

神戸大学 大学教育研究センター 大学教育研究  
第 4 号 (1995年度) 1996年 3月発行 : 41-56

## 神戸大学における基礎物理学実験

木村文明、大壁茂子、佐々木玲子 (神戸大学大学教育研究センター物理学スタッフ)

# 神戸大学における基礎物理学実験

木村文明、大壁茂子、佐々木玲子（神戸大学大学教育研究センター物理学スタッフ）

## はじめに

神戸大学では、1992年10月、一般教育等の抜本的改革と全学的改組に伴い教養部が廃止された。1993年4月には、従来の「一般教育科目」に代わり、4（6）年一貫カリキュラムの位置づけの中で、「全学共通授業科目」が開講されることとなった。この「全学共通授業科目」は、新たに設置された「大学教育研究センター」が運営し、教科毎の全学的な教官組織である「教科集団」が授業を担当することになった。そして基礎物理学実験は「全学共通授業科目」の専門基礎科目として位置づけられ、これを物理学教科集団が担当することになった。

旧教養部物理学教室では、物理学の基礎教育、特に、「基礎物理学実験」教育が自然科学の基礎教育において極めて重要であるとの認識のもとに、その内容の見直しと改善の努力を続けてきた。この認識と努力は今も物理学教科集団に引き継がれている。特に近年、基礎教育に対する学生の意識の変化、社会の要請の変化にも対応するためにいくつかの試みを行ってきた。本稿では、教官と共に基礎物理学実験教育を担ってきた我々職員の視点で、「基礎物理学実験」改善への取り組みと、神戸大学における基礎物理学実験教育の現状を紹介してみたい。

## 1. 「基礎物理学実験」改善への取り組み

従来より教養部物理学教室では、物理学実験教育を重視し、実験装置・器具の改善、更新、新テーマの開発、実験テキストの改訂等授業内容の改善の努力を重ねてきた。しかし受講者は1970年頃のピーク（受講率60%）の後は急激に減少し、1990年にはピーク時の約5分の1という状態になった（図1参照）。これは、学生の理科離れ、物理離れの傾向が著しくなり、社会的な問題として話題になった時期である。講義の時に実験の必要性をアナウンスしたり、受講申し込みのポスターにも趣向を凝らすなどの少々の努力ではこの傾向は止められなかった。

この状況を重大な問題と捉え、1990年12月より1月末の間、3回の教室会議を開いて物理学実験教育の全般的な議論を行った。その結果、「より多くの学生に、より質の高い基礎物理学実験の授業を受講させる」という方向で、「基礎物理学実験に関する諸問題を継続的に考える」という基本方針が確認された。具体的には、ある程度の長期的展望に基づく実施・運営を行う主体として、毎年交代する教室代表のもとに任期2～4年程度の実験主任グループ（複数の教官で構成）を置くことになった。また、実験全般の準備、装置・器具の保守・管理、実験の指導等の仕事に携わってきた職員と教官との連携・協力体制の確立と効率的な運営のために、実験主任と職員全員で実験世話人グループを構成し、そこで企画・立案した実施案を、教室会議の承認を経て、速やかに実施に移すという形で運営することになった。その後の実験教育の改善への取り組みにおいて、このことは大きな力になった。実験主任グループと実験世話人グループを核とする運営形態は、1992年（平成4年）10月の改革により、教養部物理学教室から物理学教科集団へと担当集団は変わったが、現在までそのまま引き継がれている。

実験主任グループと実験世話人グループが中心となって行ってきたこの取り組みを、次の4つの項目、（1）実験主任グループおよび実験世話人グループ、（2）ティーチング・アシスタント（TA）制度の試行と実施、（3）実験テキストの改訂、（4）文部省科学研究費補助金による研究、に分けて述べる。

物理学実験受講率と入学定員の変化  
(理学部十工学部のみ)

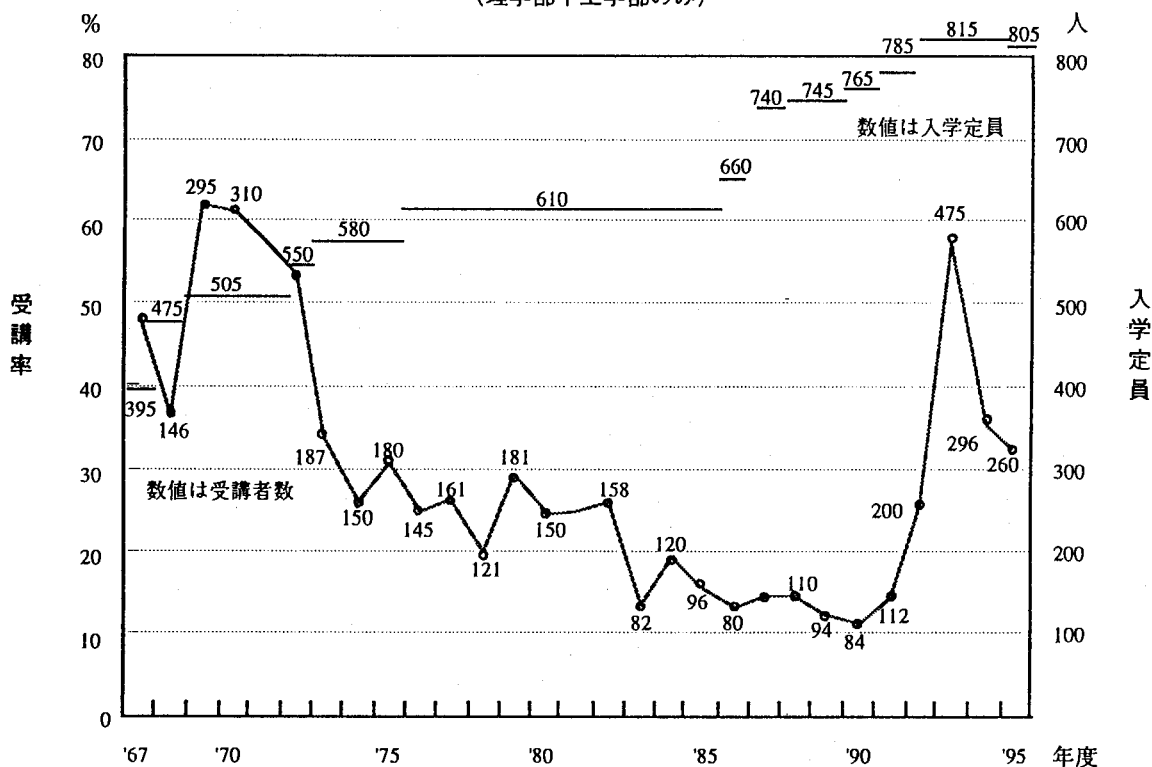


図 1

(1) 実験主任グループおよび実験世話人グループ

上に述べた経緯で、1991年(平成3年)2月、教室会議で選んだ教官3名の実験主任グループに職員(当時4名)を加えた実験世話人グループが誕生した。実験世話人グループの会議という形で職員の意見も充分取り上げられ話し合われる公式の場が出来たことによって、実験教育に関する情報の交換が密になり、教育する教官とそれを支える職員の相互理解も深まった。実験世話人グループで度々会議を持ち、教官と職員がそれぞれの立場からアイデアを出し合って議論を重ねながら、次のような取り組みを行ってきた。

- ①実験環境の改善→実験テーマ・装置の配置の系統化、テーマ当たり学生数8名体制に整備、各実験室に教官・TAコーナーの設置と意見メモ帳の常備。
- ②実験課題と装置の見直し→新しい課題の導入、必要機器の年次更新。
- ③テキスト内容の検討→全面的に改訂し1992年度前期より使用、1993年改訂、1994年改訂、1996年秋改訂予定。
- ④関連学部との連携の強化→履修指導等の協力依頼と履修結果の報告等。
- ⑤TA制の試行と充実化→理工系学部(大学院)に依頼及び求人活動(1989年後期より毎期)。
- ⑥学生への履修勧誘→講義時間に口頭による宣伝・勧誘文書「物理学実験の勧め」(資料1)を物理学の講義の最終授業時間に配布(1991年2月、1992年2月)。

これらのことは、①⑥を除き、毎年の実験世話人グループの課題となっている。また、物理学実験関連の予算の使用計画と執行は、実験世話人グループの重要な仕事になっている。1993年4月以降は、大学教育研究センター会計掛へ通常予算の要求書の提出や、追加予算、補正予算等への教育設備費の要求を行っている。

実験世話人グループは、前期・後期の授業開始に先だて、実験実施のための会議を持ち、実験運営上の次の諸課題についての計画、確認及びその他必要な作業を行う。

- 1) 予算の計画及び執行状況の確認
- 2) 実験装置・器具の管理状況等の確認
- 3) 実験日程の決定と学生の申込受付日程、作業の役割分担の確認
- 4) TAの人数の確認と求人活動、TA説明会の実施(実験世話人グループがTA予定者を集めて、約2時間程度、実験の授業の形態、TAの勤務内容等を説明し、勤務曜日の振り分け、契約手続き等の作業を行う。)
- 5) 実験受講学生の申込受付とクラス編成(受講希望者が収容定員をオーバーする場合は、前学期までの物理学の講義科目の成績により許可者の決定を行い、掲示によって学生に知らせる)
- 6) その他(受講者名簿の作成、配布資料の準備、実験課題の割当と割当表の作成、実験室・実験装置の整備等)

1993年以降の新体制のもとでは、教養部物理学教室に代わって、物理学教科集団(理学部21名、発達科学部6名、農学部1名、国際文化学部1名の教官で構成)が全学共通授業科目「物理学実験」の授業を担当することになった。旧教養部物理学教室の教官11名は、理学部5名、発達科学部4名、農学部1名、国際文化学部1名という形で各学部に分属し、教科集団に所属することになった。職員4名は、新設された大学教育研究センターに所属し、物理学教科集団の仕事に従事することになった。

実験世話人グループは、教官3名と職員4名(定員外職員2名を含む)でスタートしたが、1993年3月に職員1名が退職し(定員削減のため、補充されず)、以後、職員は3名となっている。

1993年4月からの新体制・新カリキュラムへの移行に伴い、1993年3月31日付で第1期の実験主任グループは、「教養部物理学教室」の機関としての実験主任グループ、実験世話人グループの終結を宣言し、物理学教科集団による「物理学実験」の実施・運営についての提案を行った。この提案は、「大学における自然科学教育において「物理学実験」は最も重要な基礎となる科目の一つであり、高等学校までの教育と専門教育の間をつなぐいわゆる転換教育としての意義も大きい」との認識のもとに具体的には「長期展望にたって一貫制のある「物理学実験」教育を継続的に行う必要があること。」を基調として、他の2点の理由により「「物理学実験」の実施・運営全般に関する計画、予算計画、要求等の役割を担う組織(委員会)を教科集団の中に設置すること」を求めたものであった。

終結宣言はしたものの前期授業が軌道に乗るまでの期間任務は継続し、新しい「実験主任グループ」ができ次第、引継を行うことが申し合わされた。

第2期は1993年10月に農学部より1名、発達科学部より1名の2名の実験主任が選ばれ、職員3名と共に5名の実験世話人グループで構成、1995年9月まで任務に就いた。

一方、基礎物理学実験教育の主体である物理学教科集団では、いろいろな事情で、旧学部教官と旧教養部教官の全学共通授業科目の授業担当における協力体制への移行は必ずしもスムーズには進まなかったようであるが、1995年7月23日、教科集団結成以来初めての全体会議が持たれた。初代から3代にわたる教科集団代表の献身的な取り組みで、やっとここまで来たのである。我々職員3名もオブザーバーとして参加し、議論に加わった。教科集団代表が1992年10月からの教科集団の活動の経過を報告し、質疑応答の後承認された。またこの会議では10月からの次期教科集団代表を選出し、教科集団の中に代表と共に教科集団の運営を行う「委員会」を設置する件が次期代表に一任された。10月、新代表の下に教科集団「委員会」が各学部1名(発達科学部、理学部、工学部、農学部)に前代表が加わって発足し活動を始めた。なおオブザーバーとして職員の代表1名も参加することになった。

第3期実験主任グループは1995年10月より新しい教科集団代表のもとで委員会と共に発足し、農学部1名(発達科学部の1名は退任)に理学部、工学部、自然科学研究科より各1名が選ばれ、実験世話人グループは職員3名と共に7名で構成し活動を始めた。実験主任グループ・実験世話人グループの教科集団の中での位置づけが明確になり、専門教育の学生実験担当者が加わったことで、実験世話人グループの集まりでも4年一貫した実験教

育の話題がより現実性を持ってきた。

## (2) ティーチング・アシスタント (TA) 制度の試行と実施

この項では、上にのべた実験世話人グループの物理学実験の改善への取り組みの中で重要な位置を占める、TA 制度の試行と実施について述べる。

1989年後期より教養部の教育方法等改善経費により、TA 制度の試行が開始された。物理学教室でも本学の理系大学院生を物理学実験の授業に4名採用した。

この試みは担当教官をはじめ、受講学生・TA 生両方からの評判も良く、以後、受講学生10名～20名当り1名のTA を配置してきた。

TA は、担当教官・職員の指示の下に受講学生への実験の原理方法についての補足説明、技術的な指導、レポート作成の指導・助言等の仕事を行う。また、担当教官・職員と学生の橋渡し役として重要な役目を果している。昨今の受講学生は大学受験教育の中で、実験の経験が皆無に等しいので年齢の近いTA の方が、学生にとっては接しやすく、その存在が好評なもうなずける。また、TA 自身にとっても後輩に教えることは楽しいことでもあり、色々な意味で彼らの将来のために良い勉強になっていると思われる。受講学生とTA の双方が、このような形で、実験の授業を楽しみながら成長出来れば最高であるといえよう。

1989年後期の試行に始まり、1992年後期からは文部省にTA 経費が新設された経過があるが、物理学実験では、この7年の間に半期単位で延べ125名のTA にお世話になっている。この中には、留学生のTA も少なくない。一部の例外もあるが、受講学生のアンケートにも「言葉が少しはっきりしない所もあるが、一生懸命対応してくれてうれしかった。」とあるように、受講学生はTA の熱心な対応を評価している。留学生のTA は延べ34名で、今期は14名中3名が留学生であった。

充分な数の担当教官の配置が困難である状況の中で、同一テーマを一斉に実施できない物理学実験教育の形態(資料3参照)にとって、TA は欠くことの出来ない存在になっている。また、TA は実験指導の中から学生の理解しにくい箇所や、ミスプリントの指摘など実験テキストの改善すべき点を提案してくれ、テキスト改訂の際大いに役立っている。このようなわけで、半期毎の「物理学実験」の終了後には、実験実施に関する情報交換とTA の慰労を兼ねた関係者全員の懇談会を開くことが恒例になっている。

大学教育研究センターの関係者にも、物理学教科集団のTA の予算配分において、ご理解とご協力をいただいている。

## (3) 実験テキストの改訂

教養部の設立以来本学で使用してきた実験テキストは、教養部物理学教室で編集・発行し、数年毎にテーマ、装置等の見直し、改善等に対応して改訂してきたものである。

実験主任グループと実験世話人グループは、発足後最初の大きな仕事として実験テーマの実施状況や実験テキストの内容の抜本的な見直しと検討を行った。そこで、まず指摘されたことは、時代の変化と学生気質の変化の中で、学生が自分自身何を測定しているのか、何のために測定しているのかを理解しないまま、テキストの指示する手順に従って実験を進める傾向であった。これではねらい通りの効果が上がっていないのではないかとこの反省のもとに、実験テキストの記述等の重要さが問題となり、テキストの改訂に向けて編集委員会が結成された。そして、あまり懇切丁寧な実験手順の記述をやめ、物理的な内容を考えながら実験が出来るようにすることや、現象を観察するときの驚き、初歩的測定の楽しさを重視するなどの基本方針のもとに、テキストの全面的な改訂を行うことになった。実験の全体像の把握と定性的な現象の理解に主眼をおき、また、重要だが専門的に過ぎる事項、式の長い導出などは、「発展的研究」、「参考」として、各テーマの後半に加えることなど、幾つかの具

体的な方針を決めて、新しいテキストの編集作業に取り組んだ。この改訂は、当時間近に迫っていた神戸大学改革後の4年一貫教育の方向を踏まえた新カリキュラムをも念頭に置いたものであった。

1991年夏より各教官がそれぞれ1テーマを分担執筆し、出来た原稿は別の教官の査読を受け、書き直しを行うなどして最後は編集委員の手でまとめられた。その後の改訂をきめ細かに随時行えるようにとの考えから、印刷原稿はそのまま写真製版できる版下の形で用意することにし、その作業に使うパソコンを用意した。印刷・製本は1992年3月末に完了し、この改訂版のテキストは1992年前期の授業から使用することになった。

我々職員は、主として原稿の校正及びテキストのコンピュータ入力、コンピュータ上での割り付け作業、また新しい図の作成や古い図の描き直しの作業、印刷業者との交渉など教官に協力してテキストの発行にあたった。

その後、1993年と1994年に、担当教官やTAなどの指摘部分を実験世話人グループで検討し、少しずつ改善して改訂版を出してきた。

現在使用中の実験書は、来年度後期に改訂版を出せるように編集委員会をこの2月6日に結成し、テキストの修正箇所の検討を始めている。これに先立って、原稿の作成に新しいバージョンのソフトウェアを導入する方向で、現行のテキストのファイルの変換等の作業を職員1名が進めている。

#### (4) 文部省科学研究費補助金による研究

物理学実験テキストの大幅な改訂作業を教養部物理学教室をあげて取り組む一方で、物理学実験の教育システム充実のために、当時の教室代表を研究代表者として研究課題「4年一貫教育のもとでの基礎物理学実験（神戸大学における教育システムの開発）」を、試験研究（B）で申請したのは1991年秋であった。この申請は教官有志が中心となって我々職員も参加して企画されたもので、申請書の作成作業等にも協力した。残念ながら、この申請は採択されなかった。

少し長くなるが研究目的を抜粋すると、「大学教育はいま大きな変革期を迎えている。4年一貫教育の充実という方向での教養部における一般教育の見直し、――また一方で、理工系教育の危機、科学技術研究における独創性の欠如などの問題が指摘されて既に久しい。――自然科学教育の重要な任務は自然現象に関心をもち、これを観察（実験）し、科学的思考（理論）により理解するという自然科学の基本的態度・姿勢を、専門教育に先だって体得させることにある。この意味で近代科学の基盤である物理学の基礎教育、特に基礎物理学実験の果たす役割は極めて大きい。しかし現状は、高校における実験教育の軽視、大学の基礎物理学実験の受講者数の減少、この実態を十分に把握し、速やかに改善する努力が求められている。また理工系学生に限らず、人文・社会系学生にも実験教育の場を与えることを真剣に検討すべき時期にきている。」として、「研究の目的は、神戸大学の現状に即した実際的な新しい基礎物理学実験教育システムを開発することである。」としている。また研究組織は、実験教育のあり方を総合的・実践的に研究しようとする教養部物理学教室の有志メンバー（職員1名を含む）と関係学部（理学部、工学部、医学部、教育学部）から各1名が研究分担者として協力する形を取っている。

同じ研究課題で2回目の申請を、新設された大学教育研究センターのセンター長を研究代表者として、1992（平成4）年秋に提出したがこれも採択されなかった。続けて同様の申請を教科集団代表を研究代表者として1993（平成5）年秋に提出した所、平成6年度と7年度の2年計画として960万円が交付されることになった。

研究の一例をあげると、実験内容の説明、実験結果のグラフィック化、データ処理のためのビデオシステム、パソコンシステムの導入・開発の方向で、機器の購入やソフトウェアの開発を進めている。（なお、パソコンとビデオシステムの実験教育への導入の本格的実施に必要な費用については、別に予算申請を行っている。）現在、研究成果の取りまとめに向けて、担当者は各役割分担に従って最終段階の研究を行っているところである。

## 2. 神戸大学における物理学実験の現状

1993年度は、新、旧カリキュラムの過渡期にあたり、問題含みの一年であったと言える。新カリキュラムでは科目名は、それまで対象学部学科で3つに分かれていた「物理学実験法・同実験Ⅰ～Ⅲ」（2単位）から「物理学実験」（2単位）に統一された。工学部情報知能工学科の「物理学実験」が必修科目になったこと、後期から工学部1年次が受講するようになったこと、また、物理学実験の開講日は3回/週（昨年度4回/週）と制限されたことなどの変更があり、受講申込者が前期・後期ともに約2倍になった。

実験世話人グループはシミュレーションの結果、これまで準備してきたテーマの実験装置・器具が総稼動した場合、共同実験（1装置を2人で使用して、実験を行う）のテーマを少し増やすことにより、1クラス100名程度まで受け入れが可能であるとの結論を出した。1993年度春の実験担当者会議で検討し、個々の学生に対する教育効果の低下を危ぶむ声もあったが、自然科学の基礎教育として重要な物理学実験を多くの学生に経験させることを重視して、希望者は出来る限り受け入れてみようということになった。テーマの割当のローテーションが可能なら人数を考慮して、それまでは1クラスの最大人数を60名前後としていたのを1クラス最大96名で試みることになった。しかし、これでも、受講希望者のうち102名を実験受講不許可とせざるを得なかった。実験の授業を始めると実験室は多くの学生で混雑し、ガラス製品や消耗品の破損等が目立った。また、それまでに比べ、教職員及びTAは多忙を極めることになった。後期においても同様の受講定員とした。後期の開講日数は4回/週（昨年度3回/週）のため、受講者受け入れに少し余裕が出たがそれでも9名の受講不許可者を出した。

また後期は新カリキュラムにより工学部1年次生が受講するようになった。（次年度以後、前期は理、医、農学部の2年次生、後期は工学部1年次生となっている。）1年次生が受講する初年度である。実験テキストは、4年一貫教育の新体制でのこのような事情も念頭に置いて作られていたので、そのまま使用出来た。しかし、実験室の状況等は前期同様であった。教職員・TAの多忙感も同じであった。1994年度前期直前の実験担当者会議では、現状の担当スタッフの数ではスタッフの負担と教育効果等を考慮して、1クラス72名以下の人数で当面実施することになり現在に至っている。

実験内容及び実施状況（H7年度）については資料2、3を見ていただきたい。

実験第1週目の授業は、学生への担当スタッフの紹介、実験実施上必要な諸注意やレポート作成法、誤差の取扱い等の講義などにあて、2週目以後に毎回1テーマを1人または2人共同で実験させる。毎回の実験について次回授業開始までに実験のレポートを出させる。

実験担当者は、1人3～4テーマを分担し、実験時間中には、テーマの説明と実技指導及び提出されたレポートの添削と評価、レポート指導等を行っている。TAは説明補助、学生達の実技指導を実験室を巡回しながら行う。学生は説明を受けた後自由に実験、測定を行い、実験中疑問が生じた時は「教官・TAコーナー」まで来て質問・討論し、実験を継続する。早く終わればデータ整理、簡単な計算をしてレポートの準備をする。簡略計算の結果を担当者に報告し、許可が得られたら実験終了となる。実験中のトラブル等は担当者等が対処の後、各実験室に備えている意見メモ帳に記録しておく。

我々職員3名は、毎回の実験の全般的な世話を担当している。学生の実験がスムーズに行えるように装置や器具の点検・保守及び管理の業務にあたっている。実験開始後は、レポート受けに提出されたレポートを回収し、提出・受領のチェックを行った後整理して担当者に手渡す。実験中のトラブルの立会い、器具の補給を行う。また担当者やTAの実験指導が快適に行えるよう心がけて対応している。また、1名は実験指導も行っている。

実験終了後は、次の実験に備えて装置・器具の点検作業をしておくこと、実験中調子の悪かった装置・器具等の保守修理をしておくこと等が日課となっている。後始末をしながら学生の整理の悪さ（早く帰ったり、遅くま

で実験をしていた学生に多い)に、一般的な常識を学生に要求することもあるが、学生には口うるさいと映るようである。

実験の全日程が終了する最後の実験日には、学生に資料4に示すようなアンケート用紙を渡し回答を求めている。提出された回答を読むと学生達が半年間の物理学実験を通じて様々な経験をして、今までの勉強、講義スタイルから新しい学問の方法を知り成長していることが伺える。物理学実験を「受講してよかった!」と喜びを表現しているのを読むと、苦勞の甲斐があったと頬がほころんでくる。

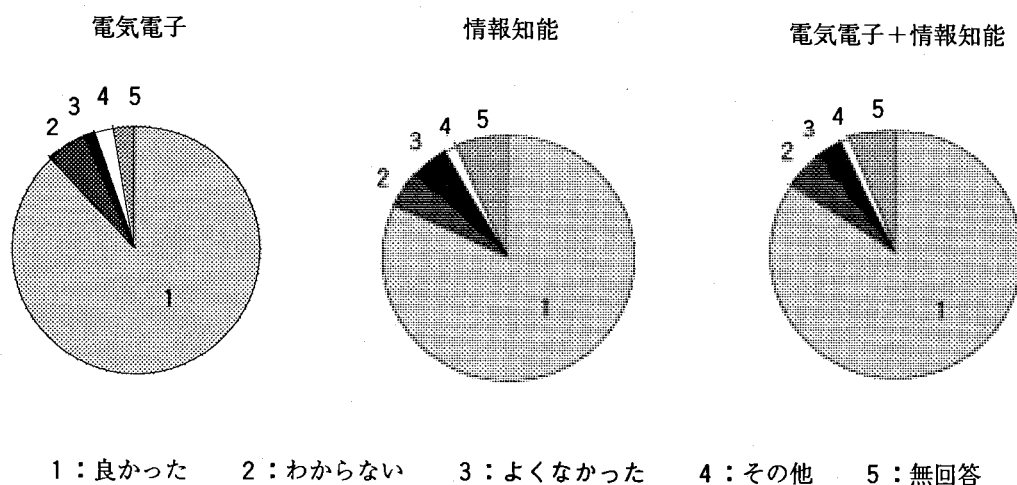
### 3. アンケートの回答にみる受講学生の反応

1995 (H7) 年度後期は工学部電気電子77、応用化学1、情報知能110の188名、医学部保健学科24名の受講者全員にアンケート用紙を配布した。工学部電気電子工学科は77名のうち75名回収(回収率96.2%)、情報知能工学科は110名のうち104名回収(回収率94.5%)、また医学部保健学科は24名全員回収(回収率100%)した。

アンケートの内容については資料4を参照していただきたい。物理学実験を受講しての学生の反応を設問の「7. 物理学実験を受講して良かったと思いますか。なぜ、そう思いますか」に対する工学部の学生の回答を集計した結果について、見てみる。(保健学科の回答の分析は、後日にゆずる。)

学 科	受講数	回収数	回 答				
			良かった	わからない	よくなかった	その他	無回答
電電*	78	75 (96.2)	66 (88.0)	4 (5.3)	1 (1.3)	2 (2.7)	2 (2.7)
情知	110	104 (94.5)	85 (81.7)	5 (4.8)	5 (4.8)	2 (1.9)	7 (6.7)
電電* 情知	188	179 (95.2)	151 (84.4)	9 (5.0)	6 (2.2)	4 (3.4)	9 (5.0)

\* 応用化学1を含む。( )内は%。





工学部の2学科の学生の反応で、「受講して良かったと思う」と答えたのは回収179名中151名の84.4%になっている。良かった理由としてコメントしていることを分類すると大きく4種に分けることができる。

(1) 自らの手で実験することによって知識を体験的に理解する喜びを表現している者が多い(49%)。その例をいくつかあげる。

- ・今まで機械的に覚えていた現象などが理論的に考えられるようになった。
- ・今まで単に覚えていた数値が、実際に実験から求まることがわかった。
- ・理論に近い結果が出たときの喜びや、実験を通じて理論を理解することの楽しさが味わえた。
- ・やはり、自分で実験する楽しさがわかった。また今まで紙の上でのことを実際に体験できたこと。
- ・高校までの公式の意義を実際に確かめられた。
- ・落ち着いてやれば誤差も小さくなることが理解できた。
- ・ふだん気にもとめないようなことにも、様々な物理的要因が関係していることが分かった。
- ・やってみて今まで知識だったものが実際にそうなることが分かるのでおもしろい。
- ・充実していたから。
- ・充分とはいえないが自分の力がついたと思う。少し物理が分かってきた。
- ・誤差の出し方がわかったので今後も使えるのでよかった。
- ・誤差の達人になった。(誤差処理の?)
- ・データ処理の方法がいろいろ(異重平均、誤差の伝播etc.)あって、その結果がとても正確なものであることを実感できた。

(工学系の学生らしく今後の専門課程における実験を意識している様子が次の例から伺える。)

- ・これからの練習になるから良かった。これからの本格的な専門の実験の準備として役立つ。
- ・これまでやってきた実験とちがって精密だ(測定値の取扱等を知った)ということが分かり実験に対する理解が出来た。
- ・実験に対する姿勢みたいなものが学べた。
- ・大学の勉強って感じのことができたから。
- ・自分で進んで行くというイミでは、そういう姿勢が身についた。

(2) 次に多かったのは、実験レポートについて勉強になった(21%)という回答であった。

- ・これから多くの実験をしていくと思うが、それに際して誤差の扱いやレポート作成の方法などたくさん学べたから。
- ・レポートをかく要領がつかめた。
- ・慣れた。レポート作成の形式が分かった。
- ・作業を文章にして表現するのがいかに難しいか分かった。
- ・レポートがとてもしんどかったが、2単位というのは割に合わないような気がする。しかしレポートの書き方の参考になると思うのでプラスだと思う。
- ・レポート作成終了の充実感、達成感がよかった。

(3) 色々な装置や器具を使った体験が良かった(16%)と答えている。

- ・これから使うかも知れない器具についてある程度慣れることが出来た。抵抗なく触れる。
- ・いろんな実験器具、装置の使い方になれた。(この回答が多く見られた。)

- ・他の普通の授業ではできないことを体験した。

(4) なお、「良かった」理由で次のようなものも(14%)あった。

- ・自分の手で実験をこなしたという達成感があった。
- ・とても細かな作業が根気よく出来るようになったのがよかった。
- ・毎週必ずやるという忘れかけていたものを思い出したから。
- ・結果が出たときうれしかった。

(共同実験の場合、毎回2人の組合せを変えているところから、)

- ・いろんな人と友達になる機会があって楽しく実験できた。
- ・顔だけ知っていた人と少し近づいた友人になれた。
- ・あまり親しくなかった人との会話も増えたから。

このように「良かった」という回答が多い中で、「よくなかった」や「その他」と答えた学生は以下のような理由を挙げ、本人の反省点、毎回の予習不足、などが述べられている。

- ・毎週とてもレポート(誤差計算)に苦しんだ。実験後すぐに取りにかかれれば良かった。
- ・毎週レポートを出すのは分かっているけどやはりしんどい。
- ・週末がしんどかった。
- ・ハードスケジュールになった。
- ・ふつう。別に。
- ・いくつかの課題において今何をしているのか、値は出ても分からないものがあった。

また、この設問に無回答だった学生は9名いるが、他の設問(複数)では、以下のような理由を述べている。レポート作成に時間がかかりすぎたこと、満足なレポートが書けなかったことなどの理由で、素直に良かったと言えなかった者もいるようである。ちなみにアンケートの結果では、レポート作成に平均5.5時間程度を要しているようである。

- ・もっとレポートをその週ごとに早く出すべきだった。
- ・レポートには時間がかかりすぎる。たまってしまった。
- ・考察の書き方がいまいちわからなかった。
- ・レポートを書くことでその実験を理解できよかったと思う。実験を理解せずに始めていた。
- ・レポート提出期限を守れなかった。
- ・初めてのレポートなのでとまどった。
- ・性格からか正確さに書けた。
- ・高校の実験に比べて細かいの一言につきる。僕には向いていない。
- ・レポートがしんどかった。もっと色々な点からその実験をみれるようにしないとイケなかった。
- ・指導が細かくよく分かった。(教官・TAの指導)
- ・もう少し思慮深くありたい。(自分自身の反省)

こうして見てくると、大学に入るまで物理といえば頭の中でやるもの、式の意味を理解しないままに計算してうまくいかない、苦手の科目であった多くの学生が、実験を体験することによって、また体験した内容をレポートという形で表現することの練習によって、今まで暗記の対象でしかなかった定数や式が理解される喜びにふれ

ることができ、自然科学の基礎としての定型化された物理学を少し見直すきっかけとなっているようである。また毎回のアンケートの回答に必ず見られる「大学生らしいって感じ」とか「はじめて工学部らしい勉強ができた」などは、今までしてきた勉強とは一面新しい形（自らが手足を動かし、頭を働かせ、集中を持続しなければ達成できない）の授業を新鮮に受けとめて成長している様子が伺える。大勢の学生に受講してほしい所以でもある。

#### まとめ

神戸大学の基礎物理学実験教育は、新制大学誕生以来、分校、教養部の物理学教室の教官、職員が営々と築いて発展させてきたものである。今般、社会の要請に対応し、大学改革に取り組む中で、自然科学の基礎教育としての実験教育は、大学教育研究センターと教科集団が責任母体として、4年一貫教育の中に位置づけられた。この基礎物理学実験教育を今後どう充実、発展させていくのかを考えると、物理学教科集団と実験教育の実践の中から生まれた物理学実験主任グループ及び実験世話人グループの役割がますます重要になってきている。実験受講学生の8割以上が受講して良かったとアンケートに回答しているこの科目を、自然科学の基礎の実践的学習あるいは高校までの教育と大学における教育の転換教育と位置づけ、もっと充実させる必要がある。

しかし、新しい「4年一貫教育」の体制のもとでの基礎物理学実験の充実には、多くの問題点も出てきている。新カリキュラムになって、工学部のうち建設工学科（180名）、機械工学科（120名）は、受講できなくなった。後期では、電気電子工学科（110名）と応用化学科（120名）の合同クラスのため、特に電気電子工学科の申込みは1995年度後期でも108名が申込み31名が受講できなくなっている。これはある意味で改悪であった。

また、例えば、実験教育を支え、発展させる責任母体及び予算の問題、学生の受講希望に沿い対応する施設の拡充・教育方法の開発の問題、TAの確保の問題等に対する対策が未だ充分でない。

このような問題は、全学共通授業科目を担う大学教育研究センターが、独立した事務組織を持っていないなど、発足後3年余を経た現在も4年一貫教育体制の要となるべき大学教育研究センターの基盤が不十分であることによる。

また、大学教育研究センターに所属している我々職員の位置づけが不透明なまま推移していることも、問題の一つである。大学教育研究センター及び大学本部の関係者の努力に期待する。

#### 謝辞

本稿を提出する動機となったのは、実験世話人グループの会議の時に実験主任の杉原雄先生（農学部）のすすめがあり、また一生懸命4年一貫教育のもとでの実験教育のあり方の議論をしている実験世話人グループの熱意を広く紹介しておきたいとの気持ちであった。本稿の作成にあたっては前教科集団代表の福田行男先生（自然科学研究科）に事実経過の確認、文章表現についてまでご指導いただき大変お世話になりました。ここに厚くお礼申し上げます。

資料 1

## 物理学実験の勧め

— 全ての理科系新2年生の皆さんへ —

February, 1992

私たち教養部物理教室のスタッフは、できるだけ多くの皆さんに「物理学実験法・同実験1、2」を受講して、自然の現象を科学的に捉える自然科学の基礎的手法を学んでもらいたいと考えています。

アルキメデスの時代から、人間は自然の現象をただ受動的に観察するだけでなく、実験という手段によって自然に問いかけ自然の法則を発見し現象を理解してきました。「実験」で得られた知見を整理してできるだけ単純な基本法則によって「理論」的に理解するという物理学の基本的手法は、理学・工学をはじめあらゆる自然科学の分野の基礎となっています。

皆さんがそれぞれの専門分野に進むに先だって、自分の手で「実験」を行って種々の物理現象を体験し、その結果を整理し理論的に理解して「レポート」を書くことにより科学的思考と科学的表現の方法を学び修得することは、分野によらず将来大いに役立つはずです。

「物理学実験法・同実験1、2」は2年生の前期に開講されます。自然科学に興味を持つ全ての皆さんに是非受講することを勧めます。（授業時間割、学生便覧、講義要項を参照のこと。・・・履修者（受講者）とあるのは単位取得者には限りません。）自分の手を動かして行う実験と仲間や教官・ティーチングアシスタント（大学院生）との触れ合い・議論を楽しみながら、皆さんが、多くのことを学ぶよう期待しています。スタッフ一同、改訂版の新しいテキストを用意し皆さんの受講申し込みを待っています。

受講の申し込みは、前期授業開始日から1週間程度の間、物理学教室で受け付けます（履修届も必要です）。受付の詳細は、教務関係掲示板と物理学科掲示板に掲示します。受講に関して不明の点があればいつでも相談に来て下さい。

神戸大学教養部物理学教室スタッフ一同

（連絡先、C306号室）

資料 2

実験テーマと目的（15テーマ、実験テキストより）

- A 1 **重力加速度**—ボルダの振り子—：ボルダの振り子を用いて重力加速度の値を測定するとともに、振動周期測定法の一例を修得する。
- A 2 **ヤング率**—ユース法—：金属の棒に外力を加えたときのたわみの大きさからヤング率を測定し（ユース法）、物質の弾性についての理解を深める。
- A 3 **表面張力**—ジョリーのばねばかり—：ジョリーのばねばかりを用いて液体の表面張力を測定し、表面張力の理解を深める。
- B 1 **熱の仕事当量**：栄養計算等に用いられる熱量の単位カロリー cal と仕事の単位ジュールとの関係を知り、あわせて比熱の測定法の基礎を学ぶことを目的として、熱の仕事当量を求める実験を行う。
- C 1 **光の屈折率**—分光計—：分光計を用いてガラスの屈折率を測定することにより、光の屈折現象の理解を深めるとともに、分光計の取り扱いと測定機器の調整を経験する。
- C 2 **ニュートンリング**：単色光を用いてニュートンリングを観測し、レンズの曲率半径と水の屈折率を測定して、光の干渉についての理解を深める。
- D 1 **金属の電気抵抗**：ホイートストン・ブリッジを用いた零位法による電気抵抗の測定方法を修得するとともに、金属の電気抵抗の温度依存性を調べて、その特徴および原因について理解を深める。
- D 2 **ソレノイドと磁束**：ソレノイドに交流を流すことによって作られる磁束密度の空間的な分布を、電磁誘導を利用して測定する。そのことを通じて電流と磁場の相互作用についての理解を深める。
- D 3 **ホール効果**：ホール効果の実験を通して半導体の物性について理解を深める。また、電磁誘導を利用した磁場測定（磁束計）を行い、電磁誘導についても理解を深める。
- E 1 **オシロスコープ**：オシロスコープの原理を理解し、その基本的測定器としての使用法に慣れるために、電気信号の時間的変化を観測し、その周波数（周期）、電圧、位相などを測定する。
- E 2 **過渡現象**：過渡現象の例として、キャパシタンス、インダクタンス、抵抗を含む回路にパルス電圧を加えたときの様子をオシロスコープを用いて観測し、過渡現象についての理解を深めるとともに、受動素子の機能についての知識を得る。
- E 3 **トランジスタ**：オシロスコープを用いてトランジスタの静特性と動特性を調べることにより、電気回路におけるトランジスタの働きを理解する。
- F 1 **X線回折**：金属箔によるX線の透過実験によりX線吸収に対する理解を深めるとともに、デバイ・シェラー法による金属のX線回折写真を撮影して結晶構造解析の基礎を修得する。
- F 2 **原子のエネルギー準位**—フランク・ヘルツの実験—：ネオンを用いて、原子のエネルギー準位の存在を確かめる実験（フランク・ヘルツの実験）を行い、エネルギー準位と遷移に関する理解を深める。
- G 1 **測定誤差の模擬実験**：模擬実験を通して誤差の分布についての理解を深め、平均値およびその平均誤差の持つ意味を理解する。また、データ処理を通して、対数方眼紙および関数付電卓の使い方を修得する。

資料 3

「物理学実験」の実施状況（予算、設備、担当者等）

新カリキュラムの全学共通授業科目がスタートした平成5年度以降、物理学教科集団の年間予算は約200万円で、その80%程度が「物理学実験」関係で使用されている。受講者数を延べ400名とすれば、4000円／受講者／半期程度になる。実験装置の更新・新規導入に2/3、消耗品に1/3程度使用されているが、現状の維持および部分的な改善に大部分が費やされ、新しいテーマの開発・導入、実験室の空調等の設備のための余裕は殆どない。

また、物理学教科集団担当の授業負担の60%を「物理学実験」が占めており、かなりの部分を理論専門の教官と非常勤講師に依存している状態である。

平成7年度の実施状況

1. 開講時間

前期3クラス（2回生）、後期4クラス（1回生）（それぞれ13:30～16:50）

2. 授業担当者

教官4名（非常勤講師1名を含む）／クラス

TA 2～4名／クラス

大学教育研究センター職員3名（教務職員1名、定員外職員2名）

3. 担当者の役割分担

教官：実験室での指導、レポートの添削・評価・指導、その他全般

TA：実験室での指導補助、出欠の確認等

職員：実験室および装置の維持管理、レポートの管理、その他関連事務

4. 履修者数

平成7年度：約420名（前期200名、後期220名 平均60名／クラス）

5. 履修者数の制限

設備・装置と担当教官数を考慮して、1クラス当り72名を上限としている。

（前後期各1クラスについては、受講希望者全員の受け入れができない。）

6. 授業の形態等

実験のテーマ：

・15テーマ（資料3）のそれぞれに、原則として8台または4台の装置が準備され、1テーマ8名を基本とする（E1、G1は16台32名まで可能。）

・各クラスを8名のグループに分け、グループ毎に毎週1テーマを割り当てる。例えば、72名のクラスの場合、9テーマを同時に実施する。採用するテーマは各クラスの担当教官が選択する。

・第1週の授業は、授業内容、履修の心構え、誤差の取扱い等に関するガイダンスに充てる。第2週以降に10回程度の実験を行う。

レポート：

・実験の1週間後迄にレポートの提出を求め、教官は添削・評価して、原則として、実験の2週間後に返却する。再提出、再実験を指示することがある。

・レポートの作成には、平均5時間程度以上（？）を要しているようである。

成績の評価：

- ・ 出席点+レポート点 (ex. 40%+60%) で評価する。欠席せずに毎回レポートを提出すれば合格点に達し、不合格者は数%である。





Fundamental Course in Physics Laboratory in Kobe University

KIMURA, Fumiaki OKABE, Shigeiko SASAKI, Reiko (Staff, R. I. H. E., Kobe University)

In October 1992, Research Institute of High Education was founded in Kobe University and replaced College of Liberal Arts which had been responsible for the general education offered in the first three semesters. It was one of the first attempts in the National Universities in Japan to reform the system of general education with the aim of unifying the general education and the specialized education into a consistent four-years course.

We report on the history before and after the reformation and the existing state of 'Fundamental Course in Physics Laboratory', which is offered as one of the basic subjects for the science students in Kobe University.

For the science students, it is very important to learn, prior to specialized education, the basic attitude of the natural science, i. e., the way of observation, description and interpretation of nature, and they can learn it best by taking 'Fundamental Course in Physics Laboratory'. From this point of view, we, the supporting staff, have been making every effort to improve this course together with the teaching staff. Much of our effort is directed to preparation of good conditions for the students to enjoy the class and to learn as much as possible of their own accord.