

入学前スクーリングへの実験の導入

町田 光男*

Introduction of Experiment to Pre-entrance Education

by

Mitsuo MACHIDA*

要 旨

大学で学ぶ物理学の模擬体験として、機械工学科の早期合格者に対して物理学の演習を入学前スクーリングで実施してきたが、入学前教育として十分な効果が得られていないことが判明した。他大学での成功例を参考にして、物理学のスクーリングに実験を導入することにした。高校生でも理解できるように、振り子の周期から重力加速度を決定する実験を実施することにした。実験はグループワークとして行わせたが、参加者は積極的に実験に取り組み、与えられた役割を果たしていた。実験導入の効果を確認するために実施したアンケートによると、殆どの参加者は実験内容を十分に理解できたということである。また、高校で物理学の実験を殆ど経験してないので、今回のスクーリングは有意義であったと回答した者もあり、スクーリングへの実験の導入は概ね成功と考えられる。

Key Words : 入学前スクーリング、実験、振り子、重力加速度

1. はじめに

大学全入時代を迎えて定員を確保するために、推薦やAO入試が多くの大学で実施されるようになり、その結果、基礎学力やモチベーションの低い生徒が大学に入学するようになった。推薦やAO入試では、早期に合格が決定してしまうため、入学までの期間が長くなり継続的な学習が維持されないとか、学力試験を課さないことが多いため入学後の授業についていけない生徒も入学してしまうという問題が指摘されている¹⁾。そのため、推薦やAO入試を実施している多くの大学で入学前教育が実施されている。入学前教育の主な目的は、推薦やAO試験などの早期合格者の基礎学力の向上、入学ま

での学習意欲の維持であるが、その他にも大学での学びに向けての動機付けや大学における教育への導入など、目的は多岐にわたっている。

崇城大学においても、年内に合格が決まった早期合格者に対して、大学の面白さや魅力を感じてもらおうプログラムや初年次に受講する数学、物理学や英語の授業を模擬体験する入学前スクーリングなどの入学前教育を実施している。本学は工学部、情報学部、生物生命学部などからなる理系大学である。特に、工学部の物理系学科では、物理学を専門基礎として位置付けているが、物理系学科の早期合格者の中には、高校での物理学が未定着の者や未履修の者も多い。そこで、物理系学科の早期合格者に対して大学で受講する物理学を模擬体験することを目的として、物理トレーニングノートを教科書とした演習（模擬授業）を入学前教育の一環

*崇城大学総合教育センター教授

として実施してきた。ただし、トレーニングノートの難易度は、物理未定着者や未履修者に対して基礎を学ぶ機会や学びなおす機会を与えることを主目的としているので、物理基礎と同程度に設定してある。また、学習者が負担を感じて投げ出さないように、解説、問題、問題解答で構成されるトレーニングノートは50ページ程度の長さには抑えてある。

模擬授業は物理トレーニングノートの事前学習を前提として、演習形式で実施してきたが、参加者が授業に集中しない、トレーニングノートを事前学習しないなどの問題が徐々に表面化してきた。したがって、物理トレーニングノートを用いた演習は、早期合格者の学力向上や大学教育の意識付けの面ではあまり有効でないことを表す。このような理由で、実験を導入した体験型のスクーリングに切りかえ、成功を収めている例も多数ある²⁾。今回、他大学の例を参考として模擬授業を見直し、実験を導入した体験型の授業を行い、その効果をアンケートで確認したので報告する。

2. 振り子の実験

スクーリングの模擬授業の時間は80分である。その80分の間に、実験の原理等の説明をした後、実験を行わせ、さらに実験結果の発表と実験導入の効果を確認するためのアンケートを実施することにした。また、参加者の多くは物理未定着者あるいは未履修者であるので、実験の原理や操作は単純かつ明解である必要がある。以上のことから、今回の試みでは、振り子による重力加速度の実験（振り子の実験）を実施することにした。

振り子の実験は、古典物理学を定量的に実感するのに適した題材であり、その実験から高精度で重力加速度の値を決定することができる。高校生でも実験を行い易いように、実験装置と測定は可能な限り簡素化し、実験も短時間で終了するようにした。

2.1 原理の説明

今回のスクーリングの対象者は機械工学科の

入学予定者22名である。これらの参加者の中には、物理基礎を履修していない者もいるので、基本的なところから説明する必要がある。

まず、位置、速度、加速度の関係を簡単に説明した後、図-1 (a) の説明資料を用いて、真空中で自由落下する物体の落下する速さと加速度（重力加速度の大きさ g ）の関係を説明した。次に、(b) の資料を用いて、空気中では、物体はその形状と密度に依存する空気抵抗を受けて落下するので、自由落下の方法で正確な g を決定するには大掛かりな装置が必要となることを述べ、そのため今回のスクーリングでは、空気抵抗の影響を殆ど受けずに g を高精度で決定することができる振り子の実験を行うということを説明した。

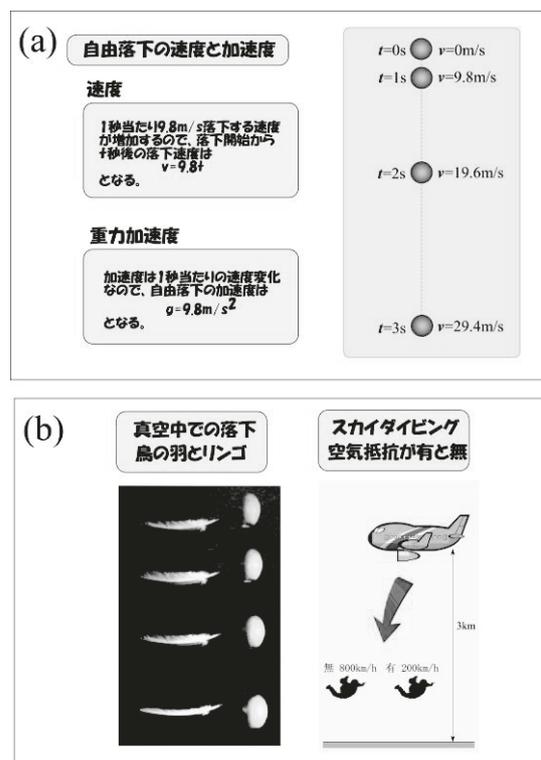


図-1 重力加速度と空気抵抗の説明に用いた資料

振り子の実験では振り子の周期 T から g を決定するが、原理の説明は次のようにして行った。図-2に示した振り子の周期に対して、振り子の支点 O からおもりの重心までの距離を L として、慣性モーメントの補正項を無視した近似式

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

を用いることにした。ただし、参加者は振り子の周期については高校で学習していないので、式(1)は入学後に物理学で習うということを伝えた。式(1)から、重力速度の大きさは

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2}L \quad (2)$$

で与えられるので、振り子の周期と長さ L を測定すれば g が求まることを参加者に理解させ、実験手法について説明した後、実験を行わせた。

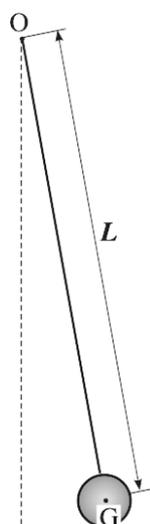


図-2 単振り子

2.2 振り子の実験

2.2.1 振り子の実験の装置

今回の実験に用いた振り子の装置は、支持部にナイフエッジを用いた繊細なものではなく、単におもりをつり下げた細いワイヤーの末端を固定した単純なものである。精度はやや損なわれるが、装置の設置が簡単であると同時に、多少乱暴に扱っても壊れることはない。

図-3のように、実験用スタンドの上部にクランプをセットし、半径10 mmの金属球のおもりが付いたワイヤーの上端をクランプで挟み固定する。スタンドは机の端に置き、おもりを机の外に垂らすようにする。周期を測定するとき、振り子が中心を通過するときを基準として

測定する方が良い結果が得られるので、紙に直線を描き、ワイヤーを静止させた状態で直線がワイヤーと重なるように紙を机に張った。このような基準の設置は振り子の実験で良く行われていることである。ワイヤーが長いほど振り子の振動数は小さくなり T は測定し易くなるが、スタンドの長さの制約などによりワイヤーの長さは約1 mとした。ワイヤーがこの長さのとき、振り子の周期は $T \approx 2s$ となる。

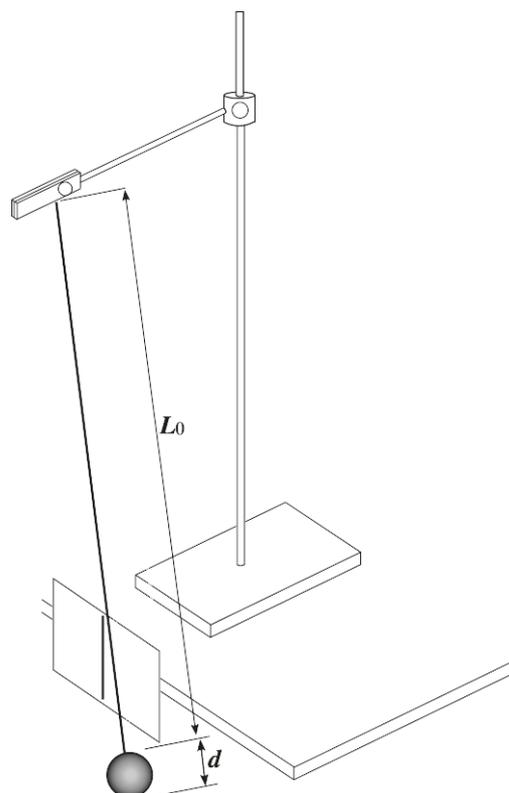


図-3 振り子の実験装置の模式図

2.2.2 測定とその結果

スクーリングでは、振り子の装置を3台用意した。参加者は22名であったので、7または8名のグループを3グループ作り、参加者主体のグループワークで行わせた。

まず、振り子の支点からおもりのワイヤーの付け根までの長さ L_0 をメジャーで測定させた。次に、おもりの半径 a は、ノギスでおもりの直径 d を測らせ、それを2で割って求めさせた。得られた L_0 と a から、振り子の長さ L を

$$L = L_0 + a \quad (3)$$

と求めさせた。ただし、殆どの参加者は工業系

の高校の生徒であったので、全員がノギスの使い方を知っていた。振り子を小さな振幅で振らせ、10往復する時間をストップウォッチで測定させた。測定から得られた時間を10で割って、それを周期 T とした。

得られた T と L を式(2)に代入して g を求めさせると、2つの班は g の値 9.8m/s^2 に近い値が得られたが、残りの1つの班は 9.6m/s^2 と g の値から大きくかけ離れた値が得られた。 9.8m/s^2 から大きくかけ離れた値が得られた班は、恐らく10周期の測定を誤ったものと考えられる。しかし、参加者は実験にまじめに取り組み、得られた値に関係なく満足していたようであった。

3. アンケートの結果

表-1にアンケートの設問と設問に対する回答者数を示す。参加者は機械工学科の入学予定者なので、基礎物理を履修しておくことが望ましいので、設問1では物理基礎の履修について訊ねた。また、以前のスクーリングでは、物理トレーニングノートの事前学習を前提として演習を行っていたので、設問2では物理トレーニングノートの事前学習について訊ねた。設問3ではスクーリングの印象、設問4では配布資料について、設問5では講師の説明、設問6では実験の理解度、設問7では実験への積極的参加について訊ねた。また、設問3~7の回答に対

しては、結果集計を考慮して、5件法を用いた。ただし、5件法では、「そう思う」と回答した場合を5点、「どちらかといえばそう思う」と回答した場合を4点、「どちらとも言えない」と回答した場合を3点、「あまりそう思わない」と回答した場合を2点、「そうは思わない」と回答した場合を1点とするので、得点が高い程設問に対して肯定的になる。

設問1で物理基礎を履修したと回答した参加者が19名(86%)で、殆どの参加者が物理基礎を履修していることが分かる。次に、物理トレーニングノートの事前学習についての設問2に対しては、「全て解いた」が3名(14%)、「半分程度解いた」が8名(36%)、「全く解いていない」が半数の11名(50%)という予想外の結果が得られた。模擬授業だけでは基礎学力の向上は望めないので、参加者が主体的に物理トレーニングノートを学習するようになるプログラムを、模擬授業とは別にして設定する必要がある。

図-4に設問3~7の平均点を示す。設問3~6に対しては、平均点が4.4以上で、この結果は設問3~6に対して極めて肯定的であることを示している。したがって、スクーリングは有意義、配布資料は適切、講師の説明は適切であり、また実験内容も理解できたということである。ただし、設問7のグループワークへの積極的な参加に対しては、平均が3.7で、他の設問より否定的になっている。表-1から分かるように、

表-1 アンケートの設問と設問に対する回答者数

設問1. あなたは高校で「物理基礎」を履修しましたか。	<input type="checkbox"/> 履修した 19	<input type="checkbox"/> 履修しなかった 3
設問2. あなたはスクーリングの前に、「物理トレーニングノート」を解きましたか。	<input type="checkbox"/> 全て解いた 3	<input type="checkbox"/> 半分程度解いた 8 <input type="checkbox"/> 全く解いていない 11
設問3. 今回のスクーリングは有意義であったと思いますか。	<input type="checkbox"/> 5 そう思う 13 <input type="checkbox"/> 4 どちらかといえばそう思う 9 <input type="checkbox"/> 3 どちらとも言えない 0	<input type="checkbox"/> 2 あまりそう思わない 0 <input type="checkbox"/> 1 そうは思わない 0
設問4. 配布された資料は適切であったと思いますか。	<input type="checkbox"/> 5 そう思う 13 <input type="checkbox"/> 4 どちらかといえばそう思う 8 <input type="checkbox"/> 3 どちらとも言えない 1	<input type="checkbox"/> 2 あまりそう思わない 0 <input type="checkbox"/> 1 そうは思わない 0
設問5. スクーリング講師の説明は適切であったと思いますか。	<input type="checkbox"/> 5 そう思う 17 <input type="checkbox"/> 4 どちらかといえばそう思う 5 <input type="checkbox"/> 3 どちらとも言えない 0	<input type="checkbox"/> 2 あまりそう思わない 0 <input type="checkbox"/> 1 そうは思わない 0
設問6. 実験内容は理解できたと思いますか。	<input type="checkbox"/> 5 そう思う 8 <input type="checkbox"/> 4 どちらかといえばそう思う 8 <input type="checkbox"/> 3 どちらとも言えない 1	<input type="checkbox"/> 2 あまりそう思わない 2 <input type="checkbox"/> 1 そうは思わない 3
設問7. グループに分かれて実験をしてもらいましたが、あなたは積極的に実験に参加できたと思いますか。	<input type="checkbox"/> 5 そう思う 8 <input type="checkbox"/> 4 どちらかといえばそう思う 8 <input type="checkbox"/> 3 どちらとも言えない 1	<input type="checkbox"/> 2 あまりそう思わない 2 <input type="checkbox"/> 1 そうは思わない 3

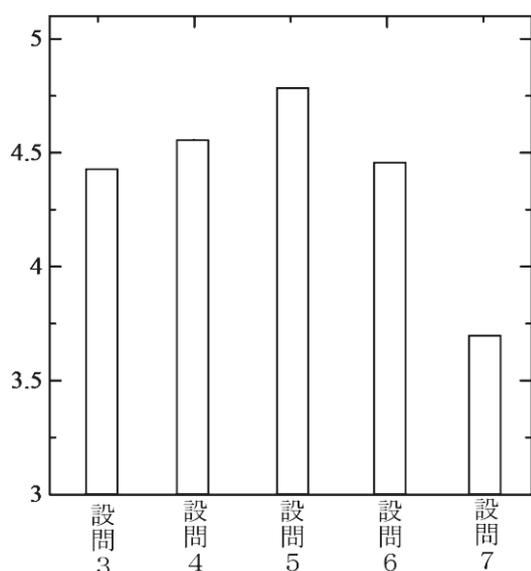


図-4 設問3～7の平均点

設問3～6ではほとんどいなかった「あまりそう思わない」、「そうは思わない」が、設問7ではそれぞれ2名(9%)、3名(14%)になっている。したがって、グループワークを苦手とする参加者が5名程度おり、それが平均点を下げている原因となっている。

最後に、自由記述欄に今回のスクーリングに対する感想を記した参加者がいたのでそれを紹介する。多くの参加者は今回の実験は有意義であったと回答している。また、今回の実験は参加者主体でグループワークとして行われたので、それを通して他の参加者と親しくなれたという意見や高校で物理実験をしていないので、実験は良い経験になったなどの意見もあった。以上のことから、今回の試みは、大学の授業に対して好印象を与えていることを含めて、概ね成功といえる。ただし、先輩と交流する時間をもう少し長くって欲しいと記した参加者もいた。

4. おわりに

大学で学ぶ物理学の模擬体験として、物理トレーニングノートによる演習を機械工学科の早期合格者に対して入学前スクーリングで実施してきたが、このような演習は入学前教育の目的を十分には果たしてないことが判明した。体験

型の入学前スクーリングが幾つかの大学で成功していることを考慮して、本学の物理学のスクーリングにも実験を導入することにした。実験は高校生でも短時間に理解できることが必須条件なので、今回は振り子の実験を行った。実験はグループワークとして行われたが、殆どの参加者は積極的に実験に取り組み、与えられた役割を果たしていた。

実験導入の効果を確認するために、スクーリングの最後にアンケートを実施した。アンケートによると、殆どの参加者は実験を理解できたということであった。また、高校での物理学実験の経験は皆無なので、今回のスクーリングは有意義であったと回答した参加者もあり、多くの参加者は大学の授業に対して好感を抱いた。これらの結果から、身近な振り子と力学の加速度をキーワードとした実験の導入は、成功であると考えられる。

実験はグループワークで行われたが、それを通して他の参加者と親しくなったという者もいた。大学での学業を成功させるには、まず大学に来ることが重要である。そのための誘引となるのは、友達の存在であり、実験は友達作りの場となったということである。

参考文献

- 1) つなぐ高校・大学 入学前教育は効果を上げ大学を評価する要因になっているか (ベネッセ)
http://benesse.jp/berd/center/open/dai/between/2006/07/03_tunagu_koudai_01.html
 ～早期合格者への入学前教育に関する意識調査レポート～入学前教育 意欲低下か学力補強か(ライセンスアカデミー進路情報研究センター)
http://licenseacademy.jp/public/pdf/nr_070510.pdf
- 2) 例えば
 清泉女学院大学ホームページ、大学のTOPICS
<https://www.seisen-jc.ac.jp/uni/news/2014/12/post-223.php>

