

平成23年度

スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書
(経過措置1年次)

平成24年3月

名古屋市立向陽高等学校



はじめに

名古屋市立向陽高等学校長 楳木 茂賀

本校のスーパーサイエンスハイスクール事業への取り組みは、昨年度最終年である5年目を終了した。今年度は2年の経過措置の1年目で、第2、3学年について事業を継続した。

当該学年の第2、3学年については、これまでと同様にSSクラス（1クラス）において「SS数学」「SS英語」「SS物理、化学、生物、地学」や「課題研究Ⅰ・Ⅱ」などの学校設定科目を設けるとともに、外部との積極的な連携のもと、論理的思考力と語学力の強化を図り研究を深める取り組みを進めた。また、それ以外でも

- ①「情報B」の授業との連携のもと、情報活用能力やプレゼンテーション能力向上の機会
- ②大学や研究機関との連携のもと、「SSリサーチ」「SSトライアル」を実施し、高水準の実験や研究を体験する機会
- ③民間企業や研究機関との連携のもと、「フィールドワーク」を実施し最先端科学に触れる機会等を通じて、課題研究に自発的に取り組み、自然科学に対する興味・関心や研究能力・発表能力の深化に努めた。

国際性を高める点については「SS英語」において外国人の研究者の講義を受けるなどの取り組みを行った。

事業の成果の普及については、生徒が中心となり、名古屋市立高校の科学部が共同して研究の成果発表会を持ち、昨年度から始めた中学生にも参加を呼びかけるなどの取り組みを継続させることができた。

このような取り組みの中で具体的な成果も一気に花開いている感がある。10月26日に行われた第2、3学年のSSクラスによる成果報告会では、英語での発表、英語での質問に臆することなく質の高い質疑応答が活発に行われた。大学教授の的確なアドバイスや本校教員の粘り強い指導に生徒達の意欲が益々かき立てられている喜ばしい状況が定着しつつあると強く感じる。特に英語での課題研究発表・質問については、参観いただいた教育委員会や保護者の方々から称賛の声をいただいた。また今年度も各種コンテストにおいて数々の輝かしい実績をあげることができた。以下、数例をあげる。

- ・「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」
 - 愛知県学生科学賞 最優秀賞受賞
 - 日本学生科学賞 文部科学大臣賞（ISEF派遣決定）
 - 名古屋市教育委員会表彰
- ・「パルスジェットとは!？」
 - 愛知県学生科学賞 優秀賞受賞
- ・「アルソミトラ・マクロカルパ ～種子の飛行に迫る～」
 - SSH東海フェスタ2011 優秀賞
 - AITサイエンス大賞 自然科学部門優秀賞受賞
- ・「結び目理論」
 - 坊ちゃん科学賞 優良入賞
- ・「XTBook」（ソフトの開発）
 - U-20プログラミング・コンテスト 経済産業大臣賞受賞（2年連続）
- ・「黒豆から抽出した色素と金属イオンの関係」
 - 高校生による自然科学研究成果発表会 優秀プレゼンテーション賞
- ・複数の課題研究の成果をポスター発表したもので
 - SSH東海フェスタ2011 パネルセッション特別賞
 - 高校生による科学の祭典 優秀賞

最後に、ご指導ご助言をいただいた文部科学省やJST並びに名古屋市教育委員会の皆様はじめ、関係各位にお礼申し上げますとともに、今後とも引き続きのご指導をお願い申し上げます次第である。



目 次

S S H研究開発実施報告（要約）：別紙様式 1 - 1	1
S S H研究開発の成果と課題：別紙様式 2 - 1	5
1 章 研究開発の概要	
1 学校の概要	9
2 研究開発の実施期間	9
3 研究開発課題	9
4 研究の概要	9
5 研究開発の実施規模	10
6 研究の内容・方法・検証等	10
7 実践および結果の概要	12
2 章 研究開発結果	
1 学校設定科目「S S 数学」	19
2 学校設定科目「S S 物理」	26
3 学校設定科目「S S 化学」	29
4 学校設定科目「S S 生物」	31
5 学校設定科目「S S 地球科学」	32
6 学校設定科目「S S 英語」	34
7 学校設定科目「S S 教養」	40
8 学校設定科目「課題研究Ⅰ」	41
9 学校設定科目「課題研究Ⅱ」	44
10 総合的な学習の時間	49
11 フィールドワーク	51
12 S S リサーチⅠ	54
13 S S リサーチⅡ	61
14 S S リサーチⅢ	79
15 S S リサーチⅣ（研修旅行）	80
16 S S トライアルⅠ	82
17 S S トライアルⅡ	84
18 講演会Ⅰ（世界脳週間）	86
19 講演会Ⅱ（最先端科学分野講演会）	89
20 科学部の活動	91
21 自然科学・科学技術系発表会	99
22 論文応募・科学オリンピック	101
23 平成23年度S S H事業成果報告会	103
24 名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会	106

3章	研究開発の成果と今後の方向性	
1	生徒への意識調査アンケートの分析	108
2	教員への意識調査アンケートの分析	113
3	保護者への意識調査アンケートの分析	115

4章 関係資料

1	平成23年度第1回運営指導委員会	117
2	平成23年度教育課程	119
3	SSリサーチⅡ 生徒レポート（代表のみ）	120
4	課題研究論文（代表のみ）	120
5	SS英語 プレゼンスライド（代表のみ）	120
6	SS英語 プレゼン配布資料（代表のみ）	120

平成23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	
	<p>－ 独創性・創造性に溢れた、国際性豊かな科学技術系人材の育成 －</p> <p>人間としての素養と基礎学力の充実を図りつつ、潜在能力を引き出し、論理的思考力と語学力を強化するための教育課程の研究開発</p>
② 研究開発の概要	
	<p>第2、3学年において、SSクラス（1クラス）を設定し、理科、数学、英語に重点を置き、体系的なカリキュラムを開発し、学校設定科目を主体に、論理的思考力や語学力の向上が図れるかを検証する。また、「SSリサーチ」として大学や研究機関との連携により高水準の実験や研究を体験し、課題研究に自発的に取り組み、自然科学に対する興味・関心や研究能力が深化するかを検証する。国際性を高める取り組みとしては、科学技術等の研究開発に携わる外国人を講師として招き講義や講演会を行う。「SS英語」で文明の歴史、倫理観、最先端の科学技術等に関する英語教材を用いて、ALT及び理科、数学科教員と連携し効果的な指導を研究する。英語によるプレゼンテーション、ディスカッション、ディベート、論文作成等を取り入れ、語学力の強化を図る。さらに、「SSトライアル」や「フィールドワーク」ではSSHの効果を在校生に波及させるために、全校生徒から希望者を募り、高度な科学への興味関心を喚起する。また、本校における「公開授業及び研究発表会」や、「名古屋市立高等学校SSH連携連絡会」を通じて名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会を開催し、SSHの成果を広く発信するとともに、科学への深い関心や強い学習意欲を持った人材を育成する。</p> <p>引き続き、高校大学の連携および接続について研究を進める。</p>
③ 平成23年度実施規模	
	<p>主対象生徒を第2学年、第3学年の「SSクラス」の生徒とする。</p> <p>第2学年では希望者を1クラス以内に設定して「SSクラス」を1クラス設ける。「SSクラス」は第3学年まで継続する。第2学年SSクラスは30名、第3学年SSクラスは34名である。</p> <p>事業によっては全生徒（1080名）を対象とする。</p>
④ 研究開発内容	
<p>○研究計画</p> <p>第2学年、第3学年対象</p>	<p>SSクラス1クラスを設定し、発展的な学習に取り組み、論理的思考力と語学力の育成を図り、問題解決能力、独創性・創造性を身に付けさせ、国際性豊かな将来有為な科学技術系の人材の育成をねらいとする。</p> <p>(ア) 学校設定科目「SS数学」 (イ) 学校設定科目「SS物理」</p> <p>(ウ) 学校設定科目「SS化学」 (エ) 学校設定科目「SS生物」</p> <p>(オ) 学校設定科目「SS地球科学」 (カ) 学校設定科目「SS英語」</p> <p>(キ) 学校設定科目「SS教養」 (ク) 学校設定科目「課題研究Ⅰ」「課題研究Ⅱ」</p> <p>(ケ) SSリサーチ</p>

全学年対象

- (ア) フィールドワーク (イ) S S トライアル
(ウ) 講演会

課外活動

- (ア) 科学部の活動

○教育課程上の特例等特記すべき事項

各学年のS Sクラスに次の学校設定科目を設ける。

* () 内は単位数

第2学年 S S 数学(1) S S 物理(2) S S 化学(3) S S 地球科学(1)
S S 英語(1) 課題研究Ⅰ(1) S S 教養(1)

第3学年 S S 数学(1) S S 物理(5) S S 化学(4) S S 生物(5)
S S 地球科学(5) S S 英語(1) 課題研究Ⅱ(1)

学校設定科目を実施するために、次の必修科目について標準単位を()内分減ずる。世界史A(2)、体育(1)、総合的な学習の時間(2)。

ただし、理科の学校設定科目についてはⅠ、Ⅱを付した科目、理科基礎を学校設定科目に代え、発展的内容を取り扱うことにより、他教科や他科目との連携を図る。また、世界史はS S 教養を代替科目とする。

○平成23年度の教育課程の内容

- (ア) 学校設定科目「S S 数学」 (イ) 学校設定科目「S S 物理」
(ウ) 学校設定科目「S S 化学」 (エ) 学校設定科目「S S 生物」
(オ) 学校設定科目「S S 地球科学」 (カ) 学校設定科目「S S 英語」
(キ) 学校設定科目「S S 教養」 (ク) 学校設定科目「課題研究Ⅰ」
(ケ) 学校設定科目「課題研究Ⅱ」

上記の授業の中で、基礎学力の定着を念頭におきつつ、発展的内容を扱ったり、論理的思考力を高めたりする授業展開を工夫した。また、その成果としては、課題研究の研究結果が各種発表会や、論文コンテストなどでいくつも受賞するなど評価を得ている。

○具体的な研究事項・活動内容

- (ア) S S リサーチⅠ(平成23年5月19日)

【第2学年】 「ため池のカメから見る生物多様性と外来生物問題」

【第3学年】 「企業見学(ヤマザキマザック)と博物館見学(瑞浪市化石博物館)」

- (イ) S S リサーチⅡ(夏季休業中)

① 「プログラマブルロジック回路とマイクロコンピュータによる情報処理」

名古屋工業大学創成シミュレーション工学

② 「環境に優しいものづくりプロセス」 名古屋大学エコトピア科学研究所

③ 「脳内出血モデル動物の作製と解析」

名古屋市立大学大学院医学研究科

④ 「ES細胞、iPS細胞から作成した神経幹細胞の分化の観察」

名古屋市立大学大学院医学研究科

⑤ 「GPSと重力・地震波で地下構造を知る～屈折法実験～」

名古屋大学大学院環境学研究科

- (ウ) S S リサーチⅢ (平成23年10月13日)
「研修旅行中における岡山地区の企業見学・J F E スチール西日本製鉄所」
- (エ) S S リサーチⅣ (S S 研修旅行、平成23年3月21日～23日)
研修先 榎原考古学研究所附属博物館、近畿大学水産研究所、
京都大学フィールド科学教育センター、S H A R P 亀山工場など
- (オ) フィールドワーク
コース1 8月12日(金) 参加生徒26名、引率2名
研修先 自然科学研究機構 核融合科学研究所
コース2 12月20日(火) 参加生徒101名、引率4名
研修先 名古屋市科学館
- (カ) S S トライアルⅠ (平成23年7月11日)
「マル・マル・モリ。モリ みんな学ぶよ いきものピカピカどうして光るのかな
& CMS! 不思議! 君の! 頭の中～ジャンジャン溢れる好奇心? 化学マジック
ショー～♪」
愛知教育大学教育学部理科教育講座
- (キ) S S トライアルⅡ (平成24年1月25日)
「Lifestyle related disease」
名古屋大学大学院理学研究科
- (ク) 講演会Ⅰ (世界脳週間2011、平成23年5月18日)
「脳のはたらきを支えるグリア細胞」
名古屋市立大学大学院 医学研究科 浅井 清文 教授
- (ケ) 講演会Ⅱ (最先端科学分野講演会、平成23年10月14日)
「*Homo domesticus* からの脱出?」
浜松医科大学大学院医学研究科 針山 孝彦 教授
- (コ) 科学部の活動
各種発表会等での研究内容の発表
- (サ) 自然科学・科学技術系発表会
課題研究、および科学部の研究内容の発表
(S S H 東海地区フェスタにおいて優秀賞受賞など)
- (シ) 論文応募・科学オリンピック
課題研究の研究内容を論文としてまとめる
(日本学生科学賞において文部科学大臣賞受賞など)
S S クラスの生徒、科学部を中心に科学オリンピックへの参加呼びかけ、指導
(情報オリンピックにおいて日本代表選手選考合宿進出など)
- (ス) 平成22年度S S H 事業成果報告会
本校において、平成23年10月26日実施
- (セ) 名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会
本校において、平成23年7月24日実施
- (ソ) 中学生体験入学時のS S H 取り組み紹介
本校において、平成23年8月18日、19日の2日間実施

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

第1学年においては、これまで5年間の研究をもとに発展させ、「総合的な学習の時間」において一人1テーマによる研究を行った。生徒の関心により理系的な内容を実験観察分野として、また文系的な内容を調査研究分野として個人での研究とした。研究計画の立案から具体的な実験や調査活動、まとめと考察、発表までの活動を通して研究の一連の流れへの理解やプレゼンテーション力の向上がみられた。また、全員対象の講演会、希望者対象のフィールドワーク、SSトライアルⅠなどを通して生徒の自然科学に対する興味・関心を高めることができた。

第2学年、第3学年のSSクラスが、様々なSSH関連の学校設定科目、SSリサーチなどの外部との連携、校外での発表会などSSH事業の取り組みに深く関わった。「SS物理」をはじめとした学校設定科目については、これまで複数年にわたって行われてきた教材開発が引き続き行われ、特徴的な授業展開や考察の要素を多くした実験などを行った。また、「SS英語」において「課題研究」の研究内容のまとめを英語で発表したことや、SSトライアルⅡとして実施した外国人講師による講義への取り組みを通して、教科横断的に英語力や国際性の向上が図られた。SSH東海地区フェスタ2011における優秀賞の受賞など外部の発表会や、日本学生科学賞での文部科学大臣賞の受賞など論文コンテストでも高い評価を得た。

本年度は第1期の5年間で終了した後の1年目であったため、各学校設定科目においてはこれまでの成果を踏襲しながら課題を改善する意識をより高めて取り組んだ。また、予算規模が縮小した中で学校全体への普及や、生徒の取り組みへの参加希望を実現する工夫を名古屋市教育委員会ははじめ、様々な関連機関と連携をとりながらSSH事業を推進した。

○実施上の課題と今後の取組

各学校設定科目やSSリサーチなどの高大連携での取り組みについては、これまでの5年間で取り組んできた方法を継承しながら、事前の打ち合わせを綿密にとりながら内容を発展させたり生徒の理解が深まるよう工夫したりした。博物館や企業、研究所などとの連携では、より多くの生徒の参加を実現するための工夫や教員の研修としての観点も意識し、新しい研修先や新しい連携方法を模索した。その中で、対象生徒を限定して集中的に取り組む方法と、対象生徒を広げて幅広く実施する方法とのそれぞれのメリットとデメリットが明確になってきた。

これまでの5年間の成果の普及という観点では、近隣中学校や高校の教員、保護者などに参加を呼びかけたSSH事業成果報告会において、公開授業を学校内すべての授業に対象を広げた。課題研究成果発表会では参加者から非常に多くの質問やアドバイスが出され活発な会とすることができた。また、昨年度に引き続き名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会を主催し、本校の研究成果の発信とともに、科学に親しむ高校生の交流の場とすることができた。今後も継続して実施し、内容を充実、発展させていきたい。

SSHの成果を継承していく方法の研究が、本校における今後の重要な課題と位置付け本年度もこれまでの5年間と違った取り組みや内容を工夫してきた。次年度についても引き続き教育課程の特例を必要としない取り組みや、予算が限られる中でも実施していける内容を研究していく。

平成 23 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 SSH事業全般について	
<p>5年間の研究が終了し経過措置の1年目の本年度の取り組みとしては、学校設定科目や大学との連携という点では昨年度までの成果を踏襲しながら、より効果が高まるよう工夫した。その中で、本校の教員の指導としての学校設定科目では教材開発も進み、SSクラス以外の授業にも反映されるようになってきている。また、SSリサーチをはじめとする外部との連携による取り組みについては、事前の打ち合わせを綿密に行い学校での学習との関連なども意識しながら実施し、大学や研究施設などでの研究についての興味・関心を高めたり、視野を広げたりする良い機会とすることができている。</p>	
<p>予算規模が縮小した中、学校全体への普及を意識しての実施を考えた中で、博物館や企業、研究所などとの連携では、より多くの生徒の参加を実現するための工夫や教員の研修としての観点も意識し、新しい研修先や新しい連携方法を模索した。その中で、対象生徒を限定して集中的に取り組む方法と、対象生徒を広げて幅広く実施する方法とのそれぞれのメリットとデメリットが明確になってきた。</p>	
<p>SSH指定とともに開設した学校設定科目「課題研究Ⅰ」「課題研究Ⅱ」や科学部の活動の成果については、本年度も外部での発表会や論文コンテストにおいて高い評価を数多く受けている。代表的なものとしては「アルソミトラ・マクロカルパ～種子の飛行に迫る～」がSSH東海地区フェスタ2011の口頭発表において優秀賞を受賞したことや、「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」が日本学生科学賞において文部科学大臣賞を受賞しISEF派遣が決定したことなどがあげられる。</p>	
<p>教員に対するアンケートによると、以下のようなことが明らかとなった。</p>	
<p>① 未知の事柄への興味 → 大変増した 40.9% やや増した 36.4%</p> <p>② 理科・数学の理論・原理への興味 → 大変増した 22.7% やや増した 59.1%</p> <p>③ 観測や観察への興味 → 大変増した 36.4% やや増した 31.8%</p> <p>④ 考える力 → 大変増した 27.3% やや増した 54.5%</p> <p>⑤ 成果を発表し伝える力 → 大変増した 54.5% やや増した 27.3%</p>	
<p>これらの結果からSSHによって生徒の興味や姿勢、能力が明らかに向上したものと判断できる。それぞれの項目では「もともと高かった」という評価が10%程度あることから、その分を加えるとほぼ全員の教員が能力などの向上を実感している。</p>	
<p>次に、第2学年、第3学年SSクラスの生徒に対するアンケートによると、以下のようなことが</p>	

明らかとなった。

- ① 理科・数学の面白そうな取り組みに参加できた
→ 効果があった 100% (2年)、96.3% (3年)
- ② 理科・数学に関する能力やセンスの向上に役立った
→ 効果があった 86.2% (2年)、74.1% (3年)
- ③ SSHに参加したことで、科学技術に対する興味・関心・意欲が増しましたか
→ 大変増した69.0%、やや増した31.0% (2年)
大変増した50.0%、やや増した46.2% (3年)
- ④ SSHに参加したことで、科学技術に関する学習に対する意欲が増しましたか
→ 大変増した62.1%、やや増した34.5% (2年)
大変増した34.6%、やや増した53.8% (3年)

各項目において、非常に高い割合で効果があった、意欲が増したと回答していることから、SSHの取り組みを、総合的に考えて非常に有効であったと実感しているようである。

- ⑤ 国際性の向上に役立った
→ 効果があった 58.6% (2年)、40.7% (3年)

これについては、数値としては高くないが、利点として意識していた割合は30.0% (2年)、22.2% (3年) だったことより、結果的には生徒がSSHに期待していた以上の効果はあったといえるのではなかろうか。

また、SSクラス在籍生徒の保護者に対するアンケートによると、以下のようなことが明らかとなった。

- ① SSHに参加したことで、科学技術に対する興味・関心・意欲が増しましたか
→ 大変増した41.1%、やや増した41.0%
- ② SSHに参加したことで、科学技術に関する学習に対する意欲が増しましたか
→ 大変増した30.4%、やや増した51.8%

数値的には生徒が感じているよりは低い値となっているが、保護者の視点からも生徒の変容が見られ、科学技術への興味・関心・意欲やその学習に対しての意欲が増していると感じているようである。

2 SSHの各取り組みについて

取り組みごとに、生徒や講師に対してアンケートを実施している。その中で多くあげられる感想や意見としては、課題研究に代表される学校設定科目により論理的思考力や考察する力、プレゼンテーション力が上がったというものがたくさんあった。また、フィールドワークやSSリサーチなどの外部との連携による取り組みが、視野を広げることや進路選択に役立っているとの評価も受けている。さらに、外部講師からは生徒の積極性に評価を受けたり、大学の研究室での取り組みでは研究内容などを紹介する良い機会とできているという意見もあった。

各取り組みの検証は「2章 研究開発結果」に記載されているが、代表例として「SS数学」(第2学年)のアンケートをあげる。4月と11月に同一のアンケートを実施し生徒の意識の変容を調べたものである。

強くそう思う、どちらかといえばそう思うを合計して、肯定層としている。

- ① 「数学」は理論の流れが整然としているものである。
→ 肯定層 4月 75.8%、 11月 90.0%

② 「数学」の論理の流れに美しさやすばらしさを感じる。

→ 肯定層 4月 58.6%、11月 76.7%

③ 与えられた課題（問題）に対して計算をして答えるものが「数学」だと思う。

→ 肯定層 4月 27.6%、11月 16.7%

以上のような結果から、生徒は学校設定科目としての「SS数学」の目的や目標を理解して授業に臨み、一定の成果をあげられたといえる。

別の例として、フィールドワーク（核融合科学研究所）実施に際してとったアンケートによると、「講義の内容は想像していたより高度な内容でしたか？」に対して88%の生徒がそう思う、どちらかといえばそう思うと回答しているが、「講義の内容をあなた自身どのくらい理解できたと思えますか？」に対して69%の生徒がよく理解できた、ほぼ理解できたと回答し、内容的には難しかったようだ。しかし、「講義に関して、新たに分かったことや、新しく不思議に思ったことはありましたか？」「講義の関連事項で、自分でさらに深く調べてみようと思うような事柄はありましたか？」については100%、88%の生徒がたくさんあった、と回答しておりフィールドワークに参加したことで科学技術への興味・関心が高まり、より深く知りたいという探究心が高まったといえる。

また、SSトライアルⅡ（外国人講師の講義）実施に際してとったアンケートによると、「講義を通じて、国際性や留学についての興味・関心が高まりましたか？」について、高まったと、どちらかといえば高まったで71%、「研究者を身近に感じるようになりましたか？」について、なったと、どちらかといえばなったで75%を占めており、実施した第2学年SSクラスにとっては外国人講師の講義は初めて聞く機会であったため聞き取ることや内容の理解には苦勞したようであるが、国際性を高めることや、研究者との交流の機会とするといった目的をおおむね達成できたといえる。

3 成果の普及について

これまで5年間の成果の普及という観点からは、近隣中学校や高校の教員、保護者などに参加を呼びかけたSSH事業成果報告会において、公開授業を学校内すべての授業に対象を広げた。課題研究成果発表会では、参加者から非常に多くの質問やアドバイスが出され活発な会とすることができた、また、昨年度に引き続き名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会を主催し、本校の研究成果の発信とともに、科学に親しむ高校生の交流の場とすることができた。今後も継続して実施し、内容を充実、発展させていきたい。

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 教員対象のアンケートよりわかること

以下のことが明らかとなり、課題として改善する必要がある。

① 社会で科学技術を正しく用いる姿勢

→ 大変増した 4.5% やや増した 40.9%

② 独自のものを創り出そうとする姿勢

→ 大変増した 13.6% やや増した 40.9%

③ 国際性

→ 大変増した 13.6% やや増した 45.5%

いずれの項目についても、効果がなかったは0%であり、効果がないとは考えられないにしても

、姿勢や能力の向上をより高めていくために工夫や取り組む回数の増加などが必要と考えられる。

2 生徒対象のアンケートよりわかること

第2学年、第3学年SSクラスの生徒に対するアンケートにより、課題として改善すべき点が明らかとなった。

- ① SSHの取り組みに参加するにあたって、困ったことは何ですか
 - レポートなどの提出物が多い 47.4%
 - 部活動との両立が困難 42.1%
 - 発表の準備が大変 42.1%
 - 授業時間以外の活動が多い 35.1%

SSクラスに進んだ生徒については、様々な学校設定科目を学ばせているが、その中でも、課題研究が生徒にとって負担となっているようである。生徒はその状況を克服し、やり遂げる中で、様々な能力を高めていくという成果を勝ち取っているわけであるが、過度な負担とならないような取り組みの方法を模索するなどの改善が必要である。

3 保護者対象のアンケートよりわかること

SSクラス在籍生徒の保護者に対するアンケートにより、課題として改善すべき点が明らかとなった。

- ① 社会で科学技術を正しく用いる姿勢
 - 大変増した 7.1% やや増した 33.9%
- ② 独自のものを創り出そうとする姿勢
 - 大変増した 14.3% やや増した 28.6%
- ③ 国際性
 - 大変増した 14.3% やや増した 25.0%

姿勢や能力が高まったと感じた割合が50%を切ったものについては、以上のような結果となり、教員対象のアンケートと非常に似通った評価となっている。これらの点を強化できるよう次年度の計画を立てていく必要がある。

4 課題の解決と成果の普及に向けて

本年度を含めて6年間にわたる研究開発により、教科指導や外部との連携、課題研究指導についてのノウハウは教員の資産としてかなり蓄積されてきた。また、各取り組みを実施していく中で、生徒や講師へのアンケートを実施し改善点を見つけてもきた。しかし、未だに取り組みの効果が薄いととらえられている事項も明らかとなってきているので、取り組みの計画を立てるうえでそのような点を意識し、生徒をはじめ保護者や教師も、生徒の能力が高まったと実感できるものとしていく必要がある。

また、SSHの成果を継承していく方法の研究が、本校における今後の重要な課題と位置付け、本年度も様々な工夫をしてきたが、次年度についても引き続き教育課程の特例を必要としない取り組みや、予算が限られる中でも実施していける内容を研究していく。更に、取り組みの様子や、交流会の開催、インターネットなども用いての情報発信により、これまでの取り組みの成果を校内の資産とするだけでなく、名古屋市立高等学校をはじめ多くの教育機関での指導のヒントとして提案していけるよう研究を総括していく。

1 章 研究開発の概要

1 学校の概要

(1) 学校名 名古屋市立向陽高等学校

(2) 所在地 愛知県名古屋市昭和区広池町47番地

電話番号 052 (841) 7138

FAX番号 052 (853) 2543

(3) 課程・学科・学年別生徒数、学級数及び教職員数（平成23年4月1日現在）

ア 課程・学科・学年別の生徒数、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	361	9	363 (30)	9 (1)	359 (34)	9 (1)	1083 (64)	27 (2)

() 内はSSクラスの生徒数、学級数

イ 教員数

課程	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	業務 士	計
全日制	1	1	60	2	2	2	10	1	4	2	83

2 研究開発の実施期間

平成23年4月1日～平成24年3月31日

3 研究開発課題

－ 独創性・創造性に溢れた、国際性豊かな科学技術系人材の育成 －

人間としての素養と基礎学力の充実を図りつつ、潜在能力を引き出し、論理的思考力と語学力を強化するための教育課程の研究開発

4 研究の概要

第2学年、第3学年において、きめ細かい指導と理数系科目と英語に重点をおいた教育課程を実施するためにSSクラス1クラスを設定する。「課題研究Ⅰ・Ⅱ」では観察、実験、分析、考察という科学的手法をより高度化し、問題解決能力の向上を図り、独創性、創造性を身に付けさせる。理科、数学及び英語に「SS生物」「SS地球科学」「SS英語」等の学校設定科目を設け、系統的、発展的な内容の教材に取り組み、論理的思考力や語学力の育成を図る。大学教授等による講義や課題研究指導、大学研究室での実験等を実施し、自然科学への興味・関心を深化する。第2学年、第3学年を通じて論理的思考力、問題解決能力を育成し、独創性、創造性、国際性豊かな科学技術系人材の育成を目指す。

5 研究開発の実施規模

	第1学年	第2学年	第3学年
継続第1年次		1クラス実施 (SSクラス)	1クラス実施 (SSクラス)
継続第2年次			1クラス実施 (SSクラス)

取り組みによって

継続第1年次は第2学年、第3学年全員対象、全校生徒のうち希望者対象

継続第2年次は第3学年全員対象、全校生徒のうち希望者対象

6 研究の内容・方法・検証等

(1) 育成しようとする生徒像

本校のこれまでの生徒の現状分析結果から以下の点が浮かび上がってきた。

- ・ 理系志願者が比較的が多い
- ・ 進路意識が高い生徒ほど学習時間が多く、目標達成率が高い
- ・ 進路選択に悩んでいる
- ・ 意思決定力が弱い
- ・ 協調性、自己コントロール力はあるが、情報活用力、調査研究力、積極的・主体的態度が弱い

このような現状を打開するために、進路意識の向上を図り、恵まれた環境と生徒の潜在的な力を活かし、科学的資質を体得させることによって、より発展的な学習に自主的、積極的に取り組む意欲を高める。さらに、

- ・ 情報活用力、調査研究力、積極的・主体的態度を養うこと
- ・ 生徒の潜在的能力を引き出すこと
- ・ 独創性・創造性・国際性を育むこと

を主眼として学校全体として教育課程の研究に取り組むことによって、すべての教科にわたって相乗効果が期待でき、結果として人間としての総合的な力をもった国際性豊かな科学技術系人材育成に資することができる。

(2) 研究の仮説

【第1学年】

全員を対象とし、基礎学力の確実な定着を図りつつ、潜在的にもっている自然科学に対する興味・関心を刺激し、自ら抱いた身近な自然界の疑問を科学的手法で追求することによって問題発見能力、情報活用力、調査研究力及び積極的・主体的態度を養うことができる。これらの力がすべての学問の基本的な力になる。

【第2学年～第3学年】

第2学年からSSクラス（1クラス）を設定し、理科・数学・英語に重点を置いた系統的なカリキュラムを第3学年まで実施する。高大連携等により学問・研究の恵まれた環境を最大限に活用する。これらによって、論理的思考力、問題解決能力、独創性・創造性が豊かで国際性を身に付けた将来有為な科学技術系の人材を育成することができる。

(3) 研究内容

ア 第2学年、第3学年対象

SSクラス1クラスを設定し、発展的な学習に取り組み、論理的思考力と語学力の育成を図り、問題解決能力、独創性・創造性を身に付けさせ、国際性豊かで将来有為な科学技術系の人材の育成をねらいとする。

- 学校設定科目「SS数学」

数学の基本事項と発展的な内容を扱うことによって、数学への興味・関心を引きつけることができるかを研究する。理科の各科目と連携して必要となる数学の知識・技法の分野（三角関数、指数関数、対数関数、微分積分、ベクトル、複素数等）を扱うことによって理科、数学への理解が深まるかを研究する。
- 学校設定科目「SS物理」

物理Ⅰ、物理Ⅱの各分野を系統的に再編することで、より深い内容の理解と定着を図ることができるかを研究する。さらに、微積分を用いた数学的アプローチの取り扱い、外部講師による講義などによる発展的な内容の学習、プロジェクターを用いた実験動画や解説用アニメーションを用いた授業などを行うことにより生徒の興味関心の幅を広げ、理解をさらに深めることができるかを研究する。
- 学校設定科目「SS化学」

化学現象を理論と実験の両面から積極的に取り扱うことによって、内容の理解と定着を図ることができるかを研究する。化学分野のより発展的な内容を取り扱うことによって、理論分野、各論分野の関連性を理解し、化学への興味・関心が深まるかを研究する。
- 学校設定科目「SS生物」

「遺伝情報とその発現」、「タンパク質とその機能」等、進歩が著しい生命科学分野について、最新研究の動向を含めて再編した学習内容や実験を実施することによって、生物学への興味・関心の高揚と探究心がさらに深まるかについて研究する。生命科学を理解するための分子生物学的視点からの系統的・統合的な指導方法の開発について研究する。
- 学校設定科目「SS地球科学」

地学Ⅰ、地学Ⅱの内容を精選、再編し、体系的に地球や宇宙を学習できる指導方法について研究する。物理・化学・生物との効果的な連携や、地理との教科横断的な関連性を持たせ、多角的な視点で自然科学を学習できる指導方法について研究する。
- 学校設定科目「SS英語」

国際的に活躍できる科学者の育成に向け、英語の4技能をバランスよく学習することができるかを研究する。既存の英語の科目との連携を図りながら、英語教員、ALT、理科教員のTTにより自然科学に関する英文や科学論文を輪講や講読することにより科学英語の理解力向上と英語力の向上が図れるかを研究する。さらに、国際社会で通用する英語力の向上が図れる教材であるかを研究する。
- 学校設定科目「SS教養」

身の回りの食物、化学製品等を通して、身近な環境問題の意識の向上が図れるかを研究する。また、人類が築いた文明の歴史、科学技術の発達史を通して科学文明の人類への貢献、科学者の倫理観等を学ぶための教材の研究をする。
- 学校設定科目「課題研究Ⅰ」「課題研究Ⅱ」

問題発見、観察、実験、分析、考察、発表といった基本的な研究活動のプロセスを学習させることにより、探究心や真理を追究する意欲の高まりが見られるかを研究する。また、生徒が自ら研究テーマを発見し、主体的に取り組んでいくために必要となる指導のあり方について研究する。さらに、研究論文の作成と、研究成果のプレゼンテーションを通して、生徒の自己表現能力が高まるかを研究する。
- SSリサーチ

連携する大学、最先端研究施設等での実験・実習体験を通して、自然科学研究に対して意欲的に取り組む姿勢・態度を向上させることができるかを研究する。また、高大連携による実験・実習体験を実施することによって、将来的に大学との接続に向けて何が必要となるかについて研究する。
- イ 全学年対象
 - フィールドワーク

最先端研究に取り組む研究施設や企業・博物館での見学・実習体験、また、野外での観察・調査活動を行うことによって、潜在的にもっている自然科学・科学技術に対する興味・関心を向上

させることができるか研究する。

○ S S トライアル

大学と連携し、「遺伝子工学」などの大学で研究されている先端の内容をわかりやすく教材化することにより、自然科学に対する興味・関心の向上がみられるかを研究する。希望者に対して、大学教授等による高度な最先端の科学研究の講義・実験を実施することによって、自然科学に対する興味・関心を刺激し、積極的・主体的態度を養うことができるかを研究する。また、自然科学系の研究室を体験させ、進路として研究職につく意欲が高まるかを研究する。

○ 講演会

最先端科学分野の専門家による講演会を行うことによって、自然科学を研究することの楽しさ、喜び、社会的意義を身近にすることができるかを研究する。

ウ 課外活動

○ 科学部の活動

各種研究発表会・コンテスト等への積極的な応募・参加を推進することを通し、それらの活動の指導方法・体制を含め、全体的な視野から課外活動の活性化がどのように図れるかを研究する。

(4) 検証

研究のねらいの達成度、生徒の変容、教員の意識の変化、学校活性化への効果等について検証するため、以下の事項に重点的に取り組む。

- ア 生徒に対して、入学直後に、学習、科学技術一般、進路等に関する意識調査を行い基礎資料とする。また、年次ごとに生徒による自己評価を実施するとともに、論理的思考力、語学力、独創性・創造性等についても、観察・実験・分析・考察・レポート・発表、考査等の結果をもとに、生徒の変容を知る資料とする。さらに、卒業後についても随時、進路状況等の調査を行い参考資料とする。
- イ 教員に対して、本校のSSH研究開発状況及び大学等との連携について年1回調査を行い、本事業への意識の向上を促す。また、年次ごとに期待される成果等についてアンケート調査を実施し、事業の改善のための資料とする。
- ウ 保護者、大学、研究機関、企業等に対して事業ごとにアンケート調査を実施し、連携や支援のあり方等を検証する資料とする。
- エ 名古屋市立高等学校、愛知県内のSSH実施校と交流会を実施し、意見交換を行う。公開授業を随時行い参加者に対するアンケート調査を実施し、参考資料とする。

7 実践および結果の概要

(1) 学校設定科目「SS数学」

理科の指導内容に合わせて「SS数学」の単元・項目を選定し、配列した。物理などで指導上必要となる数学的知識について、数学科での指導の継続性・関連性を検討した。

第2学年では、各単元の終了ごとに、その単元に関連した発展的応用的な項目を発展講座として指導した。特に、数学の持つ特徴のうち「一般化」「拡張」に関する事項を取り上げた。

平面上のベクトルでは、「重心・内心・外心・垂心を統一的に捉える」、数列では、「漸化式の解法を系統的に考え直す」、空間ベクトルでは、「空間における直線・平面・円の表現について」、行列では、「行列のN乗についての考察」を扱った。

第3学年では、Part 1として、『複素数平面』をテーマに、四則計算を図形でとらえる、曲形式表示とド・モアブルの定理、 n 乗根などを扱った。Part 2として、高校3年間で学習した内容の発展として、3次方程式の解の公式、関数のグラフと面積、三角形の五心のベクトル表示などについて扱った。

(2) 学校設定科目「SS物理」

物理Ⅰ、物理Ⅱの各分野を系統的に再編し、基礎から応用に至るまで各単元の関連性を考慮しながら指導を行った。特に、物理学を学ぶ上では欠くことのできない微積の概念を、歴史的背景を交えな

が積極的に取り入れたことにより、自然現象を数学的に記述することの必要性和その意義は理解できたと考える。また、プロジェクターを用いて動画を多く取り入れたことや、外部講師の方による発展的内容の講義により、生徒の興味関心の幅を広げ、理解をさらに深めることができた。

(3) 学校設定科目「SS化学」

【第2学年】

ア 仮説を立てる中和滴定

2週間教室の窓辺に放置した市販の食酢の酸濃度を滴定によって求める実験を行った。「水のみ蒸発する」という生徒の予想に反し、酸の濃度は低いという結果が出た。

イ 学級通信シリーズ「科学偉人伝」

科学者が歴史に翻弄されたり、物質や法則との運命的な出会いがあったりしたこと、そして、生徒たちに研究というものにどう向き合うべきかを学ばせる効果を狙った。

ウ 課題研究を意識した授業

強酸の扱い方や、必要な溶液の調整方法の説明を無機化学分野に先行して学習した。器具の使い方や操作方法の必要性を指導した。

【第3学年】

ア 自然界の物質や工業製品との関連付け

無機物質、有機化合物について、それぞれの物質の特徴や性質をできる限り身のまわりの自然界の物質や、工業製品と関連付けて解説するなどした。

イ 発展的内容について

各単元において、普通クラスよりも内容を掘り下げ、理論的な理解が深まるよう工夫した。油脂・セッケン分野では大学教員の界面現象についての特別講義を受けたりした。

(4) 学校設定科目「SS生物」

第1学年で履修した「生物Ⅰ」を基礎として、従来の「生物Ⅱ」においても取り扱われている発展的内容を、効果的に盛り込んだ。最新研究の動向も生徒の学習段階・理解力に合わせて紹介することによって、効果的な理解と知識の定着が図られた。特に、「遺伝情報とその発現」、「タンパク質とその機能」については、「生物Ⅰ」と「生物Ⅱ」を再編した学習内容を展開した。また、要所に実験を実施することによって、生物学への興味・関心の高まりと探究心が深まった。実験としては、ニワトリの脳の観察、グリセリン筋の収縮実験、ソルダリアを用いた組換え価の考察実験を行った。

(5) 学校設定科目「SS地球科学」

「地学Ⅰ」および「地学Ⅱ」の内容をベースに、地球科学のトピックスの中で、多角的な視点をもつものを精選し、批判的なものの見方や物事の本質に迫るアプローチを行った。また、名古屋市科学館において、プラネタリウムの鑑賞とともに天文分野の学芸員による特別講義を受けた。

(6) 学校設定科目「SS英語」

第2学年の授業では大きく分けて、自然科学に関する英文講読、パラグラフライティング指導、プレゼンテーション指導などの内容と、特別講義として「Common poisonous foods and plants」を行った。

第3学年では、「課題研究」論文要旨の英語プレゼンテーションの準備・実践活動、英語運用能力向上のための基礎学習、英文自然科学論文講読などを行い、教科横断や国際性を意識した授業を展開した。

(7) 学校設定科目「SS教養」

(前期) 全7コマの授業のうち、5コマは食生活の問題点などを取り上げ、健康について考えさせた。また、化学と関連づけて、栄養素の説明、栄養価の計算などを行った。残りの2コマは調理実習にあて、食品の特徴などを具体的に理解させた。

(後期) 全16コマの授業のうち、6コマを思想の源流の学習に、5コマを明治以降現代までの概

略の歴史の学習に充て、残る5コマでグローバル化する現代社会の諸問題を適正規模の視点で考察した。意見交換を通じて何よりも相手の意見を聞く能力の重要性を理解させた。

(8) 学校設定科目「課題研究Ⅰ」

第2学年に1クラス設定したSSクラス所属の生徒が、1単位の学校設定科目として履修する。生徒に論理的思考能力や主体的に研究に取り組む姿勢と意欲を形成するためには、体験に裏付けられた自然科学研究の活動が不可欠であると考え、前期の「プレ講座」と後期の「課題研究」の2つの柱立てで実施した。課題研究は、2～4名のグループで研究を行った。研究グループ内で考え方や方法、結果の解釈、発表方法等について、ディスカッションする機会を適宜設定した。こうすることで、より深い理解とプレゼンテーション能力の向上が得られることを目標に指導を展開した。

(9) 学校設定科目「課題研究Ⅱ」

11の研究テーマでのグループ研究を、第2学年から継続して行った。論文の作成、学校内外での発表や自然科学・科学技術系コンテストへの論文投稿を通じて、生徒にプレゼンテーションの能力や考察力、また論理的に論文を構成する力を養うことを目標とした。成果としては、第55回日本学生科学賞の文部科学大臣賞（「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」研究班）、第3回坊っちゃん科学賞研究論文コンテストの優良入賞（「結び目理論」研究班）、等の入賞があり、多くの高い評価を得ることができた。

(10) 「総合的な学習の時間」

第1学年の「総合的な学習の時間」では探究基礎という名称で、前期に幅広い分野の内容を扱った実験中心の学習を行い、後期から自らの興味・関心のある分野について1つのテーマを選び、仮説・実験・検証を繰り返しながら研究発表を行った。発表の形式は、ポスターによるグループ発表、パワーポイントによるクラス発表、クラス代表による体育館発表とした。

(11) フィールドワーク

ア 核融合科学研究所研修

日程 8月12日（金）

参加者 参加生徒26名、引率2名

研修内容 核融合概要説明、所内見学、3つのグループでの実習

イ 名古屋市科学館研修

日程 12月20日（火）

参加者 参加生徒101、引率4名

研修内容 館内見学、プラネタリウム鑑賞

(12) SSリサーチⅠ（平成23年5月19日）

【第2学年】 「ため池のカメから見る生物多様性と外来生物問題」

淡水カメの生態と行動を専門とする、愛知学泉大学コミュニティ政策学部の矢部隆教授を講師として迎え、「ため池のカメから見る生物多様性と外来生物問題」と題して、ため池で捕獲されたカメの調査と池周囲での生物のルートセンサスを、SSクラスに在籍する生徒30名で実施した。実施日は平成23年5月19日（木）で、調査活動場所は愛知県大府市横根町名高山の二ツ池とした。採集された生物から、生物多様性と人間社会とのかかわりについて講義を受け、外来生物問題や生物多様性のもつ意味について、実体験を伴う形で考える機会を作った。事後には特別に許可を得て採取した生物の観察会を行い、班ごとにポスターを作成し、野外フィールドでの調査・観察活動の成果をまとめた。

【第3学年】 「企業見学と博物館研修から自然科学研究をより深く考えよう」

午前には、株式会社ヤマザキマザック美濃加茂製作所を訪問し、講義と見学を通して、工作機械の仕組みとその工業的役割と利用分野を中心に学んだ。質疑応答を適宜できるよう10名程度のグルー

プ単位で見学する展開にすることで、より身近な体験として工作機械の仕組みやはたらきを見ることができた。音・匂いも含めて工作機械の存在を肌で感じることにより、産業界におけるその重要性を認識することができた。

午後には、瑞浪市化石博物館を訪問した。博物館の教育機関としての役割と、学芸員としての社会的立場からの役割についても話を聞く機会となった。展示資料の解説と発掘された化石から何がわかるのかについて解説の後、野外実習地において化石採集体験を実施した。

どちらの訪問も、将来の研究者・技術者を目指す生徒へ向けて、産業と生命科学について幅広い見識を持つために有益な経験の場とすることができた。

(13) SSリサーチⅡ (夏季休業中)

ア 物理コース

テーマ：「メカトロニクスとデジタル情報処理ーそのソフトとハードー」

名古屋工業大学 創成シミュレーション工学

- (ア) 1日目、メカトロニクスとデジタル情報処理についての講義、
デジタル回路の設計演習と製作実習
- (イ) 2日目、プログラマブルロジック回路とマイクロコンピュータ情報処理とメカトロニクスの講義、
マイコンプログラム作成演習、ソフトによる機械の制御とその特性の検討

イ 化学コース

テーマ：「環境に優しいものづくりプロセス」

名古屋大学 エコトピア科学研究所

3日間の日程で講義、実験、データ整理、プレゼン資料作成、発表会を行った。高度な内容を含むものの、詳しい説明と手厚い指導で円滑に実習を進めることができた。教官・TAとも距離が近く、リラックスした雰囲気の中、活発な議論をすることができ、充実した講座となった。

ウ 生物コース1

テーマ：「脳内出血モデル動物の作製と解析」

名古屋市立大学大学院医学研究科 生体情報・機能制御医学専攻 脳神経生理学分野

- (ア) 講義「どうしてモデル動物ができるのか」
- (イ) 実験1「脳内出血モデル動物の作製」
- (ウ) 実験2「行動評価～なぜ動物の行動に実験処理の効果が現れるのか」
- (エ) 実験3「脳内出血モデル動物からの脳の取り出しと薄切標本の作製・顕微鏡観察」
- (オ) 総括(成果のまとめ：実験結果よりわかったこと,感想など)

脳疾患の代表的病気である脳内出血モデル動物を、ラットを用いて作製した。脳内出血をおこしたラットの実際の行動観察を通じ、その病態を分析した。また、脳の神経細胞を可視化する手法やその原理を理解しながら、神経細胞と運動機能との関連性について考察し、論理的な思考能力や議論する力を養うことができた。

エ 生物コース2

テーマ：「ES細胞、iPS細胞から作成した神経幹細胞の分化の観察」

名古屋市立大学大学院医学研究科 分子神経生物学

- (ア) 講義「マウスES細胞から作製した神経幹細胞の分化の観察」
- (イ) マウスの神経幹細胞の培養
- (ウ) 免疫染色
- (エ) 結果と考察(蛍光顕微鏡による観察から)

講義においては、生徒たちがわからない点について引率教員が、未履修である内容について質問して、講師に補足的な説明を加えてもらい生徒たちの理解を深めることができた。また、生徒達も活発に質問をして、内容を十分に把握してから実習に入ることができたので、実験操作の意味をしっかりと理解しながら進めることができた。

オ 地学コース

テーマ：「GPSと重力・地震波で地下構造を知る～屈折法実験～」

名古屋大学大学院 環境学研究科

第1日目に、GPSによる位置の決定と標高による重力の変化を調べた。第2日目に、屈折法実験により、地下構造を調べた。測定結果のグラフ化や、近似計算、補正などについて多くのことを学んだ。

(14) SSリサーチⅢ (平成23年10月13日)

日本の製造業を支える鉄製品の製造工程を見学することにより、科学技術の基幹部分について理解を深めさせる。また、高校で学ぶ化学、地理の学習内容について製造の現場を見ることによってより深い理解を促す。

ア 実施概要

受講生徒：第2学年 SSクラスに在籍する生徒30名

日程：平成23年10月13日(木) 14時30分～17時00分

研修訪問先：JFEスチール株式会社 西日本製鉄所 倉敷地区

イ 事前指導

製鉄やJFEスチール株式会社概要等の事前レポート作成を行った。また地理AにおいてJEFスチール(株)西日本製鉄所を含むこの地域の臨海工業地域の立地、原材料の輸入・流通・鉄の製錬・鉄の物性等について学習した。

ウ 実施当日

JFEスチール西日本製鉄所倉敷地区の概要の説明を受けた後、バスで敷地内を移動しながら見学した。鋼板向けの圧延素材を圧延する工程が行われる厚板工場を主に見学した。その後再び見学センターに戻り、活発に質疑応答を行った。

エ 事後学習

地理の授業において、研修内容を整理し確認した。SS化学の授業では、その後「酸化と還元」、「無機化学」「化学Ⅱ 材料の化学」の分野で鉄の性質および製鉄について学習を深めた。

(15) SSリサーチⅣ (SS研修旅行、平成23年3月21日～23日)

平成23年3月21日から23日までの日程で、2年生SSクラスを対象に実施した。1日目は橿原考古学研究所附属博物館、紀州備長炭振興館、2日目は近畿大学水産研究所、南方熊楠記念館、京都大学紀伊大島実験所、3日目はくじらの博物館、シャープ亀山工場を訪れた。研修地の選定にあたっては、その土地の特色が十分に活かされており、かつ分野の偏りがなく多方面から知的好奇心が刺激されるよう工夫した。いずれの研修地でも担当者から丁寧な説明を受け、様々な分野の本質に触れることで生徒たちは新たな発見し、また、ひとつの事柄に隠れている多くの背景を知ること、物事を様々な角度からとらえる姿勢を得ることができた。

(16) SSトライアルⅠ (平成23年7月11日)

化学への興味・関心を引きつけるため講座名を柔らかく「マル・マル・モリ・モリ みんな学ぶよ いきものピカピカどうして光るかな & CMS! 不思議! 君の! 頭の中〜ジャンジャン溢れる好奇心? 化学マジックショー〜♪」と題して、本校化学講義室・化学実験室において実施された。

限られた時間の中で多くの内容を含んでいたが、適宜説明や質疑応答を交えながら進行した。現象を観察した後に解説を加えることで、興味を最大限に引き出し効果的に理解を深めることができた。

(17) SSトライアルⅡ (平成24年1月25日)

テーマ：「Lifestyle related disease」

名古屋大学大学院 医学研究科

外国人を講師として招き、国際理解を深め、英語を聞く、理解する、話す力を養うことなどを目標として実施した。事前学習でキーワードの理解をし、講師の研究についても調べた。講義では、講師の出身地の紹介や生活習慣病、研究対象の腎臓病についての説明を受けた。また、その後顕微鏡観察を行った。研究者を身近に感じるとともに、国際性を高めることができた。

(18) 講演会Ⅰ（世界脳週間2011講演会、平成23年5月18日）

テーマ： 「脳のはたらきを支えるグリア細胞」

名古屋市立大学大学院 医学研究科 浅井 清文 教授

(19) 講演会Ⅱ（最先端科学分野講演会、平成23年10月14日）

テーマ： 「*Homo domesticus*からの脱出？」

浜松医科大学 針山 孝彦 教授

(20) 科学部の活動

科学部の活動は、定期考査期間を除く平日の授業後と、夏季・冬季休業中、発表会前の休日などに行った。夏季休業中には8月5日（金）～7日（日）の日程で、愛知県東栄町の東栄町森林体験センタースターフォレスト御園にて、天文についての学習と天体観測を行った。

研究した内容は、様々な発表会で表彰されたり、科学の祭典などの会場で一般に発表したりした。

(21) 自然科学・科学技術系発表会

第3学年のSSクラスが行った、今年度の課題研究成果の校外発表は、以下のとおりである。

ア 第6回スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ2011

（名城大学天白キャンパス 7月16日）【主催】名城大学附属高等学校

口頭発表分科会1件（科学部より）、パネルセッションでは6件が発表を行った。研究内容のまとめがついた夏季の発表であった。

イ 2011年度 日本生物教育会（JABE）第66回全国大会 愛知大会

（名城大学天白キャンパス 8月3日～4日）【主催】日本生物教育会

生徒研究発表の部門として、「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」の研究班が口頭発表とポスター発表を、「名古屋のため池と外来生物 ～池干しによる駆除効果について～」の研究班がポスター発表を行った。

ウ 平成23年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

（神戸国際展示場 8月11日～12日）【主催】文部科学省・（独）科学技術振興機構

3年生課題研究「ハツカダイコンの子葉に見られるアポトーシス」の研究班がポスター発表に参加した。多くの参加者との質疑応答を経て、生徒は研究への理解をさらに深め、課題を明らかにすることができた。

エ 静岡県立大学 創立25周年記念事業「高校生による自然科学研究成果発表会」（静岡県立大学看護学部棟 8月12日）【主催】静岡県立大学

「黒豆から抽出した色素と金属イオンの関係」の研究班がポスター発表と口頭発表を行った。積極的な研究姿勢が評価され、優秀プレゼンテーション賞を受賞することができた。

オ マス・フェスタ（数学生徒研究発表会）（ドーンセンター 8月27日）【主催】大阪府立大手前高等学校

「結び目理論」の研究班の3名がポスター発表と口頭発表を行った。数学分野に強い関西圏のSSH校に対して、自分たちの独自の理論を積極的にアピールすることができた。

カ 高校生による科学の祭典2011（名古屋市科学館 10月30日）【主催】名古屋市科学館

「ガラスにできる亀裂の研究」（口頭・ポスター）、「黒豆から抽出した色素と金属イオンの関係」（口頭・ポスター）、「名古屋のため池と外来生物 ～池干しによる駆除効果について～」（ポスター）、「太陽活動と地磁気の関係」（口頭・ポスター）の4件の課題研究の研究班が発表を行った。積極的な研究姿勢が評価され、奨励賞として表彰された。

(22) 論文応募・科学オリンピック

ア 論文応募

	平成23年度
第55回日本学生科学賞愛知県展 【主催】読売新聞	3件応募 最優秀賞（名古屋市会議長賞）1件

	「ゼニゴケの無性芽における表裏の分化について」(SSクラス) 優秀賞(名古屋市教育委員会賞) 1件 「パルスジェットとは!?!」(科学部) ※「ゼニゴケの無性芽における表裏の分化について」は、上位大会の第55回日本学生科学賞にて「文部科学大臣賞」を受賞
第9回ジャパン・サイエンス&エンジニアリング・チャレンジ(JSEC2011)【主催】朝日新聞社	1件応募
第55回全国学芸サイエンスコンクール【主催】旺文社	3件応募
第10回全国高校生理科・科学論文大賞【主催】神奈川大学	2件応募
第6回「科学の芽」賞【主催】筑波大学	2件応募 奨励賞1件「ガラスにできる亀裂の研究」
第3回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト【主催】東京理科大学・理窓会	1件応募 優良入賞1件「結び目理論」

イ 科学オリンピック等

	平成23年度
物理チャレンジ	1名参加
化学グランプリ	50名参加(東海支部長賞受賞2名)
生物チャレンジ	17名参加
情報オリンピック	1名参加
U-20プログラミング・コンテスト	1名(経済産業大臣賞受賞)
第1回科学の甲子園	6名参加
合 計	76名

(23) 平成23年度SSH事業成果報告会

以下の内容でSSH事業の成果を外部に対して報告した。

- ア 公開授業(1年「総合的な学習の時間」調査研究分野、実験観察分野)
- イ 公開授業(2年SSクラス、3年SSクラス「SS英語」)
- ウ 開会行事、全体会
- エ 課題研究成果発表会、講師講評
- オ ポスター発表
- カ SSH事業報告会
- キ SSH運営指導委員会

(24) 名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会(平成23年7月24日)

本校と名古屋市教育委員会との合同での試みで、名古屋市立高校の生徒及び教職員、特に、自然科学系部活動の部員や指導者、理科担当教員などを対象に、本校地学教室において実施した。本校はじめ名古屋市立高校6校より生徒44名、教員9名、名古屋市立中学校より生徒9名、教員1名の参加があった。

本校のSSH事業の取り組みを他校に紹介するよい機会となった。また、各校の活動内容を発表することで、アイデアを出し合ったり、情報交換し合ったりと、生徒どうしの交流ができた。

2章 研究開発結果

1 学校設定科目「SS数学」

(1) 対象および時間数

ア 対象学年、クラス

第2学年SSクラス30名

第3学年SSクラス34名

イ 従来の科目との関連、単位数（前年同様）

第2学年では「数学Ⅱ」4単位、「数学B」2単位、「SS数学」1単位

第3学年では「数学Ⅲ」4単位、「数学C」2単位、「SS数学」1単位

「SS数学」は指導の継続性を考慮しながら「数学B」「数学C」と授業時間帯を一体化し、発展講座・特別講義を加えて新たな科目として設定した。

(2) 仮説

基礎的な事項と発展的な内容を扱うことにより、多角的なものの見方や数学的に解釈する力や表現する力を養うことができる。

理科で必要となる数学の知識・技法を扱うことにより、理科・数学への理解が深まる。

(3) 内容・方法

ア 理科との連携

理科の指導内容に合わせて平面ベクトルの導入を早期に実施した。物理などで必要となる数学的知識について、数学科での指導の継続性・関連性などを検討した。

イ 発展講座

各学年、発展的応用的な項目を発展講座として指導した。

[第2学年]

各単元の終了ごとに、その単元の内容をより深く理解できるよう以下の項目を取り上げた。主な内容は

講座①ベクトル

- ・位置ベクトルの表す点の存在範囲について

講座②漸化式の有用性

- ・円周率を求める
- ・平方根を計算する

講座③空間における直線・平面・円の表現について

- ・平面と平面の交点の集合としての直線
- ・空間における円の媒介変数表示

講座④固有値について

- ・固有値の計算とその意味
- ・行列のn乗についての考察

[第3学年]

Part 1として、『複素数平面』をテーマに、四則計算を図形でとらえる、極形式表示とド・モアブルの定理、n乗根などを扱った。Part 2として、高校3年間で学習した内容の発展として、3次方程式の解の公式、関数のグラフと面積、三角形の五心をベクトル表示することなどを扱った。

		数学C	SS数学・発展講座
前期	4月	行列	Part1 複素数平面 極形式 など
	9月	式と曲線	
後期	10月		Part2 3次方程式の解の公式 定積分を用いた面積計算など
	3月		

ウ 評価方法

通常の考査では数学の持つ面白さや素晴らしさの理解がどの程度進んだかを測ることは困難であると判断し、自ら課題に取り組む態度や友人たちと協力して問題解決にあたる姿勢を養うことを目的として、以下の2点により評価をした。

- ・「研究課題」のレポート提出
- ・数学的なものの見方に関する文章を読ませ、感想文を書かせた。

(4) 検証

ア 第2学年 SS数学

4月と11月に「数学に関するアンケート」を実施し、意識調査を行った。

(ア) 数学に関するアンケート調査

調査時期	平成23年4月
調査対象	第2学年 SSクラス 30名
質問項目に対する回答	肯定層 ①強くそう思う ②どちらかと言えばそう思う 中間層 ③どちらとも言えない 否定層 ④どちらかと言えばそうではない ⑤そう思わない

1 数学は好きですか？

		①	②	③	④	⑤
数学が好きである。	H23.4 実施	53.3%	26.7%	10.0%	3.3%	6.7%
		肯定層 80.0%			否定層 10.0%	

2 「数学」に対してどのような印象を持っていますか？

		①	②	③	④	⑤
① 「数学」は論理の流れが整然としているものである。	H23.4 実施	24.1%	51.7%	24.1%	0.0%	0.0%
		肯定層 75.8%			否定層 0.0%	
② 「数学」の論理の流れに美しさやすばらしさを感じる。	H23.4 実施	20.7%	37.9%	27.6%	13.8%	0.0%
		肯定層 58.6%			否定層 13.8%	
③ 「数学」は応用範囲が広い学問だと思う。	H23.4 実施	51.7%	37.9%	6.9%	0.0%	3.4%
		肯定層 89.6%			否定層 3.4%	
④ 「数学」が日常生活や科学技術の進歩に役立っていると感じることがある。	H23.4 実施	13.8%	48.3%	31.0%	6.9%	0.0%
		肯定層 62.1%			否定層 6.9%	
⑤ 与えられた課題（問題）に対して計算をして答えるものが「数学」だと思う。	H23.4 実施	13.8%	13.8%	24.1%	24.1%	24.1%
		肯定層 27.6%			否定層 48.2%	
⑥ 「数学」は理屈ばかりで堅く感じる。	H23.4 実施	6.9%	13.8%	17.2%	24.1%	37.9%
		肯定層 20.7%			否定層 62.0%	

3 あなた自身のことについてお聞きします。

		①	②	③	④	⑤
⑦物事の「理屈」「仕組み」や「構造」を知りたいと思う。それが分かるとうれしい。	H23.4 実施	56.7%	30.0%	10.0%	3.3%	0.0%
		肯定層 86.7%			否定層 3.3%	
⑧ 難しい課題を何日も粘って考えたことがある。	H23.4 実施	16.7%	43.3%	16.7%	13.3%	10.0%
		肯定層 60.0%			否定層 23.3%	
⑨ 自分はコツコツと努力を積み上げることができるほうであると思う。	H23.4 実施	6.7%	26.7%	20.0%	30.0%	16.7%
		肯定層 33.4%			否定層 46.7%	

⑩ 数学を学習していて面白いと感じたことがある。	H23.4 実施	70.0%	23.3%	0.0%	6.7%	0.0%
		肯定層 93.3%			否定層 6.7%	
⑪ 自分は発想が豊かなほうだと思う。	H23.4 実施	0.0%	16.7%	46.7%	20.0%	16.7%
		肯定層 16.7%			否定層 36.7%	
⑫ 一つのことが分かるとそれを他のものにも使ってみようと思う	H23.4 実施	13.3%	56.7%	20.0%	10.0%	0.0%
		肯定層 70.0%			否定層 10.0%	
⑬ 「解答（解法）」は一通りではなく色々と考えてみるほうである。	H23.4 実施	13.3%	23.3%	40.0%	13.3%	10.0%
		肯定層 36.6%			否定層 23.3%	
⑭ 他の科目の授業と比較して数学は与えられた課題（問題）の解答が計算で一通りだけ求められるところが気持ちよいと思う。	H23.4 実施	46.7%	20.0%	10.0%	16.7%	6.7%
		肯定層 66.7%			否定層 23.4%	
⑮ 将来、数学を活用できる職業に就きたいと思う。	H23.4 実施	3.3%	40.0%	36.7%	13.3%	6.7%
		肯定層 43.3%			否定層 20.0%	

4 「SS数学」の授業についてお尋ねします。

		①	②	③	④	⑤
⑯ 教科書以外の高度な内容まで学習するとよいと思う。	H23.4 実施	40.0%	36.7%	23.3%	0.0%	0.0%
		肯定層 76.7%			否定層 0.0%	
⑰ まずは教科書レベルの内容を確実に学習するとよいと思う。	H23.4 実施	50.0%	33.3%	10.0%	3.3%	3.3%
		肯定層 83.3%			否定層 6.6%	
⑱ 「数学」がどのように使われているか、その応用例を知りたいと思う。	H23.4 実施	50.0%	40.0%	10.0%	0.0%	0.0%
		肯定層 90.0%			否定層 0.0%	

調査時期 平成23年11月

調査対象 第2学年 SSクラス 30名

質問項目に対する回答 肯定層 ①強く思う ②どちらかと言えば思う

中間層 ③どちらとも言えない

否定層 ④どちらかと言えばそうではない ⑤そう思わない

1 数学は好きですか？

		①	②	③	④	⑤
数学が好きである。	H23.11 実施	36.7%	36.7%	16.7%	6.7%	3.3%
		肯定層 73.4%			否定層 10.0%	

2 「数学」に対してどのような印象を持っていますか？

		①	②	③	④	⑤
① 「数学」は論理の流れが整然としているものである。	H23.11 実施	40.0%	50.0%	3.3%	6.7%	0.0%
		肯定層 90.0%			否定層 6.7%	
② 「数学」の論理の流れに美しさやすばらしさを感じる。	H23.11 実施	26.7%	50.0%	20.0%	0.0%	3.3%
		肯定層 76.7%			否定層 3.3%	
③ 「数学」は応用範囲が広い学問だと思う。	H23.11 実施	46.7%	33.3%	16.7%	0.0%	3.3%
		肯定層 80.0%			否定層 3.3%	

④ 「数学」が日常生活や科学技術の進歩に役立っていると感じることがある。	H23.11 実施	6.7%	43.3%	36.7%	13.3%	0.0%
		肯定層 50.0%			否定層 13.3%	
⑤ 与えられた課題（問題）に対して計算をして答えるものが「数学」だと思う。	H23.11 実施	0.0%	16.7%	16.7%	40.0%	26.7%
		肯定層 16.7%			否定層 66.7%	
⑥ 「数学」は理屈ばかりで堅く感じる。	H23.11 実施	0.0%	23.3%	13.3%	40.0%	23.3%
		肯定層 23.3%			否定層 63.3%	

3 あなた自身のことについてお聞きします。

		①	②	③	④	⑤
⑦物事の「理屈」「仕組み」や「構造」を知りたいと思う。それが分かるとうれしい。	H23.11 実施	56.7%	30.0%	6.7%	6.7%	0.0%
		肯定層 86.7%			否定層 6.7%	
⑧ 難しい課題を何日も粘って考えたことがある。	H23.11 実施	16.7%	36.7%	20.0%	23.3%	3.3%
		肯定層 53.4%			否定層 26.6%	
⑨ 自分はコツコツと努力を積み上げることができるほうであると思う。	H23.11 実施	0.0%	30.0%	26.7%	33.3%	10.0%
		肯定層 30.0%			否定層 43.3%	
⑩ 数学を学習していて面白いと感じたことがある。	H23.11 実施	50.0%	43.3%	3.3%	0.0%	3.3%
		肯定層 93.3%			否定層 3.3%	
⑪ 自分は発想が豊かなほうだと思う。	H23.11 実施	3.3%	16.7%	36.7%	26.7%	16.7%
		肯定層 20.0%			否定層 43.3%	
⑫ 一つのことが分かるとそれを他のものにも使ってみようと思う	H23.11 実施	13.3%	43.3%	30.0%	10.0%	3.3%
		肯定層 56.6%			否定層 13.3%	
⑬ 「解答（解法）」は一通りではなく色々と考えてみるほうである。	H23.11 実施	6.7%	10.0%	50.0%	30.0%	3.3%
		肯定層 16.7%			否定層 33.3%	
⑭ 他の科目の授業と比較して数学は与えられた課題（問題）の解答が計算で一通りだけ求められるところが気持ちよいと思う。	H23.11 実施	30.0%	26.7%	20.0%	16.7%	6.7%
		肯定層 56.7%			否定層 23.4%	
⑮ 将来、数学を活用できる職業に就きたいと思う。	H23.11 実施	0.0%	26.7%	33.3%	36.7%	3.3%
		肯定層 26.7%			否定層 40.0%	

4 「SS数学」の授業についてお尋ねます。

		①	②	③	④	⑤
⑯ 教科書以外の高度な内容まで学習するとよいと思う。	H23.11 実施	36.7%	43.3%	10.0%	10.0%	0.0%
		肯定層 80.0%			否定層 10.0%	
⑰ まずは教科書レベルの内容を確実に学習するとよいと思う。	H23.11 実施	43.3%	36.7%	13.3%	0.0%	6.7%
		肯定層 80.0%			否定層 6.7%	
⑱ 「数学」がどのように使われているか、その応用例を知りたいと思う。	H23.11 実施	26.7%	40.0%	26.7%	3.3%	3.3%
		肯定層 66.7%			否定層 6.6%	

＜アンケート結果より＞

質問項目別に4月と11月の肯定層の数値を比較し特徴的なことを以下のように列挙した。

- ・質問項目②について
58.6%（4月）→76.7%（11月）という増加は今までの学年では無いことである。否定層も13.8%（4月）→3.3%（11月）へと減少している。質問項目⑤の否定層が48.2%（4月）→66.6%（11月）と増加していることを見ても「数学」と受験数学を区別する考え方が育ってきているようだ。
- ・質問項目⑬について
70.0%（4月）→56.6%（11月）と減少。質問項目⑬についても36.6%（4月）→16.7%（11月）と減少し、質問項目⑮も43.3%（4月）→26.7%（11月）へと減少している。これは他の学年についても同様の変化が見られた。ハイレベルの内容に対する反応なのか？「数学」を自分のものとして捉えるまでには至っていない。
- ・質問項目⑱について
90.0%（4月）→66.7%（11月）と減少した。他学年では増加しているが、この学年は減少している。いずれにしても数学の実用的な応用例を、知りたいという声は多い。

イ 第3学年 SS数学

生徒に対し、数学に関するアンケートを第2学年時の11月、第3学年時の11月の2回実施し、数学に関する意識を追跡調査した。また、4月と9月に行われた校内実力考査の小問（標準レベルの問題）の正答率をSSクラスと普通クラスに分けて比較を行った。

(ア) 数学に関するアンケート調査

調査時期	平成22年11月（2年時）、平成23年11月の計2回
調査対象	平成23年度第3学年 SSクラス 34名
質問項目に対する回答	肯定層 ①強く思う ②どちらかと言えば思う 中間層 ③どちらとも言えない 否定層 ④どちらかと言えばそうではない ⑤そう思わない

1 数学は好きですか？

		①	②	③	④	⑤
数学が好きである。	H22.11 実施	21.2%	45.5%	21.1%	6.1%	6.1%
		肯定層 66.7%			否定層 12.2%	
	H23.11 実施	29.3%	35.5%	22.3%	0.0%	12.9%
		肯定層 64.8%			否定層 12.9%	

2 「数学」に対してどのような印象を持っていますか？

		①	②	③	④	⑤
① 「数学」は論理の流れが整然としているものである。	H22.11 実施	39.4%	48.5%	6.1%	3.0%	3.0%
		肯定層 87.9%			否定層 6.0%	
	H23.11 実施	37.9%	44.8%	10.4%	6.9%	0.0%
		肯定層 82.7%			否定層 6.9%	
② 「数学」の論理の流れに美しさやすばらしさを感じる。	H22.11 実施	21.2%	54.5%	18.3%	3.0%	3.0%
		肯定層 75.7%			否定層 6.0%	
	H23.11 実施	34.5%	31.0%	17.3%	10.3%	6.9%
		肯定層 65.5%			否定層 17.2%	
③ 「数学」は応用範囲が広い学問だと思う。	H22.11 実施	57.6%	33.3%	6.1%	3.0%	0.0%
		肯定層 90.9%			否定層 3.0%	
	H23.11 実施	63.3%	16.7%	13.3%	6.7%	0.0%
		肯定層 80.0%			否定層 6.7%	
④ 「数学」が日常生活や科学技術の進歩に役立っていると感じることもある。	H22.11 実施	36.4%	39.4%	18.1%	6.1%	0.0%
		肯定層 75.8%			否定層 6.1%	
	H23.11	41.4%	13.8%	24.1%	17.2%	3.5%

	実施	肯定層 55.2%			否定層 20.7%	
⑤ 与えられた課題(問題)に対して計算をして答えるものが「数学」だと思う。	H22.11 実施	6.1%	30.3%	36.3%	15.2%	12.1%
		肯定層 36.4%			否定層 27.3%	
	H23.11 実施	6.9%	24.1%	31.1%	17.2%	20.7%
		肯定層 31.0%			否定層 37.9%	
⑥ 「数学」は理屈ばかりで堅く感じる。	H22.11 実施	0.0%	27.3%	24.2%	30.3%	18.2%
		肯定層 27.3%			否定層 48.5%	
	H23.11 実施	10.3%	17.2%	31.1%	27.6%	13.8%
		肯定層 27.5%			否定層 41.4%	

3 あなた自身のことについてお聞きます。

		①	②	③	④	⑤
⑦ 物事の「理屈」「仕組み」や「構造」を知りたいと思う。それが分かるとうれい。	H22.11 実施	51.5%	42.4%	6.1%	0.0%	0.0%
		肯定層 93.9%			否定層 0.0%	
	H23.11 実施	64.5%	35.5%	0.0%	0.0%	0.0%
		肯定層 100.0%			否定層 0.0%	
⑧ 難しい課題を何日も粘って考えたことがある。	H22.11 実施	24.2%	36.4%	18.2%	9.1%	12.1%
		肯定層 60.6%			否定層 21.2%	
	H23.11 実施	26.7%	20.0%	20.0%	20.0%	13.3%
		肯定層 46.7%			否定層 33.3%	
⑨ 自分はコツコツと努力を積み上げることができるほうであると思う。	H22.11 実施	3.0%	48.5%	21.2%	18.2%	9.1%
		肯定層 51.5%			否定層 27.3%	
	H23.11 実施	6.5%	29.0%	16.1%	32.3%	16.1%
		肯定層 35.5%			否定層 48.4%	
⑩ 数学を学習していて面白いと感じたことがある。	H22.11 実施	50.0%	47.2%	0.0%	2.8%	0.0%
		肯定層 97.2%			否定層 2.8%	
	H23.11 実施	51.6%	29.0%	12.9%	6.5%	0.0%
		肯定層 80.6%			否定層 6.5%	
⑪ 自分は発想が豊かなほうだと思う。	H22.11 実施	3.0%	33.3%	27.3%	27.3%	9.1%
		肯定層 36.3%			否定層 36.4%	
	H23.11 実施	6.5%	9.7%	38.6%	32.3%	12.9%
		肯定層 16.2%			否定層 45.2%	
⑫ 一つのことが分かるとそれを他のものにも使ってみようと思う。	H22.11 実施	30.3%	45.5%	21.2%	3.0%	0.0%
		肯定層 75.8%			否定層 3.0%	
	H23.11 実施	25.8%	38.7%	19.3%	9.7%	6.5%
		肯定層 64.5%			否定層 16.2%	
⑬ 「解答(解法)」は一通りではなく色々と考えてみるほうである。	H22.11 実施	3.0%	45.5%	36.4%	12.1%	3.0%
		肯定層 48.5%			否定層 15.1%	
	H23.11 実施	16.1%	16.1%	38.8%	16.1%	12.9%
		肯定層 32.2%			否定層 26.0%	
⑭ 他の科目の授業と比較して数学は与えられた課題(問題)の解答が計算で一通りだけ求められるところが気持ちよいと思う。	H22.11 実施	18.2%	33.3%	18.2%	18.2%	12.1%
		肯定層 51.5%			否定層 30.3%	
	H23.11 実施	6.5%	38.7%	25.7%	9.7%	19.4%
		肯定層 45.2%			否定層 29.1%	
⑮ 将来、数学を活用できる職業に就きたいと思う。	H22.11 実施	12.1	18.2%	33.3%	21.2%	15.2%
		肯定層 30.3%			否定層 36.4%	
	H23.11 実施	13.3%	16.7%	23.3%	16.7%	30.0%
		肯定層 30.0%			否定層 46.7%	

4 「SS数学」の授業についてお尋ねます。

		①	②	③	④	⑤
⑩ 教科書以外の高度な内容まで学習するとよいと思う。	H22.11 実施	21.2%	42.4%	24.3%	9.1%	3.0%
		肯定層 63.6%			否定層 12.1%	
	H23.11 実施	16.7%	30.0%	26.6%	20.0%	6.7%
		肯定層 46.7%			否定層 26.7%	
⑪ まずは教科書レベルの内容を確実に学習するとよいと思う。	H22.11 実施	36.4%	33.3%	24.3%	3.0%	3.0%
		肯定層 69.7%			否定層 6.0%	
	H23.11 実施	46.6%	26.7%	10.0%	6.7%	10.0%
		肯定層 73.3%			否定層 16.7%	
⑫ 「数学」がどのように使われているかその応用例を知りたいと思う。	H22.11 実施	33.3%	48.5%	15.2%	3.0%	0.0%
		肯定層 81.8%			否定層 3.0%	
	H23.11 実施	13.3%	46.7%	16.7%	13.3%	10.0%
		肯定層 60.0%			否定層 23.3%	

<アンケート結果より>

既存の科目に加えて、「SS数学」を設定したことによって、物事の「理屈」「仕組み」や「構造」をより知りたいと思う探求心が強くなった。また、理解することの喜び、楽しさを実感する生徒が増加している。

(イ) 実力考査における正答率の比較

第3学年 SSクラス 34名

普通クラス 319名

第1回実力考査（4月実施）

	SSクラス 正答率	普通クラス 正答率
1 ア 因数分解（数学Ⅰ）	67.6%	50.5%
イ 因数分解（数学Ⅰ）	64.7%	54.5%
2 ウ 2次関数（数学Ⅰ）	94.1%	93.5%
エ 2次関数（数学Ⅰ）	85.3%	84.7%
オ 2次関数（数学Ⅰ）	91.2%	93.5%
カ 2次関数（数学Ⅰ）	85.3%	85.7%
3 キ 場合の数と確率（数学A）	67.6%	80.1%
ク 場合の数と確率（数学A）	23.5%	12.5%
4 ケ 場合の数と確率（数学A）	64.7%	67.3%
コ 場合の数と確率（数学A）	55.9%	55.5%
5 サ 論理と集合（数学A）	50.0%	43.6%
シ 論理と集合（数学A）	17.6%	23.7%
6 ス 式と証明（数学Ⅱ）	5.9%	5.0%
7 セ 対数関数（数学Ⅱ）	38.2%	18.4%
8 ソ 定積分（数学Ⅱ）	38.2%	32.1%
9 タ 数列（数学B）	61.8%	49.8%
10 チ 三角関数（数学Ⅱ）	58.8%	66.4%
ツ 三角関数（数学Ⅱ）	32.4%	26.2%
テ 三角関数（数学Ⅱ）	26.5%	29.9%
ト 三角関数（数学Ⅱ）	23.5%	50.5%

第2回実力考査（9月実施）

		SSクラス 正答率	普通クラス 正答率
1	アイ 式と証明（数学Ⅱ）	91.2%	78.9%
	ウエ 式と証明（数学Ⅱ）	85.3%	69.7%
2	オカキ 不等式（数学Ⅰ）	76.5%	86.2%
	ク 不等式（数学Ⅰ）	76.5%	79.6%
3	ケ 2次方程式（数学Ⅰ）	52.9%	46.1%
4	コ 三角比（数学Ⅰ）	70.6%	77.0%
	サ 三角比（数学Ⅰ）	29.4%	29.6%
5	シ 場合の数と確率（数学A）	79.4%	75.7%
	ス 場合の数と確率（数学A）	44.1%	39.5%
6	セ 場合の数と確率（数学A）	58.8%	75.0%
	ソ 場合の数と確率（数学A）	41.2%	44.7%
7	タ 図形と方程式（数学Ⅱ）	64.7%	61.2%
	チ 図形と方程式（数学Ⅱ）	41.2%	37.5%
8	ツ 三角関数（数学Ⅱ）	79.4%	67.1%
	テ 三角関数（数学Ⅱ）	38.2%	40.1%
9	ト 微分法と積分法（数学Ⅱ）	41.2%	19.7%
	ナ 微分法と積分法（数学Ⅱ）	70.6%	38.2%
	ニ 微分法と積分法（数学Ⅱ）	38.2%	17.1%
10	ヌネノ 空間ベクトル（数学B）	52.9%	46.7%
	ハヒフ 空間ベクトル（数学B）	52.9%	43.4%
11	ヘ 数列（数学B）	61.8%	55.3%
	ホ 数列（数学B）	76.5%	57.2%
	マ 数列（数学B）	58.8%	30.3%

ウ 全体を通じて

- ・物事の仕組みや構造に関して強い関心を持っているものが多い。
- ・数学は応用範囲が広い学問であることを理解しているものは多い。
- ・論理の流れの美しさに素晴らしさを感じはじめている。（2年生）
- ・理解度の確認のための与えられた問題に計算をして答えるものが、数学であると思い込んでいる者は減少している。（2年生）
- ・粘り強く課題に取り組む気持ちを強く持っているものは、多くない。
- ・高度な内容より、まずは基本的な内容の理解を進めようとしている。

エ 今後の課題

- ・SSクラスの編成上生徒の理解度に差があっても、一つのクラスとして授業をせざるをえない。そのため、基本事項も十分時間をかけて、説明する必要がある。
- ・数学がどのような形で社会に貢献しているかを理解させることは、学習意欲を高める上で重要なことである。直接的な例をあげることは難しいが、今後SSクラス以外でも説明できるよう研究をすすめる必要がある
- ・グループ学習の活用は有効である。自ら考えた論理を相手にどのように説明するかを考えることや、他の人のユニークな発想を聞き刺激を受けることは、生徒の学習意欲を増進させる。（2年生）

2 学校設定科目「SS物理」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第2学年 SSクラス30名

第3学年 SSクラス34名のうち、「SS物理」選択生徒の26名

イ 単位数

第2学年 2単位 代替科目は「物理Ⅰ」2単位

第3学年 5単位 代替科目は「物理Ⅰ」1単位、「物理Ⅱ」3単位、
「理科基礎」2単位のうち1単位

(2) 仮説

物理Ⅰ、物理Ⅱを再編し、系統的に学習することで、段階的に知識を積み上げていくことができ、定着の度合いを高めることができる。また、微積分を使った数学的な論理を展開することにより、物理現象を定性的な理解から定量的な理解にまで広げて認識することができ、より論理的な思考力を養うことができる。さらに、プロジェクターを用いた実験動画やアニメーションなどを多く取り入れることや外部講師による発展的内容の講義により、物理への興味と理解を深めることができる。

(3) 内容・方法 (第2学年)

ア 各分野の再編

第2学年の一年間で力学と波の分野を学習した。熱と電気に関しては次年度、物理Ⅰと物理Ⅱの内容を統合して学習する予定である。力学では物理Ⅰの分野に加え、二次元の運動、運動量保存と物体の衝突を学び、物理Ⅱの内容で物理Ⅰと継続的に学習した方が効率が高いと考えられるものを取り入れた。また、力学では微積分の考えを用いた説明を多く取り入れた授業を展開した。授業の中でプロジェクターを用いた実験動画やアニメーションを用いた説明などを多く取り入れた。



イ 発展的内容の導入

12月2日に日本原子力研究開発機構、芹澤弘幸先生を招き、「核燃料研究が拓く機能材料ルネッサンス」というタイトルで一時間ほどの講義をしていただいた。原子力の基礎から、核燃料研究の機能材料の研究への応用、また研究者の生活などについて話していただいた。また12月7日には学習院大学、平野琢也教授と大阪大学、根来誠助教を招き、「量子の世界」というタイトルで二時間ほどの演示実験を含めた講義をしていただいた。量子力学の基礎から、量子暗号、量子コンピュータといった最先端の研究に至るまで、実験や映像を交えた説明を受けた。また、大学の研究室での生活などの話もあった。



(4) 内容・方法 (第3学年)

ア 各分野の再編

物理Ⅰ、物理Ⅱの内容を「力学」、「熱」、「波動」、「電磁気」、「原子」の各項目に再編し、系統的に学習ができるようにする。

2年生で学習した項目(H22年度)

第1編 力学 第1章 運動の表し方 第2章 力 第3章 運動の法則 第4章 剛体の回転とつり合い 第5章 運動とエネルギー 第6章 運動量の保存 第7章 さまざまな運動	第2編 熱 第1章 熱とエネルギー 第2章 原子、分子の運動
---	--------------------------------------

3年生で学習した項目(H23年度)

第3編 波動 第1章 波の性質 第2章 音 第3章 光 第4編 電磁気 第1章 電荷と電場 第2章 磁場と電流 第3章 電磁誘導と電磁波	第5編 原子 第1章 原子、電子と物質の性質 第2章 原子の構造 第3章 原子核と素粒子
---	---

イ 発展的内容の導入

単振動での微分の導入や、電位の導出、万有引力による位置エネルギーの導出などでの積分を導入した。力学において流体力学に触れたり、電磁気の現象を量子力学を用いたミクロな視点から説明するなど、発展的な内容を導入した。

(5) 検証(2年)

物理Ⅱの範囲を先取りして物理Ⅰの分野と統合して学習したことに関しては、授業中の様子や考查の結果によると、生徒は理解につまずくことなく効率よく学習することができたと考えられる。理系に進むことが決まっており、物理Ⅰと物理Ⅱを継続して学習する生徒に対しては内容を再編して学習することは効果的であると考えられる。また、微積分を用いた数学的なアプローチに関しては、少ない原理から論理的にさまざまなことが導かれる物理学の本質を生徒に感じさせ、生徒の興味関心を深めることができた。外部講師による特別講義においては、最先端の事柄や大学のことなどを話していただき、生徒のアンケートでも「興味関心が高まった」、「学んだことや面白いと思ったことがあった」などの意見が多く、有意義なものであったと考えられる。

(6) 検証(3年)

ア 各分野の再編

09年度～11年度の3年生SSクラスの履修時間を比較すると下の表ようになる。09年度は熱の分野は電気と磁気の後には実施したが、10年度は波動の後には実施した。

	09年度	10年度	11年度
第2編 熱	9 (※1)	9 (※2)	(2年生)
第3編 波動	30	11	29
第4編 電磁気	31	40	33
第5編 原子	13	15	17
合計	83	75	79

※1： 09年度は、熱を電磁気の後には学習している。

※2： 10年度は、熱を波動の後には学習している。

09年度、熱を電磁気の後には学習しているのは、3年生のはじめに実施される校外模試などで物理Ⅰの範囲である波動が出題されることが多く、波動をできるだけ早く履修させたかったためである。しかし、電磁気の後ではあまりにも履修が遅く、校外模試などで支障をきたした。このため10年度は電磁気の前に実施した。また、10年度の波動の授業時数が少ないのは、2年生の授業において発展的学習、実験の時間を削減することで2年生で波動分野の音まで学習することができたからである。11年度は、2年生ですでに熱を学習済みであったため、年度のはじめから波動の学習に入ることができた。2年生で既習の分野とは全く異なった分野から始めることができ、物理を得意としない生徒も新年度に切り換えて学習に取り組むことができ、定着もよかった。また、波動、電磁気といった校外模試に大きく影響する分野を比較的早く学習することができたため、支障をきたすことなく、生

徒のモチベーションを下げずに指導することができた。

イ 発展的内容の導入

微積分を使った数学的な理解に触れることで、物理現象を定性的な理解から定量的な理解に広がった他、物理現象を式で表すことによって逆に定性的なイメージを持つ手助けになることもあった。さらに、数学的な関心から物理に興味を持ち、面白さを感じる生徒もおり、予想した以上の効果が見られた。また、教科書に記載されていない発展的な知識に触れることで、物理現象の理解が深まると同時に、未知の分野をさらに学びたいという意欲につなげることができた。

ウ 今後の課題

昨年度の課題のひとつに、校外模試と授業の進度との関係があったが、今年度は2年生で熟を学習していたこともあり、比較的支障は少なかった。しかしその一方で、校外模試との関連や授業時数そのものが増えない等時間的な制約がある中、数学的な見地やその他発展的な内容、また実験等をどうバランスよく取り入れ、理解を深めるような工夫をしていくかは、今後の大きな課題である。

3 学校設定科目「SS化学」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第2学年SSクラス30名

第3学年SSクラス34名

イ 単位数

第2学年3単位、代替科目は「化学Ⅰ」3単位

第3学年4単位、代替科目は「化学Ⅱ」3単位と「理科基礎」2単位のうち1単位

(2) 仮説

化学Ⅰ、化学Ⅱの内容を再編し学習することにより、理論分野の内容を十分定着させることができる。また、なじみの深い天然物についてその性質を理論の裏付けにより理解させることができる。

発展的内容を学習することによって、大学における先端の研究分野、学問としての化学が化学工業で応用されていることを知るとともに、工業製品の製法や性質をより詳しく理解することができる。

実験の考察をできるだけ多く行わせることにより、基礎的な実験手法の習得とともに安全面への配慮の重要性、自分で得た実験結果や実験データに基づいた考察ができる能力が備わる。

(3) 内容・方法（第2学年）

ア 仮説をたてる中和滴定

全クラスが行う中和滴定の実験について、実験の概要を説明し、配布したB4のプリントにこの実験を行うに当たって必要と思うことを各自にまとめさせた。実験当日はこの予習プリントのみ実験室への持ち込みを認め、2週間教室の窓辺に放置した市販の食酢の酸濃度を滴定によって求める実験を行った。「水のみ蒸発をする」という生徒の予想に反し、酸の濃度は低いという結果が出た。また、滴定に用いる水酸化ナトリウム水溶液を通常より濃く調整し、終点付近の1滴の大きさを印象深く学ばせた。

イ 学級通信シリーズ「科学偉人伝」

現在私たちが学んでいる近代化学はいつから始まったのか、なぜ高校で学ぶ化学者にはドイツ人が多いのか、近年「最先端の研究」といえばなぜアメリカなのか。これらの疑問を投げかけ、学級通信に科学者の伝記シリーズを掲載した。どの科学者にも歴史に翻弄されたり、物質や法則と運命的な出会いがあったり、そして何より生徒たちに研究というものにどう向き合うべきかを学ばせる効果を狙った。これにより、発見者と法則を紹介する授業に比べて愛着を持って法則や反応式を学ぶことができたと考えている。

ウ 課題研究を意識した授業

本来ならば2年生の3学期に学ぶ無機化学で取り上げられる強酸の扱い方、必要な溶液の調整方法を1学期の早い時期で説明を行った。特に溶液の調整は必要な試薬や器具は分かるが、いざそれ

を調整することになると、器具の使い方が適切でないことが多い。器具を紹介し、図表でその使い方を説明するだけでなく、なぜこの操作が必要なのか指導を丁寧に行った。授業では理解しているように見えるが、実際に課題研究の場で溶液を調整させると、数ある器具から何を用いればよいのか、必要なグレードと用いる器具との関係が十分判断できない生徒が多く存在した。

(4) 内容・方法 (第3学年)

無機物質、有機化合物についてはそれぞれの物質の特徴や性質などをできる限り身のまわりの自然界の物質や、工業製品と関連づけて解説し、基礎的な物質が自然現象や最先端の技術においても非常に重要なものであることを認識させることができた。また、油脂・セッケンの分野では大学教員を招き、研究の内容も交えて「身のまわりの界面といろいろな界面現象」について特別講義を行った。

ア 授業の形式について

視聴覚を刺激し意欲・関心・理解を高める目的でプレゼンテーションソフトとプロジェクターを用いる授業を行った。黒板や資料集では表現することのできない内容や最新の工業製品での応用などを、動画やweb ページを利用して示した。また、補足的な内容を中心に、黒板も併用し効果的に授業を進めた。

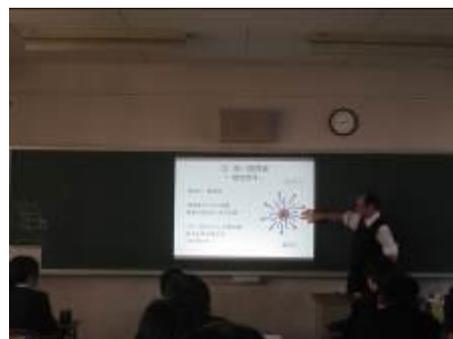
イ 発展的な内容について

各単元で普通クラスよりも内容を掘り下げ、理論的に理解を深めるよう工夫した。また、大学教員を招き、より高度な内容について講義を受けた。

【名古屋工業大学大学院 工学研究科 物質工学専攻 生命・物質工学教育類 多賀圭次郎教授による講義】

「身のまわりの界面といろいろな界面現象」というテーマで講義を受けた。はじめに物質の三態、分子間相互作用の種類、界面の種類など基礎的な内容について丁寧に説明がなされた。「動く油」など実験のようすも動画で紹介され、

これまであまり意識したことのない界面で起こる不思議な現象に生徒たちは目を丸めていたが、それぞれの現象の原理を知ることによって、界面に関する理解を深めた。また、割れにくいシャボン玉、溶液の色の変化を利用した化学マジックも披露され、あらためて化学の面白さを認識することができた。



(5) 検証 (第2学年)

授業の初めに「SS化学では課題研究で実験を行うにあたり、必要な濃度の溶液を調整したり、得られた実験結果を考察する能力を身につけることを目標とする」と定めたことにより、生徒たちは実践的な場面を想定しつつ学習活動を行ってきた。指導教員が学生時代に経験した研究活動や実験の失敗談も興味をもって聞くことができた。普通クラスが履修している「化学I」と時間数が同じため、実験を多く取り入れることは難しいが、濃度計算を行った後で実際に目的の溶液を調整する等簡単かつ実践的な実験を取り入れることが望ましいと考えられる。

(6) 検証 (第3学年)

昨年度まで利用していた電子黒板は、黒板上のシートで操作することにより、パソコンに視線が集中せず、生徒に視線を向けることができるというメリットが大きかったが、度々起こる不具合で授業が滞ることもあったため、本年度はプロジェクターでスクリーンに投影し、パソコンで操作する方法に変更した。電子黒板と大きな変化はないものの、不具合がないため滞りなく授業を進めることができた。

無機物質・有機化合物の分野では、授業の中で事前に反応のようすを動画で確認しておくことにより、今まで以上に円滑に実験を進めることができた。また、実際に生徒実験を行うことができない危険な実験などを紹介することもでき、それぞれの物質が持つ特徴をより鮮明に印象付けることができた。

最先端の素材、工業製品や身のまわりの物質については、企業や各種団体の web ページも充実しており、効果的に利用することで理解を深めることができ、様々な場面で活躍する化学の世界を知ること、高い意識をもって年間を通して授業に取り組むことができた。

4 学校設定科目「SS生物」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第3学年SSクラス34名のうち、「SS生物」選択生徒の8名

イ 単位数

単位数が5単位の学校設定科目。代替科目は「生物Ⅱ」4単位と、「理科基礎」2単位のうち1単位

(2) 仮説

ア 第1学年において履修した「生物Ⅰ」の基礎事項をもとに、進歩の著しい生命科学分野について、発展的内容を含めて「生物Ⅰ」と「生物Ⅱ」を再編することで興味・関心の高揚と探究心が深まる。

イ 生命現象を、分子生物学的視点から科学的に理解することが可能となる。

ウ 基本事項をおさえつつ、最新の研究内容に通じる学習と実験体験により、科学的な態度や自らの考えを表現する能力が育成され、大学での学習内容への潤滑な移行が期待できる。

(3) 内容・方法

ア 授業の年間計画について

「SS生物」では、授業時間を分割して2名の教員が担当した。指導内容をテーマ別に分け、以下の表のように実施した。物理・化学に比べそれぞれの分野の独立性が比較的高いため、関連分野の実施時期を調整することで、このような展開を計画することができた。

学習の時期	「SS生物1」	「SS生物2」
4月～6月	1 遺伝情報とその発現	1 生命現象とタンパク質
6月～9月	2 刺激の受容と神経系	2 異化 3 同化
10月～11月	3 内部環境とその恒常性	4 環境と植物の反応
11月～12月	4 タンパク質の機能	5 生物の進化 6 生物の系統と分類
1月	5 個体群と生物群集	—
2月	6 生態系とその保全	—

イ 発展的な学習内容の取り組みと実験・実習について

発展的内容を取り込む場合についても、「SS生物」履修生徒の授業時間数は普通の理系クラス（「生物Ⅱ」を履修）と同じである。学習内容や生物学的な考え方の基礎・基本事項をおろそかにすることはできないため、SSクラスの選択生徒としての高い意欲や、興味・関心の強さで時間的な問題をクリアしてゆく必要がある。「SS生物」において実施した発展的な学習内容のうち、主なものを次にあげる。

発展的事項	内容
ソルダリアの被子器内の胞子の観察と、それを用いた組換え価の考察	子の菌類のソルダリアを用いて、胞子の配列の観察から減数分裂における染色体と遺伝子の行動を直接結びつけて理解させる。さらに組換え価を求めて考察させる。
I型アレルギーのしくみ	花粉症に代表されるI型アレルギーにおいて、関与する2種類のT細胞と、免疫グロブリンのクラスについて理解させる。

遺伝子導入実験（コウボへのプラスミドの導入と形質転換の確認）	タンパク質合成における一連の分子生物学的機構を体験的に学んだ。コウボにプラスミド(pVT100U-mtGFP)を導入し、形質転換させる発展的実験を取り入れた。
--------------------------------	---

(4) 検証

指導内容をテーマ別に分けて、「生物Ⅰ」「生物Ⅱ」の内容を再編しながら授業を実施しつつ基本の定着を図った。これまでの「SS生物」での取り組みの経験も併せて、テーマごとの指導が確実である事と、発展的内容への導入のし易さという点について、大変メリットが大きいと考えている。

本校では、第1学年時に「生物Ⅰ」の前半を学習しており、第3学年になってから再度選択生徒に対して学習を積み重ねるという形態（第2学年時には生物分野の授業は実施していない）である。このために、ひとりひとりの生徒の理解度を年度の初期段階で良く把握することが指導する立場として大切となる。「SS生物」は選択生徒の数が8名と少なく、授業を進めながら要所での質疑応答時間が取りやすい。この学習環境の利点を最大限に活かしながら、効果的な授業の展開を心がけた。また、授業時間やそれ以外の場目においても、生徒からの質問も的を射たものが多く、主体的な学びへの意欲が感じられた。

発展的な実験については、手技において丁寧な操作が必要となるときや、根気が要求される顕微鏡を用いた観察場面においても粘り強く観察しようとする姿勢がみられた。



(左) 遺伝子導入実験（コウボへのプラスミドの導入と形質転換の確認）

(中) グリセリン筋の収縮実験

(右) ニワトリの脳の観察

5 学校設定科目「SS地球科学」

(1) 経緯

ア 対象学年クラス

第2学年SSクラス 30名

イ 単位数

1単位 後期より毎週水曜5限（1コマ65分）地学教室にて実施

(2) 仮説

高等学校における「地学」の履修率は他の理科の科目に比べると圧倒的に低い。特に、理系志望の生徒は、大学入試科目に「地学」がないことが多いため、ほとんど履修しない。本校でも「地学」は、第2学年と、第3学年の文系生徒の選択科目であり、理系の生徒に「地学」が開講されることはない。しかし、「地学」は、地震や気象という身近な内容から地球そのものや資源・環境問題、宇宙に関することなどを扱うため、物理・化学・生物の知識を横断的に持っていることが望ましい。そこで、第2学年SSクラスの生徒は第1学年において「生物Ⅰ」を履修している。第2学年において「SS物理」・「SS化学」を履修しつつ、後期から地学的内容を学習させることは、大変意義がある。

また、「地学」ではなく、「SS地球科学」という科目を設定することで、理科の知識のみならず、地理、歴史、哲学的な内容も織り交ぜ、幅広い内容とする。

すなわち、物理・化学・生物との効果的な連携や他教科との関連がある「SS地球科学」を開講することで、地学の内容のみならず、多角的な視点で自然現象をとらえる姿勢を養うことができると仮説を立てた。

(3) 内容・方法

高等学校の「地学Ⅰ」および、「地学Ⅱ」の内容をベースに、地球科学のトピックスの中で、多角的な視点をもつものを精選し、批判的なものの見方や物事の本質に迫るアプローチを行った。

ア 通常の授業

1時間の中で何が重要なのか、自ら考える態度を養うために、余白を多いプリントを準備し、メモを多く取るように指示した。疑問点なども記述させ次の時間に補足を加えた。地球科学はフィールドに出て学ぶことが重要ではあるが、教室内で効果的に行える以下のことを行った。

(ア) 地球の形状について

大昔の人々の地球観と二千年以上前に行われた地球の大きさの測定方法について学習した。球と楕円体との違い（偏平率）や遠心力の影響について物理的視点で学習した。

(イ) 地磁気について

地磁気の三要素を中心に、ダイナモ理論の考え方を紹介した。方位磁針の北が地理的な北を指し示さないこと、また、地磁気の反転についても学習した。

(ウ) 鉱物について

鉱物標本ではなく、偏光顕微鏡を用いて薄片観察を行った。偏光板の特性やステージを回転させることでわかる、干渉色や多色性を主に学習した。平行ニコルでは同じようにしか見えない無色鉱物も直行ニコルでは違いが明確になることまで観察したが、鉱物の同定までは行わなかった。

(エ) 岩石について

岩石の何を基準に分類するかの方法や火成岩の特徴を中心に学習した。変成岩や堆積岩も比較しながら観察した。色は分類する上で参考にはなるが、正確に判断するには、化学組成を分析する必要があり、元素や結合について化学的視点で学習した。

(オ) 内部構造について

地震波の性質から内部構造が分かった経緯やマンツルの体積%を計算したり、マンツル対流の結果、様々な地学現象が起こっていることを学習した。マグマオーシャンの時代から密度差による層構造、アイソスタシーの概念なども学習した。

(カ) 46億年の歴史

過去の大絶滅や多種多様な生物の進化について、ボードゲームを利用して46億年の歴史を学習した。また、自然「保全」と自然「保護」についてディベートを行ったり、名古屋における環境問題について考えた。

(キ) 天体について

名古屋市科学館の特別講義に向けた事前学習（恒星、星座、銀河系、銀河の大規模構造などの内容）と事後学習（会合周期、HR図、ケプラーの法則）を行った。

イ 外部講師による授業

天体に関して、名古屋市科学館においてプラネタリウム鑑賞と外部講師による特別講義を行った。

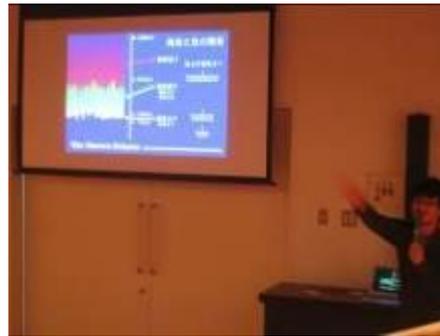
タイトル：オーロラの仕組み

講師：名古屋市科学館 学芸員 毛利 勝廣 氏

名古屋市科学館がリニューアルされ、光学式プラネタリウム「ユニバーサリウム IX(9)型」の特徴や仕組み、オーロラの発光のメカニズム、2012年5月21日の金環日食についてなどわかりやすく説明していただいた。生徒から「星が瞬いているように見えたがどうなっているのか」という質問に対して、一つひとつの星に光ファイバーが対応しており、自然に近い形で星像を投影している技術について説明していただいた。プラネタリウム鑑賞だけでは、知ることの出来ない製作に関わる裏話や目を痛めないための日食観測術など有意義な講義となった。



「ユニバーサリウム IX(9)型」



オーロラ発光の仕組み

(4) 検証

ア 評価方法

生徒の理解度を評価する方法は、毎回提出するプリントと2回の定期考査である。外部講師による授業に関してはアンケートをおこなった。多角的な視点で自然現象をとらえる姿勢を養うことを目的としたが、物理的な視点が多くなってしまった。特別講義では、名古屋市科学館のプラネタリウムを使っての天文教育を行うことができた。今後とも名古屋市科学館との連携や協力をしていくことで効果的な取り組みができると考えられる。

イ 外部講師による授業に対するアンケート結果・分析 (回答数26人)

問1 講義の内容に関連して、興味・関心が深まりましたか？

1 深まった 2 どちらかと言えば深まった 3 あまり深まらなかった
23人 3人 0人

問2 講義で取り扱った内容は難しいと思いでましたか？

1 そう思う 2 どちらかと言えばそう思う 3 あまり思わない
7人 10人 10人

問3 講義の内容は理解できましたか？

1 理解できた 2 どちらかと言えば理解できた 3 あまりできなかった
6人 17人 3人

問4 新たにわかったことや不思議に感じたことはありましたか？

1 たくさんあった 2 ややあった 3 あまりなかった
15人 9人 1人

問5 講演内容に関連して、さらに自分で調べてみたいと思う事柄がありましたか？

1 たくさんあった 2 ややあった 3 あまりなかった
10人 15人 1人

問1の結果より、ほとんどの生徒にとって興味・関心が深まったことがわかる。問2、問3の結果より、内容が想像していたよりも高度であったが、理解度は非常に高い。問4、5の結果から、講演を通して知的好奇心が刺激され自ら学びたいと生徒の多くが感じたことが伺える。

6 学校設定科目「SS英語」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第2学年SSクラス 30名

第3学年SSクラス 34名

イ 単位数

第2学年1単位 代替科目は「芸術Ⅱ」1単位

(他の外国語履修科目と単位数 英語Ⅱ4単位、ライティング2単位)

第3学年1単位 代替科目は「体育」1単位

(他の外国語履修科目と単位数 リーディング3単位、ライティング1単位)

(2) 仮説

【第2学年】

- ア 自然科学に関する英文や科学論文を講読することにより、科学英語の理解力向上と英語力の向上が図れるかを研究する。
- イ 英語による自然科学に関する発表をすることを通して、様々な論拠を挙げながら自分の考えを英語で表現する力をつけることができるかを研究する。
- ウ 英語による自然科学に関する発表を聴いて、情報を理解する能力を養い、知識と理解を深めることができるかを研究する。

【第3学年】

- ア 英語プレゼンテーション課題を、学校設定科目「課題研究」論文要旨とし、そのグループで1年間取り組んできた研究結果を同じグループで英語による発表を行うことで、英語の学習意欲を向上させ、4技能(リーディング・ライティング・スピーキング・リスニング)を活用した言語活動を促進する。
- イ プレゼンテーション・ソフトを用いて、英語のプレゼンテーションを準備する過程で、見て捉えやすい画面の制作と、聞いてわかりやすい英語のスピーチについて考え、プレゼンテーション能力を向上させる。
- ウ 正しい発音やイントネーションを身につけ、また英語による科学系のプレゼンテーションの動画を見て、英語プレゼンテーションのマナーを身につけ、英語の運用能力を高める。自然科学に関する発表を聴いて内容を理解する力と、互いに英語で質問をする活動を通して、質疑応答に必要な力を養う。
- エ 英語科学論文を講読し、各章の要約に挑戦することを通して、論理展開の技法や表現方法を向上させる。
- オ 英語科学論文の内容について、ALTによる英語の解説を聞き、専門分野についての情報理解力と伝達力の向上を図る。

(3) 内容・方法(第2学年)

ア 前期の内容・方法

前期は、英文講読、パラグラフライティングの指導を中心に行った。以下にそれぞれの詳細を示す。

(ア) 英文講読

英文講読では、『SCIENCE to14』(OXFORD)と『Gateway to Science』(金星堂)を用いて、理科の科目(物理・化学・生物・地学)について集中的に講読し、理解を深めた。『SCIENCE to14』(OXFORD)はカラーの挿絵や写真が多く、英文とともにそれらの視覚情報を頼りに理解をしていく言語材料である。また、『Gateway to Science』(金星堂)は科学に関する素朴な質問に答える形で構成されており、読解を中心に理解をしていく言語材料である。

それぞれの分野で扱う内容については、既存の理科の科目で扱った内容や近々扱う予定の内容、生徒の興味関心を考慮して、授業者で決定した。物理分野では、摩擦・磁石・電気について、化学分野では、沸点・凝固点・水溶液について、生物分野では、細胞・生物の分類・植物の構造・食物網・呼吸・光合成について、地学分野では、太陽系の惑星・火山・砂漠についてそれぞれ学習した。

1回の授業構成は、まず、その時間に学習する『SCIENCE to14』(OXFORD)の内容を項目別に数名の生徒に英語で紹介させた。生徒にはあらかじめ、次の授業で行うところを示しておいたので、当該生徒たちは、発表の際に必要な図をそれぞれ用意して臨んでいた。その後、当日行う単元の英文のリスニング、内容把握に移った。リスニングは英文を見ながらALTによる音読を聴かせ、内容把握は内容に関する空所補充の課題を課した。次に『Science to 14』で扱った内容と関係の深いテーマについて、『Gateway to Science』(金星堂)の読解を、英文のリスニングプリントを用いて行った。プリントの空所補充課題は、難易度や内容に関する生徒の背景知識を考慮して日本語と英語を使い分けた。内容把握をクラス全体で行うQ&Aなどではなく空所補充課題にしたのは、充実した個別指導を実施しようとしたためである。本授業は英語科教諭と

ALTの2人で行っていたので、個々の生徒が各自のペースで課題に取り組むことを十分に支援することができる考えた。

(イ) パラグラフライティング指導

パラグラフライティング指導は、5回の授業を用いて行った。身近な料理法をとりあげるなどして物事を時系列順に書く課題、動物や植物などを1つ取り上げて、その外見、性質、特徴などを説明する文章を書く課題、そして、後期のプレゼンテーションに向けて、スピーチの原稿を書く課題を課した。

イ 後期の内容・方法

後期は、プレゼンテーションの指導、英文講読を行い、1月に特別講義を開催した。

(ア) プレゼンテーションスキル指導

夏期休業の前にプレゼンテーションのテーマ決めをさせた。テーマは、生徒ひとりひとりに前期に学習した内容（主に『Gateway to Science』（金星堂））から、興味を持ったこと、疑問に思ったこと、さらに調べたいことを選ばせた。書籍やインターネットを用いての調査や資料収集は夏期休業中の課題とした。原稿作成指導とプレゼンテーション指導は、前期からの継続で3回行った。代表的なプレゼンテーションの骨組みをプリントで示し、原稿が書きやすくなるようにした。次に、収集した資料をもとに表やイラストなどの提示資料を作成させた。また、日本人がプレゼンテーションをするときに特に留意すべき点を理解させたり、プレゼンテーションでよく使用される定型表現を発音練習させたり、アイコンタクトの取り方などを紹介した。ひとりひとりの原稿をもとに、発音指導、音読指導も行った。

プレゼンテーションは、1人5分とし、質疑応答を2分とった。作成した原稿と提示資料をもとに5～6人のグループ（グループは1つのグループ内に似たテーマがないように組んだ）に分かれて発表を行い、生徒同士互いに良い点、改善すべき点や注意すべき点を指摘させた。

(イ) 英文講読

後期は『Intensive Reading Course for Natural Sciences 自然科学系長文徹底演習』（CHART INSTITUTE）を使用した。この教材は大学入試で出題された英文が掲載されており、3年生でも引き続き使用することになっている。語彙が難しいので、簡単に言い換えたプリントや、内容把握のための空所補充問題のプリントを用意して行った。

(ウ) 特別講義

本校の今年度ALTのChamise Pugh先生から、「Common poisonous foods and plants」の題目で特別講義を実施した。パワーポイントを使ったわかりやすい講義で生徒も積極的に参加していた。

(4) 検証（第2学年）

研究の成果を図るために、生徒にアンケート調査を行った。アンケートの質問項目は、本研究の仮説が実証されているかどうか、及び本科目の目標が達成されているかどうかを尋ねることをねらいとして、例年の2年生SSクラスの生徒に対して行ったものと同じものを用いた。

SS英語授業アンケート結果（回答生徒数＝30人）

質問		そう思う	どちらか と言えば そう思う	あまり思わ ない	思わない
問 1	SS英語の授業を受けて自然科学への興味・関心が深まった。	8人 (27%)	13人 (43%)	5人 (17%)	4人 (13%)
問 2	SS英語の授業を受けて英語への興味・関心が深まった。	8人 (27%)	17人 (57%)	4人 (13%)	1人 (3%)
問 3	SS英語の授業に積極的に参加した。	9人 (30%)	18人 (60%)	1人 (3%)	2人 (7%)
問 4	SS英語の授業で読む、書く、聞く、話す、の総合的な英語力がついた。	6人 (20%)	18人 (60%)	5人 (17%)	1人 (3%)
問	SS英語の授業で次のどの力が一番伸びたと	読む	書く	聞く	話す

5	感じますか？	7人 (23%)	8人 (27%)	0人 (0%)	15人 (50%)
問6	SS英語の授業を通して、科学英語に対する理解力が向上した。	6人 (20%)	20人 (67%)	3人 (10%)	1人 (3%)
問7	英語によるプレゼンテーションの準備、発表を通して、様々な論拠を挙げながら自分の考えを英語で表現する力がついた。	11人 (37%)	15人 (50%)	3人 (10%)	1人 (3%)
問8	英語によるプレゼンテーションの発表を聴いて、英語を理解する力がついた。	6人 (20%)	18人 (60%)	4人 (13%)	2人 (7%)
問9	英語によるプレゼンテーションの発表を聴いて、知識を深めることができた。	8人 (27%)	15人 (50%)	6人 (20%)	1人 (3%)
問10	英語だけでなく、自然科学に関する知識も身についた。	10人 (33%)	16人 (53%)	3人 (10%)	1人 (3%)
問11	教科の枠を超えた学習ができたと思う。	7人 (23%)	15人 (50%)	7人 (23%)	1人 (3%)
問12	教科の枠を超えて物事を見たり考えたりする力が身についた。	3人 (10%)	18人 (60%)	7人 (23%)	1人 (3%)
問13	SS英語の授業は将来、又は将来目指している職業のためになると思う。	8人 (27%)	14人 (47%)	6人 (20%)	2人 (7%)
問14	将来国際社会で通用する英語力を身につけることができたと思う。	4人 (13%)	12人 (40%)	8人 (27%)	6人 (20%)

ほとんどの項目において、「どちらかと言えばそう思う」と回答したものも含めると、概ね肯定的な結果が得られたが、「問14 将来国際社会で通用する英語力を身につけることができたと思う」生徒は少なかった。これは、年間23回のSS英語の授業のみでは、「国際社会で通用する英語力」というレベルまで到達するのは困難であるためだと推測される。しかし、「問6 SS英語の授業を通して、科学英語に対する理解力が向上した」と感じる生徒の割合が全体の87%にも及ぶことなどからもわかるように本年度のSS英語の授業は生徒の学習意欲向上につながったと考えられる。

(5) 内容・方法 (第3学年)

最終発表までの約半年間、2週間に1回という限られた授業時間の中で準備するのは、大変難しいと言わざるを得ないが、以下のように計画し実践した。

ア 学校設定科目「課題研究」論文要旨の英語プレゼンテーションの準備・実践活動

(ア) 第1回発表

4月に1度、自分たちの課題研究のテーマで、それまでの研究結果に基づいて、発表を体験させた。1グループ4分、第2回発表と同様にPower Pointを用いて行った。今後に役立つように互いに評価を行い(構成、スライド、スピーチの観点において最も良かった点をあげる形式)、評価表と録画ビデオをもとにグループでフィードバックを行った。

(イ) 英語プレゼンテーションの基礎学習

英語によるプレゼンテーションの構成、スピーチの中でよく使う表現、スライドの中でよく使う表現について学習した。英語プレゼンテーションの動画を見て、それらの表現とともに、ジェスチャーを含めたマナーについても学習した。また、質疑応答に使われる表現を学び、自分たちで質問したり答えたりする練習を行った。

(ウ) 第2回発表に向けての準備と実践

発表用のスライドとスピーチ原稿をPower Pointを使用して作成、聴衆用に配布資料を作成、パソコン、プロジェクター、ポインターを使いながらの発表練習を行った。また、他のグループの配布資料を見て、質問を考える練習等を行い、本番では全グループが質疑応答に挑戦することができた。第1回発表時と同様に、3つの観点における諸項目のうち最も良い点をあげる形式で互いに評

価を行い、その結果をもとに発表者としての自己の振り返りを行った。

(エ) 発表内容

Categories	Numbers of students	Presentation Titles
Mathematics	3	Knot Theory
	3	Complex Numbers
Physics	3	Study of Surface Tension
	4	Let's Observe Muon!!!
Chemistry	3	The Pigment of Black Beans and Metal Ion
	3	Cracks in Glass
	2	Nitrogen Oxide
Biology	3	Apoptosis in Radishes
	3	Nagoya's Pond and Alien Species
	4	How do liverworts grow?
Earth Science	3	The Relation between Solar Activity and Geo-magnetism

イ 英語の運用能力向上のための基礎学習

英語プレゼンテーション実践に向けて、日本人が苦手な発音の克服と、英語の早口言葉を用いて英語のイントネーションの習得を試みた。毎回、授業開始時に短時間で、時にはゲーム性を取り入れて行った。

ウ 英文自然科学論文講読

2年生からの継続である『Intensive Reading Course for Natural Sciences 自然科学系長文徹底演習』（CHART INSTITUTE）を用いて、科学論文に必要な語彙習得、内容理解、要約作成を行った。内容理解の過程においては、ALTによるPower Pointを用いた解説を聞き、英語・日本語による記述問題に挑戦した。また、グループ内で段落を分担し、全員が英語で要約文を作成した。

(6) 検証

本研究の仮説の達成について、生徒の意識を調査するためにアンケート調査を実施した。記述式アンケートはプレゼンテーションから1週間後に、マーク式アンケートは時間的制約から、例年とは異なりプレゼンテーションから約1か月後の実施となった。また、4月と11月に英語のスピーキングとライティングの力に関する意識調査を行った。

ア 記述式アンケート（回答生徒数：33人、回答日時：2011年10月28日）抜粋

(ア) 自分の感想（準備／本番／質疑）【発表者として】

- ・スライドや伝えることを簡潔にしてわかりやすくすることが目標だったので、皆のコメントからそれが達成できていたことがわかってよかった。このような機会がまたあったら、もっといろいろな工夫をしてさらにわかりやすさを追求したい。
- ・本番はチームワーク良く進められたので良かったと思う。質疑もそれなりに上手くできたと思う。
- ・英語プレゼンテーションでの言い回し、話のつなげ方を学べて良かった。

(イ) 他のグループの発表や他の人の質疑から学んだこと【聞き手として】

- ・楽しんで作られた発表は見て楽しく、内容が頭に入りやすいと感じた。
- ・図やグラフや表は、言語に関係なく理解できるので、効果的なイメージ化というのが大切だと思った。
- ・アニメーション等を用いて、耳や目を引くプレゼンテーションを心がけるべきだったと思った。難しい内容を扱うことが多かったので、興味を引くことが大事だと感じた。
- ・突然の質問に答えられていたので、すごいと思った。

- ・大切なのは、声大きいことと発音の良さ（聞き取りやすい英語）であると分かった。
- ・英語が分からなくても、スライドや身振り、表情から伝えたいという気持ちが伝わると学んだ。

イ マーク式アンケート（回答生徒数：33人、回答日時：2011年11月28日）

回答：①そう思う、②どちらかといえばそう思う、③あまり思わない、④思わない

質問項目		①	②	③	④
問1	積極的に参加した。	7人 (21.2%)	15人 (45.5%)	11人 (33.3%)	0人 (0%)
問2	英語への興味・関心が深まった。	7人 (21.2%)	11人 (33.3%)	14人 (42.4%)	1人 (3.0%)
問3	基礎として他の英語科目の学習が大切だと思った。	21人 (63.6%)	8人 (24.2%)	3人 (9.0%)	1人 (3.0%)
問4	特にどの領域の英語力の伸長を実感したか。	読む/4人 (12.1%)	書く/12人 (36.4%)	聞く/4人 (12.1%)	話す/13人 (39.4%)
問5	SS 英語の授業を通して、科学英語に対する理解力が向上した。	4人 (12.1%)	20人 (60.6%)	8人 (24.2%)	1人 (3.0%)
問6	英語だけでなく自然科学に関する知識も身についた。	2人 (6.0%)	17人 (51.5%)	12人 (36.4%)	2人 (6.0%)
問7	英語によるプレゼンテーションの準備、発表を通して、様々な論拠を挙げながら自分の考えを英語で表現する力がついた。	9人 (27.3%)	15人 (45.5%)	8人 (24.2%)	1人 (3.0%)
問8	コンピュータ機器の使用に苦労した。	2人 (6.0%)	10人 (30.3%)	9人 (27.3%)	12人 (36.4%)
問9	テーマは「課題研究」とは異なる内容を希望する。	6人 (18.2%)	4人 (12.1%)	11人 (33.3%)	12人 (36.4%)
問10	グループではなく単独でした方が良かった。	5人 (15.2%)	4人 (12.1%)	5人 (15.2%)	19人 (57.6%)
問11	他のグループの発表を聞くときに、配布資料は役に立った。	11人 (33.3%)	13人 (39.4%)	9人 (27.3%)	0人 (0%)
問12	英語での質疑応答を経験できてよかった。	10人 (30.3%)	13人 (39.4%)	7人 (21.2%)	3人 (9.0%)
問13	大学進学後を考えてとき英語プレゼン体験は有意義だ。	14人 (42.4%)	14人 (42.4%)	1人 (3.0%)	3人 (9.0%)
問14	SS 英語は SS クラスの特色であると実感した。	12人 (36.4%)	10人 (30.3%)	4人 (12.1%)	7人 (21.2%)
問15	SS 英語(3年)は2週間に何回あるといいか。	2回/24人 (72.7%)	3回/3人 (9.0%)	4回/1人 (3.0%)	5回/2人 (6.0%)

ウ 英語のスピーキングとライティングの力に関する意識の変化

(回答生徒数：33人、回答日時：2011年4月14日、2011年11月28日)

(ア) スピーキングの力について該当するところに1つ○を付ける

	ほとんど話せない	話す内容のメモがあれば話せる	1対1ならメモなしで話せる	1対1でメモなしで感情をこめて抑揚に気をつけて話せる	人前でメモなしで話せる	人前でメモなしで感情をこめたり抑揚に気をつけて話せる
4月	5人 (15.2%)	23人 (70.0%)	3人 (9.0%)	0人 (0%)	1人 (3.0%)	1人 (3.0%)
11月	0人 (0%)	14人 (42.4%)	9人 (27.3%)	5人 (15.2%)	4人 (12.1%)	1人 (3.0%)

(イ) ライティングの力について該当するところに1つ○を付ける

	言いたいことをほとんど書けない	言いたいことを少し書ける	言いたいことの半分くらいを書ける	文法的な間違いはあるが、言いたいことをだいたい書ける	文法的な間違いなく、言いたいことをほぼ書ける
4月	4人 (12.1%)	14人 (42.4%)	9人 (27.3%)	6人 (18.2%)	0人 (0%)
11月	0人 (0%)	4人 (12.1%)	8人 (24.2%)	20人 (60.6%)	1人 (3.0%)

S S英語において英語プレゼンテーションを経験したことで、英語が得意な生徒も不得意な生徒も英語での発表にチャレンジしようという努力が大いに見られた。英語プレゼンテーションの準備は、日本語での研究活動の進捗状況に大きく左右されるため、実際に準備にかけられる時間はグループ間で差が生じた。しかし、英語で自分の研究成果を発表する準備の過程を通して論理的思考力を高め、英語の表現力（スピーキング・ライティング）も少しずつ向上しているという意識の変化につながった。

7 学校設定科目「S S教養」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第2学年S Sクラス 30名

イ 単位数

1単位 代替科目は「家庭基礎」1単位

(2) 仮説

ア 体に必要な栄養素の種類、働き、それを多く含む食品および、食事摂取基準についての学習を通して、食生活が直接的もしくは間接的な人体への働きについての意識を向上させる。また、自分の食生活について様々な視点から点検させ、食生活を変える機会とさせることができる。

イ 現代社会でおこっているさまざまな問題の原因のひとつにグローバリゼーションがある。グローバリゼーションかローカリゼーションかという二者択一ではなく、人間が幸せに生きるための適正規模について深く思索する機会とする。

(3) 内容・方法

ア 前期

(ア) 導入「なぜ食べるのか」「食べることをやめたらどうなるのか」

朝食の重要性、噛むこと、個食や孤食、食事の洋風化など、現代の食生活の問題点を織り交ぜながら食べることと健康の関連性を理解した。

(イ) 「五大栄養素の種類・働き」「栄養価計算」

一つの食品で全ての栄養素を満たすものではなく、組み合わせが重要であることを学んだ。

(ウ) 調理実習「親子どんぶりとすまし汁」「焼売と蛋花湯」

調理技能を身につけるだけでなく、卵の凝固性、だしのうま味成分、でんぷんの調理性など、食品の特徴についても学習した。

イ 後期

(ア) 導入「教養とは何か」

生徒に複数の辞書で「教養」の語句の意味を調べさせ、学ぶことと考えることの重要性を理解した。

(イ) 「古代ギリシア思想」「ヘレニズム思想」「中国の思想（孔孟・老荘思想）」

よく生きるとはどういうことかを、それぞれの時代の代表的な思想を学ぶことで考えることができた。

(ウ) 「適正規模」について考える。

1. 日中戦争・太平洋戦争はなぜおこったかを、資源不足・恐慌・市場不足など経済面から学ぶことができた。
2. グローバリゼーションがすすんだ結果発生している現実の問題として、高止まりする通貨円、EUの課題、都市のあり方について新聞記事を教材にして考えることができた。

(4) 検証

栄養素については「ただ暗記させる」だけのものではなく、身近な例を示して授業すると理解も得やすかった。食事と健康について考え、よりよい食生活を目指す意欲につながった。

グローバリゼーションの中で高まるナショナリズムをけん制し世界が協力、補完しあう友好的な関係を築くためには、ローカリゼーションの観点を視野に入れつつ適正規模について議論できる、コミュニケーション能力(特に相手の意見を聞く能力、伝える能力)の育成が肝要であることを理解した。

8 学校設定科目「課題研究Ⅰ」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第2学年SSクラス所属の生徒30名

イ 単位数

1単位 代替科目は「総合的な学習の時間」1単位

(2) 仮説

論理的に思考する能力や、主体的に研究に取り組む姿勢と意欲を形成するためには、体験に裏付けられた自然科学研究の活動が不可欠である。

SSクラス所属の生徒は、将来の進路目標として自然科学・科学技術に携わる研究者・技術者を目指す者が多く、基礎基本を充実させつつ、発展的な分野にまで意欲を形成させながら、取り組みを進めていく。

このために前期にプレ講座を設定し、その後で継続的に研究活動に取り組ませる計画を立てた。プレ講座では理科・数学の分野より応用範囲のなるべく広い題材を取り扱い、手順だけでなく、その原理的な部分の理解を目標とする。このような部分が、後期の本格的な課題研究を支える部分になると考えられる。

後期では、少人数のグループを編成し、研究活動に取り組ませる。研究グループ内にて研究方法やその解釈、研究のまとめや発表方法についてディスカッションする機会を適宜設定する。こうすることでコミュニケーション能力、研究のより深い理解や、プレゼンテーション能力の向上がみられるのではないかと仮説を立てた。

(3) 内容・方法

ア 年間計画

平成19年度より「課題研究Ⅰ」では、前期にイントロダクションとプレ講座、後期にグループ別の課題研究という形式にて取り組みを構成している。本年度もこの形態を基本にそれぞれの講座等で細かい内容の見直し・修正をしつつ、実施した。

		実施日	活動内容	
前期	第1回	4月15日	イントロダクション	目標・内容の説明
	第2回	5月13日	プレ講座①	数学・物理・化学・生物・地学の5分野から興味のあるテーマを選択して受講
	第3回	5月27日	プレ講座①	
	第4回	6月17日	プレ講座②	
	第5回	7月1日	プレ講座②	
	第6回	7月6日	研究テーマガイダンス	
	第7回	7月13日	研究テーマ決定	

後期	第8回	9月6日	課題研究①	<ul style="list-style-type: none"> ・研究計画の立案 ・研究活動の実施 ・実験観察器具の操作学習・安全指導（適宜） ・中間発表準備（後半）
	第9回	10月21日	課題研究②	
	第10回	10月26日	課題研究③	
	第11回	10月28日	課題研究④	
	第12回	11月11日	課題研究⑤	
	第13回	12月2日	課題研究⑥	
	第14回	12月17日	課題研究⑦	
	第15回	1月20日	課題研究⑧	
	第16回	2月3日	課題研究⑨	
	第17回	3月6日	中間発表会	課題研究・成果中間発表会

イ プレ講座での内容（研究活動への導入）

プレ講座は、数学・物理・化学・生物・地学の5分野から選択して受講する。後期の課題研究での活動に向けて広く応用が期待できる基礎的な考え方や手法、機器の取り扱い等について、講座を展開した。このプレ講座では、“プレ講座①”と“プレ講座②”を設定し、数学分野と8種の導入的な実験から4つを選択して受講させた。その際、なるべく多くの領域の実験を選択するように指導し、探究のためにさまざまなアプローチの方法があることを学ばせた。

以下に今年度行ったプレ講座の中より、各分野プレ講座①の実験講座の概略を記す。

<p>数学「代数学入門」</p> <p>代数学は方程式を解くことに始まったと言われている。フランスの数学者エヴァリスト＝ガロアは、一般の代数学方程式が代数的に解けるための必要十分条件を求め、代数方程式の解の存在に関する研究に最終的な解決を与えた。21歳という若さで短い生涯を多くの苦悩と戦いながら精いっぱい生きたガロアによって考え出された“群”の概念は、近代代数学への道を切り開いたとされている。</p> <p>数学分野では、代数学に関する資料を、グループでゼミ形式で輪読する。</p>
<p>物理「電気の流れを探る」</p> <p>みなさんが毎日使っている電気。電気はどんなふう流れているのか。この講座では、電気が流れる導線の太さや長さを変えることで、電流や電圧にどんな変化を及ぼすのか、電流計、電圧計などの機器の使い方も学びながら、測定をしていく。電気の流れ方にはどんな法則があるのか、探ってみよう。</p>
<p>化学「天然物からの成分抽出」</p> <p>天然の物質は様々な物質が混ざってできた混合物である。しかし、混合物のままでは各物質の性質を研究することは困難である。そこで様々な分離操作が確立されてきた。ここでは、SS化学の授業では説明にとどめた抽出の操作を丁寧に行う。また、抽出された物質が目的のものかどうか確認する方法についても学習する。</p>
<p>生物「位相差顕微鏡・蛍光顕微鏡を用いた細胞の観察」</p> <p>細胞内の構造を理解し、細胞内で起こる様々な現象を確認するためには、細胞の「生きている姿」から学ぶことが大切である。細胞を生きたまま観察し、生命現象の本質にアプローチする方法として、位相差顕微鏡と蛍光顕微鏡がある。これらを使った最初の一步として、まずは身近な生物材料を観察してみる。</p>
<p>地学「東北地方太平洋沖地震の影響」</p> <p>東北地方では、甚大な被害が生じた地震により、ここ東海地方でも大きな揺れを観測した。向陽高校北棟の1階と4階に設置されている地震計のデータから、どれくらい校舎が揺れたのかを見てみよう。また、1階と4階では、揺れ方に違いがあるのだろうか。あるとしたら、揺れ方の違いから何がわかるのだろうか。簡単なモデルと、コンピュータを利用したデータ解析の初歩を学ぼう。</p>

ウ 後期実施の課題研究について（物理・化学・生物・地学の4分野）

後期の課題研究に向けて、授業担当教員からのテーマ案と生徒からの希望テーマを集約し、生徒の興味・関心に応じて研究テーマを設定した。基本的に2～4人のグループでの研究活動とし、研究の過程においても生徒相互の議論と指導教員との間の意見交換を積極的に行う。そして、第3学年での「課題研究Ⅱ」でも同じテーマで研究を継続して、さらに内容を深めていくように展開する。第2学年の3月には、中間発表会とポスターセッションを予定している。研究内容に関する議論を通じて、多角的に自然科学を捉える機会を設定する。平成22年1月現在の取り組み内容、進捗状況を以下に示す。

研究テーマ	分野	人数	内容・進捗状況
① 「ガラスの亀裂に関する研究」	物理	3	昨年度の研究を引き継ぎ、より正確にガラスの中心にポンチが落とせるよう、装置を改良している。落下の位置により亀裂の形状が大きく変化することから、ガラスの端の影響が大きいことが分かった。
② 「宇宙から降ってくる素粒子の観測」	物理	4	昨年度は宇宙線のミュオンを観測に成功し、今年度はその観測の精度の向上と宇宙線ミュオンの速度測定と角度分布測定を行う予定である。現在は昨年度行った実験を検証するための再実験を行っている。
③ 「プラスチック合成」	化学	3	身の周りで使われているプラスチックの性質を確認するために、密度や折れ曲がり強度、軟化点を測定した。簡単に合成できるフェノール樹脂などを作成し、既製品との比較を行った。
④ 「Let's illusion time」	化学	4	既存の化学反応を用いてマジックへの応用の可否を検証する。また、マジックの構成、演出についても考察する。
⑤ 「ゼニゴケの無性芽における休眠打破について」	生物	4	ゼニゴケの無性芽の分化について、表裏という観点から、重力や光の影響について調べている。
⑥ 「ヒドラの行動と再生」	生物	4	ヒドラの採餌行動における統一性のある動きや、再生過程における部局的な再について探究する。
⑦ 「サンパチェンスの環境浄化能力にせまる」	生物	4	環境問題に関係の深い大気中の二酸化炭素と窒素酸化物に対する浄化能力に関し、サンパチェンスを材料として光合成、窒素同化に注目して探究する。
⑧ 「津波のモデル実験による災害対策」	地学	3	津波のモデル実験を行うため、水路を作成している。様々な海岸地形のモデルを作成し、津波に見立てた波を発生させて、海岸に押し寄せる津波の様子を観察し、災害対策について考察する。
⑨ 「音の特性について」	物理	2	純音。複合音、協和音、不協和音など、音の性質を分析して、音と人の感じ方について研究する。現在、一般的な和音である、C、F、C _T の3和音を分析中。

(4) 検証

様々な効果が期待される課題研究は、SSクラスの活動の中で大変重要な取り組みである。この活動で高い意識を持ち研究を進めるための動機づけとして、4月下旬に3年生の活動の様子を見学させた。3年生から研究の概要が説明され、それに対して積極的に質問することで、各分野での具体的な内容や取り組む姿勢を理解することができた。これにより、生徒たちは、今後自分の進むべき方向を具体的にイメージすることができたと感じる。

研究活動に取り組む前の準備段階として、プレ講座を設けている。時間が許せば、すべての講座を受講させることが望ましいが、限られた時間の中で、より幅広い分野にわたって選択することで、取り扱う対象やアプローチの方法など偏ることなく吸収し、研究活動に移るための基礎的な知識・技能を身に付けることができた。

研究テーマに関しては、非常に難しい面もあるが、各担当で高校生の身の丈に合った内容を生徒と議論しながら設定している。各分野とも、課題に取り組む姿勢は評価できるものであり、学問に対する意識、また様々な分野における積極性の向上が見られた。

今後、校内での中間発表会、各種発表会への参加を通して「まとめる」、「伝える」、「議論する」力が生徒たちについていくことを期待したい。



9 学校設定科目「課題研究Ⅱ」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第3学年SSクラス所属の生徒34名

イ 単位数

1単位 代替科目は「総合的な学習の時間」1単位

(2) 仮説

第2学年時の「課題研究Ⅰ」での研究に継続的に取り組むことにより、仮説を立ててそれを検証するなどの研究の組み立て方の基本を身につけることができる。また、校内だけでなく、東海フェスタやSSH生徒研究発表会等の校外の発表会において発表することにより、プレゼンテーション能力を高めることができ、さらにSSクラスの研究論文集をつくることを目標として指導実践することで、生徒に考察力や論理的に論文を構成する力を養うことができる。

(3) 内容・方法

ア 研究テーマ

分野	研究テーマ	人数
物理	「表面張力の研究」	3
	「宇宙から降ってくる素粒子の観測」	4
	「ガラスにできる亀裂の研究」	3
化学	「黒豆から抽出した色素と金属イオンの関係」	3
	「大気中の窒素酸化物」	2
生物	「ハツカダイコンの子葉に見られるアポトーシス」	3
	「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」	4
	「名古屋のため池と外来生物 ～池干しによる駆除効果について～」	3
地学	「太陽活動と地磁気の関係」	3
数学	「複素数について」	3
	「結び目理論」	2

イ 研究の概要と要旨

(ア) 「表面張力の研究」

普段の生活の中で表面張力が関係する現象は多くみられる。しかし、私たちはその力の性質をあまり知らなかったため、興味を持ち、表面張力について詳しく調べてみようと思った。私たちは、高校生でも精密かつ容易に表面張力の測定ができる装置の開発に取り組み、また、作成した装置で表面張力の測定をし、その値の変化を様々な条件で調べた。

(イ) 「宇宙から降ってくる素粒子の観測」

我々が生活している地球上には宇宙空間から絶え間なく粒子が降り注いでおり、それは宇宙線と呼ばれる。そのうちの大部分はミューオンという素粒子である。本研究の目的は、この宇宙線中のミューオンを観測することである。観測装置は、荷電粒子が通過すると発光するシンチレータと呼ばれる物質とその光を検出する MPPC という半導体素子を用いて自分たちで製作した。観測に際しては、熱電子という MPPC 特有のノイズを信号の大小の情報を用いて最小限に減らし、取り除ききれなかった熱電子の数はシンチレータ有りとしの対照実験により見積もった。その結果、シンチレータ有りの場合にミューオンによると思われる有意な信号数の増加を観測した。さらに、3種類の対照実験を行うことにより、観測された信号が高い確率でミューオンであるという確証を得た。

(ウ) 「ガラスにできる亀裂の研究」

私たちは研究のテーマを考えたとき、初めはミルククラウン現象を調べてみようと思った。しかし、先生に相談したところ、ミルククラウンのように動的な現象を研究するのは難しいと教えてもらった。そして、同じような衝突による現象で、静止した結果がでるガラスの亀裂を調べることを勧められた。ガラスは身近にあるけれど、あまり知らなかったので少し調べてみると、分子が不規則な配置の非結晶と知り、ならば、ガラスの亀裂に規則性はないのかどうか疑問に思い、調べていくことにした。

(エ) 「黒豆から抽出した色素と金属イオンの関係」

古くから伝わる染色方法に草木染めというものがある。草木染めでは繊維と色素をより強固に結びつけるために「媒染剤」と呼ばれる金属イオンを含む溶液が使用される。この金属イオンと色素は結合するときに発色を伴う。植物から抽出した色素を含む溶液に金属イオンを加えたところ、加える金属イオンの量を多くするほど溶液の色の変化は大きくなった。よって発色具合と加える金属イオンの量の関係に注目し、実験を行った。

(オ) 「大気中の窒素酸化物」

窒素酸化物は、大気汚染や酸性雨などの環境問題の原因となっている物質である。数ある窒素酸化物の中でも大気中に最も多く存在している二酸化窒素 (NO₂) の濃度を簡易測定法を用いて測定し、気象条件や環境条件との関係を明らかにすること、より正確な濃度を測定することの2つを目的として研究を行った。

(カ) 「ハツカダイコンの子葉に見られるアポトーシス」

生物の発生過程で、あらかじめ決まった時期に決まった部分の細胞が死ぬプログラム細胞死の現象をアポトーシスという。ハツカダイコン (*Raphanus sativus* var. *sativus*) では、本葉が出た後に子葉が黄化して落ちるアポトーシスの現象が見られる。このとき、子葉が落ちる前に子葉内の養分はハツカダイコン本体に回収されているのではないかと仮説を立て、研究を行った。ハツカダイコンを育てて、成長段階の異なる個体を用いて、子葉内の核の観察、糖・クロロフィル・タンパク質の定量を行った。実験結果から、子葉が落ちる前には、糖の減少は見られないが、核、クロロフィル、タンパク質の減少が起こることが分かった。これは子葉内の窒素分を回収していることを示すのではないかと考えられる。

(キ) 「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」

ゼニゴケ (*Marchantia Polymorpha*) のゲンマ (無性芽) は円盤状で、成長すると表裏の特徴をもつ葉状体を形成する。私たちはゲンマにおける表裏の分化の決定時期と決定のしくみを調べる目的で、ゼニゴケの杯状体からゲンマを採取し、研究を行った。寒天培地でゲンマを培養して成長したゲンマの特徴を観察した結果、ゲンマには両面から仮根を分化する能力があることが明らかになった。表裏の分化の要因として、光や重力、水または接着などの条件を考え、それらの条件を変えた環境で培養し、観察したところ、ゲンマの時点では重力の影響で仮根の出る側が決まり、

葉状体形成時には青色光が表裏を分化させることが分かった。

(ク) 「名古屋のため池と外来生物 ～池干しによる駆除効果について～」

現在地球上には、およそ200万種の生物が生息しており、私たち人間はその多様性から様々な恩恵を受けて暮らしている。しかし、日本ではオオクチバス、ブルーギルに代表される外来生物が数多く侵入し、生物多様性が脅かされつつある。そのような中、名古屋では2010年に生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)が開催されるなど、生物の多様性を保全しようとする市民意識が高まってきた。外来生物からため池の生態系を守ることを目的に、名古屋市では4年ほど前から「名古屋ため池生物多様性保全協議会」によるため池の池干し事業が始まった。本研究では、池干し後のため池について、実際にフィールドに出て生物を採集し、外来生物の駆除効果について調べてみた。その結果、池干しにより、外来生物の駆除について、一定の効果があることがわかった。その一方、池干し後においても、ため池には外来生物が少なからず生息していることが確認され、完全駆除にはまだまだ課題が多いこともわかった。

(ケ) 「太陽活動と地磁気の関係」

太陽から放出される電波と地磁気の関係についての研究は少ない。電波望遠鏡による太陽の観測と地磁気の観測から、太陽電波と地磁気の変化の関係を探る。観測結果から、地磁気には日変化と年変化が見られたが電波には日変化も年変化も見られなかった。その為、電波と地磁気の変化には関係がないと考えられる。電波の変化は平常時ほとんど見られなかった。また、地磁気は天気によって変化の仕方に違いがあることが分かった。

(コ) 「複素数について」

私たちは、今までの数学の常識から外れた複素数について興味を持ち、研究しようと思いました。そこで「ゼロからわかる複素数」という本を輪読し、疑問を抱いた問題や、より深く考察しようと思った事柄について研究しました。現在の高校数学ではあまり深く扱っていない複素数、旧課程における高校数学の範囲の学習、オイラーの公式、および二次方程式の解の位置の視覚化などに挑戦した。

現在の高校数学ではあまり深く扱っていない複素数、旧課程における高校数学の範囲の学習、オイラーの公式、および二次方程式の解の位置の視覚化などに挑戦した。

(サ) 「結び目理論」

私たちは、村上 斉 著『結び目のはなし』及び河内 明夫 著『レクチャー結び目理論』を読みながら、互いに疑問点を出し合い議論を行い、結び目に対する理解を深めた。その中でも特に、結び目理論の研究対象の一つである結び目の不変量について重点的に研究した。

(4) 研究成果発表

ア 平成23年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会(神戸国際展示場 8月11日～12日)【主催】文部科学省 科学技術振興機構

「ハツカダイコンの子葉に見られるアポトーシス」の研究班がポスター発表を行った。蛍光顕微鏡での観察と、物質を生化学的手法で定量した結果をまとめ、積極的な発表を行うことができた。

イ SSH事業成果報告会(向陽高校 10月26日)

課題研究の最終発表を、SSH事業成果報告会の中のプログラムのひとつとして行った。SSH事業成果報告会は、保護者や近隣の中学校・他高校の教職員、大学教授等を招いて向陽高校のSSHの成果を報告する年度に一度の機会である。第3学年SSクラスの生徒は、それぞれの研究を論文集としてまとめた。午前の公開授業では、学校設定科目「SS英語」において研究要旨を英語でまとめ、プレゼンテーションをおこなった。午後には第2学年SSクラスの生徒も参加し、プレゼンテーションソフトを使った口頭発表を行った。この午後の口頭発表では、研究グループを3つの分科会に分け、それぞれ大学教授より御講評をいただいた。

物理・地学分野 田中信夫 氏(名古屋大学エコトピア科学研究所 教授)

数学・化学分野 稲毛正彦 氏(愛知教育大学理科教育講座化学領域 教授)

長郷文和 氏(名城大学理工学部数学科 准教授)

生物分野 海老原史樹文 氏(名古屋大学大学院農学研究科 教授)

さらに、本校の全生徒・教職員が課題研究の成果を聴講できるように、放課後の時間帯を使ってポ

スター発表会を行い、成果報告の機会を最大限多く設けた。

ウ 論文コンクールへの応募

課題研究の成果をまとめ、自然科学・科学技術系コンテストへの論文投稿を行った。

名 称	主 催	投 稿
第 5 5 回愛知県学生科学賞愛知県展	名古屋市科学館・ 読売新聞社	2 件 (他に科学部よ り 1 件)
ジャパン・サイエンス&エンジニアリング・チャ レンジ (J S E C)	朝日新聞社	1 件
第 5 5 回全国学芸サイエンスコンクール	旺文社	3 件
第 1 0 回全国高校生理科・科学論文大賞	神奈川大学	1 件
第 6 回「科学の芽」賞	筑波大学	3 件
第 3 回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト	東京理科大学理窓会	1 件

複数の入選・入賞が成果として得られた。主なものとして、「結び目理論」の研究班が第 3 回坊っちゃん科学賞研究論文コンテストにおいて優良入賞を受賞することができた。また、「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」の研究班が第 5 5 回愛知県学生科学賞において最優秀賞(名古屋市会議長賞)を受賞し、上位大会である第 5 5 回日本学生科学賞では文部科学大臣賞を受賞した。この研究班は、米国で毎年開催される世界最大の学生科学コンテスト intel ISEF (国際学生科学技術フェア) (アメリカ ペンシルバニア州ピッツバーグ) への派遣が内定している [2012 年 5 月 13~18 日開催]。

(5) 検証

第 2 学年時より継続して取り組んできた研究に対して、さらに深化発展させ、論文コンクールへの応募や積極的に成果発表をすることを目標として取り組んだ。主体的な活動を展開させることができた研究班が、特に良い評価を収めることができた。一方で、論文コンクール等で受賞できなかった研究班についても充実した感想を述べており、生徒の達成感や研究発表にかける意気込みはたいへん高いレベルにあったと考えられる。

この課題研究の総まとめといえる 10 月 26 日に実施した SSH 事業成果報告会を終えての生徒感想の主なものをまとめて以下に紹介する。

- ・ 英語でのプレゼン、また日本語でのプレゼンと、どちらも素晴らしい経験となりました。ありがとうございました。
- ・ 英語での発表について、もう少し多くの準備期間が欲しい。
- ・ すべてのグループの最終発表を見たかった。
- ・ ポスター発表の質問時間がもっと欲しかった。
- ・ 助言講師の大学の先生にほめていただいて、うれしかった。
- ・ 英語での質問攻めに、困ってしまいました。
- ・ 中間発表の時よりも深く研究されていて、面白かった。
- ・ 英語でのプレゼンを通して、言い回しや語法を学ぶことができ、とても良かった。
- ・ とても満足のいく発表会でした。
- ・ ここまでの活動をまとめ、結果として残すことができて良かった。大変だったけど、とてもやりがいを感じる事ができた。
- ・ 以前と違って以外と緊張せずに発表することができた。何度もの発表を経験してきた成果だと思いました。
- ・ みんな楽しそうだったのが印象的でした。大変だったけど、頑張ってた良かったなあ、という感じです。

こだわりを持って、より良い発表をしようとする意欲や、他の研究班の内容への興味関心が生徒の感想から得られた点については、課題研究に取り組んできたことによる大きな成果といえる。

(6) 研究の課題

発表を視野に入れた上での研究の進め方、および、実験から得られた結果等を分析し、考察する力

をはじめから十分に備えている生徒はいない。課題研究については、担当教員の粘り強い地道な指導があって初めて形になるところまで近づいていくと感じている。生徒主体で研究をどう展開してゆくかという点について、教員側が指導の在り方を相互に意見交換しながら進めてゆくことが大切である。評価とか成果という部分を下支えするコミュニケーション能力の重要性が改めて大きく感じられる。

またSSHに認可され、教科としての「課題研究」が始まった当初からの問題点であるが、現在のカリキュラムではプレゼンの準備や論文の作成時間を放課後にも頼らざるを得ない。時間を大切に、効率よく研究を進めてゆくよう生徒への声かけによって意識させる程度しか実行できず、この点については今年度も大きく改善することはできなかった。日常の学習等に対して生徒に影響を与えないように配慮しながら指導してゆくことも必要で、今年度もできる限り最終発表会（SSH事業成果報告会）を早めたが、これも毎年少しずつ工夫改善してゆくことが必要である。

3年生の11月末に行った、2年間の課題研究全体を通してのアンケートの中では、生徒から主に次のようなコメントがあった。

- ・ 2週に1度の授業では足りない。もっと時間が欲しい。
- ・ テーマ決定や研究発表の準備など、予想以上にたいへんな事が多かった。それでも、学校では取り扱わない数学の専門的な分野について学んだり、大学の先生と議論したり、多くの貴重な体験ができた。この経験をこの先に活かしたい。
- ・ もっと早くにテーマとグループを決めた方が、調査する時間が増えると思う。
- ・ わからない点を議論したり、自分で調べる力や相手に伝える力がついた。しかし、課題研究のために勉強ができなくても仕方がない、と言いつつ自分の精神的弱さについては、猛省する必要があると思う。
- ・ 2年生の中間発表の時は研究内容も自分たちでもよく理解しきれていなかったもので、原稿を作るのもスライドを作るのも大変だった。書いた原稿を覚えて話すのに精いっぱいでした。3年生の成果発表会では自分たちのやってきたことも頭に染み付いて、お互いにこうすれば分かりやすいのではないかと話し合ったり、本当に自分たちの成果だといえるものができた。発表中でも補足を付けたしたり、より良い表現を考えながらできるようになりました。
- ・ テーマ設定とグループ決めを早くにして、それに沿ったプレ講座を実施すると良いと思います。
- ・ 人前で話すのが苦手だったが、何度かの発表とその練習で、自信が付き、上手く発表ができるようになって良かったと感じている。他にも課題研究で得ることができたことは多く、本当にこの活動を行って良かったと感じている。
- ・ 下調べの質を上げたり、積極的に質問したりとまだまだやれることはいっぱいあったと思う。この反省を今後活かして頑張りたい。

研究テーマ決定、グループ決定、研究開始の早期化に対する要望が多くあった。しかしながら、基礎知識が無くては研究テーマについても先入観による選択が増えてしまうであろう。

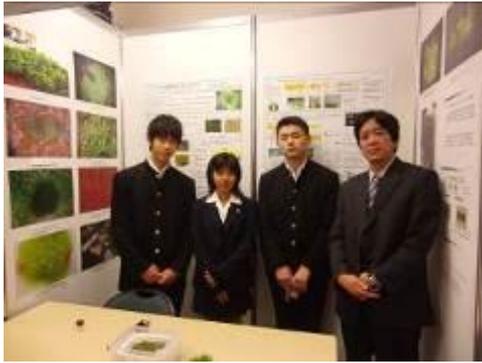
教科（特に物理分野・化学分野）の授業で身に付く基本的な思考力の蓄積も考慮に入れながら、グループ化・テーマ設定を進めなくてはならない。実験の目的等を理解させていくためにも、計画的に改善を重ねることが必要となる。



(左) SSH事業成果報告会（課題研究・口頭発表）「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」

(中) SSH事業成果報告会（課題研究・ポスター発表）「複素数について」

(右) SSH事業成果報告会（課題研究・ポスター発表）「名古屋のため池と外来生物 ～池干しによる駆除効果について～」



(左) 第55回日本学生科学賞（日本科学未来館）「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」

(右) 第55回日本学生科学賞にて文部科学大臣賞を受賞「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」

10 総合的な学習の時間

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第1学年の全員のうち自然科学分野を希望した173名

イ 単位数

1単位

(2) 仮説

自然科学に興味・関心のある生徒に対して、仮説・実験・検証のサイクルで調査研究を行わせることによって、自然科学のもつ法則性や、規則性を順に解き明かしていく楽しさを引き出すことができる。また、その結果として、自然科学を学ぶことに対して、積極的な姿勢を養うことができると仮説を立てた。

(3) 内容・方法

ア 前期

自然科学分野に興味・関心のある生徒の募集。第1学年時に履修しない物理・化学・地学の科目の実験を行った。

(ア) 4月

総合的な学習の時間についてイントロダクションを行うとともに、高校生として何を学ぶのか、どのように学ぶのか、なぜ学ぶのかについての講義。適正診断テストを行い、興味・関心のある学問分野や職業の紹介。

(イ) 5月

総合的な学習の時間に、自然科学的な分野を学びたい生徒の希望調査。

(ウ) 6月、7月

物理・化学・地学の実験

① 物理実験 「振り子の等時性」

振り子が正確に時を刻むことは、ガリレオの時代から知られていた。振り子の周期に深く関係する糸の長さを調整することによって振り子の周期と糸の長さの間にある規則性を推測させる。複数の長さの糸を用意するのではなく、一本の糸に割りばしをセットすることで、長さの調節を簡単にした。振り子が10回振れる時間を最低2回測定し、平均値を周期として求めさせ、糸の長さ1[cm]を横軸に、周期T[s]を縦軸にグラフにプロットさせた。また、縦軸に周期Tの2乗の値も追加記入させた。周期Tからでは、関係性が分かりにくいので、Tの2乗をプロットすると、きれいな直線を引くことができる。このグラフから、糸の長さ l と振り子の周期Tの関係式を考えさせた。振り子の周期が1秒になるように振り子の長さを調整させたりした。グラフの傾きが何に対応するか考えさせた。

② 化学実験 「さまざまな溶媒」

生徒には分からないように 1mL のヘキサンを三角フラスコに入れておき、普通の水道水をそのフラスコに入れた。マッチの火をその水道水に付けるとどうなるかを生徒に予想させた。生徒は、フラスコ内には水道水が入っていると思っているので、火が消えると予想する。結果は、事前にフラスコ内に入れておいたヘキサンが、フラスコの口で燃える。生徒の予想をわざと裏切ることで、なぜ、水道水が燃えたのかを考えさせた。その後、無色透明な 4 種類の溶媒（エタノール、アセトン、ジクロロメタン、ヘキサン）を用意し、実は水道水の中に少量の溶媒のどれかを入れておいたことが、燃える水のからくりであることを明らかにした。どの溶媒が入っていたのか 2 つの観察をすることで推測させた。1 つ目の観察は、4 種類の溶媒の色とにおい、るつぼ内で点火の様子を観察させた。2 つ目の観察は、試験管に入った 4 種の溶媒に水道水を入れ、混合溶液の様子を観察させた。最後に試験管の混合溶液に点火することで、どの溶媒が燃える水のからくりかを結論づけた。その他、クロマトグラフィーを行い、溶媒による結果の違いから混合溶液での結果の予測および結果と考察を行った。余ったエタノールを右手に水道水を左手に塗り、蒸発熱の違いを体感させたり、沸点のより低いジクロロメタンをフェルトにしみこませ、周りの水蒸気がフェルトに凝固（昇華）する現象を利用し、簡易クリスマスツリーを作成した。

③ 地学実験 「地面は浮かんでいる。高い山ほど沈んでいる。」

私たちは、「軽いものが浮かび、重いものが沈む」という感覚を持っている。日常生活では、その感覚で困ることはない。しかし、地学的に物事を考えると重たいものも浮かぶという不思議な現象が見えてくる。例えば、重たい大陸が、プレート運動により移動し、地震や火山などとも関連することが挙げられる。今回は、この事柄を、豊かな想像力と簡単な実験で考察させた。

試験管に入れる溶媒と木材、アクリル管、ろうそくの組み合わせによって浮き方・沈み方の違いに注目させた。生徒たちは、アルキメデスの原理の言葉については知っているものの理解しているとまではいかない状態である。水 100 g に対して砂糖が 200~250 g も溶けることや、高濃度の砂糖水にろうそくがかなり浮かぶことなど、新鮮な体験だったようである。浮力については、物理的な内容であり、溶質・溶媒、溶解度については、化学的な内容であるが、地学を学ぶには、分野に限定されない幅広い知識が必要であり、多角的な視点を養う意味でも、効果的な実験であった。電子黒板を利用しながら、生徒たちの予想や仮説、考えの根拠などもグループで発表させた。

イ 後期

(ア) 9月

個人研究テーマの決定と実験器具の使用方法の演習。

(イ) 10月、11月、12月

個人研究についての実験

(ウ) 1月

個人研究についてのまとめおよびポスター作成

(エ) 2月

個人研究についてのポスター発表

(オ) 3月

クラス代表生徒による体育館発表

(4) 検証

前期に行った物理、化学、地学の実験は、どれも簡単な材料・操作で行うことができる実験であるにもかかわらず、結果から考察することは科学的内容を十分に含んでいる。参加生徒は生物を履修している最中であり、科学的知識は不足しているものの、実験の結果に注目し、因果関係を考察しようとして取り組んでいた。生物分野の実験は、総合的な学習の時間には行わず、生物 I の授業の中で取り入れることで、自然科学全般に関する内容を扱った。

後期の個人研究において、テーマの選択、実験方法、結果のまとめ方、考察から次の実験の方法と様々なことを生徒自らの考えで行った。教員側はアドバイザーの立場をとり助言や提案を行うものの、最終的な判断は生徒に任せた。個人研究テーマの内容は、身近で容易にみえるが、現象を理解するに

は生徒の知識が足りない部分がみられた。予想したような結果が出ないときに、実験操作に失敗があったのか、予想そのものが間違っていたのか判断に迷う生徒もいた。個人研究活動の感想には、中学校の実験とは異なり、自分で方法を考えて進めていくのは大変であったが、どのような結果がでるのか楽しみながら取り組めたという内容のものが多かった。このことは、自然科学を学ぶことに対する積極的姿勢、問題発見能力、調査研究力を十分に高めることができたといえる。また、発表する力についても、ポスター発表を行うことで高めることができた。



1.1 フィールドワーク

(1) 経緯

ア 対象生徒

全学年希望者（合計127名）

イ 内容

近郊の研究機関や科学技術系の企業を訪問し、講義・実習・見学等を行い、その内容を理解する。

(2) 仮説

普段訪れることの困難な訪問先も設定し、高度な内容の講義・実習・見学等を実施することにより、自然科学に対する興味・関心を高めるだけでなく、日常の学習意欲や将来の進路選択に向けての意識を高めることができる。

(3) 内容・方法

ア 核融合科学研究所 8月12日（金）（参加生徒26名）

(ア) 事前講義 10:00～12:00

講師 鈴木 康浩 先生

まず、エネルギー源としての核融合の説明を受けた。その中では太陽光や風力との違いについて、資源や環境に対する安全性について、廃棄物処理の利点についてなどを紹介された。

さらに、プラズマ研究について、その状態や身近なプラズマ、プラズマを閉じ込める装置としてのLHDの説明などを受けた。さらには国際研究としてのITERの紹介もあった。

(イ) グループでの研修と制御室・液化機器室の見学

A プラズマ電気計測 9名

講師 吉村 信次 先生

B コンピュータシミュレーション 8名

講師 水口 直紀 先生、鈴木 康浩 先生、糟谷 直宏 先生

C マイクロ波焼結 9名

講師 佐藤 元泰 先生、高山 定次 先生

LHDは研究に向けて冷却に入っていたこともあり、装置そのものは見学できなかったが、建屋や制御室、冷却装置、ヘリカルの模型などを見学した。実習のうちマイクロ波焼結では、原理の説明の後、電気炉を用いて砂鉄から鉄塊をつくることを実習した。

プラズマ電気計測では、真空度合いや磁場をかけるなど条件を変えたときのプラズマの測定を行った。コンピュータシミュレーションではバーチャルリアリティの観察やモンテカルロ法でのシミュレーションを行った。

(ウ) 報告会とアンケート記入

各グループで実習した内容の報告を代表生徒が行った。また、1日を通しての感想や質問などを所員に対して行い、アンケートに回答して終了となった。

(生徒アンケートより)

- ・核融合やプラズマのことについての講義を受けて、核分裂炉と各融合炉の違いがよくわかり、核は上手に使える人間にとってとても役に立つものになるんだなということを改めて実感した。プラズマは身の周りのいろいろなものに使われていたので驚いた。(特に蛍光灯)
- ・プラズマを発生させるには「物質」と「エネルギー」と「真空」と「磁場」が必要で、なぜ磁場が必要かという温度を高温(1億℃)にすることができるからで、その理由を知ったときに磁力ってすごいんだなと思った。
- ・今後重要になっていく新しいエネルギーについての利点、問題点、原子力発電を代用するエネルギー源は核融合が適していることが分かった。また、核分裂と違って核融合は燃料の注入によってある程度コントロールできることが分かってとても勉強になった。
- ・核分裂と核融合の違いがよくわかった。研修先へ行く前までは原発と同じで「安全神話」のもと、実験が進んでいるのではないかと疑問に思っていたが、説明を受けて「原発よりは安全なんだな」という印象をもった。スタッフの方々が核融合の現時点の良い点と悪い点を交えて話しているところに好感がもてた。
- ・普段マイクロ波という名前はよく耳にするが、構造や特徴、性質など全く理解していないことに気付かされた。製鉄実験では鉄を容器に入れるときのひと工夫で、鉄が沸騰したり酸化鉄になったり、高純度の鉄になったりしておもしろかった。少しの差でこんなにも違うのかと驚いた。
- ・あまりコンピュータが得意ではないので不安でしたが、実習していく中でいろいろなことができるようになっていきました。前半ではたくさんの計算をコンピュータを使ってやり、今の研究はコンピュータがとても大切なものになっているのだと感じました。3Dのバーチャルリアリティでは3Dテレビのような面ではなく、空間で3Dを体験することができ、とても貴重な経験ができ、よかったですと思います。



イ 名古屋市科学館 12月20日(火) (参加生徒101名)

(ア) 館内見学

名古屋市科学館は平成23年3月にリニューアルされて、プラネタリウムをはじめとして館内の施設の大部分が新しくなり、展示物が一新された。それぞれフロアごとにテーマが設定されており、生命館には「地球のすがた」「生活のわざ」「人体のしくみ」「生命のひみつ」、理工館には「不思議のひろば」「技術のひろがり」「科学原理とのふれあい」「物質・エネルギーのせかい」「最新科学とのふれあい」、天文館には「宇宙のすがた」があった。

生徒には到着次第、プラネタリウムの開始時間までは館内見学をするように指導していたが、展示物の内容が充実していてとてもまわりきれずに残念がっている生徒が多かった。幼稚園や小学生のころに来たことがあるという生徒が結構いたが、高校生となって改めて来ると、展示物の原理や仕組みがよくわかり内容がよく理解できてさらに興味がわいた生徒も多くいたようであった。

(イ) プラネタリウム鑑賞 (12月のテーマ:「クリスマスの星」)

日本でも最大規模のプラネタリウム「**Brother Earth**」はオープンから半年以上経過しても、いまだにすべての公演が満席になるくらい注目されている。団体が100名を超える枠を確保してもらい、希望者が参加できる態勢を整えての実施となった。

12月の内容は「クリスマスの星」ということでの、その日の夜の星空の解説の後、街の明るさ

を変えたり、緯度を変えたりして星空の見える様子の違いを比較した。その他つい先日12月10日の皆既月食についての解説や、金星、木星、土星の歳差運動について、われわれの住む銀河系を外から見た場合について、キリストが生まれたころの夜空に変えてその当時の惑星の位置や天体現象とクリスマスとの関連についての解説がなされた。

以前のプラネタリウムも、大きな天井で星の動きや光り具合などを細かく調整されていたが、新しくなった投影機、プロジェクタの性能はすばらしく、コンピュータを使っでのデジタル映像もスケールが大きく生徒は圧倒されていた。

(生徒アンケートより)

- ・プラネタリウムは、以前に行ったことがあるけど小さかったのでよく意味が分からなかった。しかし今回はしっかり理解しながら聞くことができた。イスが回るので見やすいしわかりやすいし、すごく楽しかった。また、館内見学ではあまり期待していなかったけど予想以上におもしろかった。中学の頃に理科で習ったことの応用みたいなのがたくさんあって、学習した後に行くと面白いすごいと感心した。また、不思議に思うところもたくさんあった。目の錯覚や鏡の見え方、磁石の向きなど不思議に思うことばかりで、すごく興味をもった。今回行ってよかったと思った。でも時間があまりなかったから、今度はゆっくり行きたいと思った。
- ・身近なところに様々な発見がありました。例えば、水、風です。水ではある有名な人が発見した下部にある水をらせんを利用して上部に上げていくというものや、風が吹き出しているところに風船を近づけると飛んでいくはずなのに逆に吸い込まれていくなど様々な不思議がありました。これらを調べてみたいと関心をもつようになりました。星についても、実際に夜中山奥に行ってみて観察してみたいと思うので、機会があればぜひ行きたいです。
- ・プラネタリウムで、普段はなかなか見られない星を見ることができて、星座と普段の生活には様々な関わりがあるとわかって、もっといろいろな星座について知りたくなりました。紀元前の人たちが見た星にも興味がわきました。宇宙のすがたでは、月面を観察できたり、公転周期について分かったりと、すごく勉強になってもっと知りたいなあと思いました。不思議のひろばでは、「錯覚」にすごく興味がわきました。前に、テレビで錯覚の絵について見ていて、おもしろいなあと思っていたのを実際に見ることができて、さらに興味がわきました。シャボン玉が、なぜ虹色に見えるのか、不思議に思いました。自分で体験していくうちに、なんだろう？もっとよく知りたい！と思うことが、たくさん出てきました。今まで自分が考えもしなかったことを深く追究したいと思えるようになって、すごくいい経験だったと思います。



(4) 検証

希望生徒参加のフィールドワークを、本年度は2コース設定した。それぞれ受け入れ人数の制限がある中で、核融合科学研究所については夏季休業中にほぼ定員で実施、名古屋市科学館については予定人数を超えた分についても受け入れていただいた実施となった。希望者が参加したということもあり、参加した生徒はいずれの研修先についても新しい発見をたくさんし、興味・関心も高まったようである。

生徒アンケートの結果によると、核融合科学研究所については、「講義の内容は想像していたより高度な内容でしたか？」に対して88%の生徒がそう思う、どちらかといえばそう思うと回答しているが、「講義の内容をあなた自身どのくらい理解できたと思いますか？」に対して69%の生徒がよく理解できた、ほぼ理解できたと回答し、内容的には難しかったといえる。しかし、「講義に関して、新たに分かったことや、新しく不思議に思ったことはありましたか？」「講義の関連事項で、自分で

さらに深く調べてみようと思うような事柄はありましたか？」については100%、88%の生徒がたくさんあった、あったと回答しており、興味や関心を高められ、さらに深く調べていこうという姿勢をもつ生徒が多く現れ、研修の成果は高かったといえる。

名古屋市科学館については、館内見学では「館内見学を通じて、自然科学や科学技術への興味は湧きましたか?」「館内見学を通じて、新しい発見や不思議に感じたことはありましたか?」について、94%、91%の生徒がたくさんあった、ややあったと回答している。さらに、「自分から積極的に自然科学系の博物館や科学館を見学してみたいと思うようになりましたか?」で、92%の生徒がそう思うようになった、どちらかといえばそう思うようになったと回答し、展示物の内容に工夫が凝らされており、興味を引き出す内容だったといえる。また、プラネタリウムでは「講演の内容について興味や関心は深まりましたか?」で100%の生徒が深まった、どちらかといえば深まったと回答し、「講演の内容は理解できましたか?」で98%の生徒が理解できた、どちらかといえば理解できたという回答し、プラネタリウムの解説がとても丁寧でわかりやすく、興味をかきたてるようになされているといえる。

1.2 SSリサーチⅠ 【第2学年】『ため池のカメから見る生物多様性と外来生物問題』

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第2学年SSクラスに在籍する生徒30名

イ 実施日程・実施場所

日程：平成23年5月19日（木） 8時00分（集合点呼）～18時00分（学校着）

調査活動場所：二ツ池ふたつ池（愛知県大府市横根町名高山）

講義施設：大府自然体験学習施設 二ツ池セレクトナ（愛知県大府市横根町名高山88-1）

ウ 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の高大連携講座

エ 講座名・講師

講座名：「ため池のカメから見る生物多様性と外来生物問題」

講師：愛知学泉大学 コミュニティ政策学部 矢部 隆 教授

オ 連携の経緯

野外フィールドでの調査や観察活動を行い、昨年愛知県で開催されたCOP10で注目された「生物多様性」および自然体験の大切さを実感させる目的で、平成23年度の最初のSSリサーチを2年生SSクラス全員がまとまって受講するかたちで計画した。日程は、平成23年5月19日（木）の1日の課外活動として設定した。

講師として、淡水カメの研究で著名な、愛知学泉大学コミュニティ政策学部の矢部隆教授、ならびに同大学事務長の六郷恭二氏に依頼した。

調査活動フィールドの選定や、実習の流れ・安全性等について矢部教授と打合せを持ち、講座の骨格を決定した。

(2) 仮説

フィールドでの調査・観察活動を通して、自然科学研究に対して意欲的に取り組む姿勢・態度の向上をはかり、生物多様性と外来生物問題から生物間の相互関係に対する理解を深め、人間と自然の調和についての意識を高めることができる。

(3) 内容・方法

ア 事前学習

班ごとに「生物多様性とCOP10」「固有種と外来生物」「標識再捕法」「エコトーン」「ルートセンサス法」について班員一人1テーマでB5紙にまとめる予習を行った。その後担任が人数分印刷を行い、班員は予習を共有する試みを行った。

行きのバス車内にて矢部教授より、人間社会とため池の意義、淡水カメの特徴、野外での活動に関する注意事項と安全に行動するための心構えについて学習した。

イ 実施内容

この講座で選定したフィールドである愛知県大府市の二ツ池は、平戸池と増田池の2つの灌漑用ため池からなる。交通の多い国道と東海道新幹線が交差する地区にあり、人間の社会活動と密接に関連した典型的なため池である。池の周囲は二ツ池公園として整備されており、隣接する自然体験学習施設二ツ池セレクトナよりアプローチしやすい立地条件である。ため池は元来、人間が造成し水を農業に利用することがその存在目的であった。また、周囲の雑木林と同様に池干しなど、人の手が加えられることによってそこでの生態系が保たれてきた。近年では社会の都市化の流れの中において全国的に農業利用の目的も希薄になり、ため池の機能も変化してきている。



(ア) 平戸池、増田池でカメのわなかけ

昨年の活動で、当日仕掛けたわなにカメが2匹しかかかっておらず、十分な観察ができなかったことを考慮して、矢部教授が前日に平戸池および増田池にそれぞれ5つのわなを設置してくださった。時間の関係で学校に持ち帰り、捕獲したカメの種の同定、背甲長・腹甲長の測定、雌雄の判別を行った。

(イ) 池の周囲のルートセンサス（生息する動植物の調査）

バケツ・玉網・小型の魚類、エビ用の小さい網・ピンセット・サンプル瓶（プラ）・プラ水槽・ルーペ等を用いて小型の動物を採集、観察した。

(ウ) 講義「ため池のカメから見る生物多様性と外来生物問題」

- ・カメの生態と特徴
- ・水辺エコトーンの構造と機能
- ・カメが暮らす場所と自然の中での役割
- ・環境の変化や外来生物が及ぼす影響
- ・昨年度開催されたCOP10について



(4) 検証

開発が進み、生物と触れ合う機会がないまま育った多くの生徒にとって、フィールドでの実習は大きな不安を伴うものであった。観察活動が始まってしばらくは虫や小動物を恐れ、怖々触れていた生徒たちも観察が終了する頃には捕獲したアオダイショウをグルグル手に巻きつけるほどになっていた。池に入っただけの動物採取、わなに用いる魚の頭部の処理など、初めての体験に戸惑いを見せながらも、次々に現れる発見に感動を隠せなかった。これまで立ち入らなかつた領域に踏み込み学ぶことで、自然科学研究に対する理解を深め、意欲的に実習に取り組んだ。



講義では、カメを中心に生態系を構成する様々な生物の相互関係の奥深さや環境の役割、外来生物が及ぼす影響を学んだ。中でも「外来生物も与えられた環境で必死に生きている」という講師の言葉には、外来生物そのものが悪い存在ではなく、元に戻すことができない環境を作り出した人間に大きな責任があることに気づかされ、物事を様々な視点から見る必要性を重く感じ取ることとなった。緑を増やす活動として行われている植林も場合によっては環境を破壊する活動であることを知り、生徒達は大きなショックを受けていた。



講座後の感想からは、不安とは裏腹に、貴重な体験を通して多くのものを得ることができたことに対する高い満足感が感じられた。また、すべての生物に与え

られた命の尊さや、自然環境とその一員である人間の立場や関わり方について深く考えさせられ、講座を通して人間的に一回り成長する様子を感じることができた。

【第3学年】『企業見学と博物館研修から自然科学研究をより深く考えよう』

(1) 経緯

ア 対象学年・クラス

第3学年SSクラスに在籍する生徒34名

イ 実施日程・実施場所

日程：平成23年5月19日（木）

8時15分（集合点呼）～17時30分（学校着）

研修訪問場所：

[午前]株式会社 ヤマザキマザック 美濃加茂製作所

(岐阜県美濃加茂市蜂屋町中蜂屋山崎333)

[午後]瑞浪市化石博物館 (岐阜県瑞浪市明世町山之内1-13)

ウ 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の行事

エ 連携の経緯

平成23年度の第3学年SSクラスを対象として、科学技術系企業と博物館を訪問することを計画した。専門性の高い技術分野の見学や学術的な立場からの講演を通して、自然科学研究の社会での役割を学ぶ事を目的として、クラス全員がまとまって受講するかたちで計画した。

日程は、平成23年5月19日（木）を課外活動日として設定した。工作機械メーカーとして世界的規模でのリーディングカンパニーである、株式会社ヤマザキマザックの総務部人材開発課の間野光宏氏へ見学の申請を平成23年2月に行い、午前時間帯での訪問、研修活動として受け入れていただいた。

また、午後時間帯の活動としては、新生代の化石研究機関である瑞浪市化石博物館にて博物館での調査研究活動に関する講演と、野外実習を、学芸員の安藤佑介氏にお願いした。

(2) 仮説

クラス単位でまとまって活動する形態のSSリサーチとして、この年度の3年生は、第2学年時に野外フィールドでの調査・観察活動（5月）と製鉄産業の見学（10月）を経験してきている。昨年度のこれらの体験をさらに発展させる目的で、第3学年では製造業の基盤として重要な役割を果たす工作機械について学ぶ機会と、化石研究の実際と学芸員としての社会的な役割を研究者から聴講する機会を設定した。

我々の身近な電化製品や生活用品、乗り物、通信機器等が持つハードウェアとしての品質は、すべて「マザーマシン」としての工作機械の精度と使い手の加工技術による。一方で、これらの工作機械に関しては、工業高校で学ぶ生徒は別として、普通科の高校生にとっては学ぶ機会も無く、日常生活でも話題となることはほとんど無い。工作機械の精度や加工方法の進歩がそこから生み出される製品に直接に反映される観点から、その社会的な重要性和工作機械そのものの仕組みについて実際に目で見て学ぶ。この経験は、研究活動において様々な工具や器機を駆使して創意工夫が必要となる時や、使い手として有効な道具・器具の見極めが必要となる時、また、ものづくりのバックグラウンドを理解するという観点から、たいへん意義の深いものであると考える。

もうひとつの訪問先である瑞浪市化石博物館においては、研究機関としての博物館の役割や、そこで学芸員として働く研究者の研究活動について講演をいただく。また、実際に野外学習地での化石採集活動もご指導いただく。これらから博物館の存在する社会的意義や、軟体動物の中の翼足類の化石研究者である安藤氏の実際の活動をお話いただくことで、専門分野のみならず、多岐にわたる知識と行動力が、研究を続けるために必要となることを生徒に実感させることが可能となるのではないかと。さらに、自然科学研究を大きなスケールで捉える姿勢や、学芸員としての仕事について幅広く考え、認識を深めることができるのではないかと仮説を立てた。また、これら2か所の訪

問と研修を経て、将来の進路選択のひとつのヒントとしての機会を生徒に与えることもねらいのひとつとした。

(3) 内容・方法

ア 講座名：「企業見学と博物館研修から自然科学研究をより深く考えよう」

イ 講師：株式会社 ヤマザキマザック 取締役 美濃加茂製作所長 大野寧彦 氏

総務部人材開発課採用チーム 間野光宏 氏 他

瑞浪市化石博物館 学芸員 安藤佑介 氏

ウ 実施内容

(ア) 株式会社 ヤマザキマザック 美濃加茂製作所 訪問 (午前の取り組み)

向陽高校を1974年に卒業され、受講生徒たちの先輩にあたる大野所長より生産材としての工作機械一般と、企業としての「もの作り」に対する考え方について講義を受けた。一般の市場で我々は消費財として生活用品や家電製品等を購入しているが、これらの消費財を作っているメーカーは、マザーマシンとしての工作機械を用いて消費財を生産している。金属加工において欠かすことのできない工作機械の代表としては、CNC旋盤(刃は固定して円筒形の材料を回転させる)やマシニングセンタ(主に立方体の材料を固定し、様々な種類の刃を回転させる)、および両者を合わせた機能をもつ複合加工機(マルチタスキングマシン)がある。また、新しい工作機械としては、二酸化炭素と熱で厚さ2mm～5mmほどの板材を加工するレーザー加工機が開発・製品化されている。様々な身の回りの電化製品や乗り物などに代表される大量生産型の製品を作る場面のみならず、航空機のエンジンや翼、風力発電機のプロペラハウジング、船舶のスクリュー、油田プラントで用いられる各種部品などは、精度の高い工作機械なしでは製造が不可能である。また、近年では新分野として医療分野で人工骨の製造において複合加工機が活用されている。体型によって微妙に形状が異なってくる製品の形成・加工を一台で完結させることのできる複合加工機は、多品種少量生産型の製品に適した工作機械である。

工作機械の生産は、日本が1982～2008年までの28年間世界第1位を保ってきた。しかし2009年は、中国1位、ドイツ2位、日本3位となった(米国調査会社Gardner Publications Incによる)。2008年9月のリーマンショック以降、日本の産業界全体で苦しい状態が続いているが、ヤマザキマザックはその製品の安定した精度と寿命、アフターサービスの充実を主軸として企業としての信用と信頼を保ち続けている。

以上のような工作機械の基礎と、世界市場における企業理念を大野所長より紹介・説明いただいた後、4つのグループに分かれてショールームと工場内の見学に移った。Mazakの製品の大きな特徴のひとつとして、誰にでも扱うことができ「製品をつくることのできる工作機械」という点があげられる。コンピュータの専門的な知識が無くても材料の加工過程を対話式プログラムにより簡単に加工プログラムを作成できるソフト「MAZATROL」を1981年にすでに開発している。このシステムは改良が重ねられ、品質、生産性、操作性、安全性をますます向上させている。また、環境性にも配慮した製品開発に努めており、機械の殆ど全体をケース内に覆い、切削のための水や油は機械内でフィルターを通して再利用することで、清潔な印象と環境への配慮を意識している。この点は美濃加茂製作所のエントランスからショールームにかけての壁・床・照明等の細かい部分まで工夫されており、顧客を第一に考えるという企業としての姿勢を肌で感じる事ができた。

見学途中や見学終了後の全体の座談会では、生徒から主に次のような質問があがり、大野所長より回答をいただいた。

質 問	回 答
・はたらいっている社員の皆さんについて、一人前としてやってゆけるまでにはどのくらいの期間が必要か。	1～3年ほどでユーザーの設備機に発生したトラブルに対処できるようになる。取り組む姿勢や意欲が最も重要。人間としてのマナー、モラル、コミュニケーションする場面での語学。
・製品の注文を受けてから納品までの期間	納期はいろいろである。注文を受けた仕様に

は。	よる。
・「Mazak」の社名の由来は。	海外進出を意識して、欧米人の発音しやすいものとした。（「Yamazaki」は発音しにくいようである。）
・ノルウェーから注文を受けた製品を、この工場で製作していたが、それはなぜか。	海外の工場では小型機が中心。大型の複合機は多くのノウハウが必要で、日本での生産となる。
・工作機械の部品を作る機械はどのようなものか。	より精度の高い工作機械で作る。マザーマシンのマザーをさかのぼると、究極は「人の手」が作り上げているといえる。
・御社への入社に必要なものは。	機械、電気、電子、情報等の工学を学んでほしい。しかし、学校での勉強はベースとして考える。社会人として、最先端のものをとりこむ意欲、興味を持って取り組む積極的な能力を求める。
・中国市場をどう捉えているか。	中国は工作機械の生産、消費ともに世界1位。Mazakは安定した精度と製品寿命、アフターサービスでリードしており、この点で差別化を図っている。
・節電が強く求められる世の中となっているが、工場で使う電力について、どのように対処していく予定か。	東北の震災もあり、省エネは社会全体の課題である。目標は15%の削減で、現在計画を立てている。



(左) (株) ヤマザキマザック 取締役美濃加茂製作所長 大野寧彦氏より説明を受ける
(右) (株) ヤマザキマザック 研修での質疑応答

(イ) 瑞浪市化石博物館 訪問 (午後の取り組み)

瑞浪市化石博物館では、瑞浪で採取される代表的な化石を展示している。瑞浪で採取される化石は、瑞浪層群という陸や海で砂や泥が積もった地層の中に含まれている。瑞浪層群からは、新生代第三紀中新世の貝・魚・哺乳類・植物などおよそ1000種類におよぶ豊富な化石を産している。これらの化石は、かつて瑞浪が海であったころの自然の様子を現代の人類に教えてくれる。

博物館とは学芸員と研究者により資料保存と研究、展示、教育普及活動を行っている施設である。講師の安藤佑介氏は本校の卒業生（2001年3月卒）であり、受講生徒に対して学芸員という仕事を知ってもらいたいという観点からも接していただいた。研修室の講義では、地質時代区分の名称の由来やサメの歯がなぜ化石として保存されやすいのか、また、採集した貝類の化石からどのように当時の環境や海の水深を推定するのかなどについて講義していただいた。館内見学では、瑞浪層群から見つかった代表的な貝類の化石を前に、安藤氏より解説を受けた。展示されている標本として特に有名なものは、体長約2mのほ乳類であるデスモスチルスである。ほ乳類のように四肢を横にはり出した体型をしており、世界で初めて頭部の化石が瑞浪から発見され

ている。

その後、野外実習地にて化石採集体験を実施した。服装、靴を整えて安全に配慮しながら、土岐川の河原にて安藤氏の指導のもとに実習を進めた。6つの班に分かれて、今から1700万年前（新生代第三紀中新世）の貝類の化石や植物の葉の化石を集め、安藤氏より採集場所の水深を推定する根拠を解説していただいた。



(左上) 瑞浪市化石博物館学芸員 安藤佑介氏より講義を受ける

(上右) 野外実習地にて安藤氏より化石採集の諸注意等の指導を受ける

(下左) 採集した化石の分類

(下右) 採集した化石の例（貝類）

(4) 検証

この講座を受講したSSクラスの3年生は、昨年度（第2学年の時）SSリサーチIとして「ため池のカメから見る生物多様性と外来生物問題」（愛知学泉大学・矢部隆教授）、およびSSリサーチIIIとして「研修旅行中における岡山地区の企業見学・JFEスチール西日本製鉄所」という2つの全員受講型の講座を経験した。これらの講座をふまえ、学年が進行した第3学年時では、職業としての技術者・学芸員を知る機会としてキャリア教育の側面も加味し、今回の2種類の講座を設定した。1日の限られた時間の中で2か所の訪問先を設定した関係上、時間的に忙しい印象を生徒に与えてしまったことは否めなかった。しかしながら生徒の多様な興味関心に応じる事の必要性も考えると、やはりこのような形態が、よりベターであると考え。各訪問先で得る専門的な内容は、半日では浅くならざるを得ないため、事前学習をクラス全体で実施した。しかし、事前調査（資料収集）にもう少し多くの時間を使って、少人数の受講形式でなるべく専門的な部分にまで踏み込むことができればより効果的であったと感じる部分があり、これも改善課題といえる。

行事としてクラスがまとまって行動し、受講する形式の中、理科の科目選択や進路の方向性が様々な生徒集団に対してモチベーションを維持してゆくためにはどうすれば良いかと考えながら、これらの講座を設定した。生徒に様々な体験をさせて自然科学・科学技術の奥深さを幅広く認識させるという点においては、一定の成果を得ることができたと考え。生徒のアンケートや感想には次のような記述があった。

【午前の研修について】

- ・工作機械の能力自体にとっても驚いた。アルミニウムがまるでチョコレートやバターのように削られて形ができてゆくのは、とてもリアルで感動した。
- ・複合機が部品を作ってゆくところでは、その正確な加工に思わず声が出るほどであった。
- ・マザックの大野所長が「仕事に必要なものは知識などよりも強い意思と意欲だ」とおっしゃっていたことがとても印象に残った。将来、工学関係の仕事に就きたい自分にとって、大変大きな刺激になりました。
- ・工場の中ではたらく人たちの様子や、組み立てられてゆく製品を見ることで「モノ作り」に関して具体的なイメージを持つことができた。
- ・工場で一度組み上げられた製品を解体した後にユーザーに納入し、それらを技術者自身が現地（国内・国外）に赴いて現地で最終的な組み立てを行うと聞き、企業も購入した人と密接なコミュニケーションをとれる人材を求めているのだ、という事をとっても強く感じた。

【午後の研修について】

- ・ピカリヤの中に瑪瑙の成分が入りこみ、自然に不思議な形の瑪瑙ができることがとても興味深かった。
- ・知っている数少ない古生物のデスモスチルスが初めて見つかったのが、瑞浪だという事にとっても驚いた。
- ・貝化石の簡単な見分け方の講義はとても面白かった。化石の採集では、ただやみくもに掘っていてもダメで、その掘り方にもコツが必要だという事がわかりました。すごくきれいに貝の化石が出てきたときには、班のみんなで喜びあえた。とてもいい経験でした。
- ・「講座内容を何か一つ覚えていって、自宅のお茶の間で話題にしてください」という安藤先生はおっしゃっていたが、とても多くの知識を得ることができた。化石を壊さずに掘り出すことは至難の業であったが、フィールドワークには特有のおもしろさがあるし、頭に良く残るのでたいへん有意義であった。

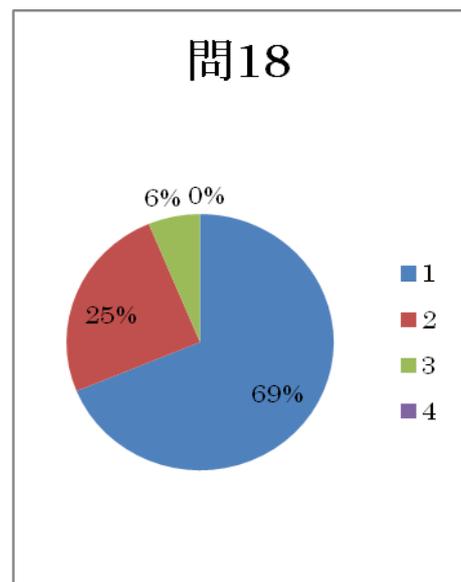
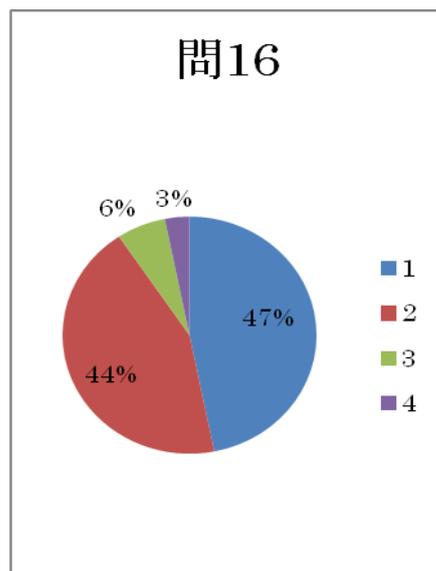
[アンケート設問の主なもの]

問16 今回の「SSリサーチI」に関連する事項について、いろいろ知りたいと思う気持ちが高まりましたか？

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1 高まった | 2 どちらかといえば高まった |
| 3 どちらかといえば高まらなかった | 4 高まらなかった |

問18 全体として、今回の「SSリサーチI」に参加した結果は満足の得られるものでしたか？

- | | |
|-------|--------|
| 1 はい | 2 まあまあ |
| 3 あまり | 4 いいえ |



1.3 SSリサーチII

(1) 物理コース

ア 経緯

(ア) 受講生徒

第2学年SSクラスに在籍する生徒のうち、8名

(イ) 実施日程・実施場所

日程：平成23年8月11日(木) 12(金)

場所：名古屋工業大学

(ウ) 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の高大連携講座

(エ) 講座名・講師

講座名：メカトロニクスとデジタル情報処理 —そのソフトとハード—

講師：名古屋工業大学 創成シミュレーション光学専攻

機械工学教育類 水野直樹 教授

イ 仮説

機械やコンピューターの動作原理を学び、実際にプログラミングや回路設計によって自分の思う通りに機械を動作させることにより、学校での学習と普段何気なく使っているものとのつながりを感じ、工学やそれを支える自然科学に対する興味関心をさらに高められる。

ウ 内容・方法

(ア) 概要

昨年度に引き続き、デジタル回路とメカトロニクスに関する講義と実習を行った。

事業の実施

日時	場所	内容
8月11日(木) 9:00~17:00	名古屋工業大学 3号館10階	デジタル情報処理のハードウェアについて ・メカトロニクスの基礎とデジタル情報処理(講義) ・デジタル回路の設計演習 ・デジタル回路の製作実習
8月12日(金) 9:00~17:00	名古屋工業大学 3号館10階	デジタル情報処理のソフトウェアについて ・プログラマブルロジック回路とマイクロコンピュータによる情報処理とメカトロニクス(講義) ・マイコンプログラム作成演習 ・ソフトによる機械の制御とその特性の検討 (プログラムによるロボットアームの操作)

(イ) 内容と展開 (ハードウェアについて)

11日午前中にコンピューターやメカトロニクスの歴史からデジタル回路の基本回路についてなど、メカトロニクスとデジタル回路のハードウェアの基本的な理論について学んだ。講義はスライドを用いたものであったが、実際にさまざまなメカトロニクスの製品や回路を見せていただき、メカトロニクス、デジタル回路への理解を深めることができた。午後からは簡単な条件分岐の回路(AND回路、OR回路、カウンタ回路)を設計し、それをブレッドボード(簡単に回路を組むことができる基盤)上に、ICのチップやLED、スイッチなどを組み込み製作した。

実際に全てうまく動作することを確認した。

(ウ) 内容と展開 (ソフトウェアについて)



12日の午前中にプログラマブルロジック回路とマイクロコンピュータによる情報処理について学んだ。11日に続き、講義はスライドを用いたものであったが、実際に製品や回路を見せていただき、マイクロコンピュータへの理解を深めた。午後はまず前半にマイコン2種類を用いて、ティーチングアシスタントの大学院生の指導のもと、ソフトウェアを実際に記述してLEDを文字の形に光らせる機械を動作させた。生徒たちはサンプルプログラムを理解し、その後は自分たちの好きな文字を表示できるように実際にプログラムを変更して動作させることに成功した。また後半には、ロボットアームをコンピューターによるソフトウェア制御で動作させる実習も行った。

エ 検証

終了後に生徒8人と話をしたところ、全員が「明日もきて、講義と実習をしたい。」と言っており、生徒が本当に興味関心を持てたのだということが明白であった。講義の内容は多少難しい部分もあったと思うが、実験で実際にものを触って動かしたことにより理解が深まり、興味関心も深まったという意見が多くあった。また、日常では身の回りにあふれている機械や回路をブラックボックスとしてただ使用しているだけだが、それらの動作原理を学び、またそれがすごく単純であることを知り、興味深かったという意見も多かった。実際にものに触れて、それに関することを学ぶということは生徒の興味、関心を引く上で非常に有用であること、生徒が興味、関心を持てば主体的に自ら学ぼうとするということ、これら2点ははっきりと生徒の行動としてあらわれていた。

昨年に引き続き、このような機会を与えていただいた名古屋工業大学に感謝するとともに、普通の授業では体験することができない知識と身の回りの機械を結びつける体験を得るためにも、ぜひとも続けていきたい企画である。

(2) 化学コース 「環境に優しいものづくりプロセス」

ア 経緯

(ア) 受講生徒

第2学年SSクラスに在籍する生徒のうち、8名

(イ) 実施日程・実施場所

日程：平成23年8月2日（火）、3日（水）、4日（木）

場所：名古屋大学 総合研究実験棟308号室

グリーンビークル材料研究施設

(ウ) 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の高大連携講座

(エ) 講座名・講師

講座名：「環境に優しいものづくりプロセス」

講師：名古屋大学 エコトピア科学研究所

齋藤 永宏 教授、 是津 信行 准教授、 上野 智永 助教

TAとして名古屋大学大学院工学研究科より3名

イ 仮説

2年生の1学期終了段階では、高校での化学を学び始めたばかりであるため、これまでに学んだことを今回の研修で活かすことはそれほどできない。それよりもこの先学んでいくことにどのような内容があるのかを知り、最先端の研究の一端に触れることで、化学を学ぶ意識が高まると考えられる。

ウ 内容・方法

是津信行准教授から3日間の予定案内とTAの紹介があった後、3日間に行う実験「超はっ水性」、「プラズマ」および「燃料電池」についての詳しい説明と研究室で現在取り組んでいる研究内容の紹介があった。その後、総合研究実験棟の研究室を巡り、研究に使用されている機器や設備についての案内があった。1日目は「生物に学び超はっ水・撥油性材料をつくる」、2日目は「液中プラズマによる表面処理と材料合成」の実験を行った。

(ア) テーマ1 「生物に学び超はっ水・撥油性材料をつくる」

シリコン基板の上にプラズマ化学気相堆積法 (CVD) を用いて凹凸をもつ構造を作成した。そして、水滴を落とし、接触角の測定を行った後、電子顕微鏡を用いて表面の状態を確認した。

- ① CVD のチャンバーを真空にする
- ② 真空チャンバーにアルゴンを導入し、マイクロ波によりプラズマを発生させた
- ③ トリメチルメトキシシランを導入し、プラズマ中でばらばらの状態にし、シリコン基板上に再結合することで凹凸をつくる
- ④ 接触角の測定を受講生徒 8 人全員が行い、測定値を平均した
- ⑤ 電子顕微鏡でシリコン基板上を観察



(イ) テーマ2 「液中プラズマによる表面処理と材料合成」

白金の埋蔵量には限りがあり、自動車や電源が全て燃料電池になると地球上の白金では不足は確実である。燃料電池の触媒として白金電極を用いるのではなく、カーボンナノボール (CNB) に白金粒子を担持させることで触媒・電極として有用な素材を作成し、市販品と発電量を比較した。

- ① CNBと水をスクリュウ管に入れ、振って分散させる
- ② 放電を行う容器に水とポリビニルピロリドン (PVP)、CNB溶液を入れて攪拌する
- ③ 塩化白金酸溶液を加えて、パルス電源とつなげ、50分間放電する
- ④ 合成したPt/CNBをろ過して回収した後、少量のエタノール、ナフィオンを加えて、分散させる
- ⑤ カーボンペーパーに伸ばして乾燥させ、ホットプレスする
- ⑥ 燃料電池に組み込み、CNBのみ、Pt/CNB、市販品で性能を比較した



(ウ) プレゼンテーション資料作成

受講生徒は選択したテーマに対して、プレゼンテーション資料の作成を行った。担当のTAに資料の作成方法、内容の確認、発表の仕方などの指導を受けた。

(エ) 発表会

発表を通して、情報を分析・処理・発信することの難しさを、また、質疑応答では発言する内容に責任が生じることを感じ取り、多くのことを学ぶことができた。教官・TAの方にも適切な助言をいただき、今後の活動に影響を与える良い経験となった。



エ 検証

(ア) アンケートの内容と結果

生徒対象のアンケートによると、最先端の高度な内容を含む講座ではあったが、事前配布された資料の活用により、ある程度の知識を持った状態で講座に参加できたことは3日間を通して大きな力になったようである。また、講義、実験、データ整理、プレゼン資料作成、発表会とそれぞれの場面で、教官はじめTAの方々に生徒の立場に立った適切な指導をしていただいたことで、理解、興味関心を深め、大学での研究を身近に感じる事ができた。

講師対象のアンケートによると、生徒の講座に対する積極性・態度、理解の度合いはおおむね満足いくものであった。また、高校生の研究に対する興味関心の対象を知ることができた

ことや、大学の研究活動を知ってもらう良い機会となったことは、高大双方に有益な取り組みであったとしている。

(イ) 研究の成果と課題

高校での化学分野の学習が十分でないこと、最先端の高度な内容を含むことなど多くの不安を抱える中での受講となった。はじめは施設の規模に目を奪われ、圧倒されていたものの、少人数制で温かい雰囲気の中活動を進めるうち、研究の本質に目を向けるようになった。

実験実習では仮説・結果・考察と研究過程の重要性を確認することができ、研究活動の積み重ねが最先端の技術開発につながることを認識した。また、期待される実験結果が出ない、発表で思うように伝えることができない等の経験は、課題研究や今後の様々な活動に活かされるものである。

実験結果および発表について、講座内で改善・反省を行う時間が十分に確保できない点は課題ではあるが、限られた時間の中で参加者は多くのことを学びとり、十分な成果を上げることができた。

(3) 生物コース1「脳内出血モデル動物の作製と解析」

ア 経緯

(ア) 受講生徒

第2学年SSクラスに在籍する生徒のうち、4名

(イ) 実施日程・実施場所

日程：平成23年7月29日（金）・8月1日（月）・8月2日（火）

場所：名古屋市立大学（川澄キャンパス） 医学研究科・医学部研究棟7F

生理学講座Ⅱ教室

(ウ) 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の高大連携講座

(エ) 講座名・講師

講座名：「脳内出血モデル動物の作製と解析」

講師：名古屋市立大学大学院医学研究科 生体情報・機能制御医学専攻
脳神経生理学分野 飛田 秀樹（ひだ ひでき）教授

TA：清水 由布子さん（名古屋市立大学大学院医学研究科 修士課程2年生）

渡辺 陽子さん（名古屋市立大学薬学部 5年生）

張 龍矢さん（名古屋市立大学医学部 4年生）

イ 仮説

高等学校における中枢神経系の学習内容は、「生物Ⅰ」においてヒトを中心にその構造と機能について刺激の受容から反応に至る過程での興奮伝達経路に関連付けて取り扱われている。大脳皮質の機能として、一次運動野と一次体性感覚野の体部位局在性の内容が簡潔にまとめてあるが、生徒の興味と関心を引き付けるには教科書の内容では説明不足で、かなり発展させないと無理があると考えられる。また、指導する教員側にとっても相当な知識と論理的な考え方が要求され、実験を行うことも困難な分野である。

高等学校の通常の生物の学習範囲では、「神経細胞」・「興奮伝導」・「中枢神経」・「動物の行動」等の項目間の関連付けがどうしても難しい。そこで、大学との連携を通じて脳疾患モデルを用いた実験体験を生徒に学習・経験させる。これにより医学的な研究領域と高校での授業を結びつけてより深い理解を導き、前述の関連付けが難しい項目どうしを効果的に結び付けさせることができるのではないかと考えた。また受講生徒にとっては、このSSリサーチの機会を通じて大学での研究の様子を知り、生命科学における実験操作の原理の理解や技術の習得、探究の姿勢や必要となる積極性、主体的に考察する態度の育成ができるのではないかと仮説を立てた。

ウ 内容・方法

(ア) 講座の目的と手法についての講義「どうしてモデル動物ができるのか」

講座の第1日目午前に、実施する実験の目的と中枢神経系の機能を中心に飛田教授より講義

をいただいた。

[要旨]

脳卒中とよばれる疾患には、脳梗塞と脳出血がある。この内、脳出血による死亡率については、高血圧に対する治療が一般的に普及するに従って減少してはいるが、出血後に避けられない身体機能の片麻痺や痴呆などは、本人のみならず家族を中心にたいへん大きな影響を日常生活に及ぼす事となる。これらに対する有効な治療方法の開発や後遺症をいかに軽減するか等を目的として、脳出血モデル動物を利用した研究は大変有効である。

ヒトの脳の機能には、動物的機能と植物的機能がある。動物的機能とは、外部からの感覚やこれまでの記憶をまとめ、認知・判断し、最適な運動を生じさせる流れを作り出す機能である。一方で植物的機能とは、呼吸運動や心臓拍動を適するように調節する機能である。脳卒中による身体的障害は、動物的機能の中の最適な運動を生み出す過程で生じた障害といえる。この講座の主たる目的は、脳の損傷部位の違いによりどのような行動がどの程度その動物にあらわれるかについて、脳出血モデル動物を用いて評価することである。

脳は神経細胞(neuron)等の集合である。神経細胞は受け取った情報を活動電位の発生として軸索内を伝える。この時、軸索を覆う oligodendrocyte により形成された髄鞘が絶縁体のはたらきをし、跳躍伝導により情報伝達が高速化される。脳のグリア細胞には3種類の細胞が知られており、それらは astrocyte, oligodendrocyte, microglia である。このうち、astrocyte は脳の空間の大部分(neuronと血管以外の部分)を占めており、neuronに栄養を与えたり、neuronの生存や機能の維持に重要な役割を持つ。また、oligodendrocyte は髄鞘化により情報伝達の調節などに重要な役割を担っている。この oligodendrocyte による神経細胞の軸索の髄鞘化は、生後2年ごろから20歳ごろまで継続して進む。一方で、脳内の neuron どうしに生じるシナプス形成によってシナプス密度が最大になる時期は生後2~3年ごろである。その後はシナプスの刈り込みによりシナプス数は年齢とともに減少してゆく。この事からも、脳の高次機能の発達には髄鞘化が重要な役割を果たしていることは明らかである。

大脳の一次運動野は中心溝の前方(中心前回)に、また一次体性感覚野は中心溝の後方(中心後回)に存在する。良く知られている Penfield による図では、運動野と感覚野の体部位局在の様子がその部位を支配する大脳皮質の面積に比例して描かれている。手や口などの細かく複雑な動きを必要とする部位が、大脳においても広い面積を占める。

この講座では脳内出血モデル動物としてラットを取り扱う。その作製原理は、脳内の内包近傍に collagenase を投与して血管の周囲の結合組織を分解させ、出血させることによる。具体的には線条体(尾状核と被殻を合わせた部分)に collagenase typeIV を注入し、被殻出血をおこさせ、内包の神経線維束を損傷させる。内包は大脳と脊髄を結ぶ上行性・下行性線維が通る部位である。内包の神経線維束損傷により錐体路障害による対側片麻痺が生じる。collagenase 投与による脳出血は、実際の脳出血のしくみとは異なっているが、処理後に動物が示す行動を観察する場合には、問題にならないとされている。

collagenase 注入処理により、実験動物の内包に出血を生じさせて2日後の運動機能障害の程度を評価する。さらに、行動評価を行った実験動物の脳内組織損傷の程度を顕微鏡観察(明視野観察・蛍光観察)し、運動機能障害の程度との関連性を考察する。また、ここでの実験では対照として線条体に生理食塩水のみを注入した個体も同様に評価・観察する。

(イ) 実験1「脳内出血モデル動物の作製」

a 目的

実験に用いる動物に適するように麻酔を施し、脳内の線条体に決められた量の collagenase を投与する。同時に、対照の個体には生理食塩水を脳内に投与したものを作製する。

b 方法

・使用する酵素 collagenase の調製

酵素: collagenase typeIV from *Clostridium histolyticum* (SIGMA)

200U/mL となるように生理食塩水(0.9% NaCl)に溶解し、氷冷保存した。実際に rat の脳には、200U/mL 及び 20U/mL の濃度としてそれぞれ 2.0 μ L を注入する。

・実験動物(生物材料) Wister Rat <9週令 オス 及び 11週令 オス>

・脳内出血モデル動物の作製手順

- ①実験に用いる rat 6 個体の体重を測定した。
- ②麻酔の処置 → 麻酔薬のペントバルビタール Na(64.8mg/mL)を rat の体重に応じて 50mg/kg となるように腹腔内へ注射した。10 分程度おいて麻酔の効果を適宜確かめた。
- ③麻酔処置した rat の頭頂部の毛を抜去した後、専用の器具にて頭部を固定した。イソジンで消毒後、頭頂部の皮膚を切開し、頭蓋骨を露出させた。
- ④collagenase 溶液(200U/mL 及び 20U/mL)を 2.0 μ L、下記の、左脳の線条体内にマイクロシリンジにて注入した(lesion)。(あらかじめ頭蓋骨に穴をあけておく)

Bregma(大泉門)より	前	:	+0.0mm
	左	:	+3.2mm
	深さ(脳表面より)	:	+5.0mm

脳表面からの深さについては、シリンジの針を一旦+5.5mm まで下げてから+5.0mm まで戻す。その後 0.5 μ L/min の速度で collagenase 水溶液を注入する。これは、脳内に試薬をとどめるためのポケットを作り、効果的に試薬を脳内に保持させるための手順である。マイクロシリンジにて collagenase 水溶液を 2.0 μ L 注入したら、針を 5 分そのままにする。次に針を 1mm 戻して(+4mm とする)、5 分間静置した後にゆっくりと針を完全に抜いてゆく。

- ⑤対照実験の個体(control)としては、rat に生理食塩水を上記と同様な手法にて線条体内に 2.0 μ L 注入した。
- ⑥lesion, control 両個体とも頭部の皮膚の縫合後に消毒し、白熱電球の下で保温して体温の回復を促した。

rat 個体 No.	weight	処 理	注入量	備考
No. 1	290g	collagenase 200U/mL	2.0 μ L	9 週令
No. 2	300g	collagenase 200U/mL	2.0 μ L	9 週令
No. 3	290g	生理食塩水	2.0 μ L	9 週令
No. 4	290g	生理食塩水	2.0 μ L	9 週令
No. 5	380g	collagenase 20U/mL	2.0 μ L	11 週令
No. 6	350g	collagenase 20U/mL	2.0 μ L	11 週令

(ウ) 実験 2 「行動評価～なぜ動物の行動に実験処理の効果が現れるのか」

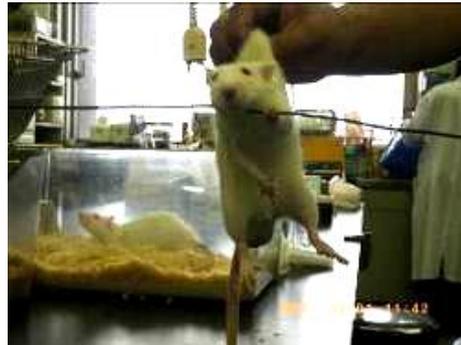
(実験動物の行動評価の方法・基準の設定について)

a 評価基準の設定・評価方法について

関連する英語論文(Oral Administration of Metal Chelator Ameliorates Motor Dysfunction After a Small Hemorrhage Near the Internal Capsule in Rat)の中に示されている MDS for Functional Assessment に基づく行動評価の判断基準について和訳を行いつつ、飛田教授よりご指導いただいた。実験に用いた動物は手術後 3 日目の状態であるという事、および lesion では collagenase の影響を受けている事の両方を加味して行動評価を行う。評価項目は下表にある自発的同側回転をはじめ 4 項目、score としては 0~4 の 5 段階で表した。ここで注意すべき点は、行動に何らかの異常が少しでもみられた場合には 1 の score を与えるということである。また実験者の経験等が原因となる、手術における組織損傷の激しい個体については、統計から除いて考えて良いという点も指導いただいた。

評価項目→	自発的同側回転	棒上歩行	両側前肢把握	反対側の後肢引き戻し
(具体的行動内容)→	手術と同じ側(ここでは左)への自発的な回転運動	2.5cm 角の角材の上を歩行させる	両側の前肢で捉まる動き	手術と反対側(ここでは右)の後肢を後方へ引いた時に起こる引き戻しの動き
	バケツ内で動きを観察	飼育ゲージを片側に置き、2~3 回練習させてから判断	前方に差し出した太い針金に対して前肢で捉まる動き	床に腹面をつけて背側から軽くおさえて行う引き戻す手ごたえも考慮する
↓ score				

0 : normal 正常	左右への同程度の回転	容易にケージに戻る	すぐに両側前肢で針金を把握	すぐに引き戻す
1 : slight 0 と 2 の間	手術と同じ側へ回転する傾向がみられる	歩行の時、歩幅の長さをうまくとれない	弱い力で把握できる（もしくは把握が遅れる）	すぐに引き戻すが弱い筋の緊張での引き戻し
2 : mild 軽い異常	手術と同じ側へ回転（時々逆向きに回転）	頻繁に足を滑らせる	把握が明らかに遅れるか、失敗する	20回中14回以上引き戻す
3 : moderate 2 と 4 の間	逆向きの回転をせず、頻繁に手術側へ回転	棒上の歩行はできない	10 回中 3 回以上把握に失敗	20 回中 7 回以上引き戻す事ができない
4 : severe 異常	継続的に手術側への回転	10 秒内に棒上から落ちる	把握不能	1 分以内に引き戻しがみられない



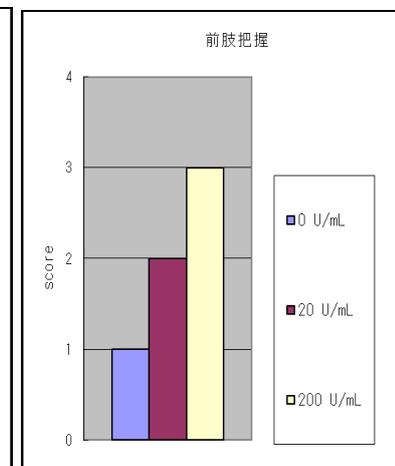
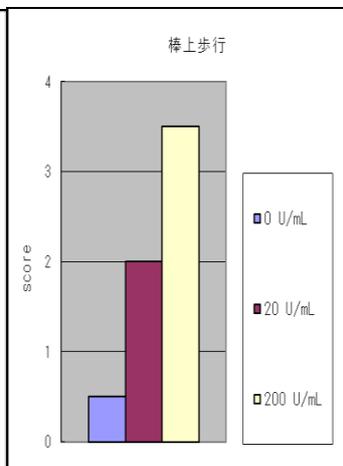
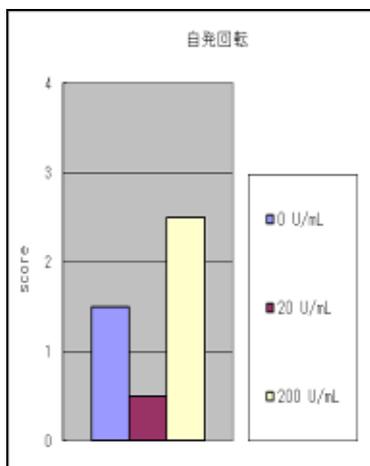
棒上歩行 (score 3)

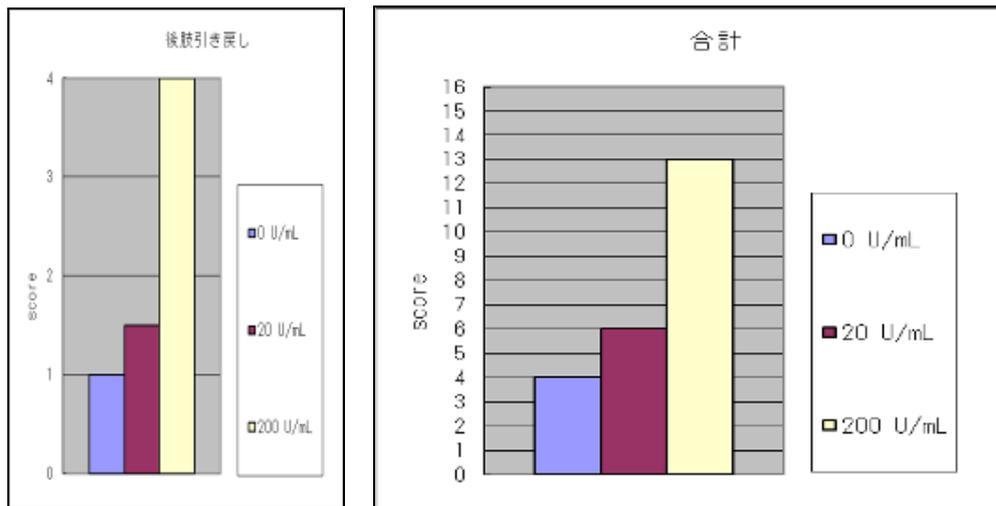
両側前肢把握 (score 4)

b 行動評価の結果について

それぞれの実験処理した動物の行動評価における score を、次の表とグラフに示す。

rat 個体 No.	collagenase 投与量(U/mL)	自発的同側 回転	棒上歩行	両側前肢把握	反対側の後 肢引き戻し	合計
1	200	3	4	4	4	15
2	200	2	3	2	4	11
3	0	2	1	1	2	6
4	0	1	0	1	0	2
5	20	0	2	1	1	4
6	20	1	2	3	2	8





c 行動評価に基づく考察

collagenase の投与量の違いで行動評価を行ったが、通常このような実験には慣例として、1つの群の個体数は8~10個体が必要とされる。また実験者の技術的達成度の違いも、受講生徒にとっては初めての経験であることから差が生じやすい状況であった。特に個体 No. 3 では手術の影響が大きく出ており、一方で No. 5 ではcollagenase の影響が少ない傾向がみられる。実験動物の個体数が3つの群でそれぞれ2個体ずつではあったが、次のような点がこの結果から考察される。

- 自発的同側回転以外の評価項目では、線条体へ注入した collagenase の量が増加するほど、行動に大きく影響が表れている。
- 各評価項目の score にて、collagenase 量 20U/mL の個体は 200U/mL の個体の半分程度の値を示している。
- 反対側の後肢引き戻しについては、200U/mL の個体では2個体とも score が4であり、最も大きく影響を受けていると考えられる。
- 自発的同側回転については、20U/mL の collagenase 投与では影響が出にくい。control と同程度と考えられる。(control のうち手術の影響が大きく出ている個体 No. 3 を除いて考えた場合)
- 20U/mL の collagenase 投与において、棒上歩行と両側前肢把握については他の評価項目(自発的同側回転・反対側の後肢引き戻し)よりも大きく影響が出ている。特に棒上歩行については、姿勢を保ちながら移動する点でより複雑な協調運動であり、脳障害の影響を強く受けるのではないだろうか。

手術3日後での評価であったが、lesion では明らかな脳内出血による運動障害がみられた。手術そのものの影響を考慮するならば、手術1週間後、3週間後といった時期でも行動観察を行い、その行動評価も併せて考察する必要がある。生理食塩水を注入した事による影響が回復しうものならば、control の score は低くなると思われる。

(エ) 実験3 「脳内出血モデル動物からの脳の取り出しと薄切標本の作製・顕微鏡観察」

a 目的

行動評価を行った脳内出血モデル動物の脳損傷の程度を可視化し、脳損傷の部位やその面積と行動の関連を調べる。

b 方法1 (脳の取り出し)

- ①麻酔薬のペントバルビタール Na (64.8mg/mL) を rat の体重に応じて過剰量となるように腹腔内へ注射した。
- ②麻酔の効果が表れた後、rat を開腹して横隔膜を切開後、肋骨を切断して心臓を露出させた。この後、心臓から全身の組織へ体重分くらいの量の生理食塩水 (0.9% NaCl) を流して脱血にうつる。点滴容器につながった注射針を心臓下端より左心房(大動脈)の方向へ穿刺し、心室下部と注射針をカンシにて固定する。
- ③体循環により血液が戻ってくる右心房の一部を、ハサミを用いて孔をあける。こうすることで、

血液が体外へと流出するようにし、点滴容器からは生理食塩水を体内へと送り込む。

- ④生理食塩水の後、続けて 4%パラホルムアルデヒド 250mL (pH7.4 の 0.1M リン酸緩衝液に溶解) を心臓から点滴し、組織を固定した。4%パラホルムアルデヒドは生理食塩水よりもゆっくりと滴下した。
- ⑤固定の処理後、頸部より頭骸骨を丁寧に外し、脳を摘出した。その後、摘出した脳を 4%パラホルムアルデヒドに浸漬した(5 時間ほど)。さらに 30%スクロース水溶液に浸漬し、水分を除去した(over night)。

【固定の原理】パラホルムアルデヒドは水溶液の状態では重合が解け、ホルムアルデヒドとなる。ホルムアルデヒドの水溶液であるホルマリンは古くから組織固定液として用いられてきた。その原理はホルムアルデヒドのアルデヒド基(-CHO)によりタンパク質間に架橋が形成され、変性凝固が起こることによる。

c 方法2 (薄切標本の作製と免疫染色・HE 染色)

固定処理後、30%スクロース水溶液にて水分を除去した脳から薄切標本を得る。具体的操作に移る前に、免疫染色による可視化に至るまでの原理について飛田教授よりご指導いただき、実験手順のひとつひとつがどんな意味を持っているのか理解を深めながら進行するように配慮した。

- ①固定処理した rat の脳から、必要な部位の前後を含めて頭尾軸に垂直に切り出す。(カミソリにて数 mm)
- ②①にて切り出した脳を OC compound を少量とったろ紙の上に置き、粉末ドライアイスの上で凍結させた。
- ③凍結した脳を-15℃に保ちながら、マイクロトームにて厚さ 50 μmの切片を作製した。このとき、鋭利な刃を用い、切片端に圧挫を生じないようにした。切片は、100 μmごとに1 枚ずつ得た。
- ④免疫染色では、以下のタンパク質をそれぞれの抗体を用いて処理した。

細胞表面もしくは細胞内のタンパク質の名称	特徴	使用する一次抗体	使用する二次抗体	二次抗体に結合させた蛍光物質	励起光の波長
MAP-2	神経細胞内の微小管	抗 MAP-2 抗体 mouse IgG (monoclonal)	抗 mouse IgG 抗体 goat IgG	FITC	488nm
GFAP	グリア細胞のアストロサイトに特異的な細胞骨格	抗 GFAP 抗体 rabbit IgG (polyclonal)	抗 rabbit IgG 抗体 goat IgG	FITC	488nm
MBP	グリア細胞のオリゴデンドロサイトのタンパク	抗 MBP 抗体 mouse IgG (monoclonal)	抗 mouse IgG 抗体 goat IgG	FITC	488nm
Iba-1	グリア細胞のマイクログリアの表面タンパク	抗 Iba-1 抗体 rabbit IgG (polyclonal)	抗 rabbit IgG 抗体 goat IgG	FITC	488nm

※プレパラート作成の封入剤に、DAPI を混合 → DAPI にて核を蛍光観察

【実験操作手順：免疫染色】

- (1) 切片をつくる(厚さ 50 μm)
- (2) PBS(phosphate-buffered saline)での洗浄・・・(10 分)
- (3) PBS+TritonX-100(0.25%)での洗浄・・・(10 分)
- (4) PBS+TritonX-100(0.25%)+3.0%normal goat serum での洗浄(NGS, 二次抗体作製動物の血清)・・・(30 分):ブロッキング処理
- (5) 一次抗体[mouse IgG, rabbit IgG]を、PBS+TritonX-100+3%NGS で希釈し、抗原抗体反応させる・・・(室温で3 時間弱):抗原抗体反応(一次抗体)
- (6) PBS+TritonX-100 で洗浄・・・(5 分×3 回):よく振動させる

- (7) PBS+TritonX-100+3%NGS に抗 mouse IgG 抗体(もしくは抗 rabbit IgG 抗体)[蛍光物質を結合させた二次抗体・goat 由来]を加え、反応させる・・・(室温で1時間, 遮光すること):抗原抗体反応(二次抗体)
 (8) PBS での洗浄・・・(5分×3回)
 (9) 切片のスライドガラスへのマウントと封入



免疫染色中の試料切片



スライドガラスへマウントした脳切片

⑤HE 染色

免疫染色に用いたものとはほぼ同一の部位から切り出した脳切片に対して、古くからの組織染色法であるヘマトキシリン・エオジン染色をした。ヘマトキシリンにて核を青～紫に染色し、エオジンにて細胞質が赤く染色される。長期保存が可能な染色法として一般的な方法である。

【実験操作手順：HE 染色】

- (1) ヘマトキシリン溶液にて染色・・・(15分)
- (2) 流水での洗浄・・・(20分)
- (3) エオジン溶液にて染色・・・(2～3分)
- (4) 静かに水につける・・・(10秒)
- (5) 70%エチルアルコールにて脱水・・・(1分)
- (6) 90%エチルアルコールにて脱水・・・(1分)
- (7) 100%エチルアルコールにて脱水・・・(1分)
- (8) 100%エチルアルコールにて脱水・・・(1分)
- (9) キシレンにて透徹・・・(1分)
- (10) 封入

d 顕微鏡観察(通常の見視野観察・蛍光観察)と考察

HE 染色を行った脳切片に対しては通常の見視野観察を、免疫染色を行った脳切片に対しては、蛍光顕微鏡による観察を行った。

①蛍光顕微鏡のしくみ

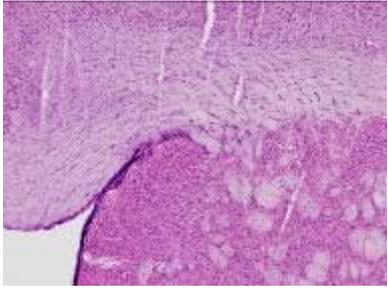
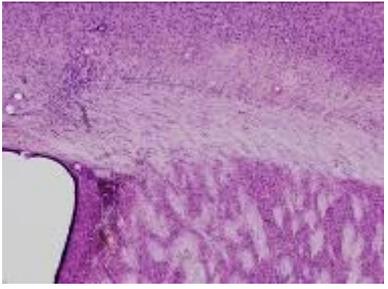
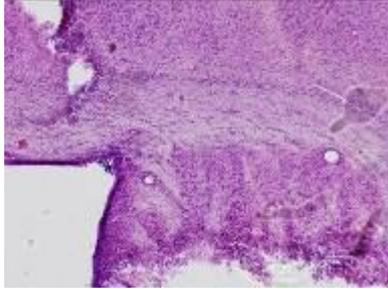
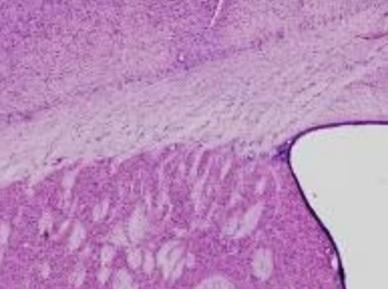
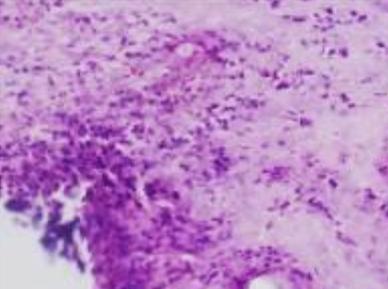
吸収した光エネルギーを再び光として発する物質を蛍光物質とよぶ。

蛍光物質にエネルギーを与えると、エネルギーを吸収した電子が基底状態から励起状態へと遷移する。その後すぐにこの電子は基底状態に戻ろうとするが、この過程で光が放出され、これを蛍光とよぶ。この時、蛍光物質にエネルギーを与える光を励起光とよぶ。

蛍光顕微鏡は、水銀ランプからの光線を利用して試料に結合した蛍光物質にエネルギーを与え、ここから発せられる蛍光を観察する。通常は、細胞内のタンパク質等の分子は電子顕微鏡を使用しても観察することはできない。蛍光顕微鏡は、細胞や組織に局在する観察したい分子を選択的かつ高感度に検出できるという点において、たいへん有用な機器である。

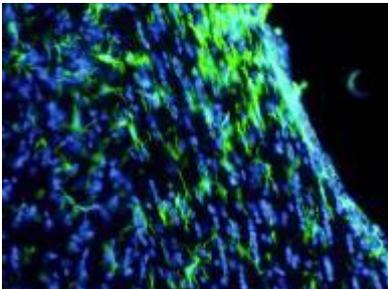
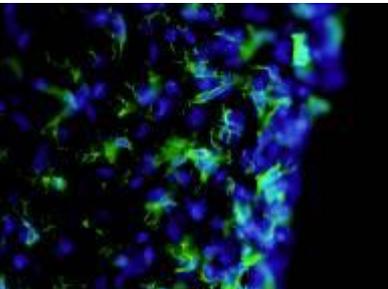
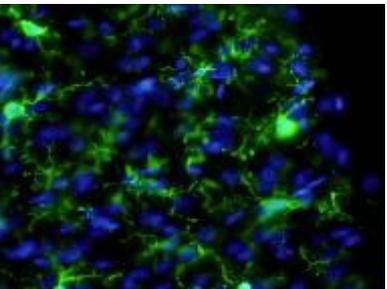
②観察結果と考察

- ・見視野観察(HE 染色)

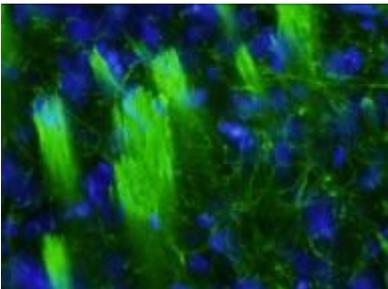
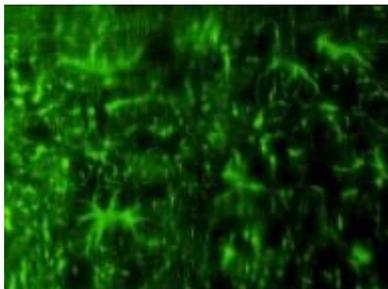
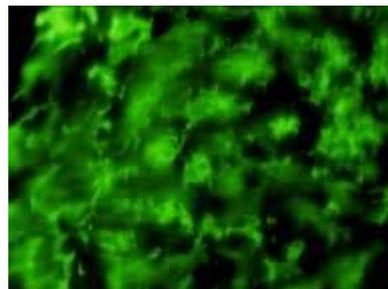
		
rat No. 4 control (x4) lesion	rat No. 5 20 (U/mL) (x4) 側脳室右側に濃染部が確認された	rat No. 1 200 (U/mL) (x4) 線条体がcollagenaseにより大きく消化されていた
		
	rat No. 5 20 (U/mL) (x4) ※反対側 濃染部は確認されなかった	rat No. 1 200 (U/mL) (x20) 側脳室右上の濃染部の拡大

・蛍光観察

FITCにより Iba-1 を緑色蛍光で、また DAPI により核を青色蛍光で観察した。

		
rat No. 1 200 (U/mL) (x20) 側脳室付近	rat No. 1 200 (U/mL) (x40) 側脳室付近	rat No. 4 control (x40) lesion 側脳室付近

FITC により MBP, GFAP, Iba-1 をそれぞれ緑色蛍光で、また DAPI により核を青色蛍光で観察した。

		
rat No. 1 200 (U/mL) (x40) FITC により MBP を緑色蛍光で観察	FITC により GFAP を緑色蛍光で観察	FITC により Iba-1 を緑色蛍光で観察 アメーバ様の形態的特徴を持つ

◎3 種類のグリア細胞の特徴

- ・ astrocyte GFAP の蛍光染色の観察から、細かく仮足を伸ばしている様子が確認できた
- ・ oligodendrocyte neuron の軸索の髄鞘化にはたらくことから、軸索に沿って局所的に oligodendrocyte が存在することが予想される。MBP の蛍光の観察される部位から、いくつかのまとまった束として軸索は脳内に存在していることがわかった。
- ・ microglia astrocyte のように細かくはないが、仮足を伸ばしてアメーバ状の形態をとっている様子がわかった。

◎HE 染色による脳切片の観察は、collagenase の注入量が 0U/mL (control), 20U/mL, 200U/mL のものを試料とした。これらの観察から、collagenase の注入量に応じて損傷部位が拡大してゆくことがわかった。特に 200U/mL の処理では線条体部位は消化され、大きく穴があいていることが肉眼でも観察された。HE 染色による特徴としては、核の存在を示す紫色の濃染部が損傷を受けた箇所に見られることがあげられる。この濃染部については、蛍光観察より Iba-1 をマーカーとする microglia が集中しており、仮足を細く長く伸ばさせて他の細胞を包み込んでいたようなものも観察された。microglia は損傷を受けた neuron や他のグリア細胞を貪食することが知られている。脳内出血をおこした場所の細胞を処理しているものと考えられる。これに対して、control の場合には collagenase を注入したときほどの microglia の集中はみられなかった。collagenase による脳神経組織の損傷面積と行動観察における score の関係については、20U/mL と 200U/mL の注入では注入量の多いほうが損傷面積も大きく、行動についても高い score を示している。しかしながら、これらが単純な比例関係であるとはここでの実験結果からは判断できない。注入部位を確定した上で注入量を段階的に変化させ、どのくらいの注入量でそれぞれの項目の行動評価が score4 (severe) に達するかなど、関連性を統計的に処理する必要がある。collagenase のより少ない注入量で score4 に達する行動の項目ほど、その注入部位に深くかかわっている機能であるといえる。

エ 検証

飛田教授に講座を依頼する段階において、受講生徒に対してどのような視点からの基礎知識が必要になるかについて、お話を伺う機会を得た。脳内出血という言葉自体は受講生徒にとっても一般的であり、個体として実験動物を取り扱う点についてもイメージしやすい研究テーマを提案していただいたと感謝している。校内の事前指導は、生徒にそれぞれの活動がある以上、時間的に十分とることができない。さらに効率よく免疫学や中枢神経系のはたらきについて、要点を得た形で実施することが必要と感じた。

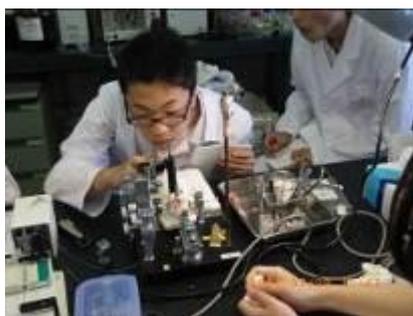
研究室に伺い、指導を仰ぐ者としての姿勢や意欲についても常に意識しつつ行動をとるよう、受講生徒に伝えてきたが、この点についても継続的に重視する必要があると感じている。受講生徒にとっては初めての経験となる実験内容ばかりであり、大変新鮮な思いで感動と感謝を伴って講座を実施できたと感じている。

事後の生徒アンケートには、次のような記述があった。

- ・一番印象に残ったのは、ラットの脳を解剖したことだった。高校では体験することのできない実験を通して立体的に顕微鏡で対象物をとらえることができる事を学ぶことができた。
- ・初めての解剖であったが、理解しながら進めることができ、多くの知識を得ることができた。この講座を通して、医学部の今まで知らなかった一面を知ることができた。
- ・生命科学への興味と共に、一方では実験動物に対する倫理観を学ぶことができた。命を無駄にすることなく、感謝しながら動物を扱う事が大切であると理解することができた。
- ・講義では難しい内容をわかりやすく説明していただき、興味の幅を広げることができました。実験の手法に関しても、試薬の目的などの側面からそれぞれの操作の意味を考えることが大切だと気付きました。飛田先生とのお話を通して、研究者としての生き方や考え方を学ぶことができ、とても良い経験となりました。



飛田教授より講義を受ける



rat の左脳線条体への collagenase 注入



HE 染色した試料を蛍光顕微鏡で観察

(4) 生物コース2 「胚性幹細胞 (E S細胞) からできる神経幹細胞の可能性を考える」

ア 経緯

(ア) 受講生徒

第2学年SSクラスに在籍する生徒のうち4名

(イ) 実施日程・実施場所

日程：平成23年7月25日(月)、26日(火)、27日(水)

場所：名古屋市立大学医学部(川澄キャンパス)分子医学研究所分子神経生物学分野

(ウ) 講座名・講師

講座名：「胚性幹細胞 (E S細胞) からできる神経幹細胞の可能性を考える」

講師：名古屋市立大学大学院 医学研究科分子神経生物学

浅井清文 教授

青山峰芳 講師

T Aとして名古屋市立大学医学部 5年 上村公介、

4年 篠田明紀良

イ 仮説

E S細胞やi P S細胞は、細胞分化のメカニズムを解明するという生物学の基礎的な課題というだけではなく、医学の分野で再生医療への応用が期待され、現在大変注目を集めている。本校では1年生で生物Iを学んでおり、発生の単元においてごく簡単に再生医療について学習している。その際に、生徒は関心を示しているが、それ以上はなかなか扱うことができない現状がある。また、神経細胞やグリア細胞については、動物の組織の単元でごく簡単に紹介している程度である。

こうした状況にある生徒たちが、実際にE S細胞やi P S細胞を観察したり、実験操作により分化させてその結果を蛍光免疫染色法によって観察したりすることで、再生医療やそれを実現するための基礎研究に深い興味をもつことができるという仮説のもとに講座を行った。

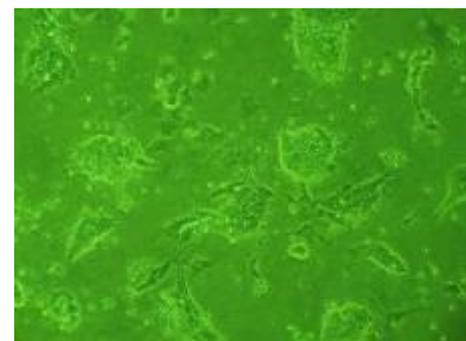
ウ 内容・方法

本来は7月20日に1日目を行う予定であったが、台風の接近で暴風警報が発令される可能性が高かったため、7月25日に順延して実施した。

(ア) 講義

7月25日は、まず青山峰芳先生より、「マウスE S細胞から作製した神経幹細胞の分化の観察」というテーマでお話をいただいた。その内容を以下にまとめる。

幹細胞とは、自己複製能と分化した細胞をつくる能力を併せ持った細胞であり、種々の臓器で幹細胞の存在が知られている。その中で受精卵からつくるものを胚性幹細胞(E S細胞)、発生段階でできる胚生期幹細胞、受精後も存在する成体幹細胞や、腫瘍の中に存在する腫瘍幹細胞なども知られている。E S



細胞は、受精卵が胚盤胞まで進んだときに、細胞内部にできる内部細胞塊である。また i P S 細胞（人工多能性幹細胞）とは、体細胞（主に繊維芽細胞）へ数種類の転写因子を導入することで、E S 細胞（胚性幹細胞）に似た分化万能性を持たせた細胞であり、世界で初めて京都大学の山中教授らによって作製された。IPS 細胞は、受精卵を必要とせず、患者自身の細胞から作ることができる。ただウイルスを使用することや癌遺伝子を導入していることから腫瘍化の心配がある。しかし、再生医療への移植細胞の作製や患者由来細胞の解析など、医療の分野において非常に期待されている技術である。

次に組織幹細胞についてであるが、体内の様々な組織に幹細胞は存在し、自己複製能を持って失った細胞を補っている。近年、造血幹細胞、神経幹細胞、肝幹細胞、皮膚幹細胞などが見つかってきている。この中でも、神経幹細胞は、1992年にサムエルワイス、レイノルズらによって神経幹細胞の発見により、出生後も新しい神経細胞を作り出す神経新生が起こっていることが発見された。神経幹細胞は、自己複製能と多分化能を持ち、大人になった後も細胞分裂して細胞数を増やすことができ、神経細胞、グリア細胞に分化することができる。詳しく見れば神経細胞と、アストロサイト、オリゴデンドロサイトと呼ばれるグリア細胞に分化する。胎生期には脳内全体に存在するが、出生後の成体神経幹細胞は海馬と側脳室周囲に局在する。脳が損傷を受けると神経新生が促進されることがわかってきており、この反応をより効率的にできれば、失った機能を取り戻すことができるのではないかと期待されている。



(イ) 実習

3日間の日程で再生医療の分野で非常に注目されている ES 細胞や iPS 細胞を用いた実験を体験させていただいた。

① マウスの神経幹細胞の培養

本来は、この手順から生徒の実習を行うはずであったが、今回は台風のためTAの方々に事前準備として行っていただいた。

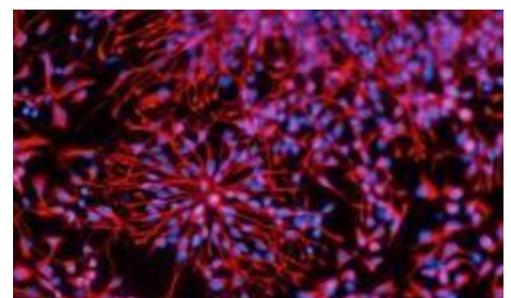
7月20日（水）に、事前準備としてマウス ES 細胞とヒト iPS 細胞から作製したニューロスフェアと呼ばれる球状の神経幹細胞の集合塊を、24 ウェルのプレートに移して未分化維持因子 GF2 を除いた環境に移した。

この時点から神経幹細胞の分化が誘導される。実習1日目の7月25日（月）に観察したところ、マウス ES 細胞由来のものもヒト iPS 細胞由来のものも球状のニューロスフェアがガラスプレート上で崩壊して分化を始めている様子が観察できた。右の写真は、ES 細胞由来のニューロスフェア。

② 免疫染色

2日目の7月26日（火）には、3%パラホルムアルデヒドで細胞を固定し、0.2%TritonXで細胞膜に孔をあけ、ブロッキング液を加えて非特異的結合を阻害した上で、Nestin、Tublin、MAP2、CNPase、GFAP の一次抗体を加えた、Nestin、Tublin、MAP2 は、神経細胞に見られるタンパク質であり、神経幹細胞から神経細胞への分化が進むほど、Nestin、Tublin、MAP2 という順につくられていく特徴がある。GFAP はアストロサイトのマーカーであり、CNPase はオリゴデンドロサイトのマーカーとして利用する。

神経幹細胞から分化は、神経幹細胞が新しいほど、神経細胞へ分化する割合が多く、時間が経つとアストロサイトやオリゴデンドロサイトなどのグリア細胞へ分化するようになっていくことが知



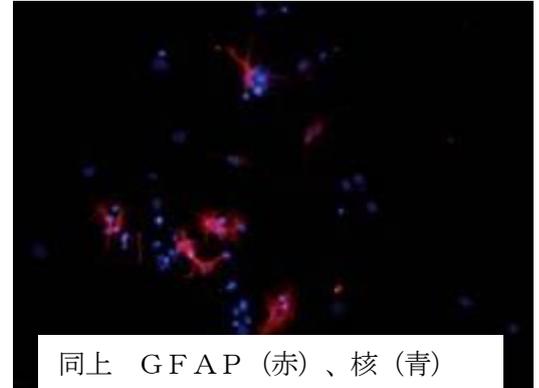
マウス ES 細胞由来の神経細胞
ネスチン（赤）、核（青）

られている。そのため今回は、神経細胞への分化が最も多く見られることが予想された。

3日目は、一次抗体を除去した後、Alexa594 という蛍光分子のついた二次抗体を加えて反応させた。最後に核を蛍光染色する DAPI を含む封入剤を加えて、プレパラートを作製した。その後蛍光顕微鏡で観察して、よく染まっている試料を撮影した。ウ結果と考察（蛍光顕微鏡による観察から）ネスチンを染色した試料（写真右）では核とネスチンが比較的近傍に分布しているものが多いが、チューブリンを染色した試料（写真左下）では、長く伸びた神経繊維の軸索の特徴を示すものが確認できる。

MAP 2 を染色した試料（写真右下）でも、繊維状の構造を確認できた。ネスチンは幹細胞や若い神経細胞にある細胞骨格であり、チューブリンや MAP 2 が確認できたことから、神経幹細胞から神経細胞への分化がかなり進んでいることがわかった。GFAP を染色した試料（右の写真）は、グリア細胞の一種であるアストロサイトへの分化の程度を示している。ごく一部の細胞ではあるが、アストロサイトに分化している様子を観察することができた。

CNPase を染色したことによって調べたオリゴデンドロサイトへの分化は、観察することができなかった。これらの結果は、用いた神経幹細胞が、かなり新しい細胞群だったということを示していると考えられる。



同上 GFAP (赤)、核 (青)

エ 検証

昨年度、同様の講座を開くに当たって事前の学習をどのように行うかが課題であった。今年は、「幹細胞ハンドブッカーからだの再生を担う細胞たち」という京都大学物質-細胞統合システム拠点 I P S 細胞研究センターが作成した小冊子を事前にいただいたので、幹細胞について簡単に解説するとともに、免疫染色法についても短時間ではあったが、説明を行った。生徒は、2 学年では生物を学習しておらず、免疫や幹細胞についての知識は不十分なので、夏季休業に入る間に事前学習を行った。

また、青山峰芳先生の講義の際にも、生徒たちがわからない点については、付き添い教員が未履修である内容について質問をして、補足的な説明を加えていただき生徒たちの理解を深めることができたと考えている。また、生徒達も活発に質問をして、内容を十分に把握してから実習に入ることができたので、実験操作の意味をしっかりと理解しながら進めることができたと考えている。

<参加した生徒の感想>

ES 細胞、iPS 細胞は新聞やテレビで少し知っていたのですが、わかりやすく説明していただき、理解することが出来たと思います。医療技術が進歩して、不利益をこうむる人がいる間うのは考えもしなかったのが驚きでした。そういうことも考えて研究していかなければならないのは、難しいと思います。また安全というのが一番大事というのは改めて思いました。ものは試しというように新しい治療法を試しているのかと思ったら、そんなことは絶対にありませんでした。大学の研究室というのは、自分がイメージしていたのより、もっと明るい雰囲気です。とても楽しい 3 日間でした。ぜひ、こういう体験ができる機会を増やして欲しいと思います。

今話題になっている ES 細胞や iPS 細胞を実際に見たり、実験に参加できたりとても貴重な体験をさせていただきました。最先端の研究に触れるのは感度の連続で、自分のこれから始まる課題研究に対する思いも確実に変わったと感じます。世界で行われている再生医療研究事情もこれまでより身近になったと思います。新たに多くのことを知ることができました。本当にありがとうございました。

僕は今回の体験をするまで、大学の研究室がどんなものか想像することができませんでした。今回、研究室で三日間実習するという普通なら絶対にできないような体験ができて、大学やその雰囲気を知ることができてとても良かったです。

今まで、iPS 細胞や ES 細胞について、なんとなくしか知らなかったけど、この三日間でかなり理解することができたと思います。また、これらの技術を実際に医療などに使用することがか

なり難しいことがわかりました。研究した内容を、早く実用化することが求められていて、なおかつ安全性を求められるというところなどに難しさがあると知り、研究の後の応用を考える大切さと難しさがわかりました。

まず何よりもこのような計画を施してくれた大学に感謝しております。我々のために3日間も時間を割いてくれたのですから。リサーチの内容はとても高度でわからないこともたくさんありましたが、実に充実した3日間だったと思っています。実験内容ですが、手先の器用さが求められました。それでも最後の最後に染色された神経の数々を蛍光顕微鏡で見たときは「やった甲斐があった」と思わずにはいられませんでした。このリサーチの準備をしていただいた皆様全員の感謝します。

講師の先生方やT Aのアンケートからも、生徒たちが意欲を持って取り組んでいたことを評価する意見をいただいた。

アンケートの記述から、再生医療の現実的な課題と問題について理解を深めている様子が伺えるので、事前の仮説はある程度検証することができたと考えられる。今後も、同様の講座を開く際には、事前の学習を適切に行うことと、生徒たちの状況を教員が的確に、講師の先生方に伝えることが大切であると考えている。

(4) 地学コース 「GPSと重力・地震波で地下構造を知る～屈折法実験～」

ア 経緯

(ア) 受講生徒

第2学年SSクラスに在籍する生徒のうち6名

(イ) 実施日程・実施場所

日程：平成23年7月21日（木）、22日（金）

場所：名古屋大学環境学研究科

(ウ) 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の高連携講座

(エ) 講座名・講師

講座名：「GPSと重力・地震波で地下構造を知る～屈折法実験～」

講師：名古屋大学環境学研究科 鷲谷 威 教授、渡辺 俊樹 准教授、
田所 敬一 准教授、伊藤 武男 助教

イ 仮説

高等学校における地学は、履修率が大変低く、特に理系の生徒は大学入試科目の関係でほとんど学習する機会がない。しかし、地球で暮らす私たちにとって、地球を理解しておくことは今後の生活に大きな意味を持つ。そこで、第2学年SSクラスでは、学校設定科目「SS地球科学」で地学も履修することとした。

しかし、地学を学習するためには、物理、化学、生物の基本的な知識が必要であり、第2学年の前期は物理、化学の学習に重点をおくこととなったため、「SS地球科学」の開講は後期からとなった。また、第1学年ではそもそも生物の学習しか行っていない。そのため、夏季休業中に行われたこのSSリサーチを受講した生徒の地学の知識は、中学校レベルのものである。そこで、今回の講座で必要となる基本事項については、午前中の講義で補足をしていただき、午後から実験、考察を行った。

2日間の講座では、重力計を用いて地球という大きなものから学習を始め、地震波の伝わり方から地盤の違いという地球表層の部分について学習する計画を立てた。高校内では使用が難しい測定機器を利用し、地球科学への幅広い興味関心を引き出すことができると仮説を立てた。

ウ 内容・方法

第1日目に、GPSによる位置の決定と標高による重力の変化を調べた。第2日目に、屈折法実験により、地下構造を調べた。

(ア) 目的

GPSを用いた測地的な観点や、地下構造の違いを調べるために、重力測定と地震波測定の2つの方法を利用することで地球について複合的に考える。

(イ) 方法・結果

a 第1日目

(a) 講義内容

地球の形と大きさ、地球上での位置の表し方、位置を知るための方法、GPSによる位置の決定、GPS観測で得られた地殻変動、万有引力、重力、中部地方の重力異常分布など。

(b) GPS実験手順

- ①2班に分かれて屋外でGPS受信装置を使ってデータを記録する
- ②基準点（理学部E館屋上）に対するアンテナの動き解析して、1秒毎の座標値を得る
- ③得られた座標値に基づいてGPSの精度を検証する。

(c) GPS実験結果

高さの精度を測るため、歩道と車道の高さ14.8cmを観測した。しかし、精度は1m程度現れた。鉛直方向は、誤差が大きいことがわかった。次に、165cmの生徒が寝転んで水平方向の移動を測定した。すると、141cm程度と観測した誤差20cm程度であった。広場をKOYOと移動しながら電波を受信した、観測結果はうまく観測することができた。別の班は、建物の影で観測した。しかし、建物の影ではGPSのデータをうまく受信することができなかつた。つぎに、アンテナを横に倒して円を書くように、回転した。これも、GPSからのデータをうまく受信できなかつた。最後に高さ13cmずつの階段を測定したところ、それは、階段差の13cmはうまく観測できた。

本来ならば、屋上に設置した基準点のデータを利用することで、精度が2桁ほど上昇するはずであったがアンテナの単独測位のみデータ解析を行った。1m程度の精度なので、車のカーナビ程度は、十分に対応できることがわかった。しかし、プレート運動など年間数cmの観測には、単独測位はむかないことがわかった。

以上2班の発表から、GPSの精度は、鉛直方向に弱い、電波の届かない影では、観測できない。アンテナを水平に設置しなければならないことがわかった。また、観測した位置データをグーグルアース上で表示することで今回の観測した結果をみることもできた。



(d) 重力実験手順

- ①建物の1階から5階まで、各階毎に重力値を測る。最後にスタート地点で再度測る。
- ②各階の高さを測る。
- ③ドリフト補正を行う。
- ④高さ1mあたり、重力はどれくらい変わるかを求める。

(e) 重力実験結果

重力計を何度も使用すると、内部のばねが伸びてしまい、同じ高さで測っても重力値が大きくでてしまうことがある。これを補正するドリフト補正を行い、重力値を求めた。結果、1m上昇すると、0.28ミリガルの減少がでた。このあたりは、体重を1割減らすためには、340Km上昇しなければならないほど小さな変化量であった。



b 第2日目

(a) 講義内容

地球の内部構造、地震波速度、地震波トモグラフィー、日本列島の下のトモグラフィーなど

(b) 屈折実験手順

- ①実験場所（長さ50mくらいの測線がとれる場所）を決める
- ②測線の中央付近を基地（機器置き場）にする
- ③巻尺を張り、長さの基準にする
- ④0mから2mおきに地震計（ジオフォン）を24個置く。
- ⑤ジオフォンを設置する
- ⑥テイクアウト・ケーブルを張る
- ⑦テイクアウト・ケーブルにジオフォンを接続する
- ⑧かけやを震源位置（0m：No1側）に持っていく
- ⑨ハンマーケーブルに延長ケーブルを接続し、ケーブルを基地まで張る
- ⑩機器を接続する
- ⑪接続ができればバッテリーを接続し、NIBのスイッチを入れる
- ⑫PCを起動し、ソフトウェアを起動する
- ⑬チェック
- ⑭観測開始
- ⑮震源をNo24側に移動し、同様の記録を取る
- ⑯観測終了。設置と逆に撤収を行う

(c) 屈折実験結果

昨年は、天候が雨だったため、室内で模型実験であったが、今年は、実際に地面を叩くことで人工地震を起こし、観測することができた。重たいハンマーを全員が利用し体と頭を使った実験となった。屋外の実験は、90分。6人で分担して機材の運搬・セット・記録をおこなった。午後から得られたデータ解析した。地下の構造が、水平層であり、上層と下層の速度 V_1 、 V_2 ($V_1 < V_2$) であることを仮定し、上層の厚さ H を求めた。得られた地震計の波形データから走時曲線をかき、傾きと屈折点までの距離から H を求めた。



エ 検証

測定結果をグラフにすることで、変化や違いを深く考察することができた。濃尾平野の断面図や立体図など資料も充実しており、我々が住んでいる地域の重力異常や地下構造の変化についても学習することができた。初日は重力について、ニュートンなどの歴史や地下資源を求める手法として

利用されること、2日目は地震計に電磁誘導が利用されていることなど多方面に刺激を受けることができた。近似計算、ドリフト補正、フリーエア補正、ブーゲー補正、スネルの法則など所々難しい内容もあったが、概ね生徒は理解していた。生徒アンケートからも、

- ・「全体として、この講座を受講した結果は満足の得られるものでしたか。」の項目は、「そう思う」が100%であった。また、
- ・「実験の内容を、あなた自身どのくらい理解できたと思いますか。」の項目は、「ほぼ理解できた」が100%であり、それ以外も生徒たちは概ね好印象のアンケート結果だった。地球科学への幅広い興味関心を引き出すことができた。

1.4 SSリサーチⅢ「研修旅行中における岡山地区の企業見学・JFE スチール西日本製鉄所」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第2学年SSクラスに在籍する生徒30名

イ 単位数実施日程・研修訪問先

日程：平成23年10月13日（木） 14時30分～17時00分

研修訪問先： JFEスチール株式会社 西日本製鉄所 倉敷地区

ウ 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の企業訪問研修

(2) 仮説

産業界の基幹をなす鉄鋼業界の製鉄工程を見学することにより、「ものづくり日本」における我が国の産業と、重工業を中心とする工業大国日本の位置づけを理解する。普段学習している化学や地理の内容と照らし合わせながら、一層深い段階での理解を得ることができる。また、企業環境に対する取り組みを知ることで、産業界にける社会的責任についても幅広く認識を深めると仮説を立てた。

(3) 内容・方法

ア 事前指導

(ア) 授業「地理A」での事前学習

鉄鉱石を原料として各種鋼材を製造する鉄鋼業について、国内における主な製鉄工場の立地条件と生産工程（製鉄・製鋼・圧延）について、また、主要原料の輸入先や鉄鋼生産国の連続鋳造化率の推移について学習した。さらに、世界における鉄鋼需要の変化、世界市場で再編が進む鉄鋼業界の最新の話まで教材化し、研修、見学の経験がより有益なものとなるように配慮した。

(イ) 「事前レポート作成」での事前学習

SSクラスのカリキュラムには含まれていない「総合の学習の時間」に実施している「研修旅行事前レポート」の作成を行った。時間が確保できなかったため、夏休み中の宿題という形で対応した。レポート内容は、製鉄について、原料の輸入状況、圧延工場の工程、製品になるまでの流れなど、独自に設定をさせた。

イ 見学センターでの講義と製造工程の見学

JFEスチール株式会社西日本製鉄所倉敷地区の敷地内にある見学センターにて、製鉄の概略と企業環境への取り組みについて説明を受けた。工場の立地としては水の確保、頑丈な地盤、港湾設備について良好な条件が必要となる。1089万㎡もの倉敷地区の敷地には、船舶による原料の受け入れから製鉄、製鋼、圧延、そして商品出荷まで製造プロセスに合わせた機能的な工場配置がなされている。環境対策としては、集塵への配慮や水の浄化、熱の再利用、スラグセメントや硫安（硫酸アンモニウム）の生産、およ



び発生するガス類の再利用を中心に行い、資源リサイクル率はおよそ70%となっている。また、製鉄所の敷地面積の10%以上は緑化の必要があり、これらを総合的に満たすことで環境についての国際規約ISO14001の認証を得ている。

敷地内の見学では、非常に広大なため、観光バスに乗りし署員の説明を随時受けることとなった。見学センターを出て直線約5000mの道路を歩いていった。高炉、そして1976年から稼働を続けている厚板工場を中心に製造工程を見学した。厚板とは、連続鋳造設備を経て作られてきたスラブとよばれる鋼を圧延し、船舶や橋梁などに用いられる種類の鋼材である。すべて注文を受けてつくられるため、様々な厚さや長さの鋼鉄が作られていた。

厚板工場では、厚さが370mm、幅が数メートル、長さ10メートル以上の製品を水で冷却しながら製造する大規模な設備と鋼材からの赤外線を感じ、生徒たちはそのスケールの大きさに大変驚いていた。圧延される製品は、ひとつひとつがその大きさや成分の違いによりオーダーメイドの世界であることや、産業界において顧客の要望に応える事の大切さや製造管理体制の厳密さを認識した様子であった。

ウ 事後指導

SS化学の授業においては、その後の「酸化と還元」、「無機」の分野で鉄とその化合物についての性質を中心に、学習を深めた。現在の高炉による銑鉄の製造や転炉による還元に至る製鉄の歴史を、金属の製錬における酸化還元反応を基礎として学習した。本来、金属の製錬は「化学Ⅱ」での履修であるが、鉄鉱石の還元による鋼の製造や炭素鋼、特殊鋼の物性の違いについても学んだ。授業担当者が自ら研修を行ったドイツ「フェルクリンゲン製鉄所」や、本年度「高校生電気自動車プロジェクト」に参加した生徒らと共に「八幡製鉄所と近代産業」についての報告会を行った。



(4) 検証

当たり前のように手にすることができる「鉄」に関する産業を見学する研修であった。しかし事前に八幡製鉄所を見学した生徒などは稼働している高炉をはじめとする製鉄の現場を見学することに心を躍らせていたようである。今回は鉄材を作る圧延工場のみ施設内に入って見学を行ったが、高炉を見学しなかった生徒にとっては残念な感想が見られた。実際に見学を訪れると、想像をはるかに上回る規模と迫りに圧倒され、生徒たちは非常に大きな衝撃を受けたようである。年間を通して数ある研修の中で、非常に印象深い経験であったと感じる生徒が多かった。質疑応答の時間を延長してとつたが、生徒からの質問はつきることがなかった。研究施設の見学が多くを占めるリサーチの中で企業見学である本リサーチは有意義であったと感じている。

1.5 SSリサーチⅣ (SS研修旅行、平成23年3月21日～23日)

(1) 経緯

研修地の選定にあたっては、自然環境、立地条件、伝統および歴史的背景などその土地の特色が十分に活かされていること、かつ、文学、考古学から農林水産業、商業、工業と自然科学を軸に多くの要素を含み、多方面から知的好奇心が刺激され、幅広い教養と洞察力を得ることができるよう工夫した。

(2) 仮説

幅広い分野に触れ、興味・関心の低かった分野に対しても新たな発見をすることで、視野を広げ、様々な角度から物事をとらえる姿勢を得ることができる。また、歴史と伝統、最先端の科学技術と相反する分野の研修を通して、これからの科学の在り方について考えることで、次の時代を担う科学者としての資質を高めることができる。

(3) 内容・方法

各研修先に対して担当のグループを形成し、翌日訪問する研修先についてプレゼンテーションを行った。各グループとも準備に多くの時間を割き、大変充実した内容であった。質疑応答も盛んに行われ、研修先での学習効果を上げるのに大きく貢献した。

ア 橿原考古学研究所附属博物館

学芸員の方からは、放射性炭素による年代測定、出土した資料の保存方法など、科学的なアプローチを中心に説明がなされた。生徒たちは考古学と自然科学の結びつきに首をかしげながらの参加であったが、背景にある自然科学との密接なかかわりと重要性を知ると、活発に質問を繰り返した。その後の館内見学でも詳細な解説をうけ、ただ漠然と見学するのではなく、各々の視点で興味深げに観察した。行程の関係で1時間半程度しか時間が確保できなかったため、まだまだ生徒の興味関心は尽きず、出発を惜しむ声が多かった。



イ 紀州備長炭振興館

講義と実技の内容を二つのグループに分かれて展開した。講義では、原料となる木の種類とその特性、森と人のかかわり、備長炭の歴史や製造の工程、性質などを中心に学んだ。実技では窯へ出向き、職人の方とともに炭割りの体験をした。慣れないうちは、なかなか思い通りにはいかなかったが、実際に触れてみることで、その硬さと澄んだ金属音を体感し、講義での内容を、一層深めるものとなった。最先端の科学とは対照的な伝統工芸、そして自然との共存に触れることで文化や歴史や重んじ、自然と伝統を守り続ける重要性を認識するよい機会となった。



ウ 近畿大学水産研究所（白浜実験場）

はじめに水産研究所の沿革、養殖研究の実績・展望について講義を受けた。研究の初めには数々の失敗を繰り返したものの、努力を積み重ねて成果を上げた結果に現在の養殖業があることを知り、研究に対して信念を貫くことの大切さを実感した。また、展示室では養殖により成長した魚の標本やマグロのはく製を見て、市場では見ることのない大きさに圧倒され、技術の高さに感心していた。その後、屋外のいけすに移動し養殖魚の見学をした。いけすに上がるのは皆初めての体験であったが、研究員の方から魚の種類やえさについての説明受け、興味深げに物陰に隠れている魚たちに目を凝らした。



エ 南方熊楠記念館

ほとんどの生徒が南方熊楠という人物を知らず、研修旅行の行程に組まれている意義も理解していなかった。ところが前夜の事前学習でその奇才ぶりに皆関心を寄せた。記念館では熊楠に関する講義を受け、その後、説明を受けながら館内を見学した。彼の植物学者、民俗学者としての研究内容にも大変興味を示したが、それにも増して幼少期からの学問に向かう姿勢、海外での活躍ぶりや行動力に驚かされ、大きな刺



激を受けた。

オ 京都大学紀伊大島実験所

今回の研修で最も生徒が衝撃を受けることとなった研修地である。施設の校門から林道を歩きながらの自然や植物に関する講義という内容であったが、民俗学、宗教論、人生論から哲学と多岐にわたり、生徒たちの固定概念をことごとく崩した。今ある植物は自然なのか、そもそも自然とは何なのか、講師の方から発せられる言葉の一言一言に考えさせられた。この講座を通して、受け身ではなくまず行動してみることに、ひとつの物事には多くの背景や視点があることなど、今後の活動に影響を与える数々のヒントを生徒たちは得ることができた。

カ くじらの博物館

はじめにクジラの生態や研究に関する内容の講義を受けた。実際にクジラのひげや骨格標本を手にすることで、細部まで観察することができ、それぞれの構造やはたらきについて理解を深めることができた。その後、自然の入り江を利用した飼育プール、海洋水族館へ案内をしていただき、貴重な腹びれのあるバンドウイルカなどを見学した。生徒の中には研究員という職業について興味を示し、どのような経歴でなることができるのか、また仕事の内容はどのようなもののかなど熱心に質問をしていた。

キ シャープ亀山工場

まず施設に入ると、その規模の大きさに生徒たちは圧倒された。そして、見学に来た高校生としてではなく、一人一人を来客として扱う姿勢に感心した。また、技術力の高さは無論、工場全体・地域全体としての高効率化や環境への取り組みなど、すべてが極めて高いレベルで達成されており、驚きの連続であった。亀山工業団地の成り立ちや、一貫生産工場というシステムが選択された理由などを事前学習していたこともあり、原理・技術という理数的な視点だけでなく、地理学・経営学など様々な視点でとらえることができたため、より充実した研修となった。

(4) 検証

「ひとつの研修地での時間が短く、しっかりと内容を吸収できなかったのは残念に思う。」とあるように、移動時間が長く十分に研修時間が確保できなかったことは課題である。各研修地で移動を惜しむ声も多く聞かれ、この点に関しては生徒の意欲を満たすことができるよう改善しなくてはならない。

全体としては「貴重な時間を無駄にせず、各研修先で多くのことを吸収したい」という意気込みにも表れているように、三日間を通して高い意識を持って参加することができたと感じる。また、幅広い分野にわたり研修することで、視野を広げ、様々な角度から物事をとらえる姿勢を身に付けるという目標もおおむね達成できたのではないかと。生徒からも以下のような意見が寄せられた。

- ・ひとつのことにとらわれずに、広い視野を持つことが大切だと思った。
- ・ただありのままを受け入れるだけでなく、自分で考えることが重要だと感じた。
- ・自分の興味・関心の対象外であったことから、様々なことを学び、視野を広くもつことの大切さを学んだ。
- ・いろいろなことを学んでいく中で、様々な視点をもって物事を考えるということを忘れないようにしたい。

今回、いろいろな場面で生徒たちは考えさせられたが、その分一つ一つの研修が深く心に残ったと思われる。「将来は、社会のために、周囲のためにこの経験を活かして貢献したい。」などの意見もあり、三日間の経験が多くの生徒の糧となったのではなかろうか。

1 6 S S トライアル I

「マル・マル・モリ・モリ みんな学ぶよ いきものピカピカどうして光るかな & CMS！不思議！君の！頭の中～ジャンジャン溢れる好奇心？化学マジックショー～♪」

(1) 経緯

本校におけるSSHの全体像やカリキュラム、および対象生徒の学習段階を踏まえて実験内容の検討を行い、当日の進行を具体化していった。消耗品、TA、準備の進捗状況等、必要に応じて確認を

行い準備を進めた。

受講生徒は第1学年33名の希望があり、7月11日(月)午後2時30分より午後5時まで、本校化学実験室において行われた。講師は愛知教育大学理科教育講座の戸谷義明教授と同学部4年生のTA3名で、きめ細かな対応を受けた。

(2) 仮説

大学と連携をし、教授等による科学研究の講義や実験を希望者対象に実施する。身近な物質や現象、視聴覚効果の高い題材を使用することで、意欲的に参加する態度を高める。実験を通して驚きを感じるさまざまな現象が化学変化であることを理解することで、物質の変化や自然現象を科学的な視点でとらえる能力を習得する。自然科学に対する興味・関心、発展的な学習に対する意欲の高揚と、積極的、主体的態度の育成が期待できる。

(3) 内容・方法

事前学習としてホタルの発光に関する資料を配付することで、講座の進行が円滑になり、より理解を深めることができた。また、実験前には、器具の使用法についての説明、実験後には器具の洗浄・片付けの説明があり、化学実験を行う上での基本的操作を習得することができた。

ア 生物発光実験

光る生き物の例を挙げ、ホタル以外にもムカデ・カタツムリ・ミミズ・クラゲ・キノコなど多くの発光生物の存在を学んだ。発光する要素として、ルシフェリン(発光物質)・ルシフェラーゼ(酵素)・ATP(エネルギー源)が必要であるが、現在はバイオテクノロジーによって大量生産される試薬を用いて机上で容易に発光実験を行うことができる。この実験を通してルシフェラーゼによる発光の違い、温度・pH変化と発光への影響を確認し、酵素の働きとその特性に対する理解を深めた。乾燥ウミホタルを用いての発光実験では、幻想的な光に包まれると大きな歓声が上がった。また、ノーベル賞で広く知られることになったオワンクラゲの生物発光もイクオリンのスプレーを用いて再現された。これらの実験を通して、生命の神秘・自然科学の奥深さを感じる事ができた。

イ 化学マジック実験

都市ガスの密閉爆発によるロケットと爆発の炎、色素の酸化還元による変色を利用した小瓶四姉妹、炎色反応による色とりどりの炎の観察、ペンライトに用いられる試薬を利用した化学発光、Landolet ヨウ素時計反応を利用した時間差瞬間着色、ニッケルを用いた溶液の色変化、硝酸セルロースを手の上で瞬間燃焼させる魔法の綿など、目の前で起こるマジックに生徒は終始目を輝かせた。それぞれのマジックには必ず根拠があり、物質の変化がもたらす華やかな光景の裏側にある原理を知ることによって化学分野への関心が高まった。

(4) 検証

第1学年全員が履修している「総合的な学習の時間」は、“生徒自ら疑問や問題を発見し、調査・研究し発表することによって、積極的・主体的態度を養う”ことを目標に行われている。「総合的な学習の時間」では、自然科学全般にわたり学習が進められるが、本講座で「化学」を題材に扱うことにより身近な自然科学の現象に対して疑問を抱かせるきっかけをつくり、大きな刺激を与えられた。

本講座はより多くの生徒が参加できるよう、高校内で授業後に開催する形態とした。1日、2時間30分の設定より多くの時間を望む声もあったが、限られた時間の中で多岐にわたり指導していただき充実した時間を過ごすことができた。

高度な内容を含め、多くの題材を用いた実験中心の講座であったが、集中力を切らすことなく取り組むことができた。講義、実験での様子だけでなく、質疑応答でも活発な発言がみられ、また、アンケートでは「積極的な気持ちで参加できた」生徒が大半を占めているように主体的に取り組むことができた。

全員が実験や自然科学に対する興味・関心が深まったと回答しており、また、講座の満足度や参加する意義についても肯定的な意見が大半を占め、適切な内容であったことがうかがえた。

生徒アンケートには、次のような記述があった。

- ・ 色をテーマにした講座でしたが、ひとくちに色といってもこんなにたくさんのバリエーション

の実験やマジックがあってびっくりしました、世の中には無数に研究する対象があるのだなと身近に感じるようになりました。

- ・ 自分で見て触って体験することが一番楽しかったです。こんなにたくさんの実験をやれたことが感激です。今は、もっと見たい、やりたいという気持ちが高まっています。化学は面白いと今日発見したので、この発見を今後活かしていきたいと思いました。

多くの生徒が新しい発見や疑問に出会い、自然現象や物質の変化が自然科学と大きく関わっていることに気づくことができた。また、単に面白かった、驚いたで終わるのではなく、その背景を知ることにより、自然科学の奥の深さを実感し、科学的な思考やものの見方を身に付けるきっかけになった。本講座で学習に対する意欲の向上も見られ、また、「化学実験を通じて自然科学全般に対する興味と関心をより高める」という目的も達成できたと考えられる。



17 SSトライアルII (サイエンスダイアログ)

(1) 経緯

医学分野の大学での最先端の研究について学ぶことを目的とするとともに、講師を外国人とすることにより、国際性を高めることと英語を聞いて理解する、英語で質問することなども目標とした。

ア 受講生徒

第2学年SSクラス(30名)

イ 実施日時・場所

日時：平成24年1月25日(水) 13:00~15:30

場所：本校地学教室

ウ 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の高大連携講座、国際性を高める取り組み

エ 講座名・講師

講座名：「Lifestyle related disease」

講師：名古屋大学大学院医学研究科 Dr. Gulinuer Muteliefu

(2) 仮説

現代人がかかる生活習慣病はさまざまあるが、それらの原因や病状の理解とともに、研究においては動物実験が欠かせないことを理解できる。また、外国人を講師とすることにより、国際理解を深め、英語を聞く、理解する、話す力を養うことができる。

(3) 内容・方法

ア 事前学習

(ア) 講師の出身地とキーワードの理解

英語科教員とALTの協力のもと、講師の出身地である新疆ウイグル自治区についてと、講義の中で重要となる20数個(Lifestyle related disease, lifehabits, uremic toxin, indoxyl sulfate etc)の単語を日本語と対応できるよう事前学習した。

(イ) 講師の研究について (About Dr. Gulinuer Muteliefu's Research)

Background、Previous Studies、Current Studies の3項目に分けて、インドキシル硫酸についてや、高血圧、動脈硬化などに基づく腎臓病について、高血圧ラットについてなどを、英語で要約したものを理解させた。

イ 講義

(ア) 新疆ウイグル自治区の紹介

新疆ウイグル自治区は山脈に囲まれた盆地にあり、世界有数のタクラマカン砂漠が多くを面積を占めている。シルクロードが通っていて、人口約2,000万人の多くがウイグル族であるが、漢族も多い。ウイグル語が公用語となっている。ウイグル族はトルコ系だが、文字はアラビア語と同様右から左に書いていく。

ウイグルの文化として、ムガムという音楽や、食事についての紹介もあった。

(イ) 生活習慣病について

日頃の生活習慣として、食事法、運動、喫煙、飲酒、ストレスなどの影響により生活習慣病になる人が増えている。肥満や高血圧、糖尿病などがあげられるが、合併症となる場合も多い。そのような生活習慣病とならないために、食事を早く摂らない、糖分をとりすぎない、運動をしっかりとる、タバコを止める、ストレスをためずリラックスするなどがあげられる。生活習慣を変える意識が大切である。

(ウ) 研究対象としての腎臓病

慢性腎臓病や尿毒素の研究について説明された。腎臓の疾患は血液の石灰化となる場合が多い。高血圧や腎臓病のマウスを育て、腎臓の血管細胞や石灰化された部位を染色した切片をプレパラートとして観察することができる。そうすると、弓状大動脈がつぶれてしまっているものや血管の壁が石灰化されている様子が観察できる。いわゆる動脈硬化の状態である。そして、血管平滑筋細胞の老化とインドキシル硫酸の関係について説明がなされた。

ウ 顕微鏡観察

(ア) マウスの腎臓切片の比較

生徒を6つのグループに分け、光学顕微鏡による観察を行った。たくさんのプレパラートを持参してくださり、高血圧マウスや腎臓病マウスの腎臓切片を複数の染色方法で染色したもので確認した。非常にきれいなプレパラートであったので、正常な腎臓との比較を生徒も容易にできていた。

(生徒アンケートより、代表生徒)

- ・今回のサイエンスダイアログの講義は、Gulinuer Muteliefu 先生の故郷の新疆ウイグル自治区について、生活習慣病と生活習慣の重要性について、そして先生の研究のインドキシル硫酸についての3つのお話でした。まず、ウイグル自治区は8か国と国境を接しているだけあって、独特な雰囲気のある文化だなと感じました。また、様々な人種、民族が暮らしているのを知り、単一民族国家の日本で育った僕にとっては想像しがたい環境なのかなと思いました。
- ・次のテーマの生活習慣病のお話では、不規則な習慣の例がいくつかあった中、僕は飲酒、喫煙の項目以外は殆ど当てはまっていたので、気をつけていかなければいけないと痛感しました。
- ・最後のテーマである Gulinuer Muteliefu 先生の研究は、事前にもらったプリントを見た限りでは、少し難しそうな内容だと感じていましたが、興味深い内容だったので、また、予習をした甲斐もあって、大体の意味をつかむことが出来ました。また、最後に行った顕微鏡での観察の際、今度は日本語で丁寧にプレパラートの説明をしていただきました。
- ・英語で話すのはまだ少し抵抗がありますが、少しは前進できたかと思います。とても充実した時間を過ごせました。

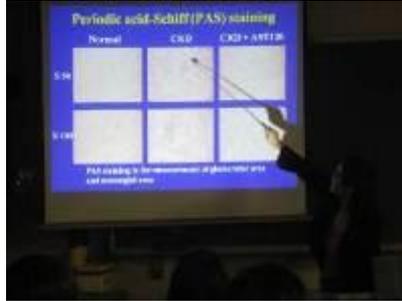
(4) 検証

SSクラスについては、国際性を高めたり英語力を高めたりする学校設定科目として、「SS英語」を開設している。その中でもALTやティームティーチングなどを活用して英語の4技能を高める工夫をしているが、今回、サイエンスダイアログのプログラムを活用することにより、外国人の研究者

と直接交流できる機会を設けた。

生徒のアンケートによると、「講義を通じて、国際性や留学についての興味・関心が高まりましたか？」について、高まったと、どちらかといえば高まったで71%、「研究者を身近に感じるようになりましたか？」について、なったと、どちらかといえばなったで75%を占めており、国際性を高めることや、研究者との交流の機会とするといった目的をおおむね達成できたといえる。

講師にお願いしたアンケートによると、「今回のことで、日本の高校生と直接コミュニケーションすることができました。また、私にとって教育経験になりました。」「もし、学生らの関心や医学知識の程度に関する情報を事前にいただくことができれば、それに合わせて、もっと適当な講義を準備できると思います。」などの意見をいただいた。



18 講演会 I 「世界脳週間2011講演会」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第2, 3学年に在籍する全生徒

イ 実施日程

日程：平成23年5月18日（水） 13時10分～14時25分

場所：本校体育館

ウ 講演演題

「脳のはたらきを支えるグリア細胞」

エ 講師

名古屋市立大学大学院 医学研究科 分子神経生物学分野 浅井 清文 教授

オ 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の行事としての講演会

(2) 仮説

日本で、平成22年1年間の死亡総数のうち、脳血管疾患は12万3,461人で10.3パーセントを占め、全死因の上位から癌・心臓病に次いで3番目であった（厚生労働省発表の「人口動態統計の概況」による）。このうち脳梗塞は7万2,885人であり、脳血管疾患で死亡したうちの約6割が、脳梗塞が原因であった。このような点から、医学的な脳科学研究の動向について知ることは一般的な医療・保健に関連した部分においても、たいへん有意義と考える。SSクラスから文系のクラスまで、2,3年生の全生徒に聴講させることを通じて、より広く脳について興味を持たせ、理解を深めさせることができるのではないかと仮説を立てた。

生徒の学習段階としては、1年生時に全員が履修した「生物I」の中で神経細胞の形態について学習しているが、その機能や中枢神経系についての内容は、講演を実施する時期の3年生の生物選択生徒も十分ではない。このような生徒の学習状況を講演講師に伝えたくて、講演内容を基本的事項から展開していただくことを打ち合わせにて了解していただいた。また、興味関心の高いと思われる3年生のSSクラスおよび理系クラスの生物選択者に対しては、講師よりお借りした講演内容に関するビデオ教材（「ニューロンを支えるグリア細胞」）を事前に視聴させた。特にこれらの生徒には予備的な知識を学習する機会を設定して、より深く興味を持たせる効果を狙った。さらに、資料として用いる講演スライドに、生徒が授業で使用している生物資料の図を一部らせていただくことで理解の

助けとし、講演スライドの内容は印刷して事前配布した。また、講演内容を示すためのスクリーンを増設して、視覚から効果的に理解を促すことをねらった。

(3) 内容・方法

ア 講演内容 (要旨)

① 大脳皮質の機能分担

ヒトの大脳皮質は、思考・判断・記憶・視覚などの様々な中枢がそれぞれ特定の部分に分布し、機能を分担している。大脳皮質の中心溝の前後にはそれぞれ随意運動と皮膚感覚の中枢があり、ペンフィールドの「脳とからだの対応の図」として有名である。

② 大脳皮質の構造

1875年のイタリアのゴルジが独自に開発した染色法により観察した脳のスケッチでは、神経細胞の様子が詳しく記されているが、それらの細胞の間には糊のような物質が満たされていると考えられていた。しかし、この細胞の間には、神経細胞とは別のグリア細胞という細胞が存在していることが1950年代にわかってきた。グリア細胞は3種に分類される。それらは、ミエリン鞘をつくる oligodendrocyte (オリゴデンドロサイト)、血管と軸索の両方に対して突起を伸ばして取り巻いている astrocyte (アストロサイト)、アメーバ状の形態をとる microglia (ミクログリア) である。大脳皮質におけるニューロンとグリア細胞の存在比を調査すると、高等な生物ほどグリア細胞の割合が増加している。グリア細胞の数は、ヒトではニューロンのおよそ5~10倍である。

③ astrocyte のはたらき

astrocyte は血液脳関門を形成する細胞である。血液脳関門は、1880年代にドイツの細菌病学者であるエールリッヒ (Paul Ehrlich) が動物組織の染色過程で発見した。血液の中にアニリン系色素を注入しても、中枢神経だけは染色されないことを見出し、中枢神経は物質の侵入を阻止する機構があることが知られるようになった。血液脳関門の構造の詳細はこの20年くらいで明らかになってきており、血管内皮細胞と周皮細胞、そして astrocyte の相互作用によるものとされている。

④ 脳とブドウ糖

脳はブドウ糖のみをエネルギー源として用いる。ブドウ糖をアイソトープで標識した物質を血管内へ注射し、PET(positron emission tomography)とよばれる診断法で画像化すると、脳がブドウ糖をたくさん取り込むのがわかる。脳の標準的な重さは1250g~1400gで、体重のおよそ2%であるが、ブドウ糖は全体の25%を消費している。血液から神経細胞への物質輸送において、ブドウ糖はアストロサイトでピルビン酸を経て乳酸まで分解されてから神経細胞へと渡される。神経細胞内では乳酸は再度ピルビン酸になり、その後クエン酸回路にて酸化される。グリア細胞の astrocyte はエネルギー源となる物質の輸送に重要なはたらきを担っている。最近では、グリア細胞は神経細胞の行き過ぎにブレーキをかけるはたらきがあることもわかってきた。

⑤ 浅井教授の研究

浅井教授はマウスを用いて、幹細胞から神経幹細胞への分化のしくみの解明を大きな研究課題としている。将来的にはES細胞やiPS細胞から神経細胞やグリア細胞を分化させ、脳疾患の治療として移植できるようになればと考えている。

ヒトとしての高度な機能特性として運動・感情・記憶・言語などが上げられる。ヒトとチンパンジーのゲノムの違いは1~2%にすぎない。生後1年くらいはチンパンジーもヒトも成長の様子は非常に似ているが、その後のヒトの成長は目覚ましいものがある。おそらくこれらの多くは、中枢神経系のはたらきによると考えられる。

イ 生徒との質疑応答

(質問ア) 「神経細胞のはたらきすぎ」とは具体的にどういうことか。

[回答] 神経細胞が興奮しすぎると痙攣やひきつけをおこす。アストロサイトが過剰な神経伝達物質のグルタミン酸を吸収したり、ATPを分泌して神経細胞の興奮を抑える役割をする。

(質問イ) 脳の質量の差とその人の能力の差は関係あるのか。

[回答] ない。質量として1250g~1400gの範囲は個体差と考えてよい。

(質問ウ) グルコースが脳まで届くのにかかる時間は。

[回答] 普通、血液中へは10～20分かかるので、おそらく30分もあれば脳まで届いているだろう。

(質問エ) ブドウ糖を大量に摂取すると頭がよくなるのか。

[回答] ブドウ糖の不足はよくない。しかし、直接ブドウ糖を食べるよりも炭水化物を食べて継続的に血糖を供給した方がよい。

(質問オ) iPS細胞やグリア細胞や神経細胞を分化させた後、脳へはどのように入れるのか。

[回答] 交通事故による脊髄損傷やパーキンソン病の治療では移植手術による方法がある。

(質問カ) 脳の活動として必要となるエネルギーは主に何に使われているのか。

[回答] 神経細胞の静止電位を作っておくために常にエネルギーを用いている。活動時にはさらに多くのエネルギーを必要とする。

(質問キ) 常に多くのエネルギーを脳が必要とするならば、細胞は小さいほど効率がよくなるのではないか。

[回答] 神経細胞の要求するエネルギーを考えると、確かにそうかもしれない。

(4) 検証

グリア細胞のはたらきについて詳しく聞くことが初めてという生徒がほとんどである状況で、浅井教授はペンフィールドの大脳皮質の機能分担を導入として、分かりやすく講演を進められた。脳へのエネルギー供給という切り口から血液脳関門のはたらき、およびそこでの astrocyte の重要性を生徒たちに印象付けるという流れは、とても効果的な展開であった。講師アンケートからも、浅井教授ご自身「研究している内容を高校生にいかにつづけるか」という点について深く考える良い機会となったとご回答をいただいた。

アンケート結果から、脳科学研究に対する興味・関心の高まりについて「高まった」と肯定的な回答は2年生にて74%、3年生文系にて67%、3年生理系にて86%であった。また、講演内容が難しいと感じたかどうかという質問について、3年生全体で84%が「難しい」と答えたことに対して、講演内容が「理解できた」「どちらかといえば理解できた」と回答した生徒は68%であった。たいへん効果的に「理解したい」という知的好奇心を喚起する内容であったと判断でき、浅井教授の、生徒の理解度に応じて講演を展開された事が興味づけに大きく働いたと考えられる。また、『講演を通じて新しくわかったこと・学んだことや、不思議に思ったことはありましたか』というアンケート項目には全体として20%の「たくさんあった」、63%の「ややあった」という回答が得られている。この中においてSSクラスの生徒のみでは、「たくさんあった」・「ややあった」が2年生SSではそれぞれ37%、53%、3年生SSではそれぞれ36%、52%となっており、SSクラス所属生徒の科学的好奇心の高さを示している。

一方で、講演会での質疑応答では13件ほどの質問が生徒から出た。しかし、生徒からの質問内容にグリア細胞に直接的に関わるものは僅かであった。少なくとも、講師よりお借りしたビデオ教材を用いて事前学習を実施したクラスの生徒については、もっと効果的な事前指導の方法があったのではないかと再検討の必要性を感じている。

参考：アンケートの質問内容（生徒向け）の一部とその回答

問2 講演で取り扱った内容は、難しいと感じましたか？

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1 そう思う (36%) | 2 どちらかといえばそう思う (48%) |
| 3 あまり思わない (15%) | 4 思わない (1%) |

問3 講演の内容や講師の伝えかたのことを、理解できましたか？

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| 1 理解できた (11%) | 2 どちらかといえば理解できた (57%) |
| 3 どちらかといえば理解できなかった (30%) | 4 理解できなかった (2%) |



講演する浅井教授



生徒の質問に答える浅井教授

19 講演会Ⅱ 「最先端科学分野講演会」

(1) 経緯

ア 対象生徒

第1学年に在籍する全生徒

イ 実施日程

日程：平成23年10月14日（金） 12時55分～14時15分

場所：本校体育館

ウ 講演演題

「*Homo domesticus* からの脱出？」

エ 講師

浜松医科大学 針山 孝彦 教授

オ 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の行事としての講演会



(2) 仮説

第1学年では「生物Ⅰ」を学習している。また、2010年には名古屋でCOP10が開催されたこともあり、生徒の生物および生物多様性に対する関心は高いと思われる。生物の歴史や多様性について知識を深めることで、ヒトと生物との関係やこれからの人間生活について考えることができ、同時に視野も広がり高校生活をさらに充実させることができるのではないかと仮説を立てた。

(3) 内容・方法

講師は、浜松医科大学 医学部 総合人間科学講座 生物部門で生物の環世界の理解を目標に、視覚を中心にすえた行動生理学的な研究を行っている。

① 地球の誕生とヒトの誕生

地球および生命の誕生と進化について説明した。生物学の教科書には「ほとんどの動物の祖先がカンブリア紀に出現したと考えられ、この時代に多様性が増大した」と書かれていることに対し、講師は生物の多様性が高まったのは「当時出現した動物同士の相互関係が生じた」結果であり、そこで動物にとって性能の良い感覚器と情報処理器、そして効果器の必要性が生じたとの考えを示した。またヒトの誕生と進化についても触れた。

② *Homo domesticus*

ヒトによる農耕の始まりから文化の発展および社会生活の形成について述べ、生物学的な「ヒト」から、文化を共有する「人」への発展を説明した。そして家畜動物について触れ、家畜動物は人間の手によって家畜化されたことに対し、現代のヒトは、自らを家畜化した地球上で唯一の動物であり、*Homo domesticus* (家畜化したヒト属) と呼ぶ考えを示した。

③ 産業革命が生み出したもの

文化や科学技術の発展によって人々の暮らしが豊かになってきた反面、様々な問題や課題が発生してきた例を列挙した。そして、人類が産業革命を求め、文化を発展させてきた要因について、講師は「社会という同種同士の繋がりを発展させた一つの形態が産業革命で、今後も経済活動を行うことはヒトという生物の欲求に基づいた文化活動であるといわざるをえない」との考えを解説した。

④ バイオミメティクスを発展させることが新産業構造構築の1つのステップ

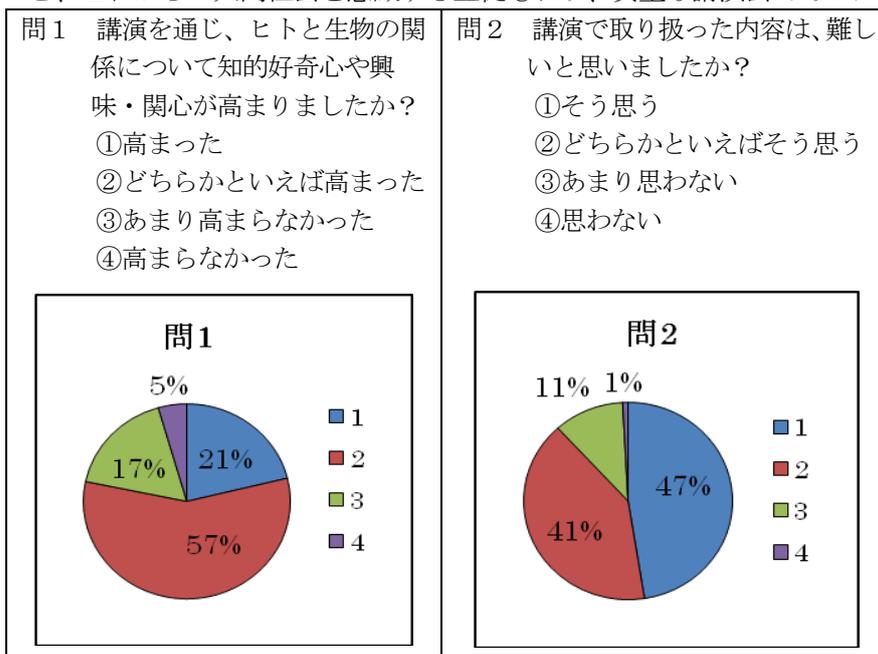
まとめとして「近代産業革命後の発展だけを求めた、行き過ぎた経済活動・産業活動は、どのようにすればヒトの本質を失うことなくこれまで以上に安定に成長することができるのか」という問いを投げかけた。その答えの1つとして、「人が産業革命以来行ってきた産業開発の視点を、一層広げること」との考えを主張し、多種多様な生物の器官や機能を理解して科学技術へ応用していくバイオミメティクス研究を紹介した。そして「皆さんと一緒に、次世代を切り開いていき、*Homo demesticus* から本当の意味での *Homo sapiens* に脱却したい」と講演を締めくくった。

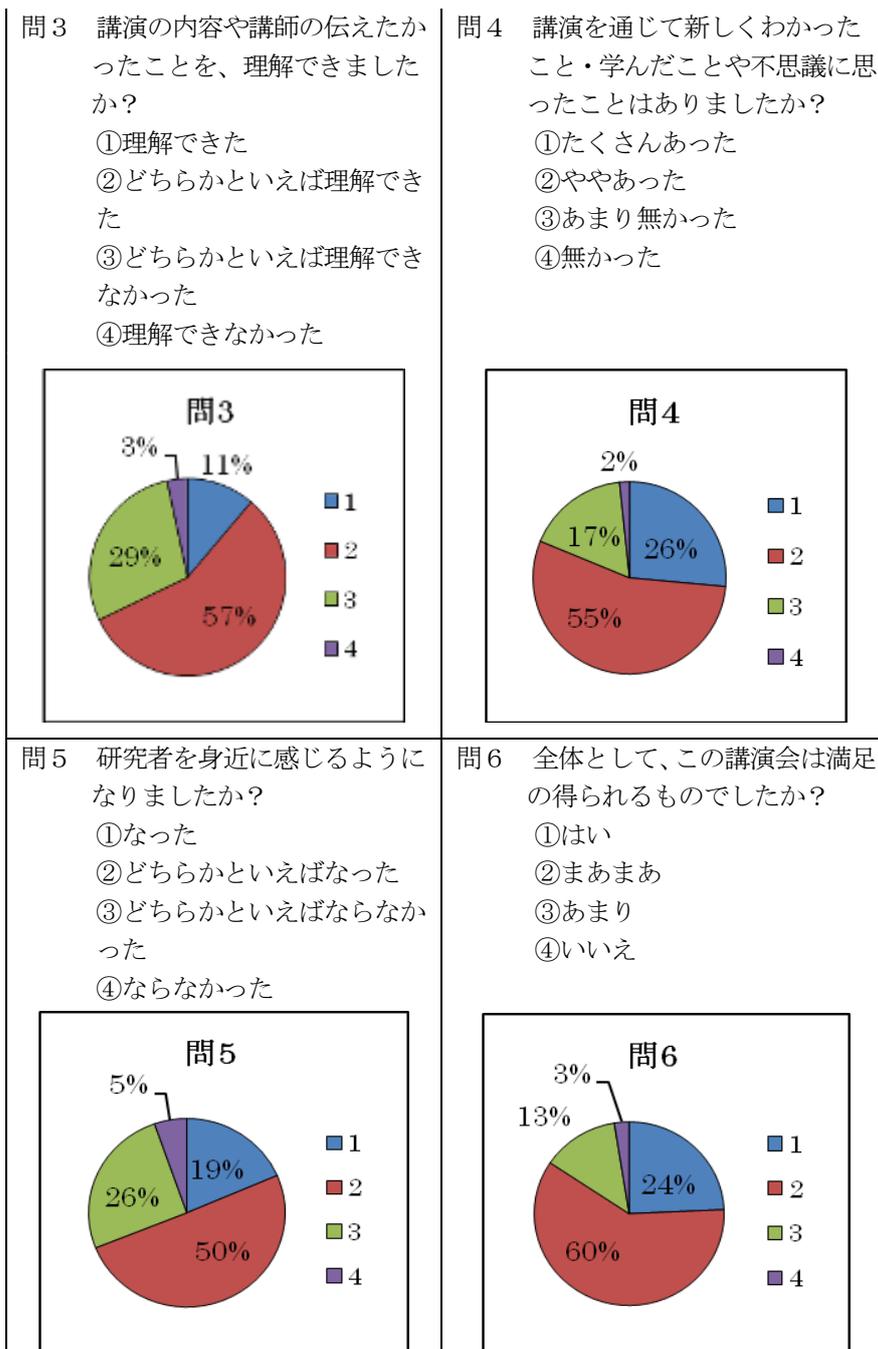
(4) 検証

講演の内容が生命の誕生から進化、そして現代社会の問題まで幅広かったこともあり、講演会後の感想文でも、「生命の誕生に興味を持った」、「ヒトの家畜化という表現に驚いた」、「人間の産業活動について考えさせられた」、「バイオミメティクス研究に興味を持った」など科学に関心を寄せたものから「これからの自分たちを考えるようになった」、「将来自分の仕事や人生に満足できる人生を送りたい」など今後の自分を見つめなおすものまで様々であった。

アンケート結果からは、ヒトと生物の関係について知的的好奇心や興味・関心の高まりについて「高まった」と肯定的な回答は78%であった。また、講演内容が難しいと感じたかどうかという質問については全体で88%が「難しい」と答えたのに対して、講演内容が「理解できた」「どちらかといえば理解できた」と回答した生徒は68%で、新しくわかったこと・学んだことや不思議に思ったことが「ある」と答えた生徒は81%、さらに講演会全体の満足度については、84%の生徒が「満足」と肯定的であり、生徒にとっては難しい内容ではあったが、知的的好奇心を喚起する講演内容であったと判断できる。

一方で、研究者を身近に感じるようになったかどうかという質問については69%が「なった」と回答し、感想文でも「大学教授の話聞く貴重な経験だった」、「私たちに大きく関係している話だった」と、研究者や研究を身近に感じる生徒や、「これからは人間の本質も大切に自然界と融合した社会を創造していくべきだと思う」、「私達の世代の課題としてこれからはを過ごしていきたいと思う」と、これからの人間社会を意識する生徒もおり、貴重な講演会であったと考える。





20 科学部の活動

(1) 経緯

平成23年度の科学部は、3年生4名、2年生4名、1年生9名の計17名で年間の活動を進めてきた。生徒自身の好奇心、探究心を重視して、自主的な研究活動ができる生徒を育てたいと考え、日ごろの研究活動をまとめてパワーポイントやポスターでの発表、実験講習会でのブースの運営などを通して、プレゼンテーションやディスカッションに慣れ、科学を楽しむ活動を目標とした。

(2) 仮説

科学部で活動する生徒たちが、自分たちの興味・関心に基づいて研究を行い、それを他者に説明する経験を持ち、他の人に興味を持ってもらうことで、自分たちの取り組みに意義を感じ、さらに好奇心を発揮することができるという仮説を立てた。

(3) 内容・方法

科学部の活動は、定期考査器官を除く平日の授業後と、夏季・冬季休業中、発表会前の休日などに行った。夏季休業中には8月5日(金)～7日(日)の日程で、愛知県東栄町の東栄町森林体験センタースターフォレスト御園にて天文についての学習と天体観測を行った。

今年度の発表・コンテスト関係の活動は以下の通りである。

- ① 第6回スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ 2011
【主催】名城大学附属高等学校(科学部) 7月16日(土)名城大学
「アルソミトラ・マクロカルパ～種子の飛行に迫る～」(優秀賞)
- ② 名古屋市立高校 自然科学系部活動交流会 7月24日(日)向陽高校
名古屋市立高校5校の自然科学部系クラブの生徒47名が互いに発表しあって交流した。
2校の中学校からの参加(生徒12名)もあった。
- ③ 愛知県高文連総合文化祭 8月21日(日) 愛知県芸術文化劇場 小ホール
「アルソミトラ・マクロカルパ～種子の飛行に迫る～」
- ④ 中学生一日体験入学での公開実験講座 8月18日(木)、19日(金) 向陽高校
研究活動紹介、発泡スチロールを用いた分子模型の作成
- ⑤ 学校祭での実験講座 9月8日(木) 向陽高校
テーマ「世界に一つだけの鏡をつくろう」銀鏡反応の実験講習会
「凝固点効果でアイスをつくろう」食塩を使った寒剤の実験
- ⑥ 青少年のための科学の祭典2011 名古屋大会
10月1日(土)、2日(日) 名古屋市科学館
テーマ:「分子模型をつくろう」発泡スチロール球を使った分子模型の製作講習。
- ⑦ 平成23年度自然科学部交流会(コアSSH事業)
【主催】あいち科学技術教育推進協議会 10月22日(土) 名古屋大学
「糸電話による音の伝わり方」
- ⑧ 大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 核融合科学研究所 一般公開
「高校生科学研究室」企画 10月29日(土) 土岐市 核融合科学研究所
口頭発表・展示発表「金属の発する音の不思議に迫る」
展示発表「アルソミトラ・マクロカルパ - 翼果の空力学的研究 - 」
- ⑨ 第20回 東海地区高等学校化学研究発表交流会
【主催】日本化学会東海支部科学教育協議会 11月3日 静岡科学館る・く・る
「土壌の緩衝作用にせまる」
- ⑩ 第10回 AITサイエンス大賞 【主催】愛知工業大学
11月12日(土) 愛知工業大学
自然科学部門・優秀賞「アルソミトラ・マクロカルパ - 翼果の空力学的研究 - 」
- ⑪ 平成23年度 あいち科学技術教育推進協議会 「科学三昧 in あいち2011」
12月27日(火) 岡崎コンファレンスセンター
口頭発表「アルソミトラ 翼果の空力学的研究」
ポスター発表「糸電話による音の伝わり方」「金属パイプの発する音の不思議に迫る」
「土壌における緩衝作用」
- ⑫ 平成23年度 愛知県高文連自然科学専門部研究発表会 2月5日(土) 名古屋市科学館
口頭発表「糸電話における音の伝わり方」「土壌の緩衝作用に迫る」
本年度に発表された、代表的な研究アルソミトラについての論文を次に載せる。

アルソミトラ・マクロカルパ ～翼果の空力学的研究～

向陽高校科学部
酒井裕一朗 佐藤太洋 土川拓朗 鱈部立偉
顧問 伊藤政夫 各務紀明

1 はじめに

アルソミトラ・マクロカルパ (*Alsomitra macrocarpa*) というインドネシアに生育する植物の種子は、翼のような形状をした非常に薄い膜と一体になっており、その全体のことを翼果と呼ぶ。ウリ科のツル性植物で、30 mほどの高所につけた実から翼果を風に乗せて滑空させることで、広範囲に子孫を残すことができる。翼果は飛行性能に優れ、海上の船の上に着地した例もある。

私たちは、翼果が飛行する仕組みに興味を持ち、飛行中の翼果にはたらく力とその周りに生じる気流を調べることを目的とし、研究を始めた。

2 予備実験

市販されているアルソミトラの翼果を飛ばし、飛行距離と滞空時間を計測した。

(1) 翼果の飛ばし方

- ・飛行開始時の高さを2mとした。
- ・翼果を水平に持ち、手を離れた。
- ・飛行距離と滞空時間は翼果が地面に触れるまでの数値を計測した。

(2) 疑問点

予備実験を行ったことで以下の3つの疑問点が挙がった。

- ・なぜすぐに落下しないのか？
- ・落下しながら徐々に姿勢が水平に近づいていくのはなぜか？
- ・飛行中にどんな力がはたらくているのか？

(3) 研究の目的

3つの疑問点をふまえて私たちは、発泡スチロールでモデルを作り、飛行中にはたらく力を調べることを目的とし、研究を進めた。

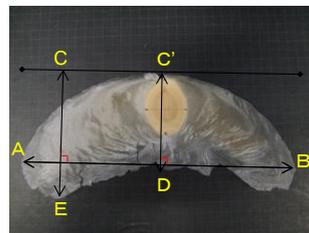
3 実験 I (翼果の形状測定)

(1) 目的

飛行に適した翼果の特徴を調べる。

(2) 方法

市販されている翼果(20枚)の翼長AB、翼幅C'D、全長CE、面積、質量を計測した。

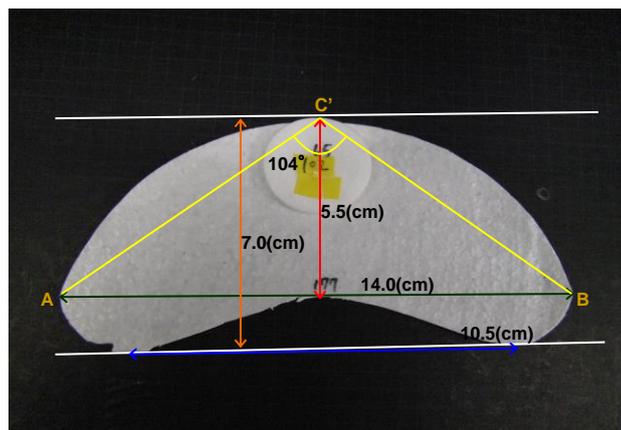


(3) 結果

- ・翼長…平均値(13.56 cm)より少し大きい区間によく飛ぶ翼果が多く分布している。
- ・全長…平均値(6.56 cm)あたりによく飛ぶ翼果が集中して分布している。
- ・面積…平均値(5967mm²)をはさんで山が二つあり、よく飛んだものは平均値よりやや大きい側。
- ・質量…全体の分布は平均値(0.258 g)から±0.03 gの範囲にあり、よく飛ぶ翼果もその範囲に散らばっている。

4 モデル化

実験 I の結果より、曲がらずに長距離飛行した翼果のデータをまとめ、それに基づきモデルのサイズを決め、それを基準にしてモデルを製作した。なお、私たちがモデルを使用することにしたのは、実物の翼果は傷みやすく、数回の実験で使えなくなるためである。



(1) 方法

翼果の翼部分には粒子の大きさが異なる2種の発泡スチロール、種子に対応する部分（おもり）にはポリスチレンを使用した。モデル製作の手順は以下の通り。

1. 発泡スチロールとポリスチレンを自作の電熱線カッターで適切な厚さに切る。
2. 発泡スチロールのそりを修正する。
3. ポリスチレンを発泡スチロールの先端（例外あり）に貼り付ける。

(2) 使用器具について

今回自作した電熱線カッターは、ぴんと張ったニクロム線に電流を流し、熱で発泡スチロールやポリスチレンを溶かすことで切断する、というものであるが、2点の工夫を行った。

- ・ばねによって熱でたるんだニクロム線を張る。
 - ・ニクロム線をはさむワッシャー（厚さ2mm）の枚数を変えることで切断する厚さを調整する。
- このように製作したモデルを使用し、以後の実験を進めることにした。

5 実験Ⅱ(モデルを用いた実験)

私たちは、モデルの質量に関する実験を実験Ⅱ-1、モデルの重心の位置に関する実験を実験Ⅱ-2と、2段階に分けて実験を行った。

6 実験Ⅱ-1(質量に関する実験)

(1) 目的

製作したモデルの厚みと種子(ポリスチレン)の質量をかえて、よく飛ぶ翼と種子の組み合わせを決定する。

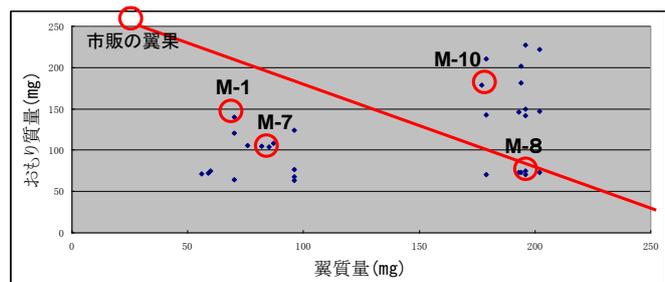
(2) 方法

- ・さまざまな質量の組み合わせのモデルを使い、飛行実験を行った。
- ・おもりの質量はおもりを数枚重ねたり、ビニールテープを貼ることで調整した。
- ・質量は精密ばかりを用いてmgの単位で量った。
- ・条件は予備実験と同じにした。

(3) 結果

グラフに示してあるラインは、おもりと翼の合計質量が、実際の翼果全体の質量と等しいラインです。グラフの中の、代表的な4つのモデルの飛び方を見てみると、軽くするために翼を薄くした2つのモデルは強度が低く、実物に近い質量のM-8は、おもりの質量が足りず重心が前よりにならないため、うまく飛行しなかった。

一方、M-10は実物より少し重いものの安定してよく飛んだため、これを実験Ⅱ-2で使うことにした。



(4) 考察

翼部分の強度がある程度なくては飛び方が安定しない。

7 実験Ⅱ-2(重心の位置に関する実験)

(1)目的

モデルに乗せる種子(ポリスチレン)の位置をずらし、重心の位置をかえて、よく飛ぶ重心の位置を決定する。

※重心は円筒（ラップの芯）の上にモデルをのせ計測した。

(2)方法

- ・実験Ⅱ-1で安定してよく飛んだM-10を用いておもりを前後に動かし、重心の位置をかえて飛行実験を行っ

た。

- ・条件は予備実験と同じにした。

(3) 結果

重心の位置が先端から 2.3cm から 2.6cm の間によく飛んだものが集中した。

(4) 結果のまとめ

- ・実験Ⅱにおいて重心の位置が 2.3~2.6 cm に近いほど滞空時間が長い。
→モデルの重心は先端から 2.5 cm の位置にした場合に決定。
- ・重心が前にあるほど波打つ周期が長くなる。
- ・飛行の際、翼の少しのそりによって軌道が曲がったり旋回したりする。
私たちは実験Ⅱ-1、Ⅱ-2 の結果から、実験Ⅲで使用するモデルの条件を決定した。

8 実験Ⅲ

(1)目的

- ・モデルの飛行をハイスピードカメラで撮影し、その映像からモデルにはたらく力を分析する
- ・重心の運動を解析する。

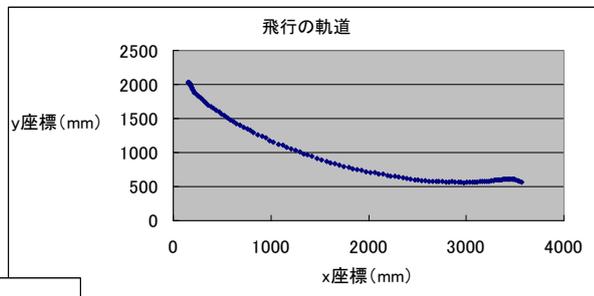
(2)方法

①動画の撮影

- ・『CASIO EXILIM EX-F1』を用いてモデルの飛ぶ様子を真横から撮影した。
- ・動画の撮影コマ数は 1 秒間に 300 コマとした。
- ・モデルの飛行距離と滞空時間も計測した。

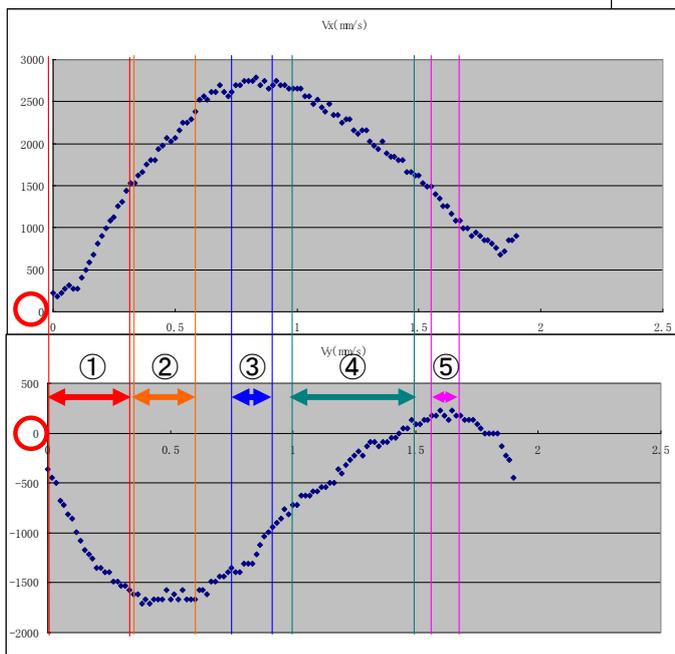
②映像解析

- ・解析する映像にはモデルの飛行がなめらかだったものを選んだ。
- ・モデルの重心の画面内での座標を自作ソフトを用いて 1/60 秒毎に測定し、表にまとめた。
- ・表のデータをグラフ化した。
- ・その時刻での速度 V を各コマ間の座標の値から求め、その x 成分を V_x 、 y 成分を V_y とした。



(4) 解析結果

① V_x , V_y の解析(上: V_x -t グラフ 下: V_y -t グラフ)



加速度の x 成分と y 成分

範囲	a_x	a_y
①	4513	-3812
②	3240	-1
③	196	2430
④	-2083	1767
⑤	-3536	257

単位: mm/s²

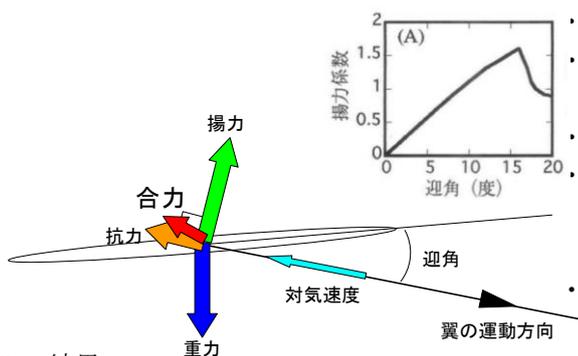
- V_x-t 約 0.8 秒まで速度が増加し、その後減少
- V_y-t 約 0.5 秒まで下方向の速度が増加し、その後減少
- V_x-t, V_y-t のピークには、ずれがある

以上のことから、2つのグラフを特徴的な範囲で分け、グラフの傾きから加速度を求めた結果が右上の表である。

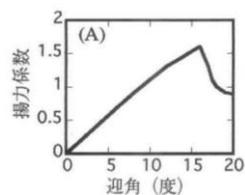
この結果を元に、私たちは加速度の向きと大きさを求めることにした。

②加速度(力)の方向・大きさ

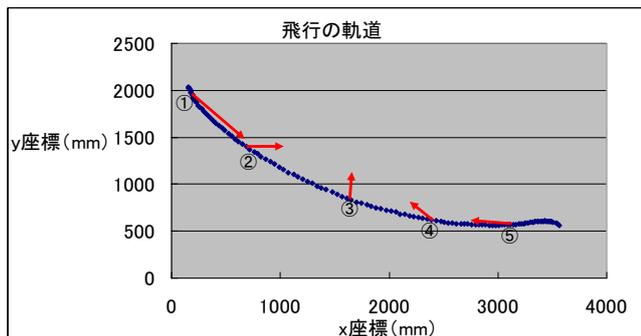
1. 抗力・揚力の説明



- 重力…常に鉛直下向きにはたらく。
- 対気速度…翼が運動すると、運動方向と逆向きにはたらく。この対気速度と翼のなす角を迎角という。
- 抗力…対気速度と同じ方向に発生。
- 揚力…抗力に対して垂直に発生。迎角が約 15 度までの間は大きくなり（資料の場合）、そこを超えると急激に減少する。
- 合力…重力と抗力と揚力の3つの力を合成したもの。



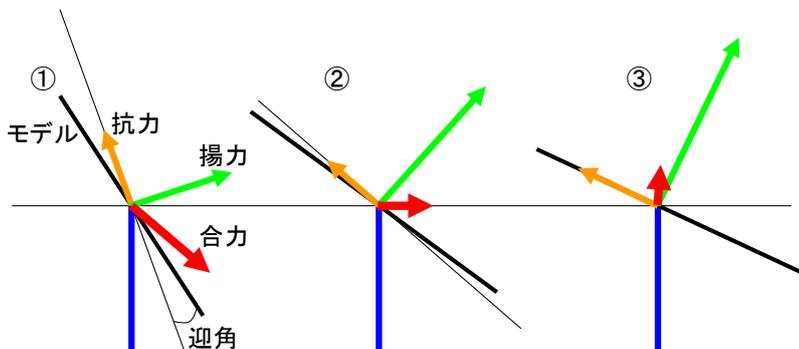
2. 結果



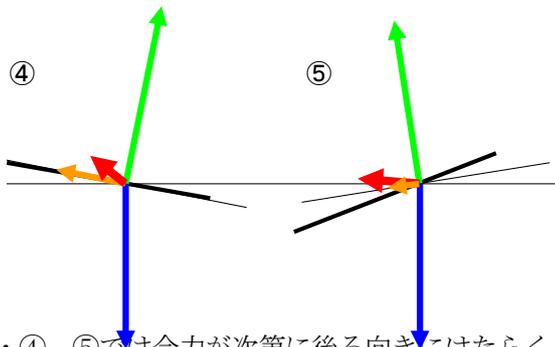
加速度の向きと大きさ = 力の向きと大きさ (運動方程式: $ma=F$)

③モデルにはたらく力

重力、映像から求めた迎角、合力の向きと大きさをもとに抗力と揚力を作図して求め、これらの翼にはたらく力を下の図にまとめた（番号は上のグラフと対応している）。



- ①では迎角が大きく、揚力は小さい。（落下に近い状態）
- ②, ③では、迎角が小さくなり、姿勢が水平に近づく。
- ①～③で揚力は上向きに大きくなり、合力は向きを変え、小さくなる。



- ・④, ⑤では合力が次第に後ろ向きにはたらくようになり減速する。→抗力が小さくなっていく。
- ・⑤では迎角が適当な大きさになっているので、揚力の大きさは保たれている。

(5)結果からわかったこと

- ・飛行中のモデルにかかる力は 進行方向→水平方向→上方→後方 と変化する。
- ・迎角が適当な大きさになることで揚力が増加し、徐々に姿勢が水平になっていくため、すぐに落下しない。
- ・モデルの実験の結果は実際の翼果にも適用できると考えられる。

※最初にモデルがそのまま落下せず姿勢が水平に近づいていくのは翼に生じているそりによるものではないかと考えられる。

9 実験Ⅳ

(1) 目的

私たちは、飛行中の翼果にはたらく力は周りの気流によるものと考えた。そこで、実験Ⅳでは煙によって気流を視覚化し、それを風洞で整流し、翼果にあてることで気流のようすを調べることを目的とした。

(2) 実験装置の説明

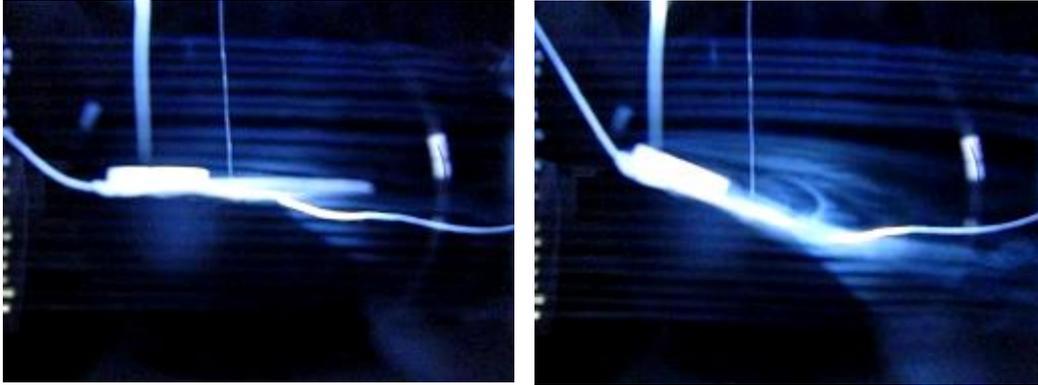


そこを通してファンで空気を引く、という構造。その中にモデルを設置し、そこに煙発生器から噴射される煙をあてることで気流の様子が観察できる。

(3) 方法

煙の流れる様子を、モデルの角度を様々に変えながらハイスピードカメラ（『CASIO EXILIM EX-F1』）で撮影する（毎秒300コマ）。

(4) 結果



モデルの角度を約 20 度以上にすると煙が渦巻き様子がみられた。また、煙が渦巻き始めるころからモデルの後端部分で煙が波打つ様子がみられた。

(5) 考察

- ・煙（空気）が渦巻き始めることと揚力の低下には関連があると考えられる。
- ・角度がつくことで、翼の上部を流れる煙（空気）が翼に引き寄せられ、それが翼の下部から来る煙と合流することで煙が波打つと考えられる。

10 今後の展望

- ・翼のそりが飛行状態に与える影響を調べる。
- ・風洞を用いた実験を重ね、データの再現性を高いものにする。
- ・風洞を用いた新たな実験を行う。

11 参考文献

いきいき物理わくわく実験 2（愛知・岐阜・三重物理サークル編著）P.114-116
揚力と抗力（2002）ながれ 21 323 - 329

(4) 検証

今年度、科学部の 2 年生が取り組んできたテーマは、上記のアルソミトラという翼果に関する研究である。飛行機の翼に関する研究がしたいということから、グライダーのように滑空する翼果の研究に取り組み、最初はよく飛ぶための条件を調べてから、発泡スチロールでつくったモデルの飛行経路の分析を行い、様々な発見をすることができた。物理学を 2 年生になってから履修するので、速度や加速度、運動の法則の意味など顧問から初歩的なことは教えたが、それを使って翼果にはたらく揚力や抗力を求

めていく過程は、自分たちで議論して計算したり作図して進めていくことができた。

昨年 2 月の高文連の発表会では、愛知県の総合文化祭での発表校として選んでいただき、今年 7 月の第 6 回スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ 2011 では優秀賞をいただいた。また、11 月の第 10 回 A I T サイエンス大賞（愛知工業大学主催）では、昨年度のパルスジェットについての研究に続いて自然科学部門・優秀賞を受賞することができた。その他にも、発表する機会があり、大学の先生方を始め、他校の先生方、高校生と議論して得た収穫に基づいて、少しずつ研究を進めてきた成果だと考えている。このように、発表する機会を重ねるごとに、生徒たちは手ごたえを感じて、意欲を増して研究を続けてきたことから、仮説は検証されたと考えている。

ただ、自分たちの研究を紹介することに満足している面もあり、他の学校の発表について質問したり議論する積極性を育てることについては、今後の課題としたい。

2 1 自然科学・科学技術系発表会

(1) 経緯

第2、3学年のSSクラスの研究グループに対しては、校外での自然科学・科学技術系発表会への参加機会については、可能な範囲で参加を広く呼び掛けている。一部、科学部の参加と同時にすることもあり、お互いに良い意味での交流が生まれている。

(2) 仮説

第2学年から継続してきた「課題研究Ⅰ・Ⅱ」の研究成果を積極的に外部へ発表する機会をつくる。発表、質疑応答、議論する機会を増やすことにより、研究の視野を広げることが可能となる。さらに、他校の生徒の実践からも刺激を受けることでプレゼンテーションの能力の伸長や、分かりやすく伝えることの大切さを、経験を通して実感させることが期待できる。

(3) 内容・方法

ア 第6回スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ2011（名城大学天白キャンパス 7月16日）【主催】名城大学附属高等学校

夏季に全ての3年生の課題研究班に発表の機会を設定することと取り決め、1学期中の7月15日（金）に校内で発表の予行演習会を行ってそれぞれの発表当日に備えた。

東海地区フェスタは愛知、三重、岐阜、静岡の東海地区のSSH校14校による研究成果発表と相互交流、情報交換の場として、夏季に多く開かれる発表会の中で最初に開催された。

口頭発表分科会では科学部の2年生が「アルソミトラ・マクロカルパ～種子の飛行に迫る～」のテーマで発表し、パネルセッションでは3年生のSSクラスより次の6つの研究班が発表を行った。

「宇宙から降ってくる素粒子の観測」「表面張力の研究」「ガラスにできる亀裂の研究」「大気中の窒素酸化物」「太陽活動と地磁気の関係」「複素数について」。口頭発表分科会では科学部が永井科学技術財団より優秀賞を、またパネルセッションでは団体としてSSクラスがパネルセッション特別賞を同じく永井科学技術財団よりいただくことができた。

イ 2011年度 日本生物教育会（JABE）第66回全国大会 愛知大会（名城大学天白キャンパス 8月3日～4日）【主催】日本生物教育会

生徒研究発表の部門として、「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」の研究班が口頭発表とポスター発表を、「名古屋のため池と外来生物 ～池干しによる駆除効果について～」の研究班がポスター発表を行った。高校教職員を中心とした多くの参加者から、たいへん興味深い研究内容であると高い評価を受けることができた。

ウ 平成23年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

（神戸国際展示場 8月11日～12日）【主催】文部科学省・（独）科学技術振興機構

8月11日（木）から12日（金）にかけて神戸国際展示場で開催された文部科学省・（独）科学技術振興機構主催の生徒研究発表会に、3年課題研究「ハツカダイコンの子葉に見られるアポトーシス」の研究班3名が参加した。11日の午前はコンベンションホールでの全体会、展示室内での口頭発表分科会に参加した。午後は1号館1階展示室でのポスター発表に臨んだ。ポスター発表参加校は計134校で、11日は4時間に及ぶものであったが、発表生徒の3名は休む間もなく発表を継続し、多くの参加者との質疑応答を行った。これらの質疑応答により生徒は研究への理解をさらに深め、課題を明らかにすることができた。

エ 静岡県立大学 創立25周年記念事業「高校生による自然科学研究成果発表会」

（静岡県立大学看護学部棟 8月12日）【主催】静岡県立大学

「黒豆から抽出した色素と金属イオンの関係」の研究班の3名がポスター発表と口頭発表を行った。積極的な研究姿勢が評価され、優秀プレゼンテーション賞を受賞することができた。

オ マス・フェスタ（数学生徒研究発表会）（ドーンセンター 8月27日）【主催】大阪府立大手前高等学校

「結び目理論」の研究班の3名がポスター発表と口頭発表を行った。数学分野に強い関西圏のSSH校に対して、自分たちの独自の理論を積極的にアピールすることができた。

カ 高校生による科学の祭典2011（名古屋市科学館 10月30日）【主催】名古屋市科学館

本年度より名古屋市科学館が主催して、主に自然科学系部活動で活動する高校生や課題研究の発表機会として開催された。口頭発表とポスター発表の2つの形態でプログラムが生まれ、普通科高校だけでなく工業高校の発表もあり、様々な切り口からの研究発表が展開された。

本校からは「ガラスにできる亀裂の研究」（口頭・ポスター）、「黒豆から抽出した色素と金属イオンの関係」（口頭・ポスター）、「名古屋のため池と外来生物 ～池干しによる駆除効果について～」(ポスター)、「太陽活動と地磁気の関係」（口頭・ポスター）の4件の課題研究の研究班が発表を行った。積極的な研究姿勢が評価され、奨励賞として表彰された。

(4) 検証

課題研究で得た成果の校外への発表機会は、生徒のモチベーション維持と研究の途中での中間的な区切りとして機能している。準備段階でのポスター作成やパワーポイント用のスライド作りには、どの研究班も一生懸命に取り組み、研究の成果をより良く伝えたいという意識が強く感じられた。

昨年度の東海フェスタでは、パネル配置やスペースの有効活用について見通しが甘かった部分があり、良い評価を得ることができなかったが、今年度は発表件数を少なくし、余裕を持たせて掲示した事と、生徒のモチベーションの高さが審査員に通じ、パネルセッション特別賞をいただくことができた。

さらに、神戸国際展示場での生徒研究発表会をはじめ、その他の発表会でも生徒の意欲がうまく継続し、多くの質疑応答での経験が生徒の探究心をさらに深化させる刺激となった。

これらの研究発表の機会は、最終的な課題研究論文集の作成や、10月のSSH事業成果報告会での発表へ向けてまとめていく過程において大変役立っている。結果の解釈や考察の甘い部分については、質疑応答等を経てより良い方向へと軌道修正するのに大変有効であると感じている生徒が多かった。



(左) 第6回スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ2011でのパネルセッション



(右) 第6回スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ2011でのパネルセッション



(左) 2011年度 日本生物教育会 (J A B E) 第6回全国大会 愛知大会でのポスター発表



(右) 平成23年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会でのポスター発表



(左) マス・フェスタ (数学生徒研究発表会) での口頭発表



(右) 高校生による科学の祭典2011での口頭発表



高校生による科学の祭典2011での口頭発表

2.2 論文応募・科学オリンピック

(1) 経緯

ア 対象生徒

論文応募については、第3学年SSクラスと自然科学系部活動所属生徒

科学オリンピックについては、第2、3学年SSクラス、および普通クラスの希望者

イ 取り組みの期間

論文応募については、研究期間を含めて応募の締め切りまで

科学オリンピックについては、事前学習と予選や本選の参加当日

(2) 仮説

学校設定科目「課題研究Ⅰ」、「課題研究Ⅱ」の研究成果や自然科学系部活動での活動成果を論文にまとめて応募し外部に評価してもらう事で、さらに論理的な思考力や文章を構成する力が向上すると考えられる。

また、科学オリンピックへの参加によって、より高い水準で理解したいという意欲の創出や、課題研究を進める上での基礎知識の増強、思考能力の高まりなどが期待できる。

(3) 結果

ア 論文応募

	平成23年度
第55回日本学生科学賞愛知県展 【主催】読売新聞	3件応募 最優秀賞（名古屋市会議長賞）1件 「ゼニゴケの無性芽における表裏の分化について」（SSクラス） 優秀賞（名古屋市教育委員会賞）1件 「パルスジェットとは!?!」（科学部） ※「ゼニゴケの無性芽における表裏の分化について」は、上位大会の第55回日本学生科学賞にて「文部科学大臣賞」を受賞
第9回ジャパン・サイエンス&エンジニアリング・チャレンジ(JSEC2011) 【主催】朝日新聞社	1件応募
第55回全国学芸サイエンスコンクール 【主催】旺文社	3件応募
第10回全国高校生理科・科学論文大賞 【主催】神奈川大学	2件応募
第6回「科学の芽」賞 【主催】筑波大学	2件応募 奨励賞1件「ガラスにできる亀裂の研究」
第3回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト 【主催】東京理科大学・理窓会	1件応募 優良入賞1件「結び目理論」

イ 科学オリンピック等

	平成23年度
物理チャレンジ	1名参加
化学グランプリ	50名参加（東海支部長賞受賞2名）
生物チャレンジ	17名参加
情報オリンピック	1名参加
U-20プログラミング・コンテスト	1名（経済産業大臣賞受賞）
第1回科学の甲子園	6名参加
合 計	76名

(4) 検証

ア 論文応募

SSクラスの生徒は3年生の1学期までで課題研究の研究活動に区切りを付け、夏季休業中から9月頃までの期間でまとめ上げた論文を各種論文コンテストに応募することができた。学校内で論文集としてまとめるものと同時進行ではあったが、日々の学習活動も忙しい中、時間をつくって意欲的に取り組むことができた。論文としての体裁も年々向上し、研究内容がよくまとまっているものについてはコンテストにて高い評価も得られている。中でも、実績と様々な点が総合的に判断され、「ゼニゴケの無性芽における表裏の分化について」のテーマに取り組んだ4名の生徒は、名古屋市教育委員会表彰を受けた。

多忙な中での論文作成であったが、多くの生徒からは、「論文としてまとめる中で研究内容の整理ができた」、「外部の人の評価を受け、認められたことがうれしかった」などの肯定的な感想が得られた。

イ 科学オリンピック関係

SSH指定前より積極的に参加してきた化学グランプリなど、授業での紹介を通して参加者を大勢募ったものから、意欲のある生徒が少人数で参加したもので人数については、ばらつきがあった。成果としては情報関係で能力のたいへん優れた生徒がU-20プログラミング・コンテストにおいて2年連続の経済産業大臣賞受賞という特筆すべき成績を残し、同時にBCN ITジュニア賞2012（NPO法人ITジュニア育成交流協会）を得ている。

学校内での準備態勢も整ってきているが、2次選考など、上位の予選に進むような結果は今年度は無かった。教員側が事前指導を行う時間等をどのように捻出するかが、目下のところ大きな課題である。また、意欲を持って参加し、レベルアップのために努力した生徒の存在を表彰式などで広報し、学校全体の活性化への働き掛けも留意しながら今後も取り組みを進めていく必要がある。



第55回日本学生科学賞（日本科学未来館）「ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について」

2.3 平成23年度SSH事業成果報告会

(1) 目的

公開授業で、現在の取り組み状況を中学校教員や保護者などに観ていただくことにより、SSH指定以来5年半にわたる研究開発の実践成果を発信する。

課題研究の成果発表に校外の多くの方を招き、事業報告会、運営指導委員会で他校教員やアドバイザーから助言をいただくことで、今後のSSH事業活動に生かしていく。

(2) 日時

平成23年10月26日（水）9：30～16：15実施

9：30～	受付
10：00～11：05	2限 公開授業 全校 3年SSクラスは SS英語（大講義室）
11：15～12：20	3限 公開授業 2年SSクラスは SS英語（物理講義室）
11：15～11：55	SSH運営指導委員会（校長室）
13：20～13：40	開会行事、全体会（大講義室）
13：45～15：20	課題研究成果発表会、講師講評（物、化、地 各実験室）
15：30～16：15	ポスター発表（大講義室）

(3) 来校者

100名の来校があった。（運営指導委員や助言講師を除く）

ア 教員など 26名（昨年 26名）

市立高校 6名、他の高校 3名、中学校5名、教育委員会 2名、学校評議員 3名、その他 7名

イ 保護者 74名（昨年 39名）

1年 27名、2年SSクラス 22名、3年SSクラス 15名

(4) 事業の概要

ア 公開授業（3年SS英語）

2年間にわたる課題研究で研究してきた内容を、要旨としてまとめて英語で発表した。発表

の時間だけでなく質疑応答の時間も設定したことにより、発表をより集中して聞くとともに、自分の聞きたいことを英語で伝えるためのその場での考えの整理する力を養われたと思う。

(来校者アンケートより)

- ・ 科学的内容を各グループで調べ発表するだけでも大変なのに、さらに英語で発表し質問に答えるのは困難があったと思います。しかし、積極的に取り組んでいた生徒に感心しました。用語を日本語発表のまま済ませたり、質問に対する答えまで準備できなかったりしたのは少し残念であった。限られた時間内では難しいのでしょうか。
- ・ 1つのテーマをグループで学習し発表するという活動は、SS英語という科目に限らず、様々な場面で応用できると感じました。指導過程や、ご苦労された点をお知らせいただく機会があるとありがたいと思います。
- ・ 生徒のアウトプットスキルがとても高く感心しました。特にプレゼンに対する質問者はまるでディベート経験者のようにリアクションができることがうらやましく思いました。
- ・ AETの協力があるとはいえ、このレベルに達するためにどんな指導を入れたのか知りたいです。
- ・ 1単位の授業で課題を研究し、英語を書き、パワーポイントに入力し、発表の練習をするのは大変かと思いますが、生徒たちの将来にとって、きっと実用的に役立つ力が養われると思いました。
- ・ 緊張感の適度にあるよいプレゼンテーションでした。
- ・ 英語の発表はすばらしかったです。聞いていて理解はできませんでしたが成長を見ることができました。
- ・ サイエンス+英語でのプレゼンの機会に恵まれ、SSH指定校で学べたことの有難さを実感できた。向陽から国際的な研究者などすばらしい人材が輩出されることを願う。
- ・ 皆さん大変すばらしい発表でした。少し恥ずかしがっていたのか緊張していたのか発表の音が小さいのが残念でした。大変難しい課題に取り組んでいてなんかすごく圧倒されました。
- ・ 英語の説明は高校生レベルとは思えないぐらいの英語力でした。研究内容も非常にレベルが高かったが、説明がわかりやすく理解しやすかった。

イ 公開授業（2年SS英語）

自分の関心のあるテーマについて、調べてまとめたことを英語で発表した。スピーチそのものについてはこれまでも経験があるが、英語でのスピーチはまだ不慣れな生徒が多く、たどたどしい表現が場を和ませのびのびと発表できていた。これからの「SS英語」内での学習により力をつけていき、来年の課題研究の発表につなげてもらいたい。

(来校者アンケートより)

- ・ 楽しそうに発表していたのが印象に残りました。英語によるプレゼンテーションは、文章を書き、話し、その他の人の発表を聞くということで普段のリーディングに偏る授業に比べて4技能を伸ばす面が重視されよかったと思います。伝えたい内容を話し、それを聞くというのは本当のコミュニケーションの姿であり、このような機会はできるだけ多くしたいと思いました。生徒は前向きによくやっていたと思います。
- ・ 個人の発表の際も堂々としていて、3年生のGroupよりも上手だと思いました。特に英語のリズム、発音、使用語彙には驚きました。今日はSS英語のみでしたが、いつか文科省の検定済教科書を使った授業も見たいです。
- ・ 生徒たちがとてもリラックスして、発表が楽しいという気持ちが伝わってきました。内容があまり背伸びしていないので、英語がスムーズに出ているなという印象でした。
- ・ Q&Aがあると良かったのかな？と思われました。
- ・ 生徒たちが楽しそうに取り組んでいたのが印象的でした。2年生の4月から今までの間にどのような過程をふんでここまでの発表ができるようになるのか知りたいと思いました。
- ・ クラス全体の雰囲気もよくて、楽しく発表している様子がとてもよかったです。
- ・ 2年からSSクラスに分かれて半年くらいしか経っていないのにスラスラと英語で発表

できているのですばらしいなと思いました。

- ・すばらしい発表でした。流ちょうな英語にただ感動するのみでした。来年が楽しみです。
- ・英語教育で最も重要なスピーチ、表現力をつけるよい機会と思います。

ウ 開会行事、全体会

午後に行われる「課題研究成果発表会」に先立ち2、3年生のSSクラス生徒が一堂に会し行われた。この会には、学校長や指導主事、助言講師にも参列いただき、厳粛な雰囲気の中で行なわれたが、司会を務めたSSクラスの生徒も動じることなく堂々と取り仕切ることができた。

エ 課題研究成果発表会、講師講評

3年生がこれまで「課題研究」の授業で研究してきた成果を、三つの分科会に分かれ、スライド（プレゼンテーションソフト）を利用し発表した。聴衆には、同じ分科会に配置された3年SSクラス生徒の他、2年SSクラス生徒も加わり、各グループの発表後には、生徒間の質疑応答もみられた。質疑応答では、的確な鋭い指摘もみられた。また、助言講師からは今後大学などで研究していくに向けての心構えや、データの処理方法なども含めて講評をいただいた。

（来校者アンケートより）

- ・発表の内容も発表の仕方もわかりやすく、興味深かったです。2年生からの質問が活発で、意欲的なのが印象的でした。彼らの来年の研究が楽しみです。
- ・海老原先生のお話にもありましたが、データの処理をうまくすると、もっと説得力のある研究になると思います。頑張ってください。
- ・生徒の発表で、かなり科学が身近に感じられました。また、講師の講評で科学の面白さや楽しさを生徒とともに教えていただきました。改めてSSHの意義を考えることができました。
- ・化学、生物分野の発表を見せていただきました。多くの生徒が様々な視点から課題をとらえ、質問をしており、また発表者もそれに受け答えることができおりとても素晴らしいかっと思ひます。
- ・3グループともすばらしい内容でした。（少し難しいところもありますが。）研究機関はどのくらいだったのでしょうか？
- ・落ち着いた話し方で、とても聞きやすかった。
- ・身近なことなのに、アポトーシスという言葉を知りました。
- ・仮説を立てるうえで発想の基になる好奇心が大切だと感じました。
- ・発表だけでなく、聞く側もしっかり受け止め、質問が多く出せるということがすばらしい。
- ・専門の方からの講評は保護者の立場からも2年間見守る上でありがたい言葉でした。
- ・勉強になりました。面白い内容でした。かっ達な発表、質疑応答でよかったと思ひます。
- ・とても興味深い話でした。（分科会3に行きました。）
- ・生物分野は時間がかかる割に思ひような結果が出なかつたりすることが多いと思ひますが、限られた時間でよくこれだけまとめられたと思ひます。大学での活躍を楽しみにしています。
- ・限られた時間の中で、生徒のみなさんはそれぞれ工夫しながら、すばらしい成果をあげられていて感心しました。
- ・それぞれの発表がよくまとめられておりわかりやすい説明でよかったと思ひます。よく観察され実験できており参考になりました。
- ・生物分野を見させていただきました。3つの研究のどれもがしっかりとリサーチされ、まとめも丁寧にされていて非常に感心しました。2年間の成果を見ることができました。先生方ご指導ありがとうございました。
- ・質疑応答が盛んに行われ、生徒さんの科学への関心の強さを感じました。2年生でもとてもよく考へているのがわかり驚きました。
- ・質問が多く出たことに驚いた。すばらしい。受験勉強に追われる中、研究発表にも力を入れ、両立できていることは今後にも役立つし、そういう生徒は難関大学に合格していくという話もうなづける。

- ・分科会 2、4つの研究発表を聞かせてもらいました。一生懸命に研究に取り組んでいる姿勢が、とてもよく伝わってきました。すばらしい発表でした。ありがとうございました。
- ・分科会 2に参加しました。数学系の発表が難しく、研究した高校生はすごいなと思いました。どの発表もよく調べてありました。

オ ポスター発表

3年生が「課題研究」の授業でこれまで研究してきた成果を、分科会の違ったクラスメートや1年生の生徒に対しても発表する機会として、ポスター発表を行った。聴衆には、2、3年SSクラス生徒の他、1年生の参加希望生徒、保護者や他校教員も加わり行なわれた。各グループの発表後には、生徒間だけでなく一般来校者（他校教員等）との間でも質疑応答がみられた。ポスター発表は、発表者と聴衆との距離が近いこともあり、質疑応答は盛んに行なわれたようだ。生徒は大人とのやり取りにも臆することなく、堂々と回答できていた。

（来校者、生徒アンケートより）

- ・ガラスと、大気中の窒素酸化物についての発表を見せていただきました。どちらの発表も分かりやすかったです。発表慣れしているように感じました。発表の機会が普段から多いのでしょうか。ありがとうございました。
- ・宇宙から降ってくる素粒子の観測、ハツカダイコンの子葉に見られるアポトーシス、名古屋のため池と外来生物に参加しました。生徒たちの生き生きとした姿が良かったです。このような機会を多く企画していただけると嬉しいです。
- ・「太陽活動と地磁気の関係」はよくわかる発表でした。「ハツカダイコンの子葉に見られるアポトーシス」はわかりやすい発表でした。丁寧な発表でした。

カ SSH運営指導委員会

4章 関係資料 110頁に記載

2.4 名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会

(1) 目的

名古屋市立高等学校の自然科学系部活動間の交流を通して、自然科学や科学技術に興味・関心を持つ生徒を育成するとともに、向陽高校が取り組んでいるSSH事業の成果を、市立高校全体に普及する。

(2) 主な内容

- ・各校における活動の演説発表や、取り組んでいる研究内容の紹介
- ・SSH事業に取り組んでいる向陽高校についての紹介
- ・生徒や教員間での意見交換や情報交換

(3) 対象者

- ・名古屋市立高等学校の生徒及び教職員
（特に、自然科学系部活動の部員や指導者、理科担当教員など）

(4) 日時・場所

- ・平成23年7月24日（土）9時～12時
- ・名古屋市立向陽高等学校 地学教室、生物実験室

(5) 事業の概要

向陽高校はじめ名古屋市立の高校6校より生徒44名、教員9名、名古屋市立中学校より生徒9名の参加のもと実施した。

まず、各校の活動状況の報告を行った。1校目は北高校で、超電磁砲の紹介であった。2校目は向陽高校で、3Dメガネの製作と確認、ソーラークッカーの紹介、アルソミトラ・マクロカルパの研究の口頭発表を行った。3校目は菊里高校で、液状化モデルの製作、時計反応によるマジックショー、

Pb 蓄電池の研究成果であった。4校目は緑高校で、普段の活動紹介とテルミット反応の演示実験であった。5校目は名東高校で、合金作成での錬金術紹介と放電現象についてであった。ここまでの各校の紹介の後、一旦休憩とした。

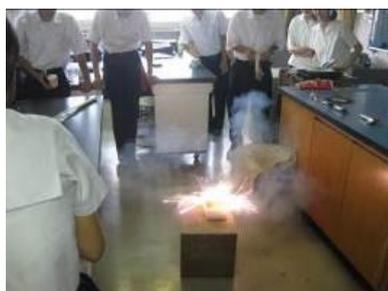
その後の交流会の時間には、各校の報告で取り扱ったものの他に、向陽高校から分子模型製作、Mgのドライアイス中での燃焼の演示実験も行った。

また、ポスターでの発表として向陽高校3年生の課題研究の成果のうち、「ガラスにできる亀裂の研究」「太陽活動と地磁気の関係」「宇宙から降ってくる素粒子の研究」「ハツカダイコンの子葉にみられるアポトーシス」を掲示した。

テンポよく各校の様々な取り組みを紹介し、相互に交流したことにより、3時間の予定時間はあっという間に過ぎていった。

(6) 検証

本校と名古屋市教育委員会との合同による昨年度に続いて2回目の実施であった。本校のSSHの中でも課題研究や科学部の取り組みを他校の高校生に紹介するよい機会とできた。参加生徒も昨年度より増えたことにより、にぎやかな和気あいあいとした雰囲気の中で各校の普段の活動の様子を紹介し合ったことにより、情報交換やアイデア発見にとってもよい機会となった。また、近隣中学校からの参加もあり、高校生は丁寧に説明することに工夫を凝らしていたり、中学生は高校生の研究姿勢に刺激を受けたりしていた。



3章 研究開発の成果と今後の方向性

1 生徒への意識調査アンケートの分析

第2学年、第3学年SSクラスに対して実施したものであり、回答数は第2学年30と、第3学年27である。

問1 SSH参加にあたって以下のような利点を意識していましたか。また、SSH参加によって以下のような効果はありましたか。(%)

	第2学年				第3学年			
	利点を		効果が		利点を		効果が	
	意識していた	意識していなかった	あった	なかった	意識していた	意識していなかった	あった	なかった
理科・数学の面白そうな取組に参加できる(できた)	100	0	100	0	88.9	11.1	96.3	3.7
理科・数学に関する能力やセンス向上に役立つ(役立った)	90.0	10.0	86.2	13.8	77.8	22.2	74.1	25.9
理系学部への進学に役立つ(役立った)	83.3	16.7	69.0	31.0	55.6	44.4	44.4	55.6
大学進学後の志望分野探しに役立つ(役立った)	70.0	30.0	79.3	20.7	59.3	40.7	66.7	33.3
将来の志望職種探しに役立つ(役立った)	63.3	36.7	58.6	41.4	40.7	59.3	44.4	55.6
国際性の向上に役立つ(役立った)	30.0	70.0	58.6	41.4	22.2	77.8	40.7	59.3

- ・ 両学年とも、「理科・数学の面白そうな取組に参加できる(できた)」が「効果があった」と回答している生徒が100%、96.3%と高い数値を示している。
- ・ 「理科・数学に関する能力やセンス向上に役立つ(役立った)」についても、両学年とも「効果があった」と回答している生徒が多いが、進学や職業に関する項目については、「効果があった」と回答する生徒がこれまでと比較するとやや少ない。
- ・ 「国際性の向上に役立つ(役立った)」については、「利点を意識していた」割合は30.0%、22.2%と多くないが、「効果があった」との回答は58.6%、40.7%と意識していた割合よりは高くなっている。
- ・ 以上のことより、生徒はSSHの取組みについて、その効果があったと感じる割合は一定数あり、本年度実施してきた内容はこれまでの5年間と同様、生徒にも評価されているといえる。

問2

	上段、第2学年		下段、第3学年		(%)	
	大変増した	やや増した	効果がなかった	もともと高かった	分らない	
SSHに参加したことで、科学技術に対する興味・関心・意欲が増しましたか。	69.0	31.0	0	0	0	
	50.0	46.2	3.8	0	0	

SSHに参加したことで、科学技術に関する学習に対する意欲が増しましたか。	62.1	34.5	3.4	0	0
	34.6	53.8	7.7	0	3.9

- ・ SSHに参加したことにより、科学技術に対しての興味・関心・意欲は半分以上の生徒が「大変増した」と回答し、「やや増した」と合わせると、第2学年は100%、第3学年でも96.2%となっている。
- ・ SSHに参加したことにより、科学技術に関する学習に対する意欲も非常に高まっている。
- ・ 以上のことより、本校でのSSHの取り組みは生徒の科学技術に対する興味・関心・意欲を高めることにも、科学技術に関する学習への意欲を高めることにも十分効果をあげているといえる。

問3 学習全般や理科・数学に対する興味・姿勢・能力に向上がありましたか。(%)

	上段、第2学年		下段、第3学年		
	大変増した	やや増した	効果がなかった	もともと高かった	分からない
未知の事柄への興味(好奇心)	53.5	26.7	3.3	16.7	0
	25.9	48.1	14.8	11.1	0
理科・数学の理論・原理への興味	53.5	33.3	3.3	10.0	0
	33.3	48.1	3.7	11.1	3.7
理科実験への興味	56.7	16.7	3.3	23.3	0
	44.4	22.2	11.1	18.5	3.7
観測や観察への興味	56.7	26.7	6.7	10.0	0
	37.0	40.7	11.1	11.1	0
学んだことを応用することへの興味	50.0	40.0	3.3	6.7	0
	40.7	37.0	14.8	3.7	3.7
社会で科学技術を正しく用いる姿勢	53.3	40.0	6.7	0	0
	22.2	29.6	29.6	3.7	11.1
自分から取り組む姿勢(自主性、やる気、挑戦心)	56.7	26.7	13.3	3.3	0
	18.5	59.3	11.1	7.4	3.7
周囲と協力して取り組む姿勢(協調性、リーダーシップ)	56.7	36.7	3.3	3.3	0
	22.2	48.1	18.5	3.7	7.4
粘り強く取り組む姿勢	46.7	40.0	6.7	6.7	0
	22.2	48.1	22.2	3.7	3.7
独自なものを創り出そうとする姿勢(独創性)	40.0	46.7	10.0	3.3	0
	11.1	48.1	25.9	7.4	7.4
発見する力(問題発見力、気付く力)	36.7	53.3	6.7	0	3.3
	33.3	44.4	7.4	11.1	3.7
問題を解決する力	36.7	60.0	3.3	0	0
	25.9	48.1	11.1	7.4	7.4
真実を探って明らかにしたい気持ち(探究心)	63.3	20.0	3.3	10.0	3.3
	37.0	33.3	11.1	14.8	3.7
考える力(洞察力、発想力、論理力)	40.0	40.0	13.3	3.3	3.3
	29.6	48.1	11.1	11.1	0
成果を発表し伝える力(レポート作成、プレゼンテーション)	33.3	53.3	6.7	3.3	3.3
	44.4	29.6	22.2	0	3.7
国際性(英語による表現力、国際感覚)	13.3	43.3	33.3	0	10.0
	7.4	44.4	33.3	3.7	11.1

問3-2 特に向上したと思う興味、姿勢、能力（上位3つ）

第2学年	自分から取り組む姿勢	理科実験への興味	学んだことを応用することへの興味
第3学年	成果を発表し伝える力	理科実験への興味	理科・数学の理論・原理への興味

- ・ 各項目について、昨年度と比較して第2学年が特に「大変増した」と回答した割合が増えている。両学年についてほとんどの項目で「やや増した」まで含めると7割を超える生徒が効果があったと感じている。
- ・ 第3学年について、同一生徒の1年間の経験の後の比較をすると、ほとんどの項目において昨年度2年次の結果より「大変増した」「やや増した」の合計が高くなっている。
- ・ 「未知の事柄への興味」や「理科・数学の理論・原理への興味」「理科実験への興味」「観測や観察への興味」についてはもともと高かったと意識している割合が10%以上であった。
- ・ 第3学年については、「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」「独自なものを創り出そうとする姿勢」などで29.6%、25.9%の生徒が「効果がなかった」と回答しており、第3学年については取り組みの効果が薄かったと感じられる。
- ・ 「発見する力」「問題を解決する力」「真実を探って明らかにしたい気持ち」「考える力」については、それぞれ第2学年では80%を超える生徒が、第3学年でも70%を超える生徒が「大変増した」「やや増した」と回答している。
- ・ 以上のことより、本校でのSSHの取り組みは、生徒の学習に対する姿勢や様々な能力を向上させるのに十分効果を発揮しているといえる。ただし、その実感は第2学年の方が高いようである。
- ・ また、項目によっては「効果がなかった」と回答する割合が一定数あることから、来年度の計画を立てていく中で改善すべき点として重視する必要がある。

問4 参加して特に良かったと思うSSHの取り組みは何ですか。（複数回答による）

	順位	
	第2学年	第3学年
理科や数学に多くが割り当てられている時間割	6	5
科学者や技術者の特別講義・講演会	1	2
大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習	2	1
個人や班で行う課題研究(自校の教員や生徒のみとの間で行うもの)	3	3
科学コンテストへの参加	9	9
観察・実験の実施	4	4
フィールドワーク(野外活動)の実施	4	6
プレゼンテーションする力を高める学習	8	7
英語で表現する力を高める学習	7	9
他の高校の生徒との交流	10	8
科学系クラブ活動への参加	11	11

- ・ 両学年とも傾向は比較的良好に似ていて、上位の4項目、中位の4項目、下位の5項目ほどに大きく分かれる。参加して特に良かったものは両学年とも、「科学者や技術者の特別講義・講演会」「大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習」「個人や班で行う課題研究」「観察・実験の実施」である。
- ・ 上の3つの項目についてはほぼ全員の生徒が良かったと回答している。
- ・ 「他の高校の生徒との交流」については第3学年の方が順位が高いことから、第2学年では発表会への参加の機会が少ないのに対して、第3学年で外部での発表会に参加し多くの刺激を受けていることによると考えられる。
- ・ 以上のことより、本校のSSHの取り組みの中で参加して特に良かった取り組みについては、学年での

大きな違いはなく、それぞれの取り組みの内容への評価は全体として共通している。

問5 SSHの取り組みに参加するにあたって、困ったことは何ですか。(複数回答による)

	順位	
	第2学年	第3学年
部活動との両立が困難	3	2
学校外にでかけることが多い	10	8
授業内容が難しい	2	8
発表の準備が大変	4	1
レポートなど提出物が多い	1	4
課題研究が難しい	5	5
授業時間以外の活動が多い	5	2
理数系以外の教科・科目の成績が落ちないか心配	7	5
特に困らなかった	7	10
その他	9	7

- ・各学年の1位である、第3学年の「発表の準備が大変」、第2学年の「レポートなど提出物が多い」については、かなり多くの生徒が困ったこととして回答している。
- ・第3学年では「授業時間以外の活動が多い」も上位にきているが、発表の準備や論文作成について授業時間内では終わらないことによるものである。
- ・両学年とも「部活動との両立が困難」も上位にきているが、克服して部活を最後までやり遂げる生徒が多いことの表れでもある。
- ・以上のことより、SSクラスの多くの生徒は、授業、部活動、SSHの取り組みに積極的に参加する一方、発表の準備やレポート提出に追われ戸惑っている様子がうかがえる。しかし、生徒の声を聞くと、苦しみながらも乗り越えられているようだ。

問6 将来どのような職業に就きたいと考えていますか。(%)

	割合	
	第2学年	第3学年
大学・公的研究機関の研究者	26.7	24.0
企業の研究者・技術者	20.0	32.0
技術系の公務員	0	4.0
中学校・高等学校の理科・数学教員	10.0	4.0
医師・歯科医師	16.7	4.0
薬剤師	6.7	4.0
看護師	0	0
その他理系の職業	3.3	0
その他文系の職業	6.7	4.0
わからない	10.0	24.0

問6-2 SSH参加によって、問6の職業を希望する割合は強くなったと思いますか。(%)

	割合	
	第2学年	第3学年
強くなった	36.7	30.8
やや強くなった	40.0	26.9
変わらない	20.0	42.3

やや弱くなった	3.3	0
弱くなった	0	0

- ・ S Sクラスは理系志向の強いクラスであるため、当然の結果として将来の職業として研究者や技術者を回答する生徒が多い。
- ・ また、S S H参加によって、問6で回答した職業を希望する度合いを強めている、もしくは変わっていない生徒でほとんどとなっている。

問7 S S Hに参加する前に大学で専攻したいと考えていた分野はどれですか。(%)

	割合	
	第2学年	第3学年
理学系(数学以外)	20.0	26.9
数学系	6.7	11.5
工学系(情報工学以外)	13.3	19.2
情報工学系	0	7.7
医学・歯学系	10.0	3.8
薬学系	10.0	7.7
看護系	0	0
農学系(獣医学含む)	20.0	11.5
生活科学・家政学系	0	0
教育学系(理数専攻)	10.0	0
その他理系	0	0
文系	0	0
その他	3.3	0
決まっていなかった	6.7	11.5

問7-2 S S Hに参加したことによって、専攻志望は参加前と変わりましたか。(%)

	割合	
	第2学年	第3学年
参加前と変わっていない	60.0	68.0
S S Hへの参加が理由ではないが、変わった	20.0	20.0
S S Hの参加によって変わった	20.0	12.0

- ・ 専攻したいと考えている分野は幅広くなっているが、両学年とも「理学系」「工学系」「農学系」が多く、この3つの分野で半数を超えている。
- ・ S S Hに参加したことなどにより志望が変わった生徒が、第2学年で20%と、第3学年で12%いるが、その変わった先は両学年合計で「工学系」6名、「農学系」4名などと多くなっている。
- ・ 以上のことより、本校のS S Hの取り組みは、理系志望の生徒にとって進路を考えるうえで志望の意識を高めたり、自分の考えを整理したりするのに有効に作用していると考えられる。

2 教員への意識調査アンケートの分析

本校教員のうちSSH事業への関わりの深い教員に対して実施したものであり、回答数は22である。

問1

	(%)				
	大変重視した	やや重視した	重視しなかつた	無回答	無効
SSH活動において、学習指導要領よりも発展的な内容について重視しましたか。	9.1	81.8	0	9.1	0
SSH活動において、教科・科目を超えた教員の連携を重視しましたか。	13.6	54.5	22.7	9.1	0

- SSHの取り組みを進めていくうえで、授業の工夫として発展的な内容を意識して実施している教員は多いが、教科や科目間の連携については「重視しなかつた」が22.7%あり、学校設定科目をはじめとして多くの教科・科目で連携が図られる内容をより研究していく必要がある。

問2 SSHによって、生徒の学習全般や理科・数学に対する興味・姿勢・能力に向上があったと感じますか。

	(%)				
	大変増した	やや増した	効果がなかつた	もともと高かつた	分からない
未知の事柄への興味 (好奇心)	40.9	36.4	0	13.6	9.1
理科・数学の理論・原理への興味	22.7	59.1	0	9.1	9.1
理科実験への興味	36.4	27.3	0	9.1	27.3
観測や観察への興味	36.4	31.8	0	9.1	22.7
学んだことを応用することへの興味	4.5	81.8	0	0	13.6
社会で科学技術を正しく用いる姿勢	4.5	40.9	0	0	54.5
自分から取り組む姿勢 (自主性、やる気、挑戦心)	27.3	50.0	0	9.1	13.6
周囲と協力して取り組む姿勢 (協調性、リーダーシップ)	13.6	54.5	13.6	0	18.2
粘り強く取り組む姿勢	27.3	36.4	13.6	0	22.7
独自なものを創り出そうとする姿勢 (独創性)	13.6	40.9	4.5	9.1	27.3
発見する力 (問題発見力、気付く力)	13.6	54.5	0	0	27.3
問題を解決する力	13.6	54.5	0	4.5	22.7
真実を探って明らかにしたい気持ち (探究心)	18.2	45.5	0	18.2	13.6
考える力 (洞察力、発想)	27.3	54.5	0	0	13.6

力、論理力)					
成果を発表し伝える力(レポート作成、プレゼンテーション)	54.5	27.3	0	0	13.6
国際性(英語による表現力、国際感覚)	13.6	45.5	0	0	36.4

- どの項目でも肯定しているものがほとんどで、特に「成果を発表し伝える力」や「未知の事柄への興味」「理科実験への興味」「観測や観察への興味」では「大変増した」という回答が多く得られた。これらのようにプレゼンテーション力が向上し、科学に対する興味が大きく増したことから、SSH活動の成果があったと考えられる。

問3 生徒に特に人気や効果があったと思うSSHの取り組みは何ですか。(複数回答による)

	順位
理科や数学に多くが割り当てられている時間割	10
科学者や技術者の特別講義・講演会	2
大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習	1
個人や班で行う課題研究(自校の教員や生徒のみとの間で行うもの)	2
科学コンテストへの参加	6
観察・実験の実施	4
フィールドワーク(野外活動)の実施	4
プレゼンテーションする力を高める学習	8
英語で表現する力を高める学習	6
他の高校の生徒との交流	8
科学系クラブ活動への参加	11

- 生徒が考えている、参加して特に良かったと思うSSHの取り組みと大きな違いはない。その中で特徴的なことは、生徒は「理科や数学に多くが割り当てられている時間割」について、良かったと感じる割合が多く、よい評価を与えているが、教員は人気や効果があまりなかったと感じている。

問4 SSHの取組を行うことは、下記のそれぞれの項目において影響を与えますか。

	(%)				
	まったくその通り	ややその通り	どちらでもない	やや異なる	まったく異なる
生徒の理系学部への進学意欲に良い影響を与える	36.4	36.4	22.7	0	0
新しい理数のカリキュラムや教育方法を開発する上で役立つ	13.6	50.0	22.7	9.1	0
教員の指導力向上に役立つ	9.1	54.5	27.3	4.5	0
教員間の協力関係の構築や新しい取組の実施など学校運営の改善・強化に役立つ	4.5	27.3	45.5	9.1	9.1
学校外の機関との連携関係を築き、連携による教育活動を進めるうえで有効だ	40.9	40.9	13.6	0	0

地域の人々に学校の教育方針や取組を理解してもらう上で良い影響を与える	13.6	63.6	13.6	4.5	0
将来の科学技術系人材の育成に役立つ	27.3	45.5	22.7	0	0

- ・ 「生徒の理系学部への進学意欲に良い影響を与える」「学校外の機関との連携関係を築き、連携による教育活動を進めるうえで有効だ」「地域の人々に学校の教育方針や取組を理解してもらう上で良い影響を与える」などについては、肯定的な評価が7割を超えており、取り組みそのものがメリットとなっていると考えられる。
- ・ その一方で、「教員間の協力関係の構築や新しい取組の実施など学校運営の改善・強化に役立つ」については、肯定的な評価が3割強しかなく、逆に否定的な評価が2割近くある結果となっていることから、SSHを通して学校運営の改善・強化は図りにくい点もあるといえる。

3 保護者への意識調査アンケートの分析

第2学年、第3学年のSSクラス在籍生徒の保護者に対して実施したものであり、回答数は56である。

問1 SSH参加にあたって以下のような利点を意識していましたか。また、SSH参加によって以下のような効果はありましたか。(%)

	利点を		効果が	
	意識していた	意識していなかった	あった	なかった
理科・数学の面白そうな取組に参加できる(できた)	91.1	8.9	91.1	7.1
理科・数学に関する能力やセンス向上に役立つ(役立った)	75.0	23.2	76.8	23.2
理系学部への進学に役立つ(役立った)	66.1	33.9	69.6	28.6
大学進学後の志望分野探しに役立つ(役立った)	73.2	26.8	71.4	26.8
将来の志望職種探しに役立つ(役立った)	64.3	35.7	64.3	32.1
国際性の向上に役立つ(役立った)	33.9	64.3	44.6	55.4

- ・ いずれの項目においても、生徒へのアンケートと同様、利点として意識して、期待している割合は多い。そして、ほとんどの項目について「利点を意識していた」より、「効果があった」の数値が上昇しており、本校でのSSHの取り組みへの評価があったといえる。

問2

	(%)				
	大変増した	やや増した	効果がなかった	もともと高かった	分からない
SSHに参加したことで、お子さんの科学技術に対する興味・関心・意欲は増したと思いますか。	41.1	41.1	1.8	8.9	1.8
SSHに参加したことで、お子さんの科学技術に関する学習に対する意欲は増したと思いますか。	30.4	51.8	1.8	5.4	3.6

- ・ 「もともと高かった」という回答も含めてほとんどの保護者は興味・関心・意欲が高まったと感じている。

問3 SSHによって、お子さんの学習全般や理科・数学に対する興味・姿勢・能力に向上があったと感じますか。

	(%)				
	大変増した	やや増した	効果がなかった	もともと高かった	分からない
未知の事柄への興味 (好奇心)	23.2	53.6	1.8	12.5	8.9
理科・数学の理論・原理への興味	28.6	37.5	3.6	16.1	8.9
理科実験への興味	35.7	35.7	3.6	16.1	8.9
観測や観察への興味	37.5	37.5	1.8	12.5	10.7
学んだことを応用することへの興味	16.1	53.6	3.6	3.6	23.2
社会で科学技術を正しく用いる姿勢	7.1	33.9	12.5	3.6	42.9
自分から取り組む姿勢 (自主性、やる気、挑戦心)	26.8	35.7	3.6	14.3	19.6
周囲と協力して取り組む姿勢 (協調性、リーダーシップ)	30.4	39.3	0	7.1	23.2
粘り強く取り組む姿勢	28.6	25.0	7.1	16.1	23.2
独自なものを創り出そうとする姿勢 (独創性)	14.3	28.6	8.9	10.7	37.5
発見する力 (問題発見力、気付く力)	17.9	39.3	7.1	7.1	28.6
問題を解決する力	17.9	48.2	5.4	1.8	26.8
真実を探って明らかにしたい気持ち (探究心)	26.8	33.9	3.6	14.3	21.4
考える力 (洞察力、発想力、論理力)	30.4	35.7	1.8	10.7	21.4
成果を発表し伝える力 (レポート作成、プレゼンテーション)	35.7	35.7	5.4	3.6	19.6

国際性（英語による表現力、国際感覚）	14.3	25.0	30.4	1.8	28.6
--------------------	------	------	------	-----	------

- ・ 興味・姿勢・能力の向上について、生徒の実感の方が「大変増した」「やや増した」が高い。これは保護者が生徒の活動を見る機会が少ないことによるものと考えられる。日頃から生徒の活動を参観できる機会を設定していくことも必要である。保護者の方が、「もともと高かった」と回答している割合が高いのも特徴的といえる。

問4 お子さんに特に人気や効果があったと感じていらっしゃるSSHの取り組みは何ですか。（複数回答による）

	順位
理科や数学に多くが割り当てられている時間割	8
科学者や技術者の特別講義・講演会	2
大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習	1
個人や班で行う課題研究(自校の教員や生徒のみとの間で行うもの)	3
科学コンテストへの参加	7
観察・実験の実施	6
フィールドワーク(野外活動)の実施	4
プレゼンテーションする力を高める学習	4
英語で表現する力を高める学習	9
他の高校の生徒との交流	10
科学系クラブ活動への参加	10

- ・ 生徒が参加して特に良かったと思っているものや、教員が効果があったと思っているものと、順位の差はない。特徴的なこととしては、「プレゼンテーションする力を高める学習」の順位が高いことであるが、公開授業の内容が発表形式の場合が多いことや、課題研究の発表会への参加者が多いことなどが考えられる。自分たちで研究してまとめた内容を英語で発表する取り組みが高い評価を得たものと考えられる。

4章 関係資料

1 平成23年度第1回運営指導委員会

(1) 参加者

- ・ 石原 正道（主任指導主事）、鈴木 克則（指導主事）
- ・ 海老原 史樹文 教授（運営指導委員）、 田中 信夫 教授（運営指導委員）
- ・ 楳木 茂賀 学校長、 加藤 裕司 教頭、 鈴木 英隆

SSH運営指導委員に参加いただき意見交換を行なった。事業報告の後、参加いただいた方々より、指導および講評をいただいた。その内容は下記のとおりである。

(2) 指導および講評（本年度事業報告の後）

- ・ (田中) 科学部の活動はどのようなものがあるか。
→ 授業後、休日に活動し、発表会や実験展示などに積極的に参加してその研究成果を積極的に発表している。
- ・ (田中) SSHリサーチは平日にも実施しているのか。
→ 授業のある平日には実施していない。
- ・ (田中) AETはどれくらいの頻度でいるのか。
→ ほぼ1年間を通して。1年のOCやSS英語についてもらっている。

- (海老原) A E Tのいる授業は最初から英語なのか。
→ そのような工夫がなされている。
- (田中) 平成24年度の取り組みについてはどのように計画しているか。
→ 継続の2年目となり、厳密には3年生のみ。これまでの成果を工夫しながら3年生以外の生徒にも還元していく。
- (田中) 学年進行で進んでいくということだろうが、いい部分は生かしていつてもらいたい。
- (海老原) いいところ残していけるとよい。
→ 予算が約1/3になっている。今の2年生の3年次の保証をするために継続2年を選択した。
- (海老原) 継続していく中でやり続けないと文科省の評価良くないのでは。
→ 1年にもやれることやってやりたい。予算などの面で市教委にもお願いしている。伝統として続けていきたい。
- (田中) 市教委はどう考えているか。評価をどのようにしているのか。
→ 工業高校でやっていためざせスペシャリストも含めて市立全体に広めていきたい。お金の面での支援がまだ十分でないかもしれない。理数の教科については国の事業には取り組んでももらいたいと考えている。
- (田中) どこにお金がかかっているのか。
→ 本校の場合、実験の消耗品や、講師の謝金に予算を使っている。
- (田中) 国としては今年、来年は東北の復興に重点を置いているが、その次のことは提案してもらいたいと言っている。
- (田中) 本年度は大型装置など頼めないが、官僚や文科省、J S Tのトップは2年後などを考えている。近視眼的でなくいく必要もある。今年の1年生はS S Hをやっていることを知って入ってきた。
→ 今回について、本校が落ちて明和、刈谷が入った。
→ 認可されなくて残念だという声が生徒や保護者から多くあった。
- (田中) 2回目についてはバージョンアップが必要だろう。
- (海老原) 同じようなことばかりではだめだろう。新しいこと入れていかないと。
- (田中) 成果を基盤としつつ、積み上げてもらいたい。
- (田中) 文科省のイノベーションに携わっているが、産学界の連携の成果がそんなにきめんに出るはずがない。そうも考えていない。教育の成果は将来に出ると考えられている。名古屋大学でも同じ問題はあある。アピールポイントは何かという。
- (海老原) S S 英語は大したものだったが、他でもやっていることなのか。
→ 科学英語の学校設定科目は結構あるが、自分の研究を英語でまとめているのはあまりないかも。
- (海老原) サイエンスは英語ができないとどうしようもない。
- (田中) 空論の英語ではしょうがない。内容のあるものでしゃべっていかないと。
- (海老原) 英会話の基礎があるのであれば、議論できることが良い。どんどんやったらいい。
- (田中) 何をしゃべるかが大事。旅行やレストラン英語ではしょうがない。
- (海老原) 名大の附属にもしゃべりに行くが、他にどのような取り組みをしているのだろうか。
- (田中) 名城附属もやっていることを積極的にアピールしている。宣伝に使っている。
- (海老原) 英語を聴くだけでなく、ひと工夫が必要。
- (田中) 市教委に対する要望としては、S S Hの成果を議論して、名古屋で若者を育てるビジョンを示すことを提案してもらいたい。文科省やJ S Tの情報をつかむべき。日本が復興した後のことを考えはじめないと。国際力をあげることも大事だろう。やがては中国に負けると薄々思っているだろうが、そのときがヒタヒタと来ている。
- (海老原) 英語でのディスカッションもっと強化してもらいたい。

平成23年度教育課程

教科	科目	標準 単位	1年					2年			3年			単位数計			備考
			普通	SS	文系	理系	SS	普通	SS	文系	理系	SS	文系	理系	SS		
国語	国語総合	4	5														(注) SSクラスの、従来の理系の教育課程からの増減は単位数計の欄に網掛けにて表示
	現代文	4			2	2	2	2	2								
	古典	4			2	2	2	2	2								
	古典講読	2					2										
地理歴史	※世界史A	2		2													・2年普通 日本史A、地理Aから1科目を選択 ・3年文系 世界史B、日本史B、地理Bから1科目を選択 ・3年理系 世界史B、日本史B、地理B、倫理、政治・経済から1科目を選択 ・3年SS 地理B、政治・経済から1科目を選択
	世界史B	4						6	3								
	日本史A	2		2													
	日本史B	4															
	地理A	2			2												
地理B	4											3					
公民	現代社会	2	2									2	2	2			
	倫理	2					2*					(2)	(3)	(3)			
	政治経済	2					2*										
数学	数学Ⅰ	3	2														・SS数学は学校設定科目
	数学Ⅱ	4	1	3	3	2*											
	数学Ⅲ	3		1	1	3	4	4									
	数学A	2	2														
	数学B	2		2	2												
	数学C	2						3	2								
※SS数学	設定			1				1									
理科	理科基礎	2				2	2										・2年普通 物理Ⅰ、地学Ⅰから1科目を選択 ・3年文系 物理Ⅰ、化学Ⅰ、地学Ⅰ、生物概論から1科目を選択 ・3年理系 物理Ⅰ+Ⅱ、生物Ⅱ、地学Ⅰ+Ⅱから1科目を選択 ・3年SS SS物理、SS生物、SS地球科学から1科目を選択 ・生物概論、SS物理、SS化学、SS生物、SS地球科学は学校設定科目
	物理Ⅰ	3		2		2	1	1									
	物理Ⅱ	3						3	4								
	化学Ⅰ	3		3													
	化学Ⅱ	3					3										
	生物Ⅰ	3	3														
	生物Ⅱ	3						4									
	地学Ⅰ	3						1	1								
	地学Ⅱ	3							3								
	生物概論	2															
	※SS物理	設定			2								5				
※SS化学	設定			3								4					
※SS生物	設定																
※SS地球科学	設定			1													
保健	体育	7~8	2	3	3	3	3	2				10	10	9			
	保健	2	2														
芸術	音楽Ⅰ	2	2														・1年 音楽Ⅰ、美術Ⅰ、書道Ⅰから1科目を選択 ・2年普通 1年次と同一科目のⅡを選択
	音楽Ⅱ	2		1													
	美術Ⅰ	2															
	美術Ⅱ	2															
	書道Ⅰ	2															
書道Ⅱ	2																
外国語	英語総合	2	2														・SS英語は学校設定科目 (注) 3年文系 *印の科目から1科目を選択
	英語Ⅰ	3	3														
	英語Ⅱ	4		4	4	2*											
	リーディング	4				4	3	3									
	ライティング	4		2	2	2	1	1									
	英語表現	2				2*											
※SS英語	設定			1				1									
家庭	※家庭基礎	2	2	1								3	3	2			
情報	情報B	2	2									2	2	2			
総合	※総合的な学習の時間	3~6	1	1		1	1					3	3	1			
保健	ホームルーム	3	1	1	1	1	1	1				3	3	3			
SS	※SS教養	設定			1												・SS教養、課題研究Ⅰ、課題研究Ⅱは学校設定科目
	※課題研究Ⅰ	設定				1						0	0	3			
	※課題研究Ⅱ	設定										1		3			
合計			32	32	32	32	32	32	96	96	96						

3 SSリサーチII 生徒レポート (代表のみ)

「ES細胞・iPS細胞から作製した神経幹細胞の分化の観察」

指導 名古屋大学大学院医学研究科 医学博士 教授・青山純彦
実演者 平田 悠哉 田中 穂之

蛍光抗体法の原理

1 細胞が動かないように活動停止させる (固定)



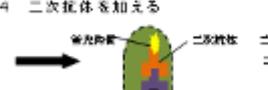
2 細胞に穴をあける (穿孔)



3 一次抗体を加える



4 二次抗体を加える



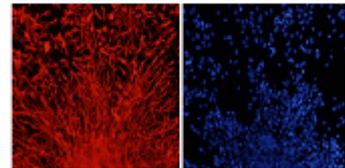
細胞マーカー (特定の細胞にだけ存在するたんぱく質)

細胞マーカー	存在する細胞
β -tubulin	神経細胞
GFAP	アストロサイト
CNPase	オリゴデンドロサイト

グリア細胞

実験の手順

- 3%のParaformaldehyde(PFA)を作る
Paraformaldehyde powder 1.5g
PBS 35ml
- 細胞を固定する
0.5mlのPBSに2%のPFAを1ml加えて、30分放置する。
- 細胞の膜に抗体が通る穴を開ける
0.2N Triton-X-100mlを加え5分放置
PBS 1mlを5分ごとに洗浄する (3回)
- タンパク質表面をブロックする
Blocking solution 1mlを加え、1時間放置
PBS 1mlを5分ごとに洗浄する (2回)
その後、一次抗体を1wellあたり500 μ lずつ加え、4℃で一晩放置する。
一次抗体をtubeに回収する。
PBS 1mlで一次抗体を5分ごとに洗浄する (3回)
- 二次抗体をのせる
二次抗体を1wellあたり500 μ lずつ加え、60分放置して放置する。
PBS 1mlで5分ごとに洗浄する (3回)
- 観察
蛍光顕微鏡を使う



左写真: マウス神経細胞 (ES細胞), β -tubulin
右写真: ヒト神経細胞 (GFP細胞), β -tubulin

4 課題研究論文 (代表のみ)

ゼニゴケのゲンマにおける表裏の分化について

川内 永平 鈴木 麻友子 鈴木 伸元 立松 俊尚
名古屋大学国際高等学院 35 クラス

要旨

ゼニゴケ (*Marchantia polymorpha*) のゲンマ分化は胚嚢形成、成長すると表裏の両極をもつ胚嚢体形成する。系はもゲンマにおける表裏の分化の決定時期と決定のしくみを調べる目的で、ゼニゴケの胚嚢体からゲンマを採取し、研究を行った。胚嚢体でゲンマを培養して成長したゲンマの表裏を顕微鏡で観察した結果、ゲンマには両側から分化する能力があることが明らかになった。表裏の分化の関与として、光や重力、水などの影響を受ける。これらの条件を変えて胚嚢体で培養し、観察したところ、ゲンマの表裏では重力の影響が顕著に出る傾向があり、重力の影響には黄色蛍光タンパク質が表裏を分化させることが分かった。

1 序論

ゼニゴケ (*Marchantia polymorpha*) はコケ植物群の一科で、種子植物と似ており、根・茎・葉の区別がなく、葉状体の表面に仮根、葉状に気孔を持つなどの特徴がある。生殖器官は二重であり、ひとつは精子を排泄する男性生殖器官のついで、葉状体の上にゼニゴケカップ(胚嚢体)を形成し、雌雄同体のゼニゴケカップ(胚嚢体)を形成する。図1 両極性のゲンマは両側によってゼニゴケカップから流れ出て、後方に住る数から発達していく。果たはこの「ゲンマ」に表裏し、主にその表裏の分化のしくみについて研究を行った。



図1: ゼニゴケカップとゲンマ 内部の胚嚢体からのゲンマ

2 予備実験 ギンマの成長

まず、ゼニゴケのゲンマがどのように成長するかを調べるため、1000倍に希釈した胚嚢体 (10 μ l) (10 μ l) に浸した培養用のゼンガの上にゲンマを置き、十分成長した状態で観察を行った。

(1) 観察

ゲンマは成長点で成長し、2週間後葉状体をつくり、成長がある程度進んだものは葉状体に成長

点が観察された。また、ゲンマの両側から成長が伸びていた。図2、



図2: ゼンマから成長してできた葉状体



図3: ゼンマから伸びた胚嚢

(2) 観察

ゲンマが葉状体には表裏の特徴があることが分かった。両極性のゲンマは表裏に異なる、ランダムに着地して成長すると考えられるため、表裏から表裏が伸びていくのは十分に成長できないことになっていく。

そこでゲンマの表裏は、重力に寄る前に決定していないのではないかと仮説を立てた。

こうした現象をもとに、観察の目的を、ゲンマの表裏の分化は、いつどのような仕組みで決まるのかを明らかにすることとする。

3 研究の経緯

以下の4つの方法で研究を行った。
実験1: 胚嚢体による観察
(ゲンマカップの中のゲンマ、ゲンマの表裏の特徴について)
実験2: レンガの上での成長率を調べる
実験3: 重力にゲンマを植えて培養する
実験4: ゲンマに光を当てて培養する

4 実験1 胚嚢体による観察

1-1 ギンマの観察

(1) 目的
ゲンマの表裏の特徴を調べるため、表の部分が顕微鏡で行った。

(2) 方法

ゼンガカップからゲンマを一つ一つ取り出し、黄色蛍光タンパク質のゼンガカップに植えて培養した。ゲンマを2枚のカップガラスにまきこんで観察のうえ、正立顕微鏡と偏光顕微鏡を用いて、表裏を顕微鏡で観察した。

(3) 結果

ゼンガカップから取り出したゲンマを観察したところ、ゲンマは胚嚢体 500 μ m の胚嚢体をしており、葉状体を形成する2週間後の成長点とゼンガカップ内部で観察している部分を確認できる。また、ゼンガカップに植えておくと、観察をしやすいように、徐々に深部に埋り込まれていく。観察の際の観察は、観察と同時に観察され、表裏で特徴をつけるような表裏分化についての違いは見られなかった。

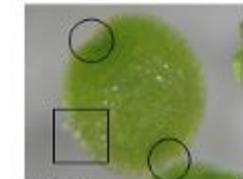


図4: 染色していないゲンマ
○...成長点形成する成長点
●...ゲンマカップで培養していた部分



図5: ギンマをサフランインで染色したものの内部



図6: 図5と同じゲンマのもう一方の面

1-2 仮根の観察

(1) 目的
仮根の存在を調べるために表の部分が顕微鏡で行った。

(2) 方法

成長して仮根を生じたゲンマを顕微鏡で観察して、仮根とその周辺の細胞を観察した。

(3) 結果



図7: 顕微鏡で染色したゲンマの仮根とその周辺の細胞

5 SS英語 プレゼンスライド (代表のみ)

Knot Theory

Tomoaki Kawada (9)
Minori Higuchi (20)
Yusuka Yuzawa (34)

1

3 Main Points

- Definition of "Knot Theory"
- Invariant and Equivalent
- Fruit of our efforts

2

The Knots In Our Lives

For example...



3

Knot Theory

- Treating knots mathematically
 - Using a knot diagram
- One goal is to find
 - "complete invariant of a knot"
 - But it is not found yet...

4

Knot diagrams

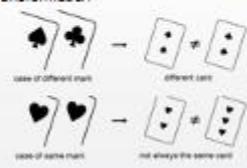
- Definition
 - The shadow of the knot cast on the plane
 - At intersections, showing over and under line
- Merit
 - Visualizing knots simply
 - Treating knot easily



5

About Invariant

- Property that remains unchanged in transformation



6

First Fruits

- Generalization of the Intersection Restriction
 - $nx \equiv y + z \pmod{p}$ where $0 \leq x < p$
- Actually... failed (confirmed on Oct 15).
 - when $n = 42$ and $p = 50$, the rank isn't a invariant.

13

Fruits of our efforts

- Certain behavior of modular division.
 - For $z \equiv y + z \pmod{p}$, z exists when a and p are coprime; no prime numbers can divide both a and p
 - ex. $(4, 7)$, $(24, 22)$, $(24, 45)$
- Specialized behavior of rank with modulus that is power of 2
(modulus = $2^k \rightarrow$ rank = 2^k)

14

Fruit: Specialized Behavior of Rank

- Modulus = Rank
 - Which means (equivalent to)
 - All weights in knots are the same
- Proving the theory
 - We need a powerful tool

THE BINARY

15

Prospects

- Improved proof
- More fruits.

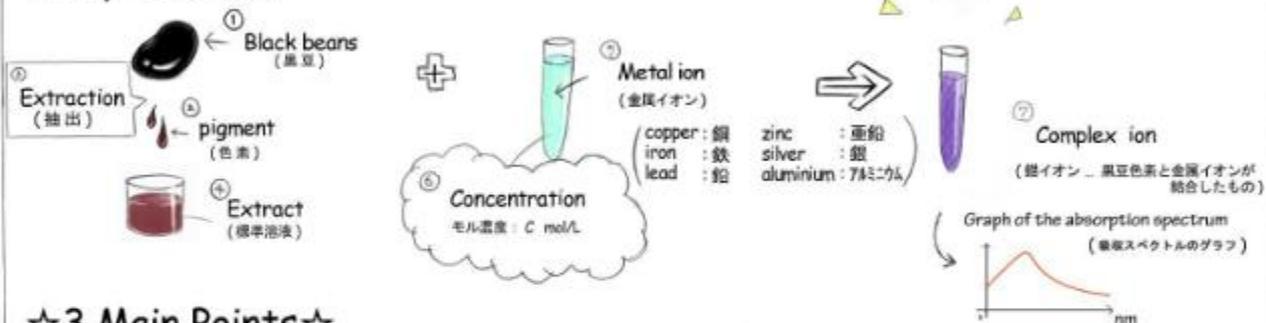
16

Thank you for your attention.

17

The pigment of Black Beans and Metal ions

☆Key Words☆



☆3 Main Points☆

Point 1 Extraction

- ① Peel the surface of black beans
- ② Boil the peel for 5min at 80°C
- ③ Remove the extra material
We call it "Extract."

Point 2 Complex ions !!

Mix the Extract with the metal ion

↓

They form the Complex ions !!

Point 3 pH

Extract's color changes with the pH !!



Ⓓ