

文部科学省研究開発学校  
スーパーサイエンスハイスクール

## 研究開発実施報告書

平成14年度 第1年次

研究開発課題  
科学技術研究・開発に意欲的・創造的に取り組む  
人間の基礎をつくる理数教育の研究開発

平成15年3月

京都教育大学教育学部附属高等学校

〒612-0037 京都市伏見区深草関屋敷町

TEL 075-641-9195

本報告書に記載されている内容は、文部科学大臣の指定を受けて、学校教育法施行規則第57条の3（第65条の5第2項で準用する場合も含む。）並びに第55条及び第65条の5第1項で準用する第26条の2に基づき、理数系教育を重点的に実施し、これに関する教育課程等の改善に資する実証的資料を得るために行ったものです。

## 実践報告の発刊にあたって

京都教育大学教育学部附属高等学校

校長 武蔵野 實

日本人によるノーベル化学賞、物理学賞の受賞があいついだ昨今ですが、一方で、小学校、中学校の教育現場では理科嫌いが問題となっています。

ノーベル賞の受賞者が幼年の時には野山を駆け回り、自然と接する中で自然科学への興味を深め、また遊びやその他勉強以外の経験を通して研究への持久力を養っていったという経験を聞くにつけ、新しい時代の科学研究者・技術者はどのように育つのだろうかと考えていました。そのような中で、一昨年夏、文部科学省によって高度な科学技術・理科教育や数学教育を重点的に実施するための研究指定校スーパーサイエンスハイスクール構想が打ち出されました。新聞報道の当初から注目をしていましたが、幸い本校全体の教員の思いも同一であり、附属高等学校の新たな教育への試みとして挑戦する事となりました。

昨年度末では文部科学省のスーパーサイエンスハイスクールの指定校をうけるための申請書づくりと諸準備が大変で、しかし、指定を受けられるかどうかとは別に新たな理数系教育の実践を進めることとして、平成14年度当初から、1学年5クラスのうちの1クラスを自然科学コースとして設定し、授業実践に取り組んできました。

幸いにも、文部科学省の指定を受けることができ、また、本学教育学部のみならず京都大学、京都工芸繊維大学、京都府立大学などの研究者の支援・協力、京都工業会のご支援も受けることができました。本校の卒業生も多数の科学分野で活躍されていて、そうした先人に学ぶチャンスをつくることもできています。

このような強力な支えをもとに本校の教育実践が進められたわけですが、まったく新たな教科を設定し、かつ大学・研究機関との連携をはかるなど、従来为学校運営に新たに加えてさまざまな実践を行った1年で、不十分な点が多いのも事実であります。

科学する心をいかに養うのか、科学する能力を高校生はいかに獲得していくのか、現代に必要な理数系教育とは何か。ここにそうした課題に挑戦した1年の報告をまとめました。

# 目 次

1 章	研究開発の概要	
1 節	研究計画	1
2 節	研究開発の経過	2 1
2 章	教科の取り組み	
1 節	数学科	2 5
2 節	理科 生物 I B	5 5
3 節	理科 学校設置科目「科学技術」	8 2
4 節	1 年間の理科の総括	9 1
3 章	教科外の活動	
1 節	自然科学コース新入生オリエンテーション	9 2
2 節	科学技術講演会	9 5
3 節	けいはんな 子どもサイエンススクールへの協力	9 9
4 節	自然科学研究講演会	1 0 1
5 節	自然科学コース HR 進路学習	1 0 5
4 章	自然科学コースの生徒	1 0 6
5 章	第 1 年次の研究開発の評価	1 1 0

# 1章 研究開発の概要

## 1節 研究計画

### 1 学校の概要

- (1) 学校名 きょうときょういくだいがくきょういくがくぶぞくこうとうがっこう 京都教育大学教育学部附属高等学校
- (2) 所在地 京都府京都市伏見区深草関屋敷町 Tel.075-641-9195 Fax.075-641-3871
- (3) 課程・学科・学年別、生徒数、学級数及び教職員数

課程・学科・学年別、生徒数、学級数（平成14年4月10日現在）

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科	162	4	202	5	195	5	599	14
	自然科学コース	40	1						1

教職員数

校長	教頭	教諭	養護教諭	非常勤講師	実習助手	ALT	事務職員	司書	計
1	1	33	1	11	3	1	5	0	56

### 2 研究開発の実施期間

平成14年4月10日から平成17年3月31日まで

### 3 研究開発課題

『科学技術研究・開発に意欲的・創造的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』

### 4 研究の概要

研究開発課題を実現するために、3カ年を通しての目標を以下のように設定した。

- A 自然界のさまざまな事物と現象の中から原理や法則性、構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てる。
- B 社会における新しい科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒を育てる。
- C 意欲的に情報を取り入れ、発信していく生徒を育てる。
- D 社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。

具体的な方法は次の7点に要約される。

- 理科・数学の授業時間の増加。
- 理科・数学境界領域の教材開発。
- 理科実験実習の一層の重視。
- 「その他の科目（文系関連も含む）」の設置。
- 大学・企業，研究機関による指導。
- 地域自治体（京都府等）の教育・研究活動との連携強化。
- クラブ活動等発表・発信の場の設定。

### 5 研究開発の実施規模

平成14年度は自然科学コース第1学年1クラス（40名）を対象として実施し、平成15年度は第1学年・第2学年各1クラスを対象として実施、平成16年度は第1学年・第2学年・第3学年各1クラスを対象として実施する。

## 6 研究のねらい等

### (1) 研究のねらい

#### 目標

- A 自然現象の法則性を理解し，その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てる。
- B 科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒を育てる。
- C 意欲的に情報を取り入れ，表現・発信していく生徒を育てる。
- D 社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。

#### 理由

現在の教育においては「自ら学び自ら考える力の育成を図る」ための改善が行われているとはいえ、なお、体系化された知識の伝達面に終始する教育が行われている場合が多い。理科や数学教育では「解決済みの課題(命題)」を生徒が追体験することが中心となっている。

次世代の先端的産業技術の開発や研究をになう人材を育成するには、自然や社会について物事の関連性の中から、生徒自らが課題を見つけ、高次元で具体的に解決していくプロセスを構築する学習を行う必要がある。

### (2) 研究内容・方法及び評価方法等

#### ア 研究内容・方法について

目標を実現するための教科編成等とその主たる対応関係

理科・数学の授業時間の増加・・・・・・・・・・・・・・・・・・【目標 A】

- ・ 3ヶ年の理科・数学の全履修単位数の増加。
- 現行最大 34 単位を最大 46 単位に。

理科実験実習の一層の重視・・・・・・・・・・・・・・・・・・【目標 A・B】

- ・ 実験実習の機会の増加。
- ・ 実験実習の高度化・精密化。

「その他の科目」の設置・・・・・・・・・・・・・・・・・・【目標 B・D】

- ・ 数学の理科領域での活用。
- ・ 科学技術と理科の関連を意識する視点の育成。
- ・ 従来 of 教材を新しい切り口でとらえる。

大学や企業の研究機関による指導・・・・・・・・・・・・・・・・・・【目標 B・C】

- ・ 講義，見学等の研修機会の量的質的充実。

京都府等の教育・研究機関との連携強化・・・・・・・・・・・・・・・・・・【目標 B・D】

- ・ 京阪奈学研都市等での教育・研究活動との連携。

クラブ活動等発表・発信の場の設定・・・・・・・・・・・・・・・・・・【目標 B・C・D】

- ・ 公開講座，コンクール，研究発表等へ積極的参加。

#### 〔説 明〕

は，次の年次計画表による。

	科目名 (単位数)	科目名 (単位数)	科目名 (単位数)	科目名 (単位数)	科目名 (単位数)
1年	数学 (4単位)	数学 A (2単位)	応用数学 (1単位)	生物 B (4単位)	科学技術 (1単位)
2年	解析 (4単位)	代数・幾何 (3単位)	応用数学 (1単位)	エネルギー科学 (5単位)	物質科学 (5単位)
3年	解析 (2単位)	確率統計 (2単位)	現代数学研究 (3単位)	エネルギー科学 (5単位)	エネルギー科学 (5単位)
				物質科学 (5単位)	物質科学 (5単位)
				生命科学 (5単位)	生命科学 (5単位)

の具体的科目は次のとおりである。

【理 科】 「科学技術」,「物質科学」,「物質科学」,  
「エネルギー科学」,「エネルギー科学」,「生命科学」

【数 学】 「応用数学」,「応用数学」,「解析」,「解析」,  
「代数幾何」,「確率統計」,「現代数学研究」

### 指導方針

#### 【理 科】

##### 「科学技術」

先端機器を利用した「ものづくり」を体験させ、理科の各領域における基礎的原理の理解と創造性の育成をはかる。

さらに物理・化学・生物の各分野の境界領域にも関心を持つような教材を、先端的科学者・研究施設の協力を得て、授業に適した内容として開発。

例：放射光による DNA の研究やバイオセンサー、メカトロニクスなど。

##### 「物質科学」

日常生活の中で活躍する材料に目を向けさせ、合成と分析を通して考察を深め、反応のしくみを理解させる。これら一連の過程を通して「ものづくり」への指向に結びつける。

##### 「エネルギー科学」

日常生活で利用するさまざまなエネルギーの形態とその相互変換に目を向けさせ、自然現象全般に通じる法則性を理解させる。そのために、運動の精密な解析をもとにエネルギー概念獲得の学習を中心に授業を展開する。

##### 「生命科学」

遺伝子工学、バイオテクノロジーを一つの軸とし、生命のふしぎを探究させる一方で、生命を扱う重要性和そこから広がる可能性の発見への指導。

#### 【数 学】

##### 「応用数学」

「自然科学から数学をつくる」「数学を自然科学でつかう」「Technology の積極的な活用」「情報の取り入れ発信」を目標に、複雑な自然現象を分析、表現する基礎概念である「フラクタル」を教材化。

また、コンピューターグラフィックの利用、英文テキストの使用等で、プレゼンテーションの実践力を養い、情報収集発信力をつける。

##### 「解析」「代数幾何」「確率統計」

分野ごとの系統的・効率的再編。微分方程式、検定・推定なども含む。

##### 「現代数学研究」

- ・ 3年間の総仕上げとしての課題探求。
- ・ 各自にテーマを与え、本学大学教官と連携して指導。
- ・ 数学の表現力・論理思考力・課題探究力を育成。

#### 【文系教科】

##### 〔国語科〕

- ・ 論理的な読解を重視し、自分の考えを的確に他者に伝える表現指導の充実。

##### 〔英語科〕

- ・ 読解力の育成だけでなく自分の考えを他者に伝える力の育成。

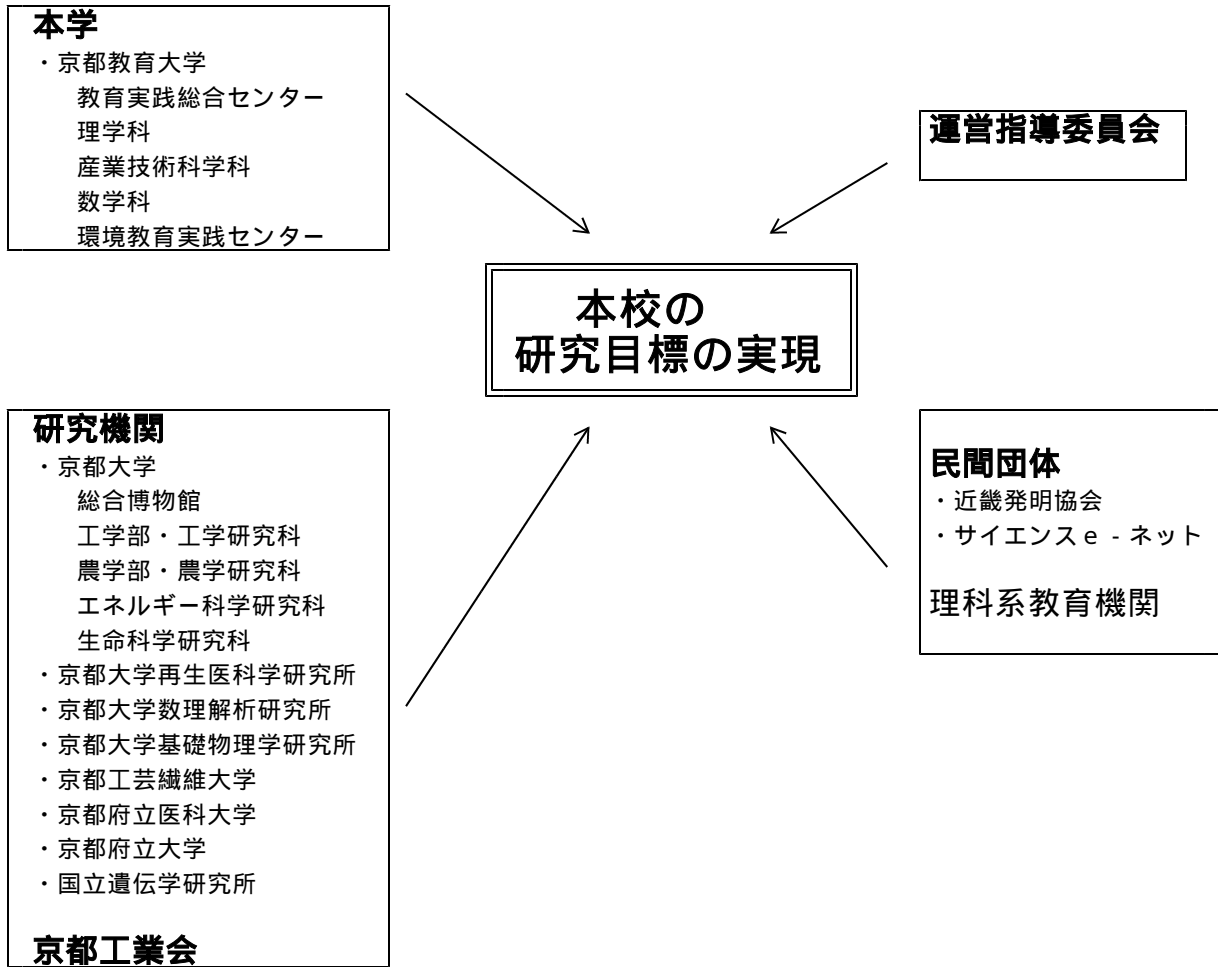
##### 〔地理歴史科〕

- ・ 近代科学が成立する歴史的背景としての世界史の理解。
- ・ 自国の発展の様子を正しく外国人に説明できるような日本史の理解。
- ・ 諸地域の特徴を世界的な視野で見ることができ地理の理解。

##### 〔公民科〕

- ・ 科学技術の発達と個人のあり方、社会発展と科学技術の関係などの理解するために「科学と哲学」という「その他の科目」を設置予定。

の具体的構成

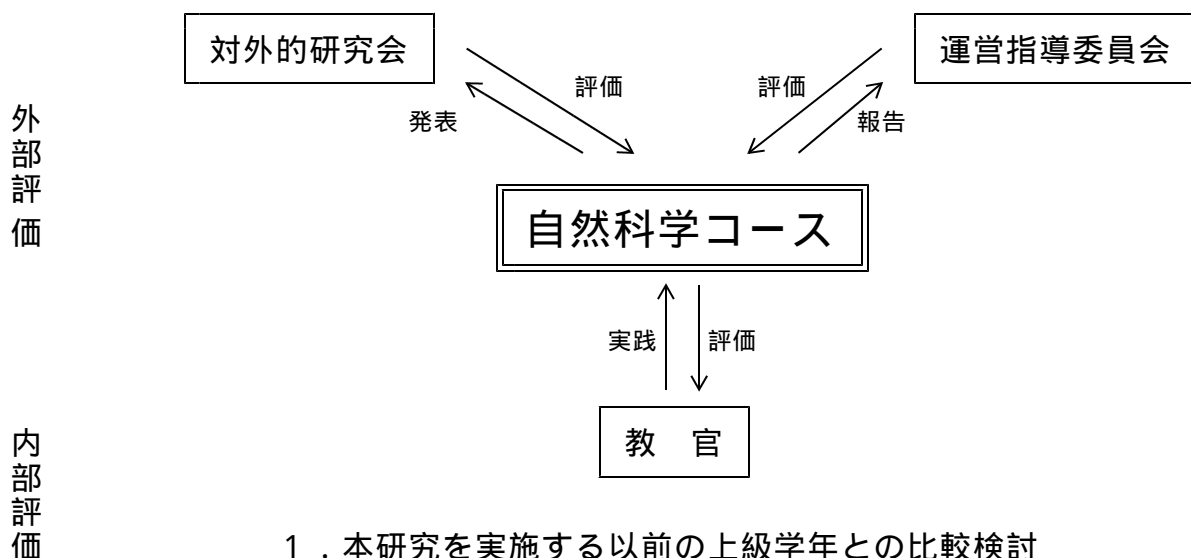


の具体的内容

- ・小中高生向け公開講座での理科研究発表。
- ・各種研究コンクールへの参加。
- ・物理オリンピック，数学オリンピックへの参加。
- ・海外の科学クラブ・数学クラブとの交流と実践例の検証。
- ・本校主催の研究会での生徒発表。



## イ 評価方法について



1. 本研究を実施する以前の上級学年との比較検討  
(理解度・関心度)
2. 本研究を実施したことによる個人の変容  
(意識・意欲・理解・関心・取り組み方等)
3. 各種コンクール・コンテスト・発表会等への参加度・実績
4. 課題研究の作成内容
5. 進路分析(進路決定の方法や卒業後の進路調査)

(3) 必要となる教育課程の特例  
なし

## 7 研究計画

〔スーパーサイエンスハイスクールを支える校内組織〕

推進室を設置。校外での研修の企画運営や教科指導の調整，生活指導，進路指導等を専門に担当する。

・ 構成員：研究部長，研究部教官，教務部教官，生徒部教官，ホームルーム担任  
(以上5名)

### (1) 第一年次

理科数学の基礎的な力を持ち，科学技術を通じて自然科学への関心を深めることのできる生徒を育成する。

教科の教育活動の内容

ア 「科学技術」(「その他の科目」)

- a 学外講師とのチームティーチングの実施
- b 研究機関への施設見学
- c 科学技術講演会の開催
- d 個人研究のレポート作成とプレゼンテーション。

イ 「生物 B」

- a 観察・実験・実習の充実
  - ・ 事物・現象に潜む課題やそこに潜む一様性を見いだす機会の増加。
  - ・ 計量・測定および検鏡などの基本的操作の習熟。
  - ・ 実験試料・材料の準備・育成を行わせ，自ら課題を解決する基礎を形成。
- b 研修の設定と発展的学習
  - ・ 近隣の大学・企業・研究機関の見学や実習，また研究者による講演・講義。

- ウ 「応用数学」(「その他の科目」)
- a 学外のフラクタル研究者を講師として授業を行う。
    - ・テーマは「フラクタルな地球」,「自然界でフラクタル構造がつけられるメカニズムについて」を考えている。
  - b 実習として,ディバイダによる計測からえられたデータを分析し,フラクタル次元を求める。
    - ・テーマは海岸線の計測(または墨流し)。
  - c コンピューター実習によってフラクタルを描く。
    - ・フラクタルの構造を視覚的に表現するためのプログラム作成。
  - d プレゼンテーション実習。
  - e 他校との通信による交流。
    - ・生徒の学習成果を発表して相互の学習内容の水準向上を図る。
  - f 随時,英文のテキストを使用。
  - g ポートフォリオを作成。
- エ 「数学」「数学A」における導入と応用の教材の開発
- a 三角関数の導入教材の開発
    - ・センサーや関数グラフ電卓をもちいて音波から三角関数のグラフを導入。
  - b フラクタル次元のために,対数の概念を導入。

地域の教員を対象として研究開発で得られた観察・実験などの新しい指導法について,公開講座などで明らかにして地域の教育力向上に貢献する。

また,地域の高校生にも自然科学と関連した数学をテーマとした公開講座を行い,理科や数学に対する関心を高める取り組みを行う。

さらに,地域自治体(京都府等)の教育・研究活動と連携して地域貢献を図る。  
科学クラブ・数学クラブのコンクール参加,研究発表,公開講座の企画運営。

研究成果について運営指導委員をはじめとする外部評価を受ける。成果については  
公刊,ホームページ上での公開等により共有を図る。

## (2) 第二年次

論理的な思考力や豊かな表現力を持ち,創造的に成果を発信できる生徒を育成する。  
教科の教育活動の内容

- ア 「物質科学」
- 物質の分析・合成の基礎的な理論・実験操作の習得
- a 京都教育大学教官による分子軌道論・結晶構造解析学の講義。
  - b 化学工業施設の見学。
  - c 分析機器による定性分析。

- イ 「エネルギー科学」
- エネルギー変換の概念による物理分野の再構成。

- ウ 「応用数学」
- カオスとフラクタル,複素数とフラクタル  
海外の高校と双方向通信による交流。

- エ 「解析」「代数幾何」
- 導入・応用教材の開発実施。

授業計画の概要は別紙の(資料3)参照

地域の教員を対象として研究開発で得られた観察・実験などの新しい指導法について,公開講座などで明らかにして地域の教育力向上に貢献する。

また、地域の高校生にも自然科学と関連した数学をテーマとした公開講座を行い、理科や数学に対する関心を高める取り組みを行う。

さらに、地域自治体（京都府等）の教育・研究活動と連携して地域貢献を図る。  
科学クラブ・数学クラブのコンクール参加，研究発表，公開講座の企画運営。

研究成果について運営指導委員をはじめとする外部評価を受ける。成果については  
公開，ホームページ上での公開等により共有を図る。

### (3) 第三年次

社会と科学技術のあり方を，自己の生き方に関わって判断し，主体的に進路を切り開く生徒の育成を目指す。

教科の教育活動の内容

#### ア 「物質科学」

「ものづくり」への指向をめざした物質の合成。

- a 分析機器の動作原理の理解と使用技術の習得。
- b 分析機器を用いた合成反応の定量分析。
- c 反応条件の考察による物質の合成。

#### イ 「エネルギー科学」

エネルギー概念による巨視的・微視的自然の統合。

#### ウ 「生命科学」

『分子からヒトへ』，『生物の多様性』，『バイオテクノロジー』を軸に展開。

- a 医学部等生命科学研究機関との連携による先進的研究分野の体験。
- b バイオテクノロジーを利用した課題研究。
- c 生命科学における倫理観の育成。

#### エ 「解析」「確率統計」

実習教材を開発して，理科への応用の取り組み。

#### オ 「現代数学研究」

課題探究を行うことで，数学への関心を深める指導。

地域の教員を対象として研究開発で得られた観察・実験などの新しい指導法について，公開講座などで明らかにして地域の教育力向上に貢献する。

また、地域の高校生にも自然科学と関連した数学をテーマとした公開講座を行い、理科や数学に対する関心を高める取り組みを行う。

さらに、地域自治体（京都府等）の教育・研究活動と連携して地域貢献を図る。  
科学クラブ・数学クラブのコンクール参加，研究発表，公開講座の企画運営。

研究成果について運営指導委員をはじめとする外部評価を受ける。成果については  
公開，ホームページ上での公開等により共有を図る。

## 8 研究初年度の教育課程の内容

### (1) 研究初年度の教育課程の概要

本校ではスーパーサイエンスハイスクールで履修する教育課程を「自然科学コース」と名付けた。

教育課程の比較 (上段・・・普通コース理系 下段・・・自然科学コース)

第1学年

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
国語Ⅰ				現代語	世界史B	倫理	政経	数学Ⅰ				数学A	生物ⅠB			体育			保健	音楽Ⅰ	英語Ⅰ	外国語(英語)		家庭一般	HR											
国語Ⅰ				現代語	世界史B	倫理	政経	数学Ⅰ				数学A	応用数学Ⅰ	生物ⅠB			科学技術	体育				保健	音楽Ⅰ	美術Ⅰ	英語Ⅰ	外国語(英語)		家庭一般	HR							
																						書道Ⅰ														

第2学年

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35				
現代文	古典Ⅰ	日本史B 地理B		数学Ⅱ				数学B	物理ⅠB		化学ⅠB			体育			音楽ⅠⅡ	英語Ⅱ	ライティング		家庭一般	HR																
現代文	古典Ⅰ	日本史B 地理B		解析Ⅰ				代数幾何	応用数学Ⅱ	エネルギー科学Ⅰ			物質科学Ⅰ			体育	音楽美術		英語Ⅱ	ライティング		家庭一般	HR															

(注) 音楽・美術・・・ⅠまたはⅡ

第3学年

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35						
現代文	古典Ⅰ	世界史B 日本史B 地理B		物理Ⅱ			化学Ⅱ		生物Ⅱ			体育			保健	ライティング		ライティング		HR	数学Ⅲ			物理Ⅱ		数学C														
現代文	古典Ⅰ	世史B	科学と哲学	解析Ⅱ		確率統計	現代数学研究			理科学Ⅱ			理科学Ⅱ			体育			保健	ライティング		ライティング		HR																
		日史B																																						
		地理B																																						

(注) 世史・日史・・・世界史・日本史

「その他の科目」として理科では「科学技術」をおき，数学では「応用数学」をおく。

9 評価方法について

運営指導委員会を中間，学年末に行い，評価を受ける。また運営指導委員から適宜，授業観察を通して，指導方法・教材などについて評価を受ける。

対外的研究会を2月下旬～3月初旬に開催して評価を受ける。

校内における評価方法

ア 目標Aについて

本研究を実施する以前の上級学年の理解内容や関心の度合いとの違いを調査。

- a 「生物 B」では、各領域の学習内容の体系的理解を調査。実験・観察の重視がどれだけ先端的な分野への関心を喚起したかの調査。
- b 「数学 」,「数学 A」では各科目の学習内容の体系的理解を調査。
- ウ 目標Bについて
  - 「科学技術」「応用数学 」において、
  - a 理科数学への興味関心度を知るための入学直後のアンケート調査。
  - b 指導項目ごとの意欲・関心・創造性に関するアンケート調査。この教育課程を導入以前の上級学年の生徒との対比。
  - c 理科や数学に対する取り組み方への生徒の自己評価。
  - d 先端科学者や大学教官の授業による意識変化の調査。
  - e 先端的研究施設の見学や訪問による意識変化の調査。
- エ 目標Cについて
  - 「科学技術」「応用数学 」において、
  - a プレゼンテーション,他校との双方向交流の前後での生徒の意識変化の調査。
  - b 数学オリンピック,物理オリンピック,日本数学コンクール,ロボットコンテスト等への積極的参加と実績。
  - 「科学クラブ・数学クラブ」において
  - a 科学クラブでは、工作(電子工学),化学,生物,地学,物理等希望ごとに分属して活動。
  - b コンクール参加,研究発表,公開講座の企画運営。

(目標Dは主として第三年次の評価項目である。)

## (2) 自然科学コース生徒の卒業単位数

101単位

### 10 研究組織

#### (1) 研究組織の概要

研究推進のために研究部が設置されているが、さらに今回本研究開発のために「自然科学コース推進室」を新たに設置して専任教官を配置した。また、教務主任・生徒指導主事・研究主任・学年主任からなる運営委員会が研究活動の状況を日常的に把握する。

#### (2) 研究担当者

氏名	職名	担当教科(科目)
斉藤正治	教頭・副校長	
橋本雅文	教諭	英語
高屋定房	教諭	国語
井上達朗	教諭	地歴(日本史)
井上嘉夫	教諭	理科(生物)
中井 光	教諭	国語
小幡真一郎	教諭	保健体育
小宅邦夫	教諭	数学
山本彰子	教諭	数学(応用数学)・情報
藪内毅雄	教諭	数学
盛永清隆	教諭	数学
藤本正裕	教諭	数学
河崎哲嗣	教諭	数学
松森弘治	教諭	理科(物理・地学)・情報
川村康文	教諭	理科(物理・科学技術)・情報
市田克利	教諭	理科(化学)
山口幸雄	教諭	理科(化学)
杉本浩子	教諭	理科(生物)
高田敏尚	教諭	公民(科学と哲学)

(3) 運営指導委員会  
組織

氏名	所属・職名	備考(専門分野等)
小林祥一	日本電気化学(株)社長、京都工業会推薦	
原 資	(株)島津製作所専務取締役、京都工業会推薦	
功刀 滋	京都工芸繊維大学繊維学部教授	高分子化学
中條善樹	京都大学大学院工学研究科教授	高分子化学
佐藤文彦	京都大学大学院生命科学研究科教授	統合生命科学
中村卓史	京都大学基礎物理学研究所教授	物理学
瀬原淳子	京都大学再生医科学研究所教授	再生増殖制御学
加茂直樹	京都女子大学現代社会学部教授	倫理学
小原雄治	国立遺伝学研究所教授	生物遺伝資源情報
瀬戸口烈司	京都大学総合博物館教授・館長	博物館学
笠原三紀夫	京都大学大学院エネルギー科学研究科教授・研究科長	エネルギー社会・環境科学
岡本 久	京都大学数理解析研究所教授	非線型力学の数値解析的研究
手島光司	京都教育大学教授・副学長	機械
占部博信	京都教育大学教授	解析学
生島隆治	京都教育大学教授	生物学
岡本正志	京都教育大学教授・教育実践総合センター	教科教育

以下の各機関及び研究者にも本研究開発の研究協力者として指導していただく。

京都教育大学教育実践総合センター  
 京都教育大学理学科  
 京都教育大学数学科  
 京都教育大学産業技術科学科  
 京都大学総合博物館  
 京都大学大学院エネルギー科学研究科  
 国立遺伝学研究所遺伝資源情報総合センター  
 京都工業会加盟企業の研究機関  
 大野照文 京都大学総合博物館教授  
 小原 収 (財)かずさDNA研究所ヒト遺伝子部 研究部長  
 広野雅文 東京大学理学部助教授 バイオテクノロジー  
 左巻健男 京都工芸繊維大学教授  
 東 あかね 京都府立大学人間環境学部教授  
 平沢泰介 京都府立医科大学名誉教授  
 岡本 久 京都大学数理解析研究所教授

活動計画

各運営指導委員に適宜授業観察などを通じて指導方法・教材などについての指導を受ける。定期的に本校自然科学コースの研究状況を報告して、本研究開発への指導を受ける。また、各学期終了後に運営指導委員会を開催し、委員会として指導を受ける。

# 資料1 科学技術

購入予定物品, 外部施設利用物品

	外部講師による講義や施設見学	外部講師による講義や施設見学のねらい	おもな実験機器
1学期	単元(実験・実習)		
	レーベンフック顕微鏡	サイエンスEネット講師 実験開発者による指導	
	偏光顕微鏡	京都教育大学講師 専門研究者による指導	
	分光筒と省エネ電球 ブラックライトと蛍光実験		可視光スペクトロラジオメーター
	紫外線測定	フジゼロックス講師 測定器開発企業による指導	
	蓄光実験 竹串電池 燃料電池		可視光スペクトロラジオメーター
	光合成型太陽電池 箔検電器づくり	大阪大学・西野田電工講師 専門研究者による指導	マッフル炉
	クリップモータ作り 電気パン コンピュータ放物運動	サイエンスEネット講師 サイエンスEネット講師 サイエンスEネット講師	実験熟練者による指導 実験熟練者による指導
2学期	水ロケット 発光ダイオードの点滅回路 ラジオの製作 いろいろなモータの原理 いろいろな発電機 発電所めぐり 自転車発電でテレビを点ける サボニウス型風車発電 地球温暖化と冷却化	サイエンスEネット講師 サイエンスEネット講師 サイエンスEネット講師 サイエンスEネット講師 関西電力講師 サイエンスEネット講師 サイエンスEネット講師 京都大学講師	実験開発者による指導 実験熟練者による指導 実験熟練者による指導 実験熟練者による指導 専門研究者による指導 実験熟練者による指導 実験熟練者による指導 専門研究者による指導
	温室効果実験 酸性雨 酸性雨実験 酸性雨学習	サイエンスEネット講師 京都大学講師 NTT講師	実験熟練者による指導 専門研究者による指導 専門研究者による指導
	気体検知管	ガステック講師 専門研究者による指導	赤外スペクトロラジオメーター
3学期	個人研究 研究発表会	本校のみならず各大学・企業研究室にも分 実験熟練者及び専門家による指導	

2002年度購入予定  
可視光スペクトロラジオメーター  
赤外スペクトロラジオメーター  
2004年度購入予定  
マッフル炉

# 資料2 生物IB

購入予定物品, 外部施設利用物品

章	単元	外部講師による講義や実習等	外部講師による講義や実習等のねらい	おもな実験・実習	おもな実験機器
1 学期	生命体の構造と機能				
	細胞の構造	見学: 京都大学総合博物館	身近なところに、有名な、さまざまな分野の研究成果があることを知る。広く浅くでよい。		
	生命の単位 = 細胞			顕微鏡の使い方	
	細胞を見る	見学: 京都教育大学 電子顕微鏡	身近な研究室に電子顕微鏡で見える世界があることを体験する。	細胞の観察, 染色液, 原形質流動	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ, 電子顕微鏡
	細胞膜と物質の出入り			浸透圧現象, 赤血球の収縮と溶血, 原形質分離	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ
	細胞の増殖				
	細胞分裂			種子の発芽, 細胞分裂の観察, 細菌コロニーの観察	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ, 組織培養・遺伝子操作・細菌培養前処理装置, 植物育成装置
	細胞どうしの認識	講義: 細胞の社会とガン細胞	細胞認識機構の解明の必要性和最新の研究動向を知る。		
	単細胞生物から多細胞生物へ				
	単細胞生物, 細胞群体, 多細胞生物			単細胞生物・細胞群体の観察	微分干渉顕微鏡, 双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ, 植物育成装置
	植物体の構成			植物の組織の観察	双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ
	動物体の構成	応援依頼: 京大 包埋標本	教科書, 図表にあるような組織切片プレパラートを観察させる。包埋標本を作製していただき, 高校で薄層切片に切り出し観察することにより, 顕微鏡観察のための技術の一	動物の組織の観察	顕微鏡カメラ
	生体内の化学反応				
	化学反応と酵素				
	代謝とエネルギー代謝				
	酵素反応			ウミホタルの発光, アミラーゼの働き。	
	異化				
	嫌気呼吸	見学: 月桂冠	授業のアルコール発酵と関連して, 酒造りの現場を見学するということにとどめず, 先端バイオテクノロジーの現場であることを知る。	アルコール発酵	
	好気呼吸			呼吸商の測定, 脱水素酵素の働き	
	同化				
	植物と光合成	応援依頼: 京大 電気泳動	物質の分離という側面から電気泳動装置による分離の実演, 資料の提供を依頼	ペーパークロマトグラフィー, 薄層クロマトグラフィー (2004年度は吸収スペクトルの測定を追加)	紫外・可視分光光度計
	細菌の光合成と化学合成				
	窒素の同化	講義: 京大 or 京都大 土壌細菌を利用した環境保全	環境に目を向けることはもちろんだが, 土壌細菌の改良など遺伝子研究にも触れたい。		
	生物界全体の代謝とエネルギー代謝				
生命の連続性					
生殖					
無性生殖と有性生殖			アオミドロの観察, ミジンコの観察	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ	
減数分裂			バッタの精巣の観察	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ	
植物の生殖と生活環			ミスワラビの培養, 植物の精子の観察, スギゴケの観察, 花の解剖	微分干渉顕微鏡, 双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ, 植物育成装置	
動物の配偶子形成と受精	講義: ヒトの発生	自分自身のことを知る。環境物質と異常発生, 人工授精などについても触れ, 倫理面からの問題提起も期待したい。			
発生					
発生の過程 (一部夏休みに集中授業)	講義: 京都教育大学 (梶原先生) 宿泊研修: ウニの発生の観察, 磯の生物 (夏休見学: 再生医療の現場	生き物の都合にあわせて観察をする 臓器移植, ES細胞に関する研究について知る。	ウニの発生の観察, ニワトリの発生の観察, 人工授精	微分干渉顕微鏡, 双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ	
発生のしくみ			ブラナリアの再生	双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ	



章	単元	外部講師による講義や実習等	外部講師による講義や実習等のねらい	おもな実験・実習	おもな実験機器
2 学期	遺伝と変異				
	遺伝の法則			ヒトの血液型, DNA鑑定	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ, DNA解析装置等一式
	連鎖			連鎖のシミュレーション	
	性と遺伝			ショウジョウバエの観察	双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ
	遺伝子の本体	講義: かずさDNA研究所(小原収先生)	ヒトの遺伝子についての研究の紹介		
	変異	見学: 工業繊維大学 遺伝子研究の現場	遺伝子保存の取り組みとその意義を知る		
	生体の反応と調節				
	刺激の受容と興奮				
	ニューロン			イカの観察(外とう膜神経)	
	興奮の伝わり方としくみ			刺激-反応時間の測定	
	受容体			ブタ眼球解剖, 盲点の測定	
	神経系			プラナリアの神経系の観察	双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ
	作動体	見学: 研究学園都市(奈良) ロボット開発	最新の研究は中枢の開発であるが, 受容体-中枢-作動体の延長にとらえさせたい。	キモグラフ, カエル神経筋標本, イカの観察(色素胞)	双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ
	動物の行動				
	走性, 本能行動			ゾウリムシの走性	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ
	学習, 知能による行動	講演: 京都大学 霊長類研究所 チンパンジーの行動	ヒト以外の動物とコミュニケーションをとって研究する方法を知る		
	情報伝達			道じるベフェロモン(2003年度は, 個体群と体表炭化水素の分析を追加)	ガスクロマトグラフィー
	内部環境とその恒常性				
	体液の調節			ゾウリムシの収縮胞	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ
	肝臓と腎臓の働き	見学: 京都大学 医学研究所 人工臓器	人工肝臓研究現場の見学		
ホルモンと自律神経による調節	講義: 運動生理学(京大or京教大)	これまでの学習内容, 特に呼吸や神経などを総合してスポーツという場面においてどのようにそれらの知識を活かしていくかを考えさせる。	心臓拍動の調節		
植物の反応と調節					
成長の調節			オーキシン濃度と成長, おじぎそうの栽培(9月~11月)		
植物の花芽の形成			アサガオの短日処理(5月~8月)		
生物の集団					
生物の集団とその変動					
環境と生物の生活	京都大学農学部 向日町農場				
個体群とその変動	研修: 岩田山公園 ニホンザルの行動観察		アズキゾウムシの観察, 個体群の成長曲線(アオウキクサ)	双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ, 植物育成装置	
生物群集とその変動			植物群落の調査		
生態系と物質循環					
生態系とエネルギー			層別刈り取り(テニスコート 横枯れたもの)		
生態系の平衡と物質循環			土壌動物の観察(線虫の観察)	微分干渉顕微鏡, 双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ	
地球生態系の保全					
人口問題と地球の砂漠化			人口データ収集と人口ピラミッドの作成		
大気汚染がもたらすも			大気中の物質(2003年度)	ガスクロマトグラフィー	
熱帯林と野生生物種の減少					
地球環境の保全					

2002年度購入予定  
微分干渉顕微鏡  
双眼実体顕微鏡  
顕微鏡カメラ  
組織培養・遺伝子操作前  
処理装置  
DNA解析等実習装置  
植物育成装置

2003年度購入予定  
ガスクロマトグラフィー  
2004年度購入予定  
植物育成装置  
紫外・可視分光光度計

資料3 Instruction plan - distance table

		普通コース (2年から理系の場合)		自然科学コース			
学年	学期	数学 3単位	数学A 2単位	数学 4単位	数学A 2単位	応用数学 1単位	
1	1	2次関数 1 2次関数のグラフ 2 2次関数の決定 3 2次関数の最大・最小	数と式 1 整式 2 整式の加法と減法・乗法 3 整式の除法 4 因数分解 5 有理数と無理数 6 平方根の計算	2次関数 1 2次関数のグラフ 2 2次関数の決定 3 2次関数の最大・最小	数と式 1 整式 2 整式の加法と減法・乗法 3 整式の除法 4 因数分解 5 有理数と無理数 6 平方根の計算	フラクタル基礎 1 フラクタルな地球 2 コッホ曲線 3 シェル・フッキング・スカット 4 自己相似性 5 フラクタル次元 6 対数 7 統計的に自己相似 8 海岸線の長さを測る	
		4 グラフと2次方程式 5 グラフと2次不等式	式と証明 1 恒等式 2 等式の証明 3 不等式の証明	方程式 1 複素数 2 2次方程式の解法 3 判別式 4 解と係数の関係 5 グラフと2次方程式 6 グラフと2次不等式 7 因数定理 8 高次方程式の解法 9 連立方程式	平面幾何 1 平行線と線分の比 2 面積と比 3 チェバ・メネラウスの定理 4 三角形の五心 5 方べきの定理		
		三角比 1 鋭角の三角比 2 三角比の性質・相互関係 3 鈍角の三角比 4 正弦定理と余弦定理 5 三角形の辺と角 6 三角形の面積 7 空間図形への応用	4 必要条件と十分条件 5 式の計算と証明 6 命題と集合 7 命題と証明	三角比・三角関数 1 鋭角の三角比 2 三角比の性質・相互関係 3 一般角と弧度法 4 三角関数の性質 5 三角関数のグラフ 6 正弦定理と余弦定理 7 三角形の辺と角 8 三角形の面積 9 空間図形への応用	式と証明 1 恒等式 2 等式の証明 3 不等式の証明 4 必要条件と十分条件 5 式の計算と証明 6 命題と集合 7 命題と証明	9 べき分布 10 セルオートマトン	
		数と集合 1 数と集合 2 集合の要素の個数 3 数の演算	数列 1 等差数列 2 等比数列 3 種々の数列	数と集合 1 数と集合 2 集合の要素の個数 3 数の演算	数列 1 等差数列 2 等比数列 3 種々の数列	コンピュータグラフィック 1 プログラミングの基礎 2 フラクタル作図の技法 3 フラクタルを描く	
		個数と処理 1 場合の数 2 順列 3 組合せ		個数と処理 1 場合の数 2 順列 3 組合せ		レポート作成 1 ホームページ作成	
	3	1	確率 1 試行と事象 2 確率とその基本性質 3 確率の計算 4 独立試行 5 期待値 6 統計的確率	4 帰納的定義 5 数学的帰納法 発展 フィボナッチ数列 6 二項定理	確率 1 試行と事象 2 確率とその基本性質 3 条件付き確率 4 事象の独立と従属 5 確率の計算 6 独立試行 7 期待値 8 統計的確率	4 帰納的定義 5 数学的帰納法 発展 フィボナッチ数列 6 二項定理 7 数列の極限 8 無限等比級数 9 無限級数	プレゼンテーション 1 ホームページ作成 2 パワーポイントで作成 3 他校との通信による交流

学年	学期	数学 4単位	数学B 2単位	解析 5単位	代数・幾何 2単位	応用数学 1単位	
2 前半	1	図形と方程式 1 2点間の距離と分点 2 直線の方程式 3 2直線の関係 4 円の方程式 5 円と直線 6 軌跡と方程式 7 不等式と領域	方程式 1 複素数 2 2次方程式の解法 3 判別式 4 解と係数の関係 5 因数定理 6 高次方程式の解法 7 連立方程式	図形と方程式 1 2点間の距離と分点 2 直線の方程式 3 2直線の関係 4 円の方程式 5 円と直線 6 軌跡と方程式 7 不等式と領域	平面上のベクトル 1 ベクトルと有向線分 2 ベクトルの演算 3 ベクトルの成分 4 ベクトルの内積 5 ベクトルのなす角 6 位置ベクトル 7 ベクトルと図形 8 ベクトル方程式 発展 放物運動	カオス 1 予想の限界の発見 2 非線形写像 3 初期値依存性 4 ロジスティック写像 5 カオス出現 6 初期値の敏感性 7 カオスとフラクタル	
		三角関数 1 一般角と弧度法 2 三角関数の性質 3 三角関数のグラフ	平面上のベクトル 1 ベクトルと有向線分 2 ベクトルの演算 3 ベクトルの成分 4 ベクトルの内積 5 ベクトルのなす角	三角関数 1 加法定理 2 倍角・半角の公式 3 和と積の公式 4 三角関数の合成 発展 単振動	空間図形とベクトル 1 空間における直線と平面 2 空間の点の座標 3 空間ベクトルと演算 4 位置ベクトル 5 ベクトルの成分 6 ベクトルの内積 発展 放物運動	複素数とフラクタル 1 マンデブロ集合 2 ジュリア集合	
		4 加法定理 5 倍角・半角の公式 6 和と積の公式 7 三角関数の合成 発展 単振動	6 位置ベクトル 7 ベクトルと図形 8 ベクトル方程式 発展 放物運動	分数関数・無理関数 1 分数関数 2 逆関数と合成関数 3 無理関数 発展 レンズ	空間図形とベクトル 1 空間における直線と平面 2 空間の点の座標 3 空間ベクトルと演算 4 位置ベクトル 5 ベクトルの成分 6 ベクトルの内積	コンピュータグラフィック 1 フラクタル作図の技法 2 フラクタルの作図	
		指数関数と対数関数 1 累乗根 2 指数関数 3 対数とその性質 4 対数関数とそのグラフ 5 常用対数 発展 ニュートンの冷却の法則		指数関数と対数関数 1 累乗根 2 指数関数 3 対数とその性質 4 対数関数とそのグラフ 5 常用対数 発展 ニュートンの冷却の法則			
	2 後半	1	普通コース (2年から理系の場合)	自然科学コース	普通コース (2年から理系の場合)	自然科学コース	普通コース (2年から理系の場合)

学年	学期	数学 4単位	数学B 2単位	解析 5単位	代数・幾何 2単位	応用数学 1単位
2	後半	<b>微分法・積分法</b> 1 平均変化率と微分係数 2 関数の極限值 3 微分係数と導関数 4 導関数の計算 5 関数の増減と極大、極小 6 最大値・最小値 7 方程式・不等式への応用 8 不定積分 9 面積と定積分	<b>空間図形とベクトル</b> 1 空間における直線と平面 2 空間の点の座標 3 空間ベクトルと演算 4 位置ベクトル 5 ベクトルの成分 6 ベクトルの内積	<b>微積分入門</b> 1 関数の極限值 2 関数の連続性 3 平均変化率と微分係数 4 微分係数と導関数 5 導関数の計算 6 区分求積法 7 微積分の基本定理 8 不定積分 9 面積と定積分	<b>複素数平面</b> 1 複素数平面 2 複素数の極形式 3 ド・モアブルの定理 4 平面図形と複素数 発展 電気と複素数	<b>プレゼンテーション</b> 1 英語でプレゼンテーション 2 海外高校生との通信による交流
		<b>分数関数・無理関数</b> 1 分数関数 2 逆関数と合成関数 3 無理関数 発展 レンズ <b>微分法</b> 1 数列の極限 2 無限等比級数 3 無限級数 4 平均変化率と微分係数 5 関数の極限值 6 三角関数と極限 7 関数の連続性 8 微分係数と導関数 9 導関数の計算	<b>複素数平面</b> 1 複素数平面 2 複素数の極形式 3 ド・モアブルの定理 4 平面図形と複素数 発展 電気と複素数	<b>微分法</b> 1 三角関数と極限 2 三角関数の導関数 3 対数関数の導関数 4 指数関数の導関数 5 高次導関数 6 媒介変数表示と導関数 7 曲線の方程式と導関数 <b>微分法の応用</b> 1 接線と法線 2 平均値の定理 3 関数の増減と極大、極小 4 最大値・最小値 5 極大・極小の判定 6 曲線の凹凸 7 関数のグラフの概形 8 方程式・不等式への応用 9 速度と加速度 10 近似式 発展 波動 <b>積分法</b> 1 不定積分 2 置換積分法 3 部分積分法	<b>行列</b> 1 行列の加法と減法, 実数 2 行列の積 3 行列の乗法の性質 4 逆行列 5 連立1次方程式 <b>2次曲線</b> 1 方程式を表す曲線 2 放物線 3 楕円 4 双曲線 5 2次曲線の平行移動と回転 6 2次曲線と直線 7 楕円・双曲線の準線 発展 円錐曲線・接線	<b>選択課題</b> 1 フラクタル科学最先端 2 課題探求
	3					

学年	学期	数学 4単位	数学C 4単位	解析 2単位	確率統計 2単位	現代数学研究 3単位
3	1	<b>微分法</b> 1 三角関数の導関数 2 対数関数の導関数 3 指数関数の導関数 4 高次導関数 5 媒介変数表示と導関数 6 曲線の方程式と導関数 <b>微分法の応用</b> 1 接線と法線 2 平均値の定理 3 関数の増減と極大、極小 4 最大値・最小値 5 極大・極小の判定 6 曲線の凹凸 7 関数のグラフの概形 8 方程式・不等式への応用 9 速度と加速度 10 近似式 <b>積分法</b> 1 不定積分 2 置換積分法 3 部分積分法	<b>行列</b> 1 行列の加法と減法, 実数倍 2 行列の積 3 行列の乗法の性質 4 逆行列 5 連立1次方程式 <b>2次曲線</b> 1 方程式を表す曲線 2 放物線 3 楕円 4 双曲線 5 2次曲線の平行移動と回転 6 2次曲線と直線 7 楕円・双曲線の準線 発展 円錐曲線・接線	<b>積分法</b> 4 面積と定積分 5 定積分の基本性質 6 定積分で表される関数 7 定積分と和の極限 8 定積分と不等式 <b>積分法の応用</b> 1 面積 2 体積 3 曲線の長さ 4 速度と道のり	<b>確率分布</b> 1 資料の整理 2 確率変数と確率分布 3 確率変数の期待値と分散 4 期待値と分散の性質 5 二項分布と正規分布 6 正規分布の利用 <b>統計的推測の考え</b> 1 標本 2 標本平均の期待値と標準偏差 3 推定 4 検定	<b>課題探求</b>
		2	<b>極座標</b> 1 極座標と極方程式 <b>課題研究・受験数学</b>	<b>微分方程式</b> 1 変数分離形の 1 階微分方程式 2 線形一階微分方程式 3 2階微分方程式 発展 未来の予測	<b>極座標</b> 1 極座標と極方程式 <b>課題研究・受験数学</b>	<b>総括・評価・発表</b>

状況によって実際の授業進行と本計画表との若干の修正の可能性もありうる。

# 資料4 物質科学

購入予定物品, 外部施設利用物品

章	単元	外部講師による講義 や施設見学	外部講師による講義 や施設見学のねらい	おもな実験・実習	おもな実験機器
1 学期	物質の構造				
	物質の構成と分離法			実験器具の基本操作, 混合物の分離, 炎色反応	
	原子の世界	見学: 京都教育大学 へ電子顕微鏡	原子の世界を見る		電子顕微鏡
	物質と化学反応式			炭酸カルシウムの純度測定, 硫酸銅五水和物の脱水	コンピュータによるデータ処理
	分子軌道論と化学結合	講義: 大学教官による 分子軌道論・結晶 構造解析学, 見学: セラミック工場	分子の形を分子軌 道によって理解す る, 結晶構造におけ る粒子配列の規則 性を理解する, 身近 な共有結合による結	イオン結晶の性質, 分子軌道 のコンピュータシミュレーショ ン, 金属結晶格子模型作成, スポーツドリンク中のイオンの 定性分析	PCグラフィックス, イオンア ナライザー
2 学期	物質の状態				
	物質の三態			拡散, 昇華による物質の検 出, 蒸発と沸騰	
	気体と溶液			気体の状態方程式, 凝析効 果によるコロイドの分析, 溶解 の仕組み	
	物質の変化				
	酸と塩基			身近な酸・塩基, 酸性雨とpH 測定, 中和滴定による酸度の 測定	コンピュータによるデータ処理
3 学期	酸化・還元反応	見学: 鉛蓄電池工 場, 銅の精錬工場, メッキ工場	化学工業としての電 池・電気分解を理解 する	身近な酸・塩基, 酸性雨とpH 測定, 中和滴定による酸度の 測定, テルミット反応, 乾電池の作 成, 鉛蓄電池の仕組み, さま ざまな電気分解	
	無機化合物				
	無機化合物序論	見学: 鉄鋼所	鉄の製法の理解と共 に, 化学工業のス ケールに触れる	陽イオンの反応, 陰イオンの 反応, 陽イオンの分離, 陰イ オンの分離	イオンアナライザー
	身近なものの無機定性分 析	見学: 京都教育大学 の分析化学研究室	大学での分析化学 がどのように行われ ているかを知る	河川・湖沼・海水の定性分 析, 食品の無機定性分析, 未 知無機物質の推定	イオンアナライザー
	有機化合物				
有機化合物序論	見学: 石油コンビ ナート	石油の精製過程の 理解と共に, 化学工 業のスケールに触れ	脂肪族炭化水素の性質, 芳 香族炭化水素の性質, 酸素 原子を含む有機化合物の性 質	ガスクロマトグラフィー	
身近なものの有機定性分 析			食品の有機定性分析, 医薬 品の有機定性分析, 未知有 機物質の推定	ガスクロマトグラフィー	
課題研究			未知無機物質の推定, 未知 有機物質の推定	イオンアナライザー, ガ スクロマトグラフィー	

2003年度購入予定  
イオンアナライザー  
ガスクロマトグラフィー

# 資料5 エネルギー科学

購入予定物品, 外部施設利用物品

章 単元	外部講師による講義や施設見学	外部講師による講義や施設見学のねらい	おもな実験・実習	おもな実験機器
1 学期				
運動とエネルギー				
物体の運動	見学: 京都大学理学部地球物理学教室	重力加速度のさまざまな測定方法と測定機器の見学により、運動に関する実験法の習		
物体の運動 力とつりあい	見学: 京都教育大学へ空気中の落下運動分析見学	自由落下運動において空気による浮力の影響を考慮した実験を行い、自由落下に関するより深い理解をめざす。	重力加速度の測定	
運動の法則	大学教官による慣性力講義	慣性力、慣性系に関する理解を深める。	運動の法則実験	デジタル力学計測器(2003年度については従来機器を使用)
運動量			運動量の実験	デジタル力学計測器(2003年度については従来機器を使用)
熱とエネルギー				
力学的エネルギー	見学: ダム式水力発電所見学	位置エネルギーが電気エネルギーに変換される現場を見学する。	力学的エネルギーの実験	デジタル力学計測器(2003年度については従来機器を使用)
熱とエネルギー	見学: 大阪ガス科学館	メタンハイドレートなどの新エネルギーの学習の動機づ		
2 学期				
波とエネルギー				
波の性質	講義: 京都教育大学教官による力学授業	波の重ね合わせ、定常波、固有振動の体験的理解をめざす。		
音と音波	見学: 電器メーカー音響研究所	音の波形分析、無響室、音響測定に関する理解を深め		
光と光波	見学: 光学機器メーカー研究所	光学系の設計、波長による光の屈折の違いの体験	光の性質に関する実験	微分干渉顕微鏡
電気とエネルギー				
静電気	見学: コンデンサーメーカーの研究所見学	高誘電体、大容量コンデンサーの実験		
電流	見学: 半導体メーカー研究所	半導体の性質、光半導体素子、電子回路のしくみの理	電位差計の実験	
3 学期				
原子とエネルギー				
電子と原子	見学: 京都大学原子炉実験所	原子炉の仕組み、放射線と放射性物質に関する理解を深める。	自然放射線の測定	
電子と原子	見学: スプリング8	放射光発生装置の動作原理を学ぶ		

2004年度購入予定  
マッフル炉  
デジタル力学計測器

# 資料6 物質科学

購入予定物品、外部施設利用物品

章	単元	外部講師による講義 や施設見学	外部講師による講義 や施設見学のねらい	おもな実験・実習	おもな実験機器
1 学期	無機化合物				
	無機化合物本論			ハロゲン、酸素、硫黄、リン、アルカリ金属、アルカリ土類金属、両性元素の金属、遷移金属等の性質	イオンアナライザー、紫外・可視分光光度計、デジタル計測器
	食品中に存在する無機化合物	見学: 京都教育大学の分析機器	大学レベルでの分析操作を見る	海藻中に含まれるヨウ素の定量分析	イオンアナライザー、紫外・可視分光光度計
	大気中に存在する気体の成分	見学: 京都教育大学の分析機器	大学レベルでの分析操作を見る	大気中の二酸化炭素濃度の測定	気体検知管
	水中に存在する無機イオンの成分	見学: 京都教育大学の分析機器	大学レベルでの分析操作を見る	河川の水質調査(COD測定、BOD測定等)	イオンアナライザー、紫外・可視分光光度計、デジタル計測器
	土壌中に存在する無機イオンの成分	見学: 京都教育大学の分析機器	大学レベルでの分析操作を見る	重金属イオンの定量	イオンアナライザー、紫外・可視分光光度計、デジタル計測器
	有機化合物				
	有機化合物本論			分子軌道のコンピュータシミュレーション	PCグラフィックス
	薬品中に存在する有機化合物の定量分析	見学: 京都教育大学の分析機器、製薬会社	薬品の製造工程を見て、合成の方法を学ぶ	アスピリンの合成と収量測定	ガスクロマトグラフィー
	食品中に存在する有機化合物の定量分析			柑橘系果物中のリモネンの定量分析	ガスクロマトグラフィー
2・3 学期	衣料と染色のしくみ	見学: 京都教育大学の分析機器、染料現場	染色の工程を見て、染色の方法を学ぶ	インジゴの合成と収量測定、藍染め	赤外線分光光度計、ガスクロマトグラフィー
	有機高分子化合物				
	天然高分子化合物のしくみと定量			牛乳中のタンパク質の定量	赤外線分光光度計、ガスクロマトグラフィー
	合成高分子化合物のしくみと定量	見学: ナイロン加工工場	合成繊維の製造工程を見て、合成の方法を学ぶ	6,6ナイロンの合成と収量測定、PETの合成とリサイクル	ガスクロマトグラフィー
	化学反応速度論と化学平衡論				
	反応速度論				
	速度論的データ解析 分子論的速度論	見学: 大学の研究室	データ解析の仕方を見て、解析方法を身につける	過酸化水素の分解反応による定量	ガスクロマトグラフィー
	化学平衡論			エステルの合成と収量測定、平衡定数の算出	赤外線分光光度計、ガスクロマトグラフィー
	課題研究	見学: 京都教育大学の分析機器、大学の研究室	大学レベルでの高温超伝導酸化物の試料作成の工程を見て、作成方法を身につける	高温超伝導酸化物の作成と超伝導状態の検証	マッフル炉
		見学: 廃液処理会社	無機廃液処理工程を見て、定量分析の方法について考える	無機廃液の処理と活用	イオンアナライザー
	見学: 廃液処理会社	有機廃液処理工程を見て、定量分析の方法について考える	有機廃液の処理と活用	赤外線分光光度計、ガスクロマトグラフィー	

2003年度購入予定  
ガスクロマトグラフィー  
イオンアナライザー  
2004年度購入予定  
赤外線分光光度計  
紫外・可視分光光度計  
デジタル測定器  
マッフル炉

# 資料7 エネルギー科学

購入予定物品, 外部施設利用物品

章	単元	外部講師による講義や施設見学	外部講師による講義や施設見学のねらい	おもな実験・実習	おもな実験機器
1 学期	力と運動のエネルギー				
	等速円運動			等速円運	デジタル力学計測器
	単振動	見学:大学等の研究施設	ルギーの移り変わりについて、振動周期の精密測定を行うことにより理解を深める。	単振動	デジタル力学計測器
	熱力学のエネルギー				
2 ・ 3 学期	磁場のエネルギー				
	ローレンツ力	見学:大学等の研究施設	粒子加速器等の実験機器を間近に体験する。		
	電磁誘導	見学:変圧器メーカーの研究室	相互誘導、うず電流、磁性材料、磁性流体などの現象を間近に観察することにより電磁誘導に関する理解を深める。		
	交流回路	講演:外部講師	医療機器等の動作原理について指導を受ける。		マッフル炉
	電磁波	見学:大学等の研究施設	よる送電、電波望遠鏡等の施設を間近に見学することにより電磁波に関する応用的知識を得る。	静電遮蔽の実験	
	原子と原子核のエネルギー				
原子核	講義:京都教育大学教官による原子物理学授業	性質の確認、加速器の理論、放射線の物質に対する影響に関して理解を深める。	霧箱の実験		
課題研究					

2004年度購入予定  
マッフル炉  
デジタル力学計測器

# 資料8 生命科学

購入予定物品, 外部施設利用物品

章	単元	外部講師による講義 施設見学	外部講師による講義・施設見学のねらい	おもな実験・実習	おもな実験機器
1 学期	分子からヒトへ				
	生命の特徴	講義: 京都教育大学	生命科学とは		
	生命の起源	講義: 京都大学大学院生命科学研究科	生命の起源を探る最新の研究		
	生命の自然発生の検討	京都大学総合博物館			
	生命を担う物質			タンパク質の電気泳動, グリセリン筋の調整とATP	電気泳動装置
	遺伝情報を伝える分子	講義: 国立遺伝学研究所(小原勇治先生), 京都大学	遺伝子診断・治療 最新動向と倫理	DNAの抽出, DNAの分子模型の作製, アカパンカビの観察, 制限酵素による切断と電気泳動	DNA解析等装置
	細胞の構造と機能: 細胞小器官	研修: 京都教育大学(武蔵野先生), 講義: 筑波大学(岩井先生)	電子顕微鏡による細胞小器官の観察, 葉緑体と生物進化	プロトプラストの調整と細胞融合	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ, 電子顕微鏡
	細胞の構造と機能: エネルギー変換			アポ酵素と補酵素	紫外・可視分光光度計
	細胞の増殖	講義: 京都大学	細胞周期とクローン 最新動向と倫理		
	形態形成	講義: 東京大学, 京都大学	物質と形態形成, ES細胞 最新動向と倫理		
	生体の恒常性維持: 神経系	講義: 府立医科大学	神経伝達物質		
	生体の恒常性維持: 内分泌	実習: 鳥津製作所研究員	環境ホルモンと性		
	生体の恒常性維持: 免疫系	研修: 京都教育大学	がんと免疫について, マウスミエローマを使った実験	血球の観察, 沈降線, アレルゲンの同定	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ
	2・3 学期	生物の多様性			
進化		見学: 京都大学総合博物館・収蔵庫	古生物学という学問領域とその成果, 分子進化学とその成果	花粉分析	微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ
系統分類		講義: 京都教育大学	藻類の系統分類その分析の方法		
課題研究					
細菌培養実習				無菌培地の調整, 細菌の単離と純粋培養, 抗生物質の働き, 細菌培養技術を使った発表(例)発光細菌による発光球の作成	細菌培養・組織培養・遺伝子操作前処理装置, DNA解析等実習装置, 植物育成装置, 微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ
組織培養実習		研修: 京都教育大学環境実践センター	茎頂培養, 花粉培養	ニンジンの組織培養とクローンニンジンの作成, 組織培養技術を使った発表(例)細胞融合植物	細菌培養・組織培養・遺伝子操作前処理装置, 植物育成装置, 微分干渉顕微鏡, 顕微鏡カメラ
遺伝子組換え実習			大腸菌・クラミドモナスの培養, プラスミドの精製と遺伝子組換え, DNAの増幅と組換えの確認	細菌培養・組織培養・遺伝子操作前処理装置, DNA解析等実習装置, 植物育成装置, 微分干渉顕微鏡, 双眼実体顕微鏡, 顕微鏡カメラ	

2002年度購入予定  
 微分干渉顕微鏡  
 双眼実体顕微鏡  
 顕微鏡カメラ  
 組織培養・遺伝子操作前  
 処理装置  
 DNA解析等実習装置  
 植物育成装置  
 2003年度購入予定  
 紫外・可視分光光度計  
 2004年度購入予定  
 植物育成装置



## 2 節 研究開発の経過

年	月	日	曜日	事項
2001	8	17	金	新聞に文部省（現 文部科学省）がスーパーサイエンスハイスクールの概算要求を提出していることを報道。本校も検討を開始。
2001	11	15	木	校内の運営委員会で SSH のコースとして自然科学コースを 1 クラス設置することを決定し、教官会議に報告。関係教科に 3 カ年間の授業展開計画の概要と使用予定備品の一覧を提出するように依頼。以後、具体的な申請準備作業に入る。
2002	2	2	土	附属中学校からの連絡進学合格者保護者会で SSH のこと、及び自然科学コース設置のことを発表。
2002	2	5	火	第 1 回自然科学コース推進室の会議 以後 毎週金曜日に定例会議を開催
2002	2	9	土	公立中学校などからの一般入試当日に、受験生に対して SSH のこと、及び自然科学コース設置のことを発表。
2002	2	15	金	文部省に SSH 申請書を提出。
2002	2	23	土	連絡進学入試合格者および一般入試合格者の中から、自然科学コース入学希望者を募集し、適性検査を実施。実施科目は数学と理科各 50 分間の適性検査で、入学試験における報告書との総合判定。希望者は 49 名、合格者は 40 名。（発表は 2 月 25 日）
2002	4	8	月	SSH(自然科学コース) 1 期生 40 名入学 担任・市田教諭
2002	4	11	木	文部科学省・本校など 26 校を SSH として指定したことを発表。自然科学コース 1 年のオリエンテーションを実施。
2002	5	15	水	『朝日新聞』朝刊に本校の自然科学コースが紹介された
2002	5	16	木	近畿地方発明センター主催の科学技術講演会に自然科学コース生徒が参加(講師は藤野氏)
2002	5	23	木	文部科学省で SSH の指定書を交付される
2002	6	6	木	『京都新聞』朝刊 6 面に SSH 記事、本校の取り組みが紹介された
2002	6	18	火	「科学技術」京都大学東野助教授「ライフサイクルアセスメント」に関する講演。委託契約のための文部科学省に提出する予算書作成完了。
2002	6	19	水	『毎日新聞』宇治支局植田憲尚記者来校・取材。京都大学農学部より SSH 協力のシステムに関する電話。
2002	6	20	木	京都大学宇宙物理学教室、京都大学情報学研究科荒井先生より SSH の協力に関する問い合わせ
2002	6	22	土	連絡進学説明会 中学生向けに「自然科学コース」の説明会を開催して欲しい旨の要望が出された
2002	6	27	木	『毎日新聞』宇治支局植田憲尚記者が「応用数学」の取材。
2002	7	2	火	『毎日新聞』東京本社科学部元村有希子記者取材。
2002	7	3	水	リクルート社来校・連携の模索のため
2002	7	6	土	～ 8 日(月)まで、川村康文教諭 JC 青年会議所派遣のカンボジアでの理科教育支援のためのプログラムで出張

2002	7	8	月	文部科学省が本学に委託契約のための実施計画書・経費説明書などの内容を承認
2002	7	10	水	附属京都中学校で生徒対象の自然科学コースの説明会(数十名参加)
2002	7	11	木	市田教諭 島津製作所訪問
2002	7	12	金	附属桃山中学校で生徒対象の自然科学コースの説明会(数十名参加)。京阪奈学研都市との連携打合せ
2002	7	14	日	台風接近のため臨海実習実施方について、夜、副校長・教務部長・研究部長・井上嘉夫教諭・市田克利教諭で協議。天候次第で内容に変更を加えても、現地で実施する事を確認。波浪が高いことから海には近づかないことなども確認。
2002	7	15	月	~17日(水)まで、1年自然科学コース・臨海実習(京都府竹野郡丹後町海岸、宿泊は間人荘) 実施方について支援頂いた府立網野高等学校を訪問
2002	7	24	水	国際数学教育会議(ICME)で河崎哲嗣教諭が本校のSSHを報告
2002	7	29	月	~夏休み中 自然科学コースの保護者面談を担当・市田教諭が実施
2002	7	31	水	~8月1日 数学教育研究会で河崎哲嗣教諭が本校のSSHを報告
2002	8	8	木	愛媛県立松山南高校からの学校訪問(SSH指定校)
2002	8	10	土	京阪奈学研都市での「けいはんなDEサイエンス」の行事に川村教諭、自然科学コース生徒、2年生が参加(本校の協力事業)
2002	8	16	土	川村教諭が関電キッズに協力参加
2002	8	20	火	『毎日新聞』夕刊に本校の取り組みが紹介された
2002	8	23	金	京都工芸繊維大学から大学としての協力するとの文書が到着
2002	8	24	土	公立中学校生徒・保護者対象の学校説明会(キャンパスパスプラザ京都にて)
2002	8	28	水	京都大学総合博物館での生徒の研修を実施(講師は大野照文・京都大学総合博物館教授)
2002	8	29	木	ISDN回線でのテレビ会議システムを地理教室に設置する工事
2002	8	31	土	1年生全体の実力試験実施
2002	9	3	火	河合塾教育研究所から来校
2002	9	4	水	リクルート社の電話取材、雑誌『キャリアガイダンス』に掲載予定
2002	9	10	火	川村教諭が附属桃山中学校にて総合的学習についての実験と講演を行う
2002	9	11	水	『毎日新聞』朝刊に桃山中学校での実験などが紹介される
2002	9	17	火	京都大学エネルギー科学研究科石原慶一教授研究室に副校長・推進室長が訪問、研究協力要請を行う
2002	9	24	火	奈良女子大学附属中等教育学校から9名の学校訪問
2002	9	28	土	~29日(日) 数学の取り組みを島根大学での研究会で報告(山本教諭、河崎教諭)
2002	9	30	日	駿台予備学校、河合塾のSSHに関する取材
2002	10	1	月	京阪奈学研都市の日本原子力研究所との連携模索のための協議
2002	10	3	水	フラクタルの開発者・マンデルブロ教授の京都での講演打合せのために京都工芸繊維大学での協議に出席
2002	10	4	木	マンデルブロ教授が本校に来校することがほぼ確定
2002	10	8	火	副校長が京都大学生命科学研究科竹安邦夫教授を訪問、研究協力を依頼。

2002	10	9	水	大学主催で本校が SSH の取り組みとして実施する公開シンポジウムの内容を本学教育実践総合センターに提出。
2002	10	16	水	石川県立小松高校より学校訪問(1名)SSH について
2002	10	17	木	マンデルブロ氏講演の通訳がカーチス氏(京大院生・哲学・マンデルブロの哲学に関心)に決定
2002	10	18	金	NHK「おはよう日本」の中尾氏より SSH 取材のために来校したい旨の電話。
2002	10	22	火	埼玉県の早稲田大学本庄高等学院(SSH 指定校)から 2 名の先生来校。NHK 中尾氏と打ち合わせ(副校長・推進室長)。
2002	10	23	水	物理に愛媛県立松山南高校からの学校訪問(SSH 指定校)。
2002	10	24	木	NHK より試験中の風景を撮影できるかの依頼電話。
2002	10	25	金	生物、京都工芸繊維大学・森肇研究室で実験・実習。NHK のカメラ取材が同行。
2002	10	28	月	数学者の B. マンデルブロ氏(イエール大学教授、IBM 名誉フェロー)が来校し、自然科学コース生徒(40 名)と府立桃山高校(80 名)、府立西宇治高校(37 名)の高校生を対象としてフラクタルについて 10 分余りの講演とその後の質疑応答を約 70 分間にわたって行った。その後記念撮影などを行った。18:45 からの NHK-UHF のニュース番組でマンデルブロ氏来校のニュースが約 1 分 30 秒伝えられた。
2002	10	29	火	朝日新聞朝刊京都版に昨日のマンデルブロ氏講演の記事。
2002	10	31	木	月例研究会で自然科学コースの取組を報告。会議を NHK が取材。午後から NHK の校内での取材。
2002	11	1	金	NHK の校内での取材。
2002	11	3	日	～ 7 日(木)山本教諭 タイのアユタヤ大学附属高校へ派遣 フラクタル授業についての指導
2002	11	8	金	NHK「おはよう日本」の番組内でシリーズ「学力向上」の一つとして本校の取組を放送
2002	11	12	火	『文教ニュース』に掲載するための自由画報社から取材
2002	11	14	木	特別な行事として、益川敏英先生(京大基礎物理学研究所長)の講演～科学技術研究と社会、若い世代と学問・研究を主題として(1 年 1 組と他のクラスの希望者を対象)
2002	11	16	土	午前中、第 1 回運営指導委員会開催。午後、大学教育実践総合センター主催(企画は本校)のシンポジウム開催『高校教育と大学教育をつなぐもの～理数系教育を中心に』
2002	11	21	木	タイ国立ラジャパット総合大学アユタヤ校附属校等学校とテレビ会議システムを使った協同学習(通信テスト)
2002	11	23	土	京都大学 VBL 主催「2002 関西テクノアイデアコンテスト」高校の部(本校から 1 名応募、川村康文教諭が審査委員の一人)
2002	11	26	火	ラジャパット総合大学アユタヤ校及び同附属高校関係者 10 名来校、科学技術振興財団からデジタルコンテンツについて依頼のため来校
2002	11	29	金	筑波大学附属駒場中・高等学校の研究会参加(斉藤・井上達)～30 日まで

2002	12	2	月	石川県立七尾高等学校から学校訪問
2002	12	6	金	京都府教育委員会北部教育研修所主催の研修会で「高大連携～SSH活動報告」(河崎教諭)
2002	12	9	月	札幌開成高等学校から学校訪問
2002	12	10	火	新潟県立長岡高等学校から学校訪問、科学技術振興事業団からデジタルコンテンツ作成のために来校(～12月13日まで)
2002	12	17	火	ラジャパット総合大学アユタヤ校附属高等学校とのテレビ会議システムを利用した協同学習(第1回、相手側の電話回線故障のため19日に延期)、広島県立国泰寺高等学校から学校訪問
2002	12	19	木	ラジャパット総合大学アユタヤ校附属高等学校とのテレビ会議システムを利用した協同学習(第1回)
2002	12	24	火	科学技術振興事業団からデジタル教材作成のため来校(～27日まで)
2003	1	9	木	京都女子大学小波秀雄先生が「現代数学研究」のコンテンツ研究と関連して数学で特別講師。
2003	1	10	金	3月下旬に開催されるSSH交流会に参加する生徒を4名選出。
2003	1	20	月	1年1組の中で宇宙メダカの実験(2年薬師川聡子担当)に協力する生徒を希望者の中から6名を選出。
2003	1	23	木	実力テスト。
2003	1	24	金	午前中、スペースシャトル「コロンビア号」での宇宙メダカの発生などに関する共同実験の参加校12校のテレビ会議に参加(2年薬師川、1年1組6名)。朝日・京都・毎日・読売各新聞から取材(新聞報道あり)。
2003	1	27	月	ラジャパット総合大学アユタヤ校附属高等学校とのテレビ会議システムを利用した協同学習(第2回、応用数学)
2003	1	31	金	自然科学コース教科担当者会議開催。
2003	2	10	月	本校一般入試・自然科学コース選抜試験実施
2003	2	13	木	SSH交流会に向けての取材来校(交流会は3月25日～27日日本科学未来館と葉山で実施予定) 自然科学コース合格発表(男子20名、女子20名)
2003	2	14	水	山岡亮平先生(京都工芸繊維大学教授)による生物Bでの特別講義
2003	2	18	火	ラジャパット総合大学アユタヤ校附属高等学校とのテレビ会議システムを利用した協同学習(第3回、応用数学)
2003	2	19	水	埼玉県浦和高等学校から学校訪問
2003	2	21	金	教育実践研究会開催 数学・理科・英語の発表
2003	2	24	月	瀬戸口烈司先生(京都大学総合博物館長)による生物Bでの特別講義
2003	3	15	土	自然科学コース生徒は関西電力大飯原子力発電所見学

## 2章 教科の取り組み

### 1節 数学科

#### 応用数学

##### 科目設定の意図

「自然科学から数学をつくる」「数学を自然科学でつかう」「Technology の積極的な活用」「情報の取り入れ発信」を目標に、複雑な自然現象を分析、表現する基礎概念である「フラクタル」を教材化。また、コンピューターグラフィックの利用、英文テキストの使用等で、プレゼンテーションの実践力を養い、情報収集発信力をつける。

##### フラクタル基礎

#### 1. 授業のねらい

これから2年間フラクタルを学習していく基礎づくりとする。

自然科学と密接な関わりがあることを認識するために理科の先生の講義で導入する。

具体的な図形（古典的フラクタル）を描いていくことから始めてその特徴をつかませる。長さや面積、小さい図形の個数など数値的なことも着目させ、あとの次元やプログラミングの学習につなげるようにする。手で描いたり折り紙を折る作業を通じて、繰り返し同じ形がサイズをかえてでてくることを身体に覚えさせておく。

「フラクタルは極限点が1つだけでなく無数にあるような自己相似図形である」というまとめでこの章を終わる。

#### 2. 授業展開

授業時間	日時	内容
1時間目	4/15	講義「フラクタルってなに」武蔵野実校長（地質学専門）
2時間目	4/19	手で描くフラクタル Koch curve Sierpinski triangles
3時間目	4/26	手で描くフラクタル Cantor set Tree
4時間目	6/7	自己相似性 折り紙でつくる入れ子の箱

#### 3. 生徒の様子

最初の講義でフラクタル模様の浮き出た忍石をおみやげにもらい、これからはじまるフラクタルの勉強に思いをはせた様子。手でフラクタルを描いていくのは結構大変で、Koch curve 第5段階は「罰ゲームだ」「コンピューターでかかないのですか？」の声も。

数値を出していくのはスムーズにできたので、ここで数値が等比数列になっていること、(数学Aのほうで並行して等差等比数列を学習していた)さらに収束や発散といった言葉もいれてみた。

4時間目は前半折り紙で箱を作り，後半それを使って授業者が自己相似の概念を説明した。生徒に話のメモをとらせそれをもとに自分でわかるように自己相似図形の説明をまとめさせた。自己相似図形には極限点ができるということはよく理解できたようだった。またこの4時間ほどのわかったようでよくわからなかった気分だったが少しなぞが解けた感じという感想がきけた。

#### 4. 授業者の評価

- ・ 具体的な図形をつくらせるところはもっと工夫の余地があるだろう。
- ・ 重要な概念を学ぶときに一方的にこちらから伝えるのではなく，生徒が理解したことを自分の言葉でまとめさせるという方法はよかったと考える

### Chaosgameでフラクタルができる原理を考える

#### 1. 授業のねらい

この Chaosgame 授業実践のねらいは

規則性とランダムさが混じった条件設定からフラクタル図形ができることの驚きに生徒が触発され，

その原理は何かを考えることで生徒の数理科学的な能力を育てることにある。

ここでいう Chaosgame とは次のようなものである。

正多角形内の任意の1点から順次点が定義されるが、その定義のされかたは、決定的な要素とランダムな要素がまじっている。つまり点は正多角形の頂点に一定の比率で引き寄せられるが、どの頂点にひきよせられるかは、ランダムに決まる。このルールで次々に点をとっていくとその軌跡は迷走しているにもかかわらず、点だけをとると規則的な図形を作る。正多角形の辺の数と引き寄せられる比率との関わりで、それがフラクタル図形になったり、ならなかったりする。

まず、生じる図形の意外さで興味をひく素材である。さらにシミュレーションを通じて観察分析し、図形のできる原理を考えることで数理科学的な力を育成するためこの授業を設定した。フラクタルができる原理、ランダムさはどうかわっているのかなどに触れることを期待するが、必ずしも本質を突いていなくても、どういうことに気づく力があるかをみてみたい。また、きちんとしたレポートをかくことにより、理解を確かにし、表現力をつけていけるようにしたいと考えた。

#### 2. 授業開始時のフラクタルに対する生徒の認識

ここまでの授業でやっていること

具体的なフラクタル図形から特徴をとらえる

Koch curve, Sierpinski の三角形, Cantor 集合, Tree を手で描き, 特徴として気づいたことをかきとめる

フラクタルの定義

折り紙で入れ子構造の箱を折り, 自己相似図形の概念を学ぶ

フラクタルは極限点が1つだけでなく無数にあるような自己相似図形と教えた

この時点で生徒にとってフラクタルは「小さくなった相似な図形が繰り返してでること」というくらいの認識である。無限や極限の概念にもとづいた理解はまだ無理である。

### 3. 授業展開

授業時間	日時	内容
1 時間目	5/10	導入 三角形 で Sierpinski triangles のできる様子を観察する
2 時間目	6/14	プログラミング コードを変更し、 $n$ 角形への拡張と比率が変更できるようにする
3 時間目	6/21	続き (予定外に時間がかかった)
4 時間目	6/27	$n$ 角形で比率を変えてシミュレーションする
5 時間目	7/5	シミュレーションの続きとレポートの書き方指導
	7/19	レポート提出
6 時間目	9/20	プレゼンテーション フラクタル図形のできる原理中心に
7 時間目	9/27	プレゼンテーション 独自の着眼点中心に
8 時間目	10/4	相似変換
9 時間目	11/1	集合を使った表現
10 時間目	11/8	集合を使った表現
	11/11	第 2 次レポート提出

導入で予想もしない Sierpinski triangles があらわれたことに生徒は驚きをしめした。

プログラミングコードは 4 箇所だけの変更をさせたがかなり時間がかかった。

シミュレーションでは、条件を変えてデータをたくさんとることに生徒は没頭し、考える様子はあまりみうけられなかったが、最後の方で自然発生的に話し合う姿がみられた。やり方の指導や考え方のヒントを与えることは意識的にしなかった。生徒が自力でどこまでできるか知りたかったためである。時期的に臨海実習と重なりレポートをかくために十分考える時間が取れなかったようで残念である。

### 4. レポートにみる生徒の認識

#### レポートの結果

項目	番号	評価事項	人数
フラクタル 図形が できる 原理につ いて	1	点が存在できる範囲が各頂点にできる全体に相似な図形の中に限られ、比率が小さければ隙間ができることに気づいている	38
	2	点が存在できる範囲がさらに次々と内部にできる相似図形の中に限られることに気づいている	29
	3	点が存在できる範囲が第 1 世代の相似図形の中に限られることを証明している	15

	4	点が存在できる範囲がさらに第2世代の相似図形の中に限られることを証明している	4
4角形 0.5	5	4角形 0.5のときは隙間も重なりもないことに気づいている	12
	6	比率が大きくなるにつれて相似図形も大きくなって重なり、重なりの部分が濃くなることに気づいている	6
	7	比率が大きくなったとき	5
調べ方について	8	形を一定にして比率を変えて調べている	17
	9	比率を一定にして形を変えて調べている	2
独自の着眼点	10	各頂点の相似図形が接して重ならないときの比率を図形ごとに調べてグラフ化している。	1
	11	六角形 0.4(正しくは 0.33)でコッホ曲線がみられることに気づいている	1
	12	比率 0.9 のとき点が中央からどのくらいの半径の中に集まるか図形を変えて比較しようとしている	1
	13	自分がきれいだと思う図形特集	1

はじめは思いつくまま形と比率を変えていた生徒たちも、まとめる段階で形を決めてやっていくほうが良いと気づいてデータを取り直しにきたりしていた(8番)。各頂点に全体に相似な図形ができることはほとんどの生徒が気づいている(1番)。さらにその内部に次々と相似な図形ができていってこそフラクタルといえるが、そこまで気がついて記述した生徒にはフラクタルは自己相似図形という定義が定着しているといえる(2番)。これらを単に観察して記述するだけでなく、数学的に証明しようと試みた生徒は15名(三角形12名 四角形3名 六角形1名)。中点連結定理などを使って外枠の辺が1つの頂点に引き寄せられるとどこに移るかをみてその内部の点の存在できる範囲を示している(3番)。さらに2回目以降に頂点に引き寄せられたときの証明も必要なことはわかっているが、1回目と同様にできるとしてしまった生徒の認識は同じ頂点に2回引き寄せられるときだけを想定しているように思えた。1回目と2回目が違う頂点に引き寄せられるときの証明をかいた生徒が4名であった(4番)。この時点では、生徒に集合、縮小写像や相似変換といった概念がなく、適当な言葉もないまま、初等幾何学だけで証明しているので読みづらいものになっているが、健闘しているといえる。

四角形に限定して調べた生徒は5番に気づきやすい。比率が大きくなると図形がきれいだけでなく、興味を持ちにくいようである。独自の着眼点を示した生徒はいたが、分析は不十分に終わっている(10,11,12)

順次とっていった点がフラクタル図形の中に含まれるという証明は不十分ながらできたわけだが、逆になぜフラクタル図形全体にきれいに点がばらまかれるかについて触れたレポートは1つもなかった。したがってとりあえずの到達点として

フラクタルの定義と結びつけて考えられた(テーマにそって考える) 29名



数学的な証明を試みた（原理を考える） 15名

形を一定にして比率を変えて調べた（分析の方法を考える） 12名

の3点と考えた。そしてそこに至らない生徒をレポートのプレゼンテーションをおこなうことで引き上げをはかることにした。

## 5. プレゼンテーション

発表者	番号	テーマ
K	8 9 1 5 6	形を一定にして比率をかえていったときの概観
I	1 2 3 5 6	点が存在する範囲についての考察
N	3 4	点が存在する範囲についての証明 四角形
T	3 4	点が存在する範囲についての証明 六角形
H	10	各頂点の相似図形が接して重ならないときの比率
U	7	比率が大きいときの考察
M		ドットについて

2 時間にわけて実施

一人 5～10分 教材提示装置利用

1 時間目のプレゼンのあと「なぜフラクタル図形全体にきれいに点がばらまかれるか」を質問してきた生徒がいたので2 時間目で全体に提起してもらった。

プレゼン後、次の点をさらに課題として残した。

- ・ 点の存在範囲が第2 世代だけでなく第n 世代の相似図形の中にあることを証明しよう。幾何ではもう表現の限界なので、集合、相似変換で表現しよう。
- ・ コンピューター画面上の図形は理想的なフラクタルではなくせいぜい第7 世代程度の相似図形であることと、各頂点にランダムにひきよせられることがまんべんなく点がまきちらされることに関係している。

## 6. 相似変換、集合の概念でこの問題をとらえなおす

数学で集合を学習する時期にさしかかったのと並行して、「Chaosgame でフラクタル図形が現れるのはなぜか」という問題を集合と相似変換を使って表現し、考えることを試みた。

コンピューター上で Chaosgame の規則で順次とっていった点の集合と第7 世代の相似図形が集合としてほぼ同じものになることを示そうとした。説明している間はじっときいていた生徒たち

が、まとめのレポートをださなければならないときいて、騒然と議論をしだした。結局矢継ぎ早に出される質問に答えたり、生徒同士話し合ったりしているうちにかなり共通認識ができあがり、レポートはそれを自己確認するために書くといった形になった。集合を用いた論証にまだ慣れていないこと、コンピューターの描画がからんでいることなど、このレベルまでレポートの形で高校1年生に要求するのは時期尚早であった。比較的わかりやすくかけているレポートをまとめて提示し、とりあえず Chaosgame の問題はここまでとした。なお論証途中に「自然数のはじめのいくつかがなりたっているのが同様に以後も成り立つとしてしまっているのかな」という疑問を持つ生徒がいたので、数学的帰納法という証明法を教えるきっかけとした。

## 7. 授業者の評価

Chaosgame の授業では「生徒に考えさせること」「人の考えを聞き不十分な点をさらに考えさせること」という数学の授業で一番大切なことに取り組めたと考える。

レポートは生徒が自分の力を限界まで使って考え、一定の到達点までを形にして残すという点で意味がある。したがって生徒の認識にも残りやすい。長い夏休みを越えて続きをやる際にも忘れることなくすぐにスタートできた。また生徒にも納得のできるレポート評価ができたと考える。ただ、生徒の過重負担にならないよう、時期、提出期限などは十分配慮する必要がある。

相似変換、集合の概念で Chaosgame をまとめていくことは必要であるが、レポートのテーマとしては適さない。

応用数学のねらいであるコンピューターグラフィックの利用、英文テキストの使用、プレゼンテーションの力を養うことはこの章の中で実践した。それぞれの活動での生徒評価の観点をつくっていくことが今後の課題である。

## トピック Manderbrot 氏の講演会

### 授業展開

授業時間	日時	内容
1 時間目	10/19	事前学習
2 時間目	10/28	Manderbrot 氏の講演会

I B M の研究者対象の講演会で来日されていたフラクタル提唱者の Manderbrot 氏に、フラクタルを学んでいる高校生のために講演して下さるようお願いして快く引き受けていただいた。最初 10 分くらい話をしたあと生徒からの質問に答える形で進めていきたいということだったので、事前学習では Manderbrot 氏の生い立ち・経歴の学習をし、生徒全員が1つずつ英語で質問を用意した。ただ、用意したものを読み上げるのではなく、そのとき感じたことで積極的に手をあげて質問する姿勢が大事だと指導した。

当日は近隣の公立高校生も参加し、気さくな氏の話し振りに感化され質問がたくさん出された。生徒の質問に答えるという形は生徒の意識レベルを確認しながら話されることであり、大変生徒にとってわかりやすい話だったと考える。哲学専攻の大学院生である通訳の方も機械的な翻訳でなく、内容を吟味しながらの通訳をされたので理解しやすかった。本校生の質問はすべてその場で考えて手をあげてのものであったが実は他の誰かが用意していたものと同じであった。

この講演での収穫はたくさんあった。次のようなことを生徒の共通認識にすることができた

考える。

・Manderbrot氏は、自然を表現する数学の第1段階がユークリッド幾何学でフラクタルを第2段階と考えていること。

・山の形をみて思いついたという話に、実際に数学を創った人の感性と偉大さを知ることができた。

・これまでコンピューターグラフィック中心のフラクタル学習だったが、山や海岸、人間の肺もフラクタルであるという自然の中にあるフラクタルの例がたくさん出され、今後のフラクタルの学習に意欲を感じるようになった。

・せっかくのこんなチャンスに質問したかったけれど手を上げる勇気がでなかった、手をあげたけれどあててもらえなかったという声が思ったよりあり、今後このような機会には積極的に自分から参加しようという雰囲気が出た。

### テレビ会議システムによる日本・タイ遠隔協同学習 注

#### 1. 授業のねらい

今回の協同学習のテーマは「自然と数学・・・フラクタル幾何」とする。

今まで学んできたフラクタルについてまとめ発表し、また新しく相手から教えてもらうことで、自然を表す概念としてのフラクタルの理解を深める。

英語でのプレゼンテーションに取り組み、情報発信力、表現力、コミュニケーション力を身につける。

クラスの中だけでなく外の生徒との交流で、創造力を育成するための刺激を受ける場として設定する

海外の高校生と数学を通じて交流し、自然や文化に対する意識を知り国際理解の一助とする。

#### 2. 事前準備

資料のような交信チャートをつくった。第1回交信授業で日本側からは Chaosgame を、第2回でタイ側からは統計的相似次元を発表し、第3回でそれぞれ発展的内容を発表して交流するという計画である。日本・タイそれぞれの教室でフラクタルの違う内容を学び、交信授業で自分たちの学んだことを相手に教え、教えてもらったことをまた教室で考えるという構成である。11月3～7日プロジェクト責任者と授業者がタイ訪問し、日程、実施体制が具体化した。相手校はラジャパット総合大学アユタヤ校付属高校の2年生20名である。

#### 3. 第1回交信授業までの授業展開

授業時間	日時	内容
1時間目	11/15	グループわけ 分担
2時間目	11/22	シナリオ・コンテンツをつくる (A～D班) アフィン変換の性質、図形を書いていくための説明をきく (E班) PowerPoint デジタルカメラ 関数グラフィック電卓の講習

3 時間目	11/29	シナリオ・コンテンツをつくる (A～D班) 葉を測定しデータからアフィン変換の係数を決める作業 (E班)
4 時間目	12/6	シナリオ・コンテンツをつくる (A～D班) コンピューターに入力して図形を描く (E班)
期末テスト終了後	12/13	できあがっていない班のしあげ
5 時間目	12/16	リハーサル
6 時間目	12/17	第 1 回交信授業予定日 テレフォントラブルのため実施できず 第 2 回リハーサルを行う
7 時間目	12/19	第 1 回交信授業 (60 分)

今回のテーマ「自然と数学」に沿うにはもう 1 項目「Chaosgame のやりかたで自然にあるものを描く」を実施する必要があった。きちんとやればかなりの時間がかかる。交信授業までの残時間を考え全員におこなわず 1 グループ 8 名に限定した実験授業とした。他のメンバーも 8 名ずつ 4 班にわけ学校紹介とこれまでやってきた内容のプレゼンテーションの準備にとりかかった。

#### A 班 学校紹介

今までクラスでストックしていた写真と新しくデジタルカメラで撮った写真を PowerPoint で編集。できればビデオを撮りたかったと意欲的。

#### C 班 Chaosgame を紹介し タイの生徒に紙の上で実際にやってもらう

自分たちでやってみてからタイで用意してもらうものをリストアップ。

こちらでも同時に実演できるように準備

書画カメラを使用し、やり方を示す。

#### B 班 条件 (比率と多角形の辺数) を変えたときのシミュレーション結果

PowerPoint Visual Basic の画面を提示

#### D 班 どうして Chaosgame でフラクタル図形があらわれるのか

OHPシートに色をつけて順に重ねていき Chaosgame で点の存在できる範囲が限定される様子を説明

#### E 班 Chaosgame のやりかたで自然にあるものを描く

##### 1 時間目 アフィン変換とその性質を要点だけ説明

Chaosgame の相似変換をアフィン変換に代えて同じように順次点をとっていくことで自己相似または自己アフィンな形の植物などが描けることの説明。

##### 2 時間目 生徒がめいめいもってきた葉を方眼紙において作業する。いくつかのアフィン変換を使うかを決め 1 つのアフィン変換につき 3 点の座標をはかりアフィン変換の係数を決める連立方程式を作る。

##### 3 時間目 関数グラフィック電卓で連立方程式をとりアフィン変換の式を決定。

Chaosgame の改訂版(Visual Basic)に入力し図形を描く。

##### 時間外 (テスト終了後) プレゼンの準備

他班より作業がおくれることを覚悟でこの班を選んだ意欲的な生徒が多く理解が早

く作業・計算も正確であった。できた図形を見比べて 4 つを紹介することにした

予定日にタイの電話局のカード破損で交信できないというアクシデントのおかげで 2 回リハーサルをすることができ、入れ替わり立ち代り発表する交代もスムーズにいくようになった。英語

については細部までチェックをいれにくく、まちがった発音のまま棒読みしている生徒もあり、英語科との連携の必要を感じた。

以下は準備についての生徒のまとめである

テーマ	班名	事前準備	工夫したところ	うまくいかなかったところ
学校紹介	A	司会の案づくり デジカメで写真撮影 PowerPointの画面編集 英文せりふづくり	タイの挨拶をはじめと終わりにとりいれた 写真を多くとりいれた 写真を次々でてくるようにした 短くわかりやすい英語にした	はじめのうちはどう進めるかイメージがつかめず時間がかかって最後あせった。 デジカメの映像をPowerPointに運ぶときの手段がなかなか決まらなかった点
Chaosgame問題紹介と実演	C	準備物の設定 こちらの実演に必要なものを準備した 英文せりふづくり	実際に作業をやってみてどんなものが適しているかを考えられた 実際にやってもらうのでわかりやすいようにこちら側でも実演し見本をみせた	透明なシートにかいて最後に全部重ねてもらおうというつもりだった(よい案だと思う)けれどむこうは用意できなかったらしい 英訳がむずかしかった
Chaosgameで条件を変えたときのシミュレーション結果	D	シミュレーションに使う画面作成 英文せりふづくり	作業をきっちり分担していたので準備が順調に進んだ。 今回はあまり工夫するところがなくこれといって工夫していないかもしれない	作業を別々にやっていたので連携がとれず、リハーサル時に班のチームワークがバラバラだった。
どうしてフラクタル図形ができるのか	B	OHPシートを切って色を塗った 英文せりふづくり	色を塗ったOHPシートを重ねることで範囲がどのように重なるのかわかりやすくしようとした	時間ぎりぎりだったので説明とOHPの連携があまりうまくいかなかった
自然界にあるものをChaosgameのやり方で描く	E	アフィン変換の説明準備 やった作業についての説明準備	(アフィン変換を使って自然界にあるフラクタル図形を再現しようとした。) できるだけ図で示した	準備不足(特に英語)

以下はDL1当日についての生徒のまとめである。

	うまく伝えられたか	質問にちゃんと答えられたか	英語はききとれたか
--	-----------	---------------	-----------

A	写真もあって、むずかしい単語も多少わからなくても伝わったのではないかと思う もう少しゆっくり話してもよかったかなとは思った。	一人では無理だろうけれどみんな で協力した。(司会)	だいたい 24名 あんまり 16名
C	実際実演していたことと英語が微妙にずれて いてはじめはうまくつたわらなかった。何とか ジェスチャーでつたわったので実演したかい があった。最終的には伝えられたと思う。	班への質問がなかった	
D	とりあえずシミュレーションを流す一方通行な 発表だったので一応伝えられたと思うが、しゃ べるスピードがはやかった。教えられる側にな ると大変そう。	相手のいっていることはわかっ てもどう答えたらいいかわくわ からなかった。	
B	今回の発表に対してはもし、私が何の予備知 識も持たずに発表を聞いても何もわからない だろうという反省がのこります。難しい内容を 言葉でつたえようとするよりは、視覚に重点を 置いて一緒に同じことをするといった実演を交 えるほうがよいと思いました。	班への質問がなかった	
E	こっちのいっていることを理解してくれるか心 配だった。うちの班の発表に対して質問もか えてきたので理解されていたのだと思う。 話す言葉が少なかった気がした。	先生の助けを借りてなんとか	
D へ	自分たちがどんな点が悪かったとかに気づきやすいと思うからいろんなところに期を配りながら発表 をききたいと思う。少しでも多くのことを学べるよう集中して聞こうと思う。 タイからの発表が楽しみだ。英語がききとれるか不安。質問がちゃんとできるか心配。		

#### 4. 第2回交信授業までの授業展開

授業時間	日時	応用数学としての内容	日時	数学 としての内容
1 時間目	1/10	相似次元について	1/10 以前 4 時間	指数の拡張・指数関数
2 時間目	1/27	第2回交信授業	1/10 以後 1/27 まで 5 時間	対数・対数関数

第2回の統計的相似次元についての準備として、2次元、3次元の図形の拡張で、フラクタル図形の相似次元の話をした。なじみ深い Koch 曲線, Sierpinski triangle について、相似な図形の縮小率と全体を構成する個数から次元というものを考えること、次元が図形の複雑さを表す数値である等の話をした。並行して数学 で相似次元を学習する前に 指数の拡張と指数関数を教え、相似次元の学習の中から次元を表すのに便利であるということで log の表記、対数の概念を導入した。その後対数の性質へとすすめた。

#### 第2回交信授業当日

英語をききとる力がない、タイの生徒のほうが流暢に英語をしゃべるという認識を強くもった日である。画面に図やグラフを多用してあったことが何とか理解のてがかりがりになり、作業を交えての説明の部分はよくよかったようである。実際にあるものからフラクタルへの手がかりを

見つけるということは新鮮に感じ、作業の手順はよくわかったが、いきなりなぜ関係式をつくりグラフにするのか、しかも対数をとるのか、なぜ傾きが次元なのかと一歩踏み込んだところの疑問は残ったままだった。

こまかく「質問はないですか？」ときいてくれたことは好感をもち、「時間をください」「もう一度説明して」といえた場面もあったが、すぐに返事できなかったときもあり反省が残る。

以下はDL2当日についての生徒のまとめである

数つ学いにて	理解部分できた	こちらの授業でもやった最初の基本的な次元のところ 地図上に方眼をかぶせてマス目の数を数える話 次元についてのべていてそれを関数で考えていた点	理解い部分	後半のコンピューター計算のところ log がでてきたとき何を表そうとしているかわからなかった 次元がピンとこない ほとんど
タゼイン側のついで	よとかこった	話しの途中でこちら側がついていけるか聞いてくれたこと わからないといったらものすごく本気で教えてくれた 実演がよかった 図が多くわかりよかった	よたくなる	英語がはやかった 文字が小さく見えないところがあった
こ対応のついで	よとかこった	一生懸命理解しようとした みんなで相談してわかってほしい点 待ってくださいをいえた点	よたくなる	内容がわかってなかったせいもあるけど質問や応答がスムーズにできなかった。 英語がみんな理解できていなかった

#### 5. 第3回交信授業までの授業展開

授業時間	日時	内容
1 時間目	1/31	Excel を使ったデータ処理の説明 何の次元を測るか相談
2 時間目	2/4	いろいろなものの次元を測る活動
3 時間目		
4 時間目	2/14	測った次元についてわかったことの整理
5 時間目	2/14	第3回交信授業の準備
6 時間目	2/17	第3回交信授業の準備
7 時間目	2/18	第3回交信授業 これまでわかったことについての報告

## 6. 第3回交信授業へ向けての準備

タイの生徒に教えてもらった方法で何の次元を測るか生徒に考えさせた。雪の結晶、まつぼっくり、花、葉脈、雲、指紋などがあがった。フラクタルだと聞き知っているもの、複雑そうに見えるものを選んでいられる。教師のほうから海岸線と墨流しを追加した。

班別に2時間を使って作業を行った。若狭湾は5万分の1の地図を13枚つないでディバイダで測った。それ以外はデジカメでとった画像や直接物をコピーした図などを4mmから50mmまでの目盛幅の違う方眼紙にコピーした。図形に $x$ mm方眼紙をあてたとき図形が含まれる方眼の数 $y$ を数え  $a/x$  ( $a$ は図形全体を中に含む正方形の一辺)と $y$ の点をプロットして両側対数グラフを描く。直線に並んだときその傾きが次元をあらわす。

指紋やシンプルな雪の結晶などは直線にならないだろうと授業者は予想していた。ところが以外にも測ったものすべてについて、それぞれきれいに直線に並び次元が求められてしまったのである。意外であったが、生徒の方は素直に自然のものはほとんどフラクタルだと受け止めた生徒とこんな全部直線になっていいのかと疑問視する生徒にわかれた。

ちょうど「金属葉の成長パターン」演示実験でこられた本間均教授(兵庫教育大学)にアドバイスをお願いすると方眼の目盛の値が狭い範囲でしか変えていないので本来曲線かもしれないものも狭い範囲で直線にみえているのかもしれないといわれた。納得するものがあつたが、迫っているDL3までに測りなおしている時間はない。そこで「直線にならない図形ってあるんだろうか」という生徒の声をとりあげ「直線にならないような図形を考えてごらん」とかえしてそれをDL3の自由研究とした。1時間ほどで相談した生徒たちは直線にならない図形を考え出した。

方眼目盛の値の範囲を広くして測りなおす作業の方はその後の教育研究会の公開授業で行うことにした。

見えやすい図を用意する、図を出すタイミングをはかる、わかりよい英語を使うなどプレゼンテーションは理解してもらうことわかってもらうことを一番に心がけて準備していた。

DL2のときタイの生徒に「Do you understand?」ときかれて返事もできなかった状態を恥ずかしいと思った生徒は多かった。そこで1つの班を司会運営に専門であたる役割をもたせた。この生徒たちは2回の経験から起こりえる場合を想定し、対応する人間、必要な英語を用意し、当日の動きをマニュアル化したプリントを発行した。さらにこちらからの質問は自分たちでとりたいたいとビデオカメラの担当まで決めていた。実際は質問が出せなくてがっかりすることになる。

## 7. 第3回交信授業当日

次のスケジュールで進行した。

時間	発表者	内容
20分	日本からタイへ	Excelを使った処理について 身の回りのいろいろなものの次元を測った結果
30分	タイから日本へ	Sierpinski Triangle の構成 Chaosgameによる描画 Affine変換による描画
5分	休憩 生徒の交流	
20分	日本からタイへ	図形の形による分類と次元 両側対数グラフが直線にならない図形をつくる



10分	タイから日本へ	パラメーターを代えることで分岐していく図形の形がどうか わかるかシミュレーション
-----	---------	---

前半は基本的な内容をという申し合わせをし、前回教えてもらった内容を発表者側でもやってみたという報告であったので双方に理解しやすかった。後半の自由研究も内容がわかりやすかったより理解できたという声が多かった。また、司会運営は準備がしっかりしていてDL2のようなこともなく、応対、進行もスムーズであった。そうすると生徒たちの悔いは結局質問できなかったというところに集中した。

## 8. 授業者の評価

フラクタルについての違う話題をきくことで興味関心はもち注意深くきこうという姿勢はあった。作業や手順などは理解しやすいが、数式の理解は何度か聞かないと理解しにくくなぜグラフを描くか、次元という概念のイメージなどはあとから補う必要があった。DLは学習への動機付けの役割を果たし、深い部分の理解は教室でという形になった。

生徒が自分でものを考えるためには方向性と動き出すきっかけを与える必要がある。今回DL3での発表が待っているということが動き出すきっかけであるが、方向性は多くの生徒が持った疑問から教師が一押ししあとは生徒が進めた形になった。生徒が自分でひとつの方向を選ぶにはもう少し熟成の時間がほしかった。

話す側、聞く側両方を経験することで、相手に理解してもらえるプレゼン、コミュニケーションのとり方の必要性を理解し工夫するようになった。

理系でも英語が必要だということが生徒の身にしみてわかった。

質問できない意見が出せないというのは英語であるからという理由だけでない。日本語でも班別でフリートークングであると活発になるが、全体の場で質問や意見を出せる生徒は数名に限られてきている。今後の課題である。

### 図形の複雑さを次元でとらえる

#### 1. 授業のねらい

タイとの遠隔協同学習で導入した次元の概念は、直感的にとらえにくい概念だけに理解を深められるように遠隔授業を補う形で間や後に実施した。

#### 2. 授業展開

授業時間	日時	内容
1・2 時間目	2/13	金属葉の成長パターン 演示実験 兵庫教育大学 本間均教授（物理学）
3 時間目	2/21	教育実践研究会 公開授業 再度墨流しデータ処理
4 時間目	3/7	次元についてまとめ

### 3. 金属葉の成長パターン 演示実験

兵庫教育大学 本間均教授（物理学）

硫酸亜鉛溶液に電極を入れると金属が析出し、葉のようなフラクタル図形になる。それを生徒の前で実験して見せていただいた。はじめに、フラクタルの基本的な考え方（複雑なものを細分して分析するのでなく複雑なままでとらえようとする）を話していただいた。また実験後には次元についての説明をいれていただいた。

生徒の反応

成長するスピードに驚いた。目の前で見て新鮮な刺激をうけた。

どうして固まりにならずに葉のようになるのかわからない

フラクタルは数学の分野だという先入観があったけれど物理の分野にも生かされているということをはじめて知った。自分たちでいろいろ電圧とか変えて実験してみたかった。

次元の測定のしかたが自分たちとは比べ物にならないほど精密なものだった。

次元が少しわかった気がする

### 4. 墨流しデータ処理 再度

2/4 に生徒たちが墨流し模様をつくり次元を測ったが 1.9 という大きい値がでていた。これは方眼の最小 4mm でも狭い隙間や小さい突起など特有の様子が十分生かされるほどに測れていないためと思われた。方眼をこれ以上小さくすると数えられないので逆に図形を 8 倍に拡大コピーし、クラス全員で手分けして数えてデータを取りその場でコンピューター入力して次元をもとめた。1.24 といういい数字がでた上もう 1 ランク方眼のメモリを増やしたものを入ると 1.45 と逆にいい値からはなれていった。

3・まとめの授業（3/7 に実施予定）

自然界では巨視的にみても微視的にみてもその複雑さが変わらないというフラクタル性はある範囲でのみみられる。測定範囲が適正でないといわれる次元の値も変わってくる。そのことを墨流しの例で理解させる。

### 5. 授業者の評価

値的につくられたフラクタルでなく実際に存在するフラクタルを扱うこと、数学の学習だと思っていたことが実は他の分野とつながっていると知ることは生徒にとって新鮮で学習へのモチベーションがあがる。

どの範囲のデータをとるかという問題意識がもたせられた。

#### 参考文献

徳永隆治「フラクタル～(美しさ)を超えて～」, ジャストシステム, 1993

PEITGEN「FRACTALS FOR THE CLASSROOM: STRATEGIC ACTIVITIES VOLUME ONE」Springer-Verlag

高安秀樹「フラクタル」, 朝倉書店, 1986

注 この授業は科研費プロジェクト「創造性の育成を目的とした遠隔協同学習の研究」--守屋誠司(京都教育大学教授主幹)--として実施されている。

数学 ・ 数学 A

科目設定の意図

学習指導要領の指導方針と大きく変わらない。ただ、次の2つの観点で少し変えて編成している。

分野ごとの系統性・効率性を考え、数学、B、の内容でも取り入れている。

イタリックで示す

i>

応用数学 「フラクタル」の学習とつながることでより理解が深まるようにする。

で示す

	数学	数学 A	応用数学
1 学 期 前 半	2次関数 関数とグラフ 2次関数のグラフ 2次関数の決定 2次関数の最大値最小値 いろいろな関数	数と式 式の計算 等差数列と等比数列 (等比級数の和) 実数 循環小数を分数に直す 平方根	フラクタル基礎 フラクタルって何だろう Koch curve Sierpinski triangles Cantor set Tree 長さ面積等の数値の規則性
1 学 期 後 半	方程式 <i>複素数</i> <i>2次方程式の解法</i> <i>判別式</i> <i>解と係数の関係</i> グラフと2次方程式 グラフと2次不等式 三角比・三角関数 鋭角の三角比 <i>一般角と弧度法</i> <i>一般角の三角関数</i>	平面幾何 三角形の辺と角の大小 2辺の和と差 三平方の定理と中線定理 平行線と線分の比 面積と比 チェバの定理 メネラウスの定理 三角形の五心	自己相似性  Chaosgame  プログラミング 正n角形を描く シミュレーション レポート
2 学 期 前 半	<i>三角関数の性質</i> <i>相互関係</i> 正弦定理と余弦定理 三角形の辺と角 三角形の面積 空間図形への応用	式と証明 恒等式 <i>因数定理</i> <i>高次方程式の解法</i> 等式の証明 不等式の証明	プレゼンテーション
2 学 期 後 半	集合 場合の数 順列 組合せ	整数の証明 命題 背理法 数学的帰納法	相似変換・集合を使って Chaosgame を考える  日タイ遠隔授業の準備 第1回日タイ遠隔授業
3 学 期	<i>指数・対数</i> 確率	いろいろな数列 漸化式 二項定理	相似次元 第2回日タイ遠隔授業 第3回日タイ遠隔授業

## 数学全体のまとめ

今年度は応用数学 での多様な活動に特に重点をおき、数学 ・ A では内容のつながりを重視しながら教材を配列していった。数学全体の学習を進める上でそれがどのように意味があったかまた課題を残したかを記しておきたい。

### 数学への認識の深まり

数学の自然界のものを、法則を見出し、描写しようとしている側面がよく認識された。  
ユークリッド幾何学よりもさらに自然の複雑な面を表す数学がフラクタルであることが理解された。

### 分析力・論理的思考力を育てる

何ヶ月も同じ問題に取り組むことで、情報を整理し、本質的なことを見抜くこと、正しい推論を行うことのトレーニングができた。

### 意欲をはぐくむ

自由に話し合える雰囲気の中でお互いに刺激しあいながら、考えたり、活動したりできた。自然との関わりが理解できることで数学への意欲が増進する生徒が多かった。

数学概念の習得の際、背景や必然性が少しでもわかるように導入し、組み立てた。

対数 相似次元の表現として導入 また両側対数目盛でデータ処理をおこなった。

数学的帰納法 応用数学で取り組んだ整数にかかわる命題の推論の運びをより明確にする考え方として導入

等比数列 フラクタル図形に関わる長さ、面積、相似比、個数を表す関係式として導入

この3項はよく生徒に理解されたが 集合については抽象度が高い分、集合を使ったフラクタルの表現などかなり慣れてからでないとむずかしく、うまくいかなかった。

教材の配列を変え近い時期に学習することで有機的につながり理解が進んだ部分

2次関数のグラフと判別式、解と係数の関係

三角比と一般角の三角関数

恒等式と剰余の定理

指数法則といろいろな数列計算

自然を表す数学としてもっとシンプルな、2次関数、三角比などの教材開発はできなかった。今後の課題である

### technology の使用

データの取り込み、分析や考えるための道具、プレゼンの道具として必要な場面で使った。プログラミングはできなかった。

プレゼン力、コミュニケーション力、英語力をつけることについてはその必要性を十分認識でき、意欲を持つようになった。

## 数学科取り組み事業

### ベンワ・マンデルブロー先生（フラクタル理論の創始者・米エール大学教授）による授業講演

#### 1 実施した目的

応用数学 において「フラクタル」を教材として学習をしている。世界的数学者のマンデルブロー氏の訪洛の知らせを受け講演の依頼をし、受諾を得た。研究の概要に「A 自然界のさまざまな事物と現象の中から原理や法則性、構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てる」とあり、また具体的な方法の中に「大学・企業、研究機関による指導」「地域自治体（京都府）の教育・研究活動との連携強化」とあり、それに関する活動として積極的実施に関与をした。

#### 2 内容

##### (1) 高校生向け授業講演

日時・場所 10月28日(月) 15:50 ~ 16:50 本校メディアセンター

- ・フラクタルを創始するにいたった背景やその後の発展
- ・質疑、応答

##### 【参加者】

本校自然科学コース 40名  
 京都府立 桃山高等学校 第2学年 類理数系 81名  
 京都府立西宇治高等学校 第3学年 理系選択者 34名  
 本学教授 占部 博信 教授

##### 【見学他校教員】

上記高校以外に、立命館高等学校より 10名

##### (2) 一般向け（中・高校教員対象）講演

京都工芸繊維大学、京都教育大学共催（運営担当）

後援 京都府教育委員会

以下、実施までの計画遂行の経過と実践をまとめた。

ベンワ・マンデルブロー先生の授業講演	
月 日	内 容
9月26日	京都工芸繊維大学の左巻健男先生から訪洛の情報を得る。
9月30日	左巻先生とメールにて打合会の日程調整をする。
10月3日	京都工芸繊維大学にて打合会を実施。附属高校での講演の実施を要請
10月4日	読売新聞社N.Y支局より、高校での授業講演の了解を得る
10月10日	関係各位への案内状の要項を作成
10月11日	京都府立西宇治高校、京都府立桃山高校、京都市立堀川高校、立命館高校へ参加打診。 京都府立西宇治高校、京都府立桃山高校のみ参加希望を得た。
10月15日	各報道機関への取材
10月16日	本校にて両校の責任者と打合せをする。

10月17日	京都大学大学院生のCurtis氏に通訳依頼。
10月23日	読売新聞社大阪本社 原氏より密着取材依頼の申し出
10月24日	本学教授 占部博信先生に数学者としての同席依頼。了解を得る。
10月27日	講演前夜、マンデルブロー夫妻とお食事会にて打合せ
10月28日	夕刻より本校にて講演。続いて工織大にて講演。
11月17日	読売新聞にて記事掲載。後に翻訳したものを郵送する。2月11日(火)郵送



### 3 アンケート結果

- ・ 「自然界のものを表現するのに、ユークリッド幾何より、フラクタル幾何のほうがより複雑な面を表現することができる。」というお話の中で同時に、「フラクタルよりもっと自然界を表現できる法則があるかも知れない。」といわれた。「生きている数学」という言葉が印象的だった。
- ・ 普段からいろいろなことに目を向け興味を持っていると、こんなにも若々しく、優しい人でいられるのかと思い、感動した。
- ・ これまでになかった理論をうみだした人のお話を生で聞くことなんて滅多にできることではないので、このような機会があつてうれしい。
- ・ これまでの授業で習ったことは、シルピンスキーの三角形やコッホ曲線のように、パソコンや自分で図を描いたりして、機械的な感じがして、フラクタルはちょっと遠い存在の雰囲気だった。今回の話を聞いて、自然界の山、雲、人の肺や血管など身近な所

でのフラクタルの話がきけたので、少し身近に感じられるようになった。

- ・「科学や数学は開かれた学問である。」「Math is a queen of science」という言葉が心にのこった。
- ・コンピュータが作り出す精密なフラクタルがすべてではないと考えておられるように感じた。初め、フラクタルが受け入れてもらえず、苦労したとおっしゃっていたが、フラクタル理論が広がり、私たちのような高校生が学ぶようになり、本当にうれしそうにお話されて、自分もフラクタルをもっと理解していきたいと感じた。
- ・「地震もフラクタルである」とおっしゃったが、なぜか気になっている。質問しようと思ったけどできなかった。実用化はまだ情報圧縮ぐらいと聞いてすこしがっかりした。
- ・数学はいろいろなことの基本になることだから重要だという感じのことをおっしゃっていた気がするので、数学に力を入れたいと思った。
- ・僕は「数学」という大きなテーマで話をしてもらいたかったけど、手を上げる勇気もなく、「数学」は何だと思っているかを聞けなく残念だった。
- ・「数学を学ぶ上で大切なポイントは？」という質問で、「個人によって違う」と言われた。アバウトな答えだなと思ったけど、そういうのこそ自分自身で見つけていってほしいと言いたかったのかなと思う。
- ・まず印象深かったのは、フラクタル図形を見る際、「数学」という枠組のみではなく、「科学」「美術」の意味をも含むものとしての見方でした。マンデルブロ先生は「本当に好きなことをしている」という感じがしました。しかもその「好きなもの」を多方面から見て、受けとめていると思います。その、見方のアンテナが私にとってとても羨ましく、また自分もそういう見方ができるようになりたいと思いました。

#### 4 評価

本校1年SSHクラスの応用数学(1単位)の授業では、フラクタルを学習している。そのフラクタルの創始者であるベノワ・マンデルブロ氏(77歳)が10月に来日された。京都にもこられる予定があり、創始者自身のお話が聞ける二度とないチャンスだと思い、高校生を対象とした講演を依頼した。快くお引き受けいただけ、実現したのがこの講演である。講演時間をもっと確保しておきたかったが、当日は、6時30分から京都工芸繊維大学での講演も予定されており、マンデルブロ氏自身ハードな1日であった。

高校生向け授業講演において、応用数学の「フラクタル」の教育的評価以外のもので、本校においても他校生徒においても大きな刺激を得た。特に他校との質問・意見交流の中で違った考え、英語力の必要性、質問の手をあげる勇気、等を認識することに意義があったように思える。また、日々の学習活動へのモチベーションを高揚させた意味で大いに影響を受けた生徒が多い。本学教授の助言も彼らには素晴らしい経験であったようである。

準備にあたっては、マンデルブロ氏の健康管理のこと、通訳のこと、他校の生徒も聞きにくること、マスコミが取材にくること、など多くの先生の協力が必要であった。

一般向け講演会や交流会においては、京都府以外から大阪府、奈良県、兵庫県からも数多くの数学・理科教育関係者が集い、出会えた喜びや親睦を深められた。

さて、今後の課題は

- (1) このような実践は多くの関係者とのネットワークや人脈を持った大学教授との個人的な交流を続けていた結果であるが、広く一般に風通しを良くして一高校だけの実践におさめないことが大切である。
- (2) 海外からの講演者に対して、通訳の部分は大きな比重を有する。学問にも深い知識があり英語通訳として堪能な人物が必要である。
- (3) 教育委員会の後援を得られたが、尚一層の連携を密にすることで親睦を深める以上により発展的な活動(共同研究、連携、他校主催、教育委員会主催行事参加等)に進めなければいけない。

## テレビ会議システム・遠隔授業システムの利用

### 1 実施した目的

研究のねらいに「B 意欲的に情報を取り入れ、表現・発信していく生徒を育てる」とある。本校には数年前から遠隔授業システムが導入されており、本学及び附属学校間での教育実習の授業公開などに利用されてきた。ただ一部の研究には利用されていたがインターネット回線を利用したり、本学以外の学校との共同事業を目指す活動は行われてこなかった。今回、本学数学科守屋誠司教授の御厚意により、テレビ会議システム（Phoenix Wide …NTT 製）をお借りし、既設の遠隔授業システムとで新たなシステムが構築できた。また、本学との姉妹校であるタイ国ラジャパット総合大学附属アユタヤ校との生徒協同学習が具体化されることになった。このことより、大学側から研究に関する指導を得た上に、高大連携の一環としての研究や「海外の高校生との交流による国際理解」「英語プレゼンテーション力」「Technology の積極的活用」に繋げる活動が可能となり、日常の学習効果を上げることを目的とした。

### 2 内容

今回は、応用数学 の「フラクタル」をテーマにシステム利用開発に取り組んだ。  
場所は、地理教室。

以下、システム構築までの経過と実践をまとめた。

#### 遠隔授業システム・TV会議システムの構築と実践(関係分抜粋)

月 日	内 容
8月29日	校内配線ISDN回線工事開始
10月3日	NTT来校し、Phoenixの動作確認。守屋教授来校。
10月22日	TV会議システムと遠隔授業システム接続し、通信テスト試みるが失敗
10月23日	TV会議システムと遠隔授業システムの通信テスト実施成功
11月3日～ 11月7日	タイ国ラジャパット総合大学へ本校山本教諭及び本学守屋教授・佐々木講師訪問。 打合せに出発。内容をアユタヤ校のスタッフに指導し、生徒に授業を実施
11月5日	アユタヤ校との通信テスト
11月20日	システムのより良い環境整備を実施。守屋教授来校。
11月21日	本校数名とアユタヤ校との簡単な自己紹介
11月25日	遠隔授業システムとPhoenixとの接続点検。ビクター来校。NTTと通信テスト。
11月26日	ラジャパット総合大学のスタッフ数名来日。本校のシステムを見学。
11月27日	本学とのレセプション実施
12月4日～ 12月5日	遠隔授業システムとPhoenixとの接続工事实施。ビクター来校。 音声、映像の確認をする。

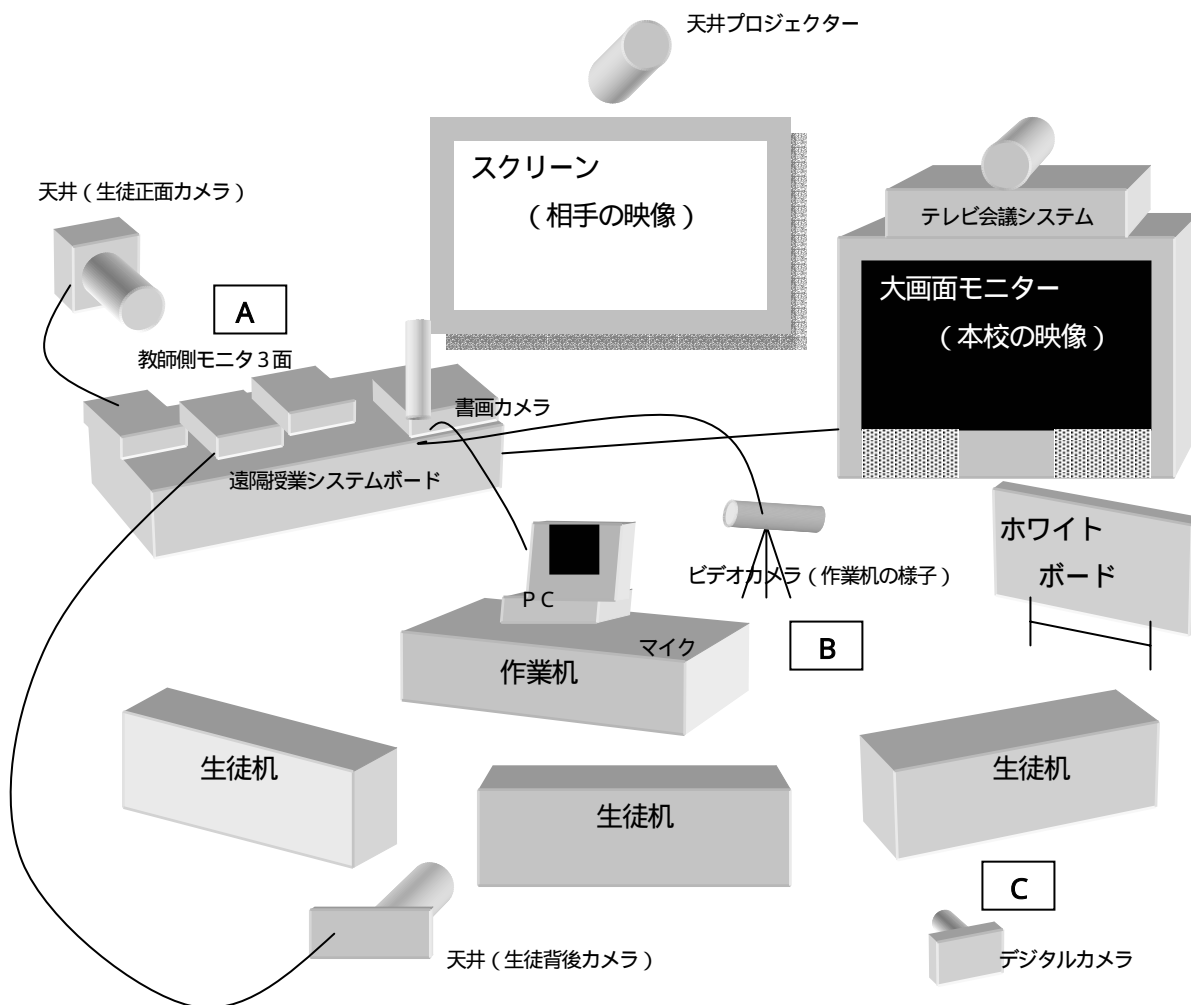


12月17日	d11 協同学習開始・先方のシステムに支障があり失敗
12月19日	d11 協同学習実施。成功
1月21日	守屋教授と学生等の打合せ。
1月26日	d12 通信テストを実施する旨をメールにて送信するも先方は未読であったので実施できなかった
1月27日	d12 実施
2月18日	d13 実施

システムの概略図である。

教材提示装置にPCとデジタルビデオカメラを接続し、遠隔授業システムのカメラ2台とPhoenixのカメラ1台の合計4台のカメラアングルを可能とした。

## テレビ会議・遠隔授業システム (配置図)



## 【設定】

- 1 こちらの映像は大画面モニター，先方の映像は前面スクリーンにて映し出す。
- 2 PC（プレゼンテーション用），ビデオカメラ（作業撮影用）は遠隔授業システムに接続
- 3 書画カメラはホワイトボードを使用しない場合にのみ利用
- 4 先方の映像（音声）は，内蔵ビデオにて記録

アユタヤ校のスタッフが本校に来校した時のスナップである。



## 3 評価

応用数学 の評価と重複するが生徒にはかなり新鮮であった。日々の授業に好影響を与え、特に英語力が乏しいという結論に至った。システム構築には紆余曲折が生じたが、一部の教科の領域範囲におさめずに数年以内のインフラ整備をするという計画までにどのような利用形態を構築すべきなのか次世代教育への模索が必要であると考えます。

また、本学以外にも神戸大学、大阪教育大との高大共同の研究が実施できた。高大連携の1つのモデルとして、一般の公立・私学の高校にも可能であるので広める必要がある。

ただ、問題点として以下の大きな点がある。

- (1) 海外の高校との通信には時差やある程度の設備を有した学校を選ばなければならない。
- (2) ISDN 回線利用の場合、通信費が膨大である。
- (3) Phoenix Wide は、大学教授の科研費による借り物である。学校で購入するにはテレビ会議システムの移行時期と重なり対応が難しい。
- (4) 来年度以降への計画は、まだなので早急に考える必要がある。

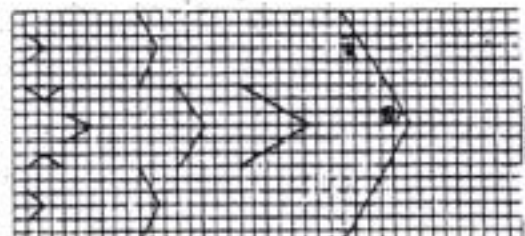
今後手軽にシステムを利用していくには、他校や自治体・研究所に提案を求め汎用性を広める活動が必要と考える。

1. Koch curve (1)  
3-2 6.10

模式①

$r = \frac{1}{3}, n = 2$

1.20000  
の長さ  
1.44224

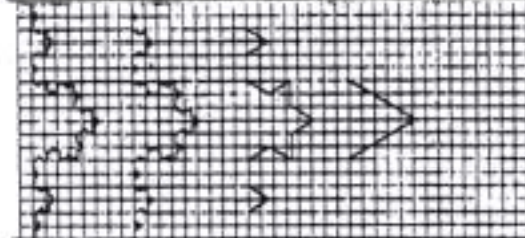


1.20000 の長さ	分割数	1.20000 の長さ
1	1	1
$\frac{4}{3}$	2	$\frac{4}{3}$
$\frac{16}{9}$	4	$\frac{16}{9}$
$\frac{64}{27}$	8	$\frac{64}{27}$
$\frac{256}{81}$	16	$\frac{256}{81}$

模式②

$r = \frac{1}{3}, n = 4$

1.20000  
の長さ  
1.77130

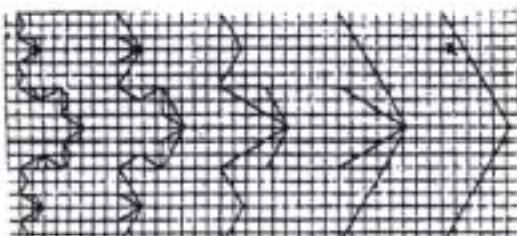


1.20000 の長さ	分割数	1.20000 の長さ
1	1	1
$\frac{4}{3}$	4	$\frac{4}{3}$
$\frac{16}{9}$	16	$\frac{16}{9}$
$\frac{64}{27}$	64	$\frac{64}{27}$
$\frac{256}{81}$	256	$\frac{256}{81}$

模式③

$r = \frac{1}{3}, n = 2$

1.20000  
の長さ  
1.44224



1.20000 の長さ	分割数	1.20000 の長さ
1	1	1
$\frac{4}{3}$	2	$\frac{4}{3}$
$\frac{16}{9}$	4	$\frac{16}{9}$
$\frac{64}{27}$	8	$\frac{64}{27}$
$\frac{256}{81}$	16	$\frac{256}{81}$

① 1.20000  
の長さ  
1.44224

② 1.20000  
の長さ  
1.77130

③ 1.20000  
の長さ  
1.44224

④ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑤ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑥ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑦ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑧ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑨ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑩ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑪ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑫ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑬ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑭ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑮ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑯ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑰ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑱ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑲ 1.20000  
の長さ  
1.44224

⑳ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉑ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉒ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉓ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉔ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉕ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉖ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉗ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉘ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉙ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉚ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉛ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉜ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉝ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉞ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㉟ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊱ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊲ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊳ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊴ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊵ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊶ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊷ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊸ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊹ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊺ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊻ 1.20000  
の長さ  
1.44224

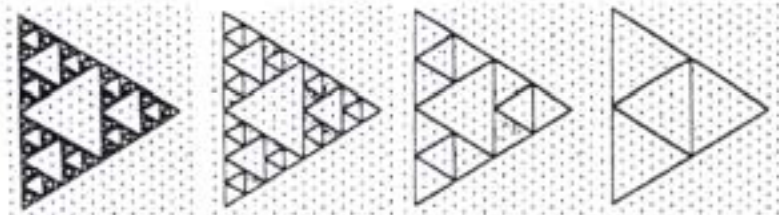
㊼ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊽ 1.20000  
の長さ  
1.44224

㊾ 1.20000  
の長さ  
1.44224

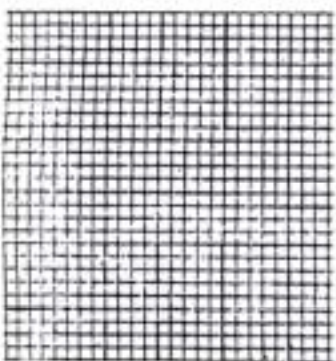
㊿ 1.20000  
の長さ  
1.44224

2. Sierpinski triangles  
 $r = \frac{1}{3}, n = 3$



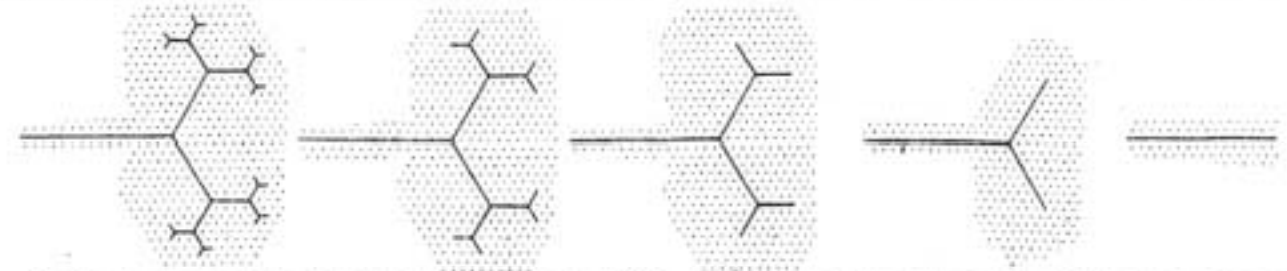
1.20000 の長さ	分割数	1.20000 の長さ
1	1	1
$\frac{3}{4}$	3	$\frac{3\sqrt{3}}{4}$
$\frac{9}{16}$	9	$\frac{9\sqrt{3}}{16}$
$\frac{27}{64}$	27	$\frac{27\sqrt{3}}{64}$
$\frac{81}{256}$	81	$\frac{81\sqrt{3}}{256}$

2. Cantor set  
 $r = \frac{1}{3}, n = 2$



1.20000 の長さ	分割数	1.20000 の長さ
1	1	1
$\frac{2}{3}$	2	$\frac{2}{3}$
$\frac{4}{9}$	4	$\frac{4}{9}$
$\frac{8}{27}$	8	$\frac{8}{27}$
$\frac{16}{81}$	16	$\frac{16}{81}$

4. Tree

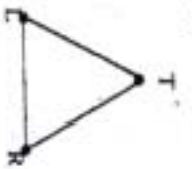


1.20000 の長さ	分割数	1.20000 の長さ
1	1	1
$\frac{1}{2}$	2	1
$\frac{1}{4}$	4	1
$\frac{1}{8}$	8	1
$\frac{1}{16}$	16	1

# Chaos game

No. 3C Name

1. Start with any point inside the triangle formed by L, T, and R.



① Roll the die and move according to these rules:

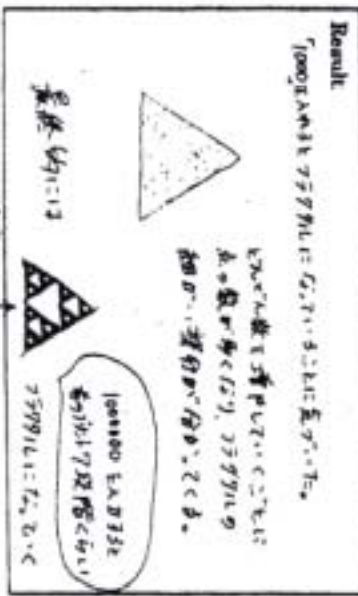
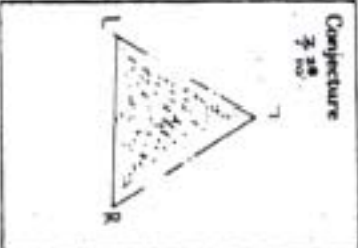
For 1 or 2, move halfway to L.

For 3 or 4, move halfway to T.

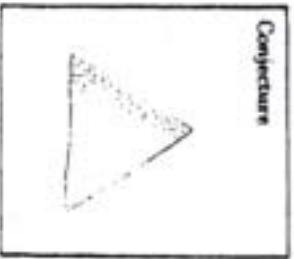
For 5 or 6, move halfway to R.

② Plot this newly located midpoint.

③ Starting from the last midpoint located, repeat the steps.



II. Make the changes in the code so that the probability of moving halfway to L is 0.9 and the probabilities for T and for R are 0.05 each.



III. Why do the figure appear?



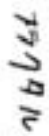
相似な部分が相似 (全体と部分が相似) 極限点 (無限の中の最終点) が存在する

極限点 1/2 ... 3/4 ... 7/8 ...

(自己相似図形を持つ)



極限点 3/4



極限点 7/8

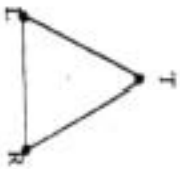
自己相似図形 → 自己相似ではない

## 自己相似図形とは

全体と、その一部分が互に相似であることを見ることが出来る。正方形の場合、このように図形と互に相似な部分がある。正方形の図形が加えられる。その中に無限に正方形の図形が入れられる。これは何かが無限に存在する。また、このように相似な図形は、その内部に無限に存在するものがある。最終点がある。極限点が存在する。そして、この極限点を含む範囲を持つ。その部分の図形も全体の図形と相似である。このように条件を満たす図形が、自己相似図形である。

自己相似図形である。

I. Start with any point inside the triangle formed by L, T, and R.



- ① Roll the die and move according to these rules.  
 For 1 or 2, move halfway to L.  
 For 3 or 4, move halfway to T.  
 For 5 or 6, move halfway to R.
- ② Plot this newly located midpoint.  
 For 5 or 6, move halfway to R.  
 For 1 or 2, move halfway to L.  
 For 3 or 4, move halfway to T.
- ③ Starting from the last midpoint located, repeat the steps.

Conjecture  
中心三角形が  
できて来る  
と思う。

Result  
中心三角形が  
できてる。

II. Make the changes in the code so that the probability of moving halfway to L is 0.9 and the probabilities for T and for R are 0.05 each.

Conjecture  
中心三角形が  
できてる。

Result  
中心三角形が  
できてる。

III. Why do the figure appear?

Table - 1

```

Private px As Double
Private py As Double
Private tx As Double
Private ty As Double
Private lx As Double
Private ly As Double
Private rx As Double
Private ry As Double
Private ransu As Double
Private n As Double
Private rn As Double

Private Sub command1_click ()
    draw
    Randomize
    rn = Rnd
    End Sub

Private Sub command2_click ()
    draw
    Randomize
    rn = Rnd
    End Sub

Private Sub command3_click ()
    draw
    Randomize
    rn = Rnd
    End Sub

For i = 1 To n
    ransu = Rnd
    If ransu <= 1 / 3 Then 0.05
        px = (lx + px) / 2
        py = (ly + py) / 2
    Else
        If ransu <= 2 / 3 Then 0.95
            px = (lx + px) / 2
            py = (ly + py) / 2
        Else
            px = (rx + px) / 2
            py = (ry + py) / 2
        End If
    End If
Next i
Print i
End Sub

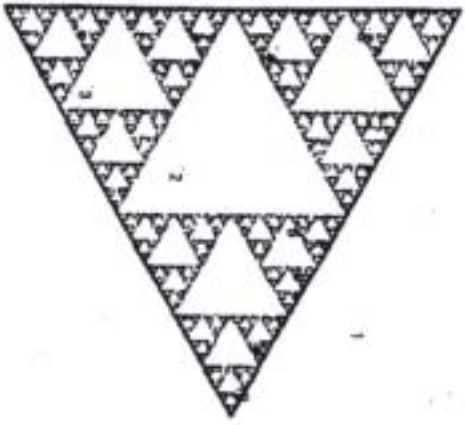
Sub draw ()
    Cls
    DrawWidth = 2
    tx = 0.5 * ScaleWidth
    ty = (0.9 - Sqr(3)) * 0.5 * ScaleHeight
    PSet (tx, ty), vbRed
    lx = 0 * ScaleWidth
    ly = 0.9 * ScaleHeight
    PSet (lx, ly), vbRed
    rx = 1 * ScaleWidth
    ry = 0.9 * ScaleHeight
    PSet (rx, ry), vbRed

    DrawWidth = 1
    Line (tx, ty)-(lx, ly)
    Line -(rx, ry)
    Line -(lx, ly)

    px = CDBl (tx, ty)
    py = CDBl (ty, tx)
    Circle (0.5 * ScaleWidth, 0.5 * ScaleHeight), 30, vbCyan
End Sub
    
```

# 王従 レポートより

1. 比率0.5, 正三角形

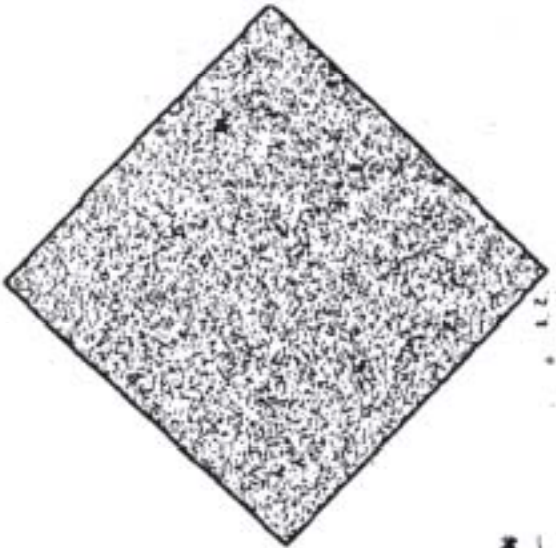


特徴

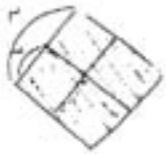
「シェルピンスキー」の三角形」と呼ばれるフラクタルである。  
 できている。  
 (どの部分をとっても全体の縮小と相似である。)



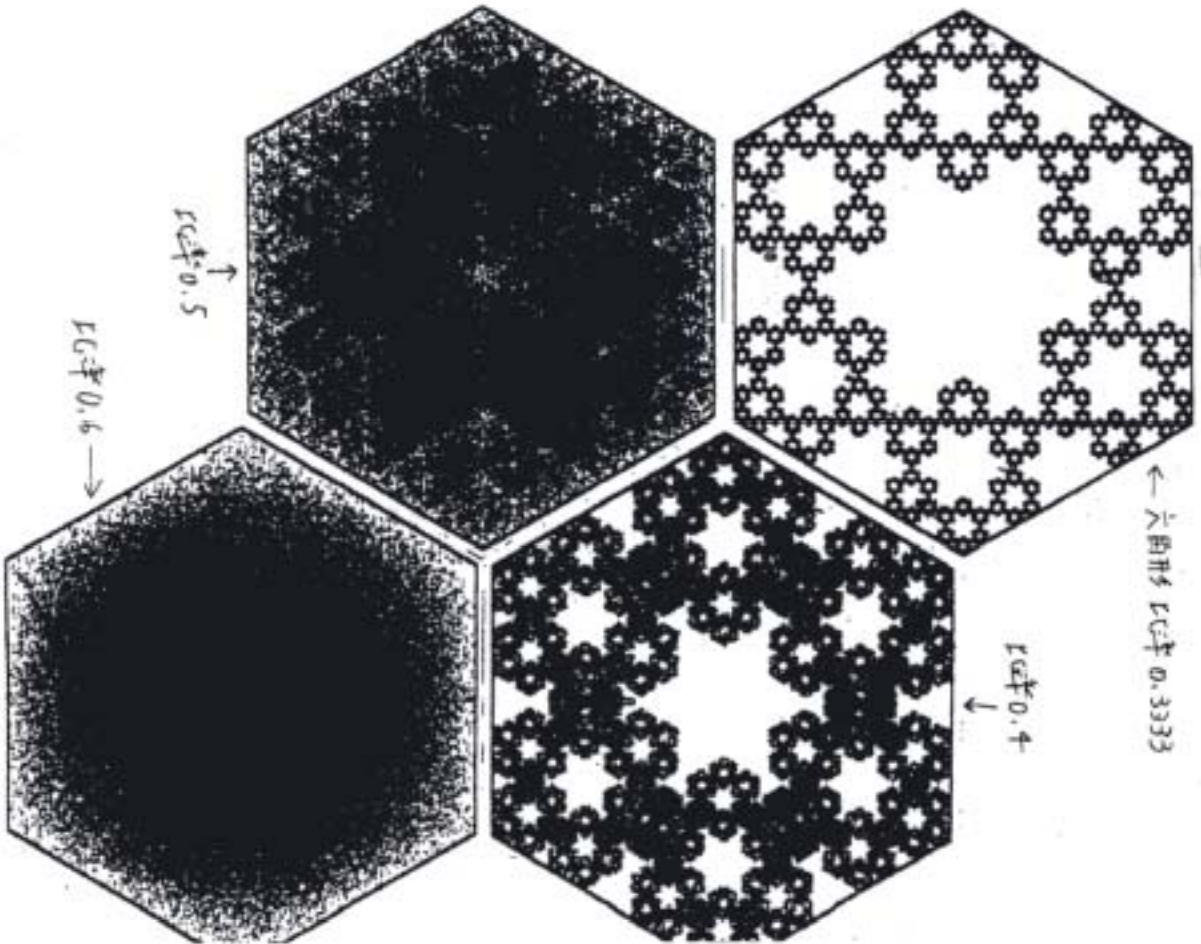
2. 比率0.5, 正方形



一面取りつたまわっているよう。  
 時に規則性を確認は見受けられない。



六角形で行なった場合の結果



← 六角形 ECF 0.3333

ECF 0.4

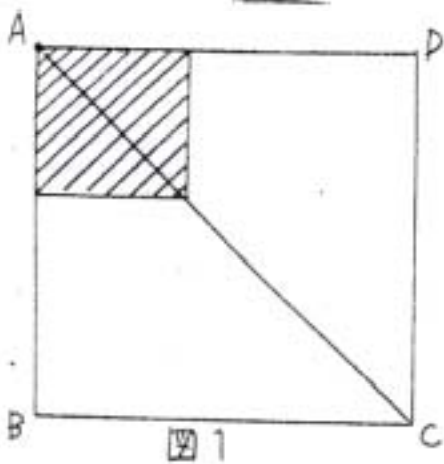
ECF 0.5

ECF 0.6

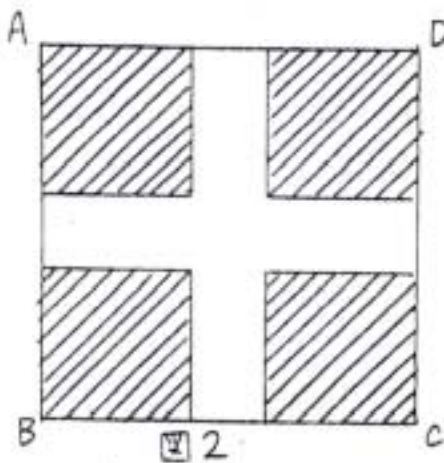
# 生徒レポートより

## 4. 考察

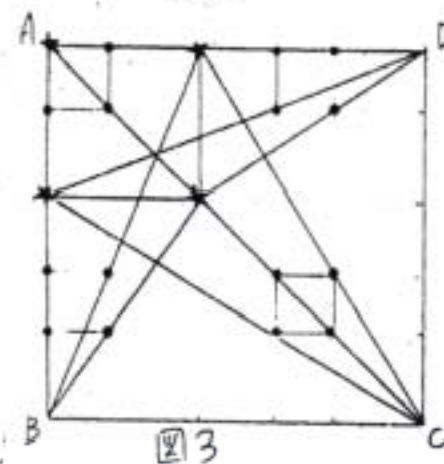
ここでは、四角形で比率が 0.4 の時を例にフラクタルができる原理について書きたいと思う。



① まず、四角形内の任意の点と頂点 A を 0.6 : 0.4 つまり 3 : 2 に内分する点  $(px, py)$  をとると絶対に図 1 の斜線部にしか点は打てないということが分かる。そして、同じように頂点 B, C, D においても同じように言える為、図 2 のように範囲が決まる。



② 次に、①から真ん中の十字の部分に点は置けないということが分かったので、今度は、図 2 の左上部分の斜線部の範囲と頂点 A, B, C, D を 3 : 2 に内分する範囲を求める。図 3 では☆印が元の点で各頂点との内分点が書かれている。図 3 の結果より図 2 の左上部分の斜線部の範囲から点が取れる範囲は図 4 の斜線部となる。そして同じことを図 2 の他の斜線部の範囲でも行なうと、図 5 のようなところまで範囲が絞れる。



③ このような作業を繰り返し行い、より正確な範囲を求めていくと最終的にその図形はフラクタルになっていく。

※ 図 4, 図 5 は次のページ

当面の日本・タイ遠隔協同学習交流チャート (案)

2002.7.31

交流内容のチャート		京都教育大学教育学部附属高等学校 (JAPAN)		Grade 10th		ワットワット อยุธยา校 高等部 (Thailand)		Grade 10~12th	
自然・文化		授業授業 数学		自然・文化		自然・文化		授業授業 自然・文化	
Class Room 1	自己紹介の書き方について学んぬ、入札子機、つづき他国 Chess Game のツラツラゲーム(シールド)をコンピュータで作製し、画面について学んぬこととともにも、三角制一多角制へ発展させる。	授業内容 授業内容・禁止教員 の知 他国発展、ツラツラ	自己紹介・字数紹介 ツラツラゲーム、折り返し 分道が得た得意品の 紹介、Chess Game のツラツラゲームの 紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介
			ツラツラゲーム、折り返し 分道が得た得意品の 紹介、Chess Game のツラツラゲームの 紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	
90min Rod1		授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	
90min Rod2		授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	
90min Rod3		授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	
Class Room 2	授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	
Class Room 3	授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	授業内容、ツラツラ ゲームの紹介、ツラ ツラゲームの三角 制の中心説明する	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	自己紹介・字数紹介	

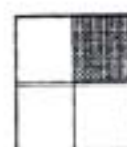


相似次元 (similarity dimension)



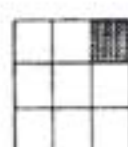
相似比 1/2 の図形が 4 個

$$r \xrightarrow{1} n$$



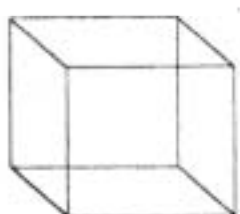
相似比 1/3 の図形が 9 個

$$r \xrightarrow{1} n$$



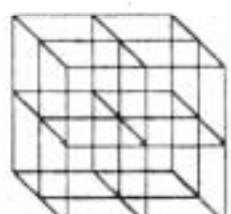
相似比 1/4 の図形が 16 個

$$r \xrightarrow{1} n$$



相似比 1 の図形が 1 個

$$r \xrightarrow{1} n$$



相似比 1/2 の図形が 4 個

$$r \xrightarrow{1} n$$

$$r^{-D} = n$$

$$D = \boxed{\phantom{00}}$$



相似比 1/2 の図形が 3 個

$$r \xrightarrow{1} n$$



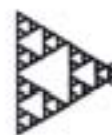
相似比 1/3 の図形が 9 個

$$r \xrightarrow{1} n$$



相似比 1/4 の図形が 16 個

$$r \xrightarrow{1} n$$



相似比 1/5 の図形が 25 個

$$r \xrightarrow{1} n$$

$$r^{-D} = n$$

$$D = \boxed{\phantom{00}}$$



相似比 1/3 の図形が 4 個

$$r \xrightarrow{1} n$$



相似比 1/4 の図形が 16 個

$$r \xrightarrow{1} n$$



相似比 1/5 の図形が 25 個

$$r \xrightarrow{1} n$$



相似比 1/6 の図形が 36 個

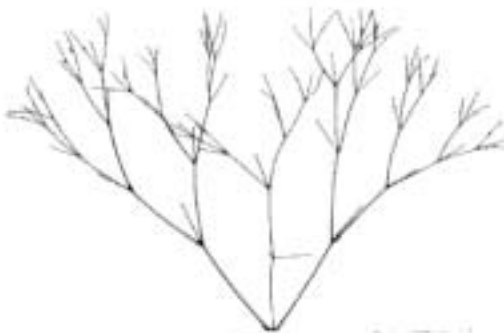
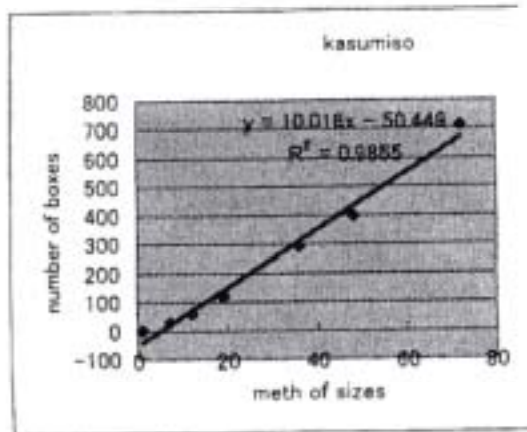
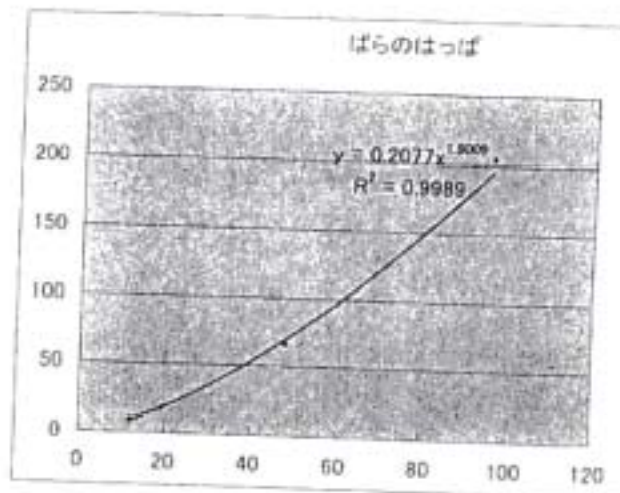
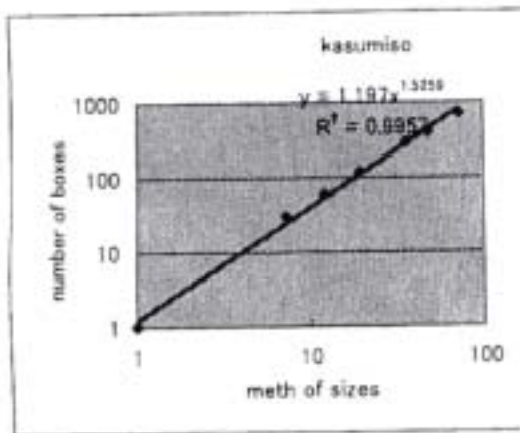
$$r \xrightarrow{1} n$$

$$r^{-D} = n$$

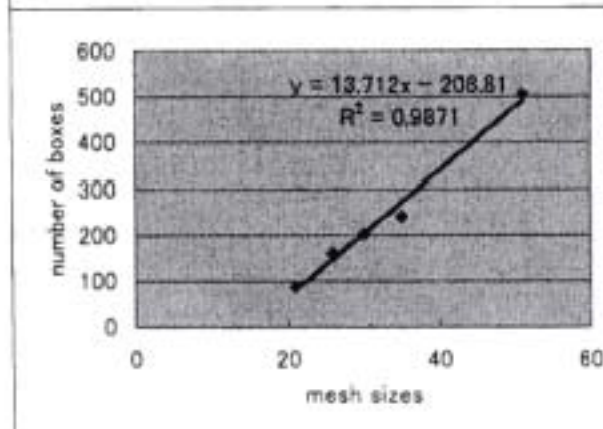
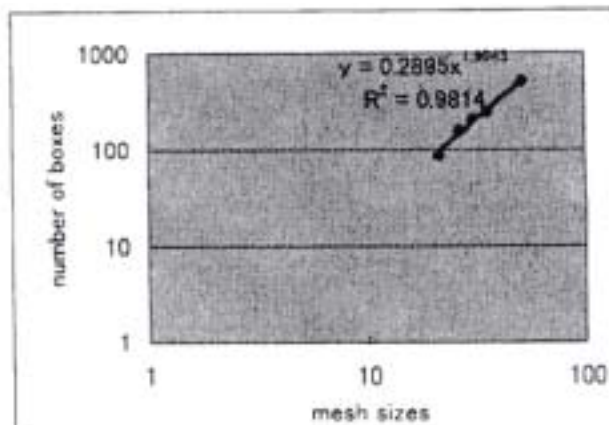
$$D = \boxed{\phantom{00}}$$

0班カスミソウ

288	1	1
40	7.2	30
24	12	60
15	19.2	117
8	36	289
6	48	396
4	72	711



メッシュ	面積	体積
8	21	86
7	26	159
6	30	203
5	35	240
4	51	503



## 2 節 理科 生物 B

2002年度 生物 I B (1年生) 実施結果概要	56
研修	

・ オリエンテーション 『電子顕微鏡などによるアリの観察』	57
・ 臨海実習 『ウニの発生』	57
・ 見学 『京都大学総合博物館』	60
・ 研究室訪問 『大腸菌の形質転換』	61
・ 特別講義 『妊娠マウスの解剖と胎児の観察』	62
・ 特別講義 『植物と昆虫の共生』	63
・ 特別講義 『化学物質と情報伝達』	64
・ 特別講義 『古生物学について～ホ乳類を中心に～』	65

### 生物 I B

#### 科目設定の意図

#### 展開の概要

イントロダクション	66
第 1 部 生命体の構造と機能	
第 1 章 細胞の構造	67
第 2 章 細胞の増殖	68
第 3 章 単細胞生物から多細胞生物へ	69
第 2 部 生体内の化学反応	
第 1 章 化学反応と酵素	69
第 2 章 異化	70
第 3 章 同化	71
第 3 部 生命の連続性	
第 1 章 生殖	72
第 2 章 発生	73
第 3 章 遺伝と変異	74
第 4 部 生体の反応と調節	
第 1 章 刺激の受容と興奮	75
第 2 章 動物の行動	76

生物 I B の評価	77
資料 1 アンケート結果	80
資料 2 アンケート用紙	81

2002年度 生物I B (1年生) 実施結果概要

単元	配当時間	研修	主な実習	備考
イントロダクション	2時間			
第1部 生命体の構造と機能				
第1章 細胞の構造	11時間		顕微鏡の使い方 (1)分解・組立・クリーニング (2)定規を見る (3)マイクロメーターの使い方 原形質流動の観察 限界原形質分離の濃度	
第2章 細胞の増殖	6時間		播種・体細胞分裂の観察	
第3章 単細胞生物から多細胞生物	2時間			1学期中間考査
第2部 生体内の化学反応				
第1章 化学反応と酵素	3時間		演示 実習2003年度は、ウミホタルの発光、カタラーゼの働き	
第2章 異化	12時間	7/15~7/17 臨海実習 8/28京大総合博物館	アルコール発酵の速度 透析・脱水素酵素の働き 呼吸商の測定	1学期期末考査(同化の一部を含む)
第3章 同化	12時間		ペーパークロマトグラフィー・分光器(2003年度は薄層クロマト)	
第3部 生命の連続性				
第1章 生殖	10時間		花粉管の発芽	
第2章 発生	7時間	10/25京大工織大 光るカイコ	ニワトリ胚の観察	2学期中間考査(一部は1学期実施)
第3章 遺伝と変異	18時間	12/2特別授業 マウス胎児の解剖(2003年度は、4月に実施を希望) 12/18特別授業	ショウジョウバエの変異体の観察	2学期期末考査
第4部 生体の反応と調節				
第1章 刺激の受容と興奮	18時間	2/14特別授業 化学物質による情報伝達 2/24特別授業	針孔・レンズ付写真機の作成 ブタ眼球の解剖 盲点の測定 近点の測定	
第2章 動物の行動	9時間	ホ乳類古生物学		学年末考査

印は、自然科学コースでのみ

恒常性、生物の集団は、3年次(5単位)の中で実施

## ・オリエンテーション『電子顕微鏡等によるアリの観察』

### 1. 目的

- (1) 大学で訪問し，実習を行う。
- (2) 電子顕微鏡に触れてみる。
- (3) 双眼実体顕微鏡顕微鏡を使って，昆虫の観察のしかたを学ぶ。

### 2. 意図

- (1) 大学で訪問し，実習を行う。  
大学という研究機関を身近な存在と感じさせたい。
- (2) 電子顕微鏡に触れてみる。  
大学教官の指導のもとで，先端技術機器を使用することによって，今後の学びに対する動機づけを行う。
- (3) 双眼実体顕微鏡顕微鏡を使って，昆虫の観察のしかたを学ぶ。
  - a. 電子顕微鏡像と双眼実体顕微鏡像を比較することによりそれぞれの特徴を知らせたい。
  - b. 双眼実体顕微鏡で昆虫を観察するときの具体的な方法を学ばせたい。

### 3. 事業の概要

- (1) 期日 2002年 4月11(木) 13時20分～16時30分
- (2) 場所 京都教育大学教育学部 武蔵野研究室，共通実験室
- (3) 事前学習  
なし

### 4. 事業の結果

10人をグループとして，電子顕微鏡，双眼実体顕微鏡実習を行った。電子顕微鏡に関しては，金蒸着の操作から行った。生徒達はすべての操作が興味深い様子であった。

### 5. 事業の評価

生徒の感想のほとんどに，大学で実習を行えたこと，電子顕微鏡に触れられたことに大変感激しており，今後の学習に大きな期待を寄せているということが書かれていた。また，全ての生徒が，レポートで電子顕微鏡と双眼実体顕微鏡の比較を書き，双眼実体顕微鏡によるスケッチも丁寧にしていた。したがって，本事業における目標は達成できたと考える。

### 6. 課題

SSH事業の最初であり，直前に大学教官と打ち合わせをすることになってしまった。したがって，内容は高校教員が設定し，それに大学教官が合わせていただく形になった。来年度は，大学教官のアドバイスを多く取り入れた内容にしたい。

## ・臨海実習 『ウニの発生』

### 1. 目的

- (1) ウニの発生の観察と標本の作製
- (2) 磯生物の観察・採集
- (3) 海浜植物の観察

### 2. 意図・目標

- (1) ウニの発生の観察と標本の作製
  - a. 生物現象の進行に合わせた観察実習の体験をさせる。
  - b. 普通コースで行う『ウニの発生の観察』のための標本の作製をさせる。
- (2) 磯生物の観察・採集
  - a. 単にウニの発生を観察するのではなく，観察対象の生息域の様子にも目を向けさせる。
  - b. 自らの手で採集したウニを観察対象とすることによって，意欲の向上を図る。  
また，その他の生物の採集も通して，その種類，名称以外に，環境条件（例えば，潮上帯であるか，潮間帯であるかなど）にも意識を向けさせる。
- (3) 海浜植物の観察
  - a. 観察を通して，その種類，名称以外に，環境条件（海岸線からの距離とその環境など）と体制の関係に目を向けさせる。また，手触りなど実際に触れて感じさせる

観察を行わせる。

### 3. 事業の概要

(1) 期日 2002年 7月15(月)~17(水)

(2) 場所 京都府竹野郡丹後町間人海岸  
国民宿舎はしうど荘宿泊(貸し切り)

(3) 引率団

総括, 進行 井上嘉夫(教科担当)  
生活指導 市田克利(担任)  
実習補助 木村富貴子(実習助手)  
他2名(京都教育大大学院生, 学部生)  
指導講師 佐藤正展(京都府立盲学校)  
看護婦 1名

(4) 事前学習

平常の授業内容が発生分野とは異なるため, 実施1週間前に, 2時間を事前学習に当てた。

(5) 日程

1日目

午前 移動  
午後 研修室設営  
採卵・採精, 媒精方法指導  
発生観察開始, 媒精  
夜 発生観察継続(胞胚)  
深夜 適宜仮眠, 発生観察継続(孵化, 原腸胚)

2日目

午前 発生観察継続(プリズム幼生)  
答案返却  
午後 磯観察・採集  
夜 採集物の観察・同定

3日目

午前 海浜植物の観察  
発生観察(プルテウス幼生)  
撤収  
午後 移動

(6) 主な団装備

写真撮影装置, 微分干渉顕微鏡, 生徒用顕微鏡(40), 光源装置, 検鏡用具  
滅菌海水作製用具, シャーレ・管瓶等ガラス器具(多数), 水槽(10)  
プランクトンネット, 手回し遠心機, プロジェクター, スクリーン, 薬品類  
予備メニュー実習器材

### 4. 事業の結果

(1) ウニの発生の観察と標本の作製

(ア) ウニの入手

天候不順な場合を考慮して, 事前に漁協へムラサキウニの手配をしていたが, 入手できなかった。当日の朝, 城之崎へ出向き, 同地マリンワールドにて展示用のウニを入手した。

(イ) 日程の変更

事前の予定では, 1日目午後に磯観察・採集を行い, 2日目朝より採集したウニを使って発生観察をする予定であったが上記日程のように変更した。同日夜半に台風通過の予報があったためである。

(ウ) 生徒の様子

大変熱心に取り組んだ。

1日目23時までは, 観察を義務づけたが, 深夜に及ぶ観察にもできる限り取り組んでいた。宿泊室に戻らず, 顕微鏡の横で仮眠する者が多数いた。

発生の開始を1日目としたことで, 体力もあり深夜に及ぶ観察が可能となったことも一因と考えられる。

微分干渉顕微鏡に写真撮影装置を設置し各自の試料を自由に撮影させることにしたが, 利用者は少なかった。

(2) 磯生物の観察・採集

台風が通過し, 天候が回復したので, 2日目の午後に磯生物の観察・採集を行った。

(ア) 活動場所

宿舎よりバスで5分ほどの高野海岸で実施した。  
同日夜に、宿舎にて採集生物の分類と同定を行った。

(イ) 磯における生徒の様子

約60分間の観察・採集時間を熱心に取り組んだ。  
体調不良により、1名が海にはいることなく浜で休養した。  
おおむねグループごとに活動ができた。  
後半、一部グループ行動が乱れ、注意をした。平常の実験班でグループ構成したため体力差が出た結果である。  
磯場で、記録をとる生徒はいなかった。  
指導講師の付き添いのもと、一部の生徒は、指示された範囲外で潜水し、海底のウニの観察を行った。大変貴重な体験をした。

(ウ) 実習室における生徒の様子

約60分間、グループごとに配布された図鑑をもとに、熱心に同定を行い時間が足りないくらいであった。

(3) 海浜植物の観察

(ア) 活動場所

宿舎裏の浜

(イ) 生徒の様子

指導講師の解説に熱心に耳を傾けメモを取った。  
話を参考に、植物を手に取り、各自観察をした。

5. 事業の評価

総じて、生徒の取り組みは熱心であった。また、生徒の感想からは、体力を要したが、種々の体験ができたことや新たな発見に好奇心をかき立てられたなど好評であった。  
自然科学コース1年次1学期の取り組みとして効果的であり、来年度以降も実施することが適当と考える。

(1) ウニの発生の観察と標本の作製

生物現象の進行にあわせて観察を行うことに十分取り組めた。  
また、そのような活動を達成した充実感を感じさせることができた。  
普通コースでの使用に耐える発生ステージごとの標本を作製できた。  
ウニの発生に関して理解と興味を深めることができた。

(2) 磯生物の観察・採集

海面との位置から磯生物の生息場所をとらえることができたかどうかは不明であった。採集物の整理段階でそのような観点からの記録をした者はいなかった。  
発生実習の観察対象であるウニの生息状況を観察することは、一部の生徒しかできなかった。理由は、水深2~3m程度のところに生息しているため、生徒の活動範囲には少ない。しかし、指導講師付き添いのもと、潜水を行った生徒は観察ができた。  
各グループには、ポケット図鑑しか配布できなかったが、同定にも熱心に取り組んだ。自分たちの手で採集し、その生物の生息場所の様子を知った上で観察・同定などの活動させる意義は十分にあったと考えられる。

(3) 海浜植物の観察

浜からの距離、風、地形などの環境条件の違いから植物の体制を理解することができた。

(4) その他

宿泊を伴って、共通の目的で学習を進めたことが、その後のクラスでの学びあい、教えあうという学習活動に大変効果的であった。

6. 課題

(1) 実施場所について

磯観察、海浜植物観察などフィールドにおける成功は、佐藤氏(指導講師)個人の力量に負うところが大きい。組織として指導可能な施設の利用を検討する必要がある。(たとえば、京都大学瀬戸臨海実験所など)  
その場合、以下にあげる間人で実施する場合の長所・短所を考慮する必要がある。  
・学校からの移動時間が約4時間で、半日使えば到着できる。  
・日本海は潮位の変化が少なく(30~40cm)、磯観察の時間帯をあまり意識しなくてもよい。  
・夏場は藻類が少ないが、特に日本海は生物種が全般に少ない。  
・宿泊所が貸し切りで利用できたことで、顕微鏡観察用に大広間を占有できた。

- また、深夜に及ぶ実習やそれに合わせた食事・入浴時間の設定等が行えた。
- ・宿泊所に自由に使える調理場を備えた研修施設があり、採集生物の観察やウニの準備が行いやすかった。

## (2) 実施時期

期末考査後夏期休業までの5日間の中の3日間を使って実施したことにより以下の課題が残った。6月末実施などの検討を要する。

- ・残る2日間に授業のない教科は、解説等を作成し配布しなければならなくなった。あつてはならないことではあるが、採点ミスなどの対応が十分にできなくなった。
- ・理科では、成績提出締め切りまでに、担当者間での打ち合わせを行う時間が十分に持てなかった。
- ・引率者がいる学年では、夏休み前の担任団での打ち合わせの時間が十分に持てなかった。
- ・引率者によっては、2年次の研修旅行直前の時期にHR指導ができないことが予想される。
- ・引率者は、期末考査の採点をする時間が十分に持てない。
- ・夏期休業前のこの時期は、生徒会執行部を中心に学校祭に関わる様々な縦割りの企画会議が実施されていたが、実施できなくなった。

### 6月末実施について

夏期休業中(7月末)の実施が望ましいが、一般宿泊施設で貸し切りで利用できるところは望めない。また、大学等の実験所で収容可能であったとしても、学生実習が詰まっており、利用はあまり望めない。

ウニの状況から6月末以前には行えない。

一例として、6月末の金～日曜日に実施し、月曜日を代休とする。金曜日については、学期に1回程度のS行事と考える。

## (3) 悪天候等への備え

台風の通過等に備え、実施の可否の判断手順を決めておく必要がある。

ウニの入手については、確実な入手経路を確保しておく必要がある。

ウニが手に入らない場合のサブメニューを準備しておく必要がある。

その場合、理科に限らず準備できる校内の協力体制が必要である。

## (4) 安全の確保

生徒を海に入れて生物を観察させることに対する安全確保には、十分すぎるということはない。今回、磯観察においては40人の生徒に対して5人+看護婦という体制で臨んだが、4～5人に1名の付き添いと全体監視、看護婦の体制が望ましい。

## 7. 生徒の感想

初めての『生物の都合』に合わせて行う実習だったけれど、『生物の都合』に合わせるということがどういうことなのか、どんなに大変なのかがわかった。そのかわり、『生物の都合』に合わせることの意義もわかったと思う。このクラスでは、これから多くのなかなかできない実験をやるだろうし、また私が大学に行ってから、おそらくは医学関係のところに進むだろうからこのような実習もたくさんすると思う。それに慣れ、的確にこなせるようになるための第一歩になったと思う。

今回で一番印象に深かったことは、実際に長い時間をかけて観察したということ。発生全体の様子をビデオじゃなく実物を見れたということがうれしかった。特に孵化の瞬間などは、たまたま見に下りてきたときに孵化の始まりだったので、うれしくて6、7個の孵化を見ってしまった。気がついたらとっくに1時間経っていた、ということとはざらにあり、自分がこれほどまでに熱中していたのかと驚いた。

また、磯の生物の採集や海浜植物の観察など、現地でやることに意義のある、貴重な体験ができ、純粹に行けてよかったと思うし、とても楽しかった。さらにただ楽しかっただけでなく、磯の生物や海浜植物に関する知識も得られ、勉強という面から見ても充実したすばらしい実習だったと思う。

## ・見学 『京都大学総合博物館』

### 1. 目的

- (1) 学術的価値の高い資料にふれる。
- (2) 研究者の生の声を通してそれらの研究価値を知る。



2. 意図・目標
  - (1) 学術的価値の高い資料にふれる。  
文字通り，可能なものは手で触れてみる。
  - (2) 研究者の生の声を通してそれらの研究価値を知る。  
展示物を研究者の立場に近い観点でとらえる。
3. 事業の概要
  - (1) 期日 2002年 8月28(水)
  - (2) 引率 井上嘉夫(教科担当)，藤本正裕(推進室)
  - (3) 指導講師  
大野照文教授(京都大学総合博物館)
  - (4) 日程  
14:00～ 見学  
16:30～ 研修室にてまとめ
  - (5) 事後学習(2時間)  
ビデオ視聴 NHK生命40億年より，『海からの創世』，『進化の大爆発』
4. 事業の結果
 

詳細かつ丁寧な解説が随所にあった。展示品を手にとって見せていただくなど，一般の入館ではできない体験をした。

各ブースの学術的な価値や解説のほかに，博物館の存在意義，基礎的資料の集積の重要性などの話も聞いた。

また，断層の話から京都の文化の話へ発展したり，文系の展示品の解説から分析的に物事を見ることの示唆を受けたりし，文系理系という枠組みにとらわれずに様々なことに興味を持ち続けたいという感想も聞かれた。

生徒たちが鉄隕石やアノマロカリスの化石を手にもらせてもらい，大変興味を持ったので2学期最初の授業(9/2)に，事後学習としてビデオを視聴をしながらの解説をおこなった。
5. 評価
 

当初の目的は果たせたと考える。  
生徒の感想では，好評であった。  
来年度も実施することが適当と考える。
6. 課題
 

生物の授業の一環としての見学ではあるが，展示品はそれのみではない。時間がなく見学できなかったが，動力伝達機構の模型などもじっくり見学させたい。

収蔵庫の見学ができなかった。別の機会を設け，見学のみならず有志で収蔵物の整理等の作業にも参加できないものかと考える。

## ・研究室訪問 『大腸菌の形質転換』

1. 目的
  - (1) 光るカイコを見学する。
  - (2) 研究室を見学する。
  - (3) 研究者(教官，大学院生ら)の指導のもと，実習を行う。
2. 意図・目標
  - (1) 研究成果の実物や，研究現場を見ることによって，研究室を身近なものとして捉えさせる。
  - (2) 研究者の生の声を通してそれらの研究意義や社会とのつながりを感じさせる。
  - (3) 研究スタッフらとともに，実習を行うことで，学習意欲の高揚をはかる。
3. 事業の概要
  - (1) 期日 2002年10月25(金)
  - (2) 引率 井上嘉夫(教科担当)，杉本浩子(理科)
  - (3) 指導講師  
森肇助教授(京都工芸繊維大学繊維学部)
  - (4) 日程

	13 : 45 ~	学校出発 (バス乗車)
	14 : 30 ~ 15 : 30	講義, カイコ見学, 研究室見学
	15 : 30 ~ 17 : 00	大腸菌形質転換実習
(5) 事前学習	2時間	DNAの構造, タンパク質の合成, 原核生物の形質転換
	1時間	オペロン説
(6) 事後学習	2時間	真核生物における遺伝子組換え, DNAシーケンサー, PCR法
	1時間	形質転換大腸菌の植継ぎ

#### 4. 事業の結果

当初の予定より, 内容が豊富になり, 生徒にとってはやや難解なものとなった。しかし, それを上回る興味・関心を引くことができ, 結果として遺伝子関連の一部ではあるが, 学習が進んだ。

当初の目的は, 研究室の訪問だけであった。訪問先として研究成果が見てわかりやすい『光るカイコ』を扱っている森助教授の研究室をお願いした。森先生のご厚意で, 形質転換実習も実施していただくこととなった。筆者の計画では, 次の単元のメンデルの遺伝の法則に続いて扱う小単元『遺伝子の本体』で『形質転換』を扱い, その後形質転換実習を行う予定であった。しかし, 大学で研究者らの指導のもとに行えるまたとないチャンスであり, 生徒の意欲も高まると考え, お世話になった。

##### (1) 光るカイコ

形質転換の原理は事前に学習していた。真核生物であるカイコへの遺伝子の導入については, やや難解であった。また, なぜ, 光るカイコを作るのか, 産業分野への応用ということについては, NHKの教育番組を事前に視聴させ, ある程度理解していたが, 森先生の話がその点に触れられず, 残念であった。

##### (2) 研究室見学

PCR装置, DNAシーケンサーなどが研究室に所狭しと並んでいる様子を見るとともに, 大学院生や研究スタッフの方から説明を受けた。これらの説明は, かなり難解であった。

##### (3) 大腸菌の形質転換

GFP 遺伝子を組み込んだ pGLO を大腸菌に取り込ませ, 緑色蛍光を発する形質転換大腸菌を作る実習を行った。作業そのものは簡単なことであったが, 培地に大腸菌を植えることなど, 生徒にとっては初めての作業で真剣に行っていた。事前にオペロンの学習をしていたので, araC 遺伝子の意味を理解し, 培地ごとにどのような結果が予想されるかを考えながら進めることができた。

学校へ持ち帰って培養したが, 準備された大腸菌の密度が低く, コロニーが観察できなかった。後日形質転換した大腸菌を, 森先生に御準備いただき, 再度植菌・培養し, 形質転換を確認した。

#### 5. 評価

目標(1)は達成できた。来年度も実施したい。

目標(2)の達成は不十分であった。授業者とのさらなる打ち合わせが必要であった。

目標(3)は達成できた。来年度もこの形態で実施したい。

#### 6. 課題

遺伝子工学について体系的な取り扱いを考える必要がある。研究室訪問のために, 部分的項目を扱っただけとなってしまう。染色体の構造, 生体構成物質としてのDNA(以上1学期), DNAの構造, タンパク質の合成, 遺伝子組換え, PCR法, DNAシーケンサーの原理などである。DNAの物質としての理解と形質発現の作用機序については, 生物の教科書で扱っているが, 生体構成物質などの生化学的内容も含めて, 1年次と3年次にいかに組み入れるか, 今回行った実習をどのように位置づけるかの検討が必要である。

なお, 今回取り扱った大腸菌を培養して, プラスミドを抽出する実習も3年次には予定している。

#### ・特別講義 『妊娠マウスの解剖と胎児の観察』

1. 目的
  - (1) 生きている妊娠マウスを解剖し，マウス胎児を摘出する。
  - (2) 異なる発生ステージのマウス胎児を観察し，成長の早さを知る。
  - (3) マウス胎児の心臓の鼓動など生きている状態の生物を観察する。
2. 意図・目標
 

生物における生徒実験（実習）の中で，生きていることをダイナミックに感じる内容のものは比較的少ない。原形質流動の観察や花粉管の発芽，水中の微生物の観察などである。授業者のアドバイスを受け，感受性の豊かな時期に，生命を感じる体験をさせることが必要と考えた。
3. 事業の概要
  - (1) 期日 2002年12月 2日（月）
  - (2) 指導講師  
瀬原淳子教授（京都大学 再生医科学研究所）
  - (4) 日程
 

13:40～14:30	講義『形態形成について』
14:40～17:00	解剖と観察
  - (5) 事前学習  
すでに発生分野で再生やアクチビンによる組織の誘導を学習済み。
4. 事業の結果
 

形態形成に関する講義では，ES細胞についての解説や筋組織形成における研究課題の紹介があった。かなり平易に解説する努力をしていただいたが，事前学習が不十分で，断片的な理解となってしまった。

解剖については，授業者の研究試料作成の一環として親マウス5頭提供いただいた。研究用試料としてよいものを得るためには頸椎脱臼を行うなど，感情の入り込む余地なく進めなければならないことに，厳しさを感じた生徒もいた。また，解剖を進めるにつれて新たな疑問が生じ，別の個体を解剖してみるという生徒もあり，充実した時間となった。
5. 評価
  - (1) 形態形成に関する講義において，筆者は，そのしくみの概要について最新の知見を生徒が理解できれば，と考えていた。しかし，筆者自身が最新の知見が生徒の学習内容からあまりにもかけ離れていることをしらず，授業者に無理を強いたような結果となってしまった。形態形成に関して，生徒が興味を持つような事象の紹介にとどめ，興味・関心を持たせることに主眼をおくべきであった。
  - (2) 生徒は，集中して作業を行った。特に課題を与えずに解剖させたので，各自が興味を持ったことを熱心に観察し，時間が足りないくらいであった。生命を感じさせるという目的は達成できたと考える。
6. 課題
 

スケッチなどの提出を課さなかった。自由な雰囲気の中で思いつくままに観察を進め，目的を達することができたと考える。しかし，せつかくの経験について記録を残さないことで，教育的であるかどうかの懸念がある。現状では，課題を与えると，それをこなすことに集中する生徒が多い。4月からの指導の結果であり，反省すべき点である。

また，今回は研究用試料作成の目的があったので，解剖を行えたが，生命を感じるために生命を奪うことに，どれだけの賛同を得られるかが心配である。

## ・特別講義 『植物と昆虫の共生』

1. 目的
  - (1) 生物の多様性を知る。
  - (2) 植物と昆虫の共生関係を知る。
  - (3) 多様な生物が生息できる環境を知る。

2. 意図・目標  
 授業の流れとは直接関係しないが、マクロな生物分野にも目を向けさせたいと考えた。その中で、1回の話の中で生徒が興味を持てる分野として『植物と昆虫の共生』というテーマを設定した。
3. 事業の概要
 

(1) 期日	2002年12月18(水)
(2) 指導講師	河野昭一氏(京都大学名誉教授)
(4) 日程	14:40~16:30 講義
(5) 事前学習	特に行わなかった。
4. 事業の結果  
 生物の共生関係を理解するためには、多様な環境とそれに適応した多様な生物の存在を知らねばならない。共生関係のおもしろさは、その関係における種同士の組み合わせや関係のしかたそのものの意外性にあるが、その関係を支える多様な環境にまで目を向けさせる講義であった。
5. 評価  
 目標は達成された。筆者の目標は、マクロな生物学の分野に目を向けさせることであったが、それ以上に生物の多様性や多様性を支える環境の重要性にまで話がおよび、充実した時間であった。
6. 課題  
 今回の内容を定着させるためには、授業の展開にあわせて実施することが望ましい。現行の授業の流れの中では3年次1学期頃となってしまう。

### ・特別講義 『化学物質と情報伝達』

(2003年度1月末現在未実施)

1. 目的
  - (1) 生物の情報伝達手段として化学物質が利用されていることを知る。
  - (2) その解明方法の一例を知る。
2. 意図・目標  
 『植物と昆虫の共生』の特別授業をうけて種間関係の一分野として設定した。平常の授業で、『動物の行動』を取り扱った直後で、それに続く小単元でもあり、タイムリーであると考えた。
3. 事業の概要
 

(1) 期日	2002年2月14(金)
(2) 指導講師	山岡亮平氏(京都工芸繊維大学繊維学部教授)
(4) 日程	13:10~15:00
(5) 事前学習	動物の行動として、走性、反射、本能による行動、学習による行動、知能による行動について各々20分程度ずつのビデオで、行動の特徴を理解した。
(6) 事後学習	『動物の行動とフェロモン』というタイトルのビデオを使って、アリ、ガ、ゴキブリ、ハチのフェロモンについて学習した。
4. 事業の結果  
 情報伝達は、同種間のみならず異種間もあり、異種間も動物同士、植物と動物などさまざまな組み合わせがある。また、種間の関係もさまざまであることを学んだ。したがって、それに関わる化学物質もさまざまなものがありそれらの分類を体系的に学んだ。  
 また、授業者の興味を中心とそこからうまれる研究テーマやその研究方法の紹介があった。それらの話を通して、研究者として大切な心構えにまで話は及んだ。

5. 評価  
教科書の内容を，研究者に授業していただくことで興味深く進めていただくことを期待した。しかし，そのみならず研究者としての心構えなど，先達が後輩に期待を寄せる思いも伝わる授業であった。
6. 課題  
授業者の都合に授業進度を合わせることがうまくできなかった。知識内容をより深く効率的に理解させるという観点からは課題としてあげられる。

## ・特別講義 『古生物学について～ホ乳類を中心に～』

1. 目的  
(1) 古生物学とは，何かを知る。  
(2) 我々がよく知っている事項で，その学問領域からの知見である例を知る。
2. 意図・目標  
生物 I B においては，古生物学という学問領域は学ばない。現行の指導要領では，生物の『地質時代の生物の変遷』という単元がこの学問領域と関係する。生物では，分子レベルで生命現象を説明しようと試みるわけであるが，3年次の2学期に取り扱う予定であるこの単元は相当の工夫が必要であると考えている。  
一方，1年次に生物に関わる様々な学問領域を紹介し，生徒それぞれに，様々な領域に興味・関心を持たせたいと考えている。特に古生物学に関しては，専門家の話を聞くことによって，事実の羅列ではなく，事実から何が導き出せるのか，いかにして導き出したのか，という話の展開を期待した。
3. 事業の概要  
(1) 期日 2002年 2月24(月)  
(2) 指導講師 瀬戸口烈司教授(京都大学理学研究科教授)  
(4) 日程 13:40～15:30  
(5) 事前学習 なし
4. 事業の結果  
生徒の感想は，口を揃えて『迫力のある授業』であった。古生物学とは，どういう学問か，またそれを通して生物の進化を考える，ということがテーマとなった。しかし，生徒達がかつても印象に残ったと述べたのは，基礎的学問をしっかりと学ぶ。学んだことを信じて，批判的精神でものごとをみる，ということであった。  
また，古生物学や分子生物学の成果を通して，進化をどのように考えたらよいか，よくわかったようであった。京都大学総合博物館の再訪を考える生徒も多数いた。
5. 評価  
わかりやすい内容で，生徒には好評であった。生物 I B にはない視点，たとえば恐竜の皮膚はどのような色か，という問いかけに対しての正解はないが，視物質の分子進化など様々な観点から，科学的に考えることのできる可能性を探るといような例を示せたことは，当初の目標を越えた成果であった。
6. 課題  
この分野についてさらに深めた学習を行いたいところである。3年次にどこまでこの授業を想起できるか，ということもあるが，地質時代や分子進化の取り扱いにうまくつなげたい。

## 生物 I B

### 科目設定の意図

21世紀は，生命科学の世紀，遺伝子の世紀などとよばれる。3年次で学習する生命科

学のための基礎とするため、幅広く生物に関する様々な分野を学ぶ。なお、恒常性、生物の集団については、3年次で学習することにする。

#### 展開の概要

イントロダクション	2 時間	
第 1 部 生命体の構造と機能		
第 1 章 細胞の構造	1 1 時間	
第 2 章 細胞の増殖	6 時間	
第 3 章 単細胞生物から多細胞生物へ	2 時間	1 学期中間考査
第 2 部 生体内の化学反応		
第 1 章 化学反応と酵素	3 時間	
第 2 章 異化	1 2 時間	1 学期期末考査
第 3 章 同化	1 2 時間	(同化の一部を含む)
第 3 部 生命の連続性		
第 1 章 生殖	1 0 時間	
第 2 章 発生	7 時間	(一部は 1 学期実施)
第 3 章 遺伝と変異	1 8 時間	2 学期中間考査
第 4 部 生体の反応と調節		
第 1 章 刺激の受容と興奮	1 4 時間 <sup>1</sup>	
第 2 章 動物の行動	1 2 時間 <sup>2</sup>	

(<sup>1</sup> 2003 年 1 月末現在一部未実施, <sup>2</sup> 2003 年 1 月末現在未実施)

## イントロダクション

### 1. 目標

- (1) 生物のもつ特徴を理解する。
- (2) 生と死の概念は、作られたものであることを理解する。

### 2. 配当時間 2 時間

- 諸注意, スケッチブックの使い方 1 時間
- 生物とは 1 時間

### 3. 意図

スケッチブックは、実験・実習レポート提出用として使用する。縦使いで原則として見開き 2 ページで 1 テーマをまとめるようにする。3 年間の生物の実験・実習が、スケッチブックにまとめられているようにする。

生物 I B の教科書は、序章として『探究の方法』の紹介から始まっている。『探究の方法』は、課題の把握、仮説の設定、仮説の検証(実験・観察)、結果のまとめ、考察、結論の各段階からなる。『探究の方法』は、これらの段階のいずれかにスポットを当てた様々な授業の場面を通して、身につけていくものとする。教科書における序章の取り扱いを決して否定するものではないが、これから 1 年間学んでゆく『生物』のもつ共通点(生殖すること、物質代謝しエネルギー代謝をおこなうこと、刺激に反応すること、成長することなど)を取り扱うことがより重要であると考えた。またこのことが、はじめに取り扱う『細胞』において、細胞が生命の最小単位といわれるところの生命を理解する手助けになると考えた。

### 4. 指導要領にない事項

生物を生命をもつもの、無生物を生命を持たないものとするのではなく、生物の持つ特徴をより多く備えるものがより生物らしいと相対的に捉える考え方を取り扱った。

Hilla 細胞を例に挙げ、多細胞生物には個体としての『死』の概念があるが、単細胞生物にはそのような『死』の概念がないことを取り扱った。

個体は死んでも、器官レベル、組織レベル、細胞レベルで生きていることから臓器

移植，再生医療，クローンの話題を取り扱った。

従来の『死』の定義と『脳死』を取り上げ，科学技術の進歩に伴い『死』の定義は変わるものであり，『死』の概念は人類が作りだしたものであることを取り扱った。

#### 5. 生徒の様子

Hilla 細胞やクローンなどの話題は興味を持って聞いていた。

#### 6. 評価

目標(1),(2)ともに達成できた。

しかし，『死』を取り扱うことは生徒にとって難解であった。

#### 7. 課題

レポートをスケッチブックにまとめて提出させることは，ポートフォリオとしてまとめることには有効であるが，考察を深めさせるためには，生徒に対して他の方法で課題を課す必要がある。

### 第1部 生命体の構造と機能

#### 第1章 細胞の構造

##### 1. 目標

(1) 細胞が生命の最小単位であるといわれる理由を理解させる。

(2) 細胞小器官(細胞膜を含む)のはたらきを動的に捉えさせる。

a. 核のはたらき

b. 葉緑体，細胞質基質，ミトコンドリアのはたらき

c. リボソーム，小胞体，ゴルジ体のはたらき

d. 細胞膜のはたらき

##### 2. 配当時間 11時間

細胞の構造，細胞小器官，細胞研究	3時間
細胞膜のはたらき	2時間
実 顕微鏡の使い方	2時間
実 ミクロメーターの使い方，原形質流動の観察	2時間
実 原形質分離	2時間

##### 3. 意図

様々な細胞小器官のはたらきが，イントロダクションで扱った生物の持つ特徴のいずれかに当てはまり，細胞というまとまりとなってそれらの特徴がそろうことを理解させたい。

細胞小器官のはたらきについて，教科書ではたとえば，ミトコンドリアは好気呼吸に関係している，という記載がある。しかしながら好気呼吸が何であるかを生徒は知らない。すべての細胞小器官についてよく似たことがいえる。

そこでここでは，光合成とそれに関わる物質，呼吸とそれに関わる物質を細胞外からの取り込みも含めて関連づけて扱う。

消化，吸収されたアミノ酸は，リボソーム 小胞体 ゴルジ体 細胞膜と移動すること，細胞膜が半透性や選択透過性という性質を持っていることのみならず食作用などにも関係していることにも触れ，細胞小器官のはたらきを動的に捉えるようにする。

細胞膜の性質の一つの半透性に関わって浸透圧現象を取り扱う。水が移動する現象ととらえるのではなく，分子レベルで考え，分子が移動するととらえさせる。そのさい，トラウベの人口細胞を観察させ，その成長の原理を考察させる。また，授業者の血液をその場で採取し，顕微鏡像を見せながら赤血球の収縮，溶血の様子を見せる。

顕微鏡の使い方の実習では，取り扱い上の注意や基本操作の他に顕微鏡の分解，組立，レンズの清掃，接眼レンズの構造，コンデンサーの構造についても扱う。

##### 4. 指導要領にない事項

クローン生物，人工臓器，ES細胞について簡単に扱った。

遺伝子のはたらきが調節されていることについて簡単に扱った。

放射性同位体をトレーサーとして利用できることを扱った。

エンドサイトーシス，エクソサイトーシスについて扱った。

炭水化物，タンパク質，DNAとその構成単位について扱った。

遺伝情報をもとにしてタンパク質が作られることを扱ったが、それで生物体全体を作り出すことが可能であることには触れていない。

5. 生徒の様子  
分子レベルでの取り扱いは、生徒には難解であった。  
顕微鏡を取り扱う実習時間が多かったので、顕微鏡の取り扱いや操作は問題なく行えるようになった。
6. 評価  
目標は達成したと考える。
7. 課題  
生体構成物質について体系的に取り扱う必要がある。

## 第1部 生命体の構造と機能

### 第2章 細胞の増殖

1. 目標
  - (1) 細胞分裂の意義を考察させる。
  - (2) 細胞分裂のしくみを理解させる。
  - (3) 細胞分裂を遺伝情報の分配という観点からとらえさせる。
  - (4) 核型について理解させる。
  - (5) 細胞認識について理解させる。
2. 配当時間 6時間

細胞分裂の意義	1時間
体細胞分裂のしくみ	3時間
実 体細胞分裂の観察	1時間
3. 意図  
前章において、生命の基本単位である細胞の構造について学んだ。本章では、生命現象の1つである生殖という観点から細胞を捉えさせる。使用教科書では、細胞分裂の意義については取り扱っていないが、分裂・増殖することによって細胞の分化が可能となること、細胞膜が物質の出入りを調節していることから、表面積と体積の関係に気づかせる。  
中学生でも遺伝子やDNAという言葉は知っているが、遺伝子というものがあたかも粒子のごとく存在するかのように捉えており、遺伝子とDNAを全く同義に捉えていたりする。また、高等学校の教科書においては、染色体という用語は、細胞分裂時に見られる構造体をさすのみならず、間期におけるDNAとしてほどこけた状態にもつかわれている。  
細胞分裂のしくみを学習するにあたっては、従来の染色体の分配のされ方だけに注目させるのではなく、DNAと染色体の関係について理解させた上で展開した。たとえば、本は紙という物質に情報を文字で記録し綴じたものであるように、染色体はDNAという物質に生物の作り方の情報がヌクレオチドで記録されている、という具合にである。そのことを通して、遺伝情報が娘細胞に均等に分配されるということが理解できると考えた。  
また、細胞分裂の観察実習においては、事前にネギの種子とシャーレを配布し、自宅で種子を発芽させることからおこなった。  
遺伝情報を均等に分配された細胞の、どの遺伝情報が利用されるかによって細胞の分化がおこること、その結果細胞どうしの集合という形で細胞認識が確認できることを扱った。
4. 指導要領にない事項  
DNA、ヒストン、クロマチン繊維という用語を使い、DNAと染色体の関係を扱った。  
核型に関わって、3倍体のアユや雌のタイの生産を扱った。  
細胞認識に関わって、細胞融合（植物・動物）の例を示した。
5. 生徒の様子



ビデオ映像を多用し，DNAと染色体の関係，細胞分裂が遺伝情報を分配するしくみでもあることが理解しやすかったとの感想を得た。

## 6. 評価

目標(1)～(5)は，達成できたと考える。

## 第1部 生命体の構造と機能

### 第3章 単細胞生物から多細胞生物へ

#### 1. 目標

- (1) 単細胞生物の細胞小器官と相同な多細胞生物の器官を理解させる。
- (2) 単細胞生物，細胞群体，多細胞生物のおおよその違いを細胞の分化の程度から理解させる。

#### 2. 配当時間 2時間

単細胞生物から多細胞生物へ

2時間

#### 3. 意図

細胞の増殖，細胞認識・分化，形態形成の結果多細胞生物が形作られること。細胞が分化することによってより高度な機能を有するが，細胞どうしの情報交換がなければ機能できないことに気づかせる。また，ウニの胚発生について簡単に紹介し，受精卵と単細胞生物，桑実胚と細胞群体，原腸胚と腔腸動物を比較させ系統進化の観点も紹介する。

さらに，タマホコリカビの生活史のビデオを視聴し，単細胞と多細胞，植物的な状態と動物的な状態に移行するところに，細胞どうしの情報交換を探るヒントがあるのではないかということを紹介する。

植物体の構成，動物体の構成については，プリントを配布し，定期考査にて出題することにした。

#### 4. 指導要領にない事項

胚発生と系統(生物)

#### 5. 生徒の様子

胚発生と系統，タマホコリカビの生活史には多くの生徒が興味を持った。

#### 6. 評価

目標(1)(2)は達成できたと考える。

細胞群体の観察を行わせる時間がとれなかった。

## 第2部 生体内の化学反応

### 第1章 化学反応と酵素

#### 1. 目標

- (1) 代謝とエネルギー代謝について理解させる。
- (2) 酵素のはたらきと性質について理解させる。

#### 2. 配当時間 3時間

代謝とエネルギー代謝，ATP

1時間

酵素の働きと性質

2時間

#### 3. 意図

生命活動を神秘的なものにとらえるのではなく，できる限り物質(分子)で説明を試みる足がかりとしたい。したがって，物質の変化を化学反応といい，物質の変化に伴ってエネルギーの出入りがあること，生体内ではその化学反応(代謝)がおこなわれているということとはことさら強調したい。また，自然界は乱雑さが増大する方向に動くが，物質(分子)からなる細胞がそのまとまりを維持するためには，エネルギーが必要であることにも気づかせたい。そのエネルギーを得るはたらきとして生体内では化学反応が進行しており，その化学反応を進めるために酵素が関係している。

酵素の性質については、タンパク質の性質と関連させておおむね定性的に扱うにとどめる。しかし、反応速度については、酵素分子と基質分子をイメージした理解をさせたい。また、生徒にとっては、なぜ酵素が反応速度早くするのか、は興味ある疑問であると考えられるが活性化エネルギーが低下するという説明にとどめる。

二酸化マンガンとカタラーゼのはたらきを演示する事により無機触媒と生体触媒の違いを考察させる。またウミホタルの発光を演示する事を通して、反応の前後で酵素は変化しないことを示す。

#### 4. 指導要領にない事項

乱雑さについて

基質濃度と酵素反応速度、酵素濃度と酵素反応速度の関係

活性化エネルギー

#### 5. 生徒の様子

基質濃度と反応速度、酵素濃度と反応速度の関係について、基質濃度が高いと基質分子が余り反応速度が一定になる、また酵素濃度が高いと酵素分子が余り反応速度が一定になる、という説明をした。そうしたところ生徒たちは、図説の基質濃度と反応速度のグラフにおいて基質濃度が低い間は、酵素濃度に比例して傾きが異なっている。上記の説明でこのことを理解するとするならば、酵素濃度と反応速度のグラフにおいて、酵素濃度が低い間は、基質濃度が低い場合のグラフと高い場合のグラフで傾きが同じ（グラフが重なっている）ことに納得がいかない、基質濃度と反応速度のグラフと同様に、今度は基質濃度に比例して傾きが異なってもよいのではないかという質問を複数の生徒から受けた。

そこで、酵素が働くには、酵素基質複合体を形成すること（説明済み）、したがって、酵素が基質分子と反応するためにはある一定の時間がかかることを説明し納得を得た。このことは、通常1年生では取り扱わない反応速度について上記冒頭の説明を理解した結果であると考えている。

#### 6. 評価

アミラーゼによるデンプンの分解速度を測定して最適pHを求める生徒実験を省略した。この実験を通して新たな知識事項が身に付くわけではないが、測定データの記録、反応終了の判断の仕方などを身につけさせるトレーニングとなる。一方反応速度に関しては、分子をイメージして理解させることや、乱雑さの視点からエネルギー調達の必要を理解させることには、一定の成果があったと考える。しかし、限られた時間内で何を指導するかを考えたとき、後者は2年次の化学や物理において取り扱い、本章においては、生徒実験を優先すべきであったと考えている。

## 第2部 生体内の化学反応

### 第2章 異化

#### 1. 目標

- (1) 呼吸は、生命活動に必要なエネルギーを取り出すための反応で、異化の中心をなす化学反応であることを中心に、呼吸の本質的な意義について理解させる。
- (2) 嫌気呼吸と好気呼吸のしくみについて理解させる。
- (3) 呼吸におけるエネルギー効率について考察させる。
- (4) 炭水化物の他に脂肪、タンパク質が呼吸基質となる経路について理解させる。

#### 2. 配当時間 12時間

異化、呼吸、アルコール発酵、乳酸発酵	2時間
好気呼吸のしくみ、エネルギー効率	3時間
その他の呼吸基質、呼吸商	2時間
実 アルコール発酵	2時間
実 デヒドロゲナーゼのはたらき	1時間
実 呼吸商の測定	2時間

#### 3. 意図

砂糖を空気中で燃焼させることにより、我々が食物からエネルギーを得ていることを理解させる。前章で学習した酵素の働きにより生体内でこのようなエネルギーを取り出すは

たらきがおこなわれていることを理解させる。呼吸のしくみについては、水素、二酸化炭素や水などの物質の出入りがあれば化学式がかけるように指導し、単に呼吸の化学反応式を暗記することでは終わらない。また、筋肉内でおこなわれている解糖を扱うことで、乳酸値の話題などを取り上げ、大げさにいえば運動生理学という学問領域の存在なども紹介する。

炭水化物以外の呼吸基質を利用する代謝経路については、次章で扱う窒素同化や第4部第3章の中で扱う肝臓、腎臓のはたらきの重要な伏線となる。

また、計算問題なども扱い、呼吸によって得られるエネルギー量や消費酸素量、あるいは好気呼吸と嫌気呼吸がおこなわれている割合など理論値ではあるが、知識を得ることによって様々な量を推定することができることを紹介し、知的好奇心を呼び起こしたい。そのために、物質量（モル）についても簡単に扱う。なお、物質量については第1章第1部でも浸透圧を扱う場面で、粒子数を表す単位として紹介している。

#### 4. 指導要領にない事項

呼吸における物質の変化を化学式で表すこと。

好気呼吸や嫌気呼吸（アルコール発酵、乳酸発酵）のエネルギー効率。

化学反応式を利用した計算問題。

#### 6. 生徒の様子

生徒は反応の前後でどのような物質の出入りがあるかがわかれば化学式は書けていた。たとえば、ピルビン酸の化学式は暗記していないが書けた。

実験・実習では、ガスバーナーを使用したりスポイトで溶液をとったりする場面がある。何もいわないとほとんどのグループで一人がガスバーナーの栓を開きもう一人がマッチで火をつける、また一人が試験管を持ちもう一人がスポイトで試験管に注ぐという行為をした。本章の実験・実習を通して基本操作を一人でおこなうよう厳しく指導した。

#### 7. 授業者の評価

目標の(1)(2)(3)は達成できた。定期テストの結果では、おおむね計算問題も解けており、理解はしているものと考ええる。

## 第2部 生体内の化学反応

### 第3章 同化

#### 1. 目標

- (1) 植物は、エネルギーを利用して無機物から有機物を合成し、そのエネルギーは同化産物の中に化学エネルギーとして貯えられる。この同化の主なものには炭素同化と窒素同化とがあり、そのしくみについて理解させる。
- (2) 炭素同化には、光エネルギーを利用する光合成と、無機物の酸化エネルギーを利用する化学合成があることを知り、光合成では葉緑体中にある同化色素が吸収した光を同化に利用することを知る。
- (3) 光合成には光の影響を受ける明反応と、二酸化炭素や温度の影響を受ける暗反応とがあり、それぞれの反応のしくみを理解させる。
- (4) 窒素同化のしくみを理解させ、あわせて自然界における窒素の循環についても考察させる。

#### 2. 配当時間 12時間

光合成研究の歴史	2時間
実 光合成色素の分離	2時間

夏期休業

光合成と環境条件	3時間
光合成のしくみ	3時間
細菌の光合成、化学合成、窒素同化	2時間

#### 3. 意図

中学校において、光合成では、光、水、二酸化炭素が必要で、酸素が発生し、デンプン（グルコース）ができることを学んでいる。ここでは歴史的なアプローチから、時代背景やどのような実験がおこなわれたかを理解させたい。ここまでの段階で二酸化炭素が、水素によって還元されればグルコースができること。水が分解されれば酸

素と水素ができることを想起させ、光合成のしくみを理解する際の助けとする。また、水の分解に関しては、中学校で電気分解を学んでいるので、クロロフィルが電気エネルギーの代わりに光エネルギーを利用していると考えればうまく説明がつきそうであることに気づかせる。

光合成の場として、葉緑体の構造が教科書では扱われるが、前章で学習した光合成細菌、藻類、コケ植物、シダ・種子植物の葉緑体の構造を比較させ、その進化を考察させる。また、クロロフィルの構造式と呼吸色素のヘモグロビンのヘムの構造式を比較させ、両者がよく似た構造であることも紹介する。

光合成色素の分離は、ペーパークロマトグラフ法による分離であるが、単に色素の分離をおこなわせるだけではなく、クロロフィル a 抽出液に紫外線を当て、その赤色蛍光を見るなどして、クロロフィルがエネルギーを吸収していることを示す。この日の授業は蛍光チョークで板書しておき、いろいろなところに蛍光を発するものがあることも紹介する。また、この場を利用して光が電磁波の一種であることを理解させる。

光合成と環境条件においては、環境要因の影響を知ることや限定要因について考察することはもちろんのことであるが、これらの環境要因と光合成のグラフから光合成が光が関係する反応と二酸化炭素や温度が関係する2つの反応からなることに気づかせたい。

光合成のしくみでは、ブラックマン、ヒル、ルーベン、ベンソン、カルビンの実験を紹介しそれぞれからどのような結論が導き出せるかを考察しながら進める。

窒素同化においては、アミノ酸は一般構造式で理解させ、アミノ基転移によって各種有機酸が各種アミノ酸になることを通して、これまでに他の単元で学習したクエン酸回路などにおける物質が関連していることに気づかせる。

#### 4. 指導要領にない事項

- 葉緑体の進化
- クロロフィルとヘムの構造式の比較
- アミノ酸の一般構造式
- アミノ基転移

#### 5. 生徒の様子

環境要因と光合成のグラフやブラックマンの実験から光合成が2つの反応系からなることを想起させることはできなかった。逆に2つの反応系があると考えればうまく説明ができる、という理解にとどまった。光合成のしくみにおいて、シュウ酸鉄のイオンの価数の変化など一部難解なところはあるが、先人の実験事実から考察を進めることで、知的好奇心を満足させている様子であった。

#### 6. 評価

光合成について、知識内容の理解を生徒が考えながら進めることは、ある程度できたと考える。化学合成や窒素同化は時間の都合もあったが、羅列的・説明的な進行となってしまった。しかしながら、授業時数・進捗から判断すれば仕方ないことと考える。

#### 7. 課題

光合成に関して、光合成速度を測定させる定量的実験をおこなう必要がある。環境条件を制御して、理想に近い結果を得る装置の工夫をさせたい。

### 第3部 生命の連続性

#### 第1章 生殖

##### 1. 目標

- (1) 無性生殖、有性生殖の方法を知る。
- (2) 減数分裂のしくみを理解する。
- (3) 植物の生活環とその特徴を理解する。
- (4) 動物の生活環とその特徴を理解する。
- (5) 動物の配偶子の形成について理解する。

##### 2. 配当時間 10時間

- |           |     |
|-----------|-----|
| 無性生殖、有性生殖 | 2時間 |
| 減数分裂      | 2時間 |

植物の生活環	3 時間
動物の生活環	1 時間
動物の配偶子形成	1 時間
実 花粉管の発芽の観察	1 時間

### 3. 意図

有性生殖は性がある生殖，すなわちオスとメスで子孫を残す，と捉えがちであるがそのように捉えると，生活環を見たとき雌雄の区別が明確でない生物では，世代交代が理解できない場合がある。有性生殖は配偶子による生殖，無性生殖はそうでない生殖と捉えさせたい。またオス，メスの定義はどのような配偶子を作るかでおこないたい。また，生活環を理解する上では，配偶子に対して遊走子が孢子に相当するものであることも明確にしておく必要がある。

減数分裂は，染色体の分配について注目させたい。したがって，たとえば  $2n = 4$  の母細胞からできる娘細胞の染色体の組み合わせにはどのようなものがあるかを理解させる。このことは，後で扱うメンデル遺伝において，配偶子の遺伝子型を考えるときに単に記号の組み合わせと捉えるか，減数分裂における染色体の組み合わせの結果と考えるかという大きな違いになってしまうからである。

減数分裂では第一分裂前期に，相同染色体が対合するが，なぜ間違ふことなく相同染色体同士が対合するのかを考えさせることもおもしろい。

生活環では，実際の植物，動物の一生を観察させることが不可能なので，その情報は与え，生活環の比較をすることによって進化を考察させたり，異種生物間（たとえばコケ物と被子植物）での相同器官を考察させることに重きを置く。

動物の配偶子の形成においては，ヒトを中心として始原生殖細胞の分化という観点から扱いたい。また，女子では出生時にすでに卵細胞が用意されていること，したがって様々な突然変異原を回避することが望ましいことにも触れたい。

### 4. 指導要領にない事項

動物の生活環

### 5. 生徒の様子

植物の生活環を比較することによっていわゆる高等植物ほど無性世代が目立つことがわかったことは興味をひいたようである。染色体の対合については，1 学期に DNA の構造について簡単に触れており，記憶している生徒は，理解したようであった。2 学期になって，様々な既習事項と関連することが出てきたので，教科としての生物の面白みがわかる生徒も出てきたようである。

### 6. 評価

動物の配偶子形成は，時間の都合でかなり軽く扱った。しかしながら生徒たちにとっては，自分自身に関わることであり，やや不満が残ったようである。

### 7. 課題

時間の都合があるが，配偶子の形成にかかわって，専門家によるヒトの発生の講義も考えてみたい。

## 第 3 部 生命の連続性

### 第 2 章 発生

#### 1. 目標

- (1) 卵の種類と卵割の様式を知る。
- (2) ウニの発生過程を知る。
- (3) カエルの発生過程を知る。
- (4) 発生のしくみを理解する。
- (5) 再生のしくみを理解する。

#### 2. 配当時間 10 時間

卵の種類と卵割の様式	1 時間	(臨海実習事前学習として 1 学期に実施)
ウニの発生	2 時間	(臨海実習事前学習として 1 学期に実施)

カエルの発生	1 時間
発生のおもしろさ	2 時間
再生のおもしろさ	2 時間

### 3. 意図

受精卵が、卵割という体細胞分裂を繰り返し、分化、胚葉形成、器官形成が行われていく。各細胞に等しく遺伝子が分配されていくにもかかわらず特定の形態を持った生物体が形成されていくことの不思議と解明のおもしろさを感じさせたい。卵の種類と卵割の様式、ウニの発生、カエルの発生までは、おもに発生のおもしろさを考えるための基礎知識として事実を知ること重点を置く。また、生きたウニ胚の観察を通して、卵黄に蓄えられた、いわゆる『親が持たせてくれたお弁当』を使って最低限の形態形成を行った後、採餌することを実感させたい。

発生のおもしろさでは、フォークトやシュペーマンによる実験方法や実験の意義を理解させ、正常発生のおもしろさをもとに、結果を科学的に考察し、結論が導き出せるようにしたい。

再生のおもしろさでは、再生が体の一部分についての発生と考えられることをまず意識させたい。その上で、種々の再生に関する実験をもとに結果を科学的に考察し、結論が導き出せるようにしたい。

また、発生というイベントが自動的に進行していくことについて、遺伝子のはたらきという観点からもとらえさせたい。

### 4. 指導要領にない事項

遺伝子のはたらき調節について、簡単に扱った。ツノガイの極葉のはたらき、唾液腺染色体とパフなど。(研究室訪問の事前学習では、オペロン説まで扱った。)

再生のおもしろさについて扱った。プラナリアの再生とX線、イモリの水晶体の再生とその誘導のおもしろさ、ゴキブリの多肢再生とそのおもしろさなど。

### 5. 生徒の様子

実験事実から、科学的に考察し、結論を導き出すことにおもしろさを感じるが、結論までいたることが、苦手な生徒も多い様子で、やや差が出てきた様である。

### 6. 評価

この分野は、2学期中間テストの範囲の一部であった。中胚葉の分化についてアクチン遺伝子の発現をもとに考察する出題(大学入試2次試験より)の正答率は約10%と低く、必ずしも目標が達成されたとは言えない。

### 7. 課題

実験事実とその結果のおもしろさは多くの生徒が感じているが、考察することは、おもしろさは感じるが負担を感じる生徒もいる。さらに、考察した結果を表現することが苦手な生徒が多い。表現力のトレーニングが必要である。

取り扱い内容としては、遺伝子のはたらきまで、触れることを目標としたいが、実験事実とその結果について様々な例を提示し、考察させることに重点を置く必要があると考える。

さらに、発生または再生のおもしろさに関連した実験を考案し、基礎力の充実を図りたい。

## 第3部 生命の連続性

### 第3章 遺伝と変異

#### 1. 目標

- (1) メンデルの法則を理解する。
- (2) 連鎖・組換えを理解する。
- (3) 性の決定と性染色体上の遺伝を理解する。
- (4) 遺伝子の本体の解明の歴史を理解する。
- (5) 変異について理解する。

#### 2. 配当時間 18時間

遺伝の法則 7時間

連鎖・組換え	2 時間	
性の決定・伴性遺伝	2 時間	
遺伝子の本体	2 時間	
変異	2 時間	
実習 唾液腺染色体の観察	2 時間	
実習 キイロショウジョウバエの各種突然変異体の観察		1 時間

### 3. 意図

メンデルの法則そのものは、紙上で記号を組み合わせて子孫の分離比などを出せば理解できたと判断できるが、実際にエンドウを栽培することや、受粉後に現れる形質（さやの形、種皮の色など）について考えることの難しさも感じさせたい。

生徒は、すでに染色体がDNAという物質でできており、遺伝子という『もの』が存在するのではなく、それは情報であることは知っている。メンデルの法則の紹介では、それらのことがわかっていない時代に、遺伝子の存在、その数や優劣、などを仮定する事によって、遺伝の事実がうまく説明されることに目を向けさせ、そのような発想法に慣れさせたい。これは、連鎖・組換えについても同様である。

一方で生徒は、染色体、DNAなどの事項は知っているので、減数分裂時の遺伝子の分配について、染色体の分配のされ方とあわせて理解させたい。また、遺伝子が情報であることから、ヘテロ個体においてなぜ優性形質があらわれるのか、について理解をさせたい。

性の決定・伴性遺伝 においては、性決定のしくみの応用として、メス魚の養殖なども紹介したい。

遺伝子の本体では、グリフィス、アベリーの実験を紹介するわけであるが、その時代の潮流についても触れたい。

変異については、ヤンセンの実験とその意義について、メンデルの法則での学習事項をもとに考えさせたい。

### 4. 指導要領にない事項

ランブラシ染色体、放射性ウリジンによる標識、発生の進行とパフ、パフとエクジソンについて扱った。

### 5. 生徒の様子

一遺伝子雑種、二遺伝子雑種、検定交雑・・・、と一連の知識の積み上げを必要とする内容では、下位の内容を常に意識して進めることができ、理解しやすかったようである。また、試験問題等における解法のテクニックを紹介すると大変熱心にメモを取っていた。

遺伝子の本体においては、大腸菌の形質転換実習をすでに行っていたので、培地におけるコロニーの様子などをイメージすることが容易で理解が進んだようである。

### 6. 評価

目標は、ほぼ達成できた。ただし、変異については事実の羅列に終わってしまった。

### 7. 課題

エンドウを実際に栽培させることを通して、その手間と受粉後の形質の発現について理解させたい。

交配実験を授業に取り入れたい。キイロショウジョウバエの交配実験を試みたが、処女バエの採取のため、孵化のタイミングと授業のタイミングとを合わせることは不可能に近かった。大腸菌やクラミドモナスを使つての交配実験を開発したい。

## 第4部 生体の反応と調節

### 第1章 刺激の受容と興奮

#### 1. 目標

- (1) 神経細胞の構造について理解する。
- (2) 興奮の起こるしくみと伝わり方について理解する。
- (3) 受容体のはたらきと構造について理解する。
- (4) 神経系の進化、脳のはたらきを理解する。
- (5) 作働体の例と筋肉のはたらきについて理解する。

2. 配当時間	18時間
ニューロン	1時間
興奮の起こるしくみと伝わり方	2時間
受容体	4時間
神経系	4時間
作働体	2時間
実習 針孔写真機，レンズ付写真機の作成	2時間
実習 ギムネマ茶と味覚	1時間
実習 プタ眼球の解剖	2時間
実習 盲点の検出と測定，近点の測定	2時間

### 3. 意図

第4部では，個体レベルで生物を見ることを意識させたい。また，生理学と呼ばれる学問領域が含まれていることも伝えたい。

個体を外から見たとき，刺激を与えると反応が見られるわけであるが，個体内におけるその経路について，化学的，物理的に解明する方法の例を知らせたい。

この章をとおして，受容体は刺激を生体内で共通に扱う電気信号『興奮』に変換する装置（センサー）であること，神経は信号を伝える電線の役割をしていること，作働体は，その信号によって制御されていること。中枢は各種センサーからの情報を集め，処理し，作働体を制御していること，などを伝え，電気・機械工学や情報処理分野への興味・関心を引き起こしたい。

また，神経の興奮は，全か無かの法則に従うことから，話題をデジタル処理へ発展させたり，やや本論からはずれるが，CCDカメラ，テレビ，ファクシミリの原理やロボット，サイボーグなどの話題に発展できれば，と考えている。

### 4. 指導要領にない事項

レセプターについて，イオンチャネル，電気・機械工学や情報処理分野との関連

### 5. 生徒の様子

針孔写真機の作成は，今年度初めての取り組みで，SSHクラスでのみ実施した。自らが作製したものを使って，視覚器の構造を想起しながら種々の測定を行わせたので大変理解がすすみかつ，興味・関心を持たせることができた。その結果，そのほかの実習についても，意味を理解して取り組むことができた。そのため，正確に測定する工夫をしながら実習を進める生徒が多く見られた。電気機械分野については，一部分のみの取り扱いとなり，理解が進まなかった。また，生物分野と工学分野の関連に目をむけさせるという意図は果たせなかった。一部の生徒が，製作課題として科学技術でも作製していた。ヒトを中心とした話題が多く興味を持って取り組んだ。特に実習は，熱心であった。電気機械工学分野については，時間の関係で予定の一部しか扱えなかった。

### 6. 評価

針孔写真機の作製がそのほかの実習をより効果的なものにした。今後も実施したい。電気・機械工学分野については，時間増を要す。

### 7. 課題

最先端のロボット開発の現場の見学を考えたが実現できなかった。この分野（情報処理なども含んで）の先端の研究施設は，世界と技術を争っており，設備の稼働効率の高さが要求される。また，内容が予想以上に高度で，生徒が理解できるだけの準備ができそうにないことも研究所との交渉の中で感じた。さらに，研究者たちが，高校1年生（物理分野に関しては中学卒業程度）向けに対応できるかという研究所側の懸念など，様々な課題を感じた。

来年度は，科学技術の授業において針孔写真機，機械工学分野を取り扱うようにしたい。



1. 目標
  - (1) 反射，走性，本能による行動，学習による行動，知能による行動について，その特徴を理解する。
  - (2) 動物の情報伝達のしくみについて様々な例を知る。
2. 配当時間 9時間
 

走性，反射，本能，学習，知能	3時間
情報伝達	6時間（特別講義2時間を含む）
3. 意図
 

高等学校では，心理学として扱うことはないが，この第2章は心理学に関連する分野であり，心理学への興味・関心を引き起こしたいと考えている。

走性～知能による行動まで，様々な行動の特徴を視聴覚教材を中心に取り上げ，理解させたい。

情報伝達においては，物言わぬ生き物たちの情報伝達手段の解明方法を中心に理解をさせたい。
4. 指導要領にない事項
 

行動の遺伝について，交配実験による研究の紹介。情報伝達について，伝達物質やそのレセプターの構造も遺伝子によることの関連づけ。
5. 生徒の様子
 

もともとこの分野は生徒が興味を持つ分野であった。交配実験により行動が遺伝するということが確認できることについて，あらためて様々な分野の学習が必要であることを感じた生徒もいた。情報伝達について，特別講義の事後指導の形で行った。様々な生物について，その情報伝達手段の解明方法の違いとそこに見られる工夫に興味を示した。また，特別講義において聞いた研究者としての心構えの大切さを，これらの方法を知ることによって，あらためて感じた生徒もいた。
6. 評価
 

授業進度と特別講義の設定が少々かみ合わなかった。しかし，研究方法の一部を理解し，研究者として何が大切であるか，ということも感じることで効果的な授業が実施できたと思う。
7. 課題
 

今回行った事後指導の部分を，事前指導として実施し，特別講義では，よりテーマを絞った内容にしたい。

計画段階で実現できなかったが，京都大学霊長類研究所との連携をはかりたいと考えている。

#### 生物ⅠBの評価

ここでいう生物ⅠBとは，研修活動も含めた科目『生物ⅠB』をさす。

本研究の研究課題『科学技術研究・開発に意欲的に取り組む人間の基礎をつくる理数教育の研究開発』を実現するために設定した4つの目標および具体的な7つの方法，すなわち

理科・数学の授業時間増  
 理科・数学境界領域の教材開発  
 理科実験実習の一層の重視  
 「その他の科目（文系関連も含む）」の設置  
 大学・企業，研究機関による指導  
 地方自治体（京都府等）の教育・研究活動との連携強化  
 クラブ活動等発表・発信の場の設定

について述べる。

理科・数学の授業時間増

普通コース3単位時間に対して自然科学コース4単位時間で実施した。さらに，夏期

休業中や定期考査最終日などを利用し、当初の予定より一層の時間増を行った。

理科・数学境界領域の教材開発

特に行わなかった。

理科実験実習の一層の重視

実験・実習の内容によって異なるが、いわゆる仕込みの段階からの実施や同一テーマであっても内容をより高度なものにするなどの方法をとった。また臨海実習を実施した。結果、従来より実験・実習の回数が大幅に増加した。実施回数では、普通コース13回に対して、21回と大幅な増加を行った。

大学・企業、研究機関による指導

大学、研究機関の協力によって実施したものは8回にのぼった。

地方自治体（京都府等）の教育・研究活動との連携強化

教師間では、SSH研究指定校である立命館高校での共同研修や京都府生物教育会の研修会参加によって、新たな教材開発に取り組んだ。生徒の取り組みは行っていない。クラブ活動等発表・発信の場の設定

スペースシャトル・コロンビア号におけるメダカの行動観察について、地上対照実験を2年生のある生徒が行うことになっており、それに有志を募り参加した。テレビ会議システムを使って、各地の実験実施校との交流やNASAとの通信の場に参加した。

以上、具体的な～について、おおむね実施し、特に、は充分実施できたと考える。

以上の取り組みを通して、以下の目標A～Dについて述べる。

- A 自然界のさまざまな事物と現象の中から原理や法則性、構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てる。
- B 社会における新しい科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒を育てる。
- C 意欲的に情報を取り入れ、発信していく生徒を育てる。
- D 社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。

次ページのグラフは、研修とそれ以外の実験・実習に対する評価、および生物の授業を通して身についたと思われることについてアンケート調査を行った結果をまとめたものである。アンケート調査は、2003年2月26日の生物IBの授業中に行った。回答者数は、37名（欠席3名）であった。調査用紙は、後の資料1、資料2に示す。

図3の身についたと答えた能力については、最大5つまで選ばせた。のべ回答数は154であった。選択肢は19であったので、まんべんなく選択すれば  $154 \div 19 = 8.11$  となる。したがって、文章力・レポート作成能力（26人）、観察力（23人）、好奇心（19人）、探求心（18人）の上位4項目は、それより下位の項目に比べて特異的に選択されているようである。これら4項目のすべて4つとも選択したものは4名、いずれか1つ以上を選択したものは36名、平均選択数は2.3であった。

目標Aに関係すると思われる『自主性』、『やる気』についていずれか1つ以上を選んだものは15名であった。また目標Bに関係すると思われる『好奇心』、『探求心』についていずれか1つ以上を選んだものは29名であった。以上の4項目のいずれか1つ以上を選んだものは34名であった。

目標Cに関係すると思われる『プレゼンテーション能力・表現力』、『コミュニケーション能力』のいずれか1つ以上を選んだものは8名であった。

目標Dに関係すると思われる設問は設けなかった。

以上の結果から、生物IBの授業を通して、目標Bに関係する項目を80%近くの生徒が選んでおり効果があったのではないかと考える。ただし、生徒は生物IBについて興味関心を抱いたと考えられる。

研修については、8回行った研修それぞれについて、大変よかった...5、まあよかった...4、なんともいえない...3、あまりよいとはいえない...2、よくない...1の5段階で評価を行わせ、その平均点で示した。『臨海実習』、『マウス解剖』、『光るカイコ』、『化学物質による情報伝達』の上位4項目は、30名以上の生徒が、まあよかった、あるいはよかったを選択した。

生物IBの授業における実験・実習については、16回行ったそれぞれについて、大変よくわかった...5、まあまあわかった...4、なんともいえない...3、あまりわからなかった...2、よくわからなかった...1の5段階で評価を行わせ、その平均点で示した。『呼吸商の測定』、『デヒドロゲナーゼの働き』、『アルコール発酵速度の測定』の下位3項目は、いずれも1学期に実施したものである。また、その内容が観察あるいは測定の結果がストレートに現象を反映しているものではないので、より高度な考察力を要求するものであ

た。これらの項目で評価『1』または『2』と回答した生徒(のべ11名)のうち2名をのぞいて、『近点の測定』で評価『4』以上を選んでいるが『考察力がついた』とは答えていない。(『近点の測定』は、観察結果はストレートにとらえることができるが、比較的高度な考察を要求する。)したがって、これらの比較だけでは、考察力がついたかどうかは判断できない。

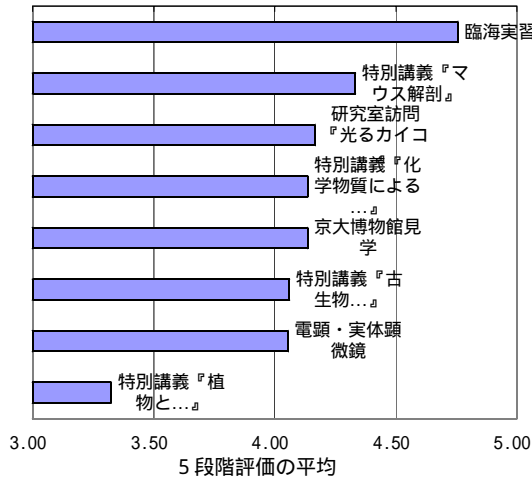
今回の調査は、現段階では普通コースとの比較を行っていないので、この取り組みの効果であるかどうかは明確には述べられない。しかしながら、研修に関するアンケートにおいて、各研修について、なぜそう思うかを自由記述させたところ、観察力、好奇心、探求心に関する内容が多かった。研修がこれらの気持ちを育てることに関係することは想像に難くない。

#### 生物IBの課題

目標Aに関する『自主性』、『やる気』の回答が増加するような工夫が必要である。科目『科学技術』では、担当者の感想としてそのような気持ちが見られると聞いている。担当者は、生徒の自由な雰囲気大切にしているようである。そのような点を考慮して次年度は取り組みを進めてみたい。

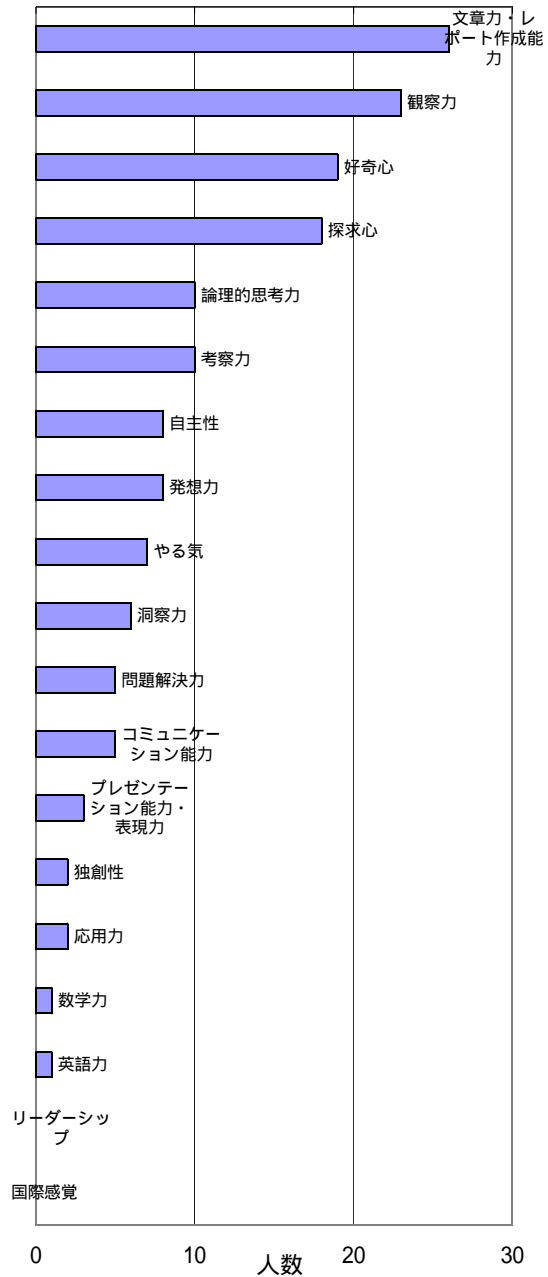
# 資料 1 アンケート結果

生徒による研修の評価



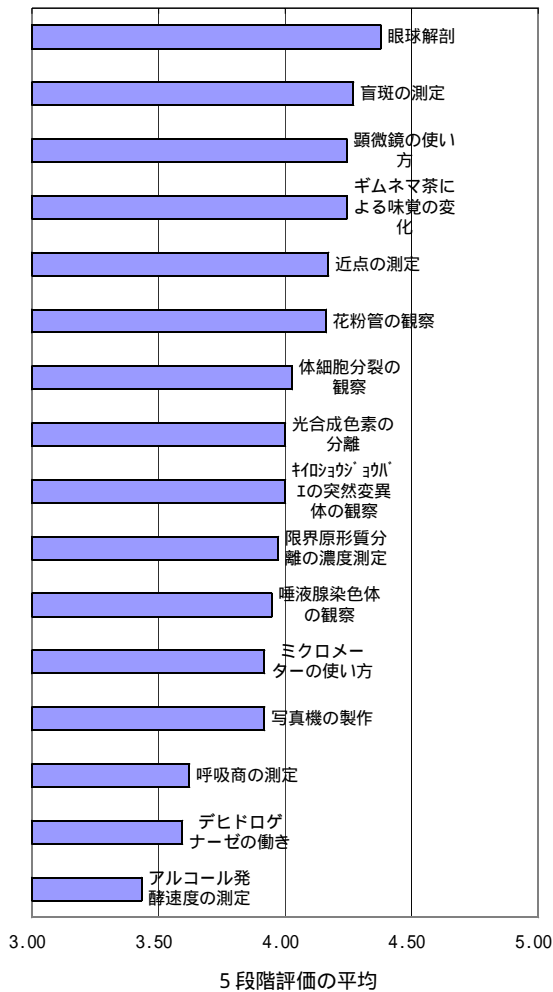
- 図 1 -

身についたと答えた能力



- 図 3 -

生徒による実験・実習の評価



- 図 2 -

## 資料 2 S S H 生物 I B アンケート

～ の研修行事について、下記の記号（マークカードは数字）を使って[ ]内に印象を記入してください。また、なぜそう思うのか、理由を書いてください。

5 大変よかった      4 まあよかった      3 なんともいえない  
2 あまりよいとはいえない      × 1 よくない

- [ ] 4月 電顕実習 京都教育大学，武蔵野寛先生  
[ ] 7月 臨海実習 京都府立盲学校，佐藤正展先生  
[ ] 8月 京大総合博物館見学 大野照文先生

- [ ] 10月 『光るカイコ見学・研究室見学・大腸菌の形質転換』，京都工芸繊維大，森肇先生

- [ ] 12月 特別講義 『妊娠マウスの解剖』，京大再生医科学研究所，瀬原淳子先生

- [ ] 12月 特別講義 『植物と昆虫の共生』，京大名誉教授，河野昭一先生

- [ ] 2月 特別講義 『化学物質による情報伝達』，京都工芸繊維大，山岡亮平先生

- [ ] 2月 特別講義 『古生物学から見た進化』，京都大学総合博物館館長，瀬戸口烈司先生

研修行事について、何かあれば書いてください。

（内容，方法，テーマ，・・・ であつたらよかったのに・・・ など）

生物 I B の授業の中で行った実験を、下記の記号（マークカードは数字）を使って[ ]内に評価を記入してください。

5 大変よくわかった      4 まあまあわかった      3 なんともいえない  
2 あまりわからなかった      × 1 よくわからなかった

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| 10 [ ] 顕微鏡の使い方     | 19 [ ] 唾液腺染色体の観察         |
| 11 [ ] ミクロメーターの使い方 | 20 [ ] ショウジョウバエの突然変異体の観察 |
| 12 [ ] 原形質分離の観察    | 21 [ ] 写真機の作製            |
| 13 [ ] 体細胞分裂の観察    | 22 [ ] ギムネマ茶             |
| 14 [ ] アルコール発酵     | 23 [ ] 眼球の解剖             |
| 15 [ ] デヒドロゲナーゼの働き | 24 [ ] 盲点の検出             |
| 16 [ ] 呼吸商の測定      | 25 [ ] 近点の測定             |
| 17 [ ] 光合成色素の分離    |                          |
| 18 [ ] 花粉管の発芽      |                          |

生物 I B の授業（研修も含む）を通して、どのような力がついたと思いますか。

以下の 19 の中から最大 5 つまで選んでください。

- |         |             |                     |                  |            |         |
|---------|-------------|---------------------|------------------|------------|---------|
| 30 [ ]  | 1 . 自主性     | 2 . 独創性             | 3 . 好奇心          | 4 . 探求心    | 5 . やる気 |
| 31 [ ]  | 1 . 発想力     | 2 . 問題解決力           | 3 . 洞察力          | 4 . 論理的思考力 | 5 . 観察力 |
| 32 [ ]  | 1 . リーダーシップ | 2 . プレゼンテーション能力・表現力 | 3 . コミュニケーション能力  |            |         |
| 4 . 数学力 | 5 . 英語力     |                     |                  |            |         |
| 33 [ ]  | 1 . 応用力     | 2 . 国際感覚            | 3 . 文章力・レポート作成能力 | 4 . 考察力    |         |

その他（ ）

1 年間の生物 I B の授業について、何でも結構です。感想を書いてください。

1 年 1 組 \_\_\_\_\_ 番 名前 \_\_\_\_\_

### 3 節 理科 学校設置科目「科学技術」の授業と評価

#### 1. 独自科目「科学技術」について

今日、日本の大学が、ものづくりの技能が高い学生がほしいというニーズをもって、普通科高校においては、現状では大学受験への対策としての学習に重点がおかれるため、机上における問題演習力の向上に力点がおかれている。そのため、物理授業がもっとも顕著な例であるが、授業で実験が行われないのが一般的である。また、実験が行われる場合でも理学的実験が重んじられる傾向を否むことはできない。

したがって、日本の科学技術を支える、高度な科学者・技術者は、大学に合格してから、しかも大学生生活の後半あたりの4回生前後から始められるため、修士課程の学生においてさえ、十分な技能が備わっているとは言い難いのが現状である。

さらに問題点がある。工学の広い分野での準備教育になる、高校物理の現状である。京都市周辺の6つの高校で、物理学習についての調査研究を行ったさい、驚くことに、物理 B・ までの履修者はわずかに12%に過ぎず、将来の技術者不足が懸念されるという考えは、小児化現象のためだけではないことを実感した。

これは、高校が、高校生に、物理の学習をあきらめさせているとしか表現のしようがない。

スーパーサイエンスハイスクールは、このような、高校物理の現状にブレークスルーを提案するものであると考える。物理に限らず、すべての理科学習の領域において、その可能性は大きい。特に本校のように、独自科目として科学技術の授業が設置出来る場合には、その可能性が広がると考える。

それでは、本校の「科学技術」での目標をみってみる。京都教育大学附属高校では、スーパーサイエンスハイスクールでの研究目標として、以下に示す4つの目標が設定された。

- A 自然現象の法則性を理解し、その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てる。
- B 科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒を育てる。
- C 意欲的に情報を取り入れ、表現・発信していく生徒を育てる。
- D 社会における科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。

上記AからDの4つ研究目標を達成するために、京都教育大学附属高校のスーパーサイエンスハイスクール部門を自然科学コースと命名し、以下に示すような各学年の目標が設定された。

- 1 年次：理科数学の基礎的な力を持ち、科学技術を通じて自然科学への関心を深めることのできる生徒を育成する。
- 2 年次：論理的な思考力や豊かな表現力を持ち、創造的に成果を発信できる生徒を育成する。
- 3 年次：社会と科学技術のあり方を、自己の生き方に関わって判断し、主体的に進路を切り開く生徒の育成を目指す。

以上を受けて「科学技術」において設定された指導方針は、「ものづくりを軸として、理科の各領域における基礎的原理の理解と創造性の育成をはかる。さらに、先端的科学者・研究施設の協力を得て物理・化学・生物の各分野の境界領域への関心を高めるような授

業を行う。」である。

さてこれまでに著者は、これからの理科教育では、地球と共生的で、持続可能な開発のための科学技術教育のカリキュラムが求められていると考えてきた。このことと、本校の指導方針の両方を勘案して、予算申請のときには、下表のような年間授業計画をたてた。

表 科学技術の年間授業計画案

科学技術	実験・ものづくり	外部講師・企業などとの連携
1 学期	電子メール利用 ホームページ作成 ペットボトル型レーベンフック顕微鏡 ペットボトル型偏光顕微鏡 省エネ電球と分光筒 ハンディブラックライト暗箱と蛍光実験 身近な材料で作る燃料電池 色素増感太陽電池 L C A の概念説明 L C A の実施	サイエンスEネット サイエンスEネット サイエンスEネット サイエンスEネット サイエンスEネット サイエンスEネット 大阪大学・西野田電工 京都大学院エネルギー科学研究科 京都大学院エネルギー科学研究科
2 学期	コンピュータ放物運動 水ロケット 箔検電器づくり クリップモータ作り 電気パン いろいろなモータの原理 いろいろな発電機 発電所めぐり 自転車発電でテレビを点ける サボニウス型風車風力発電 地球温暖化と冷却化 温室効果実験 気体検知	サイエンスEネット  サイエンスEネット サイエンスEネット 関西電力 サイエンスEネット サイエンスEネット 京都大学院エネルギー科学研究科 サイエンスEネット ガステック
3 学期	各人の課題研究 1 各人の課題研究 2 各人の課題研究 3 各人の課題研究 4 各人の課題研究 5 課題研究発表会 1 課題研究発表会 2	各大学・各研究機関 各大学・各研究機関 各大学・各研究機関 各大学・各研究機関 各大学・各研究機関 各大学・各研究機関 各大学・各研究機関

## 2. 「科学技術」の2002年度の授業運営

上述した指導方針のもとに、2002年度は以下に示す授業が行われてきた。ものづくりの精神を大切にし、創意・工夫のトレーニングを行うことにより、独創性・創造性を養うように努めた。また、エネルギー・環境学習の教材を多く使い、学外講師もそのテーマに合致する方の指導を受けさせた。

なお、地元の環境N G OサイエンスE ネットに協力を依頼し、予備実験および実験準備には、ボランティア的な協力を頂いた。また授業においては、ティーチング・アシスタントを引き受けて頂いた。

## 3. 「科学技術」の2002年度の授業実践

以下に、2002年度に、1年間にわたって実際に行われた授業を示す。当初は、3学期に

課題研究を行う予定でいたが、予算が利用可能となったのが7月になってからであったので、実際の授業はそれにつづく一連の表に示したものとなった。

表 2002年度に実際に実施された「科学技術」の授業内容一覧

日程	内容・タイトル	ねらい・目的
4/16	電子メールって何だろう	電子メールがどのようなものかを知り、電子メールを取得する
4/30	ホームページって何だろう	ホームページがどのようなものかを知り、ホームページを取得する
5/7	電子メールを使ってみよう	無料の電子メールを取得し、利用してみる
5/14	ホームページを作ろう	自分自身のホームページを取得しよう
5/21	ホームページを作ろう	自分自身のホームページを作ろう
6/4	メーリングリストを使ってみよう	メーリングリストを利用してみよう
6/11	サイクロイド振り子	小学校理科での素朴概念の確認と克服 - 単振り子を例として -
6/18	ライフサイクルアセスメントの講義	ライフサイクルアセスメントについて、その考え方を学ぶ
6/25	ライフサイクルアセスメントの演習	ライフサイクルアセスメントについて、紙パック・リターンルビン・アルミ缶のうち、どれが環境負荷が小さいかを演習する
7/2	レーベンフック顕微鏡	顕微鏡を自作してミクロの世界をのぞく
9/17	綿菓子づくり実験(三態変化)	物質の三態変化のうち、固体から液体への変化を学ぶ
9/24	水ロケット	宇宙工学へのたしなみ及びロケットの原理を学ぶ
10/1	ブラックライトと蛍光実験	紫外線と蛍光物質のエネルギーについて学習する
10/8	ペットボトル偏光顕微鏡	岩石の美しさを体験し、自然のしくみを学ぶ
10/15	温室効果ガスによる地球温暖化のデモンストレーション	地球の温暖化について学ぶ
10/22	省エネ電球の科学	省エネ電球の原理を学び、省エネルギーの大切さを知る
10/29	エアロゾルによる地球温暖化・冷却化のデモンストレーション	エアロゾルの光学的特性による地球冷却化・温暖化について学ぶ
11/5	ハンディブラックライト暗箱	どのような場所でも、蛍光実験ができるような装置を工作する
11/12	腕力発電機	実際に発電が可能な実験器を工作し、ものづくりの本質を学ぶ
11/19	紅茶でできる燃料電池	21世紀型エネルギー源の燃料電池についてその原理を学ぶ
11/26	サボニウス型風車発電	実際に風力発電を行い、エネルギーの大切さを学ぶ
12/3	箔検電器づくり	静電気学習の基本として箔検電器を製作し、静電気実験を行う
12/17	色素増感太陽電池の講義	色素増感型太陽電池について講義を受ける
1/14	色素増感太陽電池の実験	色素増感太陽電池を作って、発電の実験を行う
1/21	電気パン	家庭用の電源の種類とその理論的背景を学び、その後、電気でパンを焼く
1/28	気体検知	CO <sub>2</sub> やNoxなどの環境問題に関係する気体について、実験を通して学ぶ
2/4	酸性雨学習	酸性雨について、講義を受ける
2/18	発光ダイオードの点滅回路	電子回路に興味・関心を持ってもらうために、電子回路学習を行う
2/21	1年間のまとめ	1年間のまとめ
2/25	トランジスタラジオの製作	電子回路学習の発展としてラジオの製作を行う
3/4	発電所めぐり	いろいろなタイプの発電所について学ぶ

以下に、2002年度に行った授業のコンセプトとその結果を示す。

### (1) ペットボトル顕微鏡とペットボトル偏光顕微鏡（創意・工夫を高める教育）

ペットボトル顕微鏡とペットボトル偏光顕微鏡は、どちらもペットボトルを利用して行う工作である。この2つの教材を利用して、生徒に、一度作製した実験器を別の実験器に改良する方法を体験させた。ペットボトル顕微鏡工作では、ペットボトルを利用して、生徒に自作の顕微鏡を作らせ、身近なミクロの世界を体験させた。ペットボトルのキャップがネジになっているのを利用し、ピント調節器の役割を担わす。直径約2mmのガラス玉をキャップの中央に埋め込み、これを凸レンズとして利用し、約70～100倍程度の倍率の顕微鏡を作らせた。試料としては、玉ねぎの細胞などを観察させた。

ところでペットボトル顕微鏡は、一度工作を終えると、ひとつの完成した実験器と受け止められてしまう。生徒に創意・工夫をさせるには、生徒が一度は完成したものと思うものを、さらにバージョンアップさせていくプロセスを体験することが肝要であると考えられる。



そこで、ペットボトル顕微鏡を、偏光板などの新しい材料を付加することにより、ペットボトル偏光顕微鏡に作り変える体験をさせた。このことによって、現有実験器が、工夫により新たな機能を有した別の実験器に改良されることに気付かせることができた。

## (2) L C A の授業（講義と実習）

生徒はこれまで、環境問題に対する関心は高いが、何が正しいものの見方・考え方なのか、多くの人々に受け入れられる方法論は何か、ということを手で学んできてはいない。そこで、L C A を学習課題に選び、2回にわたって授業を行った。第1回目は、京都大学大学院エネルギー科学研究科東野達助教授のL C A の講義を、第2回目は、同博士課程の学生である岩淵善美氏にL C A の演習を依頼した。

演習では、ペットボトル、ガラスビン、アルミ缶に関わる環境負荷を、生産の段階から廃棄の段階までを追跡調査し、どの飲料容器の環境負荷が最小であるかを科学的、客観的に評価するという課題が設定された。とくに今回は、二酸化炭素排出量の観点で、3者の比較を行った。結果、ガラスビンによる二酸化炭素の排出量が0.192(kg/1本)、アルミ缶が0.169(kg/1本)、ペットボトルが0.134(kg/1本)であった。この基準でみると、ペットボトルが一番、二酸化炭素の排出が少ないことが確認された。

生徒は、L C A に興味・関心を示し、これまで人間活動の環境に対する影響について漫然と感じていたことがL C A の手法を通してみると、予想と結果が異なっていたりすることなどを体験し、エネルギー・環境問題について、新たなものの見方を学んだことが認められた。

## (3) 発電実験（一連の学習を1つのユニットとして捉えた授業展開）

発電実験学習では、電気は最初から我々の身近な生活に存在するものではなく、人間が創意工夫して発電しなければならないことに気づかせる。また、その電気を利用して現代の便利な生活を送っており、21世紀は化石燃料を用いた大型火力発電から、分散型電源社会へと移行することに気づかせることを目標に授業を構成した。

まず、手回し発電器を製作し発電させ、これを用いてトランジスタラジオを作動させたり、電子メロディを鳴らしたりした。生徒はこれにより、電気エネルギーを得るには、何らかの別のエネルギーが必要であることを学んだ。

21世紀は分散型電源社会へと移行すると言われていたが、具体的にはどのようなものが使われるのか。現在は、化石燃料を利用して電気エネルギーを得ているため、二酸化炭素を大量に排出し、地球の温暖化を引き起こしている。そのため二酸化炭素の排出を抑えながら電気エネルギーを得るためには、太陽電池や燃料電池や風力発電が候補にあげられる。

そこで授業では、燃料電池、風力発電、太陽電池の学習を次のように行った。

手回し発電器の実験工作を行ってからその次の授業で、燃料電池の実験工作を行った。燃料電池の原理が、水の電気分解の逆の化学反応であることを実体験させた。まず、手回し発電機を利用して、燃料電池内の電解液の電気分解を行い、電極に用いた鉛筆の芯などの多孔質の電極のそれぞれに、水素と酸素を蓄積した。その後、電極に電子メロディを接続し、これが鳴るのを確認した。電解液には、水酸化ナトリウムなどの実験室内で使う薬品類は用いず、逆に身近な紅茶やコーヒーなどを用いて、より身近に燃料電池を捉えることができるように工夫した。

風力発電では，生徒は大きなプロペラ型の風力発電機の写真などを見たことはあるが，実際に風力発電機を製作し，自然に吹く風で発電実験をしたことがないので，サボニウス型風車風力発電機を製作させ，自然に吹く風による発電実験を体験させた。



図 サボニウス型風車風力発電機の工作（カンボジアでの国際交流にも用いた）

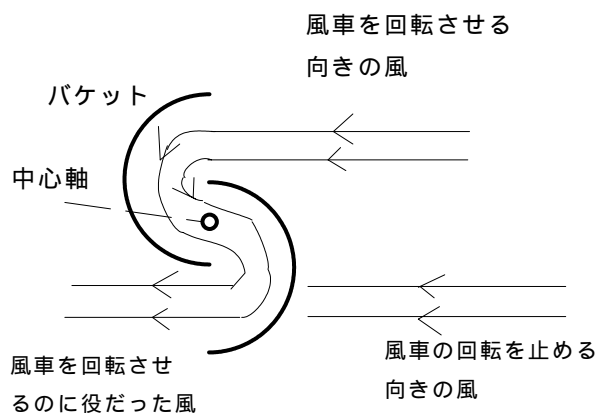


図 サボニウス型風車の効力

表 サボニウス型風車風力発電機の性能

風速 (m/s)	電力 (W)
2.2	0.003
2.8	0.014
3.2	0.018
3.6	0.066
4.0	0.120
4.5	0.210
5.0	0.378
6.0	0.665

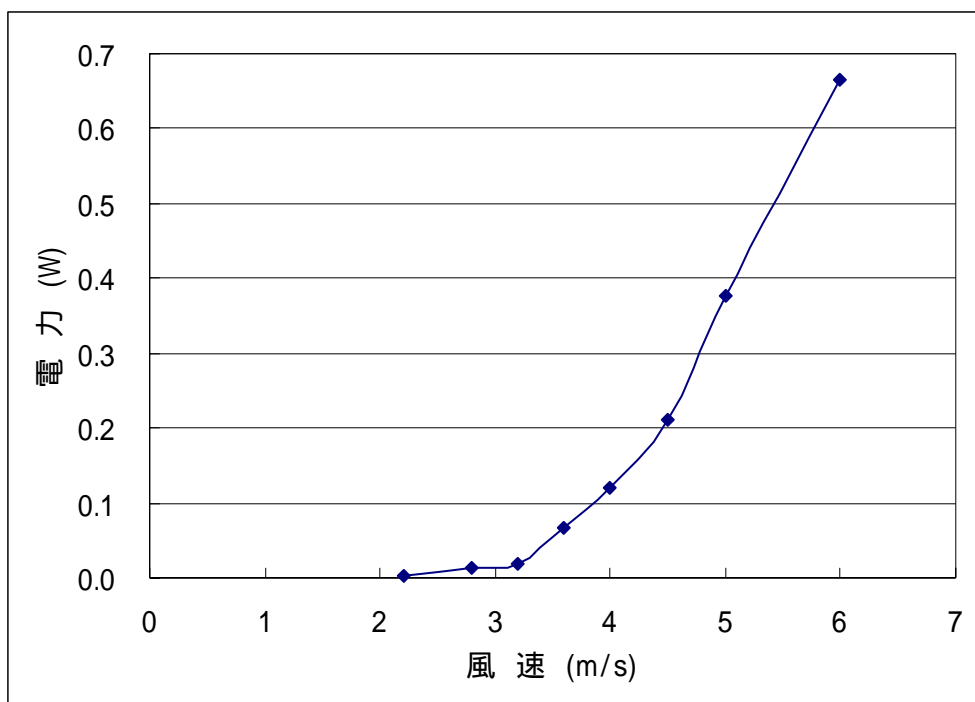


図 サボニウス型風車風力発電機の性能のグラフ

太陽電池の実験工作では、次世代太陽電池として期待されている色素増感太陽電池の原理や活用法について、大阪大学大学院工学研究科柳田祥三教授に講義を受けた。その講義を受けて、実際に色素増感太陽電池を工作し発電実験を行った。ここでは、講義と実験の手法を用いた。



図 色素増感太陽電池の工作（光合成型太陽電池とも呼ばれる）

このように21世紀において我々人類は、種々の分散型電源を利用して、二酸化炭素の排出を抑えながら電気エネルギーを得ていかなければならず、そのような科学技術を進歩させていかなければならないことを、この一連の授業における実験工作を通して多面的に学習をさせた。

#### (4)生徒による研究発表会（1年間にわって行ってきた生徒たちの学習を振り返る）

##### 1)ねらい

生徒による研究発表会を行うことにより、1年間の学習を振り返らせる。

生徒発表を行うことにより，生徒のプレゼンテーション能力を高める。

また，発表された作品の創意・工夫された点を明確にすることにより，生徒全体の創造性を高める。

さらに，発表された作品について，評価する力を身につける。

## 2) 授業の展開

日時 2003年 2月21日（金）

場所 化学教室

授業担当者 川村康文

指導学級 1年1組（40名）

本時の内容

「科学技術」における1年間のまとめ

教材・教具等

コンピューター，液晶プロジェクター，スクリーン

### 授業内容

段階	指導内容	生徒の活動	指導上の留意点
導入 5分	発表会の 開始宣言	司会者「本日の発表について，発表時間は7分，質疑応答は3分とします。5分で1鈴，7分で2鈴，10分で3鈴を鳴らしますので時間厳守でお願いします。」	司会の生徒がはきはきと発表会を進行させる
展開1 10分	発表者 Aによる発表 と質疑 応答	発表テーマ：「湿度計」  毛髪を用いた湿度計を工作した。空気中に含まれる水分量によって，毛髪に含まれる水分量が変化し，その変化に応じて毛髪の長さが変化することを利用して製作した。	
展開2 10分	発表者 Bによる発表 と質疑 応答	発表テーマ：「スンプ法による葉の気孔の観察」  授業で行ったスンプを利用して，いろいろな葉の気孔の観察を行った。  発表テーマ：「ポテトチップスの筒カメラ」  授業で用いた教科書「サイエンスEネットの親子でできる科学実験工作」に掲載されている望遠鏡の作り方をみて，生物の授業で習った，針穴写真機やイカの眼などに相当する望遠鏡を工作した。	
展開3 10分	発表者 Cによる発表 と質疑 応答	発表テーマ：「かみなり」  圧電素子により高電圧を発生させ，電気火花がどのように観測されるかを，実験により確かめる実験器を工作した。上空には，雲になぞらえたアルミ箔が貼られ，地上には，高層ビルや，鉄塔になぞらえたアルミ箔が貼られている。	

		また、縫い針を利用して、避雷針のシミュレーションが行われた。	
展開4 10分	発表者 Dによる発表 と質疑 応答	発表テーマ：「黄砂は温暖化に影響するか」 2学期の授業で行った、エアロゾルによる地球温暖化・冷却化デモンストレーション実験器を用いて、エアロゾル粒子の代わりに黄砂を用いた場合、冷却化が生じることを発表した。	パワーポインターでの発表
まとめ 5分	講 評	このクラスの担任の先生からの講評を聞き、将来の自分の人生の糧とする 最後に、授業者から講評を行う	授業者以外の教師からに講評

### 3) 評価

発表者：生徒発表がきちんとできたか。

聞き手の生徒：発表者の発表作品から、創意・工夫点を学べたか。

以上の形態で、生徒による研究発表会を行った。当日は、京都教育大学附属高校の実践授業研究会として、この授業が公開された。

### 4. 「科学技術」の授業の評価

「科学技術」の教育効果を評価する。この授業では、学校教育と大学・研究機関等との連携、また学校教育と環境NGOなどの社会教育との連携を行いながら授業を行っている。この授業について、高校生にどのように受け止められたかを次の表に示した。「大変よかった」と「まあよかった」をあわせてほぼ100%の高校生がよかったと回答した。

表 科学技術の授業の満足度(%) ( )内の数値は、実人数

大変よかった	まあよかった	あまりよくなかった	よくなかった
25(10)	72.5(29)	2.5(1)	0(0)

このように回答した理由をあげると、「一般に体験のできない特別な実験をたくさんできた」、「理論だけの授業でなく、ものづくりなど自分で確認しながらできた」、「大学に入ってから学ぶことを、いま、実感しながら学べた」、「地球環境問題の学習ができた」など、肯定的であった。「まあよかった」と回答した生徒の理由に、「それぞれの実験が1回きりのものが多く、連続的に深めていけなかった」「外部講師の先生の中には、内容が難しすぎるものもあって理解できなかった」があり、改善の余地が残された。「あまりよくなった」と回答した生徒は、これらの両方を理由としてあげた。

しかし全体的にみて、ほぼ、全員が科学技術の授業を肯定的に捉えていた。科学技術の授業内容をみてわかるが、すべての授業内容を一人の教師の教材研究だけで対応するのは

困難であり，授業に向けての予備実験や予備実習，また授業実施に向けての準備は，まさに，学校教師だけでは困難ではあることは想像に難くない。このような場合に，学校教育が大学等研究機関と連携したり，環境N G Oなどの社会教育と連携して授業を行う方法論を用いることができる。

大学等研究機関との連携授業には難しい点がある。外部講師の方に，事前に生徒がすでにわかっている内容，まだ習っていない内容を，明確に情報交流する必要があり，授業の事前，事後に大学研究室に伺うことが多かった。また，先生方が国内・海外での学会に出張されていることも多く，7限授業を受け持つ身としては，時間的に厳しかったのが実状である。より有効な情報交流を行う必要がある。

一方，環境N G Oなどからの授業への支援は，救いであった。予備実験が，教師にとって初めてのものである場合，生徒の前で自信をもって授業ができる体制を作り上げるのに，授業時間の何倍もかかることがあった。外部講師に授業を行って頂く場合ですら，何時間もの事前・事後打ち合わせが必要であるが，T Aとの打ち合わせは，実験を学校の実験室で行うため，相手に学校に来てもらわないと成立しない。また，その日1回の打ち合わせで実験が成功し，その日のうちに打ち合わせが終わるなどということがほとんどないため，1時間の授業に対して5～6時間も学校に通って頂く場合が多かった。このような意味で，時間の設定が難しかったが，環境N G Oなどの団体の場合は，ボランティア精神が高いので，少ない時間の合間を縫って協力を頂けた。そして，お互いの努力は実を結び，上述のようなアンケート結果を得ることができた。

このT Aに授業のサポートをしてもらう方法は，学校と社会教育の連携という教育方法論として捉えておくことにより，教師が変わっても普遍性を持たせることができると考える。なおこの方法論は，著者が考え実践したものであるが，他のスーパーサイエンスハイスクール校でも，大阪の北野高校が地元のN G Oとの連携授業を計画していたことが，文部科学省のホームページで公開されている。

## 4 節 1 年間の理科の総括

平成 14 年度は、次の 2 点を踏まえた上で、以下の内容に重点を置いて指導してきた。

系統的な理科の各領域の学習を通して、基礎的知識や基本的な原理・法則性を理解し処理する能力を身につける。

観察・実験・実習を通して、探求の方法を体得し探求心・創造性を養う。

<自然科学コースの重点目標>

観察・実験・実習をより充実させ、科学者による講演・授業など研修の機会を増やすことで将来の研究者としての資質を培う。

『科学技術』 や 『生物 B』 の理科での成果および課題は次の通りである。

### (1) 『科学技術』 の理科での成果

『科学技術』で行ったオーソドックスな実験機器を用いての実験・実習については、理科全体に共通する普遍的な原理・原則を理解する上で大いに役立ち、1 年次の生物 B や 2, 3 年次で学習するエネルギー科学・物質科学へのベースとしての効果をあげた。具体的には、レーベンフックの顕微鏡や偏光顕微鏡作成では、物理の光学的な側面と作成した顕微鏡を実際に使って細胞をみるなど生物な側面を融合させることにより、多面的に理科を捉えることが可能となり、有意義であった。

3 学期に実施した各自の課題研究発表では、プレゼンテーション技術を積極的に取り入れ、研究成果についてディスカッションすることができた。

### (2) 『生物 B』 の理科での成果

『生物 B』では、遺伝子工学を軸に、1 年次で基礎を、3 年次で発展的な学習に取り組んだ。特に、夏期に実施した臨海実習では、生物の生育環境や前処理など従来の実験・実習では経験できないことを体験した。また、博物館の見学を通して、文系理系を問わず研究者の考え方を理解でき有意義であった。さらに、大学の研究室の訪問や高校での大学の授業では、最先端の研究技術を直接的に経験でき、生命を感じる貴重な学習となった。従来 of 系統的な学習に加え、校内外での様々な生物分野の研修を通して、基礎的な理論と生命の大切さを知ることができた。

### (3) 課題

今年度においては、検討時間の制約もあり『科学技術』と『生物 B』の科目間の連携が必ずしも充分にはかかれていたとは言えない。『科学技術』の内容構成をする際、『生物 B』との関連性を考慮して適切な場所に配置することが必要であった。『科学技術』では、2, 3 年次につながる科目の基礎としての役割があったのだが、特定の分野に偏り過ぎていた面もあった。さらに、内容が多すぎて時間内におさまりきらないものもあり、来年度に向けて、内容を吟味し、『科学技術』の実施項目を精選する必要がある。『生物 B』の臨海実習は、実習内容により実施日が制約を受けるため、場所の確保と教員指導体制の確立が課題である。

## 3章 教科外の活動

生徒達の問題意識や好奇心、チャレンジ精神の向上をめざし、推進室主催で、今年度は以下の4つ行事を実施した。

### 1節 「自然科学コース 新入生オリエンテーション」

#### 1. 意図

自然科学コース入学生を対象に、1年で履修する数学・理科の科目に関連した分野で、高校でのこれからの学習と大学での研究とのつながりへの理解を深める、大学での実験機器にもふれることで学習の動機付けをはかる。

#### 2. 展開

日時、場所

4月11日(木) 午前中は平常授業、午後13:20より京都教育大学にて。

参加者

自然科学コース1年生40名。

概要

13:20～13:40

武蔵野学校長、村田学長からの自然科学コースについての話。

13:50～16:40

自然科学コース1年生40人を3つの班に分け、次の3つの項目について、先生方自身の研究に関係させての話ならびに実習体験。

1. シャボン膜の数学(本学数学科 小磯先生)
2. システム工学について(本学産業技術科 中峰先生)
3. 実体顕微鏡、電子顕微鏡の体験(武蔵野先生)

#### 3. 生徒の様子

まだまだ緊張感がとけぬ入学間もない時期で、午前中は平常授業、午後から大学へ移動してのオリエンテーションとあって厳しいスケジュールであったが、参加した自然科学コースの生徒達は大いに貴重な体験をした。以下は生徒達の感想である。

##### 1. 武蔵野学校長、村田学長からの自然科学コースの話への感想

- ・ 武蔵野校長先生のおっしゃったようなすごいクラスの第一期生になれて光栄です。私たちは、特別にお金を頂き使えるということでしたので、きちんとそれに見合うだけの実験実績を作り出したいと思います。



- ・ 自然科学コースへの文科省の認定が通り、より本格的なことができるようになったらしく、自然科学コースに入れて本当によかったと思いましたし、その期待にもしっかり応えたいと思いました。
  - ・ 学長先生の、数学とかを嫌だと思って研究してきた人はいないという話が印象に残った。今、僕の中で勉強についてどうしても苦痛とかのイメージがあって、それがあると、与えられた部分までしか学習していないと思う。自分でどんどん切り開くっていうか、そういうことに取り組めるようにしたい。
  - ・ SSHに指定されたことを知った日の話だったのでよりがんばらなければと思った。とても大切なお話で、不安もあるけどそれ以上に楽しんでやろうとも思った。とても大切なお話で、不安もあるけれどもそれ以上に楽しんでやろうとも思った。これがあることに楽しみもでてきた。
  - ・ いよいよ自然科学コースの授業が始まるのだと思った。このように話を聞けたり、大学の器具を使えるのも、このコースには入れたからなので、がんばろうと思った。このコースに入れて良かった。
  - ・ がんばろうと思いました。はじめはみんなすごくて自信がなくてどうしよう、って感じてました。でも、いろいろな実験ができて楽しそうだし、入ってほんとに良かったです。将来の夢とかのためにがんばりたいです。
  - ・ まず、文科省に認定されて、もっといろいろと、広く物事を知れるというのが嬉しかった。校長先生も学長先生も一生懸命私たちを応援して下さっているという熱意がしっかりと伝わってきた。お二人とも明るく面白そうな先生だと思った。今はまだないけれど、分からないことがあれば聞きに来てくださいといってもらえたので安心した。
  - ・ 頑張ろうと強く思いました。普通ではこんな多くの体験や実習はできないだろうし、SSHに入れて良かったと思います。他のクラスの人に比べると多少しんどいかも知れないけど、やりがいがあるし、なにより好きなので期待に応えていきたいです。
2. 数学科小磯先生のお話
- ・ 普段、シャボン膜やシャボン玉を目にすることがあっても、そんなものにまでルールがあり、法則に従った形をしていると知って、とても驚いた。私は数学で使っている公式や計算は将来必要じゃないかもしれないかと思っていただけで、シャボン膜のような日常にあるものにまで数学がついてきていることを初めて知った。
  - ・ 身近にあるシャボン膜が数学で説明することができることや関係があるものだとは思いつけなかった。いろいろ疑問も浮かんだ。
  - ・ 今まで僕は日常にこういった形で数学が使われているのが全然分からなくて、数学が何の役に立っているのかわからないで勉強していた。でも、今回の話で少しだけ数学の使われ方が分かったし、これからももっといろいろな話を聞いて数学に対する理解を深めたい。
  - ・ 幼い頃遊んでいたシャボン玉が、数学と関係しているのに驚いた。数学の研究という話を聞いていて、少し研究をするということが分かった気がする。
  - ・ 高校時代の話から、今の私とは全然違うなと思ったし、そのころの夢を今でも追っている先生に感動した。先生のように、自分の卒業した学校に誇りを持って、後輩に伝えることができるなんて、カッコいいと思った。
  - ・ 今までの数学の研究というと、すごく堅い感じのイメージだったのですが、シャボン玉というものすごく身近なものを使って、最初は理科っぽいイメージだったのですが、関数で表せると聞いて驚きました。それに、研究自体もユニークで計算ばかりの数学じゃなくて、自由な数学って感じのイメージでとても楽しかったです。
3. 産業技術科中峰先生のお話
- ・ メダカとロボットなんて、全然違うのに、中峰先生の研究の話を聞いて、メダカからロボットに話が

どんどん進んでいってすごいと思った。理系とかいってもほんとに多くの種類があるんだなおもった。

- ・ シミュレーションはゲームに使うのかなと思っていたけど、魚の群の動きを再現して漁業に役立てることを知って驚きました。一見なにの役にも立ちそうにない研究も、必ず何かの役に立つのだという先生の言葉が深く心に残りました。
- ・ 今までには私にとってロボットというのは遠く離れた存在だった。中学校の時にコンピュータでデモカーの動きを制御することを勉強したが、今回見せてもらったロボットにはコンピュータがつながれていなくて、もちろんインターフェイスもなかった。つまり、ロボット内に組み込まれているICだけであのような動きの命令が勝手に出されるというのはすごく興味深いものことだと思った。
- ・ コンピュータで魚の動きを調べ、定置網で確実に魚を捕る研究がされていることは、日本の産業にとってとても役立つことだと思う。このように人の役に立てる研究を将来できればよいと思う。
- ・ 一見ないと思えるメダカ群の行動と電子工学の関係を聞いて、自分のした勉強から、でてきた結果が人々の生活に役立って、先生も感動したと聞いていたし、私もあこがれた。
- ・ 気付けばできていたという感じのものが、私の身の回りにはたくさんあります。コンピュータ、MDプレイヤー、ロボット……。でもそのようなものをずっとたどっていくと、必ず関係者がいて大変な苦労がある。昔の人が作ってきたものを私たちはもっとよくしていく。また、生み出していかなければならないと思います。

#### 4. 実体顕微鏡，電子顕微鏡の体験

- ・ 電子顕微鏡では、アリの複眼の六角形がきっちりと並んでいる様子が見られて感動しました。実体顕微鏡では肉眼で巨大なアリをみた感じで、立体感や色や質感などまで目で感じる事ができて、また、アリの毛があることなど新事実も知れて、他のいろいろなものも見たいと思った。
- ・ 前に生物の授業でなにも見ずにアリを書いたけど、それがすごく恥ずかしくなった。ピントがあつたらほんとにすぐそこにアリがいるかのようにはっきり見えて、びっくりした。電子顕微鏡は、機械はさすがだと思わせるほど、きれいですごかった。
- ・ アリのイメージがある意味変わりました。もし、私たちと同じ大きさのアリがいたら、わたしはもっとアリについて詳しくなかも知れませんが、あんな小さな体にも毛が生えていて、間接部が合理的につながっていて、目があることがとても不思議でした。実体顕微鏡についても、結構リアルで、中学校の頃とは比べものにならないほどの高度な体験だったと思います。
- ・ 実体顕微鏡でも、かなりの倍率でも米粒くらいのアリを見て、その仕組みにびっくりしたのに、電子顕微鏡で見た映像は本当に驚きました。何マイクロメートルという単位で毛が生えているのは、実体顕微鏡では光っていたので、科学のすごさや小さな生物でも一つ一つ丁寧に作られているのに感動しました。

#### 5. その他何でも

- ・ 原子を見たいと思った。世の中のすべての原子の数はどれくらいになるのだろうまた、その原子がどれほど小さいのか、電子は実在するのかについても、この目で見て確かめたいと思った。
- ・ もっと科学技術に慣れ親しんでいって、どんどん力を付けていきたい。SSHの第1号としてはじなように頑張りたい。
- ・ 私の将来ってどうなるんだろう。京教が指定校になってよかった。先生方ありがとうございました。これでできることの幅が広がった訳ですね。自然科学コースができて本当に良かったです。
- ・ 数学の先生も科学技術の先生もおっしゃっていた、長年がんばって研究して、それが実ったときの感動は、すばらしいことなのだろうなと思った。

- ・ 今日はずいとか感動させられることが多かった。一つ一つが貴重な体験だし、そこからたくさんのことを学びたい。教えてくださっている先生方に感謝して、将来に役立てると約束したい。
- ・ 途中他のクラスの人などを羨む自分があるかも知れません。けれども、自分の夢をかなえることや、将来のことを思えば、どこかでそのために苦しいことを乗り越えなければならないと思うし、あのときしっかりやっておけば良かった、という後悔はしたくはありません。せっかくのチャンスを毎回見逃さないように全力投球していきたいです。

#### 4. 評価

次の2つの点から、この行事の評価をすれば

1. 新生生に対するオリエンテーションとしての評価
2. 継続的に行う価値があるかの評価

1, 2ともに、生徒の感想が物語っているように大いに「ある」といえる。欲をいえば午後だけでなく午前、午後の1日を使っての実習、体験、あるいは宿泊を伴うオリエンテーションも考えられるが、人手の問題もあり実現は困難である。しかし、今回の午後の半日だけでも、実施した価値は十分にあった。

## 2 節 「科学技術講演会」

1. **実施期日**：平成14年5月16日（木）4時間目以後を「自然科学コース」の行事として実施

### 2. 藤野政彦氏(武田薬品会長)

「遺伝子情報を利用する創薬研究戦略」

科学技術週間にちなむ近畿地方発明センター主催行事

### 3. 実施した目的

第一線で活躍する研究者から話を聞くことで、研究に対する姿勢などを感じ取る。

特に今回は、次のように考えた。

以下、生徒に配布したもものから引用する。

遺伝子に関する学問はいろいろな方面に応用されているが、今回は新薬の開発する際に応用されています。ただ、ヒトの遺伝子やイネの遺伝子の国際的な解析状況がTVや新聞で報道されるように、遺伝子情報を利用する産業は企業間だけではなく、国際的な厳しい競争の中にさらされています。そのため遺伝子情報を利用して薬品を新しく創り出す際には戦略をしっかり立てられることが薬学の研究者として求められています。

薬学分野に限らず、自然科学の研究では、戦略をたてることが重要です。

是非、先人の素晴らしいセンスを、少しでも吸収してみてください。

難しい内容があるかもしれませんが、1つでも質問をするつもりで集中して聞きなさい。是非、研究者魂の一端を感じ取って欲しいと思います。

#### 4. 生徒の感想、メモから

##### (1) 生徒の理解できた点 数名の無作為な事例

生徒ア

20世紀後半から始まった遺伝子の本格的な解析によって明らかになってきた遺伝子の構造を研究・調査することによって、遺伝病を治す新薬を開発することが今後の創薬研究の要である。

生徒イ

遺伝子の情報を利用すれば薬ができる。

生徒ウ

ヒトゲノムは一昔前から脚光をあびていて、その解読によって新しい薬が作られる。より良い薬を作るためにも遺伝子の解読は重大なことだと思った。遺伝子には病気の原因となる者も含まれていて、その解読でレセプターを探して医薬品を作る。オーファンレセプターというものは脳下垂体に多くの存在しているが、その辺の解明は今でも続いている。

生徒エ

遺伝子情報を解読していくと新しい薬を作ることができる。

生徒オ

ゲノム創薬について。ヒトゲノムの配列の一部を除去、追加という方式でなく、遺伝子情報から薬を作るという技術革新が展開されるかもしれない。レセプターの作用についてはまだまだ不明な点が多く、その生物の種によって薬剤投与の結果が変わる場合もある。その中で、人間に対応する薬を作っていかなければならない。疾患関連遺伝子については、その病気の患者に見られる遺伝子情報の特徴を見だし制約の手がかりとする。

生徒カ

オーファンレセプターからそれに作用する物質を探す。今までとは逆向きの発想、それが新薬に繋がっていくのだと分かった。動物実験で聞いた薬でも人間には効かないものもある。逆に動物に効かないものが人間には効く場合もある。しかし、動物で危険だと人間も危険であることが多い。

生徒キ

聞いているだけでははじめにつまづいてしまってほとんど理解できなかった。でも家に帰って参与資料を読み直してみても理解することができた。オーファンレセプター - 遺伝子のデータベース(未知のもの)、リガンド - レセプターに結合する内因性天然物、この2つが解読されることで創薬の研究も進むだろう。

生徒ク

オーファンレセプター - 遺伝子のデータベース(未知のもの)、リガンド - レセプターに結合する内因性天然物、これらが解読されることで創薬も進歩するだろう。

生徒ケ

遺伝子を利用した薬作り、世界で売られている薬ベスト50のほとんどは遺伝子を利用している。プロプレスという高血圧の薬 - アンジオテンシンと同じ受容体にはまり、血圧の上昇を抑える。アンジテラシオン - 血圧を上げるホルモン。遺伝子からレセプターを探す今までと逆の方向。メラノー2細胞(ガン)に KISS-1 を入れると転移が抑えられることがネズミ実験で分かっている。遺伝病 医学のターゲット

生徒コ

創薬研究が今までは公知の酵素や受容体のみを扱っていたのに対し、これからは遺伝子研究の成果を利用し、オーファンレセプターをターゲットにしようとする点や、遺伝子研究の解析と創薬の関連性についてなど、創薬研究の大まかな流れは理解できた。また、オーファンレセプターの研究例の一部(PrRP、Metastin)については研究方法も大体分かった。

生徒サ

新薬を作る際に「遺伝子」の利用が効果的であること。アミノ酸はいろいろなものつながったものである。

生徒シ

それぞれの生き物に特徴(というか、違い)があるので、実験でいい結果がえられなくても、人間にも同様な結果が得られるとは限らない。

生徒ス

クトソン - 遺伝子の二重構造に関する論文... ノーベル賞につながる  
ヒトゲノム解読の進捗 - 1991: ヒトゲノムプロジェクトの開始 1999: 22 番染色体の解読完了(染色体の長い順に 1 から配列されている) 2000.1: ヒトゲノムの 90% 解読成功  
2000.6: ヒトゲノムの解読完了 2003.4: 最終バージョン(完全解読)完了予定 など

生徒セ

薬作りにヒトゲノムを利用するのが効果的だということ。新薬はヒトゲノムの解明により増えていくこと。

生徒ソ

ヒトゲノムはほとんど解読されていて国際チームとセセラ社が争っている。2004 年までにはすべて解読できる。人の個性はほんの少しの遺伝子の違いで表れる。リュプロレリンというガンや子宮内膜症の薬は 10 数個のアミノ酸がくっついていて 2 つのアミノ酸を取り替えて、良く働くようにするために 10 年以上かかった。薬は動物によって効き目が違い受容体がある場所も異なる。

生徒タ

染色体は今から 50 年前に大学院生の人達によって二重らせん構造だということがアメリカの「NATURE」誌で発表され、日米欧の国際チームとセラジェノミックス社が競うようにして研究をしている。人の染色体は全部で 24 個あり、そのうち 2 つは男・女を決定する遺伝子である。長さの長い遺伝子から順番に番号がつけられている。遺伝子の中で創薬のターゲットになるものは 260 万個ある SNP ではなく、病気の進行で消滅する遺伝子である。オーファンレセプターにあうリガンドを発見することが新薬の創薬につながる。薬はいろいろなアミノ酸からできている。

生徒チ

ヒトゲノムの解読は進歩していてもほとんどが解読済みである。世界的な新薬を作る研究はほとんどノーベル賞につながる。G タンパク質共役受容体 - ほとんどがにおいや味のもの。におい、味(アロマテラピーなどに使える)は今はおいておく。レセプター = 受容体。人間など生命には生まれたときから「死」が遺伝子にインプットされている。物を食べたり酒を飲むことによって寿命は短くなっている。

(2) 生徒が理解できなかった点 数名の無作為な事例

生徒ツ

薬学に対する基本的な知識がまったくなかったため、専門用語の理解がなかなか難しかった。

生徒テ

言葉がわからなかった。

生徒ト

専門用語がわからなかった！レセプター、LH-RH、オーファン受容体などなど話の中心となる事柄の理解がいまいちできなかった。藤野先生の話した内容は私たちには難しかったと思う。もう少し遺伝子や薬の開発メカニズムについて知っておれば、聞いていてとても興味深くおもしろい内容だったと思うのと残念だ。

生徒ナ

ほとんどぜんぶ

生徒二

専門用語が多くて難しかったです。アゴニスト、アンタゴニスト、インヒビターなどの区別がとても曖昧です。どんな薬に入っているのか実感がわからない。

生徒ヌ

発見されたペプチドはいったい何の役に立つのか、良く理解できなかった。いろいろな語句がでてきて、知らないことばかりだったので、具体的な発見だとか創薬についてはあまりわからなかった。

生徒ネ

まず、受容体やヒト型などという細かい単語がわからなかった。アンタゴニスト、アゴニストなど……。

生徒ノ

大まかな流れはわかっても専門用語が多く、詳しい内容は理解できないことが多かった。また、英語もよく出てきていたが何が書いてあるか、ほとんどわからなかった。あと、化学式も複雑なものが多くわかりにくかった。

## 5. 評価

生徒たちは難しい内容を少しでも理解しようと、メモもしっかり取ろうとしていた。また、「理解できない方が至らない」といった様子も見受けられるなど、生徒たちの講演に望む姿勢は積極的なものがあったが、実施した結果としては大きな問題点があるといえる。

### (1)講演者と聴衆との関係

主催者、ならびに講演者には高校1年生が聴衆として出席することは伝えてあり、講演者も一定の配慮を行われたように思える。だが、行事自体が社会人一般を対象とするものであり、高校の理科を学び始めた世代を想定していないこと、講演テーマ、講演者の社会的な地位との関連のために、聴衆の多くは薬学関係の大学教員、あるいは大学院生であった。そのために、講演者側にも困惑があったことは予想される。生徒が理解できなかった点として専門用語が多用されたことをあげているが、これは当然のことである。高校生にとっては難しい話をされた講演者にも、理解できなかった高校生にも、どちらにも非はないと考えられる。

### (2)生徒の概念形成に関連して

生徒のメモを見ると何とか理解しようとしている点は評価できる。また、生徒が「理解できた点」として書いている中にもずいぶん難しい内容が記されている。しかしながら、その記されている「文字」が生徒の頭の中にある「概念」と結び付いているかは疑問である。概念と無関係な「文字」のままに終わっているのではないかと思われる。生徒の頭中で「文字」と「概念」を結び付けられるように手助けすることが教師の役割の一つであるが、専門教育を受ける以前の高校生にとっては、その点を十分に配慮する必要がある。薬学という応用学問分野であるということだけではなく、基礎的な自然科学分野でも同様であろう。本校の研究開発の主題から考えても反省点が多い。

### (3)実施するための校内の論議の問題点

実施するに際して推進室でも上述の懸念は予想されたことで、論議も行った。しかし、難しさを解消するための配慮を講演者に要請することで終わらせたのは、我々の失敗であった。やはり、主催者である近畿地方発明センターが設定しているねらいなどを参加者である我々が、高校1年生が聞くことを想定して判断することをすべきであったと思う。

以上の点から、本行事は失敗であったと結論できる。

## 3節「けいはんな子どもサイエンススクール」への協力

日時 2002年8月10日(土)

場所 関西学術研究都市

行事名 「けいはんな DE サイエンス」

### 1. 意図

京都教育大学附属高校のスーパーサイエンスハイスクール部門と、京阪奈学術研究都市との連携は、まさに文部科学省が推奨するところである。スーパーサイエンスハイスクールと京阪奈学術研究都市は、両者ともが京都府という地域に存在するため、スーパーサイエンスハイスクール側からは、地域の研究機関の第1次的候補にあげられる。

京都教育大学附属高校の自然科学コースの生徒中心に、本校生徒の科学技術のリテラシーの向上を目指して、教育的な支援を受けることを期待して連携である。

### 2. 事業の展開

本年度は、「けいはんな子どもサイエンススクール」への協力を行った。京都教育大学附属高校のスーパーサイエンスハイスクール部門の自然科学コースの生徒中心に、科学部が結成されたが、科学部の対外的活動の一環として、上記科学実験イベントに参加した。

実施に至った経緯は、最初に、サイエンスEネットと「けいはんな子どもサイエンススクール」の話を行っていたが、この内容は、京都教育大学附属高校スーパーサイエンスハイスクール部門で行うにふさわしい内容であると、サイエンスEネット側での判断もあり、けいはんな学研都市推進室と京都教育大学附属高校との間で、連携ができるように、関係の構築を行った。その結果、本校推進室・科学部顧問の川村が、けいはんな子どもサイエンススクールの会議に4度にわたり出席し、8月10日のイベントの骨組み作りを行った。

そして、当日は、スーパーサイエンスハイスクール部門の科学部として、本校クラブ員が、科学実験ショー・ステージで、「二酸化炭素による温室効果の実験(下図参照)」を行

い、観客に、地球温暖化について説明した。

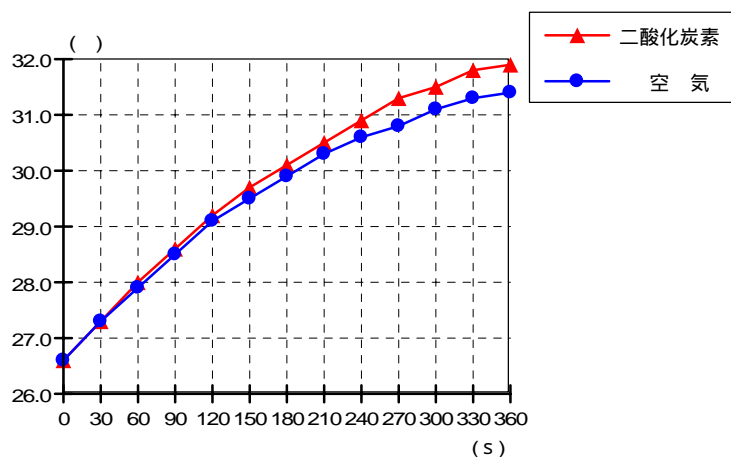


川村が作製した温室効果実験器

表 二酸化炭素を封入した地球モデルとふつうの空気を封入した地球モデルの温度の時間的变化

時間 (秒)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
二酸化炭素	26.6	27.3	28	28.6	29.2	29.7	30.1	30.5	30.9	31.3	31.5	31.8	31.9
空気	26.6	27.3	27.9	28.5	29.1	29.5	29.9	30.3	30.6	30.8	31.1	31.3	31.4

得られたデータをグラフ化すると、次のグラフのようになる。



なお、このイベントの反省会 9月27日金曜日行われたが、本校からは、誰も出席できていない。

### 3. 生徒の様子

当日出席した、自然科学コースの生徒は2名だった。その他に、科学部への入部希望の高校2年生が5名参加し、本校生徒としては合計7名の参加であった。

自然科学コースの生徒2名と、高校2年生1名は、「二酸化炭素による温室効果」の科学ステージに参加した。残りの高校2年生4人には、サイエンスEネットが出展していたブース「腕力発電と紅茶で燃料電池」をボランティアで手伝った。



生徒達の感想は、とてもいい経験ができたので、また、このようなイベントには積極的に参加したいというものであった。

#### 4．企画者(授業者)の評価

いろいろと反省点があるが、一番大きな反省点は、「けいはんな子どもサイエンススクール」の反省会に本校から誰も参加できなかったため、企画全体の反省がつかめていない点である。

さて以下、3つの点から、この行事の評価を行う。

- 1．連携の行事として、継続的に行う価値があるかどうかの評価
- 2．「科学技術リテラシーの向上」という目的に照らしての評価
- 3．参加した地域の児童の反応などからの評価

まず、1についてであるが、連携行事として継続的に行う価値は、生徒の感想にみられるように「ある」といえるが、科学部の形態が流動的であるため、来年以降、このような形での参加ができるどうか、判断にまようところである。つまり、本校の体制に問題があり、継続性は難しいと判断せざるを得ない。

次に、これも、科学部の体制の問題があるため、実際にイベントで行った実験は、サイエンスEネットが開発した実験教材であるので、「ものづくり」の観点からみた場合は、向上したという評価を与えるのは難しい。

しかし、イベントに参加し、一般高校生が知らないようなレベルで、地球温暖化について、小中学生の説明できたのは、知識・理解の観点からは向上したと評価してよいと考えるところである。

最後に、参加した地域の小中学生の反応であるが、すさまじいものがあった。その後、本校に、当日の実験を再度行いたいがどうすればよいかなどの電話が数件あり、次のどこで、その実験をするのかの情報もほしいといわれた。

また、当日にサイエンスEネットが行った燃料電池実験は、受けがすこぶる善く、12月の環境フェアに、サイエンスEネットがあるいは、京都教育大学附属高校スーパーサイエンスハイスクール部門で、もう一度、参加してほしいとの依頼をうけているところである。

## 4 「自然科学研究講演会」

### 1．意図

研究の最前線で活躍されている先生の体験を通してのお話を聞くことで、科学研究に対する姿勢やこれからの学習に取り組むモチベーションの向上を図る。

### 2．展開

講演者

益川敏英氏（京都大学基礎物理学研究所 所長）

日時、場所

11月14日(木) 15:40 ~ 16:50 本校メディアセンター

参加者

自然科学コース1年生40名、一般生徒希望者21名

内容

- ・ 研究生活に赴かれた決定的要因
- ・ 科学研究や技術開発の社会へのあり方について
- ・ 基礎研究の大切さ

### 3. 生徒の感想から

- ・ もっと専門的な話なのかなと思っていただけ、そんなことはなく素朴に学問についての話でした。いろいろなことに興味を持って挑戦することが必要だと思った。「基礎をしっかり」という言葉にはすごく共感できた。いい話が聞けた。
- ・ この講演では新たに知ったことや、納得したことが色々あって興味深いものでした。特に科学者も一市民として、社会にどのような影響があるかを考えるべきというところは、全くそうだと思います。
- ・ 今日の講演で、益川先生は、今役立つことではなく、10年後、15年後に使える基礎知識を学ぶべきである。ということをおっしゃっていた。また人間の思考はその人が過去にしてきたことを物語っていることが多いとおっしゃっていた。このことは、他の人と議論することによって、他の人の思考も知ることができ、違う見方、新しい発想ができるようになる。今日の講演は今後に生かせる点が多かった。
- ・ 気さくな感じの先生で、講演を聞いていて、とても面白かったです。小学校でのエピソードも面白く、ノーベル賞に近い人ってこんな感じなのかと、ちょっとあっけにとられたりもしました。知的好奇心を刺激される内容でした。後半では印象に残ったお言葉がいくつかありました。一つは「人間の思考パターンは、過去にその人がやってきた歴史に束縛されていて、そこから逃れるためには、他の人とのディスカッションが必要だ」ということです。人に自分の考えを伝えるということは、自分の頭の中で考えが整理されるといく経験は私にもあります。次に心に残ったのは、「公害などによって、科学に対して負のイメージができていく」ということです。「確かに科学技術の発達と共に公害が増え・・・」といわれますが、しかしそれは、科学者に責任があるわけではなく、また誰かが悪用してやったのでない限り誰にも責任はないのです。では何をすればいいのかという責められるべき人を捜すことにも一理ありますが、それよりもまず、市民が正しい知識を持って、対処するということです。そして企業、政府もすぐに結果を求めず、実行に際してはあらゆる角度から調査が必要です。最後は「役に立つ科学というものは基礎の上に成り立つ」ということです。常日頃の努力を怠らないようにしたいと思いました。
- ・ 「今の世の中は科学なしでは成り立たない。今使える知識が後で使えるかは分からない。」ということが印象に残りました。
- ・ 人と議論するということについて、人間は一人で考える範囲が狭くて、人と議論して外からの刺激を受けて新しい考え方をする。人と議論してその人から答えを得たことはないというのは意外だった。
- ・ 今日考えたのは、科学というのは一筋縄ではいかないということでした。人間が科学を好きだ、おもしろいと思ってどんどんいろいろなことがわかってきても、そのわかったことが、どう使われるかはわからない。戦争に使われるかも知れない。両刃の剣であること。そのことがすごく頭にのこった。

- ・ 本当いろいろな話が聞けてよかったです。  
 成長した時に生かせることを  
 高度になればなるほど基礎が重要  
 過去に拘束されないように  
 議論をすることが大切  
 結果を焦って求めてはいけない  
 市民としてどう生きるか

どれも考えさせられます。とくに2つ目は自分も頑張らなければと思います。5つ目はこのSSHクラスとしてはいいがたいところですが、焦りすぎはいけないと思います。4つ目の考えは面白かったです。

- ・ 先生が研究者になられたのは、お父さんの影響が大きかったと思う。やっぱり周囲の環境がおおしく影響しているんだと思う。また、基礎を学ぶということで、今いろいろなことを学んでいるけれど、これはいつかは役に立つことなんだと思う。将来何をしているかわからないけれど、それをするための基礎をやっていると思うと勉強に身もはいる。
- ・ 先生が、さらりとおっしゃった「勉強はすればするほどそれが面白いと思った」という言葉が一番印象に残った。何でも基礎が大切だと言われてきたが、こんなに素直に受け入れられたのは初めてに近い。
- ・ すごく楽しかったです。難しい話かなと思っていたので意外でした。科学のすごさを改めて知った感じです。科学っていうと難しく、結果がなかなかなくて大変そうって思っていました。それはいまもですが・・・でも前ほどのイメージはありません。TVでも昔「ゴースト」という現象があって、それを科学の力で無くして、今は綺麗に見られようになったときいて驚きました。科学が身近にある風を感じられました。
- ・ 私達がわかるようにかみ砕いてお話し下さったので、とてもわかりやすく、面白かったです。初めにおっしゃっていたことは、今の私達へのメッセージ、アドバイスのように聞こえました。それは、今だけのためではなく、先、将来を見すえて考えていくかが重要だということです。つまり「基礎」ということです。ファープル、パスツール、エジソンの話でもそのことを痛感しました。人とディスカッションすることの大切さを主張しておられました。思考を広げ、新しい考えを持つためもっと人と意見を交流しようと思いました。
- ・ 「役に立つ科学は、基礎科学から一連のものとしてつながっている。応用的なこともすべて基礎の上成り立っている」といわれたことが強く印象に残った。
- ・ このSSHクラスに入るとき、「その情報を正しく判断できる市民」という言葉を聞いた事がありました。そして今回「未来の変化を見通し対処する」という事を聞き、現代の複雑化した社会の流れの中で、自分の立つ位置に今の自分がすごく散漫であること、これからの未来に組み込まれていくであろう自分に「判断力」は欠くことのできないことへ私は不安を感じました。今年の4月には、さほど深く考えなかったことを、私は今回の講演でじっくりと考えてみました。「正しい知識と判断」について、私は今日この日ほど「確かなモノ」を知ったことはないです。ファープルとパスツールの対比、戦後の焼け野原での子供時代や父親の話。今までわりと本を読んできたものの、先生の、先生自身の体験を聞いている事は、「本の中」にはない説得力のようなものがあり、何より現実的にとらえることができたのです。今のように、参考書も塾もない戦後生まれの先生の、「へんてこなことを知っていた子供」というのと、「名古屋で科学が生まれている」という言葉がすごく好きです。「へんてこな・・・」というのには先生の興味の広さを感じる点がありますし、「名古屋で・・・」というのに、しっかりと「時代

の中に立っている」ような感じを受けるのです。今の私たちはそういうことに少し散漫になっている気がします。(自分から何かをすることに。)

#### 4 . 評価

高校生を念頭においての講演であり、生徒の感想にも見られるように、科学に対する姿勢、勉強に対する姿勢など興味深く考えさせられるお話をきかせて頂いた。SSHクラス以外の一般生徒の聴講が少なかったのが残念であった。放課後の時間の都合で聴講できなかった生徒や、先入観で専門的な難しい話と思い敬遠した生徒もいたであろう。理系進学を考えている生徒や進路に迷っている生徒などもっと多くの生徒に聞かせたかった。

## 5 節 「自然科学コース HR 進路学習」

### 1. 意図

本校では、3年間を見通してHRや学年で進路学習を行っており、ほぼ学年で同時並行で行われている。38期生の1学期では、高校生活・生き方・仕事について考える機会を持つように進路学習を行った。自然科学コースも、1学期は普通コースと足並みを揃えて先に述べたような意図で進路学習を行ってきた。2学期は、普通コースでは来年度のカリキュラムにおいて文理を選択する時期にあたる。自然科学コースには直接関係のない事柄ではあるが、高校生として文理選択の過程を知ることが大切であると考え、この点について進路学習を行った。また、理系を意識させるためにも、普通コースとは異なる進路学習にも取り組んだ。3学期は、3年生の受験シーズンにあたるので、具体的な大学受験を知る機会をもつようにした。

### 2. 具体的な取り組み

(1) 4月下旬	高校生活調査(第1回)
(2) 5月下旬	あこがれの仕事調査
(3) 6月中旬	3年生から高校生活のアドバイス
(4) 6月21日	坂本達氏講演会
(5) 6月29日	実力テスト
(6) 7月上旬	仕事ナビ検索
(7) 7月中旬	進路だより(夏休みの心得)
(8) 8月31日	実力テスト
(9) 9月上旬	自然科学コースだより(1年後半スタート)
(10) 9月27日	進路ガイダンス(教務部進路係)
(11) 9月下旬	自然科学コースだより(文理選択)
(12) 10月8日	文理選択(SHR)
(13) 10月11日	ドイツ・バイエル社訪問記(LHR)
(14) 10月16日	企業が求める人材(SHR)
(15) 10月18日	進路ガイダンス(ベネッセ)
(16) 10月中旬	高校生活調査(第2回)
(17) 10月上旬～中旬	進路面談期間
(18) 11月29日	進路探索検査
(19) 12月20日	進路探索検査結果
(20) 1月8日	自然科学コースだより(新年を迎えて)
(21) 1月10日	自然科学コースだより(センターテスト基礎知識)
(22) 1月17日	進路探索(職業を知る)
(23) 1月24日	大熊晋氏講演会
(24) 1月31日	進路探索(自分を知る)
(25) 2月12日	自然科学コースだより(高1最後の試験に向けて)
(26) 2月18日	多様化する大学入試(SHR)
(27) 2月上旬～下旬	進路面談期間
(28) 3月7日(予定)	進路探索(将来を探る)
(29) その他随時	SSH取材の新聞記事の掲示、オープンキャンパス・実験教室・講演会の掲示と参加への啓発

印は、学年で取り組んだもの

### 3. 生徒の様子

何事にも真面目に取り組む生徒が多く、進路学習においても積極的に取り組む姿勢が多く見られた。提出物についても、自分で調べてきっちり書いて提出する生徒が多い。話を聞く態度や姿勢もたいへんよく、意欲的でもある。進学に対する意識も高く、自分が将来やってみたくいことから進路を切り開こうという姿勢を持った生徒も多い。文理選択については、ほとんどが理系志望であるが、文系も含めて考えている生徒もいる。2学期後半から、自分の進路について展望や不安など、具体的なイメージをもつ生徒が増えてきた。

### 4. 評価

進路や進学に対する意識が高い集団なので、進路学習全般においては、我々が意図することを踏まえて学習できていると考えられる。1学期の学年での取り組みは、系統的に学習できて効果的であったと考えられる。2学期から、自然科学コース独自の取り組みを入れてきたが、学年の取り組みとのタイアップや、系統性からみてやや単発的であったと考えられる。3学期は、学年行事も多く、自然科学コース独自の取り組みがあまりできなかった。

1年間の進路学習としては、多くの内容が盛り込まれ、生徒の意識も変化してきていることから、成果があったと考えられる。ただ、自然科学コース独自の取り組みについては、もっと工夫して行う必要があると考えられる。

## 4章 自然科学コースの生徒

本校の取り組みを行ってきて、生徒はこの一年を過ごしてどのように変容したのだろうか。次の から のグラフを参照しながら本校の生徒、特に SSH の対象となっている自然科学コース生像がどのような変容を遂げたのかをみてみたい。なお、アンケートは 2002 年 5 月、2002 年 12 月に 1 年の全生徒を対象に行った。

自然科学コースの生徒は、コースの性格上から理系志望であることがはっきりしているが、当初の「理科系志望」という漠然とした志望から志望大学などのイメージを明確にもつようになり、進路に対する考えが普通コースのクラスよりもはっきりしている。

自然科学コースの生徒の中には医学部志望が比較的多いことが特徴としてみられたが、理学部・工学部志望者が微増した。これは学校設置科目「科学技術」や「生物 B」、学校設置科目「応用数学」の授業を展開する中で、理科系学問の諸分野に対する理解が進んだためと思われる。

塾や予備校での学習時間を除く自宅での学習時間については、高校生は一般的に入学からしばらくの期間は新しい生活への緊張感から自宅での学習時間が多く、慣れるに従って減少していく傾向があるといわれている。本校の生徒もその傾向と無縁ではなく、自然科学コースの生徒では 2 時間以上学習する層が減少し、4 時間以上学習する層がいなくなった。ただ、自宅での学習時間は自然科学コースの生徒は普通コースのクラスの生徒よりも多い傾向がある。

学習困難を感じる教科については、自然科学コース生の中で見ると入学時には数学はさほど多くなかったが、12 月の調査では一番多くなった。社会科関係の科目については困難を感じる生徒が少なくなったことがわかる。数学の学習が難しいと感じる要因は、教科内容の構成を学習指導要領とは変えて、大胆に組み替えて授業を進行していることが考えられる。塾や予備校での学校外での学習もしている生徒がおり、そこでの学習内容と齟齬をきたして生徒が混乱しているのかもしれない。

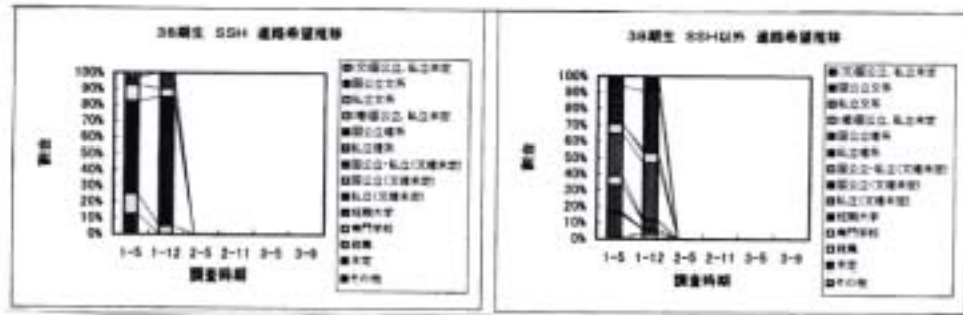
学習が順調に進んでいる教科については、英語が順調に進んでいると感じている。特に自然科学コースの生徒に顕著である。このことは第 2 回運営指導委員会での討論内容とも関連して興味深い傾向である。

高校生活に対する気持ちでは、1 年生全体に共通するのは将来への不安が増えたことである。特に自然科学コースの生徒は課外時間が普通コースの生徒に比べて限られているため、学習と部活動との両立に対する不安が増えた。

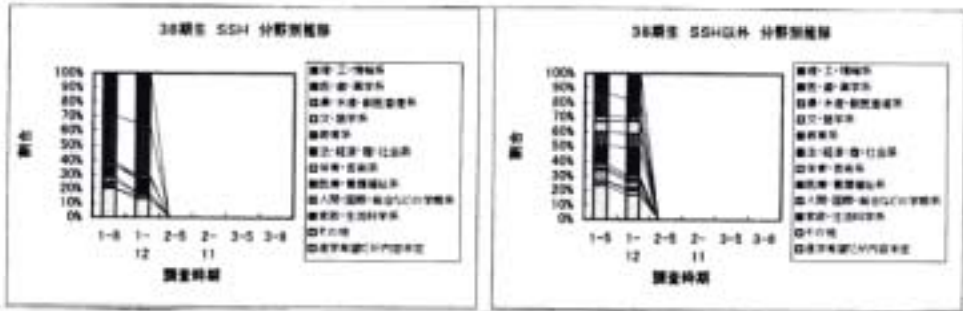
高校で一番したいこととしては、自然科学コース生は勉強と部活動を両立、特に勉強に重点を置きたいと考えている傾向がある。普通コース生では友人を多く作り楽しく生活したいというものが最も多い。学習活動に極めて肯定的な自然科学コース生の様子を見てとることができる。

以上のことから、自然科学コースの生徒は学習に積極的で、かつ将来の進路に対しても理科系の中で多様な方面に関心を広げながら実現を図ろうと考えていることが分かる。ただ、週あたり 4 時間の 7 時間目の授業を行っているために課外活動の時間に余裕がなくなっている。そのことが自然科学コース生の学校生活における不安要因の一つとなっているのではないか。

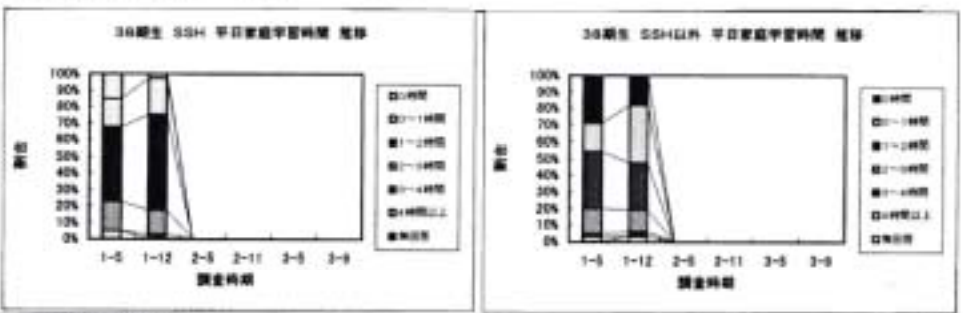
グラフ① 進路希望



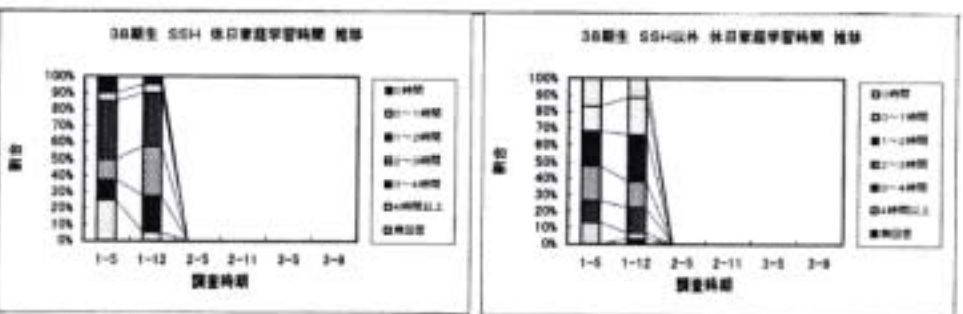
グラフ② 分野別希望



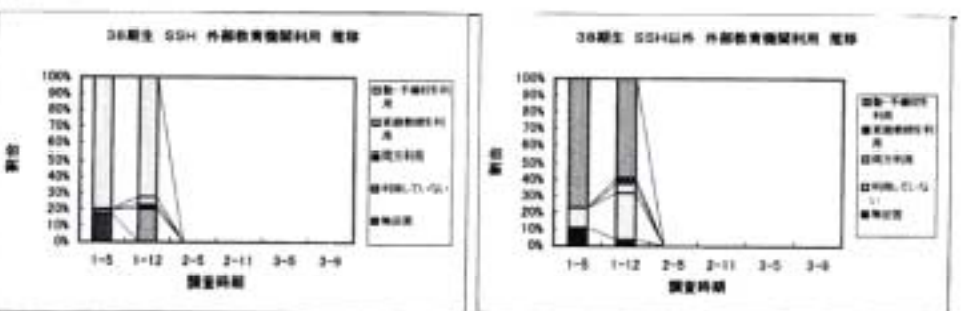
グラフ③ 平日の家庭学習時間（塾・予備校での学習は除く）



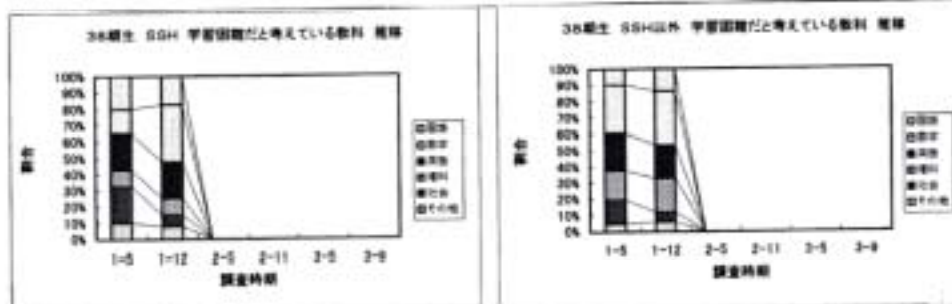
グラフ④ 休日の家庭学習時間



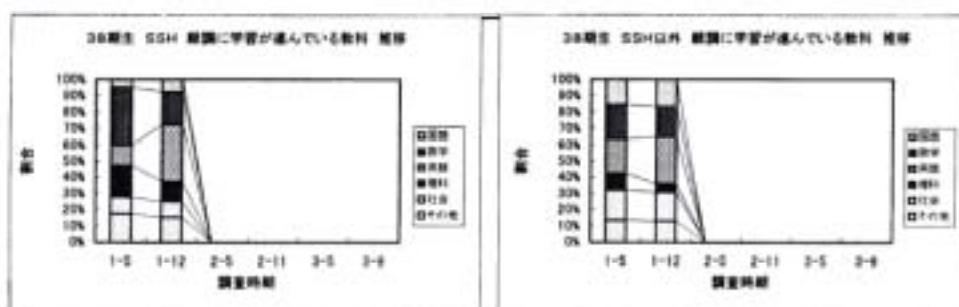
グラフ⑤ 塾・予備校等の利用調査



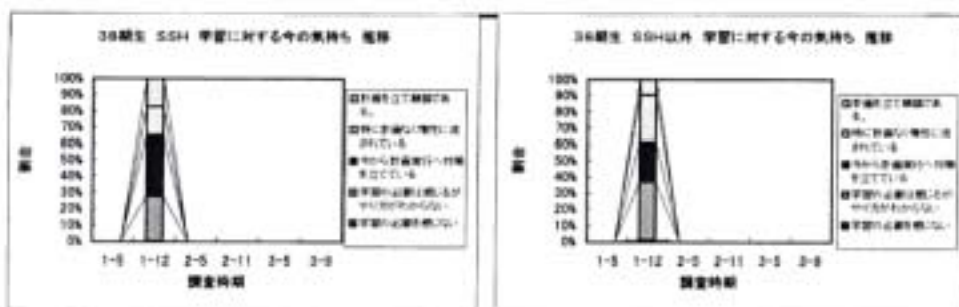
グラフ⑥ 学習困難と感じている教科



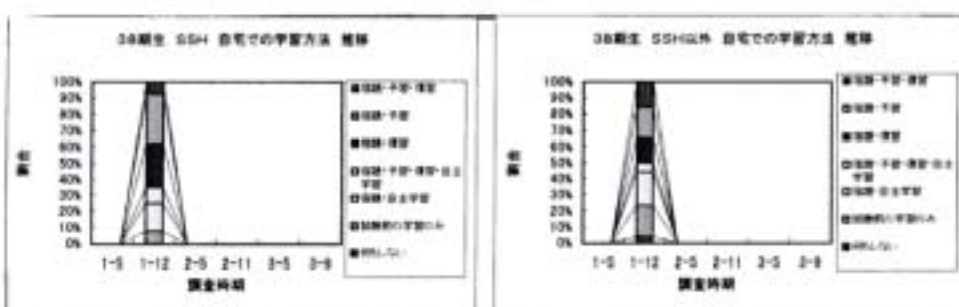
グラフ⑦ 順調に学習が進んでいる教科



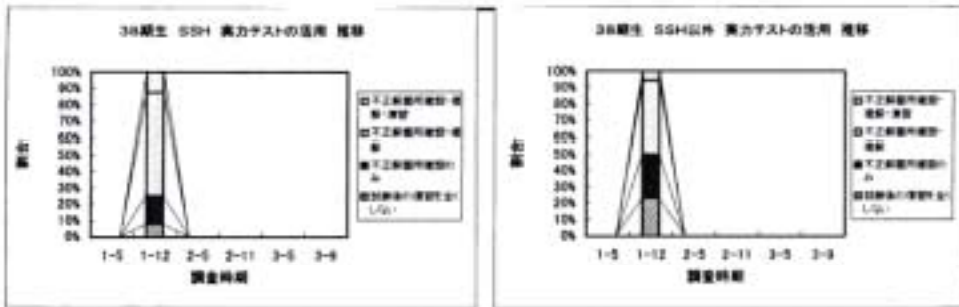
グラフ⑧ 学習に対する今の気持ち



グラフ⑨ 自宅での学習方法

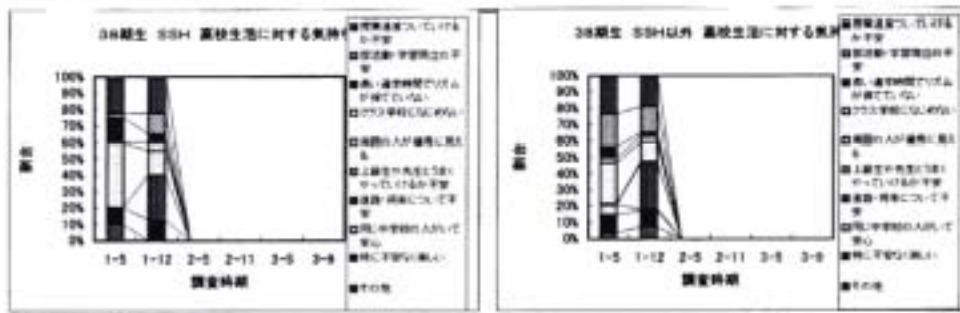


グラフ⑩ 実力テストの活用方法

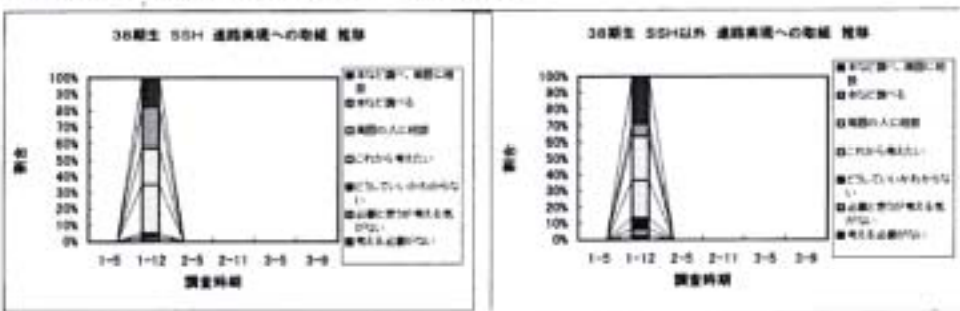




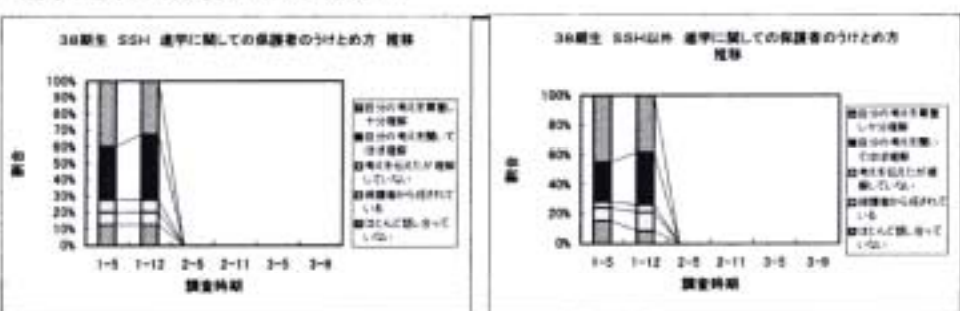
グラフ⑩ 高校生活に対する気持ち



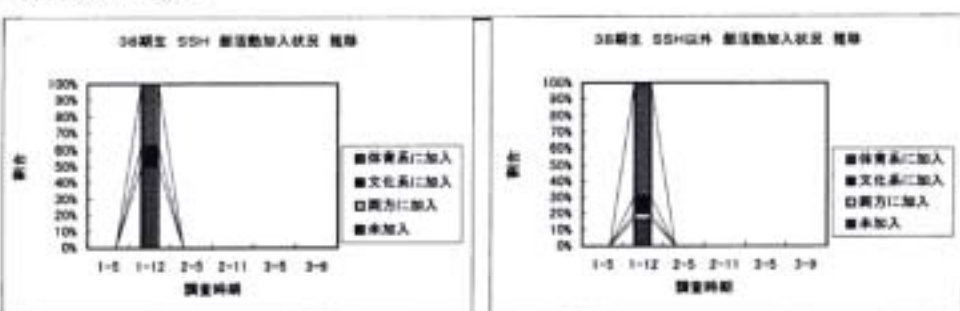
グラフ⑪ 進路実現への取組はどのようにしているか？



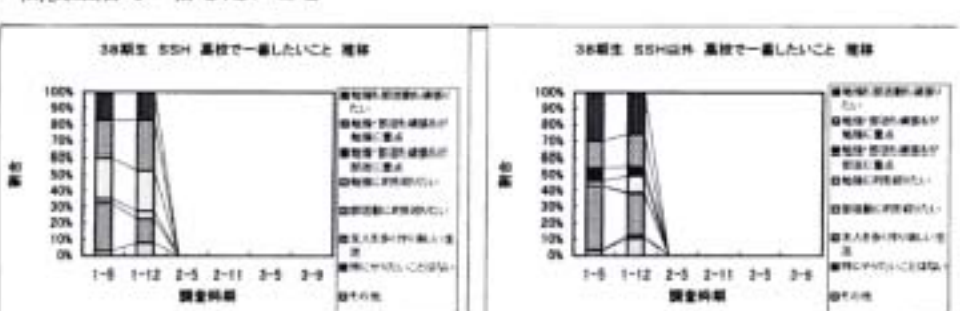
グラフ⑫ 進学に関して保護者との相談は？



グラフ⑬ 部活動加入状況



グラフ⑭ 高校生活で一番したいこと



## 5章 第1年次の研究開発の評価

### 一 本校としての評価

本研究開発では4つの目標《A 自然現象の法則性を理解し、その構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てる。 B 科学技術の開発に興味・関心をもって創造的に取り組む生徒を育てる。 C 意欲的に情報を取り入れて、表現・発信していく生徒を育てる。 D 社会に於ける科学技術のあり方を考えられる生徒を育てる。》を設定して事業題目の実現を図るとともに、我が国の先進的な理科・数学教育の向上に資することを目的としている。研究開発初年度でもあり軽々な評価を下すことはできないが、目標実現のために7点に要約される具体的な実施方法がどのようなものであったのか、という点から考察してみたい。

具体的な方法とは 理科・数学の授業時間増、 理科・数学境界領域の教材開発及び実践、 理科実験学習の一層の重視、「学校設定科目」の設置、 大学・企業、研究機関と連携した指導。研究者による講義の実施。 地域自治体(京都府等)の教育・研究活動との連携強化、 クラブ活動等発表・発信の場の設定 以上の7つである。

の授業時間の増加については自然科学コース発足当初からの方法の一つでもあり、基本的には普通コースのカリキュラムの上に理科・数学の科目を増加させて履修する方法をとった。それはどの教科・科目も同様に大切であるという考え方に依っているためである。時間数が増加したことは教科内容の進捗と深化という点、さらに「学校設置科目」の実施を容易にした点では効果があった。ただ、週あたり4回16時40分、あるいは17時ころまで授業があることで学校での生活時間に余裕が無くなる要因となっている。我々の当初の動機では、授業時間を増やすことによって塾や予備校に依存しない学習を構築したいという考えもあった。こうしたことからいけば授業時間を増加させることは当初のねらいに沿ったものといえる。ただ、生徒の放課後の時間も大切であるので、新学習指導要領が始まる二期生のカリキュラムでは改訂を行って是正することにした。このような取組について生徒や保護者がどのように見ているかということ、一年だけで結論を出したくないという生徒のアンケートへの回答があった。2003年2月に実施した本校の入学試験に受験者が増加したこと、さらに合格者についても、例年入学辞退者がいたが本年度はそれが見られなかったということに一つの傾向が読みとれる。当該の生徒については本編を参照されたい。

については学校設置科目「応用数学」がフラクタルを基本として科目の編成を行い、その中で自然現象と数学との関係を積極的に取り上げるなどの取組みを行った。詳しくは数学科からの評価を参照されたい。

では本校の理科教育の特徴ともいえることであるが、自然科学コースでは生物 B、学校設置科目「科学技術」でも実験実習を積極的に行った。例えば、生物 Bが実施した妊娠マウスの解剖実験は外部講師である再生医科学の研究者による授業の一環であり、高校の水準を超える教科内容の取組みでもある。また、「科学技術」においては教科からの報

告にもあるように実験・実習による科目構成をとっている。本年度は予算措置が遅れたために計画通りの授業ができなかったが、後半の授業はほぼ計画通りに進んだ。生物が授業の中で行った生徒への調査結果からもわかるように、生徒は実験実習の取り組みがレポート作成能力だけでなく、観察力・好奇心・探究心といったところに能力が高まったという印象を持っている。普通コースとの比較が行えていない点で不十分なところではあるが、今後、普通コースとの比較調査などで検証を進めたい。

の学校設置科目については「応用数学」、「科学技術」の2科目を設置した。この2つの科目がそれぞれ数学教育・理科教育の一部を構成するのであるから、数学・理科という教科の中でどのような役割を果たしているのかを明らかにする必要がある。円滑な授業を展開したが、まだ1学年だけの取り組みであり、生徒の認識の質をどのように変えていったのかについては後日のまとめに譲りたい。

の大学・企業、研究機関との連携した指導については、特に大学との連携は順調に構築できた。京都工芸繊維大学が全学的に支援を表明され、大学の研究室を訪問した実験の指導、大学教官が来校していただいたの特別講義などが行われた。また、京都大学についても全学的に本校の研究計画が紹介され、大学教官から協力の申し出をいただき、具体的な教科書を作成する歩みが始まっている。こうした実践の課題は、高校生を直接知っている高校教員と特別講師として教壇に立つ大学教員の役割分担がどのようなものであるかを明確にすることである。また、高校教育と大学教育のギャップ、別な表現をすれば段差には内容・程度に大きなものがあるが、そうしたことを埋める取り組みの一つとして本学教育実践総合センターとの共催の下にシンポジウムを開催した。また、企業との連携については、高校生が企業の研究室を訪問したりすることはできなかった。企業の研究室や生産現場が必ずしも見学に適した施設となっていないことが大きな要因の一つである。企業は当然、企業活動のための施設を持っているのであって、高校生のための施設を持っているわけではないことは授業を企画する側は改めて確認しておく必要がある。ただ、次年度、本校は神戸製鋼所の見学を実施するが、そうした対応可能な企業もあり、積極的な情報を集める必要がある。

については、京都という土地柄か、関西学術研究都市との関係を順調に維持することができた。各種研究施設が整備されるに従って、本校が見学などに利用できる所も増えつつある。また本校生徒が地方自治体主催の小中学生対象の科学教室などの啓蒙活動に協力する場面もあった。このような行事にSSHの生徒が協力するということは夏休みなど長期休暇などでは有効である。

クラブ活動などの発表・発信の場の設定については、遺憾ながら順調には行かなかった。ただ、数学オリンピックに全校的な規模で参加を呼びかけた結果、例年より多くの出場者がみられた。また、スペースシャトル「コロンビア号」におけるメダカの行動観察について、地上対照実験に本校生が参加した。自然科学コース生にも参加を呼びかけ、継続的な観察を行ったように、自発的な活動の場の設定が不十分ながらも少しずつ進んでいる。

## 二 外部評価

外部評価をうけるために、本年度は2回の運営指導委員会を開催した。第1回の運営指導委員会は平成14年11月16日(土)に、第2回は平成15年2月21日(金)に開催した。

### 〔第1回運営指導委員会〕

第1回目は取り組みを初めて時間があまり経過していないために、教科内容にわたる議論は深まらなかったが、普通コースと自然科学コースのカリキュラム構成の違い、それによる学校での生活時間の使い方が話題となった。運営指導委員からは午前8時30分始業ではなく、もっと早い始業時刻は考えられないか、あるいは寮の設置は考えられないか、といった意見も表明された。また、1クラスで自然科学コースを設定していることによる生徒のコース間移動をどのように考えるかといったことも指摘された。

### 〔第2回運営指導委員会〕

特に第2回目の会議は年間の評価を受けるためのものであり、学習指導要領が定める教育内容を本校では大きく再編成しながら取り組んでいるが、その評価が大きな論点となった。課題としては、理科領域の学校設置科目「科学技術」ではカリキュラムとしてはトピック的な構成を取っているが、理科各科目、領域との関連性、トピック的構成の中での科目内容が一貫性をもつ必要性が求められるとの指摘があった。また、生物 B では意欲的な科目編成の中で科目内容の精選が求められることの指摘があった。数学領域では、学校設置科目「応用数学」で取り上げているフラクタルが理科領域の認識にも密接な関連を有しており、その取り組みが積極的に評価された。

運営指導委員の内、大学関係者からは大学院修士課程修了時の社会に出る段階でも、自分が何がしたいのかが見えにくい学生の多いことを考えると、大学へ進学する目的を明確に持たせる指導が必要なこと、さらに世界を相手にした中で仕事をするときに必要な能力として、Tool としての英語、さらにそのバックボーンとしての国語力が求められるとの意見表明があった。

民間企業関係者の委員からは、「日本で教育を受けた人はレポートを作るのは上手だが、限られた時間の中でキーワードで的確に表現する力に欠ける場合が多く、プレゼンテーション能力の低い場合が多い。それは社会人としてずいぶん損をしているといえる。また、世界で仕事をしていくときに日本語で考えて Tool として英語を使うが、その際に日本語の力が極めて大切な要素となる。」という趣旨の発言があり、奇しくも理科・数学教育だけではない、国語力・英語力の重要性を確認する場となった。「商品も一定のレベルを超えている物でも差別化が図れないと売れるものにはならない。企業で働く人材も平均的な人物は面白くなく、角張った特徴のある人が求められる。」との発言もあり、相手の意見を理解しつつ、自分の考えをしっかりと表現できるような生徒を育てていくことも考えていかねばならないと思う。

〔教育実践研究集会〕

一方、外部評価の一環として平成15年2月21日に本校はSSHの取り組みを報告する「教育実践研究集会」を開催した。以下はその概要である。

<テーマ>

「スーパーサイエンスハイスクール(SSH)における科学技術研究・開発に意欲的・創造的に取り組む人間の基礎をつくる教育の研究」

日時 平成15年2月21日(金) 9時45分～17時00分

内容 (1) 公開授業

A. 公開授業・・・英語 (1-5教室)・1年文法(LL教室)

「英語授業改善のための一工夫」...そのWHATとHOW...

応用数学(1-1教室)「墨流し(データ処理)」

B. 公開授業・・・英語 公開授業の反省会

理科 1年『科学技術』「科学技術の一年間を振り返って」

(2) 講演会 [会場]メディアセンター1階 多目的ホール

講演テーマ・・・「教育改革の動向を考える」

講演者 NHK解説委員 早川 信夫氏

(略歴)NHK特集「教育は変えられるか」

NHKスペシャル「義務教育はこれでよいのか」などの取材・制作にあたる。

大学入試センター大学情報専門委員会委員を歴任され、現職は解説委員(教育・文化担当)、広島大学高等教育研究開発センター客員研究員。

(3) 教科研究集会

A. 英語科研究集会(LL教室)

1. 公開授業を中心にQ&A

2. 研究発表

発表者 境 倫代

助言者 鈴木 寿一(京都教育大学教育学部教授)

研究テーマ「文法指導の再考」

内容紹介 「コミュニケーション志向の英語教育の中で文法指導は敬遠されがちである。しかし、その言語に関する文法知識がなければコミュニケーションを行うことは不可能である。やはり文法は必要である。それではいったいどのような文法知識をどのような方法で教えたらいいのだろうか。本発表ではこの点について考察していきたい。」

講演 講演者 鈴木 寿一(京都教育大学教育学部教授)

講演テーマ「英語授業再点検」 .....少ない時間を有効に使うために

## B. 数学科研究集会（コンピュータ教室）

発表者 山本 彰子，河崎 哲嗣，藤本 正裕

助言者 占部 博信（京都教育大学教育学部教授）

研究テーマ「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）における高校3年間を見通した数学教育の実践」……1年目の中間総括……

内容紹介 「理科系進学者に対応するために学習指導要領にとらわれずに高等学校の数学教育を構築した。高校3年間の数学の単元間の関連性を重視してより系統性を持たせた。さらに，新設定科目『応用数学』でフラクタルを教材として実践している。こうした取り組みを通して得られた成果と明らかになってきた課題の紹介をしていく。」

## C. 理科研究集会（化学教室）

発表者 川村 康文，井上 嘉夫

協力者 岡本 正志（京都教育大学教育学部教授）

助言者 村上 忠幸（京都教育大学教育学部助教授）

研究テーマ「SSHにおける学校設定科目『科学技術』および『生物 B』の一年間を振り返って」

内容紹介 「SSHとしての取り組みの中で，『科学技術』ではモノづくりと工学の多分野（宇宙工学，環境工学，情報工学）への素養をめざした授業を，『生物 B』では生命科学を見据えた授業をそれぞれ展開している。この1年間の授業実践を振り返り，成果と課題を明らかにしていきたい。」

以上が実施した計画で、教科別研究会での研究討議の内容は各教科からの報告に譲るが、研究集会ではジャーナリストの立場からNHK解説委員の早川信夫氏に『教育改革の動向を考える』と題した記念講演をお願いした。豊富な取材経験に裏付けされた多様な切り口で教育現場や政府や自治体の動向を紹介・分析いただいたが、最後にSSHの課題を5点挙げられて話を終えられた。その課題とは第1に学校のコーディネート力を高める、第2に外部講師を教員研修の場として活用する、第3にしっかりした評価を下す、第4に先発後進の危機感をもつこと、第5に学び合いをきっちりと発信する、という5点である。この5点は本校の課題としてもそのままあてはまることが多いと思える。この観点から本年度の取り組みを総括してみたい。

第1の外部機関との連携においてコーディネート力を高めることだが、高校と大学・研究所という機関同士の連携を図る際に、本校としてはかなり順調に連携が進んだと思われるが、本校の教育内容を改善していくのにいろいろな機関・研究者がおられるはずである。その情報の入手と連携へのアプローチを試みることを積極的に進める必要がある。第2の教員が他の教員の授業をみる場面は予想以上に少ないのが現状である。外部講師を招く中で、教員自身が外部講師の専門分野の知見の豊富さに刺激を受け、実験技法を学んでいく

ことは大切である。教員が「面白い」という感動をもつことが大切である。本校教員には、その姿勢が強いと思われる。第3の評価については、外部評価を受けるために課題を明確にすることが重要と思われる。学校の取り組みをできるだけ客観的に自分自身で評価し、その中から明らかになる課題を抽出できるか否かが重要だろう。自己点検の内容が問われるといってもよい。第4は本校の研究開発が年度当初から出発可能な状態であったために順調に進んだが、教育内容の更なる検討を加えて充実させていくことが求められる。第5については、研究会等の伝統的手法による情報公開は進められたが、インターネット等を利用した情報発信、地域に向けた教育内容の公開は十分ではなかった。こうした取り組みは成果を共有するためにも、さらに本校の取り組みが客観的に評価されるためにも重要なことである。

研究開発学校実施報告書  
平成14年度(第1年次)

2003(平成15)年3月24日発行

編集 自然科学コース推進室  
発行者 京都教育大学教育学部附属高等学校  
〒612-0037 京都市伏見区深草関屋敷町  
TEL : 075-641-9195 FAX : 075-641-3871