文部科学省研究開発学校
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 14 年度　第 3 年次

研究開発課題

科学技術研究・開発に意欲的・創造的に取り組む
人間の基礎をつくる理数教育の研究開発

平成 17 年 3 月

京都教育大学附属高等学校

〒 612-8431　京都市伏見区深草越後屋敷町 111 番地
TEL 075-641-9195

本報告書に記載されている内容は、文部科学大臣の指定を受けて学校教育法施行規則第 57 条の 3（第 65 条の 5 第 2 項で準用する場合も含む。）並びに第 55 条及び第 65 条の 5 第 1 項で準用する第 26 条の 2 に基づき、理数系教育を重点的に実施し、これに関する教課程等の改善に資する実証的資料を得るために行ったものです。

研究開発第３年次（最終年度）実施報告書発刊にあたって

京都教育大学附属高等学校
校　長　　武蔵野　實

本校はスーパーサイエンスハイスクール指定校の３年目として、最終年度のまとめを行うこととなりました。今年は数学・理科の教科における新たな３年次における取り組みとともに、特筆できるいくつかの新しい取り組みを行うことができました。

京都大学VBLが主催する関西テクノアイディアコンテスト'04では生徒諸君の努力で昨年以上の成績を収めることができ、グランプリ、優秀賞、京都大学総長賞と３つの大賞を得ました。このことは生徒の実践的な応用面を評価されたことになり、より生徒への励みとなりました。

また京都におけるスーパーサイエンスハイスクール指定校４校（本校、立命館高等学校、京都市立堀川高等学校、京都府立洛北高等学校）はその連携した活動が必要であり、かつ強く要望されていたことですが、これが国際的な取組として実現できたことがあげられます。具体的には「日英サイエンスワークショップ」が昨年夏開催され、本校が事務局校となり立命館大学びわこ・くさつキャンパスを利用させていただき、４校の生徒と英国２つの高等学校の生徒とが、日英の大学教員の指導によって共通の実験に取り組みました。これは個々の高等学校の枠を超えた英国との理科数学教育に関するパートナーシップの新たな構築であり、これに参加する生徒への多大な影響を与えた点でも特筆できるものとなりました。

こうした３年間の取り組みの過程で、研究の成果をより客観的に評価するため、評価法について検討を加え、従来にないアンケートや評価を進めました。ここではスーパーサイエンスとしての指定コース「自然科学コース」クラスの実態がより明らかとなりましたが、他のクラスとの比較研究が不十分で今後の比較検討が必要とされます。

本研究の目的は先進的な科学者・技術者養成のためのカリキュラム等の開発ですから、その本来の成果は、今後の生徒諸君の成長と研究現場での活躍に待つこととはなりますが、実際に生徒諸君の理数科の勉学に関する意欲の高さも特筆すべきものがあります。

振り返って、この３年間にわたる実践により、本校の今後のあるべき方向にも得るものがありました。それはスーパーサイエンスハイスクールの取り組みを、教員養成系大学にある附属高等学校としての特徴を生かしながら今後も進めることであり、教育内容の充実に関する実践上の成果を、理数科に限らず全教科について広げ高校全体の取り組みとしていくことであります。

本年も運営指導委員の皆様のご指導とご援助、京都大学、京都工芸繊維大学、京都教育大学をはじめとする多くの先生方のご協力、そして神戸製鋼、大阪ガス、日本電池などの企業にもご協力を得ながら本研究の実践を行うことができたことを感謝し、厚く御礼申し上げます。また科学技術振興機構の各位には、新たな取り組みに対するあたたかいご協力とご助言をいただきましたこともあわせて御礼申し上げます。

目　　次

第Ⅰ部　研究開発の概要
１章　研究開発実施計画　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１
２章　研究開発の概要
１節　本校の成果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　８
２節　研究開発の経緯　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　８

第Ⅱ部　研究開発の評価
１章　本校の研究開発全体の評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１１
２章　SSH 学級集団と生徒個人の変容～教育活動の定量的解析結果～　１６
３章　外部評価に関わる活動記録　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　５６

第Ⅲ部　研究開発の内容
１章　数学科
１節　応用数学Ⅰ・Ⅱ(１，２期生)・・・・・・・・・・・・・・・・・　５９
２節　応用数学Ⅰ(３期生)　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　７２
３節　代数・幾何　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　８３
４節　解析Ⅰ・Ⅱ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　８３
５節　確率統計　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　８４
６節　現代数学研究　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　８４
７節　３年間の数学　成果と今後の課題　・・・・・・・・・・・・・・　９２
附表　各科目の授業実施内容　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　９４
２章　理科
１節　生命科学　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１００
２節　物質科学　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１１９
３節　エネルギー科学　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１４３
４節　科学技術　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１５９
５節　３年間の評価と課題　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１６３
３章　英語科・公民科
１節　英語科－科学英語　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１６７
２節　公民科－科学と哲学　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１７０
４章　教科外の取り組み
１節　数学クラブ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１７３
２節　HR 活動　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１７６
３節　推進室担当の諸行事
自然科学コース新入生オリエンテーション　・・・・・・・・１８０
けいはんな DE サイエンス　・・・・・・・・１８１
SSH 生徒発表交流会　・・・・・・・・１８１
関西テクノアイデアコンテスト　・・・・・・・・１８２
日英サイエンスワークショップ　・・・・・・・・１８４

なお、理科の各科目における授業展開等の記録、および日英サイエンスワークショップのアンケート記録は別冊の資料編に収録しましたので併せてご覧下さい。

Ⅰ部　研究開発の概要

１章　平成１６年度研究開発実施計画（平成１４年度指定，第３年次）

本校の本年度の研究計画(抄録)は次の通りである。

1　研究開発課題

『科学技術研究・開発に意欲的・創造的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』

2　研究の概要

研究開発課題を実現するために，３カ年を通しての目標を以下のように設定した。

Ａ　自然界のさまざまな事物と現象の中から原理や法則性，構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てる。

Ｂ　社会における新しい科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒を育てる。

Ｃ　意欲的に情報を取り入れ，発信していく生徒を育てる。

Ｄ　社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。

具体的な方法は次の７点に要約される。

①　理科・数学の授業時間の増

②　理科・数学境界領域の教材開発

③　理科実験実習の一層の重視

④　「学校設定科目（文系関連も含む）」の設置

⑤　大学・企業，研究機関による指導

⑥　地域自治体（京都府等）の教育・研究活動との連携強化

⑦　クラブ活動等発表・発信の場の設定

3　研究開発の実施規模

１年生，２年生及び３年生について，各１クラスずつを自然科学コースとし，これらに対して実施する。

4　研究の内容・方法・検証等

（１）現状の分析と研究の仮説

現状の分析

現在の教育においては「自ら学び自ら考える力の育成を図る」ための改善が行われているとはいえ，なお，体系化された知識の伝達面に終始する教育が行われている場合が多い。理科や数学教育では「解決済みの課題(命題)」を生徒が追体験することが中心となっている。

次世代の先端的産業技術の開発や研究をになう人材を育成するには，自然や社会について物事の関連性の中から，生徒自らが課題を見つけ，高次元で具体的に解決していくプロセスを構築する学習を行う必要がある。

研究の仮説

次の教科編成等の具体的な方法で学校教育を展開すれば，目標として下に掲げた生徒を育成していくことができる。また，目標(Ａ～Ｄ)と具体的な方法との主な対応関係については以下の通りである。

①　理科・数学の授業時間の増加・・・・・・・・・・・・【目標Ａ】

・３ヶ年の理科・数学の全履修単位数の増加。
現行最大34単位を最大46単位に。

②　理科・数学境界領域の教材開発・・・・・・・・・【目標Ａ・Ｂ・Ｃ】

・「応用数学」でフラクタルの教材化

③　理科実験実習の一層の重視・・・・・・・・・・・・【目標Ａ・Ｂ】

・実験実習の機会の増加。
・実験実習の高度化・精密化。

④　「学校設定科目」の設置・・・・・・・・・・・・・【目標Ｂ・Ｃ・Ｄ】

・数学の理科領域での活用。
・科学技術と理科の関連を意識する視点の育成。

・従来の教材を新しい切り口でとらえる。
・科学技術と人や社会との関係についての深い考察力の育成。
・多様な文化をもつ人々にも積極的に情報を発信できる積極性の育成。

⑤　大学や企業の研究機関による指導・・・・・・・・・【目標Ｂ・Ｃ】
・講義，見学等の研修機会の量的質的充実。

⑥　京都府等の教育・研究機関との連携強化・・・・・・【目標Ｂ・Ｄ】
・京阪奈学研都市等での教育・研究活動との連携。

⑦　クラブ活動等発表・発信の場の設定・・・・・・・・【目標Ｂ・Ｃ・Ｄ】
・公開講座，コンクール，研究発表等へ積極的参加

目標

Ａ　自然界のさまざまな事物と現象の中から原理や法則性，構造の解明に意欲　的に根気よく取り組む生徒を育てる。

Ｂ　社会における新しい科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組　む生徒を育てる。

Ｃ　意欲的に情報を取り入れ，発信していく生徒を育てる。

Ｄ　社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。

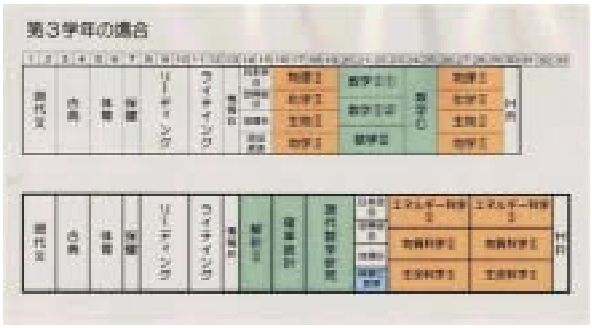
（２）研究内容・方法・検証

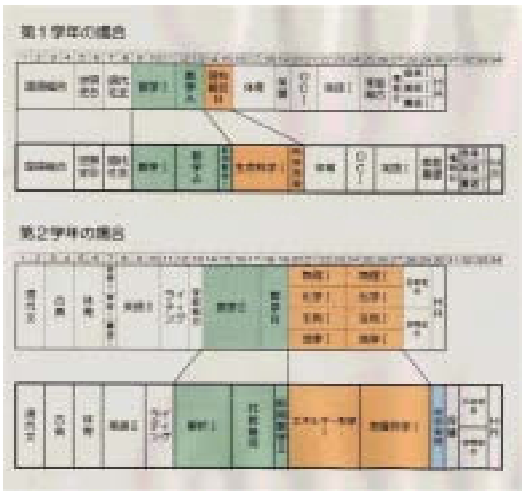
研究内容と方法

本校ではスーパーサイエンスハイスクールで履修する教育課程を「自然科学コース」　と名付け，次の教育課程表により実施する。

ア　平成１４年度入学生の教育課程の内容等　(下の左図参照)

イ　平成１５年度入学生の教育課程の内容等　(下の右図参照)





①および④は，次の年次計画表による。

	科目名 (単位数)	科目名 (単位数)	科目名 (単位数)	科目名 (単位数)	科目名 (単位数)	科目名 (単位数)
１年	数学Ⅰ (４単位)	数学Ａ (２単位)	応用数学Ⅰ (１単位)	生命科学Ⅰ (４単位)	科学技術 (１単位)	
２年	解析Ⅰ	代数・幾何	応用数学Ⅱ	エネルギー科	物質科学Ⅰ	科学英語

	(５単位)	(３単位)	(１単位)	学Ⅰ (５単位)	(５単位)	(１単位)
３年	解析Ⅱ (２単位)	確率統計 (２単位)	現代数学研究 (３単位)	エネルギー科学Ⅱ (５単位)	エネルギー科学Ⅱ (５単位)	科学と哲学（１単位)
				物質科学Ⅱ (５単位)	物質科学Ⅱ (５単位)	
				生命科学Ⅱ (５単位)	生命科学Ⅱ (５単位)	

②③及び④は，別紙資料１～10の各科目の授業計画・実験実習計画(省略)による。

④の具体的科目は次のようである。

【理　科】　「科学技術」,「物質科学Ⅰ」,「物質科学Ⅱ」,
「エネルギー科学Ⅰ」,「エネルギー科学Ⅱ」,
「生命科学Ⅰ」,「生命科学Ⅱ」

【数　学】　「応用数学Ⅰ」,「応用数学Ⅱ」,「解析Ⅰ」,「解析Ⅱ」,
「代数幾何」,「確率統計」,「現代数学研究」

【公　民】　「科学と哲学」

【英　語】　「科学英語」

〈指導方針〉

【理　科】

「科学技術」

先端機器を利用した「ものづくり」を体験させ，理科の各領域における基礎的原理の理解と創造性の育成をはかる。

さらに物理・化学・生物の各分野の境界領域にも関心を持つような教材を，先端的科学者・研究施設の協力を得て，授業に適した内容として開発。

例：放射光による DNA の研究やバイオセンサー，メカトロニクスなど。

「物質科学Ⅰ・Ⅱ」

日常生活の中で活躍する材料に目を向けさせ，合成と分析を通して考察を深め，反応のしくみを理解させる。これら一連の過程を通して「ものづくり」への指向に結びつける。

「エネルギー科学Ⅰ・Ⅱ」

日常生活で利用するさまざまなエネルギーの形態とその相互変換に目を向けさせ，自然現象全般に通じる法則性を理解させる。そのために，運動の精密な解析をもとにエネルギー概念獲得の学習を中心に授業を展開する。

「生命科学Ⅰ・Ⅱ」

遺伝子工学，バイオテクノロジーを一つの軸とし，生命のふしぎを探究させる一方で，生命を扱う重要性とそこから広がる可能性の発見への指導。

【数　学】

「応用数学Ⅰ・Ⅱ」

「自然科学から数学を**つくる**」「数学を自然科学で**つかう**」「**Technology** の積極的な活用」「**情報**の取り入れ発信」を目標に，複雑な自然現象を分析，表現する基礎概念である「フラクタル」を教材化。

また，コンピューターグラフィックの利用，英文テキストの使用，海外の高等学校との共同学習の実施等で，プレゼンテーションの実践力を養い，情報収集発信力をつける。

「解析Ⅰ・Ⅱ」「代数幾何」「確率統計」

分野ごとの系統的・効率的再編。微分方程式，検定・推定なども含む。

「現代数学研究」

・いろいろな角度、方法から探求する能力の育成。

・自然現象や社会現象を数学と結びつけて考える視点を高める。

【文系教科】

〔国語科〕

・論理的な読解を重視し，自分の考えを的確に他者に伝える表現指導の充実。

〔英語科〕

・学校設定科目「科学英語」の設置。

・読解力の育成だけではなく自分の考えを他者に伝える力の育成。

〔地理歴史科〕

・近代科学が成立する歴史的背景としての世界史の理解。

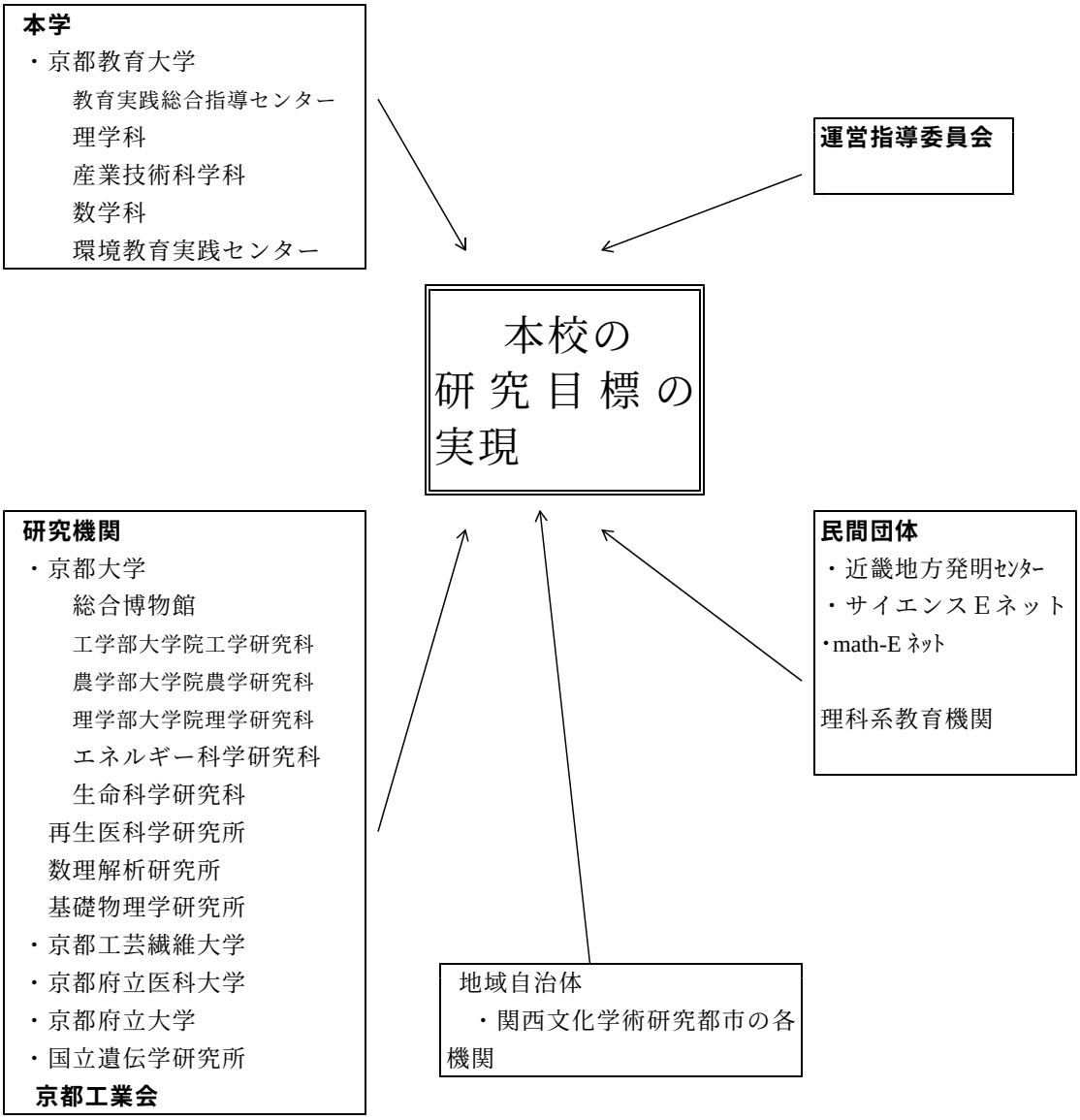
・自国の発展の様子を正しく外国人に説明できるような日本史の理解。

・諸地域の特徴を世界的な視野で見ることができる地理の理解。

〔公民科〕

・科学技術の発達と個人のあり方，社会発展と科学技術の関係などを理解するために「科学と哲学」という「学校設定科目」を設置。

⑤の具体的構成



⑥の具体的内容

・小中高生向け公開講座での理科研究発表。

・各種研究コンクールへの参加。

・物理オリンピック，数学オリンピックなどへの参加。

・海外の科学クラブ・数学クラブとの交流と実践例の検証。

・本校主催の研究会での生徒発表。

検証

(具体的方法)

生徒については，各科目・行事における理解度，関心・意欲・態度などのデータ収集及び解析。

教員については，聞き取り調査。

（３）必要となる教育課程の特例

平成１５年度入学以降の１年生では，学習指導要領総則第３款「１必履修教科・科目」の(６)理科のうち「理科基礎」，「理科総合Ａ」，「理科総合Ｂ」，「物理Ⅰ」，「化学Ⅰ」，「生物Ⅰ」及び「地学Ⅰ」のうちから２科目（「理科基礎」，「理科総合Ａ」及び「理科総合Ｂ」のうちから１科目以上を含むものとする。）については，「物理Ⅰ」，「化学Ⅰ」「」，「生物Ⅰ」及び「地学Ⅰ」については履修しない。また，「理科基礎」，「理科総合Ａ」及び「理科総合Ｂ」のいずれも履修しない。物理Ⅰについては学校設定科目「エネルギー科学Ⅰ」，化学Ⅰは学校設定科目「物質科学Ⅰ」，生物Ⅰについては学校設定科目「生命科学Ⅰ」として，それぞれ内容を再編成して履修する。理由は，本校の研究開発が学習指導要領の内容をもとに，より広範囲の内容を学習することで進めているためである。また，自然科学コースのすべての生徒に「エネルギー科学Ⅰ」(物理Ⅰ)，「物質科学Ⅰ」(科学Ⅰ)，「生命科学Ⅰ」(生物Ⅰ)を履修させるので「理科総合Ａ」の内容を学習することによる。

5　研究計画・評価計画

（１）第一年目

研究課題を実現する第１年目の目標を「理科数学の基礎的な力を持ち，科学技術を通じて自然科学への関心を深めることのできる生徒を育成する。」において以下のことを行った。

①　教科の教育活動として，理科の学校設定科目「科学技術」では，学外講師とのティームティーチングなども交えて展開し，「生物ⅠＢ(生命科学Ⅰ)」では観察・実験・実習の充実を主な柱として展開した。その中で研究施設での研修などにも積極的に取り組んだ。また，数学においては学校設定科目「応用数学Ⅰ」では，自然現象の解明も視野において授業を展開し，独自教材を開発した。「応用数学Ⅰ」では数学Ⅰ～Ⅲ，Ａ～Ｃの各科目との有機的な連携も視野に入れて教材編成を行った。理科・数学ともに，先端的な研究者を外部講師として招いて授業を行った。こうした一連の教科指導の中では実験・実習，レポート作成に重要な位置づけを与えて展開したこともあり，生徒にプレゼンテーション能力が高まったことが確認できる。

②　教科外の教育活動では入学時から大学の研究室，各種研究機関との連携を視野に入れて啓発的な体験学習や外部講師による講演などを行って将来を見通した動機付けが図れるようにした。

（２）第二年目

研究課題を実現する第２年目の目標を「論理的な思考力や豊かな表現力を持ち，多様な場で成果を発信できる生徒を育成する。」におき、以下の研究開発の概要を行った。

①　学年進行により対象が２学年となった。１年次の活動に加えて２年生の授業として理科の学校設定科目「物質科学Ⅰ」，「エネルギー科学Ⅰ」，数学の学校設定科目「代数幾何」，「解析Ⅰ」，「応用数学Ⅱ」を新たな科目として実施し，独自の教材を開発した。理科においては，観察・実験・実習の充実が図られ，外部講師の特別授業では事前の打ち合わせが綿密に行われるようになり，単なる投げ込み教材ではなく計画的な教育活動の中に位置づけが進んだ。

②　教科外の教育活動では入学時から大学の研究室，各種研究機関との連携を視野に入れて啓発的な体験学習を行って将来を見通した動機付けが図れるようにした。

③　評価については，教科指導の面でも統計的なデータに基づいて行うようになり，断片的なデータではなく時間経過に従って生徒の変化を評価できる一歩を踏み出した。その評価方法に基づいて生徒の創造性・論理性・分析力が高まったことが検証された。

④　SSH の取組の成果の普及についても公開研究会だけではなく，インターネットを利用して成果の共有を実施した。

（３）第三年目

第３年次の目標を「社会と科学技術のあり方を，自己の生き方に関わって判断し，主体的に進路を切り開く生徒の育成を目指す。」において研究開発を行う。研究課題を実現するために立てたＡ～Ｄの４目標と具体的活動の成果を実証的に検証する。

①　教科の教育活動の内容

研究開発の成果及び学習指導要領の改訂をふまえて，第１年次，第２年次に行った教育活動を再構成した

上で実施する(理科の学校設定科目「科学技術」・「生命科学Ⅰ」・「物質科学Ⅰ」・「エネルギー科学Ⅰ」，数学の学校設定科目「数学Ⅰ」・「数学A」・「応用数学Ⅰ」・「代数幾何」・「解析Ⅰ」・「応用数学Ⅱ」)。

→授業計画の概要は第一・二年次報告書を参照されたい。

そして，新たに以下，ア～カを加えて行う。

ア　「物質科学Ⅱ」(「学校設定科目」)

「ものづくり」を意識した無機物質・有機化合物の理論・実験技能の習得

ａ　分析機器を用いた実験・実習の充実

ｂ　課題設定・課題解決・考察を行う力の定着

ｃ　生活と化学物質との関わりの理解

ｄ　環境と化学物質との関わりの理解

ｅ　本学・他大学教官による講義，近隣の企業協力による実習

ｆ　化学工場及び研究設での研修

→授業計画の概要は第一・二年次報告書を参照されたい。

イ　「エネルギー科学Ⅱ」(「学校設定科目」)

エネルギー概念による巨視的微視的自然の統合を通じた発展的な物理的自然の理解の育成

ａ　力学，熱力学，電磁気学，原子物理学のそれぞれの学習をエネルギー概念を軸にして，巨視的微視的に統合

ｂ　本学・他大学教官による講義，近隣の企業による実習

ｃ　課題設定・課題解決・考察を行う力の定着

→授業計画の概要は第一・二年次報告書を参照されたい。

ウ　「生命科学Ⅱ」(「学校設定科目」)

生命現象のより深い理解をめざして，『分子からヒトへ』，『生物の多様性』，『バイオテクノロジー』を軸とした展開

ａ　医学部等生命科学研究機関との連携による先進的研究分野の体験

ｂ　バイオテクノロジーを利用した課題研究

ｃ　生命科学における倫理観の育成

→授業計画の概要は第一・二年次報告書を参照されたい。

エ　「解析Ⅱ」「確率統計」(「学校設定科目」)

実習教材を開発して，理科への応用の取り組み

→授業計画の概要は第一・二年次報告書を参照されたい。

オ　「現代数学研究」(「学校設定科目」)

解析的方法、代数的方法、幾何的方法やコンピュータ利用などのアプローチを通して、数学への関心、数学的能力を深める。

→授業計画の概要は第一・二年次報告書を参照されたい。

カ　３年生に「科学と哲学」，２年に「科学英語」(「学校設定科目」)

人や社会と自然科学，あるいは技術との関係のより深い理解と洞察

→授業計画の概要は第一・二年次報告書を参照されたい。

自然科学に関する外国文献の読解と英語によるプレゼンテーション能力の育成

→授業計画の概要は第一・二年次報告書を参照されたい。

② 地域の教員を対象した，研究開発で得られた観察・実験などの新しい指導法に関する公開講座の開設。地域の中・高校生を対象とした，自然科学と関連した数学をテーマとする公開講座の開設。

③ 科学クラブ・数学クラブの数学オリンピックなどのコンクール参加，研究発表，公開講座の企画運営。

④ 生徒の変容を捉える経過的な調査を実施する。具体的には教育評価法の検証による意識調査，聞き取り調査，理解度調査，観察など。それらの諸要素を多変量的に評価するシステムの構築をめざす。生徒を対象とする調査について，実施時期は態度形成などの心理的な要素を含むものは学期当初と学期末の５～６回を生徒に，学力調査などの理解度については学期の３～４回程度実施する。聞き取り，観察は適宜実施してデータの蓄積を図る。

⑤ 研究成果について，第１年次～第２年次と同様に教育実践研究集会をはじめとする各種の機会で公開す

る。京都府単位の教科研究会で成果を公開し，共有を図る。成果については研究紀要，その他の形で公刊，ホームページ上での公開等により共有を図る。

6　研究組織の概要

（１）研究組織の概要

研究推進のために研究部が設置されているが，さらに本研究開発のために研究部内に「自然科学コース推進室」を設置して専任教官を配置している。また，教務主任・生徒指導主事・研究主任・学年主任からなる運営委員会が研究活動の状況を日常的に把握する。

（２）研究担当者

氏名	職名	担当教科(科目)
斉藤正治	教頭・副校長	
橋本雅文	教諭	英語
高屋定房	教諭	国語
井上達朗	教諭	地歴(日本史)
園田平悟	教諭	地歴(地理)
高安和典	教諭	保健体育
井上嘉夫	教諭	理科(生物)
小宅邦夫	教諭	数学
山本彰子	教諭	数学(応用数学)
藪内毅雄	教諭	数学
盛永清隆	教諭	数学・情報
藤本正裕	教諭	数学
河崎哲嗣	教諭	数学
松森弘治	教諭	理科(物理・地学)・情報
松浦直樹	教諭	理科(生物)
市田克利	教諭	理科(化学)
山口幸雄	教諭	理科(化学)
杉本浩子	教諭	理科(化学)
萬處展正	教諭	理科(物理)
高田敏尚	教諭	公民(科学と哲学)
磯部達彦	教諭	英語(科学英語)

7　今後の取組

本校の掲げた目標が本研究開発によって実現できるとすれば，本校の取組を継続して行う予定である。ただ，学習指導要領に関係する部分や予算措置で困難を伴う部分については，適宜内容を修正しつつ実施していく。また，研究開発で得られる成果のうち，学校設定科目として実施しているものは，直接，現在の学習指導要領に定められている教科・科目の教育内容の改善に資するものと考えている。したがって，教育大学に附属する本校としては，本校で授業展開している教科・科目の内容をより整理し，それをもとに研究成果を公開することで，学習指導要領の改善に資する役割を果たしたいと考えている。

２章　研究開発の概要

１．本校の成果～到達点の概要

ア　実践の成果

３カ年の SSH としての研究開発を終えて、本校の生徒や教員にみられる顕著な成果を列挙しておく。

①創意工夫によって卓越したアイデアをもの作りに具体化する力の育成

京大VBL主催の関西テクノアイデアコンテストの最高位獲得　→第Ⅱ部１章、第Ⅲ部４章の項参照

②数学・理科だけでなく多くの教科における創造性が育成されたことの実証

数学・理科では学校設定科目としての「エネルギー科学」「物質科学」、「現代数学研究」などが創造性の育成に寄与し、文系科目では国語「現代文」、英語「Writing」、公民「科学と哲学」が寄与した。

→第Ⅱ部１章・２章の項参照

③大学や企業などとの連携に基づく数学・理科教育の多面的な展開による、科学技術の基礎的な部分と数学・理科教育との深い結びつきに対する理解の深化

SSH開始前には皆無であった企業での研修を実施し、大学や研究所からの特別講師による授業が大幅に増えた。　→第Ⅲ部１章・２章の各教科・科目の報告参照

数学と理科との境界領域の教材を開発したことで科学技術への関心を深めた。

→第Ⅲ部１章１節「応用数学３カ年の取組の評価」参照

④国際性の育成の進展

外国の高校生との間で数学や理科の内容に関する意見交換を日本語以外の言語を用いて行う機会を設定した。(タイ王国の高校との間でテレビ会議を用いた共同授業の実施、日英サイエンスワークショップを１週間にわたり開催)この結果としてプレゼンテーションに関するいろいろな力が育成された。

→第Ⅲ部１章・４章の項参照

⑤客観的な教育評価法の実践

生徒の変化を定量的に捉える指標を本学教育臨床心理学教室の協力下に作成して実践した。

→Ⅱ部２章参照

⑥教員自身の変容の自覚

SSHの取組で大学などとの連携や教材開発を行ってきた種々の取組によって、教員の多方面の教育力の向上と拡張が感じ取れる。

イ　本校の目標の達成度→詳しくは第Ⅱ部１章「本校の研究開発全体の評価」の項参照

「Ａの原理や法則性、構造の解明に意欲的に取り組む生徒の育成」の点で目標の達成に近づいたと考えられる。ただ、生徒に要求する課題の提示には工夫の余地がある。

→第Ⅱ部１章、及び第Ⅲ部１章・２章の項参照

「Ｂの科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒の育成」の点で、ある程度の目標が達成できたと考えられる。　→第Ⅱ部１章、第Ⅲ部２章３節、４章３節の項参照

「Ｃの意欲的に情報を取り入れ、発信する生徒の育成」という点では、各種取組が目標の実現を促進したと考えている。　→第Ⅲ部１章の項参照

「Ｄの社会における科学技術のあり方を考える生徒の育成」という点では、生徒の理解が進み目標の達成に近づいた。　→第Ⅱ部１章、第Ⅲ部１章「応用数学３年間の取組のまとめ」、２章理科の各科目の項参照

２．研究開発の経緯

前節に掲載した本年度研究開発計画の各項目に直接関係するものは、後掲の「研究開発の内容」の欄に譲り、ここでは全般的な特記すべき項目を列挙する。項目名として挙げたのは各教科・科目の特別講師による授業、大学の研究室、企業での研修など通常の授業とは違う内容、教科外の生徒の対外的発表及び成果、評価に関わる取組である。

自然科学コース　研究開発の経緯

年	月	日	曜日	事　　項
2004	4	16	金	午後に自然科学コースの新入生対象に、大学の先生方と施設を利用してオリエンテーション開催。
2004	5	14	金	「物質科学Ⅰ」で京都教育大学・芝原寛泰先生の研究室で「透過型電子顕微鏡(TEM)で原子を見る」の実験。
2004	5	20	木	「物質科学Ⅱ」で京都教育大学・後藤景子先生の特別講義。テーマは「石鹸と合成洗剤の構造、界面活性作用」で、本校の家庭科教員も指導にあたる。
2004	5	28	月	1年の「生命科学」で京都大学生存圏研究所・吉村剛先生の指導の下で、研究所での「シロアリから何を学ぶか」についての講義と実習
2004	6	4	金	「物質科学Ⅰ」で京都教育大学・武蔵野實先生(本校校長)の研究室で「X線マイクロアナライザー(EPMA)による元素分析」の実習。
2004	6	18	金	「物質科学Ⅰ」でJST・北澤宏一先生による超伝導に関する特別講義。
2004	6	28	月	「物質科学Ⅱ」で奈良女子大学・棚瀬知明先生、岩井薫先生の研究室を訪問し、「有機化合分子の立体構造」をテーマに講義と実習。
2004	6	下旬～		全学年のクラス風土、及び自然科学コースの各授業の生徒アンケート実施　1学期末まで
2004	7	14	水	「物質科学Ⅱ」で大阪ガス泉北製造所・ガス科学館で温暖化、化石燃料とエネルギー問題を中心に研修。京都大学原子炉実験所での研修。
2004	7	19～23	月	1年生が京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所の益田玲爾先生、上野正博先生の指導の下でウニの発生に関する臨海実習 A団～21日まで、B団21日から23日まで
2004	8	8	日	「けいはんなDEサイエンス」に生徒が参加して理系クラブの活動を地域に紹介。
2004	8	21	土	第8回びわこクルーレスソーラーボート大会に生徒1名と教員が見学の形で参加
2004	8	2～10	月～火	北京で行われたAPEC青少年サイエンス・フェスティバルに1名が参加。
2004	8	10～11	火～水	SSH生徒発表交流会　東京ビッグサイトにて
2004	8	23～27	月～金	日英サイエンスワークショップを開催。立命館大学びわこ草津キャンパスを主会場、シンポジウムをキャンパスプラザ京都で開催。
2004	9	8	水	国立情報学研究所・新井紀子先生、広島市立大学・川本佳代先生とe-教室の実施について協議
2004	9	24	金	「物質科学Ⅰ」で京都工芸繊維大学・功刀滋先生による「熱、力学、化学反応、エネルギーそして生体－化学熱力学入門－」の特別講義。
2004	9	15～	水	「エネルギー科学Ⅰ」で7回にわたり、京都教育大学・谷口和成先生との共同授業で「センサー・プロジェクト」の授業を実施。
2004	10	15	金	「物質科学Ⅰ」でGSユアサ・鉛蓄電池工場での実習。
2004	10	19	水	「物質科学Ⅱ」で関西大学・池田勝彦先生が「チタン元素の特性」について特別講義。
2004	10	20	日	京都大学VBL主催「関西テクノアイデアコンテスト」で最高位のグランプリ他3名が入選。本校からは7名が応募。
2004	10	29	金	3年の「生命科学」で京都工芸繊維大学・森肇先生の研究室で本校の授業で抽出したDNAの確認処理の講義と実習
2004	11	1	月	「応用数学」と数学に関する意識調査－3年の自然科学コース及び普通コースの理系生徒
2004	11	1	月	「物質科学Ⅱ」で京都大学・大塚浩二先生の研究室で「ミクロ・ナノスケールの分離分析」の講義と実習
2004	11	13	土	教育実践研究集会を開催－数学・理科の分科会、及び科学英語と応用数学の共同授業の公開。同時に東海大学・平野葉一先生、菊地宣行先生等の協力の下に「機械仕掛の数学マジック展」を開催し、本校教員の作品も展示。生徒・教員以外に小中学生やその保護者の参加者があった。
2004	11	18	木	「物質科学Ⅱ」でバイエル薬品・島崎眞先生の「薬品の化学」について特別授業。
2004	11	20	土	SSH第1回運営指導委員会開催
2004	11	22	月	「応用数学Ⅱ」でタイ王国ラジャパット総合大学附属アユタヤ高校とのテレビ会議システムを用いた遠隔の共同授業第1回
2004	11	29	月	「物質科学Ⅱ」で京都教育大学・芝原寛泰先生の研究室で「コロイド溶液の性質」に関する実験。
2004	11	30	火	「エネルギー科学Ⅰ」で京都教育大学・沖花彰先生の「量子力学と相対論の成り立ち」の特別授業。
2004	11	6～7	土～日	「青少年のための科学の祭典」に理系クラブの生徒が参加。
2004	11	下旬～		3年の学級風土に関するアンケート及び自然科学コース3年の各授業に関する生徒アンケートを実施 2学期末まで
2004	12	1	水	「科学技術」で「気体検知管」をテーマにガステック(株)・川辺俊雄先生の特別授業
2004	12	14	火	「物質科学Ⅰ」で神戸製鋼所加古川工場での実習。
2004	12	16	木	「物質科学Ⅱ」で「藍染めの原理とその手法」を本校美術の教員と共同授業。
2005	1	10	月	数学オリンピックに参加。
2005	1	12	水	「科学技術」で京都大学・笠原三紀夫先生による「エネルギーと地球環境問題」の特別授業。
2005	1	19	水	「科学技術」で京都大学・東野達先生による「ライフサイクルアセスメント①」の特別授業。
2005	1	31	月	京都工芸繊維大学・森肇先生の研究室で1年が「生命科学Ⅰ」で「大腸菌の形質転換」をテーマに研修
2005	2	1	火	「応用数学Ⅱ」でタイ王国ラジャパット総合大学附属アユタヤ高校とのテレビ会議システムを用いた遠隔の共同授業第2回
2005	2	2	水	「科学技術」で京都大学・東野達先生による「ライフサイクルアセスメント②」の特別授業。
2005	2	19	土	SSH第2回運営指導委員会開催
2005	2	23	水	「科学技術」で千葉工業大学・古田貴之先生による「最新ﾋｭｰﾏﾉｲﾄﾞﾛﾎﾞｯﾄ"morph3"解剖教習講座」をテーマとした特別授業
2005	2	25	金	「応用数学Ⅰ」で国立情報学研究所・新井紀子先生がe-教室の取組状況の視察と今年度の取組に関する意見交換。
2005	2	21～	月～	「エネルギー科学Ⅰ」で京都教育大学・谷口和成先生との共同授業で「モデリング」に関する授業を数回にわたり実施。
2005	2	下旬～		1・2年自然科学コースの各授業に関する生徒アンケート実施　学年末まで

３年間の指導実績(概念図)

１年次
学校設定科目の教科指導
「応用数学Ⅰ」「科学技術」
教科指導での実験・実習の高度化
　生物での臨海実習
特別講師の招聘　一例
　マンデルブロ氏
　益川敏英氏
大学などとの連携
校内外での活動の設定
　スペースシャトル「コロンビア号」
　との対照実験への参加など

①数学・理科と科学技術との結びつきの理解
②根気強く実験・実習を実行する力の育成
③論理性・分析力などの育成
④情報発信能力の育成

２年次
学校設定科目の教科指導
　１年次に加え新規に「物質科学Ⅰ」「エネルギー科学Ⅰ」「応用数学Ⅱ」など
生産現場での研修の開始
　神戸製鋼・日本電池など
課外活動の立ち上げ
　数学クラブ、コンクールへの応募
評価法の検討

１年次に加えて
①地域のサイエンスプログラムへの生徒の参加
②科学技術コンテストへの入賞
③外部機関との提携進展

３年次
学校設定科目の教科指導
　１・２年次に加え新規に理科のⅡ系科目、「現代数学研究」など
研究機関との協力関係の進展
　国立情報学研究所など
課外活動の進展
　自分の課題による生徒実験の増加
大学教育との連携
　大学院生などの指導補助
外国の教育機関との提携
評価法の実践

１・２年次に加え
①創造性育成の実証
**　京大VBLでの最高位入賞**
②多様な学習形態の展開
**　e-教室の実施など**
③国際性の育成
**　日英サイエンスワークショップ共催**
④学習集団の変容過程の把握
**　学級風土・教科別評価の実施**
⑤教師の変容～教科指導力などの向上

第Ⅱ部　研究開発の評価

１章　本校の研究開発全体の評価

１節　まえがき

本校が SSH として研究開発に乗り出したことは中学生やその保護者の本校への関心を強めたことは間違いない。一般中学からの志願者数と自然科学コース志願者数でみると、平成 14 年度が 103 名、17 名であったのが、平成 15 年度は 142 名、65 名、平成 16 年度は 129 名、59 名となっている。平成 17 年度についても入試制度を変更したが、志願者数は 132 名であった。附属中学からの連絡進学者でについては自然科学コース志願者数に大きな変化がないことと比べると、特に学外の認知が高まったといえる。

ところで、本校は設定した SSH の課題を実現するために４つの目標を設定した。目標の実現のために学年の１クラスに自然科学コースを設定し、普通コースの理科系とはカリキュラムに差異をつけて理科系教育を実施してきた。そうした取り組みがどのような成果を上げ、どのような課題を残しているのかを総括的に明らかにしておきたい。

本章ではまず、本校の取り組み全体の評価を概観的に述べ、続いて４つの目標とは必ずしも密接にはつながらないが本校の SSH の取り組みだけではなく、SSH 全体の評価に関わるであろう事柄について、いくつかの観点を提示して言及しておきたい。そして次章では生徒や保護者から得られた各種データを基とした学級集団や生徒の変容について述べることとしたい。

２節　目標の達成状況

本校が課題を実現するために設定した４つの目標の達成状況は次の通りと考えている。

「Ａの原理や法則性、構造の解明に意欲的に取り組む生徒の育成」の点では、数学の「現代数学研究」での課題をじっくりと考えさせる取り組みや理科の「物質科学」「エネルギー科学」での生徒アンケートの分析結果からみて、目標の達成に近づいたと考えられる。ただ、数学の「応用数学３年間の取組の報告」にもあるように、生徒に要求する課題の提示には工夫の余地があることも明らかになった。

「Ｂの科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒の育成」の点では、３カ年間で例えば京都大学 VBL が開催している関西テクノアイデアコンテストの応募状況が例証となる。１年目から本校は応募をはじめたが、１年目は落選、２年目には京都大学総長賞と奨励賞の受賞にとどまったが、３年目は１名が最高位にあたるグランプリを獲得し、１名が京都大学総長賞、１名が奨励賞という結果であった。年次をおうごとに個人的な応募の段階から学校による組織的な生徒への啓蒙の段階と進んだこと。さらに１年の「科学技術」、２年の「エネルギー科学」の授業が技術への夢を呼び起こすきっかけとなり、生徒が啓発されたことがあいまって前述の結果となったと考えている。応募に至らない多くの作品があり、こうした授賞の裾野には多くの生徒の取り組みが広がっていることも特記しておきたい。したがって、この目標はある程度の目標が達成できたと考えられる。

「Ｃの意欲的に情報を取り入れ、発信する生徒の育成」という点では、タイ王国の高校生とのテレビ会議を利用した数学の遠隔授業、国立情報学研究所との連携による「ｅ-教室」での数学の授業の実施、及び平素の授業におけるプレゼンテーションの機会の増大などにより、目標へ接近したと考えている。事実、外国との共通言語である英語による数学の学習内容の説明、e-learning というネット上での学習システムの持つ学習者の情報発信の必要性の増大は自ずと目標の実現を促進したと考えている。

「Ｄの社会における科学技術のあり方を考える生徒の育成」という点では、後述の数学の「応用数学３年間の取組の評価」と理科の各科目、及び公民科の「科学と哲学」の報告にあるように、教科・科目内で完結した学習ではなく、教科領域が他の教科内容に深く関わっていることの理解(教員にとっては当然のことであるが)、学習内容が生産活動を理解する上での基礎となるものであることなどの理解が進んだと考えられる。事実、生徒からの聞き取り調査でも肌で感じた同様の印象を述べている。

３節　生徒の変容

①本校のカリキュラムが生徒の創造性などの育成に良い意味での影響があったことを証明できた

理由：

本校は学年の１クラスを自然科学コースに設定し、普通コースの理科系とはカリキュラムに差異をつけて理科系教育を実施してきた。主たる分析対象とした３年生は、SSH の実施にあたっては、本校の合格が決定した後に自然科学コースへの希望をとった。本校入学予定者の中での自然科学コース志願者は定員を若干上回る程度であ

った。そのことから、本校の自然科学コースの生徒集団は他の４クラスの生徒集団と基本的には大きな差がないといえる。次章で詳しく報告するが、カリキュラム上の違いが創造性などいくつかの項目で明確な差を生じている。そうした際に、生徒集団に差がないとすれば、カリキュラム設定の違いが生徒の創造性などの育成に有意差を生じた事を証明している。

②理科・数学が好きで、それを地域に伝えて成果を還元しようとする生徒の育成が進んだ

理由：

本校は積極的に地域の理科実験教室的で啓蒙的な行事に参加したが、積極的にそうした行事にボランティアとして参加していく生徒が増えた。特に関西学術文化研究都市で開催された行事には本校の取り組みの一端を紹介するコーナーなどが設けられたが、積極的に紹介役になって児童生徒に実験などの紹介をしてくれた。これは単に生徒が自分自身のために理科・数学の学習するということだけでなく、その中で感じた理科などの面白さを伝えようとする動機が高まったためである。

③本校のカリキュラムが学力の顕著な伸びに資することがあったとは必ずしも結論づけられなかった

理由：

学力の育成については顕著に伸びたことを検証できなかった。データ上は３年の成績は全体としては伸びを示さず、低下傾向にある。ところで、依拠したデータのうち、３年は全国的な模擬試験の成績を利用した。３年の模擬試験の成績には過年度卒業生の受験者も含まれるために、一般的に３年生の全国偏差値は１・２年時よりも下がる傾向にある。今回のデータはそれと同じことを示していると考えている。ただ、そうした傾向の中でも「エネルギー科学」「物質科学」といった科目では顕著に成績の伸びがあった。科目の教材内容、授業方法などの検証が必要である。

ただ、成績が低下傾向にあるという反証としては次のことを示しておきたい。

本校の生徒は多くがセンター試験を受験する。本校生全体の平均点偏差値の経年変化を示すと次の通りである。自己採点を集計したのは全国進学情報センターで、人数は自己採点提出者数。

	2005 年(人)	2004 年(人)	2003 年(人)	2005 － 2003
文理総合	58.9(136 人)	58.3(145 人)	57.6(100 人)	1.3
理系	59.3(85 人)	58.6(95 人)	57.7(70 人)	1.6
文系	58.1(50 人)	57.4(50 人)	57.0(30 人)	1.1

このデータから見る限り本校生全体の学力はセンター試験受験者全体の中では上昇している。さらに理系志望者の上昇が文系のそれよりも大きいことが分かる。これは本校の数学・理科教育が全体としては生徒の学力向上により大きな影響を与えたともいえる。

各教科・科目毎では次のような結果がみえる。このデータは文理総合の数値である。

	2005 年(人)	2004 年(人)	2003 年(人)	2005 － 2003
国語Ⅰ・Ⅱ	57.7(161 人)	58.0(157 人)	56.7(157 人)	1.0
外国語	59.8(172 人)	59.3(173 人)	58.4(172 人)	1.4
数Ⅰ A	56.3(156 人)	57.3(159 人)	56.3(149 人)	0
数Ⅱ B	57.4(148 人)	56.4(150 人)	53.4(143 人)	3.0
数学全体	57.2(151 人)	56.9(158 人)	54.8(148 人)	2.4
物理Ⅰ B	57.5(49 人)	58.0(59 人)	55.9(40 人)	1.6
化学Ⅰ B	56.8(117 人)	57.5(120 人)	56.6(94 人)	0.2
生物Ⅰ B	59.7(63 人)	56.1(60 人)	58.1(68 人)	1.6
世界史 B	56.6(28 人)	56.3(34 人)	55.5(29 人)	1.1
日本史 B	57.5(46 人)	57.1(56 人)	56.0(46 人)	1.5
地理 B	55.2(44 人)	55.8(44 人)	56.9(47 人)	－ 1.7
倫理	54.3(33 人)	55.4(29 人)	56.4(18 人)	－ 1.9
現代社会	56.1(78 人)	57.0(83 人)	56.9(82 人)	－ 0.8

科目間のバラツキが大きくなっているが、全体的な傾向として次のことがいえる。地歴・公民の科目では上昇・下降の両方が見られるが、他の教科・科目では上昇し、特に数学Ⅱ B の伸びが顕著であること、理科の科目でも物理Ⅰ B、生物Ⅰ B は上昇している。したがって、総合成績を引き上げた要因としては地歴・公民以外の教科・科目、特に数学、次いで外国語、理科の与えた影響が大きいと考えられる。

また、下の表で示したように、自然科学コースと普通コース理系クラスの比較をすると数学・理科の差が顕著で、数学・理科の学力を伸ばすことができたと見ることが可能である。

	自然科学コース(人)	普通コース理系クラス(人)	自－普
国語Ⅰ・Ⅱ	57.5(39 人)	59.9(34 人)	－ 2.4
外国語	61.3(39 人)	61.9(35 人)	－ 0.6
数Ⅰ A	58.9 (39 人)	58.5(35 人)	0.4
数Ⅱ B	61.3(39 人)	58.8(34 人)	2.5
数学全体	60.6(39 人)	59.1(34 人)	1.5
物理Ⅰ B	61.7(18 人)	55.3(18 人)	6.4
化学Ⅰ B	57.5(37 人)	56.7(33 人)	0.8
生物Ⅰ B	62.1(17 人)	61.0(18 人)	1.1
世界史 B	55.0(7 人)	56.8(5 人)	－ 1.8
日本史 B	55.1(5 人)	57.2(8 人)	－ 2.1
地理 B	58.6(15 人)	54.8(8 人)	3.8
倫理	54.8(7 人)	54.2(7 人)	0.6
現代社会	56.2(14 人)	55.9(13 人)	0.3

以上のように、使用するデータによっては上昇・低下いずれの結論も導けるということで、次章で述べられる評価内容とは違う観点を提示しておきたい。

ところで、SSH の対象となった生徒たちは学力の向上ということについてどのように考えているのか？
今回、SSH 事業を３年間経験した生徒に聞き取り調査を行った。無作為に選んだ 10 名の回答からは、次の特徴が見られる。

生徒は履修した各科目の評価についてはまちまちである。一例では１年で履修した「科学技術」は科目の展開の無計画性のような点にかなり不満を漏らす生徒もいた。しかし、反面色々な科目で実施した多様な研修機会は大学、もしくは研究機関への心理的な壁を低くし、大学・研究機関の存在を身近に感じさせる役割を果たした。さらに大学を単に社会的な名声だけではなく、大学の先生方の研究内容などもふまえて選定していくなど、進路志望の実現に向けて貢献しており、ひいてはモチベーションを高める役割を果たした。

聞き取りをした生徒の評価は次の通り。次章で３カ年の活動を終えるに際しての感想文を掲載している。

(ア)SSH に参加して良かった点

・高校の教育内容をこえる展開になったので教科・科目の論理性が良く理解できた。
　研究といったことがらの奥の深さを理解できた。
・実験重視の授業は演示実験とは違い、理解の深さがまったく違うということがわかる。
・レポートを多く提出したことで考える力がに付いた。

(イ)学力に関わって～生徒によって学力が付いたかどうかは評価が分かれた。

・最も肯定的に捉えた生徒
　　知識だけでなく考え方も身に付いた
・多くの場合は SSH 事業と学力形成とは別物と理解している。
　　７時間目の授業を実施したということで、その時間程度は伸びているかもしれない。
　　テストの上ではあまり結果が出ないかもしれないが、ものの見方・向学心・モチベーション等の点で影響がある。
　　学力が付くか付かないかは本人次第である。

今回の聞き取りの中で生徒は「学力」ということばを必ずしもセンター試験などの入試だけに繋がるものとは考えていない。それは本校生の考え方ともいえるし、この年齢になれば当然の考え方ともいえる。

４節　教師と学校教育の変容

次章で紹介する本校教員を対象とした調査報告にあるように、関心のある教師の資質として挙げた第一は教科教授法であり、IT 関連機器の活用能力、生徒理解力であった。教科指導の充実に意識が働いていることを示していると思われ、IT 関連機器の活用力については、本校においてもそれらが身近な存在として意識せざるを得なくなってきたことを示しているようである。プレゼンテーション能力の項が比較的多いことも、それを例証している。一方、統計的なことに現れないこととして、いくつか成果を挙げておく。

①研究開発課題に適合したカリキュラム開発能力が形成できた

これは SSH 発足に際して掲げられた将来の研究者や科学技術者の基礎を養成するという目標に共感を覚えた教員が、それを実現するものとして科目内容を編成して展開していくことを実行した。数学・理科だけではなく英語・公民などの文科系教科・科目も含まれている。それらの具体的な内容は各教科・科目の報告に譲る。ただ次の点を確認しておきたい。通常の学校教育の場合、教科・科目の目的は学習指導要領に示されるが、本校のようにカリキュラム開発を中心とする研究開発学校の場合、研究開発課題に従って現行とは別の学習指導要領的なものを作成しなければならない。それを３カ年間にわたって実行した教員の能力の向上は確認しておく必要がある。この点は数量的には計測しにくい所である。しかし、前述したセンター試験の結果に見られる学力の向上ともつながっていることはいえるだろう。

ただ、その際の課題もある。カリキュラム開発が、その科目や教科の論理と適合しているかどうか、さらに眼前の生徒の現実との適合性があるか、授業方法の検討など古典的ではあるが、教育学的な検証を加える必要がある。科目によっては無計画性、授業の混乱といった指摘が見られる。

②教師の対外的な交渉力が伸びた

これは特別講師招聘、企業や研究室での生徒や教員の研修を実施する際に、教師が学校外との接点を自ら開発していった結果である。伝統的に学校内だけで教育が完結すると考えがちであることが止揚されていったと考えている。

③外部講師など外部の教育資産の活用による教育の多面化が進んだ

外部講師を招聘した授業は SSH の取り組みによって機会が飛躍的に増大した。科目領域の研究者を招聘する場合もあれば、「応用数学」のように数学領域外の研究者を招聘することもあった。いずれにしても研究者による専門的な立場からの授業は生徒の知的好奇心を刺激した。１年間の授業展開と外部講師の授業が有機的な連携を持った上で行われる必要があるが、初年度の当初は打ち合わせが不十分であったが、初年度後半から打ち合わせがかなりしっかり行われるようになった。生徒の聞き取りからは、配付資料などが授業当日ではなく事前に配布されて、事前の指導があることが望ましいという意見があった。これは講師と学校側の事前の打ち合わせの一層の深化を求めるもので、研究者の作成する資料が高校の授業とミスマッチを起こしている場合もあることへの警鐘である。

５節　残された課題～今後の方向性と成果の普及

①コースを分けない教育課程の設定とSSHの自覚(モチベーション)の高揚をはかること

SSH 事業を自然科学コースに在籍する生徒を中心に実施したことは、生徒が主体的に SSH 事業に関わっていることを自覚させる役割を果たし、意欲の面でも肯定的な結果をもたらしている。ただ、良い教育効果をもたらすことが明らかとなった今回の取り組みは、普通科という同一の教育課程内に「自然科学コース」というコースのみを対象として SSH を実施するよりも、できるだけ多くの生徒を対象として実施することが望ましい。

ただ、理科系生徒全員を対象とすると、本人意志で SSH に興味・関心をもって参加するということがなくなり、ひいては SSH の取り組みへのモチベーションが下がっていくことが懸念される。その際の打開策として、一例として次のようなことを想定している。

理科・数学の授業に関連するいろいろな取り組み課題を生徒に示し、大学や研究機関との協力の下に取り組ませたい。実施形態としては、長期にわたって継続的、あるいは短期間に集中的といったいろいろな形態があることも想定している。これは今回の SSH 指定の中で得られた教材開発を中心とする成果を全員の生徒に直接還元したうえで、生徒がより自発的に課題探求に向かう取り組みにしたいことの反映である。

②教員の意識の高揚を図る工夫をはかること

今回の SSH に対して校内の関心を高める取り組みを行うことはなかなか難しかった。校務分掌の配当などの工夫によって、何らかのかたちで全教員が関わっていくことは可能かもしれないが、積極的な意味で、取り組みへの「興味」をどのように持たせるかは難しい。SSH の研究開発課題を通じて、取り組んでみることが「面白いかもしれない。生徒のために役立つかもしれない。生徒の能力を伸ばせるかもしれない」などといったことに興味を示し、取り組みに積極的に関わっていくことが切に求められる。

それには次のことが重要である。１つには研究開発を通じて学校が何をめざすのかについて教員の理解を深め

る取り組みをすること。２つには直接研究開発を担当しない教員の役割を明示していくことである。前者を取り組むことで多くの教員の関心を高めることができ、協力体制を創りあげる前提も作られる。後者は、研究開発担当者の負っているいろいろな心理的・物理的負担を軽減することにつながる。これらが欠如していると学校の一部だけで行っているといった理解が広がりがちで、研究開発に直接携わった者には達成感ではなく徒労感が残る可能性もある。ひいては教員間に亀裂も生じかねない。これらのことについては研究開発の責任者の役割は大きいといえる。本校の場合には、それは不十分であったと言わざるを得ない。

③生徒の理数科コースとのミスマッチを回避する方策をとること

生徒の変容とも関わって、生徒・保護者の調査から次のことがいえる。生徒・保護者ともに SSH の理念、もしくは本校の SSH の取り組みに関心があれば伸びが顕著であり、関心が合わなければ伸びないというデータがある。本校は実施に際して研究開発の理念を生徒・保護者に説明してコース選択を行ってきた。しかし、現実には自然科学コースの選択動機はまちまちで、本校の研究開発に理解をして応募した生徒・保護者もいれば、理科・数学の単位増ということから受験に有利であるという動機もあったと考えられる。後者の場合が教育理念・目標と学習者の動機のミスマッチが学習成果を上げられない結果を生じた原因と考えられる。これは本校のように高校入学時に理系教育コースを設定したときに生じやすいケースである。志望選択をもう一年遅らせることも一案である。生徒の発達段階を考えれば妥当性は高い。

④運営指導委員会の位置づけについて改善をはかること

運営指導委員委嘱の基準は SSH 各校まちまちで一概にいえないが、本校の場合は京都工業会から推薦いただいた経営者と大学や研究機関の第一線で活躍されている方にお願いした。運営指導委員の高校教育や SSH に寄せられる関心は強く、運営指導委員会での発言は高校側への示唆に富むものが多く、授業実践にも深く関連するケースもあった。ただ年に２～３回の会のみでの意見交流では内容の深化にも限度がある。本校のようなケースでは運営指導委員として評価するだけでなく、教育実践を進める際の企画段階から協力いただくことが双方にとって有益だろうと思われる。

⑤大学教育との接続体制の構築と前提となるSSH卒業生の追跡的調査を実施すること

SSH の指定対象となった生徒たちが３カ年間の授業実践を受けて卒業していくわけだが、大学入学に際しては入学試験という共通の垣根がある。本校の運営指導委員は基本的には文部科学省の推進する SSH 事業と効率的な大学受験技術とは相容れないところが多い対極にあるものと理解されていた。本校は SSH の研究開発を大学進学にも活かせるようにとのねらいを持っていたが、その狭間にいる生徒は内心では苦慮したところもあるだろうと推測している。SSH 指定校の卒業生を、一定条件の下で大学が受け入れていくシステムを構築することで、将来の日本の自然科学や産業技術の開発を先進的に担っていく有為な人たちを育てていくことができると考えている。これが本校の運営指導委員の意見の大勢である。高校と大学の教育を有機的に接続する体制を構築するためには、前提として SSH の教育を受けた生徒たちがどのような進路をたどり、研究者への道のりをたどろうとしているのかを実証的にも明らかにする必要がある。その点に関して本校は追跡的な調査を行う予定である。

⑥広い意味での成果の共有をはかること

次章でも述べるように情報発信に対する意識の差が少なからず見られたが、成果を共有する観点から本校の取り組みの可能性を列挙しておきたい。伝統的に教育大学(学部)の附属学校は公開研究会を毎年開催している。成果の共有をはかる意味では本校も実施してきている。しかし、それは現在では当たり前のことであり、それだけにとどまってはいられない。web 上での成果の共有は、本校にとっては教員の足並みを揃えていく意味で試金石となるだろう。著作権などの個人的な権利も確保しつつ、公開を進めていきたい。多くの学校訪問を受け入れてきた本校は、来校される方々が本校の hp から多くの情報を得た上で来られることを知った。それを上回る情報を来校時に提供することも求められるようになり、ひいては我々が我々自身をより知らねばならないことに迫られるのである。

教員が学校関係者や一般の市民を対象として成果を共有することに加えて、高校生が高校生や中学生など同世代の人たちに成果を共有する取り組みに参加することは有益であると考えている。それは自分自身が学んできたことを他者に伝えるという行為は、同時に自分自身が学ぶことにつながるからである。そうした機会を文化祭やいろいろな機会を通じて設定していきたい。

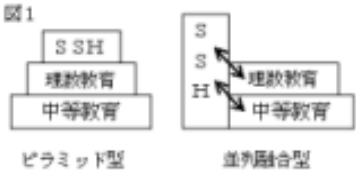
(文責　井上達朗)

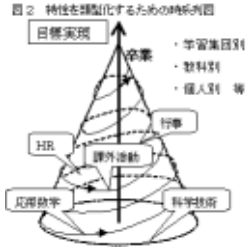
２章　SSH 学級集団と生徒個人の変容～教育活動の定量的解析結果～

Ⅰ　評価に対する考え

本研究の成果をあらゆる観点から評価することに多大な工夫と時間を費やした。将来の「科学者・技術者」として活躍するという長期目標を掲げて、その基礎的な資質を育成するカリキュラム開発が本校ＳＳＨ事業である。高校３年間の育成カリキュラムの中で教科活動・行事・特別活動がどのような関わりを持ってきたかを時系列・カテゴリー別にデータの解析をしなければならないと考えた。そこで本校の教育育成系統（図１ピラミッド型、図２）に見合うように、

(1)学級集団がどのように変容したのか、
(2)生徒個人がどのように変容したのか





を柱に効果的なアンケート・テストによって捉えていくことにした。

その前にまず「評価」に対する基本的な考え方を述べておく。[1]教員の中には往々にして「評価」を「ランク付け」と理解する傾向があるが、その「価値を判じ定める」という意味に加えて目標に向かって教育することが目的である。

評　価　≠　**ランク付け**

さらに**「生徒達が自らの情意や学習活動等を調整・改善すること、教育者が指導方法や教育システムを調整・改善すること」を実現されなければ「評価」をしたとはいえない。**大切なことは評価された側（生徒・教師・学校）が自身を分析しているかどうかが問題であり、**「自己評価」**ができれば理想的である。自分のことを自分で収集し、解釈し、調整し、次の行動を自己決定したり自己判断したりして生活している。自分で判断し決定したことについて、振り返る機会の設定をするべきと考える。そこで収集したデータ分析が生きた教訓として財産にならなければならないということを念頭に教育活動を進める必要があると考えている。（図３）

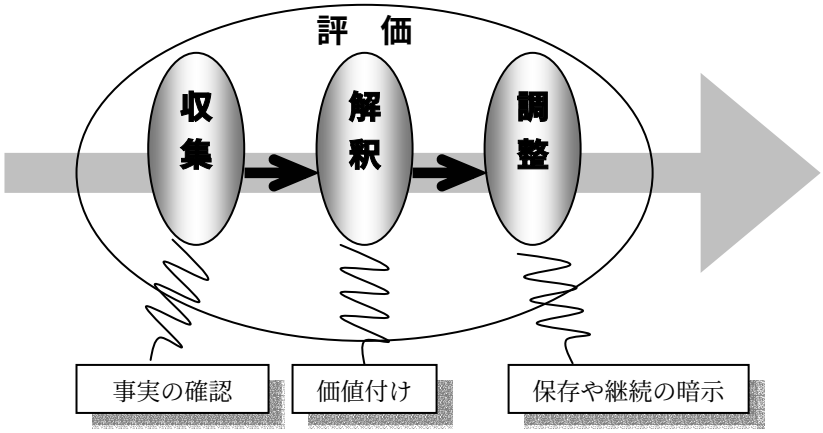


図３　教育を目標にした評価の意味とその行動（黒澤俊二,「よい授業をすすめる評価活動とその実際」より抜粋）

自己評価には、寛容評価・光背評価・偏見といった**「評価バイアス」**（正確な評価を妨げるもの。Ex. 評価情報に含む感情が態度や意欲に影響を与える）がとりわけ深刻な影響を与えがちで、これを取り除くことで自己評価をよりよいものへと修正していくような**「他者評価」（ＨＲ担任や教科担任によるヒアリング・座談会、学習記録帳に対しての評価、仮説実験授業における評価 etc**）が必要である。つまり、生徒（教師・本校）に目標を明確に持たせて、自分が評価の主体者になるような自己評価をさらに相互評価し合う場が必要性であるということである。（表１）

[1] 黒澤俊二、よい授業をすすめる評価の活動とその実際･･･授業実践者からみた教育評価の意味、平成 14 年６月

自己収集能力として

・自分の思考過程や効果を振り返り、自分の姿をモニターし表現すること
・自分の行動に対する他の考えや感想を取り込もうとすること

自己解釈能力として

・行動の目標を明確に自覚し、それに照らして自分の行動を事実から吟味すること
・目標に向かう自分の気持ちや感覚の変化や効果をみる

自己調整能力として

・既往経験や既習事項を想起し適用して未達成の目標を確認し補充的に設定すること
・興味関心に従って発展的に次の課題を設定すること

表１

さて評価には２つの scene があり、**(1)授業や特別活動等の中での評価活動（瞬時対応）、(2) 活動と活動の間にある評価活動（長期対応）**とがある。前者は瞬時のうちに反応を収集→解釈→調整しなければならないもので、教科活動や行事の中で取り上げ明記されるべき（別章）内容と考えられ、本章では後者の方を取り上げて検証をする。

次に本校の場合、『評価を効果的に進めるもの』として３つのポイントを背景にすることを注視しながら取り組んだ。

① **「こんな生徒に育てたい」という明確な意志‥‥will**
② **得意に簡便なる評価方法‥‥skill**
③ **目標を修正する度量‥‥channel**

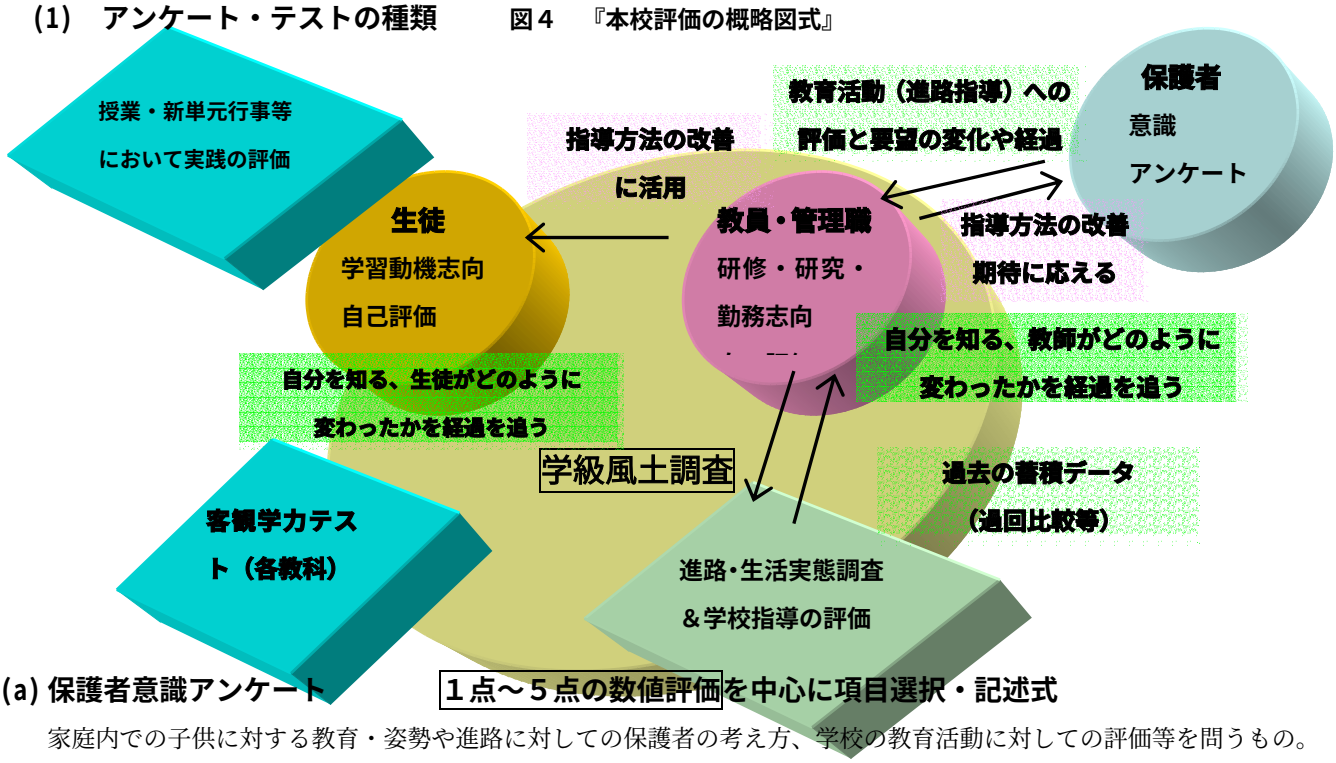
これらの実践結果等については、**「Ⅳ　まとめ」**にて述べることとする。

また**「クラス風土（経営）に対しての調査」**を取り入れているが、これは学習や活動のなかに生じた生徒のよい情報が学級のなかに蓄積されて学級独特の文化が形成されていくことが望ましいと考えに基づいているからである。(『学級文化蓄積力』)

Ⅱ　評価するためのアンケート・テストの種類と内容

(1)　アンケート・テストの種類

図４　『本校評価の概略図式』



(a) 保護者意識アンケート　　**１点～５点の数値評価を中心に項目選択・記述式**

家庭内での子供に対する教育・姿勢や進路に対しての保護者の考え方、学校の教育活動に対しての評価等を問うもの。

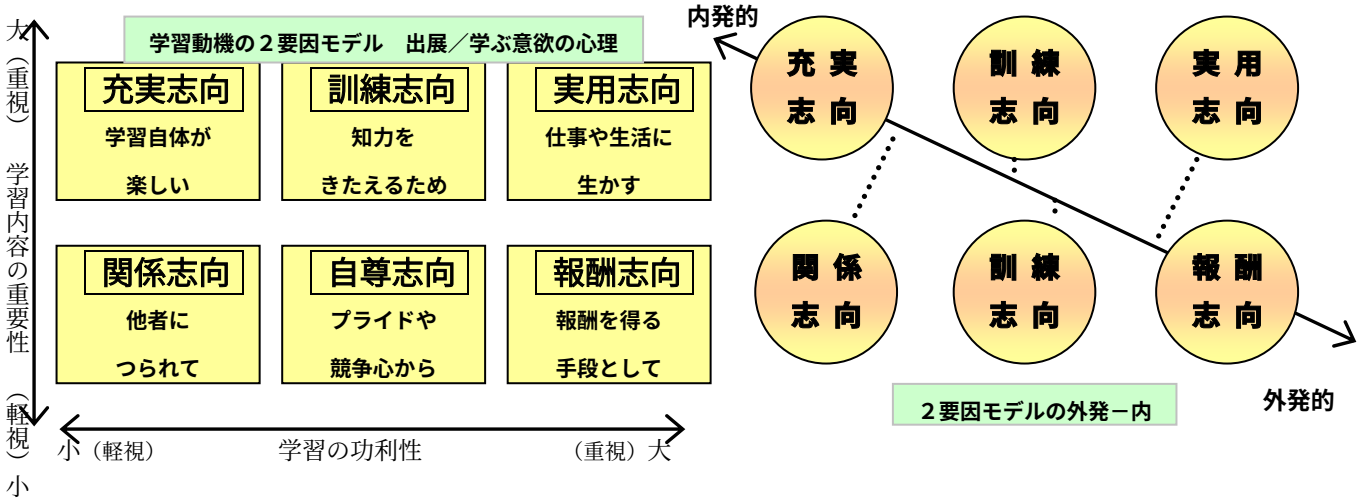
(b) 進路希望調査、生活実態調査　１点～５点の数値評価を中心に項目選択・記述式

従来の年２回の調査に加えて、保護者に問う内容（学校・教師の指導に対しての評価）と同じものを加えた。

(c) 生徒の自己評価に関する評価　１点～５点の数値評価

【設問１】について・・・・「学習動機の２要因モデル」

市川伸一，東京大学教育学研究科教授，「学ぶ意欲の心理学」PHP 新書，「勉強法が変わる本」岩波ジュニア新書，「心理学から学習をみなおす」岩波高校生セミナー，「開かれた学びへの出発」金子書房，「学力低下戦争」ちくま新書



学習の動機を内発的・外発的動機から６つのタイプに分類を試みて、時系列にて生徒の変容を追うことを考えた。

①**「充実志向」**学習すること自体が楽しい。やっていると充実感が得られる。

②**「訓練志向」**知力を鍛えるために学習をしている。

③**「実用志向」**勉強は自分の将来の仕事や生活に役立つから。

④**「関係志向」**「みんながやっているから」「その教科の先生が好きだから」と他者につられて勉強する。誰と学ぶかが重要である。

⑤**「自尊志向」**「人に負けたくない」「テストでいい点を採って優越感を覚えたい」

⑥**「報酬志向」**「成績が上がるとお小遣いが増える」「買ってもらえる」という外からの報酬を期待している。

【設問２】について・・・・**「創造性テスト」李雪花，日・中遠隔共同学習における創造性の研究**

事業や授業を生徒の「創造的態度」にどのような影響をもたらしたかについての考察を次の８つの特性に分けて測定した。

自主性，独立性(人とは違った人間になりたい)，積極性，探求力，集中性・執着力(徹底的にやる・熱中する)，独創性(新しい方法を考える)，拡散性（変化や改善に興味がある・関係を見つけるのが得意・色々なやり方でやってみる)，論理性・分析力

(d) クラス風土（経営）に対しての調査・・・・伊藤　亜矢子、松井　仁、学級風土質問紙の作成、2001

１点～５点の数値評価

学級の多様な側面に焦点を当てつつ、学級全体の持つ雰囲気や個性という学級の場全体からのマクロな捉え方をする。これによって学級の現状や課題を導くことができ，コンサルテーションや教師の学級経営資料としての活用を目指した。今まで多くの場面で活用されてきた「個々の教師や子どもの行動という構成員単位に学級事象を分解し、それらミクロな情報の集積で学級環境を考える」という方法とは異なった手法を用いた。

①「学級への関与」

授業を含む学級諸活動に生徒の注意と興味の向く程度を捉えようとするもので、教師からの指示以上に活動を広げようとしているかどうかという自発的態度も含む

②「生徒間の親しさ」

お互いを知り合ったり助け合ったりといった関わり合いの密度も含めて、共に活動することの楽しみで表現される風土

③「学級内の不和」

互いの繋がりが途絶えるような緊張感の要素の存在から風土を評価する。この視点には風土として排除すべきものの特定が為されている可能性を暗に示唆している。

④「学級への満足感」

学級全体に対する一般的な好感度を示す

⑤「自然な自己開示」

⑥「学習への志向性」

教科学習活動を重視するもので、計画された活動遂行の価値の位置づけを捉えようとするもの

⑦「規律正しさ」

行動様式の要請が「きちんと」「行儀良く」を重視しているかに加え、学級全体の活動・分担の構造化の程度を問う。それを守れなかった教師の対応を生徒が把握している程度（教師の一貫性）を問うている。

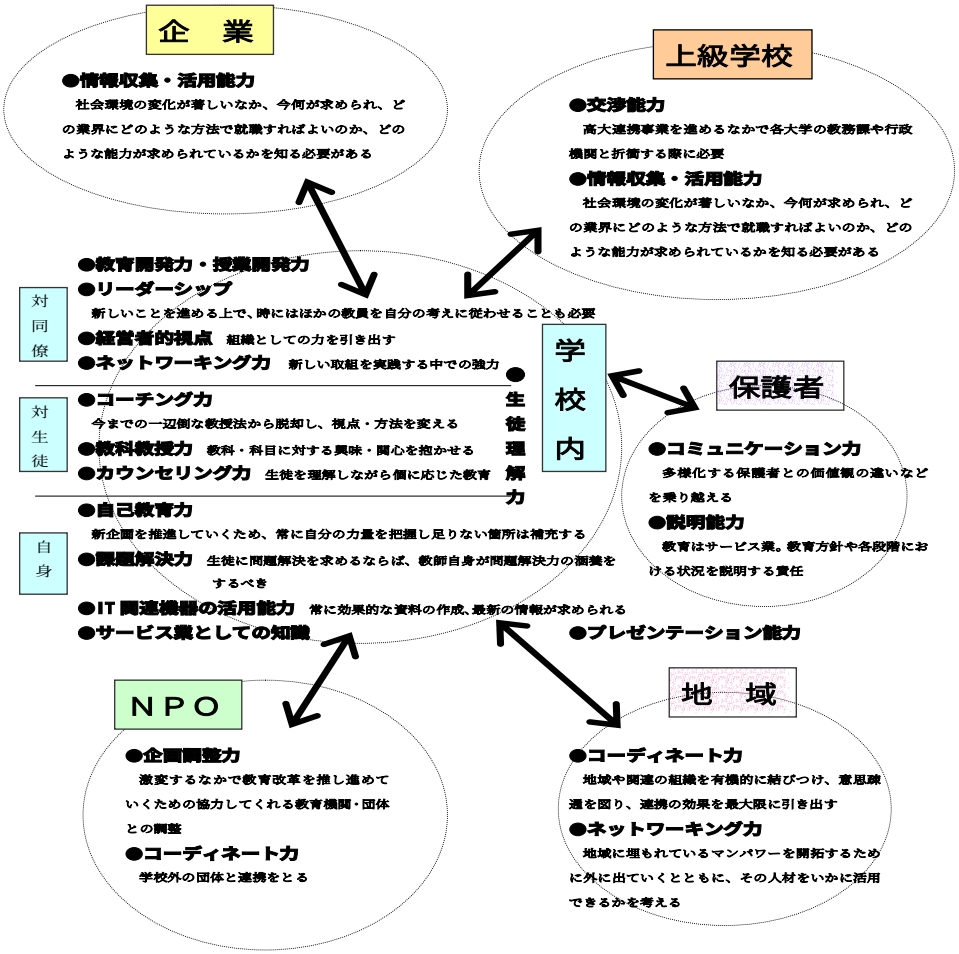
⑧「学級内の公平さ」

限定された仲間以外は排除している態度を指していて、極めて緊張感を高める効果として風土に作用する内容領域。平等に扱われているかどうか

(e) 教師意識アンケート　1点～5点の数値評価を中心に項目選択・記述式

教師がいかに変わったかの自己分析評価を採り入れる。「学習動機の２要因モデル」を教師用の質問事項に変えて測定した。

「学校の社会化」時代に必要な教師が身につけたい力（抜粋）

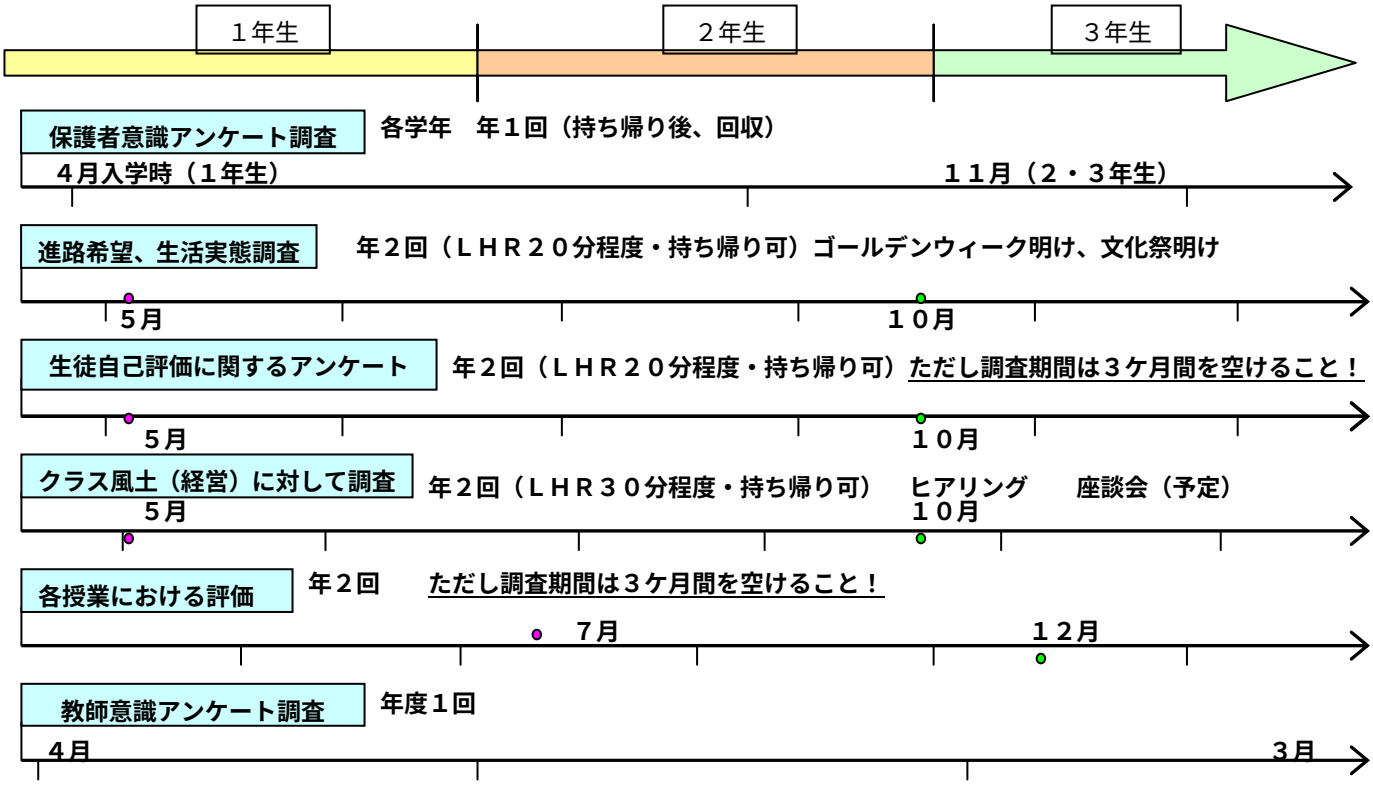


(f) 各授業における評価　　１点～５点の数値評価

「創造性テスト」・・・各科目が「創造性育成」に関与したかどうかを分析するために活用をした。

「クラス風土（経営）に対して調査」・・・特に**「授業の内容や学習態度面」を重視した。**

(2) 実施時期



(3) 主な質問紙

(C) 生徒自己評価

【設問１】学習動機要因の２モデル

内発的動機	「充実志向」・・・学習すること自体が楽しいし、やっていると充実感が得られる	1 新しいことを知りたいという気持ちから 2 いろいろな知識を身につけた人になりたいから 3 すぐに役に立たないにしても、勉強がわかること自体おもしろいから 4 わからないことは、そのままにしておきたくないから
	「訓練志向」・・・知力を鍛えるために学習する	5 勉強することは、頭の訓練になると思うから 6 学習のしかたを身につけるため 7 合理的な考え方ができるようになるため 8 勉強しないと、頭のはたらきが衰えてしまうから
	「実用志向」・・・勉強は自分の将来の仕事や生活に役立つ	9 仕事で必要になってからあわてて勉強したのでは間に合わないから 10 学んだことを、将来の仕事にいかしたいから 11 勉強したことは、生活の場面で役に立つと思うから 12 勉強で得た知識は、いずれ仕事や生活の役に立つと思うから
外発的動機	「関係志向」・・・他者につられて勉強をする	13 勉強をしないと、親や先生に悪いような気がして 14 みんながやるから、なんとなくあたりまえと思って 15 友達と一緒に何かしていたいから 16 親や好きな先生に認めてもらいたいから
	「自尊志向」・・・プライドや競争心のため	17 成績がいいと、他の人より優れているような気持ちになるから 18 成績が良ければ、仲間から尊敬されると思うから 19 ライバルに負けたくないから 20 勉強して良い学校を出た方が、りっぱな人だと思われるから
	「報酬志向」・・・報酬を得る手段として	21 成績が良ければ、小遣いやほうびがもらえるから 22 勉強しないと親や先生にしかられるから 23 テストで成績がいいと、親や先生にほめてもらえるから 24 学歴があれば、大人になって経済的に良い生活ができるから

【設問２】創造性育成テスト　**（※各授業における評価にも同様にテストを実施）**

自主性	**25　将来自分を生かす事のできる道で、立派な仕事をしたい**
	26　自分についての要求水準が高い
	27　計画的に自分で解決する
独立性	**28　人とは違った独特な生き方をしたり、人とは違った人間になりたい**
	29　自分の考えをしっかり持っている
積極性	**30　自分で判断し、決断力がある**
	31　いろんなことに疑問や好奇心を持っている
	32　友達の先頭に立って、何かをやり始める方である
探求力	**33　何かを自分で作り出すことに興味を持っている**
	34　やさしい問題よりも難しい問題にたくさんぶつかってみたいと思っている
	35　少しぐらいの失敗や危険があっても、これまで誰もやったことのないような新しいことをやってみたい
集中性・執着力	**36　集中して話を聞き、物事を考察し行動する**
	37　勉強（あること）に没頭するときは、他のことに余念がない
	38　何かをやり出したら、熱中してしまって途中でやめたり、他のことに移ったりすることができない
独創性	**39　決まり切ったことや繰り返しを嫌う**
	40　新しい方法を考えるのが得意である
拡散性	**41　変化や改善に興味がある**
	42　アイデアが数多くでる
	43　いろいろの角度からのアイデアが出る
論理性・分析力	**44　分析力が優れている**
	45　物事を関連つけて考える
	46　どうしてそうなるかという理由をよく考える

(d) クラス風土（経営）に対しての調査

ＡとＤ　学級活動への関与
A1 このクラスは、行事などクラスの活動に一生懸命取り組む。
A2 このクラスは、先生に言われた以上に作業やクラス活動をする。
A3 クラスの活動に、自分から進んで活動をしている。
A5 行事の時、活動を本当に楽しんでいる。
A6 行事の時、やる気のある人が多い。
A7 行事の時に、盛り上がる。
D2 クラスがうまくいかないとき、みな心配する。
D4 クラスの活動に多くのエネルギーを注いでいる。
D5 クラスが成功するように願っている
D7 クラスの活動がうまく進むか気にかけている。

Ｂ　学級への満足感
B1 このクラスは、心から楽しめる。
B3 クラスで顔を会わせるのを楽しみにしている。
B5 このクラスになって良かったと思っている。
B6 このクラスが気に入っている。

ＣとＦ　学級内の不和
C1 このクラスはもめごとが少ない。
C3 もめごとを起こす人はいない。
C4 クラス全体が嫌な雰囲気になることがある。
C6 クラスがバラバラになる雰囲気がある。
C7 お互いに嫌っている人がいる。
F3 相手によって協力の仕方に差はない。
F4 グループ同士の対立はない。
F7 他の人と一緒にならないグループがある。

ＥとＯ　生徒間の親しさ
E2 このクラスでは互いにとても親切だ。
E3 このクラスはみんな仲が良い。
E5 学校に限らず個人的にも仲が良い。
E6 お互いのことを良く知っている。
E7 友達同士、助け合っている。
O1 男子と女子は仲が良い
O2 男女一緒におしゃべりをしたり、遊んだりする。

Ｇ　自然な自己開示
G1 個人的な問題を安心して話せる。
G2 自分達の気持ちも気軽に言い合える。
G3 先生が側にいても遠慮なく話せる。
G4 自分達の気持ちを素直に先生にみせる。

Ｈ　学習志向
H1 授業中よく集中している。
H2 その日の勉強や宿題をこなすことを重視する
H3 クラスのみんなは、よく勉強する。
H4 このクラスは、勉強熱心だ。

Ｉ　規律正しさ
I3 守るべき規則がはっきりと示されている。
I6 このクラスは、規則を守る。
I7 このクラスは先生の指示にすばやく従う。

Ｊ　学級内の公平さ
J3 誰の意見も平等に扱われる。
J5 みんなが逆らえない人がいる。
J7 自分達の意見を押し通そうとする人達がいる。

(f) 各授業における評価

○授業の満足度

1　みんなは、このクラスの授業を楽しんでいます。　8　多くの人が、授業のやり方に不満を感じています。

○不公平感

2　以前から問題児と見られている人が、他の人と別のように扱われていると思う。

9　学習のできる人が質問すると、他の人が質問したのに比べて丁寧に答えてもらえます。

○授業内の競争

3　競争の中に入っていないと、おいてきぼりになったような感じがします。

10 勉強で友達と競争するよりも協力することの方が、このクラスでは好まれます。

○進度についていけるか

4　課題や宿題の量が多かったり期限が短くて、守りきれない不安や守れなかったことがある。

11 授業中、関係のないことを考えたりするような余裕はありません。

○授業内容の難しさ

5　このクラスの授業は、難しい。　　6　このクラスの授業は、どの生徒にもわかる内容です。

12 生徒達はいつも「挑戦してみよう」という気になります。

13 授業中、「難しいなぁ」とか「わからないなぁ」との顔つきをしている人が多い

○授業進行の混乱

7　先生がよく授業の準備をしているので、授業は効率よくうまく進みます。

14 ときどき授業が混乱（生徒が何をすべきなのかわからない）します。

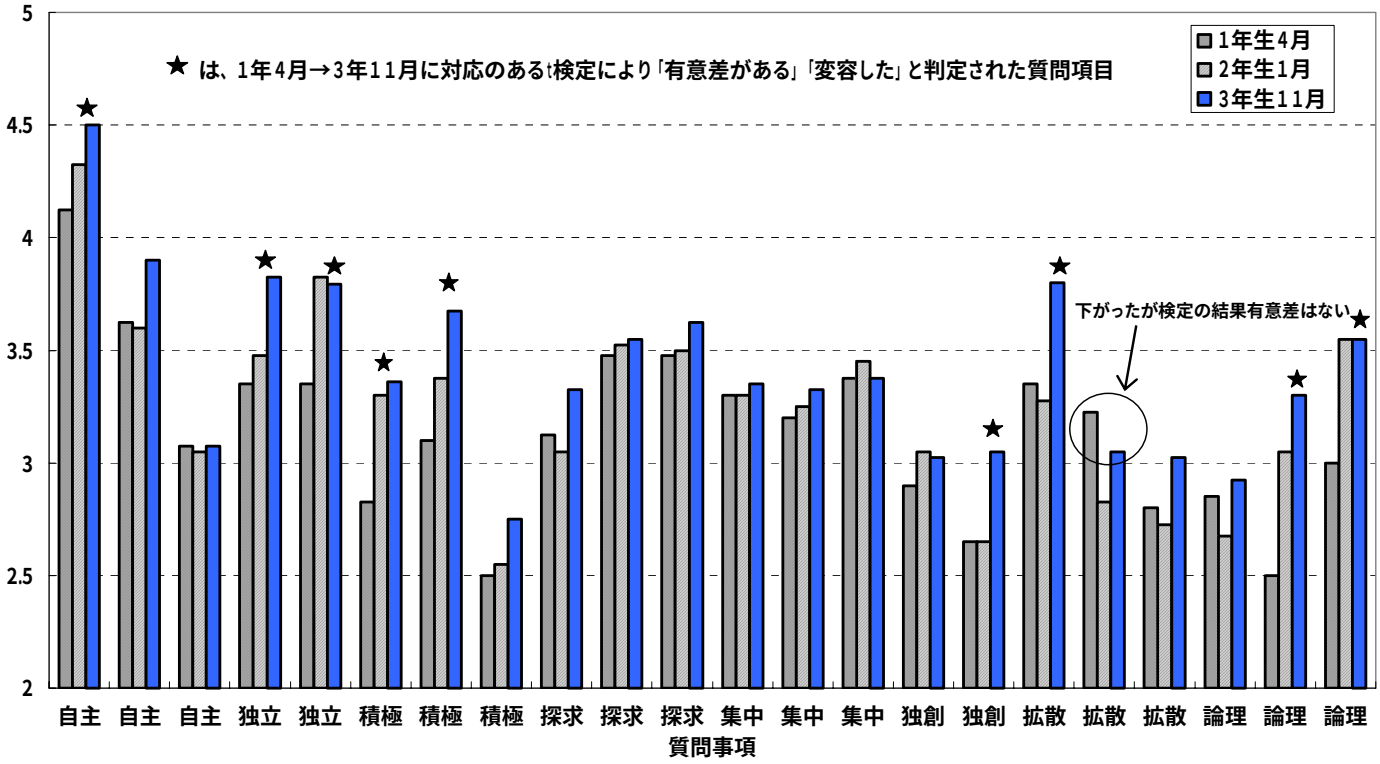
III　検証（各データの分析方法とその結果・生徒感想）

(1) 創造性育成

入学から卒業までの３年間でどの因子が成長したと考えられるか？

対応のあるｔ検定　【帰無仮説：平均値に差がない】　　５%の危険率によって実施

図５ ＳＳＨ1期生　3年間における「創造性育成」 結果分析



１年生の最初に自己評価をし、約１年経って成長した度合いを自己評価したわけだが、以下の項目に変容が見られたこととなった。

○**自主性**：将来自分を生かす事のできる道で、立派な仕事をしたい
○**独立性**：人とは違った独特な生き方をしたり、人とは違った人間になりたい
　　：自分の考えをしっかり持っている
○**積極性**：自分で判断し、決断力がある
　　：いろんなことに疑問や好奇心を持っている
○**独創性**：新しい方法を考えるのが得意である
○**拡散性**：変化や改善に興味がある
○**論理性・分析力**
　　：物事を関連つけて考える
　　：どうしてそうなるかという理由をよく考える

続いてこの１年間に限ってどの科目の活動が彼らに強く影響を及ぼしたかどうかの検証をする。

(a) ３年生の各科目の「創造性育成」

対応のあるｔ検定　【帰無仮説：平均値に差がない】　　５%の危険率によって実施

平成１６年度中に「創造性の変容（育まれた）」と判断されるＳＳＨ３年生の科目集計表

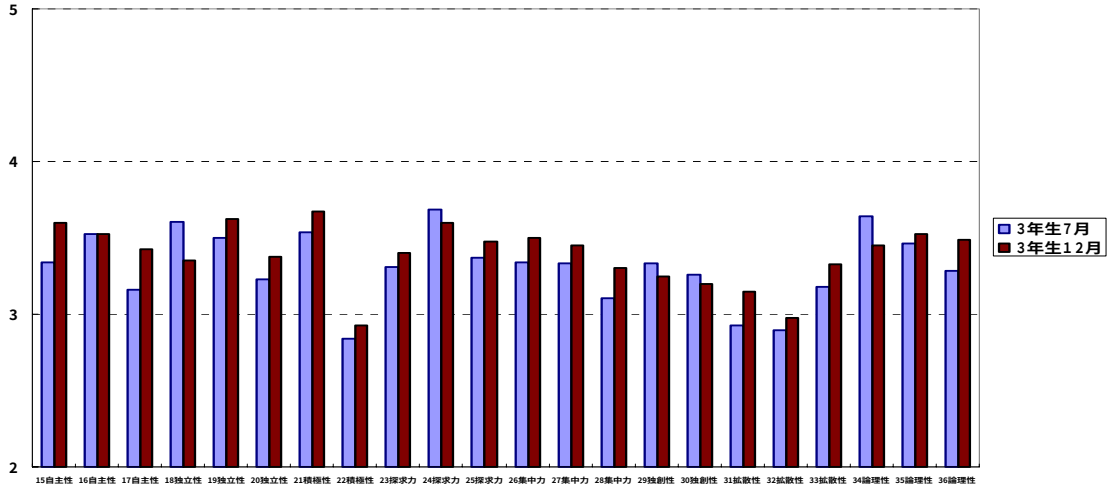
	科　目	自主性	独立性	積極性	探求力	集中力・執着力	独創性	拡散性	論理性・分析力
数学	解析Ⅱ確率統計	○							
	現代数学研究	○						○	
理科	エネルギー科学Ⅱ			○				○	○
	物質科学Ⅱ	○		○		○		○	○
	生命科学								
国語	現代文		○	○					○
	古典	○			○			○	○
英語	英語W		○	○	○		○	○	○
	英語Ｒ	○							○
地歴・公民	地理Ｂ							○	
	日本史Ｂ								
	世界史Ｂ							○	
	科学と哲学				○			○	○

上記表より、**自主性、積極性、拡散性、論理性・分析力に関与した科目が多い。集中力・執着力、独創性についてはあまり変容が見られなかった。科目別では**生命科学，日本史Ｂに変容は見られなく、**物質科学Ⅱ，エネルギー科学Ⅱ，Writing に多くの因子に変容が見られた。**各科目の特性がうまく浮き出た科目もあり、生徒に好影響を与えたと考えられる。**ここで注意しなければならないのは１年間の変容であり、３年間のものではない。**従って前年度の各科目による活動で生徒に与えた影響が低ければ（生徒にとっての授業の評価が低い）、かなり高い評価を与えたこととなっていることも考慮すべきであろう。ただ、この１年間に限って言えば１つの結果となって評価されたと考えられる。

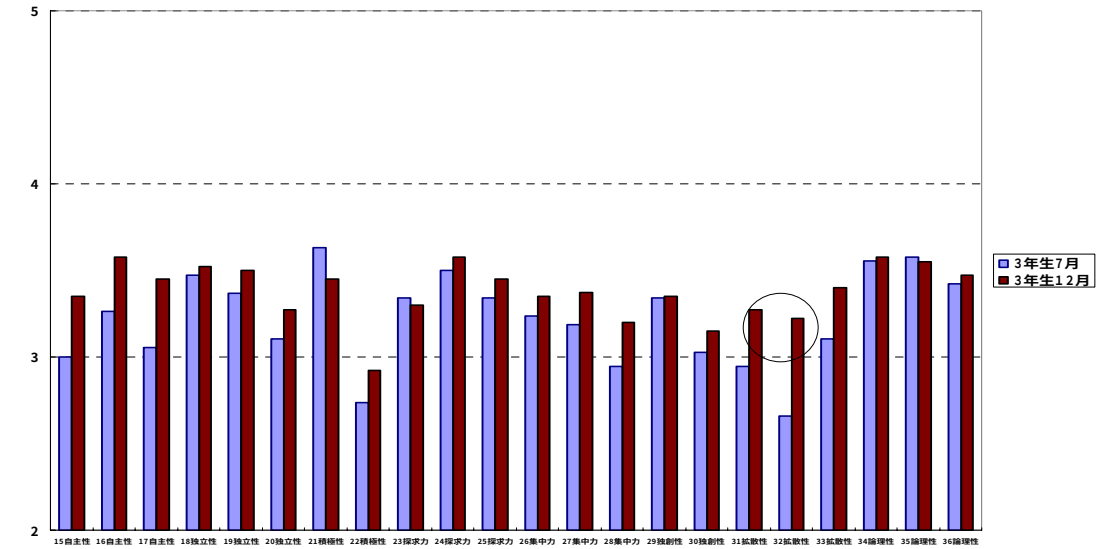
以下、参考のため各理数系科目の創造性育成テスト結果を示す。（これは３年生７月と１２月の２回調査を実施した）

質問項目（横軸）は図５と同一である。

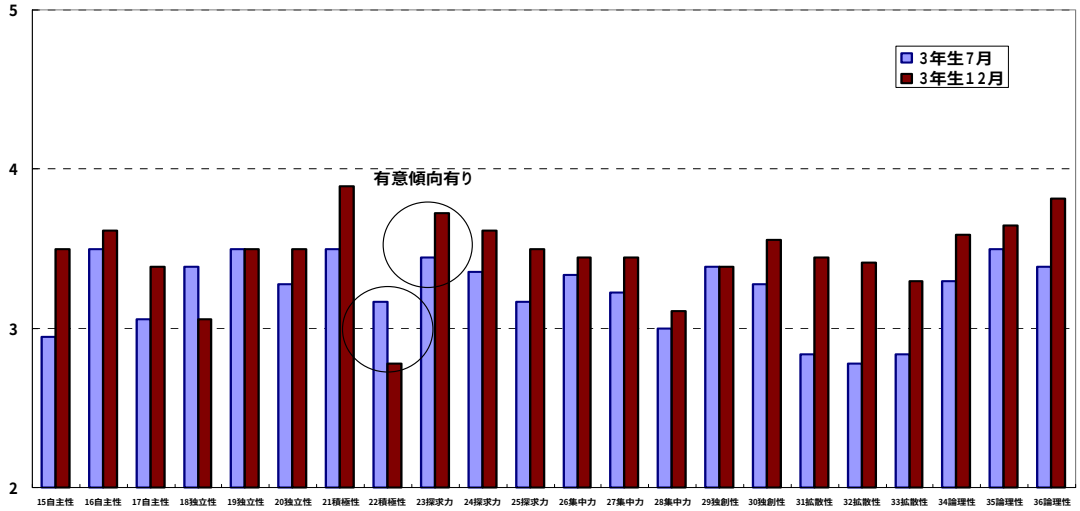
今年度における　ＳＳＨ１期生　解析Ⅱ＋確率統計　「創造性育成」　結果



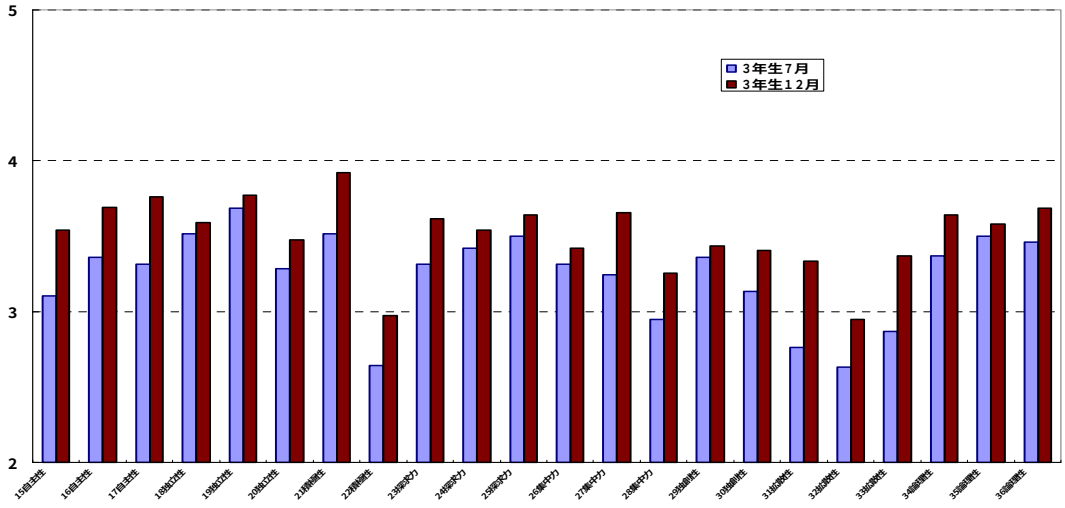
今年度における　ＳＳＨ１期生　現代数学研究　「創造性育成」　結果



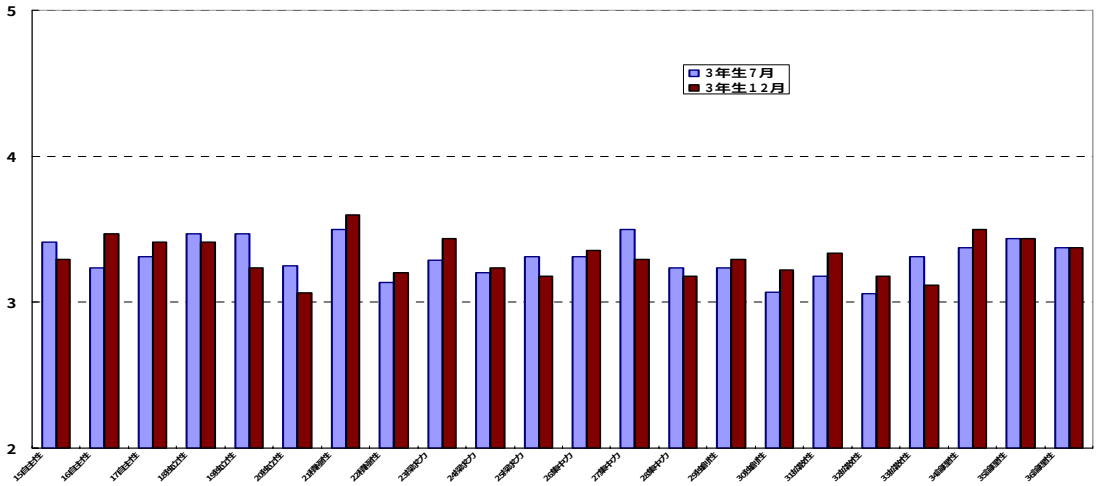
今年度におけるＳＳＨ　1期生　エネルギー科学Ⅱ　「創造性育成」　結果



今年度における　ＳＳＨ　1期生　物質科学Ⅱ　「創造性育成」　結果



今年度における　ＳＳＨ　1期生　生命科学　「創造性育成」　結果



各教科に共通している低い評価としては、「友達の先頭に立って、何かをやり始める方である」という**積極性を問う質問事項**がある。これについては**(4)「クラス風土（経営）に対しての調査」**においても記述しているが、クラスの仲間同士で牽制・僻み等の**学級内の不和の面が強かった**点が影響しているように考えられる。

(2) 学習動機の２要因モデル」から

図６　平成１６年５月 各学年比較

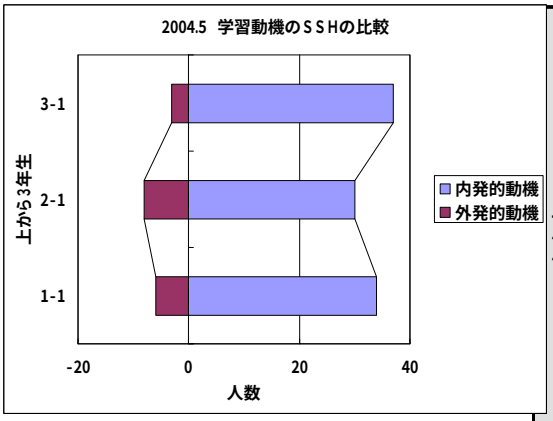


図７　３年生ＳＳＨ２要因の各志向性への細分化

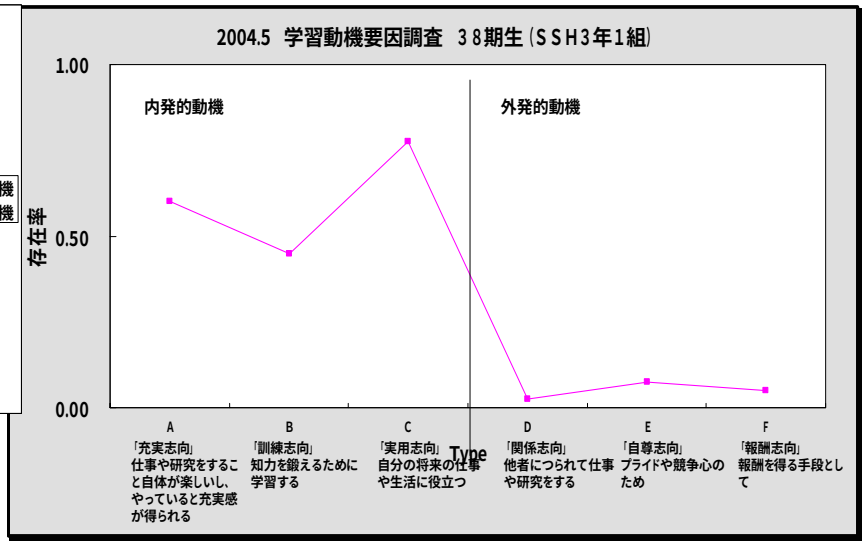


図６は、各学年のＳＳＨ比較を学習動機の観点から比較したものである。２年生の外発的動機の比率が高いことは気になるが総じて内発的動機が多い。図７では、特に**実用志向「自分の将来の仕事や生活に役立つ」が高く出た。**「創造性育成テスト」の**自主性の質問事項に高い評価が得られたことと関連性があると考えられる。**続いて１１月時に３年生に**「学習動機の２要因モデル」**のテストを実施した結果、外発的動機の強い Sample「3f, 3i, 3G」の３名から Sample「3i, 3l, 3C, 3G」の４名に増えた。この変容には学習状況や進路への不安、家庭環境の影響も重なると考えられるが、**III(9)**でのグループ分けの中にいるメンバーと重複するので、そこで記述することにした。

(3)「学力」の面から

普段のＳＳＨの活動が「学力に影響を与えるのではないか」「時系列において学力の高低の経緯と創造性などのような特性と関連があるのか」等を追跡する手段がないかを考えていた。幸い「国語・数学・英語」の３教科においては母集団のデータ数も多く、相対評価もしっかりと統計管理された進研学力テストを採用することができた。本来は、このような客観テストを作成し自己分析管理するシステムを構築するのが総意として得られていたのだが、また研究部も学力の経年変化の調査のために同一テストによるその調査を企画したが実施できなかった。本校のスタッフの能力等の現状を考えると**ＳＳＨ全体の客観テストを作られることが好ましい**と考える。残念ながら今回の学力データにおいて生命科学（生物）のみが分析できなかった。

図８

(a) 大学入試センター試験（データリサーチ）の結果から

センターテストは、代表的な客観テストと認識している。図８は、５教科受験をした理系選択者の度数分布である。一昨年度の生徒と比較することはないが、８００点以上（９００点満点）の層は昨年度より減った。ただ、７００～８００点の層は維持していると見れる。

そこで、理系全体の中でのＳＳＨの生徒の割合を調べてみた。（図９）

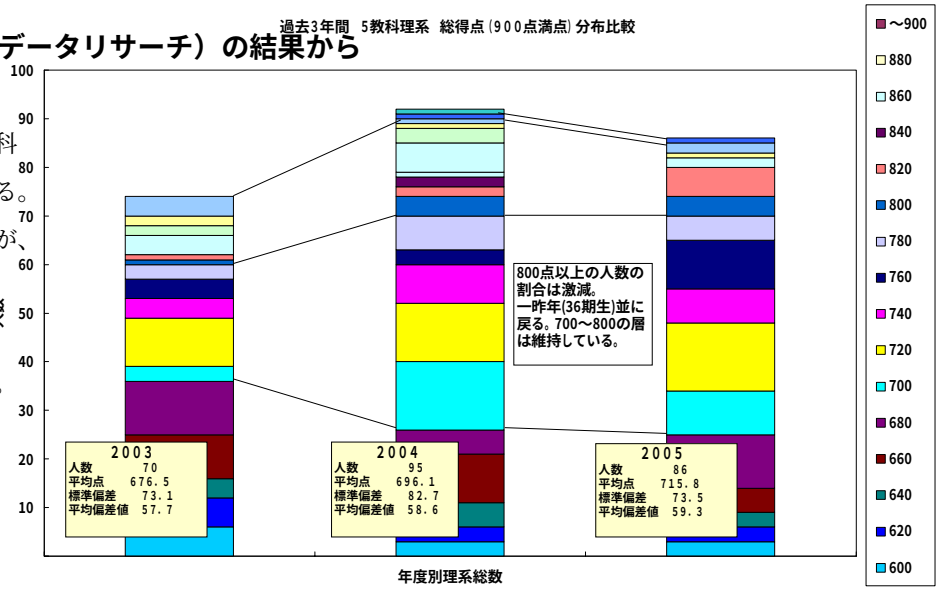
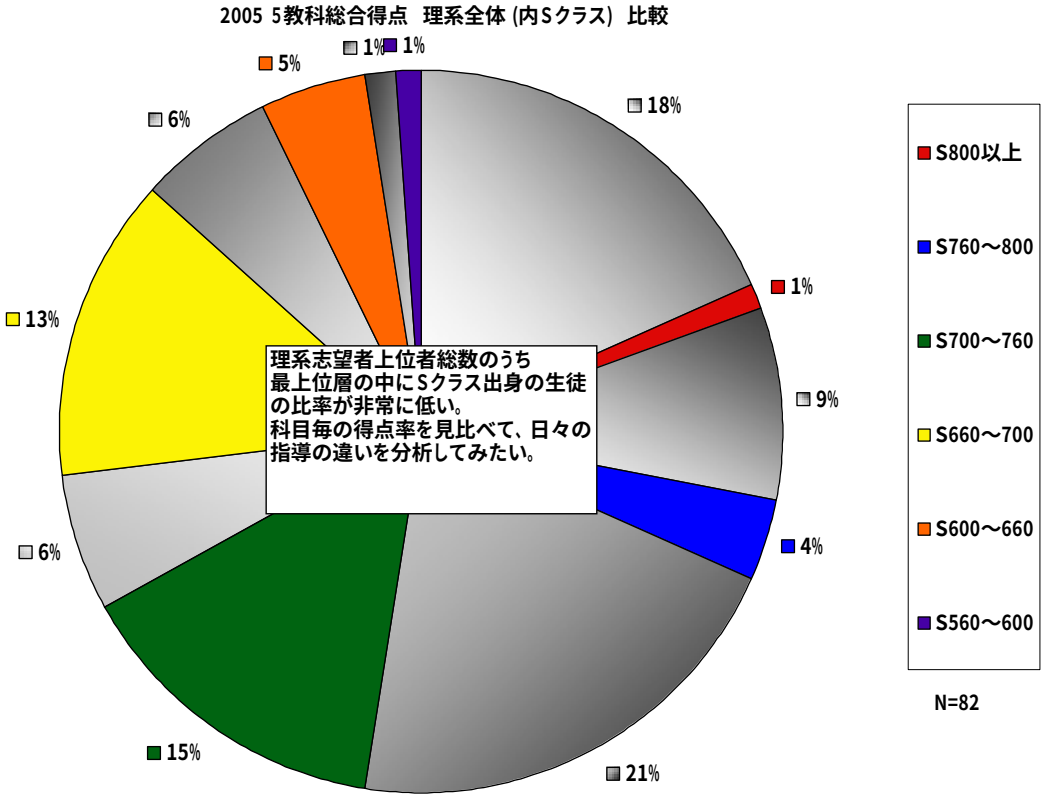
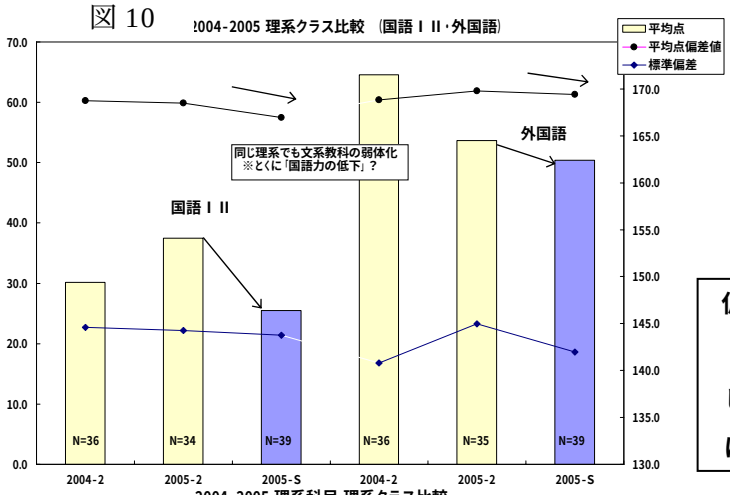


図９



グラフの見方として、例えばＳＳＨ以外の８００点以上は校内の理系全体の１８％であるが、ＳＳＨは４％にしか存在しないことになる。入学した際の学力の比較では上位層において大きな割合を占めていたＳＳＨクラスであるが、センターテストにおいて大きく割合を下げたことになる。そこでどの教科が起因となっているかどうかを調べてみた。

図 10



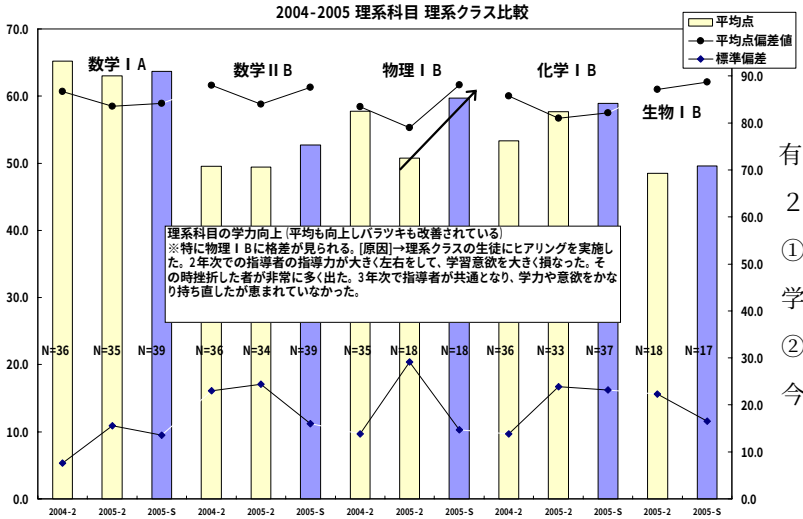


図 10 は、昨年度と今年度の理系単独クラス（無作為抽出に相当）と今年度のＳＳＨクラス（青色）との平均値と標準偏差との比較である。

左上のグラフは国語と英語、左下のグラフは理数科目の比較である。検体数が少ないものについては比較掲載していない。

仮　説　a．昨年度理系クラス-SSH クラス
b．今年度理系クラス-SSH クラス　を比較
しての変容がみられない、ＳＳＨクラスの母集団の学力はプログラムを施していない理系集団の学力と等しい

危険率５％のＦ検定、対応のないｔ検定（危険率５％）を実施した。

有意差があり帰無仮説を棄却するに至った項目として２つ存在し、①②

①外国語分野　昨年度理系クラスよりもＳＳＨクラスの学力が向上していた。

②物理ⅠＢ分野

今年度理系クラスよりもＳＳＨクラスの学力が向上した。

他の科目の対象比較については平均値が等しいと見なされたこととなった。従って他の教科がＳＳＨ以外のクラスにも還元された授業が実践されて、またセンターテストの得点差にも差が反映しにくい教科であったとしても、実践**(1)(b)の「創造性育成」**の表と照合すれば、**英語とエネルギー科学の２教科が学力と創造性育成が両方伸張した**というデータを得たこととなる。**尚一層、学力面を統一された指標で継続的に測定するシステムが待望される。**

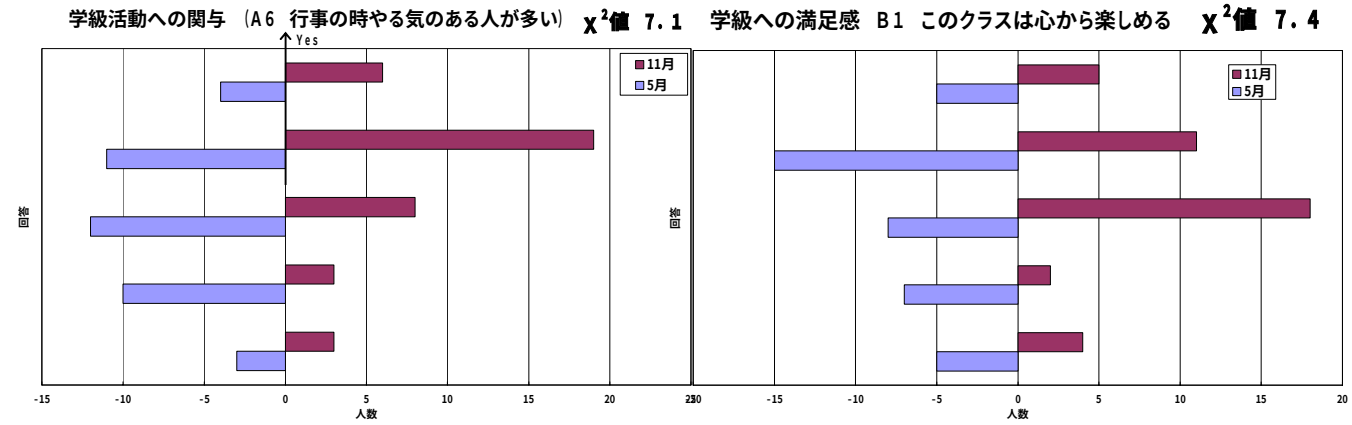
(4)「クラス風土（経営）に対しての調査」

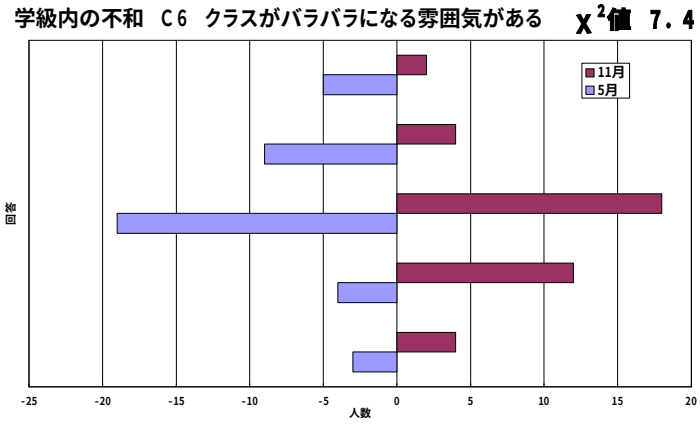
５月実施時（ゴールデンウィーク明け）と 11 月実施時（文化祭・体育祭終了時）の２回に渡り、時期毎の質問事項に対して肯定している比率に統計的な差があるかどうかを調べて、各学年のＳＳＨクラスの抱えている現状を追跡してみた。

仮説　クラスの統計的比率に変化がない。　　危険率５％　２×５分割表（χ^2検定）　自由度４　を実施した。

この自由度によるχ^2境界値は９．４８８であるが、この値を越える値（有意差があると考えられる）は無かった。この測定も今年度初めての実施であり、学校全体が落ち着いた雰囲気で急速な変容が生じにくい環境であるために数値に表れにくかったと考えられる。しかし、潜在的に予測できそうなものはないかということで**有意傾向にある項目の度数分布グラフを示した。**

(a) **３年生ＳＳＨ**





３年生のこのクラスは、この３年間学校内外とも非常に注目されてきた。多くの人間関係の問題等が生じたが、12 月末卒業文集編集の時に、生徒の一人から**「やっとクラスの雰囲気が良くなってまとまってきた」**というコメントがあったこともこのグラフの結果と繋がっているようにも考えられる。

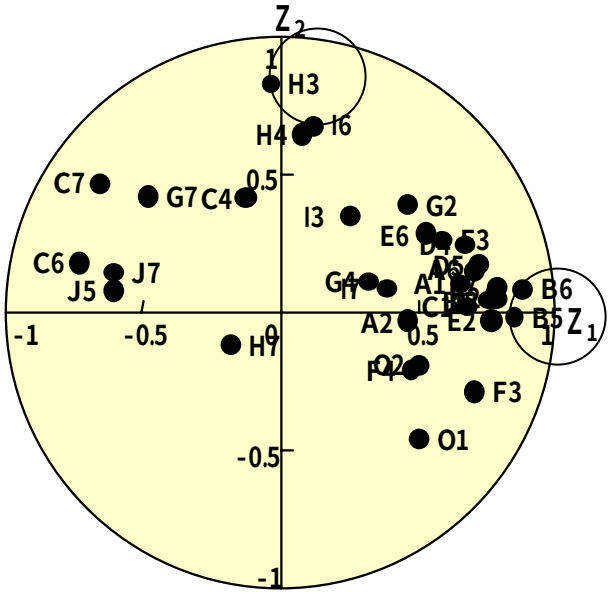
●主成分分析

固有値の算出には、Housholder-QR 法を用いる。一次加工はデータを基準化するため、各変数が異なる単位系であっても同じ土俵で解析できる相関係数を選択した。（分散共分散行列は用いない）

資料スペースの関係上、相関係数行列掲載しない。

Ｚ１：第１主成分　Ｚ２：第２主成分

図 10　平成 16 年 11 月　クラス風土（経営）調査質問項目の第１―第２負荷量散布図（現３年生）

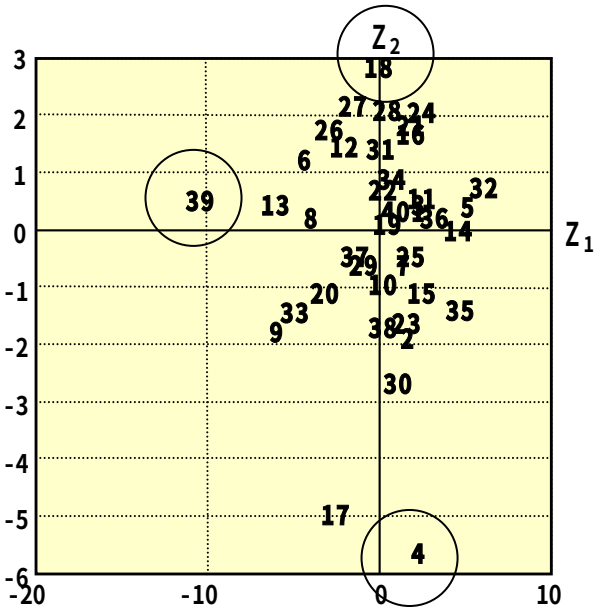


Z1とZ2の負荷量散布図

Ａ１～Ｏ２は、各質問項目

第１主成分の負荷量では、「クラス・行事活動の関わり方 A6,D2,D5」,「学級への満足感 B1,B5,B6」,「クラスがバラバラになるような雰囲気がある C6」「友達の助け合い E2,E7」,「不和・不公平 F3,J3」、第２主成分の負荷量では、「高い学習志向 H3」となっている。彼らは、これらの項目によって自分達のクラスを評価していると言える。

図 11　各生徒のスコア主成分得点の散布図



Z1とZ2のスコア散布図

この項目に関して、生徒のグループ分けをした。さらなる分析を**III(9) 評価に繋がるさらなる詳細な分析**にて行うこととする。

18 は、学習面に対して強い志向に対して 4，17 は反発・不安
39 は、学級関係に対して遊離している。

※本番号は、名列とは無関係にランダムにわりあてた
　ＩＤ番号である。
　今回は３年生のデータであるがこれを各学年に流用して
　日常の指導の上に、生徒の心の奥に隠された心理やクラスの
　状態を把握する資料となる。

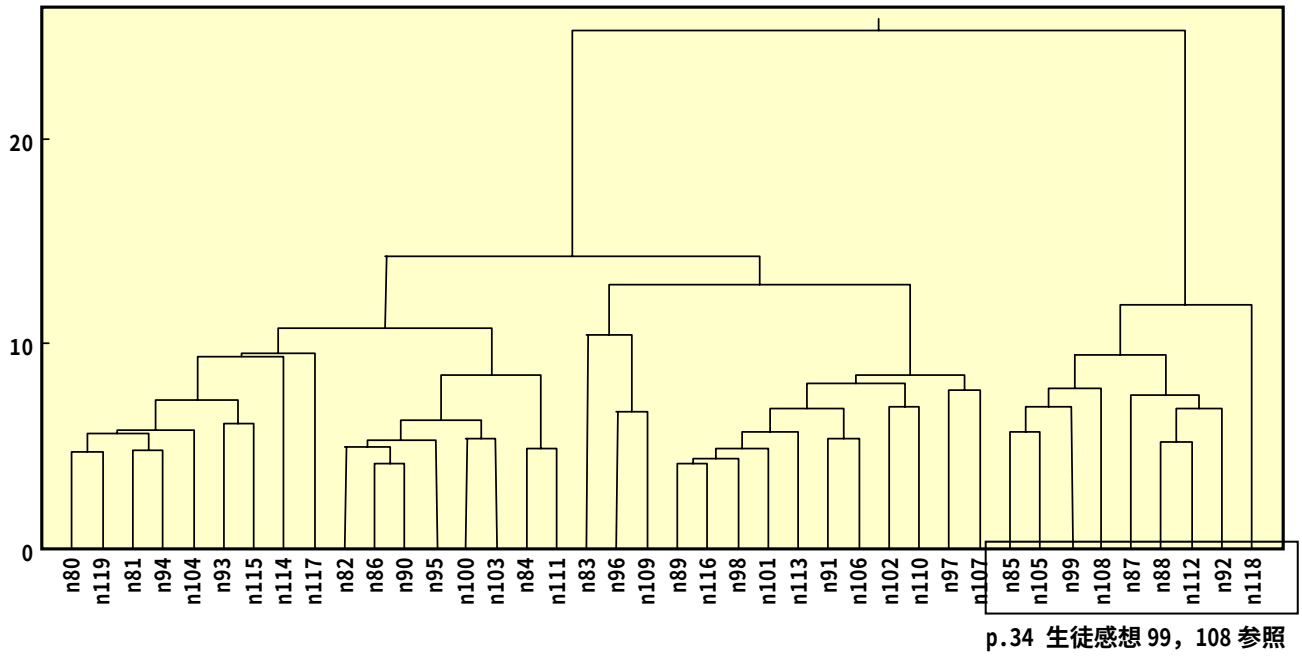
p.33 生徒感想文の４，１８を参照されたい。

●クラスター分析

隣接するグループの距離を評価する手段としてウォード法（ユークリッド平方距離）を採択した。

クラス風土調査に関してのグループ分けであるが、枠内のグループは他の因子に対してのグループ分けにも良く登場する。

参照（9）評価に繋がる更なる詳細な分析

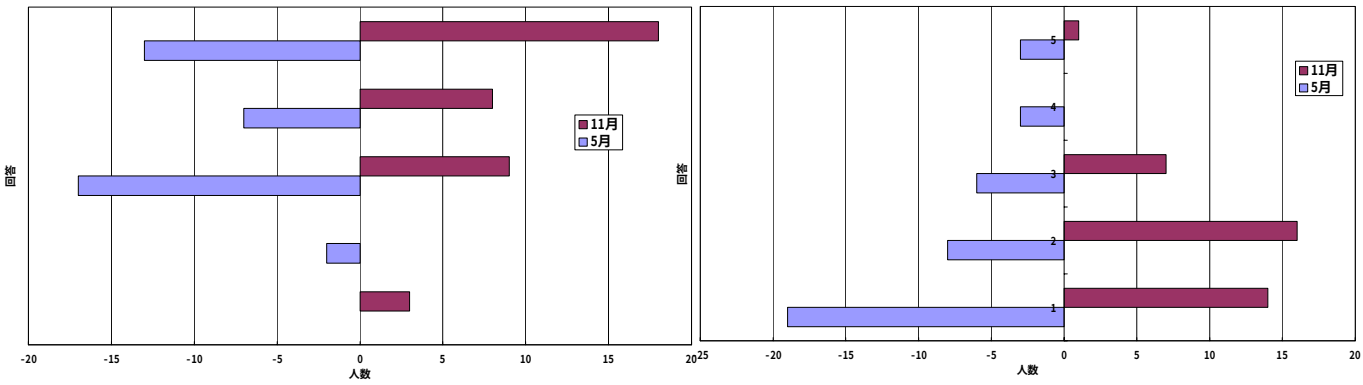


p.34 生徒感想 99，108 参照

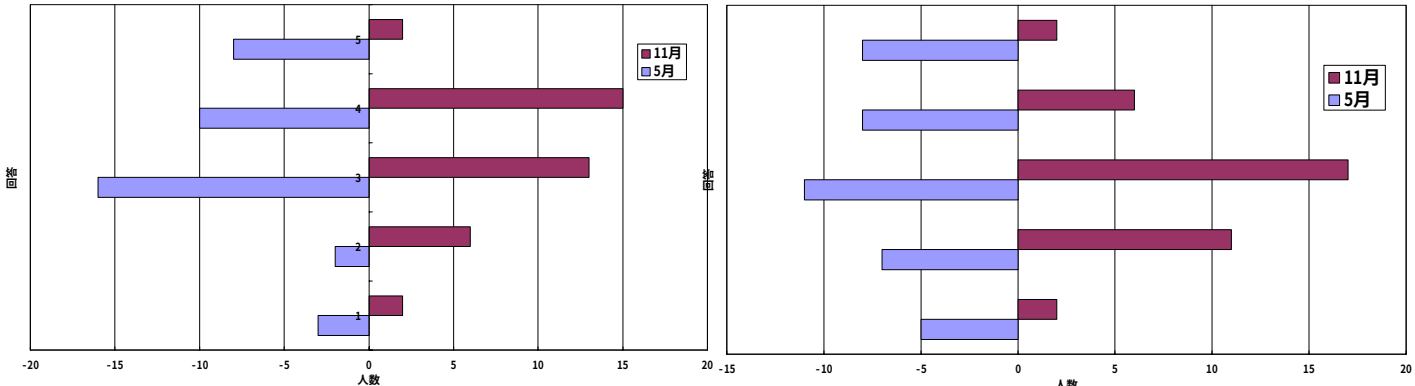
樹 形 図

(b) ２年生ＳＳＨ

学級活動への関与 D5 クラスが成功するように願っている χ^2値 8．3 **学習への志向性 H7 みな成績にあまりこだわらない χ^2値 7．5**



規律正しさ I6 このクラスは規則を守る χ^2値 7．1 **学級内の公平さ J3 誰の意見も平等に扱われる χ^2値 7．3**

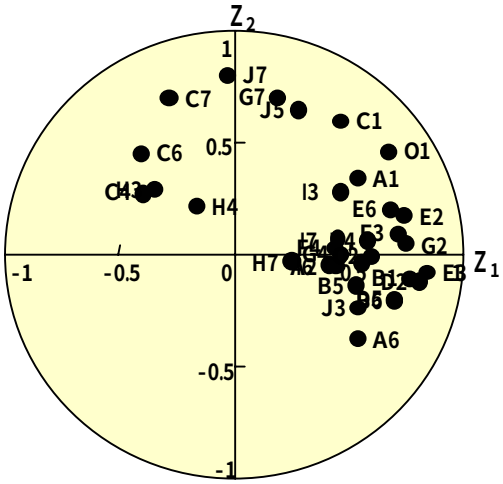


５月時に比べて、１１月は大学入試を意識した志向になっているために**Ｈ７**のような結果が出たと考えられる。学年の雰囲気と重なるが**Ｉ６「規律のなさ」**が、尚一層進んでいる雰囲気傾向にあるようである。**Ｊ３**は興味・関心が公平も不公平もどちらとも言えない状態にクラスが固まってきている傾向であると見られる。

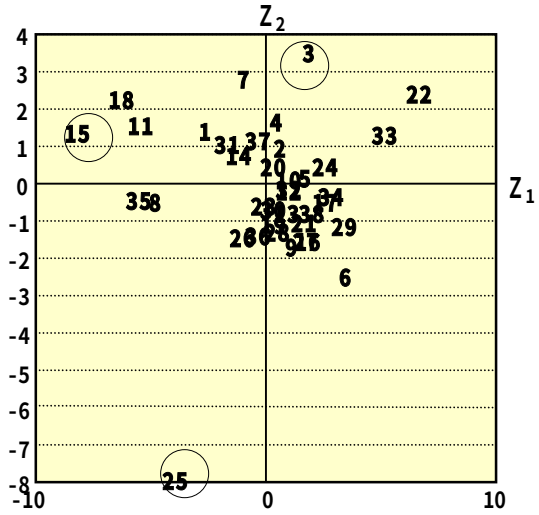
●主成分分析

３年生と同様に分析をしたが、ここでは第１-第２主成分の負荷量散布図とスコア散布図を示す。

主成分分析結果（2年生ＳＳＨ　クラス経営（風土）調査）



Z1とZ2の負荷量散布図



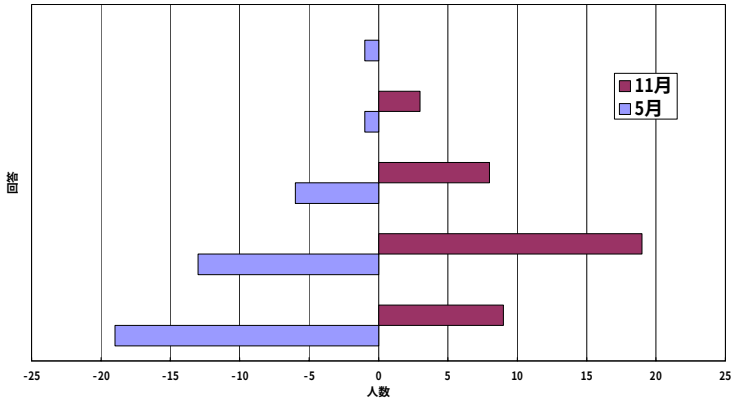
Z1とZ2のスコア散布図

※本番号は、名列とは無関係にランダムにわりあてた

第１主成分の負荷量では、「クラス・行事活動の関わり方 D2」，「学級への満足感 B1」，「友達の助け合い仲の良さ E2,E3」，「不和・不公平 F3」、「気軽に言い合える(自然な自己開示)G2」，第２主成分の負荷量では、「強い権力で意見が言えない、自分達の意見を押し通そうとしている G7,J7」となっている。これらの項目によって自分達のクラスを評価しているが３年生との相違点は学習への志向性は出てこなかった点である。（第３主成分には出た）

(c) １年生ＳＳＨ

学級内の不和　C７　お互いに嫌っている人がいる　　**X²値　７．０**

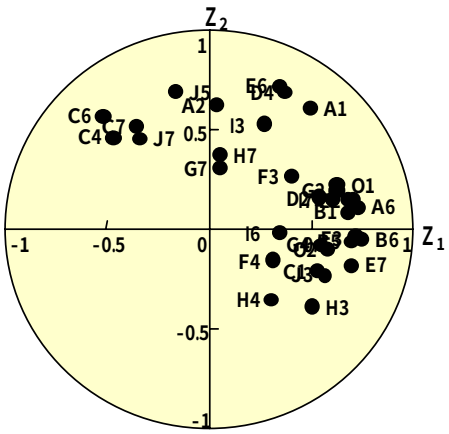


入学してからクラス全体として顕著な傾向もなく、まとまっているクラスであるが、唯一有意差傾向のある事項である。前回は質問事項に対して、強く否定してクラスの仲間意識を肯定した回答結果が多かったが、今回 11 月調査では過剰に反応をしなくなったようにも考えられる。

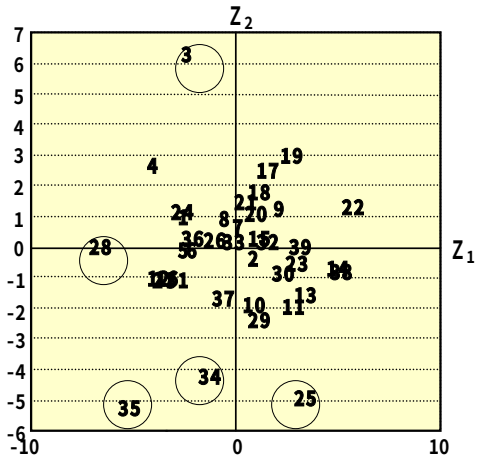
●主成分分析

３年生と同様に分析をしたが、ここでは第１-第２主成分の負荷量散布図とスコア散布図を示す。

主成分分析結果（1年生ＳＳＨ　クラス経営（風土）調査）



Z_1とZ_2の負荷量散布図



Z_1とZ_2のスコア散布図

(5)「各科目の授業におけるクラス（講座）授業経営に関する評価」
学習態度面に重点を置いた観点から分析

(a)　３年生の理数系科目

（12 月の平均値）－（７月の平均値）を危険率５％の対応のあるｔ検定を採用した。

赤字（下線数字）は、ｔの絶対値が境界値を越えて変容があったと見られる項目の平均値の差である。

例えば**正の値で有意差があるものは、12 月の平均値が高くなったと解釈**するものである。

科　目	授業の満足度		不公平感		授業内の競争		進度についていけるか		授業内容の難しさ				授業進行の混乱	
エネルギー科目Ⅱ	**0.72**	0.33	0.50	0.11	-0.22	0.06	0.33	0.06	-0.06	0.50	**0.56**	0.06	0.17	0.17
物質科学Ⅱ	**0.59**	0.15	**0.33**	0.15	0.15	0.33	-0.41	-0.08	-0.28	0.21	**0.54**	-0.10	0.26	-0.13
生命科学	-0.29	0.50	0.53	0.71	0.12	0.56	**1.47**	-0.06	0.50	-0.13	-0.19	0.19	-0.41	**0.75**
解析Ⅱ＋確率統計	0.11	**0.37**	0.03	0.18	-0.29	0.05	**-0.37**	-0.18	-0.16	-0.21	-0.08	-0.08	-0.08	0.05
現代数学研究	**0.42**	-0.05	0.16	0.11	0.26	0.39	0.29	0.21	-0.16	0.24	0.05	0.05	**0.42**	0.13

【有意差のある項目】

（授業の満足度）1 みんなは、このクラスの授業を楽しんでいます。

エネルギー科学Ⅱ，物質科学Ⅱ，現代数学研究は「楽しんでいる」数値が増えた。

8 多くの人が、授業のやり方に不満を感じています。

解析Ⅱ＋確率統計は「不満度」の数値が増えた。

（不公平感）　2　以前から問題児と見られている人が、他の人と別のように扱われていると思う。

物質科学Ⅱに「肯定」している数値が増えた。

（進度についていけるか）　3　競争の中に入っていないと、おいてきぼりになったような感じがします。

生命科学は「おいてきぼり」を感じる数値が増え、解析Ⅱ+確率統計は「授業についていける」数値が向上した。

（授業内容の難しさ）　12 生徒達はいつも「挑戦してみよう」という気になります。

エネルギー科学Ⅱ，物質科学Ⅱは「挑戦する気持ち」の数値が向上した。

（授業進行の混乱）　7　先生がよく授業の準備をしているので、授業は効率よくうまく進みます。

現代数学研究は「効率良い進行」の数値が増えた。

14　ときどき授業が混乱（生徒が何をすべきなのかわからない）します。

生命科学は「何をすべきかわからない」という数値が増えた。

以上により、**同じ理科の領域でもエネルギー科学Ⅱ，物質科学Ⅱの授業についてはうまく運営されたと考えられる。生命科学の授業運営における生徒側の評価が下がったことが分かる。**数学に関しては、現代数学研究の授業が運営が向上されていると考えられる。

(b)　他の学年間の学校設定理数系科目の比較

この報告書を書いている間は他の学年のデータは１，２年生の７月時のものしか保有をしていない。しかも時系列で変容測定も不可能なので、学年に跨って平均値の差があるかどうかの検定をするにも科目を限定しなければならない。例えば「応用数学」関係では、応用数学Ⅰのアンケートを実施していない等が問題である。そこで、参考資料として**「物質科学」関係で授業者が異なる２，３年生の７月データ比較と「物理」関係で科学技術（１年）とエネルギー科学Ⅰ（２年）の７月データ比較**をした。

仮説　学年間に評価平均の相違が見られない　　危険率５％のＦ検定、対応のないｔ検定（危険率５％）を実施した。

科　目	授業の満足度		不公平感		授業内の競争		進度についていけるか		授業内容の難しさ				授業進行の混乱	
科学技術 平均値	3.69	2.54	1.36	1.62	1.87	3.51	2.79	2.33	2.82	3.00	3.05	2.79	2.59	3.00
エネルギー科学Ⅰ 平均値	3.38	2.67	1.77	2.33	2.79	2.90	3.10	2.72	3.21	3.08	3.10	2.92	3.59	2.87
t境界値 1.9916　t→	1.1779	-0.514	-1.837	-3.31	-4.17	2.535	-1.13	-1.692	-1.577	0.3475	-0.24	-0.548	4.579	0.4698

物質科学Ⅰ 平均値	3.50	2.03	2.05	2.11	2.95	3.11	3.37	2.92	3.13	3.32	3.42	2.82	3.74	2.47
物質科学Ⅱ 平均値	3.26	2.64	1.54	2.00	2.44	2.74	3.13	2.62	3.31	2.90	2.72	2.82	3.38	2.21
t境界値 1.9921　t→	1.3509	-3.24	2.669	0.46	2.153	1.6306	0.8815	1.3501	-0.719	1.99	3.664	-0.023	1.6654	1.2575

各科目間で有意差が相当強く出たものを選び出すと

（授業内容の難しさ）　12 生徒達はいつも「挑戦してみよう」という気になります。

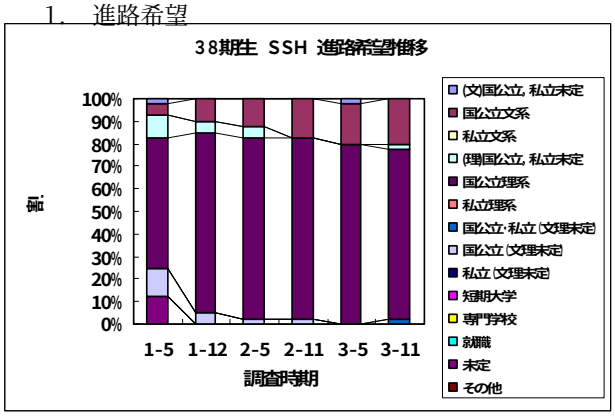
生徒達の目先が大学受験に向いていない状態で、実験が多く採り入れられている物質科学Ⅰの方が高い値を得たのではないかと見る。（ｔ値 3.664）

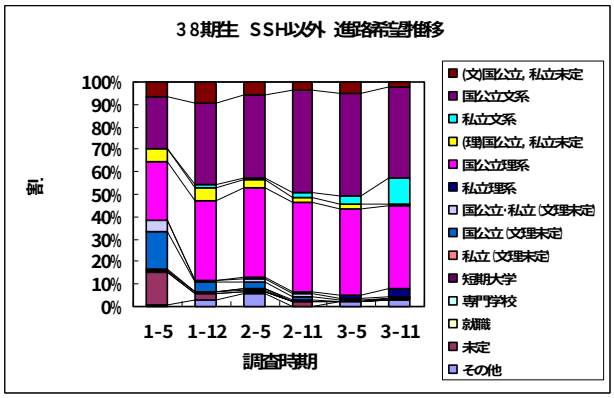
（授業進行の混乱）　7　先生がよく授業の準備をしているので、授業は効率よくうまく進みます。

科学技術は他の項目の平均値よりも低めの評価で、エネルギー科学Ⅰは項目の平均値より高く評価している。ヒアリングの中でも科学技術の授業の進行に混乱があるようである。（ｔ値 4.579）

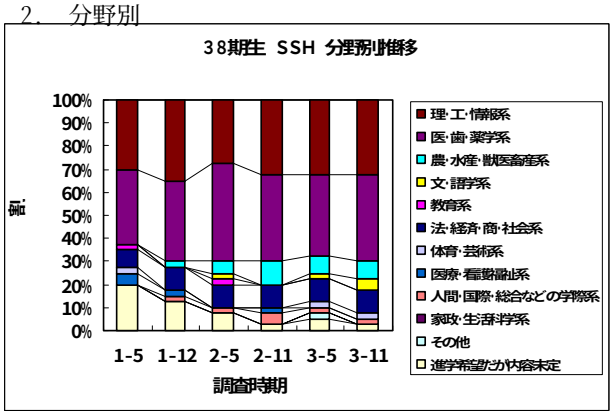
(6) 進路希望調査・生活実態調査の３年間の流れ （左ＳＳＨ，右ＳＳＨ以外全クラス）

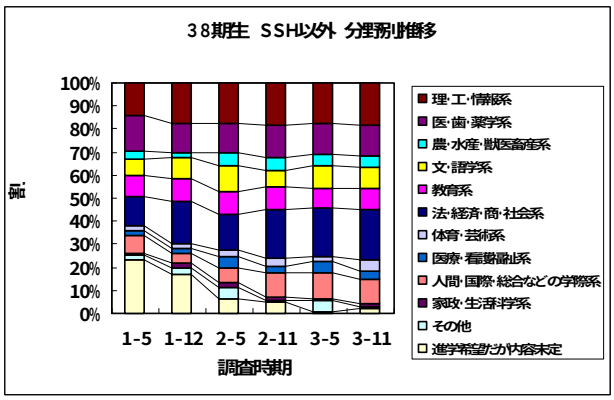
1. 進路希望





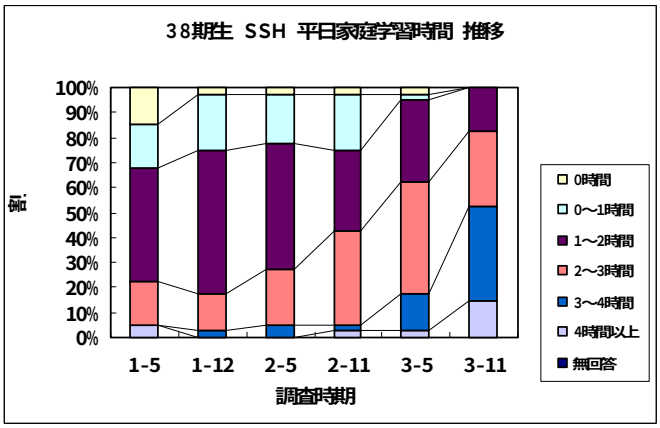
2. 分野別

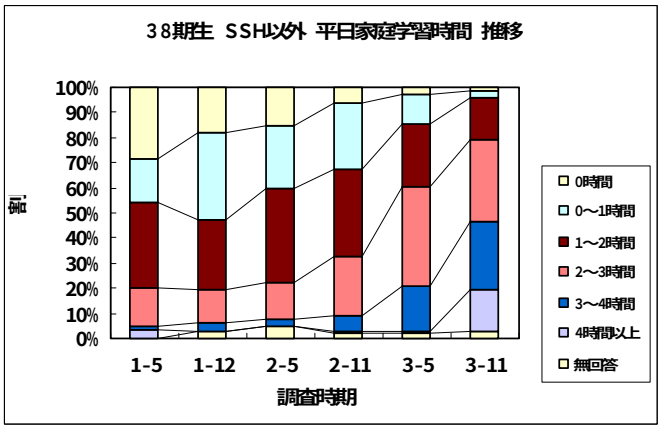




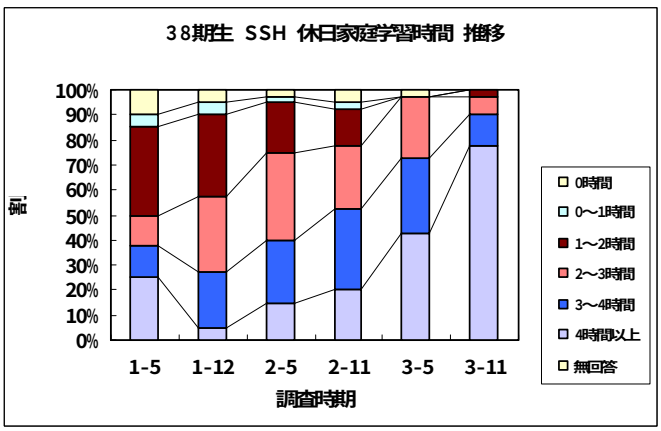
医学・薬学・理工系の変化がほとんどないが、医学・薬学系が農学系に流れている。

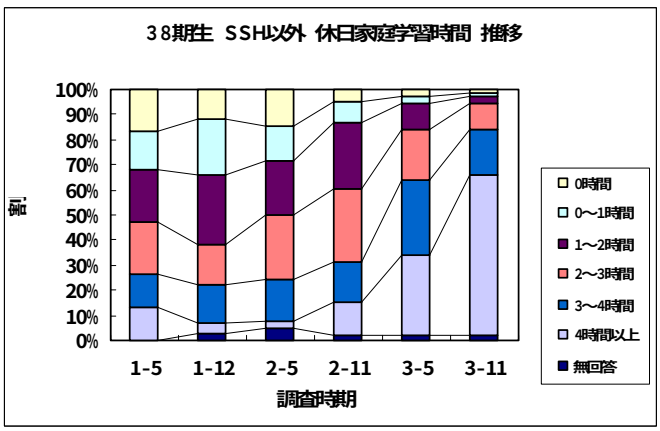
3. 平日での家庭学習時間





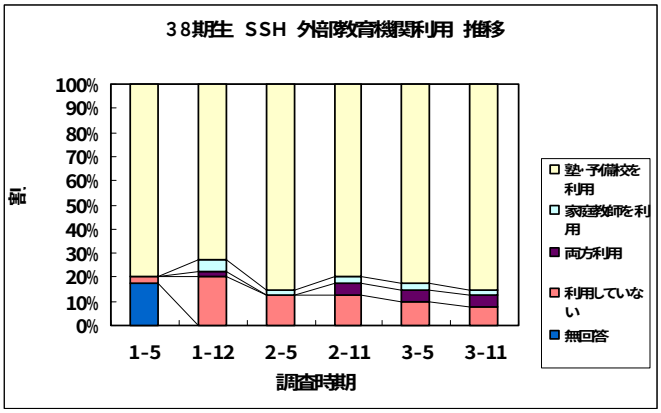
4. 休日での家庭学習時間

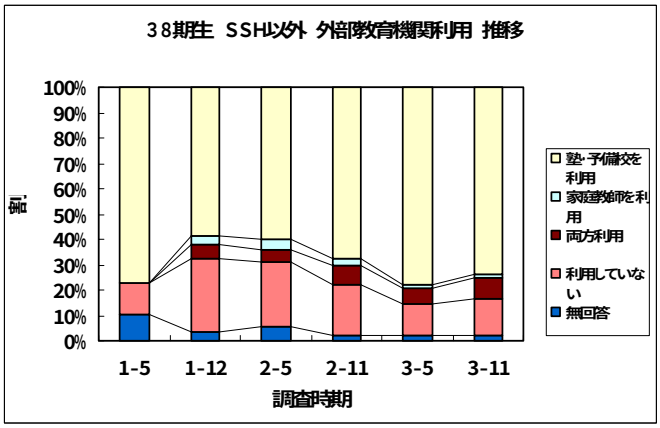




高い進学意欲に裏付けられて、計画的に早い時期から学習時間は生活習慣として確保していた。

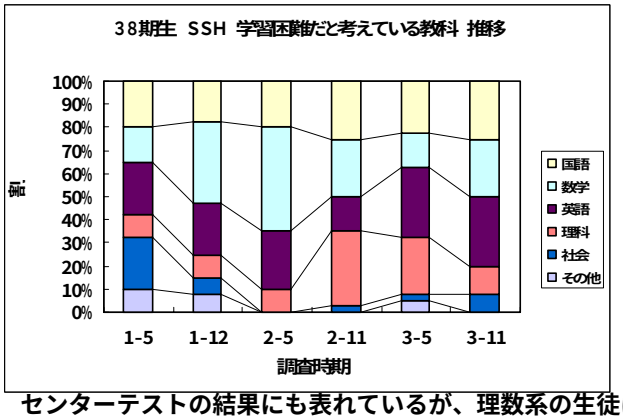
5.　外部教育機関の活用

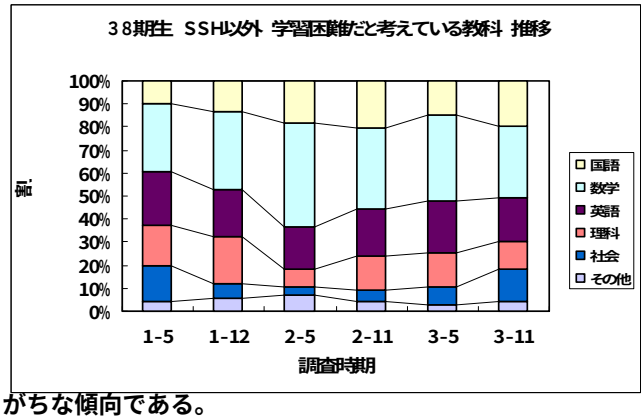




塾・予備校への依存度は非常に高い。

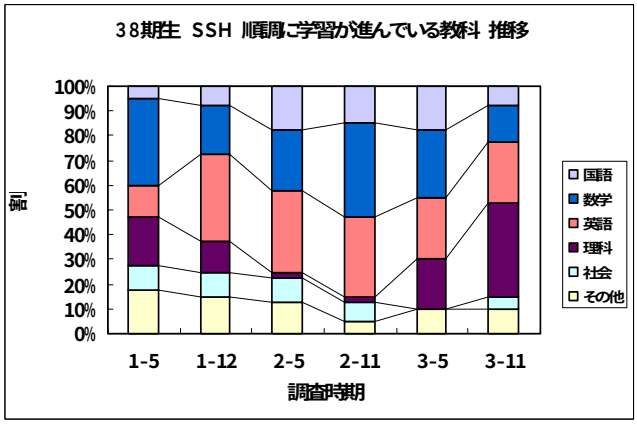
6.　学習が困難である教科（１つ選択）

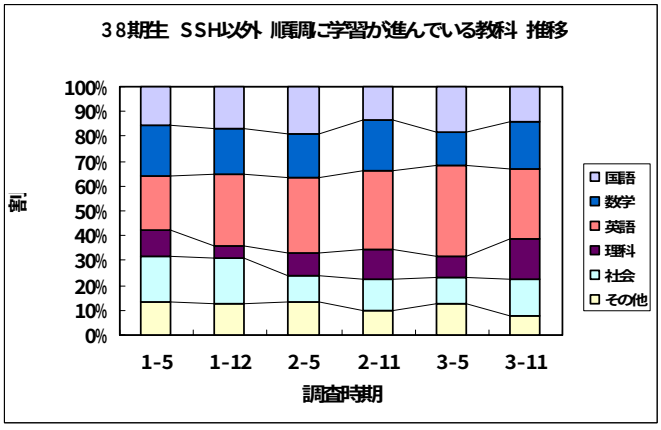




センターテストの結果にも表れているが、理数系の生徒にありがちな傾向である。

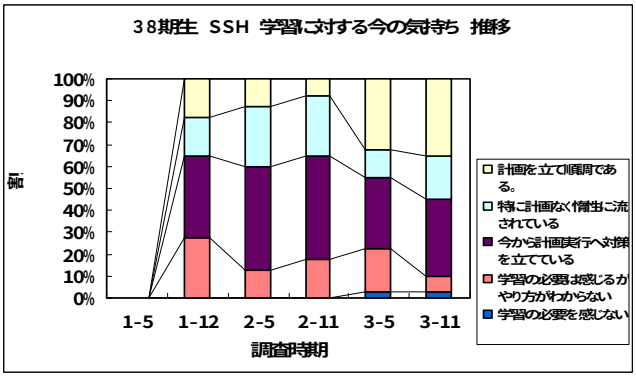
7.　学習が順調である教科（１つ選択）

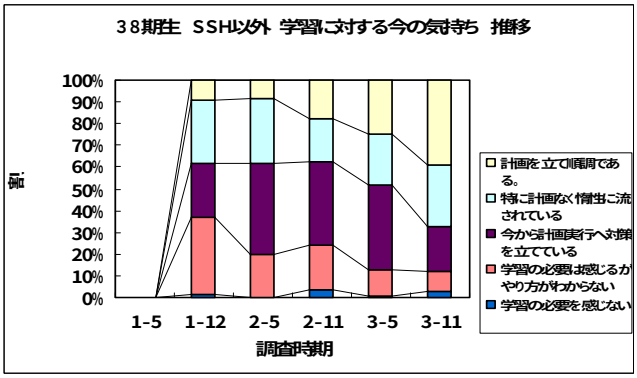




２年～３年生にかけて数学と理科の傾向が対照的になったが、理数系として括れば総数にさほど変化がない。

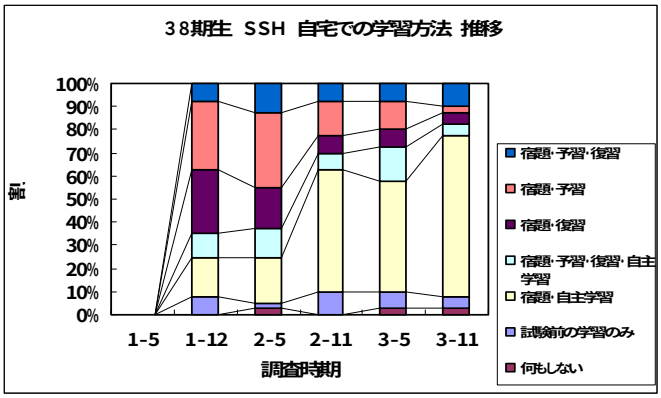
8.　学習に対する今の気持ち

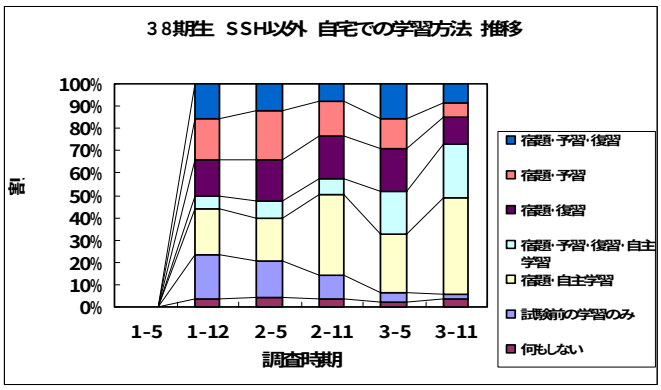




学習の必要性を感じない生徒が存在することに、他の因子（学習の外発的動機等）との関連を調べる必要がある。

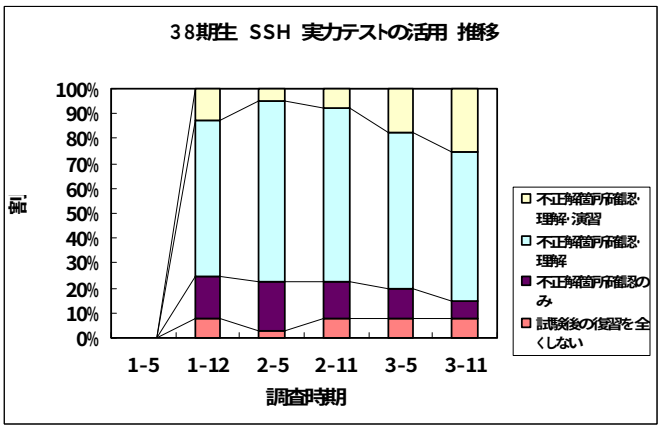
9.　自宅の学習方法





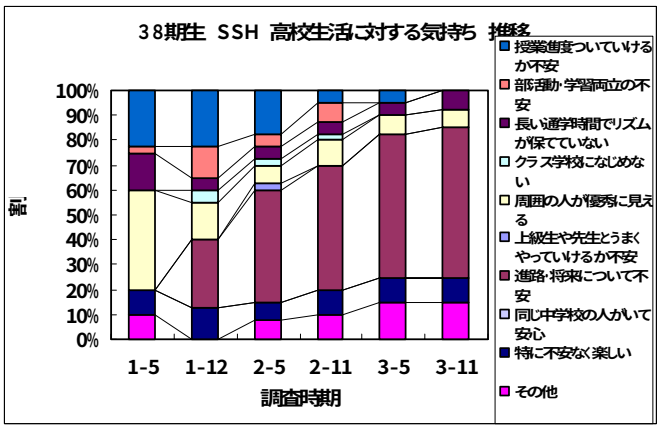
ＳＳＨクラスの生徒は自主学習（外部教育機関の要素が強い）の割合が高い。

10.　実力テストの活用



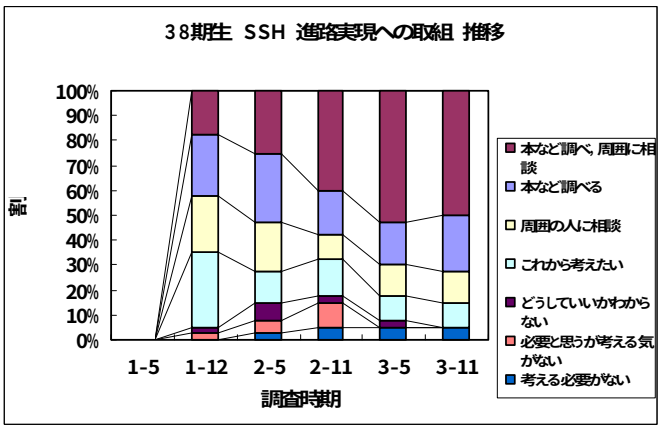
不正解の箇所の理解を中心に早くから学習習慣がついていた。

11.　高校生活に対する気持ち



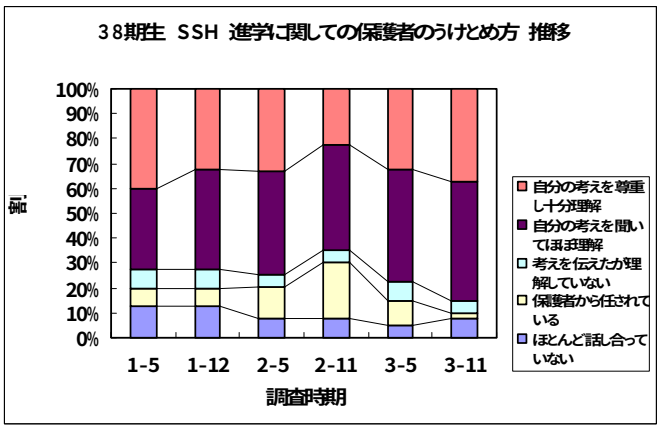
将来への不安が大半を占めるようになった。

12.　実力テストの活用



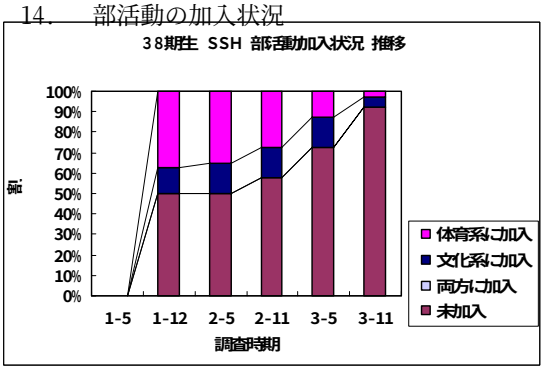
「考える必要がない」回答者（8.の項目とリンクする）

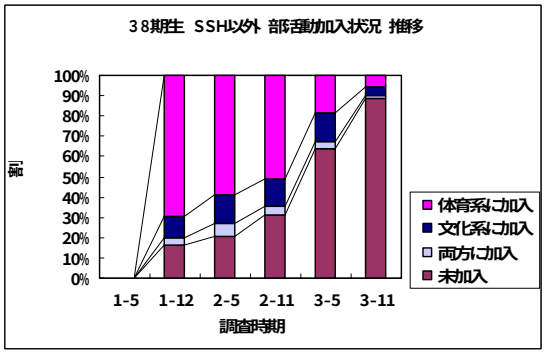
13.　進学に対しての保護者の受け止め方



(7)　保護者の意識アンケート結果を参照

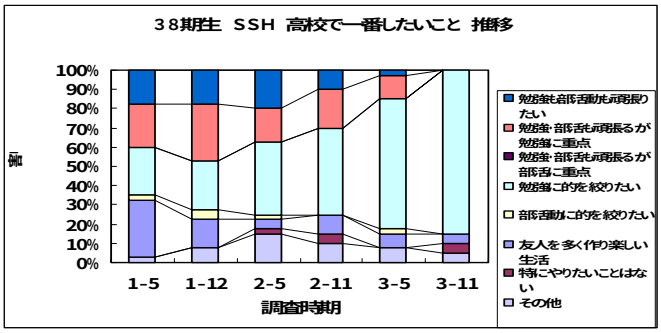
14.　部活動の加入状況

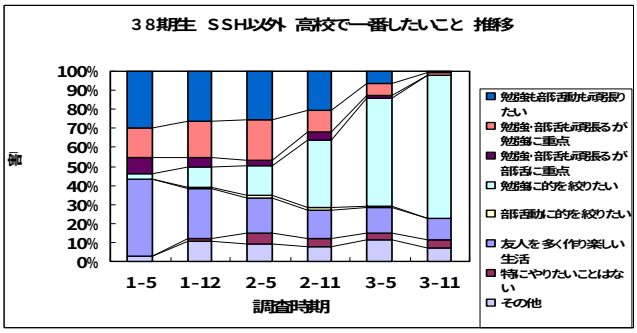




既に早くから部活動に未加入の層が多かったが、多くの活動で人間を磨くこともあるのでその部分の「ゆとり」を与えるべき

15.　部活動の加入状況





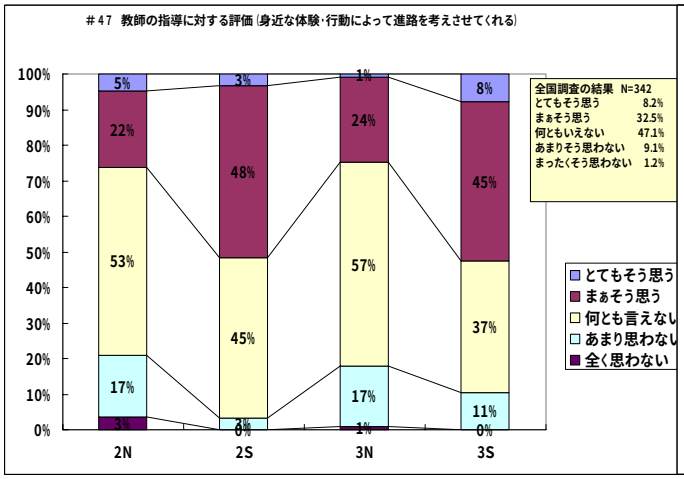
「勉強に的を絞りたい」層が早くから集団の中に形成されていたことになる。

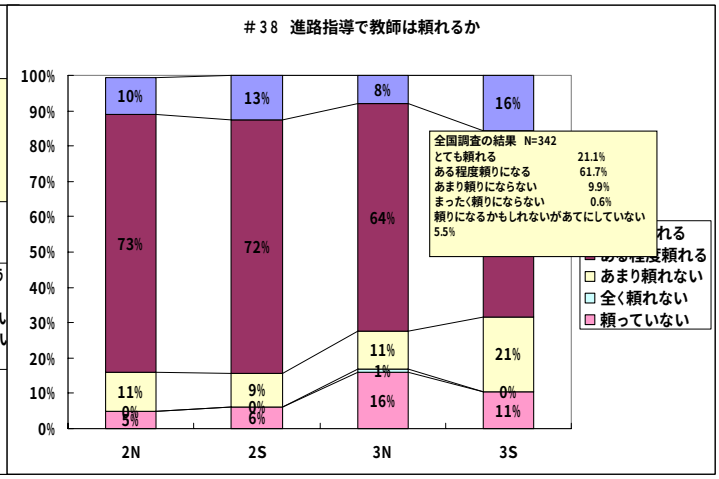
(7)　保護者アンケートと生徒アンケート　（教師の日常の指導への共通質問項目）

まず、１，２年生ＳＳＨの保護者とＳＳＨ以外のクラスの保護者との統計比率の比較したグラフを３つのパターンに分けられた。

図 12　（保護者）各学年Ｓ以外のクラス（２Ｎ・３Ｎ）とＳＳＨ（２Ｓ・３Ｓ）比較

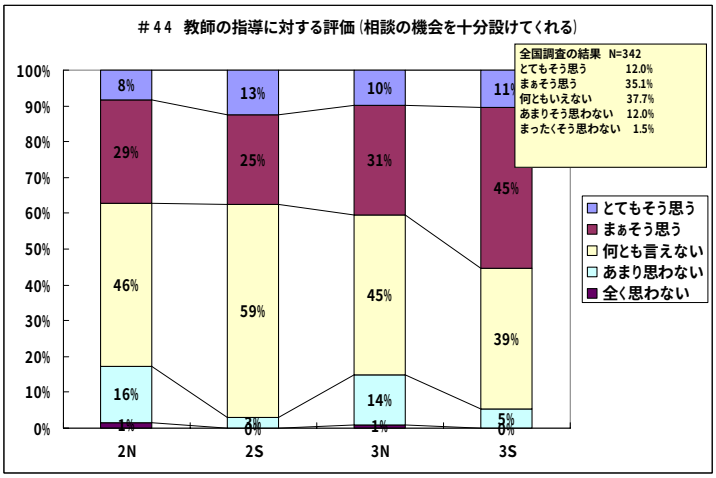
①様々な体験・行動によって進路を考えさせてくれる。　　②進路指導において教師は頼れるか。





ＳＳＨの特徴が色濃く出た項目　　**２極化及び否定的な回答が出た項目**

③相談の機会を十分設定してくれる。



学年が進むにつれて評価が良くなった項目

図 12 の①のような結果は、この事例しか出現しなかった。これはＳＳＨ事業に対する成果に対しての正直な評価・感謝が数値になって表れたものであろう。②と同様な傾向を示したグラフは、「進路の情報を与えてくれる」「子供の適性・可能性を気づかせてくれる」「大学の情報をよく知っている」というような**教師の知識・能動的姿勢に対して**の質問事項、③と同様な傾向を示したグラフは、「子供の意志を尊重」「子供のことをよく理解してくれる」「親身になって相談にのってくれる」というような**教師の受動的姿勢に対して**のものに偏った。最近の保護者の家庭教育等のスタンスとして、学校や他者に解決を委ねたりすることも多々ある。これらの回答をそれぞれの保護者のニーズに対応しなければならないことにも目を向けなければならないと考える。これらのことは、本校の現状が抱えている課題である。ただ、総じて保護

者とも以下に述べる生徒側アンケート結果とも同様な評価を得て、他クラスに比べてＳＳＨに対する手厚い指導があったと評価されたと判断できる。だが否定的な回答が若干存在したが、生徒との回答の一致が見られるかどうかの分析を　**(9)　評価に繋がる更なる詳細な分析**　にて実施することとする。

『保護者の要望・意見』

ａ．１年生の時から多くの情報を生徒にも保護者にも知らせて欲しい。オープンキャンパスへの積極参加の指導をして欲しい。

ｂ．浪人をすることを前提に夢を語るより、現役で入るための現実を直視する指導もして欲しい。

Ｃ．教育は人間を育てる作業だから、成果は数値化できないもので生徒の生涯の中で表れる。先生個人の能力は優れていても組織化・マニュアル化されすぎている。家庭教育の大切さは言うまでもなく、学校や教師を一方的に責めるのは間違っている。

続いて、保護者と同様の質問事項を生徒にも実施している。生徒と保護者との考え方の温度差についても分析を進めてみた。

生徒と保護者の平均値に差があるかどうかの対応のない検定（危険率５％），保護者と生徒の平均値の最大値・最小値となる質問項目を抽出し、度数分布の比較をした。

図 13 を見ると保護者の平均値と生徒の平均値との有意差のある質問項目は、

ｄ 自分（子供）のことをよく理解してくれる(t=2.79)　　ｈ 様々な体験・行動を与えてくれる。(t=2.07)

であった(図 14)。他の質問事項についてはいずれも高い評価で差がなかったが、上記２項目については特に保護者の方が高い評価を与えたことになる。保護者の教師への指導の感謝・羨望・期待の思いが生徒よりも大きく出たものと見る。

図 13　３年生ＳＳＨにおいて生徒と保護者との回答評価平均値の比較（Ｆ検定、対応のないｔ検定）

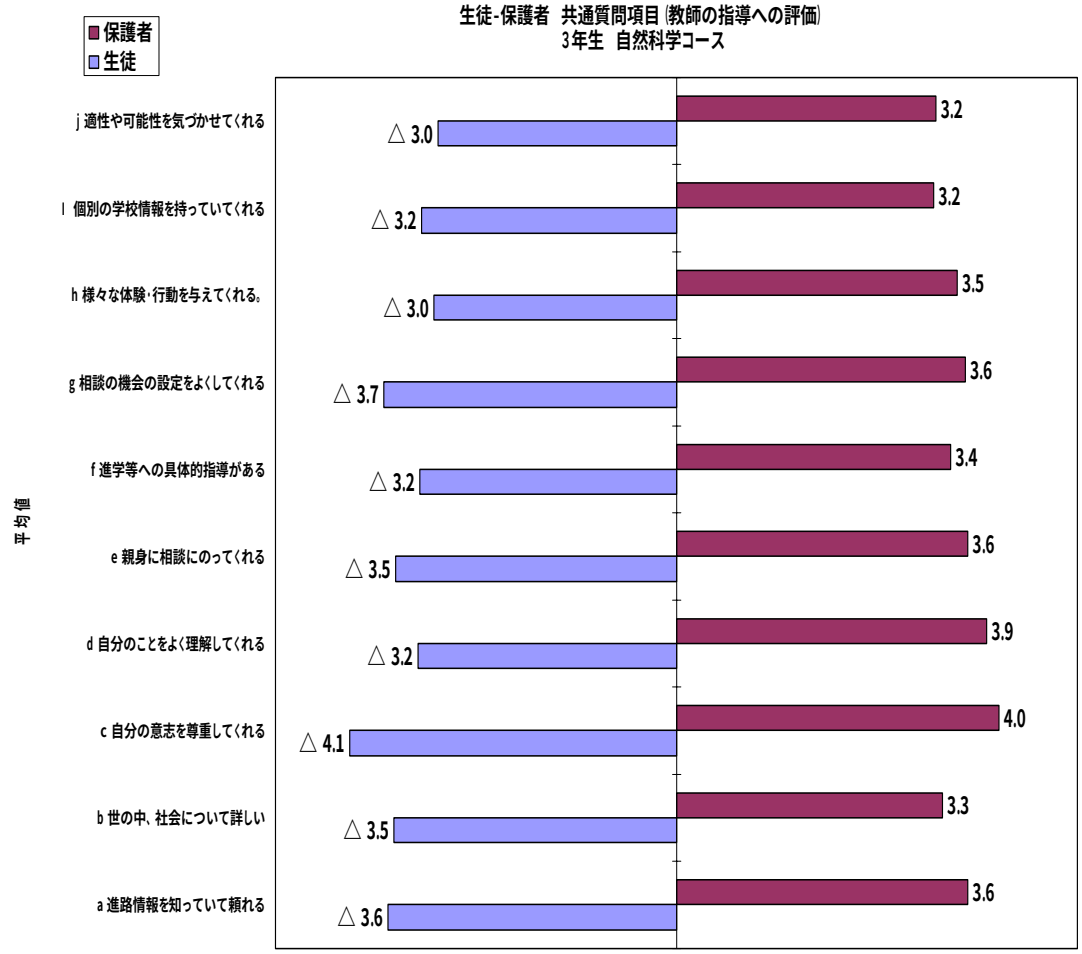
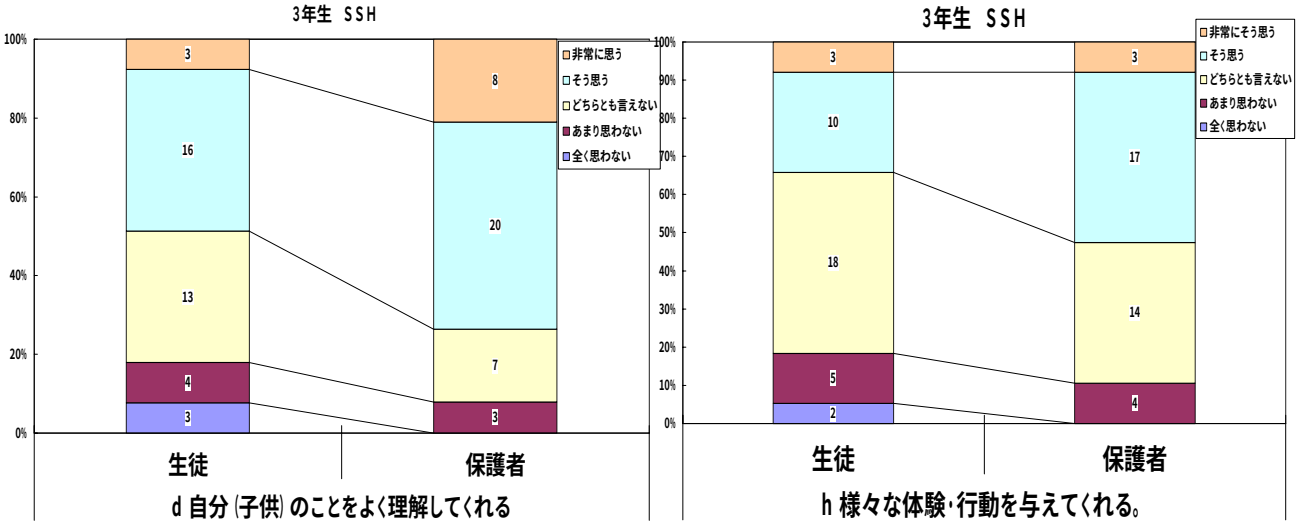
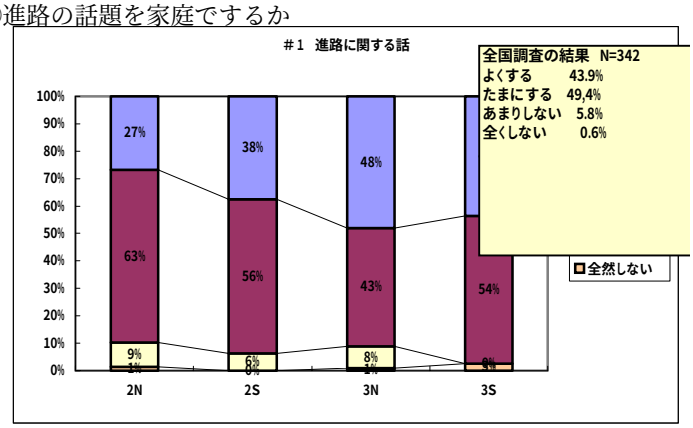


図 14

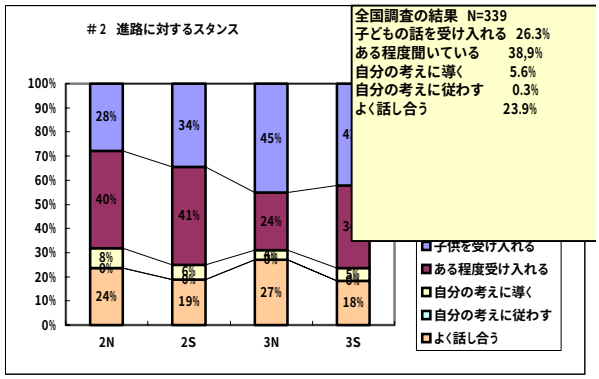


(8) 保護者の意識アンケート集計結果より

①進路の話題を家庭でするか

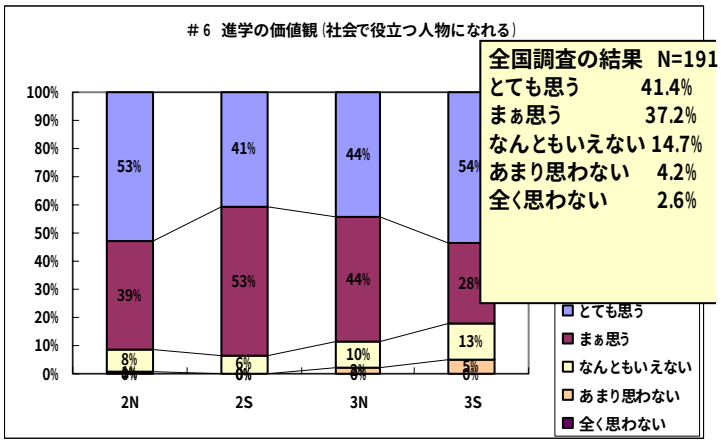


②家庭での進路に対するスタンス

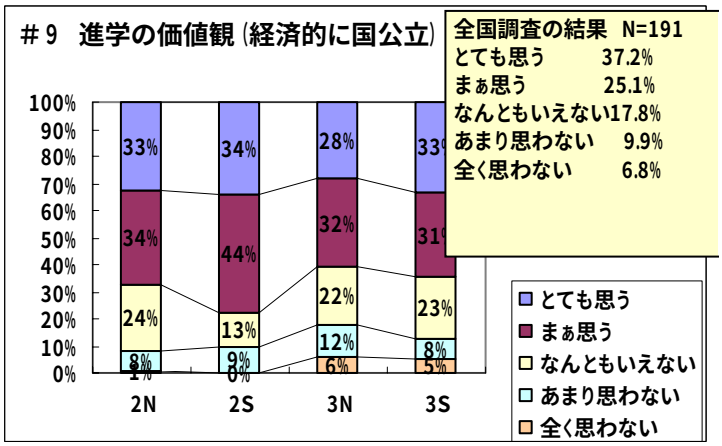


３年ＳＳＨに「全くしない」という回答がある。Ⅳ(6) 13.　進学に対しての保護者の受け止め方のグラフにも同傾向が表れている。家庭では、子供の話しを受け入れる側についている保護者が多い。

③社会に役立つ人物を目指して進学をして欲しい

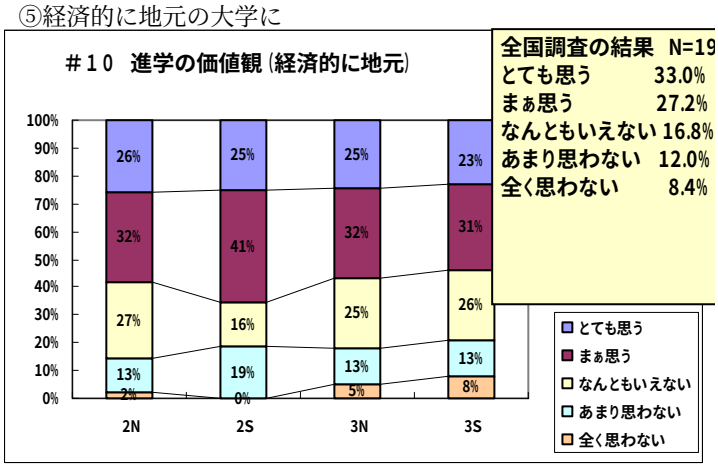


④経済的に国公立大学に進学して欲しい

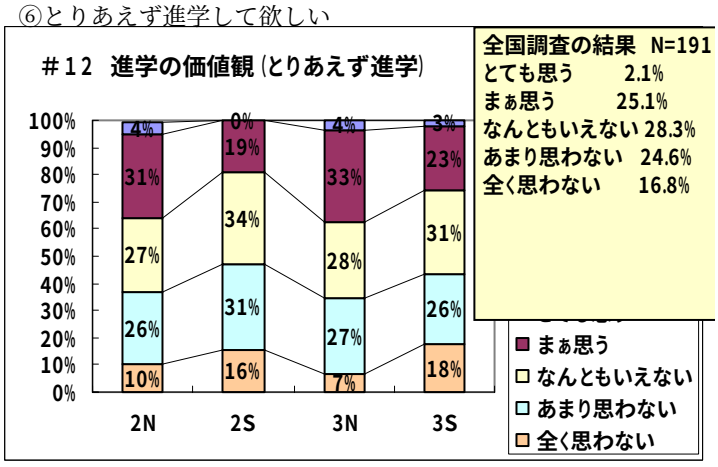


ＳＳＨの理念である「科学技術社会に有為な人材育成」とは少しずれた見解の保護者もいる。経済的面で地元の国公立の希望者が多い。特に２年生ＳＳＨに多い。安直な進学を考えておられない、より意識の高い保護者の比率が高い

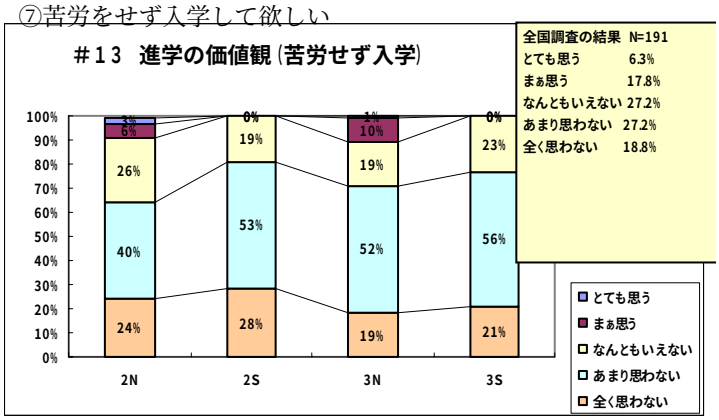
⑤経済的に地元の大学に



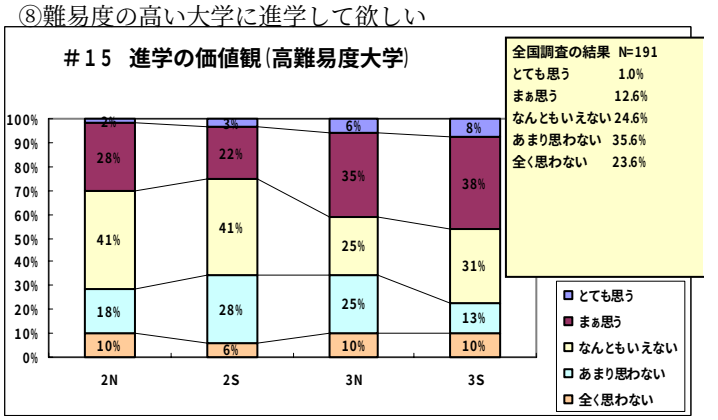
⑥とりあえず進学して欲しい



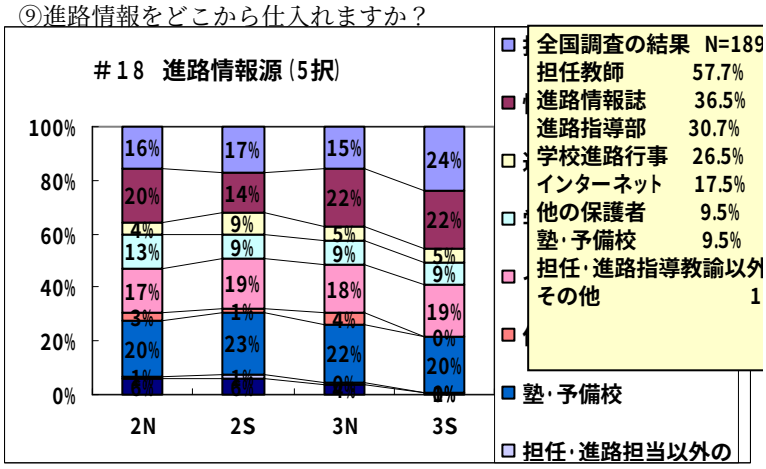
⑦苦労をせず入学して欲しい



⑧難易度の高い大学に進学して欲しい



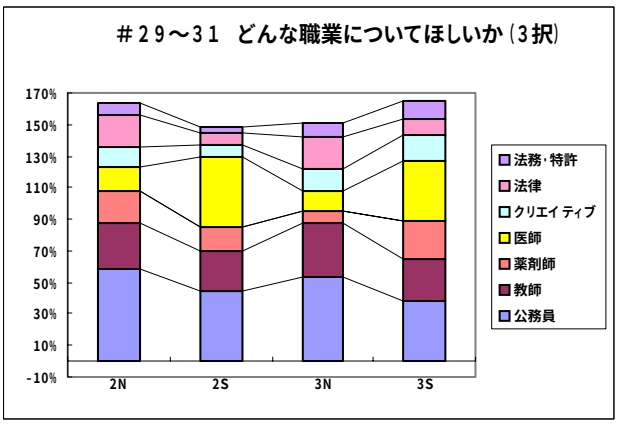
⑨進路情報をどこから仕入れますか？



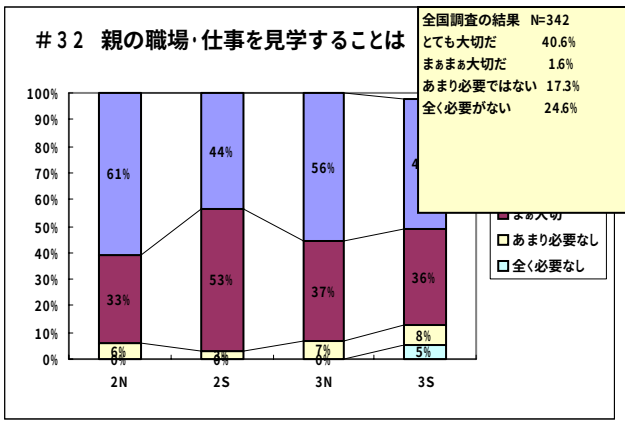
高い難易度の大学で知名度のある大学に進学して欲しいという思いがＳＳＨに高い比率で存在する。

本校の特色は、進路指導係からの情報収集が非常に低い。担任の先生、情報誌、塾・予備校、インターネットからの情報収集中心である。

⑩どんな職業に就いて欲しいか



⑪親の職場・仕事の見学（ジョブシャドウ）



「公務員に」という思いは強いが、特に「医師」志向がＳＳＨに強い。（家庭環境）　ジョブシャドウに対して否定的な回答の比率が３年ＳＳＨに高く出ている。

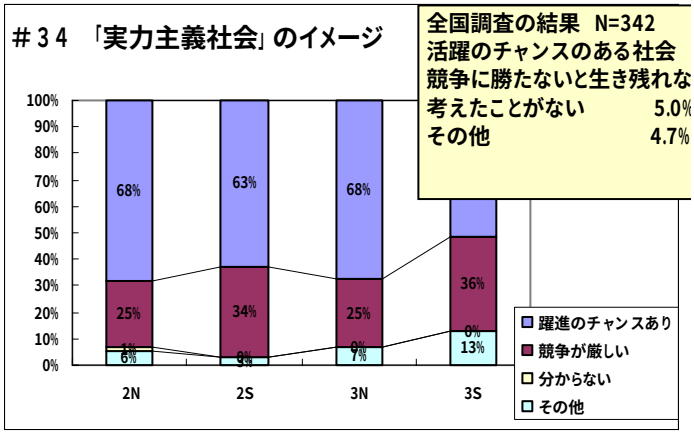
『保護者の要望・意見』

ａ．子供の進路意向は尊重したいが、価値観を広げて自分で考える力を身につけて欲しい。

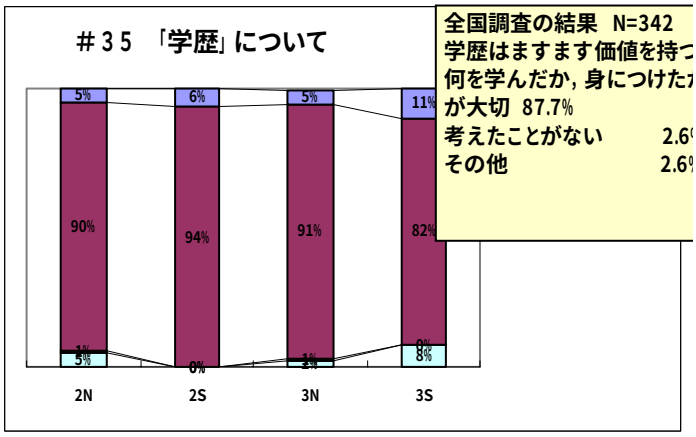
ｂ．女子でも自立していける職業に就いて欲しい。人を喜ばすことに力を惜しまないで欲しい。

ｂ．仕事と家庭は全く別の世界でありたい。職場での互いに家業・家庭の内情まで探ろうという雰囲気は反対だ。

⑫「実力主義社会」のイメージは？

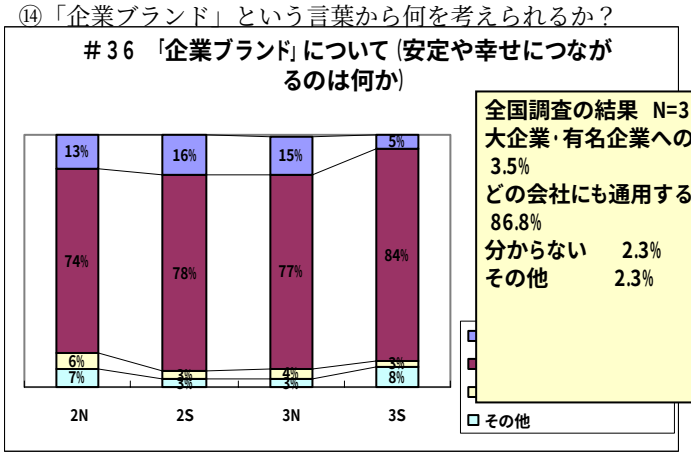


⑬「学歴」についての考え

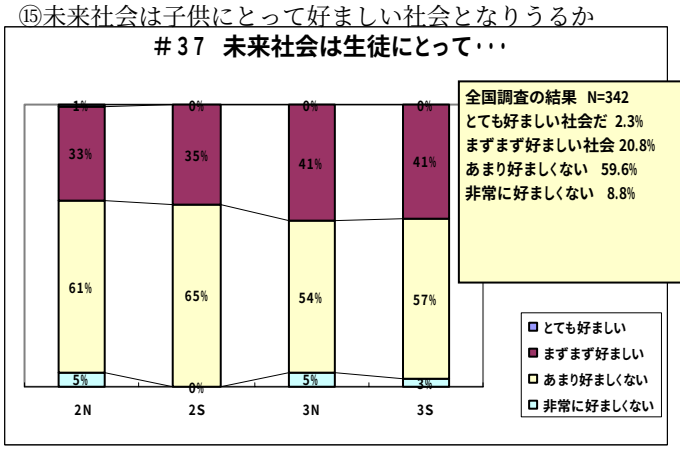


その他についての意見収集はしていない。いずれにせよ３年生の他のクラスや２年生とは、少し違った考えを持たれる保護者が多い。３年生ＳＳＨの他に比べて学歴重視の保護者の比率も多い。

⑭「企業ブランド」という言葉から何を考えられるか？



⑮未来社会は子供にとって好ましい社会となりうるか

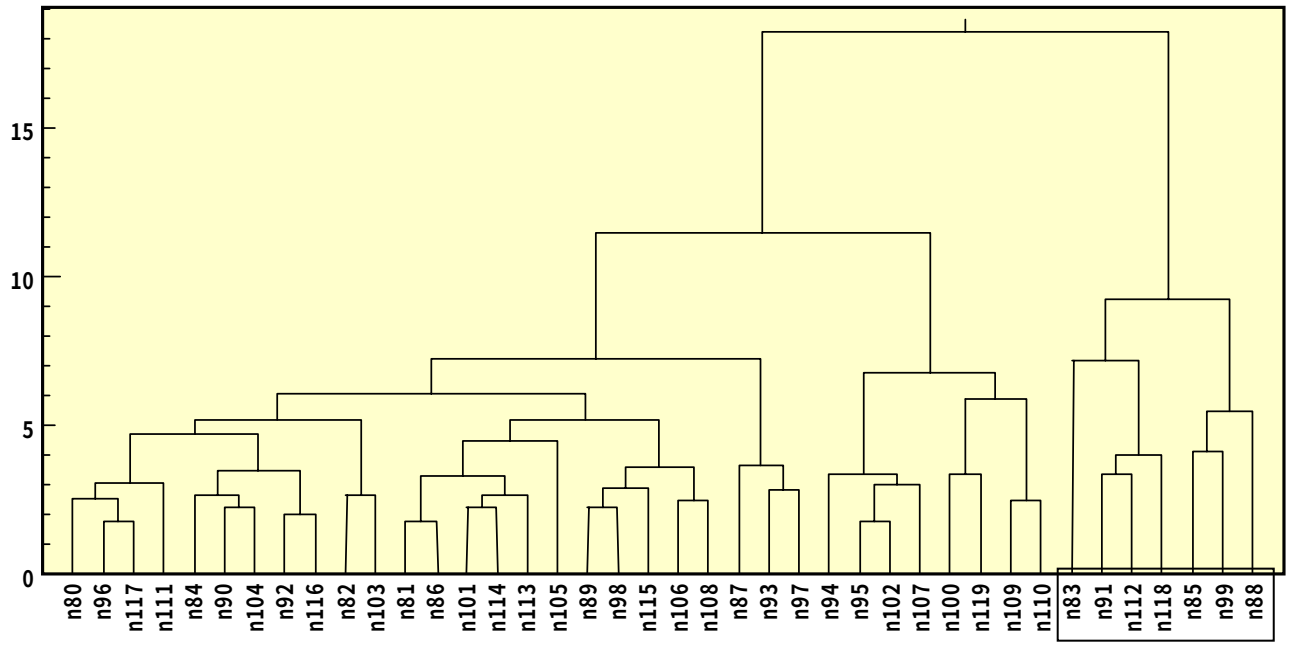


３年生ＳＳＨは、他に比べて「大企業に勤めるのが幸せに繋がる」という比率が低く、「社会に通用する力を身につけることが幸せに繋がる」という割合が高い。２年生ＳＳＨとの意識の違いが出ている。（２年生に学習の外発的動機の比率が高いのもこれら家庭での環境が影響しているとも考えられる）未来社会に否定的な念を持たれている保護者が３年Ｓクラスに存在する。

(9)　評価に繋がる更なる詳細な分析

まず先に全体の概況を述べると、**学習動機要因の２モデル，創造性テスト，生活実態調査，学校の指導に対しての評価の全てについて主成分分析のスコアを見て、クラスター分析をした（図 15）。**以後に続く各結果との比較をして見ると非常に繋がりのある因子がグループやペアを決定している。**(4)「クラス風土（経営）に対しての調査」(a) ３年ＳＳＨ**にて明記したようにここにも同じようなグループが第１主成分によって仕分けられたのである。

図 15　４つの評価を統括した**全体評価データ**のクラスター分析（ユークリッド平方距離、ウォード法）

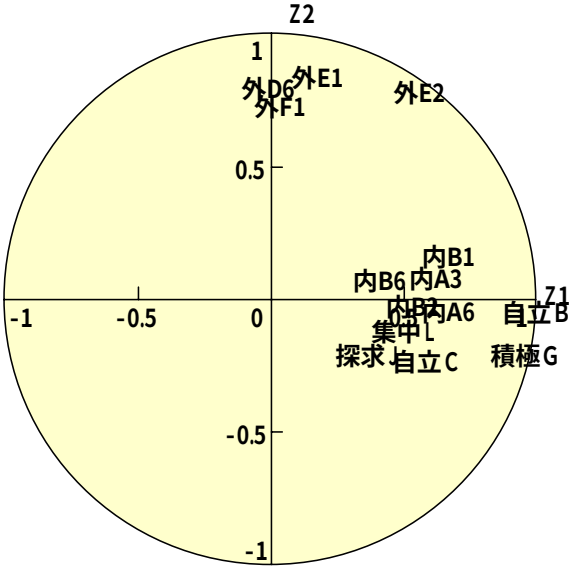


※生徒番号は、個人情報にならぬように便宜的に数値を変えている。

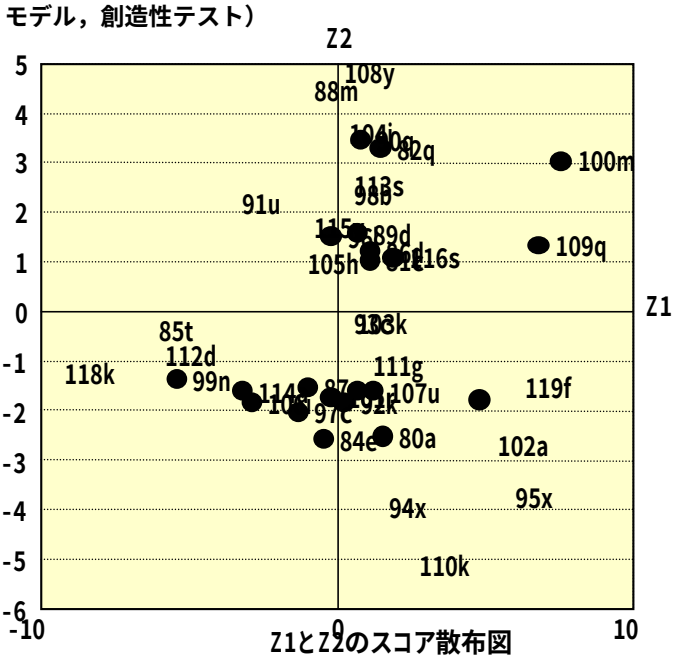
樹 形 図

次に、**自己評価分野（学習動機要因の２モデル，創造性テスト）の分析**をすると、

１－(1)　主成分分析結果（自己評価：学習動機要因の２モデル，創造性テスト）



Z1とZ2の負荷量散布図

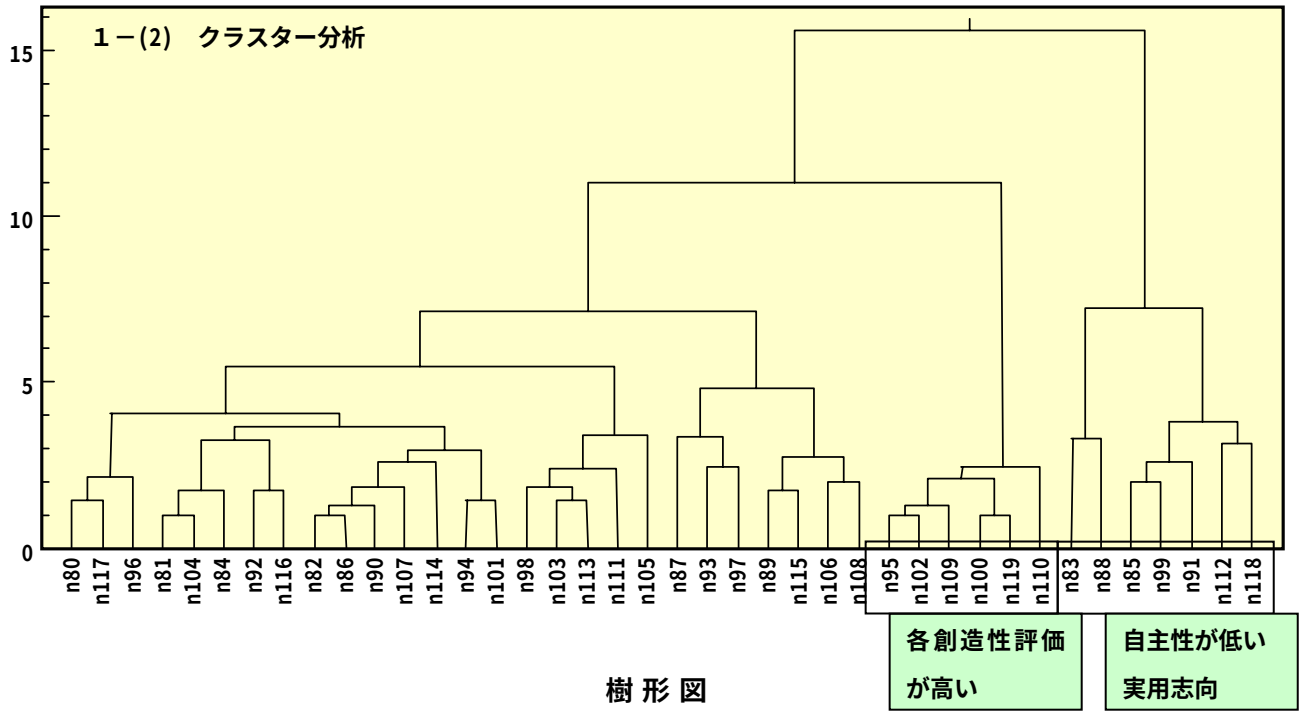


Z1とZ2のスコア散布図

グラフ上で項目が重なって見えにくいので、負荷量の高いものに絞ってプロットした。

第１主成分　A「充実志向」，B「訓練志向」，探求力，自主性，集中力，積極性

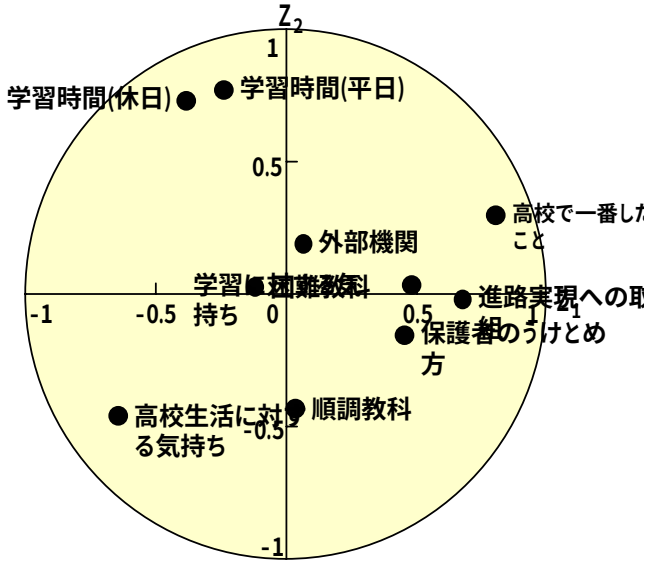
第２主成分　E「自尊志向」，D「関係志向」他者につられてする，F「報酬志向」



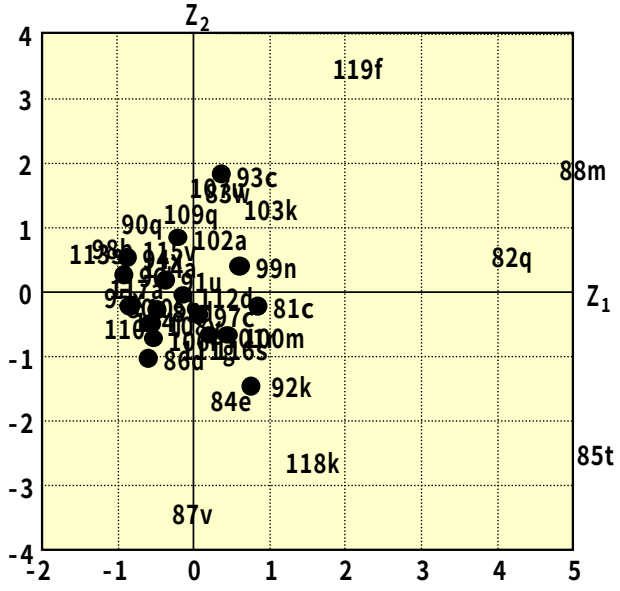
樹 形 図

p.35　生徒感想 110，95，119，102 参照

２．主成分分析結果（「生活実態調査」のみで分析）



Z_1とZ_2の負荷量散布図

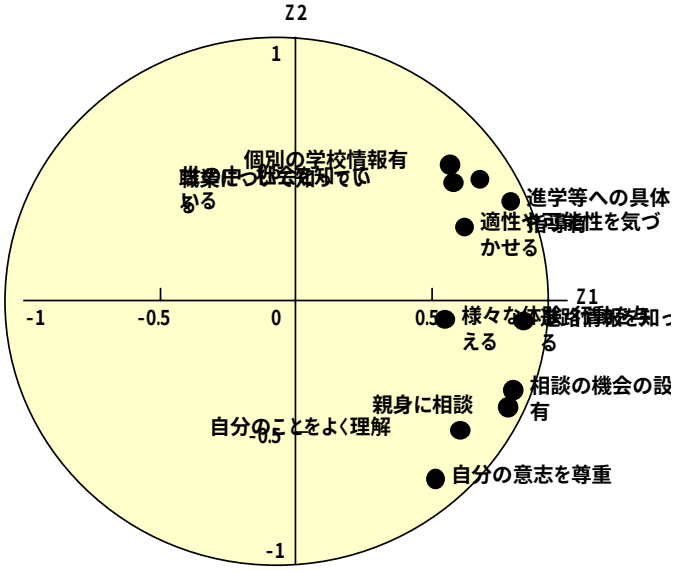


Z_1とZ_2のスコア散布図

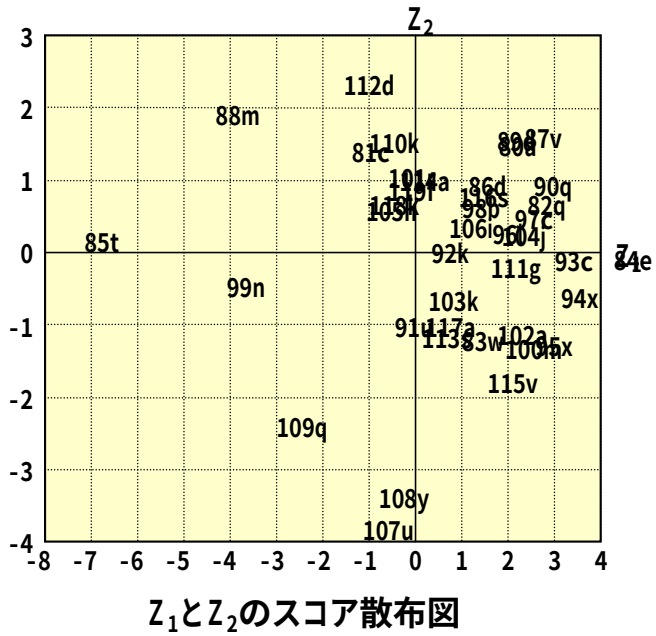
第１主成分　高校で一番したいこと，第２主成分　学習時間（平日・休日）

散布図を見ると他のクラスター分析グラフでグループ化されているメンバー(118ｋ、88m 等)が集団から離れている。

３－(1)　主成分分析結果（「進路指導や面談に絞っての学校への評価」の分析）



Z1とZ2の負荷量散布図

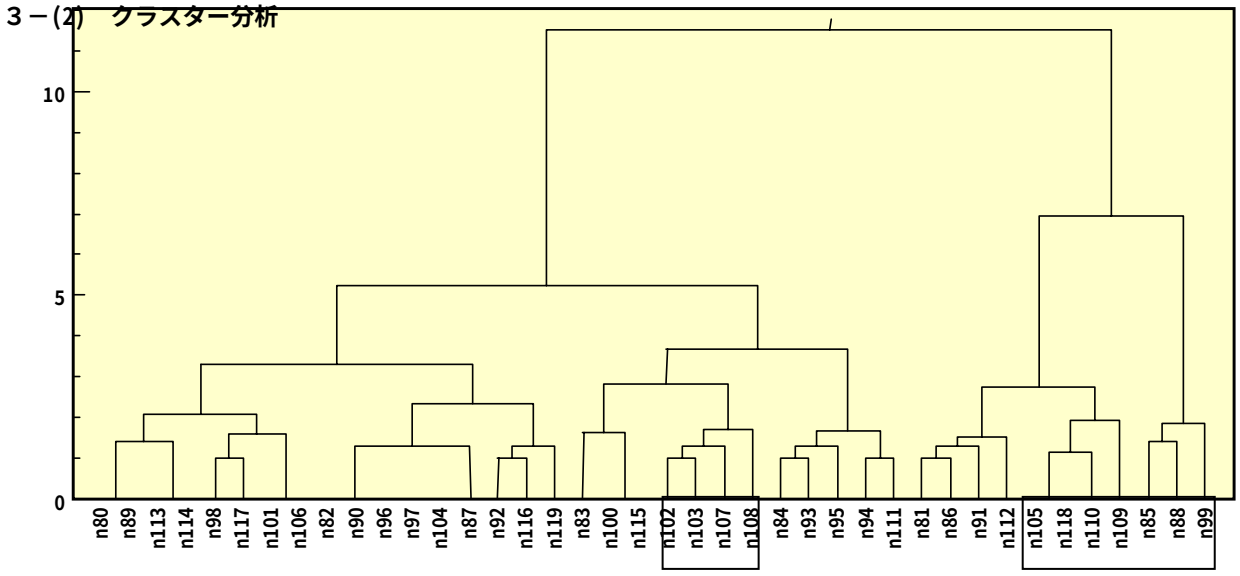


Z1とZ2のスコア散布図

第１主成分　親身に相談、進学等への具体的指導や相談の機会設定有り

第２主成分　自分の意志を尊重

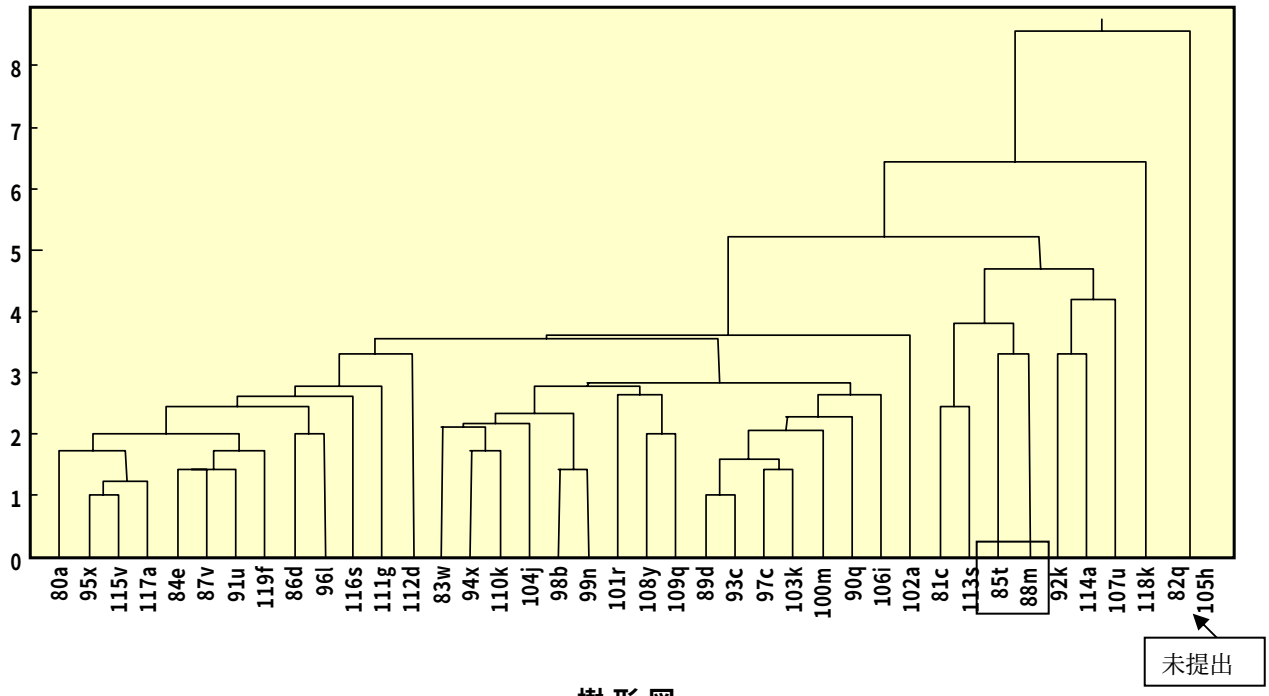
３－(2)　クラスター分析



樹 形 図

４．生徒と同じ質問事項による保護者のグループ化

グラフを見て分かるように保護者と生徒とのペアが一致したものがあった。何かのきっかけで家庭での状況と学校での活動に意思疎通・理解のアンバランスが欠けた時、決して良い結果は生まれない。いつの時代でも大きな壁となる重要な課題である。ペア・グループに表れた保護者の回答の中に、進路に対するスタンスとして**親の庇護の元で保護者の思う進路＝（本人のやりがいよりも）知名度のある大学に合格して欲しい**という意見があった。**また学校の指導に対しては、総じて平均値より低めの評価を与えていた。また、生徒の方のアンケート結果には、「家庭での保護者の会話はしていない」、「学習については必要がない」「進路は考える必要がない」という意見があり、かなり影響を受け**て反発をしているようである。**「自分のことを理解してくれる。親身に相談にのってくれる。」**という評価も低い所に固まっているが、学校側はメンタルな面に対して地道な指導を行ってきた経緯がある。



樹 形 図

5　各科目の「創造性育成」と「学力」の変容の時系列による分析

Ⅰ類・・・右上がり　I^{+}（学力・創造性とも向上し好ましい状況）

左下がり　I^{-}（学力・創造性とも下降線となり生活環境や情意面に問題が生じている状況）

※点の移動がない場合は、良い解釈をしてI^{+}と判断する。

記号例：I^{+}_{12}・・・１～２年生時は、Ⅰ類である。

Ⅱ類・・・上下動

上向き　II^{+}（創造性に顕著な伸張性が見られた）

下向き　II^{-}（創造性が低下傾向である）

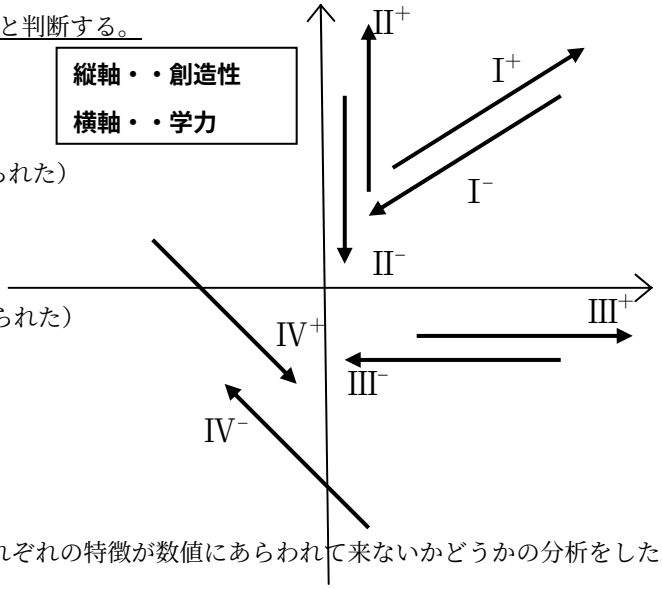
Ⅲ類・・・左右移動

左向き　III^{+}（学力面に顕著な伸張性が見られた）

右向き　III^{-}（学力面が低下傾向である）

Ⅳ類・・・右下がり　IV^{+}（学力向上、創造性低下）

左上がり　IV^{-}（学力低下、創造性向上）



「１年生～２年生２学期まで」と「２年生２学期以降」のそれぞれの特徴が数値にあらわれて来ないかどうかの分析をした。

図１６　創造性評価と学力の２次元表現

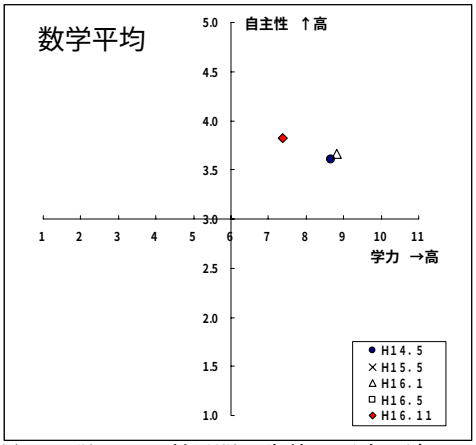


図 16 は、数学の学力と創造性テストの１つである自主性を例にした対比グラフである。ＳＳＨ事業の根幹を成す理数教育の分野である数学であるが、Ｈ１４．５→Ｈ１６．１（１年生～２年生の間）はさほど変化がないようであるが、Ｈ１６．１→Ｈ１６．１１（２年生後半→３年生）では自主性向上と反して、学力の低下が見受けられた。学力は進研学力テストを用いた（２年１月及び３年 10 月実施）。この傾向は、他の７つの創造性や国語や英語にも同じ傾向が見られた。特に国語の学力には顕著に表れ、学習に関わる彼らの意識の比重に変化が生じた・浪人生が加わり学力が下がったという解釈もできなくはない。ただ、同じ理数科目でも**Ⅲ(1)(a)（ｐ．８）、(5)(a)（ｐ．１７）**の表から見ても明らかに科目間で生徒の反応が違ったものが表れている。

表１の下表のように、論理性・分析力に関して**１年生～２年生の後半期間は、「学力も創造性も向上」している** I^{+}_{12}や II^{+}_{12} III^{+}_{12} で全体の 56%を占めていたのに対し、**２年生後半～３年生にかけては** $\mathrm{IV}^{=}_{23}$（全体創造性は向上するが学力低下）と$\mathrm{III}^{=}_{23}$の比率が高くなった。**表１上表**のエネルギー科学Ⅱ（物理）の同時期の傾向とは対照的な結果となった。従って**２年生後半～３年生にかけての時期ではIII(1)(a)（ｐ．８）の表と照合すれば、全体の創造性育成の寄与は数学よりもエネルギー科学IIを代表とする幾つかの科目の比重が大きかったことが考えられる。**しかも、エネルギー科学Ⅱを選択した３６名中約半数以上の２０名の生徒が学力向上と創造性育成とを同時に達成して貢献しているのであるから、良い事例として他の教科や事業に対しても指導の工夫や内容の改善に繋げる必要があるのではないかと考えられる。

表１　学力向上と創造性育成への寄与（エネルギー科学Ⅱ）

	全体計	全体率	I^{+}	II^{+}	III^{+}	IV^{+}	$\mathrm{I}^{=}$	$\mathrm{II}^{=}$	$\mathrm{III}^{=}$	$\mathrm{IV}^{=}$
I^{+}_{12}										
II^{+}_{12}										
III^{+}_{12}										
IV^{+}_{12}										
$\mathrm{I}^{=}_{12}$										
$\mathrm{II}^{=}_{12}$										
$\mathrm{III}^{=}_{12}$										
$\mathrm{IV}^{=}_{12}$										
I^{+}_{23}	20	0.56	0.556	0	0	0	0	0	0	0
II^{+}_{23}	2	0.06	0	0.056	0	0	0	0	0	0
III^{+}_{23}	3	0.08	0	0	0.083	0	0	0	0	0
IV^{+}_{23}	1	0.03	0	0	0	0.028	0	0	0	0
$\mathrm{I}^{=}_{23}$	2	0.06	0	0	0	0	0.056	0	0	0
$\mathrm{II}^{=}_{23}$	2	0.06	0	0	0	0	0	0.056	0	0
$\mathrm{III}^{=}_{23}$	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
$\mathrm{IV}^{=}_{23}$	6	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0.167
		計								
うち数		12計	0	0	0	0	0	0	0	0
		23計	20	2	3	1	2	2	0	6

学力向上と創造性育成への寄与（数学全般）

	全体計	全体率	I^{+}	II^{+}	III^{+}	IV^{+}	$\mathrm{I}^{=}$	$\mathrm{II}^{=}$	$\mathrm{III}^{=}$	$\mathrm{IV}^{=}$
I^{+}_{12}	8	0.20	0.1	0.025	0	0	0.025	0	0	0.05
II^{+}_{12}	7	0.18	0	0.05	0	0	0	0	0	0.125
III^{+}_{12}	7	0.18	0.025	0	0.075	0	0.025	0	0	0.05
IV^{+}_{12}	1	0.03	0	0	0	0.025	0	0	0	0
$\mathrm{I}^{=}_{12}$	3	0.08	0	0	0	0	0.05	0	0.025	0
$\mathrm{II}^{=}_{12}$	2	0.05	0	0	0	0	0	0.05	0	0
$\mathrm{III}^{=}_{12}$	2	0.05	0	0	0	0	0	0	0.05	0
$\mathrm{IV}^{=}_{12}$	10	0.25	0.025	0.025	0	0	0.025	0	0	0.175
I^{+}_{23}	5	0.13	0.075	0.025	0	0	0	0	0	0.025
II^{+}_{23}	4	0.10	0.025	0.025	0	0	0.025	0	0.025	0
III^{+}_{23}	3	0.08	0.025	0	0.05	0	0	0	0	0
IV^{+}_{23}	2	0.05	0	0.025	0	0.025	0	0	0	0
$\mathrm{I}^{=}_{23}$	4	0.10	0	0	0	0	0.075	0	0	0.025
$\mathrm{II}^{=}_{23}$	4	0.10	0	0	0	0	0	0.05	0	0.05
$\mathrm{III}^{=}_{23}$	11	0.28	0.025	0	0.025	0	0.025	0	0.05	0.15
$\mathrm{IV}^{=}_{23}$	7	0.18	0	0.025	0	0	0	0	0	0.15
		計								
うち数		12計	6	4	3	1	5	2	3	16
		23計	6	4	3	1	5	2	3	16

(10)　生徒感想

生徒４

自然科学コースで学んだことは本当にたくさんあるけど、三年間ずっとみんなと一緒だったと言うことは私にとって大きいことだったと思います。長所も短所もひっくるめて最後に楽しいと思えるクラスでした。実験がとにかくとても多いのである程度、実験をするということにおいては１年の時より成長はしていると思います。講演などは本当に嫌だったけどなかには興味があるものもありました。１、２年のときは本当に一杯一杯でレポートの多さで正直嫌気が差していました。レポートがたまってくると、もう内容は考えずそのままどこかのものをコピーして貼り付けていました。でも３年になってレポートが減るとそういうことはなくなったように思います。３年になって楽しいと感じるようになりました。心に残っていることですが１年生の時のウニ

の実習はとても価値があるものだったと思います。実際に目で見たことはとても貴重でした。この実習はこれからも続けていってほしいと思います。でも～見学系は正直あまり聞いていなかったです。生物は最後のほうにやった PCR 法とか楽しかったです。化学も物質を調べるのも勉強になりました。意外に、やってみるとなかなかうまく出てこないもので苦労しました。**でも自分で調べて新しい発見とかもあったし結構勘違いしていた所とかもあってそれがわかっただけでも価値があったと思います。自分でやったことを考えて紙に書くということですごく頭に入ってきました。**このクラスに入って何か身についたものがあるならこのクラスに入ってよかったと思います。体験できないようないろいろなことが経験できたし、経験することを抵抗なく受け入れていくと自分にプラスになって返ってきそうだと思いました。**それに高校でうっすら覚えていることは絶対に大学に入っても便利に使えるし一石二鳥です。私はその時はまだ若気のいたりであまりそういうことができなかったから、今から考えれば結構惜しいことをしたと思います。**SSH がいいクラスになるかそうでなくなるか入る価値があるかないかは自分しだいだと思います。私はこのクラスに入ってよかったと思います。自分のためにこういういろいろな実習があったと思えてその時を楽しめる人はすごくいいと思います。今年の目標は前向きに考えることだから自分が三年間高校生活を SSH で過ごしてきたことを振り返って反省とかしながらこれから前向きにいけたらいいなと思います。

生徒１８

3 年前に突然聞いた SSH の話に、少し理科が好きだったので軽い気持ちで入ったけれど、自然科学コースでいろいろ学べて良かったと思います。

特別な授業の中で一番印象に残っているのは、”ウニの発生“ です。ウニの発生を間人まで行って実際に顕微鏡で見ました。教科書によく載っている受精卵の発生の絵を、未受精卵から受精させて、何時間も時間をかけて観察することはめったにない体験であり、すごく小さな受精卵がゆっくりと　確実に卵割していくのに、その度ごとに感動しました。

そのウニの時もそうでしたが学校の生物の授業では解剖実験があったのが良かったと思います。中には触るのも嫌なぐらい気持ちの悪い生き物もいましたが、豚の目やマウスの赤ちゃんなどは勉強になり、そしてなによりよく記憶に残っています。

そして、この 3 年間を通して良い経験になったのは、やはりレポートだと思います。実験をすれば何かとレポートが付いてくる学校ですが、SSH 関連のレポートは特に難しくて大変苦労しました。参考資料を探すためインターネットの検索も随分慣れてきたと思います。また、レポートには表紙が要ることさえ知らなかった私が、参考文献を記載することを覚え、それなりの考察を考え、各自のテーマまでも決められるようになったことは、大きな進歩だと思います。

それと、いろいろな所に見学できて楽しかったです。科学館のような楽しく遊べる施設はもちろん面白かったです。**個人的には、もっとたくさんそのような施設に行って遊びたかったです。ただ、今はよくわからなくても、学校を離れて大学･最先端な施設の見学や講義を聞くことで、普段の勉強では味わえない新鮮な気持ちになれました。大学の雰囲気を感じることができたし、将来こんなことをしてみたい。などの夢を広げるチャンスがたくさんあったように思います。**

他に、英語力が必要だと本当に思ったのが、応用数学での“タイとの交流会”でした。発音はしょうがないとしても、言いたいことが言えない、言葉が出てこない　もどかしい思いをしました。

また、3 年間の学校生活のことですが、1・2 年の間はクラブに最初から参加できない、3 年になれば自分の勉強時間があまりとれないと不便に思うときもありました。

このように、苦労もあったけど、その分得られたものは大きかった気がします。この 3 年間の幅広い分野の貴重な経験が、いつか私の人生に関わってくることを期待してこれからもやっていこうと思います。

生徒９９

自然科学コースの授業や色々な取り組みは、自分にとって大きなプラスとなっています。三年間の授業を通じて、多くの知識を得、現象を物理的に見る能力や概念思考の能力が高まり、レポート等の文章作成やプレゼンテーションの基本的な技術を身に付けることができたと思います。また、マンデルブロー氏の講演や神戸製鋼の見学、ウニの発生の観察その他の取り組みによって、私の勉強してきた理論等が現実に存在していることをより強く感じてそれらについてのより深い理解をえることができ、科学と産業の関係や、研究というものがどういうものか、など、多くのことを学びました。これらの多くの貴重な経験ができたことを嬉しく思います。**また、私は高校一年か二年の頃に大学の志望学部を理学部から経済学部に変更したのです**

が、その変更を考えたときに上記の経験がとても参考になりました。また、経済学部は文系の学部ではありますが科学的な考え方が必要であり、大学に進学してから、そしてその後も自然科学コースで学んだことは私の実力の重要な要素となると思います。

ただ、三年間自然科学コースの授業を受けていて、すっきりしないこともありました。現在でもその思いは残っています。その原因は大きくは次に述べる二点です。一つは授業の中には私の能力（将来必要とされる実力）を高める点についての時間効率が悪いのではないかと感じる授業があることです。具体的には「科学技術」の授業や数学の授業の中でなぞなぞのような問題を扱う授業です。私の狭い見方からですが、これらの授業は小、中学生の理科の自由研究や単なる数学の遊びのように思われます。生徒の能力や関心の度合いを計りかねての試行錯誤か、大きな視野からのことなのでしょう。前者の方であるのなら、このような授業よりも、もっと高度な、またはもっと専門的な授業をしてほしいと思います。神戸製鋼の見学や、ブタの目の解剖などのように、これまで勉強したことを発展させるようなものです。**もう一つは学校側の意識と生徒の意識にくいちがいがあることです。例えば授業時間の延長について、学校側は自然科学コースの生徒にとっては絶対必要と考えているようで、延長を前提とした授業を幾つも計画しています。生徒は、少なくとも私は、延長するのはいいことであろうが、通常は行わないものであり、予定外のことなので、いやな気持ちがします。一方的な感じもします。延長するのなら、授業時間を増やして最初から生徒に心づもりをさせておくべきだと思います。生徒の授業への意欲を高めるためにも、学校と生徒が授業について共通の認識をもてるようにしてほしいと思います。**

そうはいっても、自然科学コースの授業や色々な取り組みを通して多くのことを学び、自分の力を伸ばせたことに感謝しています。将来、私が受けた恩をしっかり還元して社会に貢献したいと思います。

生徒１０８

はっきりいって、一年の時にはクラスの雰囲気が良いとはいえませんでした。他クラス、他学年、ＳＳＨ担当以外の先生の好奇の目があり、落ち着いて学校生活になじもうとする心の余裕がクラス全体になかったのではないでしょうか。ほかの「理系」クラスの生徒と能力はほとんど変わらないのに、先生ですら「自然科学コース」と名がついているだけで「ここは理系のクラスだから・・・」「理科系ならこんなことわからないでどうするの？」と何かと嫌味？をいわれ、あまりいい気はしなかった思い出があります。数年かかって学校全体が「自然科学コース」という一般コースとは違うクラスが存在することに慣れてきて、やっとクラスのまとまりの様なものを意識できるようになりました。いまだに「ＳＳＨは・・・」とはいわれますが、**以前のように悪意？のこもった言い方ではなく期待をもってそういう表現をされているように感じられます。ただ、このような経験をした生徒の一人としては、ＳＳＨのあり方についてしっかりと学校全体の理解を得てから応募していただければよかったと思います。先生方は、「ＳＳＨに指定されたらこういうことをします」「こういう子供を育てます」と意気込まれたと思いますが、生徒にとって一番嫌なことは担当の先生とその他の先生の意見の対立の間に立たされたことであり、特別視されることでした。学内の様々なこと、たとえば体育祭や文化祭の学校行事などで他クラスから「一組に負けないようにがんばろう」と競争対象にされたことが一番悲しかったです。**

次に言いたいこととして、理系が好きで入った「自然科学コース」で理系分野に関しての意識が変わったのかということですが、私は以前と変わらず理系は好きだし、レポートを書く能力や論理的に考える能力がついてよかったと思います。**上段で散々悪く言いましたがＳＳＨに入って後悔していませんし、逆にＳＳＨ一期生という誇りもあります。**それは先生方の努力でさまざまな研究所や大学へ見学に行き、講演を聞くなどして教科書では得られない知識や技術を身につけることができたからです。そのことは大学に入ってからも何か役立つかもしれないし、決して損ではないと思います。また、理系の先生方の中には「入学してきたばかりの君たちにいろいろと期待をかけて悪かった」と授業中に謝って下さった先生もいました。小学校、中学校にもいい先生はたくさんいましたが何かあると生徒の責任だと怒られることが多かった気がします。**このように正直な胸のうちを生徒に向かってしゃべってくれた先生はいなかったし、附属のＳＳＨに入ってそういう熱心な先生に出会えてよかったです。**いろいろと考えるところは先生方にもおありだろうと思いますし、生徒側にもありま

が、ＳＳＨに指定されて経験したことの大切さに比べたらなんてことないなぁ、と単なる一高校生の身分ですが考えています。卒業にあたってこの三年間を振り返ってみて、結構いろいろと充実したメリハリのある高校生活でした。重ねて感謝します。**また、筑波に行く代表に選んでくれてありがとう！！**SSH で学んだことについて、という趣旨とは違う内容になってしまったけど、これが私の正直な感想です。

生徒１１０

１年生の頃は、自然科学コースに入ったことを後悔することの方が多かった。数学の授業に英語が出てくるし、生物や科学技術の授業は実験で下校時間ぎりぎりまで残ることも多かったので、正直しんどかった。**特に２学期のレポートの山にはうんざりだった。実験の内容よりも、休日までレポート作成に費やして忙しかったことの方がよく覚えている。ただ、ウニの研修だけは全然苦にならなかった。**私は生物にあまり関心がないが、あの時はウニの卵割の様子が面白くて観察に没頭していた。深夜まで顕微鏡を覗くことは多分もう２度とないので、貴重な経験になった。

２年生の中ごろから、自然科学コースに入ってやっぱり良かったと思うようになった。それは、先生方がレポートの課題を減らしてくださったことや、実験を手際よく出来るようになったことで、１年生の時に比べて余裕が出来たからだと思う。その頃から、レポートのことを気にせず、楽しく実験に取り組めたし、講演や見学に対する心構えも変わったような気がする。具体的にいうと、１年生のときはただ単に見て・聞いて・書き留めるだけと消極的だったのが、２年生になってからは、実際に触ってみたり、匂いを嗅いでみたり、質問したりと積極的になったと思う。**特に見学の時は、少しでもたくさんのことを学んで帰ろうという気持ちがあったので、色々なことを吸収できたと思う。**中でも製鉄所見学は、３年間で最も印象に残るものとなった。私はそれまで製鉄所に対して、ただ大きいだけでどこか汚くて古臭いという悪いイメージを持っていたのだが、実際に見学してそのイメージは全くの間違いだと気付かされた。製造はスピーディーで無駄がなく、至る所に高度な技術が用いられていて、驚くばかりであった。また、科学技術が日本の発展に大きく寄与していることを改めて思い知った。

３年生になると、受験勉強が中心になっていったが、化学だけは相変わらず実験のオンパレードだった。はやく全範囲を終わらせて欲しいという気持ちもあったが、実験をしている方が授業をただ聞いているよりずっと楽しかったし、結局は受験勉強の役にも立っているので良かった。特に二学期最後にやった系統分析の実験では、同じ班のメンバーと意見を交わすことも多く、とてもやりがいがあった。

３年間全体を振り返ると、大変充実した日々を送っていたと思う。このコースに入ったおかげで、本当に色々なことを経験できた。ただ、１つ残念なのは、文系の教科を学習する時間が短かったことだ。**特に英語や歴史は、国際化が進む現代では当然身に付けておくべきだと思うのでもっと勉強したかった。**

生徒９５

マンデルブロー来校

フラクタルを完成させた数学者，ベノア・マンデルブロが来校して，講演が行われた．はじめマンデルブロなる人物がそんなにすごい人なのだろうかと思っていたが，実際講演を聞いた後に彼について調べると，いたるところに名前が載っていた．そのときに初めてすごい人の講演を聞いたのだなあと実感が沸いた．これは決して，有名な人の講演はまじめに聞いて，そうでない人の話はいい加減に聞くといいたいのではない．講演に際してはどんな話をするのだろうとか，今どのような研究をしているのだろうといったことを少しでもよいから，必ず事前に考えてみるということが大切なのだということだ．そうすれば少し難しい話でも興味をもって聞けるし，とっつきやすいと思う．また，科学技術の最先端で研究されている人の話を聞くということがとても有意義な時間になるだろう．僕はマンデルブロのときにそうしなかったことを今とても後悔している．

臨海学習

２泊３日の臨海実習．当然のことだが，このような経験は初めてだった．だからとても面白かった．具体的にいうと，まずはやはり一晩中実験室で受精卵からのウニを観察したことがあげられる．食事をしながら，仮眠をしながらの観察は自然科学コースだからこそできることだったし，そういったことが初体験だった僕たちをすごく惹きつけた．また，そばに海があるということで，磯観察をした．自分たちで海に潜って様々な生物をとり，観察した．生物学はこのようにして自分の足で試料を探すことから始まるのだなと実感．

日頃の授業について

物理，化学，生物，科学技術の授業全般に言えることだが，多額の予算に裏づけされた実験設備がよい．一般の高校生が触れないような実験設備が教室においてあり，先生の管理の下，操作できるようになっている．また，授業内容もときどき高校の範囲から一歩踏み出たものになっている．それだけではなく，大学の先生に来てもらって話をしてもらうとか，自分たちが大学を含めた各研究機関にいき，見学したり実習を行ったりする．僕たちはこういったことか数多くあったので，慣れてしまって，当たり前のことのように思いがちだが，**この環境で学べるというのは，とても恵まれているということを再確認せねばならない．**

見学の重要性

具体例として製鉄を挙げてみる．化学の授業で鉄は鉄鉱石を高炉で還元し，銑鉄として転炉に運ばれ，銑鉄中の炭素をのぞいて鋼にする云々，といったことを学ぶ．しかし，**それが実際その工程がどのようにして製鉄所で行われているかなどは実際に行ってみてこなければ想像もつかない．**教科書の模式図ではよくわかりにくい．少なくとも僕はそうだった．鉛蓄電池についても同じことが言える．だから，足を運んで見たり，聞いたりすることはとても重要である．

生徒１１９

今まさに三年間の高校生活が終わりを迎えようとしています。ＳＳＨでの三年間は私にとって「学習ということ」について考える良い機会となりました。**もともと私は高校入学前から文系志望でした。**しかし、私が文系を志望したのは、数学が嫌いだから、とか、文系教科の方が得意だから、等という得意不得意が理由ではありませんでした。細かい理由については本題とはあまり関係がないので省略しますが、**とにかく私は大学で行きたい学部がたまたま文系だったからといってそれ以外の科目を度外視することはできない性分でした。**この性分ゆえに私はＳＳＨを志望したと言えるでしょう。

普通、本高校では二年になると文・理別の教育課程に移ります。それはすなわち、**二年以降はどうしても習えない教科が出てきてしまうということを意味します。**

普通に考えると文系でも理系でも習える時間が同じであるならば、進学志望先である文系を選ぶはずでしょう。**しかし、私はできる限り多くのことを学びたい、そう思っていました。ゆえにこのＳＳＨを選んだのです。**

ＳＳＨでは普通の理系では到底得られない機会がたくさんありました。

例えば、電子顕微鏡。顕微鏡としてあまりに有名で誰でも知っているものですが、これを実際に使ったことがある高校生がそうたくさんいないだろう事は想像に難くありません。

あるいは、フラクタル数学、ウニの人工授精、原子炉の見学……列挙していくときりがありません。

果たして、これらのことは普通の理系、文系を選んでいてどうして経験できましょうか。

人生において、日々そのものが経験でありますが、それゆえに経験は嫌でも蓄積されるものであり、さすればそれは人にとって財産とも呼べるものでしょう。

ソクラテスが魂への配慮と言ったように、自分の内面に注意し、自分の魂をできるだけ優れたものにしようと心がけるのならば、経験は魂の栄養となりそれを育てるものに他ありません。

経験は学習と一体であります。つまりは、学習は経験に他なりません。

そう考えれば、学習とは、より多くの経験を積むことで自らを高めることと言って良いでしょう。

自らを高める機会は多ければ多いほど良い。できる限り多くのことを学びたいという欲はまさにそこから来たのです。

私の性分とはつまりはその欲を意味していたのです。

ＳＳＨでの三年間、私はなるべくこの考えにしたがって学習してきたのです。だから、三年になっても文系に転向するにもかかわらず理科科目をとれるだけとり、文系科目は自力で学習してきました。

その結果、やはりこう考えるのです。**受験において文系受験者が理系を真剣に学ぶのはナンセンスだと誰もが思うかもしれません（確かに受験では不利でしょう）が、学べることを、特にその時にしか学べないことを、なるべく多く学びたいと思う態度はとても大切だ、そう強く確信しています。**

以上の事は三年間のＳＳＨでの活動を通して私が感じてきたことの全てということはけしてありませんが、もっとも大切なことの一つであります。　　了

生徒１０２

私が自然科学コースに入ろうと思ったのは**理数嫌いを克服しようと思ったから**です。実際、実験や、フラクタルの授業、講義、工場見学、などを通してだんだんと理科や数学を身近に感じられるようになり、**興味を持つというその第１歩がとても大切だということを知りました。**なんで？という気持ちを大切にし、そこから自分で調べていくという姿勢も身についたと思います。また、学年があがるにつれ理解できる内容が増え自ずともっともっと知りたいと思うようになり、学問の基本を勉強する大切さ喜びを感じました。**私の中で一番印象深かった行事はサイエンスコースの東京でのフォーラムに参加させてもらえたことです。**同い年の高校生が、世界があって自分がいるのか、自分がいるから世界があるのかという疑問を毛利さんに堂々と投げかける様子には圧倒され、己の器の小ささを思い知りました。**風船を膨らませば空気に触れる面積が増えるように、学問はやればやるほど未知の領域が広がるという言葉は忘れられません。**限界があるのではなく限界を自分が作っているのだと感じ学問の食わず嫌いだけはやめようと思いました。私はこの時生物系の実験をしましたが、自分たちで課題を設定してそれを示そうと実験を考える楽しさを知りました。**あぁ楽しいじゃん、ただ興味の赴くままにやってみたらいいんじゃないかという発見ができて本当によかったです。**製鉄の様子を目の当たりにし、大きな真っ赤な塊が地響きをたて目の前を走っていく様子は今でも興奮を覚えます。赤い針金状の鉄がぱらぱらぱらぱらと幾重にも折り重なっていく様子も忘れられません。原子炉のぼうっと青い光をみたこと、遺伝子組み換え実験など課外授業ではかけがえのない経験がたくさんできたと思っています。フラクタルは雲や山の稜線も表すことができる、自然は拡大するとまた同じものの繰り返し、自己相似図形だというも面白かったです。世界は不思議なことであふれていると思います。ただそれを文章化するか数式化するのか、人はここそれぞれの方法で日常生活に意味を見出しそしてこの世界をなんとか見ようとするのだなと思います。科学技術はその一つの方法なのではないでしょうか。**最後に、サイエンスコースに入って得たもので一番大きなものは友人です。やはりそれが何よりも大きいです。**三年間という濃密な毎日をともに笑いたまには意見の食い違いもありながら一緒にがんばろうと励ましあってきた友人、三年間というときがあったからこそ互いのことをより知る機会があったことと感謝しています。**よきアドバイザーである友人は私自身気がついていない私を教えてくれます。ありがとう、本当に三年間ありがとう。先生、クラスメイトに恵まれ、１組の一員であったこと、私は本当にうれしく思っています。ありがとう。**

生徒１０３

私は小学校のときから理科が好きで自由研究はいつも理科の題材だった。中学のときも理科（とくに一分野の内容）の実験がいつも楽しくて高校でも実験がたくさんできる学校へ行こう思っていた。そんな中で附属に合格した後に自然科学コースの設置の説明を聞いてこれだと思い、迷うことなく受験し、そして入学した。

一年生のときは一年目ということもあって、**今考えると先生たちも手探り状態だったのではないかと思う。科学技術の授業は特にそう思った。毎回図工のような理科のような授業でおもしろかったが、物をつくっていてもそのしくみをいまいちはっきり理解しないでつくっていたような気がする。科学技術の授業のなかで一番印象に残ったのはやっぱり一年の後半に課された作品提出だった。自分で工夫して考えろというのがとても難しかったが、自分なりに試行錯誤してみんながんばっていたと思う。**

生物の授業では様々な分野の先生を呼んでいただいて講義をしてもらうというのが多かったが、一番楽しかったのはウニの研修だ。海での磯観察や散策も先生に説明してもらいながらだったので勉強になった。中でも顕微鏡でのウニの発生の観察のとき、たたみの部屋で顕微鏡の横で仮眠を取った思い出は忘れることが出来ない。自分でつくったホルマリン漬けが気持ち悪くて家にもって帰るのが大変だったこともまたよく覚えている。

二年生以降は先生たちも落ち着いてきたのか、物事の段取りがよかったと思う。物理は一学期で川村先生が転出なさったせいかどうかはわからないが、あまり SSH らしい大きな行事はなかったように思う。**篤慶先生が来られてから何度かあった行事の中で印象に残ったのは京大の原子炉見学だ。チェレンコフ光の青い光がとても神秘的で興味深かった。**

化学では様々な分野の先生方の講義や見学だけでなく、先生独自の SSH の授業がとてもよかったと思う。実験も非常にたくさんできて、追求したいと思うところは追求させてもらえてとても満足感がえられるものだった。

二年間続けて学んだ応用数学は、今まで全く知らないような内容（フラクタルなど）でとても興味深かったが、とても難しかった。完全にすっきり理解することはできなかったが学んでよかったと思う。レポートも理解しきれていないなかでのものだったのでいろいろなレポートの中で一番苦労した。みんなで協力して理解しようとレポート提出前に意見交換をしてなんとか書いていた。

私は学校の中以外でもSSHの行事に参加することができた。二年の春のあった東京での全国のＳＳＨの合同研修は参加することができて本当にうれしかった。ノーベル賞受賞者の方や毛利さんの話もおもしろかったが、違う学校の人と夜遅くまで試行錯誤しながら活動したことはきっと今後どこかで役に立つと思う。

自然科学コース一期生としてやってきて、レポートが大変だったりクラス替えがなかったり大変だったこともいろいろあったが、何かしら自分のこやしになるものを得られた充実した実りある三年間だったと思う。

生徒１１１

私は高校卒業後の進路をSSHという理系のクラスに３年間在籍していたのにも関わらず文系の進路を選択した。**文系の道に進みたいという考えは早くからあって，それでも，このクラスに入りたいと思ったのは興味関心があったから。**しかし，興味関心だけでなく，３年間クラス替えがない，SSH初年度であるという不安もあった。けれど，それ以上にSSHの説明会での話は私にとって魅力的に思えた。初めから文系の道に進むということを考えつつも，それなりに理系の進路のことも片隅には考えていた。結局は，クラス主旨とは反対の方向に進んだ。別に悪いこととも損だとも思ったこともない。逆にこのクラスに入れて非常に良かったと思う。

私が良かったと思う理由はよく他のアンケートの類でも書いているが，**普通の高校生活なら体験出来なかっただろう多くの実験や研修授業はとても印象に残っている。**その印象に残っている中でも特に印象に残っているのは１年生時のウニの研修。ウニの受精卵を１からウニの発生に合わせて観察するというのは初めてのことで，研究者は自分の都合ではなく，生物に合わせて観察するというのがよく分かった研修だった。２年生時の電池製造過程・製鉄工場見学も興味深い。本当に自分の目で様子を確かめられるというのは非常に貴重な体験だった。

SSH の特別授業も良かった。応用数学は２年間学習した。全てを習得したとは言い難いが，フラクタルについて知ることができたのは面白かった。しかも，フラクタルを考えたというマンデルブロー氏の講演を直接聞けたことは多いに刺激になった。**ただ，私の率直な感想としては全ての特別授業が良かったというわけではなく，今から考えると多少「？」と思う授業があったと言えばそうとも言えるのだが…。**

このクラスに入って常に良かったと思うだけではなかった。この３年間の中には「これは将来に役立ったのか」と思う特別授業もあった。私の率直な思いとして，実験や見学はとても印象残ったし，刺激・衝撃も大きかった。**反対にもともと興味があった人には良かったかもしれないが，１年時の講演には難しくて内容がなかなか理解できないものもあった。**

ここまでSSHで感じた良いこととあまり良く感じなかったことを書いたが，SSHに入って最も良かったと思うことは，今のクラスのメンバーがいたことである。**私には，このクラスに入って今の友人に会えたことが一番大きな価値あることだったと思える。みんなの考え方は本当にしっかりしていて，プラスになることばかりだった。**

３年前に戻って，もう一度，SSHに入るかどうかで悩むなら，私は間違いなくこのクラスに入ることを選択していただろう。

生徒９８

中学３年の頃、私は自然科学コースの試験を受けるかどうか迷っていました。なぜなら理系に進もうということは考えていましたが、自分が自然科学コースでやっていけるか、ということに不安を強く感じていたからです。しかしある人に、後悔しないようにと言われ、受けることにしました。

最初の１年目は、不安でいっぱいでした。周りのみんなができる人たちばかりで大丈夫かな・・・というのが本音でした。周囲と比べて自分のできなさを痛感してばかりでした。しかしその考えが自然科学コースでの実験の中で少し変わりました。その実験というのは、１年の夏の臨海実習です。臨海実習で、ウニを自分の手で人工授精させ、卵割の様子を自分の目で観察し、仮眠をとりながらもウニの発生の様子を観察するということを体験しました。その結果、私は「何で自然

科学コースに入ろうって思ったんだっけ？」ということを考えました。そして、『「色々な実験ができて、楽しそう、やってみたい！」って思ったからだ』ということに気づきました。周囲と比べて自分ができないことを痛感するために入ったのではない、色々体験して、科学の楽しさを感じたかったのだと改めて感じました。**それ以来、自分は自分、自分のペースで色々実験することを楽しんでいこうと考えるようになりました。そうして私は２年の夏休みと秋にサイエンスキャンプに自主的に参加しようと思い、応募し、参加してきました。**サイエンスキャンプでも色々体験することができました。が、何よりサイエンスキャンプに参加して驚いたことは、自然科学コースで学んできたことが単なる受験勉強をこえて、実験を重視したものだったということを改めて実感することができました。サイエンスキャンプに一緒に参加していた日本各地の高校生達と話していく中で特に感じました。またサイエンスキャンプで実験していても、「あ、これ学校でやった！」と思うこともありました。３年になって受験勉強をしていく中でも今まで学んできたことがきちんと生かされていました。化学や生物では特に、「これ実験でやったから覚えている！」ということが本当に多かったです。

最初、自然科学コースを受けるかどうか迷っていましたが、今となっては受けて本当に良かったと思います。私は自然科学コースにいながら、バスケットボール部で３年間活動することもできました。自然科学コースだから大変では？という思いもありましたが、どちらも自分の好きなことだから続けることができました。それもクラブの友達が自然科学コースに理解を示してくれていたからだと思います。学校も１年の頃は６限と７限の間が２０分であったのが１０分になりました。これがクラブの為ということではないにしても、クラブに参加しやすくなりました。私は将来、進む道は理系ではないですが、自然科学コースに入って、科学の実験の楽しさを学ぶことができたことを生かしていこうと思います。実験教室でのボランティアなどできることを探していきたいです。自然科学コースに入って、レポートの多さや内容の難しさなどしんどい部分もありましたが、いつか自分の為になることと思っています。本当にこの３年間自然科学コースで勉強できて色々なことが学べて良かったです。

生徒１１５

現代を生きる私達にとって、科学の無い世界は想像がつかないし、当然有り得ない存在である。子供から大人まで、ペットでさえも医療をはじめ様々な面で科学に関わり、恩恵を受けて生きている。それが現代であるのだ。　**私は最終的に文系に進むことになり、周囲の大人は「無駄なことになったね。」とよく言った。この言葉に、私は疑問を感じずにはいられなかった。確かに、受験というカテゴリーにおいては不必要なものになってしまったかもしれない。しかし、それは「無駄であった」ということでは決してなかった。**一年生のときに行った臨海実習でのウニの人工授精においては、生命の発生におけるその神秘さ、次々と細胞分裂を起こし姿を変えていくその躍動感に素直な感動を覚えた。各大学の先生方の講演についても、興味を覚えるようなテーマ性豊かなものが多かった。まとめ・レポート類には苦労したが、その道のスペシャリストの話を沢山聞くという体験は滅多に出来るものではないと思うし、

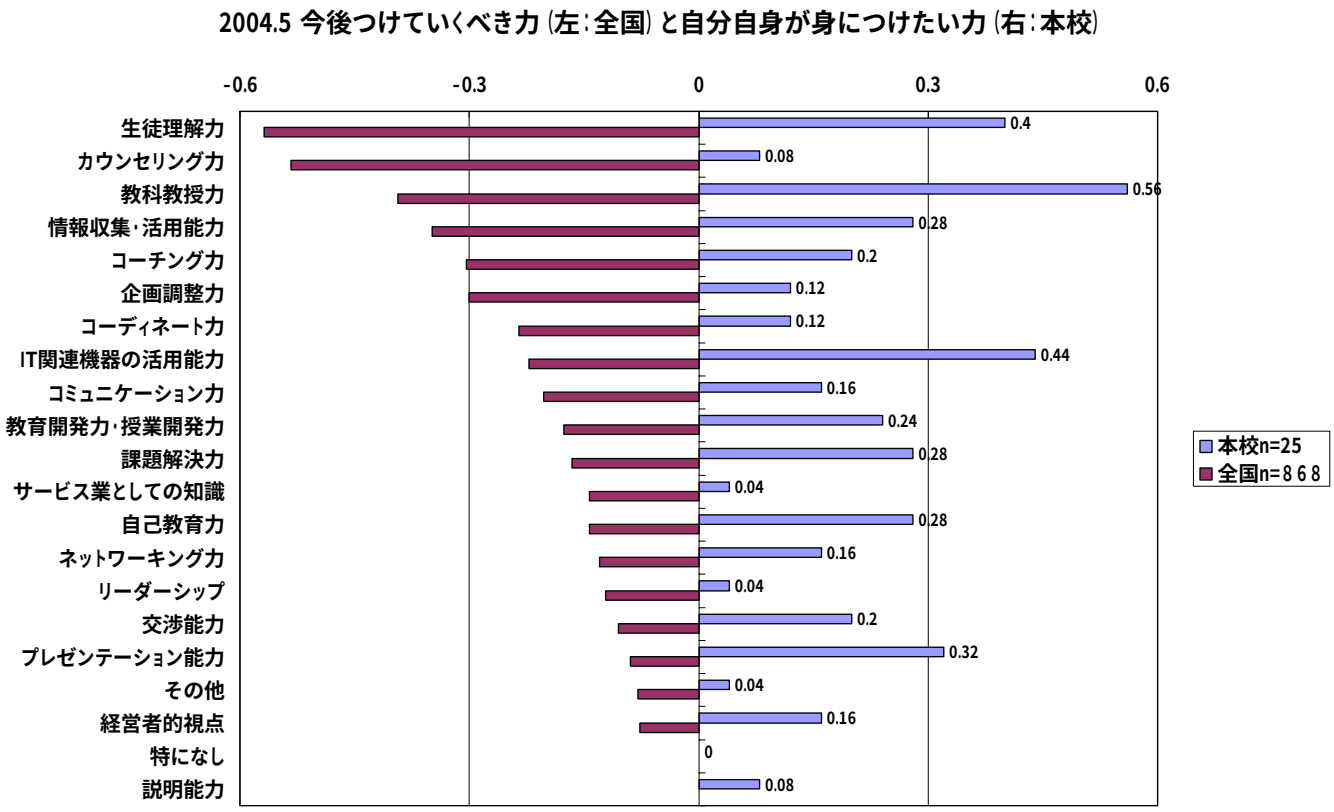
こうしてＳＳＨにいなかったならば、一生縁が無かったかもしれない。私にとって、この３年間は存分に思考する機会を与えられた３年間だった。ちょうど、ＢＳＥ問題やヒトの人工受精卵に対する倫理問題などが激しく取り沙汰された頃であり、私はそのような問題に目を向けなければならなかった。それは私が理系クラス（ＳＳＨ）にいたからという理由によるものではなく、科学的な事象に対し正面から向き合いそして考える多くの機会を与えられた私にとって、そういうスタンスを持つことがごく自然的に培われていたように思う。これは、今でも私のひとつの誇りである。

確かに、高校生にとって大学受験というのは大きな要素であり受験勉強も必要であることは言うまでも無い。しかし、**大学を一時の通過点と考えて、今自分の周囲で何が起こっているのかということや、自分が疑問に思っていることについて深く考え、追求する時間も必要なものであると思う。限られた高校生活において受験勉強しかしてこなかったというのは勿体無いとも思う。**そういう意味で、私は非常に恵まれた環境を与えられた高校生であった。

私がＳＳＨで学んだことは、自ら向き合い思考するということであったということに尽きると思う。科学的なものに触れ、思考する機会が高校生にこれほど多く与えられる場が他にどれだけ見つけられるかといったら、早々無いに違いない。

しかし、自ら目を向けようとすることや、思考することというのはこれから先、社会に出た時必ず必要となるものである。ＳＳＨで過ごした３年間の間に与えられたものは、財産であり、武器でもあり、何に対しても遜色のない豊かな経験として生き続けるに違いないと強く思う。

(11) 教師の自己評価



本校の場合、「教科教授法」「ＩＴ活用」という教科指導に重点を置いている。各人の価値観の差も激しいが、企画調整力やコーディネート力やコミュニケーション力が低いように貢献・連携・交流・情報公開（ＳＳＨのＨＰを参照して欲しい。情報公開の科目や個人差がある。）・地域というような活動は、色んなレベルで必要とは感じていてもあまり実行ができないようである。

Ⅳ　評価業務にあたっての今後の課題

まず、全体の評価作業を進める中で次の４点が課題として明確になった。

(１) 回収・分析の精度をあげるための評価活動への理解の深化の必要性

約３００項目に対してのＳＳＨクラスのデータ回収はほぼ実現できて、解析は順調に行えた。ただ、他のクラスや学年比較を行うためのデータ回収はうまく作用しなかったといえる。データ回収・分析の必要性・正確性についての教員間・科目間の意識の差があったようである。（事情については、生徒 108 の感想の中に一部も表れていたが、調査の実施に際して、一部に協力が得にくい状況があった）。当初に計画した理系クラスとの比較など、評価計画を縮小して実施せざるを得なかった。これは評価活動そのものへの理解に温度差があったことを反映しており、改善を要する過大である。

（２）評価を活かした指導を実践するための場の設定の必要性

分析結果を如何にして学校として捉え、今後の指導に活かしていくのかという検討の場がほとんど実現されなかった。特別に設定された教員間のＳＳＨ研修に関しても他の用件の会議と重なり、分析結果の簡単な報告に終わることが多く、議論を深めることができなかった。「**Ⅰ評価に対する考え**」でも述べたように、分析した資料を生かす指導に発展・目標を修正する等の活動があってこそ初めての評価と考えられる。評価の基本的意味合いを確認した上で、次の実践につながるようにしていくことがこれからの課題である。

（３）より簡便な評価システムへの改善の模索

今回は、多くの量と種類のアンケートが実施された。多大な負担を教師や生徒にかけたことになるが、「**Ⅰ評価に対する考え**」の中に**「得意に簡便なる評価方法」**を実現しなければならないとしている。評価の負担を増大することは、評価の為の教育活動・ＳＳＨと化し、本来の目的から外れていくことにもなりかねない。また、実務担当者の負担も過大なものとなりがちである。より簡便な評価方法を模索して改善していくことが必要であると考えられる。

（４）教科外活動の評価の必要性

今回の評価は、授業、教科指導を中心にＳＳＨ事業の評価を行った。行事や特別活動についての評価は関連する各科目に委ねた。ただ、その科目の教科外における活動や情報発信についても科目間や個人間に大きな認識の差がある。

本校のＳＳＨのホームページ（http://www.kyokyo-u.ac.jp/koukou/flame/ssh.htm）の

２００４行事報告（http://www.kyokyo-u.ac.jp/koukou/sshp/2004/2004menu.htm）を見ても明らかである。年度当初に必要性の確認をしたが、意識差の解消はなかなか進んでいないといえる。

地域貢献や交流に関しても一部の教員が精力的な実践を行い、本校の活動を直接的・間接的に紹介するのに寄与してきた。ただ、それは教科全体になかなか広がらなかった現実もあり、今後の改善が切に望まれる。

（文責　河崎 哲嗣 ・ 井上 達朗）

３章　外部評価に関わる活動記録

１節　SSH運営指導委員会

第１回運営指導委員会

日時：平成 16 年 11 月 20 日(土)　午前 10 時～午後 0 時 30 分
場所：京都教育大学教育学部附属高等学校
出席者：
運営指導委員
岡本正志(京都教育大学)　岡本久(京都大学)　功刀滋(京都工芸繊維大学)　佐藤文彦(京都大学)
手島光司(京都教育大学)　細川友秀(京都教育大学)　松井 仁(京都教育大学)
本校
武蔵野實(学校長)　橋本雅文(英語、教務部長)　高田敏尚(公民、教務部)
河崎哲嗣(数学、研究部)　藤本正裕(数学、２年)　盛永清隆(数学、生徒指導部)
藪内毅雄(数学、１年)　小宅邦夫(数学、教務部)　山本彰子(数学、教務部)
市田克利(理科・化学、３年)　山口幸雄(理科・化学、２年)　杉本浩子(理科・化学、１年)
松森弘治(理科・科学技術、生徒指導部)　井上嘉夫(理科・生物、３年)　松浦直樹(生物、教務部)
磯部達彦(英語、２年)　井上達朗(地歴、研究部長)

内容：3 カ年にわたる「SSH」としての教育活動についての評価と意見交換
今後の取り組みについての意見交換

報告内容と質疑応答、及び討論

本校からの報告は主として運営指導委員会の前週に開催した教育実践研究集会の資料をもとに行った。以下、発言された内容を本校の責任で抄録する。ここに記載した発言内容の抄録に関して確認いただいていないので氏名を伏せてある。

評価活動について

Ａ　提示されたデータを見る限り生徒全体としては内発的な動機の生徒が多いと考えられる。教育評価の問題はアメリカのスプートニク・ショックから始まり、クラスのムードの持つ意味を考えるようになった。学級風土の評価に関する実践義務教育段階ではかなり進んでいるが、高校では試行錯誤の段階といえる。

Ｂ　こうした校内での議論が SSH の学校として一般化できるか。

教科からの報告について

Ｃ　数学と理科の担当者の交流と、理科内での科目担当者の意見の交流の具体化が必要ではないか。

Ｄ　SSH は生徒に先端的な知識を与えることに目が行きがちだが、欧米のエリートは基礎的トレーニングを力を入れており、古典的な内容をしっかり学習している。こうしたことが大切ではないか。

第２回SSH運営指導委員会

日時：平成 17 年 2 月 19 日(土)13 時 30 分～ 16 時 45 分
会場：京都教育大学附属高等学校図書室
出席者：
運営指導委員
石原慶一(京都大学)　占部博信(京都教育大学)　岡本正志(京都教育大学)
功刀滋(京都工芸繊維大学)　小林祥一(日本電気化学)　小原雄治(遺伝学研究所)
佐藤文彦(京都大学)　瀬原淳子(京都大学)　手島光司(京都教育大学)

本校
武蔵野實(学校長)　斉藤正治(副校長)　橋本雅文(英語、教務部長)　園田平悟(地歴、１年主任)
高田敏尚(公民、教務部)　河崎哲嗣(数学、研究部)　盛永清隆(数学、生徒指導部)
藪内毅雄(数学、１年)　山本彰子(数学、教務部)　市田克利(理科・化学、３年)
山口幸雄(理科・化学、２年)　杉本浩子(理科・化学、１年)　松森弘治(理科・科学技術、生徒指導部)

萬處展正(理科・物理、研究部)　境倫代(英語、１年)　井上達朗(地歴、研究部長)

次第　　報告と質疑応答及び討論
　　生徒などのデータからみた全体的な SSH の研究開発の評価
　　数学・理科を中心とする教科からの各教科の活動に対する全体的な評価
　　総括的評価について
　　次期の SSH 申請について

報告内容と質疑討論

主として成果報告書のⅡ部２章のもととなった内容を報告した。以下が議論の抄録である。発言された内容を本校の責任で抄録する。ここに記載した発言内容の抄録に関して確認いただいていないので氏名を伏せてある。

データについて

A　自然科学コースとその他のコースとの比較がないと生徒個人の成長との関係が分からないのではないか？

生徒による授業評価やいわゆる学力について

B　教材開発を中心に研究開発をしてきた中で、「エネルギー科学」「物質科学」のように「頑張ってみよう」という意欲に繋がるところと、「生命科学」では混乱がおこったというが、物理や化学のように高校の授業と結びつけやすい場合と生物のように多様性がある場合では結びつけにくいのではないかと思われる。

C　特別講師としてたった立場からすると、「混乱」という生徒の評価は授業を良く見ていると思う。計画する教員が教材に夢中になり、実習しているはずの生徒が置いてきぼりの状態だった。また、１クラスだけで特別授業を実施するだけではもったいないと思うので、今後の提案だが、１クラスだけ違うカリキュラムとするのではなく、一種の投げ込み教材として、１年間の中のどこかで短期間取り組めるようなプログラムが良いのではないか。

D　評価する場合に自然科学コースのみをみているが、自然科学コース以外のクラスが自然科学コースから受けた影響も大きいと考えられ、自然科学コースに負けないように頑張るといった動機が成績に反映していることもある。影響というのは多面的だろう。

高大連携のあり方

E　高大連携の中で科学技術教育をどのようにするかについては、ヨーロッパで実施しているケースが参考となる。外部の講師を招いて実施する際に当該校の教員がコーディネート役となり、どのような内容で実施して欲しいのかを緊密に打ち合わせをしている。そして１週間程度の事前授業を行っている。附属高校で外部講師を便利屋的役割に止めているわけではないことはよく分かっているが、コーディネートの仕方は大切である。

F　事前の打ち合わせ状況が科目によって違いがあるとのことだが、興味関心をうまく持続できるやり方でないと、拒絶的になりマイナス効果を生む場合もある。

G　外部講師を依頼される側からすると、「何でも結構ですからお願いします」という依頼は断っている。高校でどのようなことをして欲しいのかが重要で、附属高校との場合はかなり進んだと思う。

データ収集のあり方

H　保護者のデータも依頼しているとのことだが、個人名が特定されるような依頼については違和感を感じる。慎重にして欲しい。

評価のあり方について

I　「仮説」と「検証」ということについて、証明できない内容を「仮説」とするのは良いのか？

J　評価に際しては「ルーブリック評価基準」を作成し、質の差が見えるようしなければならない。「レベル１なら～ができる」「レベル２なら～ができる」といった指標を作成しておくと質的評価がしやすくなる。今後の課題なのではないか。

K　数量的検証が求められているようだが、生徒からの聞き取りや感想文の中にある「学力は計れない」、「観察や実験を通じて感動した」「理科が好き」といったというものが成功を物語っているともいえる。感動を体験させたのは成功だし、こういう力をつけさせたいとも思う。

L　運営指導委員と当該校との間でもっと緊密な意見交流があればということだが、委員側がどこま

で踏み込めばよいか(現場の教員のプライドなども関係するかもしれない)が躊躇する。

M　具体的な授業をどうするかを議論できる場がもっと必要である。

高大接続について

N　SSH の取り組みとセンター試験の結果の関係からみた分析があるが、大学入試との関係は難しい問題。大学側がどのような試験を課すかで大きな影響を受ける。SSH で育っていった生徒をどのように大学につないでいくかを考えないといけない。

O　大学入試が平成 20 年から大きく変わるだろうと予想される。SSH の取り組みは AO 入試には向いているが、普通の入試との関わりではせめぎ合いがきびしい。

成果について

P　附属高校が取り組んだ SSH の成果を端的に言えばどのようなことが挙げられるか。

教育実践研究集会

概要　以下のように実施し、沖縄県から宮城県までの各地から116名の参加で開催した。

日時　平成１６年１１月１３日（土）　９時４５分～１６時４５分

内容　（１）公開授業　・物質科学Ⅰ（２－１・化学教室）授業者:山口幸雄
「『超伝導』生徒による研究発表」
・現代数学研究（３－１教室）授業者:藤本正裕
「中間値の定理、不動点定理、円周の直径対点定理とその応用」
・応用数学Ⅰ（１－１教室）授業者:藪内毅雄
「応用数学」
・科学英語（２－１・ＬＬ教室）授業者:磯部達彦
「英語教育における道具としての英語」－テレビ会議の取り組みから－数学科・山本彰子
・生命科学Ⅱ（３－１・コンピュータ教室）授業者:井上嘉夫
「ＤＮＡ分析に関わる実習」
・ｴﾈﾙｷﾞｰ科学Ⅱ（３－１・物理教室）授業者:萬處展正
「センサーを用いた物理探究実験」

（２）全体会と講演会　［会場］多目的ホール（メディアセンター１階）
報告テーマ「ＳＳＨに関する評価について」報告者：河崎哲嗣
講演　「科学・技術と社会のありよう」
講演者　名古屋大学大学院理学研究科 教授　池内 了 氏

（３）教科研究集会
Ａ．数学科研究集会（コンピュータ教室）
発表者　①山本彰子、②藪内毅雄、③藤本正裕、④盛永清隆
助言者　大竹博巳（京都教育大学教育学部助教授）
研究テーマ「ＳＳＨ３年間の総括」
内容紹介　①「ＳＳＨ３年間の総括について」
②「特別設定科目『応用数学Ⅰ』について」
③「特別設定科目『現代数学研究』について」
④「数学クラブについて」

Ｂ．理科研究集会（全体会〔60 分〕：化学教室、
分科会〔60 分〕：①生物教室、②物理教室、③化学教室）
発表者　井上嘉夫、松浦直樹、萬處展正、市田克利、山口幸雄
助言者　広木正紀（京都教育大学教育学部教授）
村上忠幸（京都教育大学教育学部助教授）
研究テーマ「本校理科のＳＳＨの取り組み（今年度の取り組みから）」

内容紹介「今年度の生命科学、エネルギー科学、物質科学の各授業の取り組みを発表する。さらに、３年間で行った様々なＳＳＨの実践研究や実験実習について紹介し、意見交流を行う。」

第III部　教科の取り組み

１章　数学

１節　応用数学 1・II（1,2 期生）成果と今後の課題

仮説

1. **理科･数学の境界領域を先端の話題にも触れながら学ぶことは、科学技術の開発に興味･関心をもって取り組む生徒を育てる。**
2. **法則や、構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てるには、そのことを意識した課題を与えてじっくり考えさせることが必要である。**
3. **同世代に向けた情報発信の機会を設定することが、意欲的に情報発信していく生徒を育てる。**

科目設定の意図

「応用数学Ⅰ・Ⅱ」
「自然科学から数学をつくる」「数学を自然科学でつかう」「Technologyの積極的な活用」「情報の取り入れ発信」を目標に，複雑な自然現象を分析，表現する基礎概念である「フラクタル」を教材化。
また，コンピューターグラフィックの利用，英文テキストの使用等で，プレゼンテーションの実践力を養い，情報収集発信力をつける。

評価

評価は次の 3 点でおこなった
1. 授業者によるカリキュラム（応用数学Ⅰ・Ⅱ）に対する評価
   仮説 1,2,3 のそれぞれに対してカリキュラムのどの項目で成果があったかを授業者が評価した。
2. 生徒の感想　レポート
   仮説 1,2,3 のそれぞれに対して成果があったと授業者が考えた生徒の感想文､レポートを掲載した。
3. アンケート調査
   「数学についての意識調査」「応用数学についての調査」の 2 種類のアンケート調査をおこなった。
   「数学についての意識調査」は SSH コースの生徒と同じ学年の理系の生徒に対しておこない、カリキュラムの違いが生徒の数学に対する意識を変えたかどうかを検証しようとした。
   「応用数学についての調査」は SSH コースの生徒に対しておこない、応用数学の各項目が、仮説や目標に対して、成果があったか生徒が評価した。

１．授業者によるカリキュラムの評価

仮説 1,2,3 のそれぞれについて関連し、成果があったと授業者が考える項目に○を記した。

		仮説 1	2	3		
時 間数	応用数学Ⅰ（1 単位）	理科との境界領域先端の話題	論理的な思考力を養う	プレゼン力	テクノロジー活用力	他の数学分野と関連し、理解が深まった内容
5	フラクタル基礎 導入特別授業　「フラクタルって何だろう」武蔵野先生 コッホ曲線　シルピンスキー三角形 カントール集合 樹状 長さ面積等の数値の規則性 黄金比とフラクタル 自己相似性	○				図形の規則性 等比数列 黄金比
9	Chaosgame プログラミング 正ｎ角形を描く シミュレーション レポート「Chaosgame でフラクタル図形ができる原理を考える」 Chaosgame　レポートより 生徒発表 Chaosgame でフラクタルができる原理について　まとめ		○	○	○	
2	外部講師による特別授業 マンデルブロー氏　特別講演 「自然とフラクタル」高安美佐子先生	 ○ ○				
１２	アフィン変換の性質 葉っぱの再現 原理説明 採寸　アフィン変換の係数計算 コンピューターで葉っぱの再現　修正	 ○	 ○		 ○	一次変換 アフィン変換
１０	フラクタルの相似性次元 統計的相似性次元 対数目盛のグラフ いろいろなものの次元を測る 金属葉の実験　本間均先生	 ○ ○			 ○	指数・対数 回帰直線と相関係数
	テレビ会議による遠隔協同学習 テーマ　フラクタル	○	○	○		

時 間数	応用数学Ⅱ（1 単位）	理科との境界領域先端の話題	論理的な思考力を養う	プレゼン力	テクノロジー活用力	
5	反復写像 固定点　アトラクター　リペラー テント写像　ロジスティック写像				○	合成関数 漸化式
5	周期点とカオス　初期値の敏感性 ﾛｼﾞｽﾃｨｯｸ写像の周期倍化分岐				○	
1	特別授業「カオスの意味と現実世界におけるカオス」船越満明先生	○				
	レポート課題 ・ﾛｼﾞｽﾃｨｯｸ写像の周期倍化分岐 ・テント写像　周期軌道にはいる初期値の考察		○		○	
1	レポート課題プレゼン			○		
7	プログラミングの基礎 （ＶＩＳＵＡＬＢＡＳＩＣ） 変数定数 数学座標から画面座標への変換 周期倍化分岐図のプログラミング ２つの周期倍化分岐図				○	
2	特別授業「カオスの応用」 合原幸一先生	○				
6	Manderbrot 集合と Julia 集合 コンピューターによる課題実習		○		○	

2. 生徒のレポート･感想より

[先端の話題・理科との境界領域]

生徒の感想文

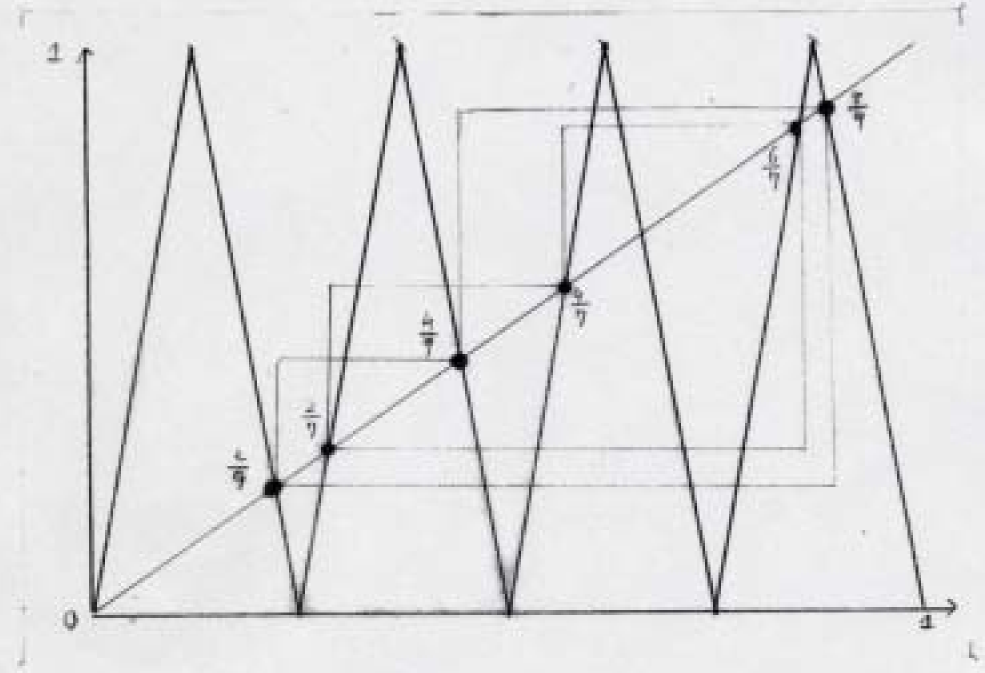
- 今回、交流会を通じて分かったことだが、京教大附属高校の自然科学コースは他のＳＳＨ指定校に比べて、かなり進んだ取り組みを行っている。大抵は、１年間で２～３回講演を聞いたとか、部活としてＳＳＨに指定されているとか、希望者のみであるなど限られた範囲でしか行われていない。しかし附属高校は必修単位として応用数学などの発展的内容を盛り込んでいる。こんな取り組みをしているのは全国のＳＳＨでもまれである。しかも、フラクタル数学などはまったく無意味なものではなく、３０年後の教科書には載るような最先端の数学である。確かに、大学受験には必要ないかもしれないし、将来にわたっても関わらない人もいると思う。でも、高校生という柔軟な脳を持った時期に、多角的な視野を身につけられるということは非常に重要だと思った。(H１６年3月スーパーサイエンスハイスクール全国交流会に参加して)
- 自然界にはフラクタルがあふれているとよく聞くものの実際にあるものからフラクタルへの手がかり（きっかけ）を見つけることははじめてだったのでこんなのもそうなのかと感心した（日本タイテレビ会議）
- フラクタルは数学の分野だという先入観があったけれど物理の分野にも生かされているということをはじめて知った。自分たちでいろいろ電圧とか変えて実験してみたかった（「金属葉の成長パターン　演示実験　本間均先生」

・　物理や化学はもう研究されつくして解明する事がないように思っていたからまだわからないことがたくさんあって、発展途上にある分野があることに希望がもてた。(フラクタルの応用)
・　流体の混合の話をきいたときに，物質科学の授業で行ったアルミハンダ（アルミと錫）の合金作りの実験のことをふと考えた．合金を作る際には金属を溶かして液体の状態のときに混合するので，ここでもカオスのことを考えれば 2 つの金属が均一に混じりあった合金がつくれるのかなあと思った。
・　今年の 3 月から気象庁で 3 ヶ月予報の予測方法が変わったとニュースで耳にしていたのですがそのとき見た図が見事に今回のアンサンブル曲線だったのでおどろきです。なるほどアンサンブル曲線の説明から今まで過去のデータの統計で予測していたものとは違い，あらかじめ初期値に相殺される誤差があることで平均の予測の確からしさもあがるのだなあと思い 1 回目の授業で読んだカオスの話(「初期値の微小な違いが大きな変化を生む」)ともリンクしていたのであの時の話が今現実になって利用されているという事実が衝撃的でした。(カオスの意味　船越先生)
・　いままでの先生方のお話の中でトップレベルにおもしろかった。やっぱり自分の興味のある脳の話が多かったから？しかも現在、未来の研究の動向がうすうすと見える授業だった。(カオスの応用　合原先生)
・　脳を知ったり守ったり創ったり育んだりするのに、神経細胞から脳にせまるということで、イカで研究していくのはおもしろいなと思った。ナトリウムイオン、カリウムイオンの話は生物で学んだのでよく聞けた。他の科目でも習ったことがでてくると興味をそそられ違った方向から学ぶことで身につきそうだ。最後に少し話された製鉄の話も化学で習っていたところだったのでもっと詳しくカオスの点から聞きたかった。(カオスの応用　合原先生)
・　話の内容が多岐にわたって非常に興味深かった。特に生物の神経の授業で習ったことと関連するところが多く、人間の体内でさえも数学的に見ることができるというのに驚いた。また、リターンプロットという新しい情報処理の方法も学べた。(カオスの応用　合原先生)

[論理的な思考能力を養う]
・　フラクタルのはじめのころはきいているだけであまりおもしろくなかったけど、６月ごろからこうやってフラクタルができる原理を考えたりして、フラクタルがおもしろくなってきた。レポートがちょっとまとまりに欠けていたのが残念だ。(フラクタルができる原理を考える)
・　直線にならないグラフを作るため何も考えずに描いていたらほとんど直線になってしまい班員全員が途方にくれていた。しかし知恵を集め試行錯誤していくうちに明らかに直線にならない図がでてきたのです。そのとき今までにない達成感を味わうことができた。私にとってＤＬ3 が一番充実した内容の濃いプレゼンでした。(日本・タイテレビ会議)
・　どうして、分母に偶数がきたときは必ず(1/2,1)を通るのか・・・　考察していくうちに自分の数学的探求力のなさを痛感しました。まだまだ勉強したらないと思います。１年のフラクタルのときより、高度になってきていて、本当に大変でした。でも、内容的には１年のときに比べ、数段おもしろいと思います。余談ですが、電車の中で、関数電卓を使って考え、ひざの上で計算しまくっていたら、周りの人に変な目で見られる上、電車に酔いました。(カオス課題)
・　８枚ものなかなか長いレポートになった。今回のレポートでは自力で２１周期をかくことができたことが深く印象にのこっています。(カオス課題)

生徒レポートより

3周期



$y=fff(x)$ と $y=x$ の交点を考える。

交点の x の値は、0、$\frac{2}{9}$、$\frac{2}{7}$、$\frac{4}{9}$、$\frac{4}{7}$、$\frac{6}{9}$、$\frac{6}{7}$、$\frac{8}{9}$、でした。

原点、1周期と重なる $\frac{6}{9}$ を除いても、

また $\frac{2}{9}$、$\frac{2}{7}$、$\frac{4}{9}$、$\frac{4}{7}$、$\frac{6}{7}$、$\frac{8}{9}$ の6つが余っています。

関数電卓で調べると、

$\left(\frac{2}{9}, \frac{4}{9}, \frac{8}{9}\right)$ $\left(\frac{2}{7}, \frac{4}{7}, \frac{6}{7}\right)$ の二組のものであるらしいとわかりました。

↑下り坂ぐみ　↑上り坂ぐみ

ここで私は特に下り坂ぐみに注目しました。

$\left(\frac{2}{3}\right)$ ⇨ $\left(\frac{2}{5}, \frac{4}{5}\right)$ ⇨ $\left(\frac{2}{9}, \frac{4}{9}, \frac{8}{9}\right)$

一周期　二周期　三周期

もしかしてこれは数列で表せるのでは　？

n周期 $\left(\frac{2}{2^n+1}, \frac{4}{2^n+1}, \cdots\cdots \frac{2^n}{2^n+1}\right)$ で表せそうです。

この式を①とします。

・ねらった周期のグラフをかく

No.5で、xの値でねらった周期をかくことができると言ったので、かいてみようと思う。

⇒ねらう周期：24〜25周期

$\frac{4x+1}{2}$ に $x=12$ を代入して $\frac{49}{2} = 24.5$

（x=12にしたのは、ちょうどできるから）

よって 24くらいの周期になると予想する。

(±2.5)

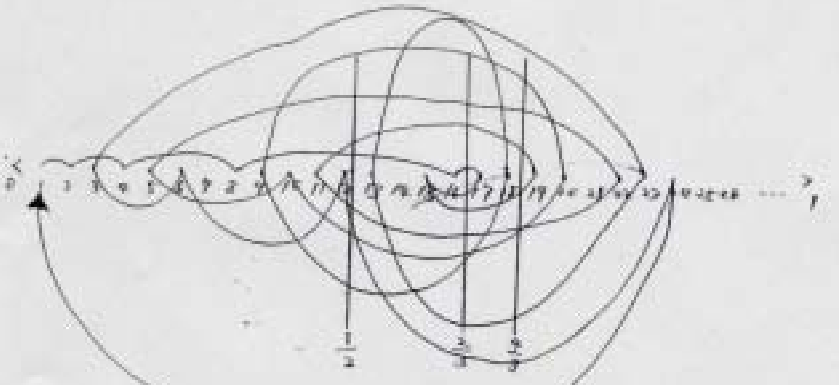
⇒ 実際にかいてみる

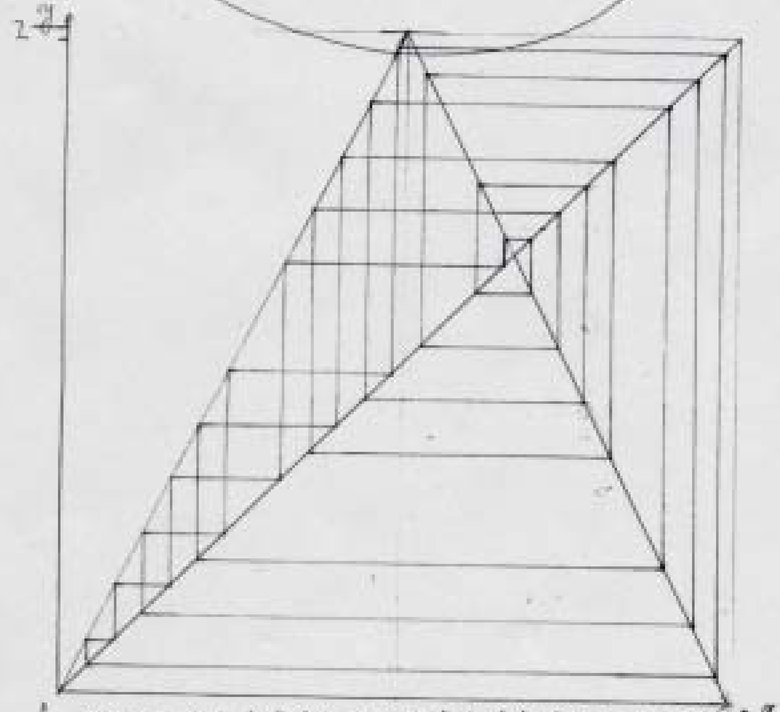
$12a < \frac{1}{2} < 13a \Rightarrow 18a < \frac{2}{3} < 19a \Rightarrow 18a < \frac{3}{4} < 19a$

また $12a + \frac{1}{4}a = \frac{1}{2}$ より

$\frac{49}{4}a = \frac{1}{2}$

$a = \frac{2}{49}$





21周期

[プレゼン力]

- こういう授業は面白かった。タイの人は真面目で明るくてなかなかよい感じであったがあっちでどういう教育をうけているか気になった（日本・タイテレビ会議）
- とにかくつたない英語でもいいから何かを伝えなくてはいけない。何を今カメラが映しているのかもしっかりしっておく必要がある。グルグル回る机などよくない)（日本・タイテレビ会議）
- このＤＬで多くの経験が出来た。準備に遅くまで残ったがそれは絶対に欠かせない重要なことだと思う．それによって発表の質も変わってくると思うからだ（日本・タイテレビ会議）
- 言葉の伝達一つですんでしまう日本人相手の発表と違い、ジェスチャー、作業が組み込まれ、動きと雰囲気を感じ、フレンドリーに楽しくできた。（日本・タイテレビ会議）
- ＤL3 で使うかも知れない例文を用意し、班に質問係りをおくなど司会の人の準備のよさが光っていたと思う

[その他]

- 「ゲノム広場」にいったとき、合原先生のコーナーをみつけて、びっくりしてとてもうれしかった。先生にはあえなかったけれど、院生の人たちと話をしてきた。（合原先生特別授業の 8 ヵ月後　3 年生夏休み）
- マンデルブロー集合や周期点のことを一緒にいった 2 年生があまりわかっていなかったみたいだったので、関数電卓でグラフをかいたり、自分がレポートにかいた内容とかを夜おそくまで説明してしまった。（H16 年 8 月　ＳＳH生徒研究発表会に参加して）

3. アンケート集計

「数学についての意識調査」「応用数学についての調査」の 2 種類のアンケート調査をおこなった。

数学についての意識調査

実施　H16 年 11 月 1 日

対象　3 年自然科学コース生徒　　回収　　35 名

3 年普通科理系生徒　　b 講座　22 名

3-2 講座　35 名

数学についての意識調査

設問 A　３年間数学を学習してきて数学がどのような学問であると思いましたか

５段階評価　そう思う５　→　まったくそう思わない１

マーク列番号　　[5]～[1]　のどれかをマーク

↓

1．　数学は自然現象や社会現象を分析・解明しようとしている

2．　数学は数学自体の論理的な体系を完成させることを目的にしている

3．　数学は、物理・化学・生物などの自然科学と深く関係しながら発達してきた。

4．　数学は紙の上にかかれた思考の中の出来ごとで現実世界と関わりがない

5．　数学は現実的な問題の解決に役にたつ

6．　数学は人間の知的好奇心を満足させることで発達してきた。

設問 B　３年間の数学の授業で身についたと考える能力

５段階評価　身についた５　→　まったく身に付かなかった１

マーク列番号　　[5]～[1]　のどれかをマーク

↓

7.　知識

8.　論理的思考力

9.　探究心

10.　やる気

11.　独創性　（人と違ったことを考えようとする）

12.　応用力（他の分野でも数学的に考えてみようとする）

13.　テクノロジー活用力（コンピューターや関数電卓を使う力）

数学に対する意識（1 から 6）人数　　数学の授業で身についた能力（7 から 13）人数

3 年自然科学コース生徒

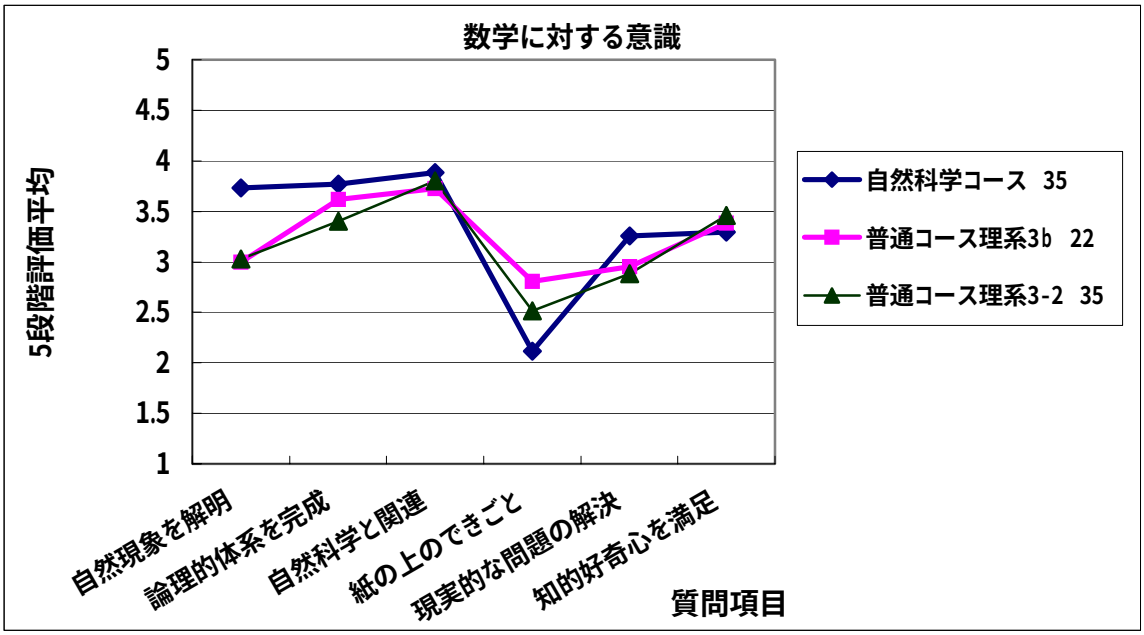
項目 / 段階	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	9	7	12	1	4	3	10	8	4	2	2	3	7
4	11	17	12	2	10	14	21	18	11	14	5	9	13
3	11	8	7	4	14	10	2	8	17	12	18	16	8
2	2	2	3	20	5	4	1	1	2	7	9	7	4
1	1	1	1	7	2	3	0	0	0	0	1	0	2
人数計	34	35	35	34	35	34	34	35	34	35	35	35	34

3 年普通科理系生徒　　b 講座

項目 / 段階	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	3	3	7	3	1	4	6	3	3	2	3	1	0
4	6	12	7	2	6	7	7	8	3	2	3	6	2
3	5	2	4	6	7	5	7	8	8	11	5	10	5
2	4	3	3	8	5	3	1	2	8	6	9	4	3
1	4	1	1	2	2	2	0	0	0	1	2	1	12
人数計	22	21	22	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22

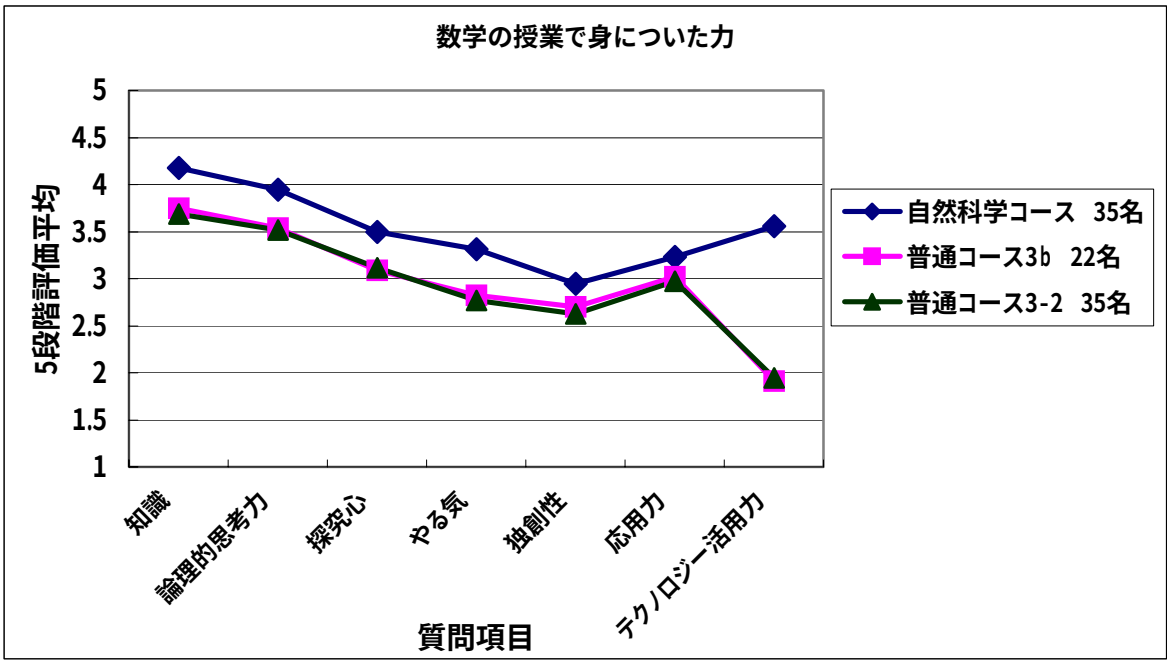
3 年普通科理系生徒　　3-2 講座

項目 / 段階	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	3	5	11	0	2	6	7	5	3	2	2	2	0
4	5	9	9	8	6	9	12	13	6	2	3	6	0
3	18	16	12	11	15	16	15	13	19	21	16	19	12
2	8	5	3	7	10	3	0	3	6	6	8	5	9
1	1	0	0	9	2	1	1	1	1	4	6	3	14
人数計	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35



自然科学コース(SSH クラス)と理系 3b は担当者が同じである。「数学に対する意識調査」では、数学全般に対する意識に違いがあるか、それが担当者の個性によるものか応用数学を学んだというカリキュラムの違いによるものかを調べようとした。

「数学が自然科学と深く関係しながら発達してきた」については 3 クラスとも違いがみられない。ところがこれに似た質問の「数学が自然現象・社会現象を分析・解明しようとしている」は SSH クラスの「そう思う度」が高い。また「数学が現実的な問題の解決に役に立つ」も少し差が縮まるが SSH クラスの「そう思う度」が高い。普通コースの生徒の意識は自然現象を分析解明するのは自然科学で、数学は間接的に関わっているという意識であると考えられる。それに対して SSH クラスでは 「葉っぱ」や「次元を測る」など自然科学を介さず直接数学がアプローチする教材をとりあげたためこの違いがでたと考えられる。もう 1 つは「発達してきた」という表現の 3 番 6 番に差がないことから、過去の数学に対する意識はそれほど差がないが、最近の数学について SSH の特別授業で今まで生徒の知らなかったところにも数学が使われている事を知りこの差が出たかと思われる。



「身についた力」調査ではすべての項目にわたり SSH クラスが 0.5 ずつ位高く、特に「テクノロジー活用力」では応用数学でやった事を反映してはっきり差がでた。普通コース 2 クラスにまったく差がみられなかった。ただこの中で 「探究心」「やる気」「独創性」については SSH の目標に照らせば大切な部分であったにも関わらず十分な取り組みができたとはいえない。

応用数学についての調査 実施　H16 年 11 月 1 日 対象　3 年自然科学コース生徒　　回収　　35 名 2 年自然科学コース生徒　　39 名 （項目 1～7 のみ）
応用数学について調査 下の表は応用数学の各項目の学習目標を示しています。学習した際に、自分にとって目標に沿った成果があったかどうかを 5 段階で評価してください。 **5 段階評価　成果があった 5　→　まったく成果がなかった 1** 数字は列番号　　[5]～[1]　のどれかをマーク

→ 学習目標 ↓ 項目	先端科学の話題をき き、興味関心をもつ	理科に関連した内容をきき、興味関心をもつ	数学が自然現象の法則性の理解や解明に使われていることを知る	問題解決力、論理的思考力をつける	情報発信力・プレゼンの力をつける	コンピューターや関数電卓を使いこなす力をつける
Chaosgameでフラクタルができる原理を考える				1		2
数式で葉っぱを表す			3	4		5
いろいろなものの次元を測る			6			7
タイ・日本テレビ会議				8	9	
カオス夏休み課題（テント写像・ロジスティック写像）				10		11
Manderbrot 集合とJulia集合				12		13
Manderbrot氏講演	14		15			
金属葉の形成実験（1年2月本間先生）	16	17	18			
カオス混合・カオスの意味(2年6月船越先生)	19	20	21			
フラクタルの応用（2年10月高安先生）	22	23	24			
カオスの応用（2年12月合原先生）	25	26	27			

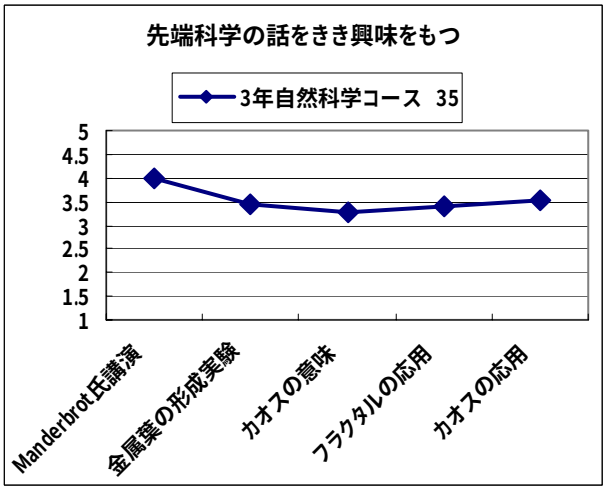
3年自然科学コース生徒結果　(「数式で葉っぱを表す」を学習したのは８名のみである)

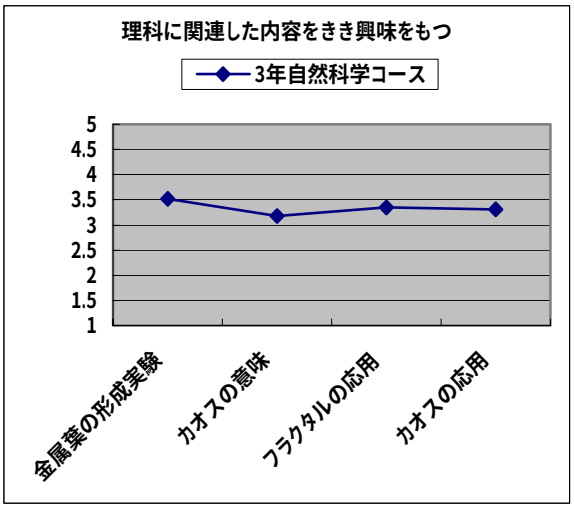
項目 段階	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	7	5	5	1	1	7	4	2	6	8	5	5	8	13
4	11	15	2	1	3	15	14	9	22	8	10	11	13	11
3	14	10	1	6	3	8	13	14	5	10	13	16	10	9
2	3	4	0	0	1	5	3	9	2	9	6	3	3	2
1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0
人数計	35	35	8	8	8	35	35	35	35	35	35	35	35	35

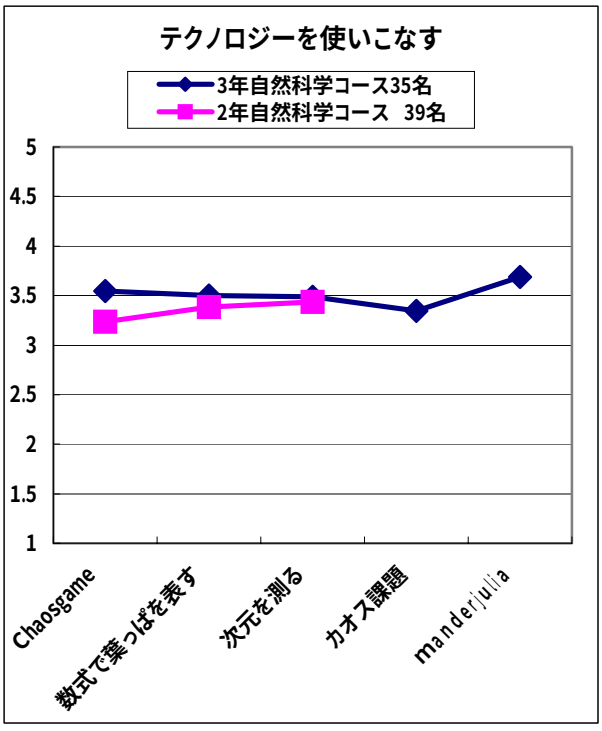
項目 段階	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
5	8	6	7	8	2	2	0	1	2	2	6	5	3
4	12	9	12	8	9	9	10	15	12	11	9	8	12
3	13	14	9	11	21	18	22	16	18	19	17	16	14
2	2	6	6	8	3	5	3	3	2	3	3	5	6
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
人数計	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35

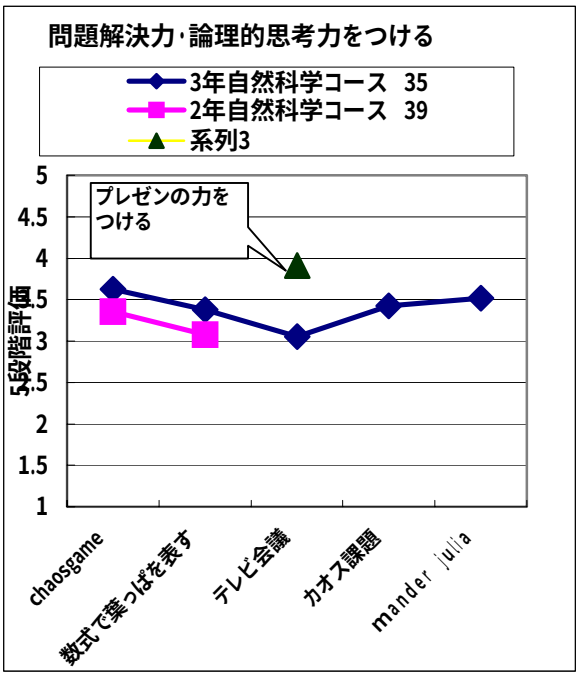
2 年自然科学コース生徒結果

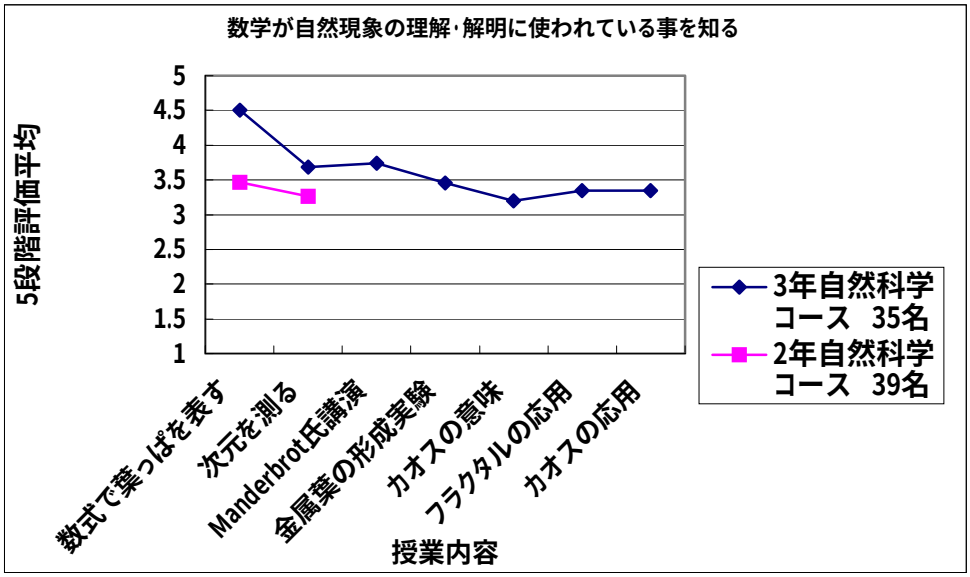
項 目 段階	1	2	3	4	5	6	7
5	4	3	8	0	4	4	4
4	17	13	13	13	15	15	19
3	9	13	10	17	13	9	8
2	7	8	5	8	6	7	6
1	2	1	3	1	1	3	2
人数計	39	38	39	39	39	38	39











応用数学に対する授業者のカリキュラム評価と合わせて、各項目で授業者が意図した目標に沿った成果があったかどうか、生徒の側からの評価も５段階でとった。時期が３年生の秋であり、学習が済んで時間を置いてふりかえったものになっている。

意識調査での「数学は自然現象や社会現象を分析・解明しようとしている」の意識の違いはやはり「葉っぱを表す」、「次元を測る」、特別講演などの授業をうけたためということが確認できた。

「先端と理科との関連」はわけてきいたが、生徒にとってはそれほどの違いがなかったようである。どちらも関わる話がおおかったためか。

manderjulia の評価が思っていたよりはよかったのは、コンピューターシュミレーションであるが、視覚的に楽しめた事、意外性があったためだろうか。

全体を通して、Manderbrot 氏講演（先端の話をきき興味をもつ)、テレビ会議（プレゼン力をつける）が最も評価が高い。これは予想されたことである。予想外だったのは、Manderbrot 氏以外の特別授業（先端・理科の話をきいて興味をもつ）と chaosgame・カオス課題・manderjulia（論理的思考力をつける）の評価がそれぞれの授業直後の様子やレポート作成中の様子と逆転しているように思えたことである。直後の数値をとったわけではないので印象にすぎるかもしれないが、気になったので少し個別に生徒をおってみた。直後の感想文で大変感銘をうけたとかいた生徒が今回の評価はそれほど高くない生徒がいる。一方頑張っていいレポートを書いてきた生徒は今回の評価で必ずといっていいほど高い数値をつけている。つまり、特別授業はそのとき感銘を与えても一過性で忘れられてしまうことがある。レポートをかくときは苦しそうにみえてもそこで考えた事や得た事は後まで残ると考えていいのではないか。

4. まとめと今後の課題

先端の話題

授業を進める上で、効果的な時期に効果的なテーマで大学の研究者の特別授業を企画した。境界領域の分野であることを意識して、外部講師は数学の専門以外の方をお願いし、物理や化学、生物の話題を話していただいた。今学習していることがどのように他の分野とかかわっているか、現実に応用されているか、という話は大変生徒の興味関心をひいた。特に自分の目指す分野に近い話題であるときはなおさらであった。研究者がたくさんの例を示して魅力的に語られる特別授業は生徒に新しい視界を開き、広い視野をもって勉強することの大切さを悟らせた。

ＳＳＨとしてはなくてはならないものと考える。

理科との境界領域

1. 外部講師にはマンデルブロー氏以外はすべて理科関係の専門の方にお願いしたので、その話の中で自然科学との関連が理解された。「フラクタル」「カオス」の内容は、理科との境界領域と先端の話題とが重なり、科学技術への興味関心をもつ生徒を育てるという目標には大変有効であった。
2. 反面そこで使われている数式や理論がでてくると高校生段階では理解がむずかしい。理論がすべて理解できなければやる意味はないという立場はとらないし、外部講師の方もよく心得て高校生にわかるように準備してくださったので十分成果はあったわけであるが。理科との境界領域の教材としては「フラクタル」「カオス」のもっている特徴（先端かつ境界領域）はもちろん重要であるが、違った教材も用意する必要があると考える。つまり、古典的な内容でもよいから高校生のレベルで数学と理科を結んで考えたり実験したりする教材である。それを意識して応用数学Ⅱの内容を「カオス」から「光の速さ」に変更した。
3. 両側対数グラフ　回帰直線と相関係数　など理科で扱うデータ分析方法の数学的な理解ができた。なお高校生に適した微分方程式、統計の扱いについては今後の研究を要する。

論理的な思考能力を養う

創造的な思考力を育てることを意識した取り組みは数回行った。レポート、課題学習、発表に向けての準備といった形態である。それぞれの課題につき数名はすぐれた着想力をみせ、意欲的に取り組んだが、アンケート調査で「独創性」の評価が他に比べて低いことにみられるように 40 人の一斉授業の中で大きく成功したとはいいがたい。成功した例からいくつかの示唆を得た。生徒がゆとりをもって自由に活動できる雰囲気があること、楽しんで取り組める課題であること、多少おいこまれた状態で集中力がでることなどである。生徒にゆとりがないと手抜きして仕上げる事を考えてしまう。ただの提出締め切りよりは、海外の生徒に向けた発表のときの方が手抜きせずいいものを協力して創ろうという姿勢が格段に見られた。生徒が楽しんで取り組む課題は生徒の力にもよるが、一般に視覚的に訴えるものや思わぬ発見があるものなどがよい。与える課題の内容はまだまだ研究する余地が残されている。内容は必ずしもフラクタル・カオスにこだわる必要がないので、3 年次の応用数学Ⅰでは新しく「ｅ教室」の取り組みをはじめている。

プレゼン力

情報発信については特に 1 年次におこなったタイとのテレビ会議システムを使った遠隔授業に生徒は意欲的に取り組んだ。回を重ねるにつれてどうすれば相手に伝えられるか、英語、視覚、話し方、などあらゆる面を工夫し、自主的に取り組むようになっていった。海外の同世代の生徒にきいてもらう機会があるということが生徒の意欲自主性を引き出したといえる。（＊）

３年次の国際遠隔授業は 11 月と 2 月に「光の速さ」をテーマに実施した。プレゼンに向けて積極的に実験に取り組んだ。まとめ分析は次の機会におこなう。

＊　平成１４年度の遠隔授業については次の論文に詳しく分析されている。
「テレビ会議システムを利用した国際遠隔協同学習における教育効果の研究」
守屋誠司（京都教育大学）他
数学教育学会誌 2004/Vol45/No1,2

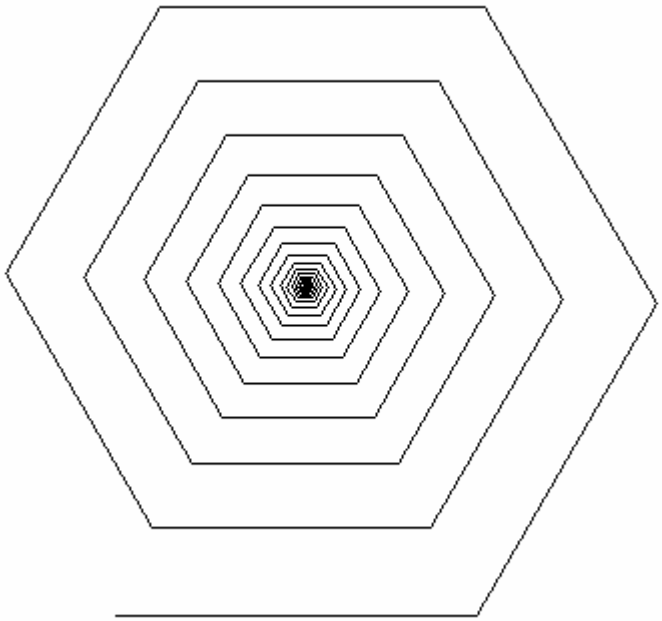
（文責　山本彰子）

２節　応用数学Ⅰ（3 期生）成果と今後の課題

１．授業のねらい

昨年度からの予定にしたがって、年度当初からフラクタルについての学習を試みた。フラクタルを応用するには、まずフラクタルを描く為のプログラムを学ぶ必要がある。最低でもプログラムが読めて、何が行われているか分からなければ、フラクタルについて語る事が出来ない。そこで、プログラムを書けるようになることを目指した。Koch 曲線は最終目標として、とりあえず Microsoft Visual Basic 6.0 で下図渦巻き線を描く事を目標とする。幸いなことに、その為に必要な Method は Line と For Next と Pset ぐらいである。ただ、記述を簡単にするには、三角関数は有った方が便利だ。三角関数は、教えよう。以上のような考えで授業を行った。
右図が目標とした図形で、左がその為のコードである。

```
Private Sub Form_Load()
Ax = 2000: Ay = 9000: a = 5000 / 0.95
For i = 1 To 35
   Bx = Ax + a ： By = Ay
Line (Ax, Ay)-(Bx, By)
a = 0.95 * a ： Cx = Bx + 0.5 * a
Cy = By - Sqr(3) * a / 2
Line (Bx, By)-(Cx, Cy)
a = 0.95 * a ： Dx = Cx - 0.5 * a
Dy = Cy - Sqr(3) * a / 2
Line (Cx, Cy)-(Dx, Dy)
a = 0.95 * a ： Ex = Dx - a ： Ey = Dy
Line (Dx, Dy)-(Ex, Ey)
a = 0.95 * a ： Fx = Ex - 0.5 * a
Fy = Ey + Sqr(3) * a / 2
Line (Ex, Ey)-(Fx, Fy)
a = 0.95 * a ： Ax = Fx + 0.5 * a
Ay = Fy + Sqr(3) * a / 2
Line (Fx, Fy)-(Ax, Ay)
a = 0.95 * a
Next i
End Sub
```



２．授業の様子

１時間目　　Microsoft Visual Basic 6.0 を体験し、親しみを持つ。
Koch 曲線やシェルピンスキーガスケットを描くコードは既にあるので、Microsoft Visual Basic 6.0 をひらき、実行させた。新規作成でひらいた Form のコード記述画面に、既にあるコードをコピーペーストして実行し、コードによって描画されていることを実感させた。
自分で考えて作る部分はほとんど無いので遅滞無く進んだ。

２時間目　　Microsoft Visual Basic 6.0 でコードを書き Line と For Next 文によって多くの線を引く。
まず斜線を１０本引くコードについて説明し、自分が引いて見たいと考える縦線や横線などを引き，出来上がったら見せるように指示した。
ほとんどの生徒が実行画面を見せ、結構複雑な図形を描いていたので、安心した。

３時間目　　短いコードで渦巻き線を描く為に必要な３角関数の説明をした。
もちろんラジアンで記述したものでないと使えないので、ラジアンで説明した。
弧度法と度数法の関係に付いては、必要がないので説明しなかった。

生徒は分かりにくいと言う反応を示した。三角関数がなければどうしてもできないというものでもないので三角関数を学習した時点で再度頑張ればよいと考えこだわらないことにした。

４時間目　　渦巻き線を示し図形の説明をした。この図形と相似な図形が描ければよいとし、最初が水平である必要もないことにした。

何の説明もしなくても描けた生徒が２名であった。ヒントを言ってコードを半分ぐらい言った時点で描けた生徒が３分の１ほどであった。このできの悪さの原因は、２時間目にあった。結構できていると思ったのは誤解で、For Next 文を使わず全点座標指定して描いたのである事が分かった。また、説明なしに描けた生徒は、三角関数を使わずに描いており（最初に示したコードとほぼ同じだが Sqr は使っていない)、また、中学校でパソコン部であった事が後でわかった。

５時間目　　前回うまくいかなかったので、前掲のコードの説明（ＡからＤ）をした。その後、三角関数を使ったコードの説明もした。

生徒は、前掲のコードであればすぐに分かるかのように主張した。三角関数を使うのは、分からないそうである。

６時間目　　再度渦巻き線を描く実習を行った。

前回版書したものをそのままコードとして記入する生徒が半分ぐらいいた。描く思想を説明したのであってコードを書いたのではないので、当然動かないし、文法エラーの表示が出た。プログラムとして書く事について説明した。また、ＡからＤまでは書けても、次を考えられない生徒が目立った。前回これなら楽勝と言ったのはなんだったんだといいたかった。ヒントを与えたら、ほぼ全員が提出した。しかし最後の a = 0.95 * a が欠けている生徒が多かった。

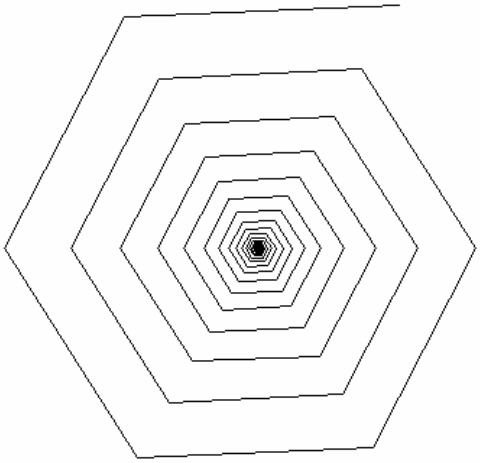
前回既に出来ていた生徒には、３角関数を使ったものを書くように指示したが、できなかった。

７時間目　　２通りで描いた図形（前掲のものとこの記述の下にあるもの）が相似であるかどうか、考えさせた。また、最初に書いたものの中心の座標は何であるか求めさせた。

これでＩ学期は終わりになるのだが、数学的な内容はあまりなかったので、この課題を与えた。「相似だ。」「相似でない。」「中心はすぐわかる。」等騒がしくなったので、「ゆっくり考えろ。」と言って８月１日までの課題とした。８月２０日頃までに半分ぐらい集まった。計算ミスがあった以外、ほとんどあっていた。

右図のコード

```
Private Sub Form_Load()
a = 10000 / 0.95
For i = 1 To 200
a = 0.95 * a
x = 5000 + a * Cos(i / 3 * 3.141592)
y = 5000 - a * Sin(i / 3 * 3.141592)
nx = 5000 + 0.95 * a * Cos((i + 1) / 3 * 3.141592)
ny = 5000 - 0.95 * a * Sin((i + 1) / 3 * 3.141592)
Line (x, y)-(nx, ny)
Next I
End Sub
```



以上７時間がフラクタルについて行なった授業である

ＨＲで　　問題集の問題の一般化を考えることを夏休みの課題とした。

通常の授業中に問題集についての質問があり、解答したついでに、一般化してみたところ、面白い結果が出た。課題として与えたら、数学をすることになると考えた。３分の２集まったが、あまり期待にそうものはなかった。

２学期に入って、夏休みの課題に対するまとめ（生徒が一般化として提出したものを問題として成立しているかどうか考えさせ、改良した場合の解答を考えさせる）を２時間行った。その後、e-教室への研究依頼が入ったので、e-教室を主に行い、続きは合間に行うことにした。参考になるものもないことなので、ゆっくり考えればよいと考えている。

３．ここからは、e-教室についての説明になる。

９月　　国立情報学研究所から e-教室にクラスとして参加することを考えて欲しいとの依頼があり、ＳＳＨ事業の一環として受けることにした。
e-教室とはインターネット上の学習機関で、現在の所、数学・物理・英語・政経に関する教室が開かれている。数学に関する教室では、高校数学の範囲を越えるわけではないが、基本的なことについての考察をし、明確な論理を展開する事が求められている。生徒諸君にとって明確な論理展開を求められることは、苦痛な面もあると思われたが、経験することは重要であると考えた。

事前準備１　生徒に対して e -教室に付いての概要説明を行う。e-教室にアクセスする際のＩＤ等取得申込書提出。

事前準備２　入会時の e-教室運営者による規約等の説明。e -教室へのアクセス体験。
このときは、同時に多数のアクセスが行われつながり難い事態が生じた。生徒がアクセスする方法が分からない等のことはなかった。このときに第一回目に解答する問題の提示が行われた。

事前準備３　第一回授業に向けて第一回の問題に対する解答の回収。学習班分け。
e-教室による学習では、班による投稿を行うことになっている。これは、生徒間でコミュニケーションを取ることを求めるからである。班分けは、生徒の問題に対する理解力を見た上で行いたかった。回収した答案を点検した結果、解答力がある者とない者を均等に分けると、ある者の解答だけが出てしまうと考えた。そこで、解答に対して得点をつけ、得点順に班を作った。解答を提出していないものが３名いたが、日頃の言動から考えて班に入れた。

事前準備４　ネット上で投稿するための作図方法の説明。
図形問題があったので、コンピュータ上で図形を描いて解答する事が必要であった。そこで、全員に MSPAINT.EXE による作図の指導を行った。作図に関する生徒の能力は、大差であった。

第一回授業　第一回の問題（７７ページ記載　問題１と２）に対する班ごとの解答作成と、投稿。
班メンバーの発表。投稿する解答の班ごとのまとめと作成。班の代表者による投稿。と進めた。解答力のない班ほど早く終わり、ある班ほど長くかかることになった。解答力のあるものはたくさんの図を作ることになるからである。早い班では投稿したらすぐに返事が帰ってきて、驚いていた。その後、投稿に対する返事に対して答えるように指導したが、集まる時間と場所がない状態では、難しい。

第二回授業　第一回授業での e-教室の先生の指摘に対する各班の投稿内容作成と投稿。
図形の問題は、第一回で全班が正解していたので、他の問題（７８ページ記載　問題３）を出してもらった。第一回授業では、事前に問題を提示していたので各自解答を考えていたので，授業中は相談するだけで済んだが、今回は、授業が始まってから問題を提示したので、考えるのに手間取り、投稿が遅れた。前回の投稿で、図ですべてを説明したことに影響されて、論理的に答えることを考えなかったのが原因である。うまく対応できたのは、１つの班だけであった。論理的に説明する問題は、表現が出来ない班が多く、進展が見られなかった。授業後に各自で考えて、休み時間や放課後に学校で、あるいは、家庭で投稿するものもいた。

アンケート　２回の授業に関する生徒アンケート（７８ページ記載　アンケート）を実施。
生徒の e-教室に対する姿勢の違いが、解答や、成長に影響しているかどうかを知ることと、今後の運営の参考にする為にアンケートを実施した。明確な論理展開を求められるものを好むものの割合が、予想より多かったが、好む理由が相対的であるものもあり、明確な論理展開を楽しめるものが多かったとは言えない。

第三回授業　前２回の授業を受けて、新たに出された論理的説明を行う問題（７９ページ記載　問題４）に対する解答を、各自で作り、提出する。
全員が e-教室にアクセスすると非常に動きが遅くなるので、事前に本校の共有ドライブに問題をコピーし、解答用紙も Word で用意した。解答は、本校の共有ドライブに提出させた。各班が投稿した内容や、生徒が個人で解答したものが、各自の解答にも反映すると考えていたが、期待にそうものではなかった。班での相談で、自分が納得しきるまで話しておらず、良さそうだと考えたものを載せる事に決める程度のことになっているのだと思われた。生徒諸君に、今後のことを考えれば、他者とコミュニケーションを取れる事が、きわめて大切であるので、徹底して話し合う様指示することにした。

第四回授業　新しい問題（７９ページ記載問題５と７９～８０ページ記載問題６）を考えて解く。

前回と同様、全員が e-教室にアクセスすると非常に動きが遅くなるので、事前に本校の共有ドライブに問題をコピーしそれを見て考えられるようにした。しかし見てすぐに解答することになり、各自が考えることに手一杯になりがちで、班で相談がしにくかった。各自が出した結論から投稿する結論を考えるのが精一杯であった。図形を作る必要がなかったので、問題６に対しては、全班がとりあえず投稿を行えた。問題５に関しては、前日に見た生徒がおり、解答を出していて、「分数に直さずに計算することを考える。」ように指示されていたので、そのことを伝えたところ、提出する班が１つだけになった。

第五回授業　前回の授業を受けて、図形の問題に対する返事に対する答を班で考えて投稿する。
その場で全員が e-教室にアクセスしてから考えるのでは、班としての活動がしにくいので、事前に返事を見るようにした。今回はコンピュータルームを使わないので、各自がそれぞれのパソコンで分担して解答を作ることは出来ない。その分班で話ができるのではないかと期待した。また、十分に話をするように声かけを行うことにした。
当日は、本校の教育実践研究集会があり、この授業を公開した。大勢の先生が来て、生徒の作業を見ていたので、緊張したと言っていた。普段より更に、真剣に取り組んでいた。問題５で、「循環小数を分数に直さずに計算してみよう」という課題がでたのだが、うまい発想で実行した者が居た。

第六回授業　前２回の授業を受けて、生徒諸君が、どの程度の理解を得たか課題提出をさせる事となった。その問題は、８０～８２ページに問題７として提示されている。班で考えた事や他の班の投稿内容を見ているかどうか、e-教室が機能しているかどうかが分かるように、今回も一人一人でレポートを書くことになった。４名が提出しなかったが、提出されたものは、数人を除き的を射た物であった。

三学期は短いので、e-教室は学期に１ターンしか開けない計算になった。１月は、e-教室はなくなったので、トピックス的なものを取り上げるか、フラクタルの継続を考えるか、迷ったが、生徒の希望を聞いて、「６辺の長さが分かっている四面体の体積」を求めさせることにした。求め方を考えるところも発想が必要だし、計算も結構面倒くさくいが、高校生でも可能な範囲であるので、楽しめると考えた。「６辺の長さが分かっている四面体の体積」は、３回に亘って授業を行った。この授業に関しては、後で記述し、ここでは、２月に行った e-教室の報告を続ける。

第七回授業　問題８(８２ページ)を事前にプリントで提示し、授業までに考えるように指示した上で、授業に臨んだ。生徒は、以前の e-教室のページを見、それを参考にして投稿していた。いろいろなデータを見て参考にし、自分で使うという能力が出てきた事は喜ばしいが、自分自身で考える力を付けると言う面では好ましくない。最初は自分で考えてからと言う姿勢は欲しいと考えた。生徒諸君のでき具合は、結構良かった。

第八回授業　前回の課題は、ほとんど全員ができていたので、少し発展した問題(問題９)を出題して頂いた。しかも、実質的に３種類の問題が出されていた。その結果、今回は生徒が自分に合った課題を選べたので、いつもより積極的に取り組んだ。例えば、プログラムについては、一学期に行った渦巻き線を描く授業で、最初の説明だけで描けた生徒しかできないものであった。その生徒は工夫と改良を重ねていた。いい感じであった。その他の生徒は、大部分がじゃんけんの確率を求めていた。２項定理の定着度が少し低い事が気になった。オセロを定義しようとした班があったが、十分なものはできなかった。また、班別の課題として、○×ゲームの勝敗はつかないことの証明に取り組んだ班もあった。

第九回授業　今回は、前回既に提起されていたが、回答者が無かった問題(問題１０)に取り組んだ。本校の生徒が解答しない間に、以前から e-教室に参加している他校の生徒が、１から４までに既に答えていたので、５に解答した。３つの班が挑戦して、一応の解答を得たが、最初に投稿した班があるのを見て、他の２つの班は投稿しなかった。以前は、他の班の解答を見ることも無かったが、他の班の解答を意識するようになった。これも一つの進歩でもあるが、各班では多少違う面があるので、投稿してほしかった。ある意味での消極性が生じたのは残念である。他に、オセロの定義に再挑戦した班と、グラフ作成に挑戦した班があった。やはりいろんな課題があることは刺激になると感じた。

４．ここからは、「６辺の長さが分かっている四面体の体積」を求めさせる授業についてである。

第一回授業　「６辺の長さが分かっている四面体の体積」を求めるよう指示し、約１５分間待った。生徒諸君に何かを始めようと言う様子が見られなかった。頂点から底面に垂線を下ろしたとき、垂線の足から底面の３角形の頂点までの距離は、二つの頂点からの距離が決まれば、残る一つも決まる事を言った。約１５分間待った。底面の３角形の辺の長さと、垂線の足から頂点までの距離の６変数の間に成り立つ関係式を作るように言った。少し短期になっていたので、約５分間しか待たなかった。余弦定理と加法定理を使えば、式が作成できる事を説明した。生徒が反応し始めたところで、時間が来た。

第二回授業　前回にできた式を平方し、展開して整理するよう指示した。「自分でやったのか」と聞いてきたので、「やったよ」と答えた。信用せず、「結果はどんなだったか言ってくれ。」ときた。全部言うと自分でしないかもしれないので、一部のみ説明した。１０名足らずの生徒が計算を実行しようとしていた。

第三回授業　更に具体的に、各文字に注目し、対称性を利用して、計算するのだと説明した。４次の項について、計算過程と結果を示し、２次の項について計算して見るように説得した。

５．これまでの授業に対する評価

フラクタルに関する授業は、現在中断している。フラクタルを描けるようにしたいと言うもくろみは、十分に達成できたとは言えない。今後の課題として、根気よく実施していきたい。この部分は、技術的な能力の獲得を目指すものであるので、本校のＳＳＨの目標に直接沿う段階にいたっていない。今後、技能習得の後で、数学的な考察を行うものを導入したいと考えている。プログラムを動かした結果描かれた図形が、相似であることを証明し、中心を求める課題は、数学に興味を持ち自ら取り組む姿勢を養う目的で行ったもので、本校のＳＳＨの目標である「法則性の理解と、構造の解明」に直接沿ったものである。多様な考え方、解き方が見られ、面倒な過程をこなしていたので、よかったと考える。一般化をさせる課題は、難しすぎたようで、数の部分を文字にして解くだけ等がほとんどだった。要求したものを考えようとしたものもあったが、できたものが、結果としては問題として成立していなかったりした。もっともましなものが、問題として成立していないものであったので、生徒に提示し､問題として成立しているかどうか考えさせた｡課題として成立していないことの説明は出来たので、それを改良して問題として成立するような工夫を考えさせたが、出て来なかった。こちらで、改良形を提示して解答を考えさせた。直観的に結論を述べる生徒は出たが、証明するにはいたらなかった。この課題では、生徒の注意を引き考えさせる事が出来た。数学に関心を持ち､「法則性の理解と、構造の解明に根気よく取り組む」機会となった。今後も時間を見つけて考えさせたいと思っている。６辺の長さが分かっている四面体の体積を求めさせる問題では、すぐに出来ない事が分かっているので、休日等にゆっくりやってくれないかと考えていた。或る生徒は、放課後に私の部屋に来て、３時間かけて計算していた。間違ったら教えるということでなければできないようであった。最初から自分で考えていかなければ、創造性等には結びつきにくいが､「法則性の理解と、構造の解明に根気よく取り組む」ことはできているかもしれない。まだ、レポートを出させていないので、どのような結果を生んだのかは評価できていない。最後に、e-教室である。説明能力、プレゼンテーション能力、論理的思考力の育成を目指して始めた。PC で図形を作って表現する等の機械的な技術は教えればすぐにできる。Power Point を使ってのプレゼンテーションも簡単に行なっている。しかし、生徒の論理的思考力、論理的内容の説明能力不足は大きい。普通の授業では、こちらが説明してしまうことや、考える事が困難なものをヒント付きで考えさせる事が多い。その点、e-教室では、簡単なことだが説明しにくいもの等、生徒の論理的思考力、論理的内容の説明能力を育てる目的に適したものを提示してもらえる。また、どうしてもやらねばならないとの制約からも逃れられているので、生徒が出来るのを待つこともできるし、休み時間等に働きかけるのもしやすい（ある意味、遊びのような感覚もあるので)。今後続けていく中で、生徒の論理的思考力、論理的内容の説明能力を育てていきたいと考えている。

６．ここからは、e-教室で出された問題を参考のため示す。

問題１

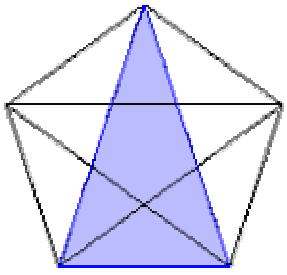
不思議な証明

正の数 a，b が a>b を満足すれば a=b となることが「証明」できると、ある人言っています。その「証明」とは次のようなものです。
『 a ＞ b なので
　　a=b+c
となる正の数 c があります。この式の両辺に a - b を掛けると
　a^2 - ab = ab + ac - b^2 -bc
となります。（ a^2 は a の 2 乗のことです。上つきの 2 がうまく書けないので、以下もこのように記します。）
この式の両辺から ac を引くと
　a^2 - ab - ac= ab - b^2 -bc
となり、両辺を因数分解すると
　a(a-b-c) = b(a-b-c)
となります。そこでこの両辺を a-b-c で割ると
　a = b
となります。ですから a>b ならば a=b です。』
この議論はどこがおかしいのでしょうか？

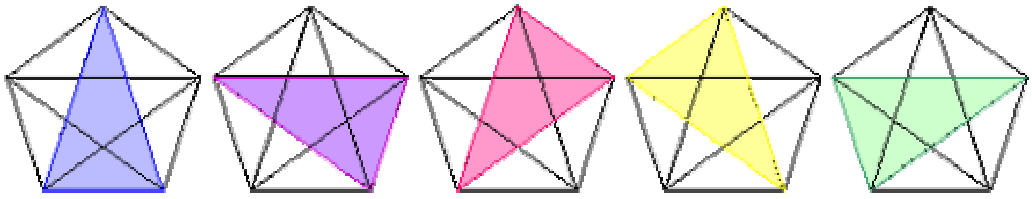
問題２

二等辺三角形は何種類

正五角形に５本の対角線を引くと，５つの交点ができますね。元の五角形の頂点５個と合わせて，合計１０個の点ができました。この１０個の点のうち３個を結んだときにできる二等辺三角形（二本の辺の長さが等しい三角形）は全部で何種類あるでしょう？
たとえば



この図の三角形は二等辺三角形ですよね。これと同じ種類の二等辺三角形は下の図のように合わせて５個ありますが、あくまでもこれらは１種類と考えて下さい。

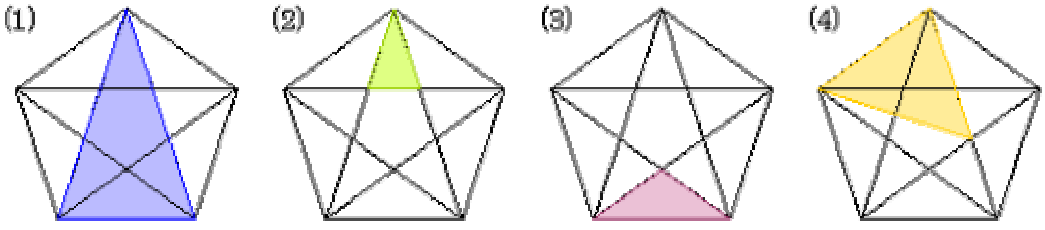


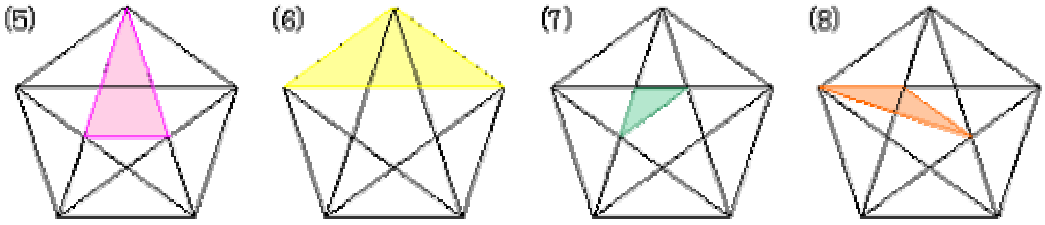
ただし、形が同じ（相似な）三角形でも大きさが違う三角形は違う種類だと考えて下さい。
作図をしての説明は面倒で時間もかかりますから，早解きの解答は個数だけで結構ですが，その後には時間をかけてでも，図を使って説明してくださいね。

問題３

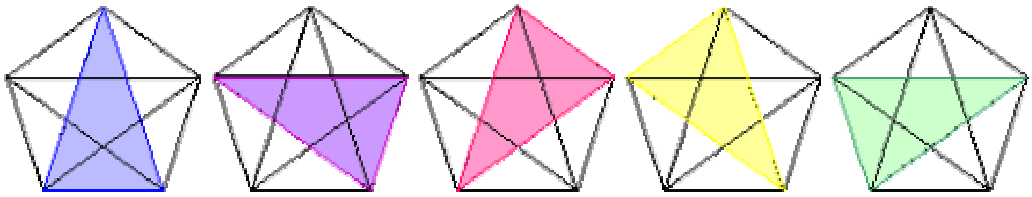
各２等辺三角形は、何個ずつ

正五角形に５本の対角線を引いてできる５つの交点と，正五角形の頂点５個を合わせて，合計１０個の点があります。この１０個の点のうち３個を結んだときにできる二等辺三角形が全部で何種類あるかという問題は，結局，８種類であることがわかりました。今回はそのつづきの問題を出題します。
問題
できあがる二等辺三角形は以下の８種類です。





このうち，たとえば(1)と同じ種類の二等辺三角形は，下の図のように合わせて５個あります。



では，（２）~(8)の二等辺三角形が何個ずつあるのかを答えて下さい。

アンケート

e-教室の問題に関するアンケート

氏名（　　）

第一回の e-教室の問題を解いた過程について質問します。該当するものの記号に○をつけてください。

１．他の班の解答や返事を見ていますか

ア．すべて見ている　　イ．ほとんど見ている　　ウ．ほとんど見ていない　　エ．全く見ていない

次の２は１で全く見ていないと答えた人以外が解答してください

２．式の問題で最もよいとされた班が分かっていますか

ア．分かっている　　イ．知らない

次の３は２で分かっていると答えた人が解答してください。ただし、該当する班の人は答えなくてもよろしい。

３．最もよいとされた班の解答と自分の班の解答とを比べて、自分の班の解答がよくないとされている理由が理解できますか。理解できる人は、班名と理由を書いてください。

ア．理解できた　　イ．分からない

（　　）班

理由は、

４．図形の問題と式の問題ではどちらが面白く感じましたか。いずれかを選び、面白く感じた所やその理由を書いてください。

ア．図形の問題　　イ．式の問題

理由は、

問題４

1 = 2 = 3 = 4 = ・・・・・・・

は次のようにして「証明」できます。

(x - 1)/(x -1) = 1

(x^2 -1)/(x-1) = 1 + x

(x^3 - 1)/(x - 1) = 1 + x + x^2

(x^4 -1)/(x -1) = 1 + x + x^2 + x^3

(x^5 -1)/(x -1) = 1 + x + x^2 + x^3 + x^4

(x^6 -1)/(x -1) = 1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + x^5

・・・・・・・・・・・・・・・

・・・・・・・・・・・・・・・

(x^n -1)/(x -1) = 1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + x^5 + ・・・+ x^(n-1)

(x^m はｘのｍ乗を表します、)

これらの式の右辺にｘ = １を代入すると、上から順に　1，2，3，4，5，6・・・・・・ n となります。

左辺の方は 1^m =1 なのですべて等しくなります。左辺がすべて等しいので

1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6 = ・・・・・ = n

が成り立ちます。

この「証明」はどこがおかしいのでしょうか。

問題５

こんなかけ算できる？

0.33…や 0.245245245…のように、小数以下のある桁以降同じ数の並びが無限に繰り返し現れる数を「循環小数」といいます。

無限に続く小数どうしの演算について、今回は考えたいと思います。

・0.333…×0.777…はいくつになりますか？工夫をして計算してみましょう。どのように工夫したか、答えと一緒にかいてください。

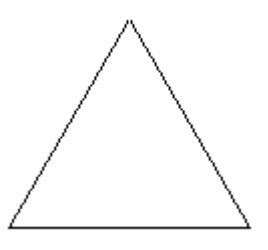
・0.77…×0.55…はいくつになりますか？工夫をして計算してみましょう。こんどは、どのように工夫をしましたか？

・0.9898…×0.5959…はいくつになりますか？工夫をして計算してみましょう。どのような工夫をしましたか？

問題６

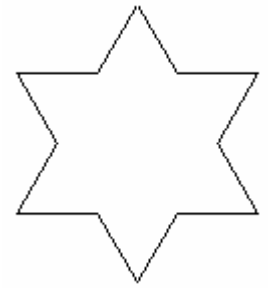
みなさん、今月は、「不思議なフラクタル」というタイトルで図形の問題を考えます。

１．ここに正三角形があります。一辺の長さを１とします。



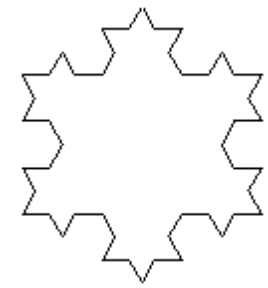
すると、この正三角形の周の長さは３、面積は 1/2×√３/2=√３/4 です。

２．↑の正三角形の各辺を三等分して、中央の 1/3 辺を底辺として正三角形を書き足します。すると、次のような図形になります。



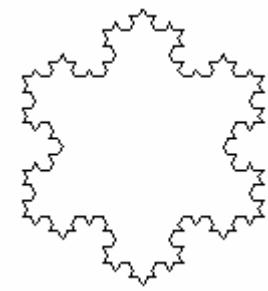
この図形の周の長さと面積を求めましょう。求めるまでの式を書いてね。

３．さらに同じように、角を増やしていきます。



この図形の周の長さと面積を求めましょう。求めるまでの式も書いてね。
規則性がみえてきたかな？同じ操作をｎ回繰り返したとき、周の長さと面積がどうなるか、予想してみましょう。

４．さて、次は「４回目」予想の４回目の値とあったかな？



５．この操作を無限に繰り返してできる「ぎざぎざ」をコッホ曲線とよびます。コッホ曲線の長さは、どんな値になるでしょう？コッホ曲線に囲まれた面積は、どんな値になるでしょう？

一度に全部答えなくてもいいです。まずは 1 番目の問題にチャレンジしてみてね。まだルートの数を習っていない人は、曲線の長さだけにチャレンジしてもいいですよ。

問題 7

今月は、「循環小数どうしの計算」と「コッホ曲線の面積と周の長さ」が課題でした。この 2 つの課題は実はつながっている、ということに気がつきましたか？

1 つ目の課題を解いていて、GeeZeR くんと武田くん、spring さん、夕粋さん、シロクンは次のことに気がつきました。

・ 循環小数は 0.987987987...というように同じ数字の列が繰り返し表れる。よって、これを x とおくと、1000 x は 987.987987...となる。よって、次のことが成り立つ

$$1000x - x = 987.987987... - 0.987987987...$$

$$999x = 987$$

$$x = \frac{987}{999}$$

このようにすれば、循環小数を分数で表すことができ、計算が楽になる、というわけです。なかなかよいアイデアですね。

この発見を 2 番目の課題と結びつけて考えて見ましょう。

0.555...という循環小数は、つぎのように表すことができます。

$$\begin{aligned} 0.555\cdots &= 0.5 + 0.05 + 0.005 + 0.0005 + \cdots \\ &= \frac{5}{10} + \frac{5}{100} + \frac{5}{1000} + \frac{5}{10000} + \cdots \\ &= 5\left(\frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{10000} + \cdots \right) \end{aligned}$$

ということは、$\frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{10000} + \cdots$はどのような分数になるでしょう？工夫をして計算をしてみましょう。

以下解答欄あり

$\frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{10000} + \cdots$のように、ある規則性をもった無限の足し算を「無限級数」といいます。上で発見した方法を使って、いろいろな無限級数を計算してみましょう。

1．$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \cdots$

以下解答欄あり

2．$\frac{2}{5} + \frac{4}{25} + \frac{8}{125} + \frac{16}{625} + \cdots + \left(\frac{2}{5}\right)^n + \cdots$

以下解答欄あり

では、いよいよコッホ曲線の面積が「究極ではどうなるか？（極限）」を計算してみましょう。宇宙戦艦大和魂くんによると、面積の一般式は次のようになるそうです。

$$\frac{\sqrt{3}}{12}\left\{ 3 + \left(\frac{4}{9}\right)^0 + \left(\frac{4}{9}\right)^1 + \left(\frac{4}{9}\right)^2 + \left(\frac{4}{9}\right)^3 + \cdots \right\}$$

これを工夫して計算してみましょう。

以下解答欄あり

さて、みなさんと 10 月、11 月と「さんすうの作文」で勉強してきました。参加してどうでしたか？家や放課後もアクセスしてみましたか？自由に感想を書いてください。あんまりアクセスしなかった、投稿しなかった、という人も理由を書いてみてください。

以下解答欄あり

e-教室は 12 月以降も開いています。各科目でアクセスを待っています。では、またネット上でお会いしましょう。（by 「さんすうの作文」）

問題８　　ゲームを定義しよう！

いままで「さんすうの作文」では「えええ！？それも算数？」というような問題がたくさん登場しましたが、今回も不思議な問題です。

それは、ゲームを定義する、という問題なんです。

みなさん、高鬼とか、けんぱ、とか、オセロとかいろんなゲームで日ごろ遊んでいると思いますが、ある日、あなたの学校に外国から転校生がやってきて、「高鬼、って何？」「フルーツバスケットって何？」と聞いたとします。

そうしたら、あなたは、どうやって説明しますか？

一番、手っ取り早いのは、「一回やってみせるから、見て覚えてね」というものです。

つまり、例をいくつか見せて、それで規則性をだんだん覚えてもらう方法。

そして、もう一つは、例を見せないで、完全にどういうゲームかを「定義」する方法です。今回みなさんにやってもらいたいのは、この「定義」をする方法です。

○×というゲームをまず手始めに定義してみましょう。

用意するもの：横３×たて３の計９つの空マス

ゲーム参加人数：２人

この先を考えてください。

○×はいったい、どんなゲームでしょう。

※もし、これがきちんと定義できたら、そのまま BASIC や C で実現すると、「○×ゲームソフト」が完成するはずです。

それを考えると「ファイナルファンタジー」の世界を定義した人は、すごいですねえ。

※※「○×ゲームなんて、つまんないや！」と思った人は、

自分たちでゲームを選んで、定義してみてください。

投稿するときには、タイトルに定義したゲームのタイトル（例：オセロ！）を書いてくださいね。

問題９

①みなさんの努力で○×やじゃんけん、そしてカードゲームの「戦争」は定義できましたね。

では、もうちょっと高級なゲームを定義してみませんか？

たとえば、こんなものはどうでしょう？

・オセロ　　・テトリス

投稿するときには、タイトルに定義したゲームのタイトルを書いてくださいね。

②先月は、円周率を近似するプログラムや素数を判定するプログラムをみなさんに投稿してもらいました。

せっかく○×を上手に定義できたので、その定義に従って○×をコンピュータ上で実現してみませんか？

図として実現できなくても、arena さんの投稿を参考に「本質的には○×と同じ」ゲームになる、というところをまずは目指してみましょう。

③「じゃんけん」を定義してくれた人もいましたね。

そのじゃんけんに関して少し考えて見ましょう。

じゃんけんは人数が多くなると「あいこ」になりがちですよね。１回のじゃんけんで勝敗が決まる確率は、参加人数が増えると、どのように変化するんでしょう。まずは２人の場合、３人の場合…と考えてみて、「ｎ人の場合」の一般式を立ててみましょう。

実際に計算をしてみて、どのように変化するのか、グラフで表してみるのもおもしろいですね。

問題 10

整数を一つ選び，次の操作を繰り返すことを考えます。
(1) 奇数であれば１引く。
(2) 偶数であれば２で割る。
たとえば４→２→１→０→０→０→ … となります。
問題１
　１０から始めるとどうなるでしょう。また、－１０から始めるとどうなるでしょう。
問題２
　繰り返し自分に戻ってくる整数は、０の他に何があるでしょう。
問題３
　上のように４は３回目で初めて０になりますが、４回目で初めて０になる数は何個ありますか？全部挙げてください。
　最初の３問には，一応，答えが出てしまいましたので、次の問題です。(もちろん，前の問題の枝も生きていいますから、考えたことがあればどんどん書き込んでください)
問題４
　どんな自然数も何回目かで０になることを証明してください。
問題５
　ｎ回目ではじめて０になる数の個数を A_n とします。

　A_0，A_1，A_2，A_3，A_4，A_5，…を順に求めてください。

　この数列に何か規則性はありませんか

（文責　籔内毅雄）

３節　代数・幾何　　成果と今後の課題

２年の代数・幾何（３単位）は１年の数学Ａ（３単位）に続く科目で、数学Ｂの平面ベクトル、空間ベクトル、さらに数学Ｃの行列、１次変換、２次曲線、極方程式、確率分布を学習した。ＳＳＨクラスでは、１年での「数学Ａ」、２年での「代数・幾何」で数学Ａ、Ｂ、Ｃの内容と数学Ⅱの複素数、高次方程式、式とその証明を学習したことになる。

目標は、数学における基礎、基本的な知識を、より早くに、着実に身につけることにおいた。ここで学習したことが、特設科目の応用数学Ⅱ（２年）や現代数学研究（３年）でも有機的につながって活かすことができる。基礎、基本とはいえ、空間における平面の方程式、直線の方程式、球の方程式、それらの融合問題、２次曲線のもつ多くの性質、行列における固有値、１次変換など発展的な内容についてもとりあげることができた。しかし、時間的な面で、夏休みや、冬休みの課題として、プリントを用意して生徒自身に自学させた内容もある。自学という意味でそれがしっかりできるものと、やはり授業で導いていかないとできないものに分かれた。そのため、休み明けにその内容をフォローするための時間の確保が必要であった。

（文責　藤本正裕）

４節　解析Ⅰ・Ⅱ　成果と今後の課題

微分積分教材が効率的に授業できるように再構成をおこなった。その結果、合成関数・逆関数の微分、無理関数、三角関数、指数対数関数の微分を２年生の２学期に、また３学期には積分計算まで扱うことができた。早めに微分積分ができるようになったことにより、物体の運動など理科の内容の数式的あるいは論理的理解を助けることが可能となった。また 2004 年度秋には微分の学習の初期に応用数学Ⅱの「光の速さ」の授業で、

図形、三角関数と極限で求めた最小値が微分によってもっと機能的に求めることができるという学習を効果的に行い、微分の威力を知らせることができた。

微分方程式を扱ったが、解法に終始してしまった。内容展開について具体的な活動をとりいれる、理科と提携した授業をおこなうなど、さらにこれからの研究が必要である。

解析Ⅰ・Ⅱについては理論体系の学習や計算習得のみにおわるのでなく、理論や計算が整備されてきた背景がみえる授業を心がけることと、数学で学んだ理論や計算を理科などで応用できる力を養うこともめざしている。落ち着いて授業のできる２年生の時期に微積分の主要な部分が扱えるようになったことの意味は大きい。今後は理科とも有機的な授業計画をたていくことを考えるべきである。

（文責　山本彰子）

５節　確率統計　成果と今後の課題

確率分野については従来数学Ｂ・Ｃにわかれていた内容をまとめて扱えたので理解がすすんだ。

統計分野については､応用数学で表計算ソフトを用いて実際に回帰直線や相関係数をデータ分析に使うことが先行していたが、この科目ではじめて意味や証明をきちんと扱うことができた。推定・検定については推定は形だけ扱い、検定は扱えなかった。これは具体的なデータをもたず、動機付けに弱かったことが主な理由である。高校生に適した統計教材についてはこれからの研究が必要である。具体的な実験データや調査データの処理と結びつけた教材開発をおこなうべきである。

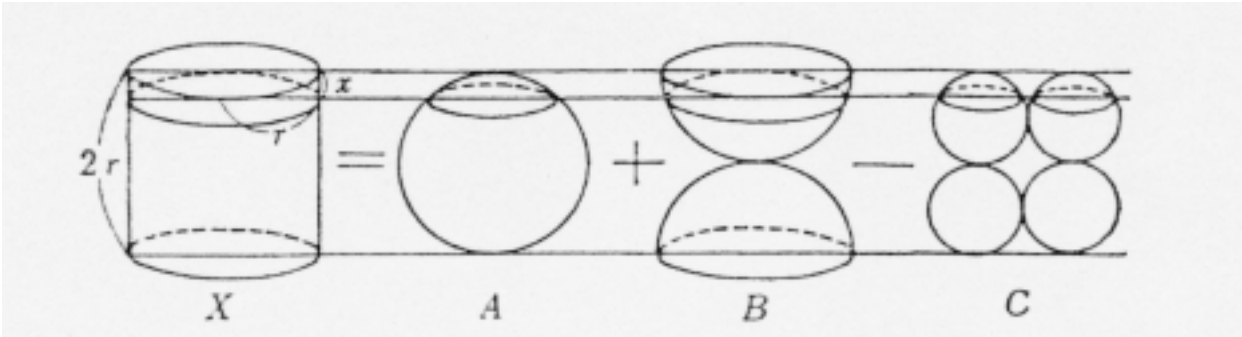
（文責　山本彰子）

６節　現代数学研究　成果と今後の課題

特設科目「現代数学研究」は、ＳＳＨクラス３年１組４０名全員必修の科目で、今年度が初めての取り組みである。４月から１１月末までに授業で取り上げた主な内容は以下の通りである。

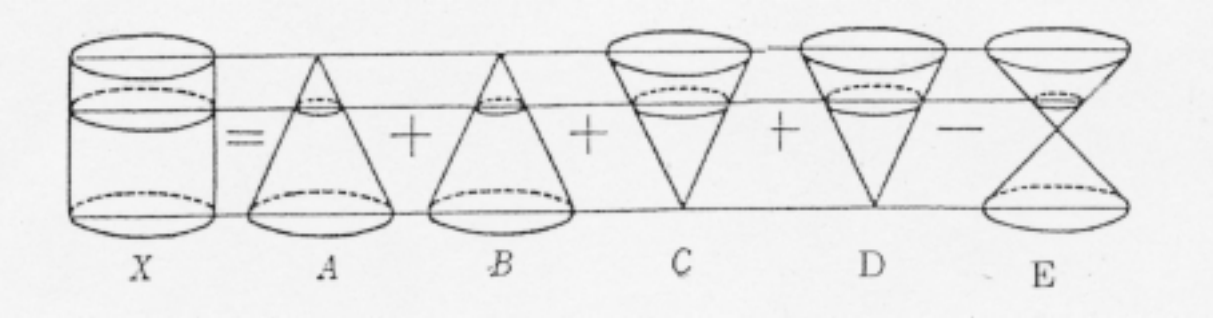
１．球の体積　カバリエリの原理と区分求積法による球の体積の導出

カバリエリの原理を用いた球の体積の導出にはどの教科書にも円錐の体積公式使った方法が用いられている。ここでは、下図のような円錐の体積公式を用いない方法を考える。



X	＝	A	＋	B	−	C
底面の円の半径ｒ 高さ２ｒの円柱		半径ｒの球		半径ｒの半球２個		半径ｒ/2 の球４個

さらに課題として、上の例を参考に、円錐の体積をカバリエリの原理で求めることを考えさせる。



2．実数に関する基本不等式

$$x_1>0, x_2>0 \Leftrightarrow x_1+x_2>0,\quad x_1 x>0$$

とｎ個の場合の一般化とその証明。

3．　e^{π} と π^{e} の大小関係

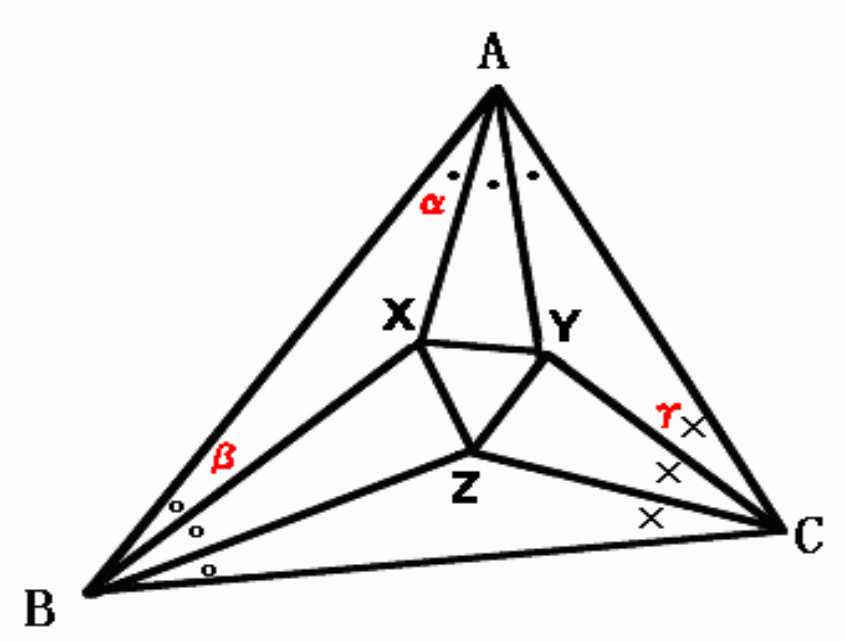
シャープでなく、粗い不等式である。（実際 e^{π} ＝23.14･･･、π^{e} ＝23.45･･･）

幾通りかの方法で、適当な関数を利用してその大小関係を導く。

4．モーレーの定理（発見されたのが１８９９年と数学の歴史の中では比較的新しい。それまで発見されなかったのが意外といわれた定理）

「三角形の３つの内角の３等分線のうち，辺に近いもの同士の交点は、正三角形の頂点になる。」（下図で三角形ＸＹＺはかならず**正三角形**になる）

高校で学習する正弦定理、余弦定理、三角関数の範囲内での証明を考える。



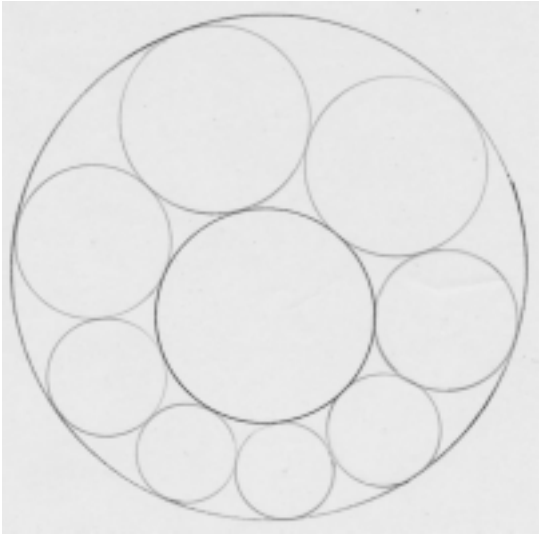
これに関連させて、コンパスと定規による歴史的３大作図不可能問題の一つ、角の３等分問題も取り上げたかったが、指導するには、難解でもあり、また全員必修ということもあり、紹介のみに終わった。

5．円に関する閉形定理

ほんとにそうなるかのかなというような不思議な定理（名前はない）

「大きな円の中に小さな円を描き、２円の間に、２円に接する円を、次々と外接するように詰めていき、最後の円が、最初の円に外接し、ぴったりと納まったとする。**このようになったとき、たとえ初めの円をどこから書き始めても、最後の円はかならずぴったり納まってしまう**」（図参照）

反転とよばれる変換とその性質を学習した後、その応用例のひとつとしてこの定理の証明を考える。



これに関する課題１～３をあげる。その提出レポートの１例は巻末を参照。

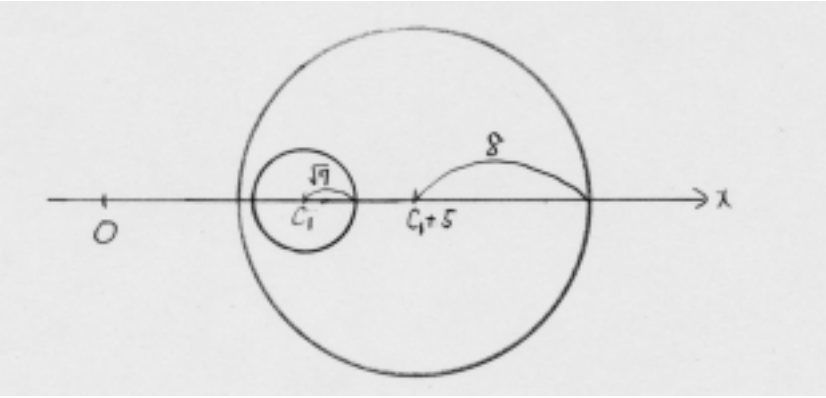
課題１

下の図は２円の半径がそれぞれ８，$\sqrt{7}$，中心間の距離が５である円を表している。この２円を、次の式定義される原点 O を中心とする反転

$$P(x,y) \to P'(x',y') \qquad \begin{cases} x' = \dfrac{x}{x^2+y^2} \\ y' = \dfrac{y}{x^2+y^2} \end{cases}$$

によって、同心円に移したい。

C１の値をいくらに設定すればよいか。（C1 の値は２つある）



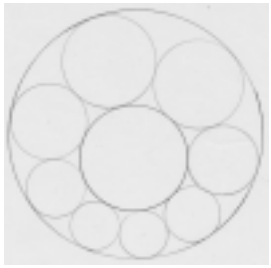
課題２

「一般に、同心円でない２つの円（ただし、一方の円は他方の円内にあるとする）は、座標を適切に設定すれば原点 O を中心とする反転によって、同心円に移すことができる」

このことを証明せよ。

課題３

課題２で証明されたことから、「大小２つの円の間に、下図のように円がはまるならば、円をどこから書き始めてもやっぱりはまる」このことの理由を説明せよ。



６．相加平均、相乗平均のいろいろな証明法

有名な相加平均、相乗平均

$$A_n = \frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_n}{n}$$

$$G_n = \sqrt[n]{a_1 a_2 \cdots a_n}$$

の大小関係の証明方法は多くある。１つの問題に対して別解を考えることは、異なる問題を２題するより力をつける。

凸関数の性質をつかうもの
特殊な関数を利用するもの
数列だけで証明するもの

に分けて証明。

７．整数論

大数学者ガウスの言葉に「数学は科学の女王であり、数論は数学の女王である」とあるが、現在の高校の教科書には整数論はないといっていい。整数論は数学のおもしろさ、美しさが実感でき、また**体系的に学ぶ**ことができる。数学オリンピックの問題にも整数に関する問題がかならず取り上げられる。次の項目を扱った。

最大公約数と最小公倍数、　ユークリッドの互助法、
１次不定方程式、素数、合同式、オイラーの関数、
フェルマーの小定理、オイラーの定理

８．存在の証明－中間値の定理と１次元不動点定理

数学Ⅲで取り上げられる連続関数に関する中間値の定理に焦点をあてて取り上げた。教科書では中間値の定理を使って解く面白い問題は全くない。問題として、「ある長距離の選手は６ｋｍのコースを１８分で走った（常におなじペースで走っているとは限らない）．このとき，この６ｋｍのコースのなかの１ｋｍの区間で，その区間をちょうど３分で走り抜けている区間が少なくとも一つあることを示せ.」や京都大学の後期試験で出題された問題「△ＡＢＣは鋭角三角形とする.このとき,各面すべてが△ＡＢＣと合同な四面体が存在することを示せ.」「各面が鋭角三角形からなる四面体 ABCD において 辺 AB と辺 CD は垂直ではないとする．このとき辺 AB を含む平面 αに点 C，点 D から下ろした垂線の足をそれぞれ C’，D’とするとき，4 点 A，B，C’，D’がすべて相異なり，しかも同一円周上にあるように αがとれることを示せ」を取り上げた。

また中間値の定理をさらに発展させて、１次元不動点定理、円周の直径対点の定理、その応用例である「ホットケーキの定理」とよばれる定理を扱った。

９．評価

特設科目「現代数学研究」は今年度が初めての取り組みである。３年１組４０人全員必修科目（３単位）で、

生徒の力の差および興味・関心の差も大きい。３年生でのこの「現代数学研究」は選択科目にして、理科と同様に､希望者のみにするべきであったように感じる｡４０人の中には２年生の段階で文系希望になった生徒もいる。

授業にあたっては、他の教科のこともふまえ、 レポート提出等の負担増とならないように配慮しつつ、ＳＳＨの目標の一つであり、数学の根本姿勢でもある『じっくり自分で考えること』を目標とした。数学は『理解する』だけでも時間および努力と忍耐を要する。ちょっとわかった程度ではなかなか身につかない。演習などを通してあれこれ試行錯誤して考えながら身につけていく。その過程で、疑問点を見いだし、さらには新たな課題を発見してくれることが理想である。

与えた課題に対して、誘導やヒントを示せばこなせる生徒も少なからずいる。理解は何とかできたものの、いざ自分で問題を解くことにまだまだ壁を感じているようである。

大学入試がある以上、生徒たちは「目の前の入試問題が**時間内**に解けるようになりたい」ことと思う。２学期は、国公立大クラスの標準的問題を１時間２題与え、その１時間は考え続け、次の時間で生徒達の解答を検討する実践的な演習も取り入れた。 観察していると、多くの者は集中してその問題に取り組んでいる。 だいたい時間内に解けきることのできる生徒、解けるときもある生徒、ほとんど解けない生徒の層に分かれる。予期せぬ解答に出あうこともある。ヒントを与えれば解ける生徒も多いが、そのヒントがその問題の本質的なところでもあり、それに気づくことが難しい。

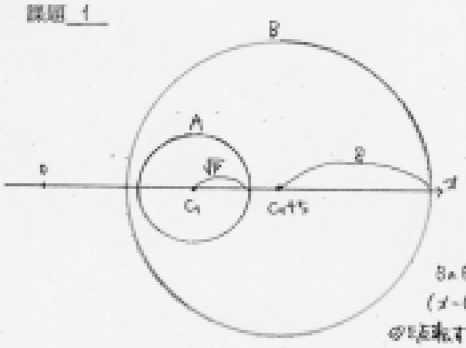
参考図書

１．球の体積　カバリエリの原理と区分求積法による球の体積の導出
雑誌　数学セミナー　1971-3　　ＮＯＴＥ欄　　日本評論社
数学：教えるヒント，学ぶヒント　志賀浩二 著　日本評論社
２．ある不等式の一般化とその証明
数学工房　1999 第 22 号 Vol.6 – No.2 特集「不等式」
３．e^{π} と π^{e} の大小関係
The Mathematical Gazette　June　1986
The Mathematical Gazette　October　1987
数学の問題　エレガントな解答を求む（第３集）　日本評論社
４．モーレーの定理
数学ひとり旅（数学＝不思議発見）石谷茂 著　現代数学社
５．円に関する閉形定理
数学ひとり旅（数学＝不思議発見）石谷茂 著　現代数学社
http://homepage2.nifty.com/tangoh/
京都教育大学　数学科　丹後教授H.P
６．相加平均、相乗平均のいろいろな証明法.
青空学園数学科　http://www33.ocn.ne.jp/~aozora_gakuen/
７．整数論
ゼロからわかる数学－数論とその応用－　戸川美郎 著　朝倉書店
数学オリンピック教室　野口廣 著　朝倉書店
青空学園数学科　http://www33.ocn.ne.jp/~aozora_gakuen/
８．存在の証明－中間値の定理と１次元不動点定理
不動点定理　野口廣 著　数学ワンポイント双書　共立出版

資料　「５．円に関する閉形定理」に関する課題提出レポート例

課題1~3　提出用紙　　___組___番________________

課題 1



Aの円の方程式は

$(x-c_1)^2+y^2=7$

$x^2-2c_1x+y^2+c_1^2-7=0$ …①

①を反転する。

$(c_1^2-7)(x^2+y^2)-2c_1x+1=0$

$(c_1^2-7)x^2-2c_1x+(c_1^2-7)y^2+1=0$ …①'

Bの円の方程式は

$(x-(c_1+5))^2+y^2=64$　$x^2-2(c_1+5)x+y^2+(c_1+5)^2-64=0$ …②

②を反転する。

$\{(c_1+5)^2-64\}(x^2+y^2)-2(c_1+5)x+1=0$

$\{(c_1+5)^2-64\}x^2-2(c_1+5)x+\{(c_1+5)^2-64\}y^2+1=0$ …②'

①'と②'が同心円に写れば、
中心のx座標が等しくならなければいけないので、

①', ②'より　$\frac{c_1}{c_1^2-7}=\frac{c_1+5}{(c_1+5)^2-64}$

$c_1\{(c_1+5)^2-64\}=(c_1^2-7)(c_1+5)$

$c_1^3+10c_1^2-39c_1=c_1^3+5c_1^2-7c_1-35$

$5c_1^2-32c_1+35=0$

$c_1=\frac{16\pm\sqrt{256-175}}{5}$

$=\frac{16\pm9}{5}=5,\ \frac{7}{5}$

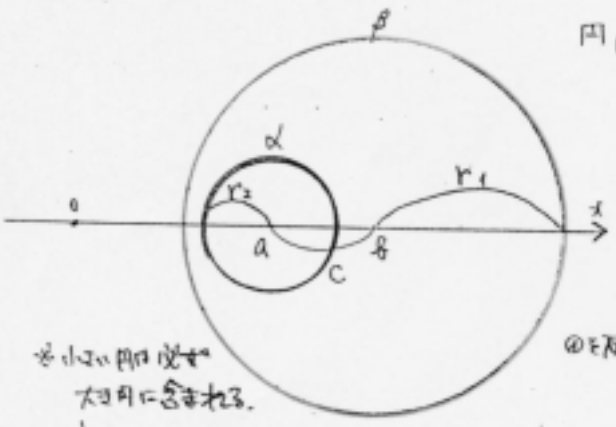
c_1が実数で存在する。

∴ $c_1=5,\ \frac{7}{5}$ のとき

原点中心の反転で同心円に移る。

課題 1~3　提出用紙　＿＿組＿＿番＿＿＿＿＿＿＿＿

課題 2



※小さい円は必ず大き円に含まれる。

円βの方程式

$$\{x-(a+c)\}^2+y^2=r_1^2$$

$$x^2-2(a+c)x+y^2+(a+c)^2-r_1^2=0 \quad \cdots ②$$

②を反転して、

$$\{(a+c)^2-r_1^2\}(x^2+y^2)-2(a+c)x+1=0$$

$$x^2+y^2-\frac{2(a+c)}{(a+c)^2-r_1^2}x+\frac{1}{(a+c)^2-r_1^2}=0 \quad \cdots ②'$$

①'と②'の中心のx座標が等しければ同心円。

$$\frac{(a+c)}{(a+c)^2-r_1^2}=\frac{a}{a^2-r_2^2}$$

$$\cancel{a^3}-ar_2^2+a^2c-cr_2^2=\cancel{a^3}+2a^2c+ac^2-ar_1^2$$

$$a^2c+a(c^2-r_1^2+r_2^2)+cr_2^2=0$$

このとき aが実数ならば、α-βは同心円にできる。

$$D=(c^2-r_1^2+r_2^2)^2-4c^2r_2^2$$

$$=(c^2-r_1^2+r_2^2-2cr_2)(c^2-r_1^2+r_2^2+2cr)$$

$$=\{(c-r_2)^2-r_1^2\}\{(c+r_2)^2-r_1^2\}$$

$$=(c-r_2-\overset{<0}{r_1})(c-r_2+\overset{>0}{r_1})(c+r_2-\overset{<0}{r_1})(c-r_2+\overset{>0}{r_1})>0$$

条件より $\begin{cases} r_1>c>0,\ r_1>r_2>0 \\ r_1>r_1+c \end{cases}$ より

よってこのとき実数でaが存在する。

なので同心円にできる。

すべて正です。

円αの中心 a 半径 r_2

円βの中心 b 半径 r_1

$|b-a|=c$ とする。

円αの方程式は、

$$(x-a)^2+y^2=r_2^2$$

$$x^2-2ax+y^2+a^2-r_2^2=0 \quad \cdots ①$$

①を反転して、$(a^2-r_2^2)(x^2+y^2)-2ax+1=0$

$$x^2+y^2-\frac{2ax}{a^2-r_2^2}+\frac{1}{a^2-r_2^2}=0 \quad \cdots ①'$$

①'、②'で $a=r_2$ または、$a+c=r_1$ のとき、

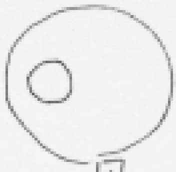
反転の法則からみても同心円にはうつらない。

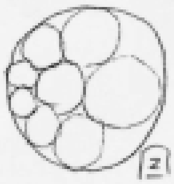
課題1~3　提出用紙　＿＿組＿＿番＿＿＿　＿＿＿＿＿＿

課題 3

2.より 同心円でない2つの図のような円は反転より同心円にうつる。

左図のようなものに円をあてはめていき、
下図のようにあてはまるとき、





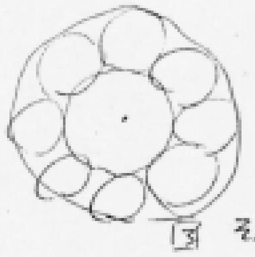
同心円にうつる円に接している部分では、それは
同心円上にうつる。

もともとこの点をとおる円を反転すると その円が反転の原点をとおっていなければ、
反転しても円になるので、それぞれの同心円上の点をとおる円にうつる。

このとき、反転前は交わっていないので、反転後も交わることはないので、

必ず、同心円の2円に接する円にうつる。

すべてこの方法でうつるので、反転後は、



同じ大きさの円が同心円の2円に接して
きっちりはまっているような図になる。

このとき、内側の円をずらしてもこれはなりたつ。

それを再び反転したとき、図1に図2とはちがうはまり方で
あらわれる。よって、図2のようにはまるなら、
どこから円を書きはじめてもやっぱりはまる。

（文責　藤本 正裕）

７節　３年間の数学　成果と今後の課題

本校ＳＳＨの目標

Ａ　自然現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てる。
Ｂ　科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒を育てる。
Ｃ　意欲的に情報を取り入れ，表現・発信していく生徒を育てる。
Ｄ　社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。

また数学科として次の仮説を立てた。

仮説

1. **理科・数学の境界領域を先端の話題にも触れながら学ぶことは、科学技術の開発に興味・関心をもって取り組む生徒を育てる。**
2. **法則や、構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てるには、そのことを意識した課題を与えてじっくり考えさせることが必要である。**
3. **同世代に向けた情報発信の機会を設定することが、意欲的に情報発信していく生徒を育てる。**

内容・方法

以上のことを実践するためのカリキュラムを作成した。特に学校独自の数学の科目として解析Ⅰ・Ⅱ、代数・幾何、確率統計、応用数学Ⅰ、応用数学Ⅱ、現代数学研究を設置した。

各科目の設置のねらい
「応用数学Ⅰ・Ⅱ」
　「自然科学から数学をつくる」「数学を自然科学でつかう」「Technologyの積極的な活用」「情報の取り入れ発信」を目標に，複雑な自然現象を分析，表現する基礎概念である「フラクタル」を教材化。
　また，コンピューターグラフィックの利用，英文テキストの使用等で，プレゼンテーションの実践力を養い，情報収集発信力をつける。
「解析Ⅰ・Ⅱ」「代数幾何」「確率統計」
　分野ごとの系統的・効率的再編。微分方程式，検定・推定なども含む。
「現代数学研究」
　数学の表現力・論理思考力・課題探究力を育成。

各科目の３年間の実際の授業進行、それぞれの科目の成果と課題は別項に挙げているのでここでは数学全体で仮説にそった成果と今後の課題を記す。

仮説に照らして成果と今後の課題

1. 理科・数学の境界領域を先端の話題にも触れながら学ぶことは、科学技術の開発に興味・関心をもって取り組む生徒を育てる。

⇨ アンケート結果にみるように数学の応用的側面を意識させることができたという成果があった。生徒の将来にどう影響するかはこれから先を見なければわからない。

理科との境界領域を先端の話題にも触れながら学ぶことは有効であったが、生徒の興味関心の持ち方で意欲に差がみられた。生徒の興味関心の多様さに対応することも今後考えるべきである。

先端の話題には数学的な理解がついていきにくいという側面があり、高校生のレベルできちんと理解できる理科と数学を有機的に結んだ学習をおこなっていくことも必要である。

2. 法則や、構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てるには、そのことを意識した課題を与えてじっくり考えさせることが必要である。

⇨ 課題に取り組んでいるときはそれほど楽しそうでなかった様子でも、そこで考えたことや得たことは意外に一度きり聞いただけの講演より生徒の中に残っているものだということがわかった。じっくり考えさせることの大切さを再認識した。

独創性を育てるということに向けた取り組みができなかった。今後生徒のレベルにあった課題の質、与え方を研究して行く必要がある。生徒がじっくりと考えることができる熟成期間を十分にあたえること、途中の話し合いや発表が生徒の刺激になること、教師の適度な方向付けが必要であることがわかった。

3. 同世代に向けた情報発信の機会を設定することが、意欲的に情報発信していく生徒を育てる。

⇨ この仮説はその通りであったと考える。発表の機会があることが動機付けとなり、質の高い内容で情報発信したいという思いが取り組みを真剣なものにし、生徒の自主性、探究心を育てることがわかった。機会をもっと増やすことを考えていい。

（文責　数学科）

附表　数学科　３ヵ年の授業内容の記録

１．2002 年度　１年生

指導要領外の内容には網掛けがしてあります

	数学Ⅰ(４単位)	数学A(２単位)	応用数学Ⅰ(１単位)
１学期前半	２次関数 関数とグラフ ２次関数のグラフ ２次関数の決定 ２次関数の最大値最小値 いろいろな関数	数と式 式の計算 等差数列と等比数列 （等比級数の和） 実数 循環小数を分数に直す 平方根	フラクタル基礎 フラクタルって何だろう Koch curve Sierpinski triangles Cantor set Tree 長さ面積等の数値の規則性
１学期後半	方程式 複素数 ２次方程式の解法　判別式 解と係数の関係 グラフと２次方程式 グラフと２次不等式 三角比・三角関数 鋭角の三角比 一般角と弧度法　三角関数	平面幾何 三角形の辺と角の大小 ２辺の和と差 三平方の定理と中線定理 平行線と線分の比 面積と比 チェバの定理 メネラウスの定理 三角形の五心	自己相似性 **A《Chaosgame》** プログラミング 正ｎ角形を描く シミュレーション レポート
２学期前半	三角関数の性質 相互関係 正弦定理と余弦定理 三角形の辺と角 三角形の面積 空間図形への応用	式と証明 恒等式 因数定理 高次方程式の解法 等式の証明 不等式の証明	プレゼンテーション **E《マンデルブロー氏による特別講演》**
２学期後半	集合 場合の数 順列 組合せ	整数の証明 命題 背理法 数学的帰納法	相似変換・集合を使って Chaosgame を考える **C《日タイ遠隔授業の準備》** **C《第１回日タイ遠隔授業》**
３学期	指数・対数 確率	いろいろな数列 漸化式 二項定理	相似次元 特別授業「金属葉の実験」 **C《第２回日タイ遠隔授業》** **C《第３回日タイ遠隔授業》**

２．2003 年度　１年生

指導要領外の内容には網掛けがしてあります

	数学Ⅰ（3 単位）	数学Ａ（3 単位）	応用数学Ⅰ（1 単位）
1学期前半	数と式 式の計算 実数 循環小数を分数に直す 平方根 １次不等式　２次方程式 黄金比 →	集合 集合と要素の個数 場合の数 順列と組み合わせ	フラクタル基礎 フラクタルって何だろう Koch curve Sierpinski triangles Cantor set Tree 長さ面積等の数値の規則性 黄金比とフラクタル
1学期後半	２次関数 関数とグラフ ２次関数のグラフ ２次関数の決定 ２次関数の最大値最小値 いろいろな関数のグラフ ２次関数のグラフ２次不等式	確率 確率とその基本性質 独立試行 期待値 命題と論証 必要条件、十分条件 論証	自己相似性 **A《Chaosgame》** プログラミング 正ｎ角形を描く シミュレーション レポート
2学期前半	三角比 相互関係 正弦定理と余弦定理 三角形の面積	方程式・式と証明 整式の除法と分数式 2 次・高次方程式 式と証明 等式、不等式の証明	Chaosgame　レポートより 生徒発表 Chaosgame でフラクタルができる原理について　まとめ 《特別授業　「自然とフラクタル」》
2学期後半	三角関数 三角関数のグラフ 加法定理 加法定理の応用 三角関数の合成	平面図形 三角形，五心 チェバ，メネラウスの定理 円 円と直線	アフィン変換の性質 **B《葉っぱの再現》** 原理説明 採寸 アフィン変換の係数計算
3学期	指数・対数 累乗根 指数の拡張　グラフ 対数の定義 対数の性質　グラフ	数列 等差数列 等比数列 いろいろな数列・極限 漸化式	コンピューターで葉っぱの再現　修正 フラクタルの相似性次元 統計的相似性次元 対数目盛のグラフ 回帰直線と相関係数

３．2003 年度　２年生

指導要領外の内容には網掛けがしてあります

	解析Ⅰ　(４単位)	代数幾何　(３単位)	応用数学Ⅱ　(1 単位)
1学期前半	図形と方程式 2点間の距離と分点 直線の方程式　2直線の関係 円の方程式　円と直線 軌跡と方程式　(コンピューター実習)	平面上のベクトル 加法　減法　実数倍 ベクトルの成分　ベクトルの内積 位置ベクトル　ベクトル方程式 ベクトルの応用	カオス 予想の限界の発見 合成関数　反復写像 固定点　アトラクター　リペラー テント写像　ロジスティック写像
1学期後半	不等式と領域 三角関数 三角関数のグラフ 加法定理　加法定理の応用 三角関数の合成 分数関数　逆関数　無理関数	空間におけるベクトル 空間の座標･ベクトル　成分 空間ベクトルの内積 空間の位置ベクトル 空間のベクトルの利用 直線･平面の方程式	周期点とカオス　初期値の敏感性 ロジスティック写像の周期倍化分岐 特別授業「カオスの意味と現実世界におけるカオス」 **D《 レポート課題》**
2学期前半	数列の極限　無限等比数列 無限級数　無限等比級数 関数の極限　三角関数と極限　連続関数 微分係数と導関数　導関数の計算 関数の増減極大極小　グラフ　(整式のみ) 最大最小　(整式のみ)	複素数平面 極形式 乗法･除法 ド･モアブルの定理 複素数と図形	レポート課題プレゼン プログラミングの基礎 VISUALBASICの編集画面 変数定数 数学座標から画面座標への変換 特別授業「フラクタルの応用」
2学期後半	合成関数の導関数　三角関数の導関数 対数関数　指数関数の導関数 高次導関数　接線と法線	行列 行列の計算 逆行列と1次方程式 １次変換	周期倍化分岐図 プログラミング 2つの周期倍化分岐図の関係 **E.特別授業「カオスの応用」**
3学期	平均値の定理　関数の増減　極値 第2次導関数と極大極小 曲線の凹凸･概形 方程式不等式への応用　速度と近似式 微積分の基本定理 不定積分　定積分 積分法と微分法 定積分と面積	2 次曲線 楕円 双曲線 放物線	Manderbrot 集合とJulia集合 コンピューターによる課題実習

4．2004 年度　１年生

指導要領外の内容には網掛けがしてあります

	数学Ⅰ（3 単位）	数学A（3 単位）	応用数学Ⅰ（1 単位）
1学期前半	数と式 式の計算 実数 循環小数を分数に直す 平方根 １次不等式　２次方程式	集合 集合と要素の個数 場合の数 順列と組み合わせ	フラクタル基礎 パソコンでフラクタルを描く為のプログラミング基礎
1学期後半	２次関数 関数とグラフ ２次関数のグラフ ２次関数の決定 ２次関数の最大値最小値 いろいろな関数のグラフ ２次関数のグラフ２次不等式	確率 確率とその基本性質 独立試行 条件付き確率 期待値	フラクタル基礎 パソコンでフラクタルを描く為のプログラミング基礎 パソコンで描いた図形の相似性の証明
2学期前半	三角比 相互関係 正弦定理と余弦定理 三角形の面積	命題と論証 必要条件、十分条件 論証 方程式・式と証明 整式の除法と分数式 2 次方程式	数学の問題の一般化 e-教室 論理的表現の練習 図形の性質の表現
2学期後半	空間図形の計量 三角関数 三角関数のグラフ	高次方程式 等式、不等式の証明 平面幾何 三角形の辺と角の大小 ２辺の和と差 三平方の定理と中線定理 平行線と線分の比 面積と比	e-教室 循環小数の計算 分数に直さずに工夫して計算する 図形の性質の表現
3学期	三角関数 加法定理　加法定理の応用 三角関数の合成 図形と方程式 2点間の距離と分点 直線の方程式　2直線の関係	チェバの定理 メネラウスの定理 三角形の五心 数列 等差数列 等比数列 いろいろな数列・極限	６辺の長さが決まっている四面体の体積 e-教室 アルゴリズムの記述 ゲームを定義する事による正確な記述の練習 法則を満たす数の個数を調べることで生じた数列の分析

５．2004 年度　２年生

指導要領外の内容には網掛けがしてあります

	解析Ⅰ　(４単位)	代数幾何　(３単位)	応用数学Ⅱ　(1 単位)
1学期前半	図形と方程式 2点間の距離と分点 直線の方程式　2直線の関係 円の方程式 円と直線 軌跡と方程式	数列 数学的帰納法 平面上のベクトル 加法 減法 実数倍 ベクトルの成分 ベクトルの内積 位置ベクトル ベクトル方程式 ベクトルの応用	いろいろなものの次元を測る レポート作成
1学期後半	不等式と領域 三角関数 三角関数のグラフ 加法定理 加法定理の応用 三角関数の合成 分数関数 逆関数 無理関数	空間におけるベクトル 空間の座標･ベクトル 成分 空間ベクトルの内積 空間の位置ベクトル 空間のベクトルの利用	カオス 予想の限界の発見 合成関数 反復写像 固定点 アトラクター リペラー
2学期前半	数列の極限 無限等比数列 無限級数 無限等比級数 関数の極限 三角関数と極限 連続関数 微分係数と導関数 導関数の計算 関数の増減極大極小 グラフ (整式のみ) 最大最小 (整式のみ)	球･直線･平面の方程式 行列とその応用 行列 行列とその応用 1次変換	*2学期3学期は科学英語との合同授業* 光の速度 英文テキストを読む フェルマーの原理からスネルの法則を導く テキストどおりの実験をする 実験結果と数学的計算をあわせて水中の光の速さを求める
2学期後半	合成関数の導関数　三角関数の導関数 対数関数 指数関数の導関数 高次導関数 接線と法線 平均値の定理	いろいろな曲線 2次曲線 放物線, 楕円, 双曲線	第1回タイ日遠隔協同学習 発展実験を考える
3学期	関数の増減 極値 第2次導関数と極大極小 曲線の凹凸･概形 方程式不等式への応用 速度と近似式 微積分の基本定理 不定積分 定積分 積分法と微分法 定積分と面積	媒介変数表示と極座標 確率分布 条件付確率と乗法定理 確率分布	発展実験を実施する 第2回タイ日遠隔協同学習

６．2004 年度　３年生

指導要領外の内容には網掛けがしてあります

	解析II（２単位）	確率統計（２単位）	現代数学研究（３単位）
１学期	積分の応用 面積 体積 曲線の長さ　速度と道のり	条件付確率 確率の独立と従属 確率の計算 確率と漸化式 確率変数と確率分布 期待値と分散 二項分布	モーレーの定理 円に関する閉形定理 相加平均・相乗平均に関する いろいろな証明法 整数論 最大公約数と最小公倍数, ユークリッドの互除法, １元不定方程式、素数, 合同式，オイラーの関数, フェルマーの小定理, オイラーの定理
２学期	微分方程式 微分方程式とは 直接形 変数分離形 y'=F(ax+by+c)の形 2 階線形微分方程式	資料の整理 平均値　分散　標準偏差 共分散 回帰直線（最小 2 乗法） 相関係数 推定	存在の証明 中間値の定理, １次元不動点定理, 円周の直径対点の定理, ホットケーキの定理 入試問題演習

２章　理科

１節　生命科学

生命科学Ⅰ

生物科ではＳＳＨ研究の研究課題『科学技術研究・開発に意欲的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』を実現するために，学校独自科目として「生命科学Ⅰ」（平成１４年度は「生物ⅠB」で実施），「生命科学Ⅱ」（平成１６年度は「生命科学」で実施）を設定した。その科目設定の意図は下記に示すとおりである。本項における平成１６年度生命科学Ⅰとは，ＳＳＨ３期生である１年生に対して実施した学校設定科目を指す。これは旧課程の生物ⅠＢを継続・発展する形で実施したものである。これは平成１４年度より実施され，本年度で３年目の実施となる。

主な取り扱い単元は，生体の構造と機能（４～５月），生体内の化学反応・酵素（６月）生命の連続性・生殖と発生（７～９月），生体体内の化学反応・同化と異化（１０月），遺伝と変異（１１～２月）である。平常授業については資料編に示しておく。

＜科目設定の意図＞

２１世紀は，生命科学の世紀，遺伝子の世紀などとよばれる。生命科学Ⅰ・Ⅱでは，生命現象について分子レベルでのアプローチを試みるとともに，農学・医学・薬学分野での応用について学ぶ。特に１年次の生命科学Ⅰでは，生命科学Ⅱの基礎とするため，幅広く様々な生命現象について概観する。

＜仮説＞

理科全体においては次のＡ～Ｄの仮説が挙げられている。

Ａ　自然現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒
Ｂ　科学技術の開発に興味・関心を持って創造的に取り組む生徒
Ｃ　意欲的に情報を取り入れ，表現･発信をしていく生徒
Ｄ　社会における科学技術のあり方を考えられる生徒

生命科学Ⅰでは理科における仮説Ａ～Ｄをもとに，次のような仮説ａ～ｄに置き換えた。生命現象を生物が持つ共通性を通して理解することを試みるとともに，自然界と生物の関わりの中で見られる生物の多様性を遺伝子レベルと結び付けていく，また，さまざまな単元において効果的に多くの実験・実習を行うことにより，下記のような生徒が育つ。

ａ　生命現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒
ｂ　生命現象に興味・関心を持って創造的に取り組む生徒
ｃ　意欲的に情報を取り入れ，表現･発信をしていく生徒
ｄ　科学技術のあり方を考えるための，豊かな生命観・自然観を身につけた生徒

本研究の研究課題を実現するために設定した４つの目標を達成するにあたり，具体的に下記の７つの方法が挙げられている。

①理科・数学の授業時間増
②理科・数学境界領域の教材開発
③理科実験実習の一層の重視
④「その他の科目（文系関連も含む）」の設置
⑤大学・企業，研究機関による指導
⑥地方自治体（京都府等）の教育・研究活動との連携強化
⑦クラブ活動等発表・発信の場の設定

上記の①～⑦の方法についての状況は生命科学Ⅰの評価に示しておく。

＜取り組み概要＞

・研修
Ⅰ．研究室訪問　京都大学木質科学研究所『シロアリから何を学ぶか？』
Ⅱ．臨海実習『ウニの発生の観察，魚類心理学』
Ⅲ．研究室訪問　京都工芸繊維大学『大腸菌の形質転換，体験・ＰＣＲ』
・授業内容

イントロダクション
第１部　生命体の構造と機能
　　第１章　細胞の構造
　　第２章　細胞の増殖
　　第３章　単細胞生物から多細胞生物へ
第２部　生体内の化学反応
　　第１章　化学反応と酵素
　　第２章　異化
　　第３章　同化
第３部　生命の連続性
　　第１章　生殖
　　第２章　発生
　　第３章　遺伝と変異
第４部　生体の反応と調節
　　第１章　刺激の受容と興奮
　　第２章　動物の行動

単　　元	配当時間	研　　修	主な実習	備　　考
イントロダクション	２時間			
第１部　生命体の機能と構造				
第１章　細胞の構造	１０時間		★顕微鏡の使い方 (1)クリーニング (2)ミクロメーターの使い方 ★細胞の観察 ★原形質分離の観察と限界原形質分離	新入生オリエンテーション (京都教育大学) V：ゾウの時間・ネズミの時間
第２章　細胞の増殖	６時間		★体細胞分裂の観察	
第３章　単細胞生物から多細胞生物へ	７時間	5/27 京都大学生存圏研究所見学	★シーチキンの観察 ★ゾウリムシの観察	*１学期中間考査*
第２部　生体内の化学反応				
第１章　化学反応と酵素	８時間		★カタラーゼの働き ★ウミホタルの発光	 V：発光生物
第３部　生命の連続性				
第１章　生殖	６時間			V：ヒドラの生殖 *１学期期末考査*
第２章　発生	１０時間		★作業：ウニの発生	
		8/19 ～ 8/23 臨海実習		
				V：イモリの再生
第２部　生体内の化学反応				
第２章　異化	８時間			
第３章　同化	１２時間		★ペーパークロマトグラフィー ★モーリッシュの死環	*２学期中間考査*
第３部　生命の連続性				
第３章　遺伝と変異	２５時間		★ DNA 模型の作製 ★だ液腺染色体の	V：生物の多様性 アマゾン

			遺伝子組換え実習/京都工芸繊維大学（１月３１日実施）	観察 ★ショウジョウバエの変異個体の観察	*２学期期末考査* V：フューチャーイズワールド
第４部　生体の反応と調節					
	第１章　刺激の受容と反応	６時間		★ブタの眼球の解剖 ★盲点の検出	

※網掛け部分は未実施単元を指す。
※動物の行動，恒常性，生物の集団は３年次生命科学Ⅱで実施する。
※研修等の内容等に合わせて，単元が前後している箇所がある。
※第３部第３章『遺伝と変異』については，遺伝子組換え実習に関わり，遺伝子とタンパク質合成，オペロン説等，生物Ⅱの範囲についても行っている。
※現行の生物Ⅰではほとんど扱っていない呼吸や同化を分子レベルまで触れている。
※授業内容等の詳細については，「資料編」参照。

＜研修＞

Ⅰ．研究室訪問　京都大学木質科学研究所『シロアリから何を学ぶか？』

１．目的
（１）シロアリについて知り，研究方法に触れる。
（２）生存圏研究所について知る。

２．意図・目標
シロアリの研究を糸口として，生存圏研究所を見学し，生物学のみならず物理学，化学など様々な学問領域にまたがる研究に触れる。また，実習を通して研究方法の一端を体験する。

３．事業の概要
（１）期日　　２００４年　５月２８日（月）
（２）引率　　松浦直樹（講座担当），井上嘉夫（理科生物科）
（３）指導講師　京都大学生存圏研究所　吉村　剛　助教授
（４）日程　　学校発　　１３時３０分
講義　　１４時３０分～１５時３０分
実習・見学　１５時３０分～１６時３０分
（劣化制御分野，木質材料実験棟，材鑑調査室）
（５）事後学習　シロアリの腸内細菌の観察

４．事業の結果
約１時間，シロアリの生態や世界のシロアリ，シロアリとヒトの生活との関係，シロアリの研究から何がわかるか（できるか）についての講義を受けた。その後，３班に分かれて劣化制御分野，木質材料実験棟，材鑑調査室の３カ所を順番に見学した。実験棟では蛍光顕微鏡を用いたメタン細菌の観察や微量元素の検出法の実習を行った。シロアリと共生細菌との関わりや自然界でのつながりを考えることもできた。

５．評価
結論：目標は達成できたと考える。
理由
講義においては，シロアリの研究を通して，たとえば難分解性物質の分解などの環境　保護に関係する分野まで様々な研究分野が広がることを知った。また，木質材料実験棟での実習では実際に機器に触れることができ，積極的な活動が見られた。さらに，材鑑調査室の見学では，工学的見地や歴史的見地など様々な視点から木材を考えることを学べた。

６．課題
３カ所の見学だけでなく実習も行ったために時間が少なかった。当初の目標は達成で　きたが，それぞれの内容が非常に興味深いものであるため，充分に時間をかけて実施することも検討してみる必要がある。相手のあることなので調整が必要であるが，できれば１日以上のプログラムが実施することができれば，より関心が

高まると考える。さらに，生存圏研究所におけるこの研究室の役割や位置づけについても深く理解することができるであろう。

7．生徒の感想より

・シロアリの腸を蛍光顕微鏡で見たとき，メタン菌が緑色に光っているのにとても驚きました。メタン菌やシロアリが発生させている水素をエネルギーとして使用できないかという課題を研究しておられる大学の研究者の皆さんは，とても熱心でした。材鑑調査室で見たあの木の種類の多さにはとても驚きました。身近にあり過ぎて知らないことはたくさんあります。私たちの身近なものを研究することはとても奥が深いことです。私もそのような研究をしてみたいと思いました。

・生存圏研究所は大学院生や研究員などが研究される場所で，研究のための施設を見学できる機会はなかなかなく，とても良い経験ができたと思います。学校では見ることのできない多くの貴重な標本も見ることができ，興味深い話もたくさん聞けました。環境についても少しは考えることができました。植物は環境や生態系に大変関わっていて，地球環境を左右すると言えます。木質資源を再生することを考えていく必要があります。

・シロアリは害虫というイメージが強かったが，分業化が進んでいたり，様々な生物と共生していることを聞いて，意外にも高度な生活をしていることを初めて知った。また，エネルギーの大部分を原生生物やバクテリアが生成するものに頼っていることにも驚いた。シロアリは害虫としてだけでなく，木質資源の有効利用という点でも注目されているらしく，なかなか興味深かった。シロアリ一匹でこれほど奥深いものだと感じた。

Ⅱ．臨海実習『ウニの発生の観察，魚類心理学』

1．目的

（1）ウニの発生の観察と標本の作製

（2）磯生物の観察・採集

（3）魚類心理学を学ぶ

2．意図・目標

（1）ウニの発生の観察と標本の作製

ａ．生物現象の進行に合わせた観察実習の体験をさせる。

ｂ．普通コースで実施する『ウニの発生の観察』のための標本を作製する。

（2）磯生物の観察・採集

ａ．自らの手で採集したウニを観察対象とすることで意欲の向上を図る。

ｂ．ウニの生息環境や自然にも目を向けさせる。

ｃ．シュノーケリングを経験させる。

（3）魚類心理学を学ぶ

ａ．魚類心理学とはどのような学問なのかを知る。

ｂ．研究者による研究の紹介を通して，科学的研究の方法を学ぶ。

ｃ．研究することの楽しさを感じさせる。

3．事業の概要

（1）期日

A団　２００４年7月１９日(月)～7月２１日(水)　２泊3日　（２０名＋２名）

B団　２００３年7月２１日(水)～7月２３日(金)　２泊3日　（２０名）

（2）研修・宿泊場所

京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所

京都府舞鶴市字長浜無番地　(TEL0773-62-5512)

（3）指導講師，引率団

①指導講師

益田玲爾　助教授　(魚類行動学，魚類心理学)

上野正博　助手　　(水産海洋学，数理生態学)

②引率団

A団

総括・進行　　松浦直樹（講座担当）

生活指導・渉外　　井上嘉夫（理科・生物）
実習補助　　木村富貴子（実習助手）
河野司明（実習助手・ＴＡ）
看護士　　１名

Ｂ団
総括・進行　　松浦直樹（講座担当）
生活指導・渉外　　井上嘉夫（理科・生物）
実習補助　　土屋　愛（実習助手）
河野司明（実習助手・ＴＡ）
看護士　　１名

（４）事前学習

平常の授業内容を生殖・発生分野に変更して，受精やウニの発生を中心に事前学習を行った。内容は次の通り。

①生殖
②受精
③卵の種類と卵割
④ウニの発生・胚の名称と各部の名称

（５）日程

	Ａ　団	Ｂ　団
７／１９（月）	**８：００ 学校集合・出発** １１：３０ 実験所到着 器材搬入 昼食 あいさつ・諸注意 １３：４５ 実習準備 １４：００ 実習開始 人工授精・観察 １８：００ 適宜入浴・夕食 １９：３０ ウニ発生継続観察 ２３：００ 消灯・就寝	,
７／２０（火）	７：００ 起床・朝食 ８：００ ウニ観察 適宜休息 １１：００ 磯観察出港 ↓ 現地にて昼食 １７：００ 磯観察寄港 １８：００ 入浴・夕食 １９：３０ 講義１ 『磯の生物 昼と夜の生態』 ２１：３０ ウニ観察 ２３：００ 消灯・就寝	
７／２１（水）	７：００ 起床・朝食 ８：００ ウニ発生継続観察　記録整理 １０：００ 講義２	**８：００ 学校集合・出発** １１：３０ 実験所到着 器材搬入 昼食

	『魚類心理学』 『磁観察まとめ』 １２：００ 後片付け。昼食 １２：３０ 実験所出発 **１６：３０ 学校到着**	あいさつ・諸注意 １３：４５ 実習準備 １４：００ 実習開始 人工授精・観察 １８：００ 適宜入浴・夕食 １９：３０ ウニ発生継続観察 ２３：００ 消灯・就寝
７／２２（木）		７：００ 起床・朝食 ８：００ ウニ観察 適宜休息 １１：００ 磁観察出港 ↓ 現地にて昼食 １７：００ 磁観察寄港 １８：００ 入浴・夕食 １９：３０ 講義１ 『磁の生物 昼と夜の生態』 ２１：３０ ウニ観察 ２３：００ 消灯・就寝
７／２３（金）		７：００ 起床・朝食 ８：００ ウニ発生継続観察 記録整理 １０：００ 講義２ 『魚類心理学』 『磁観察まとめ』 １２：００ 後片付け。昼食 １２：３０ 実験所出発 **１６：３０ 学校到着**

（６）主な団体装備

生徒用顕微鏡（２０），顕微鏡照明装置（５），検鏡用具，管瓶（多数）

４．事業の結果

（１）ウニの発生の観察と標本の作製

①ウニの入手実験所に採集を依頼した。また，本校教諭も採集にあたった。

②睡眠の確保生物現象に合わせて発生の観察をさせる目的ではあったが，２日目の磁観察での体力の消耗が激しいと予想されたため，本年度も最低６時間の睡眠時間を確保させた。Ａ，Ｂ団とも６時間の時間差をつけて発生を進行させた。

③生徒の様子については比較的フリーの時間が多かった。昨年度に比べると卵が成熟しておらず発生の進行が思わしくなかったが，卵割時のくびれ，孵化の瞬間など次々と変化していく胚の様子を熱心に観察・スケッチしていた。

（２）磁生物の観察・採集

①行程

１０：３０　ウェットスーツ合わせ
１１：００　乗船・積み込み
１１：４０　現地着（田井）
磁観察Ⅰ
昼食（弁当）・休憩
１３：００　磁観察Ⅱ
１６：００　乗船

１７：００　　帰港

②生徒の様子

両団とも天候・水温に恵まれ，時間一杯磯観察をすることができた。埠頭から直接磯に出られる場所にしたため，着替えや移動等がスムーズに行えた。実験所で事前練習を行いシュノーケリングによる観察は，興味を持って取り組んでいた。各自が興味を持った生物の採集も多数集まった。遊泳する大型魚やタコ，ウニ，クラゲなども観察でき大変好評であった。また，ウニの生息地を知るとともに，多くの生物が複雑に関わりながら生きている自然環境を目の当たりにできたことに好奇心が刺激されていた。

（３）魚類心理学を学ぶ

①磯の生物，昼と夜の生態

２日目の夜に，磯観察で採集した生物を観察した。昼と夜の活動の違いについて説明を受けその多様性を学んだ。また，学生，院生等の実験装置や研究内容の紹介を受け，その行動解析の発想や手法に興味・関心を抱く生徒が多かった。講義の後も長時間にわたり多くの生徒が先生や院生に質問をしていた。３日目には魚類心理学についての講義を受け，行動解析の発想・手法のみならずデータとその考察の解説を受け，さらに強い興味・関心を持った生徒が多かった。

５．事業の評価

結論：来年度からＳＳＨクラスは編成されないが，希望者を募って実施することが望ましいと考える。

理由

総じて，生徒の取り組みは熱心であった。生徒の感想からは，体力を要したが種々の体験ができたことや新たな発見に好奇心をかき立てられたなど好評であった。また，生き物が生活する自然環境を肌で感じることは，自然科学を志す生徒にとっては何ものにも代えがたい経験になると考える。

①昨年度同様２団編成（２０名）で実施した。

結論：来年度実施するのであれば同様に２０名１団とするのが望ましいと考えている。

理由

引率者・指導講師ともに行き届いた指導ができた。また，本年度の磯観察では遊泳能力別に斑編成をした上で，各班に１名ＴＡまたは本校教諭が付き添うことにより，生徒の状況が把握しやすかった。さらにきめ細かな指導も可能となった。来年度からについては，２団編成にすることは，本校教員の配置やバスの借り上げ，看護師雇用費用等の面から一考の余地がある。

②実施場所（施設）：実験所での実施

結論：来年度も実験所での実施が望ましいと考える。

理由

多くの専門家のもとでの実習が可能である。施設・設備が整っておりウニの発生の観察以外でも，研究室を身近に見ることができ，必要にして十分な実習が可能である。天候等の急変による日程の変更に対しても，専門家による講義等の対応が可能であり安心して実施できた。また，生徒と先生・学生・院生との会話も可能であり，様々な知識を個々の生徒の興味・関心に合わせて得ることができた。

③実施時期：夏期休業中の実施

結論：夏期休業中の実施（できれば第１週目）が望ましいと考える。

（ア）生徒の立場から

期末考査終了直後で，精神的・肉体的疲労が大きい中で，十分な休養と心の準備をして臨むことができる。

（イ）引率者の立場から

学期末の業務を終了してからの実施で，ある程度余裕を持って取り組める。実験所で行うのであれば，人数に制限もあり大幅に装備を減少させることができるので，ウニの産卵に合わせた夏期休業第１週目の実施がよいと考える。夏期補習の実施時期と重なるため，補習担当・引率教官の調整，研修旅行の引率との調整が必要となる。

（２）ウニの発生の観察と標本の作製

結論：ウニの発生についてはおおむね達成できたが，標本作製については当初の目標を達成できなかった。

理由

本年度は，発生がうまく行われず，標本を作製できるような試料が得られなかった。また，何度も媒精を繰り返したものの，時間的に観察するのが精一杯であった。時期的に少し早く卵が成熟しきっていなか

ったと思われる。B団の方ではA団に比べると比較的順調に発生が進んだが，やはり標本を作製できる試料が得られなかったのが残念である。観察については熱心に継続して行っていた。個人差はあるが，スケッチも充分行っており，卵割の細かい様子もとらえられていた。昨年同様，２日目の磯観察にも重点を置き，徹夜での観察は行っていない。時間差をつけて発生させ，その範囲の中で生命現象に合わせた観察で十分と考える。

（３）磯生物の観察・採集

結論：当初の目標をほぼ達成したと考える。

理由

ウニが実際に生きている環境を直接見て，触れて，肌で感じることができ，生徒にとって大きな経験となったようであり，ウニの発生の観察においても効果的であった。天候などの条件にも恵まれ，多様な生物や海中の様子を長時間にわたって観察することができた。昨年度から実施しているシュノーケリングは好評であった。

（４）魚類心理学を学ぶ

結論：当初の目標をほぼ達成したと考える。

理由

２日目夜の講義では，昼と夜の生態比較では生徒自身が採集した生物の観察となったので大変熱心に話を聞いていた。また，講師の先生や学生の研究内容・方法の説明に興味を持ち，科学的な思考力を育成する上で効果的であった。講義の後も熱心に質問を続けていた生徒が多かったことからもそのことがうかがえる。３日目朝の講義では，講師の先生が過去あるいは現在取り組んでいる研究についての着想，研究目的，方法，結果，考察を聞き，魚類心理学に興味を持つだけでなく，科学の方法を学ぶことや科学的思考の育成に効果的であったと考える。実習後，あるＴＶ番組に講師の先生が出演され，同じような内容の話をされており，番組をみた生徒はより身近なものに感じたようである。

（５）上級生の参加について

結論：上級生が指導的立場で参加することは望ましいと考える。

理由

本年度は，指導的な立場で２年１名，３年１名の生徒が参加した。実習の演示や手順説明，発生の様子などの解説を行ってくれた。生徒にとってはいい影響を与えたようである。

６．課題

（１）引率団について

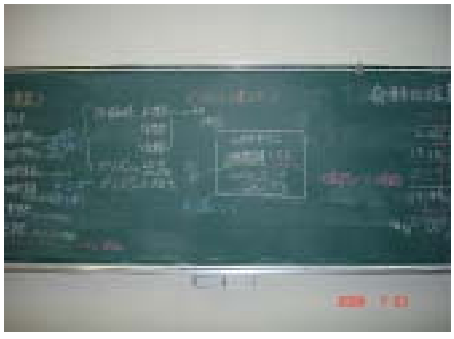
①教官は，２名必要と考える。生物担当教官が２名付き添えるのが好ましいが，生物担当教官１名と他１名の組み合わせも検討が必要である。

②看護士の付き添いは磯観察の日のみとした。不調者はほとんどなかったが，担当教官が緊急事態に対応できるよう準備し，生徒の健康状態を常に把握しておく必要がある。

（２）磯観察について

本年度は，昨年度の反省をふまえて，生徒の安全をより確保できた。バディーシステムを取り入れ，生徒数名に対してスタッフを１名付き添わせることにより，生徒の確認が容易になった。こちらの意図をしっかり伝えるためにも，実験所スタッフとの入念な打ち合わせが必要である。

磯観察実施場所



実習のポイントを上級生が板書

講義Ｉ『磯の生物昼と夜の生態』
を聞く生徒達

ウニの胚を観察する生徒達

７・生徒の感想より

・ウニの発生過程の観察は，最初のうちとても忙しかった。いつものように，実験する準備が用意してあるのではなく，自分たちでウニを「散髪」したり，注射して放卵や放精させたり。プリズム幼生くらいからはとてもきれいだった。あらためて生命はうまくつくられてるなと実感した。磯観察では，ウニが岩の陰に張り付いているのはだいたい予想していたが，あんなにしっかりと張り付いているとは思わなかった。普段空気中に出た魚しか見ていないので，水中で泳ぐ魚があれほどきれいだとは思わなかった。あれが本来の姿だと思った。実験所で研究しておられる方々は，皆自分でテーマを見つけ，自分で実験方法まで考えておられました。そういうのがとても楽しそうに思えた。

・一番印象に残ったのは磯観察でした。海で泳ぐのも初めての私は，普通に魚が泳いでいること，海水が塩辛いことなどあらためて感動することばかりでした。海の中があれほど美しいとは思っていませんでした。それに多くの海の生物に触れることもでき，いい経験になりました。海の生物における夜の行動学や魚類心理学の講義はとても面白く，ためになる内容でした。心から楽しんでメモを取ったり，いろいろと質問することもできました。講義を通して感じたのは，自分で疑問やテーマを設定して，それを次々と発展させて考えていくことの面白さです。なぜ魚が群れるのか？という疑問から，実験によって相互誘因性を証明し，さらにＤＨＡとの関係を調べ，視蓋の違いまで到達する。こういった「実験による証明」を踏まえて，さらに物事を追求していくところにとても興味を持ちました。

Ⅲ．研究室訪問　『大腸菌の形質転換』

１．目的

（１）研究者（教官，大学院生ら）の指導のもと，実習を行う。

（２）大腸菌の形質転換，ＰＣＲを経験する。

（３）光るカイコを観察し，その作成意義を知る。

２．意図・目標

（１）研究スタッフらとともに実習を行うことで，学習意欲を高める。

（２）研究者の生の声を通してそれらの研究意義や社会とのつながりを感じさせる。

３．事業の概要

（１）期日　　２００５年　１月３１日（月）

（２）引率　　松浦直樹（教科担当）

（３）指導講師　森肇助教授（京都工芸繊維大学繊維学部）

（４）日程　　１４：２０　　現地集合

１４：３０～１６：３０　　実習

（５）事前学習

４時間　ＤＮＡの構造・複製，タンパク質の合成，形質の発現，オペロン説
原核生物の形質転換，真核生物における遺伝子組換え
ＤＮＡ塩基配列の解明法

（６）事後学習

１時間　形質転換の作業確認，形質転換大腸菌の観察

４．事業の結果

今年度も，研究者とともに実習を行うことを主目的とした。各班（４名１班）に各１名の補助スタッフ（１０名）に付き添っていただき，できるだけ生徒と会話していただくことをお願いした。器具の使い方や操作の意味，また原理の説明など，コミュニケーションも活発に行われ，研究への関心を深めさせることができた。

大腸菌の形質転換は，昨年度と同様の内容で実施した。事前学習に時間をかけたので概ね理解はできていた。１学期に成体構成物質について一通り学習したことも効果的であった。ヒートショック法については森先生より説明があり，生徒自らが体験することができた。

今後，生徒やこの事業が大学やスタッフへ与えた影響を考察するため，本年度も大学側へアンケートの実施を依頼することを考えいている。

５．評価

目標（１）は達成できた。来年度も実施したい。ＰＣＲ法や電気泳動による解析等，今後の学習への関心が高められたと思われる。

目標（２）については，遺伝子工学に期待される役割や環境への影響について考える生徒がみられた。社会とのつながりは，少なからず感じることができたようである。

６．課題

昨年同様のスタイルで行ったので，スタッフの動きがスムーズであった。これが定着していくのであれば，今後の実施についても容易になると思われる。なお，ＰＣＲ法や電気泳動，プラスミドの抽出等の実習を３年次に予定している。

７．生徒の感想より

・マイクロピペットは，学校で練習したよりさらに少量をとる場面もあって大変だった。本格的な機材を使っての実験はなかなかできるものではないと思うんで，とても貴重な体験だった。光るカイコも見せていただいたが，いい経験になった。
・大学の先生や学生の方が丁寧に説明してくださったので，とてもわかりやすかった。コンラージ棒を用いて大腸菌液を塗り広げるのが難しく，培地にひびが入ってしまった。どうなるかと不安だったが，学校で見るときれいにコロニーができていて安心した。
・今回，この実験をするのに，様々な細かい正確な作業があったので大変でした。マイクロピペットもなかなかうまく扱えずに苦労しました。学校での培養も予想通りうまく結果が出たので良かったです。この実験は細かい作業が多くて大変だったが，いろいろと勉強になりました。

＜生命科学Ⅰの評価＞

〔研究・方法・検証〕

上記で示した具体的方法①～⑦についての状況は以下の通りである。

①理科・数学の授業時間増

普通コース理科総合２単位時間に対して自然科学コース４単位時間で実施した。

②理科・数学境界領域の教材開発

特に単元設定はしなかった。

③理科実験実習の一層の重視

基礎的な知識や技術を身につけるため，当初より実験・実習を行っている。本年度の臨海実習では上級生が指導的立場で２名参加し，１年生によい影響を与えてくれた。今後は遺伝子実習等も予定している。

⑤大学・企業，研究機関による指導

生徒実習として，京都大学生存圏研究所にてシロアリ実習，京都大学フィールド科学研究センター舞鶴臨海実験所にて臨海実習，京都工芸繊維大学にて遺伝子組換え実習を予定している。事前学習については，先方と連携をとりながら十分に行った。

教員研修として平成１５年度末から１６年度にかけて，教員研修として企業研究所，大学研究室見学を実施した。また，大学研究所，大学研究室を訪問して遺伝子組換え，およびＤＮＡ解析に関わる技術研修を行った。

⑥地方自治体（京都府等）の教育・研究活動との連携強化

教師間では，ＳＳＨ研究指定校である立命館高校での共同研修や京都府生物教育会の研修会企画・参加によって，新たな教材開発に取り組んだ。生徒の取り組みは行っていない。

⑦クラブ活動等発表・発信の場の設定

文化祭企画において３学年揃ってＳＳＨの活動（１年は臨海実習の展示）を行った。本年度行われた日英高校生サイエンスワークショップＩＮ京都２００４（立命館大学草津キャンパス）には本講座の生徒が２名参加している。また，各大学で行われているサイエンスキャンプへ積極的に参加する生徒が見られる。

〔生命科学Ⅰの仮説に対する検証〕

資料編に生命科学Ⅰで実施したアンケートを示している。

【仮説ａ】生命現象の法則性の理解を実習における予想と結果およびその考察から，意欲的に根気よく取り組む態度を実習態度・レポートおよびアンケート調査から検証した。また意欲についてはアンケート調査から検証した。レポートを作成する中で，論理的に説明していく能力にやや弱さが見られるが，文章力や考察力はある程度ついたと考える生徒が多い。多くの生徒はさまざまな場面で，根気よく取り組む姿勢が見られた。【仮説ａ】はおおむね達成できたと考える。論理的思考力については，生命科学Ⅱで遺伝子実習等を多く取り入れていく中でさらに培いたい。

【仮説ｂ】検証実験を中心に実施するため，興味・関心は実習態度やレポートから，また，創造性についてはアンケート調査から検証した。創造性がついたと解答した生徒は１名で，創造性を発揮させる，またはつけさせる場面が少なかったと思われる。興味・関心については，好奇心･観察力・探究心等で多くの生徒が身についたと考えている。興味・関心を持たせる点については達成できたと考える。

【仮説ｃ】生命科学の研究を進める上で重要な情報収集能力，処理技術，表現能力，発信能力については，レポートによる検証を行う。また，生命科学Ⅱを履修する際にこれらの点について再度確認・検証していく必要がある。レポートについてはおおむね良好な状態で提出されており，生徒の能力が高いこと，高くなってきたことが認められる。文章力・レポート作成能力の力がついたと回答する生徒も多く，生徒自身がレポート作成に大きな力を注いだことが見受けられる。生徒によっては，自分で情報を集め，実習内容等の補足をし，それをレポートとしてまとめている。総合的なレベルが高いことを示すレポートも少なからず見受けられた。【仮説ｃ】についてはおおむね達成できたと考えるが，発信能力，特に対外的に積極的な情報発信をする力を今後しっかりとつけさせたいと考える。

【仮説ｄ】個々の生命観や自然観を確認することは困難であるが，授業や実験･実習での取り組み方や捉え方からおおよそ検証できる。臨海実習では熱心にウニの発生を観察し，磯観察や夜の動物行動学では，生物が生息する自然環境に対する理解や関心が高められたと考える。アンケートⅣの結果から見ても，好奇心，観察力がついたという生徒が多い。アンケートⅤにおいても①，②では大半の生徒が生物や自然に興味を持った，知りたいと思ったと答えている。これは生物や自然を調べる上で大切な資質であり，探究心や論理的思考力を育むのにあまりつながらなかったことは残念ではあるが，望ましいことではある。【仮説ｄ】はおおむね達成できたと考える。得られた資質をもとに，生命科学Ⅱでどのように展開していくかが課題となる。

〔アンケート結果〕回答数３８名

Ⅰ

評価（５段階）	5	4	3	2	1
①シロアリ実習	７（18.4%）	２０（52.6%）	９（23.7%）	２（ 5.3%）	0
②臨海実習	２６（68.4%）	１０（26.3%）	１（ 3.0%）	１（ 3.0%）	0
③形質転換	１０（26.3%）	２４（63.2%）	２（ 5.3%）	２（ 5.3%）	0

実人数を示す

Ⅳ　上位６つの力を挙げた。

ついた力	好奇心	観察力	文章力・レポート作成能力	考察力	探求心	やる気
実人数	２７（71.1%）	２７（71.1%）	２１（55.3%）	１５（39.5%）	１１（28.9%）	７（18.4%）

実人数を示す

Ⅴ

評価（５段階）	5	4	3	2	1
①	１２（31.6%）	２０（52.6%）	４（10.5%）	２（ 5.3%）	0
②	１０（26.3%）	１６（42.1%）	９（23.7%）	３（ 7.9%）	0

③	１（ 3.0%）	６（15.9%）	８（21.1%）	１７（44.7%）	６（15.9%）
④	０	８（21.1%）	１０（26.3%）	１７（44.7%）	３（ 7.9%）
⑤	４（10.5%）	１０（26.3%）	１８（47.4%）	５（13.2%）	１（ 3.0%）
⑥	８（21.1%）	２１（55.3%）	４（10.5%）	４（10.5%）	１（ 3.0%）

実人数を示す

（文責　松浦直樹）

生命科学II

（注）2004 年度 SSH ３年生を対象にした本講座は，学校独自科目「生命科学」という名称で計画書を提出し実施した。これは，2002 年度（SSH １年目）SSH １年生は，従前の指導要領の科目「生物Ｉ B」という名称で実施したためである。本節においては，2003 年度より開講されている SSH １年生を対象にした学校独自科目「生命科学Ｉ」との区別を明確にするため，便宜上「生命科学Ⅱ」と表記する。

＜科目設定の意図＞

２１世紀は，生命科学の世紀，遺伝子の世紀などとよばれる。生命科学Ｉ・Ⅱでは，生命現象について分子レベルでのアプローチを試みるとともに，農学・医学・薬学分野での応用について学ぶ。特に３年次の生命科学Ⅱでは，生命科学Ｉを基礎として分子レベルでの説明を試みるとともに，コンピューターによるＤＮＡに関する情報処理を学ぶ。

＜仮説＞

生命現象について分子レベルでの理解を試みるとともに，ＤＮＡの操作やその解析，コンピューターによるＤＮＡに関する情報処理を学ぶことにより，下記のような生徒が育つ。

Ａ　自然現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒
Ｂ　科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒
Ｃ　意欲的に情報を取り入れ，表現・発信していく生徒
Ｄ　社会における科学技術のあり方を考えられる生徒

＜取り組み概要＞

・特別授業
Ⅰ．ｐ GLO の抽出
　大腸菌の形質転換
　プラスミドＤＮＡの抽出
　抽出ＤＮＡの確認
Ⅱ．ヒトゲノム DNA の抽出とアルデヒド分解酵素遺伝子の検出

＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝

・授業内容

2004年度　生命科学（3年生）実施計画概要と実施結果

単元	配当時間	実習	備考
生物ＩＢ（1年次の続き） **第4部　生体の反応と調節**			
第3章　内部環境とその恒常性	**18**	**血球の観察（生理食塩水，塗沫標本）** **ゾウリムシの収縮胞の観察** **カイコの解剖**	
第4章　植物の反応と調節	**8**		
第5部　生物の集団			
第1章　生物の集団とその変動	**22**	**シロアリの腸内原虫の観察**	
第2章　生態系と物質循環	**4**	**琵琶湖のプランクトン（7月，12月）**	
第3章　地球生態系の保全	**2**		
生物II **第2部　生物の進化と系統**			
第1章　生物の進化	**8**		
第2章　生物の多様性	**6**		
第1部　分子から見た生命現象			
第1章　生物を特色づけるタンパク質	**8**		
第2章　生体を防御するタンパク質	**5**	**血球の凝集（血液型）**	
第3章　遺伝を担う核酸	**27**	**大腸菌の形質転換** **ｐＧＬＯの抽出** **10/29京都工芸繊維大学　森肇研究室訪問「pGLOの制限酵素による切断，ＰＣＲと電気泳動」** ***バイオインフォマティックス*** ***ヒト時計遺伝子の検出*** ***アルドラーゼ遺伝子の検出*** ***プロトプラストの調整と細胞融合*** ***DNA模型の作製***	

※本科目で使用している教科書（啓林館生物Ⅱ）の第１部「分子から見た生命現象」は，代謝を中心に生物ＩＢとスパイラルな構成となっており，生命科学の基礎的領域からのアプローチを中心に展開されている。これを「細胞の分子生物学，NewtonPress」を参考にして深めることで，これまでに学習した物質科学やエネルギー科学の知識を駆使して生命現象を分子レベルで説明することにおもしろさを感じることができると考えた。

　また，第２部「生物の進化と系統」も，生物界を遺伝子のプールとみることによって生命科学の一分野として位置づけられるのではないかと考えた。第２部は，第１部を前提としなくとも実施可能，第２部を前提とすることで生命現象の多様性や一様性を意識して学習が進められると考え，第２部を先に実施した。

※授業内容等の詳細については，「資料編」参照。

＜特別授業＞

Ⅰ．ｐ GLO の抽出

１．目的

ｐ GLO を組み込んだ大腸菌を大量培養し，そのプラスミドＤＮＡを抽出・保存することによって，次年度に下級生が実施する形質転換実習の試料に供する。

２．事業の概要

（１）大腸菌の形質転換

①形質転換のための前培養（10/18 放課後，本校，担当井上）

②ヒートショック法による形質転換（10/19 ①②限，本校，担当井上）

③形質転換大腸菌のスクリーニング(10/20 ⑦限，本校，担当井上）

（２）プラスミドＤＮＡの抽出

①形質転換大腸菌の大量培養（10/21 放課後，本校，担当井上）
②キットによるプラスミド抽出（アルカリプレップ＋カラム濾過）（10/22 ⑥⑦限，本校，担当井上）
（３）抽出ＤＮＡの確認１（10/29 13:30 ～ 18:30，京都工芸繊維大学，森肇先生・ＴＡ５名）
①プラスミドＤＮＡの制限酵素処理
②ＧＦＰ遺伝子の増幅（サーマルサーキュラーを使用しないＰＣＲ法）
③電気泳動
④シーケンサーによるＧＦＰ遺伝子の分析
（４）抽出ＤＮＡの確認２（11/2 ②限，本校，井上）
①電気泳動結果のグラフ化とＤＮＡ断片長（11/2 ②限，本校，井上）
②データーベースの利用（11/13 ②，本校，井上）

３．意図

（１）大腸菌の形質転換

生徒は１年次の臨海実習において，顕微鏡を扱うことが目的ではなく，ウニの発生を観察することが目的であることを学んだ。今回，同じく１年次に京都工芸繊維大学の森肇先生に指導いただいた大腸菌の形質転換を本校で再度実施し，マイクロピペットや培養などの操作に慣れさせ，プラスミドＤＮＡの抽出に備えるとともに，これらの操作は複雑な実習を行うための道具や技術であると感じさせることを意図した。

（２）プラスミドＤＮＡの抽出

プラスミドＤＮＡの抽出が，下級生のための試料となることで動機付けとする事を意図した。また，これまでに学んだ生体高分子の構造や物性をもとに抽出の原理を確認させることを意図した。

（３）抽出ＤＮＡの確認１

大学で実習を実施するにも関わらず，あえてサーマルサーキュラーを使用しないＰＣＲを計画した。身をもってその原理を理解させ，今後本校での実施を予定しているアルドラーゼ遺伝子や時計遺伝子の分析時にはサーマルサーキュラーは道具であり，ブラックボックスとして取り扱わせたいと考えたからである。

また，今回の大学で実習をさせていただく目的は，直接の指導をＴＡである大学院生らにしていただくことにあった。実験操作の意味や原理の説明をきっかけとして研究者（学生）と交流させることを意図した。そのために生徒１８名に対して，ＴＡ５名をお願いした。これは，大学としても高校生を指導するために，学生同士が基礎を学び合う機会となり，研究室にも活気が得られるという期待があった。

（４）抽出ＤＮＡの確認２

これら一連の実習は，生命現象を科学的に考察するための手段であり，それらの手段を通して得られた結果の集積（データーベース）の存在を知ることで，今後も生命科学を学んでいくための糸口とさせたいと考えた。

４．事業の結果

（１）大腸菌の形質転換

①形質転換のための前培養（10/18 放課後，本校，担当井上）
希望者のみの参加とさせ，６名が参加した。５班分をＬＢ平培地にストリークさせた。
②ヒートショック法による形質転換（10/19 ①②限，本校，担当井上）
１年次に実施済みであるので，原理は簡単に復習するにとどめた。各班「＋ＤＮＡ」，「－ＤＮＡ」の大腸菌それぞれをＬＡ+arabinose，ＬＢ平培地それぞれにスプレッドさせた。
③形質転換大腸菌のスクリーニング(10/20 ⑦限，本校，担当井上)，台風のため休講
蛍光を発しているコロニーをつつき，ＬＡ+arabinose 平培地にストリークの予定であったが，休講となったので筆者が作業した。

（２）プラスミドＤＮＡの抽出

①形質転換大腸菌の大量培養（10/21 放課後，本校，担当井上）
希望者のみの参加とさせ，１２名が参加した。（１）③のコロニーをつつき，20ml のＬＡ培地が入った 50ml 三角フラスコ１０個で震盪培養した。
②キットによるプラスミド抽出（アルカリプレップ＋濾過）（10/22 ⑥⑦限，本校，担当井上）
Promega 社のプラスミド DNA 抽出キットを利用して，大量培養した形質転換大腸菌からｐ GLO を抽出した。マイクロピペットの操作や高速遠心分離の操作が頻繁にあり，生徒は真剣に取り組んでいた。

（３）抽出ＤＮＡの確認１（10/29 午後 1:30 ～ 6:30，京都工芸繊維大学，森肇先生）
①プラスミドＤＮＡの制限酵素処理

冒頭に森先生より，制限酵素の由来や特徴，２種の制限酵素それぞれを単独で処理，混合して処理した場合の予想やコイルドコイルの話があった。

②ＧＦＰ遺伝子の増幅（サーマルサーキュラーを使用しないＰＣＲ）

９４℃，５５℃，７２℃の湯と試薬を調整して PCR を実施した。３０サイクルの長時間にわたる単純作業であったが，生徒たちは異様に盛り上がっていた。適宜班内で交代し，長い空き時間を利用して，ＴＡと話し込む生徒の姿も見られた。

③電気泳動

制限酵素処理したもの３レーン，ＰＣＲをしたもの２レーンおよびマーカー２レーンをアプライし電気泳動した。エチジウムブロマイド染色および写真撮影はＴＡが行った。

④シーケンサーによるＧＦＰ遺伝子の分析

ＤＮＡシーケンサーを見学した。1 年次にもみているが，当時はその原理をほとんど理解していなかった。今回，的確な質問をしたり指導者からの問いかけに的確に答えられたりし，ほとんどの生徒が原理を理解しているようであった。

（４）抽出ＤＮＡの確認２

①電気泳動結果のグラフ化とＤＮＡ断片長（11/2 ②限，本校，担当井上）

片対数グラフ用紙を配布し，マーカーの泳動距離と長さの関係についてプロットさせた。試料の結果報告は一連の実習レポートとともに１１月末を期限として提出するように指示した。

②データーベースの利用（11/13 ③限（実践研究集会），11/16 ①限，担当井上）

ゲノムネット，NCBI の Human genome resources などの紹介，分子系統樹の作成を行った。また，これらデータベース作成の意義，ポストゲノムについて触れた。

５．評価

目標は達成した。特に京都工芸繊維大学における実習では，ＴＡが熱心な対応をした。生徒は様々な操作の意味や原理について教えられること以外にも，研究者との交流を通して刺激を受けた様子であった。

６．課題

京都工芸繊維大学における実習では，予定の時間を大幅に超過した。ＰＣＲのサイクル数をどこまで減らせるか検討する必要がある。

Ⅱ．ヒトゲノム DNA の抽出とアルデヒド分解酵素遺伝子の検出

１．目的

Ⅰ．pGLO の抽出で実施した DNA の抽出，PCR，DNA の電気泳動の一連の操作を利用して，自分自身のアルデヒド分解酵素の型を知る。

２．事業の概要

（１）ヒトゲノム DNA の抽出（11/30 ①②限，本校，井上）

（２）アルデヒド分解酵素遺伝子の増幅（12/3 ⑥⑦限，本校，井上）

（３）電気泳動（12/7 ①②限，本校，井上）

３．意図

これまで実施してきた実習操作を通して，生徒はマイクロピペット，冷却遠心機，電気泳動装置やアプライの方法などを学んできた。これらの身につけてきた技術を使って，自分自身の遺伝子を調べるという目的を達成させたいと考えた。また，DNA の抽出，PCR についてはキットを利用したが，ひとつひとつの操作の意味や容器内で進行していると思われる反応を確認させながら実施することを意図した。

４．事業の結果

DNA の抽出および PCR に使用したキットは国外の製品で，マニュアルはすべて英語で記載されており，グループごとに自分たちで読み，内容を確認し，操作を進めさせるのに適していた。今回は，これまでの実習で行ってきたようなグループごとに器具を準備しておくということをしなかったが，簡単なアドバイスで，生徒は適宜必要な物品を取り出し実施していた。

（１）ヒトゲノム DNA の抽出（11/30 ①②限，本校，井上）

BuccalAmp™ DNA Extraction Kit を使用した。反応のための待ち時間を利用してレポートの作成準備をするなど生徒は時間を無駄にすることなく実施していた。

（２）アルデヒド分解酵素遺伝子の増幅（12/1 ①，12/3 ⑥⑦限，12/6 放課後，本校，井上）

Amersham Biosciences 社の Ready-To-Go を使用した。抽出 DNA 量の推定やプライマー濃度の調整を考えさせる

ために１時間を使った。また PCR は一人２サンプル行う必要があるため，本校のサーマルサイクラー（24 サンプル用）では１度に実施できなかった。１２／６（月）の放課後に有志で調整を行った。なお，誰のサンプルかわからないようにするため，チューブには名前は書かず，各自にわかる記号のみを書くように指示した。

（３）電気泳動（12/7 ①②限，本校，井上）

１年次からすでに数回の電気泳動の経験をしており問題なく実施できた。

５．評価

目標は達成した。自分自身の酵素活性の型を調べるというわかりやすい目的があり，ピペットマンをはじめ新たに身につけた機器操作を用いるという実感でき，英語マニュアルを使うことでじっくりと考えて進めることができ，生徒にも好評であった。

＜生命科学Ⅱの評価＞

本研究の研究課題『科学技術研究・開発に意欲的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』を実現するために設定した目標を達成するにあたり，具体的に下記の７つの方法があげられている。

①理科・数学授業時間増
②理科・数学境界領域の教材開発
③理科実験実習の一層の重視
④「その他の科目（文系関連も含む)」の設置
⑤大学・企業，研究機関による指導
⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化
⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

これらの中で，生命科学Ⅱの取り組みと関連する項目について述べる。

①理科・数学授業時間増

普通コース４単位に対して自然科学コース５単位で実施した。さらに，＜研修＞では，放課後の時間等も活用した。

②理科・数学境界領域の教材開発

特定の項目での開発は行わなかった。データ処理を対数で扱う際に計算尺を作成させる程度にとどまった。

③理科実験実習の一層の重視

実験実習の内容によって異なるが，１０月以降は実験技能の向上に伴い，特に自主的に実験に取り組むような工夫を行った。＜特別授業＞における実験実習では，これまでにない取り組みを行った。2002 年度 SSH 生物Ⅰ B や 2003 年度生命科学Ⅰにおける実習に比べて，数十分間の反応待ちという場面や複数回にわたる実習を増やした。反応待ちの時間を利用して，次の操作の準備，レポートの作成，教師や実習助手との交流など自主的な動きが多く見られた。なお，特別授業も含めて実験実習は１２項目実施したが，普通コースは６項目（６回）であった。

⑤大学，企業，研究機関による指導

大学へ出かけての実習では，生徒３～４人に１人の大学教官または大学院生あるいは学部生での対応を依頼した。結果，生徒がこれまでに築いてきた基礎知識，技能を通してフリーな時間を有効に活用し，実習の内容を深めるような質問や会話が多く見られた。

⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化

教師間では，京都府生物教育会の研修会で京都大学の協力を得て教員研修を行った。

以上，具体的な７つの方法のうち，特に関連する項目についてあげたが，③，⑤については十分に実施できたと考える。③については，生徒が実験技術，観察力，考察力等を身につけるのに効果的であった。また，⑤については，生徒が今後研究者としての道を歩む動機付けとして有効であった。

一方，教師の意識や指導法については，③を取り組むにあたって，既存の教材に対しても再検討し，工夫を行った。また，新しい教材への取り組みはユニークなものになったと考えている。⑤，⑥については，大学教官等と打ち合わせを行って得た情報や知識を，自然科学コースや普通コースの授業のみならず，京都府生物教育会の教員研修にも還元でき，評価できると考えている。なお，京都府生物教育会の 2005 年度教員研修として，夏期臨海実習，２学期研修を準備中である。

次に，平成 16 年 11 月に行ったアンケートについて述べる。

アンケートの内容は，＜特別授業＞とそれ以外の生徒実験についての評価，および生命科学Ⅱの授業を通して身についたと思われることについて等である。回答者は，生命科学Ⅱ受講者１７名（１８名中１名欠席）で，主

な項目についての結果および調査用紙を後の資料１，資料２に示す。

＜特別授業＞の，Ｉ．ｐＧＬＯの抽出について，全体および内容を４項目（形質転換，プラスミド抽出，人間 PCR・ＤＮＡの電気泳動，バイオインフォマティックス）に分け，それぞれについて，⑤＝大変よかった　④＝まぁよかった　③＝なんともいえない　②＝あまりよいとはいえない　①＝よくない　の５段階で生徒に評価を行わせた。それぞれの平均点を図１に示す。全体として，＜特別授業＞はある程度の評価を得ていると考えられるが，その中ではバイオインフォマティックスが目立って低かった。この項目では５９％の生徒が④または⑤を選択している一方で１名が②の否定的な回答をしている。生徒の感想からは難解であったとの感想が見られた。これは，新しい分野を取り扱ったために，筆者自身の理解が深まっていない点が大きな原因であると考えている。また，形質転換がわずかではあるが２番目に低かった。これは，全国的に多くの高等学校で取り組まれている大腸菌にｐＧＬＯを導入する実習である。本講座の生徒は既に１年次に取り組んでいる。今回は，後輩が形質転換実習を実施するための保存用ｐＧＬＯを抽出することが目的であった。そために形質転換大腸菌を大量培養する必要があるが，そのもとになる大腸菌を作成するために行った。すなわち，この回答結果は，先にある目的のための準備にすぎないことが理解できているととらえたい。今年度取り組んだ＜特別授業＞では，１年次の生物ＩＢや２年次の物質科学Ⅰ，エネルギー科学Ⅰおよび物質科学Ⅱの一部を応用的に取り扱う内容で，【仮説Ａ】のみならず，【仮説Ｂ】や【仮説Ｄ】にも関係する。生徒の回答からはこれらの【仮説】ががおおむね検証できたのではないかと考える。

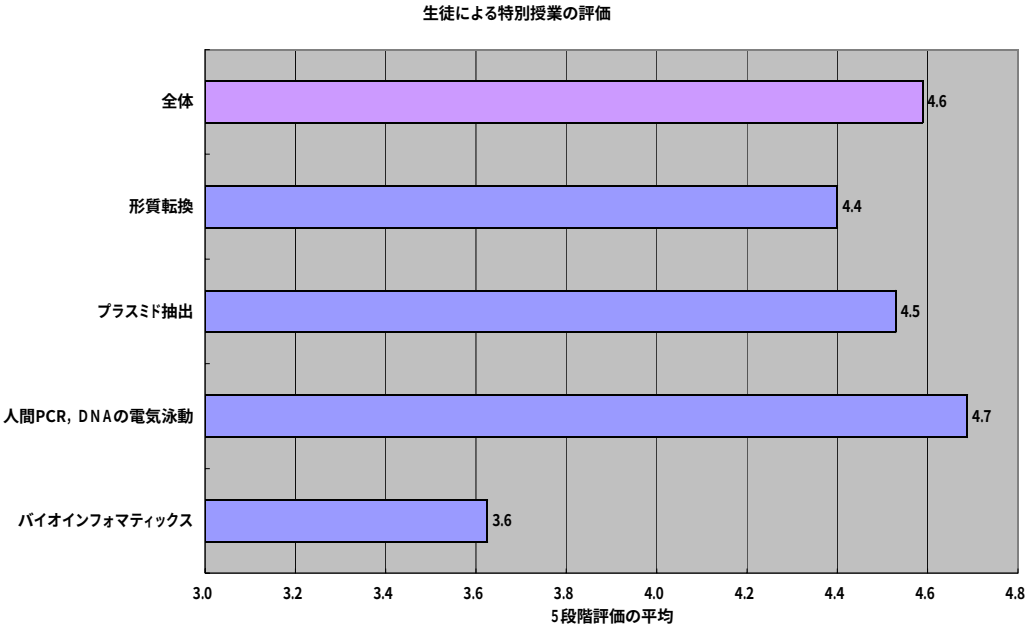
＜特別授業＞以外の８回の実習のうち７回の実習（「プロトプラストの調整と細胞融合」は未集約）について，⑤＝大変よくわかった　④＝まぁまぁわかった　③＝なんともいえない　②＝あまりよくわからなかった　①＝よくわからなかった　の５段階で生徒に評価を行わた。それぞれの平均点を図２に示す。全体として，全ての生徒実験においてある程度の評価を得ていると考えられる。平均点が４以上である上位３項目は，１，２名を除いて④または⑤を選択している。血球観察と琵琶湖のプランクトン（夏）では，②を選択した生徒が１名ずついた。琵琶湖のプランクトンについては，夏と冬でのプランクトン量や種類数の比較はできなかった。夏は，採集方法に生徒が慣れておらず採集量が少なかったことが原因である。結果，種々のプランクトンを同定することができなかったことが評価が低い原因と考える。また，シロアリの腸内原虫の観察では原虫の数，種類が少なく，また活動があまりみられなかった。これは，しばらく実験室で飼育したシロアリを使用したためと考えられる。結果様々な原虫を同定し共生関係を理解するまでにはいたらなかった。一方 DNA 模型の作製は，構造式が印刷してあるものを用いたので，物質科学の知識も要求される作成となったことが理解が高まった理由と考えられる。

次に生命科学Ⅱの授業を通して身についたと思われることについては，２０項目のうちから最大５項目まで選ばせた。延べ回答数に対する割合を１年次（2002 年度）と比較して図３に示した。１年次と３年次の延べ回答数は 154 と 66 で回答者数 37 人と 17 人にほぼ比例していた。

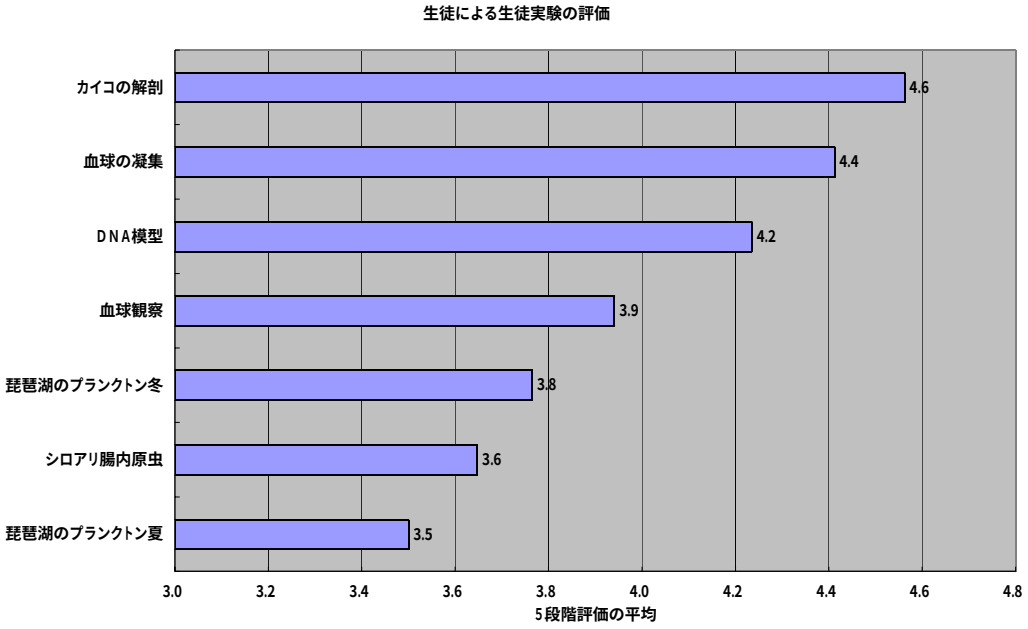
３年次の上位５項目は，「好奇心（18.2 %）」「文章力・レポート作成能力（16.7 %）」「観察力（10.6 %）」「論理的思考力（9.1 %）」「考察力(9.1 %)」であった。１年次は考察力が６位で５位は論理的思考力であった。「好奇心」が１位となったのは，今まで培った基礎知識を使って行った特別授業に負うところが大きい。「文章力・レポート作成能力」は，１年次と同様に上位を占めている。１年次は，実験結果の報告以外に，関連して調べた内容を多く書かせたため１位であった。３年次は操作手順や結果をより簡潔にまとめさせ，内容にもよるが考察も含めて２枚から１０枚と枚数制限をした。その結果，複雑かつ高度な実験を簡潔にまとめるために「文章力・レポート作成能力」が要求されたと考えている。「自主性」，「発想力」が，１年次に比べて大きく下がった。これは，最大５項目までを選択させたので，「英語力」，「コミュニケーション力」，「プレゼンテーション力能力・表現力」が増加したためと考えられる。生命科学Ⅱは３年次での選択科目であるためもともと自主的に取り組む生徒が多いこと，複雑かつ高度な実験ではあるが追実験的な要素が高かったことも大きな要因である。「英語力」は特別授業において英語マニュアルを使用したことやバイオインフォマティックスの授業において英語のホームページにアクセスする必要があったためによる。「コミュニケーション力」は，京都工芸繊維大学において研究者達とともにフリーの時間を過ごしたことが大きく影響したと思われる。また，「プレゼンテーション力能力・表現力」は，前述したようにレポートを簡潔にまとめることが影響したと思われる。

以上の結果から，【仮説Ａ～Ｄ】について，ほぼ検証できたのではないかと考える。

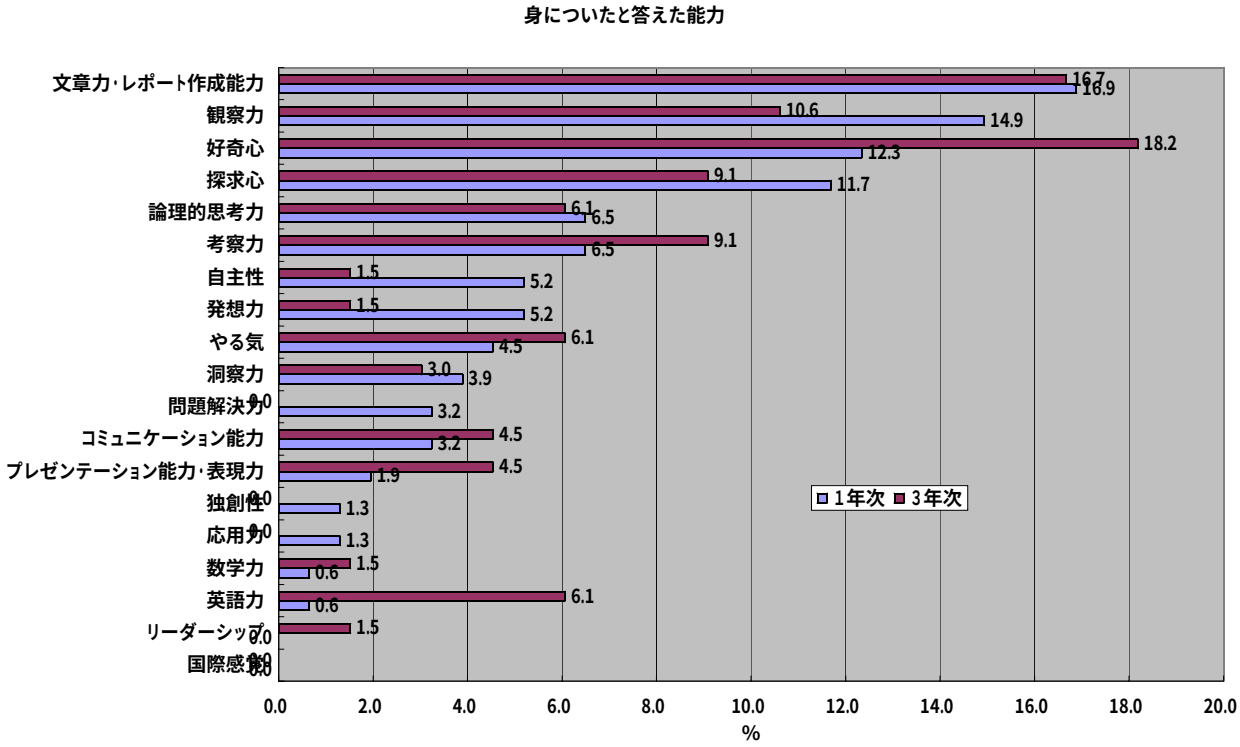
資料１


生徒による特別授業の評価
全体
形質転換
プラスミド抽出
人間PCR，DNAの電気泳動
バイオインフォマティックス
4.6
4.4
4.5
4.7
3.6
3.0
3.2
3.4
3.6
3.8
4.0
4.2
4.4
4.6
4.8
5段階評価の平均

（図１）


生徒による生徒実験の評価
カイコの解剖
血球の凝集
DNA模型
血球観察
琵琶湖のプランクトン冬
シロアリ腸内原虫
琵琶湖のプランクトン夏
4.6
4.4
4.2
3.9
3.8
3.6
3.5
3.0
3.2
3.4
3.6
3.8
4.0
4.2
4.4
4.6
4.8
5段階評価の平均

（図２）



（図３）

資料２

ＳＳＨ　生命科学アンケート

次の特別授業について，下記の記号（マークカードは数字）を使って[　　]内に印象を記入してください。また，なぜそう思うのか，理由を書いてください。

◎５大変よかった　○４まぁよかった　△３なんともいえない　▲２あまりよいとはいえない　×１よくない

①[　　]　１０月～１１月　プラスミドの抽出（②～④全体として）

②[　　]　大腸菌の形質転換

③[　　]　プラスミドの抽出

④[　　]　人間 PCR（京都工芸繊維大）と DNA の電気泳動

⑤[　　]　バイオインフォマティックス入門

特別授業について，自由に記述してください。（こんな授業があればよいのに，こんなやり方もおもしろそう，など）

生命科学の授業の中で行った実験を，下記の記号（マークカードは数字）を使って[　　]内に評価を記入してください。

◎５大変よくわかった　○４まぁまぁわかった　△３なんともいえない　▲２あまりわからなかった　×１よくわからなかった

１１[　　]赤血球，白血球の観察　１２[　　]シロアリの腸内原虫の観察　１３[　　]血液の凝集の観察

１４[　　]カイコの解剖　１５[　　]琵琶湖のプランクトン（夏）　１６[　　]琵琶湖のプランクトン（冬）

１７[　　]ＤＮＡ模型の作製

生命科学の授業（実験・実習も含む）を通して，どのような力がついたと思いますか。

以下の１９の中から最大５つまで選んでください。

３０[　　]１．自主性　２．独創性　３．好奇心　４．探求心　５．やる気

３１[　　]１．発想力　２．問題解決力　３．洞察力　４．論理的思考力　５．観察力

３２[　　]１．リーダーシップ　２．プレゼンテーション能力・表現力３．コミュニケーション能力　４．数学力　５．英語力

３３[　　]１．応用力　２．国際感覚　３．文章力・レポート作成能力　４．考察力

その他（　　）

生命科学を学ぶにあたって，どのような内容の時にどの教科（科目）とタイアップすると役立つと思いますか。思いつく限り書いてください。
生物ＩＢ，生命科学の授業について，何でも結構です。感想を書いてください。

３年　１組＿＿＿番　講座内番号＿＿＿番　名前＿＿＿＿＿＿＿＿

（文責　井上嘉夫）

２節　物質科学

物質科学Ⅰ

＜科目設定の意図＞

物質科学Ⅰ・Ⅱは，日常生活の中で活躍する材料に目を向けて，合成や分析を通して考察を深め反応のしくみを理解させ，これら一連の過程を通して「ものづくり」への指向へ結びつけることを意図して設定した科目である。特に，物質科学Ⅰでは物質科学Ⅱにつながることを念頭において，「身の回りのもの」の理解をめざした物質の構造・状態・変化についての理論的理解と実験操作の習得を意図として設定した。

＜仮説＞

本研究の研究課題『科学技術研究・開発に意欲的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』を実現するために設定した目標，研究内容・方法を受けて，物質科学Ⅰでは下記のような【仮説Ａ～Ｄ】を立てた。

「身の回りのもの」の理解をめざした物質の構造・状態・変化についての理論的理解と実験操作の習得することにより，下記のような生徒が育つ。

Ａ自然現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒
Ｂ科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒
Ｃ意欲的に情報を取り入れ，表現・発信していく生徒
Ｄ社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。

上記の仮説を検証するために行った研究内容，方法については，大きく＜研修＞，＜授業内容＞について分けて，詳細を下記に示す。

＜取り組み概要＞

・研修

Ⅰ．実習　「透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）で原子を見る」（５月）
Ⅱ．実習　「Ｘ線マイクロアナライザー（ＥＰＭＡ）で元素分析」（６月）
Ⅲ．特別講義　「超伝導」（６月）
Ⅳ．実習　「(A)Ｙ系超伝導酸化物の作製，(B)超伝導トレイン」（６月～９月）
Ⅴ．特別講義　「熱，力学，化学反応，エネルギー，そして生体　－化学熱力学入門－」（９月）
Ⅵ．施設見学　「ジーエス・ユアサ　コーポレーション　鉛蓄電池工場見学」(10 月)
Ⅶ．施設見学　「神戸製鋼所加古川製鉄所見学」　（１２月）
Ⅷ．特別講義　「化学による夢の材料への挑戦」（３月）・・・未実施

・授業内容

【化学Ⅰ分野】
第１編　物質の構成（４月～６月）
　１章　物質の探究
　２章　物質の基本構成
　３章　物質量と化学反応式
第２編　物質の変化（６月～９月）
　１章　化学反応と熱
　２章　酸と塩基
　３章　酸化還元反応
第３編　無機物質（１０月～１２月）
　１章　周期表と元素の性質
　２章　非金属元素の単体と化合物

３章　金属元素の単体と化合物
第４編　有機化合物（１月～３月）
１章　有機化合物の特徴と構造
２章　炭化水素
３章　酸素を含む有機化合物
４章　芳香族化合物
※授業内容等の詳細については，「資料編」参照。

＜研修＞

Ⅰ．実習　「透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）で原子をみる」

１．目的

（１）透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）の原理を理解する。
（２）透過型電子顕微鏡で結晶構造を観察する。
（３）フラーレン（C_{60}，C_{70}）の分子模型を作製する。

２．意図・目標

１年次のオリエンテーションでは走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）で表面の構造を正確に観察できることを学習した。今回は，走査型顕微鏡と構造を比較しながら，透過型電子顕微鏡の原理を理解させることを目的とする。日常使用している光学顕微鏡で得られる像との違いを感じながら，透過型電子顕微鏡がどのような過程を経て実用化されてきたかも考えさせたい。

フラーレンの分子模型については，C_{60}とC_{70}を紙で作製させ，その形や大きさの違いが何に基づいて起こるのかを考えさせたい。その中から五角形と六角形だけからなる多面体の規則性をも考えさせたい。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年5月１４日（金）６，７限
（２）指導講師　　芝原　寛泰　氏　（京都教育大学教授）
（３）日程　　（昨年と同様）
（４）事前学習
透過型電子顕微鏡の構造と原理，フラーレンの種類と分子構造

４．事業の結果

透過型電子顕微鏡の発見の歴史，構造及び原理に関する講義はイメージとして捉えやすく工夫されており大変分かり易かった。電子を波動として考える項目ではかなり難解であったようである。

透過型電子顕微鏡の観察実習では，黒鉛（グラファイト）の層状結晶を６０万倍から８０万倍の倍率で観察した。喋ると空気の振動が伝わって画像が揺れる様子もわかり精密機器の取り扱い方もしっかりと学習できた。その他，ＶＴＲではシリコン，ホウ素の結晶画像を観察した。

C_{60}とC_{70}の分子模型のペーパークラフトでは，各自がしっかりと取り組み，
分子模型から多面体における規則性を考察した。

５．評価

（１）～（３）の目的は，大体達成できたとは思われるが，透過型電子顕微鏡の原理については電子の波動性に関する知識をある程度持たなければ理解できない。実習後のレポートにおいて積極的に調べて原理等を理解した生徒も多くいたことは評価できる。透過型電子顕微鏡より走査型電子顕微鏡の方が表面の微細な画像が表示できるとあってより身近に感じていた生徒もいたが，透過型電子顕微鏡の方が結晶構造に関する有益な情報が得られるなどそれぞれの特徴を正確に捉えた生徒もいた。

６．課題

実習の時間が短く，全員を電子顕微鏡の前に座らせて操作させた方はより効果的であることを考えると少し残念であった。６月に実施するＸ線マイクロアナライザーとの関連性を考え，この時期に実施したのは有益であった。

Ⅱ．実習　「Ｘ線マイクロアナライザー（ＥＰＭＡ）による元素分析」

１．目的

（１）走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ），Ｘ線マイクロアナライザー（ＥＰＭＡ）の原理を理解する。
（２）Ｘ線マイクロアナライザーで，身の回りの金属(合金)の元素分析を行う。

（３）体心立方格子，面心立方格子の金属結晶の単位格子模型を作製する。

２．意図・目標

走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）の一部として付随しているＸ線マイクロアナライザー（ＥＰＭＡ）の原理を，前回に実施した透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）と比較することにより，それぞれの機器の共通点と相違点を考えさせることができる。さらに，ＥＰＭＡでは非破壊的に金属（合金）の元素分析を行うことができ，その有用性も考えさせたい。

体心立方格子，面心立方格子の金属結晶の単位格子模型を作製することにより，金属原子の並び方の違いなどを実感させる。特に，面心立方格子は立方最密構造と呼ばれるように，ＡＢＣ層の繰り返しの最密充填構造であることを模型から再確認させる。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年6月４日（金）６，７限

（２）指導講師　　武蔵野　實　氏　（京都教育大学教授）

（３）日程　　（昨年と同様）

（４）事後学習　　六方最密充填の単位格子模型作製

４．事業の結果

走査型電子顕微鏡，Ｘ線マイクロアナライザーの原理については，前回の実習で透過型電子顕微鏡を扱っていることもあり，かなり理解しやすかったようである。各自の鍵や硬貨，指輪など興味のある身近な金属（合金）を持参させて元素分析を行った。特に，新旧の五百円硬貨について元素分析を行い，その違いに基づく表面の色の違いを感じることができた。さらに，造幣局がホームページで出している成分分析データと比較してＥＰＭＡのデータの信憑性の高さを感じていた。

体心立方格子，面心立方格子の単位格子模型の作製では，各自が単位格子の一辺と原子半径の関係から作業を行った。特に，面心立方格子では，ＡＢＣ層にあたる面に色別のシールを貼って区別し，どのような方向から見ればよいかを考えさせた。

５．評価

ＳＥＭとＥＰＭＡの原理については，前回にＴＥＭ実習を実施していたので生徒は理解しやすかったようである。精密機器に対する扱い方もＴＥＭと比較できて違和感は無かった。その意味では，ＴＥＭとＥＰＭＡの実習を比較的近くに置いたことにより，共通点や相違点など比較しながら実習できたことはよかった。金属結晶の単位格子模型の作製では原子の配置について具体的に実感でき有意義であった。

６．課題

今回は時間の関係もあり，身近な金属（合金）を持参させて元素分析を行ったが，事前に合金を作製させて元素分析をした方が分析機器をより身近に感じることができたかもしれない。今後の検討課題である。

Ⅲ．特別講義　「超伝導」

１．目的

（１）超伝導のメカニズムについて考える。

（２）超伝導を利用して何ができるかを捉える。

（３）超伝導とエネルギー問題の関係について考察する。

２．意図・目標

生徒一人一人が作製するＹ系高温超伝導酸化物の実習を行っている中で，超伝導とは何か，またその応用として何ができるか，という理論的な部分の理解を少しでも深めさせる。超伝導で電気抵抗が０となるメカニズムはとても難解であるが，その難解さに少しでも触れることで超伝導現象を身近に感じることができる。

さらに，超伝導の応用として，風力発電など環境に優しいクリーンなエネルギーをエネルギー損失無しに地球全体に運搬させる技術に関しても地球環境問題の観点から理解させる。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年6月１８日（金）６，７限

（２）指導講師　　北澤　宏一　氏（科学技術振興事業団(ＪＳＴ)専務理事）

（３）日程　　１４：４０～１６：３０（講義，於：本校の化学講義室）

（４）事前学習　　超伝導現象（マイスナー効果，ピン止め効果，電気抵抗０など）

４．事業の結果

講師の先生から，パワーポイントを使って，①超伝導とは何か（電気抵抗とは？，抵抗が０とは？，不思議

な電子の状態），②超伝導で何ができる（強い磁石，電力貯蔵，自然エネルギー超伝導グローバル電力ネットワーク，リニアモーターカー）などについて，具体的なデータに基づく詳細な報告がなされた。ピン止め効果やジョセフソン効果など難解な内容を具体的に説明された。超伝導の起こる転移温度の歴史や生徒の作製するＹ系高温超伝導酸化物の構造についても示された。

電気抵抗が０になるという性質から，風力発電などで得られた一次エネルギー源を電力損失無く地球全体に運搬できることを学習した。

最後に，超伝導リニアモーターカー（反発非接触型）について，実際に研究させている最先端技術についても理解を深められた。

５．評価

超伝導の起こるしくみなど内容はとても難解であったが，生徒はその難解さを少しでも感じることができたようである。実際に作製しているＹ系高温超伝導酸化物に関する話題もあり，講演と実習がほどよく噛み合い，タイムリーな事業ではなかったかと考える。感想の中には，今まで科学技術の発展は公害問題や地球環境を破壊する事柄ばかり触れられ，今回の講義で超伝導という技術が，逆に地球環境を守るための大切な技術であることに深い感銘を受けた者もいた。今回の講義で将来の科学技術への展望を示して頂いたことが研究者を目指す者にとって大いに意義のあるものとなった。

６．課題

超伝導の起こるメカニズムについては難解で，事前事後にも説明することができなかった。Ｙ系高温超伝導酸化物の作製実習との関連で今回の講義を実施したことは意識付けの意味では大いに効果的であったが，各自の理解の度合いは様々である。今後，各自が今回の講義と実習を踏まえて自主的に調べて学習するかを注目したい。

Ⅳ．実習　「(A)Ｙ系超伝導酸化物の作製，(B)超伝導トレイン」

（Ａ）Ｙ系超伝導酸化物の作製

１．目的

（１）Ｙ系超伝導酸化物を自ら作製し，技術を身につける。

（２）既製の超伝導酸化物を利用して，様々な超伝導トレインを作成し，その原理を学ぶ。

２．意図・目標

ＳＳＨでの物質科学Ⅰの指導方針「日常生活の中で活躍する材料に目を向けさせ，合成と分析を通して考察を深め，反応のしくみを理解させる。これら一連の過程を通してものづくりへの指向に結びつける」を基に，様々な面で応用が期待される超伝導酸化物を自らの手で作製し，そのプロセスを通して反応のしくみを理解させ，化学が扱う材料物質の観点から超伝導現象を捉えさせる。

３．事業の概要

ＹＢＣＯのＹ(ｲｯﾄﾘｳﾑ)系の超伝導体（$YBa_2Cu_3O_{7-x}$）を作製し，得られたペレット状のサンプルで最後にマイスナー効果の確認実験をおこなう。作製手順は次の方法１～６の段階に分けて実施した。

＜作製方法１＞原材料物質の秤量，湿式混合（１＋６時間） ＜作製方法２＞原材料物質の混合物の乾燥（１時間） ＜作製方法３＞原材料物質の混合物の仮焼（１＋４時間） ＜作製方法４＞仮焼生成物の粉砕（１時間） ＜作製方法５＞ペレット状の仮焼生成物の作成（１時間）・・・夏季休業中に作成 ＜作製方法６＞ペレット状の仮焼生成物の本焼，Ｙ系超伝導酸化物の完成（13 時間）
＜確 認 実 験＞マイスナー効果について確認（１時間）

４．研究実践の結果

＜作製方法１＞については，授業で物質量の単元が終わり，その量的関係がある程度理解できていることを確認してから行うほうが効果的と判断した。その結果，Ｙ：Ｂａ：Ｃｕ＝１：２：３の物質量比にするために，Y_2O_3，$BaCO_3$およびCuOの質量比をいくらにすればよいかを自ら計算することができた。さらに，自ら計算して計り取った化合物をそれぞれエタノールとともに湿式混合させた。乾式混合よりも湿式混合の方が

均一に混合できるためである。多くの時間をかけた方がより均一に混合できるため，生徒は６時間のタイマーをかけて下校した。

＜作製方法２＞については，湿式混合した混合物をヒーターで乾燥させ，粉体としてデシケーター内に保存した。

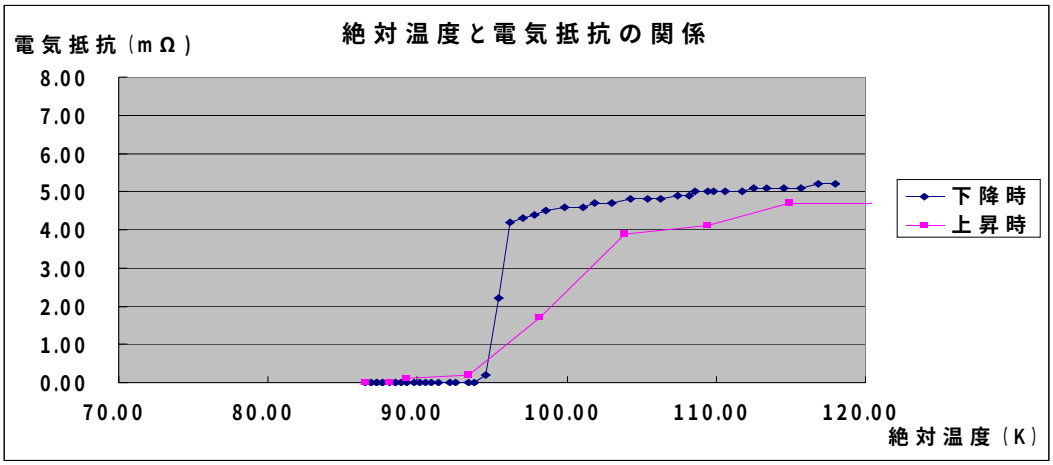
＜作製方法３＞については，各自のサンプルを，アルミナのボートに詰め，条件にしたがってマッフル炉で仮焼した。仮焼には４時間＋自然放冷の時間がかかるため，プログラムによる自動化で対処した。

＜作製方法４＞については，乳鉢内で仮焼生成物を粉砕し，粉体としてデシケーター内に保存した。

＜作製方法５＞については，マイスナー効果が確認しやすいように，圧縮成型機でペレット状にした。一人につき，約３０分～１時間程度を作業時間を要するためＴＡを雇い夏季休業を利用して作製した。

＜作製方法６＞については，ペレットにしたものを条件にしたがって再びマッフル炉で本焼した。本焼には１３時間＋自然放冷の時間がかかるため，前回同様プログラムによる自動化で対処した。

＜確 認 実 験＞については，各自が作製したペレット状のＹ系高温超伝導酸化物のマイスナー効果を確認した。超伝導酸化物を液体窒素で冷却し，上からＮｄ磁石を静かに載せ，浮上することで確認させた。確認後，電圧，電流及び温度測定による三端子法により，電気抵抗が０となる臨界温度(Ｔｃ)を測定した。それによるとＴｃが約９５Ｋとなり，予想値の９０Ｋに相当する測定値を得た。下図はそのグラフである。



５．評価と課題

時間的な制約もかなりあったが，生徒の作業面では大変スムースに進んだと思われた。ただ，エタノールの蒸発など時間がかかった作製方法については，事前に教師側である程度の処理をしなければならず，どのようにすれば時間短縮がはかれるかを生徒自らに考えさせて実習する方がより教育的と思われた。

今回は，初めてのＹ系超伝導酸化物の作製ということもあり，教師が示した解決済みの課題を生徒が追体験する確認実験であったが，今後は混合物の組成を変えたり，また混合物の組成は同じでも混合比を変えたりして，Ｔｃがどのように変化するかを試行錯誤の中で考察させる実践を取り組みたいと思っている。

（Ｂ）超伝導トレイン

１．目的

（１）既製の超伝導酸化物を使用して，ピン止め効果を利用した効果的な演示を行う。

（２）創意工夫をして，新しいより効果的な演示実験を開発する。

２．意図・目標

ピン止め効果の大きい既製のＧｄ(ｶﾞﾄﾞﾘﾆｳﾑ)系超伝導酸化物(Tc ＝ 92K)を利用した超伝導トレインを作成することにより超伝導現象の不思議さを観察させる。超伝導トレインの動作原理を考えることによって，新たな実験装置を独力で創造的に開発することが可能となる。さらに，未来に向けての応用的な技術の一端に触れ，今後の科学技術のあり方を推察し開発する能力を培うことができる。

３．研究実践の概要

ピン止め効果の大きいＧｄ系超伝導酸化物を用いて，超伝導トレインを作成し，超伝導現象の不思議さやその応用面に目を向けさせた。作成した実験装置は次の①～③である。

①環状の水平レールの上を超伝導トレインが加速して浮上走行する。
②水平と垂直を繰り返す環状のレールの上を超伝導トレインが浮上・懸垂走行する。

③回転する円形の水平レールの上で超伝導トレインが順走，逆走，静止する。

4．研究実践の結果

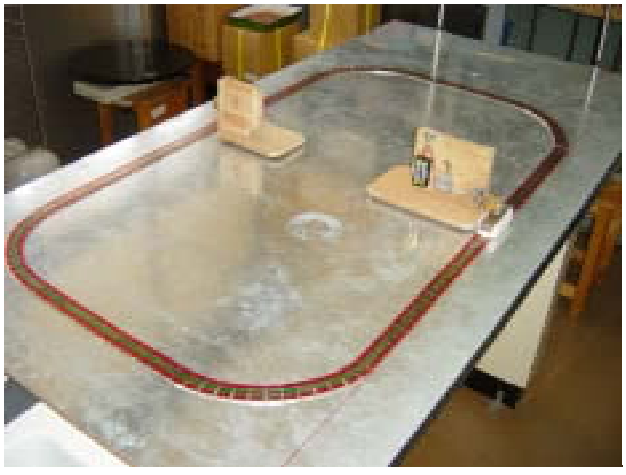
＜①に関して＞進行方向２ｃｍ，幅１ｃｍのＮｄ磁石３個を１組（Ｓ極・Ｎ極・Ｓ極）にして水平レールを作成した。ただし，進行方向は同極性より磁石の反発を低減させるため，厚さ 0.5mm のトタン板５枚を下部に敷いた。直線部の途中２ヶ所に同じ４個のＮｄ磁石を円盤状の木の側面に固定しモーターで回転させ加速器とした。ガーゼとＡｌ箔で包んだ超伝導体を埋め込んだ発泡ウレタン製の車体の上部にＡｌ板を取り付け，電磁誘導の原理を利用してＡｌ板上に渦電流を発生させ，その渦電流と回転磁石との相互作用で前方への推進力を得るように作製した。回転磁石とＡｌ板との距離の調節が重要で，困難であったが可変式としたことで安定的に加速させることができた。約４秒で１周し超伝導状態がブレイクされるまで２０周ほど外力なしで浮上走行を繰り返した。

※磁石のレールの上に透明なプラスチックの板を載せ，上から鉄粉を振りかけて磁場の様子を観察した。これによると，Ｎ極(緑)からＳ極(赤)へ磁力線が規則的に強く出ていることがわかる。したがって，ＳＮＳの３つの磁石から２本の磁力線が超伝導レールの上をループ状に安定して存在し，その磁力線を強いピン止め効果で捕まえながら浮上走行することが考えられる。磁石は１つまたは２つ組でも浮上走行は可能であるが３つ組の方が２本の磁力線を捕まえるのでより安定性が大きい。

＜②に関して＞浮上走行と懸垂走行を連続した形で走行させられないかと考え，装置を作成した。上下の直線部の長さは８８ｃｍ，曲線部の曲率半径は３０ｃｍである。

３つ組のＮｄ磁石の構成は水平レール①と同じである。そのレールの固定には，木材と釘を利用した。収納や運搬しやすいように中央で２分割してある。現在では，加速器は無いが，強いピン止め効果が得られる磁場内冷却で，ある程度初速度を与えれば浮上走行から懸垂走行へと一周させることは充分に可能であった。

＜③に関して＞円運動させた超伝導レールの上を超伝導トレインが浮上走行をするのであるが，初速度を与えない限り，慣性が働きいつまでも静止し続けるのではないかと考え作成した。①と②では固定した超伝導レールの上を超伝導トレインを走行させたのであるが，③ではその立場を逆転させた。超伝導レールの回転には，速度可変式のターンテーブルを用いた。ターンテーブルの上に，外形 25mm，内径 21mm のドーナツ状のトタン板を１枚敷き，その上に①，②と同じ３つ組のＮｄ磁石の構成で放射状に配置した。外側でＮｄ磁石の間隔が空くことによる磁力線の乱れにより超伝導トレインが多少左右に振動するもののある程度静止を続けた。途中でターンテーブルの速度を可変させても静止は保たれた。ある初速度を与えると，下の円形レールの回転に対して順走，逆走，静止を思いのままに浮上走行させることができた。



①の水平レール

②の水平・垂直レール

5．評価と課題

今回は，既製の超伝導酸化物を使用して，様々な超伝導現象を利用した演示装置を作成することが目的であり，ピン止め効果による懸垂走行など非日常的な現象を観察した時の驚きと同時に科学の不思議さや面白さを体験させることができた。ものづくりへの志向もより強まり，創意工夫して装置を作る楽しさや困難さも体感できたのではと思われる。

さらに，何故このような現象が起こるのかという疑問が湧き，それを解決するように考えることで，科学的思考力も大いに鍛錬されたように思われる。

今後さらに，これらのレールを利用して，水平・垂直・回転が組み合わされた「メビウスの輪」などの独創的な実験装置や超伝導現象を応用した装置を作成したいと考えている。

Ⅴ．特別講義　「熱，力学，化学反応，エネルギーそして生体　－化学熱力学入門－」

１．目的

（１）エネルギーの種類と変換について理解する。

（２）熱と仕事の等価性について理解する。

（３）生体とエネルギーの関係について理解する。

２．意図・目標

生徒は授業の中で，熱については反応熱，熱化学方程式で，エネルギー変換については電池などで学習している。化学反応に伴って生じる熱エネルギーの保存について理解し，エンタルピーという概念を導入し，外部に対して行った力学的な仕事量も考慮して議論できる能力を養う。

さらに，熱とエネルギーが等価であることを理解させ，生体内のエネルギーとの関連についても考えさせる。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年９月２４日（金）５，６限

（２）指導講師　　功刀　滋　氏　（京都工芸繊維大学　理事）

（３）日程　　１３：１０～１５：００（講義，於：本校の化学講義室）

（４）事前学習　　ヘスの法則，電池

４．事業の結果

パワーポイントを用いての講義形式での授業展開であった。内容は以下の通りであった。身の回りにある様々なエネルギーの種類について確認され，エネルギー変換の方法について示された。ジュールの実験より，熱と仕事は等価であることを証明された。

化学反応のエネルギーとは，化学結合の組み替えに伴うエネルギーの出入り勘定であることとヘスの法則を関連づけて説明された。

さらに，エンタルピーという量を導入され，実際に保存されるのは熱ではなくエンタルピーであることを具体的な数値を用いて示された。

最後に，マイヤーやヘルムホルツの考察から，生体とエネルギーとの関連について説明され，具体的に熱源としてグルコースを摂取した場合，４０％ほどしか生物的エネルギーとして利用しておらず，６０％は熱として放出してしまっていることを１年で学習したＡＴＰを例に挙げて説明された。

５．評価

（１）と（３）については，概ね理解しやすい内容であったようである。特に（１）は電池との関連で，（３）は１年次に学習した生命科学での好気呼吸との関連で身近に感じていると思われる。ただ，（２）についてはエネルギー科学で力学的な内容を履修していなかったため理解しにくかったようである。

６．課題

２年の物理では力学的な内容や仕事量については学習しておらず，熱力学的な内容を理解させるのは難しい。エンタルピーなど高校の教科書では扱わない内容については事前に何らかの予備知識を与えておく必要があるかもしれない。１年で生物を学習しているので生体内のエネルギーと関連づけて講義していただいたことは効果的であった。

Ⅵ．施設見学　「ジーエス・ユアサ　コーポレーション　鉛蓄電池工場見学」

１．目的

（１）電池のリサイクルについて学習する。

（２）鉛蓄電池製造工場を見学し，ものづくりの現場を知る。

（３）鉛蓄電池の構造についての理解を深める。

２．意図・目標

我々の身近に存在する電池のしくみについて理解すると同時に，実際の製造工程を見学することによって，より具体的に構造を理解させたい。その中でも，二次電池の一つであり車のバッテリーとして使用されている鉛蓄電池については，すでに教科書で扱っており，理論的な事柄だけでなく，製造工程上の工夫点や改良点などを観察することができる。さらに，電池のリサイクルについても様々な二次電池が使われており，回収して再利用することの重要性を考えさせたい。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年１０月１５日（金）１３：３０～１６：００

（２）訪問場所　　（株）ジーエス・ユアサ　コーポレーション　鉛蓄電池工場

（京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町 1）

（３）日程　　（昨年と同様）

（４）事前学習　特になし

４．事業の結果

はじめに電池のリサイクルに関する講義，そして鉛蓄電池工場見学，最後に質疑応答等の研修となった。

５．評価

（１），（２）および（３）についてはほぼ達成できたと思われる。今年は昨年よりリサイクルに関する講義の時間を取り，丁寧に説明していただいた。工場見学も行程順にガイドの説明を各自の無線システムで聞くことができ効果的であった。生徒のものづくりの現場に対する理解が深まった。

６．課題

リサイクルの講義が充実した分，様々な電池の見学が取れなかった。燃料電池や最新の電池等について実際に見て学習する機会が取れれば総合的に考えてもっとよいものになると思われる。しかし，現地の受け入れ時間が２時間であり，工場見学を主として考えると難しいと思われる。

Ⅶ．施設見学　「神戸製鋼所加古川製鉄所見学」

１．目的

（１）製鉄所のスケールの大きさに触れ，鉄づくりの現場を知る。

（２）製造工程から鉄の製法・精錬について理解を深める。

（３）企業研究者の精神，研究内容および取り組みについて知る。

２．意図・目標

我々の身の回りの生活の中で必要不可欠な金属として鉄が挙げられる。鉄の精錬の原理については理解できるが，実際のスケールの大きい現場で鉄の精錬を体感することで言葉では言い表せない様々な事柄を修得させたい。また，企業研究者の鉄に対する思いや研究内容の取り組みについても現場に行き交流することで伝わってくることを感じさせたい。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年１２月１４日（火）

（２）訪問場所　　神戸製鋼所加古川製鉄所（兵庫県加古川市金沢町１番地）

（３）日程　　（昨年と同様）

（４）事前学習　　鉄の精錬について（ビデオ学習）

４．事業の結果

昨年と同様に，１１時頃に着き，研修の案内を受けた後，バスを利用して，原材料置き場（ヤード），高炉，熱延工場，厚板工場の順に見学した。途中で，高炉の解体現場にも遭遇し少し内部の様子も見ることができた。熱延や厚板工場では，スケールの大きさや輻射熱で圧倒される感じであった。特に，品質の保持は電子制御され，その品質管理のすばらしさは目を見張るものがあった。工場見学後，復習の講義や質疑応答であった。生徒の製造工程についての質問でも丁寧に答えて頂いた。また，分単位での日程に企業人の時間に対する厳しさも理解できた。転炉を見学できなかったのは残念であるという意見が多かったが，安全第一の方針を考えれば仕方がないところである。打ち合わせから当日の運営までしっかりと体制を組んで受け入れて頂いた職員の方には感謝の気持ちで一杯である。

５．評価

機会が無ければ見学できない非日常の体験ができたことと充実した内容で受け入れていただいたことで（１）～（３）の目的はおおむね果たせたのではないかと思われる。

６．課題

現地で３時間の研修に対して移動時間が５時間もかかることをどう捉えるかである。現地での時間の増加は難しいところである。したがって，室内での研修でビデオ鑑賞よりも生徒が実際に鉄などについて触れたり，簡単な演示実験のようなことができれば最良と思われた。

＜物質科学Ⅰの評価＞

本研究の研究課題『科学技術研究・開発に意欲的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』を実現するために設定した目標を達成するにあたり，具体的に下記の７つの方法があげられている。

①理科・数学授業時間増
②理科・数学境界領域の教材開発
③理科実験実習の一層の重視
④「その他の科目（文系関連も含む)」の設置
⑤大学・企業，研究機関による指導
⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化
⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

①理科・数学授業時間増

普通コース４単位に対して自然科学コース５単位で実施した。さらに＜研修＞では，放課後の時間を活用した。

②理科・数学境界領域の教材開発

体心立方格子，面心立方格子および六方最密充填の単位格子の一辺と原子半径の関係を幾何学を基に考えさせ，結晶模型を作成した。

③理科実験実習の一層の重視

「γ線の放射線量の測定」や「Ｙ系高温超伝導体の作成」など，従来の普通コースでは実施していない実験実習を実施した。特に，「Ｙ系高温超伝導体の作成」については，原材料物質の調合から混合，仮焼，粉砕，成型，本焼に至るまでの全過程を経験させ，材料を扱う化学の観点から「ものづくり」を体験させた。

⑤大学・企業，研究機関による指導

主に＜研修＞として大学，企業の協力によって実施した。本学では，ＴＥＭとＥＰＭＡの実習を２回実施した。超伝導関係ではＪＳＴ理事による特別講義を，熱力学関係では京都工芸繊維大理事による特別講義をそれぞれ実施した。１０月と１２月には校外学習として，鉛蓄電池製造工場および溶鉱炉見学を実施した。

⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

定期的なクラブ活動としてではないが，超伝導現象を利用した演示実験装置を希望者を対象として作製した。文化祭において，来校された外部の方に，生徒が自ら説明し演示実験を披露した。１１月の教育実践研究集会においても生徒が英語でプレゼンテーションを行い，とても効果的であった。

以上，具体的な７つの方法のうち，特に関連する項目についてあげたが，特に，⑤については，昨年の経緯もあり，ＴＥＭとＥＰＭＡの実習を接近させ，共通点と相違点について比較できるように配置した。③と⑦については，Ｙ系高温超伝導体の作成と超伝導を利用した演示実験装置の開発を今年新たに行った。希望者ではあったが，大変意欲的に取り組めたことについては大いに評価できる。

次に，平成１７年２月１８日に実施したアンケートの評価を示す。アンケート内容は昨年と比較しやすいように同様の形式で，＜研修＞とそれ以外の生徒実験に対する評価および物質科学Ⅰを通して身に付いたと思われることについて等である。回答者は物質科学Ⅰ受講者３８名（１名欠席）で，結果を【資料１】に，調査用紙を【資料２】に示す。なお，３月２日以降に実施した＜研修＞については調査できていない。

＜研修＞については，６回実施（７回目は３月４日実施予定）した（図①参照)。今年度は新教育課程で授業内容も多少変わることもあり昨年よりも少し研修内容を精選した。全体的に見れば平均の３以上の 3.5 ～ 4.5 の評価を得ている。しかし，2.5 を下回った講演については，講演内容が未履修の物理的な分野が多く生徒の理解がしにくかったことがあったと考えられる。同じ講演であっても，「超伝導」については生徒自らが Y 系超伝導酸化物を作製した実習との相乗効果もあり，極めて難解で理解できなかったという感想が多かったが，最先端技術に関する興味・関心と自然現象の不思議さが生徒には印象に残り評価されたと思われる。

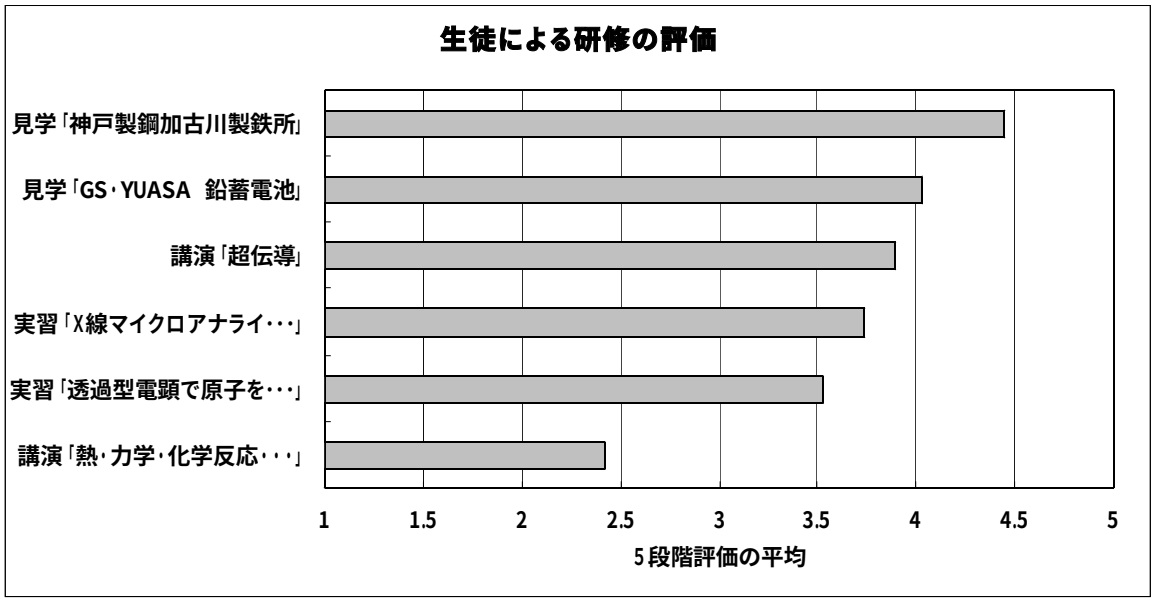
さらに，４以上の評価を得たものとしては２つの工場見学がある。講義だけでなく実際に「ものづくり」が行われている現場を訪れることで得られる知識や，研究者のものの考えた方や厳しさなどについて体験できたことの評価であると考えられる。このような意味で，【仮説Ａ】，【仮説Ｂ】及び【仮説Ｄ】については概ね達成できたと考える。

＜研修＞以外の生徒実験については，１４回実施した（図②参照)。昨年と比べると指導内容が大きく変わったこともあり回数は 40%増加した。全体的には 3.0 ～ 4.5 の評価を得ている。4.0 以上の好評価を得ている実験の特徴は，生徒自らが考えるかまたは考えさせる課題探求的な要素を含んだ実験である。金属イオンの未知試料分析は分析の手法を各班ごとにフローチャートで作成させた。スモールスケール実験は廃液の少量化と環境問題を

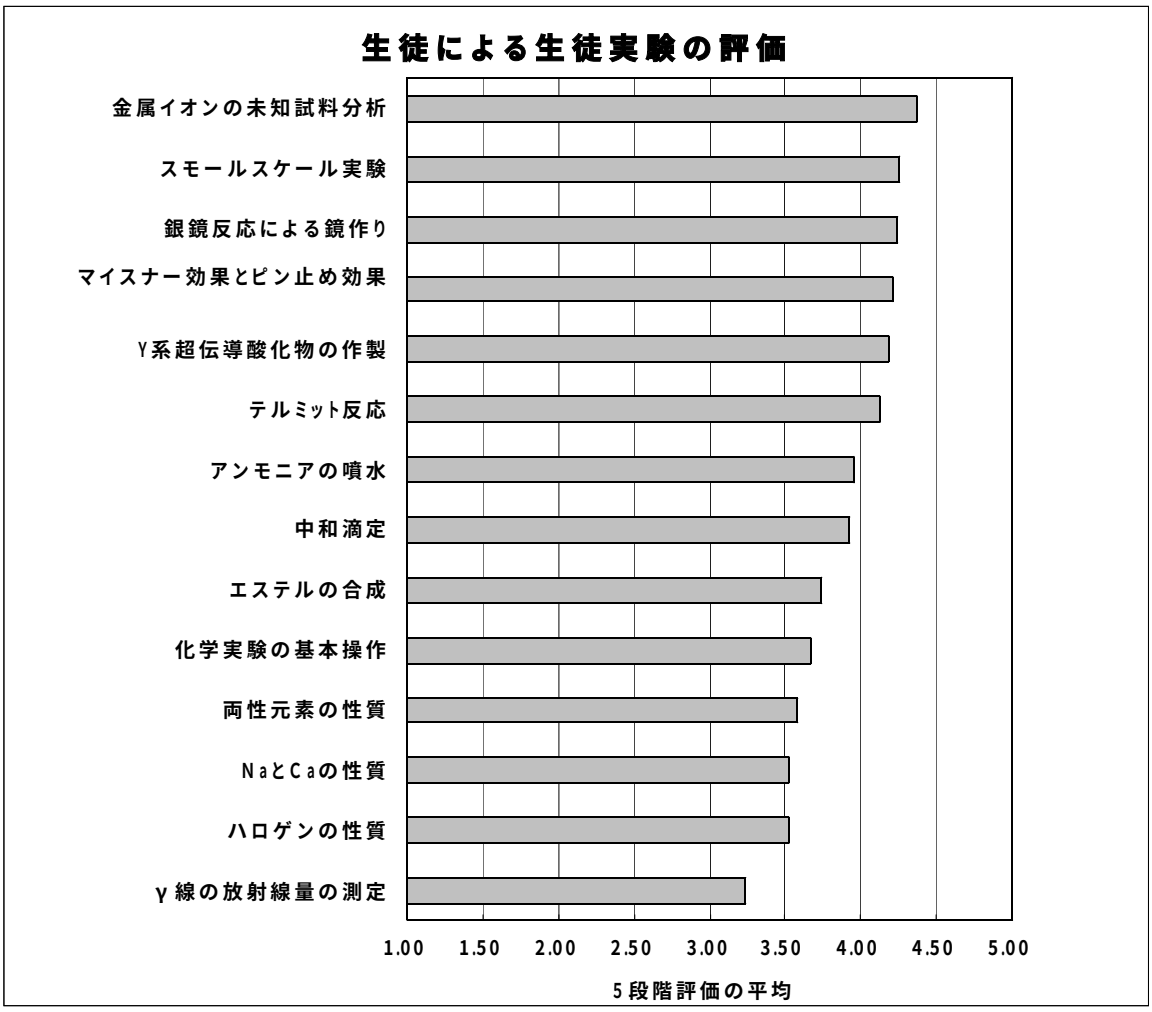
考えさせ，その効果を生徒に訴えかけた。超伝導関連の実験ではピン止め効果を利用した「超伝導トレイン」の示す不思議な現象の観察がある。逆にやや評価が低いものは基本操作や無機各論の実験など探求的な要素の少ない実験であった。このような意味で，課題探求的に取り組めた実験については【仮説Ａ】～【仮説Ｄ】は達成できたと考える。ただし，【仮説Ｃ】の表現・発信については超伝導関連で希望者を対象に行ったので今後，全体としてどのように情報を発信させていくかが課題である。

物質科学Ⅰの授業を通して身に付いたと思われる項目については，最大５個まで選択させた（図③参照）。一人平均の選択平均数は，4.6 個であった。上位項目を見ると，「知識」「観察力」「好奇心」「探究心」「考察力」「文章力・ﾚﾎﾟｰﾄ作成能力」の順であった。昨年と比べても多少の順番は変動したが項目内容はほとんど同じであった。指導内容は大きく変わったが，教科書の基礎的な知識を重視しながら，超伝導など最先端技術を織り交ぜ，課題探求的な実験も取り込んだ内容を実施してきた効果が反映していると思われる。ただ，今後も課題探究的な要素の実験を多く取り入れ，生徒の独創性を大いに刺激し発揮できるような教材の開発が必要であると考えている。また，海外の文献にも目を向け，英語でのプレゼンテーションを各自が少しでも体験できるようなプログラム開発も必要である。このようなことがＳＳＨの生徒全員に対して校内外を問わず連携し，有機的な取り組みとなれば，【仮説Ａ】～【仮説Ｄ】の全てを検証できるようなカリキュラムとなるのではないかと考える。

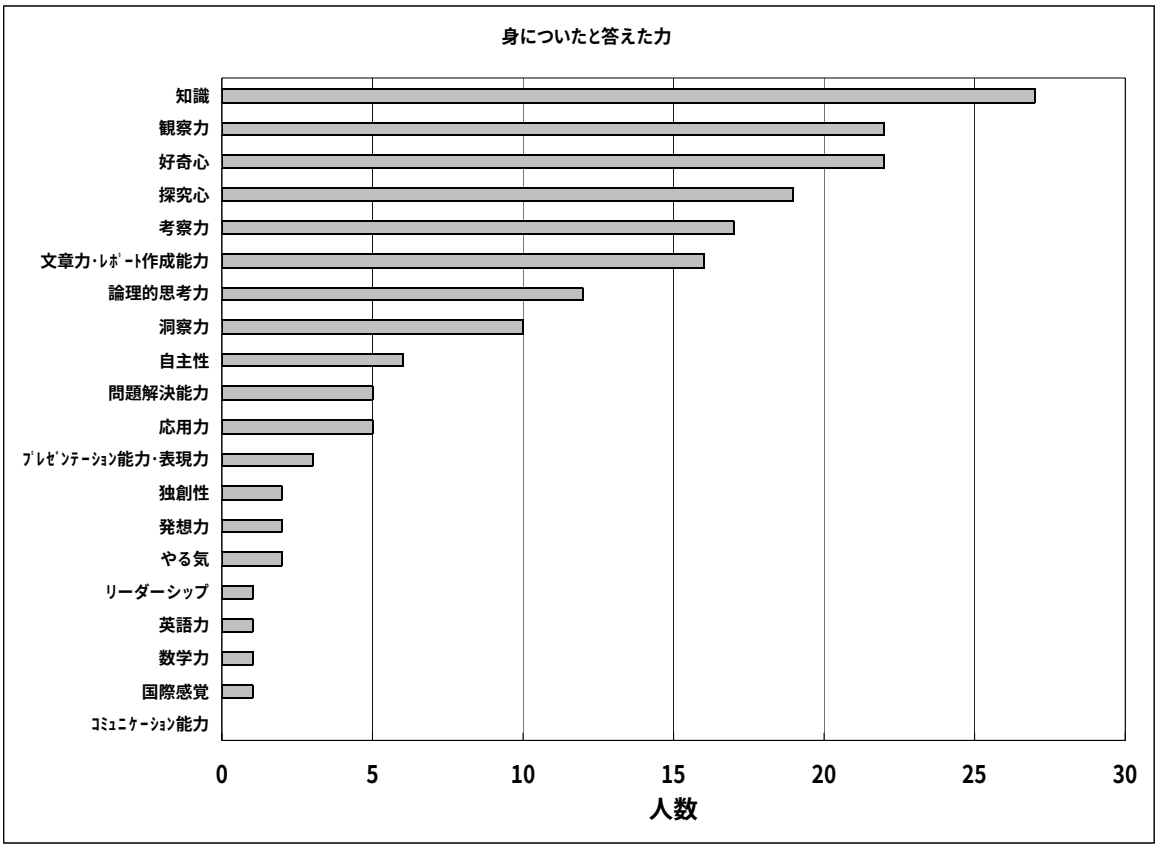
【資料１】



（図①）


生徒による生徒実験の評価
金属イオンの未知試料分析
スモールスケール実験
銀鏡反応による鏡作り
マイスナー効果とピン止め効果
Y系超伝導酸化物の作製
テルミット反応
アンモニアの噴水
中和滴定
エステルの合成
化学実験の基本操作
両性元素の性質
NaとCaの性質
ハロゲンの性質
γ線の放射線量の測定
1.00 1.50 2.00 2.50 3.00 3.50 4.00 4.50 5.00
5段階評価の平均

（図②）


身についたと答えた力
知識
観察力
好奇心
探究心
考察力
文章力･ﾚﾎﾟｰﾄ作成能力
論理的思考力
洞察力
自主性
問題解決能力
応用力
ﾌﾟﾚｾﾞﾝﾃｰｼｮﾝ能力･表現力
独創性
発想力
やる気
リーダーシップ
英語力
数学力
国際感覚
ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ能力
0 5 10 15 20 25 30
人数

（図③）

【資料２】　　＜物質科学Ⅰアンケート＞

物質科学Ⅰの授業改善とＳＳＨ取り組み評価の参考として，アンケートに協力して下さい。

◎　次の１～６の研修行事について，下記の番号を使って【　】内に印象を記入してください。また，なぜそう思うのか，理由を書いてください。また，**マークカードにもマークして下さい。**

⑤＝大変よかった　　④＝まぁよかった　　③＝なんともいえない
②＝あまりよいとはいえない　　①＝よくない

マーク１　【　　】　５月　実習　『透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）で原子をみる』
京都教育大学　芝原泰寛先生

マーク２　【　　】　６月　実習　『×線マイクロアナライザー（ＥＰＭＡ）による元素分析』
京都教育大学　武蔵野**實**先生

マーク３　【　　】　６月　特別講義　『超伝導』
科学技術振興事業団（ＪＳＴ）　北澤宏一先生

マーク４　【　　】　９月　特別講義　『熱，力学，化学反応，エネルギーそして生体　－化学熱力学入門－』
京都工芸繊維大学　功刀滋先生

マーク５　【　　】　１０月　施設見学　『ジーエス・ユアサ　コーポレーション鉛蓄電池工場見学』

マーク６　【　　】　１２月　施設見学　『神戸製鋼加古川製鉄所見学』

◎　研修行事について，何かあれば書いてください。
（内容，方法，テーマ，・・・。○○であったらよかったのに・・・。など）

◎　次の７～２０の物質科学Ⅰでの生徒実験について，下記の番号を使って【　】内に評価を記入してください。コメントがあるときは，書いて下さい。また，**マークカードにもマークして下さい。**

⑤＝大変よくわかった　　④＝まぁまぁわかった　　③＝なんともいえない
②＝あまりよくわからなかった　　①＝よくわからなかった

マーク７　【　　】　『はかるくん』によるγ線の放射線量の測定
マーク８　【　　】　化学実験の基本操作（$CuSO_4 \cdot 5H_2O$）
マーク９　【　　】　テルミット反応（Fe_2O_3とＡｌ）
マーク１０【　　】　中和滴定（食酢の定量）
マーク１１【　　】　（課題研究１）Ｙ系超伝導酸化物の作製（$YBa_2Cu_3O_{7-x}$）
マーク１２【　　】　マイスナー効果とピン止め効果の確認（超伝導トレイン）
マーク１３【　　】　ハロゲン（Ｃｌ，ＢｒとＩ）の性質
マーク１４【　　】　アンモニアの噴水
マーク１５【　　】　アルカリ金属とアルカリ土類金属（ＮａとＣａ）の性質
マーク１６【　　】　両性元素（ＺｎとＡｌ）の性質
マーク１７【　　】　環境問題を意識したＰＳセルによる金属イオンの反応（スモールスケール実験）
マーク１８【　　】　（課題研究２）金属イオンの未知試料の定性分析
マーク１９【　　】　銀鏡反応を利用した鏡作り
マーク２０【　　】　エステルの合成

◎　物質科学Ⅰでは，上記の生徒実験以外に下記のような演示実験を行ってきました。これらの中で，最もよかったものを３つあげて下さい。また，演示実験について，要望や感想があれば書いて下さい。

＜演示＞　・ＫＩＯ$_3$，ﾏﾛﾝ酸の振動反応　・蒸留，再結晶　・炎色反応，黄リンの自然発火
・He ｶﾞｽによる変声　・ﾄﾞﾗｲｱｲｽの作成とﾖｳ素の昇華　・圧電素子でのｴﾀﾉｰﾙ爆発
・吸熱反応で水が凍る　・紫ｷｬﾍﾞﾂの色素の呈色　・ﾄﾞﾗｲｱｲｽ中の Mg の燃焼
・備長炭電池，燃料電池　・電気分解　・ｹﾐｶﾙｶｰﾃﾞﾝ　・ﾒﾀﾝとﾌﾞﾀﾝのｼｬﾎﾞﾝ玉の燃焼

◎　物質科学Ⅰの授業（校外学習の研修行事も含む）を通して，どのような力がついたと思いますか。以下の①～⑳の中から最大５つまで番号で選んでください。

【　　，　　，　　，　　，　　】

①自主性　②独創性　③好奇心　④探究心　⑤やる気
⑥発想力　⑦問題解決力　⑧洞察力　⑨論理的思考力　⑩観察力
⑪リーダーシップ　⑫プレゼンテーション能力・表現力
⑬コミュニケーション能力　⑭数学力　⑮英語力　⑯応用力　⑰国際感
⑱文章力・レポート作成能力　⑲考察力　⑳知識
その他（　　）

◎　１年間（２／２８まで）の物質科学Ⅰの授業の感想等，何かあれば書いて下さい。

（文責　山口幸雄）

物質科学Ⅱ

＜科目設定の意図＞

物質科学Ⅰ・Ⅱは，日常生活の中で活躍する材料に目を向けて，合成や分析を通して考察を深め反応のしくみを理解させ，これら一連の過程を通して「ものづくり」への指向へ結びつけることを意図して設定した科目である。特に，物質科学Ⅱでは物質科学Ⅰでの学習をさらに発展させ，「ものづくり」を意識した無機物質・有機化合物の理論・実験技能の習得を意図として設定した。

＜仮説＞

本研究の研究課題『科学技術研究・開発に意欲的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』を実現するために設定した目標，研究内容・方法を受けて，物質科学Ⅱでは下記のような【仮説Ａ～Ｄ】仮説を立てた。

「ものづくり」を意識した無機物質・有機化合物の理論・実験技能の習得をすることにより，下記のような生徒が育つ。

Ａ　自然現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒
Ｂ　科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒
Ｃ　意欲的に情報を取り入れ，表現・発信していく生徒
Ｄ　社会における科学技術のあり方を考えられる生徒

上記の仮説を検証するために行った研究内容，方法については，大きく＜研修＞，＜授業内容＞に分け，その詳細を＜研修＞については下記に，＜授業内容＞については別冊資料編に報告する。また，検証については＜物質科学Ⅱの評価＞に報告する。

＜取り組みの概要＞

・研修
　Ⅰ．特別講義　「洗濯を科学する」（５月）
　Ⅱ．大学訪問　「有機化合物分子の立体構造」（６月）
　Ⅲ．施設見学　「大阪ガス工場・ガス科学館」（７月）
　Ⅳ．特別講義　「生体チタン合金材料」（１０月）
　Ⅴ．大学訪問　「分析化学に関する講義・実験」（１１月）
　Ⅵ．特別講義　「薬品の化学」（１１月）
　Ⅶ．特別実験　「コロイド溶液の性質」（１１月）
　Ⅷ．特別実習　「藍染めの原理とその手法」（１２月）
・授業内容
　【化学ＩＢ分野】
　第５編　有機化合物　（４月～６月）
　　１章　有機化合物の特徴と構造
　　２章　脂肪族炭化水素

３章　酸素を含む有機化合物
４章　芳香族化合物
【化学Ⅱ分野】
第２編　高分子化合物　（６月，７月，９月）
１章　高分子化合物
２章　合成高分子
３章　天然高分子
【化学ＩＢ分野】
第４編　無機物質　（９月～１１月）
１章　周期表と物質の性質
２章　非金属元素の単体と化合物
３章　金属元素の単体と化合物
【化学Ⅱ分野】
課題研究　（１１月，１２月）
※授業内容等の詳細については，「資料編」参照。

＜研修＞

Ⅰ．特別講義　「洗濯を科学する」

１．目的

（１）セッケン・合成洗剤の洗浄作用をコロイド界面化学の観点で理解する。
（２）界面活性剤のはたらきについて実験を通して理解する。
（３）セッケン・合成洗剤について化学と家庭科を融合した観点で学習する。

２．意図・目標

通常化学ではセッケン・合成洗剤について，その構造から分子レベルで洗浄作用について学習する。その内容は分子構造からのみの学習であり，油性汚れ・非油性汚れの洗浄の違いや繊維の種類・表面の違いによる洗浄についてまでは触れていない。そこで，洗濯という身近な事象について日常生活のごくありふれた行為の中に，化学の理論が含まれていることを理解させたい。そのために家庭科の観点から導入し，家庭科の実験により興味を持たせて学習させたい。さらに，そのような理論が実際の製品にどのように盛り込まれているか，および排水等の環境問題まで学習させたい。

また，家庭科と化学の両方の内容を含む融合授業として，新たな教材開発することも目標とする。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年5月２０日（木）
（２）指導講師　　後藤景子　氏　（京都教育大学教授）
稲木昇子　氏　（京都教育大学附属高校教諭）
（３）日程　　８：４０～１０：３０（於：本校）
（４）事前学習（１時間）
セッケンの構造，合成洗剤の構造，界面活性作用

４．事業の結果

事前学習については，従来から行っている授業の内容で１時間行った。実際の講義では，後藤氏が主に担当され，その内容は事前学習をさらに深めたもので，特に界面活性剤の説明は詳しいものであった。化学に関するもの・物理に関するもの・家庭科に関するもの等の内容が交互に登場し，これらの学問の境界領域での相互関連が重要であることを生徒もよく理解できた様子であった。また，洗浄過程の「ぬれ」の説明や，油汚れ・固体汚れの脱離等については視覚的な提示により分かりやすい内容であった。その他，家庭科としての立場から，商品開発・環境問題等についても触れていただいた。実験については，主に稲木氏が担当され，浸透作用（ぬれ）・乳化作用・分散作用・再付着防止作用の４つについての検証実験を行っていただいた。シンプルで理解しやすい実験であり，生徒も普段の化学実験の様子と少し異なり，生活に関することとしてより興味を示していた。

５．評価

（１）～（３）の目的は，おおむね果たせた。特に，（３）については新たな試みであったが，化学の授業だけではものたりなかったこと，家庭科の授業だけではだけでは理解しにくかったことが一掃できたこ

とが生徒の感想からも受け取れ，たいへん効果的であり評価できる。

6．課題

この単元については単発的な取り組みではなく，普段から家庭科と連携をはかって行えばもっと効果的である。

Ⅱ．大学訪問　「有機化合物分子の立体構造」

1．目的

（1）有機化合物分子の立体構造を理解することにより，有機分野のまとめとする。

（2）高校では扱えない測定機器に触れ，有機化合物分子の構造を探る。

（3）大学の研究室を訪問し，研究の意義や研究者の考えを知る。

2．意図・目標

4月から学習してきた有機化合物分野の総まとめとして設定した。有機化学分野の授業では個々の物性や反応を羅列的に学習しがちである。したがって，この分野の最後により系統的に理解を深めて学習させることを目標としていきたい。そのためにも大学教官の講義を受け，高校での授業とは異なった観点で理解をさせたい。さらに高校では扱えない測定機器に触れることにより，有機化合物分子の構造を詳しく探り，これまでの知識や理解をより深めさせていきたい。また，研究室の雰囲気や，研究の意義，研究者の考えを見聞きすることが，理科系志望である生徒たちの興味・関心をより深めさせることを意図して設定した。

3．事業の概要

（1）期日　　平成１６年6月２８日（月）

（2）指導講師　棚瀬知明　氏　（奈良女子大学教授）
　　岩井　薫　氏　（奈良女子大学助教授）

（3）日程　　１２：１０　学校出発
　　１３：３０　奈良女子大学到着
　　↓　　講義・実習等
　　１６：１０　奈良女子大学出発
　　１７：３０　学校到着

（4）内容　講義「有機分子の形と大きさ」「機器を使って分子の形を調べる」
　　体験実習「測定機器を使って分子構造を探る」
　　実習１．X線結晶構造解析　　実習２．核磁気共鳴吸収分析
　　実習３．クロマトグラフー質量分析
　　「コンピュータを使って’分子を見る’」
　　実習４．分子モデリング

（5）事後学習　X線回折装置，NMR，質量分析計についての概略説明

4．事業の結果

講義「有機分子の形と大きさ」については，有機化合物分野の復習となる内容で，高校生に理解しやすいように講義していただいた。また，「機器を使って分子の形を調べる」については測定機器の原理を中心に，測定することの意義を研究者の立場から講義していただいた。測定機器の原理が物理分野の内容に関連することを分かりやすく説明していただき，生徒も理解しやすかったと考えられる。

体験実習については，時間・人数の都合上，生徒を４つのグループに分けて，上記実習１～実習４のいずれかに参加させた。実習１～実習３については，測定機器の説明の後，サンプルでの実際の測定を行った。生徒は，説明等を熱心に聞いていた。ただ，多人数・短時間から，体験にとどまる実習であり，実際の操作を十分に行うことはできなかった。実習４については，１～２人に１台のパソコンが与えられ，ソフトで自由に分子を設計する作業に生徒の表情も楽しそうであった。

5．評価

（1）～（3）の目的は，おおむね果たせた。大学教官から高校の学習内容の講義を聞くことも新鮮で効果があると考えられる。また，実際に大学を訪問して実習することで生徒の興味・関心をより増幅させることに効果が得ると考えられる。

6．課題

講義は高校生向けで分かりやすいものであったが，これまで授業で学んだことと重なる部分もあり，事前

の打合せを十分にしなければならない。また，測定機器については操作する時間が短かすぎるのでその検討が必要である。

※なお，本研修は奈良女子大学理学部地域貢献特別支援事業「化学大好きプロジェクトＮａｒａ」とタイアップして行ったものである。

Ⅲ．施設見学　「大阪ガス工場・ガス科学館」

１．目的

（１）都市ガス製造工場のスケールに触れ，生活物質の製造現場を知る。

（２）都市ガス製造工程を学習し，有機化学分野(炭化水素)の理解を深める。

（３）企業研究の研究内容とその取り組みについて知る。

２．意図・目標

広大な都市ガス製造現場を見学することにより，そのスケールに触れ，かつ一つ一つの製造工程にこれまで化学で学習してきたことが想起されることを目標として設定した。また，生活に関わる物質を題材とすることにより，家庭にとどくまでにさまざまな工夫がなされていることを化学と関連させて理解させたい。さらに，省エネルギーシステム・次世代エネルギー・環境問題等について，どのように企業が研究をすすめているかを知ることにより生徒の興味・関心を深めさせたい。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年７月１４日（水）

（２）訪問場所　　大阪ガス泉北製造所第二工場・ガス科学館（大阪府高石市高 3-1）
（なお，当日は午前中に京都大学原子炉実験所を見学し，
午後にガス工場を見学した。）

（３）日程

８：１５　学校出発
１０：００　京都大学原子炉実験所到着
↓　見学・研修等
１２：４０　京都大学原子炉実験所出発
１３：２０　大阪ガス工場・ガス科学館到着
↓　見学・研修等
１５：５０　大阪ガス工場・ガス科学館出発
１７：４０　学校到着

（４）事前学習　　石油化学工業について

４．事業の結果

内容は，講義・工場見学・科学館見学の順で行われた。

講義は，ガス科学館副館長である中田洋太郎氏に行っていただいた。ＶＴＲや模型等を提示しながら，都市ガス製造工程を中心に，温暖化・オゾン層破壊・化石燃料とエネルギー問題等の環境問題や，コ･ジェネレーションシステム・燃料電池・ゴミ発電・メタンハイドレートのエネルギーに関する内容の話までしていただいた。短時間ではあったが，企業現場での観点から話もあり，生徒にとっても興味深いものであった。

工場見学では，安全上バスの車窓からの見学であった。ただ，運良くタンカーが接岸していて，ＬＮＧが貯蔵タンクに送られていく現場を見学することができた。送液パイプの状態から，かなり低温であることも確認でき，生徒からも歓声があがっていた。また，ＬＮＧをアルミパイプに送り込み，海水で気化させる装置も見学することができた。

ガス科学館は，小学生から一般までが体験的に学習できる施設であった。器具や装置等にも工夫とがなされていて，生徒ははしゃぎまわって学習をしたという様子であった。

５．評価

（１）～（３）の目的は，おおむね果たせた。生活に関わることと化学との関連について考えさせることは効果的であったと考えられる。

６．課題

内容が豊富で時間が不足気味であった。化学との関連については，事後学習が必要である。

Ⅳ．特別講義　「生体チタン合金材料」

１．目的

（１）チタン元素の特性を理解する。

（２）チタン合金の医療材料としての性質を理解する。

（３）「ものづくり」に関わる大学での研究内容を知る。

２．意図・目標

チタンを含む物質は，最近身の回りの製品として見聞きするようになっているが，教科書では取り扱われていない。現在，人工骨として開発が進むチタン合金の講義を聴くことにより，チタン元素の特性や医療材料としての性質を理解し，さらに元素の周期律からの特性・無機物質の学習の理解を深めることを意図して設定した。また，生体に用いる材料の「ものづくり」を行う上でクリアしなければならない条件等を理解し，そこに物理学・化学・生物学・医学が関連していることも学習させたい。工学部での研究が，医学部とタイアップして行われていることを知り，理科系志望者の興味・関心を深めさせることも目標とする。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年１０月１９日（火）

（２）指導講師　　池田勝彦　氏　（関西大学教授）

（３）日程　　１５：４０～１６：５０（講義・実習，於：本校）

（４）事前学習　　チタン元素の特性

４．事業の結果

講義は，まず医療材料・生体適合性・生体軟組織代替材料・生体硬組織代替材料について医学や生物学の見地からの話であった。内容も分かりやすく生徒も興味を持って講義を聴いていた。後半は，前半の話を受けて，生体材料としてのチタン合金の特性をチタンという元素の特性をまじえての話であった。弾性係数・比強度・耐食性・対摩耗性・細胞毒性等を，ステンレスと比較しながらチタン合金の性質を分かりやすく説明していただいた。また，実際の動物実験による結果の考察，資料提示等は，特に生徒の興味を引くものであった。生徒の中には，進学して医学や生物学を学びたい者も多く，興味が深まったと考えられる。

実習の内容は，チタン板をリン酸溶液中で電気分解し，陽極板に酸化チタンの被膜をつくる操作であった。電圧を変えることにより，被膜の厚みが変化し，チタン板がさまざまな色に変化するもので，生徒(希望者：ほぼ全員)が自分の好みの色のチタン板を１枚作成した。それを持ち帰れるということもあって，生徒はたいへん喜んでいたのが印象的であった。

５．評価

（１）～（３）の目的は，おおむね果たせた。特に，「ものづくり」の研究には，さまざまな分野の学問が関係している点が理解できるところは評価できる。一部の生徒に「ものづくり」の研究に関する意識がより高まり，変化が見られたことは評価できる。

６．課題

特になし。

Ⅴ．大学訪問　「分析化学に関する講義・実験　－ミクロ・ナノスケールの分離分析－」

１．目的

（１）分析化学の意義や手法に関して学習する。

（２）分析化学に関する実験を体験する。

（３）大学院の施設を見学し，その研究活動を知る。

２．意図・目標

高校での化学の学習を終える時期に，分析化学の知識をさらに深めようと意図して設定した。全ての学習が終了する時期であれば，その知識・見聞も広く，より理解しやすいと考えた。さらに，実際に大学で行われている分析実験を体験することにより，理解を深めさせたい。

また，訪問する京都大学桂キャンパスは，昨年１０月に主に化学系大学院の施設として開校したばかりである。新しい設備・機器等を見学し，研究者の活動を知ることで，生徒の興味・関心をより深めさせていきたい。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年１１月１日（月）

（２）指導講師　　大塚浩二　氏　（京都大学教授）
（３）日程　　１２：００　学校出発
１２：５０　京都大学桂キャンパス到着
↓　　講義・実習等
１６：３０　京都大学桂キャンパス出発
１７：３０　学校到着
（４）事前学習　カフェインについて

４．事業の結果

講義は，ミクロ・ナノスケールの分離分析として，キャピラリー電気泳動(ＣＥ)・ミクロ動電クロマトグラフィー(ＭＥＫＣ)・マイクロチップ電気泳動(ＭＣＥ)等の電気泳動での分離分析法を中心に話をしていただいた。原理は，高校生でもこれまで学習した知識を組み合わせれば考えられるものであり，分かりやすく説明をしていただき，生徒も理解しやすかった。

体験実習は，①ＨＰＬＣによる飲料中のカフェインの検出と定量　②マイクロチップ電気泳動による超高速キラル分離　③マイクロチップ電気泳動－質量分析法によるカフェインの超高速検出　④レーザー励起蛍光による極微量物質の検出　の４つのテーマからなる。ただし，②～④については主に説明と見学が中心であった。①については生徒があらかじめ用意した市販飲料に含まれるカフェインを，ＨＰＬＣを用いて実際に分析を行った。ピペットマンによる試料の希釈・マイクロシリンジを用いての試料の注入・検量線から定量を生徒が実際行った。生徒は，緊張した面持ちで熱心に取り組んでいた。

実験室に入れる人数に制限があるため，半数の生徒が実験を体験している間，残りの半数の生徒は桂キャンパスの施設見学を行った。京都市内を見おろす高台に位置した好環境の元，数多くの研究施設を順次見学させていただいた。

５．評価

（１）～（３）の目的は，おおむね果たせた。電気泳動での分離分析が中心であったので，高校で学習する基礎的な理論が，大学での高度な研究に生かされていることを認識するのにとても効果的があった。

６．課題

１クラスの生徒すべてを実験実習させるには，大学の研究室レベルでは物理的に難しい面があった。また，時間が短かった感もあり，テーマを絞って行うことが今後の課題である。

Ⅵ．特別講義・実験　「薬品の化学」

１．目的

（１）薬の体内での作用について，化学的に理解する。
（２）企業研究者から創薬研究についての話を聞き，その内容を知る。
（３）課題研究の導入として，薬学分野の興味・関心を高める。

２．意図・目標

新教育課程化学Ⅱにおいて，従来の指導要領にはなかった「薬品の化学」の分野が新たにが加わった。これを受けて，物質科学Ⅱでは課題研究の題材として，この分野を取り上げ，その導入を意図して本研修を設定した。身の回りにある薬は，自分の身体にまつわる題材であり，多くの生徒が興味を持っていると考えられる。薬が効くメカニズム，創薬研究等について講義を聴き，さらに実験を通して理解を深めさせたい。また，医学・薬学分野への進学を希望する生徒が，より興味・関心を高めていくことも目標とする。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年１１月１８日（木）
（２）指導講師　　島崎眞　氏　（バイエル薬品(株)，薬学博士）
（３）日程　　８：４０～１０：３０（講義・実習，於：本校）
（４）事前学習　　酵素反応

４．事業の結果

講義は医薬品に関するものが中心で，薬の歴史・分類・効果等を高校生にわかりやすく説明していただいた。生徒も自分たちが実際に使用することのある医薬品には大変興味があるようすであった。特に，医薬品が身体に効くシステムをアニメーションを用いて視覚的に解説していただき，理解しやすい講義であった。また，大学での薬学教育，薬学一般に関すること，製薬会社の機構および創薬に関すること等，さまざまな角度からの話も盛り込まれ，進路学習としての一面が盛り込まれた講義でもあった。

実験については，ジアスターゼを用いた酵素反応に関するものであった。簡単な実験操作で，理解しやすい教材であり，かつ薬品として販売されているタカジアスターゼ錠やキウイの絞り汁を用いて，より生活に関連させて進めていけるところが効果的であった。また，考察等で講義の内容の理解や発展的学習が行える教材でもあった。

生徒の感想も，丁寧な説明でわかりやすく，かつ興味深い内容であったというものが多く好評であった。特に，花粉症の話など自分の身近なことの解明についての評価が高かった。

5．評価

（1）～（3）の目的は，おおむね果たせた。後の課題研究の導入としても効果的であり，進路学習としての効果もあった。

6．課題

生体反応の内容も出てくるので，生物選択者以外の生徒について対応を考える必要がある。

Ⅶ．特別実験　「コロイド溶液の性質」

1．目的

（1）既習事項であるコロイド溶液の性質を実験によって復習し，理解を深める。

（2）ブラウン運動を用いて，アボガドロ定数を求める。

2．意図・目標

コロイド溶液の性質については，昨年度物質科学Ⅰにおいて学習済みで，生徒実験も実施しそのざまざま性質を確認した。ここでは，その学習を基礎に教科書では取り扱っていない教材・教具により既習分野を復習し，かつ理解を深めることを意図して設定した。教材・教具は，京都教育大学理学科芝原研究室で研究されているもので，本学との高大連携の取り組みでもある。ブラウン運動を用いて，アボガドロ定数を求める原理は高校生にとってはやや難しいが，時期的にも発展的学習を行うのにふさわしいと考えた。理論の理解，データ処理，洞察力，考察力等さまざまな要素が含まれており，それらを統合して実験を行う力を養うことも併せて目標とする。

3．事業の概要

（1）期日　　平成１６年１１月２９日（月）

（2）指導講師　　芝原寛泰　氏（京都大学教授），京都教育大学芝原研究室

（3）日程　　１３：４０～１５：３０（実験，於：本校）

4．事業の結果

実験指導は，この教材を研究している大学院生を中心に行っていただいた。

内容は，まずコロイド溶液を小さいガラス管に封じ，電気泳動・チンダル現象を確認する実験行った。コロイド溶液は，生徒が思いつきそうなものもあらかじめ用意されており，各班で自分たちが考えた溶液と指定された溶液を用いて実験を行った。ホットボンドでガラス管を封じる作業については，演示しながら説明がなされた。技術を要するところがあり多少苦労する生徒もあったが，良い体験になったようすであった。小型化された教材である故，注意深く観察しなければならないところも効果的であった。コロイド溶液を封じることにより，再利用できかつ廃液等も少なくできる教材である。次に，ブラウン運動からアボガドロ定数を求める実験を行った。時間の都合上，コンピュータシミュレーションによるデータ解析の実験であった。生徒は，パソコン上のソフトを用いてのデータ処理は手際よくこなせていたが，アインシュタインの理論式から導きだせるブラウン運動とアボガドロ定数との関係の理解はかなり難しいようすであり，感想からもそのことがうかがえた。ただ，実験後に難しいことを時間かけて理解しようとする生徒が見られた。

5．評価

（1），（2）の目的はおおむね達成された。大学で研究されている新しい教材・教具で実験を行えたことが，生徒だけでなく，指導者にもよい体験となった。

6．課題

教材としての時間的な拘束による内容の精選，実験値の精度および理論の難しさについて，検討する必要がある。

Ⅷ．特別実習　「藍染めの原理とその手法」

1．目的

（１）藍染めの原理について，化学的に理解する。
（２）藍染めのいろいろな技法を学習する。
（３）藍染めについて，化学と美術との統合的な観点で学習する。

２．意図・目標

本校では，従来より酸化還元反応の応用として，藍染めを題材とした実習を行っている。原理を化学的に理解し，さらにいろいろな技法を学習している。その学習をさらに一歩進めて，美術的観点を加えてより充実した実習を行うことを意図して設定した。１つ教材に対して化学以外からアプローチすることによって，さらに興味・関心を深めさせることもねらいとしている。美術と化学の両方の内容を含む融合授業として，新たな教材開発することも目標とする。

３．事業の概要

（１）期日　　平成１６年１２月１６日
（２）指導講師　　高橋正人　氏　（京都教育大学附属高校講師），市田克利
（３）日程　　８：４０～１０：３０（講義・実習，於：本校）

４．事業の結果

本校で従来より化学の授業で行ってきている藍染めの実習に加えて，美術科講師に説明・実習指導を行っていただいた。まず，藍染めの原理を化学的に説明し，次に実際の実習の手順を説明し，さらに高橋氏により絞り染め・臈纈染め・抜染の具体的な技法，作品例，作品の利用等を説明していただいた。従来，化学科教員では説明しにくいかった技法の工夫や作品が醸し出す雰囲気を説明していただくことにより，生徒の興味・関心もさらに深まったようすであった。実際の実習での指導も細かい点に注意を払って指導していただき，生徒は例年以上に熱心に制作に取り組んでいた。

以前から生徒には好評の実習であったが，美術科との連携をはかって行うことにより，さらに効果的であることが生徒の感想からもうかがえる。特に，美術や生活における化学の関わりについて理解が深まったことに効果があった。

５．評価

（１）～（３）の目的は達成された。

６．課題

特になし。

＜物質科学Ⅱの評価＞

本研究の研究課題『科学技術研究・開発に意欲的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』を実現するために設定した目標を達成するにあたり，具体的に下記の７つの方法があげられている。

①理科・数学授業時間増
②理科・数学境界領域の教材開発
③理科実験実習の一層の重視
④「その他の科目（文系関連も含む）」の設置
⑤大学・企業，研究機関による指導
⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化
⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

これらの中で，物質科学Ⅱの取り組みと関連する項目について述べる。

①理科・数学授業時間増

普通コース４単位に対して自然科学コース５単位で実施した。さらに，＜研修＞では，放課後の時間等も活用した。

②理科・数学境界領域の教材開発

「フラーレン」の学習項目で試みた。

③理科実験実習の一層の重視

実験実習の内容によって異なるが，９月以降は実験技能の向上に伴い，特に自主的に実験に取り組むような工夫を行った。＜研修＞における実験実習では，これまでにない取り組みを行った。大学教官等の講演においても，できる限り実験を取り入れた。授業での生徒実験の回数は，普通コース１７回に対して，自然科学コースでは２７回行った。

⑤大学，企業，研究機関による指導

主に＜研修＞として大学，企業，研究機関の協力によって実施した。実施回数は８回であった。

⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化

教師間では，京都理化学協会の研修会や研究協議会の参加によって教材開発等の研修を行った。生徒の取り組みは行っていない。

以上，具体的な７つの方法のうち，特に関連する項目についてあげたが，③，⑤については十分に実施できたと考える。③については，生徒が実験技術，観察力，考察力等を身につけるのに効果的であった。また，⑤については，生徒の理科系分野や研究活動の興味関心，探究心等を向上させるのに効果的であった。

一方，教師の意識や指導法については，③を取り組むにあたって，既存の教材に対しても再検討し，工夫を行うようにした。また，新しい教材への取り組みも積極的に行った。⑤については，大学教官等と打ち合わせ等を行って得た情報や知識を，自然科学コースのみならず，普通コースの授業に還元できたことは評価できる。

次に，平成 16 年 12 月に行ったアンケートについてまとめてみた。

アンケートの内容は，＜研修＞とそれ以外の生徒実験に対する評価，および物質科学Ⅱの授業を通して身についたと思われることについて等である。回答者は，物質科学Ⅱ受講者３９名全員で，主な項目の結果のグラフおよび調査用紙を後の資料１，資料２に示す。

＜研修＞については，８回の＜研修＞それぞれについて，⑤＝大変よかった　④＝まぁよかった　③＝なんともいえない　②＝あまりよいとはいえない　①＝よくない　の５段階で生徒に評価を行わせ，その平均点で示した（図１）。全体として，全ての＜研修＞においてある程度の評価を得ていると考えられる。上位３項目については，２９名以上の生徒が⑤または④を選択している。平均点の差については，能動的活動と受動的活動との相違，内容の難易度または興味関心の度合い等の要因が考えられる。また，今年度取り組んだ＜研修＞については，おおむね【仮説Ａ】および【仮説Ｂ】に関係すると考えられる。さらに，講演等では社会における科学技術のあり方等も盛り込まれていたことから，【仮説Ｄ】にも関係すると考えられる。

＜研修＞以外の２１回の生徒実験は，それぞれについて，⑤＝大変よくわかった　④＝まぁまぁわかった　③＝なんともいえない　②＝あまりよくわからなかった　①＝よくわからなかった　の５段階で生徒に評価を行わせ，その平均点で示した（図２）。全体として，全ての生徒実験においてある程度の評価を得ていると考えられる。上位５項目については，２９名以上の生徒が⑤または④を選択している。平均点の差については，総合的な実験が個々の検証実験より高い傾向にある。これは，ある程度知識が系統的につながり，自主的に実験が行えるようになった時期とも関係があると考えられる。つまり，知識が系統的につながり広範囲に考え理解することができるようになったと考えられる。さらに，時間をかけて自分たちで考えて取り組んでいく実験は，理解度も大きいと考えられる。また，今年度取り組んだ生徒実験については，【仮説Ａ】および【仮説Ｂ】に関係すると考えられる。さらに，課題実験ではプレゼンテーション形式で行ったものもあることから，【仮説Ｃ】にも関係すると考えられる。

物質科学Ⅰの授業を通して身についたと思われることについては，２０項目のうちから最大５項目まで選ばせた。のべ回答数は 163 であり，それぞれの項目を選んだ人数を示した（図３）。上位５項目をあげると，「好奇心（19 人）」「自主性（19 人）」「探究心（18 人）」「論理的思考力（17 人）」「知識(14 人)」であり，次点は「観察力（13 人）」であった。上位２項目については，およそ半数近くの生徒が選択している。また，上位４項目についてはそれぞれ 40 %以上の生徒が選択しており，これら４項目ののべ回答数に対する割合は約 45 %になる。

【仮説Ａ】に特に関係すると考えられる「自主性」「やる気」についていずれか１つ以上を選んだものは 25 名であった。【仮説Ｂ】に特に関係すると考えられる「好奇心」「探究心」についていずれか１つ以上を選んだものは 27 名であった。また，【仮説Ｃ】に特に関係すると考えられる「プレゼンテーション能力・表現力」「コミュニケーション能力」についていずれか１つ以上を選んだものは 9 名であった。

今回の調査は，普通コースとの比較を行っていないので，【仮説】に対する検証において，明確に断言することは難しい面がある。その点を踏まえた上，上記に示した事柄から判断して，【仮説Ａ】，【仮説Ｂ】に対しては効果がある程度実証できると考える。このことは，アンケートの自由記述からもうかがえる。【仮説Ｃ】，【仮説Ｄ】に対しては，現段階では判断しがたいと考える。ただし，＜研修＞の中に，社会における科学技術のあり方等も盛り込んだ講演等もあり，個人差はあるものの生徒の感想等から察すると，【仮説Ｄ】も一部実証できる点があると考えられる。

物質科学Ⅱでたてた【仮説】は本校の研究課題のねらいと合致するので，今後の課題として，【仮説Ｃ】および【仮説Ｄ】を実証する取り組みの工夫を行うとともに，【仮説】の検討も行わなければならないと考える。

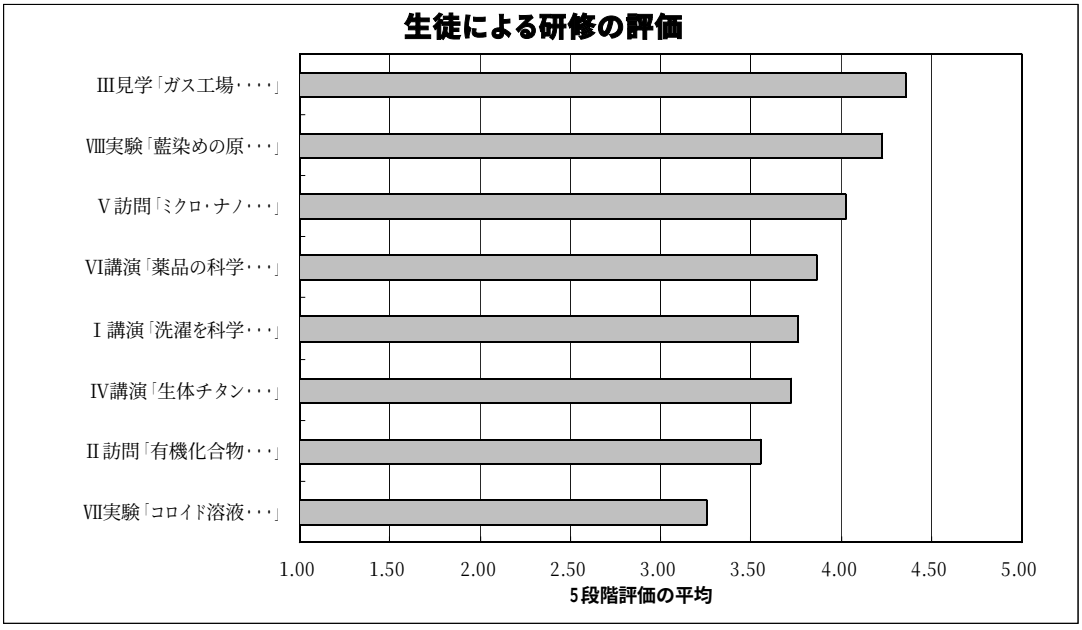
最後に，ここ２年間行ってきたＳＳＨ研究の学校独自設定科目である物質科学Ⅰ・Ⅱについての評価を考える。昨年度の報告書＜物質科学Ⅰの評価＞と上述の＜物質科学Ⅱの評価＞とを比較して，まず具体的な７つの方法①

～⑦のうち，①理科・数学授業時間増，③理科実験実習の一層の重視，⑤大学・企業，研究機関による指導　については，物質科学Ⅰ・Ⅱともに重点的に取り組み，その成果も生徒のみならず教員にとっても評価できるものであると考える。②理科・数学境界領域の教材開発　については，時間的に十分には取り組めてはいないが，試みたことが今後の課題の解決になっていくと考えられる。⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化　については，教員については連携がはかれた部分もあったが，生徒については取り組みができておらず今後の課題となる。④「その他の科目（文系関連も含む）」の設置，⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定　については直接的には物質科学Ⅰ・Ⅱの授業との関連はないが，⑦については授業で興味を持ったことを課外で行うように啓発を行った。具体的には，ＨＰＬＣや分光光度計などの機器を用いた学習会的なものを行った。今後はクラブ活動の活性化を授業からの啓発し進めていくことも課題である。

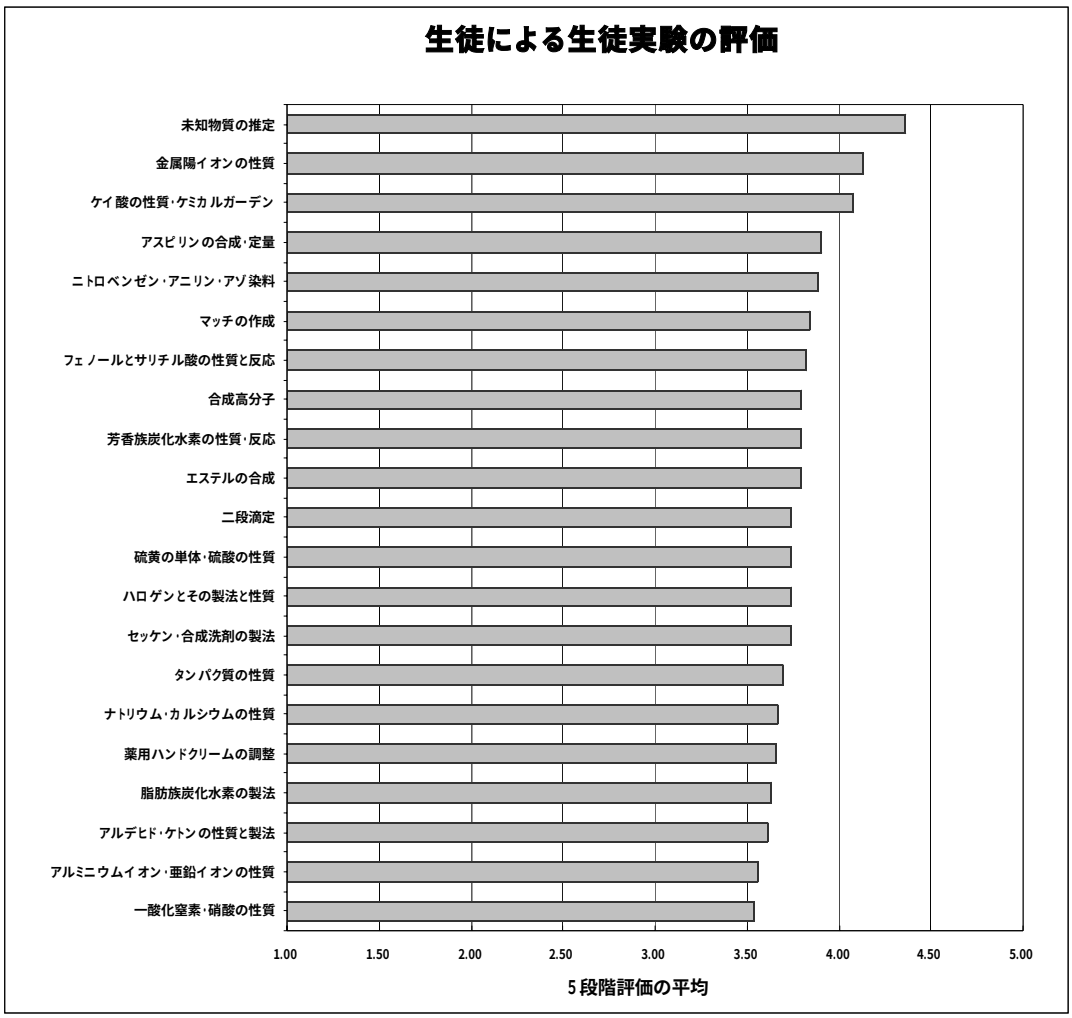
次に，生徒に行ったアンケートから比較を行うと，＜研修＞については物質科学Ⅰ・Ⅱともに最も重点を置いて取り組んだこともあり，その成果はアンケート結果からみても評価できると考えられる。通常の教育課程では行えないことに取り組んでいるという生徒の意識も，その姿勢に大きく関係していると考えられる。生徒実験については，物質科学Ⅰ・Ⅱともに行った数にかかわらず，ある程度の評価が得られていることがアンケート結果から判断できる。物質科学Ⅱにおいては，実験回数も多く昨年度より実験技術・観察力・考察力等がかなり習得できたことが指導者からみても判断できる。身についたと思われることについては，物質科学Ⅰ・Ⅱについてアンケート結果に差異が見られる。物質科学Ⅰでは，「文章力・レポート作成能力」「知識」「観察力」が身についたと答えた生徒が約５０％であったことに対して，物質科学Ⅱでは，「好奇心」「自主性」「探究心」と答えた生徒が約４５％であった。物質科学Ⅰでは，レポート作成に重点を置いたこと，化学をはじめて学習したこと等が影響していると考えられる。物質科学Ⅱでは，実験回数を多くし，自分で考えて理解をすすめていくことに重点を置いたことが影響していると考えられる。したがって，物質科学Ⅰ・Ⅱの連続授業により，ある程度バランスよく力が身についていることに効果があったと考えられる。

【仮説】については，物質科学Ⅰ・Ⅱともに普通コースとの客観的な比較を行っていないので，明確に判断しがたいが，【仮説Ａ】，【仮説Ｂ】に対してはある程度実証できる。【仮説Ｃ】，【仮説Ｄ】については，それにかかわる取り組みが少なかったものの，一部の取り組みによる効果はあると考えられる。

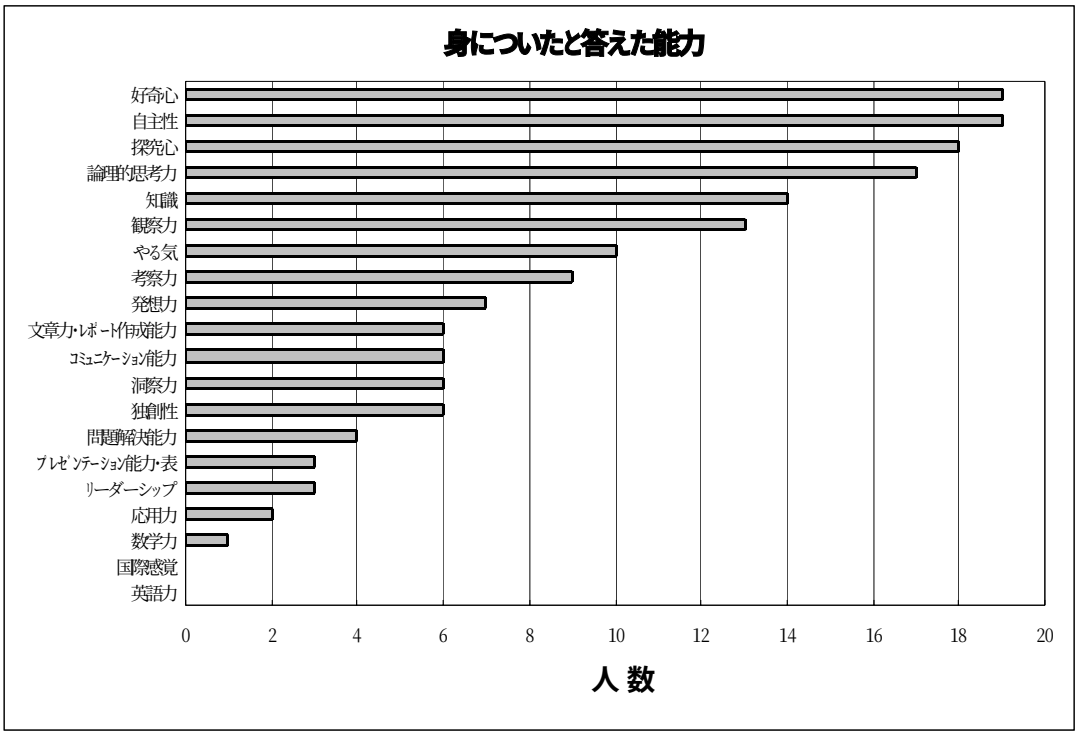
資料１



（図１）


生徒による生徒実験の評価
未知物質の推定
金属陽イオンの性質
ケイ酸の性質・ケミカルガーデン
アスピリンの合成・定量
ニトロベンゼン・アニリン・アゾ染料
マッチの作成
フェノールとサリチル酸の性質と反応
合成高分子
芳香族炭化水素の性質・反応
エステルの合成
二段滴定
硫黄の単体・硫酸の性質
ハロゲンとその製法と性質
セッケン・合成洗剤の製法
タンパク質の性質
ナトリウム・カルシウムの性質
薬用ハンドクリームの調整
脂肪族炭化水素の製法
アルデヒド・ケトンの性質と製法
アルミニウムイオン・亜鉛イオンの性質
一酸化窒素・硝酸の性質
1.00
1.50
2.00
2.50
3.00
3.50
4.00
4.50
5.00
5段階評価の平均

（図２）


身についたと答えた能力
好奇心
自主性
探究心
論理的思考力
知識
観察力
やる気
考察力
発想力
文章力・レポート作成能力
コミュニケーション能力
洞察力
独創性
問題解決能力
プレゼンテーション能力・表
リーダーシップ
応用力
数学力
国際感覚
英語力
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
人数

（図３）

資料２

＜物質科学Ⅱアンケート＞

物質科学Ⅱの授業改善とＳＳＨ取り組み評価の参考として，アンケートに協力して下さい。

◎　次の１～８の研修について，下記の番号を使って【　】内に印象を記入してください。また，なぜそう思うのか，理由を書いてください。**マークカードにもマークして下さい。**

⑤＝大変よかった　　④＝まぁよかった　　③＝なんともいえない
②＝あまりよいとはいえない　　①＝よくない

１.【　　】　５月　特別講義　『洗濯を科学する』
京都教育大学　後藤景子　先生
京都教育大学附属高校　稲木昇子　先生

２.【　　】　６月　大学訪問　『有機化合物分子の立体構造』
奈良女子大学　棚瀬知明　先生　岩井　薫　先生

３.【　　】　７月　施設見学　『大阪ガス工場・ガス科学館』

４.【　　】　１０月　特別講義　『生体チタン合金材料』
関西大学　池田勝彦　先生

５.【　　】　１１月　大学訪問　『分析化学に関する講義・実験
－ミクロ・ナノスケールの分離分析－』
京都大学　大塚浩二　先生

６.【　　】　１１月　特別講義・実験　『薬品の化学』
バイエル薬品(株)　島崎眞　氏

７.【　　】　１１月　特別実験　『コロイド溶液の性質』
京都教育大学　芝原寛泰　先生　芝原研究室

８.【　　】　１２月　特別実験　『藍染めの原理とその手法』
京都教育大学附属高校　高橋正人　先生　市田克利

◎　研修行事について，何かあれば書いてください。
（内容，方法，テーマ，・・・。○○であったらよかったのに・・・。など）

◎　次の９～２９の物質科学Ⅱでの生徒実験について，下記の番号を使って【　】内に評価を記入してください。コメントがあるときは，書いて下さい。**マークカードにもマークして下さい。**

⑤＝大変よくわかった　　④＝まぁまぁよくわかった　　③＝なんともいえない
②＝あまりよくわからなかった　　①＝よくわからなかった

９.【　　】脂肪族炭化水素の製法（アセチレン他）
１０.【　　】アルデヒド・ケトンの性質と製法
１１.【　　】エステルの合成
１２.【　　】セッケン・合成洗剤の製法
１３.【　　】芳香族炭化水素の性質・反応（トルエンの燃焼等）
１４.【　　】フェノールとサリチル酸の性質と反応

１５.【　　】ニトロベンゼンの合成・アニリンの性質・アゾ染料の合成
１６.【　　】合成高分子（6,6-ナイロン等）
１７.【　　】タンパク質の性質
１８.【　　】ハロゲンその製法と性質
１９.【　　】マッチの作成
２０.【　　】硫黄の単体，硫酸の性質
２１.【　　】一酸化窒素の製法と性質，硝酸の性質
２２.【　　】ケイ酸の製法と性質，ケミカルガーデン
２３.【　　】ナトリウム・カルシウムの性質
２４.【　　】アルミニウムイオン・亜鉛イオンの性質
２５.【　　】金属陽イオンの性質（試験管をもってまわる実験）
２６.【　　】＜課題研究＞未知物質の推定
２７.【　　】＜課題研究＞アスピリンの合成・定量，ＨＰＬＣ
２８.【　　】薬用ハンドクリーム調整
２９.【　　】二段滴定

◎　物質科学Ⅱでは，上記の生徒実験以外に下記のような実習や演示実験を行ってきました。これらの中で，最もよかったものを３つ選んで○印を付けて下さい。また，実習や演示実験について，要望や感想があれば書いて下さい。

＜実習＞　・有機分子模型　・フラーレン模型の作成
＜演示＞　・メタンの製法と性質　・エチレンの製法と性質
・アルコールの溶解性およびナトリウムとの反応
・ＰＶＡゲル(ｽﾗｲﾑ)　・イオン交換樹脂　・ウレタン樹脂の作成
・ゴムボールの作成　・アラミド繊維(ｹﾌﾞﾗｰ)　・炭水化物の性質
・水素の製法，性質　・酸素の製法と性質　・硫化水素の製法と性質
・二酸化硫黄の製法　・二酸化窒素の製法，褐輪反応
・シリカゲル　・キップの装置　・遷移金属陽イオンの反応
（要望・感想）

◎　物質科学Ⅱの授業（研修も含む）を通して，どのような力がついたと思いますか。以下の①～⑳の中から最大５つまで番号で選んでください。

【　　，　　，　　，　　，　　】
①自主性　②独創性　③好奇心　④探究心　⑤やる気
⑥発想力　⑦問題解決力　⑧洞察力　⑨論理的思考力　⑩観察力
⑪リーダーシップ　⑫プレゼンテーション能力・表現力
⑬コミュニケーション能力　⑭数学力　⑮英語力　⑯応用力　⑰国際感
⑱文章力・レポート作成　能力　⑲考察力　⑳知識
その他（　　）

◎　１年間の物質科学Ⅱの授業の感想等，何かあれば書いて下さい。

（文責　市田克利）

３節　エネルギー科学

エネルギー科学Ⅰ

＜科目設定の意図＞

エネルギー科学Ⅰ・Ⅱは,日常生活で利用するさまざまなエネルギーの形態とその相互変換に目を向けさせ,自然現象全般に通じる法則性を理解させる。そのため，運動の精密な解析をもとにエネルギー概念の学習を中

心に授業を展開することを意図して設定した科目である。エネルギー科学Ⅰでは物理学習の基礎となる力学，波動，電気，原子の分野を扱い，エネルギー変換の概念による物理分野の再構成を意識した。なお，平成１５年度入学生から新教育課程のもとで学習することを考慮し，平成１６年度２年生対象のエネルギー科学Ⅰからは対象分野を変更している。

＜仮説＞

身近な物理現象からその背後にある法則性を理解すること，および実験を通して自然探求の方法を学ぶことにより，下記のような生徒が育つ。

Ａ　自然現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒
Ｂ　科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒
Ｃ　意欲的に情報を取り入れ，表現・発信していく生徒
Ｄ　社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。

上記の仮説を検証するために行った研究内容，方法については，大きく＜特別授業＞，＜平常授業＞について分けた。特別授業についてはＳＳＨ研究報告書に，また平常授業についてはについては別冊資料編に報告する。

＜取り組みの概要＞

・特別授業
　Ⅰ．センサープロジェクト
　Ⅱ．講演会「量子力学と相対論の成り立ち」
　Ⅲ.「きっづ科学館ふぉとん」訪問
　Ⅳ．モデリングソフト「モデラス」実習
・授業内容
　【物理Ⅰ分野】
　　１編　電気　（４月）
　　　１章　生活を支える電気
　　　２章　熱や光をうみ出す電気
　　　３章　力をうみ出す電気
　　　４章　情報を伝える電気
　　２編　波動　（５月～９月前半）
　　　１章　波の性質
　　　２章　音と音波
　　　３章　光と光波
　　３編　運動　（９月後半～１１月）
　　　１章　運動の表し方
　　　２章　力のはたらき
　　　３章　運動の法則
　　４編　エネルギー　（１２月～１月）
　　　１章　仕事とエネルギー
　　　２章　力学的エネルギー
　　　３章　熱とエネルギー
　　　４章　電気とエネルギー
　　５章　エネルギーの変換と保存
　【物理Ⅱ分野】
　　１編　力と運動　（２月～３月）
　　　１章　物体の運動
　　　２章　円運動と万有引力

＜特別授業＞

Ⅰ．センサープロジェクト

１．目的

（１）現代の生活や産業になくてはならないセンサーがどのような仕組みで作動しているのか，実験的な側面から明らかにする。
（２）センサーとなるデバイスを用いて実際にセンサーを製作する。
（３）未知の課題を与え，実験を通して探究し，課題解決能力を涵養する。
（４）学習内容が現代の科学技術に通じており，その効用を実感する。
（５）探究し発見したことがらや成果を他者にわかりやすく伝える能力を高める。

２．意図・目標

（１）高校では電気分野は深く学習していない段階であり，ほとんど中学程度の知識で理解できる教材を用いて，電位分割という概念を軸に，電流回路を理解させる。
（２）すべての班で課題であるセンサーシステムを完成し，実際に作動させる。
（３）通常の授業では学習内容の検証実験が多いが，未知のことがらを場合によっては実験方法の考案も含めて探究させ，課題を達成するプロジェクトとした。その過程のおもしろさや発見の喜びを体験さる。
（４）１年次の「科学技術」における指導方針（ものづくりの体験や創造性・独創性を養うこと）を受け継ぎ，科学技術と現代生活との関連を考えさせる。
（５）発表やレポートで探究した内容を他者に伝えることは苦労も多いが大切なことだと気づかせる。また準備の過程で共同実験者との討論も重視し，議論が考えを進める体験もさせる。

３．事業の概要

指導講師　谷口和成 氏　（京都教育大学）

９月１５日（水）６限
オリエンテーション，班分け，概要説明，実験ノートの取り方など

９月１７日（金）１・２限
基本実験１

９月２２日（水）５・６限
基本実験２

９月２４日（金）１・２・３・４限
センサープロジェクト
次の課題から１つ選び，班を編成して取り組む
・暗いと音で知らせるセンサーシステムを作る
・明暗を電子オルゴールで知らせるセンサーシステムを作る
・熱いと光で知らせるセンサーシステムを作る
・熱いと音で知らせるセンサーシステムを作る
・サーミスタを用いてデジタル温度計を作る
・光の強さの急激な変化を調べる

９月２７日（月）５・６限
発表準備

９月２９日（水）６限
発表準備（雨天のため体育祭が順延となったため）

10月　１日（金）１・２限
各班の発表

４．事業の結果

１班につき４名の班編成で行った。前半の基本実験ではデジタルマルチメーターの使い方から始まり，ブレッドボードや各種定抵抗，可変抵抗等を活用し，センサー回路で重要となる電位分割の概念を実践的に学習した。この部分ではほぼすべての生徒がよく理解したようである。

後半は班ごとに課題の異なった探究を行った。課題は上記の通りである。この課題に取り組むとき，前半に比べ思考が増加していることが明らかになった。また実験が進むにつれ，この学習内容が生活に役立っていることを感じる生徒も増加した。さらに班での討論が有意義かとの質問にも肯定的な回答が増加した。なにより取り組みの楽しさを感じてくれた生徒が多かったのは，担当者としてうれしいものである。

発表では時間的な制約があるものの，準備から発表本番まで積極的に取り組む生徒が多く見られた。今回はパソコンをあまり用いず，ポスターに手書きのグラフや表を書き，デモ実験を交えての発表とした。実験の準備不足から失敗する班もあったが，どの班も自分達の研究成果を楽しそうに報告していた。

最後にレポート提出を課した。９月２４日実施のセンサープロジェクトを中心に作成し，与えた課題以上にアイデアを出してセンサーシステムの完成度を高めた過程をよく報告してくれている。

５．評価

（１）～（４）の目的は，おおむね達成された。放課後も遅くまで残って納得のいく結果を出そうと努力する生徒もおり，ずいぶん生徒達を引き込めたと考える。ただ（５）の発表については，指導者が予想していたよりうまくいかなかった。模範的な発表を事前に見せる機会があれば，イメージがつかめたのかも知れない。

６．課題

目的（５）について。発表は初めてという生徒も多く，伝えるだけで精一杯で，反応を見ながら柔軟に説明を変えたり，時間内に要点をまとめることが不十分であった。今後このような機会を設けて，少しずつ上達させたい。

Ⅱ．講演会「量子力学と相対論の成り立ち」

１．目的

（１）現代物理にとって重要である量子力学と相対性理論について成り立ちを学習する。

（２）社会における科学技術のあり方を考える契機とする。

２．意図・目標

（１）高校では前期量子論が少し扱われる程度であるが，粒子・波動の二重性についてはなかなか理解が進まない。少しでもミクロな世界の姿を理解しイメージを持たせたい。

（２）相対性理論についても同様で，名前は有名であるにもかかわらず中身は$E=mc^2$という公式程度しか知られていない。この理論の生まれた背景や導き出されたことがらを知り，時空の認識を深める。

（３）現代物理の楽しさや不思議な部分を感じ，現代科学への夢を育む。

３．事業の概要

指導講師　沖花彰 氏　（京都教育大学）

講演題目　「量子力学と相対論の成り立ち」

日程　平成１６年１１月３０日（火）１・２限　8:40-10:30

４．事業の結果

スライドショーをスクリーンに映しながら，また講師製作のレジメを利用しながら授業を進めて頂いた。導入として 19 世紀末に物理学をめぐる２つの大きな暗雲（エーテルの謎と黒体輻射の謎）を紹介された。前半はこのエーテルの謎が生まれ，どのように解決しアインシュタインによる相対論が成立したかを話された。後半は鉄工業の発展から高温物体の温度判定を正確に行う必要性から発生した黒体輻射の謎とレーリージーンズの公式から発展したプランクの公式の意味，ボルツマン分布との関連，エネルギーはある最小値の整数倍として扱うことなどからプランク量子力学の始まりを話された。また最後には原子模型やボーアの量子条件，電子の波，観測問題なども加えて頂いた。

２年生にとっては初めての話しも多く，あるいは物質科学の特別授業で聞き覚えのある内容もあったようだが，全体としてはレベルの高い講義となった。しかし平常授業で学習している物理学がどのような方向に向いており，現代物理とはどのような世界なのか，その雰囲気を味わうことができた。

目的（２）についても講師への依頼や打ち合わせの中で確認したものの，当日の講義が時間不足になり，不十分な結果に終わったことは残念である。

５．評価

（１）～（３）の目的は，おおむね達成された。半数程度の生徒は相対論について少々知識を持っており，大学の研究者から歴史的な軸に沿って説明を受け，満足度が高かったようである。しかし相対論から導き出される興味深い諸現象について説明を望んでいたが，時間の都合で不十分となった。

また量子力学は黒体輻射まではよかったが式が出てくるあたりから難解に感じた生徒が多く，量子力学的なミクロの世界を楽しむことまではできなかったかも知れない。しかし確率波や観測問題という不思議なことがらを知ることができ，収穫であった。

６．課題

目的（１）だけでも十分に時間が必要とするのに，目的（２）まで取り扱うには時間不足であったかも知れない。来年度以降に同じような企画を行う場合は，相対論と量子力学を切り離し，別の日程でかつ授業進度と合わせながら行う方が望ましい。

Ⅲ.「きっづ光科学館ふぉとん」訪問

１．目的

（１）光についての専門の科学館を訪問し，光と人間生活の関わりについて考える。

（２）ひとりひとり実験に取り組みながら，光についての理解を深める。

（３）科学的な内容を他者に伝えるにはどのような工夫がなされているかを観察する。

２．意図・目標

（１）１学期から２学期にかけて学んだ光波についての復習定着の機会とする。

（２）３年次に学習する光量子説の授業の先取りとして位置づける。難解な概念ではあるが，多少の疑問が残ろうとも現代の光に対する認識を持たせたい。

（３）館内の展示物を見学する際，展示方法の工夫なども学ばせたい。

３．事業の概要

場所　きっづ光科学館ふぉとん（京都府相楽郡木津町梅美台８丁目１番）

日時　平成１７年２月１８日（金）

対象　２年生ＳＳＨクラス全員

４．事業の結果

実験と館内見学を行った。実験は「水プリズムとレーザーを用いた糖液の定量分析」というテーマで５人を一班として取り組んだ。内部が空洞のプリズムに液体を注入し，レーザー光の屈折を観測する。この液体をショ糖水溶液としその濃度によりレーザー光のスクリーン上の点が変位する。変位量と濃度の関係を検量線として描き，未知の試料の変位から濃度を推定する実験であった。多くの班でかなり正確な濃度を推定できた。またこの分析手法は果物の糖度測定などにも使われることから，表に現れることがらの裏にある科学技術の存在に思いを馳せることができた。

光に関する展示物を見学した。この科学館の対象は幼児・小学生から大人までであるため，高校生にとっては子どもっぽいものもあったが，高校生として現象を理解した見学に満足感は高かった。特に相対論や量子論にまつわる展示物には興味深く見ていた。また実験ショーは時間が短かったがとても楽しめたようである。

５．評価

（１）～（２）の目的は，おおむね達成された。（３）は実際に見学が始まるとそのような観点で見ることを忘れている者が多かった。事前指導が不足していたのかも知れない。

６．課題

館内展示物を見学する際，説明の職員がおらずに質問があっても解決できない場合があった。次の機会には事前の打ち合わせで要望しておく必要がある。

Ⅳ．モデリングソフト「モデラス」実習

１．目的

（１）物理におけるシミュレーションおよびモデル化の有用性を学ぶ。

（２）モデリングソフトを用いて物理現象をパソコン上で体験する。

２．意図・目標

（１）微分・積分等数学の方法を用いて学習内容を復習するとともに、自然現象が数式で記述できることをシミュレーション作成しながら、目に見える形で理解させる。

（２）現象のモデル化・数式化を体験し，研究者の研究方法の一端を体験させる。

（３）科学研究におけるコンピュータの可能性について考えを深める。

３．事業の概要

指導講師　谷口和成 氏　（京都教育大学）

事前学習　運動と微積分の関係の復習，パソコンの基本的な使用方法

平成１７年２月２１日（月）５・６限

２月２３日（水）６・７限

２月２５日（金）１・２限

２月２８日（月）５・６限

初日に科学においてモデルの果たす役割，とくにコンピュータの発達した現代ではどのような場面でモデル

化をし，分析するのかを講義。さらにパソコンのプログラムでは微小変化に対し，従属変数が変化する仕組みを「ステップ・バイ・ステップ」とし，計算の仕組みを実習。モデリングソフトである「Modellus（モデラス）」を紹介し，特徴や使用法と使用する意義を指導（なお，Modellusは，http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/downloads.php にて入手）。

２日目には，簡単な物理現象（投げ上げ運動や放物運動）のモデル化に取り組む。パソコンの得意な生徒とそうでない生徒では進捗が異なるが，互いに教えあうことでカバーしていく。モデル化するときにはいわゆる公式を用いず，物理量の関係式と初期条件およびテーマをどのように数式に表すかを考えるように指導。これは未知の現象や煩雑な数式が必要な問題に対し有効な考え方である。生徒にはまだ理解しがたいが，３日目の課題では必要となる。

３日目には，少し複雑な現象を課題として与える。たとえば，「燃料を減らしながら進むロケットの運動」や「空気抵抗力を受けながら鉛直に落下する物体の運動」，「液面から落とし，浮力を受けてやがて上昇する物体の運動」，「ばねに取り付けたおもりの運動を物理Ⅰの範囲で考える」などである。

４日目は生徒が各自設定する課題に沿ってモデル化を行い，生じると考えられる現象をアニメーション化し，モデルの妥当性を考えさせる。

４．事業の結果

事前のアンケートや聞き取りから，研究の現場でパソコンがどのように使われているかを知らない状況が伺えた。メールやインターネット，ワープロや表計算はなじみがあっても，科学研究におけるパソコンの位置付けは想像できなかったようである。事前および前半終了段階のアンケートによれば，研究に必要なソフトを新規に作るなど多くの場面でコンピュータを使用することを肯定的に考える生徒が４割から７割に増加した。また科学の手法としてのモデリングが有効であるかとの質問には，肯定的な意見が５割，否定的な意見が２割であった。

物理の学習のどの程度役立つかを問うたところ，モデル化の段階やシミュレーションの段階で実際の現象と理論を筋道を立ててよく考えていたことが分かった。この事業の８時間はコンピュータのプログラムという未経験の苦しさもあったが全体的には楽しみながら取り組んでいた。思い通りの運動を実現したり未知の結果を与えてくれると，大変な喜びを感じて歓声を上げる生徒も多く見られた。

５．評価

（１）～（２）の目的は，おおむね達成された。目的に対して実際の授業内容が少し高度であったが，相互に教えあう姿も見られた。

６．課題

パソコンの知識や技能は開始前から著しい個人差が存在する。教科「情報」である程度パソコン操作を学習したにもかかわらずである。事前に家庭でのパソコン環境や生徒のスキルを調査して臨んだが，授業が進行するにつれて理解度も開きが見られた。放課後も任意に取り組みを認めたが，最後に提出された課題を調べると，その到達度は様々であった。今後，授業でのレベルは調整が必要だが，よく理解できる生徒には個別のコースワークを用意した方がよいだろう。

＜エネルギー科学Ⅰの評価＞

ＳＳＨ研究の研究課題を実現するために設定した目標を達成するにあたり，具体的に下記の７つの方法があげられている。

①理科・数学授業時間増
②理科・数学境界領域の教材開発
③理科実験実習の一層の重視
④「その他の科目（文系関連も含む）」の設置
⑤大学・企業，研究機関による指導
⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化
⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

エネルギー科学Ⅰでは，以上の７つの方法を考慮しながら，【仮説】の検証を行った。

①理科・数学授業時間増

普通コース４単位に対して自然科学コース５単位で実施した。また特別授業では，他教科の時間を吸収し増設して取り組んだ。

②理科・数学境界領域の教材開発

力学での微分積分を用いた表記および微分方程式を解くことによる運動の詳細な解析，相対速度や仕事でのベクトルとその内積を用いた扱い，モデリングソフトにおける微分を用いたコーディング，対数グラフをもちいた実験データの分析などが挙げられる。生徒の反応としては，普通コースに比較して数学との結びつきを密接に感じているようであり，教科書の記述にその数学的根拠を与えることにより，学問や教科が独立しているのではないという意識付けに貢献できたのではないだろうか。

③理科実験実習の一層の重視

学習した法則や公式の理解を深めるための検証実験，授業で扱う物理の内容が日常生活に関連していることを実感する実験，センサーを用いたパソコン計測による実験などを行った。

普通の高校では行われていないモデリング実習を行った。シミュレーションとは異なり，未知の現象などをうまく説明するにはモデル化が欠かせない。モデリングソフトを用いて現象のモデル化・数式化を体験し，研究者の研究方法を体験させることができた。

生徒実験数は１６（センサープロジェクトを除く）。

⑤大学・企業，研究機関による指導

大学研究者による指導のもと，９月に「センサープロジェクト」を行った。実験そのものは８時間，ガイダンスや班毎の発表会も含めるとのべ１４時間使った。現代の生活にセンサーがどのように使われているかを考え，またセンサーの仕組みを学んだうえで自分たちでセンサーシステムを製作するという活動をおこなった。これらの取り組みを通じて科学技術について認識を深めることができた。また考えることの楽しさを知り，討論の重要性を見つけたことは大きな成果であり，生徒の成長につながるであろう。

１１月に大学研究者による講演を実施。現代物理にとって重要な量子力学と相対論について学習した。２年生にとってはまだ背伸びした内容ではあるが，そのさい科学者と社会の関係も考えさせるような内容も含めていただくよう，講師に依頼した。ただ当日の時間配分によって不十分な結果となり残念である。

上記モデリング実習について，大学研究者による指導を２月下旬に実施した。研究現場におけるコンピュータの使われ方や，パソコン内部のデータ処理のステップなどについて学習した。コンピュータは通信やワープロ，グラフ作成に使うものだとの認識が開始前に多かったが，この授業を受けることにより，直接の研究手段になることを実感させることができた。

⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化

京都大学ベンチャービジネスラボラトリーの関西テクノアイデアコンテスト高校の部に２年生ＳＳＨクラスから４名が応募。２名が一次審査を通過し，二次審査ではグランプリおよび優秀賞を受賞。

⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

８月８日のけいはんな子どもサイエンススクール推進事業「けいはんなＤＥサイエンス」に電子工学部１・２年生が「なんでもスピーカーを作ろう」というブースを出展し，３００名近い小学生にスピーカー製作の実技指導を行った。

同部は，１１月６・７日の青少年のための科学の祭典京都大会でも同様のテーマで参加し，２５０名ほどの参加者に実技指導を行った。

仮説に対する検証

【仮説Ａ】ベクトル表示による運動の取り扱いや，微積分を用いた力学の指導を試みた。これらは学習指導要領を超えるが数学科の指導により２年生のＳＳＨクラスは可能となっている。このような部分に高校生でも理解可能な程度で数学的にきちんとした説明を行った。その結果グラフ４に見られるように生徒の受け止めも否定的な意見はほとんどなく，積極的に取り入れる学習態度を感じ，物理と数学の親和性の高さを確認できた。また２月のモデリング実習では，パソコンを用いて現象のモデル化を試みたところ，９割の生徒はその意義や有効性を認識し，物理の学習内容を深めるはたらきをした。また同時にモデル化の際に生徒のオリジナリティを盛り込めるため，知的好奇心を刺激されて没頭する生徒が続出した。このように教科の学習進度を考慮して教材を提供すれば，仮説Ａの実現が可能だということが明らかになった。

【仮説Ｂ】学習した内容がどのように科学技術に利用されているのか，ものづくりや定性実験において理解を図った。また従来の測定器具でなく，パソコンを利用した計測を取り入れ，現在の科学者や研究者が普段行っている方法を体験させている。９月のセンサープロジェクトでは各種センサーの特性や目的に応じたシステム設計を学び，実際にデジタル温度計の製作などを体験し，この仮説はずいぶん検証できた。またこのプロジェクトは彼らにとって未知のものを調べるタイプの実験である。これは指導者側が意図しない展開もあり得るため，創造性や独創性，意欲，関心，態度を育てるのに有意義な方法と考えている。プロジェクト終了直後には７割の生徒

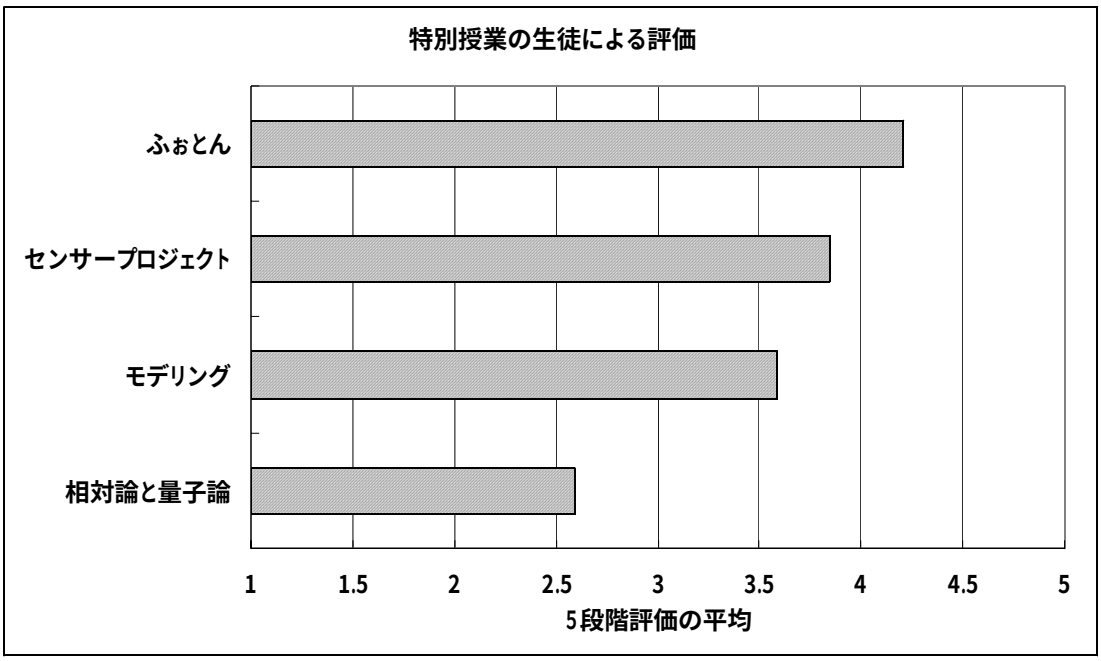
が意欲や独創性が上がると答えた。

【仮説Ｃ】自ら調べたことを発表することは今後最も必要とされる能力の一つと考える。調べたことがらのうち重要な点に絞って論理的に説明したり，質疑に応答する場を設けることで達成される部分もある。センサープロジェクトでは最後に各班の結果発表を行い，全員の前でプレゼンテーションをさせた。科学研究の発表という体験が初めての生徒もいるせいか，失敗やアクシデントもあったが，今後上達するであろう。また関西テクノアイデアコンテストでは二次審査でプレゼンテーションがあった。自己の創造した作品を的確に説明し，その特徴や新規性を訴求できたため良好な結果を得た。

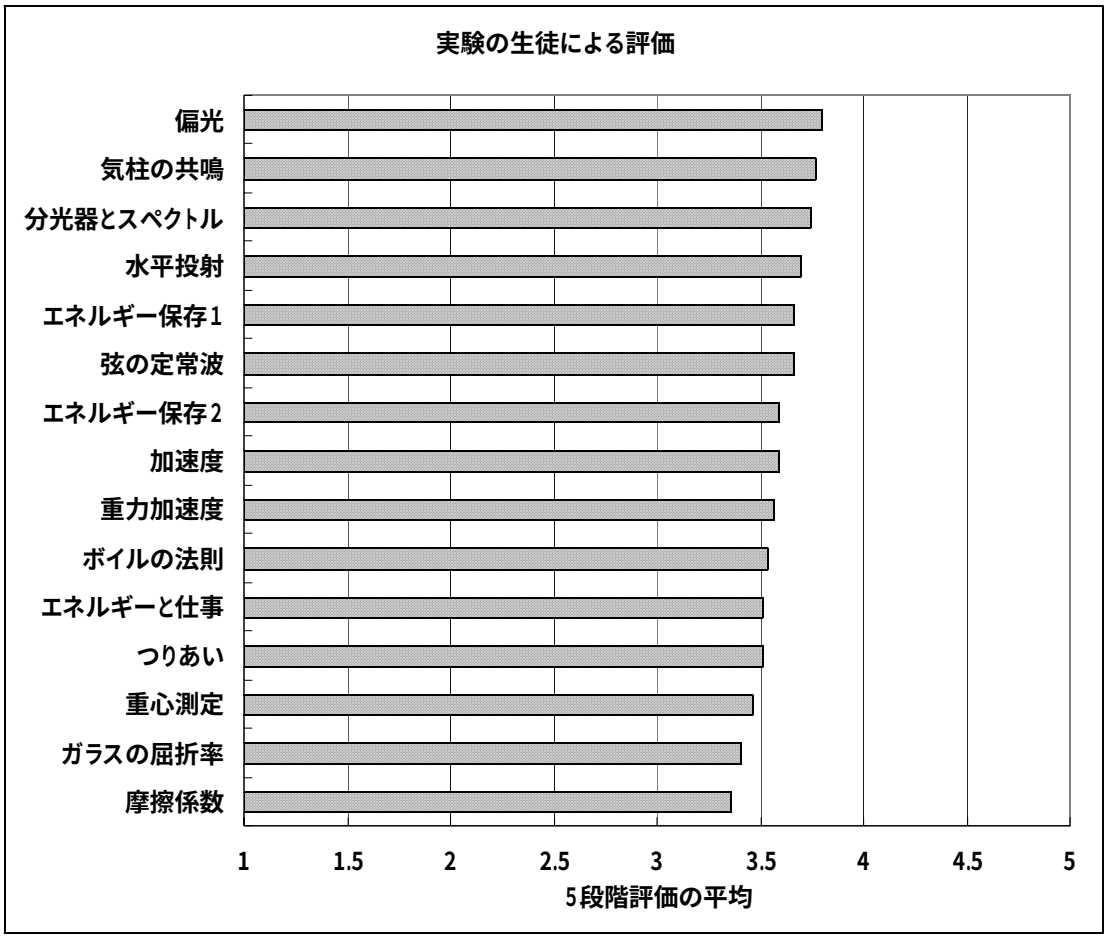
【仮説Ｄ】１１月末の講演会にて盛り込みたいと考えていたが，時間配分等がうまくいかずに達成は不十分であった。

資料

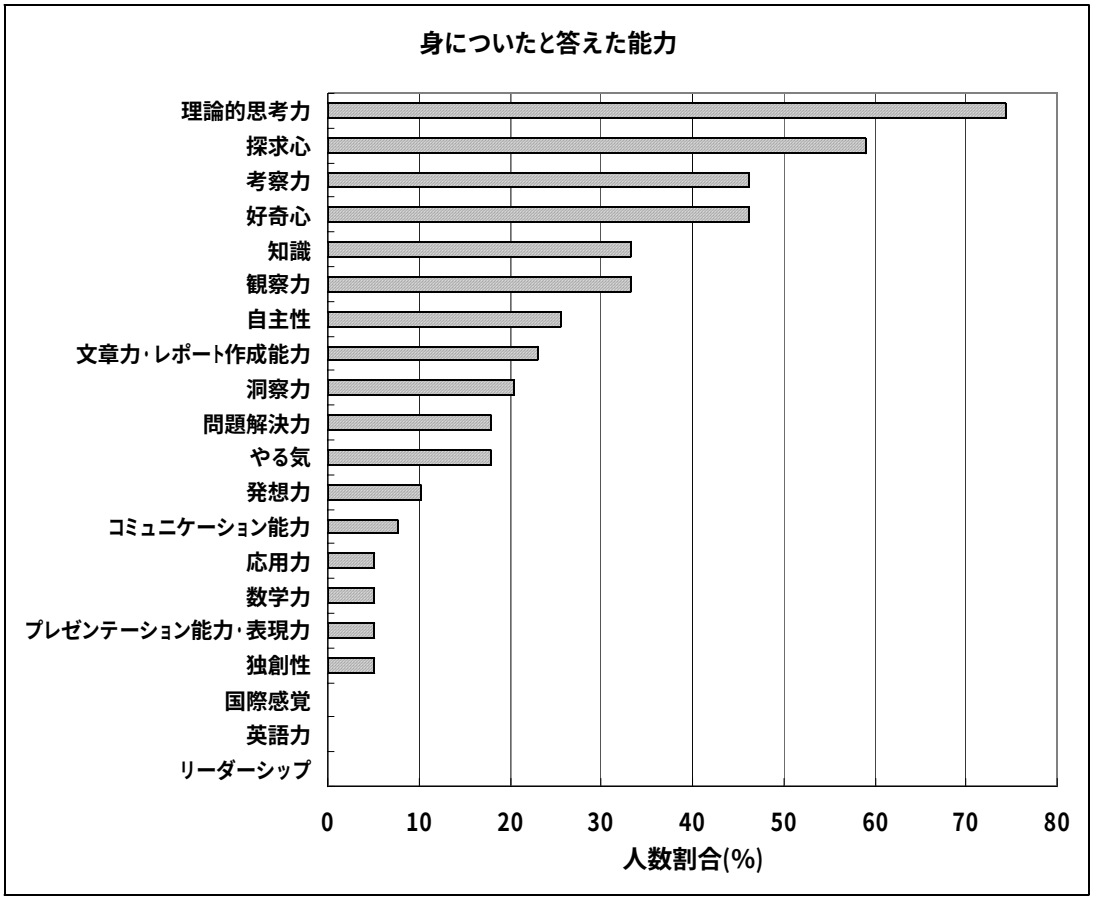
エネルギー科学Ⅰ受講者全員に年度末にアンケートによる調査を行った。グラフ１，２はそれぞれの項目についての５段階（５は良，１は不良）評価をまとめたものである。グラフ３は授業を通して身についたことを上位５項目まで選択した結果をまとめたものである。グラフ４は数学との境界領域に関する意識調査である。



グラフ１

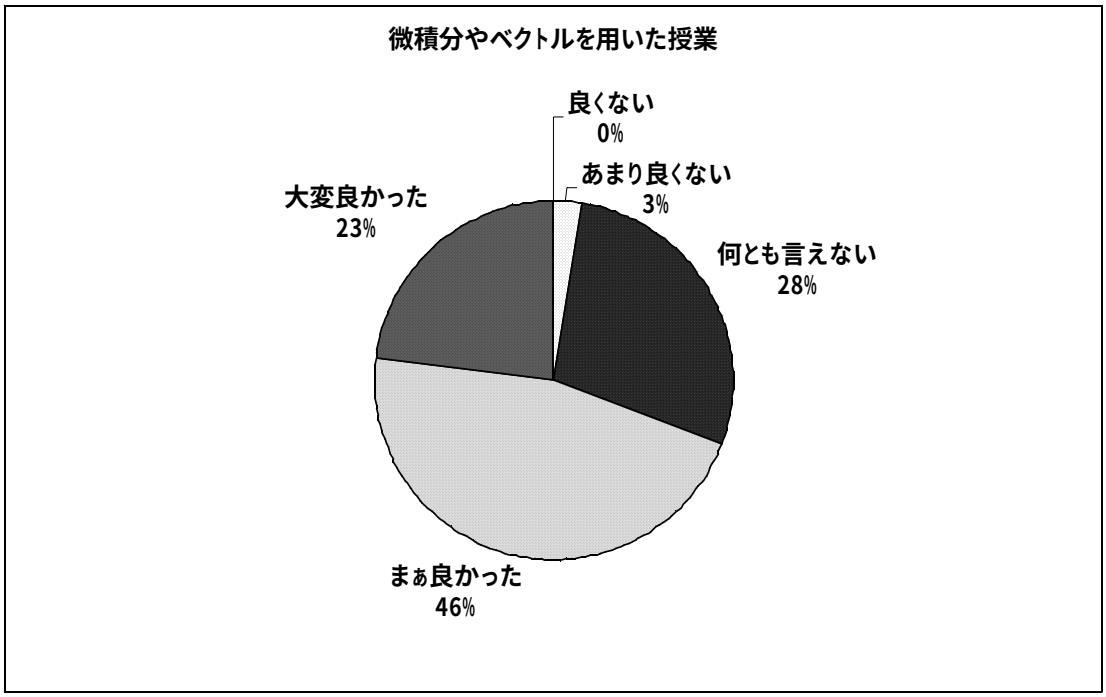

実験の生徒による評価
偏光
気柱の共鳴
分光器とスペクトル
水平投射
エネルギー保存1
弦の定常波
エネルギー保存2
加速度
重力加速度
ボイルの法則
エネルギーと仕事
つりあい
重心測定
ガラスの屈折率
摩擦係数
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5段階評価の平均

グラフ２


身についたと答えた能力
理論的思考力
探求心
考察力
好奇心
知識
観察力
自主性
文章力･レポート作成能力
洞察力
問題解決力
やる気
発想力
コミュニケーション能力
応用力
数学力
プレゼンテーション能力･表現力
独創性
国際感覚
英語力
リーダーシップ
0
10
20
30
40
50
60
70
80
人数割合(%)

グラフ３

グラフ４



（文責　萬處展正）

エネルギー科学Ⅱ

＜科目設定の意図＞

エネルギー科学Ⅰ・Ⅱは,日常生活で利用するさまざまなエネルギーの形態とその相互変換に目を向けさせ,自然現象全般に通じる法則性を理解させる。そのため，運動の精密な解析をもとにエネルギー概念の学習を中心に授業を展開することを意図して設定した科目である。エネルギー科学Ⅰでは物理学習の基礎となる力学，波動，電気，原子の分野を扱い，エネルギー変換の概念による物理分野の再構成を意識した。

＜仮説＞

探求実験を通しての物理現象の理解と数学を用いた理論的理解を統合し，種々のエネルギー形態を統一した概念として把握することにより，下記のような生徒が育つ。

Ａ　自然現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒

Ｂ　科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒

Ｃ　意欲的に情報を取り入れ，表現・発信していく生徒

Ｄ　社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。

上記の仮説を検証するために行った研究内容，方法については，大きく＜特別授業＞，＜平常授業＞について分けた。特別授業についてはＳＳＨ研究報告書に，また平常授業については別冊資料編に報告する。

＜取り組みの概要＞

・特別授業

Ⅰ．京都大学原子炉実験所訪問

Ⅱ．センサーを用いた物理探究実験講演会

Ⅲ．講演会「量子力学と相対論の成り立ち」

・授業内容

【物理ＩＢ分野】

第４編　電流と電子　（４月～５月）

第１章　静電気（第３節電位より開始）

第２章　電流

第３章　電子と原子

【物理Ⅱ分野】

第３編　原子と原子核　（６月）

第２章　原子の構造と原子核・素粒子

第２節原子核と第３節素粒子を抽出して授業

第１編　運動とエネルギー　（６月～７月）

第１章　円運動と万有引力

第２章　気体の分子運動

第２編　電流と磁気　（９月～１０月）

第１章　磁界と電流

第２章　電磁誘導と電磁波

第３編　原子と原子核　（１０月）

第１章　波動性と粒子性

第２章　原子の構造と原子核・素粒子

第１節原子のモデルのみ

＜特別授業＞

Ⅰ．京都大学原子炉実験所訪問

１．目的

（１）原子核反応についての理解を一層深める。

（２）原子炉の施設において，実際にどのような研究がなされているかを知る。

（３）安全性確保のためにどのような設備や工夫があるかを学ぶ。

２．意図・目標

（１）原子炉で研究されている研究員の講義や所内での解説を聞き，教室での学習の確認および原子核反応の実際を深く理解する。

（２）原子炉の現場でどのような研究がなされ，社会にどのように貢献しているのか知り，今後について考える契機とする。

（３）原子力を利用する施設や機関ではとりわけ安全性が確保されねばならない。施設や設備および実際の法令遵守の姿勢，職員の気配りや細部に至る工夫を教えて頂く。

３．事業の概要

場所　京都大学原子炉実験所（大阪府泉南郡熊取町朝代西２丁目）

日時　平成１６年７月１４日

対象　３年生ＳＳＨクラス全員

内容　全員を対象に１時間の原子核反応に関する講義

廃棄物処理棟の前で，どのように処理をしているのか説明を受ける。

サンプルを原子炉に送り，中性子が当たった後に戻ってくる。戻ってきたサンプルを放射線分析し，元素を同定する。

手術室を上部より見学。

原子炉内を見学し，チェレンコフ光を観測。

原子炉を集中管理する部屋を窓越しに見学。

原子炉の棟から出るときは，異常の有無をチェック。

４．事業の結果

教室で授業を受けたとき，原子核反応に対するイメージがほとんどわかなかった生徒もいたが，実際の原子炉を前に，具体的な研究内容や社会への貢献，安全性に関する知識とその運用を大変多く学ぶことができた。また企業と違った大学の自由な雰囲気もあり，大学へのあこがれを増幅し，学問に対する意欲も大きいものになったようである。

最初に全員に対して行われる原子核反応の基礎の講義は原子核についてまだ学習していないことを前提にしていた。生徒は２年次の物理については全員履修したが，３年次は選択者のみの履修となっている。物理非選択者に対する講義という観点でも配慮がなされていた。また部外者に対する安全性理解については，不安を取り除こうという配慮があり，あまり心配にはならなかった。

５．評価

（１）～（３）の目的は，おおむね達成された。

６．課題

事前学習として物理非選択者に対しても予備知識程度は与える機会を設けてもよかったのではないかと思われる。

Ⅱ．センサーを用いた物理探究実験

１．目的

（１）未知の課題を与え，実験を通して探究し，課題解決能力を涵養する。

（２）パソコンによる計測や分析を行い，現代的な探究手法を身につける。

（３）探究し発見したことがらや成果を他者にわかりやすく伝える能力を高める。

２．意図・目標

（１）現代の研究者にとってパソコンによる計測や分析は必須となっている。外部の物理量をデータとして取り込むために，光センサーや電圧センサーなどの各種センサーが利用されている。高校生がこのような手法で実験に取り組み，未知のことがらを明らかにする過程の体験を目的として，今回のプロジェクトを計画する。実験テーマは班ごとに異なる。

（２）発表やレポートで探究した内容を他者に伝えることは苦労も多いが大切なことだと気づかせる。また準備の過程で共同実験者との討論も重視し，議論が考えを進める体験もさせる。

（３）使用するセンサーは，光センサー，音センサー，電圧センサー，電流センサーであり，これらの特性を理解して使えるようになる。

３．事業の概要

課題テーマ：リモコンの信号
乾電池の違い
ギターを調べる
コンデンサーの特性
重力加速度
交流の位相

１１月　２日（火）１・２限
オリエンテーション，片対数グラフ・両対数グラフの説明，予備実験開始

１１月　５日（金）６・７限
実験１

１１月　９日（火）１・２限
実験２

１１月１０日（水）７限
実験３，発表準備

１１月１２日（金）６・７限
発表準備，発表（各班１０分）

１１月１３日（土）３限　＜教育実践研究集会において公開授業＞
発表

４．事業の結果

それまで学習した物理の知識やセンスを総動員して取りかからなければならないテーマが多く，「エネルギー科学Ⅰ・Ⅱ」を締めくくるのにふさわしい実験であった。生徒を６つの班に分け，それぞれ異なるテーマに取り組んだ。

センサーの特性に応じた実験の工夫が必要であることに気づいた班は，計測設定や用いるデバイスの変更などを考えることができた。しかしセンサーとパソコンなら何でもできるという勘違いがあったり，センサーの分解能を考慮しない場合はやみくもに計測し，何も結果が得られないということも初めには見られた。しばらくするとこのような失敗をふまえた計測ができるようになった。データの分析についてはいろいろなタイプを用意した。２種類の計測方法で同様の結果を得たり，あるいは理論的に結果を予測して実験結果がフィットするかどうかを調べるなどである。

授業中の発表には間に合わなかった班も，受験前なのに放課後まで残って実験と分析を繰り返した。後に提

出されたレポートを見ると，どの班も一定の結論や成果を出すことができ，自分たちで見つけた達成感を味わったことが分かる。自分たちで調べたいことを考え，出てきた疑問を追求するなかで，驚きや感動が多く生まれた。ギターの仕組みやテレビリモコンの信号を解明し，周囲の生徒にも絶賛されたり，教育実践研究集会で多数の来場者に発表した経験は，大学等の研究活動への夢を膨らませることができた。

実験が遅れた班は授業時間内に発表準備や練習などが十分もてず，発表時も分かりやすい工夫や要点をまとめた内容があまり見られず，せっかくの実験分析をあまり伝えられずにいた。

年度末の生徒調査により明らかになったことがある。エネルギー科学Ⅱで伸びた力を生徒に選択させ，上位の探求心・好奇心・理論思考力・知識・独創性について行事との関連を調べたところ，すべての項目でこの探究実験が大きい役割を果たしていた。指導者は知識まで影響があると考えていなかっただけに意外である。しかし教材研究およびテーマ選定にあたり生徒の知的到達度を考慮し，理論に裏打ちされるテーマを多くしたことが好影響を与えたのではないかと考える。

5．評価

（1）および（2）の目的はおおむね達成された。しかし（3）の目的は不十分であった。時間不足により実験を優先させたため，発表まで手が回らない班が半数あった。教材選定においては苦労が多かったものの，上記のように良い教育効果が得られたと考える。

6．課題

実験テーマを担当者一人で開発したため，完成度に甘さが残った。実験器具の長所を生かしたより多くの実験テーマをさらに開発し，後続の学年につなげたい。

また課題探究というのは，本来は生徒が課題を自分たちで設定すべきであるが，諸般の事情から指導者が設定することにした。もし可能なら１学期にテーマを考えさせ，指導者と協議して設定する方が，生徒は達成感をより得られるであろう。

Ⅲ．講演会「量子力学と相対論の成り立ち」

1．目的

（1）現代物理にとって重要である量子力学と相対性理論について成り立ちを学習する。

（2）社会における科学技術のあり方を考える契機とする。

2．意図・目標

（1）高校では前期量子論が少し扱われる程度であるが，粒子・波動の二重性についてはなかなか理解が進まない。少しでもミクロな世界の姿を理解しイメージを持たせたい。

（2）相対性理論についても同様で，名前は有名であるにもかかわらず中身は$E=mc^2$という公式程度しか知られていない。この理論の生まれた背景や導き出されたことがらを知り，時空の認識を深める。

（3）現代物理の楽しさや不思議な部分を感じ，現代科学への夢を育む。

3．事業の概要

指導講師　沖花彰 氏　（京都教育大学）

講演題目　「量子力学と相対論の成り立ち」

日　　程　平成１６年１１月３０日（火）１・２限　8:40-10:30

4．事業の結果

スライドショーをスクリーンに映しながら，また講師製作のレジメを利用しながら授業を進めて頂いた。導入として 19 世紀末に物理学をめぐる２つの大きな暗雲（エーテルの謎と黒体輻射の謎）を紹介された。前半はこのエーテルの謎が生まれ，どのように解決しアインシュタインによる相対論が成立したかを話された。後半は鉄工業の発展から高温物体の温度判定を正確に行う必要性から発生した黒体輻射の謎とレーリージーンズの公式から発展したプランクの公式の意味，ボルツマン分布との関連，エネルギーはある最小値の整数倍として扱うことなどからプランク量子力学の始まりを話された。また最後には原子模型やボーアの量子条件，電子の波，観測問題なども加えて頂いた。

３年生にとっては授業の復習的要素も多かったが，相対論の部分では初めての話しも多く，全体としてはレベルの高い講義となった。また量子力学の不思議な現象や考え方はとても興味を喚起したようである。平常授業で学習している物理学がどのような方向に向いており，現代物理とはどのような世界なのか，その雰囲気を味わうことができた。

目的（2）についても講師への依頼や打ち合わせの中で確認したものの，当日の講義が時間不足になり，省略という結果に終わったことは残念である。

５．評価

（１）～（３）の目的は，おおむね達成された。半数程度の生徒は相対論について少々知識を持っており，大学の研究者から歴史的な軸に沿って説明を受け，満足度が高かったようである。しかし相対論から導き出される興味深い諸現象について説明を望んでいたが，時間の都合で不十分となった。

また量子力学は黒体輻射まではよかったが式が出てくるあたりから難解に感じた生徒が多く，量子力学的なミクロの世界を楽しむことまではできなかったかも知れない。しかし確率波や観測問題という不思議なことがらを知ることができ，収穫であった。

６．課題

目的（１）だけでも十分に時間が必要とするのに，目的（２）まで取り扱うには時間不足であったかも知れない。来年度以降に同じような企画を行う場合は，相対論と量子力学を切り離し，別の日程でかつ授業進度と合わせながら行う方が望ましい。

＜エネルギー科学Ⅱの評価＞

ＳＳＨ研究の研究課題を実現するために設定した目標を達成するにあたり，具体的に下記の７つの方法があげられている。

①理科・数学授業時間増
②理科・数学境界領域の教材開発
③理科実験実習の一層の重視
④「その他の科目（文系関連も含む)」の設置
⑤大学・企業，研究機関による指導
⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化
⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

エネルギー科学Ⅱでは，以上の７つの方法を考慮しながら，【仮説】の検証を行った。

①理科・数学授業時間増

普通コース４単位に対して自然科学コース５単位で実施した。

②理科・数学境界領域の教材開発

放射線の半減期に関する単元で，崩壊定数の概念を導入して微分方程式から半減期の公式にいたいる過程を授業で実施。

電流の作る磁界の公式の導出に際して，教科書では取り上げられないビオ・サバールの法則を用いて微分方程式から行った。

交流回路に流れる電流の位相やインピーダンスやリアクタンスの概念理解，さらに消費電力についての考察において，微分積分をはじめとした数学的取り扱いを行い，学習内容を深めた。

③理科実験実習の一層の重視

学習した法則や公式の理解を深めるための検証実験，授業で扱う物理の内容が日常生活に関連していることを実感する実験，センサーを用いたパソコン計測による課題探求実験などを行った。生徒実験数は９。

⑤大学・企業，研究機関による指導

京都大学原子炉研究所を訪問し，研究職員による原子核に関する講義を受け，設備の見学をした。

２学期後半に大学研究者による講演を実施。２０世紀に発展した相対論と量子力学をテーマに，２年間の物理学習を締めくくる内容とした。そのさい科学者と社会の関係も考えさせるような内容も含めていただくよう，講師に依頼したが，若干弱いものとなった。

⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化

３年生が直接関わる活動は行えていない。

⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

３年生が直接関わる活動は行えていない。

仮説に対する検証

【仮説Ａ】高校物理では定量的に取り扱うことが多いが，一部は数学部分で学習指導要領を超えるため，「○○○ということが分かっている」的な記述が散見される。このような部分に高校生でも理解可能な程度で数学的にきちんとした説明を行ったところ，約１５％の生徒が賛成しなかったが，約７５％の生徒は数学学習後であれば受容度が高いことが分かった。とくに探究実験において実験結果の意味づけをおこなうときに，理論の組み立

てにおいて微積分を使いながら思考する姿がよく見られた。またこれは事後アンケートからも自覚が伺え，ただ使うだけでなく使いながら理論的思考力の高まりを彼らは感じていた（グラフ３参照)。

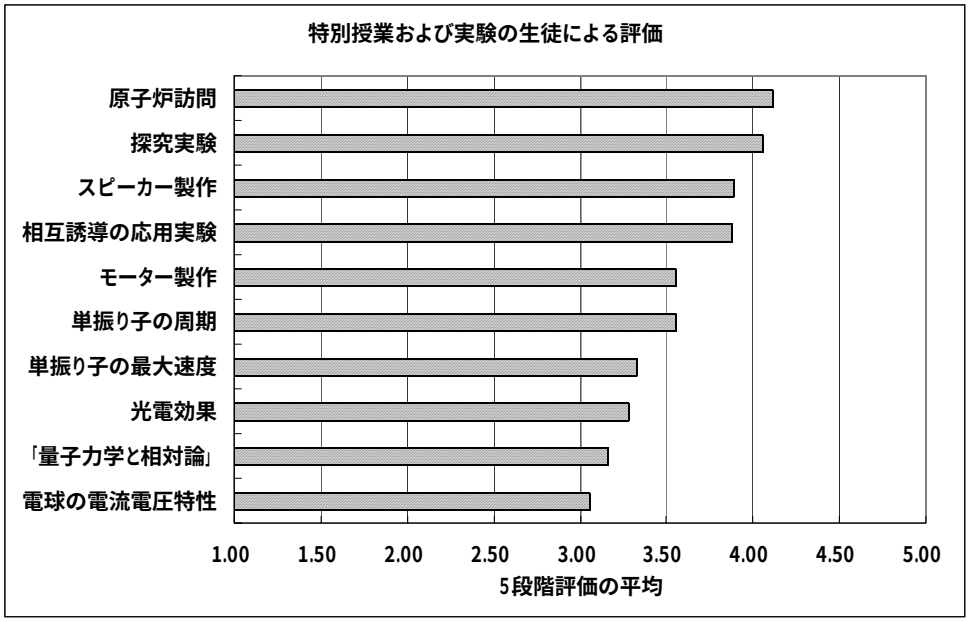
【仮説Ｂ】学習した内容がどのように科学技術に利用されているのか，ものづくりや定性実験において理解を図った。また従来の測定器具でなく，パソコンを利用した計測を取り入れ，現在の科学者や研究者が普段行っている方法を体験させている。とりわけ課題探求実験では何かを確認するというタイプの実験ではなく，彼らにとって未知のものを調べるタイプの実験である。これは指導者側が意図しない展開もあり得るため，創造性や独創性，意欲，関心，態度を育てるのに有意義な方法であることが分かった。さらに課題探求タイプだけではなく通常の実験であっても，数値測定を中心とした定量検証実験よりも，定性実験であるものの生徒の工夫の余地を大きく残した実験の方が，効果が大きいことが分かった（グラフ４参照)。

【仮説Ｃ】自ら調べたことを発表することは今後最も必要とされる能力の一つと考える。調べたことがらのうち重要な点に絞って論理的に説明したり，質疑に応答する場を設けることで達成される部分もある。課題探求実験の最後にこのような場を設定し，全班全員を参加させた。日常の授業では見いだせない生徒の個性が発揮され，発表とは内容だけでなく分かりやすい表現方法が必要であるとの認識が得られらたと思われる。このような活動を通して科学研究の発表の重要性が浸透した。

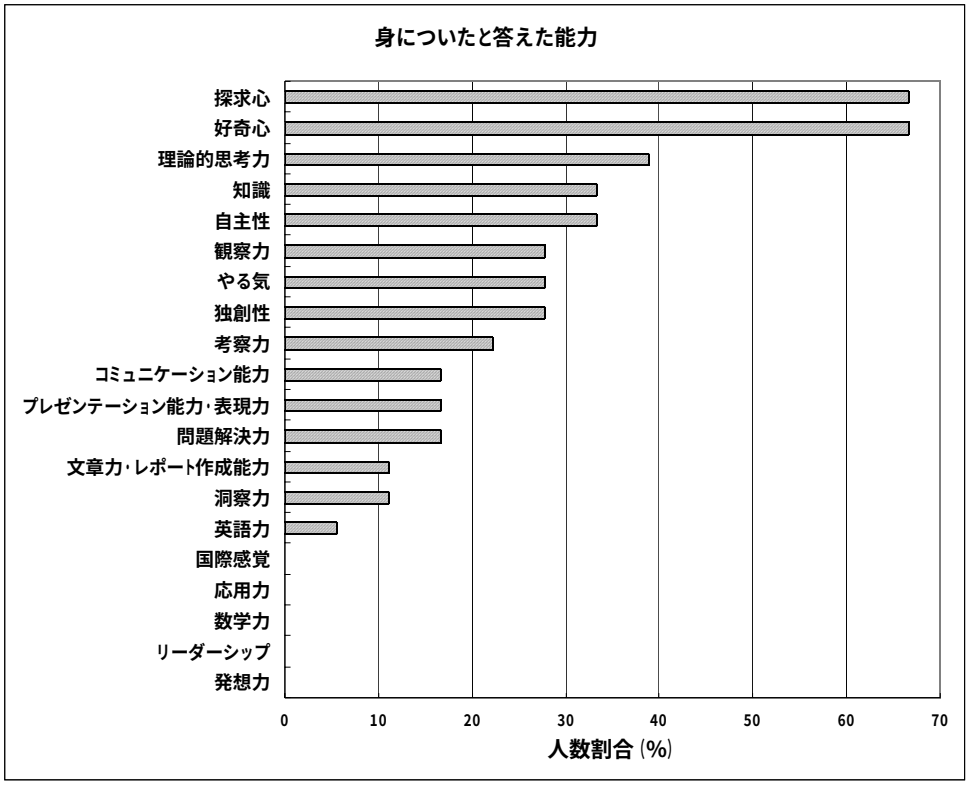
【仮説Ｄ】１１月末の講演会にて盛り込みたいと考えていたが，時間配分等がうまくいかずに達成は不十分であった。その補充の意味で１２月に湯川秀樹をテーマにしたビデオ教材を用い，科学者と平和の関わりを考えるきっかけを与えた。

資料

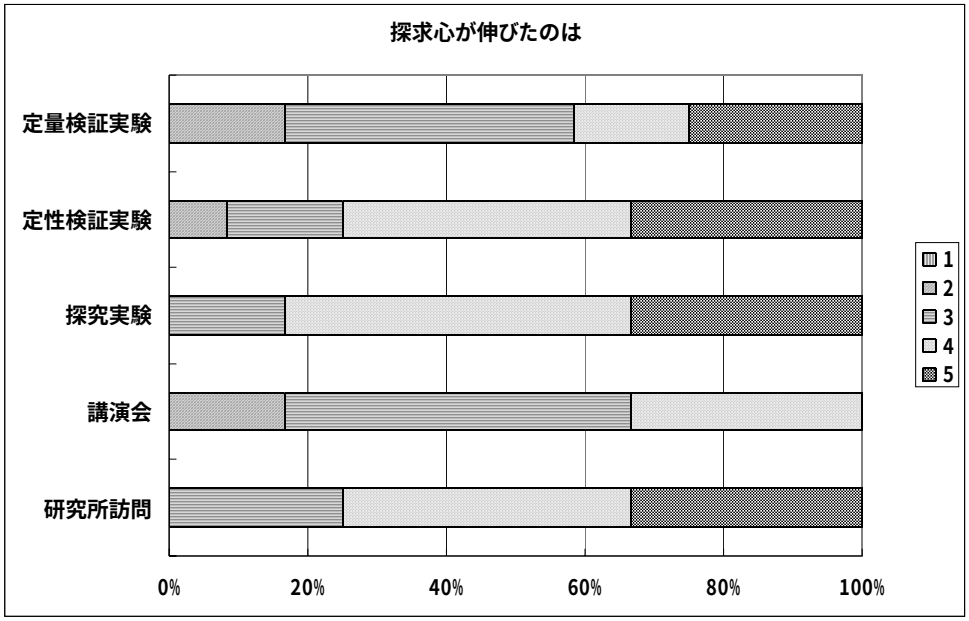
エネルギー科学Ⅱ受講者全員に年度末にアンケートによる調査を行った。グラフ１はそれぞれの項目についての５段階（５は良，１は不良）評価をまとめたものである。グラフ２は授業を通して身についたことを上位５項目まで選択した結果をまとめたものである。グラフ３は探求心が身についたと答えた生徒が取り組み項目をどう評価したかである。グラフ４は同じく理論的思考力についてである。


特別授業および実験の生徒による評価
原子炉訪問
探究実験
スピーカー製作
相互誘導の応用実験
モーター製作
単振り子の周期
単振り子の最大速度
光電効果
「量子力学と相対論」
電球の電流電圧特性
1.00
1.50
2.00
2.50
3.00
3.50
4.00
4.50
5.00
5段階評価の平均

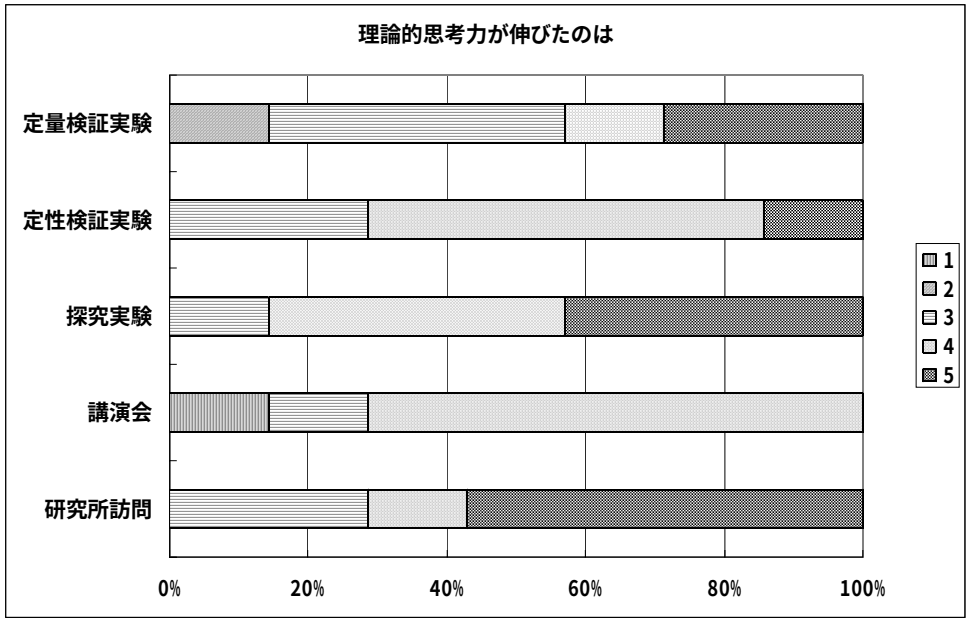
グラフ１


身についたと答えた能力
探求心
好奇心
理論的思考力
知識
自主性
観察力
やる気
独創性
考察力
コミュニケーション能力
プレゼンテーション能力･表現力
問題解決力
文章力･レポート作成能力
洞察力
英語力
国際感覚
応用力
数学力
リーダーシップ
発想力
0
10
20
30
40
50
60
70
人数割合（%）

グラフ２



グラフ３



グラフ４

（文責　萬處展正）

４節　科学技術

ＳＳＨ研究の研究課題『科学技術研究・開発に意欲的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』を実現するために，学校独自科目として「科学技術」を設定した。その科目設定の意図は下記に示すとおりである。

＜科目設定の意図＞

科学技術は，「ものづくり」を軸として，理科の各領域における基礎的原理の理解と創造性の育成をはかる。さらに，先端的科学者・研究施設の協力を得て，物理・化学・生物の各分野の境界領域への関心を高めることを意図して設定した科目である。将来，特に理工学系統で技術者・研究者を目指す者にとっては「ものづくり」は発達段階に応じて創意･工夫を重ねてなされるべきものと考える。また，21 世紀の地球を考えるとき，生徒がエネルギーと環境に関して豊かな素養を持ち，実験を通じて理解を深めていけるような授業もあわせて意図した。

＜仮説＞

上記のＳＳＨ研究の研究課題を実現するために設定した目標，研究内容・方法を受けて，平成１６年度「科学技術」を行うにあたり，下記のような仮説を立てた。

理科の各領域における基礎的原理の理解と創造性の育成を指向しつつ，先端機器などを利用した様々な「ものづくり」を体験することにより，下記のような生徒が育つ。

A　自然現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒

B　科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒

C　意欲的に情報を取り入れ，表現・発信していく生徒

D　社会における科学技術のあり方を考えられる生徒

上記の仮説を検証するために行った研究内容，方法については，概要を下記に示し，詳細については別冊資料編に報告する。

＜取り組みの概要＞

連番	月日	テーマ	ねらい・目的
1	4月14日	オリエンテーション	科目のねらいをつかみ，授業への意欲と関心を持つ
2	4月21日	ﾍﾟｯﾄﾎﾞﾄﾙ顕微鏡	顕微鏡を自作して，ミクロの世界を覗く
3	5月12日	水ロケット①	ペットボトルを再利用し，水ロケットを製作する。断熱変化を体感的に理解する。
4	5月19日	燃料電池	燃料電池に関し，基礎的な実験を行い，原理を理解する。
5	6月2日	水ロケット②	水ロケットを打ち上げて飛行に関係する物理量を調べる。
6	6月9日	低温の科学	液体窒素 により得られる極低温の世界のさまざまな現象を理解する。
7	6月16日	ﾍﾟｯﾄﾎﾞﾄﾙ繊維の再生	「わたがしづくり実験器」を用いてペット繊維を作る実験を行い,環境問題への意識を高める。
8	6月23日	わたがしづくり実験	物質の三態変化のうち，固体から液体への変化を学ぶ。
9	6月30日	色と光	色と光に関する工作によりその性質を理解する。
10	9月15日	ﾍﾟｯﾄﾎﾞﾄﾙ箔検電器	静電気学習の基本として箔検電器を製作し，静電気実験を行う。
11	9月22日	電気パンの実験	家庭用の電源の種類とその理論的背景を学び，その後，電気でパンを焼く。
12	9月29日	分光筒と省エネ電球	分光筒を製作し，省エネ電球の秘密を探る。
13	10月13日	多目的分光放射計①	多目的分光放射計の理論的背景を学ぶ。
14	11月10日	多目的分光放射計②	多目的分光放射計により，自然光，人工光に関する測定データを取得し，考察する。
15	11月17日	サボニウス型風力発電機①	風力などの自然エネルギーに関心を持つと共に，様々な風力発電の方法について理解する。
16	11月24日	サボニウス型風力発電機②	実際に風力発電を行い，エネルギーの大切さを学ぶ。
17	12月1日	気体検知管	CO_2 や NO_x などの環境問題に関係する気体について，実験を通して学ぶ。
18	12月15日	エネルギーと地球環境問題①	エネルギーと地球環境問題全般に関して広く関心を持つ。

19	１月 12 日	エネルギーと地球環境問題②	エネルギーと地球環境問題に関して学ぶ。
20	１月 19 日	ライフサイクルアセスメント①	ライフサイクルにわたる環境負荷の評価に関して関心を深める。
21	２月２日	ライフサイクルアセスメント②	ペットボトルやアルミ缶などの環境負荷の計算演習を行うことにより，ライフサイクルアセスメントへの理解を深める。
22	２月９日	鉱石ラジオ①	電子回路学習の発展として鉱石ラジオの製作を行う。
23	２月 17 日	鉱石ラジオ②	電子回路学習の発展として鉱石ラジオを完成させる。
24	２月 23 日	**最新ヒューマノイドロボット"morph3"解剖教習講座**	最新のヒューマノイドロボットに触れてそのしくみや開発のコンセプトを聞き，ロボット工学への学習の動機付けとする。
25	３月２日	サボニウス型風力発電機③	サボニウス型風力発電機を新規に組み立て風力による発電を行う。共同作業により１年間のものづくり学習の総まとめとする。

＜科学技術の評価＞

ＳＳＨ研究の研究課題を実現するために設定した目標を達成するにあたり，具体的に下記の７つの方法があげられている。

①理科・数学授業時間増
②理科・数学境界領域の教材開発
③理科実験実習の一層の重視
④「その他の科目（文系関連も含む)」の設置
⑤大学・企業，研究機関による指導
⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化
⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

科学技術では，以上の７つの方法を考慮しながら,【仮説】の検証を行った。

③理科実験実習の一層の重視

実験実習の内容によって異なるが,「低温の科学」等これまで演示実験で行ってきたものを一部生徒実験に変更して行った。また，平成１５年度の科学技術を受けて考察内容の充実をはかった。

一方，教師の意識や指導法・教材開発については，平成１５年度科学技術と同様，②を取り組むにあたって，既存の教材に対してもいろいろな角度から検討し，工夫する意識が高まった。

⑤については，平成１６年度は５回実施した。

平成１６年度科学技術については年度末に生徒に授業アンケートを行った。その結果は資料編にグラフ１～３として掲載する。アンケートの結果については後述。

なお，平成 16 年度の授業方針は以下の通りである。

平成１６年度科学技術では，平成１５年度科学技術の継続として授業を行った。

昨年度の改善点を活かしつつ，アンケート結果や実践研究集会での議論をふまえ，理論的説明の関連するところは継続して配置するようにくふうしてみたりしている。

これは従来は，時間が十分なくて，法則性の追究が十分でなかったきらいがあったが，それと比べると【仮説Ａ】には効果があると考えている。

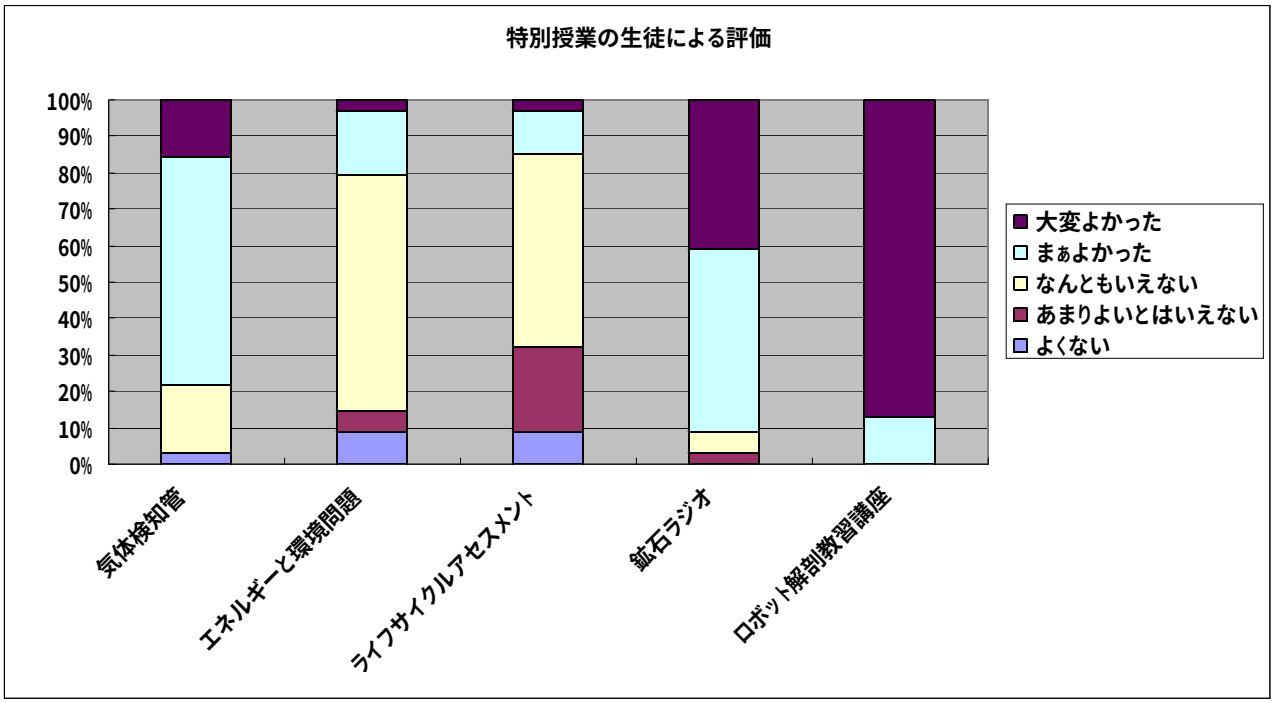
ものづくり自体に関しても，単に完成品を作り上げることが目的ではなく，工作途中の半完成品なども場合によってはコンテスト用の作品に転用できうるということで，工夫させている。これは【仮説Ｂ】や【仮説Ｃ】に効果があると感じている。

コンテスト等に関して

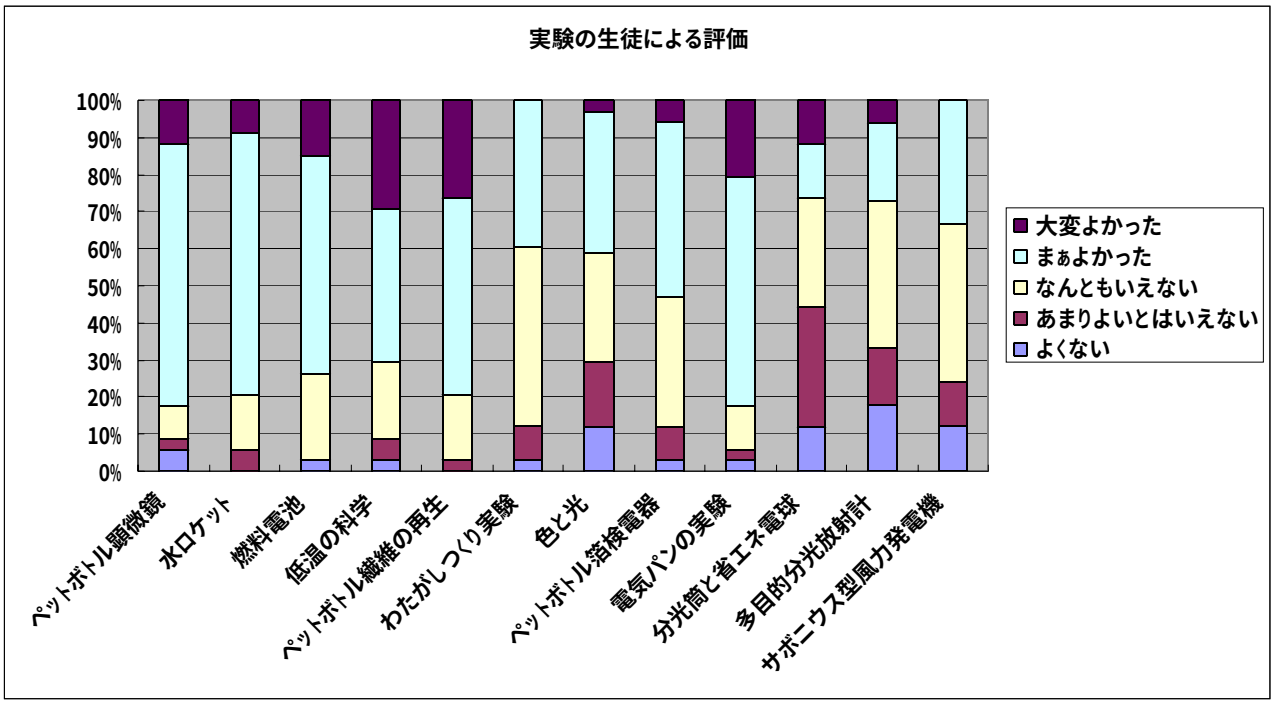
平成１５年度は夏休みあけでの対応で後れをとってしまったが，今年度は計画的に，夏休み前に２種のコンテスト応募または２種のクルーレスソーラーボートレース観戦記（レポート）から一つを各自で選択制という夏休みの課題とした。ＪＳＥＣコンテストに１名，関西テクノアイデアコンテストに３名応募した。（京都大学総長

賞に入賞）また，ソーラーボートレース観戦記は３名である。（普及部門を含む）
ソーラーボートレースに関しては今年度は本校は参観のみという条件であったので参加はかなわなかったのであるが，生徒のレポート課題から判断して【仮説Ｄ】への効果はあったと考えられる。また，コンテストへの応募は当然【仮説Ｂ】や【仮説Ｃ】の効果と考えられる。その意味では昨年度よりバラエティーに富んだ作品を創造して応募出来たと評価している。
・平成１６年度授業アンケートの結果と今後の課題
　特別授業の満足度に関しては大変よかったとまあよかったを合わせて 100 ～ 15 %と講師やテーマによりばらつきが大きい。総じて環境問題に関しては難しかったようである。
　実験の満足度に関しては大変よかったとまあよかったを合わせて 80 ～ 30 %とこれもテーマによりばらつきが大きいが，単純に測定だけのものは満足度が低いようである。
　生徒が身についたと考えた能力に関してはグラフ３のようになった。
最も身に付いたと生徒が考えたのは文章力やレポート作成能力であり，これはレポート課題をある程度の回数課していることによる慣れ（他のＳＳＨ科目にもよる）と思われる。
その他の身に付いた能力として忍耐力，判断力をあげた生徒もいた。
また，考察力やプレゼンテーション能力・表現力，好奇心，観察力も比較的養成されたかと思われる。
ただし，英語力や独創性などは生徒は非常に辛い自己評価をしているように思われる。
独創性などはなかなか数値化できないとは思われるが各種のコンテストへの参加や日常授業の工夫で今後も機会あるごとにその涵養に努めなければならないと感じている。
・まとめ
授業アンケートの結果等をもとに仮説の検証を行う。
　【仮説Ａ】に関しては 60 %近くの生徒が好奇心が身に付いたと回答し，自然現象の解明に興味・関心を持ってくれ目標は概ね達成されたと考えられる。
【仮説Ｂ】に関しては創造的に取り組むという点においては数量的には不十分な点があったかと思われる。
【仮説Ｃ】に関しては科学技術においてはプレゼンテーション能力・表現力が身に付いたという回答は約 30 %であり今後情報科との連携が課題となろう。
【仮説Ｄ】に関してはレポート課題などから判断しておおむね設定した目標は達成されたと考えている。

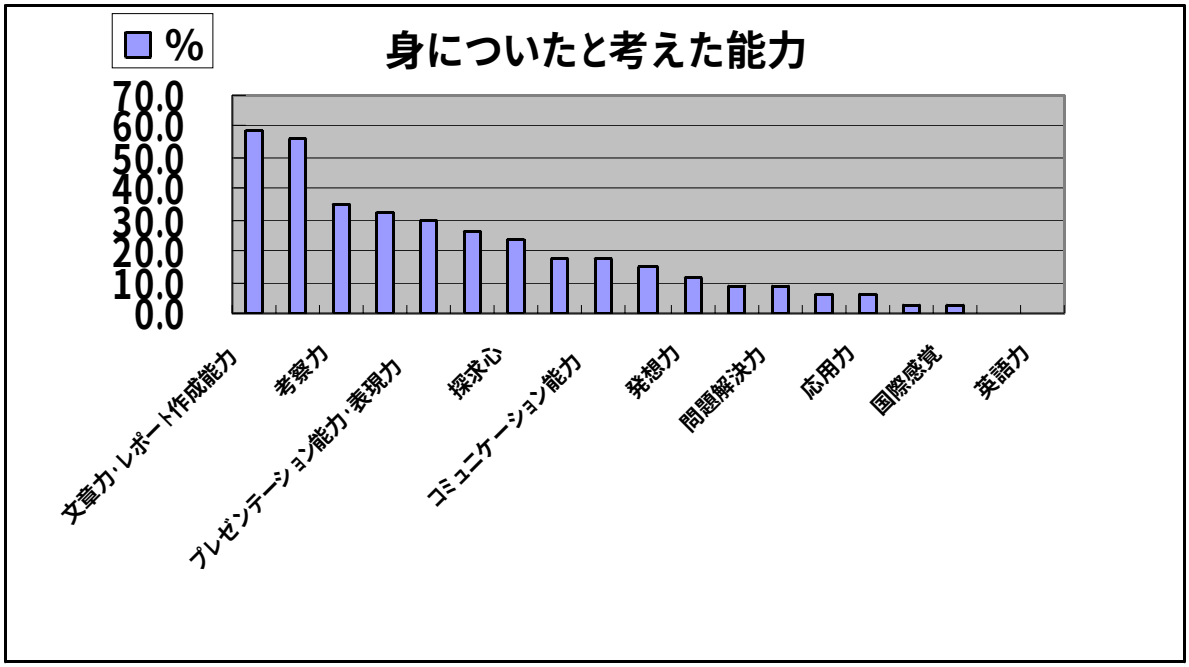
グラフ１



グラフ２



グラフ３



（文責　松森弘治）

５節　３年間の評価と課題

平成１４年度以来，理科ではさまざまな学校独自科目を設定して授業を展開してきた。これまで述べてきたように科目によるアプローチの仕方は異なるが，全ての科目で本研究の研究課題『科学技術研究・開発に意欲的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』を実現するために設定した目標，研究内容・方法を受けて，

下記のような仮説を立てた。

【仮説】

A　自然現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒

B　科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒

C　意欲的に情報を取り入れ，表現・発信していく生徒

D　社会における科学技術のあり方を考えられる生徒

また，本研究の研究課題『科学技術研究・開発に意欲的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』を実現するために設定した目標を達成するにあたり，具体的に下記の７つの方法があげられている。

①理科・数学授業時間増

②理科・数学境界領域の教材開発

③理科実験実習の一層の重視

④「その他の科目（文系関連も含む)」の設置

⑤大学・企業，研究機関による指導

⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化

⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

各科目において，①～⑦の方法を適宜とり入れて授業を展開し，【仮説】の検証を行い，過年度の「報告書」や上記１６年度の各科目のまとめの中で評価と課題について述べてきた。ここでは再度それらのまとめを行い３年間の理科としての評価と課題を下記に報告する。

上記①～⑦の方法について

①理科・数学授業時間増

普通コースに比べて，３年間で合計７単位授業時間を増加した。その結果，各科目において大学・企業連携による特別授業を設定することができた。また，従来扱えなかった実験実習や指導要領にない事項を取り入れて授業を展開することができた。「科学技術」については，これまでの枠組みを超えた教材を配置し，生徒にとっても多方面からの興味深い内容であり，その目標に対して一定の効果があった。しかし，一方では内容の豊富さに比して時間的余裕が無く，深く学習することができにくかった点が課題となった。今後は内容を取捨選択し，内容別にそれぞれの該当科目に再配置して取り入れて行く予定である。

②理科・数学境界領域の教材開発

科目の特性から特に「エネルギー科学」「物質科学」の一部で取り組んだ。教科間で十分な話し合いはとれなかったが，境界領域の教材について思考することによって，視野が広がり教員の意識変革にも効果があった。今後は，教科間での検討の機会を多く持つと共に，科目間や数学以外の他教科との教材開発も課題となる。

③理科実験実習の一層の重視

従来より本校理科では，実験実習重視の授業を展開している。授業時間増によって新たな教材を取り入れ，また従来の教材の再検討を行い，充実した実験実習を各科目で行った。その結果，生徒の実験技能，観察力，考察力，レポート作成能力および探究心等の向上に効果的であった。特に，１年生を対象とする臨海実習では宿泊を伴うこともあり，より充実した取り組みが行え，生徒の評価も高かった。

④「その他の科目（文系関連も含む)」の設置

「科学と哲学」や「科学英語」で一部理科と連携をとることも試みた。今後は，国際性の観点から「科学英語」とのタイアップが特に課題となる。

⑤大学・企業，研究機関による指導

大学教官による本校での講義・実験実習，大学教官による大学での講義・実験実習，企業の講師による講演・実験実習，および大学施設・研究所・工場見学等をこれまでにない新しい取り組みとして各科目で行った。普段の授業にない内容・要素をたくさん含み，より高度なものを学ぶことで，興味関心が深まったことはたいへん効果があった。また，大学や企業側に進路についての話を盛り込んでいただくことによって，生徒のモチベーションが高まったことも効果的であった。課題としては事前の打合せを十分に行わなければ，生徒が理解し辛いこともあり，その点を補うためにも事前・事後指導をより充実させる必要がある。

⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化

主に，「エネルギー科学」「科学技術」の授業内容に関連して，地方自治体または大学等が関与する各種コンテスト等に希望生徒が参加し，その成績が優秀なものもあった。教師間では，各種研究団体の研修の機会を多く活用した。

⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

３年間のＳＳＨ交流会での発表，特に１６年度は臨海実習についての発表を行った。けいはんな子どもサイエンススクール推進事業でのブース出展，青少年のための科学の祭典京都大会において電子工学部が参加した。また，この３年間の本校における教育実践研究会の授業公開では，生徒発表形式の場を多く設定した。

これらの取り組みによって，他校生や年齢の異なる人たちとの交流による生徒への効果は大きかった。また，発表の場を設定することによって，プレゼンテーションの総合的な技術の習得に効果があった。

以上，具体的な７つの方法について全体的に見てみると，理科として③，⑤については十分に実施できていると考えられる。その結果，生徒に実験技術，観察力，考察力，自主性，創造性等が身につき，ひいては知的好奇心が刺激され探究心等の向上につながり，たいへん効果があったと考えられる。②，⑥，⑦については，今後さらに取り組みを強化していかなければならない。

また，これらの取り組みは生徒のみならず，教員の意識や指導法の改善についてもかなり効果があった。既存の教材を再度検討し工夫する意識が高まり，また大学教官や企業研究者との打合せ等で得た情報や知識は自然科学コースのみならず，普通コースの授業にも還元できたことはたいへん評価できる。

次に，各科目が行った生徒アンケートについて，理科としてまとめる。

アンケートは，各科目ごとで若干形式は異なるが，特に今年度は同じ項目をできるだけ入れるようにした。まず，大学教官による講義，企業見学等の＜特別授業＞＜研修＞については，５段階評価の平均値が 4.0 を超えるものも多く，ほとんどの取り組みで 3.5 を超える肯定的な評価を得ている。このことは，【仮説Ａ】【仮説Ｂ】と関係し，その実証が可能となる考えられる。また，講演等には社会の中での科学技術のあり方についても触れていただいたものもあり，一部【仮説Ｄ】に関係しているところもある。平均点の差は，内容の難易度があげられる。生徒にとっては，物理・生物のどちらを選択しているかによって難易度が異なり，全体的な平均が下がる原因とも考えられる。その点を解消するためにも，取り組み前の十分な事前打ち合わせ，事前・事後学習の充実をはかっていくことが課題となる。

各科目での実験実習については，上述の＜特別授業＞＜研修＞と同じく５段階評価の平均値が 4.0 を超えるものも多く，ほとんどの取り組みで 3.5 を超える肯定的な評価を得ている。このことも，【仮説Ａ】【仮説Ｂ】と関係し，その実証が可能となる考えられる。また，３年生後半の課題実験，探究実験等ではプレゼンテーションを行う場が設定されているものもあり，一部【仮説Ｃ】に関係している。

授業を通して身についたと思われることについては，科目によってばらつきはあるものの，「探究心」「好奇心」「知識」「観察力」「レポート作成能力」「論理的思考力」等を選択した生徒が多かった。次いで「自主性」「やる気」等を選択した生徒が多かった。「自主性」「やる気」については【仮説Ａ】，「好奇心」「探究心」については【仮説Ｂ】が特に関係すると考えられ，その実証が可能となると考えられる。また，【仮説Ｃ】に特に関係すると考えられる「プレゼンテーション能力・表現力」「コミュニケーション能力」については，「自主性」「やる気」「好奇心」「探究心」を選択した生徒より少なかった。

今回の調査は，各科目とも普通コースとの比較を行っていないので，【仮説】に対する検証において，明確に断言することは難しい面がある。また，【仮説】そのものが目標となる側面もあり，それを検証するには現在のデータでは判断しがたい部分もある。ただ，３年間指導を行ってきた教員から感じ取られるもの，生徒の自由記述，聞き取りから感じられる部分も一つのデータとなり得る。それらの点を踏まえた上で，上記に示した事柄や各科目での評価を踏まえて判断すると，各科目でのばらつきはあるものの理科全体として，【仮説Ａ】，【仮説Ｂ】に対しては実証が可能であると考える。【仮説Ｃ】【仮説Ｄ】については，一部では実証が可能であると考える。今後は，各科目での【仮説Ａ】【仮説Ｂ】に対して効果があった教材の充実，および【仮説Ｃ】【仮説Ｄ】に対してより効果的な教材の開発が課題となる。

最後に，理科で実際に取り組んだことについて指導者側から見て，具体的に評価できる点・課題となる点がよりはっきりしてきたところがあり，以下にそれらを列挙する。

＜評価できる点＞

・授業時間増により，より深い充実した内容の授業の展開ができた。新しい教材や指導要領を越えた範囲で授業を行うことができた。
・大学教官，企業との連携により，従来ではできなかったより高度な授業が展開できた。
・予算的な措置により設備が充実し，実験教材費が充足し，かつ広範囲な校外活動が可能になり，より効果的な取り組みが行えた。
・生徒や教員の意識向上，および校内の雰囲気により，コンテストや発表会などの対外的な活動が活発になった。
・さまざまな新しい取り組みが教員自身の研修にもなり，自然科学コースだけでなく，普通コースの授業に還元できた。

＜課題となる点＞
・生徒のニーズと教員の想いとがかみ合わない場合があり，結果的に生徒の負担増になったことがあった。
・自然科学コースの生徒全員に取り組ませなければならないことで，リスクが大きい場面があった。
・大学教官の講義, 実習等で高度な内容を取り扱うと, 時間的な制約もあり中途半端な理解となることがあった。
・事務的な処理等，教員の授業以外での負担が大きかった。

来年度入学生からの本校のカリキュラム変更により，これまでの取り組みを見直していかなければならない。例えば，校外学習などが人数の都合で希望者を募る事になれば，行う日が限られてくる。大学教官による講演等も同様である。今後は，これらの取り組みの評価できる点をいかに取り入れて工夫することが課題となる。

また，これまでの課題となる点を踏まえて，今後【仮説】にあげたような生徒を育てるためには，よりモチベーションの高い生徒にしぼって指導していくことの工夫も重要であると理科では考えている。

（文責　市田克利）

３章　英語科・公民科

１節　英語科－科学英語

1. 本年度（2004 年度）の活動

1) １学期　（資料１　参照）

① 教科書　Birdland Oral CommunicationⅡ（文英堂）の Lesson 1「Let's Make a School Video! (学校紹介)」を使って学習した後、実際に本校の学校紹介を英語でプレゼンテーション。

② 他の人のプレゼンテーションを見て、感想・評価。

2) ２学期　（資料２　参照）

このクラスで応用数学を担当している山本彰子教諭と協力し、タイ国のラジャパット総合大学附属高校と TV 会議システムを利用した遠隔共同学習を行うことを課題とし、その準備活動を通じて英語でのプレゼンテーションを実践した。

① 米国の数学教育雑誌「The Mathematics Teacher」に掲載されていた記事「Approaching the Speed of Light with Class」の前半を読み、グループごとに担当範囲の内容をレポート。生徒は担当箇所の未知語のリストを作成し、予めクラスに配布。これによって、この記事を読むために必要な用語をクラスで共有する。また、後日このリストを出題範囲とした単語テストを実施。

② 記事の内容にしたがって、水中での光の速度の計算を行う。

③ 記事の後半を、同様にグループごとにレポート。

④ さまざまな大きさの水槽を使って光が水槽から出てくる点を実際に測定する実験を行う。また、そのデータに基づいて水中での光の速度を計算する。測定の正確さ等によって、生徒の出す結果は多少違ってきたが、その原因についても考察する。

⑤ 実験結果とその考察を英文でまとめ、第１回遠隔共同学習でプレゼンテーションをする生徒（20 名）を選出。（残りの 19 名は第２回遠隔共同学習でプレゼンテーションをおこなう）(1)司会および運営、(2)学校紹介、(3)実験の結果報告、(4)感想発表、 (5)ＨＰ担当　の５つの班に振り分ける。プレゼンテーション用英文原稿、書写カメラ用の資料を作成。

⑥ LL 視聴覚教室にて、プレゼンテーション班はリハーサル、VTR 撮影。

⑥ 第１回遠隔共同学習（11 月 24 日）

タイ国のラジャパット総合大学附属高校でも、事前に同じ記事を読み同じ実験・測定をしている。当日は、日本側とタイ側でお互いの実験結果を比較し、意見交換を行った。スケジュールは、(1)日本側の挨拶・学校紹介　(2)タイ側の挨拶・学校紹介　(3)タイ側からの実験結果報告　(4)日本側からの実験報告　(5)質問・意見の交換　(6)数学教官からの、第２回遠隔共同学習に向けての課題：「今回の実験の応用実験を考え、実施し、その結果を報告する」の提示。

⑦ 第１回遠隔共同学習の感想、反省、次回へのアドバイス等を全員が英文で書き、それをまとめたものを HP に掲載。タイ側と HP の掲示板を利用してやり取りをする。

⑧ 第２回遠隔共同学習にむけて、応用実験の具体案を考える。

3) ３学期　（資料３　参照）

① 全員が応用実験を実施。その中から、第２回遠隔共同学習で報告する３つの実験、実験１「水中での光の速度を簡単に測定する装置を開発する」、実験２「密度の違う媒体を使い、媒質密度と光の速さに関係があるかどうかを調べる」、実験３「空中での光の速度を実際に測定する」、を選出。(1)司会および運営、(2)実験１の結果および考察の発表、(3)実験２の結果および考察の発表感想発表、(4)実験３の結果および考察の発表、5)ＨＰ担当、の５つの班に振り分ける。プレゼンテーション用英文原稿、書写カメラ用の資料を作成。

② プレゼンテーション班はリハーサル。

③ 第２回遠隔共同学習（2 月 1 日）

当日の進行は、(1)日本側・タイ側双方の挨拶、(2)日本側からの実験報告、(3)タイ側からの実験結果報告、(4)質問・意見の交換、(5)挨拶、の順で進み、日本側からの実験報告は、(1)司会挨拶、(2)実験報告 1、2、3、(3)司会によるまとめ、タイ側からの報告は、(1)アインシュタインの理論紹介、(2)ドップラー効果について、(3)光ファイバーの働き、(4)衛星波について、などの説明であった。

④ 第２回遠隔共同学習のまとめ、感想等を全員が英文で書き、それをまとめたものを HP に掲載。タイ側と

HP の掲示板を利用してやり取りをする。

2. 目標の達成と評価

本研究の目標 C「意欲的に情報を取り入れ、表現・発信していく生徒を育てる」を、英語を使って具体化させることが、「科学英語」の目標「科学的な内容を、英語でプレゼンテーションできる能力を身につけさせる」である。２回の遠隔共同授業では、情報を英語で表現・発信する実際の機会が生徒たちに与えられているため、まさにその目標を達成することができたといえるであろう。ただ、他教科との連係という面では、今回の授業では「数学」との連係は教材プリントの講読・プレゼンテーション等を通して非常に良く実践できたが、「物理」との直接的な連係は実験の場面でしかとれなかった。

年度当初に挙げていた「科学英語」の６つの具体的目標のうち、①「英米での英語によるパブリックスピーキング、プレゼンテーションの方法を学ぶ」、③「インターネット等の利用による情報検索及び収集」、④「テーマにあったプレゼンテーションの方法の選択」、⑤「プレゼンテーション活動」、⑥「生徒間の意見交換・反省等」、はうまく実施できたが、②「各自が理数分野において興味を持っている課題のうち、英語でプレゼンテーションできるテーマを選ぶ」、に関しては本年度は実施できていない。これは、遠隔共同授業のテーマをあらかじめ相手校との間で取り決めているためである。遠隔共同授業は当然のことではあるが相手校がなければ成立せず、相手校との継続的な交流関係、プランニングに当たっての念入りな調整が必要となることは言うまでもない。

最後に、実際の授業展開を通して有効であったと思われる方法を３つ挙げておく。ひとつは、遠隔授業直前のリハーサルで当日と同じことを一度経験させておいたこと。生徒たちはここでの苦労・失敗から学べることがたいへん多く、当日は見違えるほどうまくプレゼンテーションをこなした。次に、テキストとなるプリントの講読において、生徒に自分たちでキーワードリストを作らせ、それをクラス内で共有化したこと。生徒自身が自分たちにとってのニューワード、キーワードを探し、テキストを他の生徒向けにレポートすることは、生徒にとっては新鮮な作業であった。最後に、遠隔授業で話す内容を、セリフだけでなく映像シーンも想像させて両方を書き込むシートを作ったこと。スクリーンに何を映しながらプレゼンテーションするかを考えることは、当日のプレゼンテーションをより具体的にイメージするのに役立ったと思われる。

3. 来年度の構想

来年度は、「英語によるプレゼンテーション」を理科分野との連係で実施しようと考えている。本校２年生のマレーシア研修旅行での現地校との高校交流会でのテーマに沿ったプレゼンテーション、現在計画中の「日英サイエンスキャンプ」での英語によるプレゼンテーションの実施なども視野に入れて行っていきたい。

(文責　磯部達彦)

1学期　学校紹介のためのプレゼンテーション　　（資料　1）

			教科書　(Bireland　II)	生徒の活動
4月	13日	プレゼンテーションとは何か 手順と注意点	P.126～131	教員による説明
	20日	Preparation Comprehansion	Lesson 1 Step 1&2	Listening
	27日	Exploration　1	Step 3	他の生徒の意見を聞き取り、レポートする
5月	11日	Exploration　2		CD-ROMのプレゼンテーションを聞き、まとめる 4人で1班をつくり、簡単なプレゼンテーションの練習
	18日	Preparation　1	Step 4	Step 3でのレポートを参考に、学校紹介の原稿作成
6月	8日	Presentaion 2		Step 3でのレポートを参考に、学校紹介の原稿作成
	15日	Presentaion 3		LL教室で、プレゼンテーションのリハーサル
	22日	Presentaion 4		1～5班のプレゼンテーション 他の生徒はプレゼンを評価
	29日	Presentaion 5		6～10班のプレゼンテーション 他の生徒はプレゼンテーションを評価
7月	6日	感想･反省 アンケート		振り返り

2学期　Attached High School of RI Ayutthaya との　TV会議システムを使った授業 (1)　　**(資料2)**

		火　曜　日		
		科学英語　(6限)	応用数学　(7限)	備　考
9月	14日	イントロダクション 英語教員による授業	プリント (Part1)　配布 グループ割り振り	クラスを4人×10グループに分け、 Part 1 を10ヵ所に分け割り当てる
	21日	Part　1　発表 Group 1～5	Part　1　発表 Group 6～10	Part 1 の内容を、グループごとに レポートする。
	28日	計算　(1)	計算　(2) プリント Part　2 (前半) 配布 グループ割り振り	プリントにしたがって計算する Part 2 を 5 ヵ所に分け、 5グループに割り当てる
10月	5日	Part　2　(前半)　発表 Group 1～5	計測	Part 2 前半 の内容を、レポートする 物理教室で、実験と計測
	12日	計算　(3)	計算　(4) プリント Part　2 (後半) 配布	計測結果に基づいて、水中での 光の速度を計算する。
	19日	Part　2　(後半)　発表 Group 6～10	ここまでの感想を 英語で書いて提出	Part 2 後半 の内容を、レポートする 感想は、プレゼンテーションの資料として使う
11月	2日	応用数学 2つのグループ分ける	A: 応用数学　(1) B:プレゼンテーション準備 (1)	クラスを20人×2グループに分け、 Group B はLL教室でプレゼンテーション準備
	9日	語彙小テスト A: 応用数学　(2) B:プレゼンテーション準備 (2)	A: 応用数学　(3) B:プレゼンテーション準備 (3)	Group B はLL教室でプレゼンテーション準備
	13日(土)	公開授業 (TV会議リハーサル)	－－－－－－	Group A は聴衆役 Group B はプレゼンテーション
	24日 (水)	**第1回　遠隔共同授業 (TV会議)**		
	30日	第1回　TV会議の反省および感想		Group B はプレゼンテーションの反省、次回への工夫 Group A はタイ側の発表を見ての感想、アドバイス
12月	7日	第2回TV会議へ向けて、応用を考える (1)		各グループは第2回TV会議に向けて、応用実験の準
	14日	第2回TV会議へ向けて、応用を考える (2)		備に入る。前回の感想はHPに載せる

3学期　Attached High School of RI Ayutthaya との　TV会議システムを使った授業 (2)　　**(資料3)**

		火　曜　日		
		科学英語　(6限)	応用数学　(7限)	備　考
1月	11日	応用実験準備		
	18日	応用実験		
	24日(月)	A: プレゼンテーション準備 (1) B: 応用数学　(1)		Group A はLL教室でプレゼンテーション準備
	26日(水)	A: プレゼンテーション準備 (1) B: 応用数学　(2)	－－－－－－	Group A はLL教室でプレゼンテーション準備
	31日(月)	TV会議リハーサル	－－－－－－	Group A はプレゼンテーション Group B は聴衆役
2月	1日	**第2回　遠隔共同授業 (TV会議)**		
	8日	Group B による教室内、プレゼンテーション	－－－－－－	
	22日	第2回TV会議の反省および感想 英文でのまとめ (1)	遠隔共同授業で行ったプレゼンテーション内容の原稿作成	内容はHPに掲載
3月	8日	第2回TV会議の反省および感想 英文でのまとめ (2)	－－－－－－	

２節　公民科　『科学と哲学』

学校設定科目として設置された『科学と哲学』のねらいとしては「科学技術の発達と個人のあり方、社会発展と科学技術の関係を理解する」ものとされている。それは、本校の研究のねらい「D．社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる」というものと符合するものであり、さらにいえばこのねらいは「広い視野に立って、現代の社会について主体的に考察させ、理解を深めさせるとともに、人間としての在り方生き方についての自覚を育て」（高等学校学習指導要領）という公民科の目標とも相通ずるものである。

ここで、本年度の取り組みを具体的にふりかえりたい。

１.「科学と哲学」と価値形成

この授業では、科学の特徴を「事実がいかにあるかを、そのあるがままに記述するところにあり、その事実をそのままとらえることが科学的知識のめざすところである」ととらえ、ここにこそ科学の限界があると考えた。それは価値の問題には何らの解答を与えないということであり、ここで事実の問題と価値の問題の違いを再確認する、つまり前者は「いかにあるか」ということであり、後者は「いかにあるべきか」ということを考えることになる。「人生観は価値の問題であり、そして科学がこの価値の問題に解答を与えないとすれば、人生観というものが人間の生きてゆく限りどうしても必要なものである以上、われわれは科学とは異なったものを必要とする」のであり、特定の価値を一方的に押しつけるのでなく、価値獲得のための適切な方法を生徒自身が獲得していくことを援助していくことが授業者の役割といえる。

このことを、ＳＴＳ（Science　Technology　and　Society）教育の成果も加味しながら追求していった。「科学・技術と社会の関連性について教育・研究し、あるべき方向を見出そうとする社会的な動き」（岡本正志『ＳＴＳ教育読本』　かもがわ出版　2003 年）と定義されているＳＴＳ教育は、その目的として「①問題意識を持たせる、②正確な知識を持たせる、③問題解決能力や意思決定能力を身につける」の三点をあげている。このようなプロセスを経て獲得された科学的認識は社会的認識でもある。なぜなら、科学理論は人類社会の中に科学的知識として確立されたものでなければならず、啓蒙的活動や教育活動によって「科学者集団」による「科学の場」から市民社会での知として確立されねばならないからだ。そこでは「社会における科学技術は、生活者にとっての科学技術であり、こうした視点を、市民自身が自覚的に所有し、科学技術と社会に関する様々な問題に対して、理解し、分析し、意思決定できるようになること」が必要とされるからだ。このような問題意識をもとに「科学と哲学」を考えていこうとした。

２．では、どういう実践をしたか

計画では以下のようなことを考えた。

①　科学と哲学を学ぶ意義は何か（動機付け）

ここでは、『現代社会資料集』（浜島書店　2003 年）からの科学と哲学の違いを手がかりに展開してみよう。このような視点で構成されている教材は現在のところ非常に少ない。

哲学的な考え方	科学的な考え方
「価値」を問題とする 「なぜ」あるかを問う 反省・直観 数量化できないことを扱う 現実を基底（足場）として、現実の中から考える	「事実」を問題とする 「いかに」あるかを問う 観察・実験・分析 事柄を数量化してとらえる 現実を対象として考察する

②哲学とは何か　哲学という学問のイメージを豊かにする

・　ビジュアル版『知の世界』哲学への招待（ブライアン・マギー　ＢＬ出版）
　いつもは当たり前だと思っていることに疑問をもつこと

・　『１４歳からの哲学』（池田晶子　トランスビュー　2003 年）
　「考える」ことが「生きる」こととつながる

③哲学と科学は対立するのか　『哲学のすすめ』（岩崎武雄）

目的と手段―行為に対する科学的手段の意義

哲学の方法―直観と反省、科学の方法―分析と実験

④科学の基礎としての哲学　『哲学のすすめ』（岩崎武雄）

「価値からの自由」という立場を科学はとれるのか

⑤西洋近代哲学にみられる価値の分析（演習）
人間の尊厳－ルネッサンス、宗教改革の思想家
自然と科学技術－デカルトとベーコン
民主社会と人間－社会契約論者
幸福と自己実現－カント、ヘーゲル、ベンサム、ミル
人間性の回復を求めてー社会主義、実存主義
現代のヒューマニズム
新しい知性と現代への批判など
テーマ別に少人数グループで探究、発表
【発表例】①原典にあたる
②思想家の思想の大要
③現在にどう生かされているか
⑥現代の科学技術とその限界－生命倫理、地球環境、核兵器、先端医療など
社会的合理性のある意思決定ができるか
⑦まとめ－科学技術の発達と個人のあり方
以上のような計画に対応した本年度の取り組みを具体的にふりかえりたい。

日時	実践内容
４月	・科学と哲学のイメージ　ワーク①科学者・哲学者をあげる　②科学・哲学の学問のイメージを問う　③科学的な考え方、哲学的な考え方の違い ・教材－確率、ガン告知　科学的思考法を培う
５月	・　資料講読：『哲学のすすめ』（岩崎武雄）哲学と科学のちがい 科学と哲学は対立するか　科学の基礎としての哲学 ・　「科学技術と社会に関する世論調査」（内閣府 04 年４月発表）の分析 ・　西洋近代の幕開け　ルネサンスと宗教改革
６月	・　近代的科学的思考法　ベーコンとデカルト ・　関西大学　池田勝彦先生による「科学技術と現代」（講義） ・　受精卵診断の可否（『朝日新聞』記事より）－技術と倫理選ぶのは誰－ ・　遺伝子診断技術は福音か（『日本の論点』より）討論 ・　善い行為とは、道徳法則と義務－カント
７月	・　功利主義－幸福とは何か ・　実存主義哲学－人間が主体的に生きるために
９月	・　社会主義－人間らしく生きるために ・　現代思想－フランクフルト学派の考え方 ・　プラグマティズム－科学的方法で真理を探究できるか
１０月	・　日本（東洋）と西洋の文化の違い ・　日本における異文化の受容 ・　日本の仏教、儒学の思想
１１月	・　国学、庶民（町民、農民）の思想 ・　明治・大正・昭和期の日本の思想
１２月	・プロジェクトＸ『衝撃のカミオカデン』ＶＴＲ(03.6 月放映)視聴 ・Interview in English19　小柴昌俊（ＮＨＫ英会話教材より）

生徒に課題を与えて、それを発表させる形で主に前半は授業を進めた。課題例としては
・　『哲学のすすめ』の内容をまとめる
・　ガン告知アンケートのまとめと分析
・　世論調査の分析と意見
・　ルネサンスの思想家を１人あげて、なぜその思想が近代の出発なのか説明
・　遺伝子診断は福音か　賛成、反対の立場から意見発表
・　遺伝子診断をシュバイツアー（ホルクハイマー）はどう考えるか
・　『衝撃のカミオカデン』をみて何が小柴氏にノーベル賞をとらせたのか
個人の意見発表と英文による理解

３．生徒の評価とふりかえり

２学期末試験の問題の１つに「これまで学習してきた哲学者を１人選び、その人の思想が科学の発達に寄与した点を 300 字以内で述べなさい」という論述問題を出題した。字数はふせてあらかじめ出題内容を予告はしていたが、全員がこの問題に答えられた。シュバイツアーを選んだ生徒は「現代の人間の倫理性の原理はシュバイツアーのいう「生命の畏敬」に反するところがある。そもそも遺伝子操作や生みわけのような生命倫理の問題に気づかせてくれたのが彼だと私は思います」と答え、カントを選んだ生徒は「理性的理論（科学分野）は経験できるものに限られ、限界があるとし、神や人間の手では経験できない分野は道徳的分野であるとし」また別の生徒は「理論理性で扱える事柄については科学によって必ず解明できるはずであるという考えを当時の科学者に与え、それが科学の進歩につながった」と述べている。もちろん、「観察、実験による検証方法を開発した」ガリレイやデカルトをあげた生徒も多かった。このように、科学について哲学がどのような役割を果たせるのかということを考えられた点では、この学校設定科目の果たした役割は大きい。

また、別項でも触れられているが、生徒を対象としたアンケートでは、「18　人と違った独特な生き方をしたり、人とは違った人間になりたい」という項目が 3.76（５が自分にもっともよくあてはまる、以下１までの数値の平均値、いずれも 04 年 12 月調査）と高く「19　自分の考えをしっかり持てる」が 3.62、「34　結果に至るまでの過程についてよく考える」が 3.56、「20　自分で判断し、決断力がある」が 3.41 となっている。このような数値からこの科目のねらいがおおむね達成されていると考えられる。とりわけ「18　人と違った独特な生き方をしたり、人とは違った人間になりたい」という項目で５点（もっともよくあてはまる）と答えた生徒が 30%にのぼるということは、科学的という一元的な思考軸から哲学的思考によって横軸へのひろがりを暗示させているように思える。

(文責　**高田敏尚**)

４章　教科外の取り組み

１節　数学クラブ

1.活動状況

（1）前回実践研(2004年2月)［1］以後の活動

例会

クラブは8回の例会を開いた。その例会で、クラブ員は1996年、2000年数学オリンピック予選問題を研究してきた。また8回のうちの4回は”強化練習”と名づけて行った。それは夏休み中の8月3日～8月6日に毎日連続3時間、問題を考え続けるというものであった。

次の写真はその一場面で、1996年数学オリンピック予選問題10を解決したときのものである。参考までに問題文も載せる。

1996年数学オリンピック予選問題10

n を正整数、$S=\{1,2,\cdots,n\}$とする。Sの（空でもよい）部分集合A,B,C,Dで $A\cup B\cup C\cup D=S$ かつ $A\cap B\cap C=\phi$ をみたす集合の組$(A,B,C.D)$は何通りあるか。

クラブ員が考えた解。

写真：1996数学オリンピック予選問題10の解（下の写真に続く）

写真：1996数学オリンピック予選問題10の解（つづき）

文化祭

9月に数学科は本校文化祭に展示企画をした。その際数学クラブは実行部隊となって活躍した。

写真：展示コーナーのクラブ員

オープンキャンパス

本校は9月に中学生のためにオープンキャンパスを実施した。当日数学クラブはコーナーを設けて活動紹介をした。

(2) 何のための数学クラブか；『研究開発実施報告書』[2]が述べる数学クラブの位置

本校ＳＳＨの研究課題は、“ 科学に取り組む生徒を育てる数理教育 ”である。

それに応えるために4つの目標をあげた。本クラブに関係するのは以下の3つである。

科学に興味を持つ生徒を育てる

情報を取り入れ発信していく生徒を育てる

科学のあり方を考える生徒を育てる

そして、それを実現するために7つの具体的方法を考えた。その7番目に、“ クラブ活動の場を設定する ”と記載している。これを実行するために本クラブは生まれた。[1]

(3) 数学クラブの評価方法

そしてこの実践の評価方法として、以下の2つの方法をとると記載している。

・数学クラブが個人に変容をもたらしたか。意識で、意欲で、理解で、関心で、取り組み方で。

・コンクールへの参加度はどうであったか。実績はどうであったか。

2.検証

(1) 上記評価方法に沿って数学クラブを検証すると、次のようになる。

・生徒に変容をもたらしたか。

第1に、“ 意識 ”と“ 意欲 ”と“ 関心 ”の3点で；部員はもともと数学に意識と意欲と関心を持っている生徒である。自由意志で数学クラブに入部しているのだから。調べたいのは、それらが前回発表[1]以後のクラブ活動で変容を遂げたかどうかだ。冷静に観察しているが “ 変化なし ”であった。

第2に“ 理解 ”の点で；夏休み強化練習に最初から最後まで参加した2名は、4日間で1996年オリンピック予選問題12問中11問を解決した。約半分を解ければ予選合格という情報が正しければ、そのレベルに近づいたと思う。（前回参加したオリンピック予選結果はそのうちの1名が準合格、他の1名が不合格であった。）この点で評価すると、“ 理解 ”という点では変容を促進することができた。

第3に“ 取り組み方 ”で；部員は文化祭展示、オープンキャンパス展示で数学を表現すること、自分の知識を伝えることを経験した。この点で評価すると、“ 取り組み方 ”という点でも変容をうながすことができた。

・コンクールへの参加度はどうであったか、実績はどうであったか。

9名が2005年1月10日実施の数学オリンピックに出場し5名が準合格であった。（昨年は11名が出場、3名が準合格）したがって、準合格者が2名増加した。しかし合格し本選に

出場するという目標は達成できなかった。

3.参考文献

[1]『第 7 回教育実践研究集会　数学科資料集』：京都教育大学附属高校数学科、2004 年 2 月
[2]『スーパーサイエンスハイスクール　研究開発実施報告書』：京都教育大学附属高校、2004 年 3 月

（文責　盛永清隆）

２節　HR活動

３年１組　自然科学コース

１．意図

本校では，３年間を見通してＨＲや学年で進路学習を行っており，ほぼ学年で同時並行で行われている。３８期生の３年生には，具体的な大学入試制度を知り，大学進学に対する意識を高め，さらに目標に向けて学習が進められるように進路学習を計画している。自然科学コースも，普通コースと足並みを揃えて先に述べたような意図で進路学習を行おうと考えている。

また，自然科学コースのクラス独自での企画にも取り組みたい。具体的には１期生としての後輩へのアドバイス，ＳＳＨ他校生の様子を知る，特色ある理系大学・学部・研究室紹介等を随時行いたい。昨年度に引き続き広い視野をもっての人としての成長と，大学進学に関する啓発を中心に指導していきたい。

２．具体的な取り組み（★印は学年としての取組み）

(1) ４月　９日　　★進路ガイダンス
(2) ４月２０日　　平成１６年３月ＳＳＨ交流会報告
(3) ４月下旬　　★高校生活実態調査
(4) ４，５月　　個人面談
(5) ５月１１日　　自然科学コース３期生に対する学校紹介
(6) ５月１８日　　理系学部情報について
(7) ５月３０日　　★実力テスト
(8) ６月　９日　　サイエンスキャンプを自然科学コース３期生に紹介
(9) ６月１０日　　オープンキャンパスについて
(10) ７，８月　　三者面談
(11) ８月２２日　　★実力テスト
(12) ９月１６日　　★センターテスト出願について
(13) ９月２７日　　平成１６年８月ＳＳＨ交流会報告
(14) ９月３０日　　受験に対する取り組み・心構え
(15) ９，１０月　　個人面談
(16) １０月９日　　★実力テスト
(17) １０月１６日　★実力テスト
(18) １１月３日　　★実力テスト
(19) １月１１日　　★進路ガイダンス
(20) １月下旬　　個人面談

※４～１２月（８月を除く）の各月上旬に★進路便りを配布

３．生徒の様子

何事にも真面目に取り組む生徒が多く，クラス全体が例年よりはやく受験勉強に取り組んでいるように感じられた。ＨＲ教室では早朝や放課後に自習する生徒も数人いた。進路学習においても積極的に取り組む姿勢が多く見られ，進学に関する情報収集の意識も高い生徒が多い。進路希望は５月頃にはほとんどの生徒が決定しており，最終の出願時に多少の変更はあったものの，多くの生徒が自分が将来学習したい分野への出願となった。４０名中２年生時からの文系志望者５名の他は，すべて理系志望である。また，医学部志望の生徒も多い。

クラスの雰囲気は，３年になりかなりうち解けた様子で学校行事等での盛り上がりもたいへんよかった。クラス内で学習する雰囲気も
良好であった。受験勉強の進行状況ににによって多少の不安感を抱く生徒もあったが個々人で乗り切っているようすであった。

４．評価

１～３年生にかけて常に進路や進学に対する意識が高く，進路学習全般においては，我々が意図することを踏まえて学習できていると考えられる。３年生では，不安感を全面に出すことなく過ごせていたことも評価できる。特に，数回行った個人面談と夏休みの三者面談は効果的であった。

また，下級生に対する啓発活動や各取り組みでの報告会は，説明を行う者・説明を受ける者の両者にとってとても有意義であったと考えられる。

(文責　市田克利)

２年１組自然科学コース

１．意図

本校では，３年間を見通してＨＲや学年で進路学習を行っている。

・進路学習は、生徒の可能性を拡大する。
・進路学習は、生徒の能力を開化させる。
・進路学習は、生徒の適性を伸張させる。
・進路学習は、生徒の学習動機を高揚させる。

これら４つの力を作用させて、生徒の将来に向けて自己実現を果たしていくための可能性を高める。

３９期生（現２年生）は，１年生における進路の学習を振り返り、進路についての関心をより深め、将来について考える機会を多く持つようにとの目標のもと、他の４クラスの普通コースとほぼ足並みを揃えて進路学習を行ってきた。

２．取り組み

1. ４月２３日　進路ガイダンス
2. ４月下旬　高校生活調査
3. ６月 １日　実力テスト
4. ６月２６日　カリキュラム説明、進路ガイダンス
5. ７月上旬　進路希望調査
6. ７月１７日　実力テスト
7. ８月２９日　実力テスト
8. １０月　７日　進路学習
9. １０月１４日　進路学習
10. １１月１６日　実力テスト
11. １月中旬　大学入試、センターテスト、出願、日程に関する基礎知識
12. １月２５日　実力テスト
13. ２月下旬　進路希望調査

その他随時　個人懇談・新聞、雑誌記事・大学オープンキャンパス・実験教室・講演会・公開講座・各コンテストの掲示と参加への啓発

３．生徒の様子

進路や進学に対する意識、授業に取り組む姿勢は、１年生のときから他の普通コースに比べ高い集団である。ＳＳＨのコースは７時限の授業、特設科目、それらの実験、実習の課題レポート提出など、するべきことが多く、課外クラブ活動参加にも制限を受けるが、２７名が課外クラブに属し活動している。野球部、サッカー部、テニス部、バスケットボール部、バレーボール部など、休日も練習や練習試合、公式戦の１日となることの多いクラブで中心となって活動している者もいる。また昨年度の２学期に新しく数学クラブを立ち上げたとからの２年１組の部員３名が今年度１月の数学オリンピック予選で、Ｂランク合格を果たした。また関西テクノアイデアコンテストでも２年１組の女子２名がそれぞれ最高のグランプリ賞と優秀賞を受賞した。

現２年生は、世間では、ゆとり教育、２００６年度問題（彼らの大学入学年度に当たる）など学力低下の危機が叫ばれている新教育課程での最初の入学者である。彼らにとっては、今はゆとりというより、やること、やらねばならぬことがいっぱいあり、時間に追われている。

２月現在での進路希望は、多い順に医学部、理学部、工学部、その他(総合学部、教育学部)に分けられる。医学部志望は１６名いる。

４．評価と今後の課題

自分の進路目標はおおむね持ってはいるが、その職業観（実際になってみないとわからない面もある）を持とうという姿勢が弱い。進路学習においては他のクラスと足並みをほぼそろえてやってきたが、２年のＬＨＲでは初めての取り

組みであるマレーシアの研修旅行の事前学習に時間を要し，進路学習としての時間を十分に確保できなかった。

今後の進路指導としては、平素の授業以外にも、ＳＳＨ企業見学、大学オープンキャンパス、公開講座、企業の高校生向けのセミナーなど外の世界への参加を積極的に促すことも必要である。また自己実現に役立てることができるよう自己の適性の理解を深め、ある職業の遂行に必要な条件、能力、適性を把握し、自分と結びつけて考えることのできる力をもたせたい。それらが学習のモチベーションを高めることにも結びつくと考える。積極的に大学の公開講座や実験講座，講演会に出て、そこで人と出会い、モチベーションを高めている生徒もいる。

(文責　藤本正裕)

１年１組自然科学コース

１．進路学習の意図

１年についても、２年の項で紹介したような考え方で３年間を見通してＨＲや学年で進路学習を行っている。４０期生（現１年生）は，進路についての関心を深め、将来について考える機会を多く持つようにとの目標のもと、他の４クラスの普通コースとほぼ足並みを揃えて進路学習を行ってきた。

２．進路学習の取り組み

１．４月１０日　学力測定テスト
２．６月　１日　実力テスト
３．６月２４日　進路について調べよう
４．７月上旬　進路希望調査
５．７月１７日　実力テスト
６．８月２９日　実力テスト
７．１０月　６日　進路学習・２、３年次のカリキュラム説明
８．１１月　４日　進路学習
９．１１月１６日　実力テスト
１０．１月２５日　実力テスト
１１．２月下旬　進路希望調査

その他、随時個人懇談を実施し、新聞・雑誌記事を切り抜く事から社会・自然・自己などの興味をもつ方向を探る取り組みを行うとともに、長期休業中の自己管理の重要性を促した。また、大学オープンキャンパス、長期休業中の実験教室、講演会、公開講座、サイエンスキャンプ、科学コンテストなど各コンテストへの積極的な参加を呼びかけてきた。

３．生徒の様子

進路や進学に対する意識、授業に取り組む姿勢は、他の普通コースに比べ高いが非常に差が有ると言うわけではない。SSH のコースは７時限の授業、特設科目、それらの実験、実習の課題レポート提出など、するべきことが多く、課外クラブ活動参加にも制限を受けるが、32 名が課外クラブに属し活動を始めたが、活動の活発なクラブに入った生徒ほど、退部しており、現在は 27 名になっている。野球部、テニス部、バスケットボール部など、休日も練習や練習試合、公式戦の１日となることの多いクラブで中心となって活動している者もいる。昨年より数学クラブが発足したが、１年１組の部員３名が今年度１月の数学オリンピック予選に参加し、１名がＢランク上位合格を果たした。また関西テクノアイデアコンテストでも１年１組の男子１名が京都大学総長賞を受賞した。長期休業中のサイエンスキャンプには、多数が参加した。日英高校生サイエンスワークショップに男子２名が参加した。さまざまな民間団体の科学関係の行事にも、自分で調べて参加している。

現１年生は、入学時点で既に学業に対する意欲を欠いているものが若干数いた。保護者や生徒との懇談の中で分かった、その要因の一つは保護者の過度な期待であり、もう一つは学力に対する不安である。後者については学習方法やすべき事を具体的に指示して、自信を持たせる取り組みを行った。２学期に入ってからは、中学時代と学習集団が違う中で学習への不安が高まっている生徒もでてきた。高校時代の身心の不調和、自己への過小評価が背景にあると思われる。個別の面談で頻繁に行って等身大の自分を見つけるような示唆を与えている。進路志望については入学当初の時期に７名が文系にも関心をもっていた。数学での学習の難しさと文系志向を結びつけて考える傾向が見える。医学部志望の生徒は、じっくり理数的事柄に取り組むより、受験そのものを重視する

傾向があり、クラスの中では医学部志望が最も多い。２月現在での進路希望は、医学部についで、理学部、工学部である。

４．評価と今後の課題

自分の進路目標はおおむね持ってはいるが、その職業観を持とうという姿勢が弱い。特に医学部希望の生徒は、将来の生活の安定を重視しているものが多く、医師の社会的存在意義を考えているものは少ない。自己の社会的存在意義を考えさせる指導が必要である。進路学習においては他のクラスと足並みを揃えながら実施している。

今後の進路指導としては、平素の授業以外にも、SSH 企業見学、大学オープンキャンパス、公開講座、企業の高校生向けのセミナーなど外の世界への参加を積極的に促すことも必要である。また自己実現に役立てることができるよう自己の適性の理解を深め、ある職業の遂行に必要な条件、能力、適性を把握し、自分と結びつけて考えることのできる力をもたせたい。それらが学習のモチベーションを高めることにも結びつくと考える。積極的に大学の公開講座や実験講座，講演会に出て、そこで人と出会い、モチベーションを高めている生徒もいる。

(文責　藪内毅雄)

３節　自然科学コース推進室担当の活動

◆ 自然科学コース　新入生オリエンテーション

１．意図

自然科学コース入学生を対象に，１年で履修する数学・理科の科目に関連した分野で，高校でのこれからの学習と大学での研究とのつながりへの理解を深める。また大学での実験機器にも触れることで学習の動機付けをはかる。

２．展開

日時　平成１６年４月１６日（金）午後

場所　京都教育大学

参加者　自然科学コース１年生４０名

概要

武蔵野学校長の話

以前は火星のはるか上空から撮影した写真を分析して，火星には過去に水が存在したと考えられていました。しかし現在では探査船が火星に降り立ち，直接見てさわって調べることができるようになりました。するとかつて川があったり，表面に炭酸塩や塩素，臭素などが発見され，海水の中でできたことが判明しました。このように謎が解明されただけではなく，丸い酸化鉄の存在など，新たな謎がどんどん生まれることとなったのです。

高校３年間で自然を知る喜びを知り，どうすれば自然を学んでいけるのだろうということを考え，身につけていってほしいと思います。

村田学長の話

学校長より火星の面白い話が聞けて，私も面白いと感じました。

情報がほしいときいつでも入手できる時代にいる皆さんをうらやましく思います。しかし多すぎることは，何を選んでいいか分からないくらいでもあります。皆さんは何が大事か選択する能力が必要です。私の高校時代は大事なニュースしか流れませんでした。そういう時代だったのです。

あることを見たとき，自分に関係あるか，そして面白いかをよく気をつけてほしいと思います。面白い材料は自然の中でいくらでもあるはず。それを見つけ，図書館なども使ってふくらませてください。科学の発達は面白いと思った人たちによって進んだのです。皆さんの中から宇宙飛行士やノーベル賞学者も出てくるかも知れないですね。とても楽しみです。

数学　「『フラクタル』とかけて『カオス』ととく」占部先生

理科　４班に分かれ次の項目について，講義および実験

１．「プラズマ物理学」谷口先生

２．「ロボット工学」中峯先生

３．「双眼実態顕微鏡による生物の観察」坂東先生

４．「電子顕微鏡による生物の観察」武蔵野先生

３．生徒の様子

高校に入学してまだ１週間が経過したばかりで，まだまだ高校生活にとまどいの多い時期に，大学を訪問して大学の研究者から専門分野の話しを聞くという行事で，驚きとうれしさが入り交じった表情の生徒達であった。いざ話しが始まると，興奮気味に話を聞く者や熱心にメモを取る者も多く，意欲を感じさせてくれた。

３年間を自然科学コースで過ごし，学習するためのオリエンテーションとして，期待と抱負を抱かせる企画になった。

４．評価と課題

自然科学コース最初の行事として３年目であり，附属高校である本校の特色を生かした内容で，入学生にアカデミックな雰囲気を体験させる行事となった。高校における授業でも大学との連携を実施していることがインパクトを持って伝えることができた。意図は実現できたと考えられる。

また大学側も高校側も３回目ということで運営しやすくなってきた。しかし年度当初の企画であるため，細部の調整や打ち合わせがうまくいかないこともあった。企画立案を早めに進めることが必要である。

◆ けいはんなDEサイエンス

１．意図

理科系クラブの活動が閉じた内部だけでなく，地域とのつながりの中で展開を進める場とする。また研究と社会との関わりを考えたり，説明能力の向上を図る機会としてとらえさせる。さらに主として小学生を対象としたイベントであることから，子どもたちが理科好きになるための一助であることを意識して参加させる。

２．展開

日時　平成１６年８月８日（日）　12：00 ～ 16：00
場所　けいはんなプラザ「イベントホール」（相楽郡精華町光台１－７）
主催　けいはんな子どもサイエンススクール推進会議
本校からの参加者　電子工学部３名
内容

テーマ「何でもスピーカーを作ろう」

電流が磁界から力を受けることを利用していろいろな電気製品が作られている。スピーカーもその一つであるが，一般にはあまり知られていない。今回はやって来た子どもたちに実際にスピーカーを作ってもらい，本当に音が鳴ることを体験させることができた。また作ったスピーカーはお土産とし，家庭でも実験が継続するようにした。同時に学年に応じて音の鳴る仕組みを説明し，単なる工作で終わらないように配慮した。子どもたちは保護者と共に来場しており，保護者も驚きの体験となるよう演出の工夫をし，やはり家庭学習につながるようにした。

３．生徒の様子

朝から準備を始め，計画の段階ではゆったりとしていたが，いざ開場すると子どもたちがすぐさまやってきて行列ができ，部員達は不慣れなことも手伝って右往左往のスタートとなった。ある程度回を重ねると説明や手順もなめらかとなり，てきぱき行動していた。

たった４時間であるが，途中休憩が全く取れないほど盛況となり，気がつけば閉会の時間で，充実した１日になったようである。これだけ忙しいと嫌気が差すかと心配したが，そうでもないようで，やはり理科好きの生徒達だからこそ成功したのだろう。

４．評価と課題

この行事は京都府企画環境部文化学術研究都市推進室が進めており，予算面では本校の負担は全くなかった。事前の打ち合わせや会議でもずいぶん要望をかなえてもらい，助かった。生徒達にとってみれば，子どもに自然現象を説明するというのは日常経験しないことである。言葉の選択や，話しの順序，楽しませる話術などまだまだ課題は多いが，実験の楽しさを子どもたちと共有できたことは間違いない。このような場を多数経験し，事前にいろいろな準備ができれば，意図は一層実現できるように思われる。

◆ スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

１．意図

主催者の趣旨は「高校生の科学に対する興味・関心を一層喚起するとともに成果の普及を広く一般に図ることを目的として、研究３年目である平成 14 年度スーパーサイエンスハイスクール校の生徒を中心とした研究成果の発表会を開催する。」というものである。

本校としては，「臨海実習」での取り組みを分科会で報告し，「超伝導講義と実験」，「応用数学の取り組み～フラクタル理論～」，「プラナリアの観察実験」をポスターセッションで発表する。そして参加者からの批評を受け，今後のＳＳＨ活動の資とする。

２．展開
日時　平成１６年８月１０日（火）～１１日（水）
場所　東京ビッグサイト　（東京都江東区有明 3-21-1）
主催　文部科学省，独立行政法人科学技術振興機構
本校からの参加者　自然科学コース４名（３年生１名，２年生３名）

分科会
第２分科会にて３年生１名および２年生１名が発表。テーマは「ウニの発生のビデオ制作」。本校生物実習の目玉である「臨海実習」では，自然科学コース１年生がウニの受精からプルテウス幼生に至る過程を観察することを行っている。今年は３回目であった。ウニの発生を収録したビデオを生徒の手によって編集・製作し，それを次年度以降の生物の授業で活用する教材という位置づけにした。発表のときには製作したビデオを説明を交えながら上映し，卵割の進行や胞胚，のう杯，原腸胚をへてプルテウス幼生に至るムービーは審査員の方たちにも高い評価をいただいた。

ポスターセッション
２年生２名が主担当として「超伝導講義と実験」,「応用数学の取り組み　～フラクタル理論～」,「プラナリアの観察実験」という３つのテーマでポスターを製作し，同内容の配布チラシも用意した。またパソコンをセットし，フラクタルのプログラムを演示した。

３．生徒の様子
夏休み前から準備を始め，特にビデオ編集は機器の操作や解説テロップの挿入など大変な作業が続いた。また分科会参加者に分かりやすい説明となるよう，言葉を選んだり，構成を考えたり，質問に備えて実験機器の名称や原理，使用薬品の特性などを調べるなど，よく努力していた。作成したビデオをすべて上映できないのは残念であるが，ダイジェスト版を見て頂き，審査員の方たちからの高い評価によって努力が報われたと思われる。
ポスターセッションでは，ＳＳＨ１年目の行事であるマンデルブロー博士によるフラクタル講演で大きい苦労があった。それは担当した２年生が経験していないため，先輩や担当教員から教えてもらいながらのポスター作りとなった。また超伝導の内容は高校生にとって難解な部分もあり，本人たちはずいぶん復習をし，当日の説明では丁寧にすることを心がけた。ブースでは，ピン止め効果を利用した超伝導リニアモーターカーの宙返り動画を表示し，見学者の話題をさらっていた。

４．評価と課題
全国のＳＳＨ校が集まり，全国レベルの研究や発表を知る機会として，本校生徒はわくわくしていた。実際にいろいろなテーマで研究をしている高校生を見ると，大きな刺激を受けると同時に自分たちの取り組みが決して遜色のない内容であることも確認でき，よい機会となった。
発表の準備では，今まで行ってきたことをまとめてさらに分かりやすい説明の組み立てに労力を使ったが，授業時以上に理解を深めることができ，それは収穫であった。開催当日は若干の緊張もあったが，発表練習のおかげでスムーズに進行できた。分科会では会場から質問もいくつか出されたが，臨海実習参加者ならではの受け答えで対応した。製作したビデオは品質もよく，審査員にも好評であった。このビデオは本校の教材開発としても優秀であり，後世に残ると思われる。多くの学校に普及することが望まれる。ポスターセッションでは，参加者への説明に当初は戸惑いもあったがすぐに慣れ，質問などには臨機応変に答えるなど，よく頑張った。ポスターと同内容のチラシを用意したため，より理解を促せたのではないか。ただ３つのテーマというのはすこし欲張ったかも知れず，少ないテーマで掘り下げる方法もあっただろう。このあたりは生徒と事前の相談をもっと詰めればよかった。

◆ 関西テクノアイデアコンテスト'04

１．意図
主催者の趣旨は「本コンテストは、将来の産業・科学技術の発展の担い手となる起業家や研究者育成の一環

として、京大 VBL が財団法人近畿地方発明センターと共同で開催しているものです。大学生を中心に広くアイデアを募り、審査を行います。また希望者には、特許申請・新産業創出のためのアドバイス・サポートも行います。」である。高校の部は３年前に創設された。

これについて，自然科学コースの日頃の学習成果をもとにチャレンジを呼びかけ，作品を外部から評価される機会とのねらいで取り組む。また本校ＳＳＨ研究開発課題である「科学技術研究・開発に意欲的・創造的に取り組む人間の基礎を作る理数教育の研究開発」に沿うことから，創造性をのばす行事との認識で生徒を指導する。

２．展開

募集期間　平成１６年7月１日（木）～１０月１０日（日）必着
一次審査　書類審査（ユニーク度，実用性などを総合的に審査）
二次審査　平成１６年１１月２０日（土）
　　於：京都大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー
　　プレゼンテーション
主催　関西テクノアイデアコンテスト実行委員会
　　（この実行委員会に本校からも参加）
共催　財団法人近畿地方発明センター，京都大学
本校からの参加者
　応募　７名（全体で１００件以上）
　一次審査通過　３名（全体で１０件）
結果
　グランプリ　「封書ばかり」堀部礼子（２年生）
　優秀賞　「暑い夏に涼しさを！～ヘロンの噴水とししおどし～」青木那佳（２年生）
　京都大学総長賞　「改良蚊取り MOSKILLER（mosquito-killer）」寺田怜史（１年生）

グランプリ作品については実用新案の登録申請を準備中である。将来は商品化の可能性もある。（平成１７年２月１５日現在）

３．指導経過と生徒の様子

１年生に対しては１学期後半に「科学技術」の授業で案内を出し，応募を呼びかけた。２年生に対しては「エネルギー科学Ⅰ」の夏休みに作品製作の課題を出し，著作権上の問題がなくかつ優秀な作品を応募することとした。いずれもコンテストの趣旨をよく伝え，オリジナリティを発揮するよう注意を促した。

応募状況は１年生が３名，２年生が４名であった。２年生については８割の生徒が作品を提出し，生徒による採点の集計と指導担当教員のアドバイスで６名を選出した。しかし２名はオリジナリティ面で心配があり，応募を辞退した。

一次審査通過後は３名の生徒が改良を加えるなど作品の完成度を高めたり，二次審査に向けてプレゼンテーションを考えるなど，創意工夫を互いに心がけていた。当日は各自の作品をさまざまな角度からＰＲし，商品化された場合の長所や改善が必要な箇所などを具体的に説明できた。審査員からの質問にも窮せず答えていた。

グランプリをはじめとする思いがけない上位入賞に３名とも喜びあった。

４．評価と課題

生徒の作品は特許出願には及ばないものの，製作過程でさまざまな工夫をこらし，創造性豊かな活動をしたと考えられる。その創造性が科学技術に結びつき，産業につながっていることを実感するコンテストであったと思われる。高校生の部はＳＳＨ校が多かったが，アイデアだけで作品がなかったり，二次審査でもプレゼンテーションの完成度が低かったりと全体として準備不足の目立つケースもあった。こういった状況の中で本校生徒が高校の部を牽引する役割を担い，来年度以降のコンテストの活性化に寄与できたのではないかと考えられる。

応募そのものは指導者側が期待したより少なかったが，一次予選を通過した生徒が最終的に上位に入賞したことは評価できる。来年度もぜひ参加させたい取り組みである。

◆ 青少年のための科学の祭典京都大会2004

１．意図

青少年のための科学の祭典京都大会は本年度で９回目を数え，過去にも本校のクラブ活動の発表の場として参加した経緯がある。８月８日（日）に「けいはんな DE サイエンス」で電子工学部が出展し盛況に終わったことを受け，今回も地域とのつながりの中でクラブ活動を展開し，研究と社会との関わりを考えたり，説明能力の向上を図る機会としてとらえさせる場とする。ここでも主として小学生を対象としたイベントであることから，子どもたちが理科好きになるための一助であることを意識して参加させる。

２．展開

日時　平成１６年１１月６日（土）～７日（日）
場所　京都市青少年科学センター
主催　「青少年のための科学の祭典」京都大会実行委員会
　　実行委員長　本学学長　村田隆紀
本校からの参加者　本校電子工学部４名
内容

テーマ「何でもスピーカーを作ろう」

電流が磁界から力を受けることを利用していろいろな電気製品が作られている。スピーカーもその一つであるが，一般にはあまり知られていない。今回はやって来た子どもたちに実際にスピーカーを作ってもらい，本当に音が鳴ることを体験させることができた。また作ったスピーカーはお土産とし，家庭でも実験が継続するようにした。同時に学年に応じて音の鳴る仕組みを説明し，単なる工作で終わらないように配慮した。子どもたちは保護者と共に来場しており，保護者も驚きの体験となるよう演出の工夫をし，やはり家庭学習につながるようにした。

３．生徒の様子

８月８日（日）に「けいはんな DE サイエンス」で同様の実験工作を行ったことから生徒達には余裕の表情があった。またこの祭典では出展ブースが多いため，本ブースに参加する子どもたちもゆったりと工作できたようである。部員の説明方法も８月より上達し，また実験の見せ方も新たな工夫が見られた。ただ２日目になると慣れてきたせいか，熱心さが冷めて淡々とした説明口調になるときもあり，気をつけさせた。２日間の本ブース参加者は２５０名程度あった。

せっかくの機会なので，部員たちにも交替で他のブースを回る時間を設けた。一参加者として科学を楽しみ，満足した様子がうかがえたことも付記しておく。

４．評価と課題

他校の高校生や大人も子どもたちに混じって参加してくるが，ものおじせずに参加者をリードしていた。やはり場数を踏んで上達するようである。

この行事では生徒達が主体的に運営し，説明を行い，参加者を楽しませる学校も多い。本校もその一群に加わるにはまだ不十分であるが，素地は形成できた。しかし企画段階のイニシアティブが弱かったり，エンターテイメントの要素が乏しく，まだまだ参加者を楽しませる段階に至っていない。来年度以降の課題としたい。なお参加生徒は１・２年生であり，後輩を育てながら活躍して欲しいと願う。

日英サイエンスワークショップ

2004 年８月下旬に「日英サイエンスワークショップ」が行われ、イギリスの２つの公立高等学校と SSH の指定をうけた京都の４校の高校生が１週間にわたる実験プログラムを経験すると共に、プログラムを共同企画者であるイギリスの大学教員、引率したイギリス側高校教員をまじえて、科学教育に関する国際シンポジウムも行った。実施にあたっては JST の大きな協力を得た。ここでは、その経緯と評価について報告する。

１．事前の打ち合わせ

ａ　案件の招来

5 月 12 日　本学理科教育の村上忠幸先生から以下の計画について相談が本校にあった。

日英高校生サイエンスワークショップ（仮称）概要

アルボーン(クリフトン科学トラスト)と岡野（立教英国学院）は２００４年９月から２００５年３月の期間に英国で二つのサイエンスパートナーシッププログラムを企画しました。中学校のレベルではロンドン日本人学校/ドレイトンマナーハイスクールの中学校生徒をインペリアルカレッジロンドン遺伝子治療センターのミラー教授の指導のもとに遺伝子治療を体験する探求実験を行ないました。高等学校のレベルでは立教英国学院高等部２年生化学選択者/クランレースクールの高校生をサリー大学分子生命学科のワード先生の指導のもとに環境分析化学の分野で水の分析、髪の成分分析を行ないました。いずれのプログラムでもクリフトン科学トラストのアルボーン先生が提唱する以下の科学の社会における役割を生徒に体験させる目的で行なわれたものです。

・実社会が抱える問題解決としての科学
・意味のある科学
・文化の架け橋としての科学

近年日英両国において生徒の理科離れが共通の問題として上がっています。これは科学がしばしば、受験のための科学であったり、教室の中だけの科学であったり、知識蓄積のための科学であったりと、その閉鎖性に起因していると思われます。この問題の解決として日英両国でその解決方法として、実際に科学の最前線で働く科学者と学校教育との連携の必要性が叫ばれその連携実践が行なわれつつあることは非常に興味深いものがあります。

今回、文部科学省、ＪＳＴ、英国大使館の協力を得て、日本で日英の高校生を対象とした探求科学活動を目的としたサイエンスワークショップの開催に向けて準備を始めることとなりました。英国側から上記科学連携活動に関わったミラー教授、ワード博士、英国人高校生１２名、２名の高校教員、コーディネーターとしてアルボーン、岡野、計１８名がプロジェクトに参加する予定です。日本側参加者は既に科学連携活動で実績を上げているスーパーサイエンススクールの生徒を対象に考えています。プロジェクトの概要は以下のものです。

プロジェクトの目的は､科学は実社会が抱える問題解決のために積極的な役割を果たすことができること、生徒にとって意味のある科学であることを体験できること、国際交流における科学の大切さを体験することを考えています。科学の先端技術を単に体験するだけでなく、生徒同士の討論、科学者と生徒との討論を通して､科学を探求する姿勢とは何なのかを考えていくことができればと考えています｡このためには、実際にこのような科学を実践しているミラー先生とワード先生の生徒への問いかけは大切であり、両先生からなされる生徒への問題提起をプロジェクトの出発点にしたいと考えています。今回のプロジェクトでは日英の生徒同士の連携だけでなく、プロジェクトに関わる高校教員のレベルでの日英の連携、研究者レベルでの日英の科学連携活動のあり方のモデルを模索したいと考えています。

プロジェクトのスケジュールの一例は２００１年に行なわれたブリストルでの日英高校生のためのワークショップを参考にして下さい。(レポートを添付します)

	午前	午後	夜
月：	序	実験開始	
火：	実験	博物館見学	日本紹介企画
水：	実験	実験、討論	
木：	研究施設見学	実験まとめ	交流会
金：	発表準備	研究発表会	夕食会
土：	ジェンナー博物館見学(免疫学に関する討論)		
日：	解散		

期間：８月２３日(月)より８月２７日(金)まで
場所：京阪地域、大学、研究所引き受け機関は未定
宿泊：日英の生徒が同じ場所に宿泊を予定
実験テーマ：遺伝子組み換え治療の研究領域、環境化学分析の研究領域における探求実験。
予算：英国側の渡航費用を除き、開催費用については文部科学省/ＪＳＴ負担
　　引き受け窓口はＪＳＴ湯本課長。ＳＳＨ関連予算から捻出。
英国側参加高校生：２校１２名、George Abbot School, Drayton Manor High School
日本側参加高校生：４校１２名、京阪地区スーパーサイエンスハイスクール
英国側参加教員：各校より２名
日本側参加教員：各校より人数は未定
英国側参加研究者：ミラー教授、ワード博士
日本側参加研究者：未定

広報：新聞、テレビ等のメディアにプロジェクトの報道を依頼予定(文部科学省、ＪＳＴ)。ＪＳＴは番組作りを含めた報道を検討中。

この段階では計画は漠然としたもので、実験プログラムなどの企画も日本側がするか否かなど実施に向けた準備が進められることとなった。

まず JST 側と日本側の負担費用の割り振りについて協議を行う一方、本校では本プロジェクトを具体的に進めるための運営指導委員の協力も得ながら実験プログラムの策定などに動き出した。本校が相談した範囲で問題となったのはこうしたプランを受け入れる主体、責任の所在、実験施設の確保などであった。結果的には実験プログラムについてはイギリス側に具体的なプランがあることが次第にわかってきた。受け入れ先大学として京都大学・京都工芸繊維大学、京都教育大学、立命館大学があがったが、立命館大学側の全面的な協力が得られることになった。

文部科学省・JST、及び京都府内 SSH ４校をまじえた初めての会合を６月２２日にもち、事務局を本校が担当し、立命館大学びわこ・くさつキャンパスを会場として実施する方針を確認した他、参加各校の分担を決め、以下、７月５日、７月１４日、７月２３日、８月２日、８月１７日と準備会合を開いた。主な協議事項は次のようなものである。

各校の企画分担は次の通りである。

〔立命館〕①実験実習；TA(人数・役割・時間帯)、テーマの所要時間、教師の役割、班編成、予備実験　②宿泊；日英生徒・教師の配当(班編成との関係)、指導の仕組み
〔洛　北〕①「京都探検」；形態、４校の分担、交通手段、企画立案の主体＆時間設定、安全体制(付き添いの要不要)
〔堀　川〕①・宿舎内交流；歓迎会(進行主体，プログラム，物品手配，教師＆ TA の関わり方)、お別れ会(同上　)
〔附　属〕①その他　レポート準備の設定、プレゼンテーションのプログラム　②英国側の関わり方　英国側との連絡調整、実験テキストの翻訳準備、TA による予備実験
③保険の関係　④ＪＳＴとの費用分担確定　⑤全般的な教師の付き添い形態　⑥歓迎会等での英国側の役割(出演)　⑦可能な TA の手配　⑧日英間の意思確認連絡経路　⑨シンポジウム開催　⑩京都－ BKC 交通手段

ｂ．生徒の募集について

ワークショップの参加条件としては２・３年が望ましいが、受験を控えている３年は参加が難しいとして２年を対象に、担任を通じてワークショップの趣旨を説明し募集を行った。ただ出足はよくなく、結果的に１年も対象に加えた。初めてのことであり、行事がどのようなものであるかが分かりにくいこともあったのかもしれない。また、補習が始まり、ワークショップ直後に実力試験が予定されていることも背景の一つである。しかし、この点はワークショップ実施後の感想とまったく違うことになる。

ｃ．資料作成について

参加者用の「しおり」については当然日英両国用、生徒用・スタッフ用と４種類作成した。翻訳は TA として

参加した土屋・飯田両氏に尽力いただいた。

ｄ．使用したテキスト

Schantz 先生のテキスト「概日周期（サーカディアンリズム）と時計遺伝子」

背景

私たちの体内時計は概日性（サーカディアン）と呼ばれる約２４時間の周期をつくっている。私たち一人一人は少しずつ違った体内周期を持っているが、それはある人は背が高くある人は低いのと同じようなものである。

概日周期はホルモン濃度や体温、睡眠など多くの機能を調節する。概日周期のおかげで私たちの体は環境変化に反応するというよりむしろ予測することが可能となる。つまり、私たちの体温は早朝には上がり、目が覚める前でさえも活動への準備ができている。時おり、私たちの体内時計は環境との同調性を失うことがある。目の見えない人は外部環境に対する応じて体内時計をリセットすることができない。そのため体内リズムは勝手に動き、環境の時間帯とずれることがある。体内時計と環境との間のズレは夜勤や時差のある旅行において起こる。後者の例は時差ぼけとして知られており、体内時計が一日１時間しか調節できないということにより起こる。

概日周期は私たちの細胞内の時計遺伝子によってつくられる。この遺伝子はお互いに正確に相互作用しており、ほぼ２４時間周期で交代し作動している。この遺伝子の違いは概日周期が長いか短いかを決定する。概日周期が短ければ朝型、「ヒバリタイプ」で、長ければ夜型、「フクロウタイプ」である。

実験の内容

単純かつ有効な質問紙であるホルン－オストベルク（HO）質問紙は、朝型、夜型、あるいは中間型のどれに「プログラムされているか」を示す数値を得るために使われる。

この質問紙は数カ国語に翻訳されている。点数が低ければフクロウタイプであり、高ければヒバリタイプである。

私たちは時計遺伝子の一つである Per3 という遺伝子の長さの違いがヒバリかフクロウかを決定する重要な要素であることを発見した。遺伝子が短い場合は夜型になる傾向があり、遺伝子が長い場合は朝型になる傾向がある。長さの違いは非常にはっきりしているので、実験的にそれを調べるのは容易である。

DNA の試料はほおの粘膜をこすって簡単に採取することができる。綿棒を口の内側にこすりつけ、抽出バッファーの入ったチューブに移す。ゲノム DNA は保温と遠心分離により抽出される。

ゲノム DNA は DNA 合成酵素連鎖反応（PCR）の鋳型として使われる。私たちは全ての試薬が既にテンプレート DNA と増幅プライマーとは別に乾燥凍結された形で入っているタイプの簡易型 PCR チューブ（Ready-To-Go）をよく用いる。PCR マシーンにチューブを入れる前に、テンプレート DNA とプライマーと水だけを加える必要がある。

試料の分析はアガロースゲル電気泳動によって行う。電気泳動はプレキャスト型ゲルを用いて簡単に行うことができる。遺伝子が長いか短いかはトランスイルミネータ中で紫外線を照射することにより簡単に観察できる。

この実験に関連した生物学的論点

・概日周期（サーカディアンリズム）
・時差ぼけ
・PCR の機構と応用
・ヒトゲノム計画
・遺伝子と行動の関連性
・倫理的および文化的差異
・遺伝子検査の倫理的側面

島川博光先生のテキスト「旅行コンサルティング会社のホームページを作る」

１　目的

近年、様々な情報技術がコンピュータサイエンスを専門としない人でも利用できるようになっている。情報技術は人的要素にほとんど関係ないように見える。しかし、実際は人的要素は情報技術の多くの側面で重要な役割を果たしている。この実験では情報システムの開発者の間のコラボレーションの重要性を知ってほしい。目標とする情報システムは HTML ファイルで構築されたホームページである。

２　実験

２．１　　テーマ

あなたのチームは国内旅行のコンサルティング会社を経営しているとしよう。あなたは自社広告を打つために会社のホームページを構築しなければならない。ホームページは以下の情報を含む。

・他の会社にはない自社の特徴
・少なくとも１つの観光モデルプラン
・コンサルタント料金
・電話番号、e-mail アドレスなどの会社への連絡先

メンバー全員でコラボレートして会社のホームページを作成する。会社の中で、ある人はいいホテルやレストランを見つけるのが得意かもしれない。別の人は有名な観光スポットについて幅広い知識をもっているかもしれない。もし誰も日本に詳しくないとしても、その人の意見により顧客からの起こりうる要求を推測する手段となるだろう。それぞれのメンバーの能力をうまく利用してホームページを作成しよう。

２．２　活動

自社ホームページの作成を通して、チームのメンバー間のコラボレーション、コミュニケーション、連携がいかに重要であるか体験することになるだろう。

チーム内では以下のガイドラインに沿うこと。

・自分の会社の特徴についてチームメンバーと議論する。多くの場合特徴は４つ以下である。特徴が多すぎれば顧客は混乱し、興味を失なうことになる。
・会社のホームページのデザインを決定する。
　－どんなサブページをホームページからリンクするか？
　－それぞれのサブページはどんな情報を持っているか？

「キャラ立ち」したデザインであるか確認するのを忘れないこと。

・各メンバーに業務を配分する。
・各メンバーが自分の Windows マシンで各自に配分されたページを構築して HTML ファイルを製作する。
・各メンバーが製作した HTML ファイルをフロッピーディスクで UNIX マシン上に持ち寄る。それぞれのチームに１台ずつ UNIX マシンを配当する。HTML ファイルは

~/html_public/

以下の階層に置く。

持ち寄った HTML ファイルをメンバー全員が確認すると業務は回る。

３　プレゼンテーション

プレゼンテーションでは自分のホームページを以下の点に焦点をあてながら説明する。

・自分たちの会社の特徴
・自社の特徴をよく表すためのアイディア

４　ホームページ作成のための参考サイト

以下のページによい例と説明がある。

http://www.cs.tut.fi/~jkorpela/html-primer.html#check

http://archive.ncsa.uiuc.edu/General/Internet/WWW/HTMLPrimerAll.html

http://www.htmlprimer.com/

野阪克義先生のテキスト「スパゲティブリッジ　―たわみの制御―」

何をするか
スパゲティで橋を作る！
－橋梁のたわみと重量をできるかぎり減らす必要がある

橋梁寸法仕様
材料：スパゲティ、瞬間接着剤
スパン長：400mm（板に固定された支承が与えられる）
幅：10mm 以下（最大でスパゲティ４～５本分）
荷重：５００円硬貨（測定用）
荷重箇所：支間の中心の下弦材

注意：①橋梁を支承上に安定させるためには橋梁全体で 400mm 以上（およそ 460mm）の長さが必要である
②横方向の支持は橋梁が支承上に耐えられるように与えられる

計測
たわみ（δ）と重量（W）
橋梁はたわみと重量の積、つまりδ×Wで比較され、δ×Wが小さいほどよい。

日程
１　イントロダクションおよびデザイン（8/23　14:00-17:00）
－イントロダクション
たわみに影響する要素
トラス（三角構造）
－デザイン
橋梁の形の決定
ひずみの見積もり（自分で推測してみよう！）

２　デザインと材料（8/24　9:00-12:00）
－デザイン
－材料
スパゲティを切って接着する！（瞬間接着剤に注意！）

３　材料と測定（8/24　14:00-17:00）
－材料
－計測
自分たちの橋梁に荷重しよう！
自分の推測と実際に計測したたわみを比較してみよう

４　プレゼンテーション（8/27　13:00-15:00）
－製作するのに最も難しかった部分はどこか？
－どうやってたわみを最小にしようとしたか？
－自分たちの推測はどうだったか？

ｅ．班分け等について

全日程に参加できない学校もあったが、実験班については英国側２校、日本側４校の生徒をバラバラにして編成し、性別も偏りがないようにした。男女別の宿舎の部屋割りも高校がバラバラになるようにした。TA として参加した土屋・飯田両氏が宿舎でも生徒と同室で宿泊してくれたことは、特に気持ちの上で不安な女子生徒たち

には心強かったようだ。

ｆ．実施後の評価と課題

生徒の評価－参考までに本校と英国の生徒の評価を掲載する。自由記述欄で英国側の生徒の１人が ”it was disappointing that the work wasn’t very challenging ”と評価しているものがいるが、全体としては大変肯定的である。実験内容の難易度については能力差が大きく現れたと考えられ、本校１年生の中には難しかったことを述べている者もいる。生徒の感想全体からみれば、実験内容、国際理解のいずれをとっても肯定的で、若い世代が１週間にわたる実験プログラムを通じてイギリス人高校生への理解も深めていったことが分かる。生徒の感想から見える課題は、特に英国側に見られる食事の問題だろう。５名の生徒が食事についてコメントしている。立命館側に大変苦労して準備していただいたところだが、この点の日英の生活習慣の差が大きく出てくるところだろう。

主催者側として－

最初のことでもあり、準備段階での作業は英語による連絡、マニュアルも含めてすべて日本語版・英語版の作成が求められるなど国際的な行事を行う上で苦労が伴い、英語科教員の協力なしには全く進まなかった行事であるが、学校ではなかなか実験できないプログラムであったこと、１週間を共に過ごしたことで、互いの考え方の背景にある文化に対する理解が少しでも進んだことはお別れ会での両国の生徒の様子を見ていても分かる。その点で成功だったといえる。また、日本側も１校単独ではなく、共催としたことで学校間での協力という点でも取り組みが進んだといえる。

①日程の問題では８月下旬という点が４校共催で実施する上で困難点となった。夏休み明けの授業が本校・立命館では９月からであったが、洛北・堀川は８月下旬から授業が開始されるため、生徒の参加条件が大変厳しいものとなった。また、教員の付添に関しても授業が始まる学校だけでなく、補習が開始される時期であり、教員体制を組むにも難しい点があり、全日程を通して参加できた教員が本校では１人もいない結果となった。日本側の希望としては８月前半の実施が望ましいと考える。ただし、航空運賃が最も高い時期となるマイナス要因がある。

②言語の壁を低くする工夫の必要性。ワークショップの共通言語は英語であったが、生徒の感想にもあるように言語の壁はある。日常会話だけでなく実験に伴う用語の修得も必要である。一般的な英語力の修得はともかくとして、テクニカルタームについては事前の指導が必要である。それには早い時期に参加者を決定して、できれば京都の SSH 校で共同して指導にあたりたい。付言すれば実験内容の事前学習についてもできれば、ワークショップでの学習はより進むと考えられる。

③実験プログラム企画時における日英の詳しい打ち合わせの必要性。当初は実験プログラムを本校も策定しようとしたが、結果的には英国側にいくつかの腹案があったことが後日判明する。英国と日本の双方の教育条件を考えて、対等な立場で立案することが望ましい。④生活習慣の違いへの配慮に限界があること。事前の食物アレルギーなどの調査を日英両国とも行い、立命館側で十分配慮していただいたが、それでも日本での食事に不満があるような印象である。日本側の生徒にはそうしたことは聞いていない。英国で実施する際にも同様のことが考えられるが、あらかじめ食事も含めて生活習慣が違うことを理解させるようにすべきだろう。

⑤負担の問題－英国で実施する際の渡航旅費が８月は大変高いこと。本事業に協賛してくれる航空会社の存在が大きい。

⑥日本側の受け入れ大学などの確保。今回は立命館大学の全面的な協力の下に実施できたが、別の大学で実施するとなると難しい点が多い。本校のような附属学校と本学間ではともかく、他の国立大学法人との間では、こうした事業への協力を得ることにはかなり時間がかかるだろうと思われる。

ｇ．シンポジウムについて

8 月 25 日に生徒が京都のエクスカーションを行っている日に日英の教育関係者による科学教育のシンポジウムを行った。

テーマは「科学教育における連携教育の可能性－日英の現状と展望－」

◆パネリスト

アンドルー・ミラー　（ロンドン大学インペリアルカレッジ）
エリック・アルボーン（クリフトン科学トラスト）
椋本　洋　（立命館大学 大学教育開発支援センター教授）
松本英登　（文部科学省基盤政策課）
山田秀幸　（三菱総合研究所 主任研究員）

武蔵野實　（京都教育大学教育学部教授、京都教育大学附属高等学校校長）

◆コーディネーター

村上忠幸（京都教育大学教育学部助教授）

パネリストは日英両国の研究者、行政関係者であるが、両国の高校教員が参加している。教員同士の国際的交流の機会は極めて限られている。外国の教育事情の違いのふまえた上で、教育のあり方を考えることは大切なことである。現場の教員レベルの交流という意味でも意味のある企画といえる。

研究開発学校実施報告書
平成14年度（第3年次）

2005(平成 17)年 3 月 25 日発行

編集　研究部　自然科学コース推進室
発行者　京都教育大学附属高等学校
612-8431　京都市伏見区深草越後屋敷町 111 番地
TEL：０７５－６４１－９１９５
FAX：０７５－６４１－３８７１