

飛び入学者のための早期高等教育と

人間基盤研究の調和

(11480029)

平成11年～平成13年度 科学研究費補助金〔基盤研究(B)(2)〕

研究成果報告書

平成14年3月

研究代表者 大高 一雄

(千葉大学 先進科学教育センター)

# 目 次

はしがき	1
------	---

## 第1章 早期高等教育の理念と確立

- |                     |   |
|---------------------|---|
| 1. 本研究の目的について       | 3 |
| 2. 早期高等教育の理念と確立を求めて | 8 |

## 第2章 先進科学プログラムでの早期高等教育

- |                 |    |
|-----------------|----|
| 1. カリキュラムの開発と実践 | 11 |
| 2. 先進科学セミナー     | 23 |
| 3. 海外研修         | 35 |
| 4. 学生の現状        | 46 |

## 第3章 高大連携

- |                      |    |
|----------------------|----|
| 1. 理学教育連携調査委員会の活動    | 59 |
| 2. 実験工房（理学教育連携実践）の記録 | 61 |
| 3. 平成13年度サマースクール     | 63 |

## 第4章 諸外国における早期高等教育に関する調査・研究

- |                           |     |
|---------------------------|-----|
| 1. インディアナ州パーデュー大学の早期教育の研究 | 73  |
| 2. ロシアでの早期教育の記録           | 116 |

## 第5章 平成11・12年度の研究成果の実践:平成13年度の活動

- |                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 1. 入試                          | 122 |
| 2. 教育                          | 128 |
| 3. 先進科学プログラムと飛び入学・早期高等教育推進上の課題 | 178 |

## はしがき

平成7年11月に科学技術基本法が制定され、従来よりも強力に科学技術の創造と展開を推し進める必要性が指摘された。千葉大学では、平成7年に先進科学プログラムの検討を開始し、物理学の分野で高校2年生を大学に受け入れるいわゆる「飛び入学」の実施に平成10年4月に踏み切った。また、この先進科学プログラムの中では、早期高等教育の研究ばかりでなく、日常流れている高校での物理教育についての問題点の抽出も行い、大学が地域の高校の教育へかかわっていくことの必要性を認識するにいたった。このことはその後、各大学が取り組みだした高大連携の活動といってもよいであろう。

科学研究費補助金基盤研究(B)(2)「飛び入学者のための早期高等物理教育と人間基盤研究の調和」は、われわれが取り組んできた、飛び入学と高大連携が、ちょうど走り出し、かつ軌道に乗っていくきわめて重要な期間、平成10年度から13年度、の活動を支えてきた助成である。その間教育基本法の改正による飛び入学制度の解禁があり、また一方では、大学と高校の連携が当然のこととして大学教官の中で受け入れられるようになった。このような動きのきっかけには、先頭を切って走ってきたわれわれの地道な努力がプラスの評価を受けていることもあずかっているに違いない。

この科学研究費の助成による本研究の目的は、飛び入学に関しては、飛び入学学生の物理分野での個性的才能の早期開花・育成と人間教育に適したよりよい総合的カリキュラムを開発することと、これらを一般学生の教育にも生かすことを目標としている。また、高校との連携では、新しい理科教育についての高大連携のあり方を、実践を通して探ることを目的にしている。

われわれの研究方法は日常の実践的な活動を通しての研究という特徴を持っている。それゆえに、この活動にかかわってきた多くの千葉大学の教官に負担を強いたことは事実であるが、実践活動それ自体が、飛び入学制度への現実性を欠いた批判に対して、われわれの雄弁な回答になっているし、高大連携についても、単なる机上の計画とは大きく立場を異にしているというわれわれの自信の裏づけにもなっている。この小冊子に報告されているわれわれの活動が後に続く人々の一助になることを期待している。

研究代表者

千葉大学先進科学教育センター  
教授 大高 一雄

## 研究課題名

「飛び入学者のための早期高等教育と人間基盤研究の調和」

## 研究組織

研究代表者:大高 一雄 (千葉大学先進科学教育センター 教授)

研究分担者:上野 信雄 (千葉大学工学部 教授)

研究分担者:井宮 淳 (千葉大学総合メディア基盤センター 教授)

研究分担者:金子 克美 (千葉大学理学部 教授)

研究分担者:松元 亮治 (千葉大学理学部 教授)

研究分担者:ユードソン ウラジミール (千葉大学先進科学教育センター 教授)

## 交付決定額(配分額) (金額単位:千円)

平成11年度 6,500円

平成12年度 3,900円

平成13年度 2,300円

総 計 12,700円

## 研究発表

### (1)学会誌等

大高 一雄「千葉大学 ～現場からの報告～」； 大学教育学会誌 22巻2号、  
(2000年11月)

### (2)口頭発表

大高 一雄「大学個性化と学生選抜」； 大学教育学会 (2000年6月)

### (3)出版物

原田 義也「はばたけ若き挑戦者」； 千葉大学先進科学教育センター  
(1999年10月1日)

大川 澄雄「はばたけ若き挑戦者2」； 千葉大学先進科学教育センター  
(2000年3月)

金子 克美「はばたけ若き挑戦者3」； 千葉大学先進科学教育センター  
(2001年3月)

大高 一雄「先進科学教育センター自己点検・評価報告書 教育問題抜粋編」  
千葉大学先進科学教育センター (2001年12月)

## 第1章 早期高等教育の理念と確立

---

### 1. 本研究の目的について

平成9年6月26日に行われた中央教育審議会の第2次答申を受けて、同年7月31日、文部省は大学入学年齢の特例措置、いわゆる「飛び入学」を導入するため、学校教育法施行規則の一部を改正した。これによって、数学または物理学の分野において特に優れた能力をもつ者は、17歳でも大学に入学できることになった。千葉大学では、平成6年度から「飛び入学」の導入に向けて検討を重ねてきたが、この規則の改正に基づいて、平成9年度から「先進科学プログラム」を発足させ、物理学の分野で、平成10年4月入学の学生を募集することにした。なお、このプログラムは平成9年10月1日から先進科学センター（現先進科学教育センター）が中心となって実施しているものである。

はじめに早期高等教育の改革に関連して千葉大学で「先進科学プログラム」を導入した趣旨を述べる。

先進科学プログラムは、英語では Frontier Science Program と訳している。

このプログラムでは、第一に、将来、独創的な研究によって、日本の科学の最前線を切り開く、活力あふれる個性的な人材を確保することを目的としている。明治の文明開化以来、我が国は、外国の科学技術を吸収し発展して来た。戦後もこの傾向は基本的には変わっていない。現在、我が国は大量の自動車や電子機器を輸出して経済大国となっているが、これらの工業製品の基本原理はほとんど外国で考えられたものである。例えば、電子機器を構成するトランジスターの原理は勿論のこと、LSIなどの集積回路の発想も外国で生まれたものである。「科学技術ただ乗り論」に基づく経済摩擦や文化摩擦が欧米先進国との間に生じているのは無理からぬことである。世界の一員としてこれからの我が国で大切なことは新しい科学技術の frontier を切り開いて世界に貢献することである。「先進科学プログラム」はこのような社会的要請に応じて計画されたのである。

第二に、このプログラムでは現在の受験体制に対する改革を意図した。高校生の多くは、絶えず大学入試を意識して好きな勉強を十分出来ない生活を送っていると考えられる。このプログラムでは、物理や数学の好きな者は能力があればそれだけでも大学に入ることができる。他

の科目については、1年早く大学に入った後でゆっくり勉強することが可能である。大学には自然科学以外の人文科学や社会科学の多くの分野、例えば、法学、経済学、哲学、歴史学、文学、心理学、人類学などにそれぞれ専門家が存在している。「先進科学プログラム」の学生はこれらの専門科目の中から自分の興味を引く科目を自由に選択して、受験を意識することなく勉強できるのである。また、現在我が国の多くの大学で行われている入試は、一定の時間にどれだけたくさんを知っているかテストする形式のものである。「先進科学プログラム」ではこのような現状を打破するため、試験場に教科書、参考書、ノート、辞書などを持ち込んで、それらを参照しながら、十分に時間をかけて答案を書いてもらうことにした。

第三の目的は、このプログラムを核にして大学の現状に一石を投じることである。日本の大学がレジャーランドと言われていることは周知の事実である。多くの学生は、灰色の受験生活を終わって大学に入った後は、適当に大学生生活をエンジョイし、卒業証書を得ることにだけ関心がある。これは大学における勉学にはっきりとした目的意識がないために起きることである。「先進科学プログラム」では、学生の一人一人に、将来物理の分野で独創的な研究を行い、世界的に活躍するという目的意識を持ってもらうことにした。そのために必要な環境は大学側で十分整えることになった。

このような大学側の努力は多くの一般学生にも良好な影響を与えるものと考えられたが、飛び入学生の入学の結果、物理学を志す一般学生の著しい活性化が着実に行われているのである。

以上を背景とし、早期高等教育のあり方を以下の点に着眼して、科学研究費補助金の援助を得て研究し、新規教育の開発を行いながらその実践を行ってきた。

本研究は物理学に関する専門領域を中心として、理学と工学の関連領域からの研究者と、人文科学部門の専門家も加わっている。さらに、高等学校において幅広く理科教育の改善に取り組んできた教育実践者の協力を積極的に仰いだ。このように、総合的な検討を行いながら、千葉大学先進科学プログラムの独自性を発揮し将来のより開かれた早期高等教育における人間基盤教育のあり方について研究した。

次に17歳飛び入学生の在籍状況、同プログラムへの出願状況を示す。

#### 平成13年度在籍状況

	4年生	3年生	2年生	1年生	合計
理学部 (人)	0	2	2	3	8
工学部 (人)	3	1	1	0	4

[地域別内訳]

★印は千葉県内者を内数で示し、( ) は女子を内数で示す。

(平成10年度入学者)

資格	出身学校等地区別								計	備考
	北海道	東北	関東 甲信 越	中部 北陸	近畿	中四 国	九州	その他		
高等学校在学			1 ★1				2		3 ★1	
合計			1 ★1				2		3 ★1	

(平成11年度入学者)

資格	出身学校等地区別								計	備考
	北海道	東北	関東 甲信 越	中部 北陸	近畿	中四 国	九州	その他		
高等学校在学			2			1			3	
合計			2			1			3	

(平成12年度入学者)

資格	出身学校等地区別								計	備考
	北海道	東北	関東 甲信 越	中部 北陸	近畿	中四 国	九州	その他		
高等学校在学			2 (1)		1				3 (1)	
合計			2 (1)		1				3 (1)	

(平成13年度入学者)

資格	出身学校等地区別								計	備考
	北海道	東北	関東 甲信 越	中部 北陸	近畿	中四 国	九州	その他		
高等学校在学			3						3	
合計			3						3	

出願状況

(平成10年度)

★印は千葉県内者を内数で示し、( )は女子を内数で示す。

資格	出身学校等地区別								計	備考
	北海道	東北	関東 甲信 越	中部 北陸	近畿	中四 国	九州	その他		
高等学校在学			6 (1) ★1			1	2		9 (1) ★1	11名全員 について出 願を認めた
外国における 学校教育								1	1	
大学入学資格 検定			1						1	
合計			7 (1) ★1			1	2	1	11 (1) ★1	

## (平成11年度)

資格	出身学校等地区別								計	備考
	北海道	東北	関東 甲信 越	中部 北陸	近畿	中四 国	九州	その他		
高等学校在学			9 ★1	1	2	1	1		14 ★1	14名全員 について出 願を認めた
合計			9 ★1	1	2	1	1		14 ★1	

## (平成12年度)

資格	出身学校等地区別								計	備考
	北海道	東北	関東 甲信 越	中部 北陸	近畿	中四 国	九州	その他		
高等学校在学	1		7 (1) ★3	1	6 (1)				15 (2) ★3	17名全員 について出 願を認めた
外国における 学校教育								1	1	
大学入学資格 検定		1							1	
合計	1	1	7 (1) ★3	1	6 (1)			1	17 (2) ★3	

## (平成13年度)

資格	出身学校等地区別								計	備考
	北海道	東北	関東 甲信 越	中部 北陸	近畿	中四 国	九州	その他		
高等学校在学	1		5 ★1		1				7 ★1	7名全員に ついて出願 を認めた
合計	1		5 ★1		1				7 ★1	

(平成14年度)

資格	出身学校等地区別								計	備考
	北海道	東北	関東 甲信 越	中部 北陸	近畿	中四 国	九州	その他		
高等学校在学		1	11 (1) ★4	1	1 (1)				14 (2) ★4	14名全員 について出 願を認めた
合計		1	11 (1) ★4	1	1 (1)				14 (2) ★4	

## 2. 早期高等教育の理念と確立を求めて

ここに早期高等教育という内容は単に高校2年生修了者が千葉大学先進科学課程に入学し、大学教育を受けることを意味している。しかし、これは画一化教育を極端に排斥する日本における特別なケースにすぎない。

本来的には早期教育に様々な制限がつくことが不合理である。特別に能力があると認められ、早期からの適切な教育の必要性があるのであれば、大学入学年齢に制限は必要ないはずである。従って、一番普通なのは大学受験資格に年齢制限は要らず、大学教育を受けるにふさわしい能力を既に備えているか否かのみが必要である。この意味で、大学側は入学希望者の年齢を考慮することなく受験を認め、合格しても特別なケアを要しない。これが普通の意味での早期教育であろう。

現在の千葉大学先進科学プログラムは極めて厳しい年齢制限のもとに実施されているうえに、日本における初の試みのために失敗の許されない教育プロジェクトと言える。そのために極めて準備周到かつ親切すぎるとも言える入学試験と教育カリキュラムを用意しなければならない。例えば、選考にしても高校2年修了予定者を対象とする特別措置であることの負担のために、3日間にわたる独特の試験を行う。参考書持ち込みの理科の筆記試験、実験および各受験者当たり一時間におよぶ面接試験等が3日間続くのである。選考試験に十分なる時間をかけ、能力ある人材発掘に務めることは悪いことではなく、励行すべきではある。しかし、一番容易かつ普通なのは通常の入学試験に合格すれば、年齢に限らず大学入学許可が与えられることである。このような普通の早期入学者が可能になれば、次の手段として別手段での早期入学者を可能とすることであろう。つまり、通常の大学入学試験をパスしうる程の能力がなくても、特別な面での優れた才能を早期に引き出す教育も必要である。

千葉大学の先進科学プログラムでは後者を目的として掲げ、やっとの思いで従来の大学入

学試験制度にわずかな変化を与えた。それは後者の目的でなければ、社会的理解が一層得られないための選択であった。

早期教育の必要性は音楽あるいはスポーツでは日本でも広く容認されていることであるが、科学においては十分なる理解がない。特に公的教育機関での実施には抵抗が大きい。科学の中では数学は芸術にも似たものと思われており、天才的直観によって進歩してきていると考えられている。物理学の発見も偉大なために天才の発掘が求められている。従って、文部省は数学と物理学を科学のなかでも特別とみなし、高校2年修了者にも大学入学資格を認めたわけである。

それでは他の分野はどうであろうか。化学、生物学、地球科学、工学に天才的要素は必要ないのであるか。各分野の発展は必ず蓄積期と急激な発展期とから成っており、各発展期に端緒を与えた者は天才的とみなされる。この意味では、いずれの分野においても天才が求められる。従ってどの分野にも、極めて強い熱意と才能が溢れている人物の早期発掘かつ養成が社会発展のために必須である。

上述のように、千葉大学先進科学プログラムでは後者の早期高等教育を目指して出発した。しかし、後者タイプの早期高等教育には大学入学後の特別指導が求められる。何故ならば、特別な領域以外の面での成長を求めないことには、社会的リーダーになりえない。このために一般入学者とは異なるカリキュラムと指導体制が求められる。例えば、物理系の優れた才能だけでは不十分なので、人文および社会科学系の教育、様々な人々との交流による社会化教育等、補充的教育も求められる。

千葉大学先進科学プログラムではこの補充的教育を行っているが、実は大きな問題点がある。何故ならば補充的教育を行うにたる教員の手当が極めて不十分なことである。そこで早期高等教育の前者の視点が自ずと求められる。つまり、予め先の学習を進めてあり、低年齢で入学しても大学教育についてこられる人材探しということになる。選考試験は後者の早期高等教育型になっているが、実のところの選考基準は前者型の比重が大きくなる。このような矛盾は解決されなければならないが、困難な点が多すぎる。解決手段としては、千葉大学に限らず全国的に早期教育を実施して、100名程度が早期に大学入学を果す環境が作られることが求められる。そのようになると、社会も大学も特別に身構えることなく前者型の早期高等教育を実施でき、一部後者型の早期高等教育の試みを広げることができる。このような周辺基盤整備がなされない場合には、志願者の周囲ならびに大学側も失敗を恐れて早期高等教育に踏み出せない。特に、志願者の保護者の立場から見ると高校修了さえ公的に認められない制度では、現在の先進科学プログラムへの志願に不安を覚えるのは無理がない。

現在、早期高等教育が必要であり、それも実施に緊急性があるという点で異論を唱える向きは少ない。新しい試みと日本社会では言われるが、たかだか日本でだけ目新しいのであり、何故これほどまでに遅々として進まないのかが不思議である。既に理念検討は通りすぎ、世界レベルからみて当たり前の教育制度を整備して実施すべきであり、そのための組織的保障を行うべきである。これからの日本の発展を支えるのは多用な教育コースから育った人材達である。

必ずしも早期高等教育からだけ人材が出るわけではないが、種々のタイプの人材養成が肝要である。何もしないでじっと順番待ちすることが、社会リーダーになる条件と錯覚しているような日本の社会風土の中には、上記の矛盾を克服できる芽を育てようとする意欲がみられない。千葉大学の中にも、大学としてリーダーシップを取る姿勢が欠けつつあり、やっと生まれた早期高等教育実施の若芽も、多くの矛盾と障害の中で枯れんとする状況にある。

今や理念を議論する段階ではない。当然のことを当然のように行う時である。

---

### 1. 早期高等教育でのカリキュラムの開発と実践

平成11年度のカリキュラムの実施にあつたては、平成10年度の教育実践を踏まえて担任制度の実施等のいくつかの変更が行なわれた。また、教務委員会が強化され、カリキュラムの再編成等についての議論が進められた。

#### 1. 先進科学プログラムのカリキュラム

先進科学プログラムの学生は、形式的には実施学部である理学部または工学部に所属しているが、カリキュラムは当該実施学部のカリキュラムではなく、先進科学プログラムのカリキュラムにしたがって学修をすすめている。平成11年度の先進科学プログラムの開講科目を表1に、卒業単位数を表2に示す。これらの科目のうち、全学運営の専門基礎科目、理学部・工学部で開講されている専門科目については、先進科学プログラムの学生は一般学生と同じ講義を受講している。先進科学独自の科目としては「先進科学セミナー」等が開講され、個人指導的要素の強い小人数の授業が行なわれている。

##### 1. 1 平成11年度のカリキュラム実施状況

表3に、先進科学プログラム学生の平成11年度の時間割を示す。1、2年次の先進科学プログラムのカリキュラムは、将来、物理学関連分野の研究者となるために必要な基礎教育を中心として構成され、理学部物理学科のカリキュラムをベースとしている。1年次には専門基礎科目の必修科目として物理学BI, BII(力学)、同演習、物理学CI, CII(電磁気学)、同演習、微積分学、線形代数学、化学実験、物理化学A, Bを、専門科目の必修科目として物理数学Aを履修する。これらの科目では、先進科学プログラムの学生は理学部物理学科向けに開講されているクラスに出席している。専門基礎科目の物理実験I, IIは、理学部物理学科では2年生で履修することになっているが、その教育的効果が大きいことから、先進科学プログラムでは1年次で履修させるようにした。2年次では、専門基礎科目として物理学DI(熱統計力学)、同演習、EI(量子力学)、同演習、数学選択科目(複素解析、フーリエ解析等)、専門科目として力学I、電磁気学I, II、物理数学Bなどを履修する。

表1 先進科学プログラム開講科目

区分	授業科目	単位数	必修選択別	毎週授業時数								開放	担当予定 教官氏名	非常勤 講師	備考	
				1年次		2年次		3年次		4年次						
				前期 I	後期 II	前期 III	後期 IV	前期 V	後期 VI	前期 VII	後期 VIII					
専 門 基 礎 科 目	先進科学セミナー I	6	◎	3	3									各教官		
	微積分学B	4	◎	2	2											
	微積分学演習B	2	◎	1	1											
	線形代数学B	4	◎	2	2											
	線形代数学演習B	2	◎	1	1											
	物理学B I 力学入門1	2	◎	2												
	物理学演習B I 力学演習1	1	◎	1												
	物理学B II 力学入門2	2	◎		2											
	物理学演習B II 力学演習2	1	◎		1											
	物理学C I 電磁気学入門1	2	◎	2												
	物理学演習C I 電磁気学演習1	1	◎	1												
	物理学C II 電磁気学入門2	2	◎		2											
	物理学演習C II 電磁気学演習	1	◎		1											
	物理学D I 熱統計力学入門	2	◎				2									
	物理学演習D I 熱統計力学演習	1	◎				1									
	物理学E I 量子力学入門	2	◎				2									
	物理学演習E I 量子力学演習	1	◎				1									
	物理学基礎実験 I	1	◎		(2)											
	物理学基礎実験 II	1				(2)										
基礎化学A	2	◎	2													
基礎化学B	2	◎		2												
化学基礎実験	1	◎		(2)												
造形演習	2		2													

①◎印は必修科目，○印は選択必修科目，無印は選択科目を示す。

②実験，実習の授業時間数は（ ）で示す。

③備考欄は，主に開設している学部を示す。

区分	授業科目	単位数	必修選択別	毎週授業時数								開放	担当予定 教官氏名	非常勤講師	備考			
				1年次		2年次		3年次		4年次								
				前期I	後期II	前期III	後期IV	前期V	後期VI	前期VII	後期VIII							
専門 基礎 科目	電磁気学	2	◎				2											
	量子力学Ⅰ	2	◎					2										
	量子力学Ⅱ	2	◎						2									
	連続体物理学	2						2										
	凝縮系物理学Ⅰ	2	◎					2										
	凝縮系物理学Ⅱ	2							2									
	場の理論	2								2								
	統計力学Ⅰ	2	◎					2										
	統計力学Ⅱ	2							2									
	固体素子基礎論Ⅰ	2								2								
	固体素子基礎論Ⅱ	2									2							
	計算機物理	2	○								2							
	磁性物理学	2									2							
	物理数学Ⅰ	4	◎			2	2											
	物理数学Ⅰ演習	4	◎			2	2											
	物理数学Ⅱ	4	○					2	2									
	素粒子物理学Ⅰ	2								2								
	素粒子物理学Ⅱ	2								2								
	原子核物理学Ⅰ	2								2								
	原子核物理学Ⅱ	2								2								
	宇宙物理学	2								2								
	先進科学演習	4	○						2	2					各教官			
	計算機演習	2	○							2								
	専門外国語	2							2						各教官			
	先進科学セミナーⅡ	6	◎			3	3								各教官			
	先進科学セミナーⅢ	6	◎					3	3						各教官			
	先進科学セミナーⅣ	6	◎								3	3			各教官			
	先進科学実験Ⅰ	3	◎				(6)								(各教官)			
先進科学実験Ⅱ	6	◎					(12)							(各教官)				
先進科学実験Ⅲ	6	◎							(12)					(各教官)				
発展研究	8									(8)	(8)			各教官				

表2 先進科学プログラムの履修基準

先進科学プログラムの履修は、各分野ごとに次のようにその基準が定められています。

普通教育科目							専門教育科目		単位数
共通基礎科目				普通科目			専門基礎科目	専門科目	
既修 外国語 科目 (英語)	未修 外国語 科目	情報処理 科目	スポーツ・ 健康科学 科目	総合 科目	セミナー 型科目	個別 科目			
8~10	0~4								
累計 8 ~ 12		2	2	12 ~ 18			42	68~72	140
累計 26 ~ 30									

○普通教育科目の履修

②外国語科目の履修

- ・既修外国語（詳細は普通教育等履修案内の14頁を参照）の英語については、実用英語技能検定1級の合格に対して6単位、準1級の合格に対して2単位まで認定します。（入学後の合格についても可とする。）また、海外研修単位（普通教育等履修案内の24頁の研修をいう。）の英語についても、外国語センターの指導の下に受講し、4単位まで認定します。
- ・未修外国語については、複数の外国語にまたがって履修することができます。

③普通科目の履修

- ・個別科目（詳細は普通教育等履修案内の3頁及び28頁を参照）については、「a. 人間と文化」、「b. 現代社会と政策」、「c. 人間と環境」から各1科目以上と、「d. 自然と情報」及び「専門基礎科目（全学運営科目）」については、別表2（12頁から13頁）に○印を付した授業科目の中から1科目以上を履修しなければなりません。
- ・短期留学国際プログラムは個別科目として履修でき、4単位までを卒業単位として認めます。

表3 平成11年度1年生時間割表

表3-1-(a)

		1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	前期	物理学CI 電磁気学	英語IIL&S intensive	情報処理	科学論A	地理学B	文系セミナー
	後期	物理学CII 電磁気学	英語IIL&S intensive	物理数学 セミナー			
火	前期	物理学BI 力学	物理数学A			現代物理学	
	後期	物理学BII 力学	社会学A	化学実験	化学実験	化学実験	文系セミナー
水	前期	物理化学A	CALL 英語	物理実験I 物理実験II	物理実験I 物理実験II	物理実験I 物理実験II	
	後期	物理化学B	CALL 英語	統計学A	体育		物理学 セミナー
木	前期		微積分学B	微積演習B 線形演習B		物理数学 セミナー	物理学 セミナー
	後期	比較文化論	微積分学B	微積演習B 線形演習B			物理学 セミナー
金	前期	物理学演習 力学・電磁気	英語IIL&S intensive	線形代数B	体育		オムニバス セミナー
	後期	物理学演習 力学・電磁気	英語IIL&S intensive	線形代数B		オムニバス セミナー	

表3-1-(b)

		1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	前期	物理学CI 電磁気学	英語IIL&S intensive	情報処理	CALL 英語	論理学A	文系セミナー
	後期	物理学CII 電磁気学	英語IIL&S intensive	物理数学 セミナー	CALL 英語	科学社会学	
火	前期	物理学BI 力学	物理数学A			現代物理学	
	後期	物理学BII 力学	哲学B	化学実験	化学実験	化学実験	文系セミナー
水	前期	物理化学A	体育 英語	物理実験I 物理実験II	物理実験I 物理実験II	物理実験I 物理実験II	
	後期	物理化学B		統計学A	体育		物理学 セミナー
木	前期		微積分学B	微積演習B 線形演習B	文学B1	物理数学 セミナー	物理学 セミナー
	後期		微積分学B	微積演習B 線形演習B			物理学 セミナー
金	前期	物理学演習 力学・電磁気	英語IIL&S intensive	線形代数B	ドイツ語1	倫理学A	オムニバス セミナー
	後期	物理学演習 力学・電磁気	英語IIL&S intensive	線形代数B	ドイツ語2	オムニバス セミナー	

表3-1-(c)

		1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	前期	物理学 CI 電磁気学	英語 IIL&S intensive	情報処理	体育 英語		文系セミナー
	後期	物理学 CII 電磁気学	英語 IIL&S intensive	物理数学 セミナー	法学 D2		体育
火	前期	物理学 B I 力学	物理数学 A			英語	
	後期	物理学 BII 力学	CALL 英語	化学実験	化学実験	化学実験	文系セミナー
水	前期	物理化学 A	CALL 英語	物理実験 I 物理実験 II	物理実験 I 物理実験 II	物理実験 I 物理実験 II	
	後期	物理化学 B	物理学 DI 熱統計力学	統計学 A		経済学 D II	物理学 セミナー
木	前期	心理学 A	微積分学 B	微積演習 B 線形演習 B		物理数学 セミナー	物理学 セミナー
	後期	物理学 DI 熱統計力学	微積分学 B	微積演習 B 線形演習 B			物理学 セミナー
金	前期	物理学演習 力学・電磁気	英語 IIL&S intensive	線形代数 B	回路理論 I	回路理論 I 演習	オムニバス セミナー
	後期	物理学演習 力学・電磁気	英語 IIL&S intensive	線形代数 B	地理学 B	オムニバス セミナー	

平成11年度2年生時間割表  
表3-2-(a)

		1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	前期	英語 IR	物理数学B	物理数学 セミナー	力学 I	物理学 セミナー	
	後期	英語 IR	物理学 EI 量子力学	先進科学 実験 I		科学社会学	
火	前期	物理学 BI 力学	物理数学A	複素解析	物性基礎		
	後期	物理学 BII 力学		物理数学 セミナー	生命科学 IID		
水	前期	計算物理学	電磁気学 I	物理実験 I 物理実験 II	物理実験 I 物理実験 II	物理実験 I 物理実験 II	
	後期	生命科学 IIE	電磁気学 II	フーリエ 解析		物理学 DI 熱統計	
木	前期	政治学 BI	デザイン 概論		物理学 セミナー		
	後期	物理学演習 熱統計・量子		科学文化史 B	物理学 セミナー		
金	前期			英語 IIR	物理化学 I	物理学 セミナー	オムニバス セミナー
	後期		美術史 B	英語 IIR	物理化学 II	オムニバス セミナー	

表3-2-(b)

		1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	前期	物理学 CI 電磁気	物理数学B	物理数学 セミナー	力学 I	物理学 セミナー	
	後期	物理学 CI 電磁気	物理学 EI 量子力学	先進科学 実験 I			
火	前期	物理学 BI 力学	物理数学A	複素解析	物性基礎		
	後期	物理学 BII 力学	哲学 B	物理数学 セミナー	フーリエ 解析		
水	前期		電磁気学 I	物理実験 I 物理実験 II	物理実験 I 物理実験 II	物理実験 I 物理実験 II	
	後期	基礎化学 B	電磁気学 II			物理学 DI 熱統計	
木	前期				物理学 セミナー	性とジェンダ ーA	
	後期	物理学演習 熱統計・量子	地球科学 B		物理学 セミナー		
金	前期			英語 IIR	物理化学 I	物理学 セミナー	オムニバス セミナー
	後期	物理学演習 力学・電磁気	力学 II	英語 IIR	物理化学 II	オムニバス セミナー	

表3-2-(c)

		1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	前期	英語 IR	物理数学B	物理数学 セミナー	力学 I	物理学 セミナー	
	後期	英語 IR	物理学 EI 量子力学	先進科学 実験 I		科学社会学	
火	前期	物理学 BI 力学	物理数学A	複素解析	物性基礎	物理数学 セミナー	
	後期	物理学 B II 力学	情報工学 概論	物理数学 セミナー			
水	前期	計算物理学	電磁気学 I	物理実験 I 物理実験 II	物理実験 I 物理実験 II	物理実験 I 物理実験 II	
	後期	生命科学 IIE	電磁気学 II	フーリエ 解析		物理学 DI 熱統計	
木	前期	政治学 BI	デザイン 概論		物理学 セミナー		
	後期	物理学演習 熱統計・量子	地球科学	科学文化史	物理学 セミナー		
金	前期			英語 IIR	物理化学 I	物理学 セミナー	オムニバス セミナー
	後期		力学 II	英語 IIR	物理化学 II	オムニバス セミナー	

## 1.2 先進科学セミナー

先進科学セミナーは、先進科学プログラムのカリキュラムの中でもっとも特徴ある科目であり、先進科学プログラム学生の必修科目となっている。先進科学セミナーは物理セミナー、物理数学セミナー、文系セミナー、オムニバスセミナーの4種類からなり、平成11年度は表4のようなセミナーが開講された。各セミナーの内容と実施状況については、各担当教官からの報告を参照されたい。

入学直後の物理・物理数学セミナーは、「スムーズな大学教育へのつながりを目指して、いろいろな日常の授業で感じた、悩みや疑問点にきめ細かく対応して、スタートを誤らせないためのもの」として位置づけられている。このため、平成11年度前期の1年生用の先進科学セミナーでは、参加者を先進科学プログラムの学生のみに関し、きめ細かな指導ができるようにした。1年次後期および2年生の先進科学セミナーには理学部物理学科の学生の一部も出席した。特に、先進科学教育センターの専任教授として着任したYudson教授によるランダウリフシッツのテキストを用いた力学の講義は先進科学プログラム以外の学生にとっても大きな刺激になった。

表4 平成11年度先進科学セミナー

前期

セミナーの種別	学年	担当者	曜日	時限	備考
物理セミナー	1年	太田	木	6限	力学(原島)
	2年	中山	木	4限	力学(ランダウ)
	2年	大川	月	5限	電磁気
	2年	大川	金	5限	電磁気
物理数学セミナー	1年	大高	木	5限	物理数学
	2年	大高	月	3限	力学(原島)
	2年	大高	火	5限	松尾のみ
文系セミナー	1年	岡ノ谷他	月	6限	
オムニバス	1, 2年	金子	金	6限	

## 後期

セミナーの種別	学年	担当者	曜日	時限	備考
物理セミナー	1年	太田	水	6限	力学(原島)
	1年	Yudson	木	6限	力学(ランダウ)
	2年	中山・河合	木	4限	力学(ランダウ)・場の古典論
物理数学セミナー	1年	剣持	月	3限	解析概論(高木)
	2年	橋本(研)	火	3限	信号解析
文系セミナー	1年	加藤他	火	6限	
オムニバス	1, 2年	金子	金	5限	

### 1.3 先進科学実験

2年次後期の「先進科学実験I」を理学部、工学部の複数の研究室を、1研究室につき2-3週ずつ訪問して課題演習を行なう科目として実施した。この科目には、3年次、4年次に所属する研究室を決めるための準備として研究室を見学するラボツアーとしての意義を持たせていたが、各研究室の研究内容を紹介する講義が、1年次の導入セミナーとして理学部・工学部それぞれで実施されているため、平成12年度の入学生からは、この科目を「先進科学概論」として1年次の必修科目に変更することになった。

### 1.4 英語カリキュラム及び海外研修

共通基礎科目に位置づけられている語学に関しては、英語教育を強化したカリキュラムが組み立てられており、1年次には音声面を、2年次にはリーディング能力を重視した教育が行われている。平成11年度の先進科学プログラム1年生は、少人数クラスで週2回行われるListening and Speaking のインテンシブコース、及び、コンピュータを用いた自習型の英語教育プログラムであるCALL英語を履修した。また、発音等の個人指導も行われた。2年次のリーディングの授業では短時間に多くの英語文献を読む訓練が行われ、授業時間外でも教務補佐員として雇用した大学院生をアシスタントとした指導が行われた。

先進科学プログラムでは、1年生を対象とした1ヶ月あまりの夏期海外研修を行っている。スケジュールの詳細については海外研修の項を参照されたい。このうち、サンノゼ大学で行われた語学研修は、上記の英語カリキュラムとの相乗効果により、学生が英語を「聞き」、「話す」能力の向上に成果をあげている。

他方、1年生は履修すべき科目が多く、英語学習に割くことができる時間に限りがあり、英語

科目と専門科目の時間割調整、内容の厳選などが課題として残った。

#### 1.5 カリキュラムの整備、再編成

先進科学プログラムのカリキュラムは物理学の基礎教育を重視し、ほぼ理学部物理学科のカリキュラムに沿った形で構成されている。このような物理系コースに加えて、工科系志望の学生に対応した工科系のカリキュラムを編成してはどうかという点が教務関連教官を中心として検討されたが意見の一致を見るには至らなかった。

平成12年度のカリキュラムでは以下の点を変更することとした。

- ・「先進科学実験I 3単位」を「先進科学概論 2単位」として開講すること
- ・「先進科学実験II 6単位」については、現在理学部物理学科の3年次で行なっている「物理学実験」が該当するものであり、同実験IIを分割して、「先進科学実験I 3単位」「先進科学実験II 3単位」とする
- ・「先進科学実験III」については研究室への仮配属という形で、卒業研究に先立って、3年次から研究室で指導を受けて実験を行なうものとする。
- ・「発展研究」は卒業研究にあたるものとして扱う
- ・「基礎化学A」、「基礎化学B」について、現在必修となっているものを選択必修とし、新たに「地球科学A」、「地球科学B」、「生命科学2A～2F」を選択必修科目として追加する
- ・「造形演習」については、取得しても卒業単位とならないため先進科学プログラム開講科目表から除く
- ・「微積分学演習B」、「線形代数学演習B」については、「複素解析」、「フーリエ解析」、「微分方程式」、「偏微分方程式」、「確率基礎」のいずれかで読み替えることができることとする。
- ・ 先進科学プログラムの専門科目に工科系の専門科目を追加する
- ・「先進科学セミナーI 6単位」を「先進科学セミナーIA(物理セミナー) 2単位」、「先進科学セミナーIB(物理数学セミナー) 2単位」、「先進科学セミナーIC(オムニバスセミナー) 2単位」、「先進科学セミナーID(文系セミナー) 2単位」計8単位に変更。
- ・「先進科学セミナーII 6単位」を「先進科学セミナーIIA(物理セミナー)2単位」、「先進科学

セミナーIIB(物理数学セミナー) 2単位]、「先進科学セミナー IIC(オムニバスセミナー) 2単位]、計6単位に変更

- ・「先進科学セミナーIII 6単位」を「先進科学セミナーIIIA(物理セミナー)2単位]、「先進科学セミナーIIIB(物理数学セミナー) 2単位]、計4単位に変更
- ・「先進科学セミナーIV 6単位」を「先進科学セミナー IVA(物理セミナー)2単位]、「先進科学セミナーIVB(物理数学セミナー) 2単位]、計4単位に変更

## 2. 学年担任制度の実施

先進科学プログラムでは、「学生独自の能力に適合した履修計画を指導したり、先進科学プログラム特有の授業を担当したりするために数人のチューターを設け、学修全体にわたる指導と相談相手になること」としてきた。しかしながら、授業担当教官とチューターとの役割分担が明確でない等の問題があった。そこで、学生が個人的に相談したいことが生じたときに相談する窓口をはっきりさせるために、学年担任制度を導入し、学生の履修上の相談、生活指導には担任教官が責任をもってあたることとした。平成11年度は、1年生担任を澤助教授、2年生担任を落合教授とし、工科系指向の強い1年生1名の履修指導は工学部の工藤教授が担当した。

学生指導においては、日常的な履修指導に加え、担任および教務関連教官と学生との面談が適宜行われた。また、学生の両親が上京する機会等に千葉大学に立ち寄っていただき、担任および教務関連教官との面談を行って、学生の近況を報告した。

## 3. 学生の達成度

先進科学プログラム、および物理学科学生の成績を比較してみた。

先進科学プログラム学生のうちの2名は1年次での得点は物理学科の中位以下であったが、2年次では上位の成績をおさめている。高校3年をスキップして入学したことによる学力上の遅れを1年次の間にとりもどし、2年では順調に学力を伸ばしているといえる。個人指導に重点を置いた先進科学のプログラムが、この2名については成果をあげたとみなすことができるだろう。

また、2期生のうちの2名については1年次から物理学科のトップクラスの成績であり、他の1名についても上位の成績を得ている。

## 4. 周辺学生への効果

先進科学プログラムの学生は理学部物理学科の学生と同じ講義を受講することが多く、また、1年次前期に行われる物理学科の合宿研修旅行等にも参加しており、物理学科学生への影響が最も大きい。先進科学プログラムは物理学科の学生に良い意味での対抗意識を生む

等の効果を与えている。

とくに、先進科学プログラムが開始された平成10年度の物理学科の学生は、それ以前の学生にくらべて元気であるといわれている。これには、当初、先進科学セミナーに物理学科学生の参加を勧誘したこと、希望者多数のため、物理学科のみの特別クラスが設けられて単位にはならないセミナーが行われたりしたことが影響している可能性もある。

先進科学プログラムの学生には自習用の部屋が設けられているが、この部屋は物理学科の講義が行われる教室の近くにあるため、物理学科の学生がこの部屋を訪問し、先進科学プログラムの学生と交流している姿がよくみかけられる。このような中から自発的なセミナーが行われることもあるようである。

各年度でのカリキュラムの違い等のため、周辺学生への効果を定量的にあらわすことは困難であるが、通常の学年では物理学科全体で2～3名である大学院への飛び入学の有資格者が、平成10年度入学の物理学科学生では倍増したことにも「先進効果」があらわれているようである。

## 2. 先進科学セミナー

### 11年度先進科学セミナー(1年物理セミナー)について

平成11年度は、物理セミナーとして、前期・後期の通年で、先進1年生(3名)に対して古典力学のセミナーを行った。最初の1/3は教科書の輪講、それ以後は問題演習を行った。輪講では、大学初年級の教科書として古くから用いられ定評のある、原島鮮著「力学I」(裳華房、1973)を用いた。

また演習問題は、自作問題をプリントとして配布し、それを毎回各自がその場で解くという形式とした。想定する達成度は、上記教科書程度の力学を完全な形で理解し、力学の標準問題が自力で解けるようになることである。

### <基本方針>

大学1年生で学習する力学は、物理学的な観点から物事を考えるための「考え方の基本的な枠組み」を学習する最初の機会を提供してくれるという特別な意味を持っている。つまり物理の研究者が日常的に行っている問題解決の方法(あるいは頭の使い方)を端的な形で教えてくれる役割を担っている。量子力学や統計力学は、どんな分野の物理の研究者にとっても必須の知識であるが、学部3年生レベルの内容はすでに十分高度であり、これを応用問題に適用して使いこなすというレベルに達することは、なかなか困難である。しかし古典力学は、ニュートンの運動方程式を解けばよいという簡単な形式のため、若干の数学の知識を準備すれば、具体的な応用問題を大学1年生レベルで解くことができる。そしてその結果、簡単な設定から

まったく予想できないような運動が導かれるという、いわば物理の醍醐味を1年生レベルで味わうことができるのである。

この「簡単な基本法則から導かれる思いもよらぬ結果」を、種々の具体例を通して、かつ自ら計算を行って体得しておくということは、物理の考え方を身に付ける上で極めて重要である。複雑で具体的な個々の現象の中に、常に本質的かつ普遍的な基本法則を求めるという物理学の考え方は、複雑で具体的な現象(運動)を簡単な基本法則から導くという1年生の力学の学習から(でさえ)身に付けられるのである。

さらに言えば、力学の考えをしっかりと身に付けずに量子力学や統計力学を(形だけ)学び、さらに専門分野を学ぶようなことになると、物理学の本来のあり方を忘れた奇妙な実用主義が蔓延ることにもなりかねない。

#### <教科書の輪読>

力学セミナーの始めは、最低限の知識を身に付けるため、教科書の輪読を行った。やり方は、教科書を数ページごとに区切って担当者を割り当てる、その日順番が回ってきた担当者は黒板を用いて自分の担当部分を解説する、教官を含めた聴衆はそれに質問やコメントをし、あるいは討論を行う、という標準的なやり方である。

担当者には、自分が教師になったつもりで聴衆に分からせる内容の講義を行うことを、毎回強く要請した。このやり方により、これまであまり経験してこなかっただろうと思われる、自分が考えていることを人にうまく伝える、という訓練ができたと思う。標準的な学生が黒板に出て行く解説は、普通極めて不満足なものであり、何を言っているのか、何が言いたいのか、さっぱり分からないことが多い。こうした、高度な内容の事柄を人に伝える技術は、講義を受動的に受けているだけでは、あるいは自分で教科書を読み勉強しているだけでは、なかなか身に付かないものであり、セミナー形式での訓練がこれに極めて重要な役割を果たすであろうと考える。

もう一点重要なのは、教科書を自分で確実に読みこなすという訓練であろう。講義を聴いて理解するというやり方はもちろん効率的であり重要である。しかしながら、自分で独力で教科書を読み、何らかのしっかりした理解に到達するということは、如何なる研究分野でも決して欠かすことができない基本的な能力である。このセミナーでは、教科書をかなりハイペースで読み進むことを要請したので、学生3人にとっては事前のしっかりした準備が必要だったはずであり、実際全員が良く予習をできていた。従って、教科書を自分で読むという訓練の一端が担えたのではないかと考えている。

内容の理解度に関しては、人によって若干ばらつきがあるものの、概ね満足できる程度であったと考えている。彼らが受講している力学の講義は、担当者が異なり、また進度がかなりゆっくりしていたため、セミナーの進捗と整合をはかることは困難であった。しかしながら、複数の力学の講義・演習・セミナーに参加することで、物理学の学習にとって最初に最も重要な力学を、満足できる形で修得させることができたのではないかと考えている。

### <問題演習>

自作の問題をプリントとして配布し、これを順番に解いていくというやり方を行った。内容は、比較的簡単な基本的な運動に関する問題から、かなり複雑な問題まで、難しさが分散するような工夫をこらした。簡単な問題で基本法則の意味と使い方を学ぶ。そして、その同じ考え方を使えば、一見難しい問題も全く同じように解けるのだということを体得させたかったからである。ただし、数学的な難しさだけがポイントとなるような問題は、なるべく避けるように工夫した。大学1年生にとって微積分や線形代数の学習が極めて重要であることは言うまでもないが、これは物理数学セミナーの方になるべく預ける形にした。

ともすれば、1年生の「力学」の内容は、例えば微分方程式の解き方といった数学(物理数学)の学習に占拠されてしまいがちである。力学セミナーとしては、これはどうしても避けたかったのである。力学というのは、結局、具体的問題に即して2階の微分方程式を作り、それを解くことなんだ、と一方では強調するものの、しかし数学としての微分方程式論に深く踏み込むことはせず、最低限の知識だけを与えるというやり方である。

この問題演習では、毎回その場で問題を解いてもらうことにした。問題演習では予習は要請していない。その場で集中して、若干のヒントだけから答を導くという訓練を課したかったからである。このような形で演習をやれば、彼ら3人には力学の知識にかなり大きな差があることに、ただちに気付かされる。できる方の学生にはあまりヒントを与えず、できない方の学生には多くのヒントを与える、あるいはできる学生にはどんどん先に問題を解いていってもらい、というようなことをやり、3人にとってベストな演習になるよう心がけた。こういうことができるのは、やはり何と言っても少数人数だからである。

彼ら3人の(あるいは飛び入学生の)特長として、良い意味で大変議論好きである点があげられる。このため、セミナーが問題演習であったとはいえ、こつこつ問題を解くというだけではなく、非常に活発な議論が毎回展開された。これは、結果として、出来ない方の学生へのヒントを与えることにもなり、また、できる方の学生には自分の考えを確認する良い機会を与えることになった。近頃は学生が静かで質問も議論もほとんどないというようなことが聞かれるが、このセミナーに関する限り、教官が全くエンゲルレッジしなくても、学生は極めて活発に議論するのである。急な用事があり、優秀な大学院生に一度このセミナーを代わってもらったことがあるが、大学院生はこの活発な議論に、心底驚いていた。飛び入学生は、様々な形で、従来の千葉大学の学生に新風を吹き込んでいる。今後もこのような活発なセミナーが展開されなければならないことが実感される。

なお、このセミナーの具体的内容は、電子メールを用いて各回ごとに関係者に知らせる、ということを行った。少なくとも教務に関係する教官が、各セミナーで具体的に何が行われており学生の反応は如何であるのかを知っておくことは、担当教官の連携をはかる上で極めて重要である。

教養部の解体によって加速されたとも言われる大学初年級教育の形骸化に、飛び入学生の教育という特殊な例を通してであれ、何とか歯止めがかけられることを期待したい。

Remarks on the lecture course (teaching philosophy)  
in classical mechanics at the Center for Frontier Science

1.       Introductory lectures. Motivation.

When starting the course of lectures, I explain students the motivation for this not quite usual approach to the stuff. They should understand why one has to go beyond the usual school treatment based on the Newton's equations.

Because of the natural resistance of our conscious with respect to a new and rather abstract formalism, I do not spare time for arousing students interest to the matter. This is especially important for first several lectures devoted to the Lagrange formalism.

I tell students about centuries of efforts in reformulating the Newton mechanics in various equivalent forms, in attempts to simplify solutions of concrete problems or in a search of some basic principles which govern our World.

I explain that the equivalence of various formulations breaks down when we go up to the next level - quantum mechanics. I use this example to demonstrate that physicists should master different approaches to a given problem (the conclusion which was persistently advocated by R. Feinman).

That is why I make a break just after introducing the Hamilton's least action principle and derivation of Lagrange's equations, and explain a natural physical origin of this principle, which look absolutely marvellous in the framework of classical mechanics. For this purpose I give a notion about the quantum mechanical summation of path amplitudes and show qualitatively the origin of the classical path with a minimal action.

2.       Symmetries and conservation laws.

In this part I emphasize the beauty of the approach, which uses a minimal set of basic assumptions to obtain important and non-trivial consequences. I explain also that this kind of derivation is not a particular trick, that the use of symmetries is what the fundamental science is based on. Thus, the students should have in mind the importance of this stuff, which they will meet many times in future courses.

3.       Integration of the equations of motion.

When considering one-dimensional problems, I attract the attention of students to the remarkable fact that three dimensional problems of practical interest (e.g. in the Sun system astronomy) may be reduced to one-dimensional ones due to the

conservation laws. During lectures on the motion in central field and on the Kepler's problem, I pay attention to a unique property of the Coulomb potential - the existence of closed orbits. Also, I ask students whether they would agree to live in a World with a "gravitational force" inversely proportional to the third (fourth) power of the distance, instead of the actual second power. This is the starting point for the discussion of stable orbits and a "falling at the centre" phenomenon.

#### 4. Collision between particles.

In the beginning of lectures on this topic I explain that study of particle collisions is practically the main tool of the elementary particle physics and it is used also in atomic and solid-state physics. I emphasize, that the basic notions of the classical collision theory (like "scattering cross-section", "impact parameter", etc.) will be used also in further courses in relativistic theory and quantum mechanics. Therefore, the students should take these new basic notions quite seriously.

As a topic of a special practical and historical interest, we consider in detail the Rutherford's problem of Coulomb scattering.

#### 5. Small Oscillations.

Here I emphasize a very general character of the problem which arises in various physical systems. The material of the chapter is relatively simple and familiar to the students. To arouse their interest, we discuss a new beauty phenomenon - parametric resonance.

#### 6. Motion of a rigid body.

Here we consider basic concepts, like the relationship between angular velocity and the angular momentum, tensor of inertia, and equations of motion of a rigid body. I use a relatively simple example of a symmetric top to describe the precession phenomenon. Finally we discuss the motion in a rotating system and the origin of the centrifugal and Coriolis forces.

#### 7. The canonical equations.

To explain the meaning and the importance of a quite complicate and abstract material of this chapter, I use the similar motivation as in the beginning of the course. Namely, I describe the connection of this stuff with notions of quantum mechanics. For instance, speaking about the Poisson brackets, I sketch their relationship with commutators of quantum mechanical operators. Doing so, I do not pursue the aim of an advanced explanation of the future material, my purpose is

only to demonstrate the significance of the classical stuff we are considering. With the same motivation, when dealing with the Hamilton-Jacobi equation, I explain its connection with the quasi-classical limit of the Schroedinger equation. When considering the Liouville's theorem, I outline its importance for statistical physics which will be learned in future courses. I end this chapter (and the whole course) with a lecture on amazing properties of adiabatic invariants.

Throughout the course, the consideration of theoretical concepts is accompanied by solution of corresponding textbook problems. As the material of lectures requires a gradual increase of the mathematical level, I control continuously whether the students have got the necessary skill. If required, I introduce the necessary notions. The given course of the classical mechanics is a fruitful field for practical applications of mathematical analysis, theory of differential equations, and analytical geometry.

#### 平成11年度先進2年物理セミナーについて

本年度の2年生向け物理セミナー(前半)においては、先進2年の3人に物理2年の有志5人と教官1人を加えた計9名で、5月中旬～12月の木曜日4限に計16回、各自が1節ずつ順に担当して読み進めるという形態で、ランダウ・リフシッツ「力学」の輪講を行った。限られた時間ということと参加者の希望もあり、実際に読破したのは、力学を一般的に議論している第1～3章(運動方程式、保存則、運動方程式の積分)と、講義において時間数の少なかった内容の章(第6章の剛体の運動と質点系の運動に関する部分)である。2年生を対象にした本セミナーでは、特に次の3点を重要と考えて始まった。

- (1) 先進の学生は、まだ1年間しか大学で学んでいないため、物理学科の同学年の学生と比べて基礎学力に不十分な部分もあると考えられる。そこで、セミナー途中で機会がある度に復習を行い、その部分を補えるようにする。
- (2) それと同時に、名著と称される題材を用いて(本年度の場合は一度既に学んだ力学を別の観点から眺めることで)、物理が持つ面白さを知ってもらったり、先の物理学習への意欲を高めることを目指す。
- (3) さらに、少人数でじっくりと一つの本を読むことで、自ら進んで学んでいく態度を養えるように留意する。

以下、「参加」した一員として、これら観点からセミナーを報告したい。

第1の点については、先進の学生に限らずその重要性を認識した。それが一番顕著に現れたのが数学面である。例えば、運動方程式を積分していく上では微分方程式や解析学・線形代数の基礎が必要とされる。ところが、前者に関しては物理現象の具体例一つ一つに対する解法が単に知識として身につけているだけであり系統的な教育は行われていないし、後者に対しては普遍(教養)教育の数学で学んだことが物理における解法と結びついていない。特に、用いた本が一般的な観点から議論を展開するランダウの教科書であったために、この点が目についたわけである。セミナーにおいては定係数線形微分方程式の一般論や固有値問題と物理の関係に限った簡単な説明しか行えなかった。しかし、学生等はこうした数学と物理の関係を新鮮な目で受け取っていたようであり、普遍教育における数学が生きた形で復習できたのかも知れない。もちろんこうした数学と物理の関係を1年次の力学をはじめて学ぶ段階で行うことは得策ではないが、普遍教育の数学で学んだばかりの解析学や線形代数を2年次の段階で物理と絡めて横断的に教育することは、現在のカリキュラムにおいては非常に有効である考えられる。

物理の補習として特に有効であったと考えられるのは、剛体運動に関する部分である。とかくこの部分は力学の講義においては後半に登場するが、そこで現れる質点系への一般化の考え方や具体的な剛体対象には慣れていない学生が多かった。ランダウの教科書においては、角速度と座標系、剛体の運動エネルギー、慣性モーメントテンソル、オイラー方程式...とこの部分の記述がとりわけ多いこともあり、剛体運動を系統的に学べたようである。特に対象コマの才差運動を学んだ際、角運動量と角速度ベクトルの違いやコマの支点に加わる力といったわかりにくい事項を、各自の持つ直感と向き合って数週間悩みながら議論し理解していく過程を見ることができた。

第2の点については、教官の技量の必要性を強く反省させられた。ランダウの教科書では対称性と保存則といった現代物理の基礎概念がエレガントに説明されるわけだが、半数以上の学生はこうした非常に抽象的・概念的な思考になれていない。そのために常に興味深い問題を考えたり具体例を補っていかないと緊張感を保つのは難しい。例えば、テキストにさらに一歩踏み込んで「クーロンポテンシャル場で原点に近づくと運動量は発散するがその時でもビリアル定理は成り立つか」「屈折反射の問題で  $\sin$  関数を含むため解が存在しない場合どうなるか」「 $N$  粒子系で重心座標と対称な相対座標に分ける方法は何か」「有界閉軌道となるのはクーロン場と調和振動子だけか」等の質問を試みたり、運動量と角運動量の和だけが保存される螺旋対称性系として最近のカーボンナノチューブやDNAの例を話すと、質問が多数出て想像を刺激されたように思われる。しかし、多くの場合題材の理解に終始するとどまると共に、これらの刺激をさらに展開させることができなかつたことは、大変反省させられる。

本セミナーで最も特筆すべきは、第3の点で非常に効果があったと思われることである。少人数のセミナーであったため、同級生や教官と小さな疑問でも臆せず話すようになり、セミナー以外でも質問に來たり友人と議論する姿が見られるなど、先進及び物理の学生両者に積極性が生まれてきたように思われる。実際、セミナーの後半では教官自身が不在でも構わないのではないかという場合もあつたり、講義とは関係のない物理の本を買い求めたり、夏休み中には参加者を中心に他の学生にも呼びかけた量子力学や熱力学の自主ゼミが企画・実行されたようである。もちろんこのような姿勢は、最終的には集まった個人の資質に依存するであろうが、明らかに最近の物理学科の学生には見られなかった現象である。この結果は、物理学科の有志を含めた10人程度のセミナーを持ち、少人数で自由に議論する教育機会を作ることが、1、2年次においても非常に有効であることを示唆しているように思われる(物理の学生有志にも単位を認めるかは一考の余地がある)。またこの積極性は、交友関係と言った生活面にも正に働いているように見受けられた。

以上述べたように、物理学科の有志を数名含めた形での2年次の少人数のセミナーによる教育効果は大変大きいと思われる。もちろんこの試みははじめてのものであり、他の可能性も探る必要があろう。こうした経験が蓄積され、近い将来有効に生かされていくことを望みたい。

### 1年次物理数学セミナー

#### 物理数学セミナー(1年生)

このセミナーは、入学者の数学と物理における入学時の達成度を把握すると同時に学生個々の性格をつかんで今後の指導の参考にしようという目的をもっている。入学時のプレセミナーもこの一環と位置づけられている。過去2年間の反省に立って、高校3年次の勉学をスキップしていることの重みをこのセミナーで補うという目的も加わってきた。このことは、学習の個々のトピックスをすでに学んでいるかどうかというチェックに留まらず、受験勉強で自然に培われる、一人でがんばって力を伸ばす味を体得しているかとか、物理や数学の自分の答案を人にわからせる表現能力が備わっているかということのチェックと、もしそれがマイナスである場合の軌道修正の任務も科せられている重いセミナーである。

これまでの経験から、内容は

- (あ) 毎週の宿題と提出解答の添削
- (い) 次の週の解説
- (う) 物理の授業の補修的な質疑応答

の3つからなっている。(あ)と(い)は数学の近年の大学入試問題からネタを選び、

毎週3問程度を宿題に出して、週末の提出を義務付けている。完全な答案は、毎回一人いるかないかの高いレベルの問題を出題する。問題は皆難問ぞろいで微分積分が多いがベクトルや複素数、級数などにもわたる。

例

$y = \arcsin x$ ,  $\arccos x$  のグラフを書け。また  $f(x) = \arcsin x$  のとき  $f^{(n)}(0)$  の値を求めよ。

例

Frenet-Serretの公式を導きその意味をのべよ。また  $y=f(x)$  上の点  $(x, y)$  における曲率半径を求める公式を求めよ。

などである（2行ぐらいで書ける簡単な問題の例。毎週の問題はもっとバッチリしている）。毎週のノート提出を怠った学生は皆無であるが、添削は大変で日曜日の日中はこれをつぶれる。思ったより良いという印象を毎年受けているが、解答技術はお粗末である事が多く、かつ添削してもこの点の改良は見られない（質の面でできるようにはなる。答案のスタイルなどは二の次という意識の学生を変えるのは容易でないだろう）。時間がなくて、添削をきちんと見直す余裕がないことも原因であるが、少しでも人にわからせてきれいな答案を作るといったことや、注意された欠点は改めて、少しでも次回の成績を上げるといった受験を目指すといやでも叩き込まれることが、ややもすれば欠けている。そういう小手先のことで一点でも多く点を稼いで、少しでも序列をあげるということを叩き込まれるのが受験であるが（いつでも本質に関係ないことで1点の勝ち負けを争っていると批判していることであるけれども）、彼らはそこはのんびりしたものである。長所と欠点は紙一重であるが、解答の解説は、彼らが黒板の前で解説することも、何もしないでやったことにして次に進んでしまう問題もある。そういうことで学生の中に仲間意識が育ってくることを期待しているのだが。

6月末くらいからは授業に密着し始めて、微分方程式やら、ベクトル解析などの大学での問題が数多く顔を出す。教師でなければわからないような呼吸（ここは鵜呑みにしていれば2年になってちゃんと証明があるはずだとかといった）を伝える。物理学科の物理数学の授業は、夏休みまでにストークスの定理やガウスの定理等は終わっていてそれらが期末試験には出る。先進の学生が、そういう試験で良い成績をとっていることが順調なスタートをきった証であるが、なかなかそうはいかない。微分積分を中心にして5, 6月の物理数学のセミナーをやってそのあと授業を追いかけている感じで追いつかずに夏を迎えるのが通例である。しかし夏休み前の試験には間に合わないが、秋からはクラスを中心の一人としてがんばれるようになってほしいと思っている。3分の2はそうなっている。

もう一つ感じるのは、数学の授業で何か学んでいるかという印象が希薄であることである。もうそういう口のきき方をするようになったかという驚きが少ない。大学入学後の数学はがちりと論理性の正確さを理詰めで追求する訓練をするまたとない場であるのだが、一度授業をのぞいて数学の授業と演習を把握することをやりたい。数学の演習などは工学部系のクラスは教官の名は名ばかりで授業に来るのはTAだけで・・・といったことも聞く。計算力がついたなという実感も希薄である。先進セミナーの問題を考えると、そういう、物理学科を中心とした理工系全体の専門基礎の授業のあり方に踏み込まざるをえない。物理学科内部でも入学直後の数学のあり方についての議論があってもよい。ああいう時代の数学の素養は、書くであろう将来の論文の深みや研究スタイルにもつながる重要な因子であると思う。

全体として学生はこのセミナーを楽しんでいるように見える。先進入試の合格者決定のプロセスが機能していると、このセミナーを担当することで毎年感じている。

#### 文系セミナー

先進科学課程は物理学中心の課程である。しかも、この課程では、将来科学者になるのが前提である。なのになぜ、あえて文系セミナーがあるのだろう。そもそも理系に対する文系とはなにか。勤勉な理系に対し怠惰な文系、きつい理系に対し楽勝の文系、宿題のできる理系と宿題の出ない文系、等々並べてみると、最近の大学における文系のイメージはあまりよろしくない。しかも、物理担当の先生たちに聞いてみると、文系セミナーでは「人生の極意」を伝えて欲しいとのこと。自分自身あたふたと生きている私に、その要求は難しいと思われた。

先進課程の学生の一週間は忙しい。一日5コマの授業科目が入ることはめずらしくない。講義だけではなく、セミナー形式の授業も多いから、宿題もやっていたいかなければならない。こんなに忙しい学生に、さらに文系セミナーを課すにあたり、担当となった私も何をすればいいのか困ったものだ。しかし、初年度の3人の学生たち、梶田、松尾、佐藤と話すうちに、文科系の教官として彼らに何が供給できるのか、少しずつわかってきたような気がする。彼らに必要な時間は、きわめてゆるやかに設定されたテーマについて、自由に話しあう時間であった。これは納得のいくことである。彼らの毎日は、ほとんどが厳密に定義された問題について、解法の技術を磨くことに費やされているに違いない。もちろん、そういったトレーニングは科学者になるために必須であるが、週に1度、そうした厳密さから自由になる時間があってもよいだろう。これが私にとっての文系セミナーの存在意義である。したがって、この文系セミナーでは、自分の頭で考えたことであるなら何を言っても怒られないことにした。そして、あまり宿題は出さないことにした。さらに、学校内だけではなく、展覧会やコンサート会場にも出向くことにした。

先進科学課程の文系セミナーでは、4人の教官が回り持ちで4つの講座を開く。法経学部の嶋津先生の社会科学入門講座、文学部の加藤先生の小説の読み方講座、同じく文学部の土

屋先生の議論に勝つ講座、そして私、岡ノ谷の文章を書く講座、である。嶋津先生は民法の専門家でかつ千葉大学管弦楽団の顧問である。先進の学生が少々生意気をいっても、むしろうれしそうにしている。加藤先生はご自身が小説を書いていたこともある。専門は聖書学で、聖書の中からひとのひとらしさを引き出すことが得意である。土屋先生は、どんな議論でも議論に参加することに意義があると考えている。そして、参加するからには、自分の意見で他を影響しなければならないと主張する。私、岡ノ谷は、文学部に属してはいるが、小鳥を使って脳と行動の関係を研究している。小鳥の歌がどのように学ばれ、どのような音楽的構造を持っているかを研究して、言語の生物学的起源を知りたいと思っている。ちなみに私はギター部の顧問でもある。

私の担当講座では、まず、文章からその骨組み取り出す技術を伝える。各段落より主題文を選び、主題文どうしの関係を階層的に考えてゆくことで、その文章の筆者の頭の中にどのような構成案(アウトライン)があったのかを再構築していくのである。こうした訓練を、できるだけなじみのなさそうな文章について行う。11年度には脳科学に関する文章を教材に用いた。文章とは、伝えたいことを説得する技術である。アウトラインを構成する際にも、説得の段階を踏んでほしい。これまで担当してきた先進課程の学生のすべては、文章の中から論理を引き出すことに秀でており、アウトラインの構成法もすぐに身につけてくれた。しかし、時として、説得の課程を踏まずに、伝えたいことの本質のみ示してしまう場合がある。そのような解答は、決して間違いではないのだが、段階を踏んで説得することが大切であることも指摘しなければならない。証明のステップと同じである。

既存の文章からのアウトラインの再構築を学んだ後には、自分の主張をアウトラインに構築する方法を学ぶ。この段階では、グループでひとつの主張を構築する方法として、KJ法を用いた。KJ法とは、あるテーマについて自由に連想した事柄を、ひとつひとつ付箋に書き、これらをグループで持ち寄り、事項間の関係を空間的に配置しながら、そのテーマについてのアウトラインを構成する方法である。たくさんの付箋を机に貼り付けながら、議論が進んでいく。この方法が発想法として優れているというわけではないが、数人のグループでなにか考えるには最適であり、寡黙な集団からも議論を引き出すことができる。先進課程の学生は、とうてい寡黙とは言いがたいので、これが始まるとかなりやかましくなる。教師としては、学生の議論の方向を導くことも必要かと思うが、たいていは彼らの好きにやらせてしまう。

11年度の文系セミナーを担当して、もっとも印象に残っているのは、「日本は科学立国できるか」をテーマにKJ法を使って議論させた時である。議論は科学立国から教育問題へ、さらに科学そのものの存在意義へと転々した。ここに至り、八木、嶋田はどちらかというとロマンチストであり、涇口は実務派であった。私の感じたところによれば、八木とおそらく嶋田は、科学そのものは人類の存続可能性とは独立に極めるべきであるとの思想を持ち、対して涇口は、科学は人間の福祉のため以外には存在してはならぬ、と考えているようであった。当時17才の彼らが、このようなテーマで真剣に話し合うのを見るのは、極めて楽しいことであった。彼らの議論からは、日本の科学立国は難しいという結論が出つつあったが、私からすれば、このような青

年がいる限り、日本の科学立国も可能かも知れない、という気がしてきた。

振り返れば、初年度(10年度)では真面目な梶田君に佐藤君と松尾君がつつこみを入れていた。11年度では八木君の理論に嶋田君が異議をとなえ、二人の議論を芥口君がひっくり返すというパターンであった。それぞれの年度で、なかなか良い3人組が出来たといえよう。

さて、今年の学生はどんな役回りを見せてくれるか。非常に楽しみである。

### 1999年度のオムニバス授業について

先進科学プログラムのカリキュラムでの特徴であるオムニバスの考え方としては、若いうちから科学への志向の精神を高めようという目的を捨てずに、1,2年生を中心に行うこととした。つまり、1,2年生には100%受講を、3,4年生には50%受講を求めることとした。このようにすると、共通の時間帯も設けやすいためである。

オムニバス担当教官を一人決めることとし、担当者は担当年度のオムニバス授業が円滑に行く様に、事務局と協力して、会場、講師、学生への手配などを行う責務を負う。1999年度は金子克美が担当した。

原則として、オムニバス授業は金曜日 17:50 ~ 19:20 (6時限目)とし、会場には共同研究推進センター2階の会議室、けやき会館ホール、理学部一号館(旧)4階講義室を用いた。

1999年度については、物理学領域でも一般的に興味を持たれている宇宙関連、新しい化学の動き、重要な衝撃波の科学、植物工学の最新の進歩、半導体産業の現実、筋肉研究の足取り、統計力学を駆使した計算機科学などの授業であり、幅広く興味あるものを揃えた。

アメリカの大学教授による講義も含まれ、英語の大切さも学べるようにした。

オムニバス授業内容を以下にあげる

5月21日 金子克美(理学部)  
「ナノスペースの分子科学」

6月4日 本間弘樹(大学院自然科学研究科)  
「衝撃波の気体力学と分子論」

6月25日 古在豊樹(園芸学部)  
「研究テーマの見つけ方とその展開」

—植物環境工学における私の経験をとおして—

- 7月23日 柏木正弘(アプライドマテリアルズジャパン)  
「ミクロの巨人”半導体”、そして学問と産業」
- 10月29日 木下 宙 (東京天文台)  
「太陽系外惑星を求めて」
- 11月 1日 白木邦明 (宇宙環境利用推進センター)  
「国際宇宙ステーションについて —その開発・建設・利用」
- 11月12日 丸山工作 (大学入試センター)  
「筋肉の基礎研究の足取りと学術活動について」
- 11月26日 K.E.Gubbins (North Carolina State Univ.)  
「Molecular simulation researches」

3. 海外研修の例

平成11年度先進科学プログラム海外研修日程表

全日程 8月22日(日)～9月26日(日) 35泊36日

8月22日(日) 17:05 成田空港発 (AA128 便アメリカン航空)

8月22日(日) 10:15 サンノゼ空港着 エリオット博士とともに移動

中里教授・福島ホテルチェックイン

(HYATT SAINTE CLAIRE 302 S. Market St., San Jose, CA95113)

カリフォルニア州立サンノゼ大学へ移動

University Housing 入寮手続き(8/22～9/16)

(2人部屋 各自アメリカ人ルームメイトと同室)

8月23日(月) 午前 カリフォルニア州立サンノゼ大学学内見学  
午後 コミュニケーション学部見学

8月24日(火) 午前 履修手続き  
午後 レセプション(Beth Von Till 教授宅にて)  
バーベキュー(プールサイドパーティ)

8月25日(水)～9月16日(木) 英語研修

	曜日・時間 講師名	講座名
PHYS 002A	月・水・金 8:30～ Marvin Morris 博士	Fundamentals of Physics
COMM 20N	火・木 9:00～ Beth Von Till 教授	Public Speaking for Non-Native Speakers
COMM 111	火・木 12:00～ Beth Von Till 教授	Interviewing
AMS 169	火・木 13:30～ Teri Ann Bengiveno 教授	American Dream

Workshops

Communication Apprehension Melody Ross 教授

Sep. 3<sup>rd</sup> (Fri.) 15:00～

Accent and Articulation Beth Von Till 教授

Sep. 9<sup>th</sup> (Th.) 15:00～

※この間、週1回ずつ Beth Von Till 教授が学生と面談し、彼らの学習進度に応じて授業内容の調整を行う。

8月31日(火) 12:55 中里教授・福島 サンノゼ空港発 (AA129 便アメリカン航空)  
(機中泊)

9月 1日(水) 15:30 中里教授・福島成田空

9月16日(木) 10:15 山本助教授 サンノゼ空港着  
(成田空港9/16 17:05 発 AA128 便アメリカン航空)

University Housing にて学生と合流

ホテルへ移動 ホテルチェックイン(9/16～9/25)

(EMBASSY SUITES 2885 Lakeside Drive, Santa Clara, CA95054)

アプライド・マテリアルズ社員からオリエンテーション

9月17日(金)～9月24日(金) 先端科学研究施設訪問

9月17日(金) 研修(山本助教授指導)

9月18日(土) ヨセミテ見学

9月20日(月) アプライド・マテリアルズ概観説明・研究所見学

9月21日(火) 実習生との共同作業

9月22日(水) スタンフォード大学見学・午餐会

9月23日(木) 実習・取引先見学  
9月24日(金) 自由行動  
9月25日(土) 13:00 サンフランシスコ空港発 (JAL001便 日本航空)  
(機中泊)  
9月26日(日) 15:40 成田空港着 解散

### さらに前進 2年目の留学

千葉大学先進教育センターにおける平成11年度2回目の海外留学には嶋田義皓、涇口智哉、八木絢彌の3名が参加した。平成10年度、昨年とほぼ同じスケジュールで実施された。

カリフォルニア サンノゼ州立大学コミュニケーション研究学部における public speaking 関連の講座および物理学関連の講座に出席して、正規入学したアメリカ人学生と共に主としてコミュニケーションとは何かを学んだはずである。むろん3人にとってはいずれも英語学習ということになるが、内容が異文化交流やコミュニケーションとはどういうものなのか実践することになる。学期の10分の1ほどの学習量を消化するだけであるが、授業参加以外の行事やミーティング、旅行などもあるので、3人にとって千葉大学に入学して1年間で最も印象に残った3週間となったようだ。

その証拠に嶋田は12年度、再びコミュニケーション学部で上級コースに自費で参加し、八木と3年生の松尾は大学院のコースを見学している。詳しくはこの文の終りに将来の展望を含めて述べたい。

昨年と違う点はこのプログラムの担当教授である Von Till 先生の手になる昨年度の授業内容の補正を含めてきめの細かい授業内容の詰まった厚い冊子が学生寮で一夜を過ごした翌朝に配布されたこと。24日(火)は職業病治療士が専攻の Tony Rubolino さんに大学構内を午前中案内していただいた。午後は同行した福島事務官を含む5人は全教員が集まった教授会の始まる直前に議長でもある Dr. Jeahne 学部長から教員に紹介された。Von Till 教授はプログラムの経過説明をしてから一人一人を紹介した。私は一言挨拶をさせて頂き、受け入れて下さったことに感謝の意を伝えた。

専任教員が25名ほどで、非常勤講師を加えて50名にもなる方々に千葉大学一行を紹介したことはサンノゼ大学でのプログラムの成功したことを意味し、千葉大学からの3人の訪問者の目的を知ったことになる。実際に、私自身学部の廊下ですれちがったスタッフから会釈された。

3日目25日(水)、サンノゼ大学では初めての行事である99年度新入生の歓迎集會に招待された。1000人以上収容する大学のコンベンションホールで行なわれたがその入口では民族衣装をまとったミュージシャンたちが奏でる軽快なラテン音楽での歓迎を受けた。学長の挨拶の中で、翌日 The Spartan Daily (サンノゼ大学学生新聞)もとり上げていたが、「もし、悩みがあったら、どのようなことであれ遠慮せずに学長室を訪れてほしい」という気さくな発言があっ

た。カリフォルニアの温暖な気候・風土のなか、会場での父兄同伴で底抜けに明るい雰囲気  
に学生たちは無意識に何かを享受したはずである。

引率した中里と福島による約1週間の滞在期間のおかげで Von Till 教授や他の教授の授業  
に出席することが出来たし、適時学生たちにアドバイスを学生会館の一隅で与えることができ  
たので、また先輩からのアドバイスもあってか、昨年と比較してかなりリラックスしている印象をう  
けた。一日に一回会合したことで学生の様子も福島事務官とともに観察できた。明らかにカル  
チャーショックで食欲が無くなったり、身体に異変が見られた学生もいた。全ての日程を終了  
する頃にはどうにか目標には達したようである。学部の歓迎パーティーは学部長夫妻を始め数  
人の先生方が参加し、Von Till 教授夫妻宅で夕方から開かれた。食事やギターの演奏やテニ  
スを楽しんだり、サマータイムで8時過ぎても明るい異国での夕べを満喫したようだ。

ついでながら、恩師にあたる Dr.Elliott 夫妻(元コミュニケーション研究学部長、名誉教授)に  
は空港での出迎と学生寮までの途中でランチをご馳走になった。学生寮では学部からの伝達  
が係員まで届いておらず部屋が決まっていなかった。先生のおかげで事情を聞いた係員の対  
応は迅速であった。各自が荷物を部屋に置くまでご夫妻は見届けてくださっていることを付け  
加え、あらためて紙面で御礼も申し上げる。

おわりに、Von Till 教授と電話による対話(平成12年10月)をお伝えして、今後のより成果  
のある海外学習にさせていただけたらと思う。

#### 英語学習について

一年次に半学期を終えてその成果を問われるわけであるが、発話訓練と語彙の不足を Von  
Till 教授は指摘しておられた。後者は高校2年次までテキストで学習した語数の可能性がある。  
かなりの時間が必要であるのははやむを得ないと思うが、発話に関しては、Intensive II のみで  
は不十分で個人指導を含めた Listening と Speaking の練習が必要である。外国語センターの  
授業ではクラスサイズその他の理由で受験戦争を体験してきている学生のレベルまで引上げ  
るのは無理なことは周知のとおり。9人学生のうち5人の学生は発音練習は欠かせない習得状  
況にあった。語彙に関しては一年次に多読の練習によって多少救われるのではと思う。いず  
れにしても、英語力に差があるので、診断テストの結果を参考にして学習内容を決めたほうが  
よいと思う。初年度から申しでていたことであるが個人指導とコーディネーターを配置されたほ  
うがよいと思う。

12年度嶋田(2年)八木(2年)、松尾(3年)3名は再びサンノゼ大を訪れて Von Till 教授宅  
に滞在して、それぞれが希望する講座に出席した。松尾と八木は12年6月にもう少し英語を  
勉強したいが Dr.Elliott 宅に滞在できるかどうか私のもとに尋ねてきたが、本人から直接尋ねる  
よう助言した。その結果2人は Von Till 教授宅から大学院の講座に出、嶋田は上級の天文学  
の授業に参加している。積極的に学習したことで収穫は大きかったのではと Von Till 先生  
共々思う。特に、嶋田の学習に関する発言や姿勢によって物理学の教授たちがこの先進プロ  
グラムに関心を寄せられ、受け入れに積極的な姿勢を示したそうである。3人とも天文学に興

味があり、先生方とのやりとりも活発であったと想像する。

以上の経過から判断されて教授は、1年目に4週間コミュニケーション学部で学び、2年目の夏に Applied Materials と物理学関連の授業に出席できればより効果的ではないかと話されていた。例えば NASA にある Observatory は他大学の管理下にあり、予約を一か月前にしなければならぬなどの理由で、Applied Materials や他大学に見学をしても一年目では高度のレベルで質問を発するのは難しいと思う。

Applied Materials の Emily Peterson さんからサンノゼ大学での学習結果を知らせて欲しいという依頼が来ている。

### これからの展望

2年生と3年生による再度の海外研修は初年度の留学が次のステップへの足掛かりとなったと思う。私にとって非常に喜ばしいことであるし、同時に英語の学習・習得との関連を探る手掛かりでもある。特に、理学部の教授から誘いがあったということは学生の興味のある物理関連の領域で英語でのやりとりは可能ということであるし、更に、学生の素質や意欲にそれなりの関心を寄せたということである。是非、さらなる発展を望みたい。ついでに、来年の Von Till 教授宅での受け入れはできないと考えたほうがよい。新学期で非常に多忙の中お世話下さり心から御礼申し上げる。

英語に自信のない学生に一言。本人にとっては留学は真に恐怖であるかもしれない。ただ、17才は失敗の許される年齢であると私は考える。体験してみないでいろいろな思いを自ら綴り込めちゃうのでは17才の年齢でしか得られないものを捨ててしまうと思う。第二言語習得の観点からすれば英語音声を獲得する点で不利になろう。17才までに得た価値観の縛りを乗り越えて、何でも吸収してみようと心を開いて挑戦してほしい。

## 先進科学プログラム海外研修報告

1年生3名は夏休みを利用して、約3週間のサン・ノゼ州立大学での語学研修と、アプライド・マテリアルズでのインターン・プログラムに参加しました。私は後半のインターン・プログラムに引率として、学生達と一緒に参加してきました。

インターン・プログラムのスケジュールは以下のとおりです。今回は、通常のインターン・プログラムが行われる時期ではなかったため、我々だけの独自のプログラムを組んでいただきました。

アプライド・マテリアルズ インターン・プログラム 日程

9月20日(月)

- ・ ビデオ視聴

Silicon Magic, College Programs

- ・ 口頭説明  
アプライド・マテリアルズの概略説明と、日程説明
- ・ シリコン・バレー見学  
アプライド・マテリアルズの各キャンパス及び Intel の博物館見学

9月21日(火)

- ・ 安藤 AMJ 駐米代表によるプレゼンテーション( in English)
- ・ ロボット開発及びエピタキシャル成長装置開発の見学

9月22日(水)

- ・ Job Shadow with NCG M

9月23日(木)

- ・ Job Shadow with NCG E

9月24日(金)

- ・ Stanford 大学見学  
キャンパス・ツアーに参加。

9月25日(土)

サン・フランシスコ空港より帰国

アプライド・マテリアルズは、シリコン・バレーの中にいくつかのキャンパスに分かれて点在しており、キャンパス間はシャトル・バスで移動することができます。初日は、それらのいくつかを回り、その後、Intel の本社にある博物館を見学しました。博物館は入場自由で、コンピュータの原理や Intel の歴史などがわかり易く展示しており、たいへん興味深いものでした。

2日目の見学は、比較的基礎的な研究開発部門です。バニー・スーツ(クリーン・ルーム用のウェアを彼らはそう呼んでいました)を着てのクリーン・ルーム内の見学は、学生達にとっては、とても新鮮だったようです。

3日目と4日目は、各人別々の部署で Job Shadow を行いました。これは、研修中の新入社員が我々にマン・ツー・マンについて、彼らと一緒にまったく同じ仕事を体験するというものです。私は、機械部門の開発部でテキサスにある事業所との電話会議に参加したり、エンジニアリング部門で新しい装置の設計に関するディスカッションに参加したりしました。学生達もそれぞれ、別々の部署で様々な仕事を体験したようです。ちなみに、学生のひとりには、お土産にシリコン・ウエハーをもらったと喜んでいました。学生達にとっても、実際の仕事に触れることができ、貴重な体験だったようです。

5日目は、アプライド・マテリアルズの車で Stanford 大学まで連れて行ってもらい、学生ボランティア(アルバイト?)によるキャンパス・ツアーに参加しました。大学の歴史や見所を説明しながら、歩いてキャンパス内を一周するツアーで、世界各国からの来訪者と一緒に学内を見学してまわりました。

以上で報告は終わりですが、最後にひとこと感想を述べておきます。アプライド・マテリアルズのインターン・プログラムは、学部 4 年生以上、通常は大学院生を対象としたものであり、半導体や装置に関してのある程度の知識を前提としています。したがって、事前にある程度の予備知識を修得しておいた方が、より成果を上げられるのではないかと感じました。先方の担当者も、アプライド・マテリアルズ・ジャパンでも見学ができるので、予めそこを見てきてはどうかとアドバイスしてくれました。それから、研修の最終日に学生のひとりが熱を出してホテルにドクターを呼ぶ事態となりました。幸い大事には至りませんでした。その際、出国前に日本でかけていた保険がたいへん役にたったことを付け加えて、報告を終わります。

## 平成11年度先進科学プログラム海外研修に随同行して

### 1 はじめに

平成11年度先進科学プログラム海外研修の指導者である中里知恵子教授の随同行として、平成11年8月22日(日)から9月1日(水)まで、アメリカ合衆国カリフォルニア州立サンノゼ大学に出張する機会を得た。出張にあたっては、①本研修に関する事務処理上の問題点、②サンノゼ大学における本研修に対する取り組み状況について報告するよう求められた。以下、この2点について述べていきたい。

### 2 事務処理上の問題点

本研修に伴う事務処理については、去年は寄附者であるアプライド・マテリアルズ・ジャパンにお任せしていたが、今年は事情が異なったため、千葉大学自身が行うことになった。出発前には学費等の支払い方法など検討を要した事柄がいくつかあったが、現地については入寮手続の際に多少のトラブルがあっただけであった。

すなわち、2人部屋で希望していたにもかかわらず3人部屋であったり、学生3人について同じフロアにある部屋を予約してあったにもかかわらずダブルブッキングのためかなわなくなったり、といったトラブルである。これは、寮の管理は寮事務局で行うが、寮の実際の運営は学生が行うという二重構造に起因する。つまり、寮事務局を通じて部屋の種類・ルームメイトの属性等の希望を運営する学生側に伝えておいたとしても、運営する学生側は卒業等で常に異動しているから引き継ぎが完璧には行えないため、実際に手続きをするまでどうなるかわからないということだ。

しかしながら、サンノゼ大学が寮の運営を学生に任せている以上、この種類のトラブルは甘受すべきだと思われるし、学生3人の様子からは特に影響があったとは思えないので問題点と

まではいえないと考える。

### 3 サンノゼ大学における本研修に対する取り組み状況

サンノゼ大学では2つのミーティングに参加する機会があり、教員側と事務側の取り組み状況を肌で感じることができた。前者が本研修実施責任者であるフォンティル教授主催のミーティングであり、後者が留学事務責任者であるムリロ主事とのミーティングであった。

#### ① フォンティル教授主催のミーティング

このミーティングは先進科学プログラム学生の学習状況のみならず、研修生活全般を把握するために週1回程度行われるもので、初年度から実施されている。今年は8月25日(水)15時から17時まで初めてのミーティングが行われた。サンノゼ大学側からはフォンティル教授、ロス教授、フアングTAと留学事務責任者であるムリロ主事が、千葉大学側からは学生3人と私が参加した。

ミーティングの前半は、フォンティル教授が学生たちに寮生活や授業を受講して感じたこと、特に不安に思ったことについて質問し、彼らの回答に対し助言を与えるというぐあいに進められた。後半では、フォンティル教授とロス教授から、彼らがこれから受講する授業の概要と求められる学習水準について説明があるとともに、それに対処するための学習方法について助言があった。フォンティル教授は、中里教授が研修中に日に1度1時間程度実施していた学生3人とのミーティングの内容を残らず把握したうえで、きめ細かい指導をなさっていた。また、会話はもちろん英語で進められたが、必要に応じてフアングTAが日本語・英語にそれぞれ通訳してくださったので、会話に不自由することはなかった。

#### ② ムリロ主事とのミーティング

8月26日(金)15時から16時まで、フアングTAに通訳していただきながらムリロ主事と本研修について意見交換を行った。まず、ムリロ主事から、サンノゼ大学では語学研修のプログラムとして長期・短期のものをいくつか持っていること、また日本の麗澤大学とは独自のプログラムを開発していることについて説明があり、千葉大学が求めている研修プログラムについて質問があった。これに対し、私から、日本での飛び入学制度の概要並びに千葉大学先進科学プログラムの理念を説明した後、本研修では英語の習得のみならず海外の先端科学研究に触れることも目的としているため、前半を語学研修、後半をシリコンバレーでの先端科学研究施設の見学という構成をとっている旨回答した。引き続き、ムリロ主事からは、語学研修に求めるレベル・期間・シリコンバレーで見学したい施設など具体的に希望があれば、対応する用意がある旨発言があった。また、寮に関しても、現在、事務局で一戸建ての家屋をいくつか借り上げて留学生に提供する企画があるので、将来的には千葉大学側の要求に完璧に応えられるようになるかもしれない旨併せて発言があった。

### 4 おわりに

今回の出張で深く感じたことは、本研修を行うにあたっては事務処理が問題になるというよりも、

理念が問題になるということだった。サンノゼ大学側は教員・事務とも千葉大学として要求があれば、それにできるだけ応えたいというのが共通した姿勢だった。「千葉大学としての要求は何か」という質問が繰り返しなされた。本研修をより充実したものにするためには、この研修でどういった成果を望むのか、その成果を得るためにはどういうプログラムが最善なのか、また、その成果を得るためのコストはどのくらいが適切といえるのか、といった基本方針を再確認することが何より重要だと考える。

## 海外研修に参加して

### 参加学生（1）

アメリカでの研修は4週間と長いように思われていたのに、実際に行ってみると、それはそれは短く感じられるものだった。

アメリカでの生活は食生活等の多少の不便を除けば快適だった。ただ、1週目で耳を慣らし、2～3週目頃になってようやく頭が英語で物事を考えるように少しずつなってきた。ゆき、あ、だんだん分かりだしたぞ、と思った頃にはもうほとんどの日程を消化してしまっただけである。短すぎる、というのが正直な気持ちだった。

まず授業についてだが、Communicationの授業はどれもとても積極的で、日本での授業の形式などとはまったく異なり、生徒参加型の授業でしきりに先生は生徒の興味を引き、僕自身も全体として楽しくやれたと思う。さすがに、Text Readingの課題は量的・語彙難度的にキツイものがあったが、授業で先生の言っていることを聞けばMain Pointがつかめるので、それほど難しいことではなかったが、一方で、先生の言っていることは分かっても、生徒の発言が聞き取りづらく、授業に集中して聞き入っていないとあっという間についてゆけなくなった。また、教室の中での生徒間での会話が多いのが楽しく、授業中でのCommunication Practice以外にもいろいろと知り合えて、友達が出来るといっても、アメリカの文化なのだと思え、楽しかった。

また、講義の内容もかなりユニークで、日本にはCommunicationの授業はおろかCommunication学部というものがないので、San Jose State Universityでの体験はかなり興味深いものだった。アメリカの文化として、Communicationというものがアメリカの文化の中で重要な位置を占めているということをひしひしと感じさせる授業で、また、アメリカと日本の大きな差異であるCultural Diverseについてもいろいろな授業で再三とりあげられた。Comm20Nは特にそうで、Non-Nativeむけの授業なのでさまざまな国からアメリカに渡り住んでいる人がいて、日本とは違う雰囲気ひしひしとCultural Diverseを感じ取れた。

キャンパスは広くて緑が多く、また千葉大と比べて、はるかにきれいだった。そのなかに、いろんな文化の人がごっちゃまぜに歩いていて、日本の大学みたいにほとんど一種類しか人種がないということが、如何に奇特なものであるのかを強く感じた。また、

Student Union にビリヤード台やら卓球台、おまけにボウリング場までついていることに驚いた。

寮での生活について言えば、それは楽しかったの一言に尽きる。はじめてのアメリカではじめての寮生活、はじめての Roommate、なにかもが新鮮で、楽しかった。ただ、あまり勉強ができる環境とはいえないのも事実であった。

語学というものは習得するには結局コツコツやるしかないわけで、4週間やそこらで、英語が急に出来るようになるわけではないのは確かだが、サンノゼ研修はそれ以外の多くの貴重な経験を含んでいるという点で、重要だと感じた。アメリカの文化である Communication に肌で触れ、また Cultural Diverse の環境にさらされ、Easy to Open Up の人達に囲まれることで、自分自身を適応させて直接体験できるという貴重な経験だった。

僕にとってはまったくのはじめてのアメリカだったというのと、僕が日本人であり、日本とアメリカの文化の間に Collectivism と Individualism という大きな差があることで、良い Cultural Clash が体験できたと思う。

## 平成11年度海外研修の報告

参加学生(2)

### 1. サンノゼでの語学研修

まず、サンノゼに行って大学の諸手続きを行った。他の海外研修でも、同様の手続きがとられているかどうかは把握していないが、もう少し事前に事務官の間で手続きを済ます等の措置をとって頂けると、現地での指導教授、事務官の負担が軽減されるものであると感じられる。

次にサンノゼ州立大学での授業に関しては、かかる手間を考えれば最大限に配慮されたものであったため、適切に受講できた。また、同大学の教官による数々のアドバイス、面談も非常に心強いもので、生活自体は順調であった。ただし、研修の効果に関しては参加への意欲の有無に左右され、十分なものが得られなかった。

さらに、授業以外での事情に関しても同様に周りのおかげで快適に過ごすことができた。同大学の教授宅でのパーティー、水族館へのドライブ等私生活についてもいろいろとケアをいただいた。

また、学生寮への入寮により他学生との接触が増え、語学能力も含めて、いろいろな視点があることを学ぶことができた。特に、台湾、中国などの外国からの留学生が多数おられたことも、そのようなことの大きな要因でもあったのではないかとと思われる。

### 2. APPLIED MATERIALS での企業研修

今回の企業研修については、普段あまり目にするものがないものであったため、非常に興味深く見学できたとともに、今後の進路を考える上でもためになるものだった。また、ものづくりの現場ということだけではなく、他社との競争についてなど、経営的なことも少々聞かされ、現実

の企業を垣間見て、今までの僕自身の考えであった、技術中心の考えとはとはやや異なる考えが頭をよぎるようにすることの大切さも感じ取ることができた。

ここで特に、一対一でのインド人技術者との対話など、やや緊張することもあったが、彼の配慮により、彼の言いたいことが伝わらないと見るや、あれこれと手を打ってくれて伝えようとしてくれる、こういったことへも感謝したい。

次に、ホテルの待遇などの面であるが、今までに入ったことのないようなスイートまで用意していただき、このような待遇を提案してくれた方々に、受けた厚遇をありがたく受け止めたい。(ただ、私的な見方であるが、厚すぎる待遇だったと思う。)

### 3. おわりに

思い起せば、事前語学研修、企業研修双方についても事務官、教官の方々ならびに、企業の方々の多大なるご支援があったからこそ成り立っていたものでありました。相当の期間をおいて考え直してみましたが、相応の感謝の意を表するとともに、これに対し、今後の発達のための契機にいたしたいと考えている所存であります。

## 平成11年度海外研修レポート

### 参加学生(3)

先進科学プログラムが力を入れている分野の一つに、英語教育があります。一年次では週4コマの英語のクラスを受講しますが、実際に英語を使ってコミュニケーションをとる機会は、それだけでは充分とは言えません。日本にいる限り、英語のリスニング、スピーキングの絶対量はたかが知れています。その不足分を補うという意味で、サンノゼ大学での語学研修は大変有益なものでした。

アメリカで1ヵ月間生活する以上、相手の話す英語を理解し、こちらの意思を向こうに英語で、しかも正確に伝える能力が要求されます。はじめのうちは英語を話すことにためらいを持っていたとしても、必要に迫られて話しているうちに英語に対する抵抗は完全になくなってしまいます。研修の最後ともなると自然と英語が口をついて出てくるようになり、受け答えなどは日本語よりもむしろ明快で簡単だと思えるまでになりました。

しかしこの海外研修には、単なる英語の練習以上の、もっと大きな意義があったように思います。異文化の空気を吸い込み、自分の中に吸収するという、日本にいたのでは決してすることのできない貴重な体験です。

サンノゼ大学ではコミュニケーション学部のクラスをいくつか履修しましたが、その中でも特に印象に残っているのがパブリック・スピーキングのクラスです。人前での話し方の理論を学び、その実践として数分のスピーチを2つ行うというものです。このような授業はアメリカでは非常に重視されていますが、日本ではポピュラーではありません。日米のスピーチに対する価値観の相異が、顕著に表れている例と言えるでしょう。

またディスカッションのクラスでは、5、6名でグループをつくり、1つの課題に対してグループの意見をまとめあげる、という作業をしました。他のメンバーの話スピードが速く、議論を追っていただけでもかなり大変でしたが、それだけにエキサイティングで面白い授業でした。

アメリカの大学の授業は非常にインタラクティブなもので、教師の側からの問いかけが常にあり、それに応えて学生が積極的に発言します。黙っている学生は日本では行儀が良いと見なされるのかも知れませんが、アメリカでは自分の意見を持たない、言わば「できない」学生です。スピーチやディスカッションを重視し、自分の意見をはっきりと主張することを大切にする。国際社会をリードする説得力は、こういう土壌から生み出されるのだと納得しました。

この海外研修ではさまざまな経験をし、刺激を受け、その度に自分の視野が広がっていったような気がします。今までは憧れに過ぎなかったアメリカ留学という目標も、これを機にぐっとリアリティーを帯びてきました。誰もが向学心に燃えて帰国したのではないのでしょうか。

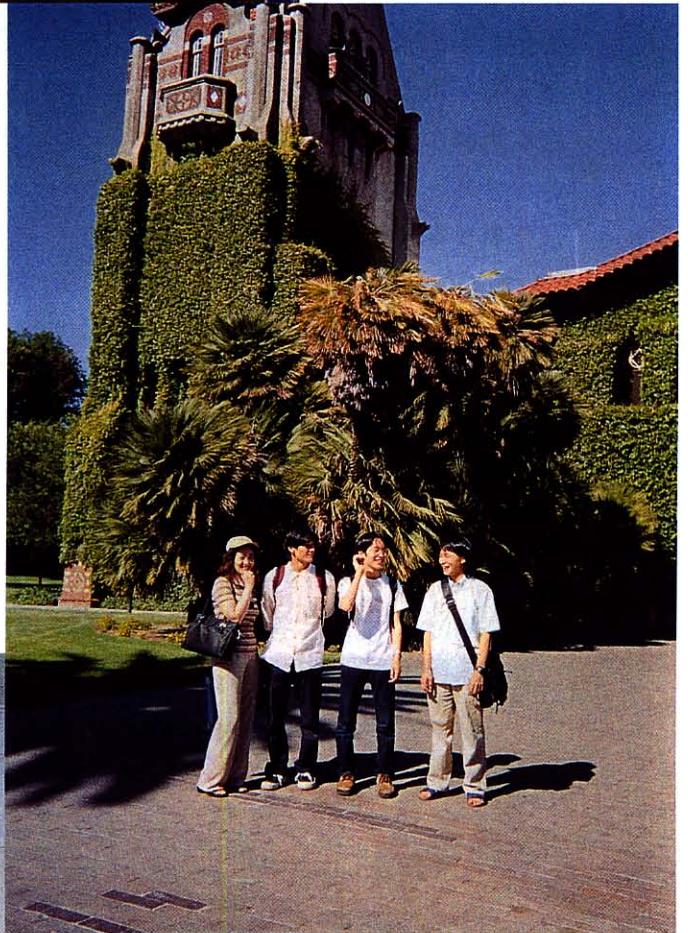
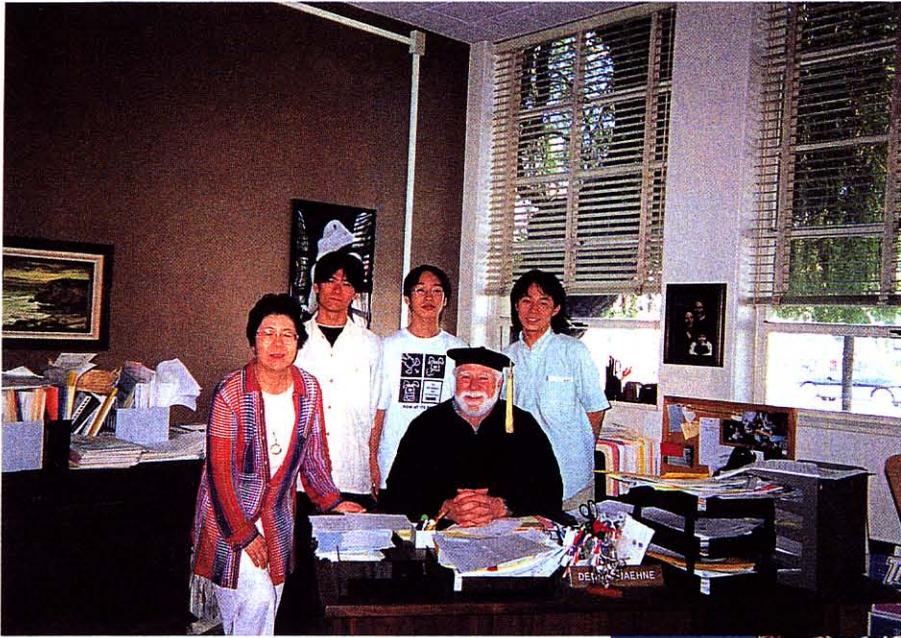
とにかくこのような有意義な時間を過ごせたことに、そしてその機会を与えてくれた方々に、心から感謝を申し上げたいと思います。

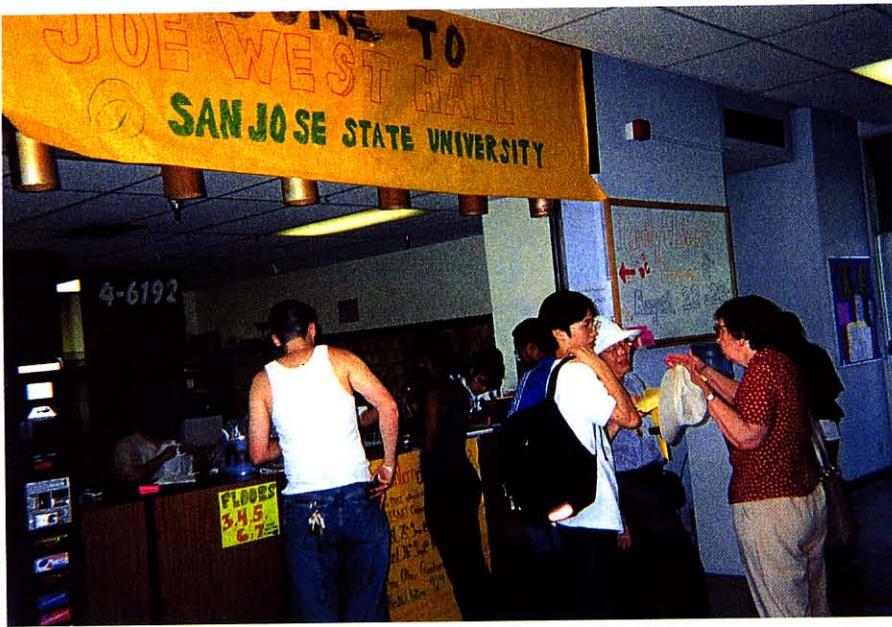
#### 4. 学生の現状

##### セミナーと日常生活から見た先進課程の学生諸君

学部の成績などは将来の見込みに対してどれほどの意味があるかわからない。先進の学生の成績がひんぱんに話題になるが、成績はよいに越したことはないが、成績が悪いといっても悪さが問題で、それによっては成績の問題など二の次になることもある。しかし、学部は基礎をやっているのだから、きっちりとマスターしなければ何も始まらないというのは正しい。この意味で、1、2年を含めた学部の成績が芳しくなくて、良い物理の研究者になれますかと尋ねられれば否定の仕様がなない。であるから、学部の成績は軽くクラスのトップ近くを走っていてくれないと困る。1年生のときはそうはいかないものだという事はもう認識して昨年の報告に分析を書いた。だから、2年からのカリキュラムの達成度は高品質でないと困る。

こういう点から先進の学生を眺めると、半分は期待通り、半分はそうでないといったところであろうか。皆良いところを持った学生たちであるが、期待通りでない学生はおそらくは、1年生の時に高校3年のギャップが埋まりかねているうちに・・・というところに問題があると思う。ギャップを埋めるのに躍起なうちにどんどんセミナーと授業が進んで追いつかなくなるということを今まで経験した。私が受け持った第一セメスタ





一の物理数学セミナーで計算力を要する問題を出すと途中で挫折してしまう答案がある。そういう計算力は、経験をつんでマスターしていくより仕方がないが、完答に至らなかったものも解説を聞いて完答をこしらえていく、そういう経験をつんで、力がついていくというのが学習である。ケアがうまくいかない例は、この学習の部分がうまくいっていないのだと思われる。本人がこういう学習の意味を理解できない例、わかっているけど時間的にやれない例、両方あったが後者のケースが多い。そうやって積み残しがこなせないでいるうちに、元気がなくなっていく。わずかであるが、このケースが今までにあった。一般の学生はこういうセミナーでたたかれるという経験がないから、そういう洗礼も受けずに元気の良いだけであるのかもしれない。先進のセミナーがエネルギーを取り去ってしまったという例をわずかであるが認める。

このようなケースを避けるには 学生に余裕を持たせることに尽きる。何とか1年次の時間割を整理してもう少し余裕のある日常生活にならないだろうか。これは積み残しの課題であるが、彼ら全員をこぞって1年生の時期から走らせるには大切なポイントだと感じている。先進セミナーで出された課題を次々となしていく学生はその時点で余裕がある場合である。合格者の中でも先進の入試での好成績者は、入学後のバリエーションの越え方もスムーズである。しかしそれでは、すばやく高校での履修内容を2年で終了していくものだけが先進には入学できてかつ育っていくのではないかという批判が当てはまることになってしまう。先進があれだけの入試をやるのは入学後に育つ可能性を持つ学生を選んでいるつもりである。入学後の成長をゆったりと図っていくような時間割でなければならない。

半分の学生は、2年の夏くらいには、物理学科で中心的な存在に育っていると思う。1年生のセミナーでは毎年あまりそうは思わないが、学年によっては、ずいぶん高レベルのセミナーが走っていると感じる。そういうことをこなせる学生が育ちつつあることが先進科学教育センターが成功しているかどうかのもっとも大切なポイントである。センターの運営上の問題は多々あるけれども、このことを考えると夜が眠れる。

先進の学生は育ちのよさを感じるような学生に育ってほしい。文系セミナーやオムニバスセミナーなどから教官や講師との個人的な接触が育っていくことも期待している。物理の力が十分だという前提の上で、彼は人柄がいいねといった人からの評価は何よりの誉め言葉である。学科の中や先進の学生の縦の社会の中では、勉学面でリーダーとしての積極性を持っていることも期待したい。このような点から現在の学生諸君を眺めよう。一部の先進の学生が呼びかけたセミナーが物理学科の中でスタートし始めていると聞く。先端的なトピックを耳学問で、ああだこうだと、先取りするような勉強は好ましくないが、自主性を持って基礎を積み上げていく勉学する態度は大学2, 3年生ではきわめて望ましい。こういう点で先進の学生に精神的なゆとりが感じられる。先進セミナ

一の分だけ重い忙しい日々を軽くこなしていると感じられる学生もいる。先進のセミナーだけがぼちりしていて後はマッタリとしているという某君の意見は頼もしいと考えるべきだろう。

彼らの居室に一般学生が入り浸っているのもこういう意味では悪くない。彼らに接する教官一同が等しく感じる彼らの明るさが、こういうところに現れている。ピアノやギター好きが多いがどんどん伸ばしてほしい。そういう雰囲気の中で、物理の専門の議論が日常的になされていく雰囲気は、機能している高品質の研究室のそれにほかならないであろう。

そうなることを夢見ているが、現状はそういう方向に向かっている。

総じて、学部学習の達成度の点、学生としての品格、の二つの点から見て、けちのつけようのない学生が育ちつつあることを頼もしく感じている。

#### Some impressions about the student education at the Center for Frontier Science

Although one year experience is not sufficient for serious analysis, I shall try to summarize some observations about the educational process at the Center for Frontier Science (CFS), Chiba University.

When I started to work at the Center, my first feeling was that I returned to my youth, to the two years at the Physical and Mathematical School (later referred to as "PMS") by Moscow State University and to the very beginning of my following study at the Moscow Physics and Technology Institute (now University). In my second report I shall describe in more detail the history, organization principles, and practice of selecting and teaching talented high school students in Russia. And here I shall mostly consider the system "from inside" - I shall discuss perceptions and emotions of students involved in this system. I am sure that problems and feelings of such students are quite common and are determined by their affiliation with a "distinguished institution" and by requirements they meet. I am familiar with all this stuff because I was myself one of such students.

This knowledge and understanding of the problems helped me very much in teaching and establishing contacts with the CFS students.

The first feature is that the selected students are, as a rule, the best students in their local areas. (For instance, when selected, I was the winner of physical and mathematical Olympiads of my "prefecture" and had also a prize of the all-Russia Olympiad. So were also my classmates at the PMS).

Typically, they know or wish to know more than it is provided by the standard high-school program. Far not every schoolteacher of physics and mathematics can answer to questions they ask sometime. Thus, these students are quite self-reliant. When selected, students deal with classmates of comparable abilities. On one hand, it is pleasure to communicate with classmates with the same interests. The students find themselves in a kind of "club", and very soon they become in friendly relations to each other. On the other hand, the students meet new requirements that are considerably stronger than they have met before. The volume and the content of materials to be learned are considerably greater than they ever met in the ordinary school. Some of students (or rather all of them!) may become disappointed with such a drastic change of educational level. I remember my own feeling of frustration during my first PMS year, when I had a lot of problems with understanding new physical and mathematical concepts. (Later I overcame partially these problems and was even recognized as one of "best physicists" of the PMS. But I still remember how discouraging were my first months. Some of my classmates did not bear the burden and had to abandon the PMS).

The first year is especially difficult in this sense. It is very important to help the students to overcome the unavoidable initial barrier. An important step in this direction is to establish good human and working relationships between students and the teacher.

The subject of my permanent concern is to encourage the students to be active in the educational process. Every lecture I repeat my request not to hide their misunderstanding if occurs, but to ask questions at once. I suggest them also to contact me outside of the lecture time if they face problems. The smallness of the number of CFS students allows to combine lectures with elements of a seminar, so that I make breaks and ask questions to control the understanding of the audience. I explain them also that they should not be discouraged with difficulties of understanding, as it takes time to become accustomed to new concepts.

All this works well. I see the fast evolution of the students in the desirable direction. They have become more relaxed and uninhibited. They do ask a lot of questions during the lectures. They immediately correct my misprints. Sometimes they ask the same (quite serious) questions which I asked myself long ago when learned this rather complicate stuff. Recently I felt really happy, when one of my answers to student's question was found "too simplified and unsatisfactory", so that I had to present an extended and complete justification. This is a good evidence for the well-established working relationship. I hope this relationship will strengthen in

course of our further cooperation.

The CFS students have somewhat different conditions as compared to those we had at the PMS. First of all, the number of CFS students (3 for each grade) is considerably smaller than the number of students at an PMS class (typically, about 20). The smaller number of students allows for more attention paid to each of them by the teaching staff. However, I consider the mutual interaction of students as another important part of the educational process. From my point of view, when the activity of the CFS is recognized, future enrolments might be increased up to 5-7 students per year. I do not touch the question about circumstances which would allow for such an increase, but I have only in mind more advantageous conditions for students. It would be better for them to have more classmates for better communication and diversification of their small community. For the educational process the above number (5-7) is still reasonable and still allows for the individual contact with every student during the classes.

Another, very positive feature is that the CFS students of different grades seem to have good inter-grade contacts. I hope these contacts will further develop so that younger students could be helped and advised by the older ones.

The next important point is the CFS student's attitude to learning foreign languages (English). The importance of mastering foreign languages was clear for the top Russian scientists who founded the top Russian educational institutions for physics and mathematics in the 50-60s. Both at the PMS and later at the Moscow Physics and Technology University, the program for English education was as strong as programs for the "exact" sciences. Now I have to admit that we had to bear this "burden", but our attitude to the language learning was not as serious as it had to be, and we did not use this possibility as much as it deserved. The reason was that this knowledge seemed to be not very practical in Russia of those years.

The country was rather closed, contacts with rare foreigners were strictly controlled and not encouraged. Trips abroad were considered as an outstanding event, as a privilege of few "outstanding" people (my first trip to a capitalist country was already during the "perestroika", 15 years after my graduation from the university). That is why the reasons for learning English beyond the level sufficient for reading scientific journals, were considered as somewhat abstract. Later, like many of my Russian colleagues, I realized my educational drawbacks and had to make up for lost time.

Well, the situation has changed drastically in present Russia, where the necessity and advantages of mastering foreign languages have been well understood by the

society.

That is why I consider the CFS efforts in improving the language education as actions of the highest priority. Indeed, the CFS students do not consider English as an abstract subject to be learned just for exams. The practice of arranging their summer trips to USA followed by their reports (in English) at a special party, is also very important step in this education. Hopefully this practice will be continued. And what to say more about the pioneering idea to face the CFS students with regular lectures given by a foreign professor?! This is a breakthrough step towards their future participation in international schools and conferences, international communication, and also towards the possibility of continuing their education in leading scientific centers and universities of the world.

No surprise that the CFS students demonstrate a striking progress in their English. Even after the first year their English communication skill has become considerably higher than that of other university students.

The experiment started at the CFS seems to be very fruitful and promising. I hope to confirm my expectations in near future.

#### 10 年度入学 1 期生の 2 年次における学習について

平成 11 年度 2 年次の物理系カリキュラムの中には一部量子力学入門等の専門基礎科目が入っているが、実際の物理系科目の履修は、積上げ方式となっている理学部物理学の 1～2 年必修科目を受講することとなる。当然のことながら、一般の 2 年次生と同様の専門科目が多くなって来て、1 期生は 3 人全員工学部の所属ということもあって、工学部の専門科目を数科目履修することにもなった。また、3 人のうち、1 人を除いて、1 年次の基礎科目の取り残しはほとんどなしなので、その時間割には 1 年次カリキュラムの科目はほぼみられない。英語に関しては、1 年次のときの指導教官が引き続いてその一部を担当し、授業の連続性について気を配った形となった。したがって、時間外の特別な指導も 1 年次と同様に行われた。

先進セミナーについては、物理と物理数学のセミナーを計 4 コース(各々 2 コース) 通年で行い、学内外の先生によるホットな話題をオムニバス形式で展開するセミナーも、去年と同様に、他の学生諸君と同席で参加した。平成 11 年度より開始のユドソン教授による 1 年生向けの英語によるセミナーにも特別参加し、前年度と同様表示(額面)単位数を超える重厚なセミナーとなっている。また、平成 11 年度よりの特徴的なこととして、工学部教官による授業が始まり、電磁気および計測関連の講義・セミナーが通年で行われた。また、文系の授業に関しては、文系セミナーを 1 年次で受けていたが、2 年次でも 3 人共文系の講義を 2, 3 受講したことから、相変わらず、ぎっしりつまった時間割となっている。彼らの履修課程にある講義科目の大部分は開講担当者が設定されていないことより、専門基礎科目等の読み替えを前提とする指導が必要

となる反面、各人の能力に合わせて、かなり自由に選択させる点は、この課程の長所でもあろう。彼ら1期生の進路指導のため、2年次の後期に入る前に担任の教官等と数度にわたる面接を行った。ここでは、前期の取得科目についての状況調査と今後の進路に対する希望聴取・指導であり、個人別に面接して行った。また、3年次には研究室配属となることから、2年次後期で軌道修正が必要な場合にはその調整をしなければならない点も考慮された。この2年次中間点は、彼らの進路決定という意味で大変重要な分岐点となっている。夏休み終了の9月末、担任との数度の面接をベースに教務委員長等数名の教官および担任教官を交えて最終的な面接を行った。結果としては、3名のうち2名は物理系工学系どちらを選んでも問題なしであり、もう1名は履修単位の関係から、工学系で頑張った方がよいであろうということになった。彼に対し、特に後期には、単位獲得に頑張るようにという指導になった。

10月の後期からの特記事項としては、理学部と工学部のいくつかの研究室を見学しながら与えられた課題をこなす先進科学実験Ⅰが始まったことである。平成11年度のこの実験Ⅰでは、理学部において統計力学や古典分子力学の数値シミュレーションや天体の数値実験等があり、工学部において太陽電池の製作、真空と電子分光の基礎および電子回路素子の基礎実験等があり、のべ8研究室が開講し、これを各人が4つの研究室をめぐる、実験等を行った。成績は3名全員とも優秀であった。またこの研究室巡りは、彼らにとって3年次からの配属研究室選びの大きな助けになる授業となっている。この間、彼らの教育課程の中間時期ということもあり、父兄と教官数名とで面接が計画された。12月に3名のうち2名の父兄が来学されて、彼らの現状と今後の進路等に関する話し合いが行われた。そして、後期の講義が修了した2月中旬に配属研究室を決めるためと形式的に所属する工学部の所属学科の希望を聴取するため、彼ら3人個々に面接を行った。その結果、1期生3名は物質工学科が2名、情報画像工学科に1名という希望であることがわかった。その後、成績等の状況をみながらさらに面接を行い、実質的な研究室配属とし、3名のうち1名は理学部物理学科の方への希望であり、残り2名は工学部物質工学科の方の研究室を希望しているということになった。

平成11年度2年次修了時における成績は、3名のうち2名は理学部物理学科2年生の平均と同じか、あるいはやや上位といった結果であったが、残るもう1名は前者に比べて少し下位の成績であった。特に前者2名の2年次における成績は、1年次に比べて著しく伸びており、今後が大いに期待される状況である。したがって、この2名に関しては、今後も引き続いて理学部物理学科にて開講の科目の受講とそれらの専門科目について、2年次にまして頑張ってもらって勉強を進めてもらうことを望んでいる。

#### 平成11年度1年次学生の履修状況について

平成11年度入学者は3名である。1年次のカリキュラムは先進独自のセミナーも含めて極めて多く、毎日殆ど全てが何らかの講義で埋まっているほどの忙しさであった。

これは、飛び入学によって発生した可能性のある高校の勉強の不足分を補うことと、特に英語教育に関して出来るだけ若いうちに学習すべきであるという外国語センターからのアドバイスに基づいてカリキュラムを構成したこと、さらに学生自らが普遍教育科目などの単位をなるべく最初の年度に取得したいと希望したためである。

この多忙な一年間も終了して振り返って見ると、成績はいずれの学生も良好であり、順調に学習が進んでいる。本人たちからも高校三年の受験勉強のことを考えると、出来るところまで忙しく自分が選んだ勉強をしたいという積極性もあった。

各学生の単位取得状況は

英語	6 単位
スポーツ・普遍	12～14 単位
理系科目	41～42 単位

である。

理系科目には専門基礎である数学、物理、演習、実験などが含まれているが、これ以外に専門科目を6単位取得した学生や、未修外国語を2単位取得した学生もいた。最近大学教育で問題となっているような、申請単位と習得単位の大幅な不均衡などは全く見られていない。しかしながら、取得総単位数が61～68と極めて多いことは若干問題であり、今後の履修指導について考えなければならない。

取得単位数の上限についての議論はあるものの、極めてタイトになるような1年次のカリキュラムの指導は、2年次の履修登録数が登録可能コマ数のうち半分くらいの充足率になるように計算してあるためである。これは2年次以降始まる量子力学、統計力学などの講義及び演習を、十分な独習の時間も含めて学習させていくことに重きを置いた構成になっているためである。この点から考えても闇雲に高学年の年次指定の専門科目を履修することよりも、セミナーなどと組み合わせることによる各分野の学習到達目標を高く設定することが重要であることを、十分学生たちに認識させなければならない。

飛び入学だけでなく先進教育、特別教育といった観点からのカリキュラムの編成と内容の充実については、大学教育に関する重要な知見を与えるために今後とも十分に吟味していくことが必要であると考えており、現在理学部物理学科の教務との密接な打ち合わせによる教育内容の充実を具体的に模索している。

### 3年次生(先進プログラム第1期生)の学科所属

平成12年4月には、先進プログラム第1期生の学科所属を決定しなければならないことから、先進プログラムの開始以来の懸案事項であった本件についての経緯を説明しておく。

平成9年8月に、工学部を実施学部とする先進プログラム課程を設けることを決議した工学部教授会は、平成10年4月に入学してくるであろう第1期生についての学科所属については、3年に進級する段階で、決めるという含みで了解したものであった。「含みで」という表現は極

めて不明瞭なので、少々注釈が必要であろう。本来学生の所属は、入学時に決定されているのであるが、先進プログラム課程学生の学科所属決定の時期については、不確定のまま入学を認めるという例外措置がとられたのである。

平成11年6月、先進科学教育センター長は山口工学部長に本件についての工学部としての対応方について口頭でお願いし、中井工学部教務委員長と三者で協議する機会を持った。基本的には、学生本人の意思を尊重しつつも、受け入れ学科との十分な協議も必要なので、教務委員会で審議していただくことと同時に、事柄の性質上、運営委員会を通して話を詰めて行くべき問題ということで、合意した。

工学部教務委員会での審議内容を要約すれば、次の通りである。

① 先進科学プログラム課程の法的根拠の確認を行った。

千葉大学学則第2条第4項「本学大学院研究科博士課程の数学又は物理学の分野に関する専攻の基礎となる若しくは緊密な連携協力関係を有する学部等に、当該学科等の入学定員の範囲内において、先進科学プログラムを設けることができる。」

これを受けて、千葉大学工学部規程第2条第4項に、「本学部に先進科学プログラムをおく。」と規定され、且つ、同規程第4条第3項に、「前項の規程にかかわらず、先進科学プログラムに関わる専門教育科目の授業科目、単位数及び履修方法は、別に定めるところによる」となっており、先進科学教育センターで定めている履修方法に根拠を与えている。理学部においても、同様に規定されている。

② 工学部5学科の卒業要件と先進科学プログラムの内容には相当の隔たりがあり、単純な科目の読み替えによる認定では対処できない。あくまで、前述の規程を根拠とする例外的措置として考える必要がある。ただし、学科卒業に伴って得られる国家試験の免除特権あるいは資格取得等の関係は不明確のまま残るが、今後の課題となる。

③ 卒業証明書及び成績証明書に学科名と共に「先進科学プログラム」の名称を付加することについては、特に問題ないが、卒業証書・学位記にこれを付記することは、現行規程では不可能である。卒業証明書及び成績証明書にこのような付記があれば、前記の国家試験・資格の問題は多くは解決できるかも知れない。

④ 以上の認識の下に、教務委員会としては、

・教育は先進科学教育センターで責任を持つ。

・学科所属については、3年次に進級する時点で決定し、所属学科の決定は、工学部長、先進科学教育センター長及び当該学科長の協議により決定し、教授会の承認を得る。

という基本的合意を得ると共に、その旨、学部長に具申した。

工学部長は、本件に関して、次のようなプロセスで、各学科に検討の依頼を發した。

① 平成12年1月13日の運営委員会で、工学部教務委員会での審議過程を説明すると同時

に各学科での審議を依頼した。

- ② 平成12年2月10日の運営委員会で、各学科らの意見の聴取を行うと同時に、本件に関する討議を行った。
- ③ 平成12年2月23日の運営委員会で、工学部教務委員会での基本合意であるいわゆる三者協議による学科所属決定方式が了承された。ただし、先進科学教育センター長は、学生の希望を十分聴取し、かつ、先進科学教育センター教務委員会の協議を経て、センター側の意向を集約すべきこととされた。

一方、センター側としては、これと並行する形で、次のような経を辿っている。

- ① 平成12年1月25日、教務委員会を開き、2年生(第1期生)学科所属については、2月中旬までに検討すべきことを確認。
- ② 平成12年2月16日に当該学生3名との面談を行った。面談に立ち会ったのは、大高教授、松元教授、落合教授、上野教授であった。そこで、おおよその所属先についての話し合いがなされた。
- ③ 平成12年2月24日教務委員会を開き、3名の学生の学科所属を協議すると同時に、工学部への依頼方法について協議した。
- ④ 3月17日、センターの教員会議が開催され、3名の所属学科について教務委員会の意向を了承した。なお、2月24日から3月17日に至る間に、学生の意思確認を再度行っている。

さて、話はいよいよ大詰めであるが、平成12年3月20日に開催された工学部教授会において、先進科学プログラム課程の学生3名の学科所属についての案件が上程され、次のように決議された。

松尾	圭	情報画像工学科
梶田	晴司	物質工学科
佐藤	和俊	物質工学科

---

## 1. 理学教育連携調査委員会の活動

### 理学連携調査委員会について

#### I 目的

理学教育連携調査委員会は、高等学校と大学が連携し、高等学校における理科教育の現状と大学における基礎レベルの理学教育の現状を多角的な観点から正確に把握し、早期高等教育に関わる諸問題についてより深化した調査・研究を行うとともに、情報科学など、従来の理学分野以外の分野における早期高等教育の可能性についても調査・研究することを目的とする。

以下の活動を平成 11 年度に行い、これらの活動成果を 17 歳飛び入学者の教育、高校の生徒の理科教育に役立てている。又その結果、千葉大学と高等学校が協力して早期高等教育に関する研究をより深化させるため、「実験工房」を千葉大学内に設置し、サマースクール等への協力を行った。

#### II 活動内容

- (1) より深化した高等学校における理科教育の現状調査と把握
- (2) 高等学校からみた大学における基礎理学教育の望ましいあり方の研究
- (3) 大学における基礎理学教育の現状調査と把握
- (4) 高等学校における理科教育のあり方の研究
- (5) 高等学校と大学との連携による大学での早期教育用のモデル理学教育カリキュラムとその教育システムの開発
- (6) モデル理学教育カリキュラムの高等学校における予備的实践研究
- (7) モデル理学教育カリキュラムの大学における実践研究
- (8) 早期教育システムの最適化に関する高等学校と大学における実践研究
- (9) 情報科学など従来の理学分野以外の分野における早期高等教育導入の適否に関する調査
- (10) (1)～(9)までの目的に深く関連するサマースクール・数理科学コンク

ール・およびジョイント理科クラブなどの活動の支援

以上

理学教育連携調査委員会名簿

平成13年4月1日

氏名	学校名等	職名
学外 四方 義啓	名城大学 理工学部	教授
山田 大隆	北海道札幌開成高等学校	教諭
菊池 正仁	東京都立武蔵高等学校	校長
村石 幸正	東京大学教育学部附属中等教育学校	教諭
鈴木 亨	筑波大学附属高等学校	教諭
堀 亨	千葉市立千葉高等学校	教諭
和穎 盾	千葉市立千葉高等学校	教諭
小笠原 正	千葉県立幕張総合高等学校	教諭
三門 正吾	千葉県立鎌ヶ谷西高等学校	教諭
松丸 信一	千葉県立船橋高等学校	教諭
鎌形 豊	千葉県立千葉高等学校	教諭
大嶋 一夫	千葉県立市川工業高等学校	教諭
大山 光晴	千葉県立現代産業科学館	学芸課上席研究員
谷口 哲也	千葉県立京葉工業高等学校	教諭
増子 寛	私立麻布高等学校	教諭

学内	金子 克美	理学部化学科	教授
	大高 一雄	先進科学教育センター	教授
	尾松 孝茂	工学部情報画像工学科	助教授
	上野 信雄	工学部物質工学科	教授
	嶽山 正二郎	理学部物理学科	教授
	松元 亮治	理学部物理学科	教授
	土屋 俊	文学部行動科学科	教授

## 2. 実験工房（理学教育連携実践）の記録

高大連携については、理学教育連携調査委員会の議論を深めていくうちに、個々の高校理科教諭が抱える悩みを、大学が高校との連携を通して解消できることが多いということに皆が気づいた。たとえば、少し高度な実験をやろうとすると、人、機材、ノウハウなどひとつの高校だけではどうにもならない問題があつて、手をこまねかざるを得ない。もちろん、受験競争で成果をあげなければならぬというプレッシャーは日常にかかっている、高校教諭の意思に反し、受験に関係ない実験はおろそかになりがちである。もしも大学が、実験機材を持ち、管理し、利用のノウハウを提供し、人も場所も提供できたらこのような問題の多くは解決できる。また、微分を利用した物理の授業も高校生を相手に大学がやれば、高校の物理教育にもおおきなふくらみができるはずである。

実験工房は、サマースクールなどの実施に積極的にかかわってきた高校の教諭たちとの議論の中で、上のような観点を実行に移せるような、抽象的な意味ばかりでない、物理的な実体を伴った高校と大学の教官たちのフォーラムを作ろうという機運が結実したものである。まだまだよちよち歩きであるが、理学系総合研究棟の中に80平方メートルの広さの実験工房を作り、高校教諭たちの自由な活動の場を用意した。ここでは、千葉大学教官による、高校生や、高校の教諭に対するスクーリングや、高校教諭たちの生徒を交えた教育について研究の場として、日常的な足場に育っていくことを期待している。そして将来的には、実験装置も大学がそろえ、大学が管理しながら各高校教諭がそれを利用して日常的な物理教育に活用していけるようにしたいと考えている。そのような活動がすでにして開始されている。

なお、以下に平成11年度のサマースクールに実施した高大連携の試行による「大型霧箱の作製」に関する報告とこれらの経験を基に平成13年度に実施したサマースクールのアウトラインを示すことにする。

## 高大連携試行プロジェクト:大型霧箱の作製

平成 11 年度に行われたサマースクールの一環として大型霧箱を作製した。大型霧箱は、高校の物理の実験でもよくとりあげられるいわゆる‘霧箱’を大型化したものである。この‘霧箱’(以降小型霧箱)は普段われわれが目にするのできない自然放射線を視覚的に観察することができる装置である。

小型霧箱は作製に必要な材料がガラス容器や塩ビ製パイプなど、安価で入手が容易でき、ごく簡単な実験教材で、生徒が身の回りにある材料を用意すればすぐにでも実験可能なものである。視覚的効果が大きいため、高等学校などではよく扱われる題材である。ところが、このせいぜい直径 20cm 高さ 10cm 程度の教材では放射線の観察は確率的に少ないこととほとんどの場合ベータ線しか観測できない。このサマースクールではなかなか観察できない  $\alpha$  線、さらに透過力の高い  $\mu$  粒子も観察すること、少なくとも数十分間の観察を可能にすることを目標として製作に取り組んだ。

### 装置冷却部

アルコールの過飽和状態を作るために箱の内部に温度勾配をつけなければならない。ここでは冷却に大学では簡単に手に入る液体窒素を用いることにした。木材を組み合わせた枠の中に発砲スチロールを敷き詰め、この上にビニールシートを敷く。木枠にビニールチューブを固定し、このチューブを用いて液体窒素を注ぎ、装置の底面を冷やす。コの字型アルミニウムを適当な長さに切って、液体窒素を注ぎ、アルミ板表面がほぼ均一になるように位置を調整した。さらにこの上にアルミ板を敷く。

### 装置本体

850mm × 220mm の大きさのガラス4枚をアルミニウムフレームで固定し、850mm × 850mm × 220mm の四角柱を組んだ。中の4隅に高さ 100mm のジュースの空き缶を置き、その上に塩ビ製のアルコール補給用トイを設置した。トイの中にはニクロム線を入れ、2 プロパノールを入れる。2 プロパノールを自動補給用の ( $\phi$  約 5mm) ビニールチューブを固定し、実験時にはエアポンプと装置の外に置いた試薬瓶につなぐ。1000mm × 1000mm × 5mm のガラス板を用意し、片側に加熱用のニクロム線を貼り付け、この面を下にして蓋とした。密閉度を上げるためにガラスの接合部分には市販のゴム製隙間テープを用いた。

### 装置外枠

1200mm × 1200mm × 250mm のフレームを組み、内側に蛍光灯を取り付けた。様々な試行実験を行なった結果、この照明部分の角度と位置が観察に重要な要因であることがわかった。

### ノウハウ

装置冷却部に敷き詰めたコの字型アルミを上手に敷かないと、均一に装置が冷えないので、

内部で対流が起こり、雲が発生してしまう。また、冷却版のアルミ板は最初 2mm厚だったので、今度は冷え方が均一にならない。内部の冷却がかなり均一でないと対流が起こり安定した観察が行えない。最終的には 5mm厚のアルミ板を用い組み方にも工夫を凝らして使用した。

最終的にはただサイズを大きくしただけではなく、完成度の高い安定した装置として大型霧箱が完成した。小型霧箱では観察が難しい  $\alpha$  線も容易に観察できること、さらには 1mにも達する  $\mu$  粒子の軌跡も運がよいと見ることが出来る。さらに、われわれが予想していなかった、鉛直方向からの宇宙線の入射も観測可能であった。この装置で観測する放射線は蜘蛛の巣のように入り乱れた極めて多くの事象であり、普段我々が如何に多くの宇宙線を浴びているかを目の当たりにする感慨深い結果となった。

本装置の作成にあたっては県立船橋高等学校の大山教諭に小型霧箱のノウハウを詳しくご教示いただいた。製作にあたって細かいアドバイスを頂き、それをもとに実験・工夫を重ね、様々な条件おさえを行った結果、日本では誰も成功していない大型の霧箱を作製することに成功した。

この大型霧箱は、霧箱を作ったことのある人には驚きを、また今まで霧箱を知らなかった人にまで、感動をあたえる装置となった。今回のように、高校との連携によって今まででは考えられなかったようなプロジェクトを成功させることが出来た。

#### 高大連携による 13 年度サマースクールの実施：

サマースクールコース：「新世紀にはばたく物質：有機「金属・半導体」のふしぎ」

実施計画

キーワード：「できるだけ易しく」

千葉大学工学部 上野信雄

および

高大連携実験工房

8月20日(月)

10:00-11:00

序+有機材料の特徴：先端デバイスの中を探る I

(上野, 大山, 鎌形, 谷口, 堀, 三門など)

携帯電話を分解し利用されている物質を探る。工具+ルーペ, オシロ, 電源, テスタ, 顕微鏡, はんだこて, LSI チップ本体サンプルを用意(分解用デバイス, LSI チップ依頼済み)。分解の過程で種々の説明を全員で加える。簡単なデモ実験も行う。利用されている物質を書かせる。

11:10-12:30

有機材料の特徴:先端デバイスの中を探る I

(上野, 大山, 鎌形, 川上, 谷口, 堀, 三門)

同上の続き

「圧電素子」に触れ, これを用いた簡単な実験をいくつか見せるなど, 状況に応じた説明を加える。圧電素子でダイオードを光らせたり, 電話を作ったりして生徒諸君に遊んでもらう。(モトローラ製などではスピーカーに圧電素子を使っている。)

13:30-14:30

導電性とは I:金属, 半導体, 絶縁体, 超伝導

(工学部:落合)

絶縁物, 半導体, 金属まで同程度のサイズのもの伝導度測定/デモ実験を行いながら, 電気伝導を講義。金属, 絶縁体, 半導体, 有機物質の電気伝導。現物を見せたり, 実験を混ぜながら, それらの電気伝導度の大きさの違いと温度依存性について。自由電子の在る無し, とおりやすさの違い, でオーソドクスな電気伝導の理解まで。

14:40-15:40

導電性とは II:金属, 半導体, 絶縁体, 超伝導

(先進:井上)

同上のつづき, 電気伝導を講義。なぜ有機分子が絶縁体か説明。物理サイドから有機分子に導電性を持たせる原理に言及。自由電子がいる, いないの違いはどこから来るか, 温度による変化と半導体や超伝導のお話, 金属特有の色と自由電子, ドーピングと有機導電性物質の色, など。

8月21日(火)

9:30-11:00

導電性とは III:金属, 半導体, 絶縁体, 超伝導

(超伝導研:村上)

簡単な実験を交えながら超電導と超電導応用について簡単な説明を行う。デモについては, 超電導による浮上実験。浮上は, 単に浮くものと, 地球儀がぶらさがるものを予定。

(液体窒素などを上野研が用意)

11:10-12:10

物質の色, 光沢と導電性

(先進:井上)

金属光沢の理由など、物質の色、光沢と電気伝導の関連について講義。

13:30-14:30

電気で光る有機材料:有機エレクトロニクス、有機半導体デバイス

(工学部:工藤)

有機電界発光の実演とその関連デバイス特徴について講義。

(有機 EL ディスプレーサンプル依頼済み。)

14:40-15:40

新物質の創製と化学の役割:夢の有機材料

(理学部:柳沢)

合成の一般的重要性。合成の妙味について例を挙げながら講義(化学構造の書き方に注意を要す)。フラレン, ナノチューブ, カテナン, ポリアセチレンなどの合成に言及。

(ビデオを利用)

15:50-16:50

新物質の創製と化学の役割:未来の錬金術

(工学部:小倉)

小倉研で開発された物質をコアとして, 新錬金術を講義。

(ビデオを利用)

8月22日(水)

9:30- 個別の予定に沿って行う。

(生徒はセンターに集合, 担当者が実験場所まで案内)

実験 以下の4テーマを準備(各テーマは2セット並行実験)

(1)ポリアセチレンの電気伝導測定:ドーピング効果(奥平+院生)

(2)有機発光素子(必要に応じて太陽電池)の製作(工藤+院生)

(3)フラレン(カーボンナノチューブ)の電気伝導測定[落合+院生]

(4)いくつかの物質(金属, 半導体, 超伝導体)の電気伝導測定・温度依存性[落合+院生]

応援:現代産業科学館:大山, 県立千葉高:鎌形, 京葉工業高:谷口, 市立千葉高:堀,

鎌ヶ谷西高:三門など高校の先生方, および大学院生

8月23日(木) (生徒は各実験場所に直接集合)

9:30-12:10 実験のまとめ制作(OHPなど):担当=実験担当者

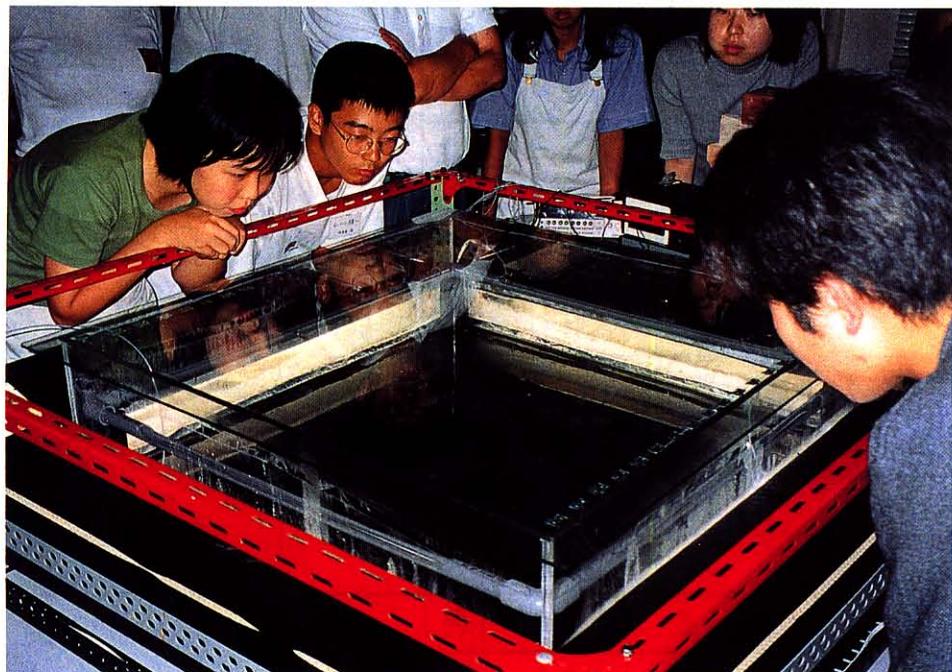
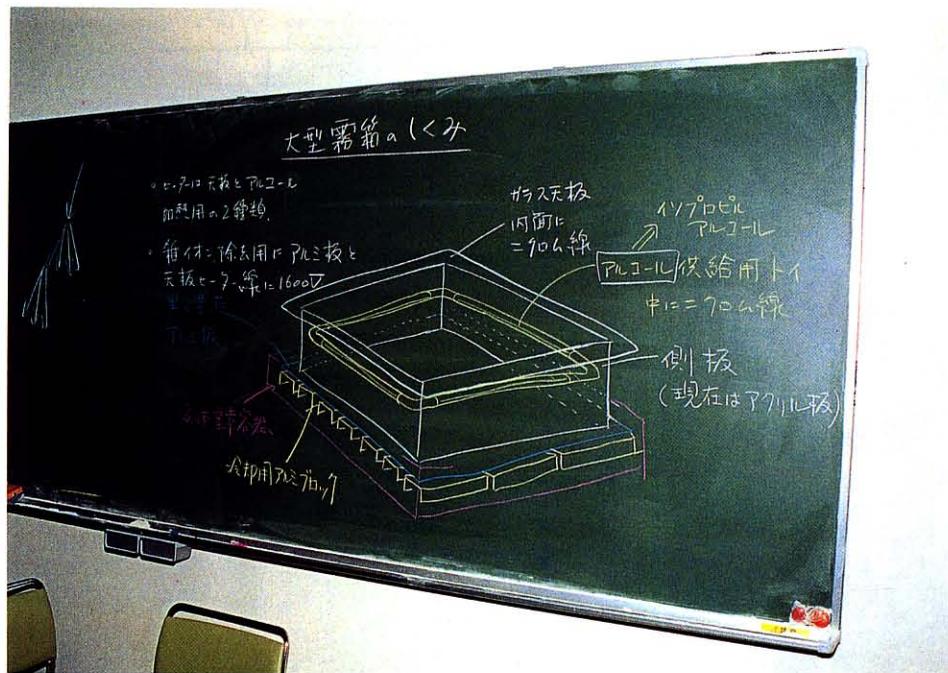
13:10-15:00 午後の見学(2時間程度):

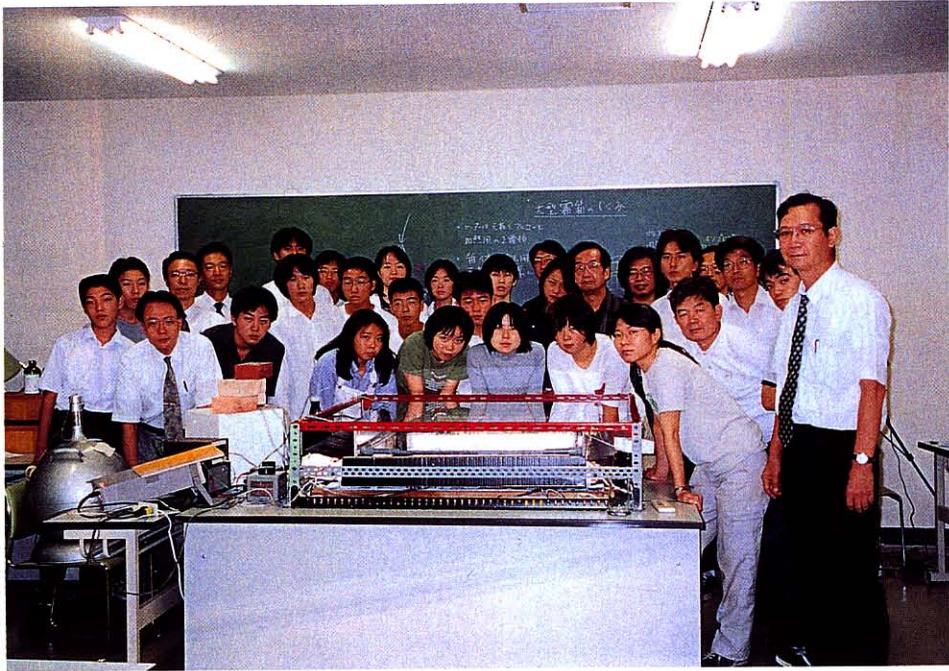
(発表資料を持って,センター2階に集合)

ベンチャーラボ,工学部,理学部の研究室見学(院生による案内)。

15:10-16:40 見学後:生徒による実験報告と質疑応答

(手の空いた先生方全員参加)





平成11年度 第4回千葉大学サマースクール実施状況

コース名 (開催期間)	定員	性別	応募者数	決定者数	受講者数	修了証書 交付者数
高校生のための現代数学 案内 - 双対性 - (8月4日～8月6日)	20名	男	14名	14名	14名	14名
		女	2	2	2	2
		計	16	16	16	16
ハイ・パフォーマンス・ コンピューティング (8月19日～8月25日)	15	男	2	2	2	2
		女	1	1	1	0
		計	3	3	3	2
水の中の生態系 (8月9日～8月13日)	15	男	0	0	0	0
		女	10	10	10	9
		計	10	10	10	9
古典ギリシア語入門 (8月4日～8月10日) (8月18日～8月24日)	10	男	0	0	0	0
		女	4	4	3	2
		計	4	4	3	2
原子の中を探る (8月24日～8月27日)	15	男	8	8	8	8
		女	8	8	8	7
		計	16	16	16	15
世界の言語と、言語の世界 (8月2日～8月6日)	30	男	5	5	4	4
		女	34	34	33	28
		計	39	39	37	32
目で見る数学 ～波と情報～ (8月2日～8月5日)	10	男	6	6	5	5
		女	1	1	1	1
		計	7	7	6	6
計算器と計算機 (8月19日～8月25日)	10	男	3	3	3	3
		女	3	3	2	2
		計	6	6	5	5
合 計	125	男	38	38	36	36
		女	63	63	60	51
		計	101	101	96	87

平成12年度 第5回千葉大学サマースクール実施状況

コ ー ス 名 (開催期間)	定員	性別	応募者数	決定者数	受講者数	修了証書 交付者数
世界のことばと、ことばの世界 (7月31日～8月4日)	30	男	0	0	0	0
		女	12	12	12	12
		計	12	12	12	12
計算物理学 (8月21日～8月22日・ 8月24日～8月25日)	20	男	4	4	3	3
		女	0	0	0	0
		計	4	4	3	3
高校生のための現代数学案内 —さまざまな数— (8月7日～8月10日)	20	男	16	16	15	15
		女	4	4	3	3
		計	20	20	18	18
遺伝子から個体へ (8月7日～8月11日)	25	男	1	1	1	1
		女	12	12	9	9
		計	13	13	10	10
合 計	95	男	21	21	19	19
		女	28	28	25	25
		計	49	49	43	43

平成13年度 第6回千葉大学サマースクール実施状況

コ ー ス 名 ( 開 催 期 間 )	定 員	性 別	応募者数	決定者数	受講者数	修了証書 交付者数
高校生のための現代数学案内 —さまざまな数— (7月21日～7月23日)	20	男	18	18	17	17
		女	12	12	10	10
		計	30	30	27	27
ライン川の東と西で:フランス とドイツ ことばと文化 (7月30日～8月3日)	30	男	3	3	3	3
		女	6	6	6	5
		計	9	9	9	8
多様な生命現象を探る (7月30日～8月3日)	20	男	1	1	1	1
		女	5	5	4	4
		計	6	6	5	5
心を科学する —心理学への招待 (7月31日～8月2日)	20	男	4	3	3	3
		女	28	21	19	15
		計	32	24	22	18
新世紀にはばたく物質:有機 「金属・半導体」の不思議 (8月20日～8月23日)	20	男	8	8	7	7
		女	5	5	4	3
		計	13	13	11	10
計算器と計算機	20	男	4	4	4	4
		女	1	1	0	0
		計	5	5	4	4
合 計	130	男	38	37	35	35
		女	57	50	43	37
		計	95	87	78	72

1. インディアナ州パーデュー大学の早期教育の研究

1. 外国の早期教育

学術分野における才能を有する若者のための寄宿制理数学校：  
その入学者選抜方法の分析

ファティ・A・ジャーワン

(Fathi A. Jarwan, Ph.D.)

ジョン・F・フェルドフゼン

(John F. Feldhusen, Ph.D.)

(インディアナ州ウェスト・ラファイエット・パデュー大学)

---

以下は、インディアナ州パーデュー大学の Fathi A. Jarwan と John F. Feldhusen の共著による "Residential Schools of Mathematics and Science for Academically Talented Youth: An Analysis of Admission Programs" (December 1993) の全訳である。この研究は、コネティカット大学の才能教育研究センター (The National Research Center on the Gifted and Talented) が主催する Collaborative Research Series の一環として公刊された。ここでは、同センターの許可を得て、翻訳、収録した。この研究は、早期入学を含む大学レベルでの英才教育 (とくに理数系) の入学選抜においてどのような要素を考慮することが進学後の成果につながるかを統計的手法を用いて分析したものであり、今後のわが国における早期入学のための選抜方法を検討する際の基礎的資料となると思われる。翻訳は、学生部留学生課溝手 和子が行い、文学部土屋 俊が監修した。

## 梗概

本研究の目的は、州立寄宿制理数学校 (Residential Schools of Mathematics and Science) における生徒の選抜方法を分析し、評価することである。選抜の指標となる変数の予測力を試すため、質と量の両面からの研究計画を採用した。量的なデータ、デモグラフィックなデータを集める際には特定のフォーマットを用いた。予測変数として、分析の対象になったのは、母校での学業平均値(GPA)、標準適性試験(SAT-M, SAT-VまたはACT)の得点、面接評価点、書類評価点、そしてそれらを複合した点数である。判断基準となった変数は、第1、第2学年時の学業平均値(GPA)の平均と、第1、第2学年時の全教科のGPAである。12の質問からなる質問紙は、実施者側から寄せられる入学者選抜手続きについての情報に注目し、入学者選抜担当者を調査するために作成したものである。各校の学校案内資料も入学者選抜に関する情報源となった。最終的に収集したデータは以下の通りである。

- (a) 7校に在籍する742名の生徒の、入学前後のデータ
- (b) 7校に在籍する生徒の、人種・性別ごとの人数
- (c) 7校の入学者選抜の実施責任者またはコーディネーター、あるいはその両者に対する、ある程度一定の形式に則ったインタビューを録音した12のテープ
- (d) 9校の学校案内資料

以下の目的で、相関・多重回帰分析の手法を用いた。

- (a) 学術分野での成功を予測する上で、別々の選抜基準(例えば数学、理科、英語の学業成績)が相関関係にあるかを判断する。
- (b) 「最も優れた予測変数」を見つける。

インタビューの録音テープは、文字化し、内容分析して要約した。学校案内資料は、選抜に際して各校に共通する手順や方針を探るために分析した。

7校から寄せられた入学前後のデータに相関・回帰分析を行った結果、第1、第2学年の学業平均値の予測変数として最も優れていたのは、その生徒の母校での学業平均値であった。2番目に優れていたのが大学進学適性試験(SAT)である。

書類の評価点と入試面接官による評価点は、生徒のその後の成績を予測するにはほとんど役に立たなかった。これらの数値と判断基準値との相関は、変動が激しく、一貫性がなかった。ほとんどの学校において、複合点は、第1学年のGPA(学業平均値)の予測変数として機能しなかった。全般的に、統計に基づく予測の方が、面接や書類審査など専門家による予測よりも優れていた。

在籍者データの分析では、アフリカ系アメリカ人(黒人)やヒスパニックの生徒の比率が不十分であり、アジア系の生徒の比率が高すぎることを示された。白人の生徒の比率は、適正である学校もあれば、低すぎる学校もあり、高すぎる学校もある。男子生徒の数が女子生徒より多い学校もあるが、その逆もある。男子生徒はSATの数学セクションの得点が女子生徒より高かった。

入学者選抜実施責任者へのインタビューでは、生徒発掘の過程で複数の判断基準を採用

していることが、長所と見なされていることが示された。一方で、マイノリティの在籍者が少ないこと、生徒がかなりの割合で中退してしまうことが欠点と見なされている。ほとんどの学校で、教師は生徒発掘、選抜の過程に直接関わってはいない。判断を下すのは、入試担当者、カウンセラー、事務職員である。

## 要旨

本研究の目的は、州立寄宿制理数学校における生徒の選抜方法を分析し、評価することである。選抜の指標となる変数が、どの程度将来性を示しているかを判断するため、質と量の両面からの研究計画を採用した。

州立寄宿制理数学校における才能を有する若者の選抜は、才能の持ち主の発掘方法についての最近の理論、研究で示されている問題とはまた違った、幅広い問題を提起している。生徒の発掘／選抜過程ではどのような選抜基準が用いられるのか。学校の教員は発掘過程にどのように関わるのか。用いられる選抜基準は、教育課程で成功し、理数科目で好成績を修めていける生徒を発掘するのに、妥当であるか。また、どの程度まで妥当であるか。どうすれば、選抜手続きが、これらの学校にとって実際的で効率的なものになるか。こうした問題、疑問から、この研究は始まったのである。

文献を見渡すと、才能を有する生徒の選抜方法に注目した報告は、これまでも数多くあることがわかる。しかし、高等学校課程に進学しようとする生徒の選抜に関しては、まだほとんど研究が為されていない(Feldhusen, Hoover, and Sayler, 1990)。また、専門コースを備えた公立高校での、才能を有する若者の発掘、選抜についても、ほとんど顧みられてこなかった。才能を有する若者のための、専門コースを備えた寄宿制学校では、従来の公立高校以上に多岐にわたる条件を考慮に入れなければならない。法的、政治的な条件、抱える生徒の多様性などが、これらの学校での生徒の発掘、選抜手続きを複雑にしている。

最初の学校が開校してから10年が経過したというのに、選抜方法を検証した報告は皆無に等しい(Hoge, 1988, 1989)。専門コースを備えた学校の研究も、少数しか報告されていない(Cox and Daniel, 1983; Cox, Daniel, and Boston, 1985; Kolloff, 1991; Stanley, 1986, 1991a, 1991b 等)。そうした研究の多くは、入学者選抜方法の概要を説明し、論じているに過ぎず、選抜方法と、その後の教育課程や教育の成果との関係についての分析までは行っていない。

## 教育対象の明確化

才能を有する若者のための教育課程の立案においては、教育対象を明確にすることが初めの一步であるが、これは極めて重要な一步である(Borland, 1989)。才能を有する者のための教育課程を組織だったものにしようとするとき、その課程に何を含めるかは、教育対象を明確にすることによって初めて形が具体化する。教育対象の明確化が重要である理由は幾つかある。まず、対象の明確化と生徒発掘の方法との間には密接な関係があるはずだからである

(Feldhusen, Asher, and Hoover, 1984; Hoge, 1988; Ward, 1983)。また、教育目標や開設科目にも関わってくる(Feldhusen, 1982)。さらには、学校が規定した生徒像が、大ざっぱに、誰を選抜し誰を除外するかを決定するのである。

### 生徒の発掘・選抜基準

これまでの文献は、学術分野における才能を有する若者の発掘に、以下に挙げるようなさまざまな種類のデータが利用されていることを示している。知能・適性・到達度を測る標準試験、学校の成績、相対評点、推薦書、小論文(Feldhusen and Baska, 1989)、受賞歴や特技(Coleman, 1985)、面接、創造性テスト(Torrance, 1984)、創造性調査記録(Rimm, 1984)、等。

### 有効な発掘・選抜方法とは

一般的には、生徒の発掘・選抜には、複数の評価基準を利用する方が望ましいが、その場合、どの評価項目の比重を大きくし、どのようにデータを組み合わせるかといった点は、大きな問題である。学校側は、どのようにすれば、妥当に、かつ入学者選抜の最終決定が容易になるように、集積されたデータを合成することができるのだろうか。データの合成の仕方、まとめ方次第で、確かで妥当な入学者選抜が為されたか否かが決まるのである(Feldhusen, Baska, and Womble, 1981)。選抜過程での各要素への比重の置き方も、同様に重要である。

才能を有する生徒の発掘に予測変数が利用されているのは、基本的に、予測上の妥当性が反映されていると考えられているからである(Hoge, 1988, 1989; Peterson, 1976)。教育課程において、あるいは教育の成果として、生徒が成功を修めるかどうかを表す指標と相関関係にあると考えられているのである。選抜手続きに測定という手法が用いられるのが正当化されるということは、測定値や集積されたデータと(a)教育目的、(b)開設科目、(c)教育課程における成功法との間に関連があると考えられていることがわかる。そのようなわけで、データの収集は必要なのである。収集されるデータは、生徒発掘に用いられるデータが本当に生徒のその後の成功を予測するものであることを示すようなものでなければならない。

### 多重回帰

多重回帰分析は、産業、商業、教育界において、選抜やクラス分けに広く利用されているが、才能を有する若者の為の教育課程では殆ど利用されていない。この手法によって、データの合成と、生徒発掘方法の有効化の両方の問題を解決できる可能性がある。多重回帰分析を用いれば、非常に精確な予測が可能である。これほど精確な予測ができる手法は他にない(Meehl, 1954; Sawyer, 1966)。

ここでは、生徒発掘・選抜データの合成、抽出、有効化の論拠として多重回帰分析を用いた。つまり、以下のような要素は、結び付けて考える必要があるということである。1)教育目標、2)生徒発掘・選抜方法(予測変数)、3)教育課程、4)結果の測定(判断基準値)。

### 本研究の手法:回帰分析の応用

入学前後の生徒のデータを記録するため、専用の書式を作成し、文書による説明を添付し

て、1991年6月に寄宿制学校9校に送付した。1991年6月から11月にかけて、電話、書面、直接面談等の方法でデータを収集した。在籍生徒数についての情報は、1991年6月から10月にかけて、直接各校を訪問して得た。

入学前のデータとは、母校(寄宿学校に入学する前に在籍した学校)での学業平均値(HS-GPA)、大学進学適性試験(SAT-M, SAT-V)における数学と言語能力両方のセクションの得点、米大学入学学力テスト(ACT)、SAT 予備試験、寄宿学校教員による面接評価点と書類評価点、そしてそれらを複合した得点である。評価基準となったデータは、寄宿学校第1、第2学年時の、学業平均値の平均と、全教科のGPAである。学業平均値(GPA)の平均とは、各生徒の寄宿学校での各学年の成績について、理科、数学、英語の授業の成績を平均したものである。

#### 調査対象

本研究の調査対象は、州立寄宿制理数学校7校の生徒である。男子生徒が406名、女子生徒が336名であった。男女の生徒数がほぼ等しい学校が4校あったが、あとの3校では女子生徒の割合は全体の34%から40%であった。1992年の秋に収集したデータでは、女子生徒数が男子生徒数を上回った学校が2校あり、3校で男子生徒の方が多く、あとの学校では男女がほぼ半々であった。殆どの学校では生徒は高校3年時(日本の高校2年時に相当)に入学することになっているが、高校2年時(同1年時に相当)に入学する学校が1校あった。

#### 結論と今後への提案

1. 回帰分析を用いることで、寄宿学校入学後の成績はかなり正確に予測できた。また、生徒の発掘・選抜手続きに用いられたどの指標が最も優れた予測変数であるかが示された。
2. 最も優れた予測変数、すなわち最適な選抜基準は、SAT・ACTの得点、または寄宿学校入学前に在籍した高校でのGPAである。
3. 面接や複合点評価する際に、異なる採点者・面接官の間である程度の公正を保つためには、選抜手続きに関わる全ての担当者、教員に適正な訓練を受けさせることが不可欠である。
4. 生徒の発掘・選抜手続きに教師が積極的にに関わり、その過程で得られた情報を積極的に利用することで、中退率を低下させたり、効果的なカリキュラムを組んだりすることが可能になるのではないかと。
5. 寄宿学校における生徒の発掘・選抜は、基本的に測定・統計的な手続きなのであり、訓練を受け、これらの分野に十分通じた者が担当するべきである。

#### 公立学校における英才教育課程への応用

本研究の結果は、あらゆる英才教育での生徒発掘方法、入学者選抜手続きを必要とするあらゆる教育課程、そして才能発掘計画への応用が可能である。強調しておきたい点が2点ある。第一に、生徒の発掘・選抜方法は、経験に基づいて有効化されるべきである。第二に生徒発掘・選抜の指標は、選抜過程にどの程度寄与したかによって評価されるべきである。英才教育の分野では、生徒の選抜方法、各種試験や相対評点の有用性について、数十年にわたって、

賛否両論が繰り広げられてきた。そろそろ発掘・選抜方法を有効化するべく、経験的データを利用すべき時ではないだろうか。

評価の公正を保つためには、特別な教育課程に進もうとする生徒の採点、推薦、総合評価を行うことになった専門家に、集中的な指導、訓練を施す必要がある。これも本研究の結果が示している点である。高レベルな教育課程で結果を出せる生徒を選抜する、という特殊な作業は、専門教育を受けているからといってできるものではない。

我々はまた本研究を通して、生徒の発掘・選抜手続きと、カリキュラム、評価方法との間につながりを持たせることが、教育課程の成功に不可欠である点を再認識させられた。すなわち、生徒の発掘・選抜においては、その学校のカリキュラムを必要としている生徒、その学校のカリキュラムから多くを得られる生徒を選出すべきである。そして生徒の将来性は、選抜基準とカリキュラムの双方を考慮に入れて評価されるべきである。例えば、理数科目に力を入れたカリキュラムであるならば、生徒の発掘・選抜手続きでも理数科目に早熟、才能を示す生徒を見出すべきであり、入学後の理数科目の成績に焦点を当てて評価すべきである。

最後に、我々が調査対象とした寄宿学校の教育課程やカリキュラムはいずれも極めて質が高く、公立学校における英才教育の模範となるに足るものであった点を付け加えておく。

#### 問題提起

現在、全米で9校の寄宿制高校が、理数分野に才能を有する生徒達に独特で意欲的な教育を行っている。何千人もの生徒が入学の希望を断たれる中、毎年約 1,800 名が選抜され、入学を許可される。法律の定めるところにより、その選抜方法は、公正、公平でかつ妥当でなければならない。

州立寄宿制理数学校における才能を有する若者の選抜は、才能の持ち主の発掘方法について最近の理論、研究で示されている問題とは質の異なる、幅広い問題を提起している。各校は、自校の教育についての情報を、どのようにして入学を希望する生徒に公平に行き渡らせているのか。人口統計的な指標を、入学者選抜手続きでどう扱うのか。州法によって定められた人種・性別等の配分に従って選抜しているのか。選抜が行われる状況は州命令によってどのように制約されているのか。用いられる選抜基準は、教育課程で成功し、理数科目で好成績を修めていける生徒を発掘するのに、妥当であるか。また、どの程度まで妥当であるか。どうすれば、選抜手続きが、これらの学校にとって実際的で効率的なものになるか。こうした問題、疑問から、この研究は始まったのである。

#### 本研究の目的

ノース・カロライナ州ダーハムに最初の州立寄宿制理数学校が開校されたのは、12 年前のことである(訳者注:1981年)。以後、この学校をモデルに、8つの学校が設立された。しかし、これらの学校における入学者選抜手続きの妥当性については、まだほとんど情報が無い。本研究の目的は、以下の通りである。

1. 生徒選抜の方法、方針を分析し評価する。
2. 選抜方法が入学後の成績を予測するのに妥当であるかを評価する。

3. 各校で用いられている選抜基準から「最適な予測変数」モデルを構築する。
4. 教師側の視点、また出願者数、後の中退率から考えて、選抜方法が効果的であるかを評価する。
5. 各校の入学者選抜実施責任者、選抜コーディネーター側から見た、現行の選抜方法の長所、短所を明らかにする。

研究を進める指針として、4つの疑問を立てた。

1. 州立寄宿制理数学校に共通の選抜方針・方法とは何か。
2. 各校で採用されている選抜方法は生徒の将来性の予測にどの程度有効か。
3. 教師は訓練を受けて、あるいはそもそも選抜手続きに関わっているのか。
4. 各校の担当者から見た、現行の選抜方法の問題点、長所、短所とは。

#### 導入と背景

過去十年の間に、知的才能に恵まれた生徒のために州立の理数科の学校を設立しようという動きがノース・カロライナ州から他のいくつかの州へと広がった。1991年9月にアラバマ州の学校が開校され、現在では9校の州立の寄宿制学校がある(付録Aに各校のリスト)。1993年9月にはアーカンソー州にも開校する計画がある。これらの学校には、その特異な役割を果たすため、共通した特徴や、似通った方針、実践が見られる。

従来の教育課程から特定分野の正規学校への移行、という劇的な進展は、国内外で受け入れられつつある。

こうした学校で最も重要な問題の一つが、どのように生徒を選抜するか、である。生徒選抜の方法、方針がそのまま学校の教育課程に影響を及ぼすからである。寄宿学校は才能のある若者のための学校と見なされることが多いが、この場合入学者選抜について見落とされている点が一点ある。どの寄宿学校でも、若者に「才能がある」かどうかを判定するような手段は取っていないし、教育課程を「英才教育」と謳ってはいない、ということである。これらの学校が強調しているのは、各校の独特の教育によって知的発達を促せるような若者、その学校の教育を必要としている若者を選抜している、ということである。

文献を見渡すと、才能を有する生徒の選抜方法に注目した報告は、これまでも数多くある。しかし、高等学校課程に進学しようとする生徒の選抜に関しては、まだほとんど研究が為されていない(Feldhusen, Hoover, and Saylor, 1990)。また、専門コースを備えた公立高校での、才能を有する若者の発掘、選抜についても、ほとんど顧みられてこなかった。才能を有する若者のための、専門コースを備えた寄宿制学校では、従来の公立高校以上に多岐にわたる条件を考慮に入れなければならない。法的、政治的な条件、抱える生徒の多様性などが、これらの学校での生徒の発掘、選抜手続きを複雑にしている。最初の学校が開校してから10年が経過したというのに、選抜方法を検証した報告は皆無に等しい(Hoge, 1988, 1989)。専門コースを備えた学校の研究も、少数しか報告されていない(Cox and Daniel, 1983; Cox, Daniel, and Boston, 1985; Kolloff, 1991; Stanley, 1986, 1991a, 1991b 等)。しかも、そうした研究の多くは、入学者選抜方法の概要を説明し、論じているに過ぎず、選抜方法と、その後の教育課程や教

育の成果との関係についての分析までは行っていない。

【p. 3】

#### 適正な入学者選抜の一般的特徴

特定分野の州立寄宿学校の入学許可手続きは高等教育機関と似通っている。州在住で、関心があり、ある程度の条件を満たした生徒であれば、誰でも出願できる。「発掘」という語は手続きの実際を表していないし、学校でも使用されていない。実際のところは、選抜し入学許可を与える手続きである。そこで、Hills(1971)が掲げた適正な入学者選抜方法の枠組みを考察するところから始めたい。Hills は特に生徒選抜やクラス分けにおける測定値の利用に注目して、以下のように述べている。

入学者選抜が開放的な教育機関であれ、選択的あるいは競争の激しい教育機関であれ、適正な入学者選抜には何らかの特徴があると思われる。手続きは秩序だったものでなければならない。学期ごとに、しかるべき手続きがしかるべき順序で期日通りに進められ、しかもその手続きは確実でなければならない。関わる人が滞りなく手続きを進められるよう、手順の一切が明確になっていなければならない。適正な入学者選抜には、合理性（つまり慎重に決定された目的が達成できること）、そして、論理的で、不要な要素を全て排し、必要な要素を全て盛り込むべく綿密に立てられた計画が必要である。最後に、目的を効率的に果たしているかという点から、手続きの実施状況やその成果を見ながら修正していけるものでなければならない。

この几帳面な記述によって、Hills(1971)は全ての適正な入学者選抜に応用できる主要な特徴を指摘している。手続きの秩序と手順、目的の明確化、各要素の論理性と有益性、手続きの理論的根拠と修正の可能性は、総合的な入学者選抜手続きの重要な要因である。

特定分野の学校における入学者選抜では、各学校の教育経験を最も享受しそうな生徒で、学校の目標によって位置づけられた成功の基準に見合う生徒を選抜することを目標にするのが妥当であろう。目標が明確になっていれば、あらゆる活動をゼロから始める際の手引きとなるだけでなく、以下の点を検討し評価する際の確実な根拠となる。(a)目標がどの程度達成されたか。(b)選抜方法の長所や短所。(c)目標自体の意義。鍵となる問題がある。すなわち、どのような条件下で生徒の発掘・選抜の目標、目的は達成されるのだろうか。

【pp. 3-5】

#### 教育対象の明確化

才能を有する若者の為の教育課程の立案においては、教育対象を明確にすることが初めの一步であるが、これは極めて重要な一步である(Borland, 1989)。才能を有する者の為の教育課程を組織だったものにしようとするとき、その課程に何を含めるかは、教育対象を明確にすることによって初めて具体化する。教育対象の明確化が重要である理由は幾つかある。まず、対象の明確化と生徒発掘の方法との間には密接な関係があるはずである(Feldhusen, Asher,

and Hoover, 1984; Hoge, 1988; Ward, 1983)。また、教育目標や開設科目にも関わってくる(Feldhusen, 1982)。さらには、学校が規定した生徒像が、大ざっぱに、誰を選抜し誰を除外するかを決定するのである。

加えて、状況に合った選抜方法を計画するためには、選抜対象となる州内の同一学年の生徒についての正確な最新情報が不可欠である。州の広さ、生徒数やその構成は、計画にあたって、どれも重要な要素である。高校数とその学区、州内の生徒分布についての統計も、適正な選抜計画のための基本的なデータとなる。

かねてより、英才教育の分野では、理論的、経験論的側面の双方から、才能という概念を定義しようと努力が重ねられてきた。しかし今でも、研究者や教育者の間で、才能の定義とその測定法についての見解は一致していない(Horowitz and O'Brien, 1985; Janos and Robinson, 1985)。HallahanとKauffman(1982)は、見解の相違は主として以下の4点の捉え方の差によるとした。(a)どのような技能、性質に才能という語を適用するのか。(b)才能の測定法。(c)子供に才能があると見なす境界線。(d)比較対象の特性。

才能という概念も時と共に変化してきている。才能とIQの高さを同義とみなした心理測定学的伝統(Terman, 1925)から、知的能力以外の領域、要素を含めて考えた(Feldhusen, 1986; Feldhusen and Hoover, 1986)多面的な概念(e.g., Maryland, 1971; Renzulli, 1978; Tannenbaum, 1983)へ、そして天分と捉え領域を限定する考え方(Stanley, 1979)へと。才能を特定領域に限定する概念は、理数学校の目的に沿うものである。一般的に「才能を有する」という表現は、美術、音楽、数学、科学やその他、ある特定の芸術、学術分野において際立っている生徒について用いられる(Feldhusen, 1992)。

才能の定義は、包括性、優秀さの度合い、潜在性、術語、といった観点から分類できる。

定義の包括性、つまり定義の広さとは、定義に利用される指標の性質や数のことである。数学の適性や創造性といった、一つの指標や領域だけによる定義もあるが、一方で、認知能力以外にも様々な特性を考慮に入れ、多数の指標を含める定義もある(Sternberg and Davidson, 1986)。

優秀さの度合いにも幅がある。スタンフォード・ビネ式知能テストで測定できるような一般的な能力が上位1%であること、というTermanの定義のような厳密なものもある一方で、緩やかな定義もある。Taylor(1978)の何らかの才能という定義によれば、殆ど全ての人に何らかの点で才能があることになる。

才能の潜在性を認めるかどうかは、才能を構成する要素や特性をどの程度積極的に認めるかという点で、才能の概念化の重要な側面である。Hoge(1989)によれば、IQテストの成績を重視する定義から、未発達の可能性を考慮する定義までである。

才能を表す術語は多様である。才能の構成要素を定義するにも"genius"(天才)、“talent”(才能)、“creative”(創造的)、“precocious”(早熟)、“aptitude”(適性)といった、様々な用語が用いられてきた。“giftedness”(才能)と“talent”(才能)を同義語として使用している人もいれば、区別する人もおり、この2語を“creativity”(創造性)という語で結び付ける人もいる。こうし

た様々な術語は、Richert、AlvinoとMcDonnel(1982)によって記録されている。

「才能がある」(gifted)という表現が、好ましくない、時代遅れのもの、としばしば批判される点も忘れるべきでない。術語に関しては主なものとして以下のような問題点がある。

1. エリート主義を連想させる。
2. 遺伝的なものという示唆を与えてしまう。
3. 測定法と仮定されるものが単純すぎるが多い。
4. 能力は独自のもので変化しないものという誤解を与えてしまう。
5. そのような分類自体好ましくない。
6. ただ才能があるというだけでは、その生徒の才能や適性の性質の説明にならない。

後半の点は、適正な教育課程を考える上で見落とせない、と考えられることが多い。

結局、才能の定義に関しては、見解の相違や衝突がまだ多分にある。全ての教育課程や状況に沿う一つの定義などは存在しないが、それでも、系統立った教育課程にはその中枢となる一つの定義が必要である。これまでの研究から、一つの定義を採用する際の判断基準を、以下のように立てることができる。

1. その定義は、才能を有する生徒の特性やニーズについての、心理学や教育学の理論的、経験的文献に基づくべきである。
2. その定義は、実践的な形式の形で明記されるべきである。
3. 能力の発揮や潜在的能力の評価に際して、ある程度の主観性を許容すべきである。

我々は“talented”(才能がある)という語の使用を支持したい。これは、高い総合知的能力、特定分野の適性や才能、高い理解力の他、達成への強い意欲や自制心等の非認知能力をも意味することができるだろう。理解力の高さは、過去の学業成績に表れているかもしれない。才能開発に関わるような個々の特性は、調査票、カリフォルニア性格調査(California Personality Inventory)等の標準尺度、面接等によって評価することが可能であろう。最終的な総合評価は、教育課程で好成績を修められるような、才能を有する生徒を選抜できるものでなければならない。

#### 生徒の発掘・選抜基準

才能を有する生徒の為の教育課程の大多数では、定員は決まっており、財源も限られている。出願資格を定めた条件があるが、これは、その課程に関心のある生徒に、出願すべきかどうかを決める判断材料として情報を提供しようというものである。また、これらの条件があるために、出願者数は適度な数に抑えられる。これまでの文献が、学術分野における才能を有する若者の発掘に、以下に挙げるようなあらゆる種類のデータが利用されていることを示している。知能・適性・到達度を測る標準試験、学校の成績、相対評点、成績証明書、小論文(Feldhusen and Baska, 1989)、受賞歴や特技(Coleman, 1985)、面接、創造性テスト(Torrance, 1984)、創造性調査記録(Rimm, 1984)、等。大学入学適性試験(SAT)は、大学への出願の条件として広く利用されている。ジョンズ・ホプキンス大学数学英才教育(Johns Hopkins University

Study of Mathematically Precocious Youth)の同一水準にこだわらない選抜手続き(Stanley and Benbow, 1983)や、他の英才教育制度等である。選抜基準の一部として適切な標準試験を利用すれば、異なる学校や教育課程を経てきた生徒達の能力を評価する際の妥当な根拠となる。

相対評点も有用な情報ではあるが、信頼性、妥当性に欠けることが多い(Feldhusen, Asher and Hoover, 1984)。相対評価の手続き、尺度を利用するのであれば、入学志願者を評価する前に、その利用の仕方について教師に訓練を施す必要がある(Hoge and Cudmore, 1986)。その他のデータや手続きも、選抜過程で試され、評価されてきたが、妥当性が増しているという確実な実証はほとんどない(Hills, 1971, p. 692)。

英才教育の実施者の多くは、生徒の発掘、選抜において複数の選抜基準を利用する意義を主張してきた(e.g., Howley, Howley, and Pendarvis, 1986; Reynolds and Birch, 1977; Richert, Alvino, and McDonnel, 1982)。しかし、評価項目の性質や関連性によって、選抜の信頼性や妥当性は制約される。したがって、問題とすべきは、選抜手続きに指標をいくつ利用するかではなく、何のために利用するか、そしてそれぞれの情報が妥当な入学許可決定や目的の達成にどのように寄与するか、である。利用しないデータや決定の妥当性に寄与しないデータを収集するのは、金と時間と労力の無駄である。

## 【p. 6】

### 特別住民

全米英才教育協会特別住民委員会(National Association for Gifted Children Committee on Special Populations)が明らかにしている方針によれば、「特別住民」(special populations)に含まれるのは、「アフリカ系アメリカ人、ヒスパニック、アメリカ先住人種、アジア太平洋出身者、地方出身者、財政困難者、障害者、それに女性」(Jenkins-Friedman, Richert, and Feldhusen, 1991)である。特別住民や特定の人種からの才能を有する生徒の発掘は、英才教育の専門家、才能を有する若者の為の特別教育課程の指導者にとって、大変難しい作業である。

才能を有する生徒のための課程において、特別住民の占める比率が低すぎるのが複数の研究者によって指摘されている(Baldwin, 1985; Baska, 1989; Davis and Rimm, 1985; Frasier, 1989; Richert, 1985, VanTassel-Baska and Willis, 1987)。比率の低さが最も顕著なのがアフリカ系アメリカ人の生徒である。人種や人種による能力や大学入学標準試験の差の研究によれば、無作為に抽出したアフリカ系アメリカ人と白人の得点を比べたところ、白人の平均得点の方が標準偏差にして約1、黒人より高かったとのことである(Hilliard, 1984)。

心理学的、教育的標準試験の利用は偏見につながるという議論には、政治的な側面と法的な側面がある(Reynolds and Brown, 1984)。この、才能を有するマイノリティの発掘という問題への対処法としては、定員配分制の採用、入学許可基準を下げる(VanTassel-Baska, 1989)、個々の文化に対応した評価システムや文化の違いを考慮したテストを行う(Frasier, 1989; Richert, 1991)、ケース・スタディの方法を用いる(Maker, 1989)等の方法が提案されている。し

かし、Stanley(1986)は、寄宿制理数学校での選抜に定員配分や例外措置を採用した場合の結果について、注意を喚起している。そのような方法を取り入れれば、教育課程が弱体化したり、選抜されたものの要求されるレベルに合った成績に達することのできない生徒に深刻なストレスを与えたりするかもしれない。その代わりに彼が提案したのは、適当なところに能力の最低基準を設定し、全ての志願者について、その基準にこだわることである。彼の提案は、ある確信に基づいている。つまり、通常の学校には合わない才能ある生徒の知的要求を満足させるためには、学問的な才能を有する生徒の為の特殊学校は、上級レベルの厳しいカリキュラムを提供すべきなのである。

【pp. 6-7】

#### 選抜手段

最も簡単で客観的な手段は、全志願者に総合指標(得点)を基に順位を付け、定員の数だけ上から順に選んでいくことである。最もやりやすい方法を、と思えばこの手段を利用すればよい。しかしこれだけでは、選抜された生徒が入学許可の最低基準を満たしているか、という問題が残る。Popham(1990)は、教育現場における選抜決定では、「誰が最高で誰が最低か、ではなく、誰が資格を満たしているかを中心に考える」(p. 35)場合が多い、と述べている。高度に系統立った英才教育も、このような場合に含まれるだろう。効率的な選抜計画があれば、「資格を満たしているか」、教育課程で好成績を修めそうかに基づいた、選抜決定のための条件を定めることができる。担当者は、志願者数や定員数にかかわらず、志願者の能力の最低基準を決める選抜手段の採用に関して明確にすることが肝要である。

入学許可条件としての、試験における足切り点の決定は、学校の選抜手段や教育課程の指向性に影響される。経験的なデータおよび(または)専門家の判断を利用すれば、適正な決定に役立つだろう。最低基準を設定するための公式は、標準試験の生徒の成績に関する州や全国の統計に基づいて立てられる、とStanley(1986)は述べている。

【pp. 7-8】

#### 有効な発掘・選抜方法とは

一般的には、生徒の発掘・選抜には、複数の評価基準を利用する方が望ましいが、その場合、どの評価項目の比重を大きくし、どのようにデータを組み合わせるか、といった点は、大きな問題である。学校側は、どのようにすれば、妥当に、かつ入学者選抜の最終決定が容易になるように、集積されたデータを合成することができるのだろうか。第一に、データの合成の仕方、まとめ方次第で、確かでも妥当な入学者選抜が為されたか否かが決まるのである(Feldhusen, Baska, and Womble, 1981)。選抜過程での各要素への比重の置き方も、同様に重要である。出願生徒の順位、その結果としての合格可能性は、データの組み合わせ方によって変わるかもしれない。その方法次第で、各生徒は選抜されたり拒否されたりすることになるかもしれないのである。第二に、データ合成の方法の多くは、データのまとめ方という、問題の一

側面しか扱っていない。これらの方法として挙げられるのは、(a)ボールドウィン選出マトリックス(1984)のようなマトリックスを利用する、(b)素点を標準得点に変換し、それを合計して複合標準得点を算出する、(c)選抜手続きに利用される全ての測定値に足切り点を設ける、(d)順位決定に全体論的なケース・スタディ法や専門家の判断を利用するか、各生徒に全体的な得点を付ける、などである。いずれの方法も、その後の生徒の成績を予測するのにその発掘・選抜方法が有効であるか、に関する経験的な疑問に答えられない。

才能を有する生徒の発掘に測定値が利用されているのは、基本的に、測定値には将来性が反映されていると考えられているからである(Hoge, 1988, 1989; Peterson, 1976)。教育課程において、あるいは教育の成果として、生徒が成功を修めるかどうかを表す指標と相関関係にあると考えられているのである。選抜手続きに測定という手法が用いられるのが正当化されるということは、測定値や集積されたデータと(a)教育目的、(b)開設科目、(c)教育課程における成功法、との間に関連があると考えられていることがわかる。そのようなわけで、データの収集は必要なのである。収集されるデータは、生徒発掘に用いられるデータが本当に生徒のその後の成功を予測するものであることを示すようなものでなければならない。

多重回帰分析は、産業、商業、教育界において、選抜やクラス分けに広く利用されているが、才能を有する若者の為の教育課程では殆ど利用されていない。この手法によって、データの合成と、生徒発掘方法の有効化の両方の問題を解決できる可能性がある。多重回帰分析を用いれば、非常に精確な予測が可能である。これほど精確な予測ができる手法は他にない(Meehl, 1954; Sawyer, 1966)。

ここでは、生徒発掘・選抜データの合成、抽出、有効化の論拠として多重回帰分析を用いた。つまり、以下のような要素は、結び付けて考える必要があるということである。1)教育目標、2)生徒発掘・選抜方法(予測変数)、3)教育課程、4)結果の測定(判断基準値)。選抜のための指標だけでなく、教育課程の実施状況の判断基準を信頼性のある、妥当なものにするためにも、このような包括的な作業には、教育機関側の協力が欠かせない。1年生あるいは上級学年の生徒群のデータが入手できれば、それを利用して予測用の数学モデル(方程式)を立てることができる。この方法を用いれば、生徒の選抜に利用される指標の相関係数を示すことができる。選拔用データの全ての要素は、組み合わせ、各要素の重さを予測への寄与の度合いで計る。この分析によって得られる複合相関係数は、入手した複合点と予測された判断基準値との関係を示す正確な指標となる。それは、生徒の発掘・選抜体制がうまく作用しているか、修正は必要ないか、を示している。

【pp. 8-9】

本研究の手法:回帰分析の応用

入学前後の生徒のデータを記録するため、専用の書式を作成し、文書による説明を添付して、1991年6月に参加校7校に送付した。1991年6月から11月にかけて、電話、書面、直接面談等の方法でデータを収集した。在籍生徒数についての情報は、1991年6月から10月にか

けて、直接各校を訪問して得た。

入学前のデータとは、母校(寄宿学校に入学する前に在籍した学校)での学業平均値(HS-GPA)、大学進学適性試験(SAT-M, SAT-V)における数学と言語能力両方のセクションの得点、米大学入学学力テスト(ACT)、SAT 予備試験、寄宿学校教員による面接評価点と書類評価点、そしてそれらを複合した得点である。評価基準となったデータは、入学後1、2年目の、学業平均値の平均と、全ての GPA である。学業平均値(GPA)の平均とは、それぞれの年に生徒が取った、理科、数学、英語の授業の成績を平均したものである。学業平均値はそれぞれ以下のように示した。

HS-GPA = 母校での学業平均値

GPA1 = 寄宿学校1年目の学業平均値の平均

GPA2 = 寄宿学校2年目の学業平均値の平均

GPA01 = 寄宿学校1年目の全教科の学業平均値

GPA02 = 寄宿学校2年目の全教科の学業平均値

5校の1991年の卒業生全員のデータが集まった(636名)。1990年に開校した2校のうちの1校では、1991年春に第1学年を修了した生徒から無作為に抽出した50名分のデータを提供してくれた。もう1校では最初の生徒58名全員分のデータを提供してくれた。男女別、中退率、人種についてのデータも各校で収集した。

1991年の6月から10月にかけて、6校への訪問を計画した。各校の選抜方法の長所と短所についての質的な情報をえるために、6校で選抜実施責任者と選抜コーディネーターに、ある程度形式に則ったインタビューを行った。インタビューを進めるための12の質問を用意した(付録B)。インタビューは全て録音し、その後書き起こして、何が重要な指標であるかを見出すために、分析を加えた。

## 【p. 9】

### 調査対象

本研究の調査対象は、州立寄宿制理数学校7校の生徒である。以下の点が全校に共通していた。

- ・公立の寄宿制の高校で、特定分野の学校である。
- ・2年か3年の教育課程である。
- ・理数科目を中心としている。
- ・入学者選抜に似たような手続きをとっている。

1校を除く全ての学校で、生徒は高校3年時(日本の高校2年時に相当)に入学している。1校では高校2年時(同1年時)に入学する。収集したデータの、学校、性別、人種等による内訳は表1に示したとおりである。2校は人種・人種についてのデータ提供を拒否した。

表1 学校、性別、人種・人種、社会的地位による内訳

学校	N	M	F	AA	H	A	W	NA	中退	その他
*										
A	150	90	60	14	2	32	102		42	108
B	50	25	25	3	1	4	42			50
C	85	54	31						30	55
D	195	96	99	9	1	28	156	1	26	169
E	64	33	31	8	2	6	48		2	62
F	58	38	20						9	49
G	140	70	70	26		13	101		26	114
合計	742	406	336	60	6	83	449	1	135	607

N:人数 M:男子 F:女子 AA:アフリカ系アメリカ人(黒人)

H:ヒスパニック A:アジア系 W:白人 NA:アメリカ先住人種

\* 卒業者、4年在学者(日本の高校3年に相当)を含む。

【pp. 10-12】

判断材料

入学前後のデータ

選抜方法が妥当な将来性予測であるかを評価するために、我々は2種類のデータを収集した。一方は選抜決定に利用される全ての入学前のデータ、もう一方には教育課程1、2年目と(又は)卒業時の学業成績が含まれる。前者は回帰分析において独立変数すなわち予測変数として、後者は予測されるべき従属変数すなわち判断基準値として用いた。予測変数となった変数は以下の通りである。

母校での学業平均値(HS-GPA)。母校での学業平均値は、生徒が入学前に在籍していた高校での、9年生時(日本の中学3年に相当)と10年生前期の学業成績である。文字の形で示された成績は目盛り4の尺度に移し、A+=4.33, A=4.0, A-=3.62, B+=3.33, B=3.0, B-=2.62, C+=2.33, C=2.0, C-=1.67, D+=1.33, D=1.0, D-=.67とした。百分率で示された成績は、25で割って目盛り4の尺度に変換した。713名の生徒のGPAが書類に示されていた。

大学進学適性試験(SAT)。言語能力(SAT-V)と数学(SAT-M)の得点が200から800までの得点として示されている。SATの得点は、平均値を500とし、標準偏差が100になるように調整された標準得点である。5校542名の生徒について、SATの得点が入手できた。60名についてはPSATの得点が示されていたが、SATの尺度に換算した。寄宿学校の中にはSATの代わりにACTを採用していたが、他の学校ではいくつかの標準試験の結果を認めていた。

書類評価点。全部の学校で各出願者の書類の総合的な評価が書類検討委員会によって

行われる。合計656名の学生の学業成績記録から書類評価が集められた。選考の最終指標として使われたにしろ選考指標の一部として使われたにしろ、これらの評価は「書類評価」という名前で予想指標として回帰分析で用いられた。

面接評価点。殆どの寄宿制学校では、個人面接は選考基準の主要な要素である。501名の学生の面接評価点に関する資料が集められた。

複合点。複合点(学校によっては書類評価点)が選考の最終指標として用いられる。複合点を算出するために臨床的方法と統計的方法の2つの方法がある。臨床的方法というのは、誰かが書類を調べて、複合点を専門的に判断するものである。統計的方法というのは、複合点を算出する統計的手法を用いて、得点を組み合わせ、複合点を算出すると意味である。統計的方法では、複合点を算出するために学校によって異なった方式を用いていた。619名の学生からの複合点が入手できた。

性別。各学生の性別を判別し、そのデータを独立変数として相関・回帰分析に用いた。742名の学生の情報を集め、男子は1、女子は0とコード化した。

回帰分析に用いた将来性の判断基準値は下記のとおりである。

寄宿学校1年目の学業平均値の平均(GPA1)。寄宿学校1年目の学業平均値の平均というのは、寄宿学校在籍1、2年生必修または学習する数学、理科、英語のみを4点の目盛りで計算した平均点を表わす。この研究の対象となった全学校が数学と理科を目指している。殆どの学校では選抜の目的のためには過去のGPAを数学、理科、英語の科目のみに絞っている。主要な将来性の判断基準として調整したGPAを計算するという決定は、選考基準は学校の目指しているものを反映するべきだという考えに基づいている。6校から644名の学生のデータを集めた。

寄宿学校2年目の学業平均値の平均(GPA2)。寄宿学校2年目の学業平均値の平均は、1年生の場合と同様にして計算した。GPA2は入学2年後に選抜方法が予測変数としてどれくらい信頼できるものであったかを調べるために用いた。488名の学生の書類の中に2年生の数学、理科、英語の科目の評点があった。

寄宿学校1、2年目の全教科の学業平均値(GPAO1, GPAO2)。3校の334名の学生の1年目の全教科の学業平均値と、315名の学生の卒業時の全教科の学業平均値を計算した。1年目の全教科の学業平均値は1年時に学習した全必修科目の、2年目の全教科の学業平均値は2年間に学習した全科目を示している。この中には、2年間の学習を終えないで中退した全学生も含む。

マイノリティーという点から学生の構成を調べるために、予測変数と評価基準の他に学生の人種に関する情報も集めた。学生をアメリカ先住人種、アフリカ系アメリカ人(黒人)、アジア系、ヒスパニック、白人の5グループに分けた。1991-1992年度末までに卒業または在学中の599名の学生の情報が入手できた。分布は下記のとおりである。

人種・人種	人数	パーセント
白人	449	75%
アジア系	83	14
アフリカ系アメリカ人(黒人)	60	10
ヒスパニック	6	1
アメリカ先住人種	1	.1

このデータによると、全部の学校で人種的には均衡が取れていなかったことは明らかである。アジア系の比率が高すぎ、アフリカ系アメリカ人(黒人)とヒスパニックの比率が低すぎる。1992年秋の全寄宿学校の在籍者数は2,993名であった。表2に見られるように、7州の人口と公立学校在籍者の統計から判断すると、アジア系は最も有力なマイノリティーで、白人、アメリカ先住人種、ヒスパニックはほぼ人口に比例しており、アフリカ系アメリカ人(黒人)は7-19%と人口の割合以下である。

【p. 12】

表2 寄宿学校在学籍者数人種・人種別分布(1992年秋現在)

学校	W	AA	H	A	NA	その他
A	196	24				15
B	356	37	33	188		15
C	214	16	4	15		24
D	314	26	3	60		4
E	211	40	1	20	1	2
F	351	121	7	63	7	
G	99	6	4	18	15	
H	105	15	1	10		
I	248	9	27	68		
合計	2094	294	80	442	23	60
%	70%	10%	3%	15%	1%	2%

W:白人      AA:アフリカ系アメリカ人(黒人)      H:ヒスパニック  
A:アジア系      NA:アメリカ先住人種

#### データ分析の方法

各生徒について、入学時のデータと寄宿学校の成績のデータの2つのデータがある。入学

時のデータには、母校での学業平均値(HS-GPA)、大学進学適性試験(SAT)得点、選抜委員会による人物・面接評価点を含めて、選抜の過程で得られた全てのデータが含まれる。寄宿学校の成績のデータには、数学、理科、英語の科目の成績を含めて、在学1年目と(または)2年目に得られた生徒の成績についての情報が含まれる。性別と人種・人種についての情報は両方のデータに含まれる。

母校での学業平均値(HS-GPA)、大学進学適性試験数学(SAT-M)、大学進学適性試験言語能力(SAT-V)、寄宿学校1年目の学業平均値の平均(GPA1)、寄宿学校2年目の学業平均値の平均(GPA2)、書類評価点、面接評価点、複合点の各項目について平均、メジアン、モード、標準偏差、最低点、最高点に関する記述統計(descriptive statistics)が得られた。母校での学業平均値(HS-GPA)、大学進学適性試験数学(SAT-M)、大学進学適性試験言語能力(SAT-V)、寄宿学校1年目の学業平均値の平均(GPA1)、寄宿学校2年目の学業平均値の平均(GPA2)の項目の記述統計(descriptive statistics)の成績と得点、ヒストグラム(度数分布図)、グラフ表示で正規分布が生じた。学校、性別、人種的バックグラウンドの指標について分散の分析をし、分散の分析が有意の差を示した場合は平均の差を調べるためにダンカンの(Duncan's) multiple-range test を用いた。分散の分析を表すのに用いたp値は、 $p < .05$ で差が有意であった場合にコンピューターで得た値そのままである。その他の場合は、有意性のテストのアルファレベルは.05にした。

予測変数と判断基準値の指標の関係の傾向と大きさを知るために、学校毎と全校の両方のデータの予測変数と判断基準値の指標を含むマトリックスを出すためにピアソン積率相関を計算し用いた。相関分析と回帰分析の両方に用いた生徒数と指標数の割合は最低15:1であった。ただし、2校は例外で約8:1であった。相関のマトリックスにおける2つの指標の組み合わせで、統計を3つにグループ分けした:相関係数、有意性のpレベル、観察報告数(the number of observations)。相関の組み合わせの大多数と一致した場合は、観察報告数(the number of observations)は出さなかった。

各校、1年目の学業平均値の平均、可能な場合は2年目も、予測変数の最大の多重回帰方程式を作った。各学校の分析に用いた予測変数の指標は、学校のシステムによって異なり、かならずしも同一ではなかった。この研究の調査の性質上、回帰式(regression equations)に指標を含むか外すかの統計の判断基準として、有意性は控えめなレベル( $p = .15$ )にした。

一般的な段階的多重回帰の手法を用いた。指標を含むか外すかの判断基準は、指標が予測変数の改良に寄与している範囲である。第2位の影響力を持つものを使って回帰式をアセンブルした(回帰係数)。第2位の影響力を持つものは、方程式の他の指標に比べて、各々の予報指標の関連の予測変数についての情報を与える。

男子と女子についての別々の分析をしたが、アフリカ系アメリカ人(黒人)、ヒスパニック、アジア系、に分類される生徒は数が少なく、人種の分析はできなかった。

6名の入学者選抜実施責任者と6名の選抜コーディネーターとのインタビューを録音し、文字化し、内容分析し、インタビューの質問について系統立ててまとめた。各質問について度数

を数えた。各質問に対する回答例も載せた。選抜システムの全体像を示し、評価過程の量的な面を補うためにインタビューから得られた情報に併せて進級につれての調査報告書も用いた。

## 結果

研究の結果と結論は以下の4つの項目に分けて示す。

1. 入学者選抜の全体像
2. 評価データの記述統計
3. 入学前後のデータの相関および多重回帰分析
4. 面接の分析

結果は参加学校名を特定しないで示す。

【pp. 13-15】

### 入学選抜プログラムの全体像

州立寄宿制理数学校への入学は多面的競争の過程である。全州の10年生の出願者の中から選抜が行われる、ただしイリノイアカデミーでは9年生の中から選抜が行われる。入学者選抜と面接情報についての学校の学年を追っての調査報告書を調べると、寄宿学校の入学選抜システムの主要な要素はほぼ同一であることがわかる。全課程は8段階に分類できる。

1. 学校のプログラムと入学選抜過程を説明した印刷物の準備と公私立高校、公立図書館、その他市民団体への大量発送。
2. 州内の選ばれた場所に出向いての地域での説明会と集会を組織
3. テレビ、ラジオでの公共放送による広報活動
4. 入学選抜手続きと学校のプログラムに関する新聞での発表
5. 受験生のための学校訪問や、生徒、教師との面談を企画
6. マイノリティーと人口比より入学比のほうが少ない人種により多く参加を促すために、的を絞った地域でフルタイムまたはパートタイムでリクルート活動を行う人を1名以上任命する
7. 1年間または募集時期に学校のプログラムと入学選抜手続きに関する質問を受け付けるための州全域からかけられるフリーダイヤル電話の設置
8. 学校のプログラムを州全体に周知し、組織的な広範囲のネットワークを維持するための地域の支援団体や後援者組織を作る

これらの活動の目的は、できるだけ多くの能力ある生徒の志願者を開拓することである。

10年生に在籍中の(イリノイアカデミーでは9年生)州在住の入学志願者は、2—7ページの長さの出願書類に記入して提出するよう求められる。普通、出願書類には願書と3—4通の推薦状が含まれる。願書には、志願者、家族、志願者の教育、趣味、活動、特技についての情報を書く項目がある。特定の小論文を求めることも多い。願書には出願者、親または保護者が署名し、期限前の消印で学校に送らなければならない。

推薦状は数学、理科、英語の教師が書き、さらに(または)志願者を知っている事務職員、カウンセラー、教師が書く。教師に渡す前に、生徒、親または保護者は推薦状の中の情報公開項目を記入して署名する。推薦状には、より優れた生徒の一般的な人物像を評価する行動のリッカートタイプ(Likert-type)評価目盛りが含まれている。さらに、それには志願者の才能、学問・社会生活の厳しさに順応する能力、学習意欲に関する情報やその他有意義な情報を引き出すような自由回答形式の質問が含まれている。願書の特定の項目をカウンセラーが記入する場合もある。推薦状は普通、学校に直接郵送する。たまに、封をした推薦状を志願者が回収して学校の入試事務所に郵送することもある。最小の入学選抜判断基準は下記の通りである。

1. . . . 州在住
2. 現在10年生に在学中(イリノイアカデミーでは9年生)
3. 学校の成績が大部分の教科で平均以上で、理科と数学で優れている(通常、9年生と10年生の1学期の学業成績の平均値の提出が求められる)
4. 電子工学、研究、コンピューター、数学ゲームなどの関連分野への関心
5. 知的好奇心、分析的思考、想像力の確証
6. 本人の入学したいという強い希望
7. 標準適性・能力検査における高得点
8. 理科、数学への強い関心の確証
9. 自筆の実例
10. 高校の理科、数学、英語教師、さらに(または)高校長かカウンセラーからの推薦状
11. 面接
12. 他の判断基準(診断テスト、レイブンの漸進性マトリックス、標準英語筆記テスト)

【p. 15】

#### 書類審査

学校の教職員代表と共に、州内から選ばれた教育者としろうとの州民から成る審査委員会が記入済みの書類を評価する。各委員会には2から5名の委員がいる。書類審査チームの構成と仕事内容は学校により異なる。委員会が、学校から最低1名の代表、出願できる学区から1名の代表から構成されていて、審査員の予備集団から無作為に追加メンバーを選ぶ場合もある。また、委員全員が、偏りを予防する措置として、出願できる学区の外のメンバーという場合もある。

テストの点と学業成績を含めないで書類審査をする学校もあり、全関連資料をつけて書類を審査委員に提出する学校もある。1校を除く全ての学校で、審査員は審査した各書類に最終の全体の得点を与えるよう要求される。例外の1校では、書類の内容を分野によって分ける。各審査チームの委員の数は、この分野の数に対応している。各委員は渡された全部の書類の中の割り当てられた項目を評価する。仕事をやりやすくするために、審査員にガイドラインと指

示を与える。

審査員に短期集中の訓練を施すとともに、出願者の書類を審査選抜するための枠組みを  
書面で渡す。評価の枠組みには一般的に特技、学力、適性の3つの主要な下位分野がある。  
第1の下位分野には、出願者の数学、理科の理論への潜在能力の顕れ、コミュニケーション能  
力、人間関係、学校の成績が含まれる。標準検査の得点と学業成績が出願者の書類に含ま  
れる場合は、適性と学力が立証される。

情報の1つ1つはこの段階では、学生の出身共同体の展望や状況から出願者が得たものの  
全体像を把握するために使われる。だから、学校によっては出身学校の学区、規模、経済の  
基礎をなすもの、出願者と同年齢の平均学力の情報を提供する。委員が個々の書類の評価  
をした後、最終的に意見が一致するか、評価にある範囲内での差(5点の目盛りで0.5の差)  
をつけておく。または、問題となるケースは他の委員会に検討を依頼する。最終得点は各審査  
員のつけた得点を総計して出す。書類評価点を出願者の選抜の順位の最終指標として用い  
る学校もあるし、書類評価点を選抜の指標の1要素として扱う学校もある。後者の場合の指標  
は標準テスト得点(通常SAT)、高校の学業成績平均値、書類評価点、面接評価点を集計し、  
さらに普通は外部の顧問団体からも集めて数学的に出す。

#### 【p. 16】

##### 学内での面接

書類評価と(または)出願者の得点に基づいて、最終候補者と補欠者または準最終候補者  
のリストを学校入学者選抜教職員または入学者選抜委員会が準備する。いずれの場合にも候  
補者を学内見学と面接(オーディション)の機会を与える。1校を除く全校で面接を最終選考基  
準の1つにしている。面接の質問事項または評価の段階は、招いた候補者の口述・社交能力、  
感情の成熟度、学業達成度、個人的な意欲に関して用いる。各面接委員が個々に候補者を  
評価する。たった1人の人が評価の任にあたることもある。

以上述べたように、面接はいつも同じように機能している訳ではない。ある学校の進学文献  
によれば、先に入学選抜委員会が決定したことを覆すような新情報を表に出すように意図した  
ものではない。むしろ両サイドに情報を交換し、生徒が学校に入学する決定をするのだとい  
うことを確認する機会を与えるものである。それにもかかわらずその評価が入学のための推薦に  
至らないかもしれない。そのような場合には、生徒は2度目の面接を受ける権利がある。またあ  
る学校では書類評価の過程で成績に矛盾や不明確な点があると思われたり、例外的に若いと  
思われた出願者だけが個人面接を求められる。

面接や学内見学の他に自分の才能の分野のオーディションを受けたり、オリジナルの芸術  
作品のファイルや写真を提出することもある。追加の審査対象の受付や選抜テストは面接当  
日に行われる。親権者が付き添うことが要求され、学校の規則、設備、期待についてより詳しく  
説明を受ける。

## 最終候補者の選抜

面接評価の前または後の、入学者選抜過程のこの段階で、選抜の決定をするという作業が行われる。決定の任に当たっているどんな入学者選抜委員会や専門相談員も、テストの得点、学校の成績、書類評価点、面接評価点等のデータ群の他に、政治的、第2次的なものを考慮に入れなければならない。入学者選抜に関する学校の案内資料を分析してみると、最終候補者の選抜はそんなに単純な過程ではないということがわかる。むしろそれは複雑で多面的である。作業の第一段階は、他の指標との相対的な重要性に基づいてそれぞれの選抜指標の加重値を決定することである。全部の学校で専門的な判断に基づいて加重方法が決定されていた。

第二段階は、各候補者の選抜のための複合点を計算することである。すなわち、生徒の全得点と評価点を何らかの方法で組み合わせて単一の総合得点を得る。学校ごとに、計算の手続きや方式は異なる。素点のまま計算する学校もあれば、標準得点にして計算する学校もある。第三段階はその複合点に基づいて、候補者に、地域、性別、人種・人種ごと、そして全体での順位を付けることである。この時点までに、ほとんどの学校が法的な義務や州政府の要請に沿った選抜方針を適用する。

最終選抜の前段階まで残った出願者の約 65%、最終段階まで残った出願者の 65%が、全出願者の中の客観的な順位だけに基づいて選抜される。残りの生徒は、人種・人種、性別、地域、出身高校のバランスを考慮して、学校長や選抜実施責任者が選抜する。

## 異議申し立て者の再考

ほとんどの州立寄宿制理数学校の入学選抜方針と手続きには、異議申し立てに関する記述がある。入学を拒否された出願者は入学選抜委員会の決定に異議を申し立てることができる。入学拒否の通知を受け取った日から2週間以内に書面で再考を願い出ることができる。再考の申請には異議申し立ての根拠を明確に書かなければならない。異議申し立ては学校の教職員が学校の方針に添ってこの目的のために任命された特別委員会が再考する。再考の責任を負う担当者は、再考を求めている生徒のために全過程で適切な手続きが取られたかどうかを判断することになっている。最初の決定が認められることもあるし、覆されることもある。再考委員会のこの判定に不服のある生徒は期限内に学校長に再度異議申し立てをすることができる。この学校長の決定は最終的なものである。

## データの有効性の記述的統計

選抜方法が妥当な将来性予測であるかを評価するために、我々は2種類のデータを収集した。一方は選抜決定に利用される全ての入学前のデータ、もう一方には教育課程1、2年目と(又は)卒業時の学業成績が含まれる。

## 予測変数となるべき変数

母校での学業平均値(HS-GPA)。生徒 713 名分の学業平均値が入手できた。HS-GP

Aの最高は4.14、最低は2.33、その差は1.81である。HS-GPAの平均値は3.77、標準偏差は.27であった。平方偏差の分析を学校間のHS-GPAの考えられる変動を調べるために用いた。Fテストによって学業平均値の少なくとも1つは他の平均値の少なくとも1つとは有意の差があるということがわかった( $p=.001$ )。

母校での学業平均値(HS-GPA)を男女別、卒業者・中退者別に計算した(表3参照)。平均点に有意の差があるかどうかを決定するためにtテストを用いた。男女間の平均値には有意の差は認められなかったが、中退者と卒業者の間には有意の差が認められた( $p=.001$ )。卒業者のHS-GPAの平均値のほうが高かった。人種間の平均値の差を調べるために平方偏差の分析を用いた。分析の結果、平均値には有意の差は認められなかった。

大学進学適性試験数学得点(SAT-M)。SAT-Mの最高点は800点でSAT-Mの最低点は330点で、470点の差があった。全生徒のSAT-M得点の平均点は599点、メジアンは600点、モードは660点であった。SAT-M得点の分布の標準偏差は94であった。平方偏差の分析により、SAT-Mに関しては学校間の差が大きいということがわかった。( $p=.0001$ )。平均値の最高点(649)と最低点(532)の差は117点で標準偏差で1以上であった。標準偏差の学校間のばらつきは62から88までであった。

【p. 18】

表3 男女別、卒業・中退別と全生徒の入学時の母校での学業平均値(HS-GPA)

変数	人数	平均	標準	最低	最高	T-テスト	P値
男子	384	3.76	.28	2.33	4.14	-1.7	.09
女子	327	3.79	.26	2.50	4.10		
卒業	507	3.78	.25	2.60	4.00		
中退	107	3.65	.38	2.33	4.10	-3.3	.001
全生徒	713	3.77	.27	2.33	4.14		

1991年の在籍生徒の人種ごとのSAT-M得点の平方偏差分析と Duncan's multiple range test の結果、平均点に大きな差があることが示された。表4に示したように、アジア系生徒の平均点が最も高く、アフリカ系アメリカ人生徒の平均点を標準偏差で1以上高かった。

アジア系生徒と白人生徒、ヒスパニック生徒とアフリカ系アメリカ人生徒の間ではSAT-Mの平均得点に優位な差は見られなかった。しかし、アジア系生徒の平均得点はヒスパニック生徒とアフリカ系アメリカ人生徒のいずれの平均得点よりも有意に高かった。また白人生徒の平均得点はアフリカ系アメリカ人生徒よりも有意に高かったが、ヒスパニック生徒との間では有意な差はなかった。

表4 人種・人種別数学 (SAT-M) 得点

人種・人種	人数	平均	標準偏差	最低	最高
アフリカ系アメリカ人 (黒人)	34	510	79	350	790
ヒスパニック	6	545	66	460	640
白人	342	589	96	330	800
アジア系	69	629	88	370	770
全生徒	542	599	94	330	800

SAT-Mの得点について、卒業・中退した生徒の男女それぞれの平均得点に有意な差が見られるかどうかを調べるため、平均得点と標準偏差を計算した。表5に示したとおり、*t*検定では、卒業前に退学した生徒と卒業した生徒との間に有意な差は無いことが示された。男子生徒のSAT-Mの平均得点は女子生徒の平均得点と比べて有意に相当程度に高かった ( $p=0.0001$ )。

大学進学適性試験一言語能力得点 (SAT-V)。SAT-V得点の最高は790、最低は240、その差は550であった。全体の平均点は520、メジアンは520、モードは530である。SAT-V得点の標準偏差は80で、学校によって36の差があった。

1991年度の生徒の人種別のSAT-V得点を分析して表6にまとめた。白人生徒の平均得点が最も高く、アフリカ系アメリカ人生徒と比べて標準偏差で0.5以上高かった。得点のばらつきはヒスパニック生徒で最も大きく、アフリカ系アメリカ人で最も低かった。平方偏差の分析の結果、人種ごとに有意な差があることが示された。

SAT-Vの得点の学校間の差を検証するために、平方偏差の分析を行った。*F*検定は有意であった ( $p=0.0001$ )。*t*検定の結果、男女の生徒間、卒業した生徒と中退した生徒の間で、SAT-Vの得点に有意な差はないことが示された(表7)。平方偏差のテストでは、男女生徒間に有意な差があることが示された。

書類評価点。出願者の書類評価には、学校によって様々な種類の評価基準が用いられていた。各校の平均と標準偏差を表8に示してある。C校は出願書類の評価基準を提供しなかった。この学校での評価は以下のような5段階の Likert 尺度によってなされていた: 入学許可を非常に強く勧める、強く勧める、勧める、条件付きで勧める、勧めない。B校とC校では、種類評価点が選抜の最終指標となっていた。したがって、この2校の書類評価点については、複合点としても書類評価点としても分析した。書類評価点について表8に示した統計は、各学校がこの判断基準をどれくらい重視しているかをある程度表しているかもしれない。書類評価点を学校間で比較できるような共通の基準がないので、分散の分析はできなかった。

表5 男女別、卒業・中退別の数学 (SAT-M) 得点

性別	人数	平均	標準偏差	標準誤差	最低	最高	T-テスト	P値
男子	295	617	93	5	330	800	5.18	.0001
女子	245	576	92	6	330	770		
卒業	390	594	96	5	330	800		
中退	102	600	100	10	330	800	.6	.6

【p. 20】

表6 人種・人種別言語能力 (SAT-V) 得点

人種・人種	人数	平均	標準偏差	最低	最高
アフリカ系アメリカ人 (黒人)	34	469	68	240	600
アジア系	69	495	82	300	680
ヒスパニック	6	492	120	350	690
白人	342	529	87	300	790
全生徒	542	520	80	240	790

表7 男女別、卒業・中退別の言語能力 (SAT-V) 中間得点

変数	人数	平均	標準誤差	Std est	最低	最高	T-テスト	P値
男子	295	523	80	5	240	790	.6	.5
女子	245	518	91	6	290	730		
卒業	390	521	90	4.5	240	790		
中退	102	518	79	8	290	720	-.4	.7

【p. 21】

表8 学校別書類評価点

学校	人数	平均	メジアン	モード	標準偏差	最低	最高
A	150	67	70	70	9	30	80
B	50	184	180	170	23	40	150
D	194	70	70	65	11	30	80
E	64	19	19	17	6	8	35
F	58	79	80	78	4	60	84
G	140	11	11	10	2	7	15

面接評価点。書類評価と同様、面接評価も、各学校での選抜手続きにおける重視度によって、様々な評価基準に沿って為されていた。生徒 501 名分の面接評価点が入手できた。各学校について相関・回帰分析を行う際に、素点のまま用いた。表9に示すように、2校では選抜基準に面接を含めていなかった。面接評価点を提供した5校での評価は、満点を4としたものから65としたものまでであった。

性別。調査対象のうち、男子生徒は406名、女子生徒は336名いた。1992年秋に収集した7校のデータを分析したところ、2校では女子生徒の数が男子生徒を上回り、2校では男子生徒の数が女子生徒を上回っていた。他の学校ではほぼ男女半々であった。表10が、各学校の男女生徒数を示している。

表9 学校別面接評価点

学校	人数	平均	標準偏差	メジアン	モード	最低	最高
C	53	4	.4	4	4	3	4
D	188	4	.9	4	5	1	5
E	62	8	3.5	9	6	1	17
F	58	53	8.4	55	60	26	65
G	140	5	1.1	6	6	2	6

【pp. 22-23】

表10 男女別寄宿学校在籍者数(1992年秋)

学校	合計	男子	女子	主流	主流の性の占める割合
A	235	111	124	なし	
B	629	348	281	男子	55%
C	273	115	158	女子	58%
D	407	178	229	女子	56%
E	275	134	141	なし	
F	549	289	260	なし	
G	142	85	57	男子	60%
合計	2510	1260	1250	なし	

#### 判断基準値としての変数

第1、2学年時の学業平均値の平均(GPA1, GPA2)。644名の生徒について、第1学年時の数学、理科、英語の成績データを入手した。これらの教科の第1学年時の学業平均値の平均を算出し、GPA1とコード化した。このカテゴリーからは1校を外した。他の学校とは成績評価の方

法が異なっていた上に、幅広い選択科目があったためである。したがって、学業平均値の平均を比較に用いるのは不適當である。GPA1の最高は4.0、最低は1.33、その差は2.67であった。GPA1の平均値は3.21、メジアンは3.33である。GPA1の分布の標準偏差は60であった。分散の分析によって、平均値に有意な差があることが示された ( $p=.0001$ )。人種ごとに分散を分析したところ、人種間の差が有意であることが認められた。平均値が最も高かったのはアジア系の生徒、最も低かったのはヒスパニックの生徒である。t-testによって、男女の生徒間には有意な差がないことが示された。卒業した、あるいはまだ在籍している生徒と、中退した生徒との間では、GPA1の平均に有意な差が見られた( $p=.0001$ )。平均値がより高かったのは、在籍している生徒であった。

第2学年時の学業平均値(GPA2)。第2学年時の成績が入手できたのは、480名分だけである。学業平均値から算出し、GPA2とコード化した。2校についてはこのデータを得られなかった。データ収集の時点で、開校して2年目だったためである。加えて、他の学校でも、学業を中断した生徒が多数いた。GPA2の最高は4.00、最低は1.00であった。GPA2の平均値は3.16、メジアンは3.76であった。

分散の分析から、学校によってGPA2の平均値に有意な差があることがわかった ( $p=.0001$ )。性別の変数を検定にかけたところ、男女の生徒間で、平均値に有意な差は見られなかった。女子生徒のGPA2の分散は、男子生徒よりも有意に大きかった。

人種・人種ごとにGPA2の平均値の分散を分析したところ、有意な差は見られなかった。卒業した生徒と中退した生徒のGPA2平均値をt検定にかけたところ、有意な差が見られた。卒業した生徒のGPA2の平均は3.20、中退した生徒は2.59であった。

第1、2学年時の全教科の学業平均値(GPA01, GPA02)。

第1学年時の全教科の学業平均値は生徒334名分入手できた。GPA01の最高は4.0、最低は.67、その差は3.33であった。GPA01の平均値は3.15、メジアンは3.30であった。

#### 相関・回帰分析

各学校で生徒の選抜に利用されている予測変数となるべき変数と、判断基準値としての変数GPA1との相関係数を算出し、その関係に傾向や差があるか、考察した(表11)。

表11 予測変数と評価基準の相関

評価基準	GPA1	GPA2	GPA01	GPA02
HS-GPA	.53 **	.41 **	.51 **	.42 **
SAT-M	.27 **	.28 **	.34 **	.12 *
SAT-V	.18 **	.33 **	.28 **	.23 **
ACT	.25 **	.23 **		
書類評価	.04	-.18 **	.40 **	-.14 *

面接	-. 15 **	-. 02	. 27 **	. 11
複合点	-. 08	. 28 **	. 18 **	. 18 **
性別	-. 02	-. 09	-. 03	-. 10 *

\* . 05レベルで有意性を示す。

\*\* . 01レベルで有意性を示す。

GPA1: 寄宿学校1年目の学業平均値の平均

GPA2: 寄宿学校2年目の学業平均値の平均

GPAO1: 寄宿学校1年目の全教科の学業平均値

GPAO2: 寄宿学校2年目の全教科の学業平均値

HS-GPA: 母校での学業平均値

SAT-M: 大学進学適性試験数学得点

SAT-V: 大学進学適性試験言語能力得点

ACT: 米大学入学学力テスト

#### 【p. 24】

本研究で扱った予測変数としての変数の中で、HA-GPA が全ての判断基準値と最も強い関係にあり、係数の幅は.41から.53であった( $p < .01$ )。他の予測変数の中で、全ての判断基準値との有意な相関にあったのは、SAT-M、SAT-V、ACT だけである。面接と判断基準値との関係に一貫性はなかった。面接と同様、書類評価点と判断基準値との間でも、2校では負の相関、1校でゼロ相関、1校で有意な相関、という結果であった。複合点と判断基準値との相関は、HA-GPA や標準テストと比べてずっと低かった。

#### 回帰分析

表 12 で示すように、9種類の回帰方程式のうち6通りでは、HS-GPA が最適という結果がでた。自由度が 100 を超えている例ではいずれも最適とされている。そのうち4例では、SAT-M がそれに続いている。これらの例で、R二乗値(R-square)の幅は.30 から.44 であった。GPA を除いたモデルでのR二乗値は.15 から.29 である。変数一つだけを方程式に当てはめていた2例、B校とC校では、R二乗値は極めて低かった。書類評価点が最適とされた例が三つあったが、そのうち一例は選抜指標となる変数が一つしかなく、別の一例では相関係数が負の値になっていた。面接評価点が3番目に選ばれた例が一つあった。

表 1 2 学校別、評価基準GPA1のための選抜基準採用順位

学校	自由度	1位	2位	3位	R <sup>2</sup>
A	141	HS-GPA	SAT-M	性別	.44
B	50	書類			.15

C	64	HS-GPA			.07
D	184	HS-GPA	SAT-M	書類	.40
E	56	書類	性別	面接	.29
F	54	書類	HS-GPA	性別	.22
G	140	HS-GPA	書類	ACT	.38
A&D	333	HS-GPA	SAT-M		.33
全	416	HS-GPA	SAT-M	SAT-V	.30

【pp. 25-30】

### インタビュー分析

寄宿学校6校で、入学者選抜の実施責任者やコーディネーターにインタビューをして、それを録音し、書き起こし、内容分析し、質問項目ごとにまとめた。複数から得られた回答には、回答数を添えてある。

1. 貴校の教育課程についての情報が公平に行き渡るように、どのようなことをしていますか。いくつもの方法が挙げられた。州内の学校への情報伝達法はほぼ似通っていたし、入学可能性のある生徒への伝達法もある程度似ていた。以下の項目は、大多数の学校で行っている方法である。

(a) 学校案内を、教育長、校長、英才教育コーディネーター、進路指導カウンセラー、理数科の教科主任に郵送する。(回答数 12)

(b) 州内の幾つかの拠点で、生徒と保護者を集めた説明会を開催する。(同 12)

(c) 校内見学会を設ける。(同 10)

(d) 在校生を母校での説明会に同行させる。(同 10)

(e) 新聞広告やラジオで告知。(同 10)

(f) 宣伝担当者を雇う。(同 6)

しかしながら、1校を除いて、志願者数で見ると、これらの活動の成果は現れていない。例えば、実施責任者の一人は、過去4年間の志願者数についてこのように語っている。「1年目は186名でした。2年目には224名になりました。次の年は263名で、我々は大満足でした。しかし今年には237名でした。」この学校の入学許可者が毎年140名から175名であることを考えると、問題はかなり深刻である。また、ある学校の実施責任者は状況をこのように言い表した。「学校内でいかに情報を広めるかは、それぞれの地区学校に任せるしかないのです。この方法が当てになるとは限りません。」別の学校の責任者によれば、「地区の各学校まで情報が届いているのは確かです。しかし、その後、学校内の誰がその情報を得るのか、そこまで我々が調整することはできません」。この点については、このように言う人もいた。「全く取り合ってくれない地区学校は一つだけでした。職員への説明はできても生徒への説明ができなかった学校は8校あったと思います。」加えて、6校のうち5校には、州内の生徒への宣伝活動を続ける適

当な人材がないのである。こうした状況を考えると、寄宿学校の教育課程についての情報が公平に行き渡っているとはとても言えない。

## 2. 生徒の発掘、選抜手続きには教員が関わりますか。

様々な回答が寄せられたが、12人の担当者中10人が「関わる」と答えた。選抜過程に関わる程度、果たす役割は、学校によって大きく異なっていた。ある担当者はこう答えた。「僅かに関わります。英語(国語)科の教員が、生徒に課す小論文の題の選択肢をまとめます。選抜委員会に関わるわけではありません。また生徒と直接に接触するわけでもありません。ですから、実質的には、関わっていないという方が正しいかもしれません。」別の担当者はこう言った。「一部の教員は宣伝活動に関わります。地域の学校を実際に訪れるのです。手続書類に目を通したり、生徒に関する資料を評価したりする段階には教員は関わりません。」このような回答もあった。「関わります。一部の例外を除き、全教員が何らかの形で選抜手続きに関わります。」

## 3. 発掘、選抜手続きに関わる全ての人に訓練を受けさせていますか。

全ての回答者が、生徒の選抜過程に関わる者には何らかの訓練を施している、と回答した。しかし、訓練の妥当性や質には限界がある。訓練者や選抜委員会のメンバーに、測定・評価についての専門知識を有する者を入れることの重要性を指摘したのは1校だけだった。中にはこのような回答もあった。「教員は前もって訓練を受けます。それから、市民による選抜委員会を招き入れ、教員、専門相談員、選抜実施責任者、それに私が、書類の評価法について、2、3時間の講習会を行います。」

このように回答した担当者もいた。「どの程度の訓練を行っているのか私自身はよく知らないのですが、求めているものを考えれば、簡略に過ぎるのは明らかです。書類に目を通し始める前に現職訓練をしますが、詳細は私には分かりません。」また別の回答者によれば、2日間にわたる書類評価講習で行われる研修はこのようなものである。「作業中心のものです。1日目の最初の半日は実際の書類評価手続きをしながら研修します。」

## 4. 10年生(日本の高校1年生に相当)や9年生になっていない生徒でも、特に才能を有する生徒であれば、受け入れますか。

1校の担当者2名を除く全回答者が「受け入れない」と回答した。これらの回答から考えられるのは、際立った才能を有していても州法や条例で定められた学年に達していない生徒に対して、入学を促すような仕組みがないということである。これが典型的な回答である。「いいえ、受け入れていません。10年生を修了しているのを条件とすることが、本校の入学許可の方針なのです。」しかし、ある学校の担当者はこのように回答した。「受け入れます。実際に多くの生徒が、8年生(中学2年生に相当)を終えた後9年生(中学3年生)を飛ばして入学してきます。本校の生徒の12%は8年生から、または8年生を修了した時点で10年生に進級しています。本校では年齢制限は行っていません。9年生修了程度の学力を有している、というのが条件で

す。」このような回答もあった。「受け入れません。教育委員会から認められている我々の権限は、ただ個々の生徒に対応することだけです。宣伝したり、勧誘したり、といったことはしません。要求があればそれに応える、それが我々の務めです。」

5. 選抜過程で得られた情報を、教育計画に利用していますか。

1校を除く他の学校では、クラス分けにのみ利用されている。ある学校では、「志願者が提出した小論文だけを利用します。英語(国語)の教師がそれを評価し、生徒のレベルに合った英語クラスを勧めます」。別の回答者によれば、「我々がカリキュラムを編成する際に利用する情報は、生徒が地区の学校でどのような授業を取っていたかに関わるとしています。」また、別の観点を示した回答もあった。「もちろんです。本校では教師に、受け持つ生徒の書類を読んでもらっています。それは危険だ、教師に先入観を与える、と考える人もいますが、私はそうは思いません。否定的な先入観を与えるものなど何もないと思います。」

ある担当者は、自校の選抜システムの果たす役割について、次のように明言した。「出願者を見て毎年カリキュラムを検討し直すというものではないのです。なぜなら、我々はその前にカリキュラムを組んでいます。それは本校が対象とすべき生徒のニーズに合わせてあるのです。ですから、我々は学校の役割に合うような生徒を選ぶ、そういう選抜方法を採用すべきです。」

6. 新入生に対する補正教育はありますか。ある場合、どの分野で、対象は何人ですか。

一部の回答者は「補正」(remedial)という表現を好まない、としたが、6人の選抜実施責任者、6人のコーディネーターの全員が例外なく「ある」と回答した。多くの場合は数学で行われているが、学校によっては理科や英語でそういった制度を設けているところもある。平均して10%の新入生が正規授業についていくために何らかの補習を必要としている。開校して1年のある学校の担当者が、この状況を以下のように説明している。

本校が昨年開校したとき、本校に入学してくる生徒なら基礎レベルの数学の授業では好成績を修めるだろうと確信していました。(もちろん努力すればの話です。こればかりは我々にはどうしようもありませんから。)しかし、修了したはずの数学のコースの基本的な概念を習っていない生徒がいる、ということが分かってきました。ある面では我々の予想は全く外れていました。代数Ⅱの単位を取得しているのに三角法を習ったことがない、という生徒が予想以上に大勢いました。標準カリキュラムの代数Ⅰをきちんと終えていないのに代数Ⅱを取った生徒はさらに大勢いました。そこで我々は、他の生徒と比べて本校の生徒に不足している部分を補うためのコースを設定したのです。

このような回答もあった。「本校の生徒が入学時に身に付けているのは、代数Ⅰと幾何学だけです。基礎学力として十分とは言えません。そこで我々はその点に注目し、ひたすら生徒達に努力させます。授業外の個人指導を受けさせるのです。また、特に苦手な分野のある生徒に対しては、3週間の補習プログラムがあります。一部の生徒については、年間を通して指導し、

観察し、補助しています。多くの場合、本校のこの優秀者プログラムの対象となるのはマイノリティの生徒か、地方や外国出身の生徒です。」

7. 中退率は平均でどれくらいですか。また、中退の理由は何ですか。

中退率は、学校により、また同じ学校でも年により、大幅に異なっていた。平均すると、10%から19%の間であった。どの学校でも、第1学年時の中退率が最も高かった。最大の理由は、ほとんどの学校から報告されたとおり、ホームシックである。また、成績不振のため、1年目を終えたり呼び戻されない生徒もいる。後者の中退理由はこのように説明された。「生徒の中には、学力面で高い意欲を求められた経験がなく、そのような時にどうしたらよいかわからなくなってしまう者もいるのです。」

8. 貴校の選抜方針は、州命令によって制約を受けていますか。受けている場合、それによりどのような影響がありますか。

これについては否定する回答が多かった。特に制約を感じるという回答者はいなかった。しかし、以下の回答例から現実が垣間見られる。「いいえ。唯一制約と言えとすれば、物理的に学校に収容できる生徒数です。本校では、人口分布に見合った生徒数を確保すべく努力してきました。母校での成績を重視するようにした結果、マイノリティの生徒、地方出身の生徒の入学確率が上昇しました。」「確かに人口分布には気を配っています。その点では我々は政治の現実に合わせていると思います。かつて、全地区から生徒を受け入れるべきだという提案がありましたが、今のところ法制化には至っていません。私の意見を申し上げるなら、そのような取り決めは害になるだけです。」

この点を詳述した回答があった。「いいえ。事実、本校の方針が問題にされたことは一度もありません。しかし、才能豊かなのに従来の選抜手段では才能を見いだせないような生徒を、我々は見逃していると思います。」

インタビューを通して得られた様々な回答を分析すると、政治的圧力の影響が実在するのは明らかである。才能あるマイノリティの生徒の入学者数を増やそうとする動きに、その影響は端的に表れている。

9. 明確に規定された、望ましい生徒像はありますか。

6校の選抜実施責任者、コーディネーターの回答から判断する限り、これらの学校が教育対象とする生徒像は統一がとれていない。2校は「才能を有する」といった表現を避けた。例えば、ある責任者はこのように述べている。「求める生徒像については共通の認識があると思います。どの学校にも英才教育課程があるわけではありませんので、『英才』という表現は極力避け、学力のある生徒に学習の場を与えるのだと言うようにしています。」

他の回答例から、一般的には言葉で説明できるような生徒像は用いられていないことがわかる。「本校が求めているのは、聡明で才能があり、且つ将来理数分野に進もうという関心のある若

者です。聡明なだけでは不十分なのです。まあ、表向きには、本校が募集し、入学を許可するのは、理数分野に顕著な才能を有し、本校の卒業要件を満たす能力のある生徒、と言うでしょうが。」

10. 貴校の教育課程を構成する主要な要素、例えば、教育目標と役割、あるいは入学者選抜、カリキュラムと成績評価基準は、どのように関連していますか。

6校の選抜実施責任者およびコーディネーターの回答から、それぞれの教育課程を構成する主要な要素が、必ずしも一貫していないことがわかる。中には一貫性が大切であることを認識している担当者もいるが、かといってそれを達成するために何をしているというわけでもない。例えば、ある学校の責任者は次のように述べている。「確かに、選抜手続きを教育課程と切り離しすぎているかもしれないと思います。先程、教育課程は何らかの形で受け入れる生徒の特性に左右されるものだと思いましたが、選抜手続きと教育課程にもう少し関連を持たせる余地はあると思います。」

全ての要素にしっかりした一貫性を持たせようという系統だった計画を備えていたのは1校だけのような感じだ。この点はこの学校の責任者の次の回答にはっきりと表れている。「状況は年々改善されてきていると思います。本校の教育計画では、学校の役割を明確に定めています。我々は、理数分野で特異な才能を有する生徒とはどのような生徒であるかを明確にしておき、それが選抜手続きの重要な要素となっています。本校の戦略には3つの指針があります。概念重視のカリキュラム、教授とは発見の促進、そして、生徒の成果を成功とみなせということです。入学者選抜、教育計画、そして評価までが、一貫した計画となっているのです。教育機関の要素である様々な制度について、徐々に一貫性を増そうとしているところです。」

11. 貴校の発掘・選抜手続きの有効性を、何らかの形式に則って評価していますか。

全ての実施責任者、コーディネーターが評価の必要性和重要性を指摘した。しかし、4校の担当者がしていないと回答した。2校ではデータ収集の時点で、この質問に関する情報が入手できていなかった。回答例は以下の通りである。

責任者の一人はこう答えた。「結論から言えばノーです。正式な方法で評価することはしていません。本校のこれまでの中退率は比較的低いのです。大体の年は8-10%です。ですから、生徒の確保という点では、我々の選抜手続きは成功していると思います。また、生徒の進学大学、奨学金の獲得状況等から考えても、成功していると言えるでしょう。今のところ正式な形での評価はしていません。」

別の責任者の回答は、「卒業生の追跡調査制度を開発する人員を確保しました。また、選抜手続きを有効化するための制度を作りました。しかし、1年経っても何も得られませんでした。今は、本校の選抜手続きの統計的分析法を開発できる人員を探しているところです。」

また別の責任者はこう答えた。「いいえ。そのようなことはしていません。しかし、今年のために評価法を用意してあります。選出した集団に、手続きの評価を依頼する予定です。しかし現在

のところ、本校の選抜手続きの正式な評価記録はありません。州からは州の方針にどの程度従っているかを評価する検査報告が定期的に届きますが、そちらでは本校はいつも素晴らしい評価をいただいています。」

## 1 2. 貴校の発掘・選抜手続きの長所は何ですか。

入学者選抜実施責任者および選抜コーディネーターから報告された各校の選抜方法の長所は以下の通りである。

- A. 学校の行政側、学科の双方が、学校内の制度を計画したり、改変や調整をしたりする際の柔軟さ。
- B. 複数の評価基準、複数の情報源を利用している。
- C. 出身地や母校の事情を配慮して評価する。責任者によればその理由はこうである。「地方の貧しい農業地域の青少年は、その才能の現れ方に、都会の裕福な生徒とは差があると考えられます。こうした事情を配慮しなければ、自らに非がないのに経験不足である生徒を、不利に扱うことになってしまいます。」
- D. 多様な社会的背景を持つ人を、州全体から集めて、出願書類の評価や入学希望者の面接に関わってもらう。こうすることによって、「どの生徒にも公平に選抜の可能性が与えられるのです。」
- E. 従来の方法の効率性と現場の判断を合わせ持つ、制度の柔軟性。
- F. 「マイノリティの生徒や不利な地域の生徒の入学可能性を増すために」他の選抜基準と比較して母校の GPA を重視している。

インタビューで示された短所は以下の通りである。

- A. 出願者が少ない。担当者 12 人のうち 10 人が、自校の出願者数について懸念を示した。
- B. 従来能力判断テストで力を発揮できない生徒を発掘する方法がない。ある責任者が説明したように、「SAT の得点が表しているのは、適性というよりはこれまでの学習のチャンスなのです。」
- C. 面接や書類評価など、手間のかかる要素が含まれている。
- D. 適切な有効化や評価の方法がない。
- E. 推薦書には不適當なものがある。

ある学校の責任者はこう話した。「我々が欲しいのは意味のある推薦書です。先生方のほとんどは、生徒のことを素晴らしい、明るい、と書いてきますが、我々が本当に求めているのは、知的能力、潜在能力のある生徒なのです。」

【pp. 30-34】

## 結論

本研究では、州立寄宿制理数学校で利用されている、生徒の発掘・選抜方法の分析と評価

を行った。様々な視点から評価するため、量的・質的両面からの手法を用いた。以下の疑問が立てられた。

疑問1: 州立寄宿制理数学校に共通の選抜方針・方法とは何か。

各寄宿制学校に共通の特徴として挙げられるのは、その発掘・選抜方法が柔軟であること、複数の評価基準を利用し、複数の段階を踏んでいること、である。ほとんどの学校で、5つの選抜基準、5つの段階を取り入れていた。選抜基準として利用されていたのは、標準テスト(言語能力・数学のセクション)、母校(生徒が寄宿学校入学前に在籍していた学校)での学業平均値(GPA)、生徒に関する全ての情報の選抜委員会による評価点、そして面接である。発掘・選抜の段階としては: 勧誘活動、出願書類準備、書類評価、面接、そして選抜決定があった。1校を除いては、選抜指標に足切り点の設定はしていなかった。担当者が地域や人種・人種に合わせて入学者数を調整できるようにするためである。例えば Stanley(1986)のように、例外のない最低基準の設定を主張する者もいる一方で、他の研究者は、現在寄宿学校で用いられているような手法を勧めている(Baska, 1989; Maker, 1989)。

選抜手続きにおいて、別の段階は別の委員会が担当する。選抜の為の複合指標の一要素である場合(i.e. 書類評価、面接評価点)も、書類評価に基づいた選抜決定の最終指標である場合も、その判断は主観に頼ることになる。後者の場合、出願書類には、出願者の全ての書類と標準テストの得点が含まれている。ある大きな学校では、評価者に得点情報を与えなかった。この学校で得られたデータを分析すると、SAT-VとSAT-Mの得点と書類評価点の間にはゼロ相関が見られた。それに対して、他の学校では、この2つの指標と書類評価点との間に、有意な相関が見られた。これらの結果から、書類評価の段階では出願書類に標準テストの得点を含めるべきではないことがわかる。評価者は生徒の書類を評価する際、高得点に影響されるかもしれないからである。選抜手続きにおいて、相関関係にない要素をうまく組み合わせれば、より妥当性が増し、結果に結び付くであろう。

学業成績、評価点、標準得点は、組み合わせられて選抜の複合指標となる。2校以外の学校では、複合点を算出するのに、学業成績や他の得点を加重したものをしていた。この方法は、妥当性を考慮した経験的なデータによるものではない。この方法には最低でも2つの問題があろう。第一に、異なる変数を素点のまま足し合わせると、予測のつかない加重をしてしまい、望ましくない統計の産物が出来上がる(Lauer and Asher, 1988)。第二に、信頼性の高い複合点とは各要素に信頼性があるものである。つまり、各要素が信頼性を欠いていれば、それが複合要素に反映されるのである。選抜手続きに用いられる要素の中には信頼性に欠けるものもあるだろう。二つの変数間の相関係数の上限はそれぞれの変数自身の一貫した信頼性によって制限されるので、信頼性の低い複合点と、信頼性の低い判断基準値との相関係数は低いものになる。信頼性が増すほど、相関も高くなる。2校では異なるデータを機械的に足すことはしていなかった。選抜委員会のメンバーが、学業証明書や成績に基づいて、全体論的な視点から各生徒を評価していた。

本研究の結果に基づくこうした議論から、2つの疑問が挙げられる。複合点に見られるように、最終的な産物が有効でないのなら、なぜ複数の判断基準を用いるのか。なぜ、既に測定された標準テストの得点や HS-GPA を認めるのに主観的判断を利用するのか。複合点のうち主観に頼る要素 (i.e. 面接、書類評価点) は、他の客観的な要素と比較して、信頼性が疑わしく費用もかかる、ということは、この方法自体の有用性が疑わしいということだ。

疑問2: 各校で採用されている選抜方法は、生徒のその後の成績から判断して、将来性の予測に有効であるか。

データの相関分析によれば、第1学年時の学業平均値の平均(GPA1)から判断して、ほとんどの学校では、選抜の最終指標とされている複合点は将来性の予測に有効でない。複合点と第1学年の GPA との相関は、母校での GPA、SAT、ACT、面接と第1学年の GPA との相関よりも低かった。全校で用いられている指標を段階を追って多重回帰分析した結果、複合点は判断基準値 GPA1 の予測変数としての最大誤差の一つであるとされた。すなわち、複合点は、今回寄宿学校で得られた第1学年の GPA の平均値の予測変数として機能しなかったということである。複合点と他の判断基準値との相関も、他のほとんどの予測変数より低かった。

本研究で行われた分析にはもう一つの側面がある。統計に基づく判断と、臨床的な判断との妥当性の検証である。後者の方法を用いている学校が2校あったからである。データの相関・回帰分析によって、統計的な予測の方が、専門家による判断より、将来性の予測という点で格段に優れていることが示された。この結果は、先行研究の結果に沿うものである(Sawyer, 1966)。選抜の際、データを組み合わせるのに回帰方程式を利用すれば、複数の指標を利用する助けとなろう。ひとたび回帰方程式が交差的に有効化できれば、将来の入学者選抜に利用できる。メインフレーム、パーソナルコンピュータの統計処理プログラムによって、作業は短時間で済む。ただ、変数としてのデータを方程式に入れ、予測による将来性の判断基準値を算出し、その値に従って生徒に順位を付け、その順位を選抜の指標とすればよいのである。

教育機関での選抜では、相関係数が.30 から.40 であれば通常は有意であるとみなす (Kaplan and Saccuzzo, 1989)。寄宿学校第1、2学年末の GPA に対して、一貫してこの基準を満たしたのは、男女とも HS-GPA だけであった。この結果は、2つの大きな学校、唯一の3学年制を採っている1校を含めた、全ての学校からのデータに基づいている。それによれば、母校での GPA は、寄宿学校での成績から判断する限り、将来性の予測変数として妥当であることが分かった。また、SAT-M と SAT-V (または ACT) を利用すると HA-GPA の予測可能性が増した。ほとんどの場合、GPA1 を予測するには、この3つの変数を用いるのが最適であった。この結果は、過去に大規模な寄宿学校2校で行われた研究と一致している。1987年にノース・カロライナ理数学校で行われた検証によれば「高校の学業平均値が、第1学年の学業平均値の予測変数として最適である( $r=.49$ )」(p. 24)。1988年にルイジアナ人文理数学校で行われた別の研究では、生徒の母校での学業平均値とルイジアナ寄宿学校での学業平均値との間に最も関連があるとの結論であった。しかしこの二つの研究では、複合点が分析に含まれていな

い。

面接評価点に関しては、本研究の結果から、その判断基準値との相関は変動が激しく、一貫性のないものであることがわかる。書類評価点と有意な相関が見られたのは、四つの判断基準値のうち、一つ(GPA01)だけであった。これら二つの評価点と判断基準値との相関は、学校間で一貫性がなかった。ほとんどの学校で、書類評価点は主として成績証明書と人物紹介によっていた。多くの研究者が報告しているとおり、面接、推薦文、人物紹介は、費用がかかるだけでなく、学術面での将来性の予測変数として不适当である(Hills, 1971)。

疑問3: 教師は訓練を受けて、あるいはそもそも選抜手続きに関わっているのか。

本研究で、選抜過程への教師の関与も、発掘・選抜のための訓練も、最小限であることが明らかになった。選抜過程における、教師の不適切な訓練や関与は、非現実的な生徒の期待へとつながる。このことが、多くの学校で見られる、成績不振の生徒や高い中退率と関連しているのではないかと。また、SATの平均得点は一般より高いかもしれないが、得点に表れている生徒の能力の幅は、一般生徒に見られる幅と大差ない。さらに、選抜に利用されたデータは、数学と言語のクラス分けに利用されるだけで、全体にわたる教育計画やカウンセリング等には利用されていないことが分かった。だが、これまでに何人かの研究者が、そのような計画やカウンセリングには生徒の発掘・選抜過程で得られた情報を指針にすべきであると主張している(Borland, 1989; Feldhusen, 1982; Renzulli, 1984)。生徒の実際の情報がないと、才能を有する生徒への教師の期待が高すぎることが多い。このことはテキサス・アカデミー(Texas Academy)(1990)で行われた研究によって実証された。大学の教員の中に、州立寄宿制学校の生徒達が大学生と一緒に登録していた授業では実際に講義内容や試験を難しくした、と報告した者がいたのである。

生徒の成績や到達度の評価法は、教育計画の重要な一部として、計画に含まれるべきである。教師が英才教育を効果的なものにするためにも、将来の生徒の特徴を知っておくことは強調されるべきことである。教師は系統立った指導を受けるべきであり、選抜過程にも積極的に関わるべきである。適切な訓練を行えば、教師による評価点の正確さは増す(Hoge and Cudmore, 1986)。また、生徒が必要としているものをよりよく理解するチャンスにもなる。英才教育において教師の果たす役割は重要なものであり、だからこそ、教育体制の全般に関わるべきである。

疑問4: 各校の担当者から見た、現行の選抜方法の問題点、長所、短所とは。

担当者は、マイノリティの生徒の比率の低さが、選抜手続きの短所であると同時に大きな問題であると見ている。インタビューや各校の募集要項の中で、マイノリティの出願者や生徒を増やすための様々な手段が挙げられた。その中には以下のようなものがあった。

1. 生徒の母校での GPA の比重を大きくする。または標準テストの比重を小さくする。
2. 各選挙区や地域から定められた数の生徒を受け入れる、という定員配分制を採る。

3. 比率に従った新入生の入学者選抜決定を、行政側に委ねる。
4. 勧誘担当者を採用し、特定の地域や社会に配置してマイノリティの生徒を勧誘させる。
5. 才能を有するマイノリティの生徒を早期に発掘・選抜するため、長期間かけて選抜する。

生徒の発掘・選抜体制には以上のような手段が取り入れられている。しかし、この効果は、本研究で調査した各校の実際のマイノリティの生徒数に表れているとは言えない。生徒数596名のある学校では、ヒスパニックの生徒が6名、アメリカ先住民が1名、アフリカ系アメリカ人が60名であった。この結果は、英才教育課程のマイノリティ生徒の比率が低すぎるというZappia(1989)とVanTassel-Baska and Willis(1987)の報告と一致する。

寄宿学校の担当者の懸案となっていたのが中退の問題である。中退の最大の理由は、インタビューで例外なく報告されたように、ホームシックである。これも確かに中退理由の一つではあるかもしれないが、寄宿生活での制約や高度な学問的要求への適応も重要な問題であろうし、この点については、問題の理解を深めるため、さらに調査が必要であろう。寄宿制理数学校では、生徒は少なくとも2種類のプレッシャーに晒される。第一に、極めて厳しい学問的な雰囲気の中で、好成績を修めなければならない、というプレッシャーがある。これには、仲間、教師、両親からの高い期待も含まれるだろう。生徒は生まれて初めて、自分が母校にいたときのような「天才」ではないことを悟るのである。第二に、生徒は家族を遠く離れて、寄宿生活に適応しなければならない。これらのどちらか(あるいは両方)で挫折するのが嫌で、いつでも手に入る解決策、すなわち退学を選ぶ生徒もいるかもしれない。

第1学年時の学業平均値では入学時の学業平均値と比べて、全生徒の平均点が低く生徒間の差が大きい、という点は各校に共通していた。これは、生徒が寄宿学校で、母校で慣れてきたよりも厳しい課題に直面していることを示している、と言えるだろう。第1学年時の学業平均値の生徒間の差が広がったことはまた、寄宿学校のカリキュラムが厳しいために母校のカリキュラムよりも生徒の到達度に大きな差ができることを示している。

長所、という点で言えば、担当者が自校の発掘・選抜方法の主な長所として共通にあげたのが、選抜に複数の判断基準を用いていることであった。この評価は、これまでの、英才教育分野の権威による度重なる強調や提案によって、支持されるものである(Cox, Daniel, and Boston, 1985; Feldhusen, 1989; Renzulli, 1984; Richert, Alvino, and McDonnel, 1982)。しかしながら、選抜過程のどんな要素でも、ある判断基準値の予測に有効であるか、あるいは有効性を増すものである、というところにその現実の価値がある。到達度の指標や後の成績と有意な相関が見られない指標の利用を、正当化するのは難しい。加えて、寄宿学校での成績で判断する限り、複数の判断基準を用いるという可能性は、後の成績を予測するのに効果的でないことが明らかになった。

担当者の多くは、州在住の大勢の人が生徒の発掘・選抜過程に関わることも長所とみなしている。これらの人達には、書類の評価者や面接者として様々な委員会への参加が課される。意図的に多様な社会背景を持つ人が選ばれる。この制度は、評価法についてどの程度訓練

を受けたかによって、選抜手続きの長所にも短所にもなり得る。

入学前のデータの分析結果は、男女の生徒間、アフリカ系アメリカ人と白人との間、アフリカ系アメリカ人とアジア系生徒との間で、SAT-M の平均点の差が大きいことを示した。アフリカ系アメリカ人生徒の SAT-M の平均点は白人生徒の平均点より標準偏差にして約1低く、アジア系生徒と比べると1以上低かった。この結果は、先行研究の結果と一致している(Colangelo and Kerr, 1990; Manning and Jackson, 1984; Stanley, 1992; Stanley and Benbow, 1983)。

結論としては、寄宿学校で生徒の発掘・選抜のために用いられている選抜方法は、不安定で、主観的判断に左右されやすく、手間のかかるものであると言える。寄宿学校での学業成績から判断する限り、ほとんどの場合、生徒の最良の将来性指標は母校での学業平均値である。マイノリティの生徒や出願者の比率を増すために現在採られている手段は、せいぜい控えめに成功しているにすぎない。

#### 研究の制約

本研究から導き出された相関及び回帰方程式を解釈し、予測に利用する際には、以下の制約を考慮に入れていただきたい。

1. 予測変数の変数(特に生徒の母校での GPA)の幅が限られていると、予測変数と判断基準値との相関は低くなる。したがって、本研究で得られた相関は、出願者全体あるいは一般生徒全体で見たときよりも低くなっているはずである。
2. 本研究で利用した予測変数の変数、結果の判断基準値の多くは、相当の測定誤差を含むと考えられる。学業成績や評価点は到達度の測定値としては不完全であり、信頼性に欠けるものである。予測変数の信頼性が低ければ、後の結果を予測できる可能性は低下する。判断基準値の信頼性の低さもまた、予測変数の有効性を低くしている。
3. いくつかの学校では、サンプル数が比較的少なかった。少数のサンプルの中に偶然の関連があると、回帰係数に実質的な影響を及ぼし、その結果、誤解を生じさせるような統計的産物が出来上がってしまう。
4. GPA1 と GPA2 に表れていたように、教師による成績評価の信頼性は相対的に低く、そのために将来性予測変数の有効性は限られたものであった。R二乗値(R-square value)が判断基準値の信頼性より高い数値になることは不可能であった。したがって、判断基準値の信頼性に限界があることを考えれば、本研究での予測レベルは考えられる最高のものであったと言えるかもしれない。

【pp. 35-36】

#### 提案

本研究の結果に基づき、以下の提案をしたい。

1. 出願者の数は、生徒の勧誘活動が成功したかどうかをそのまま表している。レベルの高い入学者選抜を維持するには、出願者数は重要である。学校訪問や説明会を通して、生徒

や保護者と直接に接触することを重視すべきである。また、大学やコミュニティカレッジ等の高等教育機関との組織的な努力、しっかりとした連携も、寄宿学校の教育課程について知らしめるのに有効であろう。

2. 標準得点や回帰分析を利用する場合を除き、複数の指標を組み合わせることは避けるべきである。専門家の判断で選抜基準値の各要素に加重することも同様に避けるべきである。相関・回帰分析の手法の方が、より精確で、妥当で、適切である。
3. 年間中退率は、寄宿学校の選抜方法が有効であることを示す重要な指標と言っているかもしれない。中退というのは、寄宿学校の教育課程全体に悪影響を及ぼす、破壊的な現象である。中退の問題に関するこれからの研究では、生徒の適応能力を評価する性格判断や、中退問題に焦点を当てたカウンセリング制度の利用可能性を探っていくべきだろう。
4. 選抜対象となる州内の同一学年の生徒についての、正確で最新の情報は、状況に合った教育計画や入学許可にとって不可欠である。寄宿学校で包括的な生徒発掘を行うためには、将来入学してくるかもしれない生徒達の統計的情報や人口分布を把握しておくことが必要であろう。
5. 採点者間、面接者間で適度な信頼性を確保するためには、選抜過程に関わる委員会のメンバーや教員に対する、適切な訓練が必要である。系統立った訓練計画を立て、委員会のメンバーや、成績証明書を書いたり相対評点を記入したりする高校教師に対して、それを実施すべきである。
6. 生徒の発掘・選抜過程に教師が積極的に関わり、そこで収集した情報を利用することが、中退率の低下、効果的な教育計画の立案につながる重要な要因となるかもしれない。
7. これからの研究は、出願者の書類評価の手続きに注意を向けるべきである。寄宿学校での成績の予測変数としては高校の GPA が最も優れていたが、書類評価の過程で生徒の GPA を知ってしまうと、評価者が強い先入観を与えられ、将来性の予測や選抜決定に寄与する可能性のある他の変数を、見つけられなくなってしまうかもしれないからである。
8. 寄宿学校での生徒の発掘・選抜手続きは、基本的に測定(measurement)である。選抜担当者のために測定と評価に関する専門家を置けば、寄宿学校の選抜はより正確で妥当なものになるだろう。
9. 入学したばかりの生徒をサンプルとした今回の研究結果と、卒業後まで長い目で見た将来性とを交差的に確認するための、さらなる研究が必要である。
10. 能力のあるマイノリティの生徒を発掘する努力を続け、入学後の学習を支えるカウンセリングや教育の方法を整えていく必要がある。

生徒の発掘・選抜手続きのために本研究より得られた教訓

本研究の結果は、あらゆる英才教育での生徒発掘方法、入学者選抜手続きを必要とするあらゆる教育課程、そして才能発掘計画への応用が可能である。強調しておきたい点が2点ある。第一に、生徒の発掘・選抜方法は、経験に基づいて有効化されるべきである。第二に生徒発

掘・選抜の指標は、選抜過程にどの程度寄与したかによって評価されるべきである。英才教育の分野では、生徒の選抜方法、各種試験や相対評点の有用性について、数十年にわたって、賛否両論が繰り返されてきた。しかし、それらの方法が将来性の予測にどの程度有効か、あるいは個々の選抜指標自体についての疑問提起や研究はほとんどされていない。もし英才教育や才能発掘の分野が、才能を有する生徒を高い創造レベルの学力まで引き上げることを本気で目指すのであれば、現行の発掘・選抜方法や個々の指標で、その教育課程を必要とし、その恩恵を享受できる生徒を発掘できているのか、それとも見落としているのか、直ちに判断を下す必要がある。英才教育を受けた若者の長・短期の追跡研究、そうした教育課程には属さない一般生徒の中に才能を有する若者を見つけようとする試みは、今のところ少ない。

評価の公正を保つためには、特別な教育課程に進もうとする生徒の採点、推薦、総合評価を行うことになった専門家に、集中的な指導、訓練を施す必要がある。これも本研究の結果が示している点である。高レベルな教育課程で結果を出せる生徒を選抜する、という特殊な作業は、専門教育を受けているからといってできるものではない。

我々はまた本研究を通して、生徒の発掘・選抜手続きと、カリキュラム、評価方法との間につながりを持たせることが、教育課程の成功に不可欠である点を再認識させられた。すなわち、生徒の発掘・選抜においては、その学校のカリキュラムを必要としている生徒、その学校のカリキュラムから多くを得られる生徒を選出すべきである。そして生徒の将来性は、選抜基準とカリキュラムの双方を考慮に入れて評価されるべきである。例えば、理数科目に力を入れたカリキュラムであるならば、生徒の発掘・選抜手続きでも理数科目に才能を示す生徒を見出すべきであり、入学後の理数科目の成績に焦点を当てて評価すべきである。

本研究はまた、生徒の発掘・選抜過程の計画、実行において、心理測定、統計の専門家の判断が必要であるという確証となった。公正で妥当な選抜を保証するためには、測定や統計の手法について十分に訓練を受けた専門家の指導に従って、生徒の発掘・選抜を行うべきである。

最後に、本研究や公立学校に焦点を当てた他の研究から、才能を有する若者向けの特別な教育課程において、アフリカ系アメリカ人、ヒスパニック、先住アメリカ人の生徒の比率が人口全体に占める比率に遠く及ばないことは明らかである。発掘・選抜に用いられる標準テストでは、これらの生徒達の得点は白人生徒の平均点より標準偏差で約1低い。才能ある若者の発掘は、マイノリティの、潜在的な才能を有する全ての若者にまで及んでいるのだろうか。テストや学業平均値で十分な成績を上げられる若者が教育課程に受け入れられているのだろうか。この問題は未解決である。

寄宿学校は、その特別な教育課程を必要とし、その恩恵を享受できるような生徒を求めて、努力を続けてきた。公立学校の特別教育課程での生徒発掘・選抜方法を考える際には、その知識を生かすべきである。また、これらの学校の職員のほとんどが、多くの公立学校の教育課程で安易に使われる「英才」という勿体ぶった表現を使うことを避けたことは称賛すべきであり、記憶に留めるに値する。最後に、我々が調査対象とした寄宿学校の教育課程やカリキュラム

はいずれも極めて質が高く、公立学校における英才教育の模範となるに足るものであった点を付け加えておく。

#### 付録A

##### 州立寄宿制理数学校一覧

###### アラバマ理数学校

P.O. Box 161628

Mobile, AL 36616-2628 (アラバマ州)

Dr. Robert Peters, Associate Director for Academic Affairs (学務担当副校長)

###### 州知事理数学校

306 East Home Avenue

Hartsville, SC 29550 (サウスキャロライナ州)

Dr. Leland Cox, Director

Mr. Fred Lynn, Assistant Director (副校長)

Mr. Van Sturgeon, Director of Admissions (入試担当責任者)

###### イリノイ理数アカデミー

1500 West Sullivan Road

Aurora, IL 60506-1039 (イリノイ州)

Dr. Stephanie Marshall, Executive Director (実行委員長)

Dr. Lou Ann Smith, Director of Admissions (入試担当責任者)

###### インディアナ人文・理数アカデミー

Ball State University

Muncie, IN 47306 (インディアナ州)

Dr. Philip L. Borders, Superintendent, Director (校長)

Dr. Walter K. Lambert, Associate Director for Academic Life (学校生活副責任者)

###### ルイジアナ人文・理数学校

715 College Avenue

Natchitoches, LA 71457 (ルイジアナ州)

Dr. Arthur Williams, Director (校長)

Mrs. Dottie DeSette, External Affairs Coordinator (対外コーディネーター)

ミシシッピー理数学校

P.O. Box W-1627

Columbus, MS 39701 (ミシシッピ州)

Dr. Katherine Bunch, Director of Admissions (入試担当責任者)

ノースキャロライナ理数学校

P.O. Box 2418

1219 Broad Street

Durham, NC 27705 (ノースキャロライナ州)

Mr. John Fredrick, Director (責任者)

Mr. Doug Gray, Principal (校長)

オクラホマ理数学校

1515 North Lincoln Boulevard

Oklahoma City, OK 73104-1253 (オクラホマ州)

Dr. Edna Manning, President (校長)

Mrs. Suzanne Donnolo, Director of Admissions (入試担当責任者)

テキサス理数アカデミー

University of North Texas

P.O. Box 5307

Denton, TX 76203 (テキサス州)

Dr. Richard Steam, Director of Admissions (入試担当責任者)

付録 B

インタビューでの質問

1. 貴校の教育課程についての情報が公平に行き渡るように、どのようなことをしていますか。
2. 生徒の発掘、選抜手続きには教員が関わりますか。
3. 発掘、選抜手続きに関わる全ての人に訓練を受けさせていますか。
4. 10年生(日本の高校1年生に相当)や9年生になっていない生徒でも、特に才能を有する生徒であれば、受け入れますか。
5. 選抜過程で得られた情報を、教育計画に利用していますか。
6. 新入生に対する補正教育はありますか。ある場合、どの分野で、対象は何人ですか。
7. 中退率は平均でどれくらいですか。また、中退の理由は何ですか。
8. 貴校の選抜方針は、州命令によって制約を受けていますか。受けている場合、それによりどのような影響がありますか。

9. 明確に規定された、望ましい生徒像はありますか。
10. 貴校の教育課程を構成する主要な要素、例えば、教育目標と役割、あるいは入学者選抜、カリキュラムと成績評価基準は、どのように関連していますか。
11. 貴校の発掘・選抜手続きの有効性を、何らかの形式に則って評価していますか。
12. 貴校の発掘・選抜手続きの長所は何ですか。

## 2. ロシアでの早期教育の記録

### Notes on the system of training young mathematicians and physicists in Russia

Center for frontier Science  
Prof. Vladimir Yudson

#### 1. General explanatory remarks about the Russian system of education.

A general system (not speaking about strongly specialized industrial, artistic, military education, etc.) includes primary schools (1-8 grades for children of 7-15 years, respectively) and secondary schools (9-10 grades for 15-17 year students). On leaving a secondary school, one receives a certificate about the accomplished school education which allows to enter a university.

Thus, there is some correspondence between Russian secondary school and Japanese (and USA) high schools. The difference is that the school education in Russia is accomplished earlier.

Until recently the majority of Russian general schools followed a common program determined by the Ministry of Education. However, even at that time some schools were allowed to specialize in a deeper teaching of selected subjects. These are, for instance, traditional language schools, where foreign languages are learning since the second grade, etc. (Last years the system has become more flexible and the school educational politics is basically determined by available facilities, teaching staff, and partially also by wishes of parents and pupils).

#### 2. Some historical background.

Serious specialization in physical and mathematical education in Russia began in the early 60s. Those years are characterized by a unprecedented growth of interest to exact sciences. This interest was induced by Russian and international successes in cosmos, by nuclear power applications, by industrial applications of electronics

and solid state physics (it was just the time of first popular TV and transistor radio sets in Russia), the invention of laser, dreams about thermonuclear synthesis, etc. It was also the time, when new striking concepts of quantum mechanics and relativity went out from physical cabinets towards the wide audience. Popular books on these subjects as well as about researchers in these fields, were in great demand. All this stimulated the great interest of the society and especially of young generations.

Besides of the remarkable public interest, there was also an objective demand for a considerable increase of the educational level in exact sciences - the state needed a lot of physicists, mathematicians, highly educated engineers for the developing of high-technological programs, nuclear industry, electronics, cosmic and military research sectors, etc.

That is why actions directed to the improving the education level in exact sciences were given a moral and partially a material support of the government. A lot of top Russian scientists were very enthusiastic about this Renaissance process. Besides of all, it was also believed that exact sciences would increase the cultural level of the population and would promote a partial liberalization of the society from official ideological doctrines.

3. There are several forms of actions, including the following ones:

- a) Edition of the government supported popular scientific journals and magazines for various age and education levels. They rank from rather simple magazines directed to children with an initial interest to physical phenomena, up to quite academic popular journals similar to "Scientific American".
- b) Partial support of "study groups" (out of school time), where children may learn about some amusing topics in physics and mathematics.
- c) Partial support of classes with a deeper study of physics and mathematics in few schools of a prefecture, where there is an appropriate teaching staff.
- d) Organization of a hierarchy of Olympiads in physics and mathematics (on a local region level, on a prefecture level, and finally of the all-Russia Olympiad).
- e) Organization of regular physical and mathematical "courses by correspondence" for secondary school students. The best ones are the mathematical courses of Moscow State University and physical courses of Moscow Physics and Technology University (the both universities are the highest rank Russian institutions for mathematics and physics, respectively). These courses give quite a serious and regular insight for the material which is deeper than the usual school treatment, and touches more wide circle of topics.

f) Organization of a few special schools for active learning physics and mathematics on the basis of leading scientific and educational centers.

4. I was involved in almost all the forms of this system. I was learning at the Kolmogorov special physical and mathematical secondary school by Moscow State University. I participated in physical and mathematical Olympiads when I was a schoolboy. Later I took part in organization of these Olympiads, including all-Moscow and all-Russia physical Olympiads. For several years, in parallel with my education at Moscow Physics and Technology University, I was teaching at the abovementioned correspondent physical courses.

Each of these activities deserves special description, but this goes beyond the framework of my current essay. That is why, here I shall concentrate on a more detailed description of only one of the subjects - the special schools.

5. Some history.

Because of a large geographic extension of Russia and restricted government resources, the science in Russia of the early 60s was concentrated mostly in and around Moscow, and also in a very few leading universities and scientific centers in other parts of the country. Therefore, the physical and mathematical education in most of the regions could hardly be supported by local scientific institutions. That is why there became actual an idea to organize a few special boarding secondary schools for talented senior schoolchildren selected from all the country. This idea was strongly supported by top rank Russian scientists. Among them were mathematicians - academicians A.N. Kolmogorov, M.A. Lavrent'ev (the first director of the Novosibirsk academic scientific center), L.D.Faddeev; and physicists - academicians S.T.Belyaev, I.K. Kikoin, et al. Their influence and efforts helped to overcome a natural resistance of the Russian Ministry of Education. In 1963, it was decided to open three such special schools "as an experiment". These schools were opened in Moscow, Leningrad (S. Petersburg), and in the academic town "Academgorodok" by Novosibirsk (simultaneously there was opened also a school in Kiev, the capital of Ukraine).

The true story of making that breakthrough decision has not been completely disclosed. I head rumours about the decisive role of late academician Kikoin who belonged to top leaders in the nuclear program and had powerful influence on the governmental circles.

Both Kikoin and especially Kolmogorov paid a lot of attention to the Moscow school.

They even presented several lectures in statistical molecular physics (Kikoin) and mathematical analysis (Kolmogorov).

After Kolmogorov's death, the Moscow physical and mathematical school ("PMS") by the Moscow State University was given his name.

## 6. Basic structure and principles of the Kolmogorov PMS.

### A. Exams.

Exams to this school consist of two parts. The first one is a written exam which is arranged usually in parallel with physical and mathematical Olympiads in prefectures which are attributed to the Moscow PMS = "zone".

This most populated zone includes the European part of Russia (except the North-West region - the zone of the S. Petersburg PMS), Ural region, and West Siberia. Children selected on the basis of this exam are invited for the second exam, where PMS teachers make the final selection.

There are two forms of enrolment: a basic one for 15 year children, who spend in the PMS two years; an additional one for 16 year children, who spend only one year in PMS.

### B. Payment.

The school belongs to the state, and as in all other schools, there is no tuition fee. Parents have to pay only for the boarding of their children.

In my time the boarding fee was 56 rubles / month. Those time it was about 25-30 % of the mean salary of an engineer (nowadays, a huge income dispersion of different groups of the population makes the current figures far less representative than in former time of strictly regulated economics).

This payment provides PMS students with textbooks, pens, notebooks, etc., with four meals a day, with school uniform and some other clothes and shoes, and with furnished dormitories (typically 4-5 person in a room) in one of the buildings connected with the teaching building by tunnels.

### C. Education.

Formally, besides of a deeper study of exact sciences, PMS students have to learn also other standard school subjects. However, in practice, some of these subjects are absent (like drawing) or given in a shortened form.

On the other hand, increased intellectual abilities of the selected audience allow to teach some general subjects (like literature and history) on a higher level than it is possible in ordinary schools. And the foreign language (English) program is at least twice stronger than in ordinary schools.

The major attention is given, of course, to physics and mathematics. The teaching staff includes instructors, lecturers, and professors of the Moscow State University (MSU). Recently the PMS has been officially attributed to MSU (as a special chair) which has simplified the involvement of MSU staff in the teaching process.

The mathematical program includes mathematical analysis (with elements of complex analysis), algebra (with elements of the theory of groups, abstract algebras, etc.), and geometry, including elements of analytical and complex geometry. The program in physics formally corresponds to the standard school course but is characterized by much more quantitative approach based on the enhanced mastering of mathematics.

Besides of obligatory courses there is a lot of additional special courses, and seminars, both in physics and mathematics, which may be attended after the official school day. (For instance, I remember a seminar on elements of the special relativity, which I attended).

During the last semester, there are also obligatory courses which prepare students to university entering exams.

#### 7. An outcome.

PMS students demonstrate high results in Moscow physical and mathematical Olympiads. As a rule, the PMS collects more prizes than all other Moscow schools altogether.

Despite a severe competition at entering exams to Moscow Physical Technical University and to the Mechanical-Mathematical Department of the MSU, more than 60 % of PMS students enter these two most prestigious institutions (in physics and mathematics, respectively). The total number of PMS students entering various universities approaches 97 %.

Strong impact of knowledge acquired at the PMS helps the students also at their further university study and promotes their success. A lot of former PMS students have made good carrier in academic and high-technology sectors. A number of them have become recognized physicists and mathematicians.

"The experiment" started in 1963, demonstrates quite fruitful results.

## 平成13年度の活動

## 先進科学教育センターの教育関係の研究について

高等学校2年生からの大学への飛び入学生が解禁となり、今後、千葉大学の飛び入学に関心を寄せる大学やその関係者が多くなることが予想される。千葉大学の飛び入学生は最上級生は4年生になり、2002年4月には大学院生となる。このようなときに、飛び入学生の教育はどのように行われてきたか、その結果として学生はどのような進路を取ろうとしているか、千葉大学の飛び入学の今後はどう進んでいくのかといった問題は、人々の関心を集めるであろう。

千葉大学の飛び入学を中心とした活動は、先進科学教育センターという教授2、助手1の組織を中心として、そこに、理学部物理学科、工学部数物系学科、その他の学部の教官の有志が集まり、協力してその責任を負ってきた。

活動してきたことは飛び入学ばかりではなく、高校の理科教育の改善を目指した高校教諭たちとの研究会や生徒を入れたサマースクール、各種コンクールなどと幅広い。

飛び入学に限れば、飛び入学をテコにしてわが国の護送船団方式教育に風穴を開け、一般学生の活性化も狙い、さらには一般の教官の研究・教育・大学運営への態度や心構えにもプラスの効果をという看板をも掲げた、欲張った試みである。

学校教育法が改正されるずっと以前から準備を開始していた飛び入学であるが、いかにして千葉大学の教官有志たちがこれを担いできたか、飛び入学生たちは日常どのような生活をしているのか、彼らの将来性はどうかといった、傍からは見えない情報をこの冊子に盛り込んだつもりである。

- なお、学生や受験生向けの詳しい情報は、先進科学教育センターのホームページ <http://www.cfs.chiba-u.ac.jp> に掲載しています。また飛び入学についての質問、教官への質問は、Tel (043) 290-2179 / Email : [info@cfs.chiba-u.ac.jp](mailto:info@cfs.chiba-u.ac.jp) (千葉大学総務部総務課) にお寄せください。

## 1. 入試

### (1) 飛び入学の入学試験について

#### 1. 準備

##### 受験生に向けて

受験生に向けての呼びかけは、日常的に千葉大学の先進科学教育センターのホームページでやっている。そこでは、プログラムの内容ばかりでなく、入試の具体的な内容や試験のねらい、入試要項的な情報を公開している。高校生側からの質問がメールや電話で毎年何件もあり、その都度事務と教官が対応している。そのほか 千葉大学と東京・大阪等で、毎年夏休みの末から休み明けにかけての説明会を2度開いている。真剣な受験生や父兄が毎年参加し、教官が数名、プログラムや教育の説明と入試のあり方や試験の内容についての説明と質問に答えている。これに加えて入試要項、プログラムの説明のパンフレット送付等を夏前に全国の理科教育研究会の指導的立場にある高校を対象に行う。年ごとの入試要項の準備は、大学全体の入試要項の準備時期に学生部入試課が中心となって進めている。

##### 大学内での準備

入試委員会が夏休みには立ち上がり、その下部組織の入試問題を作る委員会が問題の作成と検討を夏休み期間を中心に行っている。この作業は先進科学教育センター専任の教官ばかりでなく、理学部・工学部の教官(下で述べる小論文課題Ⅰの問題については、年によっては文科系の教官も)が10名程毎年関係する。これらの教官が入学試験の採点や面接のときに活躍する。面接にはその他文科系の教官数名も参加し、これらの文科系の教官は入学後の先進科学セミナーの文系セミナーも担当している。

##### 試験に向けて

受験生は11月初めに書類を大学に提出する。書類は所属高校長の推薦書、自己推薦書、担任の推薦書を提出することになっている。高校長の推薦書を必要とするのは、飛び入学立ち上げ時に飛び入学の制度と高校教育との軋轢を考慮した為であるが、年によっては、受験生から高校長からの推薦書がもらえないという苦情が寄せられる。それらには教官が高校との間に入り対応している。推薦書類などの準備が大変そうだと感じられているのも確かで、いずれ、もう少し簡略化する方向になるのではないかと予想する。外国滞在中の17歳の高校生や、予想外の経歴の応募者があるが、何はさておいても優秀な受験生を集めたいという趣旨から、出来るだけ柔軟に対応しようと心がけている。

推薦書その他の必要書類が届いてから、出願を許可するかどうかを入試委員会で検討する。その為に受験生からの書類を入試委員全員が読み、またそれぞれの受験生ごとに、その高校担任と直接電話で話し、情報交換するということを分担し実施している。ウィーンの高校の受験

生の担任教諭と電話のやり取りをしたこともある。出願許可が出された受験生は11月末に出願書類を大学に提出して、12月末の入試を迎える。

## 2. 入学試験の具体的な姿とねらい

入学試験は毎年12月末、冬休みの直前の日曜日と休日を利用して行われる。大学入試のあり方が、高校や中学の教育内容に影響していることは言うまでもないことであるが、大学の教官は、大学入試の現状に問題を感じながらも、その問題の大きさや、改革に手を出すことによって降りかかってくる諸々の負担の大きさへの恐れから、既定路線に乗って流れているのが現情であろう。しかし、先進科学プログラムの入試はゼロからのスタートであったため、関連する教官の大学入試への思いを可能な限り取り込んでいくことが出来た。重点的に考えていたのは次のような点であった。

- (1) 高校2年生の秋までの高校での物理の履修内容を尊重しながらも、その外に一步出ているような試験をしたい。
- (2) 覚えている知識の多さやその引き出し方の多さを、与えられた時間の中で競うことはしたくない。
- (3) 数理的な推論や論理的な力ばかりでなく思考の粘り、柔軟さ、展開力といった点もチェックできる試験にしたい。
- (4) 受験生の総合的な知力(自分の考えの筋道や展開を文章や人の前で発表し、人と調和良く議論できる能力)が見つけられる試験をしたい。

以上のような点から、入試は小論文、実験(平成13年度試験までで14年度は取り辞め)、面接の3つからなる3日がかりのものとなる。

### A. 小論文テスト

小論文テストとして物理の第I種問題と第II種問題の2種類を出題し、二つ合わせて1日の試験とする。第I種問題はアイデアの豊かさや思考の豊かさを見ることとし、場合によっては答えの用意できない問題でもかまわない。第II種問題には通常の物理学科の入試問題のような論理的な思考力を判定する試験を出題する。

現実には二つ合わせて毎年6、7時間の試験を課している。食事はいつでも取れるように小部屋を用意し、そこでお茶を飲んだり休んだりも自由に出来るように準備している。高校の各種の物理の教科書や参考書、何種類かの物理学事典、理化学事典、電卓などは試験場にいつでも使えるようにしておいてあり、質問も自由である。場合によっては1つの質問に対して受験生全員に質問内容を明らかにして説明することや、黒板を使って長々と説明することもある。試験場に何をもち込んで良いとしてあるので、毎年色々な情報をインストールしたPCを数人の受験生がもち込んでくる。

試験問題の内容は別項を参照して欲しいが、どこかの大学の入試で出たような問題では面

白くないので、はじめの1, 2年は課題 II の問題作りに苦勞した。案の定「予備校の問題のようである」と初年度の入試は皮肉混じりで批判を受けた。今は質問や回答の奥の深さがチェックできる試験をやっているので、どこかの物理学科の試験と見栄えが似ても差し支えないと開き直っている。内容は高校2年生の学習範囲をきっちり習得し、それを展開できれば解答可能な問題を中心に出题し、そのなかで採点のときに「おっ」と採点者に思わせる解答が出る深みのある問題を忍ばせるようにしてある。ここが難しいのであるが…。出题範囲は力学を中心に電磁気、光・波などで、高校2年生であることを意識して出题している。微分、積分を用いて解く問題も出题するが、微積はごく初歩の基本的な知識しか要求していない。受験生はしっかりと準備している印象をもっている。

### B. 実験

平成13年度入試までは実験を課してきた。テーマは初歩的なテーマを選んでそれについての実験を1日(6-7時間)かけてやってもらう。年によっては受験生をグループに分けて、チームの中で各受験生の個性を見たりもした。

高校での実験の経験の違いが手際に現れることを考慮して、実験の手際や、得られた実験データの精度を見る試験ではなく、与えられたテーマに向かってどのように思考し、準備し、首尾よくいかなかったときにはその原因を分析し、どのように方向転換し、そしてどういう結果にたどり着いたかをレポートに書かせている。

受験生の総合的な知力の判定にはレポートの内容の豊富さは良い資料を提供してくれる。平成14年度の入試では、13年度までの形態の実験は、準備の大変さのために除かれた。

### C. 面接

入学試験3日目に面接が行われる。一人の受験生について1時間ほどかけ、先進科学プログラムへの応募の動機などから始め、第1日目、2日目の小論文と実験の試験の出来具合などについて質問する。時には黒板で長々と計算することもある。面接は7, 8人の教官を相手に行われるので、はじめはぎこちないが、打ち解けた雰囲気になるように努めている。

## 3. 採点と合否判定

採点は小論文、実験、面接ごとにそれぞれの出题委員(小論文と、実験の出题委員は異なるのが普通である。両方の出题委員が面接委員にもなる)が行う。それぞれ、こまごました得点の和よりも大まかな採点を受験生ごとに行って、採点後一人一人を対象にした議論をする。最終的には入試委員会で合否を判定し、例年2月初めに発表している。 3つの得点

を合計して合否を決定しているわけではなく、総合的な判断というより、何が光っているかを受験生ごとに議論して判断している。入学以後の物理学科のカリキュラムへのスムーズなつながりという点から、実験よりは小論文にウエイトが置かれた判定が行われてきた。実験の準備に手間がかかることもあり、この事情が平成14年度入試の実験の廃止につながったと思う。

### (2) 入試のあり方

## 1. 問題の具体的なイメージ

入試問題の内容、試験場での様子、評価および判定に関する具体的なイメージを把握し易くするため、過去の問題を例に挙げて説明する。

入学試験は、視点を変えて受験生の資質を見るために、主に小論文と実験とから構成されており、さらに、小論文は、受験生の自由で独創的な発想力と論理的な構想力があるかどうかを見るための課題 I と数理物理的な理解力と解析力、およびそれを裏付ける数学的基礎学力が備わっているかどうかを見るための課題 II とからなっている。あえて言えば、通常の入試内容に近いものが小論文の課題 II である。

小論文の課題 I として、過去に「ドラえもん」のもっている道具は実現可能かという問題が出された。不可能ならばその理由を筋道を立てて詳しく説明し、可能ならばどのような原理に基づくのか、実現するにはどのような工夫が必要か論述しなさいというもので、タケコプター、エネルギー節約熱気球、消光電球、望遠メガフォンが取り上げられた。

高校で学ぶのは、物理の基礎である。しかし、実際にわれわれが目にする物理現象は理想的な条件下で起こるのではなく、様々な要因が関係し合うため非常に複雑に見える。ドラえもんの道具はあくまで空想から出発しているので、この問題には物理以外の要素も取り込まれている。物理としてどのように捕らえているか、そしてどのように論理性のあるストーリーを展開するかという発想力が問われている。さらに、複雑な物理現象を理解するために必要な能力、すなわちその事象の本質を見抜き解析する問題発見能力も問われていることになる。

一例として、消光電球について説明する。消光電球は通常の電球と逆で、ある範囲の光を吸収して夜のように暗くなる電球である。物体が黒いということはそこに当たった光が全て吸収されてしまうからであるが、真っ黒な物体を照らしてもそこに至る光の道筋を見ることができる。これは、空気中の窒素、酸素、水などの分子や塵に光が当たって散乱されるからである。ドラえもんに出てくる消光電球をみると部屋の壁が黒くなるのではなく、空間全体が暗闇になっているようであり、空間にある光が消光電球に吸い込まれていると考えざるを得ない。高校生は均一な物質中において光は直進すると学んでいる。光源から出ている光をある方向に曲げて吸引することはできないので、消光電球は実現不可能であるということになる。

高校の物理で、光は波の性質をもっていることを学んでいる。波は干渉と呼ばれる相互作用を起こすことも教科書には書いてある。たとえば、平面状のガラス面に半球状のガラスを置き、上から光を当て観察すると、ニュートンリングと呼ばれる同心円状の暗い縞模様があらわれる。これは、干渉により光の強さが互いに強まるところと弱まるところが周期的に繰り返す結果現れたものである。暗くなった部分では、位相が  $180^\circ$  だけずれた波が重なっているものと解釈できる。つまり、これを応用してある光りに対して、それと  $180^\circ$  だけ位相のずれた光を照射すれば暗くすることができることになる。したがって、消光電球は物理的には可能という結論に達する。

この小論文課題 I については、受験生の力に依存して様々な答案が出された。なじみのあるドラえもんが題材として取り上げられたため、受験生のほとんどがかなり真剣に物理として取り組んでいる様子が伺えた。ドラえもんの問題の主旨は実現可能かどうかである。可能か、不可能かとの問いに対する答えとして、どのような立場で考えるかを見るのも興味深いものである。自然科学に関する様々な問題について、物理的に不可能であることを証明することはそう簡単なことではない。受験生の多くが可能であるという論理を展開しており、物理を楽しみながら勉強したいという受験生の姿勢が現れたものと解釈している。

## 2. 基本的な理解度

物理学者として育成するためには物理の基礎に関する積み上げが重要であり、その能力が評価できるのが小論文課題 II である。問題は基本的には高校2年の秋までに学習する範囲から出されるものであり、力学がテーマとなることが多い。物理学としてみると、この範囲で学ぶことは概念的にも現象論的にもそう難しいことではない。しかし、いわゆる受験対策的な方法に基づいて学習しているとまどろいではないかと思われる。これは高校での物理教育にも関することであるが、いくつか学ぶ基本をしっかりと理解し、それらを結びつけて考えるという訓練をしていないと、解くのは難しいと思われる。毎年2-3題出題されるが、率直に言って受験生あるいは高校の先生から見てもかなり難しいと思われるであろうと認識している。

過去の問題について解説する。たとえば、小さな物体が水平な床に落下したときの跳ね返りの運動を解く問題である。問題は3ステップからなっており、落下する物体が床に衝突してはねかえるという現象につき、物体の運動の様子や跳ね返りの仕組みを運動の法則に基づいて段階的に考察させるという構成になっている。質量 $m$ の物体が跳ね返り係数 $e$ の床に落下したときの跳ね返りについては、最も基本的な課題として、受験生はすでに知っていることと思われるが、ここでは跳ね返りが何回も起こり、最後に静止することを想定している。跳ね返り運動の基本と各回の跳ね返り運動が相似的事であることを数理的に表現できれば解くことができる。これが第1ステップであるが、すべての受験生が解答できると期待されているものである。第2ステップでは、床がバネの上に取り付けてあり、物体が落下するとバネは縮むことができるようになっている。跳ね返りという短い時間内に次々と起こる運動の様子を調べながら解答させるようになっている。エネルギー保存則や運動量保存則、力と運動方程式の関係など、物理の基本的な考え方の理解度が問われている。この第2段階の問題は、受験生としては解答することはできるが、あいまいな理解の仕方であると誤った解答をすることになるので、最も評価に差が出る問題となる。第3ステップは、特別な性質を持った床に落下した物体の運動を推測する問題である。新しいルールを理解して考察することが必要であり、知識に頼ったのでは解くことはできない。非常にむずかしく全く歯が立たないという印象をもつ受験生もいると予想される。この問題に関しては第3ステップまで解答し、正解した受験生はいなかった。ステップ毎に追うと、いずれも基本的な問題であるが、解答には、単に数式を追うだけでなくその数式が意味することを考察できるしっかりとした基礎学力が必要とされる。

### 3. 合否判定

さて、受験生側から見たときどの程度の解答が要求されるかということが気になるところであるが、出題者側からすると、全問正解することは極めて難しいという予想をしている。これまで全問正解した受験生はいなかったのも事実である。大雑把であるが、あえて点数をつけると合格ラインは60点程度と思われる。しかし、通常の入学試験と大きく違う点は、画一的に点数をつけそれをもって合格ラインを決めているわけではないということである。結果的に解答が不正解であっても、あるいは結果的に正解であっても、物理を理解しているかどうかの重要な学力がその道筋に反映されるものとする。正解にこしたことはないが、正解でなければならないという姿勢でいるわけではないし、逆に正解ならば良いという姿勢でいるわけでもない。いずれの問題も単に公式をあてはめて答を導くのではなく、基本法則の理解の上に、深い思考力と物理的なセンスをも考慮して判定の材料としている。

小論文の試験時間は7時間であるが、このように書くと、試験中、受験生はかなりびりびりしているかのような印象を与えるかもしれない。しかし、これまでを振り返ると決してそのようなことはなく、のびのびと受験していたように思われる。受験生は、こちらが用意した参考書を見るために席をはなれてもよいことになってるし、また休憩室が用意されており、自由に食事、休憩を取れるようになっている。

そこで、受験生同士、あるいは監督者との会話も許されている。当然ではあるが、試験問題に直接つながる会話は認められないが、自分がどうして飛び入学を受けようとしたかとか、自分の高校ではこうだとかいう話がなされているようである。神経を集中するとき、リラックスさせるときをうまく調整して受験していると思われ、それゆえ、できはどうかあれ満足したという言葉になり、すべての受験者に達成感をもってもらえたものと考えている。

入試の2日目には実験に取り組むことになっている。実験が飛び入学の入試における特徴であり、これまで様々な試みがなされている。われわれは、実験の方法論を検討すると同時に実験に基づく合否判定の意味についても慎重に検討してきた。

昨年度の実験課題を例に挙げ、それらの問題について触れることにする。

実験課題は、物理 I のどの教科書にも載っている比熱測定の実験であった。沸騰させたお湯に金属試料を浸して温度を 100 度にした後、室温の水に入れて温度上昇を測定し、その上昇量と試料の質量から比熱を計算するものであるが、最大の特徴は、グループで実験に取り組んでもらった点である。受験生は4人で1グループを作り、一致協力して課題に取り組むことになった。グループ実験の心配な点は、だれがアイデアを出したかわからなくなること、おとなしい人が目立たずに評価が低くなる恐れがあること、グループ間の差が受験生の評価に上乘せされてしまうこと、などであるが、このような心配は、先進科学プログラムの実験の場合、受験者の数がそれほど多くないので、監督者の配置、評価項目などで克服できると考えた。それより、グループ実験の長所が大きいことを期待した。まず、科学に関する個性がわかることである。これまでの試験では、実験中の受験生の様子や答案から、我々が受験生の科学的個性を

読み取っていたわけであるが、グループで実験をさせると、このような個性は如実に出てくる。アイデアを出す人か、じっくり考える人か、改良や工夫が得意か、論理的思考が得意か、原点に帰って考えることができる人か、データの整理や扱いに優れているか、など、将来の科学者として極めて大切な個性が見えるだろうと考えて実施したものである。

さらに、この熱に関する実験課題には、方法や手順によっては、誤差が大きくなるという特徴がある。ちょっとした不注意でも誤差が増大することが予想されたので、誤差を小さくする工夫にどう取り組むかを見たいと考えたものであり、これは教科書には書いてあることはあまりない。これまでの実験課題であると、結果に基づいて提出されてレポートに重点を置いて検討してきたが、グループ実験でこのように工夫を必要とされるテーマに取り組むとその解決にいたる過程を評価することができたものと考えている。実験後の面接で受験生に実験課題について尋ねたところ、全員から楽しんだという返答が得られた。高校における理科教育の問題がいろいろと叫ばれているが、入試に実験を課すことにより、事実を経験的に確かめるということに対して興味をもっている生徒が多いと言うことを実感した。

## 2. 教育

### (1) 先進科学プログラムのカリキュラムとその実践

#### 1. 先進科学プログラムのカリキュラム

##### 1.1 カリキュラムの編成方針と教育理念・目標

先進科学プログラムでは優れた能力や好奇心、意欲を持つ者に早い段階で体系的な高等教育の機会を提供することにより、広い視野と柔軟な発想力を持ち、将来、独創的な研究によって科学の最前線を切り拓き、世界に貢献できる人材を養成することを目的としている。この目的を達成するため、以下の特徴を持つ先進科学プログラム独自のカリキュラムを設けている。

- (1) 演習を中心とする少人数セミナーによる理解力、思考力の強化
- (2) 文科系教官を含めた複数のセミナー担当教官による個人指導を通しての幅広い知的活動の刺激と学生・教員間の交流
- (3) 英語特別プログラム、海外研修、外国人教員による授業等による国際的なコミュニケーション能力と国際感覚の育成

##### 1.2 カリキュラムの概要

先進科学プログラムの学生は、実施学部である理学部または工学部に所属しているが、カリキュラムは当該実施学部のカリキュラムではなく、先進科学プログラムのカリキュラムにしたがって学修をすすめる。

ここでは、これまでの教育上の研究をもとに実施した平成 13 年度のカリキュラムについて述べる。

平成 13 年度の先進科学プログラムの履修基準を表1に、開講科目を表2に示す。これらの科目のうち、全学運営の普遍科目と専門基礎科目、理学部・工学部で開講されている専門科目については、先進科学プログラムの学生は一般学生と同じ講義を受講している。先進科学独自の科目としては「先進科学セミナー」、「オムニバスセミナー」が開講され、とくに、「先進科学セミナー」では個人指導的要素の強い小人数の授業が行なわれている。先進科学プログラムの最大の特色は、この「先進科学セミナー」にあると言える。その詳細については、次節で述べる。

表 1： 平成 13 年度先進科学プログラム履修基準

普遍教育科目				専門教育科目		単位数
共通基礎科目		普遍科目		専門基礎科目	専門科目	
既修 外国語 科目 (英語)	未修 外国語 科目	情報処理 科目	スポーツ・ 健康科学 科目	総合 科目	個別 科目	
8～10	0～4					
累計 8～14		2	2	12～18		41
累計 26～30						69～ 73
						140

平成 13 年度現在、千葉大学先進科学プログラムの学生募集は物理学の分野でのみ行っており、カリキュラムも何回かの改訂の後、ほぼ理学部物理学科に準じたものに落ち着いた。先進科学プログラムの履修基準と理学部物理学科の履修基準の主な違いは2点ある。第一は卒業に必要な総単位数が理学部物理学科では127単位であるのに対し、先進科学プログラムでは140単位であること、第二は卒業に必要な既修外国語(英語)の単位数が理学部物理学科は6単位に対し、先進科学プログラムでは8～10単位となっていることである。前者は先進科学独自開講科目である先進科学セミナーIA～IIIB の計14単位が必修となっていることによるものであり、後者は外国語センターの協力により英語特別プログラムが組まれていることによる。

表 2: 平成 13 年度先進科学プログラム開講科目

区分	授業科目	単位数	必修選択別	毎週授業時数								備考			
				1年次		2年次		3年次		4年次					
				前期 I	後期 II	前期 III	後期 IV	前期 V	後期 VI	前期 VII	後期 VIII				
専	先進科学セミナー I A	2	◎	2	2										
	” I B	2	◎	2	2										
	” I C	2	◎	2	2										
	微積分学 B	4	◎	2	2										
	線形代数学 B	4	◎	2	2										
	物理学 B I 力学入門 1	2	◎	2											
	物理学演習 B I 力学演習 1	1	◎	2											
	物理学 B II 力学入門 2	2	◎		2										
	物理学演習 B II 力学演習 2	1	◎		2										
	物理学 C I 電磁気学入門 1	2	◎		2										
	物理学演習 C I 電磁気学演習 1	1	◎		2										
	物理学 C II 電磁気学入門 2	2	◎			2									
	物理学演習 C II 電磁気学演習 2	1	◎			2									
	門	物理学 D I 熱統計力学入門	2	◎				2							
		物理学演習 D I 熱統計力学演習	1	◎				2							
物理学 E I 量子力学入門		2	◎				2								
物理学演習 E I 量子力学演習		1	◎				2								
物理学基礎実験 I		1	◎		(2)										
” II		1	◎		(2)										
” III		1	○							(2)				いずれかの前期で取得可能	
” IV		1	○							(2)				いずれかの後期で取得可能	
化学基礎実験		1	◎		(2)										
複素解析		2	○			2								いずれかで取得可能	
フーリエ解析		2	○			2								いずれかで取得可能	
微分方程式		2	○			2								いずれかで取得可能	
偏微分方程式		2	○				2								
確率基礎		2	○				2								
基		物理化学 A	2	○				2							いずれかの前期で取得可能
	” B	2	○				2							いずれかの後期で取得可能	
	生命科学 II A	2	○				2								
	” II B	2	○				2								
	” II C	2	○			2									
	” II D	2	○				2								
	” II E	2	○			2									
	” II F	2	○				2								
	” III A	2	○				2								
	” III B	2	○				2								
	” III C	2	○				2								
	” III D	2	○			2									
	” III E	2	○			2									
	” III F	2	○				2								
	目	地球科学 A	2	○			2								
” B		2	○			2									
地学概論 I		2	○			2									
” II		2	○				2								

・◎印は必修科目，○印は選択必修科目，無印は選択科目を示す。  
 ・実験，実習の授業時間数は（ ）で示す。

区分	授業科目	単位数	必修選択別	毎週授業時数								備考		
				1年次		2年次		3年次		4年次				
				前期I	後期II	前期III	後期IV	前期V	後期VI	前期VII	後期VIII			
専門科目	先進科学概論	2	◎	2										
	オムニバスセミナー	1						2						いずれかの後期集中で取得可能
	物理数学I	2	◎	2										
	物理数学演習I	1		2										
	物理数学II	2	◎		2									
	物理数学演習II	1			2									
	物理数学III	2	◎			2								
	物理数学演習III	1				2								
	力学I	2	◎			2								
	力学演習I	1	◎			2								
	力学II	2					2							
	力学演習II	1					2							
	電磁気学I	2	◎				2							
	電磁気学演習I	1	◎				2							
	電磁気学II	2						2						
	電磁気学演習II	1						2						
	量子力学I	2	◎						2					
	量子力学演習I	2	◎						4					
	量子力学II	2	◎							2				
	量子力学演習II	2	◎							4				
	統計物理学I	2	◎						2					
	統計物理学演習I	2	◎						4					
	統計物理学II	2	◎							2				
	統計物理学演習II	2	◎							4				
	統計物理学III	2								2				
	物性物理学I	2					2							いずれかの前期で取得可能
	” II	2						2						
	” III	2								2				
	物性理論物理学	2								2				
	計算物理学	2	◎						2					
	計算物理学演習I	2							4					
	” II	2								4				
	連続体物理学I	2							2					
	” II	2							2					
	素粒子物理学I	2							2					
	” II	2								2				
	原子核物理学	2								2				
	放射線物理学I	2							2					
	” II	2								2				
	物理機器学	2								2				
	宇宙物理学	2								2				
	特殊相対論	2								2				
一般相対論	2									2			いずれかの前期で取得可能	
量子力学特論	2									2			いずれかの前期で取得可能	
物性物理学特論	2									2			いずれかの前期で取得可能	
物理学特別講義I	2								2				いずれかの集中で取得可能	
” II	2								2				いずれかの集中で取得可能	
” III	2								2				いずれかの集中で取得可能	
先進科学セミナーII A	2	◎			2	2								
” II B	2	◎			2	2								
” III A	2	◎					2	2						
” III B	2	◎					2	2						
” IV A	2									2	2			
先進科学実験1	3	◎						(6)						
” 2	3	◎							(6)					
卒業研究	6	◎									(6)	(6)		

## 2. 先進科学プログラムを特徴づける科目の教育内容

### 2.1 先進科学セミナー

先進科学プログラムでは独自開講科目として、少人数で行うセミナー(先進科学セミナー)を開講している。セミナーには先進科学プログラムの学生に加えて、一般学生が加わることがあるが、セミナーあたりの受講学生の人数は5名前後であり、個人指導を重視したセミナーになっている。以下に示すように1~3年生では週2~3回の先進科学セミナーがある。理数系のセミナーではテキストの輪読、問題演習等を含む密度の高い学修により、基礎力を充実させることを目的とした教育が行なわれる。これらに加えて、文系のセミナーも行なわれている。

(1) 1年生の先進科学セミナー:IA(物理セミナー)、IB(物理数学セミナー)、IC(文系セミナー)がある。物理セミナーでは微分・積分を用いた力学の教科書の輪講と問題演習、物理数学セミナーでは高校数学と大学の数学のギャップをスムーズにつなぐ学修が行われる。具体的には、前期の前半に高校レベルの数学の難問を解く演習と添削指導を行った後、大学で学ぶ解析学の基礎と応用をテキストを使った輪講形式のセミナーで学修していく。先進科学セミナーIA、IBともに通年科目であり、それぞれ週1回のセミナーが実施されている。文系セミナーでは文学部、法経学部等の4名の教官により、個性的な発想力を養うことを目標として、「小説を読む」、「民法をゆっくり読む」、「論文の書き方」、「議論のしかた」など広範なテーマについてのセミナーが行われている。

(2) 2年生の先進科学セミナー:先進科学セミナーIIA では力学・量子力学・統計物理学の基礎を確実に身につけることを目標に、教科書、参考書を丁寧に輪読し、問題演習を適宜加えたセミナーが行われている。平成13年度前期には1年次に引き続き、ランダウリフシッツの「力学」を講義、輪読し、後期には猪木、川合の「量子力学1」の輪読、熱力学の標準的な教科書を使った輪読が行われている。先進科学セミナーIIB は先進科学教育センター専任教官のYudson 教授が担当しており、英語の教科書を使った、英語によるセミナーで電磁気学の初歩から応用までを扱う。

(3) 3年生の先進科学セミナー:先進科学セミナーIIIA は量子力学、統計物理学に関する少人数セミナーであり、ランダウリフシッツの「統計力学」の輪読などが行われる。また、後期には量子力学、統計力学について設定されたテーマの中からいくつか選択して各自が調べてきた内容を解説、発表する場が設けられる。先進科学セミナーIIIB では様々な文献を読む際に必須となる数学的道具立ての基本となる部分を修得することを目的とした物理数学の問題演習が行われている。

(4) 4年生の先進科学セミナー:4年生対象の先進科学セミナーIVA は選択科目であり、卒業研究に配属された研究室のセミナーに出席する。

表3に先進科学セミナーIA~IVAのシラバスを示す。

表3： 先進科学セミナー I A～IV A

授業科目 (英文名)	履修登録 コード	単位	履修年次	期別	曜日・時限	教室名	教員名
先進科学セミナー I A (Frontier Science Seminar I A)		2	1	通期	前期 水・3 後期 木・3		大高一雄 井上純一
副題	物理セミナー：ニュートン力学						
学習目標並びに授業の方法	質点、及び質点系、剛体系の運動を支配するニュートン力学の体系を理解することを目標とする。高校物理との接続をひとまず断ち切り、微分・積分を言語とする力学を初歩から学んでいく。						
授業内容	<p>前期には、先ず補助的な演習問題を説きながら初歩的な教科書を輪講する。微分方程式の初歩等の数学的な話題の講義的なセミナーも入る予定。この教科書の輪講が終了次第、理解を深めるための演習問題を解くことを中心にする。セミナーの時間内に問題を解きその内容を議論する。演習を通じて数式運用能力を高めると共に、得られた結果の物理的、物理数学的意味を考察する習慣を身につける。</p> <p>範囲は前期：質点の力学 後期：質点系、剛体の力学の予定（解析力学の手前まで）。</p>						
成績評価の基準	日ごろの学習態度で達成度を見る。						
読んでおくべき文献、指示等	力学と物理数学の授業内容の徹底した理解を前提とする。教科書、参考書はセミナースタート後学生諸君の力に合ったものを決める予定。						

授業科目 (英文名)	履修登録 コード	単位	履修年次	期別	曜日・時限	教室名	教員名
先進科学セミナー I B (Frontier Science Seminar I B)		2	1	通期	前期 火・3 後期 未定		大高一雄 剣持信幸
副題	物理数学セミナー：解析学の基礎						
学習目標並びに授業の方法	高校の数学と大学の数学との間のギャップをスムーズにつなぎ、かつ大学で学ぶ解析学の基礎となる勘所を習得する。前半は演習問題を解く。後半はテキストを使った輪講形式。						
授業内容	<p>前期：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 大学入試問題の中から微分積分関連の数学の難題を選び、毎週数題ずつ課題として出し、自宅で解答を作り提出を義務づける。提出された解答は添削する。セミナーではその解説と、適宜、授業が入る。</li> <li>2. 前期の後半には隔週に、力学関係の微分方程式の解の一意性、線形微分方程式の解法、テイラー展開の講義を入れる。</li> </ol> <p>後期：</p> <p>1 変数及び多変数の微分と積分の基礎と応用をテキスト（未定）を用いてセミナー形式で読みすすめる。計算力の習得も大切であるので復習や課題提出が適宜求められる。扱うテーマは、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 陰関数関連の諸定理</li> <li>2. 多重積分（ベクトル解析関連の諸定理を数学的に見直すことも含む）</li> </ol>						
成績評価の基準	数多くの課題の達成度のほか日ごろの学習態度を重く見る。						
読んでおくべき文献、指示等	読むべき文献等：参考書はスタートしてから学生諸君の理解度を把握してから適宜推薦する。微積分学の授業を聞いてよく理解すること。						

授 業 科 目 (英 文 名)	履 修 登 録 コ ー ド	単 位	履 修 年 次	期 別	曜 日 ・ 時 限	教 室 名	教 員 名
先進科学セミナー I A (Frontier Science Seminar I A)		2	1	通 期	前期 水・3 後期 木・3		大 高 一 雄 井 上 純 一
副 題	物理セミナー；ニュートン力学						
学 習 目 標 並 び に 授 業 の 方 法	質点、及び質点系、剛体系の運動を支配するニュートン力学の体系を理解することを目標とする。高校物理との接続をひとまず断ち切り、微分・積分を言語とする力学を初歩から学んでいく。						
授 業 内 容	<p>前期には、先ず補助的な演習問題を説きながら初歩的な教科書を輪講する。微分方程式の初歩等の数学的な話題の講義的なセミナーも入る予定。この教科書の輪講が終了次第、理解を深めるための演習問題を解くことを中心に示す。セミナーの時間内に問題を解きその内容を議論する。演習を通じて数式運用能力を高めると共に、得られた結果の物理的、物理数学的意味を考察する習慣を身につける。</p> <p>範囲は前期：質点の力学 後期：質点系、剛体の力学の予定（解析力学の手前まで）。</p>						
成 績 評 価 の 基 準	日ごろの学習態度で達成度を見る。						
読 ん で お く べ き 文 献、 指 示 等	力学と物理数学の授業内容の徹底した理解を前提とする。教科書、参考書はセミナースタート後学生諸君の力に合ったものを決める予定。						

授 業 科 目 (英 文 名)	履 修 登 録 コ ー ド	単 位	履 修 年 次	期 別	曜 日 ・ 時 限	教 室 名	教 員 名
先進科学セミナー I B (Frontier Science Seminar I B)		2	1	通 期	前期 火・3 後期 未定		大 高 一 雄 剣 持 信 幸
副 題	物理数学セミナー；解析学の基礎						
学 習 目 標 並 び に 授 業 の 方 法	高校の数学と大学の数学との間のギャップをスムーズにつなぎ、かつ大学で学ぶ解析学の基礎となる勘所を習得する。前半は演習問題を解く。後半はテキストを使った輪講形式。						
授 業 内 容	<p>前期：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 大学入試問題の中から微分積分関連の数学の難題を選び、毎週数題ずつ課題として出し、自宅で解答を作り提出を義務づける。提出された解答は添削する。セミナーではその解説と、適宜、授業が入る。</li> <li>2. 前期の後半には隔週に、力学関係の微分方程式の解の一意性、線形微分方程式の解法、テイラー展開の講義を入れる。</li> </ol> <p>後期：</p> <p>1 変数及び多変数の微分と積分の基礎と応用をテキスト（未定）を用いてセミナー形式で読みすすめる。計算力の習得も大切であるので復習や課題提出が適宜求められる。扱うテーマは、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 陰関数関連の諸定理</li> <li>2. 多重積分（ベクトル解析関連の諸定理を数学的に見直すことも含む）</li> </ol>						
成 績 評 価 の 基 準	数多くの課題の達成度のほか日ごろの学習態度を重く見る。						
読 ん で お く べ き 文 献、 指 示 等	読むべき文献等：参考書はスタートしてから学生諸君の理解度を把握してから適宜推薦する。微積分学の授業を聞いてよく理解すること。						

授 業 科 目 (英 文 名)	履 修 登 録 コ ー ド	単 位	履 修 年 次	期 別	曜 日 ・ 時 限	教 室 名	教 員 名
先進科学セミナー I C (Frontier Science Seminar I C)		2	1	通 期	木・5		国ノ谷一夫・加藤 隆 嶋津 格・土屋 俊
副 題	文系セミナー						
学 習 目 標 並 び に 授 業 の 方 法	物理学の講義で通常必要とするのとは異なる頭の使い方をしながら、個性的な発想力を養うことを目標とします。授業は基本的には隔週で進めます。学生諸君の主体的な参加を必要とします。						
授 業 内 容	「小説を読む」、「民法をゆっくり読む」、「論文の書き方」、「議論のしかた」の4つのテーマについて、セミナーを行います。物理学の授業とは異なる雰囲気セミナーになると思います。このセミナーを通して、物理学も人間の営みであることを理解し、幅の広い研究者となって下さい。						
成 績 評 価 の 基 準	セミナーでの積極的な発言を評価します。						
読 ん で お く べ き 文 献、 指 示 等	第一回めの授業で具体的に指示します。						

授 業 科 目 (英 文 名)	履 修 登 録 コ ー ド	単 位	履 修 年 次	期 別	曜 日 ・ 時 限	教 室 名	教 員 名
先進科学セミナー II A (Frontier Science Seminar II A)		2	2	通 期	前期 木・3 後期 火・2 月・5		V. Yudson 中山 隆 史 太 田 幸 則
副 題	力学・量子力学・統計物理学に関する少人数セミナー						
学 習 目 標 並 び に 授 業 の 方 法	力学・量子力学・統計物理学の基礎を確実に身につける。教科書・参考書を丁寧に輪講し、質疑応答を繰り返す、あるいは演習問題を解く。						
授 業 内 容	力学（前期）……1年次に引き続き、ランダウの力学を講義・輪講する。 量子（後期）……以下の内容を学ぶ；重ね合わせの原理、Schrodinger 波動方程式、確率解釈、期待値、定常状態、古典極限、反射と透過、トンネル効果、束縛状態、調和振動子、波束、エルミート演算子、固有関数。 統計（後期）……熱力学の標準的な教科書（下記参照）をひとつ選び、輪講する。現象論としての熱力学の体系を学習し、実際の運用が可能になるよう問題演習等を適宜加える。						
成 績 評 価 の 基 準	予習・復習の程度やセミナーでの理解度・積極性を総合的に評価する。						
読 ん で お く べ き 文 献、 指 示 等	教科書・参考書は次の通り。 「Mechanics」Landau and Lifshitz (Pergamon) 「熱力学の基礎」宮下著 (サイエンス社) 「量子力学 I」猪木・川合著 (講談社) 「熱力学=現代的な視点から」田崎著 (培風館)						

授業科目 (英文名)	履修登録 コード	単位	履修年次	期別	曜日・時限	教室名	教員名
先進科学セミナーⅡB (Frontier Science Seminar ⅡB)		2	2	通期	前期 月・4 後期 木・3		V. Yudson
副題	電磁気学の初歩から応用						
学習目標並びに授業の方法	英語によるセミナーで電磁気学の初歩から応用までを扱う。英語の教科書を使って、輪講及び問題を解いてその意味を理解する。						
授業内容	<p>補助的な演習問題を解きながら英語版の電磁気の教科書を輪講する。ベクトル解析や簡単な偏微分方程式等補足的な数学の講義も入る。セミナーは問題を解きながら輪講を進めていくが宿題とすることもある。解き方そして解答の意味を議論する。演習を通じて数式運用能力を高めると共に、得られた結果の物理的、物理数学の意味を考察する習慣を身につける。付随的に英語での発表や答案の書き方にもなれることを目指す。</p> <p>範囲は前期：ベクトル解析の復習，静電場，静磁場，物質と静電磁場 後期：電磁誘導，電磁場と光，特殊相対論の初歩</p>						
成績評価の基準	日ごろの学習態度で達成度を見る。						
読んでおくべき文献，指示等	教科書はD.J. Griffiths著 Introduction to Electrodynamics						

授業科目 (英文名)	履修登録 コード	単位	履修年次	期別	曜日・時限	教室名	教員名
先進科学セミナーⅡC (Frontier Science Seminar ⅡC)		2	2	通期	金・5		各教員
副題	オムニバスセミナー						
学習目標並びに授業の方法	オムニバス形式のセミナーを通して，さまざまな分野の研究内容，研究方法等を紹介し，学習への動機づけを行う。						
授業内容	<p>平成12年度入学生用の科目です。</p> <p>大学内外から面白いトピックスを持った方々を招いて話をしてもらいます。これまでには以下のようなセミナーが行われました。</p> <p>「ナノスペースの分子科学」，「研究テーマのみつけ方とその展開」，「ミクロの巨人：半導体」，「国際宇宙ステーションについて」，「私の筋肉研究」，「宇宙の誕生」，「放射光が暴く物質構造の秘密」，「光合成：生命現象で量子力学コヒーレンスが重要になるはじめての例」，「魔球をつくる 一究極の変化球を求めて」，「ロバートフック：ニュートンに消された男」，「すばる望遠鏡の話」など。</p> <p>国立天文台，高エネルギー加速器研究機構などの施設見学を行うこともあります。後期はオムニバスセミナーと合同の授業になります。</p>						
成績評価の基準	セミナーへの取り組み方における積極性，出席などを考慮して総合的に評価する。						
読んでおくべき文献，指示等	136						

授業科目 (英文名)	履修登録 コード	単位	履修年次	期別	曜日・時限	教室名	教員名
先進科学セミナーⅢA (Frontier Science Seminar ⅢA)		2	3	通期	前期 水・2 月・5 後期 月・6		大高一雄 大田幸隆 中山則史
副題	量子力学・統計物理学に関する少人数セミナー						
学習目標並びに授業の方法	前期には、量子力学・統計物理学の基礎を確実に身につける。教科書・参考書を丁寧に輪講し、質疑応答を繰り返し、あるいは演習問題を解く。 後期には、量子力学・統計物理学の進んだトピックスを各自が選び、その内容を解説・発表する。						
授業内容	<p>量子（前期）……2年後期に引き続き、「量子力学Ⅰ」猪木・川合著を輪読する。 統計（前期）……ランダウ「統計物理学」を輪読する。ただしその準備として、はじめ高橋著「統計力学入門」の前半部分を輪読・解説する。</p> <p>後期は、教科書にある以下の項目の中から、量子力学・統計物理学のそれぞれについて、各自幾つかを選択、学習し、その結果を解説・発表する。 量子：磁場中の荷電粒子、連続スペクトルの摂動論、WKB法、散乱理論の形式論と部分波展開、原子・分子・原子核・素粒子、角運動量と対称性。 統計：フェルミ分布とボーズ分布、ゆらぎ、結晶の対称性、第2種の相転移と臨界現象</p>						
成績評価の基準	前期：予習・復習の程度やセミナーでの理解度・積極性を総合的に評価する。 後期：トピックスの理解度やセミナーでの積極性を総合的に評価する。						
読んでおくべき文献、指示等	教科書・参考書は次の通り。 「量子力学Ⅰ・Ⅱ」猪木・川合著（講談社）、「統計力学入門」高橋著（講談社） 「統計物理学（第3版）」ランダウ・リフシッツ（岩波書店）						

授業科目 (英文名)	履修登録 コード	単位	履修年次	期別	曜日・時限	教室名	教員名
先進科学セミナーⅢB		2	3	通期	水・4		井上純一 大高一雄
副題	物理数学セミナー						
学習目標並びに授業の方法	様々な文献を読む際に必須となる数学的道具立てに関して、基本となる部分（必ずしも初歩的を意味しない）の修得を目標とする。授業の方法は、物理との関連を意識しながら演習を中心とし、実際に手を動かして数式運用能力を高める。						
授業内容	<p>複素関数論 初等関数、等角写像、複素積分、ローラン展開、鞍点法、ガンマ関数 直交関数展開 フーリエ級数、フーリエ変換、直交多項式、ベッセル関数 偏微分方程式の初歩 拡散方程式、波動方程式、ラプラス方程式、グリーン関数</p>						
成績評価の基準	予習・復習の程度やセミナーでの理解度・積極性を総合的に評価する。						
読んでおくべき文献、指示等	文献：教科書は特に指定しない。 理解を助ける、また深めるための参考文献としては複素関数論（石津、犬井 東京大学出版）、偏微分方程式とフーリエ解析（中村 東京大学出版）、自然科学者のための数学概論（寺沢、岩波）、理工学者が書いた数学の本 偏微分方程式（神部 講談社）など						

授 業 科 目 (英 文 名)	履 修 登 録 コ ー ド	単 位	履 修 年 次	期 別	曜 日 ・ 時 限	教 室 名	教 員 名
先進科学セミナーⅢ (Frontier Science Seminar Ⅲ)		6	3	通 期	前期 水・2 水・4 月・5 後期 月・6 水・4		大高一雄・太田幸則 中山隆史・井上純一
副 題	量子力学・統計物理学・物理数学に関する少人数セミナー						
学習目標並びに授業の方法	先進科学セミナーⅢA, 先進科学セミナーⅢBのシラバス参照						
授 業 内 容	平成11年度入学生用の科目です。内容については、先進科学セミナーⅢA, 先進科学セミナーⅢBのシラバス参照						
成績評価の基準	先進科学セミナーⅢA, 先進科学セミナーⅢBのシラバス参照						
読んでおくべき文献, 指示等							

授 業 科 目 (英 文 名)	履 修 登 録 コ ー ド	単 位	履 修 年 次	期 別	曜 日 ・ 時 限	教 室 名	教 員 名
先進科学セミナーⅣ (Frontier Science Seminar IV)		6	4	通 期			各 教 員
副 題							
学習目標並びに授業の方法							
授 業 内 容	卒業研究の一環として所属研究室で行なわれるセミナーに参加し, テキストの輪講, 研究発表, 討議などを行います。						
成績評価の基準							
読んでおくべき文献, 指示等							

## 2.2 オムニバスセミナー

大学内外から面白いトピックを持った方々を招いて行われているオムニバス形式のセミナーである。講師の方に1時間余り話をしていただいた後、質疑応答に時間をとるようにしている。このセミナーを通して、さまざまな分野の研究の最前線、研究方法、研究を進める上での苦労や喜びについて紹介していただき、学習への動機づけを行うことを目標としている。これまで、「ナノスペースの分子科学」、「宇宙の誕生」、「魔球をつくる - 究極の変化球を求めて -」、「すばる望遠鏡の話」などのセミナーが行われている。表4に平成10年～13年度のオムニバスセミナーで扱われたテーマと講師を示す。

オムニバスセミナーはいずれかの学年で1単位の選択科目として受講することになっているが、1～4年生いずれにもセミナーへの出席を呼びかけている。また、先進科学プログラム以外の一般学生の参加も歓迎している。たとえば宇宙論の研究で有名な東京大学の佐藤勝彦教授を招いて行ったセミナーでは、定員60名の教室が満杯になり、予定時間を大幅に超過して活発な質疑応答が行なわれた。オムニバスセミナーは物理関連分野の一般学生に刺激を与える機会にもなっている。

オムニバスセミナーでは研究所の見学が行われることがある。平成13年度には日本原子力研究所那珂研究所を訪問し、臨界プラズマ実験装置 JT-60 の見学、実験装置やシミュレーション結果を立体表示するバーチャルリアリティ可視化の体験学習などを行なった。

表 4: これまでに行われたオムニバスセミナーの一覧

平成 10 年度		
5月15日	大川澄雄 (工学部)	Spira Milabilis (e の秘密) 前編
5月22日	丸山工作 (千葉大学学長)	筋肉の話
6月1日	江崎玲於奈 (前筑波大学長)	科学者が歩んだ 50 年の道～変革の時代を通じて～
6月5日	大川澄雄 (工学部)	Spira Milabilis (e の秘密) 後編
6月19日	木下 宙 (国立天文台)	最果ての惑星冥王星の 100 億年の旅
7月3日	山本純ノ介 (教育学部)	音楽の三要素
7月17日	野口美和子 (看護学部)	老年期と老年看護学
7月24日	遠山潤志 (東京大学)	核融合の物理 I
7月31日	遠山潤志 (東京大学)	核融合の物理 II
11月5日	河合秀幸 (千葉大学)	高エネルギー加速器研究機構見学
平成 11 年度		
5月21日	金子克美 (理学部)	ナノスペースの分子科学
6月4日	本間弘樹 (大学院自然科学研究科)	衝撃波の気体力学と分子論
6月25日	古在豊樹 (園芸学部)	研究テーマの見つけ方とその展開—植物環境工学における私の経験を通して
7月23日	柏木正弘 (アプライドマテリアルズジャパン)	ミクロの巨人“半導体”、そして学問と産業
10月29日	木下宙 (東京天文台)	太陽系外惑星を求めて
11月1日	白木邦明 (宇宙環境利用推進センター)	宇宙ステーションについて—その開発・建設・利用
11月12日	丸山工作 (大学入試センター)	筋肉の基礎研究の足取りと学術活動について
11月26日	K.E.Gubbins (North Carolina State Univ.)	Molecular simulation reserches
1月28日	川崎昭一郎 (前理学部部長)	素粒子の話

平成 12 年度		
5 月 9 日	佐藤勝彦 (東京大学大学院理学系研究科)	宇宙の誕生
5 月 19 日	日野照純 (工学部)	C60 の物理: 光電子分光法でみたフラレン類の電子状態
6 月 9 日	村上洋一 (高エネルギー加速器研究機構)	放射光が暴く物質構造の秘密
6 月 30 日	高部英明 (大阪大学レーザー核融合研究センター)	実験室天文学
7 月 7 日	住斉 (筑波大学)	光合成: 生命現象で量子力学コヒーレンスが重要になるはじめての例
7 月 28 日	常田佐久 (国立天文台)	X 線望遠鏡
10 月 27 日	姫野龍太郎 (理化学研究所情報環境室)	魔球をつくる一究極の変化球を求めて一
11 月 10 日	宮崎清 (工学部)	木と同じほどに高い価値をもつ草の話一潜在的な地域資源の発掘と活用一
12 月 8 日	伊藤智義 (工学部)	専用計算機を作る
12 月 15 日	中島秀人 (東京工業大学大学院社会理工学研究科)	ロバート・フック ニュートンに消された男
1 月 26 日	海部宣男 (国立天文台)	すばる望遠鏡の話
平成 13 年度		
5 月 11 日	田島節子 (超伝導工学研究所第二研究部長)	高温超伝導発見とその後の展開
6 月 29 日	磯野可一 (千葉大学学長)	生と死について考える
7 月 6 日	川村清 (慶應義塾大学理工学部物理学科)	虫の心を物理する
7 月 13 日	時弘哲治 (東京大学数理科学研究科)	ソリトンとセルオートマトン
11 月 16 日	佐藤文隆 (甲南大学)	物理と宇宙
11 月 30 日	Yoshikata Koga (Department of Chemistry, The University of British Columbia)	Mixing Schemes in Aqueous solutions: Thermodynamic Approach
12 月 14 日	相磯秀夫 (東京工科大学学長)	Analogue vs Digital

### 2.3 英語特別カリキュラム

将来、研究成果を発表したり、国際的に活躍するためには世界共通語である英語を読み、書き、話す能力が不可欠である。先進科学プログラムでは一般学生よりも既習外国語(英語)の卒業要件単位数を増やし、外国語センターの協力のもとで、特別カリキュラムを実施している。英語カリキュラムでは1年生には英語の聞き取りや発声など音声面を重視した授業、2年生は多読、速読を含むリーディングの授業を履修し、3年生では英語での発表演習(presentation and writing)を行なう。

- (1) 1年次:先進科学プログラムの1年生には外国の大学の講義に参加できるレベルの英語力の修得を目指して外国語センターが行なっているEAP(English for Academic Purpose)の履修を推奨している。このコースは週2回、2セメスターにわたって開講される総合英語能力養成のためのインテンシブコースであり、計4単位が取得できる。EAPは小人数クラスで授業を行うため、受講学生数が制限されているが、外国語センターの協力により、先進科学プログラムの学生は優先的にこの科目を履修することができる。先進科学プログラムでは入学試験に英語を課していないこともあり、入学してくる学生の英語の実力にかなり個人差がある。そこで、4月に英語の実力テストを行ない、その結果に応じて履修クラスを指導する。学生の英語力がEAPを受講できる基準に達していない場合、あるいは物理学関連科目の時間割との関連で、EAPが履修できない場合には外国語センター専任教官による英会話(Listening and Speaking)およびコンピュータ利用による英語教育(CALL)の組み合わせで4単位を取得する。これ以外にリーディングのクラス(2単位)を受講する。単位にはならないが発音の個人指導が行われた年度もある。
- (2) 2年次:2年次では多読、速読を通して英文の内容を短時間で把握し、まとめて発表する訓練を行う上級クラスの履修を推奨している。通常、週2回、2クラスの授業に出席し、4単位を取得する。
- (3) 3年次:外国語センター専任教官により開講されている英語による presentation and writing の授業の履修を推奨している。単位にはならないが、個人指導が行われた年度もある。
- (4) 海外研修:別項で詳しく述べられているように、先進科学教育センターでは、1年次の夏休みに米国サンノゼ州立大学への1ヶ月間の海外研修を実施している。この研修は外国語の単位となる科目にはなっていないが、先進科学プログラムの英語特別カリキュラムの一部として重要な役割を担っている。研修に先立って外国語センターの専任教官による英語指導、海外生活のガイダンスが行われ、また、学生の引率、現地での研修開始にあたる緒手続きのサポート等も外国語センター専任教官が担当している。海外研修は学生の語学力の向上、英語学習意欲の刺激、国際的感覚の育成に多大な効果を上げている。2年次以後も渡航費等自己負担でサンノゼ州立大学に夏季留学する学生もあり、学生の国際的視野を広げることに寄与している。

(5) 英語補佐員:先進科学教育センターでは英語教育の補佐のために海外留学経験のある大学院生 1 名を教務補佐員として雇用しており、英語授業の予習・復習の相談相手になっている。単位にはならないが、英語補佐員がチューターとなって、Nature や Science などの科学雑誌の最新記事を読み、発表する Scientific Reading のセミナーが行われたりしている。

### 3. カリキュラムの実施体制

#### 3.1 教育に関する委員会組織とその活動状況

先進科学プログラムの履修基準、時間割・シラバス等教務関連の事項を審議するために先進科学教育センター内に教務委員会が設けられている。平成 13 年度の教務委員会のメンバーは先進科学教育センター専任教官 1 名、先進科学教育センターの学内兼務教官から、理学部教官 3 名、工学部教官 3 名の計 7 名となっている。教務委員会での審議結果は先進科学教育センター運営委員会にはかられる。

カリキュラムの検討にあたっては、先進科学セミナー担当教官、外国語センター専任教官を加えた拡大教務委員会を開催している。平成 12 年度には、先進科学教育センターの将来構想ワーキンググループでもカリキュラムについての議論が行われた。

#### 3.2 先進科学セミナーの実施体制

先進科学プログラム独自開講科目である先進科学セミナーは、先進科学教育センター専任教員および兼務教員が担当している。各セミナーの内容、担当教員等は教務関連ワーキンググループで議論され、教務委員会で決定される。平成 13 年度の場合、先進科学セミナーのうち、物理セミナー、物理数学セミナーは専任教官 3 名、理学部物理学科教官 2 名、教育学部教官 1 名が担当し、文系セミナーは文学部 3 名、法経学部 1 名の教官が担当している。工学部物質工学科、工学部電子機械工学科の教官がセミナーを担当した年度もある。セミナー担当教官は先進科学プログラムの学生と接触する時間が最も多く、セミナーの時間以外にも学生の質問に応じたり、学生と教官との懇談会に出席したり、さまざまな形で先進科学プログラム実施の核となっている。

#### 3.3 英語プログラムの実施体制

外国語センター専任教官がコーディネーターとなって年度始めの英語実力テストの実施、履修クラスの設定、学生ごとの達成度の評価、年度によっては授業時間外の個人指導等を行っている。また、夏休みに実施している米国サンノゼ州立大学の研修の引率、海外研修に備えてのガイダンス等も外国語センター専任教員が担当している。

#### 3.4 ティーチングアシスタント

千葉大学大学院自然科学研究科の大学院生 3 名をティーチングアシスタント(TA)として採用

し、先進科学セミナー・実験等の補助者として活用している。TA は教員にくらべて先進科学プログラムの学生との年齢も近く、気軽な相談相手にもなっている。

### 3.5 カリキュラムの編成および見直しの方法・体制

先進科学プログラムのカリキュラムについては、先進科学セミナー担当教員、教務委員を交えた教務関連ワーキンググループの会合を開催し、カリキュラム全体の構成、先進科学セミナーの内容の見直しや調整を行っている。とくに、平成 12 年度には大学院まで含めた研究者養成のためのカリキュラムについて、集中的な議論が行われ、平成 13 年度からのカリキュラムの改訂へとつながった。

### 3.6 シラバス

先進科学プログラムでは先進科学セミナーと専門科目について独自にシラバスと履修案内を作成し、学生に配布している。シラバスには各科目について学習目標と授業方法、授業内容、成績評価基準、読んでおくべき文献等が記載されている。また、普遍教育科目・全学運営専門基礎科目のシラバス、所属学部(理学部・工学部)のシラバスもあわせて配布している。

### 3.7 ガイダンス

毎年、4 月はじめに先進科学プログラムの新入学生および在学生へのガイダンスを行っている。新入生ガイダンスでは、先進科学プログラムの理念、カリキュラムの特徴について説明した後、先進科学セミナーの内容と第 1 回目のセミナーについての打ち合わせ、英語カリキュラムと英語実力テストについての説明を行い、在学生との顔合わせの後、学内ツアーを行っている。学生は所属学部のガイダンス、履修上共通点が多い理学部物理学科のガイダンスにも出席する。

## 4. 厚生補導、学生生活相談

### 4.1 担任制度

先進科学プログラムの学生の履修指導にあたるため、先進科学教育センター専任教員、兼務教員の中から、各学年 1~2 名の担任を設けている。担任は履修計画作成の助言、履修上生じる緒問題解決のための相談、進路指導等に対応し、学修全体にわたる指導と相談相手になる。

### 4.2 物理学科と合同の研修旅行

理学部物理学科では新入生への導入科目である「現代物理学」の一環として国内研究施設等の見学を兼ねた 1 泊 2 日の合宿研修旅行を行っている。平成 10 年度以来、先進科学プログラムの学生も、この研修旅行に参加し、物理学科学生との交流の機会となっている。この研修旅行には先進科学プログラム 1 年生の担任も同行する。

#### 4.3 学生用自習室

先進科学プログラム所属学生の自習用の部屋が理学系総合研究棟2階に設けられている。自習室には1年～3年生用の机と複数台のパソコン、プリンタ等が設置されている。自習室は先進科学教育センターのセンター長室、事務室、専任教官の研究室と同じフロアにあり、教官と学生、事務と学生の連絡が取りやすくなっている。先進科学プログラムの4年生、物理学科学生もこの部屋に出入りし、相互のコミュニケーションに活用されている。

#### 4.4 教官と学生の懇談会

先進科学教育センターの専任教員、兼務教員と先進科学プログラムの学生の懇談の機会をセメスターに1回程度持っている。この懇談会では学生に先進科学プログラムへの意見などを自由に述べてもらい、教官との交流の場としている。音楽系のサークルに入っている学生による楽器演奏なども行われる。1年生の海外研修の後には、その成果を英語でスピーチしてもらうこともある。

#### 4.5 父母との面談

入学式等、両親が千葉大に来られる機会に担任、教務関連教官等との懇談の場を設け、先進科学プログラムの教育課程について説明し、理解を深めてもらうようにしている。後期に父母との面談を行った年度もある。

#### 4.6 保健管理センターとの連携

先進科学プログラムの学生への精神的なケアについては保健管理センター教官の助言を得つつ対応している。

### 5. 学科・研究室への配属

#### 5.1 学生の所属学部・学科

先進科学教育センターはセンター所属の学生を持つことができないため、先進科学プログラムの学生は理学部または工学部のいずれかに所属する。入学時の所属学部は学生の希望を考慮して決定している。平成10年度の入学生(現4年生)は工学部でのみ学生募集が行われたため3名とも工学部所属、3年生、2年生はそれぞれ2名が理学部、1名が工学部所属、1年生は3名とも理学部所属である。

すでに述べたように、先進科学プログラムの学生は所属学部にかかわらずに先進科学プログラムのカリキュラムにしたがって学修を進める。このため、所属学部の違いは履修登録表提出など事務手続きの窓口が異なる程度の差しかない。しかしながら、すべての学生は卒業までにはいずれかの学科に所属する必要があることから、先進科学プログラム学生の所属学科は3年次に進級する時点で決定することとしている。

所属学科は学生の希望を十分聴取し、先進科学教育センター教務委員会の審議を経た上

で、所属学部長、先進科学教育センター長及び当該学科長の協議により決定し、各学部教授会の承認を得る手続きになっている。理学部所属の学生の場合、理学部で先進科学プログラムの学生が所属できる学科は物理学科のみであることから、所属学科は物理学科となる。工学部所属の学生の場合は複数の学科の中から選択できる。平成13年度の3年次以上の学生の所属学科は以下の通りである。

4年生 工学部情報画像工学科1名、工学部物質工学科2名

3年生 理学部物理学科2名、工学部電子機械工学科1名

## 5.2 研究室配属と卒業研究

先進科学プログラムでは、平成10年度入学の学生に対しては3年次から研究室への仮配属を行った。その経験と教務関係ワーキンググループでの議論を通して、早期に研究室に配属することは学生の視野を狭め、将来研究者として成長するための教育効果が望めないとの結論に至り、3年次での研究室配属は大学院への飛び入学を希望する学生に限って行い、それ以外の学生は4年次に進級する際に卒業研究を行う研究室を選ぶこととした。

なお、卒業研究を行う研究室と各学生の所属学科とは必ずしも一致していない。平成13年度の4年生の卒業研究(平成10年度入学者用のカリキュラムでは発展研究)は、理学部物理学科中山研究室、理学部物理学科松元研究室、工学部物質工学科落合研究室で行われている。

卒業研究は所属研究室が属する学部・学科の学生とともに行う。卒業研究が開始されると先進科学プログラムの学生は自習室よりは所属研究室で過ごす時間が長くなり、研究室との結びつきの方が強くなってくる。

## 6. 早期卒業

以前より、一定の基準を満たす学生は千葉大学大学院自然科学研究科への学部3年終了時での飛び入学が可能となっていたが、その際には大学は中退しなければならなかった。平成12年度の学校教育法の改正にともない、3年以上の在学で例外的に早期卒業を認めることが可能になった。これにあわせて、平成12年度の教務委員会で資料1の「先進科学プログラムにおける早期卒業に関する申合せ」を作成し、運営委員会の審議を経て、平成13年度入学者から適用した。

## 7. 履修科目登録単位数の上限設定

早期卒業を認めるための条件としてセメスター(学期)あたりに履修登録することができる単位数に上限を設定することが必要とされた。これは、卒業に必要な単位を3年間で取得することを例外的にのみ可能にするための処置である。

履修科目登録単位数に上限を設けることは、様々な学問分野に興味を持ち、大学での講義

に期待して入学してくる学生の学習意欲を減退させる危険があり、慎重に適用する必要があった。また、物理学分野では個人の能力により、学習に必要な時間が極端に違うことから、一律に1単位について45時間の学修時間を要求して履修登録単位数に上限を設けることに意味はないとの議論もあった。

履修科目登録単位数の上限設定にあたっては、教務委員会において、必修科目、および推奨科目の履修セメスターと単位数を慎重に検討するとともに、オムニバスセミナーを選択科目として先進科学セミナーの単位数を1年次では8単位から6単位に、2年次では6単位から4単位に減らす等の変更により、1年次は学期あたり24単位、2年次、3年次は学期あたり22単位を上限とすることに決定した。また、成績優秀者はこの上限を越えて6単位まで履修登録できることとした。これにより成績優秀と認定されない限り、3年次までで取得可能な単位は136単位が上限となり、卒業要件の140単位を満たして早期卒業するためには成績優秀と認定されることが不可欠になった。

以上の議論を踏まえて教務委員会で資料2の「先進科学プログラムにおける履修科目登録単位数の上限に関する申合せ」を作成し、運営委員会の審議を経て、平成13年度入学者から適用した。なお、理学部物理学科においても履修科目登録単位数の上限設定が行われ、早期卒業が可能になった。

履修科目登録単位数の上限設定が行われたことにより、とりあえず履修登録をしておいて、その授業に出るかどうかは後で決定するといった履修方法がとれなくなり、学生が慎重に履修登録科目を選ぶようになった。登録単位数の上限を越えてどうしても履修したい科目がある場合には単位を取得しない聴講科目として受講している。

資料 1.: 先進科学プログラムにおける早期卒業に関する申合せ

(趣旨)

第 1 この申合せは、千葉大学理学部規程第12条の 2 第 2 項及び千葉大学工学部規程第12条の 2 第 2 項の規定に基づき、先進科学プログラムにおける早期卒業に関し、必要な事項を定める。

(早期卒業希望者の審査及び報告)

第 2 早期卒業希望者は、2 年次終了時に学年担任教員に申請を行う。

2 先進科学教育センター教務委員会（以下「センター教務委員会」という。）は、前項の早期卒業希望者について審査を行い、次に掲げる要件のすべてに該当する場合に限り、3 年次において 4 年次に履修指定された必修科目の履修を認める。

- 一 普遍教育科目のうち、卒業に必要な共通基礎科目の単位をすべて修得していること。
- 二 専門教育科目のうち、1・2 年次に履修指定された必修科目の単位をすべて修得していること。
- 三 前 2 号により修得すべき単位の 8 割以上が「優」の評語（不合格により再履修した結果、「優」の評語を得た授業科目を除く。）を得ていること。

3 センター教務委員会は、前項の審査結果を先進科学教育センター運営委員会（以下「センター運営委員会」という。）に報告する。

4 先進科学教育センター長は、第 2 項により 3 年次において 4 年次に履修指定された必修科目の履修を認められた者（以下「早期卒業適格者」という。）について、理学部長及び工学部長に報告する。

(早期卒業の要件)

第 3 早期卒業の要件は、次に掲げる要件のすべてを満たすこととする。

- 一 3 年以上在学すること。
- 二 先進科学プログラムの卒業要件を満たすこと。
- 三 第 4 に規定する成績優秀者と認定されること。
- 四 センター教務委員会が実施する試験に合格すること。

(成績優秀者の認定基準)

第 4 早期卒業における成績優秀者の認定基準は、卒業の要件として修得すべき単位の 8 割以上が「優」の評語（不合格により再履修した結果、「優」の評語を得た授業科目を除く。）を得たものとする。

(早期卒業の認定)

第5 早期卒業の認定は、3年次終了時又は4年次前期終了時にセンター教務委員会で審査し、その結果をセンター運営委員会で審議のうえ、所属学部の教授会の議を経て、学長が行う。

(認定単位の取扱い)

第6 千葉大学学則第28条から第30条の規定により、本学における授業科目の履修とみなし、認定された単位(以下「認定単位」という。)については、第2第2項第3号及び第4に規定する修得すべき単位から、それぞれ10単位を限度として除外することができる。ただし、学生の認定単位が10単位を超えている場合には、センター教務委員会でその取扱いを審議する。

(履修指導)

第7 学年担任教員は、センター教務委員会と連携のうえ、早期卒業適格者の履修指導に当たる。

(その他)

第8 早期卒業適格者については、所属学部長名の卒業見込証明書を発行することができる。

附 記

この申合せは、平成13年4月1日から実施し、平成13年度入学者から適用する。

資料2： 先進科学プログラムにおける履修科目登録単位数の上限に関する申合せ

(趣旨)

第1 この申合せは、千葉大学理学部規程第5条の3及び千葉大学工学部規程第5条の2第2項の規定に基づき、先進科学プログラムにおける履修科目登録単位数（以下「登録単位数」という。）の上限に関し、必要な事項を定める。

(対象授業科目)

第2 登録単位数に上限を設ける対象となる授業科目は、卒業要件単位数に組み込み得る授業科目（以下「卒業要件科目」という。）とする。

(上限単位数)

第3 登録単位数の上限は、次のとおりとする。ただし、通期開講科目の登録単位数は、その半数を学期に履修登録したものとみなす。

1 年次 学期当り 24単位

2 年次 学期当り 22単位

3 年次 学期当り 22単位

4 年次 学期当り 20単位

(成績優秀者の特例)

第4 成績優秀者は、第3に規定する上限を超えて卒業要件科目を履修登録することができる。  
2 前項により上限を超えて履修登録できる単位数は、次の学期において原則6単位までとする。

(成績優秀者の認定基準)

第5 成績優秀者の認定基準は、次に掲げる要件のすべてを満たすこととする。

- 一 履修登録が認められた単位数の限度まで卒業要件科目を履修登録していること。
- 二 履修登録した卒業要件科目の単位（前期においては通期開講科目の単位を除く。）をすべて修得し、かつ、その8割以上が「優」の評語であること。

(履修登録科目以外の単位)

第6 学生が履修登録した授業科目以外の授業科目を履修した場合においては、原則としてその単位の認定を行わない。

(履修指導)

第7 成績優秀者の卒業要件科目の履修登録については、学年担任教員が個別に指導する。  
2 成績優秀者以外の学生が、第3に規定する上限を超えて卒業要件科目を履修登録しようとした場合においては、学年担任教員が指導し、訂正させる。

附 記

この申合せは、平成13年4月1日から実施し、平成13年度入学者から適用する。

## 8. カリキュラムの改訂

平成 12 年度までの経験をふまえて、先進科学プログラムのカリキュラムは平成 13 年度入学生から大幅に改訂された。主な変更点は以下の通りである。

### 8.1 専門科目の開講科目の変更

平成 12 年度までの開講科目表では先進科学プログラムの個々の専門科目が、理学部、あるいは工学部で開講されているどの専門科目に対応しているかが明確でなく、シラバスにも授業内容が記載されていなかった。これは、工学部で開講されている専門科目を中心に履修する学生に柔軟に対応するための措置であった。平成 11 年度の教務委員会では理学部物理学科で開講されている基礎的科目を中心に履修する理学系コースと工学部で開講されている専門科目を中心に履修する工学系コースのふたつのコースを設けてはどうかといった点が議論されたが、先進科学プログラムでは将来、物理学に関連するどのような専門分野に進むにしろ必要となる物理学の基礎を身につけることを重視したカリキュラムを中心に据えるべきだという意見が強く、平成 12 年度に先進科学プログラムの将来構想を議論するために持たれた教育問題に関するワーキンググループでも基礎物理学中心のカリキュラムが支持された。

平成 13 年度のカリキュラムでは、履修科目登録単位数上限設定に関連して個々の専門科目の内容を明確にしてシラバスに記載する必要が生じた。そこで、先進科学プログラムの開講科目表に記載されている科目と理学部物理学科で開講されている専門科目が 1 対 1 に対応するように先進科学プログラムの専門科目の開講科目表を改訂した。

### 8.2 理学部物理学科のカリキュラム改革との連動

- 平成 13 年度には理学部物理学科のカリキュラムも大幅に改訂された。主な改正点は、(1) 演習を重視し、専門科目のうち力学、電磁気学、量子力学、統計物理学等の基礎的科目の講義を、それぞれの演習とセットにし、連続した時間に関講するようにしたこと、(2) 物理数学の講義および物理数学演習を充実し、1 年生前期から 2 年生前期まで 3 セメスターにわたって開講するようにしたこと、(3) 従来 2 年生で履修していた専門基礎科目の物理学基礎実験を 1 年生で履修するようにしたこと、(4) 物理化学 A, B を 1 年生の必修科目からはずし、選択必修科目としたこと、(5) 計算物理学を必修科目としたこと等である。

これらの改革の一部はすでに先進科学プログラムのカリキュラムで先取りしていたものである。この改訂にともない、上記(1)～(5)に対応して以下の変更を行った。(1) 専門選択科目「先進科学演習」を廃止し、それぞれの専門科目とペアになる演習科目とした、(2) 先進科学プログラムの専門基礎科目で 1 年次必修科目としていた「微分積分学演習 B」、「線形代数学演習 B」、2 年次必修科目としていた「物理数学 I」、「物理数学 I 演習」を「物理数学 I, II, III」および同演習でおきかえることにした、(3) 先進科学プログラムの学生のみ 1 年次に履修していた物理

学基礎実験 I,II を、物理学科の学生と同じクラスで1年次後期に履修することとした、(4) 選択必修科目としていた物理化学A, Bの履修推奨年次を2年次または3年次とした、(5) 計算物理学を必修科目に加えた。

これらの改訂の結果、先進科学プログラムと理学部物理学科のカリキュラムは先進科学セミナーと英語特別カリキュラムを除いてほぼ一致することになった。

### 8.3 先進科学セミナーとオムニバスセミナーの分離

これについては履修科目登録単位数上限の設定の項で説明した通りである。

### 8.4 専門科目「先進科学実験 III」の廃止

3年次に研究室に仮配属して行う「先進科学実験 III」6単位については、大学院への飛び入学を予定している学生を除いて3年次での仮配属を行わないこととしたため廃止した。

### 8.5 専門科目「卒業研究」の設置

4年次の選択科目「発展研究」8単位を廃止し、6単位の必修科目として「卒業研究」を設置した。早期卒業を目指す学生は、この「卒業研究」を3年次で履修する。

## 9. 学生の履修状況

表5に平成13年度の各学生の時間割を示す。1年生A, Bは前期において成績優秀者と認定され、後期には30単位までの履修登録が認められた。1年生Cは10月1日から休学中である。2年生Cは1年次において2年次指定科目の単位をかなり修得しており、3年次指定科目の一部を履修中である。3年生A, Bは理学部物理学科に所属している。3年生Cは工学部電子機械工学科に所属し、工学系の専門科目を中心に履修している。4年生A, Cはそれぞれ工学部物質工学科、工学部情報画像工学科に所属しているが、先進科学教育センターの兼務教員である理学部物理学科教官の研究室に所属して卒業研究(発展研究)を行っている。4年生Bは工学部物質工学科所属で物質工学科において卒業研究を行っている。

表 5 : 学生の平成 13 年度履修状況

1 年生 A

前期

	1 限	2 限	3 限	4 限	5 限	6 限
月		現代物理学	情報処理	物理数学 A	物数演習 A	
火	物理学 BI 力学	物理学演習 BI	先進セ IB			
水	バトミントン	英語 IR	先進セ IA			
木	英語 II L&S	微積分学 B		科学技術の 発達と現代 社会	文系セミ ナー	
金		CALL 英語	線形代数 B		オムニバス セミナー	

23 単位

後期

	1 限	2 限	3 限	4 限	5 限	6 限
月	物理学 CI 電磁気	物理学演習 CI	先進セ IB	サッカー		
火	物理学 BII 力学	物理学演習 BII	物理実験 化学実験	物理実験 化学実験	物理実験 化学実験	
水	物数演習 B	英語 IR	物理数学 B			
木	英語 II L&S	微積分学 B	先進セ IA	外国文学 4	文系セミ ナー	
金	スポーツに 学ぶ人間	CALL 英語	線形代数 B	心理学実験	オムニバス セミナー	

29 単位

1年生 B

前期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月		現代物理学	情報処理	物理数学 A	物数演習 A	
火	物理学 BI 力学	物理学演習 BI	先進セ IB			
水		英語 IR	先進セ IA	からだと動き	ラテン語 1	
木	英語 II L&S	微積分学 B		科学技術の発達と現代社会	文系セミナー	
金		CALL 英語	線形代数 B		オムニバスセミナー	

24 単位

後期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	物理学 CI 電磁気	物理学演習 CI	先進セ IB		科学社会学	
火	物理学 BII 力学	物理学演習 BII	物理実験 化学実験	物理実験 化学実験	物理実験 化学実験	
水	物数演習 B	英語 IR	物理数学 B	卓球		
木	英語 II L&S	微積分学 B	先進セ IA	哲学 B	文系セミナー	
金		CALL 英語	線形代数 B	生命科学 IE	オムニバスセミナー	

29 単位

1年生 C : 休学中

2年生 A

前期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月		自然史	力学演習 I	先進セ IIB	論理学 A	
火	生命科学 IB	計算物理学	力学 I	複素解析	上級英語	
水	位相数学 I	物理数学 B	先進セ IIA	上級英語	日本史概論	
木						
金	電磁気 I	電磁気演 I		経済原論 I	先進セ IIC	

+ 生物学基礎実験 V

後期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月		統計学 A	力学演習 II		先進セ IIA	
火	宗教学 B	先進セ IIA	力学 II	フーリエ	上級英語	
水		社会思想史 B		物理学 DI 熱統計	物理学演習 DI	
木	物理学 EI 量 子力学	物理学演習 EI	先進セ IIB			
金	電磁気 II	電磁気演 II	日本史概説 B		先進セ IIC	

+ 地球物質学特論 II

2年生 B

前期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月			力学演習 I	先進セ IIB		
火		計算物理学	力学 I	複素解析	上級英語	
水	TV 英語	物理数学 B	先進セ IIA			
木	流体力学弾 性論	流体力学弾 性論				
金	電磁気 I	電磁気演 I			先進セ IIC	

後期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月		数学展望	力学演習 II		先進セ IIA	偏微分方 程式
火		先進セ IIA	力学 II	フーリエ	上級英語	
水	TV 英語		歴史学 G	物理学 DI 熱統計	物理学演習 DI	
木	物理学 EI	物理学演習 EI 量力	先進セ IIB			
金	電磁気 II	電磁気演習 II			先進セ IIC	

2年生 C

前期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	統計物理 I	統計学 A	力学演習 I	先進セ IIB		
火	放射線物理 I	計算物理学	力学 I	経済学 A1	統計物理学 演習 I	
水		物理数学 B	先進セ IIA	上級英語		
木	流体力学弾 性論	流体力学弾 性論				
金	電磁気 I	電磁気演 I	量子力学 A	量力演習 I	先進セ IIC	

後期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	統計物理 II	数学展望	力学演習 II	電気回路	先進セ IIA	
火		先進セ IIA	力学 II	フーリエ	統計物理演 習 II	
水		ことば A		上級英語		
木	物理学 EI 量 子力学	製品デザイ ン	先進セ IIB			
金	電磁気 II	電磁気演 II		数学の展開	先進セ IIC	

+ 計算物理学実習 2

3年生 A

前期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	統計物理 I		素粒子 A		先進セ IIIA	
火		環境経済学		計算物理学 演習 I	統計物理学 演習 I	
水		先進セ IIIA		先進セ IIIB		
木	流体力学弾 性論	流体力学弾 性論	物理実験	物理実験	物理実験	
金		中国語 3	量子力学 A	量力演習 I	物性 II	

後期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	統計物理 II	量力演習 II	素粒子 B			先進セ IIIA
火				先進セ IIIB	統計物理学 演習 II	
水			原子核	宇宙物理		
木			物理実験	物理実験	物理実験	
金		中国語 4	量子力学 B		物性 III	

3年生 B

前期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	統計物理 I		素粒子 A		先進セ IIIA	
火	放射線物理 I			計算物理学 演習 I	統計物理学 演習 I	
水		先進セ IIIA		先進セ IIIB		
木			物理実験	物理実験	物理実験	
金		量力特論	量力 A	量力演習 I	物性 II	

+ 基礎物理特論 II、基礎物理特別講義、先進科学実験 III

後期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	統計物理 II	量力演習 II	素粒子 B			先進セ IIIA
火				先進セ IIIB	統計物理学 演習 II	
水			原子核	宇宙物理		
木			物理実験	物理実験	物理実験	
金		中国語 4	量子力学 B		物性 III	

+ 基礎物理特論 II、基礎物理特別講義、計算物理実習 II、先進科学実験 III

3年生 C

前期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	数値計算理 論	量子力学 I	解析力学 I	基礎電子回 路	基礎制御理 論	
火		電磁波工学				
水	機械物理計 測		確率システ ム	先進セ IIIB		
木	製図	製図	実験	実験	実験	
金	波動振動	エネルギー 論		情報理論	エネルギー 変換	

後期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	電子計測	量子力学 II	電磁力学	電気法規	電力システ ム	
火		発電工学				
水		集積回路			高電圧工学	
木		最適化理論	実験	実験	実験	
金	ソフトウェア					

4年生 A

前期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月			量子化学			
火			統計物理学 III		上級英語	
水						
木						
金		量子特論				

+ 発展研究、先進七 IV

後期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月						
火					上級英語	
水						
木						
金						

+ 発展研究、先進七 IV

4年生 B

前期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月					固体物性 I	
火	物理学演習 CII		統計力学			
水		環境科学				
木		無機化学				
金		物理学 BI 力学				

+ 発展研究、先進七 IV

後期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月	デバイス物性					
火	物理学演習 BII 力学		微分方程式			
水						
木		量子力学演習				
金						

+ 発展研究、先進七 IV

4年生C

前期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月						
火				情報理論	オートマトン	
水		歴史学A		ジェンダーA		
木					ソフトウェア開発	
金		量子力学特論	情報基礎英語	上級英語		

+ 発展研究、先進セIV

後期

	1限	2限	3限	4限	5限	6限
月		英語II L&S	算法設計		ジェンダーと社会b	
火					プログラム言語	
水		ジェンダーと社会c	現代社会とジェンダー			
木	ジェンダーと社会a					
金				上級英語		

## 10. 学生の進路

先進科学プログラムは平成13年度に最初の卒業生を送り出す。平成13年度の4年生のうち2名は、千葉大学大学院自然科学研究科理化学専攻に合格し、それぞれ、計算物理学分野、物性理論分野で研究を行う。4年生のうち残りの1名については大学院合格を果たせなかったため、来年度、再挑戦する予定である。

3年生のうち理学部物理学科に所属する1名は千葉大学大学院自然科学研究科理化学専攻の入学試験に合格しており、4年次指定科目を除く卒業要件単位を優秀な成績で満たすことができれば大学院に飛び入学することができる。この学生は素粒子分野の研究者になることを志望しており、米国大学の大学院も受験する予定である。米国大学院に合格した場合には、平成14年度秋から渡米することになる。

3年生で理学部物理学科所属のもう1名の学生も大学院に進学して研究者になることを希望している。実験分野に興味がある様子である。工学部電子機械工学科所属の3年生は現在のところ就職を希望している。

2年生はいずれも大学院に進学して研究者になることを目指しており、うち1名は米国の大学院への進学を希望している。

## 11. 先進科学プログラムの効果、達成度

平成10年度入学の先進科学プログラム第1期生の学生の中の2名は1年次での成績は理学部物理学科の学生と比較して中位以下であったが、2年次、3年次では上位の成績をおさめ、大学院の物理学分野の専攻に優秀な成績で合格した。高校3年をスキップして入学したことによる学力上の遅れを1年次の間にとりもどし、2年以後は順調に学力を伸ばしているといえる。個人指導に重点を置いた先進科学のプログラムが、この2名については成果をあげたとみなすことができるだろう。他の1名は物理学の成績を十分伸ばすことはできなかったが、工学部物質工学科において熱心に卒業研究に取り組んでいる。

平成11年度入学の3名のうち2名は入学時から物理学科の学生の中でもトップクラスの成績であり、他の1名についても上位の成績であった。この3名はその成績を維持し、うち1名は大学院への飛び入学試験を受験して合格した。また、当初から電子工学に関心のあった工学部所属の学生は、物理学を中心とする先進科学プログラムのカリキュラムには適応できない部分があったが、電子工学分野の専門科目では優秀な成績をおさめ、大学院への飛び入学の資格を満たすまでに成長した。

平成12年度入学者3名のうちの1名は入学時から物理学科の中でトップクラスの成績だったが、残り2名は1年前期の成績はそれほど優秀ではなかった。しかしながら、第1期生の場合と同様に1年後期から次第に成績を伸ばしており、2年次前期には上位の成績をおさめるようになってきた。

平成13年度入学者3名のうち2名は1年前期において成績優秀者と認定され、物理学科の学生と比較してもトップクラスの成績である。他の1名は残念ながら後期から休学している。

以上のように、先進科学プログラムの学生には、(1)入学時には物理学科の学生と比較して中位以下の成績であるが、その後、順調に成績を伸ばし、トップクラスになるタイプ、(2)入学当初からトップクラスの成績を維持するタイプ、(3)物理学を中心とするカリキュラムには適応できないが、他の分野で能力を発揮するタイプがある。(2)のタイプは、東大に多くの学生を入学させている高校出身者に多く、大学院への飛び入学、外国大学院への早期進学等を希望している。(1)のタイプは先進科学プログラムによる教育効果が最も顕著に見られる。当初、成績が中位以下であるのは大学受験による訓練を経していないこと、問題を早く解くことよりは、より原理的なことに興味があり、深く考えるタイプであることなどによる。このタイプは学年が進むにしたがって(2)のタイプの学生に追いついていき、セミナー等をリードする学生に成長していく。(1)タイプの学生は研究者として将来有望かもしれない。(3)のタイプは、現在の先進科学プログラムのカリキュラムでは十分に対応することができない。工科系カリキュラム、物理化学系カリキュラムなど、複線型のカリキュラムで対応していく必要があると思われ、今後の検討課題である。

最後に、先進科学プログラムの英語特別カリキュラムの効果についても触れておきたい。1年次の夏季海外研修等を通して、先進科学プログラムの学生は英語を聞き、話すことに親しみ、また、気軽に海外に出かけていくようになる。夏休みに海外でホームステイをしたり、進学希望先の大学院を訪問したりしている学生も多い。当初、英語に嫌悪感をいだいていた学生でも夏季研修後の報告会では英語でスピーチをして驚かされることがある。専任教員のうちの1名が外国人であり、その講義・セミナーが英語で行われることも効果をあげている。4年生になっても外国語センターで開講されている上級クラスの英語の講義を自主的に受講するなど、英語能力向上への努力を続ける学生がいることも心強い。

## (2)平成13年度の活動の総括

### 1. 13年度先進科学セミナー

平成13年度は、1年生物理セミナーとして、先進科学プログラム1年生3名に対し、力学のセミナーを行った。セミナーに要した時間数は、第1セメスターにおいて週1回90分×15回である。

#### <基本方針>

力学は物理系の学科に入学してきた大学初年時の学生にとって最も重要な科目の1つである。現状の高校での物理カリキュラムによれば、古典力学のほとんどは高校2年次までに扱い、やや発展的な話題については3年生で学ぶようである。よく言われることであるが、大学での力学の扱いは、高校でのそれと比べると、微分積分が最前面にでてくる点の特徴であろう。それは、ある者にとっては「学問」の雰囲気と難解さ故の魅力を与えてくれる喜ばしい要因となるが、ある者にとっては違和感としてのみ残り、今後の大学での物理全般に対して、興味を失

わせる原因ともなりうるものである。そういった意味で、初年時の力学は今後の分水嶺ともなりかねないものであるだけに、その指導は慎重を期すべきである、という点については論を待たないであろう。ここで長期的な視点に立ってみると、力学を記述する言語であるベクトルや微分方程式に精通し、解法の訓練を重ねることのみを目的とするのでは、先進科学プログラムの理念からは離れたものになってしまうだろう。つまり、力学の学習を通じてもっと重要なものを習得してもらいたい。ここでは、その重要なものを次のように設定してみた。

(1) 本を読んで理解するということはどのような作業をいうのだろうか。

(2) そもそも「わかった」とはどのような状況を指すのだろうか。

この2点を身につけなければいつまでたっても、勉強が「教えてもらうこと」になってしまう。これらの長期的な展望にたち、あえて本セミナーでは「力学」のみを主目標とはせず、それを手段として用いることを意識した。

#### <セミナーの内容と留意点>

セミナーの形式には、宿題問題演習形式、輪講形式など様々ある。先進科学プログラムでは、そのときの学生の気質やレベルなどによって、最も適当と思われる形式を適宜選択してきた。今年度の1年生物理セミナー(前半)では、講義形式をとった。これは次の理由による。

(1) 1年次先進科学プログラムの時間割は非常に密度の濃いものになっている。(2) 例年の1年生の様子から特に4月、5月時点においては生活習慣を確立することは困難なようである。そのような時期には、全般的に消化不良になりやすい。

(3) 通学に長時間を要する学生が多く、問題演習形式、輪講形式は負担感が多くなると予想される。

講義を行う際には「キーポイントシリーズ力学:吉田春夫著(岩波書店)」(以下<吉田>として引用)を参考にし、学生にも精読するように求めた。これは、物理学科の力学を扱う講義で指定された文献がいわゆる「正当派」のガッチリしたものであったので、これとは相補的になることをねらったことによる。範囲としては質点の物理に限って使用した。また、<吉田>の導入部分は極めて丁寧であり、高校3年次をスキップしたことによるギャップがある場合でも、十分に補完してあまりある内容になっている。

実際の講義に際して留意した点を列挙すると、

(1) 教科書の行間を徹底的に埋めること、特に「つまり」や「従って」がなぜ「つまり」や「従って」なのかについての説明を行うこと。(とはいっても<吉田>には、いわゆる『跳び』はほとんどないのだが)

(2) 式変形を省略しないこと。

(3) 自由に議論できる雰囲気を保つこと。

については主目標にあげた「本を読む」とはどのようなことを指すのかの手本

(反手本?)になるべく、ほとんど「揚げ足をとっている」という程度に言葉を補った。

(2)に関しては、高校3年次をスキップしているという点から本プログラム入学時点において、若干の計算訓練の不足は否めない。そこで、教科書においては記載されていない途中計算の過程も省略せずに説明に含めた(とはいっても〈吉田〉の式変形は極めて丁寧であるが)。

(3)これは本プログラムにおいて最も重要なものである。講義形式ではあるが、決して学生が受け身になることのないよう、積極的に発言する機会を持つようにしそこにいる全員で議論する形になることもしばしばであった。また、少なくとも1コマに1度、直前に黒板で計算した事柄を学生諸君自身に計算してもらうということを行った。数式運用能力を高めるにあたっては、単に頭の中で理解したと思っても実際やってみようと思えないのが通常だからである。学生諸君がうまく計算できない場合、その学生に自分の計算を黒板に書いてもらい、全員でどこに問題があるのか議論し、なぜそうするとうまくいかないのかについても意見をぶつけ合った。さらに節目節目では「力学」の理解の確認ができるよう適当な演習問題を課し、その解法や答えの意味することも議論しあった。

#### <学生の到達度>

学生の達成度は通常入学の物理学科1年生と比べても最上位の部類に入るであろう。セミナー開始直後はいろいろととまどいを見せていたものの、新しい事柄に対する吸収の良さは目を見張るものがある。もう1つ特筆すべき点とし、好奇心の高さが挙げられる。悪くいえば背伸びをしているだけにとられるおそれもあるが、物理に向かう気持ちを持ち続けることが今後の順調な成長にとって最も重要ではないだろうか。いくら才能に恵まれても気持ちが向かなければ何も進まない。

#### <最後に>

力学を学ぶ際にそのほとんどの時間が2階の微分方程式の解法に費やされる。学生諸君にとってはその労の多さ故、解が求まった際にその吟味にまで気が回らないことが多い。本セミナーで、運動方程式を書くことが力学での最初の物理であり、得られた解を解釈することがまた物理の始まりであることを強調した。その解の形は何を意味するのかそうなる理由は問題設定のどこにあるのか、その結果を得るためには直感的にどのように考えればよいのか等々。そして、その結果(Z)を得るためにどのような仮定・条件をおき、どこ(A)から出発してA→B→C→…→Zとどのような中間点を經由してきたのか。このような「補完作業」が物事を理解することであり、それ自身が論理的な思考であるということを体にしみつけてもらえるよう努めた。さらに、「わかった」には終わりはなく、次の疑問の出発点に他ならないことも。

#### 2. 13年度3年生物理数学セミナー(通年)

平成13年度の3年生向け物理数学セミナーは、前半を先進科学プログラム学生3名に後半を同2名に対して行った。後半において1名の学生が参加していないことについては、当該学生

が工学的な分野に極めて強い関心を示し、数学的訓練の重要性を認識しながら工学系科目との時間的兼ね合いからこのようなこととなった。この決定に関しては当該学生の担任である工藤教務副委員長との相談によるものである。なお、当該学生に対しては、本セミナーと内容的には異なるセミナーが工藤教授によって開講された。

#### <基本方針>

3年生物理数学セミナーでは電磁気学、統計力学、量子力学などに登場した個別の数的道具を体系立てて整理し、理論・実験を問わず今後の基本となる計算技術の習得をめざす。これにより、数式運用技術を高め、文献にあらわれる数式表現理解へのバリアを低くすることが可能になるはずである。計算技術の習得を目指すという性格上、宿題問題演習形式とした。これは、3年次においては、各学生とも生活のペース配分をそれぞれつかんでおり、また学生実験での負担は大きいものの、1年次に比べると時間割には比較的余裕があるので、宿題形式にすることも過剰な負担にはならないであろうと判断したことによる。また、教科書、問題集は特に指定せず、担当者が収集・自作した本セミナー用の問題冊子を使用し、必要に応じて適宜参考文献を紹介した。

今日、物理数学の名を冠する著書はあまた出版されており、それらの守備範囲は極めて広い。多くの分野を1冊に納める必要性と「厚い本は売れない」という制限から、自ずと各項目で扱われる内容は希薄になり、いくつかの名著と呼ばれるものを除けば、天下り的な記述によるハンドブック的な性格のものも散見される。そういった著書の影響か、学生諸君の中には「物理数学：公式を羅列し、単にそこに代入すればよい」という印象を持っているものも少なくない。実際そのようにして答えを得ることはできるが、その公式の「使用上の注意」には全く注意が払えない。従って、使えない場所に使って妙な答えを引っ張り出し、どこがいけないのかわからない(もともとそれが妙だとわかる学生すら多くはないが)。こういったことをさけるために、一度はきちんと理解する必要がある。

一方、物理にあらわれる興味深い現象は、数式においては特異点である場合も少なくない。従ってそういった「妙」な点での扱いを正確にするためには、ハンドブックを眺めるような学習の仕方では不十分である。そこで本セミナーではいわゆるリテラシー的な扱いになることを避け「物理数学」で取り上げられる内容のうちから少数の項目に絞りそれらを徹底的に反復練習することとした。

扱う内容は次のものとした：複素関数論、直交多項式、特殊関、グリーン関数

これらは物理系学科に属する3年生が学ぶ題材としては標準的であろう。

#### <セミナーの内容>

複素関数論(前半):

2年次の選択科目として既習ではあるが、その内容は必ずしも十分とはいえ複素関数論を学ぶ上での大目標ともいえる、留数定理を用いた積分計算などは極めて初歩的な段階でとど

まっているようであった。そこで定評ある参考書、問題集にあらわれるほとんどすべての積分を網羅した問題集を作成し、それをマスターしてもらうことを目標の1つとした。中でも分岐点を回る積分や、やや特殊な経路を用いる代表的な積分についてはそのような経路をとるとなぜ積分がうまくいくのか、といった点にも言及しながら学習を進めてもらった。また、関連項目として、鞍点法、フロベニウスの方、漸近展開なども扱い学部・大学院で学ぶ範囲の物理、工学においてどのように活用されているかにも言及した。

直交多項式、特殊関数、グリーン関数(後半):

これらの項目は、主に電磁気学でのポテンシャル問題、量子力学におけるいくつかのシュレディンガー方程式の解として導入されている。しかしながら、通常の講義での扱いは、「※※方程式の解は〇〇で与えられます」といった導入の仕方であって、数学的な背景での言及は行われていない。そこで、本セミナーでは個別に導入された項目間を統一的な視点から理解するように努めた。特に、正規直交系の理解は極めて重要である。

また、角運動量や昇降演算子の議論も天下一の的に与えるのではなく、数学的な背景を理解してもらえよう配慮した。グリーン関数について、電磁気学のポテンシャル問題、量子力学での散乱問題で導入されているようである。本セミナーにおいてはいくつかの典型的な境界値問題と散乱問題における極の扱いに重点を置いた。

<セミナーの実際と学生の到達度>

あらかじめ宿題として指定された問題を解いてきた学生諸君に黒板で解答を紹介してもらい、それをたたき台にして参加者全員で議論する。各学生とも、問題を解かずにくることがなく、また同様の問題を探してその解答を写してくる、といったこともせず、皆独自性にあふれる解答を披露してくれる。その結果、思わぬ発見があったりこちらが想定していた以上に面倒な計算が必要になって答えが正しくない場合はその修正に若干の時間がかかる場合もあるが、学生の方法を尊重してその方針で正解を全員で導く。別解を提案できる場合はそれも紹介し、各自の「引き出し」を増やしてもらう。得られた結果に物理的な肉付けをすることも怠らないよう努めた。本セミナーを見る限り学生の数式運用能力は標準以上であると言える。また何よりも重要なことは、「何か役に立つから」という理由ではなく純粋に数学に対する十分な興味もあり難解さで定評がある著書にも積極的に取り組もうとするなど十分な学習意欲を見せている。

<最後に>

数物系の学科に属する学生に必要なことは、いわゆる「手に職」ではない。確かに超短期的にみればある特定の技術や知識を習得すれば、極めて限られた範囲における即戦力になることはできよう。しかし、今後急速に進歩発展していく世の中において先端分野で貢献できる能力はそのようなものではない。なぜなら、そこにあらわれる問題は、現在我々からみれば「予想だにできなかった未踏の問題」であるはずだからである。そこでは、論理的・数理科学的な思考

能力を武器とする人材のみが活躍できると信じる。これらの能力を高めるには、流行の「何か」を手短かに教授してもらおうのではなく、地道ではあるが、優秀な先人が残した遺産を自らの血肉とすべく努力するしかない。そこでは「〇〇は※※に役立つから」という動機は不純である。「〇〇が※※に役立つ」ということだけでは、過去の遺産の枠を逸脱する可能性を含んでいないからである。

### (3) 先進科学学生の日常生活

現在、先進科学プログラムに所属する学生は各学年3名の計12名である。このうち、卒業研究室配属されている4年生を除く9名には、学生用居室が利用できるようになっており、各自が専用の机と椅子を持つ。またパーソナルコンピュータ数台とプリンターなども同室において利用できるようになっており、電子メールやインターネットが活用できる。学生の中には自分のノートパソコンを持ち込んで利用しているものもある。また、先進科学教育センターの専任教官3名の居室は同じ階のすぐ近傍にある。

学生は通常は講義・演習、実験などに出席しているのでこの部屋に姿を現すのは原則としてわずかな空き時間と昼休み、そして授業終了後である。この部屋の運営は基本的に学生の自主性にまかされている。この部屋の利用時間に関しては、学生の生活パターンによって2分されるようである。まず、授業終了後居室に姿を見せるものの、電子メール等のチェックが終了すれば特に用事がない限り、部活動やサークル活動に参加したり、あるいはそのまま帰宅するタイプ。もう1つは、夜遅くまで滞在し、さながらそこで生活しているようなタイプ。こうしたパターンは下宿生活をしているかしていないか、あるいは通学時間はどの程度といったこととも関係しているだろう。学生間の関係は良好である。これは異なる生活パターンに属する学生にとっても全く同様であり、お互いに密な友人関係を保っている。

このような居室を準備することにおいて、もっとも効果的であると考えられるのが、同学年のみならず、学年間の壁が全くなくなるということである。彼等は学年の区別なくお互い気軽に自分の興味を持っていることを口にし、それに関して議論しあい、興味が一致すれば自主的に輪講なども始めている。また、例えばパーソナルコンピュータの使用に関して、不得手とする人を得意とする人が親切に教える、といったような相互に刺激を与えあえる状況も実現している。さらに、理学部物理学科に属する学生も気軽に来室し、お互いの議論の場を設け相互研鑽に励んでいる。この点は特に、先進科学学生諸君と通常入学学生諸君の関係が極めて良好であることを物語っている。

以上は、学生間に生じる利点であるが、教官側からしても学生に目が届きやすいという利を生じる点で、このような居室があることは望ましい。学生諸君には、通常の講義・演習、あるいは先進科学セミナーに全力を挙げてもらおうよう指導しているが、「学ぶこと＝教わること」ではない、ということも併せて指導している。その点、難解さを魅力としてとらえるという共通点をもつ先進学生は次の例にみられるように積極的である。

教官は、(ほぼ)毎日居室に赴き、そこにいる学生に気軽に質問をする。「今、どんなこと勉強しているの?」「最近、どんなことが解った?」「何か、腑に落ちないところない?」特に物理や数学に関係のないことも聞く。「アルバイトは慣れた?」「最近、運動不足でしょ」こういった問いかけをすると、学生はとにかく良く喋る。多くの場合学生の返事は「※※がわからない」「※※に興味がある」「最近※※という本を読んでいる」というタイプであり、時には内心「身の程を知れ」と思うようなこともなきにしもあらずである。彼等の返答に対して教官が手取り足取りになることはほとんどない。「その本はまだ難しすぎるから、来年の楽しみにとっておいて、その分野の本なら、〇〇を読んでみたらどう?」「※※を勉強するには、〇〇を先に勉強した方がいいよ」「その問題は××の問題とも関係がありそうだね」「〇〇くんもその本読みたいって言ってたから、二人で輪講してみたら?」こういった会話はその場限りで終わっては意味をなさないもので、しばらくしたらまた同じようなことを質問し、勉強したということについては説明を求める。場合によってはとんでもなく誤解していることもあるので、教官の判断で「これははずれすぎだ」と思えば、元の道に戻れるように指導し、ちゃんと理解しているようであれば、それを指摘した上で、さらなる興味を増すよう刺激を与える。先進の教官は、こういった意味で、スキー場の防護ネットのような存在であればよいのではないだろうか。

しかし、このような居室運営に問題がないわけでもない。居室の風景は、さながら「子供部屋」のようであり、個々人の気質に従って、散らかしている人もいる。教官が整理整頓、掃除・ゴミ捨てをすることも少なくないことを付記しておく。

#### (4) 研究配属生を受け持つての先進科学学生への感想と課題

##### 1. 4年生の研究室配属生を受け持つて

理学部 理論系

当研究室は理論系であるため、先進の学生は研究室において週1回、固体物理のセミナーを行うと共に大学院生のゼミにも参加している。また研究室では、机やコンピュータ類を利用し、運動や合宿などの研究室行事にも積極的に参加している。さて、先進の学生といっても受け入れたのは未だ1名であり、本人の個性に依存する点が極めて大きいので一概にこうだと感想は言えないが、彼に関し日頃から接して次のような点に特色があると思われる。

##### (1) 積極性:

例えば、ゼミや平時において、わからないことがあれば何に臆することもなく先輩や教員に質問を積極的に行う。また知りたいことには文献を推薦してもらうなどして実に良く本を読む。このような習慣が身に付いている理由の一つには、早期から少人数で教員などと接触している事があるかもしれない。一方、クラブの部長を務めたり研究室の日常の行事に積極的に関わり強い責任感やリーダー的な資質を示している面も多く見受けられる。

## (2) 旺盛な好奇心:

日頃から折に触れて話をしていると、当研究室で行っている物性研究に関するだけでなく、素粒子や生物など幅広い自然科学に興味を持っていることがわかる。千葉大学という制限された環境の中では幅広い視点を持つことにしばしば限界があるが、これは、オムニバスセミナーや文系セミナーを余分に受講していたためかも知れない。こうした幅広い視点は彼の場合には勉学に余裕を持たせるなどプラスに大きく作用している。

## (3) 熟慮性:

知識より思考を重視し、物事を客観的に深いところから考えようとする姿勢が身に付いている。議論を行っていても、その論理的な組立を理解するまでは自分の中では安易に妥協しないようである。大学における先進の教育はこうした姿勢に若干は寄与しているであろうが、彼の場合にはそれ以前にその大きな割合が形成されていたのではないかと思われる。

最後に、一般の学生に対してタイトな1, 2年次の先進の教育は、彼の場合、集中的に物事を学ぶ時期・機会を作る、広い視野を持たせると言う面でプラスに働いた部分もあろうが、物事を反復してゆっくりと考えるという機会を失っていたのかも知れない。実際、現在時間に拘束されずに自分のペースで勉学することを楽しんでいるようである。

## 2. 研究室配属生について

工学部 実験系

A君は、現3年次学生ではあるが、入学以来、工学:特に電気工学を「専念して」勉学することを強く希望している学生である。また、出身は高等専門学校からの入学生で、入学当初はやや英語や基礎物理に苦手意識があるものの、実験面や興味のある授業科目(電磁気など)において抜群のセンスを兼ね備えた学生であった。そのため、本人と担任(工藤一浩)および関係教官と相談し、独自のセミナーも設定し指導を進めた結果、本人もそれなりに充実した勉学が進められているようである。また、セミナーや講義を担当した工学部の各教官からも、勉学意欲も旺盛で質疑等で見られる彼の資質を高く評価している。ただ、一部の先進担当教官により、当初話し合った中になかった授業もやや強制的に受講させられたことに関してやや不満をもっており、先進科学プログラムで個人に適した教育をより自由に受講できることを望んでいる。また、3年次の学科振り分けの時点でも、工学部電子機械工学科への転科を希望するということもあった。一方、3年前期終了時の取得単位数、成績も電子機械工学科のトップクラスであり、4年次では電気系の研究室にて卒業研究を進めたい希望を持っている。

以上の点から、今後個人の自由な勉学意欲と先進科学プログラムのカリキュラムについて、より柔軟な対応策をとる体制について検討する必要があると考えられる。また、工学部の高等専門学校からの編入学生によく見られる例であるが、卒業研究、大学院において研究に即した勉学を進める過程で急に苦手意識のあった英語や基礎学力面も急進するケースが多いため、A君には大学院進学を勧めている。しかしながら、本人は早く社会にでて、本人の実力を試し

たいとの意向も強いいため、本人の意欲の芽を摘まない指導を続けていく予定である。

### 3. 10年度入学1期生の3、4年次における学習経過について

先進科学課程1期生3名は、2年次から3年次に進学する際、物質工学科が2名、情報画像工学科に1名という希望であることがわかったが、実質的な研究室配属とし、3名のうちのS君は工学部物質工学科の量子輸送材料研究室を希望しているということであった。平成11年度2年次終了時における彼の成績は、理学部物理学科2年生の平均と比べて少し下位の成績であったが、今後物質工学の専門科目を中心に勉強を進めて行く上では、問題が無いことが認められ、この時点で、工学部にて引き続き頑張ってもらうことが本人に指導された。ところが、3年次は、この学科の主要な専門教育科目が物理と化学であったため、化学系の必修科目の取得が危ぶまれた。しかし、結果的には2つほどの専門必修がうまくいかなかったが、残り大半は無事取得した。また、3年次の配属後から始まる、研究室セミナーでは中心となって質問や発表を行い、彼の積極的な学習意欲には感心させられた。したがって、4年次でも残りの専門必修を再度チャレンジすることになったが、取得が無理であっても読み替え可能な専門単位をすでに取得していることから、4年次への進学について問題はないことが判明し、卒業研究に従事するよう指導された。

4年次の現在は、同研究室で酸化亜鉛単結晶のデバイス応用のための光学および伝導基礎特性を評価する研究を行っており、彼が入試面接の際希望した光の実験を、正にフェムト秒分光器を用いて実施するというめぐり合わせになり、ワイドギャップ半導体への応用基礎となる卒業研究に日々まい進している。毎週のセミナーでは、Physical Reviewを始めとする最新の酸化亜鉛デバイス評価研究に関する欧文誌を読んできて発表することにも取り組んでおり、順調に卒業研究は進んでいる。彼は自分で納得しないとなかなか先に進まない堅実な性格であり、研究者を目指す者としての素養がみうけられる。また、修士コースに進学の希望があり、卒業研究を行っている研究室に進学を希望して入学試験を受けた結果、残念ながら所属研究室の同級生の受験生とともに希望のかなえられなかったひとりになってしまった。しかし、卒業研究には大いに興味を持ったようで、卒業後もこの研究室に研究生として残り、再度来年受験に望む覚悟のようである。以上、S君は誠に性格が明朗で研究室の先輩、同輩、後輩ともに親しく付き合い、かつ受験時のような状況にひるむことなく、先進課程1期生としての自覚を持って勉学に勤しんでいる。

#### (5) 理工系以外の科目の教育上の問題点と提案

先進科学プログラムにおいては、理工系科目以外に、1年生に対しての文系セミナーを開講している。このセミナーでは、いわゆる文系学部にも所属する教官が、各自の特色を生かした授業を行っている。担当教官は現在4名で、文学部3名、法経学部1名となっている。文学部

からは土屋俊教授の「議論の方法」、加藤隆助教授の「小説を読む」、岡ノ谷一夫助教授の「文章を書く」、法経学部からは嶋津格教授の「民法を楽しもう」の4テーマを、それぞれ約2ヶ月ずつ、週に1度の割合で講義している。

文系セミナーの趣旨は、専門的な知識を身につけさせることにはなく、各教官が得意な分野をネタにして先進科学の1年生たちと語りあう時間をもつことにある。各教官とも実際に学生と連れだって演奏会を聞きにいたり美術展を見にいたりすることもある。要は、数理科学とは別の頭の使い方をさせることにより、先進科学の学生に幅のある研究者として育つための基礎を与えたいのである。これらのセミナーにより、研究者として意見を発表する際の手腕を身につけ、専門家以外にも通じる話のできる研究者に育ってもらうことを期待している。

当初は、先進科学の学生はその他の授業を消化するのにてんてこまいで、文系セミナーなど時間の無駄と思うのではないかと危惧したが、幸い、これまで担当した学生は皆、文系セミナーを軽んじる様子はなく、この授業時間を楽しみにしてくれているようであった。学問の中には、割り切れない、理解しきれない、説明しきれない分野があることを、先進の学生たちは感じる余地があるようであった。これまでの先進の入試が、単なる物理秀才を集めているわけではないことがわかるし、入学してきた学生たちも自分たちが単なる理系オタクでないことにプライドを持っているようである。一般的な大学入試をバイパスしてきたことで、本格的に文化系科目を楽しむ余裕が生じてきている。

先進科学プログラムのような試みが一般化されたとき、現在のレベルを維持した文系セミナーが運営できるであろうか。私はむしろ、現在のレベルが維持できないようであれば、飛び入学させる意義は少ないと考える。高度な専門教育を受ける下地をもった人間は、本質的にジェネラリストであるはずだ。そのような学生は、専門の知識を増進することと同様に、他の学問分野への興味を持つものである。したがって、そのような学生をどう選別していくか、学生の期待にどう応えていくべきか、が問題となろう。

現在、我々のセミナーは「文系セミナー」の名称で運営されているが、私はさらに芸術科目をも含めた「リベラルアーツ」セミナーとして運営して行きたいと考える。現在では、4人の教官の個人的判断で芸術に触れる機会をもうけているが、これを組織的に行う必要がある。優れた物理学者で芸術を解さなかった者はいない。芸術への嗜好など、講義で与えるものではないという考えもあろう。しかし、現在の日本の青少年の環境においては、古典的な芸術に自然に触れることのできる機会ほとんどない。ほとんどない以上、リベラルアーツ教育がこれを補う必要がある。大学における教養教育は、その意義が疑問視された結果として、制度としては崩壊した。大衆化した大学教育での一般教養は崩壊したが、高度な専門教育を前提とした課程においては、よく計画されたリベラルアーツ教育が必要である。私はあえてこれを一般教養と翻訳すべきでないと考ええる。

まとめると、先進科学プログラムのような高度な専門教育をめざす課程においてこそ、上質なリベラルアーツ教育が必要である。一般の大学入試をバイパスすることで、彼らにはリベラルアーツを単なる文系の勉強とは捉えない余裕を持つことが可能になっている。専門教育にか

ける時間がいかに切迫しようと、リベラルアーツにかかる時間を削減すべきではない。専門家になるべき学生は、このことを理解している。

## (6) 先進科学教育センターにおける学生教育についての所感

### 外国人教官によるセミナー

私が1999年後期から所属している千葉大学先進科学教育センター(CFS)における教育課程についての私の感想をまとめます。

#### 1. 教育課程について

先進科学プログラムやそれと似たカリキュラム(例えば、私が1964年～1967年まで学生として在籍していたモスクワ国立大学のPMS)の最大の特徴は、受け入れられる学生がその地域で特に優秀であるということです。彼らは通常の高校教育課程で要求されるカリキュラムより多くのことを分かっていたり、知りたいと望んでいる学生たちです。全ての物理や数学の教師が、彼らの質問にいつも答えられるわけではありません。そのため、彼らはかなりの自信を持って入学してきます。

しかし、合格した段階で、学生たちは同等の能力を持っています。一方では、興味の対象が近いことにより、お互いにコミュニケーションを取ることに楽しみを見出します。学生たちは自分たちを、ある種の同好会のような集まりに感じ、ごく早い段階で友達関係を築きます。他方で、今までであったことのないくらいの非常に大きなことを要求されます。通常の学校で今までやってきた課題より、はるかに多い量でまた難しいことを学びます。そのような教育レベルの急激な変化により、全ての学生ではなくても落ち込む学生がいます。私自身もPMSでの最初の数ヶ月間は挫折しそうになったことを覚えています。私の同級生も同じような問題を抱えていました。学生がそのような最初の障壁を乗り越える手助けをすることは必要です。

このとき重要なのは、暖かな人間の形成と教師と学生間の有効な関係の形成です。私が常に関心のある対象は、教育課程の中で活発な学生を育てることです。一年生の授業で、私は毎回「わからないことがあれば、隠さずにすぐに質問するように」と繰り返しています。また、問題があれば授業外にでも質問に来て良いと言っています。先進科学プログラムの学生数が少ないため、授業はセミナーのようになります。そのため、私は授業中幾度か学生の理解を見る質問をします。新しい概念に慣れるのには時間がかかるため理解することは難しいのですが、一年生にはそれで落ち込むことはないと言っています。

これらのことは、全て上手くいっています。学生たちは、望ましい傾向で早い成長をしているようです。緊張が解け遠慮をしないようになってきました。授業中、本当にたくさんの質問を投げかけてきます。私の間違いもすぐに訂正します。彼らは、私が比較的難しいことを自問していたのと同じ(とても重要な)質問を投げかけてくることがあります。一度、本当に嬉しいことがあ

りました。解析力学の授業での学生の質問に対する解答を「説明が簡単すぎて満足できない」と言われたのです。私は、拡張した完全な解答を示さなければなりません。このことは有効に築かれた関係を示すのに良い証拠となりました。

この関係は更なる協力の過程で強くなっていきました。2年目の最初の授業の時、学生たちは私を、自分たちで学んだロシア語「Zdravstvuite!(はじめまして!)」で迎えてくれたのです。私は驚き、深く感動しました。先進科学の2年生との間には、全くコミュニケーションの問題を感じません。最初の障壁は全てクリアされ、学生たちはまた自信を持つようになりました。ごく自然な雰囲気です。授業やセミナーは行われています。先進の学生たちは、人柄も良く頭も良いので、教育することを嬉しく思います。彼らは良く勉強しています。学習室で夜遅くまで勉強しているところを頻繁に見ます。

先進科学の学生は、上に挙げた PMS の学生と少し違った状況にあります。先進科学の学生の人数(現在のところ各学年3人です)はPMSの学生数(だいたい20人)よりもかなり少人数です。一方では、人数が少ないことで一人ひとりに注意を払うことができます。しかし、これは弱点になり問題を起すこともあります。私は、学生同士で影響を与え合うことは、教育課程の上で重要だと思っています。学生たちがホワイトボードの近くで議論し良い影響を与えると考えます。人数が増えることで小さな世界が広げられ多様化します。このことは、特に2年生の、教育課程においてもよりよい影響を与えます。重要なのは、2年生までに、学生たちの個人個人の能力に顕著な違いが現れることです。先進科学の学生たちは皆高い能力を持っているのですが、彼らの中でも他より早く進む人もいます。もし、学生数が増えれば、授業やセミナーの「適切なレベル」がより掴み易くなります。同時に、この学生数(5~8人)は穏当なもので、授業中全ての学生に注意を向けることができます。これは、先進科学の学生の一部のための「個人計画」と呼ばれる、別の高度な教育形式と結びつけることができます。例えば、私が1967年~1973年まで学んだモスクワでは、最上位の学生に対するそのような個人教育の様々な形式をもっていました。一般的には、そのような学生は、学生自身の選択によりコースで規定されている全ての授業には出ずに、そのいくつかだけを履修すればよいようになっていました。しかし、彼らは、試験と同様に与えられた課題を解き、先生との定期的な対話で能力や課題の理解度を説明する義務を課されました。私は、この制度を導入することで、現在の先進科学の学生にも、もっと早く進みたいと刺激があればもっと前進できる人がいると感じます。事実、現在の非常に高度な先進科学課程を既に超えた課題を学んでいる学生もいるのです。彼らは、本当に良く勉強する学生です。先進科学の学生数が増えれば、他学年との交流もより活発になるでしょう。そのような交流は、下級生にとっても上級生にとっても非常に有益です(特に、上級生にとっては最初の「教育の経験」となります)。

## 2. 世界的水準から見た先進の学生

次の重要な点は、先進科学の学生の外国語(英語)学習に対する前向きな姿勢です。科学者同士のコミュニケーションにおいて、英語は国際語と認識されていますが、その英語をマス

ターすることの重要性は先進科学プログラムにおいて常に強調されてきました。残念なことに、日本人学生の平均的な英語のレベルは到底満足いくものではありません。先進科学が語学教育の充実を最優先課題に挙げた理由はここにあります。夏のアメリカ研修によって学生たちはまた新たな刺激を受けます。その結果、先進科学の学生たちは英語能力の急速な進歩を見せるのです。最初の1年が過ぎた段階で既に、彼らの英語でコミュニケーションをする能力は、他の大学生に比べて極めて高いものになります。恐らく、この夏の研修は続けられることになるでしょう。外国人の教授による通常の授業や、セミナーに用いる英語のテキストによって、学生たちは科学英語のレベルを必然的に向上させることになります。これは将来、海外の大学での研究や国際会議、さまざまな国の人とのコミュニケーション、そして世界のトップレベルの研究機関や大学で更なる教育を受ける可能性に向けての足がかりとなります。

後者は、現実になりつつあります。先進科学の学生の一人は、アメリカのトップレベルの大学院を受験することを決めました。先進科学課程を終了した後、彼は、進学した大学で最もできる学生の一人となるでしょう。

Prof. V.I.Yudson

#### (7) 先進科学プログラム学生の人間的成長

先進科学教育センターでは物理学に的を絞って、その能力を早く開花させ、人間的な魅力を徐々に身につけてもらおうと考えてきた。しかし、実際の先進科学プログラム学生は、入学試験への応募時点から通常入試で大学に入る学生とは異なっている。何故なら、高校2年修了で大学を受験するという極めて異例な事にチャレンジするために、自分自身、家族、友人、高校等の様々のレベルで、自分を明確にしなければならない。この状況は現在の日本では相当に特異なものであり、誰もがチャレンジし、克服しうるものではない。従って、先進科学プログラム入学者は、最初から自己を明確に捉えている傾向がある。このために自己と周囲との関係をあまり曖昧にせず、周囲をみている。従って大変鋭敏に周囲からの必要な作用を選択的に吸収する能力を備え、かつ自分を表現しようとする。またこのような若者が一定程度集まると、お互いの影響力は強く、若者達の成長を促進する。このような訳で先進科学プログラムの学生達は、私の想像以上に人間的な面での成長を遂げつつあるように思われる。

人間的成長を助けるものとして、別のところで触れている海外研修がある。また先進科学プログラム固有のカリキュラムの先進科学セミナーで人文・社会科学系教員と密接に議論する機会を設けている。更に、定期的ではないが先進科学プログラム教育に携わる教員と学生との懇談会もセットされている。これらが有効に作用していると考えられるが、現在のところ明確ではない。しかし、上記の懇談会で学生達が積極的に話すことからみて、学生達が前向きで、自分を広い意味で伸ばそうとしているとみてとれる。

先進科学プログラムでは、学生達になるべくサークル活動あるいは部活動等に加わることを

薦めている。これも広角度の視点を得ると同時に、幅広く良き友を若いうちから見出し、人間形成に役立てて欲しいからである。このような、観点から先進科学プログラム学生に、勉学以外の活動状況についてのアンケート結果(回収率=0.8)を纏めたものが、次頁の表である。これによると、サークルと部活動をしている学生は二人にすぎないが、音楽あるいはその他の地域の活動に参加している学生は多い。また、講演会への参加も積極的に行なっているようであり、かつ、夏休みなどにも家庭教師以外のアルバイトを通して広い体験をしているようである。

また通常入試で入学した理学部物理学科の学生とも友人関係を保っている場合が多く、少なくとも普通の大学生の成長レベルは保証される。しかし、定量的評価はできないが、通常入試合格者よりも勉学を離れた面での成長も著しいと思っている。特に専門領域以外の成長については外からみるだけでは困難であるので、更に継続的なウォッチングが必要ではある。

もし、成長が著しいことが正しいとすると、先進科学プログラム固有の原因は、

- ① より若い年齢で良き科学者に日常的コンタクトをしていること
- ② 特徴ある友人との相互作用
- ③ 海外研修

にあるかと推定する。特に①が重要と考えている。ただし、この点は誤解を避けねばならないが、教員が細かく面倒をみすぎているということではない。10名程の教員が学生の名前を知っていて、学生達に声をかけているという意味である。弱いが強いの支えが、学生達のモチベーションを高め、人としての成長も助けている可能性がある。

表: 先進科学プログラム学生の勉学活動以外の活動状況

部活動	バドミントン
サークル活動	ギター部
地域活動	市民ネットワーク・福岡ネットワーク・堂本あき子と県政ウォッチングの会・すばるの会・Civic Action 千葉・風詠人等

#### (8) 先進科学の学生と物理学科学生との関係

飛び入学の学生の受け入れの際に極めて大きく問題視されたことは、一般入学の学生に対する差別化である。確かに、特別カリキュラム、個人指導体制、経費丸抱えの海外研修など、一般の学生には最初の段階では参加できない教育体制が謳われており、特別教育の色彩が濃かったことは事実である。特に初年度は、マスコミからの取材や自習用の部屋など他の学生から見ても目立つ点があり、反感を買ったことも事実である。この体制の一部は、カリキュラムの一般学生へ開放、海外研修の全学的システムの検討と言った形で徐々に緩和される方向に

向かっている。

特に前者に関しては、我々は当初から、一般学生に対しても少人数のセミナーの一部を開放し、先進の存在が一般学生への刺激となることも期待した。これは初年度の後半から試みられた。この成果は目覚しく、学生側から自習室としての教室の利用や教官にセミナーの開催を依頼するなどの自主性を引き出した。このことによって、特別教育が差別というよりも教育の多様性として一般学生たちに受け取られるようにしたため、先進の学生たちは総じて一般学生の中で孤立化することなく日々の生活ではうまく溶け合っているように見受けられる。

今後も様々な形態で努力していくことが必要だと思われる。しかしながら、残念ながら現在においてはこれら学生たちの自主性の芽は放っておいて育つ類のものではないと思われる。教官側の継続的、ボランティア的な努力が必要であることも事実である。

#### (9) 飛び入学学生の大学院進学

元気で優秀な学生を千葉大学に集めて千葉大学を活性化させようというのが、飛び入学導入の最大の動機であった。受験勉強を経て日本人の頭に染み付いた日本の大学の序列は現実を突いている正しい側面を持っているが、日本の教育や研究の将来の点から見て、足かせ手かせになっていることも多い。こういう中でよい学生を集めて、千葉大学を活性化する試みをするにはどうすればよいか、思えば難しいことをはじめたものである。現在飛び入学で入ってくる学生をみれば、千葉大学で望み得る最良に質の良い学生たちがきてくれていると自信を持って言える。質が良いとは、気もよければ勉学の達成度も高いという多面的な視点で言っている。今後もこのような良い学生が来るのを望めるであろうか。現在の飛び入学での入学者がどのような意識で入ってきたかを分析すれば、この設問の解答の参考になると思われる。

現在の学生の大部分は大学院進学を視野に入れた飛び入学者である。一部はアメリカを含めた外国の大学院への進学を視野に入れている。英語漬けの一年生夏のアメリカ滞在などは、その意味で魅力的なものであろう。おそらく我々の飛び入学が大学院進学において、千葉大学大学院に限らずにどこに出る行くのも自由であると謳っているところに彼らは共鳴したのであろう。この意味で、これからも先進科学セミナーを中心としたカリキュラムを重視し、大学院進学を自由を謳っていくことが賢明な策である。思うに、高校以下の教育のゆがみや受験競争の解決を目指して、大学の序列化をなくそうという意見は正しいであろう。しかし、私立中学の入学を含め子供を持つ現実の世の中の親たちは、書生論では動かない。現在の飛び入学者の親たちは、千葉大学に子供を送り込むことに対して相当の抵抗があったはずである。今後彼らを安心の境地で千葉大学へ子どもを送り込ませるのは、ただ一つ、千葉の飛び入学に入ると得をすと思わせることである。受験競争に打ち勝って東大に入って、大学院に入って、という進路より、受験勉強しないで高校2年で千葉大先進科学コースにはいり、MITの大学院(もちろん千葉大学でもよい)に進学してPHDをとって…というコースが現実に見えるようにしたいといけな。厳に戒めることは、千葉大学に囲い込むことである。飛び入学が始まる時点で、

「千葉大学の人たちは青い稲田を刈って…」との批判が多く寄せられた。囲い込みをやって、論文つくりの片腕を担わせてということを目指していると思われたらしいのだが、どこを読んでも大学院は世界のどこにでもいけるようにしようというのが最初からのうたい文句であったはずである。今はどこの大学の物理学科を問わず、学生を自前の大学院につなぎとめるのに躍起だが、先進科学コースは当初の精神を貫くべきである。そのことが長続きの唯一の道であると信じている。

現在の学生の3分の1は高校3年生になって、受験勉強をもう一年やるのを我慢できなかった学生である。特に私立高校は2年生で受験勉強は一応終え、3年生になると大学受験合格を目指した教育に入る。微分や積分を高校の物理の教育で使わないのは、文部科学省の方針である。普通の大学の物理入試で微分積分を使わない(千葉大学飛び入学試験では出題される)のには私は賛成であるが、高校生に微分積分を使った物理がないのは正しいとは思わない。指導要領の改訂で、徐々に教育内容が下がってきて、余裕の授業で先生たちは生徒の個性に応じて高いレベルを教えれば良いなどという意見を聞くが、私立高校3年生の物理の授業にそのような余裕はないのである。少し高いレベルの物理を垣間見た学生が、そのような1年をスキップして大学に入りたいと思うのは当然ではないだろうか。早く本物を学ぼうと思えば、千葉大学にくる以外手段がなかったのである。

飛び入学も解禁になり、高校2年生からの入学を許可する大学も千葉大学以外に出てくることが予想されるが、普通の受験勉強を経て入ってくる高校2年生は3年間の受験勉強分を2年のうちにこなす必要があるのだから、辛い受験を突破しなければならない。そういう有能な2年生はもちろん大勢いるであろうが、千葉大学飛び入試はそういう方式ではなく、受験勉強は程々で大学に入学できるという現在のシステムを維持すべきであろう。一部の飛び入学生が、「名を捨てて実をとったのだ」と千葉大入学を語っていたが、受験勉強での勝った負けた等という17才や18才のころの競争は潔く思っていないのだと、頼もしく思いたい。勝負は一生かけてやるものである。

#### (10) 海外研修のねらいと実績

千葉大学先進科学プログラムでは物理学の専門家としてのリーダーを育てることを目的としている。当然ながら学術専門分野のリーダーは人間的にも公正でありつつ、世界に出てもその能力と人柄が理解されなければならない。世界は文化的多様性に満ちつつも、人間性としては極めて共通性が高いことを深く理解していなければならない。語学のハンディを持たないだけでなく、海外の文化に広い興味を持ち、多くの海外に友を得ようとする気持ちを自然と身につけていて欲しい。英語の必要性を説かなくても、当然のこととして英語を学ぶ姿勢が生まれるようにしたい。更に科学の成果は人類全体の共通財産であり、かつ科学は人類の余裕で賄われている。科学は楽しいものではあるが、間接的にはあるが社会に支えられていることを、十分に認識してもらうには海外での生活体験が効果的であろう。そのような考えの中から

海外研修が実施されている。

幸い千葉大学外国語センター中里知恵子教授のお骨折りで、平成10年度以来、カリフォルニア州立サンノゼ大学コミュニケーション研究学部と提携して、3週間から4週間の教育プログラムに、先進科学プログラムの1年次学生が参加している。サンノゼ大学側の受入れとしては、Jeahne 学部長とプログラム担当の Von Till 教授が継続的に先進科学プログラム学生の教育指導に加わっている。サンノゼ大学側は、学部全体として先進科学プログラムに対応しており、研修時にはほぼ全員の専任教員の紹介、大学の説明がなされている。更に、サンノゼ大学の新生歓迎会にも招待され、大学全体としても先進科学プログラム学生を支援してくれている姿勢を示してくれている。また寄宿舎には先進科学プログラム学生はアメリカ人学生に同室になるよう配慮されており、本先進科学教育センターの目的達成によく合致している。サンノゼ大学から提供されている平成13年の教育プログラムは以下のとおりである。

表：平成13年度 時間割

曜日・時間	講師名	講座名
月・水・金 9:00～	Prof. Webb	Critical Decision Making
火・木 13:30～	Prof. Von Till	Public Speaking for Non-Native Speakers
月・水・金 11:00～	Prof. Becker	General Physics

学生 A      火・木      17:30～      Modern Astronomy  
                  月            13:30～      Astronomy Lab  
                  月・水      17:30～      Vector Calculus

学生 B      月・水・金      8:30～      Mathematics for General Education  
                  月・水            13:30～      History of Mathematics

ここで、講義の基本ユニットは45分であり、多くのものは休憩をはさんで90分の講義である。また、上記の枠内に記載されている内容は基本カリキュラムであり、これに学生の希望によって選択できる科目からなるカリキュラムとなっている。学生 A と B として示してあるものが、本年に各学生が選択した科目である。

海外研修教育プログラムについて、サンノゼ大学側の教員の評価は、平均的にみて先進科学プログラム学生の発話訓練と語彙の不足が指摘されている。しかし、その進歩の速さは大変優れているとの評価を受けている。また、先進科学プログラム学生達がサンノゼ大学に深く受

け入れられていることは、1年次の研修以外にも、学生達が独自にサンノゼ大学を訪れることから理解できる。例えば、平成12年には3名が、平成13年には1名が、自分たちでVon Till教授と連絡を取りつつ、サンノゼ大学に英語と物理を学びに出かけている。

更に平成13年9月のアメリカニューヨークで発生したニューヨークの悲劇の時に、海外研修生2名と独自の目的で参加していた4年生1名が、サンノゼに滞在していた。この時のサンノゼ大学側の対応は極めて好意に満ちたものであり、非常時にはVon Till教授宅とJeahne学部長宅等へ、学生達を避難させるように手配してくれた。これらの対応は、サンノゼ大学がいかにか先進科学プログラム学生の教育に心から取り組んでいることを示している。先進科学教育センターとしてはこのうえないパートナーを得て、今後の教育にも大いなる希望をみている。

平成10年度から12年度までは、サンノゼ大学で3週間の研修の後に、Applied Materials Japan社の計らいで、サンノゼのApplied Materials社の研究所で1週間の研修が組まれていた。これは物理学の応用が活発になされているサンノゼの現場を学生達に体験してもらい、基礎科学と技術の在り方についての視点を持ってもらおうという目的であった。Applied Materials Japan社は、経済的支援とプログラム全体への上記のようなソフト面の支援をしてくれている。これは大変に大きな価値である。しかし、英語研修を強化するには4週間コースが必要との3年間の実績と総括から、サンノゼのApplied Materials社での1週間研修は中止した。しかし、Applied Materials Japan社は、本海外研修の重要性に鑑み、平成13年度についても経済的支援を維持してくれている。

また、上記の海外研修には約1週間のみ外国語センター、先進科学教育センターあるいは工学部から教員が1名参加している。全期間参加しないのは先述の教育目的のためである。学生達が海外研修によって成長したか否かであるが、平均的には相当に得たものが多い。先にも述べたが海外研修経験者9名のうち4名が再度サンノゼ大学を訪れている。これは英語に対する親近感をまずと同時に、人間としてサンノゼ大学の人々に魅力を持っていることの証拠であり、語学の向上のみならず人としての成長に必須のことである。先進科学プログラムの学生は全般的に、語学に限らず専門科目等についても良い成績を残しており、自由に議論に加わることの重要性も学び、日々成長している。これらの素晴らしい成長のきっかけの相当大きな部分に、海外研修があると思える。

### 3. 先進科学プログラムと飛び入学・早期高等教育推進上の課題

#### (1) 先進科学プログラムの早期高等教育について

##### 1. 先進科学プログラムの目指すところ

学生の教育は物理学科を中心に行う。特に、1, 2年生は物理学科の学生と同じカリキュラムであるといっても過言ではない。先進科学セミナーと一般の学生に比べてやや重い英語教育がそれに加わる。3, 4年から所属を決める。所属は理学部物理学科か工学部のどこかの学

科というのがこれまでの例である。工学部に所属しても、ほとんど物理学科の授業を受けている学生の例もある。物理学科で達成度の高い成績を取れば、先進科学課程の所定の卒業要件はマスターできるし、工学部のある学科の卒業要件をマスターできれば先進科学プログラムの卒業要件は満たされる。

先進科学プログラムは物理学の研究者への道を念頭においてスタートしたコースであり、目指すところは、

1. 世界のどこの大学院に入学しても研究していける、物理学の基礎的能力を養う
2. 個人の能力を見極め、それに合った適切な道をたどらせる
3. 物理以外のことを含めた、バランスの取れた人間的な成長を図る

そして、世界レベルの魅力あるリーダーに育っていけば、という点に尽きる。

研究者としての能力は、人の論文を読める能力、自分で質の良い論文を書ける能力に尽きるが、数理的、論理的な力以外に、論理や、アイデアの飛躍、人並み外れた知的な粘り、逆に方向転換の読みの冴え、そういったものを支える積み重ね、努力へのひたむきさ、美しさへの憧れ、などが養われなくてはならない。このようなことは、どこの物理学科でも意図していることであろう。またどのようにすれば、このような能力が養えるのかは解答のない永遠の課題でもあろう。個人の能力がどう花開いて、その中で大学で受ける教育の果たす役割がどの程度あるかは、学生一人一人が千差万別といえる。大学や先進科学課程や物理学科が開花を保証してくれているわけではなく、結局は学生が接する大学の教官やカリキュラムとの相性がどうだったかということで、大学の果たす役割が決まるのであろう。才能の開花には、親や社会や周りの友人たちとの相性も問題になるであろう。場合によっては、相性が悪いことが将来プラスに働いていることもあるかもしれない。飛び入学スタート直後は「これからは千葉からノーベル賞が…」と揶揄されたが、教育学部を作れば教育がよくなるといった、質の高い研究と教育がどのようにして保証されるかを無視した短絡的な考えからの発言である。

大学は勉学の機会と場を与えて、学生一人ずつの発達を期待するより仕方がないシステムなのである。どうしたらよい研究者が育つかなどの答えは学生一人一人に対して千差万別で、たとえある学生に対する正解を知っていても、教師がはたから教え込めはしないものであろう。結局のところ、教育とは多様な意味で良い環境を与え、学生がそこから何物か生きる力を掴んでいくより他に方法がない世界である。そこで教官が果たせる役割は、実は大したことではない。教官の背中や日常を見せ、そこから学んでもらうより仕方がない。先進科学プログラムもこの枠内から逃れるものではない。

## 2. 先進科学セミナー

先進科学プログラムの教育は物理学科の教育に負っているところが大きいですが、その特徴は個人個人の能力の尊重にあるであろう。そのためのカリキュラムが先進科学セミナーである。

先進科学セミナーは

- a. 高校3年生をスキップした欠点を補足する

- b. 文科系のセミナーも実施し、多面的な豊かさを養う
- c. 大学入学後数年間の間、一人々の学生の勉学面の立ち上がり具合に注意をはらいスタートを切らせる
- d. 学生の能力に応じた進路を自由に裁量して進ませる
- e. 一般学生の中からも、このセミナーに学生をひき入れて物理学科・工学部のレベルアップにつなげる

等の項目をうたっている。これらのことを意識しながら、1年生では週3時間の、物理・物理数学・文系の3つの先進科学セミナーが通年で走る。2年、3年では文系のセミナーを除いた二つ先進科学セミナーが走る。4年生になると、研究室に所属した研究がスタートする。

以下 a~e の諸点について述べる。

- a. 高校3年生をスキップした欠点を補足する

この視点は、飛び入学スタート時には意識していなかった。しかし最初の入学生が秋になって惑星の運動を力学の授業で学ぶ頃になり、その中の一人が楕円の方程式を知らないことが判明し愕然とした。先進科学プログラムの入学試験には数学が課されない。しかし 数学が課されてもこのようなことは万全にチェックされるわけではない。入学後課程の履修に問題のある学生が最近話題になるが、入試は完璧でないのである。

その翌年から入学後半年の物理数学の先進科学セミナーでは、全国の入試問題の中から難題を毎週の宿題として出し、ノートを提出させ、添削して返却している。担当教官の労力の負担は莫大であるが、これを実施して判明したことは、受験勉強の美德の一つは、努力することの貴重さを学ぶことにあるということであった。毎回得点をつけて返却しているが、答案の体裁など、あまり改良を見せない頑固者が時々いる。何度注意しても、sin だか cos だか書いた字の区別がつかない学生がいるのである。これは大学入試の模擬試験をくぐって痛い目に遇っていれば、学ぶことがあるはずである。こういうことを学んだからといって、研究者の本当の能力とはひよっとすると関係がないかもしれないと思い、ぐっと我慢をする。手取り足取りして出来るようになって、お先はそれほど洋々たるとはいえないであろうから…。放りっ放しで学生の立ち上がるのを待つのも教育である。受験ノート添削はその立ち上がるチャンスを提供しているつもりであるのだが…。

英語も時々お粗末な学生がいる。1年の夏アメリカで1ヶ月暮らすので、その生活を楽しくする上で必要であるとか、論文は英語で読み書きするのだとかと言ってもなかなか頑固で立ち上がってこない。語学の先生たちは「語学が出来る学生は、努力の尊さを知っている学生です」とよく語学弁護をする。英語は物理の前に来るものではないことは重々承知しながらも、英語好きになってくれないかとこちらが思う学生が時々いる。まあ、それを補って余りある理科系のエネルギーがあるから許せるのであるが、恐らくこのような欠点は理科系の知識への彼らの好奇心と裏腹の関係にあり、受験勉強の長所と短所なのである。

b. 文科系のセミナーも実施し、多面的な豊かさを養う

1年生の1年間は週1時間の文系の先進科学セミナーというのがある。このセミナーはいろいろな教官と接して多用な教養を身につけてほしいという願いを込めているセミナーで、高校3年生の社会科など補足の意味をも含めている。文学部・法学部の数名の教官が担当し、法律的なこと、音楽や文学のこと、ディベートのやり方まで習う。具体的な歴史の年代を記憶したりするセミナーではないが、文科系の教官と接する良い機会では学生は楽しんでいるようである。担当教官の評判は「元気の良いエネルギーあふれる学生が多い」とか「考え方が自由でユニークである」とか評判が良い。

c. 大学入学後数年間の一人々の学生の勉学面の立ち上がり具合に注意をはらって、スタートを切らせること

d. 学生の能力に応じた進路を自由に裁量して進ませること

大学院にでも入れれば、学生は放っておいても自分で道を切り開けなければ研究者としての見通しは暗いであろう。一人で自由にやれるかどうかは、基礎になる知識をどのくらい物にしているかで決まるように思う。先進科学セミナーが1, 2年生を対象にウエイトを置いているのはその思いを込めてある。「ちょっとした手ほどきを手厚くしてもらっていたら」と後になって自分が学生時代に受けた教育を思う研究者は少なくないであろう。先進科学セミナーはそのちょっとした手厚さのつもりである。このセミナーがあつての先進科学プログラムであると学生には好評であるが、3, 4年生になって己が向き向き自分で進むことが出来るために準備しているといつて聞かせている。このような中から、学生のなかで自然に自前のセミナーが立ち上がって、自家発電が始まるのが教官の喜びである。

1, 2年を例に取れば、先進科学セミナーではランダウの「力学」や「場の古典論」をテキストに授業を英語でやった年もあるし、佐竹一郎の「線形代数」を春休み中に一人の1年生学生を相手にやったこともある。一年から量子力学をと希望してくる学生がいるが、まだそれはしたことがない。個性に応じた教育を謳いながらも、出来るだけその学年の学生は一緒にセミナーをと心がけている。これは、教育の効率のこともあるのだが、仲間意識や、助け合うことを学ぶことも大切である。場合によっては、土曜日の午前中に力学の特訓教室を開いたこともある。このように学生は幸せでも、教官はそうでもない。自家発電が起こったら、うれしい悲鳴であるが、教官は対応しきれないかもしれない。

e. 一般学生の中からもこのセミナーに学生をひき入れて物理学科、工学部のレベルアップにつなげること

毎年数名の物理学科の学生が、飛び入学の学生と一緒に先進科学セミナーに参加している。他の授業との関係で、初めは大勢いるのだがやがて少なくなるが、ついて来る学生の質の高さは飛び入学の学生に劣らない。セミナーについてくるエネルギーをそぎ取るような受験勉

強ではあってはならないし、学部の授業もまたしかりである。おかげで物理学科のクラス全体が活発になったと聞くのはうれしいことである。

## (2) 先進科学プログラムの教育上からみた克服すべき課題

最上級生が4年生になった今、これからの先進科学課程にとって課題を見直す時期でもある。はじめた当初の目論見はうまくいっているか、どのような点で改善の余地を残しているかを考えたい。

結局のところ、「良い研究者になるための良い環境を与えていたか」という問題に尽きる。良い環境とは、良いカリキュラムや良い教室や良い授業といったハードの面もあるが、むしろ大切なことは、学生たちが接している教官が日常どのような研究活動を展開しているか、彼らの目にとってまぶしい存在に映っているかということ、さらに、彼らを取り巻く友人や先輩たちの世界がどれほど刺激的で、あとで振り返り「あの時代は得ることが多かった」と思える環境だったかということではなからうか。

カリキュラムの整備や飛び入学の学生の達成度は、確かにこの4年間ずいぶん進み、本年度の大学院の入試を見ても、最上位の成績を収めていて満足すべき点は多い。しかし、進取の気性にとんだ若々しさを持ち続けているか、千葉に飛んできた彼らのエネルギーを入学後も飛躍させてきたかは必ずしも満足できる状態とは思えない。

、教官が担いできた先進の教育負担は、決して軽くはない。少し、カリキュラムを豊かにしようと思えば、教官の手が足りない。良い一般学生の中に入れて、刺激を与えることなどまだまだ不十分である。

1. 飛び入学の学生同志の内部のセミナー等を喚起して、相互に学んでいく環境を整備していきたい。4年生が1年生を相手のセミナーに付き合うような雰囲気が出来るとすばらしい。また、自主的なセミナーに対する教官の参加の要請があれば、出来るだけそれに応えるべきであり、場合によってはいくつかの大学の教官とも提携する必要があるであろう。非常勤講師の枠をもらったりすると、面倒なことを学内の諸委員会を通して解決しなければならなくなる。どんどん草の根的に外と話をつけて行くことが必要である。
2. 4年生になると集中講義的な授業も入れていく必要があり、物理学科と提携して行うべきである。教官の個人的な興味というより基礎的な学習が出来るような集中講義であることが望ましく、学内および学外の教官と提携して進めていく必要がある。
3. 外国人教官による数ヶ月の滞在による集中的な講義も走るようにしなければならない。これからは大学全体としての教官の質と量の手薄さを補っていくシステムを作っていくことが先進科学の将来構想の重大な課題の一つである。こうすれば国際的な感覚が学生に身についていくであろう。又 同じようにして、先進科学コースに賛同し経済的な支援を惜しまない企業とも研究者の交換教授等を通して、学生の視野を社会や世界とつなげていかなければ

ならない。

4. 先進科学の学生の数を今の倍程度には増やしたい。数の多さは必ずや物理学科の活性化につながる。ある意味では、教官の教育負担増につながるかもしれないが、学生相互の刺激や切磋琢磨は学生数を増やすこと以外には望めない。戦後まもなく、物理学復興時代の学生相互の刺激ある勉学の形態を千葉に再現するのは夢物語であってはならない。
5. 卒業に必要な履修科目数は現状では多すぎないだろうか。特に1, 2年に履修しなければならない単位数を減らす方向で余裕を作る必要がある。1年の夏ごろは青息吐息、ようやく2年の夏くらいで、自分で勉学しようかという余裕が出来ているのが現状である。
6. 教育負担など物ともしない研究のパワーのある教官を千葉に出来るだけ多く集め、先進の教育スタッフを改善したい。一年を通してセミナーを一つ持つ教官が10人もいれば、千葉方式の先進科学課程は楽勝である。このような研究者を物理ばかりでなく、数学や化学など他の分野で見出し、現状の手薄さを補う必要がある。一部の専任の教官を除けば、飛び入学生のコースの教育に関われば関わるほど、持ち出しが多くなる自前の手弁当方式ではあるが、現状の物理学科や千葉大学にもたらした先進科学プログラムのプラスの側面を知り、大学がよくなることなら何でもやろうとした先進科学プログラム発足の時期の息吹がうそでなかったことを感じ取れる若手がきつというはずである。

以上のような諸点は、すぐにでもやれそうなこともあるが、資金面で、大学当局、あるいは国の大学行政などと関わっている大きな問題もある。非常勤講師による集中講義にしてもリソースの整備も必要である。千葉大学の教官に依頼すれば教官によっては二つ返事でやってくれるであろう。しかし、労働奉仕だとして甘えてはいけないのではないだろうか。外国人教師の短期的な滞在から始めるネットワーク作りにも資金が必要になる。先進科学プログラムのありようが、飛び入学解禁のいま、変化のときを迎えようとしている。アメリカへの語学の研修も資金さえ十分であれば、一般学生の中から優れた資質の学生をも同時に送り込みたい。現在の学生の展望ある将来と、これからの千葉大学先進科学コースの教育の更なる飛躍を目指して、努力を続けていかねばならない。

### (3) 飛び入学教育推進に求められるもの

学校教育法が変わり、物理学と数学分野だけでなく、広く他の分野においても飛び入学を実施できるようになった。このために、飛び入学が多くの大学で実施されることが求められるようになった。ところが、なかなか飛び入学導入に踏み切れない場合が多いと思われる。ここでこれまでの実績の上に立って、適切なガイドラインが示せればよいのであるが、本先進科学教育センターもまだまだ、確固とした状況にないために、大まかな方向のみ以下に記したい。新しく飛び入学を実施するには二つの道がある。ひとつは通常入学者と同じ入学試験によっ

て高校2年生を受け入れる方式。この場合は特別の教育プログラムを設けずに、学生の相談員を置く程度とする。これを“一般飛び入学”と呼ぶこととする。この入学制度では、他の学生よりも早く勉学を進めている学生が入学してくるはずである。もっとも、この場合にはセンター試験を高校2年生が受験しうるようにする必要がある。あるいは大学固有の入学試験のみで判定する等の工夫が必要である。もうひとつの可能性は、現在の千葉大学先進科学プログラムのように、特別プログラムを準備して、通常の入学試験で選抜される人材とは異なる才能を有する人材の発掘に努めることである。この制度を“特別飛び入学”と呼ぶことにしよう。

当然、上記の一般および特別飛び入学の中間的制度がありうる。現状の千葉大学の制度にしても、特別飛び入学のスタイルをとりつつも、あらかじめ成績の良い学生が相当入学しているので、一般飛び入学制度の一面も持っている。教育上の醍醐味としては、当然ながら特別飛び入学制度にある。つまり、通常の入学試験では軽視されている、あるいは見出せない才能を発掘して、伸長させる目的が特別飛び入学にある。しかし、当然ながら、特別飛び入学ではしっかりとした特別の選抜制度と教育体制が求められる。従って、大学の個性化の一貫として、大学を挙げて取り組まない限り、物理的に多くの時間と人員が必要なために、特別飛び入学は実施できない。千葉大学では先進科学教育センターの専任教員に加えて、兼任教員の個人的努力、事務部の全般的支援が相当多くの部分を支えており、特別飛び入学制度に近い形態を維持している。

日本の大学、特に国立大学では各部局による運営が優先されるので、一般論としては、大学全体にわたるような特別飛び入学実施は相当困難である。ただし、学長の指導性によって実施は不可能ではない。つまり学部ではなく大学の方針として進めることが絶対的に求められる。特別飛び入学では全般的に曖昧な支援では不十分であり、経常的な人的かつ経済的支援を進めない限り、実施は不可能である。専任の事務的サポートと学生担当教員が最低各1～2名は必要である。この規模は飛び入学の専門分野の広さに応じて当然変わってくる。また、一般飛び入学においてさえ、余剰の教育視点が必要となるはずであり、大学としての支援体制作りが要求される。留学生担当のように、特に大学低学年時における相談員が必要である。相談員は将来の学業の展開についてコメントできるような人でなければならない。また、一般飛び入学は、大学入試センターが高校2年生に受験を許可していない状況から推定できるように、多くの大学が一般飛び入学を実施すると、大学受験機会を高校2年から与えることにもなり、受験の状況を複雑にしかねない。このために、特別飛び入学以上に大学としての教育に対する基本姿勢を明確にする必要がある。

以上、極めて一般的にしか述べられないが、飛び入学の導入には、大学を挙げての支援が必要なことを強調したい。この意味では国立大学よりは、目的を一本化しやすい私立大学に可能性があるように思えるが、それにも財政的基盤の問題が残るであろう。教育は日常的であるために、しばらく辛抱すればよいものではなく、継続しなければ目的とする人材は育たない。その意味で大学を支援する責任を持つ国が、長期的に本腰を入れて取り組むべき課題であり、それとなく進める制度ではない。独立行政法人化という大きな前提を控えて、大学がどのよう

に飛び入学に取り組むかは、容易ではない。

このように、飛び入学を取り巻く状況はなかなか改善しそうもない。しかし、千葉大学の場合には、大学教育にとって一番大事なことであるが、勉学意欲の強い、かつ志向性のある学生達が本先進科学プログラムに所属しているので、本先進科学教育センターに関係する教員達はそこから新たなエネルギーを得て、また先進科学プログラムの遂行に当たっている状況にあることを強調しておきたい。従って、よい学生達が集まれば、飛び入学制度はうまく機能する。よい学生達を集めるには良い選抜および優れた教育プログラムを準備しなければならず、この意味でも一貫した大学の支援、国の後押しが必須である。