

●教材報告

新たな基礎工学実験の取り組みについて —新しい実験テーマとその実践報告—

四国ポリテクカレッジ
(四国職業能力開発大学校)

穴田 悦生・神田 健一

に実施した学生の反応などを報告したい。

1. はじめに

当校の専門課程機械系1年生に実施する基礎工学実験のテーマ・内容は、以前から取り組んできたテーマと新標準カリキュラムによるテーマに大別される。具体的には、材料実験「引張試験、硬さ試験」と流体実験「ベルヌーイの定理」であるが、材料実験の方は指導體制と実験機器の関係から、基礎工学実験が開始された当初から取り組んできたものであり、流体実験は平成13年に改訂された標準カリキュラムに定められたもので、平成14年度から実施しているテーマである。

しかし、これらのテーマや内容は機械工学実験の色彩が強く、果たして1年生前期に実施する基礎工学実験として相応しいのかといった疑問は、学生の反応や理解度などを見ていて感ずるものがあった。

また、基礎工学実験の目標には「物理現象を基礎的な実験によって理解し……」と記されており、この点からも見直しの必要性を感じていた。

さらに、平成16年10月からデュアルシステムとして制御技術科が始まり、より一層のわかりやすい教育訓練技法が求められるようになった。制御技術科においても基礎工学実験を実施することになっており、これを機会に実験テーマ・内容を見直して、身近でわかりやすく、興味の持てるテーマに順次変更していくこととした。

そこで、今回はその第一弾として、いくつかのテーマについて見直しを行ったので、その内容と実際

2. 新たな実験テーマと内容

2.1 見直したテーマと新たなテーマ

今回、見直した実験テーマは引張試験と流体実験である。引張試験については、標準カリキュラムにも定められておらず、機械工学実験で実施した方が相応しいことと、従来使用していた実験装置に不具合が生じて使用不能という裏事情もあった。

もう一つの流体実験は新たに始めたテーマであるにもかかわらず見直した理由としては、標準カリキュラムにある「ベルヌーイの定理」は過去3年間実施してきたうえで、学生の興味や理解度は総じて高いと言えず、このテーマも機械工学実験の方が適していると判断したためである。

これらに代わる新たな実験テーマの設定に当たって、基本方針としては、①極力身近で基礎的な物理現象を理解させるものであること、②学生が興味を持てるものであること、③新たな実験装置や機器を購入することは不可能なので、既存の機器を利用できるものであることを選定条件とした。

さらに、実験装置を構築していく場合にも、購入するものは部品や材料程度にし、自作できるものは極力自作していくように努めた。

このような点から、新たな実験テーマとしては「比重の測定」、「比熱の測定」、「ばね定数の測定」、「重力加速度の測定」の4テーマを選んだ。

これらのテーマは、いずれも物理実験の色彩が強

くなくなってしまったことは仕方ないとして、標準カリキュラムに記載のないテーマになったものもあるが、標準カリキュラムで定めている目標や趣旨から逸脱していないと考えている。

2.2 比重の測定

流体実験としては比重の測定を取り上げた。この実験は「アルキメデスの原理」を理解させることよりも、その応用に興味をもてるテーマである。

図1に実験装置を示す。実験に必要な秤には既存の電子天秤を用いた。

浮力の測定は、上向きの浮力を下向きの電子天秤で測定するため、図に示すように滑車とワイヤによって力の向きを変え、天秤側のおもりに加重する方式で行った。

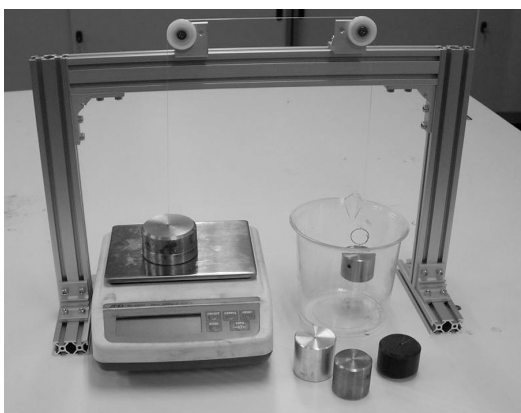


図1 浮力の測定

測定物は鉄、黄銅、アルミ、樹脂の4種類とした。実験で求めた値は便覧等で調べさせて、測定物の鉄や黄銅……の種類を比重から推測させた。

また、より興味が持てるようにと液体の比重測定も計画したが、適当な液体の選定ができなかったために、液体の比重測定は見送った。

そのため、これに代わり「この装置を用いて固体と同様に液体の比重を測定する方法」を考える課題を与えた。この課題はレポート提出時に述べさせ、的外れのものや理解不足なものなどはヒントを与えながら何度も説明させた。

2.3 比熱の測定

熱実験もテーマの一つに取り上げた。しかし、熱

は直接目に見えず、しかも逃げやすいだけに、なかなかやっかいな物理量である。

テーマの選定では、この点と実験装置が最大の課題であったが、比熱の測定は高校物理の教科書にも記載されていて身近なテーマであることと、それ程大掛かりな装置や測定器を必要としないため、これに決定した。

比熱の測定には水熱量計と温度計、秤などが必要であるが、幸いにして電子温度調節器2台があったので、これを利用することにした。

水熱量計は自作することにした。これには、市販の発泡スチロール製の成形ブロックを利用し、これに底と蓋を追加して断熱容器を作り、容器そのものを水熱量計とすることにした。

図2に比熱の測定装置を示す。

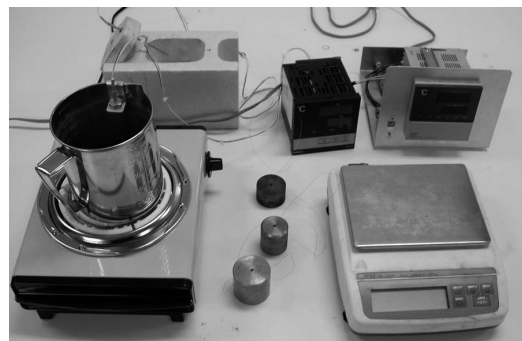


図2 比熱の測定

測定物は、鉄、黄銅、アルミの3種類を用いた。測定物はステンレス容器の水に浸して加熱し、水温を測定物の温度とみなした。また、断熱容器内の水の攪拌は、測定物にワイヤカット放電加工機用の黄銅線を付けて測定物を上下させることで行った。

実験時の断熱容器内の水温は、途中の温度変化も測定させて、時間と温度変化のグラフを書かせ、レポート提出時に熱容量や熱伝導の概念が少しでも持てるように質問を行った。

質問は学生のレベルに合わせて行ったが、中には十分に答えられず、図書室と幾度も行き来する学生もいた。

2.4 ばね定数の測定

弾性体に加わる力の大きさと変形の大きさとの関

係は、「フックの法則」として知られている。

材料力学にはこの法則が必ず登場し、機械工学実験にも関連があるので、力学実験の1つとしてばね定数の測定を取り上げた。

この実験では、つるまきばねを用いて力と変形の間関係を観察し、その法則性を見つけ、ばね定数を求めることを目的とした。実験に先立って、一般的な測定の注意事項や実験結果の整理の仕方とグラフの書き方および活用の仕方を学ばせた。

図3に実験装置を示す。装置は市販のつるまきばねと手作りの支柱とおもりを用いた。

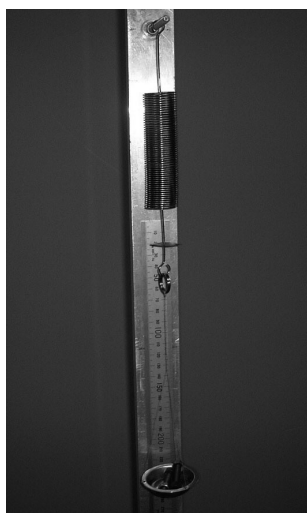


図3 ばね定数の測定

つるまきばねは、ばね定数が大きいものと小さいものの2種類を用いた。

実験は、ばねの一端を固定し、もう一端の先に秤量皿を取り付け、そこに0.1Nのおもりを順次のせて、おもりを増加させるときと、減少させるときの変形量を求めさせた。

測定は、まずおのおののばねで行い、次に同じ種類のばねを直列につないだときと並列につないだときの4種類の状態で行った。

それぞれの測定データからグラフを書かせて、グラフの傾きからばね定数を求めさせた。また、グラフから実験式を求める課題も与えた。

2.5 重力加速度の測定

重力加速度は、力学を学ぶときに必ず現れてくる物理量なので、このテーマを取り上げた。

実験では、ボルダの振り子を用いて丸亀市における重力加速度を、学生自身が実際に測定し、その測定値の解析を通じて重力加速度の物理的意味を体験的に理解することを目的とした。

図4に実験装置を示す。装置は既存のボルダの振り子を用いた。

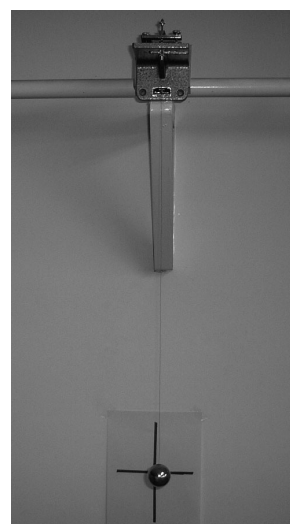


図4 ボルダの振り子

振り子の周期は、10周期ごとにストップウォッチで読み取り、100周期分の値から平均周期を求めた。その後、針金の長さや金属球の半径を測定し、慣性モーメントを考慮した式を用いて重力加速度を算出した。

得られた重力加速度は、高松市での実測値と比較し誤差率を求めさせた。これは、実験値には誤差が含まれることを理解させ、生じた誤差の原因を考えることで、物理現象を観察する力、測定技術の重要性と重力加速度に影響を及ぼす要因について学ばせるためである。

3. 新たな実験を実施して

3.1 学生の取り組み姿勢と反応

当初、これらの実験は、すでに中学や高校の理科実験などで経験しているのではないかと、基礎的すぎて大学らしくないと反発されるのではないかと、といった心配があった。

しかし、学生の反応やレポートからは、いずれの実験も体験している様子や反発されることもなく、

初めて経験したと記している感想も多くあって、心配したようなことはなかった。

今回の実験では、求めた実験値を便覧の値と比較検討するなど身近に感じることができ、基礎的でもあったので実験内容の理解もしやすかったものと思われる。

そのためか、実験そのものは目的や方法を見誤ることもなく、楽しく和気あいあいと行っていたように感じられた。なかには、実験値の予測との差に気づき、実験をやり直しているグループもいた。

しかし、先にも述べた課題の説明や提出されたレポートを見る限り、上下3割の理解度やレポートの仕上がりに歴然としたものがあるのは、テーマとは別の問題で仕方ないことかもしれない。

3.2 実験後の学生の感想

学生の感想には、次のようなものがあった。

比重と比熱の実験では、「今までよくわからなかったが、実験でわかった」、「調べることの癖がついた」、「便覧を調べて値が見つかったときはうれしかった」、「比重の実験は初めてで、浮力から求めると知らなかったのが驚いた」、「比重や比熱を測って、物質を特定できることに興味を持てた」、「液体の比重測定してみたい」……。

ばね定数と重力加速度の実験では、「ばねの荷重と伸びの実験は、法則どおりにばねが伸びたのでおもしろかった」、「ばね定数の意味合いが実感をもって理解できた」、「フックの法則の原理と導き方の過程を証明でき、ためになった」、「実験データの整理の仕方や解釈の仕方がわかった」、「重力加速度は教科書の値を単に記憶していたが、実験で求めることで重力加速度のイメージを持てた」……。

このような感想から、実験を通じて目の前で起きている物理現象を直接観察することで、既存の知識に現実味を与えることができたと考えている。

3.3 今年度の学生と著者の感想

新しいテーマでの実施は今年で3回目になる。今年度、著者が特に感じた点は、実験実施後のレポート提出の段になって、レポートの体裁・内容は言う

に及ばず、実験内容そのものの理解度が低いことである。

何割かであれば例年と同じで特段問題にすることもないのであろうが、おしなべてそうであったことや「レポート提出時の質問が負担」と述べる学生などもいて、今までとは異質な感じを強く受け、大いに気になる場所であった。

また、学生に高校時代の実験やレポート作成の経験を問うたところ、普通科出身者の実験はもちろん、工業出身者でさえも実験の経験がなく、レポートも実習の感想文程度であった。

これらのゆえんが、「ゆとり教育一期生」であると知り、妙なところで納得した次第である。

4. おわりに

これまで新たな実験を実施してきて学生の反応や感想から、著者らのねらいはほぼ満たされたものと思われ、効果的であったと考えている。

しかし、レポートの体裁やデータ整理の仕方、グラフの書き方など、より細かいレポート作成の指導や自作した実験装置も改善すべき箇所が多々あるなど、いくつかの課題は残されている。

他方、今年度の学生に感じた要因が、ゆとり教育や低学力化によるものなのか、今学生に限ったものなのか、他に原因があるのか、などの見定めが必要であろうが、仕上がりや教科内容・指導法への影響が心配される。

著者の思い過ごしであればいいのであるが、いずれにしても、今後この種の問題は避けて通れないと思われるだけに、本実験においても、実験とレポートといった従来の方式から、学生のレベルに応じたより効果的な方法を模索していく必要があるであろう。

『付記』

本稿は四国職業能力開発大学校紀要第17号に掲載の拙論「新たな基礎工学実験の取り組みについて」を加筆・訂正したものである。