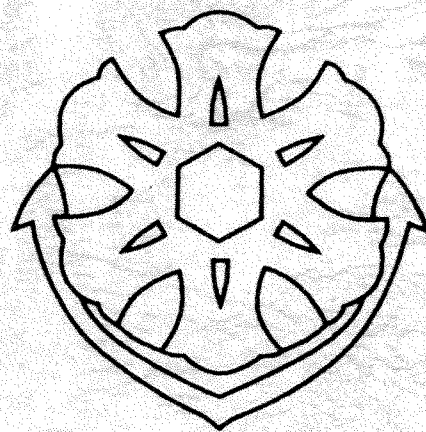


平成 15 年 度

スーパーサイエンスハイスクール
研 究 開 発 実 施 報 告 書

第 2 年 次



平成 17 年 3 月

新潟県立新潟南高等学校

目 次

はじめに	2
1 章 研究開発の概要	
1 節 学校の概要	3
2 節 研究計画	3
2 章 研究開発の経過	8
3 章 研究開発の内容	
1 節 数学科	10
2 節 理科	11
3 節 学校設定科目「SSⅠ」	16
4 節 学校設定科目「SSⅡ」	72
5 節 教材化・教材の開発	122
6 節 教科外の活動	125
7 節 視察報告	129
4 章 実施の効果とその評価	138
5 章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向	143
6 章 資料編	148

は じ め に

平成15年度から3カ年間にわたり文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール（以下SSHという）の指定を受け、県内の新潟大学、新潟薬科大学及び県外の東北大学、東京理科大学をはじめ多方面の研究機関からのあたたかな御支援をいただきながら、次代を担う生徒の科学的資質や探究心を養うとともに、科学技術の発展に貢献することができる人材を育てるための高等学校・大学・大学院の連携を意図した指導法や評価及びカリキュラムの研究開発を課題として取り組み、今年度、2年目の事業を実践しました。関係各方面の御協力によっておかげさまで中身の濃い実践と実り多い成果をあげることができ、ここに事業2年目の実践報告書刊行に至ることができました。

昨年度は、1年生全員を対象とした1泊2日の「つくば研究学園都市研究施設研修」、ジャパンGEMSセンター講師による特別講義、サイエンス・レンジャーによるエキサイティング講座、本校教師によるエネルギー基礎講座と大学の先生によるエネルギー発展講座の連携講座などが主な事業でした。

今年度は、1、2年生を対象とした事業を行いました。1年生（以下SSIという）は、SSI講座（基礎編・アドバンス編・エキサイティング編）と臨地研修（1泊2日の日本科学未来館及び国立科学博物館研修）とし、2年生（以下SSIIという）は、SSII（11回の特別講演・課題研究・4泊5日の東北大学及び東京理科大学での臨地実習）としました。今年度の主たる事業は、2年生SSHクラス（32名）生徒の8つの「課題研究」です。まず、全員が互いの研究テーマに関する興味関心と相互理解を持つために大学の先生による11回の特別講演を校内で開講しました。この講演は、課題研究への興味関心と科学研究に対する研究姿勢、考え方などを醸成し育成するベースとして意義深いものとなりました。この特別講演が生徒に与えた大きな刺激が、夏期休業中に東北大学及び東京理科大学で行われた臨地研修で、生徒の課題研究への真剣で前向きの姿勢となって現れました。事実、2大学での研修後生徒たちの課題研究への取り組み姿勢が大きく変わりました。その成果が、平成17年2月11日の課題研究発表会に如実に現れました。また、今年度も、本校生徒、近隣中高校生を対象として、ゲーム形式の中から数式や法則性を楽しむジャパンGEMS講師による体験型学習を行いました。特別講演及び臨地実習などで親身な御指導を賜った関係大学及び研究機関の皆様、この場をお借りして心からお礼と感謝を申し上げます。

今年度は、第2学年の特設SSHクラスの生徒の活動を主体とした事業ではありましたが、課題研究に向けた探究心、創造力、プレゼンテーション能力が大きく育ったという実感が生徒たちの言動から伝わってきます。4月当初は、課題研究の方向が懸念されましたが、大学関係者と本校の特に理数科教諭の時間と労を惜しまない献身的な指導を生徒が真摯に受け止め、初期の目標以上の成果をあげることができました。

本校SSH事業に対する御理解と御支援・御援助を下さいました文部科学省、科学技術振興機構、県教育委員会、各大学関係各位に心からの感謝とお礼を申し上げます。また、事業の企画・運営、生徒の指導・引率などに御尽力くださった校内の先生方に感謝を申し上げます。

本報告書に対して皆様方の忌憚のない御意見をお寄せいただければ幸いです。それらを参考にしまして3年目の事業実践をより内容のあるものとしてまいる所存です。

平成17年3月

新潟県立新潟南高等学校校長 矢代 泰昭

1 章 研究開発の概要

1 節 学校の概要

1. 校長名・所在地・連絡先等

新潟県立新潟南高等学校 (校長 矢代 泰昭)
新潟県新潟市上所1丁目3番1号
電 話 025 (247) 3331
FAX 025 (247) 3489
E-mail school@niigatami-h.nein.ed.jp
URL http://www.niigatami-h.nein.ed.jp

2. 課程・学科学年別生徒数・学級数及び職員数

(1) 課程・学科学年別生徒数・学級数

課 程	学 科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科	408	10	409	10	407	10	1224	30
	(理系)			(129)	(3)	(173)	(4)	(302)	(7)
	(SSH)			(32)	(1)			(32)	(1)
計		408	10	409	10	407	10	1224	30

(平成16年5月1日現在)

(2) 教職員数

校 長	教 頭	教 諭	養 護 教 諭	実 習 助 手	常 勤 講 師	非 常 勤 講 師	ALT	事 務 職 員	計
1	2	65	1	3	4	4	1	6	87

(平成16年5月1日現在)

2 節 研究計画

研究の課題と概要

1. 研究課題

科学的な資質を培い、疑問を探究する姿勢を養い、将来、日本や世界の技術的な発展に貢献できる人材を育成するための効果的な指導方法や育成方法、評価方法及びカリキュラム等の研究開発

2. 研究開発の実施規模

全校生徒を対象に実施する。平成16年度、1学年は全クラス。2学年はより強力に理数系の強化を図るために、新たに理系の中にSSHコースを編成し、このクラス中心に実施する。ただし、講演会や研究・研修などの目的・内容によっては希望者を対象に実施することも考慮する。

3. 研究の概要

高等学校においては、サイエンスに興味を持たせ、豊かな発想を培うという視点の活動がやや欠けているのではないかと考え、サイエンスレンジャーを招へいしたり、GEMS (Great Exploration in Math and Science) の活動を行うことで、興味・関心を引き出す研究を行う。

また、理系に進学する生徒にとって、学習内容の増大、受験の難化により、探求的な活動が押さえられ、実学より座学が優先している現状を改善するためのカリキュラムの改善を研究する。同時に、科学的な資質や疑問を探究する姿勢を培い養うために、大学や研究機関との連携・協力のもと、実験を充実させた効果的な指導法を研究する。ここでは、県内の大学や企業の協力を得て、研究者を招いて高校においての実験や指導を仰ぎ、指導法から評価まで大学・企業のノウハウを活用する。さらに、最先端技術の研究所や地元以外の企業を見学し、視野を広げるとともに自ら考え行動して課題を研究するための素地を固める。

また、医療問題、環境問題、エネルギー問題など、今後早急に解決していくべきテーマについての研鑽を深め、積

極的に研究学習するための動機付けを強く行う。長期休業中に部活動の生徒や希望者を募ることにより、種子島宇宙センター、ハワイの天体望遠鏡「すばる」などへの研修旅行を企画する。成果については、各自でレポートを作成し、さらに研究誌の形にまとめて発表する。

研究のねらいと内容

1. 研究のねらい

本校生徒の進路志望はほぼ全員が大学への進学であるため、これまでも生徒の進路選択と学習意欲の向上のために、補習、講習、講演等の企画を実施してきたが、ややもすると大学進学の達成に目が奪われ、実験研究に関する指導を充実させることや、研究目的そのものに対する生徒の興味・関心を引き出すことや、目標に対する強いあこがれ等の意識の醸成をややおさなりにしてきたのではないかという反省がある。

この反省に立って、本研究では、これまでの進学指導、学習指導を継承しつつ、さらに大学、研究機関、企業と連携しながら、生徒が研究に興味・関心を抱き、将来積極的に自然科学領域での研究者を目指し、かつ、中心的な役割を担ったり、ノーベル賞やフィールズ賞を受賞するような人材を一人でも多く育てるための理数教育のあり方を研究開発したいと考えた。

本研究の成果として、知的好奇心に溢れ、将来にわたって自然科学を研究するに耐える確かな学力を持ち、主体的・意欲的に進路を選択することができ、創造性の豊かな人材の育成を目指す。

また、本研究により、現在行っている高大接続を大学院まで発展させ、12年間を見通した理数教育の中心的役割を担う人材の育成を目指す。

2. 研究内容・方法

平成16年度は主に1学年普通科10クラスと2・3学年の普通科理系及びSSHクラスを対象に行う。

(1) 理数科目に重点をおいた教育課程と指導方法の開発

1学年においてはサイエンスに対する興味関心を深化させることに主眼を置く。GEMSを招いての活動等を通して、科学への興味・関心を引きだし、理数科目をより積極的に学習し習得するよう配慮する。そのため総合的な学習の時間を活用し、さらに講師は外部から招いて強いインパクトを与えるようにする。

理数教科についての基礎力を充実させるために、教科「情報」の時間を弾力的に運用し、学校設定科目「スーパーサイエンス(SS)Ⅰ」を設定し、厚く理数教科の学習時間を確保する。その中で充実した講義、実験を行うこととする。

2学年においては、専門的な学習を重視し、特定分野の関心を高めることに主眼を置き、平時においては、パソコンを利用した計測等により、既存の実験の充実を図る。また、理系の中にSSHコースを設定し、クラスを作り、学校設定科目「SSⅡ」を設け、大学と連携した発展的な理数教育を実施したり、自発的な活動を目的とする講習会、学習会、研究会等を行うこととする。

(2) 確かな学力の定着、総合的な理解力の深化、表現力の向上、教科「情報」の取り込み

平時においては、理数科目の習熟に必要な不可欠な数学、英語の基礎力を向上させるため、数学に関する英語圏の中学校・高等学校レベルの教材を用いた学習を計画します。

研修や実験を行い成果をまとめ発表するためには常にプレゼンテーションが伴うので、1・2年を通してプレゼンテーションに係わる講習を企画する。特に、1年生に対しては、学校設定科目「SSⅠ」の中に教科「情報」を取り込み、常にプレゼンテーション能力を高めるための配慮をする。特に、パソコン及びインターネットを積極的に活用させる指導を行い、自ら設定した課題を解決するための情報を主体的・自主的に収集する能力を高め、学習の横断的総合的な深化を図る。

外部講師を招いての実習等に際しては、常に事前及び事後の指導を含めた計画を研究し、レポートの作成などを通して指導内容の定着や深化を図る。

(3) 大学や研究機関・企業との連携による知的好奇心の涵養・主体的な進路選択の実現

学校設定科目「SSⅡ」で実施する課題研究等の指導を大学の教官に受け持っていただき、高等学校の単位とするだけでなく、大学の単位として認められるかどうかなどの単位互換の研究を行う。新潟大学(工学部、理学部、農学部等)、新潟薬科大学等を対象とする。

平成15年度、1学年は広く啓発するという観点から希望者全員対象に筑波研究学園都市への研修旅行を実施したが、今年度は比較するという観点から、1クラス程度の希望者を対象に日本科学未来館、国立博物館等への研修旅行を行う。少人数とすることで、より一層実験実習を増やすよう配慮する。また、職員等と交流をもち、インタビュー等を行い、交流の中で今、何を勉強すべきかという目標を設定させる。さらに、参加生徒全員に報告書を作成させる。

2学年は専門に特化し深化させるという観点から、希望者に次の研修旅行を実施する。実験実習がスムー

スに進行するよう綿密に打合せを行い、実施にあたっては、現地スタッフと共に研究し、レポートを作成し完成させるよう配慮する。

○臨地実習（サイエンスツアー（科学のお遍路さん））

科学の研究施設を中心に4泊5日程度の研修旅行を行う。東北大学や東京理科大学等の附属研究機関を候補とする。

(4) 次年度以降の研修の準備・他のSSHの視察等の教職員研修

次年度以降の研修・臨地実習のための研究施設の視察や情報収集等を行う。国内（サイエンスツアー）では、乗鞍岳コナグラフやスーパーカミオカンデ、種子島宇宙センター、屋久島環境文化研修センター、トヨタ会館等を候補地とする。視察（打合せ）として、生徒が実験・実習可能な研修内容の把握と日程等の打合せを行う。また、希望者に対して国外の臨地実習（インターナショナルサイエンスツアー）を実施することが可能かどうか研究を行う。NASA、MIT、スミソニアン博物館、エクスポラトリウムなどを候補地とする。

また、平成14・15年度にSSHに指定された先進校、東京工業大学工学部附属工業高等学校、愛知県立岡崎高等学校、愛知県立一宮高等学校、富山県立富山高校等の発表会への参加や視察を行い、次年度以降の当校のSSH事業がより充実したものとなるよう、教職員の研鑽を図る。

(5) 科学部等課外活動の活性化

課外活動においてもSSHの主旨を受け、継続的で、できれば地域性を活かした積極的な活動を行わせ、核となる人材の育成を図る。

①化学部

化学部の活動の柱の一つの青少年の科学の祭典全国大会に毎年継続的に出展し、部員による小中学生への指導を行うとともに全国の人との交流を図る。校内では、9月実施の文化祭で大きなイベントを行い、科学の楽しさを生徒だけでなく来校者にも伝えるようにする。

②天文部

今年度は「太陽」というテーマに絞って学習し、文化祭で成果を発表することを計画する。そのために、日頃の観察活動はもちろん、夏季休業中に天文の博物館に実習におもむき、いろいろな波長で太陽を観測する事で、太陽の大気に関する理解を深めさせるとともに、天文学の基礎を学ぶことで将来の研究の道へ進む生徒の意欲を育てる。

③その他の活動

電気部、数学研究会、生物同好会などの活動が活性化し、継続的に研究が続けられるよう、教職員による支援の充実を図る。

教育課程の内容

1. 教育課程表（平成16年度） …次ページ

2. 教育課程の基準によらない例

(1) 学校設定科目「SSI」の設置

1学年次に教科「情報」（標準2単位）を履修予定であったが、SSH事業に伴い、全クラス0単位に削減する。そして、学校設定科目「SSI」（2単位）に配当し、平成15年度から1学年で履修させる。

(2) 学校設定科目「SSII」の設置

2学年次に「家庭科基礎」（2単位）及び「総合的な学習の時間」（1単位）を履修予定であるが、新設したSSHクラス1クラスのみ0単位に削減する。そして、学校設定科目「SSII」（3単位）に配当し、平成16年度から2学年のSSHクラスで履修させる。

平成15年度 入学生

2004.5.25 改定

教科	科目	標準単位	1年	2年			3年		
				文系	理系	SSH(1クラス)	文系	理系	SSH(1クラス)
国 語	国語表現Ⅰ	2							
	国語表現Ⅱ	2					2 A	2 D	
	国語総合	4	5						
	現代文	4		2	2	2	3	2	2
	古典	4		3	3	3	4	2	2
	古典講読	2							
地理歴史	世界史A	2	2	2				B	
	世界史B	4					4	2	2 C 2 D
	日本史A	2							
	日本史B	4		4	4	4	4	2	2 C
	地理A	2		4	4	4	4	2	2
	地理B	4		4	4	4	4	2	2
公 民	現代社会	2	2						
	倫理	2		2			2	2	2 C
	政治・経済	2					2	2	2 C
数 学	数学基礎	2							
	数学Ⅰ	3	4						
	数学Ⅱ	4		4	4	4	4	2 D	
	数学Ⅲ	3						4	4
	数学A	2	2						
	数学B	2		2	2	2	2		
	数学C	2						3	3
理 科	理科総合A	2	2						
	物理Ⅰ	3			3	3		2 E	2
	化学Ⅰ	3		3	3	3	2	2	2
	生物Ⅰ	3	2				2	2	2
	物理Ⅱ	3						4	4
	化学Ⅱ	3						4	4
	生物Ⅱ	3						4	4
保健体育	体育	7-8	3	3	3	3	2	2	2
	保健	2	1	1	1	1			
芸 術	音楽Ⅰ	2	2						
	美術Ⅰ	2	2						
	書道Ⅰ	2	2						
	音楽Ⅱ	2		1			2	2 D	
	美術Ⅱ	2		1			2	2	
	書道Ⅱ	2		1			2	2	
外国語	オーラルコミュニケーションⅠ	2	2						
	オーラルコミュニケーションⅡ	4							
	英語Ⅰ	3	4						
	英語Ⅱ	4		4	4	4			
	リーディング	4					4	4	4
	ライティング	4		2	2	2	2	2	2
家 庭	家庭基礎	2		2	2				
	フードデザイン	2					2	2 D	
情報	情報C	2							
SSH	スーパーサイエンスⅠ	2	2						
	スーパーサイエンスⅡ	2				2			
教科科目単位数合計			33	33	33	33	33	33	33
総合的な学習の時間		3	1	1	1		1	1	
スーパーサイエンスⅡ		2				1			1
特別活動	ホームルーム		1	1	1	1	1	1	1
単位数合計			35	35	35	35	35	35	35

〔備考〕

- (1) 2年次から、文系・理系でクラス分けする。
- (2) 3年次、A～Eの各群からそれぞれ1科目2単位を選択履修する。
- (3) 3年次文系4単位世界史B・日本史B・地理Bを選択履修する場合は、2年次において世界史A・日本史B・地理Bをそれぞれ選択履修する。
- (4) 3年次文系B群において世界史B・日本史B・地理Bを選択履修する場合は、3年次4単位世界史B・日本史B・地理Bをそれぞれ選択履修する。
- (5) 3年「数学Ⅲ」は進路によりA、B2つのコースに分かれ履修する。
- (6) 「スーパーサイエンスⅠ」は理科・数学・情報等の講義や演習を履修する。
- (7) 「スーパーサイエンスⅡ」は理科・数学等の講義や演習を履修する。

評価の方法

1. 理数科目に重点をおいた教育課程と指導方法の開発

生徒の理数教科に關しての興味・関心や目的意識を醸成し、それに応じた学力を定着させることができたかどうかについて、年数回のレポート提出や生徒の発表等で評価する。

理数系大学への進学を可能にする確かな学力が定着したかどうか、学校設定科目で学習した内容が定着したかどうかについて、授業時の観察や到達度を測る考查等を精査し、教育課程の研究や指導方法の研究によって、検証し評価する。

2. 確かな学力の定着、総合的な理解力の深化、表現力の向上、教科「情報」の取り込み

数学、英語の基礎力については、授業の参加状況や考查等で検証するほか、報告書作成において英文のアブストラクトを作成させるなどして評価する。

研修結果や研究結果をまとめたり、発表の方法において、高い情報収集能力と表現力、表現技術を駆使しているか検証し評価する。

教科「情報」で削減した指導について、SSHの活動により、総合的、計画的にこれを補うことができたか、点検し評価する。

3. 大学や研究機関・企業との連携による知的好奇心の涵養・主体的な進路選択の実現

臨地実習、研修旅行等については、事前の調べ学習、研修中の記録、事後のレポート作成等で評価する。また、事前・事後のアンケートを行い、科学技術・自然科学への興味関心等がどのように変化したかを検証する。

4. 次年度以降の研修の準備・他のSSHの視察等の教職員研修

種子島宇宙センターや屋久島環境文化研修センター、乗鞍岳コナグラフ、スーパーカミオカンデ等を視察し、本校のSSH事業に適切か、生徒の要望に添うかを評価する。また、平成14・15年度よりSSHに指定された先進校を視察することにより、今年度の発表会の運営や次年度以降の当校のSSH事業がより充実したものとなるヒントがあるかまた、教職員の研修に役立つものがあるかを調査する。

5. 科学部等課外活動の活性化

従来と比べ活動が活発になったかを、研究の公開状況、イベントへの参加状況、活動回数等をもとに生徒の感想や生徒の自己評価を加え、評価する。

研究組織

1. 新潟南高等学校SSH推進委員会

校内からメンバーを選出し委員会を作り、SSHの企画・運営・改善と渉外、報告等の実務を担う。

氏 名	職 名	担当教科	備 考
矢代 泰昭	校 長	国語	
小林 光夫	教 頭	理科	
上杉 肇	教 頭	数学	
梅田 智子	教 諭	理科（物理）	
笹川 民雄	教 諭	〃	
竹内 文亮	教 諭	理科（化学）	委員長
高橋 義之	教 諭	〃	
伊藤 大助	教 諭	理科（生物）	
石本 由夏	教 諭	〃	
本田 義郎	実習助手	理科	
青山 一春	教 諭	数学	2 学年主任
大橋 精崇	教 諭	〃	
石塚 正宏	教 諭	〃	
福島 善行	教 諭	〃	教務主任
近藤 善龍	教 諭	国語	
萩野 俊哉	教 諭	英語	1 学年主任
上村 由美子	事務長		
飯塚 優子	庶務係長		

2. SSH運営指導委員会

学校評議員制度を利用、また、校外から協力者等を募り、SSH運営指導委員会を組織する。年2回開催し、研究開発状況の報告を受け、SSHの運営に関した提言を行う。

氏 名	所 属	職 名
徳江 郁雄	新潟大学	教 授
大山 卓爾	新潟大学	教 授
田邊 裕治	新潟大学	教 授
長友 孝文	新潟薬科大学	教 授
高木 正道	新潟薬科大学	教 授
真貝 清一	新潟県教育庁高等学校教育課	副参事
内川 洋	新潟県立教育センター	副参事
長谷川周壽	新潟県立巻高等学校	校 長
鷲尾 雄慈	新潟県立三条高等学校	教 頭
金子 正義	加茂暁星高等学校	副校長
矢代 泰昭	新潟県立新潟南高等学校	校 長

2 章 研究開発の経過

1. 概要

二年生で実施される学校設定科目「スーパーサイエンスⅡ（SSIⅡ）」を中心に研究開発が行われた。

昨年度も実施された、一年生に対しての「スーパーサイエンスⅠ（SSIⅠ）」は内容の充実を図った。昨年度は、理科学分野として「エネルギー講座」が行われたが、今年度は数学分野で「数」についての講座を新規に取り入れ「SSIⅠ講座」とした。

また最終年度へ向けて、講座の内容を完成させるための調査・視察を実施した。先進SSH校の実施内容を知ったり、本校でも実施する教育研究大会の内容や運営方法を学ぶために他県のSSH校の視察を行った。

2. 一年次対象の学校設定科目「スーパーサイエンスⅠ（SSIⅠ）」

平成15年度同様、

①情報基礎 ②SSI講座 ③臨地実習

の三本柱で行った。

①の情報基礎は、科目「情報C」を用いて、4月から6月中旬まで、情報に対するモラル、情報収集、情報の整理と表現などを学び、12月以降はプレゼンテーションなどの実際の練習を兼ねてSSIで学んだ講座の発表会等の場とした。

②のSSI講座は、昨年度実施した「エネルギー講座」を一部改訂した内容に、数学分野を加え、より充実した内容とした。理科関係が4講座、数学関係が1講座含まれている。いずれも全員が履修する「基礎講座」を5講座と希望者が聴講する「アドバンス講座」を5講座、ならびに他学年や他校生も参加する「エキサイティング講座」を1講座実施した。「エキサイティング講座」は昨年度は理科であり、1月に実施したこともあり、重複をさけるために今年度は数学関係のGEMSに委託した。「基礎講座」と理科の「アドバンス講座」は校内で実施し、数学の「アドバンス講座」は7月26日に、「エキサイティング講座」は10月2日にどちらも新潟ユニゾンプラザで実施した。昨年度同様、近隣の中学・高校へも案内した。

③臨地実習は、昨年度の400名規模の筑波学園都市での研修と異なり、今年度は希望者40名を対象とし、「日本科学未来館」、「国立科学博物館」を中心にした研修を行った。対象の40名は、主に次年度SSHクラス希望者である。実施は、新潟県中越地震の影響も懸念されたが、12月25・26日に無事に実施することができた。

3. 二年SSHクラス対象の学校設定科目「スーパーサイエンスⅡ（SSIⅡ）」

本年度から新しく始まる、SSIⅡは、SSHクラス（32名）を対象に、

①課題研究Ⅰ ②課題研究Ⅱ（臨地実習） ③研究発表

を行った。

①課題研究ⅠはSSHクラス全員が対象で、4月から12月まで行った。4月から6月までは校内で、11つのテーマの講義を聴いた。そして、7月以降の研究に対しての基礎技術習得、英語のテキストによる輪読などを中心に学

習した。7月からは、校内外の8つのテーマにグループ分けしてそれぞれの研究テーマに従い、大学の先生などから講義を受け、実習・実験を行った。大学に赴く回数は3回であったが、グループによってはそれ以上の回数赴いたときもある。

②課題研究Ⅱ（臨地実習）はSSHクラスの中の希望者を対象に行い、東北大学へ2グループ（8名）、東京理科大学へ2グループ（10名）が赴き、8月23日から27日までの5日間の集中実験を行った。

③研究発表は2月11日に新潟ユニゾンプラザで行った。この際市内の中学、近隣の高校、本校の生徒や保護者などへも案内した。

4. SSI・IIの実施状況

月	日	SSI（一学年）	SSII（二学年SSHクラス対象）
4	7	情報基礎 開始	オリエンテーション
	14		特別講演 数え上げ（新潟大 小島） 水-アルコール（新潟大 土屋）
	21		特別講演 ゴミと微生物（新潟薬科大 高木）
	28		特別講演 エンジン（新潟大 松原） 半導体レーザー（新潟大 鈴木）
5	12		特別講演 薬理作用（新潟薬科大 長友） タマネギ（新潟大 三ッ井）
6	9		特別講演 金属材料（東北大 渡辺） 電気通信（東北大 桜庭）
	16	基礎物理 開始 基礎数学 開始	特別講演 基礎工学（東京理科大 堀戸） 薬学（東京理科大 小島）
7	7		課題研究Ⅰ大学にて実施①（各大学にて実施）
	16	アドバンス物理（新潟大 菅原）	
	26	アドバンス数学（お茶の水大 萩田）	
8	23		臨地実習 東北大学8名（27日まで） 東京理科大学10名（27日まで）
9	8		課題研究Ⅰ大学にて実施②（各大学にて実施）
10	2	エキサイティング（GEMS）	
	8	基礎地学 開始 アドバンス化学（新潟大 佐藤）	課題研究Ⅰ大学にて実施③（各大学にて実施）
	20	基礎生物 開始 アドバンス地学（新潟大 西）	
	17	基礎化学 開始 アドバンス生物（新潟大 大山）	
12	25	臨地実習 日本科学未来館	
	26	国立科学博物館	
	27	校内でまとめ	
2	11	課題研究発表会を聴講	課題研究発表会（新潟ユニゾンプラザ）

3章 研究開発の内容

1節 数学科

1. 学校設定科目「SSI」、「SSII」

今年度は学校設定科目SSI、SSIIともに次のように数学のテーマを用意した。

SSI 数学講座、アドバンス講座、エキサイティング講座(GEMS)

SSII 課題研究I「数学における『数え上げ』」、特別講演

事業の内容は、第3節、第4節の該当頁で詳細な説明をご覧ください。

研究開発のコンセプトはSSIで数学に興味関心を呼び起こし、SSIIで深めるという発想である。実施方法は、数学講座は本校手製のテキストで1学年全員に講座を展開した。アドバンス講座、エキサイティング講座については希望者で実施した。特にエキサイティング講座はSSH事業を広く還元するため、近隣の中学校、高校にも案内をして実施した。その結果、小学生の参加も見られた。

SSIIは二学年のSSHクラスの生徒に対して課題研究のテーマを提示し、興味関心のあるテーマの中から希望の多かったものを1つ絞り数学の課題研究テーマとした。

当初用意したテーマは次のとおりである。

	テーマ	概 要
新潟大学理学部 数学科	ルービックキューブ で群論を学ぼう	この講座ではルービックキューブの群論的な性質について勉強します。群というのは5次以上の代数方程式がいわゆる解の公式を持たないことの証明を与えたルッフィニ、アーベル、ガロアに由来する19世紀前半に確立した数学的な概念です。
	多角形の分解合同について	2つの図形は、合同であれば面積は等しい。一般に、面積が等しくても合同であるとは限らない。多角形の場合には、面積が等しければ、旨く切り分け組み替えることにより合同な図形にすることができる。このことを学び、簡単なパズルを作ってみる。
	数理計画問題のモデル化・定式化・最適化	高等学校の数学で学習する関数の極値や最大・最小を求める計算手法がどのように科学技術の分野で利用されているかを学ぶ。モデル化・定式化・最適化のプロセス(数理計画)を学んでもらい、数理計画ソフトウェアを利用してパソコン上で実際に解ける事を体験してもらう。
新潟大学工学部情報工学科	数学における「数え上げ」	「数え上げる」(「数える」ではありません)という作業は数学において頻繁に現れます。ここでは、自然数の分割を数え上げる、平面を何本かの直線で区切ったときいくつかの部分に分かれるか、等、数学における数え上げるという活動を通して、その中にある数学的法則を学ぶことを目的とします。
	有理数から実数へ	実数とは何でしょうか。これは奥深い問いです。なぜ、このようなことを考えるのでしょうか。19世紀により、実数がきちんと定義されて、数々の基本的な定理の証明が可能となり、解析学の世界がより確かなものとなりました。有理数と実数の違いや、有理数から実数を構成する方法について、考えてみましょう。

2. 英語圏テキストの活用

学校設定科目SSI、SSIIを遂行するにあたり、科学的基礎学力を向上し、あわせて語学力を習得するため数学に関する英語圏の中学、高校レベルの教材を購入し、教材として活用する方法を研究する目的で下記の図書を購入した。

輸入のため、手元に届くのが遅れ9月となってしまった。そのため、今年度のSSI、SSIIでの有効利用はできなかった。内容の取扱も、日本の教科書が数学的な体系を重視して構成されているのに対して、計算機を使うなどの体験的な要素を取り入れた網羅的な構成がなされている部分が多い。例えば、一次関数から分数関数、無理関数まで計算機を使い、一度にそのグラフを学習するなど、授業に取り入れる場合でも十分な検討が必要である。今後、工夫を重ね活用方法を探求する。

【MIDDLE GRADES AND SECONDARY】(STUDENT EDITION)

「COURSE1」「COURSE2」「COURSE3」「PRE-ALGEBRA」「ALGEBRA1」「GEOMETRY」「ALGEBRA2」

【THE UNIVERSITY OF CHICAGO SCHOOL MATHEMATICS PROJECT】(TEACHER'S EDITION)

「TRANSITION MATHEMATICS」「ALGEBRA」「GEOMETRY」「ADVANCED ALGEBRA」

「FUNCTIONS STATISTICS AND TRIGONOMETRY」「PRECALCULUS AND DISCRETE MATHEMATICS」

2節 理科

物理分野 (コンピュータによる計測の導入)

1. 目的と意図

昨年度の SSH 事業で生徒用ノートパソコンと中村理科の計測装置「イージーセンス」をそれぞれ10台購入し、波動の分野で音の分析と合成の実験を行い、その有効性を観ることができた。今年度は生徒の実験をさらに広げるため、運動の分野におけるコンピュータ計測の利用を考え、糸に結ばれた2物体の運動をデジタルカメラで撮影し解析する実験を行った。デジタルカメラで撮影したビデオ画像を解析し加速度を求め、理論値と比較させた。また、従来の実験で用いられてきた記録タイマの実験と比較した場合のコンピュータ計測の長所・短所を調べた。データ処理をコンピュータに全て任せるのは生徒実験としては教育的でないと考えられるので、速度の計算や $v-t$ グラフの作成は生徒が計算で行う従来の方法をとった。

2. 実験内容と結果

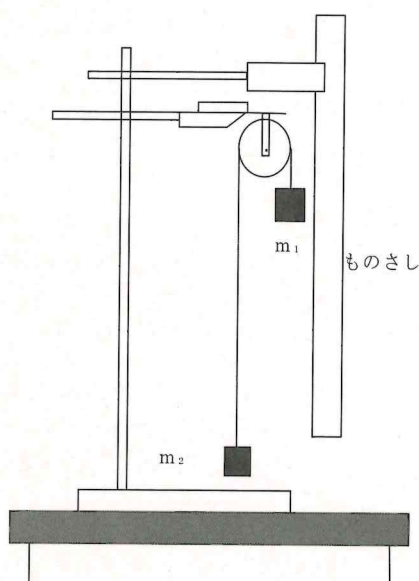
実験 「滑車につるされた2物体の運動 (アットウッドの実験) —デジタルカメラによる運動の解析—

対象生徒 2年生理科4クラス161名 (男子105名、女子56名)

授業形態 1時間 (55分) 3~4人で班を構成、班で1台のノートパソコン使用

方法

- (1) 実験機の上に椅子を横にしてのせる。椅子の上にデジタルカメラをセットする。
- (2) デジタルカメラをビデオ撮影モードに設定する。
- (3) 図のようにスタンドに滑車とものさしを固定し、デジタルカメラを置いた椅子と反対側の机の上に置く。
- (4) ものさしの横で滑車を通した糸でつるされた質量の異なる2つのおもりを運動させ、撮影する。
- (5) デジタル質量計でおもりの質量を測定し記録する。
- (6) おもりの質量を変えて2回実験する。(1回目 25g と 30g、2回目 50g と 55g 正確な質量はデジタル質量計で測定する。)
- (7) 運動解析ソフト「運動くん」を起動しビデオデータを読み込み、3コマ (0.20秒) ずつコマを進める。



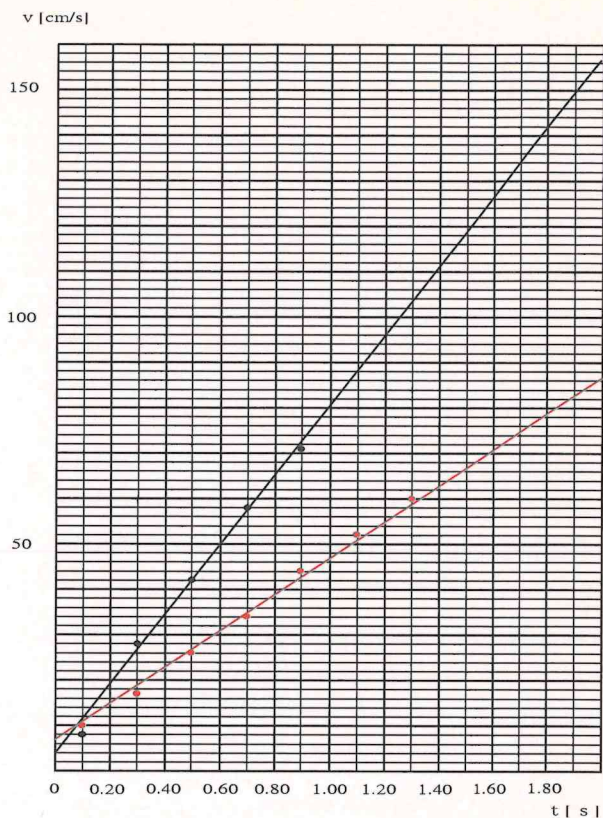
アットウッドの実験



デジタルカメラによるビデオ撮影



x - t グラフ



v - t グラフ

- (8) 「運動くん」の「時間と距離の結果表示」データを実験プリント表のxの欄に書き写し、表を完成させる。
- (9) v - t グラフを描く。
- (10) v - t グラフの傾きから、加速度 a (測定値) を求める。

[考察]

- (1) 2つのおもりの質量をそれぞれ m_1 [kg]、 m_2 [kg] ($m_1 > m_2$) とする。糸の張力を T [N]、加速度を a [m/s^2] とし、それぞれのおもりについて運動方程式をたて加速度 a を求める。
- (2) 2回の実験について、運動の法則から計算される加速度 (理論値) を求める。
- (3) 測定値と理論値より、それぞれの実験での加速度の相対誤差を求める。
- (4) 誤差の原因を考察する。

[結果]

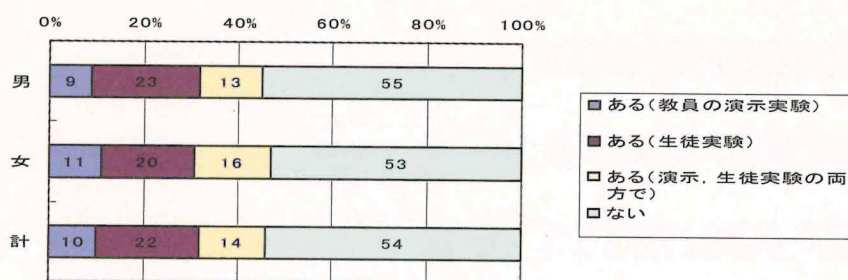
生徒の結果の一例を v - t グラフと表に示す。相対誤差がおおむね 10% 程度の班が多かったが、今回の実験では 15% 以上の班も見られた。おもりを運動させるときに静止状態にせず、おもりに水平方向の初速度を与えて振動させてしまうと大きな誤差が生じる。また、パソコンでマウスでおもりの位置をクリックするときに誤差が生じやすい。この実験は台車を使った実験に比べ慎重さが要求されることがわかった。

また、授業でこの問題を扱った直後にしては、理論値を求めるのに時間のかかった生徒が多く、運動方程式を理解させることの難しさを感じた。しかし、運動方程式を天下りの覚えるのではなくこのような実験を通して理論との一致を検証することは運動方程式の理解を深めることにつながると思われる。また、実験のおもしろさや難しさを知ることになるので有意義であると考えられる。

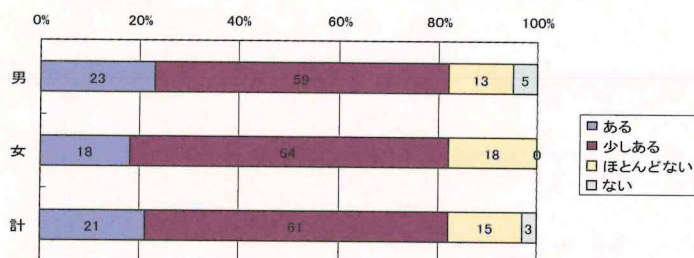
2つのおもりの質量	加速度 (測定値)	加速度 (理論値)	相対誤差 (%)
49.2g, 54.2g	0.43 m/s^2	0.47 m/s^2	8.5
24.9g, 29.9g	0.85 m/s^2	0.89 m/s^2	4.5

[生徒の評価・感想（アンケート）]

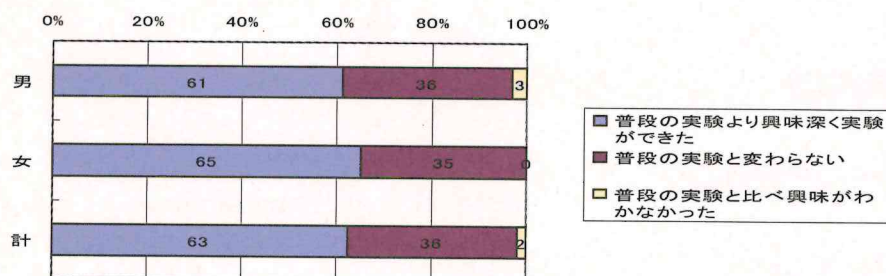
【1】 中学・高校の理科の運動分野の実験でパソコンを使ったことがありますか。



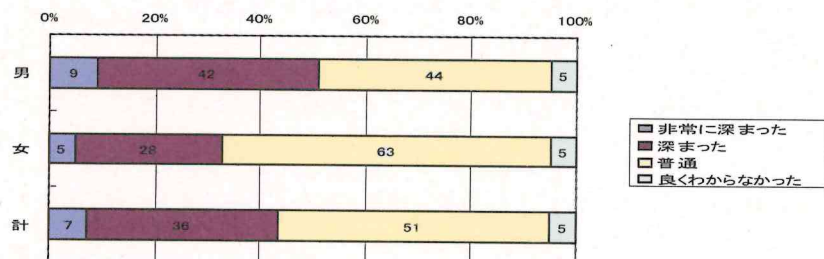
【2】 パソコンを利用した実験や授業に興味関心がありますか。



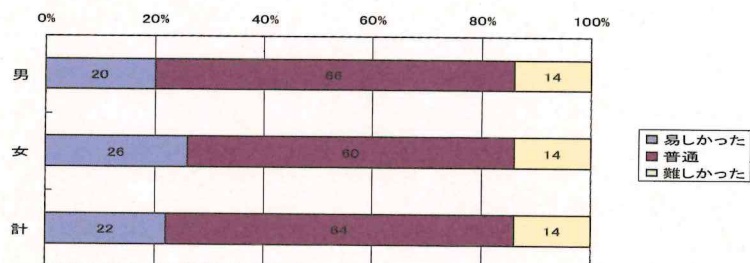
【3】 今回のデジタルカメラとパソコンを用いた運動の実験について教えてください。



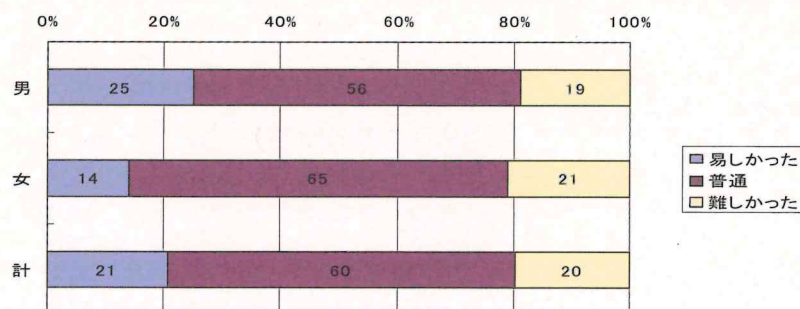
【4】 今回の実験を行って運動の第2法則についての理解度はどうになりましたか。



【5】 今回の運動の実験でデジタルカメラの操作について教えてください。



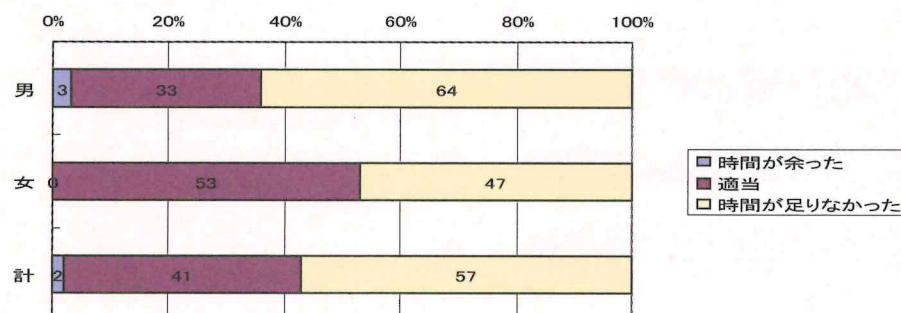
【6】 今回の運動の実験で使用したソフト「運動くん」の操作性について教えてください。



【7】 今回のデジタルカメラを用いた実験は記録タイマを用いた実験と比較してどうでしたか。



【8】 今回の実験で実験時間はどうでしたか。



【9】 デジタルカメラとパソコンを利用した運動の実験についての感想を書いてください。

- ・ 運動状態を視覚的にわかりやすく見ることができ、理解しやすかった。
- ・ デジタルカメラの使い方少しとまどった。超音波センサの実験に比べ難しかった。
- ・ デジタルカメラの映像をパソコンに取り込み、とても簡単にデータ処理することができてすごいと思った。やっ
ていておもしろい実験だった。
- ・ パソコンのソフトがよくできていると思ったが、マウスのクリックの仕方で誤差が出てしまう。
- ・ デジタルカメラでとった映像をパソコンで利用できることに驚いた。とてもわかりやすく楽しかった。
- ・ 正確でよいが、何でもパソコン任せという感じがする。
- ・ 中学校でも「運動くん」でやったことがあるが、運動の法則を知ってやるのと知らないでやるのとは全然違うと
思った。とてもわかりやすかった。
- ・ ものさしで測定せず、結果の数値やグラフがパソコンに出て、それを実験プリントに写して計算したので記録タ
イマでやるより早くまとめができてよかった。
- ・ デジタルカメラもパソコンソフトも思っていたより使いやすく、おもしろかった。
- ・ 運動しているおもりをコマ送りで見ると移動距離がどんどん長くなるのがよくわかってよかった。
- ・ 授業の内容を実際に実験してみると楽しく理解できるのでいいと思った。
- ・ この実験はすることが多く少し大変だったけれど、とてもよい経験ができた。
- ・ デジタルカメラの画像から距離が測れるのはすごいと思った。記録タイマの実験より興味が持てた。
- ・ 運動の第2法則についての理解が深まった。興味深く実験ができた。
- ・ 操作が複雑で時間が足りなかった。
- ・ 普段の話を聞く授業よりはるかに理解しやすかった。

- ・ビデオに撮るのが大変だったけど新鮮で楽しかった。
- ・物体の運動の様子がデジカメを使うとよくわかった。一瞬ごとの動きが見られるようになるなんて便利な時代になったと思った。

【10】実験についての疑問点・改善点を書いてください。

- ・ちゃんと理解しながら作業をしないと何をしているのかわからなくなる。
- ・パソコンの操作が難しく、時間が足りなかった。
- ・時間がかかるので、もっと実験時間をかけてやってみたい。
- ・パソコンの使い方の説明が長く、実験時間が短かった。
- ・前の時間に使い方を説明するなどして、授業中に実験レポートを書く時間をとってもらいたい。
- ・ソフトの使い方をもっと一人一人が知っておくと実験がスムーズにいく。
- ・パソコンの操作が少しわかりにくい。
- ・パソコンの操作を班全員で見ることができず、一部の人しか見られない点を改善してほしい。
- ・デジタルカメラの操作が難しかった。

[教員の評価]

- ・デジタルカメラの映像をパソコンでコマ送りしながら運動を直接視覚的に調べることができるので、理解しやすく、生徒は興味・関心を持って取り組んでいた。
- ・デジタルカメラの映像を利用する実験は初めての生徒が多く、新鮮さを持って実験に取り組んでいた。
- ・デジタルカメラの撮影時の操作やパソコンソフトの使い方の説明に時間がかかり、実験時間が短くなりやすいので、事前に説明するなり、操作の詳細なプリントを用意するなりして改善する必要がある。
- ・理論値は事前に授業の練習問題にするなどして、実験の目的を明確化すればより興味をもって実験できると思われる。
- ・実際のビデオの撮影には細かい注意点もいくつかあり、慣れないと複雑であると感じた生徒もみられた。
- ・デジタルカメラを用いた実験は今回が初めてであったので実験に時間がかかる生徒が多かったが、次回からはここで習得したスキルが生きてくるので、力学分野の他の実験でも利用することが効率的で有効であると思われる。
- ・実際に運動の第2法則を実験で確かめることができ、理解が深まったと回答した生徒が43%ほどにのぼり、実験が有効であったと判断される。一方、半数ほどの生徒はそれほどでもないと回答し、運動方程式の理解の難しさを表していると考えられる。

3. まとめと今後の課題

今回の実験ではデジタルカメラを用いて運動のパソコン計測を行った。ただし、測定したデータは距離だけであり、速度と加速度はあえて従来通り計算を生徒が行うという方法をとった。これは、全てパソコンが結果を出して、生徒はそれを写すだけであるというブラックボックス的な方法であると、運動の学習の初期においては教育的ではないと考えたからである。それでも、記録タイマの実験に比べ、興味・関心を持って実験を行った生徒が多かった。特に距離と時間のグラフがすぐに結果となり画面に表示されることに感心する生徒が多かった。デジタルカメラの実験では、物体の運動を視覚的、直感的にとらえることができ、運動についての理解が深まりやすいということがわかった。短所としては計測機器や計測ソフトの説明に時間がかかり、実験時間が少なくなるということである。2回目以降の実験では操作方法が身に付いていると考えられるので、力学の他の実験、たとえば運動量保存や力学的エネルギー保存の実験に同じ計測機器や計測ソフトを継続して使用することで改善されると思われる。

今回使用したデジタルカメラは、記録タイマと異なり「鉛直投げ上げ」、「放物運動」、「単振り子」、「ばね振り子」などの往復運動や2次元の運動の計測ができるので、今後はこれらの実験や運動量保存や力学的エネルギー保存の実験での利用方法を研究していきたい。また、実験方法を今回と変え、パソコン計測の特徴を最大限に生かし速度、加速度を自動的に計算、グラフ化し、1時間の授業の中で関連する多くの実験、たとえば、「自由落下運動」、「鉛直投げ上げ」、「空気抵抗の影響を受けた落下運動」などをまとめて実験し、比較したり、新しい法則性を見いだしたりする場合の有効性を調べていきたい。

<謝辞> 今回の実験では、緒方猛氏の自作ソフト「運動くん」を使用させていただきました。深く感謝申し上げます。

化学分野

1. 目的

本年度は英国の高校で使用しているテキストの本文を利用して授業を行った。日本の高校での履修内容が難解なものではなく、世界水準で判断すれば同レベルであることを生徒に知らせ、幅広い教養を身につける必要があることを理解させる。

2. 意図

科学英語に触れさせる。日本のテキストと同じ部分の選び、対比させて訳させる。使用した部分は、どちらかというと科学的な単語の少ない一般的な部分を選び、既存の知識に肉付けできるようにした。

3. 事業の概要

平成16年11月から12月にかけて、2年生文系2クラス（2年5組、2年6組）を選び、化学の授業で2時間（2回）実施した。一回目は無機化学の概要、二回目は有機化学の概要で、どちらも導入部を使用した。その際できるだけ、生徒が所持している化学のテキストと似ている部分1ページ分をプリントして配布した

英語の本文を読み、不明な単語を調べる前に、日本語のテキストを読ませ、単語を想像させ訳してみる。その後辞書等で単語を調べ、単語の訳が正しいかどうかを確認した。

その後、英語で記された「化学」と「生物」のテキストを回覧させ、テキストの違いを理解させた。

使用した英語教材は、CHEMISTRY (PRENTICE HALL)、BIOLOGY (PRENTICE HALL)であった。

4. 結果

類似したページを選択したことと、文系の生徒で、元来英語に興味がある生徒にとっては興味深く取り組んでいた。科学の述語も一般的なものが多く、予想以上に辞書を使用しなくとも読んでいくことができた。

英語のテキストはフルカラーでハードカバーでA4サイズで暑さが3センチ以上もあるのに大変驚いていたようだ。どちらの科目も図表などから既習の分野であることがわかり、5分近く目を通して生徒もいた。

5. 評価

授業の一部に試行的に取り入れたのだが、文化系の生徒にとっては有効な手段のように思える。毎回の授業が英語のテキストでは授業進度に差し障るが、二ヶ月に一度程度実施することは有効と思われる。

6. 課題

英語の教科との連携をとり、内容の精選とレポート化を考えていく必要がある。次年度は4月から積極的に取り組んでいく姿勢でいる。

3節 学校設定科目「SSI」

概要

1. 科目の概要

- (1) 自然科学的興味・関心を高め、既存の高校数学や理科の学習指導要領にとらわれず、広範かつ高度な内容を学ぶことにより、最先端で活躍できる技術者・科学者を目指す生徒の一助となるような内容とする。
- (2) 普通科400名の中から、次年度にSSHクラスをクラス40名で編成するために、生徒に自分の適性や進路を考えさせるような意義ある内容にする。
- (3) 科目内で、内容の偏りがないように工夫する。
- (4) 他教科・他科目、学校行事などとのバランスを考慮した日程・内容を考え、生徒の学習に無理が生じないように企画する。
- (5) 大学との単位互換を考慮した年間プログラムを作成する。

2. 目標

学校設定科目「SSI」は目的達成のため、次の三つの内容を柱とする。

- ①情報基礎
- ②SSI講座
- ③臨地実習

各項目の概容は以下に示す。

3. SSIの概要

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">①. 情報基礎 <p>情報のデジタル化
コミュニケーション
情報の収集と個人の責任</p> |
|---|

解説

レポートをデジタル化して提出できるように指導する。事前指導の中に情報の収集があり、他人の権利とそれを利用する個人の責任、そして情報化時代のモラルなどについて確認しながら事前レポートを作成していく。また、事後レポートとして、デジタル機器からの画像やムービーの取り込みとプレゼンテーションの方法まで学ばせる。

「情報C」のテキストを利用しながら、臨地実習を軸に情報の授業を取り込んでいくように努める。

②. S S I 講座

同時に履修している、「理科総合A」、「生物I」、「数学I」、「数学A」と関連させて、数学・理科全体に関連する内容を編成する。

内容は、次の六項目とする。

- (1) 基礎数学ならびにアドバンス数学
- (2) 基礎物理ならびにアドバンス物理
- (3) 基礎化学ならびにアドバンス化学
- (4) 基礎生物ならびにアドバンス生物
- (5) 基礎地学ならびにアドバンス地学
- (6) エキサイティング講座

解説

(1) から (5) の各分野ごとの講座は、クラス単位で全員が授業時間内に聴講する「基礎講座」と次年度SSHクラスや一般理系クラスを希望する生徒が放課後に聴講する「アドバンス講座」になっている。(6)の「エキサイティング講座」は校外に会場を求めて、大がかりで夢のある実験を含めた講義を希望者に対して行う。今年度からは理科に加えて数学も入ったため、内容が充実した。

「基礎講座」は、内容的には歴史的な内容から高校2年生以上で履修するようなレベルとした発展的・先端的内容を含んでいる。一学年の授業等で扱われない部分は基礎講座内で学習し、「アドバンス講座」が理解できるようにまでする。

「アドバンス講座」は、より先端的で最新の研究を中心に大学教養レベルの内容を含んでいる。単位互換を前提に考え、「アドバンス講座」の一単位時間は90分間とする。

「エキサイティング講座」は、日常よく目にする現象であるが、特定の分野として扱うことが難しいテーマを対象にした。加えて、科目にメリハリをつけることと、インパクトがあり、生徒へ自然科学への夢を与えるような実験を含めた講義を設けたいという主旨で「SSI」ならではの演示実験講座とした。楽しみながら講義を受けることができるようにGEMSを講師として実施することとした。身近なテーマを内容として扱うことなので、近隣の中学生や高校生にも案内をした。

また、評価は、全員に課す「SSI」であることを考慮すると、高校の単位履修とすれば「基礎講座」を評価の対象とし、「アドバンス講座」は平成16年度も対象としないこととした。大学との単位互換を考えるなら、「アドバンス講座」を大学の単位として認められるように、今後時間をかけて講座の内容の整理・充実を図ることを模索中である。講座の時間数を多く設けることが、大学で認められる単位の必要条件になるのだが、生徒の基礎学力をある一定以上にする必要と、一学年普通科約400名が対象であることを考えると、時間的制約を受けてしまうのが現実であり、「アドバンス講座」の実施回数の増加は次年度以降、学校の年間計画を睨みながら増やしていく予定である。

また、この講座の全体の流れを理解する上で、「SSI講座テキスト」を作成した。テキストの方は講義の内容が記されており、予習復習ができるように配慮し、結果が記入できるように配慮されている。

③. 臨地実習

先端的研究や高度な研究、あるいは豊かな自然を観察することを目的として、「SSI」では臨地実習を実施する。

解説

臨地実習は希望者を対象に実施する。この場合の希望者の扱いであるが、将来理科系に進む生徒だけが自然科学に関わるのではなく、さまざまは企業のトップの立場とすれば、自然科学的な企業のトップに立つのは文科系の生徒であることが多い。その意味で、将来日本をリードしていく指導者的立場を希望する生徒が、参加をすることも認める立場で実施した。また、自分の将来の適性や興味・関心を再認識することも大切であると考え、計画した。

平成16年度は、「先端的研究」、「高度な研究」に主眼を置き、実習場所を東京とし、日本科学未来館、国立科学博物館とした。学校行事や授業との関係、研修先の日程等考え、12月の冬期休業中とした。一人最低2テーマを実習することを考えると一泊二日の行程となる。その際研修できる宿泊施設を求め、帰宿後の研修を計画した。また、新潟に戻ってからデータ整理の日を設定した。

4. 留意した点

一年生を対象にした学校設定科目「スーパーサイエンスI (SSI)」の目的は次の二点である。

(a) 昨年度同様、理科・数学好きの生徒をより一層洗練された教育として、「スーパーサイエンス I (SSI) 講座」を施し、生徒の興味・関心を伸長させる。

(b) 普通科の生徒全員に対して、二年次からの文系理系の類型分けを更に一步進めて、40名程度のSSHクラスを作成するための働きかけを行う。

学校設定科目の「SSI」の実施する上で留意したのは次の三点であった。

(ア) 普通科10クラスを対象として、自然科学への興味関心のベースのレベルアップを図る

(イ) 単位として認めるための授業を企画し実施する

(ウ) より洗練された高度な教育を希望者へ施す

また、本校のスタッフと外部講師との関係ならびに科目への関係が難しく、加えて最終的な高校と大学との相互の単位互換についてどのように詰めていくかが大きな問題であった。

まず、(a) では、授業時間において希望者だけの扱いは単位を認定する上で難しいことがあるので、より洗練された講義や実験は希望者に対して、授業時間外に行うこととする事を決定した。そしてそこにつなげるために、一つのテーマに対して、昨年同様「基礎」と「アドバンス」の二つの講座を設定した。「基礎」は全員に実施するものであるが、内容は高校の数学や理科の内容を少し深化させ、より先端的で、タイムリーなテーマを扱うこととし、本校スタッフが取り組むこととした。「アドバンス」はそれを受け継いで、大学のスタッフに依頼して講義を行うこととした。時間配当は、「基礎」が2校時分(55分×2回)とし、「アドバンス」は大学の1校時分90分とした。普通科10クラス全員に「基礎」を実施すると、授業時間割の関係で3週間程度で1テーマを行うペースとなる。その点で、今年度は「SSI 講座」は、開始時期を早め、6月中旬からの実施とした。この開始時期の設定は、入学してきた一年生が高校生活のペースをつかみ学習などに慣れることが先決と考え、体育祭が終了するこの時期とした。内容は、自然科学ととしてオーソドックスに物理、化学、生物、地学の理科4分野に新たに数学分野を加えた。これにより内容はより充実したものとなった。その一方で講座は講義が中心で、実習や実験に触れ合うことのできる機会を生徒にも与えられないかという観点から、次年度SSHクラス希望者を対象に日本科学未来館と国立科学博物館を臨地実習先として「東京研修」と銘打った。また、レポート作成、プレゼンテーションの必要性から「情報基礎」という形で情報の授業を講座の前後に挟む形で取り入れた。

以上のように、科目「SSI」では、「情報基礎」、「SSI 講座」、「東京研修(臨地実習)」を3本の柱として実施した。

(b) については、理数科などのある高校では入学時ですでに、自分の適性を知り、選択して入学してくるが、本校の場合、そうした経緯を説明しつつ普通科として入学した生徒に対してSSHクラスをつくり、二年次で課題研究に取り組ませるため、通常2年かけて行われる進路選択を1年間でしなければならない。生徒に適性のみならず、将来の進路も含めて選択を求めるので、生徒も慎重になり、本年度も年度半ばまで、二の足を踏む生徒が多かった。しかし、二年次に行われている「SSI II」では、32名の1クラスに対して、10名のスタッフを配置し、きめ細かな指導ができるようにしている現状を生徒に話し、生徒が不安な気持ちにならぬようにサポートする姿勢があることを伝えた。これにより生徒が安心してこのクラスを希望できるようにした。加えて、課題研究の目的と意義を説明するとともに、研究の例などを示し、それを生徒が参考にして自らのテーマを考えることができるように配慮した。2月11日には二学年のSSHクラスの課題研究発表会にも一年生の次年度SSHクラスの希望予定者が参加し、次年度の活動内容が理解できるように工夫した。

また、一学年からは安全に実験できるように白衣を購入した。また必要に応じて安全メガネを着用できるようにもした。

5. 「SSI」の評価について

(1) 評価の観点

「SSI」の目標を鑑み、以下の四点で評価をすることとする。

(a) 関心・意欲・態度

講座に積極的に取り組み、自分自身の中で問題を考え、解決に向けて努力が見られるか。

(例) 的確に問題を捉え、自分の中で疑問点を見つけ、研修や講座の中で解決しようとする姿勢が見られるか。

(b) 知識・理解

講座で知識を適切に収集し、それを的確にまとめているか。

(例) 講座の内容を科学的な目できちんとまとめているか。

(c) 発展性

自分で得た知識を基に、発展的な考えや物事の見方ができているか。

(例) 得た知識を基に、自分なりの考えや感想を科学的にまとめているか。

(d) 技能・表現

情報を統合的にまとめるなど、著作権などに十分配慮してわかりやすい表現をしているか。

(例) 写真などを的確に扱う等、引用が適当か。

(2) 評価の方法

本校は二期制のため、「前期」と「後期」に分けて評価する。

【前期】

前期は「情報基礎」40点、「基礎数学」40点、「基礎物理」20点の合計100点満点とした。
「情報基礎」は考査30点、提出物10点とした。「基礎数学」は考査40点とした。「基礎物理」はレポート20点とした。

【後期】

後期は「情報基礎」40点、「基礎化学」20点、「基礎生物」20点、「基礎地学」20点とした。
「情報基礎」は考査30点、提出物10点とし、他はレポートとした。

レポートの評価SSI講座（20点満点、附表）

物理・化学・生物・地学の各分野については次のように評価する。

評価者：各分野の講座担当者

評価方法：4点満点で表意化し、1.25倍して最高を5点満点とする。

「アドバンス講座」、「エキサイティング講座」は評価の対象としない。

評価の観点による点数の配分

(a) 関心・意欲・態度（1点）

(b) 知識・理解（1点）

(c) 発展性（1点）

(d) 技能・表現（1点）

数学講座

◎ 基礎講座「数について」

1. 目的

普段何気なく使用している数（主に整数）について、既知の素数や約数・倍数などの他に、完全数や友数といった新しい数を習得させ、生徒の数への興味関心を高めさせる。それと並行して2年次に学ぶ数学Ⅱの教科書を先取りし、一般の整式での約数・倍数さらには整式の除法の理論、分数式の計算に発展させ、整式を数学的に見る力を養うことを目的とした。

2. 目標

- (1) 数や整式における「互いに素」の概念を理解させる。
- (2) 整式における最大公約数・最小公倍数を確実に求めることができるようにする。
- (3) 整式の除法の考え方をを用いて、簡単な高次式の因数分解ができるようにする。

3. 授業の概要

- (1) 期 日 平成16年7月中旬の数学の授業4時間程度
- (2) 場 所 新潟南高校1学年各教室
- (3) 使用した教材 2004 SSI テキスト（本校独自で作成したもの）、数学Ⅱの教科書
- (4) 概要
 - a) 1時間目 2004 SSI テキストを用いて、完全数や友数といった新しい数やユークリッドの互除法を習得させた。
 - b) 2時間目 数学Ⅱの教科書を用いて、整式の除法の理論を習得させた。
 - c) 3時間目 数学Ⅱの教科書を用いて、整式の約数・倍数、最大公約数・最小公倍数の求め方を習得させた。
 - d) 4時間目 数学Ⅱの教科書を用いて、分数式の加減乗除について習得させた。

4. 評価

(1) 方法

上記の「3（4）概要」の範囲で、1学年全体に試験を行い、その得点率によって達成度を見た。

(2) 結果

試験の出題分野を「整数論」「整式の除法」「分数式」の3分野とし、それぞれの得点率を算出した。

	整数論	整式の除法	分数式
得点率	73.9%	69.8%	52.1%

(3) 考察

3つの分野の難易度は必ずしも一定ではないので、単純に得点率の高低で比較判断はできないが、生徒にとって意欲関心の高かった「整数論」分野は、それに比例して得点率も高かった。

5. まとめ

1年生の7月の段階では、自然数、整数、有理数、無理数、実数の厳密な定義を理解している生徒は数少ないのが現状といえる。今回の基礎講座で整数についての見識が深まったので、普段の数学の授業で扱っている一般の実数との違いを、再認識できたと思う。これにより、生徒の数に対する見方捉え方が広がってくれたという確信を持てた。

◎ アドバンス講座「情報セキュリティと暗号理論」

1. 目的

基礎講座で習得した「数」についての理論と、4月から7月までに教科「情報」の授業で習得した情報の基礎を統合し、データの共有の仕方や電子署名のしくみなどを学び、情報ネットワーク社会に対応できる人材の育成を目的とした。

2. 目標

- (1) 報セキュリティの重要性と責任について理解する。
- (2) これまでの知識をもとにして、いくつかの暗号方式の概要を数学的に考察できるようにする。
- (3) 実際に公開鍵を使って、簡単な電子署名の演習ができるようにする。

3. 事業の概要

- (1) 日 時 平成16年7月26日(月)
- (2) 会 場 新潟ユニゾンプラザ大研修室
- (3) 参加者 1年生及び2、3年生理系の希望者47名
- (4) 講 師 お茶の水女子大学理学部助教授
萩田真理子先生
- (5) 内 容 (2004 SSI テキスト参照)
 - 1 はじめに
 - 2 古典的な暗号
 - 3 公開鍵暗号方式
 - 4 共有鍵暗号方式



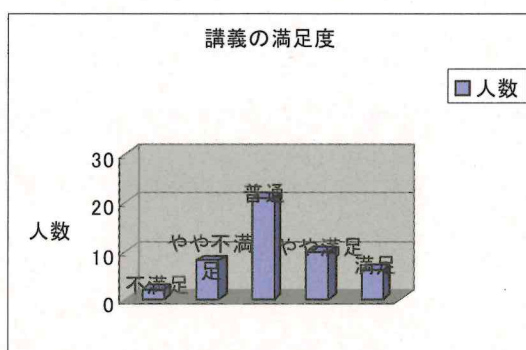
4. 事業の評価

(1) 教員による評価

講義の前半は、インターネットやメールなど生徒の身近な題材から、情報セキュリティの重要性と暗号技術の必要性を説明していただき、生徒の反応も大変よかったと思う。前半の最後に説明した古典的暗号であるシーザー暗号を用いて、実際に生徒に任意の暗号を作成させて周りと交換し合い、案外と簡単に解読されることを生徒自身に認識させてもよかったかも知れない。その方が講義の後半の複雑な暗号の意義が、生徒にはより理解できたと思う。講義の後半の共有鍵暗号と公開鍵暗号の理論に出てきた離散対数の内容は、あらかじめ基礎講座で習得しておいた内容よりもかなりレベルが高く、生徒にはかなり難しかったようだ。受講者の大半がまだ1年生ということを鑑みれば、現段階では「何となく理解できた。詳しいことは大学に入ってから。」といった感覚でもよいと思う。

(2) 生徒による評価 (有効回答47名)

(ア) 満足度



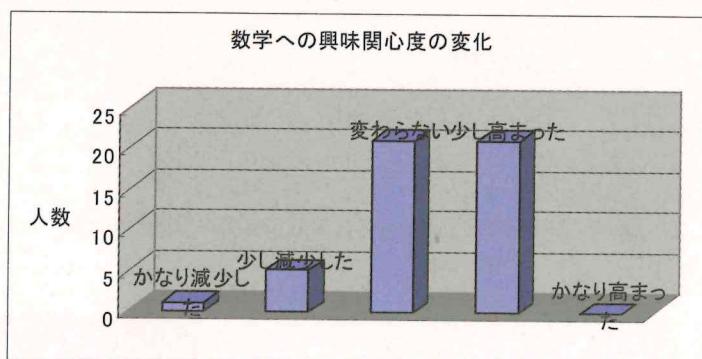
満足な点

- ・ 内容が面白かった。
- ・ OHP が効果的だった。
- ・ 暗号の仕組みがよくわかった。

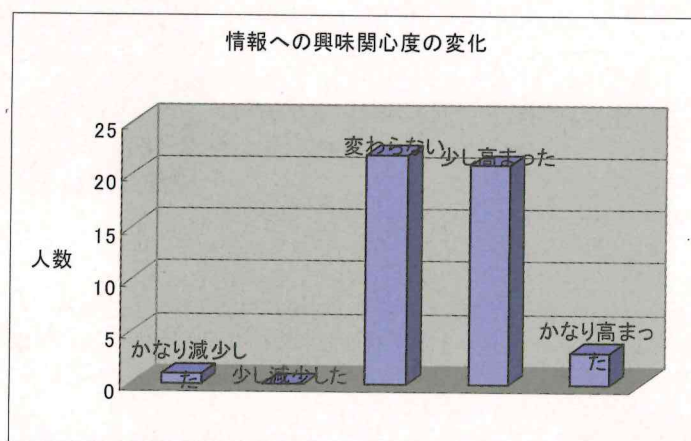
不満足な点

- ・ 数式が難しかった。
- ・ ホワイトボードが見えにくかった

(イ) 今回の講義を終えて数学への興味関心はどう変わったか



(ウ) 今回の講義を終えて情報への興味関心はどう変わったか



5. まとめ

前述のアンケートの結果によると、今回のアドバンス講座を通じて、数学や情報への興味関心が高まった生徒が全体の半分強もいた点は、非常に評価できると思う。特に後半は難しい内容ではあったが、講義後に講師の先生の和やかな机間指導により、生徒の理解を助けていただきとても感謝している。

現在の情報ネットワーク社会において、情報セキュリティと暗号理論の知識は必要不可欠であるといえる。その理論が今高校の授業で習っている数学と、大変密接な関連性があることに気づいてくれた生徒もたくさんいた。今回の講義をきっかけとして、大学で習うより高度な数学の道への足がかりになってくれるはずである。



◎ エキサイティング講座（本校希望者及び近隣の中高生、一般の希望者対象）

1. 目的

普段は座学に終始しがちな高校での数学の授業から一歩脱却した、体験型の数学の講座を行い、そこに普段の数学の授業で学んだ内容が、間接的に結びついていることを理解させ、数学がいろいろなところに応用できることを学ばせる。

また、近隣の中高校生や一般の方々からも参加を募り、普段あまり高校の数学になじみのない人であっても、ゲームを通じた楽しい雰囲気の中で、筋道を立てて推論したり実験したりしながら、正解にたどり着く過程を大切にすることを目的とする。

2. 意図

数学的な思考力を養うことと、5、6人のグループで1つの問題に対する解決策を生み出す過程を通じて、他人の意見を尊重しつつ、人前で自分の意見をはっきり述べるができるような高校生を育てることを意図とする。

3. 事業の概要

- (1)期 日 平成16年10月2日(土)
- (2)場 所 新潟ユニゾンプラザ 大研修室
- (3)講 師 古川 和 ジャパンGEMSセンター事務局長
三品 節 ジャパンGEMSセンターインストラクター
新倉 正幸 ジャパンGEMSセンターインストラクター
星川 友昭 ジャパンGEMSセンターインストラクター
- (4)対 象 本校生徒49名、本校職員7名、他高校生8名、近隣の中学生4名、一般3名の合計71名
- (5)講義演題 Math around the World (世界の数学)
- (6)講義時間 9時から12時までの3時間(途中休憩15分を挟む)

<3時間の内容>

- 1. 開会の挨拶・主旨説明・講師紹介(学校長) 10分
- 2. 講義 150分
- 3. 質疑応答 10分
- 4. 閉会の挨拶(学校長)・生徒代表お礼の言葉 10分

(7)事前学習

対象が本校生徒だけではなく他校生や一般も含まれているため、まとまった事前学習はできなかったが、今回の講義で扱うゲームの概要を記載した資料と事前と事後のアンケートを、受付時に受講者全員に配布した。



(8)GEMSについて

Great Explorations in Math and Science (科学と数学の偉大な冒険)の略称である。アメリカのカリフォルニア大学バークレー校ローレンスホール科学研究所で20年にわたって研究開発されてきた体験学習法の理念に基づくカリキュラムである。科学や数学だけでなく、総合的な環境問題、芸術、音楽など、教科の垣根を越えて、様々なテーマのプログラムが用意されている。

このプログラムの特徴は、ストーリー性を持つ展開の中で、観察や実験をしながら主体的に考え、グループで話し合い、答えを模索していくプロセスを重視している。好奇心を持って、楽しみながら課題に取り組み、思考力や判断力、コミュニケーション能力を高めていくことを目的としている。

指導の主なポイントは、以下の12点である。

- ① 分類の視点。プログラムの導入部分で、何を知っていて、何を知らないかを理解する
- ② オープンエンドな質問の仕方
- ③ モデルから実際の世界へ
- ④ 体験から学習へのプロセス
- ⑤ 参加者間、指導者と参加者のコミュニケーションと協力
- ⑥ 知識の押しつけではなく、自ら考えさせる
- ⑦ 問題解決能力
- ⑧ 科学的手法
- ⑨ 形式知化・言葉の表現力
- ⑩ 指導者が楽しむ
- ⑪ 予想をする。仮説を立ててから実験する
- ⑫ 正しい答えを見つけるのではなく、正しく考える筋道をつける



(9)講義内容 講義テーマは、「協力、課題解決をする数学のプログラム」

生徒には5~6人で1グループとなり、それを母体として実験をして、問題解決のための意見を集約し、発表をする形をとった。

主なねらいは、以下の5点である。

- ・自ら発見したり考えたりすることの楽しさを知る。
- ・身の回りで起きたことに対し、科学的視点を導入する。
- ・仲間と協力して課題を解決する。
- ・問題解決の考案と説明を通して、論理的・自主的思考力、数滴・視覚的パターンの発見、データの収集と整理、抽象的・数学的思考などを養う。
- ・モデルを作成し、一つの事象をいろいろな方向から表現し、理論を構築して試行する。

a. 導入（60分）

〔ロープクロス〕

二人一組となり、ロープの端にゆとりのある輪をつくり、それを手錠のように両手首にはめる。その際、お互いのロープが交差するようにはめる。協力して交差したロープを外すという問題。（立ったりしてもよい。）グループが親密になることも狙いのひとつである。



〔カエルの算数〕

二人一組で行う。11個の小さなゴム製のカエルの人形を用いる。そのカエルを交互に、一つないし二つ取る。最後の一つを取った方が負けという内容。ゲームを数回実施し、その中にある勝つための規則性を考え、発表する。次に、反対に最後の一つを取った方が勝ちとするならどのようにしたらよいかを検討し、実践して確かめる。



〔トラフィックジャム〕

20人1組で行う。10人ずつに分かれ円の上に立ち、中央に1カ所の円が空いている。後に戻ることなく、一つずつ円を進むというルールで、10人をそっくり入れ替えるという問題。受講者はまずは机上で20個の豆を使って実験し、いち早く解答にたどり着いた生徒が、男子10人女子10人のモデルを使って、ステージ上でマイクを使い自分の考えを解説した。



b. 数学ゲーム（90分）

〔ハノイタワー〕

三本のポールが立っていてそのうちの一本に、大きさの異なるディスクが、下から大きい順に積み重ねてある。この積み重ねた山を別のポールに移動させる。ただし、一回に一枚のディスクしか動かすことができないことと、ディスクの上には小さなディスクしか載せることができないというルールで行う。

実習の際にディスクの枚数と移動回数の一覧表を各グループに配布し、受講者に実際に実験結果を書き込ませることによって、両者の間に成り立つ法則性を予想させる。ほとんどの生徒は2年生次に学ぶ数列の漸化式を未習であるため、実習後に本校の数学の職員が数列の漸化式についての講義を行った。



〔ニム〕

二人一組で行う。3列にわたって3、5、7個の豆を置き順番に取り合い、最後の1個を取った方が負け。ただし、1度に豆は何個取っても良いが、複数列にまたがって取ってはいけない。参加者の中でニムに特に自信のある生徒が、ジャパンGEMSセンターインストラクターの方とOHP上で対戦し、「勝つための戦略」をレクチャーしていただいた。



4. 事業の成果

- (1) 本年度のSSHで、本校生徒以外の一般参加募集はこのエキサイティング講座のみであり、本校のSSHの趣旨を、堅苦しく難解な講義ではなく、試行錯誤を繰り返しながら誰にでも楽しめる企画という理想的な形で、周囲に広めることができた。参加者の中には中学生とその引率教諭がおり、本校に入学すればSSHの恩恵を受けられるというメリットを、十分に理解してくれたと思う。

- (2) 受講者の数学的思考能力が増し、思考する楽しさを得るきっかけ作りになった。加えて、授業で学ぶ数学が、ゲームを考える上で具体的にどのように役に立つのかということが再認識できる展開であった。また、発想の転換あるいは既存概念からの脱却ということを、具体的なゲームを通じた講義で受講者は学んだと思う。普通の数学の授業とは異なり、緊張した受講者に対しても、ユーモアを交えた和やかな導入で、気持ちをほぐして講義に集中できるように工夫されていた。今後の数学の授業においても、その成果が十分に現れるはずである。
- (3) GEMS の講師は、海外での勤務経験ならびに教授経験に富んでいるために、講義の内容に重みを感じられ、受講者は最後まで緊張感を持って講義の内容と講師の人間性に魅入っていた。本校生徒のみならず、他校生や中学生、一般の方々もともに講義を楽しみ、皆でいっしょに数学を考える大変良い機会であった。生徒が自分の考えた予想を皆の前で説明し、授業との関連を参加していた本校の数学の職員がそれを補充解説し、更に講師がそれを融合して発展させた上で最後にまとめる場面もみられるなど、中身の濃い講義であった。
- (4) 本校生徒の感想は、楽しい講義であったことと、発想の転換が必要であることと、他との協力が問題解決には必要なことを学んだというのが目立ったが、参加した他の方々の感想も多くも同様であった。感想の中には3時間があつという間に過ぎてしまい、もっともっとやりたかったが時間が少なくて、逆に不満だったというものもいくつかあった。

5. 事業の評価

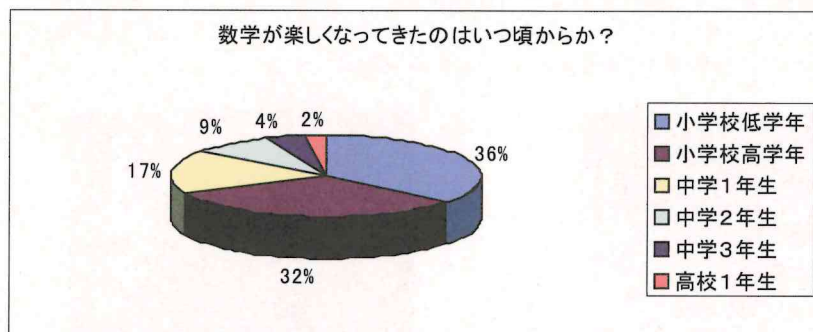
(1) 教員による評価

授業との直接の関連はないが、事象を数学的・論理的にとらえる思考を試みることは大切であり、有効であった。数学の体験型講義はあまり経験できないが、今回のようなテーマ設定を試みることもできるということが確認できた。講義に取り入れた、各小テーマはどれもよく工夫されたものばかりで、単独でも十分1時間の講義に耐えうるものであるが、テンポアップした内容でうまく組み合わせられて、一つのストーリーが構成されていた。こういった講義が日常でもときおり取り入れることができるように、本校教員を GEMS インストラクター養成の研修会に参加させても良いのでは、という意見もあった。

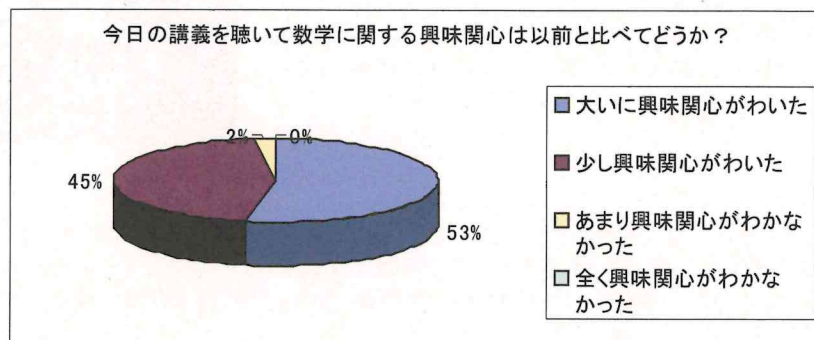
(2) 受講者による評価

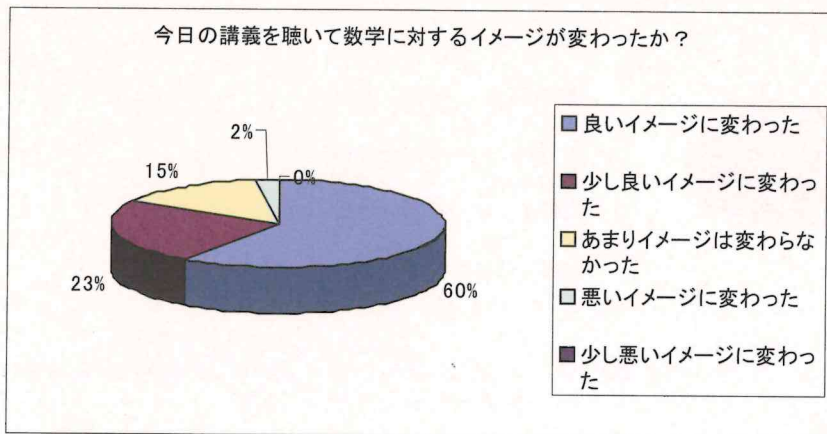
事前アンケートで「数学を学んでいて楽しいかどうか」という質問で、「楽しい」と答えた受講者が実人数で47名(74.6%)であり、「楽しくない」と答えた受講者が実人数で16名(25.4%)であった。以下は「楽しい」と答えた受講者と、「楽しくない」と答えた受講者に分類しての事前事後アンケート結果である。

- (i) 「数学を学んでいて楽しい」と答えた受講者 実人数47名(全体の74.6%)
 ・今回のエキサイティング講座の満足度(0～100%) 92.9%(平均値)



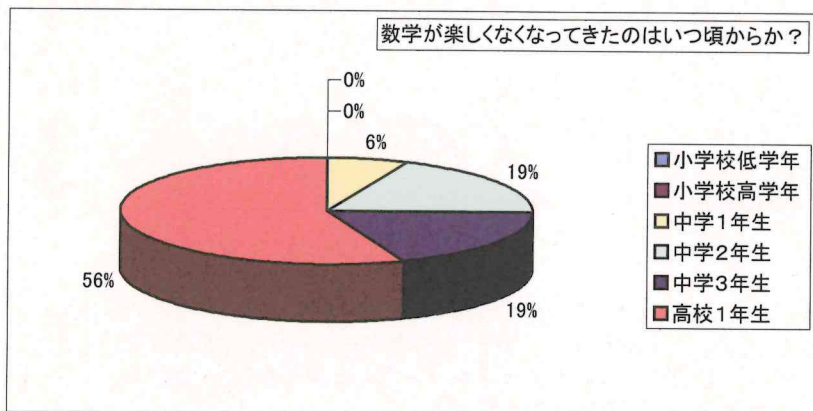
今回のエキサイティング講座の参加は希望制をとったため、必然的に数学の好きな受講者が多数を占めた。上の円グラフから、数学のおもしろさに目覚め数学が好きになる時期は、低学年に行けば行くほど集中する傾向にあることがよくわかる。



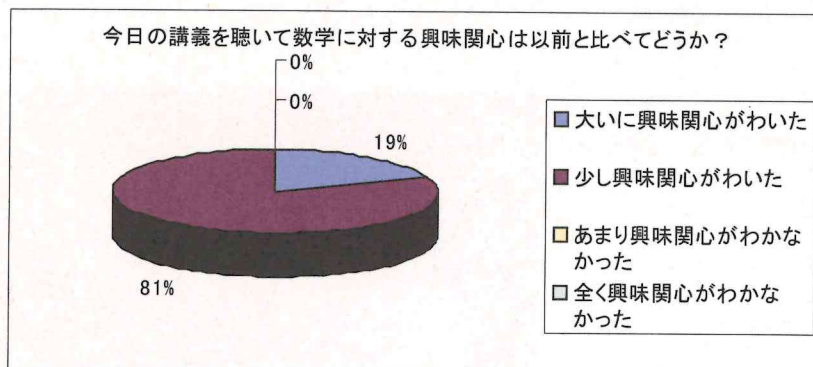


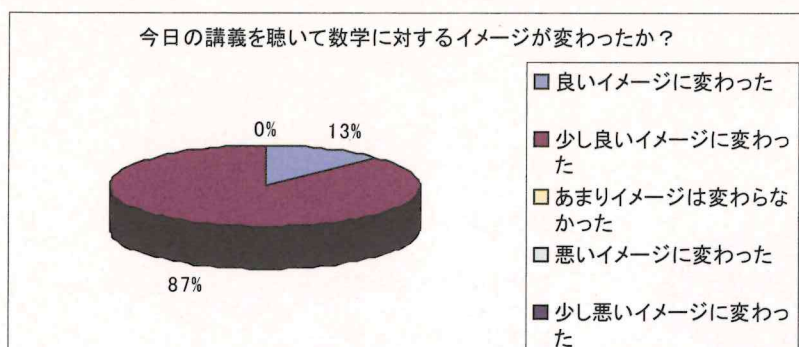
もともとの母集団が「数学好き」であるにもかかわらず、受講後には98%の受講者が数学に対して更なる興味関心がわき、83%の受講者が数学に対して更に良いイメージを持つようになったことは、いかに今回の講座が有益だったかを示している。

- (ii) 「数学を学んでいて楽しくない」と答えた受講者 実人数16名 (全体の25.4%)
 ・ 今回のエキサイティング講座の満足度 (0～100%) 94.4% (平均値)
 (「数学を学んでいて楽しい」と答えた受講者よりも、満足度が高いことがわかる。)



数学を学んでいて楽しくなくなってくる傾向は、学年が進み数学の内容が難しくなるにつれて顕著になってくる。特に高校に入ってから数学に中学時代との大きなギャップを感じ、高校1年次での数値が極端に上がっている。高校入学段階での数学の初期指導に工夫の余地がある。





「数学を学んでいて楽しくない」と答えた受講者の中で、今回の講座を通じて数学に対する興味関心がさらに減少したり、悪いイメージが変わったりしたという受講者は一人もいなかった。

6. 課題

本校生徒、職員、他校生、中学生、一般と幅広い層からの参加を募り、どの層からも大変好評な感想をいただいた。ゲームを通じた数学の体験型学習としては画期的であり、受講者全員が楽しめたと思う。課題としては最初のグループ決めの際に、やはり男子は男子で女子は女子同士、他校生は他校生同士、中学生は中学生同士で固まる傾向にあり、講座の始まる前にあらかじめ各テーブル5、6人のグループ単位に、きっちりと分けることに苦労した。仲間内の楽しい雰囲気を実施するのも効果は期待できるが、生徒の自己表現力や協調心を養うという見地では、むしろ最初から主催者側の方で、いろいろな層が混じり合ったグループを指定しておいたほうが良かったように思える。

物理講座

◎ 基礎講座「電磁誘導と発電」

1. 目的

現在、電気エネルギーは発電機を回し、電磁誘導で得るのが主流である。電気・磁気・力との相互作用によって起こる電磁誘導を様々な観察を通してより深く理解させる。また、電磁気の式も用いて定量的な扱いをし、より一般的な性質の理解を深める。このことを通して、現在の電気エネルギーの抱える問題点や次世代エネルギーについても、自分の考えをまとめことができるように、興味関心を高める。

2. 目標

- (1) 電流と磁気の関係・電磁誘導の法則を理解する
- (2) 発電の仕組みを理解し、電気エネルギーの変化を体験する
- (3) 電力の抱える問題点と次世代エネルギーについて調べ、自分の考えをまとめる

3. 授業の概要

- (1) 期 日 平成16年6月
- (2) 場 所 新潟南高校 物理地学実験室・情報教室
- (3) 参加者 1学年普通科全員(10クラス)
- (4) 内容

1) はじめに(導入)

2) 磁場

3) 電流が作る磁場

①「右ねじの法則」

②電流の作る磁場の向き

[観察1] いろいろな電流の作る磁場の様子を観察

a) 直線電流

b) ソレノイドコイル

③電流の作る磁場の強さ

4) 電磁誘導

[観察2] コイルの中の磁場を変化させることにより、電流が発生することを確認する



〔実験1〕大きな磁場をコイルイヤホンで観察する

5) 発電機の仕組み

〔実験2〕相互誘導

6) ゼネコン（手回し発電機）を用いた実験

〔ゼネコンを用いた実験〕

電気エネルギーがいろいろな形に変わることを確認する

①ゼネコンの発電を確認する（力学的なエネルギーから電気エネルギーへ）

②ゼネコンでゼネコンを動かす（力学的なエネルギーから電気エネルギー、また力学的エネルギーへ）

③ゼネコンで発熱させる（電気エネルギーが熱エネルギーへ）

④ゼネコンで絵を描く（電気分解）

7) 実験の結果をプリントにまとめ、次世代エネルギーについて調べ、まとめる

①実験についてプリントをまとめ、〔観察2〕の電磁誘導については考察も行う。

②次世代エネルギーについてインターネット、テキストなどで調べ、まとめる。その上で、自分の考えをまとめ、表現する。

実験の後には、プリントとアンケートを提出してもらい、SSI基礎講座の評価の観点に沿って、評価を行い点数化した。

4. 事業の成果

(1) 電流と磁気の関係・電磁誘導の法則の理解が得られた

昨年の反省をもとに、生徒にそれぞれ課題を提示し予想させた。ほとんどの生徒は正しく予測を立てることが出来た。その結果を元にレンツの法則を説明させた。昨年より、きちんとそれぞれの結果を比較することによって説明できる割合が増えた。

(2) 発電の仕組みを理解し、電気エネルギーの変化を体験できた

時間的にあわただしくゆとりが無かったという前年の反省を踏まえ、実験の一部を変えた。生徒実験の数は一つ減らし、一つあたりの実験の時間を増やした。このことは、生徒の満足度を上げたと考えられる。

(3) 電力の抱える問題点と次世代エネルギーについて自分の考えをまとめることができた

自分の考えをしっかりと述べた上で調べる生徒が多数いた反面、全く興味関心が見られないレポートが昨年より若干多く見られた。このような、自分で調べてまとめるような課題は、目的や評価をもっと事前にきっちりと示すことが必要であると感じられた。

(4) 生徒の興味関心が高まった

昨年よりも、レポートやアンケートにまじめに答えている割合が高いように感じられた。ただし先ほども述べた通り、昨年より男子のレポートで意欲が感じられないものがあった。実験中はいろいろと手を出し、口を出している生徒が、レポートになると意欲が無くなる場合があるようである。

5. 事業の評価

(1) 教員による評価

①内容は適切であったか

理科総合と同じ内容なので、生徒は理解しやすかったと思われる。レポートの出来は全体としてさほど悪いわけではなく、教科書レベルの内容が一番適切であると感じた。ただし、一部の生徒については、レポート作成時に、適切にアドバイスをを行う必要があると感じた。

②評価は適正であったか

生徒評価は評価の観点にしたがって行った。レポートの内容には、自分なりの創意工夫が見られた。ただし、レポートを書くことがうまくない生徒もいるので、その生徒が著しく不利益になることの無いように、他の基礎講座とも連携して考える必要がある。

③生徒に好ましい変化が見られたか

アドバンス講座への参加者が、最初の1回目にしては多く、関心が高まったことが感じられた。また、SSクラスに進み、SSIIの課題研究で太陽エネルギーを取り上げたいという生徒も現れた。

(2) 生徒による評価

事後アンケートの結果は以下の通りである。

(有効回答数390名)

① 実験はよかったか(よい、よくない の選択)

実験名	よい	割合 (%)
いろいろな磁場の観察	267	68.5
電磁誘導	296	75.9

大型コイルの磁場観察	358	91.8
ゼネコンの発電（コンピュータ計測）	349	84.5
ゼネコンでゼネコンを動かす	350	89.7
発熱	373	95.6
電気分解（紫キャベツの色素）	333	85.4
実験全体として	370	94.9

- ・全体としてよいと答えた生徒が多いのだが、特に大きな実験や、生徒実験は満足度が高い。
- ・大型コイルや発熱など、驚きのあるものが好まれる反面、磁場の観察や電磁誘導の実験など基本であるが地味な内容は人気が薄い。

②電磁誘導や電気エネルギーの変化について理解が深まったか

理解の度合	人数	割合 (%)
よく理解できた	62	15.9
少し理解できた	292	74.9
あまり理解できなかった	31	7.9
まったく理解できなかった	1	0.3

- ・昨年より若干理解できる生徒が減った。ただし、昨年よりレポートの内容はよくなっており、生徒が感じている理解度と相反する結果になっている。昨年より半年早く、講座が行われたことによる、知識不足があるかもしれない。
- ・まあまあ理解している生徒が多い。よく理解できたとする生徒は、実験の考察時に科学的に答えることが出来る生徒の人数とほぼ同数であると考えられる。

6. 次年度以降の課題

(1) SS I のオリエンテーションの必要性

今年は講座が早かったことなどにより、昨年と状況が変わっていた。このため、意欲や表現に昨年より差が大きいと感じられた。SS I についてのシラバスを作成するなど、きちんとした指針を出すことが必要であると考えられる。

(2) 評価が適正であるかを検証する

2年分のデータもあり、評価が適正であるか検証する必要性がある。場合によっては、2年間行った評価の観点を考え直す必要がある。これは、物理講座だけでなく、SS I 全体について行う必要がある。

(3) 生徒の考える力を引き出す

今年度は最初に予想を立てさせるなどの工夫を行ったが、せっかく実験室でグループを組んでいるので、グループ単位で考えさせるなど生徒が考える時間を取り入れたいと考えている。

◎ アドバンス講座「発電所の物理」

～電気エネルギーへの変換と電気を届ける仕組みを学ぼう～

1. 目的・意図

基礎講座で発電の仕組みを実験し、次世代エネルギーについて生徒に調べさせた上で、希望者により深く電気エネルギーを学んで欲しいと考え、企画した。

2. 目 標

この講座では様々なデータを基に、様々な考え方ができることを生徒に示し、ただ一面だけを見て考えるのではなく、いろいろな面を考察する必要性を理解させる。そのため、多角的な考え方が必要な以下の3点について講演から学び、考えることを目標とした。

- (1) エネルギーの抱える問題点を多角的に捉える
- (2) 新エネルギーの実態と問題点を考える
- (3) 現在のエネルギーの状況を具体的に理解する

2. 事業の概要

- (1) 期 日 平成16年17月16日（金）

(2) 場 所 新潟県立新潟南高等学校 生物化学教室

(3) 参加者 1年生希望者 40名

(4) 講 師 新潟大学工学部 菅原 晃先生

(5) 内 容

①はじめに～電気のない生活～

②エネルギーのいろいろ

③エネルギーの変換

④新エネルギー

⑤電気を届けるシステム

⑥まとめ

⑦エネルギー問題をどう考えますか？

3. 事業の成果

(1) エネルギーの抱える問題点を知る

具体的な資料をもとに、生徒はエネルギーについて実感を持ってとらえることができた。自然エネルギーのコスト面の悪さなど、具体的な説明であったため、複雑な問題点が実感できたようである。

(2) 新エネルギーの実態と問題点を考える

研究室でシミュレーションした太陽光発電と風力発電のハイブリッド発電などは、新エネルギーの抱える問題点の解決方法の一つとして生徒に提示された。

(3) エネルギー問題を具体的に考える

講演の最後に、エネルギー問題をどう考えるのか？という問いかけがあった。生徒は単純に良い悪いと決められることなく、様々な角度からエネルギー問題を考える必要性があることに気がついたようである。

4. 事業の評価

(1) 教員による評価

一年生の夏休み前の進捗では、式を用いた説明は知識が乏しく難しい。今回は身近な内容に絞っていただいたために、生徒の理解は良いようであった。講義の終了後は多数の質問が出た。

(2) 生徒による評価 (有効回答41名)

1) 満足度を0～100%で教えてください

満足度 (%)	0～19	20～39	40～59	60～79	80～100
人数	0	1	3	17	20
割合 (%)	0.0	2.4	7.3	41.5	48.8

9割の生徒が60%以上満足と答えている。内容がわかりやすく、身近な例が多かったため、満足度も高かったと考えられる。

2) 講義内容は何年生で学ぶのがよいか

学年	小学校低	小学校高	中学1年	中学2年	中学3年	高校1年	高校2年
人数	0	0	1	3	8	13	3
割合 (%)	0.0	0.0	3.6	10.7	28.6	46.4	10.7

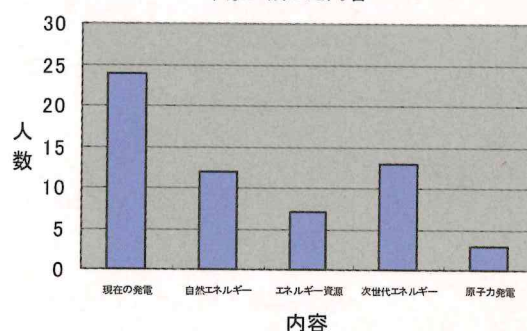
高校1年か、中学校という結果が出た。難易度的にはちょうどいいか、やや簡単であったと考えられる。また、授業の進捗や基礎講座と上手く内容をあわせることができたので、わかりやすかったのではないかな。

3) 一番印象に残っている内容は何か？

現在の電力システム(発電、コスト)などが、よくわかったと感じたようである。このことは、生徒は普段電力に関して知識も少なく、無関心であることからくる反応と考えられる。

自然エネルギーに興味深いという生徒は、その効率性の悪さも印象的であったと答えている。これは、自然エネルギーの利点だけでないことが伝わったのではないかと考えられる。

印象に残った内容



4) 講義を聴いて物理に関する興味関心は以前比べてどうですか？

変 化	人数	割合 (%)
大いに興味関心がわいた	8	19.0
少し興味関心がわいた	27	64.3
あまり興味関心はわかなかった	6	14.3
全く興味関心はわかなかった	1	2.4

興味が増えた生徒が多かった。身近な素材を扱ったことがよかったのではないかと。特に女子には内容が理解しやすかったようである。物理の現象がもっと身近に捉えられるように、工夫することが大切であると感じられた。

5) 電気に対するイメージが変わりましたか？

変 化	人数	割合 (%)
良いイメージに変わった	6	21.4
少し良いイメージに変わった	13	46.4
あまりイメージは変わらなかった	8	28.6
少し悪いイメージに変わった	1	3.6
悪いイメージに変わった	0	0.0

自分の実際の生活と結びつけて考える生徒が多かったようである。具体的な電気料金など、普段の生活の中の身近な内容が意外と大きな驚きになっていたようである。

5. 課 題

より身近な話題にさせていただいたため、生徒の評価はよかったと思われる。内容については、高校一年かそれ以前が適切であると考えている生徒が多く、より専門的な知識をどのように加えていくかが課題である。一年生の全般でのSSIの取り組みは、興味関心を持ってもらうことが大切である。一年の学習状況からSSIでは電気分野を取り上げている。興味を持った生徒については、企業見学で実際に発電所を見学するなど、様々な体験を行わせることも考えられれば、より生徒が主体的に考える力がつくと思われる。

化学講座

◎ 基礎講座 「化学エネルギーから電気エネルギーを」

1. 目 的

電池は身近にある物質であり、エネルギー変換を考える上で理解しやすい。物質を反応させて電気エネルギーに変えることで、物質がエネルギーのひとつであることを理解させ、特に保存できるエネルギーのひとつであることも知る。ここでは物質が変化して電池ができるということを定性的に理解させる。

2. 目 標

- ①電池が生まれてから、今日に至るまでに歴史をたどる。
- ②さまざまな電池の性質の共通点をとらえ、反応の結果、電池になっていることを確認する。
具体的には電池ができていることを、メロディICが鳴ることにより確認する。
- ③現代の電池の一つに燃料電池があるが、燃料電池の原理を「化学Ⅰ・化学Ⅱ」を履修していなくとも理解できるようにする。

3. 事業の概要

- (1) 期 日 平成16年11月から12月
- (2) 場 所 本校化学実験室
- (3) 内 容 エネルギー全般のアウトラインとエネルギー変換についての講義の後、グループ実験を交えながら電池が理解できるように進めた。

①エネルギーとは何か。(講義)

私たちが普段使っているエネルギーという言葉、しっかりした概念にするために具体例を上げながら理解させる。

②さまざまなエネルギーとエネルギー変換の法則の理解(講義)

多くのエネルギーが保存できないものであるのに対して、物質は保存できるエネルギーの一つであること理解する。そして物質が反応して別な物質になるときに電気を発生させることができることも知る。

③電池の歴史をたどる(生徒実験)

1750年頃からいわゆる電池に関する歴史的記述が残っているので、初期の頃の出来事を実験することにより、電池の構造、電池の原理などを捕らえることができるようにする。

扱った内容は、ズルツァーの実験、ガルバーニの実験(講義のみ)、ボルタの電堆(観察のみ)である。これらが電池であることを、メロディICが鳴るという現象で確認していく。

(a)電気が流れる

メロディICに電池をつなぐとメロディが聞こえてくる。これで電気が流れるとメロディICが動作することを確認する。メロディICは4種類あるので自分のメロディを覚えておくことで他と区別できる。

(b)ズルツァーの実験

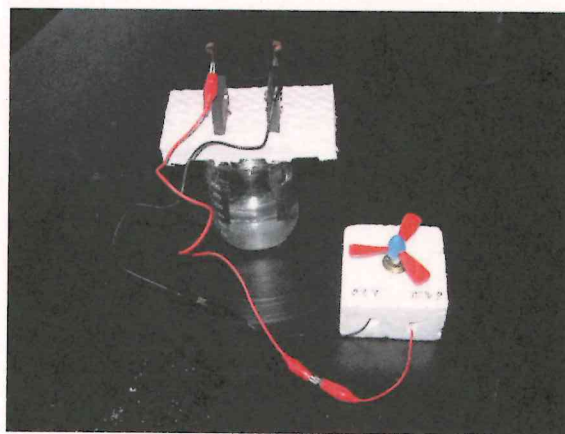
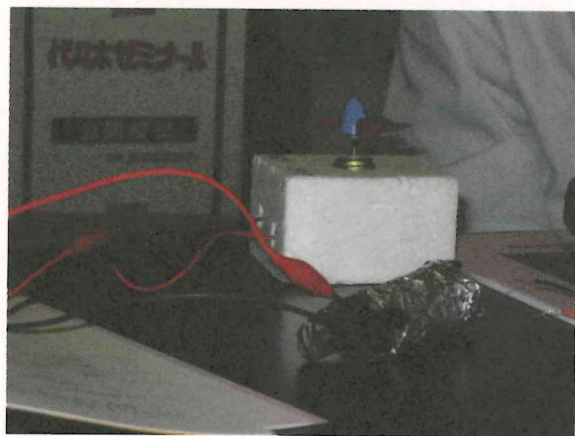
アルコールで清浄した銅板と亜鉛板を使って舌をはさんでみよう。そして、手で持った銅板と亜鉛板の反対の端を接触させると、口の中にイヤな味わいが感じられる。これは銅板と亜鉛板を電極として、だ液が電解質として働いて電池になった。

④電極を金属から非金属に変える。(生徒実験)

二種類の金属を電極にした電池から、炭素などの非金属物質を電極にすることも可能であることを確認する。

(c)備長炭電池をつくってみよう

備長炭とアルミホイルと食塩水で電池ができるので、メロディICを接続したり、モーターの接続して動作することを確認してみる。



⑤二次電池の生成(生徒実験)

電極が同じ物質でも、電気分解で異なる物質を発生させ、それを反応させて電池を作る。充電と放電を繰り返す二次電池を作る。電極が反応しなくとも電極で酸化還元が起これば電池ができることを確認する。

(d)飽和食塩水と炭素板で燃料電池をつくる

ビーカーに飽和食塩水を入れ、そこに炭素板を二枚入れてメロディICを接続する。最初にメロディICが鳴らないことを確かめる。

次にハンディジェネレーター(手回し発電機)を炭素板に接続して、20秒ほど充電する。充電したら、ジェネレータをはずし、メロディICをつないで、鳴ることを確認する。

次は充電するときに飽和食塩水が電気分解されて泡が出ていることを観察するとともに炭素板の表面や周辺の色の変化についても観察する。2分ほど充電し、完了したらジェネレータを外し、代わりにプロペラや豆球を接続して、それぞれ動作することを確認し、その動作の状況を記録する。

ジェネレータの代わりに9Vの電池をつないで10秒ほどで充電できることも知る。

⑥燃料電池の理解(生徒実験)

電解質が水溶液でなくとも反応する燃料電池の簡単な教材キットを使って、燃料電池ができることを確認する。

(e) 燃料電池の一端を見る

水素と空気中の酸素を利用した燃料電池の実験装置を用いて水素を反応物質として電池になることを確認する。まず水素ガスを電池に送り、発光ダイオードやメロディ IC、プロペラなどをつないで動作することを確認する。次にマグネシウムと希硫酸を用いて自分で水素を発生させる。その水素を用いても動作することを確認する。最後に、メタノールを触媒で分解して、水素を発生させる燃料電池で試すことにより、将来の自動車社会が現在のガソリンからメタノールに変わるものの可能性を理解し、インフラ面でも有効であることを知る。



⑦ まとめ

実験に用いた電池について、共通点があることを確認する。正極、負極で反応する物質を活性物質ということを確認する。また、電解質は水溶液でなくとも固体の状態でも利用できることを知る。化学反応の結果、発生するエネルギーの一つの電気エネルギーが得られることをこの実験で理解する。そして、燃料電池の場合、化学反応の結果、クリーンな水が生成することも理解する。しかし、水素ガスの発生や水素ポンプの運搬などは将来的にはあまり現実的ではないことを理解させ、一番可能性の高いメタノールを分解して水素を生成させる方式の優位性を理解させる。

(4) 事前学習

同時に進行している「理科総合 A」では本年度は電池並びに酸化還元的基础を学んでいないので、不安であったが、昨年度と同様に授業には支障がないと判断した。また、メタノールの燃料電池を加えることによって、燃料電池の内容が充実して、より深い理解できるものと期待できた。

4. 事業の成果

(1) 電池の基礎的な事項の理解について

終了後のアンケートに「電池とは何かということを小学生にもわかるように説明せよ」という設問をしたが、的確に回答した生徒は昨年以上に少なくなった。それ以上に電池そのものを大きく誤解している生徒が多かった。44名の生徒が無答あるいは的確に解答できなかった。学年全体の10.8%にあたる。また電池の利用の仕方について述べた解答も目立ち、「実験流れ」や「学ぶ内容」をきちんと理解できない生徒が多い。これらの生徒は二年次の進路が文系・理系に関係なく平均的に現れ、他の項目に対してもポイントのずれた回答が多い。男子が23名、女子が21名なので男女による差はほとんど無いとみてよい。主な誤答は

- ・電気をためる
- ・電気（あるいは電気エネルギー）が詰まっている
- ・電気を入れる箱（入れ物）

などで、電気をそのまま保存してあるという内容で、エネルギーの保存についての理解が不十分であると思われる。しかし、昨年度はこのような解答が少なく、生徒に対する要求も今年以上に高く、電池の作り方についての説明が多く、物質の変化から電気エネルギーが生まれるという考えに至らなかった生徒が多いのに失望したことと比べても、今年度の生徒の理科的能力は昨年以上に低下しているといえる。これは授業での履修の有無とはあまり関係ないと思う。

(2) 発展的な能力について

燃料電池で発生した水素をどのようにして確認するかという問いかけに対して、

- ・生成してくるであろう水を、何らかの方法で液体の水としてとりだし、塩化コバルト紙で検出し、桃色が青色にな

ることで確認する。

- ・同様に集めた水の沸点や融点や密度を測定して確認する。
 - ・同様に集めた水を電気分解して、水素と酸素に分かれることを確認する。
- という回答が多かった。主な誤答は
- ・加熱蒸発させてその気体に点火して燃焼すれば水である
 - ・発生した水に火のついた線香を近づけて、点火すれば水
 - ・冷凍して、水から氷になったときに、質量が増加すれば水などである。

中学までの知識を曖昧に覚えていることによるものである。物質や自然現象に興味がないためと思われる。これは入学して半年間で、科学的思考を積み重ねる訓練や習慣が不足していることによること、レポートをまとめるという経験が浅いこと、そして実験がただ単に参加するだけの場となり、そこから深い内容を得ようという気持ちが少ないことの現れといえよう。

(3) 実験全般についての取り組み

実験は丁寧に行われた。興味深く観察し、結果をノートに記録していく姿は真面目であった。しかし、要求された項目以外の「観察していて気がついたこと」や「結果についての反省や考察」についての記述は少なく、見るべきポイントを示唆して初めて注目するという生徒が多いことに今年度は昨年度以上に驚かされた。これは実験観察が小中学校のときに正解を求めるだけの実験に終始していたことと、常に興味を持って取り組んでいないことの表れだと思われる。

(3) 全体として

内容が多すぎたこともあるが、本年度も正解だけを求めようとする生徒が多いことが残念である。燃料電池について、「水素も空気も多量にあるとして、燃料電池で水素が反応して水ができることを確かめるとしたらどのようなこと（実験など）をしたらよいだろうか」という問いかけに対しても、大多数の生徒が「塩化コバルト紙で確認する」という記述のみで、具体的方法や留意点に触れた生徒はごく少数だった。

5. 事業の評価

(1) 教員による評価

(a) 関心・意欲・態度

テーマが理解しやすいこともあり、また中学校で備長炭電池などの製作経験もあったので、関心は高かった。実験にも意欲的に参加していた。また、その態度も前向きで良かった。用意した実験項目の中で、ズルツァーの実験で銅板と亜鉛板で舌を挟むという実験は、自分の体を用いるので、嫌なら強制しないという姿勢で臨んだのだが、試みなかった生徒は思ったより少なかった。どちらかというと丁寧に取り組んでいるために時間がかかり、ペースが遅くなり、燃料電池の観察の時間が短くなってしまったくらい熱中していた。

(b) 知識・理解

電池を的確に説明できる生徒が予想より少なかったが、レポートを記入する習慣が少なかったことによるようだ。論述する練習を今後積み重ねていくことにより、知識として定着するものと思われる。各実験項目については、知識としてほぼ定着しているようだ。

(c) 発展性

これもレポート作成の練習と関係しているが、単語や用語の列挙の感がする。やはり文章で説明できるようにする努力をさせることが今後必要と思われる。

(d) 技能・表現

この点は今までの本校の生徒より工夫が見られていると思われる。加えて、前期に情報基礎を学んだことにより、要領よくまとめていると思われる。

(e) 総合評価

化学エネルギーから電気エネルギーを作るというテーマについて、電池そのものの理解は、各々の電池について理解できていると思われる。しかし、電池全体としてみた場合、今回学んだことを総合的に判断して述べることは意外に難しいかもしれないが、ほぼ目的は達成していると思われる。やがて、次年度に「化学Ⅰ」、そしてその後の「化学Ⅱ」を学ぶ上でのベースの知識となっていると考えられるので、「SSI」の教材としては妥当なものであったといえる。

(2) 生徒による評価（あるいは感想）

(a) 実験の項目について

最初のズルツァーの実験が今年度も良い印象を持つ生徒が少なかった。理由としては、昨年同様、自分の体を使った実験で、特に口に金属板を入れることに対して不快感があったことと、予想以上にメロディICが反応しなかったことによるようだ。これは他の実験項目、具体的には、備長炭の電池、食塩水の二次電池、水素燃料電池と比べてみると歴然としていた。ただ、ズルツァーの実験については、意外性を訴える生徒も多く、

こんなもので電池ができるという驚きを記している生徒も多かった。特にメロディー I C が鳴るという点が印象づけたようだった。

他の実験については良い印象をもつ生徒が多かったようだ。また、実験全体としてみると、実験して良かったと思う生徒が多かったようだ。短時間に多くの化学の実験を行ったのだが、生徒の多くは実験に満足していることがわかった。

以上のことから、今回の実験項目を利用した燃料電池の理解のプログラムは、妥当なものといえる。ただ、観察するという時間が少なかったという点は反省しなくてはならない。各項目ごとに内容・手順を説明してから実験していたので、説明の仕方を工夫する必要があると思われる。

この内容は次年度の「SSI」の講座として取り入れることも問題ないように思われる。

(b) 電池の理解について

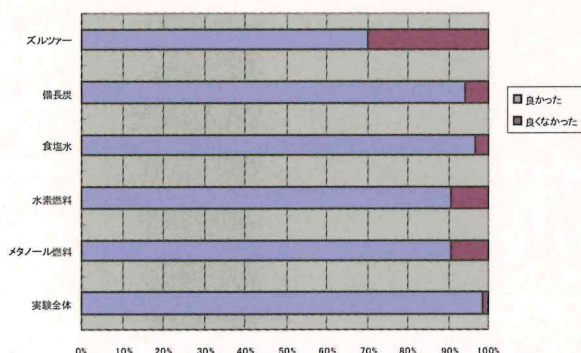
クラス間に差はあるが、70%以上の生徒が電池のについての理解が深まったことがわかった。これは電池全体というより、各電池について説明していったことによるのかも知れない。昨年度は電池を概念的に説明していただけたが、今年度は扱った電池一つ一つに、電極（正極と負極）と電解質の働きについて説明し、電池による違いと移り変わった物質がわかるように工夫した。それにより、歴史的な変遷がわかると共に、現代電池も基本的な原理は同じであることが理解できたものと思われる。

最終的なゴールである水素燃料電池についても、電池そのものを間近に見ることができ、水素が燃焼して電池になる事実を体験できることは、電池に関するニュースや各種の記事を理解する上で大いに役立つことと思われる。この電池の利点は、水素ボンベも利用できるが、水素を希硫酸とマグネシウムで発生させることができる点である。いわゆる中学校で学んだ知識が活かされて良い。

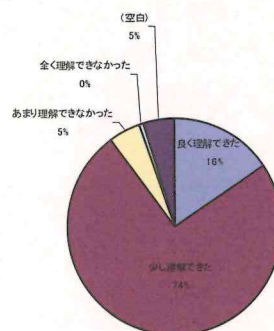
6. 課題

次年度以降の課題として、この電池の基礎講座を一年次の実施を早められないかということが一番の課題である。物理、化学、生物、地学のうち、生物と地学は季節的な問題があり、実施時期が一年の後期でなくてはならない。また、物理分野も理科総合Aの履修の関係で後期に実施することがのぞましいのである。理科総合Aの中でも電池の分野は前期の最後となり、前期での早期の実施は難しいところがある。生徒の理解を得るためには基礎分野の履修が必要とすると、どんなに早くとも9月以降の実施とせざるを得ないことになる。

実験について(全体)



電池について理解が深まりましたか(全体)



◎ アドバンス講座 「次世代電池」

1. 目的

一年生全員を対象にした電池の基礎講義や実験に基づいて、より先端的な最新の電池について、その構造や特徴などを学ぶものとする。

2. 目標

リチウム電池を題材にして、その構造や特徴、利用と将来性について理解する。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成16年10月 8日(金) 16:00~17:30(90分)
- (2) 場所 生化教室
- (3) 参加者 一、二学年希望者 31名、教師 5名、合計 36名
- (4) 内容

(a) はじめに

私たちが最も使いやすいのは電気エネルギーである。電気エネルギーは優れたエネルギーであるが、電線のないところでは持ち運びできる発電機が必要となる。発電機の中で小型なのが電池である。

電池の歴史は古く、二千年ほど前の遺跡で発見されたバクダッド電池が最古といわれている。現在、身の回りには携帯機器に使われているマンガン電池やリチウム電池、自動車の鉛電池など多種多様な電池がある。ごくありふれた電池だが、実は大変な事が起こっている。それが次世代型の電池の出現である。

(b) 次世代電池とは

次世代電池は俗称ハイテク電池とも呼ばれている。ほとんどが二次電池で、従来の電池と比較して圧倒的な性能の高さを持っている。

(c) リチウムイオン電池の原理

電池は、原理的に正極、電解質、負極の3つの要素から成り立っている。正極は陽イオンが集まる電極で、負極は陰イオンが集まる電極である。電解質とは、その中でイオンが移動して正極と負極で起こる反応を仲立ちするもので、一般には液体が用いられる。

リチウム電池は、正極は LiCoO_2 、負極はグラファイトが使われている。電解質は LiClO_4 や LiPF_6 といった塩を有機溶媒に溶かしたものを用いる。最も特徴的なことは、正極と負極の両方とも層状構造をしていて、その隙間にリチウムイオンが出たり入ったりするインターカレーションが充放電を可能にしている。すなわち、充電では正極中のリチウムイオンを電解質中に引き出され、負極中に挿入される。放電では、負極から正極中にリチウムイオンが移動する。

(d) なぜリチウムか

リチウムが用いられる理由には次の2つのことが挙げられる。

①リチウムは全ての金属元素の中で最も軽い

②リチウムを用いると電池の起電力が高くなる

リチウムイオン電池の研究は現在でも非常に盛んで、まだ実用化には至っていないが、4Vや5Vを示す電池も既に発明されている。

(e) リチウムイオン電池の将来

ハイテク電池の花形であるリチウムイオン電池は、現在電子機器の電源として大きな役割を果たしている。携帯電話の電源はほとんどこの電池が使われている。携帯用パソコンやITモバイル端末機の電源はこの電池なくして存立できない。

もうひとつのハイテク電池である燃料電池を用いた電気自動車が未来のクリーンカーとして注目を集めているが、この車をより高性能な車にするためには燃料電池と二次電池を組み合わせることが不可欠といわれている。この二次電池こそがリチウムイオン電池なのである。

(5) 事前学習

事前に参加者全員が基礎講座を受講しているので、電池一般についての原理、そして燃料電池についての基礎知識がある予定であったが、今年度は時間の都合で全員基礎講座を受講せずに臨んだ。

4. 事業の成果（あるいは結果）

現在使われている電池として、リチウム電池が取り上げられ、その原理と利点などがわかりやすく説明された。生徒にとっては少し難しい講義であったかもしれないが、最新の内容が視覚的に理解できたものと思われる。

5. 事業の評価

(1) 教員による評価

高校で教えた内容と大学の先生による講義がうまく接続するようにプログラムを組んだ。昨年は聴講していた一年生に基礎化学の学力が少ないために、理解しにくい部分があった。しかし、今年度は内容を少し平易にし、実物等を取り入れた演示を多くし、参加した生徒からも適当なレベルであったという意見が多かった。このアドバンス講座だけでも十分理解ができるようで、次年度は時期的に早めることも可能であると思われた。

内容として次世代電池を扱うことは、現代社会におけるエネルギー問題を考える上で適切であると判断した。

(2) 生徒による評価

聴講した生徒によると、この講義を聴いたことによる満足度は82%であった。ほとんどの生徒にとって満足いく講義であったことがわかる。また、80%近くの生徒がこの講義により化学に対する興味関心がわいたと答えている点も実施して良かったと思われる。昨年度の64%の満足度から比べても大きく向上した。これはひとえに講師の佐藤先生の講演の内容におけるさまざまな工夫によるものと思われる。

また、8割近い生徒が内容は高校一年生のレベルで十分理解できると答えていて、大学の先生が工夫して教えてくださったことがわかった。また80%の生徒が電池について理解が深まったと答えている。

生徒のノートを見ると、要所要所にメモが記されていて、真剣に講義を受けていたことがわかった。大学の先生による高度な内容の講義であったが、90分間よく集中していたと思われる。

6. 課題

次年度は実施時期を早める予定であるが、生徒の学力を考えると時期の設定が難しい面も多いと思われる。
7月以前に実施するなら、時間をゆっくりかけて内容を理解させる必要がある。あるいはもう一段階下げて生徒の理解を優先させる必要があるかもしれない。

生物講座

◎ 基礎講座 「ATP とグリセリン筋の収縮」

1. 目的

すべての生物は、生命活動の直接のエネルギー源としてATPを利用している。このATPを用いてエネルギーと生物の活動の関係について実験、観察を通して考えさせる。

本講座では、最も身近な生物の活動である筋肉運動に着目し、グリセリン処理で筋組織の膜構造を除去し、アクチンとミオシンの収縮の基本構造のみを残したグリセリン筋を用いて、ATPによる収縮実験を行った。

2. 目標

- (1) グリセリン筋の製法と性質について理解する。
- (2) ATPによりグリセリン筋が収縮することを検証するために適切な対照実験を行うことができる。
- (3) 筋肉の収縮のしくみを理解する。
- (4) 筋収縮におけるエネルギーの供給のしくみを理解する。
- (5) 実験結果に基づき、適切な考察ができ、レポートにまとめることができる。

3. 授業の概要

- (1) 期 日 平成16年10月
- (2) 場 所 新潟南高校生物教室
- (3) 参加者 1学年普通科全員(10クラス)
- (4) 担 当 教諭 伊藤大助、常勤講師 山崎 武
- (4) 講座内容 1回目: グリセリン筋の収縮実験
2回目: レポートの作成及びホタルの発光実験

4. グリセリン筋の収縮実験

(1) 材 料

ホタテガイの貝柱(閉殻筋の有紋筋部・横紋筋)を用いた。実験でよい結果を得るためには材料の鮮度も重要であり、ホタテ貝は生きた新鮮な材料が手に入りやすいので適している。また、ニワトリの胸筋はグリセリン処理の際に割り箸等に固定する必要があるが、ホタテガイの貝柱は固定する必要がないので、今回のように10クラス約400人分のグリセリン筋を事前に準備する上で煩雑な作業が簡素化される利点がある。

(2) グリセリン筋の作製

ホタテ貝柱を筋繊維に沿って適当な大きさ(4~8個)に裂き、これをあらかじめ冷蔵庫に冷やしておいた50%グリセリン溶液に筋肉全体が浸るように入れ、冷凍庫に一夜放置する。翌日に50%溶液を取り替え、実験まで冷凍庫内に保存する。グリセリン筋はこの状態で比較的長期間保存できるので、事前に時間のある時にまとめて作製することが可能である。

(3) 筋収縮の実験法

グリセリン筋を20%グリセリン溶液に入れたビーカーに移して、数分間放置する。さらに、5~10mmくらいの太さに裂いて、リン酸緩衝液を入れたシャーレに移して、10分間くらい放置する。その後、ピンセットや柄付き針を用いて、筋繊維に沿って、太さが1mm以内でできるだけ長く(10~30mmくらいに)なるように裂き、実験材料とする。このようにして作製したグリセリン筋の筋繊維を、ピンセットを用いてシャーレの中から取り出し、スライドガラスの上に置く。筋繊維をまっすぐにして、スライドガラスを方眼紙の上に乗せ、収縮前の筋繊維の長さを測定し、記録する。

次に、筋繊維全体が浸るように2%ATP溶液を滴ビンから1~2滴加え、2分間ほど待ってから、筋繊維の長さを測定し、収縮率を計算する。

収縮率(%) = (収縮前の長さ - 収縮後の長さ) ÷ 収縮前の長さ × 100

(4) 対照実験について

ATP溶液の滴下することによりグリセリン筋の収縮が見られるが、これがATPの作用によるものか検証するために対照実験を行う必要がある。今回、滴下する液については指示をせず、各自に考えさせて各自が適切と思われる液を滴下するように指導した。

- ※参考文献 ・ 遺伝 1999 年 7 月号 53 巻 7 号 76-79、ホタテ貝からのグリセリン筋の作製 中村信雄
 ・ www.noastec.jp/kinouindex/data2000/004.html ホタテ貝柱を利用した教材開発 中村信雄

5. レポートの作成及びホタルの発光実験

(1) レポート作成の意図

最近、実験のプリントはあらかじめ実験方法など多くが書き込まれ、生徒は単に結果やスケッチを書き込み、考察は設問の形式に答えるが多い。しかしながら、実験の内容を理解し、結果を考察し、さらにそれを他者に伝えるための表現力をつけるためには、自からレポートを作成することが必要である。そこで本講座では、レポートの作成に1時限を取り、レポート作成の意義、作成の仕方を説明した上でレポート作成の作業を行わせた。また、考察で下記のレポートの書き方に示したように、筋肉の収縮のしくみと筋収縮とエネルギーの供給については設問としてあげ、調べ、まとめることにより理解を深めさせ、実験結果の考察の参考となることを意図とした。

(2) レポートの作成指導

生徒は以下のプリントを参考にレポートの作成を行った。

レポートの書き方 (抜粋)

- 1 目的
- 2 実験器具及び試薬
※実際に実験で使用した器具、試薬をすべて記入する。
- 3 実験方法
 - ①実験方法を左のように箇条書きにしてわかりやすくまとめる。
 - ②今回は、グリセリン筋の作製は行っていないが、その作製手順も合わせてまとめる。
 - ③なお、表現は簡潔にまとめ、読む人にわかりやすいようにする。
- 4 実験結果
収縮の測定結果、スケッチなどを書く。見やすいように書く書き方は自由だが、見る人が見やすいように書く (評価のポイントになる)。
- 5 考察
 - (1) 筋収縮のしくみ
教科書、資料集、配布プリント、その他参考書などを参考にして、図などを利用して、わかりやすくまとめる。
 - (2) 筋収縮とエネルギーの供給
 - (3) 実験結果について
実験結果をグラフ化するなどして、(1)、(2)でまとめたことも参考にして考察してみよう。なお、筋繊維の太さやATPの滴下量を測定し、収縮率との関係を考察してもよい。その場合、実験方法や実験結果にそれらのことも書き加えるようにする。
- 6 反省及び感想
- 7 参考文献
考察するにあたって参考にしたものを書く (教科書を含む)。

[例] 高等学校生物 I 第一学習社 P 16-17

(4) ホタルの発光実験

グリセリン筋の収縮のほかにエネルギーと生物活動の例として、市販の教材「ホタライト」を利用して生物発光を観察させた。ホタルの発光のしくみと教材の簡単な説明の後、班単位で観察をした。今回の講座がグリセリン筋の収縮とレポート作成を主としており、時間の制約から、観察するにとどめた。

(5) レポート評価の観点

レポートの評価は20点満点で行い、実験結果を適切に考察できるかについて重きを置き、もっとも高い配点とした。実験結果については収縮率の誤差を相殺するために平均を出せるかどうかを評価項目に加えた。

実験操作や考察(1)、(2)については、図などを利用してわかりやすく説明するよう指示した。これは、レポート作成を通して筋収縮に関して、より深く理解させることを意図し、評価項目に加えた。

また、反省・感想についても、単なる感想にとどまらず、客観的に自己分析できるか、あるいは意欲をもって今後につなげていく姿勢があるか見るため下記のような評価基準を設けた。

<レポート評価基準>

- ①提出期限：レポート作成の授業の1週間後。1日遅れるごとに1点減点 (最高5点減点)。
- ②表紙 1点… 必要事項が書いてある。
- ③目的 1点… 実験の目的が適切に書いてある。
- ④実験器具及び試薬 1点… 実験で使用した器具、試薬が書いてある。
- ⑤実験操作 (2点) … 図などを利用してわかりやすく説明している (1点)。
… 箇条書きにまとめてある (1点)。

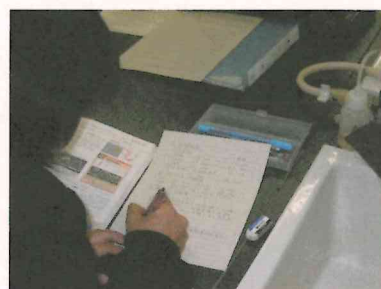
- | | |
|-----------------|---------------------------|
| ⑥実験結果（３点）… | 収縮率の平均値を出している（１点）。 |
| … | 収縮率を出している（１点）。 |
| … | 長さの変化が書いてある（１点）。 |
| ⑦考察（１）（２）（各２点）… | 図などを利用してわかりやすく説明している（１点）。 |
| … | 説明が書いてある（１点）。 |
| ⑧考察（３）（４点）… | 自分で観点をみつけ比較考察している（１点）。 |
| … | グラフなどを利用して考察している（１点）。 |
| … | 対照実験と比較して考察している（１点）。 |
| … | ATP の効果について触れている（１点）。 |
| ⑨反省・感想（３点）… | 今後に向けて発展的な反省をしている（１点）。 |
| … | 実験を客観的に振り返り述べている（１点）。 |
| … | 感想を述べている（１点）。 |
| ⑩参考文献（１点）… | 書籍名、出版社名、頁が記されている。 |

6. 事業の成果

(1) グリセリン筋の収縮実験

生徒へのアンケートの結果、実験内容を理解できた生徒が89%、ATPや筋肉に対する興味関心が高まったとする生徒がそれぞれ76%を占め、一応の成果が得られた。反面、実験操作については、すこし難しかった、とても難しかったとする生徒が全体で76%もあり、グリセリン筋を細かく裂く作業を苦手とする生徒が多かった。

対照実験に関して、滴下する液としてリン酸緩衝液を選ぶことができた生徒は数名にとどまり、ほとんどの生徒が蒸留水を選んで滴下していた。



レポートの作成風景

(2) レポートの作成

- ①実験方法： 簡条書きにまとめるよう指示したが、実験プリントに書いてある実験操作を簡条書きにまとめ直すことができない生徒、きちんと全ての操作を書けない生徒も見られた。
- ②実験結果： 実験結果を一覧できる表のまとめられない生徒も見られた。また、対照実験の結果については、変化がないので書かない生徒も一部見られた。
- ③実験結果の考察： 基本的に実験結果を考察することの意味がわからない生徒が多く、実験結果のみを記している生徒、実験結果とは関係のないことを書いている生徒が目立った。
- ④総括： レポートの評価は、上記評価規準に基づき評価した結果、平均11.9点であり、アンケートでも作成について、ちょっと難しかった、とても難しかったと答えた生徒が全体の84%おり、最近の生徒が表現すること、分析することを苦手とする傾向がよく表れた結果となった。しかしながら、レポートの作成が今後、役に立つかとの問いに、役に立つと答えた生徒が76%を占め、また、感想でレポートを作成することにより理解が深まったと述べている生徒もいることから、レポート作成を難しいと感じながらも、レポート作成の意義、必要性についてはレポートの作成を通じて理解されたといえる。

(3) ホタルの発光実験

今回は、発光現象を観察するだけであったが、視覚的効果は大きく、生徒にも強い印象が残ったようで、アンケートでも93%の生徒がもっとくわしく実験をやりたいと答えていた。

7. 今後の課題

- (1) 今回、グリセリン筋を事前に準備したが、グリセリン筋の作製、ホタテ貝の解剖をやりたいという生徒が70%もいた。また、実験中に生きたホタテガイの貝を開いて、班単位で説明したが、ほとんどの生徒が興味を示した。グリセリン筋の作製段階から生徒に行わせることは、実験への興味関心を喚起し、理解を深める上でも有効である。また、生きたホタテガイの解剖をすることにより、直接、生き物に触れる機会になり、観察等を合わせて行うことで生物への興味関心を高めることもできる。もう1時限、生物の基礎講座に費やすことができれば、1回目：ホタテ貝の解剖、グリセリン筋の作製、2回目：グリセリン筋の収縮実験、3回目：レポートの作成という形

で行うことにより今年度以上の成果が期待される。

- (2) 対照実験に関して、今回ほとんどの生徒が本来、リン酸緩衝液を選ぶべきところ、蒸留水を選んでいた。対照実験について理解していない生徒が多かった。対照実験の概念は、研究をする上で基本的な概念であり、1年次の段階でしっかりと理解させるために早急に対応する必要がある。来年度は、事前にもっとしっかりと説明する、実験、レポート作成での指導を工夫するなど対応していきたい。

- (3) 同様に、対照実験の意味を理解していないので、対照実験の結果と比較した考察ができていない生徒が多かった。結果を分析する能力は2年次のSSⅡに向けて身につけていく必要がある。今年度はレポートの提出後の指導ができなかったが、レポートの平均点でも示されているよう不十分なレポートも多かったため、来年度は、ただ評価するのみだけでなく、事後指導の充実を図り、生徒に科学的にものごとを考えていく上で基本的な概念をしっかりと身につけるようにしていきたい。



◎ アドバンス講座 「生物エネルギーとアデノシン三リン酸 (ATP)」

1. 目的

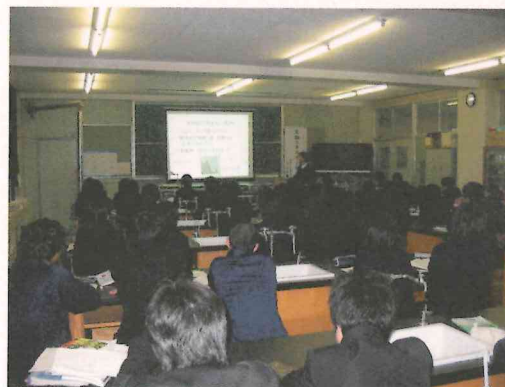
基礎講座の生物分野ではグリセリン筋の収縮実験やホタルの発光の観察を行った。この実験を通して筋収縮にはATPが必要であることを学んだ。そこで、生物の生命活動に利用されるエネルギーとATPの関連についてさらに理解を深めるためこのアドバンス講座を実施した。

2. 目標

生物の「エネルギーの通貨」と呼ばれるATPは筋収縮だけでなく、呼吸や光合成などの代謝全般に関与している。しかし、その反応は穏やかで、エネルギーの存在を感覚的に捉えにくい。そこで、基礎講座ではグリセリン筋の収縮やホタルの発光を確認し、視覚的にエネルギーの存在を認識した後に、生物エネルギーやATPの本質的な概念が学習できるように講座を構成した。

3. 事業の概要

- (1) 期 日 平成16年11月16日(水)
- (2) 参加者 1学年48名
- (3) 講 師 新潟大学農学部応用生物学科
教授 大山卓爾
- (4) 内 容 (エネルギー講座テキスト参照)
 - ① 生物における「エネルギーの通貨」ATP
 - ② ATP
 - ③ ATPはどのようにして作られるか?
 - ④ ミトコンドリアによるATPの生産
 - ⑤ 葉緑体によるATPと糖の生産



4. 事業の評価

講義内容で最も印象に残ったことでATPを挙げた生徒が36%でもっとも高く、SSⅠ基礎講座生物分野で実験での興味関心の高まりが影響していると考えられる。また、受講後のアンケートの結果から、受講してよかったとする生徒が83%を占め、75%の生徒がATPの興味、関心が高まったと回答しており一応の成果が認められた。また、生物のアドバンス講座の回数について、「やらなくてよい」と答えた生徒がいないことから実施の意義があったといえる。実施の回数については1回でいいと答えた生徒が57%なのに対し、もっと回数を増やして欲しいと回答した生徒も43%おり、受講して、生物への興味関心の高まりがうかがえる。

講座の内容に関しては、あまり理解できないとした生徒が60%、全く理解できなかったとした生徒が6%いた。これは今回、内容が多岐にわたり時間の制約上から展開もやや早かったため、部分、部分で理解できない箇所があり、それをさしての回答と思われる。あまり理解できなかったとした生徒の割合が多かったのに対し、全体としてよかったとする生徒が多かったのもそのためだと考えられる。

5. 今後の課題

基礎講座と連動して、生徒の興味、関心を高め、理解を深めさせることに一応の成果が得られた。来年度は、生徒が理解できなかった部分については大学の先生と相談し、さらなる成果が得られるよう検討していきたい。

地学講座

◎ 基礎講座 「太陽について」

1. 目的

身近な恒星である太陽について、そのエネルギー発生のかみと太陽の表面で起きている様々な現象について理解させるとともに、後日実施されるアドバンス地学「宇宙の階層構造について」を受講する際の基礎知識を身につけさせることを目的とする。

2. 目標

太陽の中心で起きている水素の核融合反応について理解させ、これにより生じるエネルギーにより太陽の表面では様々な活発な活動が起きていることを理解させることが目標である。なお、太陽については現在でもわからないことが意外に多いのでその点に配慮する。また、理解を深めるために大型写真やビデオなど各種視聴覚教材を用いながら理解させる。

3. 事業の概要

(1) 期日 平成 16 年 7 月～10 月

(2) 場所 本校生物化学教室

(3) 対象 1 学年普通科 10 クラス

(4) 視聴覚教材の作成

太陽について感覚的に理解させるためには、まず、多くの映像を見せることが重要であると考え、何種類かの視聴覚教材を作成した。

①太陽の撮影

昨年度、本校から撮影した太陽像を見せられなかったという反省に基づき、今年度は $H\alpha$ フィルター付き望遠鏡を購入し太陽を撮影した。用いた $H\alpha$ フィルターは「コロナドソーラーマックス 60/BF30」(コロナド社製)である。また、望遠鏡はタカハシのFS78で太陽を自動追尾する赤道義「EM10」が取り付けであるが完全に追尾できないため、コントロールボタンを押しながら太陽を逃さないようにする。また、望遠鏡にはCCDカラービデオカメラC004-3M(ビクセン)、さらにCCDアダプターF($\times 0.5\sim 1.5$ ズームレンズ)をとりつけディスプレイ上での太陽の大きさを調整できるようにした。映像はケーブル又は電波でプラズマディスプレイに送り、必要に応じてHDDレコーダーに録画した。

CCDカラービデオカメラの絞りは、絞り方によって太陽の外縁のプロミネンスがくっきり映ったり、内側のダークフィラメントが見えたりして、どちらもくっきり映ることはない。これはカメラの特性によるものである。授業中に絞りを変えるのは難しいので、どちらもそこそこ見えるように調整した。

7月末に望遠鏡が届いたが調整に時間がかかり、撮影および録画を始めたのは9月中旬からだった。



映像ケーブル

コントロールケーブル



②映像収集

(a)本校の望遠鏡

図1、図3が本校の $H\alpha$ フィルター付き望遠鏡で撮影した映像である。ダークフィラメント、プラージュ、プロミネンス、黒点などはっきり見えた。

(b)インターネット

インターネットでは太陽に関する情報は非常に多いが、ビッグベア天文台のホームページでは日々のとても鮮明な $H\alpha$ 線像を載せているので、ここから映像を入手した。図2は図1とほぼ同じ日に撮影された映像である。



図1. 本校でとらえた映像
2004年9月14日
南北がほぼ逆になっている。
図2と比較すると正確な南北
がわかる。右上の小さな突起
は噴出型プロミネンスである。

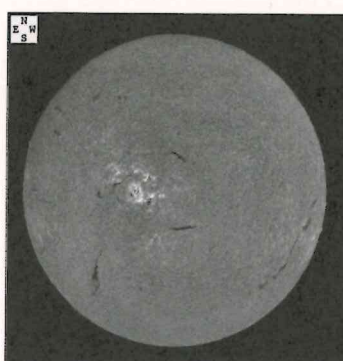


図2. ビッグベア天文台の映像
2004年9月13日
モノクロ映像ということも
ありコントラストがたいへ
ん綺麗である。

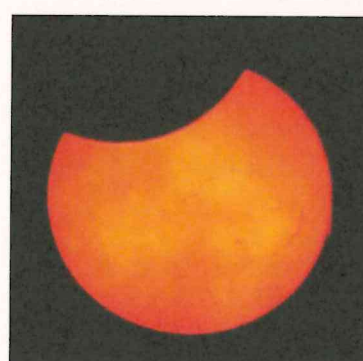
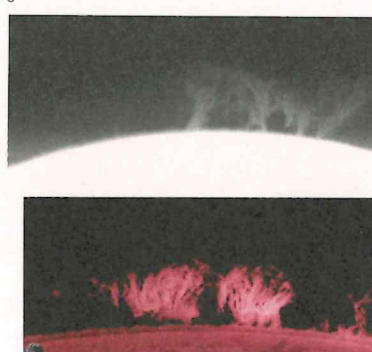


図3. 本校でとらえた映像
2004年10月14日
部分日食…天候があまりよくな
かったので太陽に雲がかかって
いるが、プロミネンスやダークフィ
ラメントははっきりと観測された。

(c) 天文台の大型望遠鏡でとらえた像

本校の望遠鏡ではとらえることができない解像度の高い映像で、インターネットにも載っていない珍しく綺麗な映像を、天文台よりデジタルデータとして多量に譲っていただいた。下の写真は京都の花山天文台より提供していただいたものの一部である。



(d) 書籍

出版社から許可をいただき、書籍にある写真を利用した。用いた書籍は以下の通りである。

『写真集 太陽 身近な恒星の最新像』柴田一成・大山真満著
『太陽 その素顔と地球環境との関わり』ケネス・R・ラング著

(e) 市販のDVDやTV番組の映像

望遠鏡の生の映像もいいが、市販のDVDやTV番組は見やすく編集されていたり、望遠鏡では見ることができない内部の様子をCGを用いながらわかりやすく解説しているので、昨年に引き続き今年度も利用した。用いた番組名と主なシーンは以下の通りで、昨年度とほぼ同じ内容である。

『NHK高校講座 教育セミナー 地学』より

『NHK宇宙デジタル図鑑』



プロミネンス



フレア



コロナ

③視聴覚教材の作成

(a)大型写真の作成

上記②で入手した映像は、大型カラーインクジェットプリンター（A1）でプリントアウトした。プリントアウトした写真は廊下に掲示（右図）したり、授業で見せるために大型のパネルに貼った。廊下に掲示した写真については特にPRは行わず、見たい生徒が見ればよいと考えた。写真は、授業を行った8月～10月の3か月間掲示した。



[主な写真]

- ・日食時に撮影されたコロナ
- ・彩層（彩層上部と下部の2枚）
- ・南高校から見た太陽（本校で撮影したH α のカラー写真）
- ・いろいろな電磁波で見た太陽
(X線～電波で見た太陽を電磁波のエネルギーの高い順番に並べたもの)
- ・プロミネンスの立体映像

(b)DVDの作成

上記②の(a)や(e)、HDDレコーダーで編集し必要に応じてDVD-Rを作成して、いつでも見るようにした。

(5) 講座（授業）

以下の内容を中心に講座を行った。2時間目では、生徒の理解を深めるために視聴覚教材を多く用いた。

○1時間目（7月下旬）

- ・電磁波の性質、種類について
- ・原子とイオンの性質について
- ・原子の温度と原子から発生する電磁波について
- ・絶対温度について

○2時間目（10月上旬）…ライブ映像を映しながら行った

- ・太陽の質量・大きさについて
- ・太陽の構成元素について
- ・水素の核融合反応について…DVD映像
- ・太陽の構造について…DVD映像
- ・太陽大気について…DVD映像
- ・太陽の観測…望遠鏡のライブ映像（天候不順の場合は録画映像）
- ・大型写真（A1）の解説（プロミネンス、黒点、コロナなど）
- ・授業後、ノートを提出させる。



○3時間目（10月中旬）

- ・核融合反応や太陽について興味関心を持ったことについてまとめ、提出する。

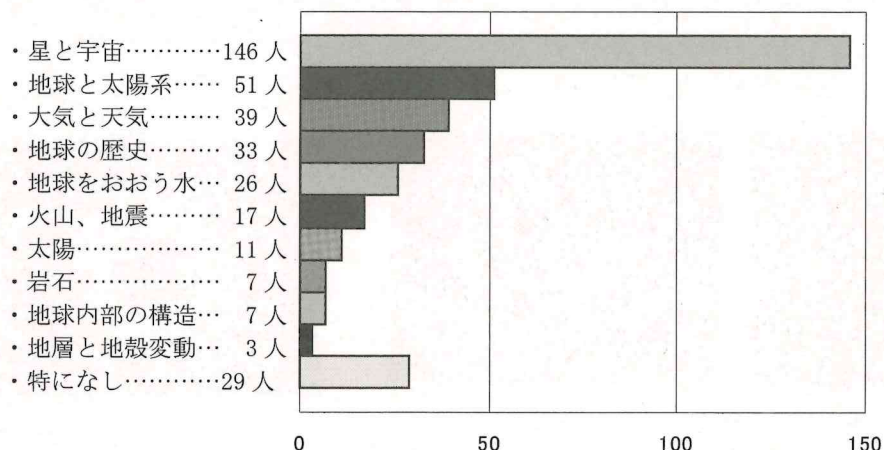
4. 事業の評価

(1) 生徒の評価（あるいはアンケートの結果）

この講座に対する評価を行うために、講座前と講座後にアンケート調査を実施した。

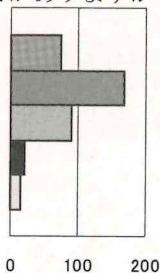
(a)講座前アンケート（7月下旬）

質問1. 地学分野で最も興味があるものを1つ選んでください。



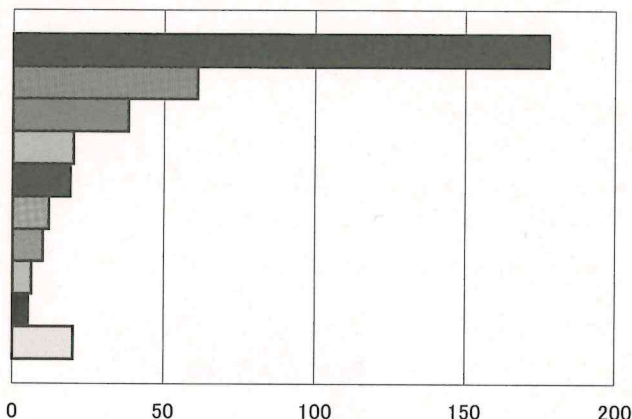
質問2. 太陽について興味関心がありますか？

- ・ある…………… 74 人
- ・少しある……………167 人
- ・どちらでもない… 90 人
- ・あまり無い………… 22 人
- ・無い…………… 16 人



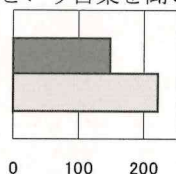
質問3. 次の中で最も興味・関心があるものを1つ選んでください。

- ・オーロラ……………178 人
- ・太陽の寿命………… 61 人
- ・皆既日食…………… 38 人
- ・太陽の構造………… 20 人
- ・太陽が輝くしくみ… 19 人
- ・太陽エネルギー…… 12 人
- ・プロミネンス……… 10 人
- ・フレア…………… 6 人
- ・黒点…………… 5 人
- ・特になし……………20 人



質問4. 核融合反応という言葉を知ったことがありますか？

- ・ある…148 人
- ・無い…221 人



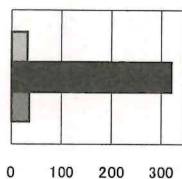
質問5. 太陽について興味・関心のあることや疑問などありましたら、書いてください。

太陽の誕生(21)、太陽のエネルギー発生のか、太陽が輝くしくみ(17)、太陽の寿命(9)、太陽風が地球などに及ぼす影響について(5)、太陽は爆発するか(4)、太陽の構造(2)、ニュートリノ(2)、日食(2)、太陽の中心温度の求め方、黒点、太陽の構造がなぜわかるのか、太陽は公転していないのか、太陽が自転するしくみ、太陽の温度、太陽のエネルギーの伝わり方、太陽と恒星の大きさについて、太陽の直径の計測方法、なぜ大きいのか、太陽の光はどこまで届くか、太陽だけでなく宇宙全体の大きさや作りを知りたい、惑星は何で太陽の回りを同心円上に回るのか、人工的に太陽はつくれるのか、太陽より熱を発する星は存在するのか、太陽の中でも溶けない物質はあるのか

(b) 講座後アンケート (10月上旬)

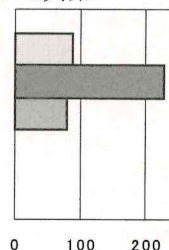
質問1. 講座の難易度はどうでしたか？

- ①やさしかった………… 34人
- ②ちょうどよかった…322人
- ③難しかった…………… 35人



質問2. 講座を受けて、太陽について興味・関心が高まりましたか？

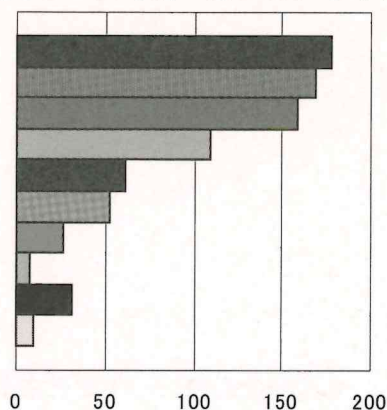
- ①高まった…………… 88人
- ②少し高まった…225人
- ③変わらない………… 79人
- ④そう思わない…2人



質問3. 講座を受けて、太陽のどの様なところに興味・関心を持つようになりましたか？

(複数回答可。3つ以内)

- ①太陽の構造……………178人
- ②太陽のエネルギー源…169人
- ③プロミネンス……………159人
- ④太陽の構成元素……………109人
- ⑤コロナ……………61人
- ⑥黒点……………53人
- ⑦彩層……………27人
- ⑧粒状斑……………8人
- ⑨その他 () ……31人
- ⑩特になし……………10人

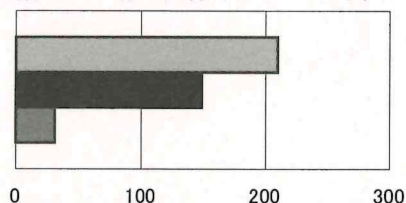


⑨の () 内の具体的内容

太陽の一生 (13人)、日食 (5人)、太陽から放出されるエネルギー (4人)、核融合反応 (3人)、太陽の光が地球に届くまでの時間 (3人)、太陽の大きさ (2人)、フレア (2人)、白色矮星 (1人)、白斑 (1人)

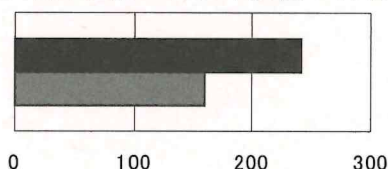
質問4. 新潟南高校から撮影した太陽のH α 線の映像はよかったですか？

- ①よかった……………210人
- ②どちらともいえない…149人
- ③それほどでもない……31人



質問5. 1階生物化学教室の廊下に貼ってあった太陽の写真を見ましたか？

- ①見た……………241人
- ②見なかった…159人



(1) ①に○をつけた人だけに聞きます。
写真についてどう思いましたか？

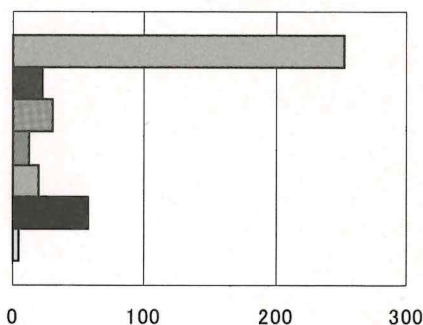
- ①かなり興味があつた 22人
- ②少し興味があつた…170人
- ③特に思わなかった…49人

(2) (1)で①、②に○をつけた人だけに聞きます。
どの写真が最も印象的でしたか？

- ①コロナ……………68人
- ②南高校から見た太陽……………48人
- ③いろいろな電磁波で見た太陽…44人
- ④彩層……………32人

質問6. S S I 地学講座についてどう思いますか？

- ①来年も続けて欲しい……………252人
- ②今回限りでいい……………22人
- ③様々な科学分野の講座をして欲しい (分野:) ……30人
- ④文系分野の講座をして欲しい (分野:) ……12人
- ⑤情報の時間の方がいい……………19人
- ⑥特に意見がない……………58人
- ⑦その他 () ……5人



③の () 内の具体的要望…化学 (6人)、星や宇宙 (2人)、物理 (2人)、生物 (2人)、音、電波、電気、波、地層、地震、化石

④ " ……口語的で実用的な英語や実用的な敬語 (日本語)、古典、経済情報、教育、日本史 (世界史) をもっと掘り下げたもの、歴史

⑦ " ……希望制でよい、もう少し詳しく、文系分野にも地学講座を取り入れて欲しい、

太陽ではなくて他の惑星を、ブラックホールについて、
宇宙や星についての講座をして欲しい

(2) 教師の評価

以上のアンケート結果と授業実践をしたときの生徒の様子、講座後に集めた生徒の講義ノートやレポートから、次の点について評価する。

(a) 講座の内容について

今年度はH α フィルター付き望遠鏡を購入したこともあり、今年度の講座の内容は昨年度に比べ、水素の核融合反応や太陽風に関する内容を大幅に簡略化し、更にオーロラ・彗星・太陽の寿命についての話を省いて、その分太陽大気についての内容を多くした。しかし、講座前アンケート質問3・5や講義後に集めたレポートからも、生徒はオーロラや太陽の寿命、さらにニュートリノについて興味・関心が高かった。H α フィルター付き望遠鏡を入れたのだから太陽大気に時間をとりたいところであるが、生徒の興味・関心も大事なので来年度はこれらの内容も取り入れるようにしたいと思う。

(b) 講座の難易度について

講座後アンケート質問1より、講座の難易度はちょうどよかったとする回答が多かった。昨年度のアンケートではこの項目が無かったので単純に比較できないが、内容面で昨年度は核融合反応をかなり詳しく説明したが、今年度は陽電子やニュートリノなど細かい話を省略し内容を易しくしたので、難易度はちょうどよかったとする回答が多かったのでは無いかと思う。

(c) 視聴覚教材について

① ライブ映像

授業中に「ディスプレイ上の映像は、今現在の太陽の映像なんだよ。」と説明すると、生徒から「すごい」などと声が上がった。また、事後アンケート質問4でもH α 線の映像について半数以上の生徒が「よかった」と答えている。やはり、ライブ映像を見せたのはよかったと思った。一方で、「どちらともいえない」という回答が約150人もいた。これは、当初、ライブ映像を見ながら授業をする予定であったが、いつもの年とは違う天候だったため、10クラス中7クラスは録画映像を見せることができなかったので実感がわかなかったのだと思う。また、カラーCCDビデオカメラのディスプレイ上の映像が今ひとつ鮮明さに欠けたことも原因ではないかと思う。

② CCDカラービデオカメラ

H α フィルター付き望遠鏡の映像を直に観察するとわかると思うが、初めて望遠鏡をのぞいたときは暗闇の中にあやしく真っ赤な美しい宝石が輝いているように見えた。その映像、またはそれに近い映像が大型ディスプレイ（デジタルハイビジョン対応）に映されるものと期待していたが、目で見たものに比べ色あせて輝きを失った映像しか映らなかった。

H α 線は赤の単色光(656.3nm)なので、カラービデオカメラに内蔵されている赤外線カットフィルターにより光が弱められるため、モノクロCCDビデオカメラに比べてコントラストが弱いようだ。CCDビデオカメラをカラーにするかモノクロにするか業者など様々なところから情報を集めた。ある業者の方の話では「ただ赤い物体がボーと光るだけ」との話もあったが、結局買ってみないとわからないとのことなので、生徒に白黒の太陽を見せるよりカラーの赤い太陽を見せた方が実感が湧くのではないかと思い、カラーCCDビデオカメラを選んだ。モノクロCCDビデオカメラとの違いはわからないが、ダークフィラメントやブラージュ、黒点は一応観測できた。ちなみに、インターネットなどに見られるような鮮明なH α のカラー写真は白黒で撮影した写真を赤く加工しているようだ。

③ 大型写真

(ア) 写真の廊下の掲示

事後アンケートの質問5、5の(1)より、事前にPRしなかった割に多くの生徒が見て、興味・関心を示していたようである。特に、廊下に貼った太陽の大型写真を見て「かなり興味を持った」という生徒が23人いたということはおうれしかった。また、1年生のみならず、2・3年生、さらに、外部の方々もご覧になっていることも多く、比較的評判がよかったので、来年度は更に新しい写真を作成したいと思う。また、質問5の(2)の結果よりコロナに関心を持っていることがわかったので、講座でもコロナの取り扱いは工夫したいと思う。

(イ) 大型パネル写真

授業で用いた大型パネル写真は、比較的好評だった。特に生徒からアンケートはとらなかったが、パネル写真を見せたときの生徒の反応は良好で、来年もさらに興味・関心をひきそうなパネルを製作したいと思う。

④ DVD

これについては特にアンケートはとらなかったが、昨年度同様、ビデオを再生しているときの生徒の反応は良好で、関心が高かったようである。

(d) 生徒の興味・関心について

① アンケート結果より

講座前アンケート質問1より、大部分の生徒は地学分野の中では宇宙について最も興味・関心を抱いているものの、質問2より太陽については底々興味を抱いていることがわかった。講座後アンケート質問2・3から、「太

陽について興味・関心が高まった」また「少し高まった」との回答が約80%と昨年度とほぼ同様で、この講義により多くの生徒が太陽について多岐にわたって興味・関心を持つようになったことがわかった。また、来年も継続して欲しいとの声も多く、講座に対して好意的に考えている生徒が多いことがわかった。しかし、昨年度より視聴覚教材をそろえたのだから、もう少し興味・関心を高めることを期待していたが、昨年度の結果を上まわることができなかった。映像そのものはインパクトがあったと思うが、授業そのものの内容を見直したいと思う。

②講座中の生徒の様子より

講座中に太陽のちょっとした説明やDVDを再生したときに流れる音声のメモをとる生徒が多数見られた。また、各種映像には食い入るようにして見る生徒が多く見られた。このことから、興味・関心を抱く生徒が多かったと思う。

(e) 生徒の知識・理解

講座前アンケート質問4より、大多数の生徒が核融合という言葉を知らなかったが、講座後に集めた授業ノートやレポートの内容から、核融合についてのみならず太陽全般について理解が深まったことがわかった。

(f) 生徒の応用性・発展性・表現力について

レポートの内容から、太陽は有限のエネルギー源であることに気づき太陽の寿命ということを考えるようになったりするなど、多くの生徒が太陽について様々な疑問を持つようになった。このことは、太陽に関して発展的な思考力が備わったと考えている。一方で、うまく自分の考えをまとめることができずに、ただ、知識を箇条書きにしてレポートを提出した生徒も見られた。

5. 課題・その他

今年度の事業が終わり、来年度に向けて次の5項目について検討したいと思う。

(1) テキストの改訂

H α フィルター付き望遠鏡を導入したことにより、授業の展開が昨年とだいぶ変わった。すなわち、彩層など太陽大気の話が多くなったので、テキストの内容もこれに合うように改訂したいと思う。

(2) ディスプレイ映像の向上

望遠鏡を直に覗いたときのような綺麗な太陽像に近い映像を見ることができれば、多くの生徒が興味関心を抱くと思う。来年度は、もう少し綺麗な映像がディスプレイに映るよう工夫したい。

(3) 実施時期を春にする

今年度は、望遠鏡が7月にならないと納品されなかったもので、秋晴れの日をねらって講座をセッティングしたが、天候が不順で晴れた日が非常に少なかったため、ほとんどのクラスは録画映像でしか見ることができなかった。来年度は、台風の来ない春に実施したい。

(4) 講座内容について

4で述べたように、生徒の興味・関心が高い太陽風や太陽の寿命についてもふれたいと思う。

(5) 1学年全員やるより選択制にした方が実態に合っているのではないか

昨年度からSSI講座を1年生全員を対象に行っているが、時数の関係でどうしても内容が浅くなってしまう。内容が浅ければ、理解や興味関心が高まらない。選択制にして希望者を対象にすれば、内容面で深い部分まで授業でふれることができ、そちらの方が生徒にとってもいいのではないかと思う。

今年度は使い慣れていない器材を多く用いましたので準備にかなりの時間を要してしまいました。また、太陽について勉強すればするほどわからないことが次から次に出てきましたが、大学の先生をはじめ天文台の方々いろいろなことを教えていただいたり、本校の職員の方々にもいろいろ手助けして頂きました。本当にありがとうございました。

◎ アドバンス講座 「宇宙の階層構造について」

1. 目的

大学より講師を招き、宇宙にある惑星、銀河、銀河団など様々な天体とそのスケールについて理解させること、および現在の観測技術について知るとともに様々な観測を行うことの意義について理解させることを目的とする。

2. 目標

宇宙にあるすべての物質は、原子などのミクロな世界から銀河団などの大きさのレベルまで階層構造をとっていることを理解させるとともに、種々の階層のスケールについて、どんどんズームアウトしながら宇宙の構造を見ることができるソフトを使って、大雑把ながら感覚的に理解させる。また、種々の電磁波をはじめとする多様な観測装置の

存在を教えるとともに、様々な観測を行うことによって多様な情報を得ることができ天体についての理解が進むことを理解させる。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成 16 年 10 月 20 日 16:00～17:30
- (2) 場所 新潟南高等学校 生物化学教室
- (3) 対象 1 学年の希望者 45 人
- (4) 演題：「宇宙の種々の天体とその観測」
講師：新潟大学理学部物理学学科助教授 西亮一先生
- (5) 主な内容

以下の内容について、様々な写真・図などを大型液晶プロジェクターに映しながら講義する。また、宇宙の階層について、どんどんズームアウトしながら見ることのできるコンピューターソフトを用いて、そのスケールを実感させる。

- ①宇宙の階層構造
- ②太陽系
- ③銀河系
- ④星形成
- ⑤銀河団
- ⑥様々な観測装置

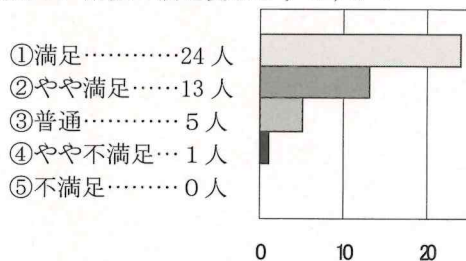


4. 事業の評価

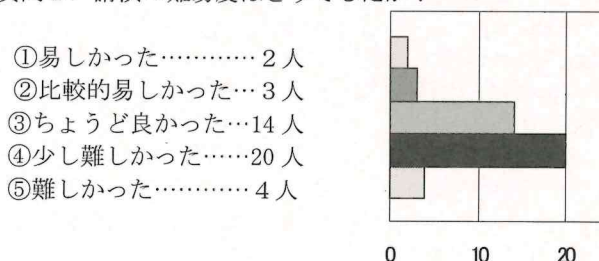
(1) 生徒の評価(アンケートの結果)

この講座に対する生徒の意識を評価するために、講座修了後、生徒にアンケート調査を実施した。

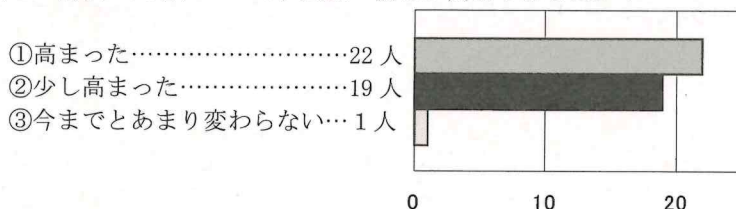
質問 1. 講演の満足度はどうですか？



質問 2. 講演の難易度はどうでしたか？



質問 3. 講演の内容について、興味・関心が高まりましたか？



質問 4. どのような点で興味・関心が高まりましたか。

〔回答〕いろいろ銀河や星団(11 人)、宇宙がとても大きく地球は小さいこと(11 人)、宇宙の階層構造(6 人)、宇宙の最新の観測方法(4 人)、太陽や他の恒星の一生(4 人)、小柴さんのニュートリノの話(3 人)、惑星大気のスpekトルの観測と生命の存在(3 人)、太陽系の惑星(3 人)、太陽系の外について(2 人)、地球のような惑星の存在、宇宙がまだ分からないことだらけな点、重力波、赤色巨星の大きさに驚いた、太陽系、来年の衛星打ち上げ、今までに聞いたことがない話、色々な電磁波、パソコンを使ってだんだん 視野を広げていくやつがとてもおもしろかった。ベテルギウス星とかがものすごく大きくてびっくりした。 またそのおかげで星の間の距離がとても遠いことが分かった。

質問 5. 今後、先生に講演していただくとしたら、どの様な内容を取り扱って欲しいですか？

〔回答〕ブラックホール、ホワイトホール(6 人)、写真をたくさん見たい(3 人)、ズームアップしていくやつはすごいおもしろかった(3 人)、電磁波や動力波(3 人)、地球外生命体(2 人)、超新星爆発(2 人)、太陽について(2 人)、太陽が寿命とその影響(2 人)、惑星について(2 人)、星の寿命、一生(2 人)、太陽系外の地球の様な惑星の存在(2 人)、最先端の研究(2)、日本での宇宙開発(2 人)、ビックバン、様々な星団や銀河など、宇宙のこれからについて、ニュートリノ、宇宙の全体について、流れ星、太陽系の歴史、地球、惑星、最新の望遠鏡、身近な観測できる星や自分達でできる観測方法など

質問6. 感想など何でも書いて下さい。

[回答]・部活が忙しいけど、休んで講演を聞いたかいがありました。天文学や地学はすごい興味があったのでとてもおもしろかったです。普段見れないような映像や最新の情報、宇宙のすごさが分かりました。宇宙って言葉に表せないほど感動してしまうし、自分の小ささにビックリでした。

- ・とっても分かりやすかった。今まで授業や中学でやったのよりもたくさんのことが分かった。星、銀河などにも様々な名前や性質があったんだなと思いました。詳しいけれど西先生が分かりやすく説明してくださったので、とてもわかりやすかったです。あと、とにかくいろいろな写真の資料がたくさん見れてよかったです。また望遠鏡の構造も良く分かりました。
- ・地球はいかに小さいかを知った。科学は進歩しているんだなあと感じた。宇宙のことについていろいろなことを知れたのでよかった。また、宇宙のことについていろいろと調べてみたいと思った。
- ・前から宇宙はどうなっているの?と興味があり、今日のアドバンス講座を聞いて、ますます興味をもった。ニュートリノをもっと詳しく知りたい。
- ・質問した時、詳しく説明していただいて、ずっと分からなかったことが分かったのでとてもよかった。
- ・今までの知識よりもより深く知ることができてよかったです。やはり最先端のことにとっても興味を持ちました。入門書を読みたいと思いました。
- ・もともと天文に興味があって、多くを学ぶことができてよかった。など、好意的な回答がほとんどだった。

(2) 教員による評価

(a) 全体について

質問1からこの講義の満足度はたいへん高いことがわかった。質問4～6からも、この講座に対して好評だとする回答が多かったし、ふだん目にすることができない写真や様々な図表をはじめ、面白くわかりやすい教材をお持ち頂き、生徒にとってたいへん勉強になり有意義な講座であったと思われる。

(b) 興味・関心について

質問3より、この講座を受けることによって生徒の宇宙への興味・関心が高まったことがわかった。昨年同様、講義終了後は意欲的に質問していた生徒の姿が見られた。また、質問4～6からも宇宙の様々なことに関して生徒が刺激され、興味・関心が高まったことがわかる。

(c) 難易度について

内容の性格上、また、講義する時間が90分と短いこともありどうしても専門的な用語を使わざるを得ないので、質問2で講義内容が少し難しかったとする回答が若干あったものの、昨年度に比べてかなり少なくなった。講師の先生が新しい教材を用いて頂くなど工夫された結果だと思う。

5. 課題

次年度も、講師の先生を招いてこの講座を継続したい。そのために、講師の先生と連絡を密にしながら進めていきたいと思う。

情報基礎

1. 目的

SSI来年以降のSSIIに続く基礎的な講座である。生徒の興味関心を育て、二年以降のSSHクラスに進む生徒の育成を大きな目的としている。この授業の単位は「情報C」の時間をあてて行っている。情報分野の正しい知識の育成と、情報化社会に主体的に対応できる生徒の育成は、SSHにかかわらず、すべての生徒に必要なものである。

一年生に設定されていた「情報C」では特に社会性(モラル)を育成することを重点においている。これは、先端的な科学者はもちろん、全ての情報化社会に生きる人に必要な素養である。このため、SSIの情報分野では知的所有権やネットワーク社会の問題点を特に取り上げ、きちんとした知識を身につけることを第一の目的とする。

また、自ら主体的に情報発信できる姿勢の育成は、来年以降のSSHクラスに進む生徒にとっても、文系・理系に進む生徒にとっても大切である。このため、情報機器を活用した様々な表現が行える生徒の育成を第二の目的とする。

2. 目標

(1) 情報化社会の一員として、必要なモラルの育成

- ・情報化社会における情報の信頼性について考え判断することができる

- ・知的所有権について正しい理解をし、遵守できる
 - ・ネットワークの危険性を認識し、様々なトラブルから自分を守ることができる
 - ・情報化社会によって生じた新たな問題を考え、弱者にとって配慮ができる
- (2) 情報機器の活用により、主体的に情報発信が出来る
- ・インターネットを用いて情報の収集ができる
 - ・情報機器（デジカメ等）を利用し、必要な情報を得ることが出来る
 - ・情報をデジタル化し、必要に応じて加工し、利用できる
 - ・自らが情報発信するための道具として、複合的に情報機器を扱うことができる

3. 授業の概要

- (1) 授業名 S S I（基礎講座が変則的に授業に入る）
 (2) 場 所 新潟南高校情報教室
 (3) 対象者 1 学年普通科全員（10 クラス）
 (4) 内容

1) 情報化社会と問題点

（使用教科書「情報C」数研出版）

ここでは、主に情報と社会に重点を置き、授業を行う。正しい知識を身につけるため、教科書、プリントを中心としながら、各時間に調べ学習や実習、協議などを通して、自分の考えを発表する姿勢の育成も図る。

①情報収集・発信における社会的責任

情報の信頼性

知的財産権と著作権

プログラムの保護

情報の公開と個人情報の保護

②情報化が社会に及ぼす影響

情報化が社会に及ぼす影響

コンピュータ犯罪

コンピュータウィルスやチェーンメール

社会的ストレス・情報格差

2) 情報機器の活用

（使用副教材「よくわかる情報A」FOM 出版）

昨年度及び、今年度最初にアンケートをとった結果、生徒は何らかの形で中学校までにコンピュータを用いたことがあることがわかった。ある程度の基本的な操作は出来るものと判断し、情報機器を活用して表現できる能力を高める内容を中心とした。

なお、操作したことのない生徒の多い、PowerPoint と、Excel は扱う。これは、SSH クラスに進む生徒にとって必須である。課題研究で実験データを解析し、グラフ化するための Excel とそれを元に発表する Power Point は、必ず必要になるからである。

なお、今後も、様々な場面でアプリケーションソフトが操作できるように、副教材として「情報 A」用のテキストを全員に購入させた。

①情報の検索と情報利用のマナー

②デジタルカメラの操作と画像

③ワープロソフトの利用と画像の挿入

④プレゼンテーションソフトの利用とプレゼンテーション実習

⑤表計算ソフトの利用とグラフの作成

⑥HP の作成（予定）

4. 評価の方法

情報の指導要領の目標から下線部の部分が重要であると考え、2. の目標（1）、（2）に対し、以下のように評価を行うこととした。

情報学習指導要領目標

情報及び情報技術を活用するための知識と技能の習得を通して、情報に関する科学的な見方や考え方を養うとともに、社会の中で情報及び情報技術が果たしている役割や影響を理解させ、情報化の進展に主体的に対応できる能力と態度を育てる。

[目標の評価]

（1） 情報化社会の一員としてのモラルの育成

必要な知識について正しく理解されているか、考査と授業でのプリントとで評価を行う。正しい知識や判断能力を評価する。

(2) 情報機器の活用により、主体的に情報発信する

製作したデジタル製作物で評価する。評価の観点はこの通りであり、これらを製作物の内容によって組み合わせて点数化し評価を行う。

- | | |
|-----------|--|
| 1) 関心意欲態度 | 課題に対して自分自身の中で問題を考え、解決に努力をしているか |
| 2) 知識理解 | 講座で知識を適切に収集し、それを的確にまとめているか |
| 3) 発展 | 自分で得た知識を基に、発展的な考えや物事の見方が出来ているか |
| 4) 技能表現 | 情報を統合的にまとめ、著作権などに十分配慮してわかりやすい表現をしているか。 |

5. 授業の評価

(1) 教員による評価

1) 情報化社会の一員として、必要なモラルの育成

考查の平均点は100点法で70点程度であり、ある程度満足できる数値であると考えられる。ただし、高得点の生徒と、非常に得点の低い生徒に別れてしまった。得点の低い生徒に関して、どのような手立てが必要であるか、今後の課題である。

調べ学習などのプリントの提出においても、大きな差が見られた。この講座の趣旨などについてオリエンテーションする方法を考える必要があると思われる。

2) 情報機器の活用により、主体的に情報発信する

製作物を提出させる場合、時間および内容に大きな差が見られる。これは取り組む姿勢（意欲）に大きな差があると考えられる。これも、最初の授業時にきちんとオリエンテーションする必要がある。

非常に熱心な生徒が多く、時間を区切らないとなかなか最後まで終わらないことが多々あった。実習は非常に熱心である印象を持った。ただし、コンピュータに精通している生徒にとっては基礎的な内容が多いため、物足りなかった面もあったようである。非常に早く課題が終了してしまう生徒に対して、どのように発展的な内容を行わせるかが、重要である。

プレゼンテーション実習など、多数の前で発表することはあまり抵抗がない印象を受けた。これは生徒のキャラクターによるところが大きいと感じられた。プレゼンテーション実習については、生徒の評価も高かった。

3) 評価が適正であるか

前期のSSIの平均点は65点程度であり、情報も同じくらいの平均点である。(前期は情報・数学・物理で評価)他教科との比較からも、十分適正な評価であると思われる。

ただ、提出物の多い後期は、レポートなどが苦手な生徒にとっては、大変であったと考えられる。後期の点数はまだ、はっきりと出ていないが、出た時点でもう一度評価する必要がある。

(2) 生徒による評価

1) 4月状況調査

4月当初、一年生の情報に関する状況を調べるためにアンケートを行った。以下はその結果である。

(有効回答数402)

[設問]

[1] コンピュータについて

1. 家にパソコンがある (○の人のみ以下を選択)

- インターネットに接続してある
- 自分で自由に使えるパソコンがある
- 自由にインターネットに接続してもよい
- 自分専用のパソコンを持っている
- 自分用のパソコンのメールアドレスを持っている

2. 小・中学校で授業以外にパソコンを用いたことがある (○の人のみ以下を選択)

何で用いましたか？

(a 授業 b 部活 c 生徒会 d 学校行事 e その他)

[結果]

[1]コンピュータについて												
	1. 家にパソコンがある						2. 小・中学校でパソコンを使ったことがある					
	ある	ある人のみ解答					ある	ある人のみ解答				
問		a	b	c	d	e		a	b	c	d	e
人数	356	298	264	272	44	113	385	359	25	77	77	45
%	88.6	74.1	65.7	67.7	10.9	28.1	95.8	89.3	6.2	19.2	19.2	11.2

[設問]

[2] コンピュータの操作について

1. Word 等ワープロソフトが扱える
2. Excel 等表計算ソフトが扱える
3. Power Point 等プレゼンテーションソフトが扱える
4. Access 等データベースソフトが扱える
5. コンピュータでメールをやり取りできる
6. HPを作ることができる
7. グラフィックソフトで絵が描ける
8. 自分でプログラムが組める
9. 携帯電話でメールやネットができる

[結果]

[2]コンピュータの操作について									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
人数	183	70	53	11	161	81	75	1	352
%	45.5	17.4	13.2	2.7	40.0	20.1	18.7	0.2	87.6

アンケートの結果より、以下のような状態がうかがえる。

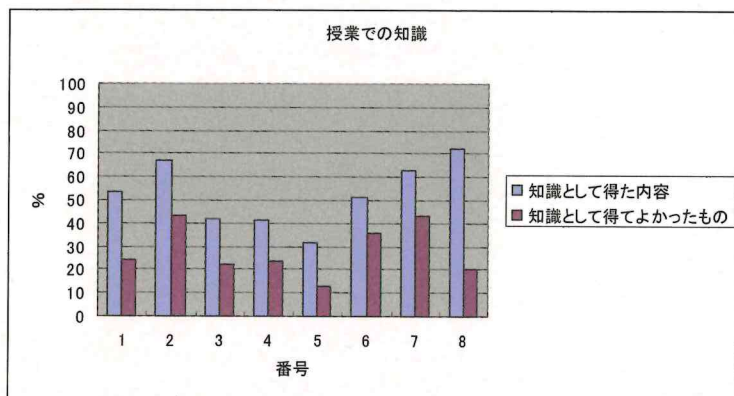
1. 家庭内にコンピュータは入ってきているが、自分の物ではなく家族と共有である。また、比較的自由に使える生徒が多い。
2. 中学校までに学校の授業で扱っている。
3. コンピュータの操作は、意外と出来ない。Word（文書作成）であっても5割に満たない。携帯電話は4月当初でもかなり生徒に浸透している。

2) SS I 授業後（2月中旬）

[1] 授業での知識について（複数回答可）

1. SS I の授業で学んで知識として得た内容の番号を、選んでください。
 2. 知識として得てよかったと思うものの番号を答えてください。
- ①情報の信頼性（デマ・風評被害）
 - ②知的財産権と著作権（工業所有権・著作権）
 - ③プログラムの保護（プログラム・HPの著作権）
 - ④情報の公開と個人情報の保護（情報公開制度と個人情報保護）
 - ⑤情報化が社会に及ぼす影響（情報の高速化・大量化）
 - ⑥コンピュータ犯罪（パスワードの必要性）
 - ⑦コンピュータウィルスやチェーンメール
 - ⑧社会的ストレス・情報格差（情報化がもたらした社会的影響）

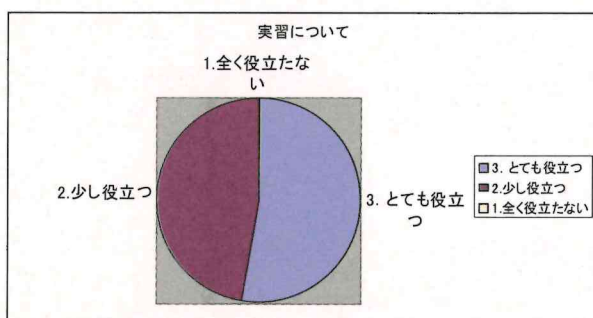
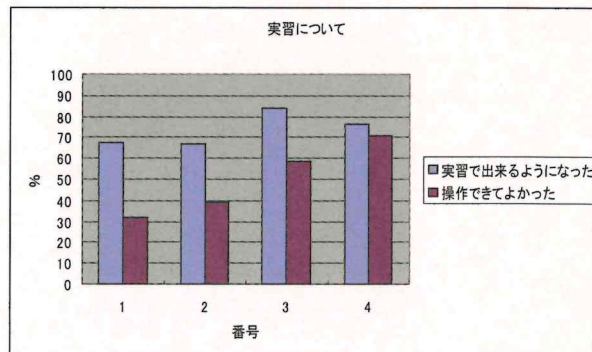
1.授業での知識																
1. 授業で知識として得た内容									2. 知識として得てよかったもの							
番号	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
人数	208	260	163	161	124	199	245	177	94	168	87	92	51	139	169	80
%	53	67	42	41	32	51	63	72	24	43	22	24	13	36	43	21



[2] コンピュータ実習について（複数回答可）

1. コンピュータ実習によって、操作できるようになった内容を選んでください。
2. 操作できるようになってよかったと思うものの番号を答えてください。
 - ①HP 検索「磐梯青年の家のHPを調べる」
 - ②Word（ワープロ）「宿泊研修レポート」
 - ③PowerPoint（プレゼンテーション）「自己紹介」
 - ④Excel（表計算）「プレゼンテーション評価」

2. 実習について								
	1. 実習で出来るようになった内容				2. 操作できるようになってよかったもの			
番号	1	2	3	4	1	2	3	4
人数	263	261	327	297	124	152	228	278
%	67	67	84	76	32	39	58	71



[3] SSIの授業で将来役立つ内容があると思いますか、3段階で答えてください。

評価基準 3：とても役立つ 2：少し役立つ 1：全く役立たない

	3. 将来、役立つ内容があるか		
番号	3	2	1
人数	206	183	1
%	53	47	0.3

アンケートの結果より以下のようなことが言える。

1. 著作権やウィルス、社会的な問題など、知らなかった知識が多かったようである。あるいは、知っていても具体性が無かったようである。
2. 知識として得てよかったと考えるものは、著作権やウィルスなど、自分が情報社会で加害者・被害者になる危機感のあるものである。
3. 実習ではこれまであまり扱ったことの無いアプリケーションができるようになったと感じ、かつ、よかったと感じている。逆に扱ったことのあるアプリケーションは評価が低い。
4. 情報分野全体としては、授業がとても役立つと感じている生徒が過半数を超え、必要性を感じていることが伺える。

6. 次年度以降の課題

(1) SSIのオリエンテーション

今年度までは、大まかなオリエンテーションしかなかった。このため、生徒の中にきちんとした目標設定が出来なかったことが大きな課題である。次年度以降、シラバスを作成し、生徒に公開することによって、目的や達成目標を明確化させることが必要である。

(2) 知識理解の徹底

正しい知識理解の徹底のため、必要に応じてプリントなどを工夫する。授業における実習においても、もう一

度内容を精査し、工夫する必要を感じた。また、理解の不足が感じられる生徒については、レポートを作成させるなど、ケアが必要である。情報の分野は普通の高校で習う内容の半分程度に絞ってある。重要な部分について他の高校生に比べ、理解が不足していることが無いよう、徹底することが大切である。

(3) 興味関心を育てる

関心の有る無しが、生徒の目標達成に非常に大きな影響があると感じた。授業にしろ、実習にしろ、身近な題材が必要であると感じた。自分が主体的に授業にかかわっていく姿勢をもっと育てる必要がある。授業においては、生徒に最も身近な情報機器である携帯電話について取り上げるなど、もっと工夫する余地があると考えている。

実習においては今年度行った宿泊研修のレポート作成など、生徒の身近な内容をもっと工夫して授業に取り入れたい。教材を身近なものにすることによって、より実習に主体的に取り組むことが出来ると考えている。

(4) 基礎講座との関係性

昨年度は筑波研修の一部を情報分野として行ったが、今年度は基礎講座の内容を調べ学習でまとめる以外はあまり共同で行う様な課題設定が行えなかった。4月当初からSS Iを行うのは今年度が最初であり、今年の結果を踏まえて、もっと協力出来る部分を模索したい。

(5) 評価が適正であるか

教員の評価でも述べたが、後期の点数が出た時点で今年度の評価が適正であるか、情報分野だけでなく、SS I授業担当者で確認する必要がある。特に情報分野は、前期は考查が中心、後期は提出物のみで評価とはっきり分かれているので、比較をする必要がある。

東京研修（臨地実習）

1. 概要と目的

(1) 概要

平成16年12月25日（土）の午後から26日（日）の午前中にかけて、1日目は日本科学未来館、2日目は国立科学博物館でそれぞれ研修を行う。この研修に向けて、本校の生物化学教室で参加生徒全員を対象に、10月下旬から研修当日までの間に事前指導を5回、帰還後の27日（月）の午前中に事後指導を1回行う。参加生徒は原則として来年度理系を選択する生徒の中から希望を募り、2～5人規模の班を11班作り、班別自主研修体制の形をとる。また、2つの研修機関が共に東京都内にあることから、本臨地研修を「東京研修」と名付ける。

(2) 目的

- ・幅広い分野での科学技術を目の前で体験し、科学的な資質を培い疑問を探究する姿勢を養う。
- ・今後の日本における科学技術のあるべき姿を考え、将来の自分自身の責務と役割を認識する。
- ・今回の「東京研修」と前年度実施した臨地研修の「つくば研修」とを、さまざまな見地から比較検討し、高等学校と科学技術施設との望ましい連携方策の研究を更に推進する。

2. 研修内容と日程

(1) 事前指導

- 第1回 10月25日（月）
- 第2回 11月12日（金）
- 第3回 12月13日（月）
- 第4回 12月20日（月）
- 第5回 12月24日（金）

(2) 研修当日の日程概要

12月25日（土）

- 8:00 貸切バスに乗車、学校出発、越後湯沢駅にて新幹線に乗り換え
- 12:48 東京駅着
- 13:30 日本科学未来館着、研修開始
- 18:15 宿舎（ホテル機山館）着、夕食など
- 19:30 プレゼン会開始
- 21:00 プレゼン会終了、諸注意
- 22:30 点呼、就寝

12月26日（日）

6 : 4 5 起床 8 : 2 0 宿舎発
 8 : 5 5 国立科学博物館着、研修開始（9 : 2 0 ~ 1 0 : 1 5 は化石実習）
 1 4 : 0 6 上野駅発、新幹線にて越後湯沢駅まで。その後バスに乗り換え
 1 8 : 4 0 新潟南高校着、諸注意・連絡後、解散

③事後指導

1 2 月 2 7 日（月）

9 : 0 0 生物化学教室集合

各自、持参した研修ノートをもとに、アンケート記入及びレポート作成
 終わり次第、解散

3. 事前指導

（1）目的

当日の研修が単なる見学にならないようにするために、研修前に展示物への知識・理解を高めるとともに、研修が安全に滞りなく行われるための指導を行うことが目的である。

（2）指導目標

- ①日本科学未来館の主な展示物や当日のプレゼンテーションについて事前に理解させる。
- ②国立科学博物館の主な展示物や見学方法について理解させる。
- ③2日目の化石実習にあたり、地質時代、特に古生代と中生代の特徴について理解させる。
- ④研修全体の諸注意について理解させる。
- ⑤各自、研修ノートに日本科学未来館や国立科学博物館の展示物についてあらかじめ事前学習させる。

（3）事業の概要

- ①期日 平成 16 年 10 月～12 月の 5 日間（放課後に実施）
- ②場所 本校 生物化学教室
- ③対象 1 学年普通科 10 クラス中希望者 35 名
- ④内容



	期 日	主な内容・ねらい
第 1 回	10月25日(月)	・東京研修の意義について理解させる。 ・日本科学未来館の概要…パンフレットを配布して各階の主な展示物について理解させ、当日の夜のプレゼンテーションについての説明。 ・研修時の班決め
第 2 回	11月12日(金)	・国立科学博物館の概要について 下見したときに撮影した展示物の写真を、大型プロジェクターを用いながら解説する。また、パンフレットを配布して各階の主な展示物および見学方法について理解させる。 ・「研修ノート」の作成について 日本科学未来館と国立科学博物館の展示物について興味、関心のあるものについて調べ、その内容をノートにまとめ12月13日までに提出するように指示する。
第 3 回	12月13日(月)	・地質時代について 国立科学博物館では化石実習を予定しているし、化石の展示物が非常に多いので、地質時代に関する学習プリントを4枚用意して先カンブリア時代～中生代の生物の進化の過程やそれぞれの地質時代を代表する生物の特徴などについて理解させる。
第 4 回	12月20日(月)	・しおり配布 ・3日間の流れについて ・ホテルでの部屋割り、乗り物の座席割り
第 5 回	12月24日(金)	・直前指導（出発前の諸連絡など） ・事前アンケート

(4) 事業の成果

- ①日本科学未来館の主な展示物や当日のプレゼンテーションについて事前に理解させることができ、プレゼン会もスムーズに行われた。
- ②国立科学博物館の主な展示物や見学方法について理解できた。
- ③それぞれの地質時代の特徴や主な生物について理解することができた。
- ④諸注意が全体によく行き渡り、研修全体で大きなトラブルもなく無事に終了することができた。
- ⑤研修ノートを用いることにより、研修前に展示物について興味を持たせることができた。

(5) 事業の評価

①生徒の評価 (あるいはアンケートの結果)

事前指導に対する生徒の意識を評価するために、生徒にアンケート調査を実施した。その結果は以下の通りである。

質問 1. 事前指導・学習会は 5 回ありましたが 質問 2. 事前指導・学習会の内容は、

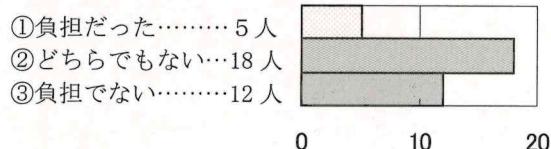
- | | |
|-----------------|-----------------|
| ①多かった…………… 3 人 | ①わかりやすかった……20 人 |
| ②少し多かった…………13 人 | ②難しかった…………… 0 人 |
| ③ちょうどよかった…15 人 | ③どちらともいえない…15 人 |
| ④少し少なかった……… 3 人 | |
| ⑤少なかった…………… 1 人 | |

質問 3. 事前の学習会で、他にふれて欲しかったことはありましたか？

- ①特になし……………34 人
- ②ある(具体的に下に書いて下さい)… 3 人

〔具体的な内容〕化石についての指導だったので、もっと他のものに興味がある人のために、いろんなことについて教えてもらえるようにしてもらいたい、など。

質問 4. 事前研修ノートは、負担でしたか？



質問 5. 何か意見などありましたら書いて下さい。

回答なし。

②教師の評価

(a) 内容について

内容に関しては質問 2 より「わかりやすかった」と回答が最も多く、全体としてはうまくいったのではないと思う。指導中は生徒は熱心に聞き興味や関心を示していたようだった。特に、恐竜やアンモナイトなどの繁栄と絶滅に関しては興味を持っていたようであった。一方で、質問 3 の②より地質時代以外の事前学習会を開いて欲しかったとの意見もあり、もう数回は学習会を開いても良かったと思った。

(b) 研修ノートでの事前学習

研修ノートの作成は、授業以外、すなわちほとんどの生徒が放課後や自宅での作成となったが、質問 4 よりさほど生徒は負担には感じていなかったようである。比較的丁寧なものからおおざっぱなものまでいろいろあり再提出することになったり、提出期限に間に合わなかったケースもあったが、内容面では現在理科の授業で習っている内容から発展的な内容までそれぞれの生徒の興味・関心に応じてのびのびと書いていた。事前に学習した内容と事後に学習した内容は必ずしも一致していないが、一日目のプレゼンの発表内容や、ノートを点検した感触から、ノートの作成により研修が深まったと思われる。

(c) その他

事前指導は放課後に行われるので、部活動に参加する生徒のことも考えて遠慮したこともあり、実施したのは 5 回だけだった。質問 1 より「ちょうどいい回数だった」とする回答が最も多かったが、(a) で述べたように、もう数回学習会を開いたほうが良かったと思った。また、中越地震後直後の指導ということで、研修そのものが実施されるかどうかかわからない状態での指導もあったが、生徒は落ち着いていてスムーズに事前指導が進んで良かった。

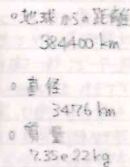
(6) 課題

(7) 研修ノートの例 (事前学習)

生徒A

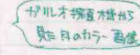
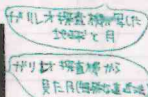
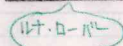
11013 荻田謙太

7-2 月について



- [illegible]

- [illegible]



- 月には水があるのでしょうか？たとえ少量でも、将々の宇宙飛行士にとっては非常に価値の高いものかもしれません。
- なぜ？月には水の氷が凍りついていていのでしょうか？
- なぜ？月の裏側は中心からずれていていのでしょうか？地球との間の潮汐関係のせいなのでしょうか？

これまでに月面を歩いた人間は、まさに人の異性モリ

http://www.cgh.ed.jp/TNPJP/nineplanets/una.html

大

[illegible]

No. _____
Date _____

東京研修・事前学習
研修場所 国立科学博物館
テーマ：地球のつくり、人類の進化について

(12) **地球の誕生** 現在、地球の誕生は、約46億年前と考えられている。

地球の年齢を推定する方法①
岩石の年代測定は放射性元素の崩壊系列の研究を基に決定されている。
それぞれ放射性元素は、その半分に崩壊するまでにかかる決まった時間があり、半減期と呼ばれている。半減期は、元素により数十億年から1秒以下のものまでさまざま。決まった半減期があれば、岩石に含まれる放射性元素の量と崩壊して生成される元素の量を調べることで、岩石ができてからの期間を決定することができる。

↓
これを利用したのが……

- **ウラン-鉛崩壊系列法**
ウランは崩壊してラジウムとなり、最終的には鉛まで崩壊。
ウランとラジウムは長い半減期をもつため、現在でも存在。ゆえに地球年齢推定の方法に用いられる。
- **K-Ar法**
カリウム40からアルゴン40への崩壊を利用。
- **Rb-Sr法**
ルビジウム87からストロンチウム87への崩壊を利用。
- **Sr-Nd法**
サマリウム147からネオジム143への崩壊を利用。 など。

地球の年齢を推定する方法②
隕石の年齢から推定
隕石は太陽系起源の物質であり、各種の隕石の年齢は45億年付近に収束する。隕石の年齢と地球の年齢が近いものであることは、より説明されている。
30億年前は放射線によってセシウム129という元素になる。その半減期は170万年。太陽系はガス雲から固体になっていったと考えられているのか、この過程にたい

No. _____
Date _____

時間がかかると、セシウム129はこの個体に取り込まれていないだろう。しかし隕石にも地球にもセシウム129は存在する。したがって、1億年くらいの幅(セシウム129の半減期の数倍)で、隕石も誕生したと考えられる。
これらのことから、地球の誕生は、約46億年前と考えられている。

地球の歴史

38億年前の地質記録は何もない。(鉱物としては42億年前のものが存在)

現在、地球上で発見されている最古の岩石はグリーンランドのイヌア地方のもので、**約38億年前**のものである。この岩石が堆積岩の交代したものであることから、このときすでに**海が存在していた**と考えられる。

30億年代の岩石に残留磁気があることから、すでに**鉄鉱**があった、すなわち地球のコアが存在し、その対流により磁気が発生していたと考えられる。

25億年以前の時代には、大陸は小地球で、それが衝突をくり返していたが、大きな地球には成長できなかった。

25億〜20億年前の時代には、小地球が突然成長し、大地球となり、**大陸の形成**が作られた。これにより、浅瀬がつくられ、原始的生命が繁栄して**大気が酸化する**。

16億〜10億年前にかけて**超大陸**が存在したらしい。この超大陸は安定で何億年も分裂しなかった。

10億年前から**プレートテクトニクス**がはじまり、大陸は分裂と集合をくり返すようになった。

人類の進化

人類の進化は、**アウストラロピテクス**と呼ばれる**猿人**に始まる。彼らは400万年前、断片的な証拠では500万年前に表れ、150万年前には姿を消した。アウストラロピテクスは、**直立二足歩行**をするように進化した初めての生物。彼らは脳の大きさや歯、あごの形によって**多種類に分類される**。アファレンシス、アフリカヌス、ロゲスチウス、ホイガイである。いずれもアフリカの南部、東部に暮らしていた。

No. _____
Date _____

原人

160万〜150万年前には、脳が小さく、歯が大型になったホモ・エレクトゥスが登場した。原人ともいう。ホモ・エレクトゥスは、はじめはそれまでのヒトの祖先と同じくアフリカの東部と南部にだけ生活していたが、100万年前からユーラシア大陸へと移動していった。中国の北京原人、インドネシアのジャワ原人などはホモ・エレクトゥスの分類である。技術的な面でもそれ以前のものよりはるかに発達し、様々な道具をはじめとする、本格的な**道具の製作**が行われるようになった。また、**火を使用**していたことも確認された。このように、ヒトの活動ははたに社会的で、複雑なものへと進化していった。

旧人

30万〜20万年前に、ホモ・エレクトゥスはホモ・サピエンスへと進化。旧人であるホモ・サピエンスは「知性あるヒト」という意味で、彼らは当時のさかみ水河期の中でも効率よく食料を獲得することができた。また人類史上初めて死者に花を添えるなどして葬り習慣ができた。しかしこの頃の進化はゆっくりと徐々に進んでいったため、ホモ・エレクトゥスの最終期とホモ・サピエンスの初期との区別にはっきりとはつけない。また、同じホモ・サピエンスの中でも進化が行われていたため、初期のホモ・サピエンスと現生人類は見かけがかなり異なっている。そもそも現生人類が初期ホモ・サピエンスからそのまま進化したものかについては、まだはっきりとはわかっていない。

新人

2万〜1万年前の水氷時代末期になると、もはや現生人類と変わりはない特徴をもった人類が世界各地におおられてくる。彼らはまとめて**新人**とよばれる。彼らは金属を使用するようになる。そして約1万年前、農耕革命がおきた。その後、様々な文化、技術を得、産業革命などを経て今に至る。

4. 研修（１）・・・・日本科学未来館

（１）目 的

様々な分野での最先端科学技術を実体験し科学的な見識を高めると同時に、自ら研修した内容を全体の前で発表することにより、研修で学んだ知識を更に確かなものへと導き、かつ大勢の前でも臆することなく、自分の意見をはっきりと的確に主張できる人材の育成を目的とする。

（２）実施日 平成１６年１２月２５日（土）

（３）行 程

１３：３０～１７：００ 日本科学未来館での研修、およびプレゼン会資料作り

１９：３０～２１：００ ホテル機山館でのプレゼン会

（４）参加人数

生徒 ３５名（男子１７名、女子１８名）

引率教諭 ３名

（５）日本科学未来館の概要

東京都江東区青海に位置する７階建ての超近代的な建物であり、展示テーマとして「技術革新と未来」「情報科学技術と社会」「生命の科学と人間」「地球環境と人間」の４つがあり、各フロアーを自由に研修することができる。館内には展示解説員やボランティア員が多数いて、生徒の疑問点や質問に丁寧に答えていただける。また、床の上に館内サインが設けられており、効率よく館内を研修できるシステムが整っている。

（６）研修内容

・日本科学未来館

あらかじめ３５人の生徒を１１の班に分けておき、日本科学未来館では班別自主研修体制をとる。本研修の約２ヶ月前に、参加生徒全員に対して日本科学未来館のフロアマップを配布し、自分の興味関心のある内容について事前学習をさせておくが、実際に各フロアーを回り実物を体験していくうちに、興味関心の対象が変わっていくことも考えられるので、事前学習で学んだテーマと異なるテーマをその場で選択してもよいことにする。また班内で複数のテーマを選択してもよいことにする。その際に、事前学習で各自がまとめた「東京研修ノート」を持参させ、新たに発見したことと事前に学習した内容の確認や、説明を受ける際のメモ代わりとして使用させる。

一方、日本科学未来館１階のオリエンテーションルームを２部屋お借りし、班の数と同数の１１の作業テーブルをセッティングし、そこを生徒のプレゼン会資料作り兼控え室とした。生徒は各フロアーで班ごとに研修を行い、展示解説員やボランティア員から受けた説明のメモ書きや、デジカメに納めた写真を持ってオリエンテーションルームに戻り、そこでプレゼン会資料を作成する。あらかじめ主催者側でＡ３の上質紙を大量に用意しておくが、資料作成に必要と思われるカラーペンや定規、のりなどは各班で用意させる。プレゼン会資料は基本的に生徒の独創性に任せた自由形式とし、生徒が作成中は主催者側のほうで、プレゼンに適した資料の選択、字の大きさや太さ、図の見やすさなどを班ごとにきめ細かに指導して回った。

・プレゼン会（ホテル機山館地下１階雅の間）

１班から順番に発表していき、持ち時間は一人２分程度とし必ず３５名全員がプレゼンを行う。ホワイトボードや指示棒、磁石は備え付けのものを借用する。１つの班の発表が終わったら、他の班の生徒から質問や感想を募り、場合によっては主催者側からもアドバイスを与える。

その際に下にあるようなプレゼン会用評価シートを全員に配布し、１つの班の発表を全員で評価し、それを主催者側で班ごとにまとめて数値化し主催者側のアドバイスを添えて、後日全員にフィードバックしプレゼン技術に対する指導を行う。



○ 班	テーマ名		
	内容(メモ)	Q1 おもしろかったか？	(良 5 4 3 2 1 悪)
		Q2 わかりやすかったか？	(良 5 4 3 2 1 悪)
		Q3 高度な内容だったか？	(良 5 4 3 2 1 悪)
		Q4 もっと知りたいと思ったか？	(良 5 4 3 2 1 悪)
	発表ですごい!と思ったところ	発表者への質問やアドバイス	

(7) プレゼン会での各班の発表内容

1 班 (生徒数 2 人)	テーマ名	「宇宙での食事について」
2 班 (生徒数 3 人)	テーマ名	「惑星探査計画」
3 班 (生徒数 3 人)	テーマ名	「IC チップについて」
4 班 (生徒数 4 人)	テーマ名	「宇宙空間」
5 班 (生徒数 4 人)	テーマ名	「人口臓器、医療器具について」
6 班 (生徒数 3 人)	テーマ名	「光について」
7 班 (生徒数 3 人)	テーマ名	「燃料電池について」「地球温暖化について」
8 班 (生徒数 3 人)	テーマ名	「地球生命と宇宙」
9 班 (生徒数 2 人)	テーマ名	「DNA について」
10 班 (生徒数 3 人)	テーマ名	「超伝導について」
11 班 (生徒数 5 人)	テーマ名	「原油汚染土壌化について」「脳の病気について」

(8) まとめ・課題

日本科学未来館での研修については、中越地震の交通網への影響により当初計画していた研修時間を大幅に減らさざるを得なく、プレゼン会資料作成時間を含めて正味3時間強しか時間がとれなかった。生徒にとってはやや強行スケジュールであったが、館内を効率よく研修しプレゼン会資料作成に精を出していた。時間的な余裕があれば今回の班別自主研修の他にも、生徒の自己表現力を高める目的で、参加生徒全員に一つの共通したデモンストレーションを研修させた後、オリエンテーションルームに戻って、生徒がイニシアティブをとった討論会などを実施したかったが、これはまたの機会に譲りたい。

ホテルに戻るまでの電車内では自然と各班ごとに集まり、ホテルでのプレゼン会に向けての構成や発表順について、班内で話し合う光景が多々見られるなど、プレゼン会に対する意識の高さがうかがえた。多くの生徒にとってはプレゼン会自体が初めての経験であり、最初は緊張した様子だったが、慣れてくるにつれて、ホワイトボードに資料を貼る位置や指示棒の使い方、声の大きさや周囲の反応をうかがうタイミングなど、プレゼン技術が次第に向上していった。各班の発表の後に質疑応答の時間を設け、その際に生徒からの質疑の他に、今回引率した理科の教諭が各発表グループに対して、科学的な見地からの確かなアドバイスを与え指導した。

本校の生徒には比較的高い学力を有し、自分の目標に向かって真面目にコツコツと努力をするタイプが多いが、その反面、雪国育ちの新潟県民という県民性もあってか、引っ込み思案で寡黙な指示待ちタイプの生徒も多い。そういう意味では今回の研修後のプレゼン会で、参加生徒全員がプレゼンを行ったことはとても有意義だったと考える。前年度の「つくば研修」は参加対象が1学年全体であったため、文系理系希望に関係なく生徒全員に最先端科学技術を研修させることができるという長所の反面、大人数のため小回りが効きにくいという短所もあった。今回の研修には、原則として来年度の理系選択希望者から参加を募り、しかも35人という少人数であったためこのようなプレゼン会を計画することができ、更に生徒のプレゼンの質もとても高いものであったと思う。

課題としては、11の班がそれぞれ別々のテーマを選択しているため、一つの班の発表を聴講している生徒にとっては初めて聴くような内容であり、そのテーマに対する予備知識が少ないためか、プレゼン後の生徒からの質疑は単発的で表面的なものが多かった。(その理由からプレゼン会を活気あるものにするために、理科の教諭が軽い質問で水向けをしたり、建設的なアドバイスを与えたりしてカバーした。) 次回の研修では、今回中越地震の

影響で実施できなかった、1つの共通したデモンストレーションを全員に研修させ、それを題材にディベートさせる機会をプレゼン会とは別に設け、プレゼンとディベートの両方の面から生徒の科学的見識と自己表現力を高めていきたいと考えている。

以下に、生徒の作成したプレゼン会資料2部と、プレゼン会用評価シート2部を添付する。

＜人工皮膚＞

- 主成分はタンパク質の一種のコラーゲン
- ウシやブタの真皮や腱を材料に拒絶反応が少ない様に作られている
- 本人の細胞を使用する場合は次第に皮膚の一部になる

＜移植方法＞

- 皮下組織に浅く傷を付ける
- 人工真皮を傷口に張り付け糸で縫合させる
- 約1週間後、毛細血管や新たな細胞の元となる線形細胞が周辺から入り込んできた
- 2週間後、表皮を移植する

乾燥地植林による二酸化炭素の固定

Before

土表
ハードパン
20~30cm

After

5~6cm

ハードパンの破碎

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

テーマ名 乾燥地植林による二酸化炭素の固定	Q1 おもしろかったか?	(数) 4.3/5.0
内容(要約)	Q2 わかりやすかったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地とは、水不足で植物が育たない地域のこと。	Q3 高度な内容だったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地には、砂漠や草原などがある。	Q4 もっと知りたいと思ったか?	(数) 4.3/5.0
・乾燥地では、水不足による問題が生じている。	Q5 質問があれば教えてください。	

5. 研修（2）…国立科学博物館

（1）目的

- ①化石実習を通して古代生物への理解を高める。
- ②様々な展示物をじかに見たり触れたりすることで、科学全般についての興味関心を高める。

（2）指導目標

- ①化石実習を通して、示準化石であるアンモナイトと三葉虫の特徴およびレプリカの作り方について理解させる。
- ②様々な展示物を見学することにより、一つでも多くの展示物について理解させる。

（3）事業の概要

①期日 平成16年12月26日(日)

②場所 国立科学博物館 〒110-8718 東京都台東区上野公園7-20

③国立科学博物館の概要 上野駅から歩いて数分の場所にあり、11月2日(火)にグランドオープンしたばかりの日本最大級の博物館である。地下3階から地上3階までの各フロアーに、各テーマ毎に太古の生物の化石から現在の生物の標本、人類の進化に関するもの、そして宇宙・最先端の科学・岩石など幅広い分野の展示物が数多くある。中でも古代生物、化石の展示が充実している。館内には展示の解説員やボランティアも多数いて、生徒の疑問・質問に丁寧に答えてもらえる様になっている。また実習室もいくつかあり、簡単な実験・実習ができるようになっている。売店には、珍しい標本や科学に関する書物も充実している。

④対象 1学年普通科10クラス中希望者35名

⑤内容 9:00～9:10 博物館職員の挨拶

9:10～10:00 化石実習

- ・講師 原田 光一郎 氏（国立科学博物館 学習推進部教育普及係）
- ・合成樹脂を用いたアンモナイトと三葉虫の化石のレプリカの作成

10:00～13:15 博物館の展示物の見学

- ・班（11班）ごとに展示物を見学する。見学する場所は事前学習であらかじめ学習した所や各自が興味を持った場所とする。興味・関心を持った展示物についてノートにメモを取り、次の日にはその内容をノートにまとめ提出する。



実習室の様子



合成樹脂を型につめている様子



できあがったレプリカ

（4）事業の成果

- ①化石実習を通して、アンモナイトと三葉虫の様々な特徴について理解し、レプリカの作り方について理解することができた。
- ②様々な展示物を見学することにより、多くの展示物に興味・関心を持ち、理解を深めることができた。

（5）事業の評価

①生徒の評価（あるいはアンケートの結果）

事前指導に対する生徒の意識を評価するために、生徒にアンケート調査を実施した。その結果は以下の通りである。

質問1. 満足度はどうでしたか？

- ①満足した……………10人
- ②少し満足した…………17人
- ③どちらでもない…4人
- ④少し不満足…………2人
- ⑤不満足……………1人

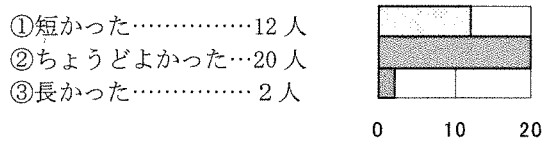
質問2. 化石実習はどうでしたか？

- ①よかった……………9人
- ②まあまあよかった……18人
- ③あまりよくなかった…5人
- ④よくなかった…………1人

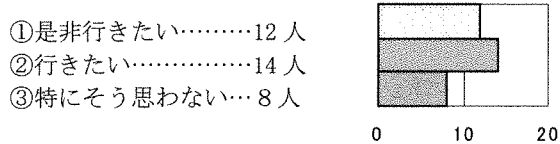
質問3. 見学したところで、特に興味・関心を抱いたのはどこですか？また、どのような点で興味・関心を持ちましたか？

印象に残った場所		主な理由
3 F	大地を駆ける生命（1人）	動物の剥製は迫力があったから
	発見の森（1人）	自分で展示を探し触れて学ぶことができたから
2 F	たんけん広場（2人） ～身近な科学～	いろいろ体験できた、すごく楽しかったから、とにかくおもしろかったから
	江戸時代の科学技術（4人）	昔病気をどうやって治していたか知りたかったから、以前から調べたいと興味を持っていたから、現在の根本的な仕組みなど見れたか、万年時計は思っていたよりずっと巨大で驚いた
	新たな日本の科学技術の発展（1人）	宇宙に興味があるから
1 F	地球の多様な生き物たち（3人）	ハーブをたくさん見ることができた、いろんな生物の標本があった、展示物が豊富だったから
B 1 F ～ B 2 F	地球環境の変動と動植物の進化（3人）	様々な環境の変化に対応する動物の進化がよく分かったから、前から興味があり視覚的にも面白かったから、太古の生物について充実していてとても勉強になった
	恐竜の化石（6人）	恐竜の事を知ることが出来て更に興味が高まったから、もともと恐竜が好きだから、今まで一度も見ることがなかったから、すごくリアルでおもしろかったから
B 3 F	宇宙を探る（9人）	昔から好きだから（2人）、宇宙がどうやってできたかなど分かりやすく興味を持ったから、今まで見たことのない展示物がたくさんあったから、銀河団に関する説明がとても丁寧だったから、詳しいところまで説明してあり分かりやすかったから
	物質を探る（3人）	展示物が分かりやすく身近なものの材料が知れたから、教科書や資料集でおなじみの元素の周期表の中に実物の単体があったから、本物の物質をじかに見ることができたし物質の構造がわかりやすかったから
	環境にやさしい化学を目指して（1人）	テーマにひかれじっくり見学したため
	法則を探る（3人）	手で触れたり実際にいろいろなことができたから、mol・cdなど様々な単位の意味が分かった
	この階全体が好き（1人）	とても興味ある科学的な展示物が多かったから

質問4. 滞在時間はどうでしたか？



質問5. 将来、東京に行くときに、また、ここへ行きたいですか？



②教師の評価
(a) 化石実習について

化石実習は、地方の博物館でもよく行われているどちらかと言えば小中学生対象の典型的な人気実験の1つであり、これを高校生、しかもSSHで行うというのはいかがなものかというご意見もあるかと思う。しかし、日頃の化学の授業でセッコーを固めるだけの実験でも生徒はそれなりに関心を示していたので、このような単純な実習でも古代生物を身近に感じるきっかけになり、地質時代に対する理解が深まるものと思いついた。事前アンケートより、これから多くの様々な展示物を見学しようという時、化石実習を楽しみにしている生徒が何人かおり、質問2よりかなり多くの生徒が化石実習に満足していたことがわかった。小学生の単なる「工作」としての実習ではなく、地質時代の背景を学習した上での「実習」はうまくいったのではないかと思う。とはいえ、今回は地震により滞在時間が短かったということで実習も当初より若干短めに行ってもらったこともあり、講師の説明は丁寧でわかりやすかったが、もう少し三葉虫やアンモナイトについての詳しい解説をしていただきたかった。

(b) 館内の展示物について

地震の影響で見学時間が短くなったが、生徒は館内を常に熱心に見学していた。館内にはとても多くの展示物がありそれらに強く興味を抱いていたからだと思う。

また、質問3からは生徒は様々なものに興味・関心を抱いていたことがわかる。特に宇宙や太古の生物に興味を抱いたことがわかった。

研修ノートより、多くの生徒が国立科学博物館の多くの展示物に興味を抱いていることがわかった。

(c) 全体について

質問1よりかなり多くの生徒が、国立科学博物館について満足しているとの回答が得られた。更に質問5より再度国立科学博物館に行きたいと思っている生徒が大勢おり、多くの生徒が様々な展示物について興味・関心を示していたので、研修場所としてここを選んだことは妥当であったといえる。質問4より滞在時間についてはちょうど良かったとする回答が多かったが、展示物が予想以上に多かったことや地震の影響で見学時間が短くなった影響で、短かったとする回答も多かった。個人的には、もう一步踏み込んだ展示物があった欲しいと思った。たとえば科学未来館ではカミオカンデの装置の一部が展示してあったが、国立科学博物館ではただ装置の写真があるだけだった。また、科学未来館では月の立体模型があったそれに手を触れることができたが国立科学博物館では無かった。太陽の展示物にしても太陽の立体模型、それも中学校や高校の教科書レベルの内容のものがあるくらいだった。様々な電磁波でとらえた太陽のすばらしい写真を展示したり、太陽は昼間は出ているのだから太陽のライブ映像やスペクトルなどをいつでも見られるようにするなどもっと工夫して欲しいと思った。

(6) 課題

事前学習では、「地質時代」についてのみ行ったが、来年度以降も国立科学博物館で同様の研修が行われるのであれば、人気スポットの「宇宙」「江戸時代の科学技術」についても事前に学習させた方がいいと思われる。また、実習ももう少し充実させた方がいいと思われる。

(7) 研修ノートの例

生徒A

国立科学博物館にて

1 物質の階層構造

物質は地球に生命を創りだすのと同じように、それら全ては「物質」からできている。その物質は小さな原子からできている。原子はさらに小さい粒子からできている。このような物質の階層構造を調べることで、物質の性質や生命の起源を調べることもできる。

2 原子の構造 - 物質の基礎

原子は原子核と電子からできている。原子核は陽子と中性子でできている。電子は原子核の周りを回っている。原子の構造は物質の性質を決定する。

3 ナノの世界を調べる

原子は小さな世界に存在している。原子の世界は1nm(10億分の1m)ほどの大きさである。原子の世界は非常に小さな世界である。原子の世界を調べることで、物質の性質や生命の起源を調べることもできる。

(1) 光と物質

光は電磁波の一種である。光の波長は可視光線、紫外線、赤外線などに分類される。光は物質と相互作用し、物質の性質を調べるのに役立つ。

(2) 物質の階層構造

物質は原子から分子、そして固体、液体、気体へと変化する。物質の階層構造は物質の性質を決定する。

(3) 原子を見る

原子は非常に小さな粒子である。原子の世界は1nm(10億分の1m)ほどの大きさである。原子の世界を調べることで、物質の性質や生命の起源を調べることもできる。

6. まとめ

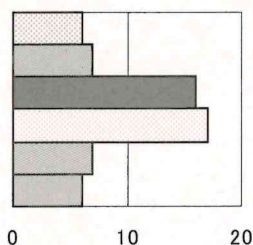
生徒のアンケートの結果を以下にまとめ、その後、それらを基に考察を加え、まとめてみたい。

【生徒のアンケート結果】

A 事前アンケートより

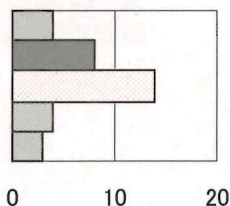
(1) 今回の東京研修に参加しようと思った理由は何ですか？(複数回答可、ただし3つ以内)

- ①日本科学未来館に興味があったから… 6人
- ②国立科学博物館に興味があったから… 7人
- ③最先端の科学に興味があったから… 16人
- ④珍しいものを見たいから… 17人
- ⑤友達や先生にすすめられたから… 7人
- ⑥その他… 6人



(2) 次の5つの分野で日頃から最も興味があるものは？また、その中で特にどのような内容に興味がありますか？
() 内に書いて下さい。

- ①物理分野… 4人
- ②化学分野… 8人
- ③生物分野… 14人
- ④地学分野… 4人
- ⑤数学分野… 3人

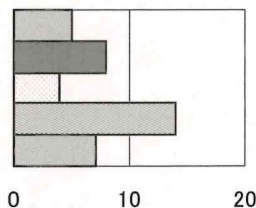


() 内の具体例

- ①力、電気、
- ②物質の性質、最先端の化学、物質中の元素
- ③体の構造、医学関係、人工臓器、遺伝、古生物
- ④地震、宇宙の天体、太陽系
- ⑤関数分野

(3) 日頃、科学に関する情報はどこから得ていますか？
(複数回答可)

- ①新聞… 5人
- ②テレビ (番組名:)… 8人
- ③本、雑誌(雑誌名:)… 4人
- ④授業… 14人
- ⑤その他 ()… 7人



() 内の具体例

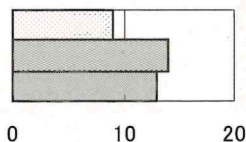
- ②ニュースなど
- ③よく覚えていない
- ⑤インターネット

(4) 今回の東京研修で一番期待するものを簡単に書いて下さい。

- ・国立科学博物館 (4人) ・日本科学未来館 (4人)
- ・日本科学未来館の…医療 (2人)、宇宙関係 (3人)、ゲノムに関するブース、環境、人工臓器
- ・国立科学博物館の…宇宙に関する展示物 (2人)、ロボット
- ・化石の実習 (3人) ・最先端の科学 (2人) ・珍しい展示物 (3人) ・海の生き物、珍しい生物
- ・宇宙の神秘について科学的に解明すること ・太陽系の事を知る
- ・自分の研究意志に則した「行ってよかった」と思えるような研修旅行にしたいなど

(5) 部活動に入っていますか？

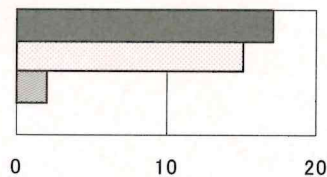
- ①運動部に入っている… 9人
- ②文化部に入っている… 14人
- ③入っていない… 13人



B 事後アンケートより

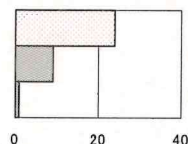
(1) ズバリ、今回の東京研修はどうでしたか？

- ①よかった……………17人
 ②まあまあよかった……………15人
 ③あまりよくなかった……………2人
 ④よくなかった……………0人



(2) 今回の日程はどうでしたか？

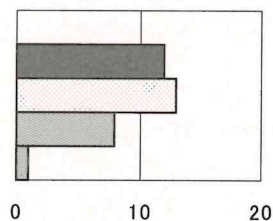
- ①短かった……………24人
 ②ちょうどよかった……………9人
 ③長かった……………1人



(3) ホテルでのプレゼン会について

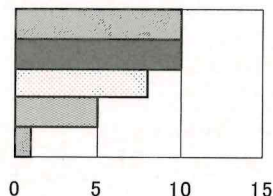
(a) 自分の学習したことを存分に発表できましたか？

- ①うまくできた……………0人
 ②ややうまくできた……………12人
 ③どちらともいえない……………13人
 ④あまりうまくできなかった……………8人
 ⑤うまくできなかった……………1人



(b) プレゼン会自体は有益だと思いましたか？

- ①有益だった……………10人
 ②少し有益だった……………10人
 ③どちらともいえない……………8人
 ④あまり有益でなかった……………5人
 ⑤有益でなかった……………1人

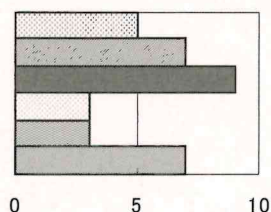


(c) プレゼン会に対する要望があれば書いてください。

- ・個人にするとほぼ同じ事を言う人がいたりするので（班以外でも）班で1つの事にまとめるというのを決めた方が良くと思う
- ・もう少し編集するのに時間がとれると良い
- ・発表の資料を有効に使うため、字を大きく書いた方がいいと思う。発表は班ではなく個人にした方がいいと思う。
- ・準備時間がもう少し欲しかった
- ・同じ内容についての発表が幾つかあったので、もう少し班構成を考えて欲しかった
- ・もう少し近い半円形の積をつくって欲しかった
- ・レポートにまとめる時間をもう少しとって欲しい
- ・ホワイトボードに紙を貼るというの、遠い人や斜めに座る人には見え難いので改善を。
- ・プレゼン資料を作るため、あまり展示を見ることができなかった。プレゼンをするのであれば他の日を設定した方が良くのでは。
- ・SSHの論文発表会の為にもっとたくさんプレゼン会みたいのをやる機会があるといいです。慣れるくらいになればいい。

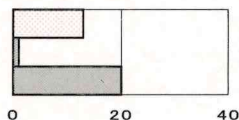
(4) 今回は科学館・博物館巡りということでしたが、他に行きたかったところがありますか？

- ①他の科学館・博物館…………… 5人
- ②最先端の科学を行っている企業…………… 7人
- ③大学や企業の研究施設…………… 9人
- ④東京ではなく自然の多い所…………… 3人
- ⑤その他…………… 3人
- ⑥今回の施設で十分だった…………… 7人



(5) 来年も東京研修があったら参加しますか？

- ①参加する…………… 13人
- ②参加しない…………… 1人
- ③わからない…………… 20人



(6) その他、意見や要望などありましたら書いて下さい。

- ・ 1日目もう少しゆっくり見学したかった
- ・ 時間にゆとりをもって2泊3日がいいです
- ・ 上野駅でなく東京駅でおみやげを買いたかった
- ・ 油性マジックペンのような太いペンを全く持っていなかったの、資料を遠目で分かるように書くのが大変でした。出来ることなら赤黒の太いペンなどを用意して欲しいです。
- ・ もう少し余裕が欲しかった（特に2日目の上野駅）
- ・ 携帯の写真がカラープリント出来る等のことは、レポートの時でなく早く言って欲しい
- ・ 移動時間、ホテルが嫌だった
- ・ 地震のせいで移動時間がかかって残念だった
- ・ 1泊2日で移動時間が長く日程が時間に追われているという感じで疲れた。

【考察】—成果と課題—

事前アンケートの1.「今回の東京研修に参加しようと思った理由」を見ると、研修に対する関心や意欲は出発前にも比較的高かったことがわかる。実際、事前指導等での生徒の様子を見ると、希望者参加ということもあり、みなそれぞれ高い動機付けを持って積極的に学習に取り組んでいる印象を持った。結果として、事後アンケートの1.「今回の東京研修はどうでしたか？」という質問に対する答えとしては、34人中32人の生徒（94.1%）が研修に対してプラスの評価をしている。個々の研修についての成果と課題については前述の通りであるが、全体を通してみると、予期せぬ新潟県中越地震の影響で研修地への移動に当初の予定よりも多くの時間を要し、研修日程が非常に詰まって厳しいものとなったにもかかわらず、生徒は事前研修の成果を活かし、そこで決定したテーマに沿って、みな熱心に研修に取り組んでいたと言える。

次に、上記のアンケート結果を見て、具体的に気付いた点を上げる。

- (1) 「日頃、科学に関する情報はどこから得ていますか？」という質問に対し、「授業」と答えた生徒が多い。授業の果たす役割の大きさを改めて示す結果であるが、同時に、主体的に新聞・雑誌やその他の書籍等を通して積極的に情報を得ようとする態度にやや欠けるのではないかという印象を与える結果でもある。
 - (2) 今回の研修の日程が短かったと感じる生徒が多いのは、中越地震の影響で移動に時間がかかり、その結果研修そのものに充てられる時間が当初より短くなってしまったため、やや物足りないと感じたせいだと思われる。
 3. ホテルでのプレゼン会については、生徒の中で評価が分かれ、必ずしも成功したとは言えない結果が読み取れる。その原因として考えられるのは以下の通りである。
- ①プレゼンのための準備の時間が十分に確保できなかった。
 - ②よりわかりやすいプレゼンを可能にするための道具立て（大きな用紙や太いマジック類）が不十分であった。
 - ③模範となるプレゼンについての指導や事前の練習が不十分であった。
 - ④長旅の後の、しかも、夕食後の夜に行なったため、生徒の疲労も蓄積しており、良いコンディションでのプレゼンとは言えない状況があった。

生徒には、この研修で得たことを今後に生かし、さらに研鑽を積んでいってもらいたい。そのための指導や支援についてこれから何をどのように行なっていくのか、それについてさらに改善を加えていくことが今後の課題である。

◎ S S I の総合評価

1. 生徒の評価を踏まえて

(1) 情報基礎について

主に情報のデジタル化、情報の収集とモラル、プレゼンテーションなどについて学習を進めた。「よく理解できた」と「一応理解できた」を合わせるとその理解度は87.0%の生徒が理解できていると回答している。自宅でコンピュータを利用しているかという生徒の環境にも大きく影響されるが、小学校中学校からの情報教育が行き届いている成果によるものともいえる。

基礎講座の間に情報の講座を実施したが、次年度からは基礎講座のレポートのデジタル化なども積極的に取り入れることにより、講座がより充実したものになる可能性がある。

理解度を確認する意味で、「次の7語を説明できるか」という問いかけをした。7語は次の通りである。

著作権、ワープロ（あるいはワープロソフト）、プレゼンテーション、インターネットで検索、フリーウェア、POSシステム、コンピューターウィルス

術語の説明ができる生徒がほぼ25%、半分程度説明できる生徒が約50%である。「説明できるか」という設問に控え目な回答をしたところがあるのではないかなと思うが、漠然としたイメージでとらえている生徒が多いのかもしれない。

生徒のアンケートなどからもわかるが、情報という科目を取り込んだSSI講座は良かったと思う。文化系や理科系に関係なく情報は必要なものであることを改めて実感した。次年度もこの方針で取り組んでいくことで問題ないと思う。この二年間で、基礎講座の履修分野の実施時期が変動したので、生徒もスタッフも学習のリズムがつかめないままに終わったのではないかなという点が危惧される。

[生徒のアンケート結果の例]

- ・PCのみにして欲しい。
- ・キーボードで文字を入力するのが早くなって良かったと思います。これからはパソコンを使えなければいけなくなるような時代なのでパソコンを使っの授業は良かったです。
- ・パソコンでの遊び的要素がもう少し欲しい
- ・ワープロにもっと慣れたい。キーボードを見ないで文字が打てるようになりたい。
- ・情報では普段コンピューターをあまりつかわないので訓練になりました。

(2) S S I 講座について

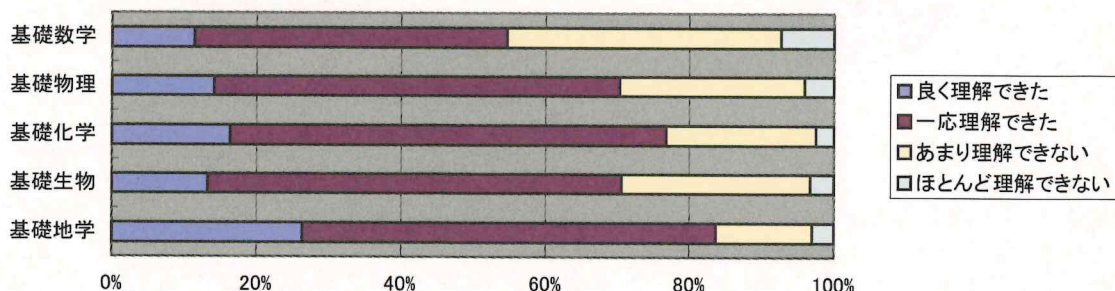
6月から開始したSSI講座は、数学、物理、地学、生物、化学というローテーションで基礎講座とアドバンス講座を実施したが、各講座とも教科書の履修内容から離れていたり、未習の状態であったのだが、理解状況を科目別に調べたところ、生徒の評価は以下ようになった。

教科・科目によって多少の差はあるものの半分以上の生徒が理解できたようなので、十分ではないかと考えられる。それは授業と無関係の内容で、生徒の興味・関心・独自で学んで身に付いている知識などの要素による受講者のレディネスによる影響が大きいと考えるからである。

各講座は、平均2時間で実施した。その後、まとめの時間を要した講座もあった。

授業で学ぶ範囲とはかけ離れていたり、授業とは関係のない分野の話なので、受講する立場からいえば、テキストを事前に読む程度の予習しかできなかったと思う。予習にも少しウエイトをおいて、予習のさせ方を工夫することで、講座の理解度や達成感が得られるものと思われる。次年度はテキストの内容に手を加えて、独習できるように記述していくことも必要である。あるいは、術語集を添付することにより、すばやく内容が理解できるような工夫も必要であると思われる。

基礎講座の理解度



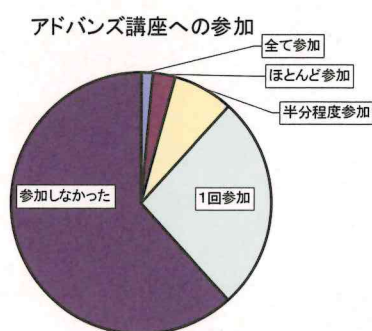
〔生徒のアンケート結果の例〕

- ・各講座は授業とかけ離れていて興味のある人は良かったかもしれないが、そうでない人にとってはあまり有効な時間の使い方ではないと思う。
- ・5分野をやっつけ仕事の授業されるより、2分野にしぼって深くやる方がおもしろいと思った。
- ・分かりやすいのと難しいのとの差が大きかった。
- ・分かりやすくして欲しい。
- ・もっとSSI講座を増やして欲しい
- ・もっといろいろやりたいです
- ・もっと多くの講座をやって欲しい
- ・もっと回数を増やした方がいい。
- ・もっとたのしみながら勉強できるものにした方が良く
- ・やったことない実験が多くできて良かった、もっと実験をやりたいかった。
- ・実験が欲しいです。
- ・実験などが高度であり理解できませんでした。
- ・実験は普段できないのでとても楽しかった。
- ・実用的なことをたくさんやっておもしろかったし、役に立った。
- ・自分の興味有る内容で有ればおもしろいと思う。
- ・専門的なのに進むのが早過ぎて理解するところまで至りませんでした。
- ・たくさんの事をつめこまないで少しの事をもっとよくした方が良くと思った。
- ・地学がおもしろかったです。
- ・地学と生物の講座をもっとおもしろくして欲しかった。
- ・地学をもっとやりたい。
- ・つまらないからやらなくていいと思う
- ・特には無いが理系にいくのでまた希望制の講座に出られたらと思う
- ・何となく終わった感じで終わったからもう少し回数を増やしてもいいと思った
- ・広い分野を浅く学ぶことしかできなかったの、2つくらいに絞ってもっと深くその内容を学びたいと思いました。
例えば太陽についても各部の名称など+αでその部が太陽本体に及ぼす影響などを知りたいと感じました。
- ・普段の授業では学べないことを学べて良かったと思います。
- ・文系希望なので（SSHじゃなくなってしまうけれど）文系教科でもこういうのが有れば参加してみたいと思った。
- ・他の高校で学ぶことのできないことも学べて良かったです。
- ・ホタテの実験がおもしろかった
- ・またやりたいと思った。

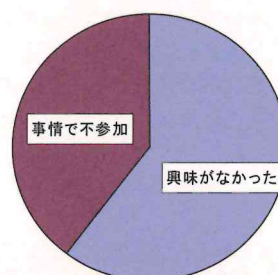
以上の結果から、全員に履修させた基礎講座は、次年度も工夫を加えて実施することが望ましいように思われる。

（3）アドバンス講座について

基礎講座を履修して、希望者に施したアドバンス講座は放課後の講座で希望する生徒が受講した。受講生数は平均して40名であった。多い講座は60名を超えることもあった。



アドバンス講座へ参加しなかった理由は？



しかし、基礎講座を受講した一学年の生徒の約60%は一度も参加しなかったと回答している。その理由として、「興味がなかった」と回答する生徒が約60%もいるのに驚いた。これは数学・理科がテーマであったこととはあまり関係が無く、いわゆる「教養を身につけたくない」という現れかもしれない。

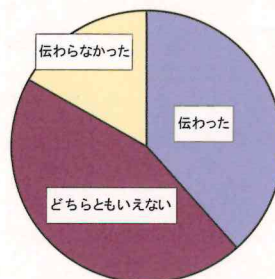
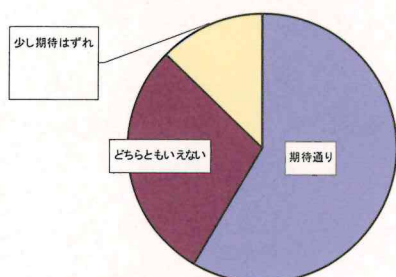
参加した生徒の半数以上は期待通りの講座であったと回答している。

また、「大学の講義のイメージは伝わったか」という質問にはつかめたか、曖昧な回答が多かったが、こちらは聴講回

数とも鑑みて、一度程度の聴講では伝わらないということを示していると思われる。
次年度以降のアドバンス講座の開設の時間帯や開設方法を検討する必要がある。

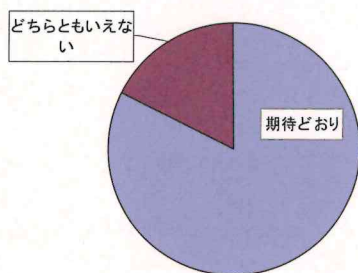
大学の講義のイメージは伝わりましたか

アドバンス講座は期待通りでしたか

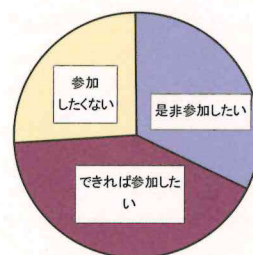


(4) 東京研修（臨地研修）について

臨地研修は期待通りでしたか？



また臨地研修に参加したい？



参加した生徒の反応は良かったという意見が多かった。再度企画があれば是非参加したいという意見が多く、今回の希望者を対象とした臨地研修も良かったといえる。ただ、学校行事などとのバッティングがあり、実施時期など次年度以降も夏期か冬のどちらかにせざるを得ないようである。

将来の進路を考えると希望者に対する研修のみが良いともいえないが、受け入れ体制、引率教諭の数、残留した他学年の生徒への授業などを考えると、今年度のような研修が良いといえる。次年度は研修先や研修日数を決定する方向での臨地研修を企画していきたい。

一方、東京研修に参加しなかった生徒の理由を調べると、半数は同時期に実施されたスキー授業を選び、三分の一は興味がなかったと回答している。

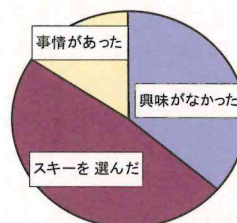
実施する時期にもよるのかもしれないが、12月になると、自分の進路が決定されていて、各自の目標に向かって努力する時期にさしかかっているものと思われる。

従って、この時期に臨地研修を実施することは、目標の定まった生徒が集まり、研修に期待しているといえるので、今年度の研修は成果があったといえる。

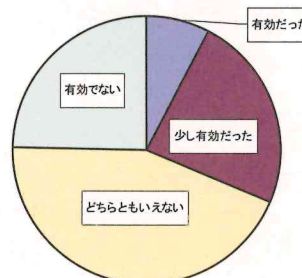
アンケート結果に記された生徒の意見は以下のようなものがあつた。

- ・東京研修もスキー講習のように2泊3日にしたほうがよい。施設見学時間をもっと長くして欲しい。見学場所をもう少し増やして欲しい。(全て東京研修に対して)
- ・今の2年生のようにSSIにクラスの人でなく学年全部で全員参加の研修旅行を企画して欲しい

臨地研修に参加しなかったのは？



SSI 講座は進路選択の上で有効でしたか



(5) はたしてSSI講座は有効か

生徒に刺激を与え、将来の理科系文化系への進路選択を考えさせる上で設定されたSSIであるが、約30%の生徒が有効と回答し、約25%の生徒が有効でないとしている。

まず、SSIの主旨が生徒に十分伝わっていたのだろうかという疑問がわいている。なぜ、実験が多く、レポート提出があるのかという不満だけが残るような結果であれば、スタッフは猛省しなければならない。これは、生徒のアンケート結果からわかったことである。

次年度は実施時期をさらに早めて、ねらい通りの効果を上げるだけでなく、趣旨を徹底させることが急務である。担当者だけではなく、学年や学校全体が真剣に取り組むことが結果の成否を握っていると思われる。

- ・もう少し早めに「SSI講座」の意味を教えて欲しかった。9月か10月くらいに初めて知ったので。
- ・SSI講座はすごく興味が持てる内容も多く楽しく学べたのでとても良いと思います。もっとたくさんできると良い。
- ・SSIの実験は楽しかったので、今後またまにやって欲しい
- ・アドバンス講座・エキサイティング講座に参加しにくい。理系の人しか駄目みたいな雰囲気がある。
- ・いろんな事を学べたし、教科書にないことやおもしろいことをたくさんやれて良かったです。
- ・いきなりわからないことをやれと言われたので、事前にもっと説明してくれないとわからないと思った。
- ・いつもできない実験などができて良かったです。字便の興味のある分野を選んでできたら良かったです。
- ・エキサイティング講座などのゲーム感覚で参加できるものをもっと増やして欲しい

2. 結論

前年度の反省に基づいて、開始日を6月中旬としたが、次年度はさらに早めて5月上旬からとする。その理由は、地学分野の太陽観測が新潟での天候との関係で5月に実施した方がよいこと、進路選択の一助とするためには保護者会がある5月から開始するのが、親子で考える上でも重要であると判断した。

臨地研修については、次年度も実施時期が夏期か冬期かになるので、次年度SSHクラス希望者を対象に実施する、今年度と同じ形態をとる予定である。

SSI講座については、数学関係をさらに充実させることと、アドバンス講座の回数も増やす予定である。さらに基礎講座はテキストを改訂して、生徒の興味関心を更に喚起できる内容にしていく。

次年度は、年度の最初に授業計画・趣旨・内容や評価について生徒にしっかり伝え、この科目を学ぶ目的を明確にしていく。

4 節 学校設定科目「SSⅡ」

◎ 学校設定科目「SSⅡ」について

1. 概要と目的

昨年度1学年においては学年の生徒410人全員を対象に、学校設定科目「SS（スーパーサイエンス）Ⅰ」を実施した。「SSⅠ」では物理、化学、生物、地学の観点からエネルギーについて学習し（エネルギー講座）、大学の先生から発展的な学習を指導していただくアドバンス講座を開催した。また、つくば学園都市の研究施設（全17箇所）にグループ別で3箇所へ赴き、研修を行う臨地研修を実施した。臨地研修前にはインターネットを利用した事前学習を行い、臨地研修の内容を十分に深めることに努めた。

2学年の希望生徒により“SSHクラス”を編成し、新たに学校設定科目「SSⅡ」を課し、事業の継続、発展を行った。「SSⅡ」は主に課題研究Ⅰと課題研究Ⅱにからなる。

課題研究Ⅰでは、32名の生徒を対象として、地元大学と連携しつつ年間を通して課題研究を行った。事業の始まる前年の2～3月に、数人の生徒と理科教諭1～2名でグループを形成し、課題研究に取り組んだ。研究テーマについては昨年より準備した、およそ80を越えるテーマの中から、生徒が自主的に選んだ8テーマについて実施した。その結果より、カリキュラムのなかで課題研究型の授業の意義、効果について検証を行った。

課題研究Ⅱでは、SSHクラスに在籍する希望生徒18名を対象として、4泊5日の日程で短期集中テーマ型の課題研究を行った。その結果より大学の研究室で、学生とともに一緒になって長時間1つの課題を調査、研究を行うことの意義、効果について検証を行った。

2. 具体的な事業内容

(1) 講演について

4月以降、課題研究Ⅰの8テーマ、課題研究Ⅱの6テーマ、あわせて14テーマについて延べ11人の大学の先生からご講演をいただいた。32人の生徒に、今後の課題研究のねらいや内容について周知し、お互いの研究に関心を持ちながら事業を遂行していくためである。講演後には課題研究の校内または大学研究室での進め方について打ち合わせ

を行った。また講演、打ち合わせのたびに生徒はその内容・感想を詳細に記したノートを各グループの担当教諭に提出し、内容を整理し理解を深めた。具体的な活動時数は以下のとおりである。

課題研究の進め方に関するオリエンテーション（教員は大学先生との懇話会を実施）

課題研究Ⅰ、Ⅱに関する講演、打ち合わせ（のべ9時間）

（2）課題研究Ⅰ（SSⅡ-I）への取り組みについて

5月下旬以降32名の生徒が8つのグループに分かれて課題研究Ⅰに取り組んだ。そのうち1つのグループは校内に留まって実験実習を行ったが、その他の7つは近隣の大学（新潟大学、新潟薬科大学）に3～5回程赴き実験実習を行った。またこれらのグループも大学に行つての実験実習のほか、校内でインターネットを使つての情報収集、文献調査、教員との議論などを行った。また課題研究発表会に向けての資料作成、研究論文の執筆などにも努力した。

具体的な活動時数は以下のとおりである。

課題研究Ⅰに関する大学研究室での研究活動（3～5回、およそ10～15時間程度、校内テーマはなし）

課題研究Ⅰに関する校内での研究活動とそのとりまとめ（のべ17時間程度）

ただしこれ以外にも夏季休業中や休日に研究活動やそのとりまとめを行うグループも多々あった。

（3）課題研究Ⅱ（SSⅡ-II）への取り組みについて

宿泊を伴う短期集中型の課題研究による評価を行うために計画、実施した。新潟を離れ、1つの研究室で先生方や学生の方に囲まれ、実験実習を行い試行錯誤の上に意味のあるデータを得る体験は生徒や今後の高校におけるカリキュラム開発の点で有益であると考えてのことである。事業の実施にあたって東北大学、東京理科大学の協力を得た。SSHクラスに所属する生徒32名のうち、希望者18名が、6テーマに分かれ、夏季休業中に4泊5日の期間で研究課題を実施した。

具体的な時数は以下のとおりである。

課題研究Ⅱに関する研究活動とそのまとめ（のべ5日間、およそ40時間）

また冬季休業中や休日に研究活動やそのとりまとめを行うグループも多々あった。

（4）課題研究発表報告会の実施

2月11日に課題研究発表会を実施した。当日はたくさんの来場者を前に自分たちの課題研究の成果をわかりやすく、自信をもって発表する姿が見られた。また発表後の生徒の表情から1つの課題研究をやり遂げた達成感をみることが出来た。

（5）その他の事業について

希望者13名による長岡高校課題研究発表会への参加、ノーベル化学賞を受賞された白川先生の講演会への参加（予定）などがあげられる。

◎ 課題研究Ⅰ（SSⅡ-I）について

1. 事業の目的

生徒の“理科離れ”がいわれて久しい。確かに生徒と共有できる理科的関心が近年急速に減少してことを感じる。このことは特に理系の生徒にとって、将来に渡り致命的な欠陥になる可能性が否めない。そこで実学より座学が優先している現状を改善し、科学的な資質や探求する態度を養うために、SSHクラスの生徒を対象として、本課題研究を実験的にカリキュラムに組み込んだ。特にこの課題研究Ⅰは年間を通じた中で大学の先生の研究に対する姿勢、科学研究一般がどのような過程で行われているのかを考え、将来、研究に取り組もうとする姿勢を身につけることを目的とした。あわせてカリキュラムのなかで課題研究型の授業の意義、効果について検証を行った。

2. 内容とその展開

（1）準備について

近隣大学に研究テーマの検討を依頼



教員による選定、校内テーマの設定



生徒への案内、1テーマの人数調整



課題研究テーマの設定

近隣の新潟大学理学部、工学部、新潟薬科大学などから専門性のあるテーマを80ほどいただき、この目的にご協力いただくことをお願いした。また校内から7つほどのテーマを設定した。その中で高校生の課題研究として適切かつ実施可能なもの40テーマを教員側で選択、生徒に提示し、生徒同士によるテーマ設定会議後、8つの課題研究テーマが決定した。

提示した資料の一部

新潟薬科大学 応用生命科学科

課題テーマ名： 生ゴミの堆肥化中での微生物の動態解析

指導教員名： 高木正道 教授

概要： 食品廃棄物、今回は新潟市の小中学校から排出される給食の生ゴミを対象に、これ無駄に燃やすのではなく、農作物の肥料とするために、新潟市付近の自然界に生息している微生物の能力を利用して処理を行ないます。この処理により、生ゴミに含まれる成分は腐敗しにくく、悪臭も無く、また農業において肥料として利用しやすい化学成分へと変化します。このような化学反応をおこなう有用な微生物はどんな微生物なのかを解析するのが今回の実験の目的です。処理の過程を追って、微生物の持っている DNA を抽出し、その配列を決定し、DNA データバンクに記載されている配列とコンピューターを使って比較する事により、微生物の種類を知ることができます。また、寒天上に微生物のコロニーを作らせ、各々のコロニーの DNA を同様に分析することにより、有用な微生物を単離し、微生物バンクを作ることもできます。このようにして、我々の身近な材料と、身近な微生物を利用して、環境問題を考える機会を持つと共に、最新の分子生物学や微生物学の一端を学ぶことができます。

SSH 対象生徒 32 名がその希望により 8 つのテーマを選択、同一テーマを選んだ生徒で 8 グループを編成、その後それぞれのテーマに研究をサポートする担当教師を一人または二人を決定した。

(2) 以上により、課題研究 I のテーマを以下の 8 つに決定した。

【 】内は対象生徒人数、()内は大学側指導員

- ・水-アルコール混合液体の音速の測定と水の構造【3】
(新潟大学理学部物理学物性科学講座 土屋良海教授)
- ・アミノ酸の検出と調理過程におけるアミノ酸の量的な変化【5】
(大学側指導員なし)
- ・半導体レーザを用いた光計測【2】
(新潟大学工学部電気電子工学科通信システム講座 鈴木孝昌教授)
- ・オイラー関数と RSA 暗号の研究【5】
(新潟大学工学部情報工学科数理情報講座 小島秀雄助教授)
- ・エピネフリンの合成と薬理作用【6】
(新潟薬科大学薬学部薬理学教室 長友孝文教授)
- ・生ゴミの堆肥化中の微生物の動態解析【2】
(新潟薬科大学応用生命科学部応用生命科学科応用微生物研究室 高木正道教授)
- ・タマネギ細胞の中を探る-葉緑体はあるか？【5】
(新潟大学農学部応用生物化学科応用生物化学講座教授 三ツ井敏明先生)
- ・模型エンジンの製作とエンジン出力の測定【4】
(新潟大学工学部機械システム工学科機能開発工学講座 松原幸治助教授他)

3. 課題研究 I の進行について

(1) 課題研究に進行について留意したことについて

- ①スーパーサイエンスという言葉にとらわれ過ぎないように留意した。すなわち高校 2 年生ということもあり、授業の履修状況も満足なものといえず、生徒の知識量は貧弱であることに留意した。また講演等においても、生活との関連、身近な例えを多用していただきたい(学術講演会とは性格が異なる性質のものである)ことを大学担当者にも重ねて伝えた。
- ②生徒に考えさせる工夫に留意した。生徒の知識の増加よりも、思考を促すことに重点をおいて実施するようにした。それにあわせ思考過程が評価のポイントになるようにした。
- ③的確なプレゼンテーションが出来るように留意、指導した。1 年間の成果を、自分の言葉で、初めて聞いてくれる人にわかるように指導した。

(2) 課題研究に関わる時間について

毎週水曜日の午後 2 時間または 1 時間が SSH の課題研究の時間とした(年間 36 時間程)。

(3) 課題研究テーマ講演会の実施について

校内テーマを除く 7 テーマについて大学側担当者が順次来校、SSH クラス全員対象に講演、課題研究のテーマの概略説明を行った。講演後、放課後に対象テーマの生徒と、担当教師と課題研究の進め方の打ち合わせを行った。これは課題研究対象生徒の科学的視野を広げるだけでなく、誰がどのような課題研究に取り組むことになるのか生徒同士が把握した上で課題研究が進行することを目的としたものである。

(4) 大学研究室での実験実習について

7月7日、9月8日、10月20日の3回、課題研究テーマ別に分かれて、大学研究室で課題研究に関わる実験実習を行った。1回につきおよそ3時間程度の実験実習を行った。またこれ以外にも訪問実験実習を重ねたグループも多くみられた。

(5) その他

課題研究の実施、そのとりまとめには予想以上に多くの時間がかかり、長期休業中や休日における、実験実習、報告書の作成などが見られることとなった。

4. 評価について

以下の項目について評価した。

- ・校内における講演のべ9回（講演者11人）に対し要旨、感想を記したノートにより、「関心・意欲」、「表現・技能」を評価した。
- ・校内外における課題研究に対するとりくみ（上記の①～④）により、「関心・意欲」、「思考・判断」、「知識・理解」を評価した。
- ・随時行うアンケートにより「関心・意欲」を評価した。
- ・面接検査により、「思考・判断」、「知識・理解」を評価した。

上記の項目を含め、実際には以下の内容で課題研究Ⅰの評価を行い、「スーパーサイエンスⅡ（SSⅡ）」の評価とした。

(a)講演会、計11回の内容を記録したノートに対し評価した。

(b)校内外における課題研究に対するとりくみを評価した。

(c)2回の期末試験の最中に面接検査を行い、講演内容に対する簡単な質問、感想、または課題研究の内容説明など、口頭でその内容を検査し評価した。

(a)を評価の30%、(b)を評価の40%、(c)を評価の30%として、全体の評価を行った。

《報告書》

課題研究Ⅱ-I

水-アルコールの混合液体の音速の測定と水の構造

生徒 佐藤優太、田中佑、本間祐樹

指導教官 土屋良海（新潟大学理学部物理学学科教授）

担当教諭 増子雅志、根津浩典

1. 目的

日頃目にしたり触れることができない最先端の科学研究を大学での実習を通して行い、その結果を論文にまとめ発表することにより、科学的思考力や創造性などを高めることが目的である。

2. 指導目標

- (1) 音速の測定原理について理解させる。
- (2) いろいろな組成の水-アルコール混合液体中の音速測定し、その結果を適切に処理させ結論を論理的に導かせる。
- (3) 課題研究の内容を論文にまとめ、発表させる。

3. 課題研究の内容

水の構造が温度によってどのように変化するか調べるために、水、アルコール（実験ではエタノールのみを用いたので、以後アルコールと呼ぶことにする）、いろいろな組成の水-アルコール混合液体中の音速を、温度を変えて測定した。その結果、アルコールおよび水が85%以下の水-アルコール混合液体中の音速は、多くの液体や固体の場合と同様に、温度が高くなるにつれて音速が直線的に減少した。一方、水および水が90%以上の水-アルコール混合液体中での音速は、上記とは異なる結果が得られ、水では74℃で音速が極大となる結果が得られた。この結果から、低温の水には水分子が水素結合により各分子が一定の間隔で規則正しく並んでいる、隙間の多い構造になった「低温状態の水」を多く含み、低温の水を加熱していくと「低温状態の水」の水素結合が切れていき、「高温状態の水」に移り変わっていくことが確かめられた。

4. 事業の概要

水の性質について基礎知識を高めるために、大学より講師を招いて講演会を行ったり、分子構造や化学結合などに

ついて学習させた。次に、大学へ行って3回の実習を通し、その結果をまとさせた。

(1) 講演会

- ①期日 2004年4月14日(水)14:50~15:45
- ②場所 新潟南高等学校 生物化学教室
- ③対象 2学年のSSHクラス32人
- ④演題「水の密度と秘密」
- ⑤講師 新潟大学理学部物理学科教授 土屋良海先生
- ⑥主な内容

多くの物質は温度の上昇と共に、密度が小さくなるが、水は0~4℃にかけて密度が大きくなり、4℃より温度が高くなると密度がだんだん小さくなる。このような物質は水以外にもテルルなどわずかにあり、何故そのような現象が起きるのかに関する研究について実験する。



(2) 大学への臨地実習

- ①期日
 - 1回目…2004年7月7日(水)13:00~17:00
 - 2回目…2004年4月14日(水)13:00~17:00
 - 3回目…2004年4月14日(水)13:00~17:00
- ②場所 新潟大学理学部物理学科
- ③対象 2学年のSSHクラス32人中3名
- ④指導教官 土屋良海(新潟大学理学部物理学科教授)
T A 後藤渉、高橋渉(新潟大学理学部物理学科4年生)
- ⑤主な内容
 - 1回目…・音速測定実験の原理、装置の説明 ・空気中の音速の測定 ・実験データの処理
・水中での音速の測定(水温を変えて行う) ・実験データの処理空気中の音速の測定方法
 - 2回目…・実験の原理、装置の説明
・温度の変化による、水および水とエタノールの混合物中の音速のデータについての説明
・温度の変化による、エタノール中の音速の測定 ・実験データの処理
・音速と密度、断熱圧縮率の関係 ・断熱圧縮率と気体の状態方程式の定義について
 - 3回目…・実験実習に関する講義(音速と密度、断熱圧縮率の関係)
・断熱圧縮率と気体の状態方程式の定義について ・実験の原理、装置の説明
・温度の変化による、水および水とエタノールの混合物、エタノール中の音速のデータについての説明
・温度の変化による、水および水とエタノールの混合物、エタノール中の音速の測定実験データの処理解析・水中の音速と異常性から考えられる構造変化の関係

(3) データ処理および論文作成

実習終了後、持ち帰ったデータを解析・考察した後に論文を作成させた。また、課題研究発表会のための資料を作成させた。

5. 事業の成果

- (1) 音速測定原理について理解させることができた。
- (2) 実習での実験結果を適切に処理した結果、低温の水は隙間の多い構造の「低温状態の水」を多く含み、これを加熱していくと水素結合が切れていき、「高温状態の水」に移り変わっていくことを実習を通して導くことができた。
- (3) 課題研究全体についての論文を作成し、発表することができた。

6. 事業の評価

(1) 課題研究実施前の講演会の評価

(a) 生徒の評価(アンケートの結果)

この講演会に対する生徒の意識を評価するために、講座修了後、生徒にアンケート調査を実施した。

質問1. 今回の講演はどうでしたか

- ①良かった……………5人
- ②やや良かった……………11人
- ③普通……………15人
- ④やや良くなかった…1人
- ⑤良くなかった……………0人

質問2. 講義内容について、どの位理解できましたか。

- ①よく理解できた……………0人
- ②まあまあ理解できた……………12人
- ③理解できないことが多かった……………16人
- ④ほとんど理解できなかった……………3人
- ⑤興味・関心のある分野ではなかった…1人

質問3. 講義の難度はどうでしたか。

- ①易しかった…… 0人
- ②やや易しかった… 1人
- ③適度……… 2人
- ④やや難しかった… 20人
- ⑤難しかった…… 9人

質問4. あなたは科学知識情報をどこから

得ていますか。A～Fの項目に○
をつけてください。(複数可)

- | | |
|----------|--------------|
| ①テレビ…13人 | ④雑誌……… 2人 |
| ②新聞……19人 | ⑤インターネット… 3人 |
| ③書籍…… 2人 | ⑥その他……… 2人 |

質問5. 題材の「水」の性質で以前に不思議に感じていたこと、知っていたがあれば書いてください。

・氷は密度が小さくなるのは何故か(9人) ・水の密度が4℃で最大になること(2人) ・海水に比べて淡水には何故塩類が少ないのか ・水素結合について詳しく知りたいなど

質問6. 今回の講演の感想を書いてください。(水に対しての見方が変わった点など)

・身近な水には様々なおもしろい性質があることや、未知の部分が非常に多いことがあることを知り

驚いた(15人) ・4℃で密度が最大になることに驚いた(6人) ・水の構造を理解することができて良かった(3人) ・高温の氷に興味を持った(3人) ・物質状態で様々な現象が見られることについて興味を持った(2人) ・氷はダイヤモンドやシリコンと同じ構造であることに驚いた(2人) ・内容が難しくてよくわからなかった(5人) など

(b) 教師の評価

以上の結果から、この講演により生徒の水への興味・関心が高まったことがわかった。特に、講義終了後は多くの生徒が質問に並ぶなど生徒の意欲が感じられた。また、ふだん目にすることができない物質や様々な図表などをプロジェクターで見せていただいたので、生徒もだいたい刺激されたのではないかと思う。その一方で、内容がやや難しかったとの声が多かったため、来年度以降は講師の先生と十分に連絡をとりながらさらに充実した講演になるよう努力していきたいと思う。

(2) 課題研究全般について

(a) 生徒の評価(アンケート)

生徒の意識を調査するために、課題研究終了後、生徒にアンケート調査を実施した。

質問1. ズバリ、大学での臨地実習は良かったですか?

- ①とても良かった…… 2人
- ②良かった………
- ③どちらでもない……
- ④あまり良くなかった… 1人

質問3. 1回につき3～4時間の実習を行いました、
時間はどうでしたか。

- ①長かった………
- ②ちょうど良かった… 2人
- ③短かった……… 1人

質問5. 大学での実習について何か意見等があれば書いて下さい。

[回答] 大学で実習するならもっと回数を増やす必要がある。など

質問7. 課題研究の難易度はどうでしたか?

- ①とても易しかった…
- ②やさしかった……
- ③ちょうどよかった… 1人
- ④難しかった……… 2人(理論が難しい)
- ⑤かなり難しかった…

質問9. 課題研究を終え、どのような様なところに興味・関心を持つようになりましたか?
(複数回答可)

- ・超音波……… 1人
- ・音速……… 2人
- ・水(氷)の構造、水素結合… 3人

質問2. 大学での実験は3回行いましたが、回数はどうでしたか。

- ①多かった………
- ②ちょうど良かった…
- ③少なかった……… 2人(6回くらいして欲しい)
- ④なんともいえない… 1人

質問4. 実習での先生や学生の指導は、

- ①たいへんわかりやすかった…
- ②わかりやすかった……… 3人
- ③やや難しかった………
- ④難しかった………

質問6. ズバリ、課題研究は

- ①良かった……… 1人
- ②まあまあ良かった…… 2人
- ③あまり良くなかった…
- ④良くなかった………

質問8. テーマは自分にとって適当でしたか?

- ①適当だった………
- ②まあまあ適当だった…… 2人
- ③あまり適当ではなかった…
- ④どちらともいえない…… 0人

質問10. 課題研究を終え、どの様な力が身に付いたと思いますか?(複数回答可)

- ・情報処理能力… 3人 ・創造性… 1人
- ・思考力… 2人 ・論理的能力… 3人
- ・表現力… 0人 ・積極性……… 1人
- ・その他()… 1人(物理的な考え方)

質問11. 課題研究全体について述べて下さい。

[回答] ・課題研究はもう少し早く始めたかった。 ・もう少し工夫したかった、など。

(b) 大学職員の生徒の評価(アンケート)

課題研究終了後、同様にアンケート調査を実施した。

質問 1. 課題研究全体を通してのご意見・ご感想をお願いします。

〔回答〕趣旨は大変よく理解でき全般的には賛成です。このような高校と大学とのタイアップを通して高校生の科学に関する興味感心が増してくれば大変うれしいことです。

質問 2. 基礎知識が十分に無い高校生に対して、今回のような課題研究をさせることについてご意見・ご感想をお願いします。

〔回答〕課題研究は、1. 実験の原理の理解。2. データの取得。3. データの解析。4. その結果とそれまでの知識をベースにしたある程度の解釈。がそろって完成というのが研究のスタイルと考えると、今回のテーマは尻切れトンボのような感を生徒さんに与えたのではないかと危惧しております。

質問 3. このような課題研究を高校のカリキュラムに取り入れることについてのご意見をお願いします。

〔回答〕高校でのカリキュラム上の問題さえなければ、積極的に取り入れていただければと思います。

質問 4. 今回の受け入れに関する問題点・課題・改善に関わる提言をお願いします。

〔回答〕2の項目と関連することですが、高校生のレベルを少し超えたレベルで最後までまとめる ことのできるテーマを高校と大学で協議しながら開発することが欠かせないと感じました（特に物理関連では）

質問 5. 受け入れる研究室についてメリットがもしありましたら教えて下さい。

〔回答〕研究室の学生にとって良い刺激になり、感謝しております。

(c) 担当教師の評価

今回のテーマは大学側から提示された複数のテーマの中から生徒が選んだもので、研究テーマは私たちの専門からやや離れた内容だったので、最初、どのように指導したらいいか迷いがあり、生徒も日頃からデータ解析に慣れていなかったということなどもあって、生徒は前半はなかなか実験結果から結論を導き出すことができずかなり悩んでいたようだった。しかし、時々こちら側からアドバイスをしたり、大学の先生と連絡を取りながら指導していく中で後半はだいぶ要領よくデータ解析できるようになり、生徒もかなりやる気を出して取り組んでいた。ほとんど徹夜でデータ解析を行ったり、自主的に何日もかけてエクセルで計算をした生徒もいた。また、論文作成では、結論を導く過程について自ら考えて問題を解決していったり、論理的に考えていく姿勢が見られるようになった。以上のことから、この課題研究を通して徐々に生徒に科学的思考力がついたのではないかと思います、当初の目的が達成されたのではないかと思います。

7. 今後の課題

今回の課題研究では、実験からデータの解析に至る所まで、かなりの部分を大学側に任せきりになってしまった。高校での課題研究なので、来年度の課題研究では、今年度と同様に大学と連携しながら実施する場合には、大学側と綿密な打ち合わせを行い、綿密な指導計画を立てて行いたいと思う。

課題研究Ⅱ-I

アミノ酸の検出と調理過程における

アミノ酸の量的な変化について

対象生徒 大島一矩 大瀧裕也 木津崇 佐藤祐介 古川智仁
担当教諭 高橋義之

1. はじめに

課題研究 SSⅡ-I の実施にあたり、近隣の大学から、課題研究としてふさわしい研究テーマを相当数いただいた。しかし、高校側だけで何とか生徒の課題研究を実施できないかという声や、クラブ活動などで放課後の時間を確保したい生徒に大学に出向くことなく課題研究テーマを設定できないかとの意見も生徒より寄せられた。そこで、書籍、電話やインターネットを研究のツールとして、校内での実験を中心に課題研究に取り組むテーマを1つ設けた。そのテーマが本テーマである。大学の先生の指示なく、担当教諭と担当生徒が試行錯誤しながら実験を積み重ねたために、スムーズな課題研究にはなりえなかったが、実験における工夫の重要性や、何度も粘り強く実験に取り組む姿勢などが、このテーマによって身についたのではないかと考えている。また高校の実験では普通使用しない分光光度計を校内で偶然に見つけ、利用できたことも本課題研究に厚みを与えたものと考えている。

2. 研究テーマの設定にあたって

最近、色々なところで“アミノ酸”が登場する。最近アミノ酸に関わるいくつかの情報を耳にした。それらは①アミノ酸飲料がいろんな種類で発売されている。②アミノ酸の1つのグルタミン酸が旨み成分になっている。③煮込み料理が美味しくなるのもアミノ酸量の増加が関係している等。また県内のSSH先輩校である長岡高校では、エネルギー消費に及ぼすアミノ酸飲料の研究が行われている。生徒は煮込めば煮込むほど美味しくなるといわれているカレーを念頭におき、煮込むことでアミノ酸の量がどのように変化するかを調べたいと考えた。そのためにアミノ酸の定量に方法について学習し、飲料に含まれるアミノ酸の量を測定する実習を行った。その後実際に鶏のひき肉を用いて煮込み実験を行い、含まれるアミノ酸の量的変化を追跡する工夫を行った。

3. 研究テーマの概要 . . . 以下の項目について実験、考察を行った。

(1) アミノ酸の定量方法の確立

味の素（グルタミン酸ナトリウム含有率 97.5%）を用いて濃度の異なる水溶液を用意した。ニンヒドリン水溶液を加えて加熱することで濃度により発色の濃さが異なることを確かめた。

(2) アミノ酸飲料に含まれるアミノ酸の量と成分の相違の確認

アミノ酸飲料、またはアミノ酸が含まれている飲料について、そのアミノ酸の含有量をニンヒドリンによる比色定量によって比較し、いくつかはその成分表示との比較を行った。

(3) アミノ酸飲料に含まれるアミノ酸についての検討

7 種類のアミノ酸飲料に含まれるアミノ酸がどのような意図で含まれているのかを調べた。またそれぞれのアミノ酸飲料を飲み、含まれるアミノ酸と飲料の味について考察した。

(4) 薄層クロマトグラフィーによるアミノ酸の分離の試み

薄層クロマトグラフィーによって、飲料に含まれるアミノ酸を分離し、含まれるアミノ酸の種類の検討を行った（写真 1）。

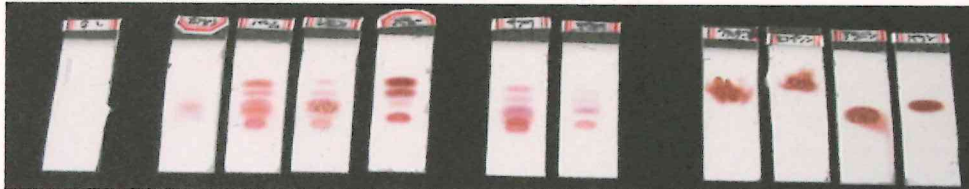


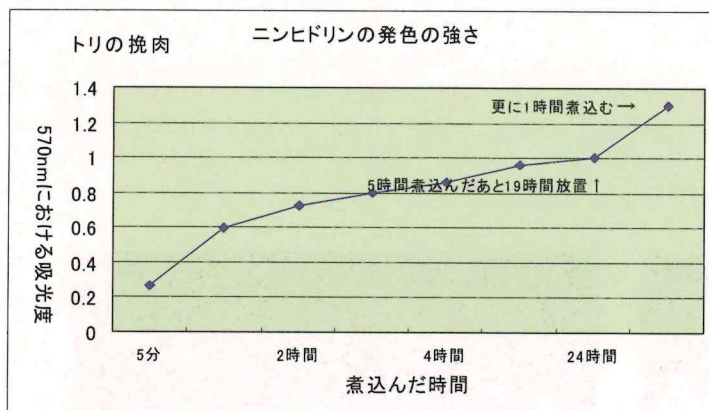
写真 1 薄層クロマトグラフィーを用いたアミノ酸飲料に含まれるアミノ酸の分離

(5) 分光光度計による呈色の強さの数値化の検討

分光光度計を利用して、アミノ酸の濃度と発色の関係についていくつかの種類のアミノ酸水溶液をもとに測定した。

(6) 調理過程におけるアミノ酸の増加の検討

沸騰水中に鶏ひき肉を加え煮込み（30g を 2 リットルの水で煮込む）、0 時間～ 2 5 時間の間でサンプリングを行い、煮込むことでアミノ酸の量が増えることを確認した（グラフ 1）。

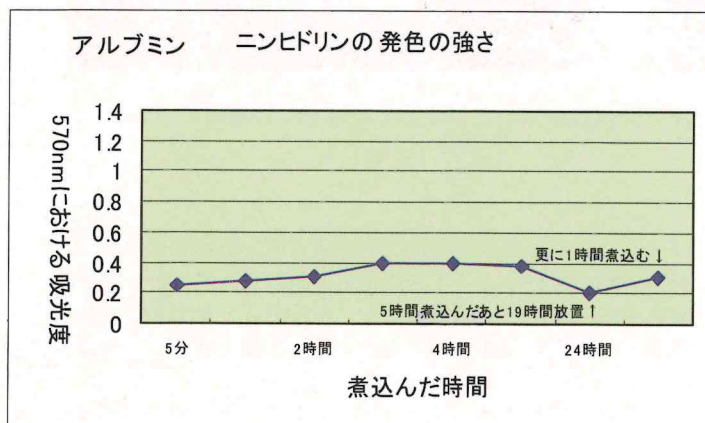


グラフ 1

鶏ひき肉の煮込み時間と
ニンヒドリンの発色の強さ

(7) タンパク質の分解の可能性の検討

(6)の結果がタンパク質の分解によるものなのかどうかを調べるため、タンパク質のアルブミンを煮込んだ。その結果アミノ酸の増加は確認されず、タンパク質の分解は起きていないと考えた(グラフ 2)。



グラフ 2

タンパク質アルブミンの煮込み時間と
ニンヒドリンの発色の強さ

4. 生徒に観察された主だった点

(1) 工夫を重ねたことについて

肉を煮込むということについて調理専門学校や大学に問い合わせたが、調理を実験することについてはなかなか参考になる事例が見つからず苦労した。そのため、試行錯誤が続き、いろいろな実験を試した。また肉を煮込んでもアミノ酸の量の変化が増減を繰り返すなど、明らかにおかしいデータが何度も得られる実験が繰り返された。そこで生徒は論議を重ね実験条件の改善を図った。

その結果、肉を大量購入、冷凍し、常に均一な肉を手に入れることが出来るようになったことやニンヒドリン反応の際にサンプルの不均一な加熱を避けるため湯浴というかたちでニンヒドリンの発色を行えたことなどの工夫が生まれた。これらの工夫において安定したデータを得ることが出来るようになった。また、実験室の棚から見つけた古い分光光度計を課題研究に使用できたこともこの課題研究にとって意味深い。高校の化学では全く使用しないこうした分析器も分析化学の専門書を平易に解説しながら使用できたことは教育効果があったものと考え、特に今回新たに購入せず、購入から40年近く経った分光光度計を、セルの購入だけで使えるようにしたことは評価できると考える。またその分析原理において紫の濃さを測定するのにその補色の黄色の光の吸収具合を測定したことは生徒にとって興味深かったようだ。光合成色素の色とその吸収波長と関連つけて、生徒は考察を行った。

(2) 繰り返した実験について

鶏ひき肉をホットスターラーで煮込むという単純な実験ではあったが、前述したように思うようなデータが得られない状況がしばらく続いた。そのたびごとに器具を全て洗浄し、煮込み直し、辛抱強く実験を繰り返したことは評価されると考えている。

(3) クラブとの両立について

本研究は、放課後クラブ活動のために学校を離れて実験実習が困難である生徒も参加していた。ただ夏季休業中、クラブ活動の途中で、汗を拭きつつ、サンプリングを繰り返し行い、再びクラブ活動に参加する生徒も見られた。その懸命さは評価したい。

(4) 記述力の不足について

実験観察中は鋭い観察が出来ていた生徒も実験終了後、レポートを書く段になると、その観察を記述できないことが目立った。生徒の文章表現能力が思いのほか低いことに困惑した。論理的な思考ができて、それを記述することを生徒は極めて不得手にしているようである。このことは本研究に参加している生徒以外にも広く見られる。今後、何らかの対策が必要であることを痛感した。

(5) 科学の祭典について

アミノ酸の比色定量について学んでいく過程で、汗や皮脂に含まれるアミノ酸を中心とするニンヒドリン呈色物質を用いた「科学の祭典」への参加を呼びかけた。最初は生徒の反応も鈍かったが、当日はこの課題研究を担当している生徒だけでなく、他の課題研究テーマの生徒も大勢参加してくれた（写真2、写真3）。自分たちの課題研究を小学生や一般の方にわかってもらえるように四苦八苦していたが、祭典後、出展したことへの楽しさ、充実感を口にしていたことは印象深い。

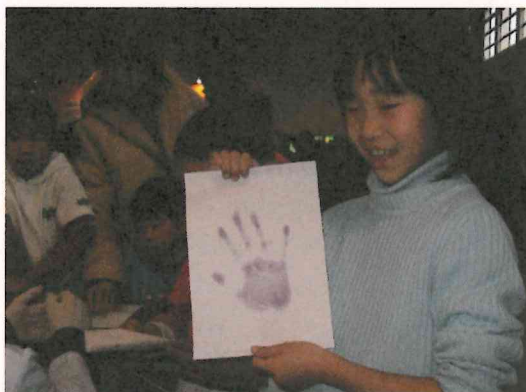


写真2、3 科学の祭典で大盛況を博したニンヒドリン反応を用いた「えっ！これが私の指紋」で

5. 事業の効果等

(1) 課題研究を終えて

内容的にはシンプルでかつ美味しいカレーをつくるにはという当初の目的からはほど遠い研究結果となったが、この過程で生徒が得たものは大きいと考えられる。研究を続けていく上で工夫が重要である点、常にデータを振り返りながらも辛抱強く実験を繰り返していく点など生徒に身についた項目も多い。唯一の校内テーマであったため、スムーズに実験が進まず、データらしいデータの取れない時期が続いたが、何度も粘り強く実験を繰り返した点は評価に値する。

本課題研究に対する生徒の自己評価の点で目立ったのは、「独創性の高さ」であり、他のグループの平均より20%高い評価となった。短い時間の中で研究室を訪問し、準備された実験をこなすのではなく、担当教諭を含めての「ああ

でもない、こうでもない」の議論が高い評価の原因と考えられる。この結果を受けてか、「科学的資質の向上のため、この課題研究活動を有効とする」評価も他のグループの平均を 20%ほど上回る結果となった。しかしその一方で大学研究室を訪れることがなかったためか、「卒業後の大学での研究活動が楽しみ」とする意見は他のグループを 25%下回る結果となった。また科学の祭典にブースを出展することに、最初は生徒の賛意は得にくかったが、結果として「新鮮な感動と喜びを感じた」と記す生徒が多かった。日頃、生徒が体験することのない体験は生徒にとって貴重なものとなることを改めて感じた。

6. 謝辞

東京理科大学理工学部応用生物科学教授 池北雅彦先生、お茶の水女子大学大学院人間文化研究科教授 畑江敬子先生、日本獣医畜産大学農産畜産教室教授麻生慶一先生には、有益なアドバイスをいただきました。味の素株式会社ライフサイエンス研究所、江崎グリコ株式会社食品開発研究所からは各種データについてご提供いただきました。また日立計測器サービス株式会社 清野正昭さんには古い分光光度計について丁寧なアドバイスをいただきました。皆様に感謝申し上げます。

課題研究Ⅱ-I

半導体レーザを用いた光計測

対象生徒	大澤由憲	長谷川勝康
指導教官	新潟大学工学部電気電子工学科助教授 鈴木孝昌	
担当教諭	笹川民雄	

1. 講演会について

大学での実験・実習に先だって4月28日の5限時にテーマの概要と関係する物理分野の基礎について鈴木孝昌助教授より講演をしていただいた。講演内容は以下の通りである。

① 光と半導体レーザについての基礎知識

光は電磁波の一つで、可視光の波長領域は電磁波の中のわずかな領域である。自然光はいろいろな波長の光が乱雑な位相で混じっている。それに対し、レーザ光は単一の波長の光が同位相の状態にあり、可干渉性や指向性がその特徴である。半導体レーザは光を発信するLD（レーザダイオード）と受信するPD（フォトダイオード）からなる。光を特徴づける量は振幅、波長、周波数の3つであり、赤色レーザの波長は680nm、周波数は440THzである。光は電波と異なり、いかなるセンサを用いてもその波形を観測することはできない。ただ、明るさ（強度）を観測できるだけである。

② 干渉計測の原理

干渉とは2つの波が重なり合い、強め合ったり弱め合ったりする現象である。強め合うと明るくなり、弱め合うと暗くなる。位相が α だけ異なる2つの光 $\cos(x)$ と $\cos(x+\alpha)$ を重ね合わせると $2\cos(\alpha/2)\cos(x+\alpha/2)$ となり、振幅が $2\cos(\alpha/2)$ となる。明るさは振幅の2乗に比例するので、2つの光を干渉させた場合、その明るさから半波長の以下の経路差が求まる。これを応用して物体の形状や変位の測定が可能である。

③ 干渉計のしくみと計測例

干渉計はレーザ光を半透鏡で2つに分け、一方を参照鏡に他方を測定物体にあて、それらの反射光を干渉させ、明るさを光検出器で測定するものである。実際に振動を測定物体に加えたときの計測例とダイヤモンドで研磨された磁気デバイスの表面形状の計測例を示す。

講演

干渉計のしくみ

干渉計のしくみ

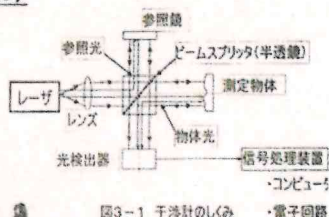


図3-1 干渉計のしくみ

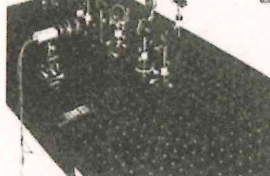
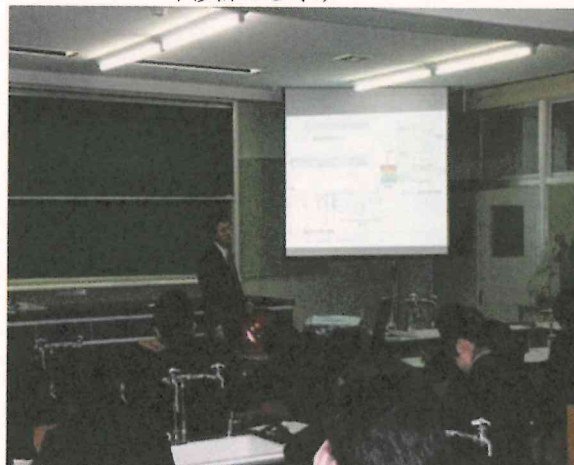


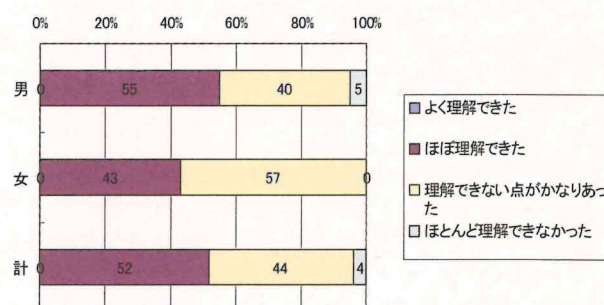
図3-2 実際の干渉計



生徒のアンケート結果および評価（SSHクラス32名）

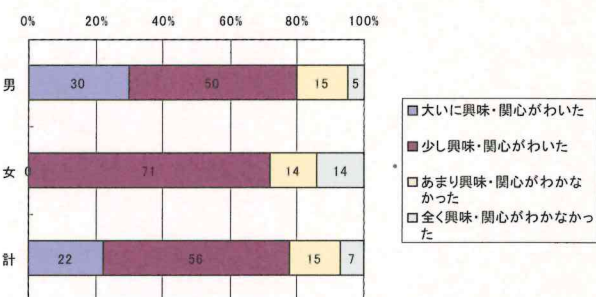
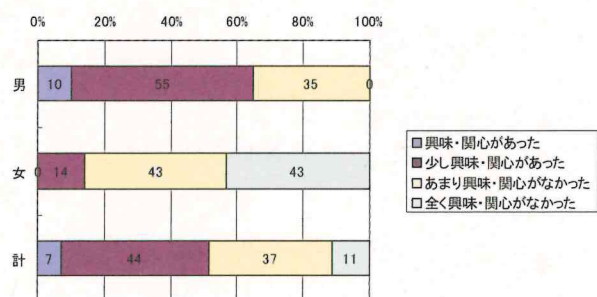
【1】 講演の難易度はどうでしたか。

【2】 講演内容について、どのくらい理解できましたか。



【3】 講演前に興味・関心はありましたか。

【4】 講演を聴いて興味・関心はどうになりましたか。



わかりやすい講演であったが、物理の授業で波動や光についてまだ学習していなかったため、ほぼ理解できた生徒は半数くらいにとどまった。しかし、講演を聴いて興味関心がわいたと答えた生徒が講演前と比べ27%増加し、78%となった。光の干渉そのものや干渉計を利用して微細な磁気ディスクなどの表面形状が測定できることに興味をもった生徒が多かった。

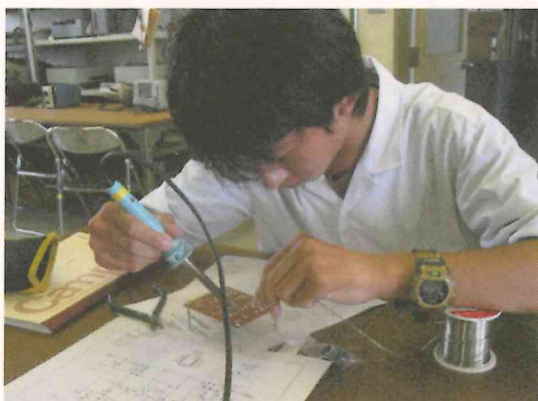
2. 課題研究活動について

①大学での課題研究

7月7日に1回目の大学での課題研究を行い、レーザ半導体を製作した。まず、半導体レーザ駆動回路の低電圧発生部、電流制御部、高出力検出制御部、電圧加算部など各回路の働きの説明を受けた。その後、回路図をもとに抵抗、コンデンサー、オペアンプ、ツェナーダイオードなどを基板にはんだ付けをした。回路図の見方やはんだ付けが慣れていないせいか、生徒はかなり苦勞し、2時間半ほどかかりやっと完成にこぎつけた。回路が実際に作動するか確認したところ、正常に作動しなかった。オシロスコープで各部分を点検したが原因がつかとめられなかったため、高校に持ち帰りあらためて回路をチェックした。

9月8日に2回目の大学での課題研究を行った。先回の実習で製作した半導体レーザ光源にを使ってトワイマン・グリーン型干渉計で実験を行った。レーザ光を半透鏡（ハーフミラー）で2つの光線に分け、一方の光を参照鏡で反射させ、もう一方の光を振動する鏡（動体鏡）に反射させ、それらを干渉させ光センサで強度を測定する実験である。光センサの信号は最初オシロスコープで観察し、その後AD変換器でデジタルデータに変換し、パソコンに取り込んだ。一方の鏡を水晶振動子に付け、水晶に交流電圧をかけることで振動させた。また、加圧した交流信号はオシロスコープで測定した。振動の振幅の小さい場合と大きい場合の2種類のデータをパソコンで計測した。データは歪んでいたりと、雑音が混じっていたりしている場合が多く、きれいなデータを得るのにかなりの数の計測が必要であった。また、当日は暑くエアコンを使用したため、その振動の影響も見られ、実験時にはエアコンを切って行った。生徒は暑さの中でよく耐えて実験をこなしていた。最後に、短時間ではあるがデータ解析方法の説明を受けた。

10月20日に3回目の大学での課題研究を行った。前回、光計測した干渉データを解析し、振動鏡の変位の時間的变化を求めた。ハーフミラーから参照鏡と動体鏡までの往復の距離をそれぞれ L_1 、 L_2 とすると、理論上、振幅 A の2つの光の干渉強度 S は $S = 2A^2 (1 + \cos(k(L_1 - L_2)))$ となる。一般に測定した干渉強度を $S_0 = a + b \cos(k(L_1 - L_2))$ とすると、 $k(L_1 - L_2) = \cos^{-1}((S_0 - a)/b)$ となる。よって観測した強度を解析することにより、経路差 $L_1 - L_2$ が求まり、これをもとに振動鏡の変位が決定される。このことに基づき表計算ソフトを用いてデータ解析の実習をした。



半導体レーザの製作



干渉計の調整

②校内での課題研究

大学での実習では時間が足りず、大部分の解析は校内で行なった。データ解析には高校3年で学習する三角関数の極値や大学で扱う三角関数の逆関数などかなり高度の数学的知識が必要とされた。これらのことを生徒に理解させながらデータ解析を行ったので、解析に10時間ほどの時間がかかった。また、測定データには雑音が含まれているので、解析する前に雑音を除去する必要がある。この雑音処理には移動平均法を用いた。解析は表計算ソフトの関数機能を用いて行い、最後にそれをグラフ化した。表計算ソフトの関数を利用した解析は、生徒にとって初めての経験であったが慣れるに従って表計算ソフトをよく使いこなしていた。このようにデータ解析には高校2年の生徒にとってはかなり難しい内容が含まれていたが、生徒にとって数学がどのように実際の実験で使われるのかを経験でき、大変有意義なものであったといえる。

3. 生徒の変容および成果

生徒へのアンケート結果は以下のようである。

- ・高校にはない専門的な実験装置で実験でき、光計測の理解が深まった。
- ・誤差や雑音の少ないデータを得るために条件を整えて何回も実験しなければいけないことを知った。
- ・コンピュータ計測で取得されたデータ処理の方法、特に雑音処理の方法を学ぶことができた。
- ・表計算ソフトの関数を用いたデータ処理ができるようになった。
- ・半導体レーザ駆動回路を製作することにより、電子回路が身近に感じられるようになった。
- ・大学の研究室で実験するという貴重な体験をすることができ、大学の研究について具体的イメージを作ることができた。
- ・工学部に対する意識や興味がより高まった。電子工学について大学でもっと学んでみたいと思った。
- ・光を含め物理についての興味が深まり、学習意欲が高まった。
- ・データを分析し結果を出すのは時間がかかり、また、理解するのに苦労した点もあったがこの課題研究を通して、研究の一端を知ることができ満足している。
- ・プレゼンテーションや報告書の作成は時間がかかり大変であったが、思考力、表現力が付いた。
- ・発表会では緊張したが、うまく説明でき大きな自信になった。

今回の実験や解析には高校2年の生徒にとってかなり高度なことも含まれていたが、大学で実験を体験し、また、コンピュータを用いて計測やデータ処理を行うことにより、生徒は一つのテーマを総合的にかつ深く学ぶことを身に付けることができた。特に、実験データの数学的解析能力を養うことができたといえる。一斉授業ではこのように時間をかけて一つのテーマを深く追求することはできないので科学的方法を生徒に身に付けさせるには課題研究は大変有効であるといえる。また、大学と連携することにより高校では行えない専門的な実験が可能となり、生徒、教員ともいろいろな意味でよい刺激になった。

4. 大学側の評価・感想

① 課題研究全体を通して

高校生に大学レベルの研究体験をさせることは大変よいことである。予算の続く限り、あるいは予算が打ち切られても継続していくのがよい。

② 十分な基礎知識がない高校生に対し、今回のような大学で課題研究を行うことについて

基礎知識がない生徒に大学で課題研究させることに反対の意見もあるが、高度な研究体験をさせることで、基礎知識の大切さが理解でき、基礎知識を勉強するよい動機づけになると思われる。

③ 受け入れに関する問題点

事前折衝の時間が、受け入れ前に十分取れなかったことがひとつ大きな問題であったと思われる。

④ 高校生を指導しての感想

高校生でも、やる気と能力があれば、基礎学力が不足していてもかなりのことができると感じている。

5. 今後の課題

今回の課題研究では、実験装置が大学にしかなく3回の実験しか行えなかった。大学側で計画された実験やデータ解析はできたが、生徒の自主性に基づく発展的な実験が少なくなってしまった。生徒自らが仮説を立て、実験を行い、検証するという要素を含む課題研究にすることが今後の課題である。このためには、テーマが学究的、専門的であるとしても生徒が受け身になりやすいので、生徒の能力や学習段階にあわせたテーマの設定が大切であると思われる。今後は生徒の自主性を生かしながら、創意工夫のある、発見的な課題研究にするにはどうすればよいのか探していきたい。また、その場合の大学との連携のあり方も考えていきたい。

<謝辞>

お忙しい中、今回の課題研究をこころよく引き受け、温かく指導をしていただいた新潟大学工学部電気電子工学科 鈴木孝昌助教授、ならびに大学院生の佐藤俊彦氏に深く感謝申し上げます。

課題研究Ⅱ-I

数学における「数え上げ」について —オイラー関数とRSA暗号の研究—

生徒 赤川慎人 小野沢吾郎 白倉洋佑 藤村計允 堀康大
指導教官 新潟大学工学部情報工学科 助教授 小島秀雄
担当教諭 教頭 上杉肇

1. はじめに

大学から数学に関する課題として研究可能なテーマをいくつか出していただき、その中で生徒の希望の多かった「数学における『数え上げ』」について講演していただいた。終了後、課題研究のテーマの検討を行い、学校内での研究に当てられる時間、あるいは大学に訪問しての実習時間を考慮し、また、内容的にも情報社会に欠かせないRSA暗号等の基礎理論であり、ふくらみがあるということで、オイラーの ϕ 関数から研究を始めることとした。

2. 目的について

「数え上げる」（「数える」ではない）という作業は数学において頻繁に現れる。ここでは、自然数の分割を数え上げる、平面を何本かの直線で区切ったときいくつかの部分に分かれるか等、数学における数え上げるという活動を通して、その中にある数学的法則を学び、数学で現れる様々な「数え上げ問題」について学習・研究を行うことを目的とした。「数え上げ問題」と呼ばれる問題は無数にあるが、今後習うであろう高校や大学での数学に関係のある「数え上げ問題」について研究し、その中にある数学的な法則を発見していくことにより、数学的なものの考え方を身につけ、数学の様々な分野が思いもかけない形でつながっていることを実感してもらおうと考えた。

3. 講演について

(1) 講演の概要

「数学における『数え上げ』」というタイトルで講義していただいた。内容は、「数える」と「数え上げる」ことの違いや「分割数 $P(n) \cdots$ 自然数 n をいくつかの自然数の和に分割する方法の個数」、「第2種スターリング数 $S(n, k) \cdots n$ 個の要素からなる集合 $\{1, 2, 3, \dots, n\}$ を k 個のグループに分割する方法の個数」、「オイラー関数 $\phi(n) \cdots 1$ から $n-1$ までの自然数のうち、 n と互いに素なものの個数」、「オイラーの定理 $\cdots n$ を3以上の自然数、 a を n と互いに素である自然数とすると、 $a^{\phi(n)}$ を n で割った余りが1になる」の紹介であった。

(2) 生徒アンケートの結果および感想

講演後のアンケート調査の結果を記す。生徒の「数学における数え上げ」に対する興味関心は、聴講する前は「興味関心がある」20%、「少し興味関心がある」46%、「興味関心はない」が34%であった。理数系ではあっても数学に興味関心がないという生徒が思ったより多いことに驚かされた。実施後の評価は、図のように「良い」と「やや良い」を合わせると76%となり、非常に反応が良かったことがわかる。また、内容の理解についても、「理解できた」と「ある程度理解できた」を合わせると93%に達し、大学の先生が十分に高校生の学力に配慮され、わかりやすく講義されたことがわかる。また、図にはないが、アンケートでは興味関心が高まったかどうかとも調べてあり、74%の生徒が高まったと回答し、講義の有効性が示された。

生徒の感想のいくつかを紹介する。

・今回の講演は数学的に「理解する」というので



はなく興味関心を強くするものだったのでこれからの研究への意欲が強くなったと思います。

- ・「数え上げ問題」の中にはスターリング数やオイラーの定理があることが分かった。この中でオイラーの定理は数学のみならず、RSA 暗号と呼ばれる暗号で重要な定理になっていると聞き、どの様にして使われているのか少し興味を持った。
- ・場合の数や確率の計算があまり好きではないので「数え上げ」にも興味がなかったのですが、今日の講演は今までに習ったような問題を例にしてあってとてもわかりやすく、楽しく話を聞くことができました。「数え上げ」の世界は奥が深くて現在分かっていること以外にも様々な「数え上げ」のやり方がありそうだなと思いました。今日一日でずいぶんと「数え上げ」ることに対する興味関心が高まった気がします。今度また講演をしていただける機会があったら是非「オイラーの法則」の証明をしていただきたいです。

4. 生徒の課題研究の活動内容

(1) 目的

整数についての数々の関数が存在する。現代では、それらを使ってコンピュータなどのハイテクデバイスで情報を暗号化してやり取りしている。これらの整数の関数の中からオイラーの ϕ 関数を調べ、過去にない公式をさがしてみた。さらにその関数を用いて、RSA 暗号の解読にも取り組んだ。

(2) 研究内容

①オイラーの ϕ 関数の研究

オイラーの ϕ 関数とは $\phi(n)$ で一般式を表す関数で、一見規則性は無いようにみえるが、今までの数学の知識を使って調べていくと、条件の付いたいくつかの式が発見できた。最終的に一般式の公式を発見することができた。

<右図は n と $\phi(n)$ の相関図>

※ $\phi(n) \cdots n-1$ 以下で、 n と互いに素な (n と公約数を持たない) 自然数がいくつあるかを表したもの

②合同式の研究

合同式は数の割り算の余りに着目したもので、整数論においてとても重要な式である。この式を使うことでオイラーの定理やオイラーの定理を用いた計算を、とても簡単に証明、計算することができるようになった。

※ 合同式は $a \equiv b \pmod{c}$ で表し、『 a と b が c を法にして合同である』と読み、 a を c で割ったときの余りと b を c で割ったときの余りが等しいことを示している。

③オイラーの定理の研究

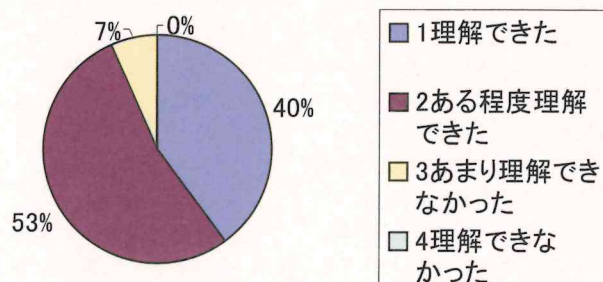
オイラーの定理とはオイラー関数と合同式を用いて、整数の問題をいとも簡単に解く方法である。この定理の証明をオイラーの ϕ 関数と合同式を用いて行った。この定理は「 $a^{\phi(n)} \equiv 1 \pmod{n}$ 」、つまり、

$a^{\phi(n)}$ を n で割ったときの余りは1になる。(ただし、 a と n は互いに素な自然数である)」というものである。この定理は一見何の役にも立たないようなものに見えるが、整数論においてとても重要な公式となっている。この定理に関しても新しい証明法を探したが、残念ながら、新しい証明法は発見できなかった。

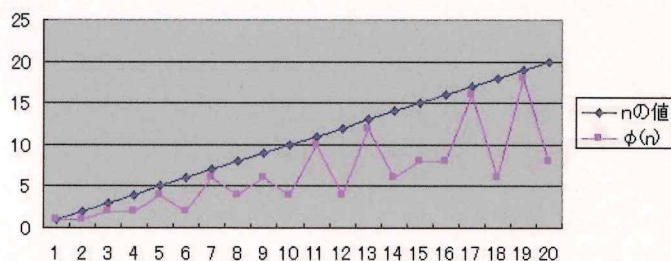
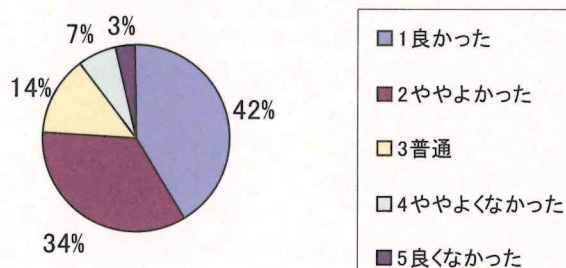
④オイラーの定理を用いた計算の研究

オイラーの定理を用いてある整数の n 乗を整数で割ったときの余りを簡単に求めることができることを学んだ。 n の値が1000を超えるような巨大な数でも簡単に求めることができたので、これを利用して過去に大

数え上げのイメージの理解



講演の評価



学入試で出題された問題に挑戦した。

⑤ RSA暗号の研究

RSA暗号はオイラーの定理と合同式を使って数を暗号化するものである。一般的にインターネット上で公開鍵暗号として使われているが、オイラーの定理と合同式を使うことで、ある程度の値までなら数学的に解読することができる。しかし、インターネット上で使われている暗号は、桁数が多くとても解読は困難で、今回の課題研究では時間の関係で解読することができそうもないので、小さな数について暗号化したり解読したりする計算を行った。(公開鍵暗号とは、暗号化鍵と復号化鍵という異なった2つの数で1つの文を暗号化したり復号化するもので、暗号化鍵は暗号化しかできず、復号化鍵は復号化しかできないので、暗号文としての役目を果たし、さらに復号化鍵がなければ解読はほぼ不可能となっている。)

(3) 生徒の課題研究のまとめ

どの研究も新しい公式の発見には至らなかった。しかし、従来から知られている公式に行き着くまでの過程が、今までの数学の授業で学ぶ形とは異なっており、その過程の違いがとても意味のあるものだった。整数論はハイテク化が進むにつれてどんどんと必要性が増し、進化していく。この研究に関して終わりは存在しない。これからも新しい発見を求め研究を続けてみたいと思った。

(4) 生徒の課題研究発表会について

発表時間が8分と短いので、研究したすべてを見せることはできないと考え、オイラーの関数、合同式、オイラーの定理、オイラーの定理を応用した問題演習までを発表した。そのため、面白いと思われる、オイラーの定理の証明、RSA暗号の暗号化と復号化、オイラーの関数を拡張する試みなどはポスターセッションにて発表することになった。

発表会での質問がなかったことが残念であった。このことから、研究した中では最もわかりやすいと思われる部分を取り上げたつもりであったが、判断が甘かったといわざるを得ないことがわかった。オイラー数を理解していく過程、公式を導き出すためにいろいろな数のオイラー数を求め規則性を探していった経過、一般化するために数を素数や合成数に場合分けして調べていったシーンなど、最も自分たちで頭を使い、話し合っ解決した研究の最初の部分を工夫して発表すればよかったと思う。



5. 課題研究を行っての成果

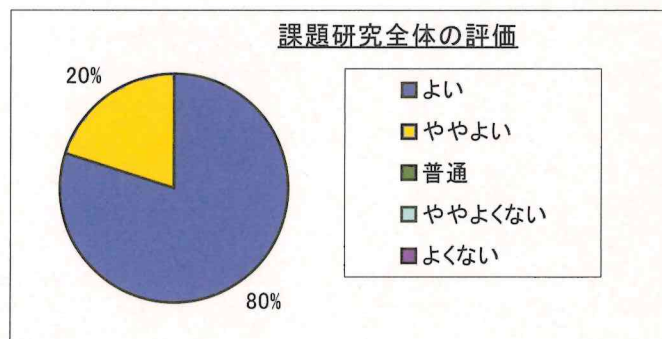
現代情報化社会におけるコンピューターネットワークを安全なものにしてくれるRSA暗号。既に我々の生活には必要不可欠であり、多くの人が無意識のうちに利用しているだろうが、その高度な数学をつかった仕組みを理解している人は少ないだろう。そんなRSA暗号の仕組みに生徒が迫ることができてよかった。残念ながら未知なる公式の発見には至らなかったが、「数え上げ」に関するそのいくつかの手法を証明することができたことはもちろん、班の生徒全員で試行錯誤して公式を導き出す過程を共有できたことはとても有意義だったと思う。

6. 課題研究に対する生徒アンケート結果及び指導教官の感想

(1) 生徒アンケート結果

全体の評価は右図のように非常に高かった。また、研究の前後の数学分野の興味関心の変化については、5人中3名が高まったと答え、2名が変わらないと回答した。また、今後このような研究をさらに行って深めていきたいかという設問に対しても、5人中3名が深めたいと答えた。この結果から、数学に関する課題研究は一応の成果を上げたといえる。以下に生徒の感想の主なものを載せる。

- ・大学で授業以外に何かできたらよかった。
- ・はじめに方針を決めたつもりになっていたが、最終的に問題が終わった後に何をやるのかなど話し合いが不十分だったかもしれない。
- ・とても長い時間で結構、個人の裁量に任されるところが大きかったので、もっと個人で研究を進めればよかった。
- ・途中になってかなり分からなくなったときに、すぐに復習しなかったのが、わからないところをずるずる引きずっていたことがあった。
- ・未知であった「大学の数学」をかいま見ることができて非常に素晴らしいものとなり、今回の体験で学んだことを今後の学習に活かそうと思います。



- ・深すぎるところもあったが、研究を重ねるとともに理解できるようになり、いい研究ができた。
- ・とても面白かった。この一言に尽きると思う。興味があったとしても個人の力ではやり切れないような内容のことを行い、結果を得ることができた。他にも興味があることがあることはあるので、そのために大学に行くのだなあと、大学進学への意欲にもなったと思う。
- ・自分たちで公式を探し出すという体験ができてよかった。また、大学の先生や上杉先生に教わることでよかった。
- ・高校ではやることのできないような難しい数学の問題を一人ではなくグループで協力して解けたことはとても自分としてはよかったと思う。先生方もとてもいい先生ばかりでした。

(2) 指導教官の感想

高校2年生ではかなり難しい内容であったが、生徒はかなり意欲的に学習し、予想以上に学習及び研究が進んだと思う。こちらが考えていたよりもはるかに簡明な証明を与えることもあり、勉強になった。

発表会の内容はもう少し分かりやすくする工夫も必要があったと思うが、きちんと発表できていて、十分な発表の準備がなされていると感じた。発表会が終了した後の生徒の晴れやかな表情をみて、発表会に向けてとても頑張ってきたことを感じた。また、ポスターセッションでも、大学で行った研究内容より更に進んだ成果も示されており驚いた。

大学での実習は、できるだけ問題演習や討論等の時間を入れるように心がけはしたものの、やはり講義の時間が長くなり、高校生には大変だったと思う。もっと大学での実習の進め方を工夫するべきであったと思う。

7. 今後の数学分野の研究への提言・改善点

数学に興味関心があるかないかでこの分野に対する評価がずいぶん異なる。生徒にとっては、「好き」か「嫌い」か、「易しい」か「難しい」かなどがそのまま価値判断につながっているように感じた。このことは、大きな問題なので、解消するためには、研究前に生徒の整数論のリテラシーを少しでも高めておくための何らかの手段を講じる必要がある。今回は、事前学習を実施せず講義・研究に臨んだが、今後は、例えば、簡単な数え上げに関する問題を宿題として出しておき、それを演習しておくことで、一定の理解が進むように図る等のことを実施していくなどの対策を考えたい。

課題研究Ⅱ－1

エピネフリンの合成と薬理作用

生徒 金田真実、神田秀平、佐藤愛恵、中澤悠、藤森由美子、渡邊優
 指導 新潟薬科大学薬学部 長友孝文教授、小宮山忠純教授
 金子貴三好助教授、尾崎昌宣助教授
 指導教諭 竹内文亮

SSHクラス全体に行った特別講義と6名の生徒に行った課題研究について、分けて報告する。

[1]. 特別講義 — アドレナリンを例に —

1. 目的

高校では学ぶことのない薬学全般に関する知識や薬学部とはどのようなことを学ぶ学部なのかを実例をまじえて講義していただき、薬学を正しく認識する。薬理作用のグループの研究内容について把握する。

2. 意図

高校一年の生物Ⅰで学ぶアドレナリンを例にとり、薬理作用、作動薬・遮断薬などがわかるようにする。加えて、薬学部とはどのようなことを学ぶ学部なのかを理解する。

3. 事業の概要

- (1)期 日 平成16年5月12日(水) 第5校時 13:45から14:40まで(55分間)
- (2)場 所 新潟県立新潟南高等学校 生化教室
- (3)講 師 新潟薬科大学薬学部 薬理学教室 長友孝文 教授
- (4)参加者 生徒32名 職員 12名 合計44名
- (5)日 程 講義を行い、その後質疑応答

4. 事業の成果

①薬はなぜ効くのか？(薬理作用のメカニズムを解明する)

歴史的に1913年にEhrlichが、“結合がなければ作用なし”との考えで、受容体という概念を提案した。そこで、アドレナリンを例にして、アドレナリンの薬理作用を示した。具体的には血圧の上昇、心臓の亢進作用、交感神経系の興奮など生物Ⅰの内容を確認した。

ヒトは身体の中に薬を持っている。具体的にはアドレナリンも、その逆の作用をするアセチルコリン、その他ホル

モンなどである。それと同時にその薬が薬理作用を発揮するために、薬が結合する受容体も持っていることを理解しておかねばならない。つまりアドレナリン受容体、アセチルコリン受容体の存在である。これらはちょうど鍵と鍵穴の関係になっているといつてよい。鍵が薬（リガンド）で、鍵穴が受容体（レセプター）である。

薬効の面で考えるとき、薬には大きく分けると作動薬と遮断薬がある

②創薬について

ここ20年間の分子生物学やコンピュータ技術の発展に伴い、受容体の構造の実体が見えてきた。これと、ヒトゲノムの解析により新薬の開発は格段に進歩している。

③薬学部について

薬剤師の役割、医学などの立場からみた薬理作用と薬学の立場からみた薬理作用の違いを説明した。

④薬理作用のグループメンバーに対しては新たな課題を提示した。

5. 事業の評価

(1)教員による評価

高校では衛生看護学科しか開設していない薬学・薬理の講座の一端を垣間見た感じであった。端的に言えば面白く、興味深い内容であった。教員や社会人への講義として考えても十分満足いく内容であった。生物や化学や保健のアドバンス講義としても有効であると確信した。

(2)生徒による評価

聴講前の、薬学への期待や関心は、58.5%であった。薬学グループの生徒を除いた数値では50.9%とさらに低くなり、理科系であっても、薬学には興味関心が少ないことを改めて知った。高校で薬学に関する講座がないことや、自分の将来の進路として強く意識していないと薬学への関心は薄いようである。

聴講後の満足度を調べると70.6%であった。薬学を意識していなかった生徒ほど、薬学についての理解が深まり、満足度が高まったようだ。これは生徒は機会がないと関心も高まらないことを表している。翻ると、様々な分野の講義を聴くことは高校生に必要であると感じた。術語も55分間の講義で十分理解できた。薬学への進学を考えていない生徒にとっては、薬学分野が意外で満足度が高くなったともいえる。

講義の理解度も66.1%で、理解できたようだ。講師と事前に生徒の履修状況などを打ち合わせて、講義のレベルを高校生の現状に合わせていただいた結果と思われる。また聴講前は、薬学といえば、「調剤・調合」、「白衣を着て薬を作る」、「緻密」といった稚拙なものであったが、聴講後は、「病気を出発点として薬はもちろん人間の生命の仕組みを学ぶ学部」、「薬だけにとどまるのではなく幅広く各種の分野にわたって学ぶ学部」と一段と理解が深まっている。その意味でもこの講義は有効であったといえる。

6. 課題

事前学習をしていた生徒としていない生徒では理解度が違うと思われた。しかし、アウトラインはつかめたように思う。特に今回は高校一年で学んだ内容を出発点にした講義なので、内容にも興味を持てたものと思う。このように高校で学ぶことのない分野については、授業との関連性があると理解しやすくなるので、大変参考になった。生物Iでは自律神経系に関する授業があるので、履修内容や学習指導要領を超えるが、今回の講義の一部を引用することにより、薬学に対する興味や関心を喚起することも可能である。同様に化学ではより薬の構造的な部分に関わることが多くなるので、有機化学の分野で話をすることも可能である。今回は生徒の進路決定の一助としても有益な講義であり、参加した教員も多くのことを学んだ。

[2]. 課題研究 — エピネフリン（アドレナリン）の合成と薬理作用 —

1. 目的

課題テーマの設定は将来薬学部への進学を希望している生徒を対象に、既習済みの生物I分野や保健などにも出てくるアドレナリンを主題として薬学の基礎的領域を理解させる。関心の高い薬学分野に将来進学し、その分野の研究者になれるように意欲を今以上に高揚させる。

2. 目標

エピネフリンに関して次の三点にポイントをおいて研究を進めた。

- (1) エピネフリンの合成をする。全工程が合成不可能ならば一部分でも合成する。
- (2) 薬の作用に際して、薬と受容体についてその結びつきについて知る。受容体の存在を理解する。
- (3) 作動薬と遮断薬について簡単な原理を知り、モルモットの心房を摘出して、薬理作用を調べた。

以上の実験から、薬理作用全般の入門的な部分を実験に基づいて理解できるようにする。

3. 事業の概要

(1) 期日 平成16年4月から1月まで 毎週水曜日の5限と6限

(2) 場所 本校教室、化学実験室、新潟薬科大学薬学部

(3) 参加者 SSHクラス6名 男子2名 女子4名

(4) 内容 課題研究として、大きく4つの内容に分かれている。

(a) 研究に必要な高校で履修すべき内容を先取りをした校内での学習

化学では有機化学全般と反応についての講義（実験も含み6時間）、生物ではDNAの複製についてポリメラーゼ連鎖反応（PCR）法と大腸菌を用いる方法についての講義（4時間）をした。

(b) 薬学の基本知識の学習

特別講義を校内と薬科大学を含めて合計5回(7時間)実施し、実験の理解ができるようにした。

(c) 薬科大学での段階的な3種類の実験

エピネフリンの合成を知る実験、エピネフリンと受容体の結合を確認する実験、エピネフリンの薬理作用を確認する実験をそれぞれ異なる研究室で行った。

(d) レポート作成とプレゼンテーション

特定のテーマについての独創的研究というより、薬学に関する教養を理解する実験を系統的に学ぶ内容であった。しかし、化学・生物・薬学を学んでいない生徒にできることはこのような内容がベストであり、結果的に薬学の基礎知識が身に付いたものと理解している。

4. 事業の内容

(1) はじめに

高校では薬学関係学習については、基礎的な部分を含めてほとんど履修はしない。しかし、生徒の大学への進学や興味を考えると、この講座を設定する意味は十分あると思われる。化学の履修も不十分なので、不安はあったが、必要な部分を取り上げて高校で授業をしたり、薬科大学の先生から講義を受けることにより、薬理学の基礎的な内容の理解が可能ではないかと判断して開始した。

(2) 経過

生徒には動機付けとして、各家庭にある医薬品の成分と効能を調べさせた。4月24日に新潟薬科大学へ赴き、薬理学の基礎知識を身につけさせた。生徒はここで、薬理学アウトラインを見ることができ、これからの実験の流れをつかむことができた。その後、5月12日にクラス全体でアドレナリンの薬理作用について、新潟薬科大学の長友教授からの講義を聴き、いよいよ研究開始となった。薬科大学での最初の実験が、合成実験なので、未履修の有機化学の必要な部分の授業をし、有機合成実験に慣れさせる意味で、短時間でできるアセチルサリチル酸とサリチル酸メチルの合成を試みた。得られたアセチルサリチル酸(アスピリン)は、7月7日に大学で純度を測定してもらうこととし、できる範囲で精製した。

7月7日の第一回目は薬科大学で、エピネフリンの合成の第一段階の3,4-ジヒドロキシベンズアルデヒドのジアセチル化を行った。最初にエピネフリンの合成過程の講義を受け、実験に必要なガラス細工を学び、合成を行った。実験そのものは比較的平易であったが、安全メガネを付けたり、精緻なガラス器具を使用させていただいた。その後、事前に学校で合成したアスピリンの純度を定性的に調べ、そしてNMRで定量的に測定した。二回目の実験までの間は、合成実験の過程を日本薬局方などで調べ、NMRの原理を講義し、DNAの複製について、PCR法と大腸菌を用いる方法について講義を行った。

9月8日に第二回目の薬科大学での実験を行った。エピネフリンと受容体の結合について、本来ラジオアイソトープ(RI)を用いて実験するのだが、高校生なので、RIを用いることができない。そのため非標識のエピネフリンで同じ実験を擬似的に行った。測定結果のみ事前に求めているものを使用する以外同じ手順で行った。マイクロ量を使用するので、マイクロシリンジやエッペンなどを用いることも初めであり、大変緊張した実験であった。生徒にはバングラディッシュ出身の大学院生のモハメドさんが直接指導してくださった。データ解析まで教えていただいた。三回目までは、データ整理とレポート作成に際しての、書式の説明を行い、レポート作成に取りかかった。

10月20日に最後の薬科大学での実験を行った。モルモットの心臓を摘出して、エピネフリンの薬効を、心筋の収縮の程度から調べる実験を行った。作動薬としてのエピネフリンの濃度依存性、受容体をブロックする遮断薬を確認できた。また、エピネフリンと拮抗関係にあるアセチルコリンの働きも確認した。

この後は、個人レポートを作成した。そして、6名の論文を基にグループの報告書を作成した。

発表用原稿は、実験全体を三つに分け、二名ずつ担当した。

5. 事業の効果

(1) 教員による評価

薬学の基本的な知識を実験を通して学ぶという目的からは効果的な研究である。ただ、薬学の分野をさらに発展させ、独創的な研究に取り組むには無理があると思われる。それは校内での指導体制や設備面での制限による。次年度も薬学の分野で取り組むとするならば、テーマにかかわらず今年度と類似した研究となるであろう。翻って、薬学につながる課題研究となれば、高校の化学・生物・保健・家庭科の中から課題を発見し、そこに大学の協力を得るような形を取るのが良いと思われる。

(2) 生徒による評価

研究開始前に比べて薬学に関する興味関心の程度を調べた結果は次の通りである。

大きく高まった(2)、やや高まった(3)、変わらない(0)、やや薄まった(1)、大変薄まった(0)

高まった生徒の理由は、「薬学の基礎事項が知識と実験の両方から理解できた」という回答が多く、やや薄まった理由は、「研究前の薬剤師へのあこがれが強すぎたため」と答えていた。

また、研究をした結果、薬学への理解の程度は五段階評価で、3.8という数値が回答され、ほぼ生徒の全員が薬学という学問についての理解ができたようだ。

また、講義や実験に用いられた術後が説明できるかという問いかけに70%の正答率で回答できた。問いかけた術語は、以下の7語である。

受容体、遮断薬、薬理作用、創薬、アセチルカ、シンチレーションカウンター、ブロック

これらの結果より、この課題研究の目的の一つの薬学の基礎的領域の理解という目的は達せられたといえる。

将来、薬学方面に進むか進まないかという進路決定をする上で有効だったかという質問に対しては、「有効である」と回答した生徒が多く、五段階評価で4.1であった。これは、薬学方面に進みたいという気持ちの再確認であり、問うまでもない無意味な問いかけであったかもしれない。

期待通りの研究であったかという質問に対する結果は次の通りである。

期待通り (1)、ほぼ期待通り (2)、やや期待はずれ (2)、期待はずれ (1)

「期待はずれ」「やや期待はずれ」と回答した理由は、「時間が少ない」、「もっと実験ができると思っていたのに」であった。これは次年度に申し送る必要のある事項と考えられる。

大学では3種類の実験をしたのだが、どの実験も興味深いと回答する生徒が多かった。さらにもっと時間をかけて実験してみたいという意見も多かった。

6. 課題

テーマ設定と時間配分、内容の精選など多くの課題が残された研究であった。薬理作用というテーマは高校だけでは実施できない内容で、どうしても大学にお願いしなければならない部分が多くなる。その結果大学側に丸投げに近い形にならざるを得なかった。

薬学は生徒の学びたいという希望の多い分野である。その一端でも垣間見せることができたという気持ちは以前からあった。それがSSHという取り組みの中で現実のものとなったことは大変嬉しく思う。初年度はテーマの設定から実験方法に至るまで大学の先生方から教えていただくことばかりであった。この点は、仕方がないことで、職員も生徒と共に学びながら模索せざるを得ない点が多い。次年度は、すぐに転換できるほどの知識を得たわけではないが、基本的には本年度と同じ基礎領域の理解という点で進めていくが、高校教材の中からテーマを選び、高校レベルでできる範囲と大学でなければできない範囲をしっかりと分けて、お互いに連携できるようにしたい。そして、生徒にとってベストとなるような課題研究のスタイルを確立していきたい。

課題研究Ⅱ-1 生ゴミの堆肥化における微生物の動態解析

生徒 小幡千紘 栗原沙也香
指導教官 新潟薬科大学応用生命科学部 教授 高木正道
助手 高久洋暁
担当教諭 伊藤大助 石田聡

1. 目的

身近な問題に関心をもたせるとともにその解決手段として大学の研究室での最先端技術を利用した実験を行い、その結果を論文にまとめることにより、理科に興味関心をもたせ、科学的思考力を高める。

2. 指導目標

- (1) 生態系における物質の循環、DNAの構造、塩基配列など課題研究に必要な基礎知識を理解させる。
- (2) 実験の内容の理解と実施、実験データの考察。
- (3) 課題研究の内容を論文にまとめ、発表させる。

3. 課題研究の内容

現代社会では化石資源（石油・石炭）への依存度が高まり循環型社会が崩れている。化石資源依存の低減と循環型社会の再構築を目指し、バイオマスの利用が注目されている。課題研究では、給食センターから出される生ゴミを堆肥化する過程で働く微生物を単離し、16S rDNAを利用して微生物の同定、系統分類と機能解析をすることにより、堆肥化においてその微生物がどのような働きをしているか考察する。

4. 事業の概要

(1) 講演会

SSH課題研究「生ゴミ堆肥化における微生物の動態解析」の導入として、「身近な問題と先端化学」をテーマとした講演をしていただいた。

①期 日 : 平成16年4月21日(水) 14:50~17:00

②場 所 : 新潟県立新潟南高等学校 生物化学教室

③講 師 : 高木 正道 新潟薬科大学応用生命科学部教授

④日 程 : 14:50~15:45 全体講演 15:50~17:00 SSH課題研究参加者と打合せ

⑤事前学習： なし

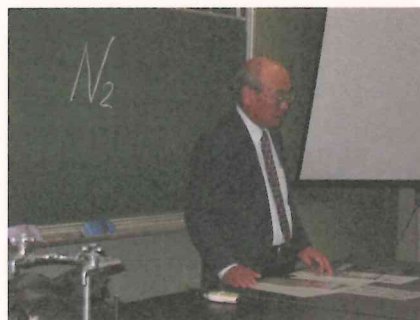
⑥講演概要

本来、地球生態系は物質が循環する循環型社会であった。生態系における無機的環境から植物などの生産者は無機物を取り込み炭酸同化（光合成）や窒素同化により有機物にする。その同化された物質（有機物）は動物などの消費者に取り込まれ同化される。これらの同化された物質の一部は遺体や排泄物となり、分解者である菌類、細菌類によって分解され無機物にもどされ、再び生産者の同化の材料になる。このように物質は生態系のなかを循環している。

しかし、現代社会では農業、工業、生活において化石資源（石油）への依存度が高すぎ、循環型社会が崩れ生態系内を物質がうまく循環していない。たとえば、農業における肥料の生産、生活における生ゴミの焼却など石油に多く依存している。石油の埋蔵量の減少、石油消費による二酸化炭素の増加による温暖化など多くの問題が生じている。そうした化石資源依存からの脱却の試みとして、微生物の力をかりて化石資源への依存を少しでも減らし、循環型社会を取り戻すことを考えている。

その一つとして、生ゴミの堆肥化である。給食センターから出る残飯を焼却するのではなく微生物によって分解し、堆肥化し肥料として利用する。すなわち、焼却、肥料生産に使用する石油をなくし肥料として利用することによって農作物などを作り、物質を再び生態系に循環させる。このとき堆肥化に係っている微生物を同定・系統分類と機能解析し、よりよい堆肥化のプロセスの提案を研究している。

SSⅡの実習では ①堆肥化中の微生物を増殖、コロニーの形成。②遺伝子の増幅と配列解析。③配列から微生物の同定を行う。



高木教授による講演

（２）課題研究（大学実験実習）

①場所：新潟薬科大学応用生命科学部応用生命学科応用微生物学遺伝子工学研究室

②対象：２年１０組 小幡・栗原

③指導教官：新潟薬科大学応用生命科学部 教授 高木正道 助手 高久洋暁

④期日と主な内容

１回目：平成１６年７月７日（水）１３：００～１６：００

＜内容＞ 研究の概要・意義の説明と本研究の位置付けの再確認

微生物学実習の諸注意

菌の抽出液の作成および抽出作業

培地の作成作業

菌抽出液の希釈作業

菌の培養操作



２回目：平成１６年９月８日（水）１３：００～１６：００

＜内容＞ 実習内容の確認

16S rDNA断片のPCRによる増幅

PCR産物の確認（電気泳動法・蛍光読み取り）

DNAシーケンス反応（Dye-terminator法）



３回目：平成１６年１０月２０日（水）１３：００～１６：００

＜内容＞ 報告書の作成について

研究の全体像についての再説明

塩基配列決定シーケンスの解析

RDPⅡを利用して系統分類学的所属の推察

（データベース検索）



（３）データ処理および論文作成

実験実習終了後、データの解析、考察をし、論文の作成ならびに課題研究発表会の準備をした。

5. 事業の成果

- (1) 講演会により生態系についての理解、バイオマスの利用による循環型社会の再構築の必要性についての理解を深めることができた。
- (2) 課題研究の事前学習として生態系内の物質の循環、エネルギーの流れやDNAの構造および複製のしくみ形質発現について理解を深めることができた。課題研究は大学担当教官の指示に従い実験の内容を理解しながら進め、結果を出し考察することができた。また、疑問点や問題点をみつけ積極的に質問したり、問題解決の行動ができるようになった。
- (3) 課題研究の論文を作成、発表することができた。

6. 事業の評価

(1) 講演会の評価

(a) 生徒の評価（アンケートの結果）回答数 31

〔質問1〕今回の講演はどうでしたか。

- | | |
|------------|-----|
| A 良かった | 14人 |
| B やや良かった | 13人 |
| C 普通 | 4人 |
| D やや良くなかった | 0人 |
| E 良くなかった | 0人 |

〔質問2〕講演内容について、どれくらい理解できましたか。

- | | |
|--------------------|-----|
| A よく理解できた | 7人 |
| B まあまあ理解できた | 23人 |
| C 理解できないことが多かった | 1人 |
| D ほとんど理解できなかった | 0人 |
| E 興味・関心のある分野ではなかった | 0人 |

〔質問3〕講演の難度はどうでしたか。

- | | |
|-----------|-----|
| A 易しかった | 3人 |
| B やや易しかった | 9人 |
| C 適度 | 18人 |
| D やや難しかった | 1人 |
| E 難しかった | 0人 |

〔質問4〕循環型社会の回復についてどのように考えますか。（おもなものを抜粋）

回復は難しいと思うが化石燃料利用との調和が大切と思った。

現社会は環境破壊に関心を示している。人々が協力すれば回復できるのではないか。

回復を目指しても今の生活レベル、スタイルを変えられるだろうか。

人の意識向上が課題の一つ。

〔質問5〕微生物に関して新たに感じたこと、興味をもったことなどを書いてください。（おもなものを抜粋）

生ゴミの堆肥化などこれからの社会で重要な役割を果たすことがわかり、以前より微生物に興味をもった。地球環境に微生物が重要だとあらためて感じた。

循環型社会の基盤になっている大事なものだとして再認識した。

授業などで微生物をもっと取上げるべきだ。

〔質問6〕今回の講演の感想を書いてください。（おもなものを抜粋）

内容を理解しやすかった。おもしろかった。身近なテーマだったので興味を感じた。

バイオマスプラスチックに興味を感じた。バイオマスの利用についてもっと詳しく教えてもらいたい。

目に見えない微生物の話で実感がわかなかったがバイオマス利用プロジェクトに大きな期待を感じた。

我々の世代が考えるべき問題と思って講演を聞いた。社会に対して有効度のとても高い研究だと思った。

地球環境についてあらためて考えさせられた。

(b) 教師の評価

今回の講演会はいくつか講演会をやった中で最も身近なテーマであり、理解しやすい内容であったと思う。新課程から生態系が生物Ⅱに移動し、生態系内の物質の循環、エネルギーの流れなどが授業で未履修である。このため、生徒の理解に不安を感じていたが、講師のわかりやすい言葉、表現により生徒への理解を深めることができたと思う。しかし、事前にある程度の予習などの準備をしたうえで講演を聞かせたらもっと違うとらえかたや発見があったのではないかと考えられる。今後の課題として考えていきたいと思う。

(2) 課題研究（大学実験実習）の評価

(a) 生徒の評価

大学での実験実習は3回と少なかった。内容的には大学担当教官の丁寧な指導のおかげでわかりやすかった。が、論文をまとめる段階で自分がやった実験以外の部分で理解ができない、関連付けられないなどの問題が生じた。もう少し、大学での実験実習が多くあれば理解しやすかったように思う。

(b) 大学職員の評価

生徒は私達の指導をよく理解し、実験し、論文にまとめ発表してくれた。少ない時間の中での課題研究であったが良くやったと思う。この経験により多くのことを感じてくれたと思う。

(c) 担当教師の評価

大学の指導教官の丁寧な指導のおかげで生徒も意欲的に課題研究に取り組み無事終わることができた。問題点として、この課題研究を進めるにあたり、生態系の理解をより深いものにしておく必要があった。また、大学での実験実習の回数が少なく、多くの実験のうちのほとんどができなかったのが実情であり、断片的なものになってしまった。このことが論文にまとめたり、課題研究発表会の準備を進めるにあたり、生徒の理解不足としてあらわれた。また、課題研究発表会での質問に対しても答えを出せないことが目立った。今後、この大学での実験実習の回数を増やし、より多くの実験、観察をとおして理解を深めさせられるかが大切だと感じた。

5. 今後の課題

初年度ということで、大学側に用意していただいた課題研究テーマを生徒が選択して実施した。今後も大学と連携して実施の場合は生徒の力量にあった課題の設定、この課題を実施するために必要な基礎知識の向上、実験実習回数の設定など今年度以上に綿密な指導計画を立ててのぞみたいと思う。

課題研究Ⅱ－Ⅱ タマネギ細胞の中を探る－葉緑体はあるか？－

生徒 五十嵐信平、枝村佳奈、齋藤智世、村山義典、渡邊智恵

指導教官 新潟大学農学部教授 三ツ井敏明

担当教諭 石本 由夏

1. 目的

遺伝子導入を体験させるとともに、細胞内の細胞小器官が生きている状態でどのように分布し、どのように動くか、教科書の静止した細胞小器官ではない実際の細胞内の動きを見せ、その意味合いを考えさせる。また、葉緑体が発現するには何が必要か考察させる。

2. 指導目標

- (1) 実験材料タマネギ鱗片葉細胞について理解を深め、知識をつける。
- (2) パーティクルガン法による遺伝子導入法を理解させる。
- (3) 葉緑体が発現するのに必要なものが何か理解させる。
- (4) 細胞小器官が細胞内でそれぞれどのように分布し、動いているか理解させる。
- (5) (1)～(4)を通して、実験結果から考察する能力を身につけるとともに、課題研究の内容をまとめる力、発表する力を養う。

3. 課題研究の概要

身近な野菜であるタマネギは、日頃食べている部分をみると白い。白いということは、緑色の葉緑体は存在しないのかという疑問点に着目させ、タマネギ細胞の中に葉緑体の有無を調べた。手法としては、タマネギの鱗片葉細胞にパーティクルガン法による遺伝子導入を行い、細胞小器官の可視化技術を施してみた。また、この手法では細胞小器官は生きた状態で可視化し観察することができるので、葉緑体やその他の細胞小器官についても生きた状態観察し、これらオルガネラの形態・動き・細胞内の分布について比較し、考察してみた。本課題研究では、次にあげる4点について実験、学習を行った。



- (1) 実験材料タマネギ鱗片葉細胞の観察（肉眼・光学顕微鏡・蛍光顕微鏡）
- (2) タマネギ鱗片葉細胞の白色部について、遺伝子導入による細胞小器官可視化により葉緑体があるか調べる実験
- (3) 葉緑体の発現と光の影響を調べる実験
- (4) 葉緑体、ミトコンドリア、ゴルジ体、ペルオキシソームを遺伝子導入により可視化し、分布や動きを観察する実験

4. 課題研究の展開

(1) 講演会

- ① 期日 2004年5月12日(水)14:50～15:45
- ② 場所 新潟南高等学校 生物化学教室
- ③ 対象 2学年のSSHクラス32人

- ④ 演題 「タマネギ細胞の中を探るー葉緑体はあるか?ー」
 ⑤ 講師 新潟大学農学部教授 三ツ井敏明
 ⑥ 講演内容 「細胞とは?」「生きたタマネギ細胞の中を探る」「遺伝子組換え」「遺伝子導入」「細胞小器官の可視化とライブイメージング」などについて

研究テーマの「タマネギ細胞の中を探るー葉緑体はあるか?」について講演していただいた。内容は細胞小器官（オルガネラ）の話から、タマネギ細胞の中で細胞小器官を遺伝子導入による可視化技術を用いて研究する手法にまで及んだ。遺伝子導入についてはやや高度な話であったが、DNA の構造や自己複製のしくみ等基本事項から話していただき、実際目的とする細胞小器官が可視化して生きた細胞の中に見えることに生徒は興味関心をもった。

また、プロジェクターを用いて実際の可視化した細胞小器官の映像を見せていただいたことで、細胞の中で細胞小器官の動きなども実際によく理解することができた。



(2) 大学への臨地実習

- ①期日 1回目 2004年7月7日(水) 13:00~17:00
 「パーティクルガン法による遺伝子の導入実験および可視化した細胞小器官の観察」
 2回目 2004年9月8日(水) 13:00~17:00
 「タマネギ細胞の緑化部と白色部の比較観察および可視化した細胞小器官の観察」
 3回目 2004年10月20日(水) 13:00~17:00
 「葉緑体の自家蛍光の観察および遺伝子導入により2重染色した細胞小器官の観察」

②場所 新潟大学農学部

③対象 2年生 SSHクラス 32人中5名

④指導教官 新潟大学農学部教授 三ツ井敏明 他 TA4名



大学でのゼミ形式講義および実験風景

(3) 校内での課題研究の取り組み

全体への講演会后、生徒と大学の先生を交えて今後の実験計画等を打ち合わせることから課題研究はスタートした。遺伝情報の発現に関しては、2年生では生物Ⅱを履修していないため、知識が乏しい。そこで、まず事前学習として、校内で遺伝情報からどのようにタンパク質が発現するかについて学習した。大学での臨地実習以外にも、校内でタマネギ細胞を肉眼や光学顕微鏡での観察や、光による葉緑体分化の実験を行った。また、11月下旬からは論文作成や発表準備を行うなどしながら、実験結果についてディスカッション等も行った。



校内での課題研究打ち合わせ及び実験風景

(4) 研究発表

2005年2月11日(土)新潟ユニゾンプラザにおいて一般公開を行い、パワーポイントを用いて口頭発表を行うとともに、ポスター発表を行った。また、3月末日に新潟で行われる植物生理学会の高校生物研究発表会で、ポスター発表を行う。

5. 事業の成果

日ごろ食べているタマネギの鱗片葉は葉が変形したものであるなど、タマネギについて理解を深めた。また、パーティクルガン法による遺伝子導入を実験を実際行うことで、生徒は原理・操作等理解できた。また、実験を通して葉緑体が発現するのに光がシグナルとして働いていることも理解できた。さらに、生きた状態で可視化した細胞小器官を観察することで、それぞれの細胞小器官が細胞内でどのように分布し、動いているか理解し、働きともか関連付けて理解できた。以上を通して、実験結果から考察する能力を身につけ、課題研究の内容をまとめる力がつき、発表会で納得のいくプレゼンテーションを行うことができた。

6. 事業の評価

(1) 講演会直後の生徒アンケート結果から

「講演会はどうでしたか？」の答えに対しては、次の通りである。

良かった 34.6% やや良かった 19.2% 普通 30.8% やや良くなかった 15.3% 良くなかった 0%

生物Ⅱを履修していない状況での講演のため、やや難しかったまたは難しかったと答える生徒が7割を超える中で、半数以上の生徒が良かった、やや良かったと感じている。やや良くなかったという生徒は、遺伝子情報の発現に関する知識不足のため、理解できなかったためという声が多い。また、遺伝子導入について興味を抱いたという声、可視化した細胞小器官が実際に動く映像に感動したという講演内容に関する感想の他、大学の先生が画像等を用いて、見やすく分かりやすいプレゼンテーションを行う技術にも着目したという感想もあった。

(2) 教員による評価

実際大学の研究室で、高校内で行えない遺伝子導入実験を体験できたことは、研究室で研究者を目の当たりにし、将来の進路を考える良い機会となるとともに、教科書の知識のみにとどまらず、本当の理解ができたといえる。実験当初は、受動的に課題研究に取り組んでいたが、課題研究が進むにつれて自発的に疑問点を見つけ、解決しようとする姿勢が見えてきた。

実験手順それぞれに意味があることを知り、結果に対して何が言えるのか常に考え、自分の考えを言い、報告書をまとめる力がついたことは、今後どの分野においても研究する基本的な姿勢として役立つはずである。

(3) 生徒による評価

発表会終了後のアンケートによれば、この課題研究を行った5名全員が自分の科学的な資質、能力の向上のためにこのような課題研究はとても有効、もしくはどちらかといえば有効であると考えている。自己評価では、じっくりと観察し論理的に考えることができ、テーマに関する知識が身につく、プレゼンテーション能力も上昇したと5名とも感じている。また、この課題研究を遂行するに当たって、楽しめる部分も多々あり、教科書にないことが経験できてよかったと感じ、将来この経験が役に立つと感じる生徒が多かった。また、この課題研究を通して、チームワークで解決に当たろうとする協調性や、問題解決の能力も向上したと5名とも感じており、生徒にとって貴重な体験になったと思われる。

しかしその反面、課題研究に要する時間も多いため、普段の学習やクラブ活動の障害になったと感じている生徒も多い。



(4) ご指導いただいた研究室から本課題研究に対するご意見

研究指導全体を通してのご意見・ご感想を伺ったところ次のようなご意見をいただいたので紹介する。

「全体を通じて有意義であった。特記すべき点としては、生徒達と光による緑化（色素体から葉緑体への分化）を遺伝子発現という観点から考察したこと、オルガネラの動きや色素体同士の連絡通路であるストロミュールという構造体の観察される頻度や安定性について議論したことなどがあげられる。さらに、自分たちが行った（高校で行った）実験の手順を書面で明快に説明したり、光によるタマネギ細胞の緑化の様子を詳細に図解したりと、研究のプロセスを自分達なりに進めている様に感じられた。生徒達が生物研究にさらに興味を持ってくれる事を期待したい。

研究指導を開始した当初は、実験も知識も教員、大学院生がすべて教えてくれるものと思っていたようだった。しかし、研究室での実験が3回目になると、分からないことへの対応が変わり、事前に積極的に調査してくるようになった。生徒達の成長は眼を見張るものがあり、今回のような研究体験が生徒達の理科への関心を高めるのに確かに有効であると感じた。

7. 今後課題

課題研究を行うに当たって、大学での実験時間回数が少なかったように思われるが、今回以上に訪問回数が増えれば、大学側の負担も増し難しい所である。校内での実験回数を増やすなどして対応できるものについては対処していきたい。



8. 今回の実験を行うにあたって、新潟大学農学部三ツ井敏明教授をはじめ、研究室の方々に指導協力していただきました。厚くお礼申し上げます。

課題研究Ⅱ－1

SSⅡ 模型エンジンの作成と出力測定

1. 目的・意図

SSⅡでは、生徒の選んだテーマに沿ってより発展的な内容を学習することを目的としている。模型エンジンの製作を通し、エンジンの仕組みを学び、出力測定を行うことで物理的な知識を深め、測定方法の理解を図ることを目的とする。

2. 事業の概要

- (1) 期 間 平成16年SSⅡ授業時
- (2) 場 所 新潟大学工学部機械実習室
新潟南高校生物地学教室
物理地学教室
- (3) 参加者 SSHクラス2年生 4名
- (4) 講 師 新潟大学工学部機械システム工学科
松原 幸治助教授
坂本 秀一助教授
新田 勇 教授

(5) 内 容

a. 講義

場所 新潟南高校生物化学教室

講師 松原幸治先生

- (1) 講義 模型エンジンの作成と出力測定

- (2) 対象生徒との打ち合わせ

講演後、研究を行う生徒との打ち合わせを行った。生徒側から、スターリングエンジンについての質問や、実験の方法について活発に質問が出た。

b. 事前学習

ゼミ形式での学習

使用教科書 数研出版 物理Ⅰ・Ⅱ 他

等速円運動、仕事、トルクと軸出力

ファンブレーキのトルクと軸出力、気体の性質

c. 実習（新潟大学）

場所 新潟大学工学部機械システム工学科機械実習室

- (1) 実習1

自作タービンの設計（銅製タービン）

タービンの作成

回転数の測定

- (2) 実習2

エンジンの仕組みと出力について（説明）

ファンブレーキの作成

ファンブレーキによるトルクと軸出力の測定

- (3) 実習3

サーモグラフィの原理

サーモグラフィによるエンジンの温度分布の測定

自転車によるトルクと軸出力の測定

摩擦によるトルクと軸出力の測定

- d. 事後学習3（場所 新潟南高校物理地学教室・情報教室）

測定結果の計算

表計算ソフトを用いたグラフの作成

グラフからの考察



自転車をを用いて摩擦による出力を測る

アルミタービン（新潟大学製作）と銅タービンのファンブレイキによる測定（追実験）

e. レポート作成

実験結果から個人レポートを作成

個人レポートのグループでの読み合わせ・仕上げ

f. 発表の準備

発表用 PowerPoint スライドの作成

要旨の作成

ポスターの作成

研究紀要用原稿の作成

3. 事業の成果

(1) 基礎知識の学習と習得

出力測定に必要な知識について、少人数で学ぶことにより実験の概要をつかむことが出来た。また、実際に出力測定を行って、そのデータを解析することにより、知識の発展が見られた。このテーマに必要な知識は高校2、3年の物理で学習するものが中心であり、知識の飛躍が少なく、課題研究に適していると思われる。そのため、自分のとったデータをグラフ化し、その意味を考えることが出来た。

(2) 自ら設計し、測定を行う

学んだ知識から、より軸出力の大きいタービンを作ることを目的に、羽根を設計した。最初の測定で1000回転を超えたところで、生徒は非常に感動していた。出力比較を行った時は、回転数では新潟大学作成のタービンより低かったが、ピークでの軸出力は大きくなった。このことを生徒はとても喜び、満足をしたようである。これは、工学の醍醐味であり、ものづくりの楽しさや喜びを知ることは、大きな成果であった。

(3) データの分析とその評価を生徒自らが行う

自分たちのデータをコンピュータによって計算し、グラフ化する手法を得られた。実際に自分で表を作成し関数機能によって計算することで、データの計算やグラフ化の手法について理解が深まった。特に最初計測したデータは、測定条件が変化したことにより有効なデータが得られなかった。分析の結果、再度測定が必要であると生徒自身が考え、再実験を行ったことは、このような課題研究を行う上で重要であると考えている。

4. 事業の評価

(1) 教員による評価

① 事業の評価

大学側から十分な協力をいただき、よい教材で課題研究が行えた。高校で測定を再度行う際にも大学から機材一式をお借りすることが出来、非常にありがたかった。ただ、このような課題研究では問題解決のため実験の方法などが変わっていくこともある。今年は事前にしっかりと予算を立てることが出来ず、実験材料の費用については新潟大学に負担をかけたことは、次年度以降の反省材料である。

② 生徒の変容

当初、生徒のレポートの提出は必ずしも全員がよかったわけではなかった。事前学習のときもあまり生徒の積極性は感じられなかったのだが、新潟大学で実習を行ってからの生徒の取り組みは非常によくなった。やはり実際に自分たちが主体的に取り組むようになると違ってくると感じた。

知識についても、実際に実習を行って自分たちでデータをまとめてから本当に理解が深まったと感じた。また、タービン作成の際、決まった規格で作るのではなく、自分たちの意見が反映されたため、主体的に取り組むことが出来た。自分たちの課題を持つことによって、生徒の取り組みは大きく違うと感じた。

データ解析の途中で、さらに測定を行うことを生徒が提案した。新潟大学から機材をお借りし、学校で測定を行った。燃料の取替えて、測定に大きな誤差が生じることに気づき、よいデータを得ることが出来た。また、追実験の結果、新潟大学のタービンより高い出力が得られたため、生徒は非常に満足感を得られたようである。このような課題研究においては生徒の工夫の余地が大切であると感じた。

(2) 生徒による評価

エンジングループの生徒によるアンケートを行った。結果は以下の通りである。

①課題研究を実施して、どのような成果がありましたか、具体的に書いてください。

- ・エンジンの仕組みや出力の算出方法を理解することが出来た。
- ・発表という大きなことが出来てよかった。
- ・自分たちで製作から実験を行い考察までたどり着けてよかった。

②課題研究を実施して、自分の中で変容した点や成長した点を具体的に書いてください。

- ・知識が身についた。
- ・物理分野や工学に興味を持てた。
- ・計算ソフトの使い方が上手になった。

③大学での実験・実習について感想や改善点を書いてください。

- ・もっと時間がほしかった。

- ・結果をその場で出して、考察を大学の先生方とやりたかった。
- ・内容に選択の余地が無い。
- ・先生も学生さんもととても優しくかった。
- ④校内でのデータ解析やまとめについての感想や改善点を書いてください。
 - ・意外といい結果が得られた。
 - ・コンピュータのスペックの低さによるトラブルがあった。
 - ・発表までの見通しがしづらかったので、他校の例をもっと配布してほしかった。
- ⑤選択したテーマについての理解はどのように深まりましたか。
 - ・トルクや軸出力の概念の理解が進んだ。
 - ・実際に実験することの難しさ、ものづくりの楽しさを学んだ。
- ⑥選択したテーマの数学的、物理的な難易度はどうでしたか。
 - ・空気抵抗（ファンブレイキ）の出し方が難しかったが、それ以外容易であった。
- ⑦科学的な方法論や考え方は身に付き了吗か。
 - ・身について
 - ・データからどのようなことが言えるか考えることが出来た。
- ⑧科学研究についての考え方は変わりましたか。
 - ・変わった。
 - ・あまり影響は無かった。
- ⑨自分の進路について影響を与えましたか。
 - ・少し与えた。
 - ・影響ない。
- ⑩今年度の形態の他に校内での自由研究的な課題研究も考えられますが、課題研究の形態についての意見を書いてください。
 - ・講演ではなく、中間発表でみんなの研究を知ればよい。
 - ・大学での実習を増やしてほしい。
 - ・研修の時間がもっと必要である。
 - ・構内でやるのもよいが、実際に大学に行って、その空気を感じることはとてもためになるので、校外での研修にしたほうがよい。

以上の評価から生徒自身はこの課題研究に以下のように考えている。

- ・ 課題研究は有効である
課題そのものが有効であったという意見と共に、大勢の観衆をまえに発表を行ったという経験が有効であると感じている。
- ・ 実習の時間がもっと必要である
大学や学校で実習の時間がもっと必要であった。始めはデータに一貫性が見られず、試行錯誤したため、予定外に実習することが多くなった。生徒自身は講演よりも実習の時間を多くして欲しいと感じているようだ。
- ・ 知識・考え方など、科学的な素養は身に付いた
内容が高校生でも十分対応できるものだったため、科学的に考え、考察するまでに至ったと感じている生徒が多かった。

5. 課題

(1) 内容の選定

大学での課題研究を行う場合、生徒の知識や学力にあった内容を選定する必要がある。課題研究は生徒が問題を見つけ、解決するために思考錯誤することが大切である。今回はほとんどが高校3年生での学習予定内容であったため、生徒も理解をすることができ、自分たちで考えて工夫することができた。より高度なものを選ぶ場合は、生徒がただ与えられた問題を予定通りこなすことの無いように、必要な知識についてきちんと見極めることが重要である。

(2) 内容の変更への対処

問題を調べていくうちに、時間や予算が準備段階より多く必要になることがある。大学との連携では、計画があらかじめ決まっており、このようなときに臨機応変に対処することが難しいと感じた。課題研究には失敗がつきものである。失敗の中から新たな発見があるし、問題解決のために生徒が様々なアイデアを出すことはとても重要である。内容の変更が迫られたときに、どのように対応できるか、考える必要がある。

課題研究Ⅱ（SSⅡ-Ⅱ）について

1. 事業の目的

SSⅡ-Iは6ヶ月ほどの長期にわたっての構内または近隣の大学との連携事業である。目的の根幹はSSⅡ-Iと同じであるが、これに対し宿泊を伴う短期集中型の課題研究による評価を行うためにSSⅡ-IIを計画、実施した。新潟を離れ、1つの研究室で先生方や大学生の方に囲まれ、実験実習を行い試行錯誤の上に意味のあるデータを得る体験は多くの生徒にとって初めての経験であり、貴重な経験となるはずであると考えた。

2. 内容とその展開

(1) 準備について

本校より毎年進学者がいる、志望大学として常に上位を占めるなどの理由で、東北大学、東京理科大学に、この目的にご協力いただくことをお願いした。両大学からいくつかのテーマをいただき生徒同士で相談の結果、課題研究テーマが決定した。

SSⅡ対象生徒32名がその希望により6つのテーマを選択、同一テーマを選んだ生徒で6グループを編成、その後それぞれのテーマに研究をサポートする担当教師を一人または二人を決定した。

(2) 以上により、課題研究Ⅱのテーマを以下の8つに決定した。

- ・高温超伝導バルク及び薄膜作製と特性評価【3】
(東北大学金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター 渡辺和雄教授)
- ・ダイオキシンの生成機構及び制御に関する研究【3】
(東京理科大学薬学部 小野寺祐夫教授)
- ・ナノヘテロ半導体の創生—原子を並べて新しい半導体を作る—【5】
(東北大学ナノ・スピン実験施設ナノヘテロプロセス研究部 室田研究室 櫻庭政夫助教授)
- ・代謝相・吸収相における薬物相互作用について【2】
(東京理科大学薬学部 宇留野強教授)
- ・DNAマイクロアレイによる遺伝子発現解析【2】
(東京理科大学基礎工学部生物工学科 村上康文教授)
- ・アポトーシスによる細胞死誘導メカニズムの解析【3】
(東京理科大学基礎工学部生物工学科 田代文夫教授)

3. 課題研究Ⅱの進行について

課題研究Ⅰと同様な注意を行いながら進めた。平成16年春に筑波で行われた交流会における課題研究の進行を目的とした。つまり地元を離れ日常とまったく異なる空間の中で、集中して研究に取り組むことを目指した。また帰ってきてからの生徒の負担の軽減を考え、4泊5日で研究をまとめてくることを目指した。8月23日に新潟を出発して、4泊5日の日程をこなした。グループによって多少の時間の違いはあるものの、朝9時前後よりミーティングを行い、夕方6時前後まで実験実習を行った。グループによっては、夕食後を研究室の方と一緒にとった後、午後10時頃まで研究を室に行ったグループも見られた。

4. 評価について

本事業への参加が生徒の自由参加によるため、生徒に対する評価は行わなかった。

課題研究Ⅱ-II

ナノヘテロ半導体の創生

—原子を並べて新しい半導体を作る—

対象生徒 赤川慎人 大澤由憲 大瀧裕也 長谷川勝康 円山健志
指導教官 東北大学付属電気通信研究所助教授 櫻庭政夫
指導教諭 笹川民雄

1. 講演会について

大学での実験・実習に先だって6月9日の6限にテーマの概要と関係する物理分野の基礎について櫻庭政夫助教授より講演をしていただいた。講演内容は以下の通りである。

- ① 周期律と半導体の性質
- ② IV属半導体のナノヘテロ構造
- ③ 化学気相成長法によるIV属半導体のヘテロエピタキシャル成長
- ④ IV属半導体の原子層成長制御
- ⑤ 定量・評価方法
- ⑥ 表面元素組成比の定着方法

- ⑦ 表面原子配列の周期性の評価法
- ⑧ ナノヘテロ構造の結晶構造評価法
- ⑨ Si 結晶表面におけるGe 薄膜のテロエピタキシャル成長

半導体にはSiなどの1種類の元素からなる元素半導体（真性半導体）とGaAsなどの化合物半導体（不純物半導体）がある。原子が接近して固体になると、電子軌道が重なり合い、電子のエネルギー準位はバンド（帯）構造をとるようになる。バンドには価電子帯（電子が原子に束縛される状態）と伝導帯（電子が自由に固体中を運動できる状態）がある。半導体とはこれらの間のエネルギー差（バンドギャップ）が小さいものであるといえる。不純物半導体では電気を運ぶもの（キャリア）はn型では自由電子、p型ではホールである。

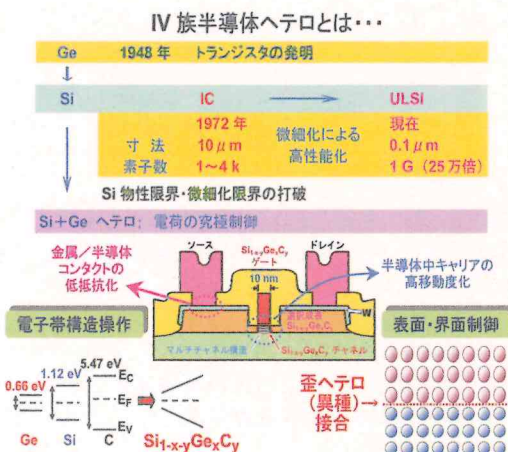
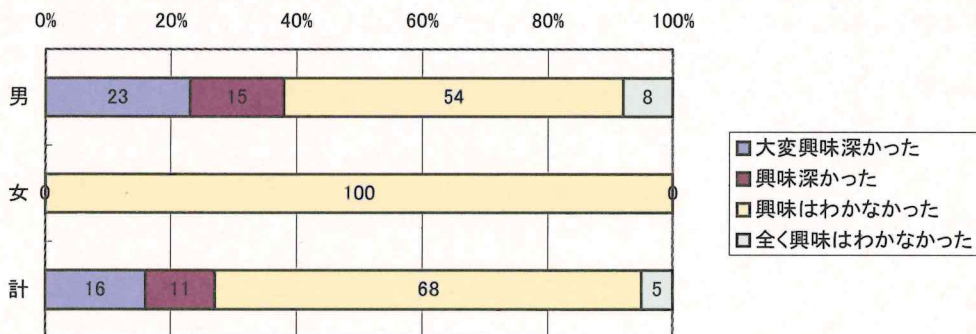
電界効果型トランジスタ（FET）とは、ソースとドレイン間の電流をその間にあるゲートと呼ばれる電極の電圧をかけることにより変化させるものである。現在、Si基板で作られる集積回路では素子数1G（ギガ）で1素子あたり0.10 μ m程度の（ULSI）が作られているが、集積率も限界に近づいている。

SiとGeの化合物（Si_{1-x}Ge_x）をSiの結晶に異種接合してできる半導体（IV族半導体ヘテロ）を今までの不純物半導体の変わりに使用することで新しいトランジスタ（ヘテロ構造トランジスタ）を作ることができ、集積率や性能を飛躍的に高めることができる。電界効果型トランジスタ（FET）においてSiとSiの間に数ナノmの厚さの（Si_{1-x}Ge_x）をはさんだ歪みSiGeチャンネルを使用し、ソースとドレインに選択成長SiGeを使用することによりキャリアの移動度が高速になる。また、数ナノmのSiGeをGeではさみ電圧をかけると、SiGeで量子井戸ができ、キャリアの波動性で共鳴トンネル効果が生じ、ある特定の電圧で電流が流れやすくなる現象もみられる。

ヘテロ構造半導体はGeH₄、SiH₄、CH₄、PH₄などの水素化物ガスをSiやGeなどの基板上に、吸着・反応させて作る（化学気相成長法（CVD））。吸着後に水素は水素ガスとなり基盤から脱離し、層状にGe、Si、C、Pなどを堆積させることができる。光照射による加熱や、1原子層で覆われると次の表面反応が進行しないという自己制限的の表面反応を利用して一層から数層の原子堆積層が形成される。究極の目標はSi、Ge、C、N、B、Pの原子を一層ごとに形成し、IV族半導体原子層ヘテロ構造を作り、超高キャリア移動度および超高キャリア密度を実現することである。

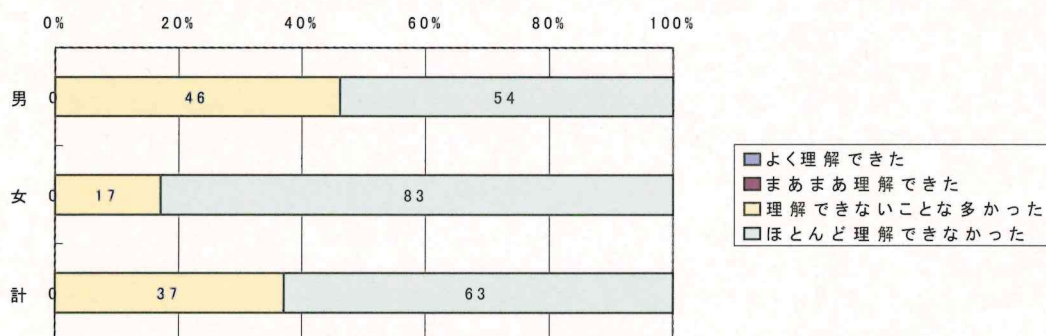
生徒のアンケート結果

【1】講演を聴いて興味がわきましたか。





【2】講演についてどの程度理解できましたか。



【3】講演を聴いて半導体についての考え方が変わりましたか。また、感想を書いてください。

- ・原子の並び方で新しい半導体ができることに興味をもった。
- ・携帯電話にIV属ヘテロ半導体が使われているのを知り、難しい話も身近に感じた。
- ・講演内容が難しくナノヘテロ構造などよく理解できなかった。
- ・原子を人の手で並べ新しい物質を作ることができるのはすごいことだと思った。
- ・原子には種類が多くあるので半導体もそれだけいろいろな可能性もあると思われる。東北大学へ行くのが楽しみになった。
- ・半導体の機能や性質をいろいろと知ることができ、興味深かった。
- ・用語がたくさん出てきてとても難しかったが内容は充実していた。
- ・究極目標の原子を一層ずつ並べた半導体の開発など夢がある分野であると思った。
- ・興味がある分野だった。ICがどのようなものか分かってよかった。

半導体に関する最先端の内容であり、また、生徒は物理の授業で半導体のしくみや原子物理をまだ学習していなかったもので、非常に難しく感じたようである。ほぼ理解できたという生徒はほとんどいなかった。しかし、大変興味深かったという生徒が男子で23%おり、大学での臨地研修のよい動機付けになったと思われる。特に、原子を並べて新しいヘテロ半導体を作れることに興味・関心をもった生徒が多かった。

2. 課題研究について

8月23日から27日までの5泊6日の日程で、東北大学附属電気通信研究所ナノスピン実験施設において課題研究を実施した。この施設は3月に完成したばかりで最新の実験装置が多かった。櫻庭政夫助教授はじめ、6名の大学院生の指導のもとで、実験・実習を行った。具体的な実験テーマは「Si基板上へのGe薄膜結晶の成長とその分析評価方法の習得」である。プラズマ処理によって形成されたSi基板上のGeを4種類の実験によってその結晶状態を調べた。無塵服を着て、クリーンルームという特殊な環境での実験であった。また、最新の実験装置で実習がなされ、非常に貴重な体験ができ、生徒も感動した様子であった。実験・実習内容の概要は以下のようである。

① Si基板上へのGe薄膜の生成実験

ECRプラズマCVDという装置でArプラズマによりGeH₄を活性化し、Si基板上にGe原子をエピタキシャル成長させるというプラズマによる化学的気相成長法の実験である。事前の計画ではこの実習を第1日目に行う予

定であったが、装置の調整がうまくいかず実施できなかった。その代わり、事前に用意されたプラズマ処理時間が2.5分、5分、10分のGe膜厚の異なる3つの資料を使い、膜の結晶状態の評価実験を行った。

② 評価実験およびデータ解析

以下の評価実験を行い、データを解析した。

・原子間力顕微鏡による表面平坦性評価実験

AMF（原子間力顕微鏡）は数 μm の微細な針で原子間力を一定に保ちながら表面をなぞり、表面状態計測する装置である。その結果はコンピュータのディスプレイに表示される。処理時間が長い資料ほどGe膜厚が増すことが確認された。また、膜厚が厚くなると面の凹凸も大きくなり、二乗平均面の粗さ（RMD）が大きくなることが分かった。

・電子線回折による表面原子配列評価実験

RHEED（反射型高速電子線回折装置）を用い、電子線をGe薄膜表面にあて、電子の物質波の結晶表面原子による回折像をスクリーン上で観察した。Geの膜厚が厚くなるにしたがって回折像が不鮮明になり、結晶性が失われることがわかった。特に10分間処理した資料は非結晶状態に近かった。

・X線回折による結晶構造評価実験

XRD（X線回折装置）を用い、ブラッグ反射の原理でGe薄膜結晶の格子定数を測定した。Ge薄膜の厚さが増すに従って格子定数が小さくなることがわかった。膜厚が厚くなるとGeのエピタキシャル成長した結晶構造が壊れ、歪みが緩和し本来のGe結晶の格子定数に戻るためであると考えられる。

・X線光電子分光法による元素組成評価実験

X線を結晶にあて、光電効果で原子から放出される電子の運動エネルギーを調べ、原子の種類と密度を測定する実験装置である。処理時間の長い資料ほどArの密度が大きいことが分かった。Ge薄膜生成に使用したArプラズマがGe結晶に混入していることが確認された。この混入もGeの結晶性を下げる原因となっていると考えられる。

以上の4つの評価実験から、次のような結論を導くことができた。膜厚が薄い場合は、Si結晶中にGeはSiの格子定数と同じ間隔で成長（エピタキシャル成長）するが、膜厚が厚くなると、しだいにGe本来の格子定数に近づき（結晶の緩和）、最終的にはGe結晶の一部がせり上がり、表面の粗さが増し非結晶化する。また、プラズマCVDによる薄膜生成では、処理時間が長くなるとArプラズマが結晶中に混入し結晶構造を乱す原因となる。

③ 報告会

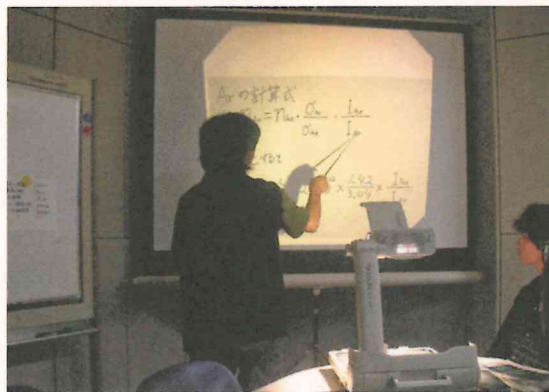
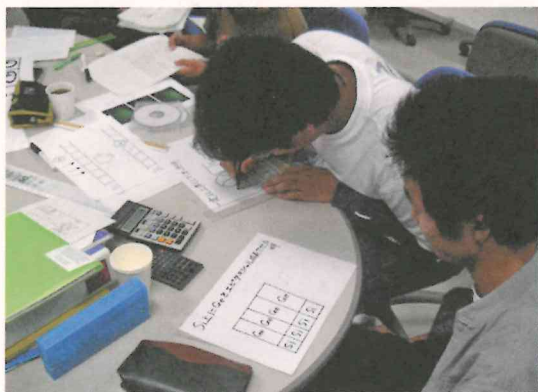
最終日に今までの実験で解析したデータを分担してOHPにまとめ、報告会を行った。生徒は宿でもその準備に一生懸命に取り組み、本番では緊張しながらも堂々とした態度で発表していた。そこには5日間の研修でひとまわり成長した生徒の姿を見ることができた。その後、反省会があり、大学院生や櫻庭助教授から発表内容や発表の仕方についての細かい注意がなされた。また、最後にこの5日間の実験・実習に取り組んでの感想を生徒と大学院生がお互いに述べ合い、大いに交流を深めることができた。



RHEED（反射型電子線回折装置）



AMF（原子間力顕微鏡）の操作



3. 生徒の変容および成果

生徒へのアンケート結果は以下のようである。

- ・ 5日間という限られた時間ではあったが、とても貴重な体験ができた。オープンキャンパスと違い、実際に最新の研究施設で最先端の実験を体験することができ感激した。また、院生の人たちと直接話をすることができたのが大変良かった。
- ・ 半導体の構造やしくみ、その性能などが理解できるようになった。また、1つのテーマについて研究してそれをまとめ、その成果を発表することの難しさがわかった。
- ・ 今まででは1つのテーマを調べたり、考察したりすることがなかったが、1つのことを様々に考察することでいろいろな科学的考え方ができるようになった。
- ・ 人前での発表が堂々とできるようになった。
- ・ 家電製品やコンピュータで使われる半導体もシリコン基板をいろいろと工夫して作っていることが分かった。この技術はわれわれのまわりで重要な役割を果たしていることを再認識した。新しいナノ半導体の創生はとても興味深く、将来自分でも研究してみたいと思った。
- ・ 大学の先生や院生がとても親切で良い雰囲気の中で実習できた。
- ・ 研究所で実験させてもらい、具体的に大学での研究というものがどういうものかわかるようになった。
- ・ 装置が最先端でコンピュータ制御が多く、実際に自分たちで実験する場面が少なかったのが残念だった。

生徒はこの5日間の実習で最先端の実験装置に触れ、また、第一線の研究者や院生の指導を直接受けることができ、たいへん貴重な経験をし、多くのことを学ぶことができた。また、この臨地研修後、学習意欲が格段に高まった生徒も多く見られた。今回の実習は高校での学習活動や生徒の進路選択に良い影響を及ぼす大変有意義な研修であったといえる。5日間という長期にわたり、合宿生活のように共通の研究に集中できたことは生徒にとって大きな思い出になったと思われる。

4. 大学の評価・感想

① 課題研究全体を通して

このような試みは、実験の準備から実験結果を他人に報告する所までの一連の作業を自らの手で行う体験をする重要な機会を与えている。担当の教員の苦労は大変なものと思うが、科学に限らず、すべての教科において学習意欲の向上が期待できると思うので、効率的な実施形態を模索しながら積極的に取り組むべき試みだと考える。

② 十分な基礎知識がない高校生に対し、今回のような大学で課題研究を行うことについて

授業で知識として教えられることが実際の現場で活用されるプロセスを擬似的に体験することによって、その後の学習意欲が格段に高まるものと期待できる。また、難しいことでも基本となる原理の多くは極めて単純であることを知って欲しい。高校生には多少難しいことであっても、あえてレベルを落とすことなく、そのままの形で体験してもらうことに意味がある。だから、教員から高校生に対しても、難しいことに積極的に挑戦するように励ましていくことが重要である。

③ 受け入れに関する問題点

大学の一つの研究室で短期研修する場合、受け入れられる人数は1回に5人程度までが限界である。学内でも似たような短期研修があるので1年に1回が限界である。当研究室の場合は、3日以上滞在しないと訪問する価値は半減する。受け入れは研究室にとっても負担は大きい、これも研究室の役割のうちであると認識している。クラス単位や学年全体で考える場合、旅費・滞在費がかさむ問題があるので、地元の大学との連携がより重要になってくる。

④ 受け入れる研究室でのメリット

自ら考える習慣のある学生が増えて、そういう学生が自分の研究室を志望してくれることが、大学教員としての最大の望みである。直接指導した大学院生も、素朴な疑問に対して率直に答えることの重要性に気づく貴重な機会を得

て人間的に成長している気がする。

⑤ 高校生を指導しての感想

当研究室に短期研修に来た生徒に感想を聞くと、「ごく一部は理解できた気がするけど、わからないことがほとんど」と答えることが多い。今回も同じであった。世の中にはまだわかっていない領域がたくさんあり、それを明らかにするために研究するのである、ということさえわかれば、それだけでも来てもらった価値がある。わからないことをわからないと正直に認める謙虚さを忘れないで欲しい。それこそが向上心の現れであると同時に、研究のスタートラインである。

⑥ このような課題研究を高校のカリキュラムに取り入れることについて

人間は、専門家の話を聞きすぎると固定観念にとらわれることがある。固定観念があることで、新しい発見を見逃すことが少なくない。このような固定観念が形成されてしまう前の高校時代にこそ、大学の研究活動の一端に触れる機会を与えるべきである。

5. 今後の課題

大学と連携し課題研究を行うことは、最先端の研究を生徒が経験できるという点で優れたものであるといえる。今回の内容は原子物理の分野であったので、事前に高校で補講をして臨んだが、高校2年の生徒にとってかなりハイレベルな内容であった。今回はこのことが生徒の知的好奇心を刺激する効果を生んだともいえる。一般には大学と連携する場合でも、課題研究のテーマの選定については無理のない内容にすることも大切であると思われる。また、生徒自身が製作したり、実験したりする場面を増やし、生徒に創意工夫させる要素が多く加われば、さらに改善されていくと思われる。

<謝辞>

お忙しい中、長期の臨地研修をこころよく引き受け、温かく指導をしていただいた東北大学電気通信研究所ナノヘテロプロセス研究部 室田淳一教授、櫻庭政夫助教授ならびに大学院生の方々に深く感謝申し上げます。

課題研究Ⅱ－Ⅱ 高温超伝導バルク及び薄膜作製と特性評価

生徒 佐藤 祐介 高橋 貴之 仁多見 俊

指導教官 東北大学 金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター

渡辺 和雄 教授 淡路 智 助教授

高橋 健一郎(D3) 磯野 伸之(M2)

担当教諭 青山 一春

1. 研究目的

世界最先端の磁場発生装置を持つ東北大学金属材料研究所において、代表的な酸化物高温超伝導体である $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ の特性評価実験を体験することにより、研究の最先端に触れるとともに高校で学ぶ物理化学分野の学習内容を確認する。

2. 研究内容

2-1 試料作成

(1) 試料作成

原材料 Y_2O_3 、 BaCO_3 、 CuO を用いて、 $\text{Y}:\text{Ba}:\text{Cu}$ のモル比が $1:2:3$ となる5グラムのペレットを作製した。作製試料は配合割合の異なる3種類の試料と比較のための薄膜試料である。

試料 1: $\text{Y}_2\text{O}_3=0.8055 \text{ g}$ 、 $\text{BaCO}_3=1.8151 \text{ g}$ 、 $\text{CuO}=2.376 \text{ g}$ (mol 比の計算を間違えた試料)

試料 2: $\text{Y}_2\text{O}_3=0.7565 \text{ g}$ 、 $\text{BaCO}_3=1.599 \text{ g}$ 、 $\text{CuO}=2.645 \text{ g}$ (正しい配合割合)

試料 3: $\text{Y}_2\text{O}_3=0.7565 \text{ g}$ 、 $\text{BaCO}_3=2.645 \text{ g}$ 、 $\text{CuO}=1.599 \text{ g}$ (BaCO_3 と CuO の配合割合が逆)

薄膜試料: 渡辺研究室で事前に準備していただいた CVD 法によるほぼ純粋な $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 試料

(2) 焼結体作成

試料 1、3 のペレットを 900°C で 10 時間熱処理(仮焼き)をおこなった。冷却後、細かく砕き再度ペレットを作製した。十分拡散させるため、更に 930°C で 10 時間熱処理(本焼き)を行い焼結体(写真1)を完成させた。試料 2 は本焼きのみである。

(3) 試料ホルダーへのセット

特性の測定には、計測線の抵抗や接触抵抗を相殺するため4端子法(図1)を用いた。写真2に測定ホルダーにグリースで密着させた試料ホルダーを示す。



写真1

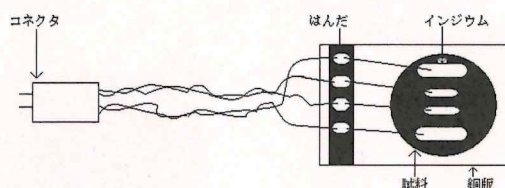


図1

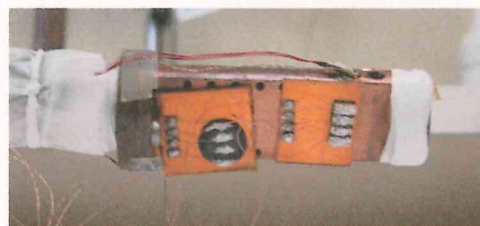


写真2

2-2 特性測定

(1) 冷却

図2に測定装置の全体図を示す。液体ヘリウムを真空中で囲まれた専用の管(トランスファーチューブ)を用いて、専用の容器(クライオスタット(魔法瓶のようなもの))に導入する。導入された液体ヘリウムは、クライオスタット最下部の気化器でガスにして、導入される。このとき気化器についているヒーターと温度計で自由に温度が変えられる。それによって適当な温度にし、試料を冷却できる。

(2) 操作手順

- 1 クライオスタットの真空断熱層を真空引きする(一晚引く)
- 2 クライオスタットが真空中であることを確かめ、ポンプを外す。
- 3 使用するマグネットに載せる。
- 4 測定ホルダーをクライオスタットに入れる。
- 5 計測線を計測器に接続し、測定系を整える。
- 6 液体ヘリウムの容器とクライオスタットをトランスファーチューブでつなぐ。
- 7 測定プログラムをスタートし、測定開始。
- 8 液体ヘリウムの量を調節し、試料の温度を下げていく。

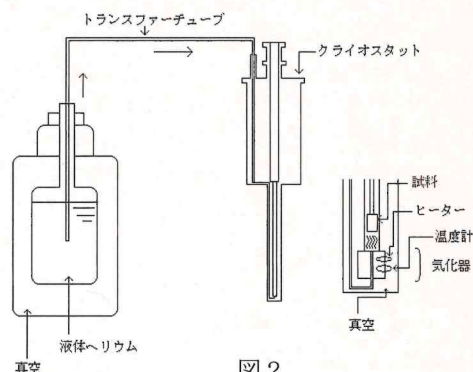


図2

2-3 計測結果および考察

図3に温度-抵抗特性の測定結果および焼結体表面のレーザー顕微鏡写真を示す。

T_c (臨界温度) は常温抵抗の0.1%で読み取った。以下にその結果を示す。(Birrは内部臨界磁場を表す。)

試料1 $T_c = 8.9\text{ K}$

Birr 5 T $\rightarrow T_c = 8.0\text{ K}$

10 T $\rightarrow T_c = 7.4\text{ K}$

14 T $\rightarrow T_c = 6.7\text{ K}$

試料2 $T_c = 9.0\text{ K}$

Birr 14 T $\rightarrow T_c = 6.0\text{ K}$

試料3 $T_c = 8.8\text{ K}$

Birr 5 T $\rightarrow T_c = 8.2\text{ K}$

10 T $\rightarrow T_c = 8.0\text{ K}$

14 T $\rightarrow T_c = 6.0\text{ K}$

薄膜試料 $T_c = 8.5\text{ K}$

Birr 5 T $\rightarrow T_c = 8.3\text{ K}$

10 T $\rightarrow T_c = 8.1\text{ K}$

14 T $\rightarrow T_c = 7.5\text{ K}$

薄膜試料に比べ、試料1、試料2、試料3の温度-抵抗特性は鈍くなっている。これは、配合割合が正しくなかったこと。また、焼結体が超伝導物質になっている部分と、原材料が反応せず不純物となっており、完全な酸化物超伝導体となっていない部分が存在するためであると考えられる。

正しい配合である試料2の温度-抵抗特性が良くないのは、仮焼きを行っていないためC(炭素)が十分除かれていないためであると考えられる。また表面が粗いのもそれを裏付けている。

(磁気浮上の観察)

抵抗測定では試料内部に一本のPassが繋がっているれば超伝導特性が見られる。今回作製した試料が超伝導物質になっていることを確かめるため、磁気浮上現象の観察もいった。試料を液体窒素に浸し、その後磁石の上に置いたところ確かに磁気浮上現象が見られた。不純物はあるものの超伝導材料が作れたことを目で確かめることができた。

3. 生徒の感想

「地元にはない世界最先端の科学技術に触れ、体験する。」を目的として研修しましたが、まさにこの強磁場センターには最先端の技術があり、自分たちの手を動かしてその最先端に触れることができました。

リニアモーターカーや、核融合発電など将来活躍するであろう超伝導ですが、本で読んでだけでは分からないことだらけでした。しかし、「百聞は一見にしかず。」とよく言われますが、新鮮な驚きでいっぱいでした。例えばマイスナー効果は超伝導物質の中に磁束が入らないことだと思っていたのですが、それだけではなく、磁束を中に入れて引きつける「フィッシング効果」というものがあることをはじめて知りました。また、小学校の理科の実験で、磁力線を砂鉄で可視化するという実験があります。ここでは、数十T(テスラ)という強い磁場を発生させます。すると、そこから漏れた磁力線によってクリップが宙に浮き、磁力線を空間的に目で見るができるのです。本当に驚きました。ほかにも数多くありますが、ここでの研修は有意義という言葉では言い表せない体験の連続でした。驚き、楽しみながら五日間を過ごすことができました。ありがとうございました。

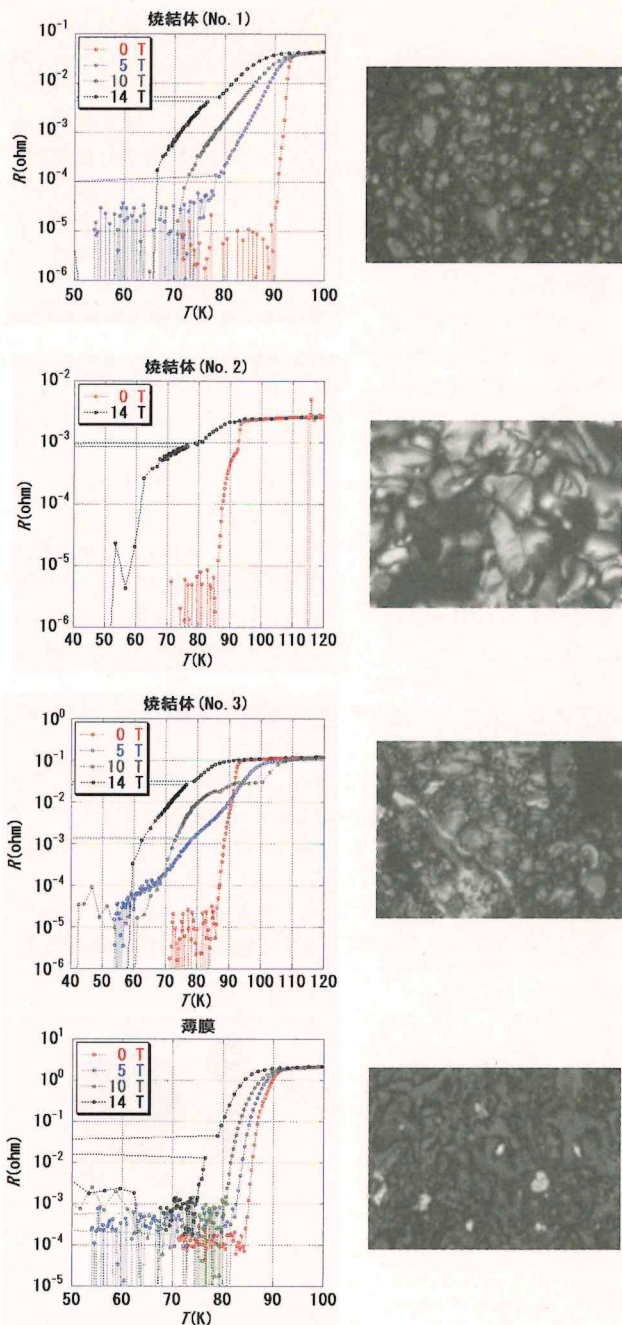


図3

4. 東北大学渡辺研究室のSSH（新潟南高校）に対する評価

4-1 研修の評価(平成16年8月23日(月)～27日(金))

日	研修内容	評価(4つの観点)・感想 (良くない1, 2, 3, 4, 5 良い)	研究室の皆様自身の変容 (高校生を受け入れ、指導をしてみてもう変わりましたか。)
23 (月)	開講式(小林副所長) オリエンテーション・施設見学(渡辺) 【研修Ⅰ】 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ペレット作製準備 (高橋, 磯野) ・秤量, 混合, ペレット, 仮焼 @注: 新潟南高校の生徒諸君は, 原材料 Y_2O_3 , BaCO_3 , CuO を用いてモル比が $\text{Y} : \text{Ba} : \text{Cu} = 1 : 2 : 3$ になるように重量%を事前に計算しておいてください。	1 興味・関心(1, 2, 3, ④, 5) 2 意欲・態度(1, 2, 3, ④, 5) 3 技能・表現(1, 2, ③, 4, 5) 4 知識・理解(1, 2, ③, 4, 5)	
24 (火)	【研修Ⅱ】 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ペレット(バルク) 作製とCVD法薄膜作製 ・ペレット粉碎, 混合, 本焼 (高橋, 磯野) ・CVD法薄膜作製見学 (淡路(実演), 渡辺(説明)) ・クライオスタットの真空排気 (高橋, 渡辺(説明))	1 興味・関心(1, 2, 3, 4, ⑤) 2 意欲・態度(1, 2, 3, 4, ⑤) 3 技能・表現(1, 2, ③, 4, 5) 4 知識・理解(1, 2, ③, 4, 5)	
25 (水)	【研修Ⅲ】 臨界温度をゼロ磁場と15Tの強磁場中で測定 ・試料に端子ハンダ付け, 計測線接続, ヘリウムガスフローホルダーにセット(ペレット3個, 薄膜1個), 無冷媒超伝導マグネット15T-CSMにクライオスタットをセット, クールダウン, 計測装置配線準備, 測定 (淡路, 高橋, 磯野, 渡辺)	1 興味・関心(1, 2, 3, 4, ⑤) 2 意欲・態度(1, 2, 3, 4, ⑤) 3 技能・表現(1, 2, 3, ④, 5) 4 知識・理解(1, 2, 3, ④, 5)	大学院生の研究課題は各自独自に与えられているので, 普段は後輩と共に実験する機会がない。今回は, 一緒に実験するために生徒達に積極的に指示しており, 生き生きとした様子に変わって見えた。
26 (木)	【研修Ⅳ】 表面観察と報告書作成 ・レーザー顕微鏡で表面組織観 (高橋, 磯野) ・報告書作成 (渡辺, 淡路)	1 興味・関心(1, 2, 3, 4, ⑤) 2 意欲・態度(1, 2, 3, 4, ⑤) 3 技能・表現(1, 2, 3, ④, 5) 4 知識・理解(1, 2, 3, ④, 5)	同上
27 (金)	【研修Ⅴ】 報告会と閉講式 ・研修のまとめと発表準備 (渡辺, 淡路) ・発表とコメント (渡辺, 淡路, 高橋, 磯野) ・閉講式 (渡辺)	1 興味・関心(1, 2, 3, 4, ⑤) 2 意欲・態度(1, 2, 3, 4, ⑤) 3 技能・表現(1, 2, 3, ④, 5) 4 知識・理解(1, 2, 3, ④, 5)	

4-2 研修の指導全体を通しての感想

分らないことが目一杯あっても、なんとかついて行こうとする意気込みが感じられました。一連の研究手法を経験させた後に、用いた超伝導マグネットは世界に1台しかない独創的なマグネットであるという新聞記事のコピーを見せたら、生徒達はその装置を実際に使ったことに満足した様子でした。(渡辺)

大学生にとっても難しい実験でも、それなりにこなしてしまう生徒には驚きました。言われたことを十分に理解しなくてもそれなりに使えるという能力に長けているのでしょうか？ただ、高校生に限らず最近の大学生にも言えることですが、考える・質問するということが足りないと感じました。理解したと思っていることに対して、手を動かす事によって理解不足の点に気づくことによって、講義では身に付かない、問題解決能力や考える力が育つのではないかと思います。その意味で、先端技術にこだわらず自分で手を動かす体験型のプログラムがこれから重要となるのではないのでしょうか。(淡路)

5. 臨地研修に関するアンケート

5-1 十分な基礎知識のない高校生に対して、最先端の実験を体験させることについてどう思われますか。
(一般論としてのお考えも含めて)

どんな体験をするかは、個人の人生でそれぞれ重要な位置を占めることになります。1つの出会いで人生の方向性が決定されることもあると思いますので、可能なら知識のあるなしにかかわらず是非体験させるべきだと思います。

(渡辺)

先端研究を理解することは高校生の学力レベルでは難しいと思います。しかし、実際に装置をさわって体験することは、科学に興味のある学生以外にもインパクトがあると実感しています。先端研究に触れ、みっちり体験する今回のようなプログラムのほかに、理屈抜きにもっと大勢の学生が先端あるいはデモ装置に触れる機会があっても良いのではないかと考えます。(淡路)

5-2 このような臨地研修を高校のカリキュラムに取り入れることについてどう思われますか。(賛否を含めて)

大学1~2年生の科学史的な講義を高校に出向いて高校生にも受講させるのは可能でないかと思います。その講義担当を研究所の先生にも分担してもらえれば、現代科学の世界では何に注目して研究が行われているのか最先端の研究を取り込みながら講義をしてもらえるとと思います。大学での臨地研修は受け入れ側の負担が大きいことが問題です。しかし、受け入れ側も分担して、担当が3~5年に1回の割合なら不可能ではありません。(渡辺)

高校生の段階で、先端研究に触れることは将来の進路を決める上で貴重な体験になると思います。しかし、(高校一年から偏差値を重視する)現在の受験システムのなかで、生徒が意欲的にこのカリキュラムに取り組めるような仕組みをつくる必要があるのではないのでしょうか。(淡路)

5-3 SSH(新潟南)を受け入れての問題点・課題・改善点(南高校への要望等も含む)。

また、研究室として何か成果(良かったこと)がありましたでしょうか。

(1) 問題点・課題・改善点

このような研修の受け入れ側の利点は、興味を持った生徒が受け入れ大学を受験してくれること、さらには指導した研究室を希望して入ってくれることにあります。そのためには、受講生として20人程度の人数が必要であると思います。今回は金研に3人でしたが、理想的には10人の受講生を受け入れて東北大学を受験しようと意気込む生徒2~3人を生み出すことではないのでしょうか。(渡辺)

膜作製は、実際に装置を動かすのではなく実演にとどまった点が残念でした。CVD膜作製のような、手順が複雑なわりに何が起きているか見えない実験を、高校生にどう理解させ体験させるかは今後の課題だと思います。(淡路)

(2) 成果

大学の講義ノートを作成するのと同様で、高校生に対する研修実施要領の作成は、大学1年生の基礎ゼミにも活用できるように拡張できそうです。今回の受け入れによって貴重な財産ができました。(渡辺)

指導にあたった大学院生にとって、実験方法や理論的な部分で、分かっていると思っけても十分理解していない点を発見し、改めて考える良い機会だったようです。(淡路)

6. 生徒の変容(研修後のアンケートより)

初めはほとんど研修する内容も理解していなかったのに、だんだんやっていることの意味が分かってきました。分かってくると楽しくなってきました。超伝導物質が磁石の上に浮いて、しかも逆さにしても落ちない(フィッシング効果)ことには本当に驚きました。この研修は一生忘れられない貴重な体験になりました。東北大学に入学できるようにあきらめず努力します。そして、将来このような研究ができたらいいなと思っています。

課題研究Ⅱ－Ⅱ DNA マイクロアレイによる遺伝子発現解析

生徒 枝村 佳奈 小幡 千鉦

指導教官 東京理科大学基礎工学部 教授 村上康文

担当教諭 石本 由夏

1. 目的

ハイブリダイゼーションを利用した DNA マイクロアレイによる遺伝子発現解析の技術と原理について学び、遺伝子発現のしくみ、実験室での DNA の取り扱い方法、生物学実験における基本的操作を体験する。

2. 指導目標

- (1) 遺伝子発現のしくみについて理解させる。
- (2) DNA マイクロアレイの原理について理解させる。
- (3) 遺伝子解析実験の結果からデータ解析を行い、どのような遺伝子が発現しているか考察させる。
- (4) 生物学実験における基本的操作を体験させる。
- (5) (1)～(4)を通して、実験結果から考察する能力を身につけるとともに、課題研究の内容をまとめる力、発表する力を養う。

3. 課題研究の概要

ハイブリダイゼーションとは相補的な塩基同士が結合する性質を利用して、DNA または RNA を検出する方法で、これを用いた DNA マイクロアレイは、今注目されている最新の技術である。この技術を使えば、調べたい細胞で発現している遺伝子を簡単に調べることができる。ハイブリダイゼーションを利用した DNA マイクロアレイによる遺伝子発現解析の技術と原理について学び、遺伝子発現のしくみ、実験室での DNA の取り扱い方法、生物学実験における基本的操作を体験する。今回は、マウス embryonal fibroblast (胚の繊維芽細胞) 由来の細胞やマウス mammary cancer (乳癌) 由来の細胞でどのような遺伝子が発現しているか解析した。また、本テーマは夏休みに 4 泊 5 日の間、大学の宿泊施設を利用させていただき行った。

4. 課題研究の展開

(1) 講演会

- ①期日 2004 年 6 月 16 日(水) 13:35～14:40
- ②場所 新潟南高等学校 生物化学教室
- ③対象 2 学年の SSH クラス 32 人
- ④演題 「東京理科大学生物工学科の最近の話題」
- ⑤講師 東京理科大学基礎工学部生物工学科 助教授 堀戸 重臣
- ⑥講演内容「研究について」「DNA マイクロアレイによる遺伝子発現解析」
「アポトーシスによる細胞死誘導メカニズムの解析」
「 α ガングリオシドの機能説明」



堀戸先生講演の様子

研究とは自然の発するメッセージを読み取る術や感性を磨くことであるという話にはじまり、東京理科大学生物工学科の最近の話題について 3 項目について講演いただいた。研究テーマである「DNA マイクロアレイによる遺伝子発現解析」については、DNA の構造、真核生物における遺伝子発現、遺伝子発現情報の重要性について説明し、遺伝子発現を調べる方法としての DNA マイクロアレイの原理について、DNA の性質にも触れながら大変わかりやすく説明していただいた。難しい内容であるが、大変分かりやすい説明であり生徒の理解度も高く、大部分の生徒が興味関心をもった。

(2) 大学への臨地実習

- ①期日 2004 年 8 月 23 日(月)～27 日(金) 4 泊 5 日
- ②場所 東京理科大学基礎工学部生物工学科 (宿泊 同大学セミナーハウス)
- ③対象 2 年生 SSH クラス 32 人中 2 名
- ④指導教官 東京理科大学基礎工学部 教授 村上康文 他 TA の方々
- ⑤主な内容

遺伝子発現解析実験を中心に、その他に細胞培養や DNA 組み換え実験など生物学実験手法も体験した。

・遺伝子発現解析実験 … DNA マイクロアレイサンプル標識 ハイブリダイゼーション
スキャナーでの解析 データ解析

・HeLa 細胞の培養 … 細胞培養 HeLa 細胞の継代

・DNA 組み換え実験 … 制限酵素処理 DNA リガーゼ反応 プラスミド DNA の精製
電気泳動によるチェック GFP タンパク質発現細胞の観察

・レポート作成

(4) 校内での課題研究の取り組み

全体への講演会後、生徒と大学の先生を交えて今後の実験計画等の打ち合わせを行い、事前学習を講演会資料を

使って行った。臨地実習の後、レポート未完成部分を補充し、またポスター発表に向けてポスター作成を行った。
(5) 研究発表

2005年2月11日(土)新潟ユニゾンプラザにおいて一般公開で、ポスター発表を行った。また、3月末日に新潟で行われる植物生理学会の高校生物研究発表会で、ポスター発表を行う。



大学研究室で院生より指導を受ける



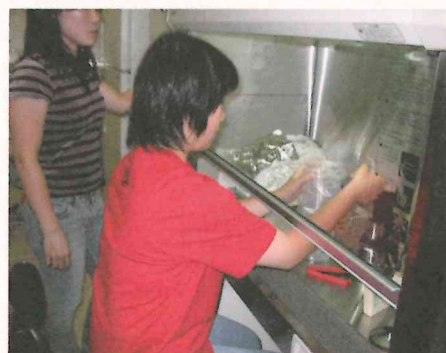
実験試料確認も真剣な眼差しで…

7. 事業の成果

大学の先生や院生等からゼミ形式で講義していただくことにより、遺伝子発現のしくみについて理解でき、DNA マイクロアレイの原理について理解できた。また、遺伝子解析実験の結果からデータ解析を行い、マウス embryonal fibroblast (胚の繊維芽細胞) 由来の細胞やマウス mammary cancer (乳癌) 由来の細胞でどのような遺伝子が発現しているか解析し考察することができた。



ピペット操作中



無菌操作中

さらに、遺伝発現解析実験、細胞培養実験、DNA 組換え実験を行う中で、生物学実験における基本的操作である無菌状態での細胞培養や、DNA の電気泳動法、遺伝子組換え技術を体験することもできた。

以上を通して、実験結果から考察する能力を身につけ、課題研究の内容をまとめる力がつき、実験内容を理解した上でのポスター発表が行うことができた。

8. 事業の評価

(1) 講演会直後の生徒アンケート結果から

今回の講演後、95%の生徒が興味深かったと答えており、そのうち大変興味深かったと答える生徒は35%であった。大変わかりやすく生物学の最先端の内容を講演していただいたため、約90%の生徒が講演内容を理解できたと答えており、理解度が興味につながったといえる。アンケートによれば、DNA に関心がある生徒も多いが、講演を聞く前は、生徒は生物学がどのようなものであるか具体的に理解していないようであったが講演後は、生物学の概略を理解できたようである。その一例に、「今回の講演前後で『今後人間社会における生物学の活用・応用』について認識に変化はありましたか。』の質問に対して、78%の生徒で変化があったと答えており、DNA の解明によって産業・医学等に应用可能性が高く、実際生物学をやってみたいという生徒も何人かいた。

(2) 教員による評価

まず講演会を聞くことによって、生物学の実際の内容を知ることができ、今後進路選択の参考に大変良い機会であったといえる。また、本課題研究は4泊5日の短期集中型で行うため、継続して実験を行え、不明点を大学図書館でその日のうちに調べ、すぐ大学の先生や院生等に関き、さらに一歩進んだ内容まで学習することができた。また、宿泊を伴うため、宿泊施設で夜同じ実験担当者同士で内容を話し合う機会をもて、より大学での研究生活を体験することができた。

また、本課題研究のテーマは生物学の中でも、最先端の手法で費用もかなり高額なものであるが、大学の協力により、高校生のうちに体験できたことは貴重な体験である。生徒も、DNA マイクロアレイの原理や DNA マイクロ

アレイの応用利用価値を理解するにつれて、興味関心も高まっていった。

さらに、今回協力していただいた研究室の方々の、自らの実験テーマを朝早くから夜遅くまで、真剣に取り組んでいる研究姿勢をみて、生徒も刺激になり、多少困難な難問に対しても解決しようとする姿勢がみられた。

(3) 生徒による評価

発表会終了後のアンケートによれば、この課題研究を行った2名ともが自分の科学的な資質、能力の向上のためにこのような課題研究はとても有効、もしくはどちらかといえば有効であると答えている。自己評価では、わからないことに対する知的好奇心や未知の物事を探ろうとする探究心が向上し、自らの力で問と題に取り組む自主性や、ありのままの姿を詳しく見ようとする観察力、情報処理能力が以前より身についたと2名とも答えている。

また、この課題研究を遂行するに当たって、生徒は夢中で取り組める部分や楽しめる部分も多々あり、教科書にないことが経験できてよかったと感じており、内容的は難しいテーマであったが、知的好奇心により課題研究に意欲をもって取り組めたようである。

(4) ご指導いただいた研究室等から本課題研究に対するご意見

大学で本課題研究を行った際に、次のようなご意見をいただいたので紹介する。

「時期的に大学の研究室の夏休み明けで、準備が忙しい一面もあったが、担当する大学院生等も高校生に実験指導するに当たり、実験への理解を深めることができる良い機会であった。高校生のときに、日常の授業を越えた経験ができることは、とても大切なことである。今後、このような課題研究を大学で行うことで、高校生に何らかの成果があるようであれば、継続して課題研究等に協力していきたい。」

9. 今後の課題

短期集中型の宿泊を伴う今回の課題研究は、生徒の理解度も充実感も高い。しかし一方、受け入れ時期や高校生にも理解できるテーマをどのように設定するかなど、大学側の負担も大きいと考えられる。今回は、生物Ⅱの履修が終わっていない生徒に、高度な内容を簡単に説明していただくというご無理をお願いした。

しかし、大変有意義なものであることから、受け入れ大学との早い時期に綿密な打ち合わせ等することで、改善し継続できればと考えている。

10. 謝辞

今回の実験は、東京理科大学基礎工学部生物工学科、村上康文教授、バイオマトリックス社、明神玲子さんをはじめ、研究室の方々に指導していただきました。厚くお礼申し上げます。



お世話になった村上研究室の方々と記念撮影



臨地研修先 東京理科大学基礎工学部

ダイオキシン生成機構及び制御に関する研究

対象生徒 五十嵐信平 大島一矩、村山義典
 指導教官 東京理科大学薬学部教授 小野寺祐夫
 担当教諭 高橋義之

1. 課題研究の概要

ダイオキシン類には、モルモットに体重1キロ当たり1 μ gを飲ませるだけで致死させる強い毒性を持つものがある。また生物濃縮や食物連鎖が起こり易く、体内に蓄積されやすい。その結果、細胞内に取りこまれ、ホルモンの攪乱作用を引き起こすとされる。このダイオキシン類は、使用を目的として作られた化学物質ではなく、「塩素系農薬の製造過程」、「浄水場でのp-クレゾールによる汚染水の塩素消毒過程」、「ゴミの焼却」、「紙・パルプの塩素消毒」などの身近なところでできてしまった非意図的生成物である。本課題研究では、

(1) p-クレゾールの塩素処理によるダイオキシン類の生成について、そのpHと塩素濃度の影響

(2) プレダイオキシンの加熱・燃焼によるダイオキシン類の生成と分解

について実験を行った。そしてその結果から、ダイオキシンの発生とその発生抑制のための一端を考察し、理解を深めた。また、ダイオキシンに関連した新潟市の浄水と水道水の安全性について新潟市の青山浄水場を訪問し、学習を行った。

2. 課題研究の展開

東京理科大学の薬学部から、課題研究となりそうな50を超えるテーマをいただき、本テーマを希望した3人の生徒がこの課題研究に挑んだ。どちらかといえば、普段から環境問題に注意を払い、卒業後は環境問題に関与した進路を希望する3人である。6月に東京理科大学薬学部小島教授より、本課題研究についてのガイダンス講演をいただいた。その後、いくつかの事前学習を行い8月下旬に千葉県野田市の東京理科大学薬学部小野寺研究室に赴き、5日間の実験実習を通し、課題研究を行った。素晴らしい研究施設の中で教授はじめ、同研究室の皆さんのおかげで内容の深い課題研究を行えたものと考えている。また5日間の集中的な研究は生徒にとって非日常적인環境を作り出し、生徒の知的好奇心を大いに刺激した様子であった。帰校した後は研究の内容をまとめる一方、7.13水害時の新潟市の浄水のあり方に関心を持ち、新潟市の青山浄水場を訪問し、課題研究で学んだいくつかの事柄について、その実際を研修した。

3. 事前の講演の内容について

本テーマに関わる内容および概略について、課題研究実施前に東京理科大学薬学部教授 小島周二先生からご説明をいただいた。その概略は以下に示すとおりである。

(1) ダイオキシンとは・・・

ダイオキシンとは通称である。法律上のダイオキシン類には、7種のPCDD、10種のPCDF、13種のPCBがある。

(2) ダイオキシンの性質について

- ① 非意図的の化学物質であり、規制が困難。
- ② 水には極めて溶けにくい。
- ③ 熱に安定であり、微生物による分解を受けない。→自然界に蓄積する。
- ④ 体内から排出されにくい。→加齢とともに体内に蓄積される。

(3) ダイオキシンの毒性について人類が作り出した、史上最強の毒物といえる

- ① 急性毒性青酸カリより強い毒性、皮膚障害、神経障害など
- ② 慢性毒性催奇形性、発がん作用、環境ホルモン作用など

身の周りのダイオキシンについてわかりやすく説明いただいた

(4) ダイオキシンの発生源について

非意図的生成物のため「ダイオキシンは火の出現と共に常に存在していた」ともいわれる。

① 塩素系化合物のゴミ焼却、② パルプ漂白、③ 塩素系農薬の不純物により発生する。

(5) ダイオキシンの環境汚染例について

- ① 油症公害（日本で1968年、台湾で1979年）（PCBとPCDFに汚染された米ぬか油の飲食）
- ② イタリア、セブソの農薬製造工場の爆発による周辺土壌の汚染
- ③ ベトナム戦争時の枯葉剤に含まれていたダイオキシンによる土壌汚染→ベトちゃん、ドクちゃんのような双頭児、片目のサイクロプスと呼ばれるような奇形児など

(6) ダイオキシンの低減方法について



ごみの焼却温度を 800℃以上で焼却する、塩素系漂白剤を酸素系漂白剤に変える、塩素系不純物の使用を禁止するなど、が考えられる。

4. 研究結果の概要と生徒の様子

3人の生徒が8月23日より5日間、実際に東京理科大学薬学部小野寺研究室を訪問し、課題研究活動を行い、以下に示す結果を得た。

実験の結果、p-クレゾールを塩素処理してプレダイオキシン類が最も多く発生する条件は、pH7で塩素のモル比がp-クレゾールの5倍の条件の時であることがわかった。その一方、酸性条件で高い塩素濃度では、プレダイオキシン類の生成は低く抑えることができることがわかった。浄水場に送られてくる廃水のほとんどが家庭から出る生活排水である事実を考慮すると、このことは中性付近で適当な量の塩素で消毒した場合に、プレダイオキシン類が生成されることを意味するものであると考えられることに生徒は強い関心と危機感を覚えたようであった。実験の結果から生徒は浄水場において、プレダイオキシン類の発生を抑える二つの方法を考察した。一つ目の方法として、徹底した塩素消毒を行い、高い塩素濃度での浄水処理を実現すること。二つ目の方法として、処理する排水を酸性の状態で塩素消毒することである。新潟では昨年7.13水害に見舞われ、信濃川中流域で消毒処理のために多くのp-クレゾールが散布された。そのため、生徒にとってタイムリーなこの知見が新潟における7.13水害時の浄水処理に役立てられているのか、大きな興味を抱いたようである。

またプレダイオキシン類は500℃前後でダイオキシン類に変化しやすい事実も実験で確かめた。このことは、生徒も興味を示している一連のダイオキシン類に関わる報道の中で、ダイオキシン類の発生が焼却炉の燃焼温度にあるとの報道に符合していた。このような報道の中身を自らの手で確認できる課題研究は生徒に大きな満足をもたらしたようであった。

7.13水害時における浄水について、学校に程近い青山浄水場を訪問した。課題研究で得た知見について実際の現場で確認したいという強い意向をもちながら、以下の浄水場における対応をお聞きした。①信濃川は日本一の大河であり、しかも多量の雨水によって、散布されたp-クレゾールは充分希釈されている②水害後の一時期、浄水処理のための活性炭の量を増やし（通常の2倍）、水にわずかに溶け込んでいるこれらの物質も充分、活性炭によって吸着処理された。③新潟市では日本海側唯一の水質管理センターを有し、万全の水質管理を行っている。ただし誤解を恐れずにいうならば水道水中のダイオキシン類の量は0ではない。年2回程度測定されている。いずれも環境庁の定める方法による測定でのデータであり、その数値は健康に影響を及ぼす数値からは程遠い。これらのお話を伺い、浄水施設を見学研修し、生徒は安心する一方、実験室にて試験管の中で得られた知見が社会に還元されるまでには相応の時間がかかることを生徒は理解したようであった。



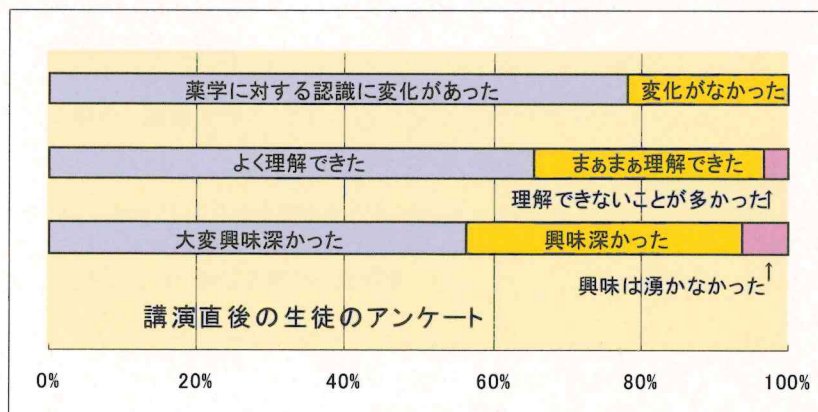
5. 事業の効果等

(1) 講演に対する生徒の感想など講演直後のアンケート調査より

ダイオキシンを始めとする環境問題について、生徒の関心は高い。左のグラフに現れたように、他の講演に比べて比較的興味や理解を示した生徒が多かった。また薬学部で学際領域に位置することにより、興味をもった意見も多々見られた。

(2) 課題研究を終えて

本課題研究に対する満足度を5段階で聞いたところ3人全てが5（大いに満足した）を記した。特に課題研究Ⅱは短期集中型（4泊5日）であるが、そこを評価する意見が多く寄せられた。研究室での滞在時間の余裕が課題研



究の満足、成功に大きな影響を与えているものと考えられる。実際に度重なるミーティングや、些細な質問のためにも余裕の時間はとても有効であった。また課題研究による自己評価では、テーマに関する知識、プレゼンテーションの能力に高い評価をあげる一方、実験実習にかかわる独創性については低い評価にとどまった。専門性の高い分野に生徒の独創性を導入することの難しさを痛感した。しかしその一方で、この課題研究テーマを地元における水害と結び付けるなどの柔軟性については高く評価できるものと考えている。研究環境の素晴らしさに触れる意見も多く、大学研究室への憧れの気持ちが一様に湧いたようである。また教科書には詳細な記述がない、今回のテーマやその周辺分野の科学技術に関し興味が湧いたと全ての生徒が答えていた。

6. 指導いただいた研究室の皆様の本課題研究に対するご意見

以下の貴重な意見をいただいた。今後の事業展開に活かしていきたい。

(1) 研修指導全体を通して

- ・新しい知識を吸収しようとする食欲なまでの態度に感心した。難しいテクニックを身に付けるのは時間がかかるが、現実起こっている問題の発掘と解決方法を考えるのは年齢に関係ない。
- ・高校生やる気が大変感じられ、実験指導も行いやすかった。

(2) 十分基礎知識がない高校生に対して、このような課題研究を課すことについて

- ・大学生以上になると、現実と理想とのギャップがあることを知り、どうしても既存の解決方法で安易に妥協する姿が見られる。新しい発想と問題解決能力は中学・高校時代に身に付くと考えるので、いろいろな体験をさせるべきである。
- ・あらかじめ、学習状況を教えて頂けると指導しやすいのではと感じた。
- ・全てを理解するのはとても難しいと思いますが、大学でどんな研究が行われているかを実際に体験してみるとは自分のやりたいことを見つける上で貴重な体験だと考える。

(3) このような研修を高校のカリキュラムに取り入れることについて

- ・中学・高校時代は教科書からの知識だけで、実体験は全くない。将来の進路選択に体験授業が大切だと考える。
- ・強制的にではなく、自主的に生徒が参加する形であれば、体験する生徒も真剣に取り組むと思う。自由参加で行うのであれば賛成。

(4) 今回の受け入れに関する問題点、課題、改善に関わる提言

- ・テーマをもう少し簡単なものにするか、大学で実際にやっている実験を体験するのであれば、ある程度、事前に勉強しておかないと理解するのは難しいのではと思う。

(5) 受け入れる研究室についてのメリットについて

- ・「教えることは学ぶこと」と心がけているので、大学院生にもメリットがあったと思っている。

7. 謝辞

最後に東京理科大学薬学部教授 小野寺祐夫先生ならびに研究室の皆様、新潟市水道局の皆さまにお礼申し上げます。

課題研究Ⅱ-Ⅱ 代謝相・吸収相における薬物相互作用について

対象生徒 佐藤愛恵 渡邊優

指導教官 東京理科大学薬学部教授 宇留野強

担当教諭 高橋義之

1. 課題研究の概要

薬物代謝酵素の一つである CYP2C9 の遺伝子には変異を起こしていない正常な DNA である野性型と、変異を起こしている DNA である変異型があり、その組み合わせによって、薬物の代謝能力に大きな違いがある。また薬物代謝は、このような遺伝子の違いによって生じる他、薬物同士の相互作用（いわゆる薬の飲み合わせ）も関与することが知られている。

本課題研究では、次の点について実験並びに実習、学習を行った。

(1) 薬物代謝酵素の遺伝子多型の解析

(2) 吸収相における薬物相互作用

(1)では生徒自身の CYP2C9 遺伝子のタイプを実際に判定するまでの実験を行い、(2)では鉄剤と薬物の相互作用について、試験管内での結果とラットを用いた血液濃度測定の実験を行った。

2. 課題研究の展開

東京理科大学の薬学部から、課題研究となりそうな50を超えるテーマをいただき、本テーマを希望した2人の生徒がこの課題研究に挑んだ。卒業後、薬学部に進学し将来は薬剤の研究開発を目指す二人である。6月に東京理科大学薬学部小島教授より、本課題研究についてのガイダンス講演をいただいた。その後、事前学習を行い8月下旬に千葉県野田市の東京理科大学薬学部宇留野研究室に赴き、5日間の実験実習を通し、課題研究を行った。素晴らしい研究施設の中で教授はじめ、同研究室の皆さんのおかげで内容の深い課題研究を行えたものと考えている。また5日間の集中的な研究は生徒にとって非日常的な環境を作り出し、生徒の知的好奇心を大いに刺激した様子であった。帰校した後は研究の内容をまとめることに努力した。その一方、遺伝子レベルでの分子の作用やいわゆる、“飲みあわせ”について益々関心が深まり、自らの進路達成に向け努力している。

3. 事前の講演の内容について

本テーマに関わる内容および概略について、東京理科大学薬学部教授 小島周二先生からご講演をいただいた。その概略は以下に示すとおりである。

(1) 薬に関わる基礎知識の確認について

副作用とは…がんに対する薬でも他の臓器、例えば心臓などにも影響が起ってしまうこと。

薬物有害作用とは…治療、診断または治療の目的でヒトに投与した量などに意図しない有害な反応が起ってしまうこと。

相互作用…目的に対してはたらく主作用と副作用のこと

(2) からだの中での薬の動態について

次の①～④の順で進行する

①吸収…全身循環血中に、一般的に薬は胃では吸収されず、小腸で吸収される。その後肝臓などを経由して臓器に。

②分布…血流によって組織に移行する。カラーボールの色の違いで遺伝子多型

近年、患部を狙って薬を分布させるDDS（ドラッグデリバリーシステム）技術が開発され抗がん剤などに利用されている。

③（薬物）代謝…薬物が生体内に存在する酵素のはたらきによって生化学的に変化、主に肝臓で行われる、酸化還元、加水分解など、例えばチトクローム P450 における酸化など。

④排泄…尿、胆汁、乳汁、唾液中などに排泄される。

(3) 主な薬物動態学的相互作用について

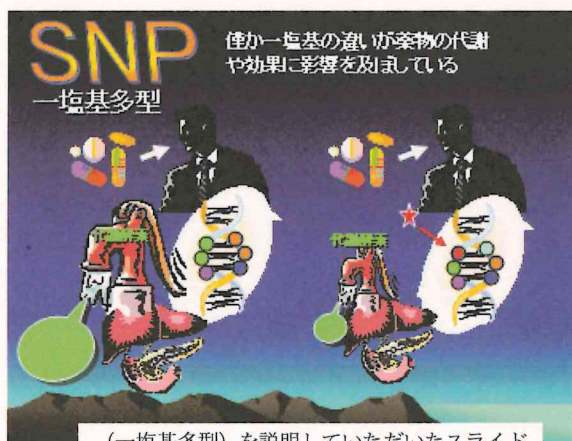
薬物動態上の変化は生体内の薬物濃度に変化を及ぼし、その結果として薬物の作用に影響を与える、最終的に血中薬物濃度に反映される。

①2価、3価の金属陽イオンと難溶性物質を形成する薬は、吸収が阻害される。（本課題研究の1つ）

②CYP 分子種の多様性と薬物代謝

一塩基多型（SNPs）による薬の代謝速度の相違

口腔粘膜から細胞を採取して、レボトパに対する遺伝子的対応の予見が可能（本課題研究の1つ）。



(一塩基多型) を説明していただいたスライド

4. 研究結果の概要と生徒の様子

2人の生徒が8月23日より5日間、実際に東京理科大学薬学部宇留野研究室を訪問し、課題研究活動を行い、以下に示す結果を得た。

(1) 薬物代謝酵素の遺伝子多型の解析について

生徒自身によるDNA抽出（自分の頬より採取、抽出）のあと、抽出したDNAにCYP2C9の野生型と変異型のプライマーを加えてPCR法による増幅、電気泳動による検定を行った。結果的に生徒2名についてCYP2C9遺伝子が野生型であることが判明した。自らの遺伝子をサンプルとして薬物代謝について遺伝学的にアプローチできることに生徒は深い関心を示した。

DNA、PCR法、電気泳動などは概念的なものは書物やインターネットで調べることが出来るが、実際に自ら実験する機会はあるとほとんどの高校生にとって皆無である。実際に自分の手足を動かしてこそ、理解できるものがあると考えた。電気泳動のバンドの1つ1つについて、研究室の方々と議論する姿に感銘を受けた。当初予想していたよりも、進んで分析し、考察を行っている姿にも真剣さが目立った。しかし考察は鋭いのだが、いざそれをまとめる段に入ると、うまくまとめることが出来ないこともわかった。このことは、この課題研究グループについてのみのことではなく、全般的どの研究グループも記述する力が弱い。実験結果の解釈は



要領よく出来るがそれを記述する能力に大いに欠けている。そのためレポートの作成過程で担当教員と何度もレポートの記述をめくり打ち合わせが必要になった。今後、生徒の記述力の強化は是非とも必要と感じている。(左写真：解釈は正しくできるが、それを表現するのが苦手)

(2) 吸収相における薬物相互作用について

薬物の相互作用についての講義の受講後、吸収相における薬物の相互作用について相互作用の簡易試験を実施した。簡易実験では鉄製剤と各種薬剤を混ぜあわせることで、キレートが形成された薬剤は鉄製剤との相互作用で吸収されない可能性があることを生体外において確認した。その後、マウスに鉄剤を含む薬剤を与えた場合と鉄剤を含まない場合とについて別々に薬剤を投与した。その結果、簡易試験で相互作用が予見されていたレボトバの血液濃度に大きな相違があることを、HPLCによる血液の分析、濃度測定で考察した。この実験では、試験管の中で起こる変化が、マウスの生体内で起こっている薬物相互作用を見事に裏付ける結果となり、生徒にとって理解しやすいものとなった。その一方で実験後に試験管の中での変化が、必ずしも生体内の変化と等しいわけではないとのアドバイスを受けた。“なるほど”という思いが強かったせいか、このことはレポートに入念に記述していた。生徒の中で理解が充分いき届き、消化されたものとなったのだろう。この実験ではマウスを用いた。高校の実験では、生物の時間にユスリカからだ腺染色体の取出しなどで、いわゆる命を直接的にうばう実験がいくつかある。しかし、マウスを用いての解剖実験などは行われていない。最近では、カエルの解剖実験さえも行われている学校はごく少数になっていると聞く。今回の課題研究では薬物投与後の血液の採取や投与後のマウスの解剖実験などを行った。生徒は、このような経験が全く皆無であったのにも関わらず、思いのほか冷静に実験を進めている姿に驚いた。生徒は二人とも極めて貴重な経験であったと述べていた。



5. 事業の効果等

(1) 講演に対する生徒の感想など講演直後のアンケート調査より

薬がテーマということもあり、生徒の関心は全講演の中で最も高かった。そのぶん理解も進み、80%を超える生徒が講演内容についてかなり理解できたと答えていた。また以下のような感想もあげられた。

- ヒトによってそれぞれの薬に対する反応が異なることが良く分かった。たった1つの塩基の違い＝一塩基多型だけで薬の効き目がぜんぜん違うことに驚きました。自分に効く頭痛薬とか効かない頭痛薬があるような気がするのにもこれに関係あるのかなぁと思いました。
- SNPの話は興味深かった。わずかに塩基の違いが薬物の代謝や効果に影響を与えるなんて…。テレビCMで「1人1人の処方箋」といっているが、本当に一人一人に効く薬、効かない薬があるんだなぁと思った。
- 薬の効果そのものの研究を主にやっていると思っていたけど、塩基を調べてもっと効果的に使えるようにするというような研究までしているとは思わなかった。

(2) 課題研究を終えて

本課題研究を評価する意見が多かった。満足度を5段階で聞いたところ2人とも5（大いに満足した）を記した。他の課題研究と同様、研究というのではなく研修的な側面が強かったが、その内容が魅力的でありこのような高い満足を引き出したものと考えている。またこの課題研究による自己評価では、二人ともほとんどすべての項目にわたって高い評価を申告した。また生徒は以下のような感想を記述している。

- ・ 難しい実験だったが、大学の先生や学生の手厚い指導で理解しながら実験することができた。
- ・ 時間に余裕があり1つ1つの操作の意味を勉強しながらだったので、興味深く実験できた。
- ・ 単に建物が新しくきれいなだけでなく、充実した研究設備に驚いた。
- ・ 将来、大学で研究してみたいという気持ちが今回の研修前より格段と強くなった。
- ・ PCRやHPLCによる分析がどのようなものか、実際にやってみることでよくわかった。



6. 指導いただいた研究室の皆様の本課題研究に対する意見

以下の貴重な意見をいただいた。今後の事業展開に活かしていきたい。

(1) 研修指導全体を通して

- 初めてのことで、実験内容、準備等に関して、不明な要因が多かったが、指導教員、院生の感想では、かなり興味をもって取り組んでいたようである。
- 非常に良く取り組んでくれたので、いい形で終わることができた。考え方などの面でもこちらにもいい刺激となったように思う。この経験をこれから活かして欲しい。

(2) 十分基礎知識がない高校生に対して、このような課題研究を課すことについて

- Early、Exposure、Internship という観点から、取り入れることには賛成。目的をはっきりさせることが重要。高校と大学・研究所の間で、実験内容に関して話し合い、どの程度の内容であれば理解できるのかを双方が知っておくことが重要。見学だけに終わらせないためにも。
- 基礎知識がない分、説明は苦勞したが、逆に柔軟に考えられるという点で早期体験特有の良さはあると思う。知識を付けることよりも自分で調べ考えるというプロセスを重視すべきと思う。

(3) このような研修を高校のカリキュラムに取り入れることについて

- 上記プロセスを経ること、実際に大学生と過ごす事などが将来の進路や考え方に何らかの刺激を与える物だと思うので、少しでも多くの生徒にこのような試みの機会が与えられたらいいと思う。

7. 謝辞

最後に指導いただいた東京理科大学薬学部教授 宇留野強先生、太田隆文先生、砂金信義先生ならびに研究室の皆様にお礼申し上げます。

課題研究発表会

1. 目的

今年度より2学年理系の中にSSHクラス設置した。そのクラスの生徒が行った課題研究について発表することで、広く成果を公表するとともに、他のグループの発表を見ることで、様々な科学の知識を身につけるとともに、研究内容や発表方法を学び合う。また、質疑応答を行うことで、探求する姿勢を養うことを目的とした。

2. 目標

各グループとも8分という時間設定の中で、研究内容をわかりやすくまとめ、説明することができるかどうか。堂々とした態度で、プレゼンテーションを行うことができるかどうか。質疑応答の場面で適切に対応できるかどうかを目標とした。

3. 事業の概要

(1) 期日 平成17年2月11日(金、祝日)

13時00分～16時30分

(2) 場所 新潟ユニゾンプラザ大研修室

(3) 担当 新潟南高等学校SSH推進委員会

(4) 日程 開会式(司会 高橋教諭) 13:00～13:05

開会の挨拶(学校長)

課題研究Ⅰ発表会 13:10～15:10

1グループ 発表8分、質疑応答5分、
予備交代準備2分 計15分
8グループで2時間

(休憩)

課題研究Ⅱ発表会 15:20～16:05

1グループ 発表8分、質疑応答5分、
予備交代準備2分 計15分
3グループで45分

講評(新潟薬科大学 高木正道様) 16:05～16:10

閉会式 16:10～16:15

閉会の挨拶(新潟県教育委員会 真貝清一様)

ポスターセッション 16:15～16:40

(5) 参加者 約150名



(運営指導委員、大学関係者、県内高等学校関係者、県教育委員会関係者、県立教育センター関係者、県内高等学、校生徒、保護者、他)

4. 事業の成果

課題研究発表会を行ったことで、担当した2学年SSHクラスのメンバーは、充実感、達成感、満足感を表現した。やはり、普段の学校生活の中では体験できない高度な取り組みと、大変な苦労は伴うがやり甲斐のある研究をやり遂げたことは、生徒に深い感動と自信を与えたといえる。

5. 事業の評価

この発表会自体や生徒の課題研究に対する取り組み状況については、実施後の参加者へのアンケートにより、非常に高い評価を得た。後日行われた運営指導委員会の席でも、「生徒の行動、発表を含めきびきびしていた。感心させられた。発表も言葉を選び丁寧であった。質問を受けて立ち止まっても、仲間で話し合い答えたその姿勢に好感を持った。」などの評価を得た。発表会としては、大成功だったと評価できる。

6. 課題

課題研究の内容面では問題を残した。アンケートの自由記述で「生徒達にとっては少々背伸びしたテーマばかりだったように思える。生徒達は理解できているのか。もっと身近な地に足がついた内容の方がよいのではないか。」というような意見が多く、課題研究のあり方については、来年度に向け改善していかなければならない。



学校設定科目「SSⅡ」についての反省とまとめ

1. スタッフ（担当教員）の反省とまとめについて

2月11日に新潟市ユニゾンプラザにて課題研究発表会が行われ、本年度の「SSⅡ」について一応の終了となった。終了を受けスタッフの間で「SSⅡ」に関し、話されたいくつかの反省項目について、報告する。

(1) 課題研究でなく課題研修になってしまったことについて

普通科として今回はじめて課題研究に取り組んだ。課題研究のノウハウが全くない中で、手探り状態での取り組みとなった。そこで大きなヒントになったのは、平成16年3月に筑波で行われたSSH指定高校の交流会での課題研究の取り組みであった。生徒が寝食を忘れるほど夢中で取り組んだあの雰囲気が再現できるように、課題研究の設定に取り組んだ。課題研究がスタートする前のスタッフのミーティングのなかで、適切な課題が生徒を夢中にさせること、大事なことは知識の増加でなく、課題に対する創意工夫であることを繰り返し説明させていただいた。しかし、結果的には研究というよりも大学研究室の研究内容の一部について、“研修させていただく”という内容になったグループがほとんどであった。多くのグループが部分的に夢中になる姿が見られたが、自ら創意工夫するといった研究姿勢に乏しいものとなった感がある。その原因として以下の3点が挙げられる。

① 生徒、スタッフとも多忙のなかで新たな課題として取り組まざるをえなかったこと

多くの学校で共通する悩みであると考えられるが、本校においても早朝からの進学指導、放課後の補習指導、また盛んなクラブ活動のためスタッフも生徒も課題研究にあてるエネルギーに不足した感が否めない。事実これらの日常から開放されたかたちで行われた、課題研究Ⅱにおいては、研究室だけでなく、生徒の居室においても深夜までの学習や議論が見られた。また集中して取り組んだという生徒及びスタッフの満足度も非常に高い結果となった。生徒だけでなく、日常のなかでの雑務を如何に軽減し、生徒とともに課題研究の遂行にエネルギーを注ぐかが、今後の問題と思われる。

② 週1時間あるいは2時間という時間設定で、集中的な取り組みができなかったこと

普段の時間割に組み込むかたちでの実践となったため、週1時間または2時間の課題研究への取り組みになった。もう少しまとまった時間を確保できないものかという要望が多々見られた。また時間の節約のために、大学あるいは高校での実験準備をスタッフ側で行うことに、反対する生徒意見もいくつか見られた。「用意された実験」でなく、自ら創造の余地がある「用意されていない実験」に取り組みたかったとの生徒の意見は、今後の課題研究の取り組みに貴重な意見と考えられる。まとまった時間の確保のためにも時間割に組み込まないかたちでの、課題研究のあり方を考えていく必要がある。一部のグループでは夏季休業中に学校での実験を集中して行ったり、放課後のデータ解析に取り組んだりもしていた。長期休業中における課題研究の実施について工夫の余地があるものと思われる。

③ 一部のテーマを除き専門性の高い研究テーマが多かったこと

“スーパーサイエンス”に拘らずに・・・という考えがあったにもかかわらず、課題研究内容は極めて専門性に高いものとなった。大学研究室に頼りすぎたことに対する、真摯な反省が必要との意見が多くあった。また大学スタッフと高校スタッフとの課題研究に対する考え方の違いの溝を埋める努力が不足であったと考えられる。

以上のような要因等により、課題研究が当初予定していた“研究”でなく“研修”になってしまったことが一番の反省と感じている。しかしいろいろな制限の多い中、初めての取り組みとしては止むを得なかったとの意見も多々あった。また研修としては内容が深く、教育活動として評価されるものになったのではないかとの声も聞かれた。また、

今回の経験は、大学と高校の関係者が、従来大学入試等ごく限られた場面以外にお互いのことに無関心でありすぎたことに対する反省のきっかけとなったことは間違いないとの指摘もなされた。課題研究の遂行にあたっての、会合、メールや電話のやりとりなどが活発になったことは、今後の両者の教育活動に大きな財産となりえるものと考えている。

(2) 生徒に対する評価基準にあいまいさが残ったことについて

課題研究への取り組み、講演に対するノート、面接での口頭試問などで課題研究に対する生徒への評価を試みた。数々の評価基準を設けたが、どれも曖昧さが残るものとなり、スタッフの間で必ずしも一致した評価を行うことが困難であった。しかし、多くの生徒に対し、その熱意あふれる取り組みを高く評価したいとの一致したスタッフの感想があった。

(3) クラスの編成とその状況について

他の理系クラスが43名に対し、SSHクラスは希望者32名で編成された。人数が少ないために学校行事に若干の影響を与える一方、他の理系クラスに比べわずかであるが、成績の優位も認められた。化学実験等においては、他クラスとは異なるスムーズな進行が見られた。これらのことは、課題研究の影響による目的意識の明確化や少人数学級による授業展開などが効を奏した可能性が考えられる。また、このクラスでは夏季休業中でのオープンキャンパス、サマーキャンプ等の各種実験講座に対する積極的な参加姿勢が見られた。具体的にはSSⅡへの参加(18名)のほか、文科省主催のサイエンスキャンプに1名、新潟大学主催の佐渡での臨海実習講座に4名、横浜国立大学、千葉大学、新潟大学などの化学実験講座に7名、その他筑波大学などの生物実習講座、各種大学のオープンキャンパスに数名などの参加があった。このことは、他のクラスにも良い影響を与えたものと考えられる。またその一方で生徒からは「SSHクラスなのだから・・・」というプレッシャーを受けたなどの生徒の声も少なくなかった。

(4) 生徒に達成感、学問的興味を与えたことについて

課題研究発表会後、充実感、達成感を口にする多くの生徒が見受けられた。また、自分たちのやってきたことを発表することに対する満足感について、語る生徒も見られた。難解な課題を解きほぐし、ある程度まで消化し自分のものにすることができた喜びは、生徒にとってかけがえのないものであったと考えられる。また課題研究を途中で放棄しかけようとした生徒が、課題研究を終えるにあたって3年生になっても同じテーマの課題研究を行いたいとの意向を示したりすること等からも、課題研究の実施に一定の成果をみることができる。

また進路志望とは無関係に始めた課題研究によって、そのテーマへの強い関心を引き起こし、進路志望を再考することになったとの声も聞かれた。

(5) 課題研究Ⅱについて

課題研究Ⅰに比べ内容が濃かったとする生徒の声が非常に強い。その満足度を生徒に5段階で聞いたところ、その50%が5(非常に満足)と答え、平均4.2と高い数値になった。課題研究Ⅰに比し、大学研究室で過ごす時間にゆとりがあり「実験の準備段階から参加できたこと」に対する満足度を上げる生徒が多数見られたことは興味深い。課題研究Ⅰに対する不満として生徒から「研究室に行くとして準備しており、2、3時間の中で作業をこなすという感があつた」という意見があげられていた。余裕のある時間の中でゼロから自分たちで行いたいという要求はとても強い。時間や研究内容に制約はあるが、今後このような要求に答えていくことは必要なことと感じている。また長期休業中における課題研究のメリットについて、充分考慮されるべきかもしれない。しかし生徒からは、学校始業直前の8月下旬実施の時期に対し改善を求める意見も多く寄せられた。

(6) 講演会について

大学側スタッフから10回以上の講演をいただいた。課題研究に参加する生徒が他の生徒の課題研究の概略も掴むという目的であった。しかし内容には高い専門性があり、全テーマについての講演を聴き、その概略を一人一人ノートにまとめるということについて、生徒の負担は大きかったようだ。

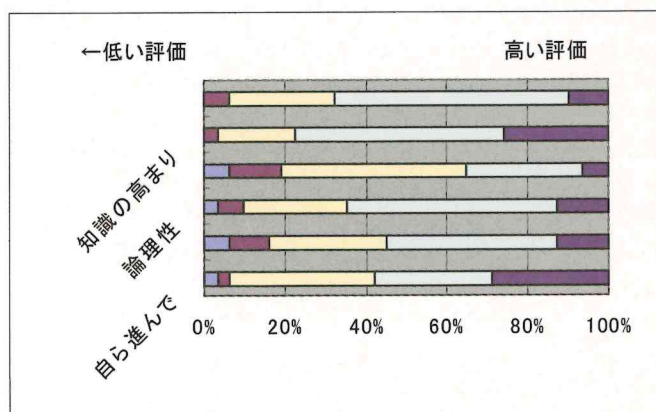
2. 生徒の反省とまとめについて

課題研究発表会終了後、生徒に課題研究についてのアンケート調査を実施した。ここではその中での特徴的な事柄について報告する。

(1) SSH事業への参加に関わっての意見

クラスのおよそ8割に近い生徒が、SSHクラスを選択してよかったといっている。またこの割合はクラスの結成以来、徐々に増加傾向にあった。その理由は「普通の高校生では体験できないことを経験できた」に代表されるが、それ以外にも「充実感」、「仲間やスタッフとの議論」、「情報活用能力のアップ」などがあげられていた。その一方で「課題研究過程、特にレポートや報告書の作成に

かかる大変さ」、それに付随する、「時間の制約、精神的ストレス」をよくなかったこととしてあげる生徒も多く見られた。また「家庭科がないこと」に対する不満も少なくなかった。また保護者アンケートにもSSHのカリキュラムを評価する声が多数寄せられたが、従来の学習、クラブ活動に加え、精神的、時間的に追い詰められることへの批判



も若干寄せられた。

(2) 生徒の課題研究Ⅰに対する項目別自己評価

①科学的資質の向上に何らかの有効な部分があったかとの問いに90%以上の生徒が有効であったと答えている。

②課題研究Ⅰに対する自己評価について

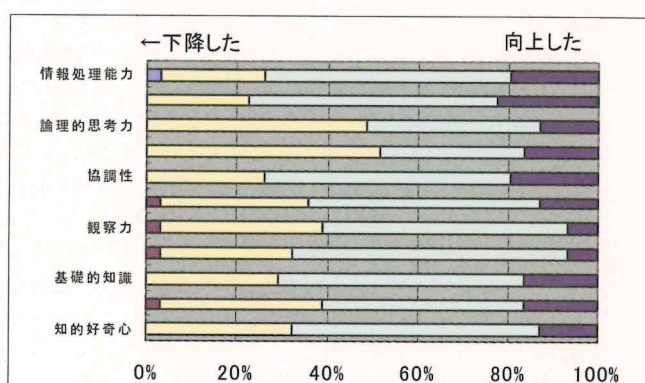
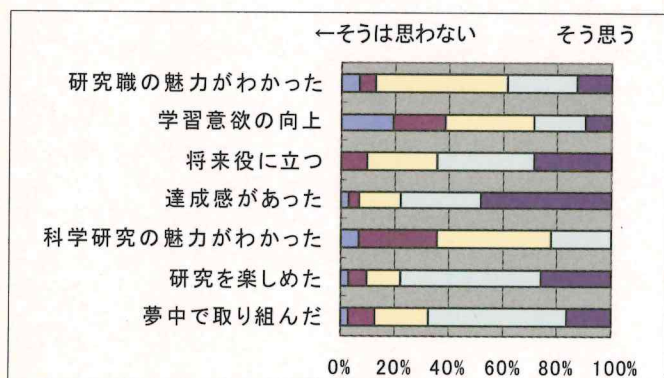
「自ら進んで行った」、「知識が身についた」等には比較的高い評価が集まったが、「独創性」については低い評価が集中した。ここにも今回の課題研究に「研修」という意味合いが強かったことが込められているように思われる。

③課題研究Ⅰでの感想

発表会直後のアンケート調査のためか、「達成感」をあげる生徒が多い。また「研究を楽しめた」とする生徒が78%にのぼる一方、研究の魅力について十分に伝わらなかったことは、今後の課題研究の実施方法に課題を残す結果となった。

④課題研究Ⅰで身についたこと

やはり自主性、創造力、論理的思考力が向上したと考えている生徒の割合が低い。ここにも“研究”とならずに“研修”になってしまった影響が現れていると考えられる。また生徒の多くが、研究のまとめにあたって、表計算ソフト、プレゼンテーションソフトに接し、自身の情報処理能力が著しく向上したと考えている。



3. 発表会参加者からの意見

(1) 発表会に参加いただいた方のアンケート

①参加者について

当日の発表会では200人収容可能な研修室を用意したが、ほぼ全席埋まる盛況振りであった。参加アンケート提出者などから把握できた参加者の内訳は以下のとおりであった。本校生徒では発表者以外に次年度のSSHクラス在籍志望の生徒が出席したが、それ以外の生徒の参加が少ないのが残念であった。また長岡高校の職員、生徒の参加並びに旺盛なディスカッションへの参加は、発表会を大いに盛り上げた。今後もSSH指定校との交流が望まれる。

②課題研究の有効性について

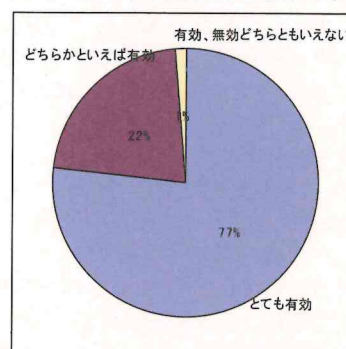
発表会全体から、生徒の科学的資質、能力向上にこのような課題研究が有効であるかどうかを伺ったところ、多くの方からその有効性を指摘する声があった。

③課題研究活動によって生徒に身につくと考えられる事柄について

専門性の高い課題研究ではあったが、生徒なりに分かりやすい発表を心がけた。またその内容はともかく、熱意あふれる発表が目立ったことが「表現力」に高い評価が集まったことに通じているものと思われる。しかしながらここでもやはり、「研修」の側面が目立ち、「創造力」関し、極めて低い評価に留まった。今後の課題研究のあり方に大いに参考になる意見をいただいた。

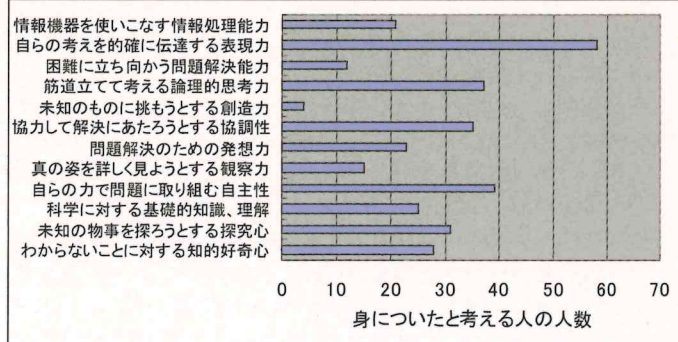
参加者の内訳（人数、把握分）

生徒保護者	11
運営指導委員	8
連携大学関係者	14
本校以外の高校教諭	21
小、中学校教諭	1
本校以外の高校生	6
小、中学校教諭	1
本校教諭	24
本校生徒	62
その他	4



課題研究の有効性について

課題研究活動によって
生徒に身につくと考え
られる事柄について



④その他自由記述意見から

<評価する意見>・・・多数のため一部のみ掲載

- 単なる受験勉強の通過点である高校生活より、よほど価値があると思います。このような機会をもった子供達は恵まれていると思います。
- 先端技術に接することができたことが良く分かりました。素晴らしいと思います。発表までの準備と、当日の発表が生徒の力として身に付いたと思います。
- 発表会で見る事ができた姿以上に、それまでの関わってくださった方々のお力、努力が日常の子供の生活の中での発言から聞くことができた。
- 大学の研究室に出向いて未知で高度な機器等を使用し、教授の指示も仰ぎながら未知のものに挑戦していく過程が将来の仕事の選択に大いにプラスになる。
- 発表の陰に山ほどの失敗があると思うが、それを乗り越えてチャレンジしたことが、生徒の大きな財産になっているはず。全くうらやましい。
- 普段ではできない実験、実習を行ったことは、良い経験になると思う。また発表のための準備をすることにより、人に説明する能力や内容をまとめる能力がかなり身についているように見受けられる。
- 今日は中学校での教え子からの招待を受け、参加させていただきました。中学生時代から理科への興味関心が高く、疑問を追及する学びの姿勢を見せる生徒ではありましたが、南高校への進学、SSH との出会いによって彼本来の学びへの意欲がさらに発揮されているようです。度々連絡を取り合う中での言葉からは将来の希望や夢の広がる様子も受け取られ、彼にとって本当に恵まれた環境であることが伺えます。今日の発表や質問をする様子も生き生きとしていてとても頼もしく将来が楽しみです。今後もご指導をよろしくお願いします。

<改善を求める意見>

- 「研究発表会」としては評価できないが、「研修内容発表会」なのだとしたら評価できる。実際生徒は発表の中で「研修」という言葉を何回も使っていました。生徒の方が正しい！？
- 研究内容はすばらしいものも多かったが、研究動機が薄く自主性に欠ける。
- 生徒たちに見せている実際の研究施設の研究はすばらしいものだが、生徒たちに身につくものが同質であるとは限らない。
- 日々の生活のなかで「なぜ？」とか「おもしろいな」と思うことを研究対象にしたものとなんとなく課題を設定してもらい、なんとなくまとめたような研究の差があったように思う。「高校生らしさ」にかけていたように思った。
- 実験など回数や期間が短い中で、生徒たちが一生懸命に難しい専門的な質問に答えようとしていた姿が良かったと思います。自分の課題となぜその実験方法を使うのか、よく検討したほうが良かったと思います。よく理解できてない部分があったようです。日常生活との関わりも考えていったらよかったのではないのでしょうか。（時間がなくて発表できなかったのかもしれませんが）
- 時間がなため未確認内容、考察の甘さが残念でした。仲間との研究は励みになったと思われます。
- テーマの実施について、きめ細かい指導に配慮すべきではないか。やはり高校での事前事後学習を案にすべきではないか。
- 体験及び現象の確認が主になるのは、基礎知識が少ないためやむを得ないことと思うが、指導者の方でより一層探求的なものにする努力を続けていただきたい。
- 一般に言われていることと自分が独力で導き出した部分を区別して話すことが重要である。このことを忘れないで欲しい。これをはっきりさせないと誰からも信用されなくなる。また、他者の主張が間違っていることもあるので、むやみに結論に急がないようにすべきである。すなわち自分の取ったデータを厳しく評価し、信頼できる部分のみを用いていえる事は何かを、追求して欲しい。そこがもっとも重要である。自分の努力の1つ1つに価値を与えるとより自身が高まるはずである。

- あまり先端的な研究テーマはやっているだけになるような気がします。言い換えると指導教官のいうなりに実験するだけになるのではないのでしょうか。自分の頭で考えて、工夫をする余地がないとせっかくのSSHの意味が半減するのではないのでしょうか。
- 大学で学んできたのは分かるが、その後、学校に帰って行った実験等がほとんどなかったことが残念に思う。
- 生徒達にとっては少々背伸びしたテーマばかりだったように思えます。本当に生徒達は理解できているのだろうか。本当に知りたいと思っているのだろうか。質疑応答を聞いているとその様に思いました。もっと身近な地に足がついた内容の方がよいのではないかと。
- 長岡高校の生徒が活発に質問していたのが印象に残りました。次回長岡高校の発表時に新潟南高生も大量に乗り込み切磋琢磨するのいいのではないのでしょうか？大学や高校の先生の助言よりも生徒同士の話し合いが今後の研究意欲に反映するのではと感じました。
- 自主性を期待するのが基本であろうが、テーマを自分で見つけて自主的に取り組むようになるまでの過程で方向付けをすることは必要であると感じた。自分で研究の目的をもってやっていた生徒が何人いたろうか。

アンケート項目の最後に課題研究への取り組みについての評価を尋ねたところ、61%の方から「高く評価できる」との感想を頂いた。その他「どちらかといえば評価できる」をあわせると実に92%の方から今回の取り組みを評価頂いた。スタッフの反省、生徒や課題研究発表会をご覧いただいた方からの意見をもとにさらに課題研究のあり方を発展させたいと考えている。

5 節 教材化・教材の開発

1. 乗鞍岳コロナ観測所・スーパーカミオカンデの教材化について

1. 目的

臨地実習の候補として、乗鞍岳コロナ観測所・スーパーカミオカンデがその教材として有効かどうか検証し、有効ならば次年度以降の臨地実習先の一つとする。

2. 意図

今年度実施したSSI講座は物理・化学・生物・地学の各分野をバランスよく取り入れたが、この四分野の発展的な臨地実習として、二年次のスーパーサイエンスクラスのSSIの臨地実習先として適当であるかという点で計画した。さらに、自然の中の観測所として乗鞍岳は標高三千メートルに位置し、スーパーカミオカンデは地下二千メートルに位置している。両者の位置的な対比もおもしろく、教材化を試みた。

3. 事業について

(1) 期 日 平成16年7月17日(土)から 平成16年7月20日(火)まで

(2) 場 所 岐阜県乗鞍岳山頂コロナ観測所
岐阜県飛騨市三井鉱山内カムランド及び
スーパーカミオカンデ及び重力波観測所

(3) 視察者 教諭 竹内文亮

(4) 日 程

7月17日(土) 移動日。新潟市から高山市へ移動。高山市中泊。 朴の木平駐車場でシャトルバスに乘換え
終日雨

7月18日(日) 高山市から乗鞍岳に向かう。途中、朴の木平でシャトルバスに乗り換え、山頂を目指す予定だったが、豪雨と強風のためバスが運休となり、山頂を目指すルートが断たれた。反対側の長野県側のエコーラインからの連絡も試みたが同様に運休されていた。
午後、飛騨大鍾乳洞を視察。平湯温泉泊。午前雨、午後一時曇り、後雨。

7月19日(月) 午前中に神岡町の鉱山資料館、宙ドーム神岡を視察。
午後JSA主催のスーパーカミオカンデ、東北大学のカムランド、神岡鉱山の施設見学。午後6時30分頃解散。その後黒部市へ移動。黒部市中泊。曇り時々雨。

7月20日(火) 移動日。黒部市から新潟市まで移動。午後1時帰着。
雨

4. 報告

(1) 乗鞍岳コロナ観測所(天文分野の学習として)、飛騨大鍾乳洞(地学分野の学習として)



朴の木平駐車場でシャトルバスに乘換え



高山市から乗鞍岳スカイラインに向かうシャトルバスに乗るため、朴の木平まで行く。

しかし、前日からの豪雨で雨量が200ミリを超えた上に、風速20メートル以上の強風のため、シャトルバスは運休とのことであった。長野県側のエコラインからの連絡も試みたが、同様の理由で運休ため、乗鞍岳への移動が出来なかったため、コロナ観測所への訪問は中止せざるを得なかった。実際の研修の際もこのような事態に出会うことが予想されるので、代替案として、「飛騨大鍾乳洞」を訪れてみた。ここは三つの大きな鍾乳洞からなり、鍾乳洞としての規模は大きなものであるが、観光用に特化されているの成因や規模、岩石の説明などもあるにはあるが、観光用の案内が多いのと冒険探検的な動線が取られていて生徒の研修には不适当であると判断した。

(2) 鉱山資料館(化学・地学分野の学習として)、宙ドーム神岡(物理分野の学習として)

神岡町内(現飛騨市)には、神岡鉱山の歴史と精錬に関する資料が展示してある「鉱山資料館」がある。鉱山資料館は、歴史的な分野のみならず、亜鉛の精錬も詳しく展示されているのが、全体的に古さが感じられて、この資料館ならではの展示は少なく割愛しても良いと思われる。

反対に「宙ドーム神岡」は、スーパーカミオカンデを見学する前に、是非訪れておきたい施設である。

スーパーカミオカンデは水が内部に張られており、内部を実際に目の当たりにすることはできないので、この「宙ドーム神岡」で、その実物大の光電管のモデルを見ると雰囲気がよくわかる。また、スーパーカミオカンデからニュートリノの侵入状況もリアルタイムで表示されている。特に説明はこちらの方が丁寧でわかりやすい。スーパーカミオカンデとセットにして考えると良い。



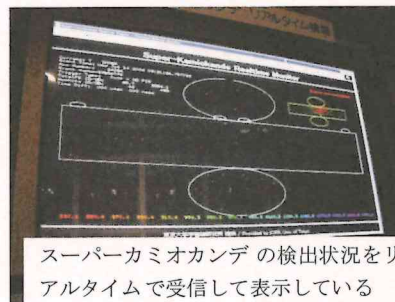
飛騨大鍾乳洞入り口



飛騨大鍾乳洞内



宙ドームの中にあるスーパーカミオカンデの光電管モデル



スーパーカミオカンデの検出状況をリアルタイムで受信して表示している

(3) スーパーカミオカンデ・カムランド(地学・物理分野の学習として)

スーパーカミオカンデは通常公開されることはなく、研究者のつてを頼り見学する機会が多いが、一年に二回、飛騨市が主催するGSA(ジオスペースアドベンチャー)企画の一つにスーパーカミオカンデの見学が設定されており、この企画に東北大学、東京大学も協力している。申込みははがきによる抽選で、倍率は四倍程度である。国外からの参加申込者も多い。

午後二時に神岡鉄道の奥飛騨温泉口駅を出発して、漆山駅で専用バスに乗り換え、鉱内に入る。バスで3キロくらい鉱内を進み下車する。それから徒歩で東北大学のカムランド(KAMland)に向かう。

最初に、東北大学のカムランド(KAMland)を見学する。研究員からの説明が二カ所で各二十分ずつ行われた。最初は装置の説明が中心で、ニュートリノが通過すると液体シンチレーションが発光する原理、装置の規模、建設方法などについてであった。素人向けに大変わかりやすく説明が続いた。

ついで、ニュートリノについての講義が行われた。六種類のニュートリノについての説明と、ここでは刈羽村の原発から発生する反電子ニュートリノが反ニュートリノに変換することによることを確認することと、それを基にニュートリノの質量を求めることにチャレンジしていることが説明されたが、大変わかりやすかった。小学生に



暗い神岡鉱山内進む



東北大学のカムランド



KAMlandの説明をする東北大学の研究員



紙芝居を用いて小学生にニュートリノの説明をする主婦

は少し難しいが、その点のサポートは後に見学するスーパーカミオカンデでされた。

東北大学の研究員が大変楽しそうで、とても物理学者とは思えないほどの話術と実演で、理解しやすかったのが印象的だった。

続いて、スーパーカミオカンデまで移動して、最初に紙芝居で「ニュートリノとは何か?」「スーパーカミオカンデの建設の目的は何か?」をわかりやすく15分程度で説明した。その説明を担当していたのが、常日頃朗読をボランティアにしている主婦であった。語りと絵でとてもわかりやすい説明であった。その後、スーパーカミオカンデの真上でニュートリノの検出の方法や小柴先生とカミオカンデの関係や歴史についての講義があった。

最後は東京大学の重力波の研究施設（未完成）の説明があった。

その後、三井鉱山の職員が掘削方法や採鉱石の運搬方法などについて実際に演じて説明した。

最後は鉱石を探すことにチャレンジした。黄鉄鉱、方鉛鉱、セン亜鉛鉱などを採取して持ち帰る人が多かった。

その後バスに乗り漆山駅まで行き神岡鉄道に乗り換え、奥飛騨温泉口駅まで戻り、18時30分に解散した。スーパーカミオカンデの見学に際しては神岡鉄道とバスの運賃が3500円であった。



スーパーカミオカンデ上で説明する研究員



東京大学の重力波観測施設

5. 結論

乗鞍コロナ観測所は訪れることが出来なかったのが教材に適しているかどうかの判断はできなかったが、スーパーカミオカンデは見学する価値がある。ひとつは施設そのものであり、もうひとつは研究員の生の姿に触れることである。若い研究者による説明は歯切れも良く、理解しやすいもので、生徒には憧れる姿に映るものと思われる。とくに若い女性の研究者の姿もあり、物理学者という男性が取り組むものという先入観が払拭できるよい機会であった。

スーパーカミオカンデの内部は見ることは出来なかったが、代わりに「宙ドーム神岡」が神岡地内にあり、その内部にGSAのコーナーがあり、そこで内部の実物大モデルを見たり、検出についてリアルタイムに映像を見ることが出来るので、ここも含めてタイアップして見学すると有効と思われる。

参加者が抽選で決定されるということ以外を除けばすばらしい企画で、参加する価値は十分あり、生徒にも勧められる。本校独自で研修するよりも、このようなGSAの企画に乗って参加しても十分内容のあるもので、一般人向けに工夫されているので理解しやすいものと感じた。

3. 沖縄やんばる海水揚水発電所、美ら海水族館

JAXA沖縄通信所の教材化について

1. 目的

臨地実習の候補として、沖縄やんばる海水揚水発電所、美ら海水族館、JAXA沖縄通信所がその教材として有効かどうか検証し、有効ならば次年度以降の臨地実習先の一つとする。

2. 意図

今年度実施したSSI講座は物理・化学・生物・地学の各分野をバランスよく取り入れたが、この四分野の発展的な臨地実習として、二年次のスーパーサイエンスクラスのSSIIの臨地実習先として適当であるかという点で計画した。さらに、自然の中の物理的な学習施設として沖縄やんばる海水揚水発電所、JAXA沖縄通信所を、沖縄の海洋生物学的な学習施設として美ら海水族館の教材化を試みた。

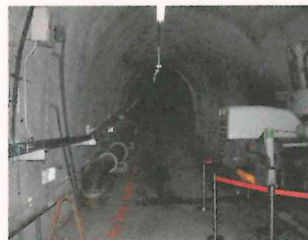
3. 事業について

- | | | |
|---------|---|-----|
| (1) 期 日 | 平成17年2月19日(土) | 終日雨 |
| (2) 場 所 | 沖縄県国頭郡国頭村字安派川瀬原1301-1 沖縄やんばる海水揚水発電所
沖縄県国頭郡本部町字石川424 美ら海水族館
沖縄県国頭郡恩納村字安富祖金良原1712 JAXA沖縄通信所 | |
| (3) 視察者 | 教諭 竹内文亮 | |
| (4) 日 程 | 10時00分～11時30分 沖縄やんばる海水揚水発電所
13時00分～14時30分 美ら海水族館
15時30分～16時30分 JAXA沖縄通信所 | |

4. 報告

(1) 沖縄やんばる海水揚水発電所

1981年に計画され、1998年に実証試験を開始、2003年に終了し、現在は電源開発株式会社に移管されている。沖縄本島の北部にあり(那覇市から80km)、米軍の演習区域のごく一角を返還してもらい使用している。



最大幅252メートルの八角形の海水の貯水池がぽつんと佇んでいるのに驚く。建家は二階建てで、一階が資料室になっている。二階は展望室である。一階の資料室の入り口に地下300メートルに降りる9人乗りのエレベータがあり、およそ一分で地下の発電機室に降りることができる。地下の発電機室は広大な部屋だが、発電機のロータの最上部が見えるだけである。発電機室からは高低差20メートルの長さ200メートルの斜面を歩くと海上に出る。

見学施設は、海水貯水池、資料室、地下発電機室、海上施設である。多人数でも対応できる施設であるが、道路状況、エレベータの定員などを考えると20名弱が適当と思われる。見学が中心である。所要時間は約1時間30分。

(2) 美ら海水族館

人工飼育のジンベイザメがいたり、巨大エイのマンタの群が見えたり、サンゴの飼育がされていたり、見所の多い水族館であるが、この水族館以外にも海洋博公園内に植物園などもあるが、最大の目玉はこの水族館である。



大きなアクリル水槽が二つあり、それぞれにサンゴの海、黒潮の海と名付けられている。見学が中心であり、体験できるものもあるが、基本的に全てを体験するにはかなりの時間を必要とする。一般の入館者のことを考えると、体験の機会は少なくなりそうである。水族館での体験をするなら、やはり、直接動物との触れ合う飼育関係の体験が適当と思われる。所要時間は体験学習も考えると4時間は必要である。

(3) JAXA沖縄通信所

種子島宇宙センターから打ち上げられたロケットを追跡するレーダが設置されている。ロケットの模型や人工衛星の模型が展示されている展示室が2室、図書室、AV室などがあり、観測室はガラス越しに見学できる。

屋外には巨大なパラボラアンテナが数基設置されており、その姿は圧巻である。



宇宙開発事業団からのロケットの模型は展示されているが、東京大学航空宇宙研究所の固体燃料ロケットの模型は展示されていない。しかし、日本のロケットや人工衛星の模型が目玉にできる点はなかなか評価できる。実習等の体験はできない。所要時間は見学が中心で、屋内の展示室と屋外のアンテナの見学で45分である。

5. 結論

今回の教材化に対する意見を述べるならば、教材として扱うには不適當である。その理由として、

- (1) 見学が多く、実習や体験ができない。
 - (2) 施設間の移動時間が長すぎて、無駄が多い。
 - (3) 観光的な要素が排斥できない。特に水族館は観光スポットとなっているので、実習には向かない。
- があげられる。

ただ、修学旅行先として沖縄県が選定された場合、SSHクラスの実習・見学先としては有意義なものとなると思われる。

6 節 教科外の活動

1 化学部

科学の祭典全国大会への出展

1. 目的

化学の楽しさ不思議さを、子ども達に伝える機会を設け、子ども達の行動や受けた質問から勉強するとともに、自らも出展されているいろいろな実験工作に参加し、技術や知識の習得の場とする。

2. 目標

安全に実験が遂行でき、参加した人たちが原理を理解して満足できる応対ができるよう行う。

3. 事業の概要

(1)期 日 平成16年7月28日(水)～31日(土)

ただし、28日は準備日

(2)場 所 科学技術館(東京都千代田区北の丸公園)

(3)参加者 職員2名、生徒2名、計4名

(4)日 程 9時30分～16時50分

(5)内容

ヒイラギの葉の表面に電気を使わずに、化学的に5分程度の短時間でニッケルメッキをする。その行程と不思議さを体験してもらう。

(5)事前学習

原理を学ぶためと最適条件を決定するために予備実験を行った。また、安全に行うための方策を検討した。2100人が実験できるように準備をした。



(ブースの全体の様子)

4. 事業の成果

(1)3日間で3万人以上の来場者があり、そのうち約2100名がブースに立ち寄り、実験に参加した。小学生や中学生が多かったが、成人もかなり参加した。韓国からの参加者も目立った。

(2)実験は安全に行うことができ、事故は無かった。溶液が手につかぬように木の葉は割りばしにゴムで固定した。また、必要に応じて安全メガネやポリ手袋を装着させた。

(3)館内の気温が冷房のためになんかなり低くなり、溶液の温度が下がってしまった。水温が下がらぬように容器を二重に保温して大きな影響を受けないように工夫した。

5. 事業の評価

(1)教員による評価

このような行事は、昨年5月に新潟市で別のテーマで参加出展していて経験済みだった。しかし、全国大会は参加者の年齢層が高く、夏休みということで、質問を受ける機会が多く、生徒にとっては勉強になったと思う。この出展は3回目であるが、参加者との対話を通じて生徒が成長していくことがわかった。出展内容もさることながら、化学の不思議さは、人と人とのコミュニケーションが加わって初めて伝わることもよくわかった。

(2)生徒の感想

来場者への対応や溶液の交換が多く、説明があまりできなかった。充実していたが大変疲れた。外国の方が多いのには驚いた。実験内容を理解しておく必要があった。



(実験の様子。ニッケルメッキされた柊の葉)

6. 課題

実験の原理が難しく、質問に答えにくそうだった。また、韓国や中国の参加者からの英語での質問が多く、応対に戸惑うことが多いようだった。特に韓国からの参加者のためにハングル語で解説文を用意した。

2 天文部

[夏合宿]

1. 目的 文化祭のテーマ「太陽」について博物館での実習を通して学習する。

2. 目標 実際のH α 像やカルシウム線像、さらにスペクトル線を見学することによって、太陽の大気に関する理解を高める。

3. 事業の概要

(1)期 日 平成16年8月3日(火)

(2)場 所 葛飾区郷土と天文の博物館

(3)参加者 本校職員1名、生徒10名、計11名

(4)内 容

博物館の学芸員(新井達之氏)により、主に以下の内容についてご指導いただいた。

- ・大型望遠鏡の見学
- ・H α 像、カルシウム線像について
- ・太陽の概略についての説明

・太陽スペクトルについて



巨大望遠鏡を特別に見せて頂いた

新井さん

太陽スペクトルの観測

4. 事業の成果

- (1) 可視光で見る太陽像と $H\alpha$ 線やカルシウム線で見る太陽像との違いがわかるようになった。
- (2) 太陽スペクトルについての理解が高まった。

5. 事業の評価

(1) 教員による評価

新潟では見ることができないカルシウム線像をじかに見ることができたし、同時に $H\alpha$ 像も見ることができたのでよかった。また、スペクトル実習では、部員1人1人に装置内部を覗かせていただいたようなので、可視光線の理解が深まったようだ。また、ふだん見ることができない大型望遠鏡も特別に見せていただいたので、たいへんためになったようだ。

(2) 生徒の感想

- ・太陽光のスペクトルを見たり、光のスペクトルの実験はよかったし、光のスペクトルについては勉強になった。
 - ・天候が悪くて残念だった。
 - ・光について学んだことが、理科の勉強にも役立った。
 - ・太陽の構造についてためになった。
- など好意的な感想が多かった。

6. 課題

来年度は太陽大気のみならず、太陽系全体についての合宿をしたいと思う。

〔文化祭へ参加〕

1. 目的 太陽について日頃から調べてきた内容について発表する。

2. 目標

- ・ $H\alpha$ フィルター付き望遠鏡の取り扱い方について学ぶ。
- ・文化祭での発表を通して、太陽で起きている様々な現象について理解する。

3. 事業の概要

- (1) 期 日 平成16年9月11日(土)
- (2) 場 所 本校 生物化学教室
- (3) 参加者 職員1名、生徒10名、計11名
- (4) 内 容

①太陽について今まで調べたものを大洋紙やA1用紙に写真などに解説を付けたりして展示する。主なものは、金星の太陽面通過に伴うブラックドロップアウト現象・皆既日食・プロミネンス・太陽の構造についてなどである。

②太陽のライブ映像の公開

SSIの基礎講座で用いた $H\alpha$ フィルター付き望遠鏡の映像をプラズマテレビに、ライブ映像として映す。

4. 事業の成果

- (1) 1階での展示ということもあり来場者が多く、幅広い年代層の方々に見て頂いた。多くの方が珍しい写真や映像に関心を示していた。
- (2) 望遠鏡をのぞいて $H\alpha$ 像をじかに観測したり、書籍などで多くの写真を見たり調べたりしたので、太陽について理解が深まった。

5. 事業の評価

(1) 教員による評価

太陽についての研究は今年から始めたばかりであったが、生徒は太陽について様々な角度から学ぶことができたので、良かったのではないかと思います。また、望遠鏡の操作についてもだいぶ勉強になったようだ。

(2) 生徒の感想

- ・太陽の表面現象について勉強になった。
 - ・じかに太陽を望遠鏡で見ることができて良かった。
 - ・展示物が思うように飾り付けることができなかった。
- など好意的な感想が多かった。

6. 課題

今年度は「太陽」をテーマにしぼって学習したが、来年度については余裕があれば太陽系全体について研究していく予定である。

3 生物同好会の新設に向けて

1. 目的

本校では、電気部、化学部、天文部と、物理系、化学系および地学系の文化系クラブはあるが、生物系クラブはない。理科系の文化系クラブのさらなる充実のため、生物部新設の前段階である同好会の新設を行う。

2. 目標

生物分野に興味をもつ生徒に呼びかけ、生物同好会の新設の準備を行う。また、研究課題設定し、授業以外でも自主的に研究する機会を与え、校外で発表を行う。

3. 事業の概要

(1) 新設についての活動

今年度7月生物に興味をもつ生徒に呼びかけを行い、7月より生物研究会として活動をスタートした。2月末日現在1年生5名の生徒が集まり、来年度4月より生物同好会新設に向け署名等集めた。3月末日の生徒総会で新設が認められれば、4月より同好会新設される。また、同好会結成後、2年間の活動後、生物部への昇格を考えている。

(2) 研究課題設定

「新潟南高校の屋上渡り廊下にある緑色塊は生きているのか？」ということテーマに研究活動を行っている。日頃、学習している高校内にある身近な材料をテーマに、まず、観察を重視し、形状等から藍藻類のネンジュモと判断した。

ネンジュモは光合成能力があり、生きているなら光合成を行っているはずであるので、実験により光合成していることを証明した。

なお、来年度のテーマはネンジュモについて継続実験を続けるとともに、生徒から自らテーマを選定していく方向で考えている。

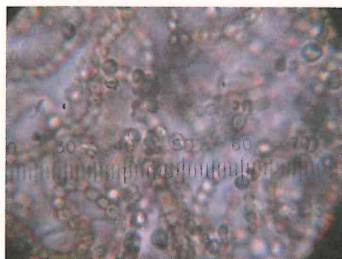


屋上渡り廊下の緑色の塊

(3) 研究活動

①実験材料の観察

実験材料（ネンジュモ）がどのような場所で生育しているか、自ら材料を採取することで調査した。また、実験材料を光学顕微鏡で観察し、形状等の特徴を調べ、種の同定を行った。また、新潟県立自然科学館に行き、走査型電子顕微鏡でネンジュモの表面構造を観察した。



光学顕微鏡で観察



電子顕微鏡操作について学ぶ



電子顕微鏡写真

②光合成の確認

ネンジュモ、水、重曹を入れたペットボトルを水槽にいれ光を照射し、発生する気体を採取し、その気体が酸素であるかどうか確認することで、光合成能力があるか調べた。

(4) 研究発表

今年度行ったネンジュモに関する研究は、3 月末日に新潟で行われる植物生理学会の高校生物研究発表会で、ポスター発表を行う。

4. 事業の評価

(1) 教員の評価

日頃の生物授業では、実験に使う溶液の準備や材料の採集を行うことはあまりできないが、放課後等を使うことで、時間をかけて実験のゼロから学ぶことができた。また、授業で扱う実験と異なり、必ずしも良い結果が出るとは限らず、結果から改善点を考え工夫して実験を行う必要性を学ぶ機会にもなった。

(2) 生徒の感想

授業と違って継続して実験が出来てよかったという感想が多く、来年度は動物に関するテーマを行ってみたいという声や、尾瀬に行き植物観察等行いたいなど意欲的である。

5. 今後の課題

生物に対する興味は強いが、1 年生ともあって実験テーマを解決するために自ら実験計画を立てることは難しい。今後、知識や実験方法の選定法などを指導し、それぞれが自分の選んだテーマについて解決する能力が身につくよう指導していきたい。

7 節 視察報告

◎他校視察

S S H 視察報告① 「愛知県立岡崎高等学校」

(1) 目 的 S S H 先進校の取り組みや運営方法を視察し、本校の来年度以降の取り組みの参考とする。

(2) 期 日 平成 16 年 10 月 6 日 (水) 13 時 00 分～16 時 00 分

(3) 視察者 新潟県立新潟南高等学校 教諭 石井一也 (数学科、来年度 1 学年主任)
教諭 伊藤大助 (生物科、来年度 1 学年 SSH 担当)

(4) 対応して頂いた方 教諭 中神正幸 (物理科、2 学年主任)

(5) 学校概要

①位置 愛知県岡崎市明大寺町伝馬 1

②規模 1 学年 9 クラス、2、3 学年 10 クラス 男子 659 名、女子 500 名、合計 1,159 名

(6) スーパー・サイエンス・ハイスクールの運営

①対 象 平成 14 年度 一年生 400 名

平成 15 年度・16 年度 2 年生・3 年生 生理系生徒

来年以降 1・2 年生で延長を申請予定

②授 業 一年次芸術、2 年次理系家庭一般、3 年次理系体育から各一単位を S S H に振り替え。

4 回分をまとめて名大教授による研究授業を実施。(AET による実験を含む)

数学・物理・化学・生物の順で回している。

③評 価 各分野でレポートを A、B、C、D で評価する。各分野の評価を点数化し総合評価とする。

評価の観点とは、授業内容の把握状況と各自の分析・考察をもって行う。

④特別課外活動

スーパーサイエンス 1 年生 I 夏休みの施設見学 (希望者 40～60 名)

スーパーサイエンス 2 年生 I 冬休みに 1 泊 2 日で名大大学院での講義・実験を行った。化学・数学・物理・生物 (希望者のうち面談等で 30 名に絞り込んだ)

スーパーサイエンス 2 年生 II 研究生生活体験と課題研究。東大・名大・京大で 5 泊 6 日、32 名で実施
研究室ごとに 2 名配置。院生が付き添い、同じ内容に対して別々に論文を作成。9 月提出締切が 10 月にずれ込み。各分野教諭による校正を行ったうえで英語科教諭の英文指導を経て 2 月末から 3 月に完成。
※大学との連携 OB 教授や OB 院生経由の申し込みと大学への直接の申し込みを並行して進めた。3 月頃から連絡を取り始めた。事前学習は高校側で、土曜や放課後に実施した。

スーパーサイエンス 3 年生 I 2 年次参加者のうち 15 名が 2 泊 3 日の日程で 8 月に名大で実施した。
化学、物理生物 1.5 日ずつ。

スーパーサイエンス部 1・2 年生 30 名 定員科学系の高校生を対象としたコンクールに参加。
数学オリンピック国際大会に 1 名出場。各分野に分かれて課題研究を行う。テーマは、オーロラ、立体映像、振動反応、タンポポの遺伝子汚染など。

(7) 所見

大学連携について、県内の名大のみならず、東大や京大とも積極的に連携しておこなっていること、研究生生活を体験するという主旨から5泊6日～6泊7日の比較的長期で行っていることが強く印象に残った。大学連携がうまくいっており成果をあげているのは、大学との事前の打ち合わせを十分に取り、綿密に行っているためであると感じた。本校の来年度以降の大学連携の参考にしたい。

SSH視察報告② 「愛知県立一宮高等学校」

(1) 目的 報告会に参加し、SSH先進校の取り組みや運営方法を視察し、本校の来年度以降の取り組みや報告会開催の参考とする。

(2) 期 日 平成16年10月7日(水) 9時45分～15時30分

(3) 視察者 新潟県立新潟南高等学校 教諭 石井一也(数学科、来年度1学年主任)
教諭 伊藤大助(生物科、来年度1学年SSH担当)

(4) 学校概要

①位置 愛知県一宮市北園通6-9

②規模 1学年普通科8クラス、被服科1クラス 2、3学年普通科9クラス、被服科1クラス
人数合計1,045名

(5) 中間報告会の概要

①公開授業1 9:55～11:00 スーパーサイエンス基礎

2年4・5組(生物実験室) ニワトリの二日胚の観察(生物): 小川智野教諭、森 節隆教諭

2年4・5組(物理講義室) オシロスコープの操作 トリガーについての理解(物理): 新 正司教諭

2年4・5組(物理実験室) ビデオ映像(ミルククラウン)を静止画に分割して取り出す。(物理):
川口一朗教諭、川口光正教諭

②公開授業2 11:10～12:15 スーパーサイエンス基礎

2年6組 距離空間(新しい距離を導入し、同じ空間でも距離の定義によって構造が変化することを理解する。): 山崎武嗣教諭

2年5組 高校化学から超分子化学への世界へ 実験と授業: 鶴田治之教諭

③全体会

SSH事業の概略説明

各分野(物理、化学、生物、数学、英語)の基礎特別研究について

物理 発表が生徒の力を伸ばし、意欲を向上させる。まとめ・発表を意識させて準備させることを今後も続けたい。

生物 今すぐ見てわかる、触れるテーマを選んだ。(顕微鏡、ニワトリ胚の観察、ショウジョウバエの交配) 実験→まとめ・仮説発表→検証実験という流れで、生徒自身が実験を作り上げることが目標。

化学 最先端の内容と、現在の知識や授業の内容とのつながり・知識の体系を実感できることを目的とした。

数学 困っている。数学には現象がなく理論だけ。難しすぎて嫌になる内容は避けたいが、憧れの的な内容もほしい。具体的でかつ花があって高校生にもわかるテーマの選定に苦労している。

英語 イギリスのサイエンスの教科書の要約(内容は中学レベル)AETによる授業を実施。数学分野、物理分野、生物分野等、各担当 AET の得意分野で実施しているが、自分は専門外のため関わり難い。生徒への刺激となることと、用語理解と英語による表現力の養成に主眼を置いている。

④質疑応答

普通科対象のSSH事業において全人的な教育を考えるとカリキュラムを大きく変えるのは難しい。3単位を当てているのは画期的といえる。英語を入れていることも評価できる。英語と理科の担当者でチームティーチングを行い、高校生向けの雑誌を読ませることはできないか。

→ 3単位について、1年次は総合・情報から、2年次は総合・家庭科から、3年次は総合・数学・理科の代替で確保している。

英語については、高度なことは考えていない。名大の留学生との交流は予定している。

学校全体の取り組みという位置づけで他教科(国社)がどう支えているか。

→ 夏休みの課題研究や論文作成、冬休みのパワーポイントによるプレゼンテーションでは学年として対応



スーパーサイエンス基礎(生物)授業風景

し、他教科の先生にも協力してもらっている。外部会場を借りる場合の引率等では学校全体でないと取り組めない。

評価について、事前授業と特別講義でどのようにしているか。

→ 理・数では各教科で評価している。英語は学期ごとにテストを行い評価している。観点別評価の必要性も感じているが授業に追われて実現していない。

中学校との連携についてはどうか

→ 野依教授の特別講演への案内。オープンスクールの実施。今回の中間報告会の参加呼びかけなど。

3年終了後も継続するのか。

→ 全学年では難しいが、複数学年にまたがった形で実施したいと考えている。

岡崎高校では科学グランプリや数学オリンピックへの参加などを行っているが、1年次予選落ちでも2年次で本選進出というように、発展的に自立して学習する生徒が出てきている。これもSSHの効用と思われる。大学側に今後高校生を長期受け入れする考えはないか。

→ 日本では難しい状況だが、アメリカにはそういうプログラムもある。現状では時期的な問題、人員の問題があり難しいのではないか。公開講座は実施しているが、内容的に最先端とはいえないので期待には添えないと思う。

⑤講評

数学分野として「統計・確率」で文系も含めた取り組みが考えられないか。(選挙の当選確率をテーマにして社会科学の分野に絡めるなど)

実験実習に生徒は目を輝かせる。SSHは体験を基に科学を身につけることが重要。

SSHの発展のためには物理生物選択者の男女比が平均化されることが必要ではないか。公開授業では、男女の選択者数が極端に偏っていた。

評価のポイントとして、課題認識の的確性、計画・手順の妥当性、研究のねらいの達成度、研究の結果得られた結論の実証、研究成果の還元化の5点が考えられる。

(6) 所見

SSHに英語を取り入れている点が興味深かった。科学分野の人材育成を考えると、英語の論文を読んだり、書いたりすることも大事な要素であり、英語を積極的に取り入れる姿勢は高く評価できる。ただ、実際に英語をどのように取り入れるかは難しい問題であり、担当の英語の先生も苦労されていた。

本校でも生徒の課題研究報告書の概要を英訳することについて検討されたが、付け焼き刃的にただ報告書を英訳しただけでは、論文英語が身に付くわけでもないのので来年度以降の検討課題である。

また、生物実験はニワトリの胚の観察を行い、担当から設定した理由として、スーパーサイエンスだからといって難しい実験を訳もわからず、言われるがままに行うより、より身近で理解できる題材をとりあげて行う方が成果を得られることをあげられていたが同感である。

SSH視察報告③ 「静岡県立磐田南高等学校」

(1) 目的 SSH先進校の取り組みや運営方法を視察し、本校の来年度以降の取り組みの参考とする。

(2) 期 日 平成16年10月8日(金) 9時00分～11時30分

(3) 視察者 新潟県立新潟南高等学校 教諭 石井一也(数学科、来年度1学年主任)
教諭 伊藤大助(生物科、来年度1学年SSH担当)

(4) 対応して頂いた方 教諭 森田昭博、教諭 笹川裕之

(5) 学校概要

①位置 静岡県磐田市見付3084番地

②規模 各学年9クラス 全27クラス 男子589名、女子503名、計1,092名

(6) スーパー・サイエンス・ハイスクールの運営

① H15年指定であるが学校長からの話はH14年10月で、時間的に準備の余裕がなかった。無理をせず、やれる範囲でやろうということでスタートした。理数科を対象とし、15年度は1年生だけ教育課程上の特例を適用した。

②「ミクロからマクロへ」： 放課後、夏休み、土曜日に実施。1学期は掛川総合教育センターで電子顕微鏡の操作を実習。(1回4人ずつ) 夏休みに各テーマを決め実習(2～3人一組17テーマ) 9月に発表会を実施。土曜の夜に浜松市天文協会で天体観測。評価は、出欠・レポート・発表態度で行う。テストはしない。

③「磐南スーパーサイエンス」： 時間内に実施。1年次mathematica、2年次機器分析を併せて2年の増加単位としている。静岡大教授の指導は冬休みを予定している。

④「物理数学・生物化学」： 数学・理科の単位を一部代替している。

1学期 物理系 教科書外の実験、

2学期 生物系 遺伝子組み換え実験、

3年 化学系 ビタミン中心。

- ⑤ 4～5年前から理数科にミニ大学（65分ミニ講義）を実施。延べ年間30人の講師を招聘。2年生を対象とし、午後2コマに設定。全員参加とし、各自2つの講義を選んで聴講する。内容の一覧を事前に掲示し、希望を取る。このイベントをSSHに位置づけている。
- ⑥ 講演会：昨年は江崎先生の特別講演会（全生徒対象）、今年は白川先生、来年度は未定。
- ⑦ SSHの延長については来年の1年生が卒業するまでは教育課程の特例が続くので予算の面からも申請していくつもり。18年度入学生から元のカリキュラムに戻す。
- ⑧ 8月から新しく化学専門のAETを入れているので、理科教諭とのT・Tも考えている。
- ⑨ ブリティッシュカウンシルからイギリスの科学者を派遣してもらい英語での講義をしてもらった。スクリーン以外の器具はすべて持ち込みで、費用はすべて向こう持ち。
- ⑩ 理数科の課題研究はSSH以前から実施している。報告書を作っていたが、発表会はやっていなかった。これもSSH事業とするので、来年は発表会を予定している。
- ⑪ 発展的・最先端にこだわり、生徒が理解できない内容より、地味でも理解できる内容にしたい。

(7) 所見

スーパーサイエンスに関しては、当初、スーパーサイエンスという事業名が示すとおり、各校が発展的・最先端な内容にこだわって行っていたが、実践する中でただそれだけでは十分な成果が得られないことがわかり、そのペースとなる理解できる内容からまず取り組んでいくようになっていくことを改めて感じた。ブリティッシュカウンシルからイギリスの科学者を派遣してもらい英語での講義を行った点については一宮高校で英語を取り入れているのと同様に興味深かった。

SSH視察報告④ 「福井県立高志高等学校」

1. 訪問日時 平成16年11月24日（水）10:20～15:10
2. 訪問者 近藤善龍（SSH委員・第2学年担任・国語）
3. 「研究発表会」概要
 - 全体会（40分）研究概要説明：教頭
 - 研究授業（50分）
 - 1年理数科「数理情報」：表計算ソフトを用いた数学・モンテカルロ法
 - 2年理数科「探求理科Ⅱ」物理：音波に関する探求実験
 - 生物：Aグループ・ニンジン苗の無菌検査用培地への移植実験
 - Bグループ・福井県の低山ブナ林の森林構造分析
 - 研究協議会Ⅰ（50分）各分科会ごとに研究授業についての意見交換
 - 研究協議会Ⅱ（40分）分科会報告、質疑応答、助言、講評

4. 報告事項

(1) 全職員で取り組む態勢に違いがある

高志高校も本校と同様平成15年度のSSH指定である。初年度はやはり年度後半での取り組みに集中し、理科・数学の職員が多忙を極め、教職員間の協力態勢に問題が残った。それを平成16年度で改善し、事務局の他に「A・教育課程・教科指導」「B・大学企業等連携」「C・教科外活動」「D・研究交流・教員研修」「E・成果発信」「F・評価報告書」の6グループに編成し直し、そこに校務分掌・学年・教科をリンクさせて全職員が機能的に活動できる体制を取ったことが大きい。（本校はこれらをすべてSSH委員で行っている。当然一部教員への負担は大きい）

また、体制をつくったというだけではなく、実際に各推進グループが積極的に事業を展開している。たとえば、「C・教科外活動」グループでは、講演会やサイエンスゼミを設定するのはもとより、図書館に「SSHライブラリー」を設置し、生徒教員の研究・活動に参考となる書籍（外国書籍を含む）やビデオを配置している。「D・研究交流・教員研修」グループでは、教職員全体研修の設定だけでなく、隣県交流として「SSH校北陸3県交流会」の企画・準備・推進をしている。金沢泉ヶ丘高校と2校での交流会も実施している。「E・成果発信」グループでは研究発表会の準備は当然のことながら、「SSHだより」を随時発行し、理数科以外の普通科在校生への活動紹介や地域への広報活動も積極的に行っており、WEBページも充実させている。

各グループ主任のリーダーシップのもとに意欲的に動いている感じがした。年度ごとに評価を各グループでそれぞれ行うことにもなっている。また、本発表会では研究授業の他に普通科1・2年生全クラスの公開授業も行っており、全職員であたっているという雰囲気が強く伝わってきた。

(2) カリキュラム開発に特色あり・・・「生活と創造」の設定

家庭と保健という従来の教科枠を一体化させて新しい教科「生活と創造Ⅰ」（2単位）を設定している。保健体育科と家庭科でのティームティーチングで行われている。前期では出張授業として、福井大学の先生による「味覚に関する実験」や、消防署の協力による「救急現場における蘇生能力に関する実習」を実施した。「生活」と「健康」というキーワードのもとに科学的な手法で探求していくカリキュラムを開発している。次年度は公民科と芸術科の協力によ

る「生活と創造Ⅱ」が準備されている。科学技術を正しく利用発展させる倫理観の育成と豊かな感受性と創造力、表現力の育成が設定のねらいである。3年次では「科学英語」（1単位）も用意されている。

カリキュラム開発というSSHのねらいにまさに合致する取り組みを推進している。

（３）数学科の取り組みも大きい

本校は理科を中心として進めているが、高志高校は数学科も理科と同様なエネルギーを注いで実践を行っている。数学の研究授業では、5名のスタッフによるティームティーチングがうまく機能していた。導入から展開へと全体をコーディネートする進行役、パソコン操作の全体指示を行う担当、ホスト画面で実際の操作をする教員、巡回して生徒のトラブルに対応するサポート担当というふうに役割を分担し、綿密に準備し細やかに配慮した授業実践をしていた。

廊下には夏休みの課題として提出されたレポートがファイルされ展示されていた。テーマは「数学史の研究」。歴史上に名を残した数学者についてB4・1枚にまとめてレポートされている。絵や写真、年表等を入れ、各自のレイアウトで見やすく丁寧に作成されてあった。

（４）研究開発の基本姿勢がしっかりしている

立派な研究報告書が完成している。その中では、「生き生きと科学する心を育む」という研究テーマが示され、それに基づく実践結果が「ねらい」に合致するものであったかどうかを検証されている。さらに、前年度の問題点を今年度の課題として改善策を講じている。研究の方向が明確で、この分かりやすさというのも全職員での協力態勢を生み出す重要な要素だと思われる。

SSH視察報告⑤ 「東京工業大学工学部附属工業高等学校」

1. 目的

SSH3年目で最後の年となる、東工大附属高校で開催されるSSH研究発表会に参加し、3ヵ月後に予定されている本校でのSSH課題研究発表会の運営方法などの参考とする。また、東京工業大学との連携や課題研究の公開授業及びその後の分科会の実施方法や、SSHに対する教職員や生徒の取り組みを視察し、本校における望ましいSSHの在り方について見識を高めることを目的とする。

2. 意図 次の3点を中心に視察した。

- ・SSH課題研究発表会の運営方法
- ・課題研究の公開授業や分科会の内容
- ・SSHに対する教職員や生徒の取り組み

3. 概要

（１）期日 平成16年11月12日（金）午前9時から午後4時20分まで

（２）場所 東京工業大学工学部附属工業高等学校 キャンパス・イノベーションセンター1階 国際会議室
（公開授業は1号館、3号館、4号館）

（３）参加者 教諭 大橋精崇

（４）日程

開会式（9：30～9：50）

開会の言葉、主催者挨拶、来賓挨拶、来賓及び運営指導委員紹介

講演会（10：00～11：30）

独立行政法人国立高等専門学校機構理事長 内藤 喜之様

昼休み（11：30～12：40）

研究概要の説明（12：40～13：00）

公開授業（13：15～14：05）

1年C組・・・「人と技術」、機械科2年・電気電子科2年・・・ 「先端科学技術入門」

工業化学科2年・建築家2年・・・「科学技術」

分科会（14：20～15：00）

質疑応答・講評（15：20～16：00）

国立東京工業高等専門学校長 松本浩之様

閉会式（16：20～16：40）

主催者挨拶、閉会の挨拶

4. 報告事項

J R田町駅から徒歩1分という立地条件の良さに加えて、敷地内にはキャンパス・イノベーションセンターという大変立派な施設があり、全国各地から多数の方々に参加し大変有意義なSSH研究発表会であった。敷地内や校舎内の壁のいたるところに指標が貼ってあり、さらに要所には腕章をつけた係員（東工大附属高校の教職員）を多数配属し、不案内な参加者に対する配慮もよくなされていた。また、公開授業の緻密な指導案も配布され、それに

則った授業が展開されその後の分科会でも活発な意見が出た。生徒の展示コーナーでは、電気科、電子科、機械科、工業化学科、建築科の課題研究部門と、数理、科学技術、先端科学技術分野の展示品が陳列されており、各コーナーには数人の生徒が付き、参加者からの質問に対して懇切丁寧に説明をしていた。本校のSSH研究発表会と異なる点は、年内の平日に自校にて開催するという点である。（本校は2月11日の祝日に、新潟ユニゾンプラザという外部の施設を借りて開催する。）この研究発表会のために1年以上も前から準備を始めたそうで、緻密な計画に基づき全職員と対象生徒の協力体制のもとで運営されているという実感を持った。本校の来年度のSSH課題研究発表会において、大いに参考にしていきたいと考えている。

SSH視察報告⑥ 「京都市立堀川高等学校」

1. 目的

SSH3年目である堀川高校の2年生の課題研究のとりくみや、地学分野における花山天文台や京都大学との連携について視察することで、来年度の本校2年生の課題研究やSSH全般について計画するにあたり参考にすることを目的とした。

2. 期間 平成16年9月24日(金)9:00~11:30

3. 視察者 教諭 根津浩典

4. 報告事項

(1) 施設・設備について

- ・公立高校でありながら5階建てのあか抜けた先進的な校舎で、各教室、施設をはじめあらゆるすべてのところに工夫がなされて、新潟では考えられない校舎だった。また、校舎中央にフーコー振り子があった。
- ・1年目に液体クロマトグラフィーや風洞実験装置などの高額機器を購入して、それらを課題研究に有効利用している。

(2) 2年生課題研究について

①研究テーマについて

- ・1人1テーマにしている。指導はたいへんなようであるが、生徒にとってはやりがいがあるようである。
- ・テーマは2年生になる前から決めるが、4月に入ってからでも変更は認めている。
- ・テーマは生徒の希望と現実問題とのギャップがあるので、1人1人から考えをよく聞きながら、テーマを絞り込むそうだ。

②課題研究での指導について

- ・京都大学の大学院生がTAとなり、約20人の生徒を2人の教師と2人のTAで担当する。しかし、1人1人が別々のことをするので、手が足らず、他教科の先生に応援を頼んだこともあるそうだ。
- ・都合によりTAがなかなか来れなかったことがあったが、TAがいて本当に助かった。
- ・日頃の授業では時間が足らなかったのが、夏休み期間中も相当な時間を費やした。
- ・課題研究の期間は4月~9月であるが、実際にとりかかるのは5月からで、7月には中間結果をまとめさせ、8月下旬には1人1枚のA4紙に研究の結果をまとめ、展示する。
- ・生徒の論文はすべてワープロで提出させている。書式を決めている。
- ・論文指導はたいへん。
- ・放課後も指導しているので、指導者の先生方も毎日帰宅時間が遅くなるようである。

(3) その他

- ・3年目は臨地研修的なものは減らし、その分課題研究に力を入れた。
- ・SSHは3年目に入り、様々な面でようやく定着してきた。
- ・1単位で前期に終わらせる。
- ・一学年6学級なのでやりやすいこともある。
- ・各クラスで研究の結果を発表しその中から優れているものを5つ選び、学校全体の研究発表会で報告する。
- ・コンクール的なもの（日本学生科学賞）などにも積極的に参加している。生徒にとってやりがいが出てくるようである。
- ・文系の生徒も課題研究をしており、同時進行している。
- ・空調設備も整っていて、夏は暑くなく、冬は寒くない。
- ・図書館や音楽室などは、ちょっとした市の施設を連想させるものでした。
- ・SSHのみならず日頃の補習も前向きに取り組んでいる。
- ・4年目以降についてはまだ具体的には決めていないが、総合学習の時間に課題研究を残す予定である。

5. 感想

学校全体がたいへん先進的な施設・設備をそなえており、SSHのみならず様々な面でたいへん勉強になった。来年度の本校での課題研究をすすめていく上で、たいへん参考になった。

最後に、この視察でたいへんお世話になりました岸本久美子教頭先生と中山浩先生に厚く御礼申し上げます。



SSH視察報告⑦ 「沖縄県立開邦高等学校」

1. 目的

今から20年までに沖縄全県一区の高校として誕生した開邦高等学校が3年目の実践を終了し、その研究発表会を実施するので、課題研究のテーマの設定や三年間のまとめについて、本校の参考にするために視察した。

2. 意図

今年度の本校の課題研究は、普通科であるために課題研究に対する取り組みが明確でなく、特にスーパーサイエンスという言葉が大きなプレッシャーとなり、テーマ設定に苦勞した。そこで、他校はどの程度のレベルの課題研究をしているのか、その実態を知るために赴いた。また、三年間の取り組みをどのようにまとめ上げたのか興味があった。

3. 事業について

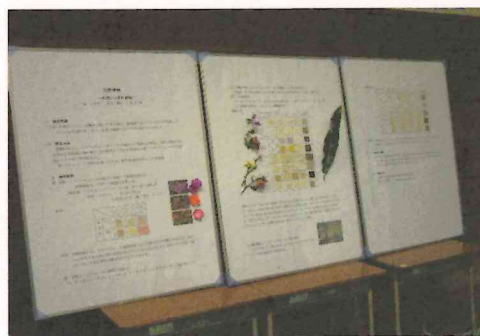
(1) 期 日 平成17年2月18日(金) 午前10時から午後4時まで (終日雨)

(2) 場 所 沖縄県立開邦高等学校 体育館 視聴覚教室他

(3) 視察者 教諭 竹内文亮

(4) 日 程

9時20分	受付開始
9時50分	受付終了
10時00分	課題研究発表会開会式 学校長挨拶
10時10分	SSHへの取り組みの全体説明(20分間)
10時30分	課題研究発表(前半)
11時30分	課題研究発表(後半)
12時20分	昼食
12時45分	芸術科によるアトラクション
13時20分	ポスターセッション
14時30分	数学科分科会・理学科分科会 3年間の取り組み、質疑応答、JST講評
16時00分	散会



4. 報告

(1) 全体概況

沖縄県内外からの教員、セミナーなどに携わった大学や研究機関の先生、運営指導委員など60名、理数科の一・二年生全員240名、校内スタッフをあわせて計350名程度が参加していた。非常に大規模な発表会であった。2月の沖縄は汗ばむくらい暑かった。大きなスクリーンが正面に据えられ、圧巻であった。

校内のスタッフも多く応援していて円滑に運営されていた。

概況説明、生徒発表会と学校側からの説明があり、生徒の研究にはポスターセッションで、学校の取り組みには各分科会で質問に答えるという、いろいろ配慮がされた設定の良い研究会であった。

ポスターセッションも大変活発であり、午後の分科会でも多くの質問がされていて、参加者には満足のいく会であった。

(2) 課題研究発表会でのSSHへの取り組みの全体説明

三年間の取り組みが、年度ごとに説明され、各年度ごとの反省と、改善された点が聴衆者によく理解できるように説明されていた。理数科三クラスの二年次での課題研究を行うためにSSH指定二年目で設定された、学校設定科目「理数探究」の経緯と実施内容、そしてその基となる学校設定科目「理数セミナー」のアウトラインが説明された。

(3) 課題研究発表会での生徒発表

前半の発表の四テーマのうち、三テーマが数学、一つが化学であった。後半は三テーマで、生物、地学、物理が各一テーマであった。時間は前半グループは短めで各10分前後であった。後半グループは、グループごとに時間は異なるが15分程度と少し長めであった。質問時間は無く、すべてパネルセッションで質疑応答する設定であった。各生徒は、自分たちの内部から提案された研究で、内容もよく理解していた。数学分野に三分の一の生徒が取り組んだという状況には驚かされた。数学の研究テーマのバラエティの多さにも驚かされた。理科はどのテーマも素朴なきっかけから研究を開始しているのが特徴的であった。どの生徒も楽しそうに発表している姿がとても印象に残った。

(4) 芸術科によるアトラクション

卒業製作のCGとステージでの音楽発表があった。各学年に1クラスある芸術科の様子を垣間見ることができたが、三つの学科がよく調和している印象を受けた。

(5) ポスターセッション

午前中の課題研究も素晴らしかったが、やはり生徒の生の声を聴くことができるポスターセッションは有効であると感じた。研究のきっかけや苦勞話など生徒は臆せず説明していた。各グループともパネル数は2から4枚で担当

の生徒が数名で説明していた。追加のパンフレットも置いてあり、実物展示も多く、和やかな雰囲気で行われた。訪れた人数もほどよく、適度な混み具合で、生徒も時間をかけて対応することができたようだ。質問も活発に飛び交い、生徒もていねいに答えていた。

(6) 理科分科会

午前中の全体概況の中から理科についてさらに詳細に説明された。1年目の反省で2年目に設定された「理数セミナー」でのアドバンス的な「サマーサイエンスプログラム」と「科学技術体験実習」はいずれも夏期休業中に実施されたものだが、前者のサマーサイエンスプログラムでは、その26回という回数の多さに圧倒された。さすがに3年目は半分の13回に減ったが、沖縄の自然や特性を活かしたものであった。

「理数探究」も、理科の分野では、2年目は14テーマ、3年目は16テーマと数が多いのに驚いた。関わるスタッフも理科・数学の全員があたりということや校内での発表会を二回実施していることも質問により回答が得られた。ただ、数学と理科は発表会も別で、お互いの研究を知る機会は少ないようであり理科分科会だった。

5. 参考になった点

運営面では、校内のスタッフの応援が感じられる運営であり、全体に整然とした中でも和やかさを感じる会であった。

生徒は課題研究の内容をよく消化しており、生徒なりの達成感が得られている感じを受けた。本校では、課題研究の中に「スーパー」を意識しすぎて、大学側に頼り過ぎ、結果として消化不良気味の課題研究を反省する上で大変参考になった。また、数学のテーマが豊富で、数学科のスタッフの意気込みが感じられた。加えて、生徒がテーマを楽しんでいるという印象が強くあった。日頃の数学や理科のスタッフの支えがあることが感じられた。

急がず、あせらず、じっくり研究に向かう姿勢が本校でも必要であると感じ、本校での2年目の研究で参考になることが多かった。

教育課程での学校設定科目「理数セミナー」は高大連携の場を取り入れて、中身の濃いものとなっている点が素晴らしい。

パネルセッション



他校視察報告⑧ 「沖縄尚学高等学校」

1. 目的

今から15年ほど前に現在の姿で新生した高校で、中学高校一貫校である。SSH校ではないが、学校と家庭、学校と教職員をインターネットの掲示板システムで結んでいる。特に生徒とのネット化に興味があり、本校でも将来の参考にするために視察した。

2. 意図

本校は全職員にPCが配当されていなく、前近代的である。エネルギー面、環境面でも生徒・保護者と学校との間ネット化は最重要課題である。

3. 事業について

(1) 期 日 平成17年2月17日(木) (終日雨)

(2) 場 所 沖縄尚学高等学校 進路指導室他

(3) 視察者 教諭 竹内文亮

(4) 日 程 午後4時30分から午後7時30分まで

4. 報告

ホームページは毎日更新されている。特に優れているのは、学校と各学年の生徒と家庭とがネットで結ばれている。ここでは本日の日程や学校からの連絡が確認できるようになっている。一方、教職員と学校との掲示板システムもできており、本日の予定などが一目でわかるようになっている。

優れたアイデアで、かつ先進的である。本校でも導入したいシステムであるが、時間を要するものと思われる。

印刷費の削減、紙の消費量の削減など、エネルギー面や環境面で有効である。保護者が閲覧したチェックなどが学校でも確認できるといった利点が多い。



◎研究機関等視察

京都大学理学部附属花山天文台

1. 目的

来年度本校で実施されるSSⅡにおいて、花山天文台の職員の方々から具体的にどのようなことを協力をしていたのかについて検討することを目的とする。

2. 期間 平成16年9月24日(金)13:00～15:00

3. 視察者 教諭 根津浩典

4. 報告事項

(1) 来年度の本校のSSⅡの協力について

- ・来年度数回(2か月に1度くらい)、南高校まで来て頂き生徒への指導をして頂くことに決まった。
- ・必要に応じて、電話やメールで情報交換して頂けるようになった。
- ・場合によっては、夏休みなど生徒を引率して天文台を見学などさせて頂けるようになった。

(2) 施設の見学

雨天により太陽像は見られなかったが、スペクトルの解析装置などを見学した。

(3) 本校で撮影した映像の分析

本校で撮影したH α 像のDVDを分析して頂いた。

5. 感想

花山天文台は世界的にもトップクラスの太陽の研究が行われているので、このような研究機関の協力をいただけるといのは、たいへん心強い。また、いろいろ画像分析の方法を教えて頂いたのでたいへん勉強になった。

最後に、この視察でたいへんお世話になりました黒河宏企先生や天文台の職員の方々に厚く御礼申し上げます。



トヨタ博物館・記念館

1. 目的

日本の優れた技術をもつ企業から学ぶことを目的とし、そのための教材として一般に公開されているトヨタの施設を訪問する。トヨタという企業が教材として適していると考えたのは、生徒の間でも関心の高い、環境対策や省エネルギー問題に積極的な企業であり、優れた技術を持っているからである。

また、企業の持つ合理性や高い職業意識に触れ、優れた職業意識を育てることは、生徒にとって非常に有効であると考えられるからである。

2. 意図

トヨタが公開している施設を中心として、生徒が主体的に研修できるプログラムを考える。

また、周辺の研修施設の例として名古屋市科学館を訪問する。

3. 授業の概要

(1) 期 日 平成17年2月22日(火)～23日(水)

(2) 場 所 新潟南高校情報教室

(3) 氏 名 教諭 梅田智子

(4) 日程

2月22日(火)

トヨタ博物館・トヨタ産業記念館

2月23日(水)

トヨタ会館(工場見学)・名古屋市科学館

4. 報告

(1) 各施設の概要

① トヨタ博物館

歴史的な車の展示を中心としている。車の黎明期から現在、未来まで年代を追って展示してある。博物館としての意味合いが強く、科学的な説明などは少ない。

② トヨタ産業記念館

トヨタの繊維から車への移り変わりが体験できる。事前に申し込みば、見学には説明を行う担当者がつく。前半の紡績にかかわる展示では実際に50年前の紡績の機械を動かし、糸が出来るまでの一連の流れを実際に見せてくれる。また、各機械の発明にかかわる部分を自分で動かすことにより、装置の仕組みが体験できる。後半の車

に関する部分でも、各装置が実際に手で触れて動かすことが出来るように工夫されている。実際に作業の様子を実演してくれる箇所もある。

③トヨタ会館

トヨタ本社の隣で、トヨタの最先端の技術に触れることが出来る。特に、プリウスに代表される省エネルギー車や燃料電池車に関する展示が充実している。また、館内を一時間ほどで説明を受けながら回ることが出来る。実際に車に乗り込んで行うシミュレーション（運転免許が必要）や、ロボットの展示などもある。事前に別に申し込むことにより、ガイド付きのバス工場見学ができる。工場見学では一台の車に何台ものロボットアームがからんで一気に溶接が行われる場面や、小さな動きまで計算された完全な流れ作業のシステムなどが見学できる。特に社員の提案するアイデアに対して報奨金制度があり、そのアイデアが様々な場面で取り入れられていることは、職業意識の育成につながる部分があると考えられる。ガイドをする人も非常に知識が豊富であり、様々な質問にきちんと答えてくれる。事前に質問事項を送れば、専門の職員が質問に答える用意も出来る。

④名古屋市科学館

科学に関することばかりでなく、防災・交通といった実社会にかかわる展示も多い。体験型の展示物も多く、全て見るのにはかなり時間が必要である。「展示品を使ってレッツサイエンス」といったパンフレットもあり、それにしたがって実験を行うことができる。（小・中学生向き）

6. 結論

トヨタ産業記念館とトヨタ会館については、科学的な興味や関心を引くものも多く、教材としては適していると感じた。生徒の関心の高い環境やエネルギーに関する展示も多く、社会に貢献する企業の姿勢を学ぶことが出来るのは、職業意識の育成の上からも有効であると考えられる。実際の工場を見学するのは科学的な面だけでなく、社会的な面からも非常に有効であると感じた。

企業と連係を図ることは様々な制約があり難しい面もあるが、企業でなければ感じられない空気があり、実施する価値は十分にある。

4 章 実施の効果とその評価

1 節 生徒への効果とその評価

生徒に対する大きな事業としては、1年生に対する学校設定科目「SSI」と2年生に対する学校設定科目「SSIⅡ」がある。それぞれの効果や評価については、詳しくは第3章を見ていただきたいが、ここでは、概略のみ記載する。

学校設定科目「SSI」（1年生対象）について

1年生全員に対し、SSIの中で、①情報基礎、②SSI講座、③臨地実習の3つを行った。

1. 情報基礎

アンケート結果では、87.0%が理解できたと考えられ、情報の処理・収集とモラルに関する知識の面と操作面、プレゼンテーション能力の向上については十分な効果があったと評価できる。

2. SSI講座

全員必修の基礎講座については、物理・化学・生物・地学の各分野は70～80%理解できたと答えており、昨年度と同じく高い理解を得ることができた。数学については、今年度からスタートしたためか、55%程度の理解度にとどまっており、次年度に向けて改善すべき点を改善し実施することとしたい。

大学の先生によるアドバンス講座は、「期待通り」が60%程度であった。大学のイメージについても「伝わった」が40%弱であった。講義中心ということでこのような評価になったと思われるので、次年度は生徒に対してもっと効果が出るよう工夫したい。

エキサイティング講座はGEMSによる数学の講座であった。74.6%が参加して楽しいと回答しており、高い評価であった。やはり、参加型の講座は高い評価を得る傾向にあるので、次年度も参加型の講座を行いたい。

3. 臨地実習

臨地実習は希望者による東京研修であったが、「期待通り」が80%と高い満足度を示した。しかし、地震の影響による新幹線の不通のための研修時間不足や学校行事とのバッティングという事については、反省が必要である。前年度の筑波研修に比べ、実習・体験的活動が増やせたので、次年度もこのような形態の研修がよいのではないかと考えられる。

学校設定科目「SSHⅡ」（２年生対象）について

２年生の理系の中にSSHクラスを作り、そのクラスで、①課題研究に関する講演会、②課題研究Ⅰ（全員必修）、③課題研究Ⅱ（希望者）、④課題研究発表会を行った。

１．課題研究に関する講演会

課題研究のテーマに関する講演を、全員対象に全１１回行った。この講演に対する評価は各課題研究のまとめに記載されているが、まちまちであった。もともとが自分の研究だけでなく、他の人がどんな研究を行うのかを知るといった目的であったので、そのことは達成できたと思う。しかし、講演を聴いてまとめることと、感想を書くことを課したので、そのことが非常に負担になったようだ。このことについては、改善を考えたい。

２．課題研究Ⅰ（８グループ）

「研究を楽しめた」が７８％、「達成感があつた」が７８％と高い評価であった。意欲の醸成という面での効果は高いと考えられる。しかし、「科学研究の魅力がわかった」は２２％と低く、負担感の軽減や自らが考えて行うというオリジナリティーの追求という面で改善の必要を感じた。

３．課題研究Ⅱ（６グループ）

生徒に対するアンケートは行わなかったが、感想では、「５日間という限られた時間ではあつたが、とても貴重な体験ができた」、「実際に最新の研究施設で最先端の実験を体験することができ感激した」、「院生の人たちと直接話をするのができたのが大変良かった」というような肯定的なものがほとんどであった。ただし、大学側の費用や時間面の負担が大きいことも明らかとなった。受け入れていただける大学があれば、今後も実施する事が望ましいと思われる。

４．課題研究発表会

１５０名を超える参加をいただき大変盛況であった。アンケート結果では、このような課題研究は有効であるという回答が９９％と非常に高いものとなった。しかし、自由記述の意見を見ると、生徒の発表に対する取り組みや態度の評価が高く、逆に研究内容や独創性といった面では厳しい意見が散見された。

その他の事業について

各教科の授業改善、部活動の活性化、他校視察・研究機関などの視察、教材化・教材の開発については、それぞれの項目を見ていただきたい。

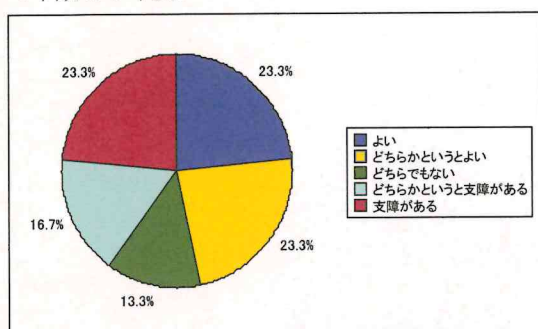
特筆すべき点としては、本年度より、理科系の文化系クラブのさらなる充実のため生物同好会が新設されたことがあげられる。生徒の活動状況は良好であり、授業と違って継続して実験が出来てよかったという感想が多く、次年度以降、部への昇格を目指してさらに積極的な活動が行えるよう配慮したい。このような同好会が新設できたことから当校におけるSSH事業による効果が着実に現れているといえる。

２節 教職員への効果とその評価

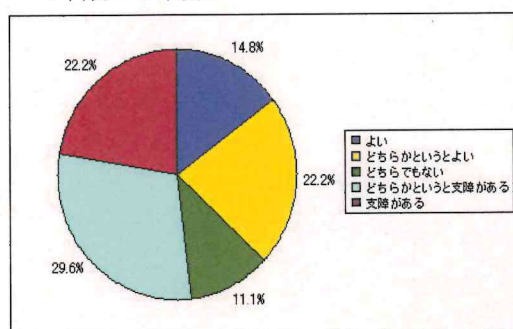
２年目の終わりを迎え、教職員の評価はどのようになったのか。アンケートを実施した結果をもとに教職員のSSH事業に対する意識を分析する。なお、アンケートは教職員全員を対象に実施したが、回答総数は３０部であった。アンケートは各項目とも５段階で評価し、必要ならコメントを記入するという形式だった。有効回答数のパーセンテージでグラフを作成し、コメントについては主なものをいくつか載せた。

（１）SSH事業の実施全般について

<平成１６年度>



<平成１５年度>



全体では、「よい」・「どちらかというよい」が、４６．６％であるのに対し、「支障がある」・「どちらかという支障がある」は４０．０％であった。昨年は、下のグラフのように、３７．０％と５１．８％であったので、若干で

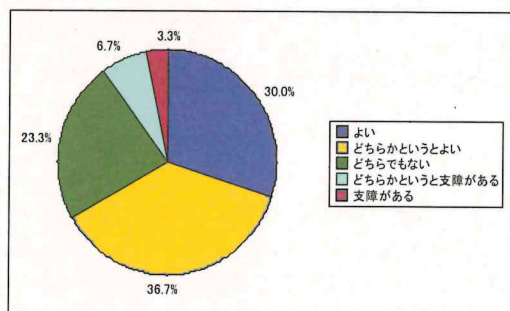
はあるが肯定的な評価が増えた。これは、2年目ということで、事業に慣れてきたことと、2年生の課題研究が始まり、発表会等を見て次第に成果を感じてきたためではないかと思われる。しかし、コメントを見ると、生徒のためによいという意見がある反面、負担が大きい、効果が見えないと行った厳しいものも多く、全員が係わることの難しさ、通常の業務にプラスしてのSSH事業の負担という2つの面で支障があると感じていると思われる。

○コメント

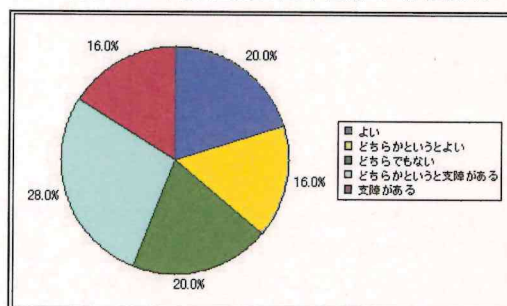
- ・何か大きな事業を行うということは負担も大きいが得るものも大きいと思う。生徒のためによいことだと思う。
- ・理科、数学の先生方の負担は大変なものがあるが、大学との連携、研究の手法の研修等を深める機会も多く、今後の研修に生かせる。また、生徒の課題に対する取り組む姿勢や研究発表までの一連の過程で失敗や工夫の経験を通して大きく成長し、達成感も得られたと思う。
- ・本校のおかれている状況からすると、日頃の学習、模試対策、受験対策をベースにして、じっくりそれぞれの教育活動を実施した方がよい。
- ・生徒の可能性を引き出す素晴らしい事業だと思う。しかし、進学率を高めて行かなくてはならない我が校で、現状のスタッフの数で日常の授業や担任をしながらSSH事業を抱えて行くのは支障がある。
- ・支障もあるがよい面もある。SSH事業に費やす時間が多く、SSH以外のことで科内で話し合う時間が少ない。
- ・業務分担が考えられていない。仕事が単に増えた人が多数である。全校的取り組みが考えられていない。
- ・SSH事業は学校全体で取り組まねば意味はない。
- ・SSH事業でなければできない課題研究、講演、臨地研修など実施でき、生徒によい刺激を与え、教員もいろいろと勉強や研修になることが多かった。ただし、丸投げ的な内容もあったので改善した方がよい。
- ・多忙になりすぎて本来の業務がおろそかになっているように見える。

(2) 1学年東京研修旅行について

<平成16年度東京研修>



<平成15年度筑波研究学園都市研修旅行>



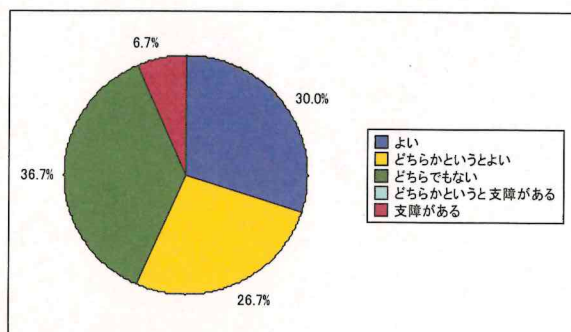
東京研修旅行については、「よい」・「どちらかというよい」あわせると66.7%となっており、昨年度の筑波研究学園都市研修旅行の36.0%より大幅に評価が改善した。これは、日程的に無理がなかったこと、生徒数が少なく教職員の負担が減ったこと等が理由と思われる。

○コメント

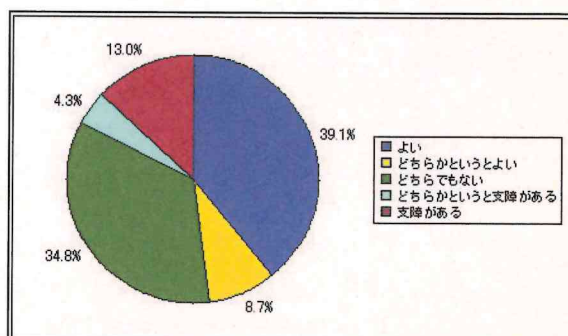
- ・日程的に厳しい面もあったが、夜にプレゼンテーションを行うなど、生徒の積極的な関わりも見られ、よかったと思う。
- ・能動的研修を入れて欲しかった。
- ・学校スキーを優先すべきである。
- ・SSクラスに希望しなくても、もっと気軽に多くの生徒が参加して欲しい。
- ・参加した生徒にはためになったと思う。

(3) 1学年SSI講座基礎編について

<平成16年度>



<平成15年度>



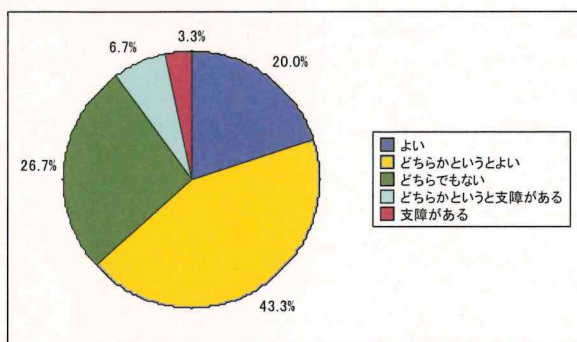
ほぼ、昨年並みの評価である。「どちらでもない」が多いが、周知については授業時間内に行っていることもあり、改善はやや難しい。

○コメント

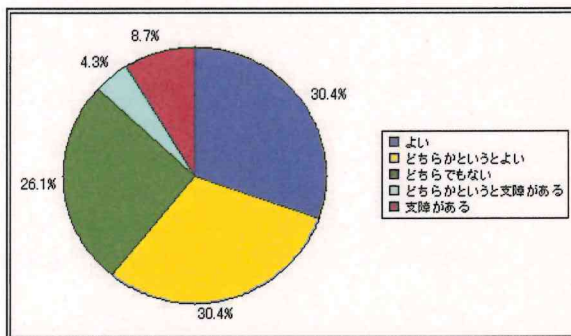
- ・負担は大きい担当の先生の教授法の改善や生徒との 触れ合いは大きな財産であると思う。
- ・実態がよくわかりません。
- ・全員に対する啓発という意味ではよいことだと思う。
- ・やはり手作りの教材がよい。新潟の自然を扱ったテーマ（内容）があってもよいのではないか。
- ・SSクラスの説明とアドバンス、エキサイティング講座等で動機付けはできるのではないかな。
- ・理科に興味を持たせるという意味ではよいと思う。

（４）１学年SSI講座アドバンス編について

<平成16年度>



<平成15年度>



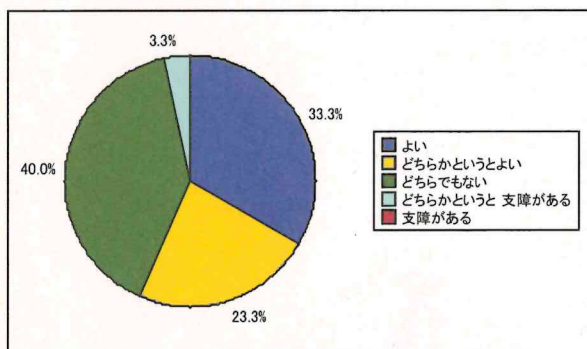
昨年並みの評価である。「どちらでもない」が多い。周知については、もう少し広報活動を行うなど考えたい。

○コメント

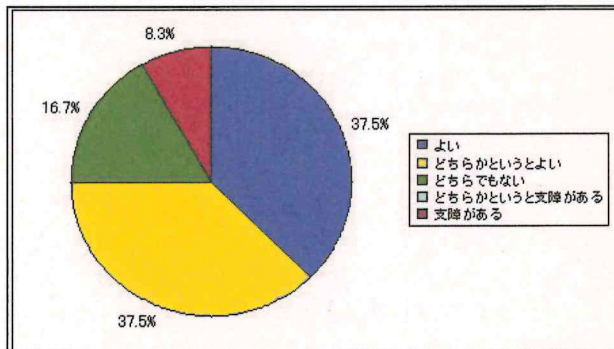
- ・ほとんどが受身的。生徒の方から行動する、試す動きが半分くらい欲しい。その中から問題意識も育つのではないかな。
- ・自校に居ながらにして大学の先生の講義を受けることができる南高の生徒は幸せであると思う。
- ・講義型になりがちであるが、内容にもう少し工夫を凝らしてもらいたい。高校1年生ではなく、中学3年生向けの内容で考えてもらった方がよい。

（５）１学年SSI講座エキサイティング編について

<平成16年度>



<平成15年度>



今年度はGEMSによる数学的な講座、昨年度はサイエンスレンジャーによる理科的な講座であった。双方ともに評価は高いが、校外からの参加状況を見ると、今年度の方が少なかった。やはり、数学と理科では実験という事を考えれば、理科の方に惹かれるようであるので、次年度はできれば理科の実験講座を計画したい。

○コメント

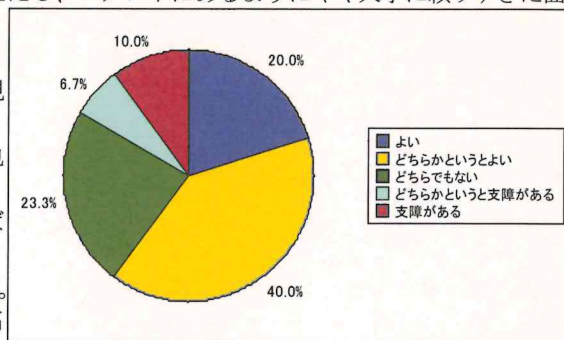
- ・SSクラス以外の生徒の参加を望む。
- ・昨年に続いてのGEMSの講座であったが、体験・参加型であったため、非常に生徒が楽しそうであった。
- ・体験型・実習・演習型の講座がやはりよい反応を示し、興味を引く。知的好奇心を呼び起こす講座でよかった。

(6) 2 学年SSHクラス課題研究Ⅰについて

今年度よりスタートした事業であるが、高い評価を得た。ただし、コメントにあるようにやや大学に頼りすぎた面があったので、改善していきたい。

○コメント

- ・生徒の目線からの課題、日常生活の中からの課題という観点が欲しい。
- ・2－10、1クラスの生徒には大きな収穫。だが、その他の面で目が行き届かない。
- ・難しい内容をここまで研究できるということは非常に素晴らしい。また、大学に入ってからのことをあらかじめ知ることができて、生徒の目的意識がはっきりしてよいと思う。
- ・大学側の指導の部分が少し多かったが、事前・事後の高校側の指導も十分にあり、初年の取り組みとしてはよかった。次年以後、学校独自のテーマを増やす必要を感じた。特に文学や社会科学、芸術分野との融合したテーマを考えるのもよいのではないか。(学校全体の取り組みに持って行けるのではないか。)
- ・できれば大学と連携し、地元と関連の強いもの(産業、環境、etc)で実施して欲しい。
- ・大学に行って実験を行うことは生徒に研究現場を見せるよい機会だが、実験後に大学側へ(1回は行きたいが)生徒も行く予算があればさらに内容を深められたのではないか。
- ・基本計画を考える、調べる時間がない。
- ・難しすぎて生徒との差に開きがありすぎる。
- ・生徒自身による課題解決という要素が少ないので改善していった方がよい。

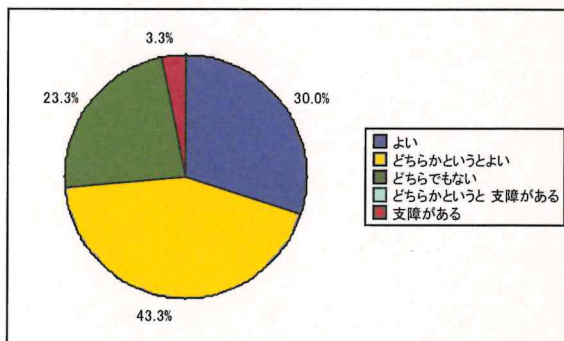


(7) 2 学年SSHクラス課題研究Ⅱ(臨地実習)について

今年度よりスタートした事業であるが、非常に高い評価を得た。ただし、コメントにあるようにやや大学に頼りすぎた面があったので、改善していきたい。

○コメント

- ・大学での研究の実際に触れ、将来の進路選択に役立つ。
- ・4泊5日という非常に内容の濃い研修は、生徒に強い印象を与え、将来の研究者への第一歩になったと思う。
- ・「百聞は一見に如かず。」非日常的な体験は生徒に知的興奮を起こしこさせる。その気持ちを持続させ、どこに向けさせるかの事後指導が大切である。
- ・大学の協力が得られれば、大いに実施して欲しい。
- ・時期が課題テスト前で、生徒は負担に感じたようだ。時期の検討が必要。
- ・実習というより研修・見学・体験。
- ・4日間連続での実習というのは効果的だったのではないか。
- ・最先端の科学技術にじかに触れ、生徒は大いに啓発された。その後、学習意欲に向上が見られた生徒もいた。

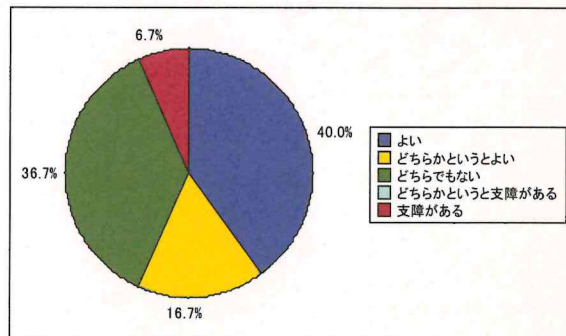


(8) 2 学年SSHクラス課題研究発表会について

発表という事に関しての評価は高い。しかし、研究内容が難しすぎるというコメントが多い。次年度は研究内容を十分検討し、テーマ、レベルともに適切なものを選択するよう指導していきたい。

○コメント

- ・第一回目としては、生徒も指導された先生方もよくやったと思う。
- ・生徒の発表態度がとてもよかった。大勢の前での発表は滅多にできない貴重な体験で、よかったと思う。
- ・一週間前に行ったりハーサル(通し練習)を体育館等で学年全体(又は、1・2年)が参加する中で実施する。校内選考会的に行う。
- ・外部向けには発表本数を(例えば分野毎に1本)しぼり、ゆったりと発表時間(15分程度)をもって実施すると聞きやすいのではないか。
- ・時間のない中でよくここまでやったという印象を受けた。
- ・教員、生徒とも準備が大変であったが、全体としては立派にできたと思われる。しかし、難しいテーマも多く、質



問の受け答えなどから生徒がどれだけ内容を理解しているか疑問視される所もあった。

- ・他県の高校関係者の参加者がなかったのは残念であった。
- ・内容が専門的すぎて、専門知識のない者にとっては理解できない発表もあった。もう少し生徒に身近なテーマで研究させてはどうか。
- ・課題研究の内容が難しかったように思う。

教職員アンケートの回収数が教職員数の約1/3強であった。周知という昨年度来の課題の解決がなされなかったためと思われるが、次年度はこの点もさらに改善したい。さて、この数からするとSSH事業に対する全教職員の評価とは言えないかもしれない。しかし、年度末の忙しい中、誠意を持って提出されたものと思われる。この貴重な意見を取り入れ、評価の高かった事業については更に充実させ、また、支障があったと指摘された点については、今後の事業計画作成の中でできる限りの改善を図り、3年目のSSH事業を計画したい。

5章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向

1節 SSH運営指導委員会

I 第一回SSH運営指導委員会

1. 日時 平成16年6月30日 15:00~17:00
2. 場所 新潟県立新潟南高等学校図書館1階閲覧室
3. 参加者 SSH運営指導委員、学校長、教頭、事務長、SSH推進委員会委員長、他
4. 内容

学校長挨拶、自己紹介、平成15年度事業報告、筑波研究学園都市研修旅行実施報告、平成16年度事業計画、平成16年度全体計画、学校設定科目「SSI」、当面の課題等の説明の後、質疑応答、指導助言等をいただいた。

(1) 質疑応答

- ・化学分野だと報告書契約書に白川先生の（ノーベル化学賞）講演があるが講師として呼んだのか。
→新潟薬科大での講演に参加させていただく。
- ・事業計画を立てるのに時間的にはどの位の余裕があるか。どの位の日程で、予算はいくらか。
→予算を立てるのが2、3月になるので、今からだと来年度のことになる。予算は1,500万円である。
- ・野外活動というのは施設のことが、それとも環境のことが。理学部関係だと地学という分野でいうと日本全体がプレート上にあるので研究者が沢山いる。何かと絡めていくことは充分可能である。
→どちらかという環境を考えている。
- ・単位互換とはどのようなことを考えているか。
→講座どの位の回数を受講すると大学の単位としてどの位になるかという互換をしてみたい。
→大学間で持たせることはあるが、現在高校の単位を大学に互換することはない。
- ・公開講座などどの位聴くとどのくらいの単位になるか。
→90分を15回で1単位（または2単位、大学にもよる）。
- ・大学に入ったときにプラスされるかというのが可能かどうかということを考えてみたい。仮に単位化したらどうなるのかというのを知りたい。それにはどのような条件が必要なのか
→大学は集中講義というのがあり、90分7回を1単位とすることもある。
- ・実験実習であったらどうか
→実験実習であれば充分単位互換の時間になるのではないかと。
- ・進学したときに大学で認められるということか。それとも高校の単位として認めるということか。
→両方を見ているが、将来、仮に適応できないかということである。
- ・欧米では大学を卒業すると、認定される教育のISO版がある。質の保証が日本には無い。
→国際標準としての認定審査をしてもらうときに問題になるのが高専からの編入時、一括単位認定すると最初の3年間（普通高校とおなじ）の単位を認められない。

(2) 意見・助言等

- ・せっかく大学に匹敵するようなことを学んでも、認定されなかったりするので、是非、単位互換認定をしていただきたいと主張していただくと助かる。



- ・1年目模索しながらも素晴らしいと思う。報告書の理科の好き、嫌いの順位だが、事後に嫌いになった生徒が増えたということは、SSHをやったからか。分析していただけたら成果の解析にも役立つのではないかな。
- ・講義をさせていただいている。生徒が大学で学ぶ時間が非常に少ないのが残念である。実際、実験をすることの貴重さ、体験の重要性を感じているので、生徒が興味をもつような体制づくりをしていきたい。
- ・大変な事業に感銘を受けた。課題について、事業で予算が付いたから3年間で終わりではなく、終了後どうするかが問題である。1、2年で成果が出るものではないので、これをなんとか絶やさないように努力してもらいたい。生徒が書いた意見で、知的好奇心がとても大事だと目から鱗が落ちる思いである。
- ・「工学だからものを作らなくては駄目」ではなく、「好きだから作りたい」という気持ちが大切である。いい文章をもらったなど感銘をうけました。
- ・実習先について、新潟県は燕三条の金属工業が盛ん、科学技術なしでの技術が進んでいる。地元の方は若い人に残って欲しいと思っているので、そういうところで学ぶのもいいのではないかな。ただ、SSHとの目的とはずれるかもしれないが、生かせるのではないかな。経費的にも安く済む。検討されてはいいかな。
- ・野外施設、遠い有名などところに行くのだけでなく新潟の石油産業や、あまりお金のかからない地元重視にしたらどうか。単位互換については協力できるとおもう。
- ・学習レベルの話だが、報告書を見るかぎり、あまり背のびしてもしかたない。地道にやるしかない。新潟のレベルがあがれば大学もありがたい。長岡高校の2月の発表会に参加した。先生の努力を感じるが生徒にもがんばって欲しい。
- ・筑波研究学園都市研修旅行、スケールの大きさ、しかも体験型の研修受け入れ側は大変だったと思う、そして先生方の努力があってこそのものである。修学旅行とか、よそから経費が出なくても行けるようなことはできないのか。近場でもよいし、修学旅行の途中で盛り込むとかやれることはあるのではないかな。
- ・SSH実施計画の中の白川教授の講演（新潟薬科大学で講演）は貴重な機会なので特に高校生に聞いていただきたい。
- ・理科数学の先生が生徒の研究の助言をされて、頭が下がる思いである。充分時間をかけ、生徒に考えさせて学ばせて欲しい。
- ・生徒には少し負担になっているかもしれないが、大学受験も視野にいれながら有効に時間をつかって生徒の成果を励みに手をさしのべてやって欲しい。
- ・SSHによってなにか1つでも自分の中に持つことができれば、推薦、面接などで大学入試時に力になるのではないかな。
- ・単位互換について校長協会で話が時々出る。資料があったと思うので参考にして、大学の方に投げかけてみたらどうか。
- ・これだけの計画をたてて大勢の生徒にいろんな経験をさせ、まとめていくのは大変なエネルギーがいる。敬服した。狙いが沢山あるが、長続きさせるのにどこに焦点を定めていくのか。おおかたの生徒に教養として身に付くかも知れないが、いつまでもお金をかけてそんなことはできない。大きな経験をさせるだけではなく身近なところにも目を向けるとよい。評判が上がれば中学生も南高を目指してくると思う。狙い、意識計画を定めることが重要である。
- ・課題研究に取り組ませるということ、化学クラブを指導したことがあるがPPMレベルの実験を自分たちでやり始めた。3年が2年、2年が1年を教えていき、レベルがどんどんあがっていった。科学者になり活躍する者もいる。授業の中で粘り強い生徒が作られるのではないかな。指導者とのキャッチボールが予想外に発展することもあるしそうでないときもある。ねばり強く地道にやる生徒は、将来研究開発などで活躍するようになる。SSHでそんな生徒を育成させてほしい。
- ・SSHあまりに立派で驚いた。15年度実施後の理科好きの順位が下がったのがショックである。何故なのか気になる場所である。
- ・内容は素晴らしいが、履修の関係などをふまえ、相当高度な内容に触れさせるのは、先生方の前準備があるからこそである。中学理科のレベルは高校入試の問題までが精一杯である。昔のレベルより分野が狭まりレベルも落ちている。一方で先端技術を学ぶというのはとても大変そうに見える。それほど気張らなくてもいいのではないかなというのが正直な意見である。力みすぎてこけないようにお願いしたい。先生方健康に留意して頑張ってもらいたい。
- ・科学技術理科教育を充実させるというSSHだか、各方面から注目を浴びている。昨年、本校でウミホタルの実験を見学したが生徒が生き生きとしていた。大変感銘をうけた。
- ・新潟南のSSH昨年の成果、大きな目玉である筑波研修で、6割の生徒が興味を持ったのはうれしいことである。反省も踏まえ今年の事業を進めてほしい。
- ・SSH運営の組織、先生を中心とした組織、大変ご苦労である。53%の先生方、業務の負担になるということだが、効果・評価について生徒・先生・保護者など、どの様な変化が現れたかというデータを可能な限り表して欲しい。
- ・生徒に対する評価も、論理的な思考など創造性をどう評価するか難しいので、長岡高校とも相談してやって欲しい。
- ・SSHクラスなど新たな取り組みがあるが、理科好きを確固たるものにするため多くの生徒に実験などおもしろさ不思議さを体験させるのが大切だと思う。
- ・SSHクラスの生徒だけでなく他の生徒にも夢やロマンを持たせて欲しい。

- ・理科系の部活動生徒を、コンテストなどに参加させるのもよいのではないか。
- ・新潟南だけのものとして終わらせて欲しくない、今度の取り組み内容を広範囲に広めてもらい、エキサイティング・アドバンス講座を、広く一般の方に知っていただくことも大事だとおもう。広く県内、ネットを通して発信などもして欲しい。技術者、講師だけでなく高校の先生方も教員研修として使って欲しい。
- ・SSH3年目が終わるとどうなるのか。どうなるか分からないが、終わらせることなく継続させることに意義がある。

Ⅱ 第二回SSH運営指導委員会

1. 日時 平成17年2月15日 15:00~17:00
2. 場所 新潟県立新潟南高等学校図書館1階閲覧室
3. 参加者 SSH運営指導委員、学校長、教頭、事務長、SSH推進委員会委員長、他
4. 内容

学校長挨拶、自己紹介、平成16年度事業報告、平成17年度事業計画等の説明の後、質疑応答、指導助言等をいただいた。

(1) 質疑応答・意見・指導助言等

- ・11日の感想であるが、心配なのは大学への丸投げ、生徒が実験をした後のフォローが足りない。大学に行ってから発表まで、データをもらったりしている。結果を簡単に導かせてしまう。自然科学を甘く考えてしまう。見栄えはよいが、努力が足りない。本来の目的から逆効果になるのではないか。
- ・大学で、生徒に夢を与えるのはよいが、現実とのギャップが大きいのではないか。校内の設備を課題研究にどう生かされているのか。来年度は最終年度、3年間で終わってしまうのでは困る。今の資源をいかに生かすかというノウハウをつけていかないといけない。
- ・薬学で4回来ていただき、初めの取っつき方と最後の勉強を通して、最後の質問はそれだけの中身があった。生徒もよく勉強していた。反省すべき点としては盛りだくさんのことを与えすぎた、もう少し絞ったほうがよかった。大学に来て13時から16時までだと試薬造りなどの時間が限られる、最大の効果をもたらすには時間が足りない。もう少し絞ったテーマを与えた方が良かった。生徒が1つ1つの言葉を知らないことが多い。家庭教師的な指導をしてあげたらもう少し生徒の収穫があったかもしれない。
- ・課題研究発表会については、理科の専門ではないので正直少しはわかったかなというくらいである。始めて聞くような内容もあった。しかし生徒は専門的なものをある程度自分のものにしていたように思う。
きちっと取り込んだのではないか。質問にもそこそこ、あるいは堂々と答えていたのではと思う。
- ・専門的な分野に短時間でありながら素晴らしい良い自信をつけたのではないか。
- ・大学の先生方がたくさん来てくださったのがうれしかった。生徒の財産になったのではないか。先生と大学関係者とながらぎを持って、進路に希望を向け、自分のやったこと、したいことをあのような形で発表し、あれだけ多くの人の前で発表できたのは先生方の指導のたまものである。
- ・生徒の行動、発表を含めきびきびしていた。感心させられた。発表も言葉を選び丁寧であった。質問を受けて立ち止まっても、仲間で話し合い答えたその姿勢に好感を持った。内容については大学の先生の指導が良かったが、消化不良をおこさなければいいと思った。カレーについての発表で、中学時、消化酵素について学んでいるので、研究結果がさみしかった。テーマの選び方は良かったが、発展させ方にもうひと工夫必要ではないか。
- ・大学の指導が行き届いているせいか、専門用語で訳注でもなければ理解しにくいものもあった。例えば、タマネギ細胞について、小中高では表皮細胞に葉緑体はないと言われているが、そのあたりの割り切り方はどう理解しているのか。彼らのこれまでの学習履歴と繋がらないはずである。先生方のご努力に敬意を表する。
- ・午前中の説明についておもしろいと思ったのは、SSH激戦のなかで予算を勝ち取るというと努力があったのであろうが、夢のような研究概要というのが特に象徴的である。オイラー関数が何の役に立つのか、カミオカンデが何の役に立つのかと聞かれたら、役に立つ、役に立たないけれどサイエンスに興味を持たせると言うことが両方大事である。頭を鍛えるということを培う。南高は欲張って両方計画しているが、生徒には非常に難しい。先生がどうかみ砕いて生徒に伝えるのか。役に立つは重要だが、それだけでは発想が小さく行き詰まる。そのあたりを生徒に伝えてあげて欲しい。
- ・アミノ酸について、高橋先生の指導、おもしろかったのはニンヒドリン反応をさせたということ。何のためにこの反応をさせたのか。知りたくてやったのか、ただ確認したかったのか。知りたくてやったのなら1つ1つのについて調べなければ、結果が出ない。スポーツドリンクについて、味の素の宣伝を信じて分析しているだけ。正確に知りたければいろいろな種類を1つ1つを実験して調べないとわからない。どこまで疑うか。秤を疑う、ラベルを疑う、本来そこから始めなければいけない。アミノバリューを信用したら実験にならない。何を、どこを知りたいかを科学の基礎としてしっかり身に付けて欲しい。



- ・高校生がどういう大人になって欲しいか、優秀なサイエンティスト、テクノロジストにならなくてもサイエンスをきっちりとらえられる人になって欲しい。全体的にコングラチュレーションと言えるくらい良かった。

(2) H17年度以降についての意見交換等

- ・SSHで夢を与え、基礎的トレーニングを身に付ける。文系の学生にも知識を与える。最終年度でSSI、その後SSII的なものを考えてるのか。失敗を恐れて手を出さない生徒に、考える前にやらせるというバリアーをなくしてアドバンス講座に全員ができる簡単な実験を入れるのはどうか。
- ・予算的な問題もあると思うが臨時実習は意味があると思う。
- ・3年たった後も是非続けて頂きたい。発表時の生徒の感想は良かったというものだったし、なにか掴んだと思う。生徒にプラスだったことを評価したい。10年前娘をアメリカのサマースクールにやったが、医学部に入る前に3ヶ月間研究を行い、最後に1人5分間発表を行わせるというものがあった。大学に入る前の学生が、そういう体験を身を持ってすることは、これに似通ってるとおもう。5分間の発表はとても大変だが、今回の発表と同様。ストレスも感じるがとても重要なことである。発表は続けてほしい。できれば、原稿は読まず、スライドを見て説明をしてほしい。自分の発表に自信をつけることである。生徒のアンケートをとり結果を我々にも教えてほしい。
- ・発表の時間は普通の学会でも8分くらいである。高校生であれば8分か10分くらい必要ではないか。
- ・ポスターセッションの時間が足りない。15分か20分しかなかった。もう少しあればよかった。
- ・会場については、一会場の方がいい。
- ・臨地実習を成功させ、将来に繋げて欲しい。来年終わってその後、せっかくの機会なので、やっていただければうれしい。先生が大変なのは良くわかる。
- ・屋久島は自分も行き感動したが、12月は雪がふる。屋久杉ランドまで行けるのか。どうせなら縄文杉まで歩いていけばいい。
- ・どうせ行くなら南まで行き、珊瑚礁を見るのはどうか。
- ・欲が出てくるから、絞っていかないと。種子島、屋久島、強行軍になり疲れだけ残るようでは良くない。
来年度以降については、校長先生が中学でどんな話をしてくるのかも重要なのではないか。やめるならそのように説明しないといけない。生徒に期待を持たせてはいけない。
- ・乗鞍2泊、何をするのか。高山植物をみて歩くだけでは今ひとつもったいない。
- ・スケジュール的に見て、野辺山に天文台があるがどうか。地学で太陽などあるが、星についての話も聞けると思う。
- ・JST成田さんとの会話で、今後の採用を5年くらいにすると考えているということなので継続のチャンスである。
SSHで有名になって特徴のある高校になる良い機会ではないか。目指してくるような学生が来れば学校が変わるのではないか。SSHが1つの売りというか、学校の特徴になる。先生方の負担もあるだろうがやってほしい。
- ・研究課題、もう一年お願いされている。生ゴミは、地球環境、エネルギー、食糧問題にからむごく一部だがとてもいいテーマだと思っている。もう少し回数を来られるということ、そして本も買えるようなので、大学側も今年よりもう少し充実し、進歩して良くなればいいと思っている。
- ・白川先生の講演会、新津で開催されるが、是非32人の参加を待っている、全員参加してほしい。
- ・大学の研究室だと次の学年が研究を引き継ぐケースがある。続けてやるということができれば良いのではないか。
- ・学会に参加させてやれる可能性がある。卒論の発表会を見せるかも計画している。交通費どうにかならないか。タクシーで新津に来るのはもったいない。
- ・文部科学省は、2つのパターンを提示した。新たに5年と、あともう2年である。新規の5年についてはノウハウを持っている指定校に期待を持っている。1年目は模索で終わってしまう、そういうことがなくなりムダが省ける校に期待をかけているのではないか。14年度校26校のうち、全くやめるのが2校、24校は新たに申請、全く別テーマで行うと聞いている。24校の半分が5年間と2年間にわかれた。希望すれば通るわけではなく審査され良いところしか通らない。2年生の課題研究をいかに充実させるか、その評価が重要になる。5年間の方針は高校と大学の連携が全面にクローズアップされる。国際性、海外の渡航費、海外からの指導者、国際コンクールにチャレンジする生徒を育てる。発表会プレゼンを英語で行うなど高い理想が掲げられる。だからこそ3年行った学校が対象となる。
- ・学校で取り組むのはもちろん、既存の教科をないがしろにしないようにしてほしい。たとえば家庭科を無くしたりしているが、そのことについて文部科学省はいい印象を持っていない。学習指導要領で時間を削減される中、必修の重みを考えて。家庭科男女必修。科学だけをやればよいのではない。
- ・SSH有る無しに関わらず、大学では基礎トレーニングなどの協力をする。
- ・夢のような研究概要について、食糧問題を特に入れて欲しい。もう一つの柱にして欲しい。
- ・理学部、自然系の学生でも今はコミュニケーション能力を重要視されている。大学に入ってもなかなか身に付かない、自分がやったものを発表し合うという機会を是非継続してほしい。自然科学分野、一生懸命研究しても、社会にでると適応能力が重要になる。ないと不利。早いうちから鍛えて欲しい。レベルもあるし、いろんな問題はああると思うが願います。
- ・1年目の実施報告について素晴らしいものができているが、新たなシステムが生徒の動機付けにどのような変化を与えているのか、評価のデータを蓄えて整理してほしい。最終的にはカリキュラムの開発といわれているが、何が必要かを知ることが重要になる。

- ・本取り組みは理数を中心に行っているが、先生方の意識、力量の変化、生徒に与える影響を数値化して欲しい。他教科の取り組みについて聞かれたが、学校全体で取り組むと言うことは他の教科も巻き込んで実施していくことが大切なのではないか。理数だけではなく、全ての教科の先生がたに協力していただければ、もっと盛り上がるのではないか。
- ・生徒の進路についてだが、国際水準で活躍できる生徒を育成するには、高校と大学の連携推進と語学力の強化が必要である。この実現を図るために3年から5年の充実を図る。2年継続については在校生にかぎり卒業まで面倒を見る。これは希望通りになるかわからない。少なくとも2年延長を視野にいれた取り組みをお願いしたい。先生方にはご苦労をかけるが、これから南高校の将来を考えたとき、SSHは非常に大きな力になると思う。確かな学力の育成、人材育成の観点から是非お願いしたい。

2 節 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向

I 研究開発事業の成果と問題点

1. 研究開発事業の成果

- 2年次の研究開発を具体的に進めてきて、SSH事業を行っての主な成果を上げると以下ようになる。
- ・学校設定科目「SSI」の実施によって、東京研修、大学の先生の講義、GEMSの講義など通常の高校生活の中では経験できないことが経験できたことは、生徒の科学への啓発としてよかった。
 - ・学校設定科目「SSI」の中に教科「情報」を取り込んだことによって、SSHの事前調査やレポート作成、プレゼンテーションを実際に学習した内容を応用して行えたので、学問の有用性を意識させることができた。
 - ・学校設定科目「SSII」で課題研究を行うことで、研究者としての模擬体験ができ、将来の進路選択の一助となった。
 - ・学校設定科目「SSII」で大学に行つての実習は、大学の先生や院生との交流を通して大学生活に触れることになり、進路意識の明確化が図れた。
 - ・課題研究全般を等して、生徒の目的意識が明確になり、学習意欲の向上につながった。

II 研究開発実施上場の問題点

- 2年次の研究開発を具体的に進めてきて、問題のあった点を上げると以下ようになる。
- ・SSI講座基礎編では、担当者の負担が大きかった。また、労力対効果がやや不明であった。
 - ・SSI講座アドバンス編について、講義型なので、もっと内容に工夫を凝らす必要があるのではないかと指摘があった。
 - ・SSI講座エキサイティング編は、校外への参加呼びかけを考えると数学よりは理科の実験の方がよいのではないかという指摘があった。
 - ・課題研究について、最大の問題点は、課題研究に取り組む時間の不足であった。
 - ・課題研究Iと課題研究II両方に係わっている生徒がまとめの段階で大変な負担を抱えることとなった。
 - ・課題研究Iについて、内容が高度すぎるのではないかと指摘を受けた。
 - ・SSIIの11回の講演のまとめと感想レポートなど、文章を書くという作業が多くなるが、このことが苦手という生徒がかなりいて、指導が大変であった。
 - ・校内に対する広報活動が不足していたため、何をいつ行っているかを周知徹底できなかった。

今後の研究開発の方向

- 次年度は、今年度の反省を活かし、次のように改善していきたい。
- ・SSI講座基礎編は、一時期に集中させず、バランスよく配置し、担当職員の負担を軽減したい。
 - ・SSI講座アドバンス編は、講義一辺倒にならないように、何らかの工夫を考えたい。
 - ・SSI講座エキサイティング編は、校外に呼びかけ、中学生でも気軽に参加できるような内容にしたい。
 - ・課題研究については、今年度は講演が終了したのが6月、そして、課題研究に取り組み始めたのが7月、結果を12月中にまとめるということで、実質的な研究機関は長期休業を除くと4ヶ月程度しか時間がなく、大学の先生に頼り気味になってしまったので、十分な研究機関を取りたい。
 - ・課題研究II（臨地実習）については、今年度以上に、実習先または実習直後での報告書の完成を徹底し、事後の負担を軽減したい。
 - ・レポート作成などの文章を書く作業については、表現力の向上のために必要なことなので、丁寧に指導し、きちんと提出するよう徹底したい。また、定期テストをさけ、年間計画の中でバランスよく提出時期を設定することで、負担が集中しないように配慮したい。
 - ・校内に対する広報活動不足は、今年度も改善されず、最大の反省点であり、このために、一部の教職員の負担が大きくなったという面もあるので、役割分担を明確にし、担当者がきちんと対応するよう徹底したい。そして、今年度以上に「SSH通信」を発行し周知徹底に努め、全職員が参加しやすい環境作りに務め、理想の形に近づけたい。

Ⅲ 最後に

普通科だけの高等学校のSSH事業の難しさは、生徒の動機付け、意欲の醸成にある。今年度から、2学年にSSHクラスを設置し、課題研究を行ったが、このことによって、ようやく、新潟南高等学校のSSH事業の全容がほぼ姿を現したという段階になった。課題研究に関しては、初めてのことで、関係各位には多大なご迷惑をかけしてしまった。それにもかかわらず、真摯に協力いただき、無事研究を終えることができた。また、指摘された課題、指導や助言は謙虚に受け止め、今後の事業計画作成の中でできる限りの改善や発展を図り、3年目のSSH事業を実施したい。そして、生徒がやってよかったという感想を持つように進めていきたい。

最後に、常に暖かくご指導くださった、文部科学省、科学技術振興機構、新潟県教育委員会、本校SSH運営指導委員、協力いただいた大学・研究機関各位に深く感謝申し上げます。

6章 資料編

1節 SSH通信

<資料>

SSH通信・第1号

SSH視察報告「福井県立高志高等学校」

1 訪問日時 平成16年11月24日(水) 10:20~15:10

2 「研究発表会」概要

全体会(40分) 研究概要説明: 教頭

研究授業(50分) 1年理数科「数理情報」: 表計算ソフトを用いた数学
モンテカルロ法

2年理数科「探求理科Ⅱ」物理: 音波に関する探求実験

生物: Aグループ・ニンジン苗の無菌検査用培地
への移植実験

Bグループ・福井県の低山ブナ林の
森林構造分析

※研究授業と並行して1・2年普通科全クラスの公開授業

研究協議会Ⅰ(50分) 各分科会ごとに研究授業についての意見交換

研究協議会Ⅱ(40分) 分科会報告、質疑応答、助言、講評



(生物の実験風景)



(数理情報の研究授業)

3 報告事項

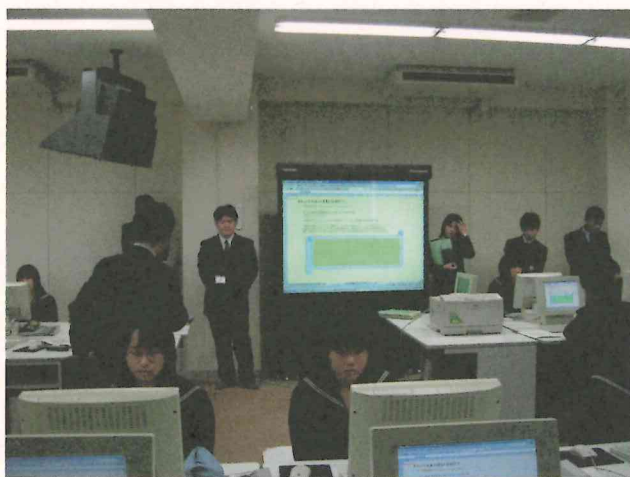
(1) 全職員で取り組む態勢に違いがある

高志高校も本校と同様平成15年度のSSH指定である。初年度はやはり年度後半での取り組みに集中し、理科・数学の職員が多忙を極め、教職員間の協力態勢に問題が残った。それを平成16年度で改善し、事務局の他に「A・教育課程・教科指導」「B・大学企業等連携」「C・教科外活動」「D・研究交流・教員研修」「E・成果発信」「F・評価報告書」の6グループに編成し直し、そこに校務分掌・学年・教科をリンクさせて全職員が機能的に活動できる体制を取ったことが大きい。(本校はこれらをすべてSSH委員で行っている。当然一部教員への負担は大きい)

また、体制をつくったというだけではなく、実際に各推進グループが積極的に事業を展開している。たとえば、「C・教科外活動」グループでは、講演会やサイエンスゼミを設定するのはもとより、図書館に「SSHライブラリー」を設置し、生徒教員の研究・活動に参考となる書籍(外国書籍を含む)やビデオを配置している。「D・研究交流・教員研修」グループでは、教職員全体研修の設定だけでなく、隣県交流として「SSH校北陸3県交流会」の企画・準備・推進をしている。金沢泉ヶ丘高校と2校での交流会も実施している。「E・成果発信」グループでは研究発表会の準備は当然のことながら、「SSHだより」を随時発行し、理数科以外の普通科在校生への活動紹介や地域への広報活動も積極的に行っており、WEBページも充実させている。

各グループには主任が存在し、どうも各分掌の主任と兼務されているらしく、そのリーダーシップのもとに意欲的に動いている感じがした。年度ごとに評価を各グループでそれぞれ行うことにもなっている。

本発表会では研究授業の他に普通科1・2年生全クラスの公開授業も行っており、全職員であたっているという雰囲気強く伝わってきた。



(研究授業では、大型プロジェクターが用意されていた)



(1クラスに5人の教員。サポートも手厚く)

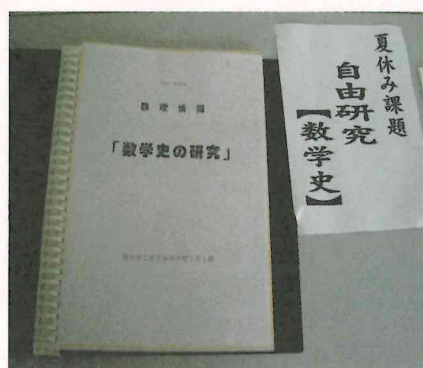
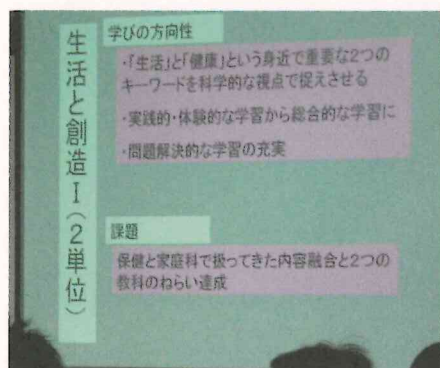
(2) カリキュラム開発に特色あり・・・「生活と創造」の設定

家庭と保健という従来の教科枠を一体化させて新しい教科「生活と創造Ⅰ」(2単位)を設定している。保健体育科と家庭科でのチームティーチングで行われている。前期では出張授業として、福井大学の先生による「味覚に関する実験」や、消防署の協力による「救急現場における蘇生能力に関する実習」を実施した。「生活」と「健康」というキーワードのもとに科学的な手法で探求していくカリキュラムを開発している。

次年度は公民科と芸術科の協力による「生活と創造Ⅱ」が準備されている。科学技術を正しく利用発展させる倫理観の育成と豊かな感受性と創造力、表現力の育成が設定のねらいである。

3年次では「科学英語」(1単位)も用意されている。

カリキュラム開発というSSHのねらいにまさに合致する取り組みを推進している。



(廊下には夏休みの課題として提出されたレポートが、ポートフォリオ形式でファイルされ展示されていた。テーマは「数学史の研究」。歴史上に名を残した数学者についてB4・1枚にまとめてレポートされている。絵や写真、年表等を入れ、各自のレイアウトで見やすく丁寧に作成されてあった。)

<資料>

平成16年12月24日

SSH通信・第2号

課題研究Ⅱ－Ⅱ 東京理科大グループ 研究紹介

1. 実施日時 平成16年8月23日(月)～8月27日(金) 4泊5日

SSHクラス2年生10名の生徒が千葉県野田市にある東京理科大学薬学部及び、基礎工学部で課題研究Ⅱ－Ⅱに取り組みました。高校では体験できない最新研究設備に触れながら、大学の教授陣や大学院生に直に研究指導していただきました。4泊5日という短い日程でしたが、実際に大学の研修所に寝泊りし、キャンパス内で勉学に励み、学食や大学周辺で食事をするなどし、大学生活をも体験することができました。実際に研究に没頭している学生を目の当たりにしながら、実験を行い、研修所では夜遅くまで課題テーマについて友人と論議したりと、とても有意義なものでした。この課題研究を体験し、高校卒業後の進路希望を実現したいという気持ちが強くなったという前向きな生徒の声も聞こえてきました。

2. 課題研究テーマ及び実験風景

東京理科大学薬学部

- ・ 医薬品の相互作用の実験的研究 2名
- ・ ダイオキシンの生成機構及び制御に関する研究 3名



薬理作用についてマウスを使って実験中
東京理科大学基礎工学部生物工学科

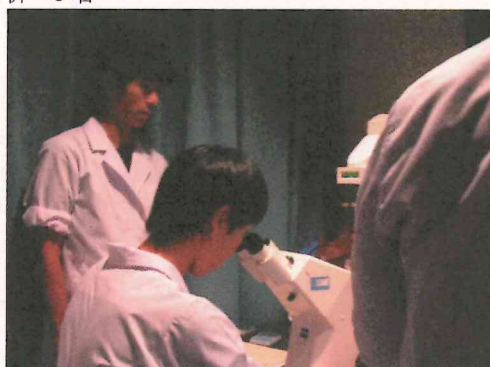
- ・ 遺伝子の発現解析実験 2名
- ・ アポトーシスによる細胞死誘導メカニズムの解析 3名



院生指導のもと溶液調整中



遺伝子組み換え実験中



アポトーシスした細胞を蛍光顕微鏡で観察中

3. アポトーシスによる細胞死誘導メカニズムの解析グループのレポートより

実験を行いながら、その結果や気づいた点は各自ノートに書きとめながら、その記録をもとに各自実験のテーマをレポートとしてまとめる作業を行いました。レポートの作成にあたっては、積極的に大学院生に理解するまで疑問点を質問するなど積極的な一面も見られました。

行く前の講演後の感想では、

- ・ アポトーシスの利用によってガンを治療できる可能性がある聞いて、その可能性の凄さにびっくりした。夏休みに自分がその研究を体験できることにワクワクした。
- ・ 生物工学がガンなどの病気に貢献できる学問だと知り、興味が湧いた。

などでしたが、4泊5日の間、ゼミ形式授業や夜11時までに及ぶ実験を繰り返し、仲間と議論することで、5日目のレポートの考察では、

…前文略… calpain はアルツハイマー病や癌転移、白内障などに関与していることが報告されているので、calpain の活性異常や遺伝子異常によってアポトーシスシグナル伝達の異常が引き起こされることが考えられる。よって、calpain の阻害剤である calpeptin を利用することによって、アルツハイマーなどの calpain によって引き起こされると思われる病気を防ぐことができると考えられる。…略…

など、実際に実験に使った物質 calpain の作用などを病気に結び付けて考えられるようになり、生物工学的な実験背景を理解することができました。

4. この4泊5日を終えて

4泊5日で実験を行うことで、集中して効率よく実験ができ、大学側の協力体制もあり短い中で充実した内容の課題研究に取り組むことができました。また、4泊5日という寝泊りを共にする時間の中で、生徒と教員が将来の進路について語り合い、日頃の見えない一面と出会うなど、実験だけにとどまらない有意義な時間でした。

夜研修所で実験結果について考察中
宿泊した研修所



実験を終えて帰る直前運河駅にて

研修所裏の池で…



2節 報道された記事他

<平成16年7月8日 新潟日報>

科学実験大学で挑戦

SSH 新潟南高 薬科大など特別講義

文部科学省のスーパー
サイエンスハイスクール
（SSH）に指定されて
いる新潟南高の生徒が
七日、新潟大や新潟薬科
大、アドレナリンを合成する
実験に挑戦。その後、事
前の授業で生徒が合成し
たアドレナリンの純度を試
薬や融点で調べる実験を
した。

同高の中沢悠さん(二)は「教科書では理解しがたいことでも、自分の手で体験すると分かってくる」と話した。指導した同大の金子喜三好助教教授も「実験の楽しみを知る機会になり、科学に興味を持ってほしい」と語っていた。



真剣な表情で実験に取り組む新潟
南高の生徒ら＝7日、新潟市上新
栄町の新潟薬科大

生ごみ堆肥化の微生物動態など

SSH課題研究発表会

新潟南高

科学技術の発展に貢献できる人材育成を目指し、文部科学省が「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）」に指定した県立新潟南高校（矢代泰昭校長）の生徒が1日、新潟市の新潟ユニバーシティでSSH課題研究発表会を開いた。

SSHは、02年度から始まった制度で、全国の高校など72校が指定されている。国立大学などと連携して学習指導要領の

枠を超えた指導が行われている。県内では、同校と県立長岡高校の2校が指定を受けている。

発表会では、新潟大や東北大の研究室に通うなどして指導を受けた同校の2年生の生徒約30人が



研究成果を発表する新潟南高生徒＝新潟市の新潟ユニゾンプラザで

生ごみを堆肥化する微生物の動態について研究した2年の小幡千紘さん(17)は「普通の高校生では体験できない授業で楽しかった。専門的な知識が豊富な大学教授の指導を受けることで、理系科目への関心も高まると思う」と話した。

【北上王國】

＜平成17年2月12日 新潟日報＞

科学に真つ向勝負

新潟県 生徒が研究成果発表
文部科学省から昨年「スパーサイエンスハイスクール（SSH）
度、理数系教育を重点的



研究の成果を
まとめ、説明
する新潟南高
SSHキヌス
の生徒11
日、新潟市の
コニシマツマ
ザ
に指定された
新潟南高の生
徒による初め
ての課題研究
発表会が十二

日 業部市で開かれた
同校は第二学年に二つSSHクラスがある。生徒は昨年三月ころ、グループごとにテーマを設定。授業や放課後に学習を進める一方、新潟大や東京理科大で実験を重ねるなどして結果をまとめた。

五、風信平君も三人は、猛毒のタイオキシンは、生成して自己発熱した。『7・13水雷』で相伝の家が被災した。また、反毒毒薬が汚染された塩素化合物は、レダイオキシン類、タイオキシンの前身)になどと考え、たと研究の機構を説明、汚泥などを処理する場合、八百度以上で高温処理すると発生を抑えられ、またと報告した。タマギの臼の部分に葉緑はあるのと身近な空間に焦点当てた研究である(『鳥から盛んに聞か飛んだ』。枝村裕次郎さん)とは、「高」にはない。騒音機器を太で使うのは、離れかけたが、舊版の吉にあることが実は、ういつたとなをわかつ勉強になったと話した。

