

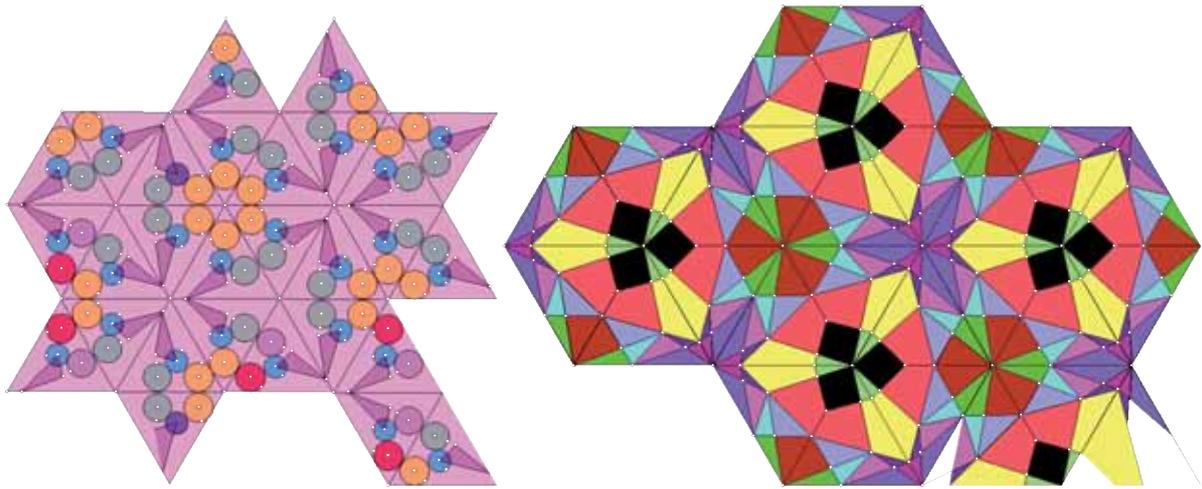
平成17年度  
スーパーサイエンスハイスクール  
研究開発実施報告書

第1年次

***Super Science High school***

奈良女子大学附属中等教育学校

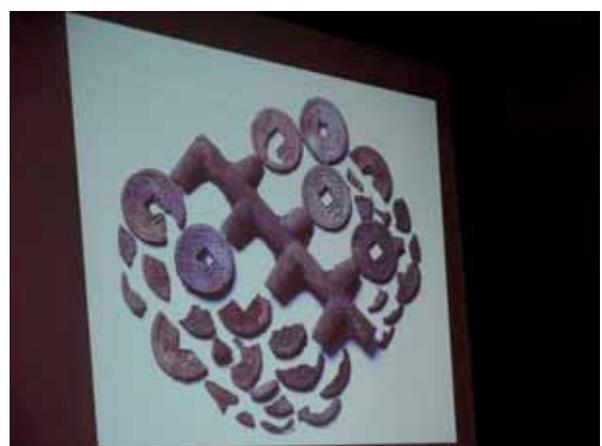
## [1] 基礎・基本の徹底



1年 探究数学 作図ツールを利用した「万華鏡」(生徒作品)



1年 理科の授業 (TA の活用)



サイエンス基礎講座 「考古学と自然科学」

## [2] 数学的リテラシーの育成



3年 幾何の課題学習 (Cabri の活用)



4年 三角関数のグラフ (グラフ電卓・GRAPES の活用)

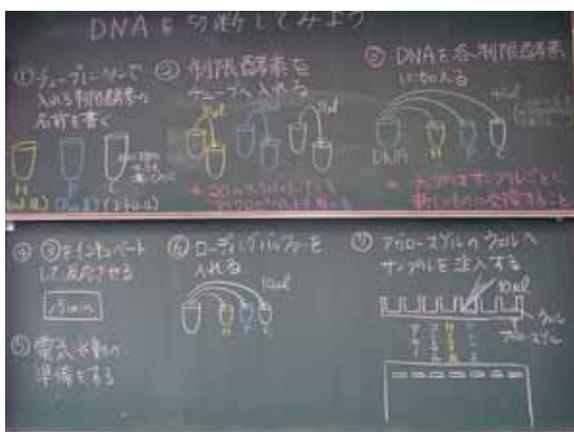


6年 媒介変数のグラフ (グラフ電卓の活用)

### [3] 科学的リテラシーの育成



シーケンサー講習会

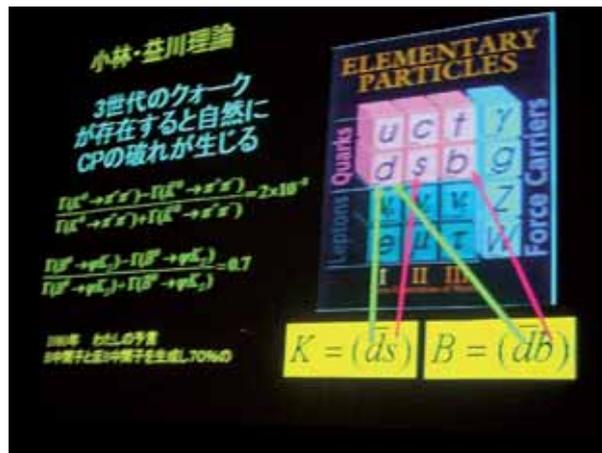


4年 生命科学実験

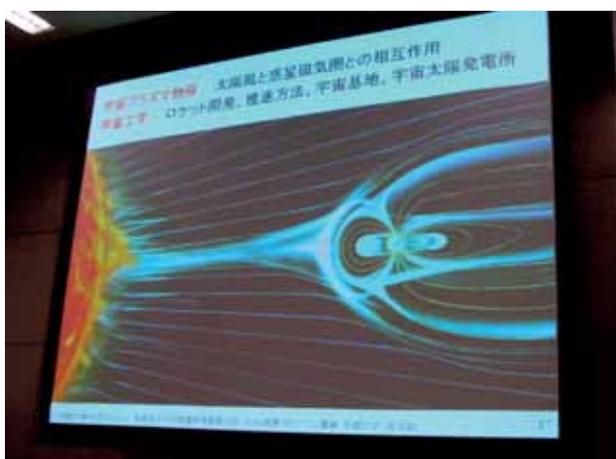


5年 生物 遺伝子実習

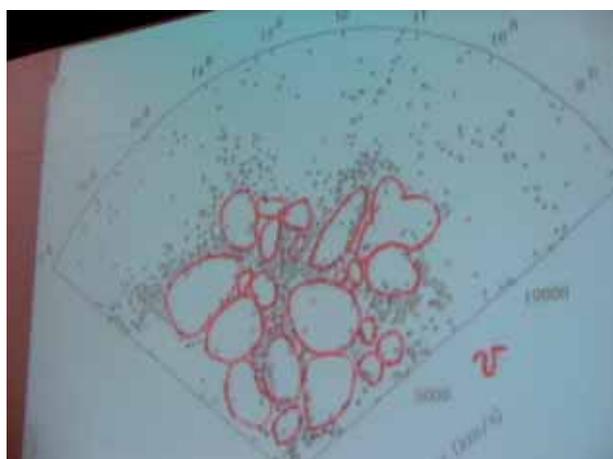
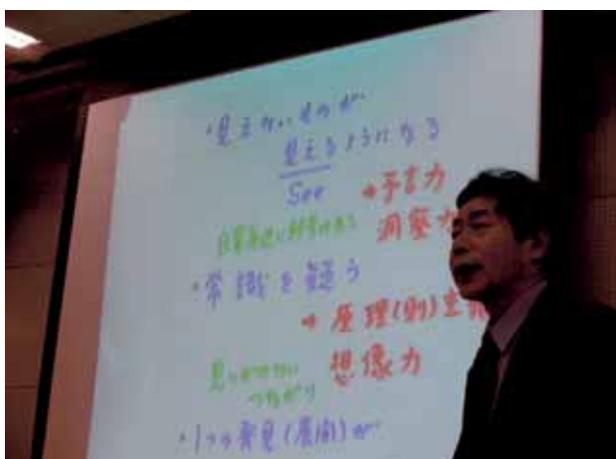
## [4] 問題解決能力の育成



理数講義プログラム1 「小さな素粒子から大きな宇宙まで」

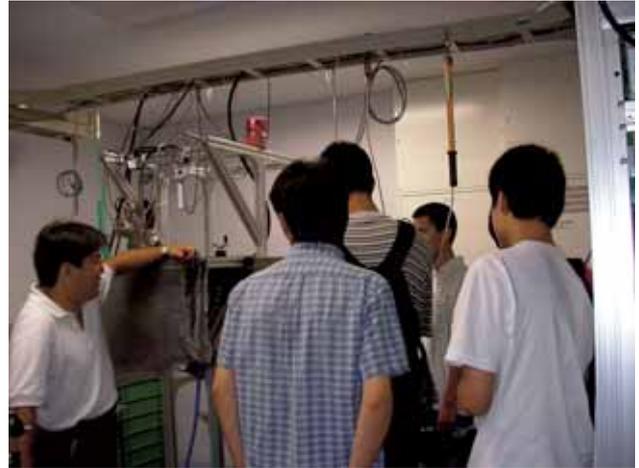


理数講義プログラム2 「宇宙太陽発電所と宇宙空間科学」

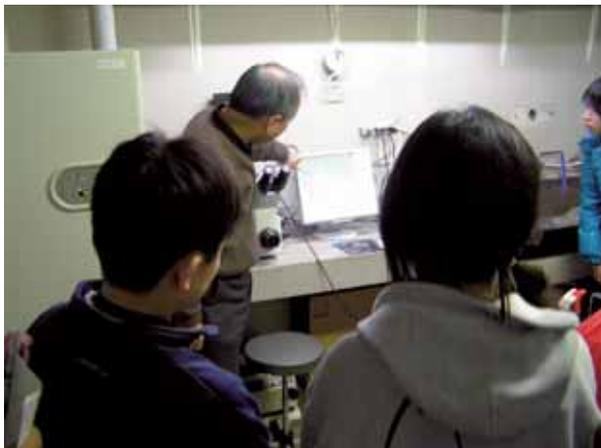


NSL 特設講座2 科学・技術と社会 そして「新しい博物学」

[5] 大学・研究機関との連携

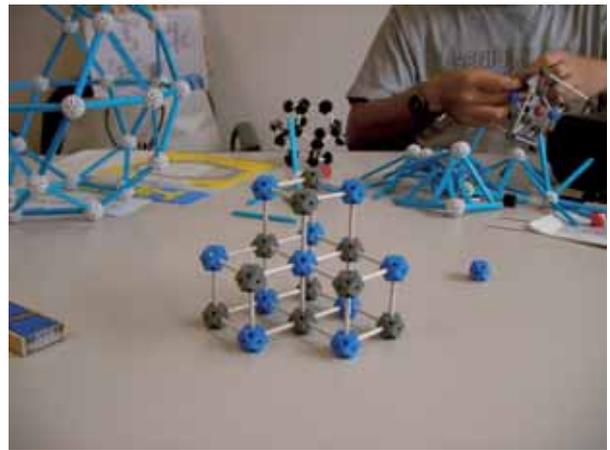


6年 京都大学の研究室訪問



1・2年 研究室訪問（奈良女子大学 理学部・生活環境学部）

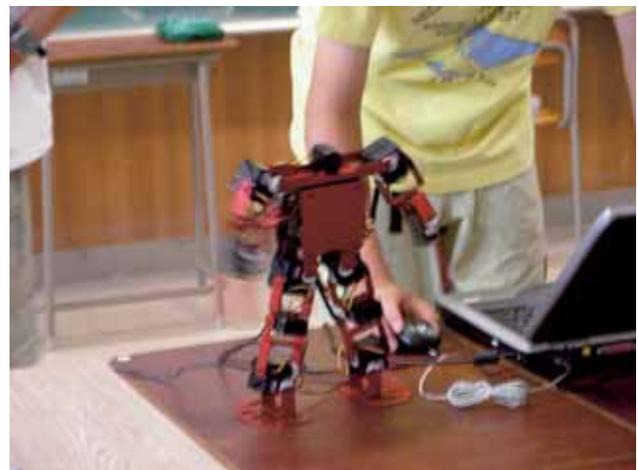
## [6] サイエンス研究会



日常の活動



「サイエンス夏の学校」



学園祭での発表

# 目次

ごあいさつ

第1章 研究開発の概要 .....	1
第2章 研究開発の経緯 .....	12
第3章 研究開発の内容 .....	14
第1節 基礎調査 .....	14
第2節 基礎・基本の徹底 .....	18
3-2-1 数学科「探究数学」の設置 .....	18
3-2-2 理科1年のTA導入 .....	20
3-2-3 国語科「表現」 .....	22
3-2-4 英語科「Topic Studies」等 .....	24
3-2-5 総合的な学習「環境学」 .....	28
3-2-6 サイエンス基礎講座の開設 .....	30
3-2-6-1 サイエンス基礎講座1 .....	30
3-2-6-2 サイエンス基礎講座2 .....	32
第3節 数学的リテラシーの育成 .....	34
3-3-1 授業研究 .....	34
3-3-2 テクノロジーを利用した授業 .....	41
3-3-2-1 2年「幾何」作図ツールを活用した発見型幾何学習 .....	41
3-3-2-2 3年「解析」グラフ電卓を活用した実験型関数学習 .....	43
3-3-3 テレビ会議システムを利用した数学教育 .....	45
3-3-4 「数学検定」の利用 .....	47
第4節 科学的リテラシーの育成 .....	48
3-4-1 授業研究 .....	48
3-4-2 課題研究入門と課題研究の実施 .....	54
3-4-2-1 課題研究入門の設定と実施 .....	54
3-4-2-2 課題研究の充実・発展 .....	56
3-4-3 理科カリキュラムの再編 .....	58
3-4-4 サイエンス夏の学校（白浜） .....	60
3-4-5 サイエンスツアー（筑波） .....	64
3-4-6 各種プログラムの実施 .....	65
3-4-6-1 訪問研修「化学プログラム」 .....	65
3-4-6-2 遺伝子実習 .....	67
3-4-6-3 S-cubeへの参加 .....	69
3-4-6-4 世界物理年 秋のイベント .....	71
3-4-6-5 キャリアガイダンス特別講義・研究室訪問 .....	73
3-4-6-6 シーケンサー講習会 .....	75
3-4-6-7 SSH英語セミナー .....	77
3-4-6-8 ATRロボット研修 .....	79

第5節 問題解決能力の育成 .....	80
3-5-1 NSL特設講座の開設 .....	80
3-5-1-1 NSL特設講座1 .....	80
3-5-1-2 NSL特設講座2 .....	82
3-5-2 理数講義プログラムの開設 .....	84
3-5-2-1 理数講義プログラム1 .....	84
3-5-2-2 理数講義プログラム2 .....	86
第6節 サイエンス研究会の活動と指導 .....	88
第7節 大学・研究機関との連携 .....	92
3-7-1 京都大学宇治キャンパス研究室訪問 .....	92
3-7-2 奈良女子大学研究室訪問 .....	94
3-7-3 奈良県立奈良高校とのSSH連携 .....	96
第4章 実践の効果とその評価 .....	98
第1節 各事業をふまえた評価 .....	98
4-1-1 研究開発の6つの柱 .....	98
4-1-2 保護者からの評価 .....	100
第2節 公開研究会 .....	104
4-2-1 数学科における公開授業 .....	105
4-2-2 理科における公開授業 .....	112
第3節 運営指導委員会 .....	116
4-3-1 定期会議 .....	116
4-3-2 運営指導委員による公開研究会の評価 .....	118
4-3-3 全体評価 .....	123
第5章 研究開発実施上の課題 .....	131
第1節 「数理科学」の開設 .....	131
第2節 「NSL特設講座」の実施 .....	132
第3節 4種類の講座の整理 .....	133
第4節 奈良女子大学の講義の受講 .....	133
第5節 自然科学リテラシーの評価 .....	134
第6章 資料 .....	135
第1節 サイエンス研究会 .....	135
第2節 SSH生徒研究発表会（東京）参加報告書 .....	139
第3節 ポスターセッション .....	142
第4節 広報活動 .....	167

## 奈良女子大学附属中等教育学校の目指す SSH

奈良女子大学附属中等教育学校は、平成 17 年 4 月に文部科学省よりスーパーサイエンスハイスクール（SSH）としての指定を受け、現時点で、ほぼ一年間の活動を完了しました。ここにお届けします研究開発実践報告書は、本校におけるこの一年間の SSH の活動を取りまとめたものです。ぜひご覧いただきたく存じます。

本校は、中高 6 年一貫校として中等教育学校を立ちあげ、本年度、最初の卒業生を輩出いたしました。自由・自主・自立の校風のもと、6 年間で 3 期に分ける 2-2-2 制の教育方針で人材の育成を図ってきました。平成 11 年度から平成 16 年度までの二期六年間にわたって行ってきた研究開発校としての実績を基盤に、SSH では、昨今社会的に問題視されている理数離れや学力低下という課題に対して積極的に取り組もうとしています。

本校の SSH プログラムの特色は、基本的に以下の 4 点です：

- 1) 文系・理系に偏らない基礎学力を重視する
- 2) 中高 6 年一貫教育校の特色を活かして前期課程生（中学生）も参加する
- 3) 理数が得意な生徒を 3 年以降から徐々に絞り込んで、大学と連携して力を伸ばしていく
- 4) 身の回りの現象に興味を持つことでサイエンスする心を養う「生活科学的素養」を育成する

この基本に沿ってリテラシー教育を構想し実践することで、理数の得意な人間、および理数を理解できる文化人の育成につながるのではないかと考えています。

自然科学リテラシーの育成を目標とする本校の SSH カリキュラムの編成は、まだ緒についたばかりです。自己学習力を身につけ、大学進学後も力を伸ばしていく生徒を育てる指導法の研究開発も、本校の取り組みの 1 つです。今年度の成果の一端を、本報告書に読み取っていただければ幸いです。

奈良女子大学は、文学部・理学部・生活環境学部の 3 学部よりなる小規模大学ですが、幼稚園より大学院博士課程までを擁する、所謂、生涯教育を実践できる数少ない国立大学法人です。その中でも、生活環境学部には管理栄養士と栄養教諭を養成する食物栄養学科があり、附属学校園と連携しながら「食教育」を行える体制にあります。平成 17 年 6 月に制定された「食育基本法」により、幼児期からの「食教育」は今後の重要な教育課題であり、現在の高齢化社会で問題となっている生活習慣病に対する取り組みとしても関連づけられています。本校では、来年度より SSH プログラムに生活科学リテラシーという概念を取り入れて「食教育」問題にも取り組もうとしています。その為には、保健体育科・家庭科・理科を中心に全教科の参加が必須であり、その実践にあたり英知をしぼる必要があります。関係各方面のご助言とご鞭撻をお願いする次第です。

末筆になりましたが、この一年間、SSH の活動にご協力いただきました各研究機関の先生方、的確なご指導をしていただいた SSH 運営指導委員の先生方、そして事務手続き等でお世話になりました文部科学省と科学技術振興機構の皆様に本校教職員を代表してお礼申し上げます。

奈良女子大学附属中等教育学校長  
(生活環境学部教授)

植野 洋志

# 第 1 章 研究開発の概要

## 第 1 節 学校の概要

### 1. 学校名、校長名

学校名	な ら じょ し だ い が く ふ ぞ く ち ゅ う と う き ょ う い く が つ こ う 奈良女子大学附属 中 等 教 育 学 校
校長名	植野 洋志(奈良女子大学生生活環境学部教授)

### 2. 所在地、電話番号、FAX 番号

所在地	奈良県奈良市東紀寺町 1-60-1
電話番号	0742-26-2571
FAX 番号	0742-20-3660

### 3. 課程・学科・学年別生徒数、学級数及び教職員数

#### (1) 課程・学科・学年別生徒数、学級数

全日制課程・普通科・各学年 3 クラス (合計 18 クラス)

	前期課程			後期課程			計
	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	
男	60	61	61	59	62	58	361
女	62	62	62	61	60	57	364
計	122	123	123	120	122	115	725

#### (2) 教職員数

校長	副校長	教諭	養護 教諭	非常勤 講師	教務 補佐	ALT	スクールカ ウンセラー	事務 職員	司書	計
1	2	40	2	16	4	3	1	3	0	72

## 第 2 節 研究開発の課題

### 1. 研究開発課題

本校の SSH 研究開発の課題は、以下のように設定した。

大学との連携に基づき、中等教育 6 年間において自己学習力と自然科学リテラシーを育成するカリキュラムを研究開発するとともに、高大連携教育を進める。

### 2. 研究の概要

自然科学リテラシーと自己学習力を身につけることで、学校を卒業後も能力を伸ばしていく科学技術系の人間を育成するための、中高 6 年一貫教育 SSH カリキュラムを研究開発する。6 年間で 2 年ごとに区切り、1 年～4 年は全校生徒を対象として、文科系・理科系の区別なく自然科学リテラシーを育成し、3 年～6 年で徐々に対象生徒を絞り込みながら自然科学リテラシーをより伸ばしていくカ

リキュラム・教材・指導方法を研究し、実践していく。

また、高学年(5・6年)になり、より進んだ数学・理科の内容の学習を希望する生徒には、大学教員・研究者による特別講座を提供し、さらには大学の講義を受講できるシステムを構築するための研究を行う。

### 3. 研究の仮説とその分節化

#### (1) 研究仮説

本研究における研究の仮説は、以下のように設定した。

前期中等教育においては、理数に偏りすぎない総合的な考え方のカリキュラムの基で、「自然科学リテラシー」の育成を目指す教育を行うことにより、自己学習力のある理数(自然科学)に強い生徒を育成することができる。

これを受けて、後期中等教育において大学教員や研究者等による先進的な内容の講義を受講することで、理数に興味・関心のある生徒の力をより伸ばすことができる。

#### (2) 仮説の分節化

上記の仮説を、次の3つに分節化して研究を進めることとした。

##### A. 数学的リテラシーの育成

数学において、テクノロジー(PC、グラフ電卓、テレビ会議システム)を活用して、数学における「実験」や試行錯誤を繰り返しながら学習することで、数学的リテラシーを育成し、創造性をのばし、自己学習力、問題発見能力を高めることができる。

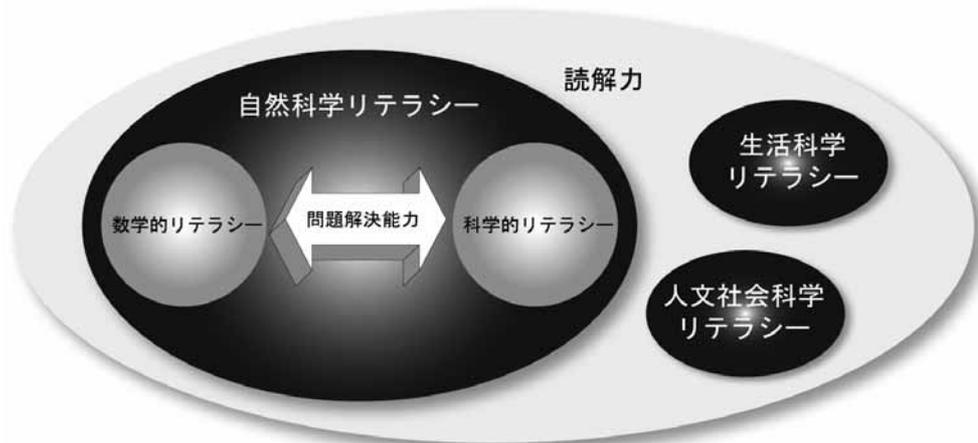
##### B. 科学的リテラシーの育成

理科において、観察・実験を中心に据えた探究の過程を重視した授業の積み重ねと、生徒が自ら仮説を立てて探究する課題研究を中学年(3・4年)から行うことで、科学的リテラシーを育成し、自ら主体的に学習する生徒を育てることができる。

##### C. 問題解決能力の育成

数学的内容と理科的内容が有機的にリンクした教材とカリキュラムを研究開発し、それらを利用して集中的に講義・実験を行うことで、問題解決能力を養成することができる。

これらのリテラシーと能力を、読解力を基にして接合することにより、本校生徒全体の理数の力を引き上げ、上位の生徒の独創力・論理的思考力・問題発見能力をさらに伸ばすことができると考える。以上を図示すると、次のようになる。



### 第3節 研究・実践内容

#### 1. SSH カリキュラムの各学年の目標

SSH カリキュラムの枠組みは、本校カリキュラムの従来からの考え方である、6年間で2年ずつに区切る「2-2-2制」をとることとした。そして、第1節で述べた研究仮説に基づき、各2年間のSSHカリキュラムの目標を、次のように設定した。

1・2年	理数に偏らない基礎・基本の徹底
3・4年	学問への興味・関心と学びへの意欲の育成
5・6年	大学とリンクした先進的な理数教育の実施

#### 2. SSH カリキュラムの研究・実践内容

1. で述べた目標を達成するため、カリキュラム研究・実践を次の6本の柱に分節化し、2005年度は以下のように、それぞれの中でさらに分節化・具体化した(■は目標である)。具体的な内容や評価については、第3章を参照されたい。

##### (1) 基礎・基本の徹底

- ① 数学科の完全習得を目指す学習  
■数学学習の完全習得の方法を研究開発
- ② 理科における探究活動の基礎・基本となるスキルの習得  
■探究の技法である、観察・分類・予想・条件の制御・実験・グラフ化などのスキルの習得
- ③ 統計の重視  
■文科系・理科系を問わず、統計の知識・理解・技能の習得
- ④ サイエンス基礎講座  
■自然科学リテラシーを育成していく上での基本的な素養を身につける

##### (2) 数学的リテラシーの育成

- ① 作図ツールを活用した発見型幾何学習  
■自ら進んで学習を行い、課題を発見することのできる生徒を育成する
- ② グラフ電卓を活用した実験型関数学習  
■数学が現実世界において果たす役割を理解させる
- ③ テレビ会議システムを利用した数学教育  
■数学への興味を高めるとともに、国際性豊かな生徒を育成する
- ④ 「数検」の実施  
■数学的リテラシー習得の度合いを測るとともに、数学学習への動機づけとする

##### (3) 科学的リテラシーの育成

- ① 実験・観察の重視とより高度な実験の実施  
■探究の技法を駆使できる力を育成する指導法の研究開発を行う
- ② 課題研究入門の設定と課題研究の充実・発展  
■3・4年において「課題研究入門」の単元を設け、その指導方法の研究を進める
- ③ 実験実習と先端施設見学  
■長期休業中に「理数特別プログラム」として、実験実習や先端施設見学を企画する
- ④ 理科カリキュラムの再編

■「基礎理科」、「自然探究」を設置し、科学的リテラシーの習得をめざすカリキュラムを開発

(4) 問題解決能力の育成

① 「NSL 特設講座」の開設(3・4年の希望者対象)

■自然科学リテラシーを育成するための、数学的内容、理科学的内容が融合した講義の研究開発

② 「数理科学」の開設(6年：自由選択科目 2単位)

■自然現象をはじめとする現実世界を解析する力を育成する

③ 「理数講義プログラム」の開設(5・6年の希望者対象)

■数学・理科に関する先進的な内容の集中講義の研究開発

(5) 大学・研究機関との連携

① 本学の講義の受講(5・6年の希望者対象)

■より高度な学習を行いたい生徒が、本学の講義を受講できるようなシステムの研究開発

② 大学の研究室体験&インターンシップ

■大学や研究所の研究室を訪問し、一流の研究者からアドバイスを受けて研究内容を深める

(6) サイエンス研究会

① 「サイエンス研究会」の創設

■生徒が数学・理科・科学技術に関する特色ある「研究」を進める

② 「サイエンス夏の学校」の実施

■自然科学の方法を専門家から学ぶ

③ サイエンスツアー

■最先端のサイエンスを「目で観て 肌で感じて 手で実験して 頭で考える」

以上のSSHカリキュラムは、考え方・構成からもわかるように、

1年～4年：生徒全員が対象

3年～6年：「サイエンス研究会」、希望して選ばれた生徒が対象

となっている。

研究内容をカリキュラム構造図としてまとめると、次ページの図のようになる。

奈良女子大学附属中等教育学校 6年一貫SSHカリキュラム

カテゴリ		1年	2年	3年	4年	5年	6年
授業	基礎・基本	「探究数学」 英語科20人授業 創作科「情報基礎」 国語科「情報と表現」		「環境学」 英語科「Integrated English」 国語科「表現」	「世界学」	「情報B」 英語科「Topic Studies」	
	数学的リテラシー	具体的操作活動による幾何学習	作図ツールを活用した幾何学習	グラフ電卓を活用した関数学習			
	科学的リテラシー	実験・観察技術の完全習得		理科「課題研究入門」		理科「課題研究」	
	問題解決能力			「環境学」 「アカデミックガイダンス」 「NSL特設講座」	「世界学」		「数理科学」 「テーマ研究」
課外	基礎・基本	「サイエンス基礎講座」					
	数学的リテラシー			シェトランドとのテレビ会議システムを利用した数学教育			
	科学的リテラシー	「サイエンス夏の学校」		大学・研究所を訪問しての観察・実験			
	問題解決能力					「理数講義プログラム」 インターンシップ 本学の講義受講	
生徒全員が対象							
「サイエンス研究会」・希望して選ばれた生徒が対象							

3. 検証方法

1年～3年において、自然科学リテラシーがどれくらい生徒の身についたかは、公表された「OECDの生徒の学習到達度調査(PISA)」を利用して、3年生を対象に調査を行う。その結果を、PISAの国際結果と比較することで検証する。

また、各種プログラムについては、アンケート等を実施することでの検証・評価する。

4年～6年においては、「NSL特設講座」、「理数講義プログラム」、「数理科学」の受講者に対するアンケート調査、インタビュー、受講者の自己評価、受講者のポートフォリオ、講師による受講者の活動・レポート評価などで、理数に関して上位の生徒たちが、後期課程においてどれくらい能力を伸ばしたかを検証・評価する。



## 第4節 研究計画・評価計画

5年間の研究計画・評価計画は、以下の通りである。なお、第二年次以降の研究計画・評価計画は、重点的に研究・評価する項目についてのみ書き、その年度以前と同様の研究を継続する場合については省略する。

### 1. 第一年次

#### (1) 研究計画

##### ① 基礎・基本の徹底

数学科 : 1・2年の「探究数学」のカリキュラム・指導方法の研究と実践

理科 : 探究の技法を習得する有効な指導法の研究及びTAとの授業による実験等の指導法の研究・実践

英語科 : 科学分野をテーマにした教材(3年～6年)の研究開発と実践

国語科 : 2年「情報と表現」における情報リテラシー育成のためのカリキュラムの研究

創作科 : 1年の工創基礎(技術)の時間に、6年間の情報リテラシーの基礎・基本を身につけるカリキュラムと指導方法の研究・実践

総合学習 : 自己学習力・問題解決能力を伸ばすための指導法の研究

##### ② 数学的リテラシーの育成

作図ツールを活用した発見型幾何学習においては、カリキュラムの再構成とテキストの作成を行う。

グラフ電卓を活用した実験型関数学習では、グラフ電卓利用を前提としたカリキュラムの作成と、テキストの試作を行う。

数式処理システムを活用した創造的学習においては、大学教員と連携して、「数理科学」開設のためのカリキュラムの研究と教材開発および、試行を行う。

テレビ会議システムを利用した数学教育については、シュットランドとの安定したテレビ会議システムの運用の研究を行うとともに、適切な教材の研究を行い、実践にうつしていく。そして、参加生徒の英語力の育成のための方策を検討する。

本学の講義の受講については、SSHグループの生徒から希望者を選抜する方法を研究し、本学と連携して受講講座の内容や時間割についての検討を行う。

##### ③ 科学的リテラシーの育成

授業における観察・実験において、新しい高度な実験や学際領域の実験を実施するための研究を行うとともに、本学と連携して実験方法の研修を重ね、一部を試行する。

「課題研究入門」においては、中学年(3・4年)で試行的に「課題研究」を実施する。また、生徒に、科学関係の発表会などに積極的に参加するように呼びかける。

物理において、数学を活用して力学を指導するカリキュラムを数学科と連携して研究し、一部を試行する。

普段の授業では行えない観察・実験・実習を行うための合宿や施設見学を検討・計画し、一部を実施する。また、日本原子力研究所関西研究所が主催する「スーパー・サイエンス・セミナー(S・cube)」への生徒の参加なども予定している。

本学の講義の受講については、受講生の決定方法の研究と、本学と連携して受講講座の内容や時間割についての検討を行う。

#### ④ 問題解決能力の育成

「数理科学」の開設に向けて、大学教員と連携してカリキュラムの研究と教材開発を行う。

NSL 特設講座について、大学教員と連携して実施時期・回数・講義内容および運営方法を研究し、試行する。

理数講義プログラムについては、大学教員・研究者と連携して、内容と実施方法、およびカリキュラムを研究する。

### (2) 評価計画

#### ① 内部評価

基礎・基本の徹底については、通常の授業における評価、定期考査による評価、フィールドワークやレポートの評価、自己評価を中心に、目標が達成できたかどうかを検証・評価する。

学習内容については、ポートフォリオを利用して評価する。

自然科学リテラシー(数学的リテラシー、科学的リテラシー、問題解決能力)については、3年生全員を対象に「OECDの生徒の学習到達度調査(PISA)」を実施して、各国のデータと比較検証することで評価する。

#### ② 外部評価

SSH 運営指導委員会を年間3回開催し、運営指導委員による評価を受ける。

また、保護者、学校評議員による評価のあり方を研究し、試行する。

## 2. 第二年次

### (1) 研究計画

#### ① 基礎・基本の徹底

数学科の1・2年の習熟度別学習のカリキュラム・指導方法については、生徒へのアンケートやインタビューなども実施しながら、カリキュラムの検証・評価について研究を進める。

#### ② NSL 特設講座

NSL 特設講座について、第一年次の試行の評価を基にして、大学教員と連携して実施時期・回数・講義内容および運営方法の研究を深め、実施を検討する。

#### ③ 学びへの意欲の育成

学問への興味・関心と学びへの意欲の育成について、大学教員と連携して研究を進める。

### (2) 評価計画

#### ① 内部評価

第一年次の研究に加えて、生徒からの評価、本校教師・大学教員による評価を行い、内部評価の方法について研究を深める。

自然科学リテラシー(数学的リテラシー、科学的リテラシー、問題解決能力)については、第一年次に引き続いて、3年生を対象に「OECDの生徒の学習到達度調査(PISA)」を実施してデータを蓄積し、各国のデータと比較検証することで評価する。

#### ② 外部評価

SSH 運営指導委員会を年間3回開催し、運営指導委員による評価を受ける。

また、保護者、学校評議員による評価を実施しつつ、外部評価のあり方の研究を続ける。

### 3. 第三年次

#### (1) 研究計画

##### ① 学びへの意欲の育成

特に SSH グループの興味・関心を育成する教材・指導方法について、大学教員と連携して研究を進める。

##### ② SSH グループからの選抜

SSH グループから、テーマ研究を受講する生徒を選抜する方法について研究し、実施した結果の評価を行う。

##### ③ 本学の講義受講

希望者の本学の講義の受講について試行し、本校における単位認定について研究を進める。

##### ④ 「数理科学」の試行

学校設定科目「数理科学」を試行しながら、開発したカリキュラムの検証・評価を行い、引き続き大学教員と連携して教材開発を行う。

#### (2) 評価計画

##### ① 内部評価

自然科学リテラシー(数学的リテラシー、科学的リテラシー、問題解決能力)については、第二年次までと同様に、3年生を対象に「OECDの生徒の学習到達度調査(PISA)」を実施してデータを蓄積し、各国のデータと比較検証することで評価する。

この蓄積したデータを基にして、「自然科学的リテラシー」について、SSHカリキュラムで1・2年を学習してきた3年生と、それ以前の3年生とを比較し、推移を分析することにより、実施内容の検証・評価を行う。

##### ② 外部評価

他のSSH実践校と研究交流を行う。

本校公開研究会において、3年間のSSH実践を公開し、外部の評価を受けるとともに、日本カリキュラム学会で報告する。

### 4. 第四年次

#### (1) 研究計画

##### ① 「数理科学」の実践

学校設定科目「数理科学」を実践しながら、開発したカリキュラムの検証・評価を行う。

##### ② SSH グループからの選抜

SSH グループから、テーマ研究を受講する生徒を選抜する方法について研究し、実施した結果の評価を行う。

#### (2) 評価計画

##### ① 内部評価

自然科学リテラシー(数学的リテラシー、科学的リテラシー、問題解決能力)については、第三年次までと同様に、3年生を対象に「OECDの生徒の学習到達度調査(PISA)」を実施してデータを蓄積し、各国のデータと比較検証することで評価する。

この蓄積したデータを基にして、「自然科学的リテラシー」について、SSH カリキュラムで1・2年を学習してきた3年生と、それ以前の3年生とを比較し、推移を分析することにより、実施内容の検証・評価を行う。

## ② 卒業生による評価

SSH カリキュラムを履修した卒業生の追跡調査およびインタビューを通じて、SSH カリキュラムの検証・評価を行う。

## 5. 第五年次

本研究開発の総まとめとしてのカリキュラムの検証・評価を行う。

それを基に、本校の「自然科学リテラシー」「問題発見能力」育成に関するカリキュラム・指導方法の提言を行う。

## 第5節 研究組織の概要

### 1. 各組織の役割

#### (1) SSH 運営指導委員会

SSH 運営指導委員会は、専門的見地から SSH 全体について指導、助言、評価を行う。大学教員・研究者・学識経験者・行政機関の職員等で組織する。

#### (2) 学校長・副校長・校内教頭

校長・副校長・校内教頭は、SSH 運営指導委員会、奈良女子大学をはじめとする大学・研究機関と連携しながら、SSH の全般的な運営を行う。

#### (3) 本学事務局・本校事務室

本学事務局(総務・企画課及び財務課)と本校事務室は、副校長・教頭と連携しながら、SSH の経理処理を行う。

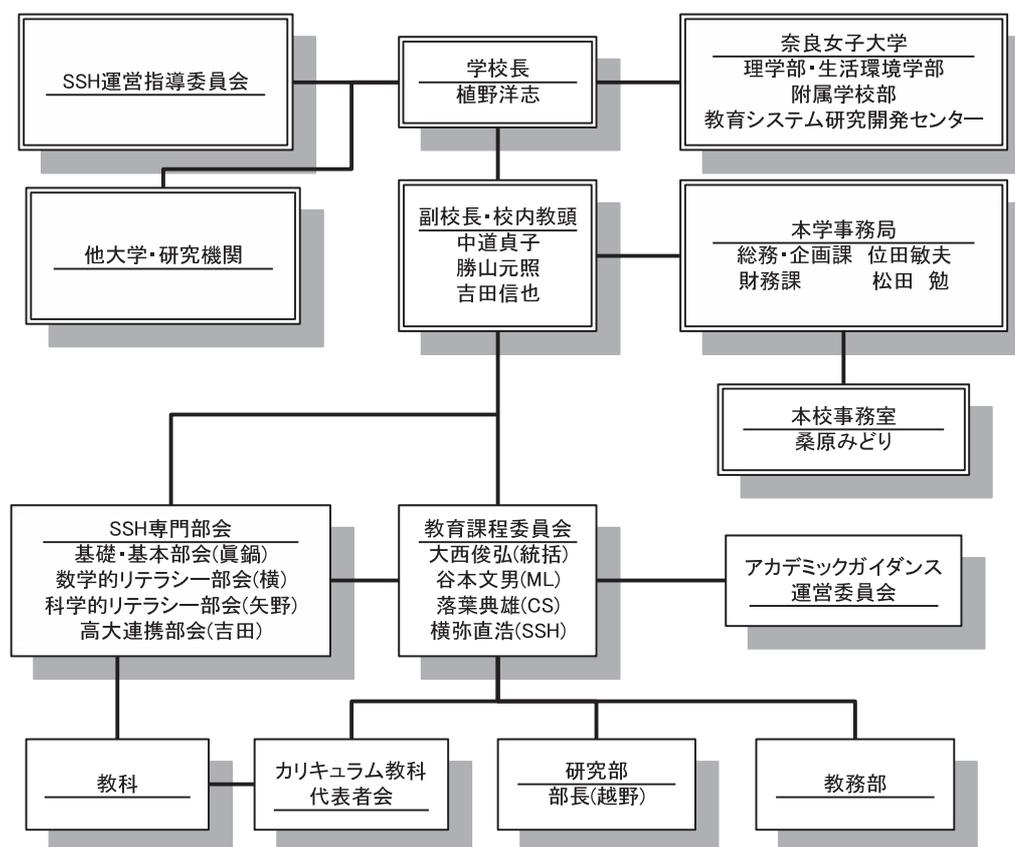
#### (4) 教育課程委員会

教育課程委員会は、専門部会をはじめ関係部署と連携を図りながら、SSH の研究面での全体的な企画・運営・指導を行う。

#### (5) SSH 専門部会

基礎・基本部会、数学的リテラシー部会、科学的リテラシー部会、高大連携部会で構成し、それぞれの部門の研究を推進する。本校数学科・理科の教師を中心に、他教科および校外の専門家で構成し、連携しながら研究を行う。

## 2. SSH 研究組織図



## 3. SSH 運営指導委員会

氏名	所属	職名	備考(専門分野等)
上野 健爾	京都大学	教授	複素多様体論
四方 敏幸	奈良県教育委員会事務局	指導主事	数学
重松 敬一	奈良教育大学	教授	数学教育
辻 智子	ファンケル中央研究所	所長	生化学
刀根 規久男	ATR	部長	経営統括部
三村 徹郎	神戸大学	教授	植物生理学
森本 弘一	奈良教育大学	教授	理科教育
山極 寿一	京都大学	教授	人類進化論
小林 毅	奈良女子大学	教授	位相幾何学
佐久間 春夫	奈良女子大学	教授	スポーツ心理学
塚原 敬一	奈良女子大学	教授	生体関連化学
丹羽 雅子	奈良女子大学	前学長・名誉教授	繊維科学
松田 覚	奈良女子大学	教授	食健康学
向井 洋一	奈良女子大学	助教授	住環境

## 第 2 章 研究開発の経緯

第 1 章で述べた研究テーマについて、各々の研究の 2005 年度の経緯を簡単にまとめる。

### (1) 基礎・基本の徹底

本校の数学科・理科が従来より取り組んでいた研究をベースにしたので、スムーズに研究を進めることが出来た。しかし、低学年のカリキュラム・指導法についての研究は、まだ始まったばかりであり、今後の課題として残されている。

国語科の「情報と表現」、英語科による科学者を招いての「理数語学講座」、環境学の「琵琶湖博物館見学」「環境学講演会」とは、「科学」をキーワードに一定の連携は取れた。今後は、人文社会学系の教科との、より一層の連携を図りたい。

統計は、5 年の「情報 B」において実践し、カリキュラムを確定中である。

希望者および特定学年を対象とする、「サイエンス基礎講座」は 2 回実施して好評であったので、来年度以降も引き続き開講する予定である。

### (2) 数学的リテラシーの育成

数学的リテラシーをキーワードに、授業研究・授業観察を実践できたことは成果である。その中で、数学的リテラシーを意識した授業を構成する方向性は見えてきたが、まだ研究の途についたばかりである。

作図ツール・グラフ電卓などのテクノロジーを活用した授業は、数学的リテラシーを意識することで、より深まりが出てきたと思われる。今後は、テクノロジー活用の効用を、どのように検証・評価するかの研究が必要であろう。

テレビ会議システムを利用したシェットランドの Anderson High School との数学授業は、11 月より開始し、3 月までに 4 回実施することが出来た。

また、12 月に実施した「数検」では、受検者 71 名、合格者 64 名という、初回としては大きな成果を得ることが出来た。

### (3) 科学的リテラシーの育成

科学的リテラシーをキーワードに、数学科と共に授業研究・授業観察を実践できたことは、大きな成果である。

本校の理科教育は、従来から実験・観察を重視してきたが、科学的リテラシーを意識することによって、さらに授業が現実に即したものとなってきた。

また、実験・実習では、本学理学部化学科の「化学プログラム」への参加や、専門家の指導による遺伝子医療実験を体験することができた。

さらに、懸案であった理科カリキュラムの再編を行い、3・4 年に「自然探究」を設置することになった。この科目のカリキュラムの研究、確定は、来年度以降の課題である。

### (4) 問題解決能力の育成

「NSL 特設講座」(土曜日 2 回)、「理数講義プログラム」(土曜日 2 回)を試行したが、著名な講師か

ら素晴らしい講義を聴くことが出来た。今年度は、SSH 初年度という時間的制約もあり、本来の構想の形では開講できなかった。

6年に開講する予定である学校設定科目「数理科学」は、題材探しにとどまっております、カリキュラム作成もこれからである。本学との連携・協力を図りながら、進めていく必要がある。

#### (5) 大学・研究機関との連携

本学とは、理学部化学科の「化学プログラム」への参加、および低学年生徒の研究室訪問(理学部・生活環境学部)を通じて連携し、低学年から中学年の生徒の科学への興味・関心を高めることができた。

しかしながら、5・6年生の本学講義の受講システムの研究については、可能性の打診にとどまっております、今後、本学理学部・生活環境学部との協議の機会を持たなければならない。

京都大学(宇治キャンパス)とは、2回にわたる6年生の研究室訪問を実施し、将来の進路を考える際の参考となる貴重な体験をすることができた。

また、低学年の生徒に、「S-cube」(日本原子力研究開発機構・関西光科学研究所)への参加を奨励し、様々な科学の話題を通じての理数学習への動機づけを行うことができた。

大阪府立大学・同志社大学・同志社女子大学・近畿大学とは、様々な講座における講師の派遣依頼という形で連携することができた。

#### (6) サイエンス研究会

5月に会員を募集し、本格的な活動は夏休みから始めたが、2年～4年生を中心によく頑張っている。学園祭、サイエンス研究会会員対象のミニ報告会、公開研究会・SSH研究発表会で、研究の成果を発表した。

また、8月にサイエンス夏の学校を実施し、多数の希望者の中から低学年生徒を中心に40名が参加した。3月のサイエンスツアーは、サイエンス研究会員12名が参加し、専門家の指導による実験実習を体験することができた。

### 2005年度 SSHサイエンスツアー 最先端の科学技術を体験しよう！

今年度の「SSHサイエンスツアー」は、下記の要領で日本科学未来館と高エネルギー加速器研究機構を訪問します。  
特に、高エネルギー加速器研究機構では、最先端の施設・設備の見学はもちろんのこと、2日間におたる実験・実習を行います。講師は、君たちの先輩である山田善一先生です。  
最先端のサイエンスを  
目で観て 肌で感じて 手で実験して 頭で考える  
こんな楽しい「SSHサイエンスツアー」に、貴方も参加しませんか！

1. 日時 2006年3月23日(木)～25日(土) 2泊3日
2. 日程  
23日(木) 奈良から東京へ移動  
日本科学未来館の見学  
東京からつくばへ移動  
24日(金) 高エネルギー加速器研究機構での見学と実験・実習(8時間)  
25日(土) 高エネルギー加速器研究機構での実験・実習(5時間)  
つくばから奈良へ移動
3. 実験・実習内容(参加人数によっては変更あり)  
例：「宇宙線を捕らえる」  
(1) 講義(装置の原理、操作方法の説明も含む)  
(2) 装置からでる電気信号をオシロスコープで見る  
(3) 電気信号を処理する論理回路の結線をし、ノイズと宇宙線の信号を区別する  
(4) 宇宙線の数を数える  
(5) 装置の配置を変えて、宇宙線の角度の分布などを調べる
4. 参加者  
生徒：「サイエンス研究会」(3年～5年)のメンバーから最大20名  
※希望者多数の場合は、学年と熱意を考慮して選抜  
教師：2名が引率
5. 費用(予定)  
約6,000円(食事代・飲み物代など)  
交通費と宿泊費(食費を除く)は、SSH予算から支出
6. 備考  
■日本科学未来館 東京都江東区青海2-41  
<http://www.miraikan.jst.go.jp/>  
■高エネルギー加速器研究機構 つくば市大穂1-1  
<http://www.kek.jp/ja/index.html>



©日本科学未来館



### 第3章 研究開発の内容

#### 第1節 基礎調査

##### ■ 目的

研究開発を評価する際に、生徒の意識がこの期間にどのように変化したのか知ることは大切である。そこで、本校生徒が学校生活や学習等について、現在どのように考えているかを把握し、今後どのように変化するかを調査するため、基礎資料としてアンケートを実施した。

##### ■ 実施概要

実施日	2005年7月
対象	全校生徒
アンケート回収数	1年122人、2年123人、3年119人、4年120人、5年122人、6年115人 計721人

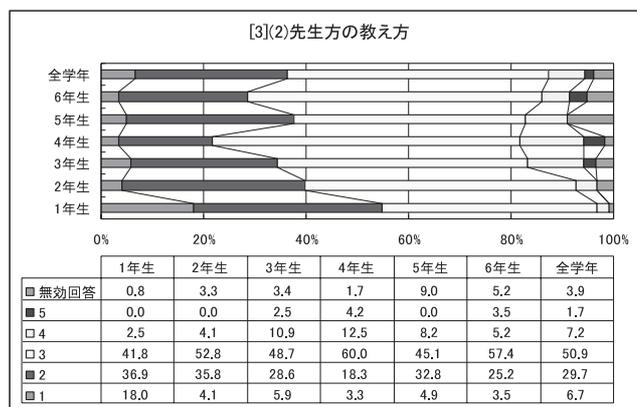
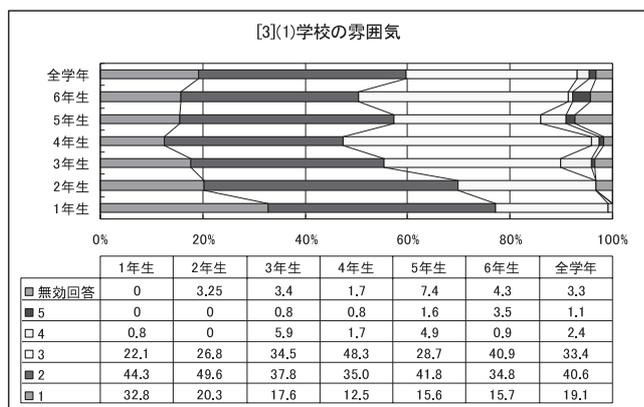
##### ■ アンケート内容と集計結果

アンケートは、学校の満足度や学校生活、学習、進路について等13項目を設定した。ここでは、この中から研究開発の評価に関係があると考えられる部分だけの結果を示す。

回答方法は、特にことわりのない場合は、あてはまる数字に1つだけ○をつけるように指示した。

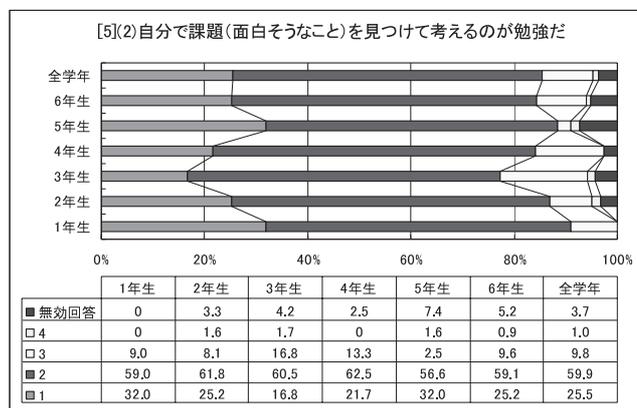
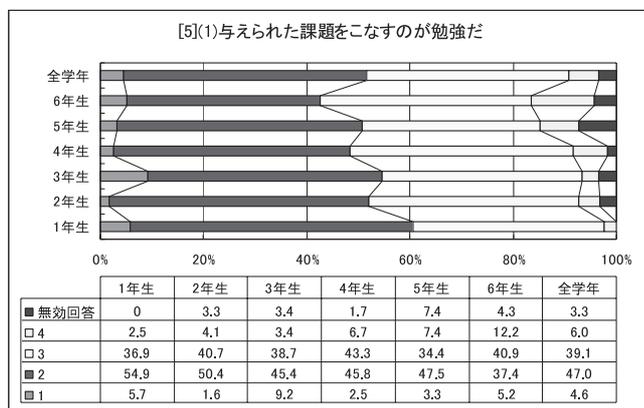
[3] あなたは、現在の学校に満足していますか。

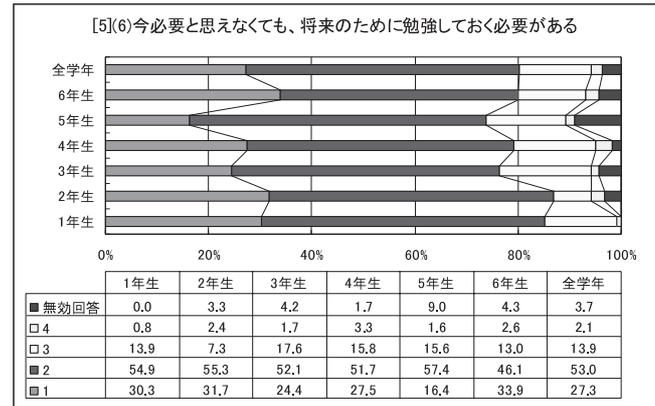
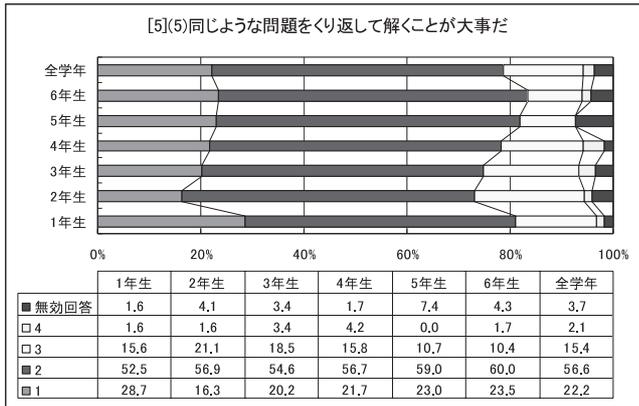
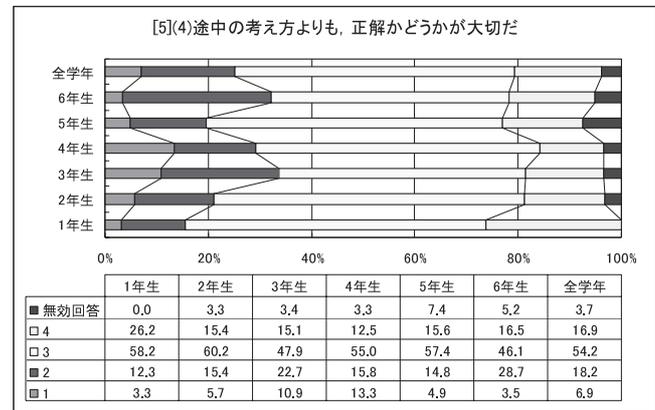
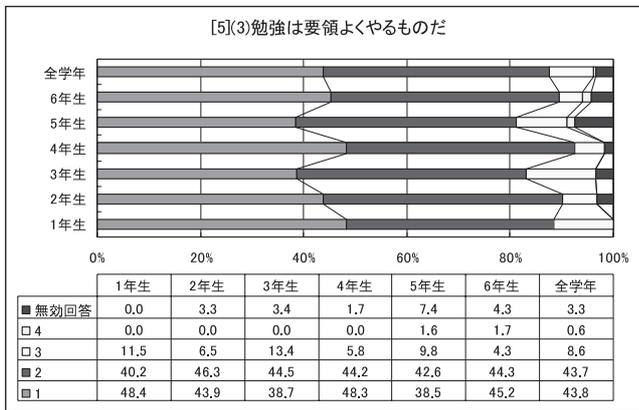
1：とても満足 2：かなり満足 3：やや満足 4：かなり不満 5：とても不満



[5] 勉強について、次のように思うことがありますか。

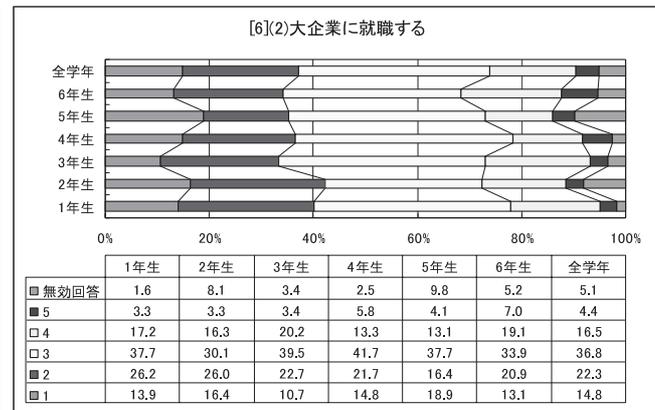
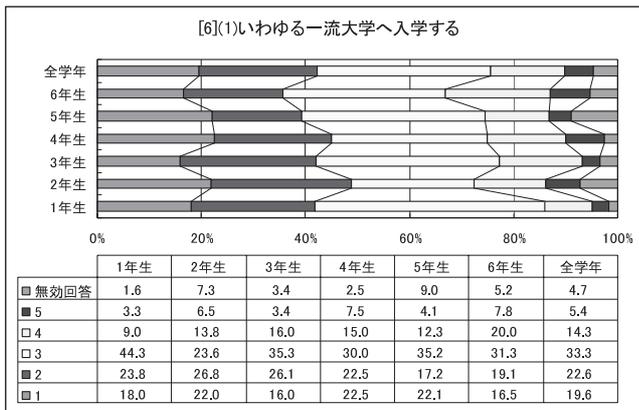
1：とてもそう思う 2：まあそう思う 3：あまりそう思わない 4：まったくそう思わない





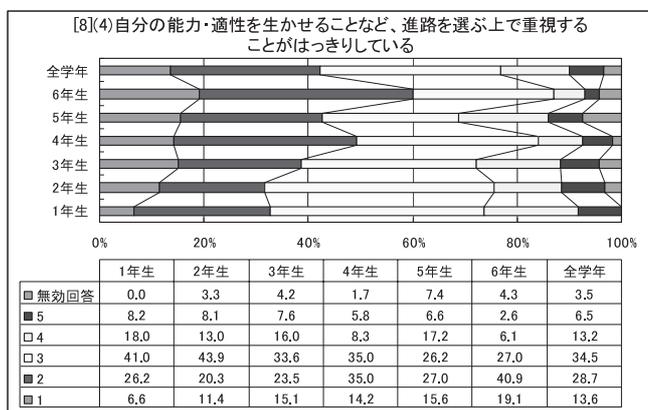
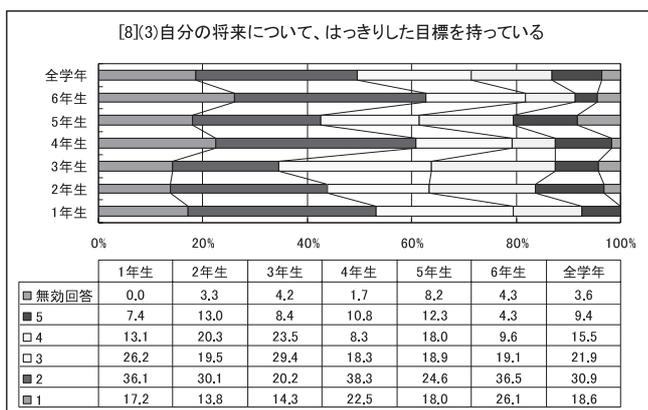
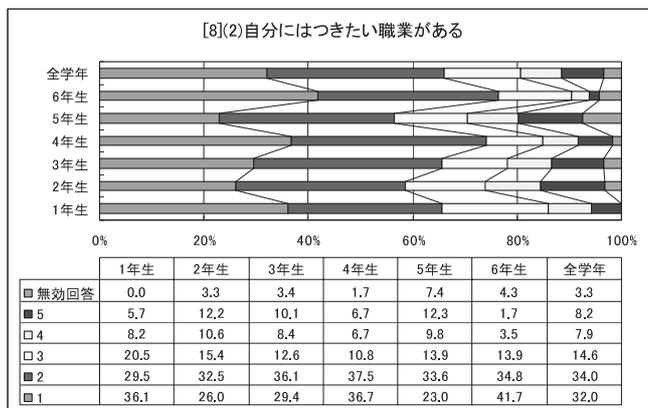
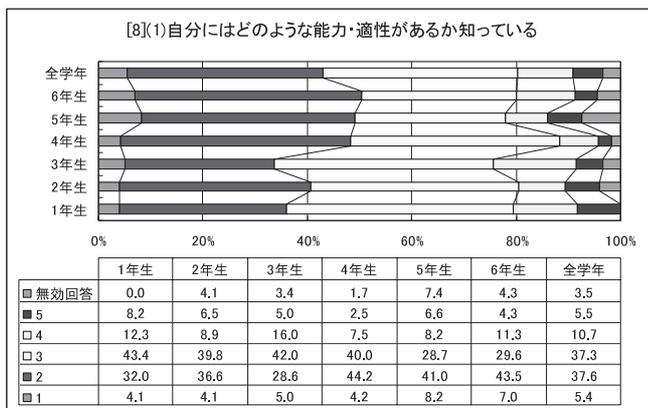
[6] あなたはこれから先、次の事柄についてどう思いますか。

1：とても無理 2：かなり無理 3：やや無理 4：たぶん可能 5：きっと可能



[8] あなたは、次のことについて、自分にどの程度あてはまると感じますか。

- 1：とてもあてはまる      2：ややあてはまる      3：どちらともいえない  
 4：あまりあてはまらない      5：ぜんぜんあてはまらない

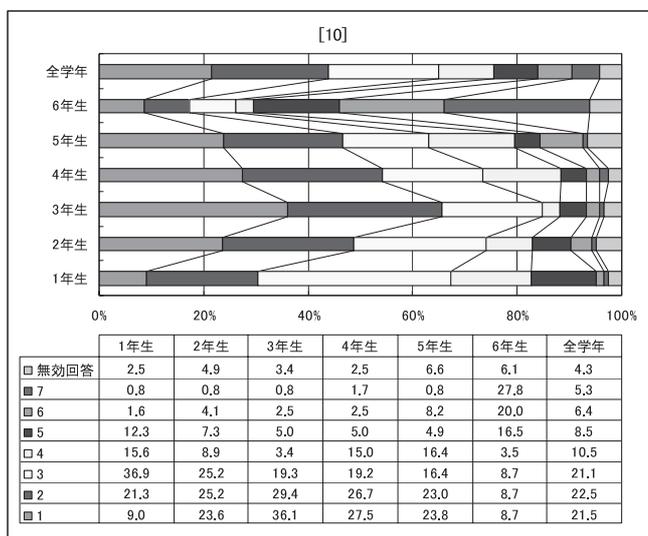
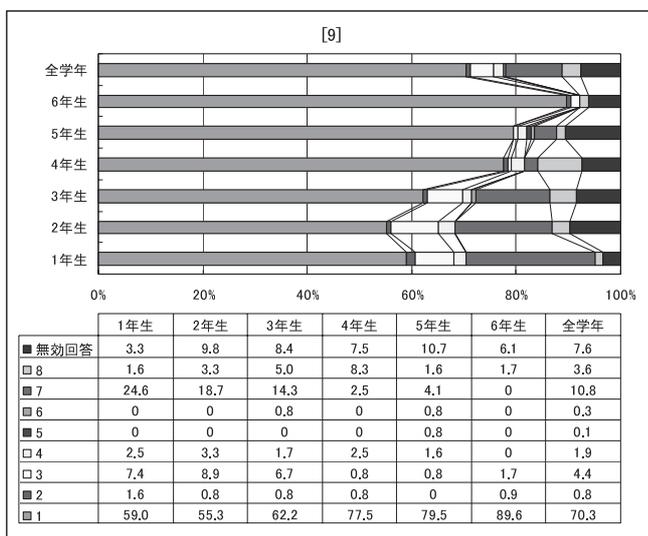


[9] 今のところ、あなたは卒業後の進路をどう考えていますか。

1. 4年制大学      2. 短大      3. 専修学校・専門学校      4. 就職  
 5. 家業の手伝いなど      6. フリーター      7. きちんと考えたことがない      8. その他

[10] あなたは平日、家でどのくらい勉強していますか。

- 1：ほとんどしない      2：30分くらい      3：1時間くらい      4：1時間半くらい  
 5：2時間くらい      6：2時間半くらい      7：3時間以上



[12] 現在の勉強はどのくらいわかっていますか。

1：全部わかる

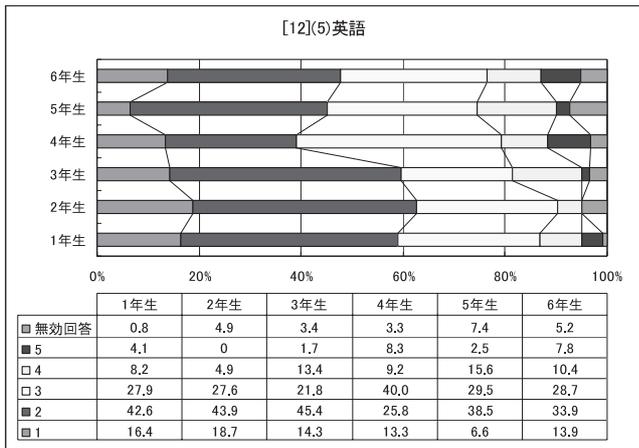
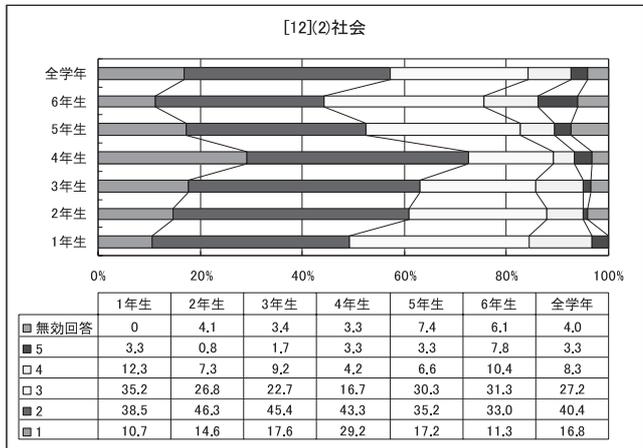
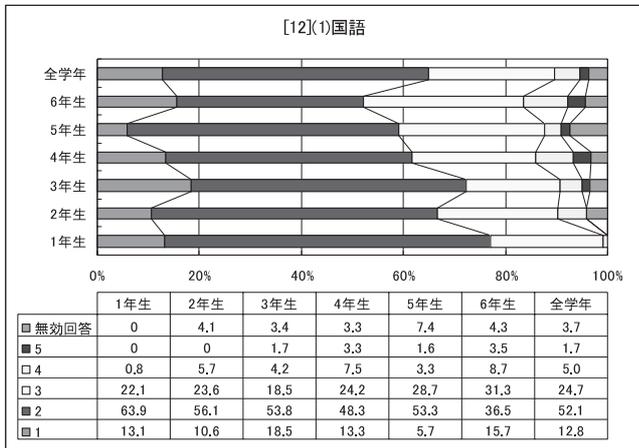
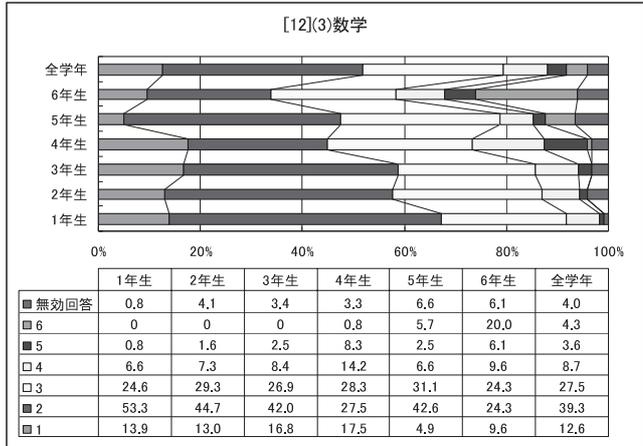
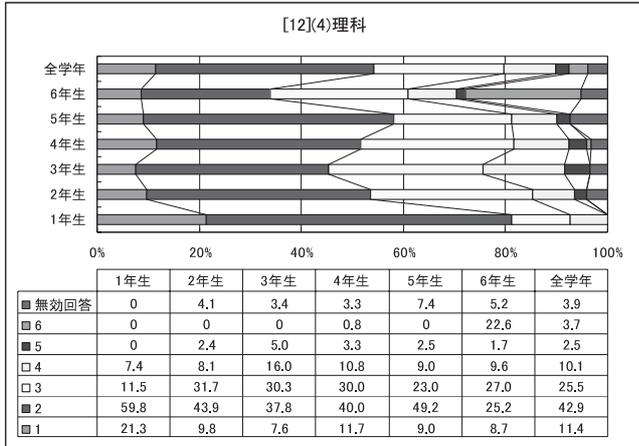
2：7割くらいわかる

3：半分くらいわかる

4：3割くらいわかる

5：まったくわからない

6：その教科は習っていない



## 第2節 基礎・基本の徹底

### 3-2-1 数学科「探究数学」の設置

#### ■ 設置目的

前期課程1, 2年次において、週4単位の「幾何」(2単位)、「代数」(2単位)の他に、それぞれ1年「探究数学Ⅰ」、2年「探究数学Ⅱ」として1単位設けた。

数学の学習において、進んだ内容を学習したい生徒には発展的な課題に取り組みせ、じっくりと学習したい生徒には問題演習などで学習内容を振り返るように指導する。それにより数学学習の基礎・基本の徹底をし、完全習得を目指す。

#### ■ 方法

1クラスを2名の教員で担当し、単元の導入部分や、生徒の数学的活動によりティームティーチングや少人数習熟度別学習の形態を柔軟に取り入れる。

#### ■ 内容

##### (1) 1年「探究数学Ⅰ」

1年生は、「算数」から「数学」へ緩やかに移行できるように、道具を使って具体的に図形や立体の構造を考えたり、多くの計算をして規則性を見つけたり推測したりして考える態度の育成を重視した。「幾何」や「代数」の授業で扱っている内容とリンクしたものを取り上げるようにしたが、それ以外でも生徒にとって必要だと思われる教材も取り入れた。たとえば、次のような授業がある。

- ① ポリドロンを使って立体図形を作成し、その構造を見て楽しむ。ポリドロンとは、正三角形、正方形、正五角形、正六角形のフレームを組み立てて自由に立体模型を作ることができる教具である。遊びの活動から、立体図形の美しさを感じさせることができた。
- ② 筋道を立て正確に説明できる力を育てたいという観点から、「かつ」と「または」の使い方や、三段論法の使い方を学習した。集合の基礎を扱いながら、楽しく学習できるようにストーリーの中で論理を学習した。ストーリーに出てくる「かつ」や「または」に、「×」や「+」と置き換えるだけで内容がスッキリとし、文脈がわかるようになることが面白かったようだ。
- ③ パソコン(ソフト:スケッチパッド)を使い「万華鏡」をのぞいたときの模様を作成した。正三角形の中に好きな模様を描き、その対称な図形を規則に従って隣接する正三角形に次々と描く。そのとき、万華鏡をのぞいたときと同じような模様が現れる。生徒は、「万華鏡の仕組みが理解できた」、「身近なものに数学が利用されていることがわかった」という感想を述べている。

授業形態は、出席番号別20人クラス、40人でティームティーチング、習熟度別20人授業の形態を適宜取り入れた。習熟度別授業をとる際には、事前の課題や小テストからクラス分けを行った。

##### (2) 2年「探究数学Ⅱ」

2年生は、学習内容について1年生よりも理解度の差が大きくなる。そこで、「幾何」や「代数」の授業では十分に考える時間をとり、数学的活動をさせることを重視した。「幾何」では、パソコンを利用して単に定理の理解をするのではなく、図形を動的に捉えてその定理を見つけるような活動をする。「代数」では、たとえば連立方程式の単元で、問題の解法習得を重視するのではなく、3世紀頃中国で作られた「孫子算経」に載っている問題から自分で式を作って解く活動をしたり、日常の問題とのつながりを考えることを重視したりする。そんな授業を展開していると問題演習の時間や、基本的なスキルを身につける時間が不足する。そこで、「探究数学Ⅱ」の時間を使って、スキルの習得や「幾何」「代数」の授業の振り返りをして基礎・基本の定着を図った。テスト形式で問題を解いたり、問題演習等で生徒が自ら内容理解の確認をするようにした。

しかし問題演習のみをするのではなく、そこで扱う問題に興味・関心を生徒が持てるように工夫した。たとえば、式の展開の問題演習をするときに次のような授業をした。

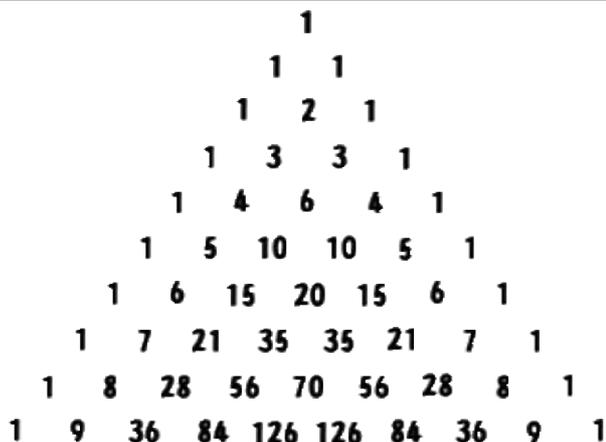
「次の式を展開しなさい。」という問である。

(1)  $(x+y)^2$                       (2)  $(x+y)^3$                       (3)  $(x+y)^4$                       (4)  $(x+y)^5$

(1)は、授業で扱った問題であるのですぐに展開できる。生徒によっては公式として暗記している生徒もいる。そこで、発展として、(2)や(3)を展開する。2乗から順番に3乗、4乗の計算となるのでほとんどの生徒は展開できる。しかし5乗ともなるとめんどろに感じてくる。そこでパスカルについての話題を出し、「パスカルの三角形」というものを考え出したというような話題を投げ込む。

パスカル (Blaise Pascal 1623~1662  
フランスの数学者・物理学者・哲学者・  
文学者・宗教家)

パスカルは、1623年にオーヴェニュ地方のクレルモン・フェランで生まれ、1631年に家族とともにパリに移った。自然科学に通じた父から教育を受け、はやくから天才的な数学の才能をあらわした。



ここで、(5)  $(x+y)^{10}$  の問いを出すと、不思議そうにパスカルの三角形を使って展開する。問題演習のみの授業だけではなく、少し知的に刺激を与えることができれば、発展的な学習をしたい生徒にも意欲がわく授業となる。

授業形態は、出席番号別 20 人クラスで実施した。

## ■ 成果および評価

1 年は、生徒の「算数」から「数学」へのスムーズな学習の移行を重視した。それは、具体的対象から抽象的对象への移行であり、感覚的思考から論理的思考への移行でもある。その考え方を「探究数学Ⅰ」の中で学習することができた。

2 年は、「代数」や「幾何」の授業で、時間を取って数学的活動をさせるために「探究数学Ⅱ」では問題演習、スキルの習得をねらう学習となった。週 1 単位の授業を有効に活用するための方法でもある。

## ■ 今後の課題

「探究数学Ⅰ」・「探究数学Ⅱ」は、今年度から設置されたもので、授業で学習した基礎・基本を確かに身に付け、より深く探究することを目標にした。教科書に沿って進めるものではなく、生徒の現状を考慮に入れ、「代数」・「幾何」の授業の進み具合と教材との関係等を担当教員間で協議をしながらの授業実践となった。今後は、今年度の実践をもとに年間指導計画を編成しなくてはならない。

### 3-2-2 理科1年のTA導入

#### ①研究の目的

本校の理科の授業では多くの実験観察を実施している。その中でも特に、1年においては基礎的な実験技術の習得を重視している。これを確実に身につけさせるために、1年の全ての授業でティーチングアシスタント（TA）を導入し、有効な授業方法を研究した。

#### ②研究の内容

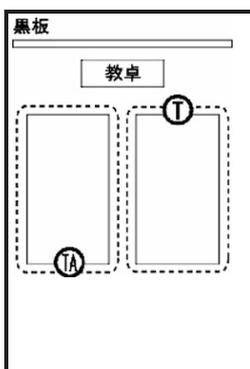
本校で実施した、ティームティーチング（TT）を導入して行った過去の授業研究において、最も課題となったのが、授業前の打ち合わせ時間の確保である。この課題は、授業方法をパターン化することによって、ある程度解決することができた。TAを導入した授業も同じ課題を抱えているが、同様の手法で解決することができるのではないかと考えた。また、TAを導入した授業によって、実験観察技能を含めて、生徒がどのように変化するのかを、授業中の生徒の反応やアンケートによって調査し、教師とTAの連携のあり方を考える基礎データとした。

#### ③成果および評価

- ・授業方法のパターンについて

TTの経験や他校のTAの研究を参考にしながら、1年間、TAを導入した様々な授業方法を模索した。その中から、生徒の反応や授業の効率化などの面から、有効であると考えられるいくつかの授業方法のパターンを挙げる。毎回の授業は、概ねこのうちのいずれか、あるいは複数を組み合わせて展開した。

	<p>授業場面；実験前の説明、実験中、実験結果のまとめ</p> <p>教師はクラス全体を指導する。一方、TAは生徒の理解や進捗などに応じて個々にアドバイスしたりする。</p> <p>気軽にTAに質問することができるため、生徒には好評であった。また、教師が逐一、生徒個々の様子をTAから聞くことができるため授業内容や進捗をより柔軟に調節することができた。実験中にガラスが割れるなどしたときは、TAがガラス処理に対応する一方、教師はクラス全体を見ることができ、常に生徒の様子を把握することができ、より実験を安全に行うことができるようになった。</p>
	<p>授業場面；生徒のプレゼンや教卓実験など</p> <p>教師はプレゼンをする生徒やクラス全体を指導する一方、TAは教卓カメラなどの調節をしたり、教卓の実験器具を操作したりする。</p> <p>TAが補助をすることによって、生徒による「身の回りの自然」の発表を毎授業時間に実施することができた。また、教卓実験では、教師がTAに指示することによって、実験条件をリアルタイムで変えながら、その様子を黒板で説明することができるようになり、授業の効率化につながった。</p>

<p>黒板</p> 	<p>授業場面；フィールドワークや実験器具操作の説明など</p> <p>生徒を2つのグループに分け、教師とTAがそれぞれのグループを担当する。</p> <p>クラス全体で動くよりも、より広範囲のフィールドワークが可能になったり、あるいは、より細かな実験操作を指導することができるようになった。しかしこの授業形態は、生徒の半数の指導がTAに任されるため、事前に教師との綿密な打ち合わせが必要となり、そのための時間確保が課題となった。</p>
---	---

・生徒の変化について

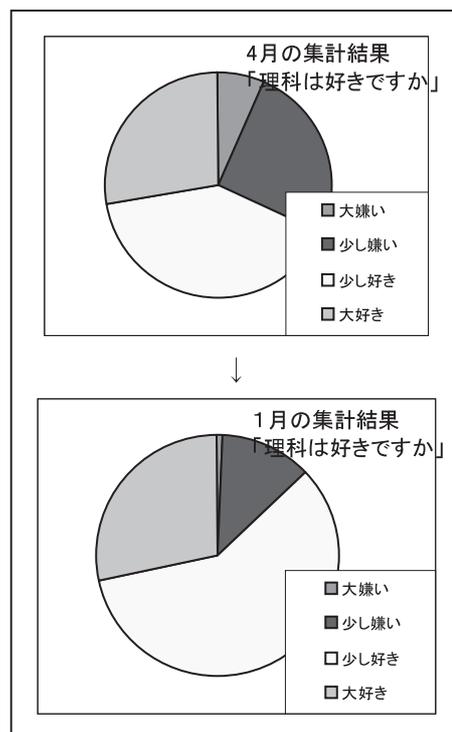
毎回、生徒に授業のまとめや感想などを3分程度で発表させた。この発表の記録から、生徒の様々な変化を知ることができる。一例を挙げると、「ガラス器具を完璧に洗い上げることができたときはうれしかった」、「びんのふたの置き方を間違っ、TAの先生に注意された」など、実験技術に関する発表が多く、教師とTAでいねいに指導することによって、基礎的な実験技術の学習が生徒にとって印象的に残っていることが伺える。

また、TAを導入した基礎理科の授業を受ける前（2005年4月）と後（2006年1月）で、生徒がどのように変化するかをアンケートで調査した。

”小学校までの授業と大きく変わった点”について質問したところ、「実験観察の数が増えた」が最も多く指摘され、次いで「覚えなければならないことが増えた」といった授業内容の難化を挙げる生徒が多かった。それにも関わらず、右に示すように、4月と1月を比べると、理科好きな生徒が増加したことが分かる。

この原因について、”今後理科の授業に望むことは何か”という問いに対して、「たくさん実験をしたい」という要望が多かったことから、本校理科の授業における実験観察数の多さが、理科好きを増やした要因のひとつとなっていることが推察される。

また、生徒の実験レポートなどから、理科を嫌う生徒に概ね共通する点は、実験データの処理、例えばグラフを描いたり、実験から読み取れることを科学的に記述したりすることを苦手とする場合が多いことが分かった。



④今後の課題

TAの導入について、授業の効率化や実験観察技能の定着につながるいくつかのメリットを見いだすことができた。一方、実験データの処理を苦手とする生徒に対して、より一層でいねいな指導が必要であることが分かった。今後は、例えば実験のまとめ方やグラフの描き方などを、TAと協力しながら指導していく方法を検討していく必要がある。

### 3-2-3 国語科「表現」

#### ① 研究の目的

国語科においては、2年「情報と表現」（「国語基礎」4単位中の1単位）で情報リテラシーを基礎とする表現力の育成を目指している。また、3年「表現」（「国語総合」4単位中の1単位）で音声表現力及び文章表現力の育成を目指す。

2年「情報と表現」では、高度情報化社会におけるよりよい情報の受け手と送り手を育てることに主眼をおく。情報機器の扱い方だけではなく情報モラルも含めた情報リテラシーや情報の受信と発信に関わるメディア・リテラシーを育成する。

3年「表現」では、プレゼンテーション能力の育成を意識し、科学的な根拠に基づく音声表現力と実用的な文章表現力（レポートや小論文など）の育成を目指す。知識を獲得するだけではなく、獲得した知識を日常の場で活用できなければ、その知識は生きた知識とは言えない。国語科の研究では、自ら獲得した知識を他者に伝えるということに重点をおいている。



#### ② 研究の内容

##### ②-1 「情報と表現」の内容

「情報と表現」の授業を3つに分節化した。各ユニットの学習の内容は、以下の表のとおりである。

ユニット	学習における生徒の問題意識	具体的な学習内容
1	メディアが伝える情報をどのような態度で受け取ればよいのか	①松本サリン事件報道を検証する（新聞記事分析） ②CMの制作者の意図を読み解く（インターネット検索） ③CM批評を書く（テレビCM批評集を作成）
2	情報伝達の手段が変わることによって何がどのように変容してきたのか	①手紙の文章と携帯メールの文章を比較・検討する ②携帯電話の問題点や可能性を探る ③携帯電話のある風景を制作する（映像制作）
3	プレゼンテーションにはどのような技術が必要となるのか	①フィールドワークの手法としてのインタビューから学ぶ（世代を超えて共感できる聞き書き集を作成） ②プレゼンテーション時の情報提示の仕方や処理方法について考察する（統計処理技術） ③新聞広告やチラシ広告の手法を分析する（広告批評）

##### ②-2 「表現」の内容

「表現」の授業は、音声表現指導と文章表現指導の2本柱で構成している。

音声表現指導では、「聞く」「話す」技能について音声学的知見を取り入れ、コンピュータソフトなどをツールとして利用し、音声言語に客観的・実験的にアプローチした上で、音声表現としてのプレ

ゼンテーション能力を高めるのがねらいである。

文章表現指導では、レポートや論文、企画書などの実用文指導に特化し、わかりやすい文章の書き方を体得するところにねらいがある。

カリキュラムの概要は以下のとおりである。

音声言語	文章表現
スピーチ実習	構想マップ作成
母音の発音（コンピュータを用いて）	ノンストップライティング
子音の発音（コンピュータを用いて）	パラグラフライティング
話すスピード	段落構成
呼吸と間	意見文を書く
声の大きさと方向	推敲（ピアレビュー 1）
パワーポイントを使ったプレゼンテーション	推敲（ピアレビュー 2）

### ③ 成果及び評価

2年次「情報と表現」の実践によって、メディアが伝える情報の真偽を確かめることの重要性に気付き、情報には発信者の意図が含んでいることに意識的になることができた。作品集として『CM 批評』や『聞き書き集～14歳のころ～』、『ケータイのある風景』が完成した。それぞれの作品制作に対して生徒たちは意欲的に取り組み、完成度の高い作品集ができあがった。

『聞き書き集』を制作する中でインタビューを実施し、科学的事象への興味が人生に与えた影響を調査させた。今後、インタビューした本人の生き方にこの調査経験がどのようにフィードバックされるかを検証していく予定

である。具体的には今年度から最低2年間はデータ収集を行い、科学的事象への興味関心が生まれてくる過程を分析する。その上で、2年間および3年間、抽出生徒を追跡調査し、文系・理系への興味関心の分化に影響を与えるのは何かを研究する。

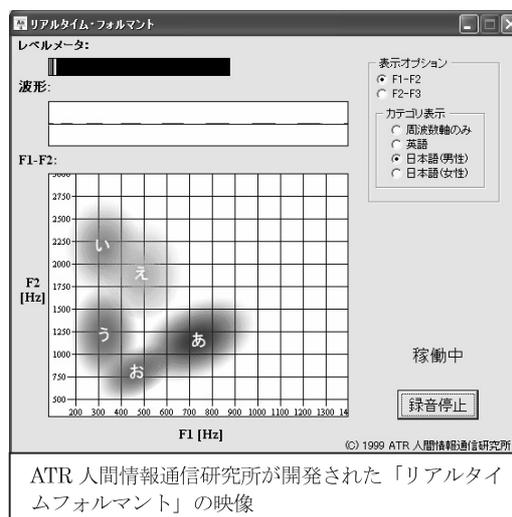
3年次「表現」では、音声を科学する手法を提示することで、音声を分析的に理解し、日本語の発話を客観的に観察できるようになった。また、ICレコーダーを用いることで、本来消えていく音声を繰り返し聞き、日常の発話を文字化することから音声言語分析に発展することを体験的に理解させることができた。

この授業実践が、SSHプログラムの基礎的素養としての表現力の育成に寄与しうるかどうかを評価するため、来年度以降、総合教科や他教科の発表の授業評価に「表現」の項目を入れる予定である。

### ④ 今後の課題

情報リテラシーは、生徒の興味関心をひく課題を与えて情報機器を利用させれば、指導者の細かい指示がなくても生徒たちは自主的に身につけることができる。しかし、情報モラルに関しては指導者による教育が不可欠である。来年度は、情報モラルを身につけるための授業を行うことが課題となる。

3年「表現」については、音声を科学する視点を入れながら、文章表現能力の育成に重点をおく方向に改変することを検討している。すなわち、音声表現指導を「書く」プログラムの一階梯とし、音声表現の特質と文章表現の特質を意識した日本語表現力の育成を目指す。さらに、生徒同士の相互批評を取り入れ、推敲（表現力向上）の新しい方法を確立することが課題である。



### 3-2-4 英語科「Topic Studies」等

英語科では、「コミュニケーション能力の育成」と「認識の世界の拡大と深化」を、6年間の目標に設定し、実践的コミュニケーション能力を育てるカリキュラムを構築し実践してきた。

外国語としての英語を学ぶことで世界へアクセスし、対話できるグローバルリテラシーが生まれ、世界を視野において活躍できる人間を育てることができる。特に、理系分野に進む生徒にとっては、研究や情報収集、研究成果の発表ができる英語での確かな表現力、論理的思考力が英語の運用能力として強く求められるところである。

1・2年の Introductory English と Basic English では、英語学習の入門期として、英語ということばへの興味・関心を喚起しながら、基礎・基本を身につける。3・4年の Integrated English と 5・6年の Topic Studies では、トピックに基づき 4 技能を統合させる授業をおこなう。

#### (1) Introductory English

・Introductory English (以下 IE) では、英語特有のリズムやイントネーションに親しみ、まず音声から導入し、コミュニケーションを通して英語の基本的な構造や、身近な物を表現できる語彙を学習する。文法の学習においても、文法事項の習得が自己目的化することがないように、常に状況や場面をふまえた意味のあるコミュニケーションを行いながら、コミュニケーションの力を伸ばしていく。そのために、プレゼンテーション、レシテーション、スキットなど様々な活動を取り入れている。

IE としての週 4 時間の授業のうち、1 時間はネイティブの授業になる。他の IE の授業で学んだことを使って表現し、対話するコミュニケーション活動が中心になるが、特に入門期にあっては音声練習、Show&Tell、ポスター作成などのプロジェクトをおこなう。

#### ・少人数クラス

IE ではインタラクション（意味の交渉・やりとり）を重視し、生徒は表現者として自分のことや考えを英語で話す。このためには、単なるパターンプラクティス、発音練習、文法問題、読解といった全体でもできる活動ではなく、状況の描写、インタビュー、Show&Tell、スキット作りなどを、ペアワーク、グループワークの形で実施する活動が必要になり、これを可能にするのが少人数クラスであり、基礎・基本は、少人数クラスでより定着する。

・このように、英語学習の入門期から、英語は学習する対象として存在するのではなく、情報交換のために必要なツールとして存在し、学習のためには使ってみることが必要であることを、生徒は強く意識する。理系の生徒の中には、どちらかという自己表現が苦手そうな生徒もいるが、英語学習に関しては、誰とでも active にコミュニケーションせずにはいられず、英語が使える理系への成長が期待できる。

・IE の授業を受けている 1, 2 年の生徒の中には、サイエンス研究会で活動している生徒もおり、授業中のインタラクションの中でも、ロボティクスやコンピュータについて、英語が交わされることもあるのは、本年度からのことである。彼らを中心に、図形の名前、分数や小数、簡単な数式など、small talk の中で教師が語ることに生徒は目を輝かせている。本年度購入したアメリカの理数のテキストを利用し、さらに魅力的な IE の授業をデザインしたいと思う。

#### (2) Basic English

Basic English (以下 BE) は、1～3年での基礎学力をより確かなものにするため、本年度より設定された。1, 2年の IE は、文法配列のシラバスで授業を進めているが、前述のように文法項目を掲げて演繹的に学ぶことをせず、自然な場面の中で使っていく。また、3年の Integrated English にお

いても、Reading の中に出てくる未習の文法構造を特別に取り上げて説明するのではなく、文脈の中で理解することを大切にしている。しかしながら、外国語の学習においては、ある程度文法用語を用いながら整理し、他の項目との関連を意識させることも必要である。

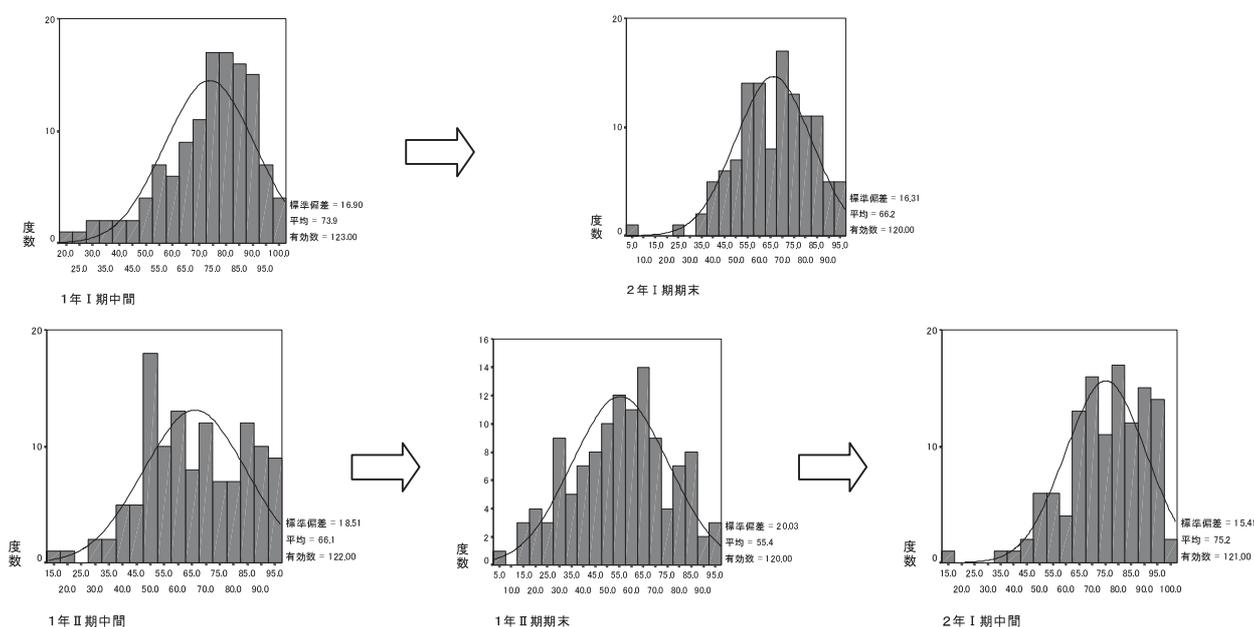
そこで、BE では、IE や Integrated English の 3 時間で学んだことを文法項目別に整理して定着を図ったり、生徒自身による学習をサポートした。具体的な内容は以下のとおりである。

- ①文法演習：問題演習と解説、間違いなおし
- ②和文英訳
- ③自由英作文：与えられたテーマについて、まとまった長さの英文を書き、教師が添削する
- ④リーディング：Integrated English への橋渡しとして 2 年で実施

②、③は大人数では頻繁に実施することは難しい。さらに、上記すべての活動で生徒が誤ったとき、その場で個別に解説でき、また、生徒からも質問しやすく、誤りが訂正され正しい理解につながるのも少人数だからである。また、1 年では小学校への英語導入に伴い、入学前の英語の学習歴が多様化しており、そのことから生じる学習に対する姿勢、学習方法、学力にも個人差が大きい。BE の少人数クラスで、生徒一人一人の課題を見つけ個別対応することで差を埋めることが可能になった。

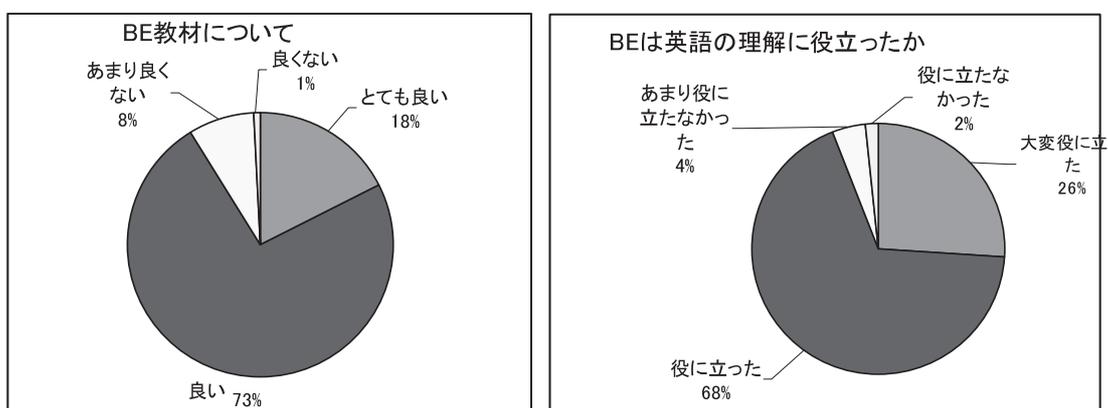
BE の成果としては、次のことがあげられる。

- ・ IE、Integrated English で、コミュニケーション活動に重点的に取り組めるようになり、従来のように課題の解説などで、授業の流れが止められることがなくなった。
- ・ 家庭学習の習慣がついていない生徒が、演習を学校で実際にやってみるにより、家庭での学習の方法、ペースをつかむことができるようになった。学び方を学んだことで、今後の学習全般に効果的であると思われる。
- ・ 文法をやらないと不安だという、生徒、保護者の根強い文法指導へのニーズが満たされ、英語学習全般への安心感につながった。
- ・ つまずきを発見し、即座にサポートできたことから、成績下位者がやや減り、補習の対象になる生徒が減った。1 年時には BE を受けてこなかった本年度 2 年生の、1、2 年時の定期テストの素点分布を調べ、平均点がよく似ているテスト 2 組を比較してみるとこのことがわかる。



分布が右寄りとなり、下位層がやや減少している。

I 期末にとった生徒アンケートから、生徒の BE に対する肯定的な評価が読み取れる。



生徒の多くに共通した感想をまとめると以下の通りである。

- ・学習したことを、単元ごとにまとめて整理できるので、わかりやすく大いに役立っている。
- ・演習を通して、自分の理解度を確認することができる。わかっていなかったことを発見し、質問して解決することができる。
- ・BEの時間が、他のIEやNETの授業の理解を深めることにもつながっていくのがうれしかった。
- ・毎回宿題として取り組むなかで、家庭学習のペースをつかむきっかけとなった。
- ・トレーニングの感じで学習するうちに、だんだん英文が書けるようになってきた。

### (3) Integrated English と Topic Studies

3, 4年の Integrated English、5, 6年の Topic Studies では、生徒が主体的に考え、意見をまとめ、発表し、他者との対話を通じて考えをさらに深めるため、トピックを設定し、4技能を有機的に関連させながら総合的なコミュニケーション能力を伸ばす theme-based/content-based instruction で授業をすすめる。

つまり、Reading, Listening、それらを元にしたペアワーク、グループワークなどの形をとる Speaking、自分の考えをパラグラフにまとめる Writing、NETの授業(3, 4年)でのアクティビティと、すべて設定されたトピックについておこなわれるのである。学んだ英語を、時をおかず実際に使うことにより、表現、語彙、知識を習得できる。英語は、学ぶものではなく、使うものであり、情報を得、意見を構築し、伝え合うためのツールになることが生徒にも意識されていると考える。

4年間に共通する theme として、Life and Culture, Society and Communication, Science and Technology, Nature and Environment の4つを設定しているが、本年度はSSHに関する取り組みとして、Science and Technology にやや重きを置いて取り組んだ。教材の選択にあたっては、ひとつの教材で、あるいは一連の授業全体で、異なる見地からの記述があるものを可能な限り選び、考える材料を提供した。低学年では可視的な部分から導入し、生徒の興味をひく工夫をした。

本年度、各学年において、扱った教材は以下の通りである。

- ・ Integrated English I 3年
  - “The World’s Online Market Place”
  - “Taipei: Industrial Center of Taiwan”
  - “Rain Forest Remedies?”
- ・ Integrated English II 4年
  - “New Ways of Getting Around”
  - “The Wrights Were Right”

“Food and Mood”  
“A Healthy Diet for Everyone”  
“A Day in Your Life—In the Year 2020”  
“Alfred Nobel—A Man of Peace”

・Topic Studies I 5年

“Cloning Extinct Animals”  
“Valuable By-Products of Space Research”

・Topic Studies II 6年

Environment: Pollution, Water Shortage, Desertification

Health: Sleep, Stress, Eating, Terminal Care

Science and Technology: Religion & Science, Technology & Art, Technology & Education,  
Robot

・難しい科学用語には抵抗感もあったが、日常生活と密接に関わっている分野、新情報となる内容を多く扱った教材は非常に魅力的で、生徒だけではなく教師も授業を楽しめた。

・情報を得るために英語を読むことは、特に理系分野に進む生徒には必要で、Integrated English, Topic Studies を通じて、生徒は意識を強めたことと思う。

・科学の発展に伴い、異なる価値観が存在する。これに関して、高度な内容には到らないが、平易な英語であるとはいえ意見交換ができたことは良かったと思う。

・科学・テクノロジーに関する英文は比較的豊富で教材作りには苦労はしなかったが、授業に備えて教師も十分な予備知識が必要で、多くの教材研究が必要であった。

(4)最後に

本年度より始まった BE で、英語の確かな基礎・基本を身につけるようになった。サイエンス研究会で活動したり、SSH プログラムによる各種の講座に参加し、成長していくに従い、Science and Technology をテーマに扱う Integrated English, Topic Studies の授業がさらに充実してくると思われる。つまり、英語科カリキュラムの目標通り、拡大・深化した認識をもとに、英語でコミュニケーションを図れるのである。これに伴い、教師の側にも準備が必要となる。英語科では、各担当者が教材開発した内容は、全員が共有できるようデータベース化している。Science and Technology をテーマに扱う限り、常に変わりゆく状況に対応できるよう、アンテナを張り、内容・スタイル共にオーセンティックな教材を提供できる状態である必要を強く感じる。

### 3-2-5 総合的な学習「環境学」

#### ■ 実施概要

環境学琵琶湖博物館見学会／環境学講演会

	① 琵琶湖博物館見学会	② 講演会
日 時	2005年7月15日（金） 10:30～16:30	2006年2月15日（水） 14:20～16:00
場 所	滋賀県立琵琶湖博物館	本校多目的ホール
講 師		佐倉 統 (東京大学大学院情報学環)
参加人数	3年生 122名	3年生 122名
構 成	グループ別見学	1. 講演 2. ディスカッション

#### ■ 内容

##### ① 琵琶湖博物館見学会

フィールドワークのテーマ別グループに分かれて、博物館を見学した。環境学では、4、5月の概説的講義とミニフィールドワークを経て、6月以降は4名の担当教師ごとに、自然環境（理科）・生活環境（家庭科）・都市環境（社会科）・人間と環境の関わり（保健体育科）の4テーマの講座を開設し、生徒は希望するグループに参加している。さらにテーマ別グループの中で4～7名の班を組み、フィールドワークで半年間追求する各班のテーマを決定した後、最初の活動がこの見学会である。各班がフィールドワークを進めていくにあたり、それぞれのテーマに即した展示を重点的に見学した。

博物館の展示は、「A琵琶湖の生い立ち」「B人と琵琶湖の歴史」「C湖の環境と人びとのくらし」「D淡水の生き物たち」という構成になっており、数億年単位の自然環境の移り変わりから、人の歴史と自然環境の相関関係、さらには現代社会の抱える環境問題といった、多様な視点を提示してくれるものだった。

##### ② 講演会「人間はどんな動物なのか？——わたしたちはどこから来てどこへ行くのか？——」

事前に、佐倉先生の著書『わたしたちはどこから来てどこへ行くのか？』（ブロンズ新社）を10冊購入、環境学推薦図書として生徒に提示した。

1. 進化とはなにか？
2. 遺伝子における進化（人間とチンパンジー）
3. 文化（ミーム）も進化する？
4. 文化と社会—仲間とよそ者の境界線は？—
5. みなさんに考えて欲しいこと（人間がサルからうけついだものはなにか？差別をなくすためにはどうすればいいか？性善説か性悪説か？自然と人間のバランスを取るためにはどうすればいいか？理科や数学はなぜ必要か？）

上記講演のあと、ディスカッションを行った。「人間と自然は共生可能か？」「“わたしたちはどこへ行くのか”を本当の意味で個々人が決定することは可能なのか？」等、講師に対する疑問を積極的に投げかけていた。

## ■ 講座の様子



琵琶湖博物館見学会



講演会

## ■ 生徒の感想

### ① 琵琶湖博物館見学会

「環境とは、人でも、ものでも、そこに“何か”がある限り、その周りに存在するものだと教えられました。」

「人間が環境に与える影響の大きさを痛感しました。生き物が減って、人間が増えるのでしょうか」

「環境のことを考えていたつもりでも、正しい知識がなければかえってそれが裏目に出ることもあるんだなと感じました。」

「琵琶湖にそそぐ460本の川が流れる関西全体の環境の悪化が、(外来魚の影響もあって苦しくなっている) 漁業を営む人びとの生活を、さらにおびやかすことになるのだろうか？」

### ② 講演会

「自分がここにいる不思議をまざまざと感じさせられました。人間であることや、何かを感じたりすること、他の動物との違いがどういうことかをもっと知りたくなりました。」

「差別は現代の社会が生み出すものだと思っていたが、遺伝子に組み込まれている本能に基づくものだと知って驚いた」

「芸術活動、呪術、葬儀などの文化は脳の発達によるものであるが、このような文化的・心理的な行動は脳への快感が影響しているのだろうか？」

## ■ 担当者所見

琵琶湖博物館見学会では、具体的な展示物に触れることで、多様な「環境と人間の関わり」を体験した。その後のフィールドワークにおいても、それぞれが選んだテーマに多角的に取り組むという姿勢や視点という点で得るものは大きかったようである。

講演会は「わたしたちはどこから来てどこへ行くのか」という、彼らにとって非常に興味深いテーマであった。「人間」という存在について、遺伝子という角度から、またミームという新しい視点から多岐にわたる解説がなされ、その後のディスカッションもふくめて、「自分」とはなにか、また、「社会」や「自然」とはなにかについて考える、またとない機会になった。

### 3-2-6 サイエンス基礎講座の開設

#### 3-2-6-1 サイエンス基礎講座 1

##### ■ 実施概要

テーマ：考古学と自然科学

日時	2005年10月8日(土) 13:30～16:30
場所	本校多目的ホール
講師	松村 恵司 (奈良文化財研究所 飛鳥藤原宮跡発掘調査部 考古第二調査室長)
参加人数	生徒 23名(1年8名・2年8名・3年3名・5年2名・6年2名) 保護者 33名・教員 11名
構成	1.特別講義 2.質疑応答

##### ■ 講座内容

#### I 考古学とは何か？

考古学は、地下に刻まれた歴史を掘り起こす学問であり、研究方法の基本は、地層累重の法則・分類と編年である。通説や定説は新しい発見によって、常に覆される可能性がある。考古学にも様々な分野があり、また、化学・地質学・人類学・植物学・動物学・建築史学・歴史学などとの協同研究が欠かせない。

#### II 考古学と自然科学の連携

年代測定法・化学分析のいろいろ、人骨の研究のしかた、古環境の復元と人の適応について、光学的手法による文化財の構造調査、原料や製品の産地同定方法、掘らずに探ることができる遺跡探査法、文化財の保存方法の開発と実践など、具体的な連携について。

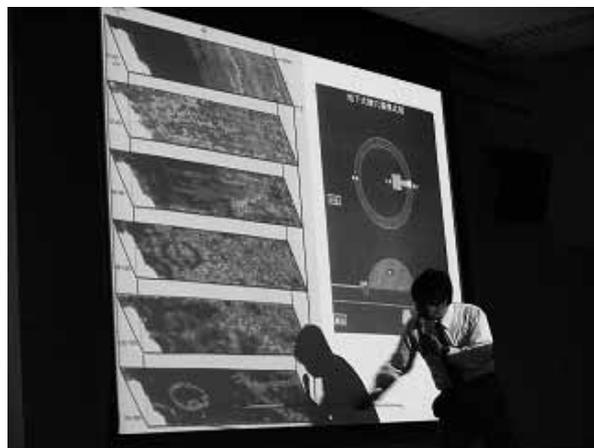
#### III 古代の科学

天地創造と宇宙観がいかなるものであったか。古代の医療は、けがれを流し去るまじないが考え方の根本にある。神仏に頼る思想は古代から根強かった。

#### IV 考古学と富本銭の遭遇

まじない銭から最古の貨幣に発展した「富本銭」は、藤原京の建設に合わせて作られたもので、蛍光X線分析によると、Cu(銅)とSb(アンチモン)の合金である。発掘による新たな発見が繰り返されるなか、その解釈は紆余曲折を重ねてきている。

##### ■ 講座の様子



■ 生徒の感想(アンケート集計は、回収数である)

1. 今回の基礎講座に、参加してよかったですか。

よかった	なんとなくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
17	3	0	0

2. 内容は理解できましたか

理解できた	だいたい理解できた	あまり理解 できなかった	理解できなかった
3	16	1	0

3. 感想や意見

- ・歴史を明らかにするには、莫大な時間がかかるのかと感じた。通説で今教科書に書いている事も少し疑ってみていこうと思う。
- ・今までは考古学というのは歴史の内容で、あまり理科に関係ないと思っていたが、大変理科に関係していると思った。また、考古学というのはすごいかたい分野だと思っていたが、今では少し柔らかく感じる。考古学に対する思いが変わった。
- ・単語とか時代を学ぶ事だけが日本史ではなく、奥が深いと思った。

■ 保護者の感想

- ・考古学をより深めるためにも自然科学の発展は必要なですね。いろいろと楽しく興味あるお話ありがとうございました。
- ・文系・理系にとらわれることなく、幅広く興味を持ち続けることが大事と思います。
- ・考古学の第一線で活躍する松村先生のお話は、実体験に基づき具体的で分かりやすく、特に古代飛鳥の工場の産業廃棄物である炭のかたまりを全て撤去し、その中にまじっている物を洗い出して分類・研究するという手法には感動さえ覚えました。そのような努力を積み上げた中から思考をめぐらし、自説を発表する考えは素晴らしいことと思います。
- ・以前より考古学、特に奈良の遺跡について色々知りたいと思っていたので、興味深く聞かせていただきました。特に藤原京の環境問題や富本銭の使い方について、なぜ藤原京は短期だったのか？や、昔は和同開珎が最初の貨幣だという事が通説になっていたのがなぜ変わったのか？など、息子と話をしていましたので非常に役立ちました。
- ・キトラ古墳や高松塚の保存についてはよく新聞やTVなどで聞いていましたが、やはり人間が一番自然界の汚染者なのだと思います。今後はロボット工学等の発達で、人が入らずに調査・保存作業をすることも起こるかもしれないと思います。考古学から生活を見る、政治を見る、本当に楽しい時間をありがとうございました。

■ 担当者所見

生徒・保護者ともに熱心に受講し、アンケート結果も好評であった。自然科学が考古学の分野と密接に関わっていることが、具体的な映像とともにいていねいな講義によって、わかりやすく大変興味深く感じられた。このような、人文科学や社会科学系とのクロス領域は、サイエンス基礎講座のテーマとしてふさわしいものであったと思われる。本校教師にとっても、今後の教育に大いに参考になる講義であった。学年に関係なく、十分に内容の理解が可能であると考えられる、このような講座に関しては、もっと多くの生徒たちが参加できるように促したい。

### 3-2-6-2 サイエンス基礎講座 2

#### ■実施概要

テーマ：生命について考える

日時	11月10日 5, 6限 (13:30~15:30)
場所	本校多目的ホール
講師名	吉田 修 (奈良県立医科大学 学長)
参加人数	3年生 122名、 4年生 120名
構成	1 講義 2 質疑応答

#### ■講義内容

「生命」とは、「生きる」とはどんなことか。「死」とは何か。これらの問いに対するいろいろな観点から、その答えを考えさせる講義であった。

- 1 古代絵画に学ぶ
- 2 クローンと生殖・発生
- 3 生命の哲学（中国では人間の生命を宇宙、すなわち無限の空間と時間の中に位置づけ宇宙的な規模で認識把握していた）
- 4 ウイルスと遺伝子DNA
- 5 細胞の死（アポトシスとネクロシス）とその例
- 6 平均寿命の比較、健康とは

死を考えることは生を考えることであり、それは「よく生きる」ということを追求することである。

#### ■講義の様子



#### ■生徒の感想

- ・生命はとても奥が深いなあと思いました。私も生きることについて考えてみたいと思います。
- ・理数系・文系と分かれているが、実際には互いに影響しあっている。科学者には、哲学のような深い心も必要だ。
- ・前半は知っている内容だったけれど、後半はサイエンスっぽくなくておもしろかった。理系の講義だと思ってたからとても新鮮だった。
- ・私も「死」ではなく、それまでのカテイが怖いのかと思った。私が考えている、「生」などということにとっても良い参考になり、また勉強させられた。考え方とかすごく好きです。
- ・死について研究した人の最期の言葉に、「私は生きることについて研究した」という言葉が印象的

だった。ありがとうございました。

・死は全く知らないモノだし、すごい怖いイメージしかなかったけど、そうでもないのもっと樂觀的に考えてみようと思います。

・生きているという事は死んでいないという事だが、死んでいるという事は生きていないという事ではないと思った。

・「輪廻」という言葉があるが、その言葉を実感した。

・死ぬということ、よく生きるということの深さが分かった。

#### ■担当者所見

生徒はもちろん教師も聞き入る内容であった。生と死という生命の根源に関わることであるが、普段はなかなか正面から向き合う機会が少なく、心の成長期にある3年生と4年生が講演を聴き、考えることのきっかけをつくれたのはよかった。自分はどう生きるのかを生徒がこれから長い時間をかけてじっくり考えるよい機会となった。

#### ■検証・評価

本学の麻生武教授を代表とする、科研(特定領域)との共同研究として、生徒への事前アンケート・事後アンケートを実施したのでその結果を引用して報告する。アンケートの内容は、選択肢のある問いが16項目と自由記述1項目である。選択肢のある問いについては、前後でアンケートの比較を行っている。平均値間に統計的な有意な差があった質問項目は10であった。次に、統計的に有意な差があった質問項目に★をつけて示す。

◇事前と事後のアンケートの結果（★は統計的に有意な差があった項目）

番号	質問項目	講義前	講義後
問1	人の命を救うには科学技術が必要だ.	5.1	5.0
★問2	科学だけでは分からない人間の身体の不思議さを感じる.	4.9	5.1
問3	身体の病気を治すにも自然あがく的な技術より心をケアする技術が大切である.	4.2	4.3
★問4	医学の進歩は自然科学の進歩と深く結びついている.	4.2	4.5
★問5	医学はあまりにも科学技術化しすぎている.	3.5	3.8
問6	生命を理解するには科学は必要でない.	2.7	2.5
問7	科学の進歩が人を病の苦しみから解放する.	3.6	3.8
問8	医者に必要なのは博愛精神や思いやりの心である.	4.4	4.4
★問9	医者は科学だけではなく倫理学や哲学にも近い.	3.8	4.6
★問10	冷静に因果関係を分析できる「科学者の精神」が医者には必要だ.	4.3	4.7
★問11	生命科学に関心がある.	3.5	3.9
★問12	医学に関心がある.	3.3	3.6
★問13	福祉学に関心がある.	3.1	3.4
★問14	宗教学に関心がある.	2.5	2.8
★問15	科学に関心がある.	3.6	4.0
問16	講義は興味深かった.	—	4.5

前後の変化で統計的に有意な差がある項目をみると、科学の捉え方が倫理学や哲学の世界にも広がっていることがうかがえる。また、科学への興味関心が高まっただけでなく、宗教や福祉などにも興味関心が広がった様子がうかがえる。

### 第3節 数学的リテラシーの育成

数学的リテラシーの育成については、次のような仮説を設定した。

「数学において、テクノロジー(PC、グラフ電卓、テレビ会議システム)を活用して、数学における「実験」や試行錯誤を繰り返しながら学習することで、数学的リテラシーを育成し、創造性を伸ばし、自己学習力、問題発見能力を高めることができる。」

この仮説をもとに、研究・実践を行った。

#### 3-3-1 授業研究

##### 1. 研究概要

本校の数学の授業では、数学的リテラシーの育成について、次のように授業研究を行った。

1. 「生徒の学習到達度調査」(PISA)が示す数学的リテラシーを把握する
2. 数学的リテラシー育成の観点から授業を展開する
3. 授業観察用紙を作成し、それをもとに授業研究をし授業改善をする

##### 2. 研究の内容

数学的リテラシーについては、いろいろな定義や考え方がある。そこで本研究では、経済協力開発機構(OECD)の「生徒の学習到達度調査」(PISA)をもとに数学的リテラシーを捉えることにする。

##### (1) 数学的リテラシーについての理論的考察

経済協力開発機構(OECD)の「生徒の学習到達度調査」(PISA)における数学的リテラシーの定義とは、次である。

数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族との社会生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠にもとづき判断を行い、数学に携わる能力

この定義における能力を分解すると、次のようになる。

- ・ 数学が世界で果たす役割を見つけ、理解する能力
- ・ 確実な数学的根拠にもとづき判断を行う能力
- ・ 数学に携わる能力

なお、携わるとは、数学を使う、数学を使ってコミュニケーションを行う、数学的な視点に立って考えるなど機能的な面から、数学のよさを知り楽しむなど審美的な面までも含めた幅広い意味を持つ。

##### (2) 数学的リテラシーの3つの側面

数学的リテラシーの枠組みは次の3つの側面によって特徴付けられている。

- ① 数学的な内容
- ② 数学のプロセス
- ③ 数学が用いられる状況

上記を詳しく説明すると、

##### ① 数学的な内容

実生活でみられるような数学的概念のまとまり、それらは数学的に考察する前の事象や場面によって、あるいは数学カリキュラムの内容のいくつかを結びつける概念によって構成される。これらを「包括的アイディア」と呼ぶ。これは、次の4領域である。

- 1) 「量」 : 数量的な関係、数量的なパターン、数量的な現象、相対的な大きさの理解、数のパターンを見つけること、量および量として捉えることが可能な実世界の

対象の特性を数を用いて表すこと。数を理解し処理すること。また重要なのは「量的推測」である。

- 2) 「空間と形」：空間的、幾何的な現象や関係。ものの形の構成を分析するとき、対象の性質や相対的な位置を理解すると共にそれらの形が異なる表現や異なる次元で表されても認識でき、類似点や相違点を探すこと。
- 3) 「変化と関係」：変数間の関数的な関係と依存関係とともに変化の数学的関係を明らかにすること。数学的関係とは方程式や不等式の形を取ることが多いが、等しい、割り切れる、含む、などのより一般的な関係も含む。関係は記号、代数、グラフ、表、幾何的表現など様々の異なる表現によって表される。様々の目的や性質のために様々の表現が役立つので、ある表現から別の表現に翻訳することは、状況や問題を扱う際に非常に重要である。
- 4) 「不確実性」：確率的・統計的な現象や関係であり、これらは今日の情報化社会においてますます関連してくる。

## ② 数学的プロセス（能力クラスター）

生徒が数学的な内容に取り組むのに必要な技能のまとめ。PISAの数学的リテラシー調査においては、生徒は実生活の文脈に基づく問題に取り組み、数学的探究が行えるように問題の特徴を見つけだし、関連する数学的な能力を活発に使い、問題を解決する。そのためには多段階の「数学化」のプロセスに携わらなければならない。

そのような「数学化」のプロセスには、

- ・ 思考と推論      ・ 論証      ・ コミュニケーション      ・ モデル化      ・ 問題設定と問題解決
  - ・ 表現      ・ 記号による式や公式を用い演算を行うこと      ・ テクノロジーを含む道具を用いること
- の8つの能力が関わっている。

それらの能力は、一般には同時に機能し複雑に絡み合っているが、ある数学的リテラシーの問題に取り組むときには、この中の1つか2つの能力が特に顕著に関わってくる。

これら8つの能力を含む認知的活動は、次の3種類の「能力クラスター」によって説明される。それぞれの「能力クラスター」において、上述の8つの能力がすべて関わっている。

- 1) 「再現クラスター」：比較的良好に見慣れた、練習された知識の再現を主に要する問題を解く能力
- 2) 「関連付けクラスター」：再現クラスターの上に位置し、やや見慣れた場面、または見慣れた場面から拡張され発展された場面において、手順がそれほど決まりきっていない問題を解く能力
- 3) 「熟考クラスター」：関連付けクラスターのさらに上に位置し、洞察、反省的思考、関連する数学を見つけ出す創造性、解を生み出すために関連する知識を結びつける能力

## ③ 数学が用いられる状況

実生活で生徒が遭遇するような状況。この側面を取り上げたのは、数学的リテラシーを真正に評価するためである。つまり学校の教科書に煩雑に見られる数学を練習することではなく、様々な状況において数学を用いて問題を解決できるかを見るためである。状況は生徒との「距離」及び「数学の記号や構造が現れる程度」によって次のように分類される。

「私的」「教育的」「職業的」「公共的」「科学的」（科学的には、数学の教室でよく直面する

ような数学そのものである「数学内的」文脈も含まれる)

また、次のように説明がされている。

状況とは、課題が置かれている生徒の世界の一部である。これは、ある程度生徒から離れたところに存在する。最も生徒の身近にある状況は、生徒の私的な生活である。続いて学校生活であり、職業生活、余暇である。これに続いて、日常生活で遭遇する地域の共同体や社会がある。生徒から最も遠いのは、科学的状況である。問題を解くため、私的、教育的、職業的、公共的、科学的という状況が定義され、用いられる。

### (3) 数学的リテラシーの捉え方

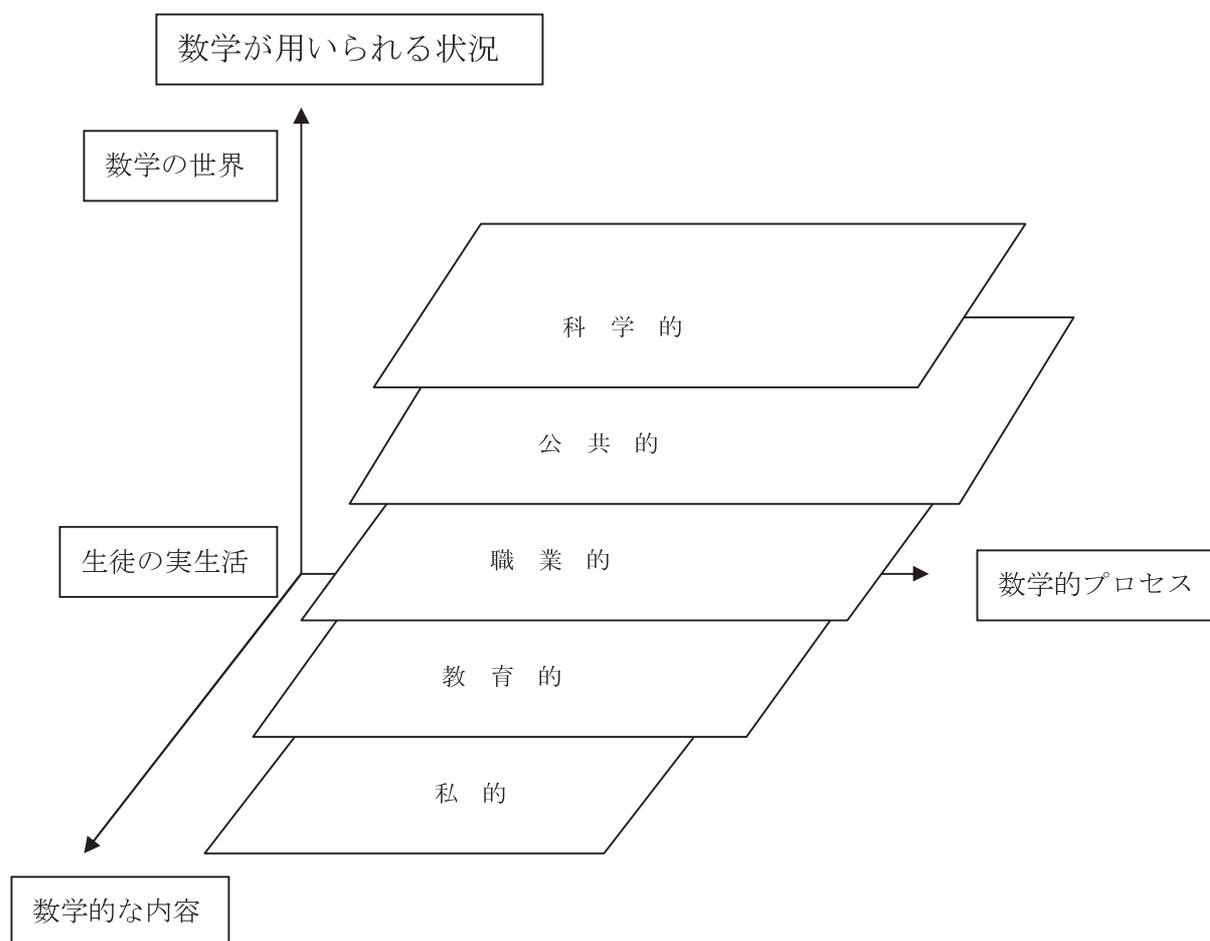
数学的リテラシーの3つの側面を3次元空間で表現してみる。

ある問題を、「数学が用いられる状況」でカットしてみると、「数学的な内容」と「数学的プロセス」を軸とする2次元平面ができる。

「数学的な内容」の座標は、履修学年の違いや内容の難しさを軸として設定できる。

「数学的プロセス」の座標は、再現クラスター、関連付けクラスター、熟考クラスターとなるほどプラスの方向に設定できる。

上記の説明内容より数学的リテラシーを図的に表すと次のようになる。



【図3】 数学的リテラシーの構造図

### (4) PISA「数学的リテラシー」の3つの側面と文部科学省「評価の4観点」の関係

OECD (PISA) が示す数学的リテラシーの3つの側面と文部科学省が示す評価の4観点との関係は、次のように考えられる。

① 数学的な内容

学習した内容で、それを理解していること、使えることと考えられるので、「知識・理解」「表現・処理」であると捉えられる。

② 数学的プロセス（能力クラスター）

生徒が数学的な内容に取り組むのに必要な技能のまとまりなので、「数学的な見方や考え方」であると捉えられる。

③ 数学が用いられる状況

実生活で生徒が遭遇するような状況を5つの側面から設定している。それは、生徒の生活に近い「私的」な場面から、数学の世界に近い「科学的」場面である。これは、評価の4つの観点とは別の見方であると考えられる。あえていうなら「関心・意欲・態度」で、どのような場面に興味や関心を持ち、問題解決の態度を持つかということになる。

(5) 授業実践

数学的リテラシー育成を重視した授業展開について、数学科と理科で研究協議を持ち、授業実践した。下記は、その学習指導案である。

4年 解析Ⅱ 学習指導案 第1時

1. 日時 2005/11/15(火)・16(水)：MM教室
2. 学級 4A 11/15(火)2限 4B 11/15(火)1限 4C 11/16(水)3限
3. 指導者 河合 士郎
4. 単元名 三角関数
5. 単元目標 数学が多く自然現象や社会的現象と深くかかわり合っている例は随所に見受けられる。その中でも、最も基本的な図形としての円や回転運動、周期性をもつものに関連して、三角関数の果たす役割は大きい。三角比を、今までは静的な立場から取り扱ったが、本単元ではこれを関数という動的な立場から考える。
6. 本時の授業 三角関数のグラフ(特に $x=\cos \theta$ 、 $y=\sin \theta$ )
7. 本時の目標 等速円運動を利用して、距離センサーで三角関数のグラフを描くことにより、その特徴を把握させる。手作業でもじっくり描かせ、特にその周期性・対称性などに気づかせる。
8. リテラシー 数学的な内容は、「変化と関係」である。  
数学的な状況設定としては、私的→教育的。  
「体でわかる三角関数」
9. 指導過程

	学習内容	指導過程	数学的リテラシー
導 入	前時までに、 $180^\circ$ までの三角比や一般角の三角関数を定義しているが、あらためて単位円上で $y=\sin \theta$ 、 $x=\cos \theta$ 、 $m=\tan \theta$ を定義する。	教科書の説明に沿って、任意の角 $\theta$ に対して、三角関数の値がイメージできるように促す。 実数 $\theta \rightarrow$ 単位円上で $\angle XOP=\theta$ となる動径 $OP \rightarrow P$ の座標 $(x, y)$	言語・演算の使用 (再現クラスター)

	等速円運動の分解について考える。運動を平面図・立面図・側面図に表し、イメージする。	$\rightarrow x=\cos \theta, y=\sin \theta, y/x=m=\tan \theta$ 身近な運動を解析することに興味を持たせる。 距離センサーとグラフ電卓の使い方について説明し、実験の趣旨を理解させる。	思考と推論
展開 1	時間軸に対して、円運動のx軸方向やy軸方向への射影をセンサーに記録したグラフが、位置の関数になっていることを理解する。	4人の生徒を前に出させ、センサーとグラフ電卓をつないだ装置を渡す。 一人が床に円状に置いたロープの周を均一の速さで円運動し、その姿を見ながら、軸方向への射影の役割をする生徒と一緒に動く。この生徒に距離センサーを当てる生徒と、グラフ電卓を操作する生徒の4名で実験をさせる。 実験の結果のグラフは、プロジェクターで投影し共有する。 何組かに実験を行わせ、曲線の形を印象づける。 2方向から射影することで、x, yへの対応を体感させる。	モデル化 (再現クラスター) テクノロジーの使用  コミュニケーション
展開 2	時間→円周上の距離→角度 が比例関係になることから、円運動のx軸方向とy軸方向への射影をセンサーに記録したグラフが、角度に対する三角関数になっていることを理解する。 グラフの振幅は、円の半径になる。	角 $\theta$ に対する $\sin \theta$ の値は、角 $\theta$ の動径と単位円との交点Pのy座標で与えられる。 $\theta$ が連続的に変化したとき、このことを利用して、 $y=\sin \theta$ のグラフが描けることを説明する。 実際に代表的な点をグラフ上にプロットさせ、電卓に記録されたグラフと同様の曲線が得られるか、手作業で確認させる。 $x=\cos \theta$ についても同様のことを行う。	表現 (関連づけクラスター) 言語・演算の使用 (再現クラスター)
まとめ	$y=\sin \theta$ と $x=\cos \theta$ のグラフは合同であり、周期的に変化する関数である。	PCに、実際の $y=\sin \theta, x=\cos \theta$ のグラフを表示させることで、最終的にグラフの形状を認識させ、グラフの特徴をまとめる。	

備考：使用教材 ハンドアウト・ノート・グラフ電卓(voyage200)・距離センサー(CBR)・投影機

## (6) 授業研究の実施

### ① 「授業記録用紙」の作成

授業を観察するため、「授業記録用紙」を作成した。教師の指導方法、生徒の数学的活動、教室の雰囲気をつかえることを考えた。また授業の中心となる課題、授業展開、数学的リテラシーの3つの側面を記録する。

### ② 利用方法

ア) 授業者が、授業を実施する前に記入する。学習指導案よりも簡素で、数学的リテラシーを重視した授業構成が考えられる。

イ) 授業観察者が、授業観察をするときに記録用紙として利用できる。

ウ) 研究協議の資料として、授業者の授業前の計画と実施後の授業観察者が記録した内容を比較することで、その授業を評価することができる。つまり、授業者が意図した授業が生徒（授業観察者）に伝わっているかということを検証できる。

## 3. 研究の結果と考察

(1) PISAが示す数学的リテラシーをつかえることができた。そして、数学的リテラシー育成の観点から日頃の授業を見てみると次のことがわかる。

### ① 「数学的な内容」の理解を重視した授業になりすぎている。

生徒に内容を理解させようと工夫しているのだが、内容重視に陥っていないか点検すべきである。

### ② 「数学的プロセス」は、授業で指導しているとはいえない状況である。

数学的な見方や考え方は大切だと考えていても、授業でどんな能力を育成しようとしているか、またどんな段階（能力クラスター）の授業を計画しているかは明確ではない。

### ③ 「数学が用いられる状況」は、重視していなかった。

授業の導入部分では、日常生活や、具体的な事例を用いるが、数学の指導として「用いられる状況」をつかえているとはいえない。これは、様々な状況において、数学が利用されているという視点が弱いからだと考える。

(2) 「授業記録用紙」は試作の段階であり、記録用紙としての役割しかないが、授業研究において有効に作用する方法を今後示していきたい。

(3) 今回、数学的リテラシーや科学的リテラシーをキーワードにして数学科と理科で合同の授業研究をすることができた。このことで、一層の授業改善ができると考える。

### 《参考・引用文献》

(1) 「生きるための知識と技能」OECD 生徒の学習到達度調査(PISA)2003年調査国際結果報告書、国立教育政策研究所編、ぎょうせい、2004

(2) 「PISA2003年調査評価の枠組み」国立教育政策研究所監訳、ぎょうせい、2004

(3) 日本数学教育学会誌 2005 第 87 巻第 1 号「OECD 生徒の学習到達度調査 2003 年調査の国際結果—15 歳児の数学的リテラシー—」長崎栄三、瀬沼花子、日本数学教育学会、2005

【資料】

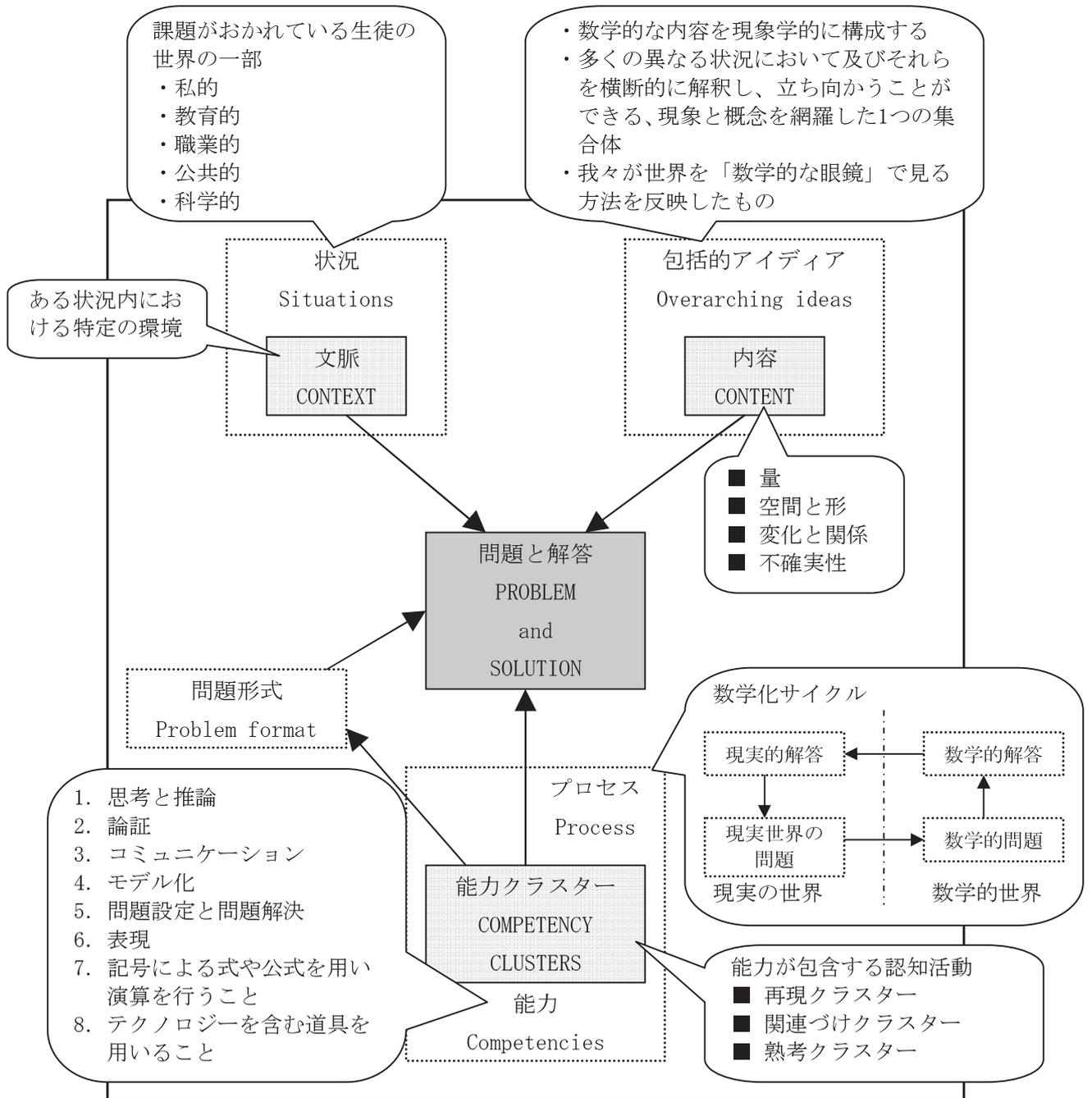
数学的リテラシー領域の構成

(1) 数学的リテラシーの定義

経済協力開発機構(OECD)の「生徒の学習到達度調査」(PISA)における数学的リテラシーの定義とは、次である。

数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族との社会生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠にもとづき判断を行い、数学に携わる能力

(2) 数学的領域の構成要素



### 3-3-2 テクノロジーを利用した授業

#### 3-3-2-1 2年「幾何Ⅱ」作図ツールを活用した発見型幾何学習

##### ■概要

##### (1) 過去の実績

本校数学科では、今よりはるかにコンピュータが高価だった時代から、平面幾何の学習に作図ツールを利用してきた。10年以上前から授業書まで作成し、公開研究会でも「作図ツールの日常化を目指して」をテーマに据えて発表するなどしてきた。作図ツールの利用に関しては、日本の学校の中でも草分け的な存在であった。

##### (2) GSPの問題点

昨年までは、作図ツールとして「GSP(The Geometers SketchPad) Ver.3」を使用してきたが、次のような問題点があった。

- ①GSPのVer.3はWindows3.1時代のソフトで、長いファイル名が使えない。
- ②256色モードしかないなど、現在のWindows環境と親和性が低い。
- ③日本での発売元が販売自体を中止し、米国で発売済みのVer.4の発売が見込めない。

##### (3) Cabri Geometry II Plus

上記の問題点を解決するため、新しい作図ツールを購入することは、緊急の課題であった。現在日本では、幾つかの作図ツールが発売されているが、下記のような理由により、「Cabri Geometry II Plus」が最善であると判断し、SSH予算でサイトライセンス契約で購入した。

- ①欧米で定評のあるソフトウェアであり、日本での販売実績も豊富である。
- ②サイトライセンスの場合、リーズナブルな価格設定である。
- ③グラフ電卓「Voyage200」に内蔵された「Cabri」とデータの互換性がある。

##### (4) Cabri 3D

近年、生徒の空間認識能力の低下が指摘されることが多い。空間認識能力の育成には、立体模型などの実物を見る・触る体験が必要である。それに対して、空間図形を学習するためのソフトウェア「Cabri 3D」は物体を見る視点を自由に動かすことができ、模型とは違った体験・考察が可能となる。

「Cabri 3D」は、欧米でも発売されたばかりであるため、世界的にまだ利用実績は少ない。しかし、この分野で面白い教材を開発していくことも、SSHの研究開発に繋がると判断して、サイトライセンス契約で購入した。

本校には3つのコンピュータ室があるが、サイトライセンスの場合、教員用マシンも含めて台数制限なくインストールできる。このことは特に大きなメリットであった。

##### ■ 発見型幾何学習の具体例

今年度は、主に「中点連結定理」や「三角形の5心」の単元で、「Cabri」を用いた。「中点連結定理」では、試行的に「Cabri 3D」も利用した。

##### (1) 四角4中点

図1のように、四角形の4辺の中点を結ぶと平行四辺形が出来る。これは、中点連結定理の応用としてよく出題されるものである。「Cabri」を利用すると、頂点をドラッグすることで、任意の形の四角形に変形することができる。点を動かしていくなかで、凸四角形だけでなく凹四角形でも同じ性質が成り立つことを生徒は発見していく。

実際の紙の上の作図では四角形の2辺が交差することはあり得ないが、「Cabri」を利用すると図1

を図2のように変形することも可能で、このときにも内部に平行四辺形ができる。図1と図2は問題集では全く別の証明問題として扱われている。しかし、「Cabri」を用いて考えれば、同じ問題の変形と捉えることができ、新しい視点が開けてくる。

また、「Cabri 3D」を用いて、同じ課題に取り組むと、平面的な図1から立体的な図3に変形することができる。この場合にも、内部に平行四辺形ができ、空間図形に拡張した場合にも同じ性質が成り立つことが分かる。生徒はこのような経験を積み重ねていくことによって、図形に関する統一的な見方が可能となる。

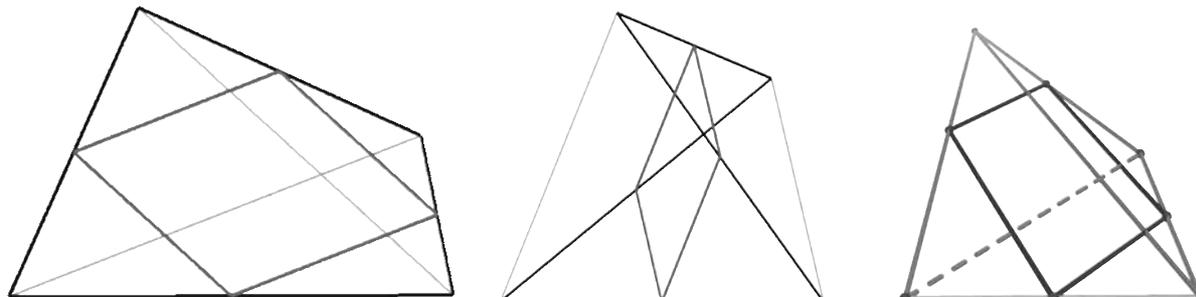


図1

図2

図3

(2) 三角形の五心

図4のように、「Cabri」で三角形の五心を作図し、元の三角形の頂点を動かしていると、いろいろな性質が見えてくる。例えば、次のようなものがある。

- ① 鈍角三角形のときには、外心  $O$  は三角形の外部にある。
- ② 重心  $G$  と外心  $O$  と垂心  $H$  が同一直線上に並ぶ
- ③ 3つの傍心を頂点とする三角形の垂心は、元の三角形の内心  $I$  となる。
- ④ . . . . .

生徒は、このような性質を自分で再発見していくことで、三角形の五心に対する理解が深まる。

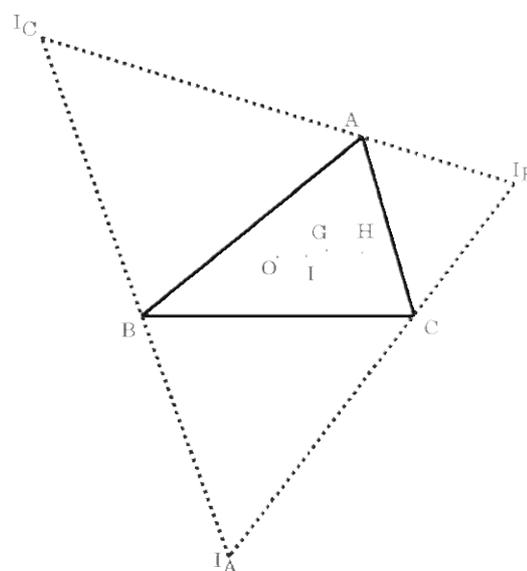


図4 三角形の五心の相互関係

■ 担当者所見

- (1) 「Cabri」は問題なく動作しており、「GSP」に対する不満は無事解決された。
- (2) 年度の途中で、使用ソフトを「GSP」から「Cabri」にソフトを変更したため、生徒が戸惑うのではないかと危惧していた。しかし、生徒はすぐに馴染み、全く問題はなかった。
- (3) 2年生の「幾何Ⅱ」は内容が過密であるため、作図ツールを利用する時間を確保しにくい。そのため、生徒が発見的な活動を行うには時間が短すぎたと感じている。不足分は、3年の課題学習で補っていきたい。
- (4) 「Cabri 3D」は、十分に活用できているとは言えず、今後研究を深めていきたい。

### 3-3-2-2 3年「解析Ⅰ」グラフ電卓を活用した実験型関数学習

#### ■ 概要

本校では平成14年度から3年間、「6年一貫教育課程の実践・評価に関する研究開発」に取り組んできたが、その際に3年「解析Ⅰ」では、前期課程における「関数」的分野を統合して扱うカリキュラムを組んだ。また、関数的な考え方そのものや、1次関数・2次関数といった具体的な関数を導入するときの教材に、なるべく自然現象や実生活から題材を選び、身近に数学を感じられるものを探ってきた。PISAにおける数学的リテラシーの定義にも、「数学が世界で果たす役割を見つけ、理解する能力」が示されており、本年度はSSH研究開発に際し、この能力が育成できるような授業展開を特に意識した。

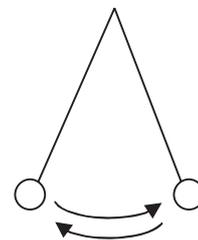
また「数学化」のプロセスに関わる能力には、「テクノロジーを含む道具を用いること」が指摘されているが、このことについては、本校では従来から先進的な取り組みをしてきた。今年度は特にグラフ電卓(voyage200)を購入し、クラスの生徒全員が1台ずつ使用できる体制も整った。

本稿で紹介する教材そのものは、昨年度・一昨年度も使用したものであるが、従来はグラフ電卓(TI-83)を用いて展開した。本研究の目的は、自然現象を「数学化」するプロセスにおいて、数学的リテラシーが有効に形成・育成されるかを考察することにある。

#### ■ 実験型関数学習の具体例

**課題** 振り子の周期（1往復にかかる時間）について考えてみよう。

- (1) 振り子の周期は何と関係があるだろうか。
- (2) 振り子の周期と、ひもの長さの関係を調べてみよう。



まず、予想を立てさせる。そのうえで、5～6人を1つの班として、実際に実験をさせた。

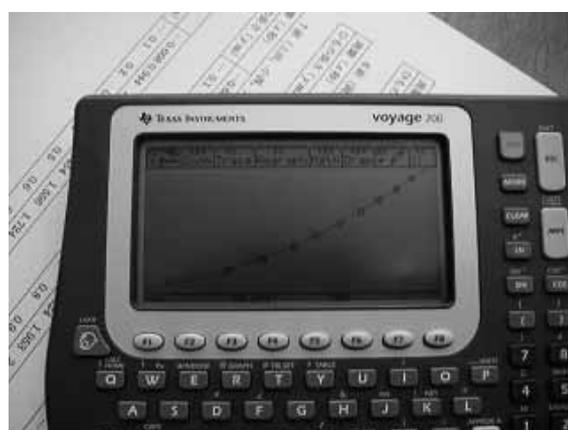
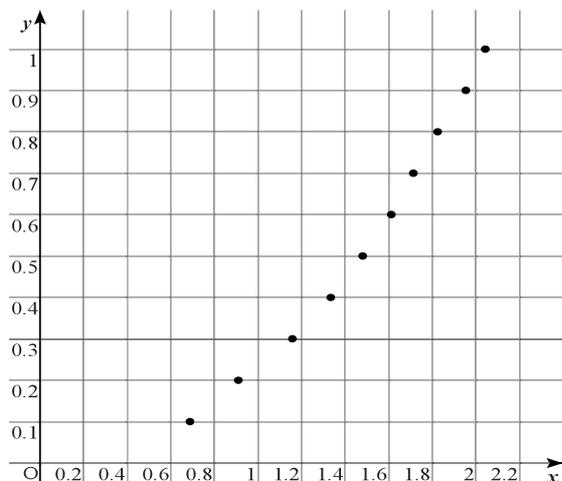
#### 実験方法

- ① 5円硬貨にひものを結び付ける
- ② ひもの適当なところを振り子の支点とし、支点から5円硬貨の中心（おもりの重心）までの距離を測る→ $y$  mとする
- ③ 5円硬貨を揺らし、揺れが安定してきたらストップウォッチで10周期を測り、その値から周期を計算する→ $x$  秒とする
- ④ 3回周期を測り、平均を求める

ひもの長さをいろいろに変えて、多くのデータを取らせた。次の時間は、データをグラフ電卓に入力させるところから始める。周期( $x$ 秒)とひもの長さ( $y$  m)の数値の組を、グラフ電卓のData/Matrix Editorに打ち込ませ、座標平面にプロットさせる。 $x$ と $y$ の関係が、どんな関数のグラフで表されるのかを考えさせる。

グラフ電卓には、近似関数を求める機能があるが、既知の関数(比例・反比例、一次関数)で近似しようとするとうまくいかない。一次関数で近似しようすると、原点を通らない直線になり、理屈に合わないことが、生徒から疑問点として出される。 $x$ の値が大きくなるほど、変化の割合も大きくなっていくようである。

これは、今までに学んだ関数ではなさそうである。文字の次数を上げて、二次関数で近似してみよう、ということになり、まずは2乗に比例する関数で近似してみる。



### ■ 成果と評価

理論的には、重力加速度を  $g$  とすると、 $y = \frac{g}{4\pi^2} x^2$  であるから、2乗比例の係数は約 0.248 となる。生徒の実験結果からも、これにたいへん近い数値が出ており、きれいに点が曲線上に並んだ。この実験は、誤差が生じにくく正確に測定できることから、自然現象の解析の一例として2次関数の導入で扱うことを、物理の教員からも勧められたものである。

この課題は、数学的リテラシーにおける内容として、「変化と関係」を明らかにするものであるが、数学的プロセスの「8つの能力」の中では、「論証」を除くほとんどすべての能力を引き出すことができる、たいへん有効な課題であったと考える。今回の授業ではグラフ電卓を2人に1台配り、意見交換や教え合い、協同作業ができる環境で授業を行った。1人に1台のキャパシティはあるのだが、生徒はまだグラフ電卓を扱い慣れない面もあるので、初めはペア学習とし、徐々に個別学習にしていこうと考えている。

### ■ 今後の課題

このような、関数の優れた導入教材(課題)を、さらに理科の教員とも共同研究・開発していきたい。また、導入においてだけでなく、条件変更・課題の一般化・応用発展など、純粋に数学的な思考を巡らせる場面でも、グラフ電卓をもっと高い頻度で使えるようになれば、生徒にとって身近なツールとして、より有効性が増すと考えられる。

また、評価シート等を用いた授業観察によっても、さらに研修を深めていきたい。

### 3-3-3 テレビ会議システムを利用した数学教育

#### ■ 目的

シェットランドの Anderson High School と、テレビ会議システムを利用して数学の授業を行う。両国の生徒がともに数学の問題を考えることで、より数学に興味・関心を持つようにする。そして、問題の解法や問題の拡張・一般化を考えることで、数学の力を伸長させる。

これらの交流の際に、英語でコミュニケーションをとる経験を積み、国際性豊かな生徒を育成する。

そして、このようなテレビ会議システムを利用した数学教育を行うためのテレビ会議システムの活用方法の研究、両国の数学カリキュラムの研究を行う。

#### ■ 内容

事前に両校で問題を出しあい、生徒が解答しておく。テレビ会議当日、興味のある問題を解きあい、解法を比較、数学的思考の深化をはかる。(本校の問題は、英語科教員が英訳)

なお、本年度は、前期課程生(1年～3年)が多いため、なるべく微積分等は避けて、整数問題や図形の問題を考えた。

○場 所 本校パソコンルーム1

○時 間 17時～18時(シェットランドは8時～9時)

○対象生徒 本校：数学に興味のある生徒(1年～6年)

AHS：Advanced High Math を選択している6年生

《第1回》 実施日：2005年11月1日

参加者：生徒 1年2人、3年3人、5年1人、6年3人 計9人

教員 数学科4人、英語科1人

《第2回》 実施日：2005年12月13日

参加者：生徒 1年3人、3年3人、5年2人、6年3人 計11人

教員 数学科4人、英語科1人

《第3回》 実施日：2006年2月7日

参加者：生徒 1年3人、5年1人、6年1人

教員 数学科2人、英語科1人

※3年生スキー行事のため、3年生・引率教員不在、また6年生は家庭学習期間

《第4回》 実施日：2006年3月14日(予定)

#### ■ 参加生徒の感想

##### \* テレビ会議について

- ・普段授業で扱わないような難しい問題に出会うのでそれを考えるのが楽しい。(1年)
- ・(本校の)高校生と中学生の間でも、数学の考え方がかなり違うということが面白かった。(5年)
- ・シェットランドの人も同じ考え方をした。国が違っても考えは同じだった。(1年)



\* 面白かった問題

- $100^2 - 99^2 + 98^2 - 97^2 + K + 4^2 - 3^2 + 2^2 - 1^2$  (1年「すっかりしている」)
- To get the best reception, a radio ham places a vertical aerial mast on top of the flat rectangular roof of his garage. He fixes it with wire cables attached to the top of the mast and to each of the four corners of the garage roof. The lengths of the cables to two diagonally opposite corners of his garage are 4 meters and 7 meters. The length of one other cable is 1 meter. What is the length of the remaining cable?

(3年「解きごたえがあり、しかも自分の力で解ける問題、解けたときに感動する問題」)

(5年「複数の未知数を使って考えたが、それらがうまくキャンセルしていったのが面白かった」)

- A triangle ABC has side labeled BC, CA, and AB. Each side is divided, in a ratio of 1:2, by a point labeled L, M, and N. A line is drawn from each corner of the triangle to connect with the point which divides the opposite sides, to form lines AL, BM, and CN.

The intersection of these lines, AL, BM, and CN forms another triangle, labeled PQR. What is the ration of the area of triangle PQR to the area of the triangle ABC?

(5年「自分はベクトルで解いたが、1年生が初等幾何・メネラウスの定理で考えたことに感動」)

- When a square numbers ten's place is an odd number, what number comes to it's one's place?

(シュットランドから一般的な解法を問われ、それに5年生が応えた解法：

$$a \in \mathbb{N} (a \geq 1), \quad b = 0, 1, 2, \dots, 9 \quad (10a + b)^2 = 100a^2 + 20ab + b^2$$

ten's place = (2ab's one's place) + ( $b^2$ 's ten's place)

ten's place is odd.  $\Leftrightarrow$   $b^2$ 's ten's place is odd.  $\therefore b = 4, 6 \quad \therefore$  One's place is "6".)

■ 評価および今後の課題

「より数学に興味・関心を持たせる」、および「英語でコミュニケーションをとる経験を積み、国際性豊かな生徒を育成する」という2点においては、生徒の感想から高く評価できる。英語で解答解説を試みたのは、本年度は5、6年生のみであったが、今後は、そのような生徒が増えていくように工夫したい。

どのような問題を扱うかが肝要である。本校は、1年や3年といった前期課程生も参加しているので、予備知識が少ない彼等にも考えることができ、解法が何種類もある問題をと配慮してきた。今後は、シュットランド側から出題された問題を考えながら、問題および数学カリキュラムを考えていきたい。

### 3-3-4 「数学検定」の利用

#### ■ 目的

日本数学検定協会の実施する「実用数学技能検定(数検)」を生徒に勧め、数学的リテラシー習得の度合いを測るとともに、数学学習への動機づけとする。

#### ■ 内容

中等教育学校である本校は高校受験がないので、個人の数学学習の目標の一つになればという考えもあり、生徒への「数検」受検を勧めた。主に、3・4年生に勧める方針で募集を始めたが、1・2年生をはじめとして予想以上の希望者が集まった。

受検者数と合格者数は、以下の表の通りである。なお、不合格者の内訳は、1次のみ合格2名、2次のみ合格5名であった。

《「数検」団体受検》実施日 2005年12月10日 受検者71名(合格者64名)

学年	準1級 (高3～大学)	2級 (高2～高3)	準2級 (高1～高2)	3級 (中3～高1)	4級 (中2～中3)	5級 (中1～中2)	6級 (小学～中1)
1					4(4)	10(10)	1(1)
2					12(12)	7(7)	
3			4(2)	15(11)	1(1)		
4			2(2)	5(5)			
5		1(1)	8(8)				
6	1(0)						

#### ■ 成果および評価

出題範囲が在籍する学年よりも上の学年の級を受検して合格する生徒もいて、受検者数・合格者数から見ても数学的リテラシーの習得面で大きな成果があったと考える。

合否通知1ヶ月後に、「数検受検後に興味、学習意欲等で変化があったかどうか」をたずねてみた。

1・2年生からは「未習部分をもっと知りたいと思った」、「未習部分を自習したら、後の授業がよく理解できた」、「難しい問題も勉強したらわかるからもっとやりたいと思った」、「宿題の問題や、テストなどの見直しをきちんとするようになった」、「もっと上の級をとりたいと思うようになって勉強するようになった」という反応があった。上級生になるにつれ「特に変化なし」という答えが増えたが、これは「もともと数学に興味があるから」というのが理由のひとつのようだ。また、「今年になって、テレビ会議をはじめ数学に触れる機会が増えたので、「数検」によって変化があったとは断定できないが、数学を解くのがより面白くなった」(5年)という冷静な判断もあった。

さらに、「次回も受検しますか」という問いに対し、アンケート回答者46名中11名が「絶対受検する」、29名が「できれば受検する」、6名が「あまり受検しようとは思わない」という結果を得た。中には、「来年も、再来年も続けて欲しい」というコメントもあった。

このように、数学学習への動機づけという点でも、一定の成果が得られたと考える。

#### ■ 今後の課題

今後も本校で団体受検ができるようにすることで、受検者を増やしていきたい。さらに、今年度の受検者にはより上級を受検するように勧め、数学学習へのさらなる動機づけを図る。

また、数検の問題の最後に問われている「面白かった問題」に対して生徒がどのように答えるかを調査することで、数学の授業の参考にすることも検討している。

## 第4節 科学的リテラシーの育成

科学的リテラシーの育成については、次のような仮説を設定した。

「理科において、観察・実験を中心に据えた探究の過程を重視した授業の積み重ねを行い、生徒が自ら仮説を立てて探究する課題研究を中学年(3・4年)から行うことで、科学的リテラシーを育成し、自ら主体的に学習する生徒を育てることができる。」

その仮説をもとに実践を行った。

### 3-4-1 授業研究

#### ■ 科学的リテラシーの定義

##### ①科学的リテラシーの定義

科学的リテラシーについて、本校では OECD の「生徒の学習到達度調査 (PISA)」に基づいて、次のように定義している。

「科学的リテラシーとは、自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意志決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力である。」

各用語についての解説とポイントについては、「資料1」を参照されたい。

##### ②科学的リテラシーの3つの側面

科学的リテラシーに関する枠組みは、次の3つの側面によって構成されている。

- ・科学的知識または概念
- ・科学的プロセス
- ・(科学的)状況または文脈

科学的リテラシーを評価する際には、これら3つの側面を統合して考える必要がある。本校では、この3つの側面に照らして授業を分析した。3つの側面の具体的な事例については「資料2」を参照されたい。

#### ■ 研究の目的と方法

科学的リテラシーを育成するという視点から従来の授業を見直し、授業改善を図ることを目的として、本校の教師や外部の先生方に授業を公開し、評価していただいた。具体的には次に示す3回である。

- ① 理科学科・数学の教師による研究授業 (10月26日～27日、授業者：末谷)
- ② 校内の教師 (理科・数学および他教科) による研究授業 (11月17日、授業者：末谷)
- ③ 公開研究会における研究授業 (2月24日、授業者：櫻井)

いずれの授業においても、研究授業の目的を明らかにし、評価をしてもらうために、授業の始めに8項目からなる授業評価シートを配布した。また、指導案においては科学的リテラシーに基づいて授業を組み立てていることが分かるように、従来の「学習内容」「指導内容」に加え、「科学的リテラシー」の項目を設けた。この項目では、学習内容が「科学的プロセス」のどのレベルに相当するかを明示した。

①と②は校内の授業観察であるが、②については他教科の教師からも評価を得たので、本節では②について報告する。③については、第4章 第2節で報告しているのでそちらを参照されたい。

なお、ここでいうプロセス1～3はPISAでは次のように定義されている。

プロセス1：科学的現象を記述し、説明し、予測すること

プロセス2：科学的探究を理解すること

プロセス3：科学的証拠と結論を解釈すること

## ■ 研究の内容

「基礎理科 I」指導案

1. 日時 2005年11月17日(木) 2,3,4時間目

2. 学級 1年A,B,C(物理教室)

3. 指導者 末谷健志

4. 単元名 大地の変化

5. 単元目標

大地の変化には、大地のわずかな変化が長い地球の歴史の中で積み重なって大きな変化になって現れるものと、地震や火山噴火のような急激な変化とがある。身のまわりの岩石や地層、火山や地震の活動のようすを調べることによって、このような大地の変化を知る。

6. 本時の題目 地震の伝わり方

7. 本時の目標

昨年起きた中越地震の観測結果をもとに、地震の揺れは等速で周囲に伝わることを理解させる。  
また、観測結果をグラフに表したりすることで、実験結果の処理のしかたを学ばせる。

8. 科学的知識・用いられる状況

地球環境・地震

9. 指導過程

	学 習 内 容	指 導 内 容	科学的リテラシー
導 入	<ul style="list-style-type: none"><li>地震とは、震源の揺れが周囲に伝わる現象であることを思い出す。</li><li>地震のゆれを記録する装置を知る。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>地震の揺れを再現させる。</li><li>水波投影機で波源から波が周囲に伝わっていく様子を見せる。</li><li>地震計を見せる。</li></ul>	プロセス1 (実験の原理が分かる)
展 開	<ul style="list-style-type: none"><li>中越地震の各地における揺れの記録を見て記録から分かることを述べる。</li><li>(1)震源からの距離が遠くなるほど、揺れは始める時間が遅くなる。</li><li>(2)震源からの距離が遠くなるほど、はじめの小さな揺れの時間(初期微動継続時間)が長くなる。</li><li>(3)小さな揺れの後に大きな揺れ(主要動)が記録されている。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>中越地震の各地における揺れの記録を配布する。</li><li>発言を板書する。</li></ul>	プロセス1 (記録から分かることを説明する)



Q4 実験観察技能を身につけさせようとする授業である	6	9	3	
Q5 科学的知識・概念を身につけさせようとする授業である	5	10	3	

自由記述項目

Q6 プロセス1を意識した指導は生徒にとって有効でしたか？
Q7 プロセス2を意識した指導は生徒にとって有効でしたか？
Q8 プロセス3を意識した指導は生徒にとって有効でしたか？

選択項目 Q1～Q5 についての評価は、概ねよいが、日常生活との関わりについては、「あまりそう思わない」がやや多かった。日常的な話題を題材にするような工夫が必要である。

自由記述項目については、観察者の生の声を次に示す。

○プロセス1、2を意識した指導が有効とする意見

- ・現象を記述する、説明することはおおむねできている。つまり、生徒が主体的に関心もって授業に臨む上で有効だった
- ・現象について説明することは、注意深くデータを読み、分かったことを他者に伝えようとする能力を育てる上で有効だった
- ・プロセス1からステップアップしていた。こうしたステップアップは生徒の科学的思考力を育てていく上で有効
- ・教材としては有効。今回は時間が足りず、そこからどのように指導されていくのか気になるところ。ただ、「あ、わかった」とか「えーそこがわからん」などの声が上がっているという点では考えるプロセスはきちんとなされている

○効果を認めながらも懸念する意見

- ・距離と時間の関係を考える際に、グラフを用いるという事を発見させるのは難しいと感じた。生徒が独自にグラフ作成を行える環境が作られていたが、もう少しヒントを与えてはいけなかったのか？難しかった
- ・生徒に目的意識をしっかりと植え付けることにより、探究心が多く持てたのではないかと思う。しかし、プロセス2を意識しすぎると、時間がかかり過ぎるのではないか
- ・本格的に科学する場合には重要なことだろうが、授業の中ではそんなに重視する必要があるか

○全体として

- ・指導案のように各展開1～3がプロセス1～3に明確に対応しているとは思えない。導入～展開1の場面でも証拠に基づいて結論を導くまでの作業（プロセス3）は行われていた

■ 今後の課題

授業の展開をプロセス1～3の視点から分析することにより、従来の指導法を見直すことができた。また、その指導法が有効であるという意見は多数頂いた。しかし、科学的リテラシーを育成する授業のために、プロセス1～3をどのように展開するとより効果的かということについては、十分に検討できていない。また、学習内容の中には、プロセス1と2が複合されている場合もあり、単純にプロセス1～3のカテゴリーに分けることはできない。プロセス1～3が複合された内容について授業でどう位置づけ、科学的リテラシーの育成とどう関連させるかについても検討する必要がある。

## ■ 資料1 用語の解説とポイント

「科学的リテラシー」の定義の中で述べられている各用語の解説は以下のようである。

### ○科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す

- ・「科学的知識」とは、事実、名称、用語についての知識だけでなく、基本的な科学的概念、科学的知識の限界、人間活動としての科学の本質についての理解が含まれる。
- ・「明確にされるべき課題」とは、科学的探究によって解答できる疑問であって、特定の主題の科学的側面についての知識とともに科学自体についての知識をも示す。
- ・「証拠に基づく結論を導き出す」とは、情報とデータを選択して評価するプロセスを知り、それを応用することを意味する。一方で、明確な結論を導き出すために必要な情報が十分でない場合に、利用できる情報について慎重かつ意識的に推測する必要があることを認識しなければならない。

### ○理解し、意志決定する

- ・自然界についての理解は、意志決定のために必要であるだけでなく、自然界を理解すること自体が目標として価値があることを示す。

### ○自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化

- ・「自然界」とは、物理的な背景、生物及びそれらの関連を簡略に述べる語として用いられている。自然界について意志決定する（自然界とは何かを定義する）には、自分自身や家族、コミュニティ（社会）や世界の問題に関連した科学に結びついた意志決定が含まれる。
- ・「人間の活動によって起こる自然界の変化」とは、人間の目的のために自然界を計画的あるいは無計画に改変したこととその結果を指す。

## ■ 資料2 科学的リテラシー3つの側面

### (1) 科学的知識・概念について

項目の選定にあたっては、物理、化学、生物学、地球・宇宙科学などの主な領域から、次の3つの基準に従って選択された。

- ① 日常的状況との関連性
- ② 選択された知識や応用領域が近い将来や遠い将来において、持続的に生活との関係をもつこと
- ③ 科学的知識と科学的プロセスを結びつけることができること

次の表は、以上の①～③に適用する主な内容を示したものである。

<ul style="list-style-type: none"><li>・物質の構造と性質</li><li>・大気の変化</li><li>・化学的・物理的变化</li><li>・エネルギーの移動</li><li>・力と運動</li><li>・形態と機能</li><li>・人間生物学</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・生理的变化</li><li>・生命の多様性</li><li>・遺伝子操作</li><li>・生態系</li><li>・地球と宇宙</li><li>・地質的变化</li></ul>
---	--

### (2) 科学的プロセスについて

プロセスとは、知識や理解を得るため、証拠やデータを発想したり、取得したり、解釈したり、あるいは使用したりする際に用いられる知的な作用である。証拠やデータを主張や結論に関連づける能力によって、科学で解決できる問題と解決できない問題とを区別することができるのである。

つまり、最も重要なことは、あらゆる市民は証拠と証拠から導き出された結論とを関連づけることができることである。

○プロセス1：科学的現象を記述し、説明し、予測すること

- ・所定の状況の下で、適切な科学的知識を適用することにより自らの理解力を示す
- ・現象を記述し、説明し、変化を予測することが含まれる
- ・適切な記述と説明及び予測を認識したり、特定したりすることを含む

○プロセス2：科学的探究を理解すること

- ・科学的に探究できる課題を認識し、伝達すること
- ・科学的に探究することが可能な課題（調査可能な課題）を認識すること
- ・科学的探究に必要な証拠を特定することや認識すること

例：比較すべき事柄は何か、変更または制御すべき変数は何か、必要な追加情報は何か、関連するデータを収集することができるために取るべき措置は何かなど。

○プロセス3：科学的証拠と科学的結論を解釈すること

- ・主張または結論のために、科学的に見出された事柄を証拠として解釈（理解）すること
- ・科学的な情報を検索し、科学的証拠に基づいた結論を伝達すること
- ・証拠に関係していくつかの別の結論から選択し、それについて伝達すること
- ・提供されたデータの見地から結論についての賛否両論の理由を示すこと
- ・結論に達するために立てられて仮定を特定すること
- ・科学的結論の社会的含意（含蓄）を熟考し、伝達すること

(3)状況または文脈：適用に関する領域について

科学的リテラシーに重点を置くことによって、現実の生活を反映し、科学の考え方が必要となる重要な諸状況において、選択された科学的知識を適用し、科学的プロセスを使うことによって、カリキュラムに制約されない科学的知識・概念が調査できる。

次の表は、今日および将来の市民が理解する必要がある、科学に関して考えなければならない問題の諸領域のリストである。

<ul style="list-style-type: none"><li>・生活と健康における科学<ul style="list-style-type: none"><li>健康、病気、栄養</li><li>種の維持と持続可能な利用</li><li>物理的システムと生物的システムの相互依存関係</li></ul></li><li>・地球と環境における科学<ul style="list-style-type: none"><li>汚染</li><li>土壌生成と流失</li><li>気象と気候</li></ul></li><li>・テクノロジーにおける科学<ul style="list-style-type: none"><li>バイオテクノロジー</li><li>物質の利用とゴミ処理</li><li>エネルギー利用</li><li>輸送</li></ul></li></ul>
--

## 3-4-2 課題研究入門と課題研究の実施

### 3-4-2-1 課題研究入門の設定と実施

#### ■ はじめに

本校では、自ら課題を発見し、探究し、仮説を立て、検証（実験・観察）していく「課題研究」を高学年（5・6年）で実践している。これは、生徒の科学的リテラシーを育成するのに大いに寄与すると考えている。

「課題研究」を実施する前段階として、3年の総合理科 I において、ある課題を与えて解決のための実験方法を自ら考え、検証するという単元「課題研究入門」を設け、その指導方法の研究を行った。

#### ■ 研究の目的

「課題研究入門」の目的は、実験仮説の設定、検証、考察、結果の発表という科学実験の一連の流れを生徒に体験させることにより、科学実験の基本的な考え方や方法を習得させることである、その目的達成のための効果的な指導方法を明らかにすることが、この研究の目的である。

#### ■ 研究の内容

はじめに、光合成に関する講義を行い、その後、班単位（生徒4人）で光合成に関する実験をさせた。実験仮説を設定するときと実験計画を立てるときに、班毎に話し合いの記録をとらせた。また、各生徒に実験後に研究レポートを提出させた。それらの記録や研究レポート、研究発表会の様子等を基にして、科学実験の基本的な考え方や方法をどの程度習得させることができたか分析し、一連の授業の指導の効果を検討した。次に、一連の授業の流れを示す。

##### ① 一斉授業…2時間

- ・生産者の働きとしての光合成
- ・葉緑体と葉緑素
- ・光合成のときに出入りする物質

##### ② 実験仮説の設定…1時間

班単位で話し合いをさせて、実験仮説（実験テーマ）を考えさせた。指導者は各班を回って、班の話し合いの場に参加して指導を行った。また、話し合いの記録をとらせて、授業後に提出させ、問題点や意見などコメントを書いて生徒に返却した。

##### ③ 実験計画書の作成…1時間

はじめに使用可能な実験材料や器具を知らせ、班単位で話し合いをさせて、具体的な実験の計画を立てさせた。このときも、指導者は班の話し合いの場での指導と、提出された実験計画書を前にした指導を行った。このとき、科学実験の基本となる次のようなことは、生徒が実験計画を立てるときに自ら気づかせるようにした。

- ・実験誤差を考えて、実験データはできるだけ多くとること。
- ・実験条件を揃えること。
- ・対照実験を行うこと。

##### ④ 実験の実施…1時間

班毎に実験計画に基づいて実験させた。授業時間中に実験できない班は、放課後も実施させた。

##### ⑤ 実験のまとめ…1時間

研究発表のために実験の結果をB4の紙にまとめさせた。図やグラフを使って、実験の内容をわかりやすく簡潔にまとめるように指導した。

##### ⑥ 研究発表会…2時間

実験のまとめの紙を拡大投影して、各班の代表者に研究発表させた。1つの班の発表時間は約7分で、その後約3分間、質疑応答の時間を設けた。各班の研究発表について、各生徒に次のような観点

で評価させた。

- ・よい課題であったか
- ・実験方法は適切であったか。
- ・実験は正確かつ厳密に行っているか。
- ・実験結果についてよく考察しているか。
- ・発表はわかりやすかったか。

#### ■ 成果および評価

各班の研究仮説は、「光合成で二酸化炭素が使われる」や「光合成で酸素が発生する」など教科書に書いてあるものが多かったが、「若葉と古い葉では光合成量に違いがある」とか「コケも光合成している」など、生徒独自の発想のものもあった。また、「光の明るさと光合成量との関係」とか「光合成する時間と光合成量の関係」など、定量的な実験を試みた班もあった。

実験の条件を揃えることについては、初めからわかっていた班が多かったが、中には気づいていない班もあった。このような班には実験の計画を立てる段階で気づかせるように指導したので、全体としてこの点に関してはよく理解させることができた。実験レポートの中で、実験の条件を揃えたつもりが実際には違っていたことを指摘した生徒もいた。

最初に実験を計画するとき、実験のデータをできるだけ多くとるように意識した班はあまり多くはなかった。その後の指導で、実験誤差が生じるので、データはできるだけ多くとる方がよいということは理解させることができたが、実際は実験器具の個数と時間の制約があつてデータを多くとれなかった班もあり、指導を徹底させることはできなかった。

対照実験の必要性については、理解していなかった班が多かった。このような班については、班での話し合いの場で、指導者が問いかけたり、実験計画書にコメントを書いたりして、対照実験が必要なことに気づくよう指導を行った。その結果、ほとんどの班が対照実験を行った。実験レポートを分析すると、対照実験の意味を完全に理解し、その結果に基づいて実験の結論を導いている生徒が多かったが、中には対照実験をしているのに、その意味が理解できていない生徒も見られた。しかしながら、教師が実験方法をすべて教える従来の実験に比べて、生徒に実験方法を考えさせる今回の実験の方が対照実験の理解の程度はやや良かった。

生徒の研究発表や研究レポートから、今回の一連の授業は科学実験の基本的な考え方、方法を習得させるのに、これまでの授業（実験方法を教える実験の授業）よりは効果的であったことが分かったが、いろいろと問題があることも明らかになった。しかしながら、科学実験の面白さはわからせることができたと思う。次に生徒の感想の一部を紹介する。

「普段の授業のように与えられた道具、与えられた方法でやる実験は、失敗も少なく発見できるのは予想と同じような結果だ。しかし、今回のような実験では失敗も多く、その上予想と違う結果がでる。そこから、あれをもっとああするべきだとか、ここを工夫しよう、ここが原因だと考えるのは実におもしろい」

#### ■ 今後の課題

- ① 今回は教科書に書いてある実験仮説を採用した班が多かった。もっと自由に生徒独自の発想の仮説を立てさせるためには、はじめに行う授業で生徒の好奇心を刺激する面白い教材をいろいろ提示するなど授業の工夫が必要である。
- ② 「光合成」というテーマは、いろいろな観点から実験仮説を立てさせることができるが、実験条件を揃えたり、定量的なデータをとるのが難しい面がある。「課題研究入門」にふさわしいテーマを他にも考えたい。
- ③ 一連の授業で8時間もの時間を費やした。全体の授業の流れをもう一度見直し、時間的にもう少し効率的な指導計画を立てたい。

### 3-4-2-2 課題研究の充実・発展

#### ■今年度の6年課題研究の位置づけ

課題研究とは、自ら課題を設定し、実験や調査の計画を立て、探究の過程によって一定の結論を得る研究であり、本校では理科系の生徒を対象に6年前半で実施している。

課題研究は、1年～4年までに培ってきた科学的リテラシーと自ら主体的に学習する能力を基礎にして展開することになる。そのため、課題研究の内容を評価することは、本校が目標とした能力がどれだけ習得できたかを評価する1つの指標になりうる。

今年度の6年生は、従来通りのカリキュラムで5年間学習してきており、従来のカリキュラムでの成果としてそのデータは意義がある。また、それは来年度以降本校がめざす能力が生徒に身に付いたかを将来検証する際の基礎データとすることができる。

以上の経緯から今年度は、生徒がどんな課題研究のテーマを選びどのような展開をしたかについて報告し、来年度以降の基礎データとすることとした。

#### ■研究の方法と内容

##### ①指導の方法

物理・化学・生物の理系選択者を夏休み前に集め、選択講座の枠をはずしてテーマごとに新たにグループをつくらせた。各グループは、授業時間以外の夏休みや放課後等を利用して、実験とまとめを行うこととした。ただし、実験を行うときは必ず教師が監督することとした。

各グループのテーマを次にあげる。

グループ	テーマ
物理班	びっくりハウスの建設
	電気抵抗の温度依存性
	空気抵抗の測定
化学班	食品からのクエン酸抽出
	食品の浸透現象について
生物班	遺伝子解析 ー電気泳動による解析ー
	プラナリアの成長 ー光の波長との関係ー
	ニワトリの各器官の研究 ーニワトリの解剖ー

##### ②生徒の活動

夏休みや放課後を利用して実験し、レポートをまとめる。生物班は、実験を10/7と10/11に集中して行う。その後、実験レポートを提出する。



ニワトリの解剖



遺伝子解析（アガロースゲルに薬剤を注入）

## ■成果および評価（生物班の例）

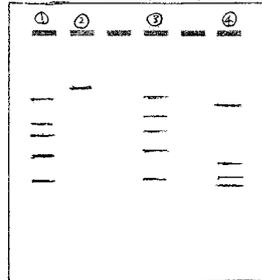
探究の過程には、仮説の設定・実験計画・実験調査・データの解釈・推論という段階がある。生徒のレポートは、仮説の設定が不十分で単なる予想をかいているだけにとどまり、実験データの解釈・推論に重点をおいたものが多かった。次に、提出されたレポートの一例を次に示す。

### 3. 結果と考察

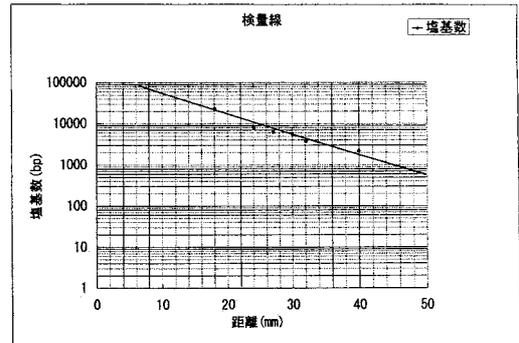
電気泳動の結果、各バンドは右図のようになった。

ラムダDNAの長さ(塩基数)は48502、酵素 Hind III はラムダDNAを7か所で切断し、その断片の長さは順に23130, 4917, 6357, 4361, 2322, 2027, 563, 125 である。酵素 Pvu II はラムダDNAを15か所で切断し、その断片の長さは21090, 4421, 4268, 4194, 3916, 3638, 2246, 1708, 636, 579, 532, 468, 393, 209, 191, 63 である。(実験ノート No.1 参考) から。

① マーカー ② コントロールラムダDNA  
③ Hind III 処理 ④ Pvu II 処理



グラフ



<表1>

	マーカー	
	距離 (mm)	塩基数 (bp)
バンド1	18	23130
バンド2	24	9417
バンド3	27	6357
バンド4	32	4361
バンド5	40	2322
バンド6		2027
バンド7		563
バンド8		125

左図(表1)のデータをもとに塩基数と泳動距離の関係をグラフに示した。

(次ページ グラフ)

グラフより、塩基数が多くなるにつれて

泳動距離は短くなることわかる。

コントロールラムダDNA, Hind III 処理したラムダDNAの塩基数をグラフから推定すると、次ページ<表2>のようになった。

<表2>

コントロールラムダDNA		Hind III 処理したラムダDNA		Pvu II 処理したラムダDNA	
距離 (mm)	塩基数 (bp)	距離 (mm)	塩基数 (bp)	距離 (mm)	塩基数 (bp)
18	25000	17	20000	18	21090
		24	10000	34	4421
		27	6000	32	4268
		31	4000	40	4194
		37	2000		3916
					3638

## ■今後の課題

6年で課題研究を実施しての課題は以下のとおりである。

### ①課題研究の目的をより明確にし、探究の過程を確認すること

生物班では、なかなかテーマが決まらなかった。それは、生徒たちは生物図録などをみて、高価な装置を使う実験や特殊な薬品を使う実験を考えたからである。日常生活や授業の内容から興味を持った内容を、装置などを自分で工夫してさらに調べようとするのではなく、高価な装置を使って未知の分野の解明に挑戦しようとした。課題研究は、今までの学習を十分に理解した上で、疑問点をさらに調べるものであり、装置があつて可能な場合に限り高度な難しいこともできることを確認すべきである。また、仮説の設定については、単なる予想ではなく根拠に基づいたものでなければならない点をあらためて指導する必要がある。

### ②課題研究入門と課題研究との連携

今年度から課題研究入門を3年で試行的に始めたが、そこで学んだ探究の過程をどのように定着させて6年の課題研究につないでいくかは今後検討する必要がある。

### ③課題研究を授業時間内に収める工夫

課題研究は授業の単元の一つであるが、多くの場合、実験に要する時間が長くなるために授業時間内で行うことはほとんど不可能である。その結果、放課後に教師の監督のもとに行わせることになるが、できるだけ授業時間内に収める工夫が必要である。基礎知識が豊富にあり、興味関心が高まっている6年での実施が理想的であるが、安全面および進路保障面を考慮し、5年での実施も考える必要がある。

### 3-4-3 理科カリキュラムの再編

#### ■研究の概要

本校の理科教育では、従来から実験観察を重視した授業を大切に、4年までの内容を全員必修として、科学的リテラシーを身につけさせることに重点をおいてきた。その理念を生かすために、3・4年に「総合理科」をおいて実践を積み上げてきた。「総合理科」は、1つの現代的な理科的課題を物理・化学・生物・地学の視点から多面的にとらえ問題解決を図る力を育成するものであった。今回の理科カリキュラムの再編では、その精神は継承しつつ、さらに改善を行い、1・2年に「基礎理科」、3・4年に「自然探究」をおいて科学的リテラシーの育成をより明確にした。また、昨今の入試状況を踏まえ、理科3科目対応の視点も加えた（表1）。

表1 理科新カリキュラム ( )内は単位数

1年	2年	3年	4年	5年		6年	
基礎理科 I (3)	基礎理科 II (4)	自然探究 I (4)	自然探究 II (4)	文系	理系	文系	理系
				☆生物 I (3) ☆地学 I (3)	化学 I (3) (必修) ☆物理 I (3) ☆生物 I (3)	☆生物 I (3) ☆地学 I (3)	☆物理 I・II (4) ☆化学 I・II (4) ☆生物 I・II (4) 生物 I (2)※ 物理 I (2)※
※6年理系の生物 I および物理 I は理科3科目対応の科目である				☆1科目 選択	☆1科目 選択	☆1科目選択 (継続履修)	☆2科目選択 (継続履修)

#### ■理科新カリキュラムの内容

##### ①基礎理科（1・2年）について

基礎理科では、直接的体験・基本的操作を多く含む内容を配置し、次のような目標を定めている（表2）。特に、中学年・高学年の課題研究実施のために実験観察技能の完全習得と安全教育の徹底を行いたい。そのために、TA（ティーチングアシスタント）を配置して行う。

表2 基礎理科の目標と方策

目標	実験観察技能（スキル）の完全習得	安全教育の徹底
方策	・実験ハンドブックを利用した授業の実施 ・誤差の検証や有効数字、レポートの書き方など、基礎的な表現のしかたの徹底指導	・安全マニュアル（作成済み）を利用した安全教育の実施
背景	・日常生活での実体験不足や小学校での実験、観察不足 ・定量的なもの見方の軽視	・安全に対する感覚の鈍化や、経験・技術不足による危険行為の懸念

##### ②自然探究（3・4年）について

現代社会の諸問題を科学的に解明し解決する力を育成するには何が必要かを考え、物理・化学・生物・地学の科目の枠を超えた新項目と課題研究入門を設置する。つまり、サイエンスリテラシー育成を重視して、「環境・エネルギー・生命」をキーワードに「地球環境学習（環境学との関連を重視）」「物質とエネルギー」「生命科学」を設置した。

## <新設定項目の内容>

### ○地球環境学習

- ・原子・イオン・エネルギーなどの基礎的概念、地球環境、生態系などを中心に扱う。
- ・中学校で学習する内容に「環境」の内容を取り入れて、より深く学習させる。いわば、ミクロからマクロへという視点で地球環境を捉えることになる。また、現在の環境問題を考える視点を培い、本校の総合教科「環境学」の学習をより科学的に進めることができるようになる。

### ○物質とエネルギー

- ・運動、力、仕事、エネルギー、気体の分子運動論、相転移と相平衡、可逆変化と不可逆変化、熱力学第一法則とエントロピーなどを中心に扱う。
- ・「エネルギー保存」や「エントロピーの増大」などのキーワードがマスコミでも取り上げられるようになった。こうした中で、その概念を理解し、社会人として責任ある行動をとることが、よりよく生きるために必要であると考えられる。ここでは、エネルギーの基礎的概念とその現象について学習する。

### ○生命科学

- ・形質発現と核酸（細胞の構造、遺伝を担う核酸、遺伝情報とその発現）、生命と物質（生命体を構成する物質、生体内の化学反応と酵素、生命現象とタンパク質）などを中心に扱う。
- ・昨今の科学の発達は著しく、1つの事象を理解するためには、物理、化学、生物などの多方面からのアプローチなしでは、科学の本質が捉えにくくなっている。また、遺伝子組換え・DNA鑑定・再生医療などは極めて重要な事項で、社会人としてその本質を理解すべきものである。「生命科学」は「遺伝子とタンパク質」をキーワードに、生物学的アプローチと化学的アプローチの両面から現代社会の科学的問題点を解明しようとするものである。「生命科学」は生物の内容を柱としつつ、化学の内容も取り込んだ学際的な内容となっている。

### ○課題研究入門

科学する方法を身につけないと、将来、新たに直面した課題を超えられない危険性がある。この問題点を解決するために、従来5・6年の選択理科で行ってきた課題研究に近いものを、3・4年で「課題研究入門」として全員に学ばせ、科学する方法を身につけさせたい。「課題研究入門」は、課題となるテーマをいくつか教師から与え、その解決の方法を学び、その成果を発表するものである。この過程を通して、社会生活に必要な科学的なものの見方・考え方が習得できるのである。テーマ例としては、「光の波長と光合成」「地球温暖化と分子運動」などが考えられる。

### ③選択理科（5・6年）について

本校では、理科の本質を理解するために、学習指導要領におけるⅠ・Ⅱの境界を取り払って構造化し、5年でも単元によってはⅡの内容を取り入れ、系統的に学習するカリキュラムを作成している。また、大学入試における理科3科目対応として、6年理系では生物Ⅰまたは物理Ⅰを選択可能とし、物理・化学・生物の3科目が履修できるようにしている。

### ■検証と評価

新カリキュラムの本格的な実施は2006年度からであるが、そのカリキュラム評価の方法として、PISAの問題を利用してのデータの比較、生徒からの評価、本校教師による評価を行う予定である。また、1年ではTAと組んで基礎基本の徹底と課題研究入門を今年度より試行している。これらの評価については、それぞれ、第2節第2項、および本節の第3項を参照されたい。

### 3-4-4 サイエンス夏の学校(白浜)

#### ■ 実施概要

低・中学年を対象に「サイエンス夏の学校」を実施した。その内容は以下のとおりである。

#### ①概要

- ・2005年8月23日(火)～25日(木)
- ・和歌山県西牟婁郡白浜町周辺の海の生物観察、京都大学瀬戸臨海実験所での実習、地質観察・天体観測、数学実習
- ・参加者 1年～4年 38名(男子29名、女子9名)
- ・引率者 教師 5名、TA 2名、看護師1名
- ・講師 宮崎勝巳(京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所)

#### ②目的

- ・自然に恵まれた南紀白浜の地で、自然科学の方法を専門家より学ぶ。
- ・各班で考えたテーマを各自で責任をもって研究し、その成果をまとめ発表する。
- ・仲間と協力し、交流を深める。

#### ③日程

	8月23日(火)	8月24日(水)		8月25日(木)
午前	学校集合 移動	水族館見学 中間まとめ		A, B班 実習のまとめ
午後	A, B班に分かれて実習 A班 臨海実習 B班 地質観察 数学実習	A班 地質実習 数学実習	B班 臨海実習	移動(帰路) 学校で解散

#### ④生徒の反応

定員を40名として1年～3年を中心に希望者を募集したところ61名の応募があった。サイエンス研究会会員が28名で、会員以外が33名いた。そのうち1・2年の希望者が48名おり、1・2年に大変好評であったことが伺える。選抜方法はサイエンス研究会の会員を優先し、会員外は抽選で選んだ。

#### ⑤組織作りと目的意識作り

活動班と生活班をつくった。活動班は、観察や実験・実習を行う班であり、1年～4年の異学年の生徒からなるグループをつくり、ともに学習できるようにした。生活班は、宿泊等を中心に生活をすする班で、同学年の生徒同士とした。実習に参加するにあたっては、各自目的を持って参加するように、グループごとにテーマを考えさせた。また、磯の生物、地質調査、天体観測、数学実習それぞれの記録係とまとめの責任者を決めておいた。記録用にデジタルカメラを各班に1台貸し出し、活動を記録するよう指導した。安全を考えてグループで行動し、単独行動は絶対しないことを徹底した。テーマの決定は、実習の最終日にグループで相談して行い、実習の成果を模造紙にまとめた。

#### ■ 実習の内容

瀬戸臨海実験所の周辺の磯にて海の生物観察、および隣接する水族館で研修を行い、夜には、採集した生物の整理と同定を行った。予定していなかった本学の和田教授によるカニのダンスの話や、実験所の久保助教授による不死不老のクラゲの話などを聞くなど盛りだくさんの内容であった。地質観察では、泥岩岩脈や千畳敷の侵食の様子などを学び、自然の偉大さに触れることができた。また、宿舎

では、1年～4年の学年ごとに数学の同一問題を考え、考え方や解き方を学年ごとに発表した。

## ■ 実習の様子



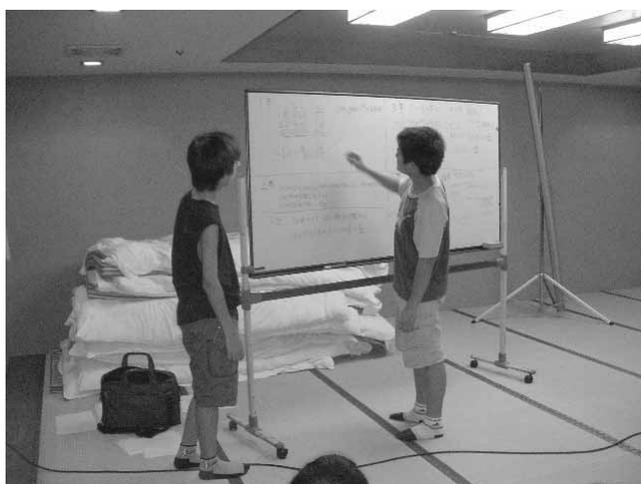
実験所周辺での磯観察 1



実験所周辺での磯観察 2



地質観察



数学実習



最終日のまとめ 1



最終日のまとめ 2

■ 生徒の感想

① 今回この「夏の学校」に参加したきっかけは何ですか

	1年	2年	3年	4年	合計	%
家族にすすめられたから	2	4	1		7	18%
先生にすすめられたから					0	
友達に参加するから			1		1	3%
何となく面白そうだったから	9	3	2	2	16	42%
内容に興味をもてたから	6	2	5	1	14	37%
合計	17	9	9	3	38	100%

② 参加してよかったですか

	1年	2年	3年	4年	合計	%
よかった	12	8	6	1	27	71%
何となくよい	5	1	3	2	11	29%
少しつまらない					0	
つまらない					0	
合計	17	9	9	3	38	100%

③ 内容は理解できましたか。また、理解できた内容を書いてください。

	1年	2年	3年	4年	合計	%
理解できた	1	4	3	3	11	29%
だいたい理解できた	13	5	6		24	63%
あまり理解できなかった	3				3	8%
理解できなかった					0	
合計	17	9	9	3	38	100%

<1年>

- ・カニのダンス、ベニクラゲ、泥岩脈、その他海のもの
- ・ハネウミヒドラはクラゲ類のポリプの集団ということ
- ・クラゲの一生や生態、地層は砂や泥が重なってできていること
- ・海の生物の生態系、天文の配置や季節によつての移り変わり
- ・図鑑の見方（色は図鑑と違うこともあるなど）、磯の生物について、天体観測、数学実習

<2年>

- ・海の生物のおもしろい習性や生態、数学で1～99までの数の和を求めようという問題の解き方
- ・無脊椎動物には特徴的な体を持つものが多いこと、甲殻類はとても丈夫な体を持っていること
- ・夏の星座、磯に住む生物の特徴、住みか、地層を立体的に見れたこと
- ・ナマコの再生機能、泥岩岩脈のでき方
- ・磯には無害の動物だけではなく、有毒の生物もいること

<3年>

- ・地層のでき方、カニのダンス、ベニクラゲの若返り、夏の天体の見方、磯の生物の種類

- ・地層の堆石の仕方（千畳敷）、泥岩岩脈の仕組み・無脊椎動物の生態とその種類・数学の演習（公式を使った問題を解く）、夏の星座（大三角・カシオペア座）
- ・断層の種類、ガウスの1～100の足し方、海の潮の満ち引き、海の生物のいるところ

<4年>

- ・地層の性質、構造、海の波の変化、天体観察の仕方、等差数列、海の生物の住むところ
- ・ガウスの速算法、層理面、カニの潮まねきの意味、天体観測、WAVINGはメスの成熟度を計る

#### ④ 感想・意見

<1年>

- ・身近な所に自然はあるのだと気づいた。海が近くにないので貴重な体験だった。
- ・地層、イソ、カニのことが色々分かった。いろんな先生の話が聞けたのでよかった。
- ・実験結果をとるには苦労が必要だということ。
- ・磯の観察でいろんな沢山の生物を見られて良かった。初めて見た生物もいて良かった。
- ・現地でしか分からない事が多かったので行けて良かった。

<2年>

- ・カニのダンスの話で一見何でもないようなカニの行動や色々な種類を調べあげるとするのは大変だけど、大切な事だと思った。
- ・岩礁にあれほどの数の生物がいるならば、海の奥へ入っていくと、もっとたくさんの生物がいると思いました。
- ・奈良県には海が無いので初めて見る生物もたくさんいてたくさん発見があり、おもしろかった。地質観察はおもしろく自然は凄いと実感した。次回も参加したい。
- ・机に座って普段する勉強よりも、実習がメインでとても楽しかった。また機会があれば行きたい。
- ・一番嬉しかったのは色々な大学の偉い先生方の話が4回も聞けたことです。

<3年>

- ・様々な分野の講義を受け、それまで興味の薄かった分野にも興味がわいた。実習も多く他の生徒（先輩・後輩含め）からも刺激を受けた。良い3日間だったと思う。
- ・もっとそれぞれの講義の時間をたっぷりとして欲しい。
- ・直に生き物に触れたり地層を見たりでき、奈良ではできない体験ができて楽しかった。最高学年であるという責任も感じた。
- ・過去でもいいから、宇宙の始まりを知りたいと思った。

<4年>

- ・次はひとつのことについてもっと集中して取り組みたい。
- ・もう少し数学を増やすべき。数学の先生が1時間しか講義できないのは非常にかわいそう。

#### ■ 担当者所見

朝から夜までほとんど自由時間もなく、実習ずくめの日程であったが、アンケートに見られるとおり、いずれの実習においても、低学年も含めて生徒は内容をよく理解し、積極的に学習していた。自然科学の方法を専門家から学びとることにより、当初の目的である科学的興味関心の動機づけになった。ただし、台風接近という悪天候のため実験所を早く出発することになり、当初予定していたミニ発表会ができなかったのは残念であった。発表については、学園祭及びミニ発表会で発表する場を与えた。夏の学校の成果を各自がまとめ、お互いに情報を共有して、科学的リテラシーの基礎を高めることができた。

### 3-4-5 サイエンスツアー（筑波）

#### ■ 実施概要

日 時	2006年3月23日（木）～2006年3月25日（土）
場 所	日本科学未来館（東京都江東区） 高エネルギー加速器研究所（KEK）（茨城県つくば市）
講 師	山田善一（KEK）
参加人数	3年生 5名、4年生 5名、5年生 2名
内 容	1日目 1. 日本科学未来館見学 2. 実験実習（未来科学館内） 2日目、3日目 高エネルギー加速器研究所の施設見学 1. 実験室訪問 2. 講義 3. 実験実習

#### ■ 講座内容

##### 1. 未来館における見学と実験実習（1日目）

日本科学未来館を見学し、館内の実験ブースにおいて、いくつかの科学実験を体験する。様々な科学分野の最先端を見学するとともに、館内の学芸員の援助を得て、そのいくつかを体験する。生徒の興味関心に応じて、体験内容を選択させる予定である。

##### 2. 高エネルギー加速器研究所（KEK）における見学と実験実習（2日目、3日目）

高エネルギー加速器研究所を訪問し、施設見学や講義、実験実習を実施する。

電子、陽子、中性子やそれらを構成するクォークなど、素粒子物理学の基礎を講義で学ぶ。また、実際に宇宙線をとらえる実験などを行い、目に見えないものを観察する方法などを体験する。実験にはオシロスコープを多用するため、サイエンスツアー実施前に、事前学習を実施し（3/14）、基本的な操作を身につけておく。

※サイエンスツアーにおける講座の様子や生徒の感想等は次年度に報告する。

### 3-4-6 各種プログラムの実施

#### 3-4-6-1 訪問研修「化学プログラム」

##### ■ 実施概要

テーマ	色でわかる化学変化	物質の変化と分子の動き
日時	平成17年8月29日(月) 10:00~18:00	平成17年8月30日(火) 10:00~18:00
場所	奈良女子大学化学セミナー室(C319)、 化学科第2学生実験室(C330)	奈良女子大学化学セミナー室(C319)、 化学科コンピューターラボ(C334)
講師	棚瀬 知明(奈良女子大学理学部 教授)	衣川 健一(奈良女子大学理学部 助教授)
参加人数	7名	9名
構成	1. 講義 2. 実験	1. 講義 2. 課題実習

##### ■ 研修内容

###### ① 一日目

第一部：発色の源である「光」および「光と物質との相互作用」に関する講義と実験

###### <講義>

- ・光(電磁波)の性質(波動性・粒子性)と種類および電磁波と物質との相互作用(吸収・発光および回折・散乱などの物理現象)
- ・可視光領域の波長と色との相関と、可視領域の分光分析の一つである可視吸収スペクトル

###### <デモンストレーション実験>

- ・鉄化合物の呈色が酸化状態によって周期的に赤 $\leftrightarrow$ 青と変動する振動反応(ペローゾフ・ジャボチンスキー反応)
- ・鉄(II)イオンが錯化合物である赤色のフェロイン(トリスフェナントロリン鉄(II))を経て、青色のフェリイン(トリスフェナントロリン鉄(III))へ変化する化学反応

第二部：分光器を用いた化学反応の追跡実験(光と物質との関わりについての理解を深める)

- (1) 化学物質の特定とランバート・ベールの法則の確認：フェロインの可視吸収スペクトルの測定
- (2) フェロインの生成反応の追跡：可視吸光スペクトルによる鉄(II)イオンとフェナントロリンとの反応の追跡
- (3) フェリインの生成反応の追跡：可視吸光スペクトルによるフェロインのセリウム(IV)イオンによる酸化反応の追跡

###### ② 二日目 「物質の変化と分子の動き」を“見る”を目的とし、それに関する講義と実習課題

「アルゴンの融解の分子動力学シミュレーションと水の塊(H<sub>2</sub>O)<sub>7</sub>の分子動力学シミュレーション」

物質は原子・分子が多数集合した「分子集団」であり、単純に力学的な法則(例えば「物体は位置エネルギーの減少する方向に動き、変化する」という原理)を考慮しただけでは不可能であり、別のロジック(熱力学)が要求される。この考え方を受講者自らが考えることにより気づかせた。

- (1) 考えの材料になる基本的な力学の概念を提示し、問題提起
- (2) オリジナルの視覚的なソフトウェアを用いて、分子の古典力学的な運動を追跡するコンピューターシミュレーション(分子動力学シミュレーション)により、水分子クラスターやバルクのアルゴン中の分子運動の観察後、自由討論

■ 講座の様子



①一日目 実験



②二日目 シミュレーション

■ 生徒の感想 (アンケート)

1 講義は理解できましたか

とても理解できた	理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
1	5	0	0

- ・解説が丁寧だったのでよくわかった。(5年男子)
- ・物理っぽくて難しかったが、電子に関する部分はわかった。(3年女子)

2 実験・実習は楽しかったですか

とても楽しかった	楽しかった	あまり楽しくなかった	楽しくなかった
1	5	0	0

- ・失敗した実験からも、その原因を追及したことが楽しかった。(5年男子)
- ・高校には無い装置を使えたので楽しかった。(6年女子・4年女子)
- ・水分子や Ar の動きがパソコンで見られて楽しかった。(4年女子)
- ・コンピュータを操作するのは難しかったが、水分子の動きがかわいかった。(3年女子)

3 講義(実験)を受けてみて興味を持った部分はどこですか

- ・色の変化でどんな物質かわかることがすごいと思う。(4年女子)
- ・吸光度の違いと分子の構造についてもっと詳しく知りたいと思った。(3年女子)
- ・予想された結果が実験で出なかった時に、何回もやり直すところがよかった。(3年男子)
- ・無秩序さと位置エネルギーの関係の話。(5年男子)

4 このプログラムを受ける前と比べて「化学」についての印象や見方は変わりましたか

- ・「物理」や「生物」の知識がないと「化学」も理解できないことがわかった。(4年女子)
- ・化学のことは、ほとんど解明されているのかと思っていたがそうではなく、これから新たな大発見がなされるのかもしれない。(3年男子)
- ・原子の大きさはあまりピンと来ていなかったが、1mol という単位の意味を知って、原子ってすごく小さいことがわかった。この世界の全てが化学なんだなあとと思った。本物の水を見ても、コンピュータで見た水分子の「うにようによ」した動きが見えるようになった。(3年女子)

■ 担当者所見

非常に取り組みやすく、理解しやすいように工夫されたプログラムであった。そのため、生徒はとて熱心に活動をし、ある程度の理解を示すこともできた。また、アンケートやプログラム後の SSH 研究会での活動がより活発になったという状況などから、本プログラムの実施により化学への興味や関心がより高まったのではないと思われる。

### 3-4-6-2 遺伝子実習

#### ■ 実施概要

	① 遺伝子検査の実際	② 再生医療
日 時	2005年12月22日(木) 14:00~17:30	2005年12月23日(祝) 14:00~17:30
場 所	大阪医療技術学園専門学校	大阪医療技術学園専門学校
講 師	近藤 雅史 (大阪医療技術学園専門学校 臨床検査技師科)	上田 忠圭 (大日本住友製薬株式会社所属、大阪医 療技術学園専門学校非常勤講師)
参加人数	5年生 28名 3年生 2名	5年生 28名 3年生 2名
構 成	1. 特別講義 2. 実技演習	1. 特別講義 2. 実技演習

#### ■ 講座内容

##### ① 遺伝子検査の実際

大阪医療技術学園専門学校で、特別講義を受けた後、その内容についての実習を行う。

##### \* 特別講義

病気と遺伝子のかかわり・・・「病気＝環境要因＋体質」という関係にあり、体質は遺伝子によって決まってくる。例えば、アルコールを分解する酵素を持つか持たないか(＝体質)で、アルコールを飲むことのできる量(＝環境)は決まってくる。また、病気の原因となる遺伝子や、病気の特徴を現す遺伝子などが現在知られている。

遺伝子検査について・・・発症前診断をすることにより、遺伝子の個人差による「発症し易さ」の診断をすることができる。これにより、病気の発症を未然に防ぐことが可能となる。また、病原体の遺伝子検査をすることにより、細菌類やウィルスの感染ルートを解明することが可能となる。

##### \* 実習「アルコール分解酵素の有無について遺伝子解析」

PCR(DNA増幅装置)を用いてDNAを増幅し、特定塩基配列部位(今回の実験の場合はアルコール分解酵素を指定する塩基配列)を電気泳動法を用いて分類する。

##### ② 再生医療

大阪医療技術学園専門学校で特別講義を受けた後、その内容についての実習を行う。

##### \* 特別講義

現代の再生技術・・・ES細胞は、大部分の細胞へと誘導することができる万能な細胞である。

このES細胞を用いることにより、再生皮膚・再生骨など多くの再生組織をつくる技術が開発され、現代の医療現場で用いられている。

##### \* 実習「ES細胞の培養と再生組織の誘導」

ES細胞を培養するための培地を作成する。また、ES細胞を単離し作成した培地に植えつける。

■ 講座の様子



①遺伝子検査の実際



②再生医療

■ 生徒の感想（アンケート集計は、回収数である）

1. 参加してよかったですか？理由を書いてください。

よかった	何となくよかった	少しくつまらなかった	つまらなかった
15名	5名	3名	1名

- ・テレビで報道されていることを勉強できて報道の内容が分かりやすくなった。
- ・ES細胞が人間の体に実用的になったらどうなるのかなあ、とぼんやり思った。

2. 内容は理解できましたか？理解できた内容を書いて下さい。

理解できた	だいたい理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
1名	16名	5名	1名

- ・ES細胞が万能なこと。ES細胞がどれほど凄い能力を持っているのか分かった。
- ・なぜ遺伝子を使う作業は特別な装置(クリーンベンチ)の中でのなければならないその理由が分かった。
- ・専門的なことだったので難しかった。学校の授業でやったこともあったのでそれは理解できた。

■ 担当者所見

教師ではなく第一線で働いている専門家の方から直接講義していただけたことが、生徒への良い刺激になったと思われる。また、学校の実験室ではできない実験を、専門の研究室（実験室）で行わせてもらうことにより、現代科学を体験することができ、生徒の自然科学に対する関心が強まったように思われる。

### 3-4-6-3 S-cube への参加

#### ■ S-cube の概要

「S-cube」とは、日本原子力研究所主催の中学・高校生向けのスーパーサイエンスセミナーである。その目的は、科学研究や技術開発について研究者から直接学ぶことによって、理科や数学の学習が世の中でどのように役立っているのか知るものである。

具体的には、月に2～3回程度、毎週水曜日に実施されている。バスの乗り継ぎさえよければ本校からは、約40分程度で行くことができる。今年度は本校からは約10人程度の枠を確保してもらい参加させることにした。参加費用200円は、生徒の自己負担である。

なお、本校は6月15日の102回から参加した。

#### ■ 講座内容（本校生徒参加の講座名と参加人数）

回	月日	タイトル	1年	2年	3年 以上
102	6/15	知っているようで知らない：液晶って何だろう	4	3	
103	6/22	ロボットは人間のようになると賢くなる？	8	4	1
104	7/25	デジタルだから出来ることって何？		4	
105	7/26	デジタル回路を理解しよう		2	3
106	7/27	LSIの実物を体験してみよう	4	1	1
107	8/17	学習する機械	2	2	
108	8/18	AVメディアの演奏の分析と合成	3	1	
109	8/19	動的署名認証と顔認証の原理と実験	10	2	
110	9/21	円滑なコミュニケーションのための図の活用	4		
111	9/28	ロボット機構	5		
112	10/19	世界の今をとらえようーデジタルアースで見た世界ー	20		
113	10/26	生命のスーパーシステムから生老病死を考える	8		
114	11/9	キャビテーションのお話ー冷たい沸騰とはー	3		
115	11/16	DNAで作る…形・機械・そしてコンピュータ	13		
116	12/26	竹は地球を救う 竹とんぼで学ぶプロペラの秘密	20	1	1
117	12/27	竹は地球を救う 竹の強さの秘密とその有効利用方法	10	1	1
118	12/28	最先端のコーティング材料ーDLC膜とは	7		1
119	1/18	未来の予測や制御はできるのだろうか？	2		
120	1/25	学習、発育の脳・神経機構を学んで能力を高めよう	4	2	
121	2/1	みんなで考える5年後の新しいテレビ	19	2	
122	2/8	折鶴の数理	9	2	

※参加人数には本校受付分の人数を示す。一部については、原子力研究所からの連絡による。

#### ■ 生徒の感想

本校独自でもアンケートを作成し実施したが、回収率は大変悪かった。主催者がセミナーの直後にアンケートをとっておられたので、主催者の了解を得てその一部を利用させていただくこととした。

○印象に残ったこと（112回セミナー 原文のまま引用）

- ・世界中の画像が見られるだけでもビックリしたのに、雲の様子やその地域のニュースまで見られるなんて、感動した！
- ・地図を立体的に見ることで、平面とは違う楽しさが印象に残りました。
- ・立体的に地球が見られたこと。エベレストなんか、近くで見たときは、ものすごく本物っぽくてかなりびっくりしました！また家でも体験してみたいです
- ・今回はどうやって世界の今を見るかではなく、いろんな所を見るという事しかしていなかったの  
で、その点についても自分で調べてみたいとおもった。興味を持った。すごいと思った。
- ・地球が自分の目の前にあり、その地球の変化をリアルタイムで見れて感激した
- ・コンピューターで人工衛星から見た地球がとてもきれいだった。

○疑問に思ったこと（112回セミナー 原文のまま引用）

- ・画面が開いていくにつれ画像がくっきりするが、それは空中からとった写真なのか？
- ・人工衛星では、どうやったらあんなに綺麗に地球がリアルに再現できるのでしょうか？世界のいろいろな情報も取り込めましたが、それもすべて人工衛星が管理しているのですか？
- ・建物はそのまま立体化できないのに山などはなぜできるのか

○興味の変化（今回のセミナー分野に関して興味の持ち方が変わりましたか？）

	前より興味が持てた	今までどおり	前より興味がなくなった
109回	10	2	0
112回	18	2	0
115回	11	2	0

○全体の評価（今回のセミナーはどうでしたか？）

	とても楽しかった	楽しかった	普通	良くなかった	悪かった
109回	7	4	1	0	0
112回	14	4	2	0	0
115回	6	3	4	0	0

■ 担当者所見

1・2年生には、全員に授業等を利用して案内を配布し、最低1回は参加するように呼びかけた。S-cube参加の第一の目的は、科学に対する興味関心を高めることであり、科学の扉を開けないことには、科学に興味関心の無い生徒は関心の無いままに過ぎていくことを懸念したからである。

参加した生徒の評価は、内容に関わらずほとんどが「とても楽しかった」または「楽しかった」と評価しており、当初の目的は達成できたものと思われる。また、ほとんど毎回のように参加している生徒が何人かいる。その生徒たちについては、他の集団と比較できる客観的な分析を行い、参加して自分の中の何が変わったのか、どんな力が身についているか確認していきたい。

今回は、原子力研究所のアンケートの一部を利用させてもらったが、来年度は引き続き一部は利用させてもらって比較を行いたい。また、複数回参加した生徒には本校独自の検証を行い、何がどう変わったのかについてのデータも集めていきたいと考えている。

### 3-4-6-4 世界物理年 秋のイベント

#### ■ 実施概要

テーマ：究める科学・活かす技術—人と宇宙の未来のために—

日時	平成 17 年 10 月 15 日（土）（10 月 14 日から前泊）
会場	タワーホール船堀（東京都江戸川区船堀 4-1-1）
参加人数	本校生徒 9 名 本校教員 1 名

#### ■ 講座内容

##### ①特別公開講演会

セッションA「宇宙を探る」 “すばる” にみる人の知恵と技

家 正則（国立天文台） すばる望遠鏡で見た宇宙の神秘—マウナケア山頂から—

三神 泉（三菱電機株） すばる望遠鏡開発のプロジェクト X

—日本の技術を世界に示そう—

セッションB「物質と光の根源を探る」物理学者の夢・企業家の心

小柴昌俊（東京大学） やれば、できる

晝馬輝夫（浜松ホトニクス株） これからの企業と起業

セッションC「電子を究め、電子を活かす」半導体研究開発とIT社会

佐々木 元（日本電気株） 未来をつくる半導体

江崎玲於奈（茨城県科学技術振興財団） 限界への挑戦

西澤潤一（首都大学東京） 電波から光へ

セッションD「生命と人の本質を探る」最先端計測でみる生体分子と脳の働き

柳田敏雄（大阪大学） 「分子モーターの世界」

—分子の働きの秘密を探る—

酒井邦嘉（東京大学） 「ことばを生み出す脳の働き」

—最先端機器により脳の神秘を探る—

##### ②高校生・大学生のための特別懇談セミナー

セッションS1「物質と光の根源を極める」

小柴昌俊（東京大学） + 晝馬輝夫（浜松ホトニクス株）

セッションS2「宇宙の神秘を探る」

家 正則（国立天文台） + 三神 泉（三菱電機株）

セッションS3「量子デバイスの最前線」

江崎玲於奈（茨城県科学技術振興財団） + 三村高志（株富士通研究所）

セッションS4「光通信の開拓と未来」

西澤潤一（首都大学東京） + 伊澤達夫（NTTエレクトロニクス株）

##### ③特別展示

医療機器・バイオ（X線CT、DNAチップ、SQUID脳磁計など）

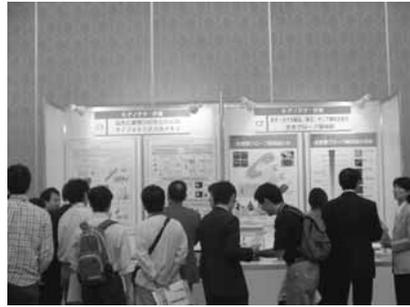
環境・エネルギー（ハイブリッド自動車、燃料電池、照明用LEDなど）

情報・通信（超高速トランジスタ、スーパーコンピュータ、量子通信など）

計測機器（すばる望遠鏡、走査プローブ顕微鏡など）

映像展示（「ナノテクノロジー」科学者インタビュー）

## ■ 講座の様子



## ■ 生徒の感想（一部抜粋）

- ・懇談セミナーでは江崎玲於奈さんの半導体の話を聞いた。懇談セミナーでは少人数で、生徒からの質問も受けながらの講義だった。が、半導体の事は難しくよく分からなかった。それでも、新しい発見をするにはどうすれば良いかの話は良く分かった。つまり発見は偶然だが、その偶然は必然の中から見つかるもの、というものだ。江崎さんは、それまで知られていた必然の現象を利用して、その現象に例外があることを見つけ、それがトンネル現象としてノーベル賞をもらったのだ。
- ・「科学において踏み込んでならない領域などはない。そういうものを自分の中で作り進むことを止めるべきではないのだ。（中略）ただ、しっかり考えなければならぬのは使う人間である。」これが私が今回の講演会・特別懇親セミナーに参加させていただいて一番心に残った一言である。これを仰ったのは、かの有名なノーベル賞受賞者である小柴昌俊さんである。これは懇親セミナーでの学生の質問「最近では遺伝子治療などの技術が発達してきていますが、私は科学が踏み込んでならない領域があると思っていますが小柴さんはどうお考えになりますか？」という質問に対しての答えである。これは私の中ですごく考えさせられた問題である。クローン問題しかり核兵器しかり。これらの技術は使い方次第では大きな問題となり得る。それを考えていく上でもより多くの方がこれらの技術に興味を持ち考えていく事がこれからの課題であると考えさせられた。
- ・私は、西澤潤一氏、伊澤達夫氏による、高校生・大学生のための特別懇談セミナーに参加した。ここでは、光通信の進展と、伊澤氏の業績について簡単な紹介の後、学生から講師への質問がなされた。参加者の多数が大学院生ということもあり、研究者を志すものの心構えなどに関する質問がほとんどを占めた。一例を紹介すると、「失敗に対するモチベーションの保ち方 気持ちの切り替えはどうすればよいか」との問いに、「失敗を避ける努力がまず重要。思いつきをすぐ行動に移すのではなく、自分の中でよく吟味して。失敗を繰り返す者には協力は得られない」といったように、一流の研究者の哲学が垣間見られるような回答があった。

## ■ 担当者所見

2005年は「世界物理年」であり、それを記念して、江崎玲於奈氏、小柴昌俊氏、西澤潤一氏など著名な研究者が研究の内容・研究者の心得などについて高校生・大学生に語りかけるイベントが行われた。1日のうちにこれだけ沢山の著名人の講演を聴ける機会は滅多にないので、生徒にとっては貴重な体験となった。午後からは、高校生が小グループに分かれて、直接著名な先生に直接質問する場が設けられ、本校生徒も積極的に質問をしていた。このような知的刺激を受けたことで、生徒の学習意欲・知的好奇心も高まったと思われる。

### 3-4-6-5 キャリアガイダンス特別講義・研究室訪問

#### ■ 実施概要

	① 薬学系	② 工学系
日 時	2005年12月7日(水) 14:00~17:30	2005年12月7日(水) 14:00~17:30
場 所	本校多目的ホール	同志社大学工学部
講 師	漆谷 徹郎 (同志社女子大学薬学部 教授)	河岡 司(同志社大学工学部 教授) 松岡 敬(同志社大学工学部 教授) 横川 隆一(同志社大学工学部 教授)
参加人数	5年生 17名	5年生 15名
構 成	1. 特別講義 2. 質疑応答	3. 模擬講義 4. 研究室訪問(ロボットデモ見学) 5. 工学部内容紹介 6. 実験室訪問

#### ■ 講座内容

##### ① 薬学系

本校多目的ホールで特別講義を受けた後、質疑応答をする。

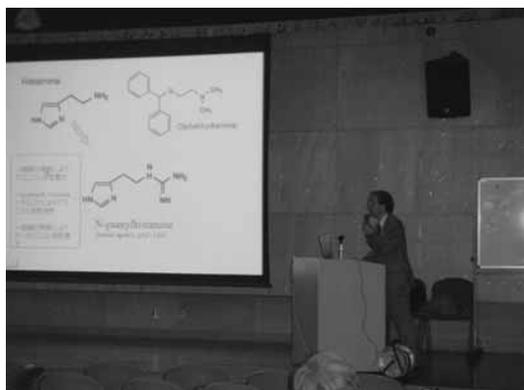
- \* 薬学とは何か・・・胃薬を例に薬の開発について解説をうける。
- \* 薬の安全性について・・・薬屋で買えるものについて、危険性は非常に少ないがある。そこで、安全性をどのように管理するか。薬とは、安全な有効性の情報である。医者は診断するだけで、その病気を治すのは薬を調整する薬剤師である。
- \* 薬学部の改変について・・・薬剤師は研究者でなくてはならないという理念から、4年制から6年制へと移行した。薬学部の6年間のカリキュラムや進路についての説明を聞くことにより、薬学を学ぶ姿勢や将来をイメージすることができた。

##### ② 工学系

同志社大学工学部(京田辺キャンパス)に行き、模擬講義を受けた後、研究室で知能ロボットのデモンストレーションを見学した。その後、実験室を訪問した。

- \* 模擬講義(河岡 司 教授) 思考メカニズムのモデル化と常識コンピュータのについての研究内容をわかりやすく講義してもらう。
- \* 研究室訪問(知識情報処理研究室:河岡 司 教授) 模擬講義で思考メカニズムを理論的に解説してもらったが、それを実際に使った知能ロボットを見学し、デモンストレーションを体験する。
- \* 実験室訪問(横川 隆一 教授) ロボットの動作についてデモンストレーションを体験後、指のMRI データ解析のシミュレーションを見学する。

■ 講座の様子



①薬学の講義



②知能ロボットのデモンストレーション

■ 生徒の感想（アンケート集計は、回収数である）

1. 今日の話は、あなたにとってどうでしたか？その理由を簡単に記入してください。

	すごくよかった	よかった	あまりよくなかった	よくなかった
①薬学系	4	13	0	0
②工学系	7	4	2	0

①薬学系

- ・ 薬学とはどんな学問なのか、いくつかの視点から詳しく説明して頂いた為、簡潔にかつ分かり易く述べていたのが良かった。
- ・ 薬は何千人の人を救っても3人死亡者を出したらいけないというのが、とても印象に残りました。

②工学系

- ・ ロボットを実際に見て触って貴重な体験ができる場だと思った。

2. 今日の話は、自分の進路を考える上でどうでしたか？その理由を簡単に記入してください。

	すごく役に立つ	役に立つ	あまり役に立たない	役に立たない
①薬学系	8	8	1	0
②工学系	4	6	3	0

①薬学系

- ・ 医療に関わる仕事がしたいと思っていたので詳しく病院にどう関わるのかはっきりした。薬剤師と研究者の違いも分かった。

②工学系

- ・ 今生物を取っているが工学は物理というイメージが強い。しかし今日話を聞いていると生物的な要素も強いように思えた。

■ 担当者所見

知能ロボットを中心に工学部の研究分野について機械、電気、情報、環境システム等の関連性や、発展性を知ることができた。講義を聴くだけでなく、実際に研究室や実験室を訪問し、コンピュータやロボットのデモンストレーションを体験することにより、具体的に大学で研究する内容を感じ取ることができた。NSL特設講座に関わる内容や方法について、今後の参考になった。

### 3-4-6-6 シーケンサー講習会

#### ■ 実施概要

実施日時	平成 17 年 7 月 28 日 (木) 13:00~17:00	平成 17 年 7 月 29 日 (金) 13:00~16:30
実施場所	生物教室、生物器具室	生物教室、生物器具室
講師	高橋 敬二 (アプライドバイオシステムズ・ジャパン (株))	同左
参加人数	3 年 2 名、4 年 2 名、5 年 2 名	3 年 2 名、4 年 2 名、5 年 2 名
構成	1. シーケンサーの講義 2. ゲルの作り方 (演示実習) 3. 実習	シーケンス解析理論の講義

#### ■ 目的

シーケンサーの簡単な理論とその扱い方を学ぶことによって、遺伝子解析に関連した基礎技能を習得し、今後の課題研究等に生かしていく。

#### ■ 講座内容

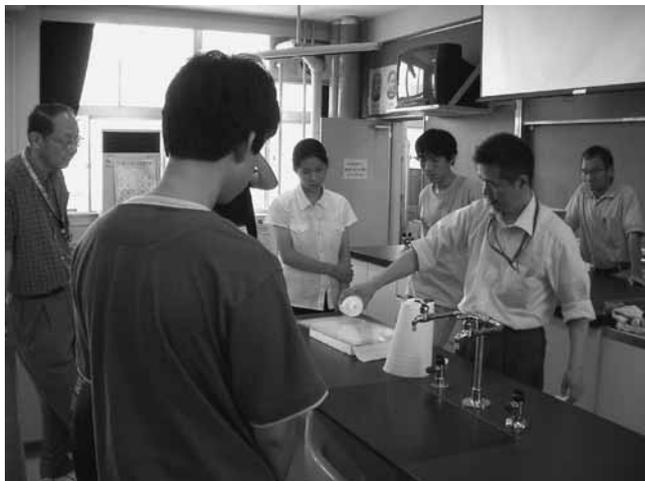
##### ① 第 1 日目

本学から本校に寄贈された 2 台の DNA シーケンサー装置 (キャピラリータイプとゲルタイプ) の違いと、それぞれの仕組みの説明を受けた。さらに、ゲルタイプについて、ゲルの作り方を学んだ。また、ゲルタイプのシーケンサーを使って、生徒たちは実際にマイクロピペットを使い、薬剤を電気泳動ゲルへ注入する実習を行った。

##### ② 第 2 日目

DNA シーケンス解析理論の講義を受けた。キャピラリータイプについて、使い方の簡単な説明を受け、前日セットしておいた生データの解析方法の説明を受けた。データから、DNA の塩基配列の読み取り方を学んだ。

#### ■ 講習の様子



第一日目 ゲルを作成しているところ



電気泳動ゲルの準備



マイクロピペットによる薬剤の注入

塩基配列を読む

■ 生徒の感想

[1] 今回この講習会に参加したきっかけは何ですか（どれか1つに○を）

家族にすすめられたから	先生にすすめられたから	友達に参加するから	何となく面白そうだと 思ったから	内容に興味 もてたから
0名	0名	0名	3名	3名

[2] 参加してよかったですか

よかった	何となくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
2名	2名	2名	0名

[3] 内容は理解できましたか

理解できた	だいたい理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
0名	5名	1名	0名

[4] 理解できた内容を書いてください

全員が書いた内容は、シーケンスの方法と仕組み

[5] 参加しての感想

- ・ DNAを読み込むだけでもかなり苦勞するように感じた。（5年）
- ・ 事前に専門的知識をつけておくべきだった。（4年）
- ・ DNAについてもっと深く知りたいと思った。（4年）
- ・ 実験中心かと思ったが、説明が多くやや分かりにくかった。（3年）
- ・ 普段触れられない機械ただだに、初歩的なところでもよいので使ってみたかった。（3年）

■ 担当者所見

2日間の実習を通して、目に見えない遺伝子を実体として捉えることができ、遺伝子をより身近なものとして実感できた。また、シーケンサーの機能がわかり、今後の各自のテーマ設定に、より具体的な示唆を与えることができた。

### 3-4-6-7 SSH 英語セミナー

#### ■ 実施概要

	レクチャー 1	レクチャー 2
日 時	2005 年 7 月 25 日 (月) 9:00~12:00	2005 年 7 月 26 日 (火) 9:00~12:00
場 所	本校 PC 1 教室	本校 PC 1 教室
講 師	Nick Campbell (ATR 人間情報科学研究)	Ehtesham Opel (Zeros and Ones システム・アドミニストレーター)
参加人数	生徒 18 名 (4 年 9 名、5 年 9 名)	生徒 17 名 (4 年 9 名、5 年 8 名)
構 成	7. アイスブレイキング 8. 講義 9. 実演	1. 講義 2. 実習

#### ■ ねらい

4・5年生の希望者を対象に、次のねらいで英語のネイティブスピーカーの研究者二人によるレクチャーを実施した。

- ・先端技術に関する知識を得る機会を提供する。
- ・ツールとしての英語の重要性を認識し、生徒の学習の動機付けとする。
- ・実際の言語使用場面における英語の論理性に触れる。

#### ■ 内容

##### レクチャー 1

- ・ATR 研究所の紹介
- ・音声合成された人工の声を聞く。
- ・人間らしく話させるためにはどうすればよいか。
- ・自分(Self)+相手(Other)+意図(Event)により発話が決まる。
- ・二人一組で音声合成にチャレンジする。

##### レクチャー 2

- ・大阪で開催されている「大阪ロボカップ」の内容と楽しみ方について解説される。
- ・マイクロソフト社で働いた経験や WHO(世界保健機関)、UN(国連)で働いた経験を語る。
- ・Windows の歴史と 98、2000、XP の特徴を説明する。
- ・実際にウェブページを見ながら、情報の探し方などを説明する。
- ・語学の学習サイト紹介。

#### ■ 生徒の様子

- ・いろいろな処理が同時になされる人間の発話音声のすばらしさを感じた。
- ・コンピュータでの実習が中心で、指示が理解できないと参加できないため、生徒は集中して取り組んでいた。
- ・参加生徒は英語が嫌いではない者ばかりであったが、正確な理解までは到らなかった。改めて英語聴解力をつける必要を感じた生徒が多い。



レクチャー1 講義の様子



レクチャー1 音声合成にトライ



レクチャー2 講義の様子



レクチャー2 質疑応答

## ■ 教師の所見

- ・画面での指示が理解の補助となり、またペアで助け合っている様子も見られた。人工的な声について学ぶにつれて、逆に人間の発話のすばらしさが実感された講義であった。
- ・幼いころから多くの国で過ごし、5ヶ国語を操る講師は、communication, understanding, observation の3つを大切にしていると話され、生徒に語学の重要性を強調された。システム・アドミニストレータの仕事内容が具体的に紹介され、生徒たちはコンピュータを使った仕事がどんなものであるかを理解することができた。
- ・英語と先端技術の両方をターゲットとした欲張りなプログラムであるが、生徒にとっては自分の英語の力を試し、英語学習の課題と重要性を再認識する良いきっかけとなった。先端技術を得るにはかなりの内容を理解する必要性から、内容を欲張らず、またコンピュータやハンドアウトで文字によるサポートもしながら実施する必要があると思われた。講師と講義内容、方法について十分な打ち合わせが必要である。
- ・ネイティブの講師は、一方的な講義形式をとらず生徒とのインタラクションを大切にしながら授業をすすめていた。参加していた英語教員にとっても、Integrated English や Topic Studies を進める上で、良い研修になったと思われる。

### 3-4-6-8 ATR ロボット研修

#### ■ 研修概要

日 時	平成 18 年 3 月 6 日 15:00～16:40
場 所	本校 コンピュータールーム (1)
講 師	垣尾政之、野田智之 ATR 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 知能ロボティクス研究所 実習生 大阪大学大学院 工学研究科 大学院生
対 象	本校教師 12 名

#### ■ 研修内容

テーマ：ヒトと触れ合えるロボットの可能性

##### ・講演 1 講師 垣尾政之

主題：人にとって自然なコミュニケーション動作の実現

副題：倒立振り子型ヒューマノイドロボットのバランス動作が人に与える印象及び影響の評価

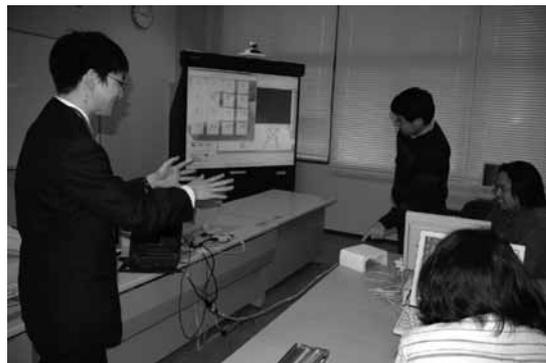
##### ・講演 2 講師 野田智之

主題：柔らかく敏感なロボットの実現に向けて

副題：自己組織化可能な全身分布型触覚センサ-アクチュエータネットワークの実現

##### ・オープンディスカッション

触って反応するロボットはどのようなところに使えるかという問いかけに対して、遠隔地にいるヒトとヒトとがあたかも触れあっているかのようにコミュニケーションできる仲立ちとしてロボットが使えるのではないかという答があった。また、ロボットを生徒に研究させる場合、研究のゴールを生徒に示してやるのが大事だという意見も出た。



#### ■ 評 価

研修会について、参加者にアンケート調査を行った。内容の理解については、回答者 8 名のうち 6 名が「理解できた」という解答で、残り 2 名は「あまり理解できなかった」という回答であった。内容に対する興味は、「興味をもてた」が 7 名で「たいへん興味をもてた」が 1 名であった。生徒への指導内容や方法の研究をするために、「参考になった」という回答が 4 名で、「少しは参考になった」という回答が 4 名であった。自由記述の意見を次に列挙する。

- ・ATR の研究機関がどのようなもので、どういう研究グループがあるのか、もう少し全体像の説明が欲しかった。
- ・数学との関わりが見えてきたが、生徒に伝えるのはあまりにも先の方なので伝え難い。
- ・サイエンス研究会のロボット班の生徒に直接指導助言してもらえたら有り難い。
- ・「ロボットは人と人をつなぐインターフェイス」という言葉が印象的だった。
- ・ロボットを研究する究極の目標が「ヒトを知る」ことであるというのは新鮮な感動であった。

#### ■ 今後の課題

この研修会でロボットを動かすのに数学や物理がどのように使われているのかよくわかった。今後、ATR と連携し、ロボビープロジェクトに関する内容で生徒を活動させたいと考えている。しかし、そのときの指導内容と方法の研究に、この研修会で得たことをどのように生かすかが課題である。

## 第5節 問題解決能力の育成

### 3-5-1 NSL 特設講座の開設

#### 3-5-1-1 NSL 特設講座 1

##### ■ 実施概要

テーマ：数学、数学の応用、そしてその未来

日時	2006年2月4日(土) 13:30~16:30
場所	本校多目的ホール
講師	齋藤 政彦(神戸大学理学部 教授)
参加人数	本校生徒 19名(1年5名、3年5名、4年7名、5年2名)、保護者 9名、 本校教員 9名、卒業生 1名
構成	1. 特別講義 2. 質疑応答

##### ■ 講座内容

\*17世紀から19世紀のヨーロッパとその時代の数学者たち

17世紀に、数学に2つの革命が起こる。ひとつは、フランス人デカルトによる空間座標の導入、もうひとつはイギリスのアイザック・ニュートンの微積分の発見である。

これらは、18世紀にヨーロッパで産業革命がおこったことと、無縁ではない。

\*オイラーの数学

①ケーニヒスベルクの7つの橋の問題 ②Basel問題の解決 ③著作「無限小解析入門」

④ $e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$  ⑤他分野への応用：オイラー角、独楽の理論、流体力学の確立など

\*数学の応用

①保険の仕組みの開発(確率論における代数の法則の応用)

②金融テクノロジーの開発(伊藤清氏の確率微分方程式の理論の応用)

③データ通信(CD等)における間違い訂正符号の理論

④インターネット時代における情報安全性の確保：暗号理論(公開鍵暗号、楕円曲線暗号)

これら以外にも、気づかないところで数学は使われている。その大切さは、地球上の空気に似ている。普段はありがたみは忘れていたが、もし無くなってしまったら、またはその環境が悪くなったら、人間の生活や文化はうまくいかなくなるであろう。

\*数学の未来

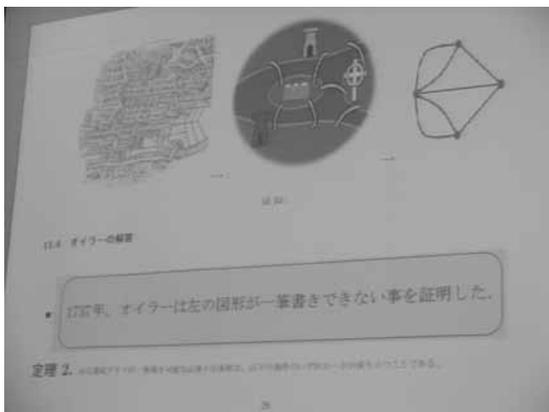
生命科学や半導体産業などの、世界的に競争の激しい科学や産業の分野でも、これからの研究の成否は数学的な論理性や、数学の総合力によると考えられてきている。数学以外の科学者や技術者が、数学者と共同で研究するスタイルが世界的に多くなってきている。

純粋数学は、すぐには役に立たないかもしれないが、いずれにしても、物事の本質を明らかにしていることには変わらない。それが難しくなりすぎて、一般の人に伝わりにくくなっているのは事実である。これからは、その点をわかりやすく伝えるのも数学の役割と考える。

\*問題：牛乳パックの縦、横、高さを計測して、体積を求めると、1000mlにならないのはなぜか？

\*齋藤先生の懸賞問題  $\sqrt{2}$  を小数展開したときに、「…10003…」のように0が続くとき、0が3個連続するといいます。それでは、 $\sqrt{2}$  の小数展開に表れる数字列のときに、どんな自然数nについても、0がn個以上続く列があるか？

■ 講座の様子



■ 生徒の感想（アンケート集計は、回収数）

1. 今回、この基礎講座に参加したきっかけは何ですか

- ①家族にすすめられたから 3名
- ②先生にすすめられたから 6名
- ③友達に参加するから 3名
- ④なんとなくおもしろそうだったから 6名
- ⑤ポスターや案内プリント等から、内容に興味をもてたから 1名
- ⑥その他 0名

2. 参加してよかったですか

よかった	なんとなくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
5名	7名	5名	1名

3. 内容は理解できましたか

理解できた	だいたい理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
1名	2名	13名	2名

4. 理解できた内容を書いて下さい

- \* 数学は積み重ねによって発展していくということ。現代社会は様々な数学で成り立っていること。
- \* 7つの橋の問題。17世紀に数学が飛躍的に発展したこと。

5. 先生に質問した内容や、聞きたかったけれど質問できなかった内容がありますか

- \* 金融テクノロジーについてももう少し聞きたかった。

6. 参加して、どのようなことを考えましたか、感想や意見でもよいので書いて下さい

- \* 見えないところで数学が役に立っているのを知っておもしろかった。
- \* 数学の見方が変わった。勉強だけだと思っていたが、数学で社会が作られていることがわかった。
- \* 日常生活に必要なものは算数でまかなえると思っていたが、今日の講義で生活の様々なところに数学が潜んでいることに気づき、これからはもう少し違う角度で数学と向き合おうと思った。

■ 担当者所見

受講対象は、計画段階では3年～4年もしくはそれ以上の学年を考えていたが、実際には1・2年の参加割合が高くなり、講師には話しぶり演目となってしまった。低学年にもわかる内容を盛り込んでくださったが、やはり、多くの生徒には難しかったようである。にもかかわらず、生徒の感想からは「授業で学んだ後に再び考えたい」と意欲的な姿勢が見られた。

### 3-5-1-2 NSL 特設講座 2

#### ■ 実施概要

テーマ：科学・技術と社会 そして「新しい博物学」

日 時	2006年3月11日(土) 13:30~16:30
場 所	本校多目的ホール
講 師	池内 了(早稲田大学国際教養学部 教授)
参加人数	本校生徒 10名(1年5名、2年2名、4年1名、5年2名)、保護者 21名 本校教員 13名、保護者の知人等5名
構 成	1. 特別講義 2. 質疑応答

#### ■ 講座内容

(講義概要)

\*なぜ、私は宇宙物理学を選んだのか!

引き算の人生であったが、人生はすべて思い通りにいくものではないので、残りで頑張っても良いのではないかと。科学のおもしろさについて語る。歴史性を取り入れると質的な変化が現れる。

1つの発見が何10倍もの世界を生む。科学の方法は何でも適用できる。

\*科学とは?技術とは?

科学とは、客観世界の原理や法則の発見であり、文化である。技術とは、科学の知見と具体的な人工物とを創り出し、文明である。2つは非常に密接しているが、異なる営みである。

要素還元主義から複雑系へ。少ない要素だけで判断するのではなく、大きいスケールで考えて、変えていくべきである。これは、若い人たちの課題である。

\*科学の楽しみ

コップ一杯の水にニュートンの脳細胞だった原子は何個入っているかなど、人はつながりの中で生きていることをわかりやすい例で説明。科学の目でみると様々なつながりが見えてくる。

\*科学・技術と社会

テクノロジーとの付き合い方を考える必要がある。発明が必要を生み、人の欲望はどんどんふくらむ。しかし、どこまでも満たされるとは限らない。今、技術の使い方を考えるときで、科学者や技術者も社会的責任を問われる。また、一般市民も人任せにせず要求しなければならない。

\*新しい博物学

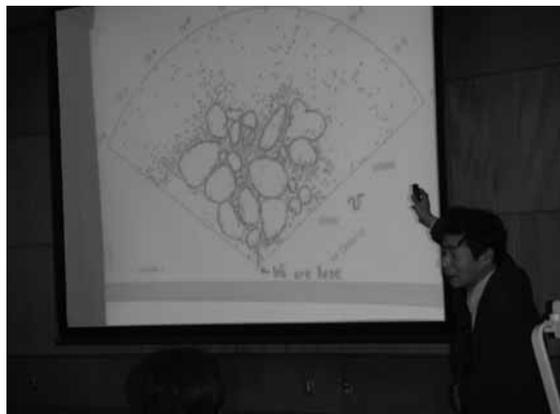
身近な泡を例にとり、原爆のキノコ雲や宇宙の構造、さらに文学まで泡で結びつけられる。1つのモノが科学の知見と文系の知を合わせることでおもしろくなる。おなかがふくれなくても気持ちもちがふくれるものもあって良いし、ないと困る。

(生徒からの質問)

・泡宇宙論は、どういうときに気がつきましたか?

(答) いくつもの星の爆発を考えると、衝撃波があちらこちらから広がっていく様子は、泡ができる様子と似ている。物事を考えるときに、「水平思考」を適用することがある。これは、身近に見えるモノをスケールを変えて、大きい世界に当てはめてみることを考えた。先の例のコップの水のように、地球のスケールまで広げて考えるとおもしろい発見がある。

■ 講座の様子



■ 生徒の感想（アンケート集計は、回収数である）

1. 今回、この基礎講座に参加したきっかけは何ですか

- |                              |    |
|------------------------------|----|
| ① 家族に勧められたから                 | 4名 |
| ② 先生に勧められたから                 | 0名 |
| ③ 友達に参加するから                  | 0名 |
| ④ 何となく面白そうだったから              | 5名 |
| ⑤ ポスターや案内プリント等から、内容に興味を持てたから | 1名 |
| ⑥ その他                        | 0名 |

2. 参加してよかったですか

よかった	何となくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
3名	7名	1名	0名

3. 内容は理解できましたか

理解できた	だいたい理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
1名	5名	5名	0名

4. 理解できた内容を書いて下さい

- ・ 銀河系と泡の関係について。地球温暖化がヨーロッパの寒冷化につながること。（1年）
- ・ 現代における科学や技術の立場。今流行っている分野はすぐに廃れることがある。（5年）

5. 先生に質問した内容や、聞きたかったけれど質問できなかった内容がありますか。

- ・ コップ一杯の水の中にはたくさんの人の原子があるということについてだが、満遍なくかき混ぜないとそのようなことは起きないと思う。（1年）
- ・ バタフライ効果が見られるような例はどんなものか。（1年）

6. 参加して、どのようなことを考えましたか、感想や意見でもよいので書いて下さい。

- ・ 泡のことにとても興味を持った。もっと調べられたら調べてみたい。（1年）
- ・ 今まで発達するだけだった科学に倫理が大切だという事に、少し批判的な立場で物事を見る事も大切だという事がわかった。（5年）

■ 担当者所見

泡のような身近な現象からスケールの大きい宇宙まで多くの話題を通して、科学のおもしろさや技術との関わりが示された。また、科学が社会や文化などと関連させることの大切さを「博物学」というキーワードを中心に語られた。自然科学リテラシーを育成する本講座にふさわしい講義であった。

## 3-5-2 理数講義プログラムの開設

### 3-5-2-1 理数講義プログラム1

#### ■ 実施概要

テーマ：小さな素粒子から大きな宇宙まで

日時	2005年11月19日(土) 13:30~16:30
場所	本校多目的ホール
講師	三田 一郎(名古屋大学理学研究科 教授)
参加人数	本校生徒59名(1年3名、2年2名、3年1名、4年36名、5年16名、6年1名)、 保護者22名、本校教員14名、大学教員3名、外部高校生徒1名、大学生8名
構成	1. 特別講義 2. 質疑応答

#### ■ 講座内容

\* 宇宙はどのように始まったか・・・

宇宙の始まりはビッグバンであることが、次の4つの事実から正しいことがわかる。

- ① 何億光年のはるか彼方でも同じ物理法則が成り立つ
- ② 宇宙は膨張している
- ③ 背景放射が発見された
- ④ 軽い原子生成が観測により確認された

\* 素粒子物理学とは・・・

素粒子論では、粒子が存在すれば必ず反粒子も存在するので、ビッグバンで創造された宇宙には反宇宙も存在すると思われるが、実際にはまだ見つかっていない。このことは人類の最大のパズルである。

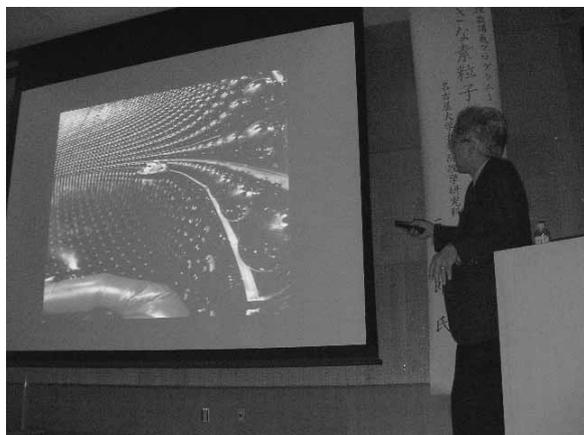
\* わたしの研究・・・

粒子と反粒子を差別する「CPの破れ」を研究している。1980年に予言した「CPの破れ」を、スタンフォード線形加速器研究所やドイツのDESYなどが5年間の実験により発見した。

\* あなたたちに絶対忘れてほしくない一言・・・

物理学は基本的に個人プレーである。「only one」を目指してほしい。

#### ■ 講座の様子



カミオカンデの内部を説明



生徒からの質問に応じる三田先生

■ 生徒の感想（アンケート集計は、回収数である）

1. 今回、この基礎講座に参加したきっかけは何ですか。

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| ①家族にすすめられたから                | 3名  |
| ②先生にすすめられたから                | 26名 |
| ③友達に参加するから                  | 0名  |
| ④なんとなくおもしろそうだったから           | 23名 |
| ⑤ポスターや案内プリント等から、内容に興味をもてたから | 5名  |
| ⑥その他                        | 2名  |

2. 参加してよかったですか

よかった	なんとなくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
28名	30名	0名	1名

3. 内容は理解できましたか

理解できた	だいたい理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
1名	17名	37名	4名

4. 理解できた内容を書いて下さい

- ・ビッグバンと素粒子論は矛盾している。ビッグバンは正しいから素粒子論を変えなきゃいけない。
- ・宇宙が存在しているが、見る事や触れる事ができなく、宇宙に秘められた可能性は無限大であること。
- ・先生の人々の生き方に対する見解。ビッグバンが137億年前に起こったこと。宇宙は加速しながら広がっている。

5. 先生に質問した内容や、聞きたかったけれど質問できなかった内容がありますか。

- ・宇宙が始まる前はどのような世界だったか？
- ・膨張し続けるとどこまで温度は下がるのか。絶対零度が限界なのか？
- ・結局、宇宙の膨張に限り、終わりはあるのか？反素粒子は私たちが目にすることができるのか？

6. 参加して、どのようなことを考えましたか、感想や意見でもよいので書いて下さい。

- ・宇宙がどうやってできたかあまり考えたことがなかったが、宇宙が生まれて自分が生まれたのは偶然の重なりだったということを知った。
- ・物理学とはとても深いもので、物理で宇宙全体を理論で説明できるなんてすばらしい学問だと思った。聞けて良かったです。
- ・中1の私にはまだ難しい部分がたくさんあって理解できた事は少ないけど、とても良かったし勉強の励みになると思う。またこんな機会があればぜひ参加したいと思いました。

■ 担当者所見

宇宙がどうやって生まれたのかを、最先端の素粒子物理学を通して、生徒にもわかりやすく講義して下さった。また、我々人類はさまざまな偶然が重なって生まれてきたことを知り、人間の存在の不思議さや尊さを学んだ講義であった。

講義後の質問にも丁寧にお答えいただき、さらに生徒のアンケートで書いていた質問・感想に対しても、後日メールにて返事をいただいた。

生徒・保護者・教師ともに熱心に受講し、生徒の物理学への興味・関心がより高まったと思われる。

### 3-5-2-2 理数講義プログラム 2

#### ■ 実施概要

テーマ：宇宙太陽発電所と宇宙空間科学

日 時	2005 年 12 月 17 日 (土) 13:30～16:30
場 所	本校多目的ホール
講 師	松本 紘 (京都大学副学長・理事(研究・財務・情報基盤担当))
参加人数	本校生徒 28 名 (1 年生 3 名、2 年生 3 名、3 年生 5 名、4 年生 9 名、5 年生 8 名、6 年生 0 名)、他校生徒 2 名、保護者 13 名、教員 11 名
構 成	1. 特別講義 2. 質疑応答

#### ■ 講座内容

特別講義は二部構成で行われた。第一部で自己紹介、電波科学や宇宙などについての大枠を話され、休憩を挟み、第二部では現代社会の抱える環境問題や宇宙太陽発電所についての説明がなされた。

[第一部]

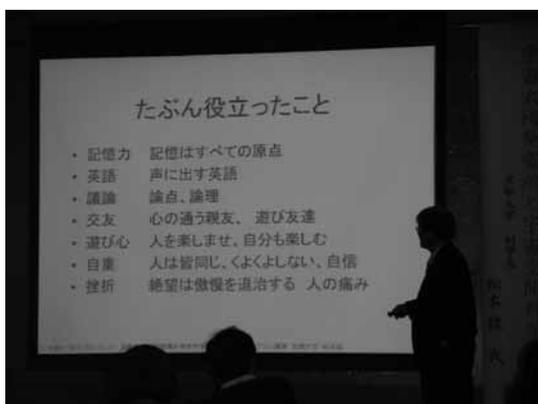
1. 松本先生の自己紹介
  - ・ 研究目標「太陽系の開拓としての宇宙空間の理解と利用」
2. 電波科学について
  - ・ マックスウェル、ヘルツなど、電磁科学の分野で大きな業績を残した科学者についての説明。
3. たぶん役立ったこと(次ページ写真)
4. 松本先生の研究の歴史
5. 宇宙について
  - ・ コスモス(ユニバース)とスペース・サイエンス(宇宙空間科学)で考える宇宙。
6. プラズマについて
  - ・ 荷電粒子と含む気体をプラズマといい、惑星の極地で見られるオーロラもプラズマである。
  - ・ 宇宙で観測されたプラズマ波をスーパーコンピュータで再現。

[第二部]

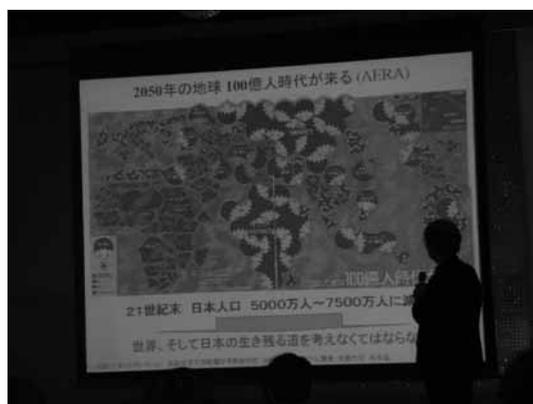
1. 現代社会の抱える深刻な問題(次ページ写真)
  - ・ 2050 年には世界人口が 100 億人を超える。
  - ・ 世界中にある原油の残りは、富士山を逆さにしたバケツで 6 分の 1 しかない。
2. 宇宙空間の開発
  - ・ 宇宙空間を利用し開拓することで、地球の抱える深刻な問題を根本的に解決できる。
3. 宇宙太陽発電所
  - ・ CO<sub>2</sub>排出量が少ないので、環境問題対策の面からも有効な発電方法である。

#### ■ 講座の様子

松本先生はユーモアを交えながら難しい内容も易しく話して下さったので、受講者はリラックスして聞くことができたようだ。



《第一部の講義》



《第二部の講義》

■ 生徒の感想（アンケート集計は、回収数である）

1. 今回、この基礎講座に参加したきっかけは何ですか。

- ① 家族に勧められたから 5名
- ② 先生に勧められたから 1名
- ③ 友達に参加するから 3名
- ④ 何となく面白そうだったから 11名
- ⑤ ポスターや案内プリント等から、内容に興味を持てたから 5名
- ⑥ その他 2名

2. 参加してよかったですか

よかった	何となくよかった	少しつまらなかった	つまらなかった
23名	3名	0名	0名

3. 内容は理解できましたか

理解できた	だいたい理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった
8名	18名	1名	0名

4. 理解できた内容を書いて下さい

- ・ 宇宙で太陽光発電され、生み出されたエネルギーをマイクロ波にして地球に送っていること。
- ・ 数十年後の地球環境はかなり悪化しているだろうから、その解決に科学が必要だということ。

5. 先生に質問した内容や、聞きたかったけれど質問できなかった内容がありますか。

- ・ マイクロ波は人に当たっても本当に無害か。
- ・ 宇宙からマイクロ波でエネルギーを送るとあったが、マイクロ波の障害になるものはないのか。

6. 参加して、どのようなことを考えましたか、感想や意見でもよいので書いて下さい。

- ・ 資源が無くて、電力が使えるのがすごいと思った。
- ・ 人口問題やエネルギー問題について少し考えた。

■ 担当者所見

とてもスケールが大きく夢のある講義だったので、将来に希望を持ち、興味深く聞くことができた。文理を問わず、より多くの生徒に聞いてもらいたいので、本校の環境学などでも講演していただきたいと思う。

## 第6節 サイエンス研究会の活動と指導

### ■概要

サイエンス研究会は、本校がSSHに指定されたこととともない、理数系の課外活動を充実させる目的で今年度より新たに設立されたクラブである。3年（中学3年）～6年（高校3年）までが対象であるが、1・2年も見習いとして活動に参加している。現在70名が登録しているが、ほとんどの生徒が前期課程生（中学生）で、他のクラブ活動とかけ持ちで活動している。

具体的な活動として、SSHプログラムへの参加と各分野に分かれた研究があげられる。SSHプログラムは低学年対象のものから高学年対象のものまで各種がある。また、分野ごとの研究については、現在のところ、数学、物理、宇宙、化学、生物の各分野に分かれ、それぞれ専門の教師が顧問となり指導を行っている。物理班はさらにロボット、シミュレーションなどに細分化して興味関心に応じて活動を深めつつある。それらの成果は学園祭や公開研究会のポスターセッションなどで発表した。

本格的な活動は、夏休みから始めたところで、内容はまだまだ浅く、今後いかに生徒の潜在能力を引き出し、さらに充実した活動にしていくかが課題である。

### ■活動実績

#### ①サイエンス研究会の設置と運営

理数系の課外活動を充実させる目的で、学校クラブとして5月上旬に設置した。対象を3年（中学3年）～6年（高校3年）までとしたが、興味関心のある1，2年の生徒も見習いとして受け入れることとした。5月24日に第1回全体会を行い、その後、月に1回程度の全体会を持ち、主に教師からの連絡と生徒どおしの研究に関する情報交換の場とした。詳細は第6章第1節サイエンス研究会活動日誌を参照されたい。なお、全体会の案内は連絡黒板を使用するだけでなく個人宛に連絡用紙を渡し、徹底を図った。全体会の参加者は以下のとおりである。（6/15 現在 58名→1/27 現在 70名）

全体会日程	6/15	7/1	9/1	10/7	10/20	11/14	12/9	1/13	1/27
参加人数	39	21	28	15	39	34	34	23	21

#### ②今年1年の流れ

今年1年の目標を①テーマ探しとその具体化、②各種プログラムへの参加とした。具体的な展開を次に示す。

5月～6月	テーマ探し
7月～8月	研究の方法を学ぶ（研究室訪問、SSH発表会参加、サイエンス「夏の学校」）
9月	学園祭 発表（夏の学校の成果、ロボット実演、化学実験他）
10月	ミニ報告会（SSH発表会、夏の学校他）
11月～12月	テーマの具体化、各グループでミニ実験
1月	公開研究会ポスターセッション発表準備
2月	公開研究会ポスターセッション発表
3月	2年次の計画立案

#### ③活動場所の確保

日常の活動については、理科講義室に特別の机を配置して活動を行えるようにした。デスクトップ型とノート型のPCを複数台配置したこともあって、放課後には2年生を中心に発表会に向

けての準備のために生徒たちが集まるようになった。

④組織作り

研究会員が70名近くになり、研究活動は小グループに分かれて行う。興味のある分野ごとにグループを形成、リーダーとサブリーダーを決める。各グループごとに顧問を割り当てることは難しいので、数学・物理・宇宙・化学・生物の5つのカテゴリーに専門の教師5人を割り当てた。

⑤各種プログラムへの参加（サイエンス研究会会員が参加した各種プログラム）

プログラム名	実施月	実施場所
大学訪問研修	7月	京都大学宇治キャンパスの各研究所
化学プログラム	8月	奈良女子大学
サイエンス「夏の学校」	8月	白浜・京大瀬戸臨海実験所
SSH生徒研究発表会	8月	東京
世界物理年・秋のイベント	10月	東京
遺伝子実習	12月	大阪医療技術学園専門学校
研究室訪問	12月	奈良女子大学
サイエンスツアー	3月	東京
S-cube	毎月	木津・原子力研究所

本校での活動

シーケンサーの講習会参加	7月	サイエンス基礎講座	10・11月
理数講義プログラム	11・12月	NSL特設講座	2・3月

⑥発表会

サイエンス研究会として、3回の発表会を実施した。

○学園祭での発表(9/17・18)



「夏の学校」展示



ロボット実演



化学演示実験

○ミニ報告会(10/20)



発表会の様子



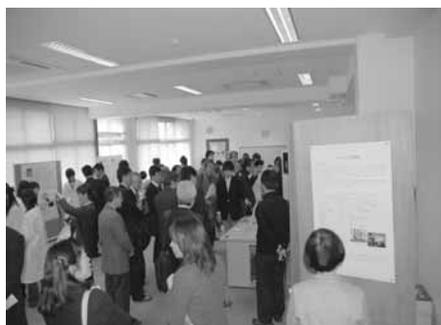
SSH 発表会(東京)の報告



夏の学校の報告

○公開研究会ポスターセッション(2/24)

数学、物理（3グループ）、化学、生物の6グループからのポスター発表



全体の様子



物理班①



物理班②



化学班



生物班



数学班

■評価 I（生徒の感想）

サイエンス研究会への取り組みについて

(1) 自己評価

全般的に積極的に関わった	一部分だけ積極的に関わった	あまり関われなかった	名前だけの登録であった
4	5	5	0

(2) 「やりたいこと、自分の興味・関心」について、活動をしてきた現在、変わりましたか。

- ・変わらない。むしろ深まった。（10名）
- ・始めは植物に興味があったが、化学がしてみたいと思うようになった。（1年女子）
- ・始めは代数分野に興味があったが、幾何学など数学全般に興味広がった。（3年女子）
- ・ロボットだけでなく、広範囲に興味をもてるようになった。（2年男子）
- ・宇宙物理から化学全般に移ってきた。（3年男子）
- ・今までやってきたことがごく一部だと知り、一つ一つをもっと深く理解したいと思った。（5年女子）

(3) 今年1年間で学んだことは何ですか

- ・実験器具の扱い方を一番よく学んだ。（4年女子）
- ・S-cube セミナーでロボットの機構を詳しく学んだ。（1年男子）
- ・数学の内容の広さと深さ。（3年男子）
- ・エネルギー問題などの科学に関するいろいろな課題。（3年女子）
- ・数学は数楽であるということ。（3年女子）
- ・電子工作、プログラミング言語、Linux（2年男子）
- ・実験の方法（3年女子）
- ・特になしまたは無記名（1・2年6名）

- ・E S細胞、アルコール感受性検査、形質転換実験（5年女子）

(4)今年1年間で調べてみたいテーマは見つかりましたか

- ・今はまだ、テーマが絞り込めていない

#### ■評価Ⅱ（公開研究会ポスターセッションの参観者の意見より 原文のまま抜粋）

・E S細胞や遺伝子組換えなどについて生徒が説明してくれて、よく分からないところもあったが、それぞれが一生懸命に取り組んでいることがよく分かった。ロボットを動かしている生徒がとても生き生きと説明してくれているのがよかった。

・悲しいかな説明することと理解することとは別なのに、説明の練習をしていない生徒さんもおられたのですが、全体的に非常に活発で楽しい内容でした。見せ方の工夫はまだまだあるのではないのでしょうか。小さな科学者たちの熱意に圧倒されました。

・非常に難しい内容を扱っているため、指導する教師の側の「知識」も問われる気がしますので、ご苦労なされていると思います。何より説明することがうれしそうで生き生きとしている姿が印象的です。

・面白い内容のものが多く、生徒の皆さんの説明も分かりやすかったです。ゆっくりともう少し大きな部屋で見学できたらよかったです。中学生があれだけのレベルの内容をきちんとプレゼンできていて驚いた。

#### ■担当者の所見

生徒のアンケートの結果については、回収数が大変少ないので断定はできないが、傾向はつかむことができる。自己評価からもわかるように、自分の興味ある内容には積極的に関わり、その結果、内容が深まったと答えた生徒がかなりいる。一方で、今年1年間で学んだことが答えられない生徒が低学年に多い。低学年の生徒の多くは、興味あるプログラムには参加するけれど、それ以降どう発展するかは考えていない生徒が多いためであると思われる。それは、夏の学校の参加希望者が低学年に非常に多かったことや、S-cubeセミナーなどへの低学年の参加が多いことなどからわかる。参加したことをどう生かして今後の研究につないでいくかが、低学年の今後の課題である。

また、今年1年ではほとんどの生徒はテーマは見つからなかったとしているが、今年1年間をかけて興味ある内容を深めつつあるので、2年目には開花するものと思う。

#### ■今後の課題

本格的な活動は夏休みから始めたが、2年～4年生を中心によく頑張っていた。学園祭（9/17.18）での発表や、サイエンス研究会会員対象のミニ報告会（10/20）、そして公開研究会ポスターセッション（2/24）では今までの成果を中心に発表を行った。今年度（1年次）は、各種のイベントに参加して、数理科学の面白さやその深さに触れることに重点をおいて、広く浅く学ぶという活動を進めてきた。その中で、研究の進め方や課題の探し方も学習してきた。特に、ポスターセッションでは専門家から鋭い質問と指摘を受け、生徒たちは改めて研究の難しさと面白さの両面を学ぶことができた。

来年度（2年次）は、研究課題を少しずつ絞り込んで、深く学ぶ点を重視していきたいと考えている。そのために、1つでも多くのコンテストに参加し発表することによって、研究内容の質を高めたと考えている。これらにより、70名余りの生徒の中から1人でも多くの生徒の潜在能力を引き出し、より充実した活動が実現できるものとする。

## 第7節 大学・研究機関との連携

### 3-7-1 京都大学宇治キャンパス研究室訪問

#### ■ 実施概要

	第1回	第2回
日時	2005年7月21日(木) 10:00~14:00	2005年8月4日(木) 10:00~14:00
場所	京都大学宇治キャンパス	京都大学宇治キャンパス
指導者	松本 紘(京都大学生存圏研究所 所長) 吉川 潔(京都大学エネルギー理工学研究所 所長) 渡辺 邦彦(京都大学防災研究所 助教授)	松本 紘(京都大学生存圏研究所 所長) 増田 開(京都大学エネルギー理工学研究所 助教授)
参加人数	6年生 1名	6年生 6名
構成	1. エネルギー理工学研究所訪問 2. 生存圏研究所訪問 3. 防災研究所訪問	1. 全体説明 2. 生存圏研究所訪問 3. エネルギー理工学研究所訪問(1) 4. エネルギー理工学研究所訪問(2)

#### ■ 実施内容

##### ① 第1回

\*生存圏研究所で、松本紘先生から京都大学宇治キャンパスの各研究所について説明を受ける

\*エネルギー理工学研究所(南三号棟)で、吉川潔先生から説明を受ける

重水素核融合によるニュートロン生成について

ニュートロン発生装置の、アフガンの地雷撤去への利用について

\*生存圏研究所で、松本紘先生から説明を受ける

地球環境の危機的状況について

40年~50年を見通した工学的見地からのエネルギー政策について

\*防災研究所で、渡辺邦彦先生から説明を受ける

地震研究所および地震予知について

地震研究のためのデータ収集について

地震予知研究センターを訪問しての施設見学およびデータ解析について

##### ② 第2回

\*生存圏研究所で、松本紘先生から京都大学宇治キャンパスの各研究所について説明を受ける

\*生存圏研究所で、松本紘先生をはじめ3名の先生から講義・説明を受け、施設を見学する

地球環境の危機的状況とその解決方法について

スーパーコンピュータを利用したシミュレーションについて

宇宙太陽発電所構想とそのシステムについて

マイクロ波の性質とその応用について

\*エネルギー理工学研究所(量子光・加速粒子総合工学研究棟)で、増田開先生から説明を受ける

施設・設備の見学

## 赤外自由電子レーザー装置について

\*エネルギー理工学研究所(プラズマエネルギー直接変換実験棟)で、増田開先生から説明を受ける  
重水素核融合によるニュートロン生成について  
ニュートロン発生装置の、アフガニスタン地雷撤去への利用について

### ■ 研究室訪問の様子



①重水素核融合によるニュートロン発生装置



②宇宙太陽発電所構想についての説明

### ■ 生徒の感想

7人のJSTのアンケートからの抜粋結果は、次のようになっている(複数回答あり)。

1. SSHに参加したことで、科学全般の学習に対する興味・関心・意欲が増しましたか

(1) まったくその通り 4名 (2) ややその通り 2名 (5) まったく異なる 1名

2. SSHに参加してよかったですか

(1) まったくその通り 6名 (2) ややその通り 1名

4. SSHによってどの能力や姿勢が身についたと思いますか(複数回答可)

(1) 自分から取り組もうとする姿勢(自主性) 2名

(2) 独自なものを創り出そうとする姿勢(独創性) 1名

(3) 未知の事柄への興味(好奇心) 5名

(4) 真実を探って明らかにしたい気持ち(探究心) 3名

(5) 挑戦しようとする姿勢(やる気) 3名

### ■ 担当者所見

少人数の生徒を相手に、大学の研究者が専門について詳しく、楽しそうに説明して頂いたので、生徒へのインパクトは強かったようだ。これは、アンケート1、2の結果に表れている。

また、高校までの普通の学習とは違って、大学での研究は未知のものに挑戦して探求することが主眼であり、分からないものを大切にしなければならないことを指導して頂いた。このような大学研究者の姿勢を通じて、学問を学び、研究を行うための能力や姿勢として何が重要であるかを感じ取ったことが、アンケート4の結果に表れている。

参加者が6年生だったので、進学を考える際の動機づけになったことも成果の1つである。

### 3-7-2 奈良女子大学研究室訪問

#### ■ 実施概要

第1回	
日時	2005年12月22日(木) 10:00~12:00
場所	奈良女子大学 理学部・生活環境学部
指導者	小林 毅(理学部数学科) 鈴木 俊治(理学部物理科学科) 坂本 直樹(理学部物理科学科) 岩井 薫(理学部化学科) 加藤 昌子(理学部化学科) 佐伯 和彦(理学部生物科学科) 荒木 正介(理学部生物科学科) 林田 佐智子(理学部情報科学科) 城 和貴(理学部情報科学科) 上野 邦一(生活環境学部生活文化学専攻) 松田 覚(生活環境学部生活健康学専攻) 賓 月珍(生活環境学部衣環境学専攻) 植野 洋志(生活環境学部応用微生物学)
参加人数	1年生 25名 2年生 25名 3年生 2名 合計 52名
構成	1. 理学部長・校長の挨拶 2. 1時限目の研究室訪問 3. 2時限目の研究室訪問

#### ■ 実施内容

##### ① 理学部長・校長の挨拶

\*野口誠之理学部長から、いろいろなものがある中から法則や規則性を見つけ出すのが理学部での研究であることを、理学部のパンフレットをもとに説明して頂いた。

\*植野洋志校長から、研究室訪問をしたからには説明を聞いているだけではなく、分からないことや興味を持ったことについて必ず質問しなさいとのお話があった。

##### ② 研究室訪問

\*次のような時間割で、生徒1人が2つの研究室を訪問した(当日は雪のため欠席者あり)

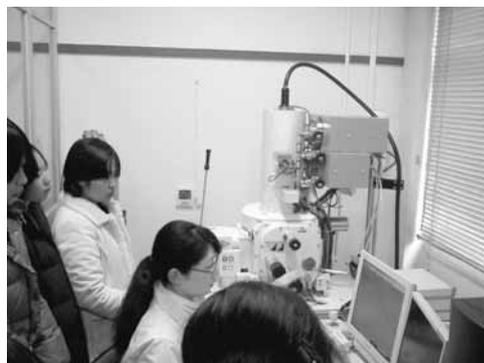
学部	学科・研究室	10:00~11:00 (9:30~10:30)☆	11:00~12:00
理学部	数学科	5人	3人
	物理科学科(鈴木研究室)	12人	
	物理科学科(坂本研究室)		9人
	化学科(岩井研究室)	9人	
	化学科(加藤研究室)		12人
	生物科学科(佐伯研究室)	6人	
	生物科学科(荒木研究室)		17人
	情報科学科(林田研究室)	11人	
生活環境学部	情報科学科(城研究室)		5人
	生活文化学専攻☆	3人	
	生活健康学専攻		4人
	衣環境学専攻	7人	
	応用微生物学分野	6人	7人
	合計	59人	57人

\* 各研究室では、実際に実験道具を触ったりしながら、大学の先生や大学院生から研究についての丁寧な説明があった。

■ 研究室訪問の様子



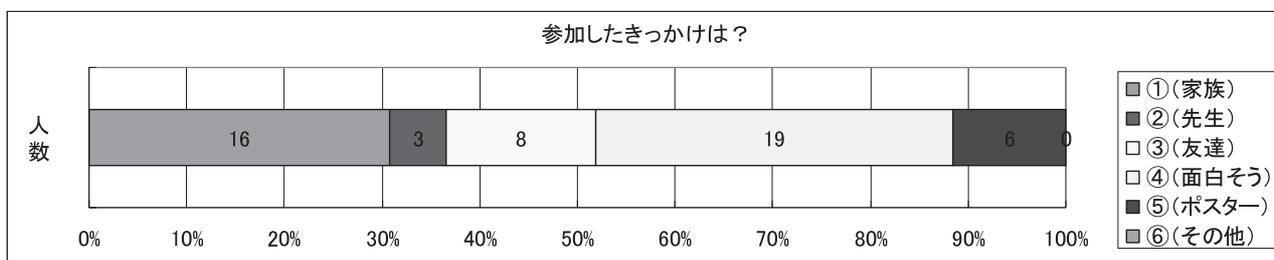
①理学部での様子



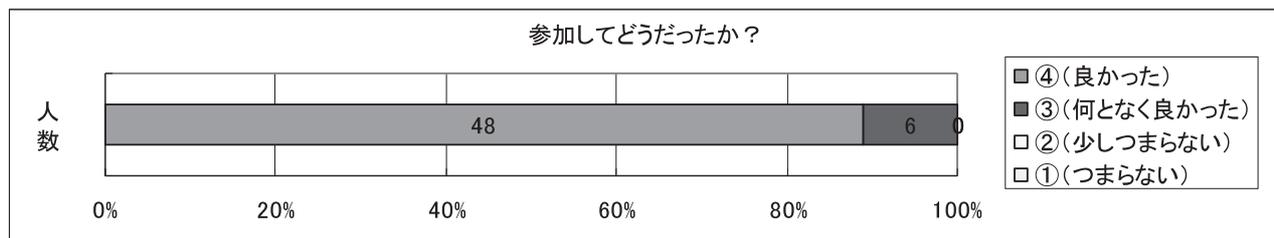
②生活環境学部での様子

■ 生徒のアンケート結果

1. 今回この研究室訪問に参加したきっかけは何ですか



2. 参加してよかったですか



3. 参加してどのようなことを考えましたか。感想や意見でもよいので書いて下さい。

- ・大学というと、とても難しいことばかりやってるのかと思ったけど、分かりやすい実験でおもしろかったです。衣環境学ではデザインをしていることに興味を持ちました。
- ・大学に行ったらこんなにおもしろいことを勉強できるのかと思うとワクワクした。難しかったけれど色々な事に興味を持てた。
- ・今、中学生の私達は色々な勉強を一生懸命して自分が好きなことを見つけたい。そして大学で好きな事を勉強したい。大学は就職する為じゃない、と教えてもらってそうだなあと考えた。
- ・初めて大学の研究室を拝見してすごいなあと考えた反面、思ったよりも(いい意味で)自由で、すごく身近に感じました。
- ・今まで知らなかったことを得たり、まだ発展途上のことを聞き興味が湧いてきました。分からないことがあればまた質問したり調べていきたいです。

■ 担当者所見

小学生のときに算数・理科が好きだった生徒の興味・関心をさらに深め、中等教育6年間における理数の勉強への動機づけと、将来の展望を与えるという低学年の奈良女子大学研究室訪問の目的が達成されたことは、上記のアンケート結果から明らかであろう。「鉄は熱いうちに打て」である。

### 3-7-3 奈良県立奈良高校との SSH 連携

#### ■ 実施概要

講座 番号	日時・時間	講師	内容・場所(奈良高校)	本校の 受講者
1	10/25 (火) 13:00~14:00	大阪市立大学 理学部 教授 唐沢 力	「光と私達の世界」 本校 視聴覚室 (放課後)	生徒 2名 教師 1名
3	11/2 (水) 16:00~17:00	近畿大学 生物理工学部 教授 矢野 史子	「脳と食欲のお話」 本校 視聴覚室 (放課後)	生徒 4名 教師 1名
4	11/9 (水) 16:00~17:00	株式会社ペプチド研究所 研究部長 西内 裕二	「ペプチドのお話」 本校 視聴覚室 (放課後)	生徒 1名 教師 1名
5	11/16 (水) 16:00~17:00	関西学院大学 理工学部 助教授 長田 典子	「情報学と数学のお話」 本校 視聴覚室 (放課後)	生徒 3名 教師 1名

#### ■ 実施内容

##### ① 奈良高校との SSH 連携

2004 年度に SSH 指定となった奈良県立奈良高校では、高校 1 年生を対象に「SSP 講座」を開講している。近隣の SSH 指定校同士として連携をはかる目的で、本校から奈良高校の SSP 講座に生徒の希望者が参加することになった。逆に、奈良高校に対しても、本校の SSH プログラムを公開してお互いに交流を進めることにした。

本校からは、上記の表にあるように、延べで生徒 10 名、教師 4 名が奈良高校のプログラムに参加した。奈良高校からは 1 名の参加者があった。

##### ② 受講者

奈良高校の「SSP 講座」の内容は、幸いにして本校の SSH プログラムの内容と重複していなかったため、本校後期課程(高校)の生徒に紹介して、受講希望者を募った。

それぞれの講義は 1 時間余りであり、平日に開講されていたので、本校の参加者は授業を公欠扱いにして参加させた。本校生徒の学年の内訳は、

4 年(高校 1 年) 8 人 5 年(高校 2 年) 2 人

であった。さすがに 6 年生は受験も近いので参加者はいなかった。

内容的には、理数に興味のある生徒なら 3 年生(中学 3 年生)でも理解できそうなので、来年度以降は 3 年以上の生徒に紹介してもよいだろう。

#### ■ 生徒のレポート(抜粋)

##### \* 「光と私達の世界」

.....

それから驚いたのは、レーザーを使って低温を作れるという事。今までの僕の知識の中には、レーザーを何本も当てて核融合が発生する温度に「上げる」事が可能、ということだけでした。しかもその低温のレベルが半端なく凄いです。その温度、10nK (ナノケルビン)。聞いたときはとっさの事でどんな温度か想像もつきませんでした。当然こんな温度体験した事無いんでもっとも想像なんてつけようがありません。それでも、レーザーで $-273.15^{\circ}\text{C}$ を作る事が出来るようになれば、更なる技術革新

が進むかもしれません。

1 時間という短い時間でしたが、本当に中身が詰まった話を楽しく聞くことが出来ました。世の中がより住みやすくなるためには、それなりの技術や知識が必要です。そういった技術や知識をもっとたくさんの人に、知ってもらい、興味を持ってもらうことで、ますます世界が発展していってもらえればと思います。

\* 「脳と食欲のお話」

.....

いつも、それは当たり前のように毎日毎日行っている、『食事』という行為にもとても奥が深く不雑な世界が広がっていることに僕は驚きました。ただたんに、お腹の中に空きが出来たらお腹がすいて、その空きをうめてあげれば満腹になると思っていたので、脳に操作されているなんて思いもしていませんでした。でも脳に何らかの障害が起これば食べることができなくなってしまい死んでしまう。そう考えると脳の存在の大きさを改めて思いました。ぼくは心理の道に興味があります。だからストレスなどによって健康的な食事ができなくなるというのにはとても興味がわきました。生きていくうえで必要不可欠な食事が出来なくなるということはとても恐ろしい、だから普段から心身ともに健やかなせいかつを心がけようと思いました。

またもうひとつ驚いたのが実験にはミニブタが適しているということです。サルやチンパンジーならともかく、人間とは程遠いミニブタが適しているというのには不思議に感じました。

.....

\* 「情報学と数学のお話」

.....

・歩くモーションの自動生成

講義によると、スージーが歩く関節データは、左足を出したもの、右足を出したものの2つだそう。これを補完する技術のことをIK、FKと呼ぶ。これは、物体表面を擬似的にポリゴンメッシュに分割し、それぞれの頂点の繋がり具合や関節からの位置などから、ポリゴンメッシュ頂点の動きを1フレームごとに生成し、glVertex 関数で表示を更新している。特に興味深いのが、歩きが早足になり、それが駆け足になるところだが、これもそれぞれ歩くモーションでポリゴン頂点位置を取得し、それと早足のポリゴンデータの間接値を求め、glVertex を呼んでいると推察できる。また、スージーを追いかけるようにカメラが追尾していたが、その主のプログラムは僕も以前から興味があったので、確か半年くらい前に作ってみた。それでイルカの集団遊泳をシミュレートし、その一頭にカメラを設定して Shade でレンダリングしたものが Dolphin.mov である。

.....

■ 担当者所見

本校のプログラムにはない、外部の講師による1時間程度の講義だからか、予想より興味を持った生徒が多かった。生徒のレポートを見ても、興味を持って講義を聴いていたことが伺われる。

しかし、連携と称しながら、ほとんど本校からの一方通行に終わってしまったことが残念である。来年度は、真の意味での連携・交流となるように考えていきたい。

## 第4章 実践の効果とその評価

### 第1節 各事業をふまえた評価

#### 4-1-1 研究開発の6つの柱

本年度の各事業内容については、第3章(研究開発の内容)においてアンケートや生徒の意見等で評価をした。本節では、研究開発の6つの柱について、各々を総括的に評価する。

##### (1) 基礎基本の徹底

- ① SSH 事業について、数学科、理科だけの取り組みではなく、国語科、英語科、総合的な学習「環境学」、キャリアガイダンス等、学校体制として各教科、分掌等で一定の連携が取れた。
- ② 数学科 1,2 年に「探究数学」(週 1 時間)を設置し、基礎基本の徹底をはかるため、1 クラス 2 名の教員で担当した。また授業方法もティームティーチングや習熟度別クラス編成などを試みた。生徒にとっては、「代数」「幾何」の授業との相互効果により基礎基本の徹底ができた。
- ③ サイエンス基礎講座を 2 回実施した。1 回目は、考古学と自然科学、2 回目は、医学と自然科学がテーマであった。これは、自然科学リテラシーを育成していく上で基礎となる講座と位置付けた。この講座は生徒や保護者、人文社会科学系教科の教員にも好評であり、文科系生徒も自然科学に興味、関心を持ったようである。

##### (2) 数学的リテラシーの育成

- ① 数学的リテラシーや科学的リテラシーをキーワードに、数学科教員と理科教員が合同で授業研究をし、研究授業・授業観察が実施できた。まずは、教員の研究意識を高め、授業改善への取り組みが始まった。
- ② グラフ電卓を活用した実験型関数学習、作図ツールを活用した発見型幾何学習、生徒の数学的活動の重視等、数学的リテラシーの育成の観点から授業構成の枠組みを明らかにした。
- ③ テレビ会議システムの利用や「数検」の実施等、授業以外でも数学的リテラシーを育成する取り組みを実施した。これにより、生徒の数学に対する興味や関心が高まった。

##### (3) 科学的リテラシーの育成

- ① 実験・観察を重視した従来の授業を、科学的リテラシーの育成というキーワードから授業研究ができた。探究活動を重視したカリキュラムを研究し、「課題研究入門」(3 年)の単元の設置や、「課題研究」(6 年)の単元の内容を充実・発展した。
- ② 1,2 年では「基礎理科」、3,4 年では「自然探究」を設置し、理科カリキュラムの再編をした。「基礎理科」では、探究活動の基礎・基本となるスキルの習得、「自然探究」では、科学的リテラシーの育成を重視したカリキュラム編成に取り組み、来年度から実施する。

##### (4) 問題解決能力の育成

- ① 今年の「NSL 特設講座」、「理数講義プログラム」は、一流の研究者の話が聞け、生徒に「本物」を見せることができた。生徒のアンケートで、内容は難しくてよく分からなかったけれど参加してよかった、という多くの意見があった。生徒たちは、研究者のひととなりや最先端の研究から感じるものがあったのだと考える。
- ② 自然科学リテラシーを育成するための「NSL 特設講座」や数学・理科に関してより進んだ内容の特別講義である「理数講義プログラム」をそれぞれ 2 回実施した。来年度開設に向けての試行的講座でもあったが、単発の計画ではなく、テーマの設定やカリキュラム研究に課題があることがわかった。

(5) 大学・研究機関との連携

- ① 研究室訪問や特別講義などを通して、本学（奈良女子大学）・京都大学・同志社大学等との連携が図れるようになった。特に附属学校として本学との連携が強化された。
- ② 日本原子力研究開発機構・関西光科学研究所とは、**S-cube** で連携でき、低学年（1,2年）の生徒を中心に科学への興味・関心を高めることができた。また **ATR** とも、ロボットに関する研究を通じて連携を始めつつあり、今年度はまず数学科と理科の教員のロボット研修を実施した。

(6) サイエンス研究会の設置と指導

- ① サイエンス研究会を創設した。理数に興味・関心のある生徒が集まり、活躍の場ができた。研究会に参加した 68 名の生徒は、興味のある分野で問題意識を持って研究し、校内の発表会および SSH 研究発表会のポスターセッションで発表することができた。今後は、理数系コンテストや、学会で発表できるようにしたい。
- ② 生徒たちが問いを立てて問題解決できるような、サイエンス研究会での教師の役割や、指導・助言方法を考える必要がある。

今年度は、SSH 指定の 1 年目ということもあり、生徒たちにどれだけの効果があり、どんな変化を遂げたかは示しにくい。学校体制として取り組んだことや、教師の研修活動については評価できる。

今後は、生徒がどのように変化したか、教師の職能成長はあったか、学校は SSH によってどのように変わったか、社会への貢献は見られるか等の観点で、評価をしていきたい。

#### 4-1-2 保護者からの評価

##### (1) 保護者のアンケート

ここでは、下記の SSH プログラムにおける 4 講座を受講した保護者のアンケート結果を基に、本校 SSH 研究方針についての保護者の評価について考察する。

###### ■サイエンス基礎講座

第 1 回「考古学と自然科学」(2005/10/8 保護者の回答数 31)

###### ■理数講義プログラム

第 1 回「小さな素粒子から大きな宇宙まで」(2005/11/19 保護者の回答数 16)

第 2 回「宇宙太陽発電所と宇宙空間科学」(2005/12/17 保護者の回答数 13)

###### ■NSL 特設講座

第 1 回「数学と数学の応用、そしてその未来」(2006/2/4 保護者の回答数 9)

回答数は合計 69(重複者を含む)であり、保護者の総数の約 10%でしかないが、SSH および SSH プログラムに興味・関心のある保護者の意見として評価の対象とした。

##### (2) アンケート項目とその結果

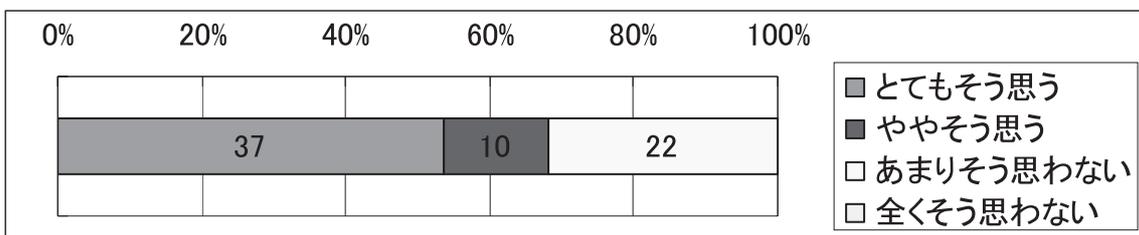
アンケート項目は 13 項目あり、それぞれの設問に対して、

とてもそう思う ややそう思う あまりそう思わない 全くそう思わない

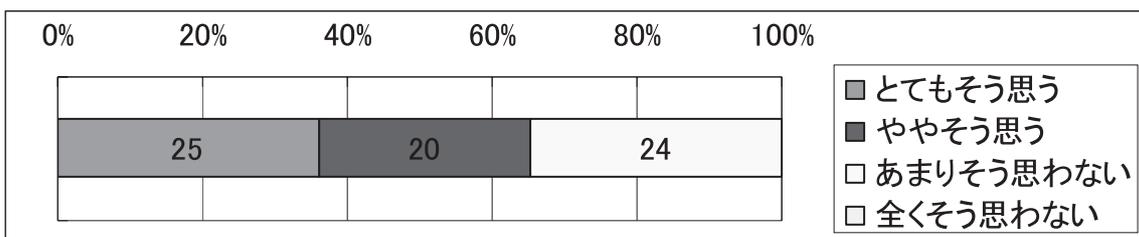
で、回答してもらった。各講座が終了したときに、すぐに会場で記入してもらって回収した。

以下、項目ごとに集計結果を示す(グラフ中の数値は回答数である)。

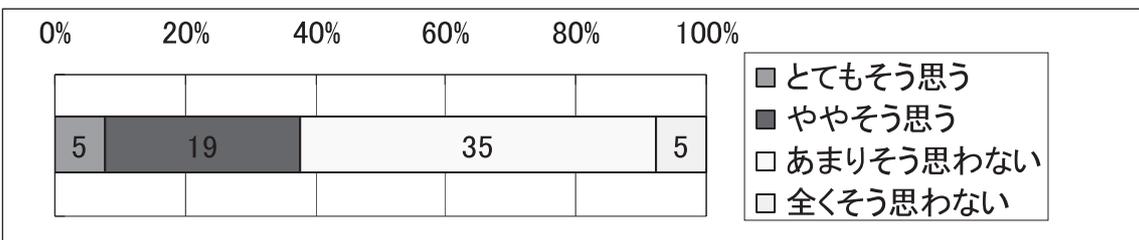
[1]SSH プロジェクトは、前期課程(1, 2, 3 年生)では、すべての生徒を対象にして、進めてほしい。



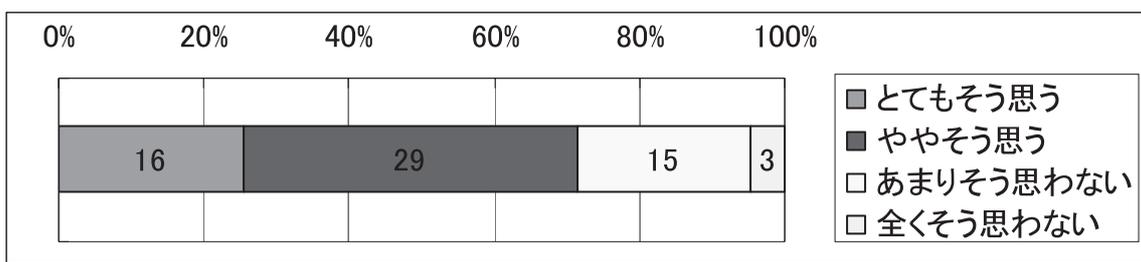
[2]SSH プロジェクトは、後期課程(4, 5, 6 年生)では、すべての生徒を対象にして、進めてほしい。



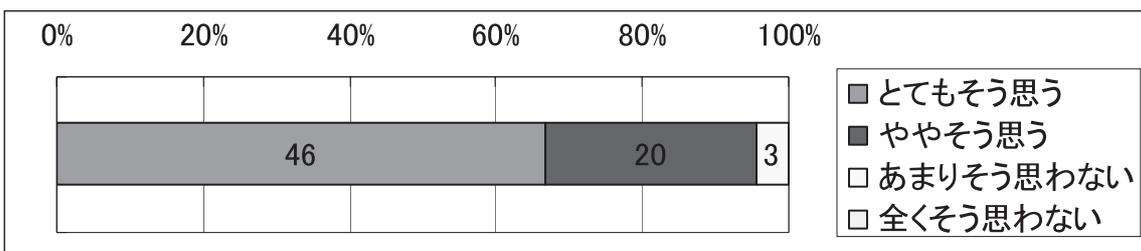
[3]SSH プロジェクトは、前期課程(1, 2, 3 年生)では、科学について特に興味のある生徒を対象にして進めてほしい。



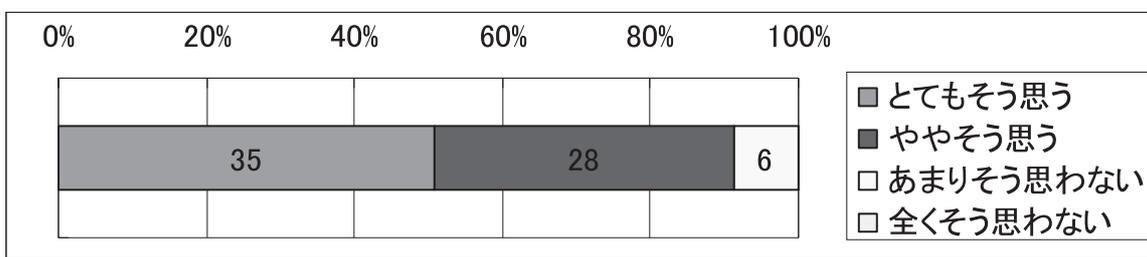
[4]SSH プロジェクトは、後期課程(4, 5, 6 年生)では、科学について特に興味のある生徒を対象にして進めてほしい。



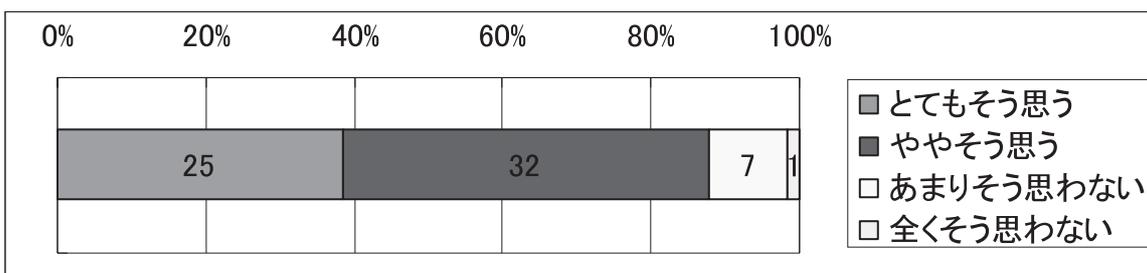
[5]本校において、講演会や講義を多く実施してほしい。



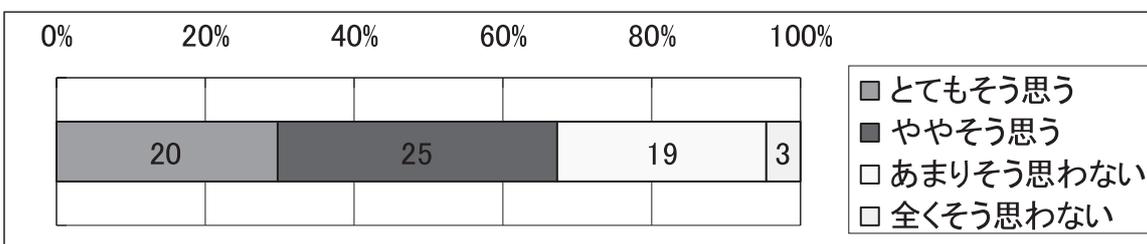
[6]大学や研究所等に行つて、実験・実習をしてほしい。



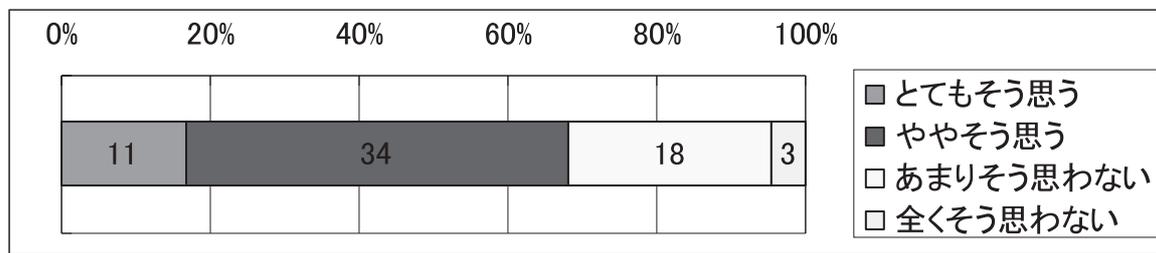
[7]サイエンス研究会(クラブ活動)が活発に活動してほしい。



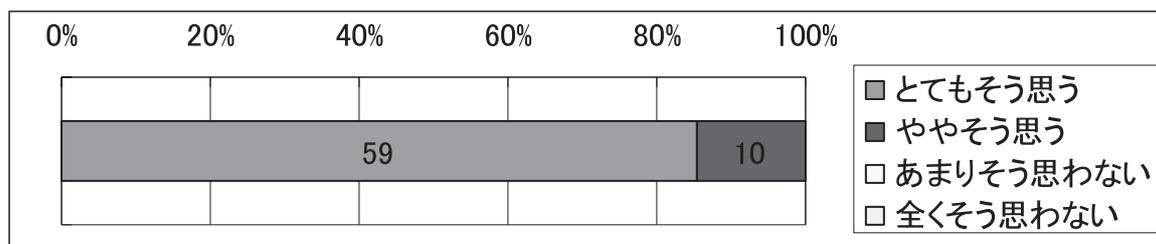
[8]日常の授業(理科、数学)を SSH を意識した授業に改善してほしい。



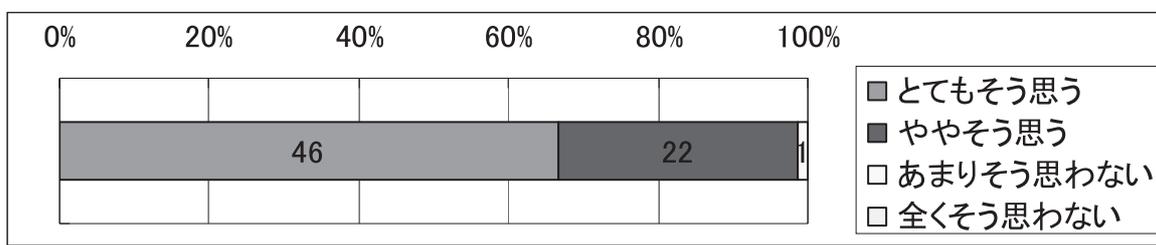
[9]カリキュラム全体を研究してほしい。



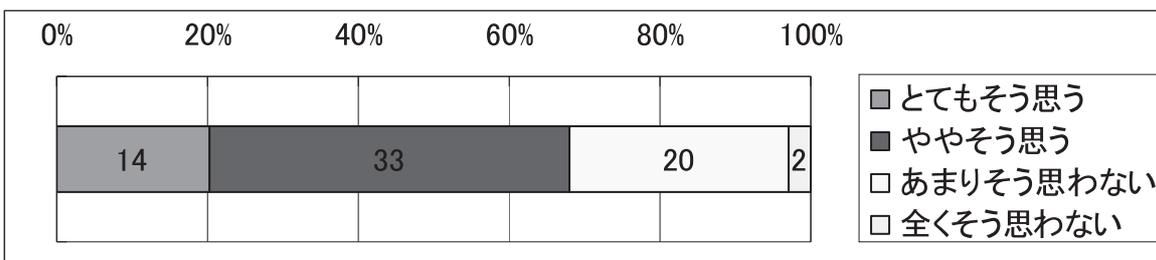
[10]科学について、興味や関心を高めてほしい。



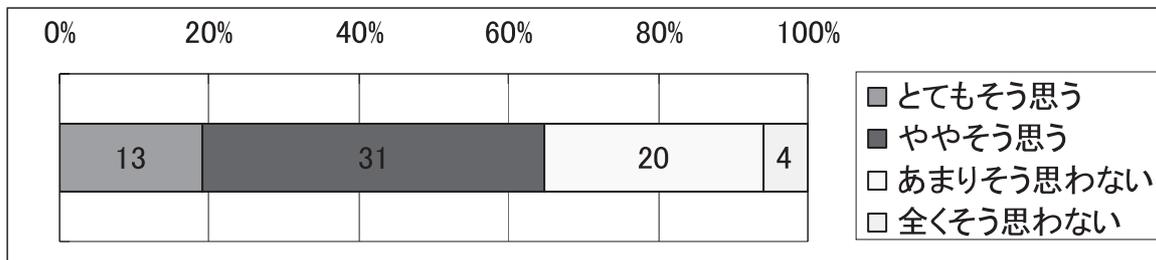
[11]科学について、多くの知識を得てほしい。



[12]大学入試に役立つような力を付けてほしい。



[13]将来、研究者になれるような力を付けてほしい。



(3) 考察

① 1～4年は全校生徒を対象、3～6年で絞り込む

本校のSSHの柱の1つとして、1年～4年は全校生徒を対象に文科系・理科系の区別なく自然科学リテラシーを育成し、3年～6年で徐々に対象生徒を絞り込みながら、自然科学リテラシーをよ

り伸ばしていくという方針がある。

これに関する項目は[1]～[4]であるが、おおむね本校の方針に賛同してもらっていると思われる。[1]、[4]の両方において、約 70%の回答が肯定的であること、および、[3]の肯定的回答が 40%を切っていることから、このように判断できるであろう。ただ、[1]、[2]、[4]のいずれにおいても、否定的な回答が約 30%あることから、様々な考え方があることがうかがわれる。

[5]は約 95%、[6]は約 90%が肯定的であり、SSH ならではの先端的な取り組みを進めるべきであるという考えがうかがわれる。しかしながら、[6]では「あまりそう思わない」が 10%あり、先進的な教育もいけれど、中等教育段階における教育も大切にすべきであるという懸念の表明ではないかと考える。この点については、本校 SSH 推進の上でも十分に配慮しなければならないと考えている。

## ② カリキュラムと指導法

[7]のサイエンス研究会の活動に関する肯定的回答は、90%近いものがある。科学に興味・関心のある生徒は、どんどん活躍して欲しいということだろう。

これに対して、[8]の日常の授業を SSH を意識した授業にすることに関しては、肯定的回答は 65%である。このことは、いかに SSH の指定を受けているとはいえ、普段の授業では理数への興味・関心が低い生徒もいるので、そのような生徒への配慮も必要だということであろう。

[9]については、70%が肯定的回答であり、理数に特化するのではなく、バランスよくカリキュラム全体を考えて研究を進めていきたい。

[10]、[11]からは、科学に関する興味・関心や知識は、すべての生徒にとって重要であるとの保護者の考えが現れているだろう。この点に関しては、すべての生徒に自然科学リテラシーを身につけさせるという、本校 SSH の基本方針が支持されているものと考えている。

[12]大学入試に役立つ力をつけて欲しいという点に関しては、肯定的回答は約 65%である。これを多いと見るか、少ないと見るかは微妙なところである。この点に関しての本校の基本的な考え方は、

SSH プログラムにおいて基本的・本質的な学習を行えば、一見、大学入試対策はしていないように思えるが、大学入試にも通用する本質的な力を育成できるというものである。本校生徒の進路希望や、大学進学者数が 1 つの「指標」となっている状況から、大学入試も頭の片隅に入れておく必要はあるだろう。

## 第2節 公開研究会

本校では、年に1回、その年度の主題を決め、各教科が公開授業をし、研究協議やワークショップ、講演会等の研究会を実施している。本年度は、研究主題をSSHに限定し、数学科と理科が中心となる公開研究会およびSSH研究発表会を実施することになった。特に今年度のまとめでもあり、サイエンス研究会のポスターセッションやSSHに関する講演会を企画した。

### ■公開研究会の日程・内容

1. 主 題 「新しいSSHカリキュラムの創造  
～広い視野と素養を備えた生徒の育成を目指して～」
2. 期 日 2006（平成18）年2月24日（金）
3. 会 場 奈良女子大学附属中等教育学校
4. 内 容

8：45～9：15	受 付	
9：15～9：30	校長挨拶と諸連絡	
9：30～10：20	奈良女子大学附属中等教育学校 SSH 概要説明	
10：35～11：25	数学科 公開授業 5年(高校2年) 授業者(佐藤大典) 「数学的リテラシーを育成する微積分の 指導 –テクノロジーを活用して–」	理 科 公開授業 4年(高校1年) 授業者(櫻井 昭) 「科学的リテラシーを育成する生命科学 –電気泳動による遺伝子解析–」
11：25～12：25	数学科 研究協議 公開授業及びSSHカリキュラムについて	理 科 研究協議 公開授業及びSSHカリキュラムについて
12：25～13：15	昼 食	
13：15～14：00	「サイエンス研究会」の生徒によるポスターセッション 参加者のアドバイスを頂きます	
14：10～16：30	<p style="text-align: center;">[講演 1]</p> <p style="text-align: center;">「“科学のための科学”と“社会のための科学”およびこれからの科学教育」 木村 捨雄 氏(名城大学大学院総合学術研究科 教授)</p> <p style="text-align: center;">[講演 2]</p> <p style="text-align: center;">「SSHにおけるカリキュラム開発の現状と課題」 鳩貝 太郎 氏(国立教育政策研究所 教育課程研究センター 総括研究官)</p> <p style="text-align: center;">質疑・応答・議論</p>	

#### 4-2-1 数学科における公開授業

数学的リテラシーの育成を重視した授業計画と実践について、公開研究会での授業と研究協議をもとに考察した。

##### ■ 研究授業の内容

1. 日時・場所 2006年2月24日(金) 第3限(10:40~11:30) 大教室
2. 学級 第5学年β講座(理系) 男子14人 女子15人 計29人
3. 科目名・単元名 解析Ⅲ(3単位) 微分法・積分法 (数学Ⅱ「微分法・積分法」に相当)
4. 単元目標

- ① 極限の考えを取り入れて、変化率、微分係数の概念とその図形的な意味を理解する。(知識・理解)
- ② 導関数の意味を理解し、その計算ができる。(表現・処理)
- ③ 導関数の性質を調べることによって、関数の増減、極値の有無、極大・極小を明らかにし、関数の特徴を考察しようとする。(数学的な考え方)
- ④ 微小量の和の極限としての定積分の意味を理解する。(知識・理解)
- ⑤ 微分法と積分法が逆の演算であることがわかり、原始関数を用いて定積分を求めることができる。(表現・処理)
- ⑥ 面積・体積などの幾何的な量を定積分を用いて求めることができる。(表現・処理)
- ⑦ 微分法・積分法がさまざまな分野で応用されていることを知り、現実の問題を解決しようとする。(関心・意欲・態度)

##### 5. 題材観

私たちの周りには変化する事象がたくさんある。変化を記述し、それを解析する1つの方法が微分法・積分法である。

微分法は局所的な変化を記述する方法であり、積分法は局所的な情報から、大域的な情報を知る方法である。特に、微分法を用いた方程式は微分方程式と呼ばれ、自然科学や社会科学のいろいろな場面で現れる。力学や電磁気学のような物理学はもとより、生物学でも生物の個体数の増減や、伝染病の伝播の解析などにも微分方程式が用いられている。さらには、経済学でも種々の経済予測に微分方程式が用いられている。このように、微分法・積分法は現代科学の礎として広い分野で活躍する概念である。

現在の高等学校での積分法の指導では、微分法の逆演算として不定積分を導入し、不定積分を用いて定積分を定義している。しかし、これでは積分法の重要な基本概念である「局所的な情報から、大域的な情報を知る」ことが伝わりにくい。さらに、「積分法」＝「機械的な計算」という固定概念が生まれ、さまざまな分野で応用される微分法・積分法の本来の意味を見失ってしまう恐れがある。

確かに、「数学Ⅲ」では、「積分法の応用」として区分求積法を学習する。しかし、その段階で学習したのでは積分法の基本概念は理解されにくく、「区分求積法は積分法で簡単に求められるものを面倒な方法で求めるものだ」と受け取ってしまう生徒もいる。

やはり、積分法の基本概念を理解させるためにも、区分求積法から定積分を導入するのが望ましいと考える。区分求積法から導入することで、積分法の考え方や積分記号の意味がより理解しやすくなると思われる。

## 6. 指導計画

### 第1節 微分法 (15 時間)

1-1 微分係数	……………2 時間
1-2 導関数	……………4 時間
1-3 接線	……………2 時間
1-4 関数の増減と極大・極小	……………4 時間
1-5 最大値・最小値	……………1 時間
1-6 関数のグラフと方程式・不等式	……………2 時間

### 第2節 積分法 (17 時間)

2-1 区分求積法	……………3 時間
2-2 定積分と微分積分学の基本定理	……………2 時間
2-3 定積分の性質	……………2 時間
2-4 面積・体積	……………6 時間
2-5 不定積分	……………2 時間
2-6 微分法・積分法で世界をみる	……………2 時間 (本時はその第1時)

## 7. テクノロジーの利用

本校数学科では、テクノロジーを利用して生徒の理解を深める研究を続けている。幾何の学習では、The Geometer's SketchPad や Cabri Geometry II Plus などの作図ツールを、解析の学習では、Grapes やグラフ電卓などを利用している。

この単元では、積分法の導入である「区分求積法」や、まとめの「微分法・積分法で世界を見る」の学習で、グラフ電卓を活用している。具体的には、データ/行列エディタを用いて、細かく分けられた長方形の縦や横の長さのリストを作成して面積の和を計算することや、計算機能を用いて、数列の和や定積分の値を計算することに活用している。

しかし、グラフ電卓はそれほど日常的に利用していないため、生徒はまだまだ自由に使いこなすことができない。そのため、操作方法などを教師が説明しながら授業をすすめている。

## 8. 本時の学習指導

### 8-1 授業内容

太陽光発電の1日の発電電力量を、積分法を用いて求める。

### 8-2 目標

- ① 日常の場面から問題設定をし、積分法を用いて問題を解決しようとする。(関心・意欲・態度)
- ② 事象をモデル化し、三角関数を用いて発電電力を考えることができる。(数学的な考え方)
- ③ 区分求積の考え方から発電電力量をとらえ、それを定積分で求めることができる。(表現・処理)
- ④ 複雑な計算をグラフ電卓により処理することができる。(表現・処理)

### 8-3 数学的リテラシーとの関係

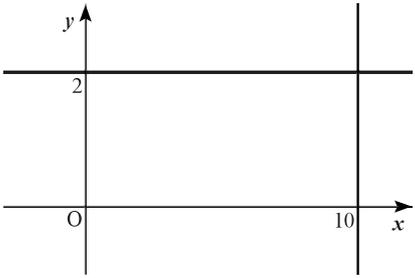
今回の授業では、日射強度が三角関数で表せることを利用して、身近な太陽光発電の発電電力量を積分法で求める。このように、数学が社会で活用されていることを理解し、それを用いて問題を解決することは、数学的リテラシーの育成につながる。

### 8-4 PISA の枠組み

- ・状況 公共的
- ・文脈 太陽光発電の発電電力量

- ・包括的アイデア 変化と関係
- ・プロセス 関連付けクラスター

8-5 展開

	学習活動 ○予想される生徒の反応	◆教師の支援・留意点 ☆主な発問	能力 CL・能力
導入	1. 本校の太陽電池パネルと表示板の写真を見て、太陽光発電について興味をもつ。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆グラフ電卓を授業前に配布しておく。</li> <li>◆本校の太陽電池パネルと表示板の写真を、プロジェクタで黒板に写す。</li> <li>◆太陽光発電の模型を見せ、太陽光発電に興味をもたせる。</li> </ul>	
展開 1	<p>2. 【課題1】について考える。</p> <p>1辺1mの正方形の太陽電池パネルが、春分の日に太陽光に対して垂直になるように置いてある。このとき、晴れた春分の日1日の発電電力量(kWh)を求めるにはどうすればよいだろうか。ただし、太陽光のエネルギー(太陽定数)を1.4(kW/m<sup>2</sup>)、大気透過率を0.7、変換効率を0.1とする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆プリントを配布し、太陽光発電の仕組みを、図を用いて説明する。</li> <li>◆太陽定数、大気透過率、変換効率など難しい言葉が出てくるので、丁寧に説明する。</li> <li>◆図を用いて、以下の関係を理解させる。</li> </ul> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>日射強度 (kW/m<sup>2</sup>)            = 太陽定数 (kW/m<sup>2</sup>) × 大気透過率</p> <p>発電電力 (kW)            = 日射強度 (kW/m<sup>2</sup>) × 変換効率</p> <p>発電電力量 (kWh)            = 発電電力 (kW) × 時間 (h)</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆発電電力量については、発電電力が一定の場合の例を示し、発電電力量と発電電力との関係を理解させる。</li> </ul> <p>(例) 2 (kW) × 10 (h) = 20 (kWh)</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>◆発電電力の変化のグラフ的なイメージをつかませる。</li> <li>◆太陽光発電の模型を見せ、光がパネルに当たる角度によって発電電力が異なることを理解させる。</li> <li>◆ある時間における発電電力は、その時間の日射強度に比例するので、まず日射</li> </ul>	<p>[関連付け CL]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●問題設定と問題解決</li> <li>●コミュニケーション</li> </ul> <p>●思考と推論</p>
	<p>3. 1日のなかで、発電電力はどのように変化するか予想する。</p> <p>○昼間はずねに一定</p> <p>○12時のときが最大の山型</p> <p>…放物線・半円・サインカーブ</p>		

4. 日の出からの経過時間を  $x$  時間とすると、 $x$  時間後の日射強度 ( $\text{kW}/\text{m}^2$ ) は

$$1.4 \times 0.7 \times \sin \frac{\pi x}{12}$$

となることを理解する。

5. 日射強度の式から、 $x$  時間後の発電電力  $f(x)$  ( $\text{kW}$ ) は

$$f(x) = 0.1 \times 1.4 \times 0.7 \times \sin \frac{\pi x}{12} \quad (\star)$$

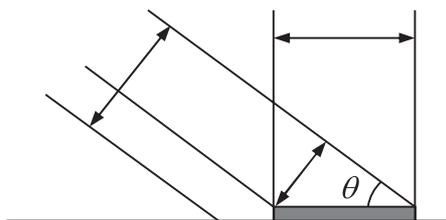
となることを理解する。

6.  $y = f(x)$  のグラフを見て、3. で予想したグラフ的なイメージが合っているかどうか確認する。

強度について考えさせる。

◆日射強度が入射角  $\theta$  を用いて表せることを、下の図を用いて気付かせる。

☆太陽光がパネルに垂直に当たったとき、日射強度が最大になる。それでは、日射強度が半分になるときの角度は？



◆さらに、 $\theta$  と  $x$  の関係を下のような表を利用して理解させる。

時刻	6:00	12:00	18:00
角度 $\theta$	0	$\pi/2$	$\pi$
時間 $x$	0	6	12

◆日射強度と発電電力の関係を確認し、発電電力の式を導かせる。

◆グラフ電卓で、 $y = f(x)$  のグラフを描き、プロジェクタで黒板に写す。

◆黒板に写すことにより、グラフに直接書き込むことができる。

●モデル化

展  
開  
2  
7. ( $\star$ ) の関係から、1日の発電電力量  $P$  ( $\text{kWh}$ ) を求める方法を考える。

○発電電力が一定の場合は、発電電力量は発電電力×時間で求められる。これは、座標平面では長方形の面積を意味する。だから、今回も面積を求めればよい。

○発電電力は変化しているが、短い時間では一定と考えてよい。だから、短い時間での発電電力量を求めて、それを足し

◆時間を十分にとり、生徒に考えさせる。

◆なぜ、発電電力が変化する場合も発電電力量が面積になるのか考えさせる。

◆区分求積の考え方から、発電電力量が面積になることを導かせる。

[関連付け CL]

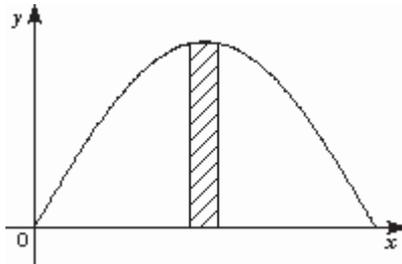
●表現

●記号による式や公式を用い演算を行うこと

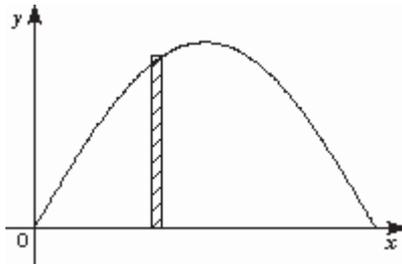
合わせればよい。

【生徒から意見が出なかった場合】

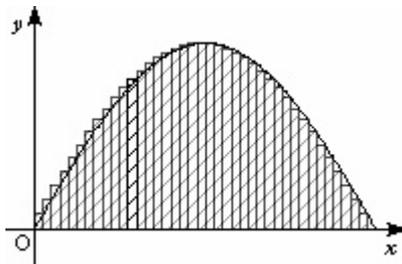
①グラフの頂点付近の1時間の発電電力量を考える。



②ある時間から1分間の発電電力量を考える。



③②のような細い長方形の面積を足し合わせると、1日の発電電力量になることに気付く。



8. 1日の発電電力量 $P$ の計算方法を考える。

○区分求積法で計算する。

$$P = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(x_k) \Delta x$$

○定積分で計算する。

◆困っている生徒がいれば、次のようなヒントを与える。

☆発電電力が一定の場合は、発電電力量は発電電力×時間で求められるよね。でも、今は発電電力が変化しているのでどうしたらよいか？

◆頂点付近の発電電力はほとんど同じと考えると、この時間の発電電力量は、右の図の長方形の面積になることを理解させる。

◆発電電力量は下図の細い長方形の面積になることを理解させる。

◆積分法の導入で学習した区分求積の考え方を思い出させる。

◆定積分の定義

●記号による式や公式を用い演算を行うこと

	$P = \int_0^{12} f(x) dx$ $= 0.1 \times 1.4 \times 0.7 \times \int_0^{12} \sin \frac{\pi x}{12} dx$ <p>9. グラフ電卓を利用して、1日の発電電力量 <math>P</math> の値を求める。</p> $P = 0.098 \times \frac{24}{\pi} \doteq 0.749$ <p>10. 本校の太陽電池パネルの大きさを縦4m, 横40mとして計算して、実際の発電電力量 (113.5 kWh) と計算結果 (119.8 kWh) を比較する。</p>	$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(x_k) \Delta x$ <p>を確認する。</p> <p>☆式はできたけど、この定積分の計算は今ではできないので、グラフ電卓で計算してみよう。</p> <p>◆グラフ電卓の操作にはまだ慣れていないので、丁寧に説明する。</p> <p>◆この段階では、三角関数の積分法は学習していない。</p> <p>◆晴れた春分の日の実際のデータを用意する。</p>	<p>●テクノロジーを含む道具を用いること</p>
まとめ	<p>11. 本時の活動を振り返る。</p>	<p>◆積分法の考え方「微小な変化量を足し合わせて、全体の量を求める」を確認する。</p>	

### ■授業の様子



### ■研究協議

#### (1)授業展開について

- なぜ、生徒はすぐに「積分＝面積」になってしまうのか、授業者も言っていたがなんとかならないだろうかと考える。細かく分けて足し合わせる考え方をもっといろいろな例で示していくべきだろう。
- この授業は、数学的リテラシーを意識していたのかは疑問である。それは生徒の活動が見えてこないからである。
- 授業時間 (50分間) の関係から、学習内容を押し込んだ形になった。教えたい内容を思いきって切ることも大切であると考えます。
- 太陽の図は不自然である。平行光線で説明すると生徒は簡単に理解したのではないか。

- ・モデル化のプロセス(過程)が見えてこなかった。
- ・概念が難しい題材であったが、とてもおもしろかった。量子の概念をきちんと説明するともっとわかりやすい。また、速度と走行距離などにも、求めるのは面積ではないが、グラフ上では面積に置き換えて考えられる。

## (2)カリキュラムと評価について (質問項目と意見のみ)

- ・授業研究の回数は年間どれぐらいしたのか。
- ・この授業を実施するために使われた時間はどれぐらいか。
- ・教材をどのように構成したのか、またどこから見つけてきたのか。
- ・テクノロジーを利用する効果はどこにあるのか。
- ・科学的リテラシーと数学的リテラシーの関連はどのように考えているのか。
- ・日頃、教科として理科とどれくらい連携しているのか。
- ・アルミのペットボトルのねじと区分求積法の関係、またペットボトルの回収にかかる費用について発展させるとおもしろい。教材がおもしろいので、総合的な学習にも授業が広がる。

## ●指導助言より

杉山吉茂 (早稲田大学教授)

- ・SSH に期待している。テクノロジーの利用も含めて、今までの数学教育が変わることができる、と考えるからである。
- ・今までの区分求積法は直交座標ばかりであった。極座標などもっと柔軟な発想をすればよい。
- ・グラフ電卓の効果は、今までの授業ではあまりないと考える。今、教えていない授業が、グラフ電卓を使えばできる、そんな授業をして欲しい。授業が、グラフ電卓によってよくわかるようになった、だけではグラフ電卓を使って授業をするやり甲斐がない。
- ・家庭科や理科等、他の教科にはおもしろい教材がある。他教科の授業を観るとよい。

重松敬一 (奈良教育大学教授)

- ・生徒の活動を重視し生徒に考え出さそうとした授業を準備している。
- ・5年生の普通の授業に開発的な内容を取り入れているのがよい。
- ・授業で、生徒が疑問を持ち質問できるような授業になるとよい。
- ・リテラシーは、生徒自身が獲得するもので、そのように教師は指導できるとよい。
- ・本校では、授業観察用紙を作成し他者評価を推進していることもよいことである。

## ■今後の課題

学習指導案の作成、授業実践・授業観察、研究協議を通して次のことが課題と考えられる。

- ① 通常の授業を、数学的リテラシーの育成という観点から考察することである。そこで問題点や課題が明らかになり、授業改善の方向性が示唆される。今回は、数学が用いられる状況と数学的プロセスの指導が重視されていないために、生徒の活動が見えにくくなり、教師主導で知識伝達の授業になってしまった。
- ② 単にパフォーマンスの授業にならないためにも、数学的リテラシーを育成するカリキュラムを編成しなければならない。

#### 4-2-2 理科における公開授業

3-4-1 で研究の目的を明らかにしたように、科学的リテラシーの育成のための授業計画と実施について評価するために、公開研究会で公開授業と研究協議を実施した。

評価にあたっては、次の3点をもとに行った。

- ① 校内の授業観察の時に実施したものと同様な授業評価のアンケート
- ② 研究部から配布された授業および研究協議に関するアンケート
- ③ 研究協議での意見・指導助言

#### ■ 研究の内容

公開授業 総合理科Ⅱ（生命科学） 授業案

- 1 日時 2006年2月24日（金）
- 2 学級 4年C組
- 3 指導者 櫻井 昭
- 4 単元名 生命科学「バイオテクノロジー」
- 5 単元目標

遺伝子および形質発現に関する新しい技術について学習し、技術の進歩や科学の応用など現代の科学技術の有効性と問題点について考え、これからの社会に必要な科学的素養を身につける。

#### 6 教材観

バイオテクノロジーは現代人の生活に深く関わってきている。例えば、遺伝子組み換え食品や、新薬の生成、再生医療など、生物の本質に変化を起こす技術によって新しいものが作り出されている。この技術により人間にとって便利なものが増え、生活が豊かになっている一方で、その技術の危険性も指摘されている。そこで、バイオテクノロジーという新しい技術を生徒に学ばせることで、科学技術における遺伝子についての正しい知識を身につけさせ、それをもとに判断する力を育てたい。また、科学技術によって解き明かされてきた、「生命」の尊さを感じさせることにより、科学的探究心や生命倫理観を養いたい。

#### 7 授業計画

- |                       |              |
|-----------------------|--------------|
| ① 形質の遺伝について（メンデルの遺伝学） | 5時間          |
| ② 遺伝子からの形質発現（転写と翻訳）   | 5時間          |
| ③ 遺伝子組換え技術            | 4時間（本時 3時間目） |

#### 8 本時の授業

DNA切断データの解析（DNA切断実験2時間目）

#### 9 本時の目標

制限酵素（*Hind*Ⅲ, *Pvu*Ⅱ）による、ラムダDNA（ラムダファージ由来の二重らせんDNA）の切断パターンをもとに、ラムダDNAの特徴を生徒に考察させる。

#### 10 科学的リテラシー

PISA調査では、次のように科学的リテラシーを定義している。「科学的リテラシーとは、自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力である。」また、科学的リテラシーの知識・概念として「遺伝子操作」を設定しており、また科学的リテラシーの文脈と状況として、「テクノロジーにおける科学（バイオテクノロジー）」をあげている。

そこで本授業では、生徒が日常生活ではあまり目にすることの無い電気泳動法による DNA バンドの解析を行うこと、つまり、データを観察しそこから得られる情報を正確に読み取り、その情報から何が考えられるかを正確な知識をもとに考察することにより、PISA の定義する科学的リテラシーを身につけさせることを考えた。さらに本校では、市販されているキットをプロトコル通り操作することで、簡単に遺伝子操作できる容易さを生徒に体験させ、科学技術を使用する人間の倫理観の重要性を認識させることも、科学的リテラシーの育成であると位置づけている。

## 11 指導過程

	学習内容	指導内容	科学的リテラシー
導入	<p>制限酵素によるラムダ DNA の切断実験を復習する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 専門用語の確認と理論の確認</li> <li>DNA (ラムダ DNA)、塩基配列、制限酵素、電気泳動槽、マーカー、アガロースゲル、DNA 染色液</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 簡単なモデルを用いて、前回の実験を再現させる</li> <li>DNA の構造、制限酵素、電気泳動の原理、DNA 染色の原理</li> </ul>	<p>プロセス 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 所定の状況下で、適切な科学的知識を適用することにより自らの理解力を示す</li> <li>・ 適切な記述と説明および予測を確認したり、特定したりする</li> </ul>
展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 染色中のアガロースゲルを脱色し、DNA バンドを露出させる</li> <li>・ 電気泳動後のアガロースゲル上の DNA バンドを観察する</li> <li>・ 観察して気がついたことをレポートに書き出す</li> <li>・ 観察して気がついたことを発表する</li> <li>・ 実験結果から分かったことをカテゴリーに分ける</li> </ul> <p>・ 実験結果から分かったことについて考える</p> <p>① バンドの数から考察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>※ DNA の切断箇所を推測</li> <li>※ ラムダ DNA 上の特異塩基配列の配置を推測</li> <li>※ DNA 断片の泳動距離から考察する</li> <li>※ DNA 断片の大きさを推測</li> <li>※ 制限酵素の特異性の確認</li> </ul> <p>② バンドの形状、色から考察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>※ DNA 断片の長さを推測</li> <li>※ 見えない DNA 断片の存在を推測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 染色液の安全性について意識させる</li> <li>・ 実験結果をしっかりと観察させる (ポイント)</li> <li>① DNA バンドの数と特徴</li> <li>② レーンごとの比較</li> <li>・ DNA バンドから分かることを生徒に発表させる</li> <li>・ 生徒から出された意見を以次の 3 つのカテゴリーに分けさ</li> <li>① バンドの数</li> <li>② バンドの泳動距離</li> <li>③ バンドの形状、色</li> <li>・ 各カテゴリーについて班毎に考えさせる</li> <li>考えさせるポイント</li> <li>① 制限酵素の性質(特異的塩基配列を切断すること)</li> <li>② 電気泳動法の原理(DNA 断片の長さが短いほど泳動距離が長い)</li> <li>③ DNA 染色の特徴(DNA 分子が多く存在するほど染色の色が濃くなる)</li> </ul>	<p>プロセス 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現象を記述し、説明し、変化を予測できる</li> </ul> <p>プロセス 2</p> <p>科学的に探求することが可能な課題を認識する</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・考察した内容をレポートにまとめる</li> </ul>	班毎に考えたことを個人のレポートにまとめさせる	プロセス 2 科学的に探求に必要な証拠を特定することや認識すること プロセス 3 主張または結論のために、科学的に見出された事柄を証拠として解釈(理解)すること
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオテクノロジーは、目で見ることができない DNA を間接的に目に見える形にし、操作する技術であることを理解する。</li> <li>・DNA 切断技術の使い方について考える。</li> <li>・レポートを完成させて提出する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験結果から考察できることをまとめさせる</li> <li>・バイオテクノロジーの一つである DNA 切断技術について、その意義を考えさせる。</li> <li>・DNA 切断が非常に簡単な技術であることに対して生徒に問題提起する。</li> <li>・レポートを提出させる</li> </ul>	プロセス 3 科学的結論の社会的含意(含蓄)を熟考し、伝達する

■授業の様子



■評価 (参観者の感想および研究協議の意見より一部を抜粋)

(1) 授業展開とカリキュラムについて

・内容(カリキュラム)は高度で工夫してあるが指導法の工夫等がもっと見られたらよかった。内容的にレベルの高い普通の授業という印象が強い。

・実験を行った後で、マーカーやコントロールの説明があったという点から生徒は実験を行う際にマーカーやコントロールの役割すら知らない状況ではなかったかと推測される。確かに何も指示されない状況で生徒が結果から現象を推測し、そこから結論を導いていく方法の意義は大きい。しかし、生徒が実験を行う際に、「今自分がこの操作を行う理由は何か」を知らずにいるかもしれないということに少しの疑問が残った。使い古された言葉だが、「仮説-実験授業」のスタイルの方が良かったのかもしれない。

・本時でカテゴリーに分けるまでは教師誘導でつまらない。その原因として、貴校の1~3年生までの理科で子ども自らカテゴリーにわけていく姿勢を育むことができていないのではないかと推測される。指導者に生徒たちを生かそうとする思いや技術がないのでは。この1時間で判断するのは難しいが、「活動あって学び少なし」だと思った。子どもたちに本当の科学者の営みを味わってほしい。失敗、例外をもっと大切にすることによって、それが子どもたちの科学する心をいざなってくれるとさらによい。

・楽しそうに実験を行う学校は多々見られるが、結果をまとめ考察しようとする力、それを言葉にして仲間と相談することができることに驚いた。ただ実験がやれる、しくみが分かる「スーパー」な生徒ではなく、自分で考え、次に生かす「探求力」がさらに身につく手立てを追求し、他の学校にフィードバックしてほしい。

・限られた時数の中で、高度な実験を行っているのに驚いた。考察にもう少し深まりがほしい。

・科学リテラシーに技術は入ってこないと思うが、もし科学リテラシーにテクノロジーが入ってくればもっと良くなると思う。

・生命倫理について、どちらが良いか悪いかではなく、自分たちが正しい知識をもって考えていくことが大事だ。

・自己学習力の育成を大きな目標として掲げてあったが、その手立てについて、まだ課題がある。

## (2) 指導助言者より

森本 弘一（奈良教育大学教授）

・実験をすることは大事なことだ。また、アンケート調査をしたときに DNA はよく知っているが、RNA を知らないということが分かった。RNA が一緒に出るものをやるとよい。このような実験を通して「保存」の概念を身につけさせたい。大腸菌の実験をすれば、手に目には見えないが細菌がたくさんいる。「目に見えない物が存在する」というそのような見方を子供たちは身につけていくと思う。

鳩貝 太郎（国立教育政策研究所 教育課程研究センター総括研究官）

・メンデルの法則から遺伝子の組換えとなっているが、生徒の意識のギャップがどれだけ埋められるか問題だ。これからこのような新しい授業が入ってくると思われるが、生徒の意識のギャップをどうしたら埋めることができるか考えていかなければならない。私はこのような生命科学の授業はこれからももっとやっていかなければならないと思っている。

・科学的リテラシーとは証拠に基づいて結論を導き出すということで、証拠に基づいて判断できる能力を身につけさせることが大事だと思う。理科の場合は、基本的なことをきちんと身につけさせることが大切である。このような授業では、基準にしたがった実験操作が必要で、後処理を含めてきちんとやってほしい。実験の危険性があるので、先生方一人一人が練習をしてそれなりの技術と基本的な考えをマスターしてから、遺伝子組み換えのような授業はやってほしい。

・評価の問題は大変重要な問題で、短期的な評価と長期的な評価をきちんと分けていく必要がある。要は、一人一人がいかに伸びたか、どれだけ発展したかが重要だ。それを全体的な数値としていかに表すか、これから各学校が一番苦労するところだ。それを地域の人たちや社会に公表していくということが大事だ。中学校から高等学校まで6年間一貫したカリキュラムということで注目している。

### ■今後の課題

外部評価者から指摘された課題をまとめると次のようになる。

#### ① SSH カリキュラムの理念を生かす授業における指導法の検討

3,4年を中心に具体的な授業の指導法についてさらに検討を進める。

#### ② 授業の評価とカリキュラムの評価方法についての検討

授業における科学的リテラシーの育成を評価する資料としてどんな評価シートがよいかについて検討する。また、SSH カリキュラムを実施した成果について、短期的と長期的に分けて、生徒一人一人に注目して評価する具体的な方法を検討する。

#### ③ 自己学習力の育成についての具体的な方策の検討

1～4年を見通した自己学習力の育成のための具体的な方策を検討する。

### 第3節 運営指導委員会

運営指導委員会は、大学教員・研究者・学識経験者・教育委員会指導主事等で組織し、専門的見地から SSH 全体について、指導、助言、評価をする。今年度は、2回の定期会議と、第3回目は、公開研究会に参加していただき、文書で意見を述べていただくことにした。

#### 4-3-1 定期会議

##### ■ 実施概要

	第1回運営指導委員会	第2回運営指導委員会
日時	6月7日(火) 14:00~17:00	12月5日(火) 14:00~17:00
場所	本校会議室	本校会議室
参加者	SSH 運営指導委員(敬称略) 四方 敏幸 重松 敬一 刀根 規久男 丹羽 雅子 森本 弘一 小林 毅 塚原 敬一 松田 覚 本校教師 11人	SSH 運営指導委員(敬称略) 四方 敏幸 辻 智子 刀根 規久男 山極 寿一 丹羽 雅子 森本 弘一 小林 毅 塚原 敬一 松田 覚 本校教師 17人
構成	1. 本校 SSH 研究計画の概要、説明 2. 数学的リテラシーについて説明 3. 科学的リテラシーについて説明 4. 質疑応答・協議 5. 運営指導委員からの指導・助言	1. 本校 SSH 研究計画の概要 2. 2005年度 研究内容 3. 2005年度 研究の中間総括 4. 2006年度に向けての課題 5. 報告に関する質疑応答 6. 研究に関する議論 7. 運営指導委員からの指導・助言

##### ■ 第1回運営指導委員会での質問・意見

###### \* SSH と自然科学リテラシーとの関係

・SSH は「スーパー」な生徒を育てることが目的であるが、貴校にとっての「スーパー」とは何か？  
→自分でやりたいことを見つけ、自分で学んでいく生徒を育てたい。そのために、1～4年までで全員の生徒にリテラシーを身につけさせることが大切である。リテラシーが身につけているからこそ「スーパー」な生徒ができると思われる。

→「スーパー」な芽が出た生徒は、サイエンス研究会等で育てる。

・大学と連携を取りながら、「スーパー」な生徒を育ててほしい。

###### \* 「スーパー」な生徒と大学進学との関係

・SSH をすると、浪人する生徒が多くなり、進学実績が下がるのではないかと？

→SSH で成果を残すと特別枠でとってくれる大学も現れている。また AO 入試で進学する方法もある。

###### \* サイエンス研究会についての説明

・数学・物理・化学・生物の4つの部会に分かれているが、現在はテーマ探しのための準備期間である。

###### \* 教科についての意見

- ・理科・・・理科の実験では、安全面と社会的責任を示すため、白衣を着せてほしい。
- ・化学・・・高校の化学だけではなく、大学で学ぶ化学も扱ってほしい。高校の化学のイメージを無くして大学の正しい化学のイメージを持ってほしい。また、5年の春休みや6年の夏休みを利用して、大学とのプログラムを考えてほしい。

＊ その他

- ・自然科学に特化するのではなく、人文・社会科学も取り入れてほしい。
- ・SSHの目指すところを明確にしてほしい。

■ 第1回運営指導委員会の様子



■ 第2回運営指導委員会での意見

＊ 評価の方法について意見

- ・本校を卒業した後の追跡調査をしなければならない。
- ・大学入試のためではなく、大学の研究機関に進学するような生徒を育ててほしい。
- ・生徒の意見交流会をもち、生徒の感想で評価してはどうか。

＊ スキル（技能）とテクニックについて意見

- ・1,2年では、スキルをつけさせることが大切である。それがないと先にすすめない。
- ・理科の低学年での基礎は、ものをよく見ることである。実際に体験することは、もっとも大切なことであるとする。

＊ リテラシーについての意見

- ・人間を多面的に見て、それを科学的に解決することが大切である。
- ・生活科学リテラシーと人文・社会科学リテラシーをつなぐ部分が「ヒューマンサイエンスリテラシー」である。
- ・生活科学リテラシーは日本ではもっとも遅れているところであるので、生活科学リテラシーを重視してほしい。
- ・問題解決能力を身につけさせることも大切だが、問題発見能力も大切である。特に、ディスカッションの能力は、中学・高校の段階で身につけさせるべきである。

＊ その他

- ・生徒に先進的な知識を詰め込みすぎているように感じる。熟成させることも大切である。最短コースに行くのではなく、いろいろ遠回りすることでリテラシーをつけさせることができると思われる。
- ・身近なところにも科学があることを伝えてほしい。

#### 4-3-2 運営指導委員による公開研究会の評価

公開研究会・SSH 研究発表会（2月24日実施）に参加して頂いた SSH 運営指導委員の方に、4段階および自由記述で評価をお願いした。

A：よかった      B：ややよかった      C：やや悪かった      D：悪かった

一部、本校 SSH 研究についての理解が不十分な点もあるが、ご指摘頂いた点に留意して、次年度以降の SSH 研究発表会のあり方を考え、さらに SSH 研究開発を進めていきたい。

##### ■SSH 運営指導委員：上野 健爾(京都大学)

●このような評価の仕方に疑問を感じる。

(1) SSH 概要説明                      . . .      B

●説明された内容自体に関しては大いに疑問がある。特に PISA を基準にした点は教育の一面しか見ておらず、教育の目標のすべてとするのは間違っている。

(2) 公開授業(教科：数学)              . . .      D

●物理的概念の説明なしに数学のモデルを作ることはできない。生徒が興味を持つ沢山の側面を持つ題材なのに、大切な側面をすべて切り捨てた授業であり、生徒は何も本質が分からなかった。この題材では物理と数学を分離することはできない。ニュートンが積分を流量、微分を流率となぜ称したのかを理解することのできる教材でもあり、もっと本質的な深い理解が生徒に可能な題材である。

(3) 研究協議(教科：数学)              . . .      C

●議論が十分に深められていなかった。表面的な取り扱いしかできていない。

(4) 「サイエンス研究会」の生徒によるポスターセッション              . . .      C

●上滑りした研究であり、基本に立ち返って疑問を持っているのではなく、話題性に振り回されていて、基本的な理解が不十分である発表が多かった。例えばウニを観察しながらウニが何をえさにしているのかに関心がないのはどうしてなのだろうか？

(5) SSH 講演                      . . .      不参加

(6) 公開研究会・SSH 研究発表会に関して、ご意見・ご感想を自由にお書き下さい。

教育は将来社会に出て活躍する若者を対象にしている。その社会は文明と文化とが二つの重要な要素である。科学的リテラシー、数学的リテラシーと称されるものの多くが文明に奉仕する人材の育成に焦点が当てられ、よりよく生きていくための文化的側面が抜け落ちている。科学と数学とは別のものではない。両者が数理学で結びつくというのは数学と自然科学の歴史を無視した見方でしかない。コペルニクス、ケプラー、ガリレオ、ニュートンの流れは単に物理と微積分学が誕生した流れではなく、自然界の調和を確信し、その美しさを見いだす営みでもあった。こうした理解が SSH 活動から完全に抜け落ちている。

##### ■SSH 運営指導委員：重松 敬一(奈良教育大学)

(1) SSH 概要説明                      . . .      A

(2) 公開授業(教科：数学)              . . .      C

(3) 研究協議(教科：数学)              . . .      B

(4) 「サイエンス研究会」の生徒によるポスターセッション              . . .      不参加

(5) SSH 講演                      . . .      C

- (6) 公開研究会・SSH 研究発表会に関して、ご意見・ご感想を自由にお書き下さい。  
1年目の発表会としては、事業や枠組みの確かさを伝えることが出来たと言える。

■SSH 運営指導委員：三村 徹郎(神戸大学)

- (1) SSH 概要説明                      . . .            A  
(2) 公開授業(教科：生物)            . . .            A  
(3) 研究協議(教科：生物)            . . .            B  
(4) 「サイエンス研究会」の生徒によるポスターセッション            . . .            B  
(5) SSH 講演                              . . .            B・C  
(6) 公開研究会・SSH 研究発表会に関して、ご意見・ご感想を自由にお書き下さい。

SSH 概要説明、公開授業は、ともに本校が目指している SSH の目標とその実際が良く判り有意義であった。

研究協議会は、時間の制約もあったと思うが、より授業内容に即した議論があっても良かったし、あるいは、生物学全体を生徒にどのように伝えるのかについて、現場の教師の方々相互の議論も聞いてみたかった。

ポスターセッションは、やや会場が狭かったことと、生徒さんからの発表を十分に聞けないものがいくつかあって、残念であった。このような展示で良く行われるポスターエクスカージョン（いくつかのグループに分かれて、各ポスターの担当者5分ずつ程度、順に説明をしていく）を取りいれたら、より生徒の発表を聞く態勢が取れたように思われる。もちろん十分な時間が取れたらということだが…。

SSH 講演会では、特に前半は、今最も議論の集中する課題であったのでかなり期待をしていたのだが、抽象的な内容の羅列で、あまり有意義とは思えなかった。

■SSH 運営指導委員：森本 弘一(奈良教育大学)

- (1) SSH 概要説明                      . . .            B  
(2) 公開授業(教科：理科)            . . .            A  
(3) 研究協議(教科：理科)            . . .            A  
(4) 「サイエンス研究会」の生徒によるポスターセッション            . . .            A  
(5) SSH 講演                              . . .            A  
(6) 公開研究会・SSH 研究発表会に関して、ご意見・ご感想を自由にお書き下さい。

十分に準備されていてとてもよかったですと思います。SSH 概要説明が時間を延長されたのが残念でした。人数が多いので、移動の時間を見越して、少し早目に終わられるぐらいでちょうどよかったのではないのでしょうか。

■SSH 運営指導委員：山極 寿一(京都大学)

- (1) SSH 概要説明                      . . .            A  
(2) 公開授業(教科：理科)            . . .            A  
(3) 研究協議(教科：理科)            . . .            B  
(4) 「サイエンス研究会」の生徒によるポスターセッション            . . .            A  
(5) SSH 講演                              . . .            A

(6) 公開研究会・SSH 研究発表会に関して、ご意見・ご感想を自由にお書き下さい。

時間割合と内容についてはほぼ満足しています。SSH の概要説明は目指す目標と達成度、および問題点が適切に盛り込まれていたと思います。公開授業は、難度の高い内容をわかりやすく、しかも辛抱強く生徒のやる気と好奇心を出すように心がけている教師の姿が印象的でした。ただ、生徒がどこまでわかっているか、DNA のどんな特性をもとにこの技術が作られているかなど、生徒の理解力に少し不安が残りました。研究協議ではこの授業が遺伝子組み換え食品という問題に関連づけたものであるとの説明がありました。しかし、もしそうなら、どのように組み換え技術が生み出され、遺伝子操作のどこに問題点が潜むかなど、DNA の性質に基づいたわかりやすい補足説明があつてしかるべきでしょう。それは今後なされるものと思いますが、生徒たちには「生命の本質に触れている」という実感がなさそうなのはちょっと気になる点でした。研究協議では「いかに生徒の好奇心をのばしていくか」についてもう少し協議がなされるべきだったと思います。ポスターセッションは、いかにも科学好き、数学好きな生徒たちが楽しそうに成果を説明してくれて、心が和みました。こういう生徒たちをの能力をぜひのばして行ってほしいと思います。SSH 講演は、文部科学省の目標と学校の状況についてわかりやすく、いい勉強になりました。

■SSH 運営指導委員：小林 毅(奈良女子大学)

- (1) SSH 概要説明 . . . A
- (2) 公開授業(教科：数学) . . . B
- (3) 研究協議(教科：数学) . . . B
- (4) 「サイエンス研究会」の生徒によるポスターセッション . . . B
- (5) SSH 講演 . . . B
- (6) 公開研究会・SSH 研究発表会に関して、ご意見・ご感想を自由にお書き下さい。

公開授業に関して：講義内容について内容を工夫し準備されていることがよくわかった。授業に対する生徒達の反応を見る時間があまりなかったのが残念であった。例えば授業終了後に生徒に直接インタビューする時間を設けるなどしていただくことはできないだろうか。

研究協議に関して：ここで議論されたテーマは「授業を行なう上でのスキル、教材等に関するもの」と「SSH で数学を実施することの意味」の二つであったようだが議論の過程でこの二つのテーマの間を行き来していたため内容がぼやけがちであったように思う。個々の意見は興味深かったので次回は司会進行に工夫していただければと思う。個人的には「SSH で数学を実施することの意味づけ」についての議論を深めていただきたかった。

SSH 研究発表：生徒達が非常に熱心に取り組んでいる様子が見て取れ、好感が持てた。数学のブースで大勢の人たちに向けてのプレゼンテーションがなかったのは少しさびしかった。次回はより大きな会場で実施していただければありがたい。

■SSH 運営指導委員：塚原 敬一(奈良女子大学)

- (1) SSH 概要説明 . . . A
- (2) 公開授業(教科：理科) . . . B
- (3) 研究協議(教科：理科) . . . B
- (4) 「サイエンス研究会」の生徒によるポスターセッション . . . A
- (5) SSH 講演 . . . 不参加

(6) 公開研究会・SSH 研究発表会に関して、ご意見・ご感想を自由にお書き下さい。

生徒も先生も非常に熱心に取り組む姿勢が強く伝わってきて、活気のある研究会であった。なお、理科の公開授業については、このテーマの一連の授業の中の一部を見学したため、公開授業そのものは、本来の意図を十分伝えられていないように感じた。

電気泳動の実験では、DNA 塩基のリン酸イオンの負電荷によって正極へ向かって泳動する。その際、塩基数が増加すると分子量が増加するとともに負電荷も増加する。アガロースゲル中の移動では、分子の大きさの方が大きく支配することになることをやさしく学習する方法はないものかと思いました。電気泳動の原理は、物理と化学との境界でもあるテーマなので、生命科学においても「物理」や「化学」の知識が必要であることを学習させる良いテーマ設定であると思います。

■SSH 運営指導委員：松田 覚(奈良女子大学)

- (1) SSH 概要説明                      . . .            A
- (2) 公開授業(教科：理科)            . . .            A
- (3) 研究協議                            . . .            不参加
- (4) 「サイエンス研究会」の生徒によるポスターセッション            . . .            A
- (5) SSH 講演                            . . .            不参加
- (6) 公開研究会・SSH 研究発表会に関して、ご意見・ご感想を自由にお書き下さい。

上記の 3 と 5 に出席できなかったことをお詫びいたします。

全体的に内容の濃い素晴らしい研究会・発表会でした。

SSH に取り組まれている本校の先生方の熱意や工夫がうまく表現されていて評判が良く、来客の先生方にとっても実り多いものになったと思います。

■SSH 運営指導委員：向井 洋一(奈良女子大学)

- (1) SSH 概要説明                      . . .            A
- (2) 公開授業(教科：数学)            . . .            B
- (3) 研究協議(教科：数学)            . . .            B
- (4) 「サイエンス研究会」の生徒によるポスターセッション            . . .            不参加
- (5) SSH 講演                            . . .            不参加
- (6) 公開研究会・SSH 研究発表会に関して、ご意見・ご感想を自由にお書き下さい。

数学の授業で、科学など他分野における応用を紹介し、学生の知識を横断的に広げようとする試みは重要であると思いますし、取り組みの努力に多大な敬意を感じます。

一方で、数学の中で、他分野の内容を教えることが必ずしも好ましいとは考えられない側面もあります。数学の先生が専門外の勉強をすることはかなりの負荷であると思われますし、得意でない分野の内容の紹介がされない可能性があると思われるからです。少なくとも、授業で取り上げた他分野の応用例に関心をもった学生にとっては、相応の効果があると思われますが、関心を持てなかった学生については、かえって授業そのものへの関心が下がってしまう危険があります。数学でなく、科学など応用分野の授業で、数学へのモチベーションを高める工夫がなされる事も重要であると考えます。

むしろ数学の側では、ある理論が、科学、人文、経済、情報、医学等様々な分野のどのような事例に応用され、これら異なる分野で扱っている事例が、同じ数学モデルで、同じ数学的解法の元で解けることを広く紹介されることに力を入れられてはどうかと思われます。

また、数学というのは、語学と同じく、数学理論の中の数学モデルを厳密に理解する能力を養う必要があります。すなわち、数学モデルを現実世界の事例に当てはめられるような場合は問題ないのですが、現実世界の事例に当てはめられないような数学モデルにあたった場合に先へすすめないような学生を育ててしまう可能性があります（大学の理工系の授業で複素関数が出て来たたん、数学アレルギーになる子が多いのが顕著な例と思われます）。このような意味では、数学的にませた学生の能力をより引き延ばすような授業への取り組みがなされることも期待いたします。

### 4-3-3 全体評価

2005年度の本校のSSH研究開発についての評価を、SSH運営指導委員会の方に自由記述でお願いした。

本校の取り組みを外部から観て頂き、今後の研究を進めるに際しての貴重な意見を頂いた。直ちにすべての課題を解決することはできないが、本校の研究計画とすり合わせながら、研究を進めていきたい。

#### ■SSH運営指導委員：上野 健爾(京都大学)

上記の記述(本校注：公開研究会・SSH研究発表会に対する評価)で理解していただけたと思うが、SSHの基本的な目標の設定が、私が考える真の意味での教育の目標と乖離しており、話題性を追い求めた感を強くする。学問では基本的なことが難しく、多くの思いこみがある。その思いこみから自由になることが学問の難しさであり、教育の難しさである。学問の最前線を見聞きすることは大切だが、そこに至る先人の努力の内容を自分なりに理解していくことが最も重要である。例えば、数理学という言葉が日本では一人歩きしているが、微積分のみならず、数学の進展は自然科学の進展と大きく結びついていて、数理か科学などという必要性など本来どこにもない。積分が単なるグラフの面積でないことは、物理との関連を見ればすぐに分かることである。その一方で、微分積分学の基本定理の発見こそが微積分の確立につながったことの認識が教師の間に希薄であることが、先日の授業を見ていて痛感した。ライプニッツに数学を教えたホイヘンスはライプニッツよりはるかに上手に面積の計算ができたが、基本定理の認識がなかったために微積分学の建設者とされていない。歴史的な事実への無知は数学や自然科学の教育者として許されない。もう一度、教育とは何か基本に返って議論することから始めるべきであると私は考える。

#### ■SSH運営指導委員：四方 敏幸(奈良県教育委員会事務局)

##### 1. 基本方針

申請時の目標に即して、教育課程評価、授業評価、教育課程運営評価の3つの観点に関わって、成果と課題を確認する。

##### 2. 評価の枠組み

###### <教育課程評価>

□ コースの教育目標と科目におけるその役割が科目担当教師に明確であるか？

1年目の実施状況及び報告から考えて、教科内でのまとまりははっきりしている。

各教科の目標についての他教科からの意見・評価を今後取り入れ、さらに充実させることを期待します。(他教科からの疑問はととても大切です。)

・各科目の学年進行配列はコースの教育目標を達成する上で妥当か？

現在のところ、予定通り進んでいると判断するが、数年間の様子を見る必要がある。

・各科目の時間数・単位数はコースの教育目標を達成する上で妥当か？

現在のところ、妥当と判断する。

・教育課程を以前と比べて、現在工夫していることを言語化できるか？

できている。

・学校全体の教育課程におけるコースの科目の位置づけは明確か？

明確であるが、数学・理科以外の教科との関連性について、研究する必要がある。

- コースの教育目標と科目におけるその役割が、コースに所属している生徒に明確であるか？（そのコースはどのような力をつけるところか、なぜその科目群が配列されているのか、どのような順番で科目を選択すると目指す力が獲得できるのか？）

学習内容に対する説明は十分にできている。各生徒が自分の今後の学習計画にどのように位置づけられるかについて、それぞれの具体的な学習後に、確認する方法が考えられることが望ましい。（学習歴の確認と学習計画の一体化）

- コースの教育目標と科目におけるその役割が、学外にわかりやすく明示されているか？  
HPの利用やいろいろな広報に工夫されている。さらには、報道機関をうまく利用し、県内の一般の方々への広報が充実すると良いと思う。

- 資格の取得に対する各科目の役割が各教師に明確であるか？

- 資格の取得に対する各科目の役割が生徒に明確であるか？

- 資格の取得に対する各科目の役割が学外にわかりやすく明示されているか？

以上の3点については、今後の研究において、SSHの実践・成果として見ていくのに行かせるものがあれば利用していくべきである。

- SSHに関わる教育活動の記録（時間軸に沿った、授業・講演会・校外研修・学校行事といった取り組みの経過、実施状況、それぞれの成果と課題）を残しているか？

HPに記録を公表するなど工夫されており、よく行われていると考える。各生徒が1年間を振り返った自己評価をまとめておくとよいと思う。（6年後の卒業時にまとめて各生徒に返すと喜んでもらえると思う。）

- この教育課程によって得られた成果の公表を行っているか？

積極的に公開している。ただ、もう少し、SSHとしての目標に対して、実施された教育活動の意義と成果が明確に見ることのできる形に整理されることが望ましい。

#### <授業評価>

- 各科目のシラバスができているか？

完成度の高いシラバスが作成されている。

- シラバスの存在を生徒は知っているか？それを理解しているか？

生徒への周知の方法から考えてそれぞれの生徒の理解度によると思われる。

- シラバスの目標に即した授業の自己点検評価が定期的に行われているか？

確認できていない。もし行われていなければ実施すべきである。

- 授業に対する生徒からの評価が定期的（各学期の中間と期末）に行われているか？

確認できていない。SSHの後援会の感想や授業レポートだけでなく、学校評価の点から実施されることが望ましい。

※(本校注：今年度より、全教師が授業評価(アンケート)を実施している。)

- 授業評価情報が授業方法改善へ役立てられているか？

今後SSHによる教育目標達成のためには必要なことである。

- 生徒の達成度の評価情報の収集が定期的に行われているか？

定期考査以外での達成度の情報としては、ポートフォリオにおける自己評価表を1つの科目でよいから継続させてみて実施し、情報として有効か研究してみてもよいと考える。

- 定期的に収集される達成度の評価情報が、授業方法改善へ役立てられているか？  
2年目の同じ科目の授業の改善に生かされていることに期待します。
- 授業の成果を教師、生徒が共通に確認できる資料（使ったテキスト、配布プリント、提出物、プレゼンテーション資料、ある典型的な授業の場面、様子を記録した写真など）を残しているか？  
記録されていると考える。

<教育課程運営評価>

- 中期ヴィジョンの評価計画、単年度の評価計画が明確にされているか？  
十分に計画されている。評価については今後の改善が必要かもしれない。
- 教職員全員がコースの科目の位置づけを理解しているか？  
数学・理科以外の教職員の協力がこれから必要であるため頑張ってください。
- 教育課程全体の運営についての定期的な会議が行われているか？  
とても多忙な先生方ばかりですが、十分に実施されていると思う。  
ただし、2年目、3年目となるにつれて形式的にならないように気を付けていただきたい。
- コースの各科目の担当者の連絡会議は定期的に行われているか？  
実施されていると思う。担当の過重負担とならないよう絶対に必要である。
- 授業評価に関する評価情報の収集と管理をする仕組みができているか？  
校務分掌に位置づけられているので、有効に運営していただきたい。
- 教育課程の評価情報の収集・管理の組織ができているか？  
今後実施している中で、負担が大きくなる方法に改善していただきたい。
- 教育課程の評価情報が次の改善に生かされるための機会・点検評価を行っているか？  
運営委員会の内容から考えて生かされていると考える。
- 教育課程及びその運営に関わって外部評価を受けているか？  
運営委員会以外にも保護者会や一般からの評価もあると良いと考えるが、そのためには十分な広報と適切な人選が必要である。今後の課題である。

■SSH 運営指導委員：重松 敬一(奈良教育大学)

目下 SSH 事業については次のような課題を持っている。

- ・スーパーな理数に長けた生徒の解明
- ・連携の内容、方法と普段の授業との関係
- ・開発カリキュラムの公開と普及性
- ・高度な取り組みの実感と成果
- ・教員の負担
- ・教科連携の在り方

これを奈良女子大学附属中等教育学校で考えてみたい。

- ・対象となる生徒がはっきりしていない。「テーマ研究」をとったものが対象生徒となるわけではないということであるが、文理のバランスを踏まえた上で、学校としての対象生徒の特徴分析と育成のプロセスの想定がほしい。
- ・一つ一つの事業での取り組みのご苦労は理解できるが、それと普段の授業との関係がやはり不

明である。授業評価表をうまく活用して、ベーシック、レギュラー、アドバンスなリテラシーを育てることとどのように関わっていくのかを明確にしたい。

例えば、数学では内容的な講義と探究数学や数理科学との関係を考える必要がある。

- ・カリキュラムの構造化を図る必要がある。文理に関係なく基礎基本をしっかり押さえた上で、カリキュラム上はどのように構造化されているのかを一見して見えるような教育課程表にしてほしい。

例えば、教科基礎科目、教科専門科目、SSH 基礎科目、SSH 専門科目などを色別に示す。

- ・大学や研究所等での連携事業が一過性に終わらずに、生徒に内的な動機付けとなるような事業前後の取り組みや普通の授業との関係を意識していただきたい。
- ・教員の負担はどの学校でも聞かれることである。どのような負担なら許容されるのか、あるいは負担が軽減されるのかを開発事業の重点項目として考えてみてもよいのではないかと。知的な汗をかくのは教員ではなく生徒でありたい。
- ・理科が中心になりがちな本校では、数学の開発も積極的に行われていることは他の SSH 校からも注目されている。それだけに開発の成果を期待したい。その際、理数以外の科目とどのように連携していくのが望ましいかも解明していただきたい。

最後に、大学附属学校としては、単に大学との連携教科からさらに進めて、接続への可能性も一層追求いただきたい。

#### ■SSH 運営指導委員：辻 智子(ファンケル総合研究所)

業務多忙のため1回しか参加できず、評価をする資格は無いと思いますが、感想を書かせていただきます。

1. 一部の卓越した学生にその学生が最も得意とすることを延ばすようにするために、大学やその専門家との接触を自然に増やすような環境づくりが必要。(今の活動でも行われているとは思いますが。)何か特別なことをしている意識ではなく、自由に大学の研究室に顔を出して楽しめる雰囲気をつくればよい。奈良女子大附属は、大学があるのでそういう環境を作りやすいはず。受け入れ側に対する、理解・啓蒙ももっと必要かもしれない。
2. 一般学生の科学離れを改善するためには、1のような一部の優秀な生徒のための活動とは別に、ボトムアップが必要。まず、基本的で身近な、食品や栄養の取り方、生活の中での科学的な知識の発揮を目指すカリキュラムも計画すべき。
3. 私のような企業の人間が委員になることは、悪いことではないと思いますが、業務多忙のためあまり参加できなかったことはとても残念です。参加できなければ意味がないので、来期は人選に考慮が必要だと感じています。

#### ■SSH 運営指導委員：刀根 規久男(ATR)

全体的評価として、学校(先生、生徒)はSSHの研究開発を積極的に推進しておられると考えます。

生徒だけではなく、生徒の保護者にもいろいろな情報を伝えておりました、大学、他の研究所などとも連携を取ってやっておられるのも素晴らしいことと思います。

ただ、外から見える活動はわかりますが、生徒の一人一人が持つ能力を伸ばせたかどうかの評価をどのようになされるのでしょうか。(この評価が出るのは何年、何十年後かもしれませんが)

学校での生徒のレベルが多岐にわたるので、どのように教えるのかは難しいと思いますが、生徒がある方面のことに興味を持ったとき、それを自由に進ませることができる環境が整えられているかどうかということではないでしょうか。

生徒だけではなく、それを指導する先生方の情熱が問われていると思います。

科学（サイエンス）というのは広範囲にわたりますが、各分野においてその時代の流れというものがあると思います。先生方が考えて、将来発展しそうな分野に生徒の興味を向けてやるのが重要ではないでしょうか。そのためには先生方の先見性、独自性が求められると思います。

示されたカリキュラムを確実に教えることは大事ですが、先生方の物の見方、考え方を生徒達に伝えることもさらに大事だと思います。（これはどの教科についてもいえます）

そのためには先生方自身がいろいろなことを考え、その結果である自分の物の見方、考え方を生徒に示す（押し付けるのではなく）ことが重要だと思います。

私が附属で学んだ時代、附属の先生方は立派な先生方であったと思います。ただ、自分の考え方の断片を授業の中に示される先生方もおられたが、その数は少なかったと思います。

現在は若い先生方も多く、自分自身が先生方より年上になって思うことは、先生方が単なる教師というのではなく、一人一人が教育者であってほしいということです。

中学、高校を通じて、生徒個人の持つトータルなエネルギー（あるいは能力）を伸ばせるようにして頂きたい。そのためには、先生方が生徒以上にエネルギーを蓄え、それを生徒にぶつける、或は生徒の持つエネルギーを受け止め、それをさらに伸ばすということをやりたい。これが生徒の身体と、心と頭を鍛えるということになると思います。

附属の伝統的なところに、先生、生徒とも、真面目だが、個性に欠ける傾向があるのではないのでしょうか。何か一つでも自分のやりたいことを続け、他の人に出来ないようなことをやり遂げる経験をさせることが大事だと思います。

最後に、体育を是非SSHに含めていただきたい。スポーツは科学であると思います。

スポーツの基本（走る、跳ぶ、投げる、蹴る、打つ）のところで、人の身体そのもの、あるいは人の身体の動きにおいて、科学的な要素が多分にあると思います。練習を積む等の経験も重要ですが、どのような練習、トレーニングをするかというところで、科学的な考え方の入る余地が大きいと考えます。

スポーツの面でも是非、附属の名を県、或は全国にとどろかせてほしいと願っています。

#### ■SSH 運営指導委員：三村 徹郎(神戸大学)

全体として、ただでさえ忙しい現場の先生方が、大変な努力をされていることに敬意を表するとともに、先生方の目指されている方向が、恐らくは日本の取るべき将来に重なって行くことは間違いがないと思われる。

現在、私は、自分の所属する学会において、自分たちの学問の成果を如何に社会に還元し、かつ理解してもらうかを考える役割を担当しているが、そのための背景として中等教育における、理科のリテラシーが基礎として最も重要なことを痛感している。その点で、SSHで進められているような教育が、より一般的になり、SSHのみならず多くの先生方に無理なく取り入れられて行くようになることを切に望むものである。

しかし、今回一連の発表をお聞きして、もう一つ感じたことは、何故一般社会において、「反科学」的言動がいつまでも続き、「疑似科学」が、実は自然科学を専攻する学生にも大きな疑問を持たずに受

け入れられるのかを考える視点を、SSHのようなプログラムの中で取り入れていくことが必要かもしれないということである。

現代の自然科学は西洋文明の中から生まれてきたもので、日本人が生得的に持っている思考過程とは、必ずしもぴったり重なるものとは言えない。そのような中で、先端的知識を理解してもらうことや、自分の興味のある分野を科学する姿勢を育てるのみならず、人文・社会科学も含めた広い知的な好奇心とそれを自分のものとしてもらうプログラムというのは、どのように作って行けば良いのか、考えていただけたらと思う。これは、概要説明で述べられていた人文科学にも自然科学的思考が必要というのと逆で、自然科学の中に全学問分野を見通す姿勢を組み込むということである。

大学で接している若い世代の知的食欲の衰えを感じ、それがどこから来るのかを考える時、じつは十分な教育を与えていることによる知的飢餓感の欠如が問題なのではないかと思うことがあるからである。これは、特に知的に優秀と思われる学生の多くに感じることである。

無い物ねだりのようで申し訳なく、また情報のあふれる現代社会でそのようなことが可能かどうか判らないが、若い世代に十分な基礎知識とかつ知的飢餓感を与えるようなプログラムというのは考えられるものであろうか。これは、自己反省も含めた感想と受け取っていただければ幸いである。

#### ■SSH 運営指導委員：森本 弘一(奈良教育大学)

とてもよく考えられた内容で、しかも豊富であるので、他の学校の参考になる取り組みであると思います。他校の場合、研究機関、大学の訪問のみで、カリキュラム開発が十分でない場合があります。それに比べて、貴校は、SSHの指定を受けられる以前から、カリキュラム開発を積極的に行われていますので、SSHの趣旨が生かされていると思います。

これからは、今回のポスターセッションのように、子供達の発表を前面に出されて、子供達の研究結果を公表されたらいいのではないのでしょうか。

また、現在のSSH関連の授業内容も公表されると他の学校の参考になると思います。

#### ■SSH 運営指導委員：山極 寿一(京都大学)

科学的リテラシーを育成する、という目標は順調に達成されつつあるように思います。これは、世界や現象を説明するための科学的な根拠を理解し、それを応用できる力を身につけさせることです。現代の科学技術は、膨大な基礎科学の歴史の上に成り立っており、技術がどのように生まれたかということを知らずに応用するのは好ましくないと私は思います。中等教育はそれを正しく教える場でありましょう。むやみに新しいことに飛びつくよりは、じっくりと基礎を教えてほしいと願っています。

ただ、生徒たちの関心はやはり今世界で何が起きているかに向きがちであり、それを無視しては生徒たちの好奇心や勉学意欲を刺激することはできません。ポスター発表にもあったように、宇宙のエネルギー、ロボット、地球の食糧問題などのテーマに関連付かせて研究を行わせているのは、先生方のそうした努力の賜だろうと高く評価しています。

自然科学は縮尺をどうとるかによって見え方が変わります。生物学でも地球規模で見ると、生態系、同種の集団、個体、細胞、分子のレベルで見ると、ドラスティックに変わってきます。今扱っているテーマはどのレベルの現象であるのか、それは別のレベルでどう見えるのか、といったことを常に念頭に置いて生徒の理解と好奇心を高めていただきたいと思います。

将来研究者になる生徒を育てるためには、現在わかっていることを教えるだけでなく、まだわかっていないことを生徒に伝えていただきたいと思います。われわれ人間がまだ未知の世界をたくさん

もっており、その探究のために科学は必要とされていることを早いうちに生徒に理解してほしいのです。現代は科学技術が明るい未来を切り開くだけでなく、負の遺産をつくることにもなる時代です。ある技術の開発は、別の可能性を閉ざしてしまう結果にもつながります。科学的リテラシーとは、それを十分に理解して科学に基づく意志決定ができる精神だと思います。その芽をできるだけ早いうちに育ててほしいと期待しています。

わずか1年で、高度な内容の授業と研究グループの育成を達成された先生方のご努力に敬意を表したいと思います。今後、期待以上の成果が出ることを確信しております。

#### ■SSH 運営指導委員：小林 毅(奈良女子大学)

**SSH 研究開発の概要に関して：**人材育成の観点から、これからは「狭い分野でのエキスパート」ではなくて「広い視野と知識を持った柔軟な発想のできる応用力のある人材」に対する期待が高まっている。この SSH の基礎となる考え（リテラシーの育成）はこれに適合するものであり目指す方向としては適切なものであると思う。

**前期中等教育におけるカリキュラム目標「基礎・基本の徹底」に関して：**「サイエンス基礎講座」等の活動が実施されている。「探求数学」に関してはまだカリキュラムを開発中であるなど活動は始まったばかりである為、評価について述べるのは時期尚早であると思う。

**数学リテラシーの育成に関して：**「数学リテラシーとは何か？」という議論から始まって「テクノロジーを利用した数学教育」「テレビ会議システムを利用した数学教育」「数検の実施」等非常に精力的に取り組んでおられる姿には頭が下がった。ただ研究会当日の講演でも指摘があったように他校の SSH 活動では数学に関しては見るべきものがあまりないのが現状である。SSH で数学を取り扱うことの難しさを物語っていると思う。尚、同講演で「数学と実社会との関わりを体験している先生があまりいない」との指摘があったが同感である。発想を大きく転換して現在行われているものとはまったく別のアプローチの可能性なども探ってみてはどうだろうか。

**科学的リテラシーの育成に関して：**「遺伝子の実験」「蛋白質の実験」の実施「課題研究入門」「課題研究」等が実施されている。これらの活動が教育の課程としてどのように定式化されていくのか楽しみである。

**問題解決能力の育成：**「NSL 特設講座」「理数講義プログラム」が実施されている。また「数理科学」の開設について研究が行われているがこれらに関しては研究会当日に報告されていた通りまだ「本来の構想とは程遠い段階」にあると考えるので評価を述べるのは時期尚早と考える。

**大学・研究機関との連携：**研究室訪問などの企画については活発に行われていたが非常に盛りだくさんとの印象を受けた。生徒達に過大な負担とならないように注意していただきたいと思う。またこの企画の構想のうちで「大学の講義を受けられるシステムの構築」等についてはまだ緒についたばかりで評価を述べる段階ではないと考える。

**サイエンス研究会：**非常に活発に活動をされていると思う。生徒の興味を維持してゆくためには例えばコンテストへの参加を目指す等の展開もありえるのではないだろうか。

**全体として：**1年目の活動であるのでいくつかの企画に関しては準備段階であるのはやむをえない。その点を考慮すれば内容は大変立派なものであると感じた。これらの活動を着実に積み上げて大きな成果を挙げられることを期待している。既にホームページなどで活動の紹介をされているが、これからも積極的に成果の内容を外部に公開されることをお願いしたい。

■SSH 運営指導委員：塚原 敬一(奈良女子大学)

本校の SSH 研究開発の特徴は、6 年一貫の中等教育学校として実施されることにある。すなわち、これまでに行われてきた 2-2-2 という学年を単位としたカリキュラムと連動して科学の本質を理解させ、科学に興味を持つ生徒を育てることにある。理数系科目では、これまでも実験を重視した取り組みがなされ、教科の枠組みにとらわれずに複数の教科担当教員の協力で設定されている実験テーマも開発されている。そこでは、物理・化学・生物・地学のそれぞれの知識が互いに協同的に働いていることを生徒に理解させている。このような基盤的教育をもとに新たな SSH プログラムを配置しており、他の SSH 指定校に見られない独創性があると思う。また、理数科目だけではなく他教科からの協力を得て、自然科学のみならず、社会科学・生活科学的リテラシーの育成も狙っている。このように、学校全体が SSH 研究開発に一丸となっている姿勢が強く現れているといえよう。

初年度である 2005 年度は、非常に多くのプログラムが実施された。文字通り、種をまくという状況である。プログラムは 5 年計画であるので、実際は、現 2 年生が最終学年の 6 年生のときにどのように成長したかを評価しなければならないが、初年度の公開研究会での報告を見る限り、生徒の意識の向上がかなり図られたといえる。今後の発展に期待したい。

また、5～6 年生の目標に「個の形成と自立への展望」を謳っており、個人でテーマを設定して専門家の指導のもとで研究する「テーマ研究」を目標としている。現在の大学 3 年生が学部の専門科目をほとんど履修した後、4 年生で卒業研究として初めて研究を開始するが、ほとんどの学生は個人では研究テーマの設定ができないのが現状である。その原因は、既知の研究を見極め、何が新しいテーマであるのかがわからないからである。このあたりのギャップをいかに埋めて生徒に理解させるかは重要な課題となるであろう。

■SSH 運営指導委員：松田 覚(奈良女子大学)

今年度の SSH 研究開発は、大成功であったと評価します。生徒の満足度も高かったのではないのでしょうか。盛りだくさんのプログラムで、全体像を知る方には消化不良を起こさなければよいがとの懸念も初期にはありました。これを本校の先生方の創意工夫と多大な熱意で、生徒の自主性と好奇心を大変良い方向に引き出してきたのだと思います。

今回の研究会・発表会の議論や評価を次に生かして、更なる発展を期待します。

■SSH 運営指導委員：向井 洋一(奈良女子大学)

当初より、先生方のプログラムへの大変熱心な取り組みの意欲は強く感じておりましたが、学生のモチベーションがどこまで高められるかが非常に難しいのではないかと感じておりました。しかしながら、2005 年度の成果を拝見しますと、多くの点で学生の心を捕らえるような成果があげられているのではないかと感じられましたし、学生も多くの事を積極的に学び取って行きたいという高いモチベーションを持っていることが感じ取れます。

低学年の方が積極的で、中学年で息切れするところをいかに底上げするのが次年度以降の課題かと思われまじ、大学進学を控えた高学年用のプログラムを受験勉強と進学後の大学での勉強という流れにうまくマッチングさせられるかも実質的な問題点かと思われまじ。

## 第5章 研究開発実施上の課題

### 第1節 「数理科学」の開設

#### 1. 「数理科学」

SSH 研究開発に際して、以下のような学校設定科目「数理科学」の開設を計画している。

(1) 設置教科・科目名

教科：理数 科目：数理科学

(2) 目標

数学的リテラシーと科学的リテラシーを用いて、自然現象をはじめとする現実世界を解析する力を育成する。

(3) 内容

現実の問題、高度な数学的問題を、数式処理システム・グラフ電卓などのテクノロジーを活用しながら数理科学的に探究し、解決する。

(4) 履修学年・単位数

6年で履修(自由選択)し、2単位を認定する。

(5) 指導方法

本校教師が中心となり、適宜、大学教員・研究者に講義・実験を担当してもらう。

#### 2. 2005年度の研究の進捗状況

「数理科学」に関する当初の研究計画は、以下のようになっていた。

第1年次(2005年度)	■カリキュラムの試案作成と題材の発掘、教材の開発 ■本学理学部の先生との勉強会(年2回程度)
第2年次(2006年度)	■カリキュラムの確定と試行的実践 ■本学理学部の先生との勉強会(年5回程度)
第3年次(2007年度)	■実践および教材の改訂 ■本学理学部の先生との勉強会(年3回程度)
第4年次(2008年度)	■実践および教材の改訂 ■本学理学部の先生との勉強会(年3回程度)
第5年次(2009年度)	■実践およびカリキュラムと教材の改訂 ■本学理学部の先生との勉強会(年3回程度)

SSH 研究開発の初年度である 2005 年度は、「数理科学」の目標設定や題材の研究で終始した。本学理学部の教員との勉強会は、開催することができなかった。

本校教員が今年度に考えた題材や学習の進め方は、

自然現象と微分方程式

三角関数と音(フーリエ級数)

非線型・複雑系

「実験・計測→データ処理→数学モデルで考察」

などである。しかしながら、これらはまだ題材および構想のままにとどまっている。

### 3. 今後の課題

まず、2. で述べた題材を教材化するために、本校の数学科・理科の教師で研究を進める必要がある。その際に、本学理学部・生活環境学部の教員にも参加してもらい、専門的な立場からのアドバイスを受けながら、教材化を進めたい。

さらに、上記の題材以外にも、教材としてふさわしい興味深いものがないかを、本学教員と協力して研究を進めていく。そして、2006年度にはカリキュラムを確定し、試行的実践を行うことが喫緊の課題である。

## 第2節 「NSL 講座」の実施

### 1. 「NSL 講座」

SSH 研究開発の当初の計画では、「NSL 特設講座」と称していたが、今後は「NSL 講座」と称する。「NSL 講座」の開設計画は、次の通りである。

(1) 設置教科・科目名

教科：理数 科目：NSL 講座

(2) 目標

自然科学リテラシー(Natural Science Literacy)を育成し、問題解決能力を高める。

(3) 内容

数学的内容、理科的内容を融合させたテーマを決めて、集中講義形式(3時間×8回程度)で行う。

(4) 履修学年・単位数

3年・4年の異学年混合で履修し、1単位を認定する。

(5) 指導方法

土曜日や長期休業中に、集中講義形式で指導する。講師は、大学教員・研究者を中心に、本校教師も指導する。

### 2. 2005年度の研究の進捗状況

2005年度はSSHの初年度ということもあり、土曜日に3時間で2回開講するにとどまった。受講者の募集もその都度行い、対象は1年～6年の生徒、保護者とした。

■第1回：2006年2月4日(土)

「数学、数学の応用、そしてその未来」

講師：齋藤 政彦 氏(神戸大学理学部 教授)

■第2回：2006年3月11日(土)

「科学・技術と社会、そして『新しい博物学』」

講師：池内 了 氏(早稲田大学 国際教養学部 教授)

このように、今年度は単発の計画で終わってしまった。

### 3. 今後の課題

まず、計画本来の形に近づけるために、テーマ設定・カリキュラム研究を行わなければならない。現在のところ、テーマを研究中であるが、

結び目理論(数学・DNA・量子統計力学・高分子合成化学・タンパク質等との関連)

が1つの候補としてあがっている。

今後は、本学理学部中心とする大学教員と連携して、実施時期・回数・講義内容および運営方法の研究を深めていく必要がある。

### 第3節 4種類の講座の整理

第1節、第2節で述べた2つの講座「数理科学」、「NSL講座」以外にも、本研究においては「サイエンス基礎講座」、「理数講義プログラム」を開設している。

これら4種類の講座の特色を比較すると、次のようになる。

名称	学年	形態	目標	課題	2006年度	内容例(Key Word)
NSL特設講座	3・4年 興味関心のある生徒 ※前年度に募集	1単位認定 集中講義 (3時間×8回)	自然科学リテラシーの育成のため、1つのテーマを設け、様々な角度から迫る	テーマの設定 カリキュラム研究 講師依頼	試行	■結び目理論(数学・DNA・量子統計力学・高分子合成化学・タンパク質等との関連) ■対称性
数理科学	6年 理数に強い生徒	2単位認定 通年	自然現象をはじめとする現実世界を解析する力を育成する	カリキュラム研究 教材開発 講師依頼	研究 試行的実践	■自然現象と微分方程式 ■三角関数と音(フーリエ級数などまで) ■「実験・計測→データ処理→数学モデルで考察」 ■非線型・複雑系 ※この科目を学ぶことにより、大学入学後の学習に役立つことをPRすべき
理数講義プログラム	5・6年 理数に強い生徒	特別講義 年に数回	理数の最先端のテーマを、深く講義・実験することで、生徒の「研究心」を育む	講師依頼	実践	■素粒子論・宇宙論 ■生物物理 ■生命工学 ■ナノテクノロジー ■ロボット ■カオス・フラクタル・複雑系 ■脳
サイエンス基礎講座	全学年の生徒と保護者の希望者 3・4年生全員	特別講義 年に数回	文理融合的な講義を通じて、自然科学リテラシーを習得する際の、基本的な素養を育成する	テーマの研究 講師依頼	実践	■自然地理学・歴史地理学 ■考古学と自然科学 ■生物系統学・比較言語学・系統文献学 ※人文社会科学と自然科学の関連がわかる講義

次年度以降の研究においては、それぞれの講義の目標・形態・内容の違いをより明確にするとともに、それぞれの講義の必要性にも踏み込む必要があると考えている。

### 第4節 奈良女子大学の講義の受講

#### 1. より進んだ生徒への対応

数学的リテラシーを十分に身につけ、数学の美しさ、面白さをより学びたい生徒、および科学的リテラシーを十分に身につけ、自然科学についてより高度な学習・実験実習を行いたい生徒が、本学の講義を受講できるようなシステムの研究を行うことを計画している。そして、このような進んだ生徒に対して、本学の講義を受講することで、本校の単位認定を行うシステムを考える。

#### 2. 研究の進捗状況と課題

このシステムに関しては、2005年度は本学の理学部長と可能性について協議した段階である。

その際、基本的には、

本学の1・2回生あたりを対象とした講義を受講し、

大学生と同じく試験やレポートを課して評価する

方向で考えることになった。

今後は、対象講座の開講時間と本校の授業時間との調整などが課題であり、本校において受講生とをどのように募集し選抜するかの研究も必要である。

## 第 5 節 自然科学リテラシーの評価

「OECD の生徒の学習到達度調査(PISA)」の問題の一部を利用してテスト(調査)を実施することにより、自然科学リテラシー(数学的リテラシー、科学的リテラシー、問題解決能力)が育成できたかどうかの検証・評価を行う。具体的には、3 年次を終了した 4 年生全員に対して、6 月頃に上記の調査を実施して、各国のデータと比較検証することで評価する。

教育課程委員会の構想の下で研究部が実務を取り仕切り、全校的な体制で調査を行う計画ができています。

調査項目は、

数学的リテラシー

科学的リテラシー

問題解決能力

学習の背景

とする予定である。

今後の課題としては、問題の収集と採点であるが、研究部で具体的な計画を立てて準備を進めつつある。2006 年 6 月の調査がうまくいけば、毎年 6 月に 4 年生全員に実施し、結果を各国のデータと比較することで、本校生徒の自然科学リテラシーの習得度合を検証する。そのデータは、今後の SSH カリキュラム評価の基礎データとなるであろう。

## 第 6 章 資 料

### 第 1 節 サイエンス研究会

#### ■ 活動日誌

月日	活動内容
5 月上旬	サイエンス研究会の会員募集
5/24 (火)	第 1 回全体会 1 今年度の SSH プログラムの予定と内容について説明 2 今後の研究等の進め方について、質問と希望を聞く
6/15 (水)	第 2 回全体会 1 サイエンス研究会の全会員の確認 2 昨年度の SSH 発表会の様子のビデオ視聴 (サイエンス研究会についてのイメージをより具体的なものにする)
7/1 (金)	第 3 回全体会 自分の所属するグループを決め、夏休みの活動を考える
7/6 (水)	夏の学校説明会 ① 宿泊に必要な経費に関する連絡
7/14 (木)	夏の学校説明会 ② 参加の最終確認、活動班ごとにミーティング
7/20 (水)	第 4 回全体会 1 夏休みの活動ワークシート配布 2 白衣配布 (3 年以上)
7/21 (木)	京都大学宇治キャンパス実習
8/4 (木)	京都大学宇治キャンパス実習
8/9～10	SSH 生徒研究発表大会 (東京)
23～25	サイエンス夏の学校 (和歌山県白浜)
9/1 (木)	第 5 回全体会 学園祭の発表に向けての打ち合わせ
9/12 (月)	第 6 回全体会 学園祭の発表に向けての準備
10/7 (金)	第 7 回全体会 1 別紙プログラムによる説明 2 SSH ミニ報告会について 3 今後の展開について
10/8 (土)	サイエンス基礎講座 I 「考古学と自然科学」 (希望者参加)
10/20 (木)	第 8 回全体会 SSH ミニ報告会 15:30～16:30、多目的ホール 1 SSH 研究発表会の報告 2 サイエンス「夏の学校」の報告 3 化学班のミニ実験説明 4 ロボット実演説明

10/10 (木)	サイエンス基礎講座Ⅱ「生命について考える」 (3, 4年全員参加)
11/14 (月)	第9回全体会 1 全体の流れの確認 (公開研究会まで) 2 発表に向けて組織の確認
19 (土)	理数講義「小さな素粒子から大きな宇宙まで」 (希望者参加)
12/9 (金)	第10回全体会 1 公開研究会での発表に向けて 2 各種プログラムの参加の要請
17 (土)	理数講義「宇宙太陽発電所と宇宙空間科学」 (希望者参加)
22 (木)	奈良女子大学研究室訪問 (会員以外も含めて59名が参加)
22~23	遺伝子実習 (大阪医療技術学園専門学校) (会員以外も含めて30名が参加)
1/13 (金)	第11回全体会 1 研究報告用アンケートの連絡 2 発表の準備について 3 各種学会の参加について
27 (金)	第12回全体会 1 発表会準備の進み具合の確認 2 サイエンスキャンプの案内
2/4 (土)	NSL特設講座「数学と数学の応用、そしてその未来」 (希望者参加)
13~23	発表会準備 (放課後)
24 (金)	公開研究会 ポスターセッション発表
3/11 (土)	NSL特設講座「科学・技術と社会そして『新しい博物学』」 (希望者参加)
13 (月)	第13回全体会 1 今年度のまとめ 2 2006年の計画
14 (火)	サイエンスツアー事前学習 (本校、奈良教育大学)
23~25	サイエンスツアー (筑波、12名が参加)

## ■ 活動の様子



## ■ S S Hの生徒の活動についての提言（4年男子）

### (1)理科離れについて

科学技術によって支えられ、今なお進歩している現代社会だが、最近日本では子供の理科離れが懸念されている。理科が大好きな僕にとってはあまり縁のない問題だが、事実、理系選択者は文系選択者より少なく、女性にいたってはその傾向が強いようである。またまた男性女性をとわず理系より文系のほうが楽というイメージが多いのも確かである。政府もこの状態を打開するべくさまざまな科学のイベントなどが日本各地で盛んに行われている。しかし普段通う学校の中でそのような取り組みがなされているかどうかは疑問である。そこで学校での教育において何が欠けているのか考えてみた。そして研究というものについての教育が欠けているのではないかと気づいた。

### (2)研究というものを教えるということ

研究というものについての教育。それが今欠けていると思う。理科の授業では実験をたびたび行う。もちろん実験を実際に体験することで学ぶことはたくさんある。しかしそれは単に教科書を学ぶより現実的、感覚的に理科を勉強できるということであって、研究というものを直接学んでいることにはあまりならない。科学のイベントで理科に興味を持ってもらうのも大事だ。研究にはサイエンス～探究心～が絶対必要だ。興味はそのサイエンスを育む。でもそれだけでは足りない。なにが足りないのか。それは研究というものの仕方だと思う。

### (3)研究の仕方

形式的に研究というものの仕方について僕が思うことを書きたいと思う。実際には研究などほとんどしたことがないが、今回S S Hの生徒研究発表会で見てきて思ったこと、感じたことを踏まえて書きたいと思う。

#### ◆何かを研究するときの大まかな流れ

- ①テーマ決め
- ②テーマに関する情報、資料あつめ
- ③調べた情報、資料にもとづく実験、確認
- ④実験、確認の結果から考えられる仮説
- ⑤仮説の検証
- ⑥検証結果についての考察
- ⑦結論

基本的にこの7つぐらいに収まるかと思う。発表会でいい研究をしていたところもだいたいこのようなステップを踏んでいたと思う。まず重要なのがなんといってもテーマ決め。研究が終わるまでずっと睨めっこしたままになるので、妥協したものは選ばないほうがいいと思う。テーマが決まらないのなら無理に決めることはないだろう。何とか気に入ったテーマが見つかって、研究に取り掛かろうとするならまずそのことについて調べるのが普通だろう。そのとき今までそれについて研究した実験などがあるか確認するといいだろう。ほかの人の失敗談や改良点などはすごく参考になると思う。そして資料がそろえばそれについての確認、検証を試みる。たとえば資料の書いてある通りの条件、方法で実験してみて、疑問に思ったことなどをどっかに書き記しておく。この疑問が重要だ。実験などをやり終えた後、疑問に思ったことなどをもとに「こうすればこうなるのではないか」という仮説を立てる。この仮説を立てるといのが重要だ。研究なのだから資料をもとに実際やってみて本当にそうでした。で終わっちゃ意味がない。もっとそれを掘り下げていかなくちやいけない。それで掘り下げるうえで強力な方法のひとつが仮説を立てることだろう。仮説があれ

ばそれを検証するため実験が必要になる。そしてその実験結果を仮説と比較してその仮説があっているかどうか確かめることができる。結論まで非常にスムーズだ。だから研究は仮説を立てること、そしてそれを検証することにあるのだと思う。考えれば当たり前のことかもしれないが、このようなことは教えてもらうことではない。このことを知っているだけで研究の進め方は一段とスムーズになるだろう。実際研究しているわけでもないのにこの研究の仕方があっているか分からない。でも逆にこの研究の仕方は何か違うと指摘してくれるほうがいい。さまざまな人の意見が集まれば研究の仕方のマニュアルというものを作れるかもしれない。少なくとも言われることによって正解には近くなっていくだろう。今回はそんな機会にしたいと思って書いた。

#### (4) 研究について

研究の仕方。それは作文を書くときの起承転結のように。スポーツで動作をするためのフォームのように。形式的という印象は悪いが、何かははっきりした物事の考え方、調べ方がないと、何かを調べてまとめろなどと言われても、あまりにも漠然としすぎて何からしていいものか分からなくなってしまふ。それは理科だけにとどまらない。歴史について調べるときも、人間関係について考えるときも、それについて調べ、考え、真理を見つけるということについては同じだと思う。科学というのはそういうものだと思う。そしてそれが創造へとつながっていくのだろうと思う。何もないところから創造するのは難しい。それができるのは天才だけであろう。でも何かがあればそれをもとに改良、そして新しいものを創造することができるはずだ。たとえばスポーツにたとえてみよう。テニスではラケットを使ってボールを打つ。ポンポン打つだけなら何回かやればできるだろうが、打って走ってまた打って、しかも正確に打ち返す必要がある。これはでは闇雲にやっただけでできやしない。ではどうするか。打つフォームを練習するのだ。効率的でバランスの取れたフォームを。それがきちんと身につけば、あとは走ってボールを打てる場所まで走ることができれば打つことができる。予想外のことが起きてもそのフォームを軸にまた対応することができる。何も軸となるものがないとそうはいかない。軸となるものがあればたくさんの可能性を、しかも安定して生み出すことができるのだ。学校の教育はいえさそういう軸を作るもの何だろう。将来必要ないからといってやらなくていいものではなく、将来の土台として必要なもの。最近個性の尊重というものが重視されているが、その軸が個性的なものである必要はないと思う。そんなことをしなくても軸さえあれば自然とその人の個性がにじみでてくるものだろう。逆に軸となるものがなければ個性も生まれてこないのかもしれない。だから個性を伸ばすためには軸となるものをきちんとつくり、その上でそのにじみでてきたエネルギーを高めることができるような環境と時間さえあればいいだろう。最初に理科離れについて述べたが、今問題なのは科学的な思考力が衰退していることだと思う。文系理系にかかわらず。物事を客観的に深く考える機会が少なくなることで、その真理を見出すことの喜び、楽しさに触れる機会も少なくなってしまうのだろう。そういう喜び、楽しみがなければ研究なんかは苦痛なものだろう。そうすればなおさらその楽しみを知る機会がなくなる。結局それが理科離れを起こしているのじゃないかとおもう。研究の仕方をすこし知ること、そういう楽しみを知る機会が増えればちょっとは理科離れもましになるのではと思う。今回書いた研究の仕方はあくまで仕方のひとつであって、実際はどのような形でもいいと思う。ただこれをベースにしていけば可能性が広がると思う。幸い僕らの世界には物があふれているし、分からないことだらけだ。あとはそれについて向かっていく方法を知れば真理に限りなく近づけると思う。

## 第2節 SSH生徒研究発表会（東京）参加報告書

### ■ SSH生徒研究発表会について（4年女子）

#### (1) 3日間の概要

##### <1日目>

15時過ぎに品川プリンスホテルに着き荷物を置いた後、日本科学未来館へ向かい、常設展示を見学しました。宇宙居住棟や潜水艦「しんかい 6500」などのレプリカ内に実際に入ったり、電子メールの送受信の仕組みについて模型を使って教えていただいたり、コンピューターを使ってバーチャルとリアルの二つとが融合した架空空間を体験したりと、様々なジャンルの展示物があってとても興味深かったです。しかし見学時間が1時間程しか無く、半分以上見る事が出来なかったのが残念でした。また、宇宙食など変わった物もたくさん置いてあり、面白かったです。

##### <2日目>

研究発表会1日目。まず初めに、1時間程全大会が行われました。開会挨拶、講評者の紹介、日程の説明の後、秋山仁教授の講義を聞きました。その後、特別発表として、広島県立広島国泰寺高等学校が研究発表を行いました。全体会後は、昼食を挟んで16時過ぎまで、4つの会場で分科会が行われました。様々な研究テーマを、様々な角度から取り扱っていて勉強になりました。その内容は後に詳しく説明をするので、省略します。それから、ポスターセッションが行われました。内容は同上です。17時40分～50分は、4校の代表発表校選出と発表でした。そして、夜からはホテルで4つの会場に分かれて、交流兼夕食会でした。何校かが同じテーブルに座るのですが、私達は沖縄県立開邦高等学校や石川県立七尾高等学校の皆さんと交流しました。この時私達は、今年度新規指定校という事で、前に出て学校紹介をしました。

##### <3日目>

研究発表会2日目。初めに2時間程ポスターセッションが行われました。1日目と同様、ただのポスターだけではなく、色々と工夫がされていて、飽きる事無く回る事が出来ました。そして、昼食を挟んだ後、全体会が行われました。まず昨日選ばれた、4校の代表発表校による研究発表、特別発表である京都市立堀川高等学校の発表がありました。講評を伺った後は閉会式です。表彰では、秋田県立大館鳳鳴高等学校が文部科学大臣奨励賞を、慶應義塾高等学校・三重県四日市高等学校・熊本県立城南高等学校が独立行政法人科学技術振興機構理事長賞を、それぞれ受賞しました。これで、平成17年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会は終了しました。

#### (2) 発表会第1日目分科会について

私が見た研究発表を簡単に紹介します。

##### ○バラ・カヤに含まれる天然香料成分について（岩手県立水沢高等学校）

近年注目されているエッセンシャルオイルをきっかけに、バラ・カヤから香り成分を分離・確認する、というのが目的。実験を丁寧に重ねて行っており、分かり易かったです。しかし、少しいろいろやり過ぎている様にも思えました。また、「現時点で分かっている成分を混合した時の香りと、本物の花の香りにはまだ違いがある」というのが今後の課題に挙げられていたけれど、ポスターセッションでは実際に両方の香りを嗅げる様になっていました。

##### ○雪および氷結晶の成長と融解（岐阜県立岐山高等学校）

冬に空から舞い降りる雪結晶の不思議な形や美しさに魅せられたのがきっかけ。研究の過程、内容が分かり易く説明されていて良かったです。実験に関しても、割とシンプルなので頭に入ってきやす

かったです。結晶が成長する様子を動画で見られたりしました。ただ、この研究によって今後何が分かるのか、また最終目的が何なのかが、いまいち明確でなかった様に思えました。

○リパーゼを用いた加水分解反応ーリパーゼの反応機構の解明を目指してー(広島大学付属高等学校)

リパーゼについて知られていない点も多いため、反応機構の解明を目指す、というのが目的。要所要所で、説明について疑問点が残る事がありました。コンピューターを使ってシミュレーションを行ったり、パワーポイントでは動画を多用したりと、視覚に訴える方法が良かったです。

○タマネギ細胞の中を探る一葉緑体はあるか？ー(新潟県立新潟南高等学校)

遺伝子導入による可視化技術を用いて、肉眼で確認出来ない鱗片葉内の葉緑体の存在を探ることが目的。実験方法自体は面白かったけれど、ツメが甘いと思いました。実験する時、明暗条件以外の条件をすべて揃えてなかったり、結論に至るまでの過程が多少雑である所が目につきました。しかし、遺伝子導入を行う事で、結果がとても分かり易くなるので、見ていて面白かったです。

○ニンジンの不定胚発生実験に適した品種と器官について(福井県立高志高等学校)

ニンジンの肥大根を用いてカルスは不定胚を誘導する実験が、なかなか上手くいかない、つまり、肥大根に問題があるのではないかと考えた事がきっかけ。この発表も、実験は良かったけれど、結論に至るまでの過程がしっかりしていない所が目につきました。ただ、研究テーマ自体は将来にもの凄く繋がっていて良いと思います。

○花粉分析による古環境の推定(和歌山県立桐蔭高等学校)

和歌山の深蛇池の地層中に含まれる花粉から、縄文時代後期から現代までの約4500年間における和歌山市付近の気候・環境変化を推定する事が目的。実験方法はちゃんとしていたけれど、まだまとめるまで段階が進んでいなかったのも、これからもっと発展させていってほしいと思いました。

### (3) 感想

今回、研究発表会に参加する事が出来て本当に良かったです。日本科学未来館の見学、分科会での他校の発表、ポスターセッション、交流など、どれも自分の為になる経験ばかりで、とても充実した3日間となりました。特に分科会では、様々な研究テーマを多角度から見つめ、工夫をこらした実験を行っている所にごく感心しました。また、これから研究テーマを決め、進めていくにあたって注意をしないといけない所も見えてきました。

まず、目的→仮説→実験→予想→結果→考察という流れを、しっかり把握し提示していかなければならない、という事です。此処がちゃんとしていないと、「研究」という意味では中途半端なものになってしまうからです。

次に、自分達の現時点とこれからについて考える、という事です。研究テーマを決めた時点で、今それについてどこまで研究が進んでいるのか、分かっている事は何か、何をすればいいか、今回そこが甘いと思われる学校が多々ありました。

最後に、難しく考え過ぎない、という事です。この度、学校によっては大学の施設を利用し、とてもハイレベルな実験を行っている所もありました。しかし、結局の所、遠回りしている様に思える事もありました。今調べようとしている事が最も確かつ簡潔に現れる実験方法を、ちゃんと考えていかないといけないと感じました。

この様に、この3日間で様々な経験・知識・考えを身に付ける事が出来、大変嬉しく思います。来年からも是非、積極的に参加していきたいです。

## ■ SSH 生徒研究発表会参加レポート（3年男子）

生徒研究発表会に参加したことをレポートにしました。

### 詳しく見た発表（反転による幾何学研究：石川県立金沢泉丘高等学校）の要約

複素数平面上での変換  $W=1/Z$  を、単位円による反転という。

すなわち、原点を  $O$ 、変換前の点を  $P$ 、変換後の点を  $Q$  とすると、

$$OP \times OQ = 1$$

という関係が成り立つようにすることである。

そして、この変換で、

原点を通る円は、原点を通らない直線に、

原点を通らない直線は、原点を通る円に、

原点を通らない円は、原点を通らない円に、

原点を通る直線は、自分自身にそれぞれ写されるのである。

反転を用いて証明できた定理は、

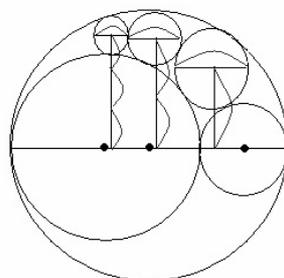
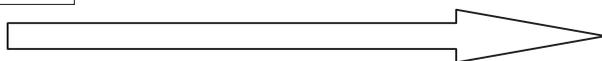
パップスの定理、

シュタイナーの円鎖、

デカルトの円定理、

ソディーの6球連鎖のようである。

また、かなめの定理を反転させると、ミケルの定理と同値である。



### 発表を見て、思ったこと

制限時間 15 分に自分の言いたいことをまとめるのはかなり難しそうである。発表者の中には、自分が最も言いたいことがあるにもかかわらず、時間が来てしまったり、あまりにも唐突な説明からはじめたばかりに、傍聴者に理解されなかったりしたことがあった。だから、発表をするときには、「まず、これからどのような順番で発表をしようとするのかというロードマップを言う。そして、自分が最も言いたいことをはじめに言って、その理由を言っていく（分科会の講評より）」というやり方をすればよいと思う。

また、写真を自らから撮ったり、実験のやり方を考えたりしたのでなければ、出典や協力者を示すべきであると思う。

そして、どの発表にも、質疑応答の時に、講評の先生が、テーマを選んだ理由をしつこく質問されていた。「その研究をどう社会に役立てたいのか」「なぜ〇〇でなく××なのか」。発表者は、思いもよらない質問だったようであった。

だから、テーマを決めるときには、理由、そしてそのテーマが持つ意味をきちんと考えたいと思う。そして、「テーマが『〇〇について』などといった、抽象的なものではなく、具体的に決めたほうが研究をしやすい（全大会の講評より）」ということなので、そうしたい。

### 3日間の行動表

8月8日(月) JR奈良駅集合→新幹線→品川、日本科学未来館

8月9日(火) 全体会(開会) 分科会

昼食

ポスターセッション、代表発表校選出

夕食会

8月10日(水) プリティッシュ・カウンシル

ポスターセッション

昼食

全体会(発表)、閉会式

東京観光、東京→新幹線→京都(解散)

### 3日間の感想

3日間の発表会は、大変疲れたものであったが、楽しいものでもあった。

日本科学未来館では、宇宙飛行船や、海底探査船、深海の生物など今まで目にしたことのないものが展示されていた。

品川プリンスホテルは、めったに泊まることができない高級感あふれるところであった。

分科会による発表も、ポスターセッションによる発表も、質が高く、納得したり、驚いたりすることばかりであった。

9日の夕食会では、沖縄県立開邦高等学校らの人と同じテーブルになり交流することができた。そのときの、学校紹介はかなり緊張した。

10日のプリティッシュ・カウンシルは、英国のビデオによる学習の提案であった。

またそのほかにも、川口先輩と同じ部屋になり、いろいろ話をすることができた。

最後に、3日間引率して下さった櫻井先生、そしてSSH指定で力を注がれた先生方に、感謝するとともに、このレポートを終わりたいと思う。

### 第3節 ポスターセッション

2月24日(金)の公開研究会・SSH研究発表会の中で、13:15~14:00にサイエンス研究会のポスターセッションを行った。その内容は以下のとおりである。

- 数学班…活動報告、醜い定理、テレビ会議による数学授業、ビュフォンの針、自作ゲーム
- 物理班…Destination、Morganite、Amethyst、Obsidian、ロボットの研究Ⅰ・Ⅱ  
超伝導の研究Ⅰ・Ⅱ
- 化学班…セルロースの加水分解について
- 生物班…活動報告、大腸菌を使ったバイオ実験、ES細胞からの心筋誘導実習、ES細胞と再生医療、アルコール感受性検査

次に、ポスターセッションで掲示したポスターを示す。

# サイエンス研究会

## □ 設立の趣旨

サイエンス研究会は、本校がSSHに指定されたことにともない、理数系の課外活動を充実させる目的で今年度より新たに設立されたクラブです。3年（中学3年）～6年（高校3年）までが対象ですが、1，2年も見習いとして3年以上の先輩と一緒に活動しています。現在70名が登録していますが、ほとんどの生徒が前期課程生（中学生）で、他のクラブ活動とかけ持ちで活動しています。

数学、物理、宇宙、化学、生物の各分野に分かれ、それぞれ専門の先生が顧問となり指導を行っています。本格的な活動は、夏休みから始めたところで、今後いかに、生徒の潜在能力を引き出し、充実した活動にするかが課題です。

## □ 活動実績

今回ポスターセッションする内容は放課後等を利用して少しずつ積み上げてきたものです。本日、先生方から御教授頂いたことをもとにさらに発展させていこうと考えています。次にサイエンス研究会会員が参加した各種のプログラムを紹介しておきます。

プログラム名	実施月	実施場所
大学訪問研修	7月	京都大学宇治キャンパスの各研究所
化学プログラム	8月	奈良女子大学
サイエンス「夏の学校」	8月	白浜・京大瀬戸臨海実験所
SSH生徒研究発表会	8月	東京
世界物理年・秋のイベント	10月	東京
遺伝子実習	12月	大阪医療技術学園専門学校
研究室訪問	12月	奈良女子大学
サイエンスツアー	3月予定	東京
S-cube	毎月	木津・原子力研究所

本校での活動	
シーケンサーの講習会参加	7月
学園祭での発表	
ミニ報告会	10月
サイエンス基礎講座	10・11月
理数講義プログラム	11・12月
NSL特設講座	2・3月



学園祭での発表



ミニ報告会

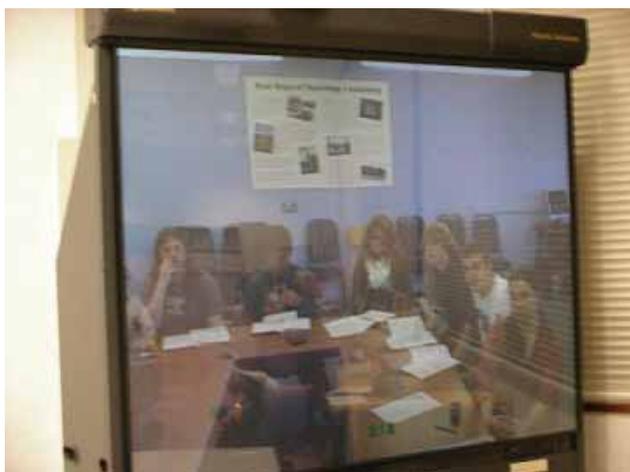
## □ 来年度への展望

今年度（1年次）は、各種のイベントに参加して、数理科学の面白さやその深さに触れることに重点をおいて、広く浅く学ぶという活動を進めてきた。その中で、研究の進め方や課題の探し方も学習してきた。来年度（2年次）は、研究課題を少しずつ絞り込んで、深く学ぶ点を重視していきたいと考えている。

# サイエンス研究会 数学班

《2005 年度活動報告》

- 各自が興味を持つ身近な問題を持ち寄り、解きあう。
- 「数学とっておきの 12 話」(片山孝次 著・岩波ジュニア新書)の輪読
- シェットランドにある Anderson High School との数学テレビ会議に参加



テレビ会議の様子

## 醜い定理

ある数字があつて、各桁を全て足したものとその数字をその数字を逆転させたものをかけると元の数へ戻る、このような性質をもつ 1 より大きな数は何桁であろうと 1 7 2 9 と 8 1 の二つ以外にない。

「世にも美しい数学入門」

(藤原正彦・小川洋子共著)より

《その反例の発見》

1 7 2 9	8 1
↓	↓
各桁を全部足す	
1 + 7 + 2 + 9	8 + 1
= 1 9	= 9
↓	↓
逆転されたものをかける	
1 9 × 9 1	9 × 9
= 1 7 2 9	= 8 1

しかし、ほかにもできるものがあることが分かった。

$$1\ 4\ 5\ 8 \longrightarrow 1 + 4 + 5 + 8 = 18 \longrightarrow 18 \times 81 = 1\ 4\ 5\ 8$$

各桁を全部足す

逆転された物をかける

・・・これもいける!!

# テレビ会議による数学授業

(1) A sequence is formed by writing the integers the corresponding number of times as follows: 1, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, ..... What is the 800<sup>th</sup> term of this sequence?

(3年生の解答)

この問題は、「1からnまで整数を足し、800を超えるnのうち、最小のものを求めよ」と考えることができる。

まず、1からnまでの数の和を求める。これらの数を

$$1 + 2 + \cdots + (n-1) + n$$

$$n + (n-1) + \cdots + 2 + 1$$

のように並べて考え、1とn、2とn-1、3とn-2、...というペアの和をつくる。すると、n+1が、n個できる。これは求める和の2倍になっていること

に注意すると、 $1 + 2 + \cdots + (n-1) + n = \frac{1}{2}n(n+1)$ が、求まる。

よって求めるnは、 $\frac{1}{2}n(n+1) \geq 800$ を満たす最小のものである。

$$n(n+1) = 1600 \text{ として解くと、 } n > 0 \text{ だから、 } n = \frac{-1 + \sqrt{1 + 6400}}{2}$$

$\sqrt{1 + 6400} \div 80$ なので、 $n \div 39.5$  これより、 $n = 40$ を得る。

※教員注 解答した生徒は(中学)3年生で、2次不等式も、数列もまだ学んでいません。

(2) When a square numbers ten's place is an odd number, what number comes to it's one's place?

(5年生の解答)

$$a \in \mathbb{N} (a \geq 1), \quad b = 0, 1, 2, \dots, 9 \quad (10a + b)^2 = 100a^2 + 20ab + b^2$$

$$\text{ten's place} = (2ab \text{'s one's place}) + (b^2 \text{'s ten's place})$$

ten's place is odd.  $\Leftrightarrow$   $b^2$ 's ten's place is odd.  $\therefore b = 4, 6 \quad \therefore$  One's place is "6".

# ビュフォンの針

実験の結果得られる確率から、 $\pi$ の値が求まるという点に興味を持った。

大きな紙の上に等間隔( $2a$ )に平行線を何本も引く。そして、長さ  $2l$  の針を用意して、紙の上に放り投げる。このとき、落ちた針は平行線のどれかに触れるか、どれにも触れないかのどちらかの状態になる。このうち、針がどれかの平行線に触れる

確率  $p$  は、理論によると、 $p = \frac{2l}{\pi a}$  となる。

□ 実験 □ 針の長さを平行線の間隔の半分にした。それによって、確率  $p$  が、円周率  $\pi$  の逆数になる。

12 c mの間隔の平行線を書いた紙の上に、長さ 6 c mの爪楊枝を 100 本なげた。

□ 結果 □

1 回目 42 本 逆数をとって、 $\pi \doteq 2.3809 \dots$

2 回目 25 本 逆数を取って、 $\pi \doteq 4$

3 回目 38 本 逆数を取って、 $\pi \doteq 2.7368 \dots$

□ 考察・感想 □

- ・ もっと実験を重ねたら、値が  $\pi$  に近づくのではないかな。
- ・ 意外なところに  $\pi$  が出てくるのが面白い。



# 自作ゲーム・ハルカナルミチノリ

一対一の二人で行うゲームです。先に相手の陣地に着いた人の勝ちです。

□ 用意するもの□

4×4 マスのフィールド(シート)、移動用の駒それぞれ 1 個、  
置き石それぞれ 9 個。

□ ルール□

先手後手を決め、交互にゲームを進めます。

先手後手とも自分の順番に、2 回行動することができます。

行動には 2 種類あります。

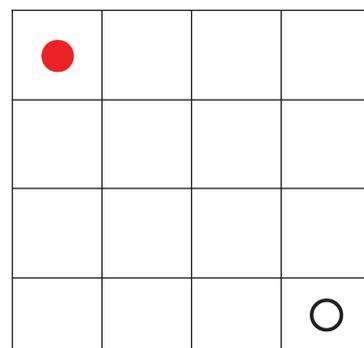
- ・ 移動：駒を、縦横どちらかに、1 マス移動します。ただし、ナナメには移動できません。
- ・ 石を置く：フィールドのどこか 1 マスに石を置きます。石の置かれたマスには、置いた人の駒は移動できますが、相手の駒はそこへ移動できません。

ただし、相手の駒や石の上に石を置くことはできません。

先に、相手の駒のスタート地点に着いた人の勝ちです。

(補足) 自分のスタート地点の周りをすべて置き石で囲い、相手の駒が通れないようにしてはいけません。

また、相手の駒があるマスでも、相手の石さえなければ、自分の駒を乗せることはできます。





「アマゾンで蝶が羽搏くと、気象が変わる」のなら、「誕生間もない惑星系の小惑星の位置が、その後の惑星系の姿に大きく影響する」のではないか。この疑問を解く為に、プロジェクト「Destination」が始動しました。

本研究の目的は、多体引力計算モデルにカオスを見出すことでした。カオスが存在するならば、「バタフライ効果」が見られます。バタフライ効果とは、初期の座標や温度、エネルギーの微小な差が、後に大きな影響をもたらす、という現象です。もしもその存在が明らかになれば、ある系にはカオスが存在すると言えます。

バタフライ効果の観察の事前実験として、国産3DCGソフトウェアであるShade 6 professionalの引力シミュレーションエンジンを使用し、擬似的なシミュレーションを行いました。その結果、初期位置を少し変えた2つの惑星の集合比較において、バタフライ効果とも考えられる現象がみられました。これより、多体引力計算モデルにはカオスが存在する可能性が高い、と考え、さらに精度の高いシミュレーションモデルの構築を行いました。

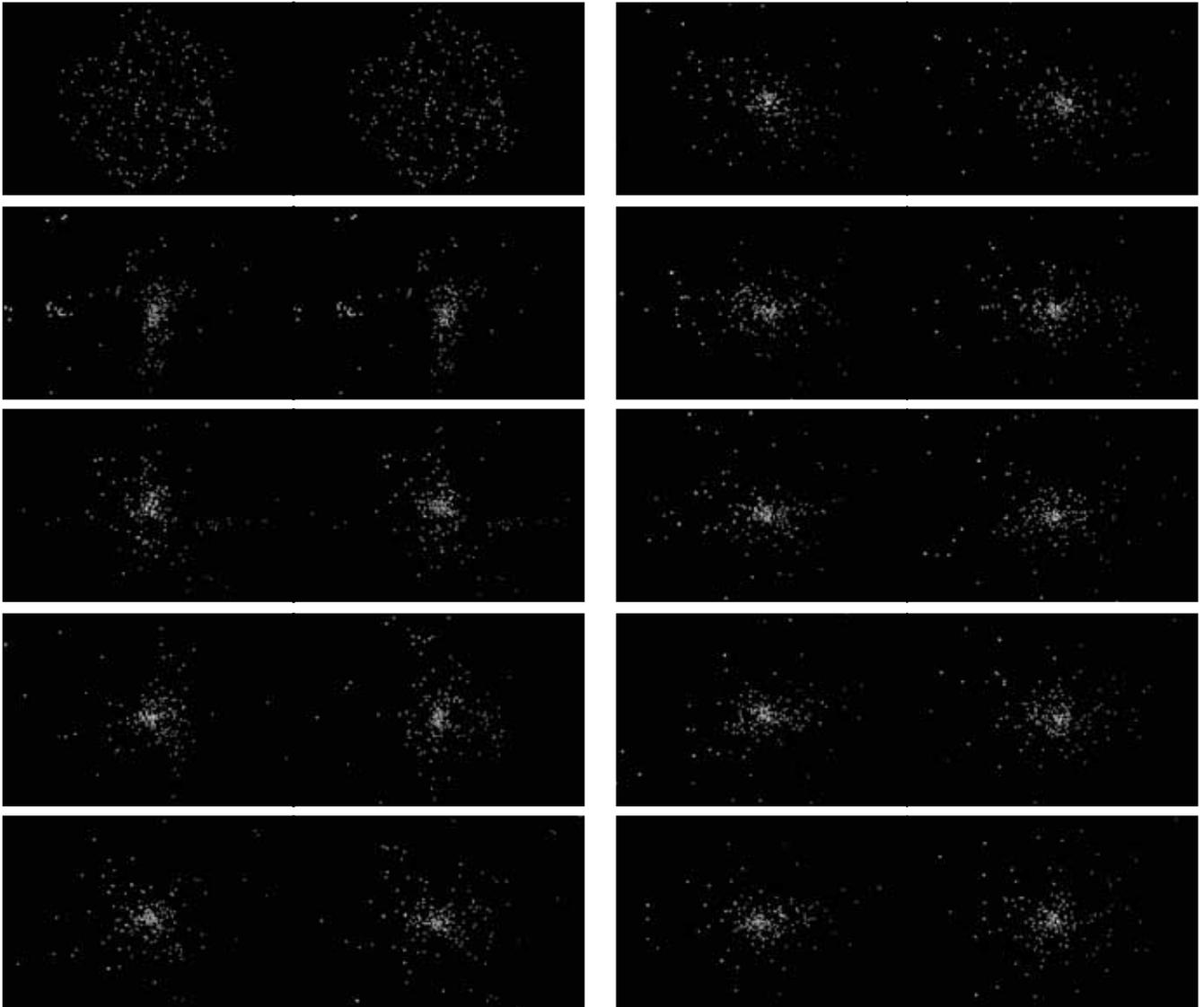
その際、特に2点について気を配りました。

1. 3体問題を可能な限り解決すること (Shadeは3体問題を解決していないため、精度が保証されない)
2. 出来る限り全て自作とすること

その過程で、当時最も使用頻度の高かったプログラミング言語のAppleScriptは、Macintoshという高速プラットフォーム上でも実行速度が遅く、シミュレーションモデル作成には不向きであるということが分かりました。そこで、3体問題を解決していないモデルでも、2体の引力計算では誤差が生じないことを利用し、AppleScriptでShadeが一度に2つの惑星についてのみ計算するように改良を加え、最後のベクトル合成もAppleScriptで行うように変更しました。その結果、2つ目の目的は完全には達成できなかったものの、実用的な速度でShadeよりは精度の高い計算モデルを作成することに成功しました。

その計算モデルを使用し、質量1キログラムの200個の球を直径20000ミリメートルの球内に閉じ込め、引力加速度は $1/6000^2$ 秒あたり3ミリメートルという条件でシミュレーションを行い、レイトレーシング法でレンダリングしました。また、初期配置をコピーし、そのうちの一個のみを-X方向に250ミリメートル移動させた、非常に類似した球の集団を作成し、同様にシミュレーションしました。

その結果、次のような結果が得られました。



上記の結果は、上からそれぞれ0フレーム目、600フレーム目、1200フレーム目...と進んでいっているのですが、1200フレームではほとんど一致していますが、1800フレームから徐々に差が大きくなり、4800フレームではほとんど一致点がみられないほどになっています。このように、実際に計算してみると、引力計算モデルには確かにバタフライ効果が現れていました。これにより、カオスの存在はほぼ証明されました。

ここで、太陽系について考えてみると、非常に興味深い疑問が浮かびます。それは、地球が現在のように生命を育む星になったのは、偶然なのか、ということです。即ち、もし太陽系誕生時にチリやガスの分布が少しでも違っていたら地球は誕生しなかったのでしょうか。

その疑問を解決する為に、太陽系をシミュレートできるモデルの作成が不可欠でした。そして始まったのが、プロジェクト「Destination」です。これは中嶋 研人との共同研究という形をとり、このように発表させていただくに至っています。

ちなみに、この研究はSSHとは別に、村井 幸輝郎が夏に参加した、「数理の翼セミナー」で発表させていただいたものであり、SSHのプロジェクトとして開始したのは、次のページの内容からです。

# Morganite

“頭脳”は進化し  
“時”は加速する

研究：中嶋 研人

わずか200行のコードで世界は広がりを見せ、時は加速します。

この研究の目的は、惑星系に最適化された計算コアを作成することでした。前回の研究で重力についての基礎知識はあったので、今回はそれを如何に速く実行するか、また如何に小さなファイルサイズを実現するか、ということに焦点を絞りました。私たちは、このプログラムをコードネーム“Morganite”として立ち上げました。

最初に行ったのは、C言語への移行です。静的な関数呼び出しをする言語では、高速化が期待できません。Intelチップをゆうに超すPowerPC G5の驚異的なパフォーマンス、Mac OS X “Tiger”の64ビットメモリ管理に、C++が加わればまさに鬼に金棒です。

次に、計算の無駄な計算を省き、除法、三角関数等の負荷の高い計算の回数を減らしました。また、一部はキャッシュすることにより、広大なメモリ空間を有効活用しました。

ここまでの段階でも、ある程度的高速化は出来ましたが、私たちはそれでも速度に妥協しませんでした。

そこで、Apple社の最高のテクノロジーの一つであるAltiVecを使用しました。AltiVecとは、4つの小数を最大約8倍のパフォーマンスで計算するシステムで、PowerPC G4以降に搭載されてい

ます。AltiVecは、アセンブラ言語に近い記述方法でC系の言語から呼び出せ、XcodeというApple社製最高の開発ツールでコンパイルします。衝突判定、引力計算に使用することにより、従来の4倍という、桁外れのパフォーマンスを出すことに成功しました。

計算結果は、次々とHD上に保存されます。しかし、当初はファイルサイズが10Gを超えることもあり、保存が不可能でした。そこで、データの無駄を見直し、従来の10%以下という並外れたファイルサイズの縮小に成功し、またこれにより再生時のメモリ使用量まで減らすことができたのです。具体的には、衝突して別の塵と一体化した塵については、一体化したという記録のみを残し、無駄なデータを省きました。表で赤塗りになっている不要なデータを削除することで、最も効率的なファイルフォーマットの作成に成功したのです。

さらに、以前に個人的に村井が作成していたファイル圧縮転送ソフト”DotSync”に搭載されている圧縮エンジンを使うと、Zipではほとんど小さくならない計算結果ファイルが、6割程度にまで圧縮されることが分かり、あわせて使用しました。

星番号	Star 1	Star 2	Star 3	Star 4
消滅フレーム	まだしていない	45071f	まだしていない	196f
X位置	-547.99540235132	469.00524715520	0.15927412575	-122.38425854415
Y位置	-86.15521452652	-98.36852475527	56.68422554155	-321.68715985352
質量	24	885	96	2

# Amethyst

高速な描画  
発見はすぐそこに

研究：村井 幸輝郎  
協力：中嶋 研人

スマートな脳で計算された結果はスマートにキャンバスに描画されます。

今回は、物理への理解を深めることに加えて、高度なプログラミングを学ぶことも一つの大きな目標にしていたので、シミュレーションでだけではなく結果を画面に表示する方法にも工夫を凝らしました。

今回使用したプラットフォームであるMac OS Xは、その表示能力の高さで世界を圧倒していますが、それはカーネルの組み込まれたスマートな計算法の他に、OpenGLというグラフィック関数群を非常に有効に活用していることが一因となっています。今回は、画面表示アプリケーション「Final Destination」を作成し、そのOpenGLのテクノロジーを取り入れ、描画システムをコードネーム「Amethyst」で開発しました。

Mac OS Xの先進的なフレームワーク（API）であるCocoaには、NSOpenGLViewと呼ばれる、OpenGL表示用ビューが標準搭載されています。しかし、今回はそのサブクラスを自作して、CocoaとOpenGLの美しく且つ精密な高速描画システムの恩恵を受けつつ、独自機能満載の表示システムを作成しました。

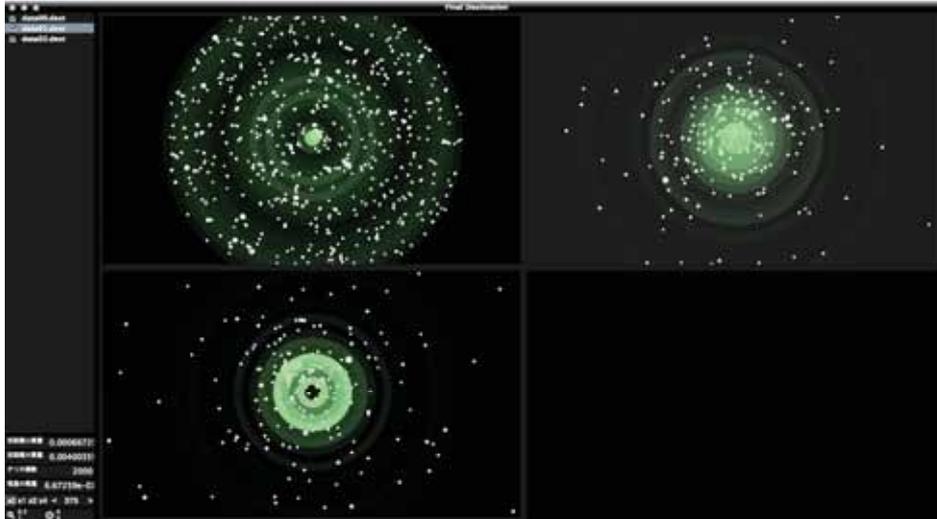
大きく分けて、Final Destinationの特徴は3つあります。まず、一度に複数のシーンの再生が出来るということです。これは、非常に柔軟性のあるアフェイン変換や座標変換の関数群を自作したため、最高100シーンを同時再生できるのです。

次に、非常に高速な描画が出来ることです。3000個の星があるシミュレーションを5つ同時に再生しても、フレームレート32fpsは保たれます。つまり、一秒間に480000この星をレンダリ

ングすることが出来るということです。これは、OpenGLとMac OS Xの恩恵をじかに受けていることに加え、無駄のない計算処理と、Morganiteでのファイルサイズ縮小があって初めて実現できたものなのです。さらに、静的呼び出しである数学関数はキャッシュされないため、動的関数より実行に時間がかかることがあります。これを解消する為に、関数、特に三角関数の出力を配列としてキャッシングし、速度を更なるレベルに押し上げました。

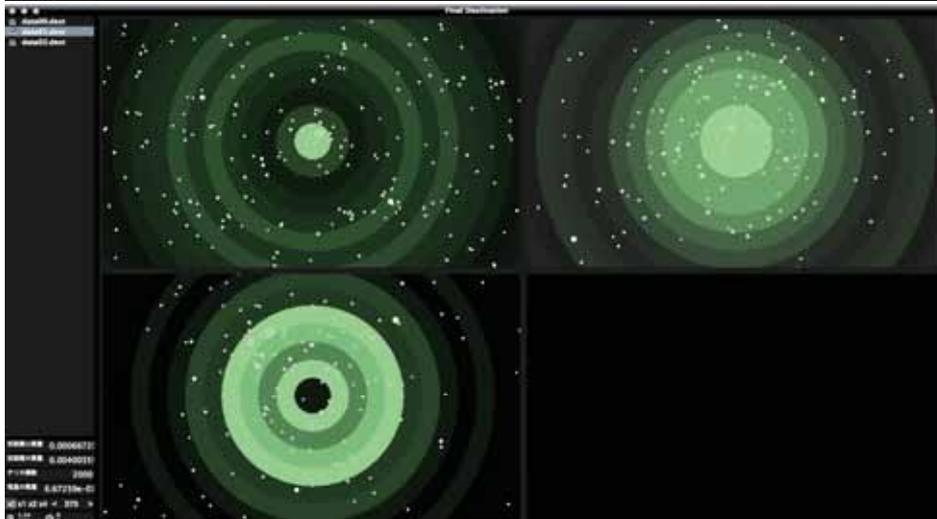
最後に、Final Destinationは、研究者さえ見逃してしまうような微妙な塵濃度の差も視覚化して表示します。これによって観察がスムーズになり、さらに一般のMacユーザーにも、多体計算の面白さを分かっていただけの実現しました。

そのうえ、Final Destinationには、再生ポジション、再生速度、全体の倍率、星一つ一つの倍率、中心座標の変更をリアルタイムで行える利点があります。これも、柔軟性と汎用性の高い座標変換システムを作成した上に、どの操作にもリアルタイムで応答できるような非常にスマートな処理を行っているからこそ実現できたものなのです。

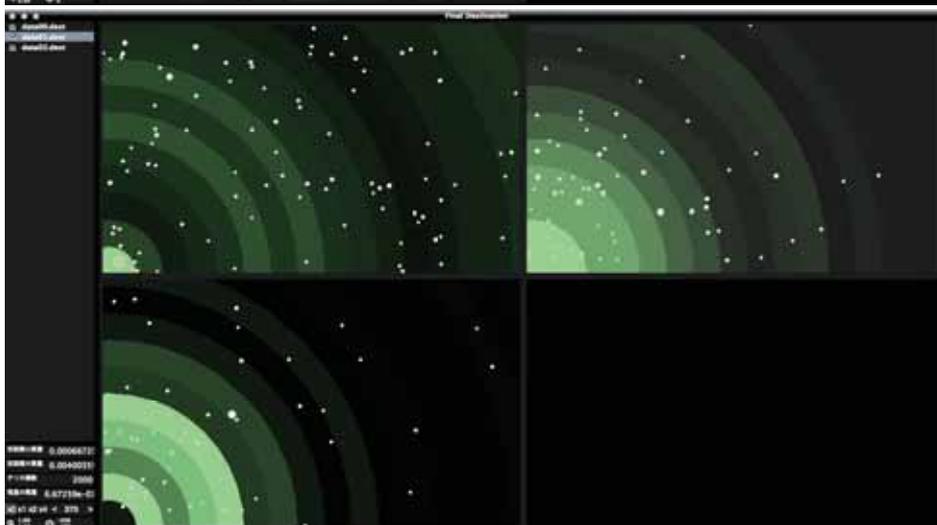


デフォルトの状態。分布濃度を描いている。

既に一秒間に480000個の円をレンダリングしている。



拡大表示をしても、パフォーマンスは落ちない。



中心座標も自由にずらせる。

# Obsidian

宇宙の鼓動を  
あなたのMac で

研究：村井 幸輝郎  
協力：中嶋 研人

GUIが計算結果を一気に解き放ちます。

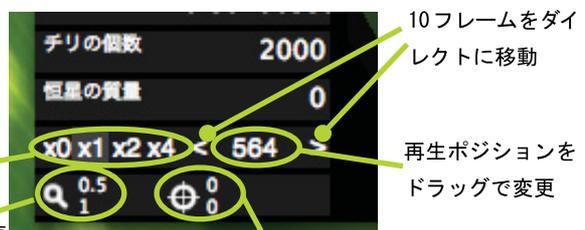
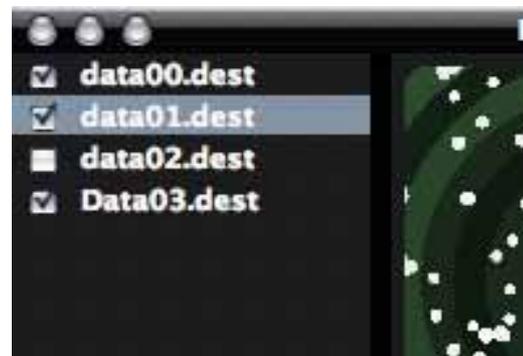
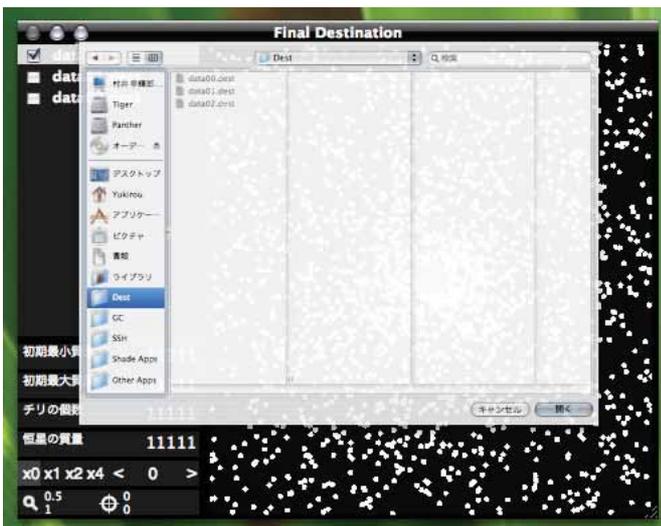
GUIはApple社が一般の消費者向けに提唱してから進化を続け、現在ではWindows OSにも搭載されるに至っています。しかしながら、シミュレーション等の科学的分野ではGUIは無視されがちで、その喜びを一般のユーザーと分かち合うことが出来ませんでした。

そこで、一般ユーザーでも充分に操作が分かるようなGUIを設計し、Amethystで開発した描画性能をフルに生かしながら、統一感のあるデザインを求め、Cocoaで実装し、コードネーム「Obsidian」として開発しました。

初めに、レンダリング領域の拡張が挙げられます。様々なコントロールを整理し、レンダリング領域が最大になるようなレイアウトを作成しました。その上で、直感的にドラッグするだけでフレーム間の移動が出来るコントロールや、表示の拡大縮小の出来るコントロールを作成しました。

次に、フルスクリーンの実装が挙げられます。フルスクリーン機能を搭載することで、その他のMac OS Xアプリケーションとの調和をはかるとともに、スクリーンを最大限生かして惑星系のすみずみまで見渡せるGUIを作成するに至りました。

さらに、全体を黒でまとめ、他の色は出来る限り避けることにより、塵や濃度のリングを際立たせ、さらに全体の一体感までもを演出できたのです。



再生速度を一瞬で変更

表示倍率を二次元ドラッグで変更

中心座標を二次元  
ドラッグで変更

再生ポジションを  
ドラッグで変更

10フレームをダイ  
レクトに移動

# Conclusion

結論、まとめ

計算結果：実際に再生するのをご覧下さい。

考察：地球型惑星が誕生するためには、以下の条件が考えられる。

塵の質量が小さいこと → もし大きければ、時間が経つにつれて起動を乱してしまう。

中心に質量が集中していること → もし中心質量が充分でなければ、楕円軌道をとる惑星が増えてしまう。

さらに、パラメーターを同じにして初期配置のみを換えた場合、大きく成長する惑星の軌道は大きく異なった。これより、地球がこの軌道にあるような惑星系の誕生の確率は非常に低いと言える。





# ロボットの研究 I

Robovie\_MSを制御するプログラムをC++Builderを使って作成した。

研究者：2年 前澤俊哉、樋口幸太郎

## 1. 研究の目的

Robovie\_MSにふれることで、プログラミング言語やロボットの仕組みなどを学習する。また、ロボットの命令言語を解釈し、C++Builderを使って制御プログラムを自作する。

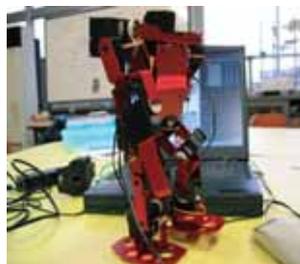
## 2. モーションの開発

Robovie\_MS専用のソフト「Robovie Maker」を使ってモーションを多数つくった。

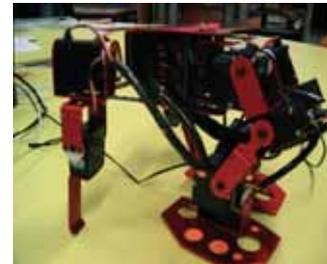
例)



うつぶせ前転



歩行



あおむけ起きあがり

モーションをつくる際、様々な問題が発生した。第一に、Robovie\_MSのサーボモーターの馬力が弱く、モーションづくりに制約がかかってくるという点である。これは、サーボモーターの馬力を強くするしか解決策はない。第二に、Robovie\_MSを動かす際、コード類が絡まり、動きづらくなるという点である。これは、通信方法を無線にしたり、充電式にしたりといったことで解決できる。第三に、手(\*1)が棒状なので、立つ際に体を支えるのが不安定になる。よって手は大きく、また人間のこぶしに近い形のものが必要であり、自作を検討している。このように、様々な問題があるので、これらを教訓にすることが重要である。



\*1 Robovie\_MSの左手

## 3. Robovie\_MS制御プログラム



Robovie Makerを使ってモーションをつくるだけでなくC++Builderを使ってRobovie\_MSを制御するソフトを開発した。今は与えられたモーターの角度をRobovie\_MS専用のプログラムのテキストにかえ、Robovie Makerを使ってRobovie\_MSに実行させる程度だが、それだけでは十分といえないので、Robovie\_MSと通信する機能などを追加し、それ自体が独立して動くソフトをつくらうと考えている。

## 4. 結果とこれからの予定

今回は

- ・ Robovie\_MSのモーションの製作
  - ・ Robovie\_MS制御プログラムの基礎の開発
- などが主流であったが、これらの研究により今後の課題が見えてきた。
- ・ Robovie\_MS制御プログラムの改良
  - ・ Robovie\_MS本体の改良
  - ・ ロボットの大会を見据えたモーション作り
- ☆自作ロボット作り



# ロボットの研究 II

PICを自作ロボットの制御に使う  
ためにプログラムを学ぶ

研究者：西田 惇(2年)・長谷川 傑(2年)

## 1.研究目的

将来、PIC マイコンを使用して自作ロボットの制御を行うためにPIC プログラムの基礎知識を習得する

PIC プログラムの学習  
電子回路工学の学習 } 自作ロボットへ

## 2実用的な電子工作について

### ・電源装置

電子工作では電源が必要不可欠である。電池は扱いやすいが、容量があるため電子工作の電源には不向きだと考え、コンセントから低い電圧の直流を取り出せる電源装置を作った。コンセントから取り出した交流 100V を三端子レギュレータ等を用いて直流 1.5~25.0V の電圧を取り出すことができる。

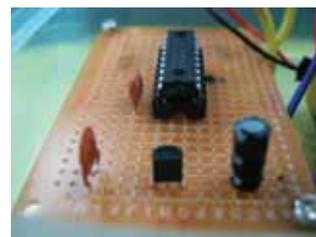
製作した電源装置



## 3. PIC 電子工作

右の写真は PIC のプログラミングの基礎知識を習得するために製作した LED 点灯/点滅実験機である。PIC の出力装置として LED、入力装置としてスイッチを接続した回路を製作した。PIC プログラムでスイッチを押すと LED が点滅し再度押すと消灯するというプログラムを作った。今回は PIC の中でも有名な 16F84A を使用した。

製作した実験機

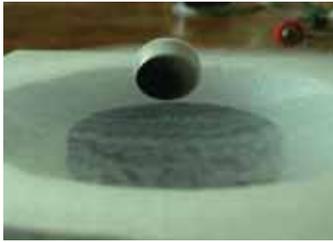


## 4. 今後の計画

今までは PIC 関連書籍のものを読んでそれを作るというものの繰り返しであったが、今後一層電子回路の知識の習得、プログラムの習得を目標とし、来年の公開研究発表会までには自らで電子回路を設計し、製作するというレベルまで持っていきたいと考えている。その中で次の 3つの目標を掲げた。

- ・PIC を使用してロボットの制御に用いる
- ・PIC とセンサの活用方法を学ぶために 2輪または 4輪の自律型駆動車を開発する
- ・PIC と赤外線通信の活用方法を学ぶため自律型駆動車に赤外線受信機を搭載させ遠隔操作できる駆動車を開発する





# 超伝導の研究 I

研究者名 福本 佳泰 (5年)  
井上 大貴 (2年)  
吉田 康紀 (2年)  
中原 天 (2年)

## 研究目的

超伝導の電気抵抗0という魅力的な現象は、すでに様々な分野に渡って研究・応用されている。特に超伝導体の相転移温度を上げる試みは世界中で精力的に行われている。私たちも、この研究に参加したいと考えた。

超伝導物質を作成する前に、まず先人の成果を学ぶ必要があると考え、超伝導現象がどのようにして発見されたのかを調べた。さらに、極低温における相転移現象を精密に測定するには、コンピューターと測定器を接続することが望ましいことが分かった。そこで、計測器を自作し、コンピューターと接続することを試みた。

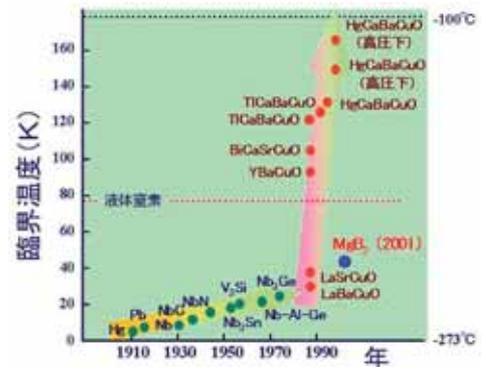
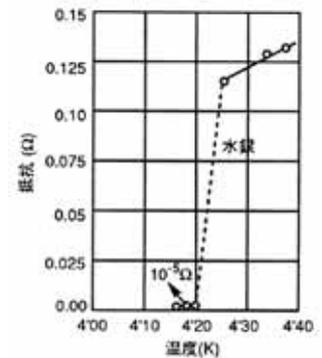
## 1. 超伝導の歴史

1910年カメリン・オンネス (H. K. Onnesオランダ) らが、液体ヘリウムによる超低温世界での電気抵抗について調べていたところ偶然、水銀の抵抗が 4.15K でなくなり、それを「超伝導」として名づけ、1911年に発表した。

その後50年間、より高い臨界温度 (超伝導になる温度) をもつ物質が徐々に発見される。1986年、銅酸化物系の化合物が高温超伝導を示すことが明らかになる。そしてある種の化合物では、130Kでの超伝導を実現する。しかし、この物質が超伝導になることについては今までの理論 (BCS理論) では説明できず、まだ決定的な理論はできていない。



←奈良教育大学で行った  
オンネスの歴史的再現実験  
冷媒には液体Heを使用した。



## 2. 超伝導の応用

車体を浮かせて走るリニアモーターカーは強い磁石を必要としているので、超電導物質を電磁石の材料として用いた、超伝導電磁石を使っている。これは、冷やせば電気抵抗が0になるので、どれだけ巻き数が大きいコイルでも電力が失われることなく、超強力な電磁石を作ることができる。

また、MRIという、X線撮影により高感度な人体の様子も見る機械にも、超伝導磁石が使われている。





# 超伝導の研究 II

## 電磁誘導を用いた簡易地震計の研究

### 【研究の目的】

超伝導の相転移温度を測定する実験では、微小な温度差や電気抵抗など記録する必要がある。そこで、計測器とコンピューターを接続し、データの扱いを容易にすることが望ましいと考えた。そこで、簡易地震計を自作し、パソコンのマイク入力を利用して揺れを記録するシステムを作り、計測器とコンピューターの接続しかたを学んだ。

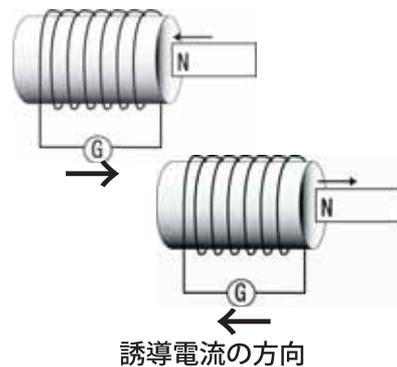
### 【簡易地震計の原理とその仕組み】

磁石を動かす方向が逆になると、それに伴い誘導電流の方向も逆になる。(図)

→コイルに発生する誘導起電力の大きさは

$$V = -N \frac{d}{dt} \Phi$$

であらわされる。(ファラデーの電磁誘導の法則)

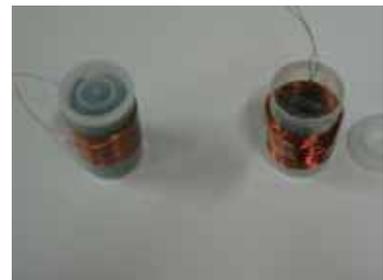


### 【簡易地震計を用いた実験】

机を揺れが伝わる速さの計測をする実験を行った。

(1) 2個の地震計A,Bを長机上のなるべく離れた場所に固定する。

(2) 机のある場所を叩いて揺れを発生させ、地震計AとBに揺れが伝わるのにかかる時間差と地震計間の距離から、揺れが伝わる速度を求められる。



2個の地震計

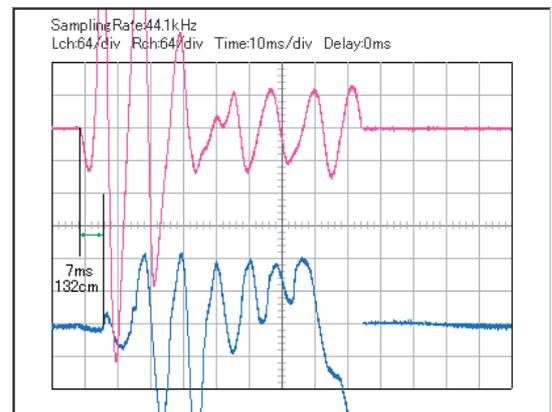
### (実験結果)

2つの地震計A,Bが観測した揺れには、遅れが生じた。(図)

Aの約 $7 \times 10^{-3}$  (s)後にBが揺れを観測した。このとき、A,B間の距離は1.32 (m)であったから机を揺れが伝わる速度は、

$$1.32 / (7 \times 10^{-3}) \doteq 1.89 \times 10^2 \text{ (m/s)}$$

であることがわかった。



2個の地震計が読み取った波形

### 【今後の予定】

今回の自作計測器(簡易地震計)とコンピューターとの接続は、思ったほど難しくなかった。次は、デジタル温度計とコンピューターの接続を試み、超伝導の相転移現象をコンピューターで記録するシステムを構築する足がかりにしたい。



## 実験

＜使ったもの＞

紙（牛乳パック） 硫酸、水酸化カルシウム、炭酸カルシウム、マグネチックスターター、吸引ろ過器、デシケーター、ロータリーエヴァポレーター

1 2.0mol/lの硫酸水溶液を希釈し400mlにした。

2 紙20.0 gを細かくちぎり、その中に入れた

3 時々加熱しながら、1週間攪拌した。

4 溶けのこった残さを吸引ろ過にした。

5 ろ液を攪拌しながら炭酸カルシウムを

60.0 g加えた。

$$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

6 溶液中の白い沈殿物（硫酸カルシウム）を吸引ろ過。

7 ろ液を攪拌しながら水酸化カルシウム

を60.0 g加えた。

$$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

8 溶液中の白い沈殿物を吸引ろ過。

9 ろ液のpH=7.0

10 ろ液を少しとり、フェーリング反応の確認をした

11 赤褐色沈殿が析出

12 ロータリーエバ

ポレーターで溶液を

減圧蒸留（50℃）

した。

11. 出てきた糖をデシケーターで乾燥させた。  
⇒とれた糖の量 1.00g

## 結果と考察

フェーリング反応で赤褐色の沈殿が析出したことから、糖が含まれている事が確認できた。このときの反応式は、次のように表される。



この結果から、セルロースが分解され糖がでることが確認された。得られた糖は、茶色をしていて、これは紙を溶かすために加熱した際、糖が焦げたのではないかと思われる。

## 今後の課題

今回の実験で、希硫酸によってセルロースがグルコースに分解できるといいう事が確認できた。硫酸のように、セルラーゼの代わりにセルロースを分解できる無機化合物はないのだろうか。セルラーゼによる加水分解の反応機構を考えながら、探っていくという

参考文献 高柳植物栽培研究所

[http://www.el-lob.com/top\\_popuration.htm](http://www.el-lob.com/top_popuration.htm)



# サイエンス研究会 生物班

## ◆2005 年度の活動

### □研究の動機

理科の授業で生命の元となる「遺伝子」に興味を持ち、また再生医療の進歩に期待しています。そして、それらを詳しく知りたいと思ったので、学習・研究を行いました。



### □研究の実績

遺伝子に関する基礎技術の習得および基礎知識の習得に重点をおいて活動をしてきました。具体的な内容を以下にあげます。



- ・ ニンジンの組織培養の学習会と実験 (7月)
- ・ シーケンサー講習会の参加 (7/28~29)
- ・ 遺伝子組換えの学習会と実験 (11月)
- ・ バイオテクノロジー実習の参加 (12/22~23)  
ALDH2 遺伝子の検出および ES 細胞の筋肉誘導

### □今後の課題

ニンジン組織培養については細菌類の混入により失敗しましたが、遺伝子組換え実験はキットの使用により実験は成功しました。自分たちの体にあるにも関わらず実感しにくい遺伝子を、形質発現という形で目に見えるものとして実感できました。今後は、遺伝子に関する本校独自の研究を行わなければならないので、今までに解っている事実を実験により確認して、少しずつオリジナリティを出してゆきたいと考えています。

## ◆2006 年度の活動予定

### < 研究 >

- ・ 電気泳動による遺伝子解析実験の試み。
- ・ シーケンサーの取り扱いができるようになる。
- ・ 実験材料を検討する。
- ・ 各種プログラムへ参加する。

# 大腸菌を使ったバイオ実験

## 目的

- ① 遺伝子組み換えにより、普段光らない大腸菌を紫外線の下で光らせること。
- ② 実験を通して、遺伝子組み換えの仕組みを身近に感じること。

## 遺伝子組み換え

遺伝子組み換え実験は**形質転換**実験とも言われる。今回は、故意に大腸菌が持っていない遺伝子を取り込ませ（遺伝子導入）、その新しい遺伝情報を大腸菌内で表現させる。

※**形質転換**…遺伝子によってその性質を変えること。ほかの生物の遺伝子を挿入することも含まれる。

## 大腸菌

バクテリアのひとつで単細胞生物。遺伝子組み換え実験に非常に適した生物で、バイオテクノロジーを用いた研究では頻繁に利用されている。繁殖能力も大変大きく、20分ごとに増殖を繰り返す。また研究室外の環境では生育できず、人間に対しての毒性を持たない。



出典: Wikipedia

## GFP(Green Fluorescent Protein)

オワンクラゲ(*Aequorea aequorea*、または通称 *Aequorea victoria*、*Aequorea forskalea*) がもつ分子量約 27 kDa の蛍光蛋白質。

## 《遺伝子組み換え実験の手順》

- 0) 実験の数日前に、①寒天培地のみ (LB)、②アンピシリンを加えた寒天培地 (LB/amp)、③アンピシリンとアラビノースを加えた寒天培地 (LB/amp/ara)、の三種類を作製し、大腸菌をループで全体的にまんべんなく塗っておく。
- i) チューブに形質転換溶液を加え、氷上に置く。その後、大腸菌のコロニーを 2~3 ずつ両方のチューブに加えてよく溶かし、再び氷上に置く。
- ii) プラスミド DNA をチューブに入れる。この時、プラスミド DNA を入れた方を、”+DNA”、入れなかった方を”-DNA”とする。



iii) 氷上置き、次にヒートショックを行い、再びチューブを氷上に戻す。

iv) LB 培地加え、室温で放置後、溶液を混ぜ、大腸菌サンプルを吸い取り、予め用意しておいたプレートに滴下する。植え付け用ループを用いて、滴下した大腸菌サンプルを手早く全体的に広げる。

v) 4つのプレートを裏返して積み上げ、テープで固定する。その後、37°C インキュベーターに翌日まで入れておく。



## 《結果・考察》

○Aのプレート…白いコロニーがたくさん出来た。これがアンピシリンを含む培地で生き延びた組み換え体である。紫外線を当てても蛍光を発しないことから、GFPは作られていないことがわかる。

○Bのプレート…たくさんの緑色の蛍光を発するコロニーが出来た。これがアンピシリンを含む培地で生き延びた組み換え体である。さらに、培地にアラビノースを含むために組み込んだGFPの遺伝子のスイッチがオンになり、GFPが作られたことがわかる。

○Cのプレート…組み換えを行っていない菌はアンピシリンを含む培地では全く生育できなかった。

○Dのプレート…組み換えを行っていない菌はアンピシリンを含まない培地で多数生育した。

## 感想

今までやったことのない実験で、わくわくして楽しかったです。大腸菌が、紫外線下で発光したときはとても嬉しかったのを覚えています。もとは光らない大腸菌が、遺伝子組み換えによって発光させることができるなんて、すごいことだと思いました。この実験を通して、遺伝子組み換えの仕組みも少し理解できたと思います。これからももっと詳しく遺伝子について学んでいきたいです。



実験者：3年 藤村・松原  
4年 三宅・百南

作成者：4年 三宅由香・百南綾華

# ES細胞からの心筋誘導実習

## ○培養のための「寝床」作り

ES細胞の培養には、ES細胞を培養させる「寝床」が必要となります。

《必要なもの》

- ・ゼラチンでコートした容器
- ・カルシウムとマグネシウムを含まないリン酸バッファー
- ・フィーダー細胞のマイトマイシン処理



フィーダー細胞とは細胞の培養条件を整えるための補助役を果たす他の細胞種を示す言葉です。マイトマイシンとはDNA合成阻害剤の一種で、マイトマイシンで処理したフィーダー細胞は、生命活動は正常に行って培養液中に栄養源を放出しますが、増殖は出来ないため、ES細胞にとっては良い「寝床」となります。

## ○ES細胞の継代～EB体からの心筋への誘導

- i) 培地を除き、10～20回のピペッティングでフィーダー細胞を単細胞にまで分解させます。
- ii) 遠心して沈査した細胞を再び培地で浮遊させます。
- iii) ES細胞をフィーダー細胞上に播種します。
- iv) ES細胞は代謝活性が高いので、毎日培地を交換し、3日おきに継代する必要があります。
- v) ES細胞を剥離して回収します。細胞の数を調整したあと、37℃で5日間培養させます。
- vi) ES細胞から産まれたEB体をゼラチンコートしたフラスコ内に2～3個播種します。
- vii) 3日ごとに培地を交換すると、約7日目で心筋が誘導され、神経などが形成されます。



実習者 3年 藤村 周平・松原 充

# ES細胞と再生医療

## ○ES細胞とは？

動物の発生初期段階である胚盤胞の一部に属する内部細胞塊より分離された「多分化能」と「自己複製能力」を持った細胞のことです。ES細胞を受精卵に注入して子宮に戻すことで、固体にまで再生されます。また、受精卵に注入しなくても、フラスコ内で適当な条件で培養すれば、血球、神経、心筋などが形成されます。

※多分化能・・・ES細胞は、ほぼ全ての細胞に分化することが出来ます。受精卵に移植すると、個体発生まで可能です。

※自己複製能力・・・ES細胞には自己複製能力があり、条件が揃えば、無限の増殖が可能で、増殖性も比較的高いところが魅力です。

## \* ES細胞の利用 \*

### 再生医療への応用

現在、ES細胞からの細胞分化とその移植によって、治療が確認された細胞は以下のとおりです。

神経細胞 心筋細胞  
すい臓β細胞 赤血球  
白血球 骨細胞 筋肉細胞

### 遺伝学への応用

ES細胞に各種遺伝子を導入することで、特定の遺伝子を欠損もしくは発現する動物の作成が可能です。この研究で何らかの疾患を発病しやすい動物を作成することで、病気の治療研究のために貢献しています。

## ○ES細胞の問題点

### i) ヒトES細胞の倫理的問題

……受精卵から得られるため、ヒトES細胞の樹立にはヒトの受精卵が必要です。ヒトの場合、不妊治療の時に採取した受精卵が材料となるために、倫理的問題（一般的には、受精卵以降を生命の芽として倫理問題の対象となると見なしているため）が起こっています。病気治療への研究のため、日本では限定的にES細胞の樹立が認められています。

### ii) 他家移植

……自分の細胞ではないために、拒絶反応が起こるという問題があります。近年では、卵子の核を患者の体細胞より得た核と交換してクローンを得ることが可能になっています。

## ○望まれる幹細胞

- i) 自己の細胞から得られることで、倫理的問題、拒絶反応がないこと。
- ii) 発ガンの可能性がないこと。
- iii) 無限の増殖性があり、大量発生が可能なこと。
- iv) 分化がシンプルで、看護師レベルでも対応できること。

# アルコール感受性検査

## <目的>

人の DNA を採取し、その人がお酒に強いのか、弱いのかを調べる。

## <ALDH2 (アルデヒド脱水素酵素) >

ALDH2 とは、アルコールから分解されてできた毒性物質であるアセトアルデヒドを代謝して解毒する酵素です。この ALDH2 遺伝子には 1 塩基多型 (SNPs) があることが知られており、この遺伝子の特定の DNA 塩基配列が G から A に 1 塩基変異するとアセトアルデヒドを分解できずお酒が飲めない体質となります。ALDH2 遺伝子の表現型は 3 種類に分類され、それぞれがお酒の強い人、中間の人、お酒の弱い人と関係しています。

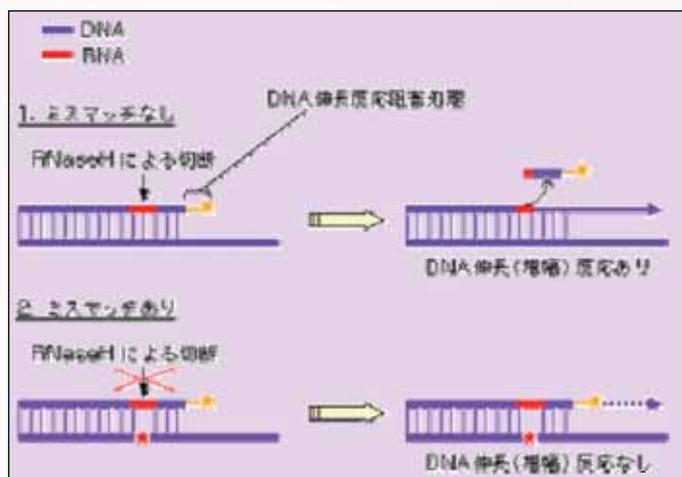
## <検査方法>

UCAN 法で SNP を含む遺伝子を増幅し、その増幅領域に特異的に結合する蛍光色素などで標識した DNA 断片を用いて発色検出することによって、SNP が存在する位置の塩基を判別します。具体的には以下のようにになります。

Wild type	Mutant type		
陽性	陰性	→ Wild ホモ	⇒強い
陽性	陽性	→ ヘテロ	⇒中間
陰性	陽性	→ Mutant ホモ	⇒弱い

## <UCAN 法とは？>

遺伝子の型を判別するのに特殊な機器を必要とせず、等温で迅速に行う方法です。RNA を DNA が両側からはさんだ型の DNA-RNA-DNA プライマー (DRD プライマー) の末端の DNA を化学変化させて DNA ポリメラーゼによる伸長反応が起こらないようにし、DRD プライマーと鋳型が完全にマッチしている場合のみ RNaseH により、対合した DRD プライマーの RNA 部分が切断され、この切断によって新しく出現する末端から DNA ポリメラーゼによる伸長反応が進み、鋳型 DNA が増幅されます。



出展:タカラバイオ

### ※RnaseH (リボヌクレアーゼ H)

DNA-RNA の切断をするリボヌクレアーゼは RNaseH と称され、DNA 鎖と RNA 鎖が対をなしている部分を認識し RNA 鎖側のみを切断する酵素です。

実習者 3年 藤村 周平・松原 充

## 第4節 広報活動

本校 SSH の取り組みを、本校内部だけではなく、保護者や地域をはじめ、日本中の人々に知ってもらうように広報に努めた。広報に力を入れて SSH を様々な人に知ってもらうことは、SSH 研究活動の目標の1つだと考える。

### 1. SSH on Web の開設

現在、社会において情報を発信・収集することに関しては、Web がかなりの割合を占める。そこで、広報活動においては、Web を重視する方向で考えた。

SSH の今年度の実施計画および予算がほぼ確定した7月に、SSH on Web を開設した。Web を一種のデータベースとして活用することも考慮し、種々の SSH プログラムを実践した後は、可能な限り素早く実践結果を Up した。その結果、開設7ヶ月でアクセス数は11,400 を超えた(3月5日現在)。運営指導委員の方をはじめ、普段は本校に来校される機会が少ない方々に SSH 研究活動を知ってもらうために、Web はかなりの貢献をしたのではないかと考える。



しかしながら、Web での情報発信を効果的にするためには、Web の Update を頻繁に行わなければならない。そのためには、Web の管理者および Update のための情報提供者への負担が大きくなる。2005 年度は、SSH 研究開発の責任者が Web の管理者も兼ねていたため、負担はかなり大きかった。しかし、逆に考えると、SSH 研究活動の全体状況を知っている人間が Update を行うことは理にかなっているのである。つまり、SSH 責任者兼 Web 管理者は、どのような情報を、どの程度に、どのような形で発信すればよいかをすぐに判断できるからである。責任者と管理者が違う場合は、責任者が Up すべき情報のデータを用意し、管理者と打ち合わせながら Web ページを作成し、それを Up するという手順になるため、どうしても打ち合わせ等の時間も必要となり、タイムラグもしくは掲載見送りの事態が生じやすくなる。

以上のことから、各 SSH プログラムの担当者自らが Web ページを作成し、それを管理者がサーバ

に Up することができれば理想的である。しかしながら、現実問題としては SSH 担当者全員が Web ページ作成の技術を持つことは難しいので、ブログの利用などを考えることも必要であろう。

## 2. ポスター・チラシの作成

SSH の各種講座やプログラムについて、受講者募集やプログラムの紹介の際にはヴィジュアルなカラーポスター (A1 版、A3 版) を作成し、各 HR 教室や廊下および多目的ホール前などに掲示し、生徒への情報提供を行った。写真や図をできるだけ多く取り入れ、大判カラープリンタで印刷したポスターの宣伝効果は大きかった。

また、生徒個人、保護者向けには、ポスターを少し変形して申し込み用紙も兼ねたモノクロのチラシ (A4 版) を作成し、講座・プログラムの内容の周知徹底を図った。

生徒から保護者へチラシでの連絡がうまくいかない場合の対策と、一般の方への宣伝も兼ねて、これらポスター・チラシは Web にも掲載した。



## 3. Newsletter の発行

生徒や保護者に SSH としての活動がある程度まとめて伝えるため、Newsletter を年に 3 回発行することとした。2. で述べたように、各種講座やプログラムごとにポスター・チラシで広報はしているが、それらの結果や効果をまとめた形で生徒・保護者に知らせるのも大切なことであると考え、Newsletter を発行している。

A1 版カラー印刷を校内の数カ所に掲示し、生徒・保護者へは A4 版モノクロ印刷を配布している。2005 年度の Newsletter の内容は、以下の通りである。

### ■ Newsletter 1 (2005 年 7 月発行)

SSH パンフレット完成

「サイエンス研究会」発足

「サイエンス夏の学校」開校

先生も研究を進めています

各種講座の予定

### ■ Newsletter 2 (2005 年 10 月発行)

◆ 文理の区別なくサイエンスを感じる・学ぶ

SSH 英語セミナーを開講

SSH サイエンス基礎講座を開講

◆ 理数が得意な生徒のサイエンス力を伸ばす

京都大学の研究室訪問

「サイエンス夏の学校」終了

学園祭で展示・演説

Newsletter 3 は、3 月下旬に発行予定である。



# SSHサイエンス基礎講座 1

## 考古学と自然科学



松村恵司先生は、奈良文化財研究所において、飛鳥・藤原地域の発掘調査に従事され、古代国家形成期の考古学的研究を進めておられます。

今回の講義では、考古学的な発見によって、古代史の通説や定説がどのように書き換えられることになったか、富本銭や高松塚・キトラ古墳などの話題を中心に、考古学の面白さや、文化財の宝庫奈良の素晴らしさについて、講義して頂きます。講義の中では、考古学と自然科学の連携についても触れて頂きます。

古代から未来を見通す松村先生の講義に、ぜひご参加下さい。



**〔講師〕** 奈良文化財研究所  
飛鳥藤原宮跡発掘調査部 考古第二調査室長  
**松村 恵司 氏**

**〔日時〕** 2005年10月8日(土) 13:30~16:30

**〔場所〕** 奈良女子大学附属中等教育学校  
多目的ホール(総合教育棟2階)

## SSHサイエンス基礎講座 2

# 生命について考える



[講師] 奈良県立医科大学 学長

吉田 修 氏

■学位■

京都大学 医学博士

■略歴■

昭和35年 3月

京都大学医学部医学科卒業

昭和42年 6月～昭和48年 7月

京都大学医学部講師

昭和43年12月～昭和45年 8月

米国ウィスコンシン大学医学部客員研究員

昭和48年 8月～平成 9年10月

京都大学医学部教授（泌尿器科学講座）

平成 5年 4月～平成 9年 3月

京都大学医学部附属病院長

平成 9年11月

京都大学名誉教授

平成 9年11月～平成12年 3月

東亜大学大学院長

平成11年 4月～平成13年 9月

日本赤十字社和歌山医療センター院長

和歌山赤十字看護専門学校長

奈良県立医科大学学長

平成13年10月～ 現在

■受賞■

平成 9年：紫綬褒章

昭和60年：高松宮妃癌研究基金学術賞

昭和55年：京都新聞文化賞

■講義要旨■

「生命」とは、「生きる」とはどんなことでしょうか。「死」とは何なのでしょう。これらの問いにはいろいろな観点から、いろいろと答えられています。

私は長年にわたり、医学を学び、教え、研究して来ました。しかし、生命って何だ？ どのように定義するのか？ 死とは何か？ どうして人間は死を恐れるのか？と問われ、「はい、それはかくかくしかじかです」と簡単に答えることは大変難しいことです。

しかし医療者になるにしても、医学者になるにしても、この課題を考えることは大切なことです。

私の話しは、皆さんに、「考えるヒント」を与えるものです。皆さん一人一人が、私の話しを聞いて「生とは？ 死とは？」について考えてみて下さい。

[日時] 2005年11月10日(木)

5・6限(13:35～15:15)

[対象] 3年・4年の生徒全員

[場所] 奈良女子大学附属中等教育学校

多目的ホール(総合教育棟2階)

# SSH理数講義プログラム 1

## 小さな素粒子から大きな宇宙まで

[講師] 名古屋大学大学院理学研究科  
素粒子宇宙物理学専攻・教授

三田 一郎 氏

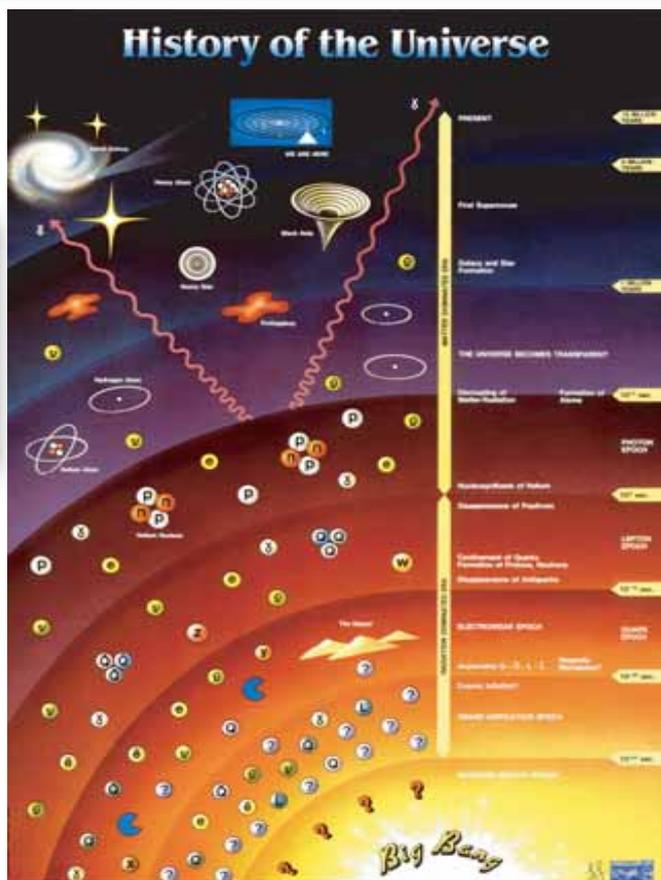


### ■講師略歴■

コロンビア大学、フェルミ研究所、ロックフェラー大学を経て、名古屋大学理学部教授となり、現在、大学院理学研究科教授。21世紀COEプログラムの素粒子物理学研究チームの中心として活躍するとともに、日本学術会議第20期会員の重責もこなす。

### ■受賞■

2004年：米国物理学会賞 Sakurai Prize  
2002年：紫綬褒章  
2002年：中日文化賞（中日新聞社）  
1997年：仁科記念賞（仁科記念財団）  
1993年：井上學術賞（井上科学振興財団）



(CERN HOME PAGE から)

三田一郎先生のご専門は、素粒子物理学です。素粒子物理学は、大自然の「根源」的法則を探る学問です。「根源」とは、物質の空間的な構造の意味で最も小さな存在が素粒子であるといふにとどまらず、時間的な根源、すなわち宇宙の起源の謎もまた素粒子物理学の対象であることを意味します。

この講義では、ビッグバンによる宇宙創造や物質・反物質のずれ、加速器で初期宇宙を創ること等について学びます。そのことを通じて、なぜ私たちは存在するのか、ビッグバンは誰が創造したのか、物理学は何を目指すのか、等について考えていきます。

素粒子物理学によって、ミクロな素粒子からマクロな宇宙まで、ビッグバンから現在、そして未来までを見通すとともに、自然科学とは違う視点からも私たちの世界を考えていきます。

三田一郎先生の講義に、奮ってご参加下さい。

[日時] 2005年11月19日(土) 13:30~16:30

[対象] 4~6年の生徒の希望者、保護者の希望者

[場所] 奈良女子大学附属中等教育学校

多目的ホール(総合教育棟2階)

# SSH理数講義プログラム 2

## 宇宙太陽発電所と宇宙空間科学

[講師] 京都大学副学長・理事  
(研究・財務・情報基盤担当)

松本 紘 氏



京大宇治キャンパスSPSLAB



### ■講師略歴■

京都大学卒業後、NASAエームズ研究所、スタンフォード大学を経て、京都大学超高層電波研究センター教授となり、京都大学生存圏研究所長等を歴任する。2005年10月より、京都大学副学長の重責をこなす。本校の卒業生でもある。

### ■主な表彰■

1975年：日本地球電磁気・地球惑星圏学会田中館賞  
1993年：NASA Group Achievement Award Geomagnetic Tail Laboratory (GEOTAIL)  
1999年：情報通信月間推進協議会志田林三郎賞  
2004年：英国王立天文学協会(RAS) 外国人名誉会員  
2004年：情報通信月間推進協議会近畿情報通信協議会会長表彰



松本紘先生のご専門は、宇宙電波工学、宇宙プラズマ物理学です。また、京都大学生存圏研究所長として、人類の生存に必要な領域と空間を「生存圏」としてグローバルにとらえ、地球と宇宙の将来への展望を開く研究の中心を担ってこられました。

この講座では、宇宙空間で発電した電力をマイクロ波に変換し、地上に無線送電して地上で電気を利用する「宇宙太陽発電所(SPS)」について講義して頂きます。環境対策としてのSPS、発電所としてのSPS、科学技術立国としてのSPSと、多角的にSPSを考えることを通じて、持続可能な開発や宇宙空間科学について学びます。

講義を受けることで、地球の抱える様々な問題を解決する壮大なプロジェクトであるSPSが、きっと身近なものになるでしょう。

トータルに地球・宇宙の未来を考察し、科学技術による解決策を提示する松本紘先生の講義に、奮ってご参加下さい。

[日時] 2005年12月17日(土) 13:30~16:30

[対象] 4~6年の生徒の希望者、保護者の希望者

[場所] 奈良女子大学附属中等教育学校

多目的ホール(総合教育棟2階)

# SSH NSL特設講座 1

## 数学、数学の応用、そしてその未来

[講師] 神戸大学理学部 教授

### 齋藤 政彦 氏



$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

- 講師略歴■
- 1985年3月 京都大学理学研究科博士課程終了  
理学博士
- 1986年4月 滋賀大学教育学部講師
- 1989年1月 北海道大学理学部講師
- 1991年4月 京都大学理学部助教授
- 1995年1月 京都大学大学院理学研究科助教授
- 1996年4月 神戸大学理学部教授
- 他の経歴■
- Max Planck数学研究所 (Bonn) 研究員
- Johns Hopkins 大学日米数学研究所研究員
- Cambridge大学数学教室客員教授
- 京都大学数理解析研究所客員教授
- 日本数学会会員

バビロニア以来の長い歴史を持った数学は、17世紀のニュートンやライブニッツの微積分の発見のあと、近代科学や科学技術の基礎となってきました。微積分には、無限や極限の概念が本質的に使われており、瞬間の速度や曲がった物の長さや体積が計算できるようになったのです。

18世紀の数学者オイラーは、その微積分の力を借りて、たくさんの数学や物理学の発見をし、多くの仕事を残しました。一方、オイラーは、ロシアとプロイセンで王様に仕え、数学の知識を生かして、その国の土木工事、地図の作成、年金の設計、教育システムの構築などにもかかわりました。

19世紀から20世紀の数学の発展も著しく、非常に深く美しい理論を数多く生み出し、さらに21世紀の発展が期待されています。その一方で、あまりに抽象的で難しくなったために、現実の応用とは直ぐには結びつかずに専門家以外には分かりにくいという状態も続いています。

しかし現実には、情報化時代の中で、情報の安全を保障する暗号理論や、CDの情報をノイズを修正しながら拾い出す符号理論には、整数の性質や代数幾何が使われており、また、金融テクノロジーへの、伊藤の確率微分方程式の適用などの思いがけない応用例などもあります。

オイラーの数学や、暗号理論などを例にとって、数学とその応用について概説し、そして数学の未来はどうなっていくのか皆さんと一緒に考えてみたいと思います。

齋藤政彦先生の講義に、奮ってご参加下さい。

この画像は、数学の歴史と応用に関する様々な要素をまとめたコラージュです。上部にはニュートン、ライブニッツ、オイラーの肖像画が並び、下部にはオイラーの肖像画と数式が描かれています。また、幾何学的な図形やグラフも含まれています。

[日時] 2006年2月4日(土) 13:30~16:30

[対象] 1~6年の生徒の希望者、保護者の希望者

[場所] 奈良女子大学附属中等教育学校

多目的ホール(総合教育棟2階)

# SSH NSL特設講座 2

## 科学・技術と社会

## そして「新しい博物学」

[講師] 早稲田大学国際教養学部 教授

池内 了 氏



### ■講師略歴■

1972年 京都大学 大学院理学研究科博士課程修了  
京都大学 理学部助手  
1975年 理学博士  
1977年 北海道大学 理学部助教授  
1984年 東京大学 東京天文台助教授  
1988年 国立天文台 教授  
1992年 大阪大学 理学部教授  
1997年 名古屋大学 理学部教授  
2005年 早稲田大学 国際教養学部教授

### ■主要著書■

観測的宇宙論 (東大出版会 1997年)  
宇宙論のすべて (新書館 1998年)  
物理学と神 (集英社 2002年)  
考えてみれば不思議なこと (晶文社 2004年)  
娘と話す 科学ってなに? (現代企画室 2005年)  
転回期の科学を読む辞典 (みすず書房 2006年)

(<http://www.galex.caltech.edu/>)

池内了先生のご専門は宇宙物理学であり、銀河系を泡の集まりと見立てて宇宙の構造と進化について究明した「泡宇宙論」を提唱されました。その一方で、池内先生は科学と社会のかかわりについて積極的に発言を続けてこられました。

近代において、科学は目ざましい発達をとげ、科学なしで暮らすのは不可能です。しかしながら、科学の対象が等身大の世界から外れ、科学があまりに専門化したために、科学の面白さを感じなくなっているのではないのでしょうか？

科学の楽しさを取り戻し、さらに科学を進展させるためには、科学技術と社会の関係を考えながら、「等身大の科学」を求めていく必要があります。そこで、理系・文系の壁を取り払って、学問の総合化を考えています。つまり、科学と文学や歴史、民俗学、神話などの諸分野を統合する「新しい博物学」を提案しているのです。



最先端の科学を踏まえつつ、これからの科学技術と「新しい博物学」について語って頂く池内先生の講義に、奮ってご参加下さい。

[日時] 2006年3月11日(土) 13:30~16:30

[対象] 1~6年の生徒の希望者、保護者の希望者

[場所] 奈良女子大学附属中等教育学校 多目的ホール(総合教育棟2階)

# SSH Newsletter

Nara Women's University Secondary School



## ■□ SSHパンフレット完成!

本年度より本校は、文部科学省からスーパーサイエンスハイスクールとして指定されました。そこで、本校SSHの理念や計画の概要をまとめた、SSHパンフレットを作成しました。

学年PTAや保護者面談などの際に、各家庭にお渡ししています。お読み頂いて、本校SSHへのご理解・ご協力をよろしくお願いします。

<http://www.nara-wu.ac.jp/fuchuko/SSH/>

## ■□ 「サイエンス研究会」 発足!

理科・数学が大好きな生徒が集まって、「サイエンス研究会」として活動を開始しました。

数学・物理・化学・生物の中から、興味のある部門を選択して、研究テーマを確定しつつあります。夏休みから本格的に研究を始め、本校教師や大学の教員・研究者からも指導を受けることができます。

現在、1年~5年の65名が会員として活動しています。



$$E = mc^2$$



## ■□ 「サイエンス夏の学校」 開校!

「サイエンス研究会」のメンバーを中心として、2泊3日の以下の日程で「サイエンス夏の学校」を開校します。海での実習、地層や星の観察、数学の実習など、楽しみながら理数の力を鍛えます。

1年~4年の生徒40名と教師5名が参加します。

- 日時 2005年8月23日(火)~25日(木)
- 場所 和歌山県西牟婁郡白浜町459

京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所

## ■□ 先生も研究を進めています

本校SSHでは、数学的リテラシー・科学的リテラシーの研究を進めています。

2005年7月11日には、森本弘一先生(奈良教育大学教授)を招いて、数学科・理科の教師が科学的リテラシーについて研修を深めました。



## ■□ 各種講座の予定

SSHプログラムとして、各種講座を開講します。

日時と内容・対象者は右の表の通りです。詳しい案内は、期日が近づいたときに行いますので、楽しみにして下さい。

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2}$$

種別	タイトル	講師・指導者	大学等	対象	実施場所	実施日
サイエンス基礎講座	考古学と自然科学	松村 恵司	奈良文化財研究所(調査室長)	全学年の希望者 保護者の希望者	本校	10/8(土)
	生命について考える	吉田 修	奈良県立医科大学(学長)	3年・4年全員	本校	11/10(木)
理数講義プログラム	小さな素粒子から大きな宇宙まで	三田 一郎	名古屋大学(理学研究科教授)	「サイエンス研究会」 4~6年の希望者 保護者の希望者	本校	11/19(土)
	宇宙太陽発電所と宇宙空間科学	松本 紘	京都大学(生存圏研究所所長)		本校	12/17(土)
NSL特設講座	数学と数学の応用、そしてその未来	齋藤 政彦	神戸大学(理学部教授)	「サイエンス研究会」 3~6年の希望者 保護者の希望者	本校	2006年 2/4(土)
	科学技術と社会	池内 了	早稲田大学(国際教養学部教授)		本校	2006年 3/11(土)
化学プログラム	色でわかる化学変化 水分子の集まりの状態 変化と水分子の動き	棚瀬 知明 衣川 健一	奈良女子大学(理学部教授) 奈良女子大学(理学部助教授)	「サイエンス研究会」 3~6年の希望者	奈良女子大学	8/29(月) 8/30(火)

## 文理の区別なくサイエンスを感じる・学ぶ

### ■□ SSH英語セミナーを開講

7/25、26に開催されたSSH英語セミナーは、先端技術に関する知識と理解を得ると同時に、ツールとしての英語の重要性を意識し、英語の論理性に触れるものです。



### ■□ SSHサイエンス基礎講座を開講

10/8に「考古学と自然科学」が開講されました。奈良文化財研究所の松村先生に、考古学と自然科学をクロスさせながら、考古学の面白さ・広さ・深さを講義して頂きました。



## 理数が得意な生徒のサイエンス力を伸ばす

### ■□ 京都大学の研究室訪問！

SSHでは、大学や研究所の研究室を訪問し、一流の研究者の方から生徒が進めている「研究」についてアドバイスを受ける予定です。

今年度はその試行として、6年生が7/21、8/4に京都大学宇治キャンパスの3つの研究所(生存圏研究所、防災研究所、エネルギー理工学研究所)を訪問して、先生方の指導を受けました。



$$e^{i\pi} + 1 = 0$$



$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2}$$



### ■□ 「サイエンス夏の学校」終了！

8/23～25に和歌山県白浜で実施した「サイエンス夏の学校」には、「サイエンス研究会」のメンバーを中心とした1年～4年の生徒38名が参加しました。

臨海実習、地質観察、数学教室、水族館見学、講義、まとめと、2泊3日の日程を有意義に過ごしました。その熱意に、直撃しそだった台風も関東地方へそれてくれました！

$$E = mc^2$$

### ■□ 学園祭で展示・演説

9/17、18に、本校最大のイベントである学園祭が開催されました。

そこでは、「サイエンス研究会」のメンバーが「サイエンス夏の学校」の成果の展示、化学実験の演説、ロボットをコンピュータで制御してラジオ体操をさせる等、日頃の研究の成果を発表しました。



平成 17 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 1 年次

2006 年（平成 18 年）3 月 31 日発行

発 行 者 : 奈良女子大学附属中等教育学校  
校 長 植 野 洋 志

〒630-8305 奈良市東紀寺町 1-60-1

TEL 0742(26)2571

FAX 0742(20)3660

<http://www.nara-wu.ac.jp/fuchuko/>

