

平成22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5年次)

平成23年3月

名古屋市立向陽高等学校



はじめに

名古屋市立向陽高等学校長 楳木 茂賀

本校のスーパーサイエンスハイスクール事業への取り組みは、第1期としては最終年である5年目を終了した。

第1学年については4年目の昨年度から全員が総合的な学習時間で「SS入門」の内容を引き継ぎ、希望により理系分野（実験観察分野）・文系分野（調査研究分野）の研究を実施した。実験観察分野の生徒には自ら抱いた自然現象への疑問をもとにテーマを設定し、その解明に向けて探求活動を展開していくことで、自然科学全般への興味・関心や潜在的な能力を喚起することに努め、2、3学年のSSクラスの研究につながるようにした。

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

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

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

事業の成果の普及については、生徒が中心となり、名古屋市立高校の科学部が共同して研究の成果発表会を持ち、中学生にも参加を呼びかけるなど新たな取り組みをスタートさせることができた。

このような取り組みの中で具体的な成果も一気に花開いている感がある。10月25日に行われた2、3学年のSSクラスによる成果報告会では、質の高い質疑応答が活発に行われた。大学教授の的

確なアドバイスや本校教員の粘り強い指導に生徒達の意欲が益々かき立てられている喜ばしい状況が定着しつつあると強く感じる。英語での課題研究発表については、参観いただいた教育委員会や保護者の方も驚くほどのレベルであった。また各種コンテストにおいても数々の輝かしい実績をあげることができた。以下、数例をあげる。

・「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」

日本植物学会高校生ポスター発表会 最優秀賞受賞

全国高校生理科・科学論文大賞 大賞受賞

名古屋市教育委員会表彰

・「パルスジェットとは？—爆発の秘密を探る—」

東海地区高等学校科学研究発表交流会 優秀賞受賞、討論賞受賞

A I Tサイエンス大賞 優秀賞受賞

・「冷却面にできる凍結氷の結晶」

S S H生徒研究発表会 ポスター発表賞受賞

愛知県学生科学賞 最優秀賞受賞

日本学生科学賞 入選3等受賞

・「GeoJapaneses」 (ソフトの開発)

U—20プログラミング・コンテスト 経済産業大臣賞受賞

B C Nジュニア賞受賞

名古屋市教育委員会表彰

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



目 次

S S H研究開発実施報告（要約）：別紙様式 1 - 1	1
S S H研究開発の成果と課題：別紙様式 2 - 1	6
1 章 研究開発の概要	
1 学校の概要	8
2 研究開発の実施期間	8
3 研究開発課題	8
4 研究の概要	8
5 研究開発の実施規模	8
6 研究の内容・方法・検証等	8
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	22
2 フィールドワーク	24
3 学校設定科目「S S 数学」	31
4 学校設定科目「S S 物理」	42
5 学校設定科目「S S 化学」	44
6 学校設定科目「S S 生物」	47
7 学校設定科目「S S 地球科学」	54
8 学校設定科目「S S 英語」	57
9 学校設定科目「S S 教養」	64
10 学校設定科目「課題研究Ⅰ」	65
11 学校設定科目「課題研究Ⅱ」	69
12 S S リサーチⅠ	77
13 S S リサーチⅡ	86
14 S S リサーチⅢ	114
15 S S リサーチⅣ（研修旅行）	116
16 S S トライアルⅠ	119
17 S S トライアルⅡ	122
18 S S トライアルⅢ	126
19 講演会Ⅰ（世界脳週間）	128
20 講演会Ⅱ（最先端科学分野講演会）	131
21 講演会Ⅲ（益川敏英氏講演会）	135
22 科学部の活動	136
23 自然科学・科学技術系発表会	144
24 論文応募・科学オリンピック	148
25 平成22年度S S H事業成果報告会	151

2 6	名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会	1 5 7
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	1 5 9
2	全職員による分散会	1 6 5
4 章	関係資料	
1	平成 2 2 年度第 1 回運営指導委員会	1 6 8
2	平成 2 2 年度カリキュラム	1 7 0
3	SS リサーチⅡ 生徒レポート (代表のみ)	1 7 1
4	SS 英語 プレゼンスライド (代表のみ)	

平成 22 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 22 年度実施規模	<p>第 1 学年は全員（360 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 34 名、第 3 学年 S S クラスは 36 名である。</p> <p>事業によっては全生徒（1080 名）を対象とする。</p>
④ 研究開発内容	<p>○研究計画</p> <p>第 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。</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 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、次の必履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22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、課題研究の研究成果が各種発表会や、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14日(水) 参加生徒51名、引率2名
研修先 名古屋市科学館
- コース2 7月27日(火) 参加生徒33名、引率2名
研修先 核融合科学研究所
- コース3 8月3日(火) 参加生徒36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4 8月17日(火) 参加生徒27名、引率2名
研修先 中部電力碧南火力発電所 へきなんたんトピア・電力館
三菱自動車工業 岡崎工場
- コース5 8月25日(水) 参加生徒23名、引率2名

研修先 瑞浪市化石博物館 化石採取

日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター 瑞浪超深地層研究所

(イ) S S リサーチ I (平成 22 年 5 月 20 日)

【第 2 学年】 「ため池のカメから見る生物多様性と外来生物問題」

【第 3 学年】 「企業見学 (ヤマザキマザック) と研究施設見学 (日本モンキーセンター)」

(ウ) S S リサーチ II (夏季休業中)

① 「ハリーポッターの透明マントはできるのか？」

豊田工業大学工学部 物質工学分野情報記録機能材料

② 「メカトロニクスとデジタル情報処理 ～そのソフトとハード～」

名古屋工業大学創成シミュレーション工学

③ 「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

④ 「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

⑤ 「マウス E S 細胞から作製した神経幹細胞の分化の観察」

名古屋市立大学大学院医学研究科

⑥ 「アレルギーの治療薬 ～薬の作用機構から副作用まで～」

名古屋市立大学大学院薬学研究科

⑦ 「重力・地震波・建物の固有振動から、地下構造や建物の揺れ方を学ぶ」

名古屋大学大学院環境学研究科

(エ) S S リサーチ III (平成 22 年 10 月 14 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 22 年 3 月 21 日～23 日)

研修先 浜岡原子力発電所 海洋科学博物館 国立天文台野辺山 など

(カ) S S トライアル I (平成 22 年 7 月 12 日)

「技と化学が力を合わせてみんなの感動を ～化学マジックショー♪&生物発光実験でそれぞれが、それぞれにしあわせになるのだ!～」

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 22 年 7 月 29 日、30 日、8 月 27 日)

「種子植物の進化の道筋と多様化 ～植物の遺伝子をよむ～」

名古屋大学大学院理学研究科

(ク) S S トライアル III (平成 22 年 8 月 23 日、24 日)

「電子物性入門 ～新物質探査から基底状態の測定まで～」

名古屋工業大学 電気電子工学科

(ケ) 講演会 I (世界脳週間 2010、平成 22 年 5 月 24 日)

「ES 細胞・iPS 細胞を用いた医療への可能性」

名古屋市立大学大学院 医学研究科 飛田 秀樹 教授

(コ) 講演会 II (最先端科学分野講演会、平成 22 年 10 月 15 日)

「電子顕微鏡で観る身近なサイエンス」ソリューション・ナタ 代表 永田 文男 氏

(サ) 講演会 III (益川敏英氏講演会、平成 22 年 12 月 2 日)

「私の向陽時代」 名古屋大学特任教授 益川 敏英 教授

(シ) 科学部の活動

各種発表会等での研究内容の発表

- (ス) 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
(SSH生徒研究発表会においてポスター発表賞受賞など)
- (セ) 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
(全国高校生理科・科学論文大賞において大賞受賞など)
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
(情報オリンピックにおいて日本代表選手選考合宿進出など)
- (ソ) 平成22年度SSH事業成果報告会
本校において、平成22年10月25日実施
- (タ) 名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会
本校において、平成22年7月31日実施
- (チ) 中学生体験入学時のSSH取り組み紹介
本校において、平成22年8月19日、20日の2日間実施

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

第1学年においては、「総合的な学習の時間」において、一人1テーマによる研究を行った。生徒の関心により理系的な内容を実験観察分野として、また文系的な内容を調査研究分野として個人での研究とした。研究計画の立案から具体的な実験や調査活動、まとめと考察、発表までの活動を通して研究の一連の流れの理解やプレゼンテーション力の向上がみられた。また、全員対象の講演会や、希望者対象のフィールドワークとSSトライアルIを通して生徒の自然科学に対する興味・関心を高めることができ、第2学年からのSSクラスで学ぶ生徒を集めることができた。

第2学年、第3学年のSSクラスにおいては、様々なSSH関連の学校設定科目はもとより、SSリサーチなどの外部との連携、校外での発表会などSSH事業の取り組みに深く関わった。「SS物理」をはじめとした学校設定科目については、これまで複数年にわたって行われてきた教材開発が引き続き行われ、特徴的な授業展開や考察の要素を多くした実験などを行った。また、「SS英語」では「課題研究」の研究内容を英語でまとめたり、外国人講師の講義を聴いたりするなどの取り組みなどを通して、教科横断的に英語力や国際性の向上が図られた。

本年度は第5年次ということから、各取り組みの総括を、担当者としての主観的な立場とともに客観的な立場からも行った。その総括によると、生徒が計画的に実験を進めていく姿勢の高まりや、課題研究における研究内容や発表が年を経るごとに向上していること、その指導に教員が慣れてきたことなどが多く挙げられた。また、これまでの成果はSSHの第2期申請にあたって、取り組みとして継続したり、発展的に進めたりするために、さらに検証がなされた。

○実施上の課題と今後の取組

昨年度までの取り組みとして十分でなかった成果の普及については、名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会を主催し、本校の研究成果の発信とともに、高校生の交流の場とすることができた。さらに内容を充実させ発展させていくことを工夫している。

本年度の総括の中で指摘されている、学校全体としてSSHに関わっていくということについては、新しい学校設定科目の開設や、教員の協力体制を整備し、第2期の中では改善していく。また、国際性の向上という点についても、これまでは学校内での取り組みによって向上を図っていたところから、外国の高校生と交流できるような海外研修を計画している。

平成 22 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料」に添付すること)
1 SSH事業全般について	
<p>第5年次となった本年度の取り組みとしては、学校設定科目や外部との連携という点では昨年度までと大きな違いはなかった。その中で、本校の教員の指導としての学校設定科目では教材開発も進み、SSクラス以外の授業にも反映されるようになってきている。また、SSリサーチをはじめとする外部との連携による取り組みについては、新規の連携先も増やし、学校での学習との関連なども意識しながら実施し、大学や研究施設などでの研究についての興味・関心を高めたり、視野を広げたりする良い機会とすることができている。</p>	
<p>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。</p>	
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 90.9% (2年)、90.9% (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 54.5% (2年)、84.8% (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 21.2%、やや増した 42.4% (2年)	
→ 大変増した 54.5%、やや増した 36.4% (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 24.2%、やや増した 54.5% (2年)	
→ 大変増した 42.4%、やや増した 48.5% (3年)	
<p>①より、本校でのSSHの取り組みに肯定的に積極的に参加したことが明らかとなった。②より、第3学年の数値の方が高いことよりSSHの取り組みに長く積極的に参加したことにより、能力やセンスの向上に効果があったことが明らかとなった。③、④より、科学技術やその学習に対する興味・関心・意欲についてはもともと高かったという回答とあわせると、ほぼすべての生徒が向上したということになり、さらに第3学年の数値の方が高いことから、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。</p>	
2 SSHの各取り組みについて	
<p>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なると指摘されたりしている。</p>	
各取り組みの検証は「2章 研究開発結果」に記載されているが、代表例として「SS英語」	

(第3学年)のアンケートをあげる。

- ① 日本語プレゼンテーションとの相違が理解できた
→ 全くそう思う 50.0%、 ややそう思う 44.4%
- ② 今後も英語プレゼンテーションに挑戦したい
→ 全くそう思う 36.1%、 ややそう思う 36.1%
- ③ 大学進学後を考えてとき英語プレゼン体験は有意義だ
→ 全くそう思う 63.9%、 ややそう思う 30.6%

以上のような結果から、生徒は学校設定科目の目的や目標を理解して授業に臨み、一定の成果をあげられたといえる。さらに、大学進学後以降の将来について、学校設定科目で学んだことを活かし、自分を高めていこうという意欲も旺盛であることがうかがえる。

3 第2期申請に向けて

本年度は第5年次ということから、各取り組みの総括を、担当者としての主観的な立場とともに客観的な立場からも行った。その総括によると、生徒が計画的に実験を進めていく姿勢の高まりや、課題研究における研究内容や発表が年を経るごとに向上していること、その指導に教員が慣れてきたなどが多く挙げられた。また、これまでの成果はSSHの第2期申請にあたって、取り組みとして継続したり、発展的に進めたりするためにさらに検証がなされた。

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

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

- ① SSHの取り組みに参加するにあたって、困ったことは何ですか
→ 部活動との両立が困難 45.5% (2年)、48.5% (3年)
→ レポートなどの提出物が多い 39.4% (2年)、45.5% (3年)
→ 授業時間以外の活動が多い 18.2% (2年)、69.7% (3年)
→ 発表の準備が大変 30.3% (2年)、97.0% (3年)

SSクラスに進んだ生徒については、様々な学校設定科目を学ばせているが、その中でも課題研究が、生徒にとって困ったり負担となったりしているようである。生徒はその状況を克服し、やり遂げ、様々な能力を高めて、それらを成果とできているわけであるが、過度な負担とならないよう取り組みの方法を考えるうえでの改善点といえる。

また、これまで5年間の総括として教員からあげられた課題は、

- ① 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」
- ② 教員に関わること 「特に理科教員の負担が増している」
「教員間や教科間の連携、協力が不十分である」
- ③ 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」

などが多くの意見としてあげられ、解決すべき事項として共通の認識を持つこととなった。

2 課題の解決に向けて

SSH全般と各取り組みについての課題を明確化されたことは、本年度委員会として設置された第2期SSH検討委員会において検討がなされ、第2期の申請に向けて課題の解決が図られるよう工夫されている。

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22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	363	9	360 (34)	9 (1)	357 (36)	9 (1)	1080 (70)	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	非常勤 講師	ALT	事務 職員	業務 士	計
全日制	1	1	60	2	2	1	9	1	4	2	83

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

心を深化させる。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
- ・ 生徒の潜在的能力を引き出すこと
- ・ 独創性・創造性・国際性を育むこと

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

(2) 研究の仮説

【第1学年】

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

【第2学年～第3学年】

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

(3) 研究内容

ア 第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、国際性豊かで将来有為な科学技術系の人材の育成をねらいとする。

○ 学校設定科目「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ことで、内容の理解と定着を図ることができるかを研究する。また発展的内容、特に数学的なアプローチを積極的に取り扱うことにより、理解をさらに深め、物理学への興味・関心が高まるかを研究する。

○ 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・関心が高まるかを研究する。

○ 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。

(4) 検証

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

- ア 生徒に対して、入学直後に、学習、科学技術一般、進路等に関する意識調査を行い基礎資料とする。また、年次ごとに生徒による自己評価を実施するとともに、論理的思考力、語学力、独創性・創造性等についても、観察・実験・分析・考察・レポート・発表、考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。
- 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。発表の形式は、ポスターによるグループ発表、パワーポイントによるクラス発表、クラス代表による体育館発表とした。

(2) フィールドワーク

ア コース1

日程 7月14日(水)
参加者 参加生徒51名、引率2名
研修先 名古屋市科学館

イ コース2

日程 7月27日(火)
参加者 参加生徒33名、引率2名
研修先 核融合科学研究所

ウ コース3

日程 8月3日(火)
参加者 参加生徒36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

エ コース4

日程 8月17日(火)
参加者 参加生徒27名、引率2名
研修先 中部電力碧南火力発電所 へきなんたんトピア・電力館

オ コース5

日程 8月25(水)

参加者 参加生徒23名、引率2名

研修先 瑞浪市化石博物館 化石採取 東濃地科学センター 瑞浪超深地層研究所

(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」、数列では、「漸化式の解法を系統的に考え直す」、空間ベクトルでは、「空間における直線・平面・円の表現について」、行列では、「行列のN乗についての考察」を扱った。

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

(4) 学校設定科目「SS物理」

物理Ⅰ、物理Ⅱの各分野を系統的に再編し、1年間で力学、熱力学を、基礎から応用に至るまで各単元の関連性を考慮しながら、指導を行った。特に、物理学を学ぶ上では欠くことのできない微積の概念を、歴史的背景を交えながら積極的に取り入れたことにより、自然現象を数学的に記述することの必要性とその意義は理解できたと考える。

(5) 学校設定科目「SS化学」

【第2学年】

ア ディベート要素を取り入れた討論

第1・2回の授業(導入)において、「化学(科学)は人間を豊かにする」をテーマにグループ内・グループ間で、活発な議論が行われた。自分なりの意見を持つ難しさ、論理的に思考し表現する難しさを感じ、学ぶことも多く、自然科学に対する姿勢の向上に、一定の効果があった。

イ 生徒による授業

各授業で、開始5分程度の時間を用いて「科学に関する話題」をテーマに、発表と質疑応答を行った。テーマの選択、内容の理解・まとめと発表の準備を済ませたにもかかわらず、生徒は知っていることと伝えることの違いの大きさを実感した。これらの経験を繰り返すことで、プレゼンテーション能力と聞く態度は、確実に向上したと考えられる。

ウ 電子黒板を用いた授業

視聴覚を刺激し意欲・関心・理解を高める目的で電子黒板を用いる授業を行った。黒板や資料集では表現することのできない内容において、特に効果が高いと感じられた。スク

リーンに映すだけのものより、大きなメリットがあることもわかった。一度に表示できる内容が限られるため、黒板との併用など工夫・改善をしながら、さらなる可能性を探る必要性がある。

【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。考察を多く取り入れた実験の授業を行った。

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」

第1学年にて履修した「生物Ⅰ」を基礎として、従来の「生物Ⅱ」においても取り扱われている発展的内容を、効果的に盛り込む。最新研究の動向も学習段階に合わせて紹介することによって、効果的な理解と知識の定着が図られるか研究する。特に、「遺伝情報とその発現」、「タンパク質とその機能」については、「生物Ⅰ」と「生物Ⅱ」を再編した学習内容を展開した。また、要所に実験を実施することによって、生物学への興味・関心の高まりと探究心が深まるかについて研究した。実験としては、ホタテガイを材料とした軟体動物の解剖およびグリセリン筋の収縮実験や、ソルダリアを用いた組換え価の考察実験を行った。

(7) 学校設定科目「SS地球科学」

後期の毎週水曜日の4時間目に実施したため、時間数は少ない。しかし、限られた時間の中で、高等学校の地学全体に関わる事柄を扱った。その現象について、物理的・化学的な考えや生物進化など、十分に混ぜながら生徒の興味関心を引き出すことを目指した。最先端の宇宙開発については、外部講師を招いて授業を行った。生徒は、地球や宇宙に関して知的好奇心・探究心だけでなく、多角的な視点をもつことの重要性も理解した。

(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、パラグラフィティング指導、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、英語プレゼンテーションの準備活動の中で、スピーチスクリプトのための英文パラグラフィティング、コンピュータ画面デザイン、英語スピーチスキルを習得した。SSH事業成果報告会において、学校設定科目「課題研究」で作成した、自然科学分野の論文要旨についての英語プレゼンテーションを実践した。また、英語科学論文を読み、理解した内容を図表化し、英語で解説を付加して発信する学習をした。

(9) 学校設定科目「SS教養」

（前期）全7コマの授業のうち、2コマを調理実習にあてた。残りの5コマを食生活の問題点などを取り上げ、健康について考えさせた。また、化学と関連づけて、栄養学のうち栄

養価の計算などを行った。さらに、2回の調理実習を通して、食品の特徴などを具体的に理解させた。

(後期) 全14コマの授業のうち、7コマを第2次世界大戦、5コマを第1次世界大戦を軸に展開し、それぞれのまとめとしてグループ討論と個別の小論文作成を行った。この結果、現象を客観視することの難しさや、合意形成の重要性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」

12の研究テーマでのグループ研究を、第2学年から継続して行った。論文の作成、学校内外での発表や自然科学・科学技術系コンテストへの論文投稿を通じて、生徒にプレゼンテーションの能力や考察力、また論理的に論文を構成する力を養うことを目標とした。成果としては、第54回日本学生科学賞の入選3等(「冷却面にできる凍結氷の結晶の形状とその生成条件」研究班)、第9回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞の大賞受賞(「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」研究班)、平成22年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会でのポスター発表賞受賞(「冷却面にできる凍結氷の結晶の形状とその生成条件」研究班)など複数の入選・入賞があり、多くの高い評価をいただくことができた。

(12) SSリサーチⅠ(平成22年5月20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34名で実施した。実施日は平成22年5月20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】 「企業見学と博物館研修から自然科学研究をより深く考えよう」

午前には、株式会社ヤマザキマザック美濃加茂製作所を訪問し、講義と見学を通して、工作機械の仕組みとその利用分野を学んだ。質疑応答を適宜できるような10名程度のグループで見学する展開にさせていただくことで、より身近な体験として工作機械の動きを見ることができた。音・匂いも含めて工作機械の存在を知ることにより、産業界におけるその重要性を認識することができた。

午後は、財団法人日本モンキーセンターを訪問し、専門的経験豊かな研究者からの講義を受けた。博物館における霊長目研究の取り組みやその学術的意義を知り、研究に対する姿勢や考え方、アフリカでの調査研究の実際について、臨場感あふれるお話を伺うことができた。

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

(13) SSリサーチⅡ (夏季休業中)

ア 物理コース①

テーマ：「ハリーポッターの透明マントはできるのか？」

豊田工業大学 工学部 物質工学分野情報記録機能材料

1日目に「高効率電磁誘導の設計指針」というテーマのもとに、壁を挟んだ離れた部屋どうしの間で音声のやり取りをしたいという課題で、電波の送受信についての理解を深めた。そして電磁誘導についての実験を行った。2日目には「安全、簡易な荷物の運搬方法」というテーマのもとに、安く簡易な方法で荷物を受け取るという課題で、磁力についての理解を深めた。そして渦電流についての実験を行った。3日目には2つの実験について、グループや個人で得たデータに基づいた考察と発表を行った。

イ 物理コース②

テーマ：「メカトロニクスとデジタル情報処理—そのソフトとハード—」

名古屋工業大学 創成シミュレーション工学

(ア) 1日目、メカトロニクスとデジタル情報処理についての講義、

デジタル回路の設計演習と製作実習

(イ) 2日目、プログラマブルロジック回路とマイクロコンピュータ情報処理とメカトロニクスの講義、マイコンプログラム作成演習、ソフトによる機械の制御とその特性の検討

ウ 化学コース①

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。

エ 化学コース②

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。

オ 生物コース①

テーマ：「マウスES細胞から作製した神経幹細胞の分化の観察」
名古屋市立大学大学院 医学研究科 分子神経生物学

- (ア) 事前講義
- (イ) マウスの培養神経幹細胞の観察
- (ウ) 細胞の分化誘導
- (エ) 免疫染色
- (オ) 蛍光顕微鏡観察
- (カ) 実験結果の考察と議論

分化した細胞の機能的側面でタンパク質が重要な役割をしていることを学び、培養細胞を用いた実験系を扱う上での注意点や、蛍光顕微鏡のしくみ、蛍光物質が、生命科学分野にて有効に活用されていることを理解させた。また、実験結果を考察し、論理的な思考能力や議論する力を養うことも目標とした。

カ 生物コース②

テーマ：「アレルギーの治療薬－薬の作用機構から副作用まで－」
名古屋市立大学大学院 薬学研究科・生体超分子システム解析学分野

- (ア) 講義「くすりの働き：抗アレルギー薬を例にして」
- (イ) 講義「抗アレルギー薬の副作用：どうして眠くなるのか？」
- (ウ) 実験1「アレルギー担当細胞であるマスト細胞に対する抗アレルギー薬の作用」
- (エ) 実験2「神経細胞に対するヒスタミンと抗アレルギー薬の作用」
- (オ) 総括(成果発表:実験結果よりわかったこと,感想など)

アレルギー現象が免疫系の反応によるものだということを学び、その治療薬の作用機構について、副作用を含めて理解する。また、培養細胞を用いた実験での注意すべき点や、共焦点レーザー顕微鏡のしくみを理解する。さらに、実験結果を考察することで、論理的な思考能力や議論する力を養う。

キ 地学コース

テーマ：「重力・地震波・建物の固有振動から、地下構造や建物の揺れ方を学ぶ」
名古屋大学大学院 環境学研究科

第1日目に、重力計を用いて地下構造を調べた。第2日目に、屈折法を用いて地下構造を調べた。第3日目に、人力加振実験を行い、地震時における建物の揺れを予測した。

(14) SSリサーチⅢ(平成22年10月14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34名

日程：平成22年10月14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

J F E 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。S S 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) S S リサーチⅣ (S S 研修旅行、平成22年3月21日～23日)

平成22年3月21日より23日の日程で、2年S S クラスを対象に実施した。1日目は中部電力浜岡原子力発電所、東海大学海洋科学博物館・自然史博物館、2日目は神奈川県立生命の星・地球博物館、丹那断層、山梨県立リニア見学センター、3日目は国立天文台野辺山、(株)日本無重量総合研究所無重量研究センターを訪れた。東海大学海洋科学博物館ではバックヤードツアー、神奈川県立生命の星・地球博物館では神奈川や伊豆の地質や丹那断層についての講義とバックヤードツアー、2日目の宿舎である清泉寮で星や自然に関するレンジャーによる学習会と星空観察、国立天文台野辺山では、職員の方から見学をしながら説明を受けた。いずれの訪問地でも生徒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) S S トライアルⅠ (平成22年7月12日)

テーマ：「技と化学が力を合わせてみんなの感動を～化学マジックショー♪&生物発光実験で、それぞれが、それぞれに、しあわせになるのだ!～」

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「技と化学が力を合わせてみんなの感動を～化学マジックショー♪&生物発光実験で、それぞれが、それぞれに、しあわせになるのだ!～」と題して、1年生40名が参加し、7月12日(月)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。

実験内容

- ・ホタルの生物発光実験
- ・ウミホタルの生物発光実験
- ・オワンクラゲの生物発光実験
- ・密閉爆発ーロケット&爆発する炎&アルコール鉄砲
- ・振盪色変化の小瓶四姉妹
- ・熱いところから出る光ー花火の色の秘密
- ・冷たいところから出る光ーケミカルライトの秘密
- ・オレンジパワー注入!
- ・時間差瞬間着色
- ・自動虹色変化
- ・瞬間消滅ー魔法の綿

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つけるきっかけになった。本講座を通して、学習に対する意欲の向上も見られた。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」という目的が達成できた。

(17) SSトライアルⅡ（平成22年7月29日、30日、8月27日）

テーマ：「種子植物の進化の道筋と多様化 ～植物の遺伝子を読む～」

名古屋大学大学院 理学研究科

1日目に種子植物の進化についての講義、2日目に植物材料からDNAの抽出実験、3日目にDNAの塩基配列から分子系統樹の作成方法についての講義の後、MEGA4で書き出し、近隣節約法や最節約法で解析を試み、分子系統樹を作る実習を行った。

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) SSトライアルⅢ（平成22年8月23日、24日）

テーマ：「電子物性入門 ～新物質探査から基底状態の測定まで～」

名古屋工業大学 電気電子工学科

名古屋工業大学電気電子工学科において、他の名古屋市立高校14名の生徒を含め、生徒20名を対象に実施した。1日目に電子物性入門「物質とは何か」についての講義、結晶作り、結晶の壁開の実験。2日目に電子物性入門「低温の魅力」についての講義、超低温と超電導の体験実習を行った。

様々な学校の生徒同士で交流が生まれたということが、お互いに刺激になり、普段の授業ではできない体験を得た。

(19) 講演会Ⅰ（世界脳週間2010、平成22年5月24日）

テーマ：「ES細胞・iPS細胞を用いた医療の可能性」

名古屋市立大学大学院 医学研究科 飛田 秀樹 教授

(20) 講演会Ⅱ（最先端科学分野講演会、平成22年10月15日）

テーマ：「電子顕微鏡で観る身近なサイエンス」

ソリューション・ナタ 代表 永田 文男 氏

(21) 講演会Ⅲ（益川敏英氏講演会、平成22年12月2日）

テーマ：「私の向陽時代」

名古屋大学特任教授 益川 敏英 教授

(22) 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	発表テーマ等
--------------	-----	--------

	日時・場所	[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22年 4月4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 手作りのリニア型バンデグラフ ③ 手作りコイン選別機
青少年のための科学の祭典 2010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22年 7月3日（土） ・4日（日） 【場所】名古屋市科学館	「分子模型をつくろう」
名古屋市立高校自然科学系部活動交流会	7月31日(土) 【場所】向陽高校	名古屋市立高校5校の自然科学部の生徒38名が互いに発表し合って交流した。
中学生一日体験入学での公開実験講座	8月19日(木)～20日(金) 【場所】向陽高校	研究活動紹介、天体写真の紹介、釜鳴り、竜巻発生装置、パルスジェットの実演
学校祭での実験講座（半日教室）	平成22年 9月9日（木） 【場所】向陽高校	「世界に一つだけの鏡を作ろう」 銀鏡反応の実験講習会
日本化学会東海支部化学教育協議会主催 第19回東海地区高等学校化学研究発表交流会	11月3日(祝) 【場所】三重大学	研究発表「パルスジェットとは？－爆発の秘密を探る－」 ☆優秀賞（10件中の3件）、2名が討論賞を受賞
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22年 11月6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 「自作ガイガーカウンターで放射線をとらえる」（口頭発表） 「霧箱で自然放射線を見てみよう」（展示実験）
第9回A I Tサイエンス大賞 【主催】愛知工業大学	平成22年 11月14日（日） 【場所】愛知工業大学	☆自然科学部門・優秀賞（20件中の3件） 「パルスジェットとは？－爆発の秘密を探る－」

平成22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2010」 【主催】あいち科学技術教育推進協議会	平成22年 12月24日(金) 【場所】ウィル愛知	「パルスジェットとは？－爆発の秘密を探る－」口頭発表 「アルソミトラ・マクロカルパ～種子の飛行にせまる～」ポスター発表
平成22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	平成23年 2月5日(土) 【場所】名古屋市科学館	「アルソミトラ・マクロカルパ～種子の飛行にせまる～」口頭発表

(23) 自然科学・科学技術系発表会

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

ア 第5回スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ2010

(名城大学天白キャンパス 7月17日) 【主催】名城大学附属高等学校

口頭発表分科会1件、パネルセッションでは10件が発表を行った。研究内容のまとめがついた夏季の発表であった。

イ 平成22年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

(パシフィコ横浜 8月3日～4日) 【主催】文部科学省 科学技術振興機構

「冷却面にできる凍結氷の結晶形状とその生成条件」の研究班がポスター発表を行った。写真とPCでの動画を効果的に活用し、現象を分かりやすく伝えることができた。審査員や多くの参加者に積極的なアピールができたことが評価され、ポスター発表賞を受賞することができた。

ウ 日本植物学会74回大会「高校生ポスター発表会」(中部大学 9月11日)

植物をテーマとする2件の研究班が発表を行った。「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」研究班は、最優秀賞を、「植物の環境浄化能力」研究班は、優秀賞を受賞することができた。

(24) 論文応募・科学オリンピック

ア 論文応募

	平成22年度
第54回愛知県学生科学賞	3件 うち最優秀賞(名古屋市会議長賞)1件 「冷却面にできる凍結氷の結晶形状とその生成条件」 第54回日本学生科学賞にて「入選3等」を受賞
第54回全国学芸科学コンクール	2件 うち自然科学研究部門・旺文社赤尾好夫記念賞(入選)1件 「硫酸の代替となる高分子酸触媒」
第9回神奈川大学全国高校	2件

生理科・科学論文大賞	うち大賞1件「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」 学校全体として団体奨励賞受賞
第5回「科学の芽」賞	2件 努力賞2件 「植物の環境浄化能力」 「変態から生命を科学する ～破壊と形成の生物学～」
第2回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト	2件 うち優秀賞1件「川の水質と人間活動の関係性」

イ 科学オリンピック等

	平成22年度
物理チャレンジ	3名参加
化学グランプリ	63名参加
生物チャレンジ	23名参加
地学オリンピック	7名参加
数学オリンピック	2名参加
情報オリンピック	1名参加 日本代表選手選考会選出1名
U-20プログラミング・コンテスト	1名(経済産業大臣賞受賞)
パソコン甲子園	1グループ(2名)参加
合 計	102名

(25) 平成22年度SSH事業成果報告会

以下の内容でSSH事業の成果を外部に対して報告した。

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

(26) 名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会(平成22年7月31日)

本校と名古屋市教育委員会指導室の合同での試みで、名古屋市立高校の生徒及び教職員、特に、自然科学系部活動の部員や指導者、理科担当教員などを対象に、本校地学教室にて実施した。本校はじめ名古屋市立高校6校より生徒36名、教員13名、隣の中学校より生徒4名、教員1名の参加があった。

本校のSSH事業の取り組みを他校に紹介するよい機会となった。また、各校の自然科学系部活動の様子を紹介し合うことにより、アイデアを出し合ったり、情報交換し合ったりと、生徒どうしの交流ができた。

2章 研究開発結果

1 総合的な学習の時間

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第1学年の全員のうち自然科学分野を希望した173名

イ 単位数

1単位

(2) 仮説

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

(3) 内容・方法

ア 前期

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

(ア) 4月

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

(イ) 5月

総合的な学習の時間に、自然科学的な分野を学びたい生徒の希望調査。

(ウ) 6月、7月

物理・化学・地学の実験

① 物理実験 「振り子の等時性」

振り子が正確に時を刻むことは、ガリレオの時代から知られていた。振り子の周期に深く関係する糸の長さを調整することによって振り子の周期と糸の長さの間にある規則性を推測させる。複数の長さの糸を用意するのではなく、一本の糸に割りばしをセットすることで、長さの調節を簡単にした。振り子が10回振れる時間を最低2回測定し、平均値を周期として求めさせ、糸の長さ1[cm]を横軸に、周期T[s]を縦軸にグラフにプロットさせた。また、縦軸に周期Tの2乗の値も追加記入させた。周期Tからでは、関係性が分かりにくいですが、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、普通の水道水とそのフラスコに入れた。マッチの火をその水道水に付けるとどうなるかを生徒に予想させた。生徒は、フラスコ内には水道水が入っていると思っているので、火が消える

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

③ 地学実験 「地面は浮かんでいる。高い山ほど沈んでいる。」

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

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

イ 後期

(ア) 9月

個人研究テーマの決定と実験器具の使用方法の演習。

(イ) 10月、11月、12月

個人研究についての実験

(ウ) 1月

個人研究についてのまとめおよびポスター作成

(エ) 2月

個人研究についてのポスター発表

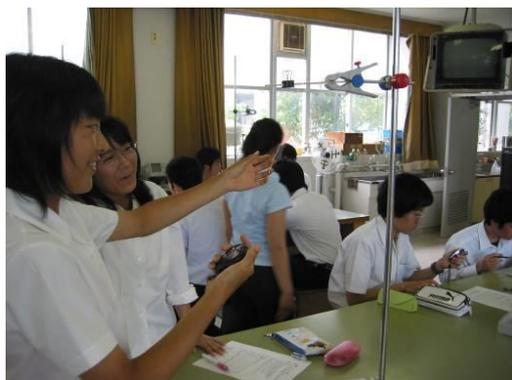
(オ) 3月

クラス代表生徒による体育館発表

(4) 検証

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

後期の個人研究において、テーマの選択、実験方法、結果のまとめ方、考察から次の実験の方法と様々なことを生徒自らの考えで行った。教員側はアドバイザーの立場をとり助言や提案を行うものの、最終的な判断は生徒に任せた。個人研究テーマの内容は、身近で容易に見えるが、現象を理解するには生徒の知識が足りない部分がみられた。予想したような結果が出ないときに、実験操作に失敗があったのか、予想そのものが間違っていたのか判断に迷う生徒もいた。個人研究活動の感想には、中学校の実験とは異なり、自分で方法を考えて進めていくのは大変であったが、どのような結果がでるのか楽しみながら取り組めたという内容のものが多かった。このことは、自然科学を学ぶことに対する積極的姿勢、問題発見能力、調査研究力を十分に高めることができたといえる。また、発表する力についても、ポスター発表を行うことで高めることができた。



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170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14日（水）（参加生徒51名）

(ア) 名古屋市科学館 館内見学

小学生や中学生にとって遠足などでなじみの深い名古屋市科学館であるが、高校生となると足を運ぶ機会が減ってしまう傾向が強いようである。今回は高校生の来館者数増加を目指す名古屋市科学館と連携のもと、このフィールドワークを計画した。

展示物は小学生、中学生でも理解できる丁寧な説明が多いものであったが、高校生となって改めてそれらの展示物を見ると生徒はその仕組みを高いレベルで理解できるようであった。

(イ) プラネタリウム鑑賞（一般と同じ）

夏の星空についてと、プラネタリウムの仕組みについての解説が中心であった。プラネタリウムが平成23年3月に更新されることもあり、現在のプラネタリウムの性能をいかに発揮して恒星や惑星の位置の確認や動き、緯度が変わったときの星空の見え方についての丁寧な解説であった。

(ウ) 企画展解説

名古屋市科学館での夏休み中の恒例行事である特別展の内容の紹介であった。「ふしぎ！昆虫パワー ムシから学ぶテクノロジー」というタイトルで行われる企画展は目玉としてカトアルキムシの展示がある。21世紀に新目として発見されたカトアルキムシについての紹介と、昆虫の能力をテクノロジーに利用する技術としてのルシフェリンや昆虫の体の構造についての説明を受けた。

(エ) プラネタリウム鑑賞（特別プログラム）

今回のフィールドワークオリジナルのプログラムとして、プラネタリウム内で宇宙の大きさや星の見え方についての解説があった。地上の人間の大きさから徐々にスケールを拡大して地球の大きさや太陽系、銀河、さらには宇宙全体の大きさまでスケールのイメージをつかませていた。また、街中の明かりと星の見え方についてや光害、街路灯や夜空を観察するときの工夫についての解説もあった。

(オ) 観望会

予定されていた反射望遠鏡などを用いた観望会は、天候不順のため中止となった。

(生徒アンケートより)

- ・プラネタリウムでは、山奥の星空と都会の星空の違いや、七夕の日の秘密、望遠鏡の歴史などの話を聞きました。プラネタリウムの空間の中では、明るかった時とは全く違い、星空がせまってくるような、視界が広がっていくような不思議な感覚になりました。
- ・館内の人のいろいろな話をたくさん聞くことができましたが、中でも一番興味を持ったのは街の街路灯の話でした。街路灯は街をただ明るくするだけでなく、その光が必要以上に外に漏れないようにいろいろ工夫されていたり、外国では当て方を変えることによって建築物がより美しく見えるよう設置されているなど、街路灯の奥深さにとても驚きました。見学時間は短めでしたが、とても内容の濃いフィールドワークになりました。
- ・今回、研修先の名古屋市科学館での取り組みを通して印象に残ったことは、2つあります。1つはプラネタリウムです。今日の天気は雨で実際の空を見ることはできなかったけれど、普段は見えないような満天の星空がプラネタリウムで見られてよかったです。また、北極付近での空を見られたことがとても感動しました。教科書で、真横に動くというのは知っていたが、実際にプラネタリウムで見るとその仕組みがよくわかりました。2つ目は、小学生のときに来たときと、全然感じ方が違ったということです。いろん

な展示物を見て今までとは違う見方ができ、とても面白かったです。

- ・プラネタリウムはとても難しい構造になっていることがわかり、それをつくることはとても大変なのだと思います。また、もうすぐ新しいプラネタリウムができると聞いて、それは今日私たちが見たものよりももっと性能が良いと言っていたので、完成するのが楽しみになりました。太陽の周りを水星や金星が回っているのが印象に残りました。いろいろな星座の種類があったので、それについてももっと知りたいと思いました。また、カクトアルキムシという新目が発見されて、新種はたくさん見つかっていると聞いてびっくりしました。小さい体なのに昆虫たちは素早く飛んだり跳ねたりするので、よく考えたらすごいことだと思います。今度は本当の星空を見たいと思いました。



イ コース2 7月27日(火) (参加生徒33名)

核融合科学研究所 (岐阜県土岐市)

(ア) 9:25~10:55 事前講義

講師 菱沼良光先生

プラズマ、核融合の説明、ヘリカル型のしくみ、開発の歴史など

(イ) 11:10~12:20 施設見学

(グループ毎に)

LHD (大型ヘリカル型プラズマ装置)

本体・制御室・液化機器室など

(12:20~13:00 昼食休憩)

(ウ) 13:00~15:10 グループ研修

Aグループ: [プラズマと光] …11名

講師 加藤太治先生・近藤正聡先生

内容 光の性質、いろいろな光のスペクトルの観察

Bグループ: [電子顕微鏡] …11名

講師 菱沼良光先生

内容 電子顕微鏡の仕組みの説明・操作

Cグループ: [環境放射線測定] …11名

講師 河野孝央先生

内容 放射線の説明、放射線量を計る・制



御するには、放射線を見る（霧箱）

(エ) 15:10～15:25 報告会

各グループの代表生徒による研修内容の報告と感想

(オ) 15:25～15:45 アンケート記入、回収

事前配付パンフレット、研究所の紹介ビデオ鑑賞による事前学習、当日午前中の講義、施設見学、午後のグループ研修・実習という流れで行われ、参加生徒も必要な予備知識をもって研修に参加した。このため、より積極的で熱心な参加姿勢が見られ、有意義な研修になった。

(生徒の感想)

- ・核融合発電はこれからのエネルギー源として注目されている。その核融合について、今までよりもっと深く知ることができてよかった。プラズマを閉じ込めるための大変さや技術の必要さ、人々の努力などがとてもよくわかった。今のエネルギーは有限であるといわれたので、これからは省エネにも気をつけたい。
- ・紙コップでできた分光器を使って光のスペクトルを計ったりして、とても珍しい体験ができた。同じように見える光もそれぞれいろいろな波長を出していることがよくわかった。
- ・電子顕微鏡は電子を物質にぶつけ、そこからでたX線を読み取っているというしくみに驚いた。電子顕微鏡を使うと物質に何が含まれているのかがわかることも凄いと思った。
- ・放射線と聞くと、「危険なもの」というイメージがあったが、医療や科学などにうまく利用されていると聞いて驚いた。実験で初めて放射線を“見た”が、とても幻想的で神秘的できれいだった。
- ・プラズマの閉じ込め方が普通にドーナツ型コイルにするのではなく、それをねじってコイルにして遠心力をなくすという発想が、素晴らしいと思ったし、それを可能にするのが機械ではなく人間の手によるものだと知って、とても驚いた。

ウ コース3 8月3日（火）（参加生徒36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や展示室を見学したり、アルミ缶成形やエアコンの熱交換器についての説明を受けたりした。圧延工場では、毎分約1000mの速度でアルミニウムが圧延されながらコイル状に巻かれていた。工場内でのうだるような暑さ、終始止むことのない轟音、機械用の油のおいなどを、直に体感することにより、生徒たちは教室の中だけでは感じることのできないスケールの大きさを味わうことができた。



(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。鍛造という聞き慣れない技術について分かりやすい説明を受け、生徒たちも熱心にメモを取ったり、質問したりしていた。年代別に並べられた自動車

のクランクシャフトからは、重厚で単純な作りであったものから、複雑なデザインで、かつ、軽量化を目指して進化してきた様子がよく理解できた。バリをできるだけ減らし、生産性を向上させようとする技術者たちの辛抱強い努力と、探究心の深さを感じることができた。

(生徒のアンケートより)

- ・アルミニウムの製造工場は、音、スケール共に迫力があつた。研究開発センターで電子顕微鏡を生で見ることができてとても良い経験になった。アルミニウムの板が一瞬のうちに、目的の形状に加工されてしまうのには驚いた。
- ・アルミ缶は、薄いアルミ板を丸めて作るのを想像していたのに、背の低いカップを延ばして高くして作るとは予想外でした。
- ・工場が大きくて驚いた。アルミコイルは想像以上に大きかった。熱間圧延の機械が止まってしまっていて見られなかったけれど、冷間圧延の方を見ることができてよかった。
- ・鍛造でバリ抜きをせずに部品を作り上げる技術がすごいと思った。映像付きだったので、作り方がとてもわかりやすかった。実際鍛造するのも見てみたかった。大野鍛冶の歴史や備中ぐわの作り方も興味深かった。
- ・案内の人がよく言っていた「先輩達の知恵で」という言葉と、展示されている複雑な部品から、先の人たちはものすごく努力していたのだと感じ、この努力のおかげで今の技術が確立しているのだと思いました。
- ・ただ鉄を鋼にするだけなのに、大変な作業だとわかった。用途によって作り方がちがうので、昔の人はこんなことを考えていたのだと感心した。



エ コース4 8月17日(火) (参加生徒27名)

(ア) 中部電力碧南火力発電所へきなんたんトピア・電力館

はじめに電力館内で、施設に関する説明を受けた。中部電力では、石油、石炭、液化天然ガス(LNG)、原子力などエネルギー源の多様化に取り組んでいるとのことであった。これは過去のオイルショックの経験から、安定した電力供給のためには、石油に大きく依存するのではなく、脱石油を目指す必要があるということからであった。碧南火力発電所は、石炭を燃料とする火力発電所で、様々な工夫がなされていた。窒素酸化物の発生を極力少なくするとともに窒素酸化物を無害な窒素と水に分解する排煙脱硝装置や、硫酸化物を有用な石こうとして取り出す排煙脱硫装置、高性能集じん装置、貯炭場のしゃ風フェンスなど、その多くが環境への配慮のためのものであった。また、中部電力では、温暖化防止対策も進めており、太陽光発電による余剰電力の購入にも力を入れているとのことであった。2005年から2009年の5年間で購入電力は2倍以上の増加であった。CO2排出

量も、2005年と2009年の比較では減少していた。

説明後は、バスで移動し発電所内の見学をした。巨大な建屋、タービンの大きさ、貯炭場の広さなど、スケールの大きさに生徒は圧倒されていた。建屋内の中央制御室内の見学では、最新の施設管理の様子をみることができ、安全管理の厳重さに感心していた。

(生徒アンケートより)

- ・貯炭場の石炭がとばないように防ぐためのフェンスの工夫に驚いた。水が蒸発されて冷やされてまた水にもどるという循環システムがすごいと思った。管理がとても行き届いていて、素晴らしいと思った。
- ・今回の研修で印象に残ったのは「環境への配慮」であった。概要の説明においても展示についてもそこが強調されていたように思う。今後の環境対策へも期待したいと思った。
- ・発電に使用した蒸気や熱を繰り返し使用したり、過程で生じた副産物を再利用したりと、コストを抑えつつ発電の効率を向上する努力が行われていることが印象に残った。原子力や新エネルギーなどのCO₂を排出しない発電技術が進歩してほしいと思った。

(イ) 三菱自動車工業 岡崎工場

はじめに室内で説明を受けた。三菱自動車工業では、環境対策のため、電気自動車の開発に力を入れていた。三菱が開発した電気自動車「i-MiEV」のプロモーションビデオでは、電気自動車はすでに市販されており、静粛性、CO₂排出ゼロ、1回の充電での走行距離の増加、充電施設の拡充が進んでいることをアピールしていた。個人向けに市販化できるまでには、いくつかの問題点があったが開発努力でクリアできたということだ。まずはバッテリーについてだが、リチウムイオン電池の採用により、バッテリーの小型化、高速充電能力の獲得に成功した。これにより、室内空間の確保、外出先での充電ができるようになった。次に、コストについてだが、まだまだ高価ではあるが、補助金の活用などで、個人レベルでも現実的に購入にふみ切れるまで下げられるようになった。それでも、300万円近くはかかるらしい。

説明が終わると、工場見学を行った。工場には作業の様子を見学できる通路が、建物内上部に設けられており、生徒は生産ラインを上から見下ろすことができた。見学用通路は上部にあるので非常に暑苦しかったが、ラインにはスポットクーラーが配置され快適に作業できるとのことであった。車1台1台に作業内容を指示する紙が貼られており、ライン上の作業員は指示どおりに黙々と部品を取り付けていた。また、別のライン上では、人ではなく、産業用ロボットが取り付けを行っていた。特に、フロントガラスの取り付けでは寸分の狂いもなく、ガラスが車体にはめられ、生徒は感心していた。岡崎工場では、RVRやアウトランダーなどが生産されていたが、電気自動車のi-MiEVは、別工場での生産らしく、岡崎工場ではみられなかった。

(生徒アンケートより)

- ・自動車という身近なものについての研修で、いかに安全につくられているかということが分かり、物づくりへの興味が深まった。印象に残ったことは、自動車づくりの過程で、窓枠をはめるとき、機械が器用に接着剤でつけることで、とても頑丈なフロントガラスが30秒足らずで（しかも接着剤！）つけられていることが不思議だった。
- ・i-MiEVの説明をきいて、電気自動車の仕組みや機能がよくわかりました。また、工場の中を見学させていただき、車をつくる過程や、すごさを実感しました。15時間かけて車を作ると知り、最後に見た車は15時間前に作られはじめたと思うと不思議な感じで

した。



オ コース5 8月25日(水) (参加生徒23名)

(ア) 瑞浪市化石博物館

1時間15分ほどの時間をとり、常設展と特別展「はっばとぎのみ」の見学を行った。常設展は、瑞浪市で採取されたデスマスチルスの化石をはじめ、瑞浪市やその周辺で採取された化石が多く展示されていて、生徒は真剣に学習していた。また、生物の進化の系統図などにも関心を持っていた。また、特別展での植物の葉や木の実の化石とともに、現生の植物の押し葉なども興味を持って観察していた。

(イ) 化石採取

瑞浪市化石博物館からほど近い河原の野外学習地において、化石採取を行った。夏場で日差しも強く暑い中での研修であったが、貝を中心に化石は簡単に見つけれられたので、楽しくハンマーとタガネを扱っていた。貝以外の植物の葉などの化石を見つける生徒もいたが、きれいに掘り出すのに苦労していた。



(ウ) 東濃地科学センター 瑞浪超深地層研究所

到着後、研修室において、日本や世界の高水平放射性廃棄物の地層処分の研究状況についてと地層研究についての説明があった。その後、3グループに分かれて、主立坑をエレベータで300mまで下り、水平坑道の中で、坑道の構造や地下水の検査の様子とそのくみ上げシステムなどの解説を受けた。エレベータの巻き上げ装置のスケールの大きさや工事現場のような雰囲気など、生徒は様々なものに新鮮な驚きを表していた。



(生徒アンケートより)

- ・今回の研修で初めて化石採取をしました。きれいに掘り出すことはなかなか難しかったですが、時間をかけてコツコツとけずる作業は意外に面白かったです。採集中に貝をたくさん見つけたのですが、掘り出そうとしたとき、少しの衝撃でボロボロに崩れてしま

いました。この原因は何なのかがとても疑問です。

- ・自ら化石を掘り出すというとても貴重な体験ができて、とてもよかった。また、いろいろな化石の実物を見ることができて、また、その化石は生きていた状態にとっても近くて驚いた。化石掘りは化石がたくさんあり、簡単に見つけられて掘りやすかった。
- ・博物館では、初めて見るデスマスチルスの化石や、琥珀を見られて楽しかった。河原で化石採取をしたとき、思っていたより貝の化石がたくさんあって驚いた。貝はいつの時代のものなのか気になった。自分で採取してみて、きれいに化石を掘り出すことが難しいと知った。
- ・地下 300m という、とても深いところに入って見て、やはり涼しかった。地下水の量がとても多いことには驚いた。工事にしても研究するにしてもとても大がかりですごいと思った。放射性物質については、まだまだ課題が多いと感じた。
- ・高レベル放射性廃棄物が原子力発電から発生することは知っていたが、その廃棄方法に感じていた不安や疑問が今日の説明を聞いて一気になくなった。とても勉強になったと思う。
- ・放射性廃棄物の処理の仕方や安全性について少しは理解することができてよかった。でも内容が少し難しいと感じた。地下 300m まで下りて行って、地上より寒いかと思っていたら蒸し暑かったのが驚いた。とてもたくさんの量の地下水が出ていることに驚いた。

(4) 検証

昨年度 4 コース 115 名の参加で実施したフィールドワークを、本年度は 5 コース 169 名の参加のもと実施した。1つのコースを除いて日程を夏季休業中に設定することにより、夏季休業前、夏季休業中と実施日時の選択を増やしたことにより生徒は参加しやすくなったといえる。これまでも校外での研修に関心を示していても、部活動の予定などで都合のつかない生徒が多くいた。そういった生徒にも参加できる機会を与えることができた。

生徒アンケートによると、各研修先に足を運んで実際に見たことにより、研修先の企業のことや研究されていることを具体化させることができたようである。また、講師アンケートによると、おおむね生徒の研修態度もよく、質問なども積極的になされているようであった。

1年生に対して実施してきているこのフィールドワークは、生徒も気軽な気持ちで参加できるとともに、研修受け入れ先の方々の工夫もあり、生徒の自然科学や科学技術に対する興味・関心を高めるうえで非常に効果的な取り組みであった。

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 34 名

第 3 学年 SS クラス 36 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」として設定した。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

て設定した。

(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。特に通常の学習内容を系統立てて見直すことによって数学の特徴の1つである「一般性」について理解を深めることができる。また、理科の学習で必要となる数学の知識・技法を扱うことにより、理科・数学への理解が深まる。

特別講義においては、メビウスの帯にハサミを入れることにより感覚的に位相幾何学などの発展的な数学への関心を持たせることができる。

(4) 内容・方法

ア 理科との連携

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

イ 発展講座

各学年、発展的応用的な項目を発展講座として指導した。

[第2学年]

各単元の終了ごとにその単元に関連した内容の「一般化」「拡張」に関することを取り上げた。主な内容は

講座①ベクトル

- ・位置ベクトルの表す点の存在範囲について
- ・三角形の重心・内心・外心・垂心の位置ベクトルを統一的にとらえる

講座②漸化式の威力

- ・円周率を求める
- ・平方根を計算する
- ・二項間の漸化式の解法を系統的に考え直す

講座③空間における直線・平面・円の表現について

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

講座④固有値について

- ・固有値の計算とその意味
- ・行列のN乗についての考察

[第3学年]

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

どについて扱った。

		数学C	SS数学・発展講座
前期	4月	行列	Part1 複素数平面 など
	9月	式と曲線	
後期	10月		Part2 3次方程式の解の公式 など
	3月		

ウ 特別講義

大学との連携として、平成22年11月1日(月)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140分間にわたり実習・講義を実施した。

エ 評価方法

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

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

(5) 検証

ア 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、数学に関し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查の小問(標準レベルの問題)の正答率をSSクラスと普通クラスに分けて比較を行った。

(ア) 数学に関するアンケート調査

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

1 数学は好きですか？

		①	②	③	④	⑤
数学が好きである。	H22.11	21.2%	45.5%	21.2%	6.1%	6.1%
	実施	肯定層 66.7%			否定層 12.2%	

2 「数学」に対してどのような印象を持っていますか？

		①	②	③	④	⑤
① 「数学」は論理の流れが整然としているものである。	H22.11 実施	27.3%	45.5%	18.2%	0.0%	6.1%
		肯定層 72.8%			否定層 6.1%	
② 「数学」の論理の流れに美しさやすばらしさを感じる。	H22.11 実施	24.2%	24.2%	21.2%	21.2%	6.1%
		肯定層 48.4%			否定層 27.3%	
③ 「数学」は応用範囲が広い学問だと思う。	H22.11 実施	60.6%	27.3%	3.0%	6.1%	0.0%
		肯定層 87.9%			否定層 6.1%	
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。	H22.11 実施	27.3%	24.2%	27.3%	12.1%	6.1%
		肯定層 51.5%			否定層 18.2%	
⑤ 与えられた課題（問題）に対して計算をして答えるものが「数学」だと思う。	H22.11 実施	15.2%	18.2%	27.3%	18.2%	18.2%
		肯定層 33.4%			否定層 36.4%	
⑥ 「数学」は理屈ばかりで堅く難しく感じる。	H22.11 実施	9.1%	6.1%	27.3%	24.2%	30.3%
		肯定層 15.2%			否定層 54.5%	

3 あなた自身のことについてお聞きします。

		①	②	③	④	⑤
⑦物事の「理屈」「仕組み」や「構造」を知りたいと思う。それが分かるとうれしい。	H22.11 実施	63.6%	27.3%	9.1%	0.0%	0.0%
		肯定層 90.9%			否定層 0.0%	
⑧ 難しい課題を何日も粘って考えたことがある。	H22.11 実施	15.2%	27.3%	18.2%	21.2%	18.2%
		肯定層 42.5%			否定層 39.4%	
⑨ 自分はコツコツと努力を積み上げることができるほうであると思う。	H22.11 実施	9.1%	21.2%	12.1%	30.3%	27.3%
		肯定層 30.3%			否定層 57.6%	
⑩ 数学を学習していて面白いと感じたことがある。	H22.11 実施	36.4%	45.5%	6.1%	9.1%	3.0%
		肯定層 81.9%			否定層 12.1%	
⑪ 自分は発想が豊かなほうだと思う。	H22.11 実施	3.0%	24.2%	36.4%	18.2%	18.2%
		肯定層 27.2%			否定層 36.4%	
⑫ 一つのことが分かるとそれを他のものにも使ってみようと思う	H22.11 実施	27.3%	36.4%	21.2%	12.1%	3.0%
		肯定層 63.7%			否定層 15.1%	
⑬ 「解答（解法）」は一通りではなく色々と考えてみるほうである。	H22.11 実施	15.2%	18.2%	15.2%	36.4%	12.1%
		肯定層 33.4%			否定層 48.5%	

⑭ 他の科目の授業と比較して数学は与えられた課題（問題）の解答が計算で一通りだけ求められるところが気持ちよいと思う。	H22.11 実施	21.2%	39.4%	21.2%	9.1%	9.1%
		肯定層 60.6%			否定層 18.2%	
⑮ 将来、数学を活用できる職業に就きたいと思う。	H22.11 実施	9.1%	21.2%	36.4%	18.2%	15.2%
		肯定層 30.3%			否定層 33.4%	

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。	H22.11 実施	24.2%	36.4%	15.2%	21.2%	3.0%
		肯定層 60.6%			否定層 24.2%	
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。	H22.11 実施	63.6%	24.2%	12.1%	0.0%	0.0%
		肯定層 87.8%			否定層 0.0%	
⑱ 「数学」がどのように使われているか、どの応用例を学習するとよいと思う。	H22.11 実施	27.3%	45.5%	18.2%	3.0%	6.1%
		肯定層 72.8%			否定層 9.1%	

(イ) 実力考査における正答率の比較

第2学年 SSクラス 34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
1 ア 式と証明（数学Ⅱ）	52.9%	30.3%
2 イ 式と証明（数学Ⅱ）	79.4%	73.1%
3 ウ 複素数と方程式（数学Ⅱ）	64.7%	47.1%
4 エ 複素数と方程式（数学Ⅱ）	35.3%	33.7%
オ 複素数と方程式（数学Ⅱ）	41.2%	40.6%
5 カ 三角比（数学Ⅰ）	29.4%	26.6%
6 キ 図形と方程式（数学Ⅱ）	79.4%	63.5%
7 ク 図形と方程式（数学Ⅱ）	23.5%	7.1%
8 ケ 複素数と方程式（数学Ⅱ）	94.1%	78.6%
コ 複素数と方程式（数学Ⅱ）	32.4%	25.7%
9 サ 場合の数と確率（数学A）	58.8%	34.1%
10 シ 論理と集合（数学A）	58.8%	49.2%
ス 論理と集合（数学A）	50.0%	43.7%
11 セ 図形と方程式（数学Ⅱ）	97.1%	89.8%
ソ 図形と方程式（数学Ⅱ）	35.3%	24.8%

第2回実力考査（9月実施）

	SSクラス 正答率	普通クラス 正答率
1 ア 図形と方程式（数学Ⅱ）	30.3%	34.2%
2 イ 図形と方程式（数学Ⅱ）	42.4%	37.0%
3 ウ 図形と方程式（数学Ⅱ）	66.7%	56.2%
4 エ 軌跡と領域（数学Ⅱ）	69.7%	68.3%
オ 軌跡と領域（数学Ⅱ）	66.7%	59.9%
5 カ 三角関数（数学Ⅱ）	54.5%	51.9%
6 キ 三角関数（数学Ⅱ）	87.9%	87.0%
ク 三角関数（数学Ⅱ）	60.6%	58.1%
7 ケ 平面ベクトル（数学B）	33.3%	29.8%
8 コ 平面ベクトル（数学B）	30.3%	27.3%
9 サ 平面ベクトル（数学B）	21.2%	13.0%
10 シ 平面ベクトル（数学B）	57.6%	59.3%
11 ス 数列	48.5%	47.8%

イ 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22年11月1日（月）13：00～15：20
実施クラス	第2学年SSクラス 34名

(ア) 目的

特別講義を通して、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？	72.7%	24.2%	3.0%	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？	30.3%	42.4%	24.4%	3.0%

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？	15.2%	66.7%	18.2%	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？	48.5%	42.4%	9.1%	0.0%
問5	数学に対する興味・関心が深まりましたか？	45.5%	42.4%	12.1%	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？	21.2%	54.5%	21.2%	3.0%
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？	66.7%	30.3%	3.0%	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。

- ・「答え」があるものが数学だと思っていたので、計算を全く使わない数学があることを知り、今回の講義は大変驚くことが多かったです。頭だけでなく、手も使ってやったので理解が深まりました。
- ・ひねった回数による違いというのがだいたいわかりました。今回は半分に切りましたが、3等分にしたときはどうなるのかもやってみたいと思いました。ドーナツとコーヒーカップが同じ形になるという感覚がおもしろく、自分でもいろいろ調べて位相幾何学をもっと知ってみたいと思いました。
- ・位相幾何学の考え方であるグニャグニャの世界観がとても不思議であった。頭の中で大体の事はイメージできるのだけど実際につくってみるとイメージと少し違い複雑な感じにからみあっていた。平面と立体の捕らえ方を色々な角度からみてみようと思った。しっかりと結果はとれるようにする。(今回はできなかつたから。)
- ・メビウスの輪では、何回ひねっているか、 n 回ではどうなるのかを仮説をたてながら規則を見つけることができた。ひねる回数が増えるほど、切り開いたひねり回数を数えるのが難しかった。グループで相談しながら楽しくやれた。八角形展開図は家に帰ったら考えてみたい。
- ・「物の形」というものの概念を変えさせられる講義だったと思います。とてもわかりやすく興味をもてました。最初にもらった資料は難しくて、「大丈夫かな？」と聞いていましたが、理解できて楽しかったです。

<アンケート結果より>

講義に関して、ほとんどの生徒が「講義に対して満足であった」「興味が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。



実験をする生徒達の様子



説明をする長郷助教

ウ 第3学年 SS数学

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

(ア) 数学に関するアンケート調査

調査時期	平成21年11月（2年時）、平成22年11月の計2回
調査対象	平成22年度第3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？

数学が好きである。		①	②	③	④	⑤
		H21.11 実施	25.0%	41.7%	22.2%	5.6%
		肯定層 66.7%			否定層 11.1%	
	H22.11 実施	21.2%	45.5%	21.2%	6.1%	6.1%
		肯定層 66.7%			否定層 12.2%	

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 実施	50.0%	33.3%	16.7%	0.0%	0.0%
		肯定層 83.3%			否定層 0.0%	
	H22.11 実施	39.4%	48.5%	6.1%	3.0%	3.0%
		肯定層 87.9%			否定層 6.0%	
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%	
	H22.11 実施	21.2%	54.5%	18.2%	3.0%	3.0%
		肯定層 75.7%			否定層 6.0%	

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%
	H22.11 実施	57.6%	33.3%	6.1%	3.0%	0.0%
		肯定層	90.9%		否定層	3.0%
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%
	H22.11 実施	36.4%	39.4%	18.2%	6.1%	0.0%
		肯定層	75.8%		否定層	6.1%
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%
	H22.11 実施	6.1%	30.3%	36.4%	15.2%	12.1%
		肯定層	36.4%		否定層	27.3%
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%
	H22.11 実施	0.0%	27.3%	24.2%	30.3%	18.2%
		肯定層	27.3%		否定層	48.5%

3 あなた自身のことについてお聞きします。

		①	②	③	④	⑤
⑦ 物事の「理屈」「仕組み」や「構造」を知りたいと思う。それが分かるとうれしい。	H21.11 実施	61.1%	33.3%	2.8%	2.8%	0.0%
		肯定層	94.4%		否定層	2.8%
	H22.11 実施	51.5%	42.4%	6.1%	0.0%	0.0%
		肯定層	93.9%		否定層	0.0%
⑧ 難しい課題を何日も粘って考えたことがある。	H21.11 実施	8.3%	27.8%	38.9%	19.4%	5.6%
		肯定層	36.1%		否定層	25.0%
	H22.11 実施	24.2%	36.4%	18.2%	9.1%	12.1%
		肯定層	60.6%		否定層	21.2%
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。	H21.11 実施	2.8%	22.2%	27.8%	25.0%	22.2%
		肯定層	25.0%		否定層	47.2%
	H22.11 実施	3.0%	48.5%	21.2%	18.2%	9.1%
		肯定層	51.5%		否定層	27.3%
⑩ 数学を学習していて面白いと感じたことがある。	H21.11 実施	50.0%	47.2%	0.0%	2.8%	0.0%
		肯定層	97.2%		否定層	2.8%
	H22.11 実施	42.4%	48.5%	6.1%	3.0%	0.0%
		肯定層	90.9%		否定層	3.0%
⑪ 自分は発想が豊かなほうだと思う。	H21.11 実施	2.8%	19.4%	30.6%	30.6%	16.7%
		肯定層	22.2%		否定層	47.2%
	H22.11 実施	3.0%	33.3%	27.3%	27.3%	9.1%
		肯定層	36.3%		否定層	36.4%
⑫ 一つのこと分かる	H21.11	13.9%	58.3%	25.0%	2.8%	0.0%

とそれを他のものにも使ってみようと思う。	実施	肯定層	72.2%		否定層	2.8%	
	H22.11		30.3%	45.5%	21.2%	3.0%	0.0%
⑬ 「解答（解法）」は一通りではなく色々と考えてみるほうである。	実施	肯定層	75.8%		否定層	3.0%	
	H21.11		8.3%	30.6%	38.9%	19.4%	2.8%
	実施	肯定層	38.9%		否定層	22.2%	
	H22.11		3.0%	45.5%	30.3%	12.1%	3.0%
⑭ 他の科目の授業と比較して数学は与えられた課題（問題）の解答が計算で一通りだけ求められるところが気持ちよいと思う。	実施	肯定層	48.5%		否定層	15.1%	
	H21.11		22.2%	22.2%	27.8%	16.7%	11.1%
	実施	肯定層	44.4%		否定層	27.8%	
	H22.11		18.2%	33.3%	18.2%	18.2%	12.1%
⑮ 将来、数学を活用できる職業に就きたいと思う。	実施	肯定層	51.5%		否定層	30.3%	
	H21.11		5.6%	30.6%	36.1%	16.7%	11.1%
	実施	肯定層	36.1%		否定層	27.8%	
	H22.11		12.1%	18.2%	33.3%	21.2%	15.2%
	実施	肯定層	30.3%		否定層	36.4%	

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	13.9%	61.1%	13.9%	8.3%	2.8%
	実施	肯定層	75.0%		否定層	11.1%
	H22.11	21.2%	42.4%	24.2%	9.1%	3.0%
	実施	肯定層	63.6%		否定層	12.1%
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。	H21.11	30.6%	36.1%	22.2%	8.3%	2.8%
	実施	肯定層	66.7%		否定層	11.1%
	H22.11	36.4%	33.3%	24.2%	3.0%	3.0%
	実施	肯定層	69.7		否定層	6.0%
⑱ 「数学」がどのように使われているか、どの応用例を学習するとよいと思う。	H21.11	36.1%	33.3%	22.2%	8.3%	0.0%
	実施	肯定層	69.4%		否定層	8.3%
	H22.11	33.3%	48.5%	15.2%	3.0%	0.0%
	実施	肯定層	81.8%		否定層	3.0%

<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) 実力考査における正答率の比較

第3学年 SSクラス 36名
普通クラス 316名

第1回実力考査（4月実施）

	SSクラス 正答率	普通クラス 正答率
1 ア 方程式と不等式（数学Ⅰ）	33.3%	35.4%
イ 方程式と不等式（数学Ⅰ）	55.6%	43.4%
2 ウ 2次関数（数学Ⅰ）	100.0%	91.1%
エ 2次関数（数学Ⅰ）	97.2%	76.9%
オ 2次関数（数学Ⅰ）	97.2%	89.2%
カ 2次関数（数学Ⅰ）	75.0%	79.1%
3 キ 三角比（数学Ⅰ）	16.7%	17.7%
ク 三角比（数学Ⅰ）	80.6%	67.7%
4 ケ 場合の数と確率（数学A）	38.9%	47.5%
コ 場合の数と確率（数学A）	27.8%	27.8%
5 サ 場合の数と確率（数学A）	16.7%	12.3%
シ 場合の数と確率（数学A）	13.9%	7.6%
6 ス 図形と方程式（数学Ⅱ）	27.8%	25.9%
7 セ 複素数と方程式（数学Ⅱ）	33.3%	25.3%
8 ソ 対数関数（数学Ⅱ）	52.8%	56.0%
タ 対数関数（数学Ⅱ）	25.0%	24.4%
9 チ 積分（数学Ⅱ）	27.8%	19.9%
10 ツ 数列（数学B）	58.3%	48.4%

第2回実力考査（9月実施）

	SSクラス 正答率	普通クラス 正答率
1 ア 数と命題（数学A）	27.8%	5.0%
2 イ 正弦定理と余弦定理（数学Ⅰ）	44.4%	43.9%
ウ 制限定理と余弦定理（数学Ⅰ）	52.8%	42.1%
3 エ 2次関数（数学Ⅰ）	2.8%	1.2%
4 カ 場合の数（数学A）	55.6%	50.8%
5 オ 確率（数学A）	13.9%	21.8%
6 キ 図形と方程式（数学Ⅱ）	8.3%	9.0%
7 ク 対数関数（数学Ⅱ）	50.0%	36.4%
8 ケ 指数関数（数学Ⅱ）	33.3%	18.7%
コ 指数関数（数学Ⅱ）	25.0%	16.2%
9 サ 三角関数（数学Ⅱ）	27.8%	23.7%
10 シ 数列（数学B）	16.7%	19.0%
11 ス 空間ベクトル（数学B）	61.1%	51.1%
セ 空間ベクトル（数学B）	66.7%	52.0%

12	ソ 平面ベクトル (数学 B)	36.1%	24.0%
	タ 平面ベクトル (数学 B)	5.6%	2.2%
	チ 平面ベクトル (数学 B)	8.3%	4.7%

エ 全体を通じて

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

オ 今後の課題

- ・SSクラスであるからというだけで、生徒の学習実態に即しない学習内容は再検討する必要がある。基本事項も十分時間をかける必要がある。
- ・数学がどのような形で社会に貢献しているかを理解させることは学習意欲を高める上で重要なことである。直接的な例をあげることは難しいが研究が必要である。
- ・グループ学習の活用も検討する必要がある。自ら考えた論理を相手に説明したり、他の人のユニークな発想を聞き刺激を受けることは重要である。

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34名

第3学年 SSクラス36名のうち、「SS物理」選択生徒の22名

イ 単位数

第2学年 2単位 代替科目は「物理Ⅰ」2単位

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

(2) 仮説

物理Ⅰ、物理Ⅱの各分野を系統的に再編することで各単元の関連性を認識することができ、理解がより深まると考えられる。また、微積の概念を積極的に取り入れ、自然現象を数学的に記述することで、論理的な思考力を養うことができると考えられる。

(3) 内容・方法

ア 前期 第1回定期考査まで

速度・加速度、等加速度直線運動（水平投射、斜方投射も含む）、力のつりあい運動の法則

物理学では、自然現象を普遍的に理解する方法として数学的な記述を用いる。最初に、速度や加速度の概念をどのように数値化するのか、またグラフや微分を用いてどのように

数学的に捉えるのかを学習することで、物理学の視点を理解する。さらに、物体の運動を方程式で記述することで、過去・未来の運動を知ることができるということを学習する。その際、1次元の運動に続き2次元の運動も学習することで、ベクトルの概念を理解するとともに、物理法則が次元に関わらず成立することを認識することができる。力の分野では、力という概念や運動の法則がどのように生まれたのかを理解し、自然界が非常にシンプルな法則で成り立っているということを、歴史的な経緯を踏まえて学習する。

イ 前期 第2回定期考査まで

摩擦力、浮力、力のモーメント、力学的エネルギー、運動量

摩擦力や浮力の分野では、単にマクロな現象を理解するだけでなく、力がミクロな分子の振る舞いから作られるという発展的な内容も取り入れて学習する。力のモーメントの分野では、並進運動に加えて回転運動を理解し、ベクトル表現を有効に取り入れることで回転運動の記述方法を学習する。また力学的エネルギーの分野では、仕事やエネルギーの概念を形成する。エネルギーの導出には積分を用いて、数学的な理解も促す。ここまでの物理Ⅰの力学が終わり、続けて物理Ⅱの力学に入る。その最初となる運動量の分野では、これまでに学習してきた速度や力、エネルギーといった概念を復習しながら、運動量という新たな概念を理解する。特に運動量保存則と、この分野に入る直前に学習した力学的エネルギー保存則とを対比させて学習することにより、より効果的に2つの保存則の理解を促すことができる。

ウ 後期 第3回定期考査まで

円運動、単振動

この分野では、水平投射の初速度を大きくしていくことによって円運動となることを、万有引力の発見を踏まえながら学習し、円運動が中心方向に加速する運動であり、運動方程式で記述されることを理解する。また微分を積極的に取り入れ、運動を数学的に理解することを目指した。単振動においても同様に、速度や加速度、力の概念、運動方程式等を復習しながら、既習の運動との関連性を意識させ、また微分を取り入れることで数学的な理解も促した。

エ 後期 第4回定期考査まで

万有引力、熱、気体の状態変化、分子運動論

万有引力の分野では歴史的な経緯を踏まえながら、万有引力による運動を理解する。その際、重力と万有引力とを対比させながら、積分を用いて万有引力による位置エネルギーの導出を行った。また現在の宇宙開発の話題等も取り入れ、先端科学とのつながりも意識させて、興味・関心を促した。ここまでの、物理Ⅰ、物理Ⅱを通して力学が終わり、熱力学に入る。熱力学では、物理Ⅰ、物理Ⅱに様々な分野が交差して含まれているため再編し、温度から始め、熱量、物質の三態変化、ボイル・シャルルの法則と状態方程式、気体の内部エネルギーと分子運動論、気体の状態変化、エネルギーの変換、の順に系統的に学習した。

オ 外部講師による授業

国立情報学研究所 山本喜久教授を迎え、量子力学について2時間の授業を行った。量子力学の基礎から、量子テレポーテーション、量子暗号、量子コンピューターといった最先端の研究に至るまで、実験や映像を交えた説明を受けた。またグループに分かれてディスカッションを行い、実験結果を予想し発表するなど、自主的な活動が取り入れられてお

り、活発な議論が行われた。

(4) 検証

物理Ⅰ、物理Ⅱの各分野を系統的に再編し、第2学年では力学と熱力学を学習した。力学については、物理Ⅰの力学から続けて物理Ⅱの力学を学習することにより、物理Ⅰで学習した基本的な概念や法則の上に物理Ⅱで扱う運動量や円運動の理論が成り立っていることをより明確に示すことができた。同じ概念や法則を様々な運動について続けて何度も学習することで、定着度も高まったと考える。

熱力学については、物理Ⅰ、物理Ⅱに様々な分野が交差して含まれているため再編し、知識が積み重ねていけるよう学習順序を工夫した。物理Ⅰ、物理Ⅱを横断的に学習することにより、1つの分野を基礎から応用までまとめて学習することができ、より深い理解を促すことができた。

また分野を問わず、発展的な内容、特に微積を中心とした数学的なアプローチを積極的に取り扱った。歴史的な背景も踏まえて物理学的な自然現象の理解と、自然現象を数学的に記述することの必要性、またその意義は理解できたと考える。

ア 各分野の再編

08年度～10年度の3年生SSクラスの履修時間を比較すると下の表のようになる。

09年度は熱の分野は電気と磁気の後実施したが、10年度は波動の後実施した。

	08年度	09年度	10年度
第2編 熱	10時間		
第3編 波動	30	30	11
(10第2編 熱)			9
第4編 電気と磁気	32	31	40
(09第2編 熱)		9	
第5編 原子	14	13	15
合計	86	83	75

09年度に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。しかし電気の後ではあまりにも履修が遅く、校外模試などで支障をきたした。このため10年度は、電気の前に実施することにした。10年度の波動の授業時間数が少ないのは、2年生の授業における発展的学習、実験の時間を削減することで、2年生で波動分野の音まで学習することが実施できたからである。このことにより電気分野では半導体が学習でき、実験も増加させることができた。また、原子分野では素粒子に触れることもできた。全分野の内容を、学習後に演習の時間(8期間)を実施することができた。総時間数は83時間となり09年度と同じである。発展的内容は08、09年度と同様に実施することができた。

イ 「SS数学」との連携

発展的学習だけではなく授業の中で微分方程式を積極的に用いた。用いることによって、違ったように見える物理現象が同じ考えで理解することができること、数学の重要性を認

識する効果があった。

ウ 実験の開発

電気・磁気の実験でオシロスコープを用い、現象を観察できる実験を多く導入した。これらの実験で生徒には理論と実験とが密接に関係している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」のうち「磁化」、「半導体のバンド構造」、「素粒子」が今年度は実施することができた。これは2年生で生徒自らが参加する実験を削減したことや、授業の工夫によって時間を生み出すことができたからである。また、熱をどの位置で授業するのが望ましいのか決定できなかった。授業時間が増えることはない状況の中で、生徒実験をどこまで取り扱うか、3年生のはじめに実施される校外模試との関係などで、熱と波の履修時期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34名

第3学年SSSクラス36名

イ 単位数

第2学年3単位、代替科目は「化学Ⅰ」3単位

第3学年4単位、代替科目は「化学Ⅱ」3単位と「理科基礎」2単位のうち1単位

(2) 仮説

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

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

実験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 ディベート要素を取り入れた討論

第1・2回の授業（導入）において、「化学（科学）は人間を豊かにする」をテーマに行った。機械的に肯定・否定側に振り分けられることに戸惑いを見せながらも、グループ内・グループ間で活発な議論が行われた。飛び交う情報に心動かされ、自分なりの意見を持つ難しさ、論理的に思考し表現する難しさを感じ、学ぶことも多かったようである。2時間の中で大きな成長を見ることができ、自然科学に対する姿勢の向上に一定の効果があった。

イ 生徒による授業

各授業で、開始5分程度の時間を用いて「科学に関する話題」をテーマに発表と質疑応答を行った。毎時間飛び出す様々な内容に生徒たちは感心させられるものの、発表の担当者はプレッシャーを感じているようである。テーマの選択から、内容の理解・まとめと発表の準備を済ませたにもかかわらず、知っていることと伝えることの違いの大きさを実感することになる。しかし、これらの経験を繰り返すことで、プレゼンテーション能力と聞く態度は確実に向上したと考えられる。

ウ 電子黒板を用いた授業

視聴覚を刺激し意欲・関心・理解を高める目的で電子黒板を用いる授業を行った。教材作成に時間を要するものの、目に見えない原子・分子レベルでの動きや、危険を伴う化学反応の様子など、黒板や資料集では表現することのできない内容で特に効果が高いと感じられた。また、パソコン本体ではなく黒板上のシートで操作することにより、パソコンに視線が集中せず、黒板を用いる授業と同様に生徒に視線を向けることができるのは、スクリーンに映すだけのものと比べ大きなメリットである。一度に表示できる内容が限られるため、生徒の記述と画面を切り替えるタイミングや黒板との併用など工夫・改善をしながら、さらなる可能性を探る必要性がある。

(4) 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、各種金属や金属元素の化合物についての定性的な実験を通してそれらの反応性の違いを実際に確認した。

(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。また、環境にやさしい生分解性高分子や、プラスチックのリサイクル技術について考察させた。

(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、量子力学が体系化された歴史を学んだ後、Schrodinger 波動方程式を導き、電子軌道に関連づけた。電子軌道の概念の理解が深まったところで、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つての確認、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、実験の仮説との相違点や結果について深く考察させた。実験の回数をこなすことにより安全性への意識の向上を図った。教科書などの記載事項を実際に確認させることにより、各物質の性質の理解の定着とともに、比較を通して物事を多角的にとらえることを意識させた。



(5) 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していただいたからということもあるが、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が高まったとともに、基礎基本を正確に細かく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36名のうち、「SS生物」選択生徒の14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により、科学的な態度や自らの考えを表現する能力が育成され、大学での学習内容への潤滑な移行が期待できる。

(3) 内容・方法

ア 授業の年間計画について

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

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

イ 発展的な学習内容の取り組みと実験・実習について

発展的内容を取り込む場合についても、「SS生物」履修生徒の授業時間数は普通の理

系クラス(「生物Ⅱ」を履修)と同じである。学習内容や生物学的な考え方の基礎・基本事項をおろそかにすることはできないため、SSクラスの選択生徒としての高い意欲や、興味・関心の強さで時間的な問題をクリアしていく必要がある。「SS生物」にて実施した発展的な学習内容のうち、主なものを次にあげる。

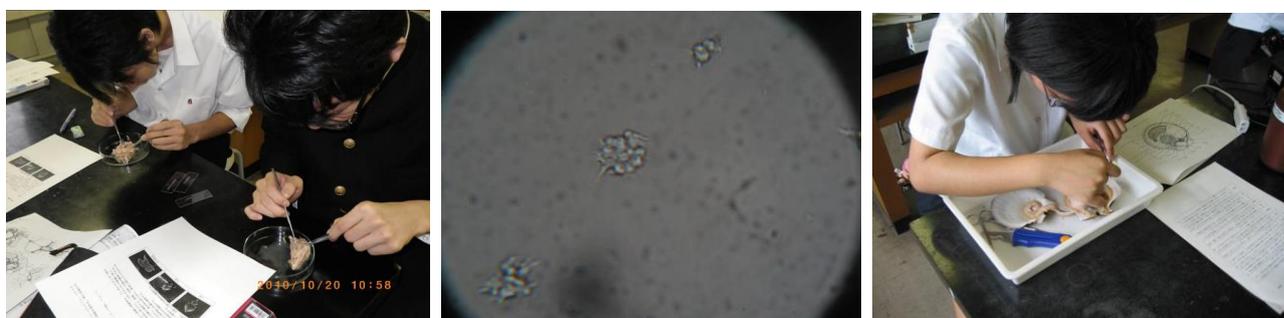
発展的事項	内容
ソルダリアの被子器内の胞子の観察と、それを用いた組換え価の考察	子のう菌類のソルダリアを用いて、胞子の配列の観察から減数分裂における染色体と遺伝子の行動を直接結びつけて理解させる。さらに組換え価を求めて考察させる。
I型アレルギーのしくみ	花粉症に代表されるI型アレルギーにおいて、関与する2種類のT細胞と、免疫グロブリンのクラスについて理解させる。
遺伝子導入実験(E. coliへのpGL0の導入と形質転換の確認)	タンパク質合成における一連の分子生物学的機構を体験的に学んだ。大腸菌にプラスミドを導入し、形質転換させる発展的実験を取り入れた。

(4) 検証

指導内容をテーマ別に分けて、「生物Ⅰ」「生物Ⅱ」の内容を再編しながら授業を実施しつつ基本の定着を図った。これまでの「SS生物」での取り組みも併せて、テーマごとの指導のしやすさ、および発展的内容への導入のし易さという点について、大変メリットが大きいと考える。

本校では、第1学年時に「生物Ⅰ」の前半を学習し、第3学年になって再度積み重ねるという形態(第2学年時には生物分野の授業は実施していない)であるため、生徒の理解度を年度の初期段階で良く把握することが指導する立場として大切となる。「SS生物」は選択生徒の数が14名と少なく、授業を進めながら要所での質疑応答時間が取りやすい。この学習環境を活用しながら効果的な授業の展開に心がけた。また、生徒からの質問も的を射たものが多く、学びへの意欲が感じられた。

発展的な実験については、顕微鏡を用いた根気が要求される観察場面においても粘り強く観察しようとする姿勢がみられた。



(左) ニワトリの脳の観察
 (中) ホタテガイの血球観察
 (右) 軟体動物(ホタテガイ)の解剖

7 学校設定科目「SS地球科学」

(1) 経緯

ア 対象学年クラス

第2学年SSクラス 34名

イ 単位数

1単位 後期より毎週水曜4限（1コマ65分）地学教室にて実施

ウ 実施の日程

回	日	内容	備考
1	10月7日	イントロダクション・地球科学とは	
2	10月20日	科学の発展とノーベル賞	
3	10月27日	人類の進化	
4	11月10日	火成岩の観察	
5	11月17日	変成岩・堆積岩の観察	
6	12月7日	月探査機かぐや（JAXA中澤暁主任による講義）	2コマ連続
7	12月15日	石灰岩の溶食実験	短縮50分
8		地震の原理と対策	
9		地震計のデータからわかること	
10		太陽観察	
11		夜空の星	
12		46億年の歴史	
13	2月15日	地形図と立体	

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

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

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

(3) 内容・方法

高等学校の「地学Ⅰ」および、「地学Ⅱ」の内容をベースに、地球科学のトピックスの

中で、多角的な視点をもつものを精選し、批判的なものの見方や物事の本質に迫るアプローチを行った。

ア 通常の授業（第1回～第5回・第7回～第13回・第15回～第16回）

一方的な講義にしないために、1回の授業の中で、グループ同士で話し合い発表させることを数回行った。お互いの意見についても、率直に疑問をぶつけ、再度説明を求めるなど、生徒自身の言葉で、解決できるよう時間をとった。教科書に載っている事実そのものよりも、なぜそうなるのかに意識を向かせた。地球科学はフィールドに出て学ぶことが重要ではあるが、教室内で効果的に行える以下のことを行った。

(ア) 岩石について

火成岩・堆積岩・変成岩に関してそれぞれ10個程度の岩石標本を観察した。それぞれの特徴や構造から岩石の成因について学ぶ。火成岩では、斑晶・石基について、変成岩では、片理や多形について、堆積岩では、粒径による分類や生物の遺骸からなるものを紹介した。

(イ) 鉱物について

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

(ウ) 風化について

石灰岩地域に特有のカルスト地形を理解するため、石灰岩と塩酸の反応を化学実験室において行った。炭酸カルシウム粉末と石灰岩の小片では塩酸に対する反応の違いや塩酸の濃度によって反応が思うように進まないことなど、教科書の反応式からでは見えにくいことも学習した。発展的な学習としてルシャトリエの原理も紹介した。

(エ) 地震について

地震の原理や対策について学習するとともに、実際の地震計のデータをみせて揺れ方の特徴を学習した。地震計のデータから、初期微動継続時間や震源の決定、3次元的な波の伝わり方を計算した。波の屈折や縦波・横波など物理的な内容まで深く扱った。

(オ) 天体について

太陽望遠鏡を用いてプロミネンスの観察や、投影板を用いて黒点の観察を行った。1億千万kmかなたの恒星から届く電磁波について学習し、電波望遠鏡を利用した太陽観測についても紹介した。夜空の星に関しては、写真や映像を多用し、宇宙の始まりや宇宙の地平線について学習した。

(カ) 46億年の歴史

過去の大絶滅や多種多様な生物の進化について、ボードゲームを利用して46億年の歴史を学習した。また、環境をキーワードに20年後の未来について予測した。

(キ) 地形図と立体

地形図の等高線や層理面を粘土を利用して立体的に理解する。

イ 外部講師による授業

惑星探査に関して、外部講師による授業を行った。

タイトル：月探査機「かぐや」の成果と今後の月・惑星探査

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」に携わ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。中澤暁氏には、3年前からSS地球科学の中で同じ内容について授業をしていただいた。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も依頼した。地球上での常識が、宇宙空間では非常識となる現象をわかりやすく講義していただいた。4回目ということで、生徒から出てくるであろう質問には事前に映像を準備してくださり、数学的に説明を求める生徒用に対して、プリントを作成していただくなど、年々改良した内容となった。今年、小惑星探査機「はやぶさ」の帰還や金星探査機「アカツキ」など、日本中が惑星探査について興味を抱いていた年であった。そのため、開発にかかる熱意や苦労話など生徒にとって有意義な講義となった。月の砂と同じ成分・粒径の物質やリアクションホイールの体験も印象に残ったようである。



月に残された足跡



リアクションホイールの体験

(4) 検証

ア 評価方法

生徒の理解度を評価する方法は、毎回提出するプリントと冬期休業中に課したレポートと1回の定期考査である。外部講師による授業に関してはアンケートをおこなった。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

問1 講義の内容に関連して、興味・関心が深まったり、知的好奇心が高まりましたか？

1 そう思う	2 どちらかと言えばそう思う	3 あまり思わない
23人(77%)	5人(17%)	2人(7%)

問2 講義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	2 どちらかと言えばそう思う	3 あまり思わない
8人(27%)	10人(33%)	12人(40%)

問3 講義の内容はどのくらい理解できたと思いますか？

1 よく理解できた	2 どちらかと言えば理解できた	3 あまりできなかった
11人(37%)	19人(63%)	0人(0%)

問4 講義を通して、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	2 あった	3 あまりなかった
14人(47%)	15人(50%)	0人(0%)

*問4に無回答1人

問1の結果より、ほとんどの生徒にとって興味・関心が深まり、知的好奇心が高まったことがわかる。生徒の感想からも、「宇宙に関する知識はなかったが、ニュースになっている話題であり、タイムリーでよかった。」というものもあり、外部講師に来ていただく時期として12月8日は最適だった。問2、問3の結果より、内容が想像していたよりも高度であったが、理解度は非常に高い。講師の中澤氏の丁寧な説明や写真やDVD映像、質疑応答など周辺事情にもわかりやすい解説の成果である。

問4の結果から、月に関する話だけでなく、天文学や機会航空学、人工衛星やアポロ計画など多岐にわたる内容だったことが多くの生徒にとって刺激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 34名

第3学年SSクラス 36名

イ 単位数

第2学年1単位 代替科目は「芸術Ⅱ」1単位

(他の外国語履修科目と単位数 英語Ⅱ4単位、ライティング2単位)

第3学年1単位 代替科目は「体育」1単位

(他の外国語履修科目と単位数 リーディング3単位、ライティング1単位)

(2) 仮説

【第2学年】

ア 自然科学に関する英文や科学論文を講読することにより、科学英語の理解力向上と英語力の向上が図れるかを研究する。

イ 英語による自然科学に関する発表をすることを通して、様々な論拠を挙げながら自分の考えを英語で表現する力をつけることができるかを研究する。

ウ 英語による自然科学に関する発表を聴いて、情報を理解する能力を養い、知識と理解を深めることができるかを研究する。

【第3学年】

ア 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」論文要旨とし、1年間の自主研究結果を英語で発表することを通して、英語の学習意欲を向上させ、4領域の言語活動を促進する。

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 英語プレゼンテーション体験から英語の運用力を向上させ、今後も英語で発信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、情報理解力と伝達力の向上を図る。

(3) 内容・方法 (第2学年)

ア 前期の内容・方法

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

(ア) 英文講読

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

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

1回の授業構成は、まず、その時間に学習する『SCIENCE to14』(OXFORD)の内容を項目別に数名の生徒に英語で紹介させた。生徒にはあらかじめ、次の授業で行うところを示しておいたので、当該生徒たちは、発表の際に必要な図をそれぞれ用意して臨んでいた。その後、当日行う単元の英文のリスニング、内容把握に移った。リスニングは英文を見ながらALTによる音読を聴かせ、内容把握は内容に関する空所補充の課題を課した。次に『Science to 14』で扱った内容と関係の深いテーマについて、『Gateway to Science』(金星堂)の読解を、英文のリスニングプリントを用いて行った。プリントの空所補充課題は、難易度や内容に関する生徒の背景知識を考慮して日本語と英語を使い分けた。内容把握をクラス全体で行うQ&Aなどではなく空所補充課題にしたのは、充実した個別指導を実施しようとしたためである。本授業は英語科教諭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のを十分に支援することができると思った。

(イ) パラグラフィティング指導

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

イ 後期の内容・方法

後期は、プレゼンテーションの指導、英文講読を行い、2月に特別講義を開催した。

(ア) プレゼンテーションスキル指導

夏期休業の前にプレゼンテーションのテーマ決めをさせた。テーマは、生徒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を選ばせた。書籍やインターネットを用いての調査や資料収集は夏期休業中の課題とした。原稿作成指導とプレゼンテーション指導は、前期からの継続で3回行った。代表的なプレゼンテーションの骨組みをプリントで示し、原稿が書きやすくなるようにした。次に、収集した資料をもとに表やイラストなどの提示資料を作成させた。また、日本人がプレゼンテーションをするときに特に

留意すべき点を理解させたり、プレゼンテーションでよく使用される定型表現を発音練習させたり、アイコンタクトの取り方などを紹介した。一人一人の原稿をもとに、発音指導、音読指導も行った。

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

(イ) 英文講読

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

(ウ) 特別講義

日本学術振興会が主催するサイエンスダイアログに申し込み、外国人研究者を紹介していただいた。

大阪大学より、Dr. Dana Ulanova 氏を迎え、「Invitation to Microbiology: the role of microorganisms in nature and human life」の題目で講演会を開催した。事前に講義の keywords を送っていただいたので、直前の授業はその語彙の補強を行った。

(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＝34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。	6人 (18%)	20人 (59%)	6人 (18%)	2人 (6%)
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 (29%)	16人 (47%)	6人 (18%)	2人 (6%)
問 3	SS英語の授業に積極的に参加した。	4人 (12%)	22人 (65%)	5人 (15%)	3人 (9%)
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。	5人 (15%)	19人 (56%)	10人 (29%)	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 4人 (12%)	書く 9人 (26%)	聞く 11人 (32%)	話す 9人 (26%)

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。	9人 (26%)	19人 (56%)	4人 (12%)	1人 (3%)
問 7	英語によるプレゼンテーションの準備、発表を通して、様々な論拠を挙げながら自分の考えを英語で表現する力がついた。	5人 (15%)	23人 (68%)	4人 (12%)	2人 (6%)
問 8	英語によるプレゼンテーションの発表を聴いて、英語を理解する力がついた。	6人 (18%)	19人 (56%)	8人 (24%)	1人 (3%)
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。	6人 (18%)	16人 (47%)	11人 (32%)	0人 (0%)
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。	7人 (21%)	17人 (50%)	9人 (26%)	1人 (2%)
問 11	教科の枠を超えた学習ができたと思う。	11人 (32%)	18人 (53%)	3人 (9%)	2人 (6%)
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 (18%)	14人 (41%)	12人 (35%)	2人 (6%)
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。	14人 (41%)	14人 (41%)	3人 (9%)	3人 (9%)
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%)	14人 (41%)	12人 (35%)	6人 (18%)

ほとんどの項目において、「どちらかと言えばそう思う」と回答したものも含めると、概ね肯定的な結果が得られたが、「問 14 将来国際社会で通用する英語力を身につけることができたと思う」生徒は少なかった。これは、年間 2 3 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 8 2%にも及ぶことなどからもわかるように本年度の SS 英語の授業は生徒の学習意欲向上につながったと考えられる。

(5) 内容・方法 (第 3 学年)

ア 英語プレゼンテーションの基礎学習

7月に香港 KING LING COLLEGE (景嶺書院) 生徒の学校訪問が予定されていた。その際に、第 3 学年 SS クラス生徒 36 名が学校設定科目「課題研究」論文要旨を中間発表として英語でプレゼンテーションし、KING LING COLLEGE 生徒と英語で交流するよう計画していた。これは、6月に香港での口蹄疫流行のため中止決定通知が出されたため実現しなかったが、1 学期の授業ではこの交流を目標として、各グループの「課題研究」の内容を英語でプレゼンテーションする活動を行った。生徒は 2 年時にも学校設定科目「SS 英語」で英語プレゼンテーションを実習しているが、コンピュータを用い、内容が高度で複雑である点異なる。また、英語プレゼンテーションでは、コンピュータ画面上の言語情報は最小限にとどめ、英語スピーチによって内容を伝達することを理解した。これにより、英語スピーチスクリプトのための英文パラグラフライティング、日本語プレゼンテーションとは異なる独自のコンピュータ画面デザイン作成、英語スピーチスキルの習得の

重要性が理解された。特に英語スピーチスクリプトの作成では文法的にも正確なライティング力が必要であることから、大学受験準備学習と共通する目的を意識し学習意欲が増進した。

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

(ア) 英語プレゼンテーションの一般的構成内容

1. Title (タイトル)
2. Introduction (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) コンピュータ画面デザインの作成

コンピュータソフト Power Point を用いた。コンピュータ画面は6面~10面とする。画面上には見出しや専門用語のみの表示にとどめ、詳細情報は英語スピーチで伝達する。

(ウ) 英語スピーチによる内容伝達

コンピュータ画面上の英語を「読む」のではなく、英語スピーチを「聞く」ことによって内容伝達を行う。聞き手の興味を引き、高度で専門的な内容でもわかりやすく正確に伝達するために正確な発音や意味伝達に効果的な抑揚を学習した。

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学習した英文内容理解と情報発信を活用して、英語自然科学論文を講読・理解した後でその内容を図表化し英語解説を付加して伝達する学習を実践した。

エ 英語プレゼンテーション内容

平成22年10月25日、SSH事業成果報告会の公開授業で以下の人数、内容の英語プレゼンテーションを実施した。

Category	Group Members	Presentation Title
Mathematics	3	Algebra – traveling into a new world –
Physics	3	What Changes the Cycle of Pendulums?
	3	An Experiment about Electrons
Chemistry	3	The Relation of Absorbance and Color Change
	3	New Polymer Engine . . . Can It Save the Earth?
	3	Who is the Hero in the Shonai River?
Biology	3	Some Views about Metamorphosis
	3	The Ability of Plants to Purify Our Environment
	3	What role does the Saccharide play in a Lily?
Earth Science	3	Changing Water Quality in Tenjin River
	3	The Mystery of Refrozen Ice
	3	Approaching the Topic of the Sun

(6) 検証 (第3学年)

全員が英語プレゼンテーションを実践した後で、本研究の仮説の達成について生徒の意識を調査するためにアンケートを実施した。

ア 「SS英語」検証アンケート結果 (回答生徒数: 36人、回答日時: 2010年11月2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。	18人	16人	2人	0人
問2	英語への興味・関心が深まった。	14	17	3	2
問3	基礎として他の英語科目の学習が大切だと思った。	31	2	3	0
問4	特にどの領域の英語力の伸長を実感したか。	読む/3	書く/10	聞く/4	話す/19
問5	自然科学との関連を意識した。	9	15	10	2
問6	日本語プレゼンテーションとの相違が理解できた。	18	16	1	1
問7	コンピュータ機器の使用に苦勞した。	4	11	9	12
問8	テーマは「課題研究」とは異なる内容を希望する。	2	10	12	12
問9	グループではなく単独でした方が良かった。	1	1	18	16
問10	今後も英語プレゼンテーションに挑戦したい。	13	13	7	3
問11	将来は一人で英語プレゼンに挑戦してみたい。	11	13	7	5
問12	大学進学後を考えてとき英語プレゼン体験は有意義だ。	23	11	1	1
問13	大学進学学習を考えてとき英語プレゼン体験は有意義だ。	3	14	13	6
問14	SSクラス志望時、SS英語の存在を意識した。	4	11	10	11
問15	SS英語はSSクラスの特徴であると実感した。	28	5	2	1

イ アンケート結果考察 (仮説ア～エに基づく)

仮説ア「英語プレゼンテーション課題を学校設定科目「課題研究」論文要旨とし、1年間の自主研究結果を英語で発表することを通して、英語の学習意欲を向上させ、4領域の言語活動を促進する」について

考察:

- ① 問1, 2, 3の結果から、英語プレゼンテーション体験を通して、自然科学分野の研究発表での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ていることがわかる。「SS英語」の目的は「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」であるが、この活動が「SS英語」の目的達成のために有効であったと考察できる。
- ② 問5の結果から、自然科学分野との関連が意識されていたことがわかり、学習意欲の喚起と教科を横断した理解力、発想力育成につながることを期待できる。
- ③ 問8の結果からは、学校設定科目「課題研究」で自主研究し良く理解している内容を英語プレゼンテーションすることで高度な内容の英語発信にも意欲的に取り

組むことができたことが考察できる。

- ④ 問9の結果から、高度な内容の英語プレゼンテーションは容易なことではなく、特に流暢に「話す」力が必要であるため個人では難易度が高く、グループで分担したことが現段階では適当であったことがわかる。
- ⑤ 問13の結果から、約半数の生徒がこの活動が進学学習にも有意義だと判断したことがわかる。それは生徒たちが、学校設定科目「SS英語」（3年）での英語プレゼンテーション準備・実践活動は英語学習の4領域「聞くこと」、「話すこと」、「読むこと」、「書くこと」の言語活動を統合した総合的な英語運用能力を育てるものであるという理解があったことを示している。そのため英語学習への興味・関心が深まり、英語学習意欲促進に有効であったことが考察できる。

仮説イ「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」について

考察：

- ① 問6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がわかる。英語プレゼンテーションの場合は、画面上の言語情報は最小限にとどめることで、聴衆は画面を「読む」のではなく英語スピーチを「聞く」ことで情報を得ることになり、そのためには正確で効果的な英語スピーチ力が重要である。
- ② 問6の結果から、コンピュータスキルには個人差があることがわかる。発表にはコンピュータソフト Power Point を用いたが、これは1年次「情報B」で学習しているので、基本的操作は習得している。ムービーのような高度な表示方法を取り入れたグループもあった。グループ内の協力が有効であった。

仮説ウ「英語プレゼンテーション体験から英語運用力を向上させ、今後も英語で発信する意欲を喚起する」について

考察：

- ① 問10の結果から、76%の生徒が「今後も英語プレゼンテーションに挑戦したい。」と考えていることがわかるが、その理由として今回の発表体験での達成感が考えられる。生徒は、自主研究した内容を英語スピーチ力を高めてプレゼンテーションできたことで達成感を得、今後の英語プレゼンテーションへの意欲も持つことができた。
- ② 問11の結果から、将来、単独で英語プレゼンテーションをすることに67%の生徒が意欲を持っていることがわかる。これは、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」と適合している。

仮説エ「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、情報理解力と伝達力の向上を図る。」について

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、4領域の英語力伸長の必要性を実感している。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、学習への積極性と読解精度の向上が伺えた。12月の考查結果からみると、他の英語科目リーディング、ラ

イティングとは異質な意欲の喚起があるように思われる。

その他：

問 14, 15 の結果から、生徒が S S クラス志望を決定する時点（1 年生・2 学期）では「S S 英語」の存在は意識していないが、3 年 S S 英語プレゼンテーション実施後は、「S S 英語」を S S クラスでの学習の特色と実感していることがわかる。「S S 英語」でのプレゼンテーション体験を通して、英語が国際性豊かな研究者活動には重要な資質であり、そのため積極的に学習する必要があるとの認識につながったと考察する。

9 学校設定科目「S S 教養」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第 2 学年 S S クラス 3 4 名

イ 単位数

1 単位 代替科目は「家庭基礎」1 単位

(2) 仮説

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

イ 人類が築いた科学文明が国際社会にもたらした影響についての学習を通して、科学者の倫理観やこれまでに構築された国際社会のルールに対する関心を向上させる。また、議論を取り入れることにより、合意形成のための技術を学ぶ機会とする。

(3) 内容・方法

ア 前期

(ア) 導入「なぜ食べるのか」「食べることをやめたらどうなるのか」

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

(イ) 五大栄養素の種類、働き、それを多く含む食品および食事摂取基準についての理解を通して、一つの食品で全ての栄養素を満たすものはなく、組み合わせが重要であることを学んだ。

(ウ) 調理実習「親子どんぶりとすまし汁」「ピザとオレンジゼリー」を通し、調理技能を身につけるだけでなく、卵の凝固性、だしのうま味成分、イースト菌、ゼラチンと寒天の違いなど、食品の特徴についても学習した。

イ 後期

(ア) 「なぜ原爆は投下されたのか」

広島・長崎に投下された原爆について、開発から投下までの経緯を学び、それを許した背景を、議論をふまえて、政治的、経済的、技術的側面から理解した。

(イ) 「なぜ『世界』大戦とよばれるのか」

国家総力戦体制が築かれた第1次世界大戦について、これに至った背景を、議論をふまえて、政治的、経済的、技術的側面から理解した。

(4) 検証

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

科学者としての倫理観については、科学技術が戦争とともに普及していった事実の重みを実感させることができた。

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34名

イ 単位数

1単位 代替科目は「総合的な学習の時間」1単位

(2) 仮説

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

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

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

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

(3) 内容・方法

ア 年間計画

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

		実施日	活動内容	
前期	第1回	4月16日	イントロダクション	目標・内容の説明
	第2回	4月30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
	第3回	5月14日	プレ講座①	

	第4回	5月28日	プレ講座②	マを選択して受講
	第5回	6月18日	プレ講座②	
	第6回	7月2日	研究テーマガイダンス	
	第7回	7月16日	研究テーマ決定	
後期	第8回	10月29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	11月5日	課題研究②	
	第10回	11月12日	課題研究③	
	第11回	12月3日	課題研究④	
	第12回	12月17日	課題研究⑤	
	第13回	1月21日	課題研究⑥	
	第14回	2月4日	課題研究⑦	
	第15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。

<p>数学「グリコじゃんけん」</p> <p>じゃんけんをしてグーで勝つと「グ・リ・コ」と言って3歩進み、チョキで勝つと「チ・ヨ・コ・レ・イ・ト」と言って6歩進み、パーで勝ったら「パ・イ・ナ・ツ・プ・ル」と言って6歩進み、最初にゴールにたどり着いた人が勝ちというゲーム「グリコじゃんけん」。グー・チョキ・パーを記入したカードを用意し、枚数を変えることによってそれぞれが出る確率を変え、実際にゲームを行う。『予想』→『実験』→『検証』を通して最適戦略を導き出す。</p>
<p>物理「跳ね返りを探る」</p> <p>床に落としたスーパーボールは高く跳ね返るが、木のボールを落としてもスーパーボールのように跳ね返らない。様々なボールの跳ね返る高さを測定することで、跳ね返りの法則を探り、また、ハイスピードカメラを用い衝突の瞬間を捉えることで、高く跳ね返るものと跳ね返らないものの違いを観察する。</p>
<p>化学「水溶液の吸光度測定」</p> <p>身の回りの物質には色がついているが、その中でも水溶液の色について調べていく。ただの水は無色（可視光を吸収しない）だが、何かを混ぜることによって色が着く場合がある。その様子について、分光光度計を用い、可視光でもどの波長の光を吸収するのかを調べていく。</p>

生物「位相差顕微鏡・蛍光顕微鏡を用いた細胞の観察」

細胞内の構造を理解し、細胞内で起こる様々な現象を確認するためには、細胞の「生きている姿」から学ぶことが大切である。細胞を生きたまま観察し、生命現象の本質にアプローチする方法として、位相差顕微鏡と蛍光顕微鏡がある。これらを使った最初の一步として、まずは身近な生物材料を観察してみる。

地学「太陽の恵み」

太陽は、私たち地球上で生活するものにとって大きな影響力を持っている。初めて天体望遠鏡を手にしたガリレイは、太陽表面の黒いしみを発見した。この黒点は11年周期で増減し、この周期と地球の気候変動と関連があるといわれている。コロナド（太陽望遠鏡）で太陽を観察し、天体について学んでいく。

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いくように展開する。第2学年の3月には、中間発表会とポスターセッションを予定している。研究内容に関する議論を通じて、多角的に自然科学を捉える機会を設定する。平成22年1月現在の取り組み内容、進捗状況を以下に示す。

研究テーマ	分野	人数	内容・進捗状況
① 「メビウスの帯と結び目理論」	数学	3	合同式を用いた結び目の不変量とはどんなものかを知り、考察した。今後、メビウスの帯における結び目の構造、性質を調べ考察する。
② 「虚数・複素数について」	数学	3	複素数面における乗法・除法と複素関数の微分の可能性について探求した。その際、ド・モアブルの定理、テイラー展開、オイラーの公式などを学習し、今後、複素関数の応用について考察していく。
③ 「表面張力の研究」	物理	3	表面張力を容易かつ正確に測定できる装置の開発を目指す。現在、既存の測定方法であるジョリーのばね秤による測定を行い、その改善点、問題点を考察している。
④ 「亀裂の研究」	物理	3	ガラス板の中心にポンチを落とし、亀裂のでき方について探求する。現在、ガラス板の厚さを変化させ、その影響を調べている。
⑤ 「宇宙からふってくる素粒子の研究」	物理	4	光検出器であるMPPCの読み出し用回路と電源回路の製作、プラスチックシンチレーターの研磨などを行った。現在はそれらを組み合わせ、宇宙線検出器全体としての動作確認を行っている。
⑥ 「大気中の窒素酸化物」	化学	2	カプセルによる簡易測定を利用し、大気中の二酸化窒素の濃度と環境条件の関係について調べている。
⑦ 「天然物の色素と金」	化学	3	黒豆に含まれる色素に注目し、pHや金属イ

属イオンの関係」			オンによって変化する色調について研究を行っている。
⑧ 「名古屋のため池と外来生物」	生物	3	名古屋のため池を対象に、水生動物の調査を行う。外来生物の侵入について、過去に池干した経緯のあるため池を中心に考察する。
⑨ 「ハツカダイコンの双葉に見られるアポトーシス」	生物	3	ハツカダイコンを材料に、双葉の細胞のアポトーシスについて、デンプンの分布や核の大きさ、位置の変化を調べている。
⑩ 「ゼニゴケにおける無性芽の表裏の分化について」	生物	4	ゼニゴケの無性芽の分化について、表裏という観点から、重力や光の影響について調べている。
⑪ 「太陽観測～太陽活動と地磁気の関係」	地学	3	太陽をテーマとし、H α 線を用いてプロミネンスの観測、投影板を用いて黒点の観測、12GHzの電波望遠鏡を用いて太陽活動を観測し、地磁気との関連を探究する。

(4) 検証

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

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

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

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

学校設定科目「課題研究Ⅱ」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第3学年SSクラス所属の生徒36名

イ 単位数

1単位 代替科目は「総合的な学習の時間」1単位

(2) 仮説

第2学年時の「課題研究Ⅰ」での研究に継続的に取り組むことにより、仮説を立ててそれを検証するなどの研究の組み立て方の基本を身につけることができる。また、東海フェスタやSSH生徒研究発表会などの発表会にて発表することにより、プレゼンテーションの能力を高めることができ、さらにSSクラスの研究論文集をつくることを目標とし指導実践する

ことで、生徒に考察力や論理的に論文を構成する力を養うことができる。

(3) 内容・方法

ア 研究テーマ

分野	研究テーマ	人数
物理	「ヘルムホルツコイル、ミリカンの油滴実験を用いた電気素量と質量の測定」	3
	「振り子の研究」	3
化学	「硫酸の代替となる高分子酸触媒」	4
	「媒染染料における吸光度から見た金属イオンと発色の関係」	3
	「庄内川をアユにあったものに」	3
生物	「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」	3
	「植物の環境浄化能力」	3
	「変態から生命を科学する ～破壊と形成の生物学～」	3
地学	「冷却面にできる凍結氷の結晶形状とその生成条件」	3
	「簡易日射計による太陽放射量の測定」	2
	「川の水質と人間活動の関係性」	3
数学	「代数学」	3

イ 研究の概要と要旨

(ア) 「ヘルムホルツコイル、ミリカンの油滴実験を用いた電気素量と質量の測定」

電子の電気素量や質量が簡単な実験で求めることができるということを教科書で知った。

実験方法としては、ヘルムホルツコイルで比電荷を求め、次いでミリカンの実験から電気素量を求め、それらの値から電子の質量を決定するという手順である。また、その過程で発生した実験における問題点を明らかにして、その改善を図ることも目的とした。

比電荷の実験では、電子ビーム半径の測定に際して測定装置の作成を必要とすることや、実験に影響を及ぼす地球磁場の除去などの改善点が見つかった。ミリカンの実験では、電気素量の値を決定しようと何度も繰り返し実験を行った。測定中にラテックス球を見失ってしまうことも多かったので、落下距離を短くし落下時間を測定しやすくするなど工夫をした。

(イ) 「振り子の研究」

振り子の周期は自由落下において、質量の小さい物体と質量の大きい物体を同じ高さから落下させたとき、地面に到達するまでにかかる時間は等しいように、おもりの質量に依存しない。また、振り子の振れ幅を変化させても周期は変化しない。おもりの質量が重心周辺に集中している振り子（単振り子）の周期 T は、 g を重力加速度、 l を支点からおもりの重心までの距離（以降、糸の長さとする）とすると、 $T=2\pi\sqrt{l/g}$ と表される。 π と g は定数なので周期は糸の長さによってのみ定められることが分かる。しかし、私たちは単振り子以外の振り子では、周期を決定する条件が糸の長さ以外にもあるのではないかと思い、おもりを形状や仕組みが複雑なものに換えて振り子の周期の測定

と軌道を観察した。

(ウ) 「硫酸の代替となる高分子酸触媒」

バイオエタノール製造工程のひとつであるセルロースの加水分解で、硫酸が用いられる場合があるが、硫酸は環境への負荷が高く、代替となる物質が望まれている。そこで本研究では、代替物質としてポリスチレンスルホン酸を選び、ポリスチレンの処理条件を変化させてスルホン化した。それによってセルロースを加水分解することで、触媒として最適なポリスチレンの処理条件を見つけ出すことを試みた。

(エ) 「媒染染料における吸光度から見た金属イオンと発色の関係」

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

(オ) 「庄内川をアユにあつたものに」

近年、庄内川がきれいになりアユが戻りつつある。そこで、私たちは庄内川の浄化能力は微生物によるものだと仮定し、庄内川の汚れとして三大栄養素である糖、たんぱく質、油を用い、いくつかの条件下で研究を行った。その結果、私たち人間の生活と庄内川の環境に深い関連性があることが分かってきた。

(カ) 「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」

雌しべにおける糖の役割を明らかにする目的で、成長段階の異なるテッポウユリ (*Lilium longiflorum*) の雌しべに含まれる還元糖の種類と量、デンプンの分布、アミラーゼ活性の変化、雌しべの伸長に伴う細胞の大きさ、浸透圧の変化などを調べ、実験結果から次のことが分かった。雌しべには花粉管の伸長に必要なスクロースなどの糖が存在している。また糖は、花柱の細胞が吸水力を維持して伸長するために、花柱細胞の浸透圧の調整に使われている。さらに糖は、雌しべが伸長している間は、必要以上に花柱の細胞の浸透圧を上げないために不溶性であるデンプンの形で蓄えられ、開花頃にアミラーゼによって急速に分解される。これは花粉管に糖を供給するためだと考えられる。

(キ) 「植物の環境浄化能力」

近年問題視されている環境問題として、地球温暖化や酸性雨が挙げられるが、これらの打開策として、植物の環境浄化能力を利用できないかと考えこの研究を行った。

地球温暖化の原因物質の1つとされる二酸化炭素の吸収能においては、サンパチェンスとニューギニアインパチェンスはほぼ同程度で、インパチェンスの約2倍だった。また、酸性雨の原因物質の1つとされる二酸化窒素の吸収能において、サンパチェンスはニューギニアインパチェンスよりも大変優れていることが分かった。

(ク) 「変態から生命を科学する ～破壊と形成の生物学～」

カエルは変態に伴って、外部・内部の形態に大きな変化がみられる。そこで、具体的にどのような変化があるかを明らかにすることを目的として、尾・腸・骨格の変化を調べた。結果として、全長に対する腸の割合、腸断面の筋組織、結合組織の割合の変化が同じ時期に始まり、尾や骨格の変化にはあまり関連性が見られないことがわかった。これらのことからカエルの変態では全ての部位が同時に変化を開始するわけではないこ

とが明らかになった。

(ケ) 「冷却面にできる凍結氷の結晶形状とその生成条件」

凍結氷生成の際に、かけた水が持つ熱と凝固熱を冷却面が吸収する速度である「冷却速度」を決める要素(冷却面の表面温度、熱容量、熱伝導率、接触角)を変えて実験を行い、結晶形状の変化を調べた。その結果、冷却速度が速くなるにつれて針状結晶、羽状結晶、鎖状結晶の順に多く生成し、冷却速度が速いほど鎖状結晶の大きさは小さくなった。結晶形成過程の連続写真や画像の解析から、冷却面上の傷や霜を核とする細粒状結晶や微小な氷結晶を結晶形成開始点として単純な針状結晶が形成し、羽状結晶、鎖状結晶へと成長することがわかった。氷の熱伝導率は非常に高いため、生成した結晶が次々と熱を吸収して新たな結晶形成開始点となり、より複雑な結晶の形成が進むと考えられる。以上より、凍結氷の結晶形状を決定するのは冷却面の冷却速度であり、冷却速度が大きいほど熱がすばやく吸収されて結晶生成が促進され、より複雑で緻密な形状の結晶に成長していくと結論づけた。

(コ) 「簡易日射計による太陽放射量の測定」

地上に達する太陽放射量と簡易日射計による実測値との誤差を小さくすることを目的として、日射計を改良しながら地上に達する太陽放射量の観測を行った。①太陽高度と地上に達する太陽放射量の関係、②日射計の熱の授受をそれぞれ観測し、結果として、①からは太陽高度が高くなるにつれて地上に達する太陽放射量は大きくなるが、全体的に想定した値と比べて、実測値は小さい値で得られた。②からは容器が太陽光によって熱せられ、空気と温度差が生じるため、熱を放出していることがわかった。以上より装置から熱が放出されることによって、実測値が小さくなると考えられる。

(サ) 「川の水質と人間活動の関係性」

本研究は愛知県の河川に関する水質調査データにおいて、水質が改善されていた名古屋市内約6.5kmの区間に焦点をあて、水質調査を始めた。調査では1時間ごとに観測を行い、長時間にわたる水質変化を調べた。その結果、人間活動によって水質が変化することがわかり、また、支流の合流による水質の改善、河川の自然浄化能力についての結果も得ることができた。

(シ) 「代数学」

「読んで楽しむ代数学」(現代数学社)という本を輪読し、ゼミ形式によって理解を深めた。この本の中から疑問を見つけ、それを解決していくことを目的とした。そのなかでも生徒の印象に残ったものを紹介する。

1. 数学的帰納法
2. 代数的構造
3. 合同式と完全剰余系
4. カタラン数
5. 約数の和と完全数
6. ユークリッドの互除法
7. 黄金比と連分数

(4) 研究成果発表

ア 第5回スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ2010(名城大学天白キャンパス 7月17日)【主催】名城大学附属高等学校

夏季に全ての3年生の課題研究班に発表の機会を設定することと取り決め、この東海地区フェスタと横浜での生徒研究発表会に臨んだ。直前に校内で発表の予行演習会を行って当日に備えたが、特にポスター発表でスペースの有効活用と時間配分が予想通りに行かず、十分なアピールができなかったことが反省点であった。

口頭発表分科会では「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」の研究班が発表し、パネルセッションでは次の班が発表を行った。「ヘルムホルツコイル、ミリカンの油滴実験を用いた電気素量と質量の測定」・「振り子の研究」・「硫酸の代替となる高分子酸触媒」・「媒染染料における吸光度から見た金属イオンと発色の関係」・「庄内川をアユにあったものに」・「植物の環境浄化能力」・「変態から生命を科学する～破壊と形成の生物学～」・「簡易日射計による太陽放射量の測定」・「川の水質と人間活動の関係性」・「代数学」。

イ 平成22年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会（パシフィコ横浜 8月3日～4日）【主催】文部科学省 科学技術振興機構

「冷却面にできる凍結氷の結晶形状とその生成条件」の研究班がポスター発表を行った。写真とPCでの動画を効果的に活用し、現象を分かりやすく伝えることができた。審査員や多くの参加者に積極的なアピールができたことが評価され、ポスター発表賞を受賞することができた。

ウ SSH事業成果報告会（向陽高校 10月25日）

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

数学・物理・地学分野 田中信夫 氏（名古屋大学エコトピア科学研究所 教授）

化学・地学分野 稲毛正彦 氏（愛知教育大学理科教育講座化学領域 教授）

生物・地学分野 海老原史樹文 氏（名古屋大学大学院農学研究科 教授）

さらに、本校生徒・教職員が課題研究の成果を聴講できるように、放課後の時間帯を使ってポスター発表会を設け、交流を図った。

エ 論文コンクールへの応募

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

名 称	主 催	投 稿
第54回愛知県学生科学賞	名古屋市科学館	3件
第54回全国学芸科学コンクール	旺文社	2件
第9回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞	神奈川大学	2件
第5回「科学の芽」賞	筑波大学	2件
第2回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト	東京理科大学理窓会	2件

複数の入選・入賞が成果として得られた。主なものとして、「冷却面にできる凍結氷の結晶の形状とその生成条件」の研究班が第54回愛知県学生科学賞にて最優秀賞（名古屋市会議長賞）を受賞し、第54回日本学生科学賞では入選3等で表彰された。また、「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」の研究班が第9回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞にて全国1位である大賞を受賞することができた。

オ その他発表会への参加

2010年9月11日(土)に中部大学にて開催された日本植物学会74回大会「高校生ポスター発表会」(主催:社団法人日本植物学会)では、2件の研究班がポスター発表を行い、研究者や大学院生にむけて積極的な研究発表を展開した。「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」研究班は最優秀賞を、「植物の環境浄化能力」研究班は優秀賞を受賞することができた。

(5) 検証

第2学年時より継続して取り組んできた研究に対して、さらに深化させ、論文コンクールへの応募や成果を発表することを目標として取り組んだ。過去のSSクラスでの課題研究を基盤としながら、それらを良い意味で発展・充実させることができた研究班が、特に良い評価を収めることができた。一方で、論文コンクール等で受賞できなかった研究班についても充実した感想を述べており、生徒の達成感はいへん高いレベルにあるといえる。この課題研究の総まとめといえる10月25日に実施したSSH事業成果報告会を終えての生徒感想の主なものをまとめて以下に紹介する。

- ・ 見たり聴いたりできなかった班があったことが残念。
- ・ ほかの分野の口頭発表も聞きたい。クラス発表会がやりたい。
- ・ 前日にリハーサルがあるとよい。
- ・ ポスター発表を見る回数を増やしてほしい。
- ・ 英語でのプレゼンテーションはとても良い経験だった。
- ・ 課題研究が終わってしまって、ものさびしい。
- ・ 最後まで妥協せずに立ち向かう事が大切。
- ・ 大学の先生からアドバイスを頂けたことはとてもよかった。
- ・ 色々な人とかかわりの中で研究を進めることができた。感謝したい。
- ・ 人に考え方や意見を伝えることの難しさを実感した。

より良い発表にしようとする意識や、他の研究班の内容への関心、もっと研究を深めたいという意欲が生徒の感想から得られた点は大きな成果といえる。

(6) 研究の課題

研究の進め方はもちろんだが、得られた結果等を分析し、考察されることを分かりやすく論理的にまとめる事は、生徒の力だけでは不十分であり、担当教員の粘り強い指導があっても初めて達成に近づいていくと感じた。研究内容について生徒相互、また生徒と教員との間の議論を十分に行うことで、よりよく改善されて、外部での高い評価につながる。この点については数値化が困難ではあるが、指導の在り方について教員側がノウハウを蓄積していく必要がある。

またSSHに認可され、課題研究が始まった当初からの課題であるが、現在のカリキュラムではプレゼンの準備や論文の作成についての時間を放課後に頼らざるを得ない現状がある。日常の学習等に対して生徒に影響を与えないように配慮しながら進めることが必要で、今年度はできる限り最終の発表(SSH事業成果報告会)を早めたが、毎年少しずつ工夫改善しながらの指導となっている。

さらに、3年生の11月末に行った、2年間の課題研究全体を通してのアンケートの中で

は、生徒から主に次のような要望があった。

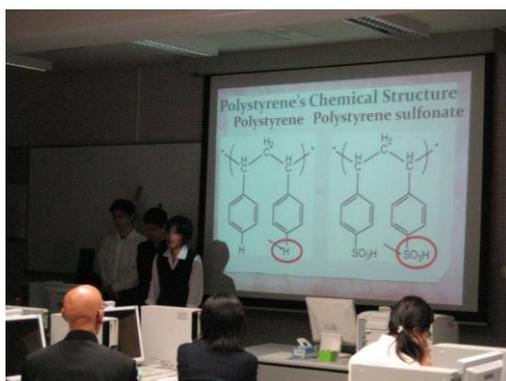
- 1人で研究することがあっても良い。無理にグループ化しなくても良い。
- テーマ決定は早い方がよい。
- どんな研究テーマでも2週に1度の授業では足りない。研究開始を早くして3年生になってからの負担をなるべく少なくする方がよい。
- 成果発表会で、全部の班の最終的な結果を聞くことができなかったことは、たいへん残念。
- 論文のフォーマットを、研究を始めるときから提示する方が、実感がわくのではないか。

研究テーマ決定、グループ決定、研究開始の早期化に対する要望が多くあった。しかし、教科(特に物理分野・化学分野)の授業進度とそれに伴う基礎知識の蓄積がなくては、実験の目的の理解や考察ができなくなる。生徒にバランス良く理解をさせていくためにも、計画的な改善が必要となる。



(左) S S H事業成果報告会(課題研究・口頭発表)「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」

(右) S S H事業成果報告会「S S 英語」での口頭発表「川の水質と人間活動の関係性」



(左) S S H事業成果報告会「S S 英語」での口頭発表「硫酸の代替となる高分子酸触媒」

(右) S S H事業成果報告会(課題研究・ポスター発表)「庄内川をアユにあったものに」



S S H事業成果報告会(課題研究・ポスター発表)「簡易日射計による太陽放射量の測定」

1 2 S S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S Sクラスに在籍する生徒34名

イ 実施日程・実施場所

日程：平成22年5月20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

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22年度の最初のS Sリサーチを2年生S S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22年5月20日(木)の1日の課外活動として設定した。

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

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

(2) 仮説

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

(3) 内容・方法

ア 事前学習

人間社会とため池の意義、淡水カメの特徴、野外での活動に関する注意事項と安全に行動するための心構えについて学習した。

イ 実施内容

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

(ア) 平戸池、増田池でカメのわなかけ

平戸池および増田池にそれぞれ5つのわなを設置。捕獲したカメの種の同定、背甲長・腹甲長の測定、雌雄の判別を行った。

(イ) 池の周囲のルートセンサス（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) 講義「ため池のカメから見る生物多様性と外来生物問題」

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

(4) 検証

開発が進み、生物と触れ合う機会がないまま育った多くの生徒にとって、フィールドでの実習は大きな不安を伴うものであった。池に入ってから動物採取、わなに用いる魚の頭部の処理など、初めての体験に戸惑いを見せながらも、次々に現れる発見に感動を隠せなかった。これまで立ち入らなかった領域に踏み込み学ぶことで、自然科学研究に対する理解を深め、意欲的に実習に取り組んだ。

講義では、カメを中心に生態系を構成する様々な生物の相互関係の奥深さや環境の役割、外来生物が及ぼす影響を学んだ。中でも「外来生物も与えられた環境で必死に生きている」という講師の言葉には、外来生物そのものが悪い存在ではなく、元に戻すことができない環境を作り出した人間に大きな責任があることに気づかされ、物事を様々な視点から見る必要性を重く感じ取ることとなった。

講座後の感想からは、不安とは裏腹に、貴重な体験を通して多くのものを得ることができたことに対する高い満足感が感じられた。また、すべての生物に与えられた命の尊さや、自然環境とその一員である人間の立場や関わり方について深く考えさせられ、講座を通して人間的に一回り成長する様子を感じることができた。



【第3学年】『企業見学と博物館研修から自然科学研究をより深く考えよう』

(1) 経緯

ア 対象学年・クラス

第3学年SSクラスに在籍する生徒36名

イ 実施日程・実施場所

日程：平成22年5月20日(木) 8時15分(集合点呼)～18時00分(学校着)

研修訪問場所：

[午前]株式会社 ヤマザキマザック 美濃加茂製作所

(岐阜県美濃加茂市蜂屋町中蜂屋山崎333)

[午後]財団法人 日本モンキーセンター (愛知県犬山市大字犬山官林26番地)

ウ 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の行事

エ 連携の経緯

科学技術系企業と博物館を訪問し、専門性の高い技術の見学や学術的な立場からの講演を通して学ぶ事を目的として、平成22年度の3年生対象のSSリサーチをクラス全員がまとめて受講するかたちで計画した。

日程は、平成22年5月20日(木)を課外活動として設定した。国内のみならず世界的に有名な工作機械メーカーである、株式会社ヤマザキマザックの総務部人材開発課の間野氏へ見学の申請を平成22年2月に行い、本校の取り組みの目的を説明し、午前の訪問、活動として受け入れていただいた。

また、午後の活動としては、霊長目の研究機関として歴史のある財団法人日本モンキーセンターにて霊長類研究の歴史と、現地調査研究活動の実態に関する講演を、主任学芸員

の高野智氏にお願いした。平成22年3月24日(水)に高野氏にご対応いただき、当日の講義内容とスケジュールについて打合せをもっていただいた。

(2) 仮説

SSリサーチにおいて、クラス単位でまとまって活動する形態のものとして、第2学年では野外フィールドでの調査・観察活動(5月)と製鉄産業の見学(10月)を実施した。昨年度のこれらの体験をさらに深化させる目的で、第3学年では製造業の中においても「ものづくり」の基盤として重要な役割を果たす工作機械について学ぶ機会と、霊長類研究の実際を研究者から聴講する機会を設定した。

我々の身近な電化製品や乗り物、通信機器等が持つハードウェアとしての品質は、すべて工作機械の精度と使い手の加工技術によるといって過言ではない。その反面、これらの工作機械に関しては、工業高校で学ぶ生徒は別として、普通科の高校生の日常生活では話題となることはほとんど無い。工作機械の社会的な重要性や機械そのものの仕組みについて実際に見て学ぶことは、将来の進路選択や様々な器機の使い手として、ものづくりのバックグラウンドを理解する観点からもたいへん有意義であると考えられる。

さらに、もうひとつの訪問先である財団法人日本モンキーセンターにおいては、研究機関としての博物館の役割や、そこで働く研究者の研究活動について講演をいただく。「動物園」と「博物館」の違いや霊長目の化石研究者である高野氏の実際の研究活動をお話いただくことで、専門分野のみならず、多岐にわたる知識と行動力が、研究を続けるために必要となることを生徒に実感させることが可能となるのではないかと考える。さらに、自然科学研究を大きなスケールで捉える姿勢や、生命科学を幅広く考え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 講座名：「企業見学と博物館研修から自然科学研究をより深く考えよう」

イ 講師：株式会社 ヤマザキマザック 総務部人材開発課 採用チーム 間野光宏 氏 他
財団法人 日本モンキーセンター 主任学芸員 高野智 氏
リサーチフェロー 大橋岳 氏

ウ 実施内容

(ア) 株式会社 ヤマザキマザック 美濃加茂製作所 訪問(午前の取り組み)

金属加工において欠かすことのできない工作機械の代表としては、CNC旋盤(刃は固定して円筒形の材料を回転させる)やマシニングセンタ(主に立方体の材料を固定し、様々な種類の刃を回転させる)、および両者を合わせた機能をもつ複合加工機がある。また、新しい工作機械としては、二酸化炭素と熱で2mm~5mmほどの板材を加工するレーザー加工機が開発・製品化されている。様々な身の回りの電化製品や乗り物などに代表される大量生産型の製品を作る場面のみならず、近年では航空機や医療器具でニーズの高い、多品種少量生産型の製品に適した工作機械の開発も行っている。

ここ20年以上日本の工作機械メーカーは国別で生産量が世界1位であったが、2008年には中国に抜かれている。しかしながら、1つの企業としての売り上げは1987年から2009年までヤマザキマザックは世界で1位である。

このような工作機械の基礎と、世界における企業の位置を紹介・説明いただいた後、4

つのグループに分かれて工場内の見学に移った。Mazak の製品の大きな特徴のひとつとして、「誰にでも使うことができる工作機械」という点があげられる。コンピュータの専門的な知識が無くても材料の加工過程をプログラムできるソフトを20年ほど前に開発し、いわゆる町工場のユーザーにも、ミスなく使いこなすことができるように工夫している。また、一昔前までは「工作機械＝油で汚れる」というイメージが強かったそうだが、機械の殆ど全体をケース内に覆ったり、切削のための水や油はフィルターを通じて再利用する形式にしたりすることで、清潔な印象と環境への配慮を意識している。この点は美濃加茂製作所のエントランスからショールームにかけての壁・床・照明等の細かい部分まで工夫されており、顧客を主体に考えるという企業の姿勢を具体化していると感じた。

見学途中や見学終了後の全体の座談会では、生徒から主に次のような質問があがった。

質 問	回 答
・切削水(水と油が混ざっている)の利用期間はどのくらいか。	半年から1年の間、使用できるように改善されてきている。
・製品の注文を受けてから納品までの期間は。	ライン生産できる製品ではないので、受注生産。受注→組立→完成→検査→分解→納品、の手順を経るため、汎用製品で1カ月。特殊な製品では6カ月。
・刃は摩耗すると思われるが、どのくらいで交換となるのか。	切削する材質にもよるが、短いものでおよそ1カ月。
・御社に入社するのに必要なものは何か。	「勉強する」ことは当然として、 ①もの作りが好きな事 ②熱中できること ③商品を作って売るという観点から、問題点を伝えられること ④工学系の知識
・商品を買った後、技術流出することは無いのか。	真似されるものは売らない。他社には無い製品を開発する。
・地下工場もあるそうだが、そのメリットは何か。	熱・湿気・振動の影響を少なくすることができる。

(イ) 財団法人 日本モンキーセンター 訪問 (午後の取り組み)

(財)日本モンキーセンターは、日本の動物園としては唯一の博物館である。学芸員と研究者により資料保存と研究、展示、教育普及活動を行っている施設を博物館として定義する。現在は70種類のサルを飼育展示し、種数においては世界一の数字である。

霊長類学の幕開けは、今西錦司博士らが宮崎県都井岬で野生ニホンザルの調査を始めた1948年のことであった。その後、名古屋鉄道の支援の下、1956年に(財)日本モンキーセンターが設立された。その後に隣接する場所に京都大学霊長類研究所が設立され、両機関が「人間とは何か」について様々な側面からサルの研究を行っている。

高野氏の講演は、上記のような日本における霊長類研究の歴史的背景をふまえ、ナチョラピテクス(1600万～1500万年前)を骨格の視点から研究する化石研究者として、科学的なものの捉え方の重要性に至るたいへん奥の深い内容に及んだ。発掘される化石については全身が見つかることは無く、からだの一部分から得られる限られた情報から現生種と比

較し、機能的解釈を試みる。例えば、骨のかたちと生活の様式や、歯の形と食性などを論理的に考えていく。その過程では、標本の形態的な違いを数値化して表し、統計学に基づいて考えていく方法が絶対的に必要となる。

続いてリサーチフェローとして所属する大橋氏より、野生チンパンジーの研究活動について講演いただいた。大橋氏は西アフリカのギニア共和国のボソウに生息するチンパンジーを調査しており、2つの石を使ったナツクラッキングに代表される道具の使用における生態学的意義、技術習得の特性、社会的影響や文化的行動としての特徴について非常に興味深いお話を下さった。

高野氏と大橋氏からの全般的な講演の後に、実際の骨格模型を用いて再び高野氏より「骨からわかること」としてレクチャーを受けた。初めに高野氏は、骨は種の系統と適応・食性・性差を含めた機能を表していることを説明された。実際にあごの顎関節を例にとり、生徒それぞれが自分の側頭筋の動きを自らの骨格にて確認した。筋と関節の間では力学的な原理に則って顎が閉じることを確認し、ヒトとゴリラの頭蓋骨を比較した。ゴリラの顎に発生する強い噛む力の構造的な根拠が、側頭筋の機能とゴリラの矢状隆起の持つ意味からたいへん明快に説明できる事に生徒たちは感銘を受けたようであった。その後、ヒトとチンパンジーの全身骨格模型を実際に手にしながら、肘関節から、とう骨と尺骨にかけての動きの説明を受けたり、2種の比較を通してその差異を見つけ出し、講師との対話形式で構造と機能について説明を受けた。生徒と高野氏の間で交わされたヒトとチンパンジーの骨格の違いについて、主な点は以下のものであった。

手の平の形状	チンパンジーは内側へカーブする
足の指	チンパンジーは親指が離れる
尾椎	ヒトは肛門が脱肛しないように強い靭帯がある
骨盤の形状	チンパンジーは幅が狭く長い ヒトはおわん状(幅広く短い・後部は大臀筋が付着するために大きくえぐれている)
肩甲骨の可動範囲	チンパンジーはぶら下がった時に肩関節が体軸に寄ってくる
犬歯	チンパンジーは肉食性ではないが、オスで発達している。メスの獲得を巡ってオス同士の争い(威嚇)のためにこのような形質が性選択を受けてきたと考えられている。

また、一連の講義を終えた後、生徒から出た質問の一部とそれに対する高野氏・大橋氏の回答は以下のものであった。

質 問	回 答
・外国での研究活動に、どのくらいの期間をかけるのか。	だいたい3～4カ月。調査の手續きに2週間。キャンプを1カ月。博物館で化石のクリーニングと登録作業に1カ月。研究に1カ月半。
・外国での調査活動に大切な事は。	現地の人との交渉、食糧の確保、言葉、病気への対策など。また、当然だが、同じ場所に来ている他の調査隊に対して、発掘場所を侵略してはいけない。
・研究のために特定の個体を調	論文として説得力のあるものとするためには、

査するののか。	何個体も骨格を調べる
・調査地のチンパンジーの個体識別の方法は。	個体にマーキングはしない。顔を覚える。
・サルの年齢はどのように調べるののか。	ボソウでは34年前から調査しており、この地域の個体は調査記録から判断できる。形態的には12歳までは歯で分かるが、12～20歳までは関節で判断できる。
・ボソウのナツクラッキングは、ヒトのやっていることを見て、覚えたのではないか。	基本的にチンパンジーはヒトのやっていることを覚えるのが苦手。おそらく自分たちであり出したのであろう。
・モンキーセンターのヤクニホンザルが「手たたき」をしているが、それも自分たちであり出したものか。	エサをもらえる確率が高まるという事で、自分たちであり出したものである。他に、冬季に焚き火に当たるという行動も自分たちであり出した。これら集団としての独特な行動は、1匹目が出現するまでの閾値が高い。また、このような行動をおこす最初の個体は子どもか雌である。

(4) 検証

この講座を受講した生徒については、第2学年時、SSリサーチにて全員受講型の取り組みの中に「身近な環境における生物多様性・外来種問題」(愛知学泉大学・矢部隆教授)、および「産業を支える製鉄技術を学ぶ」(JFEスチール(株)西日本製鉄所)という2つの講座を実施した。これらの経験を踏まえ、学年が進行した第3学年のSSクラスに今回の2種の講座を設定した。1日の限られた時間の中で2か所の訪問先を設定した事は、時間的に忙しい印象を作ってしまう、内容的には浅くならざるを得ない。できれば事前の調査(資料収集)と学習に多くの時間を使って、少人数の受講形式でなるべく専門的な部分にまで踏み込むことができたらなお良かったかもしれない。行事として1つのクラスがまとまって行動して受講する形式の中、理科の科目選択や進路の方向性が様々な生徒集団に対してモチベーションを維持しながら、関心の共通性や応用範囲の広さの視点から講座を設定したわけであるが、生徒のアンケートや感想をみると、幅広く興味関心や共感を得ることができたように思える。

【午前の研修について】

生徒が将来的に工学系の進路・就職とならなくとも、いろいろな分野で専門的な機械機器に接することは多くあると考えられる。専門性が高まれば、いわゆる「一品モノ」の器機・道具が必要になるし、場合によっては自分で装置を作ることも必要になる。このような時にマスコダクトではない製品がどのように作られてくるのかとか、工作機械の「母性原理」について知っておくことは、かなり大切なことではないだろうか。株式会社ヤマザキマザックの間野氏が講座の始めに、「進学・就職を考える際、(今日の見学を)必ず思い起こすだろう」「絶対ムダにはさせない」「何に興味があるのか自分を見つめてほしい」とおっしゃったことや、「大学のネームバリューでは採用しない。興味を持って熱中できる人が欲しい」という点については、専門性を身につける必要性や、職業を考える側面からも大変大きなイ

ンパクトを生徒に与えていた。生徒の感想には、次のような言葉があった。

- ・単に勉強しているだけではだめで、興味を持って積極的に学ぼうとすることが大切と強く感じた。
- ・何もかも機械でできるのではなく、最後は職人的な人間の手が必要ということを実感した。
- ・世界に誇る日本製品のひとつとして工作機械があることが分かった。
- ・技術の開発と企業の戦略を知り、科学が社会活動の中に組み込まれている事を実感した。
- ・技術や能力はもちろんだが、ディスカッション能力やコミュニケーション能力も欠かせないことが分かった。

アンケートの数値はもちろんだが、多くの生徒に新しい観点から科学技術を見つめる経験をさせることができた。

【午後の研修について】

霊長類化石の現地発掘調査について、たいへんリアリティーの高いお話を高野氏よりいただいた。骨格がその生物の形態の特徴だけでなく、行動や進化的な系統、個体としての履歴まで表現している。分析に必要となるのは数学的、物理的な理由づけであり、学問分野の繋がり的重要性について、生徒は大きな驚きを感じていた。様々な質疑応答の中においては、研究分野をまたいで広い知識や考え方が必要になることを、実際の調査研究での経験の中から、回答していただいた。事後に実施した生徒対象のアンケート項目にも『研究活動の具体的イメージをとらえることができたかどうか』について尋ねたが、97%の生徒が研究者の研究活動を「イメージすることができた」と回答した。調査に関係する現地の人々との交渉のスタンスや、そこで必要となる言葉による情報伝達の重要性については、特に生徒に大きなインパクトを与えたようである。語学力はもちろんだが、それを発揮するための行動力やコミュニケーションする力などのさらに一歩も二歩も踏み込んだ総合的な力が必要となることを高野氏との質疑応答の中で感じ取ることができたようである。

生徒の感想には、次のようなことばがあった。

- ・実際のフィールドでの研究は、想像以上のものであることが分かった。自らの経験をとても生き生きと語っていただき、「研究は素敵な事だ」と感じました。
- ・その国の言語や文化、情勢を知り、広い視野で適応しながらやっていくことの大切さを感じた。霊長類研究は様々な学問分野の人たちが集まって行われていることを知り、とても幅のある研究分野であることがわかった。
- ・フィールド中心の研究に魅力を感じる僕にとって、新しい発見が多くあり、お話を聞くことでとても良い経験になりました。
- ・ヒトの骨格との比較により新しく分かることが多くあり、行動や動きと形態のつながりなど、新しい発見の多い研修でした。
- ・研究者の声を生で聴けるということは、本当に貴重な体験だと改めて感じた。いろいろな事に興味を持ち、食欲に学ぶことが何よりも大切だと思った。
- ・骨のなす役割やその仕組みを生物学的にだけでなく、物理学的な観点からも探るなど、研究には様々な分野が関わり、多方面からアプローチすることが必要だと実感した。

[アンケート設問の主なもの]

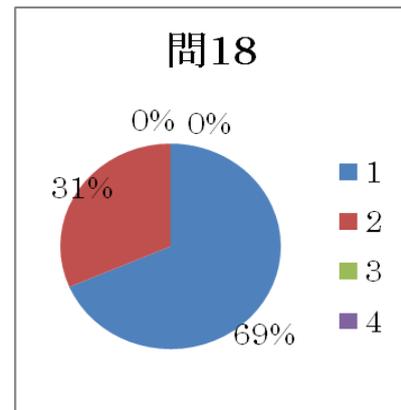
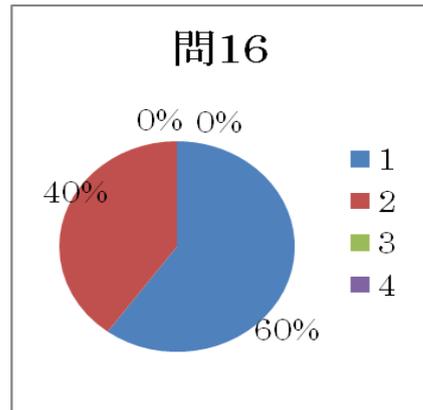
問16 今回の「SSリサーチI」に関連する事項について、いろいろ知りたいと思う気

持ちが高まりましたか？

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

問18 全体として、今回の「SSリサーチ I」に参加した結果は満足いただけるものでしたか？

- 1 はい
- 2 まあまあ
- 3 あまり
- 4 いいえ



(左) (株)ヤマザキマザック・間野氏より説明を受ける

(右) (株)ヤマザキマザック ショールームの見学



(左) (財)日本モンキーセンター 高野氏による骨格の機能についての講義

(右) チンパンジーとヒトの骨格(模型)の比較

1 3 S S リサーチⅡ

(1) 物理コース① 「ハリーポッターの透明マントはできるのか？」

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22年7月23日（金）、24日（土）、26日（月）

場所：豊田工業大学工学部 物質工学分野情報記録機能材料

(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：「ハリーポッターの透明マントはできるのか？」

講師： 豊田工業大学工学部 物質工学分野情報記録機能材料

栗野 博之 教授

イ 仮説

2年生の1学期終了段階では、高校での物理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、大学での研究にどのように結びついているかの理解までは、あまり期待できない。それよりも、電磁気学を中心として、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、物理を学ぶ意識が高まると考えられる。また、研究を進めるうえでの仮説設定の大切さを理解させられると考えられる。

ウ 内容・方法

1日目に「高効率電磁誘導の設計指針」というテーマのもとに、壁を挟んだ離れた部屋どうしの中で音声のやり取りをしたいという課題で、電波の送受信についての理解を深めた。そして電磁誘導についての実験を行った。

2日目には「安全、簡易な荷物の運搬方法」というテーマのもとに、安く簡易な方法で荷物を受け取るという課題で、磁力についての理解を深めた。そして渦電流についての実験を行った。

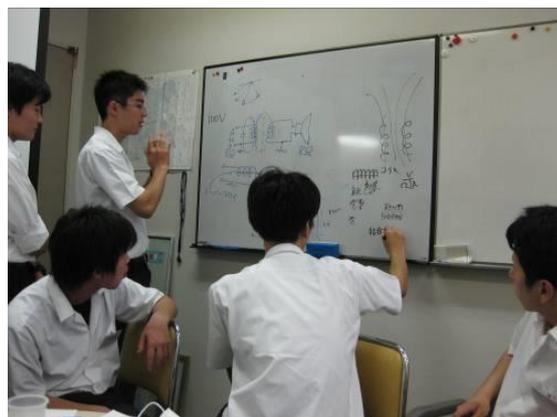
3日目には2つの実験について、グループや個人で得たデータに基づいた考察と発表を行った。

「高効率電磁誘導の設計指針」

(ア) 導入と1日目の課題

栗野先生より、映画の1シーンなどを題材に、最先端テクノロジーとしての再帰性反射材についてや、電磁波とメタマテリアルなどの材料研究についての基礎知識と3日間のスケジュールの概略の説明があった。

その後、1日目の課題として、電流と磁界の関係性をテーマにし、2つの部屋が壁一枚を挟んで独立しており配線を通すことができ



ない、電磁結合で音を送る装置の設計指針を立てることとなった。生徒のディスカッションを経て、装置のアイデアを固め、それを検証するための実験方法までを話し合わせた。また、コイルの巻き数や大きさなどによる電磁誘導の強さの予想を立てさせ、この後の実験につなげた。



(イ) ヘルムホルツコイルの製作

- ① ファラデーの電磁誘導の法則より公式を立てた。

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1$$

- ② 任意の巻数、大きさのコイルを2つ作りアンプとスペクトルアナライザーにつないだ。
- ③ グループごとにコイルの巻き数や鉄心の有無、置き方なども変えてデータをとった。
- ④ 同じ曲の同じ時間における出力電圧の計測を行った。

(ウ) 実験結果

- ① コイルは同じ大きさどうしでなるべく大きな方が高効率であった。
- ② 仮説として立てた公式通り、コイルの巻き数をアンプ側を少なく、スピーカー側を多くすると出力電圧が高くなる傾向となった。
- ③ 巻き数が少なすぎる場合は、この公式は成り立たない。

(エ) 考察

仮説の公式には成り立つ巻き数の範囲があり、結合面積などの他の条件も考慮することで、より高効率化が図れる。

「安全、簡易な荷物の運搬方法」

(ア) 2日目の課題

栗野先生より1日目のまとめの方針の説明があり、発表資料の作成を行った。その後、2日目の課題として、安全で簡易に荷物を上から下へ運搬する方法の指針を立てることとなった。生徒のディスカッションより、金属パイプに磁石を通すときに発生する渦電流を用いることが考え出された。



(イ) 渦電流による落下速度の変化の測定

- ① 1mの金属パイプ（銅、真鍮、アルミニウム、アクリル）と、ネオジウム磁石、アルニコ磁石の円柱型、四角柱型、ドーナツ型、ボタン型を準備した。
- ② パイプの中に磁石を落とし、その落下時間を計測した。

- ③ 指標となるネオジウム磁石やヘルムホルツコイルを用いて、実験で用いた各磁石の磁力を計測した。

(ウ) 実験結果

- ① パイプと磁石の隙間が狭くなる磁石ほど、落ちるのに時間はかかる。
 ② 磁力の強い磁石ほど、落ちるのに時間はかかる。
 ③ 金属パイプについては伝導率が高いほど落ちるのに時間はかかる。



(エ) 考察

現実の場面で上から下へ荷物の運搬を行う場合、荷物の大きさに応じた銅やアルミニウムのパイプを準備し、強い磁力の磁石をつけることで、渦電流により時間をかけて荷物を下ろすことができる。



「研修成果の発表」

(ア) 2日目の実験の整理

1日目、2日目のデータや結果をまとめ、発表資料とするものを持ち帰って整理していたので、それを発表用のPowerPoint資料として完成させた。

(イ) 相互発表会

6名それぞれがまとめた2日間の研修内容の報告会を行い、生徒相互のディスカッションとともに、栗野先生から講評をいただいた。



「その他の取り組み」

(ア) クリーンルーム見学

1日目の昼食後、栗野先生の研究室に付設されているクリーンルームに入れてもらい、その性能や機器などの操作方法などについて、説明を受けた。

(イ) 大学構内見学

2日目の昼食後、この研修に事務方として調整していただいた学生部高大連携推進グループの岸さんの案内で、大学の講義室や工作室、図書館などを案内してもらった。



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、「自分にとってはかなり難しい内容だったと思う。この分野に関して、自分の知識が全然無かったので、実験などでも仮説を立てるのに苦労した。しかし、仮説思考という自分にとって初めての考え方が、慣れないながらも理解の助けになった。今後もこの考え方を鍛えていこうと思う。」「作業場を見学した。大学にあたかも工場のような大型の工作機械がたくさんあったのは、圧巻だった。」「パワーポイントを利用して発表するのに、まとめるのが大変だと感じた。渦電流については科学部でやったことがあったが、新しく学べたこともあった。」「科学部で1年間以上、研究などの活動はしてきたが、それでもまだ、実験しデータをまとめ、考える作業はとても難しいものだと感じた。SSクラスの課題研究にも積極的に取り組みたい。」などが感想として挙げられた。

仮説に始まる研究の手順を知る上で、有効であったとともに、内容をまとめることにより、取り組んだ内容を深く理解できたようであった。また、少人数で実施したことにより、内容をそう難しく感じず、食事と一緒に話をしたことにより、研究者を身近に感じる事ができたようであった。

講師対象のアンケートによると、生徒の受講態度は良好で、質問も的を射たものであったようである。また、感想として、「SSHの学生はとても優秀で、互いに議論を積極的に行い、実験を着実に進めていった。これからの成長が楽しみである。」「技術立国日本を支える優秀な人材育成としてSSHは非常に効果的であると感じました。」などをいただき、今回のSSリサーチとしての取り組みを肯定的にとらえていただいた。

(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。生徒にとっては議論することによって仮説を立てる経験ができ、そこから工夫の余地のある自由度を持たせた実験を実施することができた。また、結果のまとめ方や考察についても、先生の丁寧な指導のもと、的確なものとなった。さらに、相互に発表し合うことを入れたことにより、研修の内容の理解を深められたとともにプレゼンテーション力の強化にもつながった。今後の高校での学習や課題研究の取り組みに、良い影響を与えていくと思われる。

大学の方の準備も丁寧で、高校生の能力を把握した計画を立てていただき、大学に行かないと見られない施設の見学や先生も交えての昼食など、大学の様子や研究者を知る上で、非常に意義深いものを準備していただいた。

課題としては、大きなものは考えられないが、進路研究のために、より幅広い分野を経験させる機会にできたかも知れないといえることである。しかし、今回のように分野を絞ってじっくり丁寧に研究テーマに取り組むことの方が、効果的であったと考えられる。

(2) 物理コース② 「メカトロニクスとデジタル情報処理 ―そのソフトとハード―」

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22年8月11日（水）、12日（木）

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：メカトロニクスとデジタル情報処理 ―そのソフトとハード―

講師：名古屋工業大学 創成シミュレーション工学

機械工学教育類 水野 直樹 教授

TAとして名古屋工業大学大学院 工学研究科より2名

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

(イ) 内容と展開（ハードウェアについて）

11日午前中にメカトロニクスとデジタル回路のハードウェアの基本的な理論について学んだ。講義はスライドを用いたものであったが、実際にさまざまなメカトロニクスの製品や回路を見ることができ、メカトロニクス、デジタル回路への理解を深めた。午後からは簡単な条件分岐の回路(AND回路、OR回路、カウンタ回路)を設計し、それをブレッドボード（簡単に回路を組むことができる基盤）上に、



IC のチップや LED、スイッチなどを組み込み製作した。

実際に全てうまく動作することを確認した。

(ウ) 内容と展開 (ソフトウェアについて)

12日の午前中にプログラマブルロジック回路とマイクロコンピュータによる情報処理について学んだ。11日に続き、講義はスライドを用いたものであったが、実際に製品や回路を見せていただき、マイクロコンピュータへの理解を深めた。午後はまず前半にマイコン2種類を用いて、ティーチングアシスタントの大学院生の指導のもと、ソフトウェアを実際に記述して LED を文字の形に光らせる機械を動作させた。また後半には、ロボットアームをコンピュータによるソフトウェア制御で動作させる実習も行った。



エ 検証

生徒6人、教えていただいた先生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いただいた。生徒からは講義は多少難しい部分もあったが、実習、実験で、実際にものを触って動かしたことにより理解が深まったという意見が多くあった。また、日常では身の回りにあふれている機械、回路をブラックボックスとしてただ使用しているだけだが、それらの動作原理を学び、またそれがすごく単純であることを知り、興味深かったという意見も多かった。実際にものに触れて、それに関することを学ぶということは生徒の興味、関心を引く上で非常に有用であること、生徒が興味、関心を持てば主体的に自ら学ぼうとするということ、これら2点がはっきりと生徒の行動としてあらわれていた。

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

(3) 化学コース① 「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22年8月10日(火)、11日(水)

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2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

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 HCl(aq) を準備する。
- ④ Cu^{2+} の標準溶液を 1M HCl(aq) 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 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

LIX84 により、選択的に Cu^{2+} が分離されたことが確認できた。3 班に分かれての実験であったが、各行程での結果を分析することで、操作に不手際のあった行程を特定す

ることができ、班ごとの結果の差について深く考察することができた。

「泡沫分離で GOLD を分けてみよう」

(ア) 原理の説明

都市鉱山からのレアメタルの回収の話題を交え、金属分離の必要性、界面活性剤の性質、泡沫分離の原理の説明がされた。界面活性剤を用いて泡を発生させ、水の表面積を大きくすることにより分離の効果を高めることや、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の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

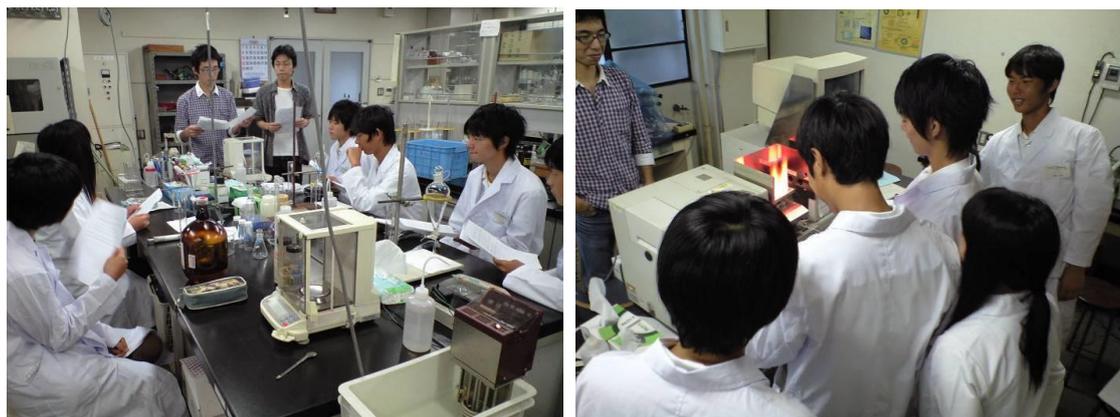
空気流量を調整し泡の大きさなどの条件を変え、2班に分かれて実験を行った。物質収支、回収率、濃縮比、分離度の計算を通して、条件に対する結果の違いを確認することができた。

エ 検証

生徒対象のアンケートによると、未体験の内容に触れ、新たな発見をすることで、自分の可能性や、今後の進路について視野の広がりを感じている。また、現役の学生と交流することで、学校案内にはない学部・学科の特質や学生生活の様子などを知ることができ、様々な分野で多くのものを得ることができた二日間であったようである。

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が、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ことができた。また、実験実習での器具や試薬の取り扱い、結果を得るまでの実験手順の設計、結果の分析や考察等の経験は、課題研究や今後の様々な活動に活かされるものである。この講座を通して、基礎的な知識・学力の重要性と、それを土台に研究活動が積み重ねられ、最先端の技術開発が行われることを認識することで、化学に対する関

心、学習への意欲向上を確認することができた。



(4) 化学コース② 「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、5名

(イ) 実施日程・実施場所

日程：平成22年8月18日（水）、19日（木）、20日（金）

場所：名古屋大学 エコトピア科学研究所 および工学部

(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

「最先端の科学技術」とは何なのか。高校生活では見ることもない機器を使って実用化されれば私たちの暮らしを豊かにするような素材を合成し、考察させる。「大学で行われている研究とはどういうものなのか」を体験させることで、現段階では化学は未履修の状態に近い生徒の研究者としての意識付けを行わせる。



ウ 内容・方法

(ア) 講義、ガイダンスについて

3日間の講座の最初に齋藤永宏教授、稗田純子助教から3日間のスケジュール確認を行った。その後、全員の自己紹介が行われ、TA紹介に補足する形で、齋藤教授から現在研究されている「超はっ水性」「燃料電池」について説明があった。その後、

稗田助教より「プラズマ」「超はっ水性」についての詳しい説明があった。

(イ) テーマ1 「生物に学び超はっ水性材料をつくる」

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



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

(ウ) テーマ2 「液中プラズマによる表面処理と材料合成」

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

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

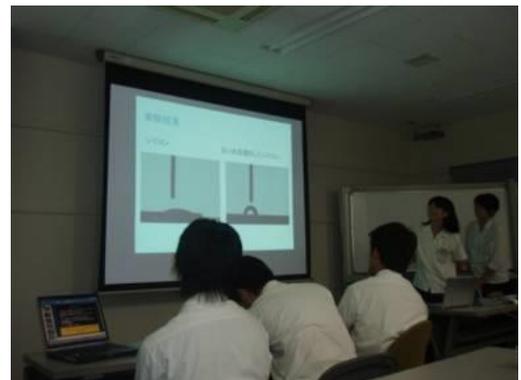


(エ) プレゼンテーション資料作成

受講生徒は二つのテーマに分かれて、プレゼンテーション資料の作成を行った。担当のTAに資料の作成方法、内容の確認、発表の仕方などの指導を受けた。

(オ) 発表会

発表を通して、研究室に所属する大学院生に発表後質疑をしていただき、プレゼンの演習且つ本リサーチのまとめを行った。



研究室の学生も発表会では質疑に参加していただいた。結果を深く考察すること、良いデータを出すにはどこを改善すればよいかなど、今後の研究活動に役立つ考察方法について助言いただいた。

エ 検証

(ア) アンケートの内容と結果

最先端の研究に触れた3日間の中、受講生徒全員が、「大きな機器を使っただけの測定にわくわくした」等機器に関する感想が目立った。生徒のアンケートより、ほとんどの生徒が「本講座の内容をおおむね理解することができた」、「将来この経験は役に立つ」と回答しており、本講座が生徒にとって有意義なものであったことを裏付けている。また、講師アンケートより、講師側として「本講座内容は高度であった」と回答いただいているが、生徒側は「想像していたよりも高度でなかった」と回答している。その理由の一つにTAの説明が親しみやすく丁寧で分かりやすかったことがあげられる。大学側は「大学院生が教えるという点で大学側に波及効果があった」と回答されている。SSHを通してより多くの生徒が、純粋に科学が好きになるきっかけを満たす講座であったと考える。

(イ) 研究の成果と課題

本年度4月から学び始めた化学は、化学反応式までの内容が終了したばかりである。本テーマの一つである「燃料電池」は未履修の分野であるため、生徒に持参を指示した授業で用いている資料集が大変役に立った。一方で実験活動を開始していないため、生徒は実験ノートの書き方が分からず、メモ程度で終わってしまったのが残念である。現在注目されているエネルギー問題を、新素材を開発することで解決しようという試みは、具体的であり、生徒の研究や科学といった興味をより深いものにする効果があったと考えている。



(5) 生物コース① 「マウスES細胞から作製した神経幹細胞の分化の観察」

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22年7月22日（木）、29日（木）、30日（金）

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

(ウ) 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：「マウスES細胞から作製した神経幹細胞の分化の観察」

講師：名古屋市立大学大学院 医学研究科分子神経生物学

イ 仮説

高等学校の、「生物 I」では、動物組織を取り扱う分野で神経細胞の形態を学ぶ。その後、後半の方にて神経系のはたらきや神経伝達物質、動物の行動について学ぶ。これらの単元では神経細胞の働きについてが中心となり、その調節をするグリア細胞については、ほとんど記述が無い。しかしながら、先端医療の場面では、グリア細胞の重要性はかなり大きく取り上げられている。また、再生医療の研究の進歩により、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なっており、再生医学分野は生命科学に関心の高い生徒にとっては、たいへん興味深い内容と考えられる。

この講座で取り上げられている「神経幹細胞からの分化」は、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、講座を開設した。

ウ 内容・方法

はじめに講座の目的について、講座第1日目に青山講師よりお話をいただいた。その後青山講師、T Aの皆さんによる指導の下、培養過程の神経幹細胞の顕微鏡観察を行った。そしてさらに分化誘導を開始し、1週間後の細胞染色のための準備を行った。

第2日目には培養細胞を固定し、抗原抗体反応の原理を学びながら、一次抗体処理を行った。

第3日目には二次抗体で処理し、培養した細胞の分化の様子を蛍光顕微鏡を用いて観察を行い、得られた画像をもとに実験の成果について考察した。

(ア) 生物材料 マウス由来の神経幹細胞

(イ) 事前講義(青山講師からの講義の要旨)

通常の体細胞分裂では、細胞A → 細胞A + 細胞A というように、母細胞と同様の性質の細胞が複製される(自己複製)。一方で、幹細胞は自己複製能と、特定の機能をもつ分化した細胞を作る能力を有する。つまり、細胞A → 細胞A + 細胞Bという形で細胞分裂がみられる点の特徴である。また、幹細胞は分裂を伴うことなく、分化因子により分化する場合もある。

幹細胞には、様々な段階のものがある。受精卵からできてくる胚性幹細胞(embryonic stem cell, ES細胞)、発生段階で見られる組織幹細胞や胎生期幹細胞、そして、出生後にも組織幹細胞と成体幹細胞が存在する。ES細胞は、初期発生段階の胚盤胞の内部細胞塊の中に存在する。神経細胞をはじめ、様々な組織に分化する能力を持ち、再生医療への応用が期待されているが、受精卵を得るという点や、生命倫理的な観点から制約が大きい。このES細胞を人工的に作成できないかという視点から2006年にマウスでiPS細胞(induced pluripotent stem cell)がつくられた。この細胞は、主に線維芽細胞を材料に数種の転写因子をウイルスベクターを用いて遺伝

子導入し、人工的に分化万能性を持たせたものである。iPS細胞は受精卵を必要とせず、必要とする人の細胞から直接つくることができるために、免疫的な問題点を回避できる。このために、再生医療の移植細胞としての利用に多くの期待が持たれるわけだが、作成段階でがん遺伝子を導入する必要があったり、腫瘍化の心配があったりと、すぐに実用化にたどり着くというわけではない。

幹細胞のひとつである組織幹細胞には、様々な種類が体内の組織に存在する。これらは自己複製能を持ち、失われた細胞を補う(造血幹細胞→血液細胞, 神経幹細胞→神経細胞, 肝幹細胞→肝細胞 等)。この中で再生医療で広く応用されているものが造血幹細胞で、造血器悪性腫瘍や造血不全、免疫不全などの治療に用いられている。

この講座で扱う神経幹細胞は、マウスでは1992年、ヒトでは1998年に発見された。神経細胞は脳の神経細胞は出生後に分裂増殖することはないと信じられていたが、この発見で、出生後も神経新生が起こっている事が明らかとなった。神経幹細胞は、神経細胞やグリア細胞に分化する。グリア細胞は3種の細胞が知られており、それらはastrocyte, oligodendrocyte, microgliaである。このうち、神経幹細胞から分化するものは、astrocyteとoligodendrocyteである。astrocyteはneuronに栄養を与えたり、生存や機能の維持に重要な役割を持つ。また、oligodendrocyteは情報伝達の調節などに重要な役割を持っている。胎生期の神経幹細胞は脳内に広く分布しているが、マウスの成体では側脳室周辺部と海馬歯状回に存在している。その役割としては不明な点が多いが、記憶や情動の調節、アルツハイマー病やうつ病との関与が指摘されている。また、脳出血などの脳に損傷がおこった場合、幹細胞から神経細胞の新生が促進されたり、傷害部位への細胞の遊走がおこったりしていることが報告されている。神経幹細胞を使った治療の可能性として、これらの内因性神経新生を利用する方法と、幹細胞移植を利用する方法が、現段階では有望視されている。

(ウ) マウスの神経幹細胞の培養

マウスのES細胞から作成した神経幹細胞を材料に、分化誘導を開始した。

【実験手順】

- ①顕微鏡下でneurosphere(たくさんの神経幹細胞の集合)が形成されていることを確認する。
- ②matrigel coatした円形カバーガラスを24wellのプレートに入れ、その上で細胞培養を開始する。neurosphereのままのstem cellを加え、NS mediumを加える。この培養液には未分化維持因子のFGFが含まれていないために細胞の分化が誘導される。

(エ) 免疫染色

この実験で神経幹細胞より分化した観察対象細胞は、神経細胞(neuron)・アストロサイト(astrocyte)・オリゴデンドロサイト(oligodendrocyte)の3種である。これらの細胞は特にアストロサイトとオリゴデンドロサイトは形態的にも類似している。それぞれの分化した細胞は、特異的なタンパク質を形質発現しており、これらを細胞マーカーとして抗原抗体反応を応用して染色することでその分化を同定できる。

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
神経細胞	β -tubulin	抗 β -tubulin抗体	抗mouse IgG - Alexa594(Red)

(neuron)		(mono) (mouse IgG)	抗体 (goat IgG)
アストロサイト (astrocyte)	GFAP (Glial Fibrillary Acidic Protein)	抗 GFAP 抗体 (poly) (mouse IgG)	抗 mouse IgG - Alexa594 (Red) 抗体 (goat IgG)
オリゴデンドロサイト (oligo- dendrocyte)	CNPase	抗 CNPase 抗体 (mono) (mouse IgG)	抗 mouse IgG - Alexa594 (Red) 抗体 (goat IgG)

神経細胞 (neuron) は、形態的にも軸索が伸長しているために区別が容易である。二次抗体には 1 種類の抗体を用いるため、以下の 2 つの実験手法 (①と②) に従って加える一次抗体を 2 種類とし、これらの組み合わせを変えて免疫染色を行った。

実験手法	用いる一次抗体	用いる一次抗体	確認できる細胞
①	抗 β -tubulin 抗体 (mono) (mouse IgG)	抗 GFAP 抗体 (poly) (mouse IgG)	・神経細胞 (neuron) ・アストロサイト (astrocyte)
②	抗 β -tubulin 抗体 (mono) (mouse IgG)	抗 CNPase 抗体 (mono) (mouse IgG)	・神経細胞 (neuron) ・オリゴデンドロサイト (oligodendrocyte)

【実験手順】

培養液の well からの medium の除去

- ①well に 1.0mL 入っている medium から 0.5mL を除去する。
- ②PBS(-) を 1.0mL 加える。
- ③well の液体を 1.0mL 除去。PBS(-) を 0.5mL 残し、wet 状態を保つ。(細胞の形態を保つため)
- ④再度 PBS(-) を 1.0mL 加える。
- ⑤well の液体を 1.0mL 除去する。

細胞の固定 (fixation)

- ①well に PBS(-) を 0.5mL 残した上に 3% paraformaldehyde (PFA) (37°C) を 1.0mL 加え、30 分固定する。(well 内の PFA 濃度は 2.0%)
- ②固定処理後、1.0mL の PBS(-) にて 5 分間の洗浄を 3 回繰り返す。

細胞に穿孔を開ける (perforation) ・ ・ ・ ・ 細胞膜に、抗体が通過しやすくするための処理をする。

- ①0.2% Triton-X-100 を 1.0mL 加え、5 分間処理する。
- ②1.0mL の PBS(-) にて 5 分間の洗浄を 3 回繰り返す。

ブロッキング処理 (blocking) ・ ・ ・ ・ 非特異的な抗原抗体反応がおこらないようにタンパク質表面をブロックする。

- ①blocking solution を 1.0mL 加え、60 分間処理する。

blocking solution の組成

3.0%	BSA (bovine serum albumin)
0.1%	glycine
0.1%	NaN ₃

total PBS にて 100mL とする

- ②1.0mL の PBS(-) にて 5 分間の洗浄を 2 回繰り返す。

一次抗体処理

- ①一次抗体 mixture を作成する。希釈には細胞膜にできている穿孔を維持するために 0.2%Triton-X-100PBS を用いる。

実験手法	用いる一次抗体と希釈率		確認できる細胞
①	抗 β -tubulin 抗体 (mono) (mouse IgG) 1:500	抗 GFAP 抗体 (poly) (mouse IgG) 1:1000	・神経細胞 (neuron) ・アストロサイト (astrocyte)
②	抗 β -tubulin 抗体 (mono) (mouse IgG) 1:500	抗 CNPase 抗体 (mono) (mouse IgG) 1:400	・神経細胞 (neuron) ・オリゴデンドロサイト (oligodendrocyte)

- ②ピペッティングにて一次抗体mixtureを混合した後、1wellあたり 500 μ L加える。
well 壁面よりゆっくりと加える。

- ③4 $^{\circ}$ C条件で over night。液体の蒸発を防ぐため、well の蓋はテープでとめる。

二次抗体処理

- ①4 $^{\circ}$ Cに冷却した 1.0mL の PBS (-)にて5分間の洗浄を3回繰り返す。

- ②二次抗体溶液の希釈には細胞膜にできている穿孔を維持するために 0.2%Triton-X-100PBS を用いる。

二次抗体は、抗 mouse IgG - Alexa594 (Red) 抗体 (goat IgG) を用い、1:1000 で希釈。

- ③1well あたり 500 μ L の二次抗体を加え、60分間遮光して反応させる。

封入・蛍光観察

- ①二次抗体処理の済んだwellを、1.0mL の PBS (-)にて5分間の洗浄を3回繰り返す。

- ②スライドガラス上に封入剤の ProLong[®] Gold antifade reagent with DAPI (Invitrogen 社)を 20 μ L 置き、カバーガラスの細胞が乗っている面がスライドガラス側になるように乗せて封入する。

- ③蛍光顕微鏡にて分化したニューロンとアストロサイト、オリゴデンドロサイトの形態と分布を中心に、免疫染色で蛍光標識した細胞について蛍光顕微鏡を使って観察する。また、封入剤には核を染色する物質 DAPI が含まれている。DNA に結合する DAPI により核の所在が明確に観察される (紫外光による励起) ので、核の場所と軸索等の形態にも注意を払う。

エ 結果と考察 (蛍光顕微鏡による観察より)

- (ア) 神経細胞 (neuron) ・アストロサイト (astrocyte) ・オリゴデンドロサイト

(oligodendrocyte) への分化が確認できた。神経幹細胞からの分化の傾向としては、神経細胞への分化が著しかった。

一次抗体に抗 β -tubulin 抗体を用い、神経細胞が分化した様子を図 1 に示す。核は DAPI により青色の蛍光を発している。neuron の細胞体がたいへん高密度で存在していることが確認された。また、一方で核のみが蛍光染色されている部分もある。この細胞は、アストロサイトに代表されるグリア細胞か、または未分化の幹細胞の可能性がある。

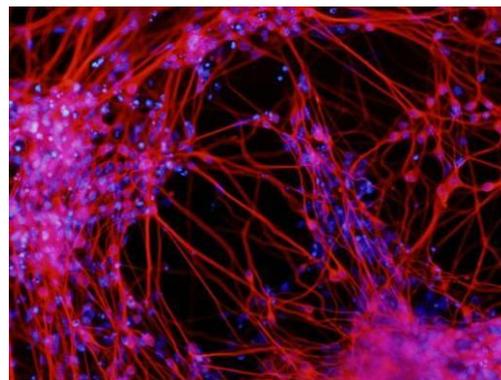


図 1 神経細胞の分化

(イ) 一次抗体に抗 GFAP 抗体を用い、アストロサイト (astrocyte) が分化した様子を図 2 に示す。

小型の核が DAPI で染色され、密集した部位は neuron である可能性が高い。astrocyte は、核が大きく、中間径フィラメントの一種である GFAP を特異的に発現しているが、GFAP はたいへん細かく細胞質内に網状に分布しているようである。また、ところどころに GFAP が高い密度で細長く伸長している部位がある。この部位は細胞がアメーバ様に仮足を伸ばしていると考えられる。

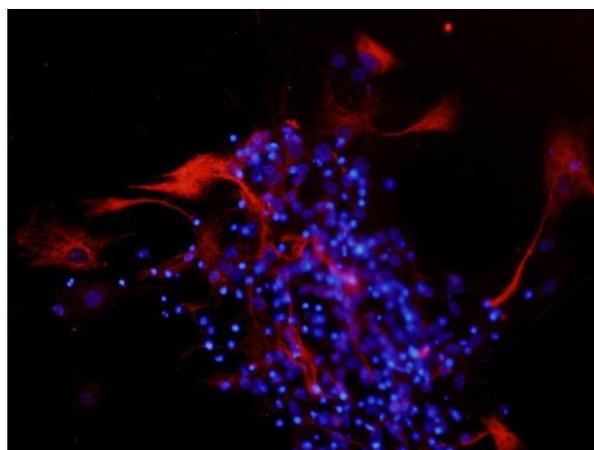


図 2 astrocyte の分化

(ウ) 一次抗体に抗 CNPase 抗体を用い、オリゴデンドロサイト (oligodendrocyte) が分化した様子を図 3 に示す。

oligodendrocyte への分化の割合は、この実験では他の細胞に比較して最も低かった。核は小型で、数個の細胞で集団を形成している様子が観察された。

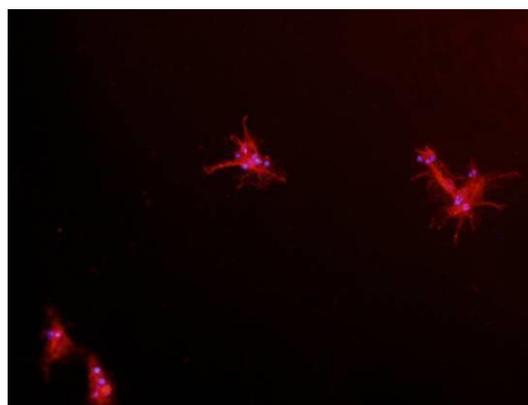


図 3 oligodendrocyte の分化

オ 検証

校内の授業で、受講生徒は本年度は生物を履修していない。昨年度第 1 学年時に「生物 I」の細胞、生殖、発生、遺伝現象についてのみ学習しているため、基礎知識の不足をどのように補いながら進めていくかが大きな課題であった。事前学習会を開催し、免疫分野

の基礎と神経系の基礎についての講義を行ったが、大学での実験体験が初めての状況下では、実効性のある段階までの知識とすることができなかった。意欲をもって講座に臨ませるためにも、その下地となるような事前指導の重要性を感じた。

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。

- ・ 高校では使うことのない器具を扱うことができ、とても自分のためになった。
- ・ 蛍光顕微鏡の写真がすごくきれいに撮影でき、感動した。
- ・ 実際の大学での研究の雰囲気を知ることができたのは、たいへん貴重なものだった。



青山講師からの事前講義



マウスの神経幹細胞の培養操作

(6) 生物コース② 「アレルギーの治療薬 一薬の作用機構から副作用まで」

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、5名

(イ) 実施日程・実施場所

日程：平成22年8月12日（木）、13日（金）

場所：名古屋市立大学 薬学部(田辺通キャンパス)

研究棟(北館)3F 生体超分子システム解析学

(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：「アレルギーの治療薬 一薬の作用機構から副作用まで」

講師： 名古屋市立大学大学院薬学研究科 生体超分子システム解析学分野

平嶋尚英 教授 田中正彦 准教授 田所哲 助教

TAとして名古屋市立大学大学院薬学研究科

博士課程3年 野村英宏さん 修士課程1年 大橋令さん

イ 仮説

高等学校でのアレルギーの学習内容は、「生物Ⅰ」の単元の生体防御、また「生物Ⅱ」の単元、免疫のしくみにて記述がある。しかしながら、その理論やタンパク質をはじめとする化学物質や細胞の関与については、ごく簡潔にまとめてあり、生徒の興味と関心を引き付けるには、かなりの具体性を持たせないと不十分である。さらに、免疫学の分野は日

進月歩であり、教員側の授業での指導改善のみならず、実験体験をふまえての理解が無く、説明も机上の空論になってしまいやすい。また、現代社会では多くの人々がアレルギーに困っており、それに対する薬の作用について学ぶことは日常生活と薬学研究の繋がりを実感させる観点で、大変有効なテーマであると考えられる。

この講座で取り扱われる薬の作用機構のしくみや副作用の原因をめぐる論理的な思考は、生命科学全般に関係する多くの分野の理解にも大きな助けになると思われる。特に細胞表面の受容体が様々な生体反応を引き起こすカギとなる点については、神経細胞や内分泌系作用に共通点が多く、一歩進んだ理解に役立つ。高等学校では動物の培養細胞を扱うことはまず無理なため、大学研究室と連携していただくことで、講座の実現が可能となる。この機会を通じて、大学での研究の様子を知り、実験操作の原理の習得、探究の姿勢や主体的に考察する態度の育成ができるのではないかと仮説を立てた。

ウ 内容・方法

(ア) 講義「くすりの働き：抗アレルギー薬を例にして」(平嶋 教授)

[第1日目講座(午前)]

講座の第1日目午前に、平嶋教授より上記のテーマにて講義をいただいた。薬となる物質の作用のしくみと、それに伴う副作用の原因をアレルギーの薬を題材として展開していただいた。アレルギーの歴史からそれが免疫応答の病気であること、そして免疫学の基礎を Jenner による種痘の発見(1798年)から丁寧に説明いただいた。

[要旨]

アレルギー患者の血清には、アレルギーの原因となる物質と反応して重大な傷害を引き起こす成分があることが1921年に発見され、これは Prausnitz-Küstner 反応とよばれた。この血清中の物質はその後、1966年に石坂公成博士により、免疫グロブリンの一種である IgE ということがつきとめられた。花粉症の反応はマスト細胞の脱顆粒による。マスト細胞の表面には IgE の Fc fragment の受容体が存在している。花粉の侵入に端を発する抗原認識の後、B細胞より IgE(花粉に含まれるタンパク質のみに特異的に反応する antigenbinding site をもつ IgE)が産生され、これがマスト細胞の表面の IgE 受容体に結合する。これを感作という。再度花粉の侵入がおこると、アレルゲンが感作されたマスト細胞の表面の IgE と結合する。IgE とアレルゲンの結合を通して受容体の架橋が形成されると、細胞内の Ca 濃度の上昇がおこり、マスト細胞の脱顆粒がおこる。マスト細胞より放出される炎症性化学物質には、ヒスタミンをはじめプロスタグランジンやロイコトリエンがある。くしゃみ・鼻水・鼻づまりに代表される花粉症の症状は、主にヒスタミンによる。

花粉症の薬物療法で、どうすれば治療できるかを考える場合、その発症過程のどこかを阻止すればよいことになる。可能性として効果的に薬物療法ができるであろう部分が4つある。

- ①ヘルパーT細胞から放出されるサイトカインのIL-4の産生を抑制する[スプラタストトシル酸塩(アイピーディ)]
- ②IgEのマスト細胞への結合を阻害する[抗IgE抗体を用いたゾレア]
- ③マスト細胞の脱顆粒の抑制[トラニラスト(リザペン)など]
- ④ヒスタミンH1受容体の阻害(ヒスタミン受容体ブロッカー)[第1世代:ジフェンヒ

ドラミン(ドリエル), フマル酸クレマスチン(タベジール)][第2世代:フェキソフェナジン, アゼラスチン]

現在の抗アレルギー薬の中心は上の③と④で、特徴は、次のような点である。

③は効果発現が遅いが副作用がない。

④の第1世代は早く効果が表れる(20分ほど)が、口渇・眠気などの副作用がある。

④の第2世代は第1世代の副作用を軽減。

④のヒスタミン受容体ブロッカーとしてはたらく第1世代でみられる代表的な副作用(口渇・眠気)のしくみは、以下の様に説明される。

口渇 → 薬物がH1受容体だけでなく、アセチルコリン受容体にも高い親和性を示すことによる。結果として神経細胞の軸索末端から分泌されたアセチルコリンがアセチルコリン受容体に結合しにくくなる。唾液分泌はアセチルコリン作動性の副交感神経に支配されているため、第1世代の薬物により分泌抑制を受ける。

眠気 → 脳では一般的にヒスタミンを伝達物質とする神経が覚醒にはたらいっているが、第1世代の薬物は血液脳関門を通過しやすい。このため、覚醒時にはたらいっている神経細胞のヒスタミン受容体がブロックされる形となり、眠気を生じる。

薬に期待する本来のはたらきではない副作用ではあるが、それを上手く応用することによって、他の目的に使うことができる。例えば、第1世代のヒスタミン拮抗薬であるジフェンヒドラミンは、ドリエルという名称で睡眠改善薬に用いられている。

(イ) 講義「抗アレルギー薬の副作用：どうして眠くなるのか？」(田中 准教授)

[第1日目講座(午前)]

平嶋教授に続き、田中准教授より抗アレルギー薬の副作用について講義をいただいた。主として講座第2日目の実験2「神経細胞に対するヒスタミンと抗アレルギー薬の作用」のための基礎理解という観点から説明していただいた。

[要旨]

中枢神経系の構成は哺乳動物では基本的に同じである。神経細胞の基本的な機能の中に、軸索末端での化学物質による情報伝達がある。ここで用いられる化学物質にはグルタミン酸のような興奮性のものと、GABAなどの抑制性のものがある。

抗アレルギー薬(抗ヒスタミン薬, ヒスタミン受容体ブロッカー)の第1世代のジフェンヒドラミンなどは、眠気などの副作用が強い。これはヒスタミンが免疫系ではアレルギー誘発物質としてはたらくが、神経系において神経伝達物質としてはたらくことによる。ヒスタミンが受容体に結合した神経細胞内では、小胞体に組み込まれているIP₃受容体の活性化がおこり、Caイオンの濃度が上昇する。ヒスタミン作動性神経細胞は結節乳頭核に極在しており、その軸索の投射は脳の広範囲にわたっている。すなわち、ヒスタミン受容神経細胞は広く存在している。これらヒスタミン作動性神経細胞、ヒスタミン受容細胞は、いわゆる「覚醒」に関与している。第1世代のヒスタミン受容体ブロッカーはヒスタミン作動性神経細胞の興奮を抑制するため、結果的に眠気を生じることになる。経口投与した薬物は、胃腸から吸収されて血液中に入った後、組織(実質)へと取り込まれる。脳には血液脳関門(blood-brain barrier)があるため、血液中の物質は脳実質へと移行しにくくなっているが、物質によっては移行するものもある。血液脳関

門の実態は、毛細血管を形づくる内皮細胞のタイトジャンクション構造である。他の組織の毛細血管壁のつくりとは基本的に異なっている。第1世代のヒスタミン受容体ブロッカー(ジフェンヒドラミンなど)はこの血液脳関門を透過しやすく、脳における副作用が現れやすい。しかし、第2世代のヒスタミン受容体ブロッカー(アゼラスチン、フェキソフェナジン)は血液脳関門を透過しにくいいため、脳での副作用が表れにくい。

神経細胞に対するヒスタミンと抗アレルギー薬の作用を確認する手段として、細胞内のCaイオン濃度の上昇を用いる。カルシウムイオン指示薬としては、数種類ある中からFluo3を選択する。また、Fluo3は青色光により励起され、緑色蛍光を発する。これを共焦点レーザー走査顕微鏡によりとらえ、蛍光カルシウムイオンイメージング実験として顕微鏡下のCaイオンの量的変化を経時的に計測する。

(ウ) 実験1 「アレルギー担当細胞であるマスト細胞に対する抗アレルギー薬の作用」

(田所助教、野村T A、大橋T A) [第1日目講座(午後)]

a 目的

抗原物質がマスト細胞表面のIgEに結合すると、マスト細胞の活性化がおり、ヒスタミンなどのアレルギー原因物質が放出される。この実験では、放出されるアレルギー原因物質を定量し、また、抗アレルギー薬を作用させた場合には放出されるアレルギー原因物質が減少する様子を比較検討する。

b 方法

・アレルギー原因物質の定量

マスト細胞の脱顆粒時にヒスタミンと共に細胞外へ放出される、 β -hexosaminidaseの活性を定量する。

・使用する細胞

ラット由来のマスト細胞

・使用する試薬

IgE・・・マスト細胞表面の受容体に結合し、抗原を感知する。2,4-ジニトロフェニル基を抗原とするIgEを用いる。

トラニラスト・・・マスト細胞の脱顆粒抑制薬。ナンテンより取り出された物質。どのように脱顆粒抑制をしているのか、その作用機序はよくわかっていない。おそらく分泌小胞と細胞膜の結合を阻害しているものであろうと考えられている(膜安定化作用)。

基質・・・ β -hexosaminidaseの基質となる物質、p-nitrophenyl-N-acetyl- β -D-glucosaminideを用いる。光に不安定なため、4°Cで遮光して保存する。弱アルカリ性の緩衝液の下で黄色に発色する化合物のp-nitrophenyl- β -D-glucosaminideが生成する。

・実験手順

①24穴プレートにマスト細胞をまき、1晩培養したものから1点からアスピレーターで培地(HEPES buffer, pH7)を捨てる。細胞をはがさないように、かつ乾燥させないようにする。

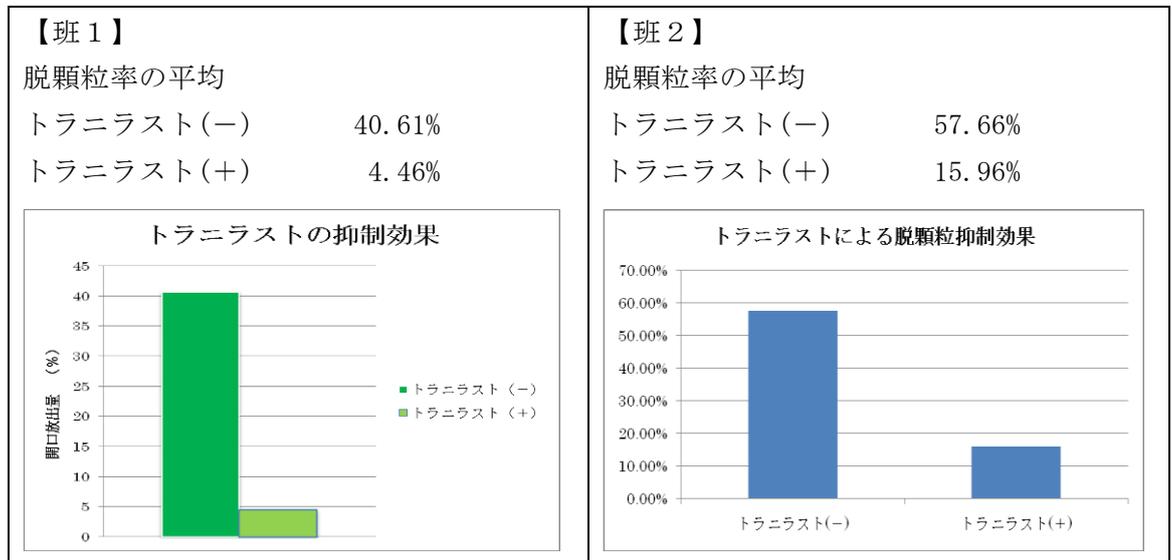
②500 μ lの培地で洗浄する(×2回)。

③2種の培地(IgE抗体を含む培地と、IgE抗体とトラニラストを含む培地)を2穴に500 μ lずつ加える。トラニラストの濃度は250 μ g/mlとする。

- ④37°Cで30分放置する。細胞表面の受容体にIgEが結合する。
- ⑤500 μ lの培地で洗浄する(×3回)。結合されなかったIgEを洗浄する。
- ⑥抗原(DNP-BSA)を200 μ lずつ加えて細胞を刺激する。
- ⑦37°Cで30分放置する。
- ⑧37°Cで30分放置した24穴プレートの上清を96穴プレートに回収する。24穴プレートの1つのサンプル(200 μ l)から96穴プレートの1つの穴に80 μ lとる。この80 μ l入った穴から20 μ lずつ3つの穴に分注する。
- ⑨基質(p-nitrophenyl-N-acetyl- β -D-glucosaminide)溶液を20 μ l加えて45~60分反応させる。
- ⑩アルカリ性の緩衝液(炭酸緩衝液)を160 μ l加える。反応生成物のp-nitrophenyl- β -D-glucosaminideが存在すると、黄色に発色する。酵素活性はここで失われる。
- ⑪発色の程度をプレートリーダーで測定する。波長405nmの光の吸光度を測定する。
- ⑫マスト細胞の脱顆粒の割合を調べる目的で、培養細胞をTriton-Xにて処理し、細胞膜を破壊したのに対して基質を作用させたものを用意する。これはすべての顆粒がエキソサイトーシスをした場合の β -hexosaminidase活性を示す。

c 結果と考察

2つの班にて抑制効果のデータをまとめた。トラニラストによる脱顆粒の抑制効果は確認できたが、その効率を定量的に示す観点では、2つの班の結果は大きく異なった。細胞をはがさないように丁寧にアスピレーターを用いることや、この時の吸引不足によって残る培養液量、また、上清や基質を20 μ lという微量で取り扱う部分が原因と考えられる。操作を一定に保ちながら行うこれらの手技において受講生徒は経験不足であり、それにより数値に差が出たと思われる。



(エ) 実験2 「神経細胞に対するヒスタミンと抗アレルギー薬の作用」

(田中准教授、大橋TA、野村TA) [第2日目講座(午前・午後)]

a 培養神経細胞の形態観察(午前)

(a) 目的

神経細胞の形態を理解する。

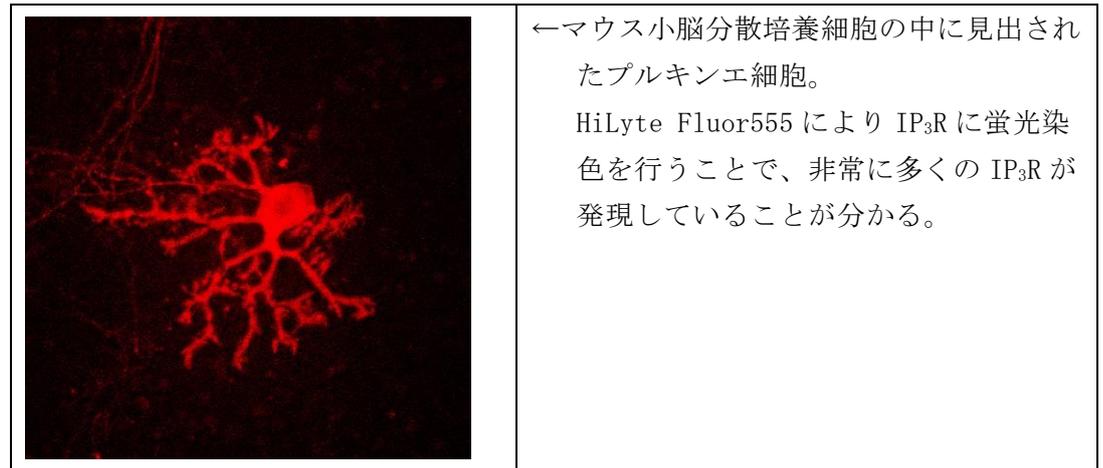
(b) サンプル

マウス小脳分散培養細胞を抗 IP₃R 抗体を用いて蛍光抗体染色したもの。IP₃R(イノシトール 3 リン酸受容体)はプルキンエ細胞に特異的に発現し、小胞体に極在している。蛍光色素としては、HiLyte Fluor555(赤色蛍光色素)を二次抗体に結合させて用いた。

(c) 方法

共焦点レーザー走査顕微鏡による観察・取像を行う。

(d) 結果



b 脳におけるヒスタミン受容体の発現観察(午前)

(a) 目的

脳におけるヒスタミン受容体の発現を確認する。

(b) サンプル 1

adult(生後 6 月齢)マウスの全脳切片に対して、抗ヒスタミン受容体抗体を用いた蛍光抗体染色、および粗面小胞体を特異的に染色する蛍光ニッスル染色(緑色蛍光)で二重染色したもの。抗ヒスタミン受容体抗体は二次抗体により HiLyte Fluor555(赤色蛍光色素)で染色される。

(c) サンプル 2

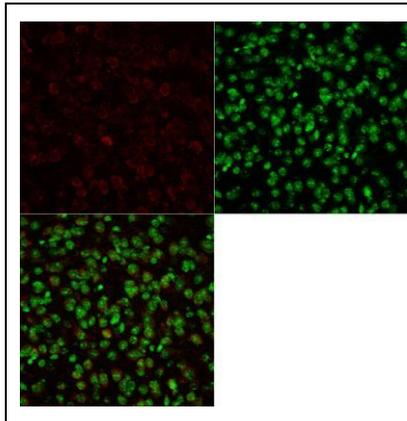
adult(生後 6 月齢)マウスの全脳切片をトルイジンブルー染色したもの

(d) 方法

サンプル 1 については、共焦点レーザー走査顕微鏡による観察・取像を行う。サンプル 2 については、光学顕微鏡による観察を行う。

(e) 結果と考察

サンプル 1 [adult(生後 6 月齢)マウスの全脳切片]



(左上)ヒスタミン受容体を HiLyte Fluor555(赤色蛍光色素)で染色。細胞表面の膜より蛍光が発するため、核の部位は蛍光を發せず、いわゆる「核ぬけ」として確認できる。

(右上)粗面小胞体を蛍光ニッスル染色(緑色蛍光)

(左下)Merge(上の2つを重ねた像)では、ヒスタミン受容体は細胞膜に存在し、粗面小胞体は細胞質に存在するため、重ねても黄色の蛍光にならない。

- c 培養神経細胞におけるヒスタミン刺激による細胞内カルシウムイオン濃度上昇の測定およびヒスタミン受容体ブロッカー(遮断薬/拮抗薬/阻害薬)による抑制効果の解析(午後)

(a)目的

- ①カルシウムイオン指示薬を用いた蛍光カルシウムイオンイメージング実験の理解
- ②ヒスタミン刺激によって神経細胞の細胞内カルシウムイオン濃度が上昇することの理解
- ③ヒスタミン受容体ブロッカーによって、②の現象が抑制されることの理解

(b)サンプル

Neuro-2a 細胞(マウス神経芽細胞腫)→顕微鏡画像をより正確に撮影するために、ガラスボトムディッシュ上に播いたものを用いる。

ヒスタミン受容体ブロッカー:ジフェンヒドラミン(血液脳関門を透過しやすい)と、アゼラスチン(血液脳関門を透過しにくい)

(c)カルシウムイオン指示薬

fluo-3AM → fluo-3 に acetoxymethyl (AM) 基を結合させたもの。これにより fluo-3 は疎水性となり、細胞膜を透過できるようになる。細胞内では酵素エステラーゼの触媒作用により AM 基が加水分解され、細胞内に fluo-3 がとどまる。また、fluo-3 はカルシウムイオンにより緑色蛍光を發し、その光強度はカルシウムイオン濃度と比例する。

(d)測定方法

共焦点レーザー走査顕微鏡を用いた蛍光タイムラプスイメージング

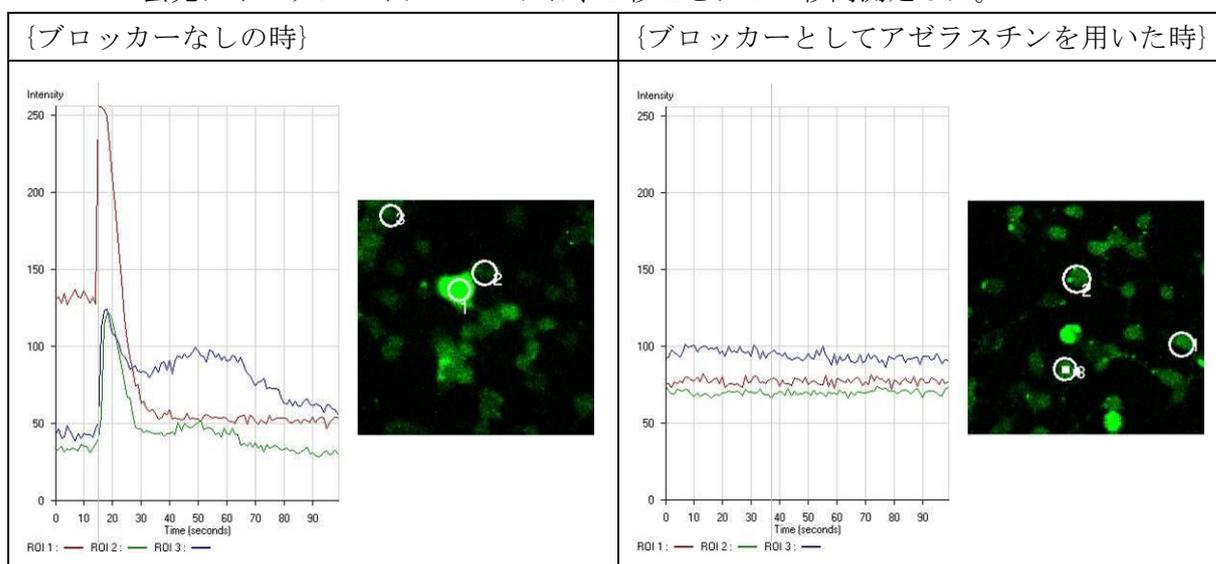
(e)方法

- ・プロトコール1(ブロッカーなしでの実験)
 - ①HEPES 緩衝液 200 μ l に 1mM fluo-3AM 溶液 1 μ l を加える(最終濃度は 5 μ M)
 - ②ガラスボトムディッシュ中の培地をゆっくりと吸い取る。(細胞を剥がさないようにするため)
 - ③上記の①で調製した fluo-3AM 溶液を加え、インキュベーター内で 37°C, 5% CO₂ の下で 30 分間インキュベートする。
 - ④fluo-3AM 溶液を吸い取り、HEPES 緩衝液を約 2ml 加えて洗浄する。すぐに新しい HEPES 緩衝液 1ml に入れ替える。
 - ⑤細胞を顕微鏡下で観察し、状態の良い細胞を選ぶ。

- ⑥60 μ M ヒスタミン溶液 200 μ l を静かに加えて刺激する。(最終濃度は 10 μ M)
- ・プロトコール 2(ブロッカーありでの実験)
 - ①HEPES 緩衝液 200 μ l に 1mM fluo-3AM 溶液 1 μ l を加える(最終濃度は 5 μ M)
 - ②ガラスボトムディッシュ中の培地をゆっくりと吸い取る。(細胞を剥がさないようにするため)
 - ③上記の①で調製した fluo-3AM 溶液を加え、インキュベーター内で 37°C, 5% CO₂ の下で 30 分間インキュベートする。
 - ④HEPES 緩衝液 1ml に 1mM のブロッカー溶液 10 μ l を加える(最終濃度は 10 μ M)
 - ⑤fluo-3 溶液を吸い取り、HEPES 緩衝液を約 2ml 加えて洗浄する。その後、④で調製したブロッカー溶液 1ml に入れ替える。
 - ⑥細胞を顕微鏡下で観察し、状態の良い細胞を選ぶ。
 - ⑦60 μ M ヒスタミン溶液 200 μ l を静かに加えて刺激する。(最終濃度は 10 μ M)

(f) 結果と考察

蛍光タイムラプスイメージングは、1 秒ごとに 100 秒間測定した。



ヒスタミン受容体ブロッカーとして、ジフェンヒドラミン(ここでは示していない)、アゼラスチンのそれぞれを用いたときは、Ca イオンによる fluo-3 の緑色蛍光の強度変化はみられず、ヒスタミンブロッカーとしての効果をブロッカーなしの対照実験と比較して確認できた。一方で、対照実験として行ったブロッカーなし(プロトコール 1)の場合に、ここでは示していないが緑色蛍光強度の変化がみられなかったサンプルもあった。これについての理由には、実験操作の途中で、ブロッカーが混入したのではないかと考えられる。

エ 検証

平嶋教授に講座依頼をする段階から、受講生徒に対してどのような基礎知識が必要になるか見定める部分において、担当教員として不安材料があった。アレルギーの話は一般的であるがゆえに先入観も生徒にあり、免疫に関する基礎理解の重要性を痛感した。また、校内での事前指導では、時間的に十分とることができないからこそ、要点を得た形で実施することが必要と感じた。

さらに実験の途中においても、生徒に疑問点を発見し、それを質問する姿勢をつくることがこれからの課題といえる。講座最後の総括でのディスカッションにおいても、発言に窮する場面が生徒にみられた。講師の先生方におかれても、多忙の中にもかかわらず講座を連携していただくわけなので、高校生の積極的な姿勢を示し、実りあるものとして講座を作り上げるためにも、「知識」だけでなく「意欲・態度・姿勢」についての高校側の指導が大切であり、これからの改善点と考える。

事後の生徒アンケートには、次のような記述があった。

- ・花粉が大量に体内にたまると花粉症になると思っていたが、アレルギーの起こるメカニズムを初めて知った。
- ・今後の進路選択にも大きく関わってくるような、良い体験でした。
- ・2日間の受講で一番大切だったのは最後の考察でした。きちんと実験の目的や内容理解ができていることが大事だと改めて知らされました。
- ・普段では使うことができない器具・器機を扱わせていただき、貴重な経験でした。学校での課題研究にも、この経験を活かしていきたいと思います。



(左)平嶋教授より講義を受ける(右)抗アレルギー薬の作用を共焦点レーザー顕微鏡で観察

(7) 地学コース① 「重力・地震波・建物の固有振動から、地下構造や建物の揺れ方を学ぶ」
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22年7月28日(水)、29日(木)、30(金)

場所：名古屋大学環境学研究科

(ウ) 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の高大連携講座

(エ) 講座名・講師

講座名：「重力・地震波・建物の固有振動から、地下構造や建物の揺れ方を学ぶ」

講師：名古屋大学環境学研究科 鷲谷 威 教授、渡辺 俊樹 准教授、
田所 敬一 准教授、飛田 潤 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。そこで、今回の講座で必要となる基本事項については、午前中の講義で補足をしていただき、午後から実験、考察を行った。

3日間の講座では、重力計を用いて地球という大きなものから学習を始め、地震波の伝わり方から地盤の違いという地球表層の部分について、最後は建物がどのように揺れるかといった身近な関心事について学習する計画を立てた。高校内では使用が難しい測定機器を利用し、地球というテーマに対して理学部的アプローチや工学部的アプローチの双方を学ぶことで地球科学への幅広い興味関心を引き出すことができると仮説を立てた。

ウ 内容・方法

第1日目に、重力計を用いて地下構造を調べた。第2日目に、屈折法を用いて地下構造を調べた。第3日目に、人力加振実験を行い、地震時における建物の揺れを予測した。

(ア) 目的

地下構造の違いと地震波の伝わり方と建物の揺れが互いに関連していることを複合的に考える。

(イ) 方法・結果

- a 第1日目；万有引力が中心間距離の2乗に反比例することから、建物の1階と7階では重力の値を比較すると7階の重力の値の方が小さいことが分かった。名古屋大学周辺の地上で重力を測定することで、地下鉄が通っているトンネルの上の道路では重力の値が小さくなることが分かった。
- b 第2日目；地球の内部構造の違いによって地震波の伝わり方に違いがでることから、地面を伝わる地震波の様子から地下構造を推測する計画だった。しかし、雨のため、実験室内において、塩化ビニルとアルミニウムで作られた模型を利用した屈折法実験を行った。測定値から走時曲線を作成し、グラフの折れ線



の位置から上層の厚さを求めた。

- c 第3日目；建物の固有振動に合わせて、ビルを押し共振させた。ヒトの感覚ではわからない小さな揺れが常時微動計では観測できた。観測記録から固有周期と減衰定数を推定した。固有周期と減衰定数を用い、建物の揺れをコンピュータ上で可視化した。



エ 検証

3日間とも、午前の講義において内容を理解した上で実験を行うことができた。測定結果をグラフにすることで、変化や違いを深く考察することができた。濃尾平野の断面図や立体図など資料も充実しており、我々が住んでいる地域の重力異常や地下構造の変化についても学習することができた。初日は重力について、ニュートンなどの歴史や地下資源を求める手法として利用されること、2日目は地震計に電磁誘導が利用されていることや過去の有名な地震計の見学、最終日は、建物の揺れだけに留まらず大学における研究の面白さや実際に地震が起きたときにどう対応すべきかなど防災意識についてなど多方面に刺激を受けることができた。近似計算、ドリフト補正、フリーエア補正、ブーゲー補正、スネルの法則、フーリエスペクトルなど所々難しい内容もあったが、概ね生徒は理解していた。生徒アンケートからも

- ・実験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。
- ・大学で実施されている研究や実験について、具体的なイメージをとらえることができましたか。
- ・自然科学研究や科学技術に対して新しい見方が身に付いたり、視野が広がったりしましたか。

の3項目は、「 そう思う 」が100%であった。

それ以外も生徒たちは概ね好印象のアンケート結果だった。記述の感想でも「3日間の講義は有意義で興味深く、今後とも、このような講座に参加したい」等、講座への満足度は高かった。

14 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34名

イ 単位数実施日程・研修訪問先

日程：平成22年10月14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) 仮説

産業界の基幹をなす鉄鋼業界の製鉄工程を見学することにより、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で、産業界にける社会的責任についても幅広く認識を深めることができると仮説を立てた。

(3) 内容・方法

ア 事前指導

(ア) 授業「地理A」での事前学習

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

(イ) 授業「SS化学」での事前学習

現在の高炉による鉄の製造や転炉による還元に至る製鉄の歴史を、金属の製錬における酸化還元反応を基礎として学習した。本来、金属の製錬は「化学Ⅱ」での履修であるが、鉄鉱石の還元による鋼の製造や炭素鋼、特殊鋼の物性の違いについても学んだ。

イ 見学センターでの講義と製造工程の見学

JFEスチール株式会社西日本製鉄所倉敷地区の敷地内にある見学センターにて、製鉄の概略と企業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。

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

当たり前のように手にすることができる「鉄」というものは、生徒にとって最先端の科学研究と異なり華々しさに欠け、研修の対象として意欲的に取り組ませることに難しい題材であった。しかし、実際に足を運ぶと、想像をはるかに上回る規模と迫りに圧倒され、生徒たちは非常に大きな衝撃を受けたようである。事前学習により、ある程度の知識を持ったうえでの参加であったが、知っているということと、実際に見て体験することの



ギャップの大きさに驚きを隠せない様子であった。年間を通して数ある研修の中で、非常に印象深い経験であったと感じる生徒が多く、これから出会う様々な知識に対して、本質を追究する姿勢を養うことができたのではないかと感じる。

1 5 S S リサーチⅣ 「S S 研修旅行」(平成22年3月実施)

(1) 経緯

研修先については、現場で簡単な講義や体験ができる場所、あるいは自然に触れられるところという観点で、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。昨年の反省から、バスによる移動時間をできるだけ少なくするため、東名高速道路・中央高速道路に近い場所を選ぶように近畿日本ツーリストと打ち合わせしてプランを立てた。

(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22年3月21日より23日までの3日間、貸切バスで学校から移動した。

3月19日に1日目の研修先についての生徒によるプレゼンテーションを行い、2日目・3日目の研修先はそれぞれ前日の宿泊先でプレゼンテーションを行った。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、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形態を取った。この発表の準備・当日の発表に大変熱心に取り組んだ結果、各研修場所における活発な質疑応答が行われ、効果は大きかった。

また、「地理A」での研修ルートをたどる地形図の実習や「S S 地球科学」での電波天文学についての学習など、この研修旅行に向けての授業も事前におこなった。

ア 中部電力 浜岡原子力発電所

浜岡原子力館での展示施設と原子力研修センターの様子を職員の方から説明を受けながら見学をおこなった。浜岡原子力館の展示施設では、主に原子力発電のしくみや原子燃料サ

イクルについて、原子力研修センターでは、原子力発電所の安全性と信頼性を高めるためのシミュレータ訓練について主に話をうかがった。生徒からは浜岡原子力発電所での過去の事故やトラブルに関する質問も多く出されたが、それに対してどのような対策をとっているのか説明を受け、生徒は各自が原子力発電所に対して、改めて様々考えさせられたようであった。

イ 東海大学 海洋科学博物館・自然史博物館

まず、学芸員の方から海洋科学博物館のバックヤードを見せていただいた。博物館や水族館として、裏でどのような努力をしながら一般の人たちに知識を広めていくのかという所を十分に感じ取ることができるお話を受けたり、様々な海の生物を見学することができ、博物館や水族館の新たな一面を見る体験ができた。その後、海洋科学博物館、自然史博物館とも自由見学となったが、一つ一つの展示物を非常に興味深く学習することができた。

ウ 神奈川県立生命の星・地球博物館

学芸員の方から伊豆半島の形成と地質構造についての講義を受け、その後訪問する丹那断層についての学習も行った。その後、バックヤードツアーとして所蔵するさまざまな生物の剥製や岩石標本・化石などを見せていただいた。博物館に展示されているものよりもはるかに多く、また貴重なものもを見せていただき、生徒は博物館という施設に対して、研究施設でもあるという認識を持ったようであった。その後、地球博物館の自由見学となったが、展示物が非常に大規模で迫力があり、大きな視点に立って地球や生物の進化について理解を深めた。

エ 丹那断層

丹那断層は北伊豆地震を引き起こした断層である。国の天然記念物に指定されており、教科書等にも掲載されるような有名なものである。公園として整備されているが建物があるわけではなく、断層そのものには簡単な解説がある程度で、元の状態に近い形で保存されている。本校教員の説明を受けて断層を見学し、周りの地形と地形図を見比べながら、断層の方向やその動きを確認し、地球のスケールの大きさを体感することができた。

オ 山梨県立リニア見学センター

リニアモーターカーやその歴史、リニア中央新幹線の計画などについての紹介の展示施設で、自由に見学した。残念ながら、当日はリニアモーターカーの試験走行をおこなっていなかったが、模型などでその仕組みなどをじっくりと学ぶことができた。

カ 清泉寮での星空観察

最初にレンジャーの方から清泉寮付近の自然や星空についての講義を受けた。あいにくの曇り空だったため、この講義の時間を少し長めにとった。その後、野外での星空観察を行った。雲の隙間からのぞく月をかりうじて観察することはできたが、星空の観察はできなかった。しかし、翌日の早朝、清泉寮周辺の散策を行い、自然の豊かさを肌で感じることもできた。

キ 国立天文台 野辺山

はじめに職員の方から電波天文学の基礎知識について説明を受け、国立天文台野辺山の施設一つ一つの解説を受けながら見学した。非常に巨大な45m電波望遠鏡を始め、何十台もある電波ヘリオグラフのアンテナなど、目には見えない「電波」を観測することで宇宙を見ることができるというその不思議さとスケールの大きさに圧倒されながらも、積極的に質問

をし、興味深く学習することができた。

ク (株) 日本無重量総合研究所 無重量研究センター

無重量研究センターは宇宙空間などで行われている無重量実験を安価に繰り返し利用できる実験施設である。最初に職員の方から概要の説明を受け、実際の実験の映像を見たり実験施設の模型を見学し、無重量実験について学んだ。当日は実際に無重量実験を行っており、その実験を見せていただいた。特殊な空間でしかできない実験を比較的身近な場所で、安価にできるという技術のレベルの高さに生徒たちは驚いていた。

(4) 検証

ア アンケートの内容と結果

全体的には、実際の実験を訪れたことによって、様々な社会と科学の関わり方について改めて知ることができたという意見が多かった。自分では選ばないであろう見学場所も、先入観抜きで行ってみると様々な学ぶべきところがあり、観光で行くのとは違って研修として様々な場所を訪れてみてとてもよい経験になった、という意見も多かった。また、生徒がプレゼンテーションした事前学習が研修に非常に効果的であったこともうかがえた。以下は生徒の感想文の一部である。

- ・中部電力 浜岡原子力発電所…原発は人体に悪影響を与えるものだと思っていたけれど、年一回の健康診断では悪影響といえるような違いはないというお話も聞けて、一方的な意見だけをうのみにするのは止そうと思いました。
- ・東海大学 海洋科学博物館・自然史博物館…研修ということでバックヤードも見せてもらったが、そうある機会ではないので幸運に思う。たくさんの裏側を見たことによって、水槽1つ1つをより興味深く、じっくりと見ることができた。この「物をじっくり見て思考する」ことはこれからも大事であり、今まで私は動物園や水族館を「すごい」「きれい」などの形容詞1つで片づけてしまい、あまり深く見ることはなかったので、改めてみたいと思った。
- ・神奈川県立生命の星・地球博物館…バックヤードツアーでは、博物館で通常展示されているものは資料のほんの一部に過ぎないことがわかった。博物館という場所は研究機関なのだということを改めて実感できた。
- ・丹那断層…地球が活着しているということを断層が物語っており、地球の神秘さを感じた。
- ・山梨県立リニア見学センター…超伝導についてより理解を深めることができ、リニアの将来にわたる国家戦略を知ることができました。
- ・国立天文台 野辺山…野辺山の印象はとにかく大きい。正直どうやって電波をとらえるのか、実感がわかないけれど、科学雑誌で読むより身近に、リアルに宇宙研究のことを知ることができました。
- ・(株) 日本無重量総合研究所 無重量研究センター…はじめ難しそうという若干の抵抗感を持っていたのだが、無重量環境での実験映像は非常に驚かされるものばかりで、説明も真剣に聞き入ることができた。なにしろ無重量という、自分の中ではまだ未知の環境で、これからどんな実験をするのだろうという無限の可能性に、大きな期待や関心が持てた。自分の先入観が覆されるほどの、本当に良い経験ができた。

イ 研究の成果と課題

いずれの研修先でも、生徒たちは積極的に見学したり質問したりと、前向きな研修態度で

あった。また、その研修後もアンケートからわかるように、この研修から様々なことを感じ取ったことが分かり、十分な成果を上げたと考えられる。

研修場所については、授業では学べない科学を肌で感じ取れる場所を中心に選定したが、野外での実習は、場所・季節的な問題もあって少なくなってしまう。生徒からのアンケートにもあったが、自分たちで出かけられる場所ではなく、このような研修だからこそ行ける場所を研修地を選定していく必要がある。

また、昨年度の反省を活かして、できるだけバス移動の時間が少なくなるように研修地を選んだが、やはり意義ある研修地を選ぶとなると移動距離が長くなってしまった。また、研修時間について事前の見積もりが甘く、時間が足りなかったり、逆に余りすぎてしまった場所もあった。次年度への課題としたい。



16 S S トライアル I

「技と化学が力を合わせてみんなの感動を～化学マジックショー♪&生物発光実験で、それぞれが、それぞれに、しあわせになるのだ!～」

(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40名の希望があり、7月12日(月)午後2時30分より午後5時まで、本校化学実験室において行われた。講師は愛知教育大学理科教育講座の戸谷義明教授と同学部4年生のTA4名で、きめ細かな対応を受けた。

(2) 仮説

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

(3) 内容・方法

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

ア 生物発光実験

光る生き物の例を挙げ、ホタル以外にもムカデ・カタツムリ・ミミズ・クラゲ・キノコなど多くの発光生物の存在を学んだ。発光する要素として、ルシフェリン(発光物質)・ルシフェラーゼ(酵素)・ATP(エネルギー源)が必要であるが、現在はバイオテクノロジーによって大量生産される試薬を用いて机上で容易に発光実験を行うことができる。この実験を通してルシフェラーゼによる発光の違い、温度・pH変化と発光への影響を確認し、酵素の働きとその特性に対する理解を深めた。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ことができた。

イ 化学マジック実験

都市ガスの密閉爆発によるロケットと爆発の炎、色素の酸化還元による変色を利用した小瓶四姉妹、炎色反応による色とりどりの炎の観察、ペンライトに用いられる試薬を利用した化学発光、リモネンによる発泡スチロールの溶解減容、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など、目の前で起こるマジックに生徒は終始目を輝かせた。それぞれのマジックには必ず根拠があり、物質の変化がもたらす華やかな光景の裏側にある原理を知ることによって化学分野への関心が高まった。

(4) 検証

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

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

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

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

生徒アンケートには、次のような記述があった。

- ・ これから化学を習うので知識ありませんでしたが、わかりやすい説明でとても充実していました。化学の授業を受けるのが楽しみになりました。
- ・ 普段ではなかなか体験することができない実験を、実際に自分の手でできたことがとてもよかったです。自分自身でやってみることがとても大切だと感じました。また、「どうしてだろう」という疑問にも、実験後の詳しい解説で納得できました。身近なものとの化学の関係について、もっと知りたいと思いました。

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

17 SSトライアルⅡ 「種子植物の進化の道筋と多様化 ～植物の遺伝子を読む～」

(1) 経緯

最近の分子生物学の著しい進歩によって、比較的簡単な方法で植物からDNAを取り出し、それを増幅した後に塩基配列を解読することが可能になっている。そうした技術を体験するとともに、分子進化の基本を学ぶという目的でこの講座を設定し、3年生の理系生物選択者を対象に参加生徒を募った。

ア 受講生徒 3年生 7名

イ 実施日時・場所

7月29日(木) 午後1時半から午後5時	名古屋大学理学研究科生命理学実習室
30日(金) 午前9時から午後5時	名古屋大学理学研究科生命理学実習室
8月27日(金) 午後1時半から	名古屋大学遺伝子実験施設

ウ 講師 名古屋大学理学部遺伝子実験施設 杉山 康雄 准教授
TA として大学 4 年生と研究生各 1 名

(2) 仮説

本校では、1 年の 3 学期に生物の授業の中で、遺伝子 DNA についての基本的な内容を扱い、3 年の初めにさらに発展的な遺伝子のはたらきや、バイオテクノロジーについての内容を扱っている。また、進化の単元は 3 年 2 学期後半に履修しており、分子進化についての実習などはこれまでに行ったことがなかった。そこで、PCR 法やサンガー法による DNA シーケンシングという遺伝子を解析する技術の基本を学んだ段階において、実際にバイオテクノロジーの基本操作を体験し、分子進化についての実習を行なうことで、進化についての理解がより深まるという仮説をたてた。

(3) 内容・方法

ア 種子植物の進化についての講義

一日目は初めに、杉山先生に植物の進化についての講義をしていただいた。その内容を以下にまとめる。

陸上植物は藻類から進化してきたと考えられるが、その過程でクチクラや気孔など乾燥に耐えられる仕組み、維管束による水や栄養素の移動、からだを支える仕組み、陸上受精の仕組みなどを生み出す必要があった。その後、種子散布、花器官と重複受精の発明によ



って、被子植物は多様に進化し様々な環境に適応放散した。ところが、被子植物の多様化が著しく、裸子植物との分岐後の絶滅も多いので、系統樹を再構築するのは困難である。従来の形態学的な植物分類学では、雄蕊、雌蕊などが多数ある複雑な両性花から、単純な花へ退化的に進化したと考えられ、花被・雄蕊・雌蕊等が多数に軸の周りを螺旋状に配列している両性花を原始的被子植物としてモクレンなどマグノリアの仲間が起源の古いものだと考えられてきた。しかし、1990 年以降、葉緑体 DNA の配列比較から系統樹を再構築する研究が進み、単子葉類よりもマツモ、クスノキ、モクレンなどが早くに枝分かれしたという考えが提出された。さらに、中国のジュラ紀から白亜紀の地層の化石で、現在ニューカレドニアに自生するアンボレラという植物に似たものが発見され、アンボレラ、スイレンが被子植物の中で最も初期に枝分かれしたものではないかという説が 2002 年に提出されている。ただ、その結論に異を唱える研究も報告されており、今後も遺伝子の解析や化石の研究、動物との共進化の解析などを組み合わせた総合的研究が必要である。今回は、身近な植物から光合成に関わるルビスコというタンパク質をコードしている DNA を取り、その塩基配列を調べて植物の系統樹を書いてみるという内容である。

イ 実習

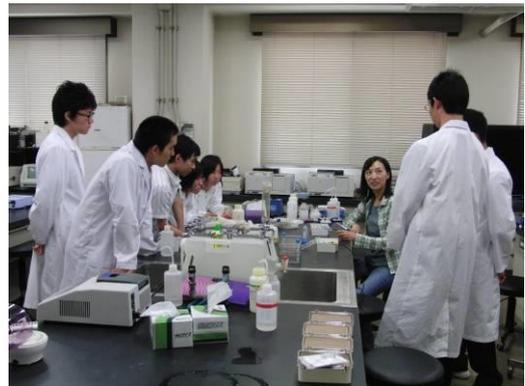
(ア) 植物材料からの DNA の抽出

講演後、実際の作業に取りかかった。用意した植物材料は、イチヨウ、メタセコイヤ、シデコブシ、ハウノキ、スイレン、大賀ハス、ドクダミ、フヨウ、バラ、ウツボ

カズラ、タケ、ツユクサ、トマト、ナス、ワラビ、ヒカゲノカズラなどである。一部の材料については東山植物園の協力をいただいた。植物の葉を1 cm 四方切り刻み、ISOPLANT II という植物材料から DNA を取り出すキットのプロトコルに従って作業を進めた。塩化ベンジルによって細胞壁、細胞膜および核膜を破壊し、界面活性剤の存在下で可溶化する。植物材料には多糖類、ポリフェノールなどが多く含まれるので、それらを効果的に除去する操作が含まれている。最後は70%エタノールで沈殿させて DNA 試料とした。一日目は、ここまでとした。操作は、ピペットマンとエッペンチューブを主に使い、塩化ベンジルという危険な薬品も扱ったが、生徒たちは注意深く操作を行うことができた。冷却遠心機があれば、学校でも DNA を取り出すことが可能だと思われる。

(イ) PCR 反応による DNA 増幅

二日目は、PCR 法にて昨日取り出した DNA を増幅させる操作から始めた。葉緑体に含まれる光合成反応で炭酸ガスを取り込む反応に関わる重要なリブローズビスリン酸カルボキシラーゼの *rbcL* 遺伝子のプライマーを用い、DNA ポリメラーゼや dNTPmixture などと試料の DNA を PCR チューブに入れて、サーマルサイクラーで増殖させた。条件は 94°C で 2 分、50°C で 30 秒、72°C で 45 秒で 30 サイク



ラで理論的には 2 の 30 乗倍になるはずである。

(ウ) ゲル電気泳動法による DNA の確認

PCR 終了後、アガロースゲル電気泳動法で PCR 産物の大きさを調べた。200bp ラダー DNA を一緒に 30 分間泳動した後、GelRed で染色して写真を撮った。結果として、ドクダミ、スイレン、ヒカゲノカズラについては十分なバンドを得ることができなかったが、その他の 13 の試料については、*rbcL* のバンドを確認することができた。

(エ) DNA シーケンシング

次に、PCR 反応液から、PCR 産物を精製するために、シリカ膜へ DNA を結合させて洗い、TE 液で溶出するヌクレオスピンの方法を用いた。こうしてクリーンアップされた試料の DNA の塩基配列を調べるシーケンシングを行なった。DNA 試料に、フォワードとリバースのプライマーを別々に入れて PCR 反応を行ない、ジデオキシヌクレオチドが取り込まれたところで、ヌクレオチド鎖の合成が止まるというサンガー法を行なった。これ以降の作業は、遺伝子実験施設にお願いして、DNA シーケンサーによって DNA 塩基配列を解読していただいた。

(オ) DNA の塩基配列から分子系統樹をつくる

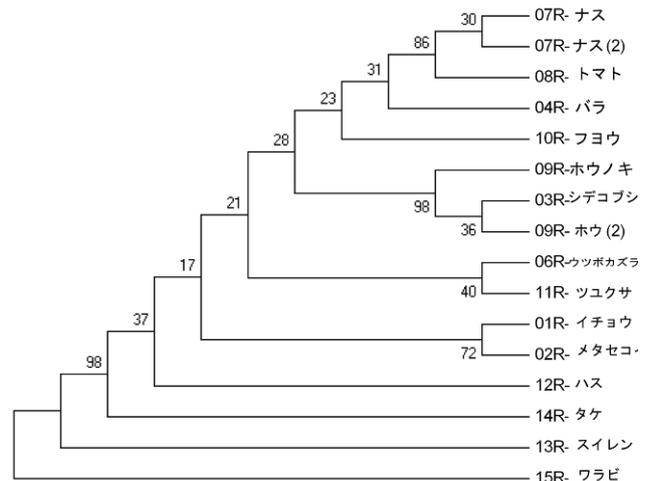
三日目は、杉山先生から DNA の塩基配列から分子系統樹をつくる方法について、講義をしていただいた。内容は次のようなものである。

DNA のヌクレオチド (塩基) 配列は、生物の系統関係を示す重要な手がかりになっているだけでなく、ミトコンドリアや葉緑体がどのように共生関係をつくるようになったか、また微生物を中心とした DNA の水平伝播などについても有用な知見をもたらしてくれる。

系統樹は、生物が共通の祖先から生物種が多様化した歴史を現す。例えば、5つの生物種のヘモグロビン α 鎖の最初の30アミノ酸がわかったとする。その互いのアミノ酸の違いを、表にして違いの大きいものほど古い時代に分岐したとすれば、簡単な系統関係を表すことができる。配列の相違が少ないほど、互いの進化的距離が近いと考えることができる。ここでクラスター解析法では、複数の近縁種を一まとめにして扱い、他の種との違いは平均とすれば、すべてのアミノ酸の違いを数字で表現することができる。また、系統樹の枝の長さは、連立方程式を立てて解くことができる。時代によるアミノ酸置換速度はほぼ一定と考えられているので、その数字は、生物どうしが分岐した年代を示すことになる。こうした解析は、DNAの塩基配列についての情報が蓄積しつつある現在、莫大な量での比較をすることが可能になってきており、コンピュータを使わないと解析は不可能である。またインターネット上には、データベースとしてさまざまな生物の様々なタンパク質のDNA塩基配列が登録されており、その情報はだれでも利用できるようになっている。

次に、TAの方から分子系統樹をつくるソフトである

MEGA4の使い方について、説明を受けながら実際にパソコンを使って解析を試みた。シーケンサーからのデータを読み込むalignmentの操作に続いて、一致する配列を探して位置をずらした。シーケンサーからのデータは、配列を読むことができた部分が異なるので、その



ままでは比較できない。さらにそろっていない端をカットして、MEGA4で読み込めるファイルとして書き出した後、近隣節約法や最節約法で解析を試みた。結果の一例が右図である。

(4) 検証

講座の実験・実習の内容は、非常に高度なものであったが、講師の杉山先生やTAの方々にはわかりやすく説明していただいたので、大学で行なわれている専門的な実験器具を扱うことへの興味と内容を理解して知的好奇心を刺激されたといった内容の感想が多く見られた。生徒の感想より

- ・ 授業で習ったことは、実習で再びより深く内容を理解することができたと思う。けれどもやはり疑問点も浮かび、自分の理解が追いついていないと思うところもあった。疑問点をもとに自分でまた調べたり知りたいと思うことができたのは、今後のための良い経験だったと思う。
- ・ 今まで遺伝子操作を行うバイオテクノロジーの分野に、偏った見方をしており、将来バイオ分野に進むのは絶対に嫌だと思ってきましたが、今回の講座によって、自分が思っていたことと違う新たな発見をしました。今では、バイオも良いなと考えられるようになりました。パソコンを用いたデータ処理等、今後役にたつものばかりだと思います。

- ・ 大学での遺伝子研究というものに、具体的なイメージを持っていませんでしたが、実際の手法やお話を聞いて、関心が高まりました。遺伝子から進化の過程を考えることも、とても大変なことなのだと実感できました。機械で塩基配列を読むと言っても、グラフが重なって現れたりすることも印象に残りました。
- ・ 講座の内容ですが、今まで「進化」というものについて考えたこともなかったので、いかに進化の過程を調べるのが難しいか痛感しました。DNAの塩基配列から、どの種が近いのかわかって面白かったです。あと話を聞いていて、研究者の方々は、身の回りの自然を大変よく観察していらっしゃるのだと驚きました。身近な現象に対する素朴な疑問と興味が、研究の対象になると思うので、大切にしていきます。
- ・ 今回のシーケンスをかけた結果から、ウツボカズラの系統がわかりづらかったので、ウツボカズラの近縁種の塩基配列、またはウツボカズラの塩基配列をより詳しく調べてみたい。植物体内のフロリゲンの移動経路と、その発現のしくみについても調べてみたい。
- ・ 塩基配列を調べるということで、顕微鏡などを使った緻密な作業だと思っていましたが、そんなことはなく割と簡単で、楽しみながら実験をすることができました。他の植物のDNAも調べて比較してみたいと感じました。
- ・ 参加する前は内容を理解できるか不安だったが、実際に参加してみると高校の生物の授業で学んだことが使われている機械を用いて実験を行っていたので、実験の内容を理解することができ、授業で学ぶことが現場で使われていると知って、親しみがわきました。

学校での授業において、PCR法やサンガー法の基本的なことは扱っているのですが、実際にそうした方法を利用した装置を体験して、非常に興味が増している様子が見える。またコンピューターを使ったMEGAによる系統解析に、生徒たちは大変興味をもっていた。高大連携のこうした試みは、生徒たちの将来に確実に生かされていくことと思われる。

また、進化については未履修の段階ではあるが、こうした講座を経験したことによって、DNAの塩基配列を比較する具体的な手法について理解し、類縁関係の近さを感じ取るだけでなく、クラスター解析など系統関係を推定する基本的な方法についても概略を理解し、その後の進化の単位に対する理解も深まったことは明らかである。

今後は、こうした講座の成果を進化の授業の中で生かしていく方法を検討していきたい。

18 SSトライアルⅢ

(1) 経緯

ア 受講生徒

3年生 6名 (向陽高校2名、菊里高校2名、富田高校2名)

2年生 9名 (向陽高校4名、桜台高校1名、北高校2名、中央高校2名)

1年生 5名 (北高校5名)

イ 実施日程・実施場所

日程：平成22年8月23日(月) 24(火) 名古屋工業大学

ウ 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の高大連携講座

エ 講座名・講師

講座名：「電子物性入門 ～新物質探査から基底状態の測定まで～」

講師： 名古屋工業大学 電気電子工学科 大原繁男 教授
TAとして大学院生7名

(2) 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みて経験することで自然科学に対する興味関心をさらに高められる。

(3) 内容・方法

ア 概要

事業の実施

日時	場所	内容
8月23日(月) 9時～17時	名古屋工業大学 21号館210	・電子物性入門-物質とは何か- (講義) ・結晶作り、結晶の壁開 (実験)
8月24日(火) 9時～17時	名古屋工業大学 21号館210	・電子物性入門-低温の魅力- (講義) ・超低温と超電導の体験 (実験)

イ 内容と展開(23日)

23日、午前中にスライドを用いた講義により、電子物性の基礎を教えていただいた。今回の対象生徒は複数校からでありかつ3学年にわたっており、学習の段階に違いが大きかったと思われるが、自然科学とは何か、なぜ必要か何を目的としているのかから、今回のテーマである電子物性の基礎知識までを分かりやすく説明していただいた。そして午後からは物性の基本である結晶について、ミョウバンの結晶作りと、



シリコン結晶の壁開の実験を行った。実験は5つのグループにわかれ、全員がティーチングアシスタントの指導の元、実際に自分自身が手を動かして行った。結晶を作るという体験はふだんなかなか高等学校で行う機会が少なく、きれいな結晶がみるみる大きくなっていく様子を見て生徒はとても驚き、感心していた。またシリコン結晶の壁開に関しても、一見何の構造もないようにみえる結晶が、きまった方向にきれいにわれる様子を観察して、目に見えていないが、物質は確かに結晶構造を持っているという実感が湧いたようであった。

ウ 内容と展開(24日)

24日、午前中にスライドを用いた講義により、電子物性、特に低温状態の物性の基礎についての講義をしていただいた。午後からは液体窒素を用いた低温実験を行った。まず、アルゴンガスと酸素を冷やして液体、固体と状態変化する様子を観察し、さらに液体の酸素が磁石に引かれるのを観察した。次に、銅酸化物系超電導体を用いて、超電導を体験す

る実験を行った。常温の状態では全く磁性をもたない物質を液体窒素で超低温に冷やすことによって、完全反磁性を持たせ、永久磁石の上で浮くことを観察した。安定して物質が磁力によって浮くのは超電導体ならではの現象であり、大変印象的な現象で、生徒たちも非常に興味を惹かれているようであった。



(4) 検証

生徒と先生に行ったアンケートの内容も含めて考えてみると、対象生徒が、学力の違う複数校にまたがっているにも関わらず、生徒の持った感想、印象は近いものであった。やはり、普段中々体験できない実験を行い、現象を体感することによって、この分野への興味関心が深まったようである。また、大原教授はこの学問、研究がどうしても必要なのか、どのように発展してきたのか、そしてこれからどういう可能性があるのかをより生徒たちが身近なことに感じられるように具体的な例を交えながら話をしてくださったので、生徒もこの分野をより身近に感じ、また、研究というものの意義を感じることができたようである。やはり、第一線で活躍されている大学の先生方の話を聞くということによって、生徒たちは興味関心を掻き立てられるようである。さらに今回のSSトライアルを通して、大学の雰囲気、大学で一体どんなことをするのか、講義の形式、実験の様子、研究の行われ方を多少実感することができ、進路選択の参考にもなったという意見もあった。

そしてこのSSトライアルの特徴である複数校の参加に関して、向陽がSSH指定校として中心になって、他の市立高校の生徒に対しても、貴重な体験を経験させる機会を与えられたことは、非常に意義深かったと考えられる。これは、学校全体の学力などとは一切関係なく平等に機会を与えられたという意味でも意義があったと考えられる。また、ただ対象を広げたというだけに収まらず、様々な学校の生徒同士で交流が生まれたということがお互いに刺激になったようでもあり、自分たちと違う集団と交流することの大切さを学ぶことができるよい機会でもあったと考えられる。

このような機会を与えてくださった名古屋工業大学に感謝するとともに、普段の授業では体験することができない体験を得るためにも、ぜひとも続けていきたい企画である。

19 講演会 I 「世界脳週間2010」

(1) 経緯

ア 対象学年、クラス

第2,3学年に在籍する全生徒

イ 実施日程

日程：平成22年5月24日(月) 12時45分～15時05分

場所：本校体育館

ウ 講演演題

「ES細胞・iPS細胞を用いた医療の可能性」

エ 講師

名古屋市立大学大学院 医学研究科 脳神経生理学 飛田 秀樹 教授

オ 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の行事としての講演会

(2) 仮説

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。脳機能のしく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演講師に伝え、講演内容を基本的事項から展開していただくことを打ち合わせにて確認いただいた。スライドの内容を印刷して事前配布することにより講演への意識づけとなるかということや、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どうか研究した。

(3) 内容・方法

ア 講演内容

① 脳の働きと体部位局在

脳の働きとして外部の状況としての感覚と記憶に基づいて前頭葉で認知・判断を行い、運動という最適な行動につながっていることを説明した。また、ペンフィールドとラズムッセンの有名な脳の体部位局在を示しながら、手と口の領域が大きくなっていることなど身体部位と大脳皮質の面積は調べられていることを紹介した。さらに、脳死と植物人間の違いについて考えさせ、違いを認識させた。

② パーキンソン病とその治療法

小脳の筋肉を動かすという調整機能が年齢とともに衰えていくことの説明を、目をつむって鼻の先に指をあてる行為を試させることにより説明した。また、動物モデルによりパーキンソン病の研究が進み、国外では治療法として、神経細胞移植が進んでいることを紹介した。

③ ヒト細胞移植の問題点と幹細胞の例

ヒト神経細胞の移植については中絶胎児からの供給のためドナー細胞が少ない、移植細胞の生着率が低い、倫理的問題があることを説明した。そのため、神経幹細胞、ES細胞、iPS細胞などの幹細胞が注目されるようになってきた、また、幹細胞の例として体性幹細胞と多能性幹細胞の違いを理解させた。

④ 胚性幹（ES）細胞の利用

ES細胞は人工的に作ったものであるが、生命かどうかということ国民として議論する時期が来るということ投げかけた。また、ES細胞の利用として、ES細胞からの細胞分化によるインスリン産生細胞により糖尿病、運動ニューロンにより脊髄損傷はじめ、多くの疾患の治療に効果があることを説明した。

⑤ 幹細胞の分化誘導

パーキンソン病治療に必要な分化誘導を説明するにあたり、ES細胞→外胚葉→神経幹細胞→神経細胞→ドーパミン神経と進めることを説明した。また、オリゴデンドロサイト前駆細胞への分化誘導については、ES細胞・iPS細胞→神経幹細胞→グリア前駆細胞→オリゴデンドロサイト前駆細胞→オリゴデンドロサイトと進めることも説明した。それらが動物では正着させることができ、病気を元通りにしようという研究の自然の考え方に基づき当たり前の考え方のもと行われていることを紹介した。



⑥ iPS細胞（人工多能性幹細胞）の研究

ES細胞と同様な細胞特性を持ちつつ問題点を解決しているiPS細胞を、京都大学の山中教授をはじめとして研究が進められていることについて説明がなされた。ES細胞が胎児からとられているという問題点を解決し、iPS細胞が患者の皮膚繊維芽細胞から得ることにより、拒絶反応が低い。倫理的な問題点も含めて解決している。

⑦ 高校生へのメッセージ

これからの進学を考えたとき、目標をしっかりと定め適当な受験から適当な人生にならないよう忠告がなされた。正しい情報に基づいて判断でき、世の中を背負っていく、何をしたいかがはっきりした人間になって行ってもらいたいとエールを送られた。

イ 生徒との質疑応答

(質問ア) iPS細胞中の遺伝子がなくなると言われたが、どういうことか。

[回答] 発現しなくなるということ。一定時期に入れた場合に効果がある。

(質問イ) 多能性誘導因子は発現させるために入れるのか。

[回答] 因子により偶然に発生初期のことがよみがえると考えている。

(質問ウ) ES細胞やiPS細胞から卵細胞をつくるということはなされているか。また、卵細胞をつくと何がいいのか。

[回答] ヒトではやらないが、動物では卵細胞をつくっている。卵細胞からはすべての組織ができるので有効である。

(質問エ) 新しい技術を人間に応用するにあたっての安全性はどうか。

[回答] 難しい点であるが、ガン化することだろう。ガン化しないようにして体内に戻すことになる。外国では治療をやってほしい人にやれる。世の中が認めるようになればよい。ガン化の可能性が1%ならいいのか、0.1%ならいいのか、判断されるころだろう。

(質問オ) ES細胞やiPS細胞として働くまでの期間はどれくらいか。

[回答] ES細胞では年単位でかかる。内部細胞塊のうちOKなものがどれなのか。判



断に時間がかかる。人間では数種類しか出回っていない。動物なら1か月くらいでできるが、マウスのES細胞も5種類しか出回っていない。

(4) 検証

講師アンケートによると、720名対象という規模の大きな講演であり、講師の先生は話を進めていくことのむずかしさを感じられているようであった。生徒の関心を引くための工夫なども取り入れて展開をしていたのだが、生徒の座っている同じ高さで講演していただいたことが生徒の反応を見ることを難しくしてしまっていたようである。



一方で生徒アンケートによると、高校生にも理解しやすいように丁寧に話をいただいたことにより、難しい内容があったもののほとんどの生徒が内容をおおむね理解できたようである。また、脳科学研究に対する興味・関心の高まりや、講演の内容や講師の伝えたかったことの理解も良好な結果となった。

ES細胞、iPS細胞といった、現在とても話題となり注目されている内容について、最先端で研究されている方の話は具体的であり、関心を強く持った生徒も多くいたようであった。また、それらを医療に具体的に結び付けるという話題も、研究が実生活の応用されていることを理解させるのに非常に有効なものであった。

ES細胞、iPS細胞といった、現在とても話題となり注目されている内容について、最先端で研究されている方の話は具体的であり、関心を強く持った生徒も多くいたようであった。また、それらを医療に具体的に結び付けるという話題も、研究が実生活の応用されていることを理解させるのに非常に有効なものであった。

20 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 実施日程

日程：平成22年10月15日（金） 13時10分～15時10分

場所：本校体育館

ウ 講演演題

「電子顕微鏡で観る身近なサイエンス」

エ 講師

ソリューション・ナタ 代表 永田 文男 氏

(2) 仮説

第1学年で学習する「生物Ⅰ」において、細胞の微細構造を観察する機器として電子顕微鏡のしくみが記載され、その写真像が紹介されている。電子顕微鏡の利用は大学等の研究機関が主である。しかし一方で個人としてこれを利用し、自然科学の面白さを普及させる活動を続けている講師の活躍を紹介することで、身の回りにはよく考えれば不思議な事がたくさんあるということや、疑問を見つけ出すことの大切さをさらに深く考えさせることができるのではないかと仮説を立てた。

講演会の対象生徒の学習段階として、「生物Ⅰ」では生殖と発生の段階を学んでいることを講師に伝えた。講演の中にそれに関連する項目も取り交ぜていただくことや、講演会后に電子顕微鏡の写真パネルを展示して自由にみることのできる時間を設定することで、日常の学習と講演会の繋がりを意識させることができるのではないかと考えた。

(3) 内容・方法

講師は、名古屋大学で電子顕微鏡の開発に関する研究をされ、その後電気メーカーに勤務、定年退職された後に個人で電子顕微鏡を用いた自然観察活動を展開している。これまでに全国の科学館や小中学校への出前講義等を通じて、自然から疑問を解き明かす喜びを青少年を対象に伝え、テレビ番組にも何度か出演のご経験を持ち、サイエンスの楽しさを伝える活動を精力的に続けている。

まずはじめに、授業での学習内容に関連してお話を展開された。高等植物の花では、様々な方法で受粉がおこる。ブドウの花は自家受粉する形式の植物だが、そのつぼみの中のつくりにも「これはどういう構造だろう」と興味を湧かせる部分がたくさんある。また、身近なタンポポの種子は綿毛で風に運ばれるが、その構造は中空のストロー状で、軽く曲がりにくい構造をとっている。春にみられるスギナ(ツクシ)の胞子は、周囲に4つのひも状の構造(弾糸)を持つ。湿った時には胞子の周りに巻き付いているが、乾燥状態ではそれを広げている。湿った時の状態を電子顕微鏡で観察するときには、セロハンテープで胞子を固定する工夫をした。また、講師は長年花粉症に悩まされているという経験から、その構造に原因を探る一端があるのではないかと考え、観察をした。花粉情報として花粉の飛散量が新聞やテレビで報道されるが、スギ花粉は4月中旬にはほぼ無くなっているのに症状は5月半ば過ぎまで続いている。野外の花粉の形状は日が経つにつれて崩壊していくが、表面のオービクルはその形をとどめている。このために花粉は新しく飛散しないが、風や様々な人間活動の結果として街中にオービクルがまき散らされるという事で症状が続いてしまうのではないかと講師は考えている。身近な出来事から、それまで知らなかったことを発見することにサイエンスの醍醐味がある。このことを伝えたいと講師は思いを伝えた。

後半では、昆虫を題材にした講師の研究を紹介していただいた。はじめは昆虫の脚の構造についてガラスの壁面を登ることができるかどうかについての考察が紹介された。ジョロウグモやヒトスジシマカは登ることができないが、テントウムシやカマキリ、ショウリョウバッタ、ハエトリグモはガラスの壁面を登ることができる。そのつくりも多様であり、吸盤状の構造(テントウムシ)、肉球のような構造(カマキリ・ショウリョウバッタ)、モップのような構造(ハエトリグモ)を脚の裏面に持つ。ガラス壁面を登ることができる理由として納得いくものもあれば、はたして本当かと疑問がさらに膨らんでゆくものもあり、観察の興味は尽きることがない。また、クモがなぜその巣から落ちることがないかについてもジョロウグモの脚の先端にあるツメの構造から独自の考えを展開し、模型を用いて生徒に分かりやすく紹介された。

続いてカの口器と複眼のつくりについて、その複雑さと巧妙なしくみについて顕微鏡写真を中心に紹介しながら、生存のために有利な形質が世代を経て受け継がれていることに感動を覚え、このミクロの世界の素晴らしさを伝えていきたいと主張された。

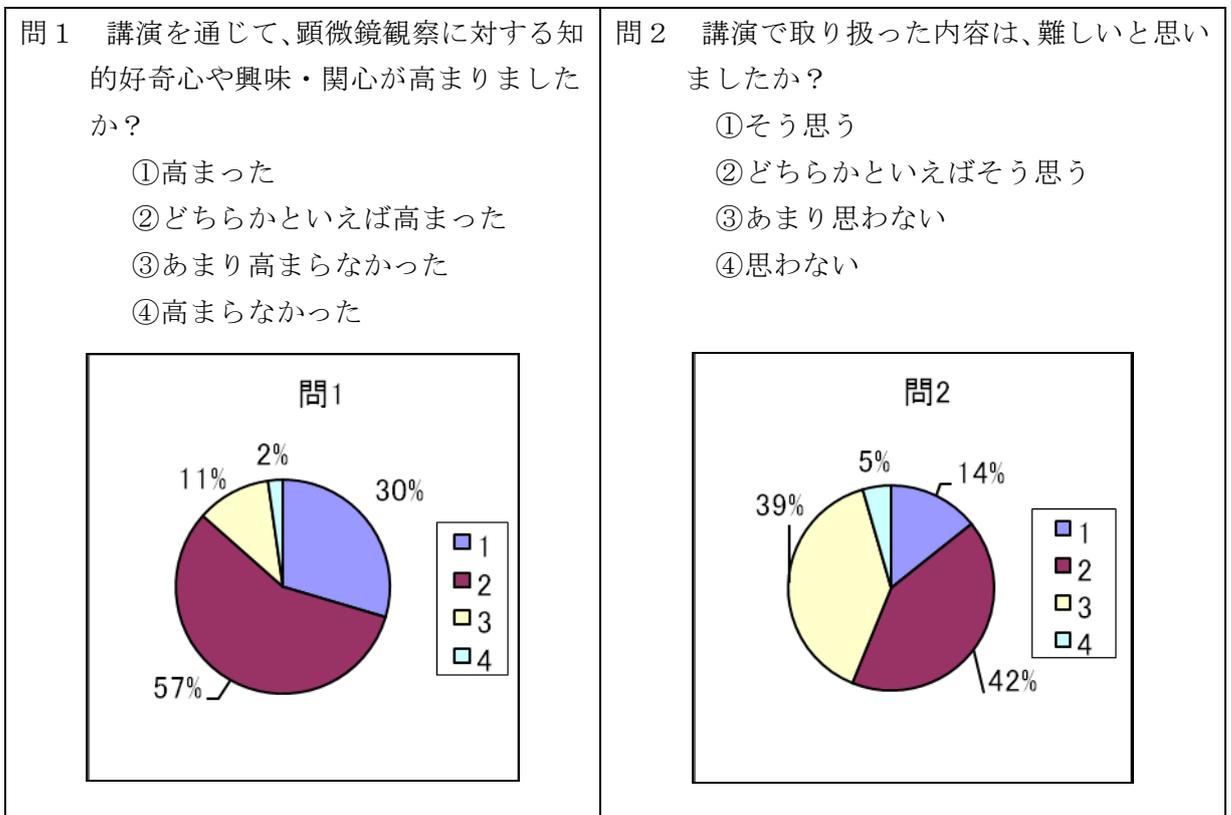
また、講演の結びには高校生の時代から名古屋大学工学部時代にかけての出来事と、サイエンスに対する想いを本校生徒に伝えられた。「実験や観察を通じて科学的な意味を考える

習慣を大切にしてほしい。探し求める事や解明していくプロセスの楽しさを知り、教わることより、なぜかを考え工夫することが大切だ。」と講演を締めくくった。

(4) 検証

講演を聴いた1年生は、電子顕微鏡について、詳しい仕組みには及ばなくてもその活用法は授業で学習している。普段の実験で使用している光学顕微鏡に比較してかなり特殊なイメージを生徒は持っていたと考えられるが、それを駆使しながら自然の不思議を追い求める講師に生徒はたいへん感銘を受けていた。講演会の終了後に40人規模の教室を利用して、講師からお借りした電子顕微鏡写真のパネル展示会を設置したが、訪れる生徒たちでたいへんな混雑であった。体育館での講演の終わりの質疑応答には2件ほどの質問であったが、パネル展示会場では講師を交えて様々な会話が生徒との間に展開された。SSH事業として大規模な講演会の後にこのような講師と多くの生徒が会話できる機会を企画したことは、今回が2度目であり、生徒へ講演会の意義を最大に活かすためにも大変有効な方法と感じた。

講演会終了後の感想文には、「どうしてだろうと疑問の視線を向けることで調べることの楽しさを見いだせる」、「考えることが楽しいと感じることがいかに大切かを知った」、「不思議だなで終わらせず、どういった原理なのだろうと考える主体性が私には足りない」というような、目から鱗が落ちたという表現がたいへん多かった。アンケート結果からは、電子顕微鏡観察に対する興味・関心の高まりについて「高まった」と肯定的な回答は87%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全体で56%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82%であった。講演会全体の満足度については、92%の生徒が「満足」と肯定的であり、知的好奇心を喚起する講演内容であったと判断できる。





(左)講演会Ⅱ「電子顕微鏡で観る身近なサイエンス」永田 文男氏

(右)パネル展示会場の質疑応答 永田 文男氏

2 1 講演会Ⅲ 「益川敏英氏 記念講演会」

(1) 経緯

ア 対象生徒

第1学年に在籍する全生徒

イ 実施日程

日程：平成22年12月2日（木）

14時00分～15時00分

場所：本校体育館

ウ 講演演題

「私の向陽時代」

エ 講師

名古屋大学特任教授 益川 敏英 教授

オ 教育課程編成上の位置づけ

教育課程外の行事としての講演会



(2) 仮説

本校卒業生の益川敏英氏は、2008年ノーベル物理学賞を受賞された。その偉大な先輩の少年時代の様子を聴くことにより、生徒が高校生の中に何をなすべきか理解できる。また、研究者の生活について直接聴くことにより、研究者を身近に感じることができる。

(3) 内容・方法

ア 講演内容

向陽高校にほど近い鶴舞付近で育った益川先生は、少年時代から物の仕組みに興味を持っていたとともに、様々な職業をやっていた父親は益川先生に多くのことを伝えていた。

高校生となった益川先生は本を読むことと、友人と議論し合うことが好きであった。世の中のことや勉強のことなどを話し込んでいた。大学受験となったとき、英語がどうしても苦手で克服できなかったため、その他の受験科目の数学と理科でカバーすることを考え、集中的に勉強し、晴れて名古屋大学理学部に合格することができた。

自分の興味を持ったことにとことん打ち込むことの大切さ、研究に行き詰まったときはいったん棚上げして時期が来るまで、もしくは誰かが確かめてくれるまで待つことの重要性、エジソンをはじめとした発明家たちも失敗の中から成功を得てきたことなど、様々なことを具体的な内容を交えてわかりやすく講演いただいた。

最後に、高校生の中に友人と議論し合うこと、興味を持ったことを自分でとことん勉強してみることをぜひやってもらいたいと、生徒にメッセージを送られた。

イ 質疑応答

(質問ア) 研究者はどれくらい稼げるのか。

[回答] 若い頃は、京都から名古屋の自宅に戻ってくるのにも苦労したことがある。しかし、生活していくことは当然できた。やりたいことをやれて生活もできていく研究者というのは、私にとって、とてもあっていた。



(4) 検証

今回は、講演時間が短いこともあり、ノーベル賞につながった研究内容はほとんどなく、高校生に向けてのメッセージであった。生徒の中には、益川先生のノーベル賞研究について関心が高く、深く知っている者もいるが、一定の生徒は深くは知らないまでも、素粒子の分野について知識を持っているようである。また、ある程度の関心がないわけではないが、難しい理論のためしっかり理解しようと思わない者もいるようである。偉大な先輩の足跡を通して、自然科学や科学技術の研究について関心を持ってもらい、益川先生を目標に、研究者への道を目指す生徒が増えていくとよいと考える。

2 2 科学部の活動

(1) 経緯

平成22年度の科学部は、3年生3名、2年生4名、1年生4名の計11名で年間の活動を進めてきた。生徒自身の疑問や好奇心を大切にして、主体的に取り組み進めていく研究活動の実現と、パワーポイントでの発表、ポスター発表以外にもブースでの実演発表など多様な発表機会を設けて、プレゼンテーション、コミュニケーション、ディスカッションの力を高めていくことを主な目標とした。

(2) 仮説

分野にとらわれず、さまざまな実験・観察を体験することで、生徒の好奇心を刺激することができる。また、生徒自身の疑問や好奇心に基づく研究テーマについての研究を行い、その成果を発表する場を経験することで、さらに探求心を深めることができる。

(3) 内容・方法

科学部の活動は、定期考査期間を除く平日の授業後と、夏季・冬季休業中、発表会前の休日などに適宜実施した。夏季休業中には8月9日(月)～11日(水)の日程で、愛知県東栄町の東栄町森林体験交流センタースターフォレスト御園にて天文についての学習と天体観測

を行った。

今年度の発表・コンテスト関係の活動は以下のとおりである。

- 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
平成22年4月4日(日)住友軽金属名古屋製造所
内容：ネオジム磁石を用いた渦電流の実験、手作りのリニア型バンデグラフ、
手作りコイン選別機
- ②青少年のための科学の祭典2010 名古屋大会
7月3日(土)・4日(日)名古屋市科学館
テーマ：「分子模型をつくろう」発泡スチロール球を使った分子模型の製作講習
- ③名古屋市立高校 自然科学系部活動交流会
7月31日(土) 向陽高校
名古屋市立高校5校の自然科学部の生徒38名が互いに発表し合って交流した。
- ④パソコン甲子園2010 「プログラミング部門」予選
- ⑤中学生一日体験入学での公開実験講座
8月19日(木)～20日(金) 向陽高校
研究活動紹介、天体写真の紹介、釜鳴り、竜巻発生装置、パルスジェットの実演
- ⑥学校祭での実験講座 9月9日(木)
テーマ：「世界に一つだけの鏡を作ろう」 銀鏡反応の実験講習会
- ⑦日本化学会東海支部化学教育協議会主催 第19回 東海地区高等学校化学研究発表交流会
11月3日(水・祝) 三重大学
研究発表「パルスジェットとは～爆発の秘密を探る～」
優秀賞(10件中の3件)、2名が討論賞を受賞
- ⑧大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 核融合科学研究所・一般公開
「高校生科学研究室」企画 11月6日(土) 核融合科学研究所
プレゼンテーション「自作ガイガーカウンターで放射線をとらえる」と
展示実験「霧箱で自然放射線を見てみよう」
- ⑨第9回 AITサイエンス大賞 愛知工業大学主催
11月14日(日) 愛知工業大学
自然科学部門・優秀賞(20件中の3件) 「パルスジェットとは～爆発の秘密を探る～」
- ⑩平成22年度 あいち科学技術教育推進協議会 「科学三昧 in あいち2010」
12月24日(金) ウィル愛知
「パルスジェットとは～爆発の秘密を探る～」口頭発表
「アルソミトラ・マクロカルパ～種子の飛行にせまる～」ポスター発表
- ⑪平成22年度 高文連自然科学専門部研究発表会
2月5日(土) 名古屋市科学館
「アルソミトラ・マクロカルパ～種子の飛行にせまる～」口頭発表
本年度に発表された代表的な研究内容を次に示す。

パルスジェットとは？ — 爆発の秘密を探る —

1. はじめに

私たちは、空きビンで作ったパルスジェットエンジンのモデル実験というものが存在することを知り、インターネットの動画サイトでパルスジェットエンジンの連続した爆発の様子を見て、その不思議な現象に興味を持ち、研究を開始した。

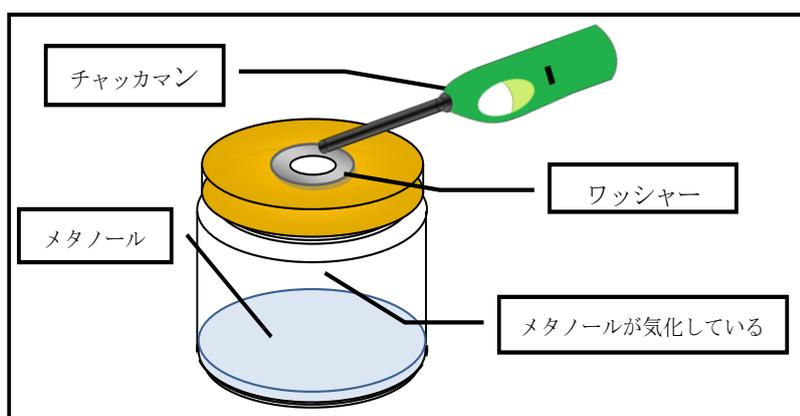
2. 予備実験

パルスジェットエンジンの試作品を実際に作ってみようと考え、動画で紹介されていたビンのパルスジェットエンジンの実験を参考にして予備実験を行った。

(1) 方法

ビンのふたに穴を開け、穴の形を整えるためにワッシャーをつけて、そのビンの中にメタノールを少量入れた。その後チャッカマンをビンのふたの穴に近づけ点火した。

【図1】は実験の模式図である。



【図1】

(2) 結果

実験を繰り返すと、1回だけの爆発で終わったり、弱い音を出して数回炎が点滅したりするなど、なかなか連続した爆発が起こらないことが多かった。成功率は低かったが、成功したときには、初めに点火した直後に噴き出すような1回の爆発、その後は10秒間ほど連続した爆発が起こった。

(3) 考察

私たちは以前アルコールロケットの実験を行った経験があった。アルコールロケットは、密閉された容器内にアルコールを気化させ、爆発時の温度上昇によって容器内の気圧が急激に上昇することで物を飛ばすものである。

パルスジェットエンジンは小さい穴があることで、アルコールロケットに似た爆発が起きた後、ビン内の気圧が下がり空気が吸い込まれて、酸素が供給されるので、爆発が連続するのではないかと私たちは考えた。つまり、パルスジェットエンジンで連続した爆発が起こるためには、外気を取り込むことが可能かつ密閉に近い状況で酸素と可燃ガスの混合気体に点火されることが重要なのではないかと考えられる。

3. 研究の目的

予備実験を踏まえて私たちは

- ・爆発の最中、ビン内部ではどのようなことが起こっているのか。
- ・連続した爆発が起こるのはどうしてか。

を明らかにすることを目的として研究を行った。

4. 研究内容

実験Ⅰ 爆発の安定条件を探る 実験Ⅱ ハイスピード撮影による爆発の観察
実験Ⅲ 爆発回数の計測 実験Ⅳ 温度分布の計測

5. 実験Ⅰ 爆発の安定条件を探る

(1) 目的

実験を進めるにあたって、安定して爆発を起こすための条件を探る目的で実験Ⅰを行った。連続して起こらない場合や爆発が弱い場合は失敗とした。

(2) ビン、ワッシャーの種類

ビンと口に取り付けるワッシャーの条件を変えて実験を行い、150mlの①のビンと8mmのワッシャーを使用することにした。

(3) メタノールを拡散させる

ドライヤーの空気を吸い込む側を穴に近づければ、内部の空気が拡散し、ビン下方で気化したメタノールがビン全体に広がって拡散する時間を短縮できるのではないかと考えた。実際にメタノールを入れて実験したところ、ドライヤーを近づけた後すぐ火を近づけた結果、着火し爆発に成功した。

6. 実験Ⅱ ハイスピード撮影による爆発の観察

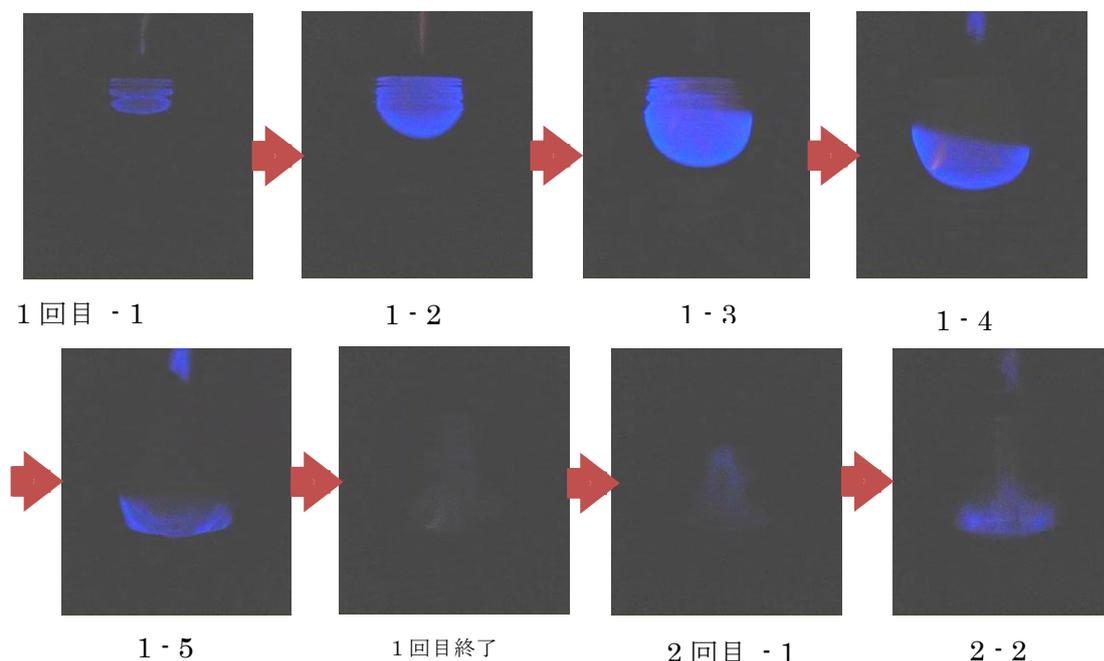
(1) 目的

予備実験で確認された1回目と2回目の爆発の違いに注目し、その違いをよりはっきり確認するためにハイスピードカメラで爆発を撮影し、観察することを目的とした。

(2) 方法

実験Ⅰで、再現性のある安定した爆発を起こすようにできたため、その方法を用いて実験を行った。ただし、爆発を明確に確認するために暗い場所で撮影を行った。使用したビンは直径6cm高さ8cm、容積150ml、ワッシャーの内径は8mm、入れたメタノールの量は1mlである。使用したカメラは『CASIO EXILM EX-F1』、1秒間あたりのコマ数は600コマで撮影した。

(3) 結果



【図3】

【図3】のように、先ず初めに1回目の爆発ではビン全体に炎が広がったが、2回目以降はビン下部を中心に周期的に炎が発生した。また炎が発生する際、上から空気を吸い込むような様子が見られた。

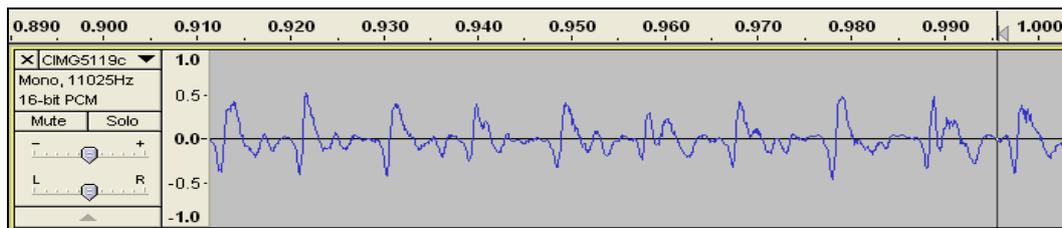
安定して爆発が起こったある1回の実験を詳しく解析した結果、1回目の爆発は53コマ分、つまり約0.088秒かかった。

これに対して、2回目以降の爆発は6~7コマごとに1回爆発した。1回を6.5コマとしたとき、約0.011秒に1回爆発したことになる。これは1秒間に約93回の周期となる。また爆発は10秒間続いたので、合計で約930回の爆発が起こったことになる。

(4) 考察

1回目の爆発は全体に広がって起こっているが、2回目以降の爆発では局所的に起こっているように見えた。1回目の爆発と2回目以降の爆発は全く異なる現象であり、連続して爆発が繰り返すパルスジェットは2回目以降の現象であると考えられる。

また、空気を吸い込むような様子が見られたことから、実験Ⅰにおけるビン内が負圧にな



【図6】 Audacityの結果

(4) 考察

これまでの実験から、このビンでは1秒間に約90回という爆発が実際に起こっていることが分かった。この結果、ハイスピードで見た炎は確かに1回ごとの爆発だという確信を持った。私たちは、これだけの速さで爆発が起こっているのは、実験Ⅱで考えたように局所的に爆発が起こっているからではないかと考えた。

8. 実験Ⅳ 温度分布の計測

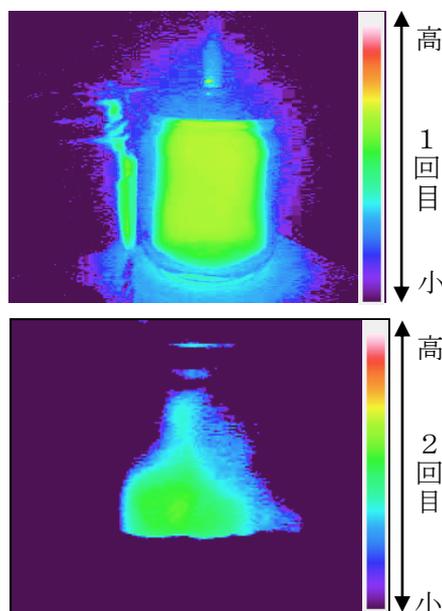
分布を調べるために、ThermoShot というフリーソフトを用いることにした。このソフトは京都大学総合人間学部地学教室が火山の研究のため開発したもので、高温のものほど赤外線を多く出す性質を利用して 300℃～700℃までの温度分布を表現することができるものである。私たちは可視光を遮断する赤外線フィルター(IR 80)を装着したビデオカメラ(機種 SONY HANDYCAM DCR-HC96)を用意し、ナイトショット機能で炎から発せられる赤外線を撮影し、撮影した画像を ThermoShot を用いて温度分布画像に変換した。

(1) 結果

図7のように、1回目の爆発では全体に均一な温度分布が見られた。2回目の爆発では、発生した熱が下部を中心に高温になっていた。また、上に行くほど範囲は狭く、温度も低くなっていた。

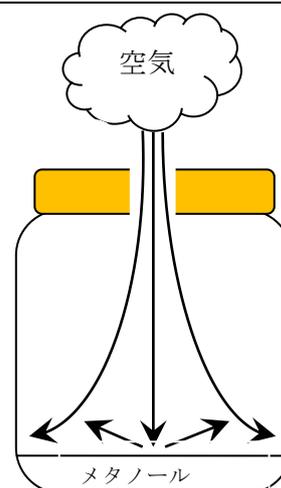
(2) 考察

1回目の爆発は、【図7】の1回目の温度分布画像ではビン全体が高温だったため、酸素とメタノールがビン全体にある状態で全体に広がる爆発であると考えられる。また、2回目以降の爆発ではビン下部



【図7】

は上部と比べるとより高温になっていたことから、酸素が少ない状態のビンに【図8】のように酸素が吸い込まれ、その部分だけで爆発しているの、円錐形に炎が広がる局所的な爆発が起こっているのではないかと考えている。



【図8】

9. 今後の展望

2回目以降の爆発が起きるためには、爆発後にビン内の気圧が下がり、酸素が取り込まれなければいけない。

今後、どのようにビン内の気圧が下がるのか、ビン内に流れ込んだ空気はどのように移動するのかについて明らかにしたい。

10. 参考文献

- 1) http://www2.hamajima.co.jp/ikiikiwakuwaku/record/r_2010_02_20/newpage3.htm
- 2) 理科年表 平成2年 【種々の物質の密度】 【空気と混じたガスの爆発範囲】
- 3) <http://www.gaia.h.kyoto-u.ac.jp/thermoshot/index.htm>

(4) 検証

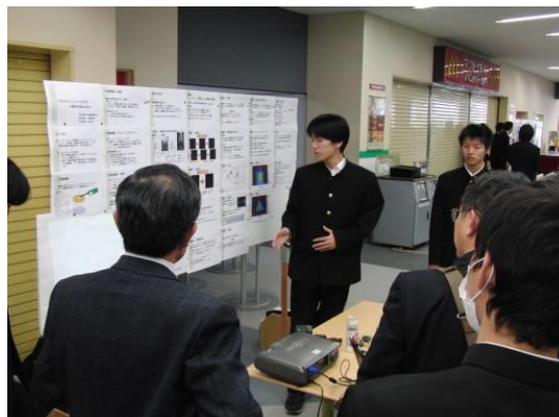
今年度科学部の2年生が取り組んだ中心のテーマが、上記のパルスジェットに関する研究であったが、この現象は、インターネットの動画サイトにもジャム瓶ジェットとして紹介されていて、生徒は大変興味を持ち、自分たちで材料をそろえて研究を始めた。

研究の方向性について、顧問からアドバイスすることはあったが、研究方法や、爆発条件についての計算など、自分たちで疑問点を議論しあい、研究を行い、資料を調べて進めていった成果である。

1学年上の先輩たちは、昨年度コウモリの超音波や竜巻のメカニズムというテーマで研究を行っていたが、今年の生徒たちは、その研究を手伝ったりパソコンソフトや機器の扱い方について意見交換をしたりして研究を進める方法について知識を深めていた。また、夏季の合宿では自然観察や天体観測を行ってきたが、そうした活動にも大変興味を示していた。こうした経験が、自主的に研究に取り組む姿勢を育んできたと考えられる。

また、科学の祭典や学校祭など様々な場面で、説明したり意見交換をする経験を積んだことで、大きな発表会でも物おじせずに堂々とした発表をすることができた。

その結果、日本化学会東海支部化学教育協議会主催 第19回 東海地区高等学校化学研究発表交流会において、優秀賞(10件中の3件)を受賞しただけでなく、他校の発表について活発に質問・意見を述べたことを評価されて2名が討論賞を受賞することができた。また、第9回A I Tサイエンス大賞(愛知工業大学主催)においては、自然科学部門・優秀賞(20件中の3件)を受賞した。これは、5分間の口頭発表の後に、審査員の大学の先生方にポスター発表を行い、質問に答える形式であったが、これまでの経験を十分に生かすことができた。何より、生徒たちが口頭発表したり、説明したりすることを大変楽しく感じて、どこかに発表の機会はありませんかと申し出るほどに意欲が高まったことから、仮説は十分に検証されたと考えられる。



(左) 日本化学会東海支部化学教育協議会主催 第19回東海地区高等学校化学研究発表交流会
11月3日(水・祝)三重大学 での口頭発表風景 優秀賞

(右) 第9回A I Tサイエンス大賞 愛知工業大学主催11月14日(日)でのポスター発表風景
自然科学部門・優秀賞

2.3 自然科学・科学技術系発表会

(1) 経緯

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

(2) 仮説

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

(3) 内容・方法

ア 第5回スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ2010

(名城大学天白キャンパス 7月17日)【主催】名城大学附属高等学校

愛知、三重、岐阜、静岡の東海地区のSSH校11校による研究成果発表と相互交流、情報交換の場として開催された。

口頭発表分科会では「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」の研究班が、パネルセッションでは「ヘルムホルツコイル、ミリカンの油滴実験を用いた電気素量と質量の測定」・「振り子の研究」・「硫酸の代替となる高分子酸触媒」・「媒染染料における吸光度から見た金属イオンと発色の関係」・「庄内川をアユにあつたものに」・「植物の環境浄化能力」・「変態から生命を科学する～破壊と形成の生物学～」・「簡易日射計による太陽放射量の測定」・「川の水質と人間活動の関係性」・「代数学」の10班が発表を行った。研究のまとまりがなかった夏季の発表であったが、時間とスペースの配分で指導教員として適切な指示ができず、ポスターで効果的な発表に至らなかったことが反省点である。

イ 平成22年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

(パシフィコ横浜 8月3日～4日) 【主催】文部科学省 科学技術振興機構

8月3日、4日に、パシフィコ横浜で開かれた文部科学省・(独)科学技術振興機構主催の発表会に3年課題研究「冷却面にできる凍結氷の結晶形状とその生成条件」の研究班2名、および2年SSクラス1名が参加した。8月2日に名古屋を出発し、パシフィコ横浜に到着してポスター発表の準備をし、その日の夜に宿泊先のホテルで発表練習をおこなった。3日午前は国立大ホールでの全体会、会議センター内での口頭発表分科会に参加した。午後は展示ホールAでのポスター発表に臨んだ。ポスター発表は計118校で、4時間に及ぶものであったが、発表生徒2名は休む間もなく発表を行った。PC等を駆使し、写真や動画を用いて視覚的に訴える発表を心がけた。本校のポスターブースには200名以上の参加者が訪れ、多くの質疑応答により生徒は研究への理解をさらに深め、課題を明らかにすることができた。4日午前は全体会(口頭発表代表校による発表、ポスター発表の来場者投票の上位5校の発表)、午後は1時間のポスター発表と全体会(表彰式)に参加した。本校のポスター発表は大学教員などの評価者による「ポスター発表賞」(計18校)を受賞することができた。

ウ 日本植物学会74回大会「高校生ポスター発表会」(中部大学 9月11日)

「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」研究班と、「植物の環境浄化能力」研究班が中部大学で2010年9月11日(土)に開催された日本植物学会74回大会「高校生ポスター発表会」(主催:社団法人日本植物学会)に応募した。指導者側から強く勧めることなく、生徒は自発的に発表を志願した。植物研究の研究者や大学院生を相手に積極的な発表が評価され、「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」研究班は最優秀賞を、「植物の環境浄化能力」研究班は優秀賞を受賞することができた。

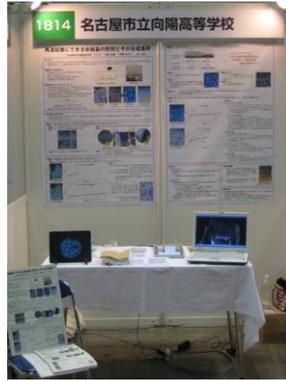
(4) 検証

課題研究の校外への発表機会は、良い意味で生徒のモチベーション維持と研究の区切りとなっている。準備段階でのポスター作成やパワーポイント用のスライド作りには、どの研究班も一生懸命に取り組み、その成果を伝えたいという意識が強く感じられた。

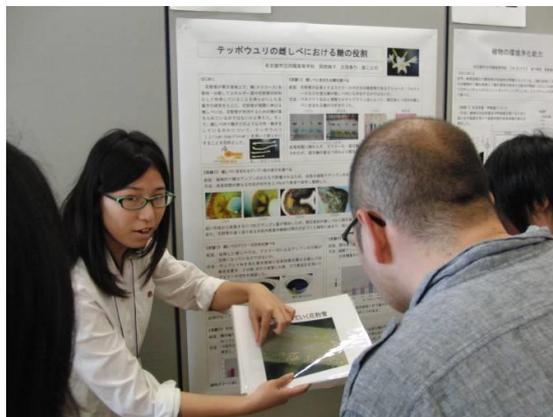
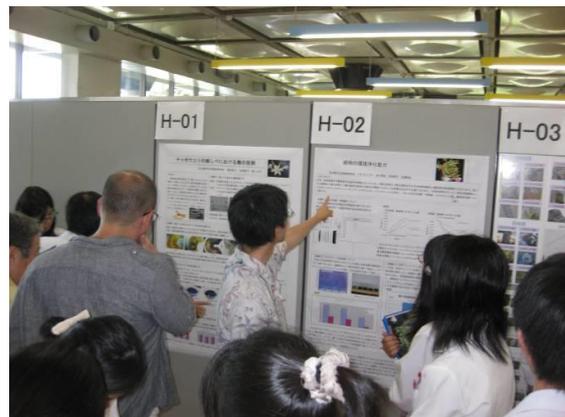
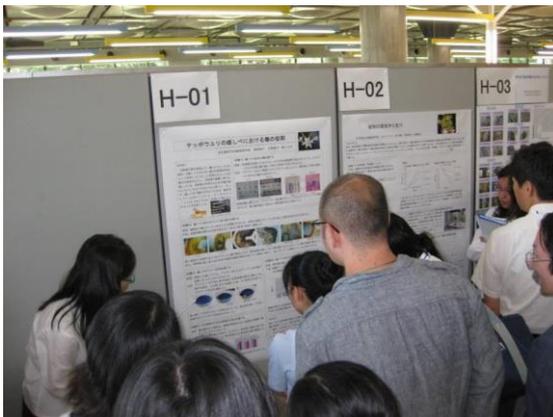
これまで東海フェスタでは過去に何度かポスター発表については良い評価をいただいていたが、今年度は賞に届かなかった。全ての研究班に発表機会を与えることを最優先させ、パネルの配置やスペースの有効活用について見通しが甘かった部分があり、多くの反省点があった。例年、発表件数を校内で絞って臨んでいたのだが、この点についてもどうしていくか、次年度へ向けて検討すべき課題である。

パシフィコ横浜での生徒研究発表会では、昨年よりポスターブースが広がりスペースに余裕があったため、実験機材やPC等を利用して視覚的・感覚的に訴え、メリハリのある発表をおこなったことが評価者によるポスター発表賞の受賞につながったと考えられる。ポスターブースを訪れる人も途切れることなく、多くの質疑応答は生徒にとって大変刺激になり、その後の研究にも非常に良い影響を与えた。

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



パシフィコ横浜 生徒研究発表会でのポスター発表



日本植物学会 74 回大会「高校生ポスター発表会での発表

2 4 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参加当日

(2) 仮説

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

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

(3) 結果

ア 論文応募

	平成22年度
第54回愛知県学生科学賞	3件 うち最優秀賞(名古屋市会議長賞)1件 「冷却面にできる凍結氷の結晶形状とその生成条件」 第54回日本学生科学賞にて「入選3等」を受賞
第54回全国学芸科学コンクール	2件 うち自然科学研究部門・旺文社赤尾好夫記念賞(入選)1件 「硫酸の代替となる高分子酸触媒」
第9回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞	2件 うち大賞1件「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」 学校全体として団体奨励賞受賞
第5回「科学の芽」賞	2件 努力賞2件 「植物の環境浄化能力」 「変態から生命を科学する ～破壊と形成の生物学～」
第2回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト	2件 うち優秀賞1件「川の水質と人間活動の関係性」

イ 科学オリンピック等

	平成22年度
物理チャレンジ	3名参加
化学グランプリ	63名参加
生物チャレンジ	23名参加
地学オリンピック	7名参加
数学オリンピック	2名参加
情報オリンピック	1名参加 本選選出1名
U-20プログラミング・コンテスト	1名(経済産業大臣賞受賞)
パソコン甲子園	1グループ(2名)参加
合計	102名

(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学期までで課題研究の研究活動を終え、夏季

休業中から9月頃までの期間でまとめ上げた論文を各種論文コンテストに応募することができた。学校内で論文集としてまとめるものと同時進行ではあったが、日々の学習活動も忙しい中、時間をつくって取り組んだ。論文としての体裁も年々向上し、研究内容がよくまとまっているものについてはコンテストにて高い評価も得られている。中でも、実績と様々な点が総合的に判断され、「テッポウユリの雌しべにおける糖の役割」のテーマに取り組んだ3名の生徒は、名古屋市教育委員会表彰を受けた。

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

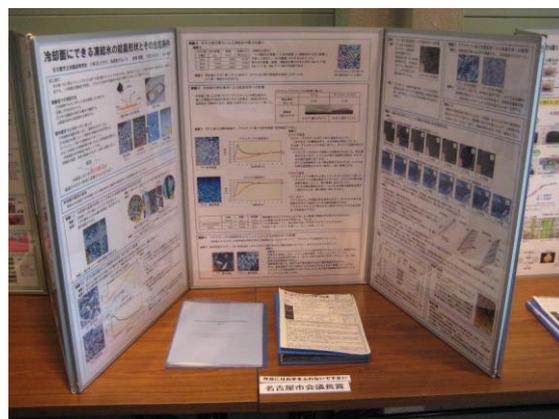
イ 科学オリンピック関係

SSH指定前より積極的に参加してきた化学グランプリなど、授業での紹介を通して参加者を大勢募ったものから、意欲のある生徒が少人数で参加したもので人数については、ばらつきがあった。成果としては情報関係で能力のたいへん優れた生徒がおり、特筆すべき成績を残し、名古屋市教育委員会表彰を受けている。

学校内での準備態勢も整ってきているが、2次選考など、上位の予選に進むような結果は前年度より少なかった。教員側が事前指導を行う時間等をどのように捻出するかが、目下のところ大きな課題である。また、意欲を持ってレベルアップを図るために努力した生徒の存在を広く知らせ、学校全体の活性化への働き掛けも留意しながら今後も取り組みを進めていく必要がある。



愛知県学生科学賞表彰式



日本学生科学賞

25 平成22年度SSH事業成果報告会

(1) 目的

公開授業で、現在の取り組み状況を中学校教員や保護者などに観ていただくことにより、SSH指定以来4年半にわたる研究開発の実践成果を発信する。

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

(2) 日時

平成22年10月25日(月) 9:30~17:00実施

9:30 ~ 受付

10:00 ~ 11:05 2限 公開授業

1年総合 4、6、7、8、9組

調査研究分野(各HR教室)

実験観察分野(物、化、生、地 各実験室)

209 SS英語(大講義室)

11:15 ~ 12:20 3限 公開授業

1年総合 1、2、3、5組

調査研究分野(各HR教室)

実験観察分野(物、化、生、地 各実験室)

309 SS英語(CAI室)

13:20 ~ 13:40 開会行事、全体会(大講義室)

13:45 ~ 15:20 課題研究成果発表会、講師講評(物、化、地 各実験室)

15:30 ~ 16:15 ポスター発表(大講義室)

16:30 ~ 17:00 SSH運営指導委員会(校長室)

(3) 来校者

65名の来校があった。(運営指導委員や助言講師を除く)

ア 教員など 26名(昨年 14名)

市立高校 10名、名大附 1名、教育委員会 5名、学校評議員 4名、その他 6名

イ 保護者 39名(昨年 29名)

1年 22名、2年SSクラス 4名、3年SSクラス 13名

(4) 事業の概要

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」の授業を公開した。実験観察分野と調査研究分野に分かれて個人研究をしている様子を公開した。実験観察分野は物理・化学・生物・地学の4つの実験室に分かれての実験や観察の活動の時間であった。授業開始とともに各自の計画に基づいて必要な器具などを準備し、手際よく実験を進めていた。また、調査研究分野は、この後各自が研究していく内容についての計画の相互発表であった。方針についてや課題となっていることについて発表し、それに対しての意見交換が活発になされていた。

(来校者アンケートより)

- ・ 教師、生徒というより垣を越えて人間対人間という会話が成立していて感動いたしました。
生徒1人1人がやらされているという感じはなく、生き生き取り組んでいる姿が印象的でした。
- ・ 生徒1人1人が興味深いテーマについて調べようとしていることがわかり、感心させられました。
- ・ 何を実験しているのか分かりづらかったので、去年の生徒のレポートの展示があると良かった。
- ・ 主に地学実験を見学しました。まだ初期の段階でデータをとるまでには至らないが、それぞれの課題に懸命に取り組んでいる姿が見られました。積極的に先生に質問している姿もありました。
- ・ 化学の授業で白衣を着用して実験をやっている姿は、研究室の現実さながらのようでとても驚きました。それなりの達成感も得られたように思えます。
- ・ 1人1人のテーマが面白く、真剣な様子に引きつけられる。
- ・ 実験観察に興味を持った生徒が選抜されている分、高い目的意識を持って取り組んでいるように思いました。
- ・ 自分の子供がどの実験をしているのか事前に聞いていなかったもので、迷ってしまいました。しかし、そのおかげで全クラスを見学することができました。どの子も真剣に取り組んでいて、よかったですと思います。あまり実験する機会が中学などでも少ないので、楽しそうに見えました。
- ・ あまりに真剣な姿に感動しました。
- ・ 調査研究分野を見学しましたが、自由にテーマを選ぶことはなかなか簡単なようで難しいと思いますが、興味深いテーマがいろいろあって、これから頑張って調べてほしいと思います。また、他人にコメントすることも最初は慣れないかもしれませんが、経験を積んで慣れてほしいと思います。
- ・ 文系分野（調査研究分野）のグループごとの発表及び相互評価、質問の試みが良かった。探究的な姿勢を理科実験だけでなく、文系分野に広げることで、生徒自ら考える力を育成することができ、受験勉強以外の学習の喜びを感じることができると思う。次年度はどうなるか分からないが、様々な教育活動に探究的な学習を取り入れて欲しい。



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あ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。2年生については、各自が関心を持ったテーマについて調べたことを6名程度のグループ

の中で発表し合った。また、3年生については、課題研究の研究成果の概要をグループごとにクラス全員に対して発表し合った。

(来校者アンケートより)

2年「SS英語」

- ・自分らしい表現で、皆に分かりやすくアピールしていたところが良かった。
- ・一生懸命英語で発表している(なんとか分かってもらおうとする)姿勢が出ていた。質問も頑張って英語ですると良かったと思う。
- ・自分の興味があることについて、一生懸命調べて、考えて発表に臨んでいる姿勢は素晴らしいと思いました。先生方のご指導にも感謝いたします。
- ・生徒たちのスピーチがしっかりしていて良かった。イラストもそれぞれ個性が出ていて良かった。
- ・教材をもとにした英語での発表ということで、クラスが6グループに分かれそれぞれの研究を発表していくスタイルでしたが、同時にたくさんの内容を聞くことができず、面白そうなタイトルに興味深かったので、少し残念でした。発表時以外も英語での質問、応答を心がけるともっと良かったですね。
- ・調べたことを英語で伝えるだけでも難しいのに、考えたことなどをめげずに伝えようとしている姿が印象的でした。
- ・物おじすることなく、堂々と話をされていて、すごいと思いました。
- ・素晴らしい会話でした。
- ・英語でのプレゼンはすごいですね。普通に勉強しただけでは、あのようにはいかないでしょうね。
- ・物おじせず英語を話していて、頼もしく思いました。発表を聴く方も熱心に盛り上げていて、雰囲気も良かった。
- ・きちんとした態度で前向きに一生懸命発表し、聴いている方も一生懸命に聞き、理解しようとしている態度に好感が持てました。とても和やかで楽しそうで、生き生きとしていました。先生の盛り上げ方、ご指導のたまものかと思えます。

3年「SS英語」

- ・あまりにも流暢な英語で、驚くとともに、声の調子や大きさ、強調して伝える技術なども鍛えられているなど感心しました。
- ・皆さんすごいと思いました。英語能力がすごく高いとびっくりしました。
- ・うちの子には無理かと思ってしまいました。



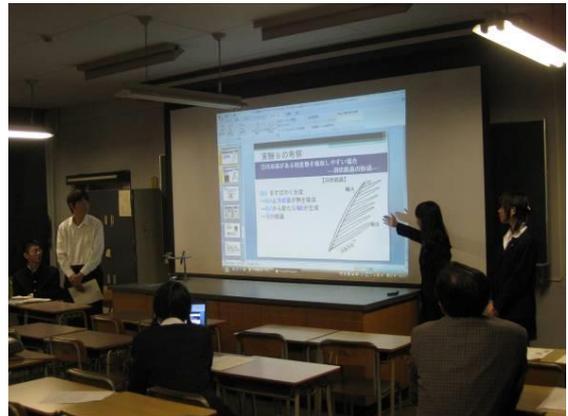
- ・2年の時よりも、さらにレベルUPしていました。英語でのプレゼンは、将来必要なことだと思います。
- ・さすがです。堂々としてボリュームがある発表が多かったです。あと、皆さんあいさつが出来て気持ちいいです。
- ・堂々と発表し、素晴らしかったです。

ウ 開会行事、全体会

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

エ 課題研究成果発表会、講師講評

3年生がこれまで「課題研究」の授業で研究してきた成果を、三つの分科会に分かれ、スライド（プレゼンテーションソフト）を利用し発表した。聴衆には、同じ分科会に配置された3年SSクラス生徒の他、2年SSクラス生徒も加わり、各グループの発表後には、生徒間の質疑応答もみられた。質疑応答では、的確な鋭い指摘もみられた。



また、助言講師からは今後大学などで研究していくことに向けての心構えや、データの処理方法なども含めて講評をいただいた。

(来校者アンケートより)

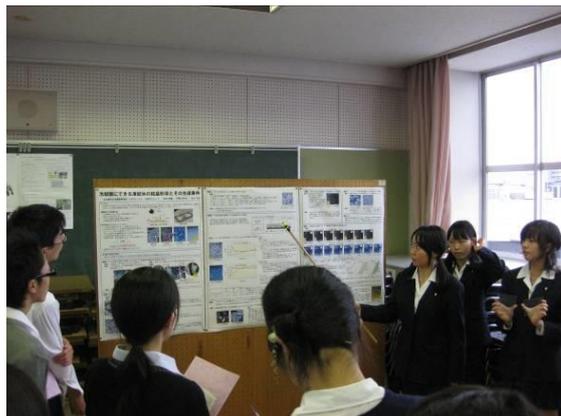
- ・どのグループも地道に研究して、分析も細かく立派な研究発表であったと思います。グループによってポインターの使い方を工夫したり図を重ねるなどして、より聞く者が理解しやすいように考えてくれています。15分という短い時間の中でまとめるのは大変だったと思うくらい、濃い内容だったと思います。
- ・高校生ながら、非常に学習をし、研究に取り組んだと思います。勿論、研究方法や研究に臨む「態度」（何を持って「研究」とするか）等、指摘する箇所はありますが、そういった姿勢も学びつつ頑張っていて欲しいと思いました。向陽高校のSSHは、本当に専門的な研究教育を生徒に実践させているのだとよくわかりました。ありがとうございました。

オ ポスター発表

3年生が「課題研究」の授業でこれまで研究してきた成果を、分科会の違ったクラスメイトや1年生の生徒に対しても発表する機会として、ポスター発表を行った。聴衆には、2、3年SSクラス生徒の他、1年生の参加希望生徒、保護者や他校教員も加わり行われた。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われたようだ。生徒は大人とのやり取りにも臆することなく、堂々と回答できていた。

(来校者、生徒アンケートより)

- 出来れば、1発表1部屋あると静かに聴けました。
- すべての研究がよく考えられていて、すべてを聴いてみたいと思いました。仮説、実験、考察とその過程に大変感心しました。
- 質疑応答することで、発表中には知れなかった実験の苦勞がうかがえ、大変面白かったです。
- 全体の発表の時間が長めの方が、よりじっくりと静かに聴けるかと思いました。
- よく調べられ、論理的に組み立てられているのには感心しました。説明もよく練られており、理解しやすいものでした。
- 以前は体育館に張ってあったが、今年はブース型で説明もあり、生徒たちもきちんとやっていた。特に、内容に関する理解が進んでいると思った。
- すべての発表の内容がとても詳しくて、正直よくわからなかった。噛み砕いて説明するのは大変だと感じた。
- 実際に実験を行った人の話を聞きながら実験のことが知れるので、ただポスターを見たり話を聞くだけよりも、とても関心が持てました。
- ポスター発表だと、スライドの内容を印刷してパネルに張ることになるので、発表が終わった後でも、自分のペースで改めてスライドの内容を見ることができてよいと思った。
- 文字だけの発表でなく、図やグラフ、写真を活用しているので、参加者にわかりやすく伝えられて良いと思う。しかし、紙に書いたものではパソコンで資料を作成した場合のパソコンにしかない良さを表現することができないので、スクリーンとプロジェクタを使用できる数を増やせると良いと思う。
- 間近で発表を見るのは初めてでしたが、どのグループも一生懸命発表していました。SSHクラスに入って、こういう発表をしてみたいと思います。研究成果を聴かせていただきありがとうございました。



カ SSH運営指導委員会 (第4章に掲載)

2.6 名古屋市立高等学校自然科学系部活動交流会

(1) 目的

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



(2) 主な内容

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

(3) 対象者

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



(4) 日時・場所

平成22年7月31日(土) 9時～12時
名古屋市立向陽高等学校 地学教室

(5) 事業の概要

向陽高校はじめ、名古屋市立の高校6校より生徒36名、教員13名、隣の中学校より生徒4名、教員1名の参加のもと実施した。

向陽高校の取り組みの紹介として、コイン選別機とバンデグラフを演説した。

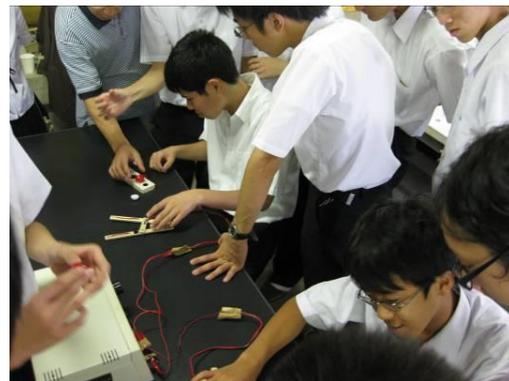
2校目は名東高校で、ブドウ糖溶液による液中シャボン玉などの演説実験であった。

3校目は緑高校で、パソコン組み立てやプログラミングについての紹介であった。

4校目は北高校で、水蒸気で紙を燃やす演説実験であった。5分ほどの休憩をはきんで、5校目は菊里高校で、音波の演説実験と普段の活動の紹介であった。ここまでの各校の紹介の後、交流となり、持ち寄った課題を相互に見せ合った。

向陽高校の研究として、手作りガイガーカウンターの口頭発表を行った。また、青少年のための科学の祭典でもブース発表した分子模型作りを紹介し、参加した生徒で発泡スチロール球と電熱線で水分子などの模型を作った。

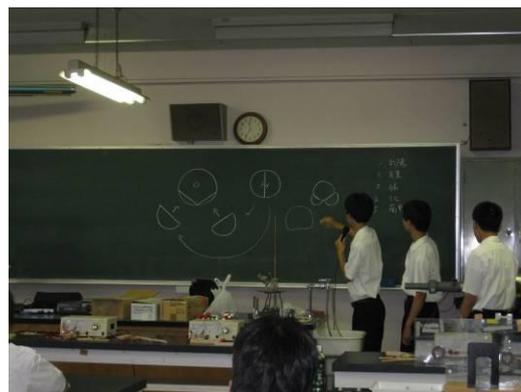
テンポよく様々な取り組みを紹介し、交流したことにより、3時間の予定時間はあっという間に過ぎていった。



(6) 検証

本校と名古屋市教育委員会指導室の合同での初めての試みであった。本校の取り組みを他校の高校生に紹介するよい機会とできた。

また、各校の普段の活動の様子を紹介し合ったことにより、やっていることのアイデアを出し合ったり、情報交換し合ったりと、生徒どうしの交流ができた。また、近隣中学生の参加もあり、高校生は丁寧に説明したり、中学生は高校生の研究姿勢に刺激を受けたりしていた。



3章 研究開発の成果と今後の方向性

1 意識調査アンケートの分析

第2学年SSクラス34名、第3学年SSクラス36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)	97.0	3.0			93.9	6.1		
			90.9	3.0			90.9	3.0
理科・数学に関する能力やセンス向上に役立つ(役立った)	75.8	24.2			90.9	9.1		
			54.5	39.4			84.8	9.1
理系学部への進学に役立つ(役立った)	63.6	36.4			78.8	21.2		
			54.5	36.4			69.2	21.2
大学進学後の志望分野探しに役立つ(役立った)	57.6	42.4			54.5	45.5		
			48.5	45.5			60.6	33.3
将来の志望職種探しに役立つ(役立った)	63.6	36.4			45.5	54.5		
			45.5	48.5			57.6	36.4
国際性の向上に役立つ(役立った)	36.4	63.6			30.3	69.7		
			30.3	63.6			63.6	30.3

- ・ 両学年とも、「理科・数学の面白そうな取組に参加できる(できた)」が効果があったと回答している生徒が90%を上回る高い数値を示している。
- ・ 第2学年から第3学年に学年が進行することにより、SSHの取組みの効果があっ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。
- ・ 取組みを通して、「大学進学後の志望分野探しに役立つ(役立った)」「将来の志望職種探しに役立つ(役立った)」が効果があったと回答している生徒の割合が増加している。

以上のことより、生徒はSSHの取組みを経験していく中で、効果があったとますます感じていっているようである。

また、自分の将来を考えるうえでもSSHが役立っていることがうかがえる。

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	21.2	42.4	6.1	21.2	0.0
	54.5	36.4	0.0	3.0	3.0
SSHに参加したことで、科学技術に関する学習に対する意欲が増しましたか	24.2	54.5	3.0	6.1	6.1
	42.4	48.5	0.0	6.1	0.0

- ・ 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も増している。こちらも学年があがるにつれて「大変増した」の割合が増えている。

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相当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)	33.3	54.5	0.0	12.1	0.0
	36.4	51.5	6.1	6.1	0.0
理科・数学の理論・原理への興味	39.1	48.5	0.0	6.1	6.1
	42.4	48.5	9.1	0.0	0.0
理科実験への興味	30.3	30.3	15.2	18.2	6.1
	60.6	24.2	9.1	6.1	0.0
観測や観察への興味	24.2	39.4	21.2	9.1	3.0
	45.5	33.3	15.2	3.0	0.0
学んだことを応用することへの興味	30.3	48.5	6.1	6.1	9.1
	45.5	45.5	9.1	0.0	0.0
社会で科学技術を正しく用いる姿勢	12.1	42.4	18.2	0.0	27.3
	33.3	45.5	9.1	3.0	9.1
自分から取り組む姿勢 (自主性、やる気、挑	27.3	48.5	9.1	3.0	9.1
	51.5	36.4	6.1	3.0	0.0

戦心)					
周囲と協力して取り組む姿勢 (協調性、リーダーシップ)	21.2	42.4	18.2	3.0	15.2
	36.4	42.4	18.2	0.0	0.0
粘り強く取り組む姿勢	18.2	36.4	12.1	9.1	21.2
	39.4	42.4	15.2	0.0	0.0
独自なものを創り出そうとする姿勢 (独創性)	15.2	39.4	9.1	9.1	24.2
	33.3	36.4	18.2	9.1	0.0
発見する力 (問題発見力、気付く力)	12.1	69.7	6.1	0.0	12.1
	18.2	57.6	18.2	6.1	0.0
問題を解決する力	21.2	42.4	12.1	0.0	21.2
	21.2	63.6	15.2	0.0	0.0
真実を探って明らかにしたい気持ち (探究心)	33.3	45.5	6.1	12.1	3.0
	48.5	48.5	3.0	0.0	0.0
考える力 (洞察力、発想力、論理力)	15.2	60.6	9.1	0.0	15.2
	42.4	48.5	6.1	3.0	0.0
成果を発表し伝える力 (レポート作成、プレゼンテーション)	15.2	60.6	9.1	3.0	12.1
	54.5	45.5	0.0	0.0	0.0
国際性 (英語による表現力、国際感覚)	6.1	24.2	33.3	3.0	33.3
	24.2	51.5	18.2	0.0	6.1

問3-2 特に向上したと思う興味、姿勢、能力 (上位3つ)

第2学年	未知の事柄への興味	理科・数学の理論・原理への興味	考える力
第3学年	成果を発表し伝える力	考える力	理科・数学の理論・原理への興味

- ・ 各項目について、第2学年では能力の向上が、わからないと回答している生徒が一定いるが、第3学年では、わからないと回答する生徒は、ほぼいなくなっている。
- ・ 理科・数学の学習や、理科の実験・観測や観察などに対する興味はもともと高い生徒も一定の割合でいるが、SSHの取り組みにより増している生徒がとても多い。
- ・ 学んだことを応用していくことへの興味は、学年が上がるにつれて増す割合が増えている。
- ・ 自主性や協調性などの生徒の姿勢についても、学年が上がるにつれて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、レポート作成力、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、「理科実験への興味」、「独自なものを創り出そうとする姿勢」、「考える力」、「成果を発表し伝える力」、「国際性」については特に著しい。

- ・ 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。
- ・ また、回数を重ねて経験することにより能力が高まっていくものについて、第3学年の数値が上がっており、取り組みの成果が表れているといえる。

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	4	4
科学者や技術者の特別講義・講演会	1	2
大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習	2	1
個人や班で行う課題研究(自校の教員や生徒のみとの間で行うもの)	3	3
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)	9	1 1
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)	1 3	1 2
科学コンテストへの参加	9	9
観察・実験の実施	5	6
フィールドワーク(野外活動)の実施	6	8
プレゼンテーションする力を高める学習	8	4
英語で表現する力を高める学習	7	6
他の高校の生徒との交流	1 1	1 0
科学系クラブ活動への参加	1 1	1 2

- ・ 両学年とも傾向は比較的良好に似ていて、上位の4項目、中位の4項目、下位の5項目に大きく分かれる。参加して特に良かったは「科学者や技術者の特別講義・講演会」「大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習」「個人や班で行う課題研究」「理科や数学に多くが割り当てられている時間割」である。
- ・ 上の3つの項目については、ほぼ全員の生徒が良かったと回答している。
- ・ 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、「プレゼンテーションする力を高める学習」「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、参加して特に良かったことについては学年での大きな違いはなく、生徒の印象も固定化されつつあるようである。

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	1	3
学校外にでかけることが多い	9	8
授業内容が難しい	6	6
発表の準備が大変	3	1
レポートなど提出物が多い	2	4
課題研究が難しい	5	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	3	6
特に困らなかった	8	10
その他	10	9

- ・ 各学年の1位である、第3学年の「発表の準備が大変」、第2学年の「部活動との両立が困難」については、かなり多くの生徒が困ったこととして回答している。
- ・ 第3学年では「授業時間以外の活動が多い」も上位にきているが、発表の準備や論文作成に関わってのものである。
- ・ 両学年とも「レポートなど提出物が多い」も上位にきているが、SSクラスの生徒も困ったこととして回答しているとともに、SSクラスの印象としても大きなものとなっている。

以上のことより、本校のSSHの取り組みは、時間がとられることについて困ったこととあげているが、困ったこととしてあげる生徒の数はそれほど多くはなく、困ってはいるが克服できていると感じている生徒が多い。

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	27.3	18.2
企業の研究者・技術者	42.4	39.4
技術系の公務員	3.0	6.1
中学校・高等学校の理科・数学教員	3.0	3.0
医師・歯科医師	3.0	3.0
薬剤師	6.1	0.0

看護師	0.0	0.0
その他理系の職業	6.1	18.2
その他文系の職業	9.1	0.0
わからない	0.0	9.1

問6-2 SSH参加によって、問6の職業を希望する度合い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	27.3	42.4
やや強くなった	39.4	27.3
変わらない	30.3	30.3
やや弱くなった	3.0	0.0
弱くなった	0.0	0.0

- ・ SSHクラスは理系志向の強いクラスであるため、当然の結果として将来の職業として研究者や技術者を回答する生徒が多い。
- ・ また、SSH参加によって、問6で回答した職業を希望する度合い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度合いを強めている。

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)	24.2	30.3
数学系	12.1	0.0
工学系(情報工学以外)	18.2	24.2
情報工学系	9.1	9.1
医学・歯学系	3.0	0.0
薬学系	12.1	12.1
看護系	0.0	0.0
農学系(獣医学含む)	15.2	18.2
生活科学・家政学系	0.0	3.0
教育学系(理数専攻)	3.0	0.0
その他理系	0.0	0.0

文系	3.0	0.0
その他	0.0	0.0
決まっていなかった	0.0	3.0

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	75.8	72.7
SSHへの参加が理由ではないが、変わった	15.2	6.1
SSHの参加によって変わった	9.1	18.2

- ・ 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」でほぼ大半となっている。
- ・ 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「数学系」「教育学系」がわりと多くなっている。

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専攻志望の意識を高めたり、より自分の考えを整理したりするのに、有効に作用しているといえる。

2 SSHの取り組みの総括

各取り組みの担当者による良かった点・成果とともに、課題となる点をあげてもらったこととともに、各取り組みを客観的にみた感想・意見もあげてもらった。また、第2期の内容を考えていくうえでのアイデアも集めることができた。

1 学校設定科目 (主にSSクラス)

1-1 SS入門 (H18~H20、1年)

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3クラス4展開で30人の生徒・2人の教員という体制。イントロダクション・入門講義・基礎実験講座から一人1テーマで研究する探究活動という流れを作り、生徒が自ら考え、自ら研究し、発表することを中心に行った。 ・ 自然科学に広く興味を持ってもらうことや、身近にあるのだけれど、意外と知られていない不思議に触れさせることで自然科学に対するアプローチを考えさせることを目的とした講座である。またすでに学習し知っていると思われている事項でも、いざ測定する方法を考えると意外に難しいことや、実験では理論と違い様々なことが配慮されていないとうまくいかないことも感じ取ってもらいたいことである。 ・ まずはSSHの入り口として他校にはない特色のあるプログラムであると思う。全体で同じ実験を経験し、次の段階として分野別学習に
----------	--

	<p>取り組む。物化生地 4 分野の簡単な実験を経験し、その中で興味関心の高い分野を選択する。さらに探究活動にて自分で立案したテーマにそって深く研究をしていくので、興味関心から実験実証へと段階が進んでいく。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 中間発表やパワーポイントを使っての発表もあり、また全体の代表者は体育館で発表する機会もあり、プレゼンテーションの能力向上に大きな役割を果たしていると思う。また、オブザーバーとして大学の先生方を呼び、これからの研究に対する姿勢や取り組み方をアドバイスしていただけるのも生徒には大変良い機会になる。 ・ ひとり 1 テーマとした探究活動について。 ・ イントロダクション、入門講義、基礎実験講座、探究活動、発表、まとめ。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然科学の基本である実験実証ができることがよかった点であり、プレゼンテーション能力の向上や、自然科学に対する取り組み方が向上したことが成果であると思う。なかなか広く実験を経験する機会が少ないだけに、数多く触れることができる S S 入門の時間は貴重であると考える。 ・ 担任として、生徒の新たな一面を見ることができた。プレゼンの練習として優れている。 ・ 「とにかく自分でやってみる」という実験・観察の機会を多く与えられた。計画を立てることの大切さがわかった、という生徒が多かった。発表では、質疑応答を重要視し、物事を議論する姿勢を作れた。 ・ 生徒個々が主体的な態度を要求される点。 ・ 生徒が自分で興味のあるテーマを設定し、自分で実験、観察を行うことができたので、1 年生全員が受身的にはなく、主体的に参加する内容を実施できた。自分のテーマにこだわりをもって取り組む生徒が少なからず存在した。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 広く浅くという実験経験から、探究活動へと移行していくわけであるが、どうしても表面的な分析に終わってしまうので、深く理論を追いかける、または数式にまとめるといったことができると思う。 ・ また、実験に客観性、再現性を持たせるだけのデータ収集の気持ちを持たせたい。わずかのデータでは規則性を見出すのは難しく、またグラフにまとめたり、表にまとめたりすることで、データを予想させるような手法をもちいたが、結果的に正しいといえるにはまだまだ物足りない部分がある。 ・ 一人ひとりの対応が不十分になる。生徒数と教員数がアンバランス ・ 教員の数に対して生徒が多く、全員の生徒に十分なアドバイスを与えることができなかった。S S 入門の理念はとても大事で大切にしたいものだが、マンネリ化もあり、もっといいやり方があるのではないだろうか。 ・ 生徒のモチベーションの継続。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ インターネットなどで紹介してある実験をなぞって、終わってしまう生徒も多く、自分の頭を使って考察するという面については、さらに検討の余地があると思われる。また、毎週提出される生徒のプリントの点検にかなりの時間を取られた。探求活動の方向性が適切でない研究の場合、ほとんど成果が得られない。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特定の教科の先生に負担はかかるが、有意義だと思われる。 ・ 物化生地に加え、数学、情報、論理学等の入門的な講座があるとよい ・ 少ししか見にいけませんでしたが、楽しそうであらやましかった。 ・ 手のかかる生徒に時間が必要となり、興味関心の高い生徒ともっと話をできていればとおもっています。 ・ 3年間、主体的に行動する生徒を育成できた(特に観察実験授業) ・ 探究活動は教員も生徒も大変だが、目標がはっきりしていたことにより、最後の発表までの流れがしっかりしており、意義深かった。

1-2 SS数学(2年、3年)

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ (3年)複素数平面
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 教科書外の知識を与えられたこと、物事を別の角度から見ることができたこと。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 受験を控えた3年生に教科書外の内容に時間を割くことの負担。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発表を見せていただき感じたことは、証明を細かく分析し、自分たちの言葉で発表しているということであった。よく勉強していると思った。 ・ 紙と鉛筆の世界であるので、証明や法則を学びそれを発表するという形はなかなか変えられるものではないと思う。しかし、もっと違ったアプローチの方法もまだまだ考えることができると思う。コンピュータを取り入れて媒介変数表示であらわされるようなさまざまな曲線を実際に点で描いていくと一見一筆書きに見えるような図形が意外な点の動きによって描かれるとか、昨年度発表された整数論のほかにも連分数展開による無理数の表現、あるいは微分で極限を求めることを実際に計算させて極限值に近付いていく様子を見られるようになるなど、イメージが大切な数学の世界を目で見えるような形に置き換えて表現するというのもまた違った面白さがあると思う。難しいことや複雑なことを追いかけて行こうと思うだけではなかなか発想も分野も浮かばないように思う。数学の専門ではないので、的外れなことを申し上げていたらすみません。 ・ 「課題」から、生徒も取り組みもあまり積極的ではなかったように思われる。 ・ 大学レベルまで達している生徒の力をより伸ばすために必要である。 ・ 高度な内容を扱うよりも、物理とのすりあわせを上手に行えると、学

	<p>習の成果としても、より効果的なのではないか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2年では発展的な内容を取り入れ、授業展開も工夫されていたようだが、3年では受験もあり難しかったかもしれないが、論理的思考力などを高める授業がもう少しあると良かった。
--	--

1-3 SS物理（2年、3年）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通常クラスとの最大の違いは、授業の組み立てである。力学を等加速度直線運動の分野から円運動・単振動まで一気に終わらせてから波動分野に入るところである。また波動分野では演示実験を多く取り入れることで、理解しにくい波動分野のイメージづくりに役立っている。また力学、電磁気分野では、数学の履修速度とも関係はするが、ニュートンに代表される微分の考え方を数多く導入し、自然科学を単純な数式で表現するというのを念頭に置いて授業が進んでいく。 ・ できるだけその関係式が導かれるに至った考え方に触れることで、公式そのものの導出方法を学び、広く応用が利く学力を身につけさせることも狙いの一つである。また、現在のカリキュラムでは、選択制になっている分野も、幅広い知識を身につけること、量子力学の考え方を学ぶという観点からも必要と考え、すべての分野を履修させることにしている。 ・ また、難関大学では高校物理の範囲からは逸脱しないまでも見たことのないような問題設定で解答を要求されることもあり、そういったときに対応できる応用力も常に自分から学ぶという姿勢の中で培っている。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 授業の駒数が多いのでやはり深いところまで授業ができる。難しいと思う生徒も多かったと思うが、最終的には知識につながり、応用力がついたと思う。また、実験は自分たちで組み立てていけることが多くなり、課題研究でもその姿勢は見られた。数学的な解説は数学と物理は密接な関係をもった学問であることを認識させることができた。数学で学ぶことは数学だけ、物理で学ぶことは物理だけというような考え方には応用力は育たない。それぞれの分野にとらわれず、広い視野を持って自然科学に対して分析していくという観点からも、SSシリーズは有用であると考えている。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小さなことでいえば分野を組み替えて授業を行うことは進学校としては模試と分野がずれることがある。まだこの方法で生徒に対して有効性が認められるかどうかは、はっきりしていないので検証していく必要があると思う。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高校物理を超えた内容まで達成させており、大学との連携で有効と考える。 ・ 授業の順序を入れ替えたり、導入のための実験などで工夫されていたりして良かった。生徒も物理の基本を定着させられたと思う。

1-4 SS化学(2年、3年)

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ (2、3年共通) 授業の進度、テスト範囲は普通クラスとそろえた。発展的内容を多く取り入れ現在学んでいることとの関連をつけさせた。 ・ (2年) 発展的な実験として酸化還元滴定の実験、中和滴定のコンピュータでのシミュレーションなどを行った。 ・ (3年) 授業内容に関連のある分野で大学教員の講義も取り入れた。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ (2、3年共通) 授業の展開方法、教材としての授業プリントを変えた。教材を変えたことにより普通クラスでの授業進度を早められるようになった。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ (2、3年共通) 授業の受け方のまずい生徒はテストで苦勞した。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 化学に限らず、自然科学の分野の多くは、歴史的に必要に迫られて開発されたものは大変多い。その背景には産業革命や戦争があった。その意味からも、法則や結果をただ教えるのではなく、歴史的なアプローチや科学者の人間関係なども踏まえた授業展開が行われていたのは興味深い内容であった。特に無機の分野は普通に教えるとその物質の紹介をだらだら述べるような授業になってしまうので、そんなときに時代背景や、化学者どうしの師弟関係、政治状況などが、実は化学史に大きく影響を与えていたことがわかるのも生徒の興味を引く要素であると思った。 ・ 実際に、物理の授業中や、授業後にSSクラスの生徒から広く科学者について質問を受けた。これは生徒の関心が高かったからだと思う。実験により生徒に興味関心を持たせ、また視覚的なイメージにより、理解を深めるという手法はよくとられるが、歴史的な背景から説明するやり方は斬新であると感じた。 ・ 内容を精選しつつ、より大学での学問研究に結びつくものになりたい。

1-5 SS生物(3年)

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発表活動→生徒の少人数グループによる調べ学習とその発表。 ・ 春の雑草観察、クロマトグラフィの発展的な実験、葉緑体の分画実験、気質を変えた脱水素反応の比較。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 授業に関連した発展的事項の発表を10分～15分(長い班は25分)程度行い、それに対して質疑応答をした。関心の高い分野を自由に調べさせたので、生き生きと発表していた。 ・ 少し発展的な内容にも、興味をもって学習できた。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事後指導ができなかった。 ・ じっくりと考えさせる時間が取れない。もっと実験を増やしたいが、時間数の関係で難しい。
D「客観的な感想」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 興味や科学的な視点をもっと強調出来るとよいと思う。

想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 身近な課題研究が多いが、大学での研究に活かされるか検証したい。 ・ 独自の実験や観察などの取り組みが工夫されていて、生物を学ぶ上での本質的なところを高校生のレベルで学習させていると思う。
-------	--

1-6 SS地球科学（2年）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 後期毎週1コマ、計15回程度の授業。毎回トピックスを決め（地球物理、地質・地史、気象、天文）、1～2回の授業で完結。SSリサーチの報告を兼ねた生徒による授業、特別講師（JAXAの研究員）による授業も行った。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 理系の生徒に地球科学を学ぶ機会を与えられた。「学問はつながっている」と気付かせることができた。生徒が社会に出た際に、必要最低限の地球に関する知識を与えられた。「地球人」になった生徒が増えた。特別講師の授業は、毎年生徒から大好評だった。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生徒は全くと言っていいほど地球科学に関する知識がない。時間数が少ない中で地球科学の全体像を伝えるために内容をつめすぎた。授業準備も強烈に時間がかかった。関連の深い科目との連携をもっとやるべきだった。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堅実さが要求される。地道な研究分野として大切にしていきたい。 ・ 授業の回数が少ない中で、エッセンスを効果的に学習させていると思う。生徒による授業など様々な取り組みがよく工夫されていると思う。

1-7 SS英語（2年、3年）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3年SSE ・ 課題研究I、IIで研究した内容を英語でプレゼンテーションする。実験手順や結果をスクリーン上に映写し、内容は英語で説明する。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各グループ5分の英語プレゼンテーションをするために、生徒各自が英語でスクリプトを書き、スピーチを実践する。効果的なパラグラフライティング、スピーチパフォーマンスの学習の場となる。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外部から理科の授業を英語でできる講師を呼ぶことが難しい。 ・ 発表時間に余裕がなく、Q&Aの時間をとることができない。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2年SSEと3年SSEの学習連携はできているか？ ・ SSH事業に必要な科目であり、将来に役立つものとして期待できる ・ 目標としている英語の技量が身に着くよう、授業は工夫されていたと思うが、ALT以外の外国人との交流が多く持てると別の力や国際性などもより高まったと思う。

1-8 SS教養（2年）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 概念化、抽象化の訓練、科学的思考とは何かを学ぶ。
B「良かった点、	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人によって表現をどう受け止めるかに差異があることを理解してい

成果」	た。
C「課題となる点」	・ コマ数が少ない、自主教材に頼らざるを得ない。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 教員の指導力が非常に問われるが、ベテランの先生から多くを学べた。 ・ 一度くらいは見にいこう、と思いつつ横着して今日に至る。(反省) ・ どのような力を付けさせたいか内容の精選を含め、再吟味が必要である。 ・ 家庭科の分野については、時間の少ない中で効果的に栄養学の重要な内容を教えていたと思う。後期の倫理観や合理的判断の演習は、生徒が、その授業によって身につけられた力を実感していた。

1-9 課題研究 I (2年)

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 剛体振り子による周期の実験、電子を探る実験の2点を行った。 ・ 単振り子の周期は既に学習済みであるが、実際に振り子を作って、その周期を調べるとかなり精度のよい範囲で公式に一致する。では逆にどのような振り子を作ったとき(剛体振り子とは重心でいうとどのような運動をすることなのか)にこの公式から外れるのかを検証した。剛体の重心の動きを探ることと、ジャイロ効果を導入することで振り子の等時性を改めて測定して行った。 ・ 比電荷の事件では、ノギスで電子が作る円軌道の半径を測定する際に、ノギスが鉄製のため磁化してしまい、軌道に影響が出た。また地磁気の影響を避けるために、東西南北の方向で測定した結果、そこから地磁気の大きさを見積もることができ、誤差をなくすための工夫が新しい測定方法を導いた。ミリカンの油滴の実験はこれからのチャレンジである。 ・ (地学分野として) プレ講座…氷、水質、太陽、地震をテーマとしたもの 課題研究のテーマ…庄内川の水質調査、再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件、太陽放射の測定 ・ 2～3名のグループを作ったの研究活動 ・ プレ講座と研究のスタート
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ プレ講座では1時間という短い時間ではあるがSSクラスの生徒に地学に関連する内容で実験しながら、得たデータから何が分かるのかを科学的に考えさせることができた。 ・ 実験に必要な器具や道具の中で、自作が必要となるものを工夫して作る場所から始められた点。 ・ いろいろな分野のプレ講座は、生徒に体験させるということでは意義があった。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 今後の展望が難しい。回転体を用いて回転運動を上下運動に変えると波力発電に使えることが研究されている。その内容について実験でき

	<p>るとよいが、まだ確立されていないので、チャレンジが難しい。比電荷と電気素量の実験は歴史的には重要なものであるが、こちらもそこからの発展が難しい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ できれば自分達で工夫した装置で、比電荷や電気素量を測定してほしい。 ・ 申請に時間がかかり、物品購入が難しい。 ・ 研究としての先行例がないと何から手をつけてよいかわからない。1期生は地学の担当教員が一人だったため、十分な指導ができなかった（科目で2人の教員がいないと、アイデアがすぐ枯渇する）。 ・ 生物を扱う中、経過観察と飼育で、ほぼ毎日の活動が必要となる時期がかなり長くなった。できないところについては担当者で行ったが、生徒には少しキツイ要求をしてきた。 ・ 生徒からは、早く研究に入りたかったという声も寄せられた。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 年々、発表上手になっていく。すごいと思うが、単純に喜ぶだけでいいのかは疑問。（判断材料がありません） ・ 3年生になってからの短期間で研究の急速な進展はあまり期待できない。いかに2年生のうちうまく進めていくかが大切。 ・ 主体的に行動する生徒の育成に対して、教員の取組み強化が求められる。 ・ プレ講座を短期間で終えて、研究に入る方法を検討すべきか。 ・ 実験というより研究なので時間がかかるものであり、やむを得ないものではあったが、部活動などへの参加を減らしてしまっていた。

1-10 課題研究Ⅱ（3年）（発表会参加なども）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自作発電機、垂直軸風車、スターリングエンジンと次の年度は剛体振り子、電子の研究、と年度によってテーマを分けた。自作発電機はコイルと磁石があれば発電ができるファラデーの電磁誘導の法則より、いかに効率よく発電できるかという点を研究した。垂直軸風車はわずかの風でも回り始める縦型風車で校内を吹く風を利用して発電するための風車部分に特化して作成、測定した。外燃機関としてまた排気ガスが出ないエンジンとして注目されるスターリングエンジンを自作し性能を探った。 ・ （地学分野として）課題研究のテーマ…再凍結面にできる氷結晶の形状とその生成条件（東海フェスタへの参加、日本学生科学賞愛知県審査への論文出品）。 ・ 研究のまとめと発表。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実験を通して理論と実際のギャップを学び、簡単な数式にまとめられている各種法則も、なかなか理論どおりにはいかないことが分かった。またそのために工夫すべきことが生まれ、摩擦一つを取ってもそれを減少させるために、いろいろなことを考えることができた。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自作発電機では、波形の振幅が一つ前の水平軸風車のタイプよりも大きく、測定が容易になった。その工夫は、ビデオのヘッドモーターを使ったことによる。回転がなめらかであったことと、正確に垂直軸で回転するため、コイルと磁石の間の距離を大変縮めることができた。鉄芯を入れた場合でも、すぐに振幅の増加を測定でき、実験器具として授業で使えるレベルであったと思う。 ・ 垂直軸風車はさまざまな形を作る予定であったが、逆に同じ形で半円状の向かい合わせの風車の中心間の距離を変えることに着目できた。新しい物理量を自分達で設定し、それに基づいて考察できた。ただし実験データが少ないので、客観性にかけたのが残念であった。 ・ スターリングエンジンでは、摩擦という壁が大きかったがいろいろな工夫により摩擦を軽減し、自作したエンジンを数多く作動させることができた。これは収穫であったと思う。 ・ 再凍結氷の研究は、先行例のない研究ではあるが、3年間の継続研究となり、1年目は実験装置の作成だけだったのが、2年目ではある程度研究成果が出せ、3年目の今年度は2年間の研究を受けて、かなり面白い結果が出ている。発表会の参加は、生徒にとっていい刺激となったようだ。 ・ 主体的な態度を育てることができた。 ・ 教科書の内容から著しく外れることなく、高校生に十分理解できる範囲内で研究を進められたこと。仮設、実験、結果、考察という流れを組み立てて研究できた。東海フェスタなど、外の発表によって、生徒たちの達成感は大きかった。メールなどで専門家の先生方から意見をいただくことができた。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ どうしても既存の知識から抜け出せず、検証実験的などころが多くを占めてしまうので、オリジナルな考えが乏しくなる。 ・ 扱う研究内容が高度になり、教員側がついていけない。論文投稿も全部の班が行うことで、夏休みまで、生徒の活動が続いてしまう。 ・ 論文提出の締め切りや発表会の直前はとても忙しく、時間がない。また、最終的な成果発表会が11月であり、生徒の勉強に影響があるのではないかといつも気になってしまった。 ・ 経過観察の方法や統計処理について十分に議論・指導できなかった。理解ができない部分については、生徒が自信を伴って発表にまで持ち込むことができないということを痛感した。 ・ もう少し発展的な内容も取り入れる方法も模索したい。一般にアピールできるような内容の研究テーマを設定できると良い。校外での発表の機会が多くあるとよいが、現状では難しい。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「川」グループのように、その年次だけでない連続性のあるテーマを追求しているところもあることが良いと思った。 ・ まとめと発表を通じて、生徒から疑問点を引き出しながら探究する方向へ持っていくことは、とても難しいと実感した。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 課題設定、研究内容、研究発表など、見通しを持って取り組ませたい。 ・ 外での発表会に積極的に参加することは、刺激を受けたり自分たちの足りないところを気づくことができたりして、とてもよいと思う。
--	---

1-1-1 教科や科目間の連携などの学校設定科目全般について

「感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 物理の立場としては、数学は絶対必要な科目であり、担当の先生方とは進度や説明の方法などを良く議論した。同じ内容でも教える先生によって少しずつ違う例が出されるので、生徒たちはいろいろな考え方を学ぶことができたと思う。 ・ 数学では「ベクトル」や「微分方程式」などの配置を考慮したが、数学の中では系統的に学習するのに対して、理科では一部分を利用するにとどまるため、そこまで配置の工夫をする必要があるかどうかという感じがある。実際、理科の先生が必要に応じて的確に指導されている。 ・ 言語を駆使する教科（国語・英語）ともっと連携をするとよい。 ・ 導入前なんとなく考えていたほどには、連携がとれていないと、反省している。ただどうしても3年次の大学入試のことを考えると、普通の理系と時間差もないところで、そうそう思い切った新しいことはなかなかやれない、と感じている。 ・ 学校設定科目が教科や科目間と連携できればいいのか？ ・ S Sクラスについては、各科目の授業担当者の会を設定して、授業進度や連携の確認を数回行くと良かった。
---------	--

1-1-2 世界史、芸術、家庭科を設けなかった点

「感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 良いとか悪いとかという議論では観点が違うと思う。限られた時間の中で、理数に手厚いカリキュラムを組むうえでやむを得ないことであったと思う。 ・ 特定教科に傾斜して教育課程を組む以上、どこかにしわ寄せが来るのは必然的である。 ・ 芸術や家庭科については、やはり残念である。人間の内面に関わる芸術や、生活に直結し、男女平等を考える点で重要な家庭科は、履修させたいと思うが、時間確保を考えれば仕方ない。世界史については時間の確保を考えれば仕方ない。 ・ 研修旅行の見学場所に博物館・美術館などを加えて、補えるとよい。 ・ 世界史をやるほうが良いに決まっている。 ・ 授業駒数の制約が許せば、少なくとも、世界史の授業は必要ではないか。 ・ 世界史は履修させたい(4 6分7限授業を一部取り入れると解消?) ・ 今回はやむを得なかったが、次期はいずれの科目も少しはやった方がよいと思う。ただ、他のクラスと同じ時間でやるとS S独自のことが
---------	--

	やれなくなるので時間を減らして行く。
--	--------------------

2 外部との連携での事業

2-1 フィールドワーク（1年希望者）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 忘れたけど2回行きました。（名和昆虫博物館・豊橋市自然史博物館） ・ 全員参加とした点について ・ 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。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 訪問先はどれも大変熱心に受け入れてくれたと思う。 ・ 普段足を運ばないようなところへも見学させることができた。 ・ 普段訪れる機会がない高度な研究施設を見学することで、自然科学的な事象に対する探究心を高めることができた。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ とにかく来た、という生徒もみられた。 ・ モチベーションの不足する生徒にどう対応するか。事前指導は可能な範囲でしっかりやらせたほうがよい。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 普段なかなか見学できない施設で研修できる有意義な機会だと思うが、生徒も教員も忙しい。「引率は教員全員で……」という意見もあったが、夏休み中の公務全体の中で考えてほしい。 ・ 希望制がよい、意欲のある生徒は複数参加でき、喜んでいて ・ 希望者を対象にして、少なくとも先方に失礼のないようなものを。事前指導も、人数が少なければしっかりとできるのでは。また、事前指導に何が必要となるかについては、研修先と打ち合わせができるとよい。 ・ 1年生に対して適度な刺激を与えられたのではないか。一般には、見学できにくい施設を見られるのは興味深い。 ・ 事業の目的を十分達成できる内容か、今一度吟味をしたい。 ・ 遠足とは違って、午前午後と高校生のレベルに合わせた研修を受けることができ良かった。なるべく多くこのような機会を与えてやれると良いと思う。

2-2 SSトライアルI（1年希望者）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 化学実験講座 ・ 大学と連携し、科学研究の講義や実験を実施する。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 興味づけの観点からはとても良い。講師も趣旨をよく理解してくれている。 ・ 内容が、「生物発光実験、化学マジック」なので、視覚的にとらえやすかった。教員志望の学生が、多くサポートについてもらったので、スムーズに進行できた。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ この路線の講座を担当していただける大学教授が数少ないという点。 ・ 参加希望者の部活動や保護者会との兼ね合い。

D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1年生の初期の活動は、ある意味SSHを印象付けるために大切な役割があると思う。SSクラス希望者はこの講座から参加に積極的な生徒である傾向がうかがえる。 ・ 内容、人数、対象（希望者）等、適切だった。 ・ 興味関心を持たせられる内容であるか、今一度考察してみたい。 ・ 戸谷先生のように、体験的な実験のノウハウを持ってみえる方の講座は、人気も高く成功したと思う。今後ともぜひ続けたい。 ・ 化学の不思議さを効果的に伝えてくれていて良かった。
--------------	---

2-3 SSトライアルⅡ（2、3年希望者）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 名古屋大学・農学部「光合成に関わる細胞構造とタンパク質の比較実験」 ・ 名古屋大学理学部 大腸菌の遺伝子の実験
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 講師が大変好意的で、課題研究のヒントとなるような内容を提供してくれた。 ・ 生物Ⅱの内容を実際に実験で体験できたので、電気泳動やPCR、制限酵素といったものについて理解を深めた。他の市立高校へ呼びかけて3校で実施した。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大学との打合せに行くにも、出張に行きにくい。持ち時間数の減が欲しい。 ・ 一番参加してほしかった、3年理系の生徒の参加がなかった。 ・ 2年生にはやや難しい内容も含まれる。他校の生徒の指導に難しさを感じる。（急に部活だから途中で帰ると言い出した。）
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 最も授業との関連性の高い3年理系の生徒に興味を持たせることは、相当困難な印象である。 ・ SSHの事業で行っており、成果は上がっていると感じる。 ・ 他校の生徒にもより多く呼びかけられると良かった。成果の普及の一つの方法だと思う。

2-4 SSリサーチⅠ（一日HR）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「ため池のカメから見る生物多様性と外来生物問題」 ・ 知多半島での磯採集、露頭の観察、リニモ体験乗車、三菱自動車 ・ 長谷崎での浅瀬の生物観察と地層観察、ビーチランドでのバックヤードツアー ・ 三菱自動車工場見学、電気自動車の講義と試乗、昭和の森自然観察
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ フィールドで実習をすることがない中で、自然と接しながらサイエンスを考えるいい機会となった。内容としても非常に考えさせられるもので、生徒へのいい刺激となった。 ・ 身近なフィールドでの活動が、環境問題をかえって大きくとらえる機会となり、大変有意義であった。

	<ul style="list-style-type: none"> ・フィールドでの活動は、普段できないので意義深かった。企業の方も大変丁寧に説明して下さった。生徒たちも大変興味深く参加した。 ・生物採取が個体名を明らかにしながら行えた。地層を生で見ながら研修できた。水族館の裏側をみることができた。 ・高校生の視点で工場見学ができ、ただ、ものを作っているのではなく技術的なことや人の動きなどいろんなことに気付いた。電気自動車という先進的なものについて学ぶことができた。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・継続的な連携により、調査を続けていくことができれば、たいへん素晴らしいこととなる。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・カメに関して有名な研究者が好意的に連携してくれている。双方に有益なつながりを構築できるとよい。 ・同じことを行ったとしても、より高い次元での内容を期待したい。

2-5 SSリサーチII (夏季休業中、少人数での研修)

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・1年目…GPSによる測地、地球の内部を探る(名大地震火山防災研究センター) 2年目…微化石、名古屋市街地のビルの化石見学ツアー(名大博物館) 3年目…岩石から地球の歴史を探る(名大大学院環境学研究科) ・名古屋市立大学 大学院医学研究科 再生医学分野「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~」 ・名城大学薬学部インスリンの実験 ・(昨年度)名大工2、名大理1、名工大1、名市医1、名市薬1、豊田高大1と連携 基本的に2年SSクラスが参加、一部1年生の参加
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・地球科学では欠かせない野外での活動を行うことにし、自然や環境、地球そのものに触れながら考えさせることができた。大学の先生方の熱心な準備とご指導のおかげで、生徒がかなり理解できる講座内容となっている。 ・先端研究分野の実験を生徒に体験させることにより、大学での研究活動のイメージをとらえさせることができた。 ・少人数でマンツーマンで指導していただけた。 ・大学の研究や雰囲気を体験することができた。現在学んでいることが大学での研究につながっていることを理解させられた。まとめをしてクラス内で報告しあうことができて良かった。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・地球科学に関する学科があるのが、名大と愛教大だけなので、毎年名大にお願いすることになってしまっている(愛教大は交通の便に難があるため)。夏休みの段階では地球科学の学習を全くしていないため、理解に時間がとてもかかる。 ・事後のまとめを、もっとしっかりと発表できる機会があればよい。 ・かなり難しい内容も含まれてくる点。
D「客観的な感想」	<ul style="list-style-type: none"> ・特に名古屋市立大学とは、今後もっと強いパイプを作り、どのような

想、意見」	<p>資質の生徒を大学側が要求しているのか等、広い視野で話し合いが持てるとよいと思う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 一人ひとりが強い目的意識を持って臨む研修であり成果が見られる。
-------	---

2-6 SSリサーチⅢ（研修旅行中）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ JFE スチールの見学
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大学との連携ではどうしても自然科学に偏りがちになってしまうが、この JFE スチールの見学では社会で科学がどう生かされているか、ということを実感でき、「科学技術」を学ぶことができた。 ・ 産業の基幹となる部分を生徒に見せることができた。 ・ 製鉄所のスケールの大きさに生徒たちは圧倒されていた。地理の授業とタイアップして展開できた。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ なし
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ SSクラスだけ羨ましく思いました。 ・ うらやましい…、一緒に行きたいと毎年生徒には言っている。地理担当としては、製鉄所は今後も絶対外さずに連れて行って欲しい。 ・ このようなスケールの大きな工場の見学は、不可欠と思います。 ・ 名古屋から離れた土地で様々な研究を行うことは大変意義がある。 ・ 研修旅行中の時間を使うのはやむを得ないと思う。これまでの製鉄所見学は日本の産業の根幹であり、そのスケールの大きさを知ることができるよい機会だと思う。

2-7 SSリサーチⅣ（春季休業中）

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 静岡方面、（浜岡～箱根～八ヶ岳） ・ 京都大学総合博物館、スプリング 8、震災記念公園、明石海峡大橋、琵琶湖博物館など ・ 北陸・岐阜方面での研修、高速増殖原型炉もんじゅ、東尋坊、福井県立恐竜博物館、中谷宇吉郎雪の科学館、平湯大滝、飛騨大鍾乳洞、高山市内散策
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ いろいろ盛りだくさんで勉強できた。普段見られない場所なども見られて良かった。やや疲れ気味になりつつも、生徒は場面場面では、しっかり学習していたと思う。 ・ 学校での学習ではなかなかできない、自然や環境・地球に触れる、という体験ができたことは地球科学の観点で非常に有意義。（1年目…3月下旬なのに奥飛騨では大雪、3年目…地球博物館での講義の後の丹那断層の観察） ・ 普段ではとても足を運ぶことのない場面を生徒に提示できた。 ・ 事前に、研修場所について調べ、学習をさせて現地でも発表させた。生徒たちが、積極的に参加していた。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学校が設定することによって行くことができる研修先も多く、見識が広がったと思う。事前の学習などにより、ただの観光旅行としなかったことも良かった。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 年度末近くのゴタゴタの時期で、事前学習が今一つ。また本来は事後学習したいと思ったことがいくつかあった。（3年の最初にやろうかと思ったが結局やらなかった。） ・ 理科旅行で下見をしているが、すべての研修地に行けないため、研修時間に無駄が出来てしまった（3年目のリニアモーターカーの施設）。移動時間がかなり長い。 ・ 生徒の作文から、少々、行程が忙しすぎたという感じがある。 ・ 事後のレポートなど負担感を減らしたい。 ・ バスでの長距離移動が大変だった。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本当に楽しかった。ありがとうございました。 ・ 生徒個々においても、何らかの強い結びつきを形成させることができる機会と思う。将来的に、向陽のSSHの良い印象を強く形成してくれるのではないかと思う。 ・ 年度末行事で大変だが、次学年(次年度)につながる成果をあげている。 ・ 遠方へ出かけることや、本物を見ることは大切だと思う。

2-8 講演会（随時）

「感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事前指導ができれば、もう少し話についていけるようになるのでは。 ・ 例年の脳週間（稲武の裏）は、一日 HR の翌日のこともあり、生徒が睡眠状態になりがちなのが気にかかる。（個人的には）専門家の講演はどんな分野にも関わらず面白いと思うが、生徒に対してなかなかそのような気分させられないのが残念。 ・ 生徒の視点から講演していただける講師を探すのには、本当に苦心します。 ・ 時代の最先端をいく講演内容は素晴らしく成果も上がっている。 ・ 総合の進路関係の講演会や外部講師の講演とタイアップして行くと効果的になるのではないか。 ・ 学校設定科目の一環として、もっと設定しても良い。
---------	---

3 その他

3-1 SSクラスを設けたことについて

（B、Cについては担任、副担任をされた先生がご回答ください）

B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ SSクラスを設けなければ、このような事業の推進を考えられない。学校全体というわけにはいかない。 ・ カリキュラムを工夫し、魅力を高めて2クラス分集まるといい。 ・ 何に対しても積極的な姿勢の生徒が多く、良い意味で個性的な人々の集団なので、お互いが刺激しあい、認め合っていて、のびのびとその
-------------	--

	<p>能力を伸ばしていると感じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 主体的な気持ちの生徒が、互いに向上心を磨くことができる。 ・ 生徒たちは、SSクラスに所属したことで覚悟を決めて積極的に行動するようになった。互いに刺激しあって、知的好奇心を発揮する場面が多かった。学力が不足する生徒も、課題研究などには積極的に取り組み、学習意欲を向上させる意義はあったと思われる。 ・ 特別なクラスに入ったという意識をプラスに作用させて、積極的な態度がより高まった。人数を絞ってSSHの取り組みをできたことは、小回りが利いて動きやすかった。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ SSクラスに入ることに二の足を踏む生徒が多い。生徒自身の判断なのでこちらから強く言うことはできないが、1年生の段階で理系に進むつもりがあるならSSクラスに入って、得はあっても損はないはず、ということがうまく伝わらない（マイナス面が誇張して噂として流れてしまっていた）。 ・ 上手に時間を使うことができない生徒にとっては、学力の維持が困難となってしまう。 ・ 2年間同じクラスでさまざまな活動に取り組むという覚悟を持てる生徒が40名に満たないということ。レポート提出や発表会などの負担はあり、受験勉強の時間をやや圧迫した。負荷をかければ伸びる面もあり、加減が難しい。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ この事業に取り組む以上、特化したクラスを編成せざるを得ないと思う。 ・ 自分はSS以外の2年生の(どちらかというと…)理系クラスをSSと同時に持つことになるので、やっぱり積極的な生徒を1クラスに集めてしまうことのマイナスを感じる。 ・ SSクラス以外のクラスでは、普通に埋もれてしまうであろう生徒を、いきいきとした活動へと導いている。多忙感は少なからずあるとは思いますが、その中でどう生徒を伸ばしていくかを考えることが重要と思う。 ・ 単なる知識獲得よりも、原理理解を目指す、難易度の高いものへのチャレンジ精神が豊富等、学習態度に良い点が多々あります。これはSSクラス生徒としての自覚が根底にあるかと思いますが、課題研究等で自主的な学習をしていく中で培われたこともあると思います。このようなことを可能にする環境としてSSクラスを考えると、意義はあると思います。 ・ 生徒は課題意識を持ってより強く授業や研究に取り組めると感じる

3-2 科学部の活動（全般的に）

A「内容の紹介」	・ 対外的な活動と研究発表
----------	---------------

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高文連、AIT サイエンス大賞、科学の祭典、東海フェスタ、学校祭、住友軽金属のイベントなど発表の機会があった。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人数は少ないが、能力的にはたいへん良くなってきている。 ・ 生徒たちは熱心に取り組み、多くの賞をいただいた。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究活動に対する教員側のサポート体制 ・ 毎年の入部者が増えていかない。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ S S H指定校として活動が活発になることはたいへん望ましいことだと思うが、学校としてのS S H事業への取り組みとは別の話だと思う。 ・ S S Hのおかげで活動が活発になったような気がする。 ・ (科学部が) 何をしているのか、他の活動とぐっちゃになって、良く分からない(別に真剣に知ろうとしていないが) たまに見に行かせてもらおうと楽しい。 ・ 顧問・部員の結束を基盤に、地道に活動を継続することが、様々な面でたいへん大切であると感じている。 ・ 個性あふれる集団の部活動であるがゆえ、冒険などの取組みも可能である。 ・ 人数がより集まると良いが、少数精鋭で外部に評価される研究活動を行っていると思う。

3-3 科学オリンピックへの参加

A「内容の紹介」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地学オリンピック国内予選への参加。2007年度は2名参加し、1名が本選へ出場。2008年度は2名の参加。2009年度は12名の参加。209はもちろん、2年地学選択生の参加もある。 ・ これまで、物理、化学、生物、地学、情報など多くの分野に参加している。可能な限り事前の学習会などを行い、対策をとっている。
B「良かった点、成果」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地学オリンピック自体がまだ新しい(2009年度が3回目)ので、問題傾向がまだ一定していないが、2009年度の問題は良問が多く、参加した生徒が「とても面白かった」と満足感を得られ、地学への興味が高まった。 ・ S S クラスは全員参加としたために、参加者数は増えて、その中から2次選考以降へ進むものも現れた。また、大学の推薦では科学オリンピックの成績が有効だった生徒が3名という成果があった。 ・ 予選を通過して、上位の選考に参加する生徒も毎年出ている。それを自分のアピールポイントとしてAO入試や、推薦入試でも成果を挙げている。受験勉強とは違う取り組みから、自然科学などの分野の知識を広めたり、論理的思考力を高められたりしている。
C「課題となる点」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一次予選の日程が12月下旬なので、209の生徒はS S 地球科学の授業がほとんど進んでいない。209の生徒でも2年地学選択生でもきちんと勉強すれば、一次予選突破の可能性はかなり高いので、どう学習

	<p>させるかが課題。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事前の指導体制が取れていない。時間的にたいへん困難な状況である。
D「客観的な感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生徒はもちろんのこと、担当の先生には（表に出ない部分で）たいへんご苦勞をさせていただいていると思う。無理のない形でお願いしたいと思う。 ・ 積極的に参加する生徒が、もう少し増えてもいいような気がする。 ・ 頑張ってくださいとしか言えない。 ・ 現状から考えると、自ら学ぶ意欲を重視するしかないのかもしれない。化学グランプリと合わせると、参加者は多いが、「入賞」を狙うには生徒の自学によるところが大きい。逆を言えば、そういう生徒にしか上位入賞は困難に思われる。 ・ 参加することが大切で、そのための活動が自信を持たせ向上心を育てる ・ 結果を出せる生徒がいることがすばらしいと思う。

3-4 SSH事業成果報告会（公開授業、課題研究発表会など）

「感想、意見」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3月の発表会は、市公会堂などの（環境のいい）施設を利用し、学校全体の行事（全員参加）にしてもよいと思う。 ・ 発表会でも生徒は普段通りやっている感じがよいと思う。保護者の人がより来やすいと良いだろうと思う。自分自身に関しては、さすがに授業をほおっておけず、案外見にいけないものである。 ・ SS関連だけでなく、広く授業を公開してはどうか ・ 総じて適切であった。ただ、ポスター発表のあり方で、隣接するブースとの声の重なり、ポスターの大きさ（見やすさ）では再考が必要ではないか。 ・ 常に上を目指した研究発表内容で、年々レベルアップしている。 ・ 外部の先生方や、大学の先生方に対して発表を行うことを、生徒自身がやりがいを持って取り組んでいた。ただ課題研究、SS英語と盛りだくさんなので、大変だったという声はあった。後輩たちへポスター発表を行ったことはとても有意義だったが、終了が4時半くらいになったのは不評だった。 ・ 様々な制約のある中での実施だが、学校全体の公開につながっていくとよいと思う。
---------	--

4 第2期の取り組み

4-1 新しい発想、取り組みとして考えられること

<ul style="list-style-type: none"> ・ 国際化が叫ばれている以上、海外の大学または研究機関と相互の研究をしていくパイプを作るべきである。そのためにはSSリサーチや、フィールドワークといったものを見直す必要がある。最低でも国内から出るべきである。
--

- ・ 難しいが科目ごとの相互乗り入れを考えてみたらどうかと思う。たとえば生物と物理でバイオメカニクス班をつくる、化学と地学で水質チームを再編成する、物理、地学で地震のメカニズムを再現するとか・・・実際に出来る出来ないは後にして、まずさまざまな案を出していくことから始めないと、つぶれてしまうと思う。～だからできないという議論ではなく、～をするためにどうするかという発想で議論すべきである。
- ・ 大学教員などの外部講師による年間を通じた講座（授業のコマ）
- ・ 学校独自のAETの採用
- ・ 数学科からの新しい発想
- ・ 入学者選抜の段階でSSクラスとして募集する。SSクラス志願者が多ければ、2年進学時にSSクラス希望者が少ないという問題の解決になるかもしれない。
- ・ 「総合」を1年に2単位組み込み、2学期までに入門講座や研究活動、発表会を終わらせ、3学期からSSクラスに進む生徒の課題研究がはじめられるようにする。
- ・ 考え中です。
- ・ 名古屋市科学館の新館・新しいプラネタリウムでの学習。特にプラネタリウムは「世界最大」で、名古屋市科学館の一番の売りである生解説は続けられるということなので、うまく連携する方法を考えたい。（以前SS地球科学でプラネタリウムの学芸員の方に授業をしていただいた時、1年生のSS入門でプラネタリウムで学習、2年生のSSクラスのSS地球科学で授業、という流れはとてもいいですね、とおっしゃっていた。）連携機関が大学だけに偏らず、うまく科学館のような機関を活用すれば、本校のSSHの一つの特徴になると思う。
- ・ 世界的なノーベル賞学者をはじめ、多くの研究者が育った背景が向陽にはあると思う。得意なことを伸ばしたり、興味・関心を深めるという観点を最大限活かすべき。
- ・ 大学が要求する生徒像はどのようなものであるかを、大学側とよく話し合う機会ができればと思う。要求に値する生徒については、推薦できるシステム作りがあれば新しい高大接続の形が生まれるのではないか。名古屋市立大学の理系学部についてそこまでのつながりが構築できれば、さらに強く向陽をアピールできる。
- ・ 国際交流：同じ実験・観察テーマを設定して随時交流し、その過程を共有した後に訪問する。
- ・ 他国の高校生と、体験の共有をする中で自然な国際交流ができるのではないかと思います。
- ・ 国際的な取り組みとして、海外研修に出かけ、事業に興味を示してくれる高校生や大学生などとの交流の場が持てないか、研究する必要がある（海外での研究発表・経験交流）
- ・ 授業中になかなかできない実験の授業を増やす。
- ・ 考察させる実験の授業を、理系生徒を対象に展開したい。
- ・ 校内で、ものづくりのコンテストを開く。エッグドロップコンテストのようなもの。
- ・ SSHに主に取り組む生徒はSSクラスに固定せず、各クラスに分散していてもいいと思う。受験や普段の学校生活への不安を緩和できるスケジュールで取り組むといいと思う。

4-2 自分の担当教科とSSHで連携できると考えられること

(これまでSSHの取り組みと連携の薄かった教科の先生もお考えください)

- ・ せっかくSSHを行うなら、自分の担当教科との連携を行うより、これまで通り、理科に特化した事業として進めたほうがよいと思う。
- ・ 授業で理系に関わる内容の教材を扱う
- ・ SSクラスの生徒は、歴史や芸術に触れる機会にとぼしいので、博物館や美術館の企画展に連れて行ってあげたい。展示物に関するガイドくらいならできる。
- ・ 今の状態だと、現況（SSリサーチⅢの事前・事後指導、リサーチⅣの事前指導）維持がなんとかというところ。
- ・ 何度か噂になった、海外へ出かけるということが実現するなら、地理として連携する場面も多々出てくるのではと思う。
- ・ 上記の国際交流をする中で、自然に英語を使用する場が設定されると思います。
- ・ すべての教科で、SSH事業に関わる内容の授業が行えないか研究してほしい。当面、保健体育科はスポーツ科学と関連させての内容が期待できる。国語やその他の教科でも、研究すればよいアイデアが出現すると思う。堀川高校長の考えや実践内容を研究してほしい。
- ・ 理科はSSHの中心なので、他の教科に連携の具体的内容を提案していくべきだと思う。

4-3 SSHを進めていくにあたって、特に留意すべきこと、要望など

- ・ 委員会として一番やりたいことを明確にして、それだけは絶対にやるという柱を提示して膨らませていってほしい。分散会なども多く開かれるようになるかもしれないが、限られた時間で案を作るのだから、分散会で「どうしましょう」と意見を求めるような形はとらないようにして、ポイントを挙げて意見をもらうようにしていく必要があると思う。会議がプラスに働くように企画することが肝心だと思う。
- ・ (4-2に関わって) 数学という教科の特性上、発展的な学習をさせていくと、系統的に組み立てられた既存の教育課程の枠をすぐに超えてしまう。通常の教育課程との関係、受験との関係など課題がある。
- ・ 理科教員の人員増、負担感の減。数学科のリーダーシップ。
- ・ SSクラス以外の生徒への還元の仕方。
- ・ 学校行事に支障の無いように進めるように気をつけて下さい。
- ・ 1回で申請が通るよう、きちんと情報を集めてすすめて下さい。
- ・ 他の教科に関わってくるようなことを、打診もなしにいきなり原案として出すことだけは二度と絶対やらないで欲しい。
- ・ より多くの教科で関わることのできる体制づくりが重要と思います。
- ・ また、市立高校の自然科学系部活動のつながりを作り、多くの学校から発表会へ参加するようなことができれば、県立高校に負けない外への広がりが生まれると思います。
- ・ できるだけ正規の授業時間内でおさまるようにすべきだと思う。以前、案で出ていた「ぶら下げ」を設けると、部活動や生徒会活動にも影響が出て、教員内でも理解が得られにくくなると思われる。また、部活動への影響も考えてSSクラスを希望

する生徒も減り、悪循環になるのでは？

- ・ 上記の国際交流活動は、対象生徒を広く求めることも可能かと考えます。
- ・ 直接携わることができなくても、全教職員の理解と協力、そして取り組みが必要となる。そのような姿勢がないと、お互い疲労が蓄積する。励まし合い、支え合い、全体でのSSH事業となることを願ってやまない。
- ・ SSH 関連の仕事を進めていく部署を設け、その中で役割分担や相談ができるようにすべきだと思う。

4章 関係資料

1 平成22年度第1回運営指導委員会

(1) 参加者

- ・ 安保 章一 先生（名古屋市教育委員会指導室指導室長） 山本 俊一 先生（名古屋市教育委員会指導室主任指導主事） 鈴木 克則 先生（名古屋市教育委員会指導室指導主事）
- ・ 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）
- ・ 榎木 茂賀 学校長 加藤 裕司 教頭 鈴木 英隆（SSH担当）

(2) 指導および講評

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

- ・ (田中) SSHの事業は続いていくということなのか
- ・ (田中) 取り組みの期間はどうか
→ 文科省としては、対象校拡大の方向で考えているようである
- ・ (田中) SS物理をはじめとした学校設定科目がいくつか減っているようだが
→ 対象の生徒を広げていくことと、これまでの成果を財産として活かすことを考えている
- ・ (田中) JSTは海外研修などを評価しそうだ
- ・ (田中) 新しい取り組みについても生徒の身になるのかの検討が大切
- ・ (田中) 外での発表などもいいことであるし、評価されるポイントといえるだろう
- ・ (田中) これまでの取り組みについて生徒に聞くことは大事だろう、アドホックに担任が聞いてもらえると、本音を聞けて良い
- ・ (田中) 発表をみても取り組みの良い部分は多くある、取り組みとしては高いレベルにある
- ・ (田中) 日本の研究者の卵であるわけだし、大学に入学できないといけないし、研究を続けていける環境に進まないと
- ・ (田中) 継続して伸ばしていくのがよい。その他の生徒にもメリットはあるだろうが勝手にやっているではいけない
- ・ (海老原) SSHはアピールポイントになっているのか、受験者はどう感じているのか
→ 面接でSSHに関心があると答える受験生は、非常に多い
→ アンケート調査でもSSHの取り組みを強く意識している生徒も一定数いる
- ・ (海老原) 大学受験への対策は特別何かしているのか
→ SSクラスに対してだけの補習などを実施しているわけではない
→ SSHの取り組みに長く引っ張ることをマイナス要素と考えている部分はある
→ 3年生の2学期まで取り組むことについて保護者や1年生の選択の時期に不安要素の一つではないかと考えている
- ・ (田中) 数学などは特に高みに登るのは良いこと
- ・ (田中) 規模の大きい大学では入試問題作成のローテーションはゆるく、思考力を必要とする問題が出される。そういったものへの対応としてもよい

- ・ (田中) S S Hの良いところを親がわかってくれると良い、母親の意見は強い
- ・ (海老原) 自分のところの大学院生では、研究で壁にぶつかったとき、それを乗り越える力が弱いと感じる
- ・ (海老原) 自分でやっていこうという気持ちで取り組ませていることはよい
- ・ (海老原) 研究については、結論を、自分たちのやった一偏だけでものと言ってしまっている、それが正しいと言ってしまっている
- ・ (海老原) 統計的に有意な差になっているか、時間の限りがあるのでやむを得ないところはあるが
- ・ (田中) 統計処理を教えないと
- ・ (海老原) 研究者でもデータを大げさに出してしまうことはある、つつかれても動じないデータを出さないと、いい加減なデータを出さないようにしてもらいたい
- ・ (山本) 研究Sなどはクラスをつくるのか、どのような時間で研究に取り組むのか
→ 授業時間内に研究活動をするを第一に考えている
- ・ (田中) 研究Aの4クラス程度も対象にできると良い、大勢に対してというのは大変だが
- ・ (田中) 丁寧な説明で意図が伝わればJ S Tはアプリシエイトしてくれることだろう

平成22年度教育課程

教科	科目	標準 単位	年							単位数計			備考		
			1年	2年		3年			文系	理系	SS				
				普通	SS	文系	理系	SS	文系	理系	SS				
国語	国語総合	4	5						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			
	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		
	世界史 B	4				6	3								
	日本史 A	2		2											
	日本史 B	4													
	地理 A	2			2										
公民	現代社会	2	2						2	2	2			・SS数学は学校設定科目	
	倫理	2				2*			(2)	(3)	(3)				
	政治経済	2				2*									
数学	数学 I	3	2						14	18	19				・SS数学は学校設定科目
	数学 II	4	1	3	3	2*									
	数学 III	3		1	1	3	4	4							
	数学 A	2	2												
	数学 B	2		2	2										
	数学 C	2					3	2							
	※SS数学 設定				1			1							
理科	理科基礎	2				2	2		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	4							
	物理 II	3					3								
	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			
	保健	2	2								-1				
芸術	音楽 I	2	2						3	3	2		・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	オンラインコミュニケーション I	2	2						17	15	17			(注) 3年文系 *印の科目から1科目を選択	
	英語 I	3	3												
	英語 II	4		4	4	2*									
	リーディング	4				4	3	3							
	ライティング	4		2	2	2	1	1							
	英語表現	2				2*									
※SS英語 設定				1			1								
家庭	※家庭基礎	2	2	1					3	3	2	・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				

3 SSリサーチII 生徒レポート (代表のみ)

「マウス ES 細胞から作製した神経幹細胞の分化の観察」

SSリサーチ生物分野活動報告

H20 7/22(木) 7/29(木) 7/30(金)

連携先：名古屋市立大学大学院医学研究科 浅井清文 教授 青山峰芳 講師

受講者：2年9組 (2)阿部貴洋 (9)河田智明

1. はじめに

幹細胞…自己複製能と多分化能を併せ持つ細胞。種々の臓器に存在している

ES 細胞…胚性幹細胞。受精卵から取り出すため、倫理的問題がある。

iPS 細胞…人工多能性幹細胞。体細胞から作りだす。患者自身から作れるので倫理的問題はないが、腫瘍化する心配がある(ES 細胞も同様)。

2. 実験の概要

目的…マウス由来の ES 細胞から培養した神経幹細胞を用いて分化を誘導し、分化した細胞に免疫染色を行い、観察する。

7/22(木) 分化誘導

未分化の神経幹細胞の集まり(ニューロスフェア)をスライドガラスにとった。

未分化を維持する因子を取り除いて分化を誘導し、1週間培養した。

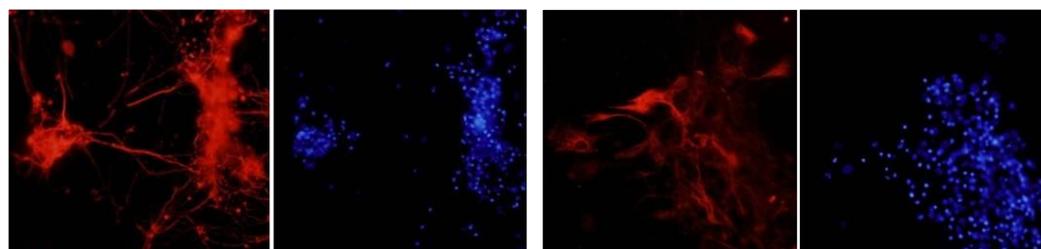
7/29(木) 細胞染色

神経幹細胞は神経細胞(ニューロン)やグリア細胞(アストロサイト、オリゴデンドロサイト)に分化する。それぞれの細胞は特定のタンパク質を持つ(表を参照)。それぞれのタンパク質に結合する一次抗体で処理した。

細胞の種類	存在するタンパク質
ニューロン	β -tubulin
アストロサイト	GFAP
オリゴデンドロサイト	CNPase

7/30(金) 細胞染色 観察

前日入れた一次抗体に結合する二次抗体を入れる。二次抗体には蛍光物質が結合しているので蛍光顕微鏡で観察できる。核が分布しているところからニューロンの軸索が広がっているのが観察できた。観察ではニューロンは多く観察できたが、アストロサイトやオリゴデンドロサイトは数が少なかった。しかし、培養する条件によってその割合は変化する。



ニューロン

核

アストロサイト

核

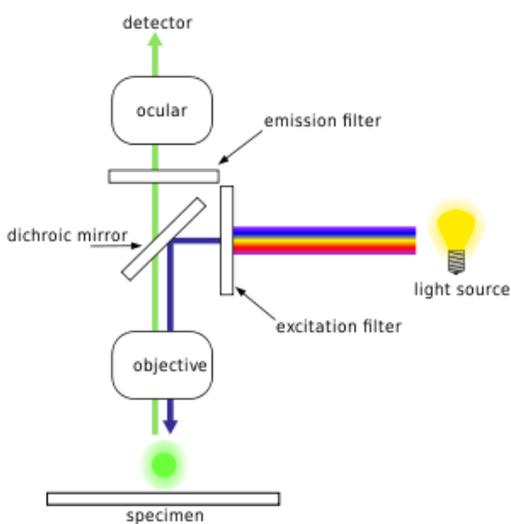
用いた蛍光物質 ニューロンとアストロサイト…anti-mouse-Alexa594(Red) 核…DAPI

3. 蛍光顕微鏡について

分化を誘導した細胞の観察には落射型蛍光顕微鏡を用いた。原理は以下の通りである。

1. 右の光源から出た光が励起フィルタで制限され励起光となる。
2. 励起光がダイクロイックミラーで反射され、対物レンズを通して試料を照明する。
3. 試料の中の蛍光物質が励起されて蛍光が発生する。
4. 試料から発生した蛍光を肉眼で観察する、またはカメラで撮影する。

励起光フィルタを切り替えることで励起光の波長を変えることが可能で、観察する蛍光物質に合わせて切り替える必要がある。



(写真・図 出典：ウィキペディア「蛍光顕微鏡」2010/10/18 の版)

4. 感想

この講座の中で細胞培養の手法を体験したり、蛍光顕微鏡を操作したりすることで、ES細胞やiPS細胞への知識が深まるとともに、大学の研究室をより身近に感じられるようになった。また、大学の研究室の雰囲気も体験でき、将来の進路を考えるきっかけとなった。

テッポウユリの雌しべにおける糖の役割

岡部桃子 正岡春乃 森ことの
名古屋市立向陽高等学校 SS クラス

要旨

雌しべにおける糖の役割を明らかにする目的で、成長段階の異なるテッポウユリ（*Lilium longiflorum*）の雌しべを材料にして研究を行った。雌しべに含まれる還元糖の種類と量、デンプンの分布、アミラーゼ活性の変化、雌しべの伸長に伴う細胞の大きさ、浸透圧の変化などを調べ、実験結果から次のことが分かった。雌しべには花粉管の伸長に必要なスクロースなどの糖が存在している。また糖は、花柱の細胞が吸水力を維持して伸長するために、花柱細胞の浸透圧の調整に使われている。さらに糖は、雌しべが伸長している間は、必要以上に花柱の細胞の浸透圧を上げないために不溶性であるデンプンの形で蓄えられ、開花頃にアミラーゼによって急速に分解される。これは花粉管に糖を供給するためだと考えられる。

1 序論

植物にとって、糖はエネルギー源として、また細胞の浸透圧の調整をするための重要な物質である。2008年度向陽高校課題研究「花粉管伸長のしくみ」（文獻1）において、ツバキの花粉管が寒天培地上において、糖(スクロース)を分解・吸収してエネルギー源や花粉管の材料として利用しているという研究結果が報告された。

この研究をもとに、私たちは花粉管が実際に伸びる雌しべにおいて、花粉管の伸長に必要な糖が蓄えられているのではないかと考えた。そこで、雌しべにおける糖の分布・働きをテッポウユリ（*Lilium longiflorum*）を用いて明らかにすることを目的とし、研究を行った。

2 材料

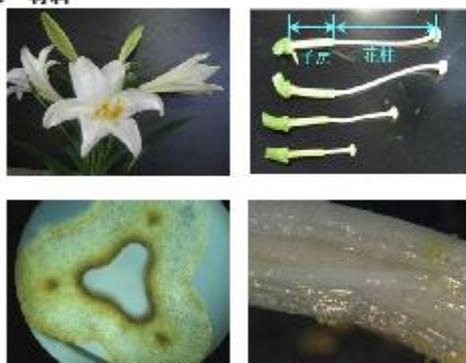


図1 *Lilium longiflorum*

左上：花
右上：著しく伸長する花柱
左下：花柱横断面
右下：花柱縦断面と花粉管

テッポウユリ（*Lilium longiflorum*）は図1の

ように雌しべが長く、つぼみの成長が進むにつれ著しく伸長する(文獻2)。さらに内部が中空となっており、花粉管はこの中空部の内表面を胚珠に向かって伸びていく。これらの特徴から雌しべの実験・観察に適していると考え、材料とした。

3 実験

はじめに、先輩方が前述の論文で明らかにした寒天培地上でのツバキの花粉管伸長に伴うスクロースの分解が、テッポウユリの花粉管においても起こるのかという確認実験(実験1・2)を行った。

【実験1 寒天培地上での花粉管伸長】

方法

0、5、10、15、20、25%とスクロース濃度を変えた寒天培地をスライドガラス上につくりテッポウユリの花粉を散布し、温室とした密閉容器に入れ30℃で1日培養させた後、花粉管の長さを光学顕微鏡にて観察した(図2)。

なお、寒天培地は寒天1%、 $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{BO}_3 \cdot \text{K}_2\text{PO}_4$ それぞれ0.02%を含むように作成した。

結果



図2
寒天培地上で
伸長する花粉管

図3のように、スクロース濃度0%~20%の寒天培地ではすべて花粉管伸長がみられたが、スクロース濃度10%の寒天培地で花粉管が最もよく伸長した。

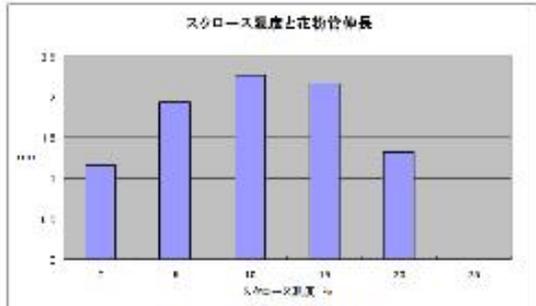


図3 実験1の結果

考察

花粉管は、外液の浸透圧が低く花粉管内との浸透圧の差が大きいほど、水を取りこみ伸長するはずだが、スクロース濃度0%より10%のほうが伸長した。このことから、テッポウユリにおいてもツバキと同様に、花粉管伸長にはスクロースが必要であると考えられる。そして、10%より濃度が高くなると伸長が抑えられるのは、花粉管外の浸透圧が大きくなり吸水しにくくなるためと考えられる。

【実験2 寒天培地の糖を調べる】

① ベネジクト反応

スクロース（二糖類）は還元性をもたないが、分解されるとグルコース（単糖類）とフルクトース（単糖類）になり、これらは還元性を示す。ベネジクト試薬は還元糖と反応して褐色の沈殿物を生じるので、このことを利用し、寒天培地のベネジクト反応を調べることで、花粉管伸長によってスクロースが分解されていることを確認できる。

方法

実験1の寒天培地を5mm角に切ったものと水1mlを試験管に入れ、ベネジクト液0.3mlを加えて湯せんで加熱し、ベネジクト反応による色の変化をみた。

結果

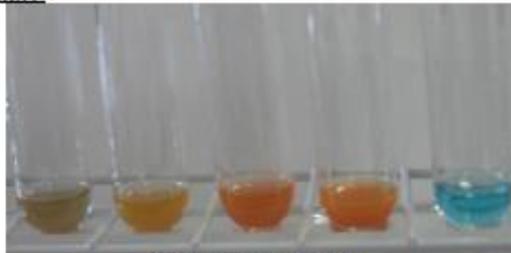


図4 実験2①の結果

右からスクロース0、5、10、15、20%

スクロース0%寒天培地では、花粉管が伸びたにも関わらずベネジクト反応はみられなかった

が、花粉管が特に伸びたスクロース5~15%の寒天培地においてはベネジクト反応が顕著にみられ、還元糖が多く生じていた。

② 薄層クロマトグラフィ

方法

①のベネジクト反応では還元糖の有無しか確認できなかったが、薄層クロマトグラフィ法ではスポットした試料から、スクロース(S)・グルコース(G)・フルクトース(F)・マルトース(M)という糖それぞれを分離して特定できる。さらにベネジクト反応より感度が高いという利点があるので、花粉管伸長後のスクロース寒天培地と花粉を撒かないスクロース寒天培地を用いて薄層クロマトグラフィを行った。

試料は a.花粉を撒いていないスクロース10%寒天培地、b.花粉を撒き、花粉管伸長させた後の10%培地、c.花粉を撒いていないスクロース0%寒天培地、d.花粉を撒き、花粉管伸長させた後の0%培地とした。これらをそれぞれ加熱して溶かし、水で10倍に薄めたものをガラスTLCシートにスポットし、展開を行った。また、展開は文献3の方法に従い、酢酸エチル：イソプロパノール=7：3の展開液で1時間展開した後、酢酸エチル：イソプロパノール：水=13：9：3の展開液で40分行った。そして、エタノール：硫酸：アニスアルデヒド=18：1：1の混合液を用いて加熱・乾燥後、呈色させた。

なお、事前に糖の同定のために4種類の糖を1%ずつ混合したものと、4種類の糖1%溶液それぞれを薄層クロマトグラフィで展開する確認実験(図5)を行い、それぞれの糖の移動度を明らかにした後、寒天培地試料の結果と比較した。

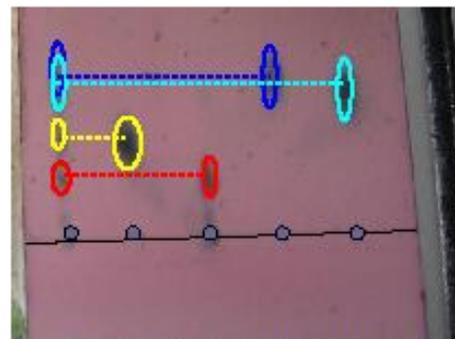


図5 実験2-② 確認実験の結果

左から混合・S・M・F・G
移動度はマルトース、スクロース、グルコース、フルクトースの順に大きいことが分かる。

結果

スクロース 0%寒天培地では、花粉の有無に関わらず、スクロースも還元糖であるグルコースとフルクトースのいずれも検出されなかった。花粉を伸長させた後のスクロース濃度 10%寒天培地では、培地に含まれるスクロース以外に還元糖であるグルコース、フルクトースが生じていた。

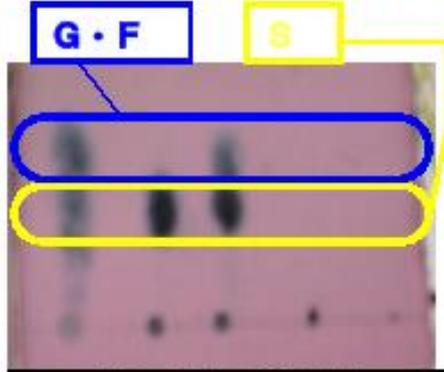


図6 実験2-②の結果

左から 混合

- a スクロース 10% 花粉なし
- b スクロース 10% 花粉あり
- c スクロース 0% 花粉なし
- d スクロース 0% 花粉あり

考察

実験2-①において、花粉管がよく伸びた寒天培地で還元糖が多く生じていたことから、花粉管が伸長する際にスクロースを分解していることがわかる。また、実験2-②のスクロース 0%寒天培地とスクロース 10%寒天培地の比較から、テッポウユリの花粉管そのものに還元糖が含まれているのではなく、花粉管が伸長する際にスクロースを分解することによって還元糖を生成しているものと考えられる。

実験1, 2の結果から、テッポウユリもツバキと同様に花粉管が伸長する際に糖を分解・利用していることが分かった。

【実験3 雌しべの糖の変化】

方法

雌しべにおける、スクロース・還元糖の有無と、つぼみと開花後で糖の量の違いを明らかにするため、テッポウユリの雌しべを柱頭・先・中・根元の4カ所において、実験2と同様にベネジクト反応と薄層クロマトグラフィ法を行い結果を比較した。

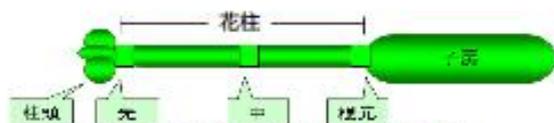


図7 実験に用いた雌しべの部位

結果

① ベネジクト反応

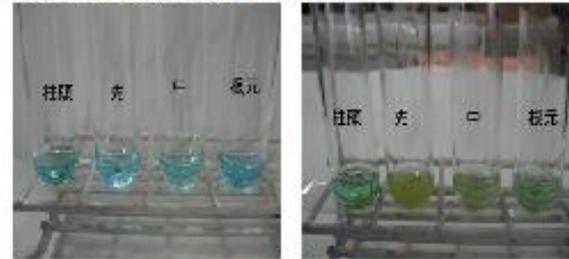


図8 実験3-①の結果

つぼみではどの部位にも還元糖は検出されなかったが、開花後ではすべての部位で還元糖が検出された。

② 薄層クロマトグラフィ

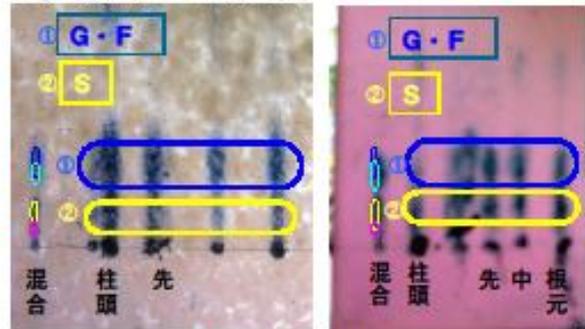


図9 実験3-②の結果

つぼみと開花後のどちらでも、スクロースと還元糖であるグルコースとフルクトースが検出された。この結果はベネジクト反応の結果と矛盾するように思われるが、薄層クロマトグラフィのほうがベネジクト反応よりも感度が高いためだと考えられる。

考察

二つの実験の結果から、つぼみと開花後のどちらにもスクロースと還元糖（グルコース・フルクトース）の両方があるということと、還元糖の量はつぼみより開花後のほうが多いということがいえる。

【実験4 雌しべの成長に伴うデンプンの変化】

一般的に、植物は光合成で合成した糖をスクロースの形で転流し、そのスクロースをデンプンの形で蓄えている。

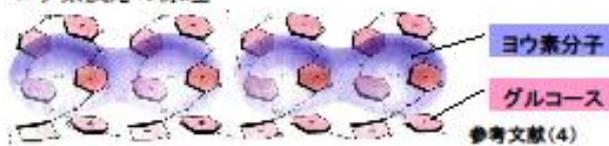
そこで、デンプンの量や分布にも雌しべの成長段階における変化があるのではないかと仮説を立て、実験4を行った。

方法

つぼみから開花後までの成長段階の異なる雌しべを実験3と同様に4カ所に分け、簡易マイクローム

を用いて薄い切片を作り、2.5 %のヨウ化カリウム水溶液で染色し顕微鏡で観察した。

ヨウ素反応の原理



鎖長	12	12~15	20~30	35~40	45
らせん	2	2	3~5	6~7	9
色	無色	褐色	赤	紫	青

図10 ヨウ素反応の原理

グルコースらせんの中にヨウ素分子がはまり込むことによって多糖類が染まる。染まる色はグルコースの数（グルコースのらせんの長さ）によって異なり、グルコースらせんが短いほど褐色に近い色に、長くなると青黒い色に染まる。

結果

どの部位でも同じような結果であったため、先部分の写真を示す。

なお、図における長さの表示は、子房を除いた雌しべの長さを示している。

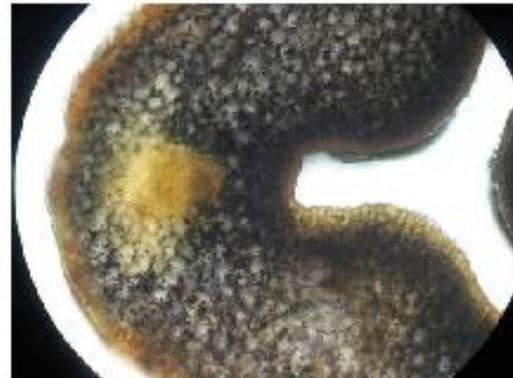


図13 3.8 cm のつぼみの花柱



図14 6.9 cm のつぼみの花柱

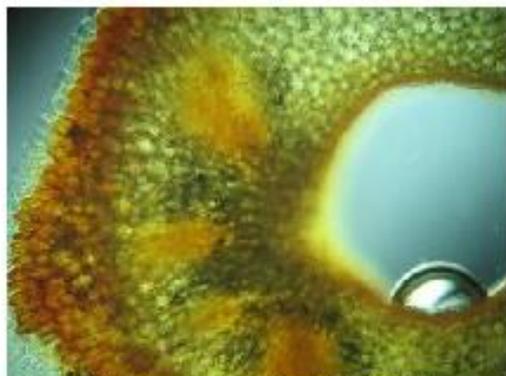


図11 1.2 cm のつぼみの花柱



図15 7.3 cm のつぼみの花柱



図12 2.0 cm のつぼみの花柱



図16 9.5 cm の開花後の花柱

つぼみが成長するにつれて維管束周辺から黒っぽい色のデンプン粒が増えていったが、開花が近づくにつれてデンプン粒は急激に少なくなり、開花後はほとんど見ることができなかった。

また、花粉管の通り道となる花柱中空部にある内表面の細胞は、成長するにしたがって褐色に染まっていた。

考察

テッポウユリの雌しべはつぼみの成長にともなって、糖をデンプンとして蓄積していく。開花が近づくにつれて、デンプンを急速に分解するとともに、花柱中空部にある内表面の細胞では開花に向けて短いデンプンを蓄えるということが分かった。

【実験5 雌しべのアミラーゼ活性】

開花が近づいた雌しべでは、デンプンを分解する酵素であるアミラーゼが、より活発に働いているのではないかと仮説を立てて実験5を行った。

方法

デンプン1%を含む寒天(1%)培地をシャーレに作り、テッポウユリの雌しべの切片を実験3と同様に柱頭・先・中・根元の4ヶ所から取り、寒天に乗せ、25℃のインキュベータで3日間保管した。その後、0.7%のヨウ化カリウム水溶液を用いてデンプンの分解を調べ、雌しべのアミラーゼ活性を確認した。

結果



図17 実験5の結果

左上：つぼみ雌しべ(子房を除いた長さ2.8cm)
 右上：つぼみ雌しべ(子房を除いた長さ9.8cm)
 左下：開花後雌しべ(子房を除いた長さ8.0cm)
 それぞれ、手前から時計回りに柱頭、先、根元、中

つぼみの雌しべではほとんどアミラーゼ活性は見られなかったが、開花後の雌しべではアミラーゼ活性が確認された。特に柱頭においてアミラーゼ活性が大きかった。

考察

開花後の雌しべにおいてアミラーゼ活性が大きくなっている事は、実験4の結果とよく一致し、開花頃にアミラーゼによってデンプンの分解が盛んになることが分かる。

【実験6 雌しべに含まれる全糖量の測定】

デンプンが分解された結果、雌しべ内の糖量も開花後に増加するのではないかと考え、実験6を行った。

方法

文献(4)の方法に従い、測定には硫酸アントロン法を用いた。この方法は、全糖量をグルコースとして換算して調べるものである。

成長段階の異なる雌しべから子房を除いた部分を、水2mlとともにすりつぶし、遠心分離機(10000rpm)に2分間かけ、不溶性のデンプン粒を沈殿させた後、その上澄みをさらに100倍に薄めたものを試料に用いた。体積比で硫酸：水=3：1の試薬に対し10：1の試料を加え、熱湯に10分つけた後急冷し、620nmの吸光度を測定した。糖量への換算は、グルコース濃度0~100μg/mlを10μg間隔で測定した値をもとに行なった。

結果

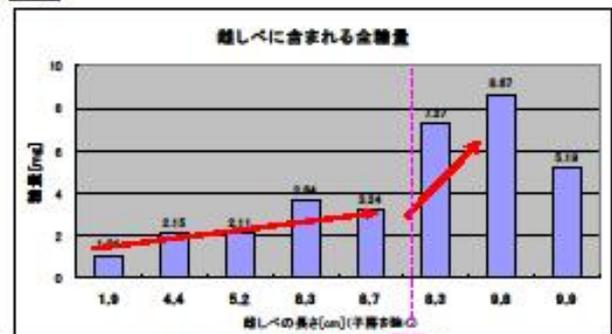


図18 実験6の結果

雌しべは成長するにしたがって徐々に糖量を増やし、開花前後の時期でさらに急激に糖量を増やす事が分かった。この結果は、実験3の結果とも矛盾しない。

考察

これまでの実験から、開花前後に行われる急激な糖量の増加は、実験5でデンプン粒が急激に分解されるタイミングと一致しており、花粉管に糖を供給するために起きる現象だと考えられる。

さらに、開花前の緩やかな糖量の増加が花柱の伸長とともに起こっていることから、花柱細胞の伸長に関与しているのではないかと仮説が考えられる。

【実験7 花柱細胞の浸透圧の変化】

開花前の花柱細胞の伸長の様子を調べるために、つぼみ・開花後それぞれの花柱の先・中・根元の3箇所について、細胞の大きさと浸透圧の変化を調べた。

方法

① **細胞の大きさ**

花柱を縦方向にスライスした切片をサフランin溶液に5分間ひたして細胞壁を染色し、接眼ミクロメータをセットした光学顕微鏡を用いて細胞の長さを測定した。

② **浸透圧**

植物が利用しない糖であるマンニトールの10%溶液に花柱の切片を10分間ひたして原形質分離させ、微分干渉顕微鏡(カールツァイス)を用いて観察し、原形質分離を起こした細胞に占める原形質の割合を測定した。

結果

① **細胞の大きさ**

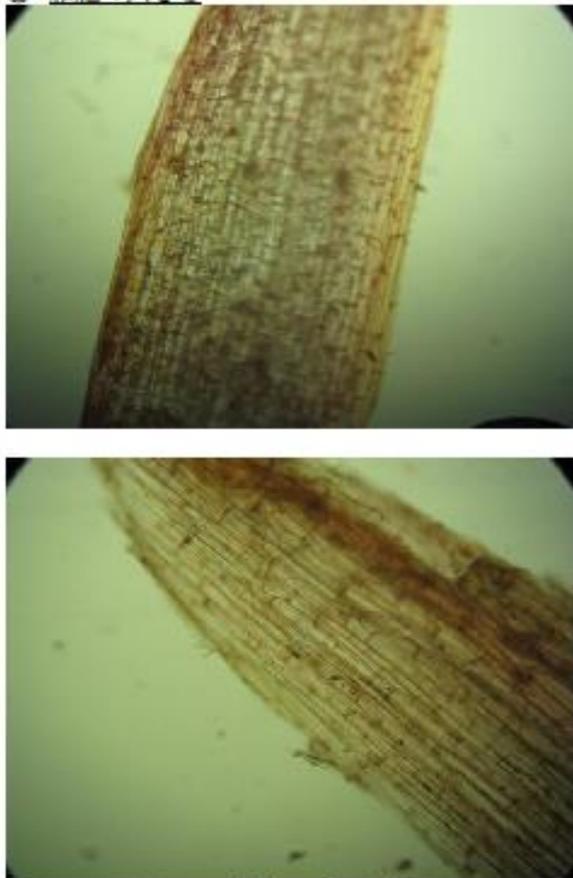


図19 実験7-①の結果

上：つぼみ、中部分

下：開花後、中部分

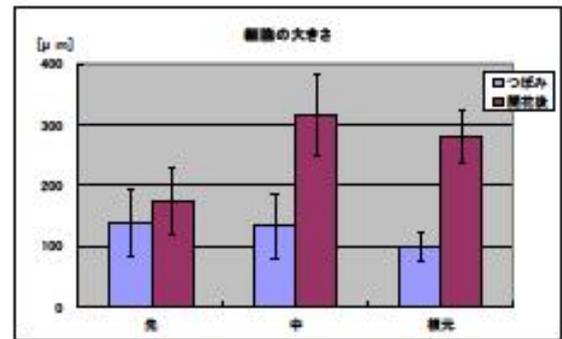


図20 実験7-①の結果

どの部位でもつぼみから開花後にかけて細胞は伸長していた。特に中・根元部分で3倍近く伸長することが分かった。

② **浸透圧**

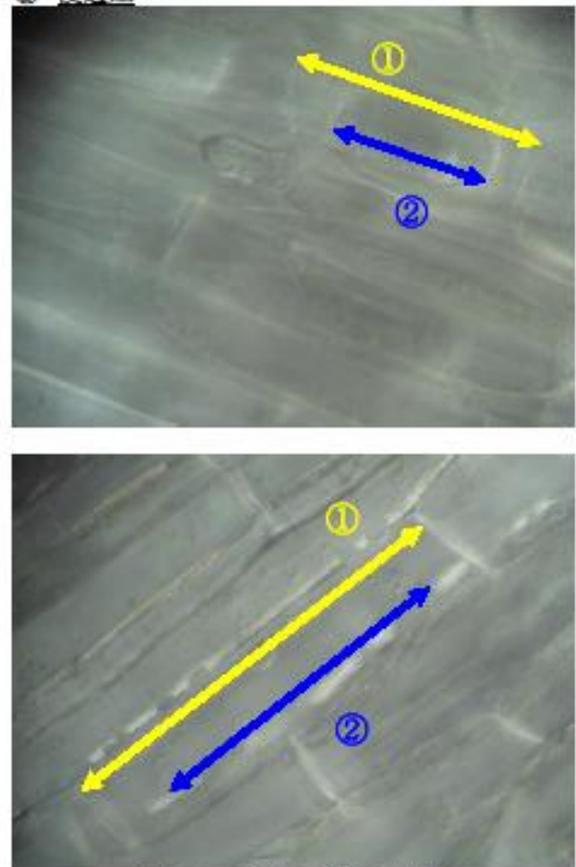


図21 実験7-②の結果

上：つぼみ、中部分

下：開花後、中部分

① 細胞の長さ

② 原形質の長さ

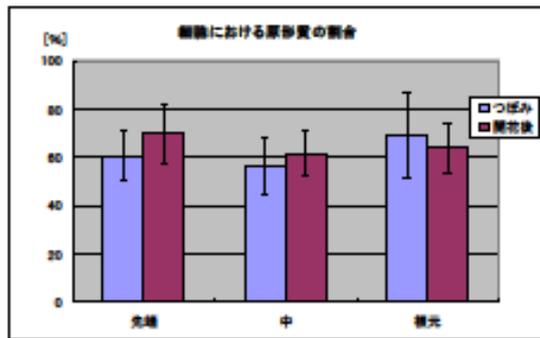


図22 実験7-②の結果

どの部位においても、細胞に占める原形質の割合に大きな変化は見られなかった。

考察

細胞が3倍近く伸長しているにも関わらず、原形質の割合にあまり変化がなかったことから、花柱の細胞は浸透圧を保ったまま水を取り込んで伸長していると考えられる。

そしてこれまでの実験から、実験6によって明らかになった花柱の伸長に伴って増加する糖は、下図のように花柱細胞の伸長の際の浸透圧低下を補い、吸水力を維持するための調整を行っているのではないかと考えられる。

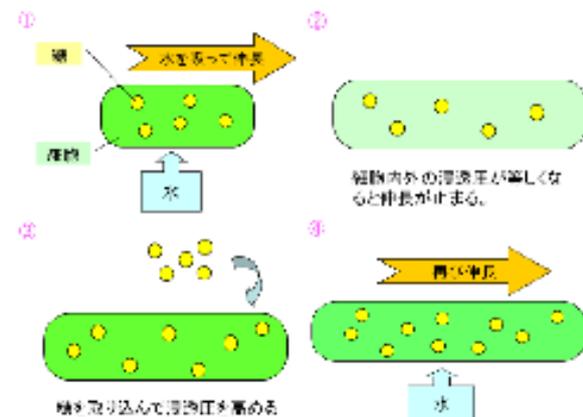


図23 細胞の浸透圧と伸長

4 結論

以上の実験から、雌しべには花粉管の伸長に必要なスクロース・フルクトース・グルコース等の糖が存在していることと、さらにその糖の役割について次の点が明らかになった。

- 光合成によって作られた糖は、雌しべに転流されてから花柱の細胞の伸長のために浸透圧の調整を行う。
- 余分な糖は、必要以上に浸透圧を上げないためにデンプンのかたちで蓄えられ、開花が近づくとアミラーゼによって急速に分解される。これは開花

後に、雌しべ内部を伸長する花粉管に糖を供給するためではないかと考えられる。

5 今後の課題

今回の研究で、花柱は花粉管に糖を供給するために、蓄えたデンプンを分解していることが明らかになった。そこで今後は、実際に花柱の中で花粉管が伸長することによって起こる糖の変化について調べたい。

これまでは、主に市販されているテッポウユリの切り花を使用して実験を行ったが、何らかの処理が施されていたためか、受粉させても花粉管は伸長しなかった。しかし最近、地植えのテッポウユリを用いたところ、テッポウユリには自家不和合という特性があるにも関わらず、図24のように2~3cmであるが花粉管が伸長することが確認できた。



図24 地植えのテッポウユリで伸長した花粉管

そのため花粉管が伸長した後の花柱を用いてデンプンの分布や糖量の変化を調べたい。

また、9月の日本植物学会高校生研究発表会において研究者の方々からいただいた、たくさんのアドバイス、ご指導を参考にして、

- ① アミラーゼ酵素の局在を調べる実験
 - ② 花柱切片上での花粉管伸長の実験
- なども上記の実験と合わせて行いたいと考えている。

6 謝辞

研究を進めるにあたり、名古屋大学理学研究科生命理学専攻 東山哲也 教授、横浜市立大学理学部環境理学科 田中一朗 教授、秋田県立大学生物資源科学部 藤田直子 准教授より貴重なご助言をいただきました。ありがとうございました。

7 参考文献

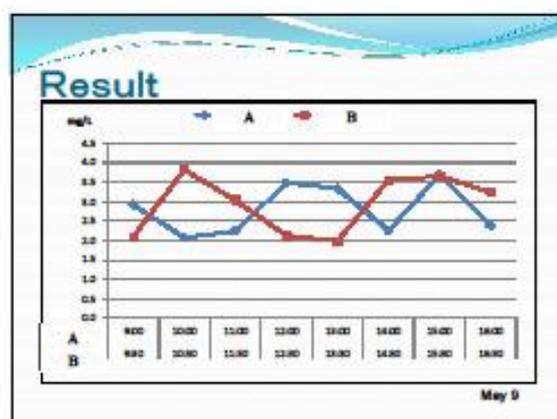
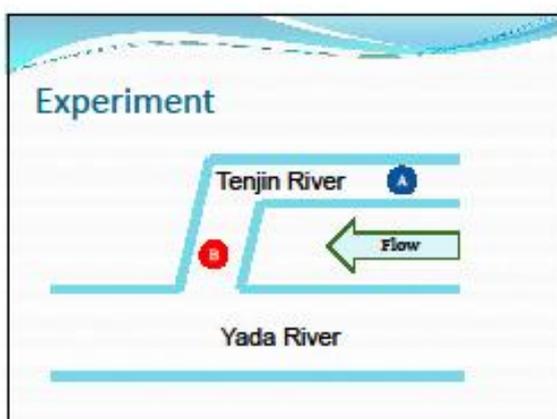
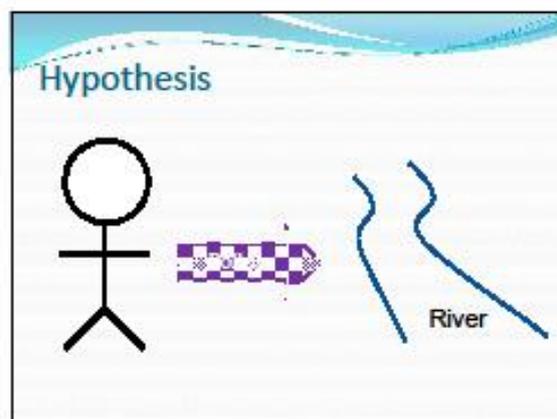
- (1) 「未来の科学者との対話Ⅶ 第七回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞受賞作品集」 「花粉管伸長のしくみ」 日刊工業新聞社 (2009)
- (2) 東京大学教育学部「基礎生命科学実験第2版」, 東京大学出版会(2007)
- (3) 岩波洋造「花粉管大要」, 風間書店 (1964)
- (4) キャンベル「生化学」, 広川書店 (1998)
- (5) 福井作蔵「還元糖の定量法 (生物化学実験法)」 学会出版センター (1990)

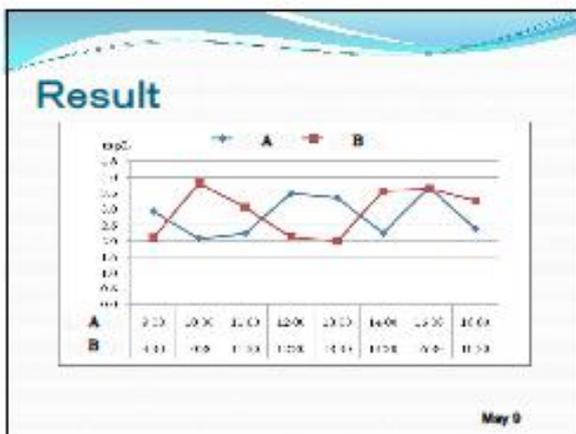
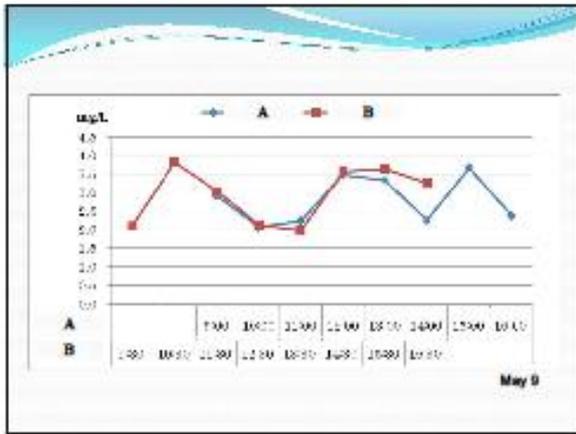
5 SS英語 プレゼンスライド (代表のみ)

Changing Water Quality in Tenjin River

Koyo Senior High School SS Class

Shotaro Arakawa
Kotaro Nakano
Royce Yamasaki





★

The Mystery of Frozen Ice

309
Naho Akada
Yukino Kadoma
Arisa Maruko

The types of ice pattern

Chain Pattern Needle Pattern Feather Pattern





How to Experiment



The types of ice pattern

Chain Pattern Needle Pattern Feather Pattern



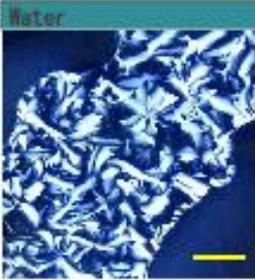


Repellent

Glass	Plastic
	

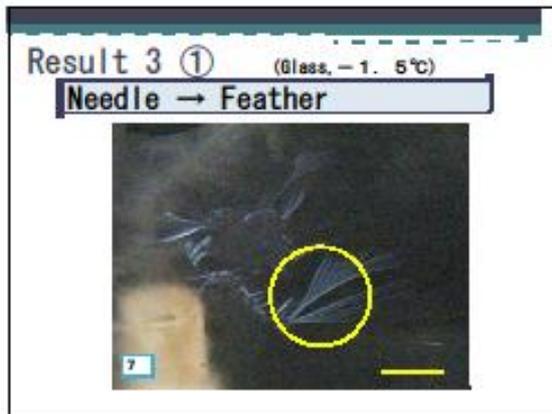
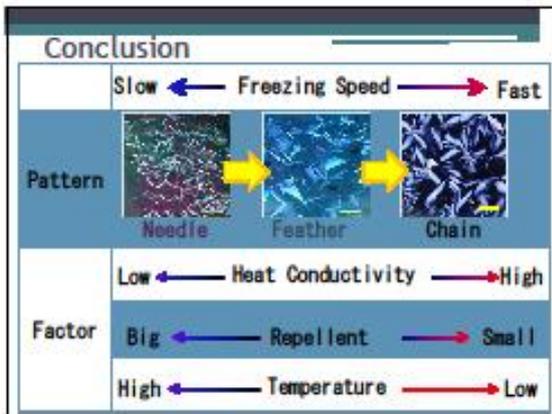
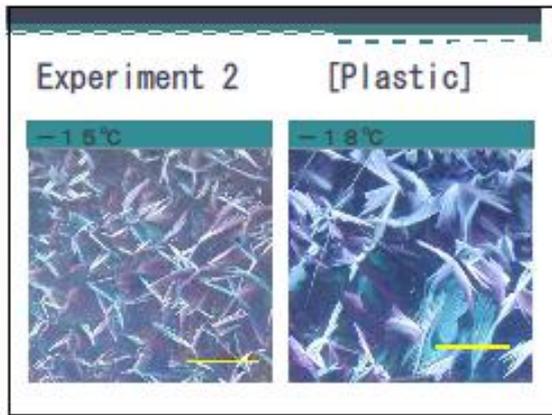
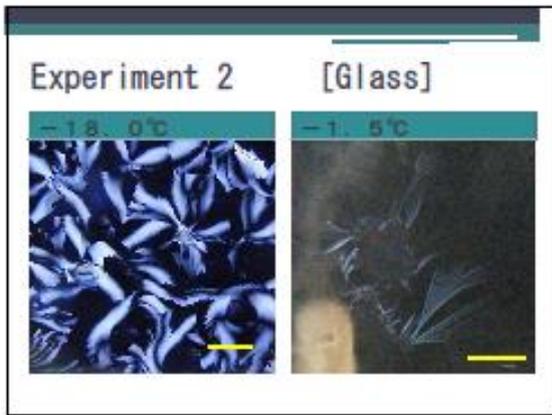
Experiment 1

Water



Detergent water





6 1年総合 プレゼンスライド (代表のみ)

乾燥剤の発熱

1年9組20番松嶋一貴

研究の動機

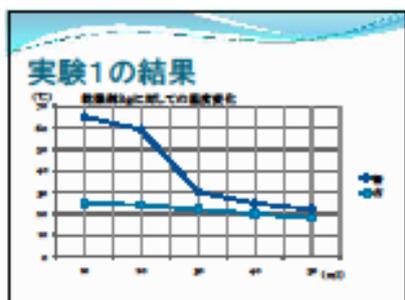
- 乾燥剤が原因で火事が起こるというニュースを知り、乾燥剤がどのように発熱するのか気になったから

研究の目的

- 乾燥剤の危険性を知る

実験1

- 2種類の乾燥剤を用意する(それぞれ3gずつ)
- それぞれを水に入れる
- その温度変化を調べる



実験2

- 発熱し終わった乾燥剤を用意する
- 発熱し終わった乾燥剤を水に入れる
- 温度変化を調べる

実験2の結果

- 温度変化はほとんどなかった

生石灰 + 水 → **消石灰**
(酸化カルシウム) (水酸化カルシウム)
 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$

考察

- 発熱はしないが、発熱はする
- 新しい乾燥剤は約0~3mmの粒状だが、古くなると粉状になる
- 再活用は不可能
- 廃棄の仕方