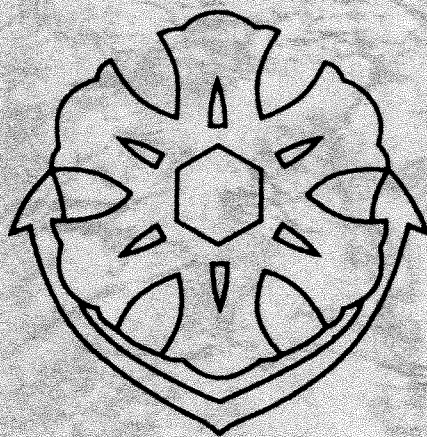


平成15年度指定スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書

継続1年次



平成19年3月

新潟県立新潟南高等学校

目 次

はじめに（巻頭言）	2
SSH研究開発実施報告（要約）	3
SSH研究開発の成果と課題	7
実施報告書	
1章 研究開発の概要	
1節 学校の概要、教育課程、組織、運営指導委員会	8
2節 研究計画（ねらいと内容）	11
2章 研究開発の経緯	13
3章 研究開発の内容	
1節 授業や実験の充実	
数学	17
物理	18
化学	20
生物	21
2節 学校設定科目「SSⅡ」	
概要と目的（仮説）	22
総括（生徒アンケート、成果・評価・反省・課題、生徒の変容）	26
課題研究①（指導者）	
1. 円周率 π の秘密を探る	30
2. 気体ロケットの運動解析	32
3. スターリングエンジンの作成と出力測定	34
4. 立体視による視力回復の検証、原因解明	36
5. アスピリンと他の薬物との薬理作用の比較	38
6. ピアノ線滑走型アセチレンロケットを遠くへ飛ばす研究	40
7. 「R/C空とぶドラえもん」の飛行原理	42
8. 草からエタノールの生成	44
9. アリの触角と嗅覚について	46
10. ダンゴムシの交替性転向反応の検証	48
11. 生ゴミの堆肥化とそのしくみ	50
12. 「パーティクルガンによる遺伝子導入実験 ～タマネギ細胞の細胞小器官を探る～」	52
13. 「花の秘密を探る～アサガオの花成ホルモンについて～」	54
課題研究②（生徒）	
1. 円周率 π の秘密を探る	56
2. 気体ロケットの運動解析	58
3. スターリングエンジンの作成と出力測定	60
4. 立体視による視力回復の検証、原因解明	62
5. アスピリンと他の薬物との薬理作用の比較	64
6. ピアノ線滑走型アセチレンロケットを遠くへ飛ばす研究	66
7. 「R/C空とぶドラえもん」の飛行原理	68
8. 草からエタノールの生成	70
9. アリの触角と嗅覚について	72
10. ダンゴムシの交替性転向反応の検証	74
11. 生ゴミの堆肥化とそのしくみ	76
12. 「パーティクルガンによる遺伝子導入実験 ～タマネギ細胞の細胞小器官を探る～」	78
13. 「花の秘密を探る～アサガオの花成ホルモンについて～」	80
臨地研修	
概要と目的（仮説）	82
実施内容	84
総括（生徒アンケート、成果・評価・反省・課題、生徒の変容）	88
3節 講演会および発表会等	
SSH講演会	90
SSH生徒研究発表会	92
4節 教科外の活動その他	
化学部	93
天文部	94
生物同好会	95
コンクールへの参加	96
卒業生の追跡調査	97
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	100
2節 教職員への効果とその評価	105
5章 研究開発実施上の課題および今後の研究開発の方向	
1節 実施上の成果と課題	107
2節 今後の研究開発の方向	109
6章 資料編	
SSH運営指導委員会	110
報道記事	112
SSHだより	113
関係資料	120

巻 頭 言

本校は平成15年度より3年間、文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の指定を受け、次世代の科学・技術を牽引する人材の育成を目指して実践的に研究をしてまいりました。その成果が認められ、2年間の研究指定継続が承認され、本年は通算4年目になります。3年間の研究により、校内にはハード面においてもソフト面においても資産が蓄積され、充実した理数教育が可能となりました。現在新潟県内においてSSH事業の指定を受けている高校は本校のみとなっています。

今年度は昨年度までとは異なり、臨地研修の規模を縮小し、新潟大学においての実施のみとなりました。それでも、『気づき』のある課題研究を行うへと軌道を修正したこともあり、科学コンクールで3点受賞するなど、引き続きSSH事業による成果を挙げ、その精神が浸透し広がりを見せています。

（1）数学、理科の学力の伸長

3年間の本指定による教育を受けた生徒の進路状況は、理系を中心に国公立大学への進学状況が飛躍的に向上しました。1年次の学校設定科目「SSI」を学ぶことによって最先端科学に触れ、2、3年次のSSHクラスでは「SSII」において自ら課した「課題研究」の解決に向けて、指導を受けながらも自ら解決できたことの経験は貴重で、大学において科学・技術を学ぶための強い動機付けとなりました。合わせて大学の先にあるものを体験させることができたことは、次世代の科学・技術を担う人材を育成できたものと自負しています。

（2）科学コンクールの入賞

第50回日本学生科学賞県審査において、昨年度と今年度の「SSII」で行った課題研究のうち、最優秀賞1点「ピアノ線滑走型アセチレンロケットを遠くへ飛ばす研究」、優秀賞1点「ペットボトルロケットの運動解析」、奨励賞1点「太陽の自転速度は緯度によって異なるか」を受賞しました。SSH事業の直接の成果として校外からも高い評価をいただくことができました。受賞は県民の皆様にSSH事業の有効性を理解していただくよい機会となりました。

（3）普通科理数コースの設置

9月に新潟県教育委員会から、平成19年度から本校に普通科に普通科理数コースを1クラス設置することが発表されました。年度の半ばでの発表となり、受検生には思いがけない制度改革となりました。本県の文教政策とも関連し、県内はもちろんのこと日本や世界における科学・技術の発展を担う人材の育成を目指して設置されます。本校がSSH事業により理数教育に大きな成果を挙げたことが評価され、県の施策として理数コースを設置することになりました。

すでに2、3年次には1クラスずつ「SSHクラス」がありますが、理数コースは入学時から理数を強化するクラスとして募集されます。SSH事業で蓄積されたノウハウがそのまま引き継がれていきます。

（4）高大接続の拡大

独立行政法人に変わった国公立大も私立大も2007年問題が始まったこともあり、盛んに高校との接続を望んでいます。単位の互換を制度化しようと試みている大学もあります。本校は、SSH運営指導委員会を通して、大学や研究機関と密に連携することができ、大学での学び方を直接体験することができました。この体験は日常の学びに反映し、学ぶ意欲を喚起し、基礎学力の大切さを気づかせることにもつながりました。来年度は新潟大学理学部物理学科の協力で「高校大学連携理数講座」を実施することになりました。

このように指定通算4年間の成果は、校内はもとより県の施策にまで影響を及ぼすことになりました。理数離れが叫ばれている昨今、国策として次世代の科学・技術の分野を担う人材の育成は急務となっています。SSH事業は、予算規模の大きさから大胆な実践研究が可能となり、最先端の科学・技術に触れた体験は、いずれ大きく開花することを確信しています。

平成19年3月

新潟県立新潟南高等学校長 大竹 静男

平成18年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	「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 研究開発の概要	平成18年度は継続SSH1年目であり、これまでの研究開発を継続・発展させるとともに、SSH終了後を視野に入れ、過去3カ年のSSHの資産を活用するための方策の研究に取り組んだ。 2学年SSHクラスに学校設定科目「SSI」を履修させ、通年にわたる課題研究を実施した。「SSI」臨地研修では、2学年SSHクラス39名による新潟大学理学部・工学部・農学部での2日間の実験・実習を行った。物理分野でパソコン計測による交流現象の実験を、生物学分野で電気泳動実験器による分子生物学の実験を開発し、授業や実験の充実を図った。生徒研究発表会、科学コンテストに参加した。また、全校生徒対象にSSH講演会を開催した。さらに、SSH後を視野に入れ、新潟大学との連携のあり方を検討した。
③ 平成18年度実施規模	継続SSH1年目であり、2学年SSHクラス38名、3学年SSHクラス32名を主な対象として実施した。
④ 研究開発内容	○研究計画 第1年次 ・学校設定科目「SSI」基礎講座、アドバンス講座 物理・化学・生物・地学のエネルギーに関する実験とそれに関する発展的な内容の大学の先生方による講義 ・学校設定科目「SSI」エキサイティング講座 サイエンスレンジャーによる「水の波」と「放電」の実験 ・学校設定科目「SSI」臨地研修（筑波研修） 1学年全員による筑波学園都市の18研究機関での1泊2日の研修 ・GEMSによる数学体験学習 2年生理系対象の数学の体験的学習 ・授業や実験の充実 パソコン計測による音の実験、双眼実体顕微鏡による観察 ・部活動の活性化 天体望遠鏡、赤道儀等の購入による天体写真撮影（天文部） ・先進校視察 京都教育大付属高校、立命館高校、富山高校、米沢興譲館高校 第2年次 ・学校設定科目「SSI」基礎講座、アドバンス講座 物理・化学・生物・地学のエネルギーに関する実験等とそれに関する発展的な内容の大学の先生方による講義、および数学分野での講座 ・学校設定科目「SSI」エキサイティング講座 GEMSによる数学の体験的学習 ・学校設定科目「SSI」臨地研修（東京研修）

日本未来館，国立科学博物館での研修

- ・学校設定科目「SSⅡ」課題研究

2学年SSHクラス8グループによる大学での実験・実習を主とした通年にわたる課題研究

- ・学校設定科目「SSⅡ」臨地研修

東北大学金属材料研究所・電気通信研究所，東京理科大学での実験・実習

- ・授業や実験の充実

パソコン計測による運動解析，英語圏テキストによる授業

- ・部活動の活性化

H α 線フィルター付き望遠鏡による太陽表面の観察（天文部）

- ・先進校視察

愛知県立岡崎高校，愛知県立一宮高校，静岡県立磐田南高校など

第3年次

- ・学校設定科目「SSⅠ」基礎講座，アドバンス講座

物理・化学・生物・地学のエネルギーに関する実験とそれに関する発展的な内容の大学の先生方による講義，および数学分野での講座

- ・学校設定科目「SSⅠ」エキサイティング講座

GEMSによる地球温暖化と温室効果についての実験

- ・学校設定科目「SSⅠ」臨地研修

屋久島・種子島での自然観察実習等

- ・学校設定科目「SSⅡ」課題研究

2学年SSHクラスの13グループによる通年にわたる課題研究

- ・学校設定科目「SSⅡ」臨地研修

京都大学附属花山天文台での太陽の自転速度の測定および東京理科大学での微積分についてのゼミ

- ・授業や実験の充実

パソコン計測による運動解析の実験，分子生物学分野での実験

- ・科学コンテスト参加

日本学生科学賞健審査参加

- ・SSH講演会

東海大学教授教育開発研究所教授 秋山仁先生による講演

- ・先進校視察

福島県立安積高校，栃木県立宇都宮高校など

第4年次（継続1年目）

- ・学校設定科目「SSⅡ」課題研究

2学年SSHクラスの13グループによる通年にわたる課題研究

- ・学校設定科目「SSⅡ」臨地研修

2学年SSHクラスによる新潟大学理・工・農学部での2日間の実験・実習

- ・授業や実験の充実

パソコン計測による運動解析の実験，分子生物学分野での実験

- ・科学コンテスト参加

日本学生科学賞健審査参加

- ・SSH講演会

前国立天文台長 海部宣男先生による講演

- ・大学との連携のあり方検討

- ・SSH資産の授業への還元

○教育課程上の特例等特記すべき事項

(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。また、3年次に「総合的な学習の時間」(1単位)を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)に配当する。

○平成18年度 of 教育課程の内容

2学年で学校設定科目「SSⅡ」を3単位で、3学年で学校設定科目を「SSⅡ」を1単位で履修。

○具体的な研究事項・活動内容

「理系に重点を置いた教育課程の開発」として、2学年SSHクラスに学校設定科目「SSⅡ」を履修させ、通年にわたる課題研究を実施した。主体的に課題を設定し探究することにより、科学的思考力・創造力・問題解決能力など研究者としての資質を育成を目的とした。昨年度の反省を踏まえ、生徒自身の思考、気づき、探究の過程を一層重視し、質の高い課題研究を目指した。

「大学・研究機関と連携した先進的理数教育の推進」では、「SSⅡ」臨地研修でSSHクラス39名による新潟大学理学部・工学部・農学部での2日間の実験・実習を行った。大学と連携した科学教育を行うことにより、最先端の研究を体験し、科学技術に対する興味関心や知的好奇心を高めるとともに、将来の進路選択に役立てることを目的とした。

「授業や実験の充実」では物理分野でパソコン計測による交流現象の実験を、生物学分野で電気泳動実験器による分子生物学の実験を開発した。

「科学教育の充実」では、生徒交流会、科学コンテストに参加した。また、全校生徒対象に前国立天文台長の海部宣男先生によるSSH講演会を開催した。

大学との連携の継承については、新潟大学と協議を進め、平成19年度に新潟大学理学部物理学科の協力で「高校大学連携理科講座」を実施することとなった。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

生徒、教職員、連携機関アンケート調査等をもとに検証、評価した。

- ① 「SSⅡ」課題研究で主体的に取り組む姿勢、探究心、科学的思考力を育成することができた。また、中間発表、論文作成で表現力を育成することができた。
- ② 「SSⅡ」臨地研修で大学・研究所での実習・実験により、最新の科学・技術に対する理解を深め、進路意識を高揚させることができた。
- ③ 日本学生科学賞県審査において、最優秀賞1点、優秀賞1点、奨励賞1点の入賞を果たした。
- ④ 理数に重点を置いた教育課程の開発により理数教育が充実した。また、カリキュラム開発や実験開発など、今までにない学校独自の主体的な取り組みが行われ、教員の指導力向上に役立った。
- ⑤ 大学・研究所との連携で教員の視野が広がり、自己啓発につながった。さらに、大学と連携して理数教育に取り組む関係を構築することができた。
- ⑥ SSH事業で購入したノートパソコン、各種センサ、デジタル顕微鏡、電気泳動装置などで新しい教材の開発が行われ、授業や部活動で生徒の科学に対する興味関心を高めることができた。

○実施上の課題と今後の取組

- ① 課題研究で生徒の創造性や独創性を伸ばす効果的な指導方法の確立
生徒に十分に考察させ、創意工夫させる課題研究となるよう指導教員が共通認識を持ち指導する。
- ① 臨地研修の改善
研修日数をできるだけ多く確保し、生徒の希望進路にあった学部学科・研究機関で実施する。
- ② 生徒の学習意欲の向上
SSHの取り組みが通常の科目での学習意欲の向上に結びつくように改善する。
- ② 生徒の実態を踏まえた仮説の設定と効果的な指導・評価方法の確立
研究内容ごとに的確な仮説を設定し、効果的な指導・評価方法を確立する。
- ③ 学校全体としての取り組みの強化
教職員に研究開発課題や事業計画等の理解してもらうよう情報を提供し、SSH事業への積極的な参加を呼びかける。また、英語科や数学科との連携を強化する。
- ④ 科学コンテストへの参加
「SSⅡ」課題研究の研究結果を積極的に科学コンテストに応募し、課題研究を質的に高めていく。
- ⑤ SSHの資産を今後に生かす方策の研究
 - ・大学との効果的な連携のあり方の検討
新潟大学とのより広範囲な学部との連携や単位互換の可能性を探る。
 - ・研究成果の普及
SSHの研究成果を研究会等で発表する。

平成18年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料」に添付すること)
① 「SSⅡ」課題研究で主体的に取り組む姿勢，探究心，科学的思考力を育成することができた。また，中間発表，論文作成で表現力を育成することができた。 ② 「SSⅡ」臨地研修で大学・研究所での実習・実験により，最新の科学・技術に対する理解を深め，進路意識を高揚させることができた。 ③ 日本学生科学賞県審査において，最優秀賞1点，優秀賞1点，奨励賞1点の入賞を果たした。 ④ 理数に重点を置いた教育課程の開発により理数教育が充実した。また，カリキュラム開発や実験開発など，今までにない学校独自の主体的な取り組みが行われ，教員の指導力向上に役立った。 ⑤ 大学・研究所との連携で教員の視野が広がり，自己啓発につながった。さらに，大学と連携して理数教育に取り組む関係を構築することができた。 ⑥ SSH事業で購入したノートパソコン，各種センサ，電気泳動装置などで新しい教材の開発が行われ，授業や部活動で生徒の科学に対する興味関心を高めることができた。	
② 研究開発の課題	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料」に添付すること)
① 課題研究で生徒の創造性や独創性を伸ばす効果的な指導方法の確立 生徒に十分に考察させ，創意工夫させる課題研究となるよう指導教員が共通認識を持ち指導する。 ① 臨地研修の改善 研修日数をできるだけ多く確保し，生徒の希望進路にあった学部学科・研究機関で実施する。 ② 生徒の学習意欲の向上 SSHの取り組みが通常の科目での学習意欲の向上に結びつくように改善する。 ② 生徒の実態を踏まえた仮説の設定と効果的な指導・評価方法の確立 研究内容ごとの的確な仮説を設定し，効果的な指導・評価方法を確立する。 ③ 学校全体としての取り組みの強化 教職員に研究開発課題や事業計画等の理解してもらうよう情報を提供し，SSH事業への積極的な参加を呼びかける。また，英語科や数学科との連携を強化する。 ④ 科学コンテストへの参加 「SSⅡ」課題研究の研究結果を積極的に科学コンテストに応募し，課題研究を質的に高めていく。 ⑤ SSHの資産を今後に生かす方策の研究 ・大学との効果的な連携のあり方の検討 新潟大学とのより広範囲な学部との連携や単位互換の可能性を探る。 ・研究成果の普及 SSHの研究成果を研究会等で発表する。	

1章 研究開発の概要

1節 学校の概要

I. 校長名・所在地・連絡先等

新潟県立新潟南高等学校（校長 大竹 静男）
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

II. 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	368	9	360	9	404	10	1132	28
	(理系)			(122)	(3)	(125)	(3)	(247)	(6)
	(SSH)			(39)	(1)	(37)	(1)	(76)	(2)
計		368	9	360	9	404	10	1132	29

(平成18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	2	3	8	1	7	90

(平成18年5月1日現在)

III. 教育課程の内容

1. 教育課程表（平成18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「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、2学年のSSHクラス（1クラス）で履修させる。

平成18年度

教 育 課 程 表

新潟県立新潟南高等学校

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					A		
	国語表現Ⅱ	2						D	
	国語総合	4	5				2	2	
	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					
	世界史B	4					4	2	2
	日本史A	2							
	日本史B	4		4	4	4	4	2	2
	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
	政治・経済	2					2	2	2
数 学	数学基礎	2							
	数学Ⅰ	3	4						
	数学Ⅱ	4		4	4	4	4	2	
	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	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	
	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	2	2				2	2	
	オーラルコミュニケーション	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	
情報	情報C	2	2						
SSH	スーパーサイエンスⅠ	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単位日本史B・地理Bを選択履修する場合は、2年次において日本史B・地理Bをそれぞれ選択履修する。
- (4) 3年次理系C選択で日本史B・地理Bを選択履修する場合は、2年次において日本史B・地理Bをそれぞれ選択履修する。
- (5) 3年次理系D選択で世界史Bを選択履修する場合は、3年次理系C選択において世界史Bを選択履修する。
- (6) 3年次B・D選択で倫理または政治経済を選択履修する場合は、3年次の他の2単位選択で、それぞれ倫理または政治経済を選択履修する。
- (7) 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。
- (8) 「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。今年度は実施しない。
- (9) 「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。

IV. 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
大竹 静男	校 長	数学	
麩沢 祐一	教 頭	理科	
野本 茂男	教 頭	国語	
梅田 智子	教 諭	理科（物理）	
笹川 民雄	教 諭	〃	委員長
斎藤 正隆	教 諭	理科（化学）	
高橋 義之	教 諭	〃	
根津 浩典	教 諭	〃	
伊藤 大助	教 諭	理科（生物）	
石本 由夏	教 諭	〃	
竹澤 優子	実習助手	理科	
石井 一也	教 諭	数学	2 学年主任
大橋 精崇	教 諭	〃	
石塚 正宏	教 諭	〃	
佐野 明義	教 諭	〃	教務主任
有本 発	教 諭	国語	
萩野 俊哉	教 諭	英語	3 学年主任
太田 隆	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の運営に関する提言を行う。

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
原田 修治	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
志田 重道	新潟県教育庁高等学校教育課	副参事
真貝 清一	新潟県立教育センター	副参事
藤原 昌晴	新潟県立教育センター	副参事
田村 仁	巻高等学校	校 長
鷲尾 雄慈	新潟県立三条高等学校	教 頭
長谷川周壽	日本文理高等学校	副校長
大竹 静男	新潟県立新潟南高等学校	校 長

2節 研究計画

I. 研究課題と概要

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、将来日本や世界の科学技術の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、評価方法およびカリキュラム等の研究開発

2. 研究開発の実施規模

今年度は継続SSH1年目であり、2学年理系、3学年理系にそれぞれSSHクラスを1クラスずつ編成し、そのクラス対象に実施する。ただし、SSH講演会など、事業によっては全校生徒を対象とする。

3. 研究の概要

情報技術、バイオテクノロジーなど最近の科学技術の進展は著しく、これらの成果が大きく現代生活を支えているとともに、社会を大きく変貌させている。21世紀においては、技術革新により生活をさらに豊かにするとともに、エネルギーや環境、福祉などの分野において人類の抱えた大きな課題を解決することが求められている。このため、新しい科学技術を創出するとともに科学技術に対する正しい判断力と倫理観を兼ね備えた人材を育成することが必要である。

一方、高校生の現状に目を向けると、自然との触れ合いや実体験の不足により、自然科学に対する興味関心や自発的な探究心などがしだいに薄れていく傾向にある。このため理数教育においては、実験・実習、課題解決学習を充実させることにより、科学的探究心・思考力・創造性を育成させることがより一層、重要さを増している。このために新たなカリキュラム開発を行うとともに、科学的な資質や疑問を探究する姿勢を培うために、大学や研究機関との連携・協力のもと、実験・実習を充実させた効果的な研修のあり方を研究する。さらに、最先端技術をもつ大学・研究機関を見学し、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基礎を固める。また、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る創造性の豊かな人材の育成を目指す。

II. 研究のねらいと内容

1. 研究のねらい

本校は平成15年度よりSSHの指定を受け、学校設定科目「SSI」、「SSII」を中心にして理数を重視したカリキュラム開発に取り組んできた。「SSI」においては教科「情報」の内容を取り込みながら、エネルギーについての実験や大学講師の発展的内容の講義により、生徒の自然科学への興味・関心を広く引き出すことができた。また、「SSII」においては通年にわたり、生徒自身が主体的に課題研究に取り組み、論文作成や発表会を体験することにより、科学的思考力・洞察力・探究心や表現力を育成することができた。また、「SSI」臨地研修、「SSII」臨地研修において長期休業中などに大学・研究機関で実験・実習を実施し、最新の科学について理解を深め、生徒の興味関心を高めることができた。さらに、大学での研修を体験することにより、大学が身近に感じられ、生徒の進路意識を高揚させることができた。

今年度は継続SSH1年目であり、これまでの研究開発を継続・充実させるとともに、SSH終了後を視野に入れ、SSHの成果を活用するための方策の研究に取り組むことがねらいである。

2. 研究の内容

(1) 理数に重点を置いた教育課程と指導法の開発

- ・学校設定科目「SSII」（2年）

SSHクラス13グループが通年にわたる課題研究を行う。主体的に課題を設定し探究することにより、科学的思考力・創造力・問題解決能力など研究者としての資質を育成するとともに中間発表会や論文作成を通し、表現力・プレゼンテーション能力を育成することを目的とする。昨年度の実践を踏まえ、生徒自身の思考や発見や探究の過程（仮説・実験・考察・結論）をより一層重視し、質の高い課題研究を目指す。また、科学コンテストに積極的に応募する。

- ・学校設定科目「SSHⅡ」（3年）

進路決定のために志望大学における研究室の研究内容をインターネット等で調べ進路探究を行うとともに、2年次に行った課題研究を科学コンテストに積極的に応募する。

(2) 大学や研究機関との連携による先進的・継続的理数教育の推進

- ・学校設定科目「SSHⅡ」臨地研修（2年）

SSHクラス39名による新潟大学理学部・工学部・農学部での2日間の実験・実習を行い、大学と連携した科学教育を行うことにより、最先端の研究を体験し、科学技術に対する興味関心や知的好奇心を高めるとともに、研修レポートを作成することなどにより科学的資質を育成する。また、大学で研修することにより、大学の雰囲気を知り、将来の進路選択に役立てる。

(3) 科学教育の充実

- ・授業や実験の充実

数学、物理、化学、生物の通常のカリキュラムの科目において、SSHで購入した備品などを活用し、パソコンを利用した実験や分子生物学の実験など新しい教材・実験および指導法を開発し、授業の充実を図る。

- ・部活動の活性化

H α 線フィルターやCCDカメラなどSSHで購入した備品の活用により、天文部、化学部、生物同好会の活性化を図る。また、文化祭での発表や催しの充実を図るとともに、科学コンテストに積極的に参加する。

- ・SSH講演会

著名な科学者による講演を聴き、科学について興味関心を高めるとともに、科学的な感性や科学する心を養う。また、講演者の生き方や人生観を学び、進路選択や今後の人生に生かしていく。

- ・生徒交流会参加

長岡高校理数科課題研究発表会に参加し、他校の課題研究の状況を知ることにより、課題研究の質的向上を図る。また、ポスターセッションなどで交流を図る。さらにJST主催の生徒研究発表会に参加することにより、課題研究の全国的なレベルを知るとともに、全国の高校生との交流を図る。

(4) SSH資産の活用と継承・発展

- ・大学との連携のあり方の検討

3カ年のSSH事業により築かれた大学とのパイプを生かし、SSH終了後も視野に入れた大学との連携のあり方を大学側とともに検討する。高大連携した研究者を育成するための理数教育のあり方を協議する。

- ・卒業生の追跡調査

SSHを経験した最初の生徒が平成18年3月に卒業した。この卒業生を対象としてアンケート調査を実施して、SSHの影響や効果を詳細に調査する。

- ・SSHの成果の通常の授業への還元

「SSHⅠ」基礎講座や「SSHⅡ」課題研究などで開発した教材や実験の通常の授業での活用を図る。

2章 研究開発の経緯

I. 平成18年度の研究開発の経緯

1. 概要

以下の研究内容を柱としてSSHを展開した。

- ①学校設定科目「SSⅡ（スーパーサイエンスⅡ）」（課題研究，臨地研修）
- ②授業や実験の充実
- ③部活動の活性化，科学コンテスト参加
- ④SSH講演会
- ⑤生徒研究発表会参加
- ⑥SSH資産の活用
- ⑦大学との連携のあり方の検討
- ⑧卒業生の追跡調査

今年度はSSH4年目，継続SSH1年目であり，対象生徒は2年生と3年生である。これまでの研究を継続・発展させるとともに，これまでのSSHの資産を活用するための方策を検討した。

2. 2年次学校設定科目「SSⅡ」について

対象者 2年生SSHクラス（39名）

目的 自ら課題を見つけ探究することにより，科学的思考力・創造力など研究者としての資質を育成する。

内容 ① 13グループによる課題研究および論文作成

②臨地研修（新潟大学での実験・実習およびレポート作成）

実施状況

月	日	時数等	内 容	指導内容	指導者
4	12	1h	オリエンテーション	年間計画，論文，レポート指導	各担当（理科 9
		1h	課題研究	13グループに分かれた課題研究	名，数学 1名）
	19	1h			
	25	1h			
5	10	2h			
	17	1h			
	24	2h			
	31	1h			
6	7	2h			
	14	1h			
	21	2h			
7	5	2h			
	12	1h			
	19	2h			
8	30～	2日	臨地研修	新潟大学理学部・工学部・農学部での実験・実習	大学講師
	31				
9	6	1h	中間発表準備	中間発表ポスター作成	各担当
	13	2h	中間発表準備	中間発表ポスター作成	
	16	1日	中間発表	文化祭でのポスター展示	
	20	1h	課題研究	各グループに分かれた課題研究	

10	4 11 25	2h 2h 2h	↓	↓		
11	1 8 22 29	2h 2h 2h 2h	論文作成 プレゼンテーション作成	個人論文・グループ論文 発表会用プレゼンテーション		
12	6 13 20	2h 4h 2h				
1	10 17 24 31	2h 2h 2h 2h	↓	↓		
2	7 14	2h 2h	↓	↓		
3	6 19	2h 2 h	発表会準備	発表指導		↓

3. H18年度事業一覧

期日	事業名	内 容
4/22	長岡高等学校理数科3年課題研究発表会参加	生徒24名参加
5/23	平成18年度SSH連絡協議会 (渋谷フォーラム・エイト)	講演「SSHの一層の充実・発展を目指して」 分科会ごとの研究協議
6/21	第1回運営指導委員会 (本校図書館1F)	平成17年度事業実施報告 平成18年度事業計画 SSHの継承・発展について
8/9～ 10	平成18年度生徒研究発表会 (パシフィコ横浜)	2年「アセチレンロケット」グループ4名参加
8/30～ 31	SSH臨地研修 (新潟大学 理学部・工学部・農学部)	2年SSHクラス39名参加 大学での実験・実習, レポート作成
9/16	SSH課題研究中間発表	2年SSHクラス13グループのポスター発表
11/20	SSH講演会 (本校第1体育館)	前国立天文台長 海部宣男 先生 「ひろがる宇宙」
12/1	日本学生科学賞県審査(読売新聞主催)	・最優秀賞 2年「アセチレンロケットを遠くへ飛ばす研究」 ・優秀賞 3年「ペットボトルロケットの運動解析」 ・奨励賞 3年「太陽の自転速度は緯度によって異なるか？」
2/26	第2回運営指導委員会 (本校図書館1F)	平成18年度事業報告 平成19年度事業計画

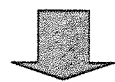
Ⅱ. SSH研究開発の経緯

1. カリキュラム開発の流れ

本校は普通科だけからなる高校であるので右図のように特別に学校設定科目「SSⅠ」、学校設定科目「SSⅡ」を設け、理数に重点を置くカリキュラム開発を行った。また、大学・研究機関との連携の面では、「SSⅠ」においてアドバンス講座やエキサイティング講座で大学の先生方や外部講師を招き、講義や体験学習を実施した。さらに「SSⅠ」、「SSⅡ」共通に臨地研修を設け、大学・研究機関等に生徒が赴き、最先端の実験・実習を行った。

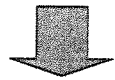
学校設定科目「SSⅠ」(1年次)
基礎講座

大学・研究機関との連携
アドバンス講座
臨地研修
エキサイティング講座



学校設定科目「SSⅡ」(2年次)
課題研究

臨地研修



学校設定科目「SSⅡ」(3年次)
生徒研究発表会・科学コンテスト参加 進路探求

2. 過去3カ年の研究開発の経過

	平成16年度	平成17年度	平成18年度
1学年	学校設定科目「SSⅠ」	学校設定科目「SSⅠ」	
	基礎講座 情報基礎 アドバンス講座 エキサイティング講座 臨地研修	基礎講座 情報基礎 アドバンス講座 エキサイティング講座 臨地研修	
2学年	学校設定科目「SSⅡ」	学校設定科目「SSⅡ」	学校設定科目「SSⅡ」
	課題研究 課題研究発表会 臨地研修	課題研究 課題研究発表会 臨地研修	課題研究 課題研究発表会 臨地研修
3学年		学校設定科目「SSⅡ」	学校設定科目「SSⅡ」
		生徒研究発表会参加 科学コンテスト参加 進路探求	生徒研究発表会参加 科学コンテスト参加 進路探求
全学年	授業や実験の充実 部活動の活性化 生徒交流会	授業や実験の充実 部活動の活性化 生徒交流会, SSH講演会	授業や実験の充実 部活動の活性化 生徒交流会, SSH講演会

3. 「SSⅠ」臨地研修および「SSⅡ」臨地研修

「SSⅠ」臨地研修(研究機関との連携)

- 平成15年度 筑波研修 1学年全員 1泊2日
筑波研究学園都市の18研究機関
- 平成16年度 東京研修 40名 1泊2日
日本未来館, 国立科学博物館
- 平成17年度 種子島・屋久島研修
24名 4泊5日
種子島宇宙センター
屋久島環境文化研修センター
ヤクスギランド

「SSⅡ」臨地研修(研究機関との連携)

- 平成16年度 希望者18名 4泊5日
東北大学金属材料研究所 「高温超伝導バルクおよび薄膜作製と評価」
東北大学電気通信研究所 「ナノヘテロ半導体の創生」
東京理科大学薬学部 「医薬品の相互作用」
「ダイオキシン生成と制御」
東京理科大学基礎工学部 「遺伝子の発現解析実験」
「アポトーシスによる細胞死誘導の解析」
- 平成17年度 希望者9名 3泊4日
京都大学付属花山天文台 「太陽の自転速度の測定」
東京理科大学理学部 「微分・積分について」
- 平成18年度 39名全員 2日
新潟大学 理学部・工学部・農学部 「超伝導」「相対性理論」など11講座

4. 「SSⅡ」課題研究のテーマ

「SSⅡ」課題研究(H17年度)

校内での研究を増やし、生徒の創意工夫がみられる課題研究を目指した。

- 「いろいろな積分」
- 「ペットボトルロケットの運動解析」
- 「スターリングエンジンの効率と軸出力の測定」
- 「太陽エネルギーによる発電力の測定と熱利用」
- 「アセチルサリチル酸の合成と薬理作用」
- 「偏光板PVAフィルムにおけるホウ酸のはたらき」
- 「ギ酸エステルの性質について」
- 「ヒラタケのかさの形成について」
- 「生ゴミ堆肥化における微生物の動態」
- 「花の秘密を探る」
- 「太陽の自転周期は緯度によって異なるか」

「SSⅡ」課題研究(H18年度)

生徒が考え、工夫し、発見する、「気づき」のある課題研究を目指した。

- 「円周率 π の秘密を探る」
- 「気体ロケットの運動解析」
- 「スターリングエンジンの効率と軸出力の測定」
- 「立体視」
- 「薬理作用」
- 「アセチレンロケットを遠くに飛ばすには」
- 「タケコプターの謎を探る」
- 「アルコールの生成」
- 「パーティクルガンにより遺伝子導入実験」
- 「花の秘密を探る」
- 「アリの生態」
- 「ダンゴムシの生態」
- 「ゴミの堆肥化」

5. 「SSⅠ」エキサイティング講座内容

平成15年度 「水の波の実験」 宮城県立石巻工業高等学校教頭 堀米智之(サイエンスレンジャー)

「ファラデーのかご」 大阪府立生野高等学校教諭 宝多卓男(サイエンスレンジャー)

平成16年度 「協力して問題解決する数学のプログラム」 ジャパンGEMS

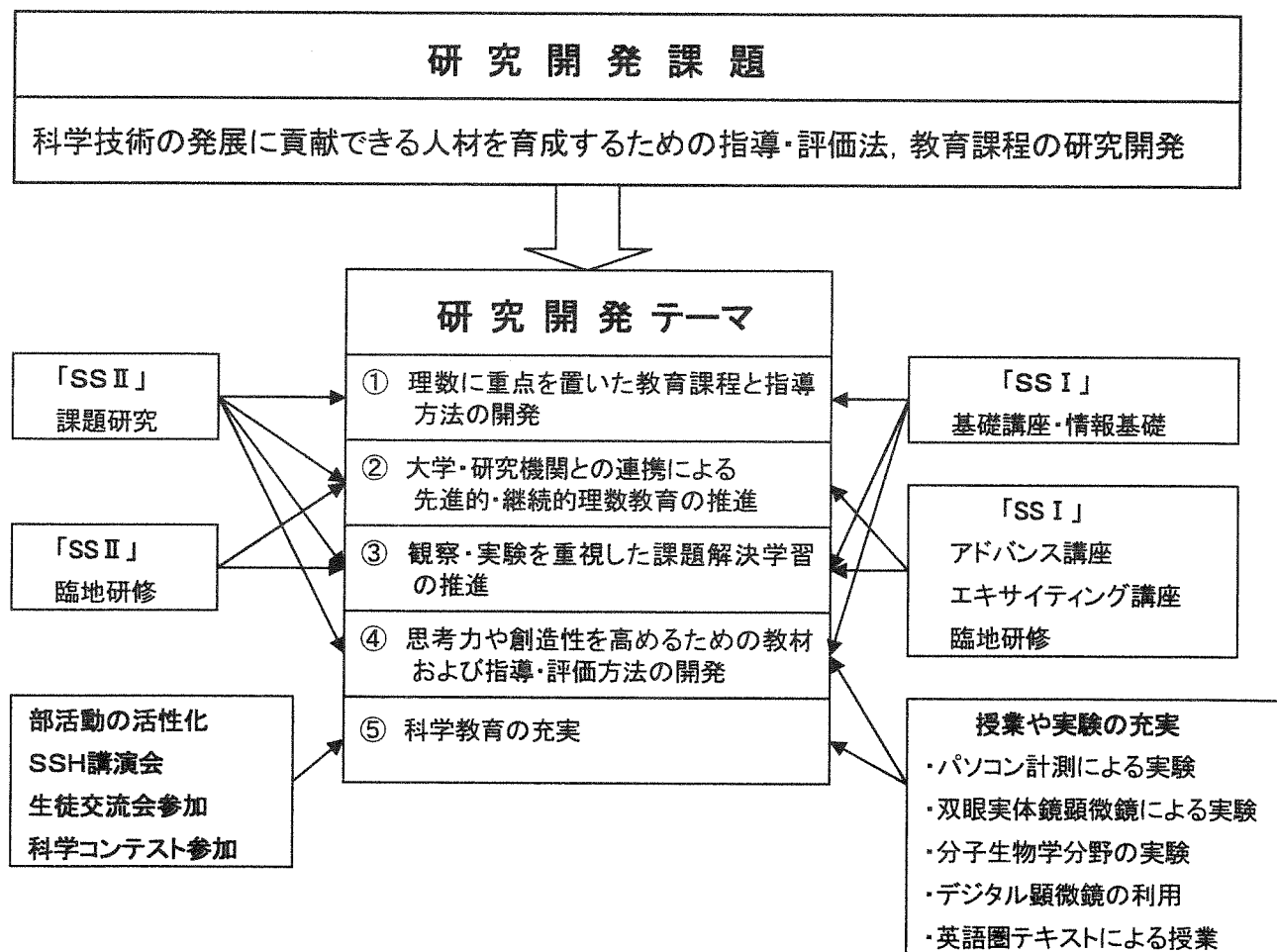
平成17年度 「地球温暖化と温室効果」 ジャパンGEMS

6. SSH講演会

平成17年度 「さすらい数学旅日記より」 東海大学教育開発研究所教授 秋山 仁

平成18年度 「ひろがる宇宙」 前国立天文台長 海部 宣男

7. 本校SSHの概念図



3章 研究開発の内容

1節 授業や実験の充実

数学

1. 学校設定科目「SSⅡ」

- (1) 目的 「 $\pi = (\text{円周}) \div (\text{直径})$ 」の定義により、実測値でなるべく正確な円周率を算出する。
- (2) 対象 2 学年生徒 3 名
- (3) 日時場所 ① 4 月 12 日 (水) 6 限 2 年 9 組教室 ② 4 月 19 日 (水) 6 限 本校グラウンド
- (4) 概要 ① 方眼紙に円を描きキルビメータで円周を測ることで円周率を求めた。より正確な値 $\pi = 3.1415926535\cdots$ に近づけるため、精密な円を慎重に描いた。
② 1 回目の実習の結果を受け、より大きな円だと誤差が少なくなると予想。グラウンドに出て巨大な円を描き、巻尺で円周を測って π を求めてみた。
- (5) 結果 ① 直径 16.9cm の円では $\pi = 54.3/16.9 = 3.21$ を得た。また直径 31.4cm の円では $\pi = 100/31.4 = 3.18$ を得た。いくつかの円を描いてみたが、小数点以下第 1 位までがやっとだった。
② グラウンドに描いた直径 20m の円を使うと $\pi = 62.90/20.00 = 3.145$ であり、直径 40m の円を使うと $\pi = 125.79/40.00 = 3.14475$ であった。
- (6) まとめ 円を大きくすればするほど正確になると思っていたが、直径 20m の円と 40m の円で精度はほぼ同じであると判断できる。大きな原因は、円周に沿って計測する際の巻尺の緩みであると思われる。直径 40m の円で真の円周は 125.66m であり、今回の実測値との差は実に 13cm しかない。この誤差を出さないためには、地面に描いた円を巻尺で計っていたのでは限界があると感じた。これ以上直径を大きくしても、それに応じてさらに計測時の誤差が大きくなるため、この方法では小数点以下第 2 位までの近似が限界であるということがわかった。

2. 日本数学オリンピック(予選)の参加

- (1) 目的 これまでの授業内容の上に立ち、さらに高いレベルの数学力の獲得を目指し、全国のハイレベルな生徒たちと競うことによって自分の実力を試し、今後の学習意欲の向上を図るため。
- (2) 対象 2 学年生徒 3 名
- (3) 期日場所 平成 19 年 1 月 8 日 (月) 午後 1 時から 4 時 新潟会館
- (4) 概要 数学オリンピック(予選)では、様々な分野から 12 題の出題に、制限時間 3 時間で答のみの記入する。数学オリンピック財団からは、「高校程度の知識を前提とする」とあるが、日頃の授業ではあまり扱わない整数問題や、複雑な組み合わせ的なものなどの出題である。
出題された 12 題のうち、7 題前後(年によって違う)正解すれば本選への出場権を得ることができる。本選では「4 時間で 5 問に証明を与える筆記試験」となる。
受験する生徒には、財団から過去の問題が配布(郵送)されており、生徒たちはそれを各自で学習してみてからの受験となった。
- (5) 結果 今回の予選では、6 題以上が A ランク、4 題以上が B ランク、3 題以下が C ランクということであったが、本校から出場した生徒は、
4 題正解の B ランク…2 名、2 題正解の C ランク…1 名という結果であった。
- (6) まとめ 参加した生徒たちからは、「難しかった」という感想が多かったが、「3 時間ずっと集中して考え続けることができた」「授業では見たこともないような問題が多かったが、いくつかの問題で考え方は分かった」などと、もう少しで解けそうであるという手ごたえを感じたようだ。(5)でも記したように、整数問題や組み合わせ的な問題は確かに高校では薄くしか教えておらず、生徒たちは論理的に問題をとらえるのではなく、部分的・直観的に問題をとらえることしかできなかったのではないかと思われる。長期休業などを利用して、計画的・系統的に生徒の論理的に考える力を高める必要があると感じた。

物理(パソコン計測による生徒実験)

コンデンサーやコイルを含む回路の実験

1. 目的

コンデンサーを充電した場合に流れる電流の変化を接続した抵抗の電圧を電圧センサで計測することにより求めるとともに、キルヒホッフの第2法則を適用しコンデンサーにかかる電圧の変化を調べる。また、コンデンサーを充電しコイルを通して放電した場合に電気振動が生じることを確かめ、その周波数を求める。

2. 実験内容

対象生徒 3年生理系3クラス90名

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

事前学習 物理Ⅱの授業でコンデンサーを含む直流回路、自己誘導、電気振動について学習している。

実験Ⅰ コンデンサーの充電

- (1) 図1のように抵抗 R (箱形抵抗 1000Ω) とコンデンサー C (電解コンデンサー $470\mu F$ 1個) を直列に電源 $E[V]$ (電池2個) につなぐ。
- (2) スイッチを入れ、その時の抵抗 R の両端の電圧 V_R の時間的変化を電圧センサで測定する。(イーजीセンスの設定は高速計測でサンプル数 1000 回, サンプル間隔 $5ms$ とする。)
- (3) 抵抗 R の両端の電圧 V_R の時間的変化のグラフを記録する。
- (4) (3)の結果と $V_R = RI$ の関係を用いて、回路を流れる電流 I の時間的変化のグラフを推定する。
- (5) (3)の結果とキルヒホッフの第2法則 $E = V_R + V_C$ を用いて、コンデンサーの両端の電圧 V_C の時間的変化のグラフを推定する。

実験Ⅱ 電気振動の計測

- (1) 図2のようにコンデンサー C (電気容量 $470\mu F$ の電解コンデンサー2個を+極と+極をつないだもの) とコイル L (自己インダクタンス $0.06H$) を電源 $E[V]$ (電池2個) と並列につなぐ。
- (2) コンデンサーを電源につなぎ充電をする(図のAのクリップをBに数秒間接触させる)。その後クリップをBから離しコンデンサーを電源から切り離す。スイッチを入れ、コンデンサーをコイルを通して放電させる。その時のコイルの両端の電圧 V_L の時間的変化を電圧センサで測定する。(イーजीセンスの設定は高速計測でサンプル数 3000 回, サンプル間隔 $500\mu s$ とする。)
- (3) コイルの両端の電圧 $V_L (=V_C)$ 時間的変化のグラフを記録する。
- (4) 電気振動の周期をパソコンの画面上のグラフから求める。
- (5) コンデンサーの容量(合成容量 $235\mu F$) とコイルの自己インダクタンス $0.06H$ から、電気振動の周期の理論値を計算する。また、この値と(4)の測定値を比較する。

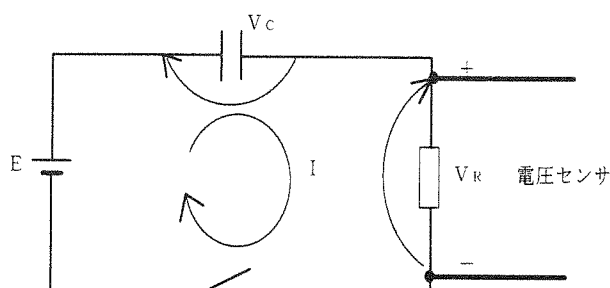


図1 コンデンサーの充電

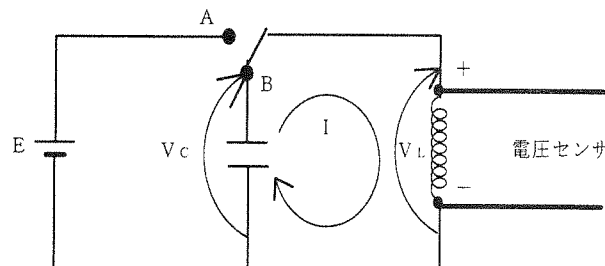


図2 電気振動

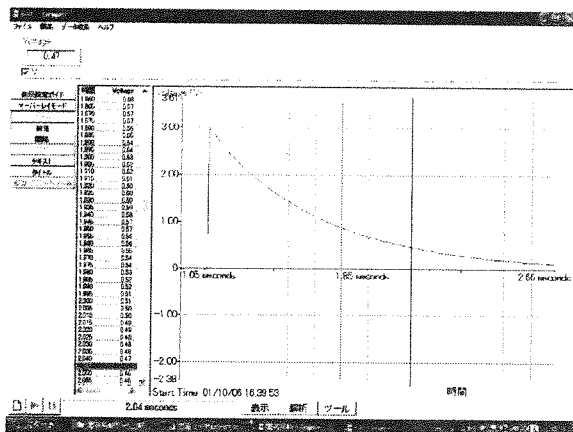


図5 コンデンサーの充電時の抵抗の電圧

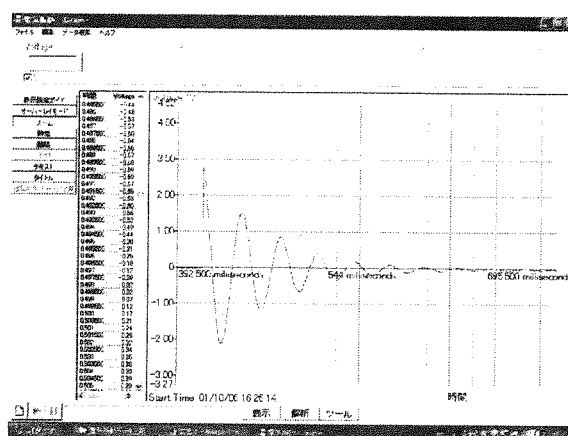
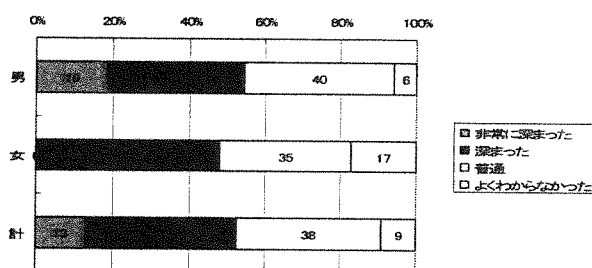


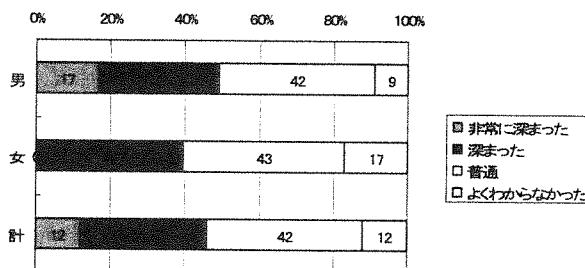
図6 電気振動でのコイルの電圧

3. 生徒の評価

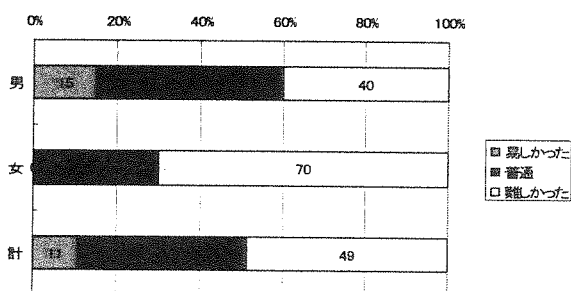
【1】 コンデンサーの充電実験を行ってコンデンサーを流れる電流について理解度はどうなりましたか。



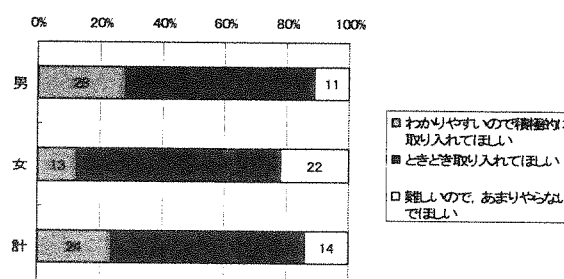
【2】 実験を行って電気振動について理解度はどうなりましたか。



【3】 今回の実験でセンサや回路の接続について教えてください。



【4】 パソコンを利用した実験について教えてください。



【5】 感想を書いてください。

- 教科書で学習したことを実際に実験することができ、理解が深まった。
- パソコン計測を行うことにより、コンデンサーの充電や電気振動について非常に理解が深まった。
- 回路の接続が難しく、うまく計測できない場合があった。実験時間が足りなかった。

4. 成果と課題

スイッチの開閉に伴うコンデンサーやコイルを流れる電流や過渡的現象におけるキルヒホッフの第2法則は高校生にとって理解しにくい学習内容である。アンケートによれば、ほぼ50%の生徒が今回の実験により理解が深まったと回答している。瞬間的な現象を扱うので過渡的な現象はパソコン計測でなければ計測できない。そういう意味でも生徒にとって有意義な実験であったといえる。また、今回の実験で生徒は簡単な回路でも組むのに非常に時間がかかることがわかった。計算だけでなく実験も大切であることを再認識させられた。

化学分野(難溶性塩の沈殿生成と溶解平衡)

1. 目的

化学Ⅰの金属元素の単体と化合物で、沈殿の生成が取り扱われている。新潟南高校では2年生の後半で学習する。「不溶性」や「難溶性」という言葉の表現のように、溶解度には幅があり沈殿が生成しにくい場合もある。そこで、特に難溶性と表現される理解しづらい例について実験し、化学Ⅰの範囲で(溶解平衡や溶解度積を学習していない段階で)溶解平衡や溶解度積の導入として生徒に気付かせる実験を試みた。

2. 実験内容

対象生徒 2年生SSH実施クラス5名

実験形態 30分

教師 まず、石灰水(こちらで準備した。右写真①)について説明を求めた。

生徒回答 酸化カルシウム CaO や水酸化カルシウム Ca(OH)_2 を飽和するまで水に溶かしたものの上澄み液で水酸化カルシウムが溶けている。水酸化カルシウムはあまり水に溶けないので弱塩基性。

教師 石灰水は強塩基性。pHを簡易pHメーターで計ると約13。

実験1 石灰水に呼気 CO_2 を吹き込むと炭酸カルシウム CaCO_3 の白色沈殿が生じる。石灰水に硫酸を加えると図解には白色沈殿が生成すると図示されているが、3.0Mの硫酸 H_2SO_4 を加えても硫酸カルシウム CaSO_4 の沈殿は生成しない。

しかし、濃硫酸を加え、溶液が冷えると硫酸カルシウムの白色沈殿が生成する。

生徒回答 いずれの場合も、溶解度から考えて飽和したので沈殿を生じた。または、飽和に達しないので沈殿しない。と考えれば説明できる。

実験2 石灰水に固体の水酸化ナトリウムを入れる。水酸化ナトリウムは溶けて小さくなるとともに、溶液は白く濁り沈殿を生じる。(右写真②)

生徒回答 溶けた固体の水酸化ナトリウムがまた沈殿したので白濁した。

教師 溶けて小さくなっていく水酸化ナトリウムが、直ぐにその上で沈殿を生じると考えるのはおかしくないか。そもそも、水酸化ナトリウムは強塩基で水によく溶ける。(ここで、水酸化カルシウムと水酸化ナトリウムの化学式を聞き、電離式を書かせる。)

生徒回答 水酸化ナトリウムが溶けたことが関係するのではないか。イオンで考えれば、水酸化物イオン濃度が増加したからではないか。

教師 では、生成した白色沈殿は何ですか。

生徒回答 水酸化カルシウムですかね。

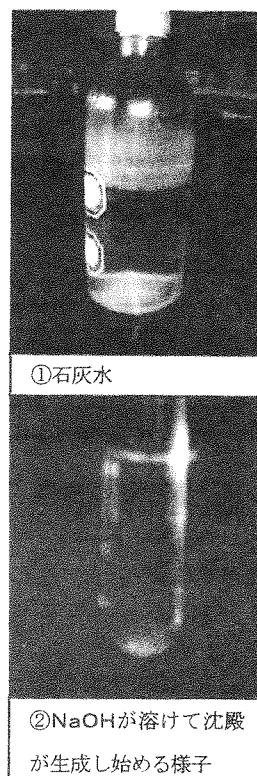
Ca(OH)_2 溶解度 $0.165\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$ 20°C 溶解度積 5.47×10^{-6} 18°C (単位略)

CaCO_3 溶解度 $1.4 \times 10^{-3}\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$ 25°C 溶解度積 8.7×10^{-9} 25°C

CaSO_4 溶解度 $0.208\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$ 25°C 溶解度積 6.1×10^{-5} 10°C [化学ⅠB 指導資料 東京書籍より]

3. 成果と課題

沈殿の生成は、あまり濃度を意識させずに沈殿する・沈殿しないと教えている。水酸化カルシウムは、教科書には水に少し溶けると書いてある。沈殿の生成について、生徒は溶解度で考えていると述べている。今回の実験では、石灰水の水酸化カルシウムの濃度はほぼ変化せず飽和した状態になっている。そこに、固体の水酸化ナトリウムの電離から生じる水酸化物イオンが加わることにより、水酸化カルシウムの沈殿が生じたことが分かったと述べている。水酸化カルシウムとしてみれば濃度は変化していない。しかし、溶解度積から考えれば、共通イオン効果により沈殿することが説明できる。化学平衡は化学Ⅱで学習する内容であるが、溶解平衡と溶解度積から説明されるとより深い理解ができると述べている。また、より濃度についても意識させることができた。今回の実験は、そのきっかけになったといえる。今回は濃度を計算し、厳密な扱いをしなかった。また、生成した沈殿も白色沈殿ばかりで色により識別できないものばかりであり、改善が必要である。



生物分野(授業における課題研究の導入)

1年:プラナリアの再生実験

3年理系:タンパク質フィンガープリンティングによる魚の分子レベル遺伝学習

1. 目的

生物Ⅰ・Ⅱともに授業では探求活動として幾つか実験が行われているが、SSⅡのように継続的に実験に取り組み、報告書形式でレポートを提出させることは本校では生物の授業ではあまり行われていない。そこで、今年度はSSⅡでの課題研究での取り組みを生かしながら、生物の授業においても課題研究的に実験を行い、科学的考察を深めながら報告書をまとめる力を養うことを目的とし、1年生には新規にプラナリアの再生実験を、3年理系生徒には昨年度同様にタンパク質フィンガープリンティングによる魚の分子レベル遺伝学習を行った。

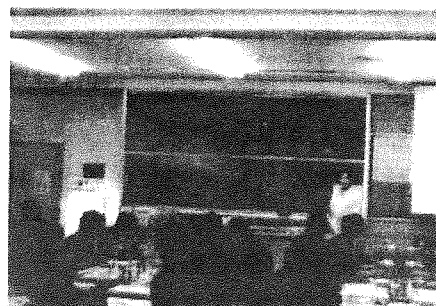


図1 再生実験説明

2. 指導目標

(1)プラナリアの再生実験

継続的に2週間観察し続けることで、再生が時間とともに進み完全な個体に戻るという仕組みを実体験させる。また、報告書の書き方、実験を通しての科学的考察の仕方について学ばせることを目標とする。

(2)タンパク質フィンガープリンティングによる魚の分子レベル遺伝学習

電気泳動装置を用いタンパク質フィンガープリンティングによる魚の分子レベル遺伝学習を行い、分子生物学分野の知識を深める。また、電気泳動の原理の理解、得られたデータを分析する能力を高めることを目標とする。

3. 概要

1年生9クラス全員の生徒を対象に、1人1匹のプラナリアを3つに切断し、2週間実体顕微鏡を用いて切断面の変化を観察記録した。また、合わせてプラナリアの光走性や採餌行動も観察し、実験内容を報告書形式でレポート用紙にまとめることを行った。3年生理系生徒2クラスには昨年と同様に、電気泳動装置を利用し、遺伝子より発現したタンパク質のフィンガープリンティング実験を行い、タンパク質の泳動パターンから多様性を見ることで分子生物学的に遺伝について学習し、理解を深めるとともにメンデル遺伝にとどまらず、分子レベルでの遺伝、進化について興味をもたせた。



図2 プラナリア観察中

4. 展開

(1)プラナリアの再生実験

1年生9クラスの生徒を対象に行った。まず、実験報告書の書き方を指導し、その後プラナリアを各自1匹ずつ3つに切断、放課後昼休み等を使い2週間継続観察を行った。切断から2週間後、再生したプラナリアを再度観察し、合わせて光走性や採餌行動についても観察した。その後、各自が実験報告書のまとめ作業を行った。

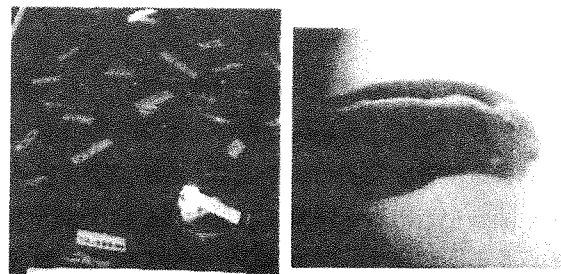


図3 シャーレでプラナリア飼育(左)
プラナリア(右)

(2)タンパク質フィンガープリンティングによる魚の分子レベル遺伝学習

3年生の生物Ⅱ履修者2クラスに対し行った。魚のタンパク質4種を電気泳動にかけ、電気泳動パターンから分子レベルで遺伝や進化について考えさせ、レポート作成をした。

5. まとめと今後の課題

実験が授業1回で終わらず継続的に行うことで、その内容に対する興味関心は高まり、実験報告書を作成することで内容の理解度も高まった。今後の課題は、継続実験を通常の授業時数の中でいかに展開していくかである。

2節 学校設定科目「SSⅡ」

基本方針

1 学年全員を対象に行われた学校設定科目「SSⅠ」で、講演、講義、実験演習を通し、生徒は自然科学分野の様々な面に触れることができた。「SSⅡ」は、「SSⅠ」を通し自然科学分野に高い興味関心を持ち、2 学年でさらに自然科学分野について探究することを希望する生徒を対象に設定された科目である。

SSH は、将来の自然科学分野における人材育成のための教育プログラムの研究開発を目的としている。「SSⅡ」では、過去 2 年、課題研究を中心に行われてきた。1 年目は、大学と連携して大学で行われている研究をベースにした課題研究が行った。最先端の科学技術に触れ、利用して取り組む課題研究は生徒に強い刺激を与え、科学分野への興味・関心を高め、大学進学への大きな原動力ともなった。反面、大学で行われている研究を理解するのは多くの科学的知識と高度な理解が求められるため、十分に理解できぬままに課題研究が進んでいき消化不良の部分も見られた。その反省も踏まえ、2 年目では大学との連携を生かしつつ、高校独自のテーマでも課題研究に取り組んだ。限られた課題研究の時間では、高度な科学技術を駆使した研究を行った場合、十分理解ができず、試行錯誤しながら生徒自身が考える場面が少なくなり、十分な効果が得られない場合があることもわかった。3 年目の「SSⅡ」では、自然科学分野における人材育成のためには、大学でより高度な研究に取り組むために必要な素養をまず身につけさせることが重要であると考え、次の 4 つを目標として掲げた。

＜SSⅡの目標＞

- I 自然科学分野への興味・関心を高める。
- II 身の回りの生活に科学的な目を向け「なぜだろう？」という『気づき』を持てるようになる。
- III 自ら課題を設定し解決できる能力を身につける。
- IV 表現力・コミュニケーション能力を身につける。

活動概要

SSⅡの目標達成のため、課題研究と臨地研修を計画した。

身近な「なぜ?」、自分たちが興味・関心をもつ「なぜ?」を解決する課題研究に取り組み、論文にまとめた発表原稿を作成したりすることは上記目標を達成する上で効果的である。

また、さらに最先端の科学技術を見学したり、実際に利用して実験演習を行うことは自然科学分野への興味・関心を高める上で大きな効果が期待されるので大学との連携を図り、臨地研修を行った。

課題研究

1 目的

自然科学分野で人材を育成していくためには、普段、身のまわりで起こる事象に対し「なぜ?」という『気づき』のできる感性を育て、疑問や発見を科学的な観点で考え解決し、それをきちんと表現し伝えることができる技術を身につけさせることが必要である。そのためには、最先端の科学技術に触れ、自然科学分野へ興味関心を高めると同時に、普段の生活のより身近な「なぜ?」に目を向けて、高校レベルの知識や技術で解決できる問題をテーマに選び、自分たちで実験方法を考え試行錯誤しながら解決する訓練も必要である。そうした過程を通し、自然科学分野への興味、関心を高め、感性を磨き、解決のためのスキルを身につけることにより、上級学校でさらに自身の力で目標を定め、学び、自らを高めていくことが可能となる。

そこで、上記の目標達成するために下記指導目標に沿って課題研究を行う。各指導教員は下記Ⅰ～Ⅳの方針を少しでも多く実行できるよう生徒を指導した。

＜指導目標＞

テーマ：『「気づき」のある課題研究を行う。』

- I 生徒が自ら考え、工夫し、発見する課題研究を行う。
- II 探究の過程（仮説→実験→検証→発見）を大切にされた課題研究を行う。
- III 身近な「なぜ?」を解決する課題研究を行う。

Ⅳ 報告書の作成、発表会を通し、表現力、コミュニケーション力を身につける。

Ⅴ 科学コンテストの参加を目指す。

2 仮説

「課題研究を指導目標に沿って押し進めることにより、SSⅡの目標を効果的に達成できる。」

3 対象 2年9組（SSHクラス） 39名（男子28名、女子11名）

4 単位数 2単位

5 年間指導計画

（1）年間計画の基本方針

指導目標である「Ⅰ 生徒が自ら考え、工夫し、発見する課題研究を行う。」や「Ⅱ 探究の過程（仮説→実験→検証→発見）を大切にしたい課題研究を行う。」を実行するためには生徒は試行錯誤に多くの時間を費やさなければならないが、部活動や家庭学習等がある中で活動はどうしても授業時間中心となる。そこで、今年度は今年度最初の授業で、年間計画や方針を説明した後、すぐにグループに分かれ、各グループの指導教員のもと活動を開始した。また、発表会を来年度の4月に行うことにより生徒が課題研究に費やすことのできる時間をできるだけ多く確保するようにした。

なお、臨地研修に関しては生徒が参加しやすい夏期休暇中に2日間にわたり行った。

（2）年間計画の概要

SSⅡは、平成18年4月から平成19年3月の毎週水曜5限 or 5～6限に実施した。

授 業 日 ()内は授業回数、1 駒 55 分	内容・その他行事
4月 12日(2)	オリエンテーション 全体(1)、グループ別(1)
19日(1) 26日(2)	課題研究（グループ別）
5月 10日(2) 17日(1) 24日(2) 31日(1)	〃
6月 7日(2) 14日(1) 21日(2)	〃
7月 5日(2) 12日(1) 19日(2)	〃
9月 6日(1) 13日(2) 20日(1)	中間発表用ポスター作成
10月 4日(2) 11日(2) 25日(2)	課題研究（グループ別）
11月 1日(2) 8日(2) 22日(2) 29日(2)	〃
12月 6日(2) 13日(2) 20日(2)	論文作成
1月 10日(2) 17日(2) 24日(2) 31日(2)	論文作成、発表要旨作成
2月 7日(2)	発表スライド作成
3月 6日(2) 19日(2)	発表スライド作成

6 課題研究について

（1）研究テーマの設定

生徒が主体的に課題研究を進めていくためには生徒がその過程を十分に理解できるものでなければならない。従って生徒のレベルにあったテーマを選ぶことも必要であり、また、生徒がモチベーションを保ち、課題研究を継続していくためには生徒の興味・関心の高いテーマを選ぶことが望ましい。しかし、生徒が自分でなかなか適切なテーマの設定ができない現状もあり、以下の設定手順に従って個々のテーマを決定した。

なお、生徒が主体的に課題研究を進めるといっても、教員の指導がかなり必要となるのが予想されるので、1教員が1ないし2テーマを担当し、指導する生徒も3～4人が適当と考えられる。従って、基本的には3～4人グループが共通のテーマで課題研究を行うことになる。

<課題研究のテーマ設定手順>

1月23日(月) 教員の課題研究例の提示

- ・ 大まかなテーマを提示して、生徒はそれを参考にして考える。

- ・ 各科でテーマに重複がないよう調整する。
- 1 月 24 日(火) 説明会と個別相談
- ・ 各教員が提示した大まかなテーマについて説明する。
 - ・ その後、生徒が個別にさらに詳しい内容を聞いたり、相談したりする時間を設ける。
- 1 月 27 日(金) 指導教員と大まかなテーマを決定
- ・ 各教員は原則、生徒 4 名を上限として受け入れる。それ以上受け入れてもよい。
- 2 月 3 日(金) 小テーマ(具体的内容)の決定
- ・ 生徒は、小テーマを決定し、具体的内容を決める。
 - ・ 指導教員は生徒が小テーマを考えるのをアシストし、具体的内容にあわせて予算案を計画する。
- 2 月 10 日(金) 各グループ予算案の提出

(2) 課題研究テーマ

テ ィ マ	協 力 大 学	生徒
気体ロケットの運動解析		4 人
スターリングエンジンの作製と出力測定		2 人
R/C 空飛ぶドラえものの飛行原理		3 人
アスピリンと他の薬物の薬理作用の比較	新潟薬科大学薬学部	6 人
草からのエタノール精製		5 人
ピアノ線滑走型アセチレンロケットを遠くにとばすには		4 人
パーティクルガンによる遺伝子導入実験 ～タマネギ細胞の細胞小器官を探る～	新潟大学農学部応用生物化学科	1 人
花の秘密を探る アサガオの花成ホルモンについて	新潟大学理学部生物学科	1 人
アリの生態		3 人
ダンゴムシの交代性転向反応の検証		2 人
生ゴミの堆肥化の解明	新潟薬科大学応用生命科学部	3 人
立体視による視力回復の検証、原因解明		2 人
円周率 π の秘密を探る	新潟大学理学部数学科	3 人

(3) 中間発表のポスターの展示(A1サイズ)

- ①目 的 それまで行ってきた課題研究をまとめることにより、あらためてやってきた内容を見直し、理解を深めるとともに今後の課題研究の進め方を考える。
また、プレゼンテーション能力の向上を目指す。
- ②日 時 平成18年9月16日(土)文化祭で課題研究の内容についてポスター展示を行う。
- ③1 人が1枚作成する
- ④必要に応じて、模型等を合わせて展示してもよい。
- ⑤前期 SSⅡ の評価の一部とする。

(4) 論文作成について

- ①個人論文： 生徒1人1論文を作成する。A4サイズで枚数制限なし。
SSⅡ後期の評価の一部とする。
- ②グループ論文： 1グループ1論文を作成する。A4サイズで6枚。
- ③発表要旨： グループ毎に発表会用の要旨を作成する。A4サイズで2枚。
- ④ポスター： 発表会当日展示用の発表ポスターを発表グループ毎に作成する。A1サイズで1枚

(5) 課題研究発表会について

- ①日 時 平成19年4月22日(日) 10時～15時30分
②会 場 新潟ユニゾンプラザ4F 大研修室
③内 容 パワーポイントによるスライド発表とポスター発表をグループ単位で行う。
発表時間 10分間 質疑応答 3分間

7 生徒の評価

(1) 前期評価

下表1の通り (a)と(b)の評価項目について、評価ポイントを考慮しながら100点法で評価し、次のように計算する(四捨五入して整数値にする)。

$$\text{前期成績} = (a) \times 0.50 + (b) \times 0.50$$

(2) 後期評価

下表の(a)～(b)の評価項目について、評価ポイントを考慮しながら100点法で評価し、次のように計算する(四捨五入して整数値にする)。

$$\text{後期成績} = (a) \times 0.50 + (b) \times 0.50$$

(3) 学年成績

前期成績と後期成績の平均点を四捨五入し、整数値にする。

表1 評価ポイント

評価項目 \ 評価ポイント	関心・意欲	思考・判断	表現・技能	知識・理解
(a) 課題研究への取り組み	○	○		○
(b) 中間発表用ポスター	○	○	○	○
(c) 個人論文	○	○	○	○

8 事業の評価の仕方

(1) 課題研究の評価

指導目標に沿って、課題研究を進めた結果、どの程度まで基本方針で挙げた目標を達成できたかを事業の評価とする。具体的な評価方法としてまず、

- I 基本方針の達成度の評価： ・課題研究がどれだけ基本方針に沿って行われたか評価する。
・各項目の到達度を3段階評価で表す。
・生徒による自己評価、ならびに指導教員による評価を行う。
- II 目的達成の評価： ・課題研究を行った結果、どれだけ目標に到達できたか評価する。
・各項目の到達度を3段階評価で表す。
・生徒による自己評価、ならびに指導教員による評価を行う。
- III 総合評価： 指導教員ならびに対象生徒による評価を集計し、IとIIの評価の相関等を比較しながら総合的な評価を行う。

総 括

今年度の SSⅡは 5. 年間指導計画の中で述べたとおり、課題研究の時間を十分に確保する目的で課題研究の集大成となる発表会を次年度に行うこととした。従って、その総括の詳細は次年度に行い、今回は中間報告とする。

1 指導目標に関する評価（平成 19 年 2 月までの評価）

下記の通りテーマと合わせて 6 項目からなる指導目標について、それぞれどの程度達成されたかを生徒による自己評価と指導教員による評価を行った。

評価は「よくできた」・「少しできた」・「できなかった」の 3 段階で行った（グラフ 1, 2）。

評価には主観による個人差も出やすいので、なるべく個人差がでないように 3 段階で評価した。

（1）『気づき』のある課題研究を行う。」について

生徒や指導教員の 90%が「よくできた」・「少しできた」と評価している。昨年度の種子島・屋久島実習から取り組んでいるテーマであり、生徒もよく理解した上で取り組んできた結果と思われる。

（2）「生徒が自ら考え、工夫し、発見する課題研究を行う。」について

生徒や指導教員の 80%以上が「よくできた」・「少しできた」と評価している。

できなかったと評価している生徒は 39 名中 8 名おり、そのうち 4 名が「アスピリンと他の薬物の薬理作用の比較」のグループであった。グループ 6 人中の 4 名が「できなかった」と評価していたことになる。アスピリンはいわゆる風邪薬として市販されている中に含まれていることのある成分でもあり、身近なものであるが、物質そのもの、あるいはその薬理作用を調べる動物実験等は普段高校では扱わないものであり、また管理、維持が難しいので大学と連携し、行わざるを得なかった。当然、それらの扱い、実験についても指導教員も不慣れであり、大学の指導のもと行ったので、生徒の自主性が入りにくかったものと思われる。

（3）「探究の過程（仮説→実験→検証→発見）を大切にしたい課題研究を行う。」について

生徒や指導教員の 90%が「よくできた」・「少しできた」と評価している。課題研究のテーマの決めるときから教員と十分コミュニケーションをとりながら進めてきたので、生徒も試行錯誤を繰り返してきたことを評価したと思われる。

（4）「身近な『なぜ?』を解決する課題研究を行う。」について

指導教員では、全員が「少しできた」もしくは「できた」と評価しているのに対し、生徒では 15 人（39%）の生徒ができなかったと評価している。できなかったと評価している生徒は特定のグループに集中していることはなかった。つまり同じ課題研究に取り組んでいても、身近な「なぜ?」を解決する取り組みと評価している生徒と評価しない生徒がいるということである。指導教員については、全員が身近な「なぜ?」に対する取り組みという認識もあり、取り組みを評価していることから、「できなかった」と評価した生徒は、科学的な知識がまだ十分でなかったり、課題研究として取り組んでいる分野に対し関心がなかったか、あっても積極的に情報を収集することがなかったのではないかと考えられる。

（5）「報告書の作成、発表会を通し、表現力、コミュニケーション力を身につける。」について

生徒や指導教員の 90%が「よくできた」・「少しできた」と評価している。各生徒とも論文作成には苦労しており、指導教員の指導のもと何度も手直しを行っており、学んだ部分が多かったと思われる。

（6）「科学コンテストの参加を目指す。」について

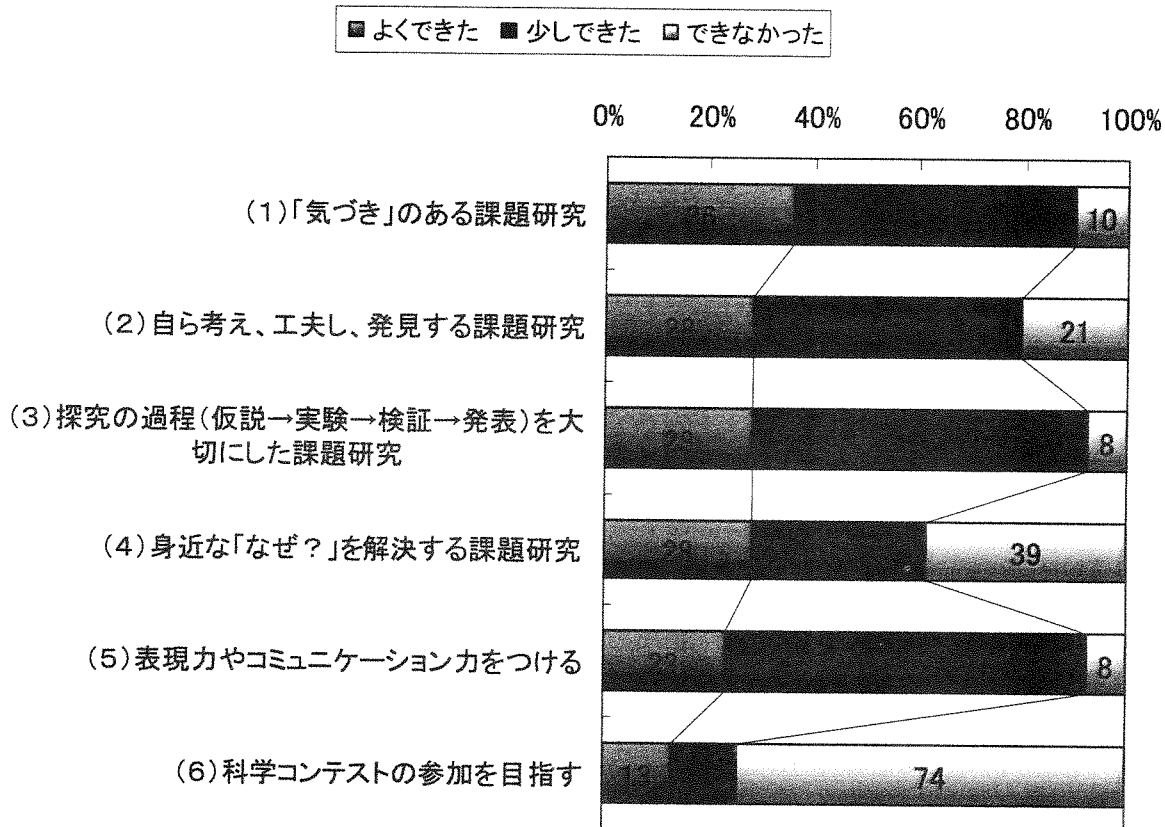
今回、実際に科学コンテストに応募したのは 1 グループだけだったので、指導教員と生徒の 70%以上が「できなかった」と評価した。

（7）全体を通して

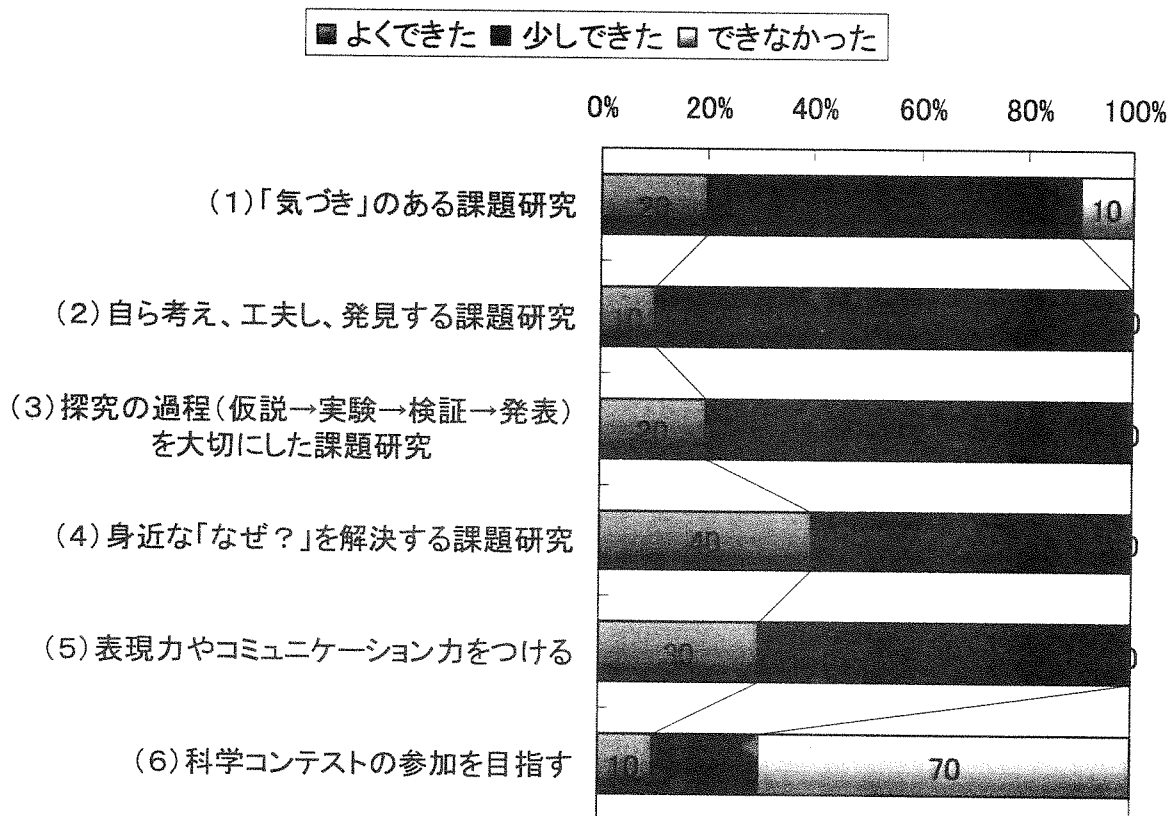
指導目標のうち、（6）の科学コンテストの参加は 13 グループ中 1 グループのみで目標を達せられなかった。科学コンテストに参加したグループの自己評価で「よくできた」の評価に注目すると、グループ 4 人中 3 人が「よくできた」と評価している項目が 6 項目中 4 項目あった。

（1）～（5）の指導目標の達成度が高いと課題研究についても、科学コンテストに応募できる高いレベルの成果が得られたことを示している。

グラフ1. 目標達成に関する生徒の自己評価(39名)



グラフ2. 目標達成に関する指導教員の評価(10名)



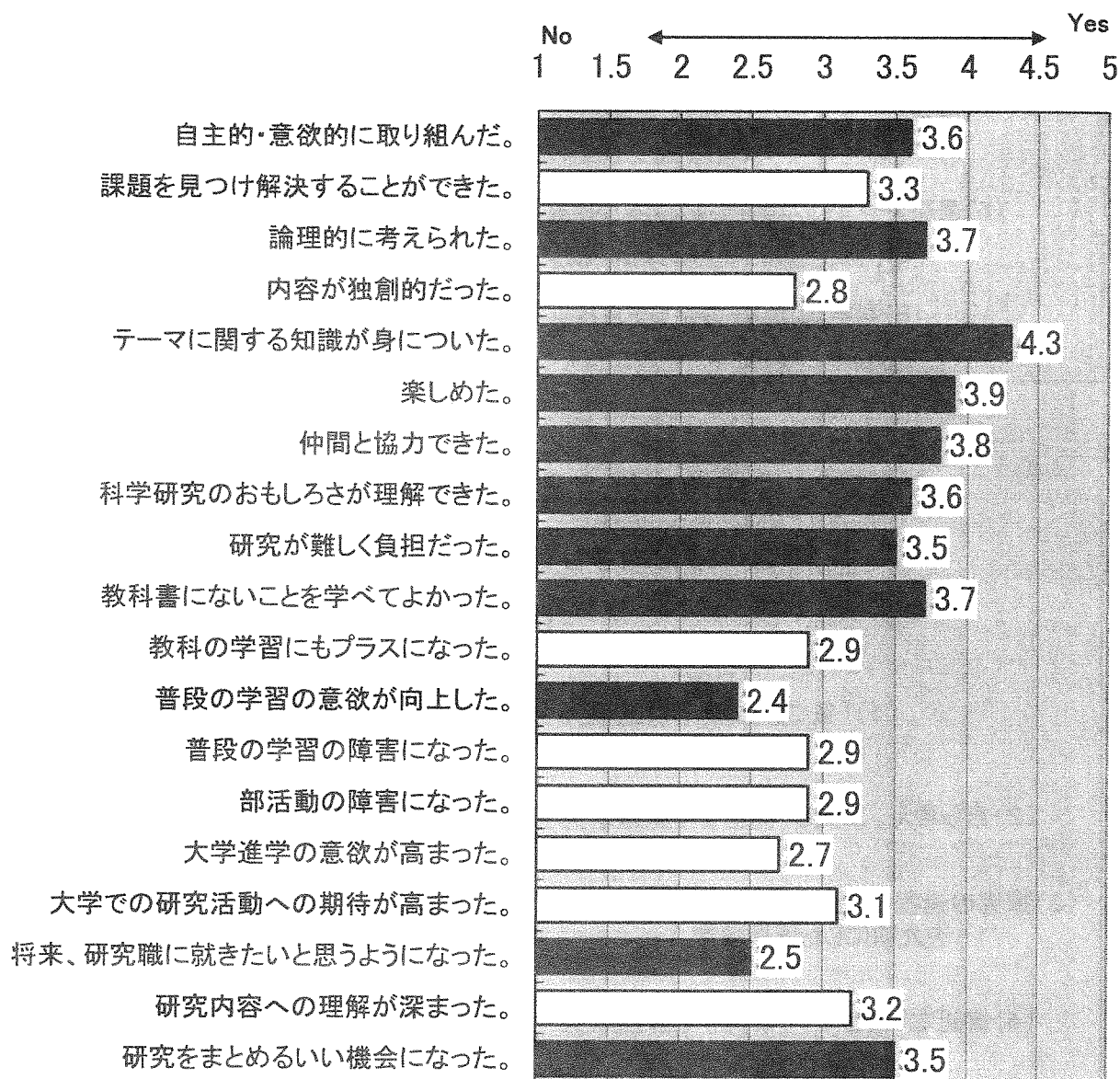
(8) 課題研究に対する生徒による自己評価 (グラフ3)

「テーマに関する知識が身についた」のスコアが平均4.3で一番高かった。

「部活動の障害になった」のスコアは平均2.9だったが、運動部所属者の平均は4.3、文化部所属者の平均3.4、部活動に所属していない生徒の平均1.2であった。課題研究の活動は授業を中心に行われたが、放課後や土日に活動しなければならない場合もあり、また論文作成は授業時間だけでは間に合わない。部活動の時間や家庭学習の時間がかなり奪われた形になったので、生徒によっては「部活動の障害になった」や「普段の学習の障害になった」で高いスコアをつけた結果である。

「普段の学習の意欲が向上した」は平均2.4、「将来、研究職に就きたいと思うようになった」は平均2.5といずれも低いスコアであった。課題研究の取り組みが普段の学習の意欲へまでの広がりを見せるものではなかったことと、より専門的な研究職への動機づけにはならなかったことを示している。

グラフ3. 課題研究に対する自己評価

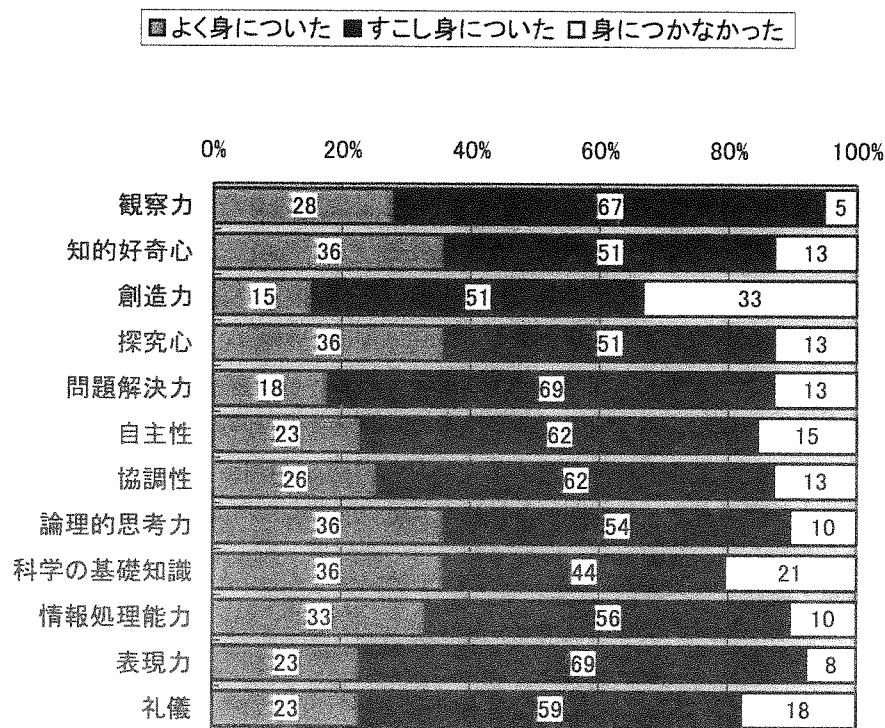


(9) 課題研究を通して身につけた力

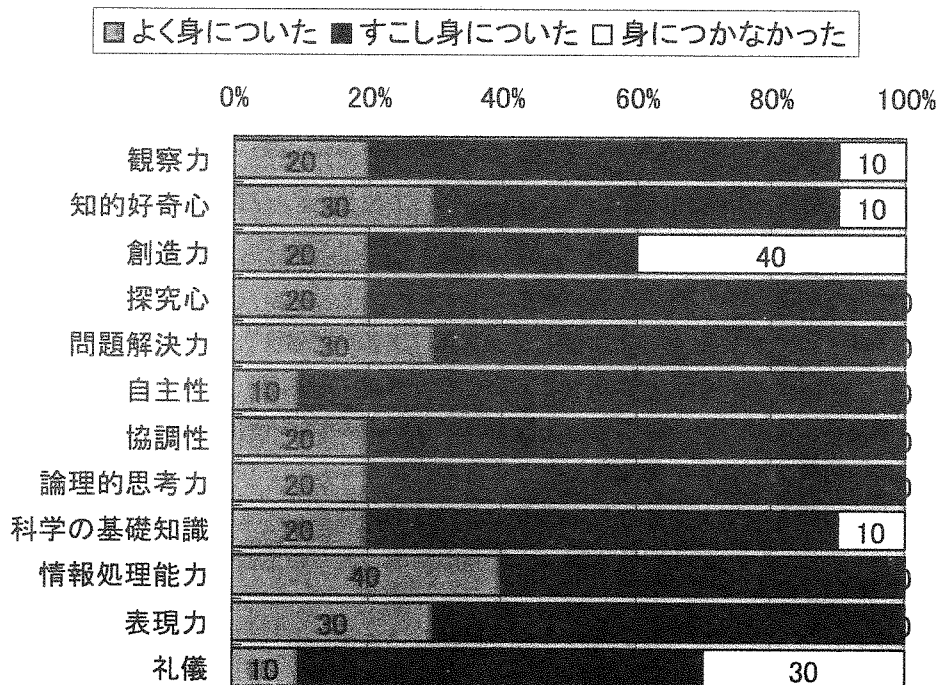
各項目について、生徒がどの程度身につけたかの評価について、ほとんどの評価で生徒も教員も80%以上が「少し身についた」以上の評価をした。創造力に関して、「身につかなかった」と評価した生徒や教員の割合が他の項目で「身につかなかった」と評価した生徒、教員の割合よりも大きくなった。

課題研究の取り組みが創造力を身につけることに結びつかない生徒の割合が多い結果となった。

グラフ4. 課題研究を通し身につけた力(生徒自己評価)



グラフ5. 課題研究を通し身につけた力(指導教員評価)



- 1 目 的 紀元前から人々を魅了し続けている円周率 π について、その値を追究し続けてきた数学者の歴史と理論を研究し、数学的な興味関心を高めるとともに、一つのことを様々な角度から解析する素晴らしさを経験させる。
- 2 指導目標 (1) 数学における曲線の長さなどの定義や概念を理解させ、 π の定義を与える。
(2) 定義に基づいた幾何学的な方法で π の近似値の精度を上げる方法を開発する。
(3) オイラーの級数の導き方を理解し、他の級数についても考察する。
(4) 「ビュフォンの針」の方法を理解し、その他の確率による方法について理解、実践する。

3 課題研究の概要

(1) 校外研修

- ① 期日場所 平成18年8月3日(木)、8月4日(金) 新潟大学理学部
- ② 指導者 新潟大学理学部数学科 教授 吉原久夫氏
- ③ 対象 2年SSHクラス 男子2名、女子1名
- ④ 日程 8月3日(木) 13:30~15:00 講義・研修Ⅰ
15:10~17:00 講義・研修Ⅱ
8月4日(金) 13:30~15:00 講義・研修Ⅲ
15:10~17:00 講義・研修Ⅳ
- ⑤ 事前学習 平成18年6月~7月の間、SSHⅡの授業の時間を利用して、受講するのに必要な知識である無限数列と無限級数の内容(数学Ⅲの教科書、第1章)を学ばせ、演習をした。
- ⑥ 主な内容 講義・研修Ⅰ……事前にお願ひしていた質問への回答
(正96角形の周の長さが、多重根号で表される理由について)
無限級数の収束についての基礎事項の確認
講義・研修Ⅱ……曲線の長さの数学的な定義について
円周率が円の大きさによらない理由
講義・研修Ⅲ……テラー展開について
三角関数の微分とテラー展開
ライプニッツ・グレゴリーの級数の導出
講義・研修Ⅳ……解と係数の関係と因数分解について
オイラーの級数の導出
有理数内における既約分数の比率が π になることの証明

(2) 校内研修

- ① 期日場所 平成18年1月31日(水) 本校教室
- ② 指導者 新潟大学理学部数学科 教授 吉原久夫氏
- ③ 対象 2年SSHクラス 男子2名、女子1名
- ④ 日程 1月31日(水) 14:00~15:30 講義・研修Ⅰ
15:40~17:00 講義・研修Ⅱ
- ⑤ 事前学習 対偶法や背理法などの証明方法を復習し、 $\sqrt{3}$ が無理数であることの証明を理解した。
- ⑥ 主な内容 講義・研修Ⅰ…… π が無理数であることの証明
講義・研修Ⅱ…… π が無理数であることの証明の続き
生徒の個人論文に対する指導、研究発表会に向けてのアドバイス

(3) 課題研究

- ① 期日場所 平成18年4月から1月 本校2年9組教室、情報教室
- ② 内 容 Ⅰ π の歴史について(古代エジプトから現代まで)

Ⅱ π の値を求める数々の方法の理解

Ⅲ Ⅱの方法が生み出された背景と、その証明の理解

Ⅳ Ⅱの方法を使った π の近似値の計算（コンピュータ）とその考察

(4) 論文作成、研究発表

蒼流祭（文化祭）において研究内容をポスターにして展示した。個人論文を作成させ、研究発表会に向けて、3人の研究を一つにまとめ、プレゼンテーションの準備を行う。

4 成果

- (1) π の値を求めるということは、幾何学だけでなく数学の様々な分野の技術を使って行われていることを知り、このことが、代数学や解析学の発展にもつながったことを理解できた。
- (2) オイラーやラマヌジャンなど歴史上の数学者の偉業に触れ、その研究の背景を知ること、数学の興味・関心をさらに高めることができた。
- (3) 課題研究の内容を、各自が論文にまとめ発表しあうことで、お互いの研究のつながりを考えることができ、数学の奥深さを体感することができた。

5 評価

(1) 教員による評価

新潟大学の吉原教授には実に丁寧に講義を組み立てて説明していただき、必要な知識をその場で補いながら講義を進めていただいたので、概ね生徒たちもよく理解できていたようである。

日々の授業で、教科書を單元ごとに進めていく授業の中で、お互いの單元が関連をもってつながっていることを理解することができ、数学への関心が高まったといえる。

さらに、高校の授業ではあまり触れることのない数学の歴史や偉大な数学者の考え方を理解することで数学全般への興味が高まったと思われる。数学は教科書の中にあるのではなく歴史の中にあるのだということを知り、生徒自ら数学史の本を読み始めるなど幅広い視点から数学を学ぼうとする姿勢が見られた。

また、 π が無理数であることの証明の中で、今授業で学んでいる内容が多数出てきたため、大学に進学した際に、高校での数学が基礎知識として重要な位置をしめることを理解することができた。

(2) 生徒による評価 生徒によるアンケートの結果

S SⅡ課題研究全般については、3名ともに「とても良かった」と回答している。日頃の数学とは違い、より高い視点から「 π 」を研究できたことが充実感につながったと思われる。

個々の感想では、「円周率が数学の様々な分野に登場することに興味をもった」や「当たり前のことが本当に当たり前なのかと思えるようになった」や「足し引きを繰り返すことで π の近似値が得られることに驚いた」など、数学への興味関心が高まったと思われる回答が多かった。

一方、大学教授による講義については「事前準備をもっと丁寧にしてほしいかった」という感想もあり、事前指導に改善の余地があったと思われる。

6 まとめ

評価の項でも述べたが、今回の研究で大学のレベルの数学を体験できたことは、よい経験だったと思う。実際に大学へ行き、研究室に並ぶ専門書の多さに驚き、書庫に並ぶ歴代の論文や海外の書籍の量に圧倒された。教授からの講義では、高校まででは「あたりまえ」とされてきたことを、厳密に言葉で定義し直し、その定義に基づく論理の展開ですべての定理や性質を証明していくという手続きが、新鮮だったと思う。いずれにしても、高校の授業で今学んでいる内容は、大学（その先も）での数学の基礎となっていることを知ることができたことは、現在の学習の大切さを再認識する結果となった。

π についても、実に単純な定義から出発していながら、これだけ多くの性質をもち、様々な分野を覆い尽くしていることを知ること、数学への興味・関心が高まったに違いない。

この後、生徒たちは自然対数の底ということから無理数「 e 」を授業で学ぶ。この数も π と同様、色々な性質をもち様々な分野に顔を見せる。「 e 」について、今度は彼らが自らの力で深めていく研究をし、知識の幅を広げていくことを期待している。

対象生徒 石橋匠 内山 駿 川瀬大樹 佐藤友哉

指導教諭 笹川民雄

1. 目的

昨年度はビデオカメラや高速度カメラを用いて水ロケットの運動を詳細に調べることができた。今年度の課題研究では空気だけを噴出して飛行する気体ロケットの運動を解析し、水ロケットとの違いを明らかにするとともに、推進力や空気抵抗力を求め、気体ロケットの運動のシミュレーション（運動方程式の数値計算）を行うことを目的とした。身近にあるペットボトルロケットの運動を詳細に研究することにより、一つの現象を多面的に研究する面白さを生徒に知ってもらうとともに科学的研究の方法を習得させることをねらいとした。また、生徒自身による主体的な取り組みを重視する課題研究を目指した。

2. 研究および指導内容

デジタルビデオを用いて鉛直に打ち上げた気体ロケットと水ロケットとの運動の特徴を詳細に調べた。また、圧力センサを用いて気体ロケットの推進力を求めるとともに、ロケットにはたらく空気抵抗力を紙皿の落下実験によって推定し、それらの結果を用いて気体ロケットの運動のシミュレーションを行った。

(1)基礎実験および解析方法の習得（4月～5月 4時間）

運動の法則を理解させるために超音波センサを用いておもりで引かれた台車の運動を調べた。台車にはたらく力と加速度の関係や台車の質量と加速度の関係を調べた。パソコン画面に出力される台車の位置のデータをノートに記録し、速度を電卓で計算し、グラフ用紙に速度と時間の関係のグラフ（ $v-t$ グラフ）を描き、その傾きから加速度を求めた。

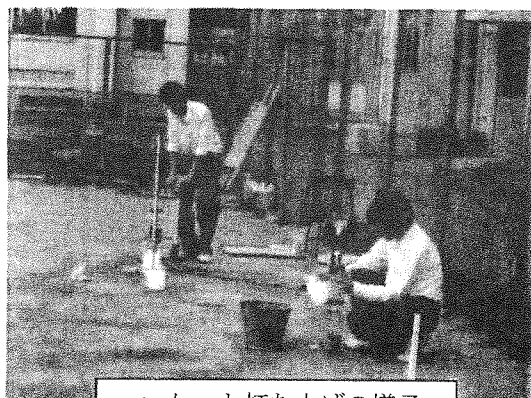
次に、デジタルカメラを用いてアトウッドの実験を行った。映像データをビデオ編集ソフトでAVIファイルに変換し、それを運動解析ソフト「運動くん」でコマ送りしながらおもりの位置を求め、そのデータをCVSファイルに変換し、表計算ソフト「エクセル」で読み込み、位置と時間のグラフや $v-t$ グラフを作成した。また、「エクセル」のグラフの線形近似機能を用いて、 $v-t$ グラフの傾きを求め、加速度を求めた。

(2) ロケットの製作、飛行実験および運動解析（6月～8月 13時間）

ペットボトルロケットを4時間かけて製作した。その後、デジタルビデオの使い方や運動解析ソフト「M0A-2D」を用いた解析方法の習得を兼ねて、昨年と同様の水ロケットの飛行実験を行った。水量や圧力、噴射口の面積を変えて運動の特徴を調べた。その後、空気だけを詰めた気体ロケットに絞り込み、その運動を詳細に解析した。これらの結果、水ロケットと気体ロケットとの運動の違いを調べた。

(3)推進力と空気抵抗力の測定（9月～10月 6時間）

気体ロケットの運動のシミュレーションを行うために、気体ロケットにはたらく推進力を測定した。まず、ロケットの前方に空気を詰めた注射器をスタンドで固定し、噴射時の注射器の空気の圧力の変化を圧力センサで計測することにより、推進力を測定した。その後、空気抵抗力の性質を明らかにするために、軽い紙皿を落下させたときの終端速度の紙の質量との関係を調べる実験を行った。その結果、紙皿にはたらく空気抵抗力は速度の2乗に比例し、紙皿の場合の C_D 値がほぼ0.8～0.9であることが分かった。このことをもとに、ペットボトルロケ



ロケット打ち上げの様子



注射器を利用した推進力の測定

ットにはたらく空気抵抗力を推定した。

(4) 気体ロケットの運動のシミュレーション（10月から11月 4時間）

実験で求めた推進力 F と空気抵抗 f を用いて気体ロケットの運動方程式を立て、オイラー法を用いて運動のシミュレーションを行った。具体的には、 m をペットボトルロケット本体の質量として運動方程式 $ma = F - f - mg$ を表計算ソフト「エクセル」で数値計算してグラフ化した。数値計算は高校生にはやや高度なことであるが、十分短い時間では加速度、速度はほぼ一定と見なせるということで理解させた。シミュレーションの結果は、ほぼ実際の気体ロケットの運動をほぼ再現するものであった。

3. 評価

(1) 生徒の評価（生徒アンケート結果）

課題研究の取り組みによる生徒の変容を知るためにアンケート調査を実施した。

①項目別調査（表の数値は人数）

質問項目	5 そう思う ← 評価 → 1 そう思わない					平均
	5	4	3	2	1	
Q 1 科学研究の面白さがわかった	1	2	1			4.0
Q 2 科学研究の方法を習得できた	2	1	1			4.3
Q 3 実験・解析・考察などで新しい発見があった	1	1	2			3.8
Q 4 興味深く、主体的に研究できた		3		1		3.5
Q 5 科学的思考力が向上した		1	3			3.3
Q 6 表計算ソフトを使う能力が向上した	2	2				4.5
Q 7 パソコンソフトを使う能力が向上した	2	1	1			4.3
Q 8 論文を書く力やまとめる力がついた	2	2				4.5

②課題研究に取り組んでの具体的成果

- ・ 実験結果をしっかりと考察し、問題点を考えられるようになった。
- ・ 論文を作成することにより、筋道を立てて分かりやすく表現できるようになった。
- ・ コンピュータを用いて解析を行ったので表計算ソフトを使う能力が向上した。
- ・ 未知の現象を解明するという探究心が身についた。
- ・ 自分で考え、研究する中で疑問を解決することができた。
- ・ 科学研究の方法や論文作成の方法を知ることができた。

③全体の感想

- ・ 時間が限られていたため、実験を数多くできなかったのが残念だった。
- ・ 運動解析や実験を行うことによって実際にロケットにはたらく力を把握することができ、達成感があった。
- ・ 風の影響や圧力計の誤差などがあり、打ち上げ実験でよいデータを取るのに苦労した。
- ・ 運動の解析方法やシミュレーションを行い、エクセルの使い方がよく分かった。
- ・ 空気抵抗の実験解析や運動のシミュレーションは少し難しかった。
- ・ 多くの実験を行ったが、最後にそれを論文としてまとめ上げるのが大変だった。

(2) 教員の評価

生徒アンケート結果からすると一連の実験や解析を通して生徒は科学研究の面白さを知り、科学研究の方法を習得することかできたといえる。また、解析や論文作成の過程で表計算ソフトやプレゼンテーションソフトを使う能力を向上させることができた。しかし、科学的思考力の向上や主体的な研究態度の育成などに改善の余地があることが分かった。今年度の課題研究は昨年度の反省に基づき生徒自身による仮説の設定や考察などを重視し、実験や解析においてできるだけ生徒の主体性を大切に指導した。その結果、予備実験や研究テーマの設定に時間がかかり、気体ロケットの研究や考察に時間が十分確保できなかったこと、また、空気抵抗の考察や運動のシミュレーションなど高校生にとって少し高度な内容が含まれていたことが原因であると考えられる。

4. 課題

適切なレベルに研究テーマを設定し、しかも発見のある課題研究にしていくとともに、仮説・実験・検証という探究の過程を一層重視し、好奇心や探究心を引き出しながら生徒の主体的な取り組みがみられる課題研究にしていくことが課題である。

1. 目的(ねらい)

スターリングエンジンの製作を行い、エンジンの仕組みを学ぶ。また、熱的、力学的に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。出力測定を行い、結果を総合的に捉えることにより考察力の育成を図る。これにより、以下のような効果が期待できると考えた。

- (1) エンジンの製作を通して科学・工学的な興味関心が高まる
- (2) 力学・熱力学について学ぶことにより、エンジンの仕事や軸出力に関する知識が深まる
- (3) 出力の測定を行うことで、実験の手法について理解が深まる
- (4) 測定結果をコンピュータで処理し、数値化、グラフ化することで、データの処理能力が高まる
- (5) 測定の結果を考察し、論文を作成することで、考察力や結果をまとめる能力が高まる

2. 概要

- (1) 実施日 平成18年4月～3月
- (2) 実施場 新潟県立新潟南高等学校 物理地学教室・物理教室
- (3) 担当者 新潟南高校 梅田智子 教諭
- (4) 対象生徒 2年9組 (SSH クラス) 男子2名
- (5) 研修内容
 - ① 講 義 等速円運動 仕事 熱効率 トルクと軸出力 摩擦による軸出力 P-V グラフ
 - ② エンジン製作 エンジンの組み立て 調整 動作確認
 - ③ 出力測定 摩擦によるトルクと軸出力の測定 圧力と体積からの軸出力の測定 熱効率
 - ④ データの処理 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
 - ⑤ レポート作成 個人レポートの作成 個人レポートのグループでの読み合わせ 発表資料の作成
 - ⑥ 発表資料作成 文化祭のポスター展示 発表用 PowerPoint スライドの作成 発表要旨の作成
研究紀要用原稿の作成
 - ⑦ 走 行 エンジンに前輪をつけ、走行させる

3. 成果

目的に対する成果の確認を生徒アンケートと作成したレポートで行った。

生徒アンケート結果

「課題研究を行って科学的な素養の中で向上したとえられるものに○をつけて下さい。」

成果の考察

- (1) 工学的な興味関心はある程度高まったが、熱力学についての興味関心は湧かなかった

工学的な分野については、ある程度興味関心が高まったが、時間をかけて測定した熱力学に関わる部分は、興味関心が高まらなかった。これは、測定のデータ量が膨大で、処理が難しかったことによるものと思われる。

	目的	質問項目	結果(人)
①	興味関心	工学分野への興味関心	1
②		熱力学への興味関心	0
③	正しい知識	エンジンに関する知識	0
④		仕事や仕事率に関する知識	2
⑤		熱効率に関する知識	1
⑥	実験・測定の方法	出力測定の方法	2
⑦	データの処理	計算やグラフ化	2
⑧	考察・発表する力	結果の考察能力	2
⑨		結果をまとめる力	1

- (2) エンジンの仕事や出力について正しい知識が深まった

時間をかけた仕事率の測定については、知識が深まった様である。熱効率は最後に短期間で行ったため、理解は深まらなかったようである。エンジンについては、出力測定に終始してしまい、エンジンの改良に取り組むことが出来なかったため、知識は深まらなかった様である。

- (3) 出力の測定を行うことで、実験の手法について理解が深まった

高校の物理で理解できる範囲の出力測定であったため、測定し、数値を出す事によって、実験の手法への理解が深まった。昨年までの研究がベースにあるため、昨年と同様の摩擦力による計測に加え、高校物理で取り扱う P-V グラフを用いた測定を行った。これは、視覚的にも理解しやすい内容であったと考えられる。

(4) 測定結果をコンピュータで処理し、数値化、グラフ化することで、データの処理能力が高まった

P-V の測定は、コンピュータ計測を行った。そのため、測定結果をそのまま EXCEL によって計算し、グラフ化を行った。特に P-V グラフを EXCEL で書かせることにより、その計測時のエンジンの調子が感覚的にも分かるようになった。測定のデータが膨大であったため、EXCEL での処理に適していた。

(5) 測定の結果を考察し、論文を作成することで、考察力やまとめの能力が高まった

軸出力でおかしなデータが出てきた場合も、P-V グラフを比較することでその原因を突き止めることが出来た。生徒は、希望通りのデータが出ることがよい実験の様に考えがちであるが、予想に反したデータであっても、その原因を追及することで、考察を深めることができた。これは、非常に良い経験であったと考えている。

4. 評価

(1) 教員による評価

① テーマについて

今年の測定で用いた物理分野の内容は高校生でも十分理解できるので、テーマの設定は十分であった。毎年のことであるが、エンジンの調整は困難であったが、昨年よりも改良しやすく高校生には適していた。P-V グラフを描かせることにより、仕事や熱力学の考察が、十分に行うことが出来た。

② 実験実習について

エンジンの製作は思っていたよりも大変であった。きちんと動くものを作るにはある程度コツの様なものがあるようである。改良しやすいエンジンであったため、昨年は出来なかった測定を行うことが出来た。また、3 年越しの課題であった熱効率を出すことが出来た。

(2) 生徒による評価

自由記述の形式でアンケートをとった。以下は、それを要約したものである。

① テーマについて	② 実験実習の内容について
・教科書にない実験で、研究の楽しさが分かった。 ・数値計算や出力の算出を理解するのは困難であった。 ・エンジンの理解とともに、数値の整理の大変さを学んだ。 ・エンジンさえ動けば、スムーズに行くので適している。 ・数学、物理学の要素が強く、適している。 ・そんなに難易度は高くない。	・空気漏れなどエンジンの調子に左右された。 ・コンピュータの解析が大変だった。 ・数値やグラフから考察するのが難しかった。 ・考察を書くのにかなり苦勞をした。 ・課題研究の形態はいいが、設備が少し不足している。 ・何かを作って、それで実験するという形態はいいと思う。

このテーマ自体は、課題研究に適していると生徒は捉えている。また、実験や実習には苦勞した様子が見ええる。「ものづくり」を行うことが出来た点も評価が高いと考えられる。

5. 課題

(1) もっと「ものづくり」を体験させる

エンジンを作り、測定するだけで、課題研究が終始してしまった。もっと「ものづくり」を体感させるような課題研究であっても良かったかもしれない。生徒自身も自分で製作したエンジンの研究であるため、興味を持てたようである。熱効率の改善などは、まだまだ余地が大きいと思われるので、機会があれば、チャレンジさせたい。

(2) 1 回 1 回の実験ごとに考察を深める

最終的には、実験をこなすことが優先されてしまい、一回一回の測定で、考察を深めることが難しかった。もっと時間をかけて考察を深めていけば、違った形式の測定を行うことが出来たと考えられる。それにより、生徒がもっと主体的に実験を行い、興味関心を深めることにつながると思われる。

1. 目的(ねらい)

光学の仕組みを学び、立体視の仕組みを理解する。立体視は、目の回復効果があると言われているが、それが本当であるか実証し、その原因について考察し、実証する。

- (1) 光学と目の仕組みを学ぶことにより、科学的な興味関心が高まる
- (2) 課題研究を通して、光学・生物学的な正しい知識を身に付ける
- (3) 実験結果を基に仮説を立て、仮説を実証する実験を考えることにより問題解決能力が高まる
- (4) 測定結果をコンピュータで処理し、数値化、グラフ化することで、データの処理能力が高まる
- (5) 実験結果を基に科学的な事実をつなぎ合わせ、結論をまとめる能力が高まる

2. 概要

- (1) 実施日 平成18年4月～3月
- (2) 実施場 新潟県立新潟南高等学校 物理地学教室・物理教室
- (3) 担当者 新潟南高校 梅田智子 教諭
- (4) 対象生徒 2年9組(SSHクラス) 男子1名、女子1名
- (5) 研修内容
 - ① 講 義 光学 レンズの仕組み カメラの仕組み 目の仕組み
 - ② 実験・実習 日光カメラの製作とレンズの式の考察 豚の目の解剖
 - ③ 実験・測定 立体視と視力回復 視力回復の時間的な調査 目の使い方と視力回復 目の筋肉の使い方と視力回復効果
 - ④ データの処理 結果のまとめ 表計算ソフトを用いたグラフの作成 グラフからの考察
 - ⑤ レポート作成 個人レポートの作成 個人レポートのグループでの読み合わせ 発表資料の作成
 - ⑥ 発表資料作成 文化祭のポスター展示 発表用 PowerPoint スライドの作成 発表要旨の作成 研究紀要用原稿の作成

3. 成果

目的に対する成果の確認を生徒アンケートと作成したレポートで行った。

生徒アンケート結果

「課題研究を行って科学的な素養の中で向上したとえられるものに○をつけて下さい。」

成果の考察

- (1) 生物分野に関する興味関心は高まったが、物理分野についての興味関心は湧かなかった

生物の分野については、ある程度興味関心が高まったが、物理的な興味は高まらなかった。もともと生物を学びたい生徒が参加しているなどの要因が考えられる。また、後半は目の筋肉の使い方研究に移り、そこに時間の大半を用いた事が大きいかもしれない。

- (2) 生物分野の知識が深まった反面、光学分野への知識は深まらなかった

時間をかけた生物分野の知識は深まった様である。最初に取り上げた光学に関する知識は、研究テーマに入ってからほとんど用いなかった事もあり、理解は深まらなかったようである。

- (3) 実験結果を基に仮説を立て、仮説を実証する実験を考えることにより考察力が高まる

生徒は実験結果から仮説をたて、それを立証するためにまた実験をする、ということを繰り返した。様々

	目的	質問項目	結果(人)
①	興味関心	物理分野への興味関心	0
②		生物分野への興味関心	2
③	正しい知識	光学に関する知識	0
④		目の仕組みに関する知識	2
⑤	実験から仮説を立て、実証し、考察力を高める	課題解決の実験を考える力	2
⑥		測定の手法	1
⑦		結果の考察能力	2
⑧	データの処理能力	計算やグラフ化	2
⑨	まとめる力	結果をまとめる力	1

な資料も確認したようであるが、本当にそうなのかは、やってみないと分からないため、苦心したようである。特に後半、目の筋肉の使い方で二人の仮説が対立し、双方がそれぞれ立証する実験を考えたことで、より深く内容を取り扱うことが出来た。

(4) 測定結果をコンピュータで処理し、数値化、グラフ化することで、データの処理能力が高まった

それぞれの実験で、データをコンピュータで処理し、平均値やグラフを作成することで、結果が明らかになることが多かった。特に個人差が表れる実験のため、グラフ化して初めて結果を把握できた。

(5) 測定の結果を考察し、論文を作成することで、考察力やまとめの能力が高まった

生徒は他に自分であげた伸びた力として、「一つのことを多面的に見る力」をあげている。実験を進めていくと、前の実験の結果の新たな一面が見つかることもあり、考察力は上がった。しかし、本当にその筋肉がそのような状態になっているかを確認する手だてが無く、最終的なまとめには苦労したようである。

4. 評価

(1) 教員による評価

① テーマについて

このテーマは生徒の発案であり、結果が得られるのか不安であった。本来、生物分野は専門ではなく、また、様々な本やHPを調べたりしたが、うさんくさいものも多かった。結果はともかく、生徒が試行錯誤を重ねる過程は貴重であったと考える。テーマは生徒が決める力があれば、生徒が立てる方がよい。のべ、100人以上の視力検査を行った生徒の頑張りそこから生まれたものだと考える。

② 実験・測定について

結果から、考察し、また実験を行うという繰り返しを何回も繰り返した。被験者を募るのがだんだんと困難になっていき、測定は苦労したが、ある程度の結論を導くことは出来た。

(2) 生徒による評価

自由記述の形式でアンケートをとった。以下は、それを要約したものである。

① テーマについて	② 実験実習の内容について
・一つの側面だけでなく、様々な面を考えて深めていくことが必要だと分かった。 ・正解が正確に分からないテーマであった。それが、かえってやる気を奮い起こした。 ・優しい難易度だが、測定し処理する作業は大変だった。 ・「身近」「長期にわたる研究」「多面的に考える」	・実験に対する考察は出来たが、全てをまとめるのは大変。 ・目の仕組み等は、考察のまとめに役だった。 ・グラフの種類によって受ける情報が異なり、適切に選ぶのが大変だった。 ・計画をしっかり立てることの大切さがわかった。 ・やってみなければわからないので、いい経験であった。

自分で立ち上げたテーマであり、課題研究に適していると生徒は捉えている。また、実験や実習には苦労した様であるが、この経験をよかったと肯定的に捉えているようであった。

5. 課題

(1) 専門的なアドバイスの必要性

絶対的な結論が出なかった。視力回復に深く関わっていると考えられる筋肉を突き止めることは出来たが、そこにたどり着くまでに2月を迎えてしまい、専門家に相談するなど別な手だてを考えることが出来なかった。生物科の先生方に相談するなど、もっと連携を図っておく必要があった。

(2) 計画性が不足していた

様々な実験がこんなに何回も行われるという予想をしていなかったため、最後は時間が不足してしまった。結論が分からないテーマだけに、もっと早い時期から実験を始める必要があった。また、被験者が必要なため、それを確保することも計画に入れておく必要があった。

(3) データの取り扱い方

ねつ造事件があったが、このようなテーマでのデータの取り扱い方には注意が必要である。

アスピリンと他の薬物との薬理作用の比較

対象生徒 鎌倉愛 小林友紀 相馬享之 前泊志保 村山由佳 山内奈那美
指 導 新潟薬科大学薬学部 長友孝文教授、小宮山忠純教授 尾崎昌宣教授
指導教諭 斎藤正隆

1. 目的

アスピリンを合成して他の薬物との薬理作用を比較し、結果を論文にまとめ発表することによって薬学の基礎的領域を理解し、その分野への関心や科学的思考力を高める。

2. 指導目標

- (1) アスピリンの合成を行い、分離・精製などを通して有機合成の基礎知識を理解させる。
- (2) 血小板凝集抑制作用や鎮痛作用の実験を行い、アスピリンと他の薬物との薬理作用の違いを理解させる。
- (3) 実験結果のデータの処理方法や解析について理解させる。
- (4) 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

解熱・鎮痛薬として広く使用されているアスピリンは、解熱・鎮痛作用の他に血小板凝集抑制作用があり、脳梗塞や心筋梗塞などの治療薬としても注目されている。本課題研究ではアスピリンを合成・精製し、その純度を測定した。また、鎮痛作用と血小板凝集抑制作用について、他の薬物との作用強度の違いを実験で調べた。マウスに種々の濃度のアスピリン、塩酸チアラミド、塩酸モルヒネを投与し、その後マウスの腹腔内に酢酸を投与して後足を伸ばすなどの苦悶症状の回数を数える実験（酢酸ライシング法）を行い、各薬物の鎮痛作用を比較した。その結果、モルヒネの作用強度が他の薬物に比べて非常に高いことを確認した。また、ヒトの血液に種々の濃度のアスピリン、サルボグレラート（慢性動脈閉塞症に伴う虚血性諸症状の改善薬）を加え、それぞれに血小板凝集因子であるADP（アデノシン二リン酸）を加えて血小板凝集抑制作用の実験を行い、その作用を比較した。

4. 概要

2学年のSSHクラス6人（男子1人、女子5人）を対象に実施した。

(1) 校内での指導

- ①期日 平成18年4月から平成19年3月まで 毎週水曜日の5限と6限
- ②場所 本校化学教室、地学準備室、情報教室
- ③内容 ・有機化学の基礎について ・アスピリンの合成実験 ・パワーポイントファイルの作成
・要旨原稿の作成 ・ポスターの作成（文化祭用、ポスターセッション用） ・論文の作成

(2) 臨地研修

- ①期日 平成18年8月9日～10日 10:00～16:00
- ②場所 新潟薬科大学薬学部
- ③講師 長友孝文先生（新潟薬科大学教授） 小宮山忠純先生（新潟薬科大学教授）
尾崎昌宣先生（新潟薬科大学教授）

④内容

1日目

- (a)講義「鎮痛作用」について（尾崎先生）
- (b)実験「アスピリン、塩酸チアラミド、塩酸モルヒネの鎮痛作用強度の比較」
・マウスを用いて各薬物の鎮痛作用を酢酸ライシング法で測定

2日目

- (a)講義「血小板凝集抑制作用」について（小宮山先生）
- (b)実験「血小板凝集抑制作用」（小宮山先生）
・血小板凝集能測定器を用いて血小板凝集抑制作用を測定
- ◎講義「薬理作用」について（長友先生）

5. 成果

- (1) アスピリンの合成を行い、分離・精製などを通して有機合成の基礎知識を理解することができた。

- (2) 血小板凝集抑制作用やマウスを用いた鎮痛作用の実験を行い、アスピリンと他の薬物との薬理作用強度の違いについて理解することができた。
- (3) 実験結果のデータの処理方法や解析について理解することができた。
- (4) 課題研究の内容を論文にまとめ、パワーポイント等のプレゼンテーションソフトを使って表現することができた。

6. 評価

(1) 生徒の評価（アンケートの結果）

質問1 研究開始前に比べて薬学に関する興味・関心はどう変わりましたか。

- ①大きく高まった（1人） ②やや高まった（5人） ③変わらない（0人） ④やや薄まった（0人）
⑤大変薄まった（0人）

生徒のコメント ・実験によって薬の効果を確かめられたので興味深かった。
・身近な薬品に対して成分表示に注目することが多くなった。
・もっと薬品のことを知りたいと思える研究だった。
・1つの薬品でも様々な作用があって奥が深いと思った。

質問2 研究開始前に持っていた薬学についてのイメージは変わりましたか。

- ①大きく変わった（1人） ②やや変わった（2人） ③変わらない（3人）

生徒のコメント ・数学、物理、化学、生物など幅広い知識を必要とするものだと実感した。
・薬学というものがどういうものなのかイメージが具体的になった。

質問3 課題研究について

- ①期待以上（0人） ②ほぼ期待通り（2人） ③期待通り（4人） ④期待はずれ（0人）

生徒のコメント ・高校では普段できないことを経験できて良かった。ただ、自由度がもっと高ければ良かった。
・大学の先生の講義を聴くことができて良かった。
・大変ではあったがそれ以上に充実したものだった。
・動物実験は貴重な体験になった。

質問4 課題研究の難易度はどうでしたか。

- ①とても易しかった（0人） ②易しかった（0人） ③ちょうど良かった（2人）
④難しかった（4人） ⑤かなり難しかった（0人）

生徒のコメント ・生物分野から化学、物理分野まで幅広い知識が必要だから
・研究開始当初は授業でまだ有機化学を学習していなかったのが難しかったが、後半はだんだんわかってきてとても興味を持つことができた。

質問5 大学の先生による講義、実験の難易度はどうでしたか。

- ①とても易しかった（0人） ②易しかった（0人） ③ちょうど良かった（2人）
④難しかった（4人） ⑤かなり難しかった（0人）

生徒のコメント ・講義や実験の説明がとてもわかりやすく、実験もスムーズに行うことができた
・難しかったが興味のある分野だったので、楽しく取り組むことができた

(3) 教師の評価

薬学部への進学を希望する生徒や薬学に興味のある生徒を対象に、有機合成や薬理作用の基礎を実験を通して学ぶという点では効果的な研究であったと思う。薬理作用というテーマは校内の設備の制約などから大学に協力をお願いする部分が多くなってしまいが、今後も大学との連携を密にし、生徒の創意工夫のある課題研究になるよう指導計画を立てていきたい。

7. 謝辞

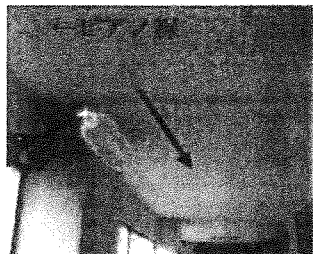
最後にご指導いただいた新潟薬科大学薬学部 長友孝文教授、小宮山忠純教授、尾崎昌宣教授に深く感謝申し上げます。

対象生徒 高 希哲 鈴木 朝日 中野 太賀 渡辺 将義

指導教諭 高橋 義之

1. 課題研究の概要

適当量のアセチレンをつめた 1.5ℓ のペットボトルを、水平に張ったピアノ線上のガラス管に固定する。ボトルの開口部からライターで点火すると、ボトル内のガスに引火爆発し、大音響とともにペットボトルロケットはピアノ線を滑走する。



点火直前（左）と直後（右）のアセチレンロケット

昨年、一昨年の課題研究の指導経験より、生徒が課題研究に打ち込めるテーマは、生徒の理解の範囲でなおかつ、考察や工夫の余地のあるものであることがわかってきた。そこで、本課題研究では、このロケットをできる限り遠くに飛ばすことを目的に行った。その中で①当量反応以上のアセチレンの燃焼爆発が有効であること、②爆発で生じる力を有効に引き出す噴射口の適切な面積が存在すること等を突き止め、その理論的な背景について、十分な考察を行うことができた。本研究は 2006 年度読売科学賞の新潟県最優秀賞を受賞した。

2. 課題研究の展開

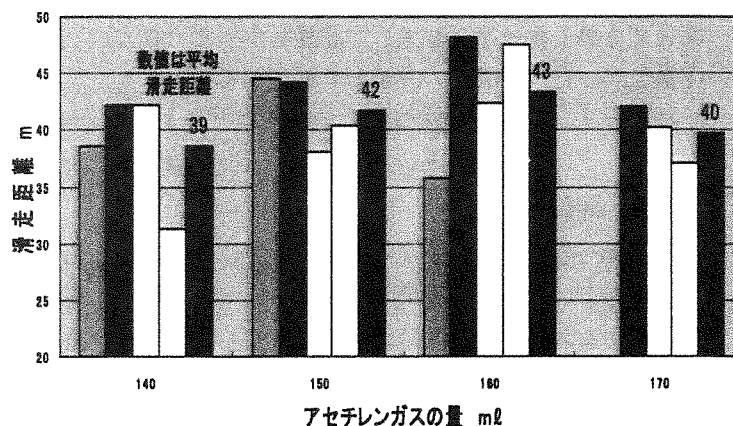
以下の展開で課題研究を行った。

- ①ペットボトルの選定、ピアノ線の設置、アセチレンの捕集、ピアノ線への装着と点火の練習と実験
- ②このロケットの推進原理についての学習
- ③捕集したアセチレンの体積と滑走距離の関係についての実験と考察
- ④噴射口の大きさと滑走距離の関係についての実験と考察
- ⑤噴射口の大きさと滑走開始直後の速度の関係についての実験と考察
- ⑥その他、ペットボトルの滑走距離を伸ばす工夫についての実験
- ⑦課題研究のプレゼンテーションの準備、プレゼンテーション

3. 研究結果の概要、考察

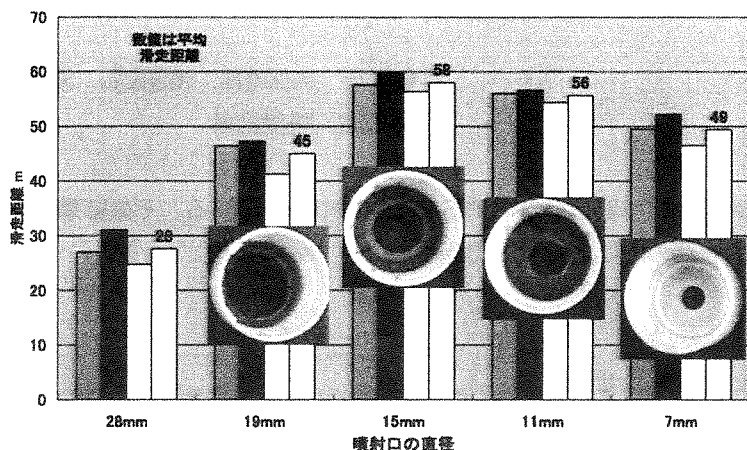
①当量反応以上のアセチレンガスが滑走距離を伸張させることについて

充填するアセチレンの体積は反応の当量 (115ml 前後) よりも多いほう (160ml) 前後が、より大きな推進力を生み出す。これは当量以上のある程度のアセチレンガスの充填によっても、完全燃焼するアセチレンの量が大きく変化しない点に加え、燃焼によるエネルギー以外にアセチレンの分解反応によるエネルギーが加わるためと考えられた。



アセチレンガスの体積 (27℃, 大気圧) とボトルの滑走距離

□適切な面積の噴射口が滑走距離を伸張させることについて



噴射口の直径と点火直後のボトルの滑走距離の推移

噴射口より流出してしまうことで、エネルギーの損失があると考えられる。また噴射口が小さすぎると、既燃ガスの噴射により多くの時間がかかり、その結果、ボトル内部の熱の外部への損失が大きくなり、爆発によるエネルギーの損失があると考えられる（滑走距離の比較より前者は後者に比べ大きい損失といえる）。これらの結果、爆発のエネルギーを最も高い効率で取り出すことができる噴射口面積が存在するものと考えた。



爆発による噴射力（縦軸）と時間経過モデル

左より噴射口大、最適、小実線によって囲まれる噴射力（爆発による力積）は噴射力によらないが、その利用（着色部分）効率は噴射口の面積によって異なる。

4. 課題研究の遂行にあたっての話題、反省と事業の効果等について

【話題】当初は当量の燃焼反応ということで、指導教諭の専門分野の化学的素養で十分対応可能と考えていたが、途中からボトルの運動についての物理分野での素養が求められた点に苦労した。また全くのオリジナルテーマのため、参考とできる資料の検索が思うようにできなかったことや、大学の先生に意見を伺おうとしても、それぞれの専門の立場からの意見に留まった。しかし逆にそのことが自由な議論を進め、満足のいく考察につながったものとも考えている。実験ではできるだけ生徒の自主性を尊重したが、結果についての考察では、それを盛り上げるために生徒と一緒に夢中な議論に参加するようにした。また本研究の参考のために情報を検索していたところ、埼玉大学の熱工学研究室では水素と酸素の混合気体の燃焼過程をパルス状に超音速燃焼で行うエンジン（パルスデトネーションエンジン、PDE）が研究されている。そこで SSH 全国大会発表会に向かう途中、訪問し、この課題研究内容を紹介したり、PDE 作動の様子を見学した。この体験は、その後の研究に有意義にはたらい。

【反省と事業の効果】指導にあたった教諭自身は当量反応こそ最も大きな爆発が生じ、滑走距離が伸びるものと考えていた。それに従わない実験結果は実験の未熟さに由来するものと考えた。しかしその後、生徒が何度も実験しても、当量反応を上回るガスの体積で滑走距離が最大になることが確認された。その結果に対し議論の中で納得できる考察に辿り着くことができた。先入観をもって実験することに、生徒ともども反省させられた。生徒も指導教諭も、実験結果に対する繰り返しの議論が、大きな達成感につながるということを学んだように思う。個々のデータが議論の中でクリアな結論につながっていく過程は苦労も多いが、素晴らしい体験であったと思う。

5. 謝辞

有益なアドバイスを下さいました、新潟大学工学部の鳴海敬倫先生、清水忠明先生、大川秀雄先生に感謝申し上げます。また PDE の実際を見せて下さり、アドバイスを下さった埼玉大学工学部の大八木重治先生、小原哲郎先生にも感謝申し上げます。みなさん、ありがとうございました。

「R/C空とぶドラえもん」の飛行原理

対象生徒 久保晴郎 渡邊俊弘 渡邊将史
指導教諭 根津浩典

1. 目的

「R/C空とぶドラえもん」(太陽工業株式会社)という玩具が飛行するしくみについて調べる、その結果を論文にまとめ発表することによって、科学的思考力を高めることが目的である。

2. 指導目標

- (1) 「R/C空とぶドラえもん」の構造について理解させる。
- (2) 「R/C空とぶドラえもん」の飛行する原理について、様々な飛行実験を通して考えさせ理解させる。
- (3) 課題研究についての論文を作成させ、発表させる。

3. 課題研究の内容

エポック社(株)から発売された「R/C空とぶドラえもん」(太陽工業株式会社)という玩具は、アニメの中のドラえもんと同様、頭の部分には「タケコプター」があり、これが回ることによって空を飛ぶ。しかしその外観はアニメのものとは異なり、アニメのタケコプターは1枚のプロペラからできているが、「R/C空とぶドラえもん」では2枚のプロペラとスタビライザーと呼ばれる1本の黒い棒からできている。

そこで、なぜこのような外観上の違いがあるのか、また、「R/C空とぶドラえもん」はどのような仕組みで空を飛ぶのか調べるために、様々な飛行実験を行った。その結果、2枚のプロペラは互いに逆向きに回転することによって本体が回転することを防いでいることや、飛行中に本体が横向きに傾いたときはスタビライザーの先端部分がサインカーブを描きながら上下運動し、この運動に伴って上のプロペラの角度が変わるため、プロペラから生じる風の強さが部分的に変化することによって本体の傾きを修正することがわかった。

4. 概要

2学年のSSHクラス39人中3名を対象に、次のように実施した。

- (1)期日 2006年4月～2007年3月までの毎週水曜6限または5～6限
- (2)場所 本校生物化学教室
- (3)内容 ・「R/C空とぶドラえもん」の取り扱い方
・「R/C空とぶドラえもん」の飛行実験
・レポートのまとめ方、ポスターの作成方法、要旨原稿や論文のまとめ
・パワーポイントファイルの作成

5. 成果

- (1) 「R/C空とぶドラえもん」の構造について理解できた。
- (2) 「R/C空とぶドラえもん」の飛行原理について、実験を通して理解することができた。
- (3) 研究結果をパワーポイントを用いて発表することができた。また、研究の結果を個人論文とグループ論文にまとめた。

6. 評価、今後の課題

(a)生徒の評価(アンケートの結果)

生徒の意識を調査するために、論文作成終了後、生徒にアンケート調査を実施した。

質問1. ズバリ、課題研究は

- ①良かった ②まあまあ良かった(2人) ③どちらともいえない(1人) ④あまり良くなかった ⑤良くなかった

[そう思う理由を書いて下さい]

- ・自分たちのアイデアや考えたやり方で研究が進められたから。・予想以上に難しい研究になったが、それがよかった。

質問2. 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 ④難しかった(3人) ⑤かなり難しかった

[そう思う理由を書いて下さい]

- ・飛行実験を様々なパターンで行ったが、思ったようにうまくいかず、飛行原理がわからなかったから。
- ・スタビライザーの働きが難しかった。しかし、実験を通して理解でき、やりがいがあった。
- ・物理が苦手だったから。

質問3. テーマは自分にとって適当でしたか?

- ①適当だった(1人) 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

[そう思う理由を書いて下さい]

- ・自分が前から興味のあった、飛行物体に関する研究をすることができたから。
- ・難しかったけど、タケコプターの仕組みを知ることができた気がしたから。
- ・第2希望でタケコプターを研究することになったため、自分にとって適当だったかどうかはわからない。

質問4. 課題研究を終え、ハイテク玩具について興味や関心を持ったことがあれば書いて下さい。

[回答]・ハイテク玩具を詳しく観察してみると、いろいろうまく作動するような工夫がなされていること。

- ・回転し続けるコマの研究も行ってみたかった。・最近発売された新しいゲーム機に興味があります。

質問5. 課題研究全体について何かあれば、述べて下さい。

[回答]・初めは何を実験したらよいかかわからずまともな研究を行うことができるのかと、何度も思いましたが、予想以上に難しかったし、論文にまとめることも難しかったが、だんだんとやりがいのある研究になっていき、SSHに入るまではおこなったことのない貴重な体験をしたと思った。

- ・実験の記録をあまり詳しく残しておかなかったため、後でもう一度実験することになったが、これも勉強になった。
- ・論文作成は大変だったが、自分の考えたことを表現できて良かった。
- ・この課題研究を通して、いろいろ調べる力やまとめる力がついた気がします。今後は発表会があるので、それに力を入れて、発表する力も身につけたいと思います。

(b)教師の評価

質問2より、生徒は課題研究の内容についてやや難しいと感じていたようであるが、質問1や3から、その分、やりがいもあったようである。また、研究の過程で意外な結果が出て「なるほど」と思うことがあり、自分たちで調べていきしだいにわかっていくことの「おもしろさ、楽しさ」を実感できたようである。

質問5の最初の回答にあったように、研究し始め(4月～6月)の頃は、試行錯誤で様々な実験を行ったが、結果が何も出ず、しだいに生徒は研究そのものについて疑問や不安を抱いていった時期もあったようだ。それは、生徒だけではなく、今回の課題研究は教科書の内容から離れた内容のものであったので、指導する立場である私自身、全く未知のテーマであったが、いざとなったらインターネットで検索したり、誰かに聞いたりすれば何とかなる…と軽い気持ちでいた。しかし、実験を進めていっても、飛行原理についての手がかりがつかめず、インターネット等で調べても、何もわからなかった。もしかしたら仕組みが全くわからないまま終わるのではないかと、私自身、幾度と無く不安を感じた。しかし、ひよんなことから解決の糸口が見つかり、それからどんどんいろいろなことがわかっていった。2年前、白川英樹教授が講演の中でおっしゃっていた「セレンディピティー」という言葉を思い出し、これがセレンディピティーかも知れないと思った。身近な玩具から予想外のことがわかり、いろいろな意味でもなかなか楽しい課題研究だった。少し、感想も混じってしまったが、以上を評価としたい。

(c)今後の課題

今回の課題研究は(b)で述べたように、とても有意義だった。物化生地にこだわらず身近なものについての疑問をテーマにした研究を行うことが今度の課題である。

1. 目的

化学Ⅱでセルロースは β -グルコースが次々と縮合した構造を持っていると説明されている。従って、加水分解すればグルコースが得られ、さらにそれをアルコール発酵すればエタノールが得られると考えられる。

そして、それを実際に試みることで、どのような条件の場合により多くのエタノールが生成するかを探ることとした。

2. 指導目標

- (1) セルロースやグルコースの構造、エタノール発酵や生成するエタノールについて理解させる。
- (2) 生成したグルコースやエタノールの検出や濃度測定を行う方法を考えさせると共に、その原理を理解させる。
- (3) 課題研究についての論文を作成させ、発表させる。

3. 課題研究の内容

研究を大きく分けて、4つの段階で考えることとした。

- (1) セルロースを取り出し、リグニンなどを除去し精製する過程。(4・5月)
- (2) セルロースをグルコースに分解し糖化する過程。(6～11月)
- (3) イースト菌などによりグルコースをエタノールに発酵させる過程。(7～12月)
- (4) エタノールを精製する過程。(ここまでは到達していない。)

4. 課題研究の概要

- (1) 実施日 平成18年4月～平成19年3月毎週水曜6限または5～6限
- (2) 実施場所 化学教室
- (3) 対象生徒 2年9組(SSHクラス) 男子5名
- (4) 実施内容

- | | |
|---------|--|
| ①実験 | 植物の採取、セルロースの精製、セルロースの糖化とグルコース濃度の測定、エタノール発酵と生成したエタノールの濃度の測定 |
| ②データの処理 | 表計算ソフトを用いたグラフの作成 |
| ③レポート作成 | 個人レポートの作成 グループレポートの作成 |
| ④発表資料作成 | 文化祭のポスター展示 発表用スライドの作成 発表原稿の作成 |

5. 研究の成果

- (1) 植物からセルロースを取り出し、リグニンなどを除去し精製することができた。セルロースを精製するには、水酸化ナトリウムを多量に用いる必要があり、また、それを中和するのに多量の酸を必要とした。そして、有機物の残さが残った。それらを適正に処理することが必要であることが実感できた。
- (2) セルロースをグルコースに分解し糖化する方法として、2つの方法を試みた。その一つは希酸による加水分解であり、もう一つは加水分解酵素のセルラーゼによる方法で、それぞれグルコースが生成したことを確認した。
- (3) イースト菌によりグルコースをエタノールに発酵させる過程は、糖化に希酸を用いた場合にはその中和によって生じる塩の濃度が大きく、それを除去する必要があることが分かった。また、セルラーゼによる方法から得たグルコースは、酸を用いた場合と異なり塩の濃度が小さいことが推測でき、pHも中性付近なので発酵に適していることが分かった。実際、イースト菌で発酵させると多量の二酸化炭素ガスを発生して発酵しているのが確認できた。しかし、それに見合うエタノールの生成が確認できなかった。ただ、セルラーゼによって得られたグルコースを確実に発酵できれば、多量の酸塩基などを必要とせず、有利な方法であることがわかった。

生物のキューネの発酵管などを用いたエタノール発酵の実験からすると、グルコースからエタノールを

生成することは難しくなく、エタノールをより多く得る方法や条件を探るのがこの課題研究の当初の目的であった。しかし、実際にはセルロースを糖化する過程で発酵阻害物質などが生成し、その除去や回避の効率的方法の開発などが、現在の研究の主要なテーマになっていることも分かった。

(4) エタノールを精製する過程。(ここまでは到達していない。)

6. 評価

生徒の評価 生徒によるアンケート結果

(1) 課題研究の全体評価はどうですか。 () が人数

①大変良かった。 ②良かった。(2) ③普通。(1) ④あまり良くなかった(1)。 ⑤良くなかった。(1)

(2) 課題研究を行ってどのような成果がありましたか。書いてください。

・課題研究を通して、科学研究について深く考えることができた。バイオマスエタノールを生成することで、エネルギー問題の関連事項にも目を向けることができた。

・グルコースからエタノールを少量だが生成した。

・デンプン以外から、植物のグルコース化に成功した。糖化したグルコースからエタノールを得ることは簡単ではないと判明した。

(3) 課題研究を通して自分のなかで成長した点、変化した点を書いてください。

・自分が研究して得た結果や考察を文章にまとめる力が付いたと思う。

・1つの課題について様々な視点からものを見る力が付いたと思う。

・協調性が少し身に付き、少し成長したと思う。

(4) 課題研究「草からエタノールの生成」について理解が深まったこと分かったことを書いてください。

・現段階では効率よくかつ大量にバイオマスエタノールの生成は難しいが、今後それが可能になると予想される。

・化学的な理論よりも、現在のバイオマスエタノールの実用性など社会的なことが分かった。

・発酵阻害物質が生成してしまい、発酵を妨げていることが分かった。

(5) 「草からエタノールの生成」に関する化学的難易度はどうでしたか。

①大変難しい。(4) ②やや難しい。(1) ③普通。 ④難しくない。

(6) 化学的な考え方は身に付きましたか。

①身に付いた。(1) ②少し身に付いた。(4) ③変わらない。 ④分からない。

(7) 課題研究は自分の進路を考える上で影響を与えましたか。

①大変影響した。(1) ②少し影響した。(2) ③影響しない。(2) ④分からない。

(8) その他感想を書いてください。

・本題である「草からエタノールの生成」に到達できなかったのが少し残念だったが、自分たちの手でグルコースからエタノールを少量ではあるが生成することができたのは嬉しかった。もし時間があれば今後も実験を続けてみたい。

教員の評価

エタノールを精製し、火を付けて燃やすというのが最終目標であったがそこまでは行かなかった。しかし、ほんの微量ではあったがエタノールの生成を確認できた。現在、政府を上げて取り組もうとしている研究テーマを研究課題に設定したことには無理があったと途中で気づいた。しかし、一方でセルラーゼを用いることにより割と容易にグルコースに糖化できたのは、その成果に触れたとも言える。またエネルギー問題や環境問題に気づくこともできた。アンケートにあるように、それも成果ともいえると思う。私にとっても、これが最初で最後のSSHの課題研究になるかもしれないので、良い経験になった。

7. 今後の課題

エタノール発酵により沢山の二酸化炭素の発生が確認できた。これにより何が生成したのか、可能なら調べてみたいと思う。また、エタノールの検出まで時間が空きすぎた点を改善し、再度、実験したいと思う。

8. 謝辞

最後になりますが、分光光度計をお借りした新潟県立教育センターの山田悟志先生にお礼を申し上げます。

1. 目的

- ① アリの飼育、行動観察の継続から課題研究テーマを見出す。
- ② 実験の計画、方法の考案、実験結果の考察などの能力を養う。
- ③ 報告書にまとめプレゼンテーションする力をつける。
- ④ グループ内全員の協力を大切にし、テーマ、方法を考え問題解決する。

2. 研究テーマの設定について

身近にいるアリの生態、行動を観察、それに伴う調べ学習からテーマを見出した。アリは社会性昆虫であり、1つの巣が1つの家族である。女王アリを中心に役割分担をもち、生活している。巣から出たアリが餌を得て巣に戻るとき何をたよりにして帰巣しているのかという点に興味を持ち、帰巣には視覚や嗅覚を利用していると考え、テーマを「アリの視覚と嗅覚」に設定し課題研究を開始した。しかし、ミルソー・水槽での飼育、営巣がうまくいかず、再度テーマを設定しなおすことになった。そこで、テーマを1つに絞り「アリの触角と嗅覚について」とし、大形のクロオオアリ<図1>をアントクアリウム<図2>で飼育、営巣させ、実験を開始した。

3. 実施内容

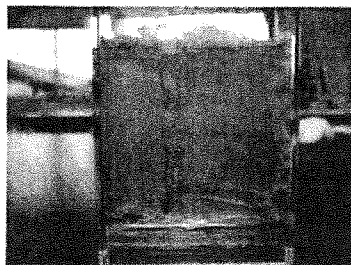
<課題研究>

- ① アントクアリウムにおけるアリの飼育と観察。アリの生態、飼育方法などの調べ学習。(4月)
- ② テーマの決定と実験計画、実験装置の考案。(5月)
- ③ ミルソー、水槽におけるアリの飼育、営巣。実験装置<図3>の作成。(6～9月)
- ④ アリの営巣失敗によりテーマと実験方法の見直し。(10月)
- ⑤ テーマにそった実験<図4>、考察。(10～1月)
- ⑥ 個人、グループ論文の作成、課題研究発表会の準備。(2月)

上記のような内容で実施した。テーマの決定は5月になされ実験の計画、方法、それに伴う用具の作成を行った。用具は計画通り完成したが、肝心のアリの営巣が何度やってもうまくいかず、残された日数を考えるとテーマと実験方法を見直さざるを得なくなった。このために具体的な実験実施が遅くなった。



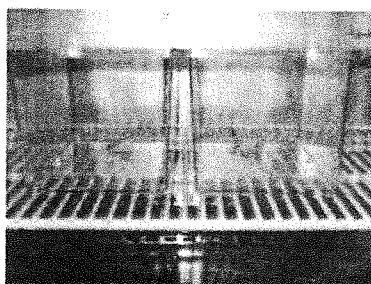
<図1> 実験に使用したクロオオアリ



<図2> アントクアリウム



<図3> アリの観察装置



<図4> 低温恒温器内での実験

4. 成果

課題研究を実施し、以下のような成果があった。

- ① アントクアリウムにおける長期のアリの飼育により、営巣の様子、行動の継続観察ができた。また、同時に調べ学習によりアリの生態、行動を深く理解できた。
- ② ミルソー、水槽におけるアリの飼育、営巣の失敗からアリの長期飼育の難しさを知ると同時に、動物を対象とした実験における飼育の重要性を知った。
- ③ グループ内での協力、ディスカッションが十分に行われた。
- ④ テーマの設定から実験、論文作成、発表まで生徒が主体的に取り組み、この中で実験の計画、結果の考察、論文作成、プレゼンテーションなどの力を高めることができた。

5. 評価

(1) 生徒の評価(アンケートによる)

- ① 課題研究をやったどのような成果がありましたか。

自ら考え実行する力がついた。論理的に考える力を養うことができた。アリの未知なる世界を見ることができた。

- ② 課題研究をやった自分の中でどのような変化、成長がありましたか。

自ら課題を見出せるようになった。疑問に思ったことを探求する意欲が増した。グループ内の協調性が増した。

- ③ 科学的研究についての考え方は変わりましたか。

生物を扱う研究は対象生物の生態、飼育方法をよく知るべきだと実感した。

- ④ 課題研究をやったよかった点は何ですか。

何もないところから論文まで書き上げたことで大きな自信を持てた事。グループ内での討論の充実。

- ⑤ 課題研究をやった悪かった点、改善点は何ですか。

部活との折り合い。アリを軽い気持ちで実験対象としたこと。事前学習をもっとやるべきだった。テーマ設定が漠然としていた。指針をもっとはやく決めればよかった。

- ⑥ 課題研究をやった将来の進路に何か影響を与えましたか。

変わらない。研究職への関心が高まった。

(2) 教員の評価

課題研究を生徒主体で最後までやりとげたことに大きな成果があったと思う。テーマの設定、実験の計画・方法、実験用具の作成、結果の考察、論文作成、発表と授業中の実験ではやれないことを1年間にわたり行うことで、問題解決能力の向上、研究することの難しさや楽しさ、論文作成、発表における表現力の向上など多くのことを生徒は学び取ってくれた。この経験が今後の進路実現に何かの形で役立つと思う。

6. 課題

課題研究の前半はテーマの設定から実験計画・方法、用具の作成まで順調に進めて行くことができた、しかし、実験の対象であるアリの飼育、営巣が何度試みてもうまくいかず時間だけが過ぎて行き、当初の計画を断念し再度テーマの設定と実験の計画をたて実験に入ったという経緯がある。

生物、特に動物を扱う研究は、長期に渡り飼育できることが前提であり、飼育の方法、日々の世話などができなければうまくいかない。我々の「アリ」の飼育に対する認識の甘さが今回の課題研究における大きな失敗であったと思う。今後、生物(動物)を対象とする研究を行う場合この点に細心の注意を払いながら進めていくことが必要である。

1. 目的

身近に存在するムシも行動を詳しく見てみるといろいろおもしろい行動や習性がある。ダンゴムシには障害物にぶつくと右または左に方向を変えて前へ進むが、障害物に当たり転換する方向は前回とは逆の方向に、つまり障害物に当たるたびに左右交互に方向転換する「交代転向性反応」の性質が知られている。

本研究では、生徒にこのダンゴムシの習性を紹介し、生徒にこの習性について調べる課題を出した。生徒が自分でこの習性について研究するテーマ、観点を設定し、実験方法を考え、結果を仮説検証させることにより、科学的な思考法、実験方法や結果の考察方法について学ぶことを目的とする。

2. 指導計画

- (1) 4・5月 ダンゴムシの「交代転向性反応」や生態についての調べ学習。
- (2) 6・7月 仮説の設定、実験方法の設定、実験の準備
- (3) 9・10月 実験
- (4) 11・12月 結果の考察、論文作成
- (5) 1～3月 論文・発表原稿・発表スライドの作成
- (6) 4月22日 課題研究発表会

3. 活動内容及び研究結果

(1) 仮説の設定

ダンゴムシの「交代転向性反応」の検証。

(2) 実験の準備

- ① 迷路の作製 … 複雑な迷路は実験を煩雑にするとともに、結果の考察が複雑になるので科学雑誌「科学のたまご3号」(学研)を参考に作製した。
- ② ダンゴムシの捕獲 … 校地内にいるダンゴムシを捕獲した。

(3) 実験

- ① ダンゴムシ20個体について迷路を使い、壁にぶつかったときの方向転換の方向を記録した。1個体につき10回ずつ行い記録した。

② 結果

回数	個体1	個体2	個体3	個体4	個体5	個体6	個体7	個体8	個体9	個体10
1	LRLR	RLRL	LTLLTL	LTLLR	RLRL	RTRRTR	LLLLR	RTLRL	RLRL	RLRL
2	LRLR	RLRL	LRLTL	LRLLLLR	RLRL	RLTLLR	RLRL	RLRL	LRRL	RLRL
3	LRRL	RRLL	RRLTRRL	LRLR	LLRL	LTLLR	LLLLLL	LRRL	RLRL	LRLR
4	RLRL	RLR	RLRL	RLLR	LRRL	RLRL	LLLL	RLRL	RLRL	RLRL
5	RLRL	RLRL	RLRL	LRLR	LRLR	RLTLLT	LRLR	LTLLTLL	RLRL	RLLR
6	LRLR	LRRL	RLRL	LTLLR	RLRL	LRLRTR	LRLR	LLRRRL	LTLLR	RLRL
7	RLRL	RRTLR	RLRL	LLLLT	RLLR	RLRL	RLLLR	RTRRTR	LRLR	RLRL
8	RLRL	RLRL	LRLTTRL	RLRL	LRLR	LLLLRRRL	LRLR	LLRTLLR	LRLR	RLLR
9	LRRL	RRTRL	RLRL	LRLR	LRLR	LRLR	LRLR	LRRL	RLRL	RLLR
10	RLRL	RLRL	LTLLR	RLLR	RLLR	LRRL	LRTRLLR	RRTLR	RLRL	RRRL

回数	個体11	個体12	個体13	個体14	個体15	個体16	個体17	個体18	個体19	個体20
1	RLRRRL	LRLR	LLRL	LRLR	RLTLLR	RLRL	RTTRTL	RRRL	LRLR	LTLLR
2	RRRL	RLRL	LRLR	LRLR	LRRL	RLRR	LTTRLR	RLRL	LRLR	RLRL
3	LRLRL	RLRL	LRLR	LRLR	LRRL	RRRL	LTTRRL	LRLR	RLRL	LRLR
4	LLRL	LRRLR	RLLR	LRLR	RLRL	RTRRTR	RTRLR	LRLR	LRRL	LLRL
5	RRLR	RLRRRL	RLRL	RLRL	RRLR	RRRRRL	LRLR	LRLR	LLRL	RLRL
6	RRLR	LRLRL	RLRL	RRRRRL	LRLR	RRRR	RLRL	LRLR	RRLR	LRLR
7	RRLR	RTRRTL	LTLLR	LRRRRL	LTLLR	LRLR	LRLR	RLLLRRL	RLRL	LRLR
8	LLRL	LRRLR	LRLR	RLRL	RLLR	RLRL	LRLR	LRLR	LTLLR	RLRL
9	RRRL	RRRR	LTLLR	LRRL	LRRL	LTLLR	LRLR	RLRR	RLRL	LRLR
10	RRRL	LRRLR	LRLR	RTRRRRL	RRLR	LRLR	RLRL	LTLLR	LTLLRL	RLRL

R: 右に曲がる、L: 左に曲がる、T: それ以外の反応が起きた

(4) 結果の検証方法

- ① 結果からダンゴムシの「交代転向性反応」を検証するのに統計処理の必要がある。しかし、検定処理に関しては理解するのが難しいこと、データの数が少ないなどの理由から次のような簡単な検証を行った。
- ② データの扱い… 作製した迷路は、交代転向性反応が見られれば、4回壁に当たると迷路の外へ出ることができる。左右交互に方向転換しなかった場合は5回以上壁に当たるともあるが、各個体とも4回目までの壁に当たったときの反応の記録について検証した。
- ③ 検証方法… 壁にぶつかったとき右に曲がるか左に曲がるかは偶然と仮定すると4回の方向転換の機会があった場合に左右交互に曲がる確率は0.125である。各個体とも10回ずつ行っているので、10回中で交代転向性反応がみられた回数とその確率を求めると下表ようになる。

(5) 結果の考察

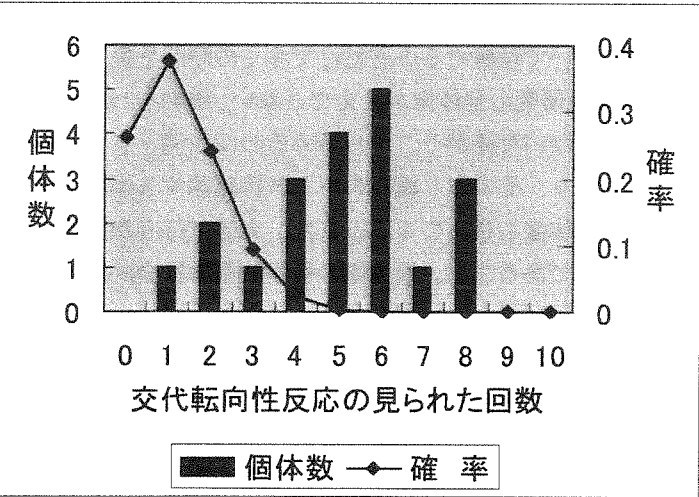
下表の結果をグラフにまとめると下のようになる。交代転向性反応が10回中5回以上見られる確率は下表の通り非常に低い。実際に実験を行うと5回以上見られたのは20個体中13個体で、極めて高い頻度で見られている。よってダンゴムシの交代転向性反応は偶然に起こったとは考えにくく、このような習性を持っていると考えられる。

4. 指導の評価

指導のねらいとしては、ダンゴムシの交代転向性反応を検証することで興味・関心を高め、さらに研究を発展させ、独自のテーマを見つけ研究することを期待していたが、検証するだけで発展させることができなかった。

動物の行動や習性の検証方法がわからない、あるいは統計的概念がほとんどなかったため、生徒の中で興味・関心が高まることがなかった。生徒にもともとテーマ設定の段階で漠然としていて明確なものが打ち出せなかったため、テーマを提供し、それを発展させることを期待したが、ある一定の興味・関心を示した対象に対し、さらに自分で探究することにより自分自身の興味・関心を高める術を生徒はまだ持っていない。そのような生徒に対し、より興味・関心を示すテーマをどのように設定していくか、あるいは研究に取り組む中でさらに興味・関心を高めて行くにはどのような指導をしていけばよいか、多くの課題が残された。

今回、他の課題研究のテーマで取り組む生徒と掛け持ちで指導をしていたので、生徒とのコミュニケーションや指導が十分に行えなかったことも一因と考えられる。自分ではっきりとしたテーマを設定できない生徒、自主的に研究を押し進めていくことのできない生徒に対しては、もっと時間をかけた指導も必要である。



交代転向性 反応が見ら れた回数	確 率	個体数
0	0. 2 6	0
1	0. 3 8	1
2	0. 2 4	2
3	$9. 2 \times 1 0^{-2}$	1
4	$2. 3 \times 1 0^{-2}$	3
5	$3. 9 \times 1 0^{-3}$	4
6	$1. 0 \times 1 0^{-4}$	5
7	$3. 8 \times 1 0^{-5}$	1
8	$2. 1 \times 1 0^{-6}$	3
9	$6. 5 \times 1 0^{-8}$	0
1 0	$9. 3 \times 1 0^{-1 0}$	0
合計	0. 9 9	2 0

対象生徒 小野澤景介 小林義寿 白井福寿

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

指導教諭 伊藤大助

1. 目的

本課題研究は新潟薬科大学応用生命科学部と連携し、遺伝子工学研究室で行われている生ゴミの堆肥化中の微生物の動態解析を研究テーマにして行われ3年目となる。

このテーマは、

- ① 生ゴミという身近なものを題材としている。
- ② 生ゴミの堆肥化は大量の生ゴミの処理問題の解決策としても期待されており環境問題を考えることができる。
- ③ 微生物の動態解析には最先端の科学技術が用いられているおり、身近な問題と最先端科学技術を結びつけるものであり、最先端技術の社会的意義を学ぶことができる。

以上の点で、身近な問題をグローバルな視点でとらえ、最先端の科学技術を利用して解決を図る課題研究として、自然科学分野の人材育成をめざす上でも、いいテーマといえる。

しかし、過去2年間、このテーマで生徒は課題研究に取り組んできたが、いろいろな問題があり、十分な成果を得たとはいえない。そこで、過去2年間の反省をふまえ、さらに上であげたすぐれた点を生かせるような課題研究とすることが目的である。

2. 研究および指導計画

(1) 指導の改善とねらい

今までは、大学の研究室で行われている微生物の動態解析を中心とした課題研究であった。十分な知識をまだ持っていない生徒にとって、最先端科学技術を利用した実験は、限られた時間の中ですべてを理解するのが難しかった。また、実験操作が未熟なため、いい結果が得られない問題も生じた。そのため生徒は、生ゴミの堆肥化という身近なテーマでありながら、身近に感じるができなかったり、すべてを理解しようとすることが逆に理解しきれなくて中途半端な課題研究となってしまった部分もあった。

そこで、このテーマによる課題研究の成果が出るような次のような改善を試みた。

<改善点>

- ① 最初に自分たちで生ゴミから堆肥化に取り組み、できたものをサンプルとして大学で微生物の抽出、同定を行う。
- ② 微生物の抽出・同定作業は、全ての行程は行わず、一部だけを行う。

<改善理由>

- ① 本来、生ゴミの堆肥化の過程を明らかにするための研究であるのに、大学で微生物の抽出と同定実験を中心に課題研究を進めてしまうと、生徒は実験について理解することだけで多くの時間を費やすことになり、また、堆肥自体についてはよく知らないで課題研究の全体像が見えてこない。堆肥をつくるのが、本課題研究の原点であり、まだ知識も見識も十分でない生徒がそこから始めるのは当然とも言える。生ゴミを堆肥化することは生徒にも十分できることであり、その取り組みの中で試行錯誤する過程で堆肥化に必要な条件、そのしくみを学ぶことができ、その全体像も見えてくる。また、大学で行う微生物の抽出・同定の作業が堆肥化のしくみを過程を解明する手段であること、最先端の科学技術の社会的意義を生徒は実感できる。
- ② 本来、大学で行う微生物の抽出・同定の作業もすべて生徒自身が試行錯誤しながら行うことが望ましい。しかし、限られた時間の中で行わなければいけないので実験を何度もやり直ししながらはできないのが現状である。そこで、生徒が理解しやすい作業、また生徒が行っても結果に影響が少ない作業を中心に、その他の行程は大学にお願いした。

(2) 追加実験

今回、生徒がつくった堆肥のサンプルから微生物の抽出・同定を行ったところ、堆肥化には関係ないと思われる微生物が検出された。そのため生徒たちがつくった堆肥が有用なものか検証することになった。大学の堆肥のサンプルと種子の発芽率について比較し、検証を行った。

(3) 年間指導計画

- ①平成18年4月～7月 ・堆肥の作り方についての調べ学習
 ・生ゴミの堆肥化
- ②平成18年8月7日 新潟薬科大学 微生物の抽出・希釈・平板培養
 8日 " 微生物の純粋培養
 9日 " DNA抽出、PCR法による増幅、
 電気泳動による確認、微生物の顕微鏡観察
- ③平成18年9月～12月 種子の発芽による検証実験、論文作成
- ④平成19年1月～3月 論文・発表原稿・発表スライドの作成
- ⑤平成19年4月22日 課題研究発表会（予定）

3. 指導の評価(指導目標に対する評価)

(1) 「Ⅰ 生徒が自ら考え、工夫し、発見する課題研究を行う。」について

「生ゴミの堆肥化→微生物の抽出→微生物の同定→考察」という一連の研究の流れはあらかじめ決まっているが、生ゴミの堆肥化と堆肥の抽出液を使った発芽率による検証については生徒が試行錯誤しながら課題研究を進めることができた。

(2) 「Ⅱ 探究の過程（仮説→実験→検証→発見）を大切にしたい課題研究を行う。」について

生ゴミの堆肥化から微生物の同定については指導計画に基づくものであったが、発芽率の検証実験については、同定結果を受けて自分たちがつくった堆肥の有用性について疑問から発芽率により仮説検証したものであり、成果があった。

(3) 「Ⅲ 身近な「なぜ？」を解決する課題研究を行う。」について

堆肥は、現代においては農業を営む家庭の生徒以外には身近に存在するものではなくなっているが、堆肥の存在について誰もが知っている。しかし、その実態や堆肥化の過程についてはほとんどの生徒は知らないので、身近な「なぜ？」を解決する課題研究となっている。

(4) 「Ⅳ 報告書の作成、発表会を通し、表現力、コミュニケーション力を身につける。」について

現在、論文を作成中であるが、文章、グラフの表記の仕方をはじめ、表現が未熟なため課題研究の内容が十分に伝わらない。生徒は論文の作成を通し、客観的な表現方法についてこれから学ぶことになるだろう。また、発表用のスライド作成についても同様なことが期待される。

(5) 「Ⅴ 科学コンテストの参加を目指す。」について

本課題研究は、大学で実際に行われている研究を生徒がある程度自分たちで試行錯誤しながら進めることにより、科学する上での必要な素養を学ばせることを意図としており、まだ、科学コンテストに応募できる内容に至っていないが、生徒自身による独自の観点からの取り組みにより発展できる可能性はあり、それは今後の課題である。

「パーティクルガンによる遺伝子導入実験 ～タマネギ細胞の細胞小器官を探る～」

対象生徒 石本卓也

指導教官 新潟大学農学部応用生物化学科 教授 三ツ井敏明

指導教諭 石本由夏

1. 目的

遺伝子導入実験により細胞内小器官を可視化し観察し、特に色素体とゴルジ体について分布や働きについて考えさせる。また、一昨年の課題研究の継続テーマ「色素体から葉緑体への分化の実験」を一昨年のデータを参考にし、実験方法に改善点を取り入れ行う。



図1 院生指導のもと実験中

2. 指導目標

- (1) パーティクルガン法による遺伝子導入実験の原理について理解させる。
- (2) 色素体やゴルジ体が細胞内でどのように分布しているか、また相互関係について考察させる。
- (3) 鱗片葉の性質から、色素体が葉緑体に分化するための条件を考察させる。
- (4) 実験を通して、実験結果から考察する能力を身につけるとともに、研究内容をまとめる力、発表する力を養うことを目標とする。

3. 課題研究の概要

遺伝子導入実験に興味を持っている生徒が、遺伝子導入をやってみたいということでこのテーマを選択した。まず、パーティクルガン法を用いてタマネギ細胞に遺伝子導入する実験の手法を学んだ。次に、遺伝子導入により色素体やゴルジ体をそれぞれ可視化したり、一昨年度の発展として色素体とゴルジ体を共に可視化する実験も行った。

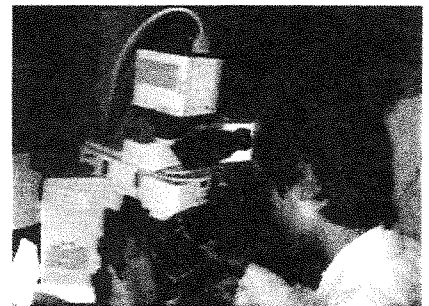


図2 大学の蛍光顕微鏡で観察

また、二年前の、光によりタマネギ鱗片葉の表側細胞中の白色体（色素体の一種）が葉緑体へ分化するという実験を再考察し、二年前の実験ではタマネギの鱗片葉の表側からしか光を当てなかった点に着目した。今回はその実験の発展として、鱗片葉の裏側の細胞中の白色体（色素体の一部）も葉緑体に分化すると考え、鱗片葉の裏側からも光を当てて実験を行った。

大学の研究室で実験実習を行うテーマと、主に校内で実験実習に取り組むテーマと2つのテーマを同時進行で行った。また、実験実習と並行して考察、研究発表の準備、論文作成を行った。大学の実験実習では、大学の研究室で研究している最先端の成果を体験でき、貴重な発見であった。

4. 課題研究の展開

(1) テーマの設定 実験テーマは次の2点について行った。

実験1：遺伝子導入実験による細胞小器官の可視化

目的1：色素体とゴルジ体をそれぞれ可視化し、それぞれの細胞小器官分布の様子を確認する。

目的2：色素体とゴルジ体を共に可視化し、色素体とゴルジ体が互いに影響しあうかどうか調べる。

実験2：光により鱗片葉裏側の細胞の色素体が葉緑体へ分化することを確認する実験

目的：タマネギの鱗片表側の細胞だけでなく、裏側の細胞も光により色素体が葉緑体に分化することを確認する。

(2) 大学への臨地実習 実験1のテーマに関しては主に大学での実験実習を中心に行った。

①期 日 ・1回目 2006年5月24日（水）13：45～17：30

実験…パーティクルガンによる遺伝子導入実験 遺伝子導入手法を学ぶ

・2回目 2006年6月21日（水）13：45～17：30

実験…パーティクルガンによる遺伝子導入実験 可視化した細胞小器官の観察

・3回目 2006年8月28日（月）12：30～18：30

実験…パーティクルガンによる遺伝子導入実験 色素体とゴルジ体を共に可視化する実

験

・4回目 2007年3月5日(月) 13:45~17:30

実験…パーティクルガンによる遺伝子導入実験

色素体とゴルジ体を共に可視化する

②場 所 新潟大学農学部応用生物化学科

③対 象 2年生 SSH クラス1名

④指導教官 新潟大学農学部応用生物化学科 教授 三ツ井 敏明 他 TA 1名

(3)校内での課題研究の取り組み

校内では、実験2のテーマを中心に実験実習を行った。また、タマネギ細胞中の色素体が葉緑体に分化したかどうか、肉眼で確認できないものについては、大学で蛍光顕微鏡を使ってクロロフィルの自家蛍光を観察することで、葉緑体に分化したかどうか確認した。タマネギ鱗片葉細胞に光を当てるにあたって、カビが発生しないように、鱗片葉の外側と内側から光を当てるにはどうしたらよいかなど、生徒なりに工夫して行った。また、実験と並行して、文化祭でのポスター製作、研究発表会でのプレゼンテーション準備、論文の作成も行った。

(4)研究発表

文化祭での中間ポスター発表を行い、現在来年度4月の校内課題研究発表会に向けて、準備を行っている。最終的には科学賞への応募も考えている。

5. 成果

課題研究を始めた頃は、実験の手順や操作にどのような意味合いがあるか生徒は考えていなかったようであるが、失敗を繰り返しその原因を考えていくうちに、実験操作の意味合いを考えるようになった。実験で新たに生じた課題について、さらなる実験で分析しようという積極性もみられた。

大学での実験実習では、協力していただいた研究室で実際に取り組んでいるテーマの実験を行い、教科書には出ていない新たな発見をみる貴重な機会になった。

6. 評価

(1) 教員による評価

大学で実験実習することは、実際に研究現場で活躍している人と接することができ、研究というものを理解するのに有効であった。また、大学で実験実習を体験することで、校内での実験の姿勢も大学訪問前に比べ、意識を高くもって取り組めたようである。

(2) 生徒による評価

生徒は、高校では体験できない遺伝子導入実験を実際に行うことができ、貴重な経験ができたと感じている。大学で実験することで、日頃取り扱えない高価な機器等も使えたことも満足しているようである。また、今後も現在のテーマの研究を続け、来年度に科学賞へ参加を目指している。



図3 教授とマンツーマン指導

(3) 外部指導者による評価

大学と高校が連携したこのような課題研究は、大学側でも大変有益なものと考えており、今後も課題研究等で高校との連携を継続したいと考えている。

(4)生徒の変容

事業の成果でも述べたが、課題研究を始めた頃は、実験の手順や操作にどのような意味合いがあるか生徒は考えていなかったようであるが、失敗を繰り返しその原因を考えていくうちに、実験操作の意味合いを考えるようになった。大学で実験実習を体験することで、校内での実験の姿勢も大学訪問前に比べ、意識を高くもって取り組めたようである。また、問題発見能力や問題解決能力も課題研究を始める以前に比べ身につく、実験で新たに生じた課題について、さらなる実験で分析しようという積極性もみられた。

7. 今後の課題

大学での実験実習は3年目にあたり、以前は与えられたテーマを生徒がこなしていくという形であったが、3年目に入り、大学と高校側で事前に打ち合わせを綿密に行うことで、生徒の主体性のある実験の組立てが可能になってきている。限られた時間の中で今後も、このように生徒の主体性を生かしていくことが課題である。

1. 目的

短日植物であるアサガオを用いて短日植物がどのようなものか理解し、アサガオの花芽形成のしくみ、特に花成ホルモンについてテーマ設定を行い、実験し考察できるようにする。

2. 指導目標

- (1)短日植物であるアサガオの花芽形成のしくみについて、理解を深め知識をつける。
- (2)アサガオの花芽形成実験を行う上での基本操作を習得させる。
- (3)基本実験を通して自ら課題研究のテーマを設定させる。
- (4)生徒自らが設定したテーマについて、自ら問題を解決し考察する力を養う。

3. 課題研究の概要

昨年度の課題研究「花の秘密を探る」の内容に興味をもった生徒1名が、短日植物であるアサガオの花芽形成実験について継続して取り組むことになった。特に、昨年度の課題研究の内容で、アサガオを台木にサツマイモを接木した個体での実験に興味をもったため、接木実験操作の習得が今回の実験が成功するかの鍵になった。昨年度は接木の作業が上手くいかず、接木個体での花芽形成には成功していない。

まず、課題研究を行うにあたって、短日植物であるアサガオの花芽形成実験の基本操作を習得させた。特に花芽検定や接木方法については、大学側から指導していただき、実体顕微鏡を使って芽の細部まで観察することができるようになり、接木の成功率も昨年度より上がった。テーマは花成ホルモンの存在を示す実験を2つあげ、継続的に取り組んでいる。

2月末でも継続実験中であるが、データ数は少ないものの、花成ホルモンの存在を示す実験結果が得られた。生徒が各自考察、研究発表、論文作成を行い、さらに現実験の追試実験で数多くのデータを得ようと、研究への意欲が高まった。



図1 大学で接木の手法を学ぶ



図2 大学で花芽検定実験

4. 課題研究の展開

(1)テーマの設定

課題研究がスタートする前の春休みに、植物に関する指定した本5冊の中から1冊を選んで、植物が花をつけるということはどのような意味があるのか理解を深めた。その後、昨年度の課題研究論文や関係分野論文（英語）を読み、アサガオの花成ホルモンについての知識を深めた。また同時に、大学と校内で花芽形成実験の基本操作方法を習得し、アサガオが短日植物であるという確認実験を行った。これらの実験や本または論文の知識、大学の先生からのアドバイスをもとに、疑問点を課題研究のテーマとして設定した。実験テーマ、実験目的は次の通りである。

- ・アサガオが短日植物であることの確認実験（なぜアサガオは夏に開花するのか明暗周期から考える。）
- ・アサガオにサツマイモを接木した個体での花芽形成実験（花成ホルモンの存在を示すことを目的とする。）
- ・アサガオの短日処理した葉で合成されたフロリゲンの移動と芽の影響を調べる実験
（花成ホルモンの存在を示すことを目的とする。）

(2)大学への臨地実習

- ①期 日 ・1回目 2006年5月24日（水）14：00～17：30 アサガオの花芽検定実験
- ・2回目 2006年7月5日（水）14：00～17：30 接木実験：アサガオを台木にサツマイモを接木
- ・3回目 2007年3月19日（月）10：30～13：30 接木個体でのサツマイモ花芽検定実験

②場 所 新潟大学理学部生物学科

③対 象 2年生 SSH クラス1名

④指導教官 新潟大学理学部生物学科 教授 和田 清俊 他 TA 1名

(3)校内での課題研究の取り組み

アサガオの試験管での培養技術を習得し、大学で学んだ実体顕微鏡を用いての花芽検定を確実に校内で出来るように校内では繰り返し実験を行った。また、今回のテーマでは接木作業が成功するかどうかのポイントになるので、接木成功率を上げるため、何度も接木実験を行った。また、接木個体での実験条件設定のために、英語の論文を読むことも行った。テーマの設定後は、それぞれ習得した基本操作方法をもとに、そのテーマの問題解決のための実験計画を組み立て、問題解決を行った。授業中だけでなく、放課後や長期休業中にも必要に応じて実験を行った。また、実験と並行して、文化祭でのポスター製作、研究発表会でのプレゼンテーション準備、論文の作成も行った。



図3 校内で接木作業中

(4)研究発表

文化祭での中間ポスター発表を行った。また、来年度4月に行われる課題研究発表会に向けて、プレゼンテーション準備も進めている。また、今取り組んでいるテーマについて継続実験を行い、来年度の科学賞などへの参加も考えている。

5. 成果

課題研究を始めた頃は、実験手順や操作にどのような意味合いがあるか生徒は考えていなかったが、失敗を繰り返しその原因を考えていくうちに、実験操作の意味合いを考えるようになった。また、確認実験を行ってから自らが設定をしたテーマで実験へと進んだため、問題発見能力や問題解決能力も課題研究を始める以前に比べ身についた。

6. 評価

(1)教員による評価

今回は実際に英語の論文を読み、そのデータを参考に実験で良いデータを得るためにはどのような条件を設定したらよいか考えて実験を行ったため、科学論文とはどういうものかも触れることができた。実際に生物相手に実験をすることの難しさや、継続することでデータを得ることの喜び等、生徒が研究をするとはどういうことか知る良い機会であった。

(2)生徒による評価

実験中に予測しない点で失敗を何回か繰り返したが、継続して実験を行うことで目的のデータを得ることができ、安易にあきらめず継続することの重要性を学んだ。また、大学の先生や大学院生に直接指導していただけるという貴重な体験ができたとも感じている。

(3)外部指導者による評価

ご協力いただいた大学の先生は、課題研究を行うにあたって生徒が自分の考えで進める研究をサポートする、アドバイスするという形が大学側の協力体制として、最も良いと考えておられ、今年度もこのような体制のなかで進められたのは良かったとご意見をいただいた。ただ、研究の途中で、どこまでアドバイス等をして、方向性を修正するか、指導側での難しい問題であるとのことのご意見もあった。

(4)生徒の変容

1人1テーマで取り組んだため、実験内容の検討や作業など人任せにせず自立心が育った。1人で行うことで、生物相手の実験の苦労を何度かの失敗により経験したが、継続して実験に臨む姿勢が最後まで見られた。

7. 今後の課題

接木実験での花芽形成実験は、その接木成功率をあげることや、接木成功個体でも花芽形成まで枯れずに生育させることにかかなりの苦労を要した。原因としては、接木作業という細かい作業に慣れるのに時間がかかったこと、校内停電で明暗周期を一定に出来なかった時期があったこと、アサガオを培養させる人工気象器が手狭なため多くの個体数を培養できなかったことなどがあげられる。今後改善や工夫を考えていきたい。

1. 要約

“ π ”つまり円周率は、「円周の直径に対する長さの比」と定義される．長さによって定義された数であるから， π は幾何学の住人のように思える．しかし π は不思議なことに代数学，解析学にも顔を見せる．これら3つの分野それぞれの視点から π の値に迫った．

2. 方法・考察

(1)幾何学的アプローチ

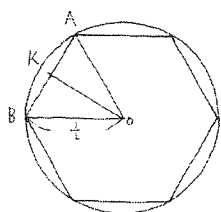
ここでは，幾何学にスポットを当てて， π について研究していく．

以下に紹介するのは，アルキメデス流の幾何学的 π の求め方である．

【方法】① 中心O，半径 $\frac{1}{2}$ の円に内接および外接する正 n 角形を作図する．

② ①で作図した正 n 角形の周の長さをそれぞれ求めて，その平均値を計算する．

(i)円(半径 $\frac{1}{2}$ ，中心O)に内接するとき



図は $n=6$ のとき

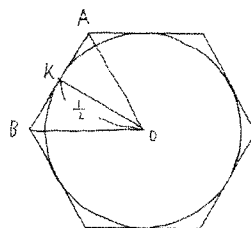
正多角形の隣り合う2つの頂点をA，Bとし
線分ABの中点をK， $AK=a$ とすると，

$$a = OA \sin \frac{360^\circ}{2n} = \frac{1}{2} \sin \frac{180^\circ}{n} \quad \text{である.}$$

よって，正 n 角形の周の長さは，

$$n \times 2a = n \times 2 \times \frac{1}{2} \sin \frac{180^\circ}{n} = n \sin \frac{180^\circ}{n} \quad \text{である.}$$

(ii)円(半径 $\frac{1}{2}$ ，中心O)に外接するとき



図は $n=6$ のとき

(i)と同様にA，B，Kを設定し， $AK=a$ とすると

$$a = OK \tan \frac{360^\circ}{2n} = \frac{1}{2} \tan \frac{180^\circ}{n} \quad \text{である.}$$

よって，正 n 角形の周の長さは，

$$n \times 2a = n \times 2 \times \frac{1}{2} \tan \frac{180^\circ}{n} = n \tan \frac{180^\circ}{n} \quad \text{である.}$$

【結果】	$n = 10$ のとき	3.16968345...
	$n = 100$ のとき	3.14187327...
	$n = 1,000$ のとき	3.14159523...
	$n = 10,000$ のとき	3.14159267...

この計算結果から，正多角形の辺を増やしていく
ほど，求められる値はより π (3.1415926535...)
に近づいていくように見える．

(2)解析学的アプローチ

π の値をより正確に求めるために，無限級数による方法を用いてみた．

無限級数とは，無限数列の項を限りなく足しあわせたものである．

まず，ドイツのライプニッツによる級数 $\frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \dots + \frac{(-1)^{n-1}}{2n-1} + \dots$ — ①について調べた．

これをつかって $n=100,000$ の項まで計算したとき，小数点以下第4位まで正確に求められる．

次に、スイスのレオンハルト・オイラーの級数 $\frac{\pi^2}{6} = 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \cdots + \frac{1}{n^2} + \cdots$ — ②

と、これと同様にして生み出される級数 $\frac{\pi^4}{90} = 1 + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{3^4} + \cdots + \frac{1}{n^4} + \cdots$ — ③について研究した。

②はライプニッツ級数①とほとんど同じ早さの収束を見せる。③は $n=1,000$ の項まで計算するだけで小数点以下第7位の近似値が得られる。②に比べて③の方が格段に収束が早い。これは各項の0への収束が速いためだと思われる。

そして、調べた中で最も収束が早かったものはマーチンの公式である。

$$4 \arctan \frac{1}{5} - \arctan \frac{1}{239} = \frac{\pi}{4} \quad \left(\arctan x = x - \frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{5}x^5 - \cdots + \frac{(-1)^{n-1}}{2n-1}x^{2n-1} + \cdots \text{ を使って計算する} \right)$$

これをつかうと $n=10$ まで計算するだけで、小数点以下16桁までの近似ができた。今までの級数に比べると、信じられないほど収束が早かった。

(3)代数学的アプローチ

ここでは数学の分野の中で代数学と確率にスポットを当てて分析した。

【方法1（既約分数を使う方法）】

十分大きな自然数 n に対して、 $1 \leq p \leq n, 1 \leq q \leq n$ を満たす自然数 p, q を用いてできる n^2 個の分数 $\frac{p}{q}$ のうち、既約分数（それ以上約分することの出来ない分数）であるものの個数を $a(n)$ と

すると、 $\sqrt{\frac{6n^2}{a(n)}}$ で π の近似値が得られる。

【結果】	$n = 500$ で	3.139019975...
	$n = 1,000$ で	3.14041534...
	$n = 2,000$ で	3.140645471...
	$n = 4,000$ で	3.1415330052...

確かにこの式から π の近似値が得られることが分かった。計算結果から n の値が大きくなっていくほど正確な π の値に近づいていくことが予想される。

【方法2（確率による方法）】

平面上に真っ直ぐに引いた平行線（間隔 d ）に落とした長さ l の針が平行線にかかる確率は $\frac{2l}{\pi d}$ である。

この方法はフランスの博物学者ビュホンによるものだが、後にイタリアのラザリーニが針を 3,408 回投げて、3.1415929 という小数点第6位まで正しい推定値を得たという。

3. まとめ・感想

数学の理論体系は、おもに3つの分野（代数学、幾何学、解析学）に分けることができる。代数学は整数や方程式、幾何学は図形の性質、解析学は微分積分や確率論などについての分野である。

わたしたちはいま高等学校の数学で、これらの分野からそれぞれピックアップされた内容（たとえば高次方程式、平面幾何、微分積分というように）を教科書の單元ごとに学んでいる。それぞれの單元では、実数の累乗根をとったり、長さを求めたり、級数の和を求めたりと一見繋がりが無い。そのため、授業で習う数学では、代数学、幾何学、解析学がそれぞれ独立しているように感じられるのだ。

しかし、この3つの分野の根底を古代ギリシャ時代から脈々と流れているものがある。その代表的なものが、わたしたちの調べてきた π なのだった。 π は数学のどの分野にもかかわっている。幾何に限らず思わぬところで現れる π ——大昔から人類が求め続けてきたこの値が、数学全体の発展に大きく貢献してきたのだ。人々が π に魅入られた理由は、シンプルに定義された数 π がもつ性質の奥深さにあるのだと思った。

気体ロケットの運動解析

石橋匠, 内山駿, 川瀬大樹, 佐藤友哉

指導教諭 笹川民雄

要旨

ペットボトルロケットを製作し、デジタルビデオカメラで気体ロケットの運動の様子を撮影した。撮影した映像を運動解析ソフト「MOA-2D」と表計算ソフト「Excel」を用いて運動解析を行い、運動の特徴を調べた。次に気体ロケットの運動のシミュレーションを行った。実験により推進力と空気抵抗力を求め、運動方程式を数値解析し、速度、高さの理論値を求めた。その後、理論値と測定値の相対誤差を調べ、その原因を考察した。

研究内容

I 打ち上げ実験による気体ロケットの運動解析

発射台を水平に設置し、ロケットをカーテンレールに通し鉛直に立てる。圧力計を見ながら空気を入れていき、ロケットを打ち上げ、ビデオカメラで撮影する。その後、運動解析をして、高さ、速度、加速度の時間的変化を調べた。

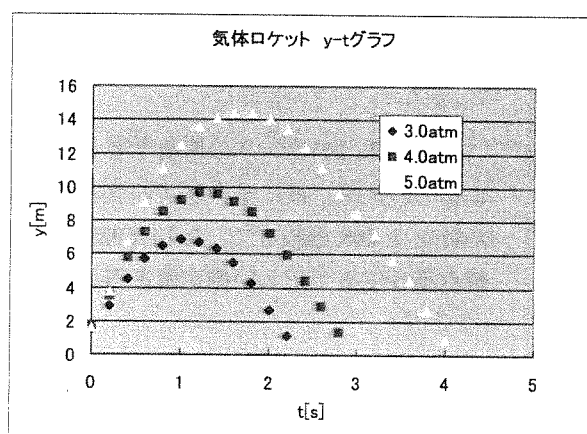
II シミュレーションによる気体ロケットの運動解析

注射器に空気を入れてスタンドに固定し、ペットボトルの先端を注射器のピストンに接するようにセットし発射させる。その時の注射器内の空気の圧力を圧力センサで測定し、推進力の時間的変化を調べた。

空気抵抗力を求めるために、紙皿を質量を変えて落下させ、終端速度と質量の関係を調べた。その結果、終端速度の 2 乗が質量に比例していた。このことから、空気抵抗力が速度の 2 乗に比例することが分かった。また、その比例定数を調べ、紙皿の場合の C_D 値(空気抵抗係数)が 0.9 になることが分かった。ペットボトルの場合も C_D 値を 0.9 と仮定した。速度が分かれば、空気抵抗力も求められる。重力は一定であり、推進力はすでに求めている。運動方程式により、加速度を求める。その加速度を利用して、速度、高さの順に値を求めていった。このような方法で気体ロケットの運動のシミュレーションを行った。

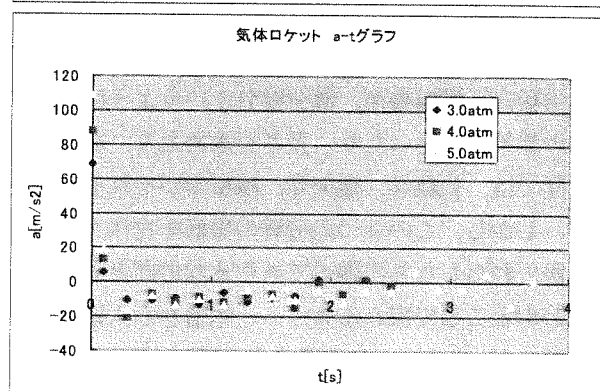
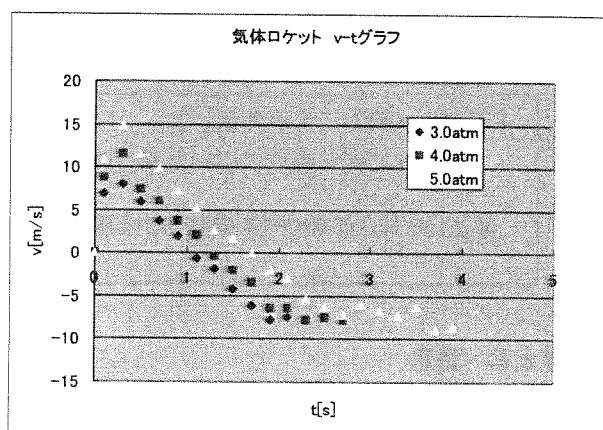
結果と考察

I 打ち上げ実験による気体ロケットの運動解析



圧力が高いほど最高点が高くなった。圧力が高いほど最高点が高くなるのは、ペットボトル内部とペットボトル外部の圧力の差により空気を噴射し、その差が大きいほど推進力が大きくなるからである。

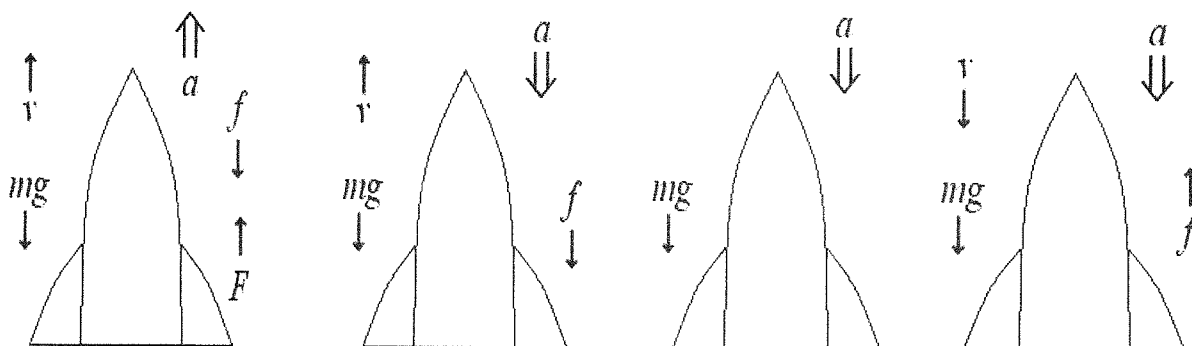
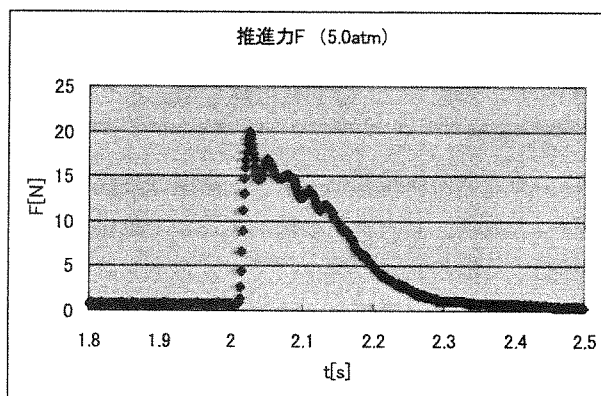
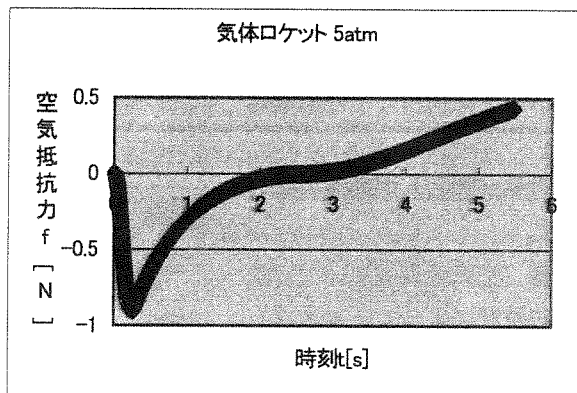
圧力が大きいほど最高速度も加速度も大きくなった。速度は発射直後に急激に大きくなり、最高点に近づくにつれて 0 に近づいた。加速度は発射後、急激に大きくなり 5.0atm の場合、 110m/s^2 になった。その後、重力と空気抵抗力を受けてすぐに 0 になり、噴射終了後は一



20m/s²になった。これにより重力と同程度の空気抵抗を受けていることが分かった。これは速度が非常に大きいからである。最高点付近では速度が小さいので空気抵抗は無視でき加速度は-9.8m/s²に近い値をとる。また、落下するにつれて下向きの速度が大きくなり、ロケットの姿勢が横向きになるので、空気抵抗が大きくなり最終的に重力とつりあい加速度は0になり等速運動になる。

II シミュレーションによる気体ロケットの運動解析

シミュレーションの結果、ロケットの運動とロケットに働く空気抵抗力の時間的変化は次のようになることが分かった。(Fは推進力、fは空気抵抗力)

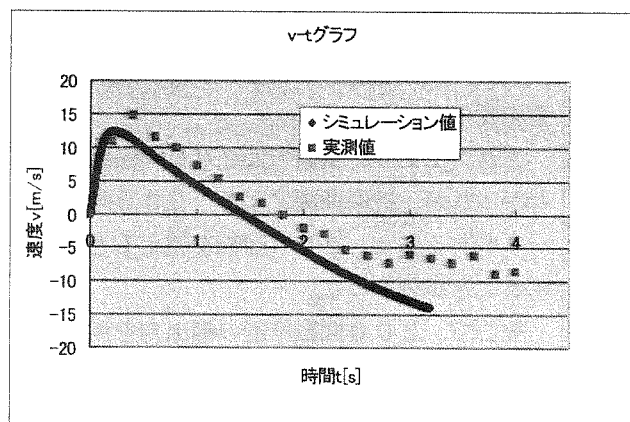
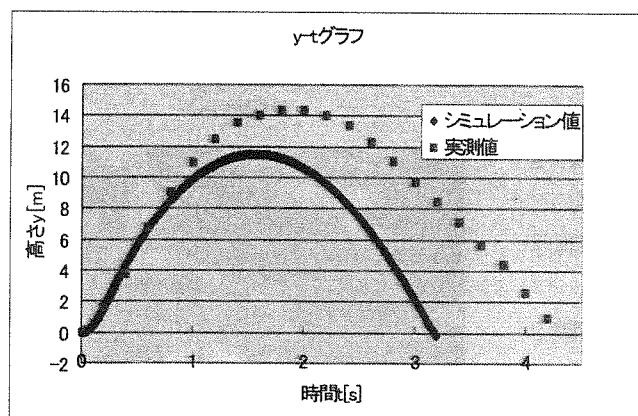


上昇中(推進力あり)

上昇中(推進力なし)

最高点

下降中



実験値とシミュレーション値との相対誤差は、最高速度は2.2%、最高点は25.4%であった。誤差の原因としては、実験の場合、下降中にロケットの姿勢が変わり、徐々に横に傾いて空気抵抗が増すためと考えられる。その他の原因としては、打ち上げ実験の映像処理や、シミュレーションに用いた実験の注射器の圧力測定や紙落下の終端速度の測定時における誤差などが考えられる。

今後の課題

今後はさらにロケットの形などの条件を変えたり、打ち上げの条件を変えたりしてみたい。特に、鉛直方向の運動だけでなく、放物運動のデータ解析もしてみたい。

1. 目的

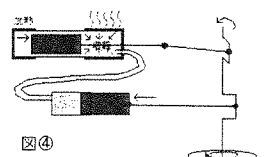
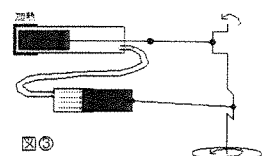
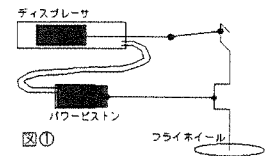
スターリングエンジンを製作し、性能を測定することを通じて、外燃エンジンの原理を理解し、エネルギー機械の製作や性能測定に関する基礎的工学を学ぶ。

2. スターリングエンジンの仕組み

スターリングエンジンは空気に熱を加えることで膨張する性質を利用した外燃機関の一つである。

加熱による空気の体積変化により、高温の熱源で熱された空気が膨張して低温の部分に向かって流れ、ピストンを動かすことで動作する。

- ① 加熱する前の状態では、パワーピストンは一番奥の状態（空気が入っていない状態）にあり、ディスプレイサピストンはパワーピストンの位置によってディスプレイサの中央付近にある。
- ② ディスプレサの先端を加熱すると、ディスプレイサ内にある空気が膨張し、ゴム管で繋いであるパワーピストンに向かって流れ込む。
- ③ 膨張した空気によってパワーピストンが押し上げられる。すると、フライホイールの働きによってディスプレイサピストンが押し込まれる。
- ④ それまで加熱されていた空気は加熱されていない部分に押しやられて冷却される。冷却されて圧力が下がった空気はパワーピストンを押し下げて最初の状態に戻る。これを繰り返すことによってスターリングエンジンは回転を続ける。



3. スターリングエンジンの出力測定

① 摩擦実験による軸出力の測定

エンジンの軸に糸を巻きつけて重りをつるし、さらに重りの質量を変えることで摩擦力による負荷を変化させた。そうして秤にかかる力と回転数を測定し、トルクと軸出力を算出した。実験では重りの質量を 11g～27g まで変えることで負荷を変化させた。

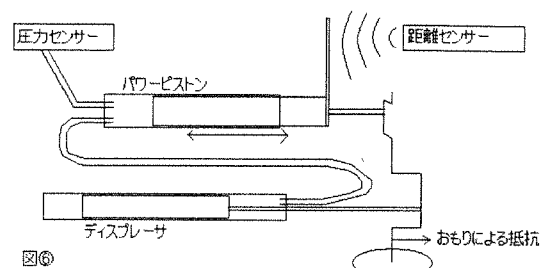
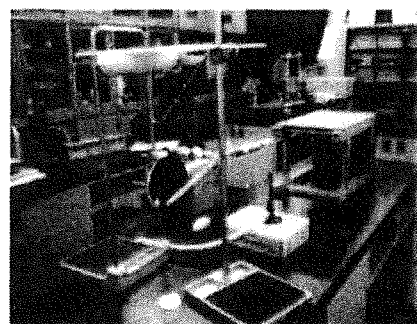
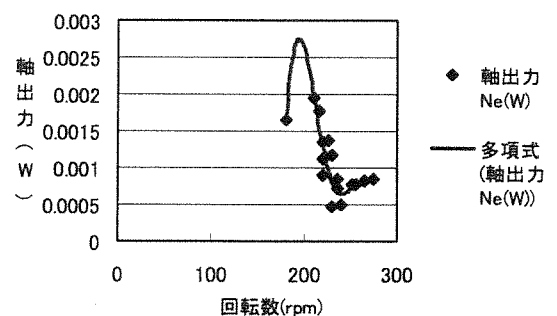
グラフ 1 より、実験では 200 回転以上の回転数しか出せなかったが、近似曲線によると 200 回転付近に軸出力のピークがあること、200 回転を超えると急激に軸出力が低下することが分かった。

そこで、200 回転付近の軸出力を測定するために実験 2 を行った。

② 封入気体の圧力と体積の変化による軸出力の測定

パワーピストンの先端のゴム栓に 3mm 径の真鍮パイプをもう一本差し込み、それに圧力センサーを装着してパワーピストン内の気圧を計測するとともに、パワーピストンの位置の変化から体積の変化を算出した。それを 5g～40g までの重りを用いて糸による摩擦力の負荷を変化させる作業を繰り返し、関係を PV グラフで表した。さらに、データから回転数を求め、回転数と軸出力の関係をグラフで表した。

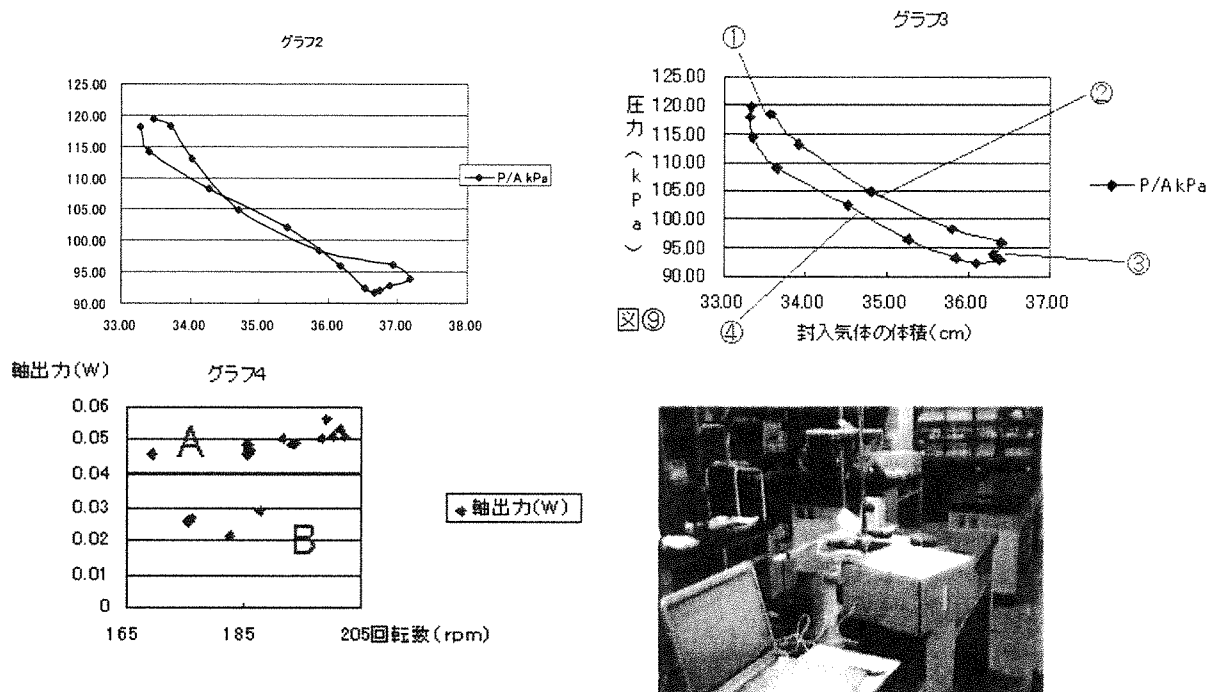
グラフ1



4. 考察

(1) P-V グラフ

P-V グラフ上でもっとも体積が少ないときが加熱前の状態であり（グラフ 3 ①）、ここからエンジンを加熱すると気体が膨張して体積が大きくなり、パワーピストンを押し上げる（グラフ 3 ②）という正の仕事を行っている。このとき圧力が下がり、最も体積が増えたときにパワーピストンの変位は最大になる。（グラフ 3 ③）一方、パワーピストンが押し上げられるとディスプレイサピストンは押し込まれて、内部の気体は冷却される。すると今度は気体が収縮を始め、パワーピストンを押し込む（グラフ 3 ④）という負の仕事を行う。このとき圧力が上がり、パワーピストンが最大まで押し込まれると最初の状態に戻る。



(2) P-V グラフの形と面積の差

グラフ 4 において、赤線よりも上の軸出力が大きい領域を A、下の小さい領域を B とすると、B では PV グラフがそれぞれグラフ 2 のような、体積が変化する過程でグラフが交わっている形になっており、面積が極端に小さくなることから、気体が行った仕事が小さいことがわかる。一方、A の領域では PV グラフはグラフ 3 のようにグラフが交わることも無く全体的に面積が大きくなっているため、気体が行った仕事が大きくなっていることが分かる。

(3) 軸出力

グラフ 1・4 から 200 回転付近に軸出力のピークがあること、170 回転などの低い回転数では軸出力が急激に低下することが確認された。グラフ 4 で回転数のわりに軸出力が低い点(B の領域)を PV グラフにして見ると、グラフ 2 のように面積が小さくなっていることが分かった。よって、回転数が高いほど軸出力が大きくなるわけではなく、圧力と体積とがともに大きくなる最適な回転数が存在すると推測できる。この最適な回転数は 180 回転前後～200 回転前後の間であり、それ以外の回転数では気体の仕事が少なくなるため軸出力がそれほど大きくならないということが分かる。

また、②の実験では①の実験に比べ軸出力が非常に大きいものとなっているが、これはディスプレイサピストンと試験管の摩擦が少なくなるように、ディスプレイサピストンを試験管の先端やゴム栓に当たらない位置に調整したことで抵抗が減ったためだと考えられる。

ちなみに、このエンジンでの熱効率を、加熱した LP ガスの熱量と質量の変化から算出すると、きわめて小さいことが判明した。

5. 参考文献

Web 化学工作館 (<http://members.jcom.home.ne.jp/kobysh/>) 平成 16 年度新潟南高校 SSⅡ 課題研究報告書

1. 目的

立体視は目にいいと言われていますが、はたしてこれが目にどのような影響を与えているのか、目の遠近のピント調節の仕組みを、ふまえて調べる。

2. 立体視の仕組み

両眼の中心間の距離が約 6～7cm 離れていることで、左右の眼で見える風景の僅かな差が生じる。この差を視差といい、人間の脳は、両目に映った物体（画像）の視差を利用して、物体の遠近感や奥行きを読み取っている。

立体視とは、この仕組みを利用して、視差の分だけ撮影位置をずらした一対の写真（画像）から、景色や物体を立体的に見る手法である。（例）左目で P1 を、右目で P2 を見ると、P に点があるように見える。

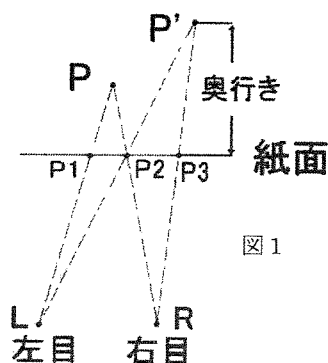


図 1

3. 実験

(1) 立体視で視力回復するのか

実験方法

3Dランダムドットを3分間見てもらい、前後の視力を見える距離から測定した。

結果

3D の前後の差の平均は+34.5 c m。

83%の人の視力が上がった。（グラフ 1）

またアンケートから以下のことがわかった。

- ・立体視をする時の目の使い方は寄り目に似ている。・・・①
- ・立体視が成功、不成功に関係なく眉間、まぶたの裏に疲労が感じられた。・・・②

①・②より、寄り目のときの筋肉の動きに注目し、(3)の実験を行なった。

(2) 立体視の前後の視力の変化

(1)で立体視は効果があることがわかったため、視力の変化を詳しく調べた。

① 短時間での変化

実験方法

3D 前後の視力の変化を一分ごとに距離の変化から調べた。

結果

視力回復効果は直後に現れることがわかった。（グラフ 2）

② 長期間での変化

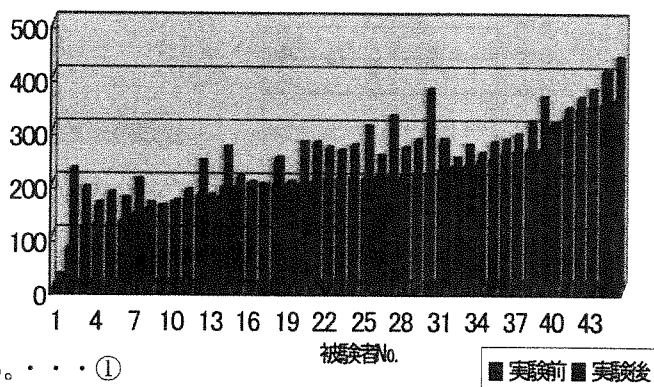
実験方法

フリーソフト 3DSTGW を用いて製作した 3D アートを、毎朝 3分間見る作業を 3 週間続けてもらった。計測は午後の同じ時間帯に、3D直前・3D直後・一週目・二週目の計 4 回行った。（グラフ 3）

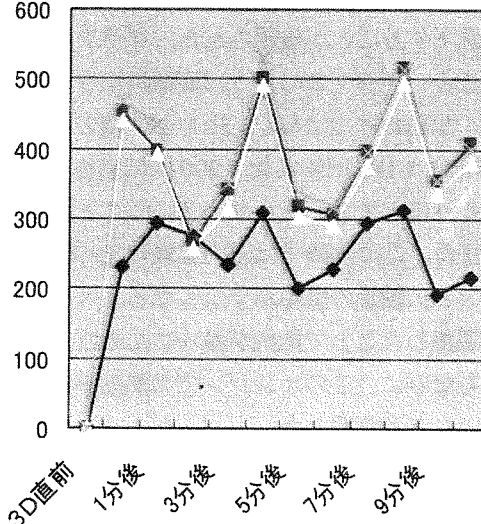
結果

長期の立体視は視力回復にいいことがわかった。日々立体視を行うことで視力は良くなることから、立体視

短期間による立体視実験(グラフ1)



短時間での変化(グラフ2)



は目の筋肉の使い方が作用しているのではないかと考えた。そのため、立体視で目のどこの筋肉を鍛えているのかを調べた。

(3) 立体視の筋肉の使い方

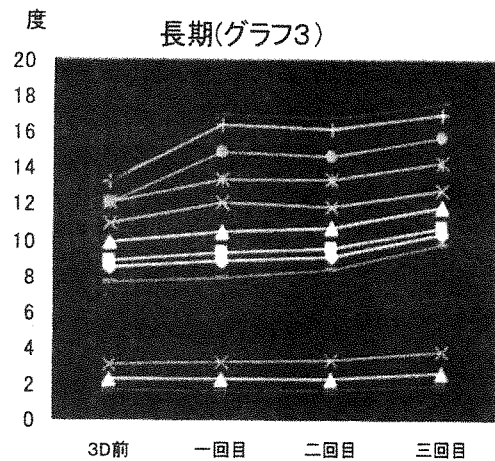
① 寄り目の効果

実験方法

アンケートより3Dを見るときに、より目をしている人が多かった。3分間より目をしてもらい、視力の変化を距離で測った。

結果

平均値は+19.07なので、向上した。(グラフ4)



② 眼球運動筋肉の効果

実験方法

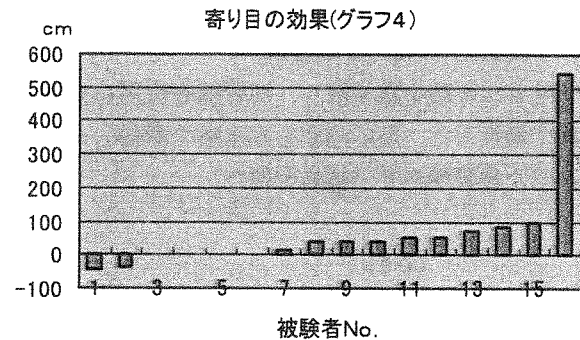
3分間眼を左右に動かしてもらい、視力の変化を距離で測った。

結果

実験前後の差は+47.37cmで、75%の人が良くなった(グラフ5)。筋肉を繰り返し使うこと

で、水晶体・毛様体の筋肉の動きをスムーズにする

ことにつながり、ピントが合わせやすくなったので、視力が回復したのだといえる。



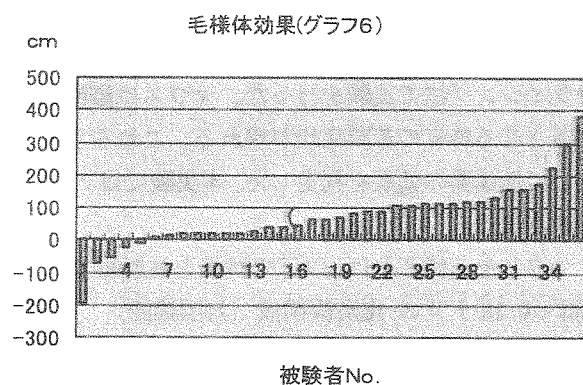
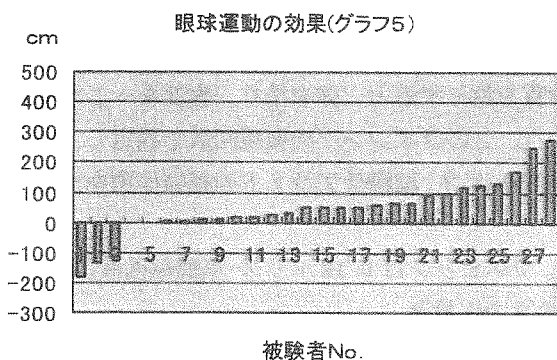
③ 毛様体効果

実験方法

遠くと近くを交互に3分間見てもらい、視力の変化を距離で測った。

結果

実験前後の差は+94.79cmで、79%の人が良くなった(グラフ6)。③の毛様体運動の結果が①②の実験よりも良かった。これは水晶体の厚みを変化させる事が効果を上げている事を示している。



4. まとめ

立体視による目の使い方が視力を回復させている。立体視直後にグンと効果があることから、単にトレーニングで鍛えられるのではないことがわかった。視力回復に関わる筋肉(毛様体筋)は鍛えられない筋肉(平滑筋)である。よって、通常、同じ水晶体の厚みで固定されがちな筋肉の動きをスムーズにすることで、ピントが合わせやすくなり視力回復につながっていると考えられる。3Dを用いることで、楽しく継続して行えるので、総合的には3Dが良いといえる。

5. 参考文献

3DSTGWの製作者HP <http://hp.vector.co.jp/authors/VA004161/>

アスピリンと他の薬物との薬理作用の比較

鎌倉愛 小林友紀 相馬享之 前泊志保 村山由佳 山内奈那美

指導教諭 斎藤正隆

1. 要旨

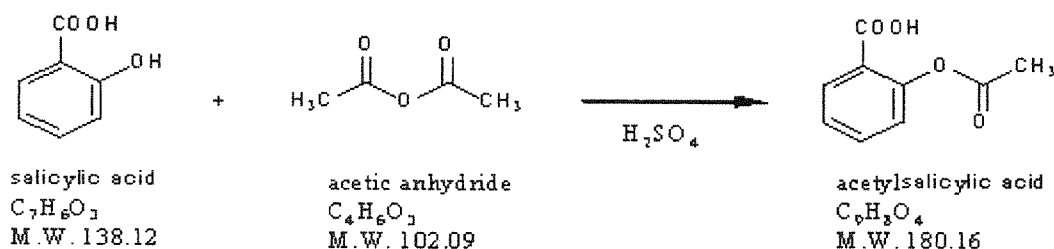
アスピリンには、鎮痛作用、抗血小板凝集作用など多くの薬理作用があることが知られている。アスピリンを合成し、アスピリンと他の薬物との鎮痛作用の強さの違いを確認した。また、ヒトの血液を用いた抗血小板凝集作用についても他の薬物との比較を行った。

2. 目的

鎮痛薬を服用すると何故痛みが和らいでいくのかという薬の作用に興味があったので、身近な薬品であるアスピリンと他の薬物を比較することによってその効果について調べることにした。さらに、アスピリンの薬理作用である抗血小板凝集作用についても他の薬物と比較し、実験により明らかにしようとした。

3. 「実験1」アスピリンの合成

サリチル酸を量り取り、注射器を使用して無水酢酸を加え、濃硫酸またはピリジンをゆっくりと加えた後、室温で攪拌した。反応溶液を氷水浴で冷却し十分に結晶を析出させた。析出結晶を吸引濾過し、冷精製水で3回洗浄した後乾燥させ、結晶を得た。



結果

得られたアスピリンの結晶（収率 35.8%）を新潟薬科大学に依頼し純度を測定していただいたところ、純度が高いことが確認された。

「実験2」鎮痛作用の比較

痛みの感覚には絶対的な基準がなく正確に測定することは難しいとされている。そこで、マウスを用いて、酢酸ライシング法で実験を行った。マウスは酢酸などの化学物質を投与すると、体を捻り、腹部をへこませ後肢を伸展させる特有の苦悶症状が現れる。これをライシングという。このライシングの発現回数を測定し、対照と比較して鎮痛薬の効果を判定した。本実験ではアスピリン、塩酸モルヒネ、塩酸チアラミドの鎮痛作用を比較した。

実験方法

マウスを3群に分け、以下の溶液を注射器で皮下投与した。アスピリンは0.1M トリス-塩酸緩衝液に溶解した。

1群：0.1M トリス-塩酸緩衝液（対照溶液） 体重 10g につき 0.2ml 投与

2群：アスピリン 150mg/kg 15mg/2ml 溶液を体重 10g につき 0.2ml 投与

3群：アスピリン 300mg/kg 15mg/2ml 溶液を体重 10g につき 0.4ml 投与

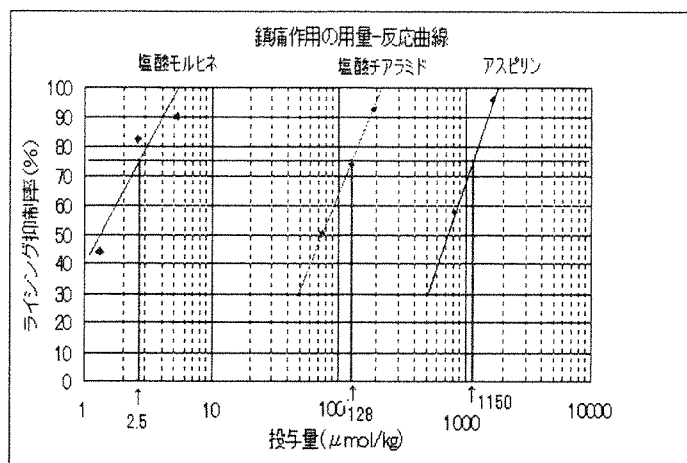
30分後に発痛物質である酢酸を0.1ml/10g投与し、初めに薬品を投与してから40分後から15分間のライシング発現回数を測定した。塩酸チアラミド、塩酸モルヒネについてもマウスを4群に分け、同様に測定した。

塩酸チアラミド 0.9%生理食塩水（対照溶液）、30mg/kg、50mg/kg、75mg/kg の各溶液を投与

塩酸モルヒネ 0.9%生理食塩水（対照溶液）、0.5/kg、1/kg、2/kg の各溶液を投与

結果と考察

鎮痛作用の強弱をライシング抑制率 75%のときの値で比較すると、塩酸モルヒネでは $2.5 \mu\text{mol/kg}$ 、塩酸チアラミド $128 \mu\text{mol/kg}$ 、アスピリン $1150 \mu\text{mol/kg}$ であった。グラフよりどの薬物においても投与量が増加するとそれに比例して鎮痛作用が現れていることがわかる。また、塩酸モルヒネ鎮痛作用が他の2つの鎮痛薬に比べて、



75%抑制が最も少ない用量であることから、モルヒネの鎮痛作用が最も強いことがわかる。ライソング抑制率が 75%のときの値を比較すると、塩酸モルヒネの方がアスピリンより約 460 倍 (1150/2.5) 強いことがわかる。これは、アスピリンなどの非ステロイド性消炎鎮痛薬は、末梢でプロスタグランジンなどの発痛物質の作用を抑制する作用が強く、また視床の痛みの通過路を遮断するために鎮痛作用が発現する。一方、麻薬性鎮痛薬は脳の痛みの感覚や痛みを伝える経路のうち、脊髄より

り上の部分で抑制作用が総合的に現れるため、麻薬性鎮痛薬の方が非ステロイド性鎮痛薬よりも作用が強いと考えられる。

「実験 3」抗血小板凝集作用の比較

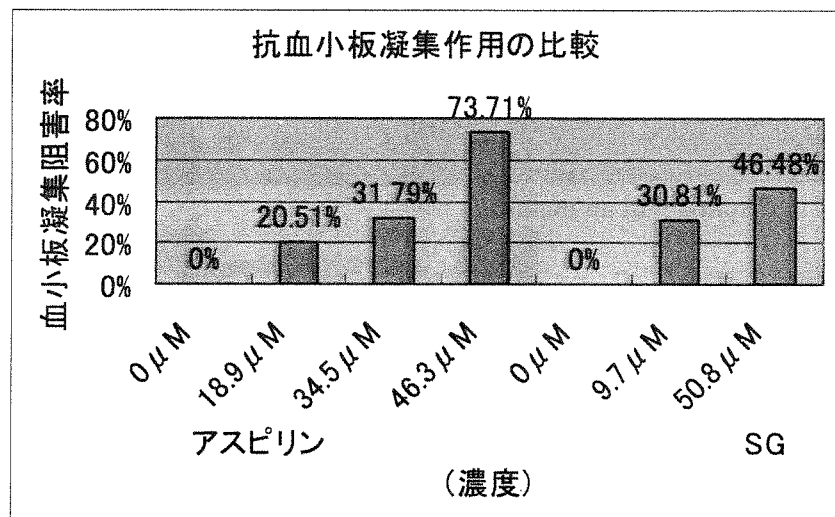
切り傷や擦り傷などは、いつの間にか血が止まり、かさぶたができて塞がっているが、このようなはたらきは血小板の凝集作用による。アスピリンには血小板凝集を阻害する作用があり、脳梗塞や心筋梗塞の治療薬としても注目されている。本実験ではアスピリンとサルボグレラート (SG, 慢性動脈閉塞症に伴う潰瘍、疼痛及び冷感等の虚血性諸症状の改善薬) の 2 つの薬物について血小板凝集阻害作用を調べた。

実験方法

採血したヒトの血液を遠心機にかけ、多血小板血漿 (PRP, Platelet Rich Plasma) と乏血小板血漿 (PPP, Platelet Poor Plasma) を取り出し、スポイトで別の試験管に移した。血小板の凝集が進むと血小板が沈降するため血漿は透明になり光線透過率が大きくなる。凝集能測定装置を用いて光線透過率を測ることによって凝集の程度を測定した。2 本の検定チューブを凝集能測定装置にセットし、そこに PRP を入れ、そのうちの 1 本には濃度 200 μM のアスピリンを 22 μL 加え (溶液①)、もう 1 本にはアスピリンと同量の水を加えて対照溶液 (溶液②) とした。十分混じり合った後、血小板凝集因子である ADP (アデノシン二リン酸) を加えて少なくとも 5 分間計測した。結果は ADP を加えてから 5 分後の光透過率の比較 (①÷②) を行い、血小板凝集抑制率 (%) を計算した。同様に、①を種々の濃度のアスピリンに換えて実験を行った。また、サルボグレラート SG についても同様の実験を行い薬物による凝集作用の違いを比較した。

結果と考察

アスピリンもサルボグレラートもその濃度が高くなる程強く作用が現れていた。薬物の濃度が高い領域ではアスピリン、低い領域では SG のほうがより凝集を阻害していた。これは、調整した血小板が時間の経過とともに劣化し、薬物に対する感受性が変化したためではないかと考えられる。



4. 謝辞

この研究をするにあたって、ご指導くださった新潟薬科大学の長友孝文教授、小宮山忠純教授、尾崎昌宣教授、高津徳行助教授、新潟医療技術専門学校の笠原聡講師に厚くお礼申し上げます。

The research on how to launch throws the piano line gliding type Acetylene PET bottle rocket into the distance

Acetylene PET rocket team at Niigata Minami High School
Kitetsu Kou, Asahi Suzuki, Taiga Nakano, Masayoshi Watanabe

Summary

BANG! Bolts forth an acetylene PET bottle rocket with a terrible explosion, leaving us far behind. We were astounded and interested in what kind of devices should be made to drive the rocket farther away. We did experiments and examined these points : the proper amount of the acetylene gas filled in, the size of the jet orifice, the suitable ballistic..

Result of Experiment

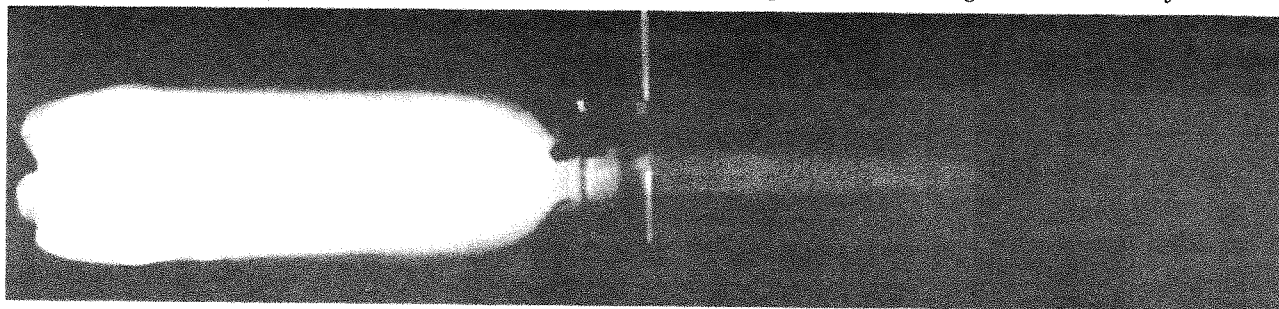
It has been understood that the rocket travels a greater distance by filling more gas than the reaction equivalent, and by providing the properly adjusted size and shape of the jet orifice. We found that the suitable combination of more gas and proper-sized orifice enables our rocket to attain the maximum speed of 80km/h.

Conclusion of Research

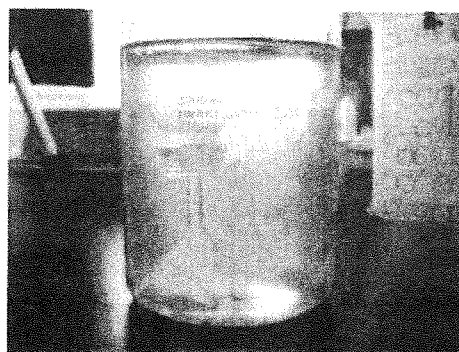
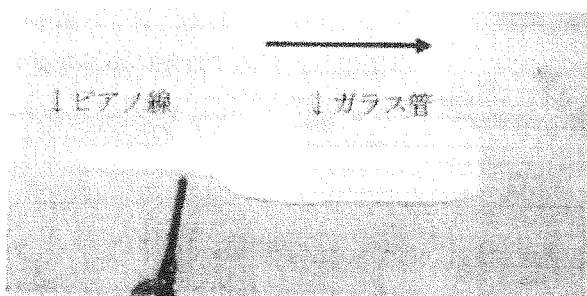
We found that a larger amount of acetylene gas than the reaction equivalent gives a greater propulsive force. It is that this is because energy generated through the process of resolution reaction joins in that of the combustion reaction of acetylene. We also grasped that energy from the explosion of acetylene can be more efficiently shifted into force for propelling by adjusting the size of the jet orifice.

Prospect

At our current stage of study this rocket of ours attains the maximum speed of 80km/h, traveling more than 50m in three seconds. And we think this type of ours has many good points : it is safe from serious accidents ; it is simple in structure and mechanism ; and it costs low. We hope its wilder range of future utility.

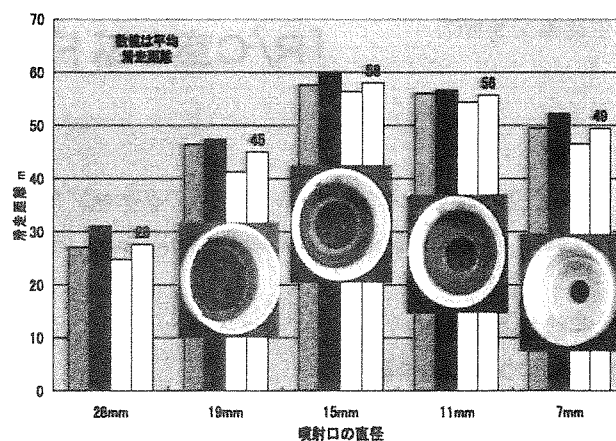
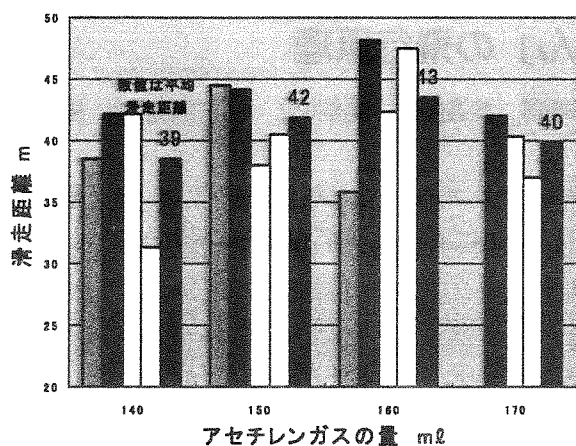


Explosion in an instant



上 : アセチレンロケット

右 : アセチレンの水上置換の様子



ボトル内のアセチレンの体積と滑走距離の関係（左）と噴射口の大きさと滑走距離の関係（右）

①反応当量以上のアセチレンガスが滑走距離を伸張させることについて

充填するアセチレンの体積は反応の当量よりも多いほうが、より大きな推進力を生み出す。これは当量以上のある程度のアセチレンガスの充填によっても、完全燃焼するアセチレンの量が大きく変わらない点に加え、燃焼によるエネルギー以外にアセチレンの分解反応によるエネルギーが加わるためと考えられた。

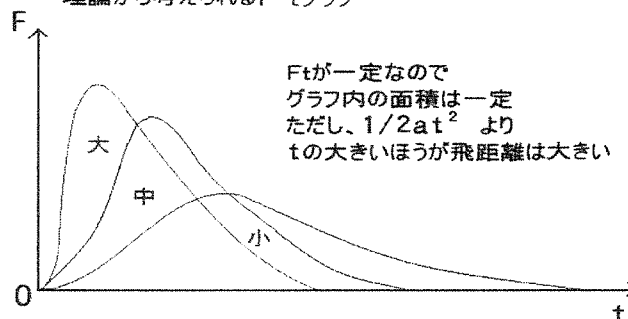
②適切な面積の噴射口が滑走距離を伸張させることについて

噴射口の面積を適切な大きさに設定することによって、同量のアセチレンの爆発によるエネルギーを、より効率よく滑走力に変換できることがわかった。噴射口の大きさによる滑走距離の測定に加え、爆発直後のボトルの滑走速度を記録タイマーで測定し、噴射口面積と滑走力の関係について以下のように考察した。理論的には、噴射口の大きさに関係なく一定量のアセチレンの爆発によるエネルギーは一定であり、滑走距離も一定であるはずである。しかし実際には噴射口がある程度大きいと、ボトル内部の圧力が高まる前に、既燃ガスが噴射口より流出してしまうことで、エネルギーの損失があると考えられる。また噴射口が小さすぎると、既燃ガスの噴射により多くの時間がかかり、その結果、ボトル内部の熱の損失が大きくなり、爆発によるエネルギーの損失があると考えられる（滑走距離の比較より前者は後者に比べ大きい損失といえる）。これらの結果、爆発のエネルギーを最も高い効率で取り出すことが出来る噴射口面積が存在するものと考えた。

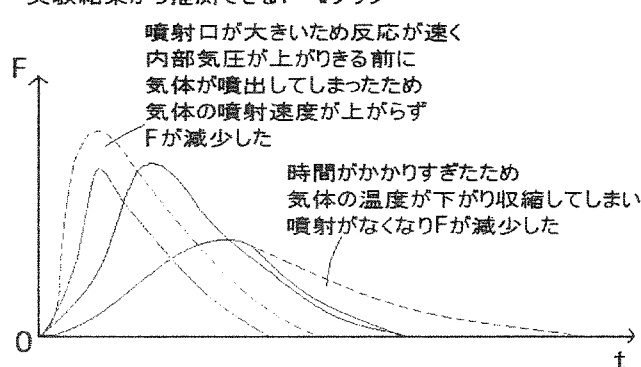
③そのほか 現在までペットボトルの先頭形状に工夫を加えたり、ペットボトルに翼をつけたりしても滑走距離は伸張させることはできていない。

有益なアドバイスを下さいました、新潟大学工学部の鳴海敬倫先生、清水忠明先生、大川秀雄先生、またPDE（パルスデトネーションエンジン）についての実際を見せていただいた埼玉大学工学部の大八木重治先生、小原哲郎先生にも感謝申し上げます。噴射の瞬間を美しく撮影していただいた西脇写真館さん、新潟南高校の理科の先生方にもたいへんお世話になりました。ありがとうございました。（本研究は第50回日本学生科学賞新潟県審査で最優秀賞を、燃焼の様子の写真は日本燃焼学会「美しい炎」の写真展で特別作品賞を受賞しました。）

理論から考えられるF-tグラフ



実験結果から推測できるF-tグラフ



「R/C空とぶドラえもん」の飛行原理

久保晴郎 渡邊俊弘 渡邊将史

指導教諭 根津浩典

1. 目的

「R/C空とぶドラえもん」という玩具のタケコプターがアニメのタケコプターとは異なる構造をしていることに気がつき、なぜこのような構造をしているのか疑問に思い、様々な実験を行うことによって、飛行原理を解明することにした。

2. 実験および考察

(1) 本体について調べる

「R/C空とぶドラえもん」のタケコプターは、2枚のプロペラとスタビライザー(図3)と呼ばれる棒状の物体からできている。上のプロペラと下のプロペラは互いに逆向きにしか回らないようになっている。本体を上から見ると、図5の様にスタビライザーは上のプロペラに対して 45° の角度で固定してある。また、正面から見ると図6の様に上下 30° 、計 60° 上下に傾く。

図7のように上のプロペラはスタビライザーと連結用部品でつながっているため、スタビライザーが図6のように 60° 動くと、その動きに連動して上のプロペラの角度が図8の様に 30° 傾く。なお、下のプロペラはこの様な動きをしない。

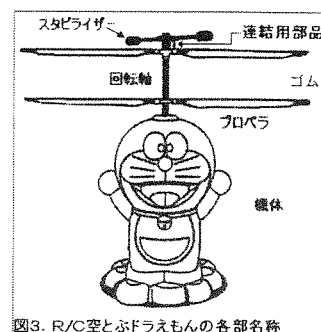


図3. R/C空とぶドラえもんの各部名称

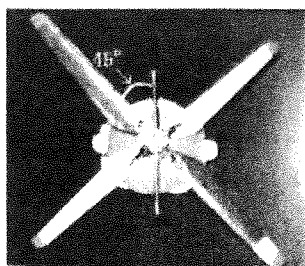


図5. 上のプロペラ(赤)とスタビライザーの角度

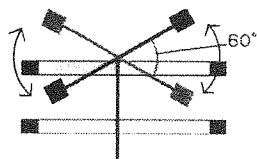


図6. スタビライザーの傾く角度

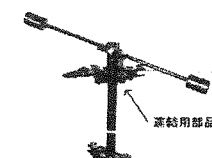


図7. 連結用部品の拡大図

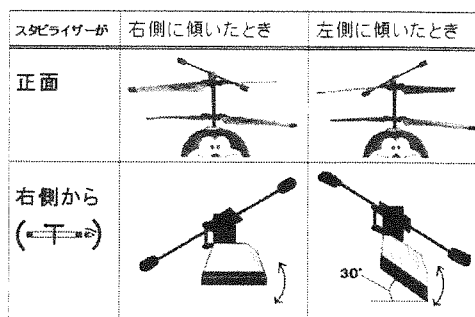


図8. スタビライザーの傾きと上のプロペラの傾き

(2) 飛行実験・観察

① タケコプターの部品を減らした実験

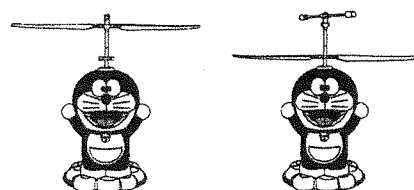
2枚のプロペラ・スタビライザー・連結用部品が、ドラえもんの飛行でどのような役割を果たしているか調べるために、正常な状態での飛行実験を行い、次にタケコプターからいくつかの部品を減らした状態で何パターンかの飛行実験を行った。その結果、プロペラ1枚では下向きに十分な風を発生させることができないことと、連結用部品でスタビライザーと上のプロペラをつなぐと、本体の前後左右のバランスが良くなることがわかった。しかし、その仕組みについてはわからなかった。

② プロペラ等のがたつきを固定した飛行実験

プロペラの回転に伴ってスタビライザーやプロペラが、がたがた動くのが気になったので、このがたつきがうまく飛ぶことと、関係があるのではないかと思います。接着剤やセロテープでがたつきを固定し、飛行実験を行った。その結果、がたついたときに比べて安定した飛行をすることがわかったが、どの様な仕組みで飛行を安定させているのかについては、わからなかった。

③ スタビライザーの重さに注目した飛行実験

スタビライザーの先端部分の重さが何かしらプロペラの回転を安定させる働きがあるのではないかと考え、スタビライザーをはずし、上のプロペラに、スタビライザーと同じ質量のおもり(3.0g × 2個)を固定し、飛行実験を行った。その結果全く飛行せず、この実験から、スタビライザーのおもりは、単におもりだけの役割を果たしているのではないということしかわからなかった。



④スタビライザーの不思議な動きを発見

スタビライザーの役割がわからず、途方に暮れていたところ、班員の一人が次のような事を見つけた。スタビライザーのみ付けたドラえもんを、地面に対して平行に回転させ、その後本体を素早く傾けると、スタビライザーは最初、地面と平行な状態を保つが、しだいに本体と垂直になる(図12)。なお、この現象はプロペラを付けた完品の場合でも見られることがわかった。

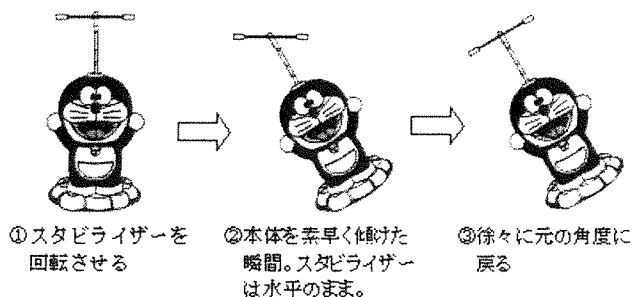


図12. スタビライザーを回転させたまま、本体を傾けた場合

⑤本体を傾けたときのスタビライザーやプロペラの動き

上記の動きについて詳しく調べるために、本体を 30° に傾け、スタビライザーが常に地面と水平になるようにしながら、上のプロペラを時計回りに 45° ずつ手で回し、正面から見た写真、上から見た写真を撮影した。その結果が下表である

	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
上からの図								
正面の図								
斜めの図								

この表から、どの角度においても下のプロペラは、左右ほぼ同じ面積に写っているが、 0° と 180° の様に正面から見てプロペラが左右に位置している場合、上のプロペラは左側(下に傾いている方)のプロペラの面積は大きく、右側(上に傾いている方)の面積は小さくなっていることがわかった。すなわち、上のプロペラの左側は回転面に対して 30° 傾いて垂直方向の面積が大きいため回転に伴って下向きに強い風を生じるが、下のプロペラは回転面とほぼ水平であり垂直方向の面積が小さいため下向き生じる風が弱くなるので(図14)、飛行中に本体が傾いた場合、左右の下向きの風の強さが変わることによって傾きを修正する働きがあることがわかった。また、スタビライザーの先端部分はサインカーブを描きながら回転していることがわかった(図16)。

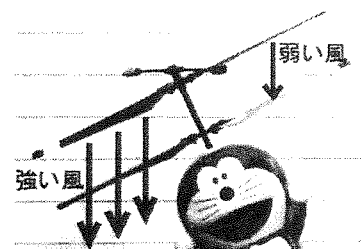


図14. 0° 、 180° における左右のプロペラから発生する風の強さ

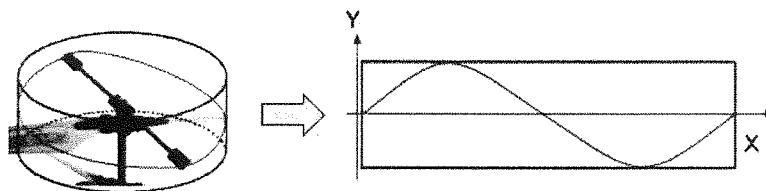


図16. スタビライザーの先端部分の軌道(赤線) 右図は平面的に表したもの

3. 結論

以上の実験から「R/C空とぶドラえもん」のタケコプターについて次のことがわかった。

- (1) 2枚のプロペラがそれぞれ逆向きに回転することにより、本体が回転するのを防いでいる。
- (2) プロペラが1枚では飛行するための十分な出力を得ることができない。
- (3) 飛行中に本体が左右に傾くと、スタビライザーの動きに連動して上のプロペラの傾きが変わり、プロペラから下向きに生じる風が、傾いている側は強くなり、傾いていない側は弱くなることによって、本体の傾きを元に戻す。これが飛行を安定させている。
- (4) スタビライザーは、先端部分がサインカーブを描きながら回転している。

草からエタノールの生成

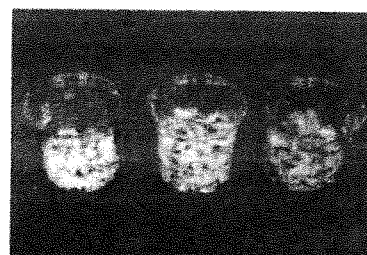
土屋駿太 丸山達也 金田優 小杉勇貴 平松祐哉 指導教諭 小日向浩明

要約

雑草やパルプの主成分であるセルロースを糖化するには、塩酸（HCl）により加水分解をする方法と、酵素の一つであるセルラーゼを用いる方法がある。グルコース（ $C_6H_{12}O_6$ ）にまで糖化した後、酵母菌を加えて発酵させ（ $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ ）、エタノール（ C_2H_5OH ）を生成することを試みた。

実験

植物からセルロースを取り出し、リグニンなどを除去し精製することができたが、その過程において、水酸化ナトリウムを多量に用いる必要があり、また、それを中和するのに多量の酸を必要とした。そして有機物の残さが残った。それらを適正に処理することが必要で困難なため、すでに精製された牛乳パックのパルプを使用してその後の実験を行った。



1 植物繊維（主に牛乳パックのパルプ）の糖化

牛乳パックの表面のカバーを剥ぎ、糖化してグルコース（ $C_6H_{12}O_6$ ）にする。糖化には2つの方法を考えた。また、グルコースができているか確かめるために、実験Aではブリズム糖度計、実験Bでは分光光度計を使用した。

（1）塩酸（HCl）でパルプを煮込みパルプの主成分セルロースを加水分解する方法。

操作1 パルプを細かく刻み、ビーカーに塩酸と共に入れ20分程度煮る。

牛乳パック 20g + 塩酸 80g + 蒸留水 20g を煮る。

結果1 黒ずんだ液体【液A】ができた。【液A】は非常に強い強酸性の液体であることが分かった。またブリズム糖度計によってこの液体に30%以上何らかの物質が溶け込んでいることが分かった。しかし、どんな物質がどんな割合で溶け込んでいるのかは全くわからなかった。

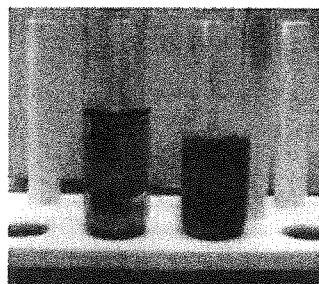
操作2 1の液体【液A】に炭酸ナトリウム（ Na_2CO_3 ）を加えていって中性にする。

結果2 pHは7.0付近になったが、【液A】の色は変化せず黒ずんだままで、フラスコの底に淀みのような沈殿が観察できた。これはパルプの溶け残りや、炭酸ナトリウムと塩酸の中和反応（ $Na_2CO_3 + HCl \rightarrow NaHCO_3 + NaCl$ ）によって生成された塩化ナトリウム（NaCl）ではないかと推測された。糖度計での測定でもやはり濃度は30%を超えていた。

中和させてpH7.0付近にした【液A】にフェーリング反応（赤い沈殿ができた）が見られたため、糖ができていると確認できた。



【液A】



フェーリング反応

（2）酵素であるセルラーゼを使って糖化する方法。

操作 パルプを細かく刻み、蒸留水へ入れる。

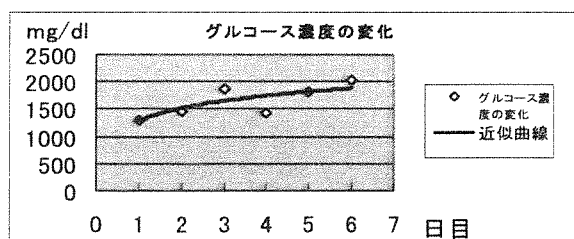
パルプ+セルラーゼ+蒸留水を振とう器で攪拌しながら40℃前後を保ち続ける。

この状態で分光光度計により1週間糖度を測定した。

結果 少し白く濁った液体【液B】ができた。

*糖度の変化

1 日目 1300mg/dl 2 日目 1462mg/dl
3 日目 1870mg/dl 4 日目 1430mg/dl
5 日目 1810mg/dl 6 日目 2024mg/dl



2 グルコース液のエタノール発酵

新しく糖化液を 2 つ作る。

パルプ 20 g + 蒸留水 400 ml をミキサーにかけ、どろどろになったものにセルラーゼを 5 g 入れ恒温振とう器にかけ、1 週間糖化させる。糖化液を 2 つに分け【液 C】、【液 D】とする。

結果、糖化液【液 C】を分光光度計で計測したところ濃度は 2420 mg/dl だった。

(1) 糖化液を発酵させる。

操作 糖化液【液 C】をろ過して加熱殺菌した後、ドライイーストを加える。

発酵させた液体を分光光度計で計測する。

結果 エタノールの濃度は 0.481 g/l だった。…①

(2) 生成したエタノールの量を求める。

操作 糖化液【液 D】にドライイーストを加え発酵させて、発生する気体を水上置換（水温、気温ともに 19℃）で収集し体積を求める。発生した気体を石灰水に通して二酸化炭素であるかどうかを確認する。

結果 発生した量の期待値は 0.77 l だった。…②

また、発生した気体を石灰水に通すと石灰水が白く濁ったため、この気体は二酸化炭素であると考えられた。

②から $0.77 \text{ l} \div 22.4 \text{ l} \times 44 \times 273 \div 292 \approx 1.414 \text{ g}$ エタノールが生成されると予測されたが、①の結果からすると実際に生成されたエタノールの量は $0.481 \text{ g/l} \times 0.185 \text{ l} \approx 0.089 \text{ g}$ しかなく期待値よりも非常に少なかった。

考察・結論

イースト菌によりグルコースをエタノールに発酵させる過程において、糖化に塩酸を利用した場合にはその中和によって生じる塩の濃度が大きく、それを除去する必要があることが分かった。また、セルラーゼによる方法から得たグルコースは、酸を用いた場合と異なり塩の濃度が小さいことが推測でき、pH も中性付近なので発酵に適していることが分かった。実際、イースト菌で発酵させると多量の二酸化炭素を発生して発酵しているのが確認できた。しかし、収率が予測に比べて非常に低かった。これは、糖化液の作成から発酵実験にとりかかるまでに 1 ヶ月の期間が開いてしまい、グルコースがフラスコ内で酸化などしてしまっただけの物質になってしまったのではないかと考えられた。しかし、セルラーゼを使って糖化する際に発酵阻害物質が発生してしまうのでこの影響であることも考えられる。また、その回避や除去の効率的な方法の開発などが、現在日本の研究の主要なテーマになっていることもわかった。

以上より、雑草からの糖化は中途半端な状況で終わってしまったが、パルプからの糖化実験はうまくいったと思われる。しかし、糖化の後の発酵ではよい結果が出なかった。エタノールの収率をより上げられるように工夫する必要がある。

参考Webサイト

- ・ 長岡科学技術大学 21 世紀 COE プログラムホームページ <http://pelican.nagaokaut.ac.jp/GER/study/>
- ・ 京都大学 21 世紀 COE プログラムホームページ <http://energy.coe21.kyoto-u.ac.jp/task-bio/>
- ・ 本田技研工業ホームページ広報発表 <http://www.honda.co.jp/news/2006/c060914.html>

謝辞

この実験を行うに当たって、分光光度計をお貸しくださった新潟県立教育センターの山田悟先生、1 年間指導してくださった小日向先生にこの場をかりて感謝の意を申し上げます。

齊藤 恵里奈 佐々木 愛 高橋 りほ
指導教諭 石田 聡

要約

アリの触角に嗅覚が備わっていることを確かめるために餌となる果物（ここではナシを使用した）を使い触角の有無、匂いの有無という観点から実験を行った。すると、触角があるアリは最低でも一回は果物にたどり着き、それに対し、触角のないアリはたどり着かなかった。また、匂いのあるものにはたどり着き、匂いのないものにはまったく反応しないという結果が得られた。これらのことから触角には嗅覚が備わっていると判断した。

序論

アントクアリウムにアリを飼って観察を行うと、触角をお互にくっつけている場面が多く見られた。このことから触角はアリの生活の中で何に使われているのかと疑問に思い、調べていくと、触角には嗅覚、味覚、温度や湿度の感知、敵味方の識別などの役割が備わっていることが分かった。

この中でも特にアリの生命活動を支える「餌を探す」ということに関係が最も深いと思われる嗅覚に着目して触角に嗅覚があることを確かめるための実験を行った。

手法

実験①として、アリが餌の識別をどのようにしているのか「触角で物体に触れることによって、餌を識別している」という仮説をたて、餌と餌でない物体を置いて観察したところ、結果は両方の物体に触角で触れた後、餌にだけ口をつけるといったものだった。

このことから、触角によって餌を識別したのではないかという仮説を立て、次の実験②を行った。

実験②

目的：触角の有無は餌の識別に関係しているのか調べる。

方法：水槽の端に仕切りを置き、狭い方にアリを広い方にナシを置く。仕切りを外すと同時に時間の計測を始め、アリがナシに口をつけると同時に時間の計測をやめる。

これを2匹のアリを触角の有る場合と無い場合に分けて行った。

仮説：触角が有る場合はナシに触れることでナシをエサと判断し、ナシに口をつける。

また、触角が無い場合は、触角とともに味覚や嗅覚も失うため、ナシに反応しない。

このとき、実験結果に大きな誤差がみられたため次の条件を加え再び実験をなおした。

条件：アリは餌が少量入っているペットボトルに数日放置したものを使用し、実験は温度を21.5℃に設定した低温恒温器のなかで行う。

結果：触角のあるアリが40%、触角のないアリが7.5%の割合でナシに口をつけた。

考察：触角のあるアリは全て最低1回はナシにたどり着き、摂食行動をとっている。また、触角の無いアリは4匹中3匹は1回もナシに対して摂食行動をとらなかった。

これらのことから、エサの識別には触角が必要だと考えられる。

また、触角がある場合にエサにたどり着けたアリが、視覚を使ってエサまでたどりついていたら、どのアリもエサまでたどり着けるはずだが、たどり着けなかったことから、「アリは視覚によって何がエサで

あるかを把握し、どうすればエサにありつけるかということを学習していない」といえるのでエサの識別に視覚は関係していないと考えられる。

次に実験③として、「ナシの匂いに反応してエサと識別したのではないか」という仮説をたてて、餌の匂いを遮断した状態でアリが餌にたどりつけるか観察を行った。結果としては、アリが餌にたどりつくことはなかった。

ここで、見た目が同じで、一方は無臭、もう一方はエサの匂いがする物体があった場合、アリはどのような反応を示すのかという疑問が発生した。

そこで、以下のような実験を行った。

実験④

目的：触角には嗅覚があるのかどうか調べる。

方法：水槽の端に仕切りを置き、狭い方に触角のあるアリを広い方に小さく折ったキムワイプを置く。仕切りを外すと同時に時間の計測を始め、アリがキムワイプに口をつけると同時に時間の計測をやめる。

仮説：ただのキムワイプには匂いがないので接近しないが、ナシの果汁がついたキムワイプには触角で匂いを感知取るため接近する。

結果：ナシの果汁がついているキムワイプに 42.5%、何もついていないキムワイプに 0% の割合で接近した。

考察：アリは同じ形のものであっても匂いのあるほうに反応することから、エサを得るために視覚をたよりにしていないことが明らかであり、実験においてエサにたどりついた理由として視覚は考えなくても良い。つまり、アリは匂いに反応してエサを認識しているといえるので、触角には嗅覚が存在するといえることができるだろう。

結論

実験②のアリ触角の有無の比較実験では、触角のあるアリの摂食行動の割合は 50% を示すのに対し、触角のないアリは 6% という著しい差をみせたことから、触角がエサにたどりつくために必要な器官であることが分かった。実験④の匂いの有無の比較実験では、見た目は同じで匂いの異なる二つの物体のうち匂いのあるものに反応したことから、嗅覚を使ってエサを認識していることが分かった。

以上のことから、「触覚の有無」「匂いの有無」が結果を大きく左右しており、「触角が有り、エサに匂いが有る」とき、アリはエサにより高い確率でたどりついたことから、アリの触角には嗅覚があるといえる。

謝辞

新潟南高校 石田先生

時に厳しく、時に優しく、いつもあたたかく、ご指導いただいたことに心から感謝の念を表して謝辞とさせていただきます。

後記

この課題研究を通して、生物を対象とする研究の大変さを痛感した。

アリは思っていたよりもはるかに飼育の難しい昆虫で、捕まえるたびに容器から逃亡し、巣を作ったと思えば土にカビがはえてアリが全滅してしまうなど実験にいたるまでが一苦労だった。

また、実験を同じアリで行うために冬の間も生かしておかなければならず、気温には特に注意を払う必要があった。総じて、生き物を対象とした実験を行う場合、まず飼育方法を学び、飼育することが出来るようになる必要があることをここで述べておく。

ダンゴムシの交替性転向反応の検証

竹之内翼 本間大智
指導教諭 伊藤大助

はじめに

ダンゴムシは触ると腹を内側に体を丸くすることで知られた生物で、家の庭などでも普通に見られる。分類上は昆虫よりはエビやカニの仲間に近い節足動物門甲殻綱に属する生物である。生物の教科書（三省堂）では光走性の例として取り上げられており、オカダンゴムシは正の光走性を示し、光の方向を二つの眼に入る光の強さの違いで感じているとある。ダンゴムシは梅雨の頃交尾を行う。やがてメスは、自分のおなかの中にある袋にたまごを生む。たまごは1ヶ月ぐらいでかえり白色のダンゴムシが生まれる。孵化したばかりのダンゴムシは初めての脱皮で、色と模様がつく。そしてなんども脱皮をくりかえし、大きくなり1センチぐらいで大人になる。

このダンゴムシには障害物にぶつかり前に進めなくなるたびに右、左と交互に曲がって進む「交代性転向反応」という習性があるという。ジグザグに進めば、元の場所に戻ってしまうことなく、より遠くに移動でき、危険から逃げるための回避行動とるためと考えられている。私たちはその習性に注目し、本当にそのような行動が見られるのか、ダンゴムシを使って検証した。

実験方法

1. 迷路の作製

プラスチック板、発泡スチロール板を使用し写真1のような迷路を作成した。仕切りはダンゴムシが登らないようプラスチックを利用した。通路の幅は2cmでダンゴムシが十分通ることができる。

左右交互に曲がれば4回で迷路の外に出ることができる。

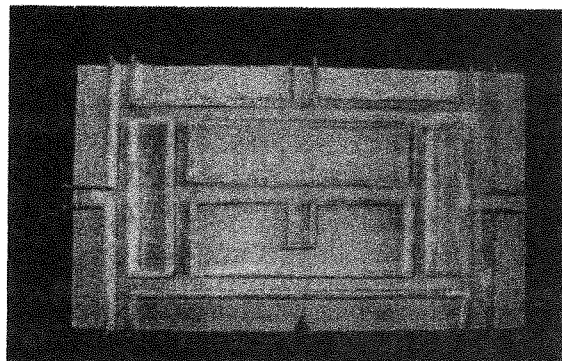


写真1. 作製した迷路

2. 実験材料

オカダンゴムシ(*Almadillidium vulgare*)を新潟南高校校地内で20匹捕獲した。（写真2）

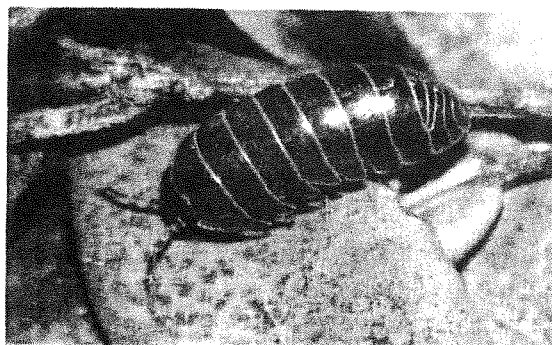


写真2. 捕獲したオカダンゴムシ

3. 実験方法： 写真1の↑にダンゴムシを置き、移動中壁にぶつかったときの曲がった方向を記録した。1個体につき連続10回行った。
記録は迷路の外に出るまで行った。

実験結果

回数	個体1	個体2	個体3	個体4	個体5	個体6	個体7	個体8	個体9	個体10
1	LRLR	RLLRL	LTLTL	LTTLR	RLRL	RTRRTR	LLLLR	RTLRL	RLRL	RLRL
2	LRLR	RLRL	LRLTL	LRLLLR	RLRL	RLTLRL	RLRL	RLRL	LRRL	RLRL
3	LRRL	RRLL	RRLTRRL	LRLR	LLRL	LTRL	LLLLLL	LRRL	RLRL	LRLR
4	RLRL	RLL	RLRL	RLLR	LRRL	RLRL	LLLL	RLRL	RLRL	RLRL
5	RLRL	RLRL	RLRL	LRLR	LRLR	RLTLTL	LRLR	LTTLRL	RLRL	RLLR
6	LRLR	LRRL	RLRL	LTLLR	RLRL	LRLRTR	LRLR	LLRRL	LTLLR	RLRL
7	RLRL	RRTLRL	RLRL	LLLLT	RLLR	RLRL	RLLLR	RTRRTR	LRLR	LRLR
8	RLRL	RLRL	LRLTTRL	RLRL	LRLR	LLLLRRL	LRLR	LLRTLLR	LRLR	RLLR
9	LRRL	RRTRRL	RLRL	LRLR	LRLR	LRLR	LRLR	LRRL	RLRL	RLLR
10	RLRL	RLRL	LTLLR	RLLR	RLLR	LRRL	LRTRLLR	RRTLRL	RLRL	RRRL

回数	個体11	個体12	個体13	個体14	個体15	個体16	個体17	個体18	個体19	個体20
1	RLRRL	LRLR	LLRL	LRLR	RLTLRL	RLRL	RTRRTL	RRRL	LRLR	LTLLR
2	RRRL	RLRL	LRLR	LRLR	LRRL	RLRR	LTTRRL	RLRL	LRLR	RLRL
3	LRLRL	RLRL	LRLR	LRLR	LRRL	RRRL	LTTLRL	LRLR	RLRL	LRLR
4	LLRL	LRRLR	RLLR	LRLR	RLRL	RTRRTR	RTRLR	LRLR	LRRL	LLRL
5	RRRL	RLRRL	RLRL	RLRL	RRLR	RRRRRL	LRLR	LRLR	LLRL	RLRL
6	RRLR	LRLRL	RLRL	RRRRRL	LRLR	RRRR	RLRL	LRLR	RRLR	LRLR
7	RRLR	RTRRTL	LTLLR	LRRLRL	LTLLR	LRLR	LRLR	RLLRL	RLRL	LRLR
8	LLRL	LRRLR	LRLR	RLRL	RLLR	RLRL	LRLR	LRLR	LTLLR	RLRL
9	RRRL	RRRR	LTLLR	LRRL	LRRL	LTLLR	LRLR	RLRR	RLRL	LRLR
10	RRRL	LRRLR	LRLR	RTRRRR	RRLR	LRLR	RLRL	LTLLR	LTLLRL	RLRL

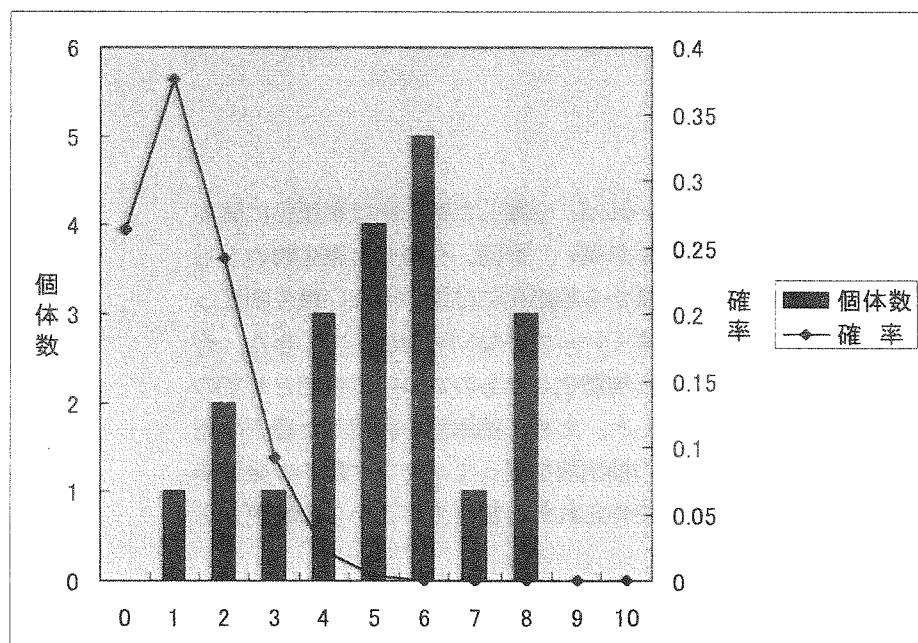
R：右に曲がる、L：左に曲がる、T：それ以外の反応

考 察

迷路は左右交互に曲がれば4回で外へ出ることができ、これを“成功”とする。各個体の10回の試技中の成功回数で20個体を分類すると右の棒グラフのようになった。

次に壁にぶつかったとき右に曲がるか左に曲がるかは偶然とすると、4回その機会があるとき偶然左右交互に曲がる確率は0.125である。10回中の成功回数とその確率は上の折れ線グラフのようになる。

折れ線のグラフが示すとおり、10回中5回以上“成功”する確率はほとんど0に近く、偶然には起こり得ないといってよい。しかし、実験をすると20個体中5回成功したのが4個体、6回が5個体、7回が1個体、8回が3個体ときわめて高い頻度で起こっている。従ってダンゴムシが左右交互に曲がる行動は偶然に起こっているとは考えにくく、ダンゴムシには左右交互に曲がる「交代性転向反応」の習性があると考えられる。



生ゴミの堆肥化とそのしくみ

小野沢 景介 小林 義寿 白井 福寿 指導教諭 伊藤大介

始めに

毎日大量に出ている生ゴミのほとんどが焼却処分されている中、生ゴミの堆肥化は、生ゴミの再利用方法として注目されている。堆肥化により、肥料として農業で再利用することにより、循環型社会を構築することができ、また、焼却処分により排出されていた CO_2 の削減にもつながる。

堆肥作りは昔から農家で経験的に行われてきており、堆肥化には多くの微生物が関わってきていることがわかっているが、そのしくみについてはまだ詳しく解明されていない。

堆肥化のしくみを明らかにし、大量の生ゴミを効率よく堆肥化できれば作物・食品・肥料の間で循環社会を形成でき資源の有効利用が出来る。

今回私たちはまず生ゴミの堆肥化に取り組み、その中で働く微生物を同定することに取り組んだ。



写真1. 生ゴミの堆肥化

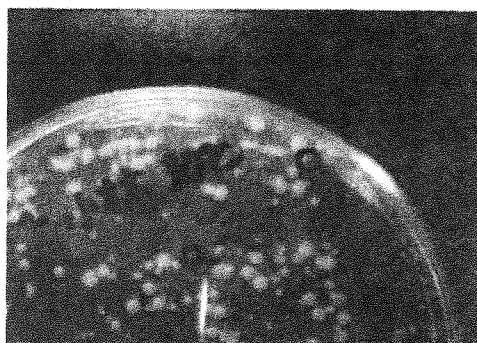


写真2. 微生物の分離

生ゴミの堆肥化と同定

(1) 生ゴミの堆肥化

縦 30cm×横 45cm×高さ 30cm 程度の大きさのダンボールに毎日生ゴミを持っていった。その際、フードプロセッサーによって生ゴミを細かくし、もみがらと混ぜて水分調整を行った。約1ヶ月後に生ゴミはこげ茶色に変色し、堆肥化したと思われた。

(2) 微生物の同定

自分たちで生ゴミから堆肥化したものから微生物を分離し、微生物から rDNA を抽出し、その塩基配列を調べ、同定を行った。同定作業は新潟薬科大学応用生命科学部遺伝子工学研究室で行った。

今回は3種の微生物について同定を行った。

(3) 同定結果

3種の微生物は“*Klebsiella pneumoniae*”、“*Serratia marcescens*”と同定された。これらの微生物は今までの研究から、窒素固定を行う種がいるものの、堆肥化に関係する微生物ではない事がわかった。

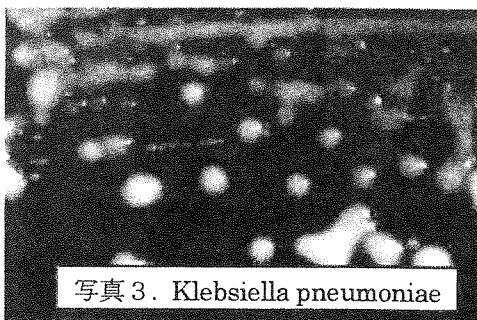


写真3. *Klebsiella pneumoniae*

堆肥の有効性の検証

(1) 検証方法

堆肥化がうまくいっていれば、分離した微生物は堆肥化に関与している微生物である確率が高い。今回、分離した微生物のうち同定した3種は、その性質から堆肥化には関係のない微生物だったことから、堆肥化がうまくいっていない可能性がでてきた。そこで自分たちが生ゴミから堆肥化したものについて堆肥としての有効性を検証することにした。ために抽出液を利用した種子の発生ゴミを堆肥化したものの抽出液を使ってコマツナ種子の発芽率を測定し、新潟薬科大学で作られた良質な生ゴミからの堆肥と比較した。

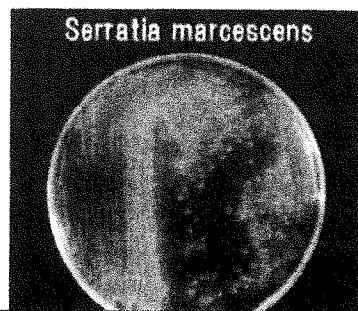


写真4. *Serratia marcescens*

(2) 実験結果

実験に使用した堆肥のサンプル

大学の堆肥： 大学で作られた良質の堆肥

堆肥1： 7/25～8/7発酵させ、大学の堆肥を少量混ぜて発酵させた

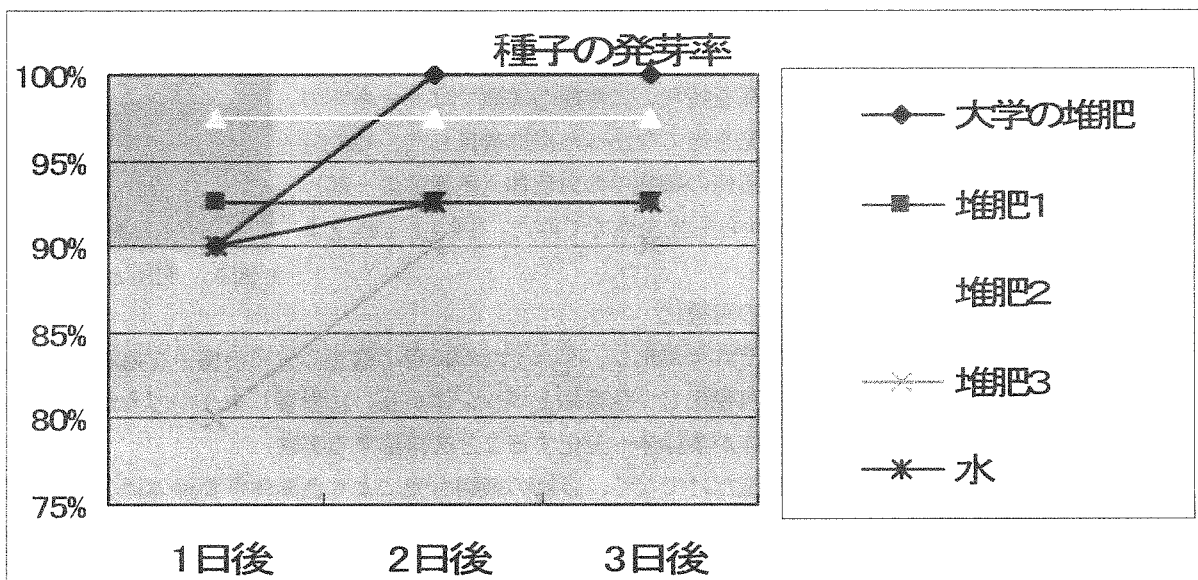
堆肥2： 6/30～8/7発酵させた。

堆肥3： 5/30～8/7発酵させた。

使用した種子 各実験ともコマツナ種子40個

(3) 発芽率による検証

大学の堆肥を利用した場合、実験開始から2日目にはすべての種子が発芽し、水のみを加えた場合より高い値を示したので、良質な堆肥であれば、発芽率が高くなる可能性がある。堆肥1は水とほぼ同じ値なので堆肥としての有効性はなく、堆肥2はやや高い値を示したので堆肥としての有効性がある可能性がある。堆肥3は水よりも低い値を示し、堆肥としての有効性は低い可能性がある。但し、これらの差はそれほど大きな値ではないので、さらに検証する必要がある。



総括

今回、私たちは生ゴミの堆肥化を試みましたが、本来検出される可能性の高い微生物が検出されず、本当に堆肥化がうまくいったのか疑問が出たので、新たに種子の発芽率を測定し、堆肥化の是非を検証しようとしたのですが、結果としてははっきりとした結論は得られませんでした。

生ゴミの堆肥化の段階で難しかったのは水分の調節と温度管理でした。水分が多すぎると腐敗菌の活動が活発になり、生ゴミから悪臭が出てきました。また堆肥化の初期段階では50～60℃前後で活動が活発になる高温菌が働くことがわかっていますが、私たちの試みでは温度が45℃くらいしか上がらず安定しませんでした。大学からいただいた良質の堆肥を加えた場合、入れない場合に比較して温度の上がり方も早く、良質な堆肥中に含まれていた堆肥化に関係する微生物の働きによるものと考えられます。しかし、しかしその場合も温度は安定せず下がってしまいました。原因としては、生ゴミの量が足りず、発酵物中から放散する熱が多いため温度を恒温で安定することができず、高温菌が十分に増殖できなかったことが原因と考えられます。従って、次回生ゴミの堆肥化に取り組む場合は、生ゴミの量ももっと増やして行か、あるいは発酵物から熱が放散しないような保温の工夫が必要であると思われます。

パーティクルガンによる遺伝子導入実験 ～タマネギ細胞の細胞小器官を探る～

石本卓也

指導教諭 石本由夏

1. 実験目的

近年、遺伝子等の研究が進んでいる中、私は遺伝子導入実験に興味を持ち、パーティクルガン法を用いて細胞を生きたままで細胞小器官を可視化することが出来る遺伝子導入実験を行い研究することにした。また、今回の研究では、身近で入手しやすい植物であり、遺伝子導入が行いやすく顕微鏡観察も容易であるなどの長所を持つタマネギを主な実験材料として使用することにした。

まず、パーティクルガン法により、タマネギの表皮細胞に葉緑体（色素体（プラスチド））移行シグナル（WxTP）と蛍光タンパク質の融合遺伝子を撃ち込み色素体を可視化し、色素体が生きた細胞の中でどのように分布しているかを調べた。色素体には、葉緑体や白色体、有色体、アミロプロストなどがあり、様々な条件により互いに可逆的に分化するといわれている。また、同様にパーティクルガン法によりゴルジ体移行シグナル（SYP31、またST）と蛍光タンパク質の融合遺伝子を撃ち込み、ゴルジ体を可視化し、ゴルジ体が生きた細胞の中でどのように分布しているか調べた。さらに、色素体とゴルジ体を共に可視化し、2つの細胞小器官が互いに影響しあうかどうか実験を行った。

また、二年前の先輩方が行った光により鱗片葉の表側細胞中の白色体（色素体の一種）が葉緑体へ分化するという実験に興味を持ち、二年前の実験ではタマネギの鱗片葉を明所と暗所に分けて表側からしか光を当てなかった点に着目した。（図1）今回はその実験の延長上として、鱗片葉の裏側の細胞中の白色体（色素体の一部）も葉緑体へ分化すると考え、鱗片葉の裏側からも光を当ててみた。（図4）以上より、今回の課題研究の目的をまとめると、



図1 明所と暗所（箱の中）

実験1：遺伝子導入実験による細胞小器官の可視化

目的1：色素体とゴルジ体をそれぞれ可視化し、それぞれの細胞小器官の分布の様子を確認する。

目的2：色素体とゴルジ体を共に可視化し、色素体とゴルジ体が互いに影響しあうかどうか調べる。

実験2：光により鱗片葉裏側の細胞の色素体が葉緑体へ分化することを確認する実験

目的：タマネギの鱗片葉表側の細胞だけでなく、裏側の細胞も光により色素体が葉緑体へ分化することを確認する。

また今回の実験では、タマネギの鱗片葉の表側と裏側、鱗片葉の外部・中部・内部は（図2、図3）のように定義する。



図2 鱗片葉の表裏について

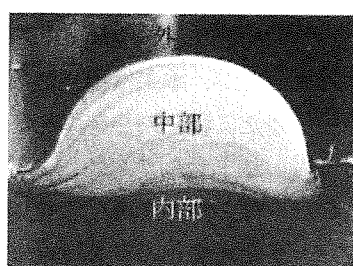


図3 鱗片葉の部位について



図4 鱗片葉裏側から光を当てる

2. 遺伝子導入実験による細胞小器官の可視化

(1) 色素体とゴルジ体をそれぞれ可視化する実験

タマネギ鱗片葉裏側の細胞において、色素体とゴルジ体をそれぞれ可視化し、それぞれの細胞小器官分布の様子を確認した。タマネギ鱗片葉で白い部分（葉緑体のない部分）にも、色素体は分布していることが確認できた。

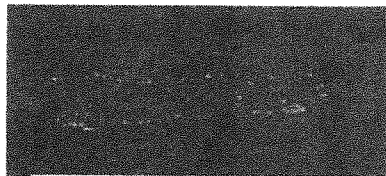


図5 可視化した色素体

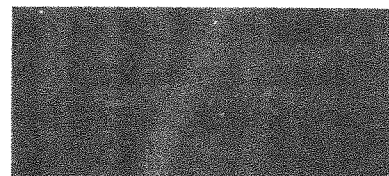


図6 可視化したゴルジ体

（図5）色素体は葉緑体や有色体、アミロプ

ラストなどに可逆的に分化するが、この細胞ではまだ葉緑体には分化していない色素体が存在していたことにな

る。色素体は大きいために液胞等が広く分布する植物細胞内では、外側に押しやられて分布し動画でも動きはあまり確認できなかった。ゴルジ体は葉緑体に比べ大きさが小さいため細胞の内部まで分布することができ、(図6)動画では流れるように動く様子が確認できた。

(2) 色素体とゴルジ体を共に可視化する実験

タマネギ表皮細胞で、プラスチドマーカ (緑色蛍光) とゴルジ体マーカ (赤色蛍光) を共発現し、蛍光顕微鏡を用いて比較観察を行った。タマネギ表皮細胞では、色素体とゴルジ体が接触し相互に関係している様子が動画映像により明確に確認できた。(図7) 赤と緑色が重なり、黄色に見える部分 (矢印で示した部分) は色素体にゴルジ体の成分が入っていることを示している。

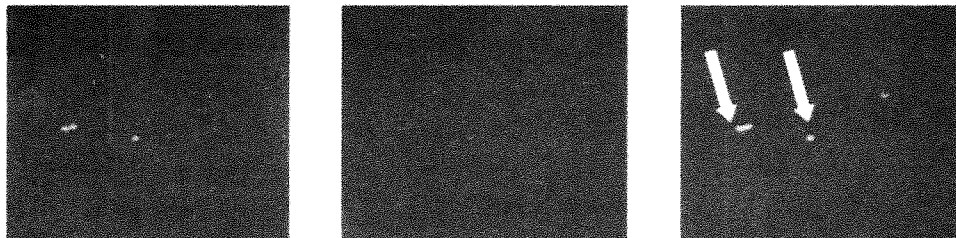


図7 可視化した細胞小器官 (左：色素体 中：ゴルジ体 右：色素体とゴルジ体を共に可視化)
(アミラーゼ過剰細胞で観察)

3. 光により鱗片葉裏側の細胞中の色素体が葉緑体へ分化することを 確認する実験

図1や図4のようにタマネギ鱗片葉の表側と裏側から光を当てるものと当てないものを用意し、色素体と葉緑体の分布を比較した。鱗片葉の表側から当てる実験 (図1) では、肉眼でも、明所と暗所共に外部の鱗片葉表側の部分が、全体的に緑化していたが、鱗片葉裏側の細胞には緑化は見られなかった。また、明所においたタマネギの方が暗所のタマネギに比べ、鱗片葉表側の細胞がより内部の鱗片葉にまで緑化していることが観察できた (図8)。また、暗所の鱗片葉裏側の細胞では、肉眼では葉緑体は確認できなかったが、外部・中部・内部ともに遺伝子導入により色素体が分布していることが確認できた。

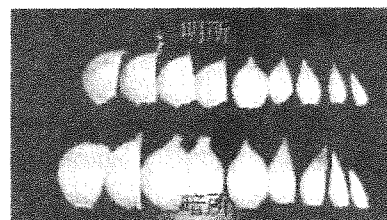


図8 鱗片葉表側 上：明所 下：暗所



図9 裏側から光を当てる

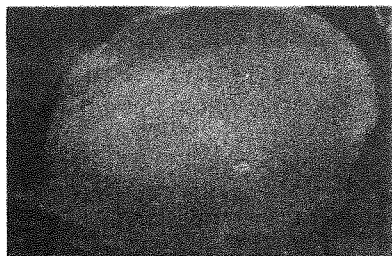


図10 裏側から光を当てた鱗片葉の裏側

さらに、図4のように鱗片葉の裏側から光を当てて、鱗片葉裏側の細胞に葉緑体が分化するか調べたが、カビが発生するなどうまくいかなかった。そこで、図

9のように鱗片葉に光を当て続けたところ、図10のように鱗片葉裏側の細胞に葉緑体が分化していることが、肉眼でも確認できた。またこの鱗片葉裏側細胞では、蛍光顕微鏡で葉緑体の自家蛍光も確認できた。

4. 結論

葉緑体は細胞内であまり動かず細胞内の外側に多く分布し、ゴルジ体は細胞内をよく動き細胞内部まで分布する。また、葉緑体とゴルジ体は細胞内で接触し、相互に関係して作用している。

鱗片葉裏側の細胞も裏側から光を継続して当てると、鱗片葉表側の細胞と同様に色素体が葉緑体に分化する。

5. 謝辞

今回の実験では、新潟大学農学部三ツ井教授、大学院生の北嶋さん、SSH担当の石本先生に指導協力していただきました。厚く御礼申し上げます。

1. 実験目的

私は以前から植物に興味があり、特に決まった季節や時間に花をつけるアサガオについて花をつけるアサガオについて花芽について詳しく調べてみたいと思い、このテーマを選んだ。まず、アサガオは短日植物であるといわれているので、そのことを実験により確認し、なぜ夏に花芽が形成するか明暗周期により考察することにした。

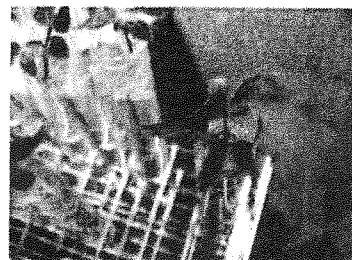


図1 実験材料 左：アサガオ 右：サツマイモ

次に、花芽形成には葉でつくられた花形成ホルモン（フロリゲン）が関係していると言われているが、その存在を確認するため、さらに2つの実験を行った。1つ目は、アサガオにサツマイモを接木し、アサガオを短日処理することでサツマイモの花が咲かない明暗周期でも花芽を形成させる実験を行った。2つ目は、アサガオで短日処理した葉を一定時間後切り取り、花形成ホルモンの移動と花芽形成の関連をみる実験を行った。なお、本研究での主な実験はまとめると次の通りである。

- (1) アサガオが短日植物であることの確認実験
- (2) アサガオにサツマイモを接木した個体での花芽形成実験
- (3) アサガオの短日処理した葉で合成されたフロリゲンの移動と芽の影響を調べる実験

2. 実験材料

- (1) アサガオ (図1左) 学名 (*Pharbitis nil*) ヒルガオ科サツマイモ属

短日植物であり、暗期が限界暗期以上になると花芽の形成が促進される性質がある。限界暗期は1回の短日処理の場合約14時間、連続的に短日条件下で育てる場合8～9時間と言われている。

- (2) サツマイモ (図1右) 学名 (*Ipomoea batatas*) ヒルガオ科サツマイモ属

花はピンク色でアサガオそっくりだが、本州ではあまり開花しない（九州や沖縄では開花する）。

3. アサガオが短日植物であることの確認実験

試験管を使いナカヤマ培養液でアサガオは培養した。長日条件（明期16時間・暗期8時間）で育てたアサガオと、1回短日処理したアサガオについて花芽形成実験を行った。短日処理個体は、20時間ダンボール箱に入れ、その後再び長日条件下で生育させた。短日処理から約2週間後、一番下の本葉から茎頂までに順に番号をつけ、すべての本葉の付け根を観察し、花芽が形成されたか葉芽が形成されたかを記録した。葉芽は毛が長く、対称でない構造がたくさん重なっており（図2右参照）、花芽は全体的に丸くて毛が短く、外側に一對の構造、内側に丸くて大きな構造をもっているのが特徴である（図2左参照）。長日条件下で育てたアサガオは全て花芽を形成しなかったが、短日処理をしたアサガオは10本中9本が花芽を形成し、花成率は90%だった。このことからアサガオは暗期が限界暗期以上の長さになると花芽を形成する短日植物であることが確認できた。



図2 アサガオの花芽（左）と葉芽（右）



図3 接木直後

4. アサガオにサツマイモを接木した個体での花芽形成実験

3と同様にアサガオとサツマイモを長日条件下で育て、アサガオを台木にサツマイモの接木を行なった。まず、台木となるアサガオ芽生えの下胚軸に接木チューブをはめ、子葉から上の部分（幼芽部分）を切り取り、下胚軸を縦に、子葉葉柄基部から約1cm切り込みを入れ、接着面を楔形に切った接ぎ穂となるサツマイモを差し込んでチューブを移動し固定した。サツマイモの蒸散を抑えるため、サツマイモの葉はすべて切り取り、接木した個体は接木部分が接着するまでビニール袋にいれ、25℃長日条件下で育てた。

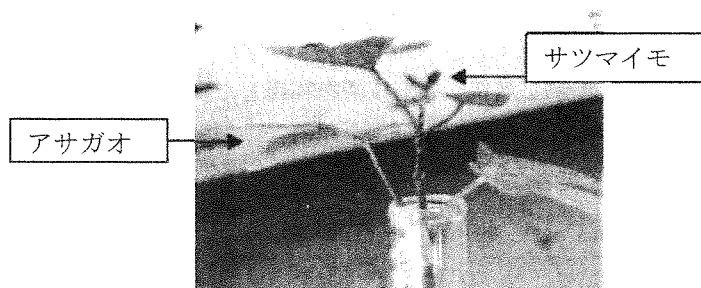


図4 接木成功個体
(アサガオを台木にサツマイモ接木)

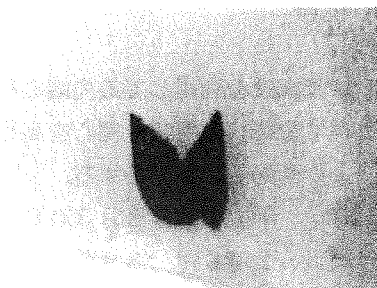


図5 接木個体に短日処理 34 日後
(サツマイモの花芽?)

サツマイモの接木では 1 回目で 14 本中 6 本接木に成功し、2 回目では 11 本中 3 本接木に成功したが、その内 1 回目では 2 本、2 回目では 2 本、葉が小さく、成長が止まってしまったものがあった。3 回目の接木実験では、接木に成功した個体は 29 本中 1 本であったが (図 4)、その 1 本について短日処理を行い、花芽検定を行い接木したサツマイモに花芽がつくか確認を行った。短日処理は、接木後 18 日間長日条件下で育て、接木の成功が確認できた個体について 8 日間短日処理し (暗期は 16 時間以上になるようにした)、短日処理から 34 日後に花芽検定を行った。接木から短日処理の条件は参考文献を参考にして行った。接木個体は短日処理から 34 日後、サツマイモの芽について実体顕微鏡で観察したところ図 5 のように花芽らしきものが観察できた。つまり、サツマイモの花芽形成しない明暗周期でサツマイモに花芽らしきものが形成したことから、アサガオの葉で作られたフロリゲンが接木した部分を通して移動し、サツマイモの芽に働きかけたと考えることができる。つまり、フロリゲンが存在することを示すものである。

5. アサガオの短日処理した葉で合成されたフロリゲンの移動と芽の影響を調べる実験

アサガオを長日条件下で育て、第二葉 (二番目の本葉) が十分展開した頃に第二葉とそのわき芽 (腋芽または側芽) だけを残してほかの葉および芽を全部取り除いた。その後、これらの個体をダンボール箱にいれ 16 時間暗期にし、1 回短日処理を行った。これらのアサガオについて、短日処理後①第 2 葉を切り取らず長日条件下で育てるもの、②短日処理直後第 2 葉を切り取り長日条件下で育てるもの、③短日処理後 2 時間後第 2 葉を切り取り長日条件下で育てるもの、④短日処理 4 時間後第 2 葉を切り取り長日条件下で育てるものに分け、花芽の形成率を調べた。(図 6 参照) フロリゲンが存在するなら、芽への移動時間を考えると、暗処理後から時間が経過してから葉を切断したものの方が、花芽形成数が増すはずである。本実験はこの原稿作成中は実験中であるので、4 月の発表会には実験結果を示す予定である。



図6 フロリゲンの移動速度と芽の影響を見る実験 左: 第二葉とそのわき芽

右: 暗処理後葉を切り落とした個体 (0: 暗処理直後 2: 暗処理後 2 時間後 4: 暗処理 4 時間後)

6. 結論および今後の課題

アサガオは短日植物であることが確認できた。接木個体を使つての実験により、フロリゲンの存在を示すことがほぼできた。今後の課題としては、接木実験の成功率をあげ、接木個体での花芽形成実験のデータ数を増やすとともに、現在継続実験中であるアサガオの短日処理した葉で合成されたフロリゲンの移動と芽の影響を調べる実験の結果からもフロリゲンの存在を示したい。

7. 謝辞

この実験では、新潟大学理学部生物学科の和田清俊教授および院生の和田さんに協力していただいた。感謝申し上げます。

SSⅡ臨地研修

1 目的

大学の研究施設を利用して最先端の科学技術や施設を見学したり、その技術を利用した実験を行うことにより、自然科学分野への興味・関心を高める。また、大学で行われている研究を体験し、教授や学生と交流を図ることにより進路への参考とする。

2 日 時 平成18年8月30日(水)、31日(木) 9時30分～15時

3 対 象 2年9組 39名

4 協力大学・学部 新潟大学 工学部、農学部、理学部

5 引 率 伊藤大助、斎藤正隆、笹川民雄

6 時 程

(1) 30日(水)の予定

8:30 新潟南高校 出発(新潟交通 貸切バス)

9:00 新潟大学西門到着

9:10～ 各学部に分かれ、ガイダンスを行う。

・工学部 集合：工学部棟 講義室203 内容：学部紹介、安全講習会

・農学部 集合：生命環境棟 内容：学部紹介、生命環境棟見学

・理学部 集合：物質生産棟1階161室 内容：学部紹介、安全講習会

9:30～ 各講座に分かれ、臨地研修

<研修時間>

9:30～11:30 (2時間)

13:00～15:00 (2時間)

※・上記時間は一応の目安であり、昼食、休憩等は、各講座で適宜取る。

・但し、帰りの集合時間は厳守。

15:30 新潟大学出発

16:00 新潟南高校到着、解散

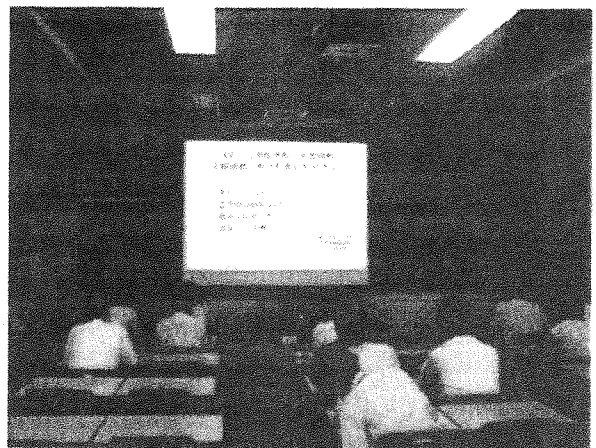
(2) 31日(木)の予定

・ 集合時間・出発時間は30日と同じ。

・ 研修の時間も30日と同じ。

・ 新大到着後の動きは、各学部、各講座の指示に従う。

・ 帰りの集合時間・出発時間も30日と同じ。



工学部 オリエンテーション

7 レポートの提出

(1) レポートはA4サイズのレポート用紙を使用する。

(2) 枚数は特に制限しない。

(3) 提出期限 9月15(金)

8 講座の選択

(1) 生徒は、講座概要を参考にA～Lの講座から受講したい講座を選択する。

(2) A～Dは1日コースなので2つ選択する。

(3) E～Lは2日コースなので1つ選択する。

(4) 第1希望から第4希望まで必ず記入する。

(5) 理系クラスの希望者はA～Dの1日コースを1つだけ選択し、1日だけ参加でもよい。SSHクラスは、必ず2日間参加とする。

(6) H講座とI講座は人数により合同で開講する場合もある。

9 講座一覧

講座	学部・学科・テーマ						
A	工学部機械システム工学科 講師:田村武夫(助教授)、今井淳一、弦巻 明(技術職員) 「CAD/CAM で表札作りにチャレンジ!」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	日	金田 優	鈴木 朝日	三浦 喬	渡辺 政史
	・	31	日	高 希哲	竹之内 翼	鶴田 暁也	渡辺 敏弘
B	工学部情報工学科 講師:宮崎正弘(教授)、田中 賢(講師) 「論理プログラミング」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	日	高野 慎治	山内 奈那美	渡辺 敏弘	渡辺 将義
	・	31	日	金田 優	鈴木 朝日	三浦 喬	本間 彰子
C	工学部福祉人間工学科 講師:三村宣治(助教授) 「車椅子操作時の生体計測」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	日	高 希哲	竹之内 翼	鶴田 暁也	本間 彰子
	・	31	日	開講しない			
D	工学部機能材料工学科 講師:山内 健(助教授) 「分子をつないで情報を伝えるー機能性高分子の最前線に触れてみよう」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	日	開講しない			
	・	31	日	高野 慎治	山内 奈那美	渡辺 政史	渡辺 将義
E	工学部化学システム工学科 講師:萩原久大(教授)、鈴木敏夫(教授)、星隆(助手)、坂井淳一 「有機合成化学を体験してみよう-有機化学の基礎反応-」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	31	日	小林 友紀	相馬 享之	平松 佑哉
F	理学部物理学科 講師:山田 裕(教授)、石川文洋(助手) 「超伝導の不思議 -酸化物超伝導体を作ってみよう-」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	31	日	伊藤 隼	久保 晴郎	小杉 勇貴
G	理学部物理学科 講師:根本祐一(助教授) 「液体窒素や液体ヘリウムを用いた低温物理実験」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	31	日	石橋 匠	内山 駿	川瀬 大樹
H・I	理学部物理学科 講師:宗 博人(助教授) 「光速近くで起きる空間と時間の不思議を計算する」・「身近な運動を数理する」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	31	日	小野澤 景介	佐藤 友哉	野村 円香
J	理学部生物学科 講師:杉本健一(助教授) 「PCR (polymerase chain reaction) 法による遺伝子の増幅実験」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	31	日	石本 卓也	中野 太賀	前泊 志保
K	農学部応用生物化学科 講師:三ツ井敏明(教授) 「遺伝子導入によるタマネギ細胞内の小器官の可視化」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	31	日	佐々木 愛	白井 福寿	須藤 法子
L	農学部応用生物化学科 講師:末吉 邦(助教授) 「植物の窒素養分の吸収能と同化能を測定する」						
	実施日		生徒氏名				
	30	・	31	日	鎌倉 愛	小林 義寿	本間 大智

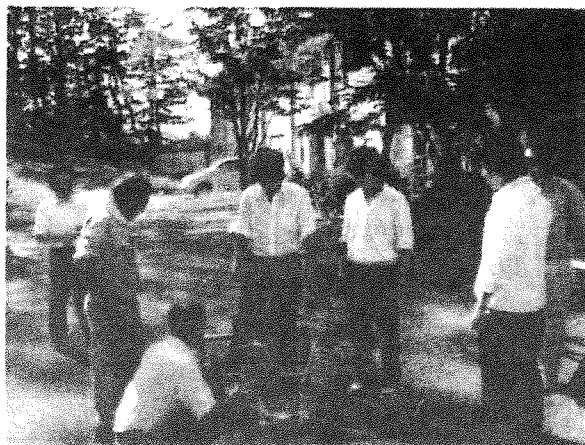
10 講座内容（概要）

（1）工学部

A講座 機械システム工学科

- ・担当者 田村武夫（助教授）、
今井淳一、弦巻 明（技術職員）
- ・テーマ 「CAD/CAM で表札作りにチャレンジ！」
- ・概 要

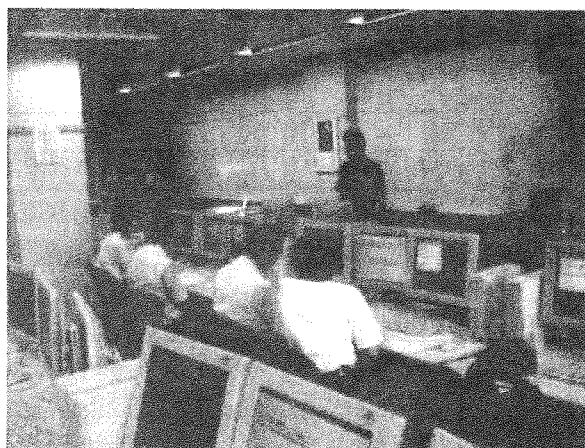
自分の名前を、好きなフォントを用いてデザインし、その輪郭をマウスでなぞることでNCプログラムを作成する。次に、そのプログラムをNCフライス盤へ入力した後、実際に削って表札を作ることのできる楽しさを体験してもらう。



B 講座 情報工学科

- ・担当者 宮崎正弘（教授）、田中 賢（講師）
- ・テーマ 「論理プログラミング」
- ・概 要

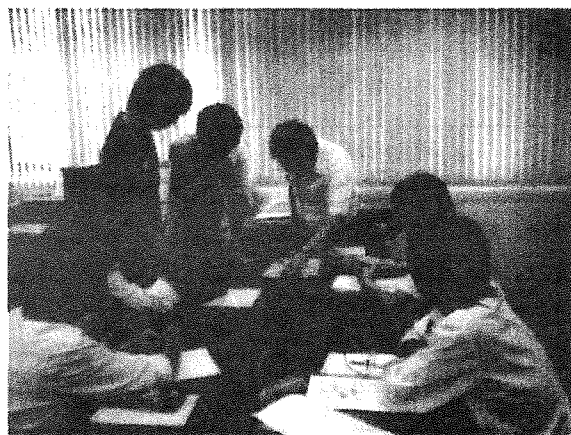
CやBasicなどの多くのプログラミング言語が問題解決の手順を記述するのに対し、個別的で宣言的な知識を論理式で記述する風変わりなプログラミング言語がある。Prologと呼ばれる言語で、論理(logic)とプログラム(program)を合成してその名が付けられている。Prologプログラムは論理式のように読めるし、プログラムの実行は論理式の証明と対応し、3段論法などの簡単な演繹推論が行える。このようなPrologの初歩を解説し、簡単なPrologプログラムを作成し、動作させる。



C 講座 福祉人間工学科

- ・担当者 三村宣治（助教授）
- ・テーマ 「車椅子操作時の生体計測」
- ・概 要

人間と機械の人間工学的関係を理解するため、車椅子操作を例として実験を行う。まず、車椅子を駆動する際の駆動トルクおよび速度などの物理量について計測原理を学習し、基礎的な計測実験を行う。次に、車椅子操作者の筋力（筋電図）および腕角度などの生体計測量について計測原理を学習し、実際の筋力と筋電図の関係など基礎的な実験を行う。最後に、車椅子操作時の上記物理量と生体計測量を同時に計測し、両者の関係を調べる。

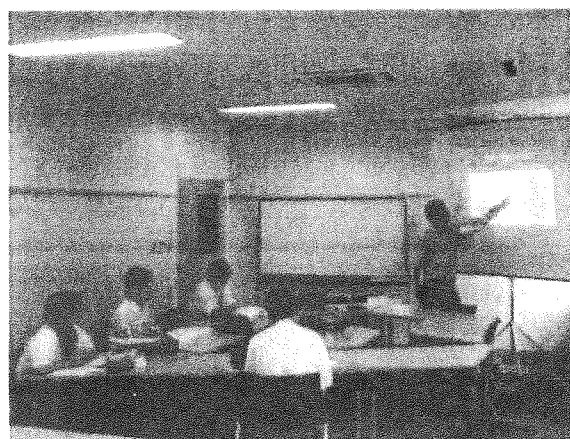


D 講座 機能材料工学科

- ・担当者 山内 健（助教授）
- ・テーマ 「分子をつないで情報を伝えるー機能性高分子の最前線に触れてみよう」
- ・概要

分子をつないで高分子にしていくと、単分子にはない面白い性質が現れます。例えば外界からの熱、光、電気、圧力などの情報に応じて作動する機能を備えた高分子を作り出すことができます。この高分子は「機能性高分子」と呼ばれています。

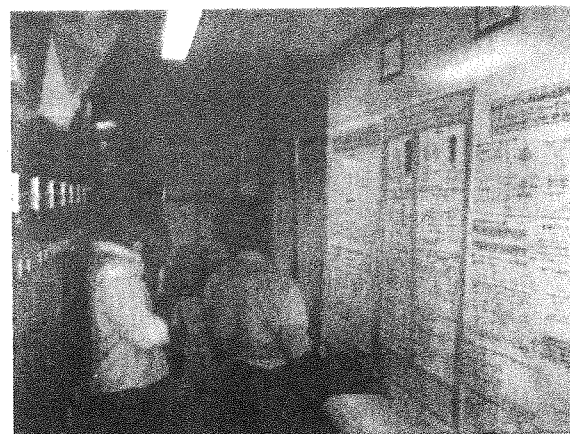
本コースでは「分子をつないで情報を伝える」をテーマに講義と演習を通じて「機能性高分子」について学びます。さらに実習で、電気を通すプラスチックである「導電性高分子」、ゼリーのようにソフトな材料である「高分子ゲル」を実際に作製することで理解を深めます。



E 講座 化学システム工学科

- ・担当者 萩原久大（教授）、鈴木敏夫（教授）、星 隆（助手）、坂井淳一（技術職員）
- ・テーマ 「有機合成化学を体験してみようー有機化学の基礎反応ー」
- ・概要

有機化合物は、医薬品・香料・農薬などとして我々の生活を豊かにするために役立っている。これら有機化合物は、簡単な化学構造を持ち入手容易な化合物から、様々な有機反応を多段階適用することにより合成される。本実験テーマでは、酸化反応、縮合反応など基礎的な有機反応をおこない、簡単な有機合成化学を体験する。



(2) 理学部

F 講座 物理学科

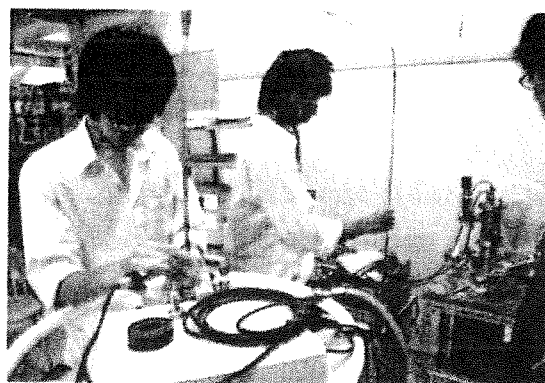
- ・担当者 山田 裕（教授）・石川文洋（助手）
- ・テーマ 「超伝導の不思議ー酸化物超伝導体を作ってみようー」
- ・概要

酸化物超伝導体を原料から実際に作ってもらいます。そして超伝導特性を電気抵抗測定及びマイスナー効果の測定等で調べてもらいます。またその簡単な原理についても解説します。さらに液体窒素を使って超伝導を用いたデモ実験も行います。（テキストを事前に配布予定：希望者が分かった段階で送ります。）



G 講座 物理学科

- ・担当者 根本祐一(助教授)
- ・テーマ 「液体窒素や液体ヘリウムを用いた
低温物理実験」
- ・概要
 - ・液体窒素と液体ヘリウム
 - ・低温環境はどうやって実現するのか
 - ・金属線の電気抵抗の温度変化を測定する
 - ・半導体の電気抵抗の温度変化を測定する
 - ・常流動ヘリウムと超流動ヘリウム(準備中なので未定)

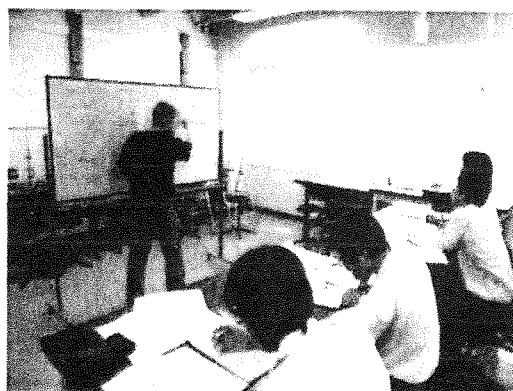


H・I 講座 物理学科

- ・担当者 宗 博人(助教授)
- ・テーマ 「光速近くで起きる空間と時間の不思議を計算する ～相対性理論 への道～」
- ・概要

タイトルにあるように、物体の速さが光の速さに近づくと、通常では体験しない不思議なことが起きます例えば、時間が延びたり、物が収縮したりします。

このテーマについて、加減乗除、平方根、2 次方程式程度の数学の知識と、自然が持つ不思議さへの好奇心を持って取り組みます。約 1 時間のコマ毎に、前半 講義 後半 演習(計算)という形をとります。ただ聞いているだけでは、不思議さは体験できません。また、華麗な実験はありません。むしろ、自ら考え、疑問と計算と時には図を書いたりして、初めてその不思議さに触れ、さらにまた深い疑問を発することになるのです。



- ・テーマ 「身近な運動を数理する ～落下運動とブランコの力学～」
- ・概要

物理学の醍醐味は、自然現象を数学を使って表現し、理解することです。いくつかの身近な現象を素材にして、物理学のこの醍醐味を体験することを目指します。同時に、指数関数や微分法など、高校で学びつつある数学が、物理学(自然現象の理解)にたいへん役立つことを学びます。いまから 400 年ほど前、ガリレオは、自由落下の法則を発見しました。これは「真空中では重い物体も軽い物体も同じように落ちる」というものです。しかし、この単純な事実に人類が気付くのは、簡単なことではありませんでした。なぜそうだったのでしょうか。実習の前半では、家庭でもできる簡単な実験を交えながら、運動法則について講義し、落体の法則を理解することを目指します。実習の後半では、ブランコの力学を扱います。ブランコの運動を数学的に理解することは簡単ではありませんが、実習では、いくつかの疑問を取り上げて、一緒に考えます。

J 講座 生物学科

- ・担当者 杉本健吉(大学院自然科学研究科・助教授)
- ・テーマ 「PCR (polymerase chain reaction) 法による遺伝子の増幅実験」
- ・概要

PCR(polymerase chain reaction)法は鋳型DNAが僅か1分子でも存在すれば、酵素反応を制御することにより、短時間のうちに理論的には約100万倍にまで目的DNAを複製することが可能な技術です。

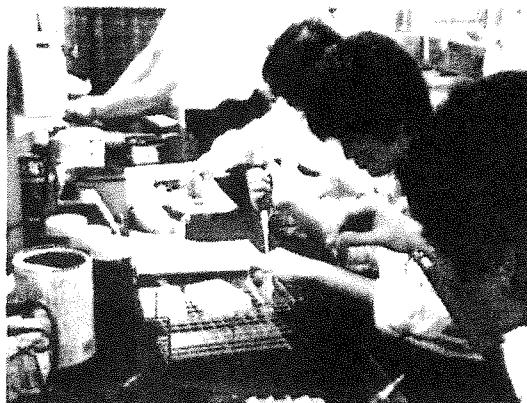
この講座では、このPCR反応によるDNA複製について、以下に示す2つの実験を計画しています。

① PCRサイクル数と増幅量の関係

PCRでは、ごく僅かのDNA(鋳型DNAと呼ぶ)から短時間(約2時間)のうちに試験管内で多量にDNAの複製

を作ることが可能です。基本的な反応サイクルは、1) 熱変性、2) プライマー(短いDNA断片)の鋳型DNAへの結合、3) 耐熱性DNA合成酵素によるDNA複製、の3ステップから構成されます。それぞれのステップごとに、反応溶液の温度と時間を制御しながら、1)→2)→3)のステップの順に反応させるサイクルを1サイクルとして、約30サイクル繰り返すことにより、酵素反応によりDNAを増幅します。

実験①では一定量の鋳型DNAを用いて、17～30サイクルのPCR反応を行い、反応産物の電気泳動を行うことにより、PCRのサイクル数と複製されたDNA量(増幅量)の関係を調べます。



② PCRに及ぼす鋳型DNA量の影響

理論的には僅か1分子でも反応溶液中にDNAが存在すれば、PCRによりDNAを増幅することが可能ですが、実際の実験では、いろいろなファクターが関係するため多少異なります。

実験②では、予め濃度測定してあるDNAを段階希釈して、濃度(分子数)の異なる鋳型DNA溶液をまず調整します。そして、この濃度の異なる鋳型DNAを用いてPCRを行い、反応産物の電気泳動を行います。泳動結果を解析することにより、PCR反応で増幅可能な反応溶液中のDNA分子数がどのくらいであるかを調べます。

(3) 農学部

K講座 応用生物化学科

・担当者 三ツ井敏明(教授)

・テーマ 「遺伝子導入によるタマネギ細胞内の小器官の可視化」

・目的: 本課題研究は、古典的な細胞観察に用いられ、また身近でなじみの深い食物、植物であるタマネギを材料にして、遺伝子導入による可視化技術を用いて、タマネギ細胞内に存在する細胞内小器官(オルガネラ)を生きている状態で観察することを目的としています。

・実験のスケジュールと概要

<8月30日(水)、午前 9時30分～11時30分(2時間)>

1 実験内容に関する講義と実験準備

① 遺伝子導入によるタマネギ細胞内の小器官の可視化の原理を説明

② 実験準備: タマネギの内側にある表皮細胞をカミソリで約1.5～2cm四方大に切り、ピンセットでうまくはがし、表面だった側を上を寒天培地上に並べる。

<8月30日(水)、午後 1時00分～3時00分(2時間)>

2 パーティクルガン法によるタマネギ表皮細胞への遺伝子導入

・パーティクルガンは、金またはタングステン微粒子に遺伝子をコーティングして、ヘリウムガスを用いてそれを組織細胞に直接打ち込む装置である。発射された微粒子は、ターゲット細胞ヘラランダムに貫入する。その際、核に貫入すれば、遺伝子が導入される。

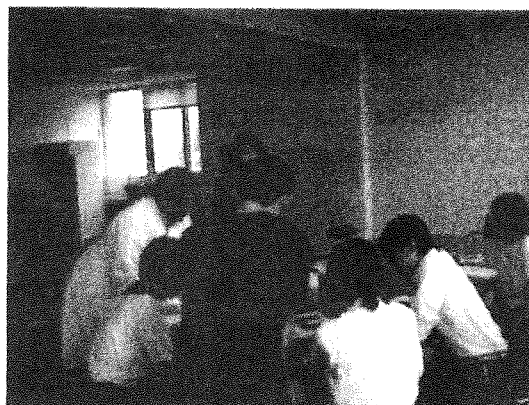
<8月31日(水)、午前 9時30分～11時30分(2時間)>

3 タマネギ細胞中で蛍光標識されたオルガネラを蛍光顕微鏡および高感度カメラを用いて観察

<8月31日(水)、午後 1時00分～3時00分(2時間)>

4 観察結果についての議論

・観察されたオルガネラの形態や動きについて議論する。



L講座 応用生物化学科

・担当者 末吉 邦（助教授）

・テーマ 「植物の窒素養分の吸収能と同化能を測定する」

・目的： 本課題研究は、植物の2大同化作用の一つである窒素(硝酸)同化について、実際に生きた植物を使って硝酸の吸収能と同化能(硝酸還元酵素活性)を測定して、その仕組みをより深く理解することを目的としています。

・実験のスケジュールと概要

< 8月30日(水)、午前 9時30分～11時30分(2時間) >

1 実験内容に関する講義と実験準備

① 植物における硝酸の吸収と同化の仕組みの解説

② 実験の準備： 硝酸を与えず一週間育てたオオムギの幼植物10個体ずつを、根が三角フラスコ中の培養液につかるようにセットし、硝酸を含む培養液を与える(硝酸供与植物)。フラスコに取り分ける前の植物の一部は液体窒素で凍結して-80℃の貯蔵庫に保存する(無硝酸植物)。



< 8月30日(水)、午後 1時00分～3時00分(2時間) >

2 硝酸の同化能(硝酸還元酵素活性)の測定準備

・ 硝酸還元酵素(NR)は硝酸(NO_3^-)を亜硝酸(NO_2^-)に変換する働きをするので、NR活性を測定するためには生成する NO_2^- を測定する必要がある。この時間は、NRの作用によって生成する NO_2^- の測定法を学ぶ。

< 8月31日(水)、午前 9時30分～11時30分(2時間) >

3 硝酸吸収能と同化能の測定

① 硝酸供与植物が入っていた三角フラスコの培養液の硝酸濃度をキャピラリー電気泳動装置で測定し、前日からどの程度の硝酸が吸収されたかを測定する。 …(a)

② 硝酸供与植物と無硝酸植物の葉と根を水に浸し、80℃で加熱して溶け出てくる硝酸を測定する。 …(b)

③ 硝酸供与植物と無硝酸植物の葉と根をすりつぶして抽出液を作り、その中のNR活性を測定する。 …(c)

< 8月31日(水)、午後 1時00分～3時00分(2時間) >

4 実験結果についての議論

① 一個体当たりの硝酸吸収量((a)より)、硝酸蓄積量((b)より)、硝酸還元酵素活性((c)より)を算出する。

② 実験結果より植物の硝酸吸収と同化について考察する。

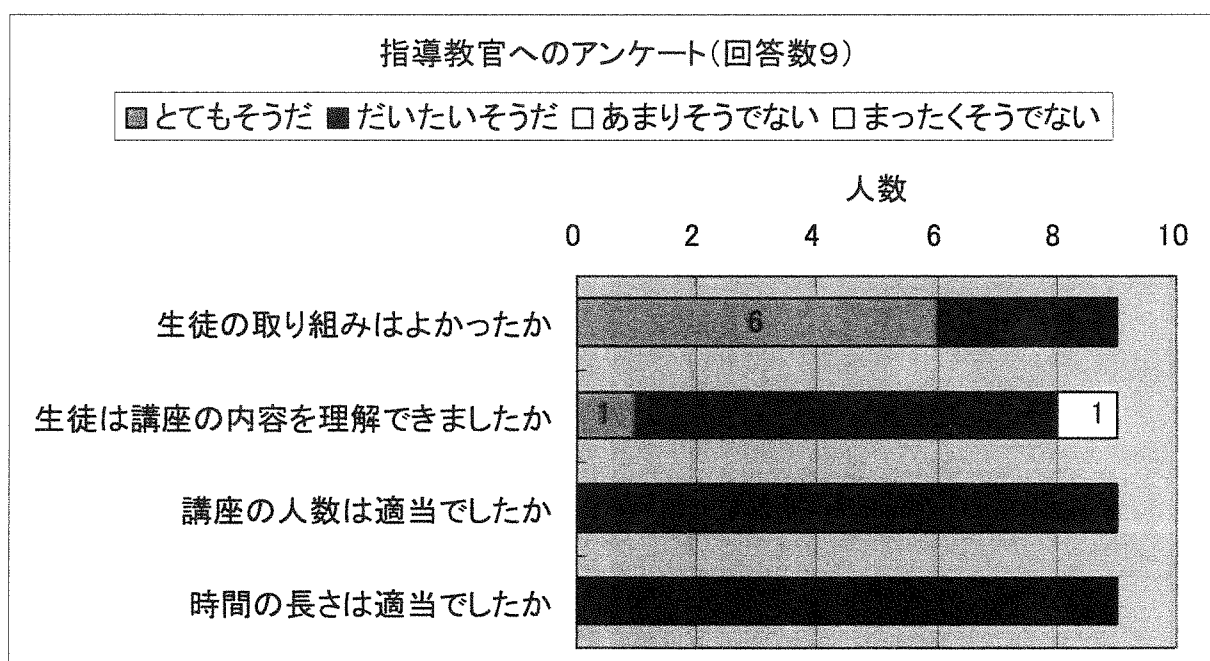
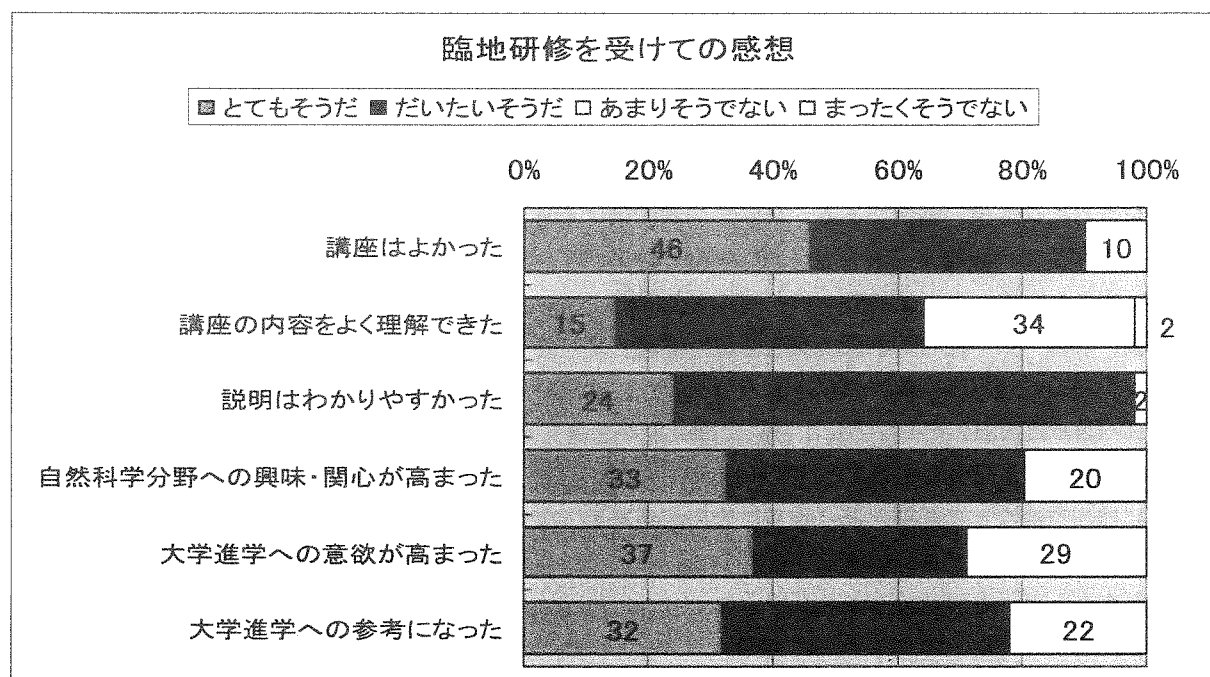
11 臨地研修実施の評価

ほとんどの生徒が講座はよかったと評価している。説明もわかりやすいとほとんどの生徒が感じているが、講座の内容を理解できたかについては、否定的な回答は35%あった。講座別に見ると、B講座を受講した7人中5人が「あまりそうでない」・「まったくそうでない」と回答していた。しかし、「説明はわかりやすかったか」の問に対しては7人全員が「だいたいそうだ」と回答していることから論理プログラミングの内容について、実際のプログラミングの演習自体はわかりやすい説明で操作できたけれども、そのしくみ自体は知識もなくよくわからなかったからではないかと思われる。

自然科学分野への興味・関心の高まりについては「とてもそうだ」と回答したのが33%、「だいたいそうだ」と回答したのは48%で80%の生徒が自然科学分野への興味・関心の高まりを感じており、「大学での研究室で最先端の科学技術を利用して実験演習を行うことにより、自然科学分野への興味・関心は高まる。」という仮説は検証された。

また、多くの生徒が臨地研修を受けたことが大学進学への参考となるとともに、進学への意欲が高まっていると答えており、進学先について臨地研修を受けた学科を考えている生徒もあり、2日間という短い期間であったが非常に効果があった研修といえる。

ただ、今回、研修の実施を夏期休業の最終日に設けたことは、翌日に課題考査が実施される予定であったことや夏期休業中の課題が多く出されたことから一部に不評であった。本校の夏期講習の日程の都合、大学の都合等でその日にやむを得ず設定したが研修後のレポートの作成の時間を確保するためにも夏期休業の前半に行うことが望ましいと考えられる。



3節 講演会および発表会等

SSH講演会

1. 目的

著名な科学者の講演を聴き、科学について興味・関心を高めるとともに、科学的な感性や科学する心を養う。また、その人の生き方や人生観を学び、今後の進路選択に役立てる。

2. 実施内容

- (1) 実施日 11月20日(月)
- (2) 実施場所 本校第1体育館
- (3) 対象生徒 全校生徒
- (4) 講師 前国立天文台長 海部宣男 先生
- (5) 演題 「ひろがる宇宙」
- (6) 講演要旨

① 新しい観測装置により広がる人間の宇宙認識

すばる望遠鏡の成果で128億光年先の銀河が観測された。これは宇宙が誕生して9億年後に生まれたもので、現在発見された最も遠い銀河である。最新の観測成果により人間の宇宙の認識は宇宙誕生近くにまで広がりつつある。現在までの観測データをもとに、宇宙4Dデジタルシアターが作成された。

② 新しい惑星の定義―冥王星はカイパーベルト天体の一つ―

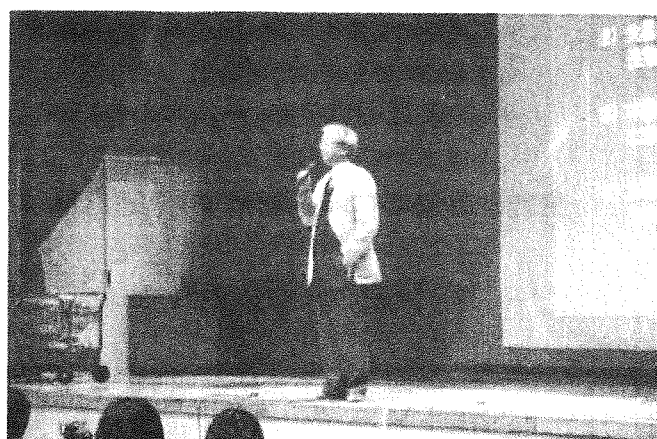
この夏、国際天文学連合の会議で冥王星は「惑星」から外された。その理由は冥王星が他の惑星と比べ極端に小さく、その軌道平面も他の惑星と異なり、また、冥王星と同じ特徴をもち、冥王星より大きなカイパーベルト天体(2003UB313天体など)が最近になり次々と発見されたからである。

③ 惑星の特徴・惑星環境と生命存在の可能性

火星には川や海などの形跡があり地下に氷の海がある。また、木星の衛星「エウロパ」には氷と水、土星の衛星「タイタン」にはメタンの大気が存在している。これらの環境は原始地球環境と似ており、バクテリア等の生物が存在している可能性がある。

④ 科学と人生

- ・小さい頃、山や谷、石ころなどみて、その生まれた理由などを考えるなどして、自然の奥深さ、面白さを感じた。宇宙に関しても誰も知らないことを発見し、宇宙の奥深さを探究してみたいと思い大学時代に天文学を志した。
- ・一度しかない人生を精一杯生きて、楽しく有意義に過ごしてほしい。
- ・自分の一番やりたいことをやって、世の中の役に立ってもらいたい。



3. 生徒による評価(アンケート結果)

- ・最初に見た地球から段々と遠ざかる映像が印象的だった。また、それが観測データから全て作られていることが興味深かった。非常にスケールの大きな話で、宇宙の広さを実感できた。科学の分野では「なぜ、こうなるか」を考えることが重要だと思った。
- ・日本の関東地方から、段々と遠ざかっていく映像をみて、本当に人間は小さい存在だと感じた。しかし、その小さい人間が、この大きな宇宙を研究していることは素晴らしいと思う。
- ・ニュースで聞いて、なぜ冥王星が惑星から外されたのかを疑問に思っていたが、この講演でその理由を知り、納得することができて良かった。太陽系には絶対生物はいないと思っていたが、火星にはいる可能性が高いということなので楽しみだ。
- ・海部先生が最後に言っていた物理が科学の基本になるということと、一度の人生を最大限に楽しむということが一番印象に残った。
- ・講演は分かりやすかった。宇宙は果てしなく広いものであることは知っていたが、動画で見ると、その大きさは圧巻であった。現在観測しているものが、数億年前の銀河であると思うと天文学とは不思議な学問である。
- ・ビッグバンのときに、力や物質、時間や空間の性質が生まれたと聞き、それより以前はどんな世界だったのだろうと思った。そして、そのような何もない世界からどうしてビッグバンが起こり、それらが生まれたのだろうかという疑問が生まれた。
- ・海部先生が自分の興味ある天文について人生を費やして研究しているのがすごいと思った。宇宙についてはまだまだたくさん研究することがあることが分かった。
- ・将来、一度でいいから宇宙に行って見たいと思った。できれば銀河系の外くらいまで行けるように科学が進歩してくれたらいいと思った。
- ・世界最大級の望遠鏡が日本人ひとりあたり100円でできると思うとなんだか不思議な気がした。
- ・海部先生は小さい頃からいろんなことに疑問を感じたり自分の考えを持っていたりしたので、私もそういうことを大事にしていきたいと思った。
- ・海部先生は「素朴な疑問を大切にしてください。」とおっしゃっていました。私は進路がまだはっきりと定まらないので、海部先生のこの言葉を大切に、進路決定の参考にしていきたいと思う。
- ・「他の惑星に生命はあるか」というテーマに私は一番興味を持った。これからますます科学技術が発達し、火星などにも生命が見つかるのではないかと思った。また、質問コーナーで先生の「一度しかない人生を精一杯生きて、有意義に過ごしてほしい」という言葉が強く印象に残った。これからは勉強や部活に一生懸命打ち込んでいこうという励みとなった。とても良い経験になった。
- ・自分は進路を考える際に、好きなことはあきらめて、資格が取れて、安定している仕事に就くことを考えていたが、もう少し自分の夢を大切にしてみようと思った。また、果てしなく遠い星からの光が、長い時間かけて到着し、それを今ながめていると思うと、すごく興味深く、人が星をながめる理由が少し分かったような気がした。

4. 成果

すばる望遠鏡のしくみやその観測成果を交えながら、現在までの観測されたデータをもとに最新の宇宙の構造を動画で説明され、宇宙の広大さ、不思議さに感動した生徒が多かった。また、惑星に関する最新の観測の説明により冥王星が惑星から外された理由をはっきりと理解することができた。さらに、火星やエウロパ、タイタンなどで水や氷、メタンなどの存在が確認され、生物の存在する可能性を知った。アンケートによればこの講演により、宇宙や自然に対する興味関心が高まった生徒が多かった。また、惑星の定義についてはタイムリーな話題であったので興味深く講演を聴いたという生徒がほとんどであった。さらに、海部先生の人生に対する考え方に共感し、自分の夢を大切に、もう一度自分の進路を考えたいという感想を書いた生徒が多かった。

平成 18 年度生徒研究発表会

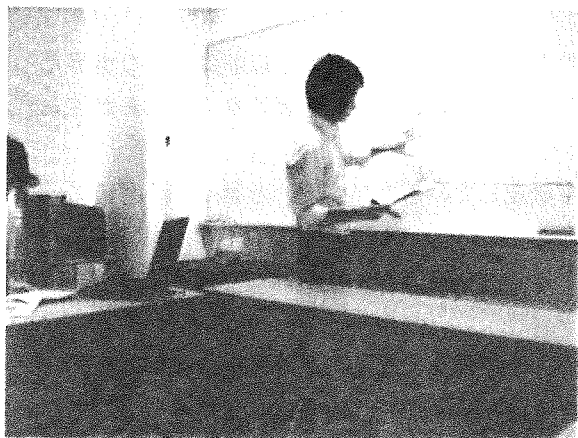
(1) 実施日 平成 18 年 8 月 8 日 (火) ～8 月 10 日 (木)

(2) 実施場所 埼玉大学工学部 パシフィコ横浜

(3) 対象生徒 2 学年男子生徒 3 名

(4) 研修内容 以下の生徒レポートを参照

8 月 8 日から 3 日間、私達(アセチレンロケットグループ)は SSH 生徒研究発表会のポスターセッションへの参加ということで、横浜へ行ってきました。8 日はポスターセッションの会場準備だけだったので、朝、新潟を早く出て埼玉大学の熱工学研究室に訪問させて頂きました。ここでは水素と空気の混合気体を連続爆発させるエンジン (パルス detonation エンジン PDE) を研究しています。私達のアセチレンと空気の混合気体の爆発によるロケットの研究についてビデオや映像を元に紹介して、意見交換をすることができました。そのあと、実際に大学側の研究を紹介頂き、研究中の PDE を実際に作動させ、見学しました。コンクリートの防爆壁越しに、耳あてをして、5 秒間の作動でしたが、今まで聞いた音の中で人生史上ダントツにすさまじい爆音でした。連続的な水素爆発が十分実用エンジンになりえる可能性が理解できました。そのあと横浜に向かいました。

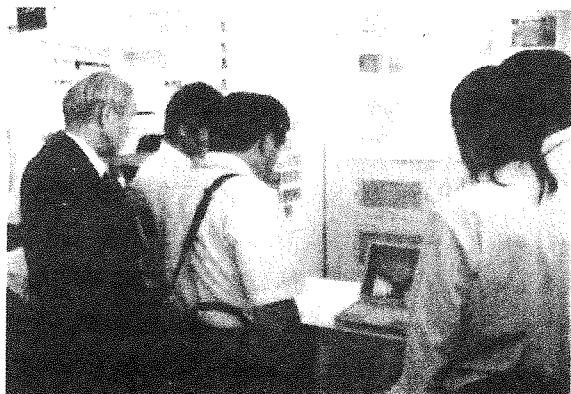


埼玉大学工学部で自分達の研究を大学生や先生に紹介

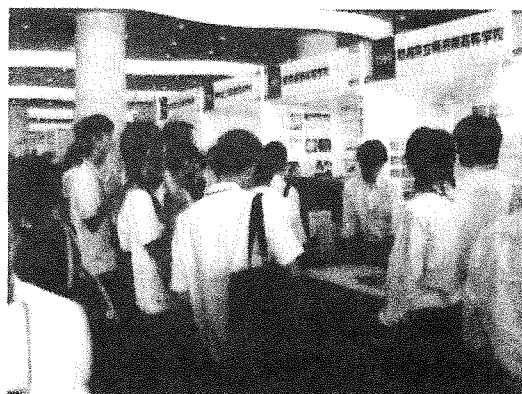


新潟南高校のポスターセッションは大好評

会場となったパシフィコ横浜では自分たちの研究をポスターにまとめ、ポスターセッションをしました。とても多くの人達が私達の実験に興味を持ってくださり、実験に関する意見を多く頂くことができました。こういうかたちで自分たちの研究内容を見て頂き、質問に答えたり、意見を頂いたりすることはなかなか楽しいものでした。また、16 年度に SSH に指定された高校の研究発表を聞いたり、昨年度アメリカで賞をとったという、下山せいりさんの発表を聞いたりして、日頃ない時間を過ごすことができました。



PC でビデオも上映



研究の説明は思った以上にわくわくすること

今回の研修では、普段めったに見ることができない他校の生徒の研究や、なかなか聞くことのできない他の人達からの私達の実験に対するアドバイスを聞くことができたので、とても有意義でした。

4 節 教科外の活動 その他

化学部

[文化祭への参加]

1. 目的 日頃から調べてきた内容について発表するとともに化学の楽しさや不思議さを多くの人に体験してもらう。
2. 目標 文化祭での発表を通して、日頃から調べてきたことや、興味を持っている現象について理解を深める。
3. 事業の概要
 - (1) 期 日 平成 18 年 9 月 16 日 (土)
 - (2) 場 所 本校 化学教室
 - (3) 参加者 職員 1 人、生徒 5 人
 - (4) 内 容 化学教室内に下記の 4 つのコーナーを設け、演示実験や実験原理の説明、環境調査のパネル展示を行った。

① 演示実験

- (a) 化学発光 コンサート会場や防災グッズなどに利用されている光る液体を試験管の中で作って来場者に見てもらった。(写真 1)

試薬：シュウ酸ビス、過酸化水素、ペリレン、ローダミン B 他

- (b) テルミット反応 (鉄を取り出す) (酸化還元反応) (写真 2)

② 体験実験

来場された方に生徒が説明をし、実際に体験してもらった。

マドラーづくり (ガラス細工)

一端を閉じた 25cm くらいのガラス管をあらかじめ用意しておき、中にさまざまな色の小さい金属の粒を入れ、ガスバーナーの炎でガラス管の他端を封じる。できたものは来場者に持ち帰ってもらい、好評であった。

③ 信濃川の水質調査

新潟県内の信濃川の水を長野県境から河口まで 7 つの地点で採取し、COD、硝酸イオン、リン酸イオンについて簡易パックテストで測定してその結果を展示した。(写真 3)

4. 事業の成果

在校生の他にも小学生から成人の方まで多くの来場者があり、実験を通して化学の楽しさや不思議さを体験してもらうことができたのではないかと思います。また、生徒にとっても実験の準備や来場者への説明を通して、いろいろな現象について理解が深まったものと思う。

5. 事業の評価

(1) 教員による評価

今年度は昨年より部員が増えて 4 人になったので、事前準備や当日の実験、後片付けなどスムーズに行うことができた。また、来場者が多数集中した時間帯でも十分に対応や説明ができた。

(2) 生徒の感想

- ・ 「水質調査」では実際に川の水を採取しに行き、とても有意義であった。
- ・ 自分たちが調べたことを一般の人たちに見てもらうことができて良かった。
- ・ 化学発光やテルミット反応では来場者の目を引くことができたので、来年もそのような実験を行いたい。
- ・ 高校に入って初めての文化祭だったが、中学校に比べて規模の大きい実験ができて良かった。

(3) 課題

部員が他の部と掛け持ちしていることや予算の面などから文化祭に向けての活動が主になったが、今後は日常的な活動を増やしていきたい。



写真 1

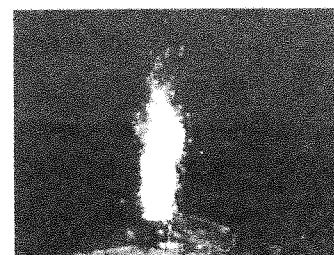


写真 2



写真 3

天文部

1. 目的

日頃観測している太陽系内の主な天体について書物やインターネットで調べ、その結果を文化祭で発表することによって、天体への理解を深め、興味・関心を高める。

2. 概要

(1) 期 日 平成 18 年 9 月 16 日(土)…文化祭当日

(2) 場 所 本校 生物化学教室

(3) 参加者 職員 1 名、生徒 6 名、計 7 名

(4) 内 容

(a)太陽系内の天体の調査を 4 月～8 月にかけて行った。

①惑星を望遠鏡で観測

本校で観望会を開いたり、近くの科学博物館の観望会に参加し、太陽系内の天体をじかに観測した。

②最新の書籍やインターネットを用いて天体の詳細について調べた。

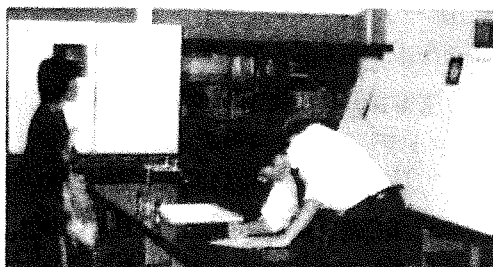
③天体に関するテレビ番組は録画し保存した。

(b)文化祭での展示

①木星について、日頃から調べたことについて A 1 用紙 3 枚にまとめ、これらをカラーボードに貼り展示した。なお、観望会で撮影した写真も展示した。

②8 月に決まった惑星の定義、矮惑星について調べたことなどを A 1 用紙 8 枚程度にまとめ、これらをカラーボードに貼り、展示した。

③NHK ニュースやニュースステーションで扱った天体に関するニュース番組を、プラズマテレビを用いて随時流した。



3. 評価

(1) 教員による評価

今回の発表にあたり木星について調べることで、生徒に新たな発見があったようだ。たとえば木星の衛星の数などは、数の多さに驚いていた。単純な企画ではあったが、天体への興味・関心を高めるといって効果的であった。

(2) 生徒による評価（生徒の感想）

一人で準備から展示を行って大変でしたが、アンケートの感想を見て「レポートが良くできていてよかったなど」とあり、成功したんだなと思い、やってよかったです。来場者に質問されて、うまく答えられなかったこともありました。また、アンケートに、模型なども展示して欲しかったとの感想もありました。来年度はレポートだけでなく、模型も展示したいと思いました。

4. 事業の成果

(1) 昨年度に引き続き 1 階での展示ということもあり、来場者が 70 人を超えた。また、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) 日頃観測している惑星について、今まで以上に生徒の理解が深まり、興味関心が高まった。

5. 今後の課題

来年度も引き続き天体観測を続け、今年度学習した太陽系の天体について、来年度は互いの天体の特徴を比較しながら、更に内容を深め発展させたいと思う。

生物同好会（生物同好会 2 年目の活動）

1. 目的

本校では、物理系、化学系および地学系の文化系クラブはあるが、生物系のクラブはなかったが、一昨年、生物系クラブの新設に向け生物研究会と活動していたグループが、一昨年度末の 3 月によりやう生物同好会として生徒総会で認められ、今年度同好会としての活動は 2 年目となる。そこで、研究内容等をさらに充実し部への昇格に向けてさらなる活動をするを目的とする。

2. 目標

生物同好会の活動の更なる活性化を目指し、一昨年度からの研究テーマである「ネンジュモ」についてさらに研究を続けるとともに、新たに別の研究テーマにも取り組む。自然環境に対する意識を高めるため、野外巡検を行う。また、発表する機会があれば積極的に参加し他校との交流を深める。

3. 事業の概要

(1)同好会活動の活性化

4 月当初では 3 年生 6 名 1 年生 6 名であったが、同好会活動を活発に行うにつれて入部希望者が増え、現在 1 年生 12 名にまで増員した。来年度 4 月からは部に昇格する予定である。

(2)研究活動

- ①藍藻類ネンジュモをテーマとした研究 「ネンジュモのクロロフィルの観察」 「FR 光合成量測定」
- ②アオウキクサをテーマとした研究 「ショ糖有無での成長曲線作成」 「サリチル酸の花芽形成作用」
- ③佐渡ドンデン山春の巡検 2006 年 5 月 6 日（土）日帰り
- ④尾瀬巡検 2006 年 8 月 24 日（木）～25 日（金）1 泊 2 日
- ⑤福島潟ボルボックス採集 6 月中旬放課後
- ⑥オワンクラゲによる遺伝子組換え実験 11 月中旬 午後 2 日間 同好会員以外の希望者も参加
- ⑦文化祭での研究発表 佐渡巡検と尾瀬巡検での植物写真展
- ⑧新潟大学訪問実験 2006 年 3 月 1 日（木）農学部応用生物化学科 三ツ井研究室
「ネンジュモとタマネギ細胞でのクロロフィル自家蛍光観察」
- ⑨他校との合同研究発表会及び研修会 3 月 24 日（土）新潟県立巻高校
午前：研究発表会 午後：プラナリア採集

4. 事業の評価

授業とは離れて 1 つのテーマを継続的に研究でき、自然に触れる機会ももて、生徒にとっては貴重な体験ができた。1 年生の授業で生物 I もあることから、授業で疑問に思った生物現象を実験してみたいという意欲的な姿勢もみられた。授業内容をより発展させて、継続研究するという点では効果的である。

5. 今後の課題

部員数も 10 名を超えたので、実験テーマも複数あげ一人一人がテーマに取り組めるようにしたい。また、校内だけでなく、校外の発表も積極的に行い、外部との情報交換も活発にするとともに、科学賞で入賞するように今後も研究内容を充実させていきたい。



図 2 佐渡巡検で撮影



図 1 尾瀬巡検 生物観察中

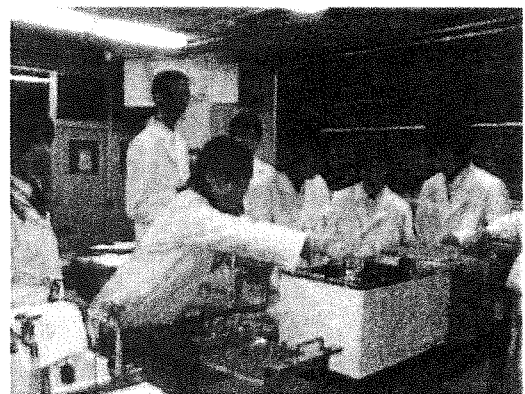


図 3 遺伝子組み換え実験中

コンクールへの参加

日頃の研究の成果を、コンクールに出品することによって、そこでの評価を研究の一つの評価とすることにした。結果は下記の通りである。

第 50 回日本学生科学賞新潟県審査(読売新聞社主催、文部科学省、環境省など後援)

最優秀賞

「ピアノ線滑走型アセチレンロケットを遠くへ飛ばす研究」

高希哲、鈴木朝日、中野太賀、渡辺将義(2年)

優秀賞

「ペットボトルロケットの運動解析」

萱森智也、川手一翔(3年)

奨励賞

「太陽の自転周期は緯度によって異なるか」

遠藤環、樋浦想太、前川健一郎(3年)



最優秀賞の盾



優秀賞の盾

卒業生の追跡調査

本校では平成 15 年度より SSH の指定を受け、15 年度は 400 名を越える 1 年生を中心に、つくば研究学園都市に科学研修活動等を実施した。翌 16 年度は、SSH 事業の主体を担う SSH クラスを新たに設け、2 学年進級時に SSH クラスへの編入を希望する生徒を募った。その結果 32 名の生徒で SSH クラスをスタートさせ、課題研究活動等の事業を展開し、平成 17 年度末に 32 名の生徒を卒業生として送り出した。ここでは SSH クラスの特徴一特に(1)学習に対するモチベーションの向上、(2)進学先の特徴、(3)卒業生が考えている SSH の効果、(4)他の卒業生に与えた影響などについて考えてみたい。

(1) 学習へのモチベーションの向上について

1 学年時の夏休み以降、課題研究を中心にした SSH 事業の主役を果たすクラスを構築することについて、保護者生徒に案内をし、希望生徒を募集した。本校では初めてのことであり学校側も生徒も戸惑いがあり、一部の期待のように多くの生徒が殺到するようなことはなく、むしろ希望者が 1 クラスの定員を大きく欠き、理系進学志望者に対し、何回かの募集を行い、ようやく 32 名の生徒をもって SSH クラスがスタートした。必ずしも成績優秀者が集まるという雰囲気や、数理を得意とする生徒が集まったわけではなかった。

しかし、チャレンジ精神は旺盛であり、特に科学実験での積極的な取り組みを評価する教員の声は時間とともに大きくなり、また成績面についても一部の下位生徒の懸命な姿に鼓舞される形で、クラス全体の成績の向上が観察されるようになった（以下グラフ）。これには、課題研究の果たした役割が大きいと考えている。特に課題研究のスタートに当たり、大学研究者よりその研究の周辺分野を数多く講話いただいたことにより、知的好奇心が大いに鼓舞されたことが予想される。また大学研究室での宿泊を伴う 1 週間にわたる長期の課題研究は、生徒の学習へのモチベーションを大いに高めたと考えている。研究を終え、宿泊先に戻る際に「オレ、この大学にどうしても来なくなった！」と感想を漏らす生徒もあった。

一方課題研究に関わるレポートの提出などはそのたいへんさ故に、生徒の不評が大きかったが、講話や実験結果を“理解しながら”レポートすることは、生徒の成績向上に大きな役割を果たしたものと考えられる。高校生の学習態度の多くにはこの“理解しながら”という点が大きく欠落しているような気がしてならない。数学でさえも公理の暗記で問題を解くことに、重点が置かれてしまっているように思う。理解が示されないレポートは不良と明確な態度を打ち出したことが、図らずとも生徒の学習効果を高めた点は生徒の成績向上につながったものと考えられる。また校内成績だけでなく、校外模試を中心とした成績についても他の理系クラスを一步抜きん出る成績を修めていった。

SSH クラスと他の理系クラスの学年平均点の状況

	7 組	8 組	9 組	SSH
1 学年末 (2 学年編成時)	64.3	64.9	64.9	65.7
2 学年末	65.3	63.8	63.3	68.6
3 学年末	66.0	64.4	64.0	68.2

1 学年時末において、SSH を志望する生徒の成績は他の理系志望者の平均点より 1 ポイントほど高い点数にとどまったが、2 学年末には 4.5 ポイント以上高めることができた。2 学年における SSH 事業が生徒の学習意欲と効果の向上に関係していたものと思われる。

(2) 進学先とその特徴について

SSH クラスの生徒全員が大学進学を志望し、32 名のうち、30 名の生徒が進学した。SSH クラスと他の理系クラスの進学分野は以下の表のようにまとめられる。SSH クラスの女子生徒 2 名が語学系に進学したが、28 名の生徒はきわめて高い割合で理学、工学系に進学を果たしている。この 2 つの学部への進学者数の進学率は 75%と他の理系クラスの 36%の 2 倍以上に達している。やはり SSH 事業の実施は理系、特に理工学分野への研究開発中心を志す生徒の割合の増加に間違いなくつながったものと考えられる。

クラス		SSH以外	SSHクラス
卒業生数		371	32
4年制大学進学者数	文系	202	2
	理系	103	28

進学者と理系生徒の進学先人数（数字は人数）
SSH クラスは理工学部への進学割合の高いことがわかる

学部系統	SSH以外	SSHクラス
理学	7	9
工学	30	12
農学	10	1
薬学	0	0
保健衛生	30	1
教員養成	19	5
その他	8	0

また SSH クラスの生徒はその学力に応じ、いわゆる難関大学への進学を果たした生徒も他のクラスより多かった。以下、SSH クラス 32 名の生徒の入試結果（合格先大学）を示した。大学入試結果については SSH の結果の 1 つに過ぎないと思うが、SSH の手応え、客観的な成果の 1 つ指標となっているものと考えている。

国公立大学合格 26 件、26 名

（北海道 1、東北 3、筑波 1、千葉 1、東京学芸 2、横浜国立 2、首都大学東京 1、信州 1、新潟 10、群馬 1、新潟県立看護 1、大阪外語 1、兵庫県立 1）

私立大学合格 37 件、24 名

（金沢工大 6、東京理科大学 5、東京農業 5、芝浦 3、武蔵工 3、神奈川 3、立命館 2、新潟薬科 2、東京電気 2、中央 1、専修 1、東海 1、東邦 1、日本 1、法政 1）

夏季休業中に課題研究で訪問した東北大学、東京理科大学の合格、進学が多かったことは、注目し得る結果と考えている。特に東京理科大学の基礎工学部生物工学科には 3 人の生徒が入学した。このうち 2 名は新潟大学の農学部応用生物化学科に合格を果たしたが、夏休み 1 週間を過ごした研究室への思い入れが強く、保護者を説得した結果、理科大へ入学という結果となった。

また受験結果だけでなく、SSH の目的でもある、将来の日本の研究開発をリードする“卵”も育てられたものと考えている。理学部、工学部に進んだ何人かは研究に対する憧れや、自分の携りたい研究分野についての話題や問題点、あるべき姿を卒業の前後に熱く話してくれた。また大学入学後に、鳥人間コンテストで優勝チームの一員として日夜がんばった話や、科学の祭典において、小学生に披露する電池の工夫について相談を持ち込まれるなどのうれしいメールや電話ももらうことができた。またそれと同時に不器用で遠回りするけれど、丁寧な思考を大事にする生徒も育ったものと感じている。

(3)卒業後の考えている SSH の効果について

卒業後、生徒からもらうメールでは、生徒はすべての SSH 事業について必ずしも有効であったとは考えていないようである。しかし、「課題研究や 1 年春の筑波での交流会、2 年夏の東京での交流会、3 年夏の東京での発表会での経験が、自らの進路決定にとても有効であった」とか「SSH が学習意欲の向上につながった」とかのメールを読むことが多い。このことは、先に述べた理科大学への入学にも感じられるところである。また卒業後、SSH クラス保護者の方との懇親会に参加する機会に恵まれた。その中で、「SSH で遺伝子を勉強して以来、進路意識が定まった」とか「他校の生徒の意欲を自分の学習への意欲にすることができた」とか「クラスの中での高い意欲をもったリーダー的な生徒と課題研究の話をすることで、自らの意欲を高めた」など SSH を評価する声が多数聞かれた。また卒業後のアンケートでは SSH を経験して役に立ったこととして、以下の感想が寄せられている。

- ・ いろいろな実験でその様子やレポートの形式などについて、事前になんとか把握できる。直接大学で実験したことがとてもよい経験となった。
- ・ 主に実験をやる際に役に立っている。圧倒的に、普通の授業をやってきた人たちに比べ慣れがあるぶん、レポートの評価もよい。
- ・ 理科大での研修が役に立った。講義中に SSH で勉強した内容がひょっこり出てきたりする。
- ・ プレゼンが苦にならない、課題研究発表の経験が役に立っている
- ・ 課題研究のまとめで論文の書き方を教わったので大学で実験レポートを書くときも戸惑いなくかけた。

- ・ SSH の事業全体を通して科学のいろいろな分野に興味を持てるようになった。
- ・ レポート作成に優位性を感じる。研究、発表、論文作成の流れが掴めている。実験の豊富さが今の実験に役に立っている。
- ・ 進学後のビジョンを構築する上で大きな情報源だった。大学進学を志すきっかけとなった。
- ・ 課題研究は正直大変だったし、いやになることもあった。けれど今ではやってすごくよかったと思っている。きっと SSH がなければ、違う進路を選んでいただろうし、国立大への合格もなかったように思う。大学で高校時代の話になると、私はいつも SSH の話をする。私の人生の中で SSH をしていた時間はとても貴重で大切なものだ。
- ・ 普通ならば体験できないことを沢山させていただいてよかった。自分で、または仲間と協力して何かを成し遂げる楽しさがわかった。とても贅沢で満足のできる 2 年間だった。
- ・ SSH にはいつて思う存分その機会を利用している人もいる一方で、一部の人は目的意識もなく何をやってたのかまったくわからない。温度差があるのはやむをえないが、大きな温度差があるような気がする。
- ・ 大変で面倒なことが多かった。SSH は高校生活ではあまり役に立たなかったと思うけど、大学進学に大きな影響があったし、研究体験ができたことは今後間違いなく役に立つと思う。
- ・ 大学を訪問して研究室で過ごす中でもっと専門的なことを勉強したいと思い、進学への意欲が高まった。
- ・ 東北大学研修で未知もしくはまだ発展途上の技術を開発することは、社会の発展につながり社会の役に立つという願望から当時知りうる限りでの範囲で自分が研究してみたいことを行っている大学へ進学できるようにと学習には力を入れることができたと思う。

また SSH 事業に関連して、将来のビジョンとして以下の声が寄せられている。

- ・ 研究職か先生になろうと思っている。SSH 事業は自分の将来に関連があったと思う。
- ・ 生ごみの堆肥化をやって、環境やエネルギー問題などさまざまな問題に発展させられることがわかった。生物の研究は今まで考えていたよりもスケールの大きいものだなぁと思い、研究職への関心が強くなった。
- ・ つくば研修で国立環境研究所で聞いた話を聞いて、環境に関連した職業につきたいと思っている。
- ・ SSH 事業全体を通して幅広く科学技術について知ることができたことが、将来について選択できる道の数を増やしてくれたと思う。
- ・ 持続可能な人類文化を確立するための何かに携わりたい。
- ・ SSH で理科に興味をわき、卒業後は中学の理科の先生を志望するようになった。
- ・ SSH は進路を決める大きなきっかけにはなったが将来の仕事までにはつながらないと思う。
- ・ 植物生理学会で出会った大学院生に憧れの気持ちがある。環境分野の研究開発に携わる仕事がしたい。
- ・ 理科の教員志望である。SSH での経験での科学の面白さの発見があり、大いに関係があると考えている。

(4) 他の卒業生に与えた影響

この学年では国公立大学の合格が 239 件、私立大学の合格が 596 件に至った。立派な合格実績を残すことができた。SSH が当該生徒以外にどのように役に立ったのかは不明であるが、学年の勢い、学校の姿勢に、プラスの影響を与えてくれたのではないかと考えている。具体的には、「1 学年の級友が、2 年の課題研究で自分のわからない面倒な課題研究に取り組んでいる姿に啓発させられた」

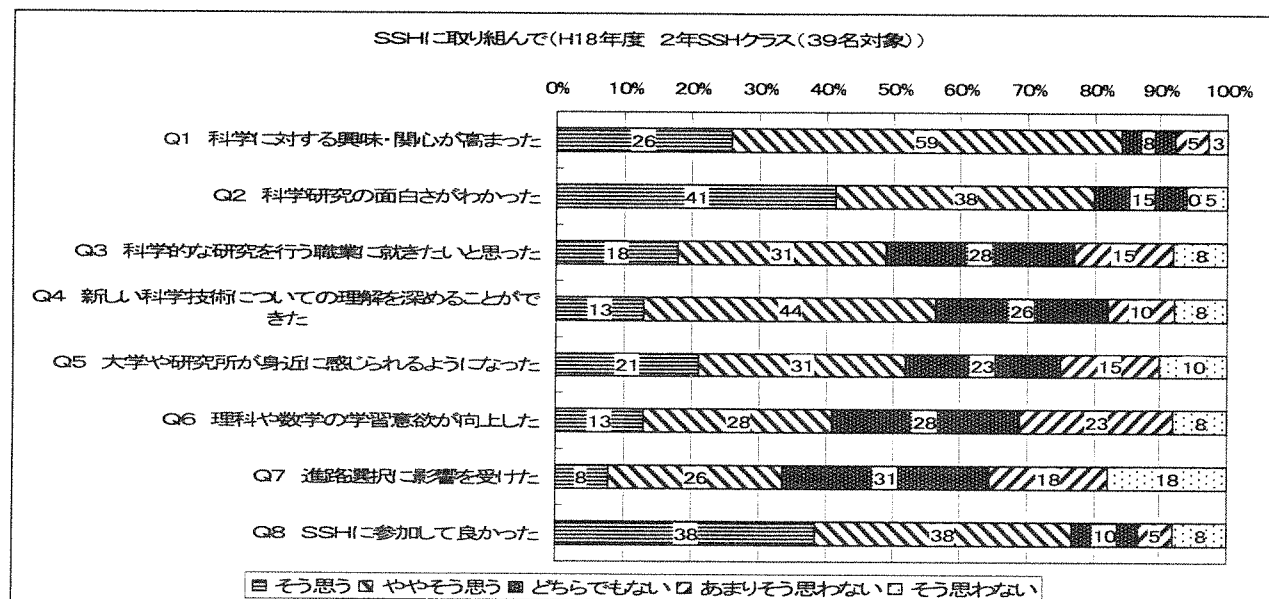
とか「クラブ活動や日常の学習に加え、SSH プログラムに取り組んでいる姿に刺激を受けた」等などの声が聞かれた。また、1 学年時の中心プログラムであった、つくば研修に対しても、「たいへんな研修だった」とか「過密すぎた」とマイナスの評価をする生徒の中で、日本の発展を支えてきた科学技術に対し、理解や関心が深まったとその事業を有効なものとする声も聞かれた。



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

1. SSHに取り組んでの生徒の変容



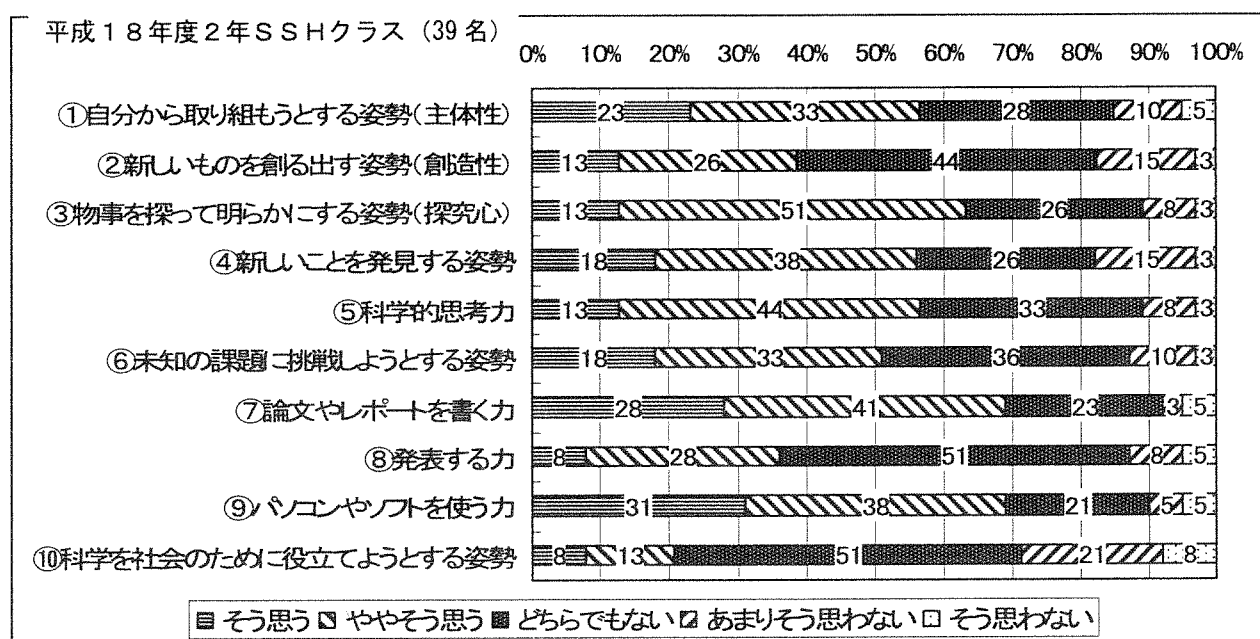
- Q8「SSHに参加して良かった」を肯定的に答えている生徒が76%であり、そのうちの38%は強くそう感じている。
- Q1「科学研究に対する興味関心が高まった」を肯定的に答えている生徒が85%にのぼり、課題研究や臨地研修などの取り組みにより、科学研究に対する意識が高揚されたといえる。
- Q4「新しい科学技術について理解を深めることができた」を肯定的な回答は57%で、過去2カ年の2年生と比較して低い率となった。SSI臨地研修が種子島・屋久島での主に自然を対象とした研修であり、最先端の研究施設での実験・実習でなかったことが原因であると考えられる。
- Q5「大学や研究所が身近に感じられるようになった」、Q7「進路選択に影響を受けた」と感じている生徒はそれぞれ52%、34%であり、特にH16年度の2年生と比較して低い。H16年度の2年生はSSI臨地研修で筑波学園都市の研究所で、SSI課題研究、臨地研修を大学で行ったのとは比べ、大学との連携は今年度の2年生は新潟大学でのSSI臨地研修のみであったからであると思われる。

		2年生		
質問	評価	H18年度	H17年度	H16年度
Q1	否定	8	9	5
	中立	8	11	21
	肯定	85	81	74
Q2	否定	5	9	5
	中立	15	11	10
	肯定	79	80	84
Q3	否定	23	28	15
	中立	28	25	12
	肯定	49	48	72
Q4	否定	18	3	2
	中立	26	17	12
	肯定	57	81	87
Q5	否定	25	25	19
	中立	23	14	7
	肯定	52	61	74
Q6	否定	31	11	12
	中立	28	17	33
	肯定	41	72	55
Q7	否定	36	25	12
	中立	31	22	26
	肯定	34	53	62
Q8	否定	13	12	3
	中立	10	6	16
	肯定	76	83	81

3カ年の経年変化（数値は%）

- Q6「理科や数学の学習意欲が向上した」に肯定的な生徒は41%、否定的な生徒が31%であり、SSHが日常の理数科目の学習意欲の向上に必ずしもつながっていない。これは普段の授業においては広範囲で体系的な学問・知識の効率的な修得が目標とされており、SSI課題研究、臨地研修などで一つのテーマを掘り下げて研究することが必ずしも学習意欲に直接結びつくものではないということであろう。しかし、1つのテーマを探究することにより、科学の面白さを認識し、それが普段の学習活動に反映されることが理想である。そうなるようにSSHを一層改善していく必要がある。
- Q3「科学的な研究を行う職業に就きたい」を肯定的に答えているのは49%である。H16年度の2年生の74%と比較して低い数値になっている。H16年度2年生の数値が高いのは、筑波の研究所や東北大学の金属材料研究所、電気通信研究所など実際の研究所で実習した体験が一因であると思われる。

2. SSHの取り組みで育成された力について



- 技能的な力で身についた割合が高いのは⑨「パソコンやソフトを使う力」69%、⑦「論文やレポートを書く力」69%である。これは、課題研究での個人論文やグループ論文の作成によって育成されたものといえる。これは例年と同じ傾向である。
- 科学的な能力としては③「物事を探って明らかにする姿勢（探究心）」64%が高く、次に、⑤「科学的思考力」57%、①「自分から取り組もうとする姿勢（主体性）」56%、④「新しいことを発見する姿勢」56%の順である。これらは課題研究や臨地研修に取り組むことによって伸びた力であると考えられる。
- ②「新しいものを創る姿勢（創造性）」39%は昨年と同様、最も低く、臨地研修や課題研究で生徒自身が創意工夫をして研究を進め、自ら新しい発見をするということの難しさを反映している。新しいものを創り出すにはテーマについての深い興味、十分時間をかけた思考、数多くの試行錯誤などが要求される。このようなことがまだ、十分ではないといえる。時間的な問題もあり難しい課題であるが、SSHは創造性豊かな人材の育成を目指すものであり、この力を育成することを目指して指導方法を改善して行かなければならない。
- ⑧「発表する力」が36%で例年に比べ低いのは、今年度は課題研究発表会がまだ実施されていないからである。
- ⑩「科学を社会のために役立てようとする姿勢」が21%で例年に比べかなり低い数値となっている。H18年度2年生は研究所などで科学が実際に社会にどう役立っているのかを体験する機会がほとんどなかったことが原因であると思われる。

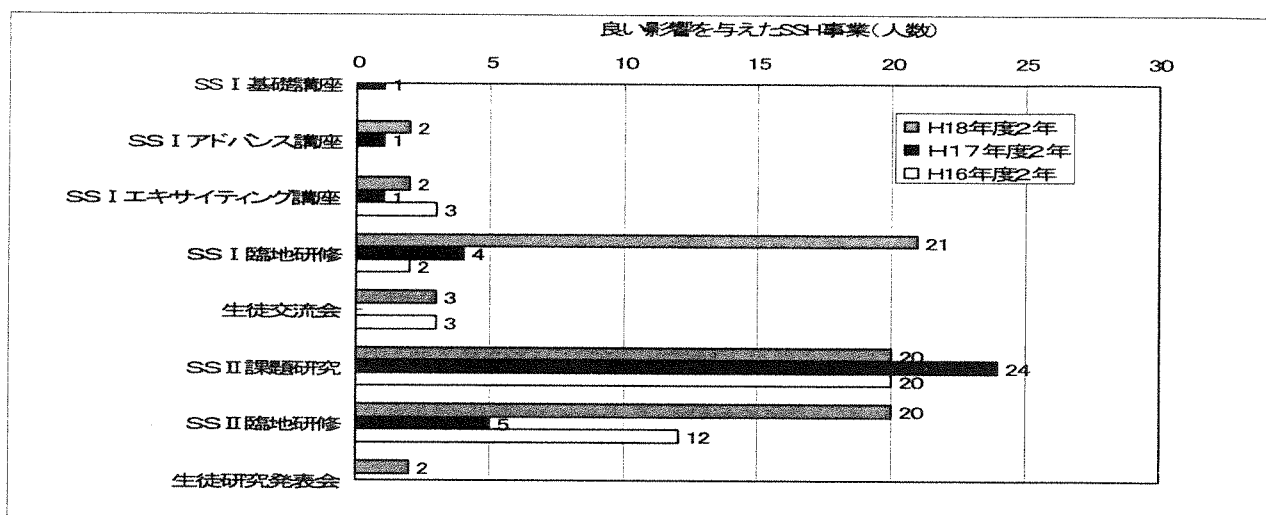
3. 生徒から見たSSH事業の評価

SSHの取り組みの中で良い影響や刺激を受け、充実した事業を2つ選択し、その理由を書いてもらった。

- 平成18年度2年生では例年と異なり、SSI臨地研修を上げる生徒が多かった。希望者24名の参加の屋久島・種子島研修であったが、世界遺産に選ばれた大自然の中での実習・観察を体験でき、生徒の視野を広げるとともに、主体的にSSHに取り組むきっかけになったためである。

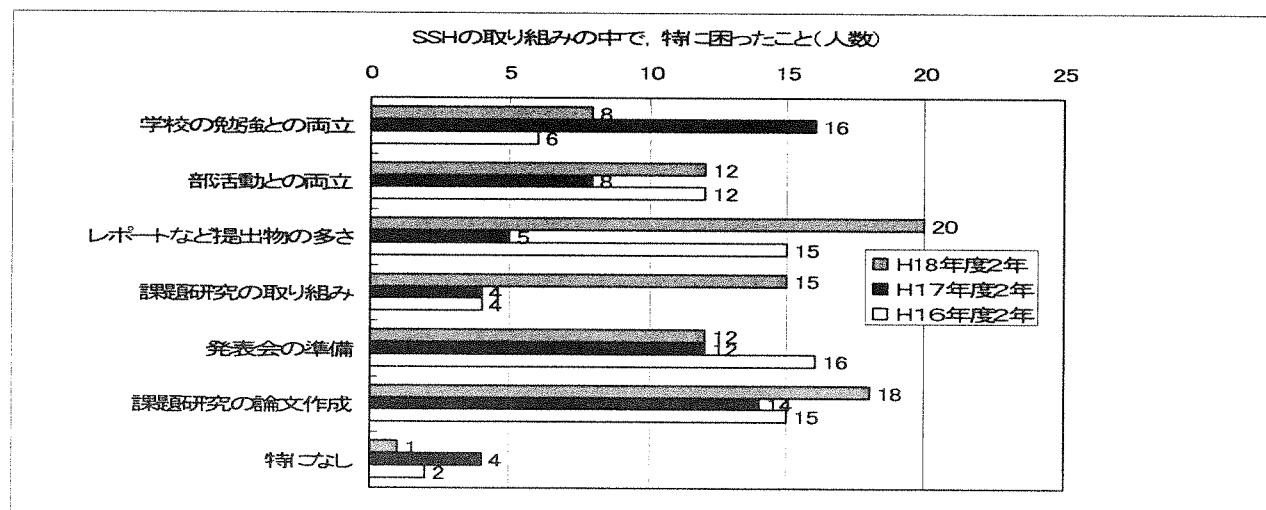
		2年生		
項目	評価	H18年度	H17年度	H16年度
①	否定	15	11	3
	中立	28	31	26
	肯定	56	58	70
②	否定	18	20	16
	中立	44	47	40
	肯定	39	33	45
③	否定	11	3	10
	中立	26	25	26
	肯定	64	72	64
④	否定	18	14	12
	中立	26	28	34
	肯定	56	58	53
⑤	否定	11	14	3
	中立	33	22	45
	肯定	57	64	51
⑥	否定	13	14	13
	中立	36	33	22
	肯定	51	53	63
⑦	否定	8	8	3
	中立	23	22	34
	肯定	69	69	63
⑧	否定	13	8	7
	中立	51	22	34
	肯定	36	70	59
⑨	否定	10	6	14
	中立	21	17	34
	肯定	69	78	51
⑩	否定	29	9	20
	中立	51	44	41
	肯定	21	48	38

3カ年の経年変化（数値は%）



- 例年のようにSS II 課題研究の評価が高い。1年間を通して1つのテーマをじっくりと主体的に探究することにより科学的な研究の面白さを知るとともに、論文完成させる過程を通して充実感が得られたためであると思われる。また、自分で研究を行う大変さや達成感を知ったと回答した生徒が多かった。
- SS II の臨地研修を回答している生徒が平成18年度で多くなっているが、例年は希望者のみの参加であったが、今年度はSSHクラス全員39名を対象にして新潟大学理学部・工学部・農学部で臨地研修を実施したからであると思われる。また、大学院生や大学の先生方の熱心な指導により、いろいろな分野について興味深く、また、大学ならではの専門的な実験・実習を受けることができたことと、実際に大学のように学ぶことができ、進路選択の参考になったことが原因であると考えられる。
- 参加人数は少数ではあるが生徒研究発表会の評価も高い。これらの事業はJST主催の全国的な事業で本校からは4名の生徒のポスターセッション参加であったが、全国のSSH指定校から集まった高校生と活動したり、互いの課題研究を発表したりして大きな刺激を受けたことが理由である。また、長岡高校理数科3年の課題研究発表会も自分たちの課題研究を行う上で参考になったという回答も見られた。

4. SSHで困難を感じたこと



- 平成18年度の2年生は「レポートなど提出物の多さ」をあげた生徒が最も多かった。これは1年次のSS I 臨地研修（種子島・屋久島研修）でのレポート作成と2年次の臨地研修（新潟大学）での報告書の作成のためであると思われる。
- 「課題研究の取り組み」に困難を感じた生徒が多いのも平成18年度の2年生の特徴である。今年度は『気づき』のある課題研究を行う。」を課題研究のテーマとして設定し、生徒が自ら考え、工夫し、発見する課題研究を目指して、生徒の主体性を重視して指導したためであると考えられる。
- 「論文作成」「発表会の準備」をあげる生徒が多い。これは、個人論文、グループ論文、発表用の要旨原稿、プレゼンテーションの作成など多くの労力を要するためである。その代わり完成したときの達成感も大きい。

SSHが進路選択に与える影響

1. はじめに

SSHの事業が、生徒の進路に対する意識にどのような影響を与えているか、3年生を対象に評価を行った。

2. 3年生について

(1) 生徒への効果

3年間のSSH事業が、生徒の進路に対する意識にどのような影響を与えているか調べるために、アンケートを実施（12月）した。

①対象 3年10組SSHクラス(男20名、女17名 計37名)

②アンケートの結果

質問1. 進路希望の決定に、1学年で実施したSSI(基礎講座、東京研修など)の影響を受けていますか？

- ①かなり受けている……………2人(5%)
- ②少し受けている……………3人(8%)
- ③受けていない……………25人(68%)
- ④どちらともいえない……………7人(19%)

①、②を回答した人は、具体的な影響を書いて下さい。

[回答]・東京研修は、SSHクラスに行く決め手になり、科学への興味を感じた。(3人)

・科学に関するニュースを見るようになり、興味が高まった。

質問2. 進路希望の決定に、2学年で実施したSSII(課題研究がメイン)の影響を受けていますか？

- ①かなり受けている……………3人(8%)
- ②少し受けている……………10人(27%)
- ③受けていない……………16人(43%)
- ④どちらともいえない……………8人(22%)

①、②を回答した人は、具体的な影響を書いて下さい。

[回答]・科学分野について、自分で研究することに興味を持つようになった。(2人)

- ・自分が希望する学部への関心が高まった。(2人)
- ・工学部(物理系)の志望の決め手になった。
- ・研究に対する興味が深まった。
- ・自然科学系の学部・学科に行きたいと思った。
- ・研究する仕事が楽しいと思うようになった。
- ・大学に関する興味が深まった。

質問3. 進路希望の決定に、SSI、SSII以外の事業(SSH講演会など)の影響を受けていますか？

- ①かなり受けている……………2人(5%)
- ②少し受けている……………4人(11%)
- ③受けていない……………21人(57%)
- ④どちらともいえない……………10人(27%)

①、②を回答した人は、具体的な影響を書いて下さい。

[回答]・特に天文学系にも関心を持つことができた。

- ・知らないことに興味を持ち、自分から調べるようになった。
- ・科学の現状がわかるようになり、科学分野への進路に興味を持つようになった。

質問4. SSH事業全般が、進路を考える上で役立ったことがあったら書いて下さい。(回答数5)

[主な回答]・大学入学後の研究に対するイメージが膨らんだ。

- ・大学入学後の授業内容の具体的なイメージがわかった。
- ・志望学部で、どのような研究をしているのか知ることができたと思う。

質問5. 進路以外のことでSSH事業全般が今の自分に与えている影響があれば書いて下さい。(回答数8)

[主な回答]・以前よりも数学に対する興味が高まった。

- ・SSHの事業を受ける前と後で、希望する進路が大きく変わった。
- ・科学技術への関心が高まった。
- ・高校でこのような体験ができて、自分のためになったと思う。
- ・科学的思考が身に付いた。物事を論理的に考えることの大切さを感じた。

(2)進路の希望状況(2月10日現在)…数字は進路決定者。ただし、()内は希望者の人数。

系統	理学	工学	農学	医療	教育	その他
大学	生物(2) 物理(1) 数学 1(1)	電気(3) 情報(3) 建設(1) 機械(2) 化学系(1) その他(2)	生産環境(2) 農業(2) 獣医(1) その他(2)	検査技術(2) 看護(2) 医(1) 薬 1	数学(1) 技術(1) 生活(1)	栄養(1) 経済 1(1)
短大						
専門学校				医療秘書 1		

(3)評価

アンケート全体としては、生徒の進路希望の決定に際し、SSH事業からの「影響を受けていない」の方が「受けている」より圧倒的に多いので、一見すると、生徒の進路決定にはあまり効果がなかったかのように思えるが、(2)の「生徒の進路希望および達成状況」を見てわかるように、SSH事業で行ったことは、科学の様々な分野においてほんの一部に過ぎない。また、進路についてはSSH事業に参画する前から、進路を決めていた生徒もいる。以上のことから考えると、質問1～3のアンケートの結果は妥当であると考えられ、この観点で評価を行う。

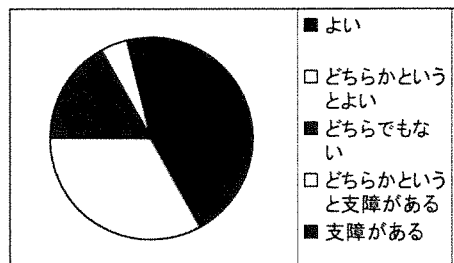
まず、アンケート結果の質問1より1学年で実施したSSIに関しては、1割強の生徒が自分の進路に影響を受けていると回答していたに過ぎなかったのに対して、質問2より二学年で実施したSSIIに関しては、3割以上の生徒が影響を受けていると回答している。1学年のSSIでは、主に物理、化学、生物、地学、数学の分野について、それぞれ数時間の中で、講義を聞いたり実験を行っていたのに対し、2学年のSSIIでは、一つの分野についてじっくりと1年間かけて研究を行い、その内容を論文にまとめたり、発表会したりした。浅く広く行う内容より、深く行う内容の方が、生徒の進路に対する意識に影響を与えていることがわかった。質問1、質問3より、東京研修(校外研修)については、一部の生徒にとってSSHクラスへのきっかけになったようであり、そういう面においては効果的だった。また、講演会については2割弱の生徒が自分の進路に影響を受けていると回答しており、最先端で研究をしている研究者から直接話を聞いたということが、とても刺激になったようである。

質問4より、3年間、SSH事業に参画し、大学へ行ったり大学の先生から講義をしていただいたり、大学で行うような研究を体験することで、生徒は大学というところに、具体的なイメージを抱くことができるようになり、理解を深めることができるようになったことがわかった。また、質問5より生徒はSSH事業を通して、進路のみならず、科学分野に興味を持つようになったり、科学的なものの考え方が身に付いたりと感じている生徒がいることがわかった。

2節 教職員への効果とその評価

継続1年目の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。回答率は約50%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で実施した。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



4年目となって、全体では、「よい」・「どちらかというといよい」が、1年目37%、2年目40%であったが、昨年は70%、今年は75%となった。また、「支障がある」・「どちらかというとい支障がある」は、1年目51%、2年目40%であったが、昨年は11%、今年は5%となった。大部分肯定的な評価である。これは、4年目ということで、事業に慣れてきたことと、発表会や講演会などに肯定的な評価が増え、昨年の3年生のSSHクラスの生徒の進学等の成果のためではないかと思われる。

○コメント

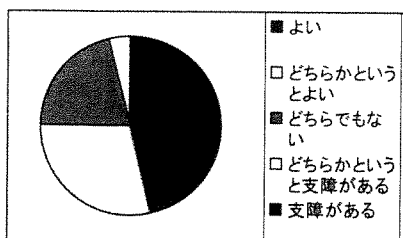
- ・ だいぶこなれてきて肩に力が入らず良いと思う反面、より良き事業について熱意が減ってきた気がする。
- ・ SSHに関係する業務が個人に集中するのはよくない。もっと業務が分散する体制をつくるとかSSH以外の業務を減らす等の工夫をする必要がある。
- ・ 課題研究や大学研究機関との連携などで、生徒の科学的な資質を育成することができる。教員の指導力向上にも有効である。
- ・ よくやられていると思います。今後さらに事前の広報を詳細にしたらよいと思う。シラバスが公開されていけばいいと思います。
- ・ 事前に事業の紹介や外国で科学をどう学んでいるか等を校内で知らせることによって、科学への関心をもっと喚起することができると思う。
- ・ 事業の一期生が1年後どうしているか、何を感じているか、この事業の初期の目的とするとその姿はどう評価されるか、数年後はどうか、10年後はどうか、調査していただきたい。反省をしながらより充実した事業、教育活動につなげて欲しい。
- ・ 理数コースの活性化には、SSH事業が是非とも必要である。

(2) 2学年SSHクラス課題研究Ⅱについて

一昨年度よりスタートした事業であるが、昨年同様非常に高い評価で半数以上が「よい」と回答した。大変好評であるので、SSHが修了したあとでも、継続していけるように大学と話し合っていきたい。

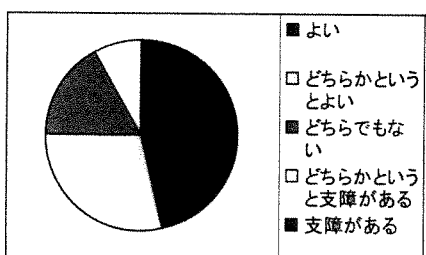
○コメント

- ・ 課題研究は着実に進化してきており、継続すべきであり今後も授業の中に組み込んでいく必要がある。
- ・ うまくいっているように見えるが、生徒の力の差が普段の学習以上に目立つ。(問題点として)
- ・ 科学者としての資質を育成するのに効果があると思われる。



- ・ 内容はよいが、教職員の負担は大きいと思う。
- ・ 現在の本校の教育活動やシステムに収まりきれない事業がなされていることが重要な点であろうと思う。SSH事業がなかったとしたら理数職員がこのような教育姿勢・態度を体験してみることや試みる機会がなかったのではなかろうかと思う。
- ・ 生徒の積極性や積極的な姿勢がよい。

(3) 長岡高等学校課題研究発表会の参加について
大変よい評価であり、他校の発表がよい刺激になった。



○コメント

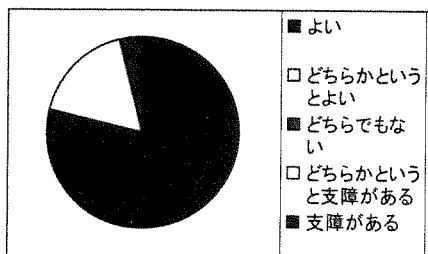
- ・ 学校間の交流は望ましいが、長岡高校とのみでなく、県外の学校を検討すべきである。
- ・ いろいろなところへ参加するのは刺激を受けてよい。

(4) 海部宣男講演会「ひろがる宇宙」について

昨年、マスコミ等をにぎわした冥王星のニュースにもふれた今回の講演会は大変好評であった。今後ともこのような講演が実施できるようにしていくことが必要であると考えている。

○コメント

- ・ ネームバリューよりは実を取るべきであり、そのための努力が望ましい。
- ・ 生徒の科学に対する視野が広がった。



- ・ 講演会後生化学教室で行われたセッションに参加したところ予想以上に生徒からの質問や意見が出たので驚いた。先生は、その質問や意見の一つひとつに丁寧に、しかも科学に関する大きなテーマに仕立てて、応えていただいた。大変感謝している。また、先生の表情が豊かなことに気づき、話というのは表情がわかる距離の範囲でよくことは大切であると感じた。
- ・ 宇宙や自然について理解を深めることができた。また、講師の人生に対する考え方など参考になるものがあった。

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、今後の教育活動の中でできる限りの改善を図りたい。

5章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

1節 研究開発実施上の成果と課題

昨年度は3カ年にわたるSSH事業の締め括りの年度であった。今年度は継続SSH1年目で、対象学年は2年生と3年生であり、2年生SSHクラスの学校設定科目「SSⅡ」を中心として研究開発に取り組んだ。過去3カ年の反省に基づいた今年度の成果および課題と改善点を述べる。

1. 理数に重点を置いた教育課程と指導方法の開発について

<結果と成果>

前述のとおり2年生の学校設定科目「SSⅡ」を中心として研究開発に取り組んだ。「SSⅡ」は通年にわたる課題研究を内容とした科目で、本校SSHにおいて中核となるものであり、生徒自らが長期にわたり課題研究に取り組み、実験・実習を通し科学的思考力・洞察力・創造力などの科学的資質の育成を目的とした科目である。通常のカリキュラムの理科の科目Ⅱ（物理、化学、生物、地学Ⅱ）で課題研究は必修とされているが、それに費やされる時間は少なく、また、従来の科目の授業では体系的知識の効率的な習得が中心となりがちであり、生徒自らが主体的に科学的思考力・洞察力・創造力を発揮させる場面は少ない。「科学する心を育てる」という意味で課題研究は従来の科学教育に質的変換を促すものであった。本校では平成16年度は専門的なテーマで、大学での3回の実験・実習をまとめるという形の大学に大きく依存した課題研究であったが、平成17年度は軌道修正を行い、高校の理科の範囲で扱えるテーマで校内を中心として行う課題研究を増やし、生徒自身が試行錯誤しながら課題研究を進めることができた。そして、3年目となる今年度は、『気づき』のある課題研究を行う。』というテーマを掲げ、仮説・実験・検証・発見という探究の過程を重視し、生徒自らが考え、工夫し、発見する課題研究を目指した。

生徒アンケートでは、1つのテーマを通年にわたり、じっくりと時間をかけて実験を行うことにより課題を深く追究することができ、達成感を強く感じるということができたという回答が多かった。また、論文作成に困難を感じながらも、多くの生徒が良い影響を与えた事業であったという回答している。生徒の育成された力についても、「観察する力」、「科学的探究心や論理的思考力」、「情報処理能力」をあげる生徒が8～9割、「論文やレポートを作成する力」、「表現力」をあげる生徒が約9割であり、課題研究のもたらした効果がはっきりと現れている。ただし、「新しいものを創る姿勢（創造性）」は6割、「未知の課題に挑戦しようとする姿勢」は5割と他と比べやや低く、生徒自身が創意工夫をして課題研究を進め、自ら新しい発見をするということの難しさを反映している。この一つの大きな原因は時間不足にあると思われる。新しいものを創り出すには研究するテーマについて十分時間をかけた思考と多くの試行錯誤が要求される。週2時間の授業中だけではそのような資質の育成が十分に行われにくいということであろう。通年にわたる課題研究であるが、部活動、学校行事、定期考査、模擬試験などで、授業以外で実験・観察に使える時間は非常に少ない。また、11月上旬までに実験を終了させないと論文作成に間に合わないという状況がある。このような状況で時間不足を解決するには夏季休業中や休日の活用などが考えられる。

<課題と改善点>

昨年度と比べ改善されているが、物理的な時間不足のため生徒自身による仮説の設定や考察・発見などが十分であったとはいえない。仮説・実験・検証という探究の過程を重視するとともに、好奇心や探究心を引き出しながら、生徒主体の課題研究にしていくことを教員間で共通認識し、一層改善していく必要がある。また、生徒が自ら考えをめぐらし多くの試行錯誤を経て、何か新しい発見をするにはどう指導すればよいのかを十分議論して取り組むことが必要である。

2. 大学・研究機関との連携による先進的・継続的理数教育の推進について

<結果と成果>

今年度の大学・研究機関と連携した事業は「SSⅡ」臨地研修のみであった。今年度は新潟大学理学部・工学部・農学部において2年生SSHクラス39名が8月30日、31日の2日間にわたり実験・実習を行った。「大学の研究施設を利用して実験・実習を行い、大学で行われている研究を体験することにより、科学に対する興味・

関心を深め、科学者技術者としての資質を育成するとともに進路選択に役立てる。」を目的として研修を実施した。過去においては、平成16年度はSSHクラスの希望者18名が4泊5日で東北大学金属材料研究所・電気通信研究所で超伝導や半導体の実験・実習を、東京理科大学薬学部・基礎工学部でダイオキシンや遺伝子の解析等の実験・実習を行い、平成17年度は希望者9名が3泊4日で京都大学大学院附属花山天文台で太陽の自転についての実習を、東京理科大学理学部で積分についてのゼミを行った。いずれも、希望者を対象とした県外の大学・研究施設での最先端の科学に関する研修がであった。今年度は予算の関係もあり地元の新潟大学で全員を対象として大学の研究室の研究テーマに関係した実験・実習を2日間で行った。

生徒アンケートによれば、良い影響を与えたと回答している生徒がほとんどであり、大学での実験・実習は生徒にとって良い刺激となったといえる。また、大学関係者、特に大学院生との交流で大学がより身近に感じられるとともに、大学で行っている研究が実際どのようなものであるかを認識した生徒が多かった。しかし、進路意識が明確化され、学習意欲が向上したと答えた生徒の割合は過去2カ年と比較して少なく課題も残した。これは研修の期間が過去に比較して2日と短く、十分に実験・実習の時間が確保できなかったことや、実験・実習のレポート作成や発表会などが大学で実施できなかったことが原因と考えられる。また、薬学部などは含まれておらず実施学部が生徒の希望と必ずしも一致しなかったことも一因と考えられる。

<課題と改善点>

生徒のアンケートによれば臨地研修は満足度が高いし、効果も大きい。実験・実習を中心とした高大連携は今後も継続すべきであると思われる。できれば研修日数を十分に確保し、生徒の希望進路に合った大学学部・研究機関で研修を行うことにも配慮する必要がある。

3. 科学教育の充実について

<結果と成果>

「授業や実験の充実」では、物理、生物を中心に過去3カ年で購入したSSHの備品を用いて、新しい実験を開発した。例えば、物理分野においては物理Ⅱにおいてイージークラスと電圧センサを用いてコンデンサーの充電や電気振動など交流の過渡的現象のパソコン計測を行った。過渡的現象は短時間で現象が終わるので通常の電圧計では測定は不可能であり、パソコン計測により生徒実験の幅を広げることができた。

前国立天文台長の海部宣男先生をお招きして、全校生徒を対象に「SSH講演会」を開催した。すばる望遠鏡などの最近の観測の成果による人間の宇宙認識の広がりや昨年の国際天文学連合で冥王星が惑星から外された理由、火星や土星の衛星における生命存在の可能性など非常に興味深く、また、タイムリーな講演内容であった。さらに、海部先生の幼い頃からの自然に対する強い探求心、科学者としての生き方など生徒の将来に参考になるお話を伺うことができた。

2年生「アセチレンロケット」グループが「平成18年度生徒研究発表会」にポスター発表を行い、全国のSSH校の生徒の主体的に取り組む姿勢や探究心の強さなど大変良い刺激を受けた。また、日本学生科学賞検審査で同グループが最優秀賞を、3年の「ペットボトルロケットの運動解析」グループが優秀賞を、同じく3年の「太陽の自転速度は緯度によって変わるか」グループが奨励賞を受賞し、大きな成果を上げることができた。

<課題と改善点>

「授業や実験の充実」については「SSHⅡ」の開発に多くの時間と労力が向けられたため、個々の科目ごとに行われ、理科・数学という教科全体としての統一的な取り組みができなかった。教科全体の取り組みを進めたい。

4. SSH資産の活用と継承・発展について

<結果と成果>

SSH資産の中で大学との連携の継承については、新潟大学と協議を進めた結果、来年度、新潟大学理学部物理学科の協力で「高校大学連携理科講座」を実施することになった。本校からの進学者の多い新潟大学との間で単位互換も含め、継続した理数教育を進めるきっかけになるものと考えている。また、来年度本校で新設される理数コースにおいては新規SSHの申請を視野に入れ、海外での研修を行う計画である。

<課題・改善点>

本校での理数コース設置や新規SSHを考え、科学技術者を育成するためのより効果的な高大連携のあり方を大学側とより本格的に協議していく必要がある。

2節 今後の研究開発の方向

SSHの最初の大きな目標として、毎年100人の進学先である新潟大学と本校が、高校3年、大学4年、大学院5年の12年間にわたる教育において連携を行って、理系研究者を育成するための理系教育のシステム作りを研究開発するというものであった。

この教育システムについては、SSHに関係なく今後の本校の1つの方向性を示すものと考えている。そこで、今後とも、新潟大学との連携を継続して高等学校と大学が連携する理系教育について進めるやり方について協議する。今年度は、高大の単位互換について、かなり成果があったが、来年度は具体的な試行を実施していきたい。

このような高大連携で体系的・組織的に生徒の学習意欲や知的好奇心を醸成する取組を考えていく一方、来年度は、海外研修を実施して、世界の最先端の科学・技術にふれたり、外国語で研究者との交流をもつことにより、新潟県では想像できないような世界的な視野をもつような体験によって、これまでにない研究意欲や学習意欲を醸成することにつなげていくような研究開発を行っていきたい。

さらに、実際の身近にあるすばらしい技術を紹介することは、生徒の技術への興味関心を大きく啓発するので、地場産業など地域に根ざしている産業と連携し、身近にある伝統技術・先端技術に触れ、地場産業技術の再発見と伝承技術への理解を深めることも視野に入れていきたい。

1 具体的な事業について

① 高大連携について

(1) 新潟大学や研究機関との連携・協力をお願いし、科学的な資質や探究心を養うために、実験を充実させた効果的な指導法を研究する。12年にわたる教育カリキュラムを構築するため、理系だけでなく文系の研究者を高校に招いて実験や指導を仰ぎ、指導法から評価まで大学と共同で研究する。

(2) 連携している新潟大学理学部、工学部、農学部とは、大学教官が本校で講義及び実験実習を行っており、SSHの学校設定科目の単位としてきたが、この単位を新潟大学理学部、工学部、農学部に入學した場合には、大学の単位として認定してもらうことについて取り組んでいきたい。すでに、今年度具体的な課題については見通しがついてきており、来年度は理学部物理学科と試行の講座を実施していくことになっている。

また、4年目となるアゴラカレッジと呼ぶ新潟大学人文学部との高大連携を行っている。これには、延べ120人の生徒と保護者が参加して、大学教員による授業を本校で受講している。

② 海外研修旅行については、アメリカ合衆国のNASAケネディー宇宙センターやマサチューセッツ工科大学、ハーバード大学などの研修見学や科学者・技術者等との交流を計画している。これらを見学し、最先端科学技術に触れることにより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、積極的に研究学習するための動機付けを行う。

③ 今後必要となる語学力アップのため、生徒課題研究の報告書の英訳等を行い、指導体制の開発を研究する。

④ 新規SSHに向けて、今までの事業について検討し、改善していくことと、新たな内容については、慎重に協議・検討していく。

2 その他

これまで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、意欲の醸成にあった。本校では、来年度から理数コースを設置し、1年時からSSH事業を実施する予定である。このことによって、ようやく新潟南高等学校のSSH事業があらたに再出発するという段階になった。

最初は、最初大学や連携機関等には、多大なご迷惑をかけしてしまった。しかし、真摯に協力いただき、成功裏に課題研究を終えることができた。これまでの課題、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、実施していくつもりである。そして、生徒には充分手応えがあったと感じている。

最後に、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。また、今後ともどうかよろしくお願い申し上げます。

6章 資料編

第1回SSH運営指導委員会

日時 平成18年6月21日

場所 新潟県立新潟南高等学校

出席者 SSH 運営指導委員：新潟大学理学部教授 徳江郁雄氏、新潟薬科大学応用生命科学部教授 高木正道氏、県立巻高等学校長 田村 仁氏、県教育庁高等学校教育課副参事 志田重道氏、県立教育センター副参事 真貝清一氏、 同 藤原昌晴氏、学校長、教頭、事務長、SSH 推進委員

1 SSHⅡ見学

アセチレンロケット 高橋義之教諭 スターリングエンジン 梅田智子教諭

パソコン計測による運動の解析 笹川民雄教諭 タケコプターの謎を探る 根津浩典教諭

薬理作用 斉藤正隆教諭 アルコールの育成 小日向浩明教諭 円周率 π の秘密を探る 石塚 正宏教諭

花の秘密を探る 石本由夏教諭 アリの生態 石田 聡教諭 生ゴミの堆肥化 伊藤大助教諭

2 学校長挨拶

新潟県立新潟南高等学校校長 大竹静男

本日は、ご多用のところ第1回SSH運営指導委員会にご出席いただき感謝申し上げます。新潟大学から3人の先生方、新潟薬科大から2人の先生方、県教育委員会、県立教育センター、県内の高等学校長、副校長、教頭の各先生方から指導していただくが、よろしくお願いしたい。すでに大学における臨地研修などを受け入れていただき、この場を借りてお礼申し上げたい。今年度、本校のSSH事業は、2カ年連続の1年目となり、予算も大幅に減額となり、大がかりな臨地研修が難しくなる。おそらく、学校設定科目「SSHⅡ」を中心とした事業内容となるであろう。具体的なことはこれから担当が説明する。本日は、教室で生徒を直接ご指導していただく機会を作った。マスコミでも取り上げられているように、このSSH事業は全国的に大きな成果を上げている。生徒の学習への動機付けに大きな影響を与え、飛躍的に進路実績を伸ばした高校もある。本校においても、今春の国公立大学進学者の増加は、主に理系の卒業生の躍進にあった。丁度SSH事業3年目の卒業生であり、この事業の効果の大きかったことが実証されたこととなる。それぞれ大学から絶大なご協力をいただき、重ねて厚く感謝申し上げます。引き続きSSH事業へのご理解とご協力をよろしくお願いしたい。

3 出席者紹介

4 委員長選出

新潟南高等学校長 大竹静男氏 を選出。

5 議事

(1) 平成17年度事業実施報告

報告 SSH 推進委員会委員長 笹川民雄教諭

(2) 平成18年度事業計画説明

○研究実施計画、予算等

説明 SSH 推進委員会委員長 笹川民雄教諭

○SSHⅡの内容、計画、評価等

説明 SSH 推進委員 伊藤大助教諭

(3) 当面の課題について

○文部科学省 SSH 連絡協議会報告等

報告、説明 SSH 推進委員会委員長 笹川民雄教諭

(4) 質疑応答

- ・通常の授業、カリキュラムで可能か、SSⅠ、SSⅡは上手くもっていけるのか。今のところどうなのか。→ 今年度SSⅠは行っていない。元に戻ったところである。予算的な面と1学年360名生徒対象という負担大というのが問題である。
- ・SSHに先生方が苦勞されて取り組まれた結果、生徒は変わったと思われるが、それは何か。また、数字では表すことのできない財産はなにか。→①SSHに該当した生徒が、難関大学に多数進学したということより、他校との交流をとおして、自分は将来このような科学の世界に踏み込んでみたい、このような技術開発に取り組む役立ちたい等、最後までモチベーションを保ち続け卒業していったことが財産である。②研究やさまざまな面で大学教授から指導を受けるが、難しい手続きもなく、簡単な連絡で指導を受けることができる、このような人間関係が財産である。③大学での実験では、目には見えないが、自主性が身についてきていると感じた。④屋久島に関しては、大自然の中に放り込んで自分で自分を引き出す、本来もっている可能性を引き出すというのがねらいであった。その意味では成功したと感じる。しかし、学校での講演会等では、質問がひとつもでない。大きな環境では飲み込まれてしまう。受身の姿勢がある。このことが今後の課題である。
- ・高大接続と単位互換についてはどうなっているのか。→現在、新潟大学とはじまっている。新潟大学はワーキンググループを立ち上げている。校長協会も早く立ち上げる方向で協議、検討している。
- ・「SSHクラス」と「理系クラス」「文系クラス」との違いはあるか。アンケート調査はどうか。→「SSHクラス」の大学入試の結果はよかった。SSHが生徒を刺激し、モチベーションが下がらなかった。大学卒業後の進路選択、職業選定を追跡する必要もある。

(5) 指導、助言

- ・SSHは、科学と技術の両輪をどう教えるかが問題である。難関大学に入ろうということに偏ることなく、科学を社会のために役立てようとする姿勢を育ててほしい。
- ・SSHに取り組んだ生徒とそうでない生徒の追跡調査を行った方がよい。
- ・他の学校でできないことを行えるのは幸せである。新潟南高等学校の課題研究発表会はとても素晴らしい。生徒はよく伸びていると感じる。今年度ないというのは残念である。
- ・SSHという財産のあるところにさらに財産を積み上げてほしい。高大連携の機会を大いに生かしてほしい。
- ・卒業した生徒が大学入学後、何の違和感もなく、研究室に入ることができるということは大変素晴らしい。教授と生徒の真のつながりが信頼を生んでいる。

(6) その他

第2回運営指導委員会を平成19年2月に実施することを確認。

(7) 閉会の挨拶

県教育庁高等学校教育課副参事 志田重道 様

貴重なご意見をいただき、感謝している。今後もSSHをさらに発展させ、生徒たちが幸せになるようにお願いしたい。



全校生徒を前に、分かりやすく宇宙の仕組みを語る海部宣男・前国立天文台長＝20日、新潟市の新潟南高校

関心広がる宇宙

前国立天文台長 海部さん講演

新潟南高

新潟市出身で前国立天文台長の海部宣男さんが二十日、同市の新潟南高

校で講演した。理系教育に重点を置く「スーパーサイエンスハイスクール」事業の一環。分かりやすい語り口で宇宙の仕組みや天文学にかかわってきた体験を話した。

ル」事業の一環。分かりやすい語り口で宇宙の仕組みや天文学にかかわってきた体験を話した。

海部さんは、観測データから作成した宇宙のモデルや、光学赤外線望遠鏡「すばる」がとらえた銀河の写真など最新の研究成果を紹介。太陽系惑星の特徴や誕生の歴史も解説し、「火星には原始的な生物がいたか、今も生きている可能性がある。宇宙の遠くだけでなく、近くにも面白い世界がある」と語り掛けた。科学者を志した動機や天文学の魅力にも触れ、「一回だけの人生を楽しく有意義に生きてほしい」と生徒らにエールを送った。同高三年の藤森政太郎さん（も）は「宇宙の広さを感じた。天文学への関心が深まった」と満足そうに話した。

平成18年11月20日（火）新潟日報

南高SSHだより

第1号
H18.5.10
SSI委員会発行

経緯SSH1年目（SSH4年目）スタート！

継続1年目となる今年度のSSHが始まりました。今年度は2年生、3年生が対象であり、2年生の学校設定科目「SSI」課題研究、「SSI」臨地研修を中心として研究開発するとともに、SSH終了後を視野に入れ、これまで培ったSSHの成果の活用方法や大学との連携のあり方を検討します。また、「SSHだより」を発行したり、「SSI」課題研究を公開したりして開かれたSSHを自覚したいと思えます。ご理解とご協力をお願いします。第1号では今年度のSSH研究開発内容と2年生SSHクラスの生徒が参加した長岡高校理数科課題研究発表会の様子をお伝えします。

平成18年度SSH研究開発内容

【2年SSHクラス（2年9組）】

2年SSI（学校設定科目 スーパーサイエンスII）

① 課題研究 週1～2コマ（2単位）

1.3グループの通年の課題研究

水曜5、6限に校内で実施、必要に応じて大学で実施

生徒の主体的な思考、発見のある課題研究を目指します。

公開されていますのでいつでも自由に参観ください。

班	課題研究のテーマ	指導教員	実施教室
1	円周率πの秘密を探る	石塚	2年9組教室
2	パソコン計測による運動の解析	佐川	物理実験室
3	スターリングエンジン	梅田	物理化学教室
4	立体視	梅田	物理化学教室
5	薬理作用	斉藤	化学実験室
6	アセチレンロケット	高橋	化学実験室
7	タケコブターの謎を探る	根津	生物化学教室
8	アルコールの生成	小日向	化学実験室
9	パーライクルガンによる遺伝子導入実験	石本	生物教室
10	花の秘密を探る	石本	生物教室
11	アリの生態	石田	生物化学教室
12	ダンゴムシの生態	石田・伊藤	生物化学教室
13	生ゴミの堆肥化	伊藤	生物化学教室

② 臨地研修 SSHクラス全員による新潟大学理・工・農学部での2日間の実験・実習

8月30日、31日（予定）

③ 課題研究中間がスター展示 課題研究の中間報告のポスター展示

9月16日（土） 着流廊にて

④ 生徒研究発表会への参加 課題研究の全国発表会 8月中旬、東京で開催

【3年SSHクラス（3年10組）】

SSI（スーパーサイエンスII）

① 進路探究

② 科学コンテスト参加 2年次の課題研究のコンテストへの応募

【全校での取り組み】

SSH講演会 著名な科学者による講演会

9月予定

【その他の取り組み】

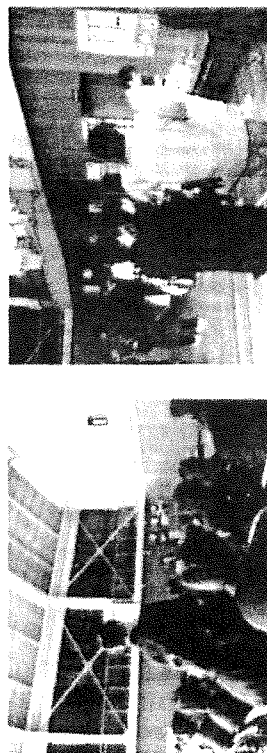
授業や実験の充実、部活動の活性化、SSH資源の活用検討

長岡高校理数科3年課題研究発表会参加！

4月22日（土）、平成18年度長岡高校理数科3年生の課題研究発表会が行われ、本校から2年生SSHクラスの生徒24名が参加しました。物理分野9グループ、化学分野3グループ、生物分野4グループ、地学分野1グループの発表があり、「金属組織の熱処理による変化」、「マウス抗体の検出」など長岡技術科学大学と連携した高度な内容の研究から、「錯体の研究」、「マグナス効果の測定」、「肺のシリコン模型の製作と系統比較研究」、「地震と電磁波の関連性を調べる」など身近な現象に取り組み成果を上げた研究など非常に多岐にわたっていました。主体的に研究に取り組む姿勢、生徒主体の運営など本校の課題研究の参考になる点が多くありました。今回の発表会では本校生徒が積極的に質問をして発表会を盛り上げる場面が多く、長岡技術科学大学の城所俊一先生からお褒めの言葉をいただきました。また、ポスターセッションではお互いに交流を深めることができました。

生徒の感想

- ・ どの実験も丁寧に観察されていて素晴らしいと思った。いろいろなテーマの発表を見られて楽しかった。発表の仕方などとても勉強になった。
- ・ 「錯体の研究」では、まだ、理論が存在していない問題で、自分たちで仮説を立てて、それを確かめるためにはどういう図形にしたいのか考察しているところがあると思った。私も研究するときは受け身にならず、自分の頭で考えて取り組もうと思った。
- ・ 発表を見てみると、質問にさっと答えることができる人が多く、わからなくても自分の考えをしっかりと持っていた。研究内容をよく理解して取り組んでいるからだと思う。
- ・ 明るく、はきはきと話していた。また、アニメーションを工夫してわかりやすい発表が多かった。





南高SSHだより

第2号
H18.6.6
SSH委員会発行

継続SSH本格的に開始

本年度のSSHも2ヶ月が経過し、助走の段階から本格的な活動時期に入りまりました。第2号では「部活動の活性化」に関連して生物同好会の佐渡でのフィールドワークのようすを、「SSH II 課題研究」に関連して生物、化学関係の3グループの活動のようすをお伝えします。

生物同好会 ドンデン山 夏の植物観察会 佐渡の山野草を探索！

生物同好会は2年前の7月より、現3年が1年生のとき生物好きが4人集まって生物研究会としてスタートしてから部員を増やしてきました。現在は同好会として14名になり、うち1年生は最近2名の部員を増やし8名となりました。

1年生の部員も増えたということで、新入生歓迎も含め、5月6日(土)日帰りで佐渡ドンデン山へ夏の植物観察会を実施しました。参加者は希望者7名と他植物に興味のある本校職員も数名同行しました。また、現地では佐渡の山に詳しく写真家でもある現地ガイドとともに、ドンデン山の青ネバ峠を登りながら、約3時間程度雑音の残るドンデン山で花を楽しみながら、ドンデン山に向けて散策しました。高校受験で体力がやや低下していた1年生は3年生に比べ、ややバテ気味でしたが、カタクリ、オオミズミソウ、シラネアオイ、ニリンソウ、ヒトリシズカ、福寿草、エンレイソウ…と数多くの花に出会い、名前も多く覚えてきました。今後文化祭にて展示予定です。

また、夏の植物観察会はどこにするか、さらに今後の活動についても話が進むなど、今後ますます生物同好会から生物部へ向け活動が活発になりそうな様子でした。(記事担当 石本)



SSH II 課題研究 「パーティクルガン法による遺伝子導入」、「花の秘密を解る」グループ 新潟大学で最先端の実験に挑戦！

今年度の課題研究のテーマ「パーティクルガン法による遺伝子導入」と「花の秘密を解る」で研究している生徒が、第1回新潟大学での実験実習を5月24日(水)14:00~17:00に行いました。「パーティクルガン法」は農学部応用生物化学科の三ツ井研究室で、「花の秘密を解る」は理学部生物学科の和田研究室で、教員・大学院生よりマンツーマン指導をしていただきました。

短い時間でしたが、高校では体験できない器具や薬品を扱い遺伝子導入実験を実習したり、花芽か葉芽かの検定方法についてアサガオを顕微鏡で解体しながら直に講義していただいたりと、生徒も非常に満足いく内容でした。学校に戻ってから引き続き課題研究へ取り組む意欲をさらに向上させたようでした。また、実際の大学で研究する学生達の姿を見て感じることも多かったようです。(記事担当 石本)



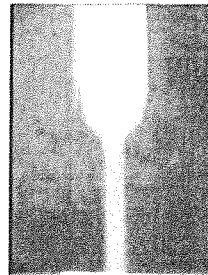
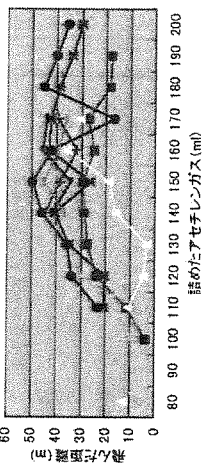
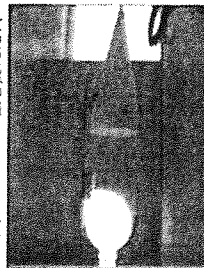
遺伝子導入実験 三ツ井研究室

花芽か葉芽の検定中 和田研究室

SSH II 課題研究 「アセチレンロケット」グループの近況 迫力満点の飛行実験！

特製の1階廊下の頭上にビアノ線が80メートルほど張ってあることをご存知の方も多いでしょう。4月に技術員さんのご協力頂き、設置したものです。あのビアノ線に長さ数十センチのガラス管が通っており、そのガラス管にアセチレン(2年化学で本校生徒全員が学習します)という可燃性ガスを160mlほど詰めた1500mlのペットボトルをガムテープで固定します。その後、ボトルの開口部にライターの火を点火すると、ボトル内のガスに引火爆発して、大音響とともに、ペットボトルはビアノ線に掛り形で滑走します。私たちはどのような条件がそうとより速くへ飛ぶのかについて研究しています。アセチレンの量を減えたり、ボトルの先を新鋭線の先端形状にしたり、噴射口を小さくしたり…

今までの最高記録は66メートルです。実はこの爆発力を利用したエンジン(パルスデトネーションエンジン Puls Detonation Engine; PDE)も、いろいろな大学で研究されているらしいです。みなさんも「こうすれば、より速くへ…」というアイデアがあったら是非教えてください。(記事担当 高橋)



南高SSHだより

第3号
H18.7.7
SSH 委員会発行

第1回SSH運営指導委員会開催される

6月21日(水)、平成18年度第1回SSH運営指導委員会が開かれ、運営指導委員8名、本校教員12名の参加がありました。今回初めての試みとして、会議の前にSSHの授業参観が行われ、生徒が実際に課題研究を行っている現場を見ていただきました。会議では平成17年度事業実施報告および平成18年度事業計画の説明の後、質疑応答が行われました。3カ年のSSHの生徒への効果、高大連携のあり方、継続SSHでの学校設定科目の扱いなどについて議論されました。最後に委員の先生方から指導・助言をいただきました。今後、SSHの成果・富産を本校理数教育に今後どのように継承し、生かしていくかが継続SSHに課せられた大きな課題です。



SSH課題研究「ペットボトルロケット」グループ ロケットの運動の秘密を探る!

「ペットボトルロケット」グループでは4月、5月の2ヶ月をかけて超音波センサーやデジタルカメラのビデオ映像などを利用して運動のパソコン計測とデータ解析の方法についての基礎的な実験・実習を行ってきました。そして6月から本命のペットボトルロケットの製作に入り、本格的な飛行実験とビデオ撮影を始めました。水ロケットでは空気ポンプで3atmの圧力をかけ、水の量を400ml程度にすると船上の高さまで達します。また、空気だけの場合は6atm程度の高圧にして発射すると、離なく船上の高さを超えます。小学生にも人気のある身近なペットボトルロケットですが、その飛行や推進力など物理的に面白いものがあります。デジタルビデオ、圧力センサーなどをを用いて推進力や運動の秘密に迫るとともに、最終的にはコンピュータシミュレーションで実際の運動の再現に挑戦する予定です。これからは風や騒音など気象条件に悩まされながらも飛行条件を変えて空気ポンプを押す日々が続きます。(記事担当 笹川)



SSH課題研究「タケコプターの謎」グループ 空飛ぶドラえもんの秘密に迫る!

昨年7月に発売された「空とぶドラえもん」(エポック社)はアニメに登場するドラえもんのように本当に空を飛びます(右上図、第二体育館)。ところがタケコプターの構造がアニメのものとはかなり違っています。そこで、この違いについて調べて、その謎を課題研究のテーマにして、次の様に研究を進めています。

(1) タケコプターの構造の比較

① 違いの例…漫画のタケコプターは1枚のローターからなるが、玩具では2枚のローターとスタビライザーからなる(右中図)。

② 玩具を解体して、外見のみならず中の構造も調べた(右下図)。

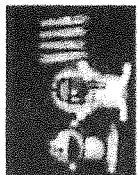
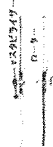
(2) (1)の違いがある理由を考える

(3) (2)で考えた理由が正しいか、様々な飛行実験を行って調べる
実験の一部を紹介しします。(飛んだ…O、飛ばなかった…X、少し飛んだ…△)

① ローター1つの(漫画と同じ)場合…X ② ローター2つの場合…△

③ ローター1つとスタビライザーの場合…X

研究を始めて3ヶ月になりましたが、順調な時もあれば、思う様な結果が出ずに行き詰まることもあります。また、たまたま遊んでいるうちに面白い動きを見つけ、そこから突破口が見出されたこともあります。確実な研究ではありませんが、どうか今後の研究をあたたかく見守ってください。(記事担当 梅澤)



SSH課題研究「生ゴミ堆肥化中の微生物の動態」グループ 堆肥づくりに挑戦!

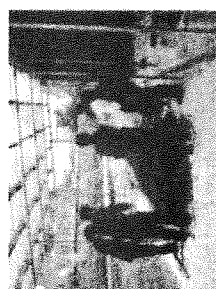
このテーマは、今年で3年目を迎えました。過去2年間は、堆肥中の微生物の動態を目的として、大学の研究室での活動が主でした。今年のグループは、学校内での活動を中心に生ゴミの堆肥化から取り組んでいます。

昔から行われている堆肥作りなので、生徒たちも気楽に始めたのですが…堆肥化どころか、腐敗してまわりからは非難ごうごうで、悪臭苦悶(写真上:人に迷惑にならないよう外で作業する生徒たち)。

これではだめと、生徒から実験の堆肥を見たいという申し出があり、5月24日に新潟県科大の堆肥場へ見学に行ってきました。(写真上、指導 新潟県科大助手 高久先生)

堆肥化をすすめるには、堆肥化で働く微生物を増殖させることがポイントです。最初に触るのは、高い温度(50~60℃)を好む高温菌です。生ゴミ資料の温度が50~60℃で自然とあがってくるのと彼らが活躍している証拠です。生徒たちは堆肥の温度を測りながら一喜一憂する毎日です。

6月21日には指導教官の新潟県科大教授の高木先生に来ていただき、研究の意義についてお話しいただき、堆肥化のアドバイスもしていただきました。(記事担当 伊藤)



南高SSHだより

第4号
H18.9.21
SSH 委員会発行

夏休み校外研修特集①

厳しい暑さの続いたこの夏、2年9組SSHクラス全員はSSⅡ臨地研修で新潟大学を訪れ、8月30日、31日の2日間にわたって実験・実習を行いました。これは、大学の研究施設を利用して実験や実習を行い、大学で行われている研究を体験し、進路の参考とするとともに、自然科学分野への興味・関心を深めることを目的としています。今回、理学部、工学部、農学部、農学部の先生方から御協力いただき、111講室を開講しました。ここでは、その模様をお伝えします。

SSⅡ臨地研修 新潟大学・理学部

最先端の科学を体験！

①「超伝導の不思議—酸化物超伝導体をつくってみよう」グループ

Ba, Y, Cuなどの化合物を正確に計量し、すり鉢で何回も混ぜ合わせ（写真①）、電気炉で焼き、高温超伝導体を作りました。それを液体窒素で冷却させ、超伝導状態（電気抵抗がなくなる状態）になることを実験で確かめました。2日目には超伝導に関する演示実験を見せて頂きました。破気浮上する清走体など超伝導の不思議な世界に生徒は引き込まれていました。（写真②）

②「時間と空間の不思議を計算する—相対性理論への道—」グループ

いくら速く光を追いかけても、光の速さは変わらないという実験事実から、観測者により時間や長さが変化するという相対性理論の不思議な世界を学びました。生徒は、先生方から難解な理論を易しく解説していただき（写真③）、また、IAの学生の丁寧な指導を受け、何とか理解したようです。

③「液体窒素や液体ヘリウムを用いた低温物理実験」グループ

この世の中の最低温度、絶対零度（-273℃）に近い低温環境はどのようにして実現されるのか？という講義から始まり、実際に液体窒素を使って金属や半導体の電気抵抗は温度とともにどのように変化するのかをパソコンで制御し、データをグラフにまとめました。2日目には液体ヘリウムを実際に取り扱い、絶対零度近くの極低温の実験を行いました。（写真④）



④ PCR法による遺伝子増幅実験」グループ
マウスの細胞から抽出したDNAにプライマーを結合させ、DNA合成酵素によりDNAの複製を行いました。その後、複製したDNAを電気泳動装置にかけ、DNA分子数を調べました。生徒は学生から指導を受けながら、初めての実験器具を上手に使いこなしていました。（写真⑤）
（記事担当 竜川）



SSⅡ臨地研修 新潟大学・工学部

工学部では以下の5講室を開講しました。

A講室 機械システム工学部「CAD/CAMで機械作りにチャレンジ」

B講室 情報工学部「論理プログラミング」

C講室 機械人間工学部「車椅子製作時の生体計測」

D講室 機械材料工学部「分子をつないで情報伝える—機能性高分子の最新動向に触れてみよう」

E講室 化学システム工学部「有機合成化学を体験してみよう—有機化学の基礎反応—」

工学部参加者に対しては、各講室に分かれた前原田教授より工学部の紹介と実習にあたっての諸注意を受けました。（写真上）

A講室では表札作りにチャレンジしました。午前中に講義を受けた後、午後は各自が思い思いの文字をパソコンに入力し、機械を使って文字を彫りました。（写真右、※担任思いの生徒がいました。）



SSⅡ臨地研修 新潟大学・農学部

K講室 応用生物化学部「遺伝子導入によるタマネギ細胞内の小器官の可視化」

L講室 応用生物化学部「植物の窒素成分の吸収能と同化能を測定する」

農学部でも各講室に分かれる前に全体で農学部の紹介と生命研究棟の見学を行いました。

K講室では三ツ井教授のもと、タマネギ細胞内に蛍光物質をつくる遺伝子を打ち込んで、ミトコンドリアなどの小器官を可視化して観察しようという実験を行いました。これは、SSⅡ臨地研修でも行われているテーマです。実験後も三ツ井教授を囲んで熱心なディスカッションが繰り広げられていました。（写真下）
（記事担当 伊藤）



南高SSHだより

第5号
H18.9.21
SSH委員会発行

夏休み校外研修特集②

SSH生徒研究発表会参加 「アセチレンロケット」グループがポスター全国発表！

8月8日から3日間、私達(アセチレンロケットグループ)はSSH生徒研究発表会のポスターセッションへの参加ということで、横浜へ行ってきました。

8日はポスターセッションの会場準備だけだったので、朝、新開を早く出て埼玉大学の熱工学研究室に訪問させて頂きました。ここでは水素と空気の混合気体を連続爆発させるエンジン(パルスデトネーションエンジンPDE)を研究しています。私達のアセチレンと空気の混合気体の爆発によるロケットの研究についてビデオや映像を元に紹介して、意見交換をすることができました。そのあと、実際に大学の研究を紹介頂き、研究中のPDEを実際に作動させ、壁越しに、耳あてをして、5秒間の作動でしたが、今まで聞いた音の中でダントツにすさまじい爆音でした。連続的な水素爆発が十分実用エンジンになる可能性が理解できました。そのあと横浜に向かい、会場となったパシフィコ横浜では自分たちの研究をポスターにまとめ、ポスターセッションをしました。とても多くの人が私達の実験に興味を持ってくださり、実験に関する意見を多く頂くことができました。こういうかたちで自分たちの研究内容を見て頂き、質問に答えたり、意見を頂いたりすることはなかなか楽しいものでした。また、16年度にSSHに指定された高校の研究発表を聞いたり、昨年度アメリカで賞をとったという、下山せいさんの発表を聞いたりして、日頃のない時間を過ごすことができました。

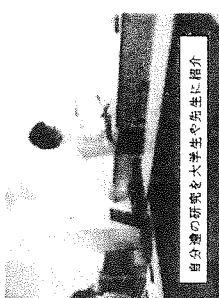
今回の研修では、普段めったに見ることができない他校の生徒の研究や、なかなか聞くことのできない他の人達からの私達の実験に対するアドバイスを聞くことができたので、とても有意義でした。(記事担当 高橋(生徒レポートから抜粋))



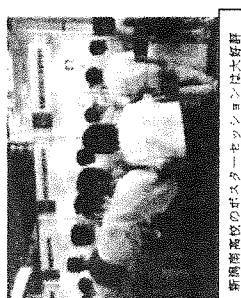
ポスターセッションではPCでビデオも上映しました



初めて会う人たちに自分の研究を説明するのは思った以上に面白かったです



自分達の研究を大学先生や先生に紹介



新南高高校のポスターセッションは大好評

SSH課題研究「薬理作用」グループ

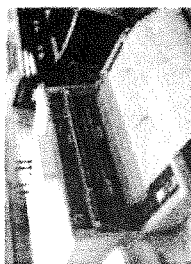
新南高科大学で動物実験を体験！

「薬理作用」グループでは、解熱・鎮痛薬として身近な薬品であるアスピリンを中心に、他の薬品との作用強度の比較を今年度のテーマとして取り組んでいます。4月から7月にかけて校内で有機化学の基礎やアスピリンの性質・合成法を学習し、実際に各自でアスピリンを合成しました。そして、薬の作用を調べると、8月7、8日に新南高科大学薬学部で行って実験を行いました。薬学部は今年4月に新講キャンパスに移ったばかりで、最新の設備の実験室で実験することができました。

1日目……鎮痛作用の実験(尾崎先生)

マウスにアスピリン、他の鎮痛薬、モルヒネをそれぞれ注射し、一定時間後に鎮痛物質を投与して薬の作用を比較しました。動物実験では気分が悪くなる生体も時々出ますが、そういうこともなく無事終了することができました。(写真左)

2日目……①抗血小板凝集作用の実験(小宮山先生) ②鎮痛「薬は何故効くのか」(長友先生)
アスピリンには血液凝固を阻害する働きがあり、脳梗塞や心筋梗塞の治療薬として使用されていますが、人の血液を用いてこの作用の実験を行いました。(写真中央) 長友先生の講義では薬が作用するしくみをわかりやすく話していただき、生徒も興味深く聞いていました。(写真右) (記事担当 斎藤)



SSH課題研究中間ポスター発表

去る9月18日(土)、着流院においてSSH課題研究の中間ポスター発表がありました。2年9組の生徒全員による4月からの研究のまとめのポスターが展示され、多くの生徒ならびに保護者の皆さんにご覧いただきました。また、会場には立体視などによる視力の回復効果の「実験」などが行われ、多くの人が参加していました。課題研究もいよいよ後半に入ります。このポスターをまとめることによって研究の課題も見えてきたことと思います。今後の発展が期待されます。



SSH講演会のお知らせ

今年度のSSH講演会は11月20日(月)に開かれます。講師は日本の天文学会のリーダーでもあり、「すばる」プロジェクトの総責任者でもあった前国立天文台長の海部真男先生です。宇宙や惑星の話、先生の歩んでこられた科学者としての人生などを話していただく予定です。

SSH講演会開かれる

128 歳光年の宇宙の広がりとは驚き感服の今を知らる！

11月20日(月)、本校第1体育館においてSSH講演会が開かれました。前国立天文台台長の海部五男先生から「ひろがる宇宙」という演題で講演をいただきました。海部先生は、野辺山45m電波望遠鏡建設や「うねる」プロジェクトに関わった方で、電波天文学、赤外線天文学が専門であり、仁科記念賞、日本学士院賞を受賞した日本を代表する天文学者です。講演の内容は以下のようでした。

① 新しい観測装置により広がる人間の宇宙観

すばる望遠鏡の成果で128億光年先の銀河が観測された。これは宇宙が誕生して9億年後に生まれたもので、現在発見された最も遠い銀河である。最新の観測成果により人間の宇宙の観測は宇宙誕生近くまで広がっている。現在までの観測データをもとに、宇宙4Dデジタルシアターが作成された。

② 新しい惑星の定義 冥王星はカイパーベルト天体の一つ

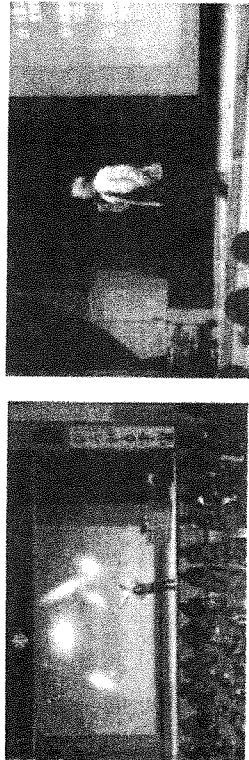
この夏、国際天文学連合の会議で冥王星は「惑星」から外された。その理由は冥王星が他の惑星と比べ極端に小さく、その軌道平面も他の惑星と異なり、また、冥王星と同じ特徴をもち、冥王星より大きなカイパーベルト天体(2003UB313天体など)が最近になり次々と発見されたからである。

③ 惑星の特徴・惑星環境と生命存在の可能性

火星には川や海などの地形があり地下に氷の海がある。また、木星の衛星「エウロパ」には水と水、土星の衛星「タイタン」にはメタンの大気が存在している。これらの環境は原始地球環境と似ており、バクテリア等の生物が存在している可能性がある。

生徒アンケートより

- ・ 最初に見た地球から段々と遠さかる映像が印象的だった。また、それが観測データから全て作られていることが興味深かった。非常にスケールの大きな話で、宇宙の広さを実感できた。科学の分野では「なぜ、こうなるか」を考えることが重要だと思った。
- ・ 日本のは関東地方から、段々と遠さかっていく映像をみて、本当に人間は小さい存在だと感じた。しかし、その小さい人間が、この大きな宇宙を研究していることは素晴らしいと思う。
- ・ ニュースで聞いて、なぜ冥王星が惑星から外されたのかを疑問に思っていたが、この講演でその理由を知り、納得することができた。太陽系には絶対生物はいないと思っていたが、火星にはいる可能性があるということなので楽しんだ。
- ・ 海部先生が最後に語っていた物理が科学の基本になるということと、一度の人生を最大限に楽しむのが有名です。



れというところが一番印象に残った。

- ・ 講演は分かりやすかった。宇宙は果てなく広いものであることは知っていたが、動画で見ると、その大きさは正確であった。現在観測しているものが、数億年前の銀河であると思うと天文学とは不思議な学問である。
- ・ ビッグバンのときに、力や物質、時間や空間の性質が生まれたと聞き、それより以前はどんな世界だったのだらうと思った。そして、そのような何も無い世界からどうしてビッグバンが起こり、それらが生まれたのだらうかという疑問が生まれた。
- ・ 海部先生が自分の興味ある天文について人生を費やして研究しているのがすごいと思った。宇宙についてはまだまだたくさん研究することがあることが分かった。
- ・ 将来、一度でもいいから宇宙に行きたいと思った。できれば銀河系の外くらいまで行けるように科学が進歩してくれたいと思った。
- ・ 世界最大級の望遠鏡が日本ひとりあたり100円できるとなると不思議な気がした。
- ・ 海部先生は小さい頃からいるんなことに疑問を感じたり自分の考えを持っていたりしたので、私もそういうことを大事にしていきたいと思った。

SSH課題研究「円周率πの秘密を探る」グループ

数学グループは、紀元前から人々を魅了し続けている「円周率」についての研究をしています。

電卓を用意して、次の計算をしてみてください。(メモリー機能を使わずに算です)

$$\frac{1}{1} - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \frac{1}{11} + \dots$$

この結果を4倍すると、πに近い数値になっていることがわかります。多く続けられれば続けるほど、値はπに近くなっていきます。すなわち、

$$\frac{\pi}{4} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1}}{2k-1}$$

が成り立っているのです。この級数はスコットランドのグレゴリーが発明したもので知られていますが、他にもスイスのオイラーが発明した

$$\frac{\pi^2}{6} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2}$$

などが有名です。

4月、実際にグラウンドに出て円を計測する方法を試してから、シラクサのアルキメデスが作った多角形の辺の数を増やしていく方法、またフランスのビュフォンの行った針を投げる方法など、様々な数学者が作り上げてきた方法について、新潟大学の吉原先生のご指導のもと、理解を深めているところです。(記事担当 石塚)

数学部の修業に励める！



インドの天才数学者ラマヌジャンの写真を前に、級数の研究をする3人。

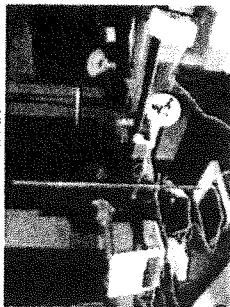


グラウンドに出て巨大な円の周を測る3人。この方法では314までの桁が割り切れた。

南高SSHだより

第7号
H18.12.7
SSH 委員会発行

SSH課題研究「エンジン」グループ 手作りのエンジンの出力測定に挑戦！



エンジン班は、夏休みいっぱいをかけてスターリングエンジン製作しました。秋からはその出力を測定しています。昨年まで新海大学で行った摩擦力による出力を今年も行っています。現在200rpm付近で最大の出力が得られることがわかってきました。

今年度は、鉄線管やゴム栓を用いた一から手作りのエンジンなので、部品の一部を改良し、エンジン内部の圧力や体積の変化も調べています。この圧力と体積のグラフから、1サイクルあたりの仕事を求めることができます。1秒間に何サイクルか、回転数を求めることができます。これで、圧力と体積から出力が求められるのではないかと試行中です。エンジンが走り始めると、軸出力が求められるのは前輪をつけて実際に走行できる形に改良する予定です。

(記事担当 梅田)

SSH課題研究「エタノールの生成」グループ 植物繊維からのアルコール作りに挑戦！

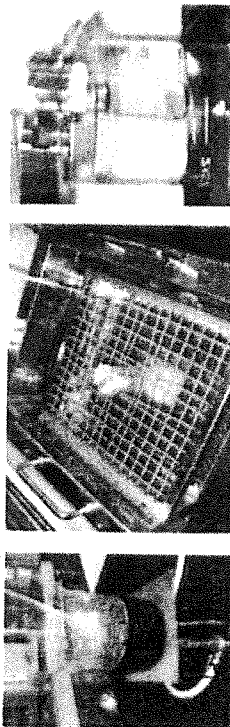
「バイオマスから」エタノールの生成」グループでは、植物繊維であるセルロースからエタノールを生成することを目標に取り組んでいます。その過程を、次の4つに分けて取り組んでいます。

1) セルロースを取り出し、リグニンなどを除去し精製する過程。…まず、4月初めに植物を採取し乾燥した後、水酸化ナトリウム水溶液で煮沸することによりリグニンやヘミセルロースを除去し(写真左) 漂白乾燥しました。

2) セルロースをグルコースに分解し糖化する過程。…次に、セルロースをグルコースに糖化する手法として、恒温槽でセルラーゼ(セルロース加水分解酵素)を用いる方法(写真中)と希酸を用いる方法と比較することとし、それぞれ試みました。グルコースの検出にはグルコースCIIテストワナー(血糖、尿糖等測定用)を用い吸光度よりその濃度を測定し(写真右)しました。

3) イースト菌などによりグルコースをエタノールに醗酵させる過程。…イースト菌を2)の糖化液に加えて醗酵を試みました。エタノールの濃度を食品分析用のフーギットエタノールを用い測定しています。現在このところを実験中です。

4) エタノールを精製する過程。…生成したエタノールを精製し、火を付けて蒸餾させることを目標にしています。(記事担当 小日向)



SSH課題研究「アリの生態」グループ

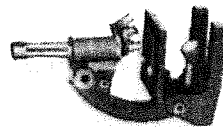
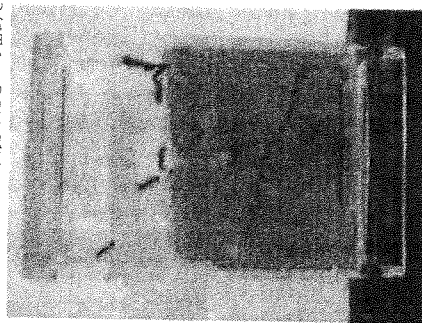
アリの行動の観察に迫る！

アリグループは「アリの生態と行動」をテーマにし課題研究を進めている。アリは社会性昆虫で一つの巣が一つの家族である。この中でそれぞれ役割分担をもち社会を形成し生きている。このアリたちが社会を形成するためには家族の認識や、餌場や敵の侵入などの情報伝達などの行動が必要である。このような行動の中から ①仲間(家族)の認識 ②餌場行動 ③アリの視覚(色覚) の3つにテーマを絞り取り組むこととした。

まず、行動観察用の装置の製作とアリの飼育に取り組んだ。装置の製作はうまく進み満足の得られるレベルの物が完成した。しかし、容易と思われていたアリの飼育が行く手を大きく阻んだ。「アリの捕獲し土の入った容器に入れ、えさを与えれば営巣するだろう。」という安易な考えは実際に飼育してみても木っ端微塵に吹き飛んだ。容器内の土の湿り気、土・えさから発生するカビ、肥走など飼育は困難をまわめ当初のテーマが「アリの飼育方法」へと変化したような状態が続き9月の中間発表を迎えた。実験動物の飼育の難しさ、重要性をあらためて痛感した前半であった。

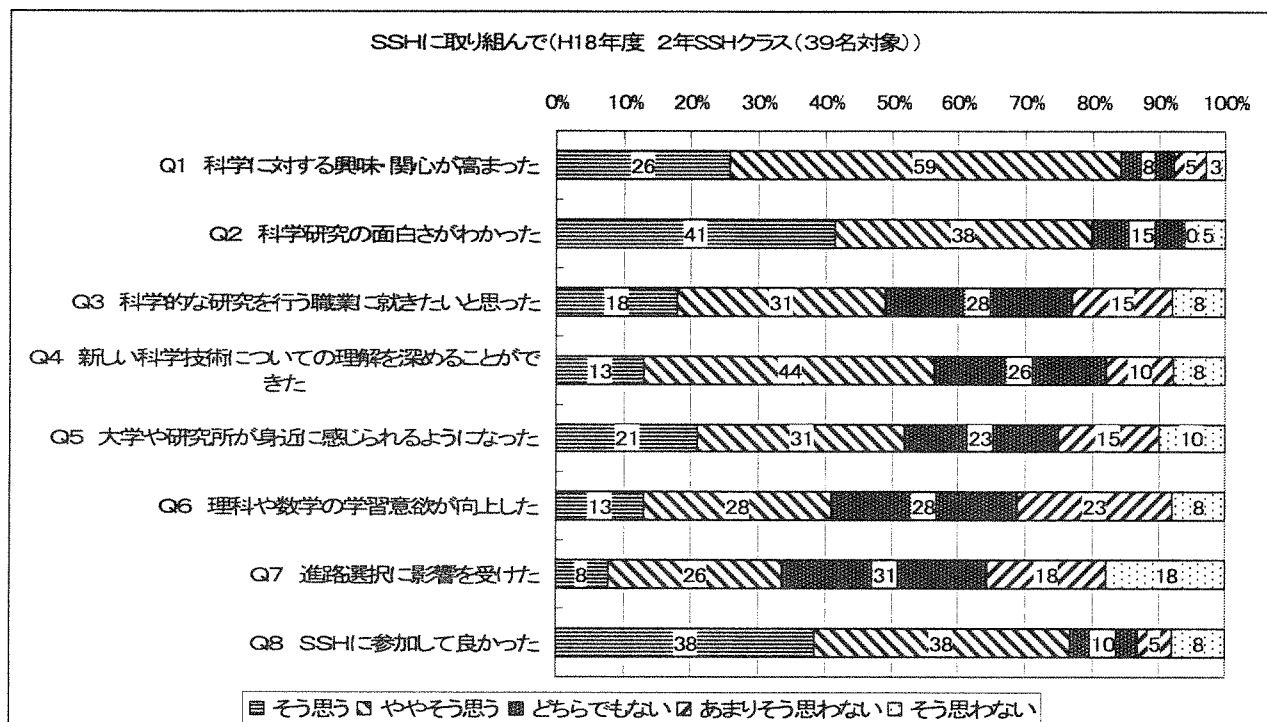
このままアリの飼育に力を注ぐと本来の課題研究が出来ずに終わってしまうという危機感から当初の計画を見直し、営巣観察のため用意しておいたアントクアリウム(写真上)を使い、実験がしやすい大形のアリを飼育し課題研究を進めることにした。アントクアリウムはNASAが開発したもので密封された容器の中に青いジェルが入っている。このジェルは土の代わりであり、アリの食料にもなる。とても優れたものであり、誰でもアリをこの中に入れば営巣させ長く飼育することが出来る。

写真下は仲間の認識の実験の一コマである。遼東のアリを一通り入れどのような行動とるか観察した。頭を突き合わせ触覚を触れさせた後、激しい闘いが始まった。仲間ではないと認識したのであろう。相手の認識には触覚がかかわっているようだ。そこで同じ巣の一通りの触覚を取り戻し行動を観察した。結果は、発表会に臨むことになって、やっとここに来て課題研究がスタートできた。よかった。とホッとしている場合ではない、気がつけば冬はもうすぐそこまで来ている。10数匹のアリがいつまで生きてくれるか？時間との戦いになってきた。不安な日々が続く。(記事担当 石田)

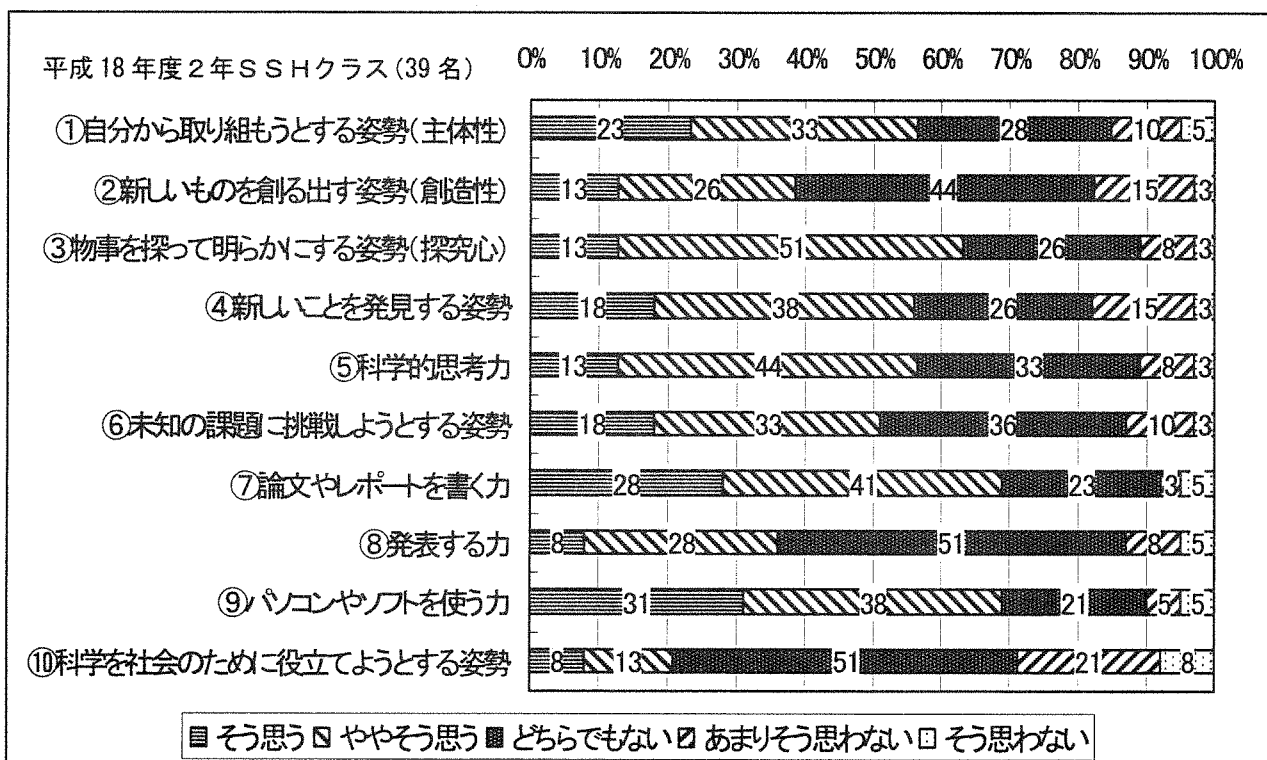


関係資料(アンケート結果)

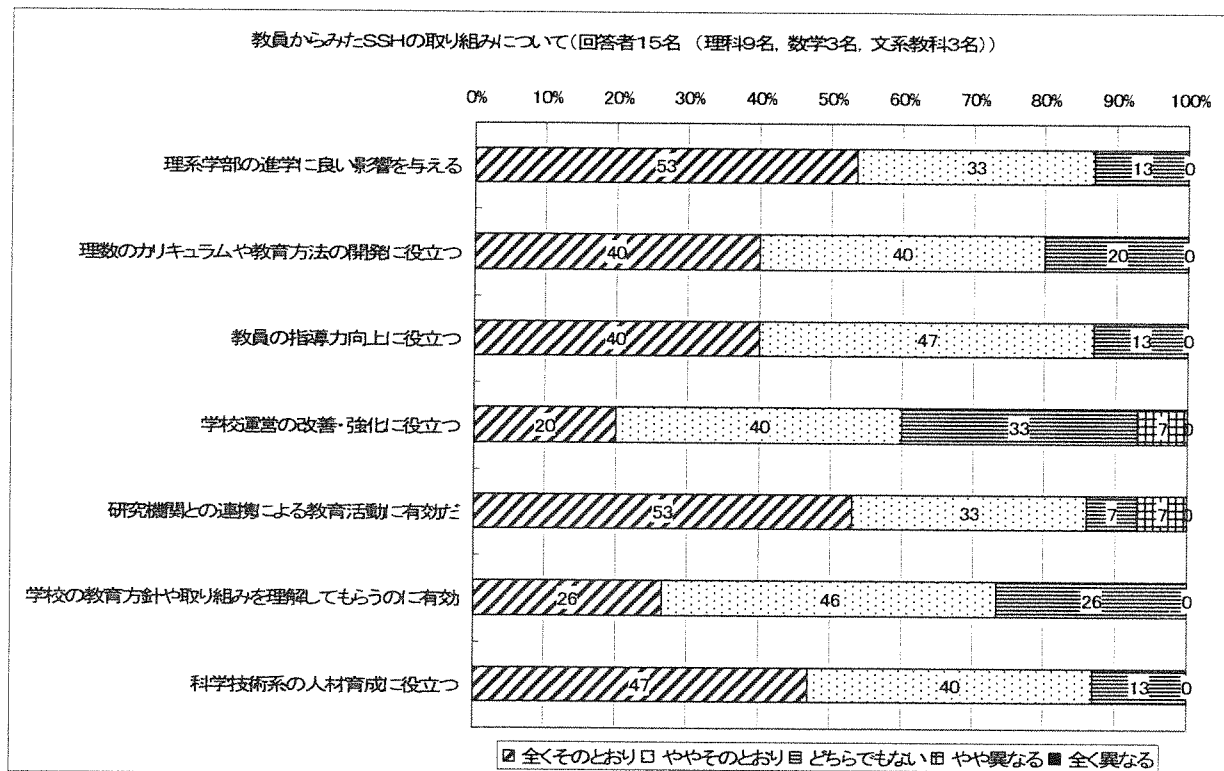
● SSHに取り組んで



● SSHの取り組みで育成されたもの



● 教員から見たSSH



● 連携機関から見たSSH

