

# 理系学生の高校での理科学習の実態と大学への接続

大久保 敦, 三上 真人(山口大学)

山口大学工学部機械工学科では1年次前期に開講される学科共通科目「基礎物理学Ⅰ」の最初の授業において、「物理基礎力テスト」と「数学基礎力テスト」を実施している。2002年度にアドミッションセンターと共同で、特に高校から大学入学初年度にかけての理科や数学の学習状況を把握することを目的として、基礎力テストと連動したアンケート調査を実施した。本稿では自然科学や理科の授業に対する意識、自然科学や理科の授業に対する意識、高校の物理授業の内容、および物理基礎力テストの解答自己分析についての結果を紹介するとともに、これらの結果を基に理系高校生の大学への接続について考察を行った。

## 1. はじめに

山口大学工学部では、1999年に工学部全教官に意識調査を行ったところ、学生の意欲欠如、あるいは基礎知識不足や学力の個人差拡大などを多くの教官が感じ、また指導上支障をきたしていることが判明した。これを受けて、工学部各学科では入学者受け入れの改善を開始した。機械工学科でも対策を講ずるに当たり、ほとんどの教官が学生の入学時の状況を全く把握していない反省から、学生の入学時の高校物理と数学の基礎的な知識や理解がどの程度であるかを把握し講義に反映させること、および受講に必要な基礎知識を学生に認識させるために、1年次前期に開講される学科共通科目「基礎物理学Ⅰ」の最初の授業において、次章に示す内容の「物理基礎力テスト」と「数学基礎力テスト」を実施した。その後2001年度まで、これらの基礎テスト、中間テスト、期末テスト、あるいは課題やレポートの内容分析などから、入学時の状況やその後の変化を把握し、入学後の対応を改善してきた。2002年度にはアドミッションセンターと共同で、特に高校から大学入学初年度にかけての状況を把握するために、基礎力テストと連動したアンケート調査を実施した。本稿ではこのうち特に理科学習に絞って報告を行う。

## 2. 調査方法

調査は平成14年度工学部機械工学科1年生(留学生1名を除く)83名を対象とし、全員から回答を得た。まず、基礎物理学Ⅰの第1回授業(平成14年4月11日)で次に示す物理基礎力テストおよび数学基礎力テストを実施した。

### 【物理基礎力テスト 10分】

- ①運動の三法則, ②簡単な運動方程式, ③つり合い, ④作用反作用, ⑤バネの特性, ⑥フックの法則, ⑦静止摩擦, ⑧動摩擦, ⑨力学的エネルギー保存則, ⑩保存力の理解

### 【数学基礎力テスト 15分】

- ①行列の和・積・逆行列, ②極限, ③導関数, ④不定積分, ⑤定積分, ⑥置換積分, ⑦部分定積分, ⑧微分式

その後、第2回授業(4月18日)でテストの解答結果について解説を行ったのち、アンケート方式で調査を行った。調査項目は次の通りである。

- ①基礎力テスト物理の各解答結果に対する自己分析(各10問)
- ②基礎力テスト数学の各解答結果に対する自己分析(各8問)
- ③入試の自己評価, 大学の志望順位, 大学・学部・学科の選択理由, 満足度, 将来の

進路など(9項目)

- ④自然科学に対する意識, 小学校低学年, 同高学年, および中学校での理科の授業に対する意識(4項目)
- ⑤高校で履修した理科の各科目について(履修単位数, 授業の感想, 履修理由, 授業の方法, 実験実習の実施状況の5項目)
- ⑥高校で行った力学実験の実施項目および物理に対する意識(2項目)
- ⑦小学校低学年, 同高学年および中学校での算数・数学の授業に対する意識(3項目)
- ⑧高校で履修した数学の各科目について(履修単位数, 授業の感想, 履修理由の3項目)

### 3. 調査結果

#### 3.1 自然科学や理科の授業に対する意識

##### 3.1.1 自然科学に対する興味(図1)

「自然科学についてどのように思いますか」の質問に対して「小学校から今まで興味がある」と「今のみ興味がある」を合わせると、70%の学生が自然科学に興味がある現在であると回答している。一方、「小学校の時のみ」と「小学校から今までない」とを合わせた23%の学生が理系学部でありながら自然科学に現在興味がないと回答している。

##### 3.1.2 物理に対する興味(図2)

「物理についてどのように思いますか」の質問に対して「興味があり計算問題も得意」と「興味があるが計算問題は不得意」を合わせた物理に興味を持つ学生は、自然科学の70%より増えて89%にのぼる。一方、計算の得意・不得意を問わず、物理に興味を持たない学生が6%存在することも判明した。

##### 3.1.3 小中学校理科および高校物理の授業に対する意識(図3)

小学校低学年(1年生~3年生)理科, 同高学年(4年生~6年生)理科, 中学校理科,

高校物理IBおよび物理IIの5つの段階に分けて、それぞれ理科や物理の授業をどのように思ったかを質問した。その結果「おもしろい」と「内容によってはおもしろい」を合わせた回答は、小学校低学年から中学校までは約80%と高い割合で一定であるが、高校物理IBでは約70%、さらに物理IIでは約59%へと減少した。一方、はっきり「おもしろくない」とする回答は小学校~中学校を通して数%, 高校で増加し物理IIでは13%となるが、ここで「普通」と「おもしろくない」を合わせた回答に注目すると、高校物理IBで3割、物理IIでは4割の学生が少なくとも「おもしろい」と感じていない。

以上をまとめると、理系学部であっても自然科学に「興味がない」が2割、また学部教育の基礎となる物理に「興味がない」と回答した学生が、少数であるが入学していることがわかった。理科の授業については、一般に言われるように小学校高学年での理科離れは見られず、中学まで多くの学生が理科の授業を「おもしろい」と感じている。一方、高校の物理ではその割合が下がり、特に物理IIでは4割の学生が「おもしろい」と感じていないことが判明した。

#### 3.2 自然科学や理科の授業に対する意識

##### 3.2.1 理科の履修科目

普通科出身者では、物理未履修者1名を除くと、高校での理科の履修科目は物理IB・IIと化学IB・IIの組合せを基本としている。このことは、次の履修分野が2分野のものが圧倒的に多いことに関係する。

##### 3.2.2 理科の履修分野と科目(図4)

全体として77%の学生が2分野(一名を除き全て物理・化学)、19.4%が3分野で、4分野以上は3.6%であった。出身学科別では、普通科は2分野61名(73.5%)、3分野14名(16.9%)、4分野以上2名(2.4%)であるのに対し、理数科・総合学科では2分野の者はなく、3分野が3名と4分野以上が2名

理系学生の高校での理科学習の実態と大学への接続

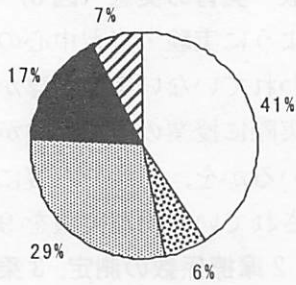


図1 自然科学に対する興味 (n=83)

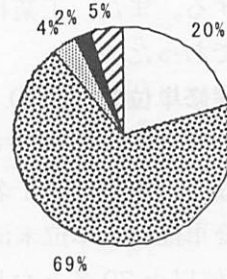


図2 物理についてどのように思うか (n=83)

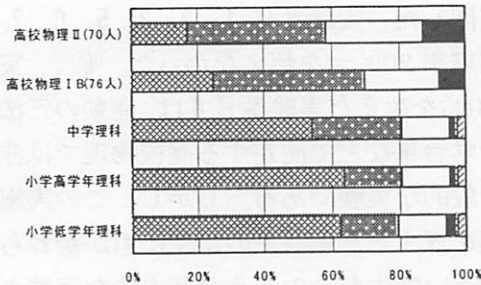


図3 理科の授業に対する意識 (n=83)

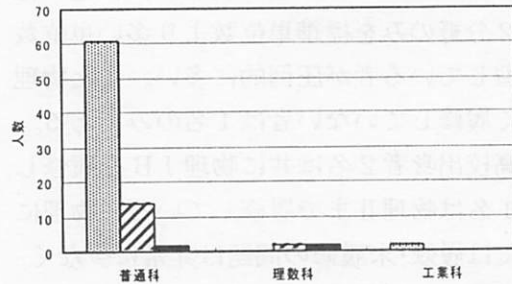


図4 高校での理科履修分野の状況 (n=83)

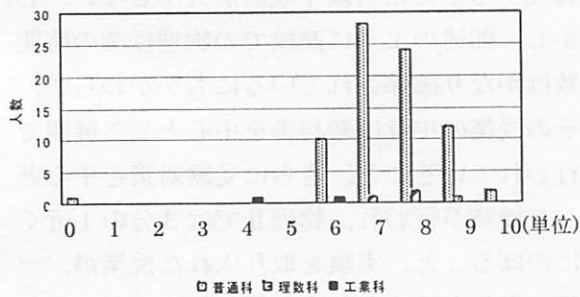


図5 高校での物理単位修得の状況 (n=83)

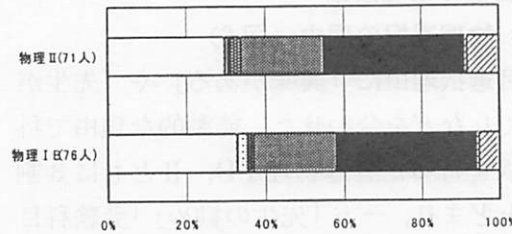


図6 高校物理科目の選択理由

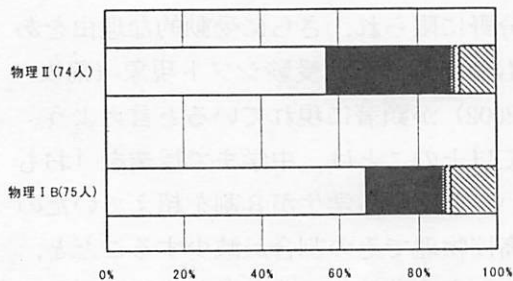


図7 高校物理の授業内容

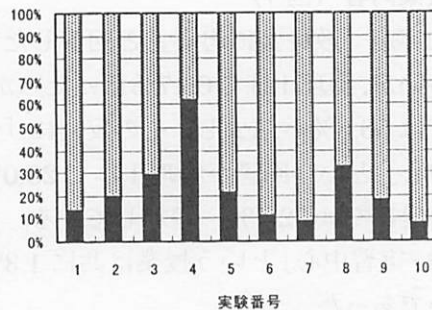


図8 高校物理力学分野実験別実施率 (n=79)

それぞれ存在する。また、工業科では2名とも2分野のみであった。

### 3.2.3 物理の履修単位数 (図5)

物理ⅠBと物理Ⅱを標準単位で履修すると合計6単位になる。未履修者1名を除くと、物理の合計履修単位数は6単位未満1名、6単位11名、6単位以上70名となり、多くの学校で標準単位数を超え単位増(最大4単位増の合計10単位)していることが判明した。6単位以下というのは、工業高校出身者で物理ⅠB4単位のための履修である。

以上をまとめると、機械工学科に入学した学生の高校での理科の履修状況は、物理・化学の2分野のみを標準単位数より多い単位数で学習している者が圧倒的に多い。また物理を全く履修していない者は1名のみである。工業高校出身者2名は共に物理ⅠBを履修し、うち1名は物理Ⅱまで履修している。物理に関しては履修・未履修の問題は非常に少なく、履修単位から判断すると、むしろ物理の授業を受ける機会はかなり確保されていると思われる。

## 3.3 高校の物理授業

### 3.3.1 物理選択の理由 (図6)

科目選択理由に「興味がある」や「先生が好きで」などを合わせた、能動的な理由で科目選択を行った者は物理ⅠB、Ⅱともに3割強にとどまり、一方「先生の勧め」「受験科目で必要」「コースを選択すると自動的に履修科目が決まる」などを合わせた、受動的な理由で科目選択を行った者は物理ⅠB、Ⅱともにほぼ6割に達した。

### 3.3.2 授業内容 (図7)

授業内容が「教科書に忠実」と回答した者が一番多いが、物理ⅠBで66.7%だったのが、物理Ⅱでは56.8%へ減少し、その反対に「受験対策中心」という回答が物理ⅠBで20.0%から、物理Ⅱでは32.4%へ増加している。また、「実験・実習中心」という授業は共に1.3%とわずかであった。

### 3.3.3 実験・実習の実態 (図8)

前述のように実験・実習中心の授業は、ほとんど行われていない実態が浮かび上がってきたが、実際に授業の中で実験がどの程度実施されているかを、力学の内容に絞って教科書に掲載されている物理実験を9項目(1 重心の測定、2 摩擦係数の測定、3 乗物や落体の運動の観察や測定、4 記録タイマーやストロボ装置や力学台車を用いた運動の三法則の測定、5 衝突・分裂の実験、6 反発係数の実験、7 斜面・輪軸等による仕事の原理についての実験、8 単振り子の運動測定、9 弾性衝突の実験、10 その他)選び、それぞれ実施・未実施を質問した。実験番号1, 2, 3, 5, 6, 7, 9は実施率20%台を超えなかった。唯一、実施率60%を超えた実験番号4は、運動の三法則を力学台車などで測定する高校物理では非常に一般的な実験である。しかし、この実施率は裏を返すと、理科系の学生にもかかわらず4割近い学生がこのような基本的な実験さえも経験していないということを示している。

理科では興味関心を喚起し、また自然科学に対する理解を深めたり、科学的な自然観を育成するために実験や観察が欠かせない。しかし、前述のように高校での物理授業の時間数はかなり確保されているにもかかわらず、その授業の中身は教科書を中心とした展開で行われていること。さらに受験対策を中心とした授業が行われ、物理Ⅱでは3分の1近くにのぼること。実験を取り入れた授業が、一部の学生を除くとあまり行われていないことなどが判明し、本来あるべき理科の授業とは異なる状況が浮かび上がる。また、科目選択も2分野に限られ、さらに受動的な理由をあげるものが目立ち、受験シフト現象(荒牧・山村2002)が顕著に現れていると言えよう。従って以上のことは、中学まで授業を「おもしろい」と感ずる学生が8割を超えていたのが、高校物理でその割合が減少することと、少なからず連動していると考えられる。

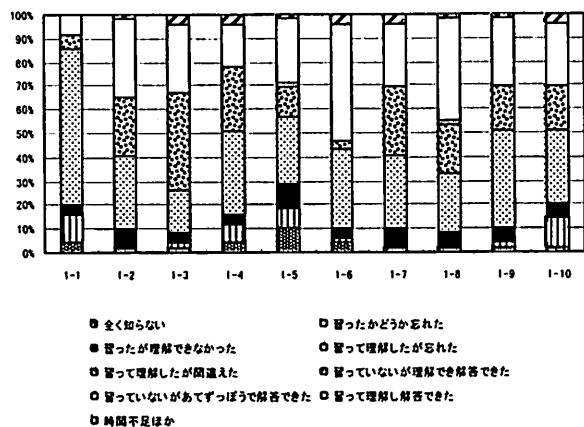


図9 物理学基礎力テスト問題別自己分析(前期入学者 49名)

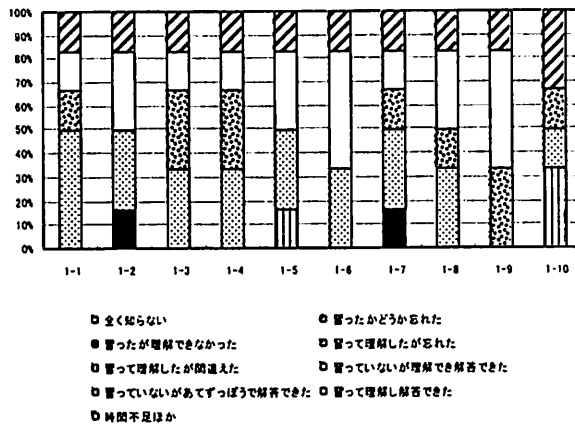


図10 物理学基礎力テスト問題別自己分析(推薦入学者 6名)

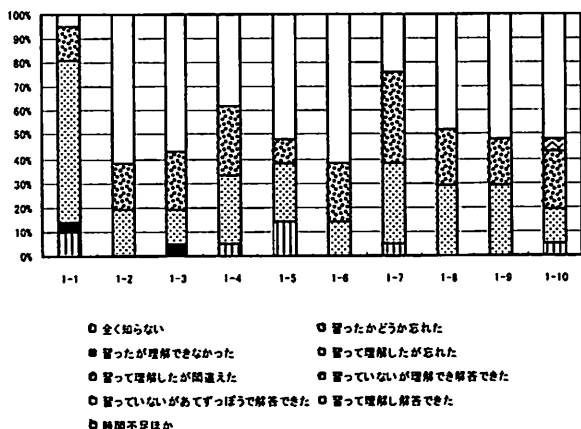


図11 物理学基礎力テスト問題別自己分析(後期入学者 21名)

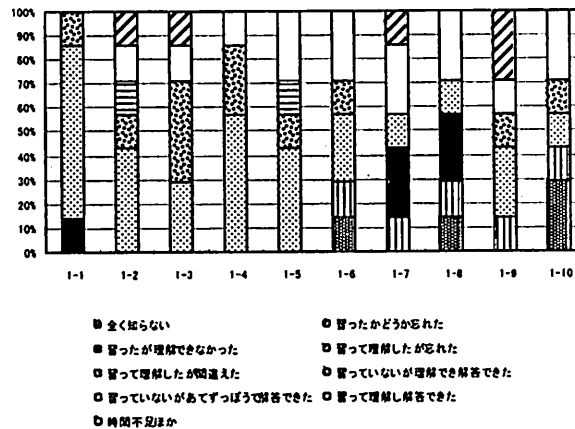


図12 物理学基礎力テスト問題別自己分析(A0入学者 7名)

### 3.4 物理学基礎力テストの回答自己分析

#### 3.4.1 全体的特徴

テストの正解・不正解では、「既学習者」と「未学習者」、あるいは「既学習者」の中で「理解者」と「未理解者」、さらに「理解者」の中で「定着者」と「未定着者」を判別することはなかなか難しい。もちろん回答の内容を分析することにより、これらを間接的に判別することはある程度可能である。本調査では回答内容を自己分析してもらい、直接的な資料を基にこれらを判別することを試みた。その結果、不正解の中で、「習ったが理解できず」という「未理解者」は3~8%であった。一方、「習って理解したが間違えた」と「習って理解したが忘れた」を合わせた「未定着者」は、おおよそ各問題とも40~60%(問題1では約80%)と、かなりの割合存在することが判明した。なお、83名中物理を履修していない「未

学習者」は1名のみであるので、「知らない」と「習ったかどうか忘れた」とした学生のほとんどは「未定着者」または「未理解者」と判断される。

#### 3.4.2 選抜方法別特徴(図9~12)

前期日程入学者では「理解者」は後期日程入学者について多いが、全問題にわたり「習ったが理解できなかった」や「知らない」がみられることから、数は少ないが「未理解者」の存在が特徴である。後期日程入学者では全問にわたり「習って理解し回答できた」が他の選抜よりも目立ち、「定着者」が多い。推薦入試(6名)とA0入試(7名)は標本数が少なく一人の回答結果が及ぼす影響が大きいため決定的なことは述べることはできないが、おおよそ次のような傾向が認められる。推薦入学者は問題により「定着者」「未理解者」の割合の変化が激しいことから、知識や理解の

偏りが予想される。その傾向がAO入試入学者ではさらに顕著である。

#### 4. 高校や学生の実態を踏まえた入学者受け入れ

##### 4.1 初期教育における習熟度別クラス編成

物理基礎力テストの解答自己分析の結果から、「未学習者」や「未理解者」は存在するがその割合は少ないことが判明した。もちろん、これらの学生に対しては、相応の対応を施さなければならぬが、注目すべきは「未定着者」である。山口大学大学教育センターでも平成15年度より理系学生全員に対して数学・理科のプレースメントテストを実施し、成績により入門クラスの受講者を決定する体制を開始したが、このような「未定着者」の中には、入門コースの受講はかえって学習意欲を殺ぎかねない学生も存在するものと予想される。従って、可能であれば「未学習者と未理解者クラス」、「未定着者クラス」、「定着者クラス」の3段階に習熟度別クラス分けをし、さらに途中の状況によりクラス変更が可能とする対応が必要であろう。実際「未定着者」の入学後の定期試験の素点を追跡すると、ほとんどの学生は合格点をクリアしている。なお、選抜方法ごとに傾向が認められることから、さらに継続して調査することが必要である。

##### 4.2 入学初期の支援体制の必要性

基礎物理学Iの評点が基準点(60点)に達せず、単位を修得できなかった学生(11名)には次のような特徴が見られた。つまり、入学後2ヶ月目に実施された中間テストで既につまずいていること。次に、これらの未修得者のうち1名を除くと、後期に開講される関連科目(工業物理学)の単位を落としていること。さらに、これら未修得者のうち3名を除いた者は、高校物理の評定平均が3.5以下であった。高校調査書の評定に関しては、最近では南・野尻・越田(2000)の報告にあるように、学校ごとに評価基準が異なるなど

の指摘があり、調査書評定と入学後の学業成績との関係を一概に論ずるには問題がある。

しかし、物理評定平均3.5以下の学生のうち、中間テストで40点以上の学生が未修得率0%であるのに対し、40点以下では実に45%にのぼることが判明した。入学後2ヶ月目の中間テストのつまずきが期末テストや、さらに後期の連動する科目の期末テストまで影響を及ぼしている実態が浮かび上がった。これらのことから、初年度、特に入学後2ヶ月間の学生動向の把握とそれに基づいた支援体制作りが必要である。

##### 4.3 補習教育と接続

調査結果から、機械工学科入学者の高校での理科学習は、いろいろな意味で受験の影響を受けていると判断される。高校理科(文部省1999)では、知識的な理解だけでなく、科学的に探求する能力や態度あるいは科学的自然観の育成を目標としている。従って、大学で「何を」、「どのよう」に補うかという事については、これらの視点も含めて考えることが必要である。以上、対処療法的な対応を述べてきたが、一部の普通科、理数科および総合学科では、理科3分野以上の履修や実験・実習を重視した授業が展開されていることも事実である。根本的には、高校の授業が受験シフト(荒牧・山村2002)に陥らない大学への接続の仕組みを、高大間で連携を取りながら探ることが必要である。

#### 文献

- 荒牧草平・山村滋, 2002, 「多様化政策下における普通科高校教育課程の実証的研究」『大学入試センター研究紀要』31: 11-28.
- 南一郎・野尻洋一・越田豊, 2000, 「学内成績と入試成績および高校調査書」『大学入試研究ジャーナル』10: 41-48.
- 文部省, 1999, 『高等学校学習指導要領』大蔵省印刷局, 388