

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2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16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。

奥付

研究開発学校実施報告書
平成14年度（第2年次）

2004（平成16）年3月25日発行

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

研究開発第2年次の実施報告書発刊にあたって

京都教育大学教育学部附属高等学校

校 長 武蔵野 實

スーパーサイエンスハイスクール指定校となって二年目が経過致しました。

21世紀の科学技術を担う科学者・技術者の養成をめざす本校の理数教育改善の試みは、成果の本当の評価がずっと先にあるとは言え、1年1年と学習を深める生徒の成長をしっかりと見つめていく必要があります。

2年生は昨年の教育実践の中で、自らの文章作成や発表能力の向上に確信を持ちながら、理科や数学に対する好奇心や探究心を高めることが出来ました。「応用数学」ではフラクタルが扱われ、既存の数学の知識を応用しながら論理的思考によって内容を発展させていく貴重な体験をすることが出来ました。また「科学技術」の授業ではモノづくりの喜びを経験し、創り上げたものをさらに改善、応用していく工夫が楽しいものであることを知りました。これらの実績をさらに発展させ、意欲的な創造的な科学技術研究へと高めるには、まだ多くの体験と学習が必要です。本年は「応用数学」の発展をはかり、数学、物理学、化学分野をより実践的、発展的に捉え直した授業に取り組みました。しかし、指導要領にとらわれない授業実践とは言え、実際には各教科についての確かな学力の保証が重要であり、大学さらには大学院なども視野に入れた進学への対応も必要となっています。

また、新たに自然科学コースに入学した1年生の授業は昨年と同科目ながら、生徒の反応や行動にも違いが見られ、授業の評価にも多様性が出てきています。

今年度の報告では、2年間の教育実践によって生徒のどのような能力を伸ばせたのかについて検討を試みています。また、あるべき理数系の体系的な教育内容はどのようなものかについても検討を始めています。

本年も運営指導員の皆様の指導とご援助、京都大学、京都工芸繊維大学、京都教育大学の多くの先生方のご協力、そして神戸製鋼、日本電池などの企業にもご協力を得ながら授業の開発を進めてきました。

科学する心は養われつつあるのか、科学する創造的能力は獲得されつつあるのか。スーパーサイエンスハイスクール2年目の実践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	研究開発の概要	8
2 章	教科の取り組み	
1 節	数学科	
	応用数学Ⅱ	1 5
	代数幾何	3 3
	「授業評価」の実践	3 9
2 節	理科	
	物質科学Ⅰ	4 5
	エネルギー科学Ⅰ	6 7
	「新しい物理」について	7 8
3 節	「科学英語」・「科学と哲学」	
	「科学英語」	8 3
	「科学と哲学」	8 3
3 章	教科外の活動	
1 節	SSH 行事	8 8
2 節	HR 進路学習	9 3
3 節	数学クラブ	9 5
4 節	地域・大学との交流、貢献、連携	9 6
4 章	本年度 SSH 研究開発の評価	
1 節	本校 SSH 事業全体に対する評価法の試み	1 0 8
2 節	研究開発の評価と実施上の課題及び今後の方向	1 2 1

昨年度に引き続き実施した「生命科学Ⅰ」及び「科学技術」の取り組みについては別冊の資料編に収録した。

第1章 研究計画及び研究開発の概要

第1節 平成15年度研究開発実施計画（平成14年度指定，第2年次）

本校の本年度の研究計画(抄録)は次の通りである。

1 研究開発の実施期間

指定を受けた日から平成17年3月31日まで

2 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』

3 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。

- ① 理科・数学の授業時間の増
- ② 理科・数学境界領域の教材開発
- ③ 理科実験実習の一層の重視
- ④ 学校設定科目の設置
- ⑤ 大学・企業，研究機関による指導
- ⑥ 地域自治体（京都府等）の教育・研究活動との連携強化
- ⑦ クラブ活動等発表・発信の場の設定

4 学校の概要

(1) 学校名、校長名 略

(2) 所在地，電話番号，FAX番号 略

(3) 課程・学科・学年別の生徒数，学級数及び教職員数

① 課程・学科・学年別，生徒数，学級数

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	201	5	197 (120)	5	200 (126)	5	598	15

※()内は理系コースの人数。本校では第2学年から文系・理系コースに分かれる。

② 教職員数

校長	教頭	教諭	養護教諭	非常勤講師	教務補佐員	ALT	事務職員	司書	臨時用務員	計
1	1	33	1	8	4	1	2	0	1	52

5 研究開発の実施規模

1年生と2年生について，各1クラスずつを自然科学コースとし，これらに対して実施する。

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

- ① 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。
- ② 理科・数学境界領域の教材開発・・・・・・・・・・【目標A・B・C】

- ・「応用数学」でフラクタルの教材化
- ③ 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。
- ④ 学校設定科目の設置・・・・・・・・・・【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。
 - ・従来の教材を新しい切り口でとらえる。
- ⑤ 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。
- ⑥ 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。
- ⑦ 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〕

①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Ⅰ (4 単位)	数学 A (2 単位)	応用数学Ⅰ (1 単位)	生命科学Ⅰ (4 単位)	科学技術 (1 単位)
2 年	解析Ⅰ (5 単位)	代数・幾何 (3 単位)	応用数学Ⅱ (1 単位)	エネルギー科学Ⅰ (5 単位)	物質科学Ⅰ (5 単位)
3 年	解析Ⅱ (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Ⅱ (5 単位)	エネルギー科学Ⅱ (5 単位)
				物質科学Ⅱ (5 単位)	物質科学Ⅱ (5 単位)
				生命科学Ⅱ (5 単位)	生命科学Ⅱ (5 単位)

②及び③は，別紙資料 1～8 の各科目の授業計画・実験実習計画による。

④の具体的科目は次のようである。

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

【数 学】 「応用数学Ⅰ」，「応用数学Ⅱ」，「解析Ⅰ」，「解析Ⅱ」，
「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Ⅰ・Ⅱ」

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Ⅰ・Ⅱ」

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Ⅰ・Ⅱ」

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Ⅰ・Ⅱ」

「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，海外の高等学校との共同学習の実施等で，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Ⅰ・Ⅱ」「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究。
- ・各自にテーマを与え、本学並びに他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〕

- ・学校設定科目「科学英語」の設置。
- ・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。

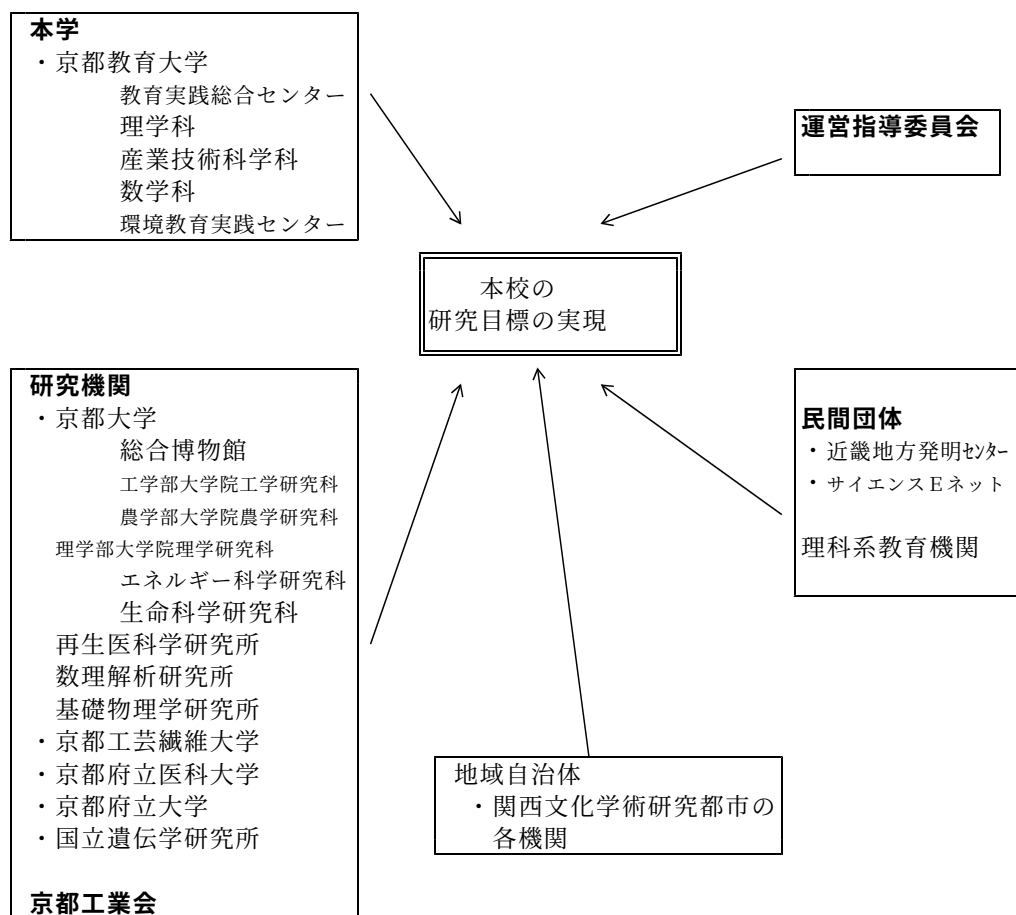
〔地理歴史科〕

- ・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る地理の理解。

〔公民科〕

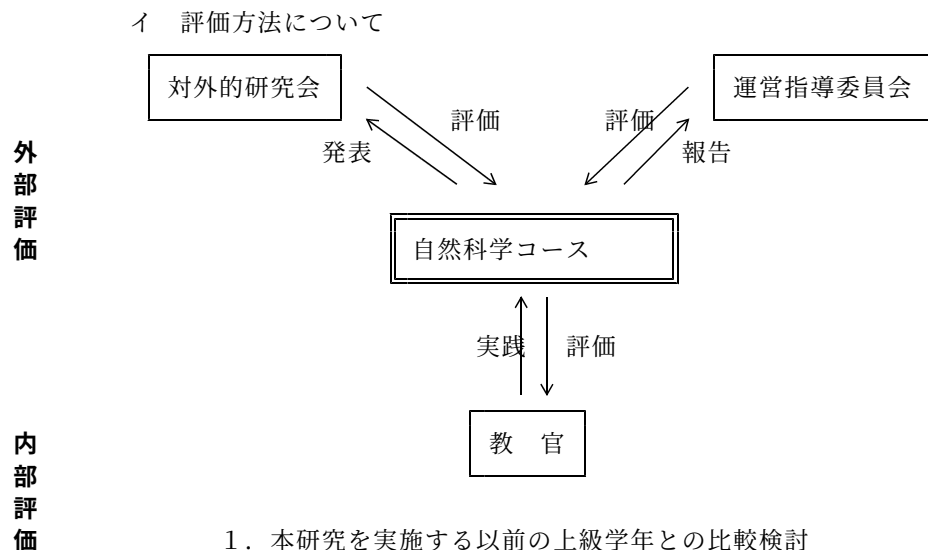
- ・科学技術の発達と個人のあり方、社会発展と科学技術の関係などを理解するために「科学と哲学」という学校設定科目を設置。

⑤の具体的構成



⑥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、数学オリンピックなどへの参加。
- ・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。



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等特記すべき事項

なし

7 前年度までの研究開発の概要

スーパーサイエンスハイスクールの第1年次では以下のことを中心に展開した。

①教科の教育活動として、理科の学校設定科目「科学技術」では、学外講師とのチームティーチングなども交えて展開し、「生物ⅠB」では観察・実験・実習の充実を主な柱として展開した。その中で研究施設での研修などにも積極的に取り組んだ。また、数学においては学校設定科目「応用数学Ⅰ」では、自然現象の解明も視野において授業を展開し、独自教材を開発した。「応用数学Ⅰ」では数学Ⅰ～Ⅲ、A～Cの各科目との有機的な連携も視野に入れて教材編成を行った。理科・数学ともに、先端的な研究者を外部講師として招いて授業を行った。こうした一連の教科指導の中では実験・実習、レポート作成に重要な位置づけを与えて展開したこともあり、生徒にプレゼンテーション能力が高まったことが確認できる。②教科外の教育活動では入学時から大学の研究室、各種研究機関との連携を視野に入れて啓発的な体験学習や外部講師による講演などを行って将来を見通した動機付けが図れるようにした。生徒は大きな興味・関心ををもってこれらの授業や活動に取り組んだ。

こうした研究開発の中で将来の自然科学研究者・技術開発者を視野に入れて数学・理科の学習に意欲的に取り組む生徒が育ちつつある。ただ、教科指導においては教材の構成などに論理的な一貫性をより高める必要がある。さらには、数学・理科以外の教科・科目の意味と連携についてより深い考察と教育計画が必要である。また、学校設置科目の各教科の中での位置づけをより明確にしていけることが次年度以降の課題として考えられる。

8 研究計画

(1) 第一年次 平成14年度

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。

以下、具体的活動については省略。第1年次の成果報告書報告参照

(2) 第二年次 平成15年度

論理的な思考力や豊かな表現力を持ち、多様な場で成果を発信できる生徒を育成する。

① 教科の教育活動の内容

自然科学コースの第1学年

ア 「科学技術」(学校設定科目)

第一年次をふまえて、理科各科目との関連と発展性を含む教材開発。

- 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
- e 第一年次の成果との比較研究

→授業計画の概要は別紙の(資料1)参照

イ 「生命科学Ⅰ」(学校設定科目)

「遺伝子」「DNA」をキーワードとした生命現象を理解するための基礎の育成

- 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
 - ・本学・他大学・企業・研究機関の見学や研究者による実習指導
 - ・大学などの研究施設を利用した、宿泊を必要とする連続実習の実施
 - ・研究者による講演・講義
- c 生命科学への関心の喚起
 - ・日常生活と関連した生命科学領域を知る機会の増加

→授業計画の概要は別紙の(資料2)参照

ウ 「応用数学Ⅰ」(学校設定科目)

第一年次で開発した教材をほぼ踏襲し、一部手直しして1単位分の内容として完成させる

- a 外部講師は「フラクタル入門」と「金属葉の形成パターン」の2テーマで実施
- b プレゼンテーション力、コミュニケーション力を育成
- c 第一年次で不十分であった質問意見を全体場で出せる生徒の育成
- d 生徒の理解について第一年次と比較研究

→授業計画の概要は別紙の(資料3)参照

エ 「数学Ⅰ」「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

→授業計画の概要は別紙の(資料3)参照

自然科学コースの第2学年

オ 「物質科学Ⅰ」(学校設定科目)

「身の回りのもの」の理解をめざした物質の構造・状態・変化についての理論的理解と実験操作の習得

- a 原子・分子・イオン等基本的粒子の構造と変化による物質理解の促進
- b 実験基本操作の習熟および実験・実習の充実
- c 課題設定・課題解決・考察を行う力の育成
- d 分析機器による定性・定量分析
- e 実験データのデジタル化とパソコンによるデータ処理
- f 本学・他大学教官による講義、近隣の企業協力による実習
- g 化学工場及び研究施設での研修

→授業計画の概要は別紙の(資料4)参照

カ 「エネルギー科学Ⅰ」(学校設定科目)

エネルギー変換の概念による物理分野の再構成を通じた基本的な物理的自然についての学習

- a 実験基本操作の習熟および実験・実習の充実
- b 力学、熱力学、波動、電気、原子のそれぞれの学習をエネルギー概念を軸にして再構成
- c 本学・他大学教官による講義、近隣の企業協力による実習
- d 課題設定・課題解決・考察を行う力の育成

→授業計画の概要は別紙の(資料5)参照

キ 「応用数学Ⅱ」(学校設定科目)

- a. ロジスティック写像から生まれるカオスについて関数電卓、コンピューターを用いた探究活動
- b. 実在のフラクタルをもとにモデリング、シミュレーション活動をおこなうことによる数理科学的な能力の習得
- c. コンピューターで簡単なフラクタルが描ける程度のプログラミング能力の習得
- d. 外部講師による「カオス入門」「カオスの応用」の2テーマの授業の実施
- e. プレゼンテーション力、コミュニケーション力の育成

→授業計画の概要は別紙の(資料3)参照

ク 「解析Ⅰ」(学校設定科目)

- a. 与えられた関数と自然現象との対応関係を、実験で確認品柄進める授業実践
- b. 数学Ⅱ・数学Ⅲにわかれている微分積分を体系的に指導

コ 「代数幾何」(学校設定科目)

空間認識の体得

→授業計画の概要は別紙の(資料3)参照

② 地域の教員を対象した、研究開発で得られた観察・実験などの新しい指導法に関する公開講座の

開設。地域の高校生を対象とした、自然科学と関連した数学をテーマとする公開講座の開設。

- ③ 科学クラブ・数学クラブの数学オリンピックなどのコンクール参加，研究発表，公開講座の企画運営。
- ④ 研究成果について運営指導委員会，教育実践研究集会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。

(3) 第三年次（平成16年度実施予定計画）

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。

① 教科的教育活動の内容

第2年次に行う教育活動に加えて，以下，ア～オを行う。

ア 「物質科学Ⅱ」（学校設定科目）

「ものづくり」を意識した無機物質・有機化合物の理論・実験技能の習得

- a 分析機器を用いた実験・実習の充実
- b 課題設定・課題解決・考察を行う力の定着
- c 生活と化学物質との関わりの理解
- d 環境と化学物質との関わりの理解
- e 本学・他大学教官による講義，近隣の企業協力による実習
- f 化学工場及び研究施設での研修

→授業計画の概要は別紙の（資料6）参照。

イ 「エネルギー科学Ⅱ」（学校設定科目）

エネルギー概念による巨視的・微視的自然の統合を通じた発展的な物理的自然の理解の育成

- a 力学，熱力学，電磁気学，原子物理学のそれぞれの学習をエネルギー概念を軸にして，巨視的・微視的に統合
- b 本学・他大学教官による講義，近隣の企業による実習
- c 課題設定・課題解決・考察を行う力の定着

→授業計画の概要は別紙の（資料7）参照。

ウ 「生命科学Ⅱ」（学校設定科目）

生命現象のより深い理解をめざして，『分子からヒトへ』，『生物の多様性』，『バイオテクノロジー』を軸とした展開

- 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

→授業計画の概要は別紙の（資料8）参照。

エ 「解析Ⅱ」「確率統計」（学校設定科目）

実習教材を開発して，理科への応用の取り組み

→授業計画の概要は別紙の（資料3）参照。

オ 「現代数学研究」（学校設定科目）

課題探究を行うことで，数学への関心を深める指導

→授業計画の概要は別紙の（資料3）参照。

- ② 地域の教員を対象した，研究開発で得られた観察・実験などの新しい指導法に関する公開講座の開設。地域の高校生を対象とした，自然科学と関連した数学をテーマとする公開講座の開設。

- ③ 科学クラブ・数学クラブの数学オリンピックなどのコンクール参加，研究発表，公開講座の企画運営。

- ④ 研究成果について運営指導委員会，教育実践研究集会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。

9 平成15年度の研究開発の内容（平成15年度に予定している教育課程表を必ず添付すること）

(1) 平成15年度教育課程の内容等

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。教育課程表は本頁参照。

①平成14年度入学生の教育課程の内容等

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	現代文	世界史Ⅰ	地理Ⅰ	数学Ⅰ	数学Ⅰ	生物ⅠB	体育	保健	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ
国語Ⅰ	現代文	世界史Ⅰ	地理Ⅰ	数学Ⅰ	数学Ⅰ	生物ⅠB	体育	保健	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語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Ⅰ	化学Ⅰ	物理Ⅰ	化学Ⅰ	物理Ⅰ	体育	保健	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ
現代文	古典Ⅰ	日本史Ⅰ	化学Ⅰ	物理Ⅰ	化学Ⅰ	物理Ⅰ	体育	保健	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語Ⅱ	英語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Ⅱ	物理Ⅱ	化学Ⅱ	物理Ⅱ	化学Ⅱ	生物Ⅱ	体育	保健	リーディング	ライティング	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ
現代文	古典Ⅰ	世界史Ⅱ	物理Ⅱ	化学Ⅱ	物理Ⅱ	化学Ⅱ	生物Ⅱ	体育	保健	リーディング	ライティング	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ

②平成15年度入学生の教育課程の内容等

第1学年の場合

国語総合	世界史B	現代社会	数学Ⅰ	数学Ⅰ	理科総合B	体育	保健	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	英語Ⅰ	
------	------	------	-----	-----	-------	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

第3学年の場合

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Ⅰ	化学Ⅰ	物理Ⅰ	化学Ⅰ	物理Ⅰ	体育	保健	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ
現代文	古典Ⅰ	日本史Ⅰ	化学Ⅰ	物理Ⅰ	化学Ⅰ	物理Ⅰ	体育	保健	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ	英語Ⅲ

(2) 生徒の卒業単位数

自然科学コースの生徒については、平成14年度入学生は101単位、平成15年度入学生は98単位である。

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、さらに本研究開発のために「自然科学コース推進室」を設置して専任教員を配置している。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(研究主任は、氏名に○印を付すこと。)

氏名	職名	担当教科(科目)
齊藤正治	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)
高安和典	教諭	保健体育

井上嘉夫	教諭	理科(生物)
中井 光	教諭	国語
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・情報
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)・情報
杉本浩子	教諭	理科(化学)
松浦直樹	教諭	理科(生物・地学)
高田敏尚	教諭	公民(科学と哲学)
磯部達彦	教諭	英語(科学英語)

(3) 運営指導委員会

①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・学部長	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
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
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	京都大学大学院理学研究科	哺乳類古生物学
石原慶一	京都大学大学院エネルギー科学研究科教授	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	非線形力学の数値解析的研究
東 あかね	京都府立大学人間環境学部教授	健康科学
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	理科教育

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、教育学部理学科・数学科・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 東京大学大学院理学研究科助教授

左巻健男 京都工芸繊維大学教授

平沢泰介 京都府立医科大学名誉教授

中村卓志 京都大学大学院理学研究科教授

竹安邦夫 京都大学大学院生命科学研究科教授

②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うける。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うける。また、各学期に1回の運営指導委員会を開催し、委員会として指導をうける。

第2節 研究開発の概要

1. 研究開発の経緯

前節に掲載した本年度研究開発計画の8(2)平成15年度の各項目に直接関係するものは、後掲の「研究開発の内容」の欄に譲り、ここでは本年度の全般的な特記すべき項目を列挙する。(後掲)

本研究開発では生徒の変容だけでなく、教員の変容も求められる。このことについては、大学研究室や民間企業の研究者との打ち合わせ、実地の授業を通じて教員が刺激をうけ、それを本研究開発対象の授業だけではなく、他の授業でも取り組むなど、授業の内容改善について意識が大きく変わってきたとの報告を受けている。したがって、教員の変容にも成果があったと評価できる。

2002年度購入予定
可搬式スベクト
ロカライザーター
ボット・カメラロボ
ット
2004年度購入予定
マッパル®

100

[illegible][illegible][illegible]

資料名 物理学 II

[illegible][illegible]

来源: 工业, 第一册, 第 1 页

[illegible]

© 2000 Blackwell Science Ltd
Journal of Internal Medicine 247: 105-112

資料8 生命科学

研究分野	研究課題(研究内容)	研究機関(研究機関)	研究機関(研究機関)
1. 基礎研究	1.1 基礎研究	1.1.1 基礎研究	1.1.1.1 基礎研究
2. 応用研究	2.1 応用研究	2.1.1 応用研究	2.1.1.1 応用研究
3. 産業研究	3.1 産業研究	3.1.1 産業研究	3.1.1.1 産業研究
4. 国際共同研究	4.1 国際共同研究	4.1.1 国際共同研究	4.1.1.1 国際共同研究
5. その他	5.1 その他	5.1.1 その他	5.1.1.1 その他

※これらの資料は、縮小により見にくいので前年度の研究開発実施報告書を参照してください。

資料7 エネルギー科学Ⅱ

研究分野	研究課題(研究内容)	研究機関(研究機関)	研究機関(研究機関)
1. 基礎研究	1.1 基礎研究	1.1.1 基礎研究	1.1.1.1 基礎研究
2. 応用研究	2.1 応用研究	2.1.1 応用研究	2.1.1.1 応用研究
3. 産業研究	3.1 産業研究	3.1.1 産業研究	3.1.1.1 産業研究
4. 国際共同研究	4.1 国際共同研究	4.1.1 国際共同研究	4.1.1.1 国際共同研究
5. その他	5.1 その他	5.1.1 その他	5.1.1.1 その他

※これらの資料は、縮小により見にくいので前年度の研究開発実施報告書を参照してください。

自然科学コース・推進室の動き

年	月	日	曜日	事 項
2003	4	3	木	研究部会(推進室を含む)一年間計画・目標などを討議
		8	火	入学式 自然科学コース2期生入学
		10	木	自然科学コース1年生 オリエンテーション(於 京都教育大学)、及び2年生「エネルギー科学」村田隆紀学長による講義
		22	金	物質科学Ⅰ 京都府立大学石田昭人助教授の特別講義
		29	火	京進 学校説明会参加
	5	8	木	午後 1年生 科学技術講演会参加(近畿地方発明センター主催)講演「レーダーによる地球大気環境のリモートセンシング」深尾昌一郎京大宙空電波科学センター教授
		9	金	けいはんな子どもサイエンススクール関係者第1回会議(松浦・河崎)
		14	水	文部科学省SSH調査
		15	木	教員研修で「SSHこの1年間 実績報告」
		16	金	生命科学Ⅰ 兵庫県立姫路工業大学織井秀文助手の特別講義
	6	23	金	学校訪問 金沢錦丘高校より
		4	水	文部科学省SSH説明会(東京)、NHKより『ようこそ先輩』生徒取材
		6	金	けいはんな子どもサイエンススクール関係者第2回会議(松浦)
		6	金	京都教育大学 武蔵野 実教授研究室での特別講義と実習
		10	火	「NewEducationEXP2003」で井上嘉夫教諭が「子ども達の向学心を育む理科教育の実践例」を報告
		17	火	応用数学で船越満明教授による特別講義「カオスの意味と現実世界におけるカオス」
		19	木	京都教育大学 武蔵野 実教授研究室での実習
		21	土	連絡進学入試説明会
		23	月	京都教育大学 武蔵野 実教授研究室での実習
		24	火	京都教育大学 武蔵野 実教授研究室での実習
	7	25	水	京都教育大学 武蔵野 実教授研究室での実習
		27	金	生命科学Ⅰ 京都大学木質科学研究所吉村剛助教授の特別講義
		27	金	けいはんなDEサイエンス 打合せ(松浦・河崎)
		2	水	学校訪問 石川県七尾高等学校
		4	金	京都大学VBL 関西テクノアイデアコンテスト03 実行委員会(河崎)
		11	金	教員研修 奈良教育大学 重松教授研究室(松浦・河崎)
		16	水	学校訪問 宮崎県立宮崎東高等学校
		18	金	河合教育研究所の訪問
		19	土	進研実力試験(1・2年自然科学コース生は全員受験)
		24	木	けいはんなDEサイエンス 打合せ(河崎)
	8	28	月	臨海実習A班(於:京都大学水産実験施設)→30日まで
		30	水	臨海実習B班(於:京都大学水産実験施設)→8月1日まで
		30	水	毎日新聞取材 薬師川聡子取材(コロンビア号対照実験参加者)→8/10朝刊で記事化
		6	水	滋賀大学教育学部 琵琶湖ソーラーボート大会 参加 大会準備
		6	水	物質科学Ⅰ 京都府立大学石田昭人助教授の研究室への生徒訪問
		9	土	けいはんなDEサイエンス 搬入→毎日新聞の記事。
		18	月	滋賀大学教育学部 琵琶湖ソーラーボート大会 参加準備
		22	金	生命科学Ⅰ 京都大学総合博物館大野輝文教授の特別講義
		23	土	琵琶湖ソーラーボート大会 マキノ浜 参加 1年
		24	日	成基学園学校説明会参加
	9	26	火	自然科学コース教科担当者会議、朝日新聞東京本社取材 JSEC説明
		18	木	学校訪問岩手県水沢高校
		19	金	物質科学Ⅰ 京都教育大学芝原寛泰教授 特別講義
		26	金	2003年度数学教育学会秋季例会シンポジウム「学力向上アクションプランと数学教育」にて本校の取組を報告(河崎)
	10	10	金	物質科学Ⅰ 京都工芸繊維大学功刀滋教授の特別講義
		11	土	SSH第1回 運営指導委員会
		14	火	学校訪問 栃木県立宇都宮高等学校
		16	木	応用数学Ⅰ 公立はこだて未来大学高安美佐子によるフラクタル講演(1年対象)
		17	金	応用数学Ⅱ 公立はこだて未来大学高安美佐子によるフラクタル講演(2年対象)
		30	木	全附連(～10/31) 東京学芸大附属高等学校
	11	31	金	学校訪問 群馬高崎女子高等学校
		3	月	数学オリンピック解説会(河崎)
		14	金	京都大学VBL 打合せ(河崎)
		22	土	関西テクノアイデアコンテスト 優秀賞・奨励賞受賞
		27	木	学校訪問 宮城県立第一女子高等学校
	12	28	金	筑波大学附属駒場中・高等学校研究発表会(～11/29)
		1	月	近畿地方発明センター(河崎)
		2	火	生命科学Ⅰ 遺伝子組換え実験 京都工芸繊維大学 森肇教授 (1年SSH)
		12	金	学校訪問 新潟県立新潟南高等学校
2004	2	16	火	物質科学Ⅰ 神戸製鋼見学 (2年SSH)
		1	火	物質科学Ⅰ 日本電池見学 (2年SSH)
		6	金	学校訪問 釧路江南高等学校
		19	木	フォーラム「科学的探究能力育成の教育カリキュラム」参加(河崎・松浦)
	3	20	金	京都教育大学附属校等学校 教育実践研究集会
		24	火	物質科学Ⅰ 住友特殊鋼見学(2年SSH)
		7	日	SSH第2回 運営指導委員会

2章 教科の取組

1節 数学科

応用数学Ⅱ

教諭 山本彰子

仮説

1. 理科・数学の境界領域を先端の話題にも触れながら学ぶことは、科学技術の開発に興味・関心をもって取り組む生徒を育てる。
2. 法則や、構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てるには、そのことを意識した課題を与えてじっくり考えさせることが必要である。
3. 同世代に向けた情報発信の機会を設定することが、意欲的に情報発信していく生徒を育てる。

内容・方法

以上のことを実践、検証する科目として応用数学Ⅰ、応用数学Ⅱを設置した。

応用数学Ⅰ

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。

前半は昨年度とほぼ同じ内容で進行した。(平成14年度実施報告書参照)

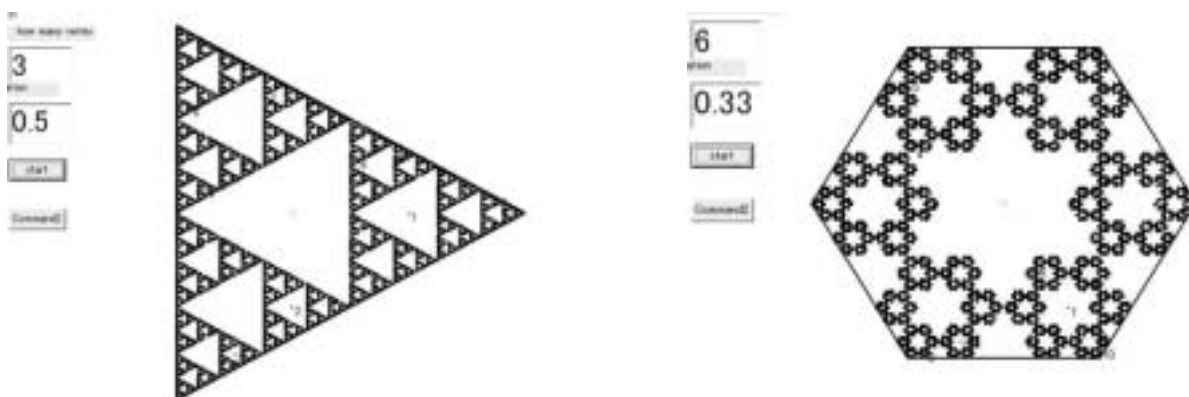
特に昨年と比較した **Chaosgame** レポート結果と、2年次で重点的に教材開発した「葉っぱの再現」に焦点をあてて報告する。

Ⅰ．Chaosgame レポートの比較

「Chaosgame でフラクタル図形ができる原理」のレポート結果について昨年と今年の結果を掲載する。

ここでの 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。



授業のねらい

- ① 生じる図形の意外さから生徒の興味関心を引き起こす。
- ② 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が育成する。フラクタルができる原理、ランダムさはどうかかわっているのかなどに触れることを期待する。
- ③ 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、表現力をつける。

レポート結果

項 目	番号	評価事項	39 期生	38 期生
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	36	37
	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	33	28
	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	29+△1	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	16+△10	4
4 角形0.5	5	4角形 0.5のときはすきまも重なりもないことに気づいている	5	12
比率が大きくなったとき	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、その部分が濃くなることに気づいている	10	6
	7	比率が大きいと移動距離が小さくまた1つの頂点に連続して引き寄せられる確率が小さいため中央に固まることに気づいている	3	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	14	17
	9	比率を一定にして形を変えて調べている	1	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いる	3	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
	14	真中の点からはじめるとずっと白い三角形の中をうつはずなのにいつのまにか図形にとりこまれたようにみえることの考察をしている	2	
	15	打つ点の大きさと小さい三角形の大きさについて考察している	1	1

△は十分に表現できていない者

授業者の評価

- ・できた図形の意外さに生徒は驚きを示し導入としては十分効果があった。
- ・すぐにはわからない問題に対し、「昨日こればかり考えてしまった」という生徒もあり、時間をかけてじっくり考えるということにとりくめた。
- ・「フラクタル図形ができる原理を考える」の3番4番ができている生徒がふえていることから15年度入学生のほうが、原理を考える力をもっている生徒が多いと思われるが、レポートにおける表現がしっかりしていない生徒が目立った。
- ・プレゼンをした生徒については両年度とも準備がしっかりしており、プレゼンをきくことにより、生徒全体の理解がすすんだ。

II. 葉っぱの再現

授業のねらい

Chaosgame でフラクタルができたように、数個のアフィン変換をランダムに選んで反復すると自然界に存在する形を作ることができる。(縮小写像を複数用意してそれを組み合わせることでフラクタル集合が生成する コラージュの定理)

この考え方をういて身近にある葉っぱを採取し数式で再現する実習を行う。計測データからアフィン変換の式を求め、コンピューターシミュレーションで葉っぱの形を再現する。葉っぱのような身近だが複雑な形が、フラクタルという考え方をもちいれば数式で再現することができる。自然の表現にフラクタルが有効であることを認識する絶好の課題である。

2. 授業展開

時数	日時	テーマ	内容	用意するもの
1	10/22	猫うつし	1次変換で猫の点を移す	プリント 方眼紙
2	11/5	猫うつし	1次変換で猫の点を移す 1次変換の性質として考えられる事	プリント、方眼紙
3	11/12	1次変換の性質 証明	直線が直線にうつる 平行線が平行線にうつる	プリント
4	11/19	1次変換の性質 証明 アフィン変換の性質	比が保たれる 平行四辺形が平行四辺形に移る 3点の行き先がきまれば後の点の行き先は自動的に決まる	プリント
5	11/26	葉っぱの採寸	平行四辺形で囲む 平行四辺形の配置	プリント、方眼紙
6	12/3	連立方程式をたてる	平行四辺形の配置 座標を読み取り式をたてる	プリント、方眼紙
7	12/17	アフィン変換の係数 を求める	関数電卓で連立方程式を解く	プリント 関数電卓
8	1/14	葉っぱの再現修正	自作ソフト happasyuusei に入力 作業	プリント コンピューター
9	1/21	葉っぱの修正 印刷	自作ソフト happasyuusei に入力 作業	プリント コンピューター

手順

1. 葉っぱを採取
2. 方眼紙上に葉っぱをかいてみる F0
3. F0 を囲むような平行四辺形を描く
4つのうち3つの頂点を



$P(px, py)$ $Q(qx, qy)$ $R(rx, ry)$ とする。

4. 3つのアフィン変換 f_1 f_2 f_3 による葉っぱ F_0 の像を F_1 F_2 F_3 (それぞれ葉っぱの一部分)とする。

F_1 F_2 F_3 が F_0 をおおように配置を考える

F_1 F_2 F_3 を囲む平行四辺形がそれぞれ f_1 f_2 f_3 によるもとの平行四辺形の像になっている。

5. 点を確認し、座標を測る。

f_1 によって $P(px, py) \rightarrow P'(px', py')$ $Q(qx, qy) \rightarrow Q'(qx', qy')$ $R(rx, ry) \rightarrow R'(rx', ry')$ に移されるとする(3点の行き先が決まる)

f_1 の式を $x' = ax + by + c$

$y' = dx + ey + f$ とする。

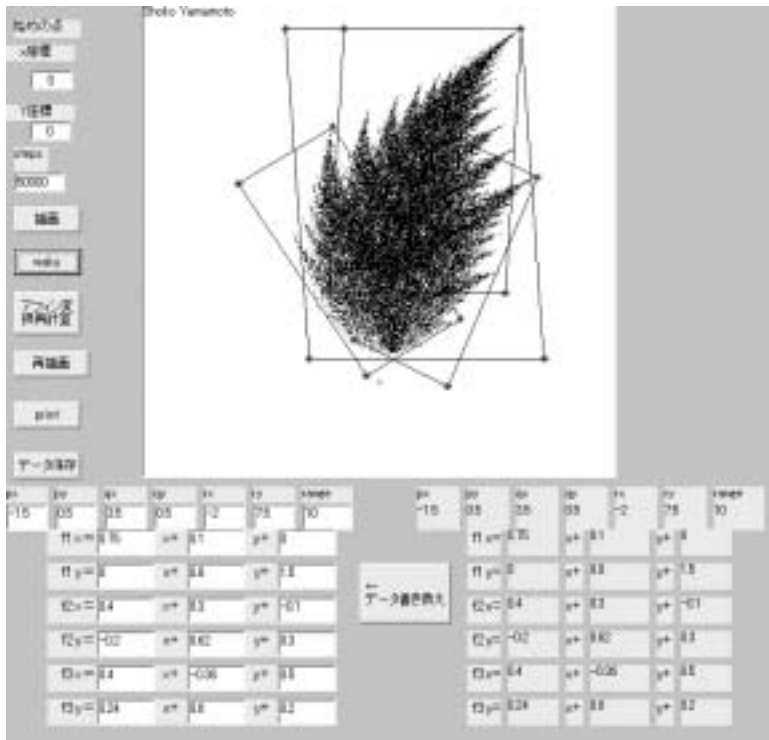
3点の変換を式に代入すると6つの方程式が得られる。

6つの式を連立して係数 a b c d e f を解く(関数電卓で)

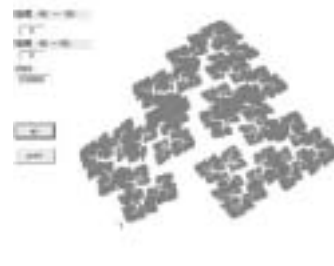
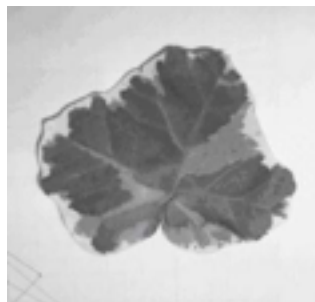
f_2 f_3 についても同様に する。

6. 関数グラフ電卓で連立方程式をとりてアフィン変換の式を決定。Chaosgameの葉っぱ用改訂版(Visual Basic で作成)に入力し図形を描く。

7. 思ったように図形ができないときは、修正用プログラムを使う



実物再現



生徒の感想より

- ・コンピューターで実物そっくりの葉が作れたので感動した。枠を取って1つの形をつくり、その形をつなげていくという作業はあまり体験できないことなのでよかったと思う。
- ・1次式6つだけで葉のような一見複雑に見えるものが描けるということにおどろいた。
- ・どのような平行四辺形をとったらうまくいくのかよくわからなくて平行四辺形をどこでとるのかで、ずっと迷っていました。
- ・作業をしていてなかなか葉っぱの形が元の形と似なくて残念だったが楽しかったのでよいと思う。
- ・なぜ葉っぱの形ができるのか最初の頃にアフィン変換などを勉強したが作業が終わったいまでもあまりよく理解していなくてただ説明どおりにやっていただけだった。でも図形を描いたり関数電卓を使って計算したりするのは楽しかった。関数電卓も触れてよかった。

応用数学II

科目設定の意図

応用数学Iに引き続き、「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」を目標とする。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」とさらに密接に関連している「カオス」を教材として扱う。概念を理解させることはもちろんであるが、主に関数グラフ電卓、コンピューターを道具とした探求活動ができる力、探求結果をプレゼンテーションできる力を養う。外部講師の特別授業では、今学んでいることが科学技術でどのように応用されているか、先端でどのような研究がなされているかを紹介することを目的とする。

I カオス

1. 授業のねらい

- ・簡単な関数で定められる漸化式で周期軌道やカオスがみられることを理解する
- ・カオスという概念が気象や生物学など自然科学から生まれ、また、工学など、科学技術の中で利用されていることを知る。
- ・関数グラフ電卓、GRAPES（フリーソフト）の扱いになれ探求の道具として使えるようにする。

2. 授業展開

時数	日時	テーマ	内容	使用するもの
1	4/15	カオス入門	グリッグ「カオス」ローレンツの部分を読み要点をプリントに整理する キーワード 初期値に対する鋭敏な依存性 バタフライ効果 カオス ローレンツの発見	テキスト 書き込み用プリント
2	4/22	合成関数	合成関数の考え方 英文をていねいによみactivityをやる	英文テキスト
3	5/6	グラフによる反復関数の表現	直線 $y=x$ を使って折り返していくことで反復関数の表現ができることを理解する 漸化式の表現でもあることを理解する activityをやる	英文テキスト
4	5/13	固定点 アトラクター リペラー	直線の場合固定点での傾きによって吸引・反発が決まる グラフ電卓を使って考える	プリント 関数グラフ電卓
5	5/20	折れ線のアトラクター リペラー	折れ線の場合組み合わせによって挙動が変わる 吸引されていく初期値の集合にも気をつける テント写像の導入	プリント 関数グラフ電卓
6	6/3	テント写像でのカオス軌道 折れ線と対比しながらロジステック写像を導入	テント写像でのカオス軌道を電卓で観察する。 カオスの特徴 初期値鋭敏性 決定論的方程式であっても周期的振る舞いに収束しない 発散することなくある領域の中に閉じ込められて同じ点を繰り返さない $y=ax(1-x)$ で a の値をかえたとき反復関数の挙動をグラフ電卓で観察 $a=1, 1.6, 2.8$ について収束の様子を観察	プリント 関数グラフ電卓
7	6/10	ロジステック写像の周期点・カオス	$a=3.05$ (2周期) 3.5 (4周期) 3.68 (カオス) 3.74 (5周期) 3.8 (カオス) 3.84 (3周期) それぞれについてグラフを描き周期点の値を調べる	プリント 関数グラフ電卓
8	6/17	特別授業	カオスの意味と現実世界におけるカオス	京都大学 船越満明先生
9	6/24	周期倍化分岐図	grapesで作った分岐図をみる 分岐図に各自の初期値から得た周期点(3.05,3.5,3.74,3.84)を書き入れる	プリント
10	7/1	夏休み課題説明		プリント

3. 生徒の様子

英文テキストを前にむずかしそうと緊張感がみられたが、数学的な内容がやさしいとわかって安心したようである。

関数電卓で周期軌道やカオス軌道を描く操作にはすぐに慣れたが、設定個所が多いので前にやったことをやろうとすると忘れていたなどまだ使いこめていない。テント写像で画面を真っ黒に塗りつぶすような軌道を見つけたときは少し歓声があがった。とりあえずカオスのイメージはこの塗りつぶされた画面で定着できた。さらに特別授業で具体的なイメージをもって理解できるようになった。Grapesで周期倍化分岐を描くと10分近く時間がかかり、図も精密でないが、ここまで係数ごとに個別に調べてきたことを1つの画面にトータルに表示するように生徒の意識を変えていくには適度だったのではないかと考える。



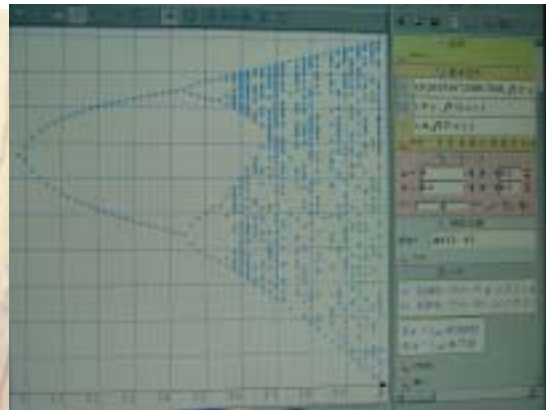
ロジスティック写像 3周期



テント写像 カオス？



ロジスティック写像 4周期



周期倍化分岐

4. 特別授業 6月17日(火)

「カオスの意味 現実世界におけるカオス」

講師 船越満明先生 京都大学情報学研究科複雑系科学専攻

カオスの具体的なイメージがわくように、またカオスが現実世界で果たしている役割について話していただきたいとお願いしてそれによく答えていただいた。

概要

カオスの意味と現実世界におけるカオス

1. カオスの定義と特徴

- ・簡単なルールから作り出される不規則な振る舞い（例：ロジスティック写像）
- ・規則的な入力に対する不規則な応答（例：金属板の曲がり、水面波の実験[ビデオ]）
- ・初期状態に敏感に依存（予測不可能性、初期状態の曖昧さ、予測可能時間）

2. 天気予報とカオス

数値予報モデル、現在の状態を表すデータの曖昧さ、予報可能時間、アンサンブル予報

3. 流体の混合とカオス (1) カオス混合の意義 ・カオスにおける流体の微小部分の引き伸ばし
・カオスの性質を利用した効率の良い混合 ・工業的意義（例：食品工業、ガラス工業） (2) カオス混合の具体例 ・交互に回転する偏心2円筒間の流体の混合 ・ポアンカレセクションによる混合効率の判定（カオス領域と島領域） ・偏心率によるカオス領域の大きさや混合効率の違い[アニメーション] ・その他の具体例

生徒の感想より

- ・ 普段の授業では数学でしかカオスというものを扱う機会がなかったので今回の授業で数学以外たとえば物理や地学的なものにも利用されているということを聞いて面白かった。
- ・ 私はこれまでカオスに対してあやふやで漠然としたイメージしか持っていなかったと思います。しかし、今回の講演でカオスとは何なのかということが具体的にイメージしやすい例によってはっきりと理解し、自分の中で定義づけることができました。カオスとは私の中では簡単なルールを与えてそこからでてくる不規則で複雑なものであり、シンプルルールに使う初期値を少し変えただけでも敏感に結果が変わるというものだと思っています。
- ・ 印象に残ったのは水面波のビデオです。1次元のものは本当に弧と円が交互にあらわれて平面だとおもった。規則的回転は筒の中で回転しているのがよくわかりました。カオスも確かに不規則な動きをしていてうねる波のようだと思います。そういったものを計算し、プログラムし、それが現実化できることに驚きます。
- ・ カオス混合のアニメーションもおもしろかったです。同心円やはしではカオスにならなくてその2つの真中あたりが1番効率よく混ざる。とても不思議におもいました。
- ・ 流体の混合の話をきいたときに、物質科学の授業で行ったアルミハンダ（アルミと錫）の合金作りの実験のことをふと考えた。合金を作る際には金属を溶かして液体の状態のときに混合するので、ここでもカオスのことを考えれば2つの金属が均一に混じりあった合金がつくれるのかなあと考えた。
- ・ 今年の3月から気象庁で3ヶ月予報の予測方法が変わったとニュースで耳にしていたのですがそのとき見た図が見事に今回のアンサンブル曲線だったのでおどろきです。なるほどアンサンブル曲線の説明から今まで過去のデータの統計で予測していたものとは違い、あらかじめ初期値に相殺される誤差があることで平均の予測の確からしさもあがるのだなあといい1回目の授業で読んだカオスの話（「初期値の微小な違いが大きな変化を生む」）ともリンクしていたのであの時の話が今現実になって利用されているという事実が衝撃的でした。
- ・ 今回はカオスについての理解を深めるとともに、現実世界でどのように利用されているのかも知れたのでとても有意義になったと思う。
- ・ お話の中でカオスが嫌われている分野があるときいて初めは不思議に思っていたのですが、確かに建築物の設計をしたりするとき、不規則なゆれは予測することはできないし、最後はなるほどと思いました。
- ・ 数学は自然の1つ1つの現象を克服し、利用もしくは共生するために自然を法則化しようとする営みのだと改めて感じました。

5. 夏休みレポート課題 (2つのうち1つ選択)

1. ロジスティック写像 $y = ax(1-x)$ 周期倍化分岐図の精度のよい図をコンピューターで作成し、気がついたことを考察する

・grapes 「周期倍化分岐」では a を0.02刻みに変化させ、写像を150回反復計算させたあと151回から200回までの50回をプロットするようにしている。これよりは精度のよいものをつくること。

・Grapes のメモ欄を右クリックしてスクリプトの編集をする。

または自分の使えるプログラミングソフトを使ってよい

提出はA4横に印刷する 考察をつける

コンピューターが得意な人向きです

2. テント写像 $y = -2|x - 0.5| + 1$ ($0 < x < 1$) の反復で 初期値を変化させてどのような値で 周期軌道になったり、カオス軌道になったりするか考察する。

2周期軌道, 3周期軌道, など周期軌道にはいる初期値はいくらか。

すべての n 周期軌道が存在するか？

カオス軌道にはいる初期値はどういうものか？

ヒント

固定点は $y = x$ と $y = f(x)$ の交点でした。

Grapes でユーザー関数 f にテント写像を代入して陽関数で $f f(x)$ や $f f f(x)$ とすると合成関数のグラフをすぐにかいてくれる。2周期点や3周期点をどう計算でだせばよいかのヒントを与えてくれます。

こちらは数学的に考察してください。Grapes や電卓は補助に使ってください

1. ロジスティック写像の周期倍化分岐図 (12名)

項目	番号	評価事項	計
グラフの精密さ	1	係数 a の間隔をせばめる	12
	2	反復計算の回数を多くする	8
	3	プロット回数を多くする	6
	4	特徴のある部分を拡大したグラフを描く	7
ロジスティック写像の周期倍化分岐について標準的な観察	5	1周期から2周期にうつところの観察をしている	4
	6	2周期から4周期にうつところの観察をしている	4
	7	1, 2, 4, 8周期までは周期が倍化していることを観察している。	6
	8	周期倍化分岐図がフラクタル構造をもつ可能性に気づいている	7
	9	3周期, 5周期, 6周期は突然現れるようにみえることを指摘している。	6
独自の着眼点	10	分岐曲線が何本か $a = 4$ まで続いてその交点と周期点の関係に気が付いている	3
	11	カオスから3周期にうつときは3周期とカオスをくりかえしながら3周期に移っていくことを観察している	1

授業でプログラミングを扱ったことはなく、自分でプログラミングを学習した生徒もいなかったようで全員 grapes のスクリプト機能を使って、1学期の授業で提示した周期倍化分岐図を修正したものを提出した。解析Iの授業で grapes の扱いには慣れたがスクリプト機能を使うのははじめてだった。すでに組まれているプログラムの数値の意味をつかんで少し修正する力も持っているということである。grapes では係数 a の変化を細かくすることと、反復回数をふやすことはできるが点の大きいあまり精密なグラフができないのでグラフの観察から何かを得られることはもともとあまり期待していなかった。1名だけインターネットからダウンロード

したアプレットでグラフを描き細かいところを考察していた。

2. テント写像 レポート結果 (16名)

項目	番号	評価事項	計
テント写像の周期点について標準的な分析	1	2周期点 の2つの値 (2/5, 4/5) が計算できている	13
	2	3周期点の6個の値が計算でき、2組にわかれることに気がついている。(2/9, 4/9, 8/9) (2/7, 4/7, 6/7)	13
	3	4周期点 の12個の値が計算でき、3組にわかれることに気がついている。(2/17, 4/17, 8/17, 16/17) (6/17, 10/17, 12/17, 17/17) (2/15, 4/15, 8/15, 14/15)	6
	4	周期軌道になる初期値は周期点以外にも存在することに気がついている。	4
	5	n周期点はテント写像のn回合成写像と直線 $y=x$ との交点であり、必ず存在することに気がついている。	7
	6	無理数を初期値にとればカオス軌道になることに気がついている。	7
関数電卓と初期値に対する鋭敏さについて	7	電卓で初期値を2/9とすると一旦3周期軌道におさまりがけたあと複雑な軌道になっていく。これはまさにカオスの初期値に対する鋭敏さであると気づいている	2
周期点ではないか周期軌道にはいる初期値について	8	ある初期値が周期軌道にはいりゃその1/2倍の値を初期値にしても同じ周期軌道にはいることに気がついている	3
	9	ある初期値が周期軌道にはいりゃその値を $x=0.5$ に関して対称移動した点を初期値にしても同じ周期軌道にはいることに気がついている	1
独自の着眼点	10	初期値を小数第3位までとり(1000個のデータ)グラフ電卓で軌道を観察している。その結果2周期軌道と10周期軌道にはいる初期値がたくさんみつかった。	1
	11	テント写像の構造をつかみ1番0に近い周期点を求めることで周期軌道を構築する方法論を生み出した。それを使い計算と手書きで21周期軌道を描いた	1
解決できなかった疑問点	12	n周期点はいくつあり、何組にわかれるか	1
	13	初期値に有理数をとったとき必ず周期軌道となるか	1
	14	2周期軌道を引き起こしたときの初期値に0.3, 0.7などがあったが、これら以外に同様の働きをもつ初期値は存在するのか。もし存在するのなら、どのような関係式の上に成り立っているのか。	2
	15	どうして分母に偶数がきたときは(1/2, 1)を通ることが多いのか	1

関数電卓を道具にしたこの課題では、計算の反復回数をふやしていくと初期値に対する鋭敏さからデータの信頼性がはなはだしく落ちていくという事態がおこる。電卓の結果を盲信せず、数学的な論理にもとづいた計算に自信をもった上で電卓を使いこなすことを学習するよい機会であったが自力でそれに気づいた生徒は少なかった。

上表の標準的な分析1~6の程度の理解を期待していたが、だいたい予想通りの達成度である。得られた具体的な数値から一般化をしようとする生徒は半数程度いた。n周期点はいくつあり、何組にわかれるか、については一部分だけ立式できた生徒がいた。周期軌道にはいる初期値については式をたてた生徒もいたが分析不足がみられた。よい結果を出すところまではいきつかないが、問題意識を明確にもつこと、一般化をこころみることという数理科学的な態度が昨年に比べて養われてきているのを感じた。さらにそれ以外に違う角度からのアプローチをした生徒が2名みられた。とにかくたくさん(1000個)データをとることで初期値の法則性を見出そうとする生徒が1名。これは一般化をこころみた分析とてらしあわせることで次の発展が期待できる。もう1人はn周期そのもの

をねらわずにたいい前後の周期軌道となるように一番0に近い周期点をもとめ周期軌道を構築するという実用的で構成的なアプローチをおこなっており、応用的な科学に必要な姿勢をみせていた。この生徒は関数電卓では画面が小さくてわかりにくい21周期軌道を手書きできれいに描いていた。この課題は最初にひきつけるインパクトには弱い課題設定であったのでとっつきにくかったようだが、やはりはじめて1つ意味がわかると次の疑問が湧いてきてだんだんに興味をもってくるという生徒もいた。ゆとりをもって取り組めるよう夏休みの課題とした。ただ、途中生徒がいきづまったとき、適度なヒントを与えたり生徒同士ディスカッションしたりという機会がもてないデメリットがあった。

6. 授業者の評価

- ・ 導入は後の特別授業ともうまく結びついて、カオスが自然科学から生まれてきた概念であることは理解された。
- ・ 英語テキストはわかりやすくかかれており、丁寧に進めたので抵抗は少なく、アトラクターや周期点など基礎的な概念は理解できた。
- ・ 理解しにくいカオスについても特別授業で具体的なイメージがもてたので理解が進んだ。
- ・ 特別授業については好評であった。今学習していることがどのように現実に応用されているかというテーマは生徒の興味関心をひく。
- ・ 関数電卓は限られた使い方であればすぐにマスターできる。いわれた操作についてはできるが、課題2の分析において自分で有効に使えた生徒は少ない。自分からいろいろな場で積極的に使おうとする生徒はまだ少数である。
- ・ 夏休みの課題はコンピューターまたは関数電卓を道具にして探求課題をおこなうというものであった。

比較的コンピューターを扱い慣れている生徒が1を選択したと思える。プログラミング力はやっぱりあった方がよいなあという感想がきかれ、授業の中にうまくとりいれることが今後の課題である。また関数電卓についても扱いは簡単でも設定ボタンが多いこと、コンピューターほど広がっていないため誰かにきくということができないことで、まだ使いこなすというところまでいていない生徒が多い。解析Iでgrapesを使ったように、目的から自分で機能を探し出して電卓を使うという課題の出し方が一度は必要かもしれない。

課題2は生徒の、思考力、分析力を養い引き出すことが目的である。それも授業1時間の中で考えてみようという軽いものでなく、考える方向を自分で設定し、時間をかけて壁にぶつかりながらも試行錯誤することを要求している。何かの結果を得られれば達成感を味わい次への意欲となる。無理数を初期値にすればカオス軌道となるという結論で一応満足した生徒が半分くらい。それ以上に考える方向性を設定した生徒が5名、うち1名がまとまった結果を出し、21周期グラフを描けたという達成感を味わっている。反対に行き詰まった生徒は意欲を喪失しがちである。大部分の生徒が達成感をもてるような課題だけを与えることに疑問を感じ、今回の課題を与えたわけであるが、まだ大きく成功したとはいえない。どのような課題を出すか、ゆきづまったときのアドバイスの与え方など、これから考えるべきことは多い。

II. 周期倍化分岐図のプログラミング

1. 授業のねらい

この教材は数学的には橋渡しの内容である。1学期にはロジスティック写像でパラメーターを変化させていくにつれて、1周期、2周期、4周期と周期倍化分岐を経てカオス軌道が現れることをみた。3学期には複素数平面に拡張して、Mandelbrot集合、Julia集合を描く予定である。実数から複素数への拡張ではあるが、使用する二次関数が $y=ax(1-x)$ から、 $y=x^2+c$ に変わる。どちらも二次関数で周期軌道やカオスが現れる構造は同じだということを理解させたいが、理論的に押さえておくだけでは生徒は難しいと感じるだけだろう。そこで2つの関数の分岐図をプログラミングさせて描かせることで構造的に同じであることを視覚的に印象付けることをねらった。

また、プログラミングの素養をつけておきたいという思いはあった。Excelや関数グラフ電卓などの既成のソフト・道具では間に合わない課題に直面したとき、自分でプログラミングして調べるという力をつけてやりたい。しかし、時間をかけて系統的にやる

べきことなので、1 単位の応用数学ではむずかしい。内容を精選し、中学校で学んできた BASIC と大学で学ぶであろうプログラミングの間をつなぐようなことが少しでもできればよいと考え VISUALBASIC を使った。周期倍化分岐図は、構文としては for next 文、If End if 文 の 2 つが理解できればよく、20 行程度でかけるので適当と考えた。特に数学的なプログラムを作る上で大切と思われる、変数の扱い、座標のとり方について重点をおいた。

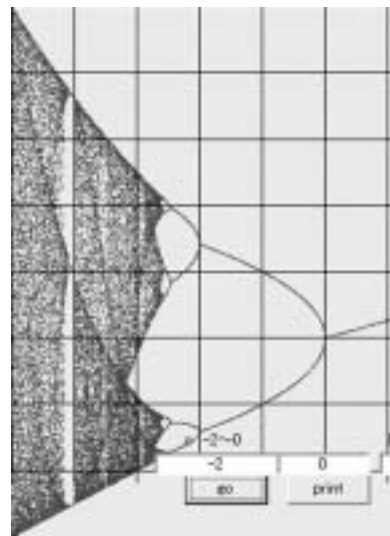
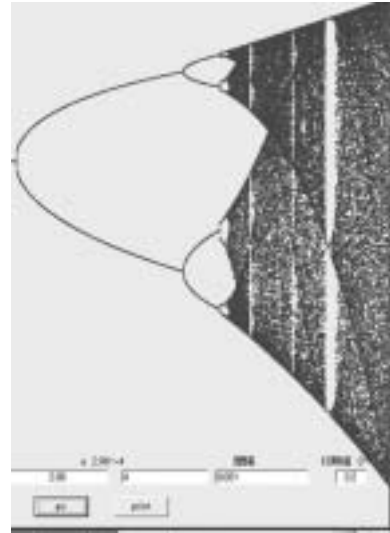
2. 授業展開

時数	日時	テーマ	内容	用意するもの
1	10/7	夏休み課題まとめ	特にテント写像について生徒からの発表を受けて、補足をおこなった。	パワーポイントによるプレゼンテーション
2	10/21	プログラミング基礎 1	VISUALBASIC の基礎 変数 定数 コントロール	プリント
3	11/4	プログラミング基礎 2	数学座標から画面座標への変換	プリント
4	11/11	プログラミング基礎 3	ロジスティック写像の周期倍化分岐図のプログラミング	プリント コンピューター
5	11/18	プログラミング基礎 4	2 次式 $y=x^2+c$ の周期倍化分岐図のプログラミング	プリント コンピューター
6	11/25	2 次式の対応	$y=ax(1-x)$ と $y=x^2+c$ を対応させる変換	プリント

使用コード

```
Private cmin, cmax As Double
Private d As Double
Private u As Double
Private cx, uy As Double

Private Sub cmdgo_Click()
    cmin = Cdbl(cmini.Text)
    cmax = Cdbl(cmaxi.Text)
    d = Cdbl(kankaku.Text)
    u = Cdbl(syokiti.Text)
    DrawWidth = 1
    Cls
    For c = cmini To cmax Step d
        For n = 1 To 200
            u = u * u + c
            If n > 150 Then
                cx = (c - cmin) / (cmax - cmin) * ScaleWidth
                uy = (2 - u) / 4 * ScaleHeight
                PSet (cx, uy), vbBlue
            End If
        Next n
    Next c
End sub
```



3 生徒の様子

VISUALBASICの編集画面、コントロールの配置、変数の宣言、for next文、if end if文、変数についてなど一通りの説明に1時間をあてた。さらに数学的座標から画面座標への変換式をつくることの説明と練習を1時間おこなった。特に座標変換については丁寧にやっただけ、きっちりした理解ができたと考える。

コンピューター室にうつってからは、未完成のformとコードを完成させる形式の課題をあたえた。formの配置については難なくできた。コードは重要ポイントを抜いてあって、1箇所でもちがえば動かないため、集中して画面とにらめっこすること1時間、だいたいの生徒がクリアでき、プログラムが動いたときはうれしそうだった。次の時間は $y=x^2+c$ に式を変えた場合に、コードのどこを修正すればよいかを考える課題でこれもほぼ1時間でクリアした。最後は $y=ax(1-x)$ と $y=x^2+c$ を対応させるアフィン変換を求める課題で相談しながら考えるようすがみられた。

プログラミングの力がそれほどないことはわかっていたのであらかじめ丁寧な解説をし、生徒の力相当の課題を与えることができた。2つの向きの違う周期倍化分岐図は当初ねらった通り視覚的に2つの二次関数が同じ構造をもつことを印象付けることができた。

III. 特別授業

2学期には2回の外部講師による特別授業をおこなった。

10/17	特別講義	フラクタルの応用	公立はこだて未来大学システム情報科学部複雑系 学科助教授 高安美佐子先生
-------	------	----------	---

授業の流れに沿って、有効なテーマを話していただける講師をお願いするのが基本方針であるが、今回は例外である。昨年
応用数学Ⅰでお願いして御都合悪くきていただけなかった高安先生の特別授業が今回1年生に実施できることになったので、2
年生向けの授業もお願いした。

生徒の感想より

- ・ フラクタルは昨年習ったことなのでそろそろ記憶が薄れてきたところでした。でも今回復習に加えて新たな事を知ることができました。今回の講演はいつもより理解しやすく自分たちのレベルに非常にあっていた気がする。
- ・ 今回の講演は文化史からパソコンのメールのしくみまで非常に範囲が広くフラクタルとは何かを広くとらえることができたと思います。
- ・ フラクタル幾何学は近代になって現れた考え方だが、それを表す図形は昔からあったということに驚いた。しかも東洋では金剛界曼荼羅に、西洋では教会の床の模様にと東西を問わず神聖な場面で用いられていたというのだ。フラクタル図形はどこか神秘的で超越的な感じがするが、昔の人もやはりそう感じていたのだろうかと思った。
- ・ 実際のフラクタルシミュレーションははじめてみました。まさしく地理で学んだ河食輪廻そのものでした。本当に驚きです。
- ・ 歯磨き粉やマヨネーズ飲むヨーグルトなどであのような樹状の模様ができるところではゾルの性質や分子の性質上あのようなものではないかと思うとフラクタルは数学かつ化学の範囲にもなるし、奥深いなあと思います。
- ・ いまいちよくわからなかったのがベキ分布の話だった。 $y = kx^{-\beta}$ で表せるのがベキ分布だと説明を受けたがいまいちしっくりこなかった。質疑応答の時間にもベキ分布の話がでたがもう1度説明を受けても頭の中のものもやはりは晴れなかった。授業で一度ベキ分布をあつかってほしい。

12/15	特別講義	カオスの応用	東京大学生産技術研究所教授 合原一幸先生
-------	------	--------	-------------------------

カオスの応用、生命科学的 content と関連したこと、先端の話題などをお願いした。

概要

21世紀は生命科学の世紀 脳を知る・作るというのは深い関係がある。ヒステリシス現象の話。神経細胞はイオンが情報を伝えるが伝達速度がコンピューターに比べて100万分の1おそい。それでも高度な情報を伝えるのは並列に動いていることと学習能力があり、神経と神経の結合のしかたが変わるから。神経回路は 抵抗の変化が時間とともに変化する非線形な電気回路と考える。ホジキン・ハックスレーはヤリイカ巨大神経の動作を数学的に記述する数理モデルを作ってノーベル医学生理学賞を受賞した。ヤリイカの飼育に成功した松本先生の話。リターンプロットの説明。ヤリイカ巨大神経でリタープロットをとるとバイモーダルなグラフができカオスであることがわった。一般に、具体的な事象から数学的モデルをつくり解析して研究し、工学などに応用する。巡回セールスマン問題はコンピューター科学における難問であるが、厳密な解でなく、まあまあの解をカオスネットワークで探す。問題の性質を反映したフラクタル構造を考えて探すといい解がみつかる。カオスの応用として、暗号やエアコンのルーバー。2重振り子の動きを使った皿洗い機で特許をとった。20世紀は1つの分野を深く研究してきたが、21世紀は環境問題にみられるように多分野を横断する視野の広さが求められる。

生徒の感想より

- ・ ロボットから始まる人工知能の話やふりこの話、線形や非線形ととにかく話題が豊富で驚きました。「カオス」というのは「数学の一分野」として考えてそこから実際に何か応用できるかという具体的なイメージが薄かったのだと思います。人工知能(つきつめれば脳)という生物分野、物理分野、さらには社会経済にも応用ができるということで、カオスの魅力がよくピックアップ

プされた講演でありました。

- ・ オームの法則、行列に代表される線形より、今研究がなされている非線形に合原先生は興味をもっているということからはじまり、1つの立方体が2つの見方ができる＝脳は非線形という考え方にとてもひかれた。また、ヒステリシス現象は脳の構造がまだ研究段階にあるということを暗に意味していた気がする。
- ・ 話の内容が多岐にわたって非常に興味深かった。特に生物の神経の授業で習ったことと関連するところが多く、人間の体内でさえも数学的に見ることができるというのに驚いた。また、リターンプロットという新しい情報処理の方法も学べた。ロジスティック写像と、コバルト γ 線放射時間間隔のグラフは、どちらも規則性がないように思えるが、リターンプロットをしてみると、ロジスティック写像の方は放物線になる。コバルトの方は確率的な分布をしている。それは複雑だ。リタープロットはすごいと感じた。
- ・ 脳を知ったり守ったり創ったり育んだりするのに、神経細胞から脳にせまるということで、イカで研究していくのはおもしろいなどと思った。ナトリウムイオン、カリウムイオンの話は生物で学んだのでよく聞けた。他の科目でも習ったことがでけると興味をそそられ違った方向から学ぶことで身につけそう。最後に少し話された製鉄の話も化学で習っていたところだったのでもっと詳しくカオスの点から聞きたかった。
- ・ 今回の講演で一番身にしみて思ったのはいろいろな分野の知識を見につけることがいかに思考力を育てるのに大切であるかということだ。私もいろいろなことに興味を失ってしまっていて正直学部を決めるにも困っていてあちこちに興味をもつのはあまりよくないことのように考えていたのでこの話をきいてとてもうれしかった。私も将来いろいろな分野の知識を見につけてさまざまな思考のアプローチができるようになりたい。
- ・ なんか今回の話はいままでの教授先生方のお話の中でトップレベルにおもしろかった。やっぱり自分の興味のある脳の話が多かったから？しかも現在、未来の研究の動向がうすうすと見える授業だった。

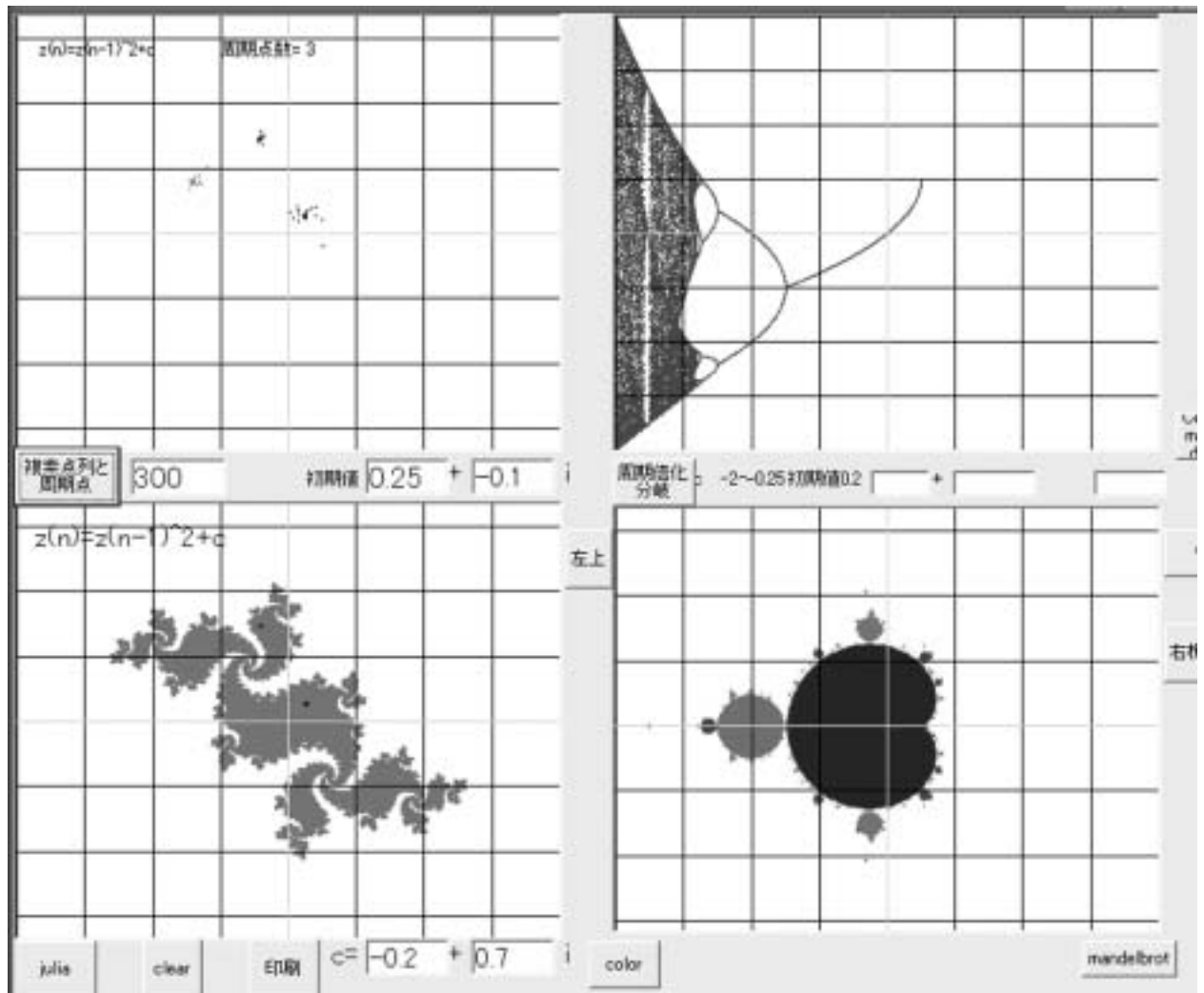
IV. マンデルブロー集合とジュリア集合

1. 授業のねらい

「Julia 集合を周期点数にこだわって描く」というのがテーマであるが、基本的には描いたり調べたりすることを楽しんでくれればよいと考えた。自作ソフト「マンデルジュリア」と課題プリントを使用する。まず、1学期からやって来たことの関連や4つのグラフの相互関係を考える課題を与える。次に周期点数で色わけされた Mandelbrot 集合のそれぞれの色の周期点数を調べる課題を与える。色を追いながら調べているうちに自然にいろいろな形の Julia 集合を描くことになる。また必要に迫られて Mandelbrot 集合を拡大しているうちに思ってもいない自己相似性にでくわすことになる。インターネットでさまざまなソフトやジュリア集合を見つけるだろう。課題への直接の回答より、調べている過程で意外な発見をしたり、興味をもったりすることを期待した。

2. 授業展開

時数	日時	テーマ	内容	用意するもの
1	1/13	Mandelbrot 集合 Julia 集合導入	ロジスティック写像、周期倍化分岐、カオスの復習 Mandelbrot 集合と Julia 集合の定義	プリント
2、3	1/20	実習課題	Mandelbrot 集合と Julia 集合	プリント、コンピューター
4	2/3	実習課題	Mandelbrot 集合と Julia 集合	
5	2/6	実習課題	Mandelbrot 集合と Julia 集合	



自作ソフト「マンデルジュリア」

生徒の様子

実習課題の前半はジュリア集合の形に驚きながら順調に進んだ。Mandelbrot 集合を必要とする頃になって思わぬ事態になった。生徒用コンピューターが拡大した Mandelbrot 集合を描くのに作業にさしきれるほど動作が遅かったのである。カラーで大きめにプリントアウトしてほしいという声のでてそれを使ったので、拡大する事で自己相似性に気付くという部分は期待できなくなってしまった。

全体的には Mandelbrot 集合と Julia 集合の関係を視覚的に理解することができた。生徒がより深く考えたいときのために数値設定を変えられるようにしかけて黙っていた。気がついた生徒がそれを使って、ジュリア集合に色が混じるのはなぜか考え解明し、説明を聞いた他の生徒は驚き納得した。

授業者の評価

課題のために調べたり楽しんで図形を描いたりしている中で、多くの生徒がジュリア集合によっては周期点数の色がまじることに気がついた。疑問に思ったまま課題を進めていたが、たまたま興味をもって数値設定を変えて調べていた生徒がそれに対する解答を得て全体に説明し、みんなが納得し、刺激を受けるという形になった。その生徒は大変やる気を出し、レポートを作成中である。授業者が少ししかけておいたことからうまく、みんなの疑問が解決し、生徒の意欲を引き出す形になった。

2 年次を終えて応用数学の到達点と課題

平成 14 年度・15 年度の 2 年間で 応用数学 I・応用数学 II の教材開発を一通り行った。京都教育大学の数学科の援助を受けてカリキュラム編成し、それにそって高校側が主体となって年間通じて授業を実施した。

扱い方が定着している教材でなく、歴史的に新しいテーマであり、また境界領域分野である「フラクタル・カオス」をとりあげたことに関して「物理や化学は研究され続けてもう解明することがないように感じていたからいまだ成長期である分野があることに希望を感じる」という生徒の声を引き出すことができたのは成果であったと考える。学んでいることが先端研究のニュースとつながるのは生徒に刺激を与える。先端の話題をとりあげようとする、すぐに難しくなり理解がゆきづまってしまうので、単発の扱いになりがちである。その点ではフラクタル・カオスは角度を変えて探求的なことも取り入れ、高校数学との関連ももたせながら高校生向きに教材を編成することが可能であった。

高校数学の中で特に「対数」の扱いが応用数学と関連することでふくらみがでた。次元を考えるということと結び付けて対数を定義する意味がわかりやすくなったこと、いろいろなものの次元を測る活動で得られたデータ処理に両側対数目盛のグラフを使う意味を学習できたことなどである。また、3 年生の確率統計で扱う予定である、回帰直線や相関係数を学ぶ必要性を意識させることができた。

授業を進める上で、効果的な時期に効果的なテーマで大学の研究者の特別授業を企画した。境界領域の分野であることを意識して、外部講師は数学の専門以外の方をお願いし、物理や化学、生物の話題を話していただいた。今学習していることがどのように他の分野とかかわっているか、現実に応用されているか、という話は大変生徒の興味関心をひく。特に自分の目指す分野に近い話題であるときはなおさらである。研究者がたくさんの例を示して魅力的に語られる特別授業は生徒に新しい視界を開き、広い視野をもって勉強することの大切さを悟らせた。

創造的な思考力を育てることを意識した取り組みは数回行った。レポート、課題学習、発表に向けての準備といった形態である。それぞれの課題につき数名はすぐれた着想力をみせ、意欲的に取り組んだが、40 人の一斉授業の中で大きく成功したとはいいがたい。成功した例からいくつかの示唆を得た。生徒がゆとりをもって自由に活動できる雰囲気があること、楽しんで取り組める課題であること、多少おいこまれた状態で集中力がでることなどである。生徒にゆとりがないと手抜きして仕上げる事を考えてしまう。ただの提出締め切りよりは、海外の生徒に向けた発表のときの方が手抜きせずいいものを協力して創ろうという姿勢が格段に見られた。生徒が楽しんで取り組む課題は生徒の力にもよるが、一般に視覚的に訴えるものや思わぬ発見があるものなどがよい。与える課題の内容はまだ研究する余地が残されている。

情報発信については特に 1 年次におこなったタイとのテレビ会議システムを使った遠隔授業に意欲的に取り組んだ。3 回目にはどうすれば相手に伝えられるか、英語、視覚、話し方、などあらゆる面を工夫し、自主的に取り組むようになっていた。海外の同世代の生徒にきいてもらう機会があるということが生徒の意欲自主性を引き出したといえる。ただこのような機会を継続的に設ける難しさがある。

2004年度年間実施記録

2004年度 1年生

	数学I (3単位)	数学A (3単位)	応用数学I (1単位)
1 学 期 前 半	数と式 式の計算 実数 循環小数を分数に直す 平方根 1次不等式 2次方程式 黄金比	集合 集合と要素の個数 場合の数 順列と組み合わせ	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 黄金比とフラクタル
1 学 期 後 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 いろいろな関数のグラフ 2次関数のグラフと2次不等式	確率 確率とその基本性質 独立試行 期待値 命題と論証 必要条件、十分条件 論証	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	三角比 三角比 相互関係 正弦定理と余弦定理 三角形の面積	方程式・式と証明 整式の除法と分数式 2次・高次方程式 式と証明	Chaosgame レポートより 生徒発表 Chaosgame でフラクタルができる原理 について まとめ アフィン変換の性質
2 学 期 後 半	三角関数 三角関数のグラフ 加法定理 加法定理の応用 三角関数の合成	平面図形 三角形 円 円と直線	葉っぱの再現 原理説明 採寸 アフィン変換の係数計算
3 学 期	指数・対数 累乗根 指数の拡張 グラフ 対数の定義 対数の性質 グラフ	数列 等差数列 等比数列 いろいろな数列・極限 漸化式	コンピューターで葉っぱの再現 修正 フラクタルの相似性次元 統計的相似性次元 対数目盛のグラフ 回帰直線と相関係数

2004年度 2年生

	解析Ⅰ 4単位	代数幾何 3単位	応用数学Ⅱ 1単位
1 学 期 前 半	図形と方程式 2点間の距離と分点 直線の方程式 2直線の関係 円の方程式 円と直線 軌跡と方程式 (コンピューター実習)	平面状のベクトル 加法 減法 実数倍 ベクトルの成分 ベクトルの内積 位置ベクトル ベクトル方程式 ベクトルの応用	カオス 予想の限界の発見 合成関数 反復写像 固定点 アトラクター リペラー テント写像 ロジスティック写像
1 学 期 後 半	不等式と領域 三角関数 三角関数のグラフ 加法定理 加法定理の応用 三角関数の合成 分数関数 逆関数 無理関数	空間におけるベクトル 空間の座標・ベクトル 空間ベクトルの成分 空間ベクトルの内積 空間の位置ベクトル 空間のベクトルの利用 直線・平面の方程式	周期点とカオス 初期値の敏感性 ロジスティック写像の周期倍化分岐 レポート課題
2 学 期 前 半	数列の極限 無限等比数列 無限級数 無限等比級数 関数の極限 三角関数と極限 連続関数 微分係数と導関数 導関数の計算 関数の増減 (整式のみ) 極大極小 グラフ (整式のみ)	複素数平面 極形式 乗法・除法 ド・モアブルの定理 複素数と図形	レポート課題プレゼン プログラミングの基礎 VISUALBASICの編集画面 変数定数 数学座標から画面座標への変換
2 学 期 後 半	最大最小 (整式のみ) 合成関数の導関数 三角関数の導関数 対数関数指数関数の導関数 高次導関数 接線と法線	行列 行列の計算 逆行列と1次方程式 1次変換	周期倍化分岐図 プログラミング 2つの周期倍化分岐図の関係
3 学 期	平均値の定理 関数の増減 極値 第2次導関数と極大極小 曲線の凹凸・概形 方程式不等式への応用 速度と近似式 微積分の基本定理 不定積分 定積分 (整式のみ) 積分法と微分法 (整式のみ) 定積分と面積 (整式のみ)	2次曲線 楕円 双曲線 放物線	Manderbrot 集合とJulia集合 コンピューターによる課題実習

仮説

- 1. 数学の理科領域での活用に触れ、科学技術の開発に興味・関心をもって取り組む生徒を育てる。
- 2. 法則や、構造の解明に意欲的に創造的に取り組む生徒を育てるには、そのことを意識した課題を与えてじっくり考えさせる必要がある。

研究内容・方法・検証 (評価・考察・課題については、各単元毎に明記した)

- ・ 数学の理科領域での活用。 (年間計画表の教材Cに該当)
 - ・ 科学技術と理科の関連を意識する視点の育成。 (年間計画表の教材ACに該当)
 - ・ 従来の教材を新しい切り口でとらえる。 (年間計画表の教材BCに該当)
- の3点に絞り、年間計画を作成し、教材開発に取り組んだ。

(1) Aに関する報告

空間図形とベクトル

授業のねらい

現行の数学Bにおいては、空間における点、直線の他に基本的な図形として平面を考えることになっている。しかし、空間内での平面や直線などの相互の関係などについての学習は十分ではなく、理数系を目指す生徒にとって、今後空間把握をする上で図形の方程式まで学習することは大切である。また、応用教材として「3Dアートの原理」を採用する。

授業展開 ※空間のベクトルの内積を終了後に計画 使用教科書は、「代数・幾何」数研出版

授業時間	日 時	内 容
1時間目	7 / 1	平面の決定、直線と平面の位置関係、2平面の位置関係
2時間目	/ 2	平面の方程式（法線ベクトル） ※平面のベクトルの「直線の方程式」の復習。
3時間目	/ 3	平面の方程式の決定、直線の方程式 (※直線の「ベクトル方程式」の復習)
4時間目	/ 16	平行でない2平面の交わり、直線と平面の交点の座標、点と平面との距離
5時間目	/ 18	3Dアートについて（Jリーグの広告・Zign-up・道路標識）※逆遠近法について

(詳しい内容)

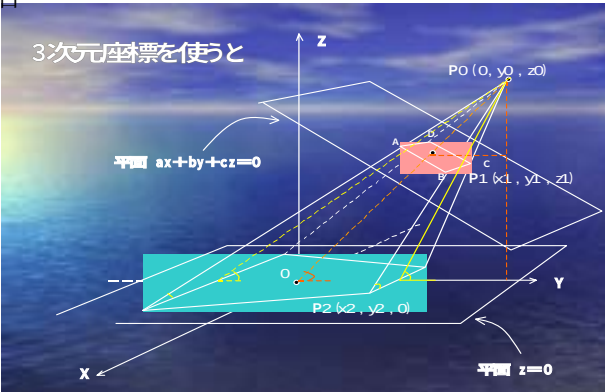
1時間目 ① 同一平面上にない3点、② 1直線とその上にない1点、③ 交わる2直線、④ 平行な2直線、平面の垂線について、2平面のなす角について

2時間目 $\vec{n} \cdot (\vec{p} - \vec{a}) = 0$ の確認と応用 $ax + by + cz + d = 0$ へ

3時間目 $\vec{p} = \vec{a} + t\vec{d}$ の確認と応用 $\frac{x-x_1}{a} = \frac{y-y_1}{b} = \frac{z-z_1}{c}$ へ

4時間目 媒介変数表示（数学B教科書・問題集）の問題を具体的な方程式に表現する試み。

5時間目



映像を中心にプレゼンテーションを実施（図はそのときのシート）

	現行「数学B」 2単位	「代数幾何」 3単位
1 学 期 前 半	① 方程式 1 因数定理 2 高次方程式の解法 3 連立方程式 ② 平面上のベクトル 1 有向線分・演算	① 平面上のベクトル 1 有向線分・演算 2 成分 3 内積、なす角 4 位置ベクトル 5 ベクトル方程式 2 成分、内積、なす角
1 学 期 後 半	4 位置ベクトル 5 ベクトルと図形 6 ベクトル方程式	6 ベクトルと図形 ② 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、ベクトルと演算 3 位置ベクトル 4 ベクトルの成分、内積
2 学 期 前 半	③ 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、内積	5 2直線のなす角、2直線で決定する平面 2平面のなす角 ③ 複素数平面 1 複素数平面 2 複素数と極形式 3 ド・モアブルの定理
2 学 期 後 半	6 空間の位置ベクトル 7 空間のベクトルの応用 ※頭の体操として取り入れた。 ④ 複素数平面 1 複素数平面 2 複素数の極形式	4 平面図形と複素数 ④ 行列 1 行列の加法・減法・実数倍・乗法の性質・逆行列・連立1次方程式 B 1次変換と行列（合成・対称・回転移動）、2行2列の行列の各成分の役割、A^nと極限、2次曲線の回転
3 学 期	3 複素数の乗法、除法 4 ド・モアブルの定理 5 複素数と図形 6 問題演習（数学ⅠAⅡB）	⑤ 2次曲線 1 方程式を表す曲線、放物線、楕円、双曲線、 2 平行移動と回転 3 2次曲線と直線、2次曲線の性質（楕円・双曲線の準線） ⑥ 媒介変数表示と極座標 1 曲線の媒介変数表示 2 極座標と極方程式 C 学期末考査後に実践予定 放物運動と2次不等式（届く領域の軌跡・物理と数学の融合教材）

※ 2 直線のなす角、2 平面のなす角、2 直線で決定する平面については、2 学期にて実践。
 応用教材の課題研究を課す。課す場合は、2 月の教育実践研究集会でプレゼンテーションの実施をする。



生徒の様子

平面のベクトルを学習し問題を解くときに、数学 I・A で学んだ平面幾何・三角比の知識を好んで利用して解いた者が多く見られた。また、空間ベクトルでは、ベクトル方程式を基本にして直線の方程式や平面の方程式を表現するまでを学習しイメージを大切にすることで、交点の座標や点と平面の距離などの問題への意識は高かった。感想の中に数学 B の知識では難解であった問題が、既習事項の応用を少しするだけで明快に解けて感動したということである。また、たった 1 時間だけの「3D アート」の講義・映像に対しては、感動・興味を得た生徒が沢山現れた。同じ題材を基に、科学実験教室「けいはんな DE サイエンス」へのボランティアを募集したところ希望者が 4 名出た。

評価

- ベクトルを 1 年次に学んだ幾何的要素と連動すれば、さらなる効果的な成果が得られたかもしれない。(ただ現在の学習集団が、幾何分野に大変興味を持った者の集まりであったかもしれないので、次学年との様子の比較が必要である。)
- 1 学期期末考査で、取り組んだ内容のテストを実施した。以下に問題と正答率を示す。

- ① 2 点 A (0, 1, 4)、B (1, 0, 6) を通る直線の方程式を求めよ。(ただし、媒介変数表示をせずに)
- ② 平面 $x = -1$ と直線 AB との交点の座標を求めよ。
- ③ 点 A と平面 $2x - y + 2z + 2 = 0$ との距離を求めよ。
- ④ 点 (2, -1, 3) を通り、 $\vec{n} = (3, 2, 1)$ を法線ベクトルとする平面の方程式を求めよ。
- ⑤ 3 点 A (3, 2, 4)、B (3, -1, 1)、C (5, 3, -3) を通る平面の方程式を求めよ。

全て完全解答とする。 ① 77% ② 77% ③ 54% ④ 79% ⑤ 33%

- ⑤ は計算ミスによる不正解を何人か含むが、それ以外の問題については知識習得や空間図形をイメージする負担も少ない上に効果的である。指導する側も苦労は無かった。その点からもこの単元に取り組んだ意義は高い。

課題

課題研究を課して、プレゼンテーションまで実施を計画したが校内の事情により時間が作れなかった。

「法則や、構造の解明に意欲的に創造的に取り組む生徒を育てる」というねらいには、物足りなさを感じた。
 次年度で 2 期生に継続的に取り入れて、教材としての評価を高めたい。

(2) B に関する報告

1 次変換

授業のねらい

この授業のねらいは、(1) 正方行列がどんな変換を表す行列で、行列の計算とどう関わるのかのイメージを重視する、(2) 視覚教材を有効に利用し、限られた時間内で 1 次変換に興味を与える、ということにした。従って、どこまで十分な説明や証明が必要なのかどうかはプリント学習を採用し回収した上で、その取り組みの実態を分析して学習内容の難度や教材の評価を考えることにした。本学 2 回生の参観観察実習の一環で本授業を公開するために、

「逆行列」「連立1次方程式」をせずに「行列の積」の後で取り組む内容とした。実施授業時間数については2時間であるが、3時間が適当と考える。

1時間目

1 行列の積（ベクトルという意識） (1) $\begin{pmatrix} 1 & -3 \\ -2 & 6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$ (2) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos 150^\circ & -\sin 150^\circ \\ \sin 150^\circ & \cos 150^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$

$$(3) \begin{pmatrix} 1 & -3 \\ 2 & -6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$$

2 写像と一次変換（点から点への移動）

(1) 1次変換 f の定義: $f: (x \ y) \rightarrow (x' \ y')$ で $\begin{cases} x' = ax + by \\ y' = cx + dy \end{cases}$ のとき、 f を点 (x, y) を点 (x', y') に

移す1次変換またはベクトル $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ を $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}$ にうつす1次変換という。上の1次変換 f は、行列を用いて

$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ と表すことができる。さらに $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = A$, $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \vec{x}$, $\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \vec{y}$ とおくと、 $\vec{y} = A\vec{x}$ の形に表せる。

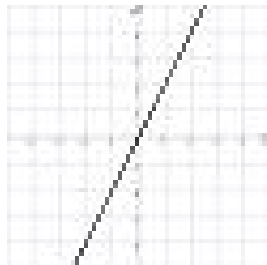
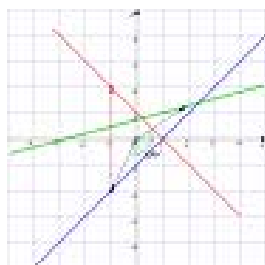
(2) 1次変換 f の性質: f の線形性 任意のベクトル $\vec{a}$, $\vec{b}$ に対して、 $f(k\vec{a} + l\vec{b}) = kf(\vec{a}) + lf(\vec{b})$

3 grapesで確認する。

(1) 1(1)の、点 $(1, -1)$ は直線 $y = -2x + 1$ 上の点である。この直線上の任意の点はどのような図形上の点にうつるか。

(2) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} \cos 150^\circ & -\sin 150^\circ \\ \sin 150^\circ & \cos 150^\circ \end{pmatrix}$ の変換

(3) 上記の行列で積の交換法則が成り立つとは限らないという確認と合成変換においても違いがあるということの指導。1(3)の変換を表す行列は、任意の点が直線 $y = 2x$ にうつす。



(4) y 軸、原点、直線 $y = x$ 、直線 $y = -x$ 、直線 $y = mx$ 、直線 $y = \tan \theta x$ それぞれに関する対称行列を求める。

2時間目

4 grapesの「ワハク」を起動する。正方行列の各成分 a, b, c, d に数値を代入してどのような変換か確認する。

(1) $k E = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix} \quad (k \neq 0)$ 【相似変換】

(2) (i) 60° (ii) 225° 【回転変換】

(3) x 軸, 直線 $y = -x$, 直線 $y = \frac{1}{\sqrt{3}}x$ 【対称変換】

(4) 直線 $y = \frac{-1}{2}x$ 【不動直線】

(5) 各成分 a, b, c, d を変えて、特徴を掴む。

※ 図形の面積と向きの変化に着目させる。(拡大・縮小)

① ある図形 T が対角行列 $\begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & d \end{pmatrix}$ によって表される 1 次変換によってうつされた像を T' とすると、

(T' の面積) = $|ad| \times$ (T の面積) が成り立つ。



対角行列 $A = \begin{pmatrix} 0.5 & 0 \\ 0 & 1.5 \end{pmatrix}$ について、 A^n の様子と点が $\lim_{n \rightarrow \infty} A^n$ によってどうなるのか。

② 対角行列以外の行列では、**(T' の面積) = $|ad - bc| \times$ (T の面積) が成立する。**

・ $\det A = ad - bc$ は、ベクトル積 $(\vec{a} \times \vec{b})$ ・ 平行四辺形の面積。 $S = \left| \begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix} \right| \sin \theta$ で説明

・ $\det A > 0$ のとき、図形の向きを変えずにうつす

・ $\det A < 0$ のとき、図形の向きを逆向きにうつす

→ 逆行列、 A^n 、連立 1 次方程式へと続く

生徒の様子と評価

授業プリントは書き込み式にし、授業後即回収をした。欠席者やパソコンに集中して十分に書き込みのできていない者が数名存在したので、データから除外した。本校の S S H の第 2 学年は、「理科・数

	理解度項目	理解不可	←	ふつう	→	よく理解
基本的な説明	変換を表す行列は点→点へうつす	0.02	0.05	0.08	0.11	0.69
	合成変換を表す行列と行列の積の交換との関連	0.08	0.08	0.16	0.38	0.25
	不動点、不動直線	0.13	0	0.13	0.16	0.50
	y 軸、原点、 $y=x$ 、 $y=-x$ (対称行列)	0.05	0.05	0.05	0.11	0.64
	$y=mx$, $y=\tan \theta x$ (対称行列)	0.11	0.08	0.61	0.05	0.08
成分の決定	半分の大きさ (相似変換)	0.14	0	0.02	0	0.77
	回転移動	0.27	0.05	0.13	0.05	0.39
	直線に関する対称移動	0.03	0.03	0.25	0.44	0.19
	直線 $y=-1/2x$ 上にうつす	0.42	0.17	0.08	0	0.22
観察	行列成分の役割	0.05	0.05	0.05	0.05	0.76
	$ \det A $	0.22	0.11	0.11	0	0.56

表 1

学が好き」な集団であるが、入学以来学力にはかなりばらつきがある。某 k 社の模擬試験も数学の偏差値 70 を越える生徒が、過半数近く存在するのに対し、50 近辺も数名存在する。また理科が好きだが数学は嫌いであるという者も少なからず存在して、「理科・科学技術に通じる数学」をスタンスにしている。今後は、数学に興味を持っている生徒がどの程度教材を理解しているのか等を細かくデータを分析しようと考えている。従って今回の授業も、黒板で学んだ理論を実際の実験機器としてパソコンを駆使してシュミレーションするというありふれた手法を使っている。しかし教科書の単元でない分野を、また「実際にどのように使われるのか」を「短時間でイメージをつける」という目的としては、今回の授業は成功したように思える。(表 1) の理解不可のポイントが高いのは、少し不親

切な説明であったということと「逆行列」「連立1次方程式」を学習して、行列の計算のメカニズムにある程度長けておれば予想がついたことであろう。授業時間を増やせば対応できるが、不動点、不動直線をさらに進めて特に扱うことは避けた。教科書の行列計算での「固有値」も明記を避けているように、その値が座標平面上の図ではどのような意味を成すのかということも、十分な時間が必要で、興味の少ない生徒も含めて全員に指導を加えることは不可能であろう。固有値の種類に精通していないと難しいという理由もある。「課題研究」として取り組ませる方法としての可能性を考えている。さらに行列式を、外積（右ネジの法則）まで発展させたがこれは物理との融合教材への展開を考えたものである。また、今回平面図形の移動を中心にしたが、3行3列の行列が空間図形の移動を可能にしているということも生徒に指導していきたいと考えている。なお平行移動を加えたアフィン幾何については、この学習を下に応用数学Ⅱで取り組んでいる。

まとめと課題

1次変換は、行列を幾何的に捉える為に有効な単元である。しかし、どの辺りまで学習するかの加減を誤ると逆に興味が薄れることが多い。今回好結果を得た「イメージを大切にすること」をさらに理論的に指導したいが、高校の現状では個人単位に学習する機会を与えて、彼らに委ねるのが好ましいのではと考える。それに対して複素数平面における対称・回転移動も大切であり、自然な数 e を用いれば「日常生活の中の科学技術」に貢献している貴重な単元である。どのようにして1次変換と釣合を保つかは、どちらも高い評価を得ている数学単元だけに、どちらもバランス良く教えたい。また高大接続というニーズでは、大学2年生近辺で学ぶ「線形代数」の教育内容とは大きなギャップがあるために、学生が悪戦苦闘する内容である。是非高校側でも少しは将来の学習の負担を軽減するために、興味を損なわない形で取り組ませたい単元構成を考えていくべきであろう。

(3) Cに関する報告

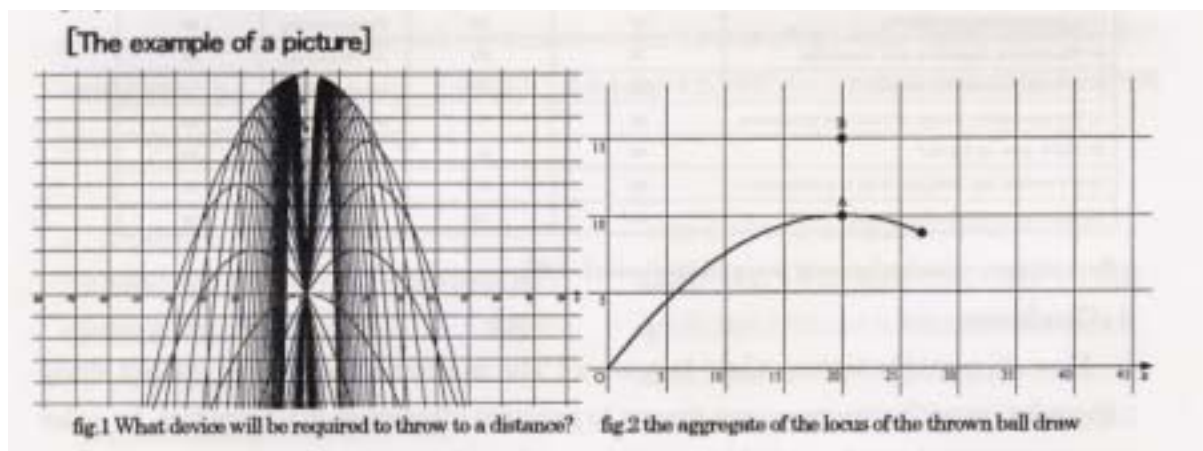
媒介変数表示（放物運動をする軌跡の背景にある「数学」）

授業のねらい

媒介変数 t を用いることに、 x 、 y と異なる文字ということが無意識に持つ生徒が多い。 t を「時間」という概念を持てば、物理学に近づく。教材に工夫を加え、媒介変数・不等式の領域・判別式・物理「放物運動」を関連させて理科・数学に対する意識を高める。（※ただし、本授業の結果は今回の報告には間に合わないため、別の機会にて実施する。）

授業の内容と展開計画

- (1) 直線の方程式（媒介変数からの変形）と不等式で表される領域
- (2) 自由落下と放物運動を表す方程式と2次関数の関係
- (3) 斜法投射（どれだけ高く上がるか、どれだけ遠くへ飛ぶか）
- (4) 届く位置を表す領域（空中のどの位置なら到達するのか・2次不等式で表される領域・判別式）



「授業評価」の実践

教諭 山本彰子・河崎哲嗣

創造性の育成を目的とした遠隔協同学習 一日タイ遠隔協同学習の実践 での1つの試行

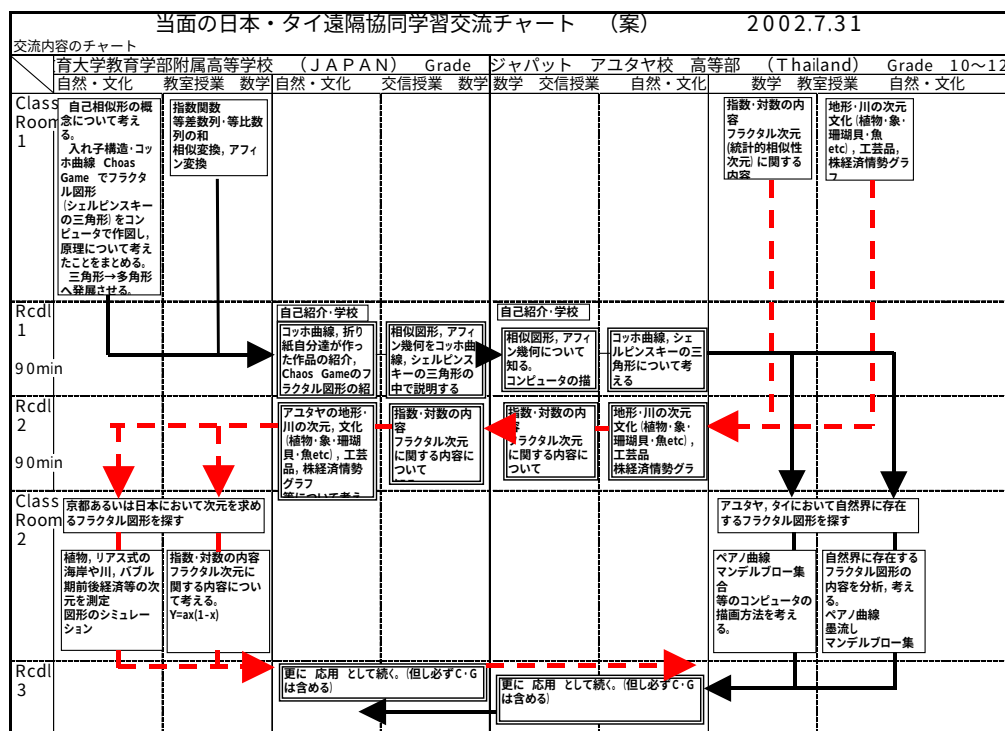
※本研究の内容は、平成14年度(昨年度)応用数学Iにおいて実践された「テレビ会議システム」によるタイとの協同学習であるが、「評価」が日程的に難しく本年度にずれ込んだものである。価値あるものとして報告する。

仮説

1. 理科・数学の境界領域を先端の話題にも触れながら学ぶことは、科学技術の開発に興味・関心をもって取り組む生徒を育てる。
2. 法則や、構造の解明に意欲的に根気よく取り組む生徒を育てるには、そのことを意識した課題を与えてじっくり考えさせることが必要である。
3. 同世代に向けた情報発信の機会を設定することが、意欲的に情報発信していく生徒を育てる。

研究内容・方法・検証

目的は、テレビ会議システムを利用した創造性の育成をめざす遠隔協同学習の開発を目指した。
内容に関しては、平成14年度実施報告書を参照。下図はDL1～DL3までの交流計画図である。



科研費課題番号 14580193「数学教育における創造性の育成を目的とした遠隔協同学習の研究」(代表) 守屋誠司、
京都教育大学の研究チームに加わったものである。

評価方法については、「数学と自然—フラクタル幾何—」をテーマとし、2002.11—2003.2 に日本—タイ遠隔協同学習が実施されたものを、①創造的態度に関するもの、②DLへの意識に関するもの、③数学の学力に関するものに分けて調査集計した。

具体的方法

(1) 対象

本校自然科学コース1年1組(40名)、タイ・ラジャバット総合大学アユタヤ校(20名)

(2) 手続きと分析方法

①創造的態度に関するもの

生徒の創造性的態度にどのような影響をもたらしたかについての考察を行うため、李 雪花（博士論文「日・中遠隔共同学習における創造性の研究」、神戸大学、2003）の創造性テストを DL 1 の前と DL 3 の後の計 2 回実施した。表 1 のような 35 個の短文からなる項目を設定し、主に自主性（1～5）・独立性（6～7）・積極性（8～10）・探求力（11～13）・集中性・執着力（14～19）・独創性（20～23）・拡散性（24～29）・論理性・分析力（30～35）に関する項目を設定した。「まったくそう思わない」（1点）から「非常にそう思う」（5点）との、5つのカテゴリーを選択させる方法を採用した。

表 1

1. 将来自分を生かす事のできる道で、立派な仕事をしたい。
2. 自分についての要求水準が高い。
3. 計画的に自分で解決する。
4. 他から押さえつけられていない。
5. 自分の感じていること・思っていること・望んでいることなどをはっきり外に表す。
6. 人とは違った独特な生き方をしたり、人とは違った人間になりたい。
7. 自分の考えをしっかり持っている。
8. 自分で判断し、決断力がある。
9. いろんなことに疑問や好奇心を持っている。
10. 友達の先頭に立って、何かをやり始める方である。
11. 何かを自分で作り出すことに興味を持っている。
12. やさしい問題よりも難しい問題にたくさんぶつかってみたいと思っている。
13. 少しぐらいの失敗や危険があっても、これまで誰もやったことのないような新しいことをやってみたい。
14. 集中して話を聞き、物事を考察し行動する。
15. 勉強（あること）に没頭するときは、他のことに余念がない。
16. 何かをやり出したら、熱中してしまって途中でやめたり、他のことに移ったりすることができない方である。
17. やり始めたことは、辛くてもやめないで最後までやりとおす。
18. 何事も徹底的にやらないと気が済まない。
19. 集中した状態が長く続くほうだ。
20. 決まり切ったことや繰り返しを嫌う。
21. 新しい方法を考えるのが得意である。
22. 人と違うことをするのを恐れない。
23. 自分が考えたことに自信を持っている。
24. 変化や改善に興味がある。
25. アイデアが数多くでる。
26. いろいろの角度からのアイデアが出る。
27. 他人のアイデアをうまく利用する。
28. 一見関係のなさそうな中から関係を見つけるのが得意である。
29. 何かをやるときに一つのやり方だけでやらないで、いろいろなやり方でやってみる。
30. 分析力が優れている。
31. 物事を関連つけて考える。
32. どうしてそうなるかという理由をよく考える。
33. 結果に至るまでの過程についてよく考える。
34. 全体のつながりについてよく考える。
35. 結果や筋道をよく予想する。）将来自分を生かす事のできる道で、立派な仕事をしたい。

各項目において授業前後の生徒の評価の平均値に差があるかを対応のある t 検定（危険率 5 %）を用いて調べた。テストの各項目において、両国の生徒の評価の平均値に差があるかを事前、事後別に F 検定、対応のない t 検定（危険率 5 %）を用いて調べた。

②DL への意識に関するもの

DL による教育効果を明らかにするため、守屋誠司（「双方向通信を利用した日独遠隔協同学習の実際と評価」、数学教育学会『研究紀要』vol.39/No.1・2,1998,65-79）アンケート内容を採用した。生徒自身が各 DL 直後に「大変

そう思う」から「まったくそう思わない」という5つの項目から1つ選び、「＋2点」から「－2点」を与えて項目ごとに平均値を算出する。アンケート項目は図4を参照されたい。検定は Games/Howell 検定（危険率5％）を用いた。また、DL別にアンケートの各項目において、両国の生徒の評価の平均値に差があるかを事前、事後別にF検定、対応のないt検定（危険率5％）を用いて調べた。

③数学の学力に関するもの

数学内容の習熟度を明らかにするために、フラクタルの次元に関するペーパーテスト（これを以後「次元の理解度テスト」とよぶ）を実施した。（表2参照）全体の平均点、各設問に関する平均点を出し、考察を行った。

検証について

①創造的態度に関するもの

結果は図3に示したとおりであった。各項目別にみると、日本側に関して「独立性」「積極性」はついたといえる。「探求力」に関する『自分で作り出す』『新しいことをやってみる』という活動は行えなかったといえる。また「独創性」に関する『新しい方法を考える』『人と違うことをする』ことは今回の内容からは難しく、『決まりきったことをくりかえす』活動が多かったといえる。この原因は、今回の授業方法が先生に教えてもらって生徒が作業する形式であったことと、教材内容が数学の中身を探求する内容ではなかったことであると考えられる。（タイ側の考察は省略する）

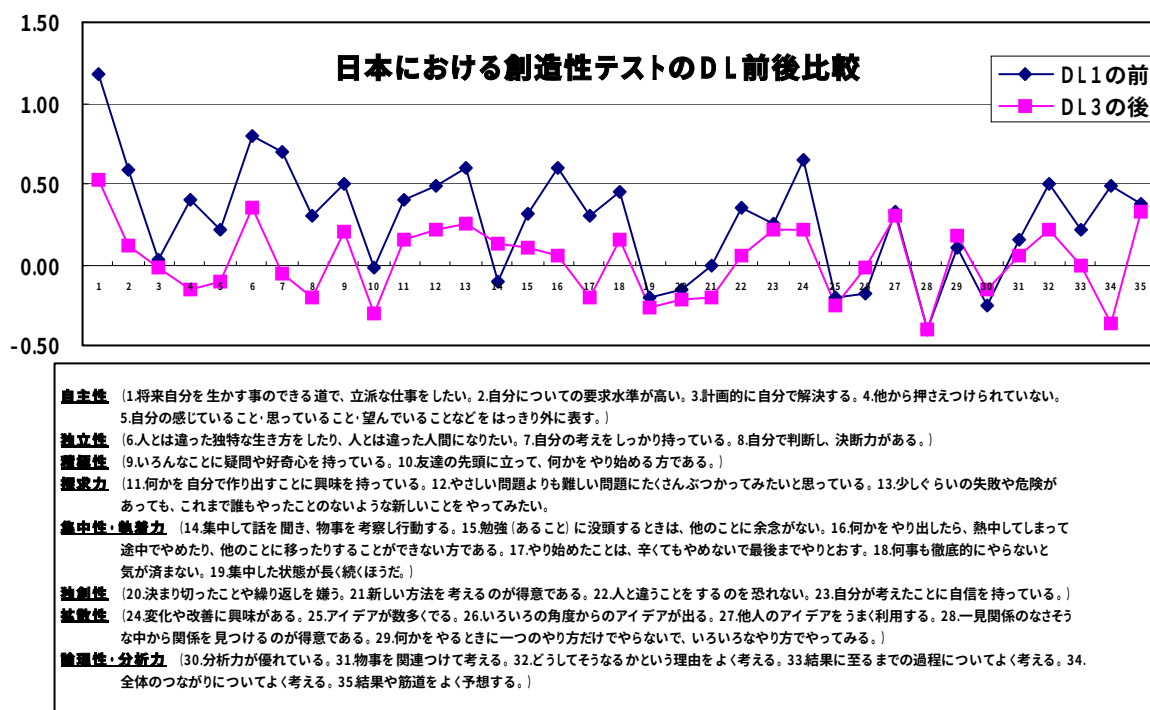


図3

②DLへの意識に関するもの

図4から負の評価である項目8、14、15、17では、「大変そう思う」を－2点として他の項目と逆の得点化をした。従って項目8「授業は退屈だった」が＋0.7だった場合は退屈ではなかったことを示していることになる。これによって平均値がプラスになっている項目は、統一的に評価が良かったものとして考えられる。項目1「授業は楽しかった」、項目2「授業内容にひかれ興味があった」など授業に対する興味・関心に関する項目について、日本の生徒の評価は高かった。項目18の音声聞き取りにの加えて、項目22「英語が良く分かった」でマイナスであったことは、語学の壁が非常に大きかったといえる。日本側が発表原稿にそって一方的にしゃべる傾向があり、相手に分かってもらえるようにする配慮が欠けていた。

図5には本校のDL1とDL2との比較評価を示した。DL2ではDL1に比べてほとんどの項目で低い評価になった。発表を聞く側になると英語がよくわからないので授業への評価が下がるという傾向が出ているといえる。資料は載せていないがさらにDL1とDL3との比較をすると「興味・関心」、「授業環境」に関する項目の評価が下がり、

DL2とDL3との比較をすると「授業理解」に関する項目の評価が上がった。この結果から英語力不足が授業理解を不十分にさせていたことは確かであるが、その不十分な点を積極的に補おうとする生徒の態度がDL3において見られた。この積極性が授業理解に繋がったといえる。DL3の形式はDL1、2の内容を振り返り理解するのに適しているといえる。

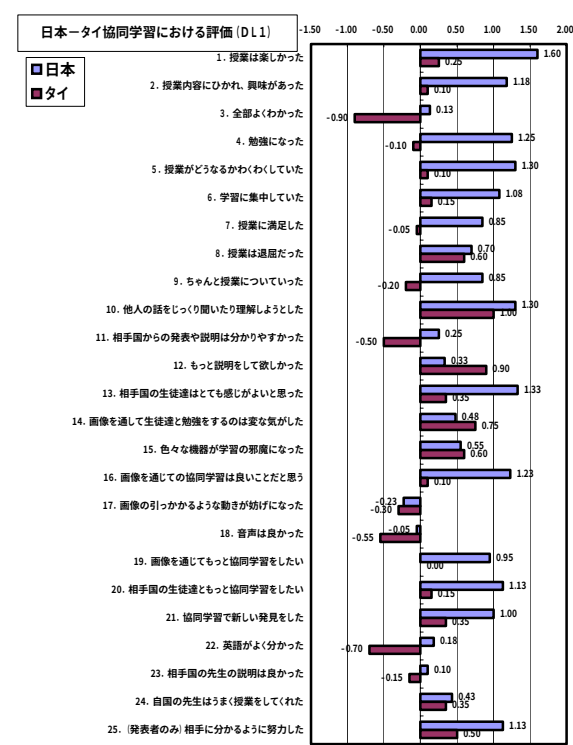


図 4

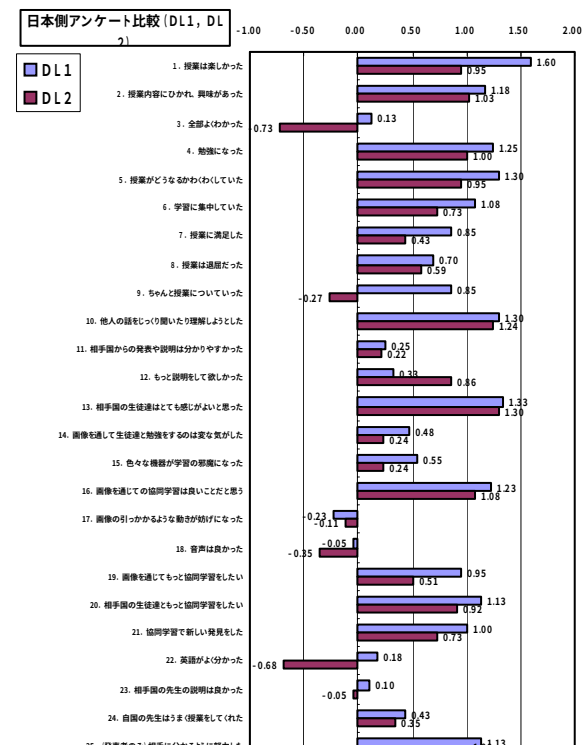


図 5

③数学の学力に関するもの

合計点数の分布は図6のようになっており、約6割の生徒が得点率7割以上である。また、得点率7割を境に分布

が二極化傾向を示している。下位の生徒には次の特徴がある。設問キ、ク ($r^D = n$ という関係式を満たすDの値は

$D = \log_{\text{ク}} \text{ク}$) の正答率が他の設問に比べて低い。また、測定値をとったものをグラフにすると曲線となるはずが、

そうかいた生徒が23.7%に対して、直線をかいた生徒が44.7%であった。後者のうち76.5%の生徒がその測定値を両側対数グラフを表したときも直線をかいていた。指数・対数の性質が十分に理解できていると、両方のグラフが直線となるのはおかしいと気づくはずである。これらのことから下位の生徒は対数関数の理解が不十分であったと考えられる。

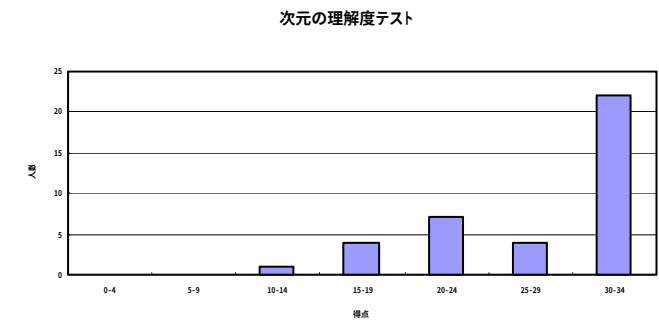


図 6

実施の効果とその評価

タイとの遠隔協同学習では時差が少ないという点で時間を設定しやすいが、両学校とも初めての経験であったために教師の負担は大きかった。両国の生徒の英語によるコミュニケーション能力の不足により、授業内容を十分理解するに至らなかったことは残念である。しかし、一方でDL3においてその穴を埋めようとする積極的な態度が見られた。今回のDLにおいて、創造性については「探求力・独創性」を育成することは難しく生徒自身が課題を見出すような教育方法が必要であることは理解できた。創造性テストによると特に育成されたのは「独立性」であった。また生徒の授業の様子から「積極性」も育成されたといえる。

数学の内容の習熟度に関しては、次元については十分に理解できるが、基礎となる対数関数は丁寧に指導する必要があるといえる。さらに生徒が「自然と数学」のようなテーマ全体を追求、考察できる指導方法を今後考える必要がある。課題としては創造性の中の「探求力」「独創性」を育成する教育内容の開発とその実践・研究があげられる。

追記：本資料は科研費課題番号 14580193「数学教育における創造性の育成を目的とした遠隔協同学習の研究」（代表者：守屋誠司の一部である。）

2節 理科 物質科学Ⅰ

教諭 市田克利

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目標、研究内容・方法を受けて、物質科学Ⅰでは、下記のような仮説を立てた。

仮説

「身の回りのもの」の理解をめざした物質の構造・状態・変化についての理論的理解 と実験操作 の習得することにより、下記のような生徒が育つ。

- ①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
- ②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
- ③意欲的に情報を取り入れ、表現・発信していく生徒

研究内容・方法・検証

上記の仮説を検証するために行った研究内容、方法については、大きく＜研修＞、＜授業内容＞について分けて、詳細を下記に示す。また、検証については＜研修＞、＜授業内容＞の評価欄、および＜物質科学Ⅰの評価＞に記す。

＜科目設定の意図＞

物質科学Ⅰ・Ⅱは、日常生活の中で活躍する材料に目を向けて、合成や分析を通して考察を深め反応のしくみを理解させ、これら一連の過程を通して「ものづくり」への指向へ結びつけることを意図して設定した科目である。特に、物質科学Ⅰでは物質科学Ⅱにつながることを念頭において、「身の回りのもの」の理解をめざした物質の構造・状態・変化についての理論的理解と実験操作の習得を意図として設定した。

＜研修＞

- I. 特別講義 「電子の動きが色をつくる」(4月)
- II. 実習 「X線マイクロアナライザーによる元素分析」(6月)
- III. 研究室訪問 「京都府立大学石田研究室」(希望者)(8月)
- IV. 実習 「電子顕微鏡で原子をみる」(9月)
- V. 特別講義 「君の部屋は誰が片付ける？自発的变化とエントロピー」(10月)
- VI. 実習 「フェライト磁石作製」(11月～2月)
- VII. 特別講義 「ハイテク製鉄と日本の産業構造」(12月)
- VIII. 施設見学 「神戸製鋼所加古川製鉄所見学」(12月)
- IX. 施設見学 「日本電池鉛蓄電池工場見学」(1月)
- X. 実習 「X線回折装置による結晶構造分析」(希望者)(2月)
- XI. 特別講義 「化学による夢の材料への挑戦」(3月)

＜授業内容＞

【化学ⅠB分野】

- 第1編 物質の構造 (4月～6月)
- 1章 物質の構成と原子
 - 2章 物質量と化学反応式
 - 3章 化学結合
- 第2編 物質の状態 (7月, 9月～10月)
- 1章 物質の三態
 - 2章 気体
 - 3章 溶液
- 第3編 物質の反応 (10月～1月)
- 3章 化学反応と熱
 - 1章 酸と塩基
 - 2章 酸化・還元反応

【化学Ⅱ分野】

- 第1編 反応の速さと化学平衡 (2月～3月)
- 1章 化学反応の速さ
 - 2章 化学平衡

<研修>

I. 特別講義 「電子の動きが色をつくる」

1. 目的

- (1) 原子レベルで現象をとらえる。
- (2) 電子の動きと光のエネルギーの関係を理解する。
- (3) 大学での研究活動を知る。

2. 意図・目標

化学を学習するにあたり、そのはじめとして原子レベルで現象をとらえることをさせたいと考えた。内容も原子の構造を中心とする既習分野を含み、かつ色という身近な話題であることから化学の導入として理解しやすいと考えた。とくに電子軌道とエネルギーの関係については、直後の授業に生かせたい。また、大学の研究者がどのようなことを考えて研究に取り組んでいるのかを知ることにより、高校での学習の意義を考える機会としても設定した。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成15年4月22日(金)
- (2) 指導講師 石田昭人氏 (京都府立大学助教授)
- (3) 日程 14:40~16:30 (講義, 於: 本校)
- (4) 事前学習 (1時間)

光と色の三原色, 光の波長と色, 電磁波の種類, 炎色反応の4つのキーワードについて,
インターネット検索

4. 事業の結果

事前学習については、化学教室でのインターネット検索のガイダンスをかねて行った。事前の下調べによって、講義の内容がたいへんわかりやすいものとなった。生徒は、原子の構造を学習したてのだけであり、電磁波の波長とエネルギーの関係等については学習していない。そのあたりが考慮されており、わかりやすい展開を工夫された講義であった。後半は、光エネルギーで化学反応を起こすことが中心で、光合成やナノテクノロジーなどたいへん興味深い話であった。また、石田先生の研究、境界領域の研究等の話題もあり、内容の豊富な講義であった。

5. 評価

(1)~(3)の目的は、おおむね果たせた。特に、化学を学習しはじめて間もない生徒に見合った講義であった。このことは、生徒のレポートの感想からも受け取れる。事前学習の効果も大きかった。この講義により、生徒は自然科学の学問領域の相互関連について意識が変化したことは評価できる。

6. 課題

物理、生物との連携をはかって行えばもっと効果的である。

II. 実習 「X線マイクロアナライザーによる元素分析」

1. 目的

- (1) 走査型電子顕微鏡, X線マイクロアナライザーの原理を理解する。
- (2) X線マイクロアナライザーにより, 身の回りの金属(合金)の元素分析を行う。
- (3) X線マイクロアナライザーにより, 自作合金の元素分析を行う。
- (4) 身の回りの金属に興味を持ち, 金属の結晶の理解を深める。

2. 意図・目標

物質を対象とする化学において、身の回りにある物質に興味を持つことは大切である。そこでその対象を金属(合金)とし、まずどのような成分元素からできているか分析し、興味を持たせたい。さらに、その発展として自分たちで混合比の異なる合金(アルミハンダ)を作製し、その成分比を分析することで金属の結晶状態の理解を深めさせたい。合金についての構造や相図、偏析についても触れたい。また、走査型電子顕微鏡は入学時に見学している。今回はその次のステップとして、使用も含めて高校では扱えない機器の原理についても学習させる。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成15年6月6日(金), 19(木), 23(月),
24(火), 25(水)
- (2) 指導講師 武蔵野實氏 (京都教育大学教授)
- (3) 日程

6 / 6 (身の回りの金属(合金)の元素分析)

14:35 学校出発

14:50 京都教育大学到着

14:55~15:05 予定説明・講師紹介

15:05~15:40 内容①~③

15:45~16:20 内容①~③

16:25~17:00 内容①~③

内容①:講義(武蔵野氏)

電子顕微鏡, X線マイクロアナライザーの原理

内容②:実習(市田)

金属の結晶

内容③:実習(TA)

X線マイクロアナライザーによる分析

3グループ構成で, 順次内容①~③を行う。

6 / 19 (自作合金の元素分析: 4班)

16:15~18:00 於. 京都教育大学

6 / 23 (自作合金の元素分析: 3班)

16:45~18:00 於. 京都教育大学

6 / 24 (自作合金の元素分析: 3班)

16:45~18:00 於. 京都教育大学

6 / 23 (自作合金の元素分析: 3班)

16:45~18:00 於. 京都教育大学

(4) 事後学習(1時間)

合金の構造, 相図, 偏析

4. 事業の結果

走査型電子顕微鏡, X線マイクロアナライザーの原理については, 未習分野もありやや難しいと思われたが, 生徒はよく理解していたと考えられる。

身の回りの金属(合金)の元素分析では, 硬貨・ボタン電池・金ボタン・ハンダ・形状記憶合金等さまざまなものを生徒が用意し各班で分析を行った。いろいろな金属元素を知る機会, 表面にコーティングされている金属を知る機会, 色と金属との関係を知る, および金属の表面観察をする機会にもなった。

金属の結晶の実習では, 面心立方格子と六方最密構造とのちがいを, 発泡スチロール球を用いて学習した。自分たちで発泡スチロール球を積み上げることによって, 理解がより深まった。

自作合金は, 6 / 17にアルミハンダ(Zn-Sn合金)を作製した。各班ごとに混合比を変えて作製し, 元素分析を行った。元素分析の結果が, 自分たちの混合比に近いかが生徒たちの興味の対象となった。また, はじめは機器操作をすることに遠慮がちであった生徒たちも, このころから積極的に操作するようになった。

5. 評価

身の回りの金属(合金)に興味を持たせることはできていた。機器の原理の理解や使用については, 数回扱うことが効果的であった。また, 自作したものを分析することや1つの課題に対して継続的に行うことは, 生徒の理解や意欲面でたいへん効果的であった。合金の構造等の事後学習が不十分であり, 中途半端な理解で終わっていると考えられる。

6. 課題

事後学習において各班のデータを共有して, 合金について理解を深める工夫が必要である。また, 自作したもののさらなる分析をしていくような教材にしていかなければならない。継続的に行うことにより, 当然時間が多く必要となる。その分, 今回は事後指導にあてる時間が少なくなった。機器使用の頻度が増えることで, 大学側での準備負担も大きい。今後は, 一連の教材として精選し, 時期・期間等も含めてどう取り入れていくか検討が必要である。

III. 研究室訪問 「京都府立大学石田研究室」(希望者)

1. 目的

- (1) 大学研究室を見学する。
- (2) 高校では扱わない機器に触れる。
- (3) 大学での研究活動を意義を知る。

2. 意図・目標

4月の特別講義をしていただいた京都府立大学石田先生の研究室訪問を企画した。研究室にはせいぜい5～6名くらいまでのことで、参加は希望者のみとした。大学研究室見学と研究の意義を知ることを主たる目標とした。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成15年8月6日(水)
- (2) 指導講師 石田昭人 氏 (京都府立大学助教授)
- (3) 日程 13:30～17:00 於: 京都府立大学

4. 事業の結果

5月に生徒に希望をとった時点では、10名程度希望者がいたが、結果的には3名の参加となった。しかしながら、少人数であるため実際に原子間力顕微鏡などの機器にも触れることができ、見学かつ実験を行うことができた。研究の内容はかなり難しいものも含まれるが、わかりやすく説明していただいた。4月の講義の続編にあたる部分もあり、参加した生徒は有意義な時間が過ごせた。訪問後も参加生徒たちは、当日行った実験のデータ処理を石田先生とeメールを介して行っていた。

5. 評価

- (1)～(3)の目的は、おおむね果たせた。研究室訪問により、大学進学や自然科学の研究に関する啓発に大きな効果があると考えられる。モチベーションの高い希望者のみに参加させることも効果的である。

(参考) 物質科学Ⅰ 夏休み課題

以下の4つの項目について、B5レポート用紙にまとめ、9月の最初の授業時に提出 すること。レポートの枚数に制限はない。

- 1. 鉄の精錬(製鉄)について
- 2. 磁石の性質・製法・種類について
- 3. エントロピーの法則について
- 4. ヒット商品を探る(科学的分析による)……いくつあげても良い。
例. 紙おむつ、水は吸収しても、なぜおしりは蒸れない?
例・コンタクトレンズ、1 day・2 week、材質・構造どう違う?

意図: 2学期以降の研修を考えて、事前学習として課題を与えた。

IV. 実習 「電子顕微鏡で原子をみる」

1. 目的

- (1) 透過型電子顕微鏡の原理を理解する。
- (2) 電子顕微鏡で原子をみる。
- (3) 分子・結晶模型を作製する。

2. 意図・目標

実習「X線マイクロアナライザー」では、金属の表面観察とその成分を分析した。今回は、さらに倍率を上げ原子の世界をみることを目的の1つとした。ただ、単純に光学顕微鏡でみるのとは違い、実際の試料をそのままみられないことも理解させたい。そのためにも、透過型電子顕微鏡の原理を理解しなければならない。また、観察像のどの部分が原子や構造にあたるかも考えさせたい。さらに、研究として結晶構造を解析することが、どのような場面で有用なのかも触れさせたい。

分子・結晶模型では、自分で作製することによって、分子の形や結晶構造の理解をより一層深めることを目標とした。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成15年9月19日(金)
- (2) 指導講師 芝原寛泰 氏 (京都教育大学教授)
- (3) 日程
 - 14:35 学校出発
 - 14:50 京都教育大学到着
 - 14:55~15:05 予定説明・講師紹介
 - 15:05~15:35 講義(芝原氏):電子顕微鏡について
 - 15:40~16:05 内容①, ②
 - 16:05~16:30 内容①, ②
 - 16:30~16:55 内容①, ②
 - 内容①:透過型電子顕微鏡による観察(25分)
 - 内容②:分子・結晶模型の作製(50分)
 - 3グループ構成で, 内容①の観察以外は内容②を行う。

(4) 事前学習

透過型電子顕微鏡, 電子のもつ性質・はたらき, フラーレンの3つのキーワードについて各自調べ学習を課題とした。

4. 事業の結果

講義は, 電子顕微鏡の歴史から, なぜ電子線なのか, 分解能および結像原理等たいへんわかりやすい説明であった。波の干渉等が未習事項ではあるが, 生徒はおおむね理解していた。

電子顕微鏡では, 実際に黒鉛の結晶を観察した。また, VTRでケイ素, 超伝導体をみた。結晶構造の解析の有用性にも触れていただいた。生徒は, 結晶構造の把握や原子がどの部分なのか興味深く観察し, また熱心に質問していた。

模型作製では, フラーレン(C60), 正八面体, 体心立方格子を封筒を切ったり, 折り紙の手法により作製した。生徒は, 終始興味深く取り組んでいた。

5. 評価

(1)~(3)の目的は, おおむね果たせた。生徒が, 自主的に取り組んでいたことも評価できる。生徒が, 原子レベルでものをみることの意識が高まり, 変化が見られたことは評価できる。

6. 課題

本来なら5月頃に行う事業で, 実習「X線マイクロアナライザー」との連携を検討 する必要がある。今回は, 諸般の事情により9月の実施となった。

V. 特別講義 「君の部屋は誰が片付ける? 自発的变化とエントロピー —融解と溶解を題材として—」

1. 目的

- (1) エントロピーという概念を知る。
- (2) 熱力学見地から, 気体・溶液の挙動を理解し, この分野の学習を深める。
- (3) 大学での研究活動を知る。

2. 意図・目標

物質の状態(三態・気体・溶液)の分野をすべて学習したところで, 体系的に現象をまとめ, より深い理解をめざすために設定した。粒子の挙動によりさまざまな現象や変化が起こることが, 物質の状態にかかわらず共通していることを理解させたい。また, その挙動を熱力学的な見地からエントロピーという概念をもちいて考えていくことを学習させたい。ひいては後の化学反応の起こりやすさにもつながるものであると考えている。一方, 大学での研究を紹介していただくことにより, より興味をもたせることも考えて設定した。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成15年10月10日(金)
- (2) 指導講師 功刀滋 氏 (京都工芸繊維大学教授)
- (3) 日程 14:40~16:30(講義, 於:本校)
- (4) 事前学習 エントロピーの法則についてのレポート(夏休み課題)

4. 事業の結果

事前学習については, 夏休みの課題としてエントロピーの法則についてレポートを課した。調べた内容

はかなり個人差があったが、事前学習としては効果的であった。講義は、身近な物質である水の話からはじまり、本題へと展開していった。常にものを見る目が意識され、親しみやすい題材から取り上げられたため、高校生にもたいへん理解しやすい講義であった。生徒は、物質の状態の学習を終えたばかりであり、この分野をより体系的に理解できたと考えられる。また、大学で行われている先生の研究についても触れていただき、理論的なことが研究に活かされていく過程を理解することができたと考えられる。講義の所々にさまざまな分野の話題も盛り込まれていて、たいへん興味深い講義であったことが生徒の感想からもうかがえる。

5. 評価

(1)～(3)の目的は、おおむね果たせた。特に、粒子レベルで現象を考えていくことの重要性を再認識できた。このことは、生徒のレポートの感想からも受け取れる。事前学習の効果も大きかった。

6. 課題

物理の熱力学分野の学習との連携をはかればより効果的である。

VI. 実習 「フェライト磁石作製」

1. 目的

- (1) 企業の協力を得て、フェライト磁石を各自作製する。
- (2) 各自作製することにより、ものづくりを実感する。
- (3) フェライト磁石の製法・特性を、その結晶構造と関連させて考えてみる。
- (4) 研究所を訪問し、磁石について学習する。

2. 意図・目標

身の回りにある磁石を各自が作製することで、ものづくりを実体験し、そこでの困難・工夫・成就感を感じさせたい。また、小学校の教材として扱われる磁石の特性をその構造から高校生でできる範囲で考えさせ、ひいては元素の特性、結晶構造との関わりとして考えさせることを意図して設定した。教科書を学習していく場合、次々と新しいことを学習しては次へ進んでいくスタイルとなりがちである。そこで、少しスタイルを変更して、長い期間をかけて1つのことに取り組む教材を取り入れようと考えた。理科系に進学する生徒にとっては意義あることだと考えている。一方、作製においては企業の協力を得て行う。一つ一つの工程にさまざまな工夫が凝らしてあるので、細かいところまで目を向けて学習させたい。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成15年11月～平成16年2月
- (2) 工程 ①素原料混合 → ②脱水・乾燥 → ③仮焼 → ④粉碎・乾燥 → ⑤プレス成形 → ⑥焼結 → ⑦着磁
- (3) 日程 ①素原料混合 (11/11～14 於：住友特殊金属)
②脱水・乾燥 (11/11～14 於：住友特殊金属)
③仮焼 (11/18～20 於：附属高校)
④粉碎・乾燥 (11/24～26 於：住友特殊金属)
⑤プレス成形 (12/12～2/13 随時 於：附属高校)
⑥焼結 (12/8～2/13 随時 於：附属高校)
⑦着磁 (2/24 於：住友特殊金属)

(4) 施設見学

日時：平成16年2月24日(火) 14:00～16:40
場所：住友特殊金属株式会社(大阪府三島郡島本町江川 2-15-17)
内容：各自の焼結体を着磁、および施設見学・講義
13:10 学校出発
13:50 住友金属到着
↓ 見学・着磁・講義
17:20 阪急水無瀬駅解散

(5) 事前学習 磁石について(夏休み課題)

4. 事業の結果

- ・11/11(火5限)・・・この取り組みの概要を生徒に提示し、フェライト磁石作製の工程を講義した。
- ・11/18(火5限)・・・素原料を生徒に提示し、②の工程まで終了したもののさらに提示し、これを観察後、仮焼前原料として、各自にサンプルと取らせた。
その後、電気炉に入れ仮焼を行った。

- ・ 11/21（金 7 限）・・・現在の状況説明と、仮焼後原料の提示し観察の後、仮焼後原料として、各自にサンプルと取らせた。
- ・ 12/ 5（金 7 限）・・・現在の状況説明と、④の工程まで終了したものを提示し、これを観察後、プレス前原料として、各自にサンプルと取らせた。
- ・ 12/12 ～ 2/13（冬休み、早朝、放課後）
 - ・・・個人個人が時間の都合をつけ、プレスを行った。プレスされたものがある程度たまれば適宜、電気炉で焼結させた。焼結体は、時間が空いているときに各自で観察するように指示をした。
- ・ 2/24（火、14:00 ～ 17:10）
 - ・・・フェライト磁石作製の最後の工程である着磁を住友特殊金属で行った。また、施設見学および研究者による講義を受けた。生徒にとってプレスを行うまでは、工程を理解し観察するという受動的な活動であり、一連の流れが見えにくくなりがちであった。プレスは 1 人 1 回 3 0 分程度かかり、当然失敗もするので、予想以上に時間がかかった。授業時間内にできないことなので、いろいろな負担が生徒も指導者もかかった。1 月から 2 月かけて、放課後 2 時間程度十数回にわたり T A にも指導を手伝っていただいた。最終工程の着磁は、生徒全員が住友特殊金属へ行き、施設見学の中で着磁を行った。生徒たちは、自分で作製した焼結体が磁石に変化したときの喜びをそれぞれが感じていた。また、研究者による講義を受けた。内容は、磁石、磁性、フェライト磁石、希土類元素、研究開発、および研究者から高校生へ、と多岐にわたり、生徒たちは熱心に聞いていた。

5. 評価

（1）、（2）の目的は、おおむね果たせた。特に自分のものを作製する点は、生徒の意識変化も見られ、評価できる。（3）については、2 / 2 4 の見学時に少し学習したが、授業ではほとんど扱えなかった。

6. 課題

物質科学 I の授業内容との関連をもっとはかる必要がある。また、長期的な取り組みで、生徒が断片的にしか関われないので、興味関心を持続させる工夫がより必要である。

VII. 特別講義 「ハイテク製鉄と日本の産業構造」

1. 目的

- （1）鉄の製法・精錬について学習する。
- （2）鉄の歴史、人との関わり、および日本の産業としての鉄鋼業を理解する。
- （3）後の製鉄所見学の事前学習とする。

2. 意図・目標

鉄の製法・精錬は、教科書では第 4 編無機物質の単元で扱っているが、ここでは酸化・還元分野の教材として学習させたい。鉄の製法についてどのような原理で作られ、精錬の工夫として実際の製鉄の現場でどのようなことが行われるかを理論的に学習させたい。製鉄について知識を深めることにより、後に予定されている製鉄所見学の事前学習として、また興味関心をより深めることを意図して設定をした。一方、人との関わりの深い鉄の歴史や鉄鋼業を学習させることでものづくりに対する考え方も深めさせたい。授業ではあまり取り扱われない工業分野についての専門家の話を聞くことにより、視野を広めていくこともねらいとしている。

3. 事業の概要

- （1）期日 平成 1 5 年 1 2 月 2 日（火）
- （2）指導講師 岩瀬正則 氏（京都大学教授）
- （3）日程 1 3 : 4 0 ~ 1 5 : 3 0（講義、於：本校）
- （4）事前学習 特になし

4. 事業の結果

後に予定されている製鉄所見学と本講演は、日本鉄鋼協会に依頼をした研修行事である。この講演が見学の事前学習として位置づけられていることが、鉄鋼協会からきっちり伝えられていたこともあって、事前学習としてたいへん効果的な講義であった。内容も、鉄の製法や鉄の性質、および鉄鋼業や日本の産業まで幅広く、かつ、わかりやすい講義であった。また、先生の独特な雰囲気生徒が入り込んでいた姿が印象的であった。製鉄所で実際にどのようなことが行われているか、見学するときのポイントはどこか、また、ひいてはどんな質問をすればよいか等のアドバイスまでしていただいた。見学の事前学習のみならず、普段の授

業ではあまり取り扱わない工業の具体的な話を聞いたことも良かった点である。感想は、たいへん聞きやすく、また分かりやすいという生徒が多かった。

5. 評価

(1)～(3)の目的は、おおむね果たせた。特に、製鉄所見学の事前学習として十分であった。

6. 課題

特になし。

VIII. 施設見学 「神戸製鋼所加古川製鉄所見学」

1. 目的

- (1) 製鉄所のスケールに触れ、ものづくりの現場を知る。
- (2) 鉄の製法・精錬について理解を深める。
- (3) 企業研究者の研究内容と取り組みについて知る。

2. 意図・目標

広大な製鉄所の現場を見学することにより、教科書、図説、ビデオ等では体験できないスケールに触れさせることを意図して設定した。見学に際して、高炉をぜひ見学させたく、近畿地方では唯一高炉が稼働している加古川製鉄所を訪問することとした。高炉内での反応、圧延行程での状態を考えながら見学することにより、より鉄の製法・精錬について理解を深めさせたい。また、ものづくりの現場を見学することで視野を広めさせたい。一方、見学だけでなく研究者の講義により、企業での研究のあり方、内容および取り組みについても学習させたいと考え設定した。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成15年12月16日(火)
- (2) 訪問場所 神戸製鋼所加古川製鉄所(兵庫県加古川市金沢町1番地)
- (3) 日程 8:30 学校出発
11:00 製鉄所到着 到着後昼食
11:30
↓ 見学・研修
15:00 製鉄所出発
17:30 学校到着
- (4) 事前学習 鉄の精錬について(夏休み課題)
12/2の特別講義

4. 事業の結果

見学に約2時間、残りは講義・質疑応答等の研修となった。見学はバスを利用し、高炉、熱延工場および線材工場の順に回った。高炉では運良く銑鉄が流れ出るところを見学することができた。熱延、線材工場では、赤々としたスラグが数百メートルの間で何十倍にも引き延ばされ、その輻射熱でも熱い様子を感じ取ることが出来た。生徒は、終始そのスケールの大きさに触れ、とても興味深く見学をしていた。研修では、金属の特性や製品開発の状況を分かりやすく説明していただいた。往復5時間かかる道のりであったが、その甲斐あつての研修となった。生徒も、ひたすらすごいという感想を述べていた。また、神戸製鋼所が手厚い体制を組んでいただいとことにも感謝したい。

5. 評価

(1)～(3)の目的は、おおむね果たせた。生徒にとってもとても充実した研修であった。また、生徒の工業に関する意識に変化が見られたことは評価できる。

6. 課題

現地でもっと時間をとれば、より深い研修が出来る。

IX. 施設見学 「日本電池鉛蓄電池工場見学」

1. 目的

- (1) 鉛蓄電池製造工場を見学し、ものづくりの現場を知る。
- (2) 鉛蓄電池についての理解を深める。
- (3) 電池のリサイクルについて学習する。

2. 意図・目標

身の回りにある鉛蓄電池の製造現場を見学することで、鉛蓄電池に関する理解を深めることを意図して設定した。製造過程の講義を受け、実際に見学し、さらに教科書等で学んだことと比較することによって、より鉛蓄電池に関する理解を深めさせたい。また、製造における工夫や現場での作業を目の前で見ることで、ものづくりに関する視野を広げさせたい。鉛蓄電池だけでなく、その他の実用電池についても興味を持つ機会とさせたい。一方、電池のリサイクルについて現状を知り、生産者側での対応、消費者側での対応を資源・環境という観点から学習させたい。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成16年1月27日(火)
- (2) 訪問場所 日本電池本社工場(京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1)
- (3) 日程
13:50 JR西大路駅集合
14:00 日本電池到着
↓ 見学・研修
16:00 現地解散
- (4) 事前学習 特になし

4. 事業の結果

はじめにショールーム見学・説明、次に鉛蓄電池工場見学、最後に電池のリサイクル、質疑応答等の研修となった。ショールームでは、たくさんの製品が展示され、その用途の範囲を学習することができた。いろいろな実用電池も展示してあり、興味を持つ機会となった。鉛蓄電池工場では、生産ラインを間近に見ることができ、工程や仕組みがはっきりと理解できた。授業で学習した直後に見学できたので、生徒も一つ一つ鉛蓄電池の仕組みを考えながら見学することができた。

5. 評価

- (1)、(2)の目的は、おおむね果たせたが、(3)については時間の都合上、説明がかなり簡便なものとなった。また、電池に対する関心が深まったことは評価できる。

6. 課題

リサイクル等の講義がもっと充実したものになるよう、現地での研修時間を増やす必要がある。

X. 実習 「X線回折装置による結晶構造分析」(希望者)

1. 目的

- (1) X線回折装置の原理を学習する。
- (2) 自ら作製したフェライト磁石の構造を調べる。
- (3) 高校では扱わない機器に触れる。

2. 意図・目標

各自が作製したフェライト磁石の結晶構造を、X線回折装置を用いて調べる実習を設定した。高校では扱わない機器の原理と使用法を学習するとともに、自分たちが作製したものを分析することにより、より興味をもつことを意図して企画した。機器の原理を学ぶにあたっては、物理の知識も必要であり、自然科学分野での相互の関連を知る機会にもしたい。機器を操作する時間や場所等から、多くても10名くらいまでとのことで、参加は希望者のみとした。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成16年2月21日(土)
- (2) 指導講師 芝原寛泰氏(京都教育大学教授)
- (3) 日程 9:30~12:00(於:京都教育大学)
- (4) 事前学習 物理分野の関連事項確認と焼結体の粉碎

4. 事業の結果

参加生徒は5名で、あらかじめ自分たちが作った焼結体を粉碎し、当日持参させた。はじめに、X線回折装置の原理を波の干渉や回折、ブラッグ反射について講義をしていただき、実際に装置を用いて分

析を行った。得られた結果の分析については、チャートの見方、検索、格子定数、ミラー指数について講義をしていただいた後、生徒たちが各自で格子定数を求めた。結果は、フェライト磁石の組成の文献とほぼ一致した。参加した生徒は、希望者でモチベーションが高く、少人数で行えたことから学習効果が高かったと考えられる。

5. 評価

(1)～(3)の目的は、十分に達成された。より興味ある生徒の対してかなり効果的であった。参加生徒は、特に結晶構造についての理解がかなり深まった。

6. 課題

特になし

XI. 特別講義「化学による夢の材料への挑戦」

1. 目的

- (1) 生活と化学との関わりの理解を深める。
- (2) 身の回りの製品における化学が担う材料開発の現状を学習する。
- (3) 大学研究者の研究に対する取り組みや考え方を知る。

2. 意図・目標

1年間の物質科学Ⅰの締めくくりとして、化学と生活との関連の理解をより深めるために設定した。今現在学習していることが、どのように社会に役立つかを考える機会とさせたい。また、身の回りの製品には私たちが知らないところで工夫がなされていることを知り、研究者が日々どのような姿勢でその開発にのぞんでいるかを知る機会にもしたい。そして、来年度の物質科学Ⅱにむけて、より一層学習意欲を高めることも目標としている。

3. 事業の概要

- (1) 期日 平成16年3月2日(火)
- (2) 指導講師 中條善樹氏 (京都大学教授)
- (3) 日程 13:40～15:30(講義、於：本校)
- (4) 事前学習 特になし

4. 事業の結果

生徒は、高分子化合物の分野については未習なので、はじめに高分子化合物の基本的事項の説明をしていただいた。複雑な化学式にはとらわれず、また、さまざまな身の回りの物質の提示によって、生徒達にもたいへんわかりやすく、かつ興味深い内容となった。ペットボトルや紙おむつの製品についても細部にわたって説明があり、知識も深まった。分子設計を行うことで材料設計を行うことを、最も強調されており、高分子の結晶のイメージがより定着したと考えられる。最後には、現在の先生の研究についても触れられて、ものづくりとその研究および研究者の姿勢についても学ぶことができた。また、休憩時に教卓の周りにたくさんの生徒が集まり、提示された物質を手にとっている姿が印象的であった。

5. 評価

(1)～(3)の目的は、おおむね達成できた。特に、化学に関する興味関心をより持たせる機会となった。

6. 課題

あとで学習する高分子化合物との関連をはかる必要がある。

<授業内容>

【化学ⅠB分野】

第1編 物質の構造

1章 物質の構成と原子

1. 目標

- (1) 物質の構成を知り、物質の基本成分、分離法を理解する。
- (2) 原子の構造をもとに、電子配置およびイオンの生成を理解する。
- (3) 元素の周期性について理解する。

2. 配当時間 11時間

- (1) 物質の構成 3時間
(演示) 混合物の分離、炎色反応、同素体
- (2) 原子と電子配置 7時間
- (3) 元素の周期律 1時間

3. 意図

化学は物質について学ぶ学問である。物質は原子・分子・イオンというきわめて小さな粒子からできていて、物質の性質やその変化は、これらの基本的粒子間の結びつき、あるいはその変化として理解することができる。本単元は、化学を学習するはじめの単元でもあり、物質に興味をもたせることも大切になってくる。身近な物質を話題・提示しながら、授業を展開させていく必要がある。

物質の構成では、混合物・純物質、混合物の分離、単体・化合物、元素、同素体を学習する。混合物では後の学習事項を踏まえて、合金を紹介し合金溶融物についても触れたい。また、炎色反応では後の京都府立大学石田先生の講演を踏まえて、その原理についても触れたい。

原子と電子配置では、電子軌道・エネルギー準位・オービタルを学習することにより、遷移元素の電子配置・イオン生成および共有結合の方向性などの理解が容易となる。そのためにも、これらの事項についても学習させたい。また、このことが次項の元素の周期律のを学習する上で理解しやすくなってくると考えられる。元素の周期律については、周期表や語句の紹介等にとどまらず、周期律や元素の性質が、電子配置をもとに考えることに重点を置きたい。

4. 指導要領にない事項

電子軌道・エネルギー準位、オービタル、遷移元素の電子配置・イオン生成

5. 生徒の様子

実際に目の前で演示することにより、興味関心は深まったと考えられる。教科書に記載されている項目については理解しやすいが、記載されていない項目については、やはり難しく感じられたようである。補助的なプリントを与えたが、これらを理解するにも基礎知識が乏しい様子であった。周期律については、遷移元素の電子配置の学習により理解が深まったと考えられる。

6. 評価

指導要領に基づく目標は達成された。電子軌道については、イメージは持たせられたが、理解は十分ではなかった生徒がいた。

7. 課題

後の化学の学習を考えて、指導要領にない事項を取り扱ったが、やはり生徒にとっては現時点では難しかったようである。今後は時間数・時期・補助教材・物理との連携等を検討する必要があると考えられる。

第1編 物質の構造

2章 物質質量と化学反応式

1. 目標

- (1) 原子量・分子量と物質量の概念を知り、物質量、質量、体積(気体)の関係を理解する。
- (2) 化学反応式のつくりかたおよび量的関係を理解する。

2. 配当時間 9時間

- (1) 原子量・分子量と物質量 3時間
- (2) 化学反応式と基本法則 6時間
(実験) 化学実験の基本操作 (実習) ガラス細工
(演示) 質量保存の法則

3. 意図

本単元は、原子や分子の数を数える単位として「モル」を学んだうえで、化学反応式の表す量的関係について学習する。原子・分子・イオン1個の質量が非常に小さいので、これらは相対値で扱われることと、さらにその相対値と物質量との関係に重点をおいて指導したい。また、化学式および化学反応式と関連させて化学変化を起こす物質の量との間には一定の関係があることを理解させる。今後の化学の学習を進めていくうえでも重要な単元となるので、物質量・質量・体積(気体)の関係を中心に演習を多く取り入れることが必要である。基本法則については、その法則が見いだされた背景も交えながら、説をしていきたい。

化学実験の基本操作については、化学の基礎的知識がある程度身に付いた頃に行う教材であると考え。操作についての約束事も、なぜそのようなことを行うのかを理解させて、指導していきたい。また、ガラス細工については、技術的の習得とともに、実験器具の作製意義を考えさせたい。

4. 指導要領にない事項

特になし

5. 生徒の様子

原子量・分子量および物質量の概念は容易に理解した。物質量、質量、体積(気体)の関係は、演習を行うことにより理解が深まった。化学反応式についても、中学校から学習していることもあり扱いやすく、量的関係は物質量の概念を理解しているので容易に学習できた。

実験の基本操作では、1つ1つの操作の意味を理解で行っていた。ガラス細工では、はじめて行ったにも関わらず、うまく作製していた。

6. 評価

目標(1)、(2)については、おおむね達成できた。基本操作についても、目標は達成されたと考えられるが、今後の実験においても操作の指示は行う必要がある。ガラス細工については、時間の都合もありピペットの作製のみとなり、習得させたい技術・作製意義については十分達成されていない。

7. 課題

ガラス細工にかかる時間、時期、意義、必要性および科学技術との連携等の検討が必要である。

第1編 物質の構造

3章 化学結合

1. 目標

- (1) イオン結合、イオン結晶を理解する。
- (2) 共有結合、分子結晶、共有結合の結晶、分子の構造と電子式を理解する。
- (3) 電気陰性度を知り、分子の極性、水素結合を理解する。
- (4) 金属結合、金属結晶を理解する。
- (5) 化学結合によるいろいろな結晶の種類と性質を理解する。

2. 配当時間 13時間

- | | |
|--------------------------|------------------|
| (1) イオン結合 | 3時間 |
| (演示) 塩化ナトリウムの生成、イオン結晶の性質 | |
| (2) 共有結合 | 3時間 |
| (3) 電気陰性度と分子の極性 | 2.5時間 |
| (演示) 電子レンジのしくみ | |
| (4) 金属結合 | 4時間 |
| (実習) 金属の結晶 | (実験) アルミハンダ合金の作製 |
| (5) 化学結合と物質の性質 | 0.5時間 |

3. 意図

化学結合の種類と物質の性質が密接に関連しているので、本単元を理解することが、化学を学ぶうえできわめて重要なこととなる。イオン結晶は、なりたち・性質にとどまらず、限界半径比と結晶の安定性について触れて、理解を深めさせたい。

分子の構造では、共有結合の方向性を電子軌道から説明し、簡単な分子については、分子軌道まで深く学習させたい。

分子の極性については、まず電気陰性度の定着をはかり、イオン結合、極性、共有結合が系統的な流れとして理解させる必要がある。そのためにも、(5)をそのまとめとして、学習事項を再度整理させる。

金属結晶については、まず身のまわりの物質として存在する金属に興味を持たせたい。さらに、その構造は模型の作製等で視覚的にとらえさせる。また、身のまわりの金属の分析・合成を行い、ものづくりの観点も取り入れたい。

4. 指導要領にない事項

イオン結晶の限界半径比，第2周期・ハロゲン元素以外の電気陰性度，共有結合の方向性，分子軌道，合金の構造

5. 生徒の様子

イオン結晶では，限界半径比まで扱うことにより，より理解が深まった様子であった。分子の構造については，電子軌道を学習しているので，従来より納得のいく理解ができた様子であった。金属の結晶については，視覚的にとらえることにより理解しやすかった様子である。金属の分析・合成については，生徒のレポートからも興味をもてる教材であった。

6. 評価

(1)～(5)の目標はおおむね達成された。さまざまなことに取り組んだので，化学結合を系統的な流れとしてとらえにくかった。分子軌道については，混成軌道には触れていないので，少し中途半端であった。

7. 課題

金属の分析・合成に興味を持たせることはできたとしても，合金などはその内容が難しく，教材としてのその後の取り扱いについては検討する必要がある。

第2編 物質の状態

1章 物質の三態

1. 目標

- (1) 気体，液体，固体と粒子の熱運動との関係を理解する。
- (2) 状態変化によるエネルギーの出入りを理解する。
- (3) 蒸発と蒸気圧，および沸騰について理解する。

2. 配当時間 4時間

- (1) 気体，液体，固体と粒子の熱運動 2時間
(演示) 拡散，三態変化の観察，液体窒素
- (2) 固体の融解と昇華 0.5時間
- (3) 液体の蒸発と蒸気圧 1.5時間
(演示) 水上置換の逆流，再沸騰

3. 意図

前单元までに，物質の構成および物質は化学結合により性質が関連することを学んだ。本单元は，その化学結合の状態が変化することにより，物質の状態が変化することを学ぶ。そこには，粒子の熱運動が深く関与するので，粒子の状態を理解することが必要となる。特に，三態変化では気体・液体・固体の分子の熱運動と分子間力との関係を概念としてしっかり理解するように指導したい。そのためにも，いろいろな物質の三態変化を演示に提示する。また，粒子レベルで熱運動が温度に依存し，ひいてはエネルギーの出入りがあることを理解させ，融解熱や凝固熱と関連づけて指導したい。

蒸気圧についても，その現象が粒子レベルでとらえるようにさせたい。また，温度と蒸気圧を関係を示した蒸気圧曲線にとどまらず，簡単な物質の状態図を扱い，前单元の合金の相図にまで触れたい。

4. 指導要領にない事項

温度と粒子の数との関係，状態図，合金の相図

5. 生徒の様子

生徒によって個人差はあるが，おおむね粒子と熱運動と分子間力の関係を概念的に理解した様子であった。粒子レベルで現象を理解することで，蒸気圧・沸騰も理解が容易になったようであった。

6. 評価

(1)～(3)の目標はおおむね達成された。状態図は扱えるが，合金の相図は難しいと考えられる。

7. 課題

合金の相図は，前单元の課題と関連させて検討する必要がある。

第2編 物質の状態

2章 気体

1. 目標

- (1) 気体の圧力と体積の関係および温度と体積の関係を知り、ボイル・シャルルの法則を理解する。
- (2) 気体の状態方程式、分圧の法則および理想気体・実在気体を理解する。

2. 配当時間 6時間

- (1) 気体の法則 2時間
(演示) 気体の温度と体積の関係
- (2) 気体の状態方程式 4時間
(実験) 分子量の測定

3. 意図

前単元同様、気体分子を粒子としてとらえること中心に指導する必要がある。ボイルの法則・シャルルの法則・ボイルシャルルの法則についても、数式を理解するのに常に気体分子の挙動として現象が起こっていることを理解させたい。つまり、圧力・体積・温度と気体分子の挙動を関連づける必要がある。その点が理解できれば、気体分子の数数を変数に加えたものが状態方程式であることが分かる。さらに、分圧の法則は気体分子がお互いに影響しないという概念があれば、すぐに理解できるであろう。したがって、常に気体分子の挙動で現象や数式を説明できるように指導していきたい。

また、理想気体・実在気体については、上述の法則等を気体分子の挙動としてとらえるために、気体が理想気体でなければならないことに気付かせるように指導したい。理想気体と実在気体のずれは、まずは定性的にとらえさせ、さらにグラフから定量的にとらえ、その応用として van der Waales の状態方程式まで触れていきたい。

分子量測定の実験では、気体および液体の分子量をそれぞれ測定する実験を行う。結果の考察は、誤差についての原因、実験の改善点等を考えさせていきたい。また、各班のデータを集約し、コンピュータ処理を行わせる。

4. 指導要領にない事項

van der Waales の状態方程式

5. 生徒の様子

粒子レベルで現象を理解することを、前単元より行っており、全体的に理解しやすかったようである。van der Waales の状態方程式も同じとらえ方である程度理解できていた。実験についても、操作はかなり手際よくなってきた。考察については、徐々に班ごとに議論しあう場面が見られてきた。

6. 評価

- (1), (2) の目標はおおむね達成された。実験に取り組む意欲が生徒にみられてきたことは評価できる。

7. 課題

分子量測定の実験は、定量実験としての実験後の考察を行う時間がとれなかった。他の定量実験とあわせて、どこでなにを学習させるかを再検討する必要がある。

第2編 物質の状態

3章 溶液

1. 目標

- (1) 溶解という現象を粒子レベルで理解し、溶解度を定量的に扱えるようにする。
- (2) 沸点上昇・凝固点降下・浸透圧について粒子レベルで理解し、かつ定量的に扱えるようにする。
- (3) コロイドを粒子レベルで理解し、コロイド溶液の性質を理解する。

2. 配当時間 11時間

- (1) 溶解と溶解度 5時間
(演示) 油性マジックと溶媒、気体の溶解 (実験) 固体や液体の溶解
- (2) 溶液の性質 2時間
(演示) 浸透圧
- (3) コロイド溶液 4時間
(演示) 透析 (実験) コロイド溶液の性質

3. 意図

固体・液体・気体の溶解は、前単元の気体分野と同様に、溶媒・溶質の挙動を粒子レベルで理解するこ

とが重要となる。つまり、溶解という現象をミクロの目で見たうえで、溶解度等定量的な項目を扱いたい。

蒸気圧降下・沸点上昇・凝固点降下・浸透圧については、まずその現象をマクロでとらえ、その後粒子レベルでミクロの目でとらえさせたい。さらに、ラウールの法則・沸点上昇度・凝固点降下度・ファンツホッフの法則に触れ、定量的に扱えるようにする。コロイド溶液では、粒子が一定の大きさになればコロイド粒子であることを理解させ、その大きさであるがゆえ、さまざまな性質があることを学習させたい。コロイド粒子は身の回りにたくさん存在するので、できるだけ身近なものを話題とし、演示実験等を交えながら、興味を引くように指導していきたい。

4. 指導要領にない事項

ラウールの法則・沸点上昇度・凝固点降下度・ファンツホッフの法則・凝析効果の定量的な扱い。

5. 生徒の様子

溶媒中の溶質の挙動を粒子レベルですることは容易であった様である。結局、状態の違いがあるものの、気体と同じように考えてよいことを多くの生徒が理解した。概念的に理解が進めば、定量的な扱いもわかりやすく、計算する力も身に付いた。コロイドについては、生徒実験を行うことでより理解が深まった。

6. 評価

(1)～(3)の目標は、おおむね達成された。

7. 課題

定量的に扱った方が理解しやすい部分があるので、教材の配列に工夫をする必要がある。

第3編 物質の変化

3章 化学反応と熱

1. 目標

(1) 化学反応に伴う熱の出入りについて理解し、熱化学方程式を扱えるようにする。

(2) ヘスの法則について理解し、さらに反応熱と結合エネルギーと生成熱との関係を理解する。

2. 配当時間 5時間

(1) 反応熱と熱化学方程式 2時間

(演示) 発熱反応と吸熱反応

(2) 生成熱とヘスの法則 4時間

(演示) マグネシウムの燃焼 (実験) ヘスの法則の検証

3. 意図

本来なら、教科書第3編3章に配列されている単元であるが、後の工場見学等の都合上、1章「酸・塩基」、2章「酸化・還元」に先立って学習することとした。

物質の構造・状態を学習した上で、まず化学反応をマクロの目で見ることをさせたい。原子の組みあわせが変わることでエネルギーの出入りがあり、それが熱として現れることを理解させたい。また、熱化学方程式をきちんと書くことを指導してから、ヘスの法則を理解させたい。

生徒実験では、温度センサーによって温度を測定し、ヘスの法則を検証する。コンピュータによるデータ処理を行い、各班の結果を共有し、さらに考察を議論するように進めていきたい。今後センサーを用いる実験を行うにあたり、使用法・データの取り込み・グラフ化等の作業を習得させたい。

4. 指導要領にない事項

特になし。

5. 生徒の様子

化学反応をマクロ視するので理解しやすかった様である。反応の起こりやすさとエネルギーの放出・吸収の関係から、活性化エネルギーの存在に気づく生徒もいた。生徒実験では、コンピュータによるデータ処理については、以前の生徒実験(分子量測定)での効果があり、かなりスムーズに処理を行っていた。考察を議論することについては、班によりレベルの差が見られた。

6. 評価

(1)～(3)の目標は、おおむね達成された。

7. 課題

実験の考察を議論できる力、自分で論理的に考える力がさらにつくように、教材の展開を工夫する必要がある。

第3編 物質の変化

1章 酸と塩基

1. 目標

- (1) 酸・塩基の定義，強弱について理解する。
- (2) 水素イオン濃度，pH とその利用を理解し，pH の測定を行う。
- (3) 酸・塩基の反応について，反応に関係する物質の特性について理解する。
- (4) 中和反応の量的関係およびその応用として中和滴定について理解する。

2. 配当時間 11時間

- (1) 酸と塩基 2時間
- (2) 酸性・塩基性の強さ 3時間
(演示) 身の回りの酸・塩基，いろいろな指示薬，pH の測定
- (3) 中和反応と塩 2.5時間
(演示) 弱酸遊離と加水分解
- (4) 中和滴定 3.5時間
(演示) pH曲線の作成 (実験) 食酢の定量

3. 意図

生徒は中学校で，酸・アルカリについて学習している。そのため導入しやすい単元であるので，酸・塩基については，身近な身の回りの物質を例としてとりあげ，より興味を持たせて学習させていきたい。酸性・塩基性の強さについては，定性的な見方から定量的な考え方へと理解させていきたい。そのためにも演示実験を活用して視覚的にとらえて理解の一助としたい。pHの測定では，pHセンサーを用いて身の回りのものについて測定し，その使用法とともに学習させる。中和反応では，前単元の熱化学をうけて，中和反応が起こる理由や反応の本質を理解させたい。なぜ，弱酸・弱塩基なのか，なぜ強酸・強塩基なのか等を理論的に展開し，ひいては弱酸遊離や加水分解の説明に取り入れていきたいと考えている。したがって，化学平衡についても若干触れる必要がある。生徒実験においては，溶液の調整，ガラス器具の扱い方，データ処理等，定量実験を行うにあたってのきめ細かい指導をしていきたい。また，中和反応のpH曲線をpHセンサーを用いて作成させていく。

4. 指導要領にない事項

対数によるpHの扱い，二段滴定

5. 生徒の様子

全体的に中学校での既習事項でもあり，学習が進みやすい状況であった。できるだけ身近な身のまわりの物質を扱ったこともあり，興味を持って取り組んでいた様子であった。化学反応が進行する理由を考えることを意図したこともあって，理論立てて考えていくことに徐々に慣れてきている。生徒実験については，溶液の調整や器具の使い方・洗いに失敗をする生徒もいたが，操作についての意味を理解しているので，その対処については手際よくできていた。

6. 評価

- (1)～(4)の目標は，おおむね達成された。特に，定量実験における意識の変化がみられた。

7. 課題

化学平衡の取り扱いについて，どの程度学習させるかを考えて展開する必要がある。

第3編 物質の変化

2章 酸化・還元反応

1. 目標

- (1) 酸化と還元の定義，酸化数，酸化剤・還元剤，および酸化還元反応について理解 する。
- (2) イオン化傾向と金属の反応について理解する。
- (3) 電池の原理を理解し，その応用としての実用電池について学習する。
- (4) 電気分解の原理を理解し，その応用としての電解工業について学習する。

2. 配当時間 15時間

- (1) 酸化と還元 4時間
(演示) テルミット反応，酸化剤の威力，酸化還元反応
- (2) イオン化傾向 2時間
(実験) 金属のイオン化傾向

- (3) 電池 4.5時間
(演示) ボルタ電池, ダニエル電池, 備長炭電池, イオン化傾向と電池
(実験) 鉛蓄電池の作製
- (4) 電気分解 4.5時間
(演示) セッケンの爆鳴気 (実験) 硫酸銅(Ⅱ)水溶液の電気分解

3. 意図

酸化・還元反応は、表裏一体の反応であることと、それが電子の移動によって引き起こされることを、まずしっかりと学習させたい。また、本来なら無機物質の単元にある「鉄の精錬」を、製鉄所見学を見込んでここで学習させる。電気分解で学ぶ「アルミニウムの電解精錬」と比較しながら、化学工業により生活に関わる物質がつくられていることにも目を向けさせたい。イオン化傾向では、標準電極電位まで触れ、次の電池の原理の理解をより深めさせる。電池、電気分解では、その違いを対比しながらそれらが私たちの生活とどのような関わりがあるかに触れ、より興味を持って学習させたい。理論で学んだものをできる限り、演示や生徒実験で理解を深めさせたい。演示では、特に興味を持てるように目を引く工夫された教材を行う。また、電気分解では電子の移動量から物質の生成量を定量的に扱うことを学習させ、電池の反応における定量的な扱いへ発展させていきたい。

4. 指導要領にない事項

酸化還元滴定, ネルンストの式, 標準電極電位, 過電圧

5. 生徒の様子

中学校での既習事項ではあるが、定義が広がり、反応式も複雑なものが多く、理解に時間がかかる生徒が多くなってきた様子であった。限られた時間の中で、たくさんの事柄を消化しきれない生徒もいた。施設見学等により、化学工業が生活に深く関わっていることを理解することができていた。また、演示実験や生徒実験を多く取り入れ、自ら考えることにより、この単元がすべて電子の移動による反応であることは、しっかり理解できていた。

6. 評価

評価(1)～(4)の目標は、おおむね達成された。演示実験、生徒実験および施設見学がより興味関心をひいて、学習意欲に変化がみられた。

7. 課題

内容の消化不良にならないように、時間配分と項目の精選を検討する必要がある。

【化学Ⅱ分野】

第1編 反応の速さと平衡

1章 化学反応の速さ

1. 目標

- (1) 化学反応の起こり方、反応の速さを支配する因子について理解する。
- (2) 反応の速さの表し方、求め方について理解する。
- (3) 反応の速さに対する温度・濃度の影響について理解する。

2. 配当時間 8時間

- (1) 化学反応と活性化エネルギー, 触媒 1時間
(演示) 反応と触媒
- (2) 反応の速さ 2時間
(実習) 紫外・可視分光光度計の使い方
- (3) 反応の速さと温度・濃度 5時間
(実験) 反応の速さと温度, 反応の速さと濃度

3. 意図

化学反応の起こり方は、特別講義等で少し学んでいる。したがって、教科書の配列を変えて、活性化エネルギー・触媒を導入とする。これまでにエントロピー、反応熱等の事項を断片的に学習しているので、その復習をまじえて進めていきたい。反応の速さについては、反応の次数まで触れ、反応はいくつかの素反応から成り立っていること、反応の速さは律速段階に支配されることを理解させ、後の単元にある質量作用の法則への学習につなげていきたい。また、紫外・可視分光光度計の実習については、その原理と簡単な使用法を学習し、今後の化学平衡・無機物質・有機化合物の単元で活用できるようにここで設定をした。反応の速さと温度・濃度については、定量的な実験を行い、データ処理による考察を行わせる。さらに、アレニウスの式から活性化エネルギーを求めるところまで学習させたいと考えている。

4. 指導要領にない事項

反応の次数，半減期と初濃度，アレニウスの式，紫外・可視分光光度計

5. 生徒の様子

生徒は，特別講義等で反応熱とエントロピー，熱化学分野の授業で化学反応の起こりやすさ・活性化エネルギーについて少し学んでいることもあって，取り組みやすい様子であった。また，既習事項とのつながりを体系的に感じてくれる生徒も多かった。内容によっては，対数・微分・積分といった数学を用いるところもあったが，それがより理論的に理解をすすめやすくしている生徒も少なくはなかった。実験におけるパソコンのデータ処理については，特定の生徒が操作することが多い。

6. 評価

(1)～(3)の目標は，おおむね達成された。特別講義等これまでの取り組みを生かせることは評価できる。

7. 課題

数学科の連携をはかると，より効果的に指導できると考えられる。

第1編 反応の速さと平衡

2章 化学平衡

1. 目標

(1) 化学平衡，平衡定数および量作用の法則について理解する。

(2) ルシャトリエの原理を理解する。反応の速さの表し方，求め方について理解する。

2. 配当時間 7時間

(1) 化学平衡 4時間

(演示) 可逆反応

(2) 平衡の移動 4時間

(演示) ルシャトリエの原理 (実験) 平衡移動

3. 意図

これまでに生徒は，酸・塩基，あるいは反応の速さの単元で，化学反応には可逆反応・不可逆反応があること，平衡状態があることを少し学んでいる。したがって，導入から直接に平衡定数，質量作用の法則について学習させていく。さらに，多段階反応と素反応での平衡状態と平衡定数の関連についても触れていきたい。ルシャトリエの原理では，条件変化と平衡移動について，つねに平衡定数との関係を考えるように指導していきたい。また，平衡移動の化学工業への応用についても，これまで学習してきた化学工業と関連させて学習させていきたい。

4. 指導要領にない事項

多段階反応・素反応での質量作用の法則

5. 生徒の様子

前単元で，反応の速さや化学反応のしくみで時間をかけて学習させたので，全体的に生徒も理解しやすかった様である。ただ，多段階反応と素反応での平衡状態と平衡定数の関連については，少し複雑にとる生徒もいた。ルシャトリエの原理では，平衡定数との関係を考えることで理解が深まり，さらに実験で確かめることでより定着できたと考えられる。また，工業的にもこの原理が生かされていること学習し，化学と実社会との関連も感じ取れた。

6. 評価

評価(1)，(2)の目標は，おおむね達成された。

7. 課題

多段階反応と素反応での平衡状態と平衡定数の関連について，より理解しやすいように工夫する必要がある。

＜物質科学Ⅰの評価＞

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目標を達成するにあたり、具体的に下記の7つの方法があげられている。

- ①理科・数学授業時間増
- ②理科・数学境界領域の教材開発
- ③理科実験実習の一層の重視
- ④「その他の科目（文系関連も含む）」の設置
- ⑤大学・企業，研究機関による指導
- ⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化
- ⑦クラブ活動等の発表・発信の場の設定

これらの中で、物質科学Ⅰの取り組みと関連する項目について述べる。

①理科・数学授業時間増

普通コース3単位に対して自然科学コース4単位で実施した。さらに、＜研修＞では、放課後の時間を活用した。

②理科・数学境界領域の教材開発

「イオン結晶格子」「金属結晶格子」の単元で試みた。

③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、パソコンによるデータ処理や考察内容の充実を はかった。＜研修＞における実験実習では、これまでにない取り組みを行った。実施回数では、普通コース8回に対して、自然科学コースでは19回行った。

⑤大学，企業，研究機関による指導

主に＜研修＞として大学，企業，研究機関の協力によって実施した。実施回数は11回であった。

⑥地方自治体（京都府）等の教育・研究活動と連携強化

教師間では、京都理化学協会の研修会や研究協議会の参加によって教材開発等の研修を行った。生徒の取り組みは行っていない。

以上、具体的な7つの方法のうち、特に関連する項目についてあげたが、③、⑤については十分に実施できたと考ええる。

一方、教師の意識や指導法については、②や③に取り組むにあたって、既存の教材に対してもいろんな角度から検討し、工夫する意識が高まった。また、⑤について企業の研究者や大学教官と打ち合わせ等を行って得た情報や知識を、自然科学コースのみならず、普通コースの授業に還元できたことは評価できる。

次に、平成16年2月5日に行ったアンケートについてまとめてみた。

アンケートの内容は、＜研修＞とそれ以外の生徒実験に対する評価、および物質科学Ⅰの授業を通して身についたと思われることについて等である。回答者は、物質科学Ⅰ受講者40名全員で、結果および調査用紙を後の資料1、資料2に示す。なお、2月5日以降に行った＜研修＞、生徒実験については調査できていない。

＜研修＞については、8回の＜研修＞それぞれについて、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 の5段階で評価を行わせ、その平均点で示した（図①）。全体として、全ての＜研修＞においてある程度の評価を得ていると考えられる。上位3項目については、30名以上の生徒が⑤または④を選択している。平均点の差については、能動的活動と受動的活動との相違、または内容の難易度等の要因が考えられる。また、今年度取り組んだ＜研修＞については、【仮説①】および【仮説②】に関係すると考えられる。

＜研修＞以外の10回の生徒実験は、それぞれについて、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＝あまりよくわからなかった ①＝よくわからなかった の5段階で評価を行わせ、その平均点で示した（図②）。全ての全体として、全ての生徒実験においてある程度の評価を得ていると考えられる。上位2項目については、30名以上の生徒が⑤または④を選択している。平均点の差については、難易度や、定性実験と定量実験との相違等の要因であるとは判断できない。むしろ、時間をかけてじっくり取り組んだ実験であるという要因が考えられる。また、今年度取り組んだ生徒実験については、【仮説①】および【仮説②】に関係すると考えられる。

物質科学Ⅰの授業を通して身についたと思われることについては、20項目のうちから最大5項目まで選ばせた。のべ回答数は150であり、それぞれの項目を選んだ人数を示した（図③）。上位5項目をあげると、「文章力・レポート作成能力（26人）」「知識（21人）」「観察力（19人）」「好奇心（16人）」「探究心（14人）」であり、次点は「考察力（11人）」であった。上位3項目については、約50%の生徒が選択しており、3つとも選択したものは8名であった。

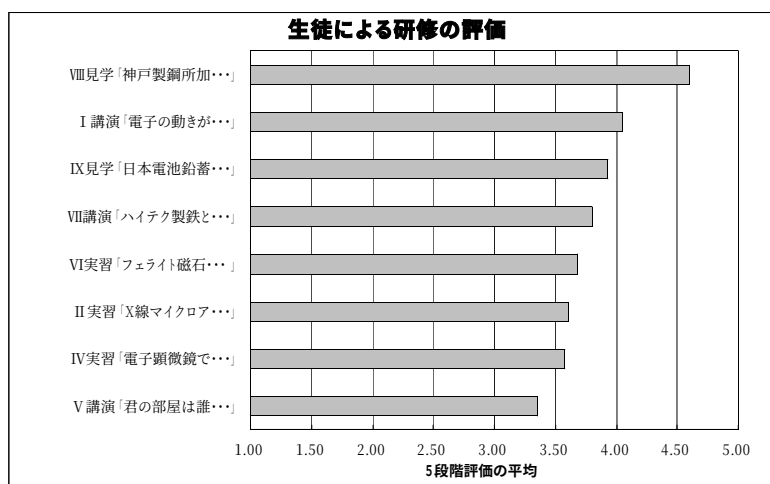
また、のべ回答数に対する割合は 44 %になる。

【仮説①】に特に関係すると考えられる「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 10 名であった。【仮説②】に特に関係すると考えられる「好奇心」「探究心」についていずれか1つ以上を選んだものは 22 名であった。また、【仮説③】に特に関係すると考えられる「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」についていずれか1つ以上を選んだものは 8 名であった。

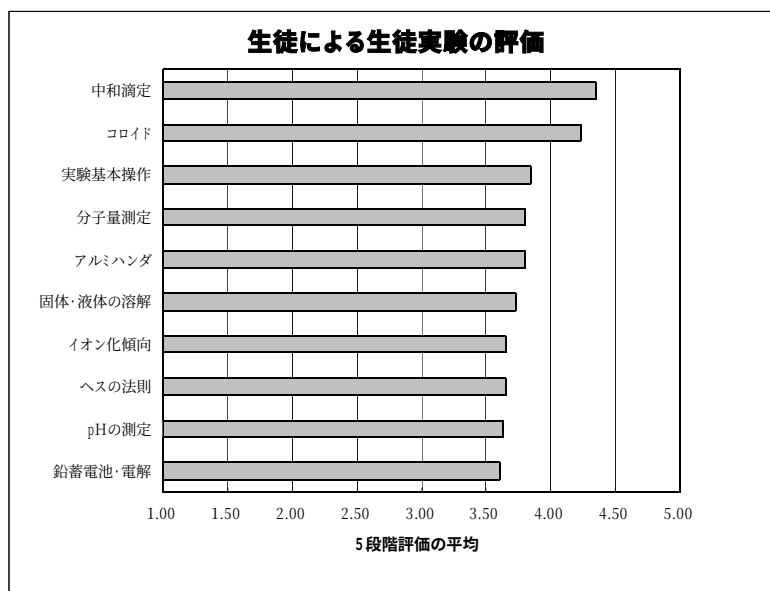
今回の調査は、普通コースとの比較を行っていないので、【仮説】に対する検証において、明確に断言することは難しい面がある。その点を踏まえた上、上記に示した事柄から判断して、【仮説②】に対しては効果がある程度実証できると考える。このことは、アンケートの自由記述からもうかがえる。【仮説①】【仮説③】に対しては、現段階では判断しがたいと考える。ただし、「文章力・レポート作成能力」を【仮説③】に一部関係する項目と考えるならば、【仮説③】についても、効果がある程度実証できるのではないかと考える。

物質科学 I でたてた【仮説】は本校の研究課題のねらいと合致するので、今後の課題として、【仮説①】【仮説③】を実証する取り組みの工夫を行うとともに、【仮説】の検証法の検討も工夫していかなければならないと考える。

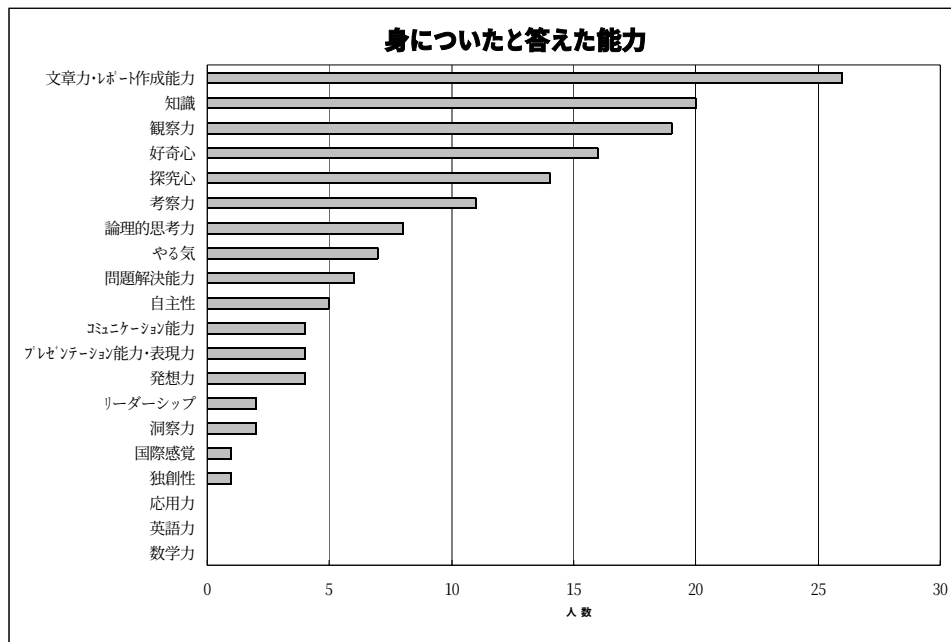
資料 1



(図①)



(図②)



(図③)

資料2

<物質科学Ⅰアンケート>

物質科学Ⅰの授業改善とSSH取り組み評価の参考として、アンケートに協力して下さい。

◎ 次の1～8の研修行事について、下記の番号を使って【 】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。また、**マークカードにもマークして下さい。**

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

1. 【 】 4月 特別講義 『電子の動きが色つくる』
京都府立大学 石田昭人先生
2. 【 】 6月 実習 『×線マイクロアナライザーによる元素分析』
京都教育大学 武蔵野**實**先生
3. 【 】 9月 実習 『電子顕微鏡で原子をみる』
京都教育大学 芝原泰寛先生
4. 【 】 10月 特別講義 『君の部屋は誰が片付ける？
～ 自発的变化とエントロピー ～』
京都工芸繊維大学 功刀滋先生
5. 【 】 12月 特別講義 『ハイテク製鉄と日本の産業構造植物』
京都大学 岩瀬正則先生
6. 【 】 12月 施設見学 『神戸製鋼加古川製鉄所見学』

8. 【 】 11月～2月 『磁石作成』（まだ途中であるが、今までの印象でよい）

◎ 1年間（2／5まで）の物質科学Ⅰの授業の感想等、何かあれば書いて下さい。

2003 年度 エネルギー科学Ⅰ（2 年生）実施結果概要および計画

単 元	配当時間	研 修	主な実習	備考
イントロダクション1	1 時間	特別授業1 物理学の展望		
イントロダクション2	2 時間	特別授業2 物理学の有用性や社会的役割についてSTS的視点から		
第1部 運動とエネルギー				
第1章 物体の運動	6 時間		重力加速度の測定	
第2章 力とつりあい	2 時間			
第3章 運動の法則	1 5 時間		運動の法則実験	
第4章 運動量	6 時間		運動量の実験	
第2部 熱とエネルギー				
第1章 力学的エネルギー	8 時間		力学的エネルギーの実験	
第2章 熱とエネルギー	1 0 時間			
第3部 波のエネルギー				
第1章 波の性質	1 6 時間		リップルタンクの実験	
第2章 音と波動	1 2 時間		気柱共鳴の実験	
第3章 光と波動	1 4 時間		レンズの焦点距離の測定	
第4部 電気とエネルギー				
第1章 静電気	1 2 時間		静電気の実験	
第2章 電流と回路			電池の起電力の測定／ホイートストンブリッジの実験	
第5部 原子とエネルギー				
第1章 電子と原子Ⅰ			自然放射線の測定	

なお、おもな実習のすべては、普通コースでも、完全に行っている。

Ⅰ．特別講義 「これから物理を学ぶ皆さんへ」

1. 目的

物理学への興味付けおよび展望

2. 意図・目標

物理学という学問がどのようなものであるか、また、その面白さについて、物理学者に講演を頂き、生徒の興味・関心を高める。

3. 事業の概要

- (1) 期 日 2003年4月10日
- (2) 指導講師 村田隆俊先生（京都教育大学学長）
- (3) 時 間 13:40～14:20

4. 事業の結果

指導講師による授業では、小柴先生のノーベル賞受賞の学問的背景についてご指導を頂き、生徒の物理学への興味・関心を喚起することができた。

5. 評価

まず、物理学領域の学習の第1回目の授業であったこと、また、高等学校の教室環境を離れて、大学というアカデミズムな雰囲気が漂う空間での授業であったこと、および、指導講師の話題が、生徒の興味を呼び起こすようなノーベル賞受賞の研究についての話を含み、授業態度もよく、指導講師のお話に聞き入っていた。生徒からの指導講師への質問も多く、なごやかな雰囲気での授業が行われた。これにより、「物理は頭のよい人しかついていけないもの、そういう人たちだけの勉強で、自分とは無関係な勉強である」という雰囲気を、幾分でも和らぐことができたと考えてる。また、中学校までの受験用暗記の理科と異なった、物理がもつロマンを感じ取ってくれていた。これは、生徒の次のような声からも伺えた。「中学校のときなんか、物理いうたら、問題と答えの両方覚えておかないと、かしこい人には勝てないし、高校では、もっと難しいからいいやなあと思っていたけれど、宇宙の話など聞くと、自分もやってみようかなと改めて思った。」のような感想から判断できた。

6. 課題

この話を聞いた場合と、聞かなかった場合で、3年生に進級する頃、どのような差があったのかを評価できればよいが、現在1クラスで行っているため、そのような検討まではできていない。

II. 特別講義 岡本正志先生「物理学と社会・STS教育の必要性」

1. 目的

物理学の社会的意味を考えてもらう

2. 意図・目標

最近、高度な物理学の技術を用いた兵器が多いが、物理学は、人類の幸せのために貢献するもので、人殺しやテロを行うための兵器ではないことを、物理学や科学の道で生きていく以上、そのような責任感をもってほしいと願うため。また、科学教育の大切さに、目を向けてもらう。

3. 事業の概要

- (1) 期 日 2003年4月21日
- (2) 指導講師 岡本正志先生（京都教育大学教授）
- (3) 時 間 10:40～12:30

4. 事業の結果

講演講師による授業では、科学者は、とすると、自己の追求ばかりに目が向いてしまい、自分自身が、人間社会の中の一員であることを見失ってしまう場合があった。そのため、利潤の追求のため、地球環境や生命が、商売の対象になってしまい、人間がどうあるべきかに、目を向けない傾向をもつ科学者もいた。しかし、科学は本来、人類の幸福のため利用するもので、科学そのものが目標ではなく、人間の幸せが目標とならなくてはならない。科学者は、孤高の精神といい、それを追求するが、人間の幸せのためには、科学教育は大切なものであることが説明された。

5. 評価

人類にとっての科学とはという、難しい問題を、イントロダクションで計画した。これは、日本全国を見渡せば、受験の物理、受験の理科しか、知らない大学生で蔓延しているためである。全国の物理教師は、物理学のロマンやその素晴らしさを指導すると言うよりも、むしろ、大学入試で、1点でも多くとれる点取り虫を生産し、大学へところてんのよう押し込んでいる。スーパーサイエンスハイスクールでは、科学本来がもつ、楽しさ、そして、それを学ぶものが科学や自然に対して謙虚でなければならない、など、科学を学ぶ上で、知っておかなければならない多くのものがあるが、

それをも、学ぶことが必要とされていると考える。このような意図に耐えうる講師を探してきて、授業構成を行った。生徒に対して、話して欲しかった内容をもらすことなく講師も話をした。

この成果は、彼らが研究者の道を歩み始める大学院の段階か、それ以上の段階に達しないと、破断できないが、これまで日本の理科教育で欠けてきた部分を、ここで行えたので、その意味では評価できる。

これにより、受験物理や暗記の理科でない、科学そのものを学んで行ってくれることを期待したい。

6. 課題

この話を聞いた場合と、聞かなかった場合で、3年生に進級する頃、どのような差があったのかを評価できればよいが、現在1クラスで行っているため、そのような検討まではできていない。

エネルギー科学 I

科目設定の意図

21世紀は、エネルギー・環境問題が、人類にとってより一層深刻な問題となってくると考えられる。21世紀を生き抜く人類のサイエンティフィック・リテラシーとして、また、専門の科学者・エンジニアの養成の準備教育として学習しておくことが望ましいと考えられる物理学的素養について学習を行う。3年次では、より一層物理学的概念を深めた学習を行う。

展開の概要

イントロダクション

第1部 運動とエネルギー

第1章 物体の運動

第2章 力とつりあい

第3章 運動の法則

第4章 運動量

第2部 熱とエネルギー

第1章 力学的エネルギー

第2章 熱とエネルギー

第3部 波のエネルギー

第1章 波の性質

第2章 音と波動

第3章 光と波動

第4部 電気とエネルギー

第1章 静電気

第2章 電流と回路

第5部 原子とエネルギー

第1章 電子と原子 I

イントロダクション

1. 目標

(1)物理学の楽しさやロマンを感じる。

(2)物理学の責任の重さを知る。

2. 配当時間 3時間

物理学の楽しさやロマンを感じる 1時間

物理学の社会的役割や責任の重さを知る 2時間

3. 意図

現在、日本全国で、受験のための物理が蔓延している。ある受験参考書によると、物理では問題を考えてはいけい。学校の授業を聞いてはいけい。ただ、問題のタイプとその解法を覚えることが大事である、というような記述をしているようなものまでが出版されて、生徒ににとっては、大事な学習ツールの1つになっている。

人類にとっては、地球問題の解決など多くの諸問題に、社会システムの見直しと同時に科学技術の進歩に頼らざるを得ないものが山積している。これらの問題に、受験物理や暗記の理科学習では対応できないのは自明といえよう。しかし、現在は、多くの学校が、受験で成果をあげようとしている。そのため、物理学習が本来の物理学を楽しみ、物理学に興味・関心を持ち、その興味・関心に支えられて、より高度な理論的学習までを指導しようとするのが困難になってきている。そこに、メスを入れ、物理学本来の楽しさや興味・関心をたかめることにより、物理学を学んでみようという生徒を増やすことは大切である。

また一方、高度な科学技術を手に入れることにより、人間同士が、お互いにいがみ合うような世界を作てはいけい。科学技術のそのような用い方に、きちんと対処できるような科学観、世界観をもってもらえるように指導する。

4. 指導要領にない事項

指導要領を、よく読めば、上述のことは記載されていると考えられる。

5. 生徒の様子

中学校までの暗記の受験理科とは違う、何か、フツフツとわき上がるような興味・関心を感じている生徒が何名かいた。

6. 評価

生徒の様子より、理科は暗記教科ではないことおよび、受験勉強のために物理があるのではなく、物理学本来の素晴らしさを学びたいと表明する生徒もてきた。

7. 課題

本来ならば、STS教育に関する図書の紹介などを行い、夏休みの課題研究とするべく、準備を行うべきであったが、教師側がそこまで十分な対応ができなかった。次年度反省としたい。

第1部 運動とエネルギー

第1章 物体の運動

1. 目標

速度・加速度について、実験を通して理解する

2. 配当時間 6時間

平均の速さ、瞬間の速さ 2時間

瞬間の速度、加速度 2時間

重力加速度の測定 2時間

3. 意図

加速度を理解するのと、瞬間速度を理解するのは、裏表の関係にあり、これら両者を切り離して理解することは難しいので、これらをまとめて扱った。なお、加速度の意味が机上で理解できても、実際に実験で計測してみることが必要であるため、生徒実験を行う。

4. 指導要領にない事項

すべて、指導要領にある内容である。

5. 生徒の様子

物理学の導入部分で、やる気がみなぎっていた。これは、イントロダクションでの 特別講義も功を奏した結果と考えることも出来るかも知れない。

6. 評価

加速度測定の実験では、楽しく、主体的に実験に参加していた。机上で、加速度学習をするに終わったり、加速度の問題演習に終わるのは違い、生徒の方も、加速度測定を通して、加速度の内容理解を図っていた。

7. 課題

この授業は、特に課題はみあたらない。継続していくことが望ましい。

なお、昨年度 のエネルギー科学Ⅰの計画では、物体の運動Ⅰ、Ⅱとして、外部講師による講義施設見学を置いていたが、これらを取りやめた。理由は、2点ある。第1点は外部要因で、第2点は内部要因である。まず外部要因は、SSHの全体予算が削減されたことにより、理科全体の中から、取りやめにする事業を提案しなければならなかったことである。内部要因は、外部講師に依頼するよりも授業者自身で行う授業の方が、学習効果が高いと考えたからである。後者の要因に鑑みて、前者の要因をみたとすよう計画を取りやめた。

第2章 力とつりあい

1. 目標

生徒実験「運動の法則」への導入として、ごく簡単な力のつりあいを扱い、運動の法則の実験がスムーズに進行するようにする。

2. 配当時間 2時間

力の図示 1時間

力のつりあいの作図 1時間

3. 意図

力とつりあいでは、生徒実験「運動の法則」をスムーズに進行させることができるように、力の図示と力のつりあいの作図ができる程度にとどめる。

4. 指導要領にない事項

すべて指導要領にある内容である。

5. 生徒の様子

速度・加速度の学習から、新たな学習である、力とつりあいに入ったが、見通しをもった学習を行っている。

6. 評価

力の図示の仕方が理解でき、力のつりあいの作図もできていた。

7. 課題

この授業は、特に課題はみあたらない。継続していくことが望ましい。

第3章 運動の法則

1. 目標

物体は、外部から力を受けると、その大きさに比例し、その物体の質量に反比例する加速度運動を行うことを、実験

を通して帰納法的に学ぶ。

2. 配当時間 16時間

生徒実験「運動の法則」 16時間

3. 意図

授業者は、徹底的な帰納法論者ではないし、実験絶対主義者でもないが、生徒の学習段階を考えると、一時期、徹底して実験データからのみ何かいえるのかのトレーニングも必要であると考え。この学習に12時間も使って、他の学習にしわ寄せがこないと聞かれることもあるが、ここに重点を置き、いわゆる「発見学習」のスタイルで、クラス全体を実験プロジェクトチームと位置づけ、得られたデータから、徹底討論を行い、クラスとしての実験式を導出する。

4. 指導要領にない事項

発見学習のスタイルをとって実験を行うこと。

5. 生徒の様子

まず一般論として、生徒は、このような学習スタイルを経験するのは初めてで、特に、学習塾で、答え暗記型の学習スタイルになじんだ生徒にとっては、アレルギーにも似た反応を示す。生徒の中には、親を通じたり、生徒自身が、管理職に、授業者の授業スタイルに文句を言っていく生徒もいるほどである。しかし、ここにスーパーサイエンスハイスクールの生徒の行動をみることができた。例年の「答えを覚えたい！症候群」は影を潜ませ、生徒達自身が、盛んにディスカッションを行いながら、また、うまく、教師からの「ヒント」（これが重要！答えではない）を引き出しながら、円滑に実験を進めていた。

6. 評価

約20年ほど前には、京都教育大学附属高校の生徒は、発見学習に対して、クレームをつけたりせず、この方法が面白かったという生徒も多くいた。現在、国立大学工学部で、助教授になっている教え子も、「先生の運動の法則の授業は、よく覚えています。あの授業のおかげで、いま、研究者をやれています」と言ってくれていた。また、このような事例が、小生の教え子の中にもかなりいる。ところが最近、このような授業形態に文句を言ったり、クレームをつけたりする生徒が多く、そのような生徒に限って、「考える持続力がなく、すぐにあきらめ、続けて、答えを教えろと言ってくる生徒」である。約20年前の生徒達も、中学校では暗記の理科をやってきたが、この授業で軌道修正ができたが、このしばらくは、難しく思っていた。しかし、スーパーサイエンスハイスクールの発想のもとに集まった生徒達は、発見学習ができる、そのような生徒達であることがわかった。

7. 課題

スーパーサイエンスハイスクールの発想のもと集まった1年目の生徒には、発見学習が受け入れられた。次年度もそうかどうかは、教育実験をしてみないとわからない。しかし、もし、発見学習が通用し、そのような方法で、物理学習をさせることで、上述した事例のように、科学の分野での研究者を育てることに成功できるならば、是非、スーパーサイエンスハイスクールを、永きにわたって存続させる必要があることがみえてくる。なお、ここでも昨年度のエネルギー科学Iでの計画では、大学教官による慣性力の講義を予定していたが、前述の理由によりとりやめた。

第4章 運動量

1. 目標

物体の衝突現象を力学的に解明できる

2. 配当時間 6時間

運動量と力積 2時間

運動量保存則 2時間

はねかえり 2時間

3. 意図

1年次の授業で、宇宙工学への目を開くことを目標に「水ロケット」を自作させてフライトさせているが、今回は、その理論を押さえる。物体の衝突と分裂が、同じ運動量と言う概念で説明されることを学ばす。さらに、衝突現象を分析させ、はねかえり係数に着目させる。

4. 指導要領にない事項

すべて、指導要領にある内容である。

5. 生徒の様子

生徒実験「運動の法則」の授業を乗り越えて、より一般的な授業形態に戻って、さらに新しい単元でもあるので、意気揚々と授業を受けていた。また、昨年度の「水ロケットの感動」を思い出している生徒もいた。

6. 評価

水ロケットのフライトは、昨年度終わっているので、演示実験を除いて生徒実験は行っていないが、2年生に学習全体として、これまでたくさんの時間、実験を行ってきたので、机上の上だけの学習という雰囲気はない。

7. 課題

この授業は、特に課題はみあたらない。継続していくことが望ましい。

第2部 熱とエネルギー

第1章 力学的エネルギー

1. 目標

エネルギー科学という名称をつけたが、それにこだわることはもちろんであるが、これからの自然界の現象をエネルギーという観点から分析することにより、いろいろな分野の研究が、インターディシプナリーに融合され、まさに「総合的な視点」で、物事をみていくことができるようになる。このような物の見方を育てる。

2. 配当時間 8時間

仕 事	2時間
重力の位置エネルギー	1時間
運動エネルギー	1時間
弾性の位置エネルギー	2時間
力学的エネルギー保存則	2時間

3. 意図

エネルギーを視点に、自然界のいろいろな現象を分析することができるような物の見方を育てる。

4. 指導要領にない事項

すべて、指導要領にある内容である。

5. 生徒の様子

運動量学習に続いて、力学現象を、力の視点でみたり、力積の視点でみたり、仕事とエネルギーの視点でみたりと、幅が広がってきたことを実感し、それを喜びとしている生徒もいた。

6. 評価

論理的思考力が身に付き始め、いわゆる、「答えを求め族」のような生徒は、ほろいなくなった。物理学本来の楽しさと、それへの興味・関心を高めることで、物理離れを、このクラスでは解消できているという手応えをつかんでいる。生徒達も、お互いに、物理学的発想で、演習問題についてもディスカッションができるようになってきた。

7. 課題

この授業は、特に課題はみあたらない。継続していくことが望ましい。なお、昨年度のエネルギー科学Ⅰの計画では、講義施設見学を置いていたが、これを取りやめた。理由は、前述したのと同様の理由による。

第2章 熱とエネルギー（ここより、2学期）

1. 目標

熱力学現象が既に学習した力学現象を通じ、エネルギーと密接な関わりがあることを理解させる。

2. 配当時間 10時間

熱と温度 2時間

気体の熱的性質 4時間（気体の温度・圧力・体積についての実験を含む。）

内部エネルギー 3時間

エネルギーの流れと変換 1時間

3. 意図

熱いお湯や冷たい氷など、身の回りには温度を体感できるものがあふれている。その温度というものが原子・分子の運動の度合い（エネルギー）で表すことができることを知り、熱現象の特徴（熱の移動や不可逆性等）を理解させる。

4. 指導要領にない事項

すべて、指導要領にある内容である。

5. 生徒の様子

直感で理解できる現象を多く扱っていたため、違和感なく学習できていると思われた。しかし、数式の扱いについて、数式で表現されている物理量と、現実にかかる現象とを結びつけることができない生徒もいた。

6. 評価

速度、長さ、エネルギーなどの数値を扱うことにはなれているが、熱力学的な「状態量」が生徒の中で物理量として定着しきらなかった感がある。定性的な部分についてはおおむね理解が進んだものと思われる。

7. 課題

数式を使って、状態を表すことに慣れるためには少し時間を要する。定性的な議論に偏らずに、数式を見せながら丁寧に現実の状態と対応関係を強調していく必要があると思われる。

第3部 波のエネルギー

第1章 波の性質

1. 目標

波動現象を概観し、前節までに学習した物体の運動との差を理解することを通じ、波動現象についての知識を身につける。

2. 配当時間 16時間

波の伝わり方 3時間

横波と縦波 3時間

波の重ね合わせ 6時間

（以上、波形作図の作業時間を含む）

反射の法則と屈折の法則 4時間

3. 意図

これまで扱ってきた内容は、個別の物体の移動・衝突であったが、波動現象はミクロスコピックな物体の運動（振動）が、マクロスコピックな協調運動として現れたものである。波動現象が、今まで学んできた個別の物体の運動とどう異なることを理解し、その性質、特徴の学習が目標である。

4. 指導要領にない事項

すべて指導要領にある内容である。

5. 生徒の様子

単元の始めにどんなものが「波」であるだろうかという質問をしたが、おおむね「波」であるものを答えていたため、「波」のイメージは共通認識として存在しているようである。しかし、「波とは何か」と聞かれると答えに窮するというのが生徒の反応でもあった。

学習当初は、新しい概念が現れたため惑う生徒もいたが、学習を通じ次第に用語や性質に慣れ波動に特徴的な物理現象に対する理解がなされたと思われる。

6. 評価

これまでの学習では、個別の物体の運動を扱ってきており、また新しい物理用語が多数登場したせいもあり、とまどう生徒が多かった様に思える。このため作図作業を通じ用語などに慣れさせる機会を多く取った。多く時間を割いた分、テストなどの結果を見ても定着がよかったように思える。

7. 課題

波動現象の表現において、周期関数に関わる数学的知識が必要となってくる（三角関数、弧度法等）ため、この部分の連携を数学科と意識的に取る必要性を感じた。（自然科学コースでは、三角関数、弧度法は数学科で既習であった。）

第2章 音と波動

1. 目標

第1章で学習した、波動現象の知識を用い、音波という波動現象について理解する。

2. 配当時間 12時間

音波の伝わり方 2時間

ドップラー効果 2時間

発音体の振動 6時間（含、気柱共鳴実験）

音色と周波数とフーリエ変換 2時間

3. 意図

第1章では、波動現象を概観し、反射・屈折・回折・干渉などが起こることを理解したが、音波という波動現象においても同様な現象が観測され、上記の性質は波動現象に共通の現象であることを理解させる。また、音波で特徴的な、ドップラー効果、音色についても基本原理を基に理解できることを学習させる。

4. 指導要領にない事項

音色と周波数の関係を、フーリエ変換・解析を紹介する形で説明した。

5. 生徒の様子

音という身近な現象に関わる単元であったので、興味関心が高く意欲をもって取り組む生徒が多かったと思われる。気柱共鳴実験のレポートの中にも、フーリエ変換に関して詳細に調べ報告する生徒もいた。

6. 評価

波動現象を理解する上で題材として身近であり、直感的に理解できる現象が基本原理を用いて説明できるため、生徒の反応もよかった。

7. 課題

日常的な現象が題材であり、基本的な知識と矛盾しうる概念は現れないため、単元設定として特に問題はないと思われる。音楽に興味関心が強い生徒が多いため、この部分を強調することでより理解が進むものと思われる。

第3章 光と波動

1. 目標

第1章で学習した、波動現象の知識を用い、光という波動現象について理解する。

2. 配当時間 14時間

光波 2時間

レンズの働き 4時間

光の解説と干渉 8時間

3. 意図

光が示す諸性質も、これまで学習してきたように、波動現象として理解できることを学習させる。

4. 指導要領にない事項

単スリットでの干渉、ニュートンリング

5. 生徒の様子

良く知っている物理現象の一つであるので、興味を持って取り組んでいたようである。光の干渉を持って、光が波動現象であることが示されるということに感心した生徒もいた。

6. 評価

全体として理解がどの程度進んだかについては、試験の結果を待つ必要がある。

7. 課題

光は、生徒が興味の持ちやすい単元であるので、他の関連分野との連携で膨らみを持たせ、より理解を推進させることが出来ると思われるが、その検討の必要性を感じた。

第4部 電気とエネルギー

第1章 静電気

1. 目標

本章では、電気現象の基礎として、静止した電荷に起こる現象の理解を目標とする。

2. 配当時間 10時間

電荷と静電気力 1時間

電界 2時間

電位 2時間

電界中の導体 1時間

電気容量とコンデンサー 4時間

3. 意図

我々は日常生活を送る上で電気による恩恵を受けており、電気のない生活を送ることは都市化された社会ではほぼ不可能である。その電気に関する基本的な知識を身に付けることを目標とする。

4. 指導要領にない事項

すべて、指導要領にある内容である。

5. 生徒の様子 (3/4現在、本単元を学習中)

6. 評価 (3/4現在、本単元を学習中)

7. 課題 (3/4現在、本単元を学習中)

以下次年度

第2章 電流と回路

1. 目標
2. 配当時間
3. 意図
4. 指導要領にない事項
5. 生徒の様子
6. 評価
7. 課題

第5部 原子とエネルギー

第1章 電子と原子Ⅰ

1. 目標
2. 配当時間
3. 意図
4. 指導要領にない事項
5. 生徒の様子
6. 評価
7. 課題

エネルギー科学Ⅰの評価

これまでのところ（中間発表ま）では、エネルギー科学Ⅰの授業は、うまく言っているとって過言ではない。

＊ 本年度途中で担当教官が変更になったため、前期と後期で多少授業進展の方針が異なっている。

後期分については、「現象の確認→基本原理の理解→論理的推論→現象の解釈」という流れを強調して授業を進めた。具体的には、1. 観測される現象を演示実験により確認し、2. 基本原理の説明を行った後、3. 論理的推論により、結論としての数式を導出し、4. 結論より予言される現象の確認をするという一連の流れで進めた。その際、学習者自身に作図など、実際自分の手を動かすことで理解を深めることを要求したため、見た目の授業配当時間が増加しているが、進捗としては標準的であると考えられる。

物理ⅠとⅡの連携による新しい物理

京都大学大学院エネルギー科学研究科教授 石原慶一

新設定	章	単元	従来の教科(東京書籍)	内容	数学との連携	社会(倫理)との連携
I	エネルギー			中学校から移行してきた内容 物理の基礎(仕事・熱・エネルギー)を扱う		
		エネルギーを使ってする仕事	理科総合A(3編1章)	・エネルギーを見つけよう ・仕事 ・位置エネルギーと運動エネルギー ・力学的エネルギーの保存		エネルギー問題 (水力発電)
		エネルギーの変換	理科総合A(3編3章)	・便利な電気エネルギー ・いろいろなエネルギーとその変換 ・太陽エネルギーの移り変わり		エネルギー問題 (太陽エネルギー)
		熱として放出されるエネルギー	理科総合A(3編2章)	・仕事と熱 ・熱とエネルギー ・熱現象の不可逆性		
		熱とエネルギー	物理Ⅰ(4編3章)	・熱と温度 ・熱と仕事 ・気体の熱的性質		
		エネルギーの変換と法則	物理Ⅰ(4編5章)	・いろいろなエネルギー ・エネルギーの変換と保存の法則 ・可逆過程と不可逆過程 ・熱機関の効率		
I	波動					
		波の性質	物理Ⅰ(2編1章)	・波の伝わり方 ・横波と縦波 ・波の重ね合わせ ・反射の法則と屈折の法則		
		音と音波	物理Ⅰ(2編2章)	・音波の性質 ・ドップラー効果 ・固有振動		
		光と光波	物理Ⅰ(2編3章)	・光の伝わり方 ・レンズ(焦点距離) ・光の回折と干渉		
I	電気					
		生活を支える電気	物理Ⅰ(1編1章)	・電気とはなにか ・電気のはかり方 ・交流電源と直流電源 ・持ち運び自由な電源		エネルギー問題 (省エネ)
		熱や光をうみ出す電気	物理Ⅰ(1編2章)	・オームの法則 ・電熱器の原理 ・熱と放射 ・熱を使わずに光をうみ出す 蛍光灯と発光ダイオード		
		力をうみ出す電気	物理Ⅰ(1編3章)	・電気と磁気の結びつき方 ・モーターのしくみ ・磁界がつくり出す電気 ・変圧器(トランス)のしくみ		
		情報を伝える電気	物理Ⅰ(1編4章)	・情報を伝える電気 ・電波とはなにか ・電波による通信 ・情報をなくくわえる、処理する		
		電気とエネルギー	物理Ⅰ(4編4章)	・電荷と静電気力 ・電流 ・電界と仕事 ・オームの法則と電気抵抗 ・ジュール熱 ・電力量と電力		
I	原子					
		原子核と素粒子	物理Ⅱ(4編2章)	・原子核 ・素粒子と宇宙		科学者としての倫理
II	運動					
		運動の表し方	物理Ⅰ(3編1章)	・変位と速度 ・加速度 ・物体の落下	微分積分	
		力のはたらき	物理Ⅰ(3編2章)	・力の表し方 ・作用と反作用 ・力の合成・分解、つりあい ・剛体にはたらく力のつり合い	ベクトル	
		運動の法則	物理Ⅰ(3編3章)	・慣性の法則(運動の第1法則) ・運動の法則(運動の第2法則) ・運動方程式の応用		
		平面上の運動	物理Ⅱ(1編1章-1)			
		仕事とエネルギー	物理Ⅰ(4編1章)	・仕事 ・仕事の原理 ・仕事率		
		力学的エネルギー	物理Ⅰ(4編2章)	・運動エネルギー ・物体にした仕事と運動エネルギー ・位置エネルギー ・力学的エネルギー保存の法則 ・摩擦力と力学的エネルギーの保存		
		運動量と力積	物理Ⅱ(1編1章-2)			
		円運動と万有引力	物理Ⅱ(1編2章)	・円運動 ・単振動 ・万有引力	三角関数	
		原子と分子の運動	物理Ⅱ(3編1章)	・物質の三態 ・気体分子の運動と圧力 ・気体の内部エネルギーと仕事 ・熱機関と不可逆変化		
II	電気と磁気					
		静電気	物理Ⅱ(2編1章)	・電荷と静電気 ・電界 ・電位 ・コンデンサー	積分	
		電流と直流回路	物理Ⅱ(2編2章)	・電流 ・直流回路		
		磁界と電流	物理Ⅱ(2編3章)	・磁界 ・電流のつくる磁界 ・磁界が電流におよぼす力 ・磁束密度と物質の透磁率 ・ローレンツ力		
		電磁誘導と電磁波	物理Ⅱ(2編4章)	・電磁誘導 ・電磁波		
II	原子と原子核					
		原子・電子と物質の性質	物理Ⅱ(3編2章)	・固体の性質 ・電子と原子 ・固体の性質と電子		
		量子論と原子の構造	物理Ⅱ(4編1章)	・粒子性と波動性 ・原子の構造		

新しい物理の特長

1. 物理Ⅰで力学、波、熱、電気、原子力を網羅し、概念を掴む
2. 物理Ⅱに数学との連携科目を設置し、数式を用いて理解を深める
3. 社会(倫理)との連携をはかり、消費者の立場と科学者の立場で学ぶ

石原教授・「新しい物理」案に対する所感

非常勤講師 和氣 剛

平成16年度より、物理のカリキュラムが現行の物理 IA, IB, II から物理 I, II へ変更になる。石原教授より提案された「新しい物理」は、新課程・物理 I, II、総合理科を再配置し、補充した構成になっている。以下に「新しい物理」案を検討した所感を述べる。本文は、始めに、**旧課程及び新課程との比較・「新しい物理」の特徴**の整理を行い、学ぶ側である**生徒の様子**を述べ、最後に「新しい物理」のキーワードの一つである**他教科との連携**について、コメント・提案を行うという構成をとっている。

旧課程及び新課程との比較・「新しい物理」の特徴

下表に新旧課程及び「新しい物理」の大項目を、前半・後半に分けてまとめた。単位数の変更があり単純な比較ができないが、ここからそれぞれの課程の特徴を読みとることが出来る。

	前半	後半
旧課程	(物理 IA), 物理 IB(4) 運動・エネルギー・波動・電流と原子	物理 II(2) 運動とエネルギー・電気と磁気・原子と原子核・課題研究
新課程	物理 I(3) 電気・波・運動とエネルギー	物理 II(3) 力と運動・電気と磁気・物質と原子・原子と原子核・課題研究
「新しい物理」	物理 I エネルギー・波動・電気・原子	物理 II 運動・電気と磁気・原子と原子核

単元名の後の()内の数字は単位数

旧課程では、IB, II と選択した場合、単位数は、前半4、後半2である。内容は前半後半を通じ、物理量を定義し、法則・原理をもとに、物理現象を理解する形式で構成されている。前半が一般向け、後半が数学的な取り扱いがやや高度な内容となっている。(物理 IA は略)

また、新課程では、合計の単位数は旧課程と同じであるが、前半3単位、後半3単位に変更されている。内容は、前半に数式を使わずに扱えるものが固められており、後半で「運動量」などの物理量を定義し、数式を用いた定量的な議論を行う構成になっている。

旧課程と新課程を比較すると以下のような変化が見られる。

まず、新課程では、前半部分での数学的な取り扱いが、旧課程に比べ大幅に減らされている。そして、知識を増やす為のものが前半にまとめられている印象を受ける。これは、身の回りの「電気」という単元が、一番始めに置かれていることにうかがえるように、あまり定量的な議論をせずに、現象を先に紹介することで、物理への抵抗感を低減しようという発想に基づいていると思われる。(「電気」という単元は、殆ど数式を用いず、現象論的な扱いにとどまっている)。

後半部分に関しては、旧課程では、IB で扱い切れなかった、少し高度なものを扱うという形式であるが、新課程の後半部分は理系の学生を意識して作られており、数式を使った理論的な取り扱いの部分がまとめられている。

新課程では、物理への抵抗感を減らすための工夫が凝らされていることが読みとれる。物理への抵抗感は、「基本的な原理を用いて現象を理解する」形式のもと、初学者には馴染みのない難解な用語・物理概念が数々定義・登場して、定量的な議論を強調するあまり根付いてしまったものであると推測できる。特にテキストにその傾向が現れており、旧課程のテキストでは、定性的な部分に関する扱いがあまりにあっさりしすぎて、生徒が興味を持って読める内容ではなかった印象を受ける。一方、新課程のテキストでは、最先端の研究に関する記述が数多く、欄外のコラムがふんだんに盛り込まれており、読み物としても興味を引く工夫がなされたものが各教科書会社から用意されている。

新旧課程は、多少の内容の増減があるものの、どちらも前後半合わせれば扱う内容自体はさほど変化していない。大きな差違は単元の配置にみられ、旧課程の「知識を増やしつつ物理的な思考方法を身につけさせる」という配列が

ら、新課程では、「前半で知識の増進を図り、後半で物理的な思考方法を身につけさせる」というものに組み替えが行われている。

一方、「新しい物理」では、以下のような3つの理念のもとカリキュラムが編成されている。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 物理Ⅰで力学、波、熱、電気、原子力を網羅し、概念を掴む2. 物理Ⅱに数学との連携科目を設置し、数式を用いて理解を深める3. 社会（倫理）との連携をはかり、消費者の立場と科学者の立場で学ぶ |
|--|

編成された大項目より「新しい物理」では、物理Ⅰの目的は知識の増加、物理Ⅱの目的は物理的な思考方法の習得と、前後半の役割を分けているという特徴を読みとることが出来る。下線のような特徴は新課程と共通しているが、物理Ⅰの編成に大きな違いが見られる。新課程では、身の回りの「電気」が一番始めに扱われているが、「新しい物理」では、「エネルギー」という題材が全面に押し出されている。また、新課程では、前半部の単位数が旧課程に比べ減っているため、扱う範囲自体が減らされているが、「新しい物理」では内容をまとめ、力学・波動・熱力学・電磁気・原子力の全範囲を概観できる構成になっている。また「新しい物理」の物理Ⅱでは、新課程以上に、数学的な取り扱いをして定量的な議論が必要なものを集めており、理論的な思考の養成を目指している。数学的な取り扱いについては、微分積分を用いることが明示されており、新課程のものよりも一歩踏み込んだ形になっている。また、単位数に関しては、記述されてはいないが、おそらく新課程と同じ時間を想定しており、他教科と連携できる部分をまとめ、効率的に時間が使えるよう配慮がなされている。（おそらく、単独では、少なくとも前半4単位、後半4単位が必要であろう。）

このような編成は、全体的な理科離れと、理系学生の学力低下の2点について対策を講じる必要性を背景にしている。つまり、現代社会において、エネルギー・環境などの諸問題は深刻であり、その解決には物理な知識・知見は欠かせないものとなっている。しかし一方で、日本では理科離れが進んでおり、高校生の物理選択者は高校生全体の30%（後半は10%）程度である。また、カリキュラムの削減により、理科系の学生の学力が低下していることが研究機関・企業各方面から指摘されている。

これに対し「新しい物理」では、国民のサイエンスリテラシーの向上を目的として、物理Ⅰでは数学的扱いを減らして、概念を網羅し知識を広く身につけさせる構成にして、より多くの生徒が選択しやすい様になっている。また、内容的には物理Ⅰのみを選択する生徒だけに向けたものではなく、Ⅱを選択し理科系に進む生徒にも、基礎的な知識とともに科学の功罪について学習させる意図も読みとれる。そして、Ⅱについては、数学科と連携を取り、数学的な扱いが中途半端になってしまいがちであった部分を、理系に対象を絞ることで解消し、より高度なことを学ばせようとしている。

前半で知識を増やし、後半で数理的思考方法の習得を目指す、役割の分化傾向は、新課程にも現れているが、「新しい物理」では、どういう人材が求められ、どのようなことを身に付けさせる必要があるかということが、明確に表現されている。また、後述するように、他教科との連携を意識し、配列を工夫した構成になっていることを強調しておきたい。

生徒の様子

さて、実際、教育を受ける側の生徒の様子であるが、論述式のテストや、レポートの結果に現れる傾向から、以下のような4グループに分けることができると思われる。（1. 何も書けない・わかっていない。2. 解答はわかっている（計算はできるが）、上手に表現できない。3. いろいろと文章が書かれているが、要点が定まっていない。4. 要点を押さえてまとまった表現ができている。）

それぞれのグループは、以下のような傾向のグループと対応していると推測できる。

1. のグループでは、基本的な学力が身につけていない。理由として学習時間の不足や、興味の欠如などが考えられる。2. のグループの生徒は、誘導が多く、数値を解答すればよい試験ではよい点数がとれる場合が多い。しかし解答欄外をよく見てみると、思考の過程が数式でしか表現されておらず、他人にはどのような思考をしているのか伝わらない部分がある。また、論述試験であると不必要な計算をしがちである。3. のグループでは、論述式の問題では、国語表現の手法には長けており表現方法が豊かである場合があるが、物理的には意味のない議論がなされている場合

が多い。4. は言うまでもないであろう。

さて、物理教育は、自然に関する知識を身につけさせることと、自然の基本原理に従って現象を解析・理解する論理性を身につけさせることという、2つの部分からなっている。そういった観点からすると、1. のグループは別として、2. のグループは、解析・理解する過程で、まとめたり上手に表現する力が不足しているし、3. のグループは、物理的な知識の不足や、自然の原理に基づいた議論ができないという問題があると読み替えることが出来る。

今までは2. のグループの方が3. のグループよりも、知識量・計算力の観点から、理系としては高い評価を受けが多かったと思われる。しかし、「論理性」を考えた場合、2. 3. のグループとしてどちらが優れているかという事に関してはそれほど自明ではない。それは、例えば、ある文系の生徒が理科を苦手になっているからといって、その学生に論理性がないとは結論できないし、理科に関する知識が豊富であるからと言って論理的であると結論はできないことからわかる。

つまり物理科においては、「知識」、「論理性」の両面から生徒を診断し対処していかなければならないが、今までは、「知識」（そこに含まれると思われるが公式を知っているという意味での「計算力」）をテストでは診断することが多かったのではないか。これは上述したように、カリキュラムが定量性を強調していた為であると思われる。そして、成績の改善の為の手法として、1. 2. 3. の全ての生徒に対して、いわゆる物理の計算問題演習をさせるというのが主だったのではなかろうか。

効果的に生徒の能力をのばすためには、各生徒がどのようなグループに属するかを診断し、それに応じた指導を行うことが必要である。しかし、今までのカリキュラムでは、知識が不足しているのか、論証力が足りないのか、どの部分でつまづいているのかの診断・そして対処が困難であったように思われる。

さて、「新しい物理」では、診断や対処の困難さに対し、カリキュラムを編成し直すことで、リテラシーの向上・論理性の向上といった目的を明確化にして、他教科との連携をもって、よりきめ細やかに対処しようという提案をしていると思われる。連携を取ることで、多くの視点から、「知識」・「論理性」について診断、対処をすることが期待できるが、どのような連携ができるかを、次に述べる。

他教科との連携

先に、物理教育の目的は、物理的な知識と論理性を身につけさせることであると述べたが、今日においては、物理的知識・視点をもって社会に働きかけることができる人物を養成するという観点も求められている。そして、いかなるカリキュラム編成をしたとしても、物理科目単独でこの3つの目的を達成させることは不可能であろう。

そういった意味で「新しい物理」が、他教科との連携を全面的に打ち出したのは非常に評価できる。それは、今までも関連ある項目を並べたてた様な「連携」が打ち出されてきたが、役割・目標を明確化し、他教科との連携がとりやすいようにカリキュラムを編成したという点で、今までのものとは異なっているからである。連携が十分行われるという前提のもとでは、「新しい物理」が有効に機能すると期待できる。

さて「新しい物理」が有効的に機能するために、具体的にはどのような連携ができるであろうか。既に、石原教授は案中で、リテラシーの向上の部分については、物理Ⅰにおいてエネルギー・原子を扱い、エネルギー問題・環境問題・原子力問題を地歴・公民科との連携を図り、消費者と科学者の立場から学ぶことを設定している。（本校では、「科学と哲学」という授業が設定されているように、科学が進歩してきた歴史、科学の功罪を、物理を概観することと併せて学ぶことが可能である。また、「新しい物理」の物理Ⅰでは、主に社会問題を扱う教科との連携が述べられているが、本校においては、実験を主として、様々な理科的知識を増強させることを念頭に、「科学技術」という科目が設定され、リテラシーの向上が図られている。）

また、理論性の向上の部分については、物理Ⅱで、「数学との連携科目を設置し、数式を用いて理解を深める」ということを提案している。カリキュラムとしては、数学的な扱いを後半にまとめ、この時点（おそらく三学年度）で、ある程度数学的な素養が身に付いていることを前提に、単元を扱うことを予定している。つまり、今までであれば、物理の授業中に数学的な知識を身につけさせる必要があったものを、既知のものとして扱い、円滑に授業を進行させることを狙っている。特に微分積分を用いた取り扱いを明言しているのは評価できる。今までは、高校物理においては微分積分を用いた扱いができなかったが、高校の物理で扱う範囲ではさほど高度なものは必要ではなく、基礎があ

るだけで効果的に授業を進めることが期待できるためである。またその他についても、どの単元でどの数学的知識が必要か明らかであるため、連携は容易であろう。

石原案では、以上のようにリテラシーの向上、理論性の向上の二点について、物理と他の教科との連携が述べられているが、補足として、物理学教育の目的を達成するために次のような連携も考えられるのではないだろうか。

まず第一点として、論理性の向上において、数学との連携だけではなく、言語を扱う教科との連携が必要であると思われる。また、もう一点として、社会に働きかけをする際、自分の考えを広く伝えねばならないが、そのためにはプレゼンテーションの手法を他教科との連携において養成する必要がある。つまり、この二点を補足するために、「新しい物理」に、論理的な思考・プレゼンテーション能力の養成のために、言語表現に関する教科（国語科・英語科）との積極的な連携を明示することを提案したい。

本校のSSH活動や、SSH活動全般を眺めてみると、自然科学に関する知的好奇心を刺激する部分については非常に充実しており、実際生徒の科学に対する興味関心は高いと思われる。これは、本校の自然科学コースの生徒をみると1.のグループに該当する生徒が殆ど見られないことにもうかがえる。一方で、前述したように、レポートやテストの結果を見る限り、情報をうまくまとめて、理論的な文章表現をすることに関する能力が未発達な生徒も多く見られる。彼ら自身も、それを自認しており、「書き方を教えて欲しい」、「どうまとめていいのかわからない」という相談も受ける。また、実際、他国と比較しても、日本人はプレゼンテーション能力が低いとの指摘もある。これらは、根本的な能力が欠けているというよりもむしろ、手法が身に付いていないという面が多分にあるのではないか。これまで、論理的な文章を書くための手法やプレゼンテーション方法は、物理のレポートを作成したり、数少ない機会で公衆の面前で発表するという過程で自然に身に付けさせることが主で、積極的な指導はなされず、基本的には生徒自身の能力に委ねられている面が多かったのではないかと思われる。今後の社会においては、研究成果や自分の意見を、社会に向けて発信していくことが、今まで以上に求められるであろう。このような状況において、考えをまとめたり、意見を発表する手法を習得させる積極的な手段を講じることが、教育現場に求められているのではなかろうか。

そこで、連携の一形態として、言語表現のトレーニングを主眼とした授業の開講が手段の一つとして挙げられる。具体的には、理論的なレポートの作成や、効果的な口頭発表の手法の学習を目的にし、論理性を持った文章を作成する指導や表現法の講義を行うもので、これまでの言語に関わる教科より、よりテクニカルなものである。当然、表現する内容が身に付いていない段階で、小手先だけのテクニックを身につけさせるのはいかなるものかという批判もあるだろう。しかし一方で、論理的な思考ができるかできないかは、やはり論理的に言語を使えるか否かに大に関わっている。そして、論理的な表現をするトレーニングを通じて、それぞれの教科において得た思考過程・知識を統合し、理解をより促進させることができることを強調したい。

最後に一点、「新しい物理」では、他の理科教科との連携が明言されていないことについて指摘しておく。理科は、教科間で似通った内容が数多く見られ、物理だけを見ても、熱力学や天体の運動などが他教科と重複している。しかし、このような部分についてどのように連携を取っていくかについては、「新しい物理」では積極的なカリキュラム編成はなされていない。これは、理科をどのように選択するかは、生徒や学校によって事情が異なり、ある単元をどこかの教科に統一してしまうようなカリキュラムを作ることは、悪影響を及ぼすことの方が多いためであると思われる。むしろ、このような部分については、ハード的な変更よりも運用する教科間での、ソフト的な連携が重要であると思われる。

まとめ

リテラシーの向上・理論性の向上・そして物理的知識をもとに、社会に働きかけ（発言）の出来る人材の育成、という3つの物理教育の目的は、どのようなカリキュラムを用いても、単独では達成し得ない。石原教授が提案した「新しい物理」は**前半・後半の目的を明確化し、他教科（特に理科以外）との連携を前提としてカリキュラムを最適化している**。理科教科間の連携については具体的には述べられていないが、これはカリキュラム編成といったハードの部分よりも、各高校の事情においてソフト的な調整が必要であるためと思われる。

つまり、このように提案された「新しい物理」は、あくまでハードの部分であり、生徒の状況をよく分析し、各教科間で連携を取り合いコーディネートして運用するソフトの部分が重要であることが示唆されている。

3節 科学英語・科学と哲学

科学英語の理念と授業構想 (1単位) (来年度2年生実施)

教諭 磯部達彦

1. これまでの準備に関する進展

1) 参考図書の購入

- ①英・米の学校で使われている理数の教科書類の収集
- ②英・米のディベート・ディスカッション・パブリックスピーキングに関する教科書の購入と授業方法の研究
- ③理科系のための英語語彙、表現集の購入

2) 筑波大学附属駒場高等学校の公開授業参加、及び、本校との協力・情報交換の要請

3) 東京国際高校への見学

2. 来年度の構想

1) 目標：科学的な内容を、英語でプレゼンテーションできる能力を身につけさせる。

2) 内容：各自のテーマにしたがって、情報・資料を収集し、整理し、適切な方法を用いて英語でプレゼンテーションする方法を学ぶと共に、以下のような手順で、実際に授業で模擬プレゼンテーションを行う。

- ①英米での英語による、パブリックスピーキング、プレゼンテーションの方法を学ぶ。
- ②各自が理数分野において興味を持っている課題のうち、英語でプレゼンテーションできるテーマを選ぶ。
- ③インターネット等の利用による情報検索及び収集。
- ④テーマに合ったプレゼンテーションの方法の選択。
- ⑤プレゼンテーション活動
- ⑥生徒間の意見交換・反省等

3) オーラルコミュニケーションIIの教科書を利用

4) LL・視聴覚教室を使用し、コンピュータの利用

科学と哲学の理念と授業構想

教諭 高田敏尚 (公民科)

1. 本校での位置付け

学校設定科目として『科学と哲学』おかれ、その趣旨としては「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を理解する」ともとされている。これはもちろん当研究のねらいの1つである「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」というものと符合するものであり、さらにいえばこのねらいは「広い視野に立って、現代の社会について主体的に考察させ、理解を深めさせるとともに、人間としての在り方生き方についての自覚を育て」(学習指導要領)という公民科の目標に他ならない。

2. 科学者の在り方を問う

この在り方生き方に関しては、2人の碩学者である伊東光晴と隅谷三喜男が、いみじくも、青年向けの著作で人間の在り方を科学者を例にあげて問うている。発明と特許に絡んで伊東はフランクリンとノーベルを比較している。雷が電気であることを確かめた、あのベンジャミン・フランクリンは政治家でもあり科学者でもあった。彼は鉄製のストーブを発明し(それは、フランクリン・ストーブとも呼ばれた)、この発明で特許を取ることを友人らに進められたが、彼はとろうとしなかったという。もし、特許をとれば、特許料の分だけ値段が高くなるので、多くの人に少しでも安く利用してもらいたいというのが彼の真情だった。一方、ノーベル賞で

有名なノーベルは、ダイナマイトを発明し、さらにこの特許をとり、会社を経営した。その会社は世界各国に進出し（日本にも1つあった）、協力して利益を守るために20ヶ国に及んだ工場の株を持つ親会社（トラスト）を作り莫大な利益をあげた。このヨーロッパで最初のトラストこそが、価格をつり上げたり、生産量を制限したりできる独占の1つの形態であり、これによって残された財産でノーベル賞が作られている。（『君たちの生きる社会』筑摩書房 1978年）

隅谷三喜男も、世界の物理学会の最長老といわれたマックス・ボルンの言葉として「利巧で有能な生徒をもったのは満足だが彼らの cleverness がもう少し少なく、wisdom がもう少し多かったら、どんなによかったかと思う。彼らが私から学んだのが研究の方法だけだとしたら、それは私の責任だと思う。いまや彼らの cleverness が、世界を絶望的な状況に陥らせている」と自然破壊や核戦争の脅威にさらされている科学技術の現状を憂いている。また、ロケットの父と呼ばれたフォン・ブラウンを紹介し、ナチスのためにV8を開発した一方で、戦後ロケット技術が遅れていたアメリカでエクスプローラー1号を作った。彼の頭の中にあっただのはいかにして大きなロケットを作り、飛ばすかであり、どう利用されるかは何も考えていない、つまり目標の善悪は技術の問うところではないという態度なのだ。この点をボルンは問うているのだ。（『大学で何を学ぶか』岩波ジュニア新書 1981年）

それは、現代のOSの主流であるウインドウズを開発したビル・ゲイツに対して、その独占市場を突き崩そうとしているリナックスとの関係でもいえるだろう。このOSの開発者はフィンランドの大学生であるリーナス・トーバルズであり、彼はビル・ゲイツのように特許を独占しなかった。無料で世界に開放しブラッシュアップしようと考えたのだ。この開放型の選択がフィンランドをはじめとする北欧諸国がデジタル大国になった所以だろう。（内橋克人 『不安社会に生きる』文藝春秋 2000年）

3. 「科学と哲学」と価値形成

哲学とは何か。サルトルが「人間は自由の刑に処せられている」といみじくも言っているように、どんな人でも自分で行為を決定しなければならない。その際「どうしても行為を選びその生き方を決定する根本的な考え方を持たないわけにはいかず、この考え方がいわゆる人生観ないし世界観というもので、この人生観、世界観こそが哲学に他ならない」（岩崎武雄『哲学のすすめ』講談社現代新書 1966年）のである。では科学と哲学は何が異なるのか。元来、「哲学は古代ギリシアの philein(愛する)と sophia(智)との結合した語であり、広く知識愛または学問一般を意味した。しかし、諸科学の分化および独立化とともにその意味は次第に特定の内容をおびて、おもに事物の一般原理の学と考えられるにいたっている。」（『岩波哲学小辞典』p160）古代では自然研究は哲学の一部だったが、まず哲学から独立したのはこの分野だった。つまり自然現象が事実どういうあり方で存在するか、ということの研究することによって自然科学が誕生した。その後、人文科学、社会科学が独立した。

この科学の特徴は「事実がいかにあるかを、そのあるがままに記述するところにあり、その事実をそのままとらえることが科学的知識のめざすところであった。」（以下岩崎 前掲書）のであるが、ここにこそ科学の限界があった。それは価値の問題には何らの解答を与えないということだった。つまり事実の問題以外の問題に対して答えることができないのだ。ここで事実の問題と価値の問題の違いを再確認すると、前者は「いかにあるか」ということであり、後者は「いかにあるべきか」ということになる。そして、「人生観は価値の問題であり、そして科学がこの価値の問題に解答を与えないとすれば、人生観というものが人間の生きてゆく限りどうしても必要なものである以上、われわれは科学とは異なったものを必要とするのだ。」

ここで価値の概念を金子邦秀の分類で整理すると「価値注入社会科、価値自由社会科、価値育成社会科」（『社会科教育学ハンドブック』明治図書）の三つに分けられる。ここでの価値注入社会科とは「既存の権威、一般的には国家や社会が是とする価値をとりあげ、これを無批判に受け入れて態度化することを子どもたちに求める。」価値自由社会科とは「原則的に価値を教えることは避けようとする考え方で価値を教える代わりに、社会を科学的に見たり考えたりする方法とそれに用いられる社会諸科学の概念とを、いずれも手段的に教えておこうという考え方」である。最後の価値育成社会科では「社会科が市民となる子どもたちに何らかの価値を取り上げて教えるということとは不可避なことであり、とりわけ、社会の価値が行き詰まって何らかの故障を生じているなら、その問題自体を取り上げ、真っ向から取り組んでいくことが大切であり、その過程で合理的な意思決定をする力などを育てることが不可欠となってくる。」そして、このような価値育成社会科はバンクスの用語を使うと「知的な社会行為者」を育成することとしており、「その主要な目標は生徒たちを助けて反省的な決定を発達させて彼等が個人的な諸問題を解決しかつ知的な社会的行為に参加することによって公的政策を形成しうるようにさせることにある。」特定の価値を一方向的に押しつけるのではなく、価値獲得のための適切な方法を生徒自身が獲得していくことを援助していく

ことが授業者の役割といえる。

4. S T S教育と「科学と哲学」との関連

同様のことが近年 S T S (Science Techonology and Society) 教育として注目されている。ここでは「科学・技術と社会の関連性について教育・研究し、あるべき方向を見出そうとする社会的な動き」(岡本正志『S T S教育読本』 かもがわ出版 2003 年)と定義されている。この動きは、アメリカでは 60 年代から 70 年代初頭に、ヨーロッパでも 70 年代に入って進展している。岡本はその原因として①公害や生命倫理など科学技術の発展が新たな局面を生じさせており、これらは科学や技術という個別専門的な知識だけでは解決し難く、必然的に哲学的、歴史的、倫理的な、また政治的、経済的な知識等を組み合わせた広い視野と洞察を必要とすること。②当時のアメリカでのベトナム戦争や黒人解放運動など、社会的な背景とその変化があげられ、社会が新たな価値観を求めている時に、S T Sはその要求に合致していたこと。③科学技術への楽天的な信頼が崩れ、相対主義的な見方が登場し、科学技術そのものを分析対象とした学問分野での新しい動きが起こってきたことの三点をあげている。さらに、S T S教育の目的として「①問題意識を持たせる、②正確な知識を持たせる、③問題解決能力や意思決定能力を身につける」の三点をあげている。そして、このようにして獲得された科学的認識は社会的認識でもある。なぜなら、科学理論は人類社会の中に科学的知識として確立されたものでなければならず、啓蒙的活動や教育活動によって「科学者集団」による「科学の場」から市民社会での知として確立されねばならないからだ。「社会における科学技術は、生活者にとっての科学技術であり、こうした視点を、市民自身が自覚的に所有し、科学技術と社会に関する様々な問題に対して、理解し、分析し、意思決定できるようになること」が肝要だろう。

先述のバンクスは価値育成社会科における価値探究モデルは「①価値的問題を認識すること、②価値に適合した行動を描写すること、③価値を名付ける、④価値の対立を決定する、⑤価値の源泉について仮説を立てる、⑥価値の選択肢を名付ける、⑦結果について仮説を立てる、⑧選択する、⑨選択の理由、資料及び結果を述べる」という九つのプロセスをたどり、価値探究を行い価値を明確化して、その上で意志決定を行う。このような価値探究過程も授業実践の際には留意する必要がある。

5. 先行研究による教材例

S T S教育のさががけといわれている『序説 S T S教育』(小川正賢 東洋館出版社 1993 年)から引用する。教材 A は科学的思考問題であり、「日常生活でふつうに行われる意思決定に含まれる確率論的な推論」であるが、「表面上、同じ確率に従う事象に見えるものが、実は社会的に構成された事象であって、当該事象に対する自分のスタンスの違いや自分の側の思い入れの違いが自分の主観的感觉に大きく影響する」事例であり、科学と哲学の相違を説明するのによい教材といえる。(前掲書 p69)

次の例を読んで、あなたはどうか感じますか。家族のみなさんはどのように感じるでしょうか。その結果は、あなたのものと違っているでしょうか。

- 1, 今日の雨の降る確率は 50% だということです。雨は降ると感じますか。
- 2, 商店街のスピードくじで「2 人に 1 人は当たる!」というキャッチフレーズが出ています。あなたは当たりそうだと感じますか。
- 3, あなたの受験する高校の入試倍率が 2.0 倍だとわかりました。受かりやすいと感じますか。

(以下略)

教材 B は、医療・健康問題である。近年の安楽死や尊厳死の問題、臓器移植や遺伝子組み換えさらには遺伝子診断など、ひとくちに生命倫理(バイオエシックス)と呼ばれる領域である。ここでは科学的知識とともに、倫理という問題が含まれ、単に科学的な一元的な結論だけでは解決できず、ここにも人間がもつ微妙な心理がはたらく事例である。

問. もしあなたがガンにかかったとしたら、そのことを自分に知らせてほしいと思いますか。

調査年	5 6	5 7	5 8	6 0
知らせてほしい (%)	5 3	5 3	5 3	5 6

知らせてほしくない	23	21	19	17
-----------	----	----	----	----

問．もしあなたの家族がガンにかかったとしたら、そのことを本人に知らせると思いますか。

調査年	56	57	58	60
知らせると思う (%)	10	10	11	12
知らせないと	58	55	55	50

問1，自分がガンにかかったときと、家族がガンにかかったときの結果から、どんなことがわかりますか。

問2，自分がガンにかかった場合は知られることを希望する人でも、家族の場合に反対するのは、なぜだと思いますか
以下略

6. では、どういう実践が可能か

①科学と哲学を学ぶ意義は何か（動機付け）

ここでは、『現代社会資料集』（浜島書店 2003 年）からの科学と哲学の違いを手がかりに展開してみよう。
このような視点で構成されている教材は現在のところ非常に少ない。

哲学的な考え方	科学的な考え方
「価値」を問題とする 「なぜ」あるかを問う 反省・直観 数量化できないことを扱う 現実を基底（足場）として、現実の中から考える	「事実」を問題とする 「いかに」あるかを問う 観察・実験・分析 事柄を数量化してとらえる 現実を対象として考察する

②哲学とは何か 哲学という学問のイメージを豊かにする

- ・ ビジュアル版『知の世界』哲学への招待（ブライアン・マギー B L 出版）
いつもは当たり前だと思っていることに疑問をもつこと
- ・ 『14歳からの哲学』（池田晶子 トランスビュー 2003 年）
「考える」ことが「生きる」こととつながる

③哲学と科学は対立するのか

目的と手段－行為に対する科学的手段の意義

哲学の方法－直観と反省、科学の方法－分析と実験

④科学の基礎としての哲学

「価値からの自由」という立場を科学はとれるのか

⑤西洋近代哲学にみられる価値の分析（演習）

人間の尊厳－ルネッサンス、宗教改革の思想家

自然と科学技術－デカルトとベーコン

民主社会と人間－社会契約論者

幸福と自己実現－カント、ヘーゲル、ベンサム、ミル

人間性の回復を求めて－社会主義、実存主義

現代のヒューマニズム

新しい知性と現代への批判など

テーマ別に少人数グループで探究、発表

【発表例】①原典にあたる

②思想家の思想の概要

③現在にどう生かされているか

⑥現代の科学技術とその限界－生命倫理、地球環境、核兵器、先端医療など

社会的合理性のある意思決定ができるか

⑦まとめ－科学技術の発達と個人のあり方

7. めざすところは

藤垣裕子によると「遺伝子組換え食品の規制をどうするか、ヒトの胚を使った実験をどこまで許容すべきか、地球温暖化にどう対処していくべきかといった、科学技術に関連する社会的意思決定をいかに行うか、という多くの公共的な課題が発生している」（『専門知と公共性』東京大学出版会 2003 年）という。このような問題に関して「不確定要素をふくみ、科学者にも答えられない問題だが、「今、現在」社会的合意が必要という特徴をもつ」としている。この社会的合意は「科学者にも予測がつかない問題を公共的に解決しなくてはならないときには、科学的合理性は使えなくなり、それに代わって「社会的合理性」というものを公共の合意として作っていかなくてはならない」。この社会的合理性とは「ある公共の妥当性境界を、社会的活動の判断の基準として採用する判断を担保する意思決定のしくみ」とされている。佐藤文隆は「偉い人とは？」と問うて「その人が「人間として」も偉い、だからこそ「立派な業績」が上げられるのだというふうに統合された一体のものとなっていた」ものだが、2つの要素が近年切り離されてきていることに懸念している。（『公共哲学 科学技術と公共性』岩波書店 2002 年）

conscience は、「良心、道義心、善悪の観念」と訳がつけられているが、この言葉は接頭語の con と science に分けられる。この con は、「とともに」という意味であり、良心こそ科学的判断の上にたった意思決定であると考えられてきた。因習、義理、さまざまな偏見を排した決断こそ、真に良心的、道義的理由のたつ行動だろう。この学校設定科目の目標も、そこにこそあると考えている。

3章 教科外の活動

1節 SSH行事

教諭 松浦直樹

推進室主催で、生徒たちの問題意識や好奇心、チャレンジ精神の向上を目指し、今年度は以下の4つの行事を実施した。

第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触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10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4つの班に分け、次の5つの項目について、先生方の研究に関係させての講義ならびに実習を体験。

1. 双眼実体顕微鏡による生物の観察（松良先生・梶原先生・板東先生）
2. 電子顕微鏡によるアリの観察（武蔵野先生）
3. システム工学（中峰先生）
4. プラズマ物理学（谷口先生）
5. シャボン膜の数学（小磯先生）

3. 生徒の様子

高校生活が始まったばかりで、緊張と不安の中であり、また、午前中は授業を行い、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。しかしながら、参加した自然科学コースの生徒たちにとって、貴重な体験であり、講義や実習によって理数科目における興味づけや動機づけの一助になったようである。

1. 自然科学コースについて（附属高等学校長・京都教育大学長）

- ・普段、何気なく見ているものの中にも美しさや神秘さが隠されていることがわかった。これらの中から、自分が面白いと思うものが見つかり、それが研究へとつながっていくんだと思った。普段何気なく見ているものの見方や考え方を変えてみたりしながら、自分の研究をしてみたいと思うようになった。
- ・自然に対して興味を持って研究されていることはとても楽しいそうなことだと思った。
- ・今まで以上に理科に興味を持ち始めた。これから学んでいくにあたって、励みにもなったし、よいきっかけにもなった。やはり理科は面白いと思った。
- ・研究者はいろいろなことを、いろいろな観点から見ているのだと思った。これからたくさんの体験や勉強を通して、学んでいきたい。石の話やスプリングエイトの話はとても面白かった。

2. 双眼実体顕微鏡・電子顕微鏡による生物の観察（武蔵野先生・松良先生・梶原先生・板東先生）

- ・双眼実体顕微鏡ではサワガニの細部まで見ることができて面白かった。毛や口、脚の関節などの構造がとても興味深かった。アリは触るとツルツルしているのに、電子顕微鏡で見ると毛がたくさんついていて、触角もフワフワしていることに気づいた。
- ・顕微鏡によって、全く見えなかったものが見えたり、拡大されることでサワガニの体にある複雑な構造がよくわかって、とても面白かった。
- ・サワガニのお腹を開けられるなんて知らなかった。サワガニの観察は楽しかった。電子顕微鏡の仕組みを知ることができて面白かった。
- ・実体顕微鏡で見たアリは、つるつるした感じではなかったが、毛が生えているような感じもな

かった。電子顕微鏡で見ると、全体に細かな毛が生えていた。電子顕微鏡で見るために、アリが金で被われている様子に驚いた。

- ・電子顕微鏡をPCを使って自分で動かすことができて、すごく興味が持てた。
- ・小さいだけと思っていたアリは、電子顕微鏡で見ると触覚の付け根が球のようで動きやすくなっていることや、複眼には多くの小さな眼が集まっていることがわかり、とても面白かった。

3. システム工学（中峰先生）

- ・わかりにくい内容をテレビドラマの内容でたとえられていたので、とても親しみやすかった。今まで漠然と「システム」という言葉を使っていたが、改めて定義を知ると非常に納得させられた。
- ・ドラマに例られたり、実際にロボットを使って説明されたので、システムについてとてもわかりやすかった。今まで知らずに使っていた「システム」という言葉には、いろいろな意味や仕組みがあるのだと思った。
- ・システム工学は難しいイメージだが、とても面白そうだった。実際にロボットを見せてもらえたので、とても興味を持った。
- ・「システム工学」という言葉は聞いたことがあるが、何をしているのかは全く知らなかった。システムは各部分がそれぞれの役割を持って全体として目的にあった働きをするということだとわかった。初めて知ったことが多くてとても面白かった。
- ・ロボットには興味があったので、とても楽しく聞くことができた。ロボットが障害物に沿って動いたり、黒い線の上を走る姿は、無機質なものであるにも関わらず、生きているような感じがした。システムの要素がしっかりと働いて、その組み合わせでこのようなことができるとうわたり、システム工学は面白いと思った。

4. プラズマ物理学（谷口先生）

- ・プラズマという言葉の意味は今まで知らなかった。まだ習ってない範囲だったので、少し難しかったが、プラズマがどんなものか、どうやって生成されるのかなどがわかった。オーロラもプラズマが関係していたので驚いた。
- ・オーロラとプラズマテレビがつながっているとは夢にも思わなかった。地球上に住む私たちにとっては珍しいものでも、「宇宙全体」規模で見るとほとんどこれで占められているのは不思議だ。
- ・雷が光るのは、雷自身が光ると思っていたが、エネルギーによって周りの空気がプラズマ化して光ると知り、とても驚いた。また、物質によって発光の色が違うというのは不思議だった。間近で発光した気体を見ることができて、とても嬉しかった。
- ・イオンなど分かりにくい部分はあったものの、電子が飛び出したときにプラズマの現象が起こるのだと納得できた。装置を使って、気体のプラズマ状態の色の変化が見れて、とても面白かった。
- ・プラズマという言葉を知ったことはあるが、それがどのようなものかがわかった。難しかったが、とても勉強になった。プラズマを実際に見ることができたのも良かった。綺麗だった。

5. シャボン膜の数学（小磯先生）

- ・シャボン玉というと物理分野だと思っていたが、数学的な見方もできるということを知って、とても驚いた。シャボン膜ができるにはいろいろなルールがあり、数学の概念を用いて表すことができるのは非常に面白いと思った。
- ・シャボン玉から数学…何て面白い考えだと思った。シャボン玉があんなに面白い形になり、しかも「極小」ということまで証明されるのには感動した。四角枠の真ん中に四角形のシャボン膜ができるのにはとても驚いた。あんな形が自然にできるなんて、自然は誰が仕組んだのだろう。
- ・シャボン玉はずっと球、もしくは楕円形のものだと思っていた。けれども、実際に先生がつくられると、枠によって様々に形を変化させ、変わった形のものでできていた。建築にも利用されたと聞き、とても驚いた。
- ・ただのシャボン膜なのに、そこから数式が見えてくる。それが面白かった。何かの現象を数式で表すことができるというのは、まだ実感がよくつかめていないが、数学の奥の深さに興味を持った。また、数学は大切な学問だということがよくわかった。

- ・数学好きなので、興味を持って聞くことができた。シャボン膜の曲線から公式ができてしまうことや、それを発見されたことに驚いた。

6. オリエンテーションを終えて

- ・とてもいい機会だった。今後もどんどん積極的に参加していきたい。
- ・自分の興味のあることを将来の夢と結びつけて、将来自分がやりたいを仕事にできればいいと思った。
- ・今日体験したことは、わからないこともたくさんあったが、前から知りたかったことや全然知らなかったことに触れられたので、とても楽しかったし、自分がやりたいと思っていたことをこれから学んでいけることを本当に嬉しく感じた。
- ・今日のオリエンテーションに参加してみて、改めて自然科学コースを選び、そして合格できて本当によかったと思った。

4. 自然科学コース対面式

本年度は、オリエンテーション終了後に、2年生が新1年生に自然科学コースにおける学校生活の様子や心得を直接話す対面式を計画・実施してくれた。不安な新1年生にとって、心強く、非常に有意義な対面式であった。

5. 評価と課題

この行事における昨年度の評価の観点—新入生に対するオリエンテーションとしての評価・継続的に行う価値があるかの評価—から評価すると、大いに有意義な行事と言える。生徒の感想からも、今後の自然科学コースでの学習や理数科目における興味づけ・動機づけの役割を十分に果たしており、行事として定着させていくことになるであろう。今後の課題としては、内容の計画や大学との調整等の段階において教科との連携を強くしていく必要がある。様々な領域をゆっくり時間をかけて実施していくことができれば、生徒にとっても更に効果的であるので、時間の延長や宿泊を考えていくのであれば、教科との連携が不可欠となる。その辺りの調整をしっかりと行っていくことができれば、より良いオリエンテーションの実施が可能であろう。

第2節 「科学技術講演会」

1. 意図

第一線で活躍する研究者の講演を聞くことで、最先端の現状や研究に対する姿勢を感じ取らせる。以下、生徒に配布したものから引用する。自然科学コースのみなさんは、5月8日に、第一線で活躍されている研究者の科学技術講演を受講することになります。今回は、次のような意図をくみ取ってください。

一般にレーダーは航空機などの『硬い』標的を対象としますが、レーダー電波は途上の大気からもごく僅かに散乱されます。大気中の乱流が『柔らかい』標的となるためです。近年この散乱波を調べることでより地球大気環境をリモートセンシングする技術が発達してきました。地表近くの大気は小型レーダーで観測可能であり、既に気象予報業務にも投入されています。講演では、これらの新技術の原理とその応用について論じていただきます。

新しい技術を確認し、それをいかに応用していくのか。それを考える力が研究者には求められています。難しい内容があるかもしれませんが、自然科学の研究に携わる研究者の素晴らしいセンスを少しでも肌で感じ、吸収できるよう、講演に臨んでください。

2. 展開

日時、場所	5月8日（木） 13:30～15:00 近畿地方発明センターにて 4限目以降を「自然科学コース」の行事として実施
参加者	自然科学コース1年生40名。
内容	深尾昌一郎氏（京都大学宙空電波科学研究センター教授） 「レーダーによる地球大気環境のリモートセンシング」 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. 生徒の様子

1. 講演会で興味を持ったこと・気づいたこと

- ・エルニーニョ現象の原因を解明するために、赤道大気レーダーを長い年月をかけて構想し、完成するまでの話を聞いて、まだ知られていないことを調べるのは面白そうだった。

- ・飛行機のレーダーとか、台風のレーダーとかは知っていたけれど、それだけではないことがわかった。大気レーダーは乱気流などを捉えることがわかった。レーダーで気象現象がわかり、環境問題の解決につながっていくことに興味を持った。
- ・電子について学んでおられた先生が、別の分野の勉強もして成功されたというのが興味深かった。
- ・電子工学と地球環境がくっつくという発想にとても驚いた。
- ・風の向きからいろいろなことを考え、またいろいろな視点から見ている。その考え方には大変興味を持った。
- ・新しい分野のことを切り開いていくためには「パラダイムシフト」、そして、それを行うためのたくさんの知識が必要なのだということがわかりました。そして先生は研究していくためには、まず、それを「おもしろい」と感じる大切だと言われたことにすごく驚きました。大気の波のこと気象現象や赤道からの大気の動きについて興味深かった。
- ・スペクトルはどのようにして得られるのか、どうしてグラフからいろいろなことがわかるのか詳しく知りたい。地球温暖化によって、上層大気は何故寒冷化するのかがよくわからなかったもので、このことについても詳しく知りたい。
- ・自分たちの知らないところでも科学は常に発達していることに改めて気づき、インドネシアなどの各地域での大気レーダーでのこれからの新しい発見が楽しみになった。科学技術は正しい方向に使われていってほしいと思う。

2. 講演会の感想

- ・内容が難しくあまり理解できなかったが、大気という普段全く意識することないものを最先端の技術で観測し気象現象や地球環境を研究している人たちはすごいと思った。科学技術の進歩もこういう人たちの努力によるものだと実感した。
- ・内容は難しかったが、研究者の熱意を感じた。
- ・難しい単語がでてきたことで、あまり理解できていないけど、レーダーによって環境のことをよりよく知っていこうとしていることはすごいことだ。教授が二つの分野を勉強していたからこそ、初めて使えたと感じた。僕も複数の分野に興味を持てみたい。
- ・あまりよくわからなくて、部分的にばらばらでしか理解することができませんでした。電子工学を学んでいた方が地球の大気についてレーダーを利用することを考えられました。常識にとらわれずに2つの学問を組み合わせたことを考えるなど、新しい発想は大事なことだと思います。
- ・とても専門的なことで難しかったが、いい経験をしたと思った。
- ・全体的に難しい話でしたが、とても興味深い話を聞かせていただいて大変良かったです。これからの時代に欠かせないであろう大気環境の観測をレーダーによって行うことは必要であると実感しました。
- ・レーダーという言葉は知っていたけれど、どのような原理でどのように利用されているのかはまったく知りませんでした。今回の講演会で、レーダーによってより正確な風のデータが得られ、また、エルニーニョ現象などの気象現象の対策もできるようになってくることがわかりました。
- ・今、エルニーニョに代表される多くの環境問題が私達を脅かしています。まだ見ぬ次世代のためにもこの大気レーダーや大気についての研究は大変重要だろうと思います。まだ誰も足を踏み入れていない未知の領域を探るのはとても興味深いものだと感じました。
- ・現在行われている研究の多くは、21世紀の課題である環境を最終的に見据えているのだなと思いました。私は、学校でこれから勉強をして、少しでもこの知識を持ってもう一度講演を聞きたいです。そうすれば、今よりもはるかにわかるだろうし、このことに対して自分の意見や興味が見えてくると思います。今日の講演会は自分におさまりきらない大きいすごいものでした。
- ・少し難しい話だったけれど、とても興味を持てた。大気という1つのことからいろいろなことがわかって、大気の小さな変化が地上に大きな変化をもたらしたりすることに、少し怖いと思った。

3. 講演会アンケート結果（39人中）

A. ①非常にわかりやすかった	0人（ 0 %）
②わかりやすかった	3人（ 7. 7 %）
③普通	6人（15. 4 %）
④わかりにくかった	24人（61. 5 %）
⑤非常にわかりにくかった	6人（ 7. 7 %）

B. ①非常に興味が持てた	3人 (7. 7%)
②興味が持てた	14人 (35. 9%)
③普通	17人 (45. 6%)
④あまり興味が持てなかった	4人 (10. 3%)
⑤まったく興味が持てなかった	1人 (2. 6%)

4. 評価

生徒の意識は高く、難しい内容を理解しようとしており、講演内容のまとめにもしっかりとメモが取られていた。自分の知識がもっとあればと至らない点を反省し、積極的に講演会に望もうとしていた。また、研究に携わる姿勢、意識や発想に意欲を掻き立てられ、感銘を受けていたようであった。昨年度の反省から、内容を高校1年生に理解しやすいようにと申し入れていたが、アンケート結果を見ると、その申し入れの効果があったとは思われず、今後の課題・問題点があるといえる。放送機器の不調で声が聞き取りにくかったという点についても惜まれる。

1. について、高校1年生が聴衆として参加することから、講演者も一定の配慮を行っているようであるが、行事自体が社会人一般（研究者・大学教員・大学院生）を対象としているために、自ずと限界がある。講演者、高校生のどちらにも非があるわけではないが、高校1年生が聴衆することを考えると、やはり講演内容が難解なものであった。

2. 研究者とはどういうものか（姿勢・意識・発想）という点については、ほとんどの生徒はしっかりと受けとめている。また、最先端技術やその応用について興味・関心が高まり、内容はかなり難しかったが講演を受けて良かったと考えている。それだけに、生徒にとって高度であってもわかりやすい内容であれば、より大きな効果が得られることになる。

昨年度の反省にたち、実施するに際して推進室でも講演内容の難度が高くなることを懸念しており、主催者側近畿地方発明センターのに申し入れを行ったが、講演会の趣旨から考えるとなかなか難しいようである。最先端の研究や研究者に対する啓蒙という点では、生徒は何かを得たようであり、まったくの失敗とは言えない。しかし、研究内容を理解し、研究の楽しさや面白さを生徒に十分伝わらせることを考えれば、本行事は失敗であり、この講演会については来年度以降検討する必要がある。

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いる。

- ・進路学習は、生徒の可能性を拡大する。
- ・進路学習は、生徒の能力を開化させる。
- ・進路学習は、生徒の適性を伸張させる。
- ・進路学習は、生徒の学習動機を高揚させる。

これら4つの力を作用させて、生徒の将来に向けて自己実現を果たしていくための可能性を高める。39期生（現1年生）は、中学校における進路の学習を振り返り、進路についての関心を深め、将来について考える機会を多く持つようにとの目標のもと、他の4クラスの普通コースとほぼ足並みを揃えて進路学習を行ってきた。

2. 取り組み

1. 4月10日 SSHオリエンテーション、SSH2年1組と対面式
2. 4月下旬 高校生活調査
3. 5月 1日 自分探しの旅
4. 5月 8日 科学技術講演会（リモートセンシング）
5. 5月29日 実力テスト、学習状況リサーチ
6. 6月26日 カリキュラム説明、進路ガイダンス
7. 7月上旬 進路希望調査
8. 7月19日 実力テスト
9. 8月30日 実力テスト
10. 10月 9日 職業適性探索
11. 10月15日 進路ガイダンス
12. 11月20日 実力テスト
13. 1月中旬 大学入試、センターテスト、出願、日程に関する基礎知識
14. 1月23日 実力テスト
15. 2月下旬 進路希望調査

その他随時 個人懇談・新聞、雑誌記事・大学オープンキャンパス・
実験教室・講演会・公開講座・各コンテストの掲示と参加への啓発

3. 生徒の様子

進路や進学に対する意識、授業に取り組む姿勢は、入学時点から他の普通コースに比べ高い集団である。SSHのコースは7時限の授業、特設科目、それらの実験、実習の課題レポート提出など、するべきことが多く、課外クラブ活動参加にも制限を受けるが、31名が課外クラブに属し活動している。野球部、サッカー部、テニス部、バスケットボール部、バレーボール部など、休日も練習や練習試合、公式戦の1日となることの多いクラブに入部して頑張っている者もいる。また2学期に新しく数学クラブを立ち上げたときには、1年1組から9名もの入部者があった。1月の数学オリンピック予選には部員全員（1年10名、2年1名）が参加し、3名が（1年1組からは2名）Bランク合格を果たした。現1年生は、世間では、ゆとり教育、2006年度問題（彼らの大学入学年度に当たる）など学力低下の危機が叫ばれているいる新教育課程での最初の入学者である。彼らにとっては、今はゆとりというより、やること、やらねばならぬことがいっぱいあり、時間に追われている。

2月末での進路希望は、多い順に医学部、理学部、工学部、その他に分けられる。医学部志望は17名いる。

4. 評価と今後の課題

自分の進路目標はおおむね持っ持っているが、その職業観（実際になってみないとわからない面もある）を持っている、もっと理解しようとする生徒は少ない。進路学習においては他のクラスと足並みをほぼそろえてやってきたが、LHRでは研修旅行事前学習や人権学習などの時間もあり、進路学習としての時間を十分にはとることができなかった。

今後の進路指導としては、平素の授業以外にも、大学オープンキャンパス、公開講座、企業の高校生向けのセミナーなど外の世界への参加を積極的に促すことも必要である。また自己実現に役立てることができるよう自己の適性の理解を深め、ある職業の遂行に必要な条件、能力、適性を把握し、自分と結びつけて考えることのできる力をもたせたい。それらが自己の学習のモチベーションを高めることにも結びつくと考えている。

2 年 1 組 H R 進路学習

教諭 市田克利

1. 意図

本校では、3 年間を見通して H R 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。3 8 期生（2 年生）の 1 学期では、充実した高校生活・進路選択・大学進学について考える機会を持つように進路学習を計画している。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おうと考えている。2、3 学期も、普通コースと連携しながら進路学習を予定している。

また、自然科学コースのクラス独自での企画にも取り組みたい。具体的には 1 期生としての後輩へのアドバイス、SSH 他校生の様子を知る、オープンキャンパス報告および大学研究室紹介等を随時行いたい。広い視野をもっての人としての成長と、大学進学に関する啓発を中心に指導していきたい。

2. 具体的な取り組み

- | | |
|------------------|--------------------|
| (1) 4 月 1 0 日 | 自然科学コース 2 期生との対面式 |
| (2) 4 月上旬 | ★進路だより 4 月号 |
| (3) 4 月 1 7 日 | SSH 交流会報告 |
| (4) 4 月下旬 | ★高校生活実態調査 |
| (5) 5 月上旬 | ★進路だより 5 月号 |
| (6) 5 月 2 9 日 | ★実力テスト |
| (7) 6 月上旬 | ★進路だより 6 月号 |
| (8) 6 月下旬 | オープンキャンパスについて |
| (9) 7 月上旬 | ★進路だより 7 月号 |
| (10) 7 月 1 9 日 | 実力テスト |
| (11) 夏休み | オープンキャンパス参加報告書 |
| (12) 夏休み | 学部・学科調べ |
| (13) 8 月 3 0 日 | ★実力テスト |
| (14) 9 月上旬 | ★進路だより 9 月号 |
| (15) 9 月 1 7 日 | 来年度科目選択と入試 |
| (16) 9 月 2 6 日 | 大学研究室訪問報告 |
| (17) 1 0 月 9 日 | ★進路ガイダンス |
| (18) 1 0 月上旬 | ★進路だより 1 0 月号 |
| (19) 1 0 月 2 3 日 | 卒業生による進路講演会 |
| (20) 1 1 月上旬 | ★進路だより 1 1 月号 |
| (21) 1 1 月 2 0 日 | ★実力テスト |
| (22) 1 1 月 2 7 日 | ★外部講師による進路講演会 |
| (23) 1 2 月上旬 | ★進路だより 1 2 月号 |
| (24) 1 月上旬 | ★進路だより 1 月号 |
| (25) 1 月 2 2 日 | ★センターテストについて |
| (26) 1 月 2 3 日 | ★実力テスト |
| (27) 1 月 2 7 日 | サイエンスキャンプを 2 期生に啓発 |
| (28) 2 月 5 日 | 調査書について |
| (29) 2 月上旬 | ★進路だより 2 月号 |
| (30) 2 月中旬 | ★大学詳細調べ |
| (31) 2 月 2 7 日 | 大学研修報告 |
| (32) 3 月 4 日 | ★実力テスト結果分析 |
| (33) 3 月上旬 | ★進路だより 3 月号 |

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。進路については s、やはり悩んでいる生徒も多く、志望は若干名文系志望がいるものの、ほとんどが理系志望である。また、医学志望の生徒も多い。2 期生との対面式では、1 0 名あまりの生徒が後輩に熱心に話しかけ、たいへん良い交流の場となった。SSH 交流会報告では、参加生徒が 2 泊 3 日の取り組みのプレゼンテーションを行った。SSH の他校の様子も交えながらの内容であり、生徒たちの興味関心をひいていた。大学研究室訪問報告では、参加生徒がその取り組みのプレゼンテーションを行った。特別講師として、来ていただいた先生の研究室でもあり、興味深く耳をかたむけていた。

2 学期後半からは、進路と入試について考える機会を多くとった。文化祭等大きな学校行事を終え、進路実現に向けて生徒の意識がより高まってきた。

4. 評価

昨年度と同様、進路や進学に対する意識が高く、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。特に、後輩との対面式は効果的であった。人前でプレゼンテーションを行うこともたいへん良い機会であると考えられる。

2 学期後半から、来年度科目選択や上級生の入試状況と時期を合わせて進路学習を進めて行ったことは効果があった。

数学クラブ

教諭 盛永清隆・藪内毅雄・藤本正裕

1.概要：数学オリンピック問題に興味があり、チャレンジしたい生徒たちが、過去の問題を通してセミナー形式で学習を続け、部員全員が数学オリンピック予選に参加し、3名の「準合格」という結果を得た。

2.経緯：本校はスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の事業計画に、数学クラブ設立を入れていた。それに基づいて、数学クラブを2003年10月に誕生させ、部員を募集した結果以下の11名が入部した。

1年生（SSHコース）：男子4名、女子5名（普通コース）：男子1名

2年生（普通コース、文系）：男子1名

3.内容

（1） **仮説：**数学オリンピックなどの問題をじっくりと考えることによって、1）すぐにあきらめずに持続的に取り組む能力がつく。2）自分で問題を解く能力を高められる。

（2） **方法：**まず我々は野口廣：『数学オリンピック教室』を購入した。例会はSSHの7時限目のない毎週木曜日放課後。そして部員達は、数学オリンピック予選過去問題にチャレンジした。彼らは、1週間考えてきたアイデアを発表しあった。また、それを聞いてその場で浮かんだ考えを交換しあった。



写真3：アイデアの発表 写真4：発表を聞く部員 写真5：問題に取り組んでいる部員たち 写真6：説明中の顧問

（3） **配慮した事項：**顧問は発表者の考えを大切にした。また、楽しい例会にするよう努めた。

4.効果と評価

（1） **生徒への効果：**すぐ答えを求めるのではなく、部員は持続して考えるようになった。

部員はあきらめかけた問題も、持続して考え解答にたどりつく経験をした。また自分の発表を聞いてもらえることの喜びを知った。記述の仕方、説明がうまくできるようになった。

（2） **教員への効果：**生徒たちの数学的能力を高めることについて、教師間で相談するようになった。

（3） **評価：**数学クラブの活動を通して、物事に根気よく取り組む生徒が育った。第14回日本数学オリンピック予選（2004年1月12日実施）には、受験料5000円自己負担で全員11名が参加した。その結果3名（SSHクラス1年2名、2年1名）が準合格した。

5.課題及び今後の方向

（1） **問題点：**本来上級生、下級生がいてクラブの体をなすが、現在は部員13人（1年12人、2年1人）である。上級生による影響が期待できなかった。SSHは7時限目までの授業があるので、十分な活動時間を確保しにくく、教官が指導する時間の確保も難しい。

（2） **今後の課題：**現在の部員が活動を継続すること、新しく部員が加入すること。活動時間の確保。長期休業中の活動。数学オリンピックのほかにも新しい目標を見つけること。

（3） **平成16年度に向けての改善策：**来年度は、現在の部員が活動を続けるよう指導し、1年生も加入するよう働きかけ、このクラブが本校の伝統として位置づくようにする。

仮説

- 1 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
- 2 意欲的に情報を取り入れ、発信していく生徒を育てる
- 3 社会における科学技術のあり方を考える生徒を育てる

研究内容・方法

- (1) 大学や企業の研究機関による指導（講義・見学等の研修機会の量的質的充実）
- (2) 京都府等の教育・研究機関との連携強化（けいはんな学術研究都市等での教育・研究活動との連携）
- (3) クラブ活動等発表・発信の場の設定（公開講座、コンクール、研究発表等へ積極的参加）

はじめに背景としてあるもの

未来型の数学教育の構想には、日本の特殊な状況として受験体制、少子化にともなう大学受験における自然科学科目の弱体化が複雑に絡んでいる。数学に対する価値が認められ高まれば、自然と数学の分野に人間が集まり、数学の価値意識を背景に研究の発展がもたらされる。（学力低下の危機）

→ 新しいカリキュラムの開発へ

新しい教育の実施に際して、「教師の力量が鍵」と考える。問題解決へ主体的に取り組む、自己学習力をもつことが不可欠である。職場が、教育と同時に実践研究の場になっていることが必要である。教育思想、教育内容、教育方法の伝達という伝統的な文化遺産の伝承が教師教育ではなく、解決されるべき課題に向け新しい科学技術の担い手として、「独創的・創造的な探究力」「鋭い洞察力と研究能力」も教師に対して求められる。教師は「教育実践」に留まらず「研究」の専門家であるべきと考える。教育実践経験を生かしながら、教育実践の場を「研究の場」として眺め直し、創意工夫によって理論化・実践化する教育実践科学研究を自ら行う能力にまで高めることが大切ではないか。

→ 現場の疲弊化と教員資質向上へ



実際の構想・開発の検討は、数学教育者、数学者のみならず他の科学分野の研究者、さらには、数学の変容を実現している企業・研究所、技術者、コンピュータエンジニア、企業経営者、一般市民等によって行われる必要がある。

・スーパーサイエンスハイスクールとの連動性

- (a) 研究者・技術者による特別授業の実施
- (b) 大学や研究機関等と学校との連携による高度な教材等の開発等
- (c) 研究者・技術者による教員等を対象とした研修の実施及び業績の発信

検証と評価

(1) 大学や企業の研究機関による指導（講義・見学等の研修機会の量的質的充実）

各教科で実施されているので、参照のこと。

(2) 京都府等の教育・研究機関との連携強化（けいはんな学術研究都市等での教育・研究活動との連携）

1. メーリングリストの発足

(1) 時系列展開

○ 2002 年度（手探りの昨年度）

（数学教育学会）

- ・ The 8th International Congress on Mathematical Education (ICME-10) 論文集, 2002/7
- ・ 秋季例会発表論文, 2002/9

（日本数学教育学会）

- ・ 第 84 回全国算数・数学教育研究（兵庫）大会, 2002/8

理科主導のニュアンスが濃かった。

○ 2003 年度（基盤固めの今年度）

主なもののみ抜粋

（京都府・企業・研究所）

- ・ 京都府立高等学校数学研究会冬季大会, 宮津高校, 2002/12
- ・ マンデルブロー講演（桃山・西宇治高校）
- ・ けいはんな D E サイエンス

（大学・団体）

- ・ 関西テクノアイデアコンテスト（京都大学, 大阪大学, 神戸大学, 京都工芸繊維大学, 大阪市立大学, 近畿地方発明センター）
- ・ 本学（神戸大学・大阪教育大学等）
創造性の育成を目的とした遠隔協同学習
一日タイ遠隔協同学習の実践一

3 月

算数・数学・数学教育のメーリングリスト
「mathEnet」発足

参加メンバーの人数（平成 16 年 2 月 17 日現在）

	教育行政等	企業	研究団体	国立大	私立大	院生・学生	高校教諭	中学教諭	小学教諭	一般市民受験業者	報道関係
京都府	9	2	5	7	1	8 (園も含む)	36 (園私も含む)	8 (私含む)	1	4	
京都市	4	1			1			2 (園含む)	1		
他府県	4	1		5 (他府県)	1	3 (園も含む)	9	5 (園も含む)	0	1	10
園	6		2				8		0	1	
教材・出版社	13										2



補助資料

- ・ ML 内で掲載された記事については、数学・教育関係、宣伝
各校間交流、呼び掛け等

- ・ SSH 交流会（於：日本科学未来館等）
- ・ 数学教育学会，春季年会，於：東京大学
スーパーサイエンスハイスクールにおける数学教材の開発について
～吊り橋の数学（科学）の実践報告～
創造性の育成を目的とした遠隔協同学習一日タイ遠隔協同学習の実践一



5 月～8 月

- ・ けいはんな D E サイエンス（準備会議～8 月 9 日（日）まで）
- ・ 関西テクノアイデアコンテスト（運営会議～11 月 20 日まで）
- ・ 京都府立高等学校数学研究会総会並びに前期研究大会 「フラクタル幾何学の教材化」
於：洛北高校
- ・ クルーレス・ソーラーボート大会（打合せ会～8 月 28 日（土）引率まで）



9 月～12 月

- ・ 数学教育学会，秋季例会、於：千葉大学 9 月
シンポジウム「学力向上アクションプランと数学教育」
スーパーサイエンスハイスクールにおける本校の現状
- ・ 近畿算数数学研究大会、奈良大会 於：桜井高校 11 月
- ・ 教員養成大学・学部等教官研究集会（シンポジウム）「教育課程の開発と教員養成大学・学部の在り方」
主催 文部科学省，於：奈良教育大学 12 月
「教員養成大学附属高校の役割と展望 ースーパーサイエンスハイスクール事業の観点からー」

(2) 主な活動内容

『mathEnet の主な活動履歴』

- ①第1回勉強会 2003年 6月14日(土) 13:00-17:00頃
場所 京都教育大学1号館A棟4階 A2教室 参加人数:14人
- ②第2回勉強会 9月13日(土) 13:00-17:00
場所 京都教育大学 A1教室 (守屋研究室斜向かい)
- ③けいはんなDEサイエンス (後述) 8月10日(日)午後
場所 けいはんなプラザ1階イベントホール 参加者数:
延べ約1000名
- 参加出展団体は以下である。
- ① ステージ部門 「蒼」市民グループ
- ② ブース 部門 京都教育大学附属高校及び京都中学校
京都数楽研究会(京都府の中学校と高校の先生)
京都府高等学校数学研究会
京都府立洛北高等学校
奈良女子大学附属中等教育学校
- ④京都府高等学校数学研究会 平成15年度秋季研究大会 10月24日(金) 13:20~17:00
場所:立命館宇治中学校・高等学校
テーマ:中高一貫教育の試みと教育内容の連結について
- ⑤数学オリンピック解説会 --- 数学オリンピックに興味のある人集まれ!
11月3日(月) 9:00 --12:00 (受付 8:30 -- 9:00)
内容:2002年度日本ジュニア数学オリンピックの出題問題の解説
11月3日(月) 13:00 --16:00 (受付 12:30 -- 13:00)
内容:2002年度日本数学オリンピックの出題問題の解説
場所: 京都府立洛北高等学校
- ⑥第8回「青少年のための科学の祭典」京都大会
11月8日(土) 10:00~16:30 9日(日) 10:00~16:00
場所:京都市伏見区深草の京都市青少年科学センター
- ⑦数学文化公開講演会(第1回, 第2回) 11月8日(土) 14:00~16:00
11月13日(木) 午後1時30分~2時30分
- ⑧2003年度 奈良女子大学文学部附属中等教育学校 公開研究会 11月22日(土)
奈良女子大学文学部附属中等教育学校
- ⑨京都府立高等学校数学研究会 平成15年度教育課程専門部会研究大会 12月5日(金) 13:40--16:30
京都府立西舞鶴高等学校
- ⑩平成15年度 教員養成大学・学部等教官研究集会 12月13日(土)~12月14日(日)
場所: 奈良教育大学

※京都府高等学校数学研究会HP開設への相乗効果 <http://www2.hamajima.co.jp/kyoto-math/>

mathEnet (<http://www2.hamajima.co.jp/~mathenet/>) メーリングリスト資料

このメーリングリストは、「数学教育に関わる情報の交換」を目的としてつくられました。数学教育に対する意見や提案などの他にも、授業実践報告や教材の情報、独自の活動、現場での悩みを互いに交流する場にできれば幸いです。参加される方は、数学自体の内容あるいは数学教育に興味をお持ちの方なら誰でも結構です。それぞれの立場で、さまざまな意見を通して、いっしょに21世紀の数学教育の未来を語りたいと思います。参加に当たっては、次の点に留意していただくようお願いします。

- * 著作権侵害のないようご注意ください。
- * 他の人や団体などにご迷惑のかかる発言はおやめください。
- * このメーリングリストの内容から、個人情報を削除した上で、再編集し、webで広く多くの人に公開することがありますので、ご了承ください。このメーリングリストへ参加を希望される方は、河崎哲嗣 (tetsushi@kyokyo-u.ac.jp) まで、ご連絡下さい。

(ii) 平成15年度京都府立高等学校数学研究会総会並びに前期研究大会 (該当教諭 山本)

- 日 時 平成15年7月4日(金) 午後2時から
- 場 所 京都府立洛北高等学校
- 発表者 **山本 彰子**
- 題 名 講演Ⅰ「フラクタル幾何学の教材化」
- 内 容 学校設定科目「応用数学Ⅰ」においてフラクタルを教材化した1年間の取り組みについて京都府立高等学校の数学教諭対象に発表をした。
- 評 価 参加者は研究という世界からほど遠い現場からの教諭が多く、本校の教育活動は刺激になった反面、別世界と受け取られた感がする。つまり優秀な生徒対象の授業だから達成しているという受け取り方である。各校で取り組もうというレベルには更に教材の中身を詳しく分かりやすく改善し、情報提供を絶えず行うことが大切である。ただ、数学教育に活気を与えようと現場の中に積極的に取り入れる態度への影響があったことは確かであり、講演Ⅱ「Basicによるマンデルブロー集合等」などでは学校長自らが実践・講演し、参加者の意識改革の一助になった。我々の地域貢献への意志は徐々ではあるが浸透しつつある。

(iii) 2003年度数学教育学会秋季年会発表論文 (該当教諭 河崎)

- 日 時 平成15年9月26日(金) 午前9時30～正午
- 場 所 千葉大学教育学部2号館
- 発表者 **河崎 哲嗣**
- 題 名 「スーパーサイエンスハイスクールにおける本校の現状」
- 内 容 シンポジウム「学力アクションプランと数学教育」
司会 守屋誠司 (京都教育大学)
大高一雄 (千葉大学先進科学教育センター) 『「飛び入学」実施から』
駒野 誠 (筑波大学附属駒場高等学校) 『中高一貫教育』
土屋 裕 (山梨県韮崎市立甘利小学校) 『学力向上フロンティア事業(教育現場から)』
塩尻文男 (大阪府教育委員会指導主事) 『学力向上フロンティア事業(行政の立場)』
河崎哲嗣 (京都教育大学附属高等学校) 『スーパーサイエンスハイスクール』
進藤聡彦 (山梨大学人間教育科学部) 『学習指導カウンセラー派遣事業』



(iv) 教員養成大学・学部等教官研究集会(シンポジウム)

「教育課程の開発と教員養成大学・学部の在り方」主催 文部科学省, 奈良教育大学 12月

「教員養成大学附属高校の役割と展望

ースーパーサイエンスハイスクール事業の観点からー」

**京都教育大学教育学部附属高等学校
数 学 科 河 崎 哲 嗣**

趣旨：教育課程の開発の新しい動向は、教育の個性化・弾力化ならびに地域課題に即した教育の展開の一環であるといえる。その教育課程の開発について、教員養成大学・学部、附属学校園、地域においてどのような検討がなされ、相互に連携が行われているのか、あるいは行われるべきなのかを検証していくことが重要である。とりわけ現実に進行しつつある教育特区の取り組みにおける教育課程の開発の実態とそれへの他機関の連携・協力、附属学校におけるスーパーサイエンス・ハイスクールの取り組みと大学や研究機関等との連携、学校の

教育課程開発における地域や高等教育機関などとの連携など、以上の点について議論を深め、それぞれの課題と役割を整理することを追求したい。

我が国が科学技術創造立国として国際競争力を保ち新規産業を創出するためには、それらの役割を担う人材教育が重要となる。しかし一方では、青少年の「理数・科学技術離れ」が厳然と存在し、理数系進学者の減少が深刻な問題となっている。さらには大学教育の質の低下も問題視され、高等学校教育の段階からの抜本的な変革も要求されている。

そこで「科学技術・理科大好きプラン」という施策に基づいてスーパーサイエンスハイスクール（以後 SSH）構想が提案され、平成 14 年 4 月には文部科学省により本校を含めて 26 校（H15 も 26 校）が指定を受けたのである。このシンポジウムでは、構想実現のための手段のうち、『SSH における先進的な科学技術、理数教育の実施』、『大学、学協会、研究機関と教育現場との連携の推進』を中心に地域連携・普及を視野に入れた実践を現状課題とともに報告させていただく。

その手段の具体的な方法としては、「大学や研究機関等と連携し、研究開発の実施のために必要となる機器・消耗品等の整備、アドバイザーやティーチングアシスタントの派遣、科学技術系クラブ活動の活性化支援、SSH 間の成果発表会等交流活動の支援等を実施する」とされていることを踏まえ、本校では本学と京都大学、京都工芸繊維大学や京都工業会等からの支援体制が得られるようになった。また教員を中心とするメーリングリストを活用したネットワークが広がり、多くの関係団体との壁を越えた情報交流が可能になったことが成果である。これは周辺の高校や地域行政と連携をした事業を展開する為に有効であり、また新たな刺激になって教育現場への活性化が生じている。特に本校では「アドバイザーやティーチングアシスタントの派遣」での人的支援を受けることが大きなメリットとなっている。また当初「成果発表会、コンテスト等の交流活動の支援」という大きな 1 つの目玉を背景に、SSH 間の交流を推進・活動の活性化、科学技術・理数教育のベストプラクティスを共有することを目指していたが、ここに至りて各校独自の事情で温度差が生じてなかなか実現できないでいるのが実情である。

また『大学、学協会、研究機関と教育現場との連携の推進』で示されているプログラムメニューとしては、

- (a) 研究者・技術者による特別授業の実施
 - (b) 大学や研究機関等と学校との連携による高度な教材等の開発等
 - (c) 研究者・技術者による教員等を対象とした研修の実施及び業績の発信
- の 3 つが呈示されている。

教育現場とは「教育実践」の場であるとともに「研究」の場であることが大切と考えられるが、実情では専門的な検証・評価を得ずに個人的な研究や組織的に小規模な範囲に留まっている場合が多く、汎用性・実効性が高いという評価を得ないモデルになっている傾向が多い。以上の点から SSH 事業における教員養成大学附属高校の役割は大変重要と考えるのである。常に研究開発実験のパイロット校として期待され、逆に成否によっては附属高校の存在価値にまで及ぶのはいうまでもない。そこで選択授業や中高一貫教育などに絡めた多くの実践的な研究とともに、本校は実践的フィールドの軸足を高等学校においた中等教育と高等教育との連携を意識したカリキュラム研究を目指している。本校にとってその時必要なのは還元を期待する教育現場の先生の意見で、地方行政との協力方法を 1 つ 1 つ確認しながら地域のニーズを敏感に察知し、相互で近寄り難かった同士に附属高校をパイプ役にしてのコーディネートも大切と認識している。

さて、本校の大きな課題として意識を変えて取り組む必要性から大きなハードルが突如として立ち上がった。特に

- ① 指導教員の意識・意欲・資質・能力、
- ② 学校の方向性・経営方針、
- ③ 研究内容の「評価」

が問題となってきた。どう乗り越えるかが今後の課題である。SSH の研究成果としてこのカリキュラムが果たして機能するのかを特に地域連携という観点から考えるにならば、今後地方行政、大学、学協会等の見識者からのさらなる一歩踏み込んだ協力・支援・提言を期待しなければ、研究成果としての実績は上がらないと考えている。

～後記～ 本発表論文は、以下の研究集会にて投稿したものである。

平成 15 年度 教員養成大学・学部等教官研究集会プログラム

「教育課程の開発と教員養成大学・学部の在り方」

期 日 平成 15 年 12 月 13 日（土）

会 場 奈良教育大学 講堂

主 催 文部科学省、奈良教育大学

後 援 奈良教育委員会、奈良市教育委員会、大和郡山市教育委員会

シンポジウム「教育課程の開発に対する教員養成大学・学部、附属学校園、地域の役割」

司会者 上野 ひろ美 奈良教育大学副学長
 提案者 長尾 彰夫 大阪教育大学副学長
河崎 哲嗣 京都教育大学附属高校
 山本 吉延 奈良県教育委員会学校教育課長
 奥田 秀紀 奈良県大和郡山市教育委員会学校教育課長

3. 『けいはんなDEサイエンス』

関西文化学術研究都市（けいはんな学研都市）における文化学術研究資源を活用し、関係機関や学校、地域の連携と協力により、子どもたちの「科学する心」や「創造する心」を育む「けいはんな子どもサイエンススクール推進事業」がある。「けいはんなDEサイエンス」は、その「けいはんな子どもサイエンススクール推進事業」の一環の1つで科学実験・工作イベントである。けいはんな学研都市で、子ども達が科学実験・工作教室に積極的に参加し、直接五官で感じることの楽しさを体験する。」ことを目的としている。本校として昨年度は、「地球温暖化」（理科）のステージ、今年度は「3Dトリックアート」（数学）のブースを設定した。

○ 日 時 平成15年8月10日(日) 午後1時から午後4時

○ 場 所 けいはんなプラザ1階イベントホール

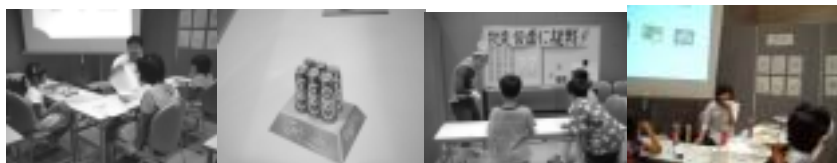
○ 主催、参加、協賛

- ・ 地元自治体関係【京都府、（本庁、田辺地方振興局、木津地方振興局）、大阪府、奈良県、京田辺市、木津町、精華町】
- ・ 地元教育委員会関係【京都府教育委員会（教育庁、山城教育局）、京田辺市教育委員会、木津町教育委員会、精華町教育委員会】
- ・ 学研都市立地機関【（財）国際高等研究所、（財）地球環境産業技術研究機構、日本原子力研究所関西研究所、日本原子力研究所計算科学技術推進センター、きつづ光科学館ふおとん、私のしごと館、同志社大学大川センター、京都府農業資源研究センター、（株）国際電気通信基礎技術研究所、N T Tコミュニケーション科学基礎研究所、（財）奈良先端科学技術大学院大学支援財団】
- ・ 学研都市建設推進等関係者等、mathEnet、京都府立高等学校数学会、学校関係

○ 当日までの全体会議日程の記録

日	時	場	所	内	容
5月	9日(金)	午後2時	けいはんなプラザ5F会議室	子供サイエンススクール事業打合せ	
6月	6日(金)	午後2時	精華町役場 7F会議室	8月10日までの日程等調整顔合せ	
	27日(金)	午後2時	けいはんなプラザ5F会議室	会場視察・出し物の調整	
7月	24日(木)	午後3時	同上	ワーキンググループ兼推進会議	
8月	9日(土)	午後4時	けいはんなプラザ1F	荷物搬入	

- **評 価** 京都教育大学附属高校に京都府から連携依頼があった事業の1つである。当日は午前9時からの準備で午後1時から開場とした。午後4時までに約1000人の来場者を対応したことになる。本校は昨年度個人で対応し、今年度は推進室が対応した。だが全て個人の力で対応し、校内・教科の打合せの下で計画・立案したものではない。もう一度目標を確認すべきである。従って今回は数学分野のみで中高大連携の立場から、附属京都中学校と大学院生からの支援を得たことになった。また生徒ボランティアとして4名の参加があった。準備の過酷な割に他の学校との交流や普及にも役立ち、また研究所や自治体との連帯が強まったことは多いに成功であるが、親子の喜ぶ顔を見たときに十分に地域貢献をしている事業の1つと認識した。



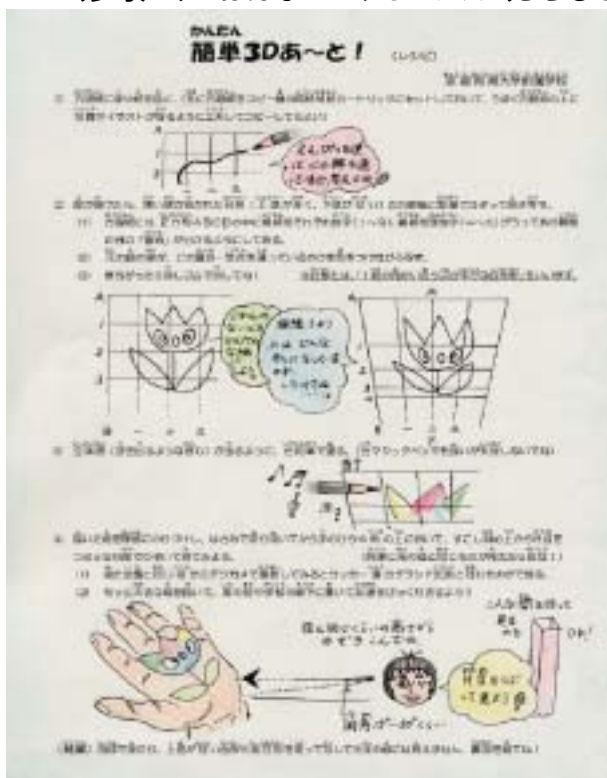
生徒ア：けいはんなに参加してほんとに楽しかったし、いい経験になりました。子供たちに説明しているとすごくい付きがよくて、何事にも興味しんしんで、「こういう風に純粋な気持ちで何事に

も関わっていかないと・・・」と改めて感じました。またこういう機会があれば参加していきたいと思います。ありがとうございました。

生徒イ：参加する前はどんな風になるかなんて考えてもいませんでしたが、実際、参加させていただけることは「楽しかった」ということです。子供たちに教える（伝える）側でありながら、途中から私のほうが反対に楽しんでいることに気付いたのです。普段、子供たちと接していないという理由もあるかもしれませんが、1番の理由として「理科・数学を知る楽しさ」だと思います。机に向かってする勉強とは違い、自分の手や体を動かして学ぶ楽しさが大きかったと思います。自分の目・体で確かめることの大切さが実感できました。



(参考) けいはんなDEサイエンス (ちらしとレシピ)



◎何故片目で見たり、筒でのぞくと浮き出るのは。デジカメの画像ではうまくいくのか！

人間は両目で、物体の奥行きや幅を認知します。人にはそれぞれ特有の「視差」というものがあり、やや焦点をずらして捉えています。ですから両目で直ぐ焦点がしぼれて対応できる人となかなかできない人がいるわけです。片目で見るということは、片目の1つの焦点で物体を捉える様になっているということ。筒を用いてのぞくことは、視界に広がるあらゆる視点を筒のフレームを使って視野を狭めているということです。デジカメの映像は、一度レンズを通して焦点をしぼって撮影したものであるから浮き上がって見えるのでしよう。

サッカースタジアムから見下ろす3Dトリック広告は、デジカメと同様にテレビの画面で見えるのですが、スタジアムのある場所から見ると両目でも同じ様に見えるそうです。それは、広告事態の色調や十分遠く離れた位置で見るために焦点がしぼれるようなデザインになっているといえましょう。

最近は、両目でも見える3Dトリックアートが出てきています。人間の脳と数学と芸術をとともに学習できる良い教材だ

(3) クラブ活動等発表・発信の場の設定 (公開講座、コンクール、研究発表等へ積極的参加)

1. 関西テクノアイデアコンテスト (財) 近畿地方発明センター・京都大学VBLとの連携

1997年度から第1回テクノアイデアコンテストが実施された。昨年度(2002年度)より高校生枠を設けた。これは高校生の理科離れ対策の1つとしてのSSH構想をうけたものであり、テクノアイデアコンテストとしても高校生に対する啓発活動が有意義であると判断された。身近な生活に役立つ技術から最先端科学技術に至るまでの広い意味での科学技術アイデアを募集し、起業・特許について基本的なアドバイスやサポートも受けられることになっている。実行委員として本校の教諭が参加協力している。本校ではコンテストに作品を出すということの意義として生徒の作品の校内評価だけに終わるのではなく、外の評価を得ることが大切と考えている。

- 日 時 平成15年11月22日(土) 午前9:30～
- 場 所 京都大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー
- 主 催 関西テクノアイデアコンテスト実行委員会

実行委員 松重 和美 (京都大学教授、VBL施設長)
 田川富士雄 (近畿地方発明センター理事)
 太田 仁 (神戸大学教授 VBL専門委員)
 佐々木孝友 (大阪大学教授、VBL長)
 中山 弘 (大阪市立大教授)
 西野 茂弘 (京都工芸繊維大学教授、VL長)

河崎 哲嗣 (本校教諭)

- 後 援 京都府教育委員会、京都市教育委員会
- 協 賛 アイ・アイ・エス、関西サイエンスフォーラム、(株)関西
 TLO、大阪大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー、京都工芸繊維大学ベンチャー・ラボラトリー、神戸大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー、大阪市立大学(社)応用物理学会関西支部
- コンテスト当日までの事業日程の記録と予定



日 時	場 所	内 容
7月 4日(金) 午後1時30分	京都大学 VBL	コンテスト実施要項の確認、事業日程
14日(月)		案内ポスター、ビラ、HP完成
8月 4日(月)	本 校	ポスター100枚、ビラ3000枚到着
※各校を訪問し趣旨説明	京都府立(洛北、嵯峨野、桃山、桂、洛西、京都すばる) 京都市立(西京、堀川)、立命館高校 滋賀県立(膳所、八日市)	
10月20日(月)	京都大学 VBL	応募締め切り・必着
11月初旬	同 上	1次審査

- 評 価 SSH校の本校が地域の普及のために活動するのは重要なことである。本コンテスト

について、校外はもちろん校内での浸透が急務である。学校設定科目「科学技術」を代表として本校のSSH研究の成果を校内的な評価以外にも、こういったコンテストで外部評価を受けることは大切である。現況としては授業担当者が実行委員に関わっていないために、生徒への効果的な啓蒙や出展意欲の掘り起こしが非常に難しい。これは「発表する」という重要性などが平素の授業の中で意識づけが進んでいない結果があるとみえる。また、事前に少数ではあるが案内郵送は済ませたものの、より地域高校生へのPRを目指し今回は「学校訪問」という形をとった。より他校の現場の理科教諭への意識浸透を図らなければ、生徒達には伝わらないと考えている。



※京都大学総長賞と奨励賞を受賞した

(資料) 関西テクノアイデアコンテスト

<http://www.vbl.kyoto-u.ac.jp/Contest/>

高校枠 プレゼンテーション (はじめの挨拶含む)			
10:00-11:00	10:00~10:15	江崎寛朗	京都府立工業高等学校 3年
	10:15~10:30	杉本高大	京都教育大学附属高等学校 1年
	10:30~10:45	塩貝純一	京都教育大学附属高等学校 2年
	10:45~11:00	石塚法行	京都府立工業高等学校 3年
11:00-11:30	懇親会		
11:30-11:40	高校枠 結果発表、表彰式		
11:40-13:00	昼休み		

二足歩行ロボットのおもちゃを開発された高橋さんとの交流やデモもあるよ!

13:00-14:30	大学校・ハitek部門 プレゼンテーション
14:30-14:45	休憩
14:45-16:30	大学校・生活アイデア部門 プレゼンテーション
16:45-17:30	懇親会
17:30-18:00	大学校 結果発表、表彰式 閉会

高校校賞品 (本選のプレゼンテーション次第！！)

賞	副賞	賞数	特記事項
グランプリ	SONY A4 ノート PC バイオ CG-GR52V/P	1名(組)	
優秀賞	Canon デジタルカメラ IXY400	1名(組)	
京都大学総長賞	京大総長直筆色紙+SONY PDA PEG-SJ33	1名(組)	特別賞
奨励賞	SEIKO 電子辞書 SR9800	1名(組)	

※大学の部は、次代のエンジニアや研究者の方達のアイデア満載。特に生活アイデア部門は面白そう。

発表内容例 (布団・カーベットのダニを薬品を使わず全滅、パーソナル・メイク・アドバイザー、音声認識とシソーラス辞書を用いた知的 PIM エージェント、人にも環境にも優しい濡れない傘、ゴミ釣り、Read-Only スプレーetc) です。

経済学部 of 1 回生の学生 2 名が本選へ出場してきています。

※今回落選した中にも「俯せ寝用枕」「エアージェット式傘乾燥機」「白髪だけ切る」「ハンズフリー携帯ミラー」「こすっても安心自動車からキズを守シート」「呼べば答えるリモコン」「超音波を用いた過食防止センサー」「熱収縮する高分子を利用したサイズ可変シューズ」等がありました。見たかったなあ。

2. クルース・ソーラーボート大会 (資料は 107 ページ)

- 実施目的 ソーラーエネルギーを利用した無人ボートを製作し、スピードおよび技能を競うことによって、子供から大人までが新しい技術と触れあい、工作を通じて創作や工夫できる喜びを体験し、ひいては琵琶湖の環境について学習できる機会を提供する。
- 参加経緯 1)各部門には小学生の部・中学生の部・一般の部(高校生以上)があるが、普及部門には中学生が向いており、先端部門には大学・社会人が主体となっている。関係者からSSHとして先端部門への参加を打診された。2)高校生単独の参加は困難と考えたが、滋賀大学の学生チームに加わることで、滋賀・立命館大学の教授・学生達の指導・協力の支援の可能性を提示
- 日 時 平成15年8月23日(土)・24日(日)
- 場 所 サニービーチ/滋賀県マキノ町(JR湖西線マキノ駅下車徒歩10分)
- 参加人数 滋賀大学・立命館大学・明治大学・中央大学・大阪電気通信大学・ヤマハ
※本校から1年生男子2名女子1名が参加
- 主 催 クルース・ソーラーボート協会、第7回びわ湖クルース・ソーラーボート大会実行委員会
- 共 催 (財)エネサーブ理工教育振興財団
- 後 援 文部科学省、科学技術振興事業団、滋賀県、滋賀県教育委員会、滋賀県商工会議所連合会、滋賀県商工会連合会、滋賀県経済同友会、滋賀工業会他
- 競技方法 びわ湖竹生島周回レース：マキノ町サニービーチを出発して竹生島の北端を反時計回りに周回して出発点に戻るコース約20kmで所要時間により順位を競う。操縦/GPSによる自動操縦、動力/ソーラーパネル面積2m²以下(バッテリー容量20Wh以下の併用可)

評 価 GPSのプログラミングは「C言語」で、指導者の存在が最重要である。プログラミングできる生徒が存在することも大きな要素である。進む方位を緯度・経度を感知しながらボートは進むが簡単な三角比を学んでおれば構造は簡単である。「数学と科学技術の融合」として将来性の高い教材に変わる可能性がある。また生徒にとって大学生に混じって教わる機会は、大きなモチベーション向上に繋がる。立命館大学の最新設備で学ぶ機会が来年度は出てくると思うので、大変有意義な行事になると期待できる。

課 題

SSH の研究指定を受けたことで、学習指導要領の枠組みを越えて柔軟な数学学習を行う環境づくりができた。

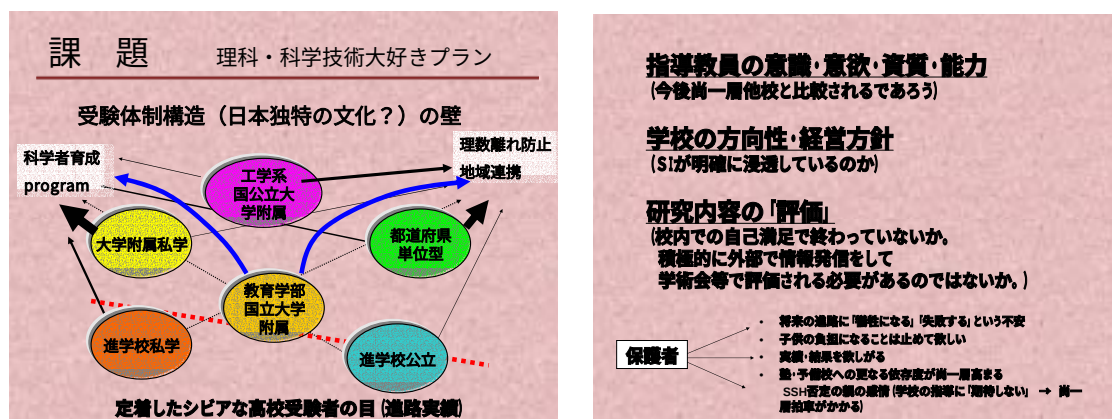
また、科学クラブの設営も考え、「その一環としての数学」をどのように活用していくのか、「地域交流」もうたっており、京都府とどう連携していくのか等課題が山積みである。

だが、いずれの学校でも大きな課題が

- ①指導教員の意識・意欲・資質・能力、
- ②学校の方向性・経営方針、
- ③研究内容の「評価」、
- ④理科重点から数学も含める展望

4つあげられる。評価については全教科・行事・特別活動においても必要であり、非常に前途多難である。

今後慎重な指導内容の検討・実践が必要で、研究成果としてこのカリキュラムが機能するのかわかっている。だが数学教育の改善のため最大限の努力を目指しており、大学、学協会等の見識者からのさらなる一歩踏み込んだ協力・支援を渴望している。



来年度の展望

- 1 評価モデルの具現化（このような活動によって生徒や教師がどのように変わったのか）
- 2 高大接続の内容の構築
- 3 公開講座（教員の研究授業）実施

3. 平成16年度京都教育大学公開講座

- 1 講座名 つくる・みる・かんがえる かたちとかず （全10講座）
- 2 対象 小学生高学年程度～中学1年生程度（保護者同伴・一般教員見学可）
- 3 共催 立命館高校 数学科
- 4 趣旨、目的等

今日若者達の「理数離れ」が叫ばれて久しいが、その対策の1つとして「理科・科学技術大好きプラン」に基づいたSSH及びSSP事業が盛んに各地で実践されている。しかし、その多くが理科中心の活動であり、本来科学の発展や日常生活にまつわる論理的な基盤を支えてきた算数・数学に関するものは極めて乏しいため、少しでも算数・数学の重要性を訴え続け「面白さ」を与えたい。また、今後は小学校・中学校・高校・大学間で「一貫教育」体制を主とした教育が尚一層加速し、校種を越えた児童・生徒に対応しなければならないニーズがある。そこで1つの教員研修・地域貢献・交流として、活性化に繋がれば幸いと考えた。

- 5 日時・講師名・内容

5月22日（土） 13:00～15:00 長濱 聖（科学館員）

『「水をはじく、はじかない」を数学で考えよう』

6月 5日（土） 13:00～15:00 中井 保行（京都府立嵯峨野高校） 『計算尺をつくろう』

6月12日（土） 13:00～15:00 河崎 哲嗣（附属高校） 『目の感覚を利用しよう』

7月 3日（土） 13:00～15:00 大村 隆之（附属京都中学校）

山本 茂生（京都府立西小倉中学校） 『色んなコマをつくろう』

7月10日（土） 12:00～16:00 松田 全功（立命館中学・高等学校）

算数・数学の利用を～BKC施設見学を兼ねて～

- 9月18日(土) 13:00~15:00 黄瀬 正敏(京都府立八幡高校)『体で数を表示しよう』
 10月 2日(土) 13:00~15:00 宇川 和余(京都府立長岡中学校)
 『等積変形(三平方の定理の発見)』
 10月 9日(土) 13:00~15:00 大西 俊弘(奈良女子大学附属中等教育学校)
 『敷き詰めの幾何(エッシャーに挑戦)』
 11月20日(土) 13:00~15:00 高田 加代子(京都女子高等学校)『ピックの定理』
 12月 4日(土) 13:00~16:00 小波 秀雄(京都女子大学)
 『釣り糸と真鍮パイプでつくる美しい正多面体』

第7回びわ湖クルーズ・ソーラーボート大会資料



第7回びわ湖クルーズ・ソーラーボート大会	
大会日程	
普及部門	
会場 滋賀大学教育学部附属高小中学校グール	
平成15年8月9日(土)	
8:30	受付開始
9:50	開会式
10:00	競技開始
直線スピード個人戦、団体戦、予選	
12:00	昼食
13:00	的当てゲーム
13:30	オーディオコンパ
14:00	直線スピード個人戦、団体戦、決勝
15:00	競技終了
表彰式、閉会式	
小雨決行、万が一できないときは予備日の8月10日(日)に開催予定。	
先進技術部門	
会場 マキノ町サニービーチ	
平成15年8月23日(土)及び24日(日)	
8月23日	
9:00	受付開始
9:50	開会式
10:00	競技開始
環状スタート方式(抽選)	
14:00	競技終了
8月24日	
9:00	集合
9:30	競技開始
環状スタート方式(前日の順位による)	
13:30	競技終了
13:45	表彰式、閉会式
天候の都合により競技を中断又は中止することがあります。	

5. 目標方位およびWP切り替えアルゴリズム

1) WP (Way Point) について

自船を設定経路に沿って航行させるために、今回は設定経路に沿って目標ポイントを設定し、自船が目標ポイントに向かい航行するようなプログラムを作成します。この目標ポイントのことをここではWP(Way Point)と呼ぶことにし、WPを切り替えていくことで連続的に経路に沿って航行することが可能です。

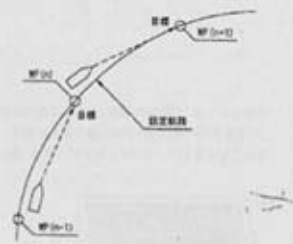


Fig. 5-1 Way Point

2) 目標方位決定方法

今回のアルゴリズムでは前述のようにWPを目指すようにして航行させるわけですが、ここでは実際にどのようにして目標方位を決定するかについて述べることにします。目標方位を決定するためにはまず自船と現在の目標ポイントWP(n)との位置関係を把握する必要があります。GPSから送られてくるデータは東経・北緯であり、これらをFig. 5-2に示すような直交座標系のX-Y軸にそれぞれ割り当てて位置関係を計算します。自船とWP(n)とのなす角 ψ および ψ_{rel} 、WP(n)と一つ前の目標ポイントWP(n-1)とのなす角 ψ_{wp} をそれぞれ次式より求める。単位は[rad]を使用します。

$$dx = X2 - X1$$

$$dy = Y2 - Y1$$

$$\psi = \tan^{-1} \frac{dy}{dx}$$

$$\psi_{rel} = \psi - \psi_{wp}$$

$$\psi_{wp} = \tan^{-1} \frac{dy}{dx}$$

$$d\psi_{wp} = X2 - X1$$

$$d\psi_{wp} = Y2 - Y1$$

4章 本年度SSH研究開発の評価

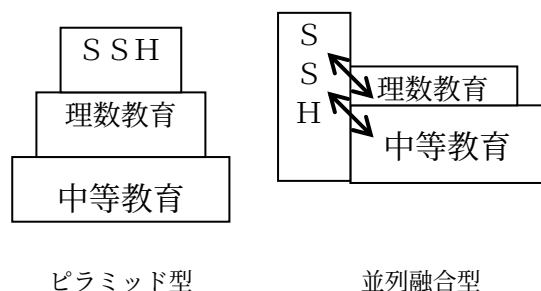
1節 本校SSH事業全体に対する評価法の試み

教諭 河崎哲嗣

I 評価の方針

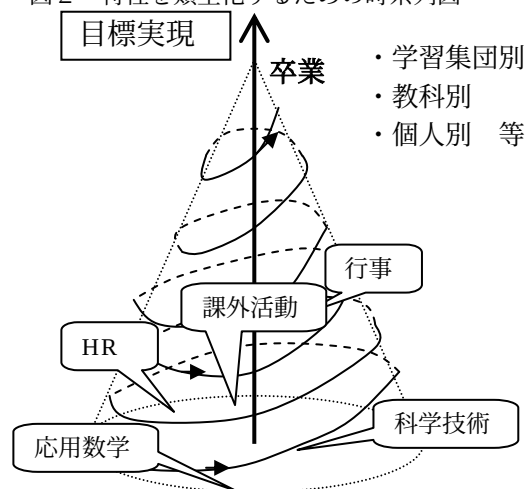
本研究の成果をどのように評価するかは大きな課題であるが、今年度は1つのモデルとして実践した内容を次年度に繋げることにした。大学・大学院・就職（研究職等）への進路実現をし、科学者・技術者として活躍するという長期達成目標を前提に、入学から卒業までの間の育成カリキュラムの中で教科・行事・特別活動等がどのような関わりを持ってきたかを評価・分析したものを時系列・カテゴリー別に蓄積する必要があると考えている。本校は、従前の教育カリキュラムに新たにSSH教育活動（学校設定科目、課外活動、特別行事等）を並列に置き、全ての単元が終了した上で新たな単元を組み入れる様な形（ピラミッド型）をとらずに、互いの位置づけを関連させながら進めて、やがては融合させて高大接続に関わる新カリキュラム作成を目指している。

図1



学級集団がどのように変容したのか、個人がどのように変容したのか、教科や行事等がどのような因子となったか効果的なテスト（測定方法）はないのかをきめ細かにデータを集計・整理して管理する必要がある。

図2 特性を類型化するための時系列図



II 今回の評価の観点（創造性育成テストの引用）

李雪花、博士論文「日・中遠隔共同学習における創造性の研究」、神戸大学、2003

40ページの表1を参照のこと

III 調査の方法

仮説：①2年間の本校SSHカリキュラムで生徒の創造性が育成される。

②本校の新SSHカリキュラムで1年生の生徒の創造性が育成される。

③学年の雰囲気左右されことなくカリキュラムが機能して創造性が育成される。

（別の解釈：1期生の方が創造性が高い育成カリキュラムが組まれた。）

分析・検証方法

(1)①について

テストの各項目において、1年生4月と2年生3月の生徒の評価の平均値に差があるかを対応のあるt検定（危険率5%、自由度80）を用いて調べた。

②について

テストの各項目において、1年生4月と1年生3月の生徒の評価の平均値に差があるかを対応のあるt検定（危険率5%、自由度76）を用いて調べた。

③について

3月時に実施したテストの各項目においてF検定を有意性を分析し、1，2期生の生徒の評価の平均値に差があるかを対応のないt検定（危険率5%、自由度77）を用いて調べた。

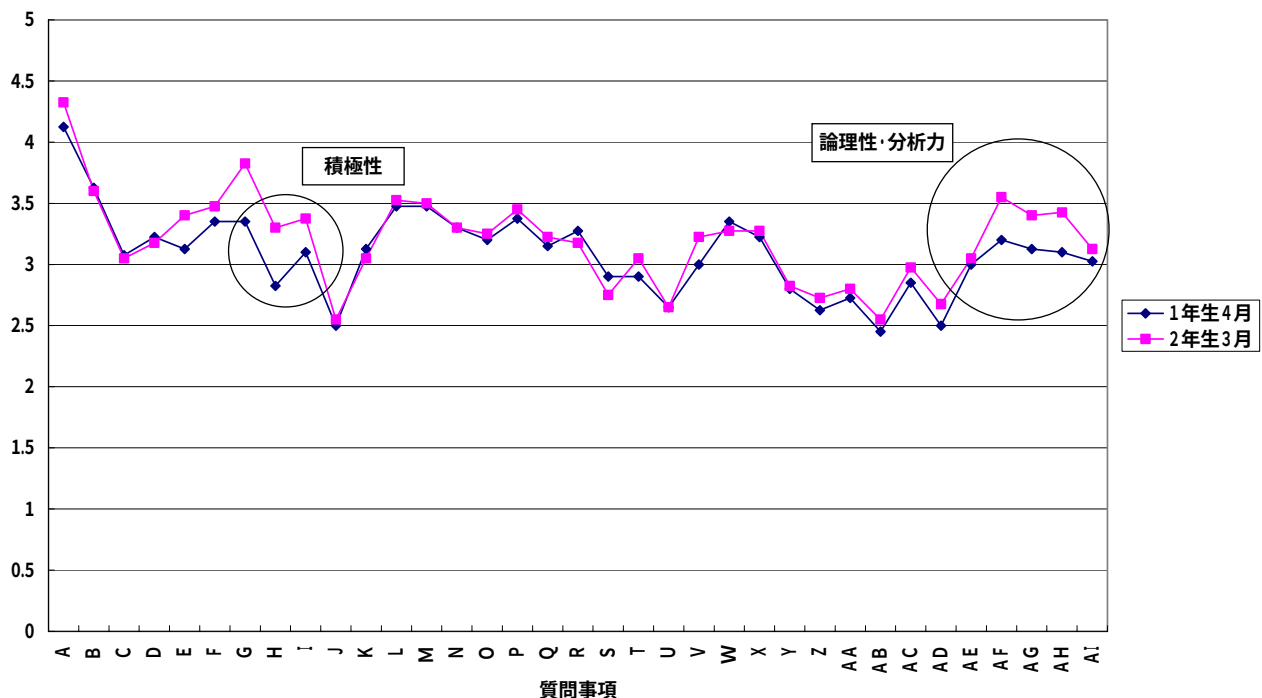
※質問はA～AⅠの35項目。40ページの表1を参照。

- (2)創造性テストにおいて、特に顕著な評価（正の評価と負の評価各1名）に対して、ヒアリングを実施した。
- (3)1期生の全体像を掴むために学習・進路・生活実態調査（調査項目15個）を1年生5月、12月、2年生7月、2月の計4回実施をし集計をした。
- (i) **38期生（SSH1期生）の経過比較分析（学年傾向）**をして、SSHクラスを同学年のSSH以外全体の傾向と照合し、特徴・課題を検証した。
- (ii) **38期生SSH・理系クラス（過年度・過回比較）の分析** SSHクラス1期生（2年生2月時）を中心にして
- (a)入学してからどのように変わったか（過回比較）
- (b)同学年の理系クラスとの比較
- (c)37期生理系クラスとの比較（過年度比較） 検証した。
- (iii) **39期生SSH2期生の特徴実態分析（学年・クラスの雰囲気**を38期生SSH1期生との比較）
- (a) SSH1期生の教訓が指導に生かされているか。指導者の工夫の効果が出たか。
- (b) 学年とSSHの雰囲気・活動が互いにどう影響しあっているのか。
- を38期生の傾向と異なる調査項目のみを抽出・検証をした。
- (iv)特徴的なSSHの生徒を抽出し、実態や指導の流れを教科等担当者会議（8月時）と運営指導会議（3月）に検証・議論をした。

IV 評価結果と考察

(1)①について

SSH1期生 創造性テストの経過比較



5%水準の値 1.99 を超えて有意差が見られたのは、上記○エリアの**論理性・分析力、積極性**が向上したと評価できた。

高い有為性を示した**論理性に関する質問事項**

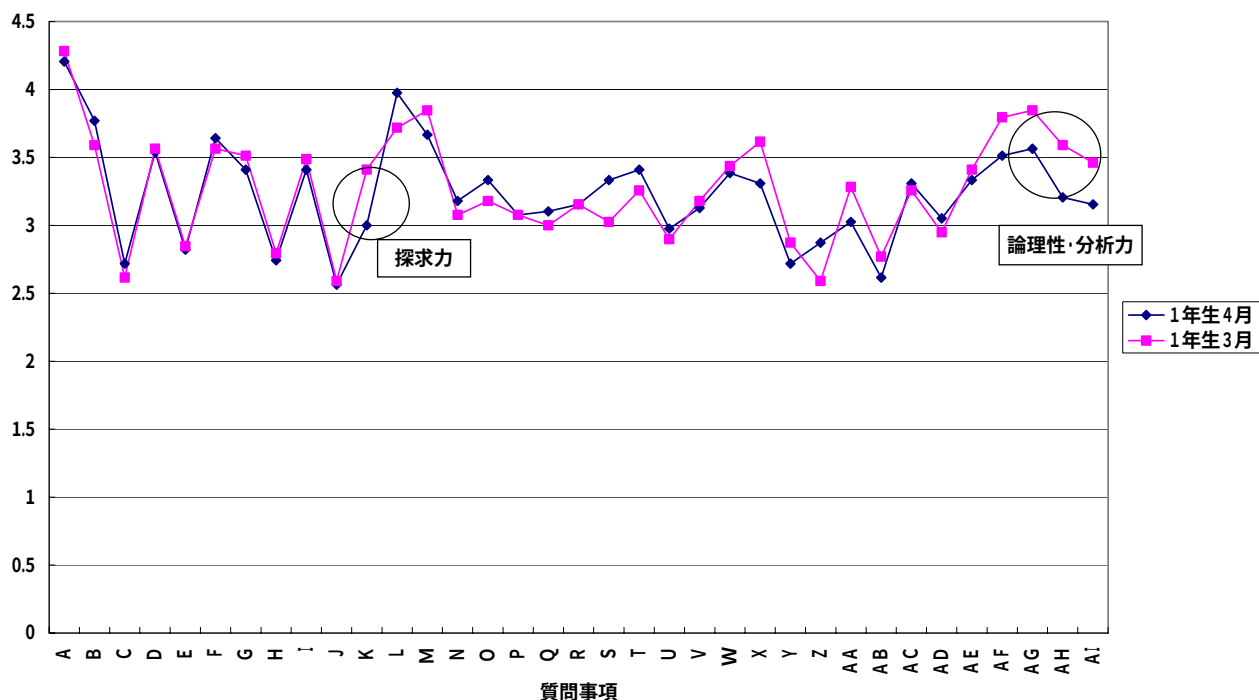
- ・ 分析力向上の評価（ポイントアップ）を得た質問事項
- ・ どうしてそうなのかという理由をよく考える
- ・ 全体のつながりについてよく考える
- ・ 結果に至るまでの過程についてよく考える

高い有為性を示した**積極性に関する質問事項**

- ・ いろんなことに疑問や好奇心を持っている

②について

SSH2期生 創造性テストの結果経過

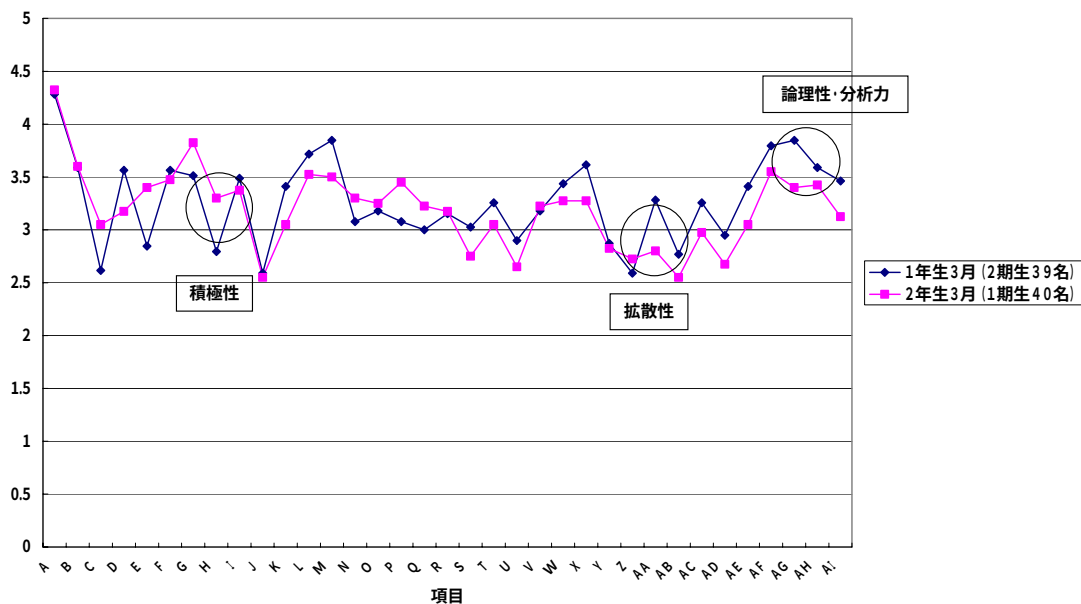


5%水準の値 1.99 を超えて有意差が見られたものはなかったがかなり近い値として得られたのは上記○エリアの**探求力、論理性・分析力**である。まだ1年間で実感がなく、評価に値しないデータになったが、1期生にも表れた**論理性・分析力**は本校SSH事業の生徒育成の特色として位置づけられる可能性が高い。

③ について

学年に区別なく一貫した指導になっているか、また学校が課題克服のために1期生の前例を生かして指導しているかの比較をしてみた。

1期生－2期生 学年間育成度特徴比較の評価



である。5%水準の値 1.99 を超えて有意差が見られたものは、明らかに2期生に対してより高いレベルで**論理性・分析力と拡散性**の育成のカリキュラムが実施された。逆に、1期生に対しては**積極性の育成**がより2期生に対して高く施されたと評価する。

拡散性の負の有意差があった質問項目

- ・他人のアイデアをうまく利用する。(2期生の方が1期生に比べて優れている)

積極性に有意差があった質問項目

- ・自分で判断し決断力がある。(1期生の方が2期生に比べて優れている)

1期生の積極性がより育成された要因には、応用数学Ⅰで実施された「テレビ会議システムを利用した日タイ遠隔協同学習」において積極性の育成が高く評価されたことが大きく影響していると考えられる。

(2)について

《2年A君の場合》正の評価例

- ・SSHは押しつけられる形で教えられることはなく、こうことがありますよと提示されるので、自分の興味のある分野に取り組める。
- ・自分でいろいろとやってみれる環境に置かれることで、自分の持っているものが成長・開花したし、精神的にも成長した。自分には合っていたと思う。もっと何かして欲しい 思っている人もいるので、個性に合わせた指導も必要。
- ・自分に自信があるのでプレッシャーは特にない。
- ・医者志望。希望して入ってきているので、クラスの意識が高い。
- ・SSHに入って良かった。
- ・自分からいろいろな問題に積極的に取り組むようになってきた(塾も辞めた)。
- ・行事は直接関わらないことも多かったが、いろいろと経験できたのは良かった。

《2年B君の場合》負の評価例

- ・勉強しやすい環境にある。周囲のレベルも高い。が、反面焦ることもある。先生はプレッシャーをかけることはしないが、皆よくできる(模試の成績が良かったりする)ので 威圧される。
- ・科学技術(ものづくり)、応用数学(マンデルブロー)や講演会・社会見学は良かった。ぜひ続けて欲しい。
- ・進学校みたいにやいやい言われなくてのびのび勉強できる。
- ・理学の大学、大学院とずっと勉強していきたいと思っている。どちらかというと、物理や化学系、数学系を考えている。
- ・高い志はなく、大学に入ればよい。SSHに入ってまあ良かったと思う。
- ・やり方を変えて欲しい教科もある。
- ・1年の時は探究する気持ちがあった。
- ・塾に行き始めたが、塾ではすぐ答を言うので、じっくりと考える機会が少なくなってきた。授業は教科書を終わってないので、教えてもらっている感じ。
- ・自分で勉強できる人は偉いと思うし、羨ましい。
- ・後輩へ→いろいろなことに、興味を持ってやって欲しい。1年の時、講演会などではあまりやる気無く受けていたが、後悔しているし、いい話を聞き逃していると思う。事前に 予習をしてから受けるべきだったと思っている。特にマンデルブローさんの時はそう思っている。あとで凄い人だと気づいた。経験できるということを大切にしたい。

(3)については巻末資料参照

評価について

教諭 松浦直樹

SSHにおいては、1年次よりさまざまな事業を行っている。その中で生徒がどのように変容してきたのかを把握するため、アンケートを実施し、感想を書かせ、そこから生徒の実態を捉える手法が多く用いられてきたが、あくまでも抽出・読み取りをする教師側の主観的な判断になりかねない。そこで、生徒の変容をもう少し客観的に把握できるよう、松井仁教授(京都教育大学教育学部教育学科 教育臨床心理学研究室)のご協力を仰ぎ、評価法を考えた。

この評価法では統計的な見地から捉えることにより、できうる限り主観的な判断が入らないように なると考えている。従来のものに加え、生徒の変容に関わる影響として、

①行事が生徒の変容に与える影響

②生徒が属する集団(HR)が生徒の変容に与える影響

の2点について特に注目している。ただし、アンケートの試行を行ったばかりで、調査内容や結果の 解析方法の

改良を今後あらためて行っていく必要がある。来年度はSSHの完成年度でもあり、そこで耐えうるような評価方を完成させていきたい。試行で行ったアンケート（京都工芸繊維大学遺伝子組換え実習）を右頁に挙げておく。1の項目は行事全体にわたる生徒の評価である。2～8は事業実施直後に問う内容、9～15は事業実施後一定期間（1～2週間程度）あけて問う内容になっている。

今回行ったのはデータの出方を見るための試行であり、これから行われる行事後や学期毎に設問を組みかえてアンケートを実施し、データを積み重ねていく。その中で、個人、または集団としての変容と事業が与える影響の関係、個人の変容の追跡等を行っていく予定である。学年途中からでは、変容一特に行事が与えた影響が把握しにくくなるので、入学当初から行うことが当然望ましい。

《参考》

京都工芸繊維大学遺伝子組換え実習アンケート

自然科学コース推進室

次のアンケートに4段階で答えてください。

- ①非常によくあてはまる ②よくあてはまる ③あまりあてはまらない
④まったくあてはまらない

1. 実習を受けてよかった。 ()

①・②と答えた人はあてはまった理由を、③・④と答えた人はあてはまらなかった理由を述べてください。

2. 実習の内容はよく理解できた。 ()

3. 実習の内容には興味を持てた。 ()

4. 実習の内容は先端技術に対する関心を高めた。 ()

5. このような実習を受けたいと思った。 ()

6. 実習の内容をもっと深く知りたいと思った。 ()

7. 実習は自分にとってとてもいい刺激になった。 ()

8. 実習を受けてぜひ研究者になってみたいと思った。 ()

9. 実習後、実習内容に関することを調べたりした。 ()

10. 実習後、実習内容に関することを先生に聞いたりした。 ()

11. 将来自分で勉強したいことや研究したい目標が具体的にになってきた。 ()

①・②と答えた人は、どのように具体的にになってきたか、その内容を述べてください。

12. 基礎的な知識を幅広くもっと知りたいと思った。 ()

13. 自分の興味があることを調べるようになった。 ()

14. 将来、自分の興味がある対象を研究してみたいと思った。 ()

①・②と答えた人は、どのような対象に興味があるのか述べてください。

15. 卒業後の進路について具体的に考えられるようになった。 ()

あなたはどのような進路を考えていますか。

今までに科学技術講演会、臨海実習やシロアリ、プラナリアを扱った実習等、さまざまな行事がありました。それらの行事について、次のアンケートに4段階で答えてください。

- ①非常によくあてはまる ②よくあてはまる ③あまりあてはまらない
④まったくあてはまらない

1. 一番印象に残っている行事は何ですか。

2. 友達と行事の内容を話題にしたことがある。 ()

①・②と答えた人は、どの行事について話題にしましたか。

3. 行事はクラス全体にとってもいい影響があったと思う。 ()

①・②と答えた人は、どのような影響があったか述べてください。

3. 行事後、授業中はよく集中している。 ()

4. 行事後、授業に取り組む姿勢がクラス全体で積極的になった。 ()

ありがとうございました。

1年1組 () 番 氏名 ()

V 今後の課題

- (1) 本校の生徒にどんな力を身につけさせたいのかという指針に対して結果が出やすいものを予測したり、新たに派生して育成できそうなものを予測する。また、細かく「態度」とか「イメージ」にも深く踏み込んだ因子を取り入れたい。「多変量解析」を進めて評価に繋げられるよう質問事項を構成したい。
- (2) 「教師」がどう変わったかについての評価を作る。「保護者」の意識調査も必要である。
- (3) 実績報告に「学力」の分野を加える時間がなく、「教科の好き嫌い」と「学力」、「学習困難と感ずる意識」と「学力」、「進路意識」と「学力」、「学習時間」と「学力」、「生活習慣」と「学力」というように座標平面を利用して「因子分析」を行い、さらに細かいグループ分析につなげて教師側の指導改善・生徒の評価向上の効果につなげるようなことが大切であろう。十分なデータは蓄積されているので来年度早々に作成にかかれるであろう。
- (4) 京都には、科学をコンセプトにした高校が多い。各校間での比較をして評価を得るためにより多くのデータが必要と考える。今年度は緊急に「創造性の育成テスト」を用いた評価を実施したが、**来年度からは本学教育学部と共同して**、図2でイメージ化される評価法の構築を進めることにしている。

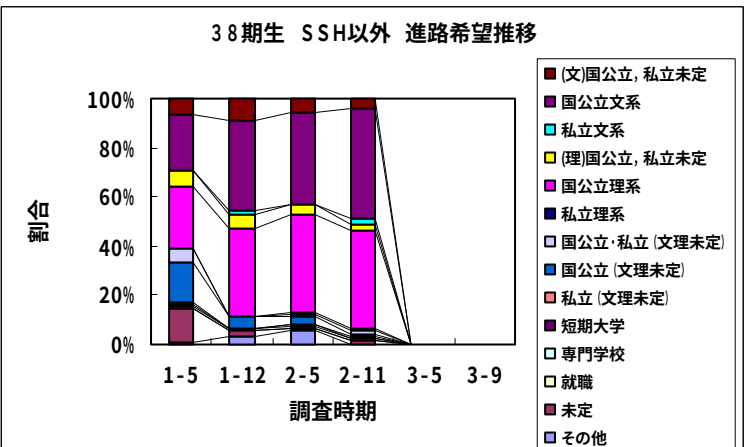
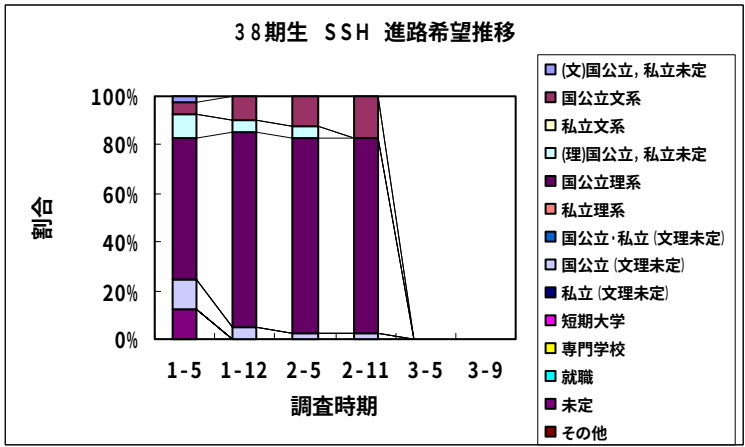
1 期生(附属 38 期生)を中心にした生徒概況と他クラス、過年度、過回等比較分析

左図がSSHクラス、右図がSSH以外の学年全体

教諭 河崎 哲嗣

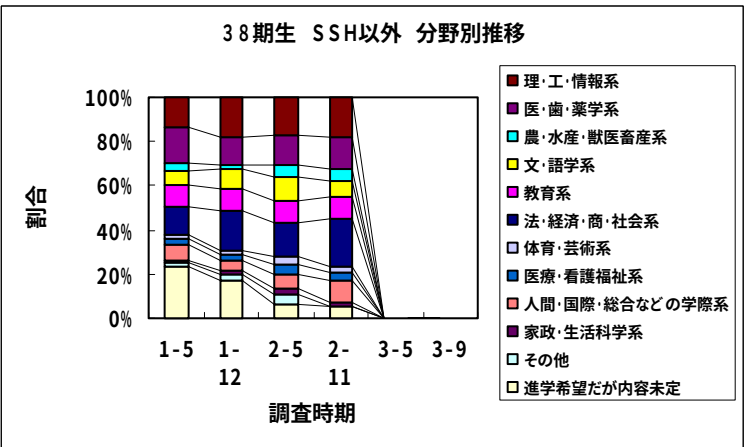
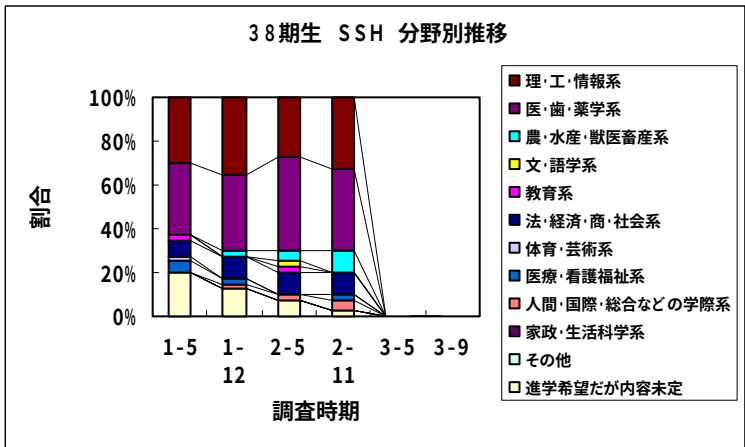
(i) 38期生間の経過比較分析（学年傾向）

①進路希望推移



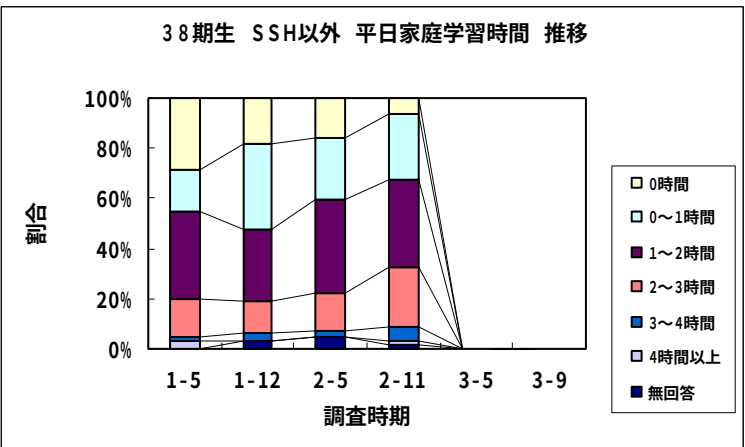
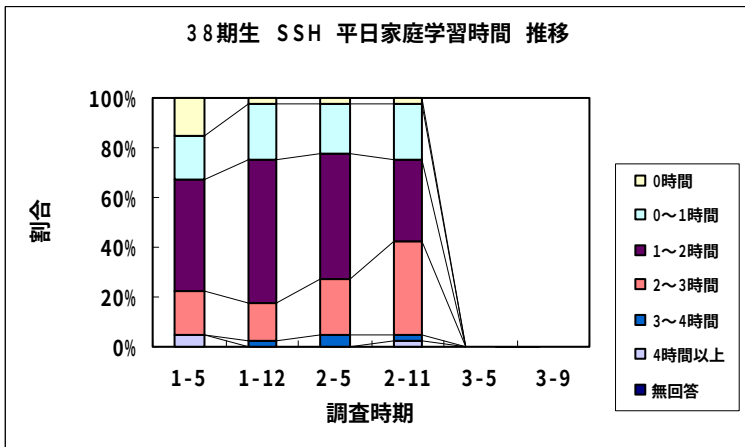
7 名が文系や進路未定である。そのうち 1 年生 12 月（注：5 月時は全体の比率のみで個人データ無し）から変わらず文系のままである。

②分野別推移



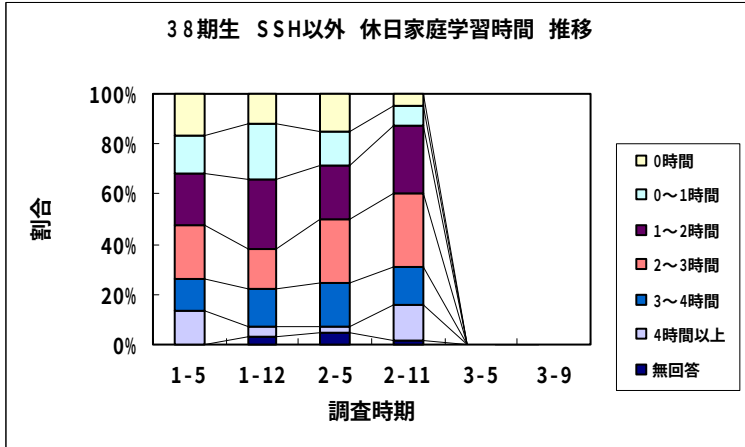
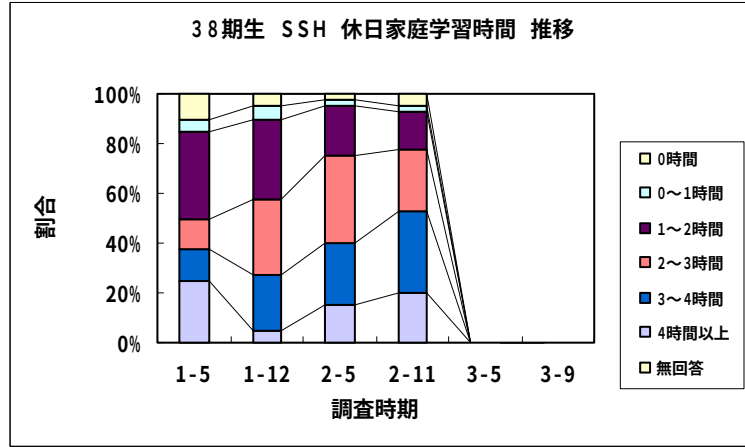
あいかわらず医学部志望が多いが、農・水産・獣医・畜産系の生徒が 4 名と増えてきている。

③平日家庭学習時間



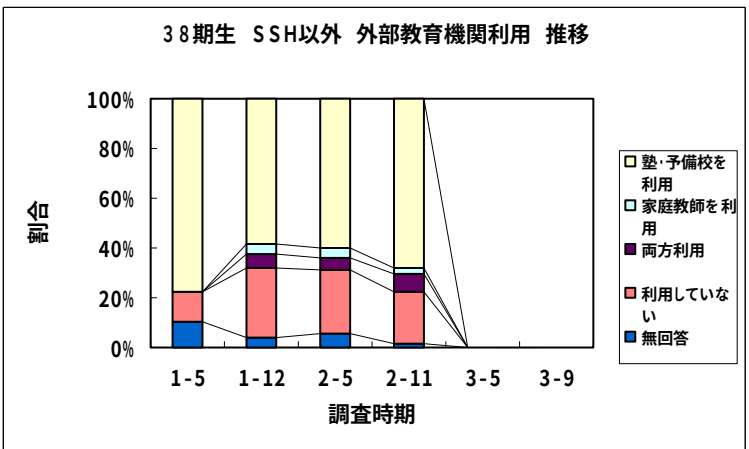
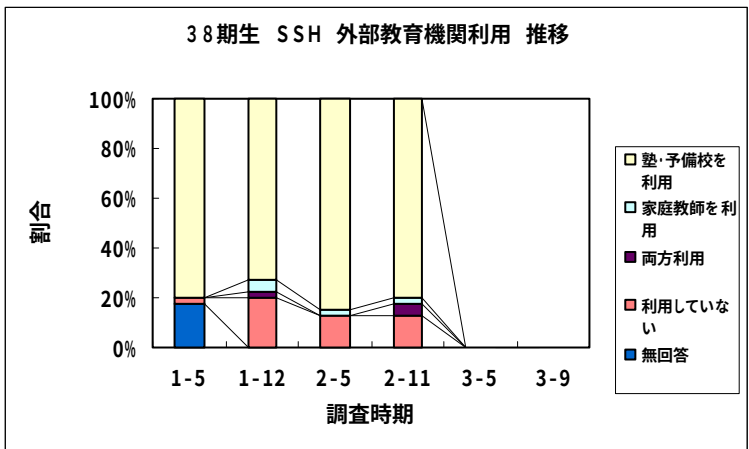
2 年生の家庭学習時間が学年全体として増加傾向にあるのは、受験シフトに変わったことを如実に表している。

④休日家庭学習時間



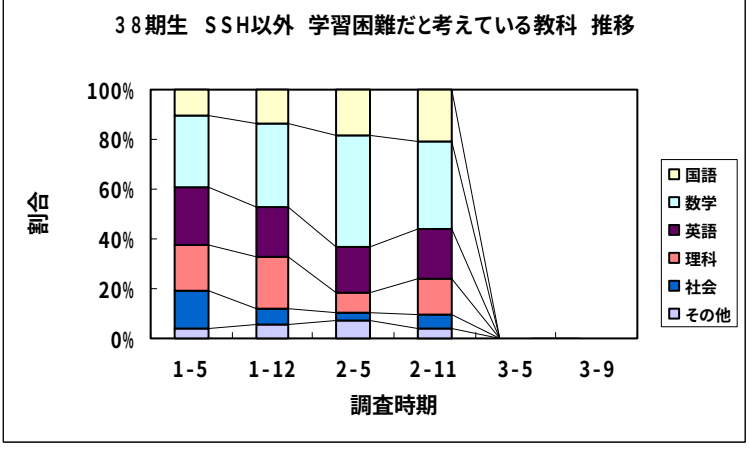
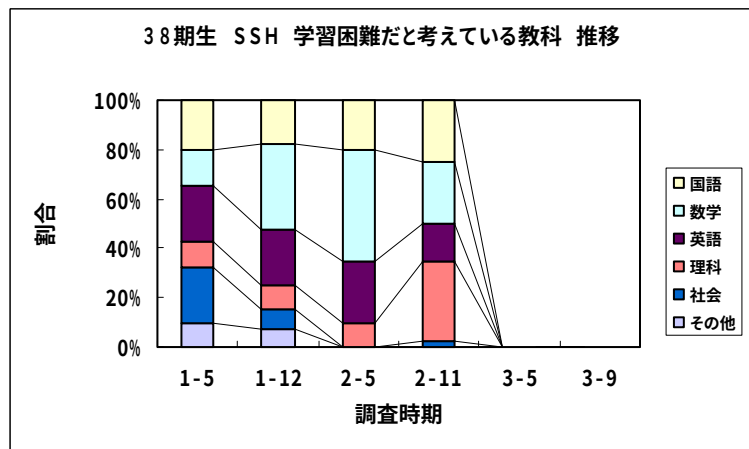
③と同様であるが、0 時間（学習をしない）という生徒を追ってみたい。

⑤外部教育機関の利用



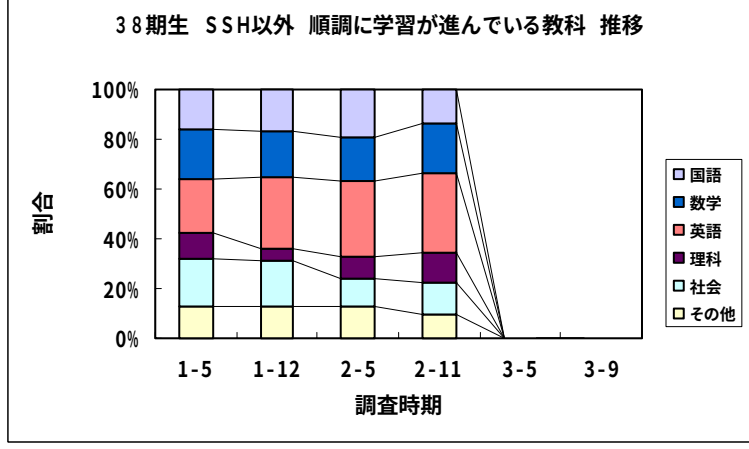
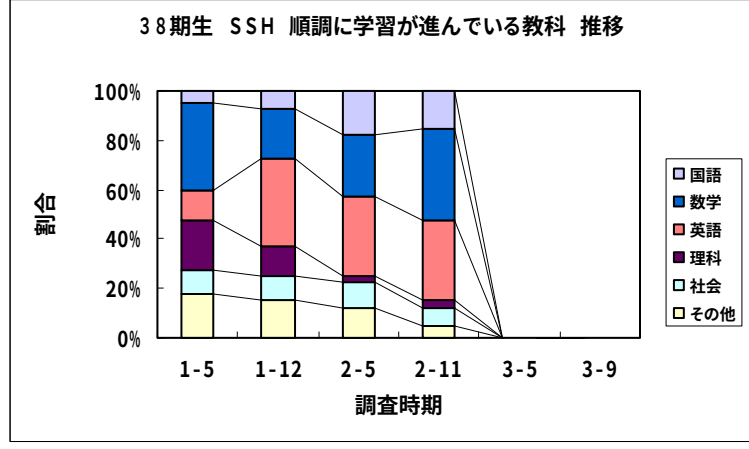
学年のほとんどが外部機関を利用しているのは、本校の授業の質と進路保証の問題と直結するのではないかと考えられる。外部機関を利用していない者達へのケアは学校体制として確立できているのかこれから分析する方向である。

⑥学習困難教科



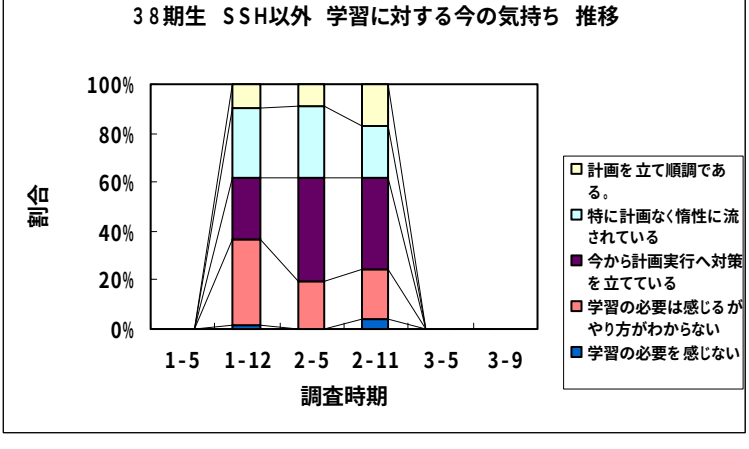
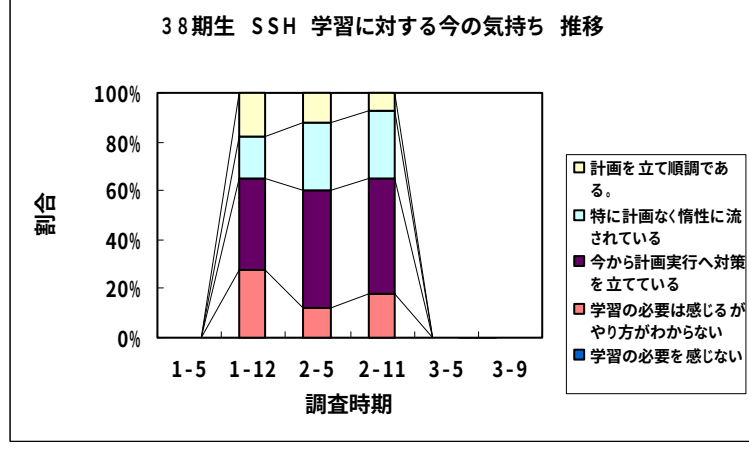
一般に理数教科については得意教科のうちと考えられるが、理科の該当数の増加と数学の減少は「興味・好き嫌い」と「内容の難しさ」が微妙に交錯している。学力の分析も含めて当該学年だけの特徴なのかを過年度比較を目指す。国語に困難さが増えているところも注目に値する。

⑦学習順調教科



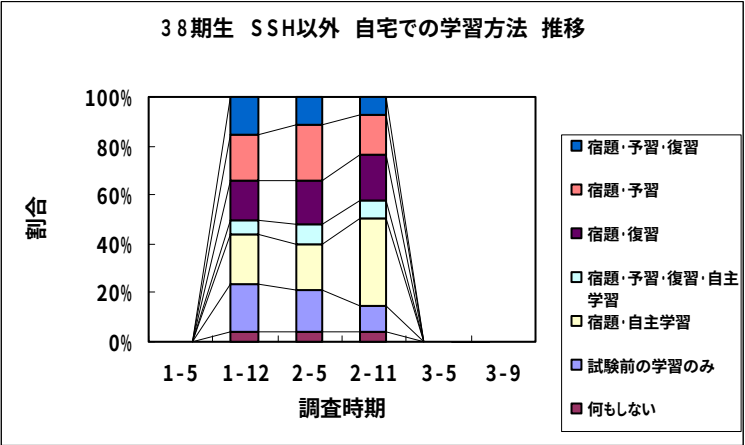
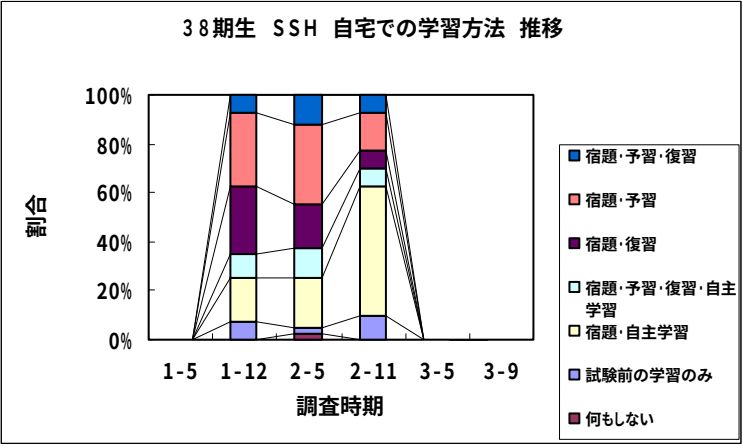
順調教科の「理科」と「数学」が、SSHと他クラスとの傾向が異なる。

⑧学習に対する今の気持ち



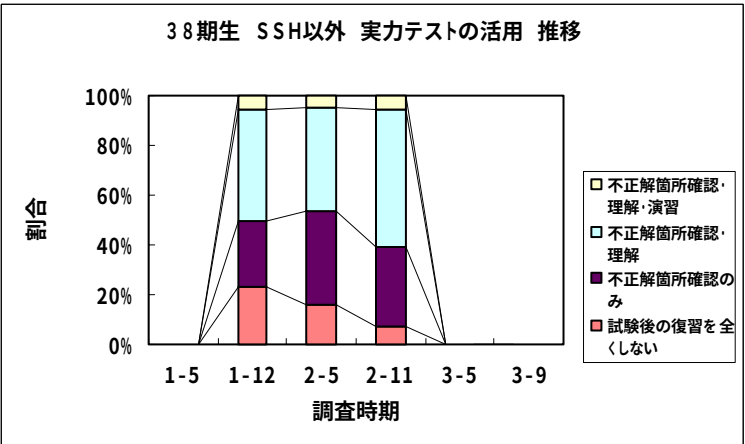
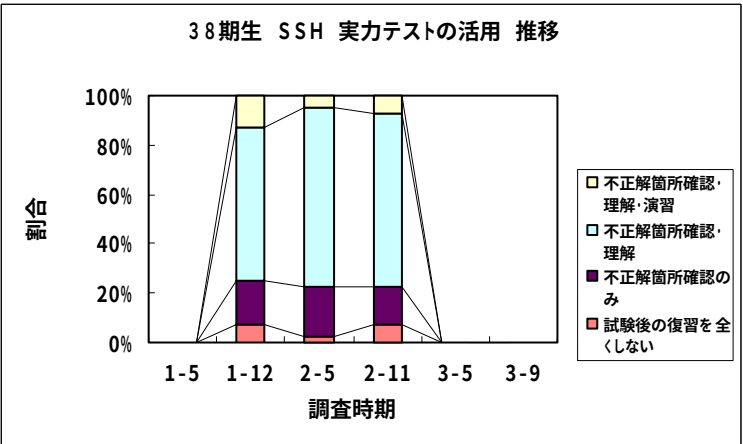
何故情性に流されている者が増加しているのか？抽出して経過観察によるデータを取り細かく分析したい。やり方のわからない者へのレクチャーは必要である。

⑨自宅での学習方法



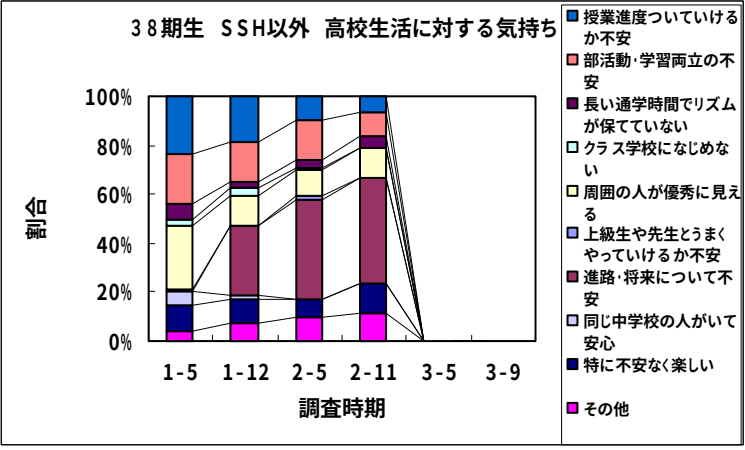
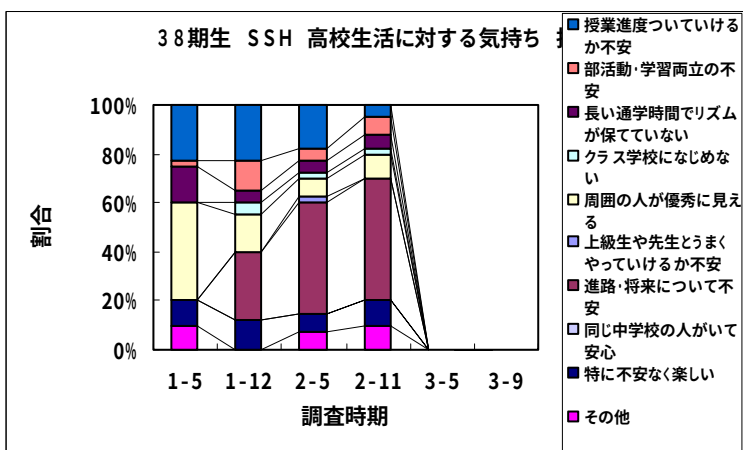
学習のスタイルが、自主学習（受験勉強）に変化したと考えられる。従ってSSH事業の内容の変化もこの時期必要と考える。

⑩実力テストの活用方法



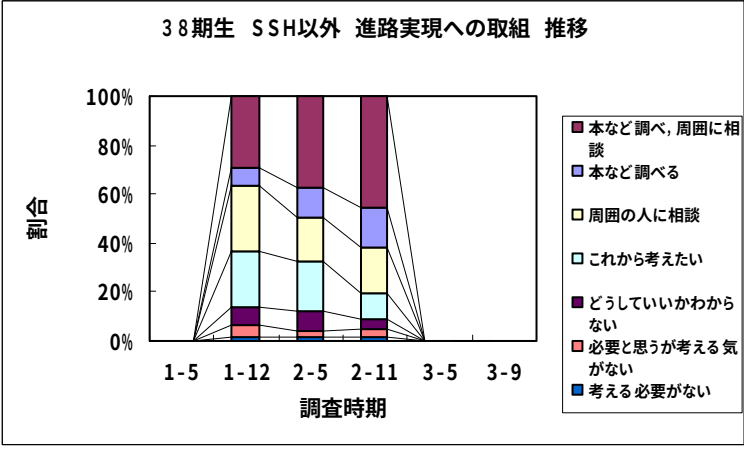
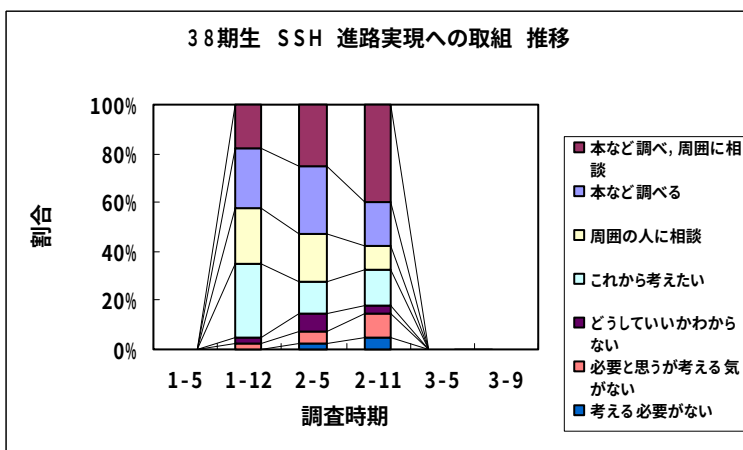
復習を全くしない生徒の実態を調査把握し検討したい。（後述）他クラスは、不正解箇所への対策方法の変化が見られる。

⑪高校生活に対する気持ち



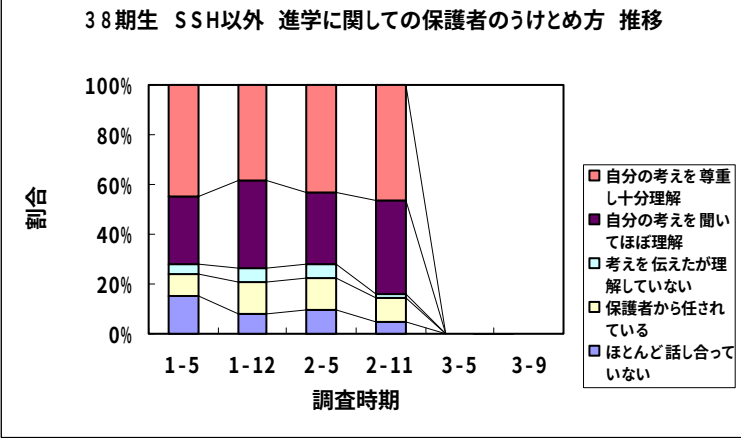
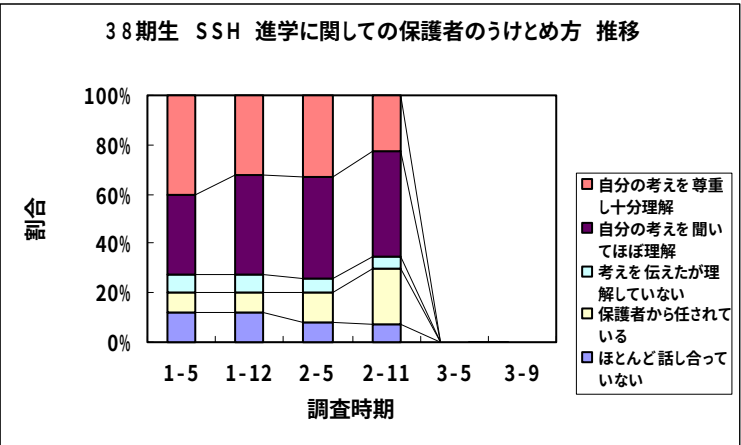
最大の関心事は、自分の将来の進路についてである。学校全体の進路LHRやガイダンス・個人面談の実践には検証が必要である。

⑫進路実現への取組



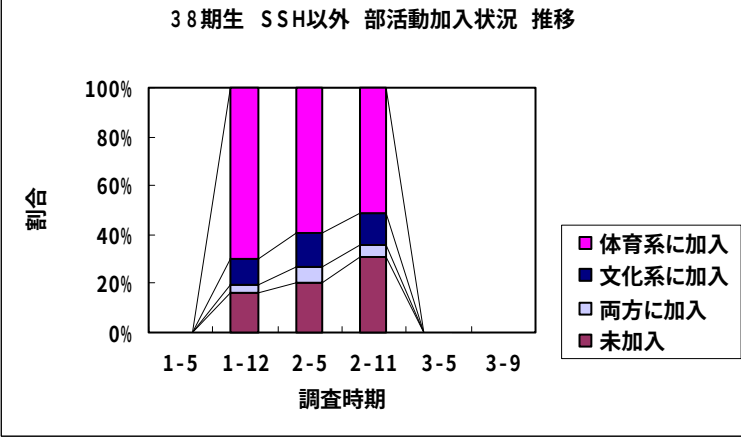
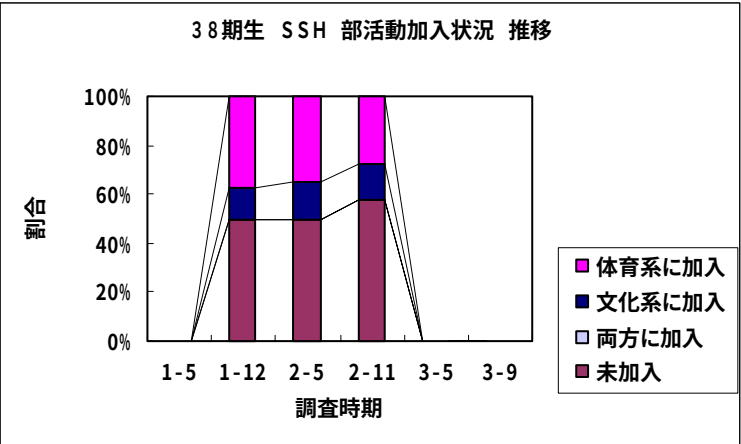
進路についてのアクションは個人単位で着々と実践している者も増えれば、「必要と思うが考える気がない」という回答の増加が気になる。

⑬進学に関しての保護者の受けとめ方



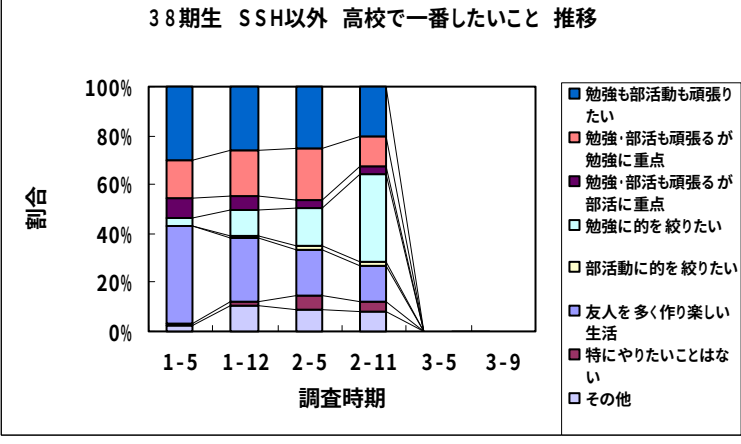
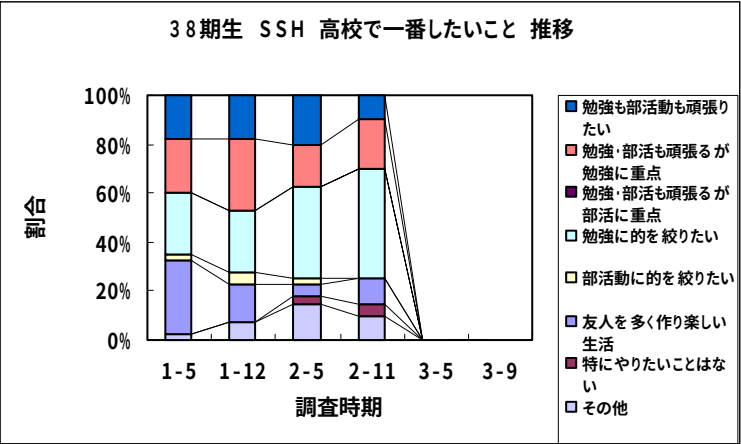
保護者との進路希望に関して相違があったり、ほとんど話し合っていない者が若干存在する。保護者の子供への期待感が大きい現象と見ているが学習意欲等に影響が出ていないか。

⑭部活動加入状況



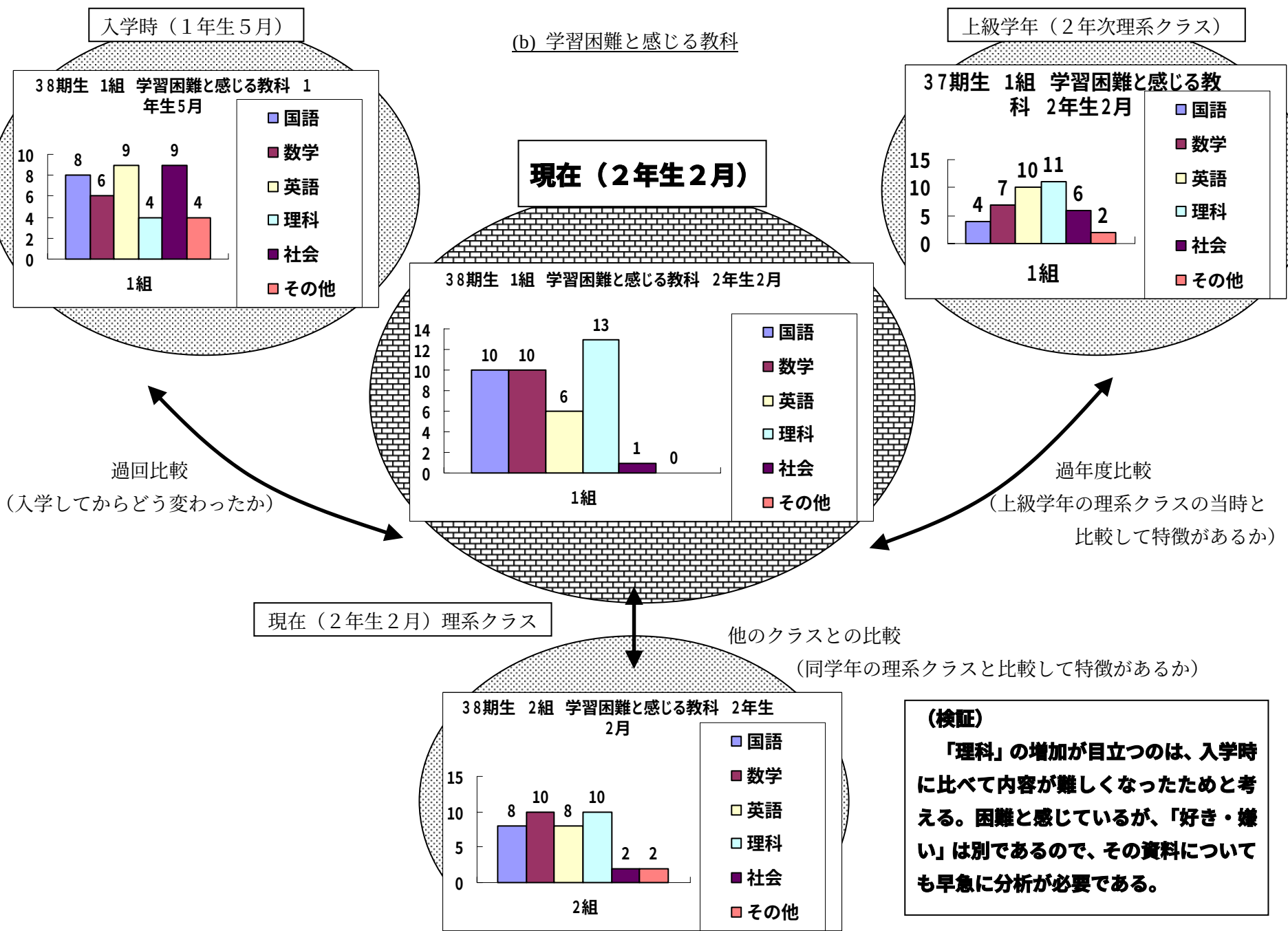
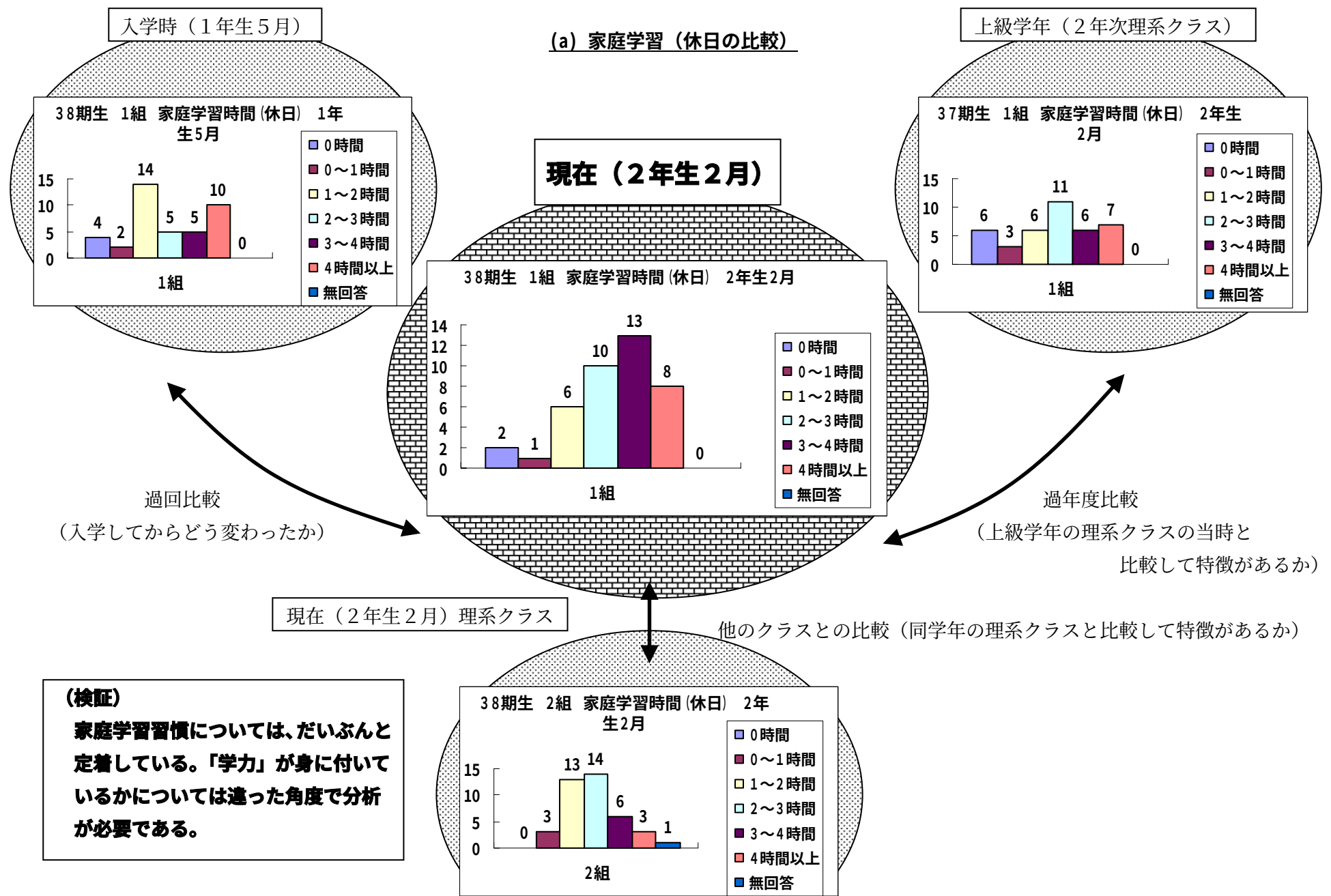
S S Hの生徒でも7限の授業や実験延長というクラブ活動に対してハンディーを背負っているが、継続している生徒が多数存在していることは、学校体制として「正の成果」である。

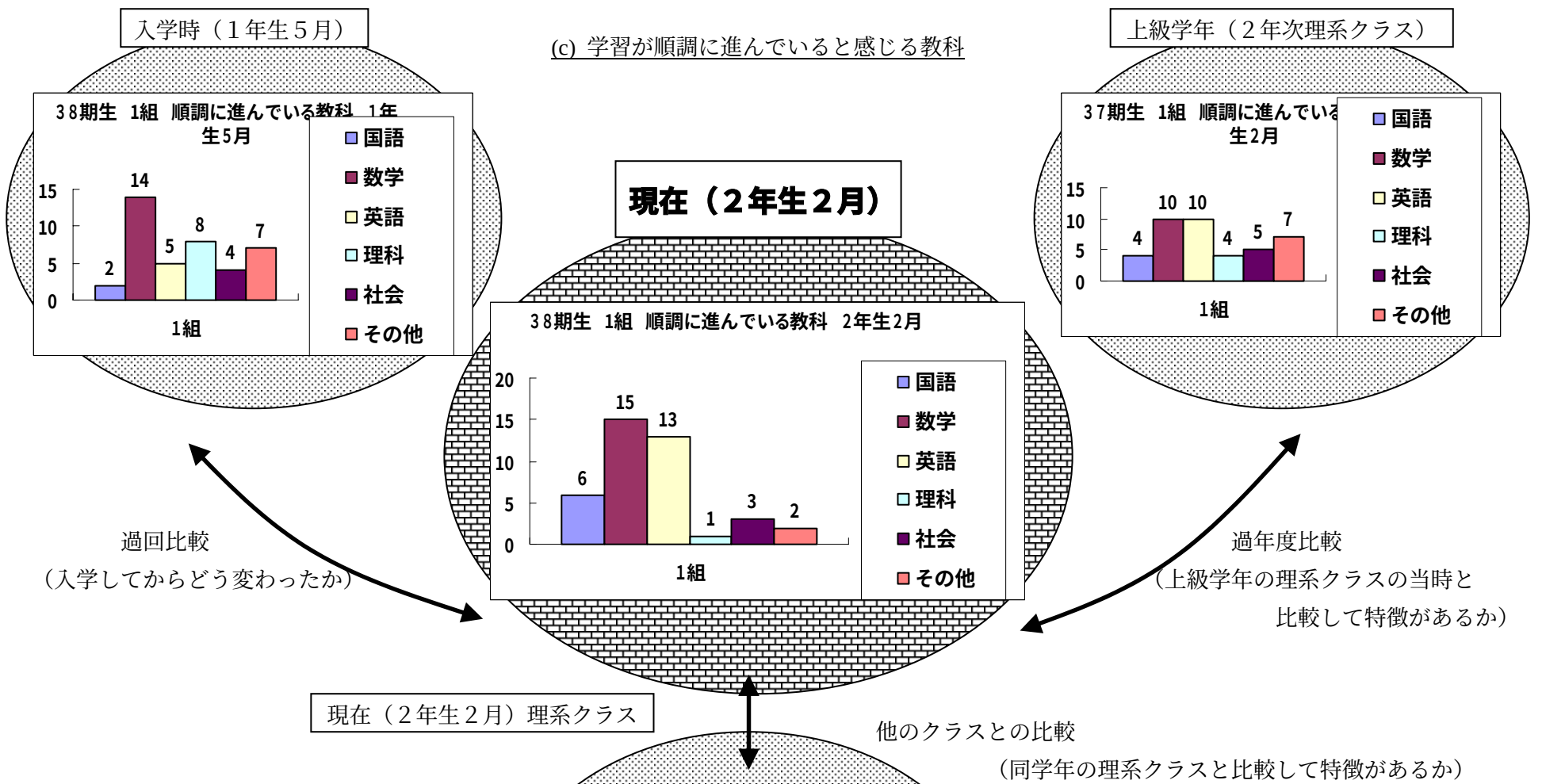
⑮高校で一番したいこと



この時期は進路と受験が尚一層鮮明にリンクしているので、「昂揚」に対しての意識は高揚する。この時期のS S H事業の意義・工夫を再検討し、有用な方法を早急に開発すべきと考える。

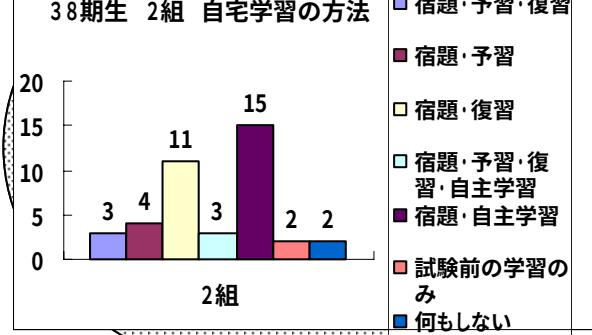
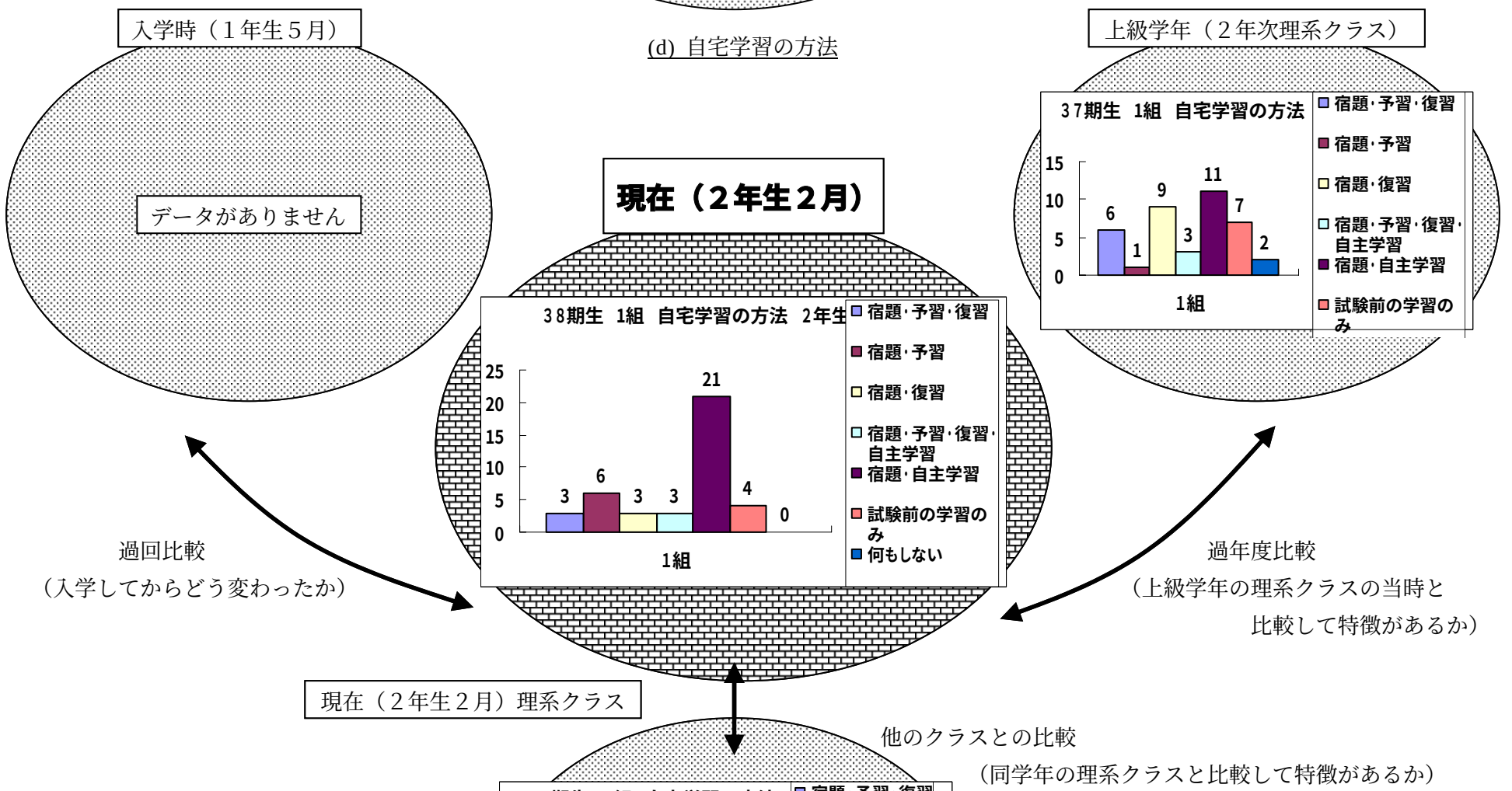
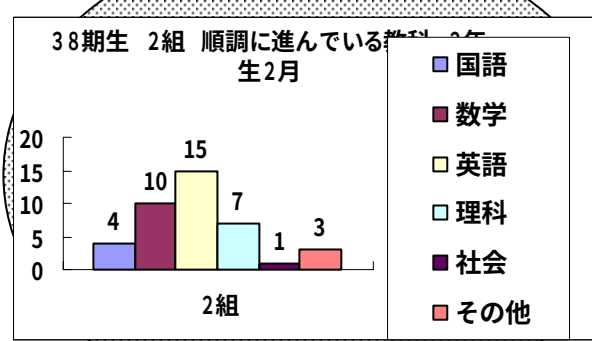
(ii) 38期生SSH・理系クラス（過年度・過回比較分析）





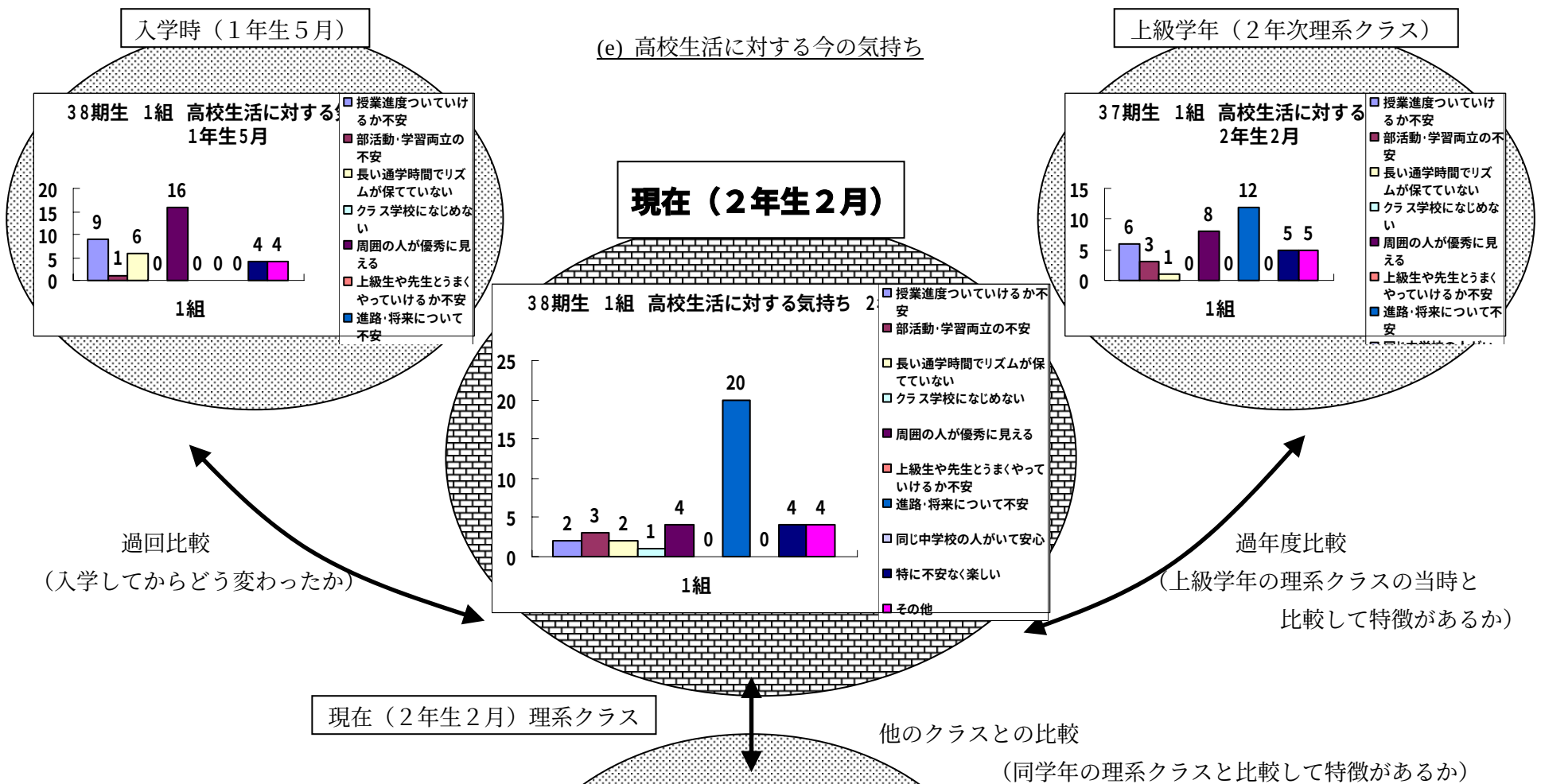
(検証)

「数学」の増加が目立つのは、中学校から高校までの数学の単元の内容が成長とともに理解する認知とがミスマッチを起こしている可能性もある。単元が易しくなったとは判断できない。

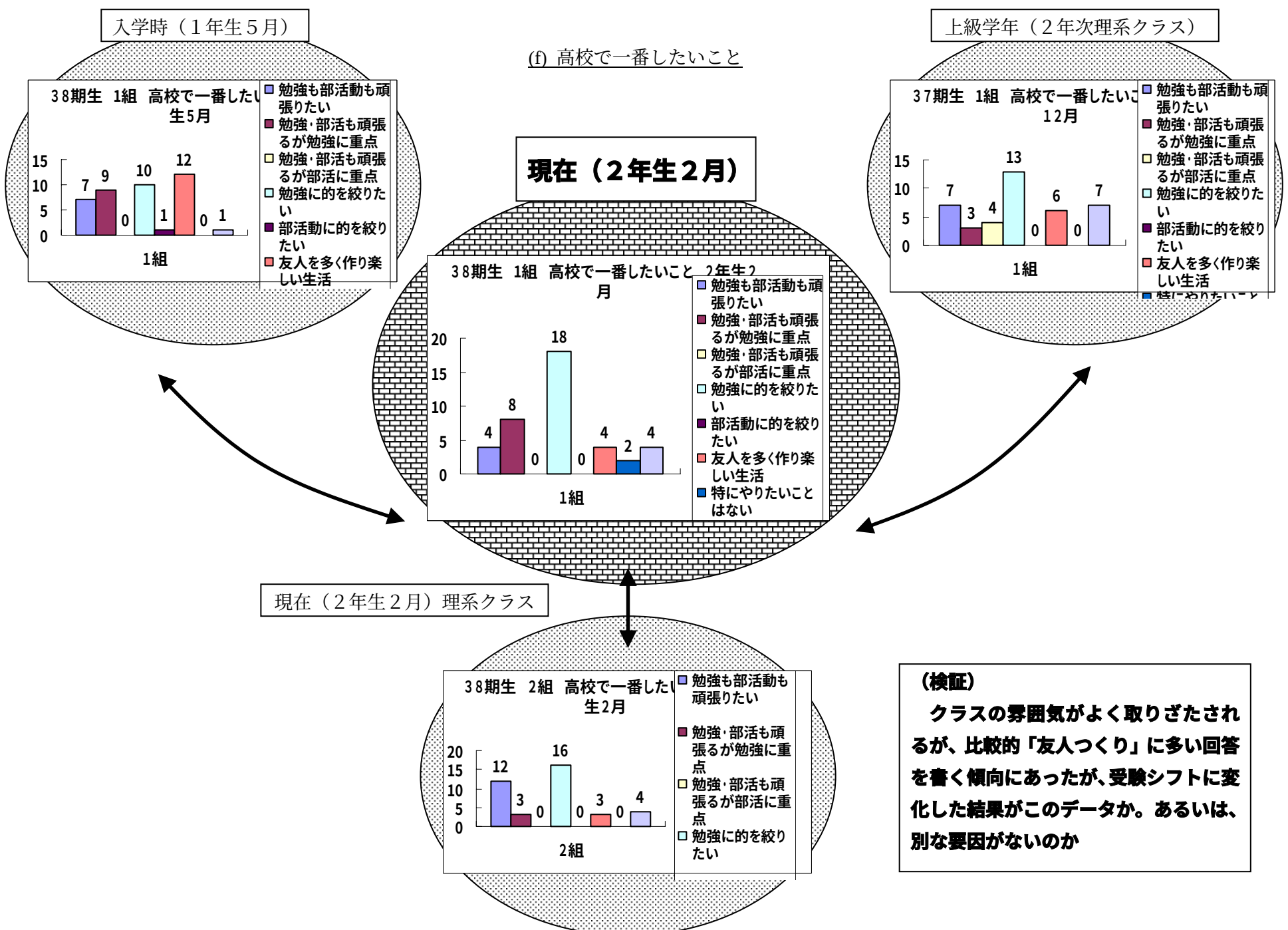


(検証)

1期生は「受験」に対する意識が非常に高い。なぜ高いのか調べてみる必要がある。(SSHに余分な課題を与えられているのでハンディーと考え危機感を持っているのか、意識が本当に高いのか)



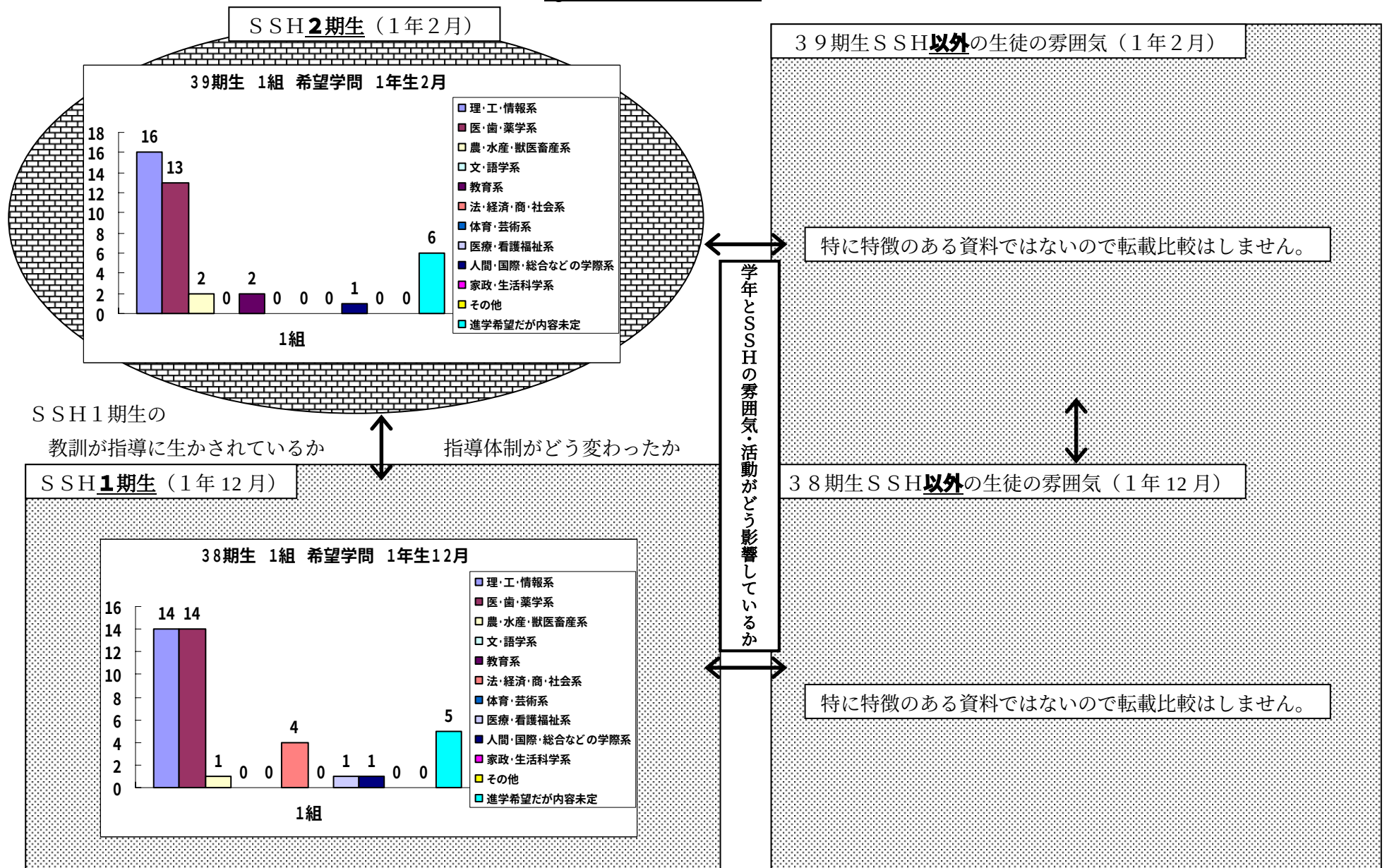
（検証）
上記資料結果とリンクするが、進路・将来への不安を抱えている生徒が非常に多い。従って3学年に向けてケアが必要と考える。学校体制として



(iii) 39期生SSH2期生の特徴実態分析（学年・クラスの雰囲気を上級学年の当時と比較する）・・・1年生2月の調査

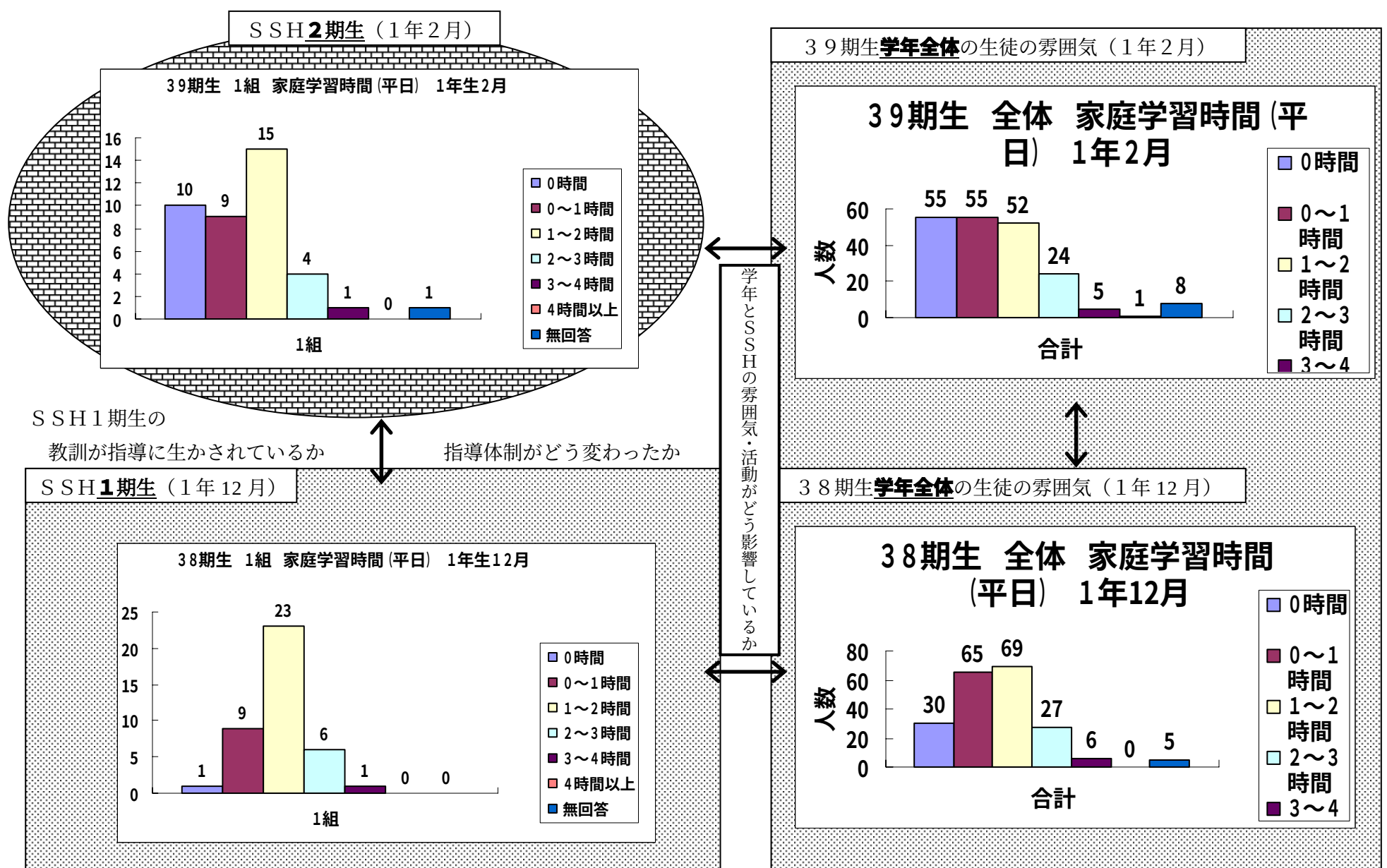
上段（左が1年生SSH、右が学年等）、下段（左が2年生SSH、右が学年等）

(g) 進路希望学科・学問



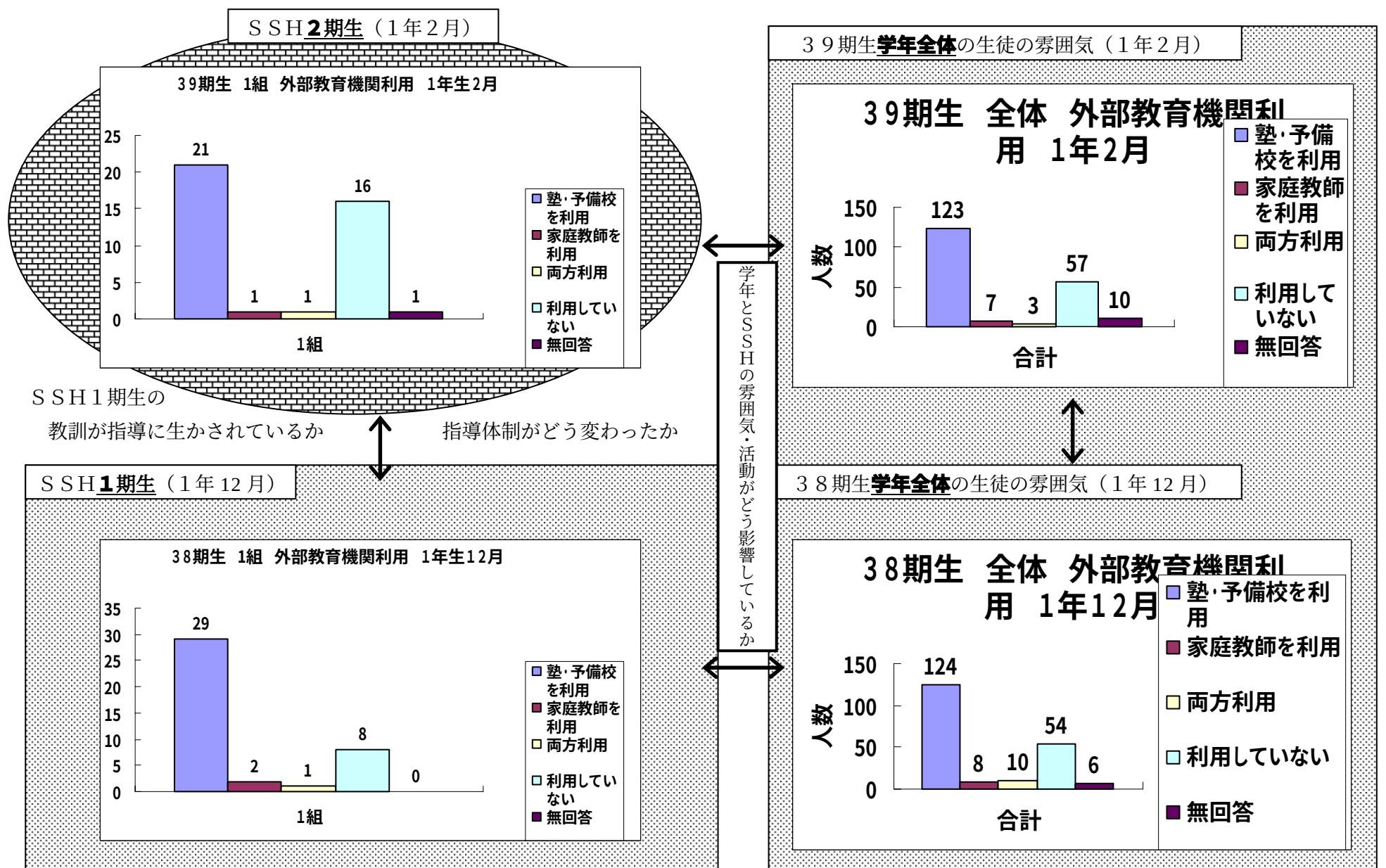
（分析）1期生はSSH発足当時から文系志望の生徒を数名含んでいた。医学系の割合が相変わらず多いが、2期生は理工系志望者の割合が増えた。

(h) 家庭学習時間（平日）



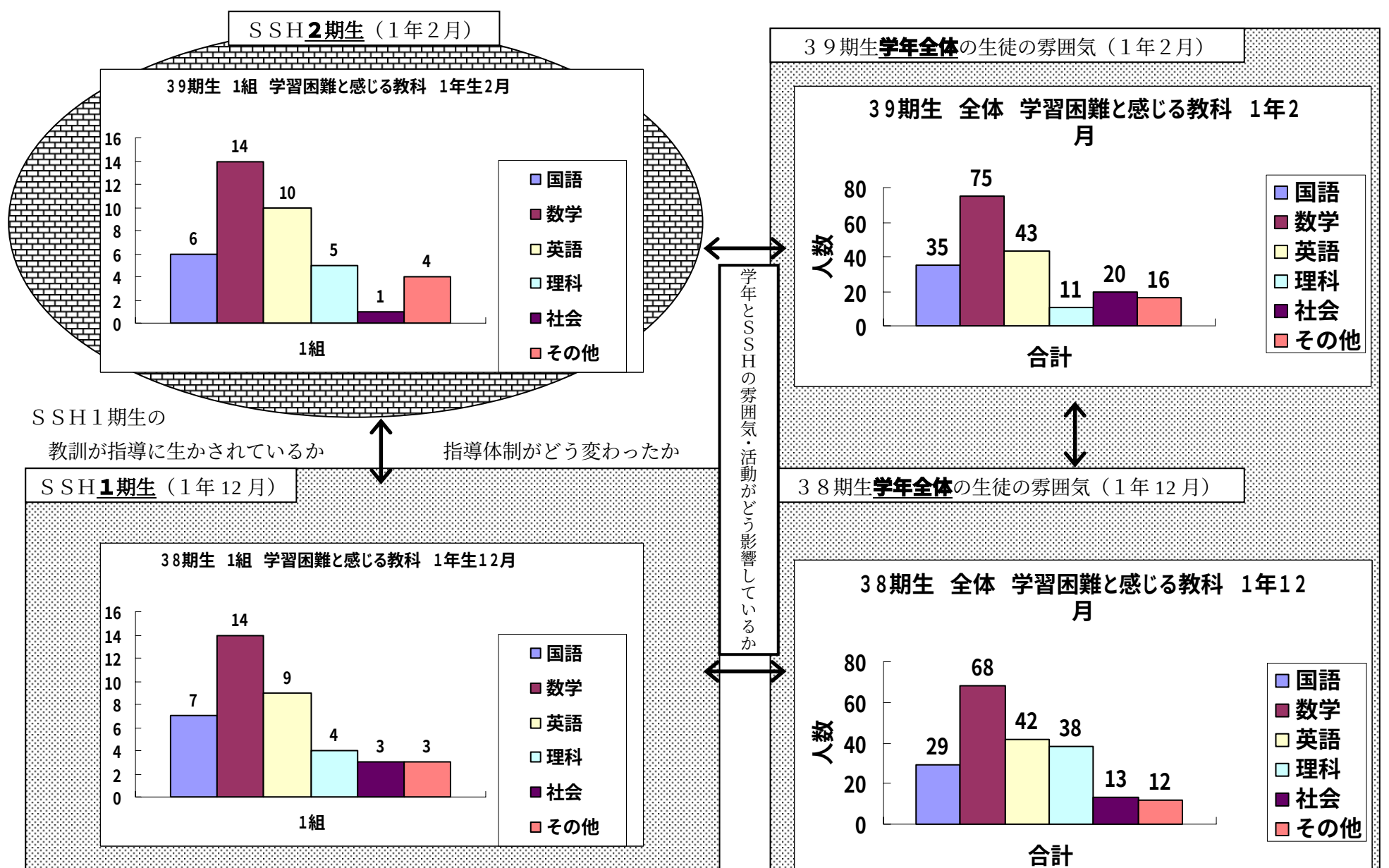
（分析）2期生は1期生に比べて明らかに学習絶対量が少ない。学年全体と大きくリンクしている。休日の学習時間も同様の傾向にある。

(i) 外部教育機関の利用



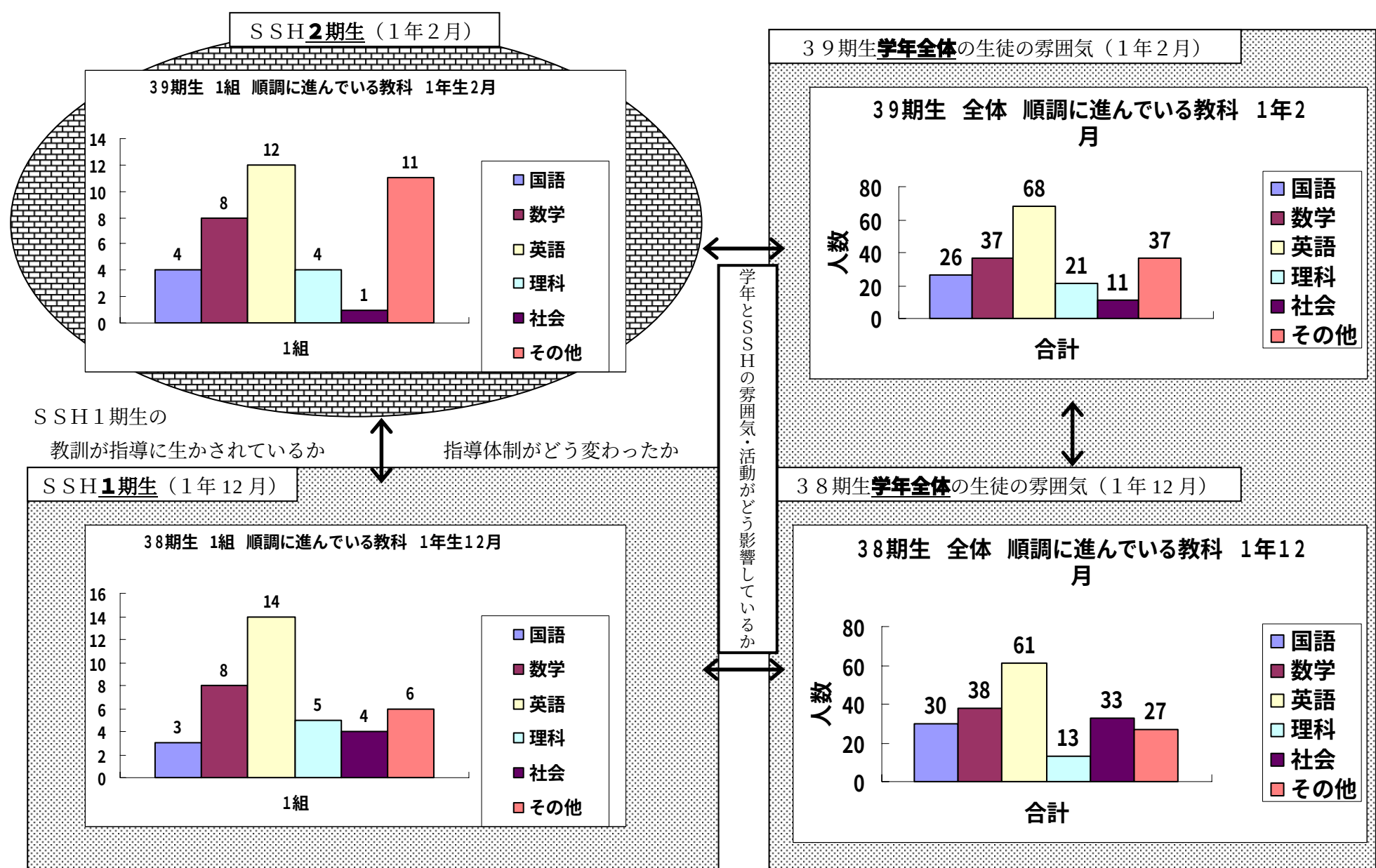
(分析) 2期生の塾・予備校等の利用が少なく、しかも(h)の家庭学習時間が少ない為に、学力低下が生じるのではないかと。(後述)

(j) 学習困難と感ずる教科



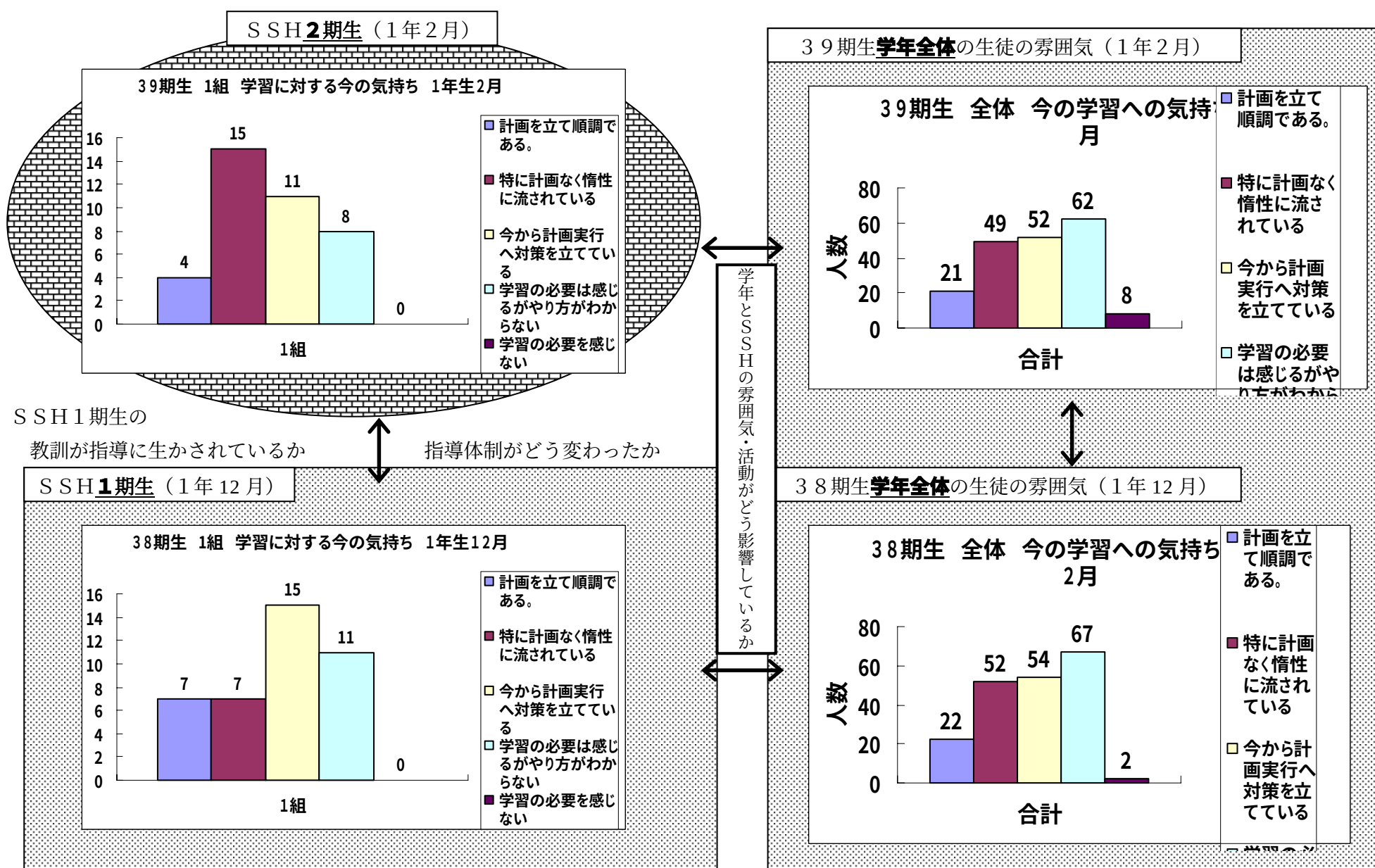
(分析) 例年「数学」に学習の困難さを入学後しばらくして生じている。中学校からの内容の流れがこのあたりで難度が上昇し、適応できないのではないかと考えられる。今年度は無理だが、この点に関して仮説を立てて単元の内容の検証を進める必要がある。

(k) 学習理解が順調に進んでいると感じる教科



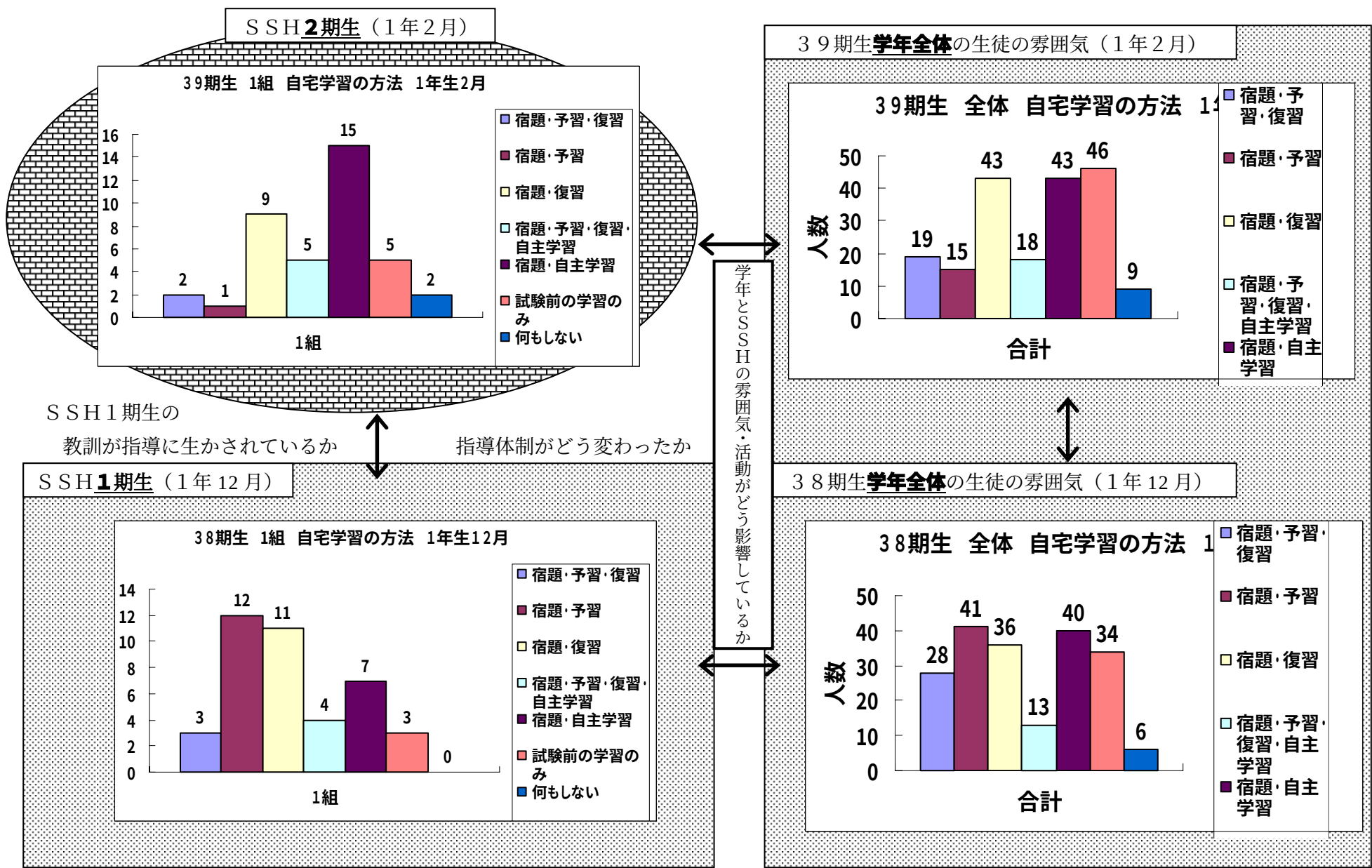
（分析）2期生は活動の好きな活発なクラスのせいか「その他」の割合が高い。英語は順調と出ているが、学年間での学力比較をすれば状況が違う（後述）

(l) 今の学習に対する気持ち



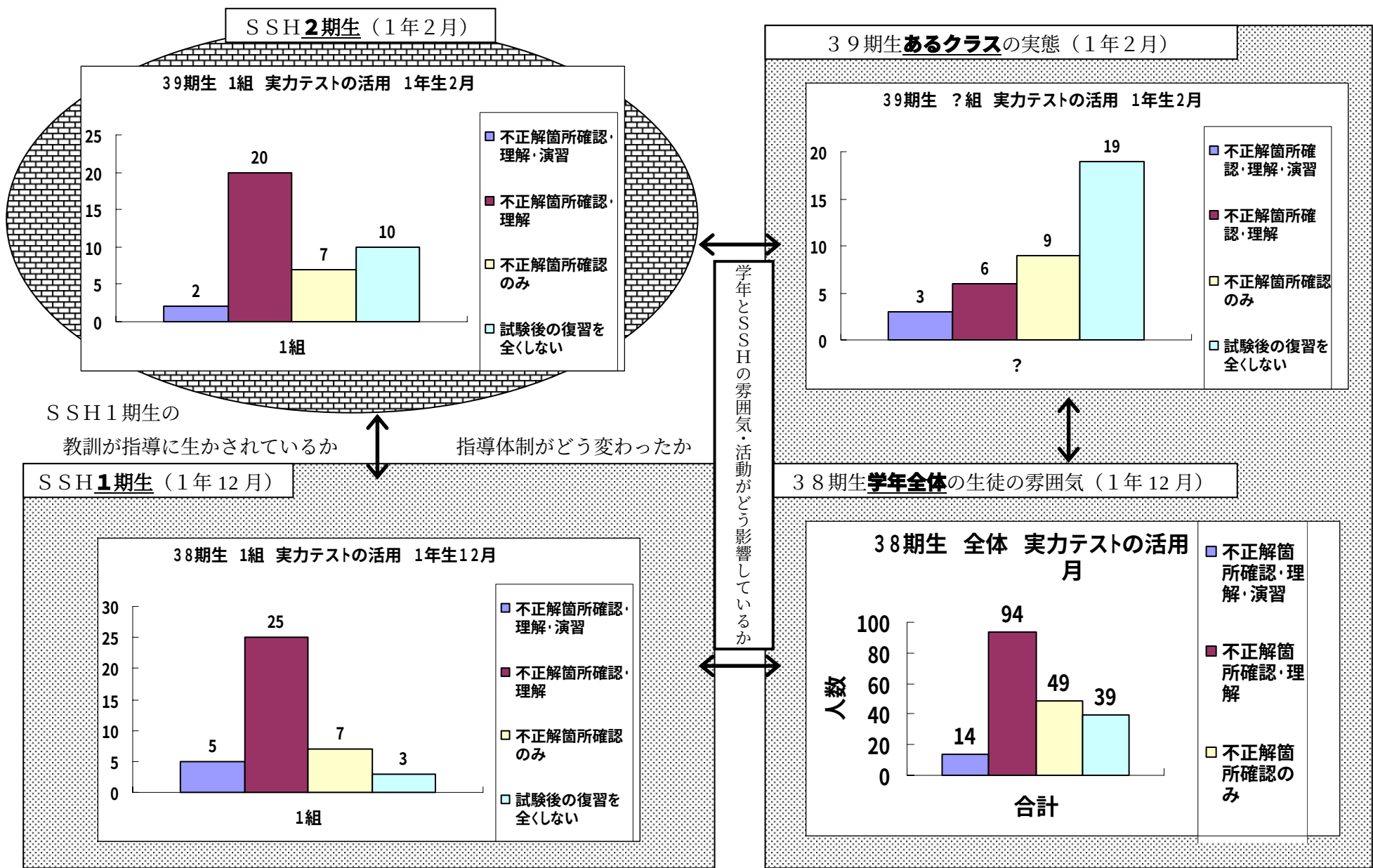
（分析）2期生に情性に流されている割合が非常に大きい。

(l) 自宅学習の方法



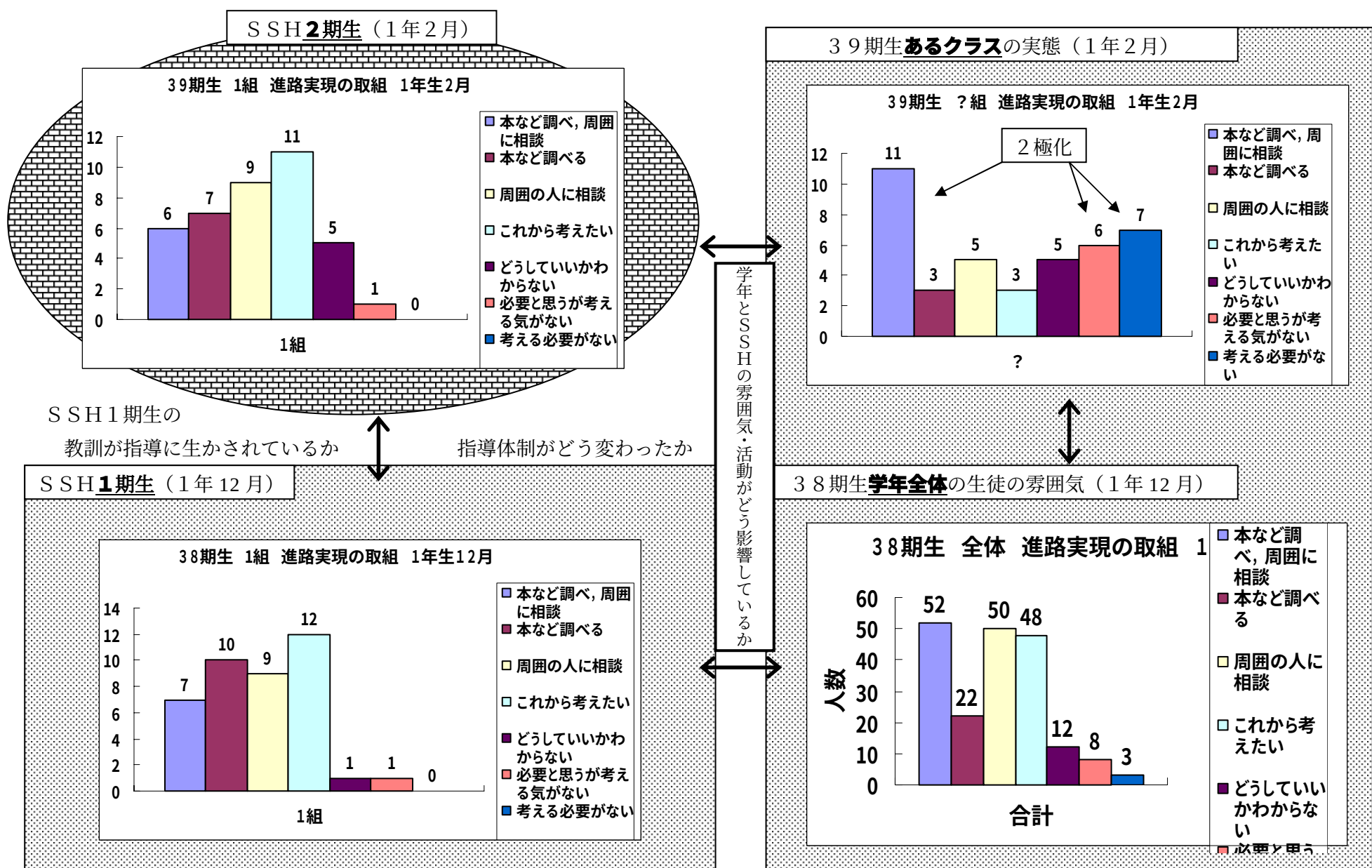
（分析）学年全体もそうだが、2期生は「予習」という意識がない。「自主学習」は、塾・予備校の課題等である。試験前のみの学習で乗り越える生徒が多く、日々の学習習慣が定着していないことと連動している。

(m) 実力テストの活用



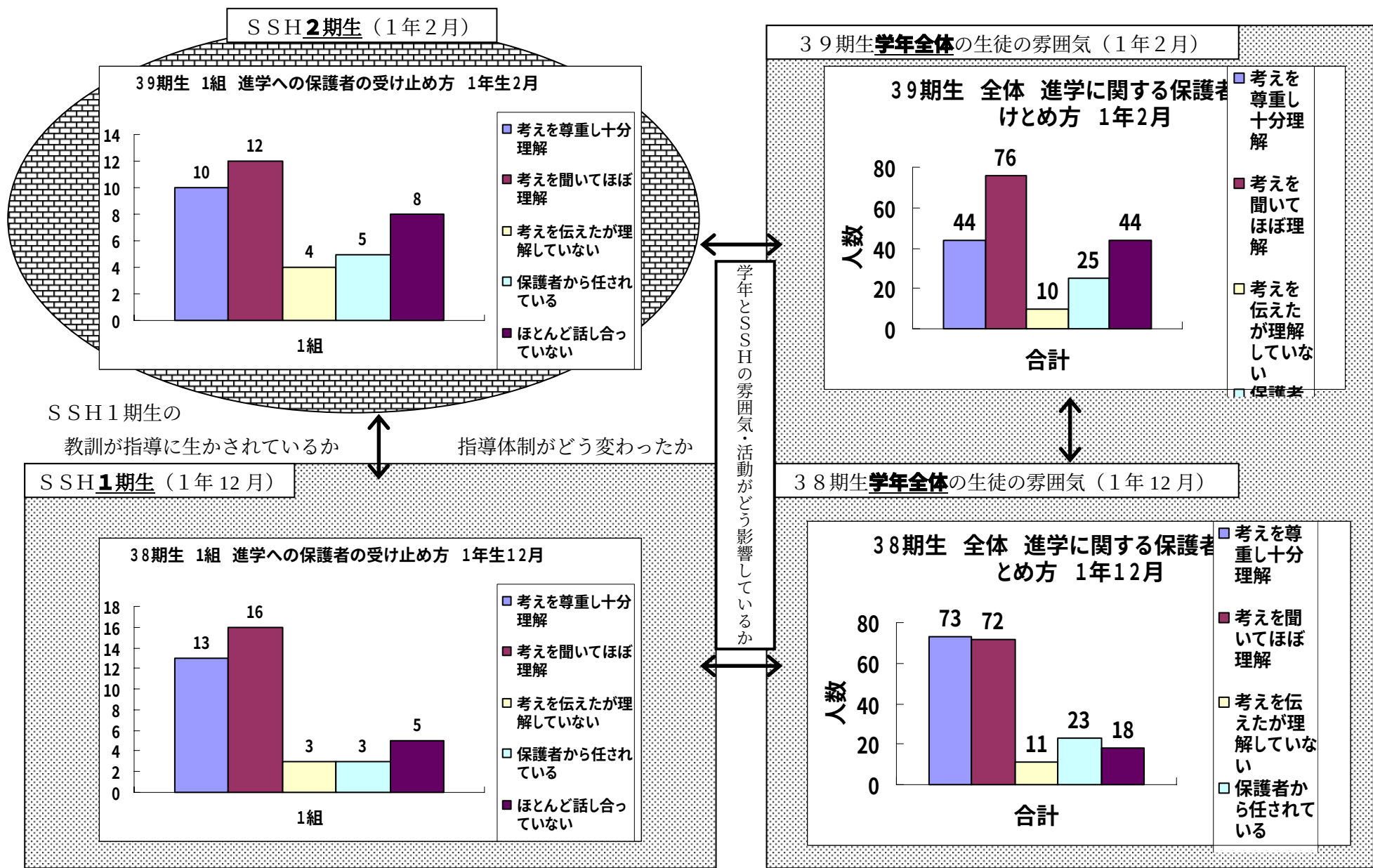
（分析）2期生は「実力テスト」への意識づけが1期生に比べて低いようだ。38期は各クラスとも同じ様な傾向がみられたので学年全体のグラフを、また39期はSSH以外のクラスは同様な傾向であったにも関わらず、ある1クラスに特殊な結果が出たので掲載した。

(n) 進路を実現するためにどのような取組をしているか



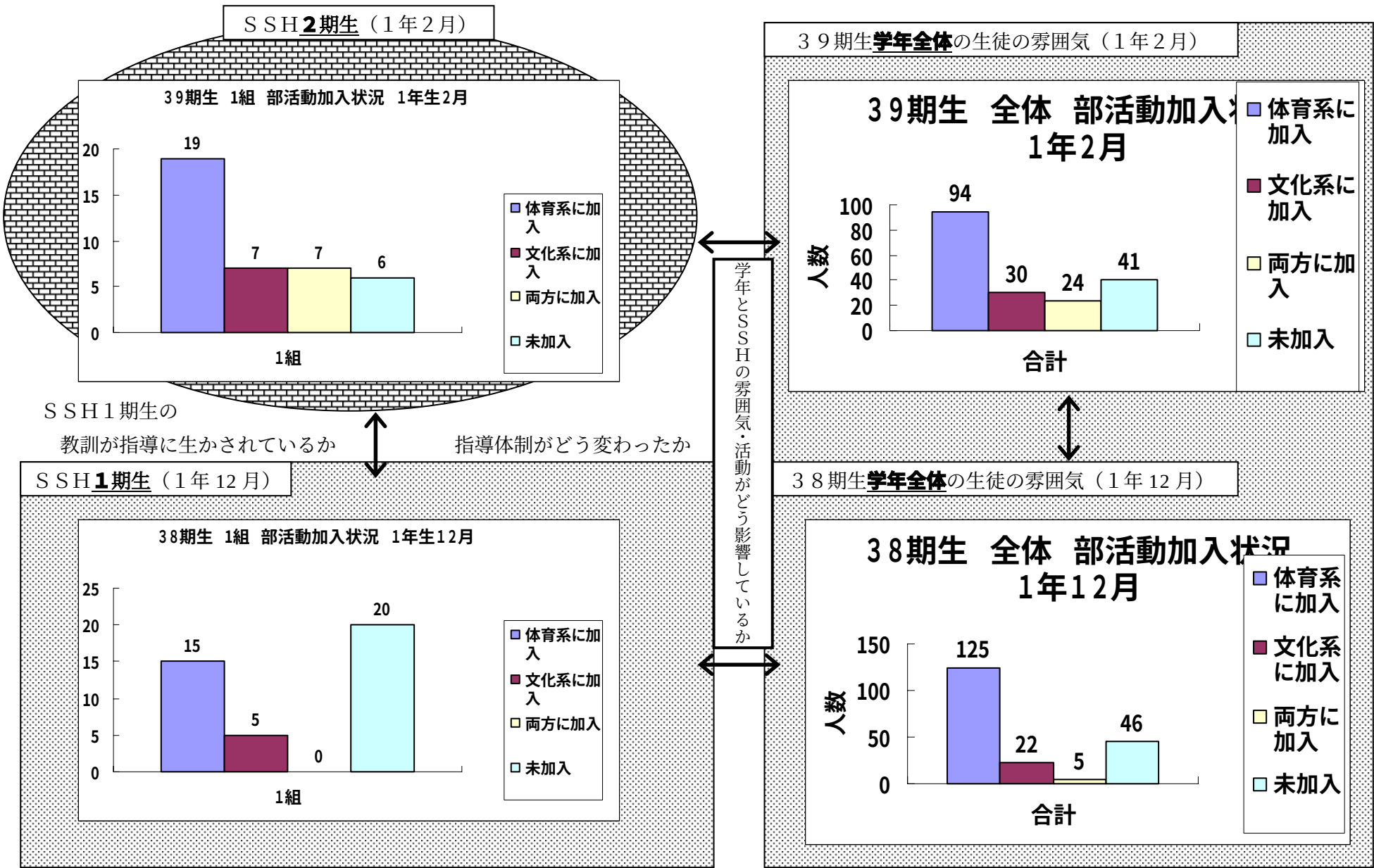
（分析）1期生も2期生も同様に自分の進路・将来に対しては真剣に考えているが、取組をどうしたら良いのかわからない生徒が2期生に若干存在するのでケアが必要である。学年全体も例年と同様な傾向であるが、38期には悲観的な姿勢の回答があった。ある1クラスに特殊な結果が出たので掲載した。

(n) 進路について保護者の理解を得ているか



（分析）2期生は「家庭での話し合いができていない」という回答数が多いことに気がつくが、学年全体も同様な結果が出ている。

(o) 部活動加入状況



(分析) 1期生で懸案事項であったクラブ活動をする環境を整えるという課題は、7限の時間数を減らし、授業延長や教科課題量の精選によって2期生では大きく改善された。しかし、学年は大凡例年の傾向どおりである。

(注) これら以外のアンケート項目に関しては、1期生、2期生とも同様な回答集計結果を得た。概要は(i) 38期生間の経過比較分析のグラフを参照のこと。

1 教育活動全体の評価

昨年度からの本校の取組は2年間を終える時期を迎えて、2カ年間の研究開発がどのような成果をあげ、課題をもっているのかを実証的なデータをもとに言及してみたい。本来、われわれの研究開発は『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』という課題を設定した。そして、課題は次のような4つの目標に示される生徒を育成することで実現され则认为した。

- 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。

また、前述の特性をもつ生徒は、次の7点に要約される具体的な方法をとることで育成され则认为した。

- ①理科・数学の授業時間の増
- ②理科・数学境界領域の教材開発
- ③理科実験実習の一層の重視
- ④「その他の科目（文系関連も含む）」の設置
- ⑤大学・企業、研究機関による指導
- ⑥地域自治体（京都府等）の教育・研究活動との連携強化
- ⑦クラブ活動等発表・発信の場の設定

本報告書では、具体的な方法がどのような意味を持つものかについて、それぞれの教科・科目が検討を加えている。さらに、前節では探究力、論理性・分析力の点に生徒の成長の跡がうかがわれることを述べた。詳細は該当の章に譲るが、ここでは①から⑦の方法が全体としてどのように生徒の変容を遂げる影響を与えているかについて、検討を加えてみた。

本校では学年進行で学年1クラス(40名)を研究開発の生徒とし、本年度は1年40名、2年40名が対象生徒である。彼らがどのように変化しているかを総合的に捉えることが本章の目的である。ただ、高等学校での生活が2カ年を終えようとしている2年を分析対象とする。

前にあげた①～③は基本的には数学・理科の単位数増などを内容とするものであり、⑤も数学・理科分野の特別講師による高校生への指導が大部分である。そうした取組の反映として、目標のA・Bのうち、「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」、「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……取り組む生徒を育てる」という点は進路希望調査のデータから見限り、実現しているものと考えられる。また、一方、2年生の中には文科系を志向する生徒が約1割いる。彼らは当初から文科系を志向していたことが進路希望調査からわかる。彼らが当初から理科系への進路をめざしているSSHの教育課程になぜ進学したのかは不明だが、一つには他のクラスに比べて履修単位数が多いという、大学進学に有利ではないかという判断が働いたものと想像できる。ただ、一方で、彼らを抽出してみるといずれも共通する部分がある。それは関西文化学術研究都市が主催するいろいろな啓蒙的な行事にボランティアとして参加したり、長期休業中に各所で実施されるサイエンス・プログラムに積極的に参加する生徒であるという事実である。彼らが将来の進路を自然科学系統においていないとしても、サイエンス・プログラムに強い関心を持ち、積極的に参加していることは「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」いる生徒の育成に効果をあげているものと考えてもよいだろう。

④の取組は目標B・Dと深く関わっていると考えている。本校の場合、④の取組は教育課程の関係で次年度に実施することになっている。そのため本年度は評価対象から除外したい。

⑥は目標のB・Dと関係するが、関西文化学術研究都市などとの行事への参加は単発的に行われているが、組織的に継続する点では不十分であった。

⑦はA・B・Dの目標に関わっていると考えている。この取組の結果については、検証に基づいた定量的な分析ができていないが、第3章で報告しているとおり、いくつかの活動が取り組まれた。昨年度はクラブ活動について取組が不十分である旨の報告を行ったが、今年度は数学科が課外活動として数学クラブを

立ち上げ、数学オリンピックをめざして関心のある生徒を継続的に指導した。本校の教員の科学クラブなどへの関心が強くなかった状況から、SSH の取組が教員の意識の変容を促したものと考えられる。そしてそれが生徒への刺激となったものと考えて良い。

2 外部評価～運営指導委員会

(1) 第1回運営指導委員会

平成 15 年 10 月 11 日(土)に開催した。この会議で大きな焦点となったのは、本校が行っている教科における指導要領の枠組みを超える取組についての評価である。教育課程表からもわかるように、数学・理科の各科目について学校設定科目を設置して研究開発を行っている。討議は基礎的な学習内容と高度な内容の教材構成のあり方に関わることであった。一方では、大学教育との接続を想定して教材の研究開発を行っているために、指導要領よりも高次の内容が高校教育の中に含まれてきている。大学(院)教育を担当している運営指導委員からは、大学での自然科学系の教育の現状をふまえて、基本的な学習に重心をおいた教科指導が望ましいのではないかという意見表明があった。それは平成 15 年 5 月に実施した近畿地方発明センターが主催し、本校 1 年生も出席した「科学技術講演会」の評価に顕著に現れた。昨年度の講演会とは違い、本年度の講演者は大学教授・大学院生に混じり、高校 1 年生が聴衆に含まれていることを十分意識されて内容構成をされていたことは、よくわかった。ただ、研究の先端部分の話と高校 1 年生向けに話されている部分の内容上の差が大きく、理解が難しい所が多かったように思われた(第 1 回運営指導委員会資料参照)。これも行事に難しいことでも講演を聴くことで刺激をうけて関心を深めていくことがあるとして意義を見出す意見と、理解不可能な所が多い行事の設定について否定的な意見とが表明された。

教育内容に関する両者の立場の違いはさほど大きくはないと考えられる。基本的な学習に重点を置くことの重要性を強調する考えも、高校生として平易であればよいというのではなく、学習指導要領から大きく逸脱してまで科目構成を高度化する必要がないとの立場である。同様の議論は昨年度第 2 回の運営指導委員会でも別の科目について意見の表明があった。

(2) 第2回運営指導委員会

平成 16 年 3 月 7 日(日)に開催した。本冊子はこの会議の資料をもとに編集している。本校からの報告に対して、委員からは理解力の伸びについての検討の必要性、科目の内容構成と、探究力などといった養成すべき力と関連づけることが評価法の改善につながることなどの指摘があった。ただ、本校の研究開発が主として教材開発に力点を置くことから、本校の取組全体を包括的に見渡す視点の設定が難しくなるため、ややもすれば、評価に関する議論が散漫になる場面があった。

本校は研究課題を達成するために 4 つの目標を設定し、それを実現する方法として 7 項目の柱をたてている。それによって、第 1 年次には「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」、第 2 年次には「論理的な思考力や豊かな表現力を持ち、多様な場で成果を発信できる生徒を育成する」、第 3 年次は「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」という段階をおった各年度の課題を設定している。こうした各年度の課題と取組内容が十分にかみ合っていたのかについては、改善を図る必要がある。

また、今回の運営指導委員会では、物理について、平成 4 年度施行の学習指導要領、平成 15 年度施行の学習指導要領を検討した上で、科目構成案を討論した。これは運営指導委員から、大学教育を見据えた上で物理の科目構成について具体的提言をいただいたことを基にしている。高校現場からの検討を深化させることと相まって実際の意味をもつことになるが、教育内容での高校・大学間接続を意識した取組として、内容構成の具体化を図ることを進めたい。

3 成果の公開～成果の共有について

(1) 教育実践研究集会

平成 16 年 2 月 20 日に教育実践研究集会を開いた。概要は次の通りである。

<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」

内容

(ア) 公開授業

- A. 公開授業Ⅰ・・・
- ・現代社会（１－５教室）授業者:高田敏尚
『『現代に生きる私たちの課題』の扱いについて』
 - ・数学Ⅰ（１－１教室）授業者:藤本正裕
「数列の和、面積、体積」
 - ・物質科学Ⅰ（化学教室）授業者:市田克利
「(実験) 化学反応の速さ」
- B. 公開授業Ⅱ・・・
- ・体育１年男（グラウンド）授業者:高安和典
「心拍数をペースメーカーとした持久走」
 - ・応用数学Ⅱ（２－１教室）授業者:山本彰子
「学校設定科目『応用数学Ⅱ』のまとめ」
 - ・科学技術（化学教室）授業者:松森弘治
『『科学技術』における製作物および内容発表』

(イ)講演会 講演テーマ「科学とコンセンサス」

講演者 大阪大学大学院文学研究科教授 鷲田清一氏

(ウ)教科研究集会

A. 地理歴史科・公民科研究集会（地理教室）

発表者 ①高田敏尚、②高田法彦

助言者 水山光春（京都教育大学教育学部教授）

研究テーマ ①「学校設定科目『科学と哲学』の構想」

②「世界史における科学技術」

内容紹介 ①「SSH（自然科学コース）に設定されている必須科目『科学と哲学』の年間プランを提示し、哲学的・科学的思考力の養成を試みる。」

②「科学技術史を世界史学習に取り入れる構想について検討を試みる。」

B. 保健体育科研究集会（LL教室）

発表者 高安和典

研究テーマ「心拍数をペースメーカーとした持久走」

内容紹介 「80 分間走の完走を目標に、走ペースの目安として各自が心拍数を計測したり、消費カロリーを計算しながら実施した持久走授業の実践報告。」

C. 数学科研究集会（コンピュータ教室）

発表者 ①山本彰子、②河崎哲嗣、③盛永清隆

助言者 占部博信（京都教育大学教育学部教授）

大竹博巳（京都教育大学教育学部助教授）

研究テーマ「SSHにおける数学教育の実践」

内容紹介 ①「SSH学校設定科目『応用数学Ⅱ』の実践報告」

②「地域交流（自治体・大学・研究所・教員との連携）について」

③「数学クラブの活動について」

D. 理科学研究集会（化学教室）

発表者 ①松森弘治、②井上嘉夫、③市田克利

助言者 広木正紀（京都教育大学教育学部教授）

村上忠幸（京都教育大学教育学部助教授）

研究テーマ「SSHにおける理科教育について～今年度の取り組みについて～」

内容紹介 「今年度の科学技術、生命科学Ⅰ、物質科学Ⅰの各授業の取り組みを発表する。

（各科目内容は下記参照）また、その中からより効果的な理科の授業について、参加者と意見交換を行う。」

①科学技術（１年自然科学コース）

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ことを指導方針として具体的には以下のような教材などを実施している。

・多目的分光放射計・燃料電池・ペットボトルを使った箔検電器・モーターと発電機

②生命科学Ⅰ（１年自然科学コース）

分子による生命現象の理解を目標とする生命科学Ⅱの基礎的学習を進めている。また、その一助として専門家による特別講義、研究室訪問と学生スタッフ達の指導のもとでの実習、２泊３日での臨海実習などを実施している。

③物質科学Ⅰ（２年自然科学コース）

日常生活に関わる物質に目を向けさせて、ものづくりへの指向を意識して取り組み、物質科学Ⅱへつながる学習を進めている。また、その一助として専門家による特別講義・実習や、企業協力による実習、および施設・工場見学等を実施している。

全体で約 140 名の参加を得て開催した。本校が自然科学だけで SSH を行うのではなく、「cultural science」も含めた取組であることは講演者の選定でも了解していただけたと思われる。参加者の感想も本校の意図が了解されたようであった。

（２）ホームページ

昨年度の研究集会で NHK 解説委員の早川信夫氏が多くの学校の情報発信の少なさを危惧されていた。本校もその点では不十分な点があった。ただ、平成 15 年度は SSH 関連の情報を新たに構成すると共に、平成 16 年 2 月には全面的に改定した。本校の成果報告書は本校のホームページからダウンロード可能であり、多くの学校訪問校が事前にそれを見て本校と意見交換にいられている。これは大幅に進歩したところである。ただ、教科指導の内容がホームページ上で明らかになっておらず、その発信が課題である。

４ 研究開発実施上の課題及び研究開発の方向

本研究開発実施上の課題は次の通りである。

１点目は、本校が SSH の取組のために別の教育課程を設定し、教育活動を展開していることを利用した対比的な検証を十分には行えなかったことである。

教科の報告にも明らかのように、SSH の対象としたクラスでは数量的な、データに基づき仮説の検証を行っている。しかし、生徒層がほぼ同質の他の本校生との対比は十分ではない結果となっている。

２点目は、目標として掲げた生徒の変化の要因が明確には分析できていないことである。本校の研究開発の成果として、生徒に創造性・論理性・分析力に伸びがみられることを明らかにした。しかし、それは本校の学校教育の中のどのような活動がいつ、どのような形で影響を与えて変化を生じたのかは明らかにできていない。

３点目は、教科内容の構成を高大接続を意識して構成することが部分的にしか進まなかったことである。物理で現行指導要領とは違う観点で内容の提案があり、高校の現場からの意見を付すことで検討が進み出したが、内容の具体化を図ること、他の科目にも広げることが求められる。

４点目は各年度の課題を明確に意識した取組が行い得たのかという検証が不十分だった点である。研究課題を実現するために掲げた目標と、具体的取組との間にある第２節で紹介した各年度の課題を常に意識することで、取組内容の方向が明確になるものと考えている。

こうしたことをうけて、今後の研究開発の方向性は次のように考えている。

数量的なデータをもとに多様な生徒、異なるカリキュラムで教育を受けている生徒を対比的に、いろいろな指標を用いて、統計的に明らかにすること。また、学校の教育活動の諸要素が、いつ、どのような形で生徒の変化を促すのか(促さないのかも含めて)を、明らかにしていくこと。さらに、科目内容での高大接続のより具体化を進めること。そして、それらの取組の基礎条件として、本年度の研究開発の課題を明確に意識化させること。これらが第３年次を迎える本校の研究開発の課題と考えている。