

一般教育「物理学実験」授業の問題点

——受講学生の意識調査をもとに——

近 藤 浩 二

1 はじめに

本学の一般教育において、「実験」科目が開設されたのは昭和46年度からである。当時、一般教育の運営に関して全学的な再検討がなされる中で、「一般教育部」設置の検討と並行して、それへの過渡的措置として組織された「一般教育担当教官会議」(S. 44.12.6 発足)において、従来の一般教育を改善するための具体的な方策が検討され、「香川大学一般教育計画 要項試案」(S. 46.1.8)が作成された。一般教育担当教官会議は、農学部希望をも考慮して「実験」科目の開設を検討し、この「要項試案」の中で「一般教育科目の目標具体化と画一性打破」の一つとして、昭和46年度からの開設を計画した。

そこで検討された「実験科目」開設の方針は、「香川大学一般教育修学案内」において次のように表わされている。

自然科学にとって実験は不可欠のものであるが、一般教育科目として、次のような方針のもとに実験科目を開設している。

- 1 実験科目は、理科系専攻の学生の標準カリキュラムにくみこまれ履修を指定されることは当然のことといえるが、特定の学部・学科の専門教育に直接に役立つような科目、いわゆる基礎教育科目としては扱わない。一応農学部学生の履修を指定しているが、原則として科目選択は自由である。
- 2 実験科目は、学生がみずから計画し、探求し、認識し、判断することの実証的な訓練を重視するものである。単なる技術の実習にとどまってはならない。
- 3 実験科目は、現代の科学技術の進歩のなかで、その意義・内容・方法が今後さらに検討され改められていくべきものである。

「物理学実験」もこうした方針のもとに開設され、一般教育科目として一般教育の理念、目標に基づいて運営されねばならないと考えられた。そこでは主として、力学的、熱的、光学的、電気的諸量を測定することを課題にして、学生が主体的に計画し、探求することを通じて、物理法則の理解と科学的、実証的方法の訓練がめざされていた。こうした当初の目標に向けて、実際の「実験」

授業が有効適切に行われてきたかどうかについては、十分な反省、検討が行われてきたとは言えない。開設以来、すでに6年が経過しているが、この間2、3の課題の追加や手直し程度の改善が行われてきたに過ぎず、授業内容や方法の全面的な検討にまでは至っていない。しかし、ここ2、3年の授業の実態は、まさにこれらについての全面的な検討を必要としているように思われる。

近年、学生の意識や考え方が大きく変化し、知的欲求の欠如、論理的思考力や判断力の欠如がしばしば指摘されてきている。「物理学実験」授業において前提とされていた学生の主体的活動は、それ程大きく期待することができなくなっている。学生は、「実験」授業に対して一つの固定した幼稚なイメージをつくりあげてしまっているように思える。すなわち、必要な機器や装置は全て準備され調整されており、かつ器具、装置の使用法を含めて実験方法が詳細に予め与えられていること、そこで学生に求められていることは与えられた手順に従って結果を出すことであるという考えである。実験目的に照らしてみずから問いを発して、考えてみようとする学生は極めて稀になっている。一般的に指摘されている学生の受動的学習態度は、学生の主体的活動が前提とされていることによって、「実験」授業においてより顕著に現われていると言える。指導中に、如何にすればよいかを尋ねられることはあっても、何故こうしなければならぬのかを尋ねられることはなくなった。

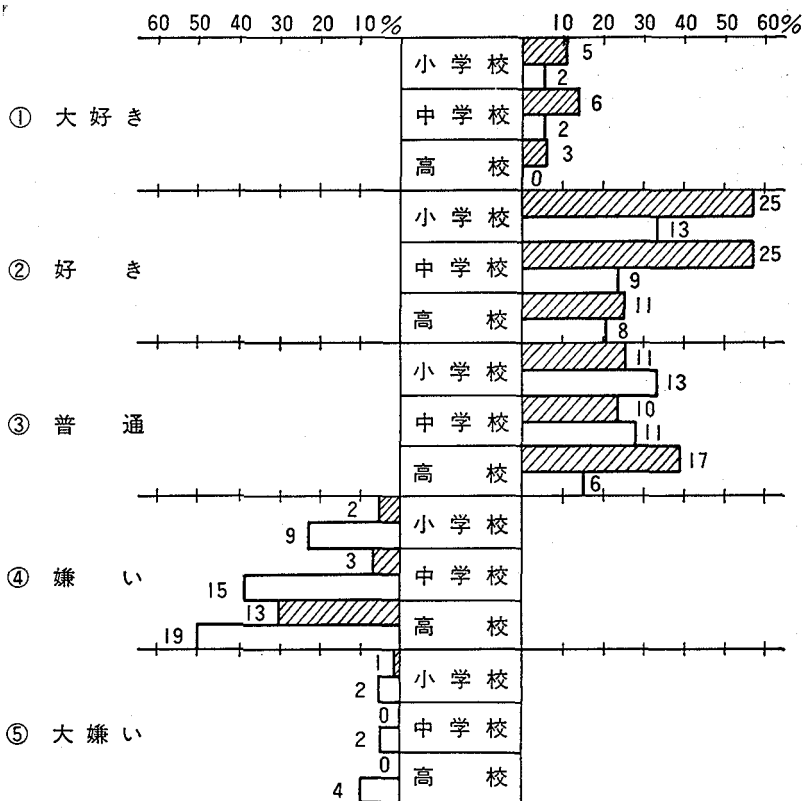
こうした学生の状況に対応して、「実験」授業の目標を実現しうる授業内容や方法の検討が必要となっている。昭和51年度において、受講学生の実態を調べるために「物理学実験」授業に関する学生の意識調査を履修前と履修後について行なった。調査対象は「実験」授業1クラス、農学部農業工学科1年生45名である。なお、比較のために、教育学部の実験が含まれている授業、「物理学実験」(小学校教員免許に必要な教科に関する専門科目に当り、受講学生は教育学部理科専攻以外の学生39名)についても実施した。

この報告では、これらの調査結果をもとに、これまでの「物理学実験」授業についての問題点のいくつかを検討し、その改善の方向を検討することとする。

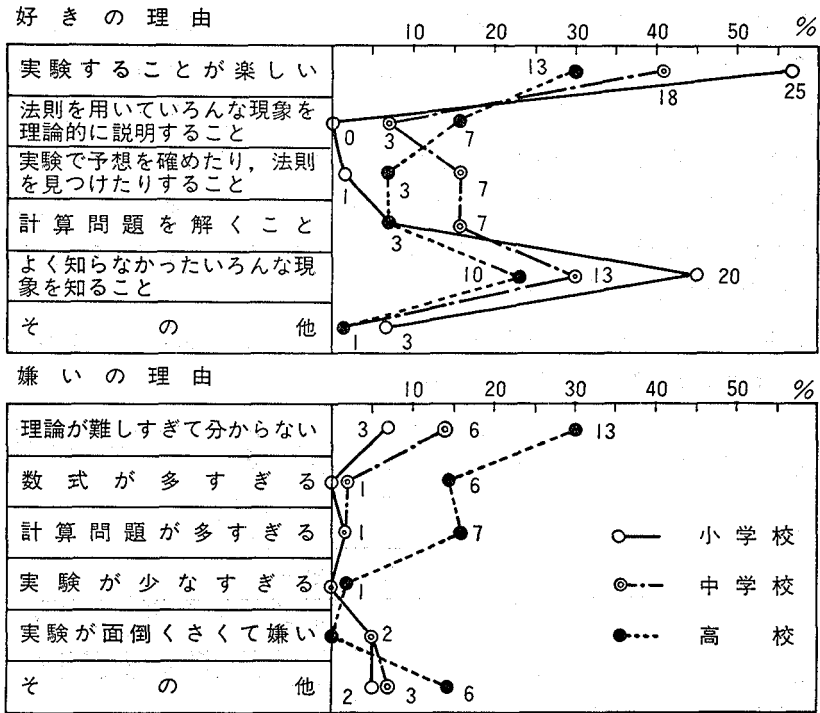
2 履修前の学生の状況

受講学生が小学校、中学校、高校において理科、特に物理に対してどのような意識を持っていたかを調べるために、各学校段階毎に大好きから大嫌いまでの5段階を選択させ、またそこでの好き嫌いの理由を選択させた。その結果は、第1図、第2図に示されている。第1図において、斜線は一般教育「物理学実験」授業（回答者は44名、うち女性2名）、白い部分は教育学部専門科目の「実験」授業（回答者は39名、うち女性38名）についての結果である。数字は人数を示している。

小学校、中学校では好き、大好きが約7割という圧倒的多数であったが、高



第1図



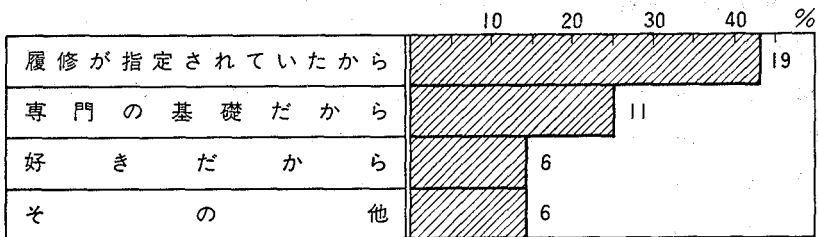
第 2 図

校では3割に減少し、また嫌いが小学校、中学校では極めて少数であったが、高校では約3割にまで増えている。この傾向は教育学部学生についても共通している。しかし、その比率はかなり違っている。これは、農業工学科の学生と教育学部理科専攻以外の学生という専攻の違いによっているものと考えられ、また農業工学科では男性がほとんどであり、教育学部では女性がほとんどであったという事情にもよっているであろう。同時に実施した一般教育「物理学」の授業（農業工学科以外の学生）での調査においても、好き、大好きが小学校、中学校では6割に達していたが、高校では3割程度にまで減少し、嫌い、大嫌いが小学校、中学校では1割から2割足らずであったが、高校では4割余りにまで増大していることが明らかになっている。

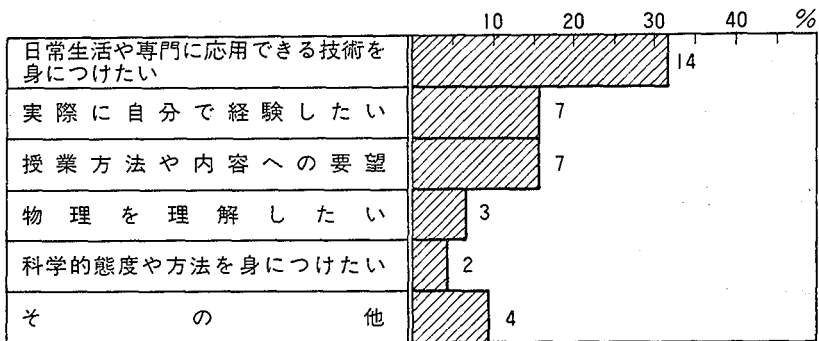
好き、嫌いの理由は第2図に示されている。好きの理由としては、実験する

ことが楽しいこと、よく知らなかったいろんな現象を知ることがどの段階でも多い。他に中学校では実験で予想を確かめたり、法則を見つけたりすること、計算問題を解くことなどをあげ、高校では法則を用いているような現象を理論的に説明することをあげている。嫌いの理由としては、理論が難しすぎて分からないためが多く、他に高校では数式、計算問題が多すぎることをあげている者がかなりいる。これらの理由は、教育学部学生（第2図では示されていない）、農業工学科以外の農学部学生の場合にも共通して高い割合であげられている。学生にとっては、小学校、中学校での理科と高校での物理の間にはかなりの飛躍があると考えられる。また、高校で物理を学習しなかった者も、農業工学科以外の農学部学生で92名中6名、教育学部理科専攻以外の学生で89名中5名いた。

次に、「物理学実験」授業を履修した理由と授業に対する期待を自由に書か



第 3 図



第 4 図

せたところ第3図、第4図のような結果にまとめられた。

農学部学生については「実験」授業を履修することが望ましいとして指定されているために、履修の理由は指定されていたためというのが最も多い。これと内容的には重複していると思われるが、専門の基礎として位置づけて履修しようとしている者もかなりいる。従って、授業への期待も日常生活や専門に応用できる技術を修得したいとする者が多く、科学的態度や方法を身につけたいとか物理を理解したいとか表現した者は少ない。「実験」という場で、実際に自分で経験してみたいとする者もかなりいることは注目される。このことは、小・中学校と高校との間の好き、嫌いの差、或いはそこでの授業方法の違いとも関係しているように思われる。また、かなりの人数が授業方法や内容について要望しているが、その多くは興味あるテーマを選んで欲しい、或いは分かりやすく丁寧に教えて欲しいという希望を書いている。教育学部学生については、教員免許に必要な科目であるということから、39名中25名(74%)が小学校教員になるために必要だからという理由をあげ、また他の科目に比して興味があるとした者が7名(18%)いた。授業への期待については、専門、或いは職業のための基礎知識や技術を身につけたいとする者が39名中16名(41%)で、授業方法や内容についての要望が18名(46%)であった。その要望のほとんど(16名)が分かりやすく教えて欲しいとしている。

学生にとって「実験」授業を履修することの意味は、「役に立つ」知識や技術を身につけることであって、探求する態度や方法、或いは思考の訓練ではない。従って、知識や技術を身につけるには、分かりやすく丁寧な指導が一番大切であろう。こうした学生の現状は、大学教育において一般教育の目標を一層明確にし、授業の中で具体化することが必要となっていることを示している。

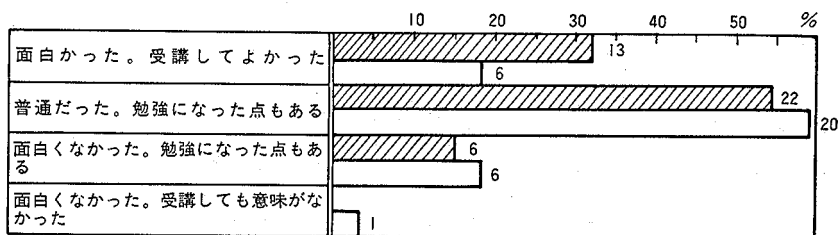
3 履修後の学生の意識

「物理学実験」授業は、週1回半期(15週)1単位の授業である。最初に測定値の取扱いと実験器具についての簡単な説明を3週程かけて行なった後、16のテーマに分かれて2人1組で実験を行ない、毎週テーマの交代を行なっている。テーマと実験方法は、古典的で従来から行われていた一般的な方法が多

い。「科目」開設の方針にもとづいて、個別のテーマについての説明は予め与えることをせず、学生の質問に応える形で指導している。ただし、教育学部専門科目については、各テーマの実験原理の理解と基礎知識を与える目的で5週程の講義を行なっている。

この授業を履修した後、再び同じクラスに対して調査を実施した。

最初に、授業の感想を4つの選択枝の中から選ばせたところ、第5図のような結果がえられた。回答者は41名、うち女性が2名で、教育学部専門科目については34名、うち女性が33名であった。

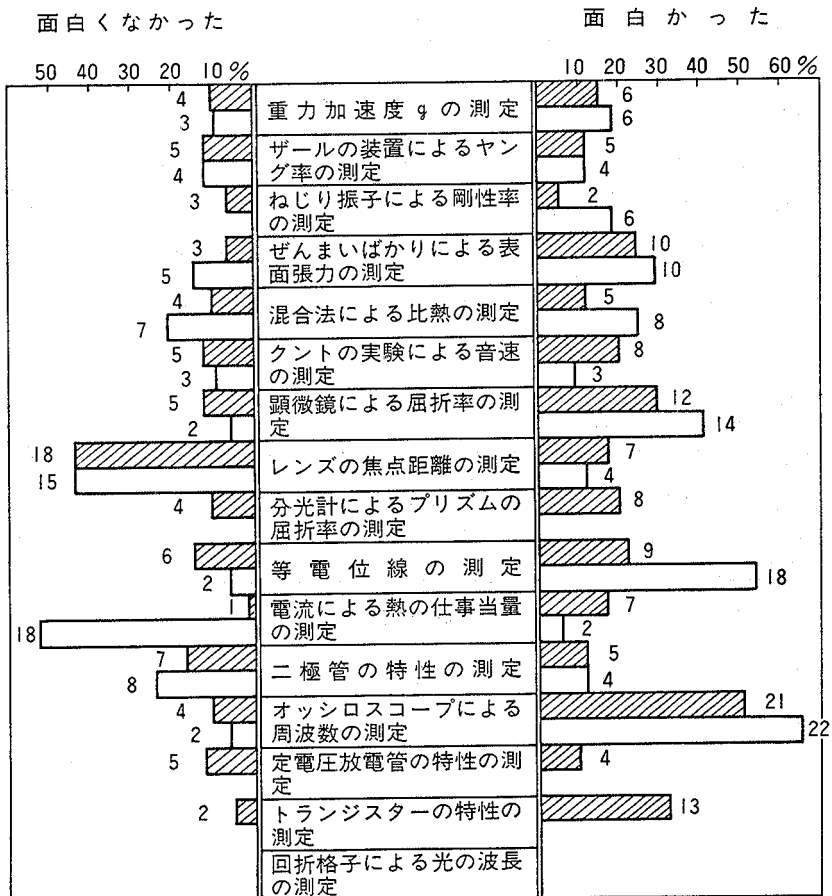


第5図

次に、テーマ別に面白かったか、面白くなかったかを尋ねてみると第6図のような結果がえられた。

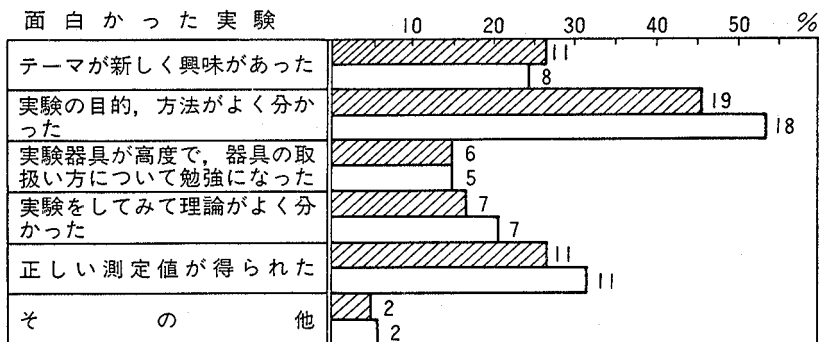
面白かったとする者と面白くなかったとする者との人数差が大きいテーマをあげてみると、面白かったテーマとしては、ぜんまいばかりによる表面張力の測定、顕微鏡による屈折率の測定、等電位線の測定、オシロスコープによる周波数の測定、トランジスタの特性の測定などがあげられ、また面白くなかったテーマとしては、レンズの焦点距離の測定があげられている。教育学部学生では、電流による熱の仕事当量の測定を面白くなかったとするものが非常に多い。

面白かった実験はどんな点が面白かったか、また面白くなかった実験はどんな点が面白くなかったかを、選択枝で選ばせてみたところ、第7図、第8図の結果がえられた。この結果から学生にとって面白い実験とは、まず第一に目的、方法がよく分かること、また正しい測定値が得られること、そしてテーマが新しいことが必要である。精度を高めるために複雑な操作をする実験、或い

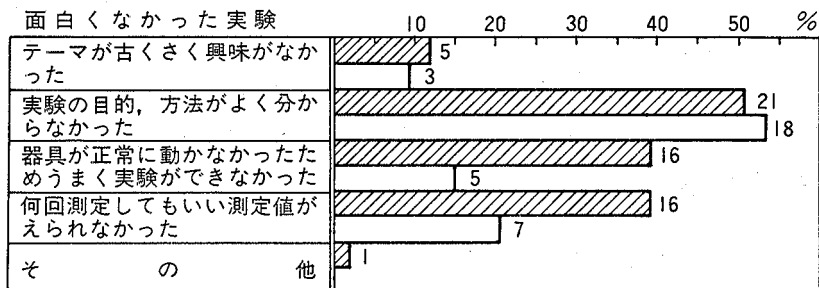


第 6 図

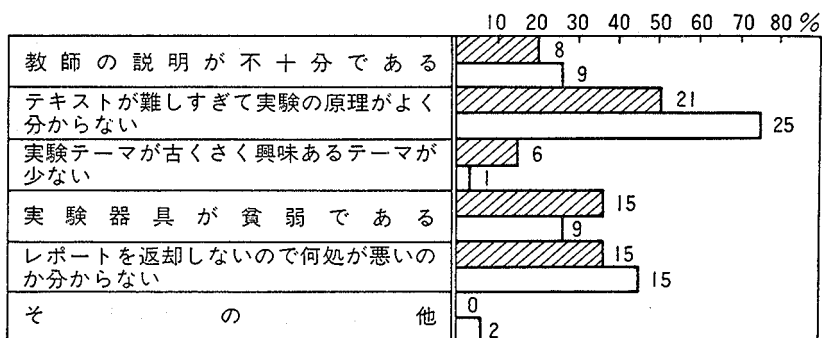
は高度な原理を用いる間接測定などの実験よりは、簡単な原理、方法によって容易に正しい測定値が得られるような実験の方が、学生にとっては面白く感じられるであろう。顕微鏡による屈折率の測定、等電位線の測定などを面白かったとする者が多いのは、そのためであろう。またオッシロスコープによる周波数の測定、トランジスターの特性の測定の実験は、実験方法を詳細に与えてあったために方法がよく分かったこととテーマが新しかったために面白く感じたものと思われる。これに反して、レンズの焦点距離の測定が面白くなかったの



第 7 図



第 8 図



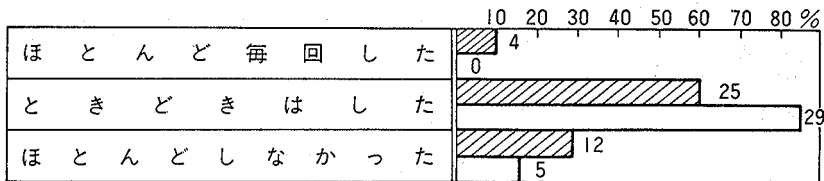
第 9 図

は、原理は簡単であるが、その方法、特に「視差」についての理解が十分でなかったためと器具が幼稚で魅力がなかったためと考えられる。

さらに、受講してみても不満だった点を選択枝で選ばせたところ、第 9 図のよ

うな結果になった。

授業前に予習したかどうかを尋ねると第10図のような結果がえられた。



第 10 図

テキストが難しすぎて実験の原理がよく分からないといいながら、授業前の予習はときどきしかしないという学生が圧倒的に多い。善意に解釈すれば、難しすぎてよく分からないために、予習するのがいやになったとも考えられる。いずれにしても、よく分からないところをみずから調べて分かるうとはしていないようである。また、器具が貧弱であるという不満とレポート返却の希望がかなりの数ある。

4 「物理学実験」授業の問題点

以上の調査結果をもとにして、「物理学実験」授業の問題点をいくつか指摘することができる。

(1) 受講学生の物理に関する興味、関心にはかなりの差がみられ、またこのことも関連して予備知識に大きな差があることが考えられる。一般教育科目としての「物理学実験」は、こうした幅広い学生を対象として行わなければならないだけに、それに応じた内容、方法を十分に検討する必要がある。予備知識の十分でない者に対する補充教材、予備実験等が考慮されねばならないであろう。

(2) 実験の原理や方法がよく分からなくても、分からない点をみずから学習したり、質問したりすることは稀である。主体的学習を期待して質問を待つこれまでの方法は根本的に見直す必要がある。主体的学習をもとに科学的、実証的方法の訓練をめざす「実験科目」においては、実験方法についての説明を一切与えないことがあってもよいのではなかろうか。

(3) 実験器具が貧弱であるという指摘には、目新しい器具や方法が少ないということが含まれていると考えられる。テーマや方法を現代的にすることによって、主体的学習を刺激することが検討されてよいであろう。

(4) これまでの実験は物理量の測定を主としてきたが、履修前の学生の状況や授業に対する不満からみるならば、物理量の間に関係、法則を見出す、或いは確める実験の比重を高めることが必要であると考えられる。

(5) テーマが個々に独立し、関連が少ないために、一つの実験で得られた知識や技術を応用する場がない。このことは、学生にとっては羅列的、平面的で、深みがないと受取られ、より深く探求しようとする意欲を殺ぐことにもなるであろう。2、3の実験の間に関連を持たせ、認識を深める方法が検討されねばならない。

(6) レポート返却の希望が多いことは、一面では正しい答を早く知りたがる悪癖とも考えられるが、他面では正しい方法を身につけようとする積極的な態度のあらわれであるともみることできる。指導の一環としてのレポートの提出と評価は、授業形態とも関連させて再検討する必要がある。

これらの問題点から、1つの改善の方向を示すことができる。実験内容は思いきって限定し、2、3の統一したテーマで全体の実験を組み立てること、例えば固体の構造、波動現象、原子の構造のように、そしてそれらに対していくつかの実験を積み上げて迫っていく方法が考えられる。また、方法的には、一つの実験から仮説をつくらせ、仮説の検証のための実験をみずから計画させることで、主体的学習に導く方法が考えられる。指示された通りに定まった手順に従う実験のみでは、学生は受動的にならざるをえないであろう。各人の予備知識や問題意識によって、個々の実験の目的、方法がある程度異ならせることも可能ではなかろうか。しかし、こうした方法をとる場合には、実験全体を一定の水準に維持するために、個別の指導が必要となる。このことは、例えば毎時のレポートの点検と1つの統一テーマが終了した時点での面接指導によってもある程度可能であると考えられる。さらに、予備知識に大きな差がある学生を対象とするために、それを補う教材、資料、参考図書を準備することが必要である。参考図書については指定図書としての利用が考えられ、また教材、資

料については実験室に備えつけ、毎時利用できるようにしておくことが考えられる。

5 むすびにかえて

現在の受講学生の状況を考えるならば、一般教育科目における「実験科目」の意義は開設当初に考えられていたよりもはるかに重要であり、一般教育の目標を具体化する上で、極めて有効な授業科目であると言わねばならない。そうした意味では、従来の「実験」授業の目的の一つに常に考えられてきた技術の修得や専門のための基礎知識の獲得は、むしろ完全に副次的なものとして取扱い、目標から思い切って取除くことが考えられてもよいのではなかろうか。

さらに、「実験」授業が先に述べたような方向で改善されるならば、「実習」的要素はまさに副次的なものになり、学生の自学自習時間が大幅に増大し、その意義と学習時間数からして講義と同じ単位数、即ち週1回半期（15週）で2単位が与えられて然るべきであろう。

現在、こうした方向で、新しい「物理学実験」授業の実験内容を検討中である。この報告では、取敢えず、「物理学実験」授業における受講学生の意識調査の報告と授業の問題点を指摘し、その改善の方向を示した。大方のご叱正を仰ぎたい。