろと研究してきて、Linux 特有の操作にとても苦労しました。この特有の操作に戸惑って時間が少なくなってしまったのが残念です。けれども、このような操作に少しでも慣れることができ、コンピューターやネットワークについての関心が高まったのが良かったと思います。
- ・ 最初に色々やることを夢いっぱいに膨らませながら、自宅での勉強が皆無だったことに少し後悔しました。自分で研究しなければならないのに月曜日の 6 時間目だけで何となるだろうという気持ちが駄目でした。今後こういうことをする後輩にはしっかり学んでもらいたいです。途中から Linux 一本でやることになったが、Windows と全く違う操作にとまどい、そもそもやろうとしていることが難しく全然うまく行きませんでした。たまたま先生がアドバイスをしてくれたりしたけど、言っていることが難しく理解出来ず、本に書いていることも間違って理解したりして泥沼にはまってしまいました。今後この課題研究で学んだことを活かしていくことで何かが得られるようにしたいです。この課題研究でこの分野に興味を持てたことは良かったです。これから自分なりに色々勉強していきたいと思います。
- ・ 今回の一番の失敗点としては、時間の無駄な浪費である。発表までの時間の半分をコンピューターについての知識を得るために勉強として使ったので、あまり実践的なことが出来なかった。だが、コンピューターについての難しさや深さを知るという点ではかなり学ぶことが出来た。この研究をして良かったと感じている。

②指導者の評価・反省

実のところ、評価と反省が拮抗している。はじめから「ネットワークの研究」とテーマを絞り込んで取り組ませる方法も考えたが、それでは生徒の自発性、自主性がそこなわれる。また、指導者の助言やサポートに頼りきってしまうようなら、課題研究の意味がない。とにかくコンピュータをあれこれ触らせたり、OS や言語の勉強を促したりと興味付け、動機付けを優先することにした。「生徒のやる気さえあれば何かができる」という仮説にこだわったのである。もっとも、これは「放ったらかし」という誹りを受けかねない面も否定できないことは事実である。指導者としてこのことは課題研究なるものを実践していく上の大きな問題点である。この意味で、反省すべきことは多い。どのタイミングで、どのレベルで、どの程度の指導が適切なのかということについては、まだまだこのような事例を検証していく必要があると考える所以である。

平成18年度 SSH 課題研究 実施報告

指導者 松下 稔

テーマ『あなたに潜むカオスとフラクタル』

1. 課題研究テーマを設定した趣旨 :

予備知識を必要とせず、物理的な要素を含んだ数学テーマとして自由度が高く、現象面でも身近な題材で解析可能な分野を紹介することで、好奇心をかき立て、高い志をもって積極的に活動できると予想したことにある。

2. 活動内容の概略 :

- ①カオス・フラクタル・複雑系の分野を学習.
- ②数式処理システムMathematicaの技術の習得.
- ③熱雑音の画像処理方法の考案とその分析.
- ④村上春樹の英訳本の数学的解析と音楽の融合.
- ⑤フラクタル音楽の作曲方法のアイデアを練る.
- ⑥ゆらぎ音楽を作曲しCD作成及び論文の作成.

3. 年間実施日程と実施内容 :

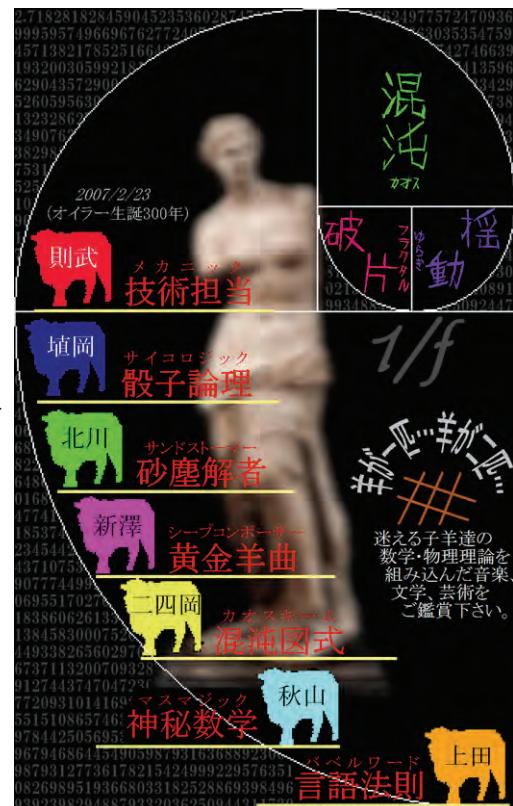
- 4月～5月：カオスとは何かをロジエスティック写像を中心に講義およびフラクタル現象を含めて映像で解説.
- 6月～7月：カオス関連から研究対象（大気と宇宙モデル・流体・音楽・金融市場・フラクタル〈ジュリア集合〉・カオス漸化式）を紹介し、各自の方向性を決定する.
- 8月～10月：
 - ①熱雑音カオス ②ジップの法則
 - ③フラクタル音楽 ④カオス漸化式
 - ⑤Mathematicaによる自動演奏の4テーマが生徒の希望で決定し各自研究を進める.
- 11月：上記の4テーマを中心の中間発表を実施する.
- 12月～1月：各テーマごとに探求を深め、そのデータの解析及び考察.
- 2月：作曲したゆらぎ音楽のCD化及びジャケット・ポスター作成・論文完成.

4. 実施しての感想 :

当初、カオス水車を含めた実験器具の作成及びフラクタル・カオス的な映像の作成を構想としてもっていたが、生徒がこの分野を学ぶ中で独自に研究対象を見つけアイデアを出して予想を超える創造的な活動のもと最終的に1/fゆらぎに収束していった。

5. 生徒の研究課題の感想 :

- 納得のいく結果がでたときの喜び、時間をかけて創り上げたものが完成したときの達成感、チームで関連分野を探求することの重要性を味わうことができました。
- Mathematicaの基本的な操作を習得後、自然・芸術に隠された美しい法則と数学を作曲という形にし、それがさらに1/f ゆらぎすることを検証できたことが嬉しい。
- 課題研究を通じて、プレゼンテーションの重要さ・時間の使い方・自分の役割を果たす責任の重さ・自ら学ぶ対象を探し出す姿勢を身に付けることができたと思う。
- 私は、音楽が好きでこの講座で数学と音楽を関連付けさせる試みができたのは嬉しく、作成したゆらぎ音楽のCDの評判が想いの外良かった。



3.

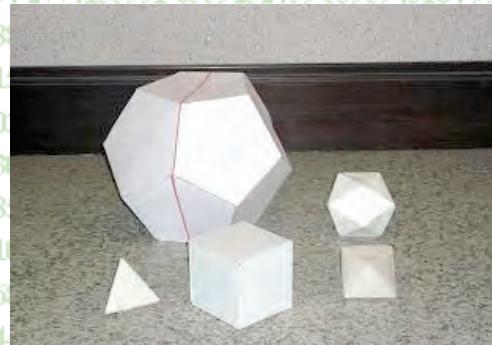
1415926535 8979323846 2 平成 18 年度 SSH 課題研究 実施報告 8164 0628620899 8628034825
3421170679 8214808651 3282306647 0938446095 5058223172 5359408128 4811174502 8410270193 8521105559
6446229489 5493038196 4428810975 6659334461 2847564823 3786783165 2712019001 5485682 60348610
4543266482 1339360726 0249141273 7245870066 0631558817 4881520920 9628292540 9171536436 7892590360
指導者 告田 智也



● 生徒の感想

○ 1学期、すでに値がでているπについて何を研究したらよいのか分からなかつたけれど、πのことを学ぶについて、いろいろなアプローチの仕方があることに気付きました。そして、πと多面体の関係について研究していく上で、最初は難しくて妥協してしまいそうなときもあつたけれど、次第に複雑な計算にも楽しさを見出すことができました。本当に楽しかったです。





「統計学基礎」 実施報告

指導者 阪山 仁

本講座のねらい

この講座では統計解析の基本を学ぶこと、また具体的で興味深いデータの分析を通して統計処理を実体験することがねらいである。

各学期とも、表計算ソフト Microsoft Excel 2000 のワークシートを用いて、実習を中心授業を展開する。とくに平成18年度は昨年度の実績をふまえつつ、第1学年次に履修した教科「情報」における『モデル化とシミュレーション』の授業との連携を重視した。第1学期には古典統計理論の概要を理解し、記述統計の手法の基本を学ぶ。第2学期には仮説検定統計理論を中心に推測統計に親しみ、近代統計学の根幹に触れる。さらに第3学期には現代統計理論に接する。とくに、探索的因子分析や共分散構造分析などの最先端の統計処理のおもしろさを通して、統計学的視野(Super macroscopic observation)の導入がもたらす科学的認識の新たなパラダイムを展望する。

実施内容

第 1 学 期	回	テーマ	内 容
	1	データ解析の基本① 数学の準備	データ解析を行うための数学上の基礎知識を身につける。 1 : Σ 記号の意味と使い方 2 : カテゴリカルデータと数量化データについて 「尺度水準」を学ぶ。 3 : 非決定論的確率論的世界観について
	2	データ解析の基本②	1 : 前時に学んだ Σ 記号の基礎知識の復習 2 : Σ 記号の運用演習 3 : 独立変数(説明変量)と従属変数(目的変量)
	3	データ解析の基本③	データ解析を行うための基礎知識として、とくに標本調査の意味と、母集団が従うべき統計分布について理解を深める。 1 : 母集団と標本(標本調査について) 2 : 統計分布について 大数の法則・中心極限定理から正規分布の導入
	4	標準正規分布	標準正規分布を導入し、標準正規分布の見方と使い方を学ぶ。 1 : 標準正規分布の導入 2 : 標準正規分布表の見方と使い方
	5	標準正規分布の意味と 活用(偏差値とは何か)	標準正規分布が実社会で活用される身近な例として、偏差値を取り上げる。 1 : 統計学から偏差値の本質を考える 2 : 偏差値の読み方と評価のあり方について

第 2 学 期	回	テーマ	内 容
	6	母平均の推定	<p>標本データから母平均を推定する。</p> <p>1 : ワークシートの設計</p> <p>2 : データ入力 : 標本平均と標本標準偏差の算出</p> <p>3 : 区間推定 信頼区間の上限と下限の設定</p> <p>4 : リバースエンジニアリングへ展開 標本の平均と標準偏差から母分布をモデル化</p> <p>【例】文科省大学入試センター試験データより</p>
	7	仮説検定 母平均の差の検定	<p>1 : 検定の手順</p> <p>2 : 帰無仮説と対立仮説</p> <p>3 : 有意水準と危険率</p> <p>4 : 第1種の過誤と第2種の過誤</p> <p>5 : 信頼性・妥当性・危険率</p>
	8	相関分析	<p>1 : 相関関係⇨因果関係</p> <p>2 : 散布図</p> <p>3 : 相関係数 (ピアソンの積率相関係数)</p> <p>4 : 相関の強弱, 相関なし, 正の相関, 負の相関</p>
	9	回帰分析 單回帰分析	<p>1 : 回帰分析の考え方</p> <p>2 : ワークシートの設計</p> <p>3 : 回帰直線の決定 : 回帰係数, 切片</p>
		重回帰分析	<p>多変量解析の世界へ ～より現実的に、複雑系～</p> <p>1 : 観測変数 (説明変数) の多次元化</p> <p>2 : ワークシートの設計 重回帰平面 (3次元グラフ)</p> <p>3 : 偏回帰係数と切片</p>
	10	主成分分析	<p>1 : 主成分分析ワークシート</p> <p>2 : 主成分=総合学力←仮説</p> <p>3 : パス図の作成</p>
	11	探索的因子分析	<p>1 : 因子分析ワークシート とくに主成分分析との相違点</p> <p>2 : 理系的能力／文系的能力という学力因子←仮説</p> <p>3 : 情報量規準 ⇔ 分散 (共分散) (統計的) 情報とは 差の発現</p> <p>4 : パス図の作成</p>

第 3 学 期	回	テー マ	内 容
1 2	判別分析	1 : 判別分析とは何か	
		2 : ワークシートの設計	
1 3	共分散構造分析	3 : 判別関数の設定	
		4 : 結果の分析とまとめ	
		1 : パス図の作成	
		2 : 構造方程式の導入	
		2 : 共分散構造分析	
		Amos5.0 を活用して、共分散構造分析	

評価

【生徒の評価】

(1) 「統計学基礎」を受講して、興味深かったもの、おもしろいと感じたもの、自分になつたと考えられるもの。回答 37名よりアンケートした結果を示す。

第1回	5 %	第8回	30 %
第2回	0 %	第9回	8 %
第3回	5 %	第10回	8 %
第4回	8 %	第11回	0 %
第5回	3 %	第12回	8 %
第6回	3 %	第13回	22 %
第7回	0 %		

(2) 「統計学基礎」を受講した感想、新しく学んだと思えること、自分なりに発見したこと、感心したこと。

エクセルを使えば本当にいろいろなことができるのだと感心しました。また、数値のデータは絶対的なものだと思っていたのが、必ずしもそうでないことが分かりました。ただ、自分が今何をしているのかがよく分からぬことが多いので自分のやっていることの意味を理解しながら作業ができたらベストではないかと思います。

統計学というと、何となく地味な印象だったが、今回の授業でその印象は大きく変わった。特に感心したのは、多変量解析で、授業でやったような複雑なものにまで数学を持ち込んでいることに驚いた。

「統計学」という学問がどういうものなのかよく知らなかつたので、とても勉強になつた。手計算ではとても扱えないような量のデータを一瞬で計算して、目に見える考察を得られる様子に感動した。全体としては理解できない部分もあつたけど、ものすごい学問だなというインパクトは大いに感じ取れた。

普段目にしている「%」や「偏差値」などの数字に対する意識が変わつた。目の前にある情報を鵜呑みにせず、自分で根拠をもつて判断できるような感覚が少しは身についたかなと思う。

授業は楽しかつたです。今まで統計はもっと信じられるのではないかと思っていましたが、受講して、うかうかすると、だまされる危険性のあることが実感できました。

スーパーサイエンスハイスクール

平成18年度 高大連携講座 「自然科学通論」

総合理学コース部 高田 広志

目的 自然科学分野における広い視野と創造性をもった生徒の育成をはかる。

概要 本校の高大連携講義は、神戸大学によって行われる講義と、本校独自に設定した講義がある。これらの講義を受講した者に対しては、学校設定科目「自然科学通論」として追加単位1単位が認定される。今年度は14名の生徒が受講し、それぞれ、科学に対する興味・関心を高め、科学的視野を広げることができた。

場所 神戸大学国際文化学部棟 F棟102号教室
神戸高校視聴覚教室

実施日時、講師、内容等

●神戸大学による高大連携講義

時 期 平成18年8月8日（火）～11日（金）

[理学部担当分]

8月8日（火）1時限（9：30～11：00）

講義題目：表面の分子科学：ナノテクノロジーへの序曲

講義担当者：大西 洋 先生

8月8日（火）2時限（11：15～12：45）

講義題目：大陸の変形

講義担当者：乙藤 洋一郎 先生

8月8日（火）3時限（13：45～15：15）

講義題目：究極理論への夢－宇宙の本当の姿とは？－

講義担当者：坂本眞人 先生

[工学部担当分]

8月9日（水）1時限（9：30～11：00）

講義題目：20世紀の建築と都市のデザイン

講義担当者：末包 伸吾 先生

8月9日（水）2時限（11：15～12：45）

講義題目：都市保全のためのコンクリート工学概論

講義担当者：森川 英典 先生

8月9日（水）3時限（13：45～15：15）

講義題目：コンピュータはこれからどうなるのか？

講義担当者：塙本 昌彦 先生

[農学部担当分]

8月10日（木）1時限（9：30～11：00）

講義題目：自然変異と作物の遺伝・育種：「コムギ」の場合

講義担当者：宅見 薫雄 先生

8月10日（木）2時限（11：15－12：45）

講義題目：「生物の持つ有用機能を利用した新薬開発への挑戦」

講義担当者：今石 浩正 先生

8月10日（木）3時限（13：45－15：15）

講義題目：「牛肉生産と和牛」

講義担当者：大山 憲二 先生

[海事科学部担当分]

8月11日（金）1時限（9：30－11：00）

講義題目：通信とコード

講義担当者：鎌原淳三

8月11日（金）2時限（11：15－12：45）

講義題目：ナビゲーションの今昔～自分の生き方に照らし合わせてみよう～

講義担当者：村井康二

8月11日（金）3時限（13：45－15：15）

講義題目：エナジー

講義担当者：北村 晃

●神戸高校が主催する高大連携講義

①生化学入門 大阪大学理学部 金澤浩 先生 9月9日（土）

②最新ウイルス学入門 神戸大学医学部 堀田 博 先生 11月25日（土）

③二足歩行ロボット 千葉工業大学未来ロボット技術研究センター 古田貴之 先生

生徒の感想

自分にとってプラスになった点

- ・今まででは学部しか知らなくて学部でも工学部か理学部とかの違いもわからなかつたのが受講してみて具体的にどのようなものかがわかった。
- ・1つのことを深く知るのは、難しいこともあるけど、すごい面白いことなんだなあと思えた点。
- ・物事に疑問を持って考えるということ。
- ・大学の授業がどんな感じなのかよくわかった。あと、理系の学部でもどんなことについて勉強するのかが、今まで知らなかつたので知ることができてよかったです。
- ・今まで知らなかつたことが講義を通して分かつたので良かったです。自分の知らない単語なども講義の時に出てきたので、しっかり勉強しないといけないと思いました。
- ・思いのほか集中力が無いことを発見したこと。
- ・普段の生活では、ほとんど耳に入って来ない情報がたくさんありました。そのおかげで知識が増えたように思い、嬉しかったです。
- ・神戸大学の校舎や食堂に実際に入ってみたことがなかつたので、この高大連携特別講義を通して、色々な所を見てまわつたりできたのが良かったです。
- ・高校ではできない実験をすることができた。
- ・興味のある内容について、より知識を深めることができた。
- ・同じ学部の中でも内容が全然違うということを知れた点。
- ・高校では触れない、見られない道具を知ることができた点。
- ・大学という普段あまり訪れる事のない所で4日間様々な講義を受けたことで「学びたい」という意欲を以前より持つようになった。
- ・文章で見る、読むだけではわからない各学科の特色を知ることができた。

- ・色々な講義を受けることができて、広い視野を持てるようになったこと。
- ・今まであまり興味を持っていなかったことにも興味を持つようになったこと。
- ・各分野について色々話ををしていただいて、いろんなことを知った点。
- ・将来について考える時の参考になったこと。
- ・興味のある分野が増えた。
- ・普段習わないことを知れてとても面白かった。
- ・今まででは学部や学科がわかっていても具体的にどんなことをするのかは、わかりませんでした。けど、今回の講義を受けてどういうことをやっているのかの一部を知ることができました。そんな自分にとって興味はないと思っていた学科や学部でも興味を得ることができて、とてもいいものになったと思いました。



Fig 1. 神戸大学での高大連携講義

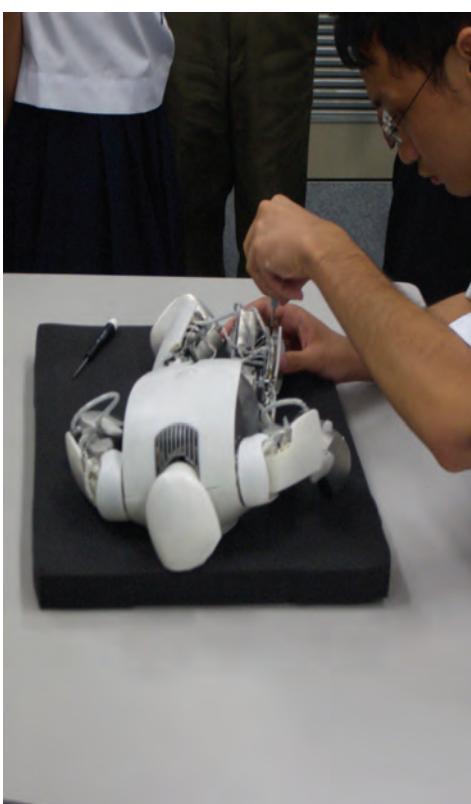


Fig 2. 神戸高校主催の高大連携講義

日本のロボット工学の第一人者である吉田先生(千葉工業大学)に遠路はるばるお越し頂き、とても楽しく興味深い講義をしていただいた。感謝。

平成18年度 高校生のためのサマーサイエンスセミナー実施報告

実施日時：平成18年8月21日（月）7時45分～18時30分

実施場所：播磨科学公園都市内；兵庫県立先端科学技術支援センター、兵庫県立大学理学部

大型放射光施設；Spring-8

実施目的：兵庫県下の理数系のコースに学ぶ高校生を対象とする、科学に関する講演、兵庫県立大学理学部の研究室、大型放射光施設；SPring-8等の見学会に参加し、本校の総合理学コース生徒が「科学」をより具体的な形で体感し、基礎科学に対する一層の興味を喚起されることを促す。

内 容： 7:45

神戸・王子公園に集合、出発

9:45

兵庫県立先端科学技術支援センター大ホールに到着

10:00

開校式

10:10～11:00

財団法人ひょうご科学技術協会専務理事 川口 悟 氏による挨拶

講演1

講師：兵庫県立粒子線医療センター院長 菱川 良夫 先生

「21世紀のがん治療最新技術～究極の放射線治療・粒子線治療」

*現在県立粒子線医療センターで行われているがん治療の実例を示しながら、これまでの「放射線治療」と最新の「粒子線治療」との違いについての講演。

11:10～12:00

講演2

講師：兵庫県立大学大学院生命理学研究科教授 渡辺 憲二 先生

「細胞からみた動物の形作り～プラナリアを例に」

*『ニワトリと卵はどちらが先か』から始まり、動物の系統樹（生物進化系統樹）、動物の形の起源（進化）と形作り（発生）、プラナリア再生から見た動物の形を作るルール等についての講演。

12:45 県立大学理学部に移動

兵庫県立大学理学部研究室見学

2つのグループに別れ、大学院物質理学研究科・生命理学研究科内で

・極限状態物性学（川村研究室）～超高压力下における物質の研究～

・物質反応論Ⅱ（杉村研究室）～有機反応仕組みの解明し物質変換の原理を明らかにする研究～

・化学分析学（水谷研究室）～微細流路のマイクロチップ研究～

・生体物質化学（阪口研究室）～膜タンパク質のオルガネラ局在・トポロジー形成機構の解明～



・細胞制御学Ⅱ（吉川研究室）～ミトコンドリア内膜に存在する呼吸鎖複合体の研究～

・細胞機能解析学（大隅研究室）～転写因子DREFによる細胞増殖と分化の制御機能の解明～

の各研究室を順に見学、研究内容についての簡単な講義を受ける。

14:45～16:15

大型放射光施設；SPring-8 及び周辺関連施設の見学

「放射光普及棟」「蓄積リングの研究ブース」「線形加速器」

「1km ビームライン」「医療利用施設」等

16:15

播磨科学公園都市 を出発

18:30

神戸・王子公園に帰着

午後の県立大学理学部の見学では、わざわざこの日のために資料を作り、実際に使われている実験器具をつかったり、顕微鏡をのぞいたりと、各研究室が様々な手法で、高校生がただ話を聞くだけではなく、大学院での研究の雰囲気を体験することができた。

大型放射光施設の SPring-8 では、世界的にも最先端の研究施設の様子を目の当たりにでき、生徒たちにとって大きな刺激になった。しかし、『高輝度光科学』について事前学習をさせておけばもっと興味深く見学することができたと考えられる。

生物実験実習A・B 実施報告

(担当 稲葉浩介)

目的 自然科学分野における広い視野と創造性をもった生徒の育成をはかる。

概要 神戸大学理学部生物学科での生物実験実習講座で、今年度は2講座（A・B）を開講した。

場所 神戸大学理学部生物学科 生物実習室（神戸市灘区六甲台町1-1）

実施日時、講師、内容等

参加生徒は希望者とし、1・2年の総合理学コースと2年理系の生徒が参加した。

	実施日時・参加生徒数	テーマ
生物実験 実習A	平成18年8月17日(木) 参加生徒 2名	I 走査型電子顕微鏡による生物の微細構造の観察～電子顕微鏡でのぞくミクロの世界 II 透過型電子顕微鏡による微小管の観察～繊毛の中の小さなチューブ
	講師 洲崎敏伸先生（神戸大学理学部助教授）	有川幹彦さん（神戸大学理学部大学院生）
生物実験 実習B	平成18年8月30日(水) 参加生徒 21名	モデル生物・センチュウの観察
	講師 坂本 博先生（神戸大学理学部教授）	

内容

●生物実験実習A

- I 走査型電子顕微鏡による生物の微細構造の観察～電子顕微鏡でのぞくミクロの世界
走査型電顕では、生徒が持参したサンプルを用いて標本を作製し、教官の指導のもと、走査型電顕の走査や画像撮影など、一連の実習を生徒各自が体験できた。
II 微小管の観察～細胞の中の小さなチューブ
ゾウリムシの試料を透過型電子顕微鏡で観察した。

●生物実験実習B 線虫の野生株（雌雄同体と雄の2種類がある）の観察

センチュウ（*C. elegans*）の野生型と変異型について、顕微鏡観察を行った。また、生物学科の研究室見学と紹介をしていただいた。この実習はオープンラボ形式で、実習の説明や指導は高校教員が主導し、大学の先生と大学院生の方々に細かい観察指導をしていただいた。顕微鏡や材料のセンチュウや器具の準備は、事前打ち合わせの上、大学側でしていただいた。

①*C. elegans*の野生型の顕微鏡観察

生徒のほとんどがセンチュウを見るのが初めてであり、体のつくりそのものを知ることから始まった。前後軸・背腹軸の区別や雌雄同体と雄の区別、いくつかの運動様式の観察、衝撃刺激への反応性の観察を実体顕微鏡で観察した。次に、プレパラートを作成し、腸や生殖巣、肛門などの形態の観察、生殖細胞の分裂系列、胚の発育段階などの観察を双眼顕微鏡で観察した。

②*C. elegans*の変異型

4種類の変異型について、どのような変異が見られるか、顕微鏡でみて表現型の変異を調べる。どの遺伝子が変異しているかはあらかじめ紹介してあるので、生徒は変異体がどのタイプのものか、表現型と遺伝子の変異を結びつけるクイズに挑戦した。

③研究室の見学や研究内容の紹介をしていただいた。

成果

●生物実験実習A

少人数での実習であり、操作しながら観察できたこと、透過型電顕による観察もできたことなど、貴重な経験ができた。今回の参加生徒は人数が少なかった（盆明けは部活の合宿などが多いため）が、それが奏功し、各自が電子顕微鏡の操作ボタンを押したり、ハンドルを回転させたりするなど、機械の操作を十分な時間行うことができ、ミクロの世界を楽しむことができた。昆虫の頭部や蝶のハネなどは形態変化に富み、生徒は飽きることなく、ディスプレイ画面に見入っていた。また、透過型電顕では、ゾウリムシの繊毛の断面で、教科書にも紹介されている9+2構造を明確に確認できるなど、授業との関連でも成果があった。

生徒は参加するまでは、どんな画像が見えるのか想像がつかないので、興味はあったものの、モチベーションはそれほど高くなかった。しかし、ミクロの世界を目のあたりにしたこと、高度な精密機材を自分で操作できたことが、とても大きな満足感となり、目に見えない世界に対する興味を高めることができた。

●生物実験実習B

・生徒の感想

大学の様子や設備、雰囲気がよくわかった。顕微鏡で細胞を観察しているとき、高校で学んだ細胞分裂の過程を思いだした。今までの授業が現実味を帯びて面白かった。こんなに小さい生き物が世界中の研究室で役立っていることに驚いた。生物の面白さが前よりもわかつたので、これからもいろいろ学びたい。体の3分の2が生殖細胞というのに驚き、興味が持てた。

・効果

教科書にも取り上げられているモデル生物のセンチュウに1日じっくりと触れ合うことができ、興味や関心はとても深まった。また、大学の実験室で立派な顕微鏡などの機材を使って実習したので、大学での学問の雰囲気も感じることができた。高校教員の説明が足りない部分では大学の先生が補足説明してくれたり、大学院生が実際の実習指導をしてくれたりで、実習の水準を高めることができた。参加した生徒全員が実習目的を十分に果たした。改善点としては、生物IIで学習する遺伝子発現はまだ学習していない生徒がおり、ノーベル賞を受賞したRNA干渉などの話題は十分には理解できなかつたようだ。また、双眼顕微鏡は両視野を重ねたり、視度を調節するのが難しいようで、目の疲れを訴える生徒もいた。このような操作に慣れていないのが問題だが、きちんと調節すればよく観察できることも実感させたい。



Fig 1. 生物実験実習A 走査型電子顕微鏡を操作している様子（左）と、真空状態での金粒子の蒸着操作による試料作成（右）



← Fig 2. 生物実験実習B 液晶テレビに映し出された顕微鏡下のセンチュウ



Fig 3. 生物実験実習B 双眼顕微鏡によるセンチュウの観察
観察のポイントを大学院生に教わっている様子



Fig 4. 生物実験実習B センチュウの体内に観察できる細胞
矢印が陰門（排卵する部分）で、その近くには成熟した卵がみられる。右側にはまだ初期の段階の生殖細胞（卵原細胞）がある

自然科学研究会 地学班 活動報告 (自然科学研究会地学班 顧問 南 勉)

目的 地学(天文・気象)分野に興味をもつ生徒に対し、実践的な活動を通して自然科学に対する広い視野と科学的态度の育成をはかる。

概要 1年間を通して次のような活動を計画して実施した。

- (1) 天文全般について学ぶとともに、望遠鏡や双眼鏡の使用法を習得する。
- (2) 月・惑星・星雲星団などの天体観測を通して、宇宙の身近さと奥深さを体感する。
- (3) 天体写真の技術を高めて、活動の記録や文化祭における発表等に活用する。
- (4) スターウォッチング調査への参加や日々の太陽黒点観測など、ネットワーク的活動への基盤作りをする。

場所 本校科学館屋上、さじアストロパーク(鳥取県)

内容 本年度の主たる活動内容について報告する。

(1) 夏期観測会

平成18年度夏期観測会を鳥取県にある「さじアストロパーク」で行った。

◇ 日時：平成18年7月27日(木)～7月29日(土) 2泊3日

◇ 参加者：部員16名(1年12名、2年4名)
と引率教員2名の計18名

◇ 活動内容

昨年度(1泊2日・西はりま天文台公園)

とは異なり、交通費や宿泊費の一部に関してSSHの補助を受けることで2泊3日の日程とした。事前の天気予報で期間中は曇りがちの天気であったため観測できるか心配した。しかし部員たちの祈りが通じたのか、夜の8時過ぎに雲は消え、代わりに雲と見紛うほどの天の川が見える満天の星空となった。最初に、さじ天文台の103cm反射望遠鏡による観望会では「M13球状星団」「M57リング星雲」等を観測することができた。空の状態がよいため、望遠鏡の鮮明な像に部員はたいそう感動していたようである。

次に、部としての観測会では、天文台付きコテージである「セレス観測所」でコンピュータ導入のできる40cm反射式望遠鏡を利用した天体写真にチャレンジする班、SSH関係の予算で購入した自動追尾システム付屈折式望遠鏡や大型双眼鏡を使ってメシエ天体の搜索をする班、星座を見つけながら固定カメラによる天体写真(星野写真)の撮影をする班などに分かれて講習会を行った。

また夜半から、交替で「5～6人のグループ」をつくり「みずがめ座流星群の計数観測」を行った。結果は2日間の観測時間帯だけでも150個以上の流星を観測した(表1)。生まれて初めて「流星」を見る生徒が多く



表1. みずがめ座流星群計数観測結果(グループによる全方位観測)

観測日	観測時間帯	観測された群流星数	観測された他の流星数	観測された全流星数
7月28日	1:00～2:00	33	8	41
	2:00～3:00	25	9	34
	3:00～4:00	23	13	36
7月29日	1:00～2:00	16	3	19
	2:00～3:00	39	15	54

かったので、明るい流星が流れるたびに歓声が湧き上がっていた。

二日目の昼は天文台の太陽望遠鏡を使った観測会で「黒点」や「プロミネンス」を観測し、プラネタリウム施設を利用して星座の学習も行った。

二日目の夜は快晴からスタートし、まず、一日目に観測できなかった「三日月」や「木星」を観望したり、天体写真を撮影したりした。この夜は途中から時折薄雲がかかったりしたが一日目に消化できなかった作業をすることができた。今回セレス観測所において、デジタルカメラで撮影した天体写真（写真1～4）を示す。



写真1. M13 球状星団



写真2. 木星



写真3. プレアデス星団



写真4. 月（危難の海）

- (2) 環境省・(財)日本環境協会主催の全国星空継続観察への参加（夏期・冬期）
7×50の双眼鏡を用いて、こと座（夏期）プレアデス星団（冬期）付近に、何等星まで見えるかを観測し報告した。
- (3) 太陽黒点観測の実施（2月～）
今年度の新規の活動として、太陽黒点観測を始めた。従来本校では地学班の活動内容であったが、天文ドームが廃止されてから専用の観測機材が無かった。年度末でようやくSSH予算通り小型ではあるが投影板つき望遠鏡が購入されて、日々の観測が始まった。黒点活動は2007年に極小期を迎える予定であり、継続観測により極小期の時期をつかむことを目標にしたい。

評価 新規の観測が始まり、技術も蓄積され活動のレベルは高くなってきた。本年度の夏期観測会は二晩とも天気に恵まれ、振り返るととてもハードスケジュールであった。ただ、この時点で初めて天体観測をしたという一年生部員が多く、経験や事前学習があればもっと高度な観測が可能であったのにという感も否めない。このような満天の星空の美しさを知った部員たちが今後なお一層「天文」に興味を深め、さまざまな観測技術を学ぶきっかけになってくれるものと思う。

自然科学研究会 生物班 活動報告

(自然科学研究部生物班 顧問 稲葉浩介)

目的 自然科学分野における広い視野と創造性をもった生徒の育成をはかる。

概要 3年目を迎えたアフリカツメガエルの発生実験を継続で実施し、さらに研究を進めることができた。

研究テーマ 「アフリカツメガエルの食餌が幼生の成長に及ぼす影響について」

場所 本校生物実験室 (神戸市灘区城の下通1-5-1)

部員 生物班 坂田ゆず、中村有希

内容 アフリカツメガエルの人工授精による受精卵の作成、その後の発生過程における給餌管理は、何度かの実験を経験したため、手際よく、他の部活動の合間を縫って行われた。人工授精は、雌雄ともに生殖腺刺激ホルモンを与えた後は、自然に抱接するのを待つという方法をとっていたが、受精の時期に最初と最後で数時間の時間差が生じるため、ホルモン投与後はオスを開腹して精巢を取り出して精子混濁液を作成して受精に用いるようにした。このため、受精時刻のずれをなくすことができた上、受精率を大幅に上げることもできた。多数の幼生が誕生したが、原因不明の理由（水替えによる水質変化か、水槽を取り替えたことによる飼育状態の変化?）によって、多数の幼生が死亡した。このような予想しなかった事態が実験には何度もつきまとったが、2人の実験に対する熱意とカエルに対する愛着が勝り、実験は新たな展開をみせ、その成果は学会でのポスター発表という形で一般に出すことができた。大学での研究の流れを最初から最後まで経験することができた。

●今年度の研究活動

①神戸大学理学部での実験実習活動（6月と7月の2ヶ月で3回訪問した）

SSH事業の1つである生物実験実習でお世話になっている洲崎敏伸先生（神戸大学理学部生物学科）の研究室で、アフリカツメガエルの腸の組織切片を作らせてもらいました。本校にはミクロトームがなく、動物組織の切片を作ることができない。また、樹脂包埋の方法も経験がない。大学の研究室では、組織の樹脂包埋、ミクロトームによるプレパラート作成をさせてもらいました。方法や手順の説明を受けつつ、実際の操作はできるだけ生徒が行った。生徒はミクロトームのハンドルを回転させて、マイクロメートル単位の薄層切片を作成した。

部員の数が少なかったこともあり、研究室内で他の大学院生の方などと一緒に実験させていただき、貴重な体験ができた。実験にあたって事前の打ち合わせはメールで数回行った。このような形態の高大連携では、こちらが希望する実験の目的や内容を明確にすること、実験の操作は生徒がするという主体性をもつこと、安全面や器具の破損等に気をつけながら実験することなどに配慮したい。

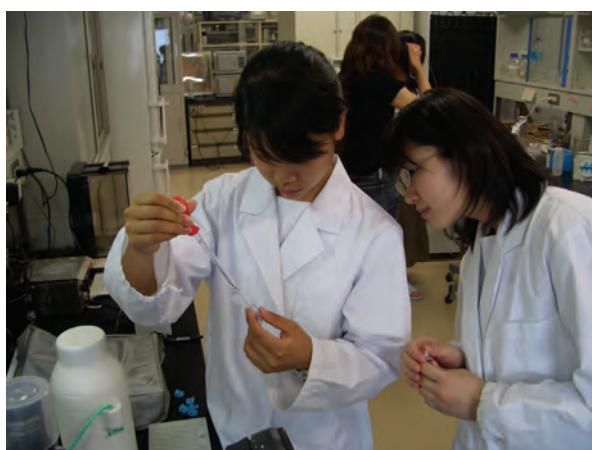


Fig1. 神戸大学理学部洲崎研究室での実験

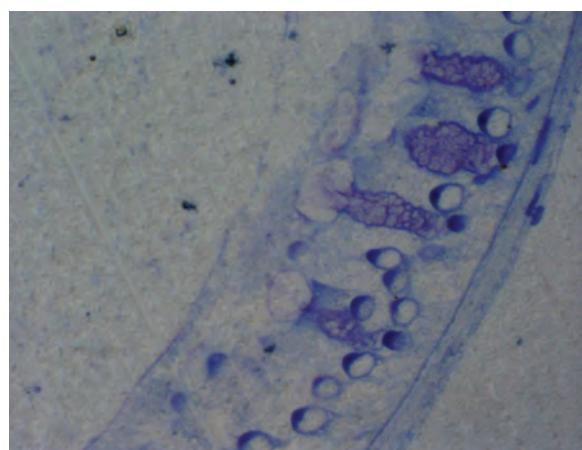


Fig2. アフリカツメガエルの腸上皮（顕微鏡で観察）

②研究活動の成果を第77回日本動物学会大会（平成18年9月23日・24日、島根大学）の高校生ポスターセッション部門で発表した。

9月23日はポスターセッションの準備をし、日本動物学会賞受賞者の記念講演を受講することができた。発表内容は専門的で、概要をおぼろげながら理解できる程度だったが、生徒は興味を持って熱心に聞き入っていた。本格的な学会での発表の場で多くの研究者に混じって発表を聞き、大学での研究活動を肌で感じるよい機会になった。翌日（24日）は高校生ポスターセッションで、自分達の研究を紹介した。たくさんの研究者の方がいろんな質問をして下さり、生徒はふだん考えもしなかったようなアイデアや物の見方があることに気づいていた。また、他の高校生の発表を互いに紹介しあい、交流も生まれた。相手がどんなことに興味をもって研究しているかが理解できたときに、生徒の科学的な視野が広がったようだ。このような発表の場があると日頃の活動の目標になり、よい励みになる。



Fig3. 第77回日本動物学会大会（島根大学）でのポスター発表

評価

①大学研究室での実験実習

大学研究室での実習によって得られた成果は大きい。参加生徒の人数を考えると、効果の拡大という点で弱い。しかし、参加生徒にとっては大変よい機会になったことは間違いない。参加人数が少數だったからこそ可能な連携であり、部活動や少人数の研究グループ単位で行うのがよい。

②日本動物学会でのポスター発表

参加生徒は本格的な学会で成果を発表でき、学会の様子も肌で知ることができた。近くでこのような発表の場があれば、より気軽に参加することができる。

アフリカツメガエルの食餌が幼生の成長に及ぼす影響について

兵庫県立神戸高等学校 自然科学研究会生物班

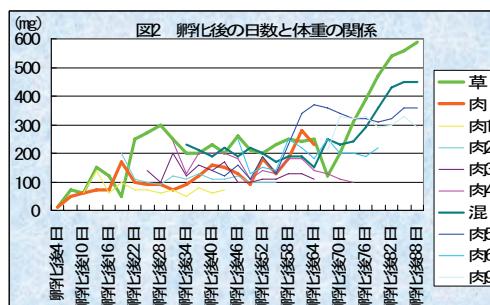
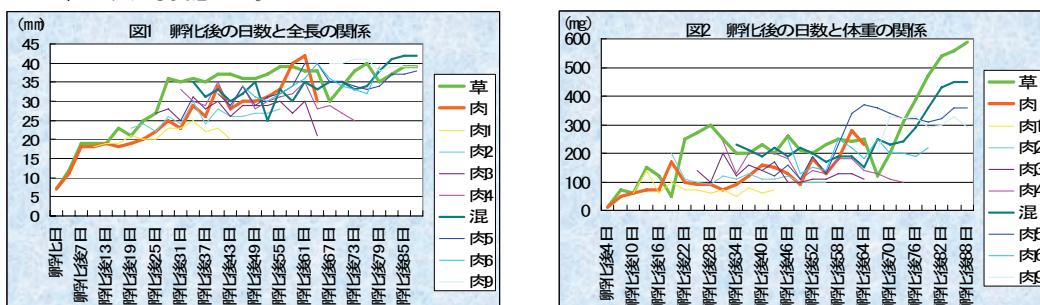
坂田ゆず、中村有希

アフリカツメガエルの成体は雑食性であるが、幼体の食餌は、一般的に草食と考えられている。孵化直後から与える餌の種類によって、幼体の成長にどのような違いがあるのか、また、腸の長さに違いが生じるのか、興味を持ったので調べた。

実験 1 回目

生殖腺刺激ホルモンを 2 ペアの雌雄について、注射し、産卵・放精を促した。その後、孵化した 626 匹の幼体を、100 匹と残りの 526 匹に分け、526 匹の方に草食性の餌(裏ごしグリーンピース)、100 匹の方に肉食性の餌(鶏のレバー)を 2 日に 1 回与えた。1 週間ごとに草食性の餌の方から 30 匹取り出し、動物性の餌に切り替えた。4 週間後、30 匹取り出すと同時に、草食性の餌と動物性の餌の両方を与える幼体 50 匹を取り出した。毎日、体長と体重を各グループにつき 5 匹ずつ測定し、その平均をとった。孵化後 10 週目に解剖し、腸の長さを測定した。

肉食・肉 1 はステージ 18、肉 2・肉 3 はステージ 19、肉 4・肉 6 はステージ 20 まで成長したが、いずれも死滅した。草食から 2 匹と混食から 2 匹が成体にまで成長したが、肉食からは成体に成長したもののはなかった。混食・肉 5・草食・肉 9 にいた幼体 4 匹が生存しており、いずれも変態した。



幼体に与えた餌は、内臓(腸)の成長に大きく影響した。肉食は、内臓が小さいものがほとんどで、草食ほど内臓が成長しているのはごくわずかだった。しかし、肉食のうち数匹、孵化後約 50 日間生きていたことから、動物性の餌でもある程度の消化吸収能力があると考えられる。肉食・草食より、混食の方が成長がよかつたので、偏った食餌より、5 週目(ステージ 20・21あたり)から両方を与えた方が成長がよいと考えられる。孵化後 50 日あたりから、尻尾が縮んでいる幼体が見られ始めた。肉食の幼体に多く見られたので、栄養不足を補おうとしている可能性がある。草食では成体が幼体を食べていたので、幼体の時は草食性でも成体になると肉食性の餌も必要であることがわかった。解剖実験から、動物性のえさを与える期間が長い方が、腸の成長が悪い、ということが明らかになった。

実験 2 回目

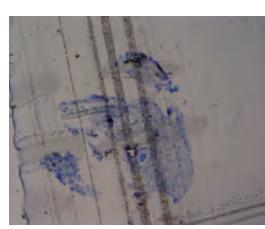
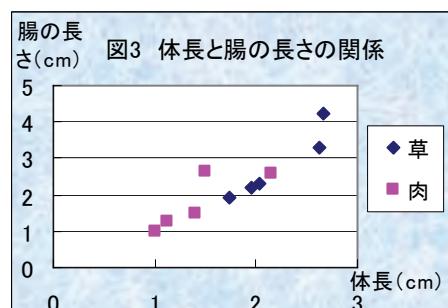
卵の一斉受精と受精率をあげるために、人工授精で受精卵を得た。草・肉・6 週間に動物性の餌に移行する肉 6 の 3 つで実験した。肉 6 の餌の切り替え時に各グループの個体 5 匹ずつ解剖し、腸を取り出した。14 週間目、残っていた個体(草食 7 匹、肉食 2 匹、肉 6 5 匹)のうち草食 2 匹を除き全ての個体の解剖を行い、腸を取り出した。解剖して取り出した腸の切片をトルイジンブルーで染色し、微分干渉顕微鏡で観察および画像を撮影した。

人工授精では受精率はとても良かった。今回も、肉食では成体まで成長したものはいなかったものの、数匹長く生き残ったので、栄養源として肉食性の餌を摂取してある程度の段階まで生きることができる個体がいるということがはっきりした。同じ個体数の幼体に同じ量の同じ餌を与えていても、水槽の大きさが違うと 1cm 程度成長に差が出たことから、密度は個体の成長に影響したと考えられる。

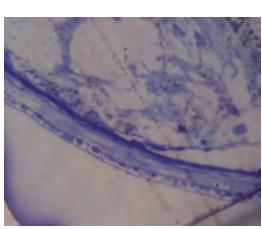
実験 1 で腸の長さは同じ体長でも草食の方が長いという結果が出たが、今回の実験では肉食・草食に関係なく個体の大きさによって決まるという結果が出た。前回より今回の方がデータ数が多いので、今回の方が正確な結果だと考えられる。実験 1 と同様、解剖時の腸は肉食の方が崩れやすかった。

腸の組織の様子は、予想していたものとは大きく違った。

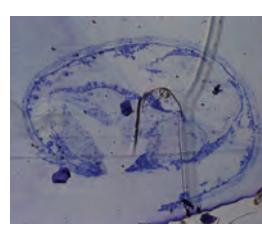
6・14 週間の両方の草食の切片がかなり崩壊していたことから、草の方が細胞間接着がゆるいと思われる。肉食で見られた組織で草食に見られなかった組織があることから、崩壊したか元からなかつたと考えられる。14 週目の肉食と肉食 6 の切片には共通点が多くだったので、初めの 6 週間目までは腸の形成には違いが生じないと考えられる。各切片の比較から、おおまかな腸の表皮の組織の構成がわかった。外側から、最外層・膜・筋組織・結合組織・膜・最内層で構成されており、いずれも滑らかな円形だった。柔毛のようなものは見られなかった。筋組織の内側の結合組織に吸収細胞と思われるようなものが見られたが、吸収細胞以外にも写真から特定できなかった組織が多数見られた。



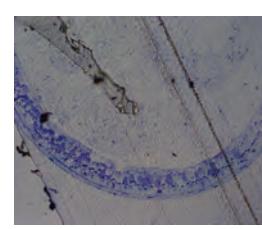
5 草 (×10)



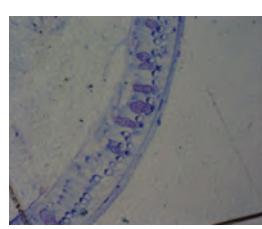
5 肉 (×40)



14 草 (×20)



14 肉 (×10)



14 肉 6 (×20)

まとめ

幼体に与える食餌が、幼体の体長に影響することはほぼ間違いないのですが、腸の組織に影響しているかどうかははつきりとはわかりませんでした。幼体の腸には様々な組織がありました。柔毛は見られませんでした。

参考文献

石原勝敏 発生学実験 共立出版 40-49
山田卓三 新しい教材生物の研究 講談社 120-123

小泉貞明 図解実験観察大事典生物 東京書籍 274-275

実施報告 数学オリンピック講座について

兵庫県立神戸高等学校 数学科
指導者 松下 稔・吉田 智也

本校数学科においては、SSH3年目の事業の一つとして、昨年度に引き続き数学オリンピック対策講座を開講するに至った。

文部科学省・独立行政法人科学技術振興機構の後援する財団法人主催の数学オリンピックは、国際数学オリンピックの日本代表選手候補を選抜する、数学に秀でた若者のための大会であることはよく知られた事実である。本校数学科では、この大会予選突破を目指すべく上記講座を設定した。

詳細については、以下に記すとおりである。

○対象者

数学オリンピックの受験を希望する1, 2年生

○講師

本校 数学科 教諭 松下 稔（2年数学担当）

○講座開講のねらい

- (I) 高校で教えるテーマの中のいくつかは、その扱われ方が、あまりに表面的であり、高校での勉強に頼ったのでは使いこなすことができない。
- (II) 国際数学オリンピックは数十年の歴史があるので、過去の積み重ねとして自然に理論ができるいる（オイラーの定理etc.）。それを学習する。
- (III) 数学における理論は、過去の数学者がさまざまな問題を理解する際に生み出したアイデアの蓄積を結晶して誕生したものといえる。
- (IV) 数学オリンピックに合格することを目指すが、数学の高度な理論にふれ、数学をより好きになってもらうことも重点目標とする。

○講義日程

日 時	講義・演習内容
第1回 10/06(金)の放課後	『離散数学』第Ⅰ回
第2回 10/12(木)の放課後	『離散数学』第Ⅱ回
第3回 10/20(金)の放課後	『整数論』第Ⅰ回
第4回 10/27(金)の放課後	『整数論』第Ⅱ回
第5回 11/10(金)の放課後	『代数』第Ⅰ回
第6回 11/17(金)の放課後	『代数』第Ⅱ回
第7回 11/24(金)の放課後	『解析』第Ⅰ回
第8回 12/01(金)の放課後	『解析』第Ⅱ回
第9回 12/15(金)の放課後	『幾何』第Ⅰ回
第10回 12/25(月)の午前中	『幾何』第Ⅱ回
第11回 12/27(水)の午前中	過去問演習
第12回 01/06(土)の午前中	過去問演習
本番 01/08(月)	オリンピック予選日

○オリンピック予選終了後の生徒アンケートの結果（受験生徒 2年 9名 1年 3名 計 12名）

1. 「数学オリンピック講座」について

- (1) 「数学オリンピック講座」を受講する機会があつて、
ア. 良かつた ……100% イ. とくに何も思わない…0%
- (2) 「数学オリンピック講座」で取り扱った内容の難易度について、
ア. 易しかつた ……0% イ. ふつう…………27% ウ. 難しかつた……73%
- (3) 「数学オリンピック講座」の参加状況について、
ア. ほとんど参加…91% イ. 半分程度参加 …9% ウ. あまり参加できず…0%
- (4) 次年度「数学オリンピック講座」があれば、参加しますか。【1年生のみ質問】
ア. 参加する……67% イ. 参加しない……33%
2. 「オリンピック予選試験」について、
- (5) 試験結果は、A (合格) : 6点以上, B : 5・4点, C : 3点以下のいずれでしたか。
ア. A ………………1名 イ. B……………4名 ウ. C……………7名
- (6) 試験結果について、どう評価しますか。
ア. 良かつた…………17% イ. 妥当なところ…50% ウ. 悪かつた…………33%
- (7) 「オリンピック予選試験」を次年度も受験しますか。【1年生のみ質問】
ア. 受験する……33% イ. わからない……33% ウ. 受験しない……33%
- (8) 受験料補助がSSHの予算でまかなわれたことは、励みになりましたか。
ア. 励みになつた…75% イ. とくに思わない…25%
- (9) 「数学オリンピック講座」が開講されていなくとも、「数学オリンピック予選試験」は受験していましたか。
ア. 受験していた…33% イ. 受験していない…67%

3. 自由記述

(10) 意見・感想・要望

- 基本的に楽しかつた。高校でやれないことがたくさんできてよかつたと思う。
- 面白かつたです。
- 問題の意味がよくわからないものもあり、余裕を持てずに解いていたので良い結果を残せなくて残念だった。
- (講座を) 新年度 (はじめ) から実施すべきです！
- 毎回とても楽しい授業でした。また機会があつたらぜひ参加したいと思います。
- 去年受けているので油断していたらスカタンしてしまった。私は(2年生だけど)来年も参加したい。
- 講座のおかげで考え方などが広がり、予選問題も今まででは解けないものも解けたと思います。また、とても楽しかつたので来年も受けられるなら受けたいです。
- 手強い問題ばかりだったが、好奇心をそそられる問題ばかりだった。とはいえ、やはり合格点をとるのは難しかつた。この経験が大学受験にも生かすことができたらよいと思う。

○アンケートによる「数学オリンピック講座」の考察

設問(5)からもわかるように、昨年度は予選突破者は0名であったが、今年度の予選突破(本選出場)者は1名を擁することができた。これは昨年度から継続して講座を実施した成果と見てもよいと思われる。

単年度ではなかなか難しいことを、事業を継続実施することによって成果を残し、なおかつ数学に対して興味・関心を抱く生徒が多くなったことが、このアンケートから考察し得るよう感じた。

以 上

ダ・ビンチプランの一環として兵庫県教育研修所主催「理数ワンダーランド」に 初の数学ブース「算数・数学オリンピックのたまご」を出展

61回生有志生徒・吉田智也・稻葉宏昭・寺本まりこ

平成18年11月3日、兵庫県立教育研修所にて行われた「理数ワンダーランド」に県下初の数学ブースとして「算数・数学オリンピックのたまご」を出展した。

【概要】

(1) 算数・数学オリンピックに繋がるような易しい(面白い)問題を小・中学生向けに2題、神戸高校生がオリジナルに作成して、「算数・数学オリンピックのたまご問題」と名づける。

時間を決めて、小・中学生に取り組ませたうえで(15分程度)、神戸高校生が、色板や模型を使って視覚的に解説する。

早く解けてしまった生徒や全体の説明で理解できなかった児童へは、隣室で個別に高校生が対応する。

算数オリンピック問題・ジュニアオリンピック問題・神戸高校総合理学科開設PRポスター・創立110周年記念誌なども教室前に展示・掲示した。

【来場者の動きと流れ】

- ① 教室入り口で

表紙: 遊び方説明
2ページ目: 問題・解答用紙
裏表紙: 神戸高校総合理学科開設PR

この用紙と鉛筆(黒・赤青)を受け取る。

(「遊び方説明」は入り口付近に拡大して掲示されている。)

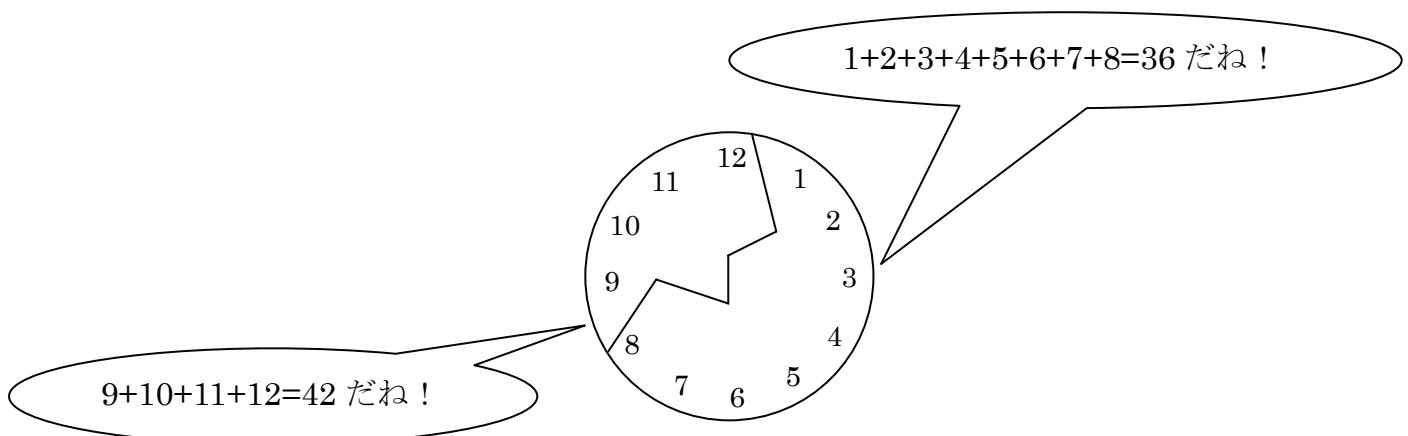
- ② 教室に入り、椅子に座って問題を解く。
- ③ 時間内に解けたら、隣の教室へ持っていくて見せ、誤りがあればアドバイスをもらう。
一発で正解すればカードにスタンプを2個押印してもらって終了。鉛筆を返却して退出する。
- ④ 教室で15分程度経過したら、神戸高校生が考え方を色板や模型を使って解り易く説明する。赤で○をつけたり、青で書き加えたりして自己採点しながら理解する。
- ⑤ 教室出口で鉛筆を返却し、カードにスタンプを押してもらう。
- ⑥ 答えがあるかどうかわからないときや、質問があるときは隣の部屋に用紙と筆記具を持って行き、高校生に聞く。神戸高校生は、一人ひとりに対応する。
- ⑦ スタンプがたまつたら、神戸高校グッズ(神戸高校生作成の記念品)がもらえる。

算数・数学オリンピックのたまご問題例

時計盤^{とけいばん}の数字を書いたクッキーを焼いたのですが、落^{おち}としたときに図のようにひびが入って、2つに割れてしまいました。

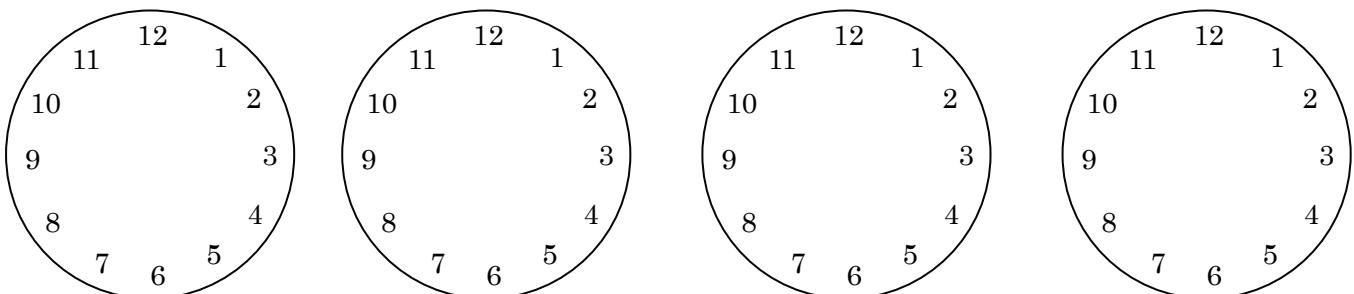
割れた片方^{かたほう}のクッキーに書いてある数字を全部たすと 36

もう一方に書いてある数字を全部たすと 42 でした。



別のもう1枚のクッキーも2つに割れていたのですが、それぞれの数字をたした結果は、一方がもう一方の2倍になっていました。

こちらのクッキーは、どんなふうに割れていたのでしょうか、かいてみましょう。



【生徒の感想】

・数学があまり好きではない私ですが、少しでも多くの人に問題を解いてもらおう、数学の良さをアピールしようと宣伝しているうちに、いつもとは 180 度違った見方で数学と向き合っている自分に気づきました。

・自分達で問題を作って他の人に解いてもらうということをやったことがなかったので、いつもの解く側の自分と違う、新しい視点で見ることができたと思います。

・「もう一度言って。」と言うと「もう一度(席へ)行って。」と聞き取られたのか、自分の席に帰ってしまった子どもがいました。自分と大きく年齢の違う人に対して、数学を教えることの難しさ、意思疎通の難しさを実感しました。

・準備をしているうちに、だんだん 11 月 3 日が待ち遠く感じられるようになりました。当日、教室の椅子が足りなくなるほど、人がたくさん来てくれたときは本当に嬉しかったです。

・子供だけでなく、たくさんの保護者の方も参加して下さり、若い頃に戻ったつもりで数学の問題に取り組んでおられる姿は、イキイキしていました。こういう企画には参加していくと、必ず得られるものがあると実感しました。



英語プレゼンテーションコンテスト実施報告

1 経緯と今年度の特徴

英語プレゼンテーションコンテストは、オーラルコミュニケーションⅠにおける1年間の学習の集大成として位置づけられ、今年度は4回目の実施となる。本校では、1998年度より「スピーチコンテスト」を実施していたが、より多様な表現力の育成を目的として、2003年度からは「英語プレゼンテーションコンテスト」に発展した。今年度の指導の詳細は、後述（4. 指導経過）の通りだが、1年間のオーラルコミュニケーションⅠの授業を通して、基礎的な音声指導から、英文の作成法に至る一連の指導を経て、実物投影機・コンピュータ・DVD・CDなどを駆使した生徒自身の個性溢れるプレゼンテーションを発表させた。クラス予選でクラス代表を選び、本校講堂で本選を実施した。従来各クラス2名（計16名）を選出していたが、今年度は優秀者が多く選考に苦慮し、学年全体で19名を本戦出場者に選んだ。一昨年度よりスーパーサイエンスハイスクール(SSH)研究指定を受け、総合理学コースにおいては、トピックを一昨年同様「科学的」なものに限定した。

2 目的

英語による自己表現力の育成を目的とする。プロップ（小道具）を用いて、明快で説得力のある発表を通して、論理的思考力や英文構成力など、より高度な英語運用能力を養成する。

総合理学コースにおいては、「科学」をトピックにした発表を行い、将来の研究発表の基礎を養う。

3 指導方針

1年間のオーラルコミュニケーションⅠの授業を通して、段階的な指導を行う。1学期は、英語運用能力の基礎となる発音・アクセント・表現力を重視しながら、ALTとのチーム・ティーチングを最大限に活用し、「話す」ことへの積極的な姿勢を育成する。2学期は、各自のプレゼンテーション制作に向けて具体的な準備を行わせる。3学期は、クラス予選で代表者を選出し、2月に本選を実施する。

February 22, 2007

The 4th Presentation Contest of Kobe High School Program

- 1 Opening Ceremony
 - (1) Opening Address ······ Mr. Kusakabe Hiroaki
 - (2) Introduction of Judges
- 2 Presentation Contest
- 3 Closing Ceremony
 - (1) Judge's Comment ······ Mr. Angene Brian
 - (2) Announcement of Prize Winners ······ Mr. Inaba Hiroaki
 - Awarding
 - (3) Closing

Contestants

Order	Name	Class	Title
1	Takagawa Fumika	1-8	Danger of Drugs
2	Aoki Mio	1-4	Laughter
3	Murakumo Kei	1-7	Soccer
4	Yamanishi Yuki	1-6	Han-Ryu Boom
5	Masutani Maika	1-2	Magical Chocolate
6	Saito Hibiki	1-3	Hitsumabushi
7	Umemura Fuka	1-5	Haruki Murakami and English
8	Nawatani Maria	1-5	My Exchange Trip to Taiwan
9	Nakamura Hitomi	1-1	My Special Days
10	Inoue Yukiko	1-1	Soccer World Cup
11	Yokota Shoichiro	1-2	The Biggest Empire in the World
12	Taniguchi Sakiko	1-6	Professional Baseball Chips Cards
13	Ishida Hisanori	1-3	What Do You Think of The Japanese Personalities?
14	Nabeshima Yui	1-5	Fair Trade
15	Kunimoto Reiko	1-3	Loose Socks
16	Yamamoto Satoru	1-8	How Do You See?
17	Soejima Ayano	1-4	My Favorite Thing
18	Kawashima Kana	1-7	Who's Sharaku?
19	Kikuchi Mariko	1-1	We Are The World

4 今年度の指導経過

月	活動内容	指導内容
10月 11月	・プレゼンテーションの導入 ・プレゼンテーションの実践練習(グループ・プレゼンテーション)	・プレゼンテーションの概要を説明する。 (1)聞き手を魅了するスキルの解説。 (2)原稿とプロップの有効活用。 ・論旨が通り、構成がしっかりした原稿を作成させる。 (1)1クラスを5人ずつのグループに分け、用意されたトピックの中から1つを選んでミニ・プレゼンテーションを行う。 (2)原稿作成におけるスキルの解説。 Introduction・Body・Conclusion の徹底。
12月	・プレゼンテーション原稿の作成	・トピックの決め方・Introduction のポイント・Body の展開例・Conclusion の書き方を解説し、概略を書かせた上で、原稿を作成させる。(昨年度のクラス代表者の原稿を参考資料として用いる。)
冬季休業中	・プレゼンテーションの原稿及びプロップの完成作業	・1月から始まるクラス予選に向けて、原稿の暗誦とプロップの完成を課題として指示。
1月	・クラス予選の実施	・視聴覚教室において、クラス予選を実施。3回の授業で40名全員がプレゼンテーションを行い、聞き手は採点を行うシステムを採用。 ・クラス代表の選出は、40名の生徒の評価と英語科担当教諭、ALTの総合評価により決定。
2月	・学年英語プレゼンテーションコンテスト(本選)の実施 [2007年2月22日(木)]	・クラス予選を勝ち抜いた、各クラス代表19名による本選を約2時間にわたって実施。 ・ALT・本校教員が厳正に審査し、3位までの入賞者を決定し、表彰。

5 総合理学コースの「科学」に関するトピック

総合理学コースでは、トピックを「科学」に限定した。各自が関心のある科学的なトピックを選び、プレゼンテーションを行った。今年度、生徒が考えたタイトルは次の通り: Imagination / Nuclear Power or Fossil Power? / Air Pressure / Power Generation / Global Warming / The Brain / Environmental Pollution / Musical Therapy / Twinkle Stars / The Greatest Threat to Humanity / The Universe / The Mystery of Golden Ratio / Mystery of Mars / How Do You See? / Saturn / What Is The Most Useful Thing in Technology? / Hairs / Danger of Drugs / Prevention / GM Foods / Alzheimer's Disease / ATP / Flower Garden in Deserts / Albert Einstein / Cloning Technology / Food Chain / The Destruction of Environment / Plant / What Are Harmonics? / Mysterious Heavenly Bodies / Simple Is The Best / Noro Virus / Mask Man / What Is The Greatest Threat to Humanity? / Photovoltaic Power Generation / Solar Electricity / Power of Magnet / What Is The Most Important Thing To Cure Diseases? / The Role of Hair / Power Generation That Uses The Sea

6 総合理学コース本選出場者のプレゼンテーション原稿

How Do You See?

1-8 Yamamoto Satoru (The Winner of The Contest)



Hello everyone.

Well, I present. The title is "How Do You See?" We don't always see things correctly. Do you have perfect confidence in your eyes? If so, I'll show you some pictures which will shake your confidence. And I will tell you why.

First of all, look at this picture closely. I think that you see this picture as a spiral design. It is natural for you to make such a mistake. So I'll tell you the secret of this picture. Look at this pen point. Do you understand? Yes, this is a circle. And this picture is nothing more than many circles. As this picture shows, we often make errors in seeing the shape of things.

Next, look at this sheet. Yellow and blue. Here is red. I put this red sheet on here. Then, here is a check design sheet. I put this here. Then, how do you see these two red colors? I think you see this red as deeper than this red. But, in reality, both of these two shades of red are the same. As these pictures show, we often make errors in seeing the colors of things.



Well. I'll tell you why such phenomena happen. Stated quite simply, visual information precedes other senses. So our brains easily make mistakes when we see things. Remember this picture. For example, in this case, cells named neuron that reacts to spiral designs responded to many circles by mistake. This sort of thing happened in a part of our brains. That administers our vision. That is why, we are deceived.

To conclude, we make many errors in seeing things. But we can examine and enjoy these mistakes. In fact, I'm interested in these phenomena. But, all that I have shown you are physical examples. Human beings often make errors in many parts of their lives. If we see something doubtful, whenever it is something visible or even if it is only an idea, we should try to see it correctly and try to find the truth.

I hope you aren't deceived by everything that will do harm to you in this world.

Finally, I hope you enjoyed my presentation. Thank you for listening.

Danger of Drugs

1-8 Takagawa Fumika



Hello, friends.

Do you know something will destroy your life forever? Its name is "Drugs." In Japan, it is called "*mayaku*." Now, young Japanese like you are targeted by the drug dealers, because you know nothing about drugs. Today, I'm going to talk about the "danger of drugs."

First of all, drugs mingle in our lives. In Japan, they masquerade as very useful medicines. Don't be deceived! We have many dreams. For example, do you want to be slim? There is a woman. She wants to get slim. So, she take the drugs. Drugs can surely make her slender. But, it is exchange for her health! She is too slim!

Next, drug delusion. Taking a drug, you see and hear things that do not exist. Drugs eat your mind and hijack your feelings. One drug user said, "A lot of midgets try to stick me with a sword!" Another said, "I'm always seen by someone. Is he a policeman?" You soon are not able to keep regular hours any more!! Then, drugs lead us to a cycle of death. When you take drugs, you fall in a

very snug world. But afterward, the world collapses.

Next, you have sharp stab of pain. Only taking drugs can help you. It is called physical dependence. Besides, sometimes you steal money or kill others to get drugs. This is called mental dependence. You can't escape from drugs!! Those dangers of drugs that I have told you. Drugs mingle in our lives. Delusion leads us to cycle of death.



Can you shake off the drugs' long arm? If you face the temptation, you only have to say "No." It is very difficult, but very important. Please save yourself. You're the only person who can do it.

Thank you for listening.

7 総括と来年度への期待

今回で4回目を迎えたこの英語プレゼンテーションコンテストであるが、年を経るごとにそのレベルが向上し、上述のようにクラス代表者を2名に絞りきることができず、学年合計で19名の出場者となった。クラスによっては、4名以上本選に出場しても十分なほど完成度の高い発表も見られた。その一因は、本校の現在のALT（Mr. Brian Angene）の尽力に負うところが大きい。彼が立てた生徒の指導計画に基づいて順調な準備ができたことに加え、彼自身が学年の生徒全員の原稿に目を通し、英語の表現や文構成のチェックを行ったことで、生徒の英文がより理解しやすいものとなった。さらに、クラス代表者に対しては、個別に指導し、本番での発表に対してきめ細かな助言を行った。このような指導が背景にあり、クラス予選や本選のレベル・アップにつながった。

本選は、オーラルコミュニケーションⅠの授業の延長である一方、「学年行事」としても位置づけられているのは、英語教師だけでなく、学年団の他の教員にも関心をもってもらうねらいがある。この方針で、来年度以降もコンテストが継続されることを期待したい。

生徒にとっては、約3分間のプレゼンテーションの原稿を完成させるだけでも大変な労力を要したと推察されるが、各自が興味をもったトピックについて書くことに対してはこちらが考えるほど抵抗はなかったという印象がある。プロップを使うことは、いわゆる「スピーチ」との大きな違いで、プロップの制作や活用は、プレゼンテーションの活動を生徒が楽しく取り組めた大きな要因であった。

また、総合理学コースにおいては、既述（5 総合理学コースの「科学」に関するトピック）の一覧からわかる通り、「科学」への興味・関心は一定レベルに達している。来年度62回生のプレゼンテーション制作への参考になるであろう。

最後に、英語プレゼンテーションというビッグ・プロジェクト実施にあたって、担当者のみならず多くの方々のご協力とご支援をいただき、心から感謝の意を表したい。

（担当教諭 伊藤晴敏・南 博子・守 純子・吉田健三）

総合的な学習の時間 「科学英語」 実施報告

指導者：西村 達 朝倉 伸宏

1 概 要

本校では、1年次に「オーラルコミュニケーションⅠ」におけるコミュニケーション活動の集大成として、「英語プレゼンテーションコンテスト」を実施している。特に、総合理学コースの生徒においては、「科学」分野に関するトピックに限定しプレゼンテーションを行った。2年次には総合理学コースのみを対象とした「総合的な学習の時間(科学英語)」で、英語を用いたディベート活動を行い、科学的な知識を深め、個々の考えを論理的思考により第三者に伝えることを目標とした。



2 目 的

- ①「科学」の様々な事象・理論への興味・関心を高め、知識を更に深めていく姿勢を養う。
- ②個々の興味・関心に基づき、データを自発的かつ積極的に入手、分析する能力を養う。
- ③「科学」的事象への個々の考え方や意見を、英語で論理的に思考し主張する能力を養う。
- ④他者の意見や主張に積極的に耳を傾け、説得力のある議論を展開する土台を養う。

3 対象クラス

2年8組(総合理学コース)

4 指導方針

年間14回の授業の中で、3つの段階を設定し、最終目標であるディベート実施に向けて英語科教諭2名で指導、助言を行った。また、必要に応じて本校ALTに加わってもらい、ディベートへ向けての土台作りを行った。

- I ディベートのガイダンスと論題決定協議・立論トレーニング [第1段階]
- II データ収集の方法・活用の仕方とディベートへの応用と実践 [第2段階]
- III チームワークの重要性の徹底とディベート成功へ向けた調整 [第3段階]

5 実施時期

平成18年4月～平成19年2月

(65分授業 14回)

[第1段階] 5回(1学期)

[第2段階] 6回(2学期)

[第3段階] 3回(3学期)



6 内容

1) 年間スケジュール

1学期は主にガイダンス・ディベートの基礎・論題の決定・立論の作成練習を行い、夏季休業中にデータ収集の上、立論作成を課した。2学期にチーム編成を行って、チーム毎の実践練習と準備を行い、3学期にトーナメント方式によるディベート大会を実施した。年間スケジュールは以下の通りである。

日時	活動内容
4/14 ①	英語ディベートについてのガイダンス・ディベートコンテストビデオ鑑賞
5/12 ②	論題決定へ向けての自由討議・論題提出
中間考查	
5/29 ③	論題決定・論点の協議 (10名の小グループに分かれて)
6/9 ④	質疑・反駁トレーニング (ピンポンディベート、グループワーク)
6/23 ⑤	論点の協議 (10名の小グループに分かれて)・立論作成練習
期末考查	
夏季休業	課題：各自肯定側・否定側双方の論点を明確にする。 自論をサポートするようなデータ・資料収集
9/8 ⑥	チーム編成 (5人×8)・論点の最終協議 肯定側・否定側双方の立論作成
10/6 ⑦	立論の最終協議・役割決定
10/20 ⑧	試合展開予想I・反駁予測・準備 質疑準備
中間考查	
11/17 ⑨	試合展開予想II・反駁予測 準備 質疑準備
12/1 ⑩	試合準備
期末考查	
12/15 ⑪	試合準備
冬季休業	補足データの収集
1/19 ⑫	1回戦開始(論題1) 2試合
2/2 ⑬	1回戦(論題2) 2試合
2/16 ⑭	最終戦(テーマ1・2) 2試合

2) 論題の協議と決定

論題としてふさわしいテーマについて、各生徒にアンケートを実施し、最も多かったものを2つ選び、論題として設定した。

論題1 人類は他惑星に進出すべし

Proposition① We should advance into other planets.

論題2 人類は原子力を継続使用すべし

Proposition② We should continue to use nuclear power plants to generate electricity.

3) Procedure(実施要領)

実際のディベート(試合形式)は、以下の流れで行なった。試合の運営は、出場しないチームから議長(司会)・計時係・記録(カメラ)係を選び、自動的な雰囲気作りに心がけた。なお、ディベートの判定(ジャッジ)の方法は他の生徒全員が行った。

1) Affirmative Constructive Speech (肯定側立論)	3min.
Preparation Time (準備)	1min.
2) Cross-Examination by Negative Side (否定側尋問)	1min.
Preparation Time (準備)	1min.
3) Negative Constructive Speech (否定側立論)	3min.
Preparation Time (準備)	1min.
4) Cross-Examination by Affirmative Side (肯定側尋問)	1min.
Preparation Time (準備)	1min.
5) Negative Rebuttal Speech (否定側反駁)	3min.
Preparation Time (準備)	1min.
6) Affirmative Rebuttal Speech (肯定側反駁)	3min.
Preparation Time (準備)	1min.
7) Free Rebuttal (自由反駁)	3min.
8) Judgment (判定)	

4) チーム編成

38名を8チームに編成し、更に2つに分けてディベートの準備を行った。

① We should advance into other planets.

チーム1：島津・宗・金・田路・工藤

チーム2：山下・恋水・松井・藤原・北川

チーム3：埴岡・上田・村上コ・村上ク・励

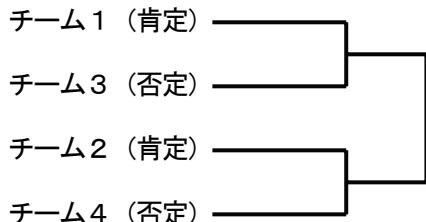
チーム4：則武・松本・加藤・三船・長谷川

② We should continue to use nuclear power plants to generate electricity.

チーム5：山本・新澤・都・近藤・土井
チーム6：川上・秋山・伊興田・石橋・鈴木
チーム7：香西・能仁・新納・丸山
チーム8：猪下・二四岡・中・星野

5) 決勝戦(平成19年2月16日)

Proposition① (他惑星への進出)



Proposition② (原子力)



(抜粋) Proposition② (原子力)

(肯定側)

Advantage 1: Good for the environment and very efficient

Advantage 2: Reduce the number of the unemployed

(否定側)

Disadvantage 1: Too risky and the horrible effect of the radiation leak

Disadvantage 2: Lead to the nuclear weapon development

7 成果と課題

この取り組み(英語によるディベート)は、ある程度の英語運用能力を有している生徒であっても簡単には目標を達成できるものではない。年間14回という限られた授業での実践ということもあり、初期段階では生徒たちは相当苦労していたように思われる。ディベートはスピーチやプレゼンテーションとは異なり、「限られた時間内に、母国語以外の言語を用いて、自己の主張を的確かつスピーディに構築、伝達し、さらに相手の主張を正確に聞き取り、即座に判断を下す、」高度な力量が要求されるものであるが、徐々に持ち前の「科学」への高い興味・関心を發揮しながら、議論を展開しようとする姿勢が生まれたことが、何より良かったのではないかと考える。

併せて、チームワークの大切さや、個人プレー・独りよがりな主張が周囲に与えるマイナスを実感できたことは、彼らの今後の諸活動には逆に大きなプラスとなるであろう。

この取り組みがきっかけとなり、より広い視野に立って物事をとらえつつ、将来「科学」を様々な言語を用いて考え、世界中の人々に向かって主張し、世界貢献のために役立つエキスパートになってくれることを願っている。



海外語学研修 実施報告

引率教諭 朝倉 伸宏

日時： 2006年7月15日(土)～2006年7月31日(月)

参加生徒： 1年生3名(女子3名)

2年生9名(男子3名、女子6名)

年	組	番	氏名	年	組	番	氏名
1	1	9	金田 紀恵	2	4	15	近藤 祐弓
1	3	39	山本 実央	2	4	31	三角 紗里
1	3	40	横川 陽香	2	6	37	村越 まりえ
2	1	10	尾田 章	2	7	1	秋山 真作
2	2	16	高橋 圭	2	7	8	猪ノ上 久美子
2	4	5	江島 美穂	2	7	23	島津 萌

1. 結団式・事前研修

- a) 結団式… 6月12日(月)に保護者同席のもと実施した。

参加者自己紹介、国際交流基金委員会委員長挨拶、学校側挨拶

神戸高校OG三好さん(イギリス在住)からの渡航アドバイス

JTBによる渡航手続き説明、今後の予定、質疑応答

- b) 事前研修

第1回… 自己PRを考え、発表。そのspeechを互いに採点し、コメントする。

とっさの一言英会話(situation practice)

ワンフレーズ辞書を作る。

[HW] ワンフレーズ辞書の完成、イギリス情報のレポート作成

第2回… ALT Mr. Angeneによる講座

Cultural Inventory …… How do you describe your country?

[HW] イギリス情報のレポート作成と発表準備

第3回… イギリス情報プレゼンテーション

Asking …… コミュニケーションの第1歩である質問することを中心においたトレーニング。

助動詞(can / may / have to / must)を使いこなす。

- c) 参加者ミーティング・直前説明会

・参加者ミーティングを7月3日(月)、7月14日(金)に行い、準備に向けての情報共有を行った。また、昨年研修に参加した生徒からアドバイスを受けた。

・直前説明会を、出席を希望する保護者同席のもと7月12日(水)に実施した。

学校長挨拶、JTBからの最終渡航説明、傷害保険・T/Cの受け渡し、質疑応答

2. 現地での研修活動

- a) 概要

- ・オックスフォードの中心街(city center)よりバスで10分(徒歩30分)に位置する、名門私立女子高校 Headington School の敷地をOISEという語学学校が借り、夏季英語研修プログラムを実施。
- ・約120名の学生がヨーロッパを中心とした国々から集まり、このプログラムに参加している。実際、神戸高校からの12名以外はすべてヨーロッパ諸国からの生徒であった。
- ・2週間滞在型と3週間滞在型があり3割の生徒が3週間型で、われわれの帰国後も引き続きプログラムは続けられていた。
- ・敷地内のdormitory(寮)に宿泊するか、ホームステイするか選択できるが、神戸高校生以外でホームステイを選択している生徒はおらず、すべてのスケジュールがdormitory生対象に決定され、このことが原因で小さな問題が起った。
- ・この研修全体のアレンジ・調整を行っているのが、オックスフォードに本拠地を置いている留学斡旋会社OIE(代表 David Lee氏)であり、日本人スタッフもあり、信頼できる組織。

b) 授業

昨年度と全く変更はなく 1 日 90 分×3 コマの構成で、文法・読解・運用力の 3 種類の授業を繰り返す。初日に Placement Test(クラス分けテスト)が行われ、約 12 のクラスに、能力別に分けられる。①Advanced, ②Upper Intermediate, ③Intermediate, ④Pre Intermediate の 4 つの能力グループが設定されていたが、神戸高校生は、Placement Test (筆記のみ) の成績がよく②以上のクラスに分けられた。

c) ホームステイ

OIE のホストファミリーコーディネーター、ヘレンを中心に、かなり神経質にホストファミリーの認定を行っている。よって問題はほとんど発生せず、理想的な家庭ばかりであるといえる。この点については OIE を評価できる。

d) アクティビティー

放課後に OISE 企画のアクティビティーが催される。(dormitory 生については夜も) サッカー大会・バスケット・クリケット・映画鑑賞など、研修プログラムの一環として組み込まれ、事前に JTB を通じて予定が送られてくる。

毎朝担当者(ジェニー)より予定が発表され、参加希望者は dormitory の張り出されたリスト表に記名するという方式。

e) Day Trip・週末のツアー

Day Trip

・ 初日 Placement Test とクラス分けの後、OISE 企画の Day Trip が実施された。

3:00 Headington School から Oxford City Center へ現地教師の引率のもと徒歩で移動し、center で約 1 時間の自由時間を設けるというもの。OIE の案内で前日 Oxford を訪問していた神戸高生にとっては、特に必要なかった。

週末のツアー (London)

・ OISE の企画で第 1 週目の土曜は London へのツアーが企画された。全校生が 12 名のグループに分けられ、現地教師 2 名ずつが引率する予定であった。前もって観光・ショッピングを中心としたツアープランと、博物館・ショッピングを中心としたプランを選択するよういわれ、日本人グループ 12 名は前者を選択した。

Trafalgar Square (バス下車) → Big Ben → Westminster → St. James Park(ランチ)
→ Buckingham Palace → Covent Garden(ショッピング) → Trafalgar Square (バス乗車)
の行程を徒歩移動。

週末のツアー (Bath)

・ OISE の企画で第 2 週目の土曜は Bath へのツアーが企画された。

最後に

平成 18 年 7 月 15 日～7 月 31 日の 17 日間、国際交流基金委員会の援助のもと 1・2 年生より選考された 12 名が、Oxford・Headington にて語学研修およびホームステイを体験した。この研修は、①語学力・コミュニケーション能力を高める、②他国の文化を体験し、人々との交流を通じて国際的視野を育てる、③研修成果を神戸高校生を含む多くの人に還元する、という 3 つの趣旨のもと平成 15 年度から行われ、本年度で 4 回目を迎える。

前年度同様、充実した語学研修、良質のホストファミリーを検討し実施計画が立てられ、実地研修に先立って、英語で行われる授業に向けて基本的スキルを養うための事前研修を行った。

参加生徒が現地で最初に戸惑いを感じたのは、ヨーロッパ諸国から参加している同世代の学生たちと授業を受けることであったようだ。積極的過ぎるほど自己アピールする異国の若者が何を考え、彼らとどのようにコミュニケーションをとつてよいのか日々模索し、英語で考え、自分なりの方法を見出すことが、生活の中心であった。またホストファミリーと一緒に生活し、互いに気を配る中で、一生忘れるこのない国境を越えたやさしさを感じたことも大きな財産といえよう。これらの異文化体験が自らの視野を広げ、世界の中で生きる自分に自信と勇気を与える機会になったことを確信している。

平成18年度 全校講演会 実施報告

日 時 平成18年11月16日（木） 13：20～14：50

場 所 本校講堂（講演後、視聴覚室にて座談会）

講 師 朝倉 俊弘 氏
(京都大学大学院工学研究科教授、神高22回生)

演 題 「地下を拓く技術」

はじめに



皆さん、こんにちは。ずいぶん久しぶりに学校に寄せていただきましたが、学校がきれいになつたなという感じがしました。また、校門を入ると時に何人かの生徒さんが、すれ違うたびに「こんにちは」と挨拶をしておられたのが大変印象的です。私は昭和45年に無事卒業し、京都大学に入学いたしました。4年間、学部の教育を受けて、2年間、大学院で修士課程の教育を受けました。その後、当時の日本国有鉄道に入社いたしました。そしてほとんどを鉄道技術研究所、のちに国鉄が民営分割されてからは、鉄道総合技術研究所という組織に身を置いて、トンネルの研究に携わってきたわけです。その勉強の成果は、平成9年、京都大学で「山岳トンネルの変状メカニズムとその対策に関する研究」というテーマで学位をいただくということに結びつきました。その研究所に身を置いている中で、大学の方から声がかかり、もう丸7年になりますが助教授として大学に戻り、その後教授に昇任し今日に至っています。

トンネルの歴史

さて、我々は二次元的、平面的な所に住む、生活の場を持つ生物ですが、さかのぼって過去の記録を調べてみると、地下を利用した歴史というのは結構古い。中国の黄河流域の、窟洞（ヤオトン）という地下住居は、古くから地下を利用している一例ですが、結構広い面積を持っていて、地下に、馬や豚といった家畜を今でも飼い続けているようです。また、昔から地下というのは非常に神聖な場所という風に考えられていましたので、エジプトのピラミッドのように王様のお墓として利用されてきました。ピラミッドの中には、斜めの通路や水平な通路、あるいは縦穴といった通路がたくさん造られていました。一種のトンネルを利用して、その墓所を形成していたようです。

地下の利用というのは、その空間を利用する方法もありますが、中世のドイツ鉱山の様に、地下にある鉱物や、エネルギー資源など地下にあるものを取り出して、人類が生活に利用することもされています。今のように爆薬、ダイナマイトがないころは、岩を砕くために焚き火を焚いて岩を熱しておき、冷たい水をかけて急冷させ、ひび割れを生じさせて掘りやすくする「焚き火法」という掘削のやり方もとられていました。さらに、地下の閉塞空間というのは人間が通常の生活を営む場としては甚だふさわしくない所であるので、このような地下開発の場合は必ず出入り口を複数作って空気の入れ換えをする、あるいは、光を取り入れ採光するというようなことが必要になってくるわけです。

イギリスのグラスゴーの下水のトンネルは、今のトンネルとほとんど変わらないレンガ造りのトンネルです。リバプールの近くで1820～30年頃の話ですが、イギリスの産業革命の後、初めて鉄道トンネルが造られたとき、トンネルそのものが珍しいということで天井には真っ白いペンキを塗り、路盤の部分には舗装を敷き詰めて、さらに天井からガス灯をぶら下げて照明をとりました。見物料、入場料を取って、見物してもらったという記録も残っています。こういうような多様な地下の利用を経て、今日に至っています。

日本でいうと大正期には、ヨーロッパでは既に二十何kmという非常に長い延長のトンネルが造られていました。一方、我が国に目を向けると、江戸時代に九州大分県の耶馬溪という観光地にある「青の洞門」を、禅海というお坊さんが近在の方からお金を集め、そのお金で石工を雇い造りました。人や馬が通るための、いわば有料道路の先駆け、あるいはお金を持っている人からお金を集めて工事をし、そこから利益を回収するという一種の社会投資、社会基盤整備といった、土木事業の先駆けとも言える工事であります。観光化するために自動車が走れるように直線化し、かつ舗装して拡幅工事をしていますが、よく見ると昔石工のみで削った痕などが残っております。

江戸時代は人力で掘っていたのですが、明治になって一挙に近代化が進められました。ご存知の様に、鉄道がまず取り入れられたという事で、我が国で初めて近代的な造り方でトンネルが造されました。神戸の石屋川のトンネルです。石屋川は天井川です。天井川は、川の水を一時水の少ない時期に迂回させ、それで大きく斜めにその川を掘り込んで、ここにレンガをトンネルの形に積んで、その後また土を埋め戻して川を復元するというやり方で造られたトンネルです。残念ながらこのトンネルは改修、改築され、当時の形は残っていませんが、我が国における近代的なトンネルの第一号という事になります。

それではトンネルとは一体何かということを少し考えてみましょう。昔は道路にしても鉄道にしてもトンネルの工事というのは非常に手間とお金がかかり、さらに、技術的に非常に難しく危険な工事でした。ですから昔は出来るだけトンネルを造らないように道路や鉄道を造りました。昔は道路や鉄道は川沿いに造られました。ところが川というのは元々地質が弱く、水が浸食しやすいので川沿いの道路や鉄道は、雨が降ったり台風が来たりすると、地すべり、崖崩れなどの災害がおきやすい。一方、丈夫な岩の中にあるトンネルは災害に対しても非常に安全である。もう一つ大きなメリットは、川に沿った曲線を通るよりも、直線的に移動したほうが移動時間が短く済むというというのがあります。御殿場線は箱根の山を登って、また山下りをする山岳路線です。大正期までは、これが東海道本線だったわけです。今の東海道本線はというと、国府津の所から分かれ、熱海まで行っているいわゆる熱海線と呼んでいました。ところが、この山越えが急ですから補助機関車をいちいちつけはずししないと登れないし、下れない。また大変時間もとる。それに非常に災害の多い線区でもあるということで、来宮と、函南の間に丹那トンネルという約8キロトンネルを造って、線形を改良した。山登り、山下りをしていたのを平らな路線で列車が走るようにしたということです。そういったことを重ねながら今の道路や鉄道はより速達性を確保し安全な路線を実現するという改良をしてきているわけです。

アメリカのアーチバル・ド・ブラックという人が「ザ・ストーリー・オブ・トンネルズ」という非常に面白い本を書いています。世界中の古いトンネルや面白いトンネルのお話を紹介しているのですが、残念ながら今はもう絶版になって売っていません。その中で、丹那トンネルが唯一日本では紹介されています。この中では、建設工事過程で非常にたくさんの方が亡くなったという紹介のされ方をしています。このトンネルは7年間で工事を完了する予定が大変難工事になってしまって結局16年かかってしまいました。建設の過程で大事故が三回あり、このトンネルを造るのに67名の方が殉職されておられます。ほとんどは作業員の方で、来宮側のトンネルの入り口の所と反対側の函南側に慰霊の碑がありまして67名の方の名前が刻まれています。このトンネル建設中に大きな地震が起こって地面が2メートル以上ずれるというようなことが起きています。後ほどご紹介しますが、我が国のトンネル技術史の中ではエポックメイキングなトンネルです。

トンネルの役割を引き続き説明します。ある路線があって、それはずっと沢に沿って走っていて、仕方ない所だけ短いトンネルにしています。したがって、こういう線は非常に災害が多いということで、昭和30年代に北陸トンネルという延長14kmの長いトンネルを造りました。アジアで初めて延長が10kmを超えるトンネルが出来たのがこのトンネルです。大正期には、ヨーロッパではシンプロントンネルが二十数kmの延長で造られていたのですが、我が国も昭和30年代に入って十何kmのトンネルが造られるようになりました。それによって非常に速達化が実現しました。さらにトンネル技術の進歩を示すいい例として上越線の清水トンネルがあります。トンネルの三兄弟と呼ばれています。有名なのはこの清水トンネルです。一番古い清水トンネルというのはこの一番高いところを走っています。当時上越線は単線でした。この上越線を複線化する時、新清水トンネルが掘られています。さらに新幹線が出来るときに大清水トンネルという長いトンネルが造られています。だんだんとトンネルは深くなり、長くなっています。それだけ深いところに長いトンネルを造る技術が進んできたということの証でもあるわけです。

これだけ長い高いところに鉄道が登るためにはどうしていたでしょう。いわゆるループ線で、昔の機関車というのは急な坂を上る能力がありませんでしたので、急な坂はループを描きながら緩い坂にして徐々に登っていたわけです。そのために大変時間をかけていました。それが新清水トンネルを造るときに少し深くなつて、大清水トンネル、新幹線のトンネルを造る時には、もう山の一番底の部分にトンネルが造られるということになっています。それによって非常に距離が短くなり、上の坂が平らになりという風に改良がなされています。このようにトンネルがだんだん深く長くなる傾向というのはヨーロッパも一緒で、機関車の性能も上がり、トンネルの技術も向上したために、ベアストンネル（三角形の底の部分に造られるトンネル）というのが造られています。昔は、鉄道はアルプスを越えるというイメージでしたけど、今はもうアルプスをくぐるというイメージに変わっています。**50何km**というふうな長いトンネルが何本か今造られています。このように、トンネル技術が進歩するにしたがつて、鉄道、道路が改良され、人間の生活が便利になってきているということです。

では、ちょっと珍しいトンネルをご紹介します。吾妻線の樽沢トンネルです。岩の下に造ったトンネルです。通常考えれば、岩の部分にも火薬を仕掛けて崖をまっすぐ切り取ってしまえばトンネルにしなくてもいいのにと思われるかも知れませんが、吾妻渓谷の観光地としての景勝をできるだけ保存するために造られました。延長が**7.2m**という非常に短いトンネルです。このトンネルを列車が**100 km/h**で走ったとすると、**0.26秒**で抜けてしまうような短いトンネルです。私はこの樽沢トンネルが世界一短いトンネルだろうと信じ切っていたのですが、ある時、英語版のギネスブックを読んでいたら、スイスのマウティア第三トンネルというのがあって、なんと延長**6.8m**。樽沢トンネルよりも更に**40 cm**短いトンネルがありました。ご存知のように、スイスというのは環境を大事にする国で、このマウティア第三トンネルも景勝を守るため、苦労して短いトンネルにしたという風に紹介されています。

こういう面白いトンネルもあります。四国の牟岐線という徳島県の南の方にある鉄道路線の町内トンネルという鉄道のトンネルは、何もない所にあるトンネルです。JR 四国の財産の台帳にはトンネルとしてもちろん残っておりますし、トンネルという構造物としてのいろいろな検査等の約束事も守らなければなりません。古い資料を調べてみると、このトンネルは、昔は大きい山の中に造られたトンネルで、徐々に宅地開発、或いは道路建設等でどんどん周りの山が削られて山が丸ごとなくなり、トンネルだけが残ったということのようです。

我が国も、石屋川トンネルに端を発して非常にたくさんの中のトンネルを造ってきてますが、そういう技術の結晶が、この青函トンネルだろうと思います。本州北端の竜飛岬から北海道の吉岡という所まで、約**20 km**の幅のある津軽海峡をくぐる延長**53.85 km**という世界最長の海底トンネルが、我が国のトンネル技術陣営の手によって造されました。今、アルプスに青函トンネルよりも長いトンネルが造られているので、それが完成すると世界で**2番目**になってしまうのですが。

青函トンネルにまつわる面白い話もいっぱいあって、当時建設を計画していた頃はまだ冷戦時代で、米ソの対立というのが世界の基本構造でした。当時、防衛庁に、このトンネルを造るときに戦車が通れる構造にして貰えないかということを真面目に持ちかけられたというような逸話もあります。幸いなことに、冷戦が終わり、緊張が緩和された状態にあるので、戦車が通るような構造にはなっておりません。ただ、今は在来線が走っていますが、新幹線が走れるような構造には造られています。津軽海峡というのは公海の扱いになっていますので、ここはソ連の原子力潜水艦が通る海です。深さ**140m**ある所にトンネルを造ったというわけです。

直径**20m** 近いシールドという大きな茶筒のような機械があります。この茶筒のお化けのようなものがゴリゴリと地盤を削りながらトンネルを造っていくのですが、こういう大きな機械を使って、東京湾横断道のこういう形のトンネルを造ることも実現していますし、それから更に、山梨の実験線でMAGLEV、すなわち浮上式鉄道の開発、実験が今進められており、このためのトンネルも造られています。例えば新幹線だと、時速**300 km/h**ぐらいで走ります。しかし、浮上式鉄道は営業速度**500 km/h**を想定していますので、それだけの高速でトンネルを走ると、空気力学的いろいろな問題が発生してきます。我々は手や足を動かすときに空気抵抗というものをあまり感じませんが、自転車で思い切り走ると、顔に風が当たるのを感じます。自動車で走っているときに手を出すと、非常に強い風圧を受けます。この様に、速度が上がるほど空気力学的な抵抗という問題が、あるいはその他の問題が発生してきます。小さいトンネルだと、その空気の抵抗で列車が走るのが相当邪魔されるといった問題、これを走行抵抗と言いますが、そのために普通のトンネルよりも二回りほど大きく造っています。そうすること

によって、車両の占める面積に対する空気の占める面積の割合を増やして、空気抵抗ができるだけ大きくなないように工夫しています。

大都市は、非常に人口が稠密です。ほとんど空き地がなく、道路と建物で完全に埋め尽くされた状態になっています。それでも更に地下に何らかの構造物を造るとなると、大変深い所に造らなければいけない。その時問題になるのは、民間の地主がいる土地の地下にトンネルを造ると、日本の民法ではその保証された地表の土地の真下全部がその地主の権利になるとされています。こういう人口稠密な所に何らかの構造物を造ろうとすると、これまで造られた地下の構造物よりも更に深い所に直線的に造らなければいけません。その時に、民間の地主がいる土地を使うと、補償交渉が非常に厄介になるわけです。そこで、数年前に大深度地下利用法という画期的な法律ができています。大まかな内容は、『公共のためにあれば、民間の個人の権利である土地を無償で利用することができる、但し、地主が通常使わないのであろう深さよりも深い所であって、公共のために役に立つものであること』というものです。したがって、東京や大阪、名古屋で、非常に深い所に直線的な構造物を造る時に、非常に工事がやりやすい状況になっています。ただ残念なことに、バブル崩壊で日本の景気は非常に低迷しており、それだけの大規模な公共工事は今抑制されていて、せっかく作ったいい法律が利用できないという状況になっているのです。

トンネルの造り方

話題を変えまして、トンネルの造り方のごく初步的な話をします。トンネルには馬のひづめのような形をした馬蹄形の、主に山に造られる山岳トンネル、都市部で造られる四角い形をした、いわゆる開削工法で造られる開削トンネル、それから標準的にはまん丸の、シールド工法で造られるトンネル、主に3つのトンネルがあります。

砂遊びをしていて、手で砂に穴を掘るやり方、これが山岳工法のトンネルの造り方の原理です。すなわち、穴を掘り、掘られた穴は特別の支えをしなくても崩れてこないというのが山岳工法トンネルです。実際にどのように掘るのかというと、トンネルの先端部分を機械で削りながら穴を掘っていきます。軟らかい地盤だと機械で掘削できますが、硬い地盤だと爆薬を使うことになります。岩盤であっても、ゴリゴリと掘削したり、爆薬を仕掛けて掘削すると岩肌が崩れていきます。すると作業をしている人が非常に危ないので、岩肌が崩れてこないように守る必要があります。吹き付けコンクリートといって、水とセメントと砂を混ぜたまだ固まっていない柔らかいコンクリートを壁に吹き付けていき、これで壁が崩れてこないように支えます。早く固まるような薬剤を混ぜておくと自動的に壁ができます。さらにロックボルトといって、岩の壁にドリルで細い穴を通り、中に鉄の棒を突っ込んでいきます。吹き付けコンクリートやロックボルトで地盤が崩れてこないように補強することで、中の空間を安全に保つという工夫がなされています。空洞が安全に保たれているかどうかを確認する意味で、計測を行いながら工事を進めます。このやり方ですと、掘削の順番はかなり細かく、何段階にも分けて行われます。駅の部分のトンネルのような複雑な形をした、変わった形のトンネルも造れるようになっています。

砂の中に溝を掘って、その上に元々あった砂をかけていくやり方、これが開削工法のトンネルの造り方です。開削工法は道路の下にトンネルを造る時によく使われます。みなさんも道路を走っていて鉄板を敷きつめた部分を見かけることがあると思いますが、その鉄板の下では大きな空間、トンネルが造られています。どういう風に造るかと言うと、道路の下には水道管やガス管や電気の線を通す管など、いろいろなライフラインの管が設置されていることが多いので、それを防護しながら穴を掘り下げていきます。少し穴を掘った段階で、路面には鉄板を敷きつめて地上を自動車が走れるようにしておいて、その下で穴を掘り進めていきます。電気管や水道管はぶら下げて維持します。その下にコンクリートの四角いトンネルを造って、さらに元々あったライフラインの管を乗せるようにして砂を埋め戻し、覆工板と呼ばれる路面の鉄板を外してもとの道路に復帰します。最初の状態からこういう四角いトンネルが地中に出来て、さらにライフラインもその機能を維持し続けるという非常に手間のかかる方法ですが、地表から造られるトンネルはこのような開削工法で造られます。ロンドンの地下鉄はチューブと呼ばれていますが、これは路面を掘り返して溝を作り、トンネルの形の壁を作り、その上に土を埋め戻すことで、地上に道路としての機能を復帰させる造りになっています。同じように、TGV（フランスの新幹線）のトンネルも、日本ではとても実現できないような大規模で広範囲な開削工事で造られています。

管を巻いた手を砂山に入れ、先端から出た手でトンネルを掘りながら、同時に並行してこの管を押し込んでいくやり方、これがシールド工法です。都市部のうちでも少し深い所に造られるトンネルは、このシールド工法を使います。手で掘った穴が向こう側に出てきた時には、同時にライニング（トンネルの壁）になっています。非常に崩れやすい軟らかい地盤の中にトンネルを掘るとすぐに地盤が崩れてくるので、掘った瞬間からすぐに支えを必要とするのでこの工法は採用されます。筒の中で組み立てられてその筒が前進した時には、鉄板の壁が出来あがっています。このようにたくさん的人が作業に携わっていました。このシールド工法も現在ではずいぶんと技術開発が進められまして、ほとんど人が力仕事をすることなくトンネルが造られるような自動化が実現されています。このようなシールドマシンが茶筒のような形で地面に押し込まれ、前に刃が出ていて、これが回転しながら地盤を削りしていくわけですが、この操作を全て、離れた部屋の良い環境でコントロール作業ができる。昔と違って今は自動化が実現しており、圧力や方向など、センサーから得られたいろいろな情報がすべてコンピュータでチェックできるようになっています。シールドというのは茶筒の先端で岩を削り取りとったその岩屑をベルトコンベアで排出してトンネルの外に捨てる、というやり方で進められます。最近では技術開発が進み、複線のトンネルを造るのにトンネルが2個連なった、出来上がりに近い形で穴を掘っていくやり方もあります。

駅のホームの部分を、3つの円が重なったような形のシールドマシンで造る方法もあります。親シールド機と子機をくっつけると、3つの円が重なったような機械になります。トンネル部分は大きい円の機械で掘っていき、豎穴のところで子機を取りつけると3つの円が重なった形になるので、駅の形のトンネルが造れます。そして豎穴のところで子機を外すと再び通常のトンネル部分の掘削ができる。このような脱着式のシールド工法も開発されています。

大阪の関電のトンネルを造ったシールド機は中折れ式といって、長い茶筒を持ったシールドだと小回りができないのですが、胴体の部分がえびのように方向を少し変えられるような構造になっていて、かなり急曲線のトンネルも掘れるシールドも開発されています。岩が硬い場合、軟らかい場合、礫がある場合など、地質に対応して前面部分（フェイス部分）の掘削の仕方もいろんな種類が開発されています。

正確な統計は存じませんが、現在、延長にして2万数千kmのトンネルがこうして造られています。一番延長を持っているのはおそらく下水道・上水道など水路トンネルだと思うのですが、それ以外にも発電用の水路トンネル、あるいは道路トンネルや鉄道トンネル、それらをあわせると2万数千kmほどの非常に長い延長のトンネルが狭い日本の中にはあります。ご存知のように、日本の人口1億何千万人の多くが限られた新しい時代の堆積岩の部分につくられた都市に集中しています。狭い国土の6割は山地になっていて、人間の生活の営みの場は平野に限られています。必然的に、都市と都市を結ぶためにトンネルが必要になってきます。さらに、人口が密集した平野部分では家をたくさん建てて、それ以外に鉄道や道路、水道、電気、ガスなど多くのラインという線状の構造を地下につくらざるをえない日本は世界の中でも突出したトンネル大国です。

トンネルの維持管理

世界のトンネルの延長の何割かは日本で造っているため、日本のトンネル技術は世界の最先端という状況になっています。その2万km以上造られたトンネルは、今申し上げたように道路や鉄道、発電用の水路トンネル、上水道・下水道、あるいは灌漑用トンネルなど、ほとんどが公共的な役割を果たす重要な設備となっています。したがって、明治以来急速な勢いで近代化を図る中で造られた、非常にたくさんのトンネルは間違いなく1年に1歳ずつ、我々と同じように年を取っていきます。ところが、今申し上げたようにそのほとんどが非常に重要で我々の生活を支える役割を果たしているので、決して古くなつたからといって自動車を買いかえて乗りかえるようにはいかないのです。いくら古くなつてもなんとか機能を維持させて使い続けていかなければいけないです。そのためには維持管理、メンテナンスの技術がこれからもますます重要になってくるのです。

輸送手段というのはどんどん変遷しています。色々な輸送手段の、それぞれの飽和状態を100%としたときの成熟度をグラフにして、横軸に年をとると、水運輸送も鉄道輸送もみんな同じような形の曲線をとります。人間や植物、動物の成長の様子と似ているということで、成長曲線、あるいはロジスティックカーブと呼びます。統計学の分野で注目されているのはその50%成熟に達する時期が、水運、鉄道

輸送、道路輸送、航空機輸送の間でちょうど 55 年周期であるということです。そうすると、道路輸送が 50% 飽和に達した時点から、おそらく 55 年後ぐらいに航空機輸送がその成熟度の 50% ぐらいに達するだろう、さらにそれから 55 年たつと航空機に代わる新たな輸送基盤が 50% 程度の成長をみせるだろう、といわれています。飽和に達して完全に成熟した輸送基盤がその後どうなるのだろうと私は思っています。たとえばヨーロッパでは、中世から近世にかけて非常にたくさんの運河がつくられており、使い捨てられた運河という、今は維持管理されておらず、どこにどうあるのかわからないような水の蓄えられたトンネルがいっぱいあります。では鉄道はどうなるのかといいますと、アメリカでは鉄道はもう輸送力の飽和状態に達しており、これを放置するととんでもないことになってしまいます。運河と同じように、鉄道は飽和に達したからといって我々の生活から切り捨てるわけにはいかないのです。ということで、トンネルに限らず社会基盤の設備というのは、造る技術も大事だけど守る技術も大事だということを強調しておきたいと思います。

鉄道のトンネルで、注意をしないとどうなるかというデータを取った資料があります。昭和 61 年のかなり古いデータですが、全トンネルの 4 割になんらかの不具合があるのです。トンネルの壁が古くなつて落ちたり、大きな力を受けて変形してしまったり、あるいは水が漏れて冬の寒い時に凍つて氷柱になってしまったりという不具合が、放っておくと出てきます。周りの地盤から非常に強い力を受けて、トンネルのコンクリートが変形してひび割れが入ったり、集中豪雨のときにトンネルの背面に非常に大きな水圧が作用してコンクリートの壁が押し抜かれてしまうような状況も場合によっては起こります。それから人為的な作用として、都市近郊のトンネルにありがちなのですが、大きな山の中にトンネルがつくられた横須賀線のように、大きな山がひと山丸ごと削り取られて宅地開発されることもあります。もともと山という重しのあったところを削ると、漬物石を取り除くと蓋がふわっと浮いて戻ってくるように、地盤も同様にふわっと少しリバウンドしてきます。そうするとその中にあるトンネルは変形してひびが入ってしまうという、近接工事の影響も場合によっては受けます。

兵庫県南部地震で神戸が非常に大きな被害を受けました。過去の記録をたどってみると、トンネルというものはもともと地盤の中にあるので地震に強いといわれていたのですが、地震の規模が大きく、震源に近く、地質が悪く、かつ構造的に欠陥があるという場合にはトンネルにも被害が生じます。関東大震災で被害を受けたトンネルは、トンネルの天井が抜けてしまう被害が生じていました。あるいはトンネルとトンネルの間が地滑りで埋まってしまったようなトンネルもありました。1930 年の北伊豆地震のときに、丹那トンネルの建設中、穴を掘り進んだ一番前面のところで地盤が 2.3m 横方向にずれてしまい、昨日まで直線だと思って掘っていたのに、この直線が折れ曲がってしまったということで、丹那トンネルにはゆるい S 字型のカーブが入っています。そういうような事例もありました。

1995 年の兵庫県南部地震の被害領域に山岳工法でつくられたトンネルが 111 本あります。長いものから短いものがあります。そのうち 10 本が大々的な復旧工事を行わなければ使えないほどの被害を受けました。その代表的なものが新幹線の六甲トンネルで、ひび割れが多く入ってコンクリートが沢山レールの上に降り積もったという状況でした。舞子のほうにある塩屋谷川の放水路トンネルは、トンネルの一部分に断層が横切っていて、それが数 cm 動いたために輪切り状に切れたような形でひび割れが生じています。また、昨年、新潟県中越地震で上越新幹線の魚沼トンネルに大きなコンクリートが落ちてくるという被害を受けて、一ヵ月半くらい新幹線が不通になりました。このように、周りから地圧や水圧を受けることや、近接工事や地震の影響で、被害を受ける可能性はあるということです。そういうことを念頭において、できるだけ被害を受けないような形で日常の手入れ・メンテナンスが大事なのです。

トンネルと小説

最後にトンネルと小説の話をしたいと思います。我が国的小説の、出だしの文章で一番有名なものは、ノーベル賞をとった川端康成の「雪国」の「国境の、長いトンネルを抜けるとそこは、雪国だった。」という文章ではないでしょうか。これは、先ほどご紹介した清水トンネルのことを言っているのですが、トンネルというのはまさに気候、文化が違うところを、文化と文化をつなぐ、人の生活と生活をつなぐという役割を果たしているということをも読み取れる、非常に簡潔でいい文章だと私は思っています。

コナン・ドイルの書いたシャーロック・ホームズものの「赤毛連盟」という短編小説があります。ある赤毛の人が失業時代、仕事のない時代に、赤毛であるということを条件に仕事の募集があつたので応募したら、非常に簡単な仕事で沢山の給料がもらえる仕事についた。実は、その赤毛の人の家の下で、銀行強盗が小さなトンネルを掘り、銀行に抜け穴を作ります。その工事をする時に、その上の住人に悟られないように、日中、どこか他所に行ってもらわなければならない。その人が赤毛だったことを利用して、赤毛の人を条件にどこかでノートを写すだけのような簡単な仕事で高い給料を与えるということで銀行強盗を企んだ。これを直前にシャーロック・ホームズが見抜いて防ぐというような小説で、シャーロック・ホームズにもトンネルは出ています。

明治の文豪、菊池寛は「文芸春秋」の創始者で、「恩讐の彼方に」というタイトルの小説を書いております。主人公が人を殺して、その後、後悔して真人間になりたいと心を入れ替えてお坊さんになって全国行脚します。そこで、先ほどお話をした大分県の耶馬渓という所では沢山の人馬が崖からおちて、けがをしたり亡くなったりするので、ここにトンネルを造って人々の安全を図り、罪滅ぼしをしたいということで、一人で穴を掘り始めます。そこに、昔殺めた殿さまの息子が現れて、「やっと見つけた。親の仇居直れ」と言ってくるのですが、主人公が「これは、人のためにやっているので、トンネルを掘り終えたら私の首を差し上げますから、それまで待って下さい。」ということで、仇を討ちにきた侍は一緒にトンネルを掘るのを手伝って、掘り終えたとき二人で手をとりあって泣いた、という小説です。トンネル工学的には面白い面があります。この小説に出てくるのが先ほどでてきた「青の洞門」です。実際は僧侶が周りからお金を集めて、石工を雇って造った土木事業としてのトンネルなのですが、菊池寛にかかるそういう小説仕立てのお話となっています。

神高生に望むこと

最後に年寄りじみた、説教めいたことを少しだけ言わせていただきたいと思います。

昨年、神戸高校の先生のご要望で、「科学へのいざない」という冊子のページを分担させていただきました。そこに、私は何を望むでもないですが、私がもし皆さんの年に戻れたら、当時の二倍勉強して、二倍遊んで、二倍バスケットを一生懸命練習して、何でも当時の二倍やりたかった。当時は当時なりに一生懸命やったような気もしますが、もっと一生懸命やれたのではないか、と今にして思います。これは、皆さんにそうしなさいというお説教では決してなくて、皆さんも私の年になると、きっと、青春時代を振り返って、もっと充実した時間を過ごせたのではないかと思うようになると思います。私は今、非常にそういう気持ちで一杯です。皆さんの年に戻りたい。戻れたら、何でも二倍やりたい、勉強も二倍やりたい。授業中、居眠りばっかりしないでもっと先生の言うことを聞くんだったと。遊ぶのも中途半端だった。もっと遊ぶときははめを外して、先生や親を困らせる位遊びたかったなど。本ももっと読めたのではないかというふうに思います。いずれにしても、皆さんの青春時代の中で、この一年二年、一日二日というのは非常に貴重で、我々にとって羨ましい限りです。ぜひ、それを充実した日々にしていただきたいと強く思います。私は皆さんに羨ましくて仕方ありません。皆さんの年に戻りたい。充実した日々を送るために、何か、具体的な実現可能な目標、あるいは実現不可能でも、夢としてでもいいから何か目標を持って目標に向かって、一つ一つ課題を克服していくようなことが、充実した時間をする一つの方法じゃないかなと思います。

それでは最近読んで非常に面白かった本を紹介します。それは、「フェルマーの最終定理」という本です。 $X^2+Y^2=Z^2$ になる、というのはピタゴラスの定理ですね。この式を満たす二乗のところをn乗にして、 $X^n+Y^n=Z^n$ を満たす自然数は2以外にはない、というのが実は「フェルマーの最終定理」です。これを証明するのに、何百年の時間、何千という数学者の努力があり、つい最近証明に至ったということで、その証明に至る過去からの過程が書かれています。最近読んだ本ではこんな面白い本はありませんでした。あの本を読んでいないくて、これから新たに読むことのできる諸君を羨ましく思うくらい、それくらい面白い本でした。他にもトンネルに関する本では、吉村昭という、つい先日亡くなった方の「高熱隧道」。非常に高い熱の出るトンネル、黒部のダムを造るときに必要だったトンネルです。他にも皆さんに紹介したい本がありますが、大いに本を読んで、大いに勉強し、大いに遊んで、有意義な人生、最も輝ける青春時代を充実して過ごしていただけたらと思います。

これで、私の話は終わりです。どうも、静聴ありがとうございました。

朝倉 俊弘（あさくら としひろ）教授 略歴

1970年 兵庫県立神戸高等学校卒業（本校22回生）
1974年 京都大学工学部資源工学科卒業
1976年 京都大学大学院工学研究科資源工学専攻修士課程修了
1976年 日本国有鉄道 入社
1987年 財団法人 鉄道総合技術研究所 職員（国鉄改革による）
地盤・防災研究室 主任研究員
1997年 京都大学博士（工学）
1999年 京都大学大学院 工学研究科 資源工学専攻 地殻開発工学講座
資源高度利用工学分野 助教授
2004年 京都大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 地殻工学講座
ジオメカトロニクス分野 教授

主な論文

トンネルデータバンクシステムの開発（現場計測・岩盤工学国際会議、1988年）
トンネル覆工の力学挙動に関する基礎研究（土木学会論文集、1994年）
兵庫県南部地震による山岳トンネルの被害と復旧（地盤学会論文集、1996年）
山岳トンネルの地震被害とそのメカニズム（土木学会論文集、2000年）
地山強度の経時劣化を考慮したトンネル変状の予測と対策に関する研究
(土木学会論文集、2005年)

主な共同研究

1993～1995年度 中国鉄道科学研究院「トンネル坑口の耐震補強」
1992～1995年度 ショーボンド建設㈱「変状トンネル対策工」
1993～1996年度 日本道路公団試験研究所「変状トンネル対策工設計」
2000～2001年度 東京大・東京工大・竹中技研「走行式トンネル点検システム」
2006年度～ 鉄道運輸機構・鉄道総研「山岳トンネル地震被害メカニズム」

主な海外技術指導

1982年 大韓民国 ソウル地下鉄3号線4号線建設
1986年 中華人民共和国 大瑤山トンネル建設
1993年 台湾観音トンネル建設設計画
1995年 イタリア・フランス・アルプストンネル建設設計画
1996年 大韓民国 釜山地下鉄計画

以上

(注) この講演の録画を本校ホームページでご覧いただけます。

URL : <http://www.movenet.or.jp/kobe-hs/>

平成18年度 神戸高等学校 スーパーサイエンスハイスクール

課題研究発表会 実施報告

1. 日程と実施概要

- 日 時 平成19年2月23日(金)
場 所 本校講堂
参加生徒 200名(2年8組総合理学コース、2年理系、1年8組総合理学コース)
日 程
- 10:50～ 開会のことば
11:00～ 講演「国際的に見た日本の大学」 川嶋 太津夫(神戸大学学長補佐、
神戸大学大学教育推進機構教授、本校SSH運営指導委員会委員長)
13:15～ 職員発表
(1)「SSH事業の評価」 SSH評価委員会委員長 大谷三枝子
(2)「サイエンス入門と課題研究」 総合理学部 稲葉浩介
14:00～ 課題研究発表(生徒)
①部分モル体積の測定 ②組織培養法を用いたマヤランの増殖
③魚と環境 ④昆虫の体成分が細胞分裂に及ぼす影響
⑤波動の研究 ⑥色素増感太陽電池の研究
⑦Linuxによるネットワークの研究 ⑧あなたに潜むカオスとフラクタル
⑨πと多面体

2. 講演会

- 講 師 川嶋 太津夫 氏
演 題 「国際的に見た日本の大学」
概 要

大学の誕生から今日の大学のあり方に至るまで、大きな流れにそってわかりやすく解説していただいた。また、日本の大学がおかれている現状や解決すべき問題点もいくつか指摘していただいた。生徒には、大学を受験勉強の目的といった一面的な捕らえ方が支配的だが、今日の講演によって大学教育の背景や存在の意義などを知ることができ、大学の見方が広がったと思われる。



Fig1. 講演「国際的に見た日本の大学」 川嶋太津夫
(神戸大学学長補佐、神戸大学大学教育推進機構教授、本校SSH運営指導委員会委員長)

講演内容

はじめに

みなさんの殆どは高校を卒業されたら大学への進学を希望されていると思いますが、今日は、その大学というのはどういうところなのかということと、日本の大学は世界の大学と比べるとどういう状況にあるのかということをお伝えします。日本の科学技術や学問を担っていく皆さんに、日本の大学が置かれた少し厳しい状況も理解してもらい、逆に、励ましにもさせてもらいたい。そういう意味で、今日はお話をさせて頂きます。

世界の大学の歴史

世界で初めて大学が出来たのは、11世紀(800~900年前)と言われています。11世紀~13世紀にかけて、ヨーロッパにいくつかの大学が出来ました。一番最初に大学が出来たのはボローニャで、次に出来たのはパリやオックスフォードです。このように、中世にヨーロッパで大学がたくさん作られました。日本は初めて大学が出来たのは明治に入ってからなので、大学の歴史からすると日本の大学は非常に新しいのです。世界初の大学である、ボローニャ大学が出来たのは1080年前後と言われています。大学というのは元々、学生のギルド（同業組合）でした。つまり、勉強したいという学生が先生を呼んで、勉強を教えてもらう所でした。ダンテ、ガリレオ、コペルニクスは、このボローニャ大学で学びました。大学は修道院と宗教的な関係が強かったので、着ている物も良く似ていました。学生主体のボローニャ大学に対し、パリ大学は先生が集まってギルドを作り、そこに大学を開いて生徒が集まつくるような形でした。

イギリスのオックスフォード大学は1200年代に出来た大学で、その当時の建物が残っているので、一見、写真では綺麗に見えますが、近づいて見ると壁などがボロボロです。大学の建物の中に寮があって、その当時の学生は全員その寮に住んでいたのですが、当然、今と違って冷暖房など無い所です。

寮の中で、チューターと呼ばれる先生が1対1、あるいは1対2で指導をするというのが、オックスフォードの伝統的な教育です。大学というのは宗教的なものと関係があるので、オックスフォード大学の考え方方に合わない学者が引越ししてできたのがケンブリッジ大学だといわれています。オックスフォード大学とケンブリッジ大学を合わせてオックスブリッジ大学といいます。イギリスではオックスフォード大学とケンブリッジ大学は、大学の中でも特殊な大学で、限られたエリートしか進学できない大学でした。



中世の大学では、まず自由7科（算術、幾何、天文、楽理（音楽）、文法、論理、修辞）を学びます。理数的な物の考え方、豊かな心、物事を論理的に考える力やそれを上手に伝える力、などの能力を身につけることは、私達が正しく自由に物事を考えるために必要な能力なので、まずこれを学びます。これを学ぶと、学士を得ることができます。今の皆さん方が大学に入ったときの、教養科目にあたります。自由7科を学んだ後に、法律、医学、神学のどれかを学びます。それぞれの分野の専門職を育成することが目的でした。

17世紀になって、新大陸で最初に出来た大学がハーバード大学で、1636年に作されました。迫害を逃れたピューリタンが、自分たちの宗教的な理想を実現するための教育の場として作ったのが、このハーバード大学です。ジョン・ハーバードは僅か100ドル程のお金をハーバード大学に寄付したことで大学にその名が付いたので、歴史上、最も有効な投資をした者といわれています。

イギリスはオックスフォード大学やケンブリッジ大学のように入る人が限られていましたが、そういう人以外の人が入れるような大学として、ロンドン大学が作られました。ロンドン大学は連合大学といって、いくつかの大学が集まつたものです。

大学は“教育”をする所であったのですが、19世紀になると、“研究”が大学の新たな使命となりました。研究の成果に基づいて教育をするという理念をもったフンボルトが立役者で、大学での研究はドイツのベルリン大学で始まりました。フィヒテやヘーゲルなどの哲学者が学長になりました。これにより、法律、医学、神学の基礎となっていた自由7科の他に、研究の基礎となるような哲学部が新しく作られ、その上には法律、医学、神学の他に、哲学(Ph.D)が新たに作されました。

将来の研究者を養成するための教育の仕組みが必要だということで、大学院というものが作られました。ドイツには大学院というものもなく、大学を卒業するまで5~8年かかっていましたが、それでは効率が悪いので、もう少し研究者を養成するシステムを作ろうということで出来たのが大学院です。アメリカで最初に作られました。

さらなる大学の使命として、“社会へのサービス”が求められるようになりました。そのきっかけになったのがアメリカのランドグラント大学で、アメリカの連邦政府が国有地を州政府に与えて、州政府がその地域の発展に役立つような教育や研究をするために大学を作りました。1850~60年代にアメリカに出きたほとんどの州立大学は、こういった大学です。テキサスA&M大学も農業や工業の新興に役立つ教育や研究をするために作られた大学です。

日本はどうかというと、東京大学(1877年)は国家のために作られました。国によって、時代によって、大学が作られる理由は違っています。

ボーダレス化する現代の高等教育

大学は世界中にあって、国や時代によって成り立ちは違いますが、今は国境なんて関係ありません。大学は英語で University といいますが、普遍的(Universal)なことを教育、研究するところですので、空間的にはどこにあろうとやっていることは同じという考えです。昔は移動手段が無かったですが、今は移動手段が広がっているので、留学生が増えてきています。

ユネescoの調べでは、1999年の留学生が175万人だったのが2005年には250万人になっています。留学先はアメリカ(23%)が一番多く、その次にイギリス(12%)、ドイツ(11%)・・・と続き、日本は5%です。また、大学が海外に進出すること(分校、遠隔学習、e-Learning、など)も行われていて、大学がかなりボーダレス化しています。

日本の大学の今

日本人の4年制大学への進学率は、男女とも約50%であり、専門学校等も含めると80%近くにもなります。こういった状況の中で、大学の数は増えています。現在、大学は750校程あり、平成7年から約200校も増加しています。大学生の数も現在は約300万人にまで増えています。ところが、この10年で18歳人口が約50万人も減ってしまったため、志願者数と入学者数が逆転する、全入時代になっています。そういった中、保健系や看護系の志願者は増えている一方で、工学部の志願者は著しく減ってきています。これは日本だけの問題ではなく、世界中で同様のことが起こっています。

現在は大学卒業者の約12%が大学院に進学しています。理学部や工学部を見ると、ほとんどの人が大学院に進んでおり、大学院に進学する人は確実に増えています。現在750校程ある大学のうち、大学院をもつ大学は560校もあり、急激に増えています。

世界の中の日本の大学

世界の大学のランキングが発表されていますが、日本の大学の世界ランキングは、東京大学 19 位、京都大学 29 位、大阪大学 70 位、・・・神戸大学 181 位、・・・というふうになっています。ランキング方法（評価する項目）は、研究者による評価が 40%、教員一人当たりの引用論文数が 20%、教員一人当たりの学生数が 20%、採用企業による評価が 10%、・・・などです。

日本の大学への挑戦

アメリカの研究者 M.Trow は、同級生の 15%までが大学に行けない状態であれば、大学に行くことは「特権」であるが、15%～50%が行ける状態になると「権利」になり、50%を越えると「義務」になる、と言っています。50%を越えてしまうと、本当は大学に行きたくないが皆が行くからといって行ったり、求人で不利にならないために行ったりし、不本意な進学、意欲や目的意識が低い進学をしてしまい、学力の低下も招いてしまいます。従って、研究を中心している大学もあれば、職業訓練をしている大学もあり、大学の在り方が多様化しています。教育改善の取組み（特色 G P など）や研究の高度化の取組み（21 世紀 COE プログラムなど）を行っている大学もあります。皆さんには、自分が進学を希望している大学は何を理念としているのか等の情報を収集して、自分のやりたい事ができる大学、自分に合っている大学を選んで頂きたいと思います。

3. 職員発表

「SSH 事業の評価」では、3 年間の SSH 事業の主な対象である 59 回生総合理学コース生を中心に、SSH 事業の成果について総括的に説明した。好奇心や探究心、学習意欲などが SSH 事業によって増進された一方、SSH 事業の内容を対象以外の生徒や保護者にも情報として広く提供すべきであるとの改善点が指摘された。

「サイエンス入門と課題研究」では、その教科の効果がどうだったか検証された。課題研究では、7 割以上の生徒が課題研究の取り組みに満足感をもっているが、残りの生徒の取り組みには、興味がわかないなどの感想もあり、解決すべき課題として指摘された。

4. 課題研究発表

目的

理数科専門科目「課題研究」の 1 年間の取り組みの集大成として発表会を行い、研究成果をわかりやすいように他人に伝えるプレゼンテーション能力を育成する。また、他の生徒の発表を聞くことによって、研究内容に対する考察力を高めるとともに、科学に対する興味・関心を高める。

概要

この日の発表会のため、生徒は論文、ポスターセッション用ポスター、それにプレゼン用シートと、3 種類のまとめに同時進行でとりくんだ。このような作業は研究内容を整理し、新たな気づきや発見をする機会を生んだ。また、発表練習を繰り返す過程では、いかにわかりやすく、端的に表現するか、言葉や話す速さ、役割分担と協調など、普段の授業にはない場面の中で、四苦八苦しながら取り組んでいた。原稿の締め切りが重なったため、日程的に非常に忙しくなり、居残りで毎日のように取り組んだ。

発表会当日は、発表する側もそれ



Fig2. 生徒による課題研究発表

を聞くほうも、科学を楽しもうといった視点や、ずいぶん苦労した課題研究の総仕上げの日を迎えた喜びからか、生き生きとしている生徒の姿が印象的だった。この発表会に同席していた1年総合理学コース生にも自覚を促し、意欲を生むよい機会になったと思われる。

事後に、2年理系の生徒の中にも、課題研究の発表を聞いたかったという声があったことを知った。午前の講演は聴講し、午後からは通常授業に戻ったのだが、友人が取り組んだ研究の成果を聞くことは、科学に対する興味・関心を高めるきっかけになることもあり、検討したい。

成 果

発表会は企画から実施までの準備段階で、生徒、職員ともに夜遅くまで論文作成や発表内容のまとめに取り組み、大変であった。しかし、事後の達成感は何物にも変えがたく、また、発表会を経験してこそ学べることがある。



Fig3. クラスマートの発表に耳を傾ける

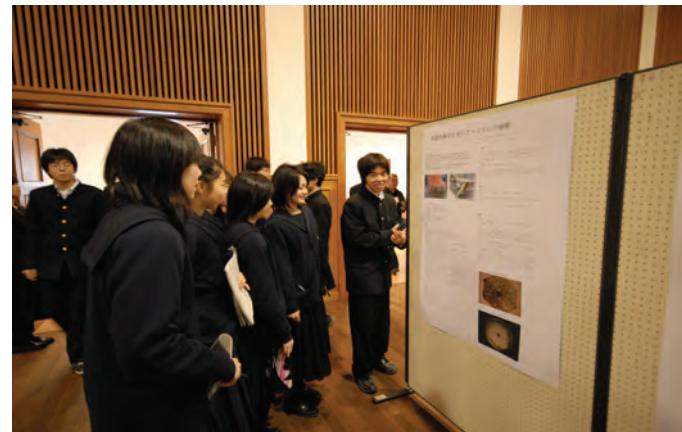


Fig4. ポスター発表（昼休み）

アンケート結果

表 各評価項目について1～5の評価（5秀、4優、3良、2可、1不可）をした人数

研究テーマ	評価者	評価項目																			
		プレゼン					発表態度					研究内容					総合評価				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
部分モル体積の測定	生徒	12	33	5	1	0	20	23	8	0	0	3	27	17	4	0	9	36	6	0	0
	一般	9	11	10	0	0	6	16	7	1	0	5	13	10	2	0	4	18	6	1	0
組織培養を用いたマヤランの増殖	生徒	1	15	30	4	0	2	17	30	1	0	2	14	23	11	0	0	12	33	5	0
	一般	4	14	12	0	0	3	14	11	2	0	2	15	11	2	0	1	16	11	1	0
魚と環境	生徒	1	3	32	15	0	1	6	27	17	0	1	5	17	28	0	1	4	23	23	0
	一般	3	11	16	0	0	1	12	16	1	0	3	9	14	4	0	1	12	12	4	0
昆虫の体成分が細胞分裂に及ぼす影響について	生徒	8	31	12	1	0	5	31	16	0	0	9	27	13	3	0	9	31	12	0	0
	一般	11	18	1	0	0	10	19	1	0	0	11	16	3	0	0	11	17	1	0	0
波動の研究	生徒	2	15	21	11	0	2	12	29	6	0	3	20	15	11	0	1	16	23	9	0
	一般	6	11	12	1	0	4	14	10	2	0	7	12	10	1	0	4	16	8	1	0
色素増感型太陽電池の研究	生徒	1	16	28	4	0	1	18	27	2	1	2	21	23	3	0	0	16	30	3	0
	一般	9	15	6	0	0	4	17	9	0	0	5	21	4	0	0	1	23	5	0	0
Linuxによるネットワーク研究	生徒	0	1	12	27	9	0	4	24	18	3	0	0	14	32	3	0	0	13	36	0
	一般	1	4	23	2	0	1	8	18	3	0	1	3	19	6	1	1	2	21	5	0
あなたに潜むカオスとフラクタル	生徒	4	6	18	20	2	3	18	23	5	1	14	16	17	3	0	5	11	31	3	0
	一般	6	12	9	3	0	6	17	7	0	0	13	12	5	0	0	8	13	7	1	0
πと多面体	生徒	1	16	31	4	0	1	22	25	3	1	2	27	20	3	0	1	24	24	3	0
	一般	4	18	8	0	0	4	18	8	0	0	6	14	10	0	0	3	20	5	1	0

生徒の感想（主に1年生）

- 複数の実験結果から、深く研究している班が多く、知識・関心が深まりました。来年の自分たちの課題研究に生かしていきたいです。
- どの研究チームも短時間の発表で、いかにそれぞれの研究内容をわかりやすく伝えるか、において工夫が感じられました。また、パワーポイントやエクセルを駆使していて、来年度の発表会に向けて、とても勉強になりました。
- 内容が全体的に難しく、理解するのに苦労しましたが、いくつか興味の持てるものもあり、いい体験だったと思う。
- 予想以上に難しい内容の研究をしていて驚きました。そして、来年自分がこんな内容の研究をするのかと思うと、少し不安になったのと、少し期待しています。発表は用語が多くてわかりにくいものもあったけれど、とてもわかりやすく説明してくれていたのもあったし、面白いのもあって良かったと思いました。
- 研究の内容については、時間の不足からか、あまり深くまで踏みこめていないグループもあって、もう少し深いところまで研究できていればもっと興味をもてたような気がした。
- 根気と集中力、結果を手探りに研究していく探求心の賜物だと思った。気の遠くなりそうな作業でも最後までやり通すというのはとても素晴らしいと思う。
- どれもすごく個性的で素晴らしい。完成度にはバラツキがあるように思えたが、それよりも完成に至るまでのプロセスが僕たちにとってかけがえのないものになったと思う。

参加者の感想

- それぞれの生徒が研究内容をきちんと理解できていることが素晴らしいです。発展的内容については、今後とも継続して研究して欲しい。
- なにかやりたいという意欲のある発表は好感がもてる。しかし、結論にとびつかないように慎重にデータを積み重ねることが大事。
- 質疑に対してしっかり考えられていたところが良かったように思います。生徒が主体となり、研究が進んだ様子がうかがえた。
- 研究のテーマ、発表の内容を絞り込むことが出来ないグループもありましたが、深く探求する方向へ行くほうが良いように思います。
- スクリーンが小さく、見がたいものがあり、そこを改善していただきたく思います。
- 自らの知的好奇心を充たしつつ、各研究に取組む姿勢に好感が持てた。
- 高度な研究内容に驚きました。好奇心、探究心、やる気が身につくことがこの課題研究のメリット、と先生方からのアンケート報告がありましたが、知的好奇心にはじまり、それが知的冒険心を呼び起こし、知的探究心にまで高められている取組みであったと思います。自校の実践に役立てればと思っています。
- 研究の動機、目的をもつとはつきりさせたほうが、最後の結果、考察について力強く言えたと思います。限られた時間でのすばらしい発表をありがとうございました。
- どの班も早口で、理解が追いつかなかった。時間を増やすか、内容を絞り込むかしたほうが良いと思います。
- 1年かけた研究ですので、もう少しゆったり、時間にゆとりをもたせて聞かせて欲しかったです。
- 研究を続けるうちに出てきた新しい疑問に対処する様子がよくわかった。自分達で工夫しながら、解決あるいは納得していく活動がとてもよい。
- のびのびとそれぞれの生徒の興味・関心に応じて行動し、主張しているところが気持ちよく感じられました。教師側から見ると手を加えたくなるような部分もあったでしょうが、小さくまとめるのではなく、生徒の意欲・興味・関心を伸ばしてやろうという教師側のおおらかさも感じられました。
- 研究テーマに沿って、しっかりと実験・考察ができていると思います。欲を言えば、仮説一検証実験ができたらよかったです。この研究を部活動への活動につなげてください。

5. 参加者

兵庫県立神戸高等学校SSH課題研究発表会参加者一覧				
科学技術振興機構(JST)				
	氏名	所属	職名	備考
	酒井 宏直	科学技術振興機構(JST)		
神戸高校SSH運営指導委員会				
委員長	川嶋 太津夫	神戸大学大学教育推進機構	教授	
副委員長	難波 宏彰	神戸薬科大学	教授	
委員	樋口 保成	神戸大学理学部	教授	
委員	中西 明徳	兵庫県立大学 兵庫県立人と自然の博物館	教授	
			主任研究員	
委員	西川 義則	大日本住友製薬株式会社 技術研究センター	研究部長	
委員	山崎 洋	関西学院大学理工学部	教授	
委員	陳 友晴	京都大学大学院	助手	
委員	宮垣 覚	兵庫県教育委員会高校教育課	指導主事	
学校関係者				
	氏名	所属	職名	備考
1	斎藤 恵道	和歌山県立海南高等学校	教諭	
2	松本 尚平	兵庫県立兵庫高等学校	教諭	
3	吉識 典史	兵庫県立兵庫高等学校	教諭	
4	太田 進	兵庫県立豊岡高等学校	教頭	
5	南 克伸	兵庫県立豊岡高等学校	教諭	
6	新村 晃司	兵庫県立明石高等学校	教諭	
7	遠山 八千代	兵庫県立三木東高等学校	教諭	
8	北川 英基	武庫川女子大学附属中学校・高等学校	教諭	
9	山内 康裕	武庫川女子大学附属中学校・高等学校	教諭	
10	岸本 浩	兵庫県立須磨東高等学校	教諭	
11	前川 満之	兵庫県立加古川東高等学校	教諭	
12	松崎 隆幸	兵庫県立明石南高等学校	教頭	
13	神尾 浩史	兵庫県立明石南高等学校	教諭	
14	工 義尚	兵庫県立明石南高等学校	教諭	
15	阿部 武	宮城県第一女子高等学校	教諭	
16	深水 正和	兵庫県立鈴蘭台西高等学校	教諭	
17	繁戸 克彦	兵庫県立鈴蘭台西高等学校	教諭	
18	大波 智博	兵庫県立鈴蘭台西高等学校	教諭	
19	岩村 泰伸	兵庫県立鈴蘭台西高等学校	教諭	
20	濱 泰裕	兵庫県立鈴蘭台西高等学校	教諭	
21	高橋 直久	兵庫県立姫路西高等学校	教諭	

第 4 章

關係資料

平成18年度 教育課程(単位)

兵庫県立神戸高等学校

教科	科目	標準単位	1年(61回生)		2年(60回生)			3年(59回生)		
			普通	総合理学コース	普通		総合理学コース	普通		総合理学コース
					文系	理系		文系	理系	
国語	国語総合	4	5	4						
	現代文	4			2	2	2	3	2	2
	古典	4			3	2	2	3	2, 2*	2
	古典講読	2						2★		
地理歴史	世界史A	2			2◎	2◎	2○			
	世界史B	4			2◎	2◎	2○	5●	3○	3○
	日本史A	2			2●	2○	2○			
	日本史B	4			2●	2○	2○	5●2★	3○	3○
	地理A	2			2●	2○	2○			
	地理B	4			2●	2○	2○	5●2★	3○	3○
公民	現代社会	2	2	1						
	倫理	2						2★	3○	3○
	政治経済	2						2★	3○	3○
数学	数学I	3	4							
	数学II	4			2	3		4	2*	
	数学III	3							4	
	数学A	2	2							
	数学B	2			2	2		2★		
	数学C	2							2	
理科	理科総合A	2	2							
	理科総合B	2								
	物理I	3				3▽			2*	
	物理II	3							4▽	
	化学I	3			2▲	2		3▲	1	
	化学II	3							4	
	生物I	3			2▲	3▽		3▲	2*	
	生物II	3							4▽	
保育	体育	7, 8	3	3	2	2	2	2	2	2
	保健	2	1	1	1	1	1			
芸術	音楽I	2	2□	2□						
	音楽II	2						2□★		
	美術I	2	2□	2□						
	美術II	2						2□★		
外国語	英語I	3	4	4						
	英語II	4			4	3	3	2★	2*	
	オーラルC.I	2	1	1						
	オーラルC.II	4						2★		
	リーディング	4						4	3	4
	ライティング	4			2	2	2	2	2	2
家庭	家庭基礎	2			2	2	2			
情報	情報B	2	2	2						
理数	理数数学I	4~8		6						
	理数数学II	6~12					5			5
	理数数学探究	4~12								2
	理数物理	3~9		1			2			4△
	理数化学	3~9		1			2			5
	理数生物	3~9		1			2			4△
	課題研究	2					2			
連携講座	自然科学通論	1				1*	1*			
総合的な学習の時間		3	1	2	2	2	1			
教科・科目コマ数		28	27	26	28~29	29~30	30	31	31	
ホームルーム週当たりコマ数		1	1	1	1	1	1	1	1	
週当たり授業コマ数		30	30	29	31~32	31~32	31	32	32	

(注) 連携講座「自然科学通論」は、主として神戸大学との高大連携科目を中心とした学校設定科目で、単位は増加単位として加算する。

•••SSHに係る箇所

S S H 課題研究 論文集

目 次

1. 部分モル体積の測定

総合理学コース2年8組 猪下 健一、林田 修武

2. 組織培養を用いたマヤランの増殖

総合理学コース2年8組 山下 大地、中 亮介、田路 洋紀
能仁 賢彦

3. 魚と環境

総合理学コース2年8組 川上 順康、金 世賢、香西 裕貴
藤原 拓也、三船 聖晶

4. 昆虫の体成分が細胞分裂に及ぼす影響について

総合理学コース2年8組 土井 樹、鈴木 敦斗、励 恵那

5. 波動の研究

総合理学コース2年8組 島津 悠貴、工藤 力、伊与田 昌史
近藤 武宏、戀水 康俊

6. 色素増感型太陽電池の研究

総合理学コース2年8組 加藤 百合子、松井 健太朗、松本 拓美
山本 静、村上 久美子、新納 英実

7. L i n u x によるネットワーク研究

総合理学コース2年8組 石橋 佑一、星野 真男、村上 浩司
宋 慶盛、都 鐘智

8. あなたに潜むカオスとフラクタル

総合理学コース2年8組 則武 治樹、北川 賢伸、二四岡 健
新澤 茉里子、埴岡 俊介、秋山 慧
上田 智翔

9. π と多面体

総合理学コース2年8組 長谷川 奈美、丸山 絵瑠

部分モル体積の測定

部分モル体積測定から明らかになる物質の体積変化についての考察

兵庫県立神戸高等学校 総合理学コース 2 学年

林田 修武 猪下 健一

今回、我々は物質の部分モル体積について研究をした。部分モル体積とは、溶媒に溶質を溶かしたときの溶液の体積変化を調べ、これを溶質 1 molあたりに換算したものである。いろいろな物質の部分モル体積を測定することで、物質の性質や状態などと、体積との関係性が明らかになった。

部分モル体積を測定する

① 研究の目的

あらゆる物質は、置かれている状況によって体積が異なる。固体が気体になった時などをみると、それは明らかである。しかし、ここではもっと高度な内容を扱う。ある固体を水に溶かした場合はどうだろうか？それは、固体が液体に変化した訳では無いし、だからといって固体の時と全く同じ状況ではない。この場合、物質の体積にはいったいどのような変化が起こっているのだろうか。こういった小さな疑問から我々の研究は始まった。

② 実験方法

測定物質

塩化カリウム KCl

臭化カリウム KBr

硫化カリウム KI

塩化ナトリウム NaCl

臭化ナトリウム NaBr

測定

部分モル体積を測定する物質（以下物質 X とおく）の 2, 4, 8, 12 および 16% 濃度の水溶液を作る。物質 X と水は正確に秤量びんに量って、よく栓をして、蒸発を防ぐ。ピクノメーター（図 A 参照）の栓を抜いておいて液をほぼ一杯入れふたをして 25°C 恒温槽につける。（図 B 参照）20 分後ふたをはずし、栓をゆっくり差し込んでいく。すると液があふれてくるから、このとき栓の上にろ紙を当てて液をびんの外へこぼさないように吸い取る。こうして栓を固く差し込み、しかも液面がちょうど栓の上口にくるようにする。その後びんを恒温槽から取り出し、ふたをはめて、外側をよくぬぐって電子天秤で計量する。（図 C 参照）



（図 A・ピクノメーター）



（図 B・恒温槽）



（図 C・電子天秤）

整理

測定した値から溶媒 1000g を含む溶液の体積 V を Y 軸、物質 X の質量モル濃度を X 軸にとり、それらの関係をグラフで表し、その傾きが求める部分モル体積となる。

例として NaCl 2 %溶液について考える。

測定したピクノメーターの容積は 100.01cm^3 であり、測定した溶液の質量 101.09g であるから、溶液 1 ml あたりの質量(密度)を求めるとき、 $101.09\text{g} \div 100.01\text{cm}^3 = 1.0108\text{g/cm}^3$

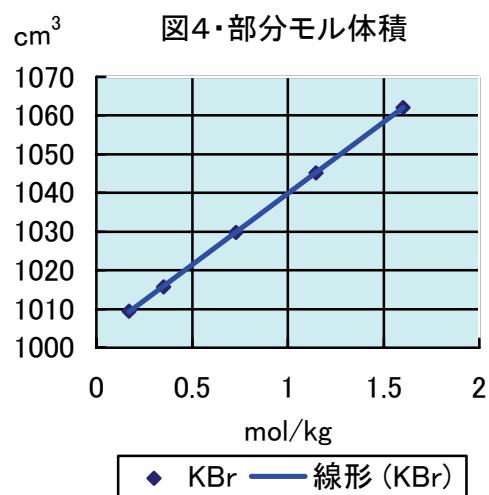
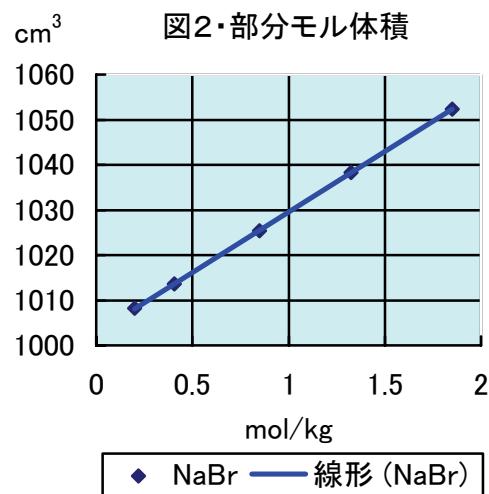
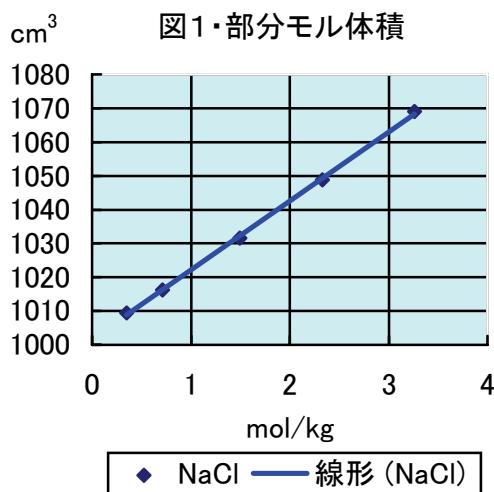
溶媒 1000g を含む溶液中において溶質(NaCl)は 20.408g 含まれるから、このときの質量モル濃度は、その質量を溶質 (NaCl) の式量で割って、 $20.408\text{g} \div 58.44\text{g/mol} = 0.3492\text{mol/kg}$ (X 座標の値) また、溶液全体の質量は、 $1000\text{g} + 20.408\text{g} = 1020.408\text{g}$ である。

よって溶液の体積 V は、溶液の質量を密度で割って、 $1020.408\text{g} \div 1.0108\text{g/cm}^3$

$$= 1009.51\text{cm}^3 \quad (\text{Y 座標の値})$$

となる。以上のデータを他の濃度においても同様に計算し、グラフを作成する。(図 1 参照)

他の溶質においても同様に計算し、それぞれのグラフを作成する。(図 2 ~ 5 参照)





③ 実験結果

作成したグラフの傾きから求めた各物質の、部分モル体積の値を表1にする。

表1・部分モル体積

	KCl	KBr	KI	NaCl	NaBr
部分モル体積(cm³/mol)	30.79	36.92	48.00	20.63	26.67

④ 分析

部分モル体積の大小は溶質自身の体積による体積増加の効果と、水和による水の体積減少の効果によって決まる。表1を見ると、イオン半径の大きいイオンの組み合わせの場合に部分モル体積が大きくなっている。これは、物質を構成するイオンの価数がいずれも1価であり等しいので、水和による水の体積減少の効果（イオンが水分子を引きつけることによる）はほぼ同程度と考えると、イオン自身の体積増加の効果が支配的となるからだろう。

また、水に固体を加えたとき、溶かす前の体積（水と加えた固体の合計の体積）が、溶かした時に減少する。この、固体を水に溶かすことによって生じる体積減少量は、固体のモル体積と部分モル体積の差に相当する。

例としてNaCl溶液の場合を考えると、

式量 58.44g/mol

密度 2.168g/cm³

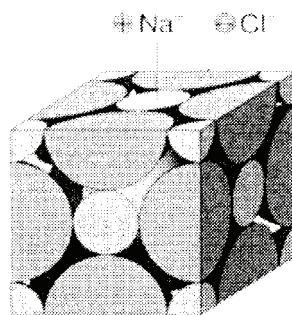
それより固体のモル体積は 26.95cm³/mol

上表より、部分モル体積は 20.63 cm³/mol

よって溶ける前後の体積減少量は
 $26.95 - 20.63 = 6.32 \text{ cm}^3/\text{mol}$ となる

ここで、物質の充填率について考えてみる。

あらゆる化合物には構成する原子（イオン）間に多少の空洞が存在する。（図D参照）ある物質に関して、1molの物質を構成するイオンの体積の合計を、その物質1molの固体体積で割った値を充填率といい、数値が高いほど物質を構成するイオン間の空洞が少ない。すなわち、その物質が密に構成されているといえるのである。



(図D・NaCl型結晶構造)

例としてNaClについて考える。

構成するイオンの半径は、それぞれ

$$\text{Na}^+ = 0.116 \text{ nm}$$

$$\text{Cl}^- = 0.167 \text{ nm}$$

原子（イオン）は球状であるから、その体積は、 $(4/3)\pi r^3$ で求められる。

よって $\text{Na}^+ 1\text{mol}$ の体積は、 3.936 cm^3

同様に $\text{Cl}^- 1\text{mol}$ の体積は、 11.745 cm^3

つまり、NaCl 1molを構成するイオンの体積は、 $3.936 \text{ cm}^3 + 11.745 \text{ cm}^3$

$$= 15.681 \text{ cm}^3 \text{ である。}$$

これを固体のモル体積で割ると、

$$15.681 \text{ cm}^3 \div 26.95 \text{ cm}^3 = 0.5819 \text{ cm}^3 \text{ となる。}$$

よって、NaClの58.19%をイオンが占めていることになる。

各物質における、固体のモル体積、部分モル体積、それらの差である体積減少量、加えて充填率を計算し、表2にする。

表2・体積減少量と充填率

	固体のモル体積 (cm³/mol)	部分モル体積 (cm³/mol)	体積減少量 (cm³/mol)	充填率 (%)
KCl	37.42	30.79	6.63	55.05
KBr	43.18	36.92	6.26	55.71
KI	52.98	48.00	4.98	58.33
NaCl	26.95	20.63	6.32	58.19
NaBr	47.29	26.67	20.63	40.47

表2から、どの物質も水に溶かすことで体積が小さくなることがわかる。だが、固体のモル体積が大きいものほど激しく変化するという訳ではなさそうである。ここで、物質を構成しているひとつのイオンを固定して、物質の充填率と体積減少量との関係を見てみると、充填率の小さいものほど、体積減少量が大きくなることがわかる。例えばKを固定すると、充填率において $KCl < KBr < KI$ であり、それに伴い体積減少量は $KCl > KBr > KI$ である。Naを固定した場合、充填率において $NaCl \gg NaBr$ であり、体積減少量において $NaCl \ll NaBr$ となる。また、それは陰イオン側を固定しても同様にいえる。Clを例にとると、充填率において $KCl < NaCl$ であり、体積減少量は $KCl > NaCl$ である。Brの場合に、充填率において $NaBr \ll KBr$ であり、体積減少量は $NaBr \gg KBr$ である。だが、イオンを固定しなかった場合、上記の法則は成り立たない。例えば充填率において、 $KBr < NaCl$ であるが、体積減少量は、 $KBr < NaCl$ といった具合である。以上より同一イオンを含む二物質において、充填率の大小から、体積減少量の大小は部分モル体積の測定なしで比較可能であることがわかる。

同一イオンを含む二物質（A, B）について、充填率（ A_f, B_f ）において、 $A_f < B_f$ が成り立つ時、それらの体積減少量（ A_v, B_v ）において、 $A_v > B_v$ が成り立つ。

⑤ 考察

では、何故充填率の小さい物質ほど体積減少量が大きい、という法則が成り立つのであろうか。そもそも、物質が水に溶けるということは、物質が水に入ることで、その結晶構造が崩れて、ばらばらに散らばることをいうのである。よって、充填率の小さい物質、つまりイオン間の空洞が広いものほど、溶液中で結晶構造が崩れた時の変化量が大きくなつたのであろう。

[参考文献]

物理化学実験法	共立出版
化学大辞典	共立出版
理科年表	丸善株式会社
ニュースステージ化学図表	浜島書店
ホームページ	
高校化学—物質の体積	
(http://www.chemistryquestion.jp)	

組織培養法を用いたマヤランの増殖

兵庫県立神戸高等学校 総合理学コース2学年
田路洋紀 中亮介 能仁賢彦 山下大地

マヤランは、単子葉類、ラン科シンビジウム属に属するランの一種である。葉がなく光合成できないが、茎の組織にラン菌をすまわせ、菌類と共生している菌根ランである。一方、絶滅危惧種に指定されており、種の絶滅が心配されている。私たちになじみ深い摩耶山で発見されたことにちなんで名付けられることもあり、このマヤランをよく知り、増殖させるために、以下の5つの実験を行った。植物ホルモンを用いた実験やプロトプラストでの実験では思うような成果を上げられなかったが、寒天培地による根茎の培養では、わずか4ヶ月余りで花芽を観察するに至った。

- 実験 1 寒天培地を用いたマヤランの根茎の増殖
- 実験 2 液体培地を用いたマヤランの根茎の増殖
- 実験 3 2種類の植物ホルモンがマヤランの根茎の成長に及ぼす影響
- 実験 4 プロトプラストの作成と増殖
- 実験 5 根茎の組織の観察(横断面)

マヤランとは

1879年に摩耶山で発見され、1904年に牧野富太郎博士によってマヤランと名付けられた。暖帯広葉樹の林床に生え、関東以西の本州、四国、九州に分布する。地上茎10~30cm、6~8月に根茎の先端に白色で紅紫色を帯びた花をつける。

環境庁のレッドデータブックスでは、絶滅の危惧1B類(近い将来における野生での絶滅の危険が高いもの)に指定されている。



図1 永吉先生の研究室にて

実験 1 寒天培地を用いたマヤランの根茎の増殖

目的

- 1. マヤランの組織が増殖する様子を観察する。
- 2. ハイポネックス培地と1/2ハイポネックス培地での成長の違いを比較する。

方法

1. マヤランの組織片の入手
組織片は永吉照人先生（キリンビール研究所主任研究員、兵庫県生物学会元会長）にお願いし、本研究のためにご提供いただいた。
2. 寒天培地の作成
水1リットルにハイポネックス(6.5-6-19)を3g(1/2ハイポネックスは1.5g)、スクロースを30g、酵母抽出物を2g加え、pHを5.5に調節する。そこに寒天を10g加え、オートクレーブを用いて120°Cで20分間滅菌する。
3. マヤランの植え継ぎ
 - ① マヤランの根茎を70%エタノールに約1分間浸して滅菌する。
 - ② 1%次亜塩素酸ナトリウム水溶液に約10分間浸して滅菌する。
(以下の操作は無菌操作をするため、クリーンベンチ内で行った。)
 - ③ 滅菌水ですすぎ、2~3cmに切断する。
 - ④ 培地に植え継ぐ。
4. 経過の観察

結果

植え継ぎから141日目に1/1ハイポネックス培地で培養したマヤランで、根茎の先端に花芽が観察できた(図2)。

ハイポネックス培地で3個体、1/2ハイポネックス培地でも3個体について細胞が増殖して成長しているのが観察された。

マヤランの増殖には1/2ハイポネックス培地のほうが適しているとする報告があり、それを検証する意図もあったが、ハイポネックス培地で育てたマヤランと、1/2ハイポネックスで育てたマヤランの間に成長の違いは特に見つからなかった。

よく成長しているマヤランは、培地が茶色に変化する傾向があることが新たにわかった。

また、細菌が繁殖してコンタミが起こっても、成長するマヤランも観察された。

分化し、成長した根茎で根毛状の構造が観察された(図3)。



図2 マヤランの花芽



図3 マヤランの根毛

考察

通常花が咲くまでに1年以上はかかり、また、100本に1本程度しか花芽が分化しないというマヤランの培養で、約4ヶ月で花芽の形成が見られたことは非常に驚きであった。この稀で、好運な現象には、栄養が少ないほど、植物は種子をまくために花が咲きやすいという、植物の性質が関係している可能性がある。

培地中のハイポネックスの濃度の違い(1と1/2)においては、マヤランの成長には関係がなかった。これについては、継続してさらに観察を続ける必要がある。

培地が茶色になるのは、マヤランの成長の過程で、何らかの遺伝子が発現し、物質を生成し、その物質

が培地を褐色に変化させているからと思われる。その物質が成長に直接作用があるかどうかは今回の実験では明らかではない。茶色になった培地を移植するなどの追試実験をしてみるとよいであろう。

実験2 液体培地を用いたマヤランの根茎の増殖

目的

短期間でマヤランを増殖させる方法として、液体培地での培養を試みる。

方法

1. 寒天培地の作成過程の中で寒天を入れずに、培地を作り、液体培地とする。
2. すでにコンタミしたマヤランを滅菌し、液体培地に入れる(滅菌方法は寒天培地の時と同じ)。
3. シェイカーを用いて、回転数を95~96回/秒で振とう培養する。
4. 経過を観察する。

結果

すべての液体培地がコンタミし、マヤランの培養はできなかった。

考察

根茎などに付着した菌を完全に滅菌することは困難であり、植え付けに用いたコンタミしていたマヤランを十分に滅菌できていなかったと考えられる。絶滅危惧種で、貴重なマヤランを有効に使用しようとしたが、コンタミによって実験系が汚染されてしまった。浸とう培養によって酸素が盛んに供給され、また、細胞を刺激することでも、細胞の増殖が盛んになると期待していただけに、残念だ。

実験3 2種類の植物ホルモンがマヤランの根茎の成長に及ぼす影響

目的

根の分化を促進させるナフタレン酢酸(以下NAA)と茎の分化を促進させるベンジルアデニン(以下BA)の2種類の植物ホルモンが、マヤランの細胞の分裂や成長にどのような影響を与えるかを調べる。

方法

1. ハイポネックス培地で寒天(9g)を入れる前にNAAとBAを下の表のような組み合わせの濃度で入れる。

B A (%)			
N A A (%)	\	0.00	0.02
0.00	①	②	③
0.02	④	⑤	⑥
0.20	⑦	⑧	⑨

2. NAAとBAの組み合わせの区画(①～⑨)それぞれについて、培地を2本ずつ作成し、マヤランの根茎の組織を植え付ける。
 3. 成長の様子を観察する。

結果

現在のところ、特に変化は見られない。

考察

この約2ヶ月間では、植物ホルモンによるマヤランの成長への促進作用は見られない。また、抑制作用が働いているか、あるいは何の影響も与えていないのかは、現時点では分からぬ。

実験4 プロトプラストの作成と増殖

目的

マヤランを大量増殖できる培養方法を確立するため、プロトプラストを作成し、寒天培地で培養して、増殖させる。

方法

1. プロトプラストの作成

- ① マヤランの根茎を培養ビンから取り出し、あらかじめ乾熱滅菌したシャーレに移す。
- ② あらかじめ乾熱滅菌したメスで根茎を切り刻む。
- ③ 組織断片を3mlの酵素液※の入った栓付き遠沈管に入れる。
- ④ インキュベータ内を30℃にし、1分間に60往復程度の割合で遠沈管を振とうさせ、酵素反応を促進させる。反応時間は、約1時間とした。

※ 酵素液

マセロザイム	0.2%
セルラーゼ	2.0%
塩化カルシウム	10mmol/l
マンニトール	0.7mol/l
pH	5.6

なお、マセロザイムは細胞間接着に関係しているペクチンを溶かす。セルラーゼは細胞壁の成分であるセルロースを溶かす。マンニトールは浸透圧を高張に保ち、プロ

トプラストが破裂するのを防ぐ。

2. プロトプラストの濃縮

- ① ステンレスのふるいで未消化の組織や維管束を取り除く。
- ② 100Gで5分間遠心分離し、上澄みの酵素液を取り除く。(このときに、バランスをとるためにあらかじめ用意した、4mlの酵素液の入った栓付遠沈管を2本使う。)次に0.7molマンニトール液を軽く振って懸濁し、再び同じ条件で遠心分離し、上澄みのマンニトール液を捨てる。この操作を3回繰り返し、酵素液を完全に洗い去る。
- ③ プロトプラストを純化するため、あらかじめ遠心管に20%スクロース溶液を用意し、マンニトール液に懸濁したプロトプラストを20%スクロース液の上に静かに重ね、100Gで3分間遠心分離する。
- ④ 以上の作業によって、プロトプラストはスクロース液とマンニトール液の境界面に帯状に現れるので、これをマイクロビペットで取り、寒天培地に移す。培地は5本作成する。

結果

白い細胞の集まりと思われるもの(これがプロトプラストを含んでいると思われる)が得られたので、寒天培地上に移植した。

3本がコンタミしたが、残った2本は現在も継続して観察中である。現在のところ、変化は見られない。

実験5 根茎の組織の観察(横断面)

目的

マヤランの根茎の断片組織とシュンラン(マヤランと同じくシンビジウム属に分類される)の根の断片組織を細部まで詳しく顕微鏡で観察し、比較する。

方法

1. ミクロトームを使い、マヤランの根茎を薄く輪切りにする。
2. サフラニンとファストグリーンによる二重染色法
 - ① 切片をサフラニンで30分程度染色する。サフラニンは、木化した細胞を赤く染色する。
 - ② 水洗いする。
 - ③ 濃度50%, 70%, 90%の各エタノールで順に過剰なサフラニンを洗い落とす。
 - ④ ファストグリーンで約5分染色する。ファストグリーンは細胞質を緑色に染色する。
 - ⑤ 水洗いする。

3. 得られた切片をプレパラートにして、顕微鏡で観察する。
4. シュンランの根でも同様の操作を行い、プレパラートを作成し、観察する。

結果

マヤランの根茎の断片組織(図4)では、シュンランの根の断片組織(図5)と同様に、維管束が根茎や根の中心に位置していた。

マヤランの根茎の断片組織で、デンプン粒様の構造(図6)が観察された。

シュンランの根の断片組織では、細胞中にラン菌が観察されたが、マヤランの根茎では、観察されなかつた。

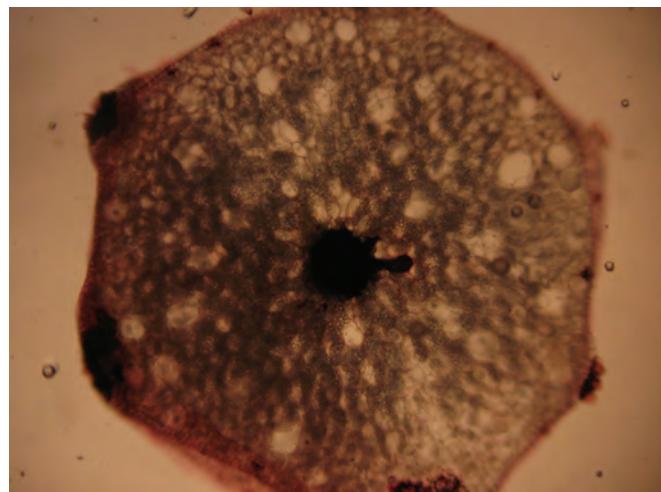


図4 マヤランの根茎の断片組織

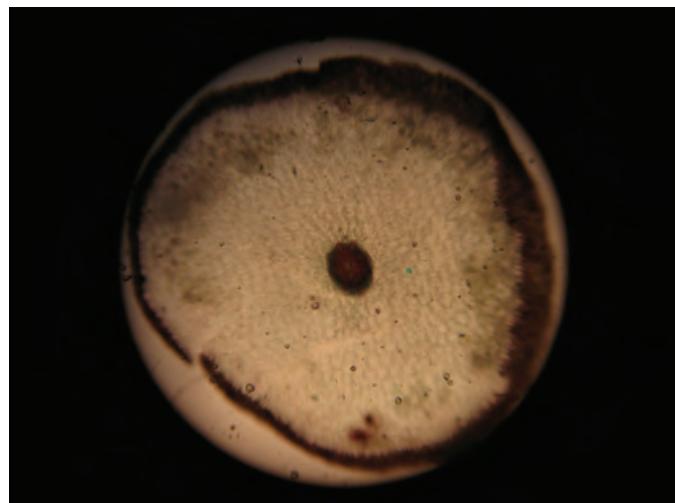


図5 シュンランの根の断片組織

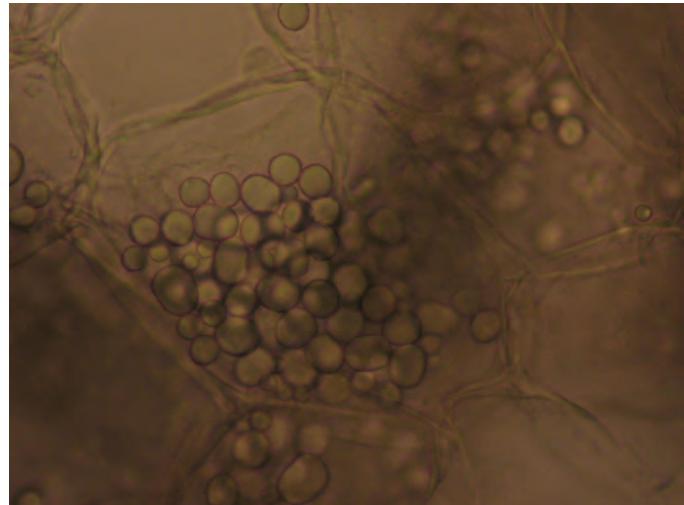


図6 マヤランの根茎の断片組織でのデンプン粒様の構造

考察

維管束が根茎の中心に位置しているということから、根茎は形態学的には茎よりも根に近く、根と同様の働きをするものだと考えられる。

本来、野生では共生しているはずのラン菌がマヤランの根茎から観察されなかったのは、提供していただいたランは、無菌播種によって増殖したランであったために、もともとラン菌がいなかったからだと考えられる。

まとめ

マヤランの花芽を観察できたのは、大成功だったと言える。今後は、マヤランの花芽形成を安定させ、自然界の環境での研究を行いたい。

謝辞

本研究を行うにあたって、マヤランを提供していただいた永吉照人先生。御指導、御教示いただいた稻葉浩介先生。本論文の上梓にあたり、我々は以上の方々に深謝の辞を申し述べたい。

[参考文献]

- 牧野富太郎、「牧野新日本植物図鑑」北隆館
- 山田康之、岡田吉美、「植物バイオテクノロジー」
- 山田康之、岡田吉美、「植物バイオテクノロジーⅡ」
- 木島正夫、「植物形態学の実験法」
- 摩耶山ケーブル山上駅、展示

魚と環境

兵庫県立神戸高等学校 総合理学コース

香西 裕貴 三船 聖晶

金 世賢 川上 順康

藤原 拓也

要約

住吉川の中流域と河口域で釣りにより魚の採集を実施し、8種の魚が得られた。このうちカワムツについて胃内容物量と消化管重量の相関を調べた。また胃内容物についてその種類を調べてみた。

その結果、アリなどの流下昆虫、カゲロウのような水生昆虫、藻類を食べており、また消化管が大きい（大きな個体）ほど胃内容物が多いことがわかった。つまり、カワムツは食べる餌をあまり選ばないで食べており、雑食性である。また、都市型河川である住吉川は豊かな生物が生息しているらしいことがわかった。

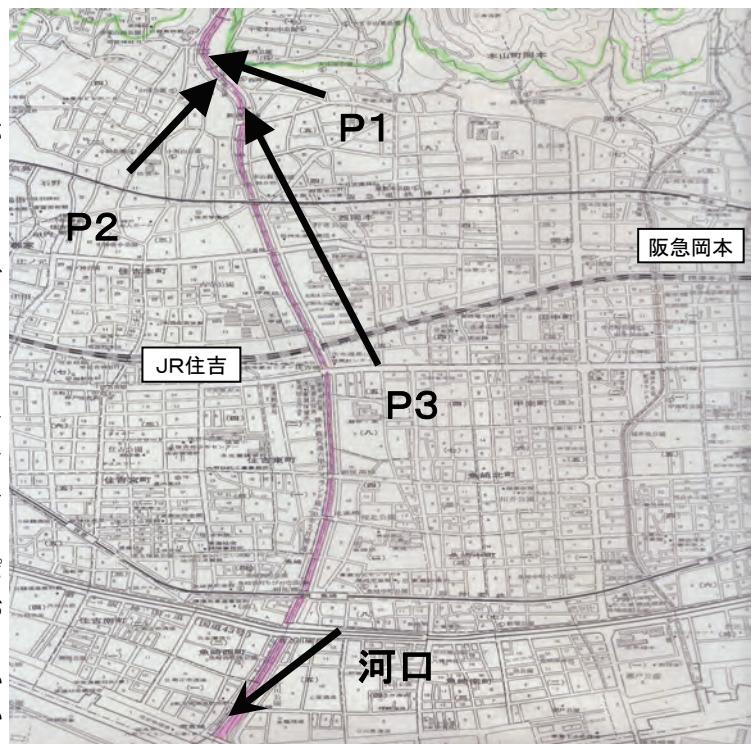
①方法

住吉川を選んだ理由は、都市の河川でありながら自然工法による河川改修がされており、生物環境が豊かであると思ったからである。採集ポイントは、大きく見て4つに区分し、採集を行った。ポイントの中で最上流にあたる（P 1）は、川岸に道があり、ここは水の透明度が高く、川の周囲に大きな林などがないため、採集するのが一番容易であった。

（P 2）は、水が年中にごり気味で、水質は悪い。写真を見てもわかるとおり、ここは全面的にコンクリートで舗装されており、環境がほとんど残されていない人工的な流域である。（P 3）は木で覆われて陰があり、魚が多い。最後に、（河口）付近で採集を行った。

このポイントは、汽水流域なので、他の3つのポイントのような淡水だけに住む魚は確認できず、おもに海に生息する魚種が見られた。

採集は釣りで行った。住吉川は自然に親しむ憩いの場として近隣住民による清掃や保全がなされているため、課題研究であっても投網や刺網で多くの魚を採集するわけにはいかないからである。



(P 1)



(P 3)



(P 2)



(河口)

②結果

今回、採集できた魚種は表1に示す8種である。このうち純淡水魚はカワムツ、アブラハヤ、カワヨシノボリの3種であった。

(表1) 採集できた魚種

学名	和名
<i>Zacco temminckii</i>	カワムツ（B型）
<i>Phoxinus lagowskii</i>	アブラハヤ
<i>Rhinogobius flumineus</i>	カワヨシノボリ
<i>Lateolavrax japonicus</i>	スズキ
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハゼ
<i>Acanthopagrus latus</i>	キチヌ
<i>Tridentiger obscurus</i>	チチブ
<i>Mugil cephalus</i>	ボラ

	清流公園	P1	P2	P3	河口	合計
カワムツ	15	25	2	17		59
アブラハヤ	7	24		4	4	39
カワヨシノボリ	1					1
マハゼ					8	8
スズキ					2	2
ボラ					1	1
チチブ					6	6
キチヌ					1	1

(表2) 各ポイントで採集できた個体数

採集した魚種と個体数（なお採集初期の段階で採集ポイントを分けておらず採集ポイントを断定できないものは清流公園と表した。）は表に示している。水がにごりコンクリートだけのP2以外では魚影が比較的濃かった。



カワムツ

カワムツは多く採集することができたが、同じような環境に分布し、住吉川にも生息しているオイカワを採集することが出来なかった。オイカワはカワムツより比較的下流に分布する。都市型河川である住吉川は堰堤が多く存在する。特にP3より下流にある堰堤は2mほどあり、これがオイカワの上流への侵入を妨げていると考えられる。

また、陸封種であるカワヨシノボリは一般的に上流に分布するが中流でも採集された。このことからカワヨシノボリは環境への適応力が強いのではないかと考えられる。



アブラハヤ

カワヨシノボリ

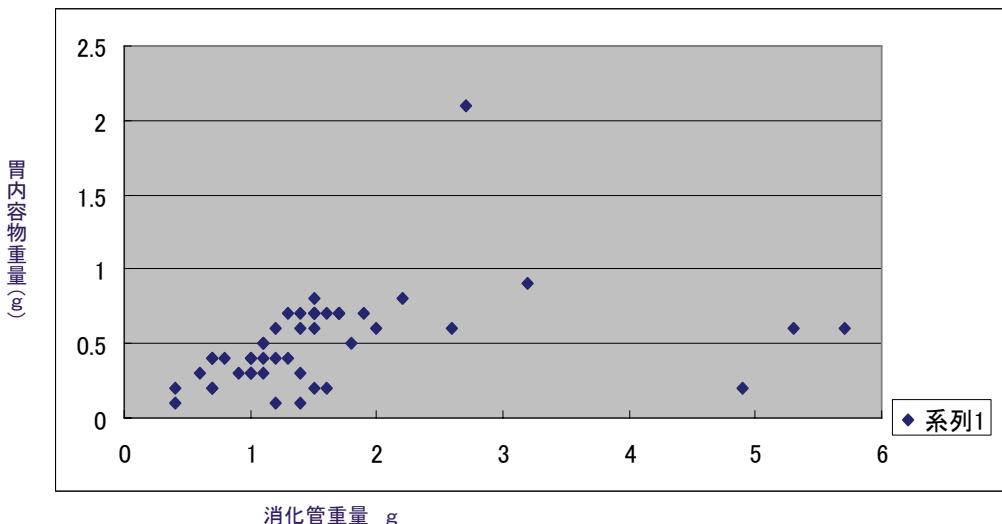


マハゼ



次に、採集したカワムツの消化管を取り出し、消化管とその内容物の重さを測定すると次のようなグラフになった。

(グラフ 1) 消化管重量と胃内容物重量の相関



このグラフから、多少のばらつきは見られるが、大きな（消化管を持っている）個体ほど多くの物を食べ、小さな（消化管を持っている）個体ほど食べる量が少ないことがわかる。これは大きな個体も小さな個体も一様に各々が満足できるほどの量を食べていることを示していると考えられる。また胃内容物を観察していく中でアリなどの流下昆虫やカゲロウ類（？）などの水生昆虫、藻類、センチュウなどが観察できた。

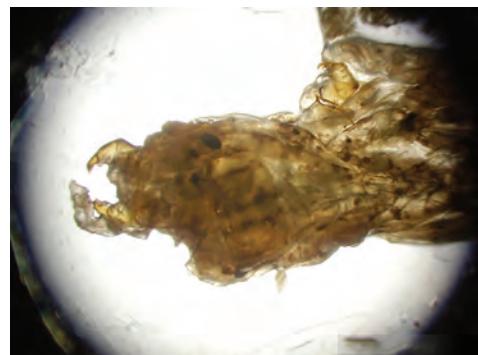
のことから住吉川は一般的に自然が少なく餌が不足しがちな都市型の河川であるにも関わらず環境的に豊かな河川であるといえる。自然工法の河川改修がよい結果をもたらしたのではないかと考えられる。



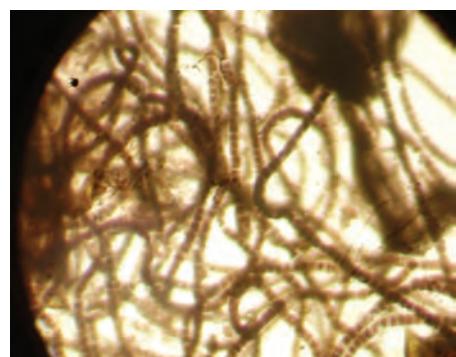
(内容物 1) アリ



(内容物 2) 水生昆虫（カゲロウ？）



(内容物 3) 水生昆虫（ヘビトンボ？）



(内容物 4) ラン藻



(内容物 5) センチュウ

以上の結果から、住吉川のカワムツは雑食性で餌を選ばないことがわかる。また、水面に落下したアリなどを捕食したり、水底の水生昆虫を捕食しているので、競合するオイカワがいないことで、活発に行動していると言える。

また、ヘビトンボなどきれいな水域に棲む昆虫が見られたことからも住吉川は都会型の河川であるが水質もよいことがわかる。これは地域住民の住吉川の環境に対する意識が高いからであろう。住吉川は都会と自然が共存する現代の街づくりの理想像だといえよう。

今後は、カワムツとオイカワとの関係をさらに調べたり、胃内容物の同定を行うことで、住吉川の生物の理解をさらに深めたい。

参考文献：

- ①阿部 宗明. 1989. 原色魚類検索図鑑 I (改訂13版). 北隆館, 東京. 358 pp.
- ②阿部 宗明・落合 明. 1989. 原色魚類検索図鑑II. 北隆館, 東京. 326 pp.
- ③阿部 宗明・落合 明. 1989. 原色魚類検索図鑑III. 北隆館, 東京. 315 pp.
- ④岡田 要. 2004. 復刻版 新日本動物図鑑(中). 北隆館, 東京. 803 pp.
- ⑤岡村 収・尼岡 邦夫. 2005. 日本の海水魚(3版). 山と渓谷社, 東京. 783 pp.
- ⑥川那部 浩哉・水野 信彦・細谷 和海. 2005. 日本の淡水魚(3版). 山と渓谷社, 東京. 719 pp.
- ⑦中坊 徹次. 2000. 日本産魚類検索 I・II (2版). 東海大学出版会, 東京. 1748 pp.
- ⑧松浦 啓一. 2004. 標本学. 東海大学出版会, 東京. 250 pp.

昆虫の体成分が細胞に及ぼす影響について

兵庫県立神戸高等学校 総合理学コース 2学年
土井 樹・鈴木 敦斗・励 恵那

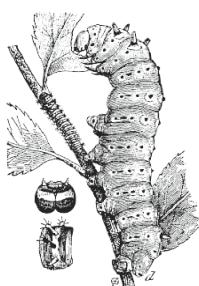
本論文では、昆虫の体成分が細胞分裂に及ぼす影響について述べる。カイコガの幼虫を飼育して、4歳幼虫にまで成長したものを解剖し、体成分を絹糸腺、胃、後腸、マルピーギ管、体表のそれぞれから水で抽出した。この抽出物を大腸菌の培養系に添加することによって、大腸菌の増殖速度がどのような影響を受けるか、さらには、大腸菌の成長曲線へはどのように影響するかを調べた。その結果、絹糸腺は大腸菌の成長を促進させるなんらかの物質を含んでいることが分かった。

The purpose of this experiment was to observe the influence of insect cells on the cell division of bacteria. 20 colon bacillus cultures were prepared. In addition more than 20 silkworms were raised. Upon reaching the 4th larval stage they were dissected and had their internal organs (silk gland, ventricles, intestine, skin, Malpighian tubule) removed. The organs were then ground down and add ten times as much water to it. This mixture was swabbed onto the colon bacillus cultures. The cultures were photographed. They were then placed in a sterile environment for 24 hours. At this time the cultures were once again photographed.

目的 なぜ、昆虫なのか

本研究において、実験に昆虫を用いることになった経緯は、以下の通りである。

昆虫は、動物界で最も繁栄している生物群のひとつで、種類数において動物界の約90パーセントは、この昆虫という生き物で占められている。また、昆虫は環境さえ整えば我々にとって短期間かつ低コストで最も容易に手に入る資源である。これだけ豊富な資源にもかかわらず、我々ヒトが昆虫の恩恵を被っていると感じることは非常に少ない。これは、昆虫がまだ我々にとって未開発の資源であることを意味する。そこでこの未開発の資源に着目したわけである。



カイコの幼虫(wikipediaより)

実験 1 体成分の取得

① カイコガの幼虫（以下カイコ）の解剖

まず、カイコの体内の様子を知るために解剖を行った。我々ヒトと違い、カイコガは外骨格生物であり、体のつくりは脊椎動物とはまるで違う。

準備するものは、メス・解剖バサミ・ピンセット・ムシピン・バットである。

i) カイコにエーテルを使い麻酔をかける。

これは、1)カイコの運動を止めて解剖を容易にするため。2)体成分が破壊されてしまうのを防ぐためである。

ii) 尾部から頭部にかけて解剖バサミで切る。



ii) の段階を終えたカイコ

この解剖で、カイコ特有の器官である絹糸腺が他の内臓と比較してよく発達しているのが観察できた。

② 各器官の成分を抽出し保存する

I) 各器官をマイクロチューブに採取する。

カイコの体内の様子が分かったところで各器官をマイクロチューブに採取していく。採取した器官は、絹糸腺・胃（中腸）・マルピーギ管・後腸・体表の6種類である。

II) 採取した器官から成分を抽出する。

各器官から体成分を抽出するために各器官をすり潰して液体状にし、濾過する。

準備するものは、乳鉢・乳棒・マイクロピペット・濾紙・ろうとである。

- i) 各器官を、乳鉢ですり潰す。
- ii) 水を加え 10 倍に希釈する。
- iii) 濾過する。
- iv) 濾過したものをマイクロチューブに採取し、フリーザで保存する。

実験 2 大腸菌の培養

本実験では体成分が及ぼす影響を観察する細胞として、カイコと同じくモデル生物であり、扱いが容易な大腸菌(*Escherichia coli*) (JM109 株) を用いた。

当初、実験には大腸菌の他に、真核細胞としてヒーラ細胞（ヒトの子宮頸ガン組織から分離培養された細胞系）を用いる予定であったが、高等学校の実験室で使用するには、培養環境の面で手間がかかるので使用しなかった。

① LB 培地の作成

初めに大腸菌を培養するために使用するLB培地を作成する。

準備するものは、オートクレーブ・ビーカー・メスシリダー・電子天秤・薬包紙・薬さじ・pH メーター・マグネットィックスター。LB 培地の組成物は、トリプトンペプトン (10g/l)・酵母エキス (5.0g/l)・塩化ナトリウム (10g/l) である。pH は 7.2 に調整し、寒天の濃度は 15g/l とする。

I) 組成物を定量純水と混ぜ、スターラにかける。

本実験では LB 培地を 500ml 作成するために、トリプトンペプトンを 5.0 g、酵母エキス 2.5 g、塩化ナトリウム 5.0 g を混合する。

II) 寒天を 7.5g 混合しオートクレーブにかける。

III) 減菌シャーレに分注する。

② 大腸菌の培養

I) 大腸菌を液体培地に植え付け、30°Cで一晩増殖させる。

II) 寒天培地に植え替え、一晩増殖させる。

実験3 大腸菌と体成分の混合物の培養

体成分を手に入れ、大腸菌の培養法を習得したところで、いよいよ大腸菌と体成分を混合する。

① 大腸菌と体成分を混合する

培養した大腸菌と採取した体成分を、マイクロピペットを用いてそれぞれ $150 \mu l$ ずつ取り、マイクロチューブ内で混合する。

② 寒天培地に植えつける。

③ 30°Cで、一晩培養する

結果

- ① 体表と後腸の成分を滴下したシャーレから大腸菌とは異なる生物が増殖しているのが発見された。



謎の生物（丸で囲んだ部分）

- ② この実験からは、昆虫の体成分が細胞に及ぼす影響については確認することは出来なかった。

考察

- ① 実験 3 の方法では昆虫の体成分が細胞に及ぼす影響について詳しく観察することは困難である。

- ② “謎の生物”は光学顕微鏡による観察の結果、細菌であり、球菌の一種であることが分かった。

実験4 吸光度測定による大腸菌の成長曲線の測定

先の考察より、実験 3 の方法では詳しく大腸菌の増殖の様子を我々は知ることが出来ないことが解った。

そこで、我々は吸光度測定により大腸菌の成長曲線を導き出すことで、より詳しく昆虫の体成分が細胞に及ぼす影響について観察するという方向で研究を進めていくことにした。

① control の吸光度測定

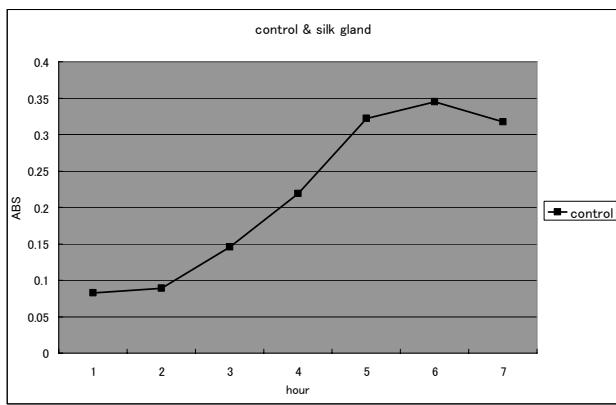
初めに、大腸菌のみ (control) の吸光度を測定し、これを成長曲線の基準とする。

準備するものは、LB 培地・大腸菌・滅菌水・吸光度測定器・セル・マイクロピペットである。

I) LB 培地 $3000 \mu l$ ・ 大腸菌 $250 \mu l$ ・ 滅菌水 $250 \mu l$ の計 $3500 \mu l$ をセルに入れる。

II) 波長 600 nm で I) の吸光度を測定する。 吸光度は 40 分毎に測定を行った。

III) 測定した結果を、Excel を使用し成長曲線に表す。



Excel を使用し作成した大腸菌の成長曲線

③ 大腸菌と体成分の混合物の吸光度測定

基準の測定が終わったところで、次に大腸菌と体成分の混合物の吸光度測定を行った。

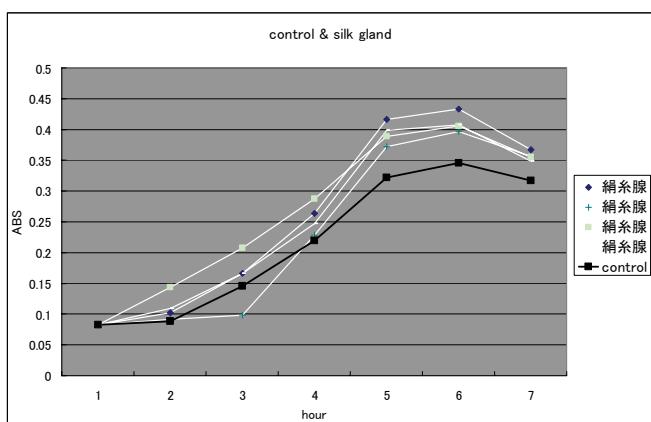
I) LB 培地 $3000 \mu\text{l}$ ・大腸菌 $250 \mu\text{l}$ ・体成分抽出液 $250 \mu\text{l}$ の計 $3500 \mu\text{l}$ をセルに入れる。

II) 波長 600 nm でセルの吸光度を測定する。
本実験では 40 分毎に測定を行った。

III) 測定した結果を、Excel を使用し成長曲線に表す。

結果

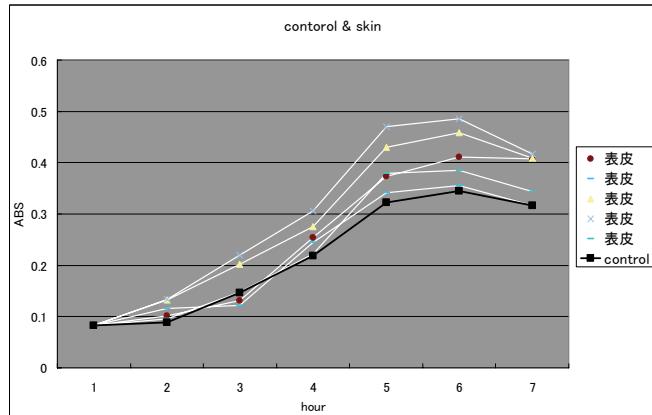
- ① 胃・後腸の体成分を加えた大腸菌の成長曲線と大腸菌の成長曲線(control)に大きな変化はなかった。
- ② 絹糸腺の体成分を加えた大腸菌の成長曲線は、control に比べ、培養開始時から増殖率が高かった。



大腸菌と絹糸腺の混合物の成長曲線

- ③ マルピーギ管の体成分を加えた大腸菌の成長曲線は大腸菌の成長曲線に比べ、3回目の測定あたり（実験開始から 120 分後）から増殖率が高かった。
- ④ 体表の体成分を加えた大腸菌の成長曲線は大腸

菌の成長曲線に比べ、培養開始時から増殖率が高かった。



大腸菌と絹糸腺の混合物の成長曲線

考察

- ① 絹糸腺には大腸菌の成長を促進させる何らかの物質が（現在、絹糸腺にはセリシン・フィブロイン・低分子量のタンパク質などが含まれていることが分かっている）含まれている。
- ② 結果からすると、表皮にも絹糸腺と同じような機能があると考えられる。しかし、表皮からは実験 3 より大腸菌とは異なる“謎の生物”が発見されている。よって、大腸菌の成長曲線に影響を与えたのは、体表の体成分ではなく“謎の生物”的な増殖である可能性も考慮しなければならない。以上のことから表皮に大腸菌の増殖を促進する物質があると断定することはできないといえる。
- ③ 胃・腸には大腸菌の成長曲線に影響を与えた物質は含まれていない。

実験 5 “謎の生物” の同定 1

最後の実験として本来の実験目的とは、多少ことなるが、“謎の生物”的な増殖を試みた。

① 大腸菌と体成分の混合物の培養

始めに、“謎の生物”が空気中の雑菌によるコンタミネーションから由来するものではないことを確認するために、実験 3 と同じく大腸菌と体成分の混合物の培養を行った。準備するものは、体成分・滅菌水・スプレッダーである。

I) control のプレートを作成する。

他のプレートとの比較のため、シャーレに体成分の代わりに、滅菌水をまく。

II) 体成分を加えた大腸菌のプレートを作成する。

III) 35°C で一晩培養する。

結果を早く出すために、実験 3 の時より 5°C 高い 35°C に設定した。

結果

実験3の結果と同じく、体表と後腸の成分を滴下したシャーレから大腸菌とは異なる生物が確認された。

ゆえに、“謎の生物”は空気中の雑菌によるコンタミネーションからくるものではないことは、ほぼ間違いないと考察した。

実験6 “謎の生物”の同定2

続いて“謎の生物”のみを実験5のプレートから、取り出しLB培地で培養した。

今回、“謎の生物”的同定のために、神戸薬科大学の難波先生の研究室で実験をご指導していただいた。

① BTB培地による培養

BTB培地とはLB培地にBTB溶液を加えた培地である。この実験によって、“謎の生物”が培地を分解して乳酸を出すかどうかが分かる。大腸菌は、乳酸を出すので培地が黄色くなる。

② デゾキシコレート培地による培養

デゾキシコレート培地とはLB培地にデゾキシコレート酸ナトリウムを加えたものである。この実験によって、“謎の生物”がグラム陽性菌なのかグラム陰性菌なのか(大腸菌はグラム陽性菌に含まれる)なのかを調べる。大腸菌はデゾキシコレート酸ナトリウムを分解してデゾキシコレート酸を検出するので、培地が赤くなる。

③ クエン酸液体培地による培養

この実験によって、“謎の生物”がクエン酸を炭素源として利用して増殖できるかどうかを調べる。大腸菌は、クエン酸を炭素源にして増殖できない。

④ グラム染色をして陽性か陰性かを判別する

この実験によって、“謎の生物”がグラム陽性菌かグラム陰性菌かどうかを調べる。
方法は、i) 検体を少量の純水とともに白金耳で塗沫。ii) 加熱乾燥し、検体を固定。iii) ゲンチアナバイオレットで染色(加熱乾燥)。iv) ルゴール液で2回処理。v) アルコールで脱色。vi) フクシンで染色(加熱乾燥)。vii) 油浸法で検鏡。

結果

① “謎の生物”的BTB培地プレートは、大腸菌のプレートほど黄変しなかったものの、コロニーの周辺は黄変した。

② “謎の生物”的デゾキシコレート培地は、全く赤変しなかった。

- ③ “謎の生物”的クエン酸培地は、ひとつを除いて変化しなかった。
- ④ “謎の生物”は、グラム染色により全てのプレートが鮮紅色に染まった。
- ⑤ 顕微鏡による観察により“謎の生物”は球菌であることが確認できた。

考察

- ① “謎の生物”はグラム陽性の球菌である。
- ② “謎の生物”はLB培地を分解して乳酸を出すものの大腸菌ほど活発ではない。
- ③ 結果からすると、クエン酸培地でひとつの試験管にのみクエン酸を炭素源として生育できる生物が存在することになるが、顕微鏡で見た限りではどのプレートにも同一の生物がいたように思われた。よって一つには、その試験管のみコンタミネーションした。もう一つには、その試験管にのみ顕微鏡では観察できなかつた、別の生物がいたのではないかと考える。

まとめ

実験の計画段階では、実験のアイデアのみがあつて、手探りの状態から始まつた研究だったので、本研究によって「絹糸腺には大腸菌の成長を促進させる何らかの物質が含まれている」という結果を導き出せたことに、正直ホッとしている。

もし考察が正しいとすれば、絹糸腺内の何らかの物質によって人体の新陳代謝を高めることのできる薬品が開発できるかもしれない。

謝辞

本研究を行うにあたつて、カイコガを提供していただいた九州大学農学部の伴野先生。大腸菌を提供していただいた、兵庫教育大学の笠原先生。また、“謎の生物”的特定に御協力いただき研究室まで貸していただいた神戸薬科大学の難波先生と研究員の方々。何から何まで御指導、御教示いただいた稻葉浩介先生。本論文の上梓にあたり、我々は以上の方々に深謝の辞を申し述べたい。

[参考文献]

- 岩波 生物学辞典 第2版
学会出版センター 昆虫実験法
Wiki pedia (<http://ja.wikipedia.org>)

波動の研究

室内の音の干渉について

兵庫県立神戸高等学校 総合理学コース 2学年

伊與田 昌史 工藤 力

戀水 康俊 近藤 武宏

島津 悠貴

われわれは波動の研究としてノイズキャンセリングおよび屋内での干渉について研究した。屋内では音の減衰が起きにくく、壁や天井、床で音が反射し、通常の方法では正確な干渉の条件は求められないことがわかった。そこで、壁などからの反射も考慮にいれて干渉の様子を調べることにした。そのためにグラフ的に求める方法と、波の方程式により計算で求める方法の2つを試してみた。この結果、実験データにかなり一致する理論値を求めることができた。

1. 研究動機

今回われわれは波動の中でも音波、特に重ね合わせの原理や二音源の干渉を用いたノイズキャンセリングについて興味を持ち、研究することとした。

2. 研究内容

(1) ノイズキャンセリングについて

最近耳にすることの多くなったノイズキャンセリングについて説明する。

このノイズキャンセリングという技術は文字通りノイズを消すために作られた技術である。

この場合のノイズとは生活雑音などを指す場合が多い。たとえば大通りの車の騒音や、工事現場の音などのことである。そういういたある意味で不必要な音の情報を耳に入らないようにする技術、それがノイズキャンセリングである。

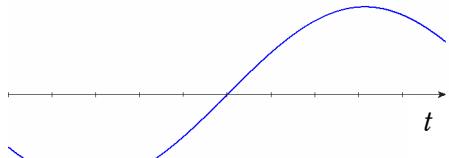


fig1

fig1で表される音Aが鳴っているとする。
ここにfig2のようなAと逆位相の音Bを出す。

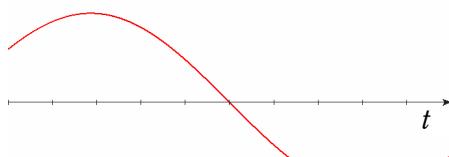


fig2

そうすると音が互いに打ち消しあい、fig3のように音が消えてしまう。

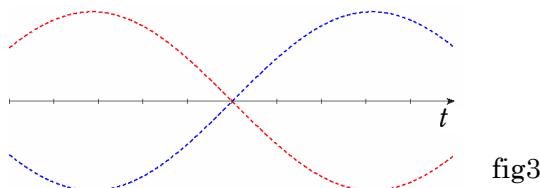


fig3

これが重ね合わせの原理である。

高校物理で習う波の基本的な性質である。そしてこれがノイズキャンセリングの基本的な仕組みである。この性質を利用してノイズキャンセリングヘッドホンは作られている。

ノイズキャンセリングが使われるヘッドホンにはマイクがついており、ここで拾った周囲の音を電気的に処理し、逆位相の音をイヤーカップ内部から音楽信号と合わせて流している。



fig4

この結果、リスナーには音楽だけが明瞭に聞こえる仕組みになっている。ノイズキャンセリングが利用されるのはヘッドホンだけではない。高速道路の騒音軽減に利用されたり、軍用機のパイロットが騒音による疲労軽減のために利用しているなど利用の幅は広い。

高校生なら誰もが習う簡単な原理を応用しているが、さまざまな場面で役に立っている。

(2) ノイズキャンセルの考え方

ノイズキャンセルの原理は次のようにシンプルである。

ノイズ→取り込み→分析→位相反転→送出

問題となるのは、周囲で絶えず起こっているノイズを取り込み、ほぼリアルタイムで逆位相の音をノイズと合成するための技術的な方法だけであり、現在、高性能の処理能力を持つプロセッサを使用することでこれは実現している。また、理論的には完全な無音状態を作り出すことも可能であるが、周囲の緊急放送や警報がキャンセルされてしまうと危険であるため、人間の声に相当する周波数帯域の音はキャンセルしない、というような配慮もなされている。

干渉の考え方から見ると、ノイズキャンセリングは、このヘッドホンを装着した人間に対しては、人がどこへ移動しようと、常に干渉によって音波を消していることになる。

ところが、このようなヘッドホンを使わなくとも条件によっては、音波が存在しているにもかかわらず、干渉によって音の聞こえないことがある。われわれは次に、このような例の最も単純な場合として2つの音源が干渉する様子を調べることにした。

3. 実験内容

低周波発信機にアンプとスピーカーをつなぎ、2つのスピーカーから出る同位相の音を実験室内で干渉させる。この干渉の様子を調べた。

発信機の周波数を170[Hz]にする。このとき、波長は198[cm](室温より算出)になる。

部屋のサイズは縦1400[cm]、横825[cm]、高さ225[cm]であった。南北より530[cm]地点にスピーカーを配置、スピーカー間の間隔は340[cm]である。

スピーカーの中間点を原点として部屋を2メートル間隔のグリッドに区切った。

南をx座標の正、西をy座標の正とする。

[手順]

- ①音を鳴らす。
- ②部屋を歩いていき、音が小さくなるところに印をつけていく。このとき、2つのスピーカーのある水平面上で測定することに留意した。
- ③完全に無音になる場所はないことがわかったので、観測される小さな音に指向性がある場合はどの辺りから音が聞こえてくるかも記録する。
- ④座標を記録する。

[実験結果]

音が小さくなる点として次のデータが得られた。

(545,264)
(590,523)
(540,600)
(470,760)
(390,680)
(360,600)
(410,170)
(430,140)
(150,650)
(200,673)
(80,645)

(80,435)
(65,150)
(-110,355)
(-80,330)
(-270,260)
(-245,290)
(-70,640)
(-150,660)
(-240,630)
(-295,740)
(-410,510)
(-365,400)

座標をプロットすると次のようになる。

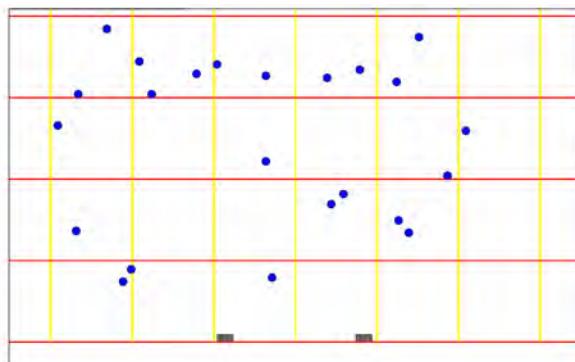


fig5

[考察]

各点とスピーカーまでの距離を算出し、その差を波長で割り、係数を求めた。

この係数は、理論上は1/2の奇数倍のはずである。各点の座標と係数を以下に示す。

x座標	y座標	係数	
5.45	2.64	9.17	×
5.9	5.23	13.42	○
5.4	6	14.10	×
4.7	7.6	16.34	×
3.9	6.8	14.29	×
3.6	6	12.59	○
4.1	1.7	5.88	×
4.3	1.4	5.91	×
2.5	6.5	13.10	×
2	6.73	13.47	○
0.8	6.45	13.02	×
0.8	4.35	8.88	×
0.65	1.5	3.66	×
-1.1	3.55	9.04	×
-0.8	3.3	8.28	×
-2.7	2.6	10.22	×
-2.45	2.9	10.13	×
-0.7	6.4	13.67	×
-1.5	6.6	14.67	×
-2.4	6.3	15.03	×
-2.75	7.4	17.27	×
-4.5	5.1	16.06	×
-3.65	4	13.36	△

これらの点を干渉点と呼ぶことにする。干渉点の○, △, ×の定義は次のとおりである。

係数と $\frac{2n+1}{2}$ との差が

- ① $|0.1|$ 以内の場合は○
- ② $|0.15|$ 以内の場合は△
- ③それ以外は×

上の表より、単純な干渉の理論ではこのデータを処理することはできないことがわかった。

そこで、壁や天井、床との反射をそれぞれひとつずつ考えることにした。

○を青、△を黄色、×を赤色にしたプロットデータは以下のとおりである。

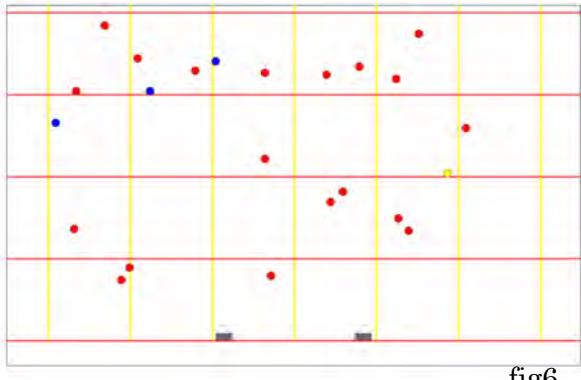


fig6

この教室の配置は次のようにになっている。

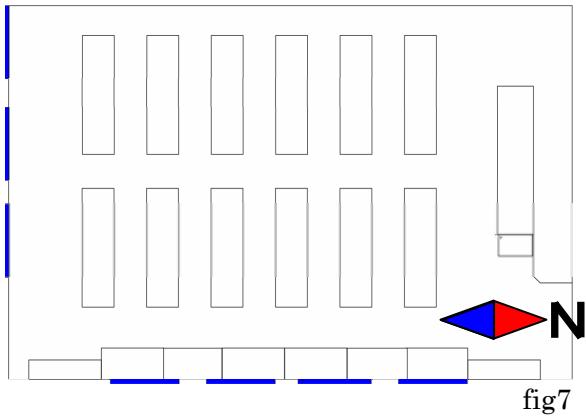


fig7

机や棚などがあるので、スピーカーを机の高さと同じ高さにした。

先ほどのfig6と重ねてみると、このようになる。

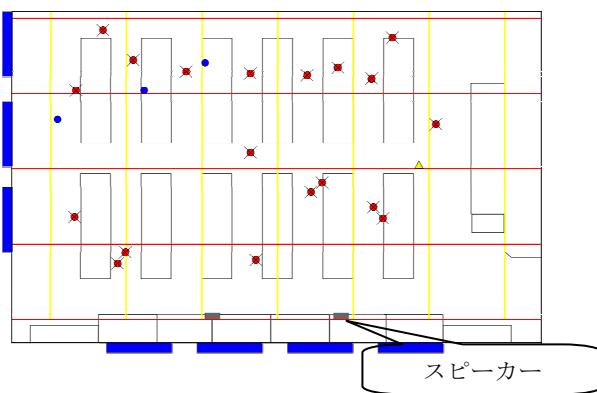


fig8

干渉点のうち左上の3点は実際の値と一致しているが、ほかの点ではあまり関係性がないように見え、

明らかに反射が関与していると考えられる。そこで反射について考えることにした。

干渉して音が小さくなる部分は、スピーカーの位置から同心円を描き、二つの同心円の交点を結んでいくことで求めることができる。

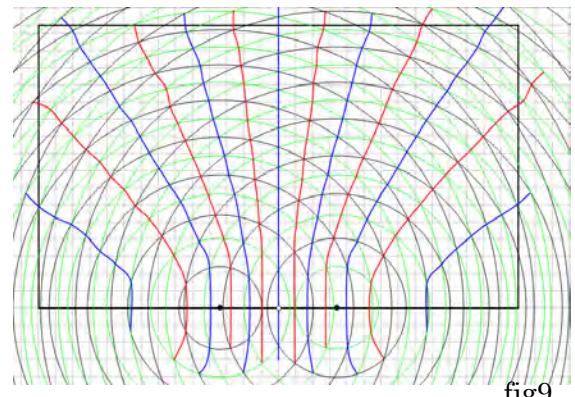


fig9

反射を考えるには、音源を反射壁に対称移動させて同心円を描けばよい。スピーカーの背後を除いて、この部屋には反射が起きるであろう壁が3箇所ある。(反射時の減衰は無視して反射は一回のみと考えた。)

そうして壁からの反射を求め、干渉して音が小さくなる部分を求めた。

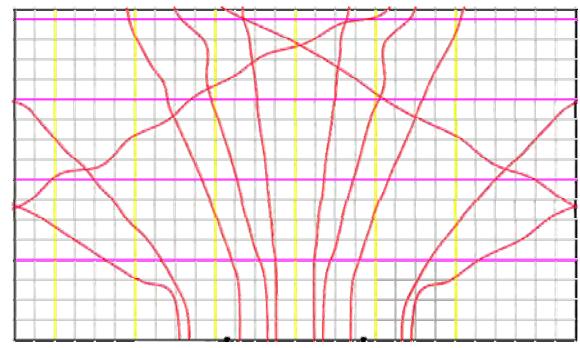


fig10

先ほどの実験データをプロットしたものがfig11である。おおむね一致している。

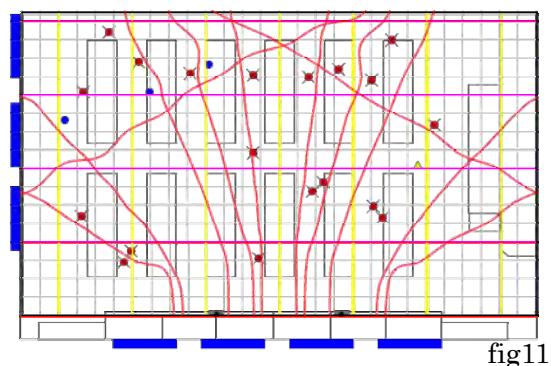


fig11

反射を考えない図と比べてみると、反射がいかに室内の音の伝播に影響しているかがうかがえる。(fig12)

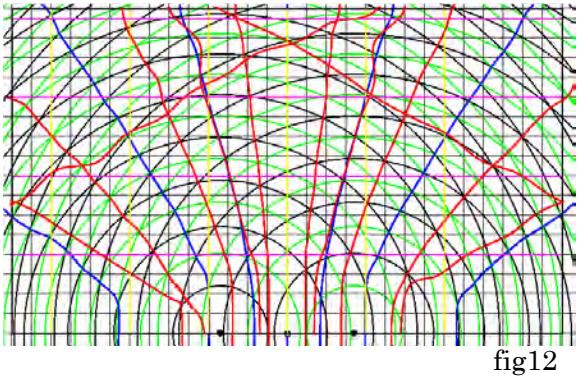


fig12

さらに強めあう点についても考慮してデータを出すことにした。

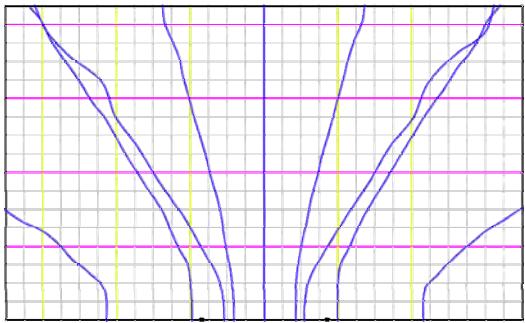


fig13

これを先ほどの図とも重ねてみる。

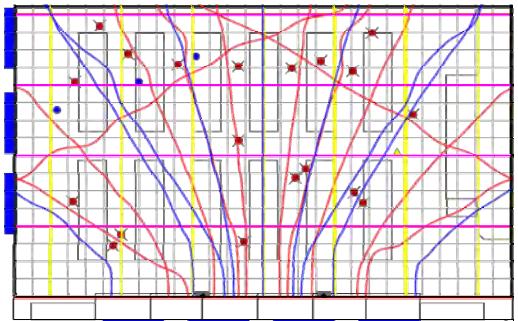


fig14

ほとんどの場所が理論値と一致することが分かる。これにより、反射も考慮した干渉のポイントを求めることができた。

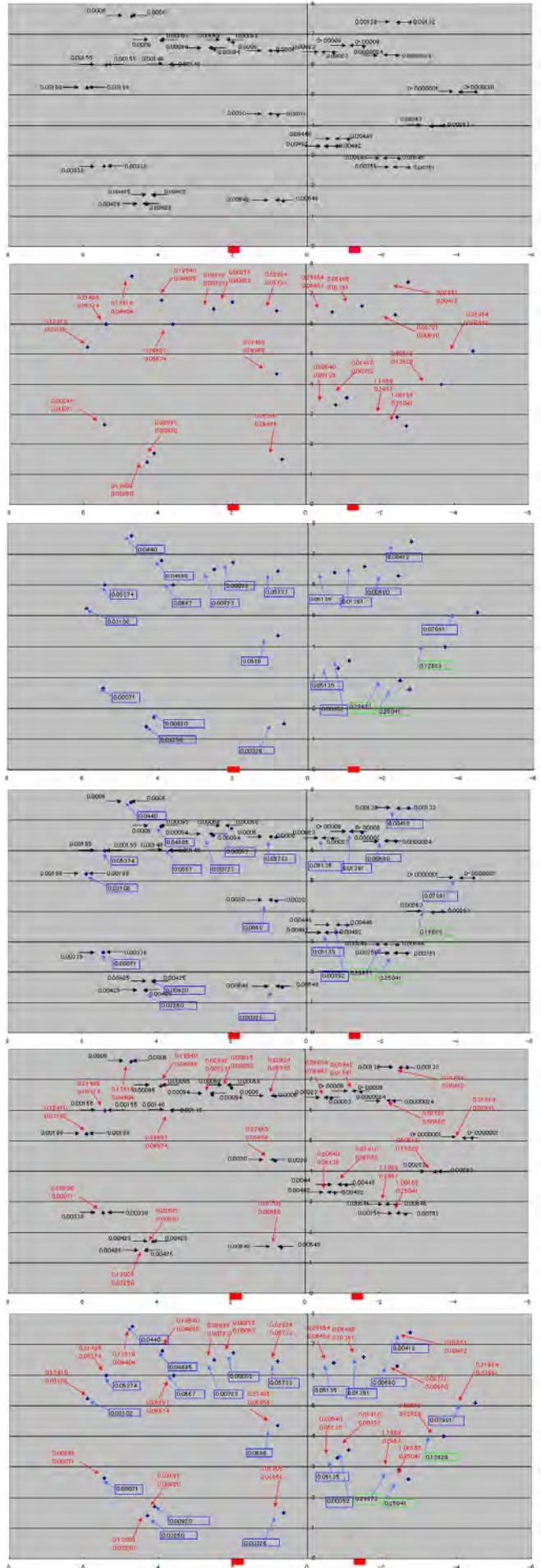
しかしこのように、同心円でグラフ的に求める方法は正確さに欠けている。人の手による誤差によるものが大きい。

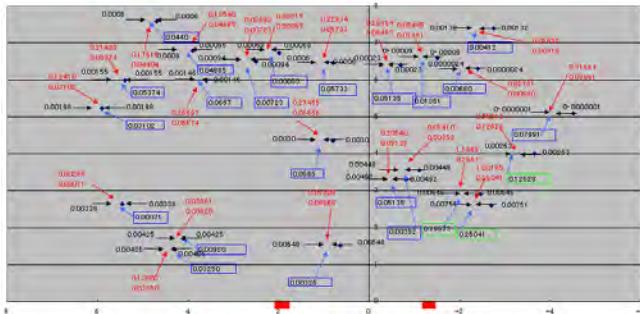
そこで計算により正確に求めることにした。

波の方程式 $y = A \sin\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$ を利用し、部屋の中の

座標に対応させて干渉点における音の振幅（相対値）を求ることにした。

反射が起こるときは、音源からの経路が伸びるのでそれをを利用して、それぞれの壁からの反射音の振幅の割合を求めた。それをまとめた図が以下に続く図である。





黒矢印は南北壁からの反射音、赤矢印は天井および床からの反射音、青と緑は直接音の振幅の相対値である。矢印の向きは反射音や直接音の経路を示すものではなく、便宜上このような向きに分類したものである。

これらの図を統合し、直接音と各反射音の振幅の和を求めた。その結果を、振幅の大きいところほど濃い色で表すようにしたものが次の図である。この図は、20cm四方の区画に区切られた場所における直接音と全反射音の合計を示すものである。

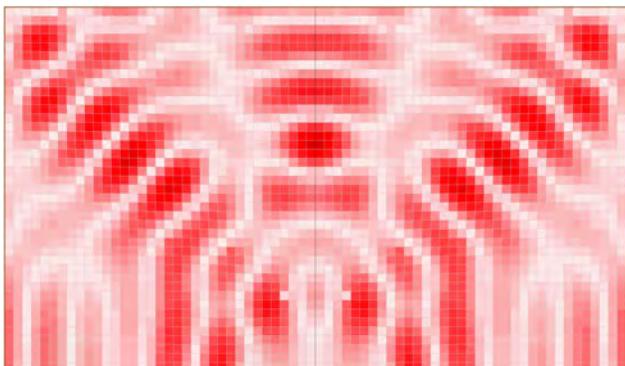


fig15

この図を先ほどの実験データと重ねたものがつぎの図である。

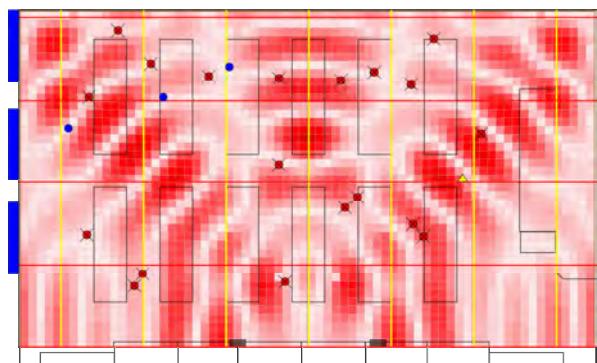


fig16

観測音の指向性を重ねて表した図が fig17 である。

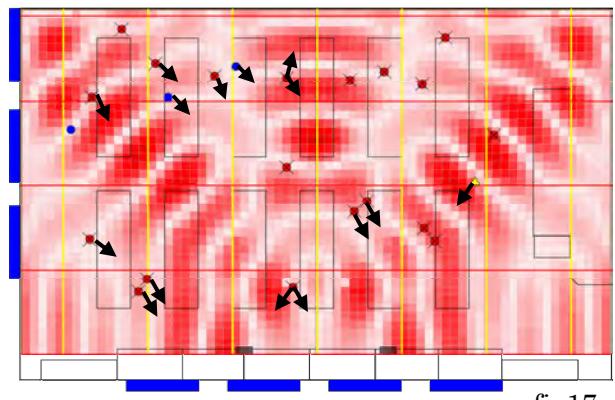


fig17

反射を考慮しないで屋内の音の干渉を考えると、理論と一致せず、無意味に思えるようなデータが取れるとと思われたのが、三方の壁からの反射を考慮することではほぼ理論値との一致を見た。

[感想]

最初、耳だけに頼ったデータと反射なしの理論値を重ね合わせたところ、あまり一致したデータが得られなかった。しかし、反射を考慮した理論値を求め、実験データと重ねたところほとんどのデータが一致した。室内においての反射波は干渉に重要な影響を与えていることを示している。

干渉が起こっても完全に無音になるわけではないが、当然ながら、音が弱めあっている点では直接音が卓越して届くことが fig17 からわかる。

一方、コンサートホールでは客席に届く音の 9 割近くが間接音である。実験室においても、壁や床、天井が効率のよい反射材なので、音の干渉に反射音が重要な要素を占めていることがわかった。ただ、部屋の大きさの測定が手作業であったため少しあいまいだったり、音の判別に個人差があつたりするので、完璧なデータを取ることができなかつたことは理論値と完全には一致しなかつた原因であろう。

反射回数を増やして考察すれば、より正確な干涉点を得られると思われる。

[参考文献]

BOSE®社カタログ

———— 色素増感型太陽電池の研究 ————

兵庫県立神戸高等学校 総合理学コース 2 学年

加藤 百合子 新納 英実

松井 健太朗 松本 拓美

村上 久美子 山本 静

私たちは「色素増感型太陽電池」について研究を行った。「色素増感型太陽電池」とは半導体を用い、色素が光を吸収することによって発電する太陽電池である。これは、現在広く普及しているシリコン太陽電池に代わる発電方法として注目されている。

私たちは最初にこの「色素増感型太陽電池」に一般的に使われる酸化チタン粉末を用い、色素にはハイビスカスを用いて試作した。その後、ハイビスカス以外の色素でも発電できることを知り、他にもいくつかの色素を用いて実験を行った。また、この電池は酸化チタン膜を色素で染めて用いるが、その時に草木染に用いる媒染剤中の金属イオンがどのような効果を発揮するかに興味を持ちいくつかの媒染剤を用いて実験を行った。そして、自由に曲げられるという PET フィルム型太陽電池を作るために、上記のものとは全く違う方法でフィルム上に酸化亜鉛膜をつくり、その電池の動作確認をした。

色素増感型太陽電池の特徴

色素増感型太陽電池の特徴の一つは色や形状の自由度が高いことである。シアン、マゼンタ、イエローの三原色を利用して様々な色の電池を作ることができる。また、三角形や星型など、自由な形状に切り抜いた電池を作ることができる。プラスチック基板を使用すれば自由に曲げることのできる電池を作ることもできる。

もう一つの特徴は、安価に製造できることである。これは材料自体が安価なことや、シリコン太陽電池で用いる半導体製造装置のような大掛かりな設備が要らないためだ。構造も単純なため量産もしやすい。

ただしシリコン太陽電池に比べ、発電効率は約半分にまで落ちてしまう。それを同程度、さらにはそれ以上にまで発電効率を上げることこそ色素増感型太陽電池の課題といえる。

酸化チタン型色素増感型太陽電池の作成

<準備するもの>

透明電極（ガラスに透明な導電膜をつけたもの）、酸化チタンペースト、電解質溶液、テスター、メンディングテープ、電気炉、鉛筆（2B）、クリップ、ガラス棒

<基本的作成手順>

①酸化チタン膜の作成

テスターで透明電極の導電性を調べ、導電面を上にして両側（幅 5 mm）にメンディングテープを貼り、テープを貼っていないところに酸化チタンペーストを 1 滴たらし、素早くガラス棒で一様に引き伸ばす。その後十分に乾燥させる。

②酸化チタン膜の焼き付け

乾燥させた透明電極を電気炉で焼き付ける。焼成時は最高温度 450°C で 30 分間保った後、ゆっくりと冷ます。

③酸化チタン膜の染色

先に抽出しておいた色素液（ハイビスカスのドライフラワー 7 g を一晩蒸留水 100 ml に浸けたもの）に焼付け済みの透明電極を 1 日以上浸けておき、取り出した後は軽く水洗いし、乾かしておく。

④炭素膜の作成

透明電極の導電面を上にした状態で、その導電面に鉛筆を塗り炭素膜を作成する。

⑤太陽電池の組み立て

染色した酸化チタン電極（-）と炭素膜の電極（+）の二種類の電極の間に電解質溶液を 1 滴落とし、挟むようにして膜が互いに内側を向くようにクリップで留める。

発電の仕組み

作成した太陽電池に光を当てると色素が光を吸収し、電子を放出する（これが電気の発生）。電子は半導体である酸化チタンに素早く移動し、電極を伝わる。更に電子は対極に回り、電解液中のヨウ化物イオンを還元してヨウ化物イオンにする。還元されたヨウ化物イオンは、色素上で再び酸化される。これを繰り返して電気が流れる。（図 1）

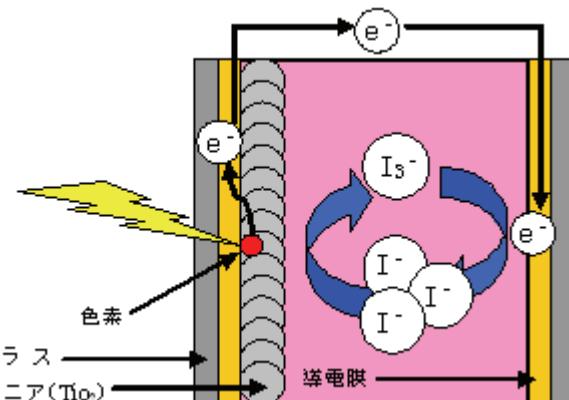


図 1 色素増感型太陽電池の仕組み

実験 I

【目的】

まず色素増感型太陽電池の発電にいたるまでの手順を確認するために、前述の作成手順に従って実験を行う。酸化チタンペーストは作成キット（花力発電・西野田電工株式会社）のものを用いた。

このとき焼付けの方法や炭素膜作成に用いる鉛筆の濃さ、色素の染色時間によって発電効率が変わらるのかを調べるために条件を設定した。

【方法】

まず、酸化チタン膜の焼成であるが、焼付けの際は「ガスバーナー」と「電気炉」（前述の基本的作成手順）で焼き付けたものをそれぞれ用意する。ガスバーナーで焼き付ける際は、白い膜が一度焦げた色になり、また白くなるのを目安にして行う。また作成キットに付属されていた焼付け済みの「電極（キット）」も比較のために使用した。

色素液に浸けて染色する際は「1日間」浸けたものと「4日間」浸けたものを用意する。

炭素膜を作成する際の鉛筆の濃さは「B」、「2B」、「4B」、「6B」のものをそれぞれ用意する。そのほかの手順は前述のものに従うものとする。

測定については以下の二つの方法で行った。

<測定1>

前述の方法で作成した太陽電池を直列につなぎ、電子オルゴールと接続して、発電の確認をした。

<測定2>

OHP（46000ルクス）を光源とし、作成した太陽電池に光を当て、電池一個あたりの電流（短絡電流）と電圧（起電力）、そのときの温度を測定した。

【結果】

表1 実験Iの結果

	電気炉		キット		ガスバーナー	
	電流(μA)	電圧(mV)	電流(μA)	電圧(mV)	電流(μA)	電圧(mV)
B(1日間)	161.3	343.5	1073	306.2	277.3	224.5
(4日間)	39.6	150.8	267.5	343	67.5	11.2
2B(1日間)	92.7	230.7	789	382.3	743	383.6
(4日間)	39.8	190	348.1	315.4	262.3	303.2
4B(1日間)	109.8	61.3	1189	380.7	222.2	215.3
(4日間)	48.6	40.3	251	339.8	116.4	240.5
6B(1日間)	78.9	97.3	736	384.6	711	367.2
(4日間)	49.7	95.2	360.5	296.3	343.9	323.9

オルゴールを使った測定では、太陽電池を直列に5個つないだときからオルゴールがなり始めた。このときの電流は144.8 μA、電圧は1.063Vであった。またさらに1個増やし6個つないだときの電流は148.3 μA、電圧は1.163Vであった。

【考察】

1日間浸けていたものより4日間浸けていたものの方が発電効率は落ちていた。その後、色素液を一週間冷蔵していたが、かびが大量に発生したため、4日間浸けている間にかびが発生していたのではな

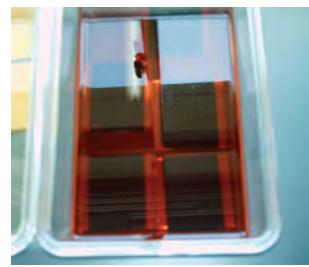
いかと思われる。電気炉とガスバーナーではガスバーナーの方が値は高かった。鉛筆の濃さと発電効率に関連性はあまり見られなかった。



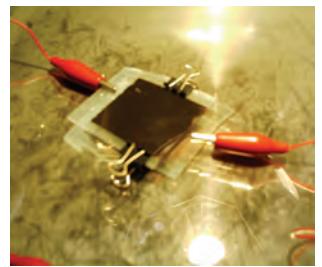
↑ペーストの調合



↑酸化チタン膜の焼成



↑酸化チタン膜の染色



↑セルの組み立て

実験 II

【目的】

この実験では酸化チタンペーストから自分たちで調合して実験を行った。調合割合と発電効率の関係を調べるためにある。そこで、酸化チタンペーストを作成する際に必要なものとその割合などについて資料を集めました。いくつか条件を変えて再び太陽電池を作成した。ペーストの混合割合以外は実験条件をそろえるため、酸化チタン膜作成の手順は基本的作成手順にしたがって、焼付けは電気炉を使用した。

【方法】

酸化チタンペーストを作成に必要なものとして酸化チタン（S T-0 1、石原産業）、水、ポリエチレングリコール（分子量2万、以下PEGと略す）が挙げられる。作成する際は酸化チタン、水、PEG、および少量の希硝酸を加えて、後述のそれぞれの割合で乳鉢に入れ30分間混ぜ続ける。物質の量を量る際は電子天秤を用いた。

「①酸化チタン9.0g、水27.0g、PEG3.0g」

「②水の量を①の75%の20.25gにしたもの」

「③水の量を①の50%の13.50gにしたもの」

さらに酸化チタン膜の「厚さ」で結果が変わらるのかを調べるために「テープの厚さを3倍」にしてチタン膜の厚さを大きくしたものも作成した。ただしペーストは前述の①を使用した。便宜上これを条件④とする。ガラス基板は5cm×5cmで、ペーストを塗布する面積は5cm×4cmである。セルの表面温度の測定は放射赤外温度計を用いた。

【結果】 表2 実験IIの結果

	電流(μA)	電圧(mV)	温度(°C)
①	615	363	49.3
②	226.3	53.9	43.6
③	164.3	391.3	44.3
④	582	384.4	42.1

電流の値は大きい順にキット、水 100%のペースト、水 100%で膜の厚さ 3 倍のペースト、水 75% のペースト、水 50% のペーストとなっていた。電圧の値は水 75% のペーストが他のペーストと比べて極端に低く、他のペーストは大体同程度の値だった。

【考察】

①のペーストをガラス棒で引き伸ばしたとき、水気が多くて伸びにくく、焼成を行ったときに表面がはがれやすくなかった。一方③のペーストは水気が引き伸ばすのにちょうど良く、表面もはがれなかつたのでこちらの方の値が良くなると考えたが、結局は①のペーストの方の値が良くなった。

実験III

【目的】

今度の実験では用いる色素の種類によって違いが出るのかを調べることにした。先の実験同様、色素以外の条件をそろえるために酸化チタン膜焼付けには電気炉、酸化チタンペーストは実験IIで用いた、酸化チタン 9.0 g、水 27.0 g、PEG3.0 g の割合で調合した。なお、1種類の色素に対して2つ電池を作成した。

【方法】

準備する色素は次の通りである。

- ①ハイビスカス
 - ②水 150m l にコーヒー (ブルックス:ヨーロピアンブレンドドリップバッグ) 10 g を入れたもの
 - ③水 150m l に青汁 (大麦若葉粉末 100%) 3.16 g を入れたもの
 - ④オレンジジュース 150m l
- これらの色素液に酸化チタン膜を焼き付けた透明電極を浸し、それから測定を行う。

【結果】 表3 実験IIIの結果

	電流(μA)	電圧(mV)	温度(°C)
①ハイビスカス	60	265	44.9
	388	323	46.4
②コーヒー	22.9	8.8	46.3
	25.8	83	46
③青汁	75.8	204.5	42.6
	165.6	307.1	45
④オレンジジュース	86.5	67.9	47.9
	88.4	322	46

【考察】

酸化チタン膜が少しあがれたものがあったため、同じ色素でも値に差があったのではないかと考えられる。特にハイビスカスにおいてそれが大きい。

オレンジは電流が同じだったが電圧が全く違っていた。酸化チタン膜がはがれたものを無視すると、ハイビスカスの値が最も高かった。

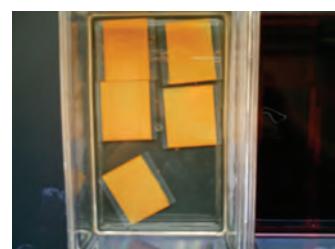
実験IV

【目的】

ここでは「媒染剤」を用いて染色時に存在する金属イオンの影響について調べる実験を行った。「媒染剤」とは染色の際、染料を組織、細胞、繊維、基板などに固定させる役をする物質のことである。アルミニウム、クロム、鉄などの金属塩などが用いられ、染料と結合して水に溶けない化合物を形成するものである。布などを染めるときに色の定着率が良くなる効果があると聞き、それはこの研究題材にも当てはまると思い、この実験を行った。



↑玉ねぎの皮の煮汁



↑煮汁の色素で染色



↑媒染剤（後浸け）の結果

【方法】

この実験で媒染剤はミョウバン、硫酸クロム、酢酸銅(II)、硫酸鉄(II)を採用した。

色素はハイビスカス、玉ねぎの皮を煮詰めて色を出したものを用いる。ちなみに玉ねぎの皮を用いる理由は、本来媒染剤を用いた草木染を作るときによく用いられる材料が玉ねぎの皮だからである。

作成手順はこれまでと少しだけ違い、酸化チタン膜を焼き付けた透明電極を今までの実験と同じように色素液に浸し、取り出して軽く水洗いした後、媒染剤に30分間浸す。(後浸け)再度水洗いした後、透明電極を十分に乾燥させ測定を行った。また、媒染剤を用いることによって効果が現れるのかどうかを調べるために、媒染剤に浸さない未処理のものを作成することにした。

また、逆に酸化チタン膜を媒染剤に浸けた後に色素液に浸けて染色したもの(先浸け)も作成した。そして同様に測定を行った。

【結果…(後浸け)】

草木染めの場合と同様に、酸化チタン膜においても染色後の色調に違いが見られた(写真参照)。この色素膜を用いて組み立てたセルの測定結果は以下の通りである。

表4 実験IV・後浸けした場合の結果

媒染剤		玉ねぎの皮	ハイビスカス
未処理	温度(°C)	43.1	42
	電流(μA)	100	1032
	電圧(mV)	195	361
ミョウバン	温度(°C)	42.8	43.1
	電流(μA)	255	640
	電圧(mV)	337	354
硫酸クロム	温度(°C)	42.4	42.1
	電流(μA)	55	19
	電圧(mV)	242	185
酢酸銅(II)	温度(°C)	41.3	42.2
	電流(μA)	-15	-4.4
	電圧(mV)	-7.1	-1.3
硫酸鉄(II)	温度(°C)	42.7	42.5
	電流(μA)	7.4	15.3
	電圧(mV)	53	89

【結果…(先浸け)】

表5 実験IV・先浸けした場合の結果

媒染剤		ハイビスカス
ミョウバン	温度(°C)	42.2
	電流(μA)	472
	電圧(mV)	321.8
硫酸クロム	温度(°C)	41.7
	電流(μA)	393
	電圧(mV)	326.5
酢酸銅(II)	温度(°C)	41.9
	電流(μA)	630
	電圧(mV)	323.6
硫酸鉄(II)	温度(°C)	41.6
	電流(μA)	132.2
	電圧(mV)	166.2

【考察…(後浸け)】

未処理でハイビスカス色素を用いた場合の値が最も高かった。玉ねぎの皮色素については未処理よりもミョウバンに浸けて実験した方が電流、電圧共に大きくなつた。

【考察…(先浸け)】

先浸けしてみたが、上図やグラフを見てわかるように硫酸鉄(II)以外は値がどれもほとんど変わらなかつた。この結果、効果があまりないことが分かつた。

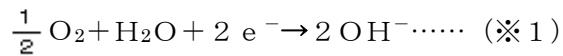
酸化亜鉛を用いたフィルム型太陽電池

次にフィルム型太陽電池について調べた結果、以下のことがわかつた。

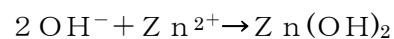
フィルム型太陽電池とは、従来の色素太陽電池のガラスの部分をプラスチックにしたもので、薄い、軽い、曲げられるといった利点がある。ただしプラスチックフィルムでは熱に弱いという弱点があるため450°C程度の温度で酸化チタン膜を焼き付ける作業ができない。そこでプラスチックフィルムに膜を作成するのに「電析」という方法を用いる。この実験方法では酸化チタン膜ではなく酸化亜鉛膜が生成する。

電析とは、金属のイオンを含んだ液の中に二つの電極を入れ、両電極間に電圧を加えることによって、負極とした電極上に金属の膜を形成する方法である。ここでは亜鉛イオンを含む硝酸亜鉛水溶液の中に入れて電圧をかける。

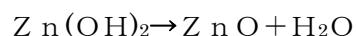
この電析によって起こるのは、酸素が電子によって還元される反応である。



※1の反応により水酸化物イオンが生成し、これが硝酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンと反応し水酸化亜鉛をつくる。



この水酸化亜鉛が脱水反応を起こし、酸化亜鉛結晶になる。



色素としてはエオシンYを用いる。電解液にあらかじめ溶かしておくことで、電析時に酸化亜鉛と色素の複合膜が得られる。

実験V

【目的】

電析は本来ポテンシオスタットのような高額の機器が必要であるが、普通の高校にある電源装置等の実験器具を用いてフィルム型太陽電池の酸化亜鉛膜を作成する条件を調べる。

【方法】

必要な実験器具・薬品は、亜鉛板、硝酸亜鉛、色素（エオシンY）、導電性ガラス、導電性プラスチック：低抵抗ITO-PENフィルム（品名PECF-IP）、対極触媒付きフィルム（品名PECF-CAT）（ペクセル・テクノロジーズ株式会社）電源装置、電流計、恒温槽（温度を70℃に保つため）である。

まず、色素エオシンYを0.0069g溶かした0.10mol/lの硝酸亜鉛水溶液を用意する。その中に正極につないだ亜鉛板と負極につないだ導電性プラスチックを入れ、液温を70℃に保ちながら20分間電圧をかける。

この実験では

- 「①電析時の電圧の違いによる比較」
- 「②正極の材質の違いによる比較」
- 「③測定時の明るさの違いによる比較」
- 「④電析中に酸素を通じた場合との比較」を行った。

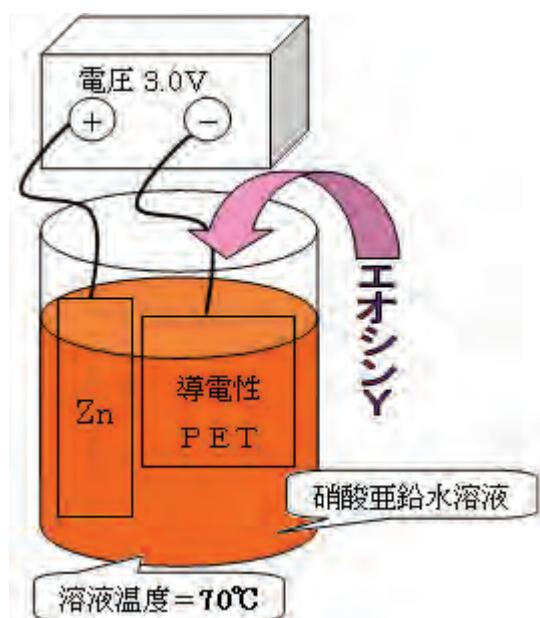


図2 酸化亜鉛膜作成装置

【結果】

表6 実験V・①の結果

	電流(μA)	電圧(mv)
ガラス1V	57.1	18.8
プラスチック1V	14.1	2.1
プラスチック3V	114.2	28
プラスチック5V	106.2	354.4

表7 実験V・②の結果

	電流(μA)	電圧(mv)
プラスチック3V(炭素膜)	101.4	20.2
プラスチック3V(白金膜)	890.1	222.2

表8 実験V・③の結果

	電流(μA)	電圧(mv)	明るさ(Lux)
プラスチック3V(OHP光)	101.4	20.2	56200
プラスチック3V(太陽光)	145.1	27.5	67000

表9 実験V・④の結果

	電圧(mv)	電流(μA)
酸素なし	3.9	22.2
酸素あり	10.1	52.8

【考察】

電析時の電圧の違いによる比較では、同じ電圧ではガラスの方の発電効率が良くなかった。電圧を5Vまで大きくするとガラスよりも発電効率が高くなかった。正極の材質の違いによる比較では、白金のほうが触媒としての能力が高いために炭素を用いるよりも発電効率が高くなかった。測定時の明るさの違いによる比較ではOHPよりも太陽光のほうが明るかつたので高くなかった。電析中に酸素を通じたときは電解液中に酸素を通じて酸素濃度が大きくなり、※1の反応が促進されたためだと考えられる。



↑色素を溶かした電解液



↑生成した酸化亜鉛膜

おわりに

この一年間、発電効率を上げるために研究を行ってきた。しかし、最先端でもまだ実用化に向けた研究が行われているだけあり思ったほどの効果は得られず、目を見張るほどの発電効率の向上はなかった。後の課題と言えるものがたくさん残ってしまったが、これが色素増感型太陽電池の更なる発展に向ける一步となればいいと思う。

謝辞

本研究を進めるにあたり、岡谷工業高校 工業化学科 若狭信次教諭、東京大学先端科学技術研究センター 内田聰助教授に多くの貴重なご助言をいただきました。ここに心より感謝申し上げます。

参考文献

- ・箕浦秀樹 進化する電池の仕組み 乾電池から未来型太陽電池まで サイエンス・アイ新書
- ・濱川圭弘 フォトニクスシリーズ3 太陽電池 コロナ社
- ・レインボーセルプロジェクト <http://apchem.gifuu.ac.jp/~pcl/>
- ・信州の草花でつくる色素増感太陽電池 <http://www33.ocn.ne.jp/~wakasa/>
- ・色素増感太陽電池ホームページ <http://kuroppetagen.tohoku.ac.jp/~dsc/>

----- Linux とネットワーク研究 -----

----- サーバの構築 -----

兵庫県立神戸高等学校 総合理学コース 2 学年

石橋 佑一 都 鍾智

宋 慶盛 村上 浩司

星野 真男

要約

私たちは、ネットワーク研究ということでサーバ用コンピュータの Linux を使って研究を行いました。Linux は誰でも無料でダウンロードできます。今回の研究は、メールサーバ、DNS サーバ、Web ページサーバ、ファイルサーバの 4 つの項目について研究しました。実際に成功したのは、メールサーバ、DNS サーバ、Web ページサーバの 3 つだけだったのが残念だ。はじめに Vine をインストールし、詳細設定をして、LAN 設定が完了するまで時間がかかってしまったのが原因だと思います。実験はあまり深くできなかったが、とても役に立つことを身につけることができて良かったと感じている。Linux の奥はとても深かった。

Linux について

私達は Linux という OS を用いてネットワークの研究、Linux についての研究を行いました。

① Linux について

Linux とは UNIX 系の OS でソースファイルを公開していて、誰でも無料でダウンロードできる OS です。今回私達は特に理由もなく Vine Linux 3.2 を使用しました。

私達はまず DNS サーバの設定を試みました。

DNS サーバの設定

過程

まず私達は DNS について本を読みました。しかし、ビギナーズバイブルなのに初めての私達にはよく分かりませんでした。少しづつ自分なりに理解しながら読み進めました。そして、一ヶ月ぐらいかけて本に書いてあるのを丸写ししました………しかしうまく起動しませんでした。下手に間違った設定ファイルを残してもうまくいかないと想い、長い時間をかけて作ったファイルを消して先生にアドバイスをもらいながら、作り直しました。

named.conf

まずメインの設定ファイルである named.conf から設定しました。

named.conf

=====

```
options {
    directory "/var/named";
    dump-file "/var/named/data/cashe_dump.db";
    statistics-file
    "/var/named/data/named_stats.txt";
};

controls {
```

```
inet 127.0.0.1 allow { localhost; } keys
{rndckey; };
};

zone "." IN {
    type hint;
    file "named.ca";
};

zone "localhost" IN {
    type master;
    file "localhost.zone";
    allow-update { none; };
};

zone "0.0.127.in-addr.arpa" IN {
    type master;
    file "localhost.local";
    allow-update { none; };
};

zone "mydomain" IN {
    type master;
    file "mydomain.zone";
    allow-update { none; };
};

zone "1.168.192.in-addr.arpa" IN {
    type master;
    file "mydomain.local";
    allow-update { none; };
};
```

=====
サーバ用のコンピュータを taro と設定しました。ゾーンに関する設定もあらかじめ設定しました。

localhost 用の逆引き用のゾーンデータ

localhost.local

=====

```

$ TTL 86400
@           IN SOA localhost. root.localhost. (
                           42
                           3H
                           15M
                           1W
                           1D )
                           1
                           2
                           50
                           3
                           4
                           29
                           78
                           )           IN PTR taro.mydomain.
                           IN PTR jiro.mydomain.
                           IN PTR hiro.mydomain.
                           IN PTR miyako.mydomain.
                           IN PTR sou.mydomain.
                           IN PTR hoshino.mydomain.
                           IN PTR aizawa.mydomain.
                           =====
                           1       IN NS   taro.mydomain.
                           1       IN PTR  localhost.
                           =====

```

ネットワーク用の逆引きデータゾーン

ループバック用の正引きゾーンデータ

localhost.zone

```

$TTL 86400
@           IN SOA localhost root (
                           42
                           3H
                           15M
                           1W
                           1D )
                           IN NS   taro.mydomain.localhost.
                           IN A    127.0.0.1
                           =====

```

localhost 用の逆引きデータゾーン

mydomain.zone

```

$TTL 86400 @   IN SOA @ root (
                           42
                           3H
                           15M
                           1W
                           1D )
                           IN NS
                           taro.mydomain.
                           IN      MX      10
                           taro.mydomain.
                           www     IN      CNAME
                           taro.mydomain.
                           ftp     IN      CNAME
                           taro.mydomain.
                           taro    IN A   192.168.1.1
                           jiro   IN A   192.168.1.2
                           hiro   IN A   192.168.1.50
                           miyako IN A   192.168.1.3
                           sou    IN A   192.168.1.4
                           hoshino IN A   192.168.1.29
                           aizawa IN A   192.168.1.78
                           =====

```

mydomain.local

```

$TTL 86400
@           IN          SOA
taro.mydomain.root.taro.mydomain. (
                           42
                           3H
                           15M
                           1W
                           1D )
                           IN   NS
                           taro.mydomain.
                           =====

```

resolv.conf

```

search mydomain nameserver 127.0.0.1 domain
mydomain
                           =====

```

最後にルートキャッシュファイルです

named.ca

=====

```
.          3600000 IN      NS
A.ROOT-SERVERS.NET.
A.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 A 198.41.0.4;

.
3600000 IN      NS
B.ROOT-SERVERS.NET.
B.ROOT-SERVERS.NET. 3600000 A 198.228.79.201
```

=====

何とか DNS の設定を終えた私達はこれでようやく Windows と Linux を一応ネットワークとして繋げることが出来るようになりました。次はファイルのやりとりや、メールのやりとりなどを出来るようにしようと試みました。

メールサーバ

メールサーバは送信用のサーバと受信用のサーバの二つを作らなければいけないので、まず送信用のサーバである postfix をインストールしました。
メインの設定ファイルである main.cf を編集しました。(あまりにも長いため省きます)
プロセスなどの設定は省き、とりあえず動くのに必要な最低限のみを設定しました

次に POP サーバのインストールを試みました。Vine では qpopper がよく使われるようなので、ネットで落としてきてソースファイルをコンパイルしようとしました。
しかし、libpam に関するエラーが出てコンパイルに失敗。
気を取り直して古めのソースパッケージをインストールしようと試みました。

```
rpmbuild --rebuild qpopper-4.0.5-0vl0.26.src.rpm
error: failed build dependencies:
```

```
    pam-devel     >= 0.59   is needed by
qpopper-4.0.5-0vl0.26
    gdbm-devel           is needed by
qpopper-4.0.5-0vl0.26
```

となつたので、pam と gdbm のヴァージョンを調べてみたところ

```
pam 0.77-38vl2.1
gdbm 1.8.0-20vl1
と明らかにヴァージョンの条件を満たしているのにエラーが出るので断念しました。
```

受信サーバがインストール出来なかつたので、送信サーバがうまく出来ているかどうか確認さえ出来ずに終わつてしまつた。

失敗した原因

あらかじめ CD についている Linux を使えばこういうエラーは起きなかつたはずです。お金をケチらずインストー

ル CD の付いている専用の本を買うべきでした。

DHCP サーバについて

そもそも先生の提案から急に決めたものだったので、家でいろいろと調べていると結構面白そうなのでこれにしました。中間発表の後に個人の課題が決まったため、深くまではできませんでした。
しかし、機能や操作をしっかり学ぶこともできました。

過程

メインのパソコンの DNS サーバが完成した後に始めました。
研究内容は DNS サーバ・DHCP サーバの仕組み理解、Linux の操作技術の向上、
DHCP サーバの構築、そのテストです。
今回、そのすべてを完璧にはできなかつたです。まずは研究内容を詳しく表記します。

1、DNS サーバ、DHCP サーバの仕組み理解
DNS サーバについては先にあった通りです。
DHCP サーバとは、ネットワークにつなぐとき、
クライアントコンピュータに自動で IP アドレスを
振り分けるシステムです。これにより、いちいちサ
ーバに設定を書き込まずにでき便利になります。
DHCP とは Dynamic Host Configuration Protocol の略です。

- クライアントコンピュータ A がネットワーク全体
に IP アドレス要求する
- DHCP サーバは端末 A に特定の IP アドレスを
使用するように指令を出します。
- これにより、自動で設定される。

2、Linux の操作技術

Linux は今まで自分が使ってきたパソコンの操作とはまったく違うもので、マウスを使わないでコ
マンドで動かす仕組みはなかなか慣れないものでした。
しかし、最初のころを思うと今はますます使
えるようになってます。

3、DHCP サーバの構築

メイン。これを構築しようと操作マニュアル片手に
やってきました。
まず、DHCP サーバがもともとインストールされ
ているとあったので探してみました。しかし、ない
ものが多く、空のフォルダがあつたりと思うよう
にいきませんでした。いつまでたっても見つからない

ので調べてみると、一次発信元（外国のサイトで和訳に自信がない・・・）からDHC Pについてインストールできることがわかり、そこからCD-ROMへ焼き、また学校に持ってきてインストールをやりました。しかし、インストールはできたものの、ファイルが追加されておらずまた手段を変えることになりました。ファイルやフォルダを1から作ってしまい、動くようにしてみようとした。v i エディタを使うのは初めてでした。途中まではうまくいっていたのですが、情報不足に、エラーが何度も起こり、そこで進行が止まってしまいました。エラーには、指定したファイルが重複しているとか、設定が足りない、そんなコマンドがない、など・・・、最後まで完成させることができなかった。結局最後の発表までにはできませんでした。

4、これができて初めて完成だったのことができませんでした。やりたかった内容は、ゲートを設定してうまく動くか、セキュリティの欠点探しです。

考察

D H C P サーバに関して多くのことを学ぶことができました。しかし、研究としてはレベルの低いものとなりました。

ここで間に合わなかった理由は大きく二つあると思います。

一つは、やる事を決めてはじめるのが遅かったことです。決めるのに時間がかかってしまいもったいなかった。

もう一つは、L i n u x の知識をもっと早く入れておくべきだったことです。パソコンの解体やC言語などL i n u x で必要となりそうなことをしっかり学べていないでいきなりL i n u x を使ってもなかなかできないのは当然であって時間を食ってしまった。

ずっとファイルをv i エディタを使って作っては、エラーを起こしていた。なぜエラーが起るのかずっと悩んでいた。けど、先生の一言でやっと原因に気づくことができました。すでにインストールしたことで完成をしており、そのDHC P サーバをスタート許可させるファイルを書き換えていなかったのが原因でした。

これでは新たに作っても重複しているというエラーだけが出てきました。しかし、論文を書いている途中に気づいたので、とても悔しいです。

しかし、DHC P サーバに関しては、完成していたのでそこだけはよかったです。非常に勉強になりました。

V i エディタ (ect/re. d/dhcpd. conf) 設定例

```
=====
ddns-update-style      interim;      ignore
client-updates;

subnet 192.168.0.5 netmask 255.255.255.0
{   サーバー(自分)のIPアドレス
# --- default gateway option routers 192.168.0.1;
# gateway option subnet-mask 255.255.255.0;
#     option nis-domain "domain.org";
# NIS ドメインサーバー
#     option domain-name "domain.org";
# DNS サーバー
#     option domain-name-servers 192.168.1.1;
option time-offset -18000;
# Eastern Standard Time
# option ntp-servers 192.168.1.1;
# option netbios-name-servers 192.168.1.1;
# --- Selects point-to-point node (default is hybrid). Don't change this unless
# -- you understand Netbios very well # option
netbios-node-type 2;    range dynamic-bootp
192.168.0.128 192.168.0.255;  IPの範囲(この場合だと128-255までを振り当てる)
default-lease-time          21600;
クライアントにIPを割り当てる時間
max-lease-time            43200;
#                                最大時間
# we want the nameserver to appear at a fixed
address                  host           ns
{
    ←静的にアドレスを割り当てます
next-server               marvin.redhat.com;
hardware ethernet 12:34:56:78:AB:CD;
fixed-address
```

=====

Web ページサーバについて

Web ページサーバとは、ホームページを見せるためのサーバであり、不特定多数のユーザにホームページを閲覧してもらうことが可能で、インターネットの基盤を成すシステムである。研究内容はインターネットの仕組みや問題点などを調べることである。今回の実験では、サーバ用コンピュータの役割をするLinuxを1台とユーザ用コンピュータの役割をするWindowsXPを4台使用して、簡易的なLANを形成し、サーバ用コンピュータであるLinuxにApacheというWebサーバーソフトをインストールして使用した。サーバのコンピュータにhtml形式のWebページのファイルを置いて、ユーザがサーバにアクセスすることによってそのWebページを閲覧できるようにした。

実験過程

- ①サーバ用コンピュータの役割をする Linux を 1 台とユーザ用コンピュータの役割をする WindowsXP を 4 台用意する。
- ②LAN ケーブルで全てのコンピュータを繋ぐ。
- ③ユーザ用コンピュータ 4 台に IP アドレス指定などの詳細設定をする。
- ④Linux に Apache をインストールし、詳細設定をする。
- ⑤作成した Web ページのファイルをサーバに置く。

実際に Web ページを作成してうまく他のコンピュータから見ることが出来たとき、とても嬉しかった。個人の Web ページをサーバ用コンピュータに置くことはそう難しくなく、すぐに載せることができた。だが、WindowsXP の MicrosoftWord で作った物を OpenOffice で拡張子を変換するのは結構難しかった。背景が表示されないなどの不具合があり、作業が少し遅れてしまった。Web ページの内容レベルは今回のテーマとは関係がなかったのでレベルの低い物となってしまった。

実験で調べた結果、インターネットの仕組みは、ユーザであるコンピュータがサーバであるコンピュータを通じて、他のコンピュータにつないで、Web ページを開いている。すなわち、サーバはユーザの道案内役として働いている。ここでの問題点としては、サーバをする時は、余分なサーバも作るべきであることである。多数のユーザに対して少数のサーバで対応するのは限界がある。また、ウイルスなどによるコンピュータ内のファイルの破損もありえる。ちなみに CGI というシステムを使って、Web ページに検索システムを作る予定だったが、時間上の都合により、作成を断念しました。

[参考文献]

Fedora Core ビギナーズバイブル 5
はじめての Red Hat Linux9 サーバ構築編
Apache Web サーバー

『あなたに潜むカオスとフラクタル』

兵庫県立神戸高等学校 総合理学コース 2学年

秋山 慧 上田 智翔

北川 賢伸 新澤茉里子

二四岡 健 則武 治樹

埴岡 俊介

天地創造以前の世界の状況をカオス(混沌)と呼ぶなら、カオスは万物の、すべての活力の源といえる。数学や物理の領域の“カオス”は、定められたある条件のもとで経過した後の状態が、予想もできない不規則な現象となって現れてくることを意味する。しかし、意外にもカオスの中には秩序や法則性が存在し、カオス的離散力学系のプロセスをたどるとフラクタル(自己相似形:全体がそのいくつもの縮小形で構成される)が現れる。さらに予測がある程度できながら、完全には予測できない「ゆらぎ」へと研究対象は広がる。これらを背景に、数学的に音楽・文学・芸術分野へアプローチしてみる。

1. 音楽・文学と数学・物理の融合:

『〈研究テーマ①〉騒音と音楽は、何が違う、何故人は騒音と音楽を聞き分けることができるのか』

音楽の特徴は、音響振動の振動数(音の高低=周波数)と振幅(音の強弱)で構成され、音楽の特徴をよく表しているのは周波数のゆらぎで、その瞬時の周波数が $1/f$ ゆらぎをするものを研究対象にする。では「 $1/f$ ゆらぎとは何か?」そこで、まず興味を引いたのは“熱雑音”という現象である。ラジオやテレビに使われているトランジスタは、半導体でできていって、半導体の中の電子の動きを使って、放送局から送られる電波信号を增幅している。信号が弱くなると自動的に信号の増幅率を大きくする働きもする。放送終了後にスイッチを入れたままにしておくと、トランジスタは何も電波信号が来ないため、増幅回路の増幅率が最大限に大きくなり、回路の中に発生する雑音だけが大きく増幅されて、ザーッという音が流れることになる。これは“熱雑音”と言われ、熱雑音のパワーは、抵抗の値と温度に比例するが、このパワーを調べると、半導体の抵抗の値が $1/f$ ゆらぎをし、それに電流を流すと、電圧が $1/f$ ゆらぎをすることが知られている。そこで、私たちは抵抗値を実測するのではなく、空のビデオテープのノイズ画面(砂嵐)を画像処理し、2値変換し、白・黒の関係性を調べることにする。ここで、どのようにして白と黒に判別されているかというと、熱雑音の電圧の変化で、電圧が高ければ白、低ければ黒というふうに映像に反映されている。

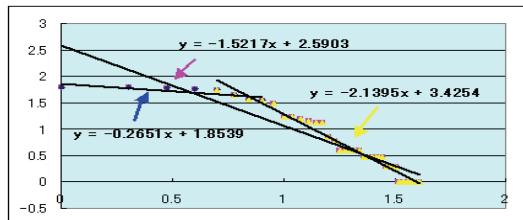
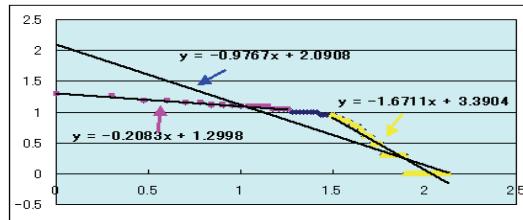
考察 実験結果によると、ノイズ画面の白い点に $1/f$ ゆらぎを観測することができた。(図1参照)一方、黒い点には、高い周波数のところで $1/f^2$ ゆらぎをもち、低い周波数では白色となる“ローレンツ型スペクトル”が観測できた。この黒い点が $1/f$ ゆらぎしているとは言えない原因は、灰色の認識を2値変換する過程で、全体のグラデーションが黒色よりであるため、黒に多くカウントされた結果と考えられる。

〈図1〉(1)白・黒の個数の各々をその平均値との比をとり、比の二乗を計算する。

(2)その出現個数の多い方から点をプロットする。

(3)縦軸に出現個数の常用対数、横軸に順番の常用対数のグラフを描く。

【(上図)白のグラフ/(下図)黒のグラフ】



この“熱雑音”の中に潜む $1/f$ ゆらぎは生命的本質であり、非常に普遍的に見られる現象である。身近な例の一つとして私たちの生体リズムが $1/f$ ゆらぎしている。例えば、心拍数の心拍間隔の平均値からのずれを考える。平穀な生活のときはおおむね心拍間隔は安定しているのですが、運動したり、お酒を飲んだりすると変化していく。その平均値からのずれをゆらぎとして、両対数グラフ化すると傾き-1の直線に近似できそれを $1/f$ ゆらぎという。この体内に潜む $1/f$ ゆらぎシステムと私たちの感覚とがシンクロして、音楽を聴いて心地よいと感じられる。

『〈研究テーマ②〉ある数学的論理を根拠にし、そこにある種の規則性を取り入れて作った曲は、解析して $1/f$ ゆらぎをもつ曲となりうるか? さらに、 $1/f$ ゆらぎを含む曲は、多くの人にとって快適な音楽となりうるか?』

そこで私たちは以下の3つのアプローチを試みた。

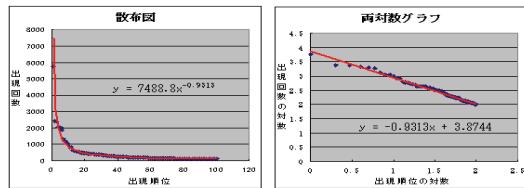
(I) 英文学における“ジップの法則”と黄金比($\frac{1+\sqrt{5}}{2}$; 循環しない小数)を組合わせて作曲する方法;

まず“ジップの法則”とは何かというと「英文中で出現頻度が n 番目の単語は、出現頻度が1番目の単語の $1/n$ の確率で現れる」

□村上 春樹氏の作品の中で最も広く海外で読まれている『A Wild Sheep Chase(羊をめぐる冒険)』を対象にした。総単語数は 88,119 語でその出現頻度上位 100 語を抽出して見ると〈図 2〉に示すように“ジップの法則”は言えることがわかる。

〈図 2〉

抽出単語											
1	the	5760	26	from	387	51	your	191	76	say	125
2	i	2414	27	one	379	52	over	188	77	can	125
3	a	2391	28	have	379	53	know	186	78	came	125
4	to	2072	29	there	374	54	when	182	79	just	124
5	of	2014	30	this	356	55	don't	179	80	same	123
6	and	1871	31	her	334	56	only	176	81	went	119
7	in	1295	32	like	326	57	right	175	82	took	118
8	was	1168	33	so	323	58	they	174	83	id	118
9	it	1114	34	we	304	59	got	164	84	three	116
10	you	993	35	were	300	60	would	164	85	did	114
11	that	815	36	if	298	61	off	163	86	rat	114
12	my	906	37	man	287	62	get	160	87	around	113
13	with	619	38	what	286	63	after	154	88	things	112
14	said	614	39	about	278	64	more	149	89	why	110
15	sheep	577	40	then	272	65	that's	148	90	still	110



《音楽作成の方法》ジップの法則が成立する英文の単語の抽出順番に黄金比の数を用いる。例えば、黄金比は $1.618033988\cdots$ であるが、(1番目) 小説の1番目の単語、(2番目) 小説の $1+6=7$ 番目の単語、(3番目) 小説の $1+6+1=8$ 番目の単語…という風に。次に、選んだ単語の $a \sim z$ にそれぞれ $1 \sim 26$ の数字を当てはめ、ピアノには半音階でド(C)～2オクターブのド(C)に、それぞれ $1 \sim 25$ の数字を当てはめる。そして、各単語を構成している文字の数字を足し、それを 25(作曲に使用する鍵盤の数)+1(休符)= 26 で割り、余りの数を鍵盤に当てはめた数字と対応させて音を決定する。なお、余りが 0 の場合は休符とする。

[例] 英単語 $the : t(20) + h(8) + e(5) = 33$ で、
 $33 \div 26 = 1$ 余り 7 だからファ# (Fis) である。

《音の長さの決定方法》 使用する音符は、全音符、付点2分音符、2分音符、付点4分音符、4分音符、8分音符、16分音符の7種類とし、それぞれに 0~6 までの数字を当てはめる。各単語の文字数を 7 で割った余りで音の長さを決定する。

[例] 英単語 $the : 3(\text{文字}) \div 7 = 0$ 余り 3 だから
付点4分音符である。

このようにして 1 つの単語から 1 つの音を決定し、それらを並べて作曲する。

考察 私たちは自由意志によって言葉を用い、単語の出現頻度などいっさい気にしていないが、ジップは言葉の中に法則性をみつけた。その法則に循環しない無限小数を関連づけると村上春樹氏の小説がどのような曲を奏でるか興味がわき早速作曲にとりかかった。果たしてどのような冒険であったのか?

(II) 世の中には $1/f$ ゆらぎが至る所に潜んでいる。そこで次に $1/f$ ゆらぎを作為的に作成することを試みた。使用するのは、サイコロと2進数である。

〈サイコロの振り方のシステムの説明〉

サイコロ 3 個 (A, B, C とする) とし、その A, B, C に 2 進数の 0 または 1 を当てはめ $(A, B, C) = (0, 0, 1)(0, 1, 0)(0, 1, 1)(1, 0, 0)(1, 0, 1)(1, 1, 0)(1, 1, 1)$ の 7 個を 1 クールとし、以後これを繰り返す。

《音楽作成の方法》 ○:振り直す、×:振り直さない

2進数	A	B	C	2進数	A	B	C
(0,0,1)	×	×	○	(1,0,1)	○	×	○
(0,1,0)	×	○	×	(1,1,0)	○	○	×
(0,1,1)	×	○	○	(1,1,1)	○	○	○
(1,0,0)	○	×	×	*	*	*	*

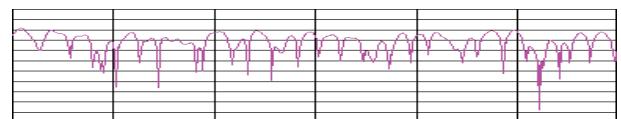
この操作を繰り返し、サイコロの合計の数字を音に当てはめることによって、作曲を試みた。このシステムを採用したポイントは 2 進数である。サイコロという全くの乱数発生装置に、2 進数という新たな要素を加えることで、サイコロの目の合計の動きを小から大にすることができる。

《音の長さの決定方法》 サイコロの目の数の合計は 3~18 なので下のような表を作り、サイコロを 1 回振る毎に列を 1 つずつずらす。それにより、6 回の操作で 1 周期のリズムパターンは生まれる。そうすることで一見ランダムだが、実は周期性のある音のリズムパターンを作成した。

音符	16分	8分	付点8分	4分	付点4分	2分
和の合計	3	4	5	6	7	8
和の合計	9	10	11	12	13	14
和の合計	15	16	17	18	*	*

考察 サイコロのランダム性の中に規則性を入れゆらぎを含んだ曲を作成し、フーリエ解析を用いて研究してきた。 $1/f$ ゆらぎをもった自己相似形の感じられる曲になったが、研究はまだ途中で、結論らしきものはまだ発見できていない。途中で現れた白色雑音とは異なる $1/f$ ゆらぎ波形を〈図 3〉に示す。

〈図 3〉



(III) 数式処理システム “*Mathematica*” で、音のリストを作成し、自動作曲を試みる方法；

□サンプルとして使用した数は、脈拍・最高血圧・最低血圧・円周率・有理数 $1/19$ ・自然対数の底 e ・友愛数・巨大メルセンヌ素数 $2^{13466917} - 1$ ・黄金比

《音楽作成の方法》

①最初に、「音階」を設定する。(ここではハ長調の音階で、変更可能) 正弦波の周波数を変化させ、ドレミファ…に相当する音を作る。次に、この周波数を並べた数列を作る。ここでは音名だけ示す。

$\{onkai\}$; $do, do, re, re, mi, mi, fa, fa, fa,$
 $so, so, so, ra, ra, si, si, do2, do2$

$\{onkai\}$ の第 m 項を $onkai[[m]]$ とする。(m は $1 \sim 18$)

②サンプルをこの音階数列に対応させる。

[例] 円周率 π の場合 ; $p = 3.14159265358979\dots$
 を最初から 2 桁ごとに区切り，

$\{p\} : 31, 41, 59, 26, 53, 58, 97, \dots$ と数列を定義する。

この数列の各項の値を 18 で割り、さらにそれぞれに 1 を足した数列を新たに $\{p'\}$ とする。

$\{p'\} : 14, 6, 6, 9, 18, 5, 8, 4, 6, 13, 9, 11, 16, 12, 10, 6, 3, 17$

$\{p'\}$ の第 n 項を $p'[[n]]$ とする。

③ここで、②の $p'[[n]]$ の値を①の m に代入する。

$p'[[n]]$ が m と同じ変域にするためである。

$onkai[[p'[[1]]], onkai[[p'[[2]]], \dots, onkai[[p'[[18]]]]]$

これを順番に *Mathematica* で演奏させていく。

④ *Mathematica* で音を鳴らす基本的な命令は

$Play[Sin[f 2Pi t], \{t, 0, 1\}]$ で，

f は周波数、 t は音が鳴る時間(ここでは 1 秒)

$\left\{ \begin{array}{l} Play[Sin[onkai[[p'[[1]]]]2 Pi t], \{t, 0, 1\}] \\ Play[Sin[onkai[[p'[[2]]]]2 Pi t], \{t, 0, 1\}] \\ \dots \\ Play[Sin[onkai[[p'[[18]]]]2 Pi t], \{t, 0, 1\}] \end{array} \right.$

⑤サンプルの組合せで、次の 3 つのパターン
 が和音として調和のとれた曲になった。

1) $e^{i\pi} + 1 = 0$ で密接に結びつく π と e ；

自然対数の底 e で、上記の①～④で $\{q'\}$ を作り

$onkai[[p'[[1]]]$ と $onkai[[q'[[1]]]]$,
 $onkai[[p'[[2]]]$ と $onkai[[q'[[2]]]]$

…という様に、同じ値に対する 2 つの音
 を同時に鳴らすことによって和音にする。

2) 友愛数同士(2 つの自然数 m, n があって、
 n の除外約数の和を $S(n)$ と書くとき
 $S(m) = n, S(n) = m$ で定義する)

この友愛数の小さい順から 18 組を考える。

[例] $\{220, 284\} \{1184, 1210\} \{2620, 2924\} \dots$

友愛数で、上記の①～④で $\{q'\}$ を作り

$onkai[[p'[[1]]]$ と $onkai[[q'[[1]]]]$,
 $onkai[[p'[[2]]]$ と $onkai[[q'[[2]]]]$

…という様に、同じ値に対する 2 つの音
 を同時に鳴らすことによって和音にする。

3) 巨大メルセンヌ素数 $2^{13466917} - 1$ と黄金比。
 作曲方法は 1), 2) と同様である。

■ 1)～3) に *Do* 文を用いて *Mathematica* に
 自動的にサウンドを生成させる事が可能になった。

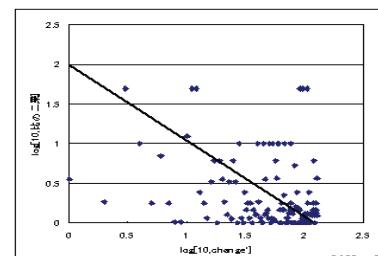
(注) また人体に関するサンプル(最高血圧・
 最低血圧・脈拍)を用いた和音は不協和音
 が多く聞かれた。

【考察】 作った曲が $1/f$ ゆらぎを示すかどうか検証した。サンプルには“黄金比と巨大メルセンヌ素数 $2^{13466917} - 1$ ”を使った。両対数グラフの横軸に左記①での m をとり、縦軸にそれぞれの和音の周波数の差の、和音の周波数の差の平均値に対する比の 2 乗をとる。そのプロットした点の集まりは傾き -1 の直線で近似でき、 $1/f$ ゆらぎをもつことがわかった。(図 4 参照) なおその際、正確さを考慮してサンプル数を 128 個ずつにしている。

作った音楽を解析して $1/f$ ゆらぎが検証されたことに喜びを感じたが、さらにその曲が心地よい曲として完成したことで、数学の奥深い一面に感動した。

「 $1/f$ ゆらぎをもつ曲は、多くの人にとって快適な音楽になるための十分条件」となりうるのではないか。音楽は自然界の模倣であり、 $1/f$ ゆらぎは自然界の性質であるため、その可能性はあると考えている。我々が聴いているものは単なる音の集まりではなく、偉大な真理なのではないだろうか。

【図 4】【黄金比とメルセンヌ素数の和音のゆらぎ】

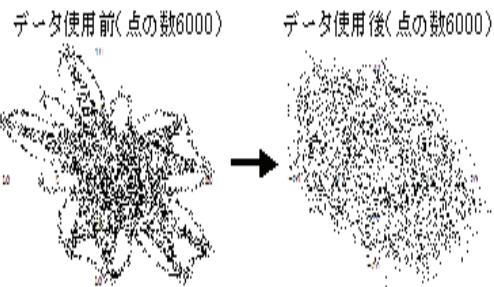


2. 芸術と数学・物理の融合 :

『〈研究テーマ③〉カオス漸化式と呼ばれているものに熱雑音(1/f ゆらぎを含むデータ)を代入すると、漸化式の描く図形はどのように変化していくか』

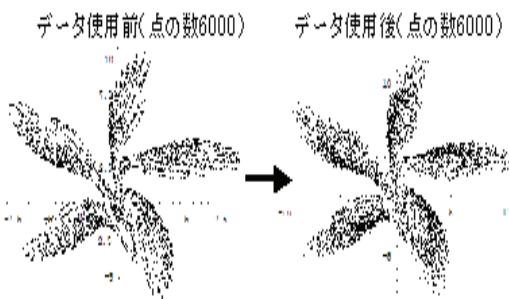
①“花びらのようなカオス”と呼ばれる漸化式の係数の一部に熱雑音(研究テーマ①)で得られたデータ(実際には下記の漸化式の括弧の部分の係数を熱雑音のデータの黒の個数を白の個数で割った値に変える)を入れて、描く図形の変化を観察する。

$$\begin{cases} x_0 = 4.0, y_0 = 0.0 \\ x_{n+1} = 0.77x_n + y_n + \frac{5.0}{1 + (x_n)^2} \\ y_{n+1} = -x_n \end{cases}$$



②“翼のようなカオス”と呼ばれる漸化式の係数の一部に熱雑音で得られたデータ(上述の①の方法と同様)を入れて、描く図形の変化を観察する。

$$\begin{cases} x_0 = 1.0, y_0 = 0.0 \\ x_{n+1} = -1.57x_n + 0.96y_n - 4.0 + \frac{5.0}{1 + (x_n)^2} \\ y_{n+1} = -x_n \end{cases}$$



考察 図形の点の動きが無造作で形がすごく奇妙なことから“カオス漸化式”と呼ばれる2つを対象とする。この漸化式の中には非線形の x^2 の項が含まれることが多い。漸化式の係数の一部に雑音を入れることで、白色ノイズか $1/f$ ゆらぎノイズのどちらがこれらの漸化式に影響を与えるか興味深く観察した。双方とも原型をとどめない図形が描かれるだろうと予想していたが、予想に反してデータ使用前の面影が残った。得られた図形は $1/f$ ゆらぎが支配していると判断できるが、プロットの過程で予測不可能な所を打っている可能性は否定できない。全体にノイズが入っているように見えるのは興味深い。

【まとめ】

当初、カオスの学習から入りその中から私たちは比較的身の回りの現象に結びつきやすく解析が可能な“フラクタル性”と“ゆらぎ”に注目することになる。メンバーの中に音楽に興味をもつものが多くの数学的な理論を味付けにこの分野と融合させた曲作りに夢中になっていく。あるときは理論を度返しにして音楽を追求した時期もあった。やがて、文学の領域や芸術の分野から次々に興味深い対象を見つけるものが現れ、一人一人が課題対象に向かい研究に拍車がかかった。ただ実験をおこない、出てきたデータをどう読むべきか。何を用いてデータをどう解析するのがよいか。結論が先にありきで、データの分析がこじつけにならないよう細心の注意を払う必要性と困難さを痛感した。

その数々の研究テーマの中で、良い結果を得られたものがいくつか出てきた。一つ目は「熱雑音の解析」、二つ目は地道な作業であったがねばり強く解析しじップの法則に近い結果を出した「村上春樹文学の研究」、最後に「巨大メルセンヌ素数と黄金比を用いて作った和音で作った心地よい曲」を、周波数解析してみると $1/f$ ゆらぎしていることがわかつたときの喜びは格別なものがあった。興味をもたれた方は、私たちが作成した音楽と数学・物理の融合した曲を収録した CD を聴いてください。

おわりに

フーリエ解析およびウェーブレット解析で作曲した音楽を解析するという期待には応えられていない。これは今後のこの研究の大きな課題として残っている。良い結果に必ずしも巡り会えなかった研究もあったが、皆が意見を出し合い悩んだからこそ納得のいく結果がいくつか得られたと確信している。見果てぬ結果を手探りで摸索する過程は何にも替え難い素敵冒険(A Wild Goose Chase)であった。

【参考文献】

- ・武者 利光 『ゆらぎの発想』 NHK 出版
- ・寺本 英, 広田 良吾, 武者 利光, 山口 昌哉 『無限・カオス・ゆらぎ』 培風館
- ・芹沢 浩 『カオスの数学』 東京図書
- ・鈴木 晃雄 『カオス入門』 コロナ社
- ・鈴木 いく雄 『Mathematica で学ぶシリーズ』 ;コロナ社
- ・井上 政義 『やさしくわかるカオスと複雑系の科学』 実業出版社
- ・武者 利光 『ゆらぎの科学 1~10』 森北出版
- ・逢澤 明 『複雑な、あまりに複雑な』 現代書館
- ・<http://homepage1.nifty.com/MADIA/>
- ・<http://www1.ocn.ne.jp/~fkingdom/>
- ・<http://ja.wikipedia.org/wiki/>

多面体とπ

兵庫県立神戸高等学校 総合理学コース 2学年

丸山 絵瑠 長谷川 奈美

アブストラクト

私たちは、円周率と多面体の関係について研究を行った。その中でも今回は、5種類の正多面体(4,6,8,12,20)に着目した。まずははじめに、多面体の1辺を a として、表面積・体積・外接球と内接球の半径を数式処理ソフトMathematicaを用いてそれぞれ求めた。次に、外接球・内接球の半径を1としたときの a の値を、求めた表面積・体積の式に代入して、理論値 π (3.141592...)と比較することで円周率の値を求めた。そして結果より、理論値 π に一番近い円周率となった多面体が、5種類の中で最も球に近いものだと考えた。

円周率πとは

円周率とは

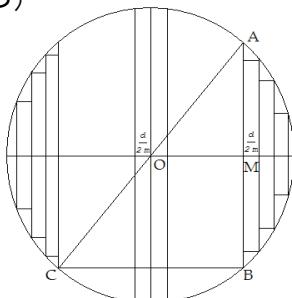
$$\text{円周} = \pi \times \text{直径}$$

$$\text{円の面積} = \pi \times (\text{半径})^2$$

円とπ

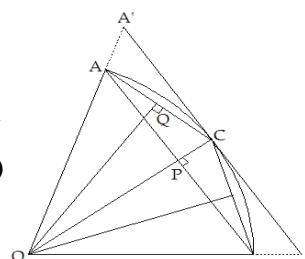
・ 円理二次綴術（てつじゅつ）

最初に行ったのが、安島直円（あじまなおただ）が発明した方法で、円の面積を長方形で近似する。我々は、安島直円の和算的なアプローチで計算したが、積分によって求めるのと同値である。



・ 正多角形近似（アルキメデスの方法）

次に行ったのが、アルキメデスが発明した正多角形近似である。これは、「(内接正 n 角形の面積)<(円の面積)<(外接円 n 角形の面積)」であることを証明して求める。



・ 検証方法

現在、数学の研究においても、コンピューターの利用は重要である。四色問題がコンピューターの計算により証明されたことも、有名である。そのことを考慮して、また計算が実用的に不可能であるため、Mathematicaを運用して検証を行った。

球とπ

・ 正多面体近似

我々はアルキメデスの方法を応用して球と多面体の関係から円周率 π に迫ることにした。

1. 球について

球とは空間の1定点から一定の距離にある点の軌跡が作る立体のこととする。

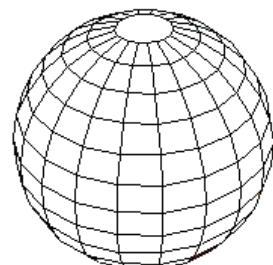
$$\text{球の面積} = 4\pi r^2$$

$$\text{球の体積} = \frac{4}{3}\pi r^3$$

・ 半径 r の球の体積を定積分を用いて計算した。

半径 r の球は、円 $x^2 + y^2 = r^2$ を x 軸の周りに1回転させると得られるから、求める体積 V は

$$\begin{aligned} V &= \pi \int_{-r}^r y^2 dx \\ &= \pi \int_{-r}^r (r^2 - x^2) dx \\ &= 2\pi \int_0^r (r^2 - x^2) dx \\ &= 2\pi \left[r^2 x - \frac{x^3}{3} \right]_0^r \\ &= \frac{4}{3}\pi r^3 \end{aligned}$$



と計算できる。

また、半径 r の球の表面積は、求めた体積 V を微分することで得られる。

2. 正多面体について

正多角形はいくらでもあるのに対し、正多面体は、正四面体、正六面体(立方体)、正八面体、正十二面体、正二十面体の5個しかない。

正多面体という語の定義をする。以下に述べる条件は、最も強い意味の場合であり、しばしばプラトーンの定理とよばれるものである。

- ① 有限個の面で囲まれた凸多面体である
- ② 各面は全て合同な正多角形である
- ③ 各頂点は全て合同な正多角錐である

まず、我々は視覚的に迫るために、正多面体を製作した。

次に、数値的に迫るために各正多面体・外接球・内接球の表面積、体積を求めた。

[正十二面体]

正十二面体での計算方法は以下の通りである。

・ 正十二面体の表面積

正五角形の面積を12倍して求めた。

$18^\circ = \theta$ とすると

$$\sin 5\theta = 1$$

$$\sin 5\theta = \sin(3\theta + 2\theta)$$

$$= \sin 3\theta \cos 2\theta + \cos 3\theta \sin 2\theta$$

2倍角、3倍角の公式より

$$\sin 3\theta \cos 2\theta + \cos 3\theta \sin 2\theta$$

$$= 16\sin^5 \theta - 20\sin^3 \theta + 5\sin \theta$$

$$= 16\sin^5 \theta - 20\sin^3 \theta + 5\sin \theta - 1 = 0$$

だから、

$$16\sin^5 \theta - 20\sin^3 \theta + 5\sin \theta - 1 = 0$$

を解くと、

$$(\sin \theta - 1) \left\{ \sin \theta - \frac{-1 - \sqrt{5}}{4} \right\}^2 \left\{ \sin \theta - \frac{-1 + \sqrt{5}}{4} \right\}^2 = 0$$

$$\sin \theta > 0 \text{ より, } \sin \theta = \frac{-1 + \sqrt{5}}{4}$$

また、

$$\cos 2\theta = 1 - 2\sin^2 \theta = \frac{-1 + \sqrt{5}}{4}$$

$$\tan^2 2\theta + 1 = \frac{1}{\cos^2 2\theta}$$

の2式より

$$\tan^2 2\theta = 5 - 2\sqrt{5}$$

$\tan \theta > 0$ なので、

$$\tan 2\theta = \sqrt{5 - 2\sqrt{5}}$$

正 n 角形の面積は $\frac{n a^2}{4 \tan^2 \frac{\pi}{n}}$ なので、

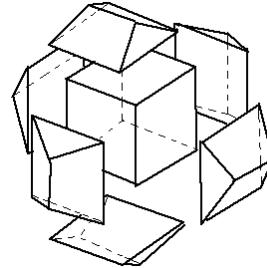
正五角形の面積は $\frac{5a^2}{4 \tan^2 2\theta}$ と表せる。

よって求める表面積は、

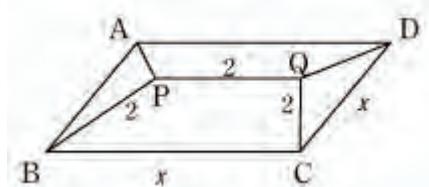
$$\frac{5a^2}{4 \tan^2 2\theta} \times 12 = 3(5 + 2\sqrt{5})\sqrt{5 - 2\sqrt{5}}a^2$$

・ 正十二面体の体積

正十二面体を立方体と屋根型に分解して考えた。



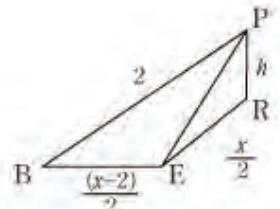
この屋根型の体積がわかれば、正十二面体の体積がわかる。簡単にするため、正十二面体の1辺の長さを2として考えていく。また立方体の1辺の長さ(正五角形の対角線の長さ)を x とし、「屋根」の高さを h とする。



点 P から正方形 $ABCD$ に下ろした垂線の足を R 、点 P から線分 BC に下ろした垂線の足を E とする。
(右図)

$$BE^2 + ER^2 + RP^2 = BP^2$$

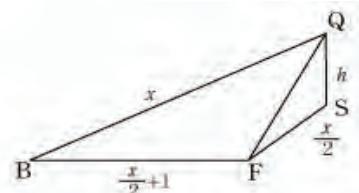
$$\left(\frac{x-2}{2}\right)^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2 + h^2 = 2^2 \quad \cdots \textcircled{1}$$



点 Q から正方形 $ABCD$ に下ろした垂線の足を S 、点 Q から線分 BC に下ろした垂線の足を F とすると、
(右図) BQ は正五角形の対角線で、

$$BF^2 + FS^2 + SQ^2 = BQ^2$$

$$\left(\frac{x}{2} + 1\right)^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2 + h^2 = x^2 \quad \cdots \textcircled{2}$$



①、②より h^2 を消去して式を整理すると、

$$x^2 - 2x - 4 = 0$$

$$x = 1 \pm \sqrt{5}$$

$x > 0$ だから、

$$x = 1 + \sqrt{5}$$

このとき、

$$h^2 = x^2 - \left(\frac{x}{2} + 1\right)^2 - \left(\frac{x}{2}\right)^2$$

$$= \frac{x^2 - 2x - 2}{2} = 1$$

$$\therefore h = 1$$

屋根型は、2つの四角錐と1つの三角柱に分けられる。さらに両端の四角錐を1つにまとめると、1つの四角錐と1つの三角柱になる。

この四角錐の底面は、面積が $(x-2) \times x$ の長方形で、高さは h だから、その体積は、

$$\frac{1}{3}(x-2)xh = \frac{(\sqrt{5}-1)(\sqrt{5}+1)}{3} = \frac{3}{4}$$

三角柱の断面の三角形は底辺が x 、高さが h で、三角柱の高さが 2 だからその体積は、

$$\frac{1}{2}xh \times 2 = x = 1 + \sqrt{5}$$

よって屋根型の体積は、

$$\frac{4}{3} + 1 + \sqrt{5} = \frac{7 + 3\sqrt{5}}{3}$$

よって1辺が2の正十二面体の体積は、

$$x^3 + 6 \times \frac{7 + 3\sqrt{5}}{3} = 8(2 + \sqrt{5}) + 2(7 + 3\sqrt{5}) \\ = 30 + 14\sqrt{5}$$

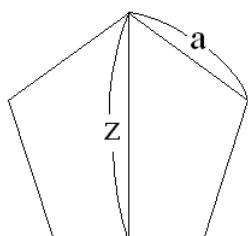
一般に、1辺の長さ a の正十二面体の体積を V とすると、

$$\frac{V}{a^3} = \frac{30 + 14\sqrt{5}}{2^3}$$

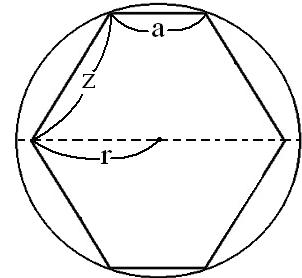
$$V = \frac{15 + 7\sqrt{5}}{4} a^3$$

・ 外接球の半径

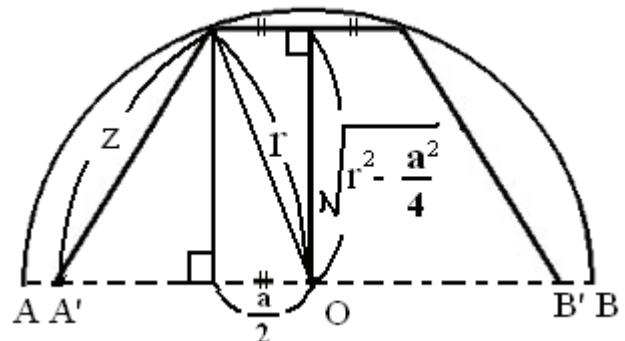
正十二面体を構成している正五角形の一辺 a 、高さ z 、外接球の半径 r とし、外接球の直径を貫く面（大円）を用いて考えていく。



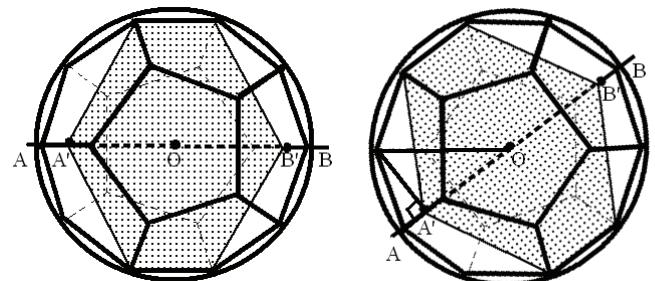
切断面を a, z, r を用いてあらわすと以下のようないわんとなる。この平面は図の破線部分に対して線対称であるので、更に破線部分で切断した半円について考えていく。



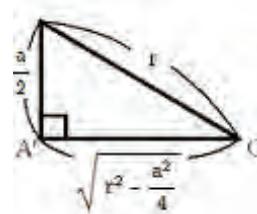
円の接点から破線部分に垂線を下ろし、直角三角形を使い考える。三平方の定理を適用していくと、以下の図のように表される。



このままでは a と r の関係式は求まらないので、以下の図のように視点を変えて考える。

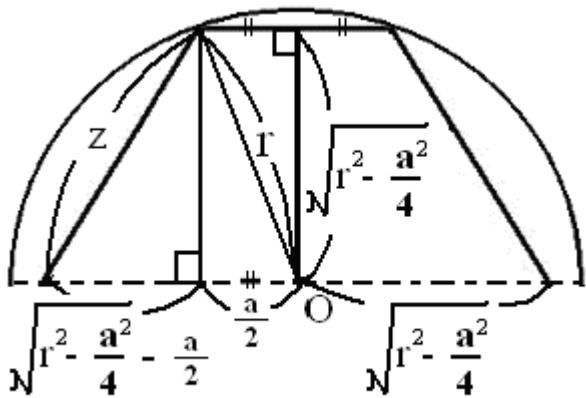


すると以下の図のような直角三角形が出てくる。この直角三角形は各辺 a 、 r を用いて表すことができ、先ほどの図に反映できる。



反映したものが図1である。ここから三平方の定理を使い、求めていく。

図 1



z は面積を求める際に出ているのでその値を用いる。

$$z = \frac{\sqrt{10+2\sqrt{5}}}{2(\sqrt{5}-1)}$$

$$\left\{ \frac{\sqrt{10+2\sqrt{5}}}{2(\sqrt{5}-1)} \right\}^2 - \left(\sqrt{r^2 - a^2} - \frac{a}{2} \right)^2 = \left(\sqrt{r^2 - \frac{a^2}{4}} \right)^2$$

$$\therefore r = \frac{\sqrt{9+3\sqrt{5}}}{2\sqrt{2}} a$$

内接球の半径は、外接球と同様な考え方で計算して求めればよい。ただし、外接球と違う点は、内接球は面で接するということである。その点に気をつけて計算すればよい。

一辺の長さa と 外接球・内接球の半径rとRの関係

	外接球 半径 r	内接球 半径 R	表面積	体積
正四面体	$\frac{\sqrt{6}}{4} a$	$\frac{\sqrt{6}}{12} a$	$\sqrt{3} a^2$	$\frac{\sqrt{2}}{12} a^3$
立方体	$\frac{\sqrt{3}}{2} a$	$\frac{1}{2} a$	$6 a^2$	a^3
正八面体	$\frac{\sqrt{2}}{2} a$	$\frac{\sqrt{6}}{6} a$	$2\sqrt{3} a^2$	$\frac{\sqrt{2}}{3} a^3$
正十二面体	$\frac{\sqrt{9+3\sqrt{5}}}{2\sqrt{2}} a$	$\frac{\sqrt{50+22\sqrt{5}}}{4\sqrt{5}} a$	$3\sqrt{25+10\sqrt{5}} a^2$	$\frac{15+7\sqrt{5}}{4} a^3$
正二十面体	$\frac{\sqrt{10+2\sqrt{5}}}{4} a$	$\frac{\sqrt{3}(3+\sqrt{5})}{12} a$	$5\sqrt{3} a^2$	$\frac{5(3+\sqrt{5})}{12} a^3$

3. 結果

表の中にある「外接球 $< \pi <$ 内接球」とは、外接球・内接球の半径をそれぞれ 1 としたときに求められた円周率で、理論値 π を挟んでいることを示している。

表面積について

	外接球 $< \pi <$ 内接球
正四面体	$1.154700538 \dots < \pi < 10.39230484 \dots$
立方体	$2.000000000 \dots < \pi < 6.000000000 \dots$
正八面体	$1.732050807 \dots < \pi < 5.196152422 \dots$
正十二面体	$2.628655560 \dots < \pi < 4.162718271 \dots$
正二十面体	$2.393635345 \dots < \pi < 3.790542107 \dots$

体積について

	外接球 $< \pi <$ 内接球
正四面体	$0.3849001794 \dots < \pi < 10.39230484 \dots$
立方体	$1.154700538 \dots < \pi < 6.000000000 \dots$
正八面体	$1.000000000 \dots < \pi < 5.196152422 \dots$
正十二面体	$2.088872897 \dots < \pi < 4.162718271 \dots$
正二十面体	$1.902113032 \dots < \pi < 3.790542107 \dots$

考察

結果より、これらの 5 つの正多面体については、正二十面体が最も球に近いと考えられる。また、予想通り、面の数が大きい多面体ほど理論値 π に近い円周率をもつ結果となった。

今回、私たちが一番手間取ったことは、多面体の表面積・体積や外接球・内接球の半径の値を求めることがだった。特に、正十二面体についてはかなり苦戦した。今回最終的に用いた値は何回も計算して求めたものであるが、参考文献や WEB サイトによつては値が異なっており、自分たちで計算した値が正確だとは言い切れない。

機会があれば、次は準正多面体や切頂多面体との関係を調べてみたい。

参考文献

- ① 上野健爾、円周率 π をめぐって、日本評論社
- ② 一松 信、正多面体を解く、東海大学出版会
- ③ 宮崎興二、かたちのパノラマ、丸善株式会社
- ④ P.R.クロムウェル、多面体、Springer
- ⑤ 川村みゆき、多面体の折紙、日本評論社

平成 18 年度スーパーサイエンスハイスクール全国生徒研究発表会報告

総合理学コース部 稲葉 浩介

目的 スーパーサイエンスハイスクールの生徒による研究発表会を行い、生徒の科学技術に対する興味・関心を一層喚起するとともに、その成果を広く普及することにより、スーパーサイエンスハイスクール事業の推進に資する。

主催 文部科学省、独立行政法人科学技術振興機構

期日 平成 18 年 8 月 9 日（水）～10 日（木）

参加生徒 5 名（2 年 8 組総合理学コース、大谷卓人、田中啓貴、中原翼、山下菜摘、西川亜夢子）

日程 第 1 日

8 月 9 日（水） 9:30～18:00

全体会（開会式、オリエンテーションなど）、分科会（各校による研究発表）、
ポスターセッション

第 2 日

8 月 10 日（木） 9:30～15:30

ポスターセッション

全体会（研究発表、講評および表彰、閉会式など）

場所 パシフィコ横浜（横浜市西区みなとみらい 1-1-1）

内容 全国の SSH 指定校が一堂に会する平成 18 年度 SSH 生徒研究発表会が行われた。本校は平成 16 年度指定校で、今年が研究 3 年目にあたり、口頭発表に参加した。また、ポスターセッションによる発表もおこなった。

①口頭発表

昨年度の理数科専門科目「課題研究」での取り組みのうち、「ケイ藻を指標生物とした神戸市内の河川水質調査」の研究メンバーが口頭発表を行った。本校では、「課題研究」は前年度（2 年次）の実施科目であり、8 月の発表まで研究を終えて約 5 ヶ月が経っていた。この期間に発展的な実験をする計画があったが、実際には再調査などを行うことができなかった。夏休みに入り、メンバーが何度も集まって研究内容の再検討をし、プレゼンを作り直して参加した。部活動での研究ならば、このような時間経過の問題はないであろう。

発表後の質疑応答では、指標生物としてのケイ藻や、水質環境の評価の妥当性などが取り上げられた。本校生徒の分科会は化学分野であった。水質調査があるので化学分野に分類されたのであるが、研究手法は指標生物を用いた生物学的なものだったので、生物分野に関心のある SSH 校生の前で発表して、ディスカッションできればよかつたと感じた。



Fig 1. 神戸高校 3 年総合理学コースの生徒による発表

②ポスターセッション

口頭発表した「ケイ藻を指標生物とした神戸市内の河川水質調査」の研究に加え、同じ生物分野の「標本からわかること」の2つをポスター発表した。「標本からわかること」の発表では、クリーニング、整備した本校所蔵の鳥類標本の画像データをCDに収め、ポスターの前で配布した。ポスターセッションの時間は2日間で5時間程度だったが、その間、人が途切れることがほとんどなく、どのブースも、SSH校生やその教員などにぎわっていた。本校生徒も、次々にやってくる人の対応に忙しく、他校のポスターセッションを十分にまわることができないくらいだった。2日目の終了時刻になっても人は減る気配がなく、次の全大会に移動するよう、何度も放送でアナウンスが流れていたほどである。



Fig 2. ポスターセッション サイエンスを通じて他校生と交流

成果・生徒の感想

- ・分科会や全体会での口頭発表では、質疑応答が盛んであった。中には、発表者の説明が足らない部分を的確に指摘するものや、発表者をうならせるようなものもあったが、とにかく、進んで手が举がる空気があった。生徒は全国大会のレベルの高さを実感し、また、質問することで理解が深まるることを再認識できた。
- ・ポスターセッションでは、全国各地の高校生と交流できたことが生徒にとっては大変効果があったようだ。特に、同じ分野のテーマを研究している高校生とは、具体的な研究内容や考察から研究で苦労した体験など、話がはずみ、互いの取り組みに共感を得たようだ。このような共感の体験や、より完成度の高い研究発表などにより、研究の面白さを実感した生徒もいた。振り返ってみると、課題研究は学校内で各班ごとに行っていて、各班で競い合っているが、研究過程で「共感」する場面は用意されていない。共感の場がこのようなポスターセッションにはあることは、生徒の成長にとって効果が大きいように思う。

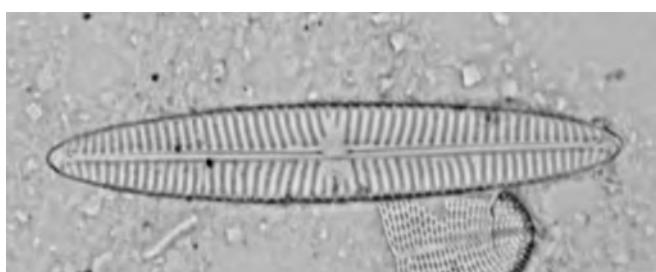


Fig 3. 生徒が観察したケイ藻

これは*Navicula tripunctata*で、B群ケイ藻に属する



Fig 4. 生徒によってクリーニングされた
鳥類標本（神戸高校所蔵）

ケイ藻を指標生物とした神戸市内の河川水質調査

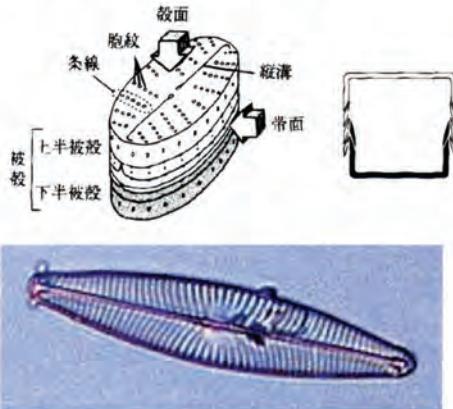
兵庫県立神戸高等学校総合理学コース3年

大谷 卓人 川崎 雄一 田中 啓貴 中原 翼 三宅 貴士 山下 菜摘

●ケイ藻とは？

- 2個の透明な被殻が組み合わされた单細胞性の藻類
- 被殻の成分はケイ酸質
- 浮遊性と付着性があり、それぞれに単独で生活する種と群体をつくる種がある
- 海洋での光合成による物質生産の約4割を占める

参考文献：藻類の多様性と系統（東洋編） 植物の世界146（朝日新聞社）



●調査に使用した物品・試薬

箒ブラシ、スポット、バット、ボリ瓶、ピーカー、ピンセット、デジタルカメラ、デジタルビデオ、スライドガラス、カバーガラス、駆込ビベット、パイプユニッシュ、顕微鏡、マウントメディア、エタノール、遠心分離機、ホットプレート、マッペ、バックテスト（COD、NH₄、残留塩素、リン酸、亜硝酸）。GPS端末（geko201、GARMIN）、簡易pH測定器（ポータブルpH計 EcoScan PH5 キャリングセット、ケニス株式会社）、簡易電気伝導率測定器（Twin Cond. 堀場製作所）



●ケイ藻の採取とプレパラート作成

採取

- ①こぶし大ぐらいの右の表面を箒ブラシで洗う。
- ②水で石の表面を流し、バットに落とし、ボリ瓶に採取する。

プレパラート作成

- ①採取したケイ藻を試験管に集め、パイプユニッシュを加えて攪拌する。（このとき水中の有機物の除去、及びケイ藻の被殻のクリーニングができる。）
- ②遠心分離機（1000rpm）で3分間遠心分離する。
- ③遠心分離されたケイ藻をホットプレート（低温）で加熱したカバーガラスに落とし、ケイ藻の量を少なくなるためにエタノールを1、2滴加え、蒸発させる。
- ④マウントメディアをスライドガラスに滴下し、上から③のカバーガラスをケイ藻とマウントメディアがくっつくように乗せ、カバーガラスの重みでマウントメディアを広げる。
- ⑤スライドガラスをホットプレート（中温）で加熱し、1度沸騰させ、取り出してから常温で固める。

●調査方法

- プレパラート内の指標となるケイ藻を観察、資料（参考資料に記載）からその種族を特定し、汚漏指数を計算する。

□5月分

- ①1地点ごとにGPSで位置を確認
- ②川の周辺の環境を見る
- ③水温、pH、電気伝導率を測定
- 1.2月分
 - ①1地点ごとにGPSで位置を確認
 - ②川の周辺の環境を見る
 - ③水温、pH、電気伝導率を測定（実験室に持ち帰った水を検査）
 - ④バックテストによるCOD、NH₄⁺、残留塩素、リン酸、亜硝酸を測定

●結果

- [1]夏と冬を比較すると、汚漏指数、電気伝導率が上昇している。
- [2]夏の調査で発見された珪藻と冬の調査で発見された珪藻はあまり重複していない。
- [3]夏・冬の汚漏指数の結果からわかるように夏・冬を通して上流の方は汚く、下流の方はきれいで、中流が一番汚いという傾向にある。
- [4]夏・冬の調査ポイントと電気伝導率の関係からわかるように電気伝導率は、下流ほど高い。
- [5]夏・冬の汚漏指数の結果からわかるように珪藻を指標生物とした汚漏指数は、No.4・5が高いに対し、電気伝導率は、No.1～No.4が高い。

●調査地点（7ヵ所）



●汚漏指数

①一人で100個のケイ藻を観察（各地点につき）

②ケイ藻をA群、B群、C群に分類する

水の汚度
が高いい
汚漏指数として水質を評価

川の汚染度の算出方法

■汚漏階級指數
A群の個体数×4 B群の個体数×2.5 C群の個体数×1

■汚漏指數
汚漏階級指數の総合計／総個体数

汚漏指數	川の汚染度
1以上1.5未満	A群水（きれい）
1.5以上2.5未満	B群中腐水（割合きれい）
2.5以上3.5未満	B群中腐水（汚れている）
3.5以上4以下	C群水（ひどく汚れている）

●観察結果

	汚漏指數		電気伝導率 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)		pH	
	夏	冬	夏	冬	夏	冬
No.1	112	1.615	158	200	8.60	8.01
No.2	136	1.315	162	195	8.65	7.88
No.3	1525	1.74	170	197	8.60	7.91
No.4	139	2.605	169	194	8.46	7.89
No.5	1795	2.365	150	150	8.37	8.38
No.6	1525	1.735	179	149	8.20	7.68
No.7	142	1.675	130	172	8.18	7.79

電気伝導率	ケイ藻	汚漏指數	COD mg/L	リン mg/L
200	A群 13 日野 15 C群 72	1.615	5	0.2
195	A群 2 日野 17 C群 61	1.315	8	0.2
197	A群 14 日野 14 C群 61	1.74	13	0.2
194	A群 40 日野 27 C群 33	2.605	9	0.2
190	A群 29 日野 93 C群 26	2.365	9	0.2
148	A群 9 日野 31 C群 60	1.735	8	0.2
172	A群 12 日野 19 C群 60	1.675	9	1

	汚漏指數		電気伝導率 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)		pH	
	夏	冬	夏	冬	夏	冬
No.1	112	1.615	158	200	8.60	8.01
No.2	136	1.315	162	195	8.65	7.88
No.3	1525	1.74	170	197	8.60	7.91
No.4	139	2.605	169	194	8.46	7.89
No.5	1795	2.365	150	150	8.37	8.38
No.6	1525	1.735	179	149	8.20	7.68
No.7	142	1.675	130	172	8.18	7.79

住吉川の水質判定	
夏	冬
No.1	1.12
No.2	1.36
No.3	1.525
No.4	1.39
No.5	1.795
No.6	1.525
No.7	1.42

●考察

- ①[1]から冬のほうが夏より川の汚染度が高くなっていることがわかる。
- ②[2]から季節によって珪藻の種類が変動すると考えられる。
- ③[3]は予想していた結果とは違った。しかし、上流は流れが遅く、また、石が大きかったり傾斜がゆるかったりした。逆に下流は流れが速く、石が小さいため、下流になるほど川がきれいにならなかったと考えられる。
- ④[4]であるが別に実験した際、海水が電気伝導率に与える影響が少ないことがわかっているので、実際に汚染度が高いことがわかる。
- ⑤[5]において、より電気伝導率は下流になるほど高いが、汚漏指數はそれには比例していない。生物的指標と化学的指標を用いたときの違いが実際に起こったと思われる。
- ⑥でCODが検出されたのは、その地点が海に近いため、海の生物によるものだと考えられる。⑦No.3でCODが検出されたのは、その地点でカワニナがいたこと、また、その近くに電車の線路が通っていたことによると思われる。
- ⑧表2においてNo.4で一番汚漏指數が高いのは、A群個体が異常に多いからである。このA群の珪藻はゴンゴネマ・バルブルムと呼ばれ、珪藻の大量発生の原因は水質が悪い、群体をつくったからではないかと考えられる。
- ⑨また、次に汚漏指數が高いNo.5では冬の調査で夏の調査よりも高い汚漏指數がでた。これは、No.3～No.5の地点で生活排水が流れ込み、汚染度が上昇したものと考えられる。

Fig 5. ポスターセッション（ケイ藻）

標本からわかること

兵庫県立神戸高等学校 59回生総合理学コース 3年

西川 亜夢子 矢治 博貴

動機：神戸高校には、鳥類をはじめ多数の標本がある。標本とは何なのか、知りたいと思った。

目的：標本からわかることはいか調べることで、標本の価値、標本を保管する意義を理解する。

同定結果

本校には49個体38種があることがわかった。このうち以下の6種はRed Data Bookに該当する、絶滅危惧種である。



トキ
Nipponia nippon

オジロワシ
Haliaeetus albicilla

ライチョウ(夏)
Lagopus mutus

ライチョウ(冬)
Lagopus mutus

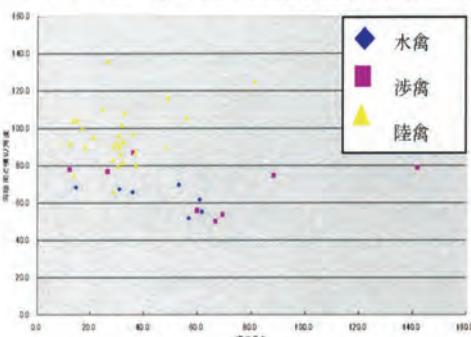
ルリカケス
Carrulus lidhti

※他に、ウミスズメ、シマクイナ

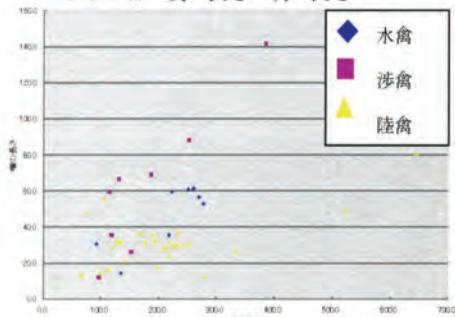
形態と生態の関連の調査

標本の各部を測定し、形態の特徴と生態の特徴に関連がないか調べた。

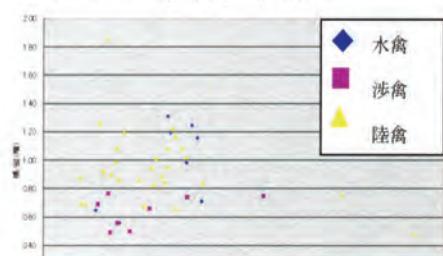
グラフ1 嘴の長さー両眼間と嘴の角度



グラフ2 翼の長さー嘴の長さ



グラフ3 翼の長さー横/縦(嘴)



角度が大きいほど眼が顔の前方に付いており、小さいほど側面に付いている。陸禽は嘴の長さは比較的に短く、眼は顔の前方についているものが多い。涉禽と水禽は比較的嘴が長く、眼は顔の側面に付いているものが多い。陸禽は飛びながら獲物をしとめたりする必要があり、物体との距離を正確に測れるよう、眼が顔の前方に付いていると考えられる。哺乳類でいうと、肉食性と似ていると言える。それに対して、涉禽と水禽は草食性に似ていると言える。涉禽は泥中に嘴を差し込み餌をとるため眼に頼る必要はなく、その代わり嘴が長く、深くまで差し込む。水禽は泳ぎながら嘴をパクパクさせて、水中の昆虫や浮いている植物を食べるため、涉禽と同じく眼に頼る必要はない。涉禽も水禽も陸禽のように餌をとるのに眼には頼らないので、代わりに、水辺や水上でゆったりと過ごすため、眼は側面に付き視野が広く、外敵を見付けやすくなっていると考えられる。

涉禽は水禽・陸禽に比べて、体長（翼の長さ）に対して嘴が長くなる割合が大きい。これは、グラフ1の考察でも述べたように、涉禽は嘴ができるだけ長いほうが有利だからだと考えられる。

横/縦(嘴)とは嘴の断面の形を表す。数値が大きいほど横長、小さいほど縦長である。陸禽には一定の傾向は見られないが、水禽・涉禽には見られる。水禽は横長のものが多く、涉禽は縦長のものが多い。どちらも体長には関係していない。水禽は水中や水面で嘴をパクパクさせた時、横長のほうが一度にたくさん餌をとることができると考えられる。

Fig 6. ポスターーション (標本)

平成18年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会 口頭発表校及びテーマ一覧

〈第1分科会〉 数学

指定NO.	学校名	研究発表テーマ
1602	埼玉県立浦和第一女子高等学校	幾何学的模様を探る～デザイン定規の研究～
1607	石川県立七尾高等学校	ORIGAMI～A Mathematical - folded Container～
1608	福井県立藤島高等学校	三次元の万華鏡をつくる
1609	山梨県立甲府南高等学校	極小曲面について
1615	大阪府立天王寺高等学校	メビウスの帯についての考察
1619	島根県立益田高等学校	関数のグラフと複素数

〈第2分科会〉 生物

指定NO.	学校名	研究発表テーマ
1601	福島県立相馬高等学校	サキグロタマツメタに関する研究
1605	東京都立戸山高等学校	着床前診断と生命倫理－現代医事法を考える
1606	東海大学付属高輪台高等学校	赤色と青緑色LEDがトレニアの生育に及ぼす影響
1610	岐阜県立恵那高等学校	タンパク質の電気泳動による魚類の解析
1617	奈良県立奈良高等学校	Collembola(トビムシ)と環境との相関関係について
1620	山口県立山口高等学校	音楽が植物に及ぼす影響

〈第3分科会〉 化学

指定NO.	学校名	研究発表テーマ
1604	芝浦工業大学柏高等学校	光触媒ブロックによるNOx除去能力の測定 ～自作容器を使って大気汚染浄化舗装ブロックの性能を調べる～
1614	京都府立洛北高等学校	幻が現実に！ 教科書原理の「元素分析」
1616	兵庫県立神戸高等学校	ケイ藻を指標生物とした神戸市内の河川水質調査
1618	和歌山県立海南高等学校	化学反応を利用した紫外線領域の光の強さの測定

〈第4分科会〉 物理

指定NO.	学校名	研究発表テーマ
1603	千葉県立柏高等学校	紙筒ガイガーメータの性能を調べる
1611	静岡県立清水東高等学校	水溶液の拡散速度の研究と実験精度の向上
1612	三重県立松阪高等学校	物理学から蛍光灯を学ぶ
1613	滋賀県立彦根東高等学校	フーリエ級数展開による人の声の解析

Fig 7. 平成18年度発表校と研究テーマ

平成18年度 オープンハイスクールで実験講習会実施報告

- 1 実施日 平成18年11月11日(土) 午前(9:30~12:30) 午後(12:30~14:30)
- 2 場所 兵庫県立神戸高等学校 科学館(物理, 化学第1・第2, 生物各実験室)
- 3 募集人数 約80名 (物理, 化学, 生物に分かれて実験を体験)
- 4 目的 本校総合理学科に入學を希望している中学三年生を対象に理科実験講習会を開催し, 本校理科教育への理解を深める。
- 5 対象 平成18年度本校総合理学科説明会, 本校オープンハイスクール総合理学科の説明会に参加し, 期日までに申込を済ませた生徒。
- 6 保険 万一の事故に備え, 参加生徒に保険に加入してもらう。保険料50円/人。結果事故なし。
- 7 募集の経過

8月26日 昨年は神戸市教育委員会, 芦屋市教育委員会のみであったが, 本年は総合理学科への改編のため, 阪神, 明石市, 東播磨教育事務所を通じ各中学校へ申込用紙を配布。

10月5日 申込締切。(募集80名のところ応募は132名のため校内で協議し全員受け入れることにし, 午前・午後の2回実施になった。)

10月28日 各中学校へ連絡(午前・午後, 実験科目の確定)

- 8 当日の実施要項 平成18年11月11日(土)

本年度は参加申込者多数(132名)のため, (1)午前の部, (2)午後の部 の二回に実施する。

(1)午前の部

9:30~10:00 受付(科学館1F 視聴覚教室前)

10:00~10:10 挨拶, 講師紹介, 班分け等説明(科学館1F 視聴覚教室)

10:10~10:15 各教室へ移動

10:15~11:15 各教室で実験

(2)午後の部

12:30~13:00 受付(科学館1F 視聴覚教室前)

13:00~13:10 挨拶, 講師紹介, 班分け等説明(科学館1F 視聴覚教室)

13:10~13:15 各教室へ移動

13:15~14:15 各教室で実験

携行品 筆記用具

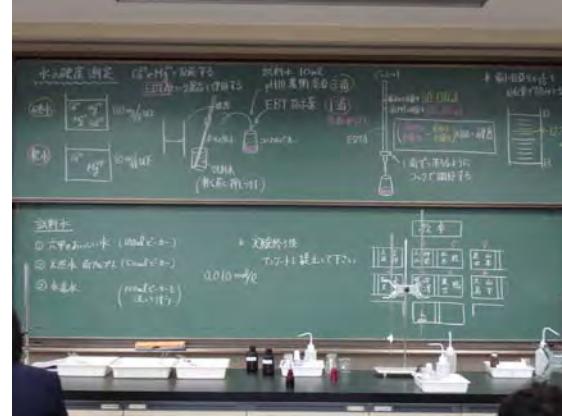
実験 物理「複雑な抵抗の組み合わせ」	担当	教室 午前, 午後	物理実験室(4F) 高田 廣志 教諭
化学「水の分析(硬度測定の滴定実験)に挑戦しよう」	教室 午前 午後	化学第1実験室(3F) 担当 小倉 淳資 担当 志村 慎哉	化学第2実験室(3F) 教諭 南 勉 教諭 教諭 浦井 徹 教諭
生物「骨(ほね)の折れない骨のサイエンス」	教室 午前	生物実験室(2F) 担当 稲葉 浩介 教諭	生物実験室(2F) 午後 矢頭 卓児 教諭

実験参加人数

	午 前	午 後	計
物 理	11	12	23
化 学	32	36	68
生 物	21	20	41

(化学は各2教室で実施)

9 実験講習会風景



10 実験講習アンケート

理科実験講座に関するアンケート 集計

実施日 2006.11.11

* このアンケートは理科実験講座の在り方を検証するためのものです。受験の有無には全く関係ありません。

1. あなたのことについてお聞きします。該当するものに印を入れて下さい。

(1) どちらかを選んでください。

1. 男子 2. 女子

73名(60.8%) 47名(39.2%)

合計 120名

当日欠席12名

(2) どの実験教室に参加しましたか

1. 物理 2. 化学 3. 生物

20名(16.7%) 62名(51.7%)

38名(31.7%)

(3) この理科実験講座のことを何で知りましたか(複数回答 可)。

1. 中学校の先生から聞いた

2. 中学校で配布された資料を読んだ

47名(39.2%)

64名(53.3%)

3. その他 [夏の総合理学説明会, インターネット]

9名(2.5%)

2. 理科実験講座に参加し、どのような感想をもちましたか。該当するものに印を入れて下さい。

(1) 理科実験教室の内容にとても興味がもてた。

1. もてた	2. すこしもてた	3. どちらでもない	4. あまりもてなかつた	5. もてなかつた
101名(83.3%)	17名(14.2%)	1名(0.8%)	1名(0.8%)	0名

(2) 理科実験講座で学習したことをもっと調べてみたいと思った。

1. そう思う	2. すこしそう思う	3. どちらでもない	4. あまりそう思わない	5. そう思わない
64名(53.3%)	50名(41.7%)	4名(3.3%)	2名(1.7%)	0名

(3) 理科実験講座の内容はよく理解することができた。

1. よくできた	2. すこしできた	3. どちらでもない	4. あまりできなかつた	5. できなかつた
82名(44.2%)	35名(29.2%)	2名(1.7%)	1名(0.8%)	0名

(4) 今回のような理科実験講座が何回かあれば、参加してみたい。

1. そう思う	2. すこしそう思う	3. どちらでもない	4. あまりそう思わない	5. そう思わない
93名(77.5%)	22名(18.3%)	4名(3.3%)	0名	1名(0.8%)

(5) 理科実験講座に参加して、神戸高校総合理学科に対する関心が高まった。

1. そう思う	2. すこしそう思う	3. どちらでもない	4. あまりそう思わない	5. そう思わない
91名(75.8%)	26名(21.7%)	3名(2.5%)	0名	0名

3. 理科実験講座について、よかったところや改善した方がよいと感じたところを書いて下さい。

<物理>

- ・先生もユニークでわかりやすく、楽しく実験できました。
- ・技術の内容も出てきて、かなり頭を使う内容でしたが図で今まで習った範囲内で説明して下さったので理解しやすかったです。
- ・はじめは難しそうだったけれど、先生の説明がとてもわかりやすく面白かったです。
- ・中学校ではやらない実験ができて楽しかったです。
- ・少人数での講座ということでもあり、とても楽な気持ちでできました。今後につながる講座内容でとても楽しかったです。

<化学>

- ・学校の授業ではできないようなことができて楽しかったです。
- ・説明がわかりやすく、先生がとても優しく教えて下さったのでとても楽しかったです。
- ・中学校では使わなかった薬品や器具を使って良かったです。こんな正確な実験は初めてでした。
- ・最初は中学校の実験ではあまり使ったことのない実験器具に少しとまどいを感じましたが慣れてくるととても楽しく感じられました。普段飲んでいる水も実験の対象にしてみるとなかなか興味深かったです。班ごとに実験結果にはらつきがあったりしましたが、どれもこれも楽しく実験できました。
- ・説明会などでは、なかなかわかりづらいことがあったのですが、実際に授業のように受けると全くイメージが変わってよかったです。
- ・最初は、見学に来たときのようになかなかやる気にならなかったですが、楽しめてよかったです。
- ・事前にプリントの説明があったことで、実験の内容や方法を早く理解することができたのでよかったです。できれば「化学」「物理」「生物」3つとも実験したいです。
- ・実験は少し難しかったけれど面白かったです。水の硬度について少しわかったのでとても良い時間になりました。こういう機会があればぜひ参加したいと思いました。先生の説明も丁寧でわかりやすかったです。
- ・二人で実験したので一人ですることが多く、理解しやすかったです。少人数がとてもよかったです。先生の説明もくわしかった。
- ・親しみやすい先生で、楽しくできた。使ったことのないものも使って有意義だった。
- ・中学校では使わなかった薬品や器具を使ってよかったです。中学校の理科の実験はアバウトなんでこんな正確な実験は初めてでした。この教室キレイに片づいていいですね。スッキリしてて、実験するときのこころがまえもスッキリしました。でも次からはもう少しきさくない薬品を使ってください。

<生物>

- ・とても楽しい実験だったのでとても関心がもてました。もう少し長い時間で取り組んでみたかったです。
- ・実際に骨を見たのは初めてで、骨の構造を知ることができてよかったです。もう少し時間を長くしたら、もっとたくさん発見ができると思います。
- ・これだけの準備をするのに、どれだけの時間を費やされたのかよくわかりました。先生どうもありがとうございました。いつも豚足は食べる所以で実験してみようと思います。今日は楽しかったです。
- ・とてもよかったです。先生が丁寧に教えて下さり、安心して取り組めました。質問をしてもやさしく教えてください、とてもわかりやすかったです。
- ・時間を長く増やしてほしかった。
- ・初めて骨を実際にさわったりして本当にたのしかった。何より骨の形が色々あって、それがみんなよくみるときれいだったことにおどろいた。
- ・食事中に何気なく見ている骨を組み立てる。という作業に驚きを感じたが、組み立てていると、どんどんはまっていって、最後に「もう1時間?」と思うようなものだった。骨の組立という実験はすごい良かったと思う。

平成18年度スーパーサイエンスハイスクール事業の評価と課題

生徒アンケート調査について

スーパーサイエンスハイスクール事業によって生徒の興味、関心、意識等がどのように変化したかを調査する目的で、アンケートを実施した。

○実施時期と対象

- | | |
|-------|-----------------------|
| 7月実施 | ・ 60回生(2年) 理系と総合理学コース |
| | ・ 61回生(1年) 全員 |
| 12月実施 | ・ 59回生(3年) 理系と総合理学コース |
| | ・ 60回生(2年) 理系と総合理学コース |
| | ・ 61回生(1年) 全員 |
| | ・ 全学年SSH事業参加生徒とその保護者 |
| | ・ 教職員 |

○実施内容

【1】～【47】 … 1年生7月、12月・2年生12月

【1】～【47】・【48】～【52】… 3年生12月

昨年は10%以上差異がある項目を取り上げたが、今回は変動幅が大きかったため、20%前後の差異が見られる項目を中心に取り上げている。

集計内容	対象
①1年7月から12月の変化	61回生SSH参加者
②1年12月の参加者と不参加者との比較	61回生SSH参加者と不参加者
③2年7月から2年12月への変化	60回生SSH参加者
④2年12月SSH参加者と不参加者との比較	60回生SSH参加者と不参加者
⑤1年7月から3年12月へ3年間の推移	59回生SSH参加者
⑥3年12月SSH参加者と不参加者との比較	59回生12月SSH参加者と不参加者

OSSH生徒アンケート調査 7月・12月実施アンケート内容

アンケート内容 【1】～【47】

- 【1】国語は生活する上で大切であるか。
【2】社会は生活する上で大切であるか。
【3】数学は生活する上で大切であるか。
【4】理科は生活する上で大切であるか。
【5】英語は生活する上で大切であるか。
【6】科学者になりたいと思っているか。

【1】～【5】の選択肢

- | | |
|-----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> とても大切 | <input checked="" type="checkbox"/> 大切 |
| <input type="checkbox"/> あまり大切でない | <input type="checkbox"/> 大切でない |

- 【6】の選択肢 よく思った 思った あまり思わない 思わない

- 【7】科学的な読み物をよく読んでいるか。

- 【7】の選択肢 よく読んだ 読んだ あまり読まない 読まない

- 【8】科学雑誌を定期購読していますか？

- 【9】テレビの科学番組をよく見ますか？

- 【10】新聞や雑誌の科学に関する記事を意識して見ますか？

- 【8】～【10】の選択肢 よくしている している あまりしていない していない

- 【11】電気に関する興味・関心があるか。

- 【12】機械に関する興味・関心があるか。

- 【13】光や音に関する興味・関心があるか。

- 【14】動物に関することに興味・関心があるか。
 【15】植物に関することに興味・関心があるか。
 【16】遺伝子工学的な事に興味・関心があるか。
 【17】医学に興味・関心があるか。
 【18】宇宙に興味・関心があるか。
 【19】地学に関することに興味・関心があるか。
 【20】物質の変化に関することに興味・関心があるか。
 【21】物質の性質に関することに興味・関心があるか。
 【22】品物の材料に関することに興味・関心があるか。
 【23】薬などの組成に関することに興味・関心があるか。
 【24】エネルギー問題に関することに興味・関心があるか。
 【25】数学の数の性質に関することに興味・関心があるか。
 【26】数学の図形分野に関することに興味・関心があるか。
 【27】数学の計算分野に関することに興味・関心があるか。
 【28】英語の読みに関することに興味・関心があるか。
 【29】英語を書くことに興味・関心があるか。
 【30】英語を話すことに関する興味・関心があるか。
 【31】世界情勢に興味・関心があるか。
 【32】歴史的なことに関する興味・関心があるか。
 【33】経済的なことに関する興味・関心があるか。
 【34】政治的なことに関する興味・関心があるか。
 【35】文化的なことに関する興味・関心があるか。
 【36】企業の社会的な責任問題に関する興味・関心があるか。

【11】～【36】の選択肢

- とても興味・関心がある 興味・関心がある あまり興味・関心がない 興味・関心がない

・自分自身についてこたえてください。

- 【37】グループ統率力(リーダーシップ)があるか。
 【38】自ら学ぶ意欲、姿勢があるか。
 【39】分析する力(グラフや図から意味を読み取る力)があるか。
 【40】自己表現力(自分のやりたいこと、やったことを相手が理解できるように伝える力)があるか。

【37】～【40】の選択肢 とてもある ある あまりない ない

【41】数学は好きですか。

【42】理科は好きですか。

【41】～【42】の選択肢 非常に好きだ 少し好きだ あまり好きでない 好きでない

【43】数学は得意ですか。

【44】理科は得意ですか。

【43】～【44】の選択肢 かなり得意だ 少し得意だ あまり得意でない 得意でない

【45】将来の仕事で、数学を使いたいですか。

【46】将来の仕事で、理科を使いたいですか。

【45】～【46】の選択肢 強くそう思う そう思う そう思わない まだ決めてない

【47】将来、やってみたい勉強や研究分野がありますか。

【47】の選択肢 たくさんある ある ほんやりとしたものならある まだない

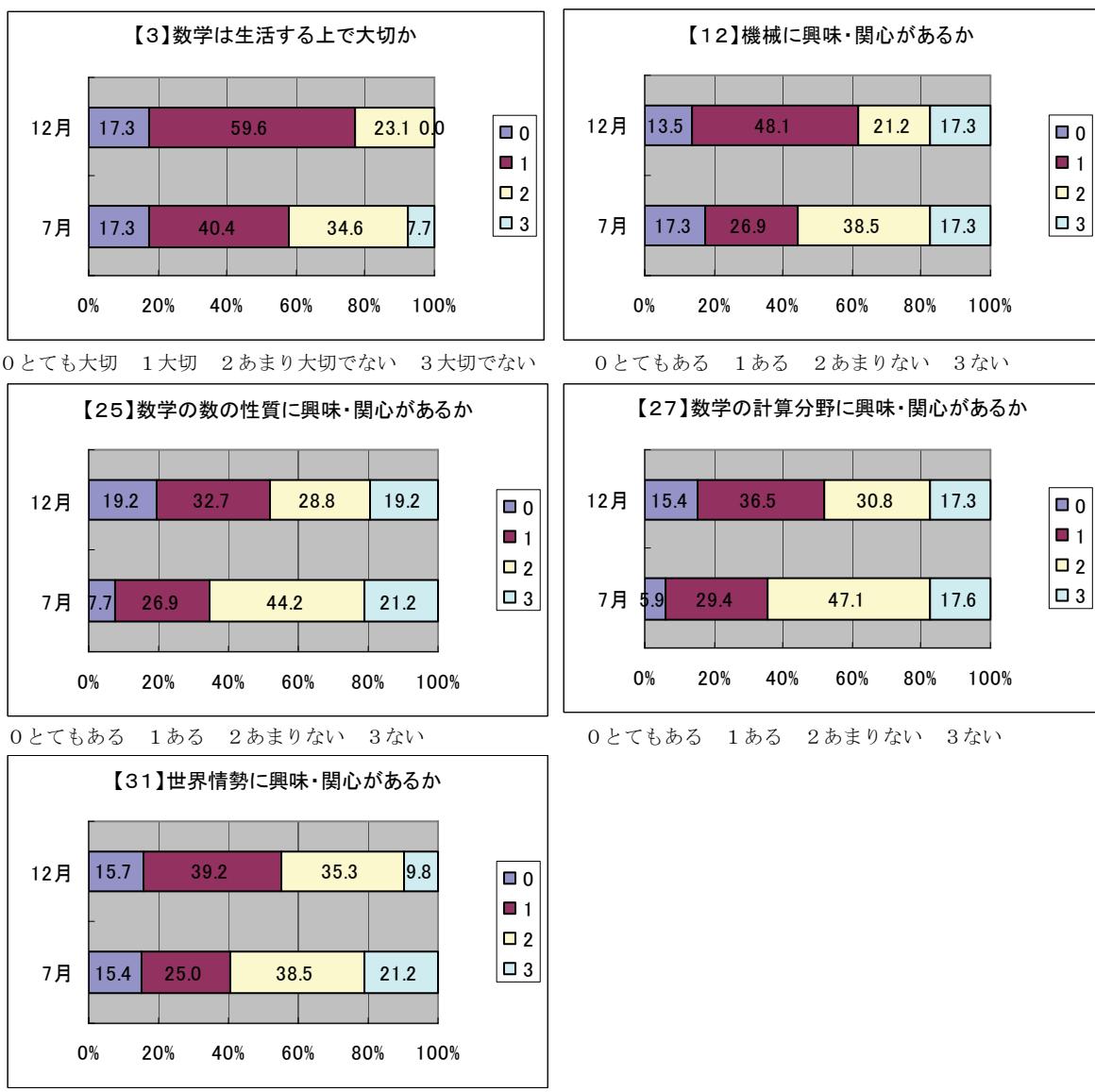
1 アンケート結果

① 61回生〔1年生〕 SSH事業参加生徒(52名) 7月から12月の変化

※ SSH事業参加生徒…以下SSH生と記載

項目	実施時期		1年7月SSH生	1年12月SSH生	差異
			選択肢0と1(肯定的)の合計 %		
3 数学は生活をする上で大切である			5.8	7.7	19
12 機械に関することに興味・関心がある			4.4	6.1	17
25 数学の数の性質に関することに興味・関心がある			3.4	5.1	17
27 数学の計算分野に関することに興味・関心がある			3.5	5.2	17
31 世界情勢に興味・関心がある			4.0	5.5	15

半年という短期間であるためか、SSH事業による大きな変化は見られないが、「数学は生活する上で大切である」が約20%も増えているのが際だっている。また今回の20%前後変化した項目を取り上げるという観点から表には記載されていないが、「将来の仕事で理科を使いたい」という生徒は、半年の間変わらず65%以上おり、理科への関心が強く、しかもその関心が持続していることが分かる。一方で文化的なことに関する興味・関心は3割を切っている。広い分野に関心を持ち、意欲的な生徒をさらに一層のばせるような行事などを企画、実施することが今後の課題である。

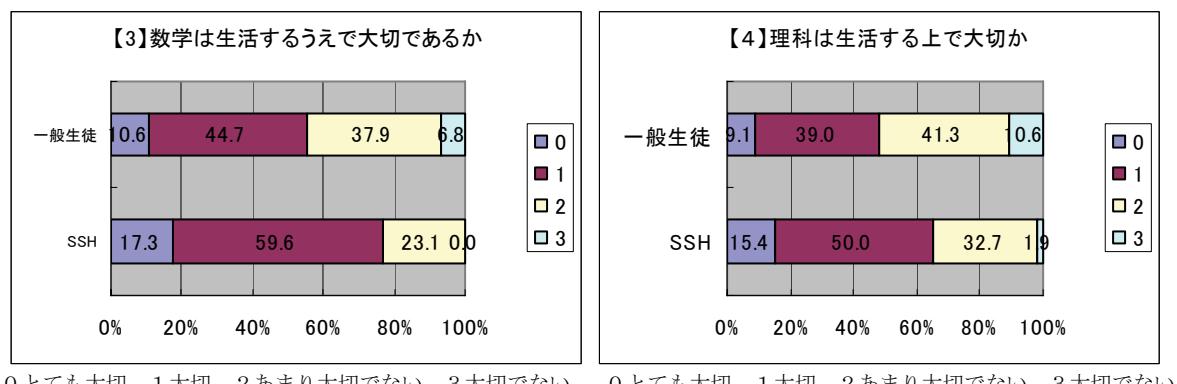


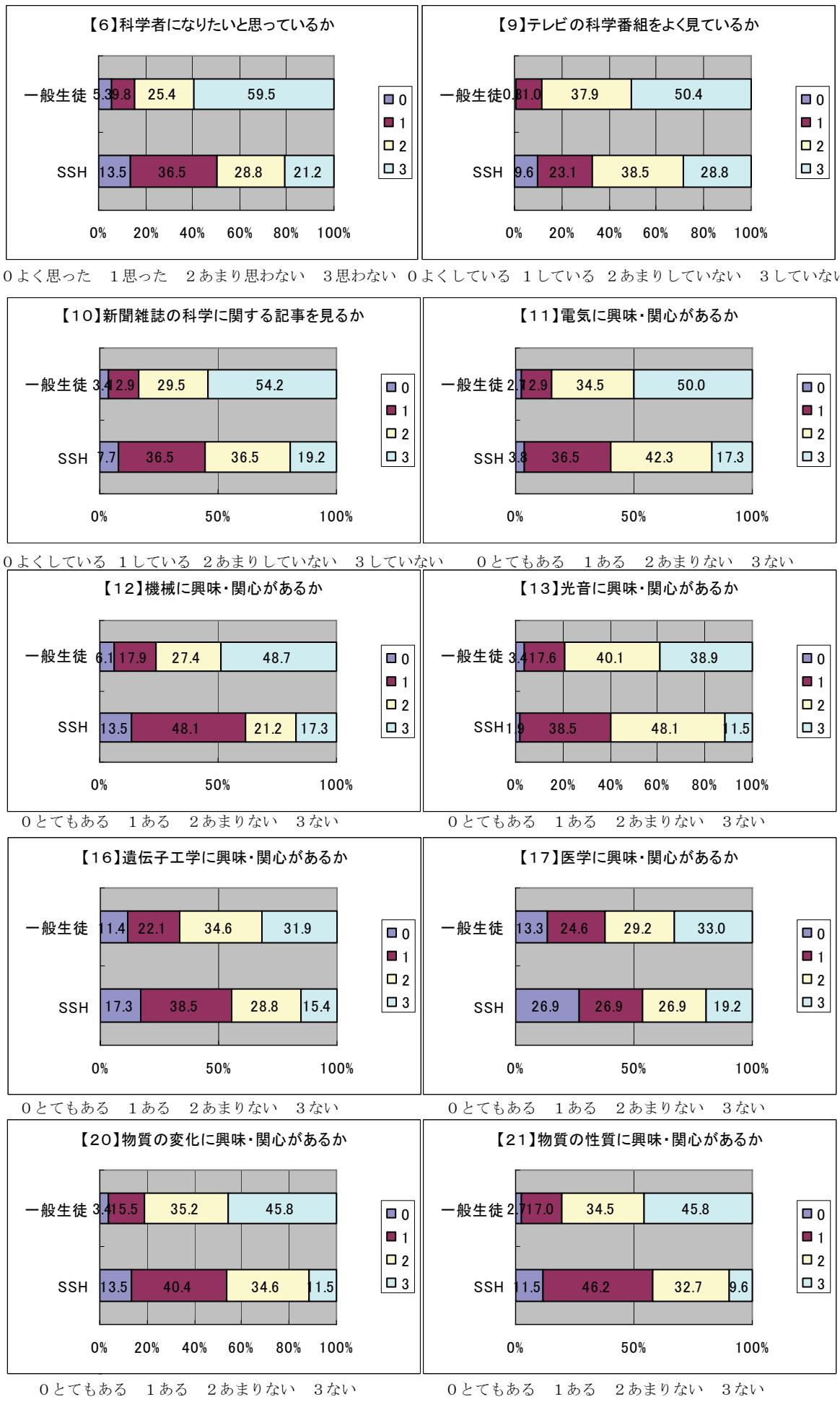
② 61回生〔1年生〕 一般生徒(264名)とSSH生(52名)との対比

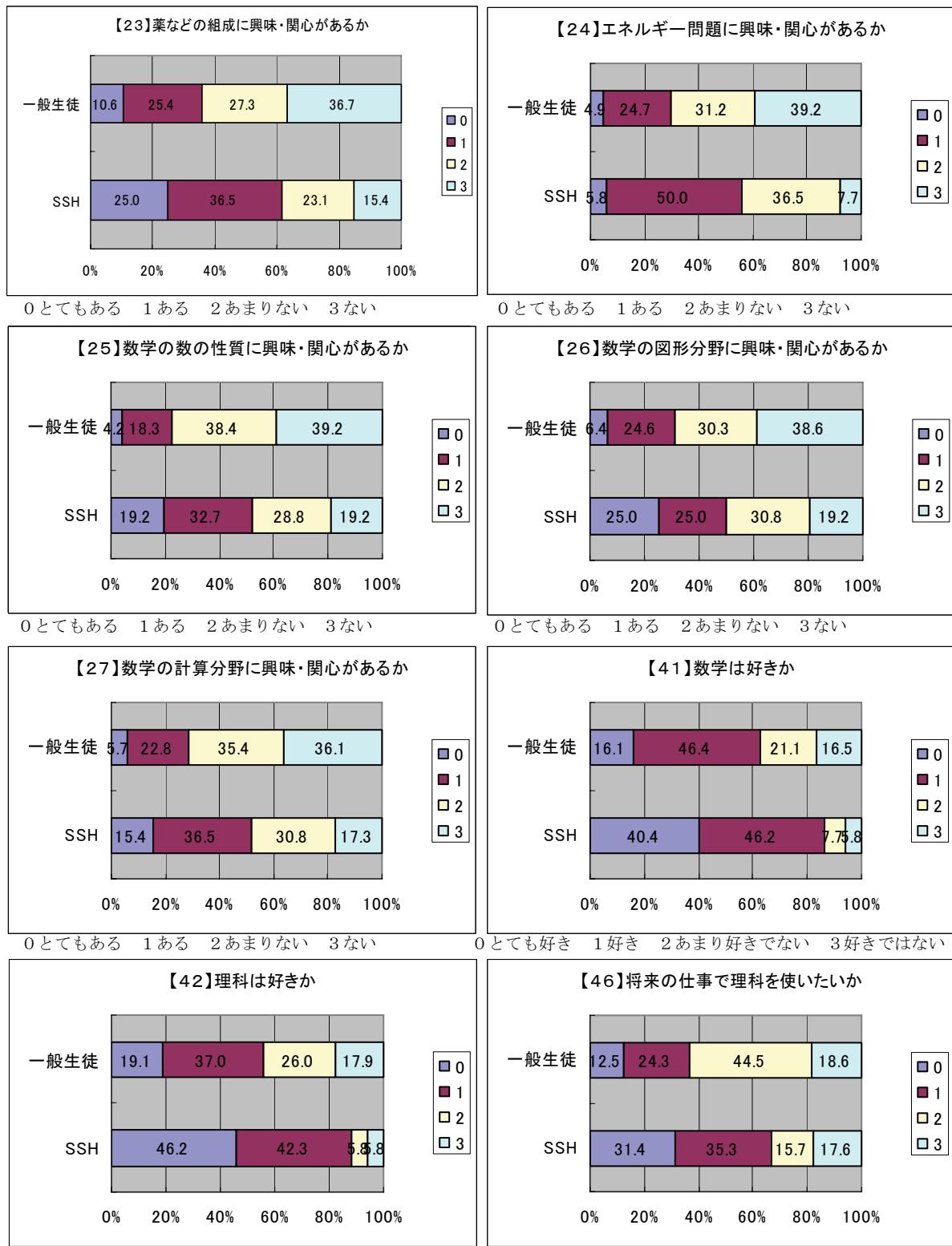
※一般生徒・・全8クラスからSSH参加者を除いている

実施時期	1年生12月	一般生徒	SSH生	差異
項目		選択肢0と1(肯定的)の合計 %		
3	数学は生活をする上で大切である	55.3	76.9	21.6
4	理科は生活をする上で大切である	48.1	65.4	17.3
6	科学者になりたいと思っている	15.2	50.0	34.8
7	科学的な読み物をよく読む	16.3	36.5	20.3
9	テレビの科学番組をよく見る	11.7	32.7	20.9
10	新聞雑誌の科学に関する記事を読む	16.3	44.2	27.9
11	電気に関する興味がある	15.5	40.4	24.9
12	機械に関する興味がある	24.0	61.5	37.6
13	光や音に関する興味がある	21.0	40.4	19.4
16	遺伝子工学的な事に興味がある	33.5	55.8	22.3
17	医学に興味がある	37.9	53.8	16.0
20	物質の変化に関する興味	18.9	53.8	34.9
21	物質の性質に関する興味	19.7	57.7	38.0
23	薬などの組成に関する興味	36.0	61.5	25.5
24	エネルギーに関する興味	29.7	55.8	26.1
25	数学の数の性質に関する興味	22.4	51.9	29.5
26	数学の図形分野に関する興味	31.1	50.0	18.9
27	数学の計算分野に関する興味	28.5	51.9	23.4
41	数学が好き	62.5	86.5	24.1
42	理科が好き	56.1	88.5	32.4
46	将来の仕事で理科を使いたい	36.9	66.7	29.8

SSH生は、一般理系と比べて「理科や数学が生活する上で大切だ」と考えている生徒が多い、特に機械・物質の性質・薬などの組成への関心は一般生徒と比較してもSSH生全体においても高い率を占めている。まだ1年生は文理に分かれていながら、文系希望者も含んでいるため、差が大きく表れたと思われる。この関心の高さを1年時のことで終わらせず、やがて学業に追われるようになり、部活動との両立に苦しむようになっても、高い関心を抱き続けられるよう、今後の取り組みを工夫してゆかねばならないと考えている。





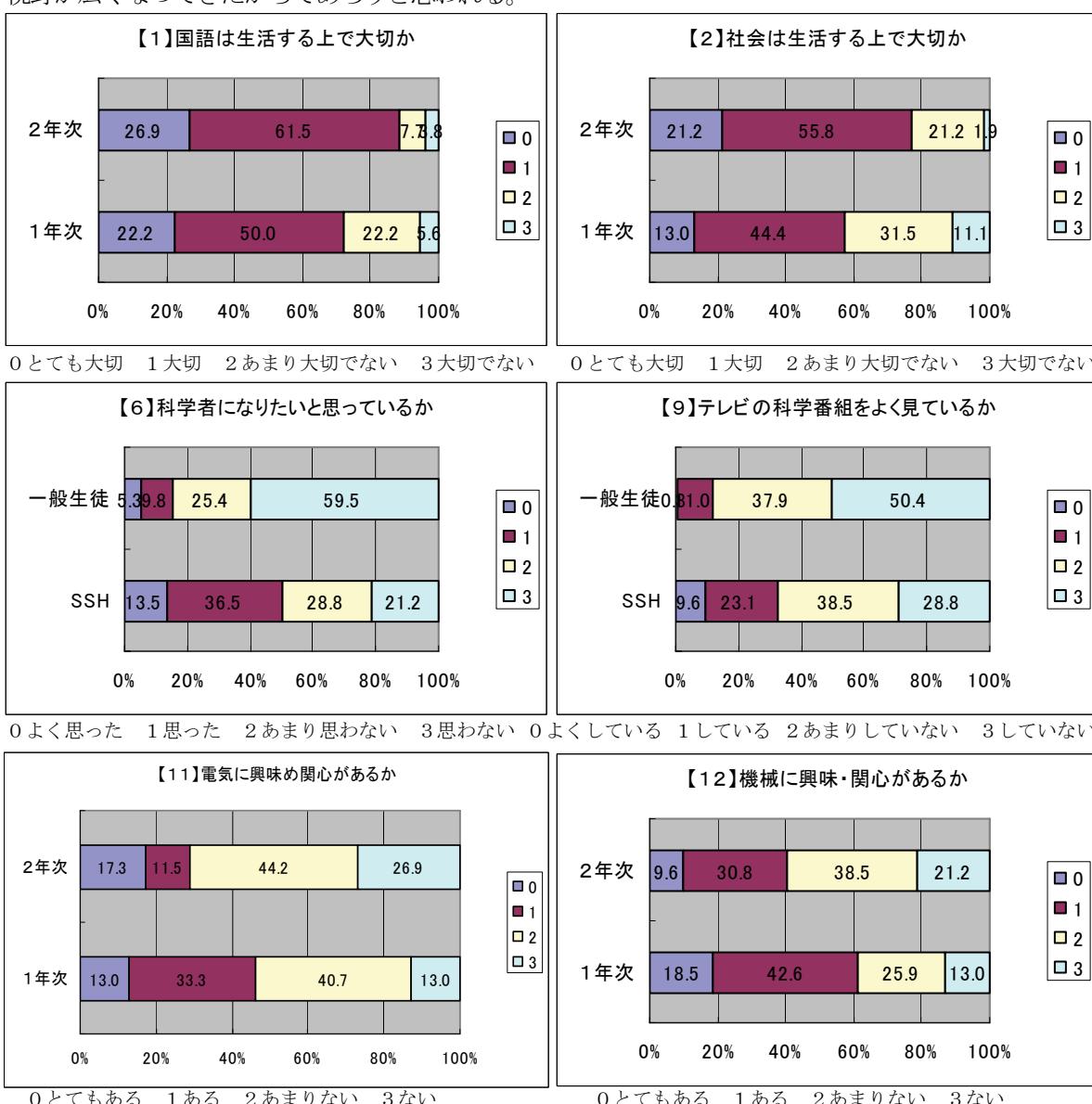


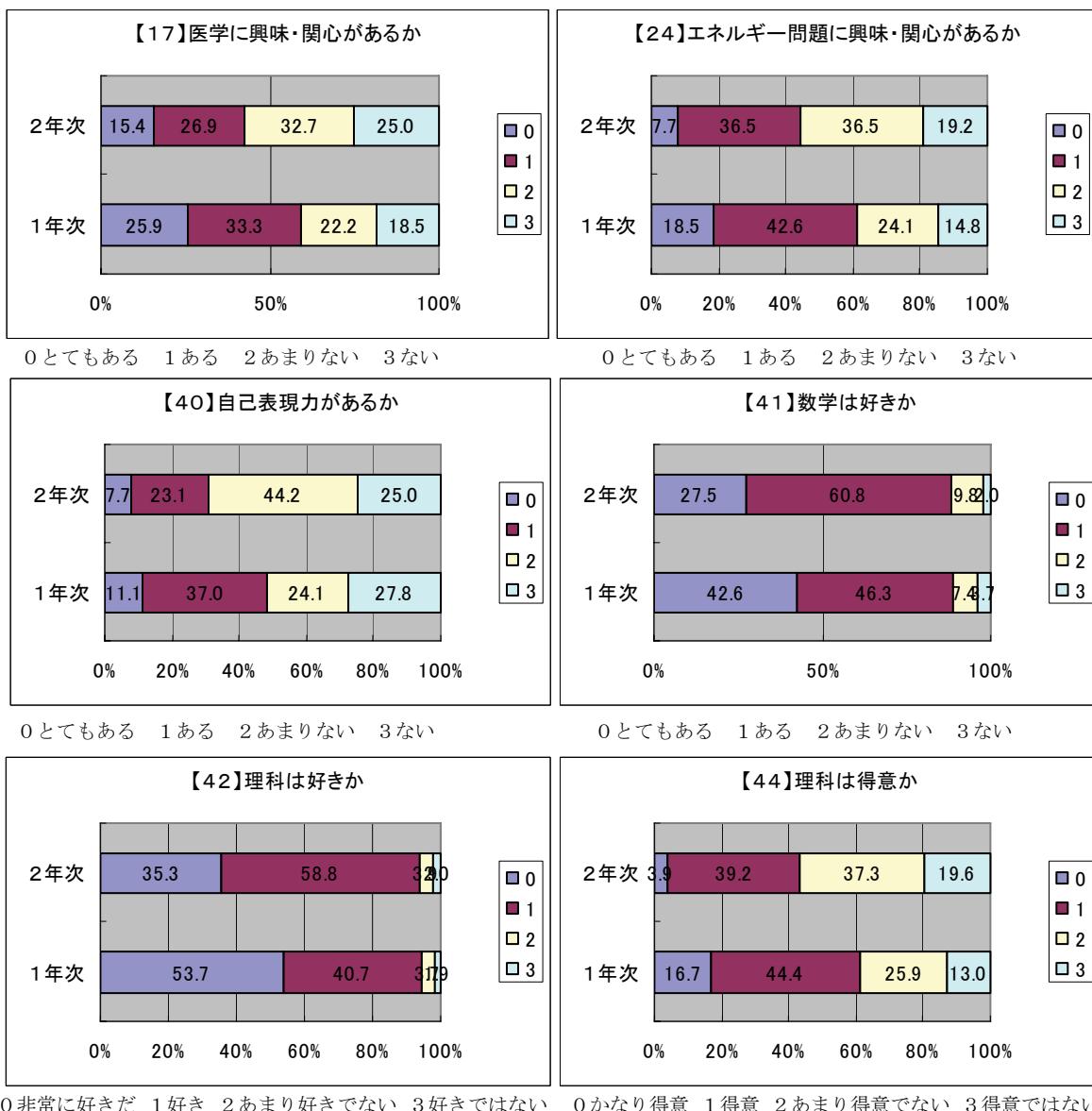
③ 60回生 SSH生 (54名) 1年生7月から2年生12月への変化

	実施時期	1年7月SSH生	2年12月SSH生	差異
		項目	選択肢0と1(肯定的)の合計 %	
1	国語は生活をする上で大切である	72.2	88.5	16.2
2	社会は生活をする上で大切である	57.4	78.4	21.5

11	電気に関することに興味関心がある	4 6. 3	2 8. 8	— 17.5
12	機械に関することに興味関心がある	6 1. 1	4 0. 4	— 20.7
17	医学に関心がある	5 9. 3	4 2. 3	— 17.0
24	エネルギー問題に興味関心がある	6 1. 1	4 4. 2	— 16.9
40	自己表現力がある	4 8. 1	3 0. 8	— 17.4
41	数学が好き	8 8. 9	8 8. 2	— 0.7
42	理科が好き	9 4. 4	9 4. 1	— 0.3
44	理科は得意である	6 1. 1	4 3. 1	— 18

「数学・理科が好き」と答えた生徒が、調査開始の1年7月から1年半以上の時間が経過しても変わらず9割前後いる。課題研究・高大連携等に意欲的に取り組んできたことが実を結んだと言えるだろう。この数理に対する関心を大切に育てていきたいと考えている。一方で「電気・機械・医学」への関心が低下したのは、進路の決定の時期を迎える、関心の対象が固まってきたためであろう。さらに60回SSH生の特徴は、文系的な事柄にも関心が向けられていることである。校外見学や課題の発表などを通じて視野が広くなってきたからであろうと思われる。



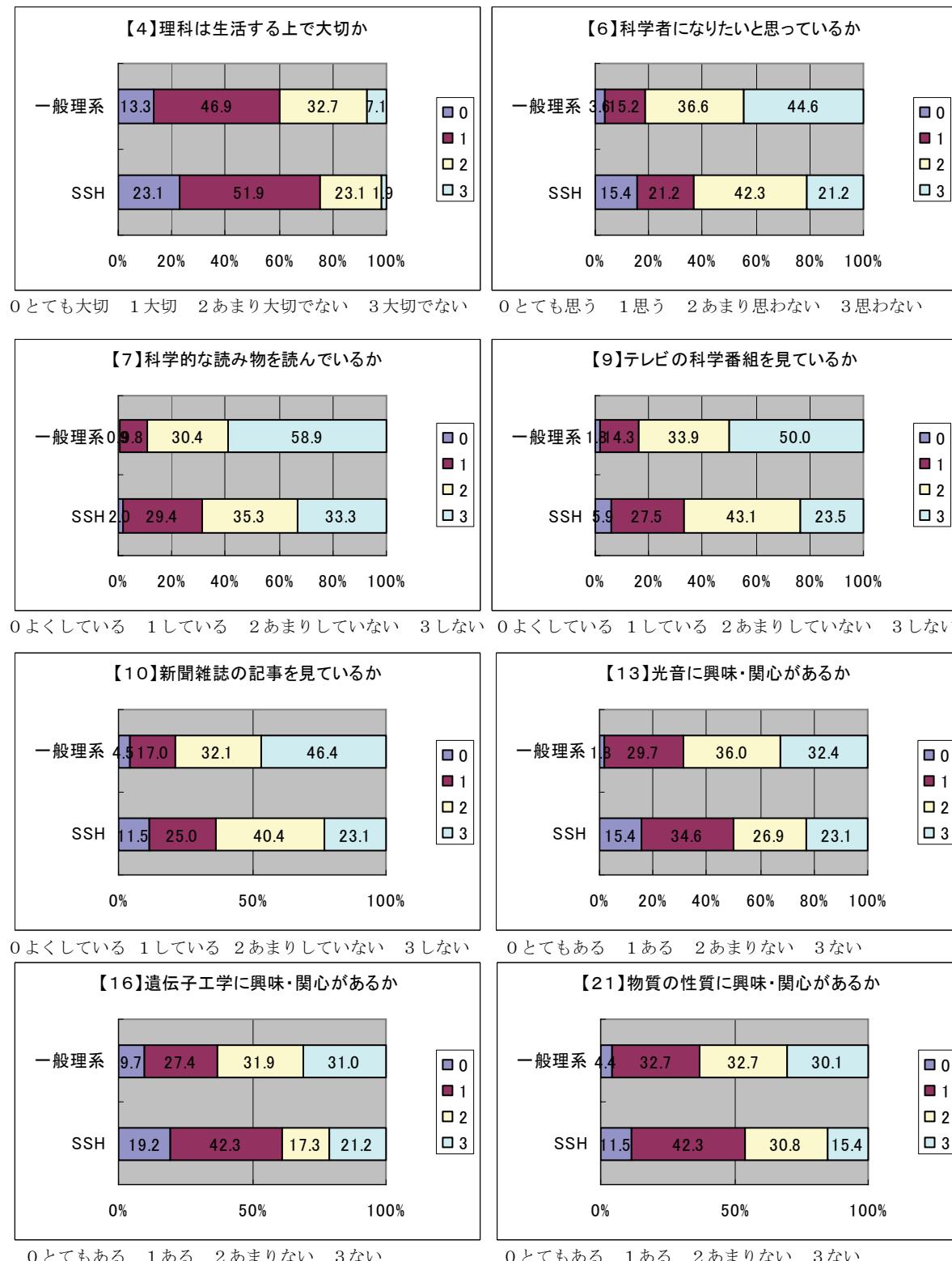


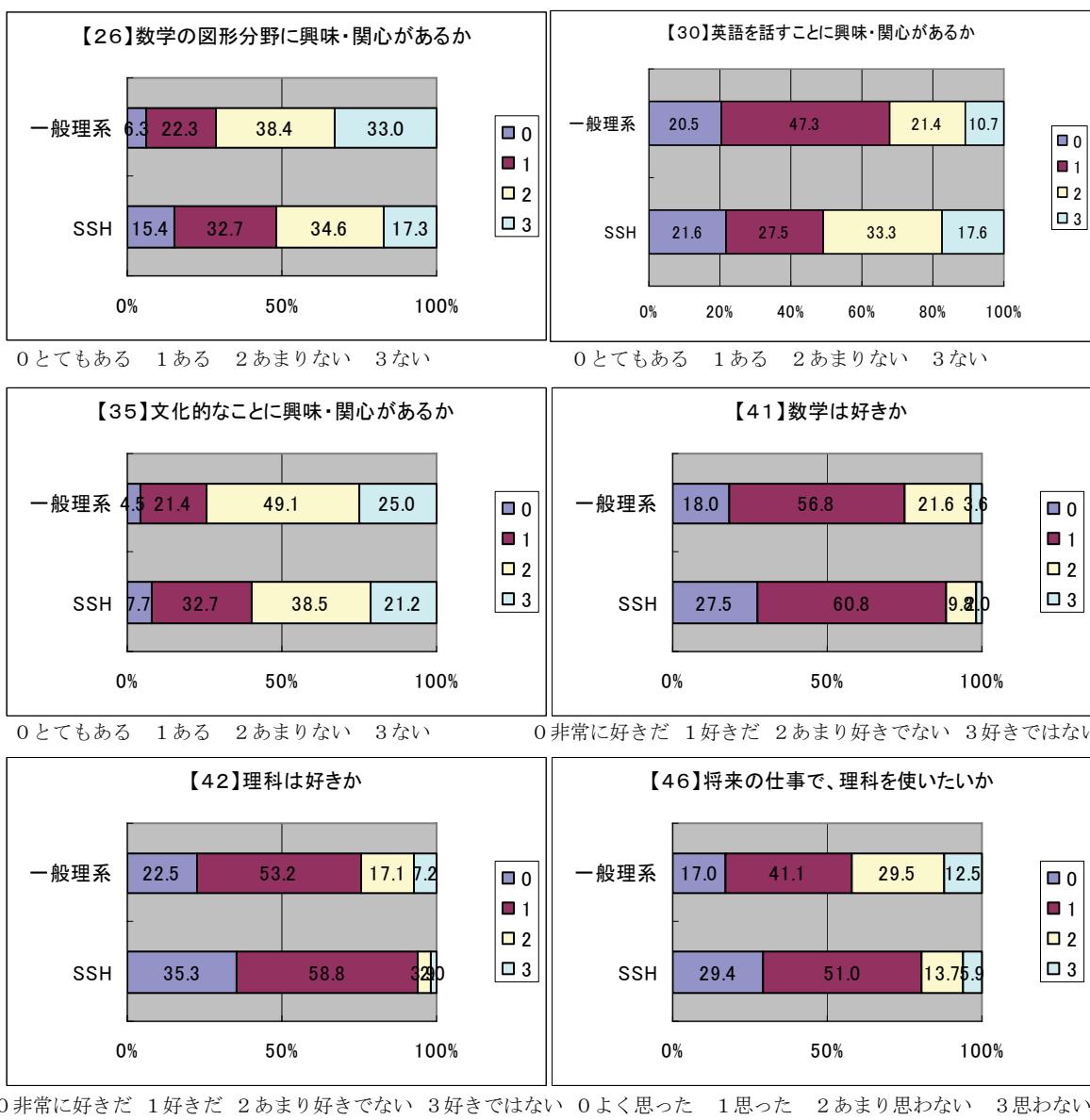
④ 60回生〔2年生〕SSH生（54名）と一般理系生徒（113名）との比較

項目	実施時期 2年生12月	一般理系生徒	SSH生	差異
		選択肢0と1（肯定的）の合計 %		
4 理科は生活をする上で大切である		60.2	75.0	14.8
6 科学者になりたいと思っている		18.8	36.5	17.8
7 科学的な読み物をよく読む		10.7	31.4	20.7
9 テレビの科学番組をよく見る		16.1	33.3	17.3
10 新聞雑誌の科学に関する記事を読む		21.4	36.5	15.1
13 光や音に関することに興味がある		31.5	50.0	18.5
16 遺伝子工学的な事に興味関心がある		37.2	61.5	24.4
21 物質の性質に関することに興味		37.2	53.8	16.7
25 数学の数の性質に関することに興味		24.1	50.0	25.9
26 数学の図形分野に関することに興味		28.6	48.1	19.5
30 英語を話すことに興味関心がある		67.9	49.0	-18.8
35 文化的なことに興味関心がある		25.9	40.4	14.5
41 数学が好き		74.8	88.2	13.5
42 理科が好き		75.7	94.1	18.4
46 将来の仕事で理科を使いたい		58.0	80.4	22.4

科学的な、読み物・テレビ番組・新聞雑誌などについていずれも一般理系よりもSSH生が多い。しかし、科学関連のメディアをよく見る者が4割を超えることはなく、関心は持ちつつも、日常の忙しさに紛れてまだまだ伸び切っていないことが分かる。今後科学に関する図書を利用しやすい場所に設置するなどの工夫が必要である。

「理科が好き」と答えた生徒は9割、一般理系との差が小さいために一見目立たないが、「数学が好き」と答えた生徒も9割近くおり、理数への関心の高さがうかがえる。一方で「得意」と答えた生徒は理科も数学も4割程度にとどまっている。得意というにはテストの点数が伴っていないなど、自己に厳しく判断したためかと思われる。また、将来の仕事で理科を使いたいものが8割に達し、意欲の強さがうかがえる。3年生に向けて、高い志を持って進路を実現してゆくためにも、大切に育ててゆきたいと考えている。

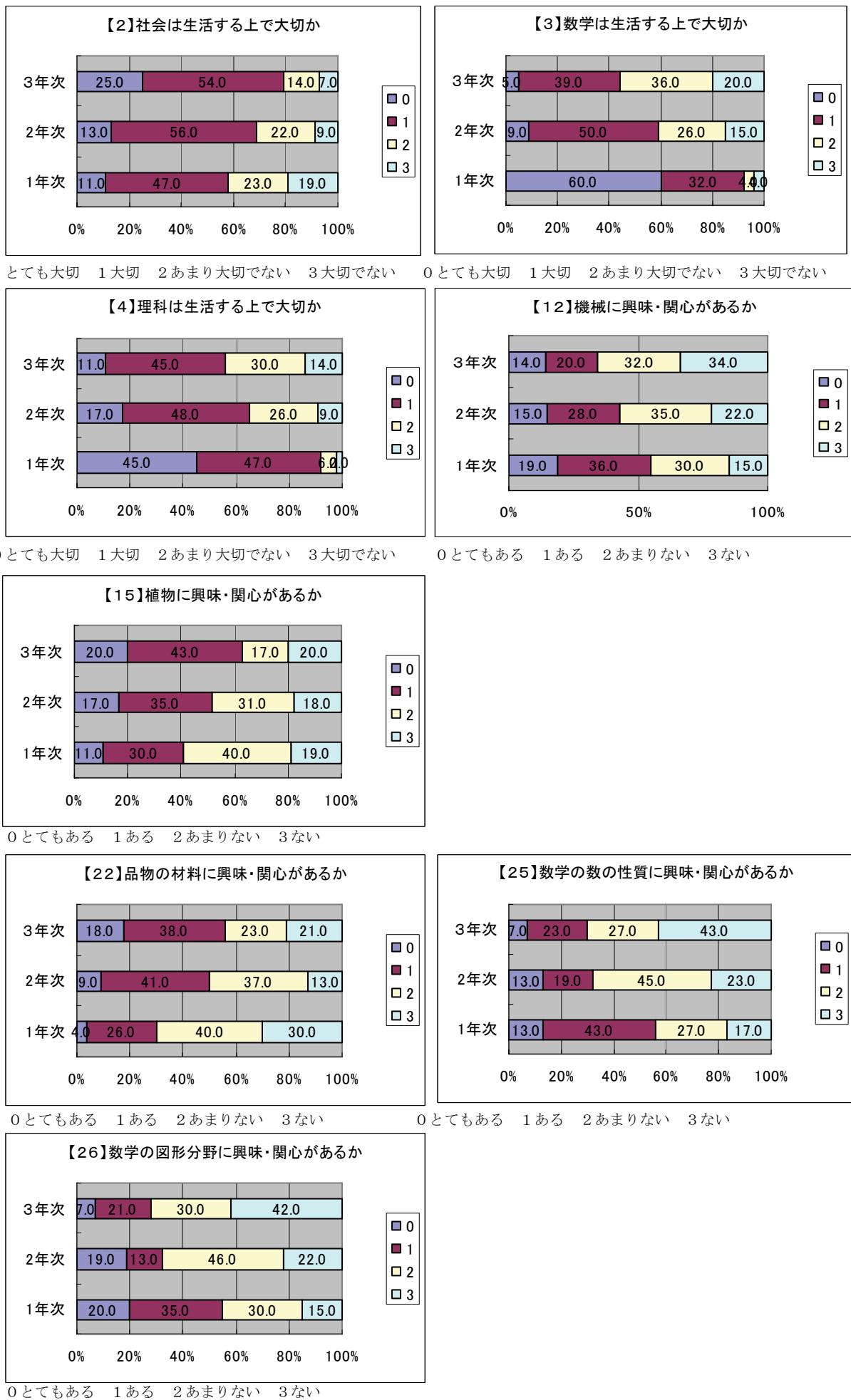




⑤ 59回生〔3年生〕SSH生（56名）3年間の推移

	実施時期	1年7月	2年12月	3年12月	差異
		選択肢0と1（肯定的）の合計 %			
項目					
2	社会は生活をする上で大切である	5.8	6.9	7.9	+ 21
3	数学は生活をする上で大切である	9.2	5.9	4.5	- 47
4	理科は生活をする上で大切である	9.2	5.9	5.5	- 37
12	機械に関することに興味関心がある	5.5	4.3	3.4	- 21
15	植物に関することに興味関心がある	4.1	5.2	6.3	+ 22
16	遺伝子工学的なことに興味がある	4.5	6.5	6.5	+ 21
19	地学に関することに興味がある	4.2	2.9	6.6	+ 24
22	品物の材料に関することに興味	3.0	5.0	5.6	+ 26
25	数学の数の性質に関することに興味	5.6	3.2	3.0	- 26
26	数学の図形分野に関することに興味	5.5	3.9	2.9	- 26

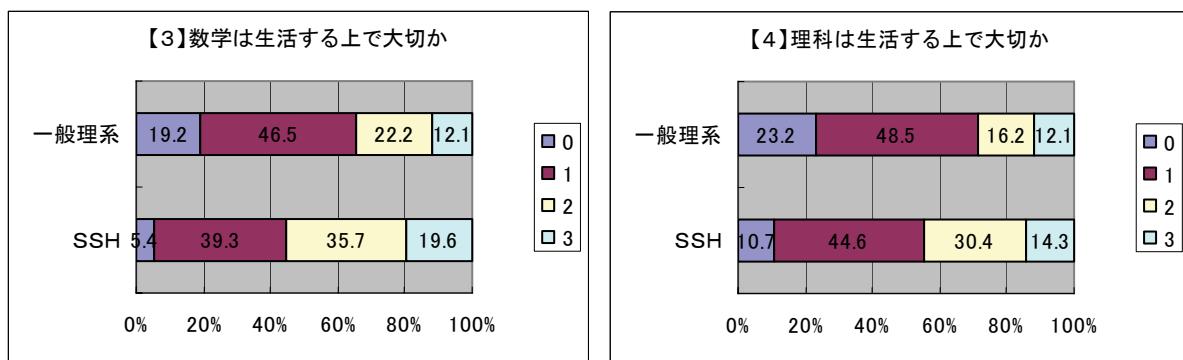
「数学・理科が生活をする上で大切か」という項目で大きく減少しているのは、「生活する上」という条件がついているためと思われる。また、12~26の項目の増減は3年生になって、進路決定の時期を迎える、漠然と関心を抱いていた1年生と違い、志望動向を反映した結果であると考えられる。特に「地学に関すること」への興味・関心のように、一旦は減じながらも3年生になって急増したのは、SSH事業を通して、さまざまな体験や、多くの方々のご意見を聞くことができたからだと言える。



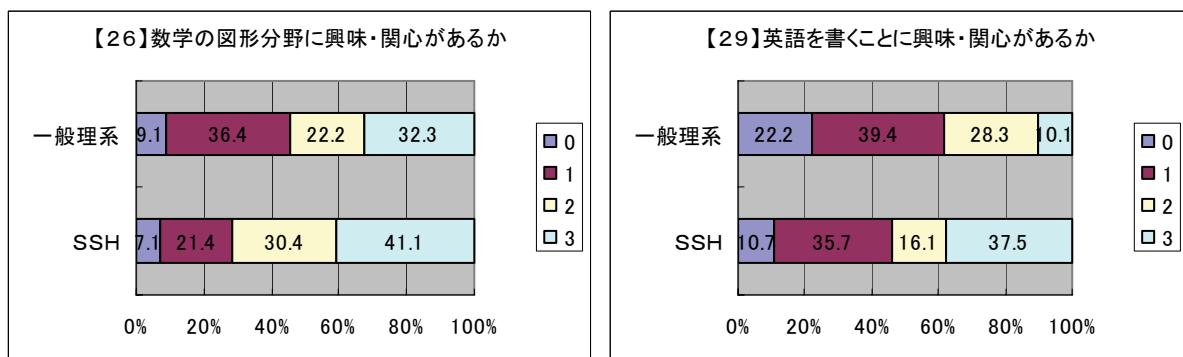
⑥ 59回生〔3年生〕SSH生(56名)と一般理系生徒(99名)との比較

項目	実施時期 3年生12月	一般理系生徒		SSH生		差異
		選択肢0と1(肯定的)の合計%				
3 数学は生活をする上で大切である		65.7		44.6		-21.0
4 理科は生活をする上で大切である		71.7		55.4		-16.4
29 英語を書くことに興味・関心がある		61.6		46.4		-15.2
32 歴史的なことに興味・関心がある		53.5		30.4		-23.2
40 自己表現力がある		44.9		23.2		-21.7

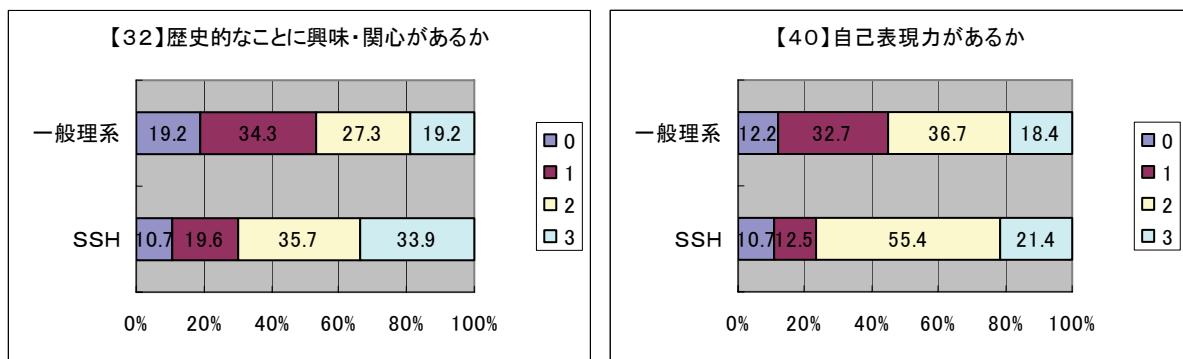
SSH参加生徒と一般理系生徒との間で顕著に異なるのは、理科的な専門分野の質問いずれにも高い関心を示していることである。逆に、一般理系と比べて「英語・歴史」への関心が薄い事が分かる。興味・関心を抱く分野がそろそろ固まって来ているからであると思われる。また、「表現力がある」と答えたものが3割にも満たないのは、1年生で実施されたディベートやオーラルコミュニケーションの授業が、2年生では無くなつたためであろう。



0とても大切 1大切 2あまり大切でない 3大切でない



0とてもある 1ある 2あまりない 3ない



0とてもある 1ある 2あまりない 3ない

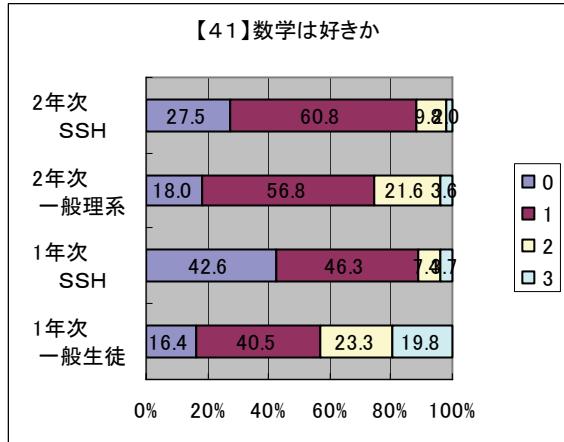
⑦SSH生の数学・理科に対する関心について——【41】～【47】項目（60回生・61回生）

【41】数学は好きか

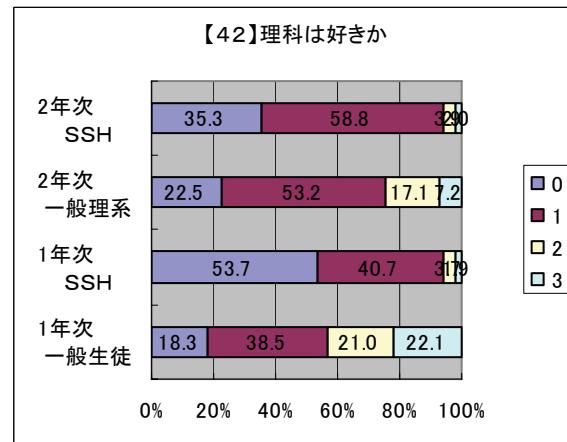
【42】理科は好きか

選択肢 0：非常に好き 1：少し好き 2：あまり好きでない 3：好きでない

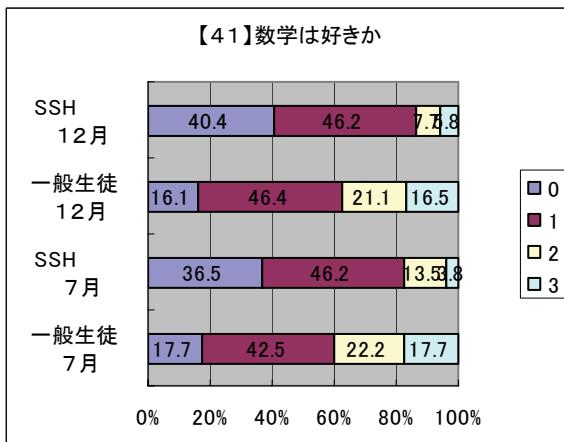
60回生



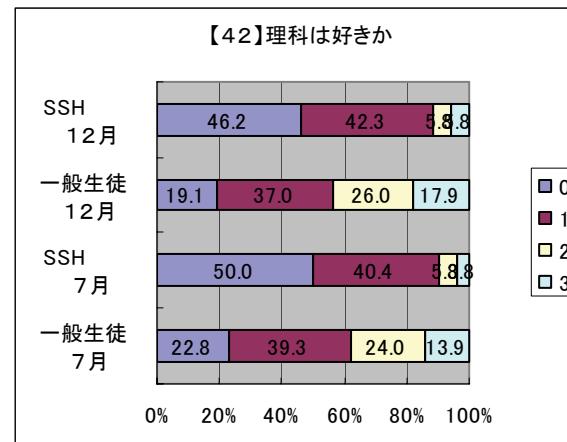
60回生



61回生



61回生



2年生では、SSH参加生徒の数学が好きであることと理科が好きであることの割合が「0：非常に好き」、「1：少し好き」を合わせてSSH不参加者と比べて1年次と変わらず8割を超える高い比率を維持している。

1年生でも、SSH不参加者と比べて当然のことながら8割を超える高い比率である。

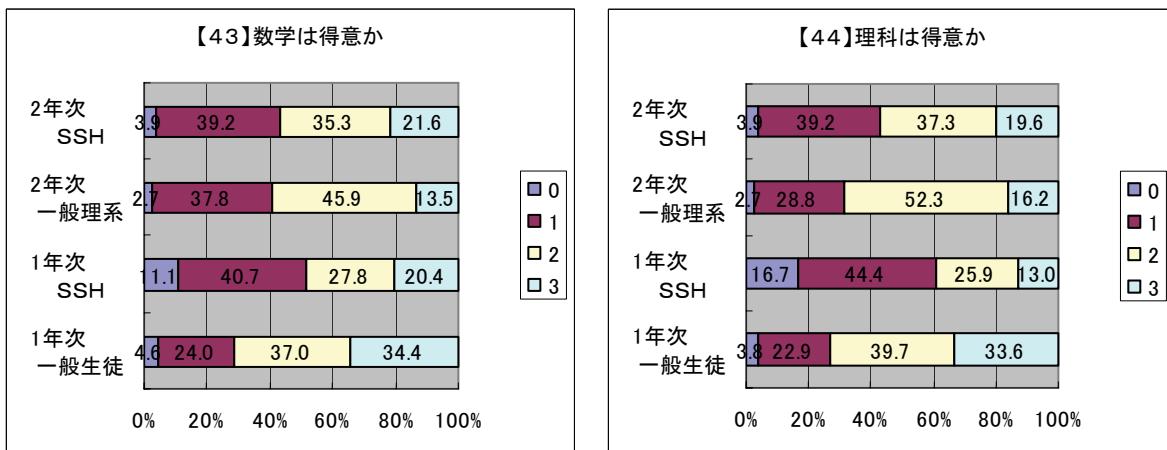
【43】数学は得意か

【44】理科は得意か

選択肢 0 : かなり得意 1 : 少し得意 2 : あまり得意でない 3 : 得意でない

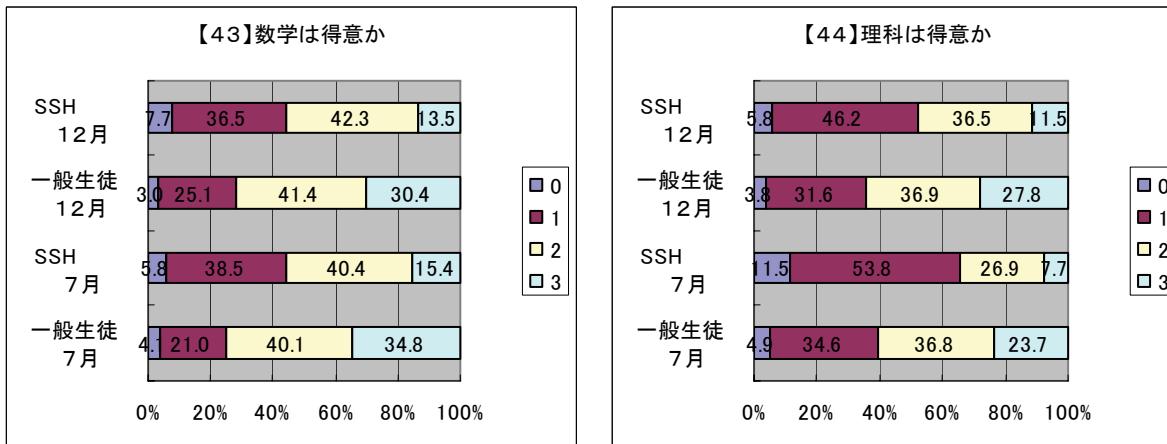
60回生

60回生



61回生

61回生



2年生では、SSH参加生徒の数学が得意であることと理科が得意であるとの割合が「0 : かなり得意」、「1 : 少し得意」を合わせて1年次と比べて少なくなっていることは、高校の数学・理科の内容がSSH参加生徒にとっても難しくなってきてていると考えられる。

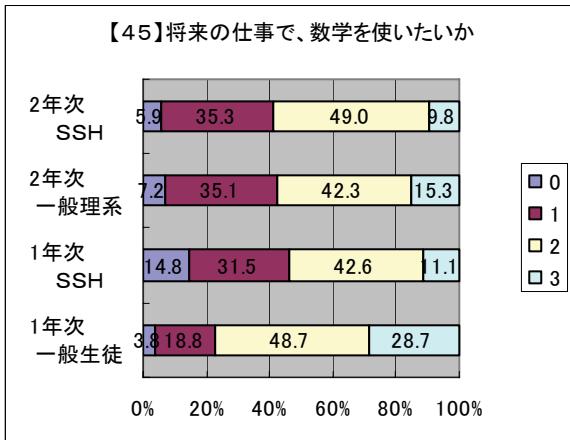
1年生でも、数学・理科が好きであることに比べて数学・理科が得意であるとの割合が5割程度であることは、高校の数学・理科の内容がSSH参加生徒にとってすでに難しくなってきていると考えられる。

【45】将来の仕事で数学を使いたいか

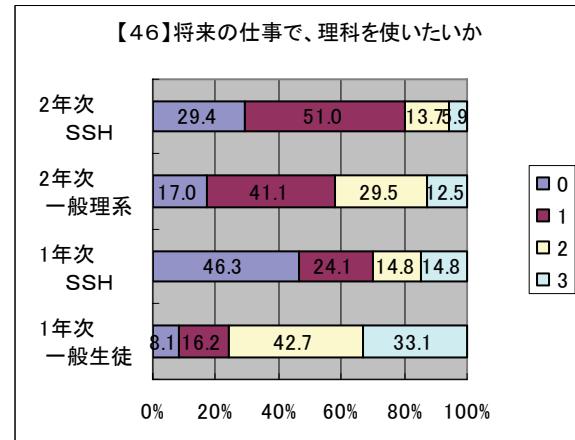
【46】将来の仕事で理科を使いたいか

選択肢 0：強くそう思う 1：そう思う 2：そう思わない 3：まだ思わない

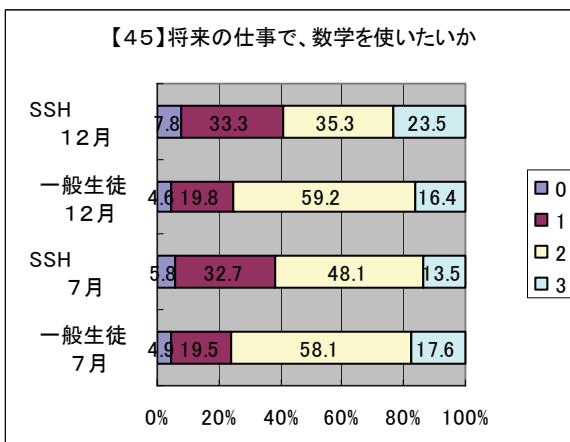
60回生



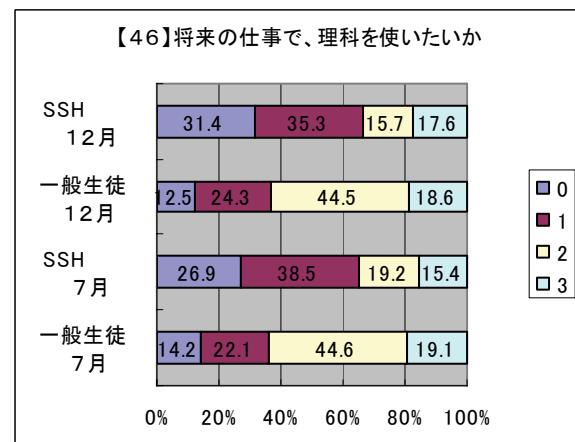
60回生



61回生



61回生



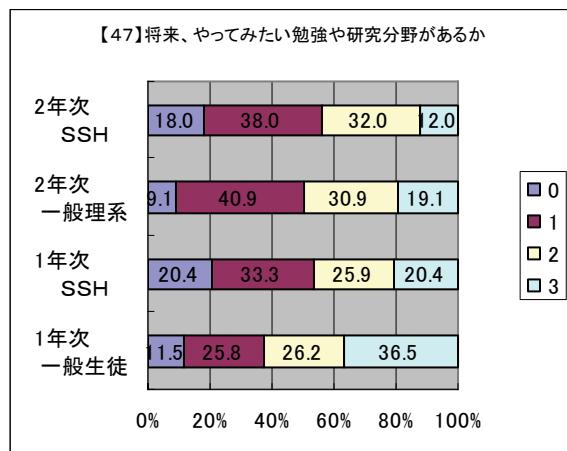
2年生では、SSH参加生徒の将来の仕事で理科を使いたいことの割合が「0：強くそう思う」、「1：そう思う」を合わせて1年次と比べて多くなっている〔7割→8割〕ことは当然なことと考えられる。

1年生でも、将来の仕事で理科を使いたい割合が6割に達している。理科に比べ数学を使いたいことの割合が1、2年ともに少ないことが課題である。

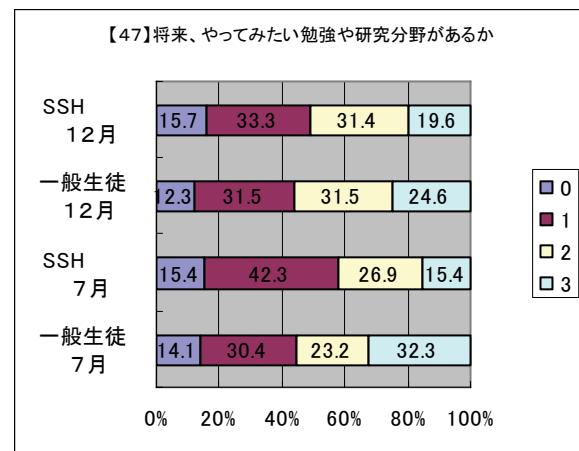
【47】将来、やってみたい勉強や研究があるか

選択肢 0：たくさんある 1：ある 2：ぼんやりとしたものならある 3：まだない

60回生



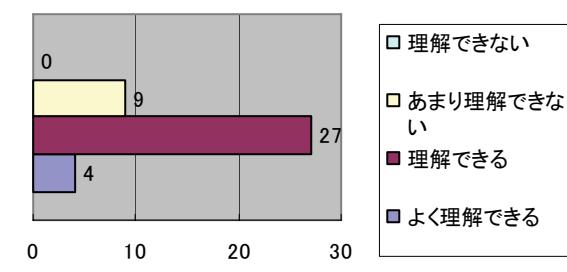
61回生



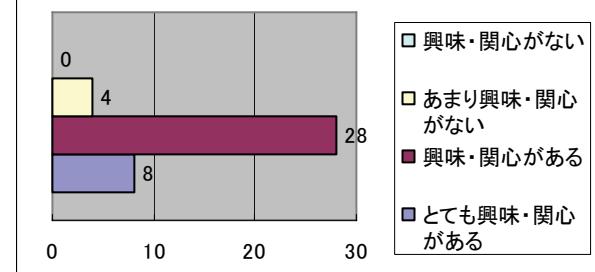
2年では、SSH参加生徒では将来やってみたい勉強や研究分野があることの割合が多い。進路関係行事、講演会等に多く参加している結果である。

1年もこの1年間で多くの行事に参加することによって将来の目標を確立することが期待される。

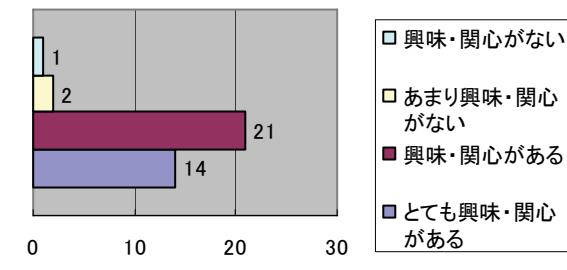
1年サイエンス入門授業内容の理解



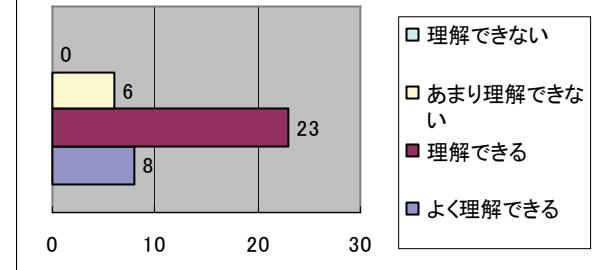
1年サイエンス入門授業の興味・関心

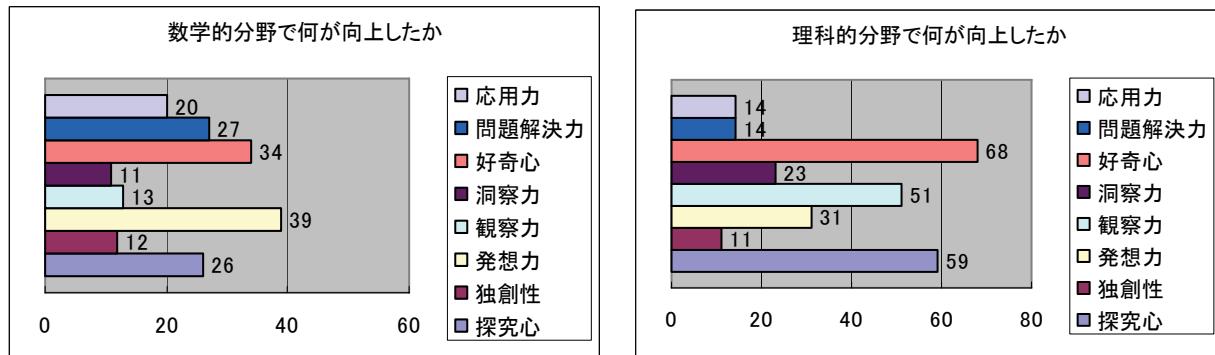
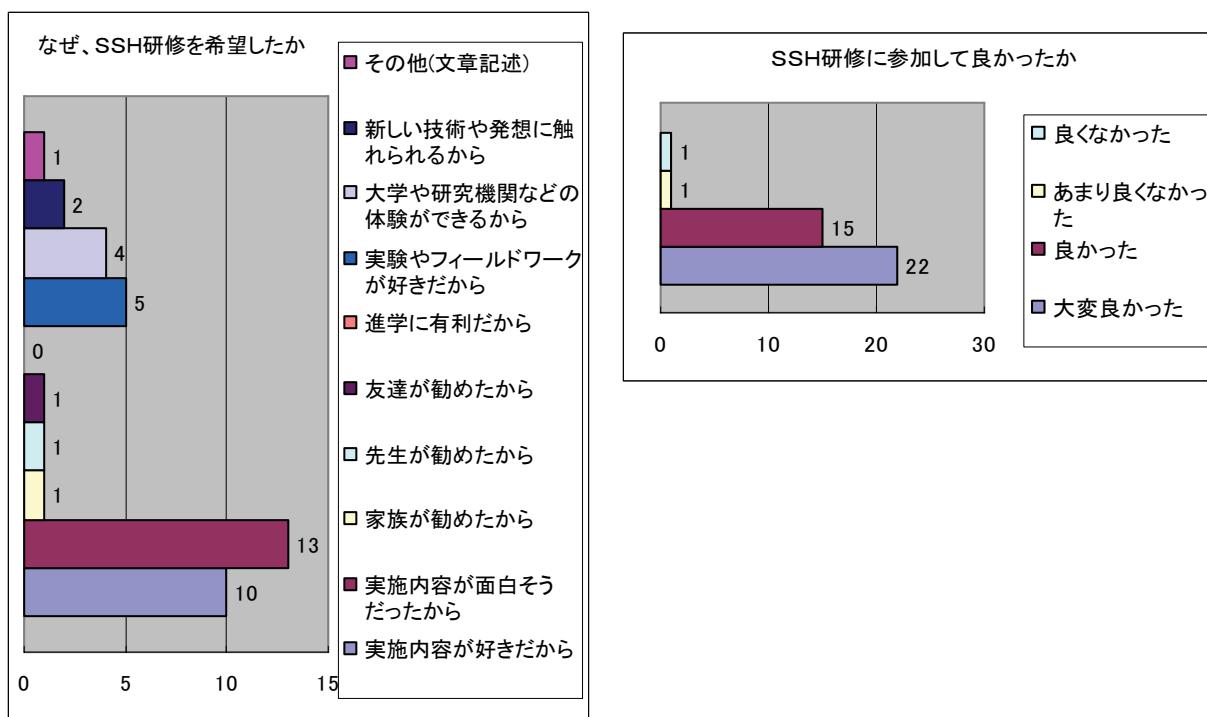
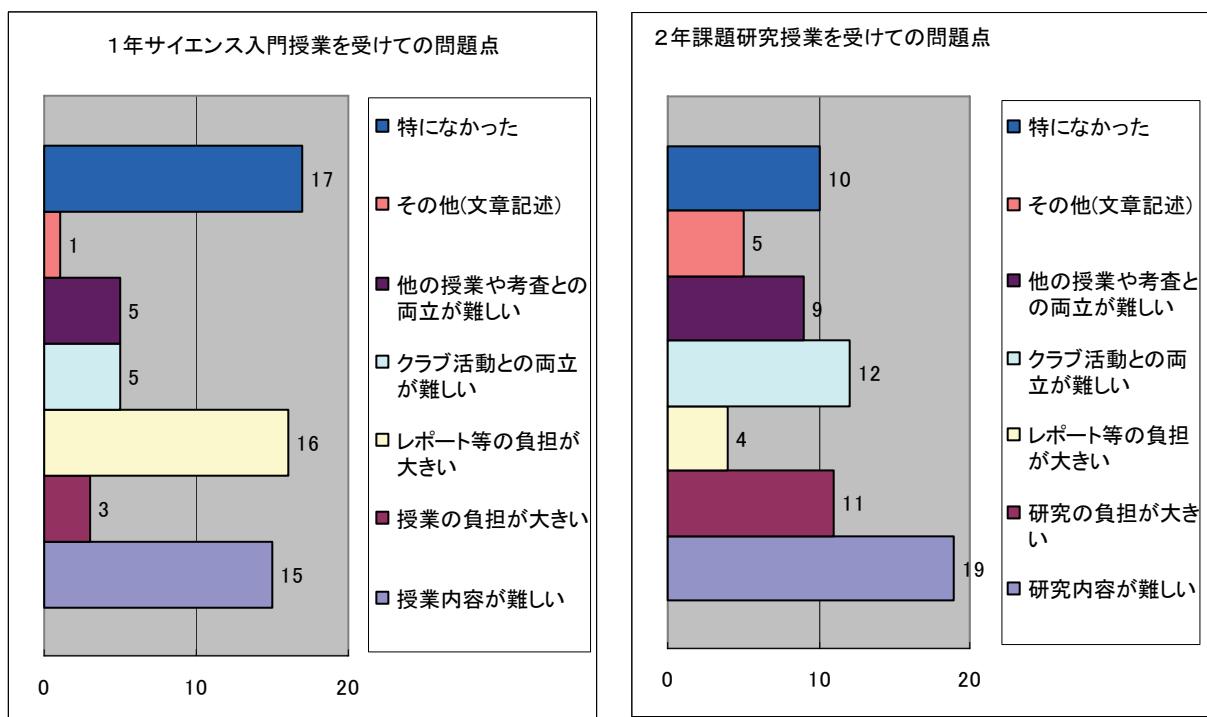


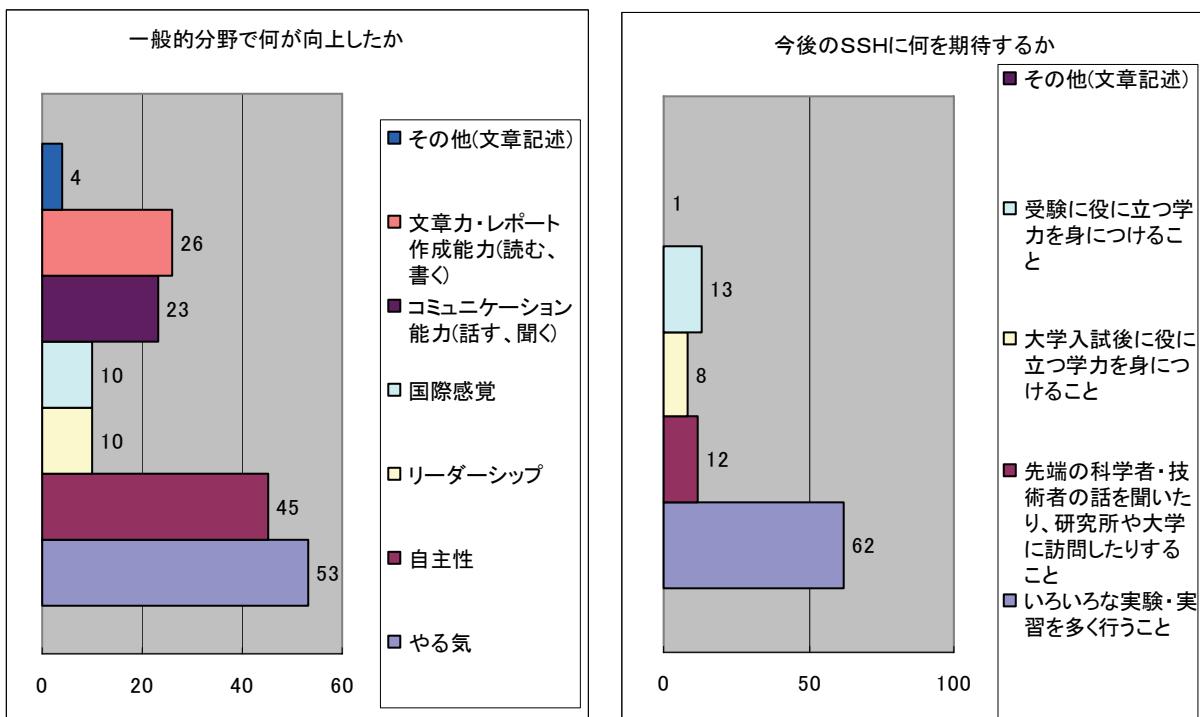
2年課題研究授業内容の興味・関心



2年課題研究授業内容の理解







2 SSH事業参加生徒の保護者アンケート

①2年8組（総合理学コース）16名

SSHの取り組み後、変化しなかった点

- ・特別な授業を受けることができる環境にある点。
- ・パソコンで調べている様子はありますが、家で科学雑誌を買って読んだりはしていない。
- ・理数教育について、大変進んだチャレンジングな取り組みを実施されている点。
- ・自分に興味のある事にしか集中できない所。
- ・学習時間
- ・科学的なものに広く浅く興味を示す点。
- ・家では何をしているのかあまり変化はなく分からぬ。

SSHの取り組み後、変化した点

- ・特別な授業を受けられることによる学習への取り組みの意識が必要であると感じた点。
- ・理系に今まで以上に興味を持つようになった。
- ・与えられた課題に興味を持って取り組んでいる。
- ・昨年はどのような取り組みをしているか、見えてこなかったが、今年は多少様子が分かった。
- ・講座の内容に対する意識がより高くなった。
- ・実験したり、研修に参加することで、自分の進む道が明確になったようで、家で話す機会が増えた。自分でやりたいことを見つけたと思う。はっきりと口に出すようになったので。進路に対し積極性が出てきたようです。
- ・学習内容
- ・自分の将来のLife workを探し始めた点。（具体的にはこれをやってみたい、できそつかと考え出しているようです。）
- ・科学的な言葉を日々言うようになった。
- ・課題研究に取り組んでいる姿を見ていると少しは成長したように思う。

SSHの取り組みについての意見・感想

- ・SSH生としての自覚や学習の取り組みで、社会の様々な科学的事に关心を示す様になった。
- ・一つの物事を深く考え問題を追究していく事は、もともと好きな方ですが、普通の授業では、そのことに時間を取って研究するまでにはなかなか至らない。SSHの取り組みはとてもよいと思う。導いて下されば、どんどん伸びていくと考えている。
- ・課題研究は、子どもにとって自分から取り組んでゆく姿勢が感じられ、とてもよかったです

ている。

- ・部活動との両立において、研修等に参加できないことが多いように思われる。部活動も大切だと思う反面、参加できないSSHの行事が多いことが残念である。
- ・地学の授業を希望する。
- ・受験には直接関係しないが、興味ある分野なので楽しく取り組めていたようだ。
- ・手もお金もかけて頂き有りがたい。将来それに報いられる人に育ってくれるよう祈っている。有り難うございました。
- ・興味を持てるような実習を続けてほしい。

②2年5・6・7組（一般理系のSSH参加者）8名

SSHの取り組み後、変化した点

- ・高大連携の塙本先生の講義がとても面白かったようだ。パソコンにより興味を示すようになった。

SSHの取り組みについての意見・感想

- ・高大連携講座に参加し、いつもの高校の教室ではなく、大学という環境で講義を受けることがとてもいい刺激になった。また参加したいと言っている。有り難うございました。
- ・総合理学コース以外の生徒にも、場合によって、門戸が開けられているのは大変嬉しいことだ。今後とも生徒たちにいろいろなことを知る機会を設けてほしい。
- ・理系を希望する者としては、1年生の時から参加できるようにしてほしい。

③1年8組（総合理学コース）

SSHの取り組み後、変化しない点

- ・理数に力を入れているところ。
- ・理科を勉強してゆきたいという姿勢。
- ・理科が好きにならないようだ。
- ・子どもの授業に対する取り組み。
- ・生物分野への興味が増すかと思ったが、変わらなかった。
- ・希望者対象の研修会や高大連携講座などへの参加について消極的な点。

SSHの取り組み後、変化した点

- ・イベントが多いこと。
- ・SSHの取り組みと関係あるかは不明だが、勉強に対して真剣に取り組むようになった。
- ・実験回数が増えた。
- ・校外での大学主催の実験授業に積極的に参加するなど、教科書を離れた活動に興味がわいてきたように思う。
- ・科学的見地で物を見るようになった。
- ・積極的に実験に参加しているようで、家で話題にしている。
- ・科学に対する興味や知識が増した。高校入学前に較べて、将来どうしていくべきかについての選択肢を与えられて、それについて考えるようになったと思う。
- ・中学時代には考えもつかない実験器具等、目新しい世界に素直に感動している。
- ・少しずつだが、科学に対する興味が、ニュースや雑誌を通じて広がっているように感じる。

SSHの取り組みについての意見・感想

- ・数学の進度も早く、理科の実験等、思っていた以上に理数に力を入れていると感じる。理系を目指す者にとって、学力・興味両面において良い取り組みであると思っている。
- ・高大連携講座の種類を増やしたり、実施時期についても夏季以外に設定してほしい。
- ・あまり取り組みについて理解しておらず申し訳なく思う。
- ・もっと保護者にも理解できるようなものがあればと思う。
- ・未知の分野に対する興味を持っているので、それを満たしてくれるコースに入ってよかったです。2年生で行う体験や課題学習をとても楽しみにしている。ただ子どもが家で話す事柄が、SSHと関係があるのか、親としては区別できかねるところがあった。
- ・高大連携等の参加は、部活動の拘束もあり自由に参加できにくく行動に移しにくい状態である。もう少し時間的余裕があればと思う。
- ・数学の授業や実験等はとても分かり易く面白いということだ。

- ・子どもが、国語や世界史の時間をへらさないで欲しいと希望している。国語の時間が少ないのは切実な問題のようだ。（現代文に週に1回しか触れないを忘れてしまうそうだ。）
- ・子どもから詳しい話が聞けず、取り組みの内容も把握できていない。
- ・高大連携講座は通信を見せるので何をしているかが分かるので嬉しい。

④1年（一般理系のSSH参加者）10名

SSHの取り組み後、変化しなかった点

- ・日常生活の中では特に科学に関する話題が良く出ることはない。

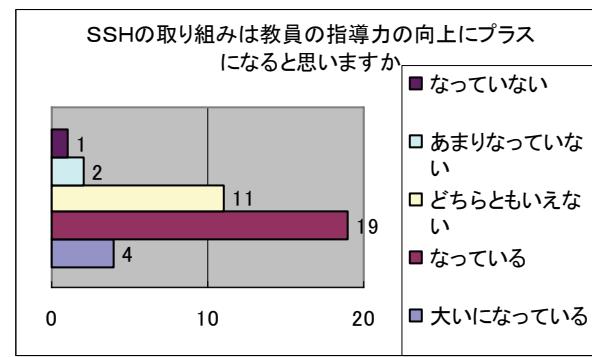
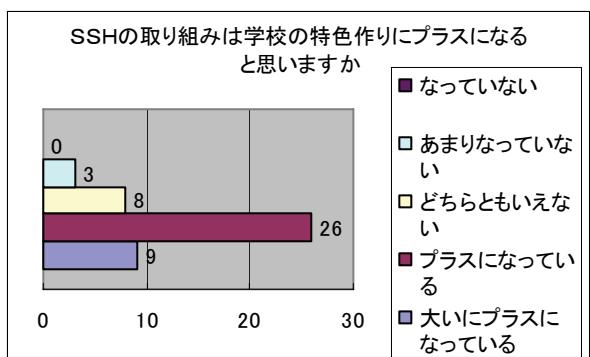
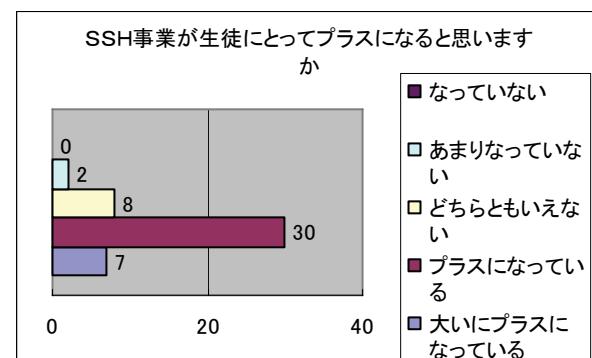
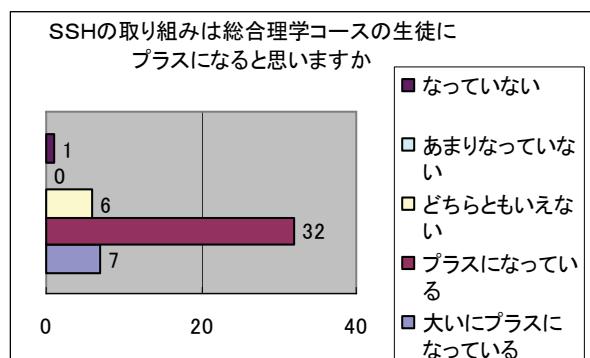
SSHの取り組み後、変化した点

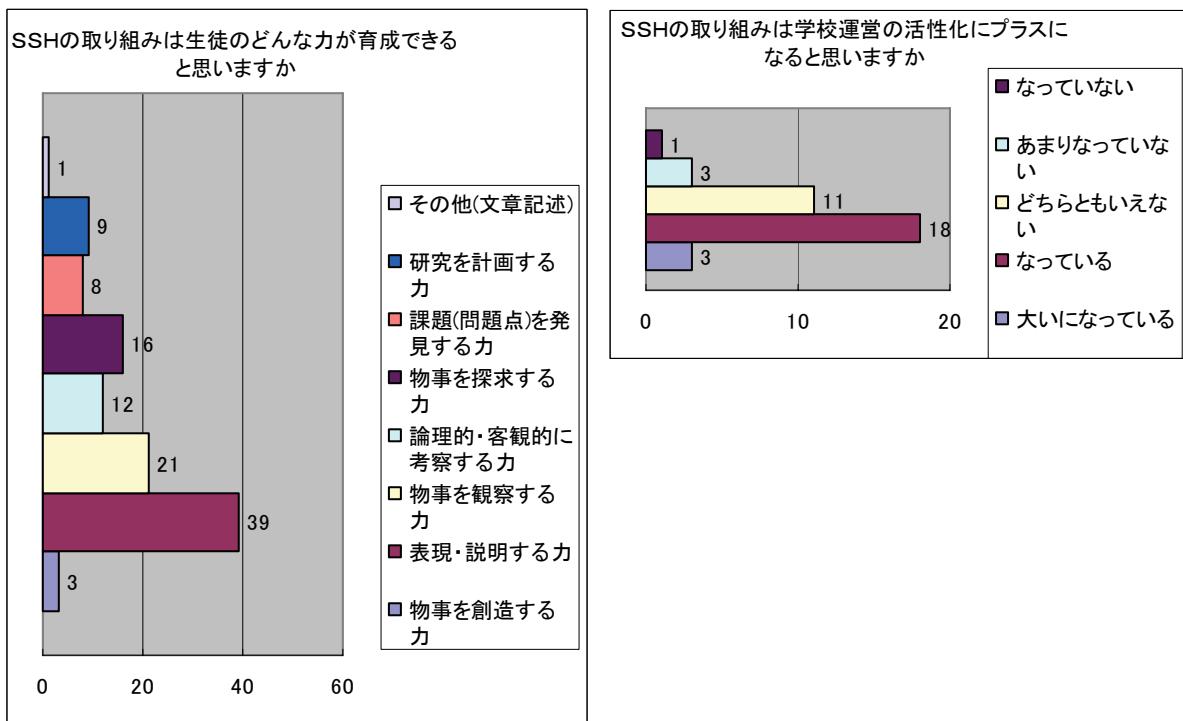
- ・以前は理科に興味などなく、学校でのことを話すこともなかったが、今は理系の教科を中心とした教科、地学班での活動など家族の団欒の時にたくさんのこと話をしてくれるようになった。
- ・地学班で、宿泊研修に参加。地球と星の関係等、机上の勉強だけでなく、実際に星を観察して実感できたように思う。
- ・合宿に参加させていただいたことで、星への興味がさらに深まり、天体に関する本をよく読むようになった。
- ・より実践的体験をして、単に学習科目として「好き」というだけではなく、理科や数学に興味を強くしたように見える。
- ・星に興味を持つようになり、親子で星空を見る機会が持てた。

SSHの取り組みについての意見・感想

- ・今後日本の発展を担っていくのは理数系の人間が中心になる。しかし、最近の日本は理数離れが進んでいて心配だ。ぜひこのような取り組みを強力に推進して、次世代の理数系のエリートを神戸高校中に育成していただきたい。
- ・子どもをここまで変えてくれたSSHはすばらしい。今後とも是非続けてほしい。

3 SSH事業に関する教職員アンケート





S S H事業が成果を挙げている点について

- ・生徒の興味や関心を深める点で効果があると思う。
- ・将来の研究に多大の示唆を与えるだろう。
- ・課題に取り組むという体験は将来役に立つのではないかと思う。
- ・プレゼンテーション能力等、発表の場面で成果が見られる。
- ・発表の場を設けているので、常に知識を得る以上のことができている。
- ・数学や理科の科目への高い意識づけにつながっている。
- ・進路を考える上で選択肢を広げている。
- ・教科という限られた範囲でなく、時間をかけて取り組むことのできる実験や研究ができた点。
- ・S S H事業ならではの成果があがっていることは間違いない。
〈例〉通常カリキュラムでは学ぶことのできない学習としての「統計学基礎」、この授業で生徒は統計学の基礎・基本と現代統計学の最先端の成果に触れることができる。
- ・通常の高校生活で経験できること。
- ・総合理学コースの生徒は、通常の枠を超えた発展的学習ができている。
- ・総合理学コースに「とりあえず行動してみる」タイプの生徒が多く、S S H事業の活動で培われた精神ではないかと思う。
- ・総合理学科設置の礎となった。
- ・備品等が充実し、実験等がやりやすくなっている。
- ・人的、予算的な面でのゆとりが実験や課題研究の実施に役立っている。
- ・高大連携講座や全校講演会などで、各分野の入り口付近の話を聞くことができ、進路の選択の視野が広がったと感じている。
- ・生物実験実習では、「大学の研究室で実際に実験を行うことで、研究の楽しい面や辛い面を体験できた」という感想文があった。
- ・生徒が大学を卒業するくらいまでは速断はできない。

S S H事業の「改善を要する」または「よくない」と考えられる点について

- ・総合理学コースの生徒の時間的拘束の長さを初め負担が大きい。
- ・月曜6限であること。生徒の生活に余裕が無さ過ぎる。
- ・総合理学コース以外の生徒への還元。
- ・総合理学の生徒だけでなく、すべての理系、文系の生徒に対して、基礎学力の充実、応用力の

伸長を今後とも目指していくかなければならない。

- ・生徒の学力に反映されていない。
- ・理系生徒全般または下位レベルの者の学力向上や好奇心、興味の喚起に寄与していない。
- ・与えられた課題等については解決してゆくための力はあると思うが、創造性と分析能力という点では、向上が感じられない。
- ・さらに研究心、探求心、興味等をつけていくこと。
- ・対象以外の生徒も、対象生徒の活動ぶりや成果を知る機会が年に何度かあれば、学校全体のフィードバックになると考えられる。
- ・学校全体としての方向性が打ち出せていない。
- ・SSH事業は必ずやらなければならないという前提ではなく、神戸高校としてこの学校をどうしたいのか、どうすべきなのかを見極めた上で、SSH事業をどのように扱うかを考える必要がある。
- ・単独の個別の事業に横のつながりがない。全体の計画を関連性を中心に見直す（作り直す）必要がある。
- ・SSH事業を担当する職員の体制を見直す必要がある。人手が足りていない。
- ・教員の負担や関心が一部担当教員に偏ってしまうこと。
- ・職員全体での取り組みが必要である。
- ・教材の研究、開発に手間と時間が相当かかること。
- ・前年に計画を全て組み立てなくてはならず、途中で変更しても対応できない点。
- ・PTA会報を見て知った活動が多く、もっと広報活動が有った方がよい。
- ・対象生徒や対象教科以外の教員に普段その内容やよさがあまり伝わらない。

その他気づいた点

- ・4月からスタートする総合理学科が、SSH事業の成果を問うことになる。
- ・授業で得られたプラスのノウハウと職員の体制上の課題の解消を確実に行わねばならない。
- ・全人教育という観点から見て理数に大きな比重があるカリキュラムは問題。
- ・総合理学コースの生徒は課題研究の取り組みが重たいが、もう少し全校的なり組みで充実させられるようなものがあればよい。
- ・出来る範囲のことを確実に実行すること。
- ・教師の専門的な分野を前面に出して、生徒を引っ張っていくことが必要。
- ・生徒の中にSSH事業の意義、意味を理解していない者が増えてきた。学年初めにしっかりとしたガイダンスやオリエンテーションを実施して、自覚と取り組みの姿勢を身につけさせる必要がある。
- ・なかなか生徒の自主性が育たない。
- ・教師がやってくれることを当然として生徒が動かない。
- ・担当する教員の負担過重の軽減策の検討。

4 アンケート調査のまとめ

SSH事業に参加して「よかった」という生徒は9割を超えており、その中で特に自分自身が伸びたと感じたことは、理科的な分野においても、数学的な分野においても、一般的な分野においても、「好奇心」と「やる気」であった。これはすでに他校の報告書にもあるため、SSH事業の特徴のひとつと考えられる。意欲的な生徒を育てることについては、おおむね目標を達成できていると言えよう。進路においても、事業の始まりから3年を経過した初めての卒業生は、実績を残している。一方で、我々が期待していたような独創性・洞察力・リーダーシップ・国際感覚については、身についたと答える生徒は少なく、今後の大きな課題である。本校の総合理学科では、「国際社会で活躍する自然科学に強い人材」の育成を目指している。まだまだ道は遠いと言えそうだが、幸い何にでも「好奇心」を持ち「やる気」を出して取り組む生徒であるため、従来のプログラムを発展・充実させて、実現してゆきたいと考えている。

SSH事業でよかったことは、「実験実習がたくさんできたこと」「大学や研究所を訪問できしたこと」が挙げられている。今年度は外に出て体験することが昨年に比べて少なく、進路主催の研究室訪問もなかったため、ぜひとも来年度は多く実施したいと考えている。保護者から

の、どうしても子供は部活動の参加を優先するため、校外研修や高大連携を夏休み以外にも実施できないか、あるいは、部活動のない時期に設定してほしいという要望についても、実現可能な方法を常に探ってゆきたいと考えている。相手のあるプログラムについては、できないこともありますと思われるが、高校でできることからまず取り組もうと考えている。

生徒が困ったこととして、「部活動との両立」「発表準備が大変」と時間の余裕のなさを挙げるものが多かった。教職員の記述にも、「時間的な忙しさ」を挙げた回答が複数あり、やり遂げた後の充実感や満足感、成果も一定の評価を与えることができるだけに、過重負担を解消することが今後の急務である。

最後に、SSH事業の広がりについて述べておきたい。どうしても総合理学の生徒を中心になりがちだが、文系も含めた一般生徒の参加できるプログラムの開発、なにをしているか、誰が参加できるかといった事業の紹介活動をいっそう強化する必要がある。意欲的で数理への関心の高い生徒の力を引き出し、伸ばす取り組みを、職員全員で継続してゆくことが肝要である。

平成18年度 第1回 神戸高校スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会

議 事 錄

日時 平成18年8月28日(月) 10:00 ~ 12:00

場所 兵庫県立神戸高等学校 校長室

出席者

運営指導委員 川嶋 太津夫 難波 宏彰 樋口 保成 山崎 洋
陳 友晴 中西 明徳 西田 利也

兵庫県教育委員会 (西田 利也)

神戸高等学校 田寺 和徳 矢田 啓二郎 大谷 三枝子 稲葉 浩介
松下 稔 朝倉 伸宏 片嶋 智之

配布資料

- ① 平成18年度SSH指導計画
- ② 平成18年度総合理学コース「課題研究」研究テーマ
- ③ 3年次SSH事業評価について
- ④ 平成17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2年次

1 開会

2 挨拶

- (1) 兵庫県立神戸高等学校 校長 田寺 和徳
- (2) 兵庫県教育委員会高校教育課 指導主事 西田 利也

3 出席者紹介

4 報告

- (1) 平成18年度SSH事業計画 矢田
- (2) 平成18年度実施状況報告
 - ① 生徒研究発表会について 稲葉
 - ② 「課題研究」の取組状況について 稲葉 松下
 - ③ 「科学英語」の取り組み状況について 朝倉



5 研究協議

- ① 課題研究の推進方法について。
Q : SSHは今年で終わるが、今的一年生は一年生の過程だけして終わりなのか?
A : 課題研究は学校の設定科目になっているため、SSHが終了しても継続して行う。
よって来年度、総合理学科に入学してくる生徒に関しても課題研究に取り組んでいく。
Q : 生徒から具体的な不満はあるのか? (課題研究のテーマ設定についてなど)
A : 特にはない。我々教員がわからない部分をテーマにしたい場合に、専門教授などのアドバイスを頂けるといいが、伝手がないため困難である。
Q : 今まで、具体的に何かアドバイスを受けたか?
A : 昨年度は偶然知り合いである教授とメールのやり取りで色々と教えていただいた。
あと、博物館で標本に関する講義をして頂いたこともあった。

Q : 研究機関との連携手段がもう少し確立すれば、安定した取り組みができるのだが・・・。

A : 研究者データベースというものが最近できており、そこにアクセスして頂くとどの教授がどんな研究を行っているのかがわかるため、そこから教授とコンタクトを取ればおそらく質問にお答え頂けるかと思う。

A : 生徒が直接手紙やメールで質問すれば、親切に答えてくれると思う。

生徒のアイデアはこちらが想像できないようなことが多い、「うちではこういうことをやったことがある」とか「その研究ならあの教授がやっているので聞いてみては」というようなアドバイスももらえることがあるだろう。

A : 日本数学会の教育委員会で出前授業を行っているので、そちらも活用して頂ければよい。

A : 最初は壁があるかもしれないが、大学教授と一度コンタクトを取れば、自信にもつながるのではないか。

Q : 総合理学科になって課題研究を行うときに、いくつかの分野の教授が窓口になってくれるアドバイザースタッフのようなシステムはできないのだろうか?

A : 本事業を行うにあたっての委員会があるので、その中で言って頂けると可能性としてはできるのではないか。(指導主事)

A : 個別に生徒さんや先生方が大学側へアプローチすることに関しては問題ないと思うが、システムティックにやらないと大学側としては個別に対応するのが難しい部分もあるのではないか。

Q : 少し気になったのは、生徒にやりたいことやらせる中で、結果を出さなくてもいいのか? 趣味の段階で終わってしまってもいいのか? 与えられた期限の中でまとめるトレーニングをさせるのも必要ではないのか? (時間もお金も無制限ではない。)

あまり好き勝手なことをやらせるのではなく、一つの方向性を持って期限の中で結果を出せるように先生方からアドバイスをすることが必要ではないか。

A : 先生方ご自身の専門の守備範囲内で課題設定をしたほうがよい。突飛なテーマを生徒に言われたとしても、やはり先生方自身の守備範囲内ないと、大学の先生に助言を得たとしても指導していくのが難しいであろう。その課題が、大学の先生の課題となってしまう懸念もある。

A : 与えられた期限内で研究を行うにあたって、課題解決能力も必要だが、その前にまず課題設定能力も必要である。我々大学教授も同じで、難しいことではあるが、ある程度生徒の姿勢を尊重しつつ課題設定を行うことが重要ではないか。大学の方にも課題設定についてご相談いただきたい。

A : 例えば細胞培養はうちでもやっているので、相談した上で放課後にでも来て頂けたら、生徒さんに講義をさせてもらう。その講義を通じて「こういうテーマができるのではないか。」とか「これはできない。」というアドバイスができる。もっと大学を利用してはどうか。

Q : 博物館のスクールパートナーシップとしては、このことについての何かしらのシステムがあるのでしょうか。

A : スクールパートナーシップは組織としては今年から無くなったが、博物館としては他の機関ができないような部分をカバーしていきたいのでご相談いただきたい。大量の標本もあるので利用していただきたい。

Q : 先生方からみると、課題研究は年々取り扱いが難しくなってきてているのか。

A : 今の段階ではそういう認識はない。もう少し深められればという思いはある。

Q : 地方大学の工学部が定員割れをしたが、高校生の理系に対する関心は低くなっているのか?

A : 先日、ロボットの講演を開いたときも、参加者が非常に少なく残念であった。

A : 生徒のアンケートからは、講演の時間が部活動の時間と重なるので参加できない、といった感想があった。参加したいが、そういった背景があるために参加できないのではないか。

A : 夏休み期間は時間にゆとりがあるようだが、現実的には部活動の合宿などいろいろ拘束がある。そういう意味では、授業の中に組み込めばいいのかもしれない。

Q：課題研究で結果を出すことは重要であるし期待しているが、短い期間で、色々な拘束がある中で生徒に結果を求めるということは、生徒にとってもプレッシャーになるのではないかという懸念がある。

助言 上手に失敗することが大事ではないか。今はできないがもっと勉強すればわかるようになると気づくことがプラスになる。残念ながら悪い失敗もある。テーマをやってみるとそれがとても難しい課題で、全く歯が立たなく、自分は向いていないと諦めてしまう、といったような例。ただ、難しいけれどその周辺に何かがあるということがわかれればいいのではないか。確かに成功することは難しい。

助言 高校生の段階では、結果よりもプロセスを重視すべきではないか。

助言 結果を重視と言ったが、ポジティブな結果ではなくてもネガティブな結果でもよい。どうしてそういう結果になったのかを考えることが重要ではないか。

助言 正解を出すということに対するプレッシャーは、生徒にかけないほうがいいだろう。

助言 若いうちに上手に失敗することは大事だ。

助言 そんなに簡単に成功しないということを高校生の段階で知ることも大切ではないか。失敗したことのない大学生がいるが、失敗しているのにもかかわらず、実験データが思うように得られない「あっているハズなのにおかしい」という。それは怖いことである。

助言 なぜ失敗したかということがある程度納得できれば、先に進める。失敗しないと先に進めないということは絶対にある。早い段階で上手に失敗する経験をすることは大事なこと。

② 3年間のSSHをどう評価するか。

Q：3年目の評価に、どのような評価項目を加えるとよいか。またどういう観点による評価があるのか教えていただきたい。

Q：卒業生がSSHを評価するような項目はないか？

A：卒業時のアンケートで、“大学の情報を高校に対して提供してもよい”と言ってくれた生徒に対しては、評価を依頼することは可能。過去5年の卒業生の約3分の1程度なら。

Q：SSHに関わった生徒が将来的にどのように活躍するかは本当に楽しみであるが、それは先の長い話であり、また別として評価したい。年度内に作成する冊子に載せる評価は、どういうような評価をするとよいか？

Q：これは誰に対する評価なのか？これはやった人が評価している。（実験者自身が評価をしているようだ。）誰が何のために評価をして、その評価を誰がみて、何の役に立つかが見えてこない。評価はだいたい外部がするものである。何の意味で評価しているのかが私には見えてこない。

A：税金を使って行っている事業であるので、JSTは投資に対してどれだけ社会へ見返りをしたかという観点を求めている。なので、そのあたりを気にかけているのだが・・・。

助言 今のところは報告書なのですね。アンケートを中心に入れたような形の。評価はおそらく国などの第三者がするのでしょうか。自分たちとしてはSSHをどう捉えていきたいかという自己点検なのですね。

助言 神戸高校のSSHの当初の目標が3年間で達成されたか、ということをまず自己評価し、それを第三者が評価することですね。

助言 目標に対してどれだけ達成できたか、ということを点検するのが評価の基本になるのではないか。

助言 実際にやってみたテーマに対して生じた問題の解決方法を考えるなど、問題整理を行うのがいいのではないか。それをどう生かすかという観点で評価されるのがよいのではないか。

A：SSHに取り組んでいく中で学校全体がどう活性化したか、という評価もしなければいけないと考えているところ。

助言 自己評価をするのなら、そう自己評価をした証拠を出せとよく言われるので、評価したことに対して必ず根拠を示してもらいたい。



③ SSH事業を総合理学科でどのように発展させていくのか。

助言 もつといろんな大学と高大連携を行い、いろんな学部のことを知るということが大事ではないか。現在のテーマでは、医学部や薬学部に行きたいという生徒は集まらないのではないか。医学・薬学系のテーマを含めると、そういう生徒が集まってくるのかもしれない。もし、そういうといったテーマが難しいのであれば、高大連携の中でその分野の講義を聴かせてやるとよい。A：確かに現在は理学・工学の一部の学部に限られおり、医学・薬学の講義はないので、改善する必要がある。

助言 うちの大学では夏休みにオープンキャンパス以外に、特別に講義や実験の依頼を毎年受けている。そのときは、講義を2時間行った後に実験を2時間行い、その分野がどういったものかを知ってもらっている。そういうことができれば、生徒さんも興味が持てるのではないか。実験テーマについても直接アドバイスさせてもらうことができる。

進路を考える上でSSHの体験を重視した、という生徒がいたことは、実験実習を増やしてもらった結果ではないか、という報告があった。他校の例であるが、SSH事業を体験したことで何が一番伸びたかという問い合わせに「やる気」と答えた生徒が最も多かった。SSH事業が高校生活に与える影響はそういった「意欲」や、実際に体験することで自分の進路を考える視野を広げたことにあるのではと感じている。

6 閉会

7 連絡等

平成18年度 第2回 神戸高校スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会

議事録

日時 平成19年2月23日(金) 16:00 ~ 17:00

場所 兵庫県立神戸高等学校 校長室

出席者

運営指導委員	川嶋 太津夫	樋口 保成	西川 義則	陳 友晴	中西 明徳
神戸高等学校	田寺 和徳	矢田 啓二郎	大谷 三枝子	高田 廣志	
	稻葉 浩介	吉田 智也	西村 達	片嶋 智之	

配布資料

- ① 新規5カ年申請に関する実施計画書
- ② H18年度スーパーサイエンスハイスクール事業の評価と課題
- ③ 課題研究 アンケート

1 開会

2 挨拶

兵庫県立神戸高等学校 校長 田寺 和徳

3 出席者紹介

4 報告

- (1) SSH事業全体の指導経過
 - 理科
 - 数学科 吉田
 - 英語科 西村
- (2) 本年度および3年間の評価 大谷
- (3) 今後の計画について 稲葉



5 研究協議

助言 今日配布して頂いた資料（論文集）を一週間くらい早く配って頂けたらもう少し読めた。まとめ方も重要なので、今のうちに訓練して欲しい。

A：普通の研究現場でのペースとは違い、ぎりぎりまで研究の時間を確保するような日程にしてあるので、高校現場では、余裕をもって一週間前にまとめるということは（理想ではあるが）難しいと思う。

Q：テーマは生徒が提案したのか。

A：自分のやりたいテーマを提示するように指導したが、生徒は何をすればよいのかわからない様子だった。例えば、コンピュータに関するテーマを募集したが、コンピュータを使ったことはあっても、その構造、仕組み、システムのことは全く理解できていないのが現状。今はブラックボックス化されているのでワードやエクセルを使いこなせても、細かい設定については全くわかっていない。

助言 ものすごく難しいことをやっている気がする。最先端のことをやればいいのではない。

Q：どの程度のレベルの研究をやつたらいいのか。

助言 新しい発見をするには1年では無理。

助言 原理原則をきっちり学ぶのがいいのか・・・。一番怖いと思うのは、実験をやらせたことで、それがその分野の全てと思ってしまって、嫌がられること。

助言 基礎的な一歩が踏み出せることを認識させることができることで一番重要ではないか。元気のいい生徒がいたら、ちょっとくらい無茶やってもいいと思う。そういうところがちょっと見えたのは感心している。失敗しても全然かまわない。

助言 高校時代のことを思い出したが、3年間では何をやろうかということは全然わからなかった。高校で習う自然科学は広く浅くなので、一体何が面白いのかわからなかつた。なので、やはり“これは嫌い”と思わさないように考えさせてあげることが大事。自然科学の研究は面白いということがわかるような結果で十分。

助言 あんまり簡単に自信を持ってもらうよりは、不安を抱きながら勉強していくのが大切で、それがまともだ。そういう意味で、結果をそれほど心配することはない。

助言 やはりA4用紙1枚でもいいので、前刷りを出すべき。中間発表で出したものでもいいので。多くの学会ではそういうシステムだ。課題研究の時間が1年に30回程度あるようだが、大体これ位でまとめを1度すると予め言っておいて、そこで（テーマを）変えるなら変える、変えないならそれでも良い。論文は直前まで変わってもよいが、前刷りはA4用紙1枚でいいので予め出すべきだ。

A：予稿集は来年ぜひとも出したい。

助言 生徒達の考えをまとめるのにも良い。

助言 自然科学系の学会の約束事を体験させてみてはどうか。実際に学会を見学させて、原稿の書き方や発表の仕方などを見せるといい。

A：生物部の部員は、去年の秋に、日本動物学会でポスターセッションを行った。一般の口頭発表を見学したり、研究奨励賞の記念講演も聴いたので、生徒はかなり勉強になったと言っていた。

Q：高校卒業後に、高校時代に取り組んだSSHはどうだったかという追跡調査を、できればして欲しい。

A：大学院くらいまでの追跡は可能だが、個人情報保護法の関係でそれ以上のことを知ることが困難になってきている。8割程度は本人の報告でカバーできる。

Q：アンケートは保護者や職員にもしているが、職員のアンケートから、生徒にとって時間がめいっぱいだという意見が随分と出ている。生徒ばかりではなく、職員自身も、教材の研究などの過剰負担があるので、継続できるためにも何とか軽減策を考えて欲しいという意見も出ている。

Q：新規申請書類の②「継続的に実施可能な教育プログラムの開発と、それを実施できる組織の在り方に関する研究を推進する。」とあるが、何を考えているのか？

A：なるべく労力をかけないで成果を得られるような、いつでも誰でもある規則に従って行えばプログラムが実践できるような、パッケージ化ができれば良いと考えている。そうすれば人が変わっても組織として取り組めるとと思う。3年間やって良かったが、すごく労力がかかりて、これを他のメンバーにも同じようにしてもらえるのかという問題がある。

Q：SSHでの成果を全国的な大会で共有しているが、評議委員会で双方の良い所を紹介したり、足りない所を補ったりはしていないのか。

A：兵庫県内のSSH経験校は全部で6校あるので、成果を十分に共有できると思う。

例えば、県内のSSH指定校が集まって、合同発表会を一日持つのもよいのではないか。

助言 生徒がめいっぱいだということだが、それでいいと思う。ただ、全部がそうだと駄目だし、指導者がそうでも駄目だと思うが、生徒がめいっぱいな事はそんなに心配する必要がないと思う。

A : 土曜や月曜が休みになってから、土・日・月と三連休になることもあつたりと、生徒達の学校生活のバランスが悪くなっている。生徒達自身が学習習慣をつけにくくなっている。宿題や試験に追われているように感じていて、健やかな精神の育成に影響を与えないかと心配している。

助言 やはり厳しい環境の中で育つほうが、たくましくなると思う。

6 閉会

7 連絡等



平成 18 年度
スーパー サイエンス ハイスクール
研究開発実施報告書
(平成 16 年度指定・第 3 年次)

発行日 平成 19 年 3 月 31 日

発行者 兵庫県立神戸高等学校
〒657-0804 兵庫県神戸市灘区城の下通 1-5-1
TEL 078-861-0434
FAX 078-861-0436



兵庫県立神戸高等学校

〒657-0804 兵庫県神戸市灘区城の下通1-5-1

TEL 078-861-0434

FAX 078-861-0436

URL <http://www.movenet.or.jp/kobe-hs/>

e-Mail kobeko@movenet.or.jp