

平成21年度

スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書
(第4年次)

平成22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 横山和夫

本校のスーパーサイエンスハイスクール事業としての研究は4年目を終了した。本年度の研究は、主として、第1学年の総合的な学習時間、第2・3学年にそれぞれ1学級編制したSSクラスでの取り組みとした。研究に際しては、①自然科学に対する興味・関心の喚起、②自然科学分野学習の深化発展、③自然科学分野の研究に主体的・創造的に取り組む生徒の育成、④人間としての総合力を持った国際性豊かな科学者の育成の目標を掲げ、高大連携を強く意識して取り組んできた。

第1学年では、総合的な学習時間の中で、理系に興味ある実験観察分野と文系に興味ある調査研究分野に分け、実験観察分野を選択した生徒が行う研究では第2学年以降のSSクラスの研究につながる活動を行ってきた。第2学年では、SSクラスで、「SS数学」「SS物理」「SS化学」「SS地球科学」「SS英語」「SS教養」「課題研究Ⅰ」などの学校設定科目を設け研究を深める取り組みを行った。さらに第3学年では、「SS生物」「課題研究Ⅱ」も設け、より深く研究を進めてきた。「課題研究Ⅰ」・「課題研究Ⅱ」では、名古屋大学、名古屋工業大学、名古屋市立大学、豊田工業大学などの先生のご指導もいただきつつ、生徒は5人前後でのグループ研究を行ってきた。

平成21年度の研究活動については、この報告書に概要をまとめてあるのでご覧いただくことにして、ここでは、生徒の変容の一端について述べる。

第1学年の、理系に興味ある生徒が選択して取り組んだ実験観察分野での研究では、昨年まで全員が取り組んだ「SS入門」の研究レベルを超えるものが多くあった。また、研究の成果発表では、質問に対する回答も的を射ており、活発な取り組みが多く見られた。次年度のSSクラスでの活動に期待をふくらませる研究内容となった。

第2・3学年のSSクラスによる取り組みの一つである生徒研究発表会では、大学の先生や自信を持って取り組む本校教員の指導を基に、より具体的な観点で問題点を整理し、的を射た質疑応答を多く行った。また、英語での課題研究発表の際には、昨年に増して自信を持って堂々と研究発表し、参観者の絶賛をいただくなど、日々成長していく生徒の姿を垣間見ることができた。校外での学習活動に目を向けると、事前に学習して疑問に思うことを質問するなど積極的に参加する姿勢が見られ、知的好奇心の増加や意欲の向上などが顕著に見られた。さらに学校設定科目による学習では、情報活用能力やプレゼンテーション能力での向上、自然科学における研究方法の取得やテーマについて討議し解決する力にも向上が見られた。なお、科学オリンピックなど各種コンテストに参加する生徒も年々増加し、優秀な成績を収める生徒が多くなったことや、積極的な研究を進めるにしたがい、生徒自らの力で解決に向かう姿勢が強くと見られるようになった。本年も先輩から後輩へメッセージを送る「SSH継承の会」を行った。SSH事業に意欲を持って取り組むことの大切さを伝えたことが、次年度の研究に活かされることを期待したい。

以上のように、4年目を終了し、SSH事業における研究の成果が徐々に現れていることは嬉しい。

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、関係各位にお礼を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 1 - 2	5
1 章 研究開発の概要	
1 学校の概要	7
2 研究開発の実施期間	7
3 研究開発課題	7
4 研究の概要	7
5 研究開発の実施規模	7
6 研究の内容・方法・検証等	7
7 実践および結果の概要	10
2 章 研究開発結果	
1 総合的な学習の時間	28
2 フィールドワーク	42
3 学校設定科目「S S 数学」	10
4 学校設定科目「S S 物理」	12
5 学校設定科目「S S 化学」	14
6 学校設定科目「S S 生物」	16
7 学校設定科目「S S 地球科学」	18
8 学校設定科目「S S 英語」	20
9 学校設定科目「S S 教養」	22
10 学校設定科目「課題研究Ⅰ」	24
11 学校設定科目「課題研究Ⅱ」	26
12 S S リサーチⅠ	30
13 S S リサーチⅡ	32
14 S S リサーチⅢ	34
15 S S リサーチⅣ（研修旅行）	36
16 S S トライアルⅠ	38
17 S S トライアルⅡ	40
18 講演会Ⅰ（世界脳週間）	44
19 講演会Ⅱ（最先端科学分野講演会）	46
20 講演会Ⅲ（益川敏英氏講演会）	48
21 科学部の活動	50
22 自然科学・科学技術系発表会	52
23 論文応募・科学オリンピック	54
24 平成21年度S S H事業成果報告会	56

3章	研究開発の成果と今後の方向性	
1	意識調査アンケートの分析	40
2	全職員による分散会	40
4章	関係資料	
1	平成21年度第1回運営指導委員会	40
2	平成21年度カリキュラム	40
3	SSリサーチⅡ 生徒レポート（代表のみ）	40
4	SS英語 プレゼンスライド（代表のみ）	40

平成 21 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 1 学年では、総合的な学習の時間の中で、1 学期半ばより希望をとり、理系、文系分野の研究を実施する。その中で、理系分野の生徒には自然科学全般の講義・実験と自ら抱いた自然界の疑問を科学的手法で追求する高大連携による探究活動を取り入れ、「情報 B」と連携し問題発見能力、情報活用力、調査研究力、プレゼンテーション力の育成を図る。また大学・研究機関等でのフィールドワークを実施し、自然科学への興味・関心を喚起する。</p> <p>第 2 学年、第 3 学年では、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 S S 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「S S 生物」「S S 地球科学」「S S 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。</p> <p>また、連携大学留学生との交流会等を通じて国際理解を深める。</p>
③ 平成 21 年度実施規模	<p>第 1 学年は全員（362 名）を対象とする。</p> <p>第 2 学年では希望者を 1 クラス以内に設定して「S S クラス」を 1 クラス設ける。「S S クラス」は第 3 学年まで継続する。第 2 学年 S S クラスは 37 名、第 3 学年 S S クラスは 42 名である。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 1 学年対象</p> <p>全員共通の教育課程を実施する中で基礎学力の確実な定着と、潜在的にもっている自然科学に対する興味・関心の喚起をねらいとする。</p> <p>(ア) 「総合的な学習の時間」 (イ) フィールドワーク</p> <p>第 2 学年、第 3 学年対象</p> <p>S S 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「S S 数学」 (イ) 学校設定科目「S S 物理」</p>

- (ウ) 学校設定科目「SS化学」 (エ) 学校設定科目「SS生物」
- (オ) 学校設定科目「SS地球科学」 (カ) 学校設定科目「SS英語」
- (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」
- (ケ) SSリサーチ

全学年対象

- (ア) SSトライアル (イ) 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SS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 SS数学(1) SS物理(2) SS化学(3) SS地球科学(1)
SS英語(1) 課題研究Ⅰ(1) SS教養(1)

第3学年 SS数学(1) SS物理(5) SS化学(4) SS生物(5)
SS地球科学(5) SS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SS教養を代替科目とする。

○平成21年度の教育課程の内容

- (ア) 「総合的な学習の時間」 (イ) 学校設定科目「SS数学」
- (ウ) 学校設定科目「SS物理」 (エ) 学校設定科目「SS化学」
- (オ) 学校設定科目「SS生物」 (カ) 学校設定科目「SS地球科学」
- (キ) 学校設定科目「SS英語」 (ク) 学校設定科目「SS教養」
- (ケ) 学校設定科目「課題研究Ⅰ」 (コ) 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、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の評価を得ている。

○具体的な研究事項・活動内容

(ア) フィールドワーク

- コース1 7月22日(水) 参加生徒23名、引率2名
研修先 日本無重量総合研究所 無重量研究センター、日食観察
日本原子力研究開発機構 瑞浪超深地層研究所
- コース2 7月30日(木) 参加生徒24名、引率2名
研修先 住友軽金属工業 名古屋製造所 研究開発センター
愛知製鋼 鍛造技術の館
- コース3 8月7日(金) 参加生徒34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4 8月19日(水) 参加生徒34名、引率2名

研修先 東邦ガス ガスエネルギー館

中部電力碧南火力発電所 へきなんタントピア・電力館

(イ) S S リサーチ I (平成21年5月21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】 「企業見学と都市公園での自然観察」

(ウ) S S リサーチ II (夏季休業中)

① 「ロボット工学の基礎」 名古屋工業大学創成シミュレーション工学

② 「光ファイバの基礎の基礎」「センサの基礎と応用」「マイクロミラーモデルの製作」
豊田工業大学

③ 「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

④ 「金属イオンを分けてみよう、花火の色を見てみよう」

「泡沫分離で GAOLD を分けてみよう」 名古屋大学大学院工学研究科

⑤ 「薬物の腎排泄に働くトランスポーターの機能」 名古屋市立大学大学院薬学研究科

⑥ 「脳の中を移動するニューロンのぞいてみよう! ~GFP マウスを用いて~」

名古屋市立大学大学院医学研究科再生医学分野

⑦ 「岩石の薄片の偏光顕微鏡観察から岩石のでき方を考える」

名古屋大学大学院環境学研究科

(エ) S S リサーチ III (平成21年10月15日)

「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」

(オ) S S リサーチ IV (S S 研修旅行、平成21年3月29日~31日)

研修先 京都大学総合博物館、スプリング8、琵琶湖博物館など

(カ) S S トライアル I (平成21年7月9日)

「な~にい! ? やっちまったな!! 楽しむ“生物発光実験&化学マジック”で、あら
ら~、みんなも未来の化学者かよ~。」 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21年7月24日、25日、8月4日)

「体験してみよう分子生物学」 名古屋大学大学院理学研究科

(ク) 講演会 I (世界脳週間2009、平成21年5月22日)

「脳の手術からみた脳の偉大さ」

名古屋市立大学大学院 医学研究科 社会復帰医学講座 山田 和雄 教授

(ケ) 講演会 II (最先端科学分野講演会、平成21年10月16日)

「最先端の宇宙望遠鏡で見た、私たちの母なる星「太陽」」

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 清水 敏文 准教授

(コ) 講演会 III (益川敏英氏講演会、平成21年11月14日)

「向陽高校に期待すること」 京都産業大学理学部 益川 敏英 教授

(サ) 科学部の活動

各種発表会等での研究内容の発表

(シ) 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

(ス) 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

SS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
(セ) 平成21年度SSH事業成果報告会
本校において、平成21年11月5日実施

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

各取り組みについては、実施毎に生徒や講師に対してアンケートを実施している。その中で代表的なものとして、生徒が論理的に考える力や、考察する力が高まったと自覚していること、フィールドワークやSSリサーチなど外部との連携が視野や進路選択に役立っていることなどがある。また、講師からは生徒の積極性を評価される場合が多い。

また、本年度はこれまでの総括という点から全職員での分散会を4回実施した。取り組み全般としては、SSクラスで学んだ生徒については、質問する力がつく、知的好奇心が増し意欲的になる、討論する力・自分の言葉で話す力がつくなどを実施による効果としてあげられており、能力の高まりを評価している。教員にとっては、引率などが良い研修の機会となっている、SSクラスでの教材を他にも活用し教材開発の機会となっているなどがあげられている。学校にとってとしては、大学や企業、学会などとの連携がとりやすくなっていることや、本校の特色として中学生にアピールできていることなどがあげられている。

○実施上の課題と今後の取組

各取り組みについては、実施上の小さな課題は指摘されているが、改善して実施が可能と考えられる。具体的には、フィールドワークやSSトライアルなどの課外での取り組みについて実施時期を工夫しより参加しやすくする。各学校設定科目を指導するにあたっては教員どうしで教材の共有や教科間の連絡をよりとっていく。などがあげられる。

SSH事業全般としての課題は、職員による分散会では、生徒についてはSSクラス以外の生徒への効果が薄い、生徒を忙しくしすぎているなどが指摘されている。教員については負担を増加させていることなどが指摘されている。学校としては全体で取り組んでいる雰囲気が薄い、本校のSSHの基本方針のうちの学校の活性化という点の成果があまり見られないなどが指摘されている。

また、他校の取り組みと比較した場合に本校の弱いこととして、国際交流・国際理解と、成果の普及が考えられており、これらを第5年次には強化するよう計画を進めている。具体的には近隣大学などへの留学生との交流事業の実施や、名古屋市立高校自然科学系部活動交流会の開催、中学生への実験講座などである。

平成 21 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	
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、第2学年の生徒にとっては約1年間のSSクラスでの取り組み、第3学年の生徒にとっては約2年間のSSクラスでの取り組みによる意識の変化などを通しての回答であると考えられるが、以下のようなことが明確になった。	
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 97.1% (2年)、100% (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 79.4% (2年)、92.9% (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39.5%、やや増した54.5% (2年)
	大変増した64.1%、やや増した30.8% (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36.4%、やや増した57.6% (2年)
	大変増した56.4%、やや増した30.8% (3年)
以上のようなアンケート項目の回答より、本校で実施している様々な取り組みが効果的なものであり、生徒の理科や数学の学習、科学技術に対しての興味や関心を増すことができているといえる。	
また全職員による分散会を開催したことにより、以下のようなことが成果として検証できた。	
① SSクラスで学んだ生徒	
	質問する力がつく、知的好奇心が増し意欲的になる、討論する力、自分の言葉で返す力がつく、創造的な活動ができるようになる
② SSクラスを選ばなかった生徒	
	プレゼンテーション力がつく、講演会やフィールドワークが刺激を与えている
③ 教員の変化	
	引率などが良い研修の機会となったり、SSH事業の取り組みが教材開発の機会となり応用や蓄積ができたりする
④ 学校の変化	
	大学、企業や様々な学会とのつながりができたり深まったりする、学校の特色として中学生にアピールできる
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高まった。また、フィールドワークやSSリサーチなど外部との連携が視野	

を広げることや進路選択に役立っている。外部講師からは生徒の積極性を評価されたり、大学や研究内容などを紹介する良い機会とできていると指摘されたりしている。

取り組みそれぞれについての検証が「2章 研究開発結果」で記述され、その中で成果もあげられているが、代表例として学校設定科目「SS数学」における大学教員による特別講義のアンケートをあげる。

① 講師の先生の説明を通して新たに分かったこと、不思議に思ったことはありましたか
そう思う 58.3%、どちらかといえばそう思う 38.9%

② 数学に対する興味・関心が深まりましたか
そう思う 55.6%、どちらかといえばそう思う 36.1%

③ 全体として、この講義を受講した結果は、満足の得られるものでしたか
そう思う 83.3%、どちらかといえばそう思う 16.7%

以上の結果から、この講義がすべての生徒にとって満足のいくものであり、数学に対する興味・関心を深めるのに効果のある取り組みであったと言える。

② 研究開発の課題 (根拠となるデータ等を報告書「④関係資料」に添付すること)

1 課題としてあげられている事項

【生徒に関わること】

意欲のある生徒がSSクラスに集まっている
SSクラス以外の生徒に成果が還元できていない

【教員に関わること】

特に理科教員の負担が増していること
教員間や教科間の連携、協力が不十分である

【教育課程など学校全体に関わること】

学校全体の活性化につながっていない
外部へのアピール、情報発信が十分でない
SSクラスの生徒が履修しない、授業時間が減っている科目がある

2 課題の解決に向けて

各取り組みについては、課外での取り組みの実施時期を工夫する。学校設定科目の指導については教材の共有や、教科間の連携をとっていく。など、実施計画の改善や教員の努力により課題を克服していけると考えられる。

3 今後の取り組み

他校の取り組みと比較した場合に本校の弱いところとして、国際交流・国際理解と、成果の普及が考えられる。これらを第5年次には強化するように計画を進めている。具体的には近隣大学などへの留学生との交流事業の実施や、名古屋市立高校自然科学系部活動交流会の開催、中学生への実験講座などである。

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21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	362	9	361 (37)	9 (1)	357 (42)	9 (1)	1080 (79)	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	嘱託 講師	常勤 講師	非常勤 講師	ALT	事務 職員	業務 士	計
全日制	1	1	59	2	2	2	1	5	1	4	2	80

2 研究開発の実施期間

平成18年4月1日～平成23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1学年では、総合的な学習の時間の中で、1学期半ばより希望をとり、理系、文系分野の研究を実施する。その中で、理系分野の生徒には自然科学全般の講義・実験と自ら抱いた自然界の疑問を科学的手法で追求する高大連携による探究活動を取り入れ、「情報B」と連携し問題発見能力、情報活用力、調査研究力、プレゼンテーション力の育成を図る。また大学・研究機関等でのフィールドワークを実施し、自然科学への興味・関心を喚起する。

第2学年、第3学年では、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。

また、連携大学留学生との交流会等を通じて国際理解を深める。

5 研究開発の実施規模

第1学年は全員を対象とする。

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。

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に多い
- ・ 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
- ・ 生徒の潜在的な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体系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1学年対象

全員共通の教育課程を実施する中で基礎学力の確実な定着と、潜在的にもっている自然科学に対する興味・関心の喚起をねらいとする。

○ 「総合的な学習の時間」

文系・理系分野の研究の選択をする中で、将来の進路を深く考えることができるかを研究する。理系分野の研究をする中で、数学や理科という教科の枠を超えた自然科学全般にわたる内容を取り扱うことによって潜在的にもっている自然科学に対する興味・関心を刺激できるかを研究する。生徒が日常生活で身近に感じる自然科学の現象や疑問を題材にすることによって、問題発見能力、情報活用力を育成できるかを研究する。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、科学研究の手法をマスターし、調査研究力、積極的・主体的態度を養うことができるかを研究する。

○ 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。

イ 第2学年、第3学年対象

S S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。

○ 学校設定科目「S S 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「S S 物理」

物理Ⅰ、物理Ⅱの各分野を系統的に再編する。「S S 数学」、「S S 地球科学」と連携を図り、発展的な指導方法や実験を積極的に開発する。これらを効果的に配置し実施することで、内容の理解と定着が図られ物理学への関心が深まるかを研究する。

○ 学校設定科目「S S 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「S S 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。

ウ 全学年対象

- SS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的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。

エ 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。

(3) 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、考查等の結果をもとに、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。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) 「総合的な学習の時間」

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。発表の形式も、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を行った。

(2) フィールドワーク

ア コース1

日程 7月22日(水)
参加者 参加生徒23名、引率2名
研修先 日本無重量総合研究所 無重量研究センター
日食観察
日本原子力研究開発機構 瑞浪超深地層研究所

イ コース2

日程 7月30日(木)
参加者 参加生徒24名、引率2名
研修先 住友軽金属工業 名古屋製造所 研究開発センター
愛知製鋼 鍛造技術の館

ウ コース3

日程 8月7日(金)
参加者 参加生徒34名、引率2名
研修先 自然科学研究機構 核融合科学研究所

エ コース 4

日程	8月19日(水)
参加者	参加生徒34名、引率2名
研修先	東邦ガス ガスエネルギー館 中部電力碧南火力発電所 へきなんタントピア・電力館

(3) 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」、指数関数・対数関数では、「片対数・両対数グラフ」、数列では、「フィボナッチ数列と黄金比」、空間ベクトルでは、「空間における直線と平面の方程式」を扱った。

第3学年では、Part 1として、『グラフの活用』をテーマに、パラメータを含む2次関数の諸問題を扱う場面で、「パラメータを含む1次式の分離」の発想を紹介してグラフにより手際よく解決できることを指導した。また、漸化式で決められる数列のグラフ化を紹介し、計算を使わず極限を求めることを指導した。Part2として、『虚数・複素数』をテーマに「3次方程式の解の公式」、「複素数の四則演算が複素数平面上では図形の移動に対応すること」、「オイラーの公式」を学習し、多角的なものの見方を養った。

(4) 学校設定科目「SS物理」

数学的アプローチは、数学担当教諭と話しながら生徒の学習進度を考慮しながら行った。 $v-t$ グラフの傾きが加速度であることなどはグラフのイメージから、単振動における変位、速度、加速度については三角関数の微分が学習されていなかったため結論だけの説明にとどまったが、生徒には微分することでの数式のつながりは理解できたと考える。位置エネルギーの導出は一般系で行ったため今後学習する電磁気分野でも役立つと考える。

(5) 学校設定科目「SS化学」

【第2学年】

ア 歴史・背景を取り入れた授業

SSクラスはカリキュラム上、歴史の授業が設定されていない。SS教養の他、SS化学においても歴史や時代背景を深く掘り下げた授業を展開している。例として、ラボアジエとフランス革命、ハーバー・ボッシュ法と第一次世界大戦、リービッヒから始まる化学大国ドイツなどが挙げられる。用いる資料も化学の資料集だけでなく、世界史、日本史、雑学文献、担当者が収集した珍しい資料を利用した。秋に実施したSSリサーチIIで訪問したJFEスチールの事前学習として行った授業である「鉄の歴史(ヒッタイト人の文化、世界遺産フェルクリンゲン製鉄所)」もこの取り組みに含まれる。

イ 生徒による授業

本校の研究活動として設定されている「課題研究I」では前期、彼らが研究に取り組むのに必要な器具の扱い方やデータの処理の仕方、装置の扱い方を学ぶ「プレ講座」が行わ

れている。しかし、選択性のため、化学分野を受講した生徒とそうでない生徒がいる。化学分野ではメスフラスコを用いて溶液を調製する操作やホールピペットやメスピペットを使い、安全ピペッターを用いて正確に計り取る操作を学んだ。これらの操作を事前に学んだ生徒が代表となって全員に使い方を講義する授業を展開した。

ウ 予習を伴う実験実習

大学生が行う学生実習では、予習をすることが当たり前で、使用する器具の扱い方や試薬の特性、データの処理方法などがまとめられている。「SS 化学」における生徒実験では教材の資料集、授業ノート、教科書以外の資料も自発的に活用させ、B4 一枚に予習をさせ、予習のみを参考に実験を行わせる取り組みを試みた。操作についてはよくまとめられていたが、試薬を扱う上での注意点や事故が起こった際取るべき処置について書いている生徒は少なかった。今後の課題としたい。

【第3学年】

ア 普通クラスと同じ学習範囲について

化学を学習するに当たっての基礎的な知識、基本法則の理解を確実に定着させ、考える力を効果的に養った。

イ 発展的内容について

電子軌道、遷移金属元素のイオンの色などを学習した後、大学教員の講義を受けたり、無機物質として物性を扱い超伝導物質についてやマイスナー効果・ピン止め効果などを学んだりした。

(6) 学校設定科目「SS 生物」

平成 20 年度に引き続いて、指導内容をテーマ別に分ける形式にして授業時間を 2 名の教員で分割して担当した。基礎・基本事項を大切に、発展的な学習内容や実験・実習に取り組み、生命科学に対する興味関心のさらなる高揚を目指した。

発展的実験の導入としては、ホタテガイを材料としたグリセリン筋の実験と、クエン酸回路の脱水素酵素の働きがあげられる。また、先端研究での取り組みについて少人数グループによって調査し、発表するといった取り組みを通して情報収集の大切さと表現方法の工夫について指導を行った。

(7) 学校設定科目「SS 地球科学」

後期のみ毎週水曜日 4 限に実施したため、時間数はかなり少ない。その中で生徒が興味を持ちそうなトピックスをいくつかとりあげて、高等学校の地学全体を浅くではあるが、網羅できるような内容とした。また、最先端の話題に関しては、外部講師を招いて授業を行った。さらに、SS リサーチで化学分野を選択した生徒に報告を兼ねて授業を行わせた。アンケートからは、地球や宇宙に対する知的好奇心・探究心の高まりをとらえることができた。

(8) 学校設定科目「SS 英語」

第 2 学年では、科目設定の目標を達成するために、年間 22 回（1 回 65 分）の授業を実施した。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（発音指導を含む）の 3 つを行った。

第 3 学年では、コンピュータを用いた英語プレゼンテーションの準備活動の中で、英文パ

ラグラフライティング、コンピュータ画面デザイン、英語スピーチスキルを学習し、学校設定科目「課題研究Ⅱ」論文要旨について英語によるプレゼンテーションを行った。また、英語科学論文を講読し、理解した内容を図表化し、英語で解説する取り組みを行った。

(9) 学校設定科目「SS教養」

(前期) 全9コマの授業のうち、1コマを調理実習にあてた。残りの8コマを化学と深い関連性のある栄養学の講義にあて、その都度、その講義に関連性のある事項についてのレポート、さらに、自分なりの考察を課す学習をした。

(後期) 全9コマの授業のうち、1コマをガイダンス、4コマを倫理観のための討論、4コマを合理的判断の演習にあてた。この結果、単なる知識だけではなく、大きな「観」をもっていることの重要性や合理的判断の難しさなどを実感させることができた。

(10) 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。

(11) 学校設定科目「課題研究Ⅱ」

13テーマでグループ研究を行い、次のような発表会や科学コンテストに参加して各賞を受賞することができた。日本植物生理学会年会高校生研究発表会(3月22日)3グループの参加、最優秀賞1、オンリーワン賞2、SSH東海フェスタ(名城大学 7月18日)6グループ参加、ポスターセッション特別賞、生徒研究発表会(パシフィコ横浜、8月6日、7日)1グループ、青少年のための科学の祭典(10月3日)1グループ、日本化学会東海支部主催第18回東海地区高等学校化学研究発表交流会(11月3日)1グループ参加、討論賞、SSH事業研究成果発表会(向陽高校 11月5日)全グループ参加。

「再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件」が日本学生科学賞愛知県優秀賞名古屋市教育委員会賞、「カイワレの胚軸形成における光の影響～なぜ、暗所で育てたカイワレはよく伸びるのか～」が神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞において優秀賞、「レッドロビンの赤い色素のはたらき」が同努力賞をそれぞれ受賞することができた。

いずれのグループも、熱心に研究活動に取り組み、生き生きと発表して大きな成果と達成感を得ることができた。SSH事業研究成果発表会において助言講師の先生方から、課題研究の取り組みについて、高い評価を頂いた。

(12) SSリサーチⅠ(平成21年5月21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」と題してため池での

カメの捕獲と調査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36名で実施した。実施日は平成21年5月21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】 「企業見学と都市公園での自然観察」

名古屋市長久区にある明徳公園を訪れ、雑木林の中で自然観察を行った。その後、藤が丘駅からリニモに乗り、浮上や駆動のしくみ、軌道の切り替えなどの解説を聞いた。さらに岡崎の三菱自動車名古屋製作所へ行き、工場見学を行った後、電気自動車についての講演を聞き、全員が電気自動車に体験乗車した。電気自動車にとって重要な充電池などについて、生徒から多くの質問が出されて充実した内容となった。

(13) SSリサーチⅡ（夏季休業中）

ア 物理コース①

テーマ：「ロボット工学の基礎」

名古屋工業大学創成シミュレーション工学

1日目に移動ロボットの遠隔操作、画像認識等による自律走行デモンストレーションを行った。2日目にアームロボットの操作パネルによる動作、プログラムによる動作実習（シミュレーションと実機）と考察を行った。

イ 物理コース②

テーマ：「光ファイバの基礎の基礎」「センサの基礎と応用」

「マイクロミラーモデルの製作」

豊田工業大学

(ア) 1日目、光ファイバの基本と理論、ファイバレーザー用ガラスの作製

(イ) 2日目、ファイバレーザー用ガラスの特性評価およびファイバ作製、ファイバレーザー発振実験

(ウ) 3日目、センサの特性測定実験、ライントレースカーの製作

(エ) 4日目、静電気の性質を確認する予備実験、マイクロミラーのマイクロモデル製作とその動作実験

ウ 化学コース①

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。

エ 化学コース②

テーマ：「金属イオンを分けてみよう、花火の色を見てみよう」

「泡沫分離でGOLDを分けてみよう」

名古屋大学大学院工学研究科

1日目に「金属イオンを分けてみよう、花火の色を見てみよう」というテーマのもとに銅イオンとコバルトイオンを分離する実験を行った。また、原子吸光分析によりイオンの量を定量した。2日目には「泡沫分離でGOLDを分けてみよう」というテーマのもとに金イオンを泡沫分離により抽出する実験を行った。また、発光分析によりイオンの量を定量した。

オ 生物コース①

テーマ：「薬物の腎排泄に働くトランスポーターの機能」

名古屋市立大学大学院薬学研究科

- (ア) 薬の体内での動きとトランスポーターの役割
- (イ) 薬物の腎排泄に働くトランスポーターの機能 ～トランスポーター機能の解析方法～
- (ウ) human MATE1, human OAT1, human OAT3 発現細胞におけるトランスポーター機能の観察
- (エ) human OAT1 と human OAT3 の輸送機能の阻害実験
- (オ) 実験結果の考察と議論

カ 生物コース② 名古屋市立大学大学院医学研究科

テーマ：「脳の中を移動するニューロンのぞいてみよう! ～GFPマウスを用いて～」

名古屋市立大学大学院医学研究科再生医学分野

- (ア) マウスの灌流固定
- (イ) 脳切片の作成
- (ウ) 免疫染色法
- (エ) 共焦点レーザー顕微鏡による観察
- (オ) 実験結果の考察と議論

本講座の目的と医学的な見地からの研究の趣旨について、講座第1日目に澤本教授より説明を受けた。その後、TAによる概要説明と指導の下で第2日目までに目的とする部位を含んだ脳の切片を作成し、蛍光染色を行った。また、第2日目には固定していない生きた新生ニューロンの移動する様子をとらえた研究成果について金子助教より講義を受けた。

第3日目には作成した切片について蛍光顕微鏡と共焦点レーザー顕微鏡を用いて観察を行い、得られた画像をもとに澤本教授、金子助教、TAを交えて研究成果について議論した。

キ 地学コース

テーマ：「岩石の薄片の偏光顕微鏡観察から岩石のでき方を考える」

名古屋大学大学院環境学研究科

第1日目に岡崎市内のフィールド3か所でフィールドワークをおこなった。第2日目にフィールドワークで採取した岩石の薄片作製をおこなった。3日目に薄片の偏光顕微鏡観察をおこない、どのような過程でそれらの岩石が作られたかを考察し、発表した。

(14) SSリサーチⅢ (平成21年10月15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 36名

日程：平成21年10月15日(木) 14時30分～16時30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

地理A、SS化学の担当教諭と連携し、JFE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。鉄鉱石・石炭・石灰石の原料ヤードから、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。

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化学の授業においては、今後「酸化と還元」、「無機」の分野で鉄の性質について学習を深めた。

(15) SSリサーチⅣ (SS研修旅行、平成21年3月29日～31日)

平成21年3月29日より31日の日程で、2年生SSクラスを対象に実施した。1日目に京都大学総合博物館、北淡震災記念公園、2日目にスプリング8、明石海峡大橋、神戸市震災メモリアルパーク、3日目に琵琶湖博物館、西堀栄三郎記念館探検の殿堂を訪れた。北淡震災記念公園では、被災した方から当時の状況についてのお話、スプリング8では職員の方からスプリング8の特徴や行われている研究について、明石海峡大橋では建設に携わった方から橋の建設方法について、琵琶湖博物館では琵琶湖のプランクトン採集の体験実習を行った。いずれの訪問地でも生徒たちは活発に質問して活動し、十分に成果を得ることができた。

(16) SSトライアルⅠ (平成21年7月9日)

テーマ：「な～にい！？やっちゃったな！！楽しむ“生物発光実験&化学マジック”で、あらら～、みんなも未来の化学者かよ～。」

愛知教育大学教育学部理科教育講座

科学への興味・関心を引きつけるため講座名を柔らかく「な～にい！？やっちゃったな！！楽しむ“生物発光実験&化学マジック”で、あらら～、みんなも未来の化学者かよ～。」と題して、1年生58名が参加し、7月9日(木)午後2時30分より午後5時まで、本校化学実験室で実施した。

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的に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21年7月24日、25日、8月4日)

テーマ：「体験してみよう分子生物学」

名古屋大学大学院理学研究科

夏休み中である7月24日(午後)、25日(全日)、8月4日(午後)の日程で、名古屋大学生命理学科において他の名古屋市立高校6名の生徒を含め、生徒16名を対象に実施した。1日目に講義と大腸菌の準備、2日目に実験、3日目に実験の結果報告と遺伝子技術と社会について調査発表、議論を行った。

2年生にはまだ学習していない分野の事柄が多く、初めはやや高度に感じられていたようだが、講師の先生やTAから丁寧に指導を受け、十分に理解し実験結果について中身のある検討ができた。

(18) 講演会Ⅰ（世界脳週間2009、平成21年5月22日）

テーマ：「脳の手術からみた脳の偉大さ」

名古屋市立大学大学院 医学研究科 社会復帰医学講座 山田 和雄 教授

(19) 講演会Ⅱ（最先端科学分野講演会、平成21年10月16日）

テーマ：「最先端の宇宙望遠鏡で見た、私たちの母なる星「太陽」」

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 清水 敏文 准教授

(20) 講演会Ⅲ（益川敏英氏講演会、平成21年11月14日）

テーマ：「向陽高校に期待すること」

京都産業大学理学部 益川 敏英 教授

(21) 科学部の活動

本年度の主な発表機会について、以下に示す。

発表機会等の名称・主催等	実施の 日時・場所	発表テーマ等 [受賞関係については☆印で表す]
住友軽金属工業株式会社 名古屋製造所の工場祭（稲荷祭）への出展 【主催】研究開発センター	平成21年 4月5日（日） 【場所】住友軽金属工業(株)名古屋製造所	科学実験イベントでのアピール活動 ① ネオジム磁石を用いた渦電流の実験 ② フランクリンモーター
第4回スーパーサイエンス ハイスクール東海地区フェスタ2009 【主催】名城大学附属高等学校	平成21年 7月18日（土） 【場所】名城大学	事例発表会 「コウモリの超音波」 ※第3学年SSクラスの課題研究からもパネルセッション部門にて発表 → ☆パネルセッション賞を受賞
第33回全国高等学校総合文化祭 熊野古道部門（自然科学研究発表） 【主催】（社）全国高等学校文化連盟	平成21年 7月30日（木） 【場所】熊野市市民会館 三重県立木本高等学校	「コウモリの超音波について」 平成20年度高文連自然科学専門部研究発表会[平成21年2月7日（土）実施。主催：愛知県高等学校文化連盟自然科学専門部・名古屋市科学館]にて、県の代表校に選出されて発表。
パソコン甲子園2009『プログラミング部門』予選 【主催】福島県，会津大学，	平成21年 9月5日（土） 【場所】向陽高校	本選への出場決定

全国高等学校パソコンコンクール実行委員会 (共催) 全国高等学校長協会 (後援) 文部科学省	CAI 室 (オンラインでの競技) 11 月 14 日 (土) ~15 日 (日) 【場所】 会津大学	全国 4 位
学校祭での実験講座 (半日教室)	平成 21 年 9 月 10 日 (木) 【場所】 向陽高校	「凝固点降下を体験しよう!!」 「銀鏡反応を起こしてみよう!!」
青少年のための科学の祭典 2009 名古屋大会 【主催】 「青少年のための科学の祭典」 名古屋大会実行委員会, (財) 中部科学技術センター, (財) 日本科学技術振興財団・科学技術館, 名古屋市科学館, (株) 中日新聞社	平成 21 年 10 月 3 日 (土) ・ 4 日 (日) 【場所】 名古屋市科学館	科学部のブース出展 [10 月 3 日 (土)] 「磁石の不思議を体験しよう!!」 ※第 3 学年 SS クラスの課題研究から ブース出展 [10 月 4 日 (日)] 「スターリングエンジン」
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 (オープンキャンパス) 「高校生科学研究室」 企画 【主催】 自然科学研究機構 核融合科学研究所	平成 21 年 11 月 14 日 (土) 【場所】 核融合科学研究所	プレゼンテーションと展示実験 「手作りガイガーカウンターで放射線をキャッチ!」 (口頭発表) 「霧箱で自然放射線を見てみよう」 (展示実験)
第 8 回 AIT サイエンス大賞 【主催】 愛知工業大学	平成 21 年 11 月 15 日 (日) 【場所】 愛知工業大学	☆自然科学部門・優秀賞 「コウモリの超音波の不思議にせまる」 ☆自然科学部門・奨励賞 「竜巻のメカニズムの解明」
SSH 中核的拠点育成プログラム「自然科学部交流会」 【主催】 一宮高校	平成 21 年 12 月 19 日 (土) 【場所】 名古屋大学	ポスター発表 「コウモリの超音波の不思議にせまる」 「竜巻のメカニズムの解明」 「手作りガイガーカウンターで放射線をキャッチする」 ※第 2 学年 SS クラスの課題研究からもポスター発表 (5 テーマ)
平成 21 年度あいち科学技術教育推進協議会発表会 「科学三昧 in あいち」	平成 21 年 12 月 24 日 (木) 【場所】 自然科学	口頭発表 「竜巻のメカニズムの解明」 ※第 2 学年 SS クラスの課題研究か

2009」 【主催】あいち科学技術教育推進協議会	研究機構岡崎コンファレンスセンター	らもポスター発表（1件「庄内川の水質をアユにあったものに」）
平成21年度高文連自然科学専門部研究発表会 【主催】愛知県高等学校文化連盟自然科学専門部・名古屋市科学館	2010年 2月6日(土) 【場所】名古屋市科学館	科学部 「手作りガイガーカウンターで放射線をキャッチする」

(22) 自然科学・科学技術系発表会

学校設定科目「課題研究Ⅰ」「課題研究Ⅱ」の研究成果の校外での発表は以下のとおりである。

ア 日本植物生理学会年会 高校生研究発表会

平成21年3月22日(日)名古屋大学で開かれていた第50回日本植物生理学会年会の高校生生物研究発表会において、3つの2年生の課題研究グループが、ポスター発表を行った。最優秀賞(1件)、オンリーワン賞(2件)を受賞した。

イ 日本植物生理学会年会 特別公開講座

第50回日本植物生理学会年会と名古屋市科学館の主催で、3月4日に名古屋市科学館で開かれた公開講座「花の魅力」において、「花粉管伸長のしくみ」と題して平成20年度の課題研究のグループが発表を行った。

ウ SSH東海フェスタ

6つの課題研究グループが、7月18日に名城大学で行われたSSH東海フェスタにおいてパネルセッションに参加して発表した。パネルセッション特別賞を受賞した。

エ 平成21年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

8月6日、7日に、パシフィコ横浜で開かれた文部科学省独立行政法人科学技術振興機構主催の発表会において、課題研究の「カイワレの胚軸成長における光の影響」のグループがポスター発表を行った。

オ 青少年のための「科学の祭典」

10月3日に名古屋市科学館で開かれた科学の祭典へ、「スターリングエンジンの製作」のグループが参加し、一般市民へ向けて成果を発表した。

カ 日本化学会東海支部主催第17回高校生化学研究発表交流会

11月3日に名古屋市科学館サイエンスホールで開かれた日本化学会東海支部主催の第18回東海地区高等学校化学研究発表交流会において、「植物毒の抽出とその利用」のグループは、発表した。発表に参加した生徒の1名が、討論賞を受賞した。

キ SSH自然科学部交流会

12月19日に名古屋大学シンポジウムで開かれた、SSH中核的拠点育成プログラムの自然科学部交流会に、科学部から3件、2年生の課題研究から5件を、ポスターセッションの形式で発表した。

ク 科学三昧 in あいち 2009

12月24日に自然科学研究機構岡崎コンファレンスセンターで開かれたあいち科学技術教育推進協議会発表会「科学三昧 in あいち 2009」において、科学部から「竜巻のメカニズムの解明」を口頭発表し、2年生の課題研究から「庄内川をアユにあったもの

に」のグループがポスター発表を行った。

(23) 論文応募・科学オリンピック

ア 論文応募

	平成21年度
日本学生科学賞	5件(愛知県優秀賞1)「再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件」
JSEC	3件
理科・科学論文大賞 (神奈川大学)	4件(優秀賞1、努力賞1)「カイワレの胚軸形成における光の影響」「レドロビンの赤い色素のはたらき」
科学の芽賞 (筑波大学)	2件
高校化学グランドコンテスト (大阪市立大学)	1件(ポスター発表)
坊ちゃん科学賞 (東京理科大学)	1件(入選)

イ 科学オリンピック等

	平成21年度
物理チャレンジ	6名(第2チャレンジ進出1)
化学グランプリ	93名
生物チャレンジ	12名(第二次試験進出1)
地学オリンピック	12名
情報オリンピック	1名(本選進出)
数学コンクール(名古屋大学)	2名
パソコン甲子園(会津大学)	1名(本選進出)
合計	130名

(24) 平成21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」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

2章 研究開発結果

1 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190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

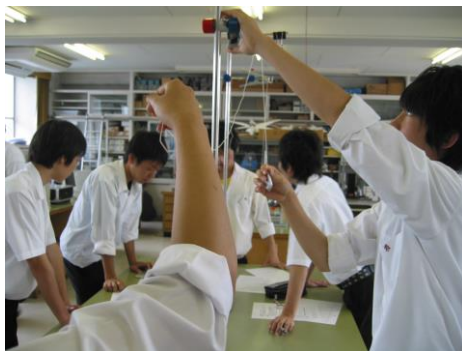
① 物理実験 「振り子の等時性」

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ですが、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、糸の長さと言振り子の周期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、普通の水水道水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 「地球の誕生と内部構造」

月探査衛星かぐやからの写真・イラストやジャイアントインパクトを扱った視聴覚
 教材を用いて、我々が住んでいる地球の誕生について講義した。その後、地球の内部
 構造（核・マントル・地殻）がマグマオーシャンの時代に密度の違いから3層に分か
 れた成り立ちをモデル化した。ビーカーに水、エタノール、油の3種の溶液を用意し、
 密度の大きいと予想されるものから、メスシリンダーに入れさせた。すると、きちん
 と3層に分かる、2層に分かれる、白濁した溶液ができる、という3つの結果に分か
 れた。それぞれの結果から液体の密度に関して考察をさせた。次に、メスシリンダー
 の中の液体が3層に分かれた状態から、ピーナッツ、氷、スーパーボールの3種類の
 固体物質を入れたらどうなるかを予想させてから、実験を行った。沈むもの溶液間の
 境界に留まるもの、時間が経つと沈みだすものといった様々な状態から固体の密度を
 考察させた。

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ポスター発表

(エ) 2月

情報の授業と連携したパワーポイントによる発表

(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見られた。予想したように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、ポスター発表とパワーポイントによる発表の2種類を行うことで、十分に高めることができた。特に、パワーポイントの利用は情報の授業との連携もあり、総合的な学習の時間を有意義に扱うことができた。

2 フィールドワーク

(1) 経緯

ア 対象生徒

第1学年希望者（合計115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 コース1 7月22日（水）（参加生徒23名）

(ア) 日本無重量総合研究所 無重量研究センター

はじめに施設の概要およびこれまで行われてきた研究や実験について、センターの職員

より説明を受けた。説明では、無重量環境で行われた落下実験映像を交えながら、無重量環境から期待できる将来の可能性について、説明を受けた。実験映像には地元高校生のアイデアによる落下実験も含まれていた。生徒は、無重量環境でしかみられない珍しい現象や、落下実験にかかる費用が1回の実験あたりわずか4.5秒で90万円費やされていることに驚くなど、興味深く聞いていた。説明の後、施設の中核である実験棟へ移動した。私たちが訪れた日は、幸運にも落下実験の実施が予定されていた。現場では、実験に向け落下カプセルの設置等の作業が行われており、生徒は直にその様子を見ることができた。さらに、実験でカプセルを落下させる際の起動ボタンを押す機会も特別に生徒に与えてくださり、指名された生徒は大興奮であった。大規模な準備作業の割りに、落下実験そのものは静かにあっという間に終わり、不思議な感覚に包まれていた。

(生徒アンケートより)

- ・ 普段重力のある中で生活している僕にとっては非常に新鮮で未知の世界だったので面白かったです。
- ・ 無重量を発生させるとき、いろいろなことが注意深く行なわれていて、これくらいしなければ成功はないのだと改めて思った。
- ・ 無重量状態のもとだと水がスライムのようになったり着地していない虫がふわふわ浮いたりするのが面白く印象に残りました。特にワイングラスから水がこぼれないことがとても不思議に感じました。



(イ) 日食観察

正午前、8割ほど欠ける規模の大きな部分日食がみられることから、見学に先立って、施設玄関前で日食の観察を行った。天候は曇りであったが、ほどよく太陽を隠す薄い雲がうまくフィルターの役目を果たし、日食グラスを利用しなくても、欠けた太陽の輪郭をうまくとらえることができた。太陽光の多くが月に遮られ、あたりは暗くなっていった。生徒は、これまで経験したことのない幻想的な雰囲気興奮しているようだった。

(生徒アンケートより)

- ・ 太陽が三日月のように欠けているようすがわかったり、気温が下がったことを身を通してわかった。
- ・ はじめて日食を観察したが、本当に三日月のようになっていた。あいにく曇っていたが、おかげで肉眼でも観察できたので良かった。



(ウ) 日本原子力研究開発機構 瑞浪超深地層研究所

日食観察を終え、施設内に案内されると、はじめに施設の概要の説明を受けた。施設内には、深度300mを超える坑道があり、さらに深く掘削を続けているとのことであった。研究所では、岩盤の強さや地下水の流れなどの調査研究をしている。将来的には、ここでの研究成果を活かし、原子力発電の過程で生じた高レベル放射性廃棄物の地層処分に役立たせたいと考えられている。説明の後、実際に深度300mを超える坑道にもぐった。生徒はまず更衣室に案内され、作業着、ヘルメットに身を包むと、未知なる地下の世界へ入ることを思い、興奮していった。3班編成で案内され、順次地下へもぐっていった。テーマパークのアトラクションを彷彿とさせる金網状のエレベーターに乗り込み地



下へ向かった。地下 300mの坑道は、しみ出す地下水のせいか、気温の割りに湿度が高く蒸し暑かった。坑道内では、各班に所員の方がつき説明を受けた。花崗岩に覆われた坑道の壁面を指差しながら、時に生徒に触れさせながら、所員の方は説明を行っていた。生徒は、地下 300mの世界を体感できたようだ。

(生徒アンケートより)

- ・ 地下 300mまでエレベーターで降りたのがアトラクションのようでおもしろかった。また、湿度がとても高いことが体感できた。しみ出ている水がぬるっとしていたのが印象的だった。
- ・ 地層処分のしかたがよくわかった。高レベル放射性廃棄物をガラス固化することにびっくりした。300mの地下にもぐって横坑の中を歩いて楽しかった。
- ・ 地下は割りと涼しかったのに、じわじわと汗が出てべたべたして気持ち悪かった。壁や天井から絶えず地下水がしみ出ているからか、床が水びたしだったことに驚いた。

イ コース2 7月30日(木) (参加生徒24名)

(ア) 住友軽金属工業 名古屋製造所 研究開発センター

午前中の研修地である住友軽金属では、4つの班に分かれてアルミニウムの圧延工場見学、アルミ缶成形の見学、展示室の見学、電子顕微鏡の操作などを体験した。圧延工場では、毎分 2000m の速度でアルミニウムが圧延される様子や、直径数メートルもあるコイル状に巻かれて完成したアルミニウムなど、まさに圧巻であった。また、工場内で製作過程を見学している私たちにも吹きつけるような熱風、終始止むことのない轟音、機械用の油の臭いなどを目の当たりにすることで、生徒達は教室の中だけでは感じることはできないスケールの大きさを味わうことができた。また、工場のスケールの大きさに驚く生徒も多く、感動したという声も聞かれた。



(イ) 愛知製鋼 鍛造技術の館

午後からは、愛知製鋼で主に自動車関連の部品の製作工程と、実際の完成した製品を展示室で見学した。鍛造という聞きなれない技術を分かりやすく説明を受け、生徒たちにも夢中になってメモをとったり、質問したりする様子が見受けられた。特に自動車のエンジンの中心となるクランクシャフトの進化は、世界の自動車の進化そのものといっても過言ではなく、技術者たちの辛抱強い努力と、探究心を感じさせた。



(ウ) 一日を通して

特筆すべきは、両社とも環境面への配慮を強く訴えていた点である。住友軽金属では、他の素材と比べて、アルミニウムを「リサイクルの優等生」と呼び、リサイクルの回収率をより上げることが今後の課題のひとつとしていた。愛知製鋼では、廃車などのくず鉄から製品を生み出したり、環境汚染の可能性のある鉛を使用しないで強度を保った製品を製

造したりしていることの説明を受けた。生徒たちからも、単に技術を進歩させていくことだけではなく、環境保護の重要性が理解できたという声が多く聞かれ、両者からのメッセージが十分伝わったことを確認した。

ウ コース3 8月7日(金) (参加生徒34名)

(ア) 核融合科学研究所(講義・見学・実習)

10:00	管理棟4階 第一会議室にて諸連絡、アンケート配布		
10:00 - 11:40	管理棟4階 第一会議室にて事前講義(菱沼良光 先生)		
11:40 - 12:20	管理棟4階 第一会議室にて昼食		
12:20 - 12:30	管理棟4階 第一会議室にてトランシーバ説明・アンケート回収		
12:30 - 15:30 グループ研修	A 超伝導現象 10名 担当 今川信作 先生 他	B 電子顕微鏡 12名 担当 菱沼良光 先生	C プラズマ電磁波 12名 担当 井口春和 先生 他
	見学 LHD本体・制御室 ・液化機器室	実習 電子顕微鏡 総合工学実験棟材料分析室	実習 プラズマと電磁波 開発実験棟2階ミーティングルーム
	実習 超伝導現象 超マグネット研究棟	見学 LHD本体・制御室 ・液化機器室	見学 LHD本体・制御室 ・液化機器室
15:40	管理棟4階 第一会議室に集合		
15:45 - 16:00	管理棟4階 第一会議室にて報告会 各グループ代表生徒による研修内容報告と感想発表		
16:10 - 16:30	アンケート記入		

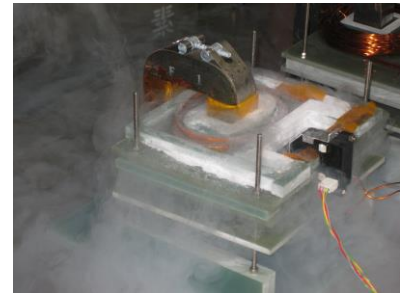
参加生徒は、非常に強い興味を持って実習見学に臨んだ。フィールドワークならではの知的好奇心をそそる内容で、生徒の科学に対する興味を刺激した。

(イ) 核融合科学研究所(生徒の感想)

- ・ 新しいエネルギーを開発することはとても大変なことなのだと感じた。研究者になるためにはしっかりした信念や目標、独創性が必要と聞いて、やりがいとともに責任のある仕事なのだと感じた。



- ・ 発泡スチロール状の車体によるリニアモーターカーの実験で、浮いたまま走ることや、逆さにしても落ちないこと、案外スピードがでることが印象に残った。2025年には完成するというのが楽しみです。
- ・ いくつかの実験を通して、プラズマと電磁波は密接な関係にあること、熱を発する物質は電磁波も発しているということが分かった。プラズマは電子レンジを使って十字に組んだシャープペンの芯と塩や石灰を加熱することで簡単に発生させることができ、物質によって色が異なった。



エ コース4 8月19日(水) (参加生徒34名)

(ア) 東邦ガス ガスエネルギー館

[内容]

- ・ 視聴覚教材の視聴「地球温暖化—北極熊の涙」
- ・ 実験 メタンハイドレートの実験
- ・ 質疑応答 ガスエネルギー館長 田島 晋矢氏
- ・ 視聴覚 VTR とその後の質疑応答により、地球温暖化の問題点と東邦ガスの対策について説明を受けた。その後、ガスエネルギー館内でメタンハイドレートの実験と展示見学を行った。



ガスエネルギー館では視聴覚教材と実験ラボが実施され、エコ活動と新エネルギー・燃料電池の開発について東邦ガスの取り組みが伝わってきた。質疑応答でも、燃料電池の開発や効果などについて生徒から多くの質問が出された。また、実験ラボでのメタンハイドレートの燃焼実験では、アンケートの感想で冷たい氷の塊がなぜ燃えるのかについて興味と関心を持った生徒が多かった。またアンケートでは新たにわかったことについての回答で「たくさんあった」「あった」を加えると84%と高くなっている。講義・講演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問いには、「よく理解できた」と「理解できた」の回答が100%であり、参加した生徒にとって非常に意義があったと考えられる。

(イ) 中部電力碧南火力発電所 へきなんたんトピア・電力館

[内容]

- ・ 火力発電所紹介 VTR 視聴
- ・ 火力発電について概要説明 電力館館長 滝原 輝夫氏
- ・ 碧南火力発電所施設見学
- ・ 視聴覚 VTR の視聴や概要説明により、電力供給の現状と火力発電の仕組みや二酸化炭素



排出の問題点、また碧南火力発電所の環境保全施設などの取り組みについての説明を受けた。その後、碧南火力発電所の施設見学と電力館の展示見学を行った。

火力発電紹介 VTR「石炭火力発電所」の視聴と碧南火力発電所の概要説明の後、バスにより発電所内を見学した。概要説明では、碧南火力発電所が排煙脱硫・脱硝装置や集塵器などの環境保全施設を設けて、フライアッシュやクリンカアッシュなどから断熱材やセメント・凝固剤などの製品を製造しているとの説明と凝固剤の実演があり、生徒は電力を作り出すだけでなく環境問題にも積極的に取り組んでいることに強く興味を引かれていた。また、生徒たちは、石炭を燃料とした火力発電に関して自分たちが抱いていたイメージがまったく違っていることに気づき、非常に驚いていた。施設の見学に際しても、規模の大きさだけでなく最新鋭の技術が導入されていることにも強い興味を示していた。アンケートでは、施設設備のスケールの大きさや内容の奥深さを感じたかの回答では、「たくさん感じた」と「感じた」の2項目のみで100%を示した。また、見学内容をどのくらい理解できたかの回答でも、「よく理解できた」と「理解できた」の2項目で100%と高い値を示しており、今回の見学が生徒たちにとって大変に有意義であったと考えられる。

(4) 検証

昨年度までの3年間は全員対象で実施してきたが、本年度については、第1学年の教育課程を元に戻したこともあり、第1学年の取り組みについて見直しフィールドワークについては希望者対象となった。4コースを設定し、希望の生徒が参加できる方法をとった。日程等の制約もある中、115名が希望し参加した。事前学習の内容や生徒アンケートによると、研修先が同一ではないため一概には述べられないが、これまでの3年間に比べ事前学習の程度や意欲・関心は平均的に高いものであった。また、研修先での取り組む態度も講師アンケートなどによると非常に前向きで積極的な質問も多かったようである。向陽高校の生徒を好意的に受け入れていただけているようであった。また、引率教員からも貴重な経験となったという意見や、生徒の事前学習が効果的であったなどの意見があった。

3 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36名および第3学年SSクラス42名

イ 従来の科目との関連、単位数

第2学年では「数学Ⅱ」4単位と「数学B」2単位とは別に1単位分を「SS数学」とし、第3学年では「数学Ⅲ」4単位と「数学C」3単位のうち「数学C」を2単位に減じて1単位を「SS数学」として設定している。1年時からの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ている。

(2) 特別講義

第2学年では「感覚的位相幾何学・結び目理論入門」と題して、講師に長郷文和助教（名城大学理工学部数学科）を招いて特別講義を行った。

(3) 仮説

基礎的な事項と発展的な内容を扱うことにより、多角的なものの方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。また、理科の学習で必要となる数学の知識や技法を扱うことにより、理科や数学への理解が深まる。

特別講義においては、メビウスの帯を実際に操作することから始めて、位相幾何学を感覚的に導入することで、数学への興味・関心を高め、専門的知識を修めさせることができる。

(4) 内容・方法

ア 理科との連携

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。

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に関連した内容の「一般化」「拡張」に関することを取り上げた。平面ベクトルでは、「重心・内心・外心・垂心を統一的に捉える」、指数関数・対数関数では、「片対数・両対数グラフ」、数列では「フィボナッチ数列と黄金比」、空間ベクトルでは、「空間における直線と平面の方程式」を学習し、より発展的内容を扱った。

	前 期				後 期		
数学 B		平面 ベクト ル		数列 (継続)	空間 ベクトル		行列 [数学 C]
SS 数学	平面 ベクト ル		指数関 数 対数関 数			発展講 座 特別講 座	
発展講座		①	②	③	④	⑤⑥⑦	

(「数列」は第1学年からの指導の継続であり、漸化式、数学的帰納法を扱った。)

[第3学年]

Part 1 として、『グラフの活用』をテーマに、パラメータを含む2次関数の諸問題を扱う場面で、「パラメータを含む1次式の分離」の発想を紹介してグラフにより手際よく解決できることを指導した。また、漸化式で決められる数列のグラフ化を紹介し、計算を使わず極限を求めることを指導した。Part2 として、『虚数・複素数』をテーマに「3次方程式の解の公式」、「複素数の四則演算が複素数平面上では図形の移動に対応すること」、「オイラーの公式」を学習し、多角的なものの方見方を養った。

	前 期			後 期	
数学 C	行列		式と曲 線		

SS 数学	Part 1 グラフ の 活用	Part 2 3次方程式の解の公式 平面上での複素数の四則演算 オイラー公式
-------	--------------------------	---

ウ 特別講義

大学との連携として、平成21年11月4日（水）に特別講義を設定し、講師に長郷文和助教（名城大学理工学部数学科）を招いて発展的内容の授業を実施した。

エ 評価方法

評価方法は主に「研究課題」のレポート提出で行った。通常の考査では、「数学」の持つ面白さや素晴らしさをどの程度身に付けたか量ることは困難である。このため時間のかかる課題を与え、レポートとして提出させた。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実施した。

(5) 検証

ア 平成21年度 第2学年 SS 数学

生徒に対し、数学に関するアンケートを実施し、数学についての意識調査を行った。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21年11月
調査対象	第2学年 SSクラス 36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。	H21.11	25.0%	41.7%	22.2%	5.6%	5.6%
	実施	肯定層 66.7%			否定層 11.1%	

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。	H21.11	50.0%	33.3%	16.7%	0.0%	0.0%
	実施	肯定層 83.3%			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。	H21.11	25.0%	38.9%	25.0%	8.3%	2.8%
	実施	肯定層 63.9%			否定層 11.1%	

③ 「数学」は応用範囲が広い学問だと思う。	H21.11 実施	55.6%	38.9%	5.6%	0.0%	0.0%
		肯定層 94.4%			否定層 0.0%	
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。	H21.11 実施	33.3%	41.7%	13.9%	11.1%	0.0%
		肯定層 75.0%			否定層 11.1%	
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。	H21.11 実施	2.8%	16.7%	38.9%	25.0%	16.7%
		肯定層 19.4%			否定層 41.7%	
⑥ 「数学」は理屈ばかりで堅く感じる。	H21.11 実施	0.0%	19.4%	36.1%	25.0%	19.4%
		肯定層 19.4%			否定層 44.4%	

3 あなた自身のことについてお聞きします。

		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。	H21.11 実施	50.0%	33.3%	16.7%	0.0%	0.0%
		肯定層 83.3%			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。	H21.11 実施	25.0%	38.9%	25.0%	8.3%	2.8%
		肯定層 63.9%			否定層 11.1%	
③ 「数学」は応用範囲が広い学問だと思う。	H21.11 実施	55.6%	38.9%	5.6%	0.0%	0.0%
		肯定層 94.4%			否定層 0.0%	
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。	H21.11 実施	33.3%	41.7%	13.9%	11.1%	0.0%
		肯定層 75.0%			否定層 11.1%	
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。	H21.11 実施	2.8%	16.7%	38.9%	25.0%	16.7%
		肯定層 19.4%			否定層 41.7%	
⑥ 「数学」は理屈ばかりで堅く感じる。	H21.11 実施	0.0%	19.4%	36.1%	25.0%	19.4%
		肯定層 19.4%			否定層 44.4%	

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。	H21.11 実施	13.9%	61.1%	13.9%	8.3%	2.8%
		肯定層 75.0%			否定層 11.1%	
⑰ まずは教科書レベル	H21.11	30.6%	36.1%	22.2%	8.3%	2.8%

の内容を確実に学習する とよいと思う。	実施	肯定層 66.7%			否定層 11.1%	
⑱ 「数学」がどのよう に使われているか、どの ような応用例を学習する とよいと思う。	H21.11 実施	36.1%	33.3%	22.2%	8.3%	0.0%
		肯定層 69.4%			否定層 8.3%	

(イ) 実力考査における正答率の比較

第2学年 SSクラス 36名

普通クラス 323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
ア 方程式と不等式（数学Ⅰ）	94.4%	77.1%
イ 方程式と不等式（数学Ⅰ）	88.9%	76.5%
ウ 正弦定理と余弦定理（数学Ⅰ）	55.6%	56.1%
エ 正弦定理と余弦定理（数学Ⅰ）	41.7%	28.8%
オ 場合の数（数学A）	47.2%	29.2%
カ 場合の数（数学A）	2.8%	1.9%
キ 確率（数学A）	55.6%	41.4%
ク 確率（数学A）	16.7%	4.1%
ケ 論理と集合（数学A）	0.0%	1.6%
コ 式と証明（数学Ⅱ）	69.4%	64.6%
サ 式と証明（数学Ⅱ）	83.3%	76.5%
シ 複素数と方程式（数学Ⅱ）	86.1%	86.8%
ス 複素数と方程式（数学Ⅱ）	75.0%	73.4%
セ 複素数と方程式（数学Ⅱ）	75.0%	77.7%
ソ 数列（数学B）	50.0%	33.2%
タ 数列（数学B）	41.7%	29.5%

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
ア 方程式と不等式（数学Ⅰ）	97.2%	69.8%
イ 方程式と不等式（数学Ⅰ）	75.0%	56.0%
ウ 方程式と不等式（数学Ⅰ）	66.7%	39.6%
エ 2次関数（数学Ⅰ）	77.8%	47.8%
オ 2次関数（数学Ⅰ）	69.4%	47.8%
カ 2次関数（数学Ⅰ）	13.9%	8.2%

キ 正弦定理と余弦定理 (数学Ⅰ)	69.4%	46.5%
ク 正弦定理と余弦定理 (数学Ⅰ)	83.3%	57.9%
ケ 正弦定理と余弦定理 (数学Ⅰ)	38.9%	25.8%
コ 確率 (数学A)	41.7%	27.0%
サ 図形と方程式 (数学Ⅱ)	30.6%	15.7%
シ 図形と方程式 (数学Ⅱ)	25.0%	16.7%
ス 図形と方程式 (数学Ⅱ)	38.9%	31.8%
セ 軌跡と領域 (数学Ⅱ)	27.8%	7.9%
ソ 軌跡と領域 (数学Ⅱ)	50.0%	31.4%
タ 軌跡と領域 (数学Ⅱ)	22.2%	13.2%
チ 平面ベクトル (数学B)	52.8%	38.1%
ツ 平面ベクトル (数学B)	44.4%	16.7%

(ウ) 全体を通じて

- i 教科書のレベル以上の発展的な内容を学習することによって、問題が解けたという喜びだけでなく、数学の論理の流れのすばらしさに気付く生徒や、数学への関心をさらに深める生徒が増えた。
- ii 発展講座のやや難しい課題に取り組むことによって、1つの問題に時間をかけて考える姿勢や粘り強く考える力が身に付き、さらに1つの課題をくつかの解法で求めようとする生徒が増えた。
- iii 発展的な内容まで取り組むことで、その単元の理解だけでなく、幅広い範囲において数学への基礎的な力や理解力が付いた。
- iv 理科との連携については、「物理の授業でベクトルをスムーズに導入できた」「物理の力学で、はねかえり係数に関してのやや複雑な漸化式を利用する問題について、生徒の取り組みの姿勢に抵抗感がない」などの感想が寄せられている。

(エ) 今後の課題

アンケートの回答に、「数学が、社会においてどういったことに応用されているのかを具体的に知りたい」や「授業中、お互いに意見交換をしながら1つの問題に取り組みたい」というような意見が生徒から出ている。

数学を学習する上で、数学分野がどのような形で社会に役立っているかを知ることは、意欲向上の面からも取り入れる必要がある。また、数学の解法について、生徒間でディスカッションをすることは重要であり、自らの意見をまとめて発表する力をつけるという観点からも、発展講座の授業方法にさらに工夫が必要である。

ウ 特別講義

講 師	名城大学理工学部数学科 長郷 文和 助教
テーマ	「感覚的位相幾何学・結び目理論入門」
実施時期	平成21年11月4日(水) 13:00~15:00
実施クラス	第2学年SSクラス 36名

(ア) 目的

出前講義を通して、自然科学への興味・関心を幅広く喚起させるとともに、自然科学に関する問題発見・問題解決活動に主体的に取り組んでいく態度と意欲を養うことを目的とする。また、この講義を通して、高校では扱わない「位相幾何学」についての関心が深まるかについて研究する。

(イ) 目標

講義での実験を通して、位相幾何学を身近なものとして捉え、自然科学に興味を持ち理解しようとする姿勢を身に付けさせる。また、幅広い思考力や方法が習得でき、今後、数学に対して意欲的な取り組みを期待する。

(ウ) 実践および結果の概要

受講者に対してアンケートを行った。

	そう思う	どちらかといえばそう思う	あまり思わない	思わない
問1 講師の先生の説明は、興味が持てる内容でしたか？	66.7%	33.3%	0.0%	0.0%
問2 講師の先生の説明内容は難しかったと思いますか？	41.7%	44.4%	13.9%	0.0%
問3 講師の先生の説明内容は、自分なりに理解できましたか？	13.9%	66.7%	19.4%	0.0%
問4 講師の先生の説明を通して新たにわかったこと、不思議に思ったことは、ありましたか？	58.3%	38.9%	2.8%	0.0%
問5 数学に対する興味・関心が深まりましたか？	55.6%	36.1%	8.3%	0.0%
問6 講義内容に関連して知りたいことを自分で調べようと思いましたか？	19.4%	77.8%	2.8%	0.0%
問7 全体として、この講義を受講した結果は、満足の得られるものでしたか？	83.3%	16.7%	0.0%	0.0%

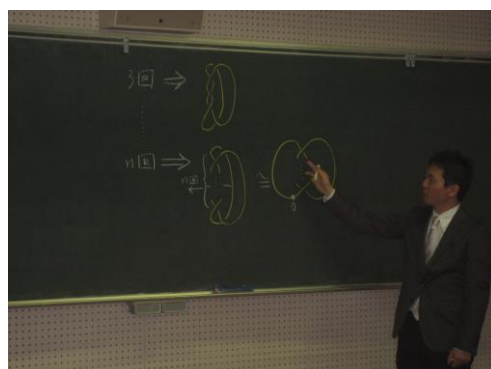
問8 この特別講義を受講しての感想や、印象に残った内容などを書いてください。

- ・メビウスの輪のことは以前から知っていたが、その輪を中心線で切ったり、ねじれの回数を増やすだけで、格段に難しくなるとともに大きく数学の世界がひろがるのがわかりました。大学数学の一端を見ることができ、良い経験になりました。
- ・想像できるようなできないような感じがした。けれど、位相幾何学のとらえ方が新鮮だった。まだ、そのとらえ方に慣れてはいないが、今後ふとした時にこの講義を思い出すと、新しいものの見方ができるのではないかと思う。

- ・最初は意味のよくわからない数学だなと思っていたが、実際に受講してみると分からないという抵抗を感じることなく話を聞いた。何よりも一番印象に残ったのが実験する前に自分のたてた予想がことごとくはずれたことだった。どうせこうなるんだろうと半信半疑で実験してみると見事にその予想をくつがえしてくれた。それと同時に自分が数学の魅力に引き込まれていくのが、強く実感できた。理系の道に進む上で今回の講義は非常に有意義なものとなったと思う。
- ・今回、グニャグニャの考え方を実際に紙で作って切ってみたことで意外な結果に驚いた。ひねりの回数が奇数か偶数かで輪の数が1コ、2コとなり法則性が表れた。そのような単純な結果に数学の分かりやすさが出ていると思い、面白いと思った。
- ・法則性を見つけ出した瞬間の感動、そしてそれを実際に使ってみて成り立つときの喜びを味わうことができました。数学で実験するという考え方が斬新でおもしろかったです。



実験をする生徒達の様子



説明をする長郷助教

<アンケート結果より>

まず、講義に関して、すべての生徒が「講義に対して満足であった」「興味を持てる内容であった」と回答した。高校の内容では扱わない「位相幾何学」についての実験と講義は、生徒にとって、数学の別の一面が経験でき、数学の持つ不思議さと新たな発見の喜びを体験できたのではないかと。

イ 平成21年度 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、第3学年における発展講座（グラフの活用を中心とした内容、虚数・複素数をテーマとした内容）においてもアンケートを実施し、検証を行った。

(ア) 数学に関するアンケート調査

調査時期	平成20年11月、平成21年11月の計2回					
調査対象	平成21年度第3学年 SSクラス 42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	③どちらとも言えない	④どちらかと言えばそうではない	⑤そう思わない
	中間層					
	否定層					

1 数学は好きですか？

数学が好きである。		①	②	③	④	⑤
	H20.11	32.6%	51.2%	11.6%	2.3%	2.3%

	実施	肯定層 83.8%			否定層 4.6%	
	H21.11	26.3%	39.5%	31.6%	0.0%	2.6%
	実施	肯定層 65.8%			否定層 2.6%	

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。	H20.11	57.5%	35.0%	7.5%	0.0%	0.0%
	実施	肯定層 92.5%			否定層 0.0%	
	H21.11	39.5%	50.0%	5.3%	2.6%	2.6%
	実施	肯定層 89.5%			否定層 5.3%	
② 「数学」の論理の流れに美しさやすばらしさを感じる。	H20.11	39.0%	36.6%	12.2%	9.8%	2.4%
	実施	肯定層 75.6%			否定層 12.2%	
	H21.11	23.7%	44.7%	10.5%	15.8%	5.3%
	実施	肯定層 68.4%			否定層 21.1%	
③ 「数学」は応用範囲が広い学問だと思う。	H20.11	65.0%	27.5%	5.0%	2.5%	0.0%
	実施	肯定層 92.5%			否定層 2.5%	
	H21.11	50.0%	28.9%	18.4%	2.6%	0.0%
	実施	肯定層 78.9%			否定層 2.6%	
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。	H20.11	39.5%	42.1%	5.3%	10.5%	2.6%
	実施	肯定層 81.6%			否定層 13.1%	
	H21.11	36.8%	44.7%	13.2%	2.6%	2.6%
	実施	肯定層 81.6%			否定層 5.3%	
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。	H20.11	0.0%	20.5%	28.2%	28.2%	23.1%
	実施	肯定層 20.5%			否定層 51.3%	
	H21.11	7.9%	18.4%	28.9%	18.4%	26.3%
	実施	肯定層 26.3%			否定層 44.7%	
⑥ 「数学」は理屈ばかりで堅く感じる。	H20.11	2.6%	5.1%	33.3%	28.2%	30.8%
	実施	肯定層 7.7%			否定層 59.0%	
	H21.11	7.9%	21.1%	28.9%	26.3%	15.8%
	実施	肯定層 28.9%			否定層 42.1%	

3 あなた自身のことについてお聞きします。

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。	H20.11	57.5%	25.0%	15.0%	2.5%	0.0%
	実施	肯定層 82.5%			否定層 2.5%	
	H21.11	50.0%	36.8%	7.9%	5.3%	0.0%
	実施	肯定層 86.8%			否定層 5.3%	
⑧ 難しい課題を何日も粘って考えたことがある。	H20.11	31.0%	26.2%	14.3%	21.4%	7.1%
	実施	肯定層 57.2%			否定層 28.5%	
	H21.11	26.3%	21.1%	26.3%	15.8%	10.5%
	実施	肯定層 47.4%			否定層 26.3%	

⑨ 自分はコツコツと努力を積み上げることができると思う。	H20.11 実施	4.9%	29.3%	14.6%	31.7%	19.5%
		肯定層	34.2%		否定層	51.2%
	H21.11 実施	21.1%	13.2%	18.4%	31.6%	15.8%
		肯定層	34.2%		否定層	47.4%
⑩ 数学を学習していて面白いと感じたことがある。	H20.11 実施	57.1%	40.5%	2.4%	0.0%	0.0%
		肯定層	97.6%		否定層	0.0%
	H21.11 実施	47.4%	34.2%	13.2%	2.6%	2.6%
		肯定層	81.6%		否定層	5.3%
⑪ 自分は発想が豊かなほうだと思う。	H20.11 実施	4.8%	26.2%	35.7%	26.2%	7.1%
		肯定層	31.0%		否定層	33.3%
	H21.11 実施	13.2%	13.2%	28.9%	23.7%	21.1%
		肯定層	26.3%		否定層	44.7%
⑫ 一つのことが分かったとそれを他のものにも使ってみようと思う。	H20.11 実施	19.0%	35.7%	26.2%	19.0%	0.0%
		肯定層	54.7%		否定層	19.0%
	H21.11 実施	23.7%	23.7%	23.7%	26.3%	2.6%
		肯定層	47.4%		否定層	28.9%
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。	H20.11 実施	12.2%	43.9%	24.4%	12.2%	7.3%
		肯定層	56.1%		否定層	19.5%
	H21.11 実施	13.2%	34.2%	28.9%	18.4%	5.3%
		肯定層	47.4%		否定層	23.7%
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。	H20.11 実施	4.8%	38.1%	16.7%	31.0%	9.5%
		肯定層	42.9%		否定層	40.5%
	H21.11 実施	13.2%	26.3%	31.6%	10.5%	18.4%
		肯定層	39.5%		否定層	28.9%
⑮ 将来、数学を活用できる職業に就きたいと思う。	H20.11 実施	10.0%	22.5%	40.0%	10.0%	17.5%
		肯定層	32.5%		否定層	27.5%
	H21.11 実施	13.2%	18.4%	23.7%	15.8%	28.9%
		肯定層	31.6%		否定層	44.7%

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。	H20.11 実施	22.0%	56.1%	19.5%	0.0%	2.4%
		肯定層	78.1%		否定層	2.4%
	H21.11 実施	23.7%	28.9%	26.3%	18.4%	2.6%
		肯定層	52.6%		否定層	21.1%
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。	H20.11 実施	31.0%	31.0%	23.8%	4.8%	9.5%
		肯定層	62.0%		否定層	14.3%
	H21.11	10.5%	39.5%	23.7%	13.2%	13.2%

	実施	肯定層 50.0%			否定層 26.3%	
⑱ 「数学」がどのようなに使われているか、どのような応用例を学習するとよいと思う。	H20.11	31.7%	43.9%	19.5%	4.9%	0.0%
	実施	肯定層 75.6%			否定層 4.9%	
	H21.11	21.1%	36.8%	34.2%	2.6%	5.3%
	実施	肯定層 57.9%			否定層 7.9%	

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、数学が広く社会や科学分野において重要な役割を持っていることへの理解がより進んだ。

(イ) 発展講座に関するアンケート

調査時期	平成21年11月
調査対象	第3学年 SSクラス 42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 「SS 数学」の発展講座についてお尋ねます。

		①	②	③	④	⑤
⑲ 今回の発展講座により、多角的なものの方が養われたと思う。	H21.11	10.5%	39.5%	34.2%	7.9%	7.9%
	実施	肯定層 50.0%			否定層 15.8%	
⑳ 今回の発展講座により、数学的に解釈する力、表現する力の幅を広げられたと思う。	H21.11	10.5%	39.5%	23.7%	21.1%	5.3%
	実施	肯定層 50.0%			否定層 26.3%	

全般を通じて、発展的な内容を学習することにより、多角的に物事を捉えることを体感できたようである。また、多くの生徒が、内容が面白く、興味深い内容であったと感想を述べており、特に、複素数については、さらなる理解を深めることができたようである。

4 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 (1クラス)

イ 単位数

2単位

(2) 仮説

物理Ⅰ、物理Ⅱを力学中心で再編成学習することで系統的な学習を、また数学的アプロー

チによる公式導入で微分積分と物理学の関係が深まると考えられる。

(3) 内容・方法

ア 前期 第1回定期検査まで

速度、加速度から等加速度直線運動、力のつりあいまで。(ただし2次元の運動も含む)

物理の概念形成において単位から物理量をイメージすることは大切である。この分野では単位時間当たりの単位がよく出てくるので、変位、速度、加速度の概念を数式の変形だけでなく言葉からもイメージできるようにする。次に横軸に時間軸、縦軸に変位、速度、加速度をとったグラフにより数式の意味を図形的概念と結びつける。接線の傾きが瞬間の物理量を表すことや面積が変位と関係があることなどから微分積分の基礎をイメージする。運動は2次元まで扱い、相対速度、力の合成分解、放物運動を通してベクトルの基礎を学ぶ。力のつりあいでは、はたらく力、受ける力を注目物体について考えることを学ぶ。

イ 前期 第2回定期検査まで

運動方程式、力のモーメント、仕事とエネルギー分野

力を正確に書き込むことにより注目物体について運動方程式を立てることを学ぶ。接触物体や連結物体の運動方程式などを通して力がつりあっているときの運動とは違う振る舞いをすることをイメージする。力のモーメントでは剛体のつりあいを学ぶ。物体が静止する条件として合力が0(ベクトルの的に)であることと、力のモーメントの和が0であることの両方が成立することを押さえる。また物体が仕事をされることでその物体の運動エネルギーが変化することを通して、力学的エネルギーの概念を形成する。特に位置エネルギーについては保存力に逆らって外力が仕事をするとき位置エネルギーがたまることを説明し、ばねの弾性力による位置エネルギーの導出で積分の概念を導入する。

ウ 後期 第3回定期検査まで

運動量、円運動、単振動、万有引力など物理Ⅱの分野

力学を中心とした授業を展開するために熱分野を物理Ⅱの力学分野と入れ替えて授業を行った。ここではある程度数学の授業が微分積分の基本計算まで進んでいるので、より数学的な微分積分の概念定着をはかった。力学的エネルギーに加え運動量と力積を学ぶことにより衝突、分裂、合体というような運動まで扱えるようになった。いろいろな物理量が混乱しないように配慮しながら、どのような力が加わったときにどのような運動になるのかを深く学んだ。今まで積み上げてきた数学的概念から万有引力の位置エネルギーを求めるときに積分を用いることで距離の2乗に反比例するタイプの位置エネルギーを理解した。ここで、高等学校で学ぶすべての位置エネルギーを一般化してとらえた。また単振動の諸量を表す関係式を改めて微分の関係で示した。三角関数、合成関数の微分までは学習していなかったが、今までの概念の応用でイメージは伝えることができた。

エ 後期 第4回定期検査まで

波動分野

媒質の各点が単振動する立場から正弦波を導いた。正弦波の変位の式は発展的内容である。変位に対して変数が2つある式を扱うのは初めてであるがt軸と、x軸を用いた2つのグラフで正弦波のイメージを理解した。続いて、重ね合わせの原理から定常波を作図を用いて腹と節ができる原理を学んだ。2つの波源からできる波の干渉で双曲線を説明した。ドップラー効果までが本学年の進度であるが発展的内容の波源・観測者がともに動く場合

に加え動く壁（反射板）の問題、風が吹く場合、円運動する物体のドップラー効果まで学習した。

(4) 検証

発展的な内容に数学の解析を加えて説明してきたことで、新しい物理量に対するイメージ作りに役に立った。また、演示実験を通してさまざまな現象を理解した。物理は積み重ねの学問ではあるが単に知識の暗記ではなく物理現象を数式でとらえることにより、自然現象をシンプルに理解する方法を学ぶことができた。

ア 各分野の再編

08年度と09年度の3年生SSクラスの履修時間を比較すると次の表のようになる。09年度は熱の分野は電気と磁気の後を実施した。

	08年度	09年度
第2編 熱	10時間	
第3編 波動	30	30
第4編 電気と磁気 (第2編 熱)	32	31 9
第5編 原子	14	13
合計	86	83

熱を後ろに持ってきたのは、3年生のはじめに実施される校外模試などでは物理Iの範囲である波動が出題されることが多くその対策として波動をできるだけ早く履修させたかったからである。09年度は授業時間数が08年度より減少したが発展的内容や実験は08年度と同様に実施することができた。

イ 「SS数学」との連携

3年生では微分方程式の学習を依頼した。発展的学習の中で微分方程式を積極的に用いた。物理現象を考えていく上での数学の重要性を認識する効果があった。

ウ 実験の開発

3年生では時間の関係もあり理論を確認する定性的な演示実験を取り入れざるを得なかった。実験では理論から推測された結果通りの展開となり、生徒に理論が机の上のものではないことを強く意識させることができた。

エ 今後の課題

昨年度の課題とした「慣性モーメントと回転の運動方程式」、「磁化」、「半導体のバンド構造」、「素粒子」が今年度も時間の関係で実施できなかった。授業時間が増えることはない状況の中でこれらをどこまで取り扱うかが課題として残った。

5 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 37名

第3学年 SS クラス 4 2 名

イ 単位数

第2学年 3 単位、代替科目は「化学Ⅰ」 3 単位である。

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 単位である。

(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。

実験をできるだけ多く取り入れることにより、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 前期

(ア) 身近な自然現象を考える

「氷が水に浮くのはなぜ?」「大きな氷に両端に重りをつけた糸が氷を切断することなく通り抜けるマジックの原理は?」日常に見られる自然現象を化学的な視点から考えさせた。これらの現象をじっくり考えさせるとともに SS 化学で学習した内容を応用することにより説明できることを学ばせた。今後も「不思議だ」と感じたことを自発的に学んだことからさらに応用して考え、自分なりの答えを導き出させる。

(イ) ドラマチックな化学史

授業担当者がこれまでに自ら収集した資料をふんだんに用いたプリントを補助教材として、現代化学に至るまでの流れを「化学Ⅰ」の化学史に歴史的背景をプラスした授業を行った。科学の発展には政治的な動き、戦争がきっかけであることが珍しくないが化学も例外ではない。時代の転機に大きく科学が発展してきたことを学ばせ、今なぜ燃料電池、バイオエタノールが注目されているのか、後期に学ぶ「電池」「無機化学」までに自分なりの考えを導かせる。

イ 後期

(ア) 課題研究とのタイアップ

後期から本格的生徒研究が始まる課題研究は、前期に器具や装置の操作方法を学ばせる「プレ講座」という時間を設けている。全員が全く同じ講座を受講するわけではないので(課題研究の章を参照)、既に器具の使い方を知っている生徒と、そうでない生徒が混在することになる。プレゼン能力を鍛える演習の一貫として、既に知っている生徒が代表となり、器具の使い方を説明した。さらに教員が「プレ講座」では指導されなかった応用的な使い方を補足、「SS リサーチ」で研究施設へ赴いて実習を行わせてもらう際に注意することなどを学習した。

(4) 検証 (第2学年)

小中学校を中心に、これまで先生からもらったプリントには器具の扱い方を中心に詳しい図や、データの取り方も表になっており、ただ実験を行えばよかった経験をもつ生徒が多い。しかし、実験は目的を明確に理解していることはもちろん、操作やデータ処理、そしてそこから何が分かるのかがしっかり理解していなければ意味がない。受身な実験実習から積極的に学び、応用する意欲のある化学者を育成する大きな一歩となったと考える。元々意欲的な生徒が多いSSクラスであるが、時間の関係で考察、ディスカッションを経て、応用した実験を計画させる十分な時間が確保できなかったことが課題である。

(5) 内容・方法 (第3学年)

化学Ⅰの学習内容である、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、化学Ⅱの学習範囲である溶液や気体、反応速度や化学平衡などの理論的な分野については大学教員の講義もおりまぜて、大学での研究を紹介しながら授業を進めた。

ア 普通クラスと同じ学習範囲について

化学を学習するに当たっての基礎的な知識、基本法則の理解を確実に定着させ、考える力を効果的に養った。

(ア) 無機物質について

大学の工学部などでの材料研究で注目されている物質として、ファインセラミックスについて詳しく学習するとともに、超伝導現象についてはマイスナー効果やピン止め効果などを演示しながら解説した。

(イ) 気体、溶液について

気体についてはその発展的な概念を、高圧下での性質や化学反応の可能性についての解説を交えた。溶液については溶媒和について詳しく説明し、溶液中での化学反応のイメージをより明確にした。

(ウ) 反応速度、化学平衡について

反応速度が濃度や温度などに依存していることを学んだ後、熱力学的な観点や、前章の気体、溶液との関連を深め、反応のしやすさを反応速度として具体化させた。

(エ) 有機化合物について

単なる知識の詰め込みとならないよう、分子構造を分子模型で確認しながら、結合の様子や分子構造の変化、反応のメカニズムについて詳しく解説した。

(オ) 高分子化合物について

単量体との関連を、天然高分子、合成高分子とも立体構造をイメージさせながら単に暗記で関連づけることのないよう注意した。

(カ) 生活・生命と物質について

身のまわりにある生活を便利にしているプラスチックや医薬品などの物質が、大学や企業での材料研究により日々進歩していることを理解させた。また、生命活動についても、その基本の化学反応がこれまで学んできた化学の理論により多くが説明できることを理解させた。

イ 発展的内容について

普通クラスと同じ単位数で授業を行っていて、基礎・基本の学習を大幅に削ることはできないため、それほど多くの時間を発展的内容に当てることはできない。そこで、時間をかけて発展的内容を扱った単元として、金属イオン、電子軌道、溶媒和などを総合的に扱い「遷移金属イオンの色」として大学教員の講義を受けるとともに、その事前学習をした。

【名古屋大学大学院理学研究科高木秀夫准教授による講義】

「遷移金属イオンの色」というタイトルで2時間ほどの講義を受けた。科学の発展の歴史において化学、物理、数学の発展の関係を説明し、化学者が物理学者でもあったことを紹介した。次に、量子力学とSchrodinger 波動方程式を導き、電子軌道に関連づけた。電子軌道の概念がある程度説明されたところで、遷移金属のd軌道の電子配置の説明や、その錯イオンの色の実物を使っての確認、光の吸収についての考察を行った。



ウ 実験・実習について

普通クラスと同じ実験内容で定性実験（アルカリ金属、1・2族元素、両性元素、遷移元素、コロイド溶液、炭化水素・アルデヒドとケトン、エステルとセッケン、芳香族化合物、高分子化合物）を行った後、実験の成否についてや結果について深く考察させた。課題研究の実験データなども用い、データ解析の手法について確認した。

(6) 検証（第3学年）

授業を再編し、発展的内容を多く含めながら2年間学習してきた生徒は、化学の基本理論をより深く知ろうという態度が旺盛となり、更に、科学技術への関心もより高まった。無機物質や有機化合物の分野の学習においては、単に性質の理解を学んでいくだけでなく性質を示す電子軌道や反応速度論などの理論的な裏付けに強い関心を示す生徒が多くあらわれた。大学教員の講義に対しても波動関数など内容的に高度な点を、先生の工夫で高校生にも理解できるよう説明を受けたこともあるが、しっかり理解しようと努めていた。

高校での化学の学習に発展的な内容を入れたり、考察を多く伴う授業展開をしたりすることにより、高度な内容への関心は当然高まったが、基礎基本を理解しようとする姿勢も高まった。指導教員としては、地道な基礎研究の積み重ねの上に応用的な科学技術が成り立っていることについて具体例を示せたとともに、教材開発にもつながり普通クラスでの指導にも成果を取り入れていけると考えている。

6 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42名のうち、「SS生物」選択生徒の9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単位のうちの1単位

(2) 仮説

- ア 第1学年で履修した「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を通じて、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円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

本校は1コマ65分の授業で2週間で1サイクルの時間割を採用しており、「SS生物」の授業時間数は2週間に7コマである。この授業時間を、4コマと3コマに分割して2名の教員が担当した。指導内容をテーマ別に分け、次の表のように実施した。物理や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生徒の理解の深度に応じて調整することで、このような展開を計画することができた。

学習時期	「SS生物1」(4コマ/2週間)	「SS生物2」(3コマ/2週間)
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(6コマ/2週間)	
2月	6. 生態系とその保全(6コマ/2週間)	

イ 発展的な学習内容の取り組みと実験、実習について

基本事項の学習を行いつつ、限られた授業時間ではあるが興味・関心の高揚をねらい、発展的内容を取り込んだ。今年度の「SS生物」で実施した発展的な学習内容のうち、主要なものを次にあげる。

発展的事項	内容
ホタテガイの閉殻筋を用いたグリセリン筋の作成とその収縮実験	生体からの組織の取り出しや試薬の調製の段階からできる限り生徒に取り組みさせた。軟体動物の解剖と形態観察も含めて一連の実験を組み立て、体験できるように構成した。
好気呼吸の実験	クエン酸回路における脱水素酵素のはたらきを調べる実験を実施した。基質を変えることによって水素受容体となる指示色素の脱色にかかる時間が異なることがわかり、クエン酸回路の

	意味を考察させた。
タンパク質のリボンモデル	タンパク質の三次構造について具体的にイメージするために、園芸用の針金を使って作ったりリボンモデルを提示したり、コンピュータグラフィックスのモデルを提示したりして、 α ヘリックスや β シート構造についての理解を深めた。

また、生徒の少人数グループによる調べ学習とその発表については、次のようなテーマで発表が行われた。

- ① ES細胞・iPS細胞のはたらきについて
- ② クローン生物の作成技術について
- ③ 脳の感覚野のはたらきとニューロンの分化について
- ④ 植物の組織培養
- ⑤ 細胞融合技術について
- ⑥ 植物細胞への遺伝子の導入方法について

(4) 検証

ア 授業内容の再編や、授業時間を分割して2名の教員が担当することについて

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。昨年度の「SS生物」での取り組みも併せて考えると、テーマごとの指導のしやすさという点についてメリットが大きいと考える。

1年生時に学習し、3年生になって再度積み重ねるという形態（2年生時には生物分野の授業は無い）であるため、生徒の理解度を年度の初期段階で十分に把握することが必要となる。この点に関しては選択者の数が少なく、授業内容の質疑応答が取りやすい環境を活用しながら効果的な授業の展開に心がけた。一人ひとりの理解状況に常に注意を払いながら、きめ細かな対応のために要所での質問は不可欠であり、このような形態が生徒の学習意欲を長続きさせるためにも必要と感じられる。今後は、適する時にどのような質疑が必要となるかという点について研究することが課題である。

イ 発展的内容の取り込みについて

高等学校での生物の学習内容を理解させつつ、発展的な内容を取り入れながら授業を組み立てた。今年度は特に実験の場面での取り組みで従来とは異なる展開ができた。好気呼吸の分野では、教科書において一般的に用いられるものとは異なる基質も用いた。酵素の基質特異性や反応経路でおこる現象を深く理解する上では、たいへん意義ある内容を構築できた。また、グリセリン筋の収縮実験そのものは単純なものであるが、試料の調製には少なくとも数週間の時間が必要であり、緩衝液の調製など準備過程から実験に取り組みせることによって内容や原理のより深い理解につながったようである。

他の例では、特徴的な細胞の構造と機能の側面からの内容で水晶体をテーマに発展的内容を盛り込んだ。これらに対しても生徒は良く関心を示し、理解に努めようとする姿が多く見られた。

ウ 調べ学習とその発表について

生徒3名ずつで1グループを組織し、授業に関連した内容に対して発展的事項の発表を10分から15分程度行い、それに対して質疑応答をするという形態をとった。生徒自身が関心を持った事項について深く掘り下げて発表し、質問事項にも答えることができるよう

にするためには多くの準備が必要となっていたようであるが、生徒は自信を持って自分自身で調べたことを説明することができた。中には導入する遺伝子の種類にまで言及する説明もあり、たいへん高度な内容を含んでいた。これにより発表能力と情報収集能力の向上につながれば、課題研究での取り組みと合わせて生徒の表現能力の向上に大いに効果があると考えられる。これらの能力を数値化することは困難であるが、生徒自らが十分に調査したうえで自信を持って発表する事や、質問に対して説明できない事項に対しては、「わからない」として伝えることの大切さを具体的な経験の場を通じて与えることができたことは意義深いことと考えている。



遺伝子導入実験 (E. coli への pGL0 の導入と形質転換の確認) (左)

ホタテガイの解剖とグリセリン筋の調製 (中)

生徒による調べ学習とその発表 (右)

7 学校設定科目「SS地球科学」

(1) 経緯

ア 対象生徒

第2学年SSクラス 36名

イ 授業の形態

前期：地球科学の基礎を学ぶため、物理・化学の学習を行なった。

後期：毎週水曜日4限（一コマ65分）、地学教室にて実施。

ウ 単位数

1単位

エ 教育課程編成上の位置づけ

学校設定科目

オ 実施の日程

回	日	行事	内容	備考1	備考2
1	10月7日		イントロダクション・地球科学とは		
2	10月21日		地球が属する太陽系		
3	10月28日		地球の大きさと形		
4	11月4日		石の世界		
5	11月11日		地球の歴史		
6	11月18日		SSリサーチ報告	生徒によ	

				る授業	
7	12月9日		キミも気象予報士①		
8	12月16日	短縮 50分	キミも気象予報士②		金曜
9	1月13日		地球の内部構造		
10	1月20日		東海地震に迫る①		
11	1月27日		東海地震に迫る②		
12	2月3日		星の一生①		
13	2月10日		星の一生②		
14	2月22日		月探査機かぐや ～衛星の仕組みと月の科学～	JAXA 中澤暁主 任開発員	2コマ連続
15	3月10日	短縮 50分	地球の環境と生物の繁栄		
16	3月17日	短縮 50分	アンケートの実施		

(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に、ほとんど履修しない。

しかし、物理、化学、生物は地球や宇宙で起きている現象や生命を理論的に追求した学問である。それらを体系的に関連させて追求した学問が「地球科学」であると考えられることもできる。また、地球科学は地理や歴史、哲学などとも関係が深い。理系進学を志望している第2学年 SS クラスの生徒に対して、学校設定科目「SS 地球科学」を学習させる意義はここにある。

すなわち、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た地球科学を学習させることによって、地球や宇宙に対する幅広い興味・関心を喚起させるとともに、多角的な視点で自然科学をとらえる姿勢を養うことができると仮説を立てた。

(3) 方法・内容

高等学校の「地学Ⅰ」および「地学Ⅱ」の内容をベースに、地球科学の中でも生徒にとって身近なトピックスや最先端の話題を授業1回または2回で完結できるように設定した。

授業の方法は主に3種類ある。

ア 通常の授業（第1回～第5回・第7回～第13回・第15回～第16回）

通常の授業では、PowerPointを利用して視覚的に訴える内容にした。地球科学は自然が対象であるため、野外へ出て観察するのが最も効果的ではあるが、都市部にある本校ではそれができないため、写真や映像あるいは標本を多用してできるだけ本物に近いものに触れる機会を増やした。

イ 生徒による授業（第7回）

夏季休業中におこなった SS リサーチ（地学分野；名古屋大学環境学研究科との連携）

の報告を兼ねて、生徒による授業をおこなった。内容は、「岩石・鉱物」「地球の歴史」に該当する部分である。第4回・第5回の授業である程度の知識はすでに生徒の中にある状態であった。一昨年度・昨年度も同様にSSリサーチの報告をおこなったが、報告を聞く生徒にとってはただ話を聞くだけとなり、また生徒の話だけではわかりづらい、という声もあった。そこで、報告は授業の前半に行い、後半はSSリサーチの中でも中核となった偏光顕微鏡による岩石観察に時間をとった。生徒を4グループに分け、1グループに1人、SSリサーチに参加した生徒を担当者として配置し、生徒が生徒を教える、という方法をとった。SSリサーチに参加していない生徒にとって、偏光顕微鏡を操作するのは初めての経験であったが、生徒が先生役となっているため、様々な質問がしやすかったようである。また、このとき観察した岩石薄片はSSリサーチで実際に生徒が作製した薄片を用い、実際に採取した岩石と見比べながらの観察となり、ただ話をするだけの報告よりも内容の濃いものとなった。

ウ 外部講師による授業（第14回）

最先端の話題については、外部講師による授業をおこなった。

第14回 月探査機かぐや～衛星の仕組みと月の科学～

講師：宇宙航空研究開発機構 月・惑星探査プログラムグループ

主任開発員 中澤 暁 氏

2007年9月に打ち上げられた月探査衛星「かぐや」の開発に携った中澤暁氏を講師に迎え、「月の科学」をテーマに授業を行った。一昨年度、昨年度もこのSS地球科学の中で同じ内容で授業していただいたが、生徒からの反応もよく、非常に効果的であると判断し今年度も依頼した。

高等学校の地学では、月について詳しい記述はほとんどない。しかし、月の成因など、月については分かっていないことも多く、非常に興味深い話題である。人工衛星「かぐや」についてはその性能や仕組みについて、また「月」についてはその成因や地球との違いなど入門的な講義をしていただいた。地球科学だけでなく、天文学や機械航空学としての側面にも触れることになり、多くの生徒の興味・関心に沿った内容となった。

(4) 検証

ア 評価方法

生徒の理解度を評価する方法は、1回の定期考査と4回のレポートである。

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。また、最後の授業でSS地球科学全体のアンケートをおこなった。

イ 外部講師による授業に対するアンケート結果・分析

第14回 月探査機かぐや～衛星の仕組みと月の科学～（回答数：35人）

問1	授業の内容に関連して、興味関心が深まったり、知的好奇心が高められましたか？
	①そう思う 25人(71%) ②どちらかといえばそう思う 10人(29%)
	③あまり思わない 0人(0%) ④思わない 0人(0%)
問2	授業で取り扱った内容は、想像していたよりも高度な内容でしたか？
	①そう思う 4人(11%) ②どちらかといえばそう思う 8人(23%)
	③あまり思わない 20人(57%) ④思わない 3人(9%)
問3	授業の内容を、あなた自身どのくらい理解できたと思いますか？

	①よく理解できた 8人 (23%)	②ほぼ理解できた 25人 (71%)
	③どちらかといえば理解できなかった 2人 (6%)	④理解できなかった 0人 (0%)
問4	授業を通して、新たにわかったこと・新しく不思議に思ったことはありましたか？	
	①たくさんあった 19人 (54%)	②あった 16人 (46%)
	③あまり無かった 0人 (0%)	④無かった 0人 (0%)
問5	研究者を身近に感じるようになりましたか？	
	①なった 18人 (51%)	②どちらかといえばなった 15人 (43%)
	③どちらかといえばならなかった 2人 (6%)	④ならなかった 0人 (0%)
問6	自然科学研究や、科学技術に対する奥深さを実感することができましたか？	
	①そう思う 23人 (65%)	②どちらかといえばそう思う 12人 (34%)
	③あまり思わない 0人 (0%)	④思わない 0人 (0%)
問7	授業内容の関連事項で、自分でさらに深く知りたいと思ったり、調べてみようと思うような事はありましたか？	
	①たくさんあった 15人 (43%)	②あった 17人 (49%)
	③あまり無かった 3人 (8%)	④無かった 0人 (0%)
問8	今回の『SS 地球科学』の授業に、積極的な気持ちで参加できましたか？	
	①はい 27人 (77%)	②まあまあ 8人 (23%)
	③あまり 0人 (0%)	④いいえ 0人 (0%)
問9	全体として、今日の授業を受けた結果は満足の得られるものでしたか？	
	①はい 26人 (74%)	②まあまあ 9人 (26%)
	③あまり 0人 (0%)	④いいえ 0人 (0%)

事前に月に関する知識はほとんどなかったにもかかわらず、授業内容に対する理解度が非常に高い。難易度は決して易しいものではなかったと思うが、講師の中澤氏の丁寧な説明により、理解しやすかったという生徒の回答が多かった。授業に対する満足度も高く、最先端の研究に携わっている方の話が聞けたこと自体が非常に良かったという声も多かった。また、質疑応答も活発で、興味・関心を引き出すことにおいても効果が高かった。20分間の質疑応答では時間が足りず、授業後にも講師への質問が途切れることなく50分間ほど続いた。講師へのアンケートでは「講義後の質疑応答を通して、高校生が宇宙科学・宇宙開発のどこに興味や期待をもっているのか知ることができた。」というご意見をいただき、講師にとっても意義あるものになったと考えられる。

8 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 37名

第3学年 SS クラス 42名

イ 単位数

第2学年 1単位 (他の外国語履修科目と単位数 英語Ⅱ 4単位、ライティング 2単位)

第3学年 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 3年次の英語プレゼンテーション課題を学校設定科目「課題研究Ⅱ」の論文要旨とする。自主研究内容を発表することで英語の学習意欲を向上させ、英語4領域の言語活動を推進する。
- イ コンピュータを用いた英語プレゼンテーションの準備過程で、画面デザインと英語スピーチの効果的関連について学習し、プレゼンテーション能力を向上させる。
- ウ 今回の英語プレゼンテーション体験から、将来の英語運用に対する意欲を喚起する。
- エ 英語科学論文を講読し内容を図表化して表現する過程で、情報理解力と発信力を向上させる。

(3) 内容・方法 (第2学年)

ア 前期の内容・方法

前期は、英文講読、リスニング、パラグラフライティングの指導を行った。次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、文字とともにこ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、白黒印刷で文字が多く、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、水の特徴・身近な食品について、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回の授業内容は、まず『SCIENCE to14』(OXFORD)の英文のリスニング、内容把握を行う。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)を用いての読解を、英文のリスニング、プリントを用いての内容把握を行う。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2人とALTの3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と思う。

(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、4回の授業（1回50～55分）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、あることごとについて因果関係を明らかにして書く課題、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、表やグラフから得られる情報とそれに対する分析を英語で書く課題を課した。

イ 後期の内容・方法

後期は、年度末に1人5分（質疑応答2分を含む）の英語によるプレゼンテーションを行った。プレゼンテーションのテーマは、生徒一人一人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の中から選ばせた。プレゼンテーション指導は、プレゼンテーションスキル指導と原稿作成指導を行った。

(ア) プレゼンテーションスキル指導

日本人がプレゼンテーションをするときによく見られる弱点を理解したり、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したり、アイコンタクトの取り方などを紹介した。

(イ) 原稿作成指導

原稿作成指導は、5回の授業で行った。まずテーマを設定させ、プレゼンテーションの意義を考えさせ、テーマについてすでに知っていること、さらに調べなければならないことなどをまとめさせた。書籍やインターネットを用いての調査や資料収集は宿題とした。

次に、収集した資料をもとに英語の原稿と表やイラストなどの提示資料を作成させた。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。また、プレゼンテーションスキル指導で学んだ定型表現を参考にさせた。

そして、プレゼンテーション当日は、作成した原稿と提示資料をもとに6～7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。最後に、クラス代表2名による発表を行った。

(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＝36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。	5人 (14%)	22人 (61%)	8人 (22%)	1人 (3%)
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。	10人 (28%)	17人 (47%)	9人 (25%)	0人 (0%)
問 3	SS英語の授業に積極的に参加した。	7人 (19%)	20人 (56%)	9人 (25%)	0人 (0%)
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。	7人 (19%)	17人 (48%)	12人 (33%)	0人 (0%)
問 5	SS英語の授業で次のどの力が一番伸びたと感じますか？	読む 13人 (36%)	書く 6人 (17%)	聞く 7人 (19%)	話す 10人 (28%)
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。	7人 (19%)	24人 (67%)	5人 (14%)	0人 (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。	6人 (17%)	21人 (58%)	9人 (25%)	0人 (0%)
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。	4人 (11%)	20人 (56%)	12人 (33%)	0人 (0%)
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 (22%)	18人 (50%)	9人 (25%)	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。	12人 (33%)	15人 (42%)	9人 (25%)	0人 (0%)
問 11	教科の枠を超えた学習ができたと思う。	18人 (50%)	12人 (33%)	6人 (17%)	0人 (0%)
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。	6人 (17%)	18人 (50%)	11人 (30%)	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 (22%)	17人 (47%)	10人 (28%)	1人 (3%)
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。	2人 (6%)	8人 (22%)	19人 (53%)	7人 (19%)

ほとんどの項目において、「どちらかと言えそう思う」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21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86%にも及ぶことなどからもわかるように生徒の学習意欲

向上につながったと考えられる。

(5) 内容・方法 (第3学年)

ア 英語プレゼンテーションの基礎学習

1学期3回の授業では『FOUNDATION SCIENCE to14』(OXFORD UNIVERSITY PRESS)から各自テーマを選択し、コンピュータを用いて発表した。この活動で生徒は学校設定科目「SS英語」2年次での英語プレゼンテーション活動と1年次「情報B」でのPower Pointを用いたコンピュータ画面デザイン学習を融合した。

また、学校設定科目「課題研究Ⅱ」は日本語でのプレゼンテーションも設定されているが、英語プレゼンテーションではスピーチでの情報伝達がコンピュータ画面上の言語情報以上に重要であることを、2種類のプレゼンテーションの相違点として理解させた。

イ 学校設定科目「課題研究Ⅱ」論文要旨の英語プレゼンテーション準備での学習内容

(ア) 論文要旨短縮と英語プレゼンテーションの一般的構成の学習

日本語発表では約13分を要する内容を英語では5分間の要旨発表とした。

【一般的構成】1. Title (タイトル) 2. Introduction (紹介・主題導入) 3. Hypothesis (仮説) 4. Experiment (実験内容) 5. Result (実験結果) 6. Conclusion (考察、結論)

(イ) 専門的情報のコンピュータ画面表示と英語スピーチによる内容伝達

専門用語はコンピュータ画面上に表示し、内容は英語スピーチで説明すること、原稿の朗読ではなく、自然なスピーチで効果的に聞き手の興味を引くことを学習した。

ウ 英文自然科学論文講読と英語による図表化した情報発信

英語プレゼンテーション準備で培った英文内容理解と情報発信を活用し、英語自然科学論文の講読後、内容を図表化し英語で解説する学習をした。

エ 英語プレゼンテーション内容

November 5, 2009

Category	Group Members	Presentation Title
Mathematics	2	An Introduction to Plane Geometry
Physics	4	Building a Stirling Engine
	4	What Kind of Windmill Revolves well?
	2	The Amazing Dynamo
Chemistry	4	Creating a Better Fuel Cell Battery
	4	Discoloration of Pigments Induced by Ultraviolet Rays and Visible Rays
	3	Can Solanine be Extracted?
Biology	4	Why is the Red Robin Red?
	3	Radish Sprouts and Sunlight
	2	Hydra Regeneration
Earth Science	4	The Natural Cleaning Power of Rivers
	3	Are our Houses Safe?
	3	The Mystery of Refrozen Ice

(6) 検証 (第3学年)

1 1月のSSH生徒研究成果発表会の公開授業で全員が英語プレゼンテーションを实践した。その後、本研究の仮説達成について生徒の意識を調査するためアンケートを実施した。

ア SSH英語検証アンケート結果（回答生徒数：42人、回答日時：平成21年12月11日）

質問項目		全くそう思う	ややそう思う	あまり思わない	全く思わない
問1	積極的に参加した。	22人 (52.4%)	15人 (35.7%)	5人 (11.9%)	0人 (0%)
問2	英語への興味・関心が深まった。	20人 (47.6%)	16人 (38.1%)	5人 (11.9%)	1人 (2.4%)
問3	基礎として他の英語科目の学習が大切だと思った。	30人 (71.4%)	12人 (28.6%)	0人 (0%)	0人 (0%)
問4	SSH英語の活動で特にどの領域の英語力の伸長を実感できたか。（複数選択回答項目）	読む 7人 (16.7%)	書く 15人 (35.7%)	聞く 20人 (47.6%)	話す 34人 (81.1%)
問5	自然科学との関連を意識した。	7人 (16.7%)	17人 (40.5%)	13人 (31.0%)	5人 (11.9%)
問6	日本語プレゼンテーションとの相違が理解できた。	29人 (69.0%)	13人 (31.0%)	0人 (0%)	0人 (0%)
問7	コンピュータ機器の使用に苦労した。	9人 (21%)	8人 (19.0%)	10人 (24%)	15人 (35.7%)
問8	テーマは「課題研究Ⅱ」とは異なる内容を希望する。	9人 (21%)	25人 (60%)	7人 (17%)	1人 (2.4%)
問9	グループではなく単独でした方が良かった。	2人 (4.8%)	7人 (16.7%)	17人 (40.5%)	16人 (38.1%)
問10	今後も英語プレゼンテーションに挑戦したい。	15人 (35.7%)	16人 (38.1%)	10人 (24%)	1人 (2.4%)
問11	将来は一人で英語プレゼンに挑戦してみたい。	13人 (31.0%)	13人 (31.0%)	15人 (35.7%)	1人 (2.4%)
問12	大学進学後を考えてとき今回の体験は有意義だ。	33人 (78.6%)	8人 (19.0%)	0人 (0%)	1人 (2.4%)
問13	大学進学学習を考えてとき今回の体験は有意義だ。	14人 (33.3%)	15人 (35.7%)	10人 (24%)	3人 (7.1%)
問14	SSHクラス志望時、SSH英語の存在を意識した。	3人 (7.1%)	5人 (11.9%)	17人 (40.5%)	17人 (40.5%)
問15	SSH英語はSSHクラスの特徴であると実感した。	20人 (47.6%)	16人 (38.1%)	5人 (11.9%)	1人 (2.4%)

イ アンケート結果考察

仮説ア：英語の学習意欲を向上させ、英語4領域の言語活動を推進すること

考察：

- ① 問 1, 2, 3, 4 の結果から、英語プレゼンテーションの体験を通して、自然科学分野の研究発表に英語力の重要性を自覚し、英語学習への興味・関心が深まったことが明確である。特に問 3 の結果から、研究内容の伝達には正確な英語力が必要となることを理解した。今回の活動が学校設定科目「SS 英語」の目的である「将来、国際社会で活躍する自然科学分野の研究者として必要な英語力育成」関連づけることができた。
- ② 問 8, 9 の結果は、自主研究内容を発表することに学習意欲は向上したが、高度な内容の英語発信は容易ではないため、グループ編成が有効であったことを示している。
- ③ 問 5, 12, 13 の結果から、自然科学分野との関連が意識され、教科を横断した理解力、発想力育成につながり、また、今回の活動が大学進学後のみならず進学学習にも有意義だと意識され、学習意欲促進につながった。

仮説イ：プレゼンテーション能力の向上について

考察：

問 6, 7 の結果から、日本語プレゼンテーションとの相違が理解できたこと、画面上の言語情報に頼らない英語スピーチスキルの重要性の理解ができたことが明確である。発表に必要なコンピュータスキルについてはグループ内の協力で補足した。

仮説ウ：将来の英語運用に対する意欲喚起

考察：

問 10, 11 の結果から、今回の発表体験に達成感を持ったことから、将来、単独の英語プレゼンテーションへの意欲にもつながった。

仮説エ：英語科学論文の講読と内容の図表化

考察：

英語プレゼンテーション達成までの努力の過程で、生徒は英語学習の意義を再発見し、問 4 の結果からわかるように、英語力伸長が実感された。研究成果発表会後の科学論文講読と内容の図表化の際も、学習への積極性と精度の向上が伺えた。

その他：問 14, 15 の結果から、生徒が SS クラス志望を考える時点では SS 英語の存在は意識されていないが、3 年 SS 英語プレゼンテーション実施後は、特色としての実感があることがわかる。SS 英語での体験を通して、国際性豊かな研究者の活動の一環として、英語が重要な資質であり積極的に学習する必要があるとの認識につながった。

9 学校設定科目「SS 教養」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第 2 学年 SS クラス 36 名

イ 単位数

1 単位

(2) 仮説

- ア 身の回りの食べ物、加工食品の性質や成分についての学習を通して、食生活や直接的もしくは間接的な人体への働きについての意識の向上が図れるかを研究する。
- イ 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。

(3) 内容・方法

ア 前期

(ア) 4月

栄養学について・・・食事摂取基準と推定平均エネルギー量
調理実習（親子丼とみそ汁）・・・卵の凝固性、だし汁の役割とその種類

(イ) 5月

食品成分表について・・・見方と活用方法
糖質と食物繊維について・・・ブドウ糖と植物性食品の重要性と

(ウ) 6月

脂質について・・・中性脂肪とコレステロール
脂肪酸について・・・動脈硬化を進行させる脂肪酸と抑制させる脂肪酸

(エ) 7月

タンパク質について・・・アミノ酸価

(オ) 9月

無機質について・・・低い無機質の吸収率を左右させる栄養素との食べ合わせ

(カ) 10月

ビタミンについて・・・発見の歴史とその重要性

イ 後期

- 1回目 導入 「教養」について
- 2～5回目 合理的判断（概念的・抽象的・論理的判断）のための演習プリントを独力または合議により解答させ、発表させる。
- 6～9回目 倫理観の重要性について課題文を読んで、小論文作成または集団討論、その後全体への発表、質疑応答。

(4) 検証

ア 前期

栄養学とは、化学が基礎知識としてのベースを形作っており、特定保健食品やサプリメント、医薬品への研究に発展していくことがわかった。生徒の中には、その分野へ進みたいとの感想もあった。

イ 後期

生徒は熱心に討議を重ねた。ことがらを概念的、抽象的、論理的に考える合理的思考の難しさに気づくとともに、人が自分と異なる意見を持つことに改めて気づいたという感想が多い。また、知識だけを習得するのではなく、思考の技術や、学習の目的設定としての「観」の重要性に気づいたという生徒が多かった。

10 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 36 名

イ 単位数

1 単位の学校設定科目（「総合的な学習の時間」は行わない）

(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ゆく。

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や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 17 日	イントロダクション	目標・内容の説明
	第 2 回	5 月 1 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 15 日	プレ講座①	
	第 4 回	5 月 29 日	プレ講座②	
	第 5 回	6 月 19 日	プレ講座②	
	第 6 回	7 月 3 日	研究テーマガイダンス	
	第 7 回	7 月 8 日	研究テーマ決定	
後 期	第 8 回	9 月 25 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 30 日	課題研究②	
	第 10 回	11 月 6 日	課題研究③	
	第 11 回	11 月 13 日	課題研究④	
	第 12 回	12 月 4 日	課題研究⑤	

第13回	12月18日	課題研究⑥	課題研究・成果中間発表会
第14回	1月22日	課題研究⑦	
第15回	2月5日	課題研究⑧	
第16回	3月8日	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、生物分野、物理分野の実験講座の概略を記す。

●[生物分野プレ講座・葉緑体の単離と光合成電子伝達反応の測定]

緑色の植物は光合成によって、二酸化炭素と水からグルコース、デンプンなどの有機物と酸素をつくっています。光合成の反応では、最初に葉緑体のクロロフィルに光が吸収されてから、水を分解して、酸素を放出するとともに水素を電離して電子を伝える電子伝達反応が起こります。

さらにその後に、二酸化炭素が吸収されて炭水化物がつくられる回路反応が起こります。

今回の実験では、まずハウレンソウをミキサーで破碎してから遠心分離器にかける細胞分画法によって葉緑体だけを単離します。取り出された葉緑体を観察して見ましょう。それから、光合成反応で電子が受け渡される反応を色素の色変化から観察します。

●[生物分野プレ講座・ヒドラの形態と採餌行動の観察]

ヒドラの属する刺胞動物門は、多細胞動物の中でも単純な体制をとり、中胚葉性の組織は持たず、外胚葉と内胚葉だけから構成されている。このため細胞分化も簡単な状態にとどまっており、個体を構成する細胞の種類数も少ない。このため古くから再生研究や、形態形成の実験材料として広く利用されてきた。

刺胞動物門にはヒドラの他にクラゲ・イソギンチャク・サンゴなどのなかまが属するが、共通の特徴として触手があり、そこに刺細胞を持つことが挙げられる。また、ヒドラには神経細胞はあるが中枢神経系は無い。しかし、中枢神経系がなくとも採餌行動では一連の統一性のある行動がみられる。今回は、このヒドラの採餌行動を観察してみる。

●[物理分野プレ講座・クリップモータを作ってみよう]

電磁気学の基本の一つはフレミングの左手の法則、電磁誘導である。中学校でも基本的な事柄は学習しているが本講座では知識だけにとどまらず、モータとしては最も単純なクリップモータを動かすことで知識の定着を図った。なぜ片方のエナメル線だけ半分削るのか、コイルの位置による磁場からの力の向きなどを確認させた。また出来るだけシンプルに作ることや、電圧の大きさと回転数の関係などを具体的に調べた。

ここでは電流という形で電子の流れを学習したが、電子そのものの電荷や、比電荷などを測定することを課題研究の目的とすることにした。

●[物理分野プレ講座・スターリングエンジンを作ってみよう]

エンジンといえばガソリンエンジンを主流とする内燃機関が中心であるが、スターリングエンジンは温度差だけで動く外燃機関であり、その単純さから夢のエンジンとして脚光を浴びている。ここではスターリングエンジンを作るところから始めたが、スターリングエンジンの中でも単純に出来るピストン形のキットを作成した。暖められた空気と、膨張のタイミング、冷やされた空気の移動など、位相差が90度であることも考慮に入れながらエンジンの仕組みを考察した。熱源としてはお湯を用い、ビーカーにお湯を入れその上にスターリングエンジンを載せて全体が温まったところで初期振動を与えてエンジンを動かした。振動時間と振動回数を測定しエンジンの性能をまとめた。どうやったら振動数を上げることができるかをさまざまな視点から考えさせた。

また演習実験として温度差が比較的小さくても動く、スターリングエンジンも考察した。しかし今回のテーマからはエンジンは選ばれなかったので別のテーマを用意した。

ウ 後期実施の課題研究について（数学・物理・化学・生物・地学の5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ゆくように展開する。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 「代数学と幾何学」	数学	3	集合とは何か、自然数の整列性、代数的構造について完全剰余系と合同式について考察した。
② 「電子の研究」	物理	3	ヘルムホルツコイルの磁場の強さの特定と、地球磁場の影響を受けないように工夫しながら測定中である。
③ 「振り子の研究」	物理	3	質量の中心する部分が大きいと、公式にかなり従うことがわかったので、地球ゴマを用いてジャイロ効果が及ぼす影響について考察中である。
④ 「バイオマスを用いたエコ燃料」	化学	4	セルロースの分解触媒として用いられる硫酸。真のエコ燃料を目指し、より環境に優しい触媒の開発を行う。
⑤ 「草木染めと金属イオンの関係」	化学	3	天然染料を用いて、金属イオンと発色の関係を数値化し、様々な溶液に含まれる金属イオンを定量する。
⑥ 「庄内川の水質をアユにあったものに・・・」	化学	3	生活排水等が、どのように土壌的浄化作用を受けているのかについてモデル化を通じて研究し、その結果をもとに浄化装置の設計、

			実用化を目指す。
⑦ 「蛍光顕微鏡を使って植物細胞のはたらきを見る」	生物	3	テッポウユリを材料に、柱頭について花粉が胚珠に向かって花粉管を伸ばしていく過程で、糖がどのように利用されているかを調べる。
⑧ 「植物の環境浄化能力について」	生物	3	サンパチェンスとインパチェンス、その他にはパンジーとデイジーを材料に、葉組織の構造や気孔の数を調べながら光合成量との関係について探究する。
⑨ 「変態から生命を科学する ～破壊と形成の生物学～」	生物	3	アフリカツメガエルを材料に、幼生と成体の体のつくりの変化に注目し、パラフィン包埋による組織レベルでの変化を調べようとしている。小腸の長さやオタマジャクシの尾の変化についても同時に探究する。
⑩ 「再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件」	地学	3	再凍結面の素材(熱伝導率)や厚さを変化させることにより、再凍結面での熱のやりとり(かける水からの熱や凝固熱)が再凍結氷の形状にどのような影響を与えるのか調べる。
⑪ 「簡易日射計による太陽放射量の測定」	地学	2	市販されている簡易日射計を用いて、太陽高度と地表に達する太陽放射量の関係を調べる。また、簡易日射計の改良に取りくむ。
⑫ 「川の水質と人間活動の関係性」	地学	3	川の合流地点における水質調査から生活排水等の影響を調べる。このような合流地点の1日における変化を調べ、人間の活動との関係を調べる。

(4) 検証

2年生SSクラスの生徒が課題研究での取り組みをイメージしやすいように、また、プレ講座からグループでの研究活動に至る過程でのスムーズな移行を促すために、4月下旬に3年生の課題研究が行われている時間帯に2年生が見学する時間を設定した。手短かに3年生が2年生に取り組んでいる研究を説明する中で、生徒(2年生)にとってはたいへん具体的に課題研究の雰囲気を感じ取ることができたようである。また、プレ講座の内容を改善しつつ夏季休業前に研究テーマの決定を行い、9月までの間に関連事項の事前の調べ学習等、現在の形態の範囲内で、できるだけ早く研究活動へ移る体制としている。

課題研究に必要な時間が、授業時間内では不足することは平成19年度からの課題となっているが、生徒の課外活動(生徒会活動・部活動等)に配慮しながら、要望があれば授業後に指導教員が対応するようにしている。

課題研究テーマの多くは、指導担当の教員側から提案するかたちのものである。しかしながら結果の明白な題材を取り扱うわけではないために、研究の進行によっては指導教員の専門性を外れてゆくこともある。教員による情報交換や書籍等からの情報収集など、研鑽できる環境づくりも重要な点と考えられる。また、今年度は県立のSSH指定校による「SSH自然科学部交流会」や「科学三昧 in あいち2009」等の校外でのポスター発表会へおよそ半数のグループが出展した。様々な機会を活用し、交流を広げることによって、ひとつでも多くのヒントを獲得させることはそれぞれの研究を進める上で貴重な経験となった。



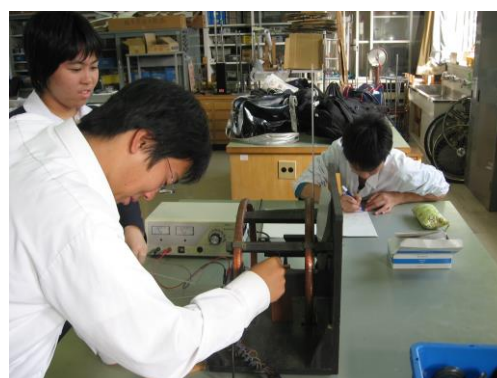
プレ講座（ヒドラの餌行動の観察）



（電子伝達反応による色素の変化）



（スターリングエンジン）



（クリップモーター）

1 1 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 クラスにおいて実施

イ 単位数

1単位「総合的な学習の時間」の代替として実施

（2）仮説

昨年度の「課題研究Ⅱ」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、東海フェスタやSSH生徒研究発表会などの発表会に参加し発表することにより、プレゼンテーションの能力を増し、論文集をつくることにより、考察力や論文を組み立て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
数学	初等幾何学のいくつかの定理について	2
物理	風洞装置を用いた垂直軸風車の製作	4
	自作発電機	2
	スターリングエンジンの製作	4
化学	燃料電池の電極触媒における金属メッキの研究	4

	植物毒の抽出とその利用	3
	紫外線と可視光線による色素の退色	4
生物	カイワレの胚軸形成における光の影響 なぜ、暗所で育てたカイワレはよく伸びるのか	3
	レッドロビンの赤い色素のはたらき	4
	ヒドラの再生と行動のしくみ	2
地学	川の自然浄化	4
	地震動と建築構造	3
	再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件	3

イ 研究の概要と要旨

(ア) 初等幾何学のいくつかの定理について

「幾何学再発見」(瀬間士郎著、日本評論社)を使用して、二等辺三角形の底角定理、三角形の二辺の和の定理、モーレーの定理、フォイエルバッハの定理、円周角の定理などの証明法や等周問題などについて議論を行ない、特に九点円の定義の証明方法について検討した内容を中心に発表した。

(イ) 風洞装置を用いた垂直軸風車の製作

向陽高校の敷地内で吹いている程度の弱風(風速約 1.0m/s)でも発電(回転)できる風車の製作を目指した。風車がどのような条件を満たしていれば微弱な風の中でも回転を始め、発電を行えるかを調べることを目的として、一定の風の流れを作るのに必要な風洞装置を自作し、その装置を用いて垂直軸風車についての研究を行った。

(ウ) 自作発電機

少ない動力でより大きな電力を取り出すために発電機に必要な条件を調べることを研究の目的とした。イの風車と連動させるために、垂直型の軸をもつ発電機を製作して効率のよい発電のための条件を模索した。磁力の大きさ、磁石とコイルの位置、コイル内の鉄心の重要性などについての知見を得ることができた。

(エ) スターリングエンジンの製作

排気ガスが出ないため環境にやさしいスターリングエンジンに注目し、身近にある材料を使用して、廃熱や余熱によって発電が可能なスターリングエンジンの製作を目指した。特殊な素材や機材を使用しなくても、十分エンジンを動かすことはできたが、仕事量は小さかった。大学から提供を受けて組み立てたものは、トルク、回転数もかなりあり、発電機を回すこともできた。しかし、まだまだ身近なエンジンとしては改良が必要である。

(オ) 燃料電池の電極触媒における金属メッキの研究

燃料電池の電極に最もよく使われ、性能のいい素材は白金であるが、高価な金属であるために、電極のコストがとてかかる。そこで燃料電池の部品の中で電極触媒に注目して、より安価な材料で電極を作成して優良な燃料電池の製作を目指す研究を行った。

(カ) 植物毒の抽出とその利用

ジャガイモに含まれる毒であるソラニンに注目し、通常捨てられてしまうジャガイ

モの皮や芽に含まれているソラニンを生活に役立てることを目的として、ジャガイモからの抽出、クロマトグラフィによる分析、カラムによる精製などを試みた。また、ソラニンを含む団子をつくり、昆虫に対する効果を調べた。

(キ) 紫外線と可視光線による色素の退色

看板やポスター等の色あせに興味を持ち、色素の違い、添加物の有無、温度、可視光が、色あせに実際どの様な影響を与えているかを調べた。食紅・エオシン等の色素の水溶液に、ブラックライト（紫外線）と蛍光灯（可視光）を照射する実験を行った。これらの結果より、紫外線量の他に可視光線量、温度などが色素の化学構造変化にさらなる影響を与えると、退色が促されるのではないかと考えられる。

(ク) カイワレの胚軸形成における光の影響

カイワレ大根の明条件と暗条件における胚軸の伸長のしくみと、道管形成の違いを明らかにすることを目的とし研究を行った。その結果、胚軸の伸長は個々の細胞が吸水して伸長したことによるもので、伸長する細胞で浸透圧上昇は起こっていなかったが、明条件と暗条件でオーキシンに対する反応が異なり、大きく伸長する細胞の吸水力は膨圧の低下によることがわかった。

(ケ) レッドロビンの赤い色素のはたらき

レッドロビンの若い葉が、なぜ赤い色素アントシアンを持つのかを明らかにすることを目的として、アントシアンが葉の光合成に与える影響を調べた。実験の結果から、葉の成長とともに、アントシアンは減少、クロロフィルは増加することがわかった。またアントシアンは青い光を葉緑体の手前で吸収し、光合成速度に少し影響を与えるが、それ以上に、光合成に使用されない紫外線を吸収しているので、葉を保護する役割があると考えられる。

(コ) ヒドラの再生と行動のしくみ

ヒドラの再生と行動に注目し、[1]ヒドラの再生・生殖について、無性生殖に重要な出芽域に着目し、芽体形成と再生のかかわりについて探究し、[2]ヒドラがエサを捕獲する過程において、エサによる触手への機械的な接触刺激を偶然にまかせて待つだけなのか、それともヒドラは積極的にエサを誘引しているのかどうかを調べた。

(サ) 川の自然浄化

汚染された川を以前のきれいな川へと戻すためには、川が持つ水質の浄化の仕組みを知ることが必要であるという問題意識をもって、水質調査を行い川における汚染の程度を知り、汚水の流入源やどのように自然の浄化作用が働いているのかを調べた。

(シ) 地震動と建築構造

地震動と建築構造の関係を知るために、建物のモデル、起振機に至るまですべて自作し、建物の共振に注目して実験を行った。起振機は小型化、軽量化、電動化と改良を重ね、その結果、電動起振機が完成した。電動起振機を用いて実験を行い、建物の土台を変えていくことで、揺れ方に変化がみられるということがわかった。

(ス) 再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件

霜が降りたガラス面に水をかけた際に形成される再凍結氷の結晶の形状と、その生成条件を調べるために、面の状態と、周囲の環境に注目し実験を行った。ガラス板の表面温度が高くなるにつれ、結晶はゆっくりと成長し、大きくなった。プラスチック

板では、ガラス板に比べて再凍結が起こりにくく、氷結晶の形状も異なった。再凍結面に形成される氷結晶の形状は、周囲の環境には左右されず、面の状態に依ると考えられる。

(4) 研究成果発表

ア SSH東海フェスタ（名城大学 7月18日）

「風洞装置を用いた垂直軸風車の製作」、「自作発電機」、「燃料電池の電極触媒における金属メッキの研究」、「レッドロビンの赤い色素のはたらき」、「川の自然浄化」、「再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件」の6つのグループが、7月18日に名城大学で行われたSSH東海フェスタにおいてパネルセッションに参加して発表した。各校レベルの高い発表が数多くあったが、落ち着いて発表することができ、パネルセッション特別賞を受賞した。

イ 生徒研究発表会（パシフィコ横浜、8月6日、7日）

「カイワレの胚軸形成における光の影響～なぜ、暗所で育てたカイワレはよく伸びるのか～」の研究グループがポスター発表を行った。SSH東海フェスタで発表する生徒と同時に発表の練習会を行い、発表直前にも練習を行い発表会に臨んだ。当日は、多くの参加者に対して発表を行うことができた。

ウ SSH事業研究成果報告会（向陽高校 11月5日）

課題研究の最後のまとめとして、学校全体のSSH事業成果報告会の中で行った。SSH事業成果報告会は、中学校や他の高校、大学の先生方を招いて開催した。当日までに、それぞれ論文を作成し冊子としてまとめた。学校設定科目「SS英語」では研究内容を英語でまとめプレゼンを行った。午後の口頭発表では、課題研究を3つの分野に分け、それぞれについて次の先生方の指導、助言を受けた。

物理分野 田中 信夫 名古屋大学エコトピア科学研究所教授

化学分野 稲毛 正彦 愛知教育大学教育学部教授

生物分野 海老原史樹 名古屋大学大学院農学研究科教授

すべての生徒が参加できる授業後にはポスター発表の時間を設け、校内での研究成果の普及を行った。

エ 論文コンクールへの参加

研究内容は校内で論文集として作成するほか、様々なコンテストに応募した。その内訳は、日本学生科学賞に3本、JSECに3本、神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞に4本、東京理科大学坊ちゃん科学賞1本、筑波大学「科学の芽賞」2本、大阪市立大学「化学グランプリ」1本であった。その中で、「再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件」が日本学生科学賞愛知県優秀賞名古屋市教育委員会賞、「カイワレの胚軸形成における光の影響～なぜ、暗所で育てたカイワレはよく伸びるのか～」が神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞において優秀賞、「レッドロビンの赤い色素のはたらき」が同努力賞を受賞することができた。

オ その他の発表会等への参加

「カイワレの胚軸形成における光の影響」、「レッドロビンの赤い色素のはたらき」、「ヒドラの再生と行動のしくみ」の各グループは、3月に名古屋大学で開かれた日本植物生理学会年会の高校生研究発表会において、ポスター発表を行った。「カイワレの胚軸形

成における光の影響」は最優秀賞、「レッドロビンの赤い色素のはたらき」、「ヒドラの再生と行動のしくみ」はオンリーワン賞を受賞した。

「植物毒の抽出とその利用」のグループは、11月3日に開かれた日本化学会東海支部主催の第18回東海地区高等学校化学研究発表交流会において発表した。発表に参加した生徒の1名が、討論賞を受賞した。また、10月3日に名古屋市科学館で開かれた科学の祭典へ、「スターリングエンジンの製作」のグループが参加し、一般市民へ向けて成果を発表することができた。

(5) 検証

昨年度は発表会間際まで実験を続けるグループがあって、論文作成の作業やプレゼン作成の作業が大変あわただしくなってしまった。この反省を踏まえて、今年度は早めに実験を終えてまとめの作業に時間を使うように指導した。これによって多少は余裕をもってプレゼン作成ができた様子であった。昨年度の「課題研究Ⅰ」と今年度の「課題研究Ⅱ」を通して、生徒たちが実験や考察を重ねてきたことを大変有意義な活動だったと感じる意見が多く、多くの生徒が充実した研究活動だったと受け止めている様子である。また論文にまとめたりプレゼンやポスターで発表したりした経験も、今後大学や企業で確実に生かしていけるという意見が非常に多く見られた。ただ、論文作成についてはまとめ方や文章のつくりかたのアドバイスをもっと受けたかったという声があり、来年度へ向けた課題としたい。

次に、生徒たちの感想をいくつか記載する。

- ・ 身近なところにたくさんの疑問を見つけて、いろいろなことを考えたり、場合によっては調べたりすることが多くなりました。また研究を通じて忍耐力や集中力がつきました。それから、発表を通じて、人にわかりやすく説明する力も上がったと思います。
- ・ 高まった能力それは科学者能力です。いわゆる科学者に必要不可欠な能力が身についたと思います。その能力とは「研究して発表する」ことはもちろんのこと、ものごとを客観的に頭で見たりすることや研究や発表が成功したときの喜びだと思っています。自分が客観的に見て人間が成長したと感じれます。
- ・ 一日中頭の中で研究のことを考えていたこともあり、論理的に考える力が向上したと思う。論文作成においても、文章をかくことが自体がとてもいい刺激になった。研究から発表へのプロセスを体験できたのが大きい。普通、体験できることではなく、できたとしても科学部での活動でしかできないので、SS クラスを設けて一緒にグループ研究をしたことは、今後大いに役立つと思う。
- ・ そう簡単には自分の頭で考えることをやめないようになったと思う。どうしてもわからないときには、他の人に聞いてみることをあまりしなかったけど、そういうことも以前よりはできるようになったと感じている。普通に学校生活を送っていたら得られないような経験ができたこと。先生や研究者などの大人に勇気をもって質問ができるようになったこと。
- ・ 研究を行うにあたっての観点。そして考察する力が高まったと思います。これは、一人で行うのではなく、グループで行い、話し合いから生まれたものだと思います。仲間と協力し合って一つの謎を解き明かした達成感を味わえたことがとても良

かったです。他には自分で考えたことが自分が行った実験で証明される嬉しさを知れたことです。

(6) 研究の成果と課題

昨年度の「課題研究Ⅰ」の後半と今年度の「課題研究Ⅱ」で1年以上にわたって取り組んできた成果は、研究を行う試薬や道具を自分たちで準備して、基本的な操作を習得し、実験の計画を立てて、実験結果を細部にわたって考察し、その結果から考えられる疑問を整理して仮説を立てて次の実験を計画するという研究の基本的な流れを、じっくりと時間をかけて経験することができたという点で非常に大きなものがあった。また、最終的に実験結果を論文としてまとめる過程、それをもとにポスターを作製したり、パワーポイントをつくったりする過程、さらにそれらを口頭発表して、質問を受けて答える過程も、生徒たちにとって非常に大きな経験となっていることは間違いない。ただ、どうしても授業時間だけでは間に合わず、授業後に作業をすることも多く、3年生の受験に向けた準備が佳境に入る頃に研究成果をまとめていくことになり生徒たちに負担感があったことは否めない。ただ、生徒たちも、これまで自分たちが一生懸命やってきた研究を精一杯わかりやすく伝えたいという思いも強く、こうした問題を少しでも小さくするために来年度へ向けてさらに改善策を検討する必要があると思われる。

12 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36名

イ 実施日程・実施場所

日程：平成21年5月21日（木） 8時00分（集合点呼）～17時00分（学校着）

調査活動場所：二ツ池（^{ふたついで}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

TAとして愛知学泉大学コミュニティ政策学部4年生の、前澤健一さん、落合卓也さん

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、自然体験の大切さを実感させる目的で、平成21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21年5月21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。また、5月14日には講義等を行う施設の大府自然体験学習施設二ツ池セレクトナ館長の島田勝彦氏も含め、現地での下見と打合せを行った。

(2) 仮説

自然科学の中でもとりわけ生物学や地学の世界では、研究対象となる生物等を自然の中のひとつとして全体をとらえることが大切である。対象をよく観察し、問題点を見つけ出し、それを解決してゆくのに必要な「科学の方法」を身につけることは非常に重要で、現実にフィールドでの活動を経験してはじめて研究や学問の真の内容や意味の理解に到達できる。このような観点から、校内では実施が困難な実際のフィールドでの調査、観察活動の経験を通して学ぶ機会を設定した。

近年、自然環境と人間社会との関わりについて里山を通して考える事が多い。この里山や農業用のため池のような、ヒトの手の加えられた環境に生息する淡水カメの生態やそこに生息する生物群を知ることで、人間の活動がどのように自然環境に負荷をかけているのかを学ぶことができる。

今回のSSリサーチでは、淡水カメの生態や行動の研究を専門とされている愛知学泉大学コミュニティ政策学部の矢部隆教授よりご指導いただくことで、フィールドでの自然科学研究を大きなスケールで捉える姿勢や、生命科学を環境との関わりから幅広く見つめる方法について認識を深めることができると仮説を立てた。

(3) 内容・方法

ア 事前学習

講座に先立ち、矢部教授より提案いただいた人間社会とため池の意義に関するプリントと、淡水カメの特徴に関するプリントを事前学習として理解しておくように生徒に指示した。また、野外での活動に必要な服装や持ち物などに関する注意事項と、安全に行動するために要求される心構えについて指導した。

イ 午前の実施内容

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。

調査地に到着し、二ツ池セレクトナにて矢部教授より講座の目的の確認と安全指導、およびフィールドノートを十分に活用し、自分の文字と図で「問題発見型の科学」を遂行する心構えを指導いただいた後、フィールドでの活動に移った。フィールドでは6名で1つの班をつくり、調査を実施した。当日は地元のケーブルテレビ会社の(株)知多メディアネットワークより取材を受けながらの講座となり、その様子は地域のケーブルテレビだけでなく、インターネットでも配信された。

講座テーマにもある「カメ」、「生物多様性」、「外来生物」をkey wordとして、午

前は次のような調査・観察活動を実施した。

(ア) 平戸池、増田池でカメわなかけ

平戸池および増田池（ホタル放逐場を避ける）に 20 個ほど。矢部教授考案のもの。
エサ、わなをかける位置や水深等のノウハウをカメの習性ととも学んだ。

(イ) 池の周囲のルートセンサス（図鑑を活用して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・観察資料（図鑑）等を用いて小型の動物を採集、観察した。

ウ 午後の実施内容

昼食を含めた休憩の後、セレクトナの学習室にてルートセンサスにて捕獲した生物をもとに、矢部教授より講義をいただいた。

(ア) ため池に見る生物多様性、生態系、エコトーンの意義

(イ) 捕獲生物の紹介

アカミミガメ・ニホンカナヘビ・ヌマガエル・アメリカザリガニ・テナガエビ・ブルーギル 等

(ウ) 外来生物の定義と外来生物問題

(エ) 2010 年に開催予定の COP10 について

講義の後、午前中に設置したカメわなの引き上げと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。カメの捕獲結果から調査池の生物相について矢部教授による総括を受け、事後レポートの作成に向けて要点の整理を各自で行った。

この講座で感じたことや学んだ事項については、感想文に記し、調査・観察事項については、6 月下旬までに班ごとにポスターにまとめることで事後学習とした。

(4) 検証

この講座で実施した集団での小動物の採集と調査は、ほぼすべての生徒が初めての経験であった。事後に班ごとにポスターを作成することもあって、写真やメモによる記録は細かく行うことができていた。また、採集した生物を持ち寄り、情報交換の機会を設定できたことは意義深かったと考える。昆虫に詳しい生徒もいれば、反対に興味はあるが生物に触れることができない生徒もおり、それぞれの交流から相互理解が得られる機会を作ることができた。セレクトナの立地として、フィールドと講義場所が隣接しており、採取した生物を材料にしてすぐに講義に移行できるメリットはたいへん高く、クラス規模でのまとまった行動をとる観点からも貴重であった。生徒アンケートからも、講義内容の理解や、興味・関心の喚起の点についても高い水準で達成でき、活動への満足度は大きかったと考えられる。

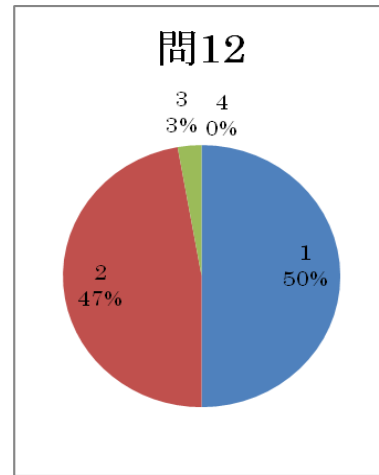
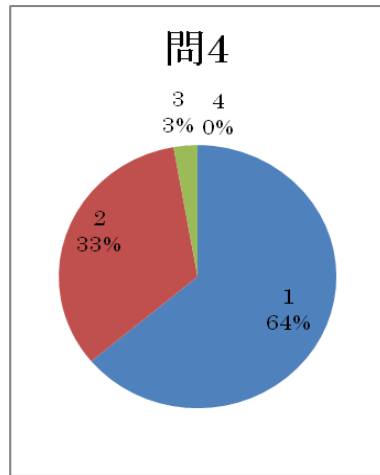
[アンケート設問の主なもの（設問 4,12）]

問 4 野外実習を通して、新たにわかったこと・新しく不思議に思ったことはありましたか？

1 たくさんあった（23 人） ， 2 ややあった（12 人） ，
3 あまり無かった（1 人） ， 4 無かった（0 人）

問 12 今回の講座内容(野外実習・学習講座等)に関連する事項について、いろいろ調べてみたいと思う気持ちが高まりましたか？

1 高まった（18 人） ， 2 どちらかといえば高まった（17 人） ，
3 どちらかといえば高まらなかった（1 人） ， 4 高まらなかった（0 人）



講座の key word でもある、「生物多様性」、「外来生物問題」については言葉だけでなく、実体験できたという内容の感想も多かった。捕獲した小動物の中に多くの外来種があり、それらを処分しなくてはならない点については、感受性の高い世代である生徒には特に考えさせられる重い問題として残ったようであった（生徒感想文より）。

[生徒感想文の主なもの]

- ・ 講義で聞いたエコトーンと実際に見た水辺の様子から、知識と現実が結びついた。
- ・ エコトーンに良く見られるヨシは単に伸ばすだけでなく、刈り取って有機物がたまらないようにして水の浄化ができるようにするという作業の大切さも初めて知って、そういった特徴も理解しなければ、ならないのだなと思った。
- ・ わなを仕掛けたり、生物を採ったりすることはなかなかできないことだった。「生物多様性」について自分の目で確かめることができ、本当にいい経験になった。
- ・ この SS リサーチでは、フィールドワークの方法を学ぶと同時に地球全体で直面している問題の大きさも知ることができました。
- ・ 外来生物の問題は、人間にも少なからず影響を及ぼす重大な問題であることを私たちは理解し、考え、行動してゆく必要があると感じました。
- ・ ただ生き物を採ってワイワイするだけでなく、それらを観察し外来種の問題についてはとても考えさせられました。ミシシippiaカミミガメやアメリカザリガニなどの外来種問題は簡単に解決できるものではなく、安楽死させるしかない聞いたとき、「それしかないのか?」と本当に残念に思いました。
- ・ 矢部先生の講義を受けた後で、改めて自分たちが捕獲した生物を見てみると、確かに外来生物のほうが多かったりしたので、日本固有の生物を押し除けていることを実感できました。外来生物を日本に入れてしまうことについて深く考えさせられました。
- ・ 外来種が悪いというのは人間の都合を基準にしている。人間の勝手な行動で生き物が殺処分されることにとってもないやるせなさを感じる。
- ・ 矢部先生が「どうして好きなカメを殺さなくてはならないのか分からない」とおっしゃったのを聞き、心が痛んだ。在来種の存在を脅かしているのは確かかもしれないけど、外来種自体には何の責任もない。この問題に折り合いをつけることは難しいと思った。

講座のまとめとして作成したポスターの一部は、二ツ池セレストナに掲示されることになり、このような繋がりができたことも大切なことと考える。

今後の課題としては、このようなフィールドで行う調査の継続性があげられる。今回の場合は、捕獲されるカメの種の調査や標識再捕法に代表される個体数の推定などを通じて発展的な位置づけとする事などが考えられる。発展性を持たせて取り扱うためにはどのような形態が適切であるか等、整頓しつつ工夫することが必要である。



矢部教授による、カメわな設置の指導



ミシシッピーアカミミガメの腹甲長の測定



事後学習での研修ポスター製作

1 2 S S リサーチ I 【第3学年】『企業見学と都市公園での自然観察』

(1) 経緯

第3学年SSクラスを対象として、5月21日に実施した。愛知万博に合わせて開業したリニモを利用した貸切りニモという企画のことを事前に新聞で知り、それを含めた計画を立案した。

打ち合わせは、明德公園については名東土木事務所、リニモについては愛知高速交通株式会社、三菱自動車については、三菱自動車総務課と電話で行った。

(2) 仮説

高校で学ぶ物理や化学が、実際の科学技術としてどのように生かされているのかは、なかなか教室では実感することができない。しかし基本的な原理は高校で学ぶ内容に基づいている。そこで、先端技術を使ったリニモや電気自動車などを体験し知識を得ることで、授業と技術のつながりについて理解を深め、授業に対する意欲を高めることができる。また、都市

公園に残された雑木林を観察することで、環境意識を高めることができると考えられる。

(3) 内容・方法

ア 明徳公園での自然観察

直前の生物の授業において、東海地方における雑木林の樹種を紹介した。名古屋近郊では、遷移の極相になるのはアラカシ、ヒサカキ、ソヨゴ、アオキなどの常緑広葉樹であるが、雑木林ではコナラ、アベマキ、タカノツメなどの落葉樹や遷移の初期に育つアカマツが見られることをパソコンの画像を見せながら説明した。実際に現地では、代表的な樹種について樹皮や葉の形などの見分け方を教えながら散策した。樹木の特徴については、授業内では紙の上での知識しか伝えられない。また向陽高校周辺は住宅地で雑木林が見られないため、大変貴重な経験となった。

イ リニモの体験乗車

藤ヶ丘駅で、愛知高速交通会社の方から事前の注意事項やリニモについての基本的な知識の説明を受けた。リニモは磁気浮上式の HSST リニアモーターカーであり、浮上して走行するためレールとの接触がなく、騒音や振動の問題が小さく、乗り心地も快適であること。リニアモーターで駆動するので、急勾配でもスムーズに走行でき、制御は集中管理されており普段は無人で運行されていることなどの特徴がわかった。実際に乗車し約30分間の運行の間、乗務員の方々にさらに細かく説明を受け、質疑応答を行った。また途中の駅で、磁気浮上の瞬間を繰り返し体験したり、軌道の切り替えの様子を見学した。



ウ 三菱自動車における見学

最初に自動車工場の見学を行った。まず、見学中の注意事項や機密事項についての説明を受け、生産ラインの順番に鋼板がプレスされて車体のシャーシに形作られていくところから、溶接や塗装、フロントガラスの取り付けなどの作業がかなりの部分で産業ロボットによってオートメーション化されていること、座席や運転席周りの部品の取り付けなどが複数の車種が混合した状態でラインを回っていることなどを見ることができた。また、最終的な点検や走行テストなど安全性や作業効率などがいかに周到に考えられているかを知ることができた。



その後、電気自動車について開発技術者の方から講義を受けた。三菱自動車では1966年から電気自動車の開発を始めた。当初はバッテリーとして鉛蓄電池を使っていたため、容量が小さいので航続距離が小さいこと、電池自体の重量が大きく、自動車としての性能は良くなかった。ことなどの説明を受けた。しかし、1990年代に入ってリチウムイオン電池が使えるようになって、充電時間の短縮、航続距離の増加、電池重量の軽減が可能になり、実用化の目途がたった。ガソリン車のエンジンに比べ電気駆動のモーターはトルクが低速でも大きく加速性能が良



いこと、そして走行中の排出ガスがないことなど昨今の環境問題に対応する自動車としての意義は大きいということだった。IMiEVは6月に市販されることが決まっており、まさに最新の技術に触れる良い機会となった。講義の後に、質疑応答と全員での体験乗車を行った。

(4) 検証

ア アンケートの内容と結果

明德公園については、住宅地のすぐ近くに自然を残した雑木林の公園があることに、強い印象を受けていた。また、こうした自然を残していくことに意義を感じるという意見が多く見られた。リニモについては、磁力の引き合う力と重力によって8mmの隙間で浮上していることや乗車体験での加速度、定速でのコーナリング、走行中の静寂さや滑らかさを体感して感動したという声が多かった。三菱自動車では、実用化されている電気自動車のメカニズムやバッテリーの工夫に感嘆する声が多くあった。また、自動車製造ラインが数々のロボットによって進められていることに驚く声が多かった。

イ 研究の成果と課題

リニモや電気自動車といった最先端の技術が用いられている現場が、いずれもエネルギーコストや排気ガス、静寂性といった環境に配慮したものだったこともあり、生徒たちの感想には、最初の自然体験との関わりを述べたものがいくつも見られた。将来の科学技術はこうした方向性を目指すべきであるという意識を持った生徒が多かった。また、科学技術が実際に応用されている現場を体感して感銘を受けたという声も多く、中身の濃い研修になったことは間違いない。高度な技術にも、蓄電池のしくみや磁力と重力の力のつり合いといった高校の化学や物理の原理が用いられていることを知り、現在の高校での学習意欲を向上させる効果があったことが伺える。

小学校での校外学習で、自動車工場を訪れたことのある生徒もいたが、高校のサイエンスを学んでいる中で将来の進路を意識しながら改めて見学すると、大きな感動を受けている様子であった。

13 SSリサーチII

(1) 物理コース① 『ロボット工学の基礎』

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21年8月4日（火）、5日（水）

場所：名古屋工業大学 創成シミュレーション工学

(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：「ロボット工学の基礎」

講師：名古屋工業大学 創成シミュレーション工学、水野 直樹 教授

イ 仮説

最先端の機器や基礎科学の分野、あるいは学生実験に実際に触れて経験することで、自然科学に対する幅広い分野の興味・関心をさらに高められる。

ウ 内容・方法

(ア) 概要

事業の実施

日時	場所	内容
8月4日(火) 9:00~17:00	名古屋工業大学 3号館10階	移動ロボットの遠隔操作、画像認識等による自律走行デモンストレーション
8月5日(水) 9:00~17:00	名古屋工業大学 3号館10階	アームロボットの操作パネルによる動作、プログラムによる動作実習(シミュレーションと実機)と考察

(イ) 内容と展開(移動ロボットの遠隔操作)

環境認識、行動計画、移動の三本柱が移動ロボットの三大機能である。小型カメラで撮影した画像をあらかじめ取り込み、それと同じ画像を認識したときに決められた音声を出すというプログラムを組んでロボットを動かしてみる。画像認識はその解像度と類似度で細かくしすぎるとわずかに角度が違っただけでも同じものとは認識しないが、類似度を下げて操作すると違ったものまで同じと認識してしまうという難しい問題に直面した。我々人間の目と違いまだまだ画像認識による自立運動はハードルが高いと思われた。

しかし、1つの認識ではなく形や色といった色々な要素を組み込んでいくことで正確に認識できるようになった。現在この技術で自動操舵による船の操作を実用化しようと試みられている。



(ウ) 内容と展開(ロボット工学入門)

ロボットは産業や災害時の救助作業、社会福祉など色々な場面で貢献しているがどうやって複雑な動きをプログラムしているかを産業用アームロボットを用いて実験した。空間を把握するための空間の自由度は3であるが、より複雑な細かい動きにしていけるためには自由度(間接のイメージ)を増やさなければならない。今回は2次元の空間に一筆書きで星を書くこと、そして次にZ軸を加え三次元で直方体を描くことに挑戦した。



人間の場合は、上下左右へ動かすことを描きながらでも考えることができるが、ロボットの場合はプログラムで動くのでそれが正しいと思って組み立てても、実際に作動させると座標点がずれたりして大変難しかった。感覚に頼る部分と数式で表現することなど多彩な思考が問われた。生徒たちはお互いに知恵を出し合いながら、最終的には直方体を書くことができ、たったこれだけの作業でもプログラムで動かすこと、つまり制御

の難しさの一端を垣間見ることができた。

エ 検証

アンケート調査による結果、8人の生徒すべてと水野教授、TAの先生方から取り組めてよかったとの回答をいただいた。今回はロボット制御の理論的なことに加え、現場で使われている作業用ロボットと同じ型のもので実験が出来たため、生徒たちにとってとてもよい経験になった。プログラムではファジーな内容に対応するのがとても難しいということが判ったが、人工知能を組み合わせることができたらそれを解決することができるかもしれないという話を聞き、まだまだ可能性を秘めた分野であると感じた。

(2) 物理コース② 「光ファイバの基礎の基礎」 「センサの基礎と応用」 「マイクロミラーモデルの製作」

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、3名

(イ) 実施日程・実施場所

日程：平成21年8月20日（木）21日（金）、24（月）、25（火）

場所：豊田工業大学 セミナー室、実験室

(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：「光ファイバの基礎の基礎」、「センサの基礎と応用」

「マイクロミラーモデルの製作」

講師：豊田工業大学光機能物質研究室 大石泰丈教授

光機能物質研究室 鈴木健伸准教授

機械創成研究室 古谷克司教授

マイクロメカトロニクス研究室 佐々木 実教授

イ 仮説

最先端の機器や基礎科学の分野、あるいは学生実験に実際に触れて経験することで自然科学に対する幅広い分野の興味・関心をさらに高められる。

ウ 内容・方法

(ア) 概要

事業の実施

日時	場所	内容
8月20日(木) 9:00~17:00	豊田工業大学 8218セミナー室	・光ファイバの基本と理論 ・ファイバレーザー用ガラスの作製
8月21日(金) 9:00~17:00	豊田工業大学 8218セミナー室	・ファイバレーザー用ガラスの特性評価およびファイバ作製 ・ファイバレーザー発振実験
8月24日(月) 9:00~17:00	豊田工業大学 機械創成実験室	・センサの特性測定実験 ・ライントレースカーの製作

8月25日(火) 9:00~12:00	豊田工業大学 2301 教室	・静電気の性質を確認する予備実験、 ・マイクロミラーのマクロモデル製作とその動作実験
------------------------	-------------------	---

(イ) 内容と展開 (光ファイバ)

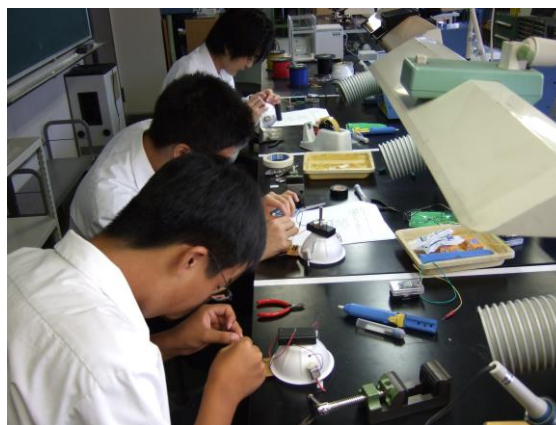
20日午前中に光ファイバの基本的な理論を学び、午後から実際に光ファイバの製作に入った。インターネットでも身近な存在である光ファイバがデータの損失がほとんどない状態でデータを送受信できることを全反射の話から説明された。実際に光ファイバを製作することにより、長い繊維上のものを巻き取りながら進んでいく工程を理解できた。次に、回転研磨機で磨いた試料で吸収スペクトルと蛍光スペクトルの測定を行った。本人たちが自分で両面をほぼ平行になるように磨き装置にセットするため慎重に行った。



あわせて、レーザー光の基本的特性についてコヒーレントな光の性質とエネルギー単位について学んだ。

(ウ) 内容と展開 (センサーとライントレース)

フォトトランジスタの特性についてその静特性を測定した。生徒は物理学で電気の知識がない状態であったのでトランジスタの増幅回路の説明を受けてから測定に入った。次に、光を当てることでコレクタ電流を変化させることができるフォトトランジスタを用いてライントレースカーの製作をした。このとき右のセンサーで左を、左のセンサーで右のモータを制御するよう基盤にセットし、あらかじめ作ったコース上をどのように動くかを確かめた。実際には2つのモータの回転数や、センサーの位置などで物体の動きは極端に変わり、2つのセンサーだけでライントレースの簡単なモデルを作ることは困難であった。しかしそれによって多くの工夫が生まれ、時間が許せばコースを回るモデルが完成できたと思う。



(エ) 内容と展開 (マイクロミラーモデル)

メカトロニクスの中でマイクロ領域では機械と電気が融合した領域になる。ここではナノレベルの小さな鏡の動きを制御するマイクロミラーモデルの構造を学び、電磁場を変化させ銅板を操作する仕組みについて実験した。髪の毛よりも細い銅線上に銅板を取り付け外部から電流を流し磁場を作る。そのとき外部磁場をどのように設定すると、電磁誘導により銅板が動くのかを試行錯誤した。ここでは温度による熱膨張や、ねじれにより生じる応力などは無視して行った。

実際のマイクロミラーでは、逆に熱膨張や応力なども制御に入れてミラーを動かしていることに驚いた。なかなか電磁場のできる様子を考えながら電場や磁場を設定す

るのは難しいが、うまく動いたときはよくこんな装置で動くものだと感心した。

このマイクロミラー技術を用いて光ビームを反射することで、ミラーの回転角度により光ビームの反射方向を変え、入力光を任意の出力ポートに接続するといったことに応用されている。

エ 検証

生徒3人、指導を受けた先生方、TAの方々にアンケートを行ったところ、全員からやってよかったとの回答を得た。特に、大学側から高校生に教えることで我々も学ぶことがあるという言葉はありがたかった。また授業では学習していない分野ではあるが、それを先に経験することにより興味が増したと思われる。工学部は基礎科学の上に産業で役立つ分野の研究も多くなされているので、その意味からも今回の経験は、ただ先端技術に触れるということだけではなく違った意味で実験が出来たと思う。

昨年に引き続き、このような機会を得ることができ豊田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自然科学の奥の深さを知るためにもぜひ続けていきたい企画である。

(3) 化学コース① 「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、6名

(イ) 実施日程・実施場所

日程：平成21年8月5日（水）、6日（木）、7日（金）

場所：名古屋大学エコトピア科学研究所

(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、稗田 純子 助教

TAとして名古屋大学大学院工学研究科より4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が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のものがあ、その先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

(ア) 講義、ガイダンスについて

最初に齋藤永宏教授、白藤立特任教授、稗田純子助教、TAの紹介がされ、3日間のスケジュール確認を行った。実験の心構え、失敗から学びとること、ものづくりには「嬉しい」が必要であることなどの話の後、実験実習「生物に学び超撥水性・撥油性材料をつくる」、「液中プラズマによる表面処理と材料合成」の2テーマについての概要が伝えられた。

(イ) テーマ1「生物に学ぶ超撥水性・撥油性材料をつくる」

植物の葉や花の撥水のしくみ、プラズマ化学気相堆積法（CVD）による超撥水膜の原理を学んだ。また、電子顕微鏡に映し出される映像を通してナノメートルの世界を観察した。その後、CVDを用いて超撥水膜を作製し、水滴の接触角を測定した。

- ① シリコン基板をエタノールで超音波洗浄した。
- 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シリコン基板に成膜させた。
- ④ 接触角の測定を行った。

(ウ) テーマ2「液中プラズマによる表面処理と材料合成」

プラズマのしくみ、液中プラズマの原理、燃料電池の構造を学んだ。液中プラズマを利用し、白金微粒子をカーボン電極に付着させた燃料電池の作製を行った。その後、発電量を測定し、市販の製品との性能を比較した。



- ① 超純水、塩化白金酸溶液、ポリビニルピロリドン溶液、カーボンナノボール（CNB）を容器に入れた。
- ② 電極、温度計、冷却装置を取り付け、パルス電源で電圧をかけ液中プラズマを発生させ、白金微粒子をCNBに担持させた（Pt/CNB）。
- ③ カーボンペーパーにCNBのみのもものとPt/CNBをそれぞれ塗布し、燃料電池の電極を作製した。
- ④ 燃料電池を作製し、CNBのみ、Pt/CNB、市販品で性能を比較した。

(エ) プレゼンテーション資料作成

それぞれの生徒は選択した1つのテーマに対して、理論、実験方法、結果、考察をまとめ、プレゼンテーション資料の作成を行った。

(オ) 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DVD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のいくものであった。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



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。

(4) 化学コース② 「金属イオンを分けてみよう、花火の色を見てみよう」
「泡沫分離で GOLD を分けてみよう」

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21年8月10日（月）、11日（火）

場所：名古屋大学大学院工学研究科 化学・生物工学専攻 分子化学工学分野

(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：「金属イオンを分けてみよう、花火の色を分けてみよう」

「泡沫分離で GOLD を分けてみよう」

講師：名古屋大学大学院工学研究科 化学・生物工学専攻 分子化学工学分野

二井 晋 准教授

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が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のものがあり、その先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

1日目については、実験を進める上で考え方の基本となる錯イオンの形成や炎色反応の原理について説明を受けた後、溶液の調製、実験操作、データ解析などを行った。2日目については、大学の研究としての先進的な泡沫分離について原理の説明を受けた後、大学で自作した実験装置での実験を行い、その後データ解析、結果の考察まで行った。

「金属イオンを分けてみよう、花火の色を見てみよう」

(ア) 原理の説明

二井先生より、錯イオンについて、炎色反応について簡単に原理の説明があり、この後進めていく実験のポイントについてや、疑問として出てくることを調べていくことについてアドバイスをいただいた。



(イ) 溶液の調製

- ① 初期溶液 (1000ppm) をつくるために、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.0125g×3 グループ、 $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.014×3 グループ分をとり、蒸留水で調製する。
- ② LIX84 入りケロシン溶液をつくるために、LIX84 0.1108g にケロシン (灯油) を入れて調製する。
- ③ 1mol/L HClaq を準備する。
- ④ Cu^{2+} の標準溶液を 1M HClaq で希釈し 0.0005mol/L (32ppm)、0.00025mol/L (16ppm)、0.0001mol/L (6.4ppm) を調製する。



(ウ) 分離操作、吸光度測定

- ① 初期溶液から 30cm³ を分液ろうとに入れ、LIX84 入りケロシン溶液 30cm³ を分液ろうとに入れる。(残りの初期溶液をサンプル①とする。)
- ② 分液ろうとを振とうさせ、抽出する。(抽出①とする。)
- ③ 2層に分離後、下層をビーカーにとる。(サンプル②とする。)
- ④ この分液ろうとに塩酸20cm³を入れて振とうさせ、抽出する。(抽出②とする。)
- ⑤ 2層に分離後、下層をビーカーにとる。(サンプル③とする。)
- ⑥ 各サンプルを塩酸で10倍希釈し、原子吸光分析装置で吸光度を測定して Cu^{2+} 濃度を決定する。



(エ) 結果のまとめ

2班に分かれて実験を行った結果、当然データに差は出たが、分液ろうとの振とうの程度や抽出液、サンプル液の取り方に誤差があったためと考えられる。平均値としては、物質収支 Cu^{2+} 97.1%、 Co^{2+} 96.6%、回収率 Cu^{2+} 86.7%、 Co^{2+} 1.92%、濃縮比 Cu^{2+} 1.30、 Co^{2+} 2.88×10^{-2} 、となり、分離度として 45.1 という結果が得られた。LIX84 によって、選択的に Cu^{2+} を分離できたことが確認できた。

「泡沫分離で GAOLD を分けてみよう」

(ア) 原理の説明

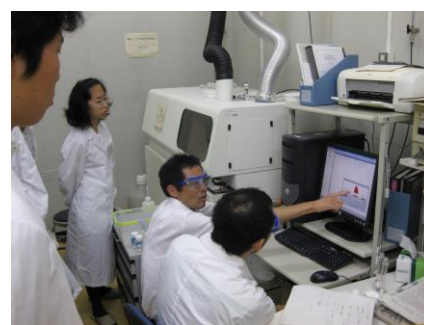
TA の竹市さんより、泡沫分離の原理について説明があった。界面活性剤を用い泡を発生させ、水の表面積大きくすることにより分離の効果を高めることについてや、その原理は紙のリサイクルにおいてトナーの分離などに実用されている、ことなどを説明を受け実験の導入とした。

(イ) 溶液の調製

- ① 初期溶液として Au 20ppm、Cu 20ppm、PONPE20（ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル） 0.1wt%、HCl 1mol/L を蒸留水で調製する。
- ② 希釈用塩酸として HCl 1mol/L を調製する。
- ③ Au、Cu 両方が 10ppm の標準溶液を調製する。

(ウ) 実験

- ① 塩酸 100cm³ に PONPE を 0.10g 溶解させる。
- ② 1つの溶液に Au 標準溶液を 2cm³、Cu 標準溶液を 2cm³ それぞれとり、①の塩酸により溶液が 100cm³ とする。
- ③ エアーポンプの空気流量が 150cm³/min になるように調整する。
- ④ 泡沫塔にエアーポンプを取り付けスイッチを入れ、②の溶液のうち 50cm³ を泡沫塔に注ぎ入れ、30 分間泡沫分離を行う。（残りの溶液を初期溶液とする。）
- ⑤ 泡沫分離後、塔上部より回収された溶液を泡沫液、塔内部に残った溶液を残液として、それぞれの量を質量法により測定する。
- ⑥ 初期溶液、泡沫液、残液をそれぞれ塩酸で適切な濃度になるように希釈し、ICP プラズマ発光分析装置で Au、Cu 濃度を決定する。



(エ) 結果のまとめ

この実験も 2 班に分かれて実験を行った結果、当然データに差は出たが、今度は意図的に泡の大きさなど条件を変えたため、データの差は大きいものとなった。泡の小さい方のグループについては物質収支 Au 84%、Cu 96%、回収率 Au 71%、Cu 65%、濃縮比 Au 1.13、Cu 1.03、となり、分離度として 1.1 という結果が得られた。泡の大きい方のグループについては物質収支 Au 90%、Cu 97%、回収率 Au 37%、Cu 6%、濃縮比 Au 6.5、Cu 1.1、となり、分離度として 6.17 という結果が得られた。泡の大きさについては小さい方が回収率が良くなったが、分離度としては悪くなった。泡の大きい方が表面積が小さく回収率は悪くなったが余分な水分が入らない分 Cu も入らず、分離度としては良くなった。

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、大学での研究は、自分で実験手順を考え、装置を組むことにより進めていくことが重要だと理解したようであった。また、講義の内容などで十分理解できていない中でも、実験をきめ細かく指導されていく中で多くのことが現象としてつながり理解できていったようである。高校の学習内容である分離操作について、その発展的な内容が工学の分野で研究されていることも理解できたようである。

講師対象のアンケートによると、生徒の受講態度も良好で、質問も的を射たものであったようである。ただ、より積極的に質問が出されると良かったという感想もあった。

(イ) 研究の成果と課題

少人数で、大学で研修を受けられるこのような機会は非常に意義深かった。生徒にと

ってはTAもついた中できめ細かく実験手法を学び、高校の学習としての化学がどのように発展し、応用されているか。身をもって体験できた。実験段階や、結果のまとめ、考察などにおいて適度に生徒に考えさせる場面があり、お互いに発表させ考えを深めることもできた。

分離操作を基本としながら、錯イオン、炎色反応、溶液の調製方法、濃度をはじめとした様々な計算など高校での学習に結びつく内容を先行して学習したことにより、授業がそこに進んだところで、今回の研修内容を思い出すことができれば、今回の高大連携の成果として後から表れるものとなるであろう。

また、2つのテーマとも、2グループで行い、結果が異なるよう進めてもらったことにより、考察の幅が広がった。更には、大学でしか扱えない測定機器を利用できたことも、生徒にとっては研究の奥深さを理解させる良い機会となった。

課題としては、高校での学習が進んでいない中での実施となり、原理の説明で少し難しいと感じた生徒がいたことなどが挙げられるが、大学の先生方の工夫により、ほぼ問題にならないものであったと考えられる。

(5) 生物コース① 「薬物の腎排泄に働くトランスポーターの機能」

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21年7月22日（火）、11日（水）

場所：名古屋市立大学大学院薬学研究科（田辺通キャンパス）薬物動態制御学分野

(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：「薬物の腎排泄に働くトランスポーターの機能」

講師：名古屋市立大学大学院薬学研究科 薬物動態制御学分野

湯浅博昭教授、井上勝央准教授、太田欣哉助教

TAとして名古屋市立大学大学院薬学研究科博士後期過程1年所属の保嶋智也さん

イ 仮説

ここ数年、理系生徒の薬学部への進学志向は高いものとして表れており、高等学校での学習を基礎として具体的にどのような研究が薬学部で行われているのか、体験を通じて知ることは大変重要である。これらの点から高大連携講座SSリサーチの趣旨と第1学年で履修した「生物I」の範囲を考慮し、薬物の生体膜に対する透過性とそこにはたらくタンパク質に注目し、どのような仕組みで化学物質がヒトの体内で細胞に取り込まれ、また分泌されるのかについて機能的な側面から実験を踏まえた講座を設定した。

高等学校において「生物I」ではごく初期に細胞膜の性質、細胞膜の透過性について学習するが、主に浸透圧や選択的透過性について基本事項の抽象的な内容把握に限られている。特に分子の膜透過については、実際に“見る”ことができないために、生徒にとっては“学習したが具体性に乏しく、いまいちピンとこない”と感じやすい分野である。さらに、生体膜に存在するトランスポーターのはたらきについては未解明の事項も多く、新し

い知見が次々と報告されている最先端の研究分野である。このように高校の学習内容と講座で扱う内容をどのように結び付けてゆくのが最大の留意点となったが、必要となる基本事項の講義を実施しながら実験を実施し、またその過程で講師、TAと生徒との質疑応答の機会をできる限り多く生み出す展開となるような講座の方針をとった。こうすることによって高校での学習事項と、実験体験を通して学んだ事項のつながりをより強く生徒に印象づけることが可能となり、薬学的な見地から実験内容の理解を促すことができるのではないかと仮説を立てた。

ウ 内容・方法

受講者に対して高校内で細胞膜の性質等についての概略を事前指導を行い、講座の目的を明確にするために講座第1日目に湯浅教授と太田助教より講義を受けた後に、培養細胞を用いたトランスポーター機能の確認と評価を行った。実験1日目には細胞の生体膜に存在するトランスポーターを、共焦点レーザー蛍光顕微鏡を用いて視覚化し、そのはたらきを確認することに重点を置いた（太田助教の指導による）。2日目にはトランスポーターの輸送機能を評価するために、蛍光色素の発する蛍光強度をプレートリーダーを用いて数値化した（湯浅教授・井上准教授の指導による）。

「薬の体内での動きとトランスポーターの役割（湯浅教授）」

ヒトの体内で薬物が時間とともにどのように動き、作用してゆくのか、また細胞レベルでの薬物の取込 (uptake) に関わるタンパク質の機能について湯浅教授より講義を受けた。

(ア) 薬動学と薬力学

薬物の作用部位への到達性（薬物動態）や薬物の作用部位での反応性（薬理作用）等の研究対象は、徐々に深化してゆき、現在ではタンパク質の機能とそれをコードする遺伝子レベルの分析が主体となってきている。

薬物が作用部位へ到達し、作用を示す場面においては、体内薬量（濃度）の時間についての関数と、生体が生ずる反応の体内濃度についての関数を合成して薬物の効果を考えることができる。また、薬物は反復して投与されるため、薬物の体内レベルに基づく用法・用量の調節は、投与量と投与間隔、および体内での消失速度の制御によってねらった血中濃度を保つことが可能となる。このような薬物速度論は、細胞の生体膜における透過性により評価でき、そこでの取込 (uptake) と分泌 (secretion) がどのようにおこなわれているのかが現在の主たる研究対象である。

(イ) 輸送担体について

輸送担体は生体膜に存在するタンパク質のひとつで、細胞の選択透過性に関わるものを指す。細胞膜はリン脂質を主体とする脂質二重層の中にタンパク質が多数埋まっている構造（流動モザイクモデル; Singer and Nicolson, 1972）をとると考えられているが、物質の透過性は単に物理的な分子等の大きさによるものだけではなく、極性や電荷、脂質への親和性などにより制約を受ける。たとえば、抗がん薬・抗リウマチ薬として用いられるメトトレキサート (methotrexate) は、分子サイズ、油水分配係数、非イオン形分率のどれをとっても腸管上皮細胞における細胞経路・細胞間経路ともに透過性が数値としてかなり低い、実際にはプロトン/葉酸共輸送担体 (proton-coupled folate transporter; PCFT) により腸管上皮細胞管腔側の細胞膜より能動的に uptake される。この transporter のアミノ酸配列や分子的機能については、遺伝子変異やアフリカツメガエル卵母細胞発現系 (PCFT の cRNA 注入) から明らかにされている。講義では PCFT 介

在性の飽和性・阻害薬・pH依存性・腸管での吸収の部域差について説明を受けた。

(ウ) 薬物吸収におけるトランスポーターの影響

抗アレルギー薬として知られるフェキソフェナジン (fexofenadine) は、グレープフルーツジュースにより吸収が阻害される。この場合、取込型トランスポーターである OATP1A2/2B1 (organic anion transporting polypeptide 1A2/2B1) はグレープフルーツ中の成分により吸収阻害を受けているが、同時に分泌型トランスポーターである P-gp も阻害を受けているらしい。

(エ) 腎臓での薬の排泄

フロセミドは降圧利尿薬として利用される有機カチオン系の物質であり、有機カチオン輸送系のトランスポーターである OCT2 により血管側より取り込まれ、MATE1 により腎細管へ分泌される。しかし、フロセミドを抗痛風薬のプロベネシドと同時に服用すると、尿中へのフロセミドの分泌が阻害される。これは、有機アニオン系のトランスポーターである OAT1, OAT3 によるプロベネシドの輸送が原因と考えられている。これによりフロセミドの薬効増強 (血漿中の濃度上昇) がみられ、毒性を示すことにもつながる。この現象は、腎臓での異物除去による生体防御のはたらきが阻害されていると考えることができ、複数の薬物を同時に用いる時には常に注意を払わなければならない点である。

「薬物の腎排泄に働くトランスポーターの機能 ～トランスポーター機能の解析方法～」

(太田助教)

(ア) 実験手法について

この講座の1日目の実験の前に、実験手技や細胞の観察に用いる機器の原理について太田助教より講義を受けた。用いる細胞については、その由来および遺伝子改変の方法等、また観察に関しては、蛍光色素の物性と共焦点レーザー顕微鏡の機能を中心に説明を受けた。トランスポーターの機能については物質 (基質) 輸送の阻害とその定量について評価方法を学習した。

「実験: human MATE1, human OAT1, human OAT3 発現細胞におけるトランスポーター機能の観察」

(太田助教)

腎臓の細胞における、薬物の排泄にかかわるトランスポーターのはたらきを可視化して観察することを目的として、以下の細胞株にヒトのトランスポーター遺伝子を導入したものをを用いて実験を行った。

使用細胞株: MDCK II (イヌ腎臓由来), HEK293 (ヒト胎児腎臓由来)

導入遺伝子: human MATE1, human OAT1, human OAT3, pCI-neo (Mock), human MATE1/GFP, GFP

(ア) MATE 機能の観察

導入遺伝子の類別

記号	細胞	導入遺伝子
㊦	MDCK II	human MATE1
㊧	MDCK II	pCI-neo (Mock)

(イ) MATE 機能と OAT 機能の観察

導入遺伝子の類別

記号	細胞	導入遺伝子
㊨	HEK293	human MATE1/GFP
㊩	HEK293	GFP
㊪	HEK293	human OAT1

㊦	HEK293	humanOAT3
㊧	HEK293	pCI-neo (Mock)

「実験:human OAT1 と human OAT3 の輸送機能の阻害実験」

腎臓での有機酸の排出に主要な役割を担うトランスポーターOAT1, OAT3 の機能を定量的に測定する。生体内では有機 anion は血液中より腎尿細管細胞に取り込まれ、その後管腔側の尿へと排泄される。この実験では、6-CF は OAT1, OAT3 により培養液から取り込まれるが、6-CF は様々な物質により腎細胞への uptake が阻害され、その阻害率を計算してトランスポーターのはたらきを考える。

- (ア) humanOAT1, humanOAT3 及び空ベクターとしての pCI-neo(Mock) の遺伝子がそれぞれ導入され、安定に発現した HEK293 細胞が播種されたそれぞれの well から培地を吸引除去する。

細胞	HEK293 細胞 (human embryonic kidney 293 cells)
細胞播種	1.5X10 ⁵ cells/1 well (96 well plates)
導入遺伝子	humanOAT1, humanOAT3
遺伝子導入方法	lipofection 法 (HolyMax を用いた)
培養期間	遺伝子導入後、36 時間

- (イ) 調製済みの各種取込溶液 (下表) を 50 μL ずつ各 well に入れる。(1つの阻害剤につき 3well の処理を行う)

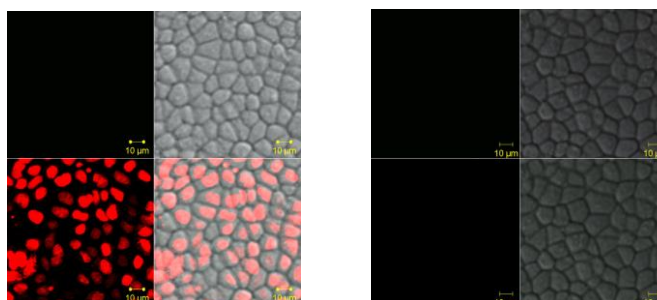
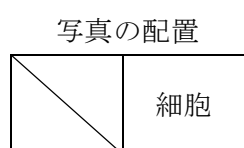
阻 害 剤	物質の性質	濃度 (μ mol/L)
(なし)	control	-
ミコフェノール酸	免疫抑制剤	100, 200
硫酸エストロン	女性ホルモンの一種	200
シメチジン	胃酸分泌抑制	200
パラアミノ馬尿酸	腎機能検査薬 (腎血漿流量)	20, 200
ベラパミル	抗不整脈薬	200

- (ウ) 室温にて 30 分間 6-CF を取り込ませ、氷冷したハンス液を 100 μL ずつ各 well に加え、取り込み活性を低下させた後、すみやかに吸引除去。
(エ) 再度、氷冷したハンス液を 100 μL ずつ各 well に加え、すみやかに吸引除去し、洗浄。
(オ) プレートリーダー (ARVO) にて各 well の蛍光強度を測定する。このときの 6-CF による蛍光は、トランスポーターによって細胞内に輸送された 6-CF (基質) の量を示す。これらの値をもとに、トランスポーターの機能阻害について検討した。

エ 実験結果と考察

- (ア) 実験結果と考察:human MATE1, human OAT1, human OAT3 発現細胞におけるトランスポーター機能の観察

①MATE 機能の観察



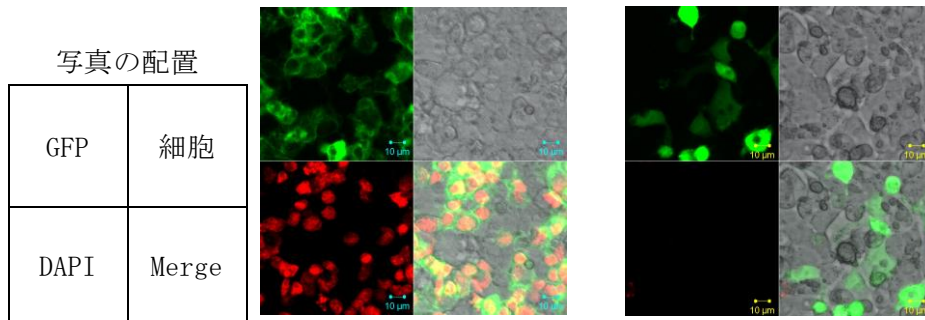
DAPI	Merge
------	-------

細胞:MDCK II
 導入遺伝子:hMATE1
 基質:DAPI

細胞:MDCK II
 導入遺伝子:pCI-neo (Mock)
 基質:DAPI

②MATE 機能・OAT 機能の観察

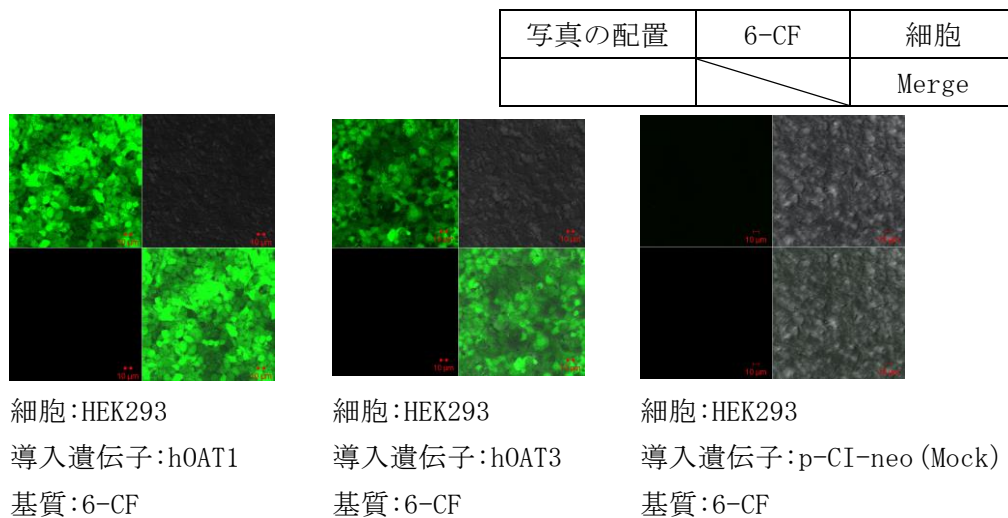
(i) MATE 機能について



細胞:HEK293
 導入遺伝子:hMATE1/GFP
 基質:DAPI

細胞:HEK293
 導入遺伝子:GFP
 基質:DAPI

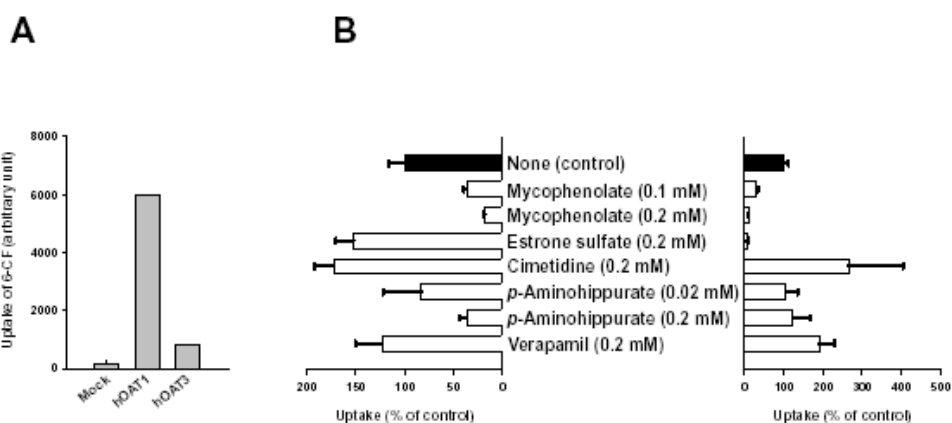
(ii) OAT 機能について



(イ) 実験結果と考察:human OAT1 と human OAT3 の輸送機能の阻害実験

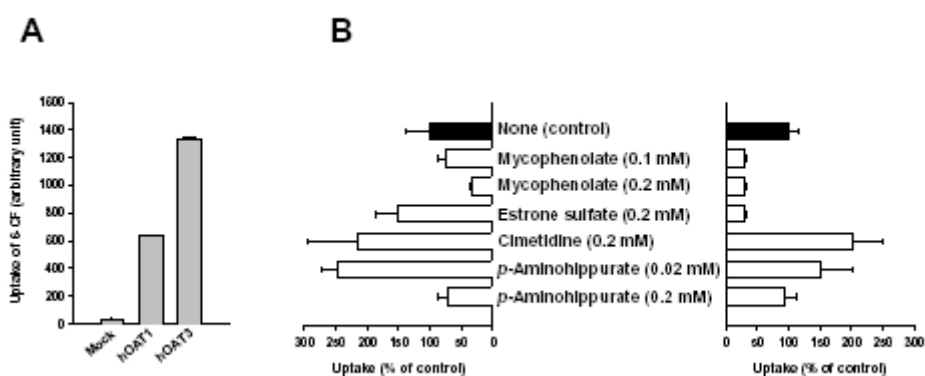
グループ 1	阻 害 率 (%)			
	human OAT1		human OAT3	
	平 均	標準偏差	平 均	標準偏差
control	100	16.2	100	12.9
ミコフェノール酸 (100 μmol/L)	35.7	4.32	30.3	5.68
ミコフェノール酸 (200 μmol/L)	17.9	0.73	11.4	0.77
硫酸エストロン (200 μmol/L)	152	17.9	5.77	4.64
シメチジン (200 μmol/L)	172	20.0	265	139
パラアミノ馬尿酸 (20 μmol/L)	82.9	38.8	100	31.2
パラアミノ馬尿酸 (200 μmol/L)	36.4	8.22	124	46.1

ベラパミル (200 μ mol/L)	123	28.6	191	39.3
-------------------------	-----	------	-----	------



グループ 2	阻 害 率 (%)			
	human OAT1		human OAT3	
	平 均	標 準偏差	平 均	標 準偏差
(control)	(20.0)	(5.77)	(63.0)	(28.7)
ミコフェノール酸 (100 μ mol/L)	75.9	9.61	30.5	2.12
ミコフェノール酸 (200 μ mol/L)	32.2	4.13	30.6	2.35
硫酸エストロン (200 μ mol/L)	150	36.0	29.2	2.78
シメチジン (200 μ mol/L)	216	76.9	202	48.2
パラアミノ馬尿酸 (20 μ mol/L)	247	25.8	150	51.6
パラアミノ馬尿酸 (200 μ mol/L)	73.2	16.2	92.9	20.0
ベラパミル (200 μ mol/L)	100	38.9	100	17.1

※ベラパミルは正の電荷を持つ物質であり、有機アニオン輸送担体である OAT では輸送を受けない物質である。グループ 2 ではベラパミルの阻害率を 100%としてまとめた。



グループ 1, 2 のグラフ A より、6-CF の取り込み活性は hOAT3 よりも hOAT1 の方が高いという報告があるが、グループ 2 ではこれと異なる結果が得られた。

各阻害剤に対して 3well ずつの測定をしたが、それぞれについて 3 つの well のすべてに阻害が見られたものは、グループ 1, 2 とともに以下の表の◎に示す物質である。

	human OAT1	human OAT3
--	------------	------------

	グループ 1	グループ 2	グループ 1	グループ 2
(control)	—	—	—	—
ミコフェノール酸 (100 μ mol/L)	◎	◎	◎	◎
ミコフェノール酸 (200 μ mol/L)	◎	◎	◎	◎
硫酸エストロン (200 μ mol/L)		◎		◎
シメチジン (200 μ mol/L)				
パラミノ馬尿酸 (20 μ mol/L)				
パラミノ馬尿酸 (200 μ mol/L)	◎	◎		
ベラパミル (200 μ mol/L)				

ミコフェノール酸により hOAT1, hOAT3 とともに 6-CF の取り込みが阻害され、hOAT3 の方が阻害を受けやすく、また、ミコフェノール酸濃度が高くなるにつれて、阻害率の上昇傾向が見られた。硫酸エストロンについては、hOAT3 の機能に特異的に阻害を及ぼす可能性がある。

マイクロピペットの取り扱い方や、well の洗浄法などの技術的な習熟度が低いことが予想された実験結果に結びつかなかった可能性があるが、典型的な阻害作用が確認できた物質は 2 つのグループで同じとなった。

オ 検証

高等学校の「生物」の授業では、選択的透過性について簡単な概念を学ぶのみであるが、この講座では具体的な細胞の機能として、薬として利用されている物質の取り込み阻害から考えた。受講した生徒の立場から考えれば、使用する器具や試薬のひとつひとつが初めてのものばかりであり、講義内容を理解しながら実験の目的や手法を理解することはとても大変だったと考えられる。薬として用いられている物質が、どのように体内で取り込まれて排泄されてゆくのかを分子レベルで考察することは様々な基礎的事項の理解がバックグラウンドとして必要となる。事前の校内での学習会についても、引率教員としてもう少し詳しく指導することが必要だったかもしれない。講師からの事前講義、さらに生徒の質問にも適宜回答を得たことでそれぞれ納得して理解をしたようである。アンケートからも、「実験で取り扱った内容は、想像していたよりも高度な内容だったか」との設問に、4 名中 2 名が「そう思う」、1 名が「どちらかといえばそう思う」、1 名が「あまり思わない」と回答したが、設問「実験の内容を、どのくらい理解できたか」に対しては 4 名全員が「ほぼ理解できた」と回答している。

また、大学で取り組んでいる研究の様子を知るという点では知的好奇心の強い生徒にとってたいへん大きな収穫があったようであり、次のような感想がみられた。

- ・顕微鏡で見た細胞の蛍光に光っている姿はとてもきれいだったし、結果がうまく現れていて驚いた。
- ・大学には今まで想像していなかったような施設や設備があって、2 日間だけでもそれらを見ることができ、とても良い経験になった。
- ・実験では、時間や温度・濃度などいろいろな事に気をつけてやらなくてははいけないということを実感し、とてもおもしろかった。
- ・期待していた結果が出なくて残念であったが、原因はいろいろとありそうで、決定

的にここがいけなかったという点も見つからないので、実験はやってみないと分からないものと思った。

・レーザーで細胞の見たい部分が見られたり、プレートリーダーに入れるだけでデータが得られたりと、コンピュータや機械の力にも驚いた。ものすごくたくさんの技術がかかっているのだと思った。

・今回の講座では新たに発見したことや興味を持ったことが多く、薬学という分野を非常に身近に感じることができた。今回興味を持った点については、もっと詳しく調べ、知識を深めたいと思った。

個々の実験手法について講師の先生方にひとつひとつ指導を受けることができ、さらに、実験結果については多くの時間を議論に充てることができた。予想と異なる結果からどのように考察するかについては、様々な点から考える事が必要となってくることを生徒は感じていたようである。講座のまとめの時期は学校行事等の関係から10月になったが、講座当日に十分な議論を行った事を踏まえて比較的スムーズにまとめることができた。

一方で、このような高大連携講座の在り方を考えるにあたり、必要となる基本事項はどのような点か、そしてそれをどのような順序で事前に指導すればよいか、また、事後のまとめの時期とその評価等について課題と感じる。大学側に多くの時間をいただいている以上、興味関心の高揚や論理的な思考力の向上について、よりよい成果を上げるために工夫改善が今後も必要である。



湯浅教授による講義(1日目)(左)



クリーンベンチでの培養細胞の操作(1日目)(中)



実験結果の考察と議論(2日目)(右)

(6) 生物コース② 「脳の中を移動するニューロンをのぞいてみよう！
～GFP マウスを用いて～」

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21年7月23日(木)、24日(金)、25(土)

場所：名古屋市立大学医学部(川澄キャンパス) 分子医学研究所再生医学分野

(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：「脳の中を移動するニューロンのぞいてみよう!～GFP マウスを用いて～」

講師： 名古屋市立大学大学院医学研究科 再生医学分野

澤本 和延 教授、金子 奈穂子 助教

TA として名古屋市立大学大学院医学研究科所属の澤田 雅人 さん、加古 英介 さん

イ 仮説

高等学校における科目、「生物Ⅰ」では、動物の組織を取り扱う単元で神経細胞の形態を学び、神経系を取り扱う単元で神経系のはたらきや神経伝達物質、動物の行動についての学習内容を学ぶ。また、「生物Ⅱ」では、細胞間の情報伝達に関わる部分にてシナプスでの興奮伝達のしくみについて説明されている。

さらに、発展的内容として教科書や資料集では、様々な神経伝達物質や記憶のしくみについても触れられているが、神経細胞のはたらきを調節するグリア細胞や、神経細胞の分化について言及されていない。この「SS リサーチ」生物分野①では、高校で取り扱うよりもさらに発展的な分野として、マウスの脳室下帯での神経細胞の新生（「ニューロン新生」）に焦点を当てた。近年、ES 細胞（embryonic stem cell）や iPS 細胞（induced pluripotent stem cell）が新聞、ニュース等で取り上げられることが多く、再生医学分野は生命科学に関心が高い生徒にとってはたいへん興味深い内容である。これらの話題性も高く社会的にも関心の持たれている研究内容を学ぶ中で、その基礎・手法が「生物Ⅰ」・「生物Ⅱ」にて取り扱われる免疫分野の応用であることや、実際に動物を解剖しながら器官の配置や脳の構造を確認することは、たいへん意義深いものと考えられる。

講座での実験に関係する基礎的事項については、高校の授業での履修順序と講座の実施時期の間にずれがある。受講時において、内容に関する生徒の基礎知識は、かなり薄いものであることは否めない（神経系のはたらきや免疫については、第3学年にて学習の予定）。このような生徒の基礎知識不足をどう補うかという点が最大の問題点であるが、夏季休業前に校内において事前指導を行うことや、必要となる基本事項の確認を実際の実験の進行に合わせて適宜補足するように講座の流れをつくり、講師や TA と生徒が質疑応答できる機会をできる限り多く生み出すように展開することで対応することとした。校内での事前指導では、高校で採択している生物資料集の関連ページを参照しながら進めるよう留意する。このように計画することで未履修の学習事項と、実験体験を通して学ぶ事項のつながりをより強く生徒に印象づけることが可能となるのではないかと仮説を立てた。

これまで脳では、疾病や外傷によって死滅した細胞は再生されないと考えられてきた。しかし、最近の研究によって脳内でも一部の場所では生涯にわたってニューロンの産生が行われることがわかってきた。この講座で取り上げられている「ニューロン新生」は、脳疾患治療の側面からも脳神経科学分野では重要な研究テーマに位置づけられている。これを高等学校での学習段階に配慮しながら、高校内での実施が困難でかつ高度な実験内容を経験させる。これにより生命科学研究における探究の姿勢、実験操作の原理、そして観察結果から導かれる考察の方法について主体的に考える態度を育成できるのではないかと考えた。

ウ 内容・方法

「マウスの灌流固定」

(ア) 生物材料の Dcx-EGFP 導入マウスについて

マウス (*Mus musculus*) にオワンクラゲ由来の緑色蛍光タンパク質 (Green

Fluorescent Protein) の遺伝子を改変した EGFP 遺伝子を導入したトランスジェニックマウスで、生後 2~3 ヶ月の adult を用いた。脳室下帯に存在する神経幹細胞より産生され、RMS を移動する新生ニューロンと、アストロサイトを別々に免疫染色するためには、はじめに組織を固定しなくてはならない。ここでは実験動物の組織を固定処理する方法として、4%パラホルムアルデヒド (PFA) 溶液[ホルムアルデヒド(-CH₂O-)n の重合体の水溶液]を用いた。

【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、古くから生物の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。

(イ) 実験手順

- ①材料となるマウスを麻酔処理する。麻酔には、ジエチルエーテル(C₂H₅)₂O をキムタオールにしみ込ませて用い、瓶の中で適切な深さで麻酔がかかるように注意した。
- ②腹面を上にしてマウスの四肢を解剖皿のシリコンシート上で針で固定した後、解剖バサミと眼科バサミを用いて筋肉層を開腹し横隔膜を切開する。左右の肋骨を切り、胸骨を頭部側へめくりあげ、心臓を露出させる。
- ③灌流用ポンプに PBS50mL と翼状針をセットし、あらかじめチューブの中には PBS を満たして用意しておく。
- ④左心室の下端側に翼状針を刺した後、ポンプを作動し始め、PBS を灌流用ポンプにて流し始める。
- ⑤すぐに右心耳の一部にハサミを入れ、血液を体外へ流す。PBS を 40mL 程度灌流し、肝臓から血液が抜けて白色化してくることを確認する。
- ⑥一旦ポンプを止め、50mL 用意した 4%PFA のうち、40mL 程度を灌流する。
- ⑦4%PFA による灌流が終了したら、マウスを断頭し、上皮・眼球・下顎を除去し、また筋側気も可能な限り除去する。
- ⑧4%PFA、4℃にて over night 静置する。その後、嗅球を傷つけないように丁寧に頭蓋骨を取り除き、取り出した脳を PBS に浸して保存する。

「脳切片の作成」

(ア) 固定操作を施した脳組織の薄切切片の作成

(イ) 実験手順

- ①薄切標本を作成するビブラトーム (Leica VT1200S) のステージに黒色のビニルテープを張る(段差のないように)。左右の脳を接続する脳梁の部位からカミソリを入れ、固定した脳を 2 つに分離する。嗅球に不必要な刃圧がかかって圧挫を生じないように、方向に注意しながらマウスの脳を少量のアロンアルファでステージのビニルテープ上に接着する。
- ②アルミホイルにより作った枠でステージ上の脳を囲み、PBS に溶解させた 3%アガロース (50℃程度) を注ぎ、固化させる。固化後に脳の周囲 2~3mm 程度を残して、ゲルを除去する。ゲルの形状は底面が菱形の四角柱とする。
- ③ゲルの底面にも少量のアロンアルファを染み込ませ、ステージに接着する。
- ④ビブラトームにステージをセットし、ステージの外側を覆う枠に PBS を満たす。また、カミソリの刃 (フェザーS 青函両刃 刃厚 0.1mm) をホルダーにセットする。

- ⑤ビプラトームの調整として、刃の高さ、角度、切片作成始点、切片作成終点の設定を行う。
- ⑥観察すべき領域はステージとの接着面に近い範囲なので、切片作成初期は厚さ 200 μm で切片を切る。
- ⑦脳切片と寒天片を筆で取り除きながら、嗅球の部分まで切り進む。使用する筆は、Neo-SABLE 0 号丸・細（ペンテル）。
- ⑧切片に嗅球の部分が出現したら、切片の厚さを 50 μm とし、切片を FALCON multiwell (24well) に順に保存してゆく (well には PBS を入れておく)。

「免疫染色」

(ア) 実験原理

観察対象となる細胞である新生ニューロンは、神経幹細胞から分化する。また、この神経幹細胞は、グリア細胞の一種であるアストロサイトに形態的に類似しているとの報告もある。

細胞	特異的に発現しているタンパク質	一次抗体	二次抗体
新生ニューロン	Dcx (Doublecortin)	抗 Dcx 抗体 (goat IgG)	抗 goat IgG /alexa568 抗体 (donkey IgG)
	GFP (Green Fluorescent Protein)	抗 GFP 抗体 (rabbit IgG)	抗 rabbit IgG /alexa488 抗体 (donkey IgG)
アストロサイト	GFAP (Glial Fibrillary Acidic Protein)	抗 GFAP 抗体 (mouse IgG)	抗 mouse IgG /alexa633 抗体 (donkey IgG)

この実験の抗原抗体反応では、照射する励起光の波長によって、原理的に次のような蛍光が蛍光顕微鏡で観察される。

励起光	観察される蛍光	蛍光を発する細胞	備考
紫外光 (395nm)	EGFP の蛍光 (509nm) 緑色	新生ニューロン	
488 nm	GFP に結合した二次抗体の蛍光 (519nm) 緑色	新生ニューロン	
568 nm	Dcx に結合した二次抗体の蛍光 (603nm) 赤色	新生ニューロン	
633 nm	GFAP に結合した二次抗体の蛍光 (647nm) 赤外線	アストロサイト	画像処理により青色とする

したがって、GFP の緑色蛍光と Dcx に抗原抗体反応を施して観察される蛍光は重なるが、これらと GFAP を処理して観察される蛍光は重ならないと予想される。

(イ) 実験手順・ブロッキング処理

- ①作成した脳切片を、FALCON multiwell (4well) に移し替える。well には初め PBS を半分ほど入れ、嗅球を含む切片の順序に注意しながら、2つの well に移し替える。

- ②ピペットでPBSをwellから捨て、ブロッキング液として、0.5%TNB/PBS/0.1%TritonX-100をwellに入れる。シェイカーの上のせて30分間室温にて攪拌してブロッキング処理する。

(ウ) 実験手順・一次抗体処理

- ①一次抗体のmixtureをeppendorf tubeで作成する。希釈にはブロッキング液を用いる。

一次抗体 mixture A	一次抗体 mixture B	希釈率
抗 Dcx 抗体 (goat IgG)	抗 Dcx 抗体 (goat IgG)	←1:100
抗 GFAP 抗体 (mouse IgG)	抗 GFAP 抗体 (mouse IgG)	←1:500
---	抗 GFP 抗体 (rabbit IgG)	←1:100

- ②ブロッキング処理の終了した2つのwellよりブロッキング液を除去し、一方に一次抗体のmixture Aを、もう一方に一次抗体のmixture Bをそれぞれ200 μ Lずつ入れる。

- ③一次抗体処理は4 $^{\circ}$ Cでover nightする。

(エ) 実験手順・二次抗体処理

- ①一次抗体の処理が終わったwellから抗体を含む液体を除去し、脳切片を400 μ LのPBST(0.2%TritonX/PBS)で洗浄する。(室温にて10分間)

- ②二次抗体のmixtureをeppendorf tubeで作成する。希釈にはブロッキング液(0.5%TNB/PBS/0.1%TritonX-100)を用いる。

二次抗体 mixture A	二次抗体 mixture B	希釈率
抗 goat IgG /alexa568 抗体 (donkey IgG)	抗 goat IgG /alexa568 抗体 (donkey IgG)	←1:500
抗 mouse IgG /alexa633 抗体 (donkey IgG)	抗 mouse IgG /alexa633 抗体 (donkey IgG)	←1:500
---	抗 rabbit IgG /alexa488 抗体 (donkey IgG)	←1:500

- ③二次抗体処理は、シェイカー上において室温で2時間行う。

- ④二次抗体の処理が終わったら、抗体を含む液体を除去し、それぞれのwellを400 μ LのPBSにてシェイカー上で洗浄する(10分間を3回)。

- ⑤二次抗体の洗浄が終わった切片より、嗅球部位の状態のよい切片を選択し、スライドガラスに貼り付ける。スライドガラスはMatsunamiのスーパーフロストMASコート付きのものを用いる。

- ⑥カバーガラスにはMatsunami Neo 24 \times 55mmを用い、Permafluorで封入する。

「顕微鏡観察とその考察」

(ア) 観察方法

脳における新生ニューロンの形態を中心に、免疫染色で蛍光標識した神経細胞について共焦点レーザー顕微鏡と蛍光顕微鏡を使って観察をする。新生ニューロンとアストロサイトの位置関係や、それぞれの蛍光から観察される細胞の形態にも注意を払う。

(イ) 考察

蛍光顕微鏡による観察の写真より、脳室下帯から嗅球にかけて決まった流れ (RMS) に沿って新生ニューロンに特異的なタンパク質である Dcx (doublecortin) の存在が赤色の蛍光によって認められた (図 1)。励起光を変えることによってこの部位には EGFP の緑色蛍光も観察された (図 2)。今回の実験で用いたマウスでは、どちらのタンパク質も同一のプロモーターで発現しているため、両者の位置はおおむね重なっている。両者の異なっている点として DCX は、RMS の部位と嗅球の中心で強く発現しているが、GFP タンパクは RMS と嗅球中央だけでなく、嗅球全体でも広く発現し、しかも嗅球の中心から層状に存在している。また、GFP の蛍光は特に嗅球と大脳の間で境界線が明瞭である。さらに、嗅球最外層の部位にわずかな層ではあるが、強く GFP が発現している部位も認められる。これらから、Dcx は新生ニューロンが成熟してゆく過程において比較的早い段階で神経細胞より失われてゆき、GFP はかなり安定して長期間嗅球の神経細胞に存在するのではないかという事が考察される。また、嗅球最外層の GFP が強く発現している薄い層の内側に、GFP の蛍光強度の弱い部位が認められる。嗅球の神経細胞が時間とともに脱落し置き換わっているとすれば、GFP の蛍光強度の弱い部位と何らかの関連性があるかもしれない。

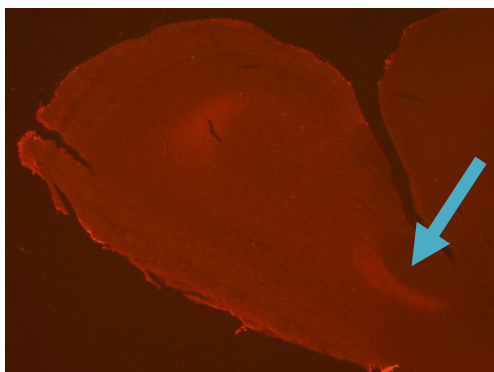


図 1 嗅球断面 (Dcx の蛍光, 矢印は RMS)

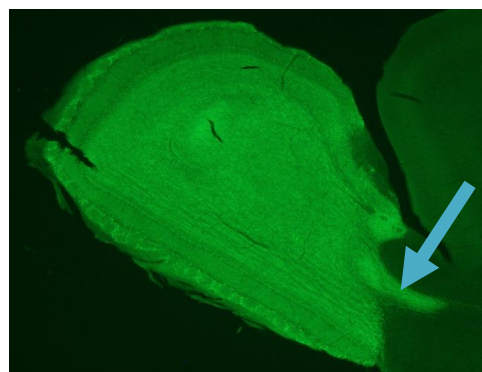


図 2 嗅球断面 (GFP の蛍光, 矢印は RMS)

RMS に沿って移動する新生ニューロンに発現するタンパク質を共焦点レーザー顕微鏡にて観察した結果より、この部位の細胞のより詳しい位置関係がわかる。図 3 より、新生ニューロンで発現している Dcx と EGFP の多くが重なっており、merge の画像では、黄色として同時に発現していることがわかる。さらに、この黄色の蛍光として観察される部位は細胞の外縁部に多い。このことから Dcx は細胞膜結合性のタンパク質である可能性も考えられる。また、アストロサイトで発現している GFAP (glial fibrillary acidic protein) は、細胞全体で発現するのではなく、一部の突起で発現することがわかっている。GFAP の蛍光は、新生ニューロンとは重なっておらず、ちょうどアストロサイトの存在する位置に沿って新生ニューロンが移動しているかのようにも見える。アストロサイトが新生ニューロンを導いているのであれば、アストロサイトが脳内でどのように存在しているのかということや、そこで発現するタンパク質の制御等が、たいへん重要な意味をもつものとなることが予想される。

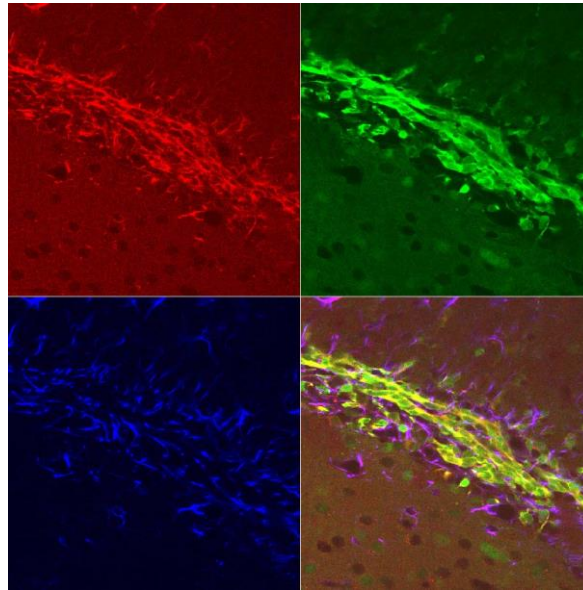


図3 RMS (左上:Dcx, 右上:EGFP, 左下:GFAP, 右下:Merge)

エ 検証

計画段階から、受講する生徒に関して、どのように基礎知識の不足を補うかが大変大きな課題であった。校内での事前指導においても時間的な面からそれほど十分に説明できたとはいえないが、積極的に質問することの重要性と研究に対する意欲を上手く高揚させてゆくことの重要性を再認識した。具体的には、生物学的な知識として学習段階に応じた正しい理解があれば、講座の進行に合わせて質問と議論を重ねることで、新しい事象に関しても実体験を伴って生徒は積極的に理解を深めることが可能になるということが分かった。アンケートの「講義・実験で取り扱った内容は、想像していたよりも高度な内容であったか」という質問項目では、4名中3名が「そう思う」、1名が「どちらかと言えばそう思う」と回答しているが、講座の進行過程で全員が「理解できた」、「ほぼ理解できた」としている。少人数でひとつひとつの実験手順の原理等を確認しながら進めることが可能でなければ、このような大学での研究活動に近い形態での講座は成立しないであろう。さらには、再生医学という最先端の研究分野においても、その根本の部分では高等学校での学習内容が重要であるということを生徒に実感させる手段の工夫改善も今後は重要と感じた。

生徒においては自然科学研究に対する姿勢のあり方や、疑問を解決しようとする意欲の持ち方、知的好奇心の高揚にたいへん効果があった。生徒アンケートの記述からは次のようなものが得られた。

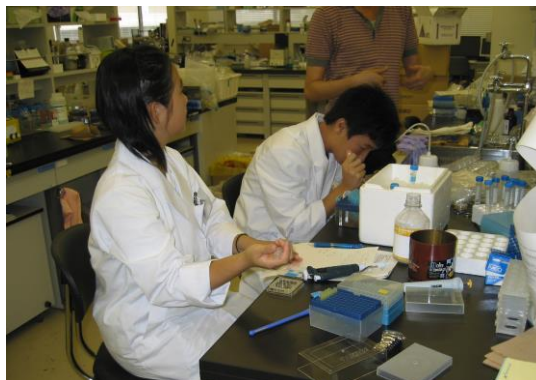
- ・マウスの脳の摘出から共焦点レーザー顕微鏡の操作など日ごろ絶対に体験できないようなことをさせてもらえた。わからないことがあっても、TAの方に質問をすると、分かりやすく説明してくださり、納得のいくまで教えてもらうことができた。最初から最後まで何もかもが新鮮で、驚きの連続だった。
- ・実験のプロセスには、なるほどと思うやり方がある(たとえば脳切片をスライドガラスにのせる際に使う黒い箱やその時に使う筆など)、これから学校で課題研究に取り組む際にも実験の内容だけでなく、細かいやり方、手順を考えることも重要だと実感しました。
- ・進路を決めようとしているこの時期に大学の具体的なイメージを掴むことができた

のも大きなプラスになった。脳についてはまだ知られていないことが多い。その分多くの謎を解明できることができるはずだ。自分もそんな中で研究をしたいと思った。
 ・印象に残った内容としては、やはり、ニューロンが赤・緑・青ときれいに染まったことです。同時に、嗅球がネズミにとってとても重要であることや、ニューロンの動きを知ることができました。本当に楽しい実験でした。ありがとうございました。

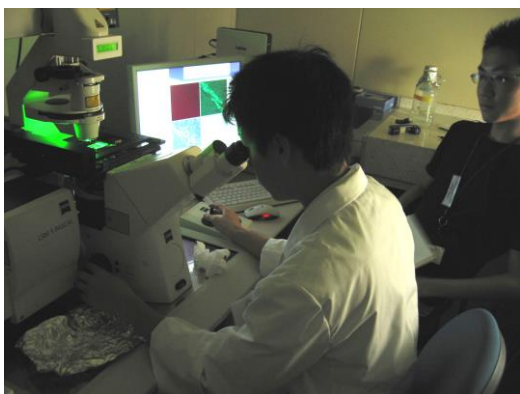
個々の実験の進行には、ひとつひとつの操作について TA のみなさんの丁寧な指導が欠かせず、大変感謝している。さらに、講師自身の研究成果の紹介を受け、生徒の行っている実験との関連性や再先端での発見、課題についてもわかりやすく説明を受けたことや、講座の成果を同じ席で議論、考察できたことについては、大変貴重な経験として生徒の意欲向上に働いたと思う。より効果的な高大連携の形態を確立する上でも、大切な視点を多く学んだ講座であった。



マウスの灌流固定(1日目)



免疫染色(2日目)



共焦点レーザー顕微鏡による観察(3日目)



澤本教授を交えての実験結果の考察と議論

(7) 地学コース① 「岩石の薄片の偏光顕微鏡観察から岩石の成り方を考える」

ア 経緯

平成21年4月、名古屋大学環境学研究科の竹内 誠 准教授と山本 鋼志 准教授に向陽高校における高大連携講座の趣旨、目的について説明を行い、SSリサーチでの連携が実現することとなった。その後数回の打ち合わせを行って、具体的な講座内容や進行について決定した。

(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

第1学年の希望者、3名

(イ) 実施日程・実施場所

日程：平成21年8月24日（月）、25日（火）、26（水）

場所：名古屋大学環境学研究科、岡崎市内のフィールド3か所

(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：「岩石の薄片の偏光顕微鏡観察から岩石のでき方を考える」

講師：名古屋大学環境学研究科 竹内 誠 准教授、山本 鋼志 准教授

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。しかし、題材が「地球」であるため、身近にとらえることができると考えた。

そこで、今回は中学校で学習した火成岩を中心に、変成岩も含めた観察を行うこととした。岩石標本は実際にフィールドに出て採取し、観察のための岩石薄片も自分たちで作ることとした。このようにして、できるかぎり実物に触れ、地球を体感させることによって幅広く地球科学への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日目に岡崎市内のフィールド3か所でフィールドワークをおこなった。第2日目にフィールドワークで採取した岩石の薄片作製をおこなった。3日目に薄片の偏光顕微鏡観察をおこない、どのような過程でそれらの岩石が作られたかを考察し、発表した。

(ア) 目的

火成岩と変成岩の野外観察や偏光顕微鏡観察を通して、プレート運動と地質現象を考える。

(イ) 方法・結果

a 第1日目；岡崎方面のフィールド3か所にて露頭観察と岩石採集（野外実習）

岡崎市は花崗岩や片岩といった火成岩や変成岩が分布している。今回は、地点①岡崎市滝町根張沢（花崗岩の観察） 地点②岡崎市中金町長蟬東（変成岩の観察） 地点③くらがり溪谷（岡崎市石原町牧原日影）（変成岩と花崗岩の観察） の3か所で露頭観察をおこない、それぞれの地点で岩石を採集した。

b 第2日目；岩石の薄片作製（実習）

第1日目に採集した花崗岩と変成岩を偏光顕微鏡で観察するために、岩石薄片の作製をおこなった。

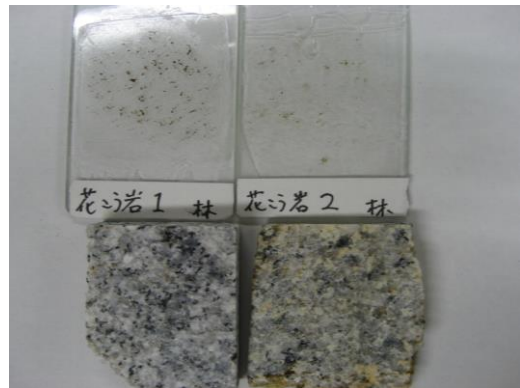
c 第3日目；岩石薄片の偏光顕微鏡観察（実習）

第2日目に作製した岩石薄片を偏光顕微鏡で観察した。同じ花崗岩であっても地点①と地点③では含まれている鉱物やその大きさが異なっており、その生成過程が異なることが考えられた。また、地点②の変成岩は、その構造から変成条件を推定することができた。花崗岩グループと変成岩グループに分かれ、最終的にはプレゼンテーションを行い、それぞれの岩石の特徴とそこから考えられる生成過程を発表した。

エ 検証

(ア) 生徒アンケートより

- ・ 3日間を通して、とても疲れましたが、気持ちのよい疲れでした。今まで岩石を取り扱ったことがなかったので、貴重な体験ができたと思います。あんな小さな鉱物から、環境の変化などが読みとれるということを知り、まだまだ自分が知らないことは無限にあると実感しました。今後もこのようなことに積極的に参加し、視野を広げていきたいです。
- ・ 岩石の薄片を作るのは機械でやっているのかと思っていたけれど、想像以上に手作業の工程が多くて大変だった。また、3日間とても体力を使って、研究室にこもって研究をしているという大学のイメージとはかけはなれていた。
- ・ フィールドワークのとき、岩の様々な見方を教えてもらったので、今までなんとも思っていなかった岩がちょっと興味深いものに思えてきた。
- ・ 薄片作りはちょっと目を離したらガラスだけになってしまうと言っていたので、とても緊張したけど、先生方や大学院生の方が丁寧に教えてくださったので、けっこう上手くできてよかったし、すごく楽しかった。
- ・ 偏光顕微鏡で薄片を見たとき、元の岩からは想像できないくらいキレイでびっくりした。発表は緊張したけど、いろんな事が知れたのでよい経験になった。
- ・ 三か所の岩石を観察して、一つの岩石からいろんなことがわかるんだなあと思いました。偏光顕微鏡は前から使ってみたかったので、今回の講座はとてもよい経験になりました。またこのような講座があったら参加したいです。今回学んだことを、趣味である鉱物採集に生かせるらいいなあと思います。

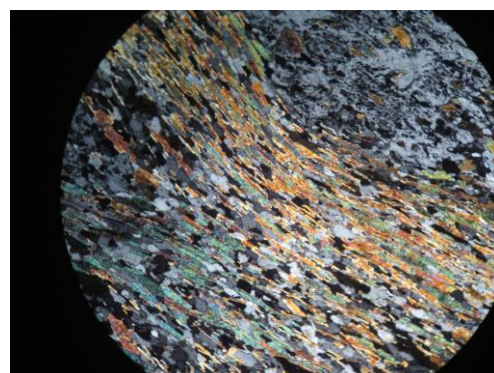
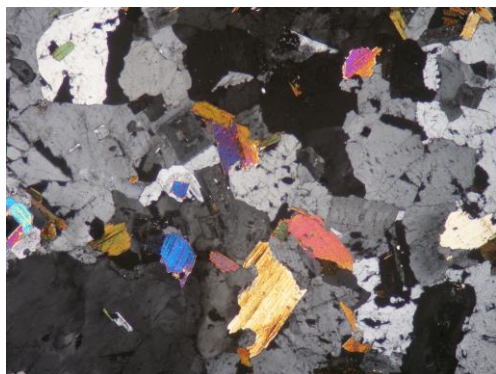


地学をまだ学習していない時点での受講となったが、生徒アンケートを見ると今回意図した地球について積極的に学ぶ姿勢を引き出せたように感じる。第1日目のフィールドワークはかなり余裕のある日程にし、夏場であることから暑さ対策もおこなったが、このような経験がない生徒がほとんどであり、かなり疲れた生徒もいたようであった。しかし、講義や実習の内容はよく理解しており、講座への満足度も非常に高かった。



(イ) 「SS 地球科学」と関連して

SS リサーチで学んだことを第 2 学年 SS クラスの生徒 4 名に定着させ、他の SS クラスの生徒にも広げるために、学校設定科目「SS 地球科学」でこの SS リサーチの報告を行った。実際に作った薄片を使って偏光顕微鏡観察を体験させるなど、工夫して報告している様子が見られ、他の SS クラスの生徒にも今回の講座の目的、意義を広めることができたように感じられた。



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 36 名

イ 単位数実施日程・研修訪問先

日程：平成 21 年 10 月 15 日（木） 14 時 30 分～16 時 30 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) 経緯

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、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、企業の環境に対する取り組みを知ること、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ことができると仮説を立てた。

(3) 経緯

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題まで教材化し、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) 授業「SS 化学」での事前学習

歴史上最初に鉄を鉄器として用いたヒッタイト人に始まり、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、学習内容を再編し、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。

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、センター館長の中西勇氏より製鉄の概略と企業の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m²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。

敷地内での見学では、鉄鉱石や石炭を保管する原料ヤードや高炉、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。

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。見学後の質疑応答では、原料が雨ざらしになっていることや、厚板と薄板の生産量の比率、工場の耐震対策、製品の寸法や成分の検査方法、溶鉱炉の寿命と点検修理についてなど、数多くの質問が出た。

ウ 事後指導

地理Aの授業においてJFE構内の建物配置から考えられる合理化や、原材料の輸入先をはじめ、研修内容を整理し確認することで地理Aにおける学習内容の理解を深めた。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。

(4) 検証

鉄鋼業界の工場見学については、比較的受け入れの可能性が高いほうではあるが、敷地内の移動にバスが必要となる事や、工場の中では20mほど離れた場所を1200℃もの鋼材が製品化されてゆくために夏季には実施しづらい事など、制約も多い。学校行事の研修旅行先にてこのような大規模な工場の見学をクラス単位で実施できることのメリットは大きく、見学後には自動車をはじめ、「身の回りの鉄製品が違って見えるようになった」といった感想の声もあった。その他にも生徒の感想文には、次のようなものがあった。

・圧延機からの熱、音、振動を知識ではなく経験として「知る」ことによって、先人の英知を深い次元で刻み込むことができた。

・工場を作る前の実験段階から、どれほどの苦労の積み重ねがあるのか考えさせられた。漠然とした活字から読み取れる内容とは比べ物にならない作業工程のダイナミックさや、世界に通用する企業の現場を見ることができ、とても良い経験になったと思う。

- ・鉄は私たちの生活の中で様々なところで使われている。その鉄の誕生の原点を見ることができてよかった。
- ・製鉄に使う大量の水やコークスをリサイクルや循環させていることもすごいと思った。バスに乗って説明を受けながら見て回れたのであらゆる所に施されている工夫を詳しく知ることができました。
- ・従業員の安全や鉄鉱石の山が崩れないように表面を薬品で固めてあったり、事故に対する工夫が多く感じました。
- ・身の回りの鉄製品がどうやって作られてくるのか、ある程度は知っていたつもりだったが、それは紙の上で分かったと思い込んでいただけだった。それほど見学での驚きと感動が大きかった。実際に見たり、やってみないと分からないことは多くあると思う。課題研究でもそれを念頭に組みたい。
- ・圧延工場では全て機械によって制御されており、そこには化学、物理をはじめとした科学の知識と技術、情報処理の技術が詰め込まれていることが分かり、工業に活用されている現場を目の当たりにしたように感じた。

アンケートの結果からは、半数以上の生徒が説明の内容が想像よりも高度であると感じていた様子(問1)であったが、説明によって理解に達することができたと答えている(問2)。また、事前指導については多くの生徒がその有効性を感じ取っており(問7)、科学技術と産業とのつながりを実感(問8)させる意味においても、日々の授業とこのような研修の効果的な接続が重要であることが分かった。以下に参考となるアンケート結果を示す。

(問1) 研修先の説明で取り扱った内容は、想像していたよりも高度な内容でしたか？

- 1 そう思う (8人) , 2 どちらかといえばそう思う (16人) ,
- 3 あまり思わない (8人) , 4 思わない (2人)

(問2) 研修先での説明内容を、あなた自身どのくらい理解できたと思いますか？

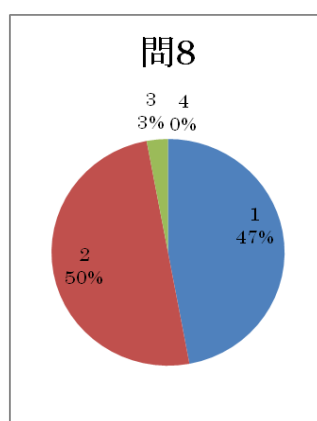
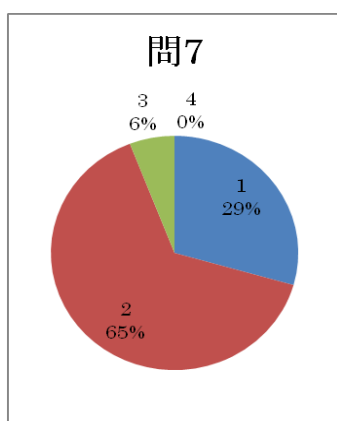
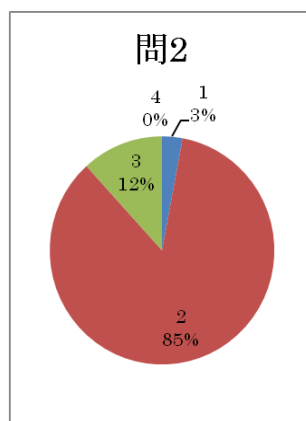
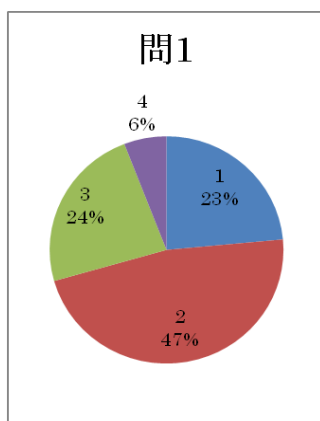
- 1 よく理解できた (1人) , 2 ほぼ理解できた (29人) ,
- 3 どちらかといえば理解できなかった (4人) , 4 理解できなかった (0人)

(問7) 日々の授業内容(地理・化学などでの事前講義)や、事前にあなたが調べた事からは、この研修を充実させるために役立ちましたか？

- 1 役立った (10人) , 2 どちらかといえば役立った (22人) ,
- 3 どちらかといえば役立たなかった (2人) , 4 役立たなかった (0人)

(問8) 自然科学・科学技術と社会(産業)とのつながりを実感することができましたか？

- 1 そう思う(16人) , 2 どちらかといえばそう思う(17人),
- 3 あまり思わない(1人) , 4 思わない(0人)



1 5 SS リサーチⅣ 「昨年度 SS 研修旅行」

(1) 経緯

研修先については、現場で簡単な講義や体験のできることを重視して、訪れたことの意義を深められる場所を選ぶように検討した。出発日が日曜、2日目が月曜であったため、候補に上がった企業や博物館が開いていないところもあり、検討の結果上記のプランとなった。東急観光と打ち合わせをしてプランを立てたところ、入札の結果、日本旅行に落札され、打ち合わせで依頼したことが完全には伝わっておらず、当日困る場面が少々あった。

(2) 仮説

現場を訪れることで、教室では学べないたくさんの実体験を得て日常の学習意欲を高めることができる。また現地で研究者や技術者の方々の話を直接聞くことで、訪問の成果はより大きなものになる。また生徒たちの互いのプレゼンによって、知的好奇心を増やし現場での質疑を活発にすることができる。



(3) 内容・方法

終業式後の平成21年3月29日より31日までの3日間、貸し切りバスで学校から移動した。終業式に1日目の研修先についての生徒によるプレゼンを行い、1日目の宿泊先で2、3日目の研修先についてのプレゼンを行った。それぞれの目的地について、グループごとに分担して事前調査して、その内容を他の生徒にパワーポイントを用いて発表するというもの

であったが、この取り組みに大変熱心に取り組んだため、効果は大変大きく、各研修場所において活発な質疑応答が行われた。またバス内においては、理化学研究所製作の教材ビデオ「元素の誕生」と琵琶湖についてのNHKの番組を録画した「里山」を上映して知識を得た。

ア 京都大学総合博物館

ボルネオのランビル国立公園での熱帯雨林での一斉開花の研究や、霊長類研究所でのチンパンジーについての研究、栽培植物の起源や温帯林の生態についての研究などを中心に展示を見学した。フィールドを対象としたスケールの大きな研究を紹介したものが多く、生徒たちも強い印象を受けていた。

イ 北淡震災記念公園

阪神大震災の被災者の方の講演を聴き、地震の規模や街が受けた被害、人々の様子について実感をもちながら野島断層保存館の展示を見ることができた。なかでも野島断層そのものは、1～2mの規模で横ずれや隆起を起こしている様子を間のあたりにして、そうした地殻変動を起こす地震のスケールを体感することができた。



ウ スプリング 8

理化学研究所の高輝度光科学研究センターであるスプリング 8を訪れて、最初に放射光普及棟で職員の方に施設の概要と研究内容について説明を受けた。放射光とは、相対論的荷電粒子が磁場で曲げられるときに、接線方向に放射する強力な電磁波のことであり、物質の原子配置や構造、成分など様々な研究に利用されていることについて理解を深めた。その後、装置の中で使われている強力な磁場を体験したり、加速器の構造を見学したりしてから、実際に施設内を見学した生徒たちは、そのスケールの大きさに圧倒されていた。最後に、放射光普及棟の展示で、原理についての理解を深めたり研究成果の数々についての知識を得たりすることができた。



エ 明石海峡大橋

淡路島側にあるアンカレイジを訪れ、実際に建設に携わった方の講演を聴いた。全長 3910m で世界最長のつり橋であり、主塔の高さは 298m である。1998 年に完成したが、1995 年の阪神淡路大震災当時、中央支間の地盤がずれて 1 m 開いた。橋を支えるメインケーブルは 36830 本のワイヤーを束ね直径 1.1 m である。主塔は海面下 50 m の海底に基礎を置き、メインケーブルを支えるアンカレイジは、地中 63m の岩盤に基礎を置いている。こうした説明と建設の経過を解説するビデオを見たのち、実際に橋の補剛桁まで階段で上がり、100m あまりを歩く体験をした。4 km 近くまっすぐに伸びる補剛桁のスケールや 70～80m 下に見える海面の風景から、生徒たちは現代の工学のレベルの高さに強い印象を受けていた。



オ 神戸市震災メモリアルパーク

震災メモリアルパークを訪れた。ここは、阪神淡路大震災のときに被害を受けた港の一部をそのままの状態に保管しているところで、流動化現象で地盤が軟弱になった結果、コ

ンクリートの岸壁が破壊された様子を見ることができた。

カ 琵琶湖博物館

最初に実験室でプランクトンについての基礎知識と採集の方法について学んだ後、湖岸へ移動して、一人一人の生徒が実際にプランクトンネットを投げて採集し、実験室の顕微鏡を使って観察を行った。プランクトンとは浮遊生物の総称で、珪藻類や渦鞭毛藻類、緑藻類などの植物性プランクトンや、ミジンコ、ワムシなどの動物性プランクトンを観察することができた。その後、琵琶湖博物館を見学して琵琶湖の生態系について学んだ。



キ 西堀栄三郎記念館 探検の殿堂

京都大学の教授であり、1957年の南極越冬隊の隊長を務めたり、真空管の開発や、統計的品質管理法を開発するなど、スケールの大きな科学者の功績や人柄に触れるとともに、館内にあるマイナス25℃を体験するゾーンで、南極の気候を体験した。

(4) 検証

ア アンケートの内容と結果

実際に現地を訪れ、講演等を聴き体験したことで得るものが大変多かったという意見が多数を占めた。また、これまで学習してきたことを深める内容だったという印象を受けたり、今後の課題研究に生かせるという意見もあった。また、科学を学ぶ根本的な姿勢について述べた次のような文章を書く生徒もおり、それぞれの生徒の今後に向けて大変良い影響をもたらすことができたと考えている。

全体的に、研究者としての姿勢を学んだと思った。それぞれの科学的な事柄に触れながら、その背景を理解したことで、学ぶことが大きくなったと思った。京都大学博物館で学んだ学問のフラクタル性、スプリング8での様々な見方による多様にわたった研究ができること、西堀探検館で気づいた好奇心、探究心の重要性はこれらのこと全てを組み合わせるとまさにすごい教訓を得たような気がする。好奇心、探究心によってフラクタル性である学問において、様々なことを探求できる。それによって様々な結果が得られ、それ相応にあるいはそれ以上に、「視点」を得ることができる。これが大切だと思った。しかし、それを確実に行うには、やはり、知識、能力だと思うので、それをどんどん伸ばして行きたいです。

イ 研究の成果と課題

いずれの研修先でも、生徒たちは知的好奇心を刺激され熱心に見学し質問をしており、十分な成果を上げたと考えられる。SSクラスの生徒たちは科学に対して大変興味をもっているが、全長1436mの蓄積リングをもつスプリング8、研究対象が地球規模である京都大学総合博物館のフィールドワークの成果や南極探検の展示、大地震を起こした断層の見学や明石海峡大橋といったスケールの大きなものを見て、さらに学問的視野を広げて机上の学問を捉えなおす生徒も多く現れた。事前学習は、それぞれが興味をもった訪問先についてグループごとに行ったが、各自の興味を生かしたプレゼンテーションによる学習会を開くことができたので、全員が興味を共有することができたと考えられる。全行程をバスで移動したため、3日目の移動時間が長くなりやや疲れが出た。費用の面で問題があるが、バス以外の交通手段も検討できればよいと考える。

16 SS トライアル I

「な～にい！？やっちゃまったな！！楽しむ“生物発光実験&化学マジック”で、あら～、みんなも未来の化学者かよ～。」

(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58名の希望があり、7月9日(木)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大学生のTA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。また、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。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

ペンライトに用いられる試薬を利用した化学発光、炎色反応による色とりどりの炎の観察、都市ガスの密閉爆発によるロケットと爆発の炎、リモネンによる発泡スチロールの溶解減容、色素の酸化還元による変色を利用した小瓶四姉妹、Landoltヨウ素時計反応を利用した時間差瞬間着色、硝酸セルロースを手の上で瞬間燃焼させる魔法の綿、紫外線感知ビーズの秘密など、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で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学校設定科目「SS入門」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。「SS入門」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を受け充実した時間を過ごすことができた。

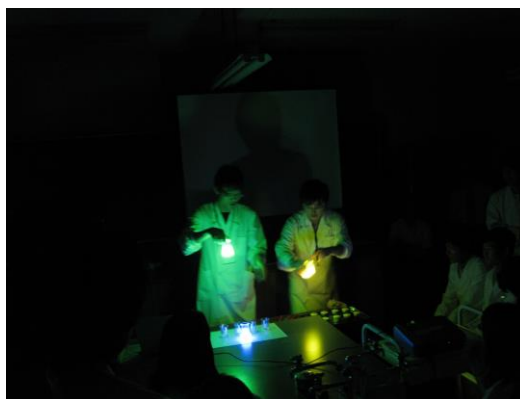
高度な内容を含め、多くの題材を用いた実験中心の講座であったが、集中力を切らすことなく取り組むことができた。講義、実験での様子だけでなく、質疑応答でも活発な発言がみられ、また、アンケートでは「積極的な気持ちで参加できた」生徒が大半を占めているように主体的に取り組むことができた。

アンケートでは、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。

- ・ 普段では体験できないことがたくさんありとても良い経験になりました。特に、印象に残ったのは生物発光実験です。何事も自分自身で経験することは楽しいことだと思います。実験することの楽しさがより感じられました。
- ・ 特に、生物発光の実験は、生物の授業で習ったことに関連した実験でとても興味深かった。実験で「なんで？」と思ったことが、その後の解説で理解できてすっきりした。いろいろな実験の仕組みについて、もっと知りたいと思うことがたくさんあった。
- ・ 印象に残ったのは、後半の化学マジック実験です。とても楽しむことができたし、何より理解しながら考えながら聞くことができたのでよかったです。また、自分でもいろいろ調べてみようと思いました。

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。





1 7 SS トライアル I 「体験してみよう分子生物学」

(1) 経緯

2008年2月に名古屋大学理学研究科生命理学専攻の本間道夫教授に依頼し、5月12日に名大の研究室を訪ね当日の流れや実験書についての打ち合わせを行った。実験書の印刷は、名古屋大学生協に依頼した。SSHの効果を他校にも広めるために、参加生徒の呼びかけは向陽高校だけに留まらず、名古屋市立高校全体に対して行い、名古屋市立緑高校から3年生3名、名古屋市立菊里高校から2年生3名の参加があった。

ア 受講生徒 3年生 9名（緑高校3名を含む）
2年生 7名（菊里高校3名を含む）

イ 実施日時・場所

7月24日（金）名古屋大学理学部G館実験室

25日（土）名古屋大学理学部G館実験室

8月4日（火）名古屋大学理学部G館講義室

ウ 講師 名古屋大学理学研究科生命理学専攻 本間道夫教授 小嶋誠司助教
他 TAとして大学院生4名

(2) 仮説

本校では、第1学年3学期の生物の授業の中で、遺伝子DNAについての内容を扱い、3年の初めにさらに発展的な遺伝子の働きや、バイオテクノロジーについての内容を扱っている。そうした生徒たちが、実際に遺伝子を制限酵素で切断したり、電気泳動でDNA断片の長さを調べたりする実験を行い、最先端の研究現場で行われている基本的な手法を体験し、遺伝子研究の社会的な問題について議論することで、分子生物学的な研究について理解や興味を深め、生物の科目に対する興味も深めることができるという仮説を立てた。



(3) 内容・方法

まず、初めに本間教授より、実験に用いる大腸菌の紹介、研究室で取り組んでいるべん毛モーターの紹介を受けた。レーウェンフックの自作顕微鏡による微生物の発見から、細菌類の存在が知られるようになった。今日の分類学は、DNAの塩基配列の研究によって大きく進歩して、3ドメイン説が提唱されており、真核生物、細菌類、アーキアと分けられている。大腸菌は細菌類に属するが、大腸菌のからだの仕組みを研究することは、複雑な真核生物の生命現象を研究する上でも、大いに役立ってきた。大腸菌は、染色体DNAの他にもプラスミドDNAをもっている。大腸菌のもつべん毛モーターは、タンパク質でできているモーターで、膜内外の水素イオンの濃度差によって駆動する。数本のべん毛が回転することにより束になって推進力を生み出す。逆回転すると鞭毛がほどけて広がり推進力を失ってしまう。こうしたべん毛モーターを構成するタンパク質の変異体を研究することによって、モーターのしくみを解明していくことができる。

その後、大腸菌とビブリオ菌の観察を行った。照明光が直接対物レンズに入らないようにする暗視野顕微鏡を用いると、微小な対象物が散乱する光によってべん毛の動きなども観察が可能になる。大腸菌は、体を小刻みに振りながら進み、ビブリオ菌はくるくると円を描くように進む様子が観察された。ビブリオ菌は大腸菌と異なり、べん毛を1本しかもたない特徴があった。



次に小嶋誠司助教から、DNAに関する基本的な知識と、実験に用いられる手法の解説を受けた。DNAは、2本のヌクレオチド鎖が塩基間の水素結合で相補的に結合した二重らせん構造をもっている。DNAの塩基配列は、RNAに転写された後、翻訳されてアミノ酸の配列を決定し、タンパク質をつくる遺伝情報をもつ。DNAの塩基配列は、サンガー法という方法で解読されるようになり、現在では自動的に塩基配列を読み取る装置で、短時間で大量に解読することが可能である。そのためには、同じDNAが一定量必要であるが、PCRという方法によって、1本のDNAのコピーを大量につくることが可能になっている。DNAを目的の場所で切断する制限酵素や、つなぎ合わせるリガーゼの発見によって、DNAを操作することが可能になった。DNAの長さを調べるために用いられるのが電気泳動法で、DNA自体がマイナスの電気をもっているので、寒天プレートの中をプラス極に向かって移動する際に、DNAの長さによって移動度が異なることを利用している。



実習 大腸菌の培養 試験管にLB培地と抗生物質であるアンピシリンを入れた後、寒天プレートの大腸菌の単一コロニーからつまようじで大腸菌を取り、試験管中に入れた。大腸菌にはアンピシリン耐性の遺伝子が組み込んであるので、目的の大腸菌だけを増やすことができる。これらの操作は、ガスバーナーの脇で無菌的に行なった。試験管は、震盪培養し

て翌日の実験に利用する。次に、アガロースゲルをつくるために、アガーを測って電子レンジで溶かした後、型に流し込んで固めた。これは冷蔵庫で保管した。

2日目の実習では、まず一晩培養して増やした大腸菌からプラスミドを取りだした。培養液を、遠心機にかけて大腸菌を集め、グルコースとバッファー、RNaseの入った溶液に分散させて、アルカリでタンパク質を変性させた後、中和して塩析によってタンパク質と染色体DNAを凝固させる。これを遠心して除いた後、フェノール/クロロフォルム処理でタンパク質を除き、イソプロパノールでプラスミドのDNAを沈殿させてエタノールで洗った。こうして得られたプラスミドDNAを、組み合わせを変えて3種類の制限酵素で切断したものを5種類のサンプルとした。また、4種類のプライマーを組み合わせを変えて入れて、PCRにかけるサンプルを7種類つくり、PCRによって増幅させた。こうした12種類のサンプルを、昨日つくったゲルを使って、マーカーと共に電気泳動にかけた。得られた電気泳動の結果をそれぞれのバンドの位置からヌクレオチド鎖の長さを求めて、なぜそのような結果になったのかを第3回までにそれぞれ検討することとした。また、最後に研究室を見学し、超遠心分離機、DNAシーケンサー、蛍光顕微鏡などを見た。

3日目は間をおいて、8月4日に行なった。この2週間で生徒達は、各グループで実験結果をまとめ、結果からわかることを検討し発表できるように考察を行なった。またバイオテクノロジーをテーマに、調査して自分たちの考えをまとめた。そこで3日目は、各グループがそれぞれまとめてきたことを発表して、TAや講師の先生から質問を受け、回答するというディスカッションを行なった。バイオテクノロジーについての発表は、参加生徒全員が一人ずつ行い、遺伝子組換え作物、遺伝子治療、遺伝子診断などについて3分程度の発表とその後、聞いている生徒からも質問が出て、活発な議論が展開された。

(4) 検証

プラスミドDNAの抽出、制限酵素による切断、PCRによる増幅などについて、講師やTAから説明を受け、生徒たちは内容を概ね理解しながら実習を進めることができたと思われる。ピペットマンの扱いに慣れていない生徒もあったが、実習の最後には充分使いこなしていた。

以下は、生徒の感想からである。

- ・ 講座は普段のSS生物にて学んだ内容も入っていて、とっつきやすかった。実験自体はTAの人のアドバイスや補足説明とともに行なえたため、大変有意義であった。またグループも参加した高校でつくられていて他校との交流も面白かった。最終日の発表では、グループの発表も担当し、もう一人の発表者と協力して行なえた。発表は緊張したが、きちんと伝わったようでよかった。自分で調べて発表したものはとても難しい題材を扱ったが、問題を提起することができ、良い結果となった。この3日を通して、素晴らしい体験（実験だけではなく、様々な体験）をすることができ、本当に良かった。
- ・ 実験は、やることがたくさんあって、自分が今何をやっているのかを理解するのが、ちょっと大変だったけど、講師の先生やTAさんたちが、分かりやすく説明して下さったので、楽しく実験をすることができました。制限酵素の実験は上手に結果が出せて嬉しかったです。難しかったけど、グラフにまとめたり、自分たちで考えたりして、理解ができたときもうれしかったです。発表するのは、すごく緊張したし、あまり上

手にできなかつたけど、自分にとっていい経験になったと思います。SS リサーチに参加して良かったと思いました。

- ・ 大腸菌やビブリオ菌は顕微鏡で見ると動きとかがかわいかった。PCRについては前から本で読んで知っていたので、一度実物を見てみたかったのですが、ただ機会にセットして待つだけという事で思ったより簡単でした。DNAを扱うということは、ここ数十年の先人達の偉大な功績によって簡単になりましたが、その結果として得られるものは科学的にも、倫理的にも重大ですから、これからも注目して考えていきたい分野です。
- ・ 今回扱った内容は、とても高度なもので、DNAについて様々な研究方法があることを感じた。プラスミドという核外に存在しているものでも、DNA研究におおいに役立つものがあるということを知った。また電気泳動では、DNAがマイナスを帯びていることを利用してプラスの方に引き寄せ、様々な条件の下でどのようなかということを知る方法は面白いと思った。それから、大腸菌の動き方についてもお話があり、モーターのようにはたらくベン毛があって生物はすごいと思った。

高校生物の扱う分野の中で、DNAなど分子生物学のジャンルは高校現場ではなかなか実験を行うことが困難である。遠心機、電気泳動装置、サーマルサイクラーなどの高価な装置とそれを扱うための様々な試薬やノウハウは、簡単には準備できない。今回のSSトライアルのように大学との連携で、こうした体験的なそれでいて考察させる内容の実習を行うことができることに大きな意味があることは、上の生徒たちの感想からも明らかであろう。

今回、実習前に遺伝子の分野の復習をしておくように指示しておいたが、生徒たちはそれぞれ教科書や図表などの資料に目を通していた様子であった。講師の先生方も、高校生にわかるようにかみくだいて説明をしてくださったので、実験全体の構成も、データ処理、考察なども無理のない範囲で進めることができたと思われる。また、バイオテクノロジーに関わる社会的な問題やそれについての意見交換をしたことで、遺伝子技術をより身近なものとして捉えることができた。実験だけの実習に終わらず、こうしたディスカッションを行ったことでより深まりが得られたと思う。参加した多くの生徒たちは生命現象に興味を深めており、このように仮説は十分に検証されたといえるであろう。

18 講演会 I 「世界脳週間2009」

(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 実施日程など

日程：平成21年5月22日（金） 12時45分～15時05分

場所：本校体育館

ウ 講演演題

「脳の手術からみた脳の偉大さ」

エ 講師

名古屋市立大学大学院 医学研究科 社会復帰医学講座 脳神経外科学分野

名古屋市立大学病院 副病院長

教授 山田 和雄 氏

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

脳科学研究は脳疾患の増加に伴って進歩の顕著な分野である。脳機能の仕組みや先端治療の現状について知ることは、広く教養として有意義なことである。2、3年のSSクラスから文系のクラスまで、興味や進路意識の方向性の異なるさまざまな生徒に聴講させることにより、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年時に全員が履修した「生物I」の中で神経細胞の構造についてわずかに学んだのみである。生徒の学習状況を講師に伝えたいと、講演内容を基本的事項から展開することを打ち合わせで確認した。さらに、資料として講演のスライドに生徒の所持している生物資料の図をのせることで理解の助けとし、スライドの内容は印刷して事前配布した。さらに、講演内容を示すためのスクリーンを増設して、効果的に視覚から理解を促すことができるかという仮説を立てた。

(3) 内容・方法

ア 講演内容

① 講師の高校生時代

講師の山田教授は高校生を相手に講演するのは初めての経験であったが、自身の高校生時代を思い起こしながら、生徒に親しみが持てるような内容を盛り込んで講演の導入を行った。まず自らの高校生時代を「よく学び、よく遊んだ」と表現し、水泳大会での活躍や楽しかった軟式野球での部活動、また、将来の源泉になったという様々な学びがそこにはあったと述べられた。

② パーキンソン病の治療

神経細胞の情報のやり取りは、接続部であるシナプスにおいてグルタミン酸をはじめとする神経伝達物質のはたらきによる。講演の主題として扱われたパーキンソン病は、中脳黒質の変性により神経伝達物質のひとつであるドーパミンが不足し、身体の運動機能の調節障害を引き起こす。患者の大脳基底核では中脳からのドーパミン神経細胞の機能が失われることにより、視床下核の抑制ができなくなり、常に視床下核の興奮が続く。これにより視床と大脳皮質に過剰な抑制がかかる。

パーキンソン病は一般に振戦や固縮に始まり、姿勢反射障害や歩行障害等、Yahrによる進行段階の分類が適応されている。有名な俳優やスポーツ選手がこの疾患にかかっていることから、パーキンソン病は一般にも良く知られている。初期の段階では、不足するドーパミンの前駆体であるL-DOPA（脳・血液関門を通過する）の服用や、ドーパミン受容体を刺激する薬（ドーパミンアゴニスト）、ドーパミン放出を促進する薬などの薬物治療が主体であるが、症状が進んでくると外科的な治療が必要となる。1950年代には淡蒼球破壊による定位脳手術を施す方法が行われ始めたが、1995年には脳深部刺激による治療が開発された。

薬物療法では、薬効のオン・オフに関係してウェアリング・オフやジスキネジアが現れ、長期にわたる治療が難しい。また、淡蒼球破壊による定位脳手術では、近傍の脳神経の機

能が失われてしまう危険性もある。これに対し、脳深部刺激による治療では視床下核に電極を導き、胸部にセットした装置によって術後も刺激条件を変化させることができるという利点も得られる。この脳深部刺激療法（DBS）では、治療部位のターゲットとして視床下核の座標を決定することが最大の重要点であるが、ここでは数学や情報処理の基礎的概念や応用技術がとて役に立っている。また、ひとつの画像だけから視床下核を判断するのではなく、他の画像を重ね合わせたり、特徴的な波形をとりながら正確な視床下核の座標を確定している。

脳はたいへん高度な機能局在がみられる器官である。神経回路の一部の障害で病気にもなるし、逆に DBS のような局所的な刺激によって機能が改善する。山田教授が日々の治療の過程で常に感じている「脳の偉大さ」はこの点にあるという。DBS により薬物療法では制御の困難なジスキネジアの軽減やオフ時の運動症状の改善がみられ、日常生活動作の不自由が減るという点においてこの疾患に苦しむ人々にとっては、たいへん明るい希望となるものであろう。

脳の機能局在の概念図は、およそ 100 年前のブロードマンの大脳皮質地図にその基礎がすでにみられる。最近ではポジトロン CT によって脳の局所的なはたらきを血流から診断し、脳腫瘍の摘出をどの方向から行えば良いか、後遺症を最小限にとどめるためにはどうすればよいか検討して外科的な手術は行われる。

③ 学んでほしいこと

学問の基礎として、高等学校で学ぶ様々なことはたいへん重要である。医師として数学、物理、化学、生物はもちろんだが、アメリカでの研究活動の時代には高校で習得した英語の知識を駆使することで向こうの医師や看護師と意思疎通ができた。また、国語の古文で学ぶ有名な書き出しや、歴史や地理で学ぶ事柄は世界で通じる人物になるためにも「教養の高さ」を保つ意味においてたいへん重要である。さらに、「楽しみ」としての趣味を続けることは人生を豊にすることを、現在も継続されているご自身のオーケストラでの演奏活動に繋げて生徒に語りかけた。山田教授は、「高校時代の日々の勉強が脳研究や脳の治療に繋がっている」と強く感じており、聴講する生徒に向けて、学ぶものとしての姿勢として文理の区別なく世の中はつながっている事を理解し、それぞれの将来の目標に立ち向かってほしいと講演を締めくくった。

イ 生徒との質疑応答

(質問ア) マウスに強いストレスを与えると「シナプスの跡」が残るとの報告があると新聞にあったが、これはどういうことか。

[回答]記憶の作られ方やシナプスの修飾には諸説がある。何らかの長期増強か。神経生理学だけでなく、タンパク質の合成など、物質レベルでの研究も盛んに行われている。

(質問イ) 脳の血流の低下が片頭痛をまねくといわれるが、どのようなしくみか。

[回答]通常の 20~30%に血流が減ると、特に脳の後方で血管が収縮する。これが、目がかすんだりチカチカしたりするという第一段階である。その後、血管が拡張して血流が急激に回復すると頭痛が生じ、これが第二段階である。頭痛そのものより、第一段階が片頭痛の本質である。

(質問ウ) 失語において関係音が理解できないと言われたが、どういうことか。

[回答]回復期にはヒントによっては言葉が出てくる。リハビリテーションによりかなり戻るようになるが、言語中枢が完全にやられてしまうともどらなくなってしまう。

(質問エ) 脳深部刺激療法での電極への電氣的な量はどのくらいか

[回答]数 mV の電圧で数 10Hz~140Hz ほどの頻度で刺激を与える。いずれにせよ、微弱な電気信号である。

(質問オ) 初期のパーキンソン病に気付くには、どのように注意すればよいか。また、患者さんにはどのように対応すればよいか。

[回答]初期の判断はたいへん難しい。顕著な症状が出てくるには数年かかる。専門とする私でも家族の初期症状を判断できなかった。神経内科の専門医に相談することが重要であろう。患者さんへの対応は、病状のステージに合わせた対応がやはり大切である。初期では、決められた薬をきちんと服用すること。

(4) 検証

パーキンソン病という疾患については、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、山田教授は神経伝達物質のはたらきから始まり、この疾患の特徴を動画を効果的に駆使して説明を行った。普段では目にすることのできないパーキンソン病の振戦や固縮、姿勢反射障害や歩行障害など、「百聞は一見に如かず」の印象が生徒に訴えかけたようであった。また、脳深部刺激療法による患者の回復を示した動画に対しては会場から思わず声が出てくるほどであった。2、3年生全生徒約 720 名と教職員、および聴講を希望した保護者 44 名の規模で、質疑応答についても 3 名の 3 年生と 2 名の 2 年生から積極的な挙手があり、講演会としての活気はたいへん高いレベルで進行できた。

この講演では、窓口となった名古屋市立大学大学院医学研究科の飛田秀樹教授の提案によってスクリーンを 3 台配置した。これによりいずれの座席からも良く内容がわかり、特に動画での疾患の様子を理解できた。

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 年生で 83%、3 年生文系で 77%、3 年生理系では 82%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 2,3 年生全体で 87%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 77%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、山田教授の、生徒の目線に下りた講演を展開した事が興味づけに大きく働いたと考えられる。

質疑応答で質問した 5 名のうち 4 名が SS クラス所属の生徒であった。積極性を伸ばすという観点から SS クラスの生徒のみならず、全体に意欲付けを広げてゆけるかが今後の課題であろう。また、アンケートにおいて SS クラスの生徒と普通クラスの生徒で大きく異なった点は、「研究者を身近に感じるようになったか」という設問で、「なった」と回答した生徒が 10 ポイント違ったということであった。将来の進路希望の違いはあるが、SSH の高校として研究者を目指す全ての生徒に対して魅力ある事業を展開することが大切だと感じた。

参考：アンケートの質問内容（生徒向け）の一部とその回答の内訳

2 年生の（ ）内は第 2 学年 SS クラスのみでの割合（%）

3 年生理系の（ ）内は第 3 学年 SS クラスのみでの割合（%）

問1 講演を通じて、脳科学研究に対する知的好奇心や興味・関心が高まりましたか？

	高まった	どちらかといえば 高まった	あまり 高まらなかった	高まらなかった
2年生	18 % (31)	65 % (61)	14 % (5)	3 % (3)
3年生 (文系)	27 %	50 %	18 %	5 %
3年生 (理系)	34 % (51)	48 % (41)	13 % (8)	5 % (0)
2,3年生全体	24 %	57 %	15 %	4 %

問2 講演で取り扱った内容は、難しいと思いましたか？

	そう思う	どちらかといえば そう思う	あまり思わない	思わない
2年生	45 % (39)	47 % (58)	7 % (3)	1 % (0)
3年生 (文系)	36 %	45 %	18 %	1 %
3年生 (理系)	37 % (18)	46 % (54)	15 % (23)	2 % (5)
2,3年生全体	41 %	46 %	12 %	1 %

問5 研究者を身近に感じるようになりましたか？

	なった	どちらかといえば なった	どちらかといえば ならなかった	ならなかった
2年生	9 % (19)	46 % (50)	39 % (28)	6 % (3)
3年生 (文系)	17 %	41 %	30 %	12 %
3年生 (理系)	23 % (33)	42 % (51)	27 % (13)	8 % (3)
2,3年生全体	15 %	44 %	33 %	8 %



講演会(世界脳週間2009講演会) 山田 和雄 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学年生徒全員

イ 日時

10月16日(金)

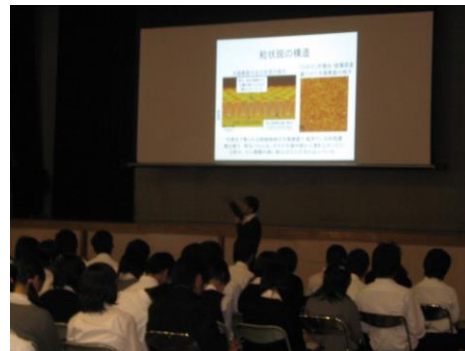
(2) 仮説

講演の内容を最先端科学分野として設定しているが、対象を太陽と、その観測衛星、7月22日の日食とすることにより。最先端科学を身近に感じられると仮説を立てた。また、望遠鏡や観測についての日本の技術が世界でも有数のものであることが理解できる。

(3) 内容・方法

はじめに皆既日食の原理について、太陽と地球および月の位置関係で影ができる様子が画像を用いてわかりやすく説明された。地球からの見かけの大きさが太陽と月で一致し、さらに軌道上の位置関係という偶然が引き起こす天体現象であることを知り、今年観測された皆既日食に思いを深めた。

太陽の構造については、黒点の構造や活動周期、それに伴う気候変化について、2006年に太陽観測衛星「ひので」が打ち上げられ、多くの大発見をしていること、および観測映像などが紹介された。太陽最大の謎である「コロナ加熱問題」についても詳細に説明がなされ、ナノフレア加熱説、波動加熱説といった高度な内容も含まれたが、日本の技術力の高さや最先端科学の研究内容に目を光らせた。



(4) 検証

「最先端科学講演」に対して、決して多くの生徒が前向きに参加したわけではなかった。「興味がわからない。」、「難しく理解ができない。」などの先入観をもった状態での講演開始であったが、今年観測された皆既日食の話題によって、太陽と地球の関係や太陽の構造など科学的な内容にも生徒たちは興味を示し、映し出される映像に驚きを隠せなかった。分からないことを分かるようにしたい、そんな誰しもが持つ思いがこのような最先端の研究につながっていることをこの講演会から学んだようである。講演後には「自らの努力で答えを発見し、その素晴らしさを感じたい。」など、自然科学、研究に関する積極的な意見が寄せられ、今後の学問や、進路に対する意識の向上を確認することができた。

20 講演会Ⅲ 「益川敏英氏講演会」

(1) 経緯

ア 対象生徒

希望生徒336名 (その他に保護者、同窓生)

イ 日時

11月14日(土)

(2) 仮説

ノーベル賞受賞者の講演は非常に貴重で、また内容が対象を絞ったものとして聴けることも、益川先生が本校の卒業生であることにより実現している。このことは、同じ講演としても先輩の温かみを込めたものである

(3) 内容・方法

同窓会の総会の後、記念講演会とパネルディスカッションの2部構成で実施された。

ア 記念講演会 「向陽高校に期待すること」

小林・益川理論を発表するまでの過程を、実験技術などの研究の背景や、先行していた理論の紹介から始めた、また、実験結果の解析では、理想的なデータにのみ注目するのではなく、誤差やゴミとして扱ってしまうようなデータに注目することにより新しい発見が生まれることもあることを紹介された。更には生物の発生や、考古学での発掘など様々な例を上げて研究の発展の歴史や偶然性なども紹介された。また、理論や数式の省略の重要性や、論文を野放しにしておき他者の評価を受けることの重要性も説明された。英語論文の速読会がきっかけとなって、小林・益川理論の研究に入っていったことも紹介された。高校生には難しい内容もあったが、興味を持って聴き入っていた。

イ パネルディスカッション

コーディネーターの進行のもと、ユーモアを交えた交流があった。パネラーは益川先生その他、本校校長、同窓生、本校生徒など多彩であった。話題も受賞式での日本語でのスピーチや益川先生の家での様子などもあり、聴いている人もリラックスして楽しく聴くことができた。

(4) 検証

とても熱意をもって講演していただいた。専門的な研究にまつわる話もあり、ユーモアもあり、本校生徒への期待をこめたメッセージもあり参加した生徒は有意義な時間を過ごすことができた。

土曜日に実施したことにより、部活の試合等で参加できない生徒は残念がっていた。また、参加した生徒からは、研究の話は難しかったが退屈せず興味をもって話が聞けた。などの声が聞かれた。

2 1 科学部の活動

(1) 経緯

平成21年度の科学部は、3年生4名、2年生3名、1年生5名の合計12名で年間の活動を進めてきた。

日頃の研究活動に主体的に取り組ませる事と、できるだけ多くの発表機会を経験させ、プレゼンテーション能力の向上と、ディスカッションする力やコミュニケーション能力を高め、てゆくことを主な目標とした。今年度の発表・競技会関係の活動は以下のとおりである。

- ① 住友軽金属工業株式会社名古屋製造所の工場祭の科学実験イベントへの出展
- ② 第4回スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ 2009
- ③ パソコン甲子園 2009『プログラミング部門』予選
- ④ 第33回全国高等学校総合文化祭 熊野古道部門（自然科学研究発表）
- ⑤ 学校祭での実験講座
- ⑥ 青少年のための科学の祭典 2009 名古屋大会
- ⑦ 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
- ⑧ 第8回AITサイエンス大賞

- ⑨ パソコン甲子園 2009『プログラミング部門』本選
- ⑩ SSH 中核的拠点育成プログラム「自然科学部交流会」
- ⑪ 平成 21 年度あいち科学技術教育推進協議会発表会「科学三昧 in あいち 2009」
- ⑫ 平成 21 年度高文連自然科学専門部研究発表会

(2) 仮説

自然科学系部活動の活性化のためには、所属生徒の興味・関心に沿った研究テーマの設定と研究成果の発表の場が必要である。可能な範囲での発表会への参加を促し、日々の活動のモチベーション維持を意識させる。こうすることにより、プレゼンテーション能力とコミュニケーション能力の向上が期待できると考えた。

(3) 内容・方法

部活動の活動は定期考査期間を除き平日は授業終了後毎日と、夏季・冬季休業中に 27 日、および休日は適宜実施するという形態で行った。夏季休業中には 3 日間の夏季合宿を実施し、河川中流域の水生生物の採集と観察、コウモリの行動調査、天体観測を行った。研究発表会、競技会、普及活動等、活動の成果を可能な範囲でできるだけ数多く参加してきた。以下に、本年度に発表された代表的な研究内容を示す。

手作りガイガーカウンターで放射線をキャッチする

I はじめに

放射線は私たちの身の回りにたくさん存在し、いくつかの種類に分類される。

代表的な放射線の種類

α 線・・・中性子 2 つと陽子 2 つでヘリウムの原子核からなる放射線

β 線・・・電子からなる放射線

γ 線・・・波長が短い電磁波からなる放射線

放射性物質の崩壊には、 α 崩壊と β 崩壊があり、それぞれ α 線、 β 線が放出される。

II 目的

放射線を検出できるガイガーカウンターをつくり、次の 3 点を目的とした。

- ダスト内の放射線を計測し含まれる放射性物質を特定する
- 場所による自然放射線の量の違いを調べる
- 安定して計測を可能にする

III-1 ガイガーカウンターの仕組み

ガイガーカウンターは放射線の数をはかる機器で、正式名称は『ガイガー・ミュラー計数管』といい、1928年にハンス・ガイガーとヴァルター・ミュラーが開発した。私たちが自作したガイガーカウンターの構造は図 1 の通りである。

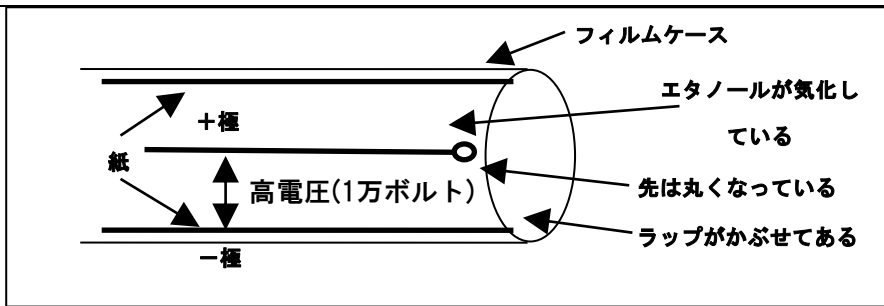


図1 ガイガーカウンター構造

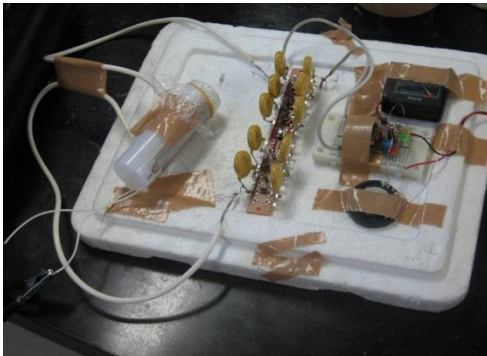


図2 自作ガイガーカウンター

III-2 ガイガーカウンターの原理

ガイガーカウンターは荷電粒子(電離作用のある放射線である α 線や β 線など)を検知する。まず荷電粒子がフィルムケースを通過すると気体分子(窒素等)は電離し、電子と陽イオンに分かれる。電子は管の中心にあるプラスに引き寄せられ加速し、加速した電子は他の気体分子を電離させる。この現象が次々と繰り返される。電子はプラス極、陽イオンはマイナス極に引き寄せられ、それがきっかけとなり放電がおこる。その放電を検知することで荷電粒子が通ったことが分かる。正規のガイガーカウンターでは直接放電の有無を検知して測定するが、私たちが自作したガイガーカウンターは、放電の際に発生する電磁波をAMラジオがとらえることで検知する。

連続放電を防ぎ、1回ずつカウントするために、以下の工夫をした。

1. 紙を巻く

紙は高電圧下では非常に抵抗の高い導体となる。放電で電流が流れると抵抗(紙)の両端に電位差が生じ、電極間の電圧は急低下し放電が止まる。

2. エタノールの蒸気を入れる

放射線が通ってイオン化した窒素などの分子はエタノールと相互作用する。窒素分子は中和し、エタノールは電離して陽イオンになる。エタノールはマイナス極に到達して中和し、余った放電エネルギーはエタノールの分解に使われる。

3. 中心の電極の先を丸くする

雷が避雷針に引き寄せられやすいように、とがった部分があると必要以上に放電が起こりやすくなってしまうため、+極の先端を丸くしてある。

Ⅲ-3 昇圧回路について

電源装置から出力される 5V の電圧をインバータを使用することで約 1000V まで昇圧させる。また、【コッククロフト・ウォルトンの回路】(図 3) という回路で約 10000V まで昇圧させる。

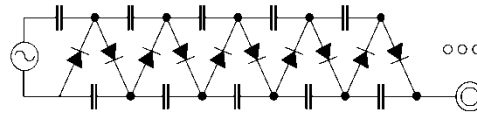


図 3 コッククロフト・ウォルトン回路

Ⅲ-4 カウント

音声を人の耳で数えると、時間がかかる上に正確にカウントできない。そこで効率よく放電を数えるために、音声を録音し、ソフトウェア(図 4)を自作してコンピュータで解析した。

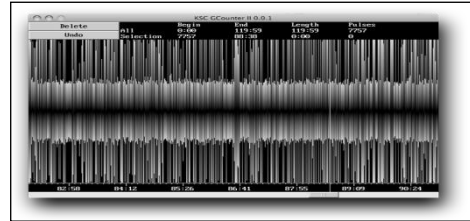


図 4 GCounter2

Ⅳ 実験① 既製品のガイガーカウンターとの比較

今回実験に用いたマントルにはトリウムという放射性物質が含まれている。 α 線はラップで遮断されるので我々の自作ガイガーカウンターでは計測できない。トリウム系列の β 線源は半減期が長い鉛などが含まれているのでグラフはほぼ水平になると思われる。この性質を利用して既製品と自作品で比較実験を行った。

(結果)

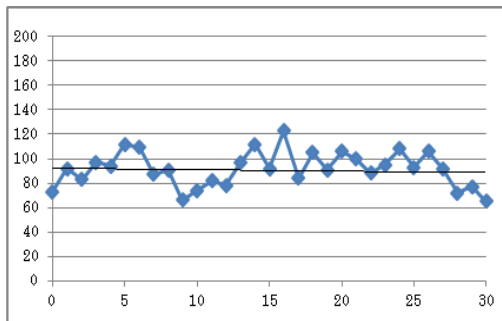


図 6 既製品

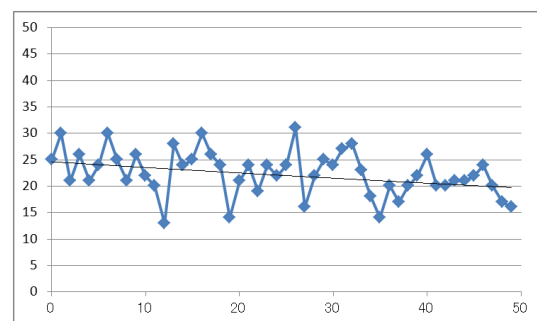


図 5 自作ガイガーカウンター

(考察) グラフはほぼ水平となったので、自作ガイガーカウンターは正しく作動している。また、既製品に比べてカウント数が多いのは、既製品に比べて管が大きいので放射線が通る確率が高いからである。

V 実験② 倉庫のダストの放射線を計測

ダストを付着させたろ紙を分割し、ガイガーカウンターと霧箱で同時に放射線を計測した。ガイガーカウンターでは β 線を、霧箱では α 線を計測できる。霧箱での計測はろ紙の切れ端を中に吊るし、録画した映像から α 線と思われる放射線の

飛跡の数を数えた。

(結果)実験の結果は以下の表のようになった。

	半減期
ガイガーカウンター (β線)	34.6分
霧箱 (α線)	数分

図 7 半減期の表

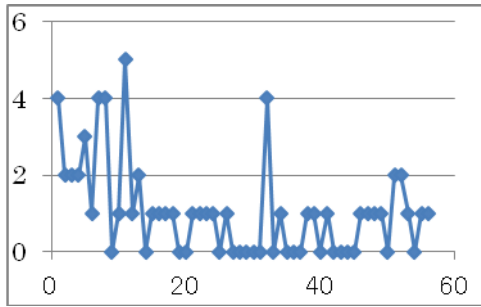


図 8 霧箱

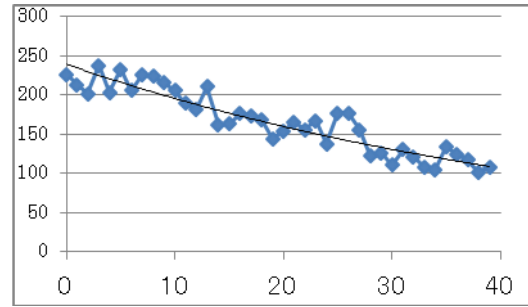


図 9 自作ガイガーカウンター

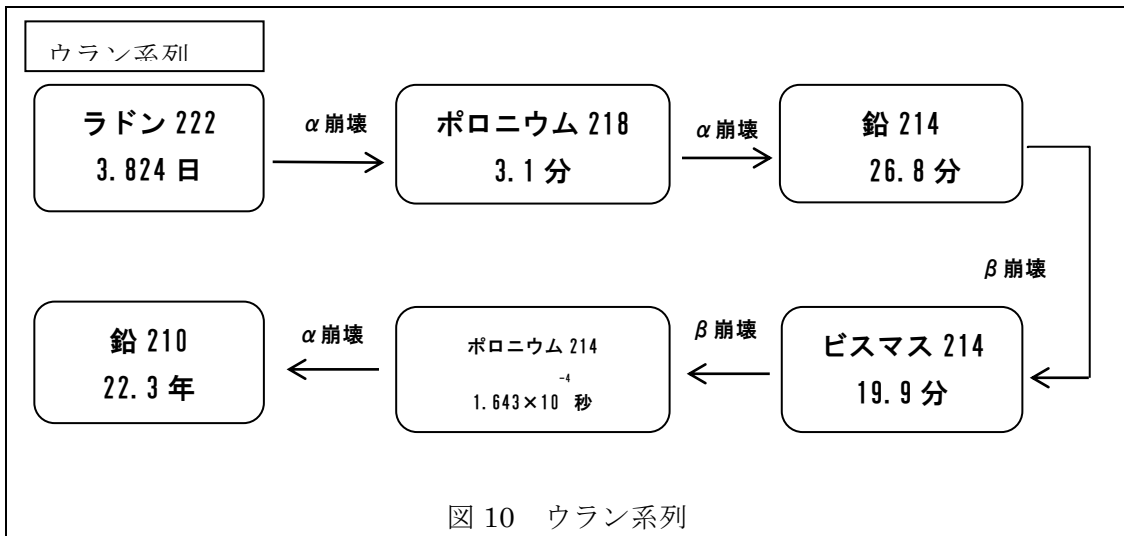


図 10 ウラン系列

(考察)我々は文献よりダストにはウラン系列のラドンが多く含まれている実験の結果から、半減期が数分のα崩壊が確認できた。α線源はウラン系列のポロニウム 218(半減期 3.1分)だと考えられる。またβ線源の崩壊は半減期 34.6分であること、ウラン系列であることからウラン系列にある鉛 214(26.8分)とビスマス 214(19.9分)である可能性が高い。

VI 実験③ 場所による放射線量の違い

倉庫だけでなく、生物実験室、普通教室でもこれまでと同様にダストを採集し、結果を比較した。

	はじめ 5 分の回数
倉庫	1083 回
教室	133 回
生物実験室	120 回

図 1 1 回数の表

(考察)倉庫のカウント数が圧倒的に多かったのは閉め切られた倉庫では空気の入れ替えが起こらないため気体であるラドンが溜まってカウント数が多くなったと思われる。

VII 今後の課題・展望

放射性物質の特定のために連続して起こる崩壊シミュレータを作成する
安定した計測ができるように高電圧回路を安定させて、ラジオのノイズを抑える

VIII 謝辞

愛知工業高校講師林熙崇先生、ありがとうございました

IX 参考文献

フリー百科事典『Wikipedia』トリウム系列

(4) 検証

研究テーマの設定に関して、生徒の興味関心に応じたものとする形態を昨年度よりとるようにしてきた。これは、日々の活動において、継続性をもって意欲的に取り組むために必要不可欠と考えられるからである。SSHに認可され、科学、実験好きな生徒が確実に入部してくるようになってきており、今後はさらに生徒の活躍できる場を与えてゆくことが重要になってくると思われる。

また、部員数の目立った増加は本年度も無かったが、様々な部活動が盛んな本校の状況や入学してくる新入生の志向の多様性から考えると、入部希望人数が多いことが必ずしも活性化というわけではないと思われる。

部活動の活性化の観点からすれば、発表会等でコンスタントに入賞結果を残すことができるようになり、表彰式で科学部の賞の披露が他の部活動と同様にされることで成果を全校生徒にアピールできるようになった。また、上級生と下級生のつながりが年々強くなり、実験手法のノウハウだけでなく、活動の基盤としての規律の向上が見られるようになってきている。今後も緊張感のある活動を維持できるように指導体制をつくりあげ、成果に結びつけることができるようにし、特にディスカッションする能力の向上を課題としたい。



平成21年度あいち科学技術教育推進協議会発表会「科学三昧 in あいち2009」

口頭発表「竜巻のメカニズムの解明」(左)

第8回AITサイエンス大賞

「コウモリの超音波の不思議にせまる」(自然科学部門・優秀賞)(右)

2 2 自然科学・科学技術系発表会

(1) 経緯

日本植物生理学会年会 高校生研究発表会については、2年生の課題研究の生物分野のグループが参加した。日本植物生理学会年会特別公開講座については、年会事務局からの依頼を受けて参加した。SSH東海フェスタについては、東海フェスタ実行委員会に参加し、発表形態や表彰についての計画を立てて実施した。参加は3年の課題研究から6グループを選んだ。平成21年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会については、今年度からポスター発表も各校1グループのみに限定されたので、3年生の課題研究から1つを選んで参加した。青少年のための「科学の祭典」は、生徒から希望のあった1つのグループが参加した。日本化学会東海支部主催第17回高校生化学研究発表交流会には、3年の課題研究から1つのグループが参加した。SSH自然科学部交流会には、生徒の希望で2年の課題研究から5つのグループが参加した。科学三昧 in あいち 2009には、2年の課題研究から1つのグループが参加した。

(2) 仮説

学校の外で発表することによって、様々な質疑応答の機会を得ることができ、また他の学校の発表に触れて、大きな刺激を受けることができる。それによって、研究の視野を広げたり、将来の進路について考える機会を得たりすることができる。

(3) 内容・方法

ア 日本植物生理学会年会 高校生研究発表会

3月22日(日)名古屋大学にて開かれていた日本植物生理学会年会の高校生生物研究発表会において、「カイワレの胚軸形成における光の影響」「レッドロビンの赤い色素のはたらき」「ヒドラの再生と行動のしくみ」の各グループが、ポスター発表を行った。研究者の方々や他の学校の先生、生徒との質疑応答、交流を行い、さまざまなアドバイスをいただくなど大きな成果を得ることができた。「カイワレの胚軸形成における光の影響」は最優秀賞、「レッドロビンの赤い色素のはたらき」、「ヒドラの再生と行動のしくみ」はオンリーワン賞を受賞した。

イ 日本植物生理学会年会 特別公開講座「花の魅力」

第50回日本植物生理学会年会と名古屋市科学館の主催で、3月24日に名古屋市科学館で開かれた公開講座「花の魅力」において、「花粉管伸長のしくみ」と題して昨年度の課題研究のグループが発表を行った。当日は、東京大学大学院理学系研究科教授の塚谷祐一先生が「ランへの招待」、サントリー(株)植物科学研究所所長の田中良和博士が「花の色の不思議と青



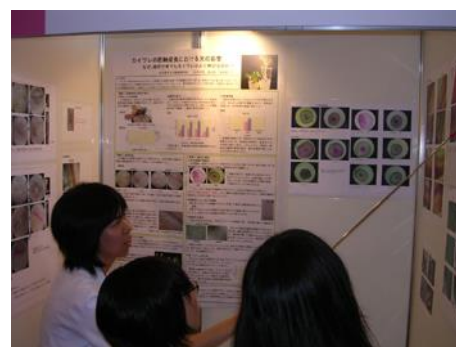
いバラへの挑戦」と題して講演を行い、特別企画として発表する機会を得た。

ウ SSH東海フェスタ（名城大学附属名城高校主催）

7月18日に名城大学で行われたSSH東海フェスタにおいて「風洞装置を用いた垂直軸風車の製作」「自作発電機」「燃料電池の電極触媒における金属メッキの研究」「レッドロビンの赤い色素のはたらき」「川の自然浄化」「再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件」の6つのグループが、パネルセッションに参加して発表した。校内で発表の練習会を行い、質疑応答を行った上で、当日に臨んだ。愛知、三重、岐阜、長野、静岡の東海地区のSSH校が参加して行われる発表会であり、各校レベルの高い発表が数多くあったが、落ち着いて発表することができ、パネルセッション特別賞を受賞することができた。

エ スーパーサイエンスハイスクール平成21年度生徒研究発表会

8月6日、7日に、パシフィコ横浜で開かれた文部科学省独立行政法人科学技術振興機構主催の発表会に課題研究の「カイワレの胚軸成長における光の影響」のグループ3名が参加した。8月5日に名古屋を出発し、パシフィコ横浜に到着して準備を行った。その日の夜に宿泊先のホテルで発表の練習を行い、6日は全体会、口頭発表に参加した後、2時間半のポスター発表を行った。翌日の7日には、1時間のポスター発表を行った。3人の生徒が交代で発表時間内に多くの人々に発表を行い、質疑応答をして交流を深めた。100を超えるブースでの発表は大変活気があり、様々な分野のものがあって生徒たちは多くの刺激を受けることが出来た。また、他の発表に対しても質問をして成果を得ることができた。



オ 青少年のための「科学の祭典」

10月3日に名古屋市科学館で開かれた科学の祭典へ、課題研究「スターリングエンジンの製作」のグループ4名が参加し、一般市民へ向けて成果を発表した。高校生に対して発表するのは異なり、小学生や親子に対して説明することに最初のうちは、戸惑うことも多かったが、興味を持ってくれる人々の反応に勇気付けられて、大変多くの人々に動くスターリングエンジンを見ていただき、その原理やしくみを説明して交流することができた。



カ 日本化学会東海支部主催第17回高校生化学研究発表交流会

「植物毒の抽出とその利用」の3名のグループは、11月3日に開かれた日本化学会東海支部主催の第18回東海地区高等学校化学研究発表交流会において発表した。当日は、会場からの質問が活発に行われて、活気のある発表会となった。発表に参加した生徒の一名が、討論賞を受賞した。

キ SSH自然科学部交流会

12月19日に名古屋大学シンポジオンで開かれた、SSH中核的拠点育成プログラムの自然科学部交流会に、科学部から「コウモリの超音波の不思議にせまる」「竜巻のメカニズムの解明」「手作りガイガーカウンターで放射能をキャッチ」の3つの発表、2年生の

課題研究から「振り子の研究」「バイオマスを用いたエコ燃料」「草木染めと金属イオンの関係」「変態から生命を科学する」「庄内川の河口付近における水質変化」の5つの発表を、ポスターセッションの形式で行った。

ク 科学三昧 i n あいち 2009

12月24日に自然科学研究機構 岡崎コンファレンスセンターにて開かれたあいち科学技術教育推進協議会発表会である「科学三昧 i n あいち 2009」において、科学部から「竜巻のメカニズムの解明」を口頭発表で、2年生の課題研究から「庄内川をアユにあつたものに」のポスター発表を行った。

(4) 検証

学校の外でのこのような発表の機会において、生徒たちはとても熱心に取り組み、様々な経験を重ねることができた。その中でも、最も多くの人数が参加したのはSSH 東海フェスタであったが、そこに参加できなかったグループの中には、その他に発表の機会を設けて欲しいと強く希望し、実現したところもあった。それだけ自分たちの研究に情熱を持って取り組んでいたのだと感じた、大変印象深い出来事だった。

どの発表においても、生徒たちはポスターの作成や、パワーポイントのスライド作成、口頭発表の練習など、発表の準備には精力的に取り組み、緊張感をもって本番に臨んだ。自分たちが行ってきた課題研究の成果を発表することは、これまでの成果を問われる場であり、自分たちをアピールできる場でもあると感じている様子だった。それだけに、発表を終えた生徒たちは、上手くできたと感じれば大きな満足を得ることができ、たどたどしくなった説明があれば、それを敏感に感じ取って反省している場面が多くあった。質疑を重ねるうちに、本質的な質問、回答というものをつかんでいく様子が見られた。

中間発表的な形で発表した場合には、議論の中から次の実験を考えてさらに研究を発展させることができ、また論文をまとめていく過程で、非常に役にたった。また発表したり議論したりすることそのものを、楽しく有意義なものと感じる生徒たちが増えた。

2.3 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

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、課題研究の研究活動終了後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当日参加

(2) 仮説

「課題研究Ⅰ」から「課題研究Ⅱ」にかけての取り組みは研究活動や発表会に参加することにより様々な成果をあげているが、論文としてまとめることによりさらにまとめる力や論文作成力がつくと考えられる。

また、科学オリンピックへ参加することによって、その準備の過程で知識が増えたり、思考力が高まったりするとともに、上位の大会に参加することによって他校生徒から刺激を受

け、学問研究への意欲が高まると考えられる。

(3) 結果

ア 論文応募

	平成21年度
日本学生科学賞	5 (愛知県優秀賞1) 「再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件」
JSEC	3
理科・科学論文大賞 (神奈川大学)	4 (優秀賞1、努力賞1) 「カイワレの胚軸形成における光の影響」 「レッドロビンの赤い色素のはたらき」
科学の芽賞 (筑波大学)	2
高校化学グランドコンテスト (大阪市立大学)	1 (ポスター発表)
坊ちゃん科学賞 (東京理科大学)	1 (入選)

イ 科学オリンピック等

	平成21年度
物理チャレンジ	6 (第2チャレンジ進出1)
化学グランプリ	93
生物チャレンジ	12 (第二次試験進出1)
地学オリンピック	12
情報オリンピック	1 (本選進出)
数学コンクール (名古屋大学)	2
パソコン甲子園 (会津大学)	1 (本選進出)
合計	130

(4) 検証

ア 論文応募

SSクラスの生徒にとっては3年生の1学期までのところで課題研究の研究活動を終え、夏休み中から9月頃までのところ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進行ではあったが、受験勉強などで忙しい中、時間をつくって取り組んでいた。論文としての体裁も年々向上してきた。研究内容が伴っているものについては評価も得られている。生徒の声としては、論文としてまとめる中で研究内容の整理できた。外部の人の評価を受け、認められたことがうれしかった、などが聞かれた。

イ 科学オリンピック等

SSH実施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、意欲のある生徒少人数での参加のものまで人数についてはばらつきが出た。学校内での準備態勢も整ってきており、国際大会出場の生徒までは現れていないが、2次選考など、上位の予選に進むなど成果をおさめられるようになってきた。

2.4 平成21年度SSH事業成果報告会

(1) 日時

平成21年11月5日(木) 9:30~17:15実施

9:30 ~	受付
10:00 ~ 11:05	2限 公開授業 1年総合 1289組(物、化、生、地 各実験室) 2年SSクラス SS英語(大講義室)
11:15 ~ 12:20	3限 公開授業 1年総合34567組(物、化、生、地 各実験室) 3年SSクラス SS英語(化学講義室)
13:05 ~ 13:30	開会行事、全体会(大講義室)
13:30 ~ 15:20	課題研究成果発表会、講師講評(物、化、地 各実験室)
15:30 ~ 16:20	ポスター発表(大講義室)
16:00 ~ 16:40	SSH事業報告会(多目的室1)
16:45 ~ 17:15	SSH運営指導委員会(校長室)

(2) 来校者

来校者は43名であった。(運営指導委員や助言講師を除く)

ア 高等学校、中学校教員 14名

市立高校7名、県立高校2名、私立高校1名、中学校4名(校長2名)

イ 保護者 29名

1年12名、2年SSクラス5名、3年SSクラス11名、3年普通クラス1名

(3) 内容・方法

ア 公開授業(1年総合実験観察分野)

1年「総合的な学習の時間(実験観察分野)」の授業を公開した。この授業は、昨年度まで同じく1年生を対象に実施していた「SS入門」に代わるものであり、これまでどおり生徒が個人単位で研究を進めていく形態を取っている。生徒はそれぞれが1学期末に、実験観察分野(実験観察を主とした科学的な取り組みを行う分野)か調査研究分野(科学にとらわれず広く調査研究を行う分野)かを選択し、実験観察分野を選択した生徒は、物理、化学、生物、地学のそれぞれの分野に分かれ、2学期から2週に1回個人単位で研究を行っている。生徒は、自ら選択し個人研究に取り組んでいるので、実験観察に取り組む意欲や態度はこれまでより高いように感じられる。公開された授業は、個人研究が始まって3回目/全5回にあたり、研究活動(薬品や実験器具の取り扱い)にも慣れ、生徒によっては順調に研究が進んでいく頃、あるいは行き詰まりを感じ始める頃といえる。

(来校者アンケートより)

- ・今年度は希望者が課題研究を行っているので、昨年度よりも実験に取り組む姿勢

が良かったと思う。人数も 25 名以下で目が届き、実験レベルも高度になったと思います。2 週に 1 回という回数が少々残念に感じます。

- ・ 生物、地学、化学の教室をのぞきました。各自それぞれのことをやっているようで、いったい何をやっているのかよく分かりませんでした。でも、生徒は一生懸命取り組んでおり、有意義な実験をしている様でした。
- ・ どの分野も生徒自らがガラス器具など器具、試薬を取り出し実験を行っている様子が印象的でした。化学では生徒のガスバーナーを使用しているところが少し危険かと思いました。ガラスの割れた後の処理は非常に良かったです。
- ・ 各自が明確な目的をもってテーマを設定し、積極的に実験を行っている姿がとても印象的でした。目を輝かせており、理科好きな生徒、科学的なものの見方や考え方を育むのにとっても有効であると感じました。
- ・ 生徒の大変興味を持ち積極的に取り組んでいる姿が印象的でした。指導は個人々人に対してのものとなり大変だろうと思いますが、先生方も大変な中とても楽しんで指導されているように見えました。うらやましい限りです。

イ 公開授業（SS 英語）

2、3 年 SS クラス「SS 英語」の授業を公開した。この授業は、生徒がこれまで活動してきた内容を英語で発表し、伝える側、聞く側とも、互いに英語でコミュニケーションをとり合うという形態をとっている。SS 事業では国際性を高める能力の向上も目的にしており、研究内容を海外でもプレゼンテーションできることが求められる。

（来校者アンケートより）

2 年「SS 英語」

- ・ good job! 面白かったです。資料作りや文章も工夫していて皆さん頑張っていました。
- ・ 生徒の英語力の高さに驚きました。楽しく授業に参加していて、素晴らしい成果をあげていると思いました。
- ・ 各自が自分の趣味・関心のあるテーマで意欲的に発表していた。できるだけ英語でやり取りしようとする姿勢が見られた。本日の発表と普段使用している教材での授業内容とどのように関連づけるかが今後の課題ではないでしょうか。
- ・ 自分たちの興味関心の内容を発表しており、大変楽しそうな生徒の様子が印象的でした。一生懸命グループの友人たちに伝えようとする姿、手を変え品を変えいろいろな工夫が見られ大変興味深く見せていただきました。

3 年「SS 英語」

- ・ スライドの作り方、英語での説明の仕方など、昨年 209 の時よりプレゼンテーション能力が向上していることを確認できました。情報発信能力の育成の上で、とても意義のある取り組みだと思います。
- ・ 英語で研究内容を発表するのはすごいと思いました。ここまで英語が使えるようになるんだと思いました。
- ・ 準備は非常によくできていて、大変素晴らしかったと思います。時間が少なかったのが残念です。討論の様子も見たいなと思いました。
- ・ 各自が堂々とプレゼンテーションをしている姿がとても印象に残りました。自分たちの行った実験を英語で説明するという取り組みは非常に素晴らしいと思い

ます。それぞれの生徒が英語を自分の言葉として用いられていたのにも感銘を受けました。

- ・ 英語での発表ということもあってでしょうか、とても内容が分かりやすく発表されているように感じました。スライドについても情報量が多すぎることなく(一部文字が少し小さいかなと思うところもありましたが) 下手な学会での大学生、大学院生の発表よりも上手だと思いました。

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 クラス生徒が一同に会し行われた。この会には、学校長や助言講師も参列し、厳粛な雰囲気の中で行なわれ、司会を務めた S S 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)を利用して発表した。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 S S 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。

(来校者アンケートより)

- ・ 各発表をそれぞれ少しずつ見て回りたいと思いましたが、途中での退出や入室がしにくく、結局 1 種類だけの見学となってしまったことが残念でした。
- ・ この 11 月の発表会も体育館でやっていただけたらと思いました(3 年生のまとめの発表なので)。また、木曜日は外してほしいです。年々レベルが上がっているのが分かり、毎回楽しみです。
- ・ とても素晴らしい研究発表でした。子供が SS クラスを希望しているので、2 年後に子供の発表も見たいなあと思いました。
- ・ 分科会では、いろいろよい質問がされて、良かったです。
- ・ どのチームもしっかり研究されており、しっかりまとめられていると思いました。
- ・ 分科会(化学)は発表者、質問者の姿勢がとても良かったと思います。先行実験例とかの紹介もあると良いと思いました。
- ・ どの実験も工夫が見られてとても感心しました。今後は更に精度の高い実験を工夫して成果をあげて行って欲しいと思います。全体的に見てとてもレベルの高い研究・プレゼンだったと思いました。
- ・ SS 英語での発表に比べて発表時間が長いということもあるのですが、情報量が多すぎるスライドが目立ち、残念でした。やはりいろいろ言いたいことがあるのは分かりますが「本質を分かりやすく」伝えることが大切だと思います。

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、皆が一堂に会し、ポスターを利用して発表した。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。

(来校者アンケートより)

- ・ 身近に発表がきけて発表会とまた違った面を感じました。
- ・ 活発な議論ができたと思います。
- ・ 自分たちの得意な分野以外の説明を受けるということは、幅広い視点を身につけたり、お互いを刺激し合うという点でとても有意義だと思いました。パワーポイントのスライドの印刷では、写真やオブジェクトによって文字が隠れてしまわないように注意する必要があると思いました。
- ・ 「ポスター発表」とするならばスライド印刷をプリントアウトしたものを貼るだけではもったいないと思います。B 紙一枚の中で必要な情報をどれだけ伝えられるかという作業はプレゼンテーションとは違った視点でまとめる必要があると思います。時間のない中このような形となったとは思いますが、ここまで内容がしっかりしているならば身につけてもらいたいと思います。
- ・ 研究発表では限られた発表しか聴けませんがポスター発表ではいろいろ聴けてよかったです。また、身近で発表するため質問もしやすそうです。
- ・ 面白いとは思いますが、やや狭く不十分なスペースで発表者に申し訳なかったです。
- ・ 発表者と聴く人が近いのが良いと思いました。見やすいもの(ポスター)を作る、わかりやすく発表するというのは大切なことです。大変良い経験になったと思います。
- ・ 文字や写真はスライドをコピーしてパネルに貼ったものだと一つ一つが小さくて読み取りづらい印象を受けました。図などをスライドとは別に大きく写したものを展示して欲しいと思いました。
- ・ 写真や図などがたくさん載っていて楽しいものだったし、後半になってくると難しくて分からなくなったけれど、大体の研究活動の内容はつかめたのでありがたかったです。
- ・ ポスターだと、図を示しながら説明することができ、伝えたいことを伝えやすいし聴いている方も分かりやすく、そのポスターを参考に質問をしたり疑問点を解決したりすることができる発表なので、形式としてはとても良いと思った。
- ・ 声が聞こえづらい(他の発表などが近いので)。字が小さくて見えない。
- ・ 図や写真があって見やすく、分かりやすいと思います。そのポスターを使いながらの発表も更によく分かるようになっていて良かったと思います。難しそうなことを分かりやすくまとめてあってすごいと思いました。
- ・ ポスターは発表が常時可なので面白そう。
- ・ 複数の発表の声が混じってしまって聞き取りにくいことがあった。

カ SSH 事業報告会

向陽高校における SSH 事業に対する取り組みについて、来校者を対象に報告会を行なった。報告は、「これまでの取り組み全体」について、および「公開授業」について行なわれた。それぞれの報告の後、助言講師および市教委指導主事より、指導および講評をいただいた。その内容は次のとおりである。

海老原 史樹文 教授(運営指導委員、生物・地学分野助言講師)

- ・ 体育館での発表を見たときもレベルが高かったが、今回の分科会もすばらしかっ

た。

- ・ 質問もすばらしく、それに対して的確に答えられている。
- ・ 大学に入ってすぐに研究に取り組みそうだ。
- ・ オリジナリティがあってよい。

田中 信夫 教授（運営指導委員、数学・物理・地学分野助言講師）

- ・ **SS** 英語の取り組みはすばらしいようだ。
- ・ スターリングエンジンの発表が抜群であった。
- ・ イントロで目的をはっきりさせ、その後の展開も良かった。
- ・ プレゼンの指導をあとひと押しやれば発表のスタイルが完璧になる。
- ・ 若いから適当でよいというのではなく、徹底的にやるべきである。
- ・ 若い人が情報を得たり、発信したりできる時代になっている。
- ・ 英語で発信し海外の研究者に研究の質を評価してもらうこともできる。
- ・ 日本は国際的な力がない、特に交渉力がだめ。
- ・ 我々のような指導者が英語でしゃべるくらいでないといけない。

稲毛 正彦 教授（化学・地学分野助言講師）

- ・ 発表には感銘を受けた。
- ・ **SSH** の目的として好奇心を大いに刺激できている。
- ・ 市内には自然が少なく高校生はなかなか触れない中で、自然科学に対する取り組みに考えさせられた。

山本 俊一 先生（名古屋市教育委員会指導主事）

- ・ 先生方が一丸となって取り組んでこそ成果が上がる。
- ・ 多くのきっかけ、チャンスを提供できている。
- ・ これからは波及、普及が重要であり、意味があるものとなる。是非とも市立他校に成果を広めてもらいたい。

（来校者アンケートより）

- ・ 向陽高校の **SSH** では生徒の主体的な活動に重きが置かれており、科学的思考力、プレゼン能力を身につけさせる上でとても有効だと思いました。今後の参考にさせていただきたいと思います。本日はありがとうございました。

キ **SSH** 運営指導委員会（第4章に掲載）

3章 研究開発の成果と今後の方向性

1 意識調査アンケートの分析

第2学年SSクラス36名、第3学年SSクラス42名に対して実施したものである。

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)	94.1	5.9			92.9	7.1		
			97.1	2.9			100.0	0.0
理科・数学に関する能力やセンス向上に役立つ(役立った)	79.4	20.6			85.7	14.3		
			79.4	20.6			92.9	7.1
理系学部への進学に役立つ(役立った)	73.5	26.5			73.8	26.2		
			71.9	28.1			66.7	33.3
大学進学後の志望分野探しに役立つ(役立った)	57.6	42.4			57.1	42.9		
			61.3	38.7			61.9	38.1
将来の志望職種探しに役立つ(役立った)	55.9	44.1			40.5	59.5		
			75.0	25.0			57.1	42.9
国際性の向上に役立つ(役立った)	32.4	67.6			38.1	61.9		
			33.3	66.7			59.5	40.5

- 各学年とも、利点として意識していた以上にSSHの取り組みの効果があつたと回答している場合がほとんどである。
- 第3学年では「理科・数学の面白そうな取り組みに参加できる(できた)」が効果があつた100%、「理科・数学に関する能力やセンス向上に役立つ(役立った)」が効果があつた92.9%ととても高い数値を示している。
- 学年が進行することにより、SSHの取り組みの効果があつたと回答する生徒が増えている。
- その中でも、特に「国際性の向上に役立った」の増加が多い。
- 以上のことより、本校でのSSHの取り組みは生徒も十分効果をあげていると判断しているといえる。

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	分からない
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	39.4	54.5	0.0	6.1	0.0
	64.1	30.8	2.6	0.0	2.6
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	36.4	57.6	3.0	3.0	0.0
	56.4	30.8	5.1	2.6	5.1

- ・ 各学年とも、SSHに参加したことにより、科学技術に対しての興味・関心・意欲は増している。学年があがるにつれて「やや増した」から「大変増した」にピークが推移している。
- ・ 各学年とも、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は増している。こちらも、学年があがるにつれて「やや増した」から「大変増した」にピークが推移している。
- ・ 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)	26.5	64.7	0.0	5.9	2.9
	45.2	33.3	7.1	11.9	2.4
理科・数学の理論・原理への興味	23.5	58.8	8.8	2.9	5.9
	38.1	35.7	11.9	14.3	0.0
理科実験への興味	47.1	35.3	8.8	8.8	0.0
	57.1	16.7	7.1	16.7	2.4
観測や観察への興味	38.2	50.0	5.9	2.9	2.9
	47.6	28.6	14.3	7.1	2.4
学んだことを応用することへの興味	17.6	52.9	26.5	0.0	2.9
	40.5	42.9	7.1	7.1	2.4
社会で科学技術を正しく用いる姿勢	11.8	38.2	35.3	2.9	11.8
	33.3	31.0	21.4	0.0	14.3
自分から取り組む姿勢 (自主性、やる気、挑戦心)	38.2	41.2	14.7	2.9	2.9
	52.4	23.8	9.5	7.1	7.1

周囲と協力して取り組む姿勢（協調性、リーダーシップ）	32.4	47.1	11.8	0.0	8.8
	45.2	31.0	14.3	2.4	7.1
粘り強く取り組む姿勢	26.5	44.1	20.6	2.9	5.9
	47.6	23.8	14.3	11.9	2.4
独自なものを創り出そうとする姿勢（独創性）	18.2	27.3	36.4	6.1	12.1
	38.1	38.1	16.7	2.4	4.8
発見する力（問題発見力、気付く力）	17.6	52.9	20.6	2.9	5.9
	35.7	47.6	7.1	2.4	7.1
問題を解決する力	8.8	67.6	17.6	0.0	5.9
	36.6	46.3	12.2	0.0	4.9
真実を探って明らかにしたい気持ち（探究心）	29.4	55.9	11.8	2.9	0.0
	52.4	21.4	16.7	7.1	2.4
考える力（洞察力、発想力、論理力）	23.5	55.9	11.8	0.0	8.8
	45.2	40.5	9.5	2.4	2.4
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）	14.7	52.9	23.5	0.0	8.8
	69.0	26.2	0.0	0.0	4.8
国際性（英語による表現力、国際感覚）	2.9	29.4	44.1	0.0	23.5
	33.3	33.3	21.4	2.4	9.5

問3-2 特に向上したと思う興味、姿勢、能力（上位3つ）

	上段、第2学年	下段、第3学年
周囲と協力して取り組む姿勢	自分から取り組む姿勢	理科実験への興味
成果を発表し伝える力	国際性	考える力

- ・ 学習や実験などに対する興味はもともと高い生徒も一定の割合にいるが、SSHの取り組みにより増している生徒がとても多い。
- ・ 自主性や協調性などの生徒の姿勢についても多くの生徒が高まっていると考えている。
- ・ 問題発見力、問題解決力、洞察力、論理力、プレゼンテーション力など、様々な能力についても増していることを生徒も認識している。
- ・ すべての項目で「大変増した」の割合が学年があがって増えているが、「学んだことを応用することへの興味」、「問題を解決する力」、「成果を発表し伝える力」、「国際性」については特に著しい。
- ・ 学年があがるにつれ、向上したと考えている項目が変わっているが、第3学年があげているものは、能力の高まりに時間や回数が必要なものである。
- ・ 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。

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	8	9
科学者や技術者の特別講義・講演会	3	3
大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習	2	2
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)	1	1
個人や班で行う課題研究(大学等の研究機関と一緒に、あるいは指導を受けて行うもの)	3	5
個人や班で行う課題研究(他の高校の教員や生徒と一緒に、あるいは指導を受けて行うもの)	12	11
科学コンテストへの参加	9	10
観察・実験の実施	7	8
フィールドワーク(野外活動)の実施	5	6
プレゼンテーションする力を高める学習	6	4
英語で表現する力を高める学習	11	7
他の高校の生徒との交流	9	12
科学系クラブ活動への参加	12	13

- ・ 両学年とも傾向は比較的良好に似ていて、「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）」が第1位となり、「大学や研究所、企業、科学館等との見学・体験学習」、「科学者や技術者の特別講義・講演会」と続いていく。
- ・ 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。
- ・ 「フィールドワーク（野外活動）の実施」や「プレゼンテーションする力を高める学習」も上位となっている。
- ・ ここでも、学年が上がって評価が上がっているものとして「英語で表現する力を高める学習」がある。
- ・ 以上のことより、本校のSSHの取り組みの中でも英語に関するところについては時間をかけてその取り組みの良さを理解していくようである。

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	4
学校外にでかけることが多い	8	8

授業内容が難しい	5	7
発表の準備が大変	2	1
レポートなど提出物が多い	1	3
課題研究が難しい	3	5
授業時間以外の活動が多い	6	2
理数系以外の教科・科目の成績が落ちないか心配	7	10
特に困らなかった	9	6
その他	10	8

- ・ 第3学年の「発表の準備が大変」、第2学年の「レポートなどの提出物が多い」については、半数以上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関わってのものである。
- ・ 両学年とも「部活動との両立が困難」も上位にきているが、実際には多くの生徒は両立を実現できている。
- ・ 以上のことより、本校のSSHの取り組みは生徒に負担をかけ、時間をとられることなどを困ったこととして感じさせている。しかし、これらをあげる生徒はそれほど多い人数とはなっていない。

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	20.6	41.2
企業の研究者・技術者	38.2	23.5
技術系の公務員	2.9	0.0
中学校・高等学校の理科・数学教員	5.9	11.8
医師・歯科医師	0.0	5.9
薬剤師	8.8	5.9
看護師	0.0	0.0
その他理系の職業	11.8	17.6
その他文系の職業	0.0	2.9
わからない	11.8	14.7

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	20.6	45.2
やや強くなった	44.1	23.8
変わらない	32.4	28.6
やや弱くなった	2.9	2.4
弱くなった	0.0	0.0

- ・ SSクラスは理系志向の強いクラスであるため、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。
- ・ 職業について未定の生徒や文系の職業を考えている生徒もわずかではあるがいる。
- ・ また、SSH参加によって、問6で回答した職業を希望する割合が弱まる生徒は極めて少なく、多くの生徒が職業を希望する割合を強めている。

問7 SSH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)	17.6	26.2
数学系	2.9	7.1
工学系(情報工学以外)	20.6	28.6
情報工学系	8.8	2.4
医学・歯学系	0.0	9.5
薬学系	8.8	7.1
看護系	0.0	0.0
農学系(獣医学含む)	20.6	4.8
生活科学・家政学系	2.9	0.0
教育学系(理数専攻)	0.0	2.4
その他理系	0.0	0.0
文系	0.0	7.1
その他	0.0	0.0
決まっていなかった	17.6	4.8

問7-2 SSH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	82.4	71.4
SSHへの参加が理由ではないが、変わった	11.8	14.3
SSHの参加によって変わった	5.9	14.3

- ・ 専攻したいと考えている分野は幅広くなっているが、その中でも「理学系」「工学系」「農学系」が多い。
- ・ SSHに参加したことなどにより志望が変わった生徒もいるが、その変わった先はやはり「理学系」「工学系」「農学系」が多くなっている。
- ・ 以上のことより、本校のSSHの取り組みが理系志望の生徒にとって進路を考える上で有効に作用しているといえる。

2 全職員による分散会

本年度は全職員による分散会を4回実施した。その内容としては、これまでの成果や課題の検証から第2期の申請についてまで、幅広いものであった。分散会のグループについては各回7～8とし、意見の交流がしやすいようにした。

(1) 第1回分散会

日時 6月4日(木) 13:00より1時間程度
内容 各教科に出したアンケートの結果をもとに成果や課題を整理

(2) 第2回分散会

日時 7月2日(木) 16:00より1時間程度
内容 成果の確認と、課題を生徒、教員、学校全体に整理し解決方法を検討

(3) 第3回分散会

日時 10月1日(木) 13:30より1時間30分程度
内容 これまでの検証結果の共通理解、課題の解決方法の検討、継続申請の意義

(4) 第4回分散会

日時 12月10日(木) 15:30より1時間程度
内容 SSHの今後の方針の検討、継続申請の内容の意見集約

(5) 分散会での意見の集約結果(まとめ)

【成果にあたること】

- SSクラスで学んだ、学んでいる生徒
 - ・ 積極的になり、質問する力がつく

- ・ 知的好奇心が増し、意欲的になる
- ・ 創造的な活動ができるようになる
- ・ 計画を立てる力、考察力、プレゼンテーション力などが高まる
- ・ 討論する力、自分の言葉で話す力がつく
- ・ 研究の進め方が学べる
- ・ 英語を学ぶ機会が増える
- ・ 数々の発表会や論文提出の機会が得られ、賞をとることができた
- ・ 推薦入試、AO入試において、アピールする要素が増えた
- SSクラスを選ばなかった生徒
 - ・ SS入門の一連の流れを通して様々な能力が徐々に身につけている
 - ・ 自分でまとめて発表する機会が多く、プレゼンテーション力がつく
 - ・ 理系科目が苦手な生徒に対しても良い経験を与えられる
 - ・ 講演会やフィールドワークが刺激になっている
- 教員の変化
 - ・ 良い研修の機会となり、普通クラスの指導にも活かされている
 - ・ 生徒の意欲から刺激を受けることができる
- 学校の変化
 - ・ 大学とのつながりが深まり、普通の高校では取り組めない機会を多く設定できる
 - ・ 中学校、中学生に対してアピールすることができている
 - ・ 全国的に知られるようになってきている

【課題にあたること】

- ・ 教員に対して、負担を増加させている（特に理科や授業担当者）
- ・ 教員から見て時間割がいびつになっている
- ・ 学校全体で取り組んでいる雰囲気になっていない
- ・ 授業後や休日、休業中などの活動が部活や生徒会の活動の妨げとなっている
- ・ 生徒を忙しくしすぎている
- ・ SSクラスの生徒以外に対しては成果があまり見られない
- ・ SSクラスでは履修しない科目が生じ、その学力を補えていない
- ・ 当初の基本方針のうち、活性化という点の成果があまり見られない
- ・ 中学校に対して、SSH事業の内容の周知が十分でない

【課題の解決に向けて】

- ・ 学校行事や部活の試合等との調整を可能な限り行い、生徒の負担感を緩和する
- ・ 教員間で配慮し助け合うことにより、負担感を軽減する
- ・ 生徒の力を伸ばすという点での成果は十分現れてきているので、これ以上の過剰な期待をしない、成果を求めない

【継続申請をする理由】

- ・ 学校の教育目標に沿った人材育成が、SSHによって効果的に行える
- ・ 特別なカリキュラムを組めることにより、意欲のある生徒の力を伸ばすことができる
- ・ 目的意識のはっきりした生徒が入学し、刺激し合い学校生活をより充実させられる

- ・ 向陽高校は SSH もやれる学校だとアピールできる（向陽高校の教育レベルを示すことができる）
- ・ 取り組みに参加することで教員の能力が自発的に高まる
- ・ 教員の負担感は少なからず生じても、生徒の成長をみたとき、様々な工夫により緩和できる
- ・ 中学校に対して、SS クラスに進んだ後に SSH の取り組みを多く受けられることを明確に示しておく

(6) 継続申請するにあたって（平成 22 年 3 月 4 日 職員会議提案）

【SSH 事業に取り組む理由】

- SSH に主に取り組む生徒の力を伸ばすことはもとより、その波及効果によりその他の多くの生徒の能力を引き出すことができる
- 1 期目の取り組みにより得られた成果をより発展させていく
- 教員の資質向上につながり、そのことが生徒に還元されていく
- 予算を有効に利用し、本校の教育環境を整えることができる
- 先進的な事業に積極的に取り組んでいる学校であることをアピールできる

【SSH 事業によって育てたい生徒像】

- 旺盛な知的好奇心を持ち、課題に積極的に取り組み、自主・自律の精神に富む生徒
- 自然科学、科学技術へのより高い興味・関心を持つ生徒
- 論理的思考力、議論する力、論文作成能力、プレゼンテーション力などに秀でた生徒
- 仮説設定、計画立案、実験手法、考察などの研究を進めるにあたって必要な能力を身につけた生徒
- 国際性豊かな感性、英語での自己表現力、英語でのコミュニケーション力などを備えた生徒

【取り組みを進めるにあたって】

- SSH を推進する部署を設け、事業の円滑な企画・運営を行う
- 取り組み毎の担当教員を明確にし、学校全体で取り組んでいけるよう工夫する
- 基礎学力の定着や受験に十分対応できる教育課程のもとで、SSH に取り組む
- 生徒にも教員にも負担になり過ぎない進め方をする
- これまでの分散会などで課題としてあげられたことを「《参考》 取り組みの内容・方法として考えられることの例」を考える中で学校全体で解決していく

4章 関係資料

1 平成21年度第1回運営指導委員会

(1) 参加者

- ・ 鈴木 良隆 先生（指導室長）、鯉沼 良久 先生（主任指導主事）、山本 俊一 先生（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）
- ・ 横山 和夫 校長、 加藤 裕司 教頭、 鈴木 英隆

(2) 指導および講評（事業報告の後）

- ・ （田中） 予算は旅費や謝金に多く使われているのか
 - 確かに他校と比べて多い、備品が少なく生徒を外に出している
- ・ （田中） 普通の生徒との差は
 - 入試の結果からも論理的思考力が高まっている
 - 外の大学を目指す生徒も多かった
 - 自己表現力が高いのも明白
- ・ （田中） 推薦入試、AO入試などはどうか
- ・ （田中） せっかくのアピール材料なので教員の方がフォローすべきところだが
 - AO入試では北大の農学部合格した、プレゼンテーション力をつけたのも要因だろう
 - 推薦入試では3名が合格した、名市大の薬学部2名、愛教大の中等理科に1名だが、それぞれ小論文を書く力がつき、自己表現が十分できたからと思われる
- ・ （田中） 大学側も推薦の生徒は追跡調査しているが、以前はよくなかった
- ・ （田中） 最近は枠を広げているが、このような経験をしている生徒なら伸びる要素がある
- ・ （海老原） 卒業生はどうか、様々なところで先輩を使えると良い
 - 他校でもTAなどで活用している、本校の場合まだ1年生だがもう少ししたら手伝ってもらいたい
 - 卒業生は高校時代を忙しくすごしたので、大学の講義などを物足りなく感じている
- ・ （海老原） 大学でも考えて、育てていかねば
- ・ （鈴木） 入試制度については伸びる子が伸びていく機会があってもよい
- ・ （鈴木） 名古屋市だけではできないが、発達障害の天才もいたわけだし
- ・ （鯉沼） SSHは財産として非常に大きい、成果を広めていきたい
- ・ （田中） 市内ではここと名大付属とどこがやっていたか
 - 名城付属がやっている
- ・ （田中） 取り組みを広げていく方策は考えていかねば
- ・ （田中） 年齢を問わずチャンスを与えられるようになってきている、えこひいきとかでなく意欲のあるものに援助されてきている
- ・ （田中） もちろんセーフティネットで広くまかなっているがスポーツや料理の世界などはずいぶん前から特別扱いばかりだ、教育のような義務的なところではまだまだ弱い
- ・ （田中） 国際化のことはやはり大きい、日本人はネゴシエーションが弱い、アメリカのデ

デジタル技術に日本の規格は負け、低い規格に合わされている

- (田中) 次の時代・人材を考えていかねば
- (田中) 岡田先生の発言は非常にクリアでありサムシングであった、英語が大事だなどとは誰でも言えるが、クリアに言うことは大事である
- (海老原) 取り組みはすばらしい
- (海老原) 自分達でやって、面白いと感じ、積極的にやっているのが良い
- (海老原) 大学にも言えるが、好きなことを思いっきりやれるのは良い、うまくいっている印象だ
- (田中) 大学入試について指導室としてコメントは無いか
- (鈴木) SSH に取り組んだ子が入れる方法があると良い
 - 愛媛大学などはずいぶん以前から SSH 枠の推薦入試がある、岐阜も工、農にある、AO でも SSH がらみの枠が増えてきた
 - 3 年生で筑波の AO に合格している
- (田中) 名大の英語の授業もレベル分けになっている、今後その分ける方法が業者のテストになるかもしれないが
- (田中) 2 年生に英語の授業をしっかりと、聴く・読むの基本をしっかりと強化し、最後に書けるように

平成21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	文系	理系	SS			
国語	国語総合	4	5						15	13	13	(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 ・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 ・SS数学は学校設定科目		
	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					10	4	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 ・SS数学は学校設定科目	
	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			・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
	倫理	2				2*								
	政治経済	2				2*								
数学	数学I	3	2						14	18	19	・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		
	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		12	17	18		・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							
	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							
	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	・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 ・SS英語は学校設定科目		
	保健	2	2											
芸術	音楽I	2	2						3	3	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 ・SS英語は学校設定科目	
	音楽II	2		1										
	美術I	2												
	美術II	2												
	書道I	2												
	書道II	2												
外国語	オーラルコミュニケーションI	2	2						17	15	17			・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 ・SS英語は学校設定科目
	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	(注) 3年文系 *印の科目から1科目を選択 ・SS教養、課題研究I、課題研究IIは学校設定科目		
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			
特活	ホームルーム	3	1	1	1	1	1	1	3	3	3			
SS 関連	※SS教養	設定			1				0	0	3			
	※課題研究I	設定			1									
	※課題研究II	設定					1							
合計			32	32	32	32	32	32	96	96	96			

「 ロボット工学入門 」

SS リサーチ物理分野活動報告

H.21 8/4(火)・5(水)

連携先 : 名古屋工業大学 工学部 機械工学科 水野 直樹教授

受講者 : 2年9組 (09)岡田 稔彦 (15)酒井 慶太郎 (16)社本 光気
(22)西 俊紀

1.目的

現在ロボットは急激に進化を遂げている。工業用、災害時の救助用や社会福祉に貢献するものなど幅広く開発されている。そこで我々はこれからの生活を支えるであろうロボットがどのようにして複雑な動きを可能にしているかを調べる。

2.方法

水野教授による基礎知識の講座を受けたうえで実際にアームロボットのプログラミングをし、ロボットの基礎知識を深める。

予備知識

アームロボットとは・・・腕の形をし、複雑な作業をこなすロボット

自由度とは・・・自由に運動できる方向の個数。

3次元での並進が許されている(空間を一点に指定できる)場合、自由度は3
それぞれの点が独立に運動する場合、自由度は6

3.結果

第二日目の午前、アームロボットについての基礎知識の講義で次のことを学んだ。

ロボットアームの作業例

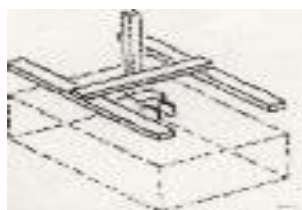
対象物の搬送、組立作業、溶接、メンテナンスなど。主に放射線を扱うような人間が作できない危険な場所で用いられる。



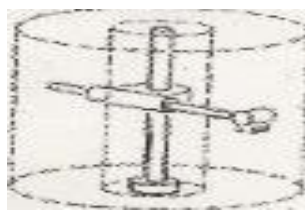
ン
業
ト

ロボットアームの中でも3自由度のロボットアームの形状によって次のように分類される。

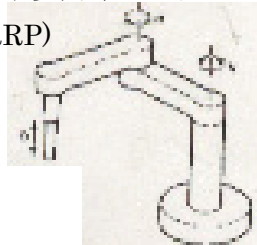
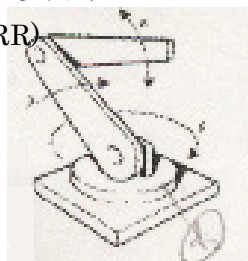
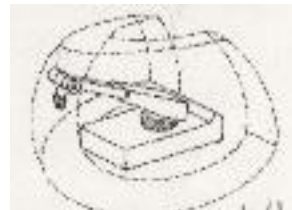
極座標ロボット



垂直多関節ロボット (RRR)



水平多関節ロボット (RRP)



R:revolution 回転
P:prismatic 角柱 (スライド)

ロボットアームに必要な機能

・運動学、逆運動学

各動作部分の動きから手先位置を決定したり(運動学)、必要な手先動作を達成する各動作部分の動作量の決定(逆運動学)



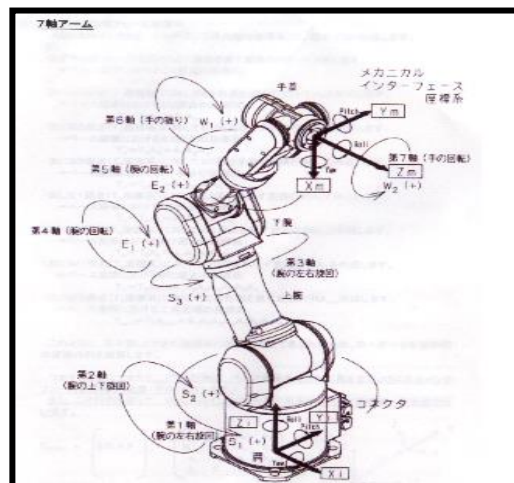
アームロボット

・軌道計画

計画通り動作するときに必要な各部の力の計算や、誤差の修正

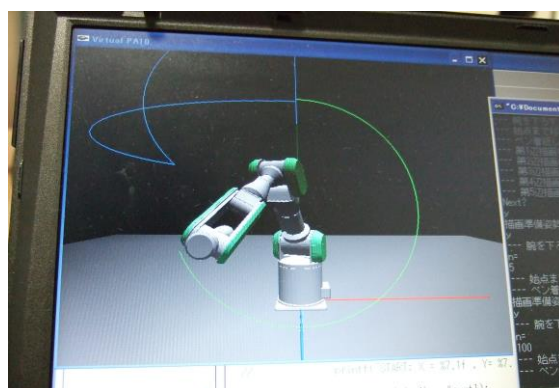
・動力学と制御

作業に適した手先の軌道計画を種々の基準に基づき決定



アーム構造	垂直多関節型(自由度7)
アーム質量	40kg
可搬質量	10kg
動作範囲	約 1m

午後から実際にアームロボットの動きをプログラミングした。パソコンでシュミレーションしたのち実機を動かした。プログラミングは動かしたい動きを関節ごとに設定しいろいろな動きをさせることに成功した。また x 軸 y 軸方向のみの2次元の範囲で平面図形を設計し、その後 z 軸を加え、3次元で立体図形を設計し、実機を動かした。アームロボットのプログラミングでは、最初のうちは苦戦するものの最終的には受講者全員が自らの思い通りにアームロボットを動かすことができた。



プログラミング画面

4. 考察

今回アームロボットに触れてみて、改めてその利便性を実感し、私たちの知らない所で大きな役割をしていることがよくわかった。そしてこれから先も、身体障害がある人の補助をするロボットなど、より様々な形で人間に役立つロボットが開発されるだろう。

我々もその一角を担えるよう日々邁進していきたい。

「金属イオンを分けてみよう、花火の色を見てみよう」

SS リサーチ化学分野活動報告

H.21 8/10(月)・11(火)

連携先：名古屋大学 工学部 化学・生物工学専攻学科

二井 晋 准教授

受講者：2年9組 (3) 猪飼 康紘 (10) 岡部 桃子 (28) 堀川 竜太郎

1. 目的

- ・「物質が溶解する」とはということなのかを理解する。
- ・抽出分離を理解する。
- ・溶液中の金属イオン濃度を測定するための手法として、原子吸光分析法を理解する。



2. 方法

この実験では、「溶液や固体中に含まれている目的物質の別の液体（溶媒）への溶け込みかたの違いを利用して分離する方法」である溶媒抽出法により、性質のよく似た水溶液中の Cu^{2+} と Co^{2+} とを分離することを試みる。ここで言う原子吸光分析とは、イオンが炎の中で特有の色を出す炎色反応を高度化したものである。

【分離の原理—なぜ分けられるのか？】

では金属イオンをどのように分離すればいいのか？具体的には水と油といったお互いに混じり合わない2つの液体を用いて、水の中に溶けた目的物質（ここでは Cu^{2+} と Co^{2+} イオン）を油の中に取り出す。水溶液中では Cu^{2+} や Co^{2+} イオンはその周りを水分子 H_2O で取り囲まれている（水和状態）。このままでは油の相にはほとんど溶けない。そこで、目的金属だけを油に取り出す抽出剤という特殊な分離剤を油に加える。抽出剤分子全体は大きく分けて次の2つの部分からできている。

(i) イオンの周りの H_2O に代わって金属イオンと結合する部分（錯イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ）ならアンモニアのNに相当する部分。

(ii) 抽出剤を油に溶けやすくするためのベンゼン環に長い炭化水素鎖が結合した部分

金属イオンごとに(i)の部分への結合のしやすさに差があり、この差が目的金属の分離に利用できる。

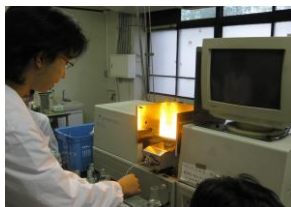
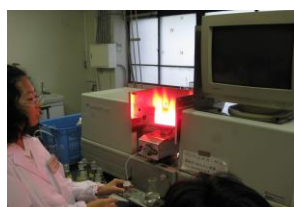
今回用いる抽出剤はLIX84というもので、 Cu^{2+} イオンの抽出に適したものである。

【実験方法】

- 1) 所定量の $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ・ $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を蒸留水で 50cm^3 になるよう溶解させる（初期溶液）
- 2) 初期溶液から 30cm^3 を分液ろうとに入れ、LIX84入りのケロシン溶液（灯油） 30cm^3 を分液ろうとに入れる（残りの初期溶液 20cm^3 をサンプル1とする。）
- 3) 分液ろうとを振とうさせ、抽出する（抽出1とする）
- 4) 2相に分離後、下相をビーカーに取る（サンプル2とする）
- 5) これに塩酸 20cm^3 を入れて振とうさせ、抽出（抽出2とする）
- 6) 2相に分離後、下相ビーカーに取る（サンプル3とする）
- 7) 各サンプルを塩酸で20倍希釈し、原子吸光分析装置で吸光を測定する

8) データ化し、 Cu^{2+} 濃度などを決定する

(7)



(1)



(3)

(6)



(8)



～実験風景～

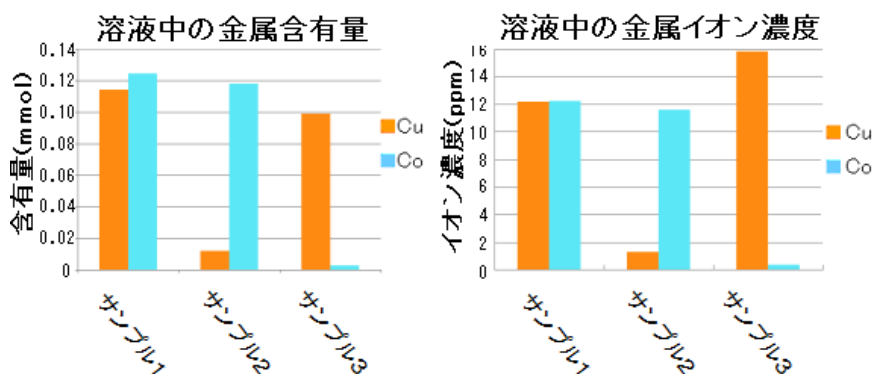
※原子吸光分析装置による濃度測定における濃度の計算は、装置内で検量線法を用いて行われる。

その際の検量線は、手順8の前に、Cu²⁺、Co²⁺それぞれについて、標準試料(0 mol/L, 5.0×10⁻⁴ mol/L, 2.5×10⁻⁴ mol/L, 1.0×10⁻⁴ mol/L)を利用して求めておく。

3. 結果

「イオンを分けてみよう」

実験により得られた各サンプルのCu²⁺濃度及びCo²⁺濃度を、原子吸光分析装置を用いて測定した。測定によって得られた値から、各サンプル溶液中の金属含有量を算出した。その結果は以下のとおりである。



サンプル 1: 初期溶液(20 倍希釈)

サンプル 2: 初期溶液とLIXでの抽出操作後の下相(20 倍希釈)

サンプル 3: LIXと塩酸 20cm³での抽出操作後の下相(20 倍希釈)

尚、今回の実験は、2つの班に分かれ、各々で行われたため、各サンプルの値は、2実験班の平均値を採用した。

これより、以下のことがわかった。

物質収支[%] Cu : 97.1 Co : 96.6

回収率[%] Cu : 86.7 Co : 1.92

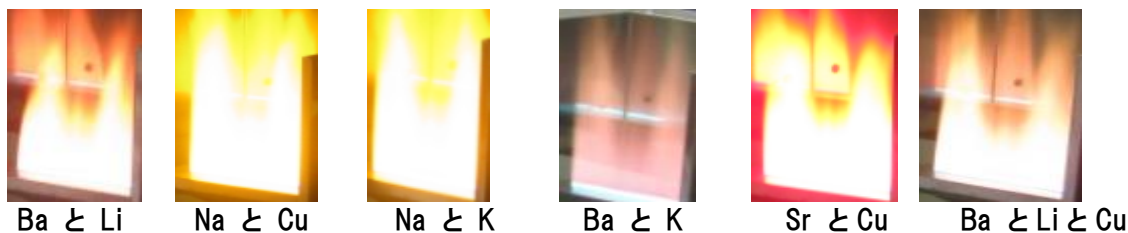
濃縮比[-] Cu : 1.30 Co : 2.88×10⁻²

分離度[-] : 45.1

「花火の色を見てみよう」

さまざまな金属イオンを含む水溶液を用いた炎色反応の結果は、以下の通りである。

尚、各水溶液における金属イオンの濃度に大きな差はないが、測定していないため正確な濃度は不明である。



4. 考察

「イオンを分けてみよう」の実験について、濃縮比が1より高かったのは、初期溶液が 30cm³であったのに対し、最終的に塩酸 20cm³に抽出したからであると思われる。また、2班の間で、回収率に約 13%の差が生じたが、これは、攪拌をどの程度入念に行なったかということに影響を受けたものと思われる。抽出2を行った際、ケロシン溶液内に各金属イオンが少量残ってしまったことが、物質収支に若干の影響を与えたと思われる。

「花火の色を見てみよう」について、Naを含むものは、Naの炎色反応による色が非常に強い。これより、炎色反応による炎色の变化の度合いには、金属イオンの濃度が影響するが、金属イオンの種類も関係すると思われる。また、各反応の写真より、各金属イオンによる炎色反応における色の变化の度合いについて、Naのそれは強く、Baのそれは弱いと考えられる。

「脳の中を移動するニューロンをのぞいてみよう！ ～GFP マウスを用いて～」

SS リサーチ生物分野活動報告

H.21 7/23(木)・24(金)・25(土)

連携先：名古屋市立大学 大学院医学研究科 再生医学分野 澤本 和延 教授・金子 奈穂子 助教
受講者：2年9組 (19) 田中 輝 (35) 森 ことの

1. 目的

- ◆ 脳の神経細胞を可視化する過程を理解し、脳室下帯から産出される「新生ニューロン」が RMS という経路を経て嗅球へ移動する様子を観察する。
- ◆ 遺伝子改変したマウスの新生ニューロンで、GFP が発現していることを検証する。

【新生ニューロンとは】

脳の「脳室下帯」で生涯に渡って産出されるニューロンのこと。ここでのニューロンの新生は、近年になってマウスなどのげっ歯類から霊長類まで、広く哺乳類に共通している現象だと明らかになった。

2. 方法

生物材料…Dcx-EGFP 導入マウス

① マウスの灌流固定と、脳の取り出し

- マウスの血液を除去し、パラホルムアルデヒド (PFA) で固定する。
マウスの心臓の左心室に翼状針を刺し、まず生理食塩水 PBS を流し込む。右心耳に切り込みを入れて血液を PBS に置き換え、体外に出す。その後 PFA で組織を固定した。
- 断頭し、脳を取り出す。
頭蓋骨の状態、脳をしっかりと固定するため一晩 PFA に浸けて保存した。
- 取り出した脳からビブラトームを用いて切片を作る。
この状態の脳は柔らかいため、アガロースゲルで覆い、ゲルごとビブラトームにかけて切片を作成する。今回は脳を縦方向に切った。



② 切片を免疫染色法で染色し、観察する

i) 免疫染色

新生ニューロンは Dcx(ダブルコルチン)、グリア細胞の一種であるアストロサイトは GFAP(グリア細胞繊維性酸性タンパク質)という特有のタンパク質をそれぞれ発現している。それらに特異的に結合する抗体を用いて新生ニューロンとアストロサイトを識別し、顕微鏡下で可視化した。

ii) 顕微鏡観察

観察には蛍光顕微鏡と共焦点レーザー顕微鏡を用いた。蛍光標識した新生ニューロンやアストロサイトの形態を観察し、脳室下帯から嗅球への新生ニューロンの移動を観察した。

【原理】

蛍光物質は、ある特定の波長の光を当てることで決まった波長の光を発する。そこで、当てる光を限定することで光らせたい物質のみを光らせることができる。

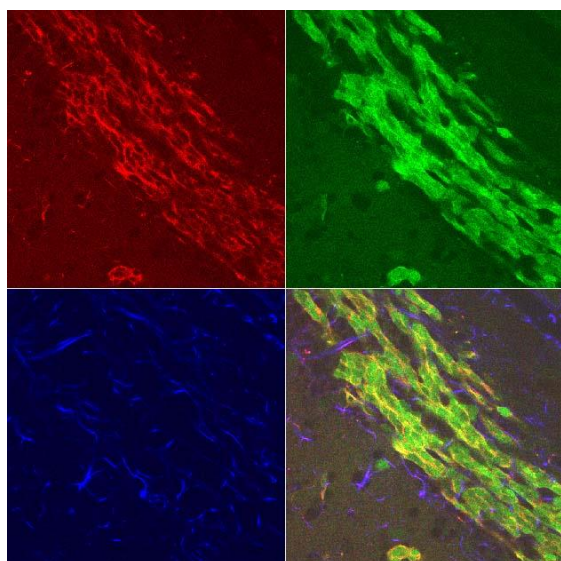
共焦点レーザー顕微鏡は焦点面のみ画像として得るシステムになっているので、ボケのない鮮明な像を得ることができる。また、今回 GFAP の特定に使った蛍光物質は 633nm の励起光により赤外線領域の蛍光を発するが、コンピュータ処理により青色に編集してある。

3. 結果

● 蛍光顕微鏡の画像。赤色に強く光っているのが Dcx (新生ニューロン) である。



● 共焦点レーザー顕微鏡の画像 上の画像中 [] 枠内



左上：Dcx (赤)
右上：GFP (緑)
左下：GFAP(青)
右下：上記の3枚を合わせたもの。(Merge)

赤と緑が合成され、画面上黄色として着色されていることから、Dcx と GFP の発現している位置が一致していることが分かる。

4. 考察

蛍光顕微鏡による観察より、脳室下帯から嗅球に向かって新生ニューロンが連なって移動していく様子を観察することができた。新生ニューロンが移動をすることを応用することで脳梗塞などの治療につながる可能性がある。

嗅球の中心では光が強いが外側では光が弱くなっていることから、若い新生ニューロンで発現している Dcx は、しばらくすると失われるのではないかと考えられる。

共焦点レーザー顕微鏡の画像より、GFAP を発現しているアストロサイトは Dcx や GFP を発現している新生ニューロンとは異なることが明らかになった。また、導入した GFP 遺伝子が狙い通り新生ニューロンにて発現していることも確認することができた。

「岩石の薄片の偏光顕微鏡観察から岩石のでき方を考える」 SS リサーチ地学分野活動報告

H.21 8/24(月)・25(火)・26(水)

連携先：名古屋大学大学院環境学研究科 竹内 誠 准教授 山本 鋼志 准教授

受講者：2年9組 (12) 姜 敏雅 (23) 林 尚毅 (31) 丸小 有沙 (35) 森 ことの

1 目的

火成岩・変成岩の野外観察・偏光顕微鏡観察を通して、プレート運動と地質現象を考える。

2 方法

I 野外観察

愛知県岡崎方面のフィールド3ヶ所で露頭観察と岩石採集をおこなった。

Point1 (岡崎市滝町)



Point2 (旧額田町中金)



Point3 (闇苧溪谷)



II 薄片づくり

採ってきた岩石をプレパラートに接着させ、どんどん研磨剤の目を細かくして研磨していき顕微鏡で観察できるようになるまで薄くする。



III 観察

偏光顕微鏡で観察し、採集場所の違いによる違いを考える。



3 結果

- 造岩鉱物の種類が同じ

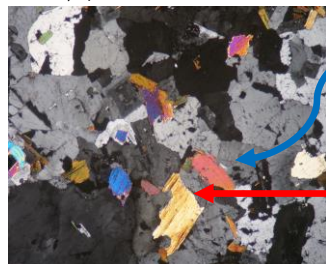
Point1 と Point3 の花崗岩に、

石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、白雲母が入っている。

図1

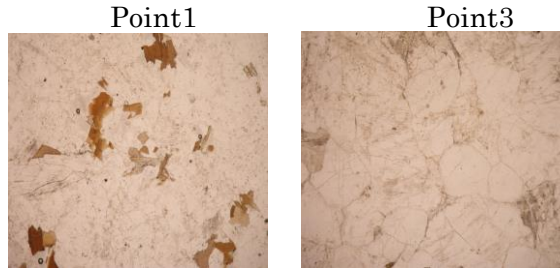


図2



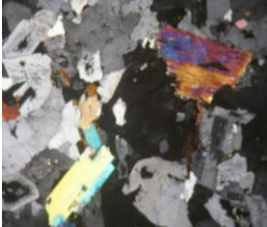
黒雲母は図1で茶色、図2でカラフルなもの
白雲母は図1で黒色、図2でカラフルなもの
石英は図2で白～灰～黒色のもの
カリ長石・斜長石は図2で白～灰～黒色で縞模様になっているもの

- 黒雲母、白雲母の含有
黒雲母、白雲母の岩石に含まれていた量は Point3 のほうが少ない。

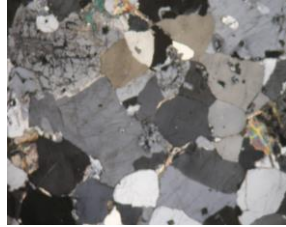


- 造岩鉱物の大きさ

Point1



Point3



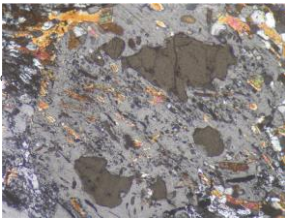
Point3 のほうが鉱物の粒が大きい。

・ ミルメカイトの有無



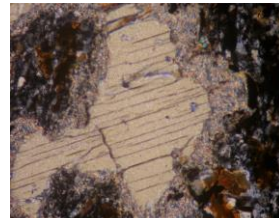
ミルメカイトとは、斜長石の周辺を虫食い状に石英が交代しており、斜長石とカリ長石の接触部に発達する。

- 十字石と紅柱石



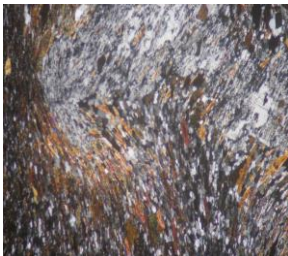
十字石は高温の変成作用の結果誕生する。
紅柱石は低圧でそれほど高くない温度で晶出する。

・ 紅柱石の周りにできた白雲母



紅柱石が変質する
白雲母が発生することがある。

- 外から力を受けて曲がった組織



もともとの方向と違う方向から力を受け、組織が曲がった。



もともとの組織の方向



力を受けた後の組織の方向

4 考察

- Point1 の花崗岩

黒雲母、白雲母の量が多いのでマグマに含まれていた Fe, Mg の量が多い。
鉱物の粒が小さいので比較的浅いところで早く冷え固まった。

- Point3 の花崗岩

黒雲母、白雲母の量が少ないのでマグマに含まれていた Fe, Mg の量が少ない。
ミルメカイトが見られるので、マグマが貫入した。
鉱物の粒が大きいので比較的深いところで貫入し、冷却速度は小さかったと思われる。

- Point2 の変成岩

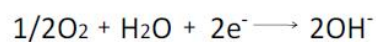
十字石があるので高い温度で変成作用を受けたことをあらわしており、紅柱石は低圧で産出するので圧力の高いところから低いところへ移動した。
紅柱石の周りに白雲母があるので近くにマグマが入り、熱を加わることで変質した。
力と熱を受ける環境にあったので組織が曲がった。

Creating a Better Fuel Cell Battery

Ryo Suzuki
Masayuki Sano
Ayaka Sakogami
Shohei Matsuoka

Introduction

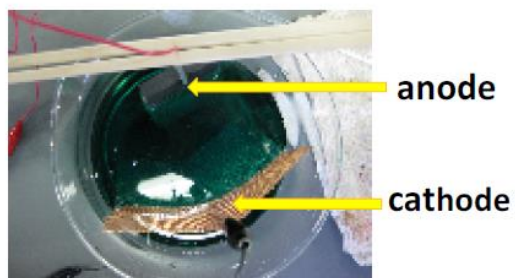
What is a fuel cell battery ?



Hypothesis

Stainless steel
is better than
Copper

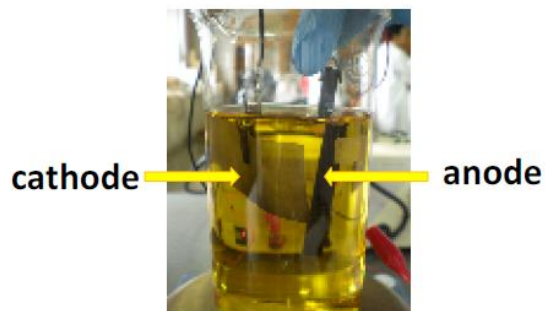
Experiment 1

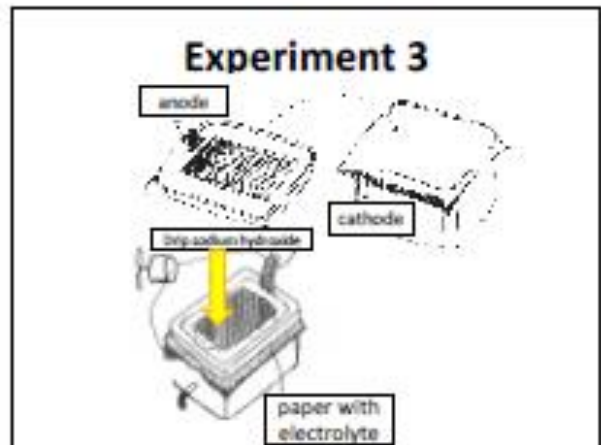
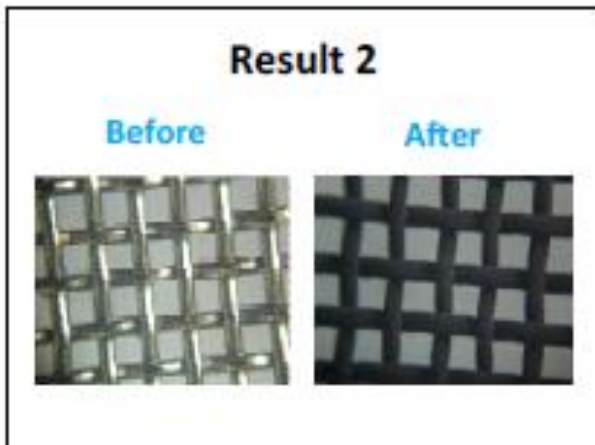


Result 1

Experiment	Voltage (V)	Current (A)	Time (minute)	Result
①	3.0	0.20	10	×
②	3.0	0.20	15	×
③	5.0	0.60	10	○
④	6.0	1.0	10	×
⑤	4.0	0.30	10	×

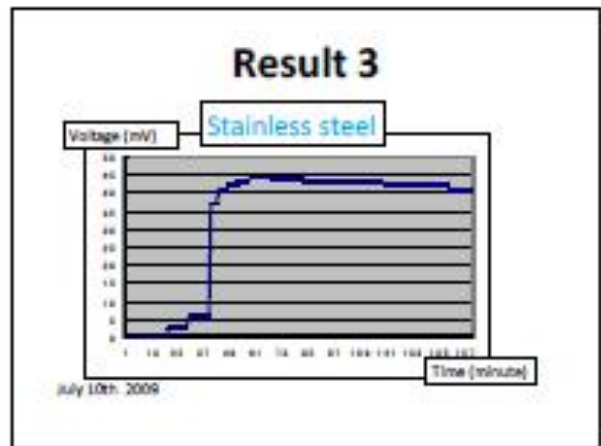
Experiment 2





Result 3

Copper failed



Conclusion

Stainless steel won

The Mystery Of Refrozen Ice



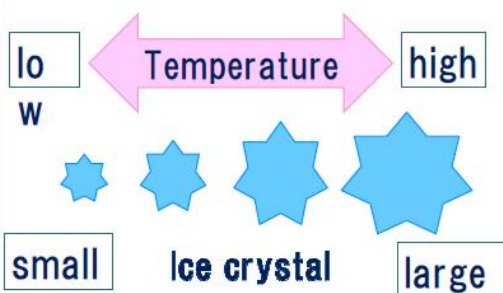
Kimura Kazuki
Nakazawa Nami, Yoshimura Mami

Purpose

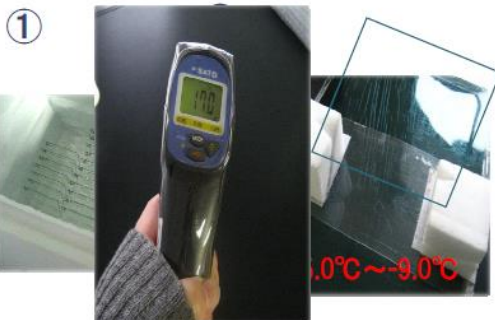
To understand how the surface touching with water affects the formation of refrozen ice.

Temperature of the frozen glass

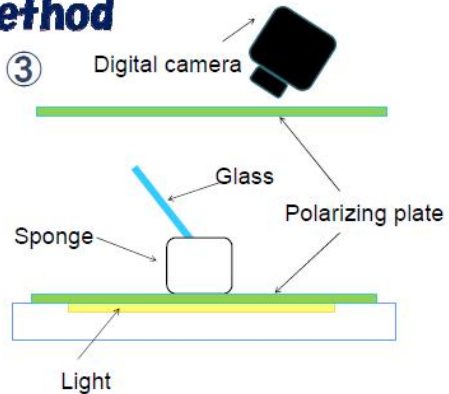
Hypothesis



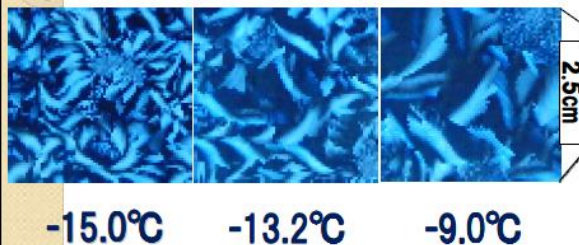
Method *surface temperature*



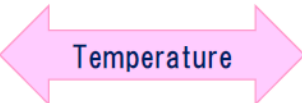
Method




Result



Conclusion

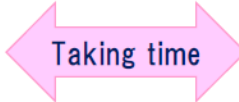
low  high

W





**The same theory
about rock formation!**

Conclusion

-15.0°C  1.35s

Crystal size



0.77s

**Thanks to
Arakawa Masahiko
Morishita Kaori**

Thanks for listening!!

What Kind of Windmills Revolves Well?

Oshima Yuta
Otsuka Kouya
Kuroda Yoshiki
Suzuki Yoshimasa

Introduction

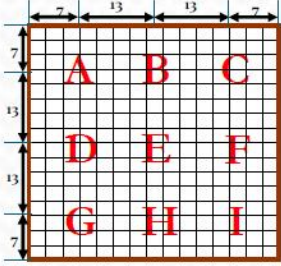
Types of Windmills




Vertical axis windmill Horizontal axis windmill

Pre-experiments

Wind Tunnel

Keeper of wind speed and direction

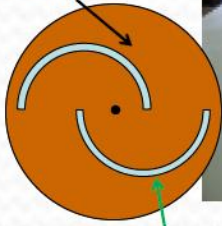

Measurements of Wind Speed!?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
40cm	3.9	3.8	3.7	3.5	3.8	3.7	3.6	3.7	3.6
60cm	3.9	3.9	3.7	3.6	3.8	3.7	3.7	3.9	3.6
80cm	3.8	4.0	3.6	3.7	3.9	3.7	3.8	3.8	3.7
100cm	3.8	4.0	3.6	3.7	3.9	3.7	3.8	3.8	3.6

m/s

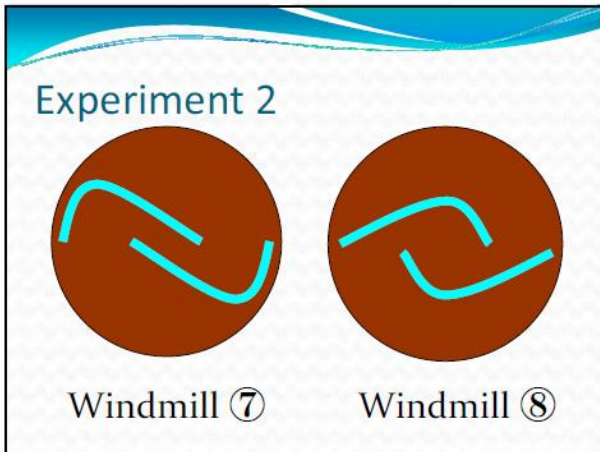
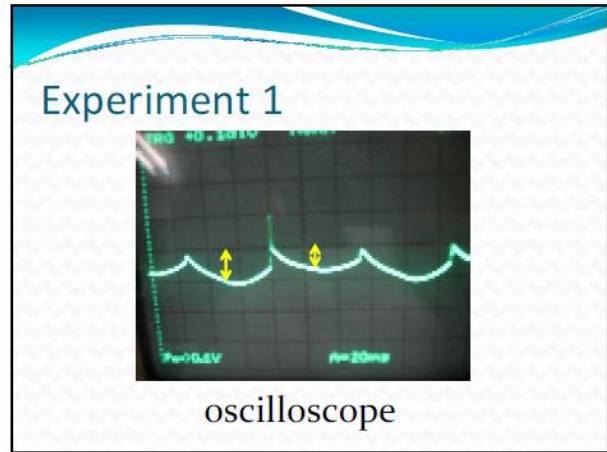
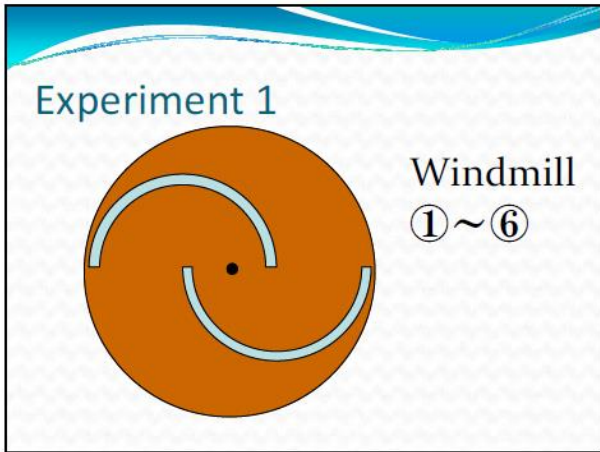
- Max: 4.0 Min: 3.5
- Average: 3.75

Production

Cardboard

Wings (aluminum)



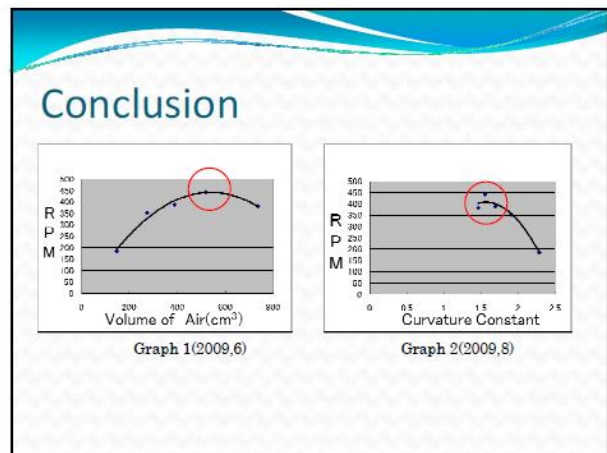
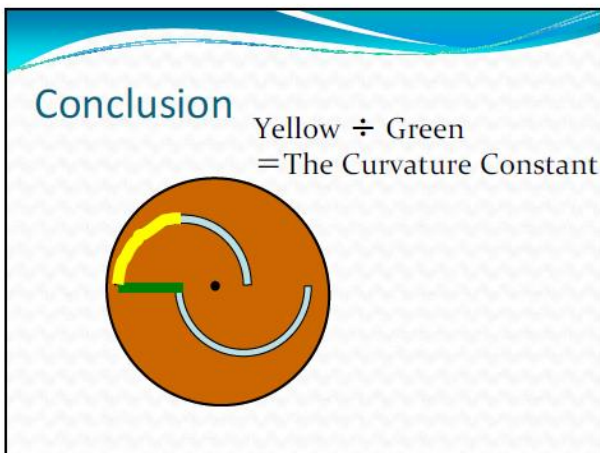
Results

Experiment 1

Windmills	(RPM)	(V)
①	381.16	0.16
②	442.32	0.15
③	387.71	0.15
④	352.72	0.11
⑤	185.26	0.08
⑥	0	0

Experiment 2

Windmills	(RPM)	(V)
⑦	322	0.11
⑧	308.58	0.09



Radish Sprouts and Sunlight

Yuka Mori
Misako Watanabe
Shiho Usui



Introduction

Environment



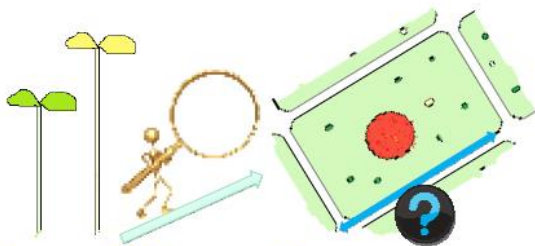
Influences

Plants

How different?



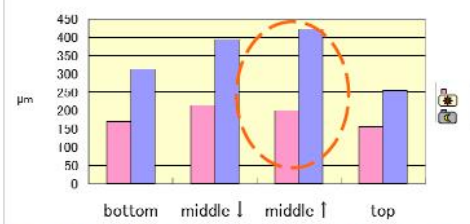
Experiment 1-A



How different?

Result

Cell Size



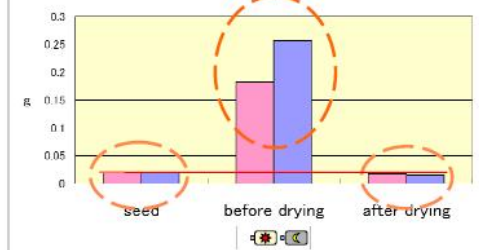
The cells of radish sprouts with sunlight were much longer than those in darkness.

Experiment 1-B



How much water?

Weight of Radish Sprouts

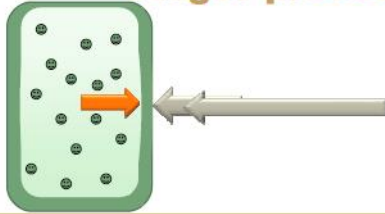


→ The different amount of water absorption

The formula

Water absorption

$$= \text{Osmotic pressure} - \text{Turgor pressure}$$



New Hypothesis

Water absorption

$$= \text{Osmotic pressure} - \text{Turgor pressure}$$

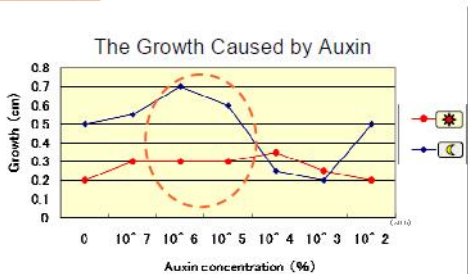
Experiment 3

process

1. Slice the radish sprouts into 1.2 cm pieces.
2. Soak them in auxin.
3. Observe them after 1 day.



Result



2009.7

New Hypothesis

Water absorption

$$= \text{Osmotic pressure} - \text{Turgor pressure}$$

