

物理における工作課題と補習の実施

東田 洋次*

The Homework of Works and Supplementary Lessons in the Physics

Yoji HIGASHIDA

Abstract

In the physics for the first grader, the polarization of scholastic achievements and the decline of motivations for study are serious problems. As one of the means to solve them, I have done two actions since 2008. First, I have assigned the homework of works in groups to students. Second, I have executed supplementary lessons supported by the third grader. In this paper I report the actions in 2009.

Key Word: Physics, Education

1. 緒言

近年、本校入学者の基礎学力の低下とともに、理系科目に弱い学生の増加は大きな問題であり、定期試験ごとに学力の二極化や学習意欲の低下は著しく、専門科目の基礎となる低学年の理系基礎科目を修得できない学生が増加している。特に、低学年の物理においても、この傾向は顕著で、多数の未修得者を出している。この原因として、基礎学力の低下とともに、中学校までの勉強と高専での勉強のギャップによる学習意欲の低下も大きな一因である。本校1年生に対するアンケートによると、「中学校の理科と高専での物理にどのような違いを感じるか」という問いに対して、大半が難しいと答えており、公式や数式が多いと感じているようである。中学校までは言葉を覚えることが多かったが、高専では、計算問題が多く、数学のようであるという意見もあった。さらに、中学校の理科との違いとして、実験が少ないという意見もあり、確かに本校の物理では、1年生で基礎概念の習得や数式処理能力の養成を行うため、演示実験のみを行い、2年生になるまで学生実験を行っていない。しかし、試験の成績が悪くても、実験が好きであったり、得意であったりする学生がいることも事実であり、このような学生が、学習意欲を低下させたり、物理に対する興味

や関心をなくすケースもある。

一方、2007年度から、物理においても全国の高専を対象とした学習到達度試験が実施されている。3年生を対象とした試験であるが、本校の成績は、あまり良いとはいえない状況である。これは、学生の勉強方法にも問題があり、定期試験直前の暗記中心の勉強方法により、基礎学力が定着していないためであると考えられる。

このような現状を踏まえ、私は本校の物理教育において次の3点を目標として掲げている。

- ・学力の二極化の防止と学習意欲の向上
- ・物理に対する興味や関心の保持
- ・物理に関する基礎学力の定着

これらの対策として、1年生の物理において、2008年度から以下の2つの取組みを実施している。

- ①物理の原理や法則を考慮に入れた工作課題の実施
 - ②上級生の学習支援者を補助とした補習の実施
- これらの取り組みは、継続すべきものであり、2008年度の反省点を踏まえ、2009年度も実施した。

2. 工作課題の実施

2.1 実施方法

* 香川高等専門学校詫間キャンパス 一般教育科

1年生の物理では、2009年度も、物理に対する学習意欲向上や興味・関心の保持のために、物理の原理や法則を考慮に入れた工作課題を実施した。2008年度の反省点を踏まえて、具体的には以下のように行った。

日程：後期中間試験後～2/1（月）〆切
 作成班の人数：4・5人
 材料：申し出があれば、教員側で準備
 道具：申し出があれば、貸し出す
 作成場所：申し出があれば、物理実験室の利用を許可
 提出物：工作物と説明の電子ファイル

まず、日程については、大きく変更した。昨年度は、作成時間が十分に確保できるように、夏休みの宿題とし、9月末の締め切りとしたが、実際に作成している時期は締め切り直前であり、夏休みはほとんど作成していなかった。そこで、休業の時期は考慮に入れず、学習内容を重視し、1年生の物理において、いろいろな事柄を学習した後の後期中間試験後から、後期期末試験に影響を与えない2月初めまでの期間で課題を出した。

作成を行う班の人数については、課題作成に携わらない学生がいないように2008年度より少し減らした。また、材料や道具については、2008年度と同様に校長裁量経費「低学年の物理における工作課題と補習の実施」の経費より購入し、学生の要望に応えた。

作成場所については、2008年度は教室や家で作成している班がほとんどであったが、2009年度は学生の申し出により、物理実験室を作成場所として提供した。



図1 工作風景

提出物については、2008年度と同様に、工作物と動作原理などをまとめた説明の電子ファイルとしたが、2008年度、電子ファイルの出来があまりにも悪かったので、電子ファイルに記述すべき項目として、以下の項目を必ず記述するように、プリントに記載して配布した。

- ・題目、クラス、班番号、班全員の番号と氏名

- ・工作物についての説明とその動作原理
- ・作成方法
- ・参考文献

2.2 提出物とその評価

提出物については、説明の電子ファイルをUSBフラッシュメモリやメールで提出してもらい、工作物を直接提出してもらった。すべての班、37班が提出したが、電子ファイルのみ、または工作物のみの提出という班が2班あった。

工作物は、2008年度と同様に同じ内容のものも多く、運動量保存の法則を用いた衝突子が5班、運動量保存の法則や作用反作用の法則を用いたペットボトルロケットのうち、水を用いたものが3班、発泡性入浴剤を用いたものが3班、CDホバークラフトが3班であった。今回、ペットボトルロケットのうち、2班は発射台や発射装置も作成するなどかなり工夫し、きちんと作っていた。他にも、教科書を参考にして、磁石振り子（ケプラー運動）やスターリングエンジン（熱機関）などの学習していない内容に関する作品もあった。また、無線部の学生は、その知識を活かし、八木アンテナを作ったり、科学技術振興機構主催の「ウインターサイエンスキャンプ」に参加した学生は、そこで作成した有機EL素子を提出するなど、バラエティに富んだ作品が集まった。以下、作品のいくつかを紹介する。



ペットボトルロケット

（運動量保存の法則と作用反作用の法則）

図2 発射台・発射装置付き 図3 発射台付き



図4 スターリングエンジン（熱機関） 図5 磁石振り子（ケプラー運動）



図6 八木アンテナ
(電磁波)



図7 有機EL素子
(光)

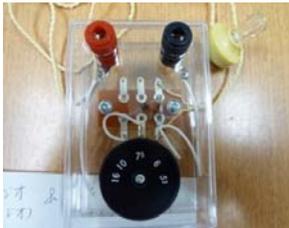


図8 無電源ラジオ
[ゲルマニウムラジオ]
(電気回路)



図9 ダイソン型扇風機
(流体力学)



図10 ガウス加速器
(磁力,
運動量保存?)



図11 2球の衝突
(水平投射と
自由落下)



図12 振り子が描く
模様
(リサージュ曲線)

また、電子ファイルについては、記述すべき項目をプリントにより周知したため、ほとんどの班で、体裁は整えられていた。しかし、内容については、動作原理の説明などが不十分な班もあった。

これらの提出された工作物と電子ファイルについては、次のような項目で評価した。まず、工作物については、以下の3つの項目で評価した。

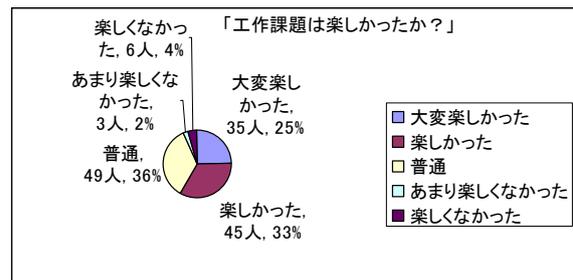
- ・工作物としての面白さ
- ・作品としての完成度
- ・独自性

一方、電子ファイルについては、以下の3つの項目で評価した。

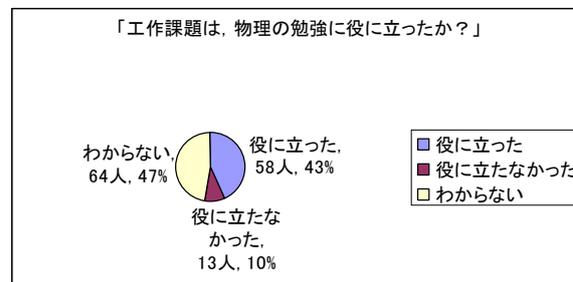
- ・レポート体裁
- ・原理の説明文
- ・原理の説明図、数式

2.3 教育効果と問題点

工作課題提出後に、工作課題について、1年生にいくつかのアンケートを行った。まず、「工作課題は楽しかったか?」という問いへの回答を以下のグラフに示す。



このグラフが表すように、約60%が「楽しかった」と回答しているが、「普通」と回答している約35%の学生がいることも事実である。次に、「工作課題は、物理の勉強に役に立ったか?」という問いへの回答を以下のグラフに示す。



このグラフが表すように、「役に立った」と回答している学生は約43%いるが、約47%が「わからない」と回答している。実際に、大半の学生には、その効果が実感できないのであろう。しかし、上記の「役に立った」という回答理由として、以下のような意見があった。

- ・数式だけでは理解しにくいところもあるが、実践することで原理がわかった。
- ・工作に関する公式や原理を深く考えるようになった。

工作課題の教育効果については断言できないが、楽しいと感じている学生も大半であるので、物理に対する興味や関心を持たせることができたと考えている。

しかし、いくつかの問題点もある。まず、作成

する班の人数だが、2008年度より減らして4・5人としたが、それでも、課題に取り組む人とそうでない人が出てしまったようである。1人での課題とすべきであるが、チームで話し合っ、作成するという過程が経験できない。そういう意味では、最低限の2人にする方法もあるが、作品数や個別の対応など、教員側が対応できなくなる。来年度、少人数のクラスができるため、試行的に、1人での工作課題作成も検討する。

次に、材料や道具の準備に関して、いろいろな予算により、事前に準備はできているが、工作によっては、購入が必要になる物もある。学生の申し出により、個別に対応したのだが、本年度は申し出が多数で、対応にかなり手間がかかった。学内での物品請求のようなシステムとまではいかないが、きちんとした物品請求のフォーマットを作るなど、手間を省くような対策が必要である。

最後に、課題作成の時期について、今回、1年の物理を、ある程度、学習した後期中間試験後としたが、学年末に向けて、学生も教員も多忙であったため、もう一度、時期を検討する必要がある。学生が一番、中だるみしやすい前期期末試験後から後期中間試験までの間がよいのかもしれない。

3.補習の実施

3.1 実施状況

2009年度も2008年度と同様に、定期試験での成績不振者を対象に試験後に試験の内容についての補習を行った。前期中間試験後の補習は、支援学生なしで、教員1人で行ったが、教員のみでは、細やかな対応ができないので、前期期末試験後と後期中間試験後では、上級生に補助を依頼し、数名の学生に補習を手伝ってもらった。具体的な内容は以下である。

【前期中間試験後】

実施日時：第1週 6/16, 6/19
 第2週 6/23, 6/26
 第3週 6/30, 7/1
 3週、全6回
 各回ともに 16:20～18:00
 実施場所：物理実験室
 全参加学生：延べ人数 159人、
 各回平均 27人程度
 自主参加学生：延べ人数 29人、
 各回平均 5人程度
 支援学生：なし

【前期期末試験後】

実施日時：第1週 10/7
 (台風のため中止、プリント配布)
 第2週 10/13
 第3週 10/20
 全3回予定(1回中止)
 各回ともに 16:20～18:00
 実施場所：第2講義室
 全参加学生：延べ人数 131人、
 各回平均 44人程度
 自主参加学生：延べ人数 14人、
 各回平均 5人程度
 支援学生：延べ人数 6人、
 各回平均 3人程度

【後期中間試験後】

実施日時：12/14 12/15 12/16
 全3回
 各回ともに 16:20～18:00
 実施場所：第2講義室
 全参加学生：延べ人数 140人、
 各回平均 47人程度
 自主参加学生：延べ人数 14人、
 各回平均 5人程度
 支援学生：延べ人数 14人、
 各回平均 5人程度

まず、成績不振者は必ず参加することとし、希望者の参加も認めた。補習は、授業形式ではなく、プリントによる各自の自習形式とし、教員または学習支援者である上級生が質問に答えるという形式で行い、一人ずつ答え合わせをし、全問正解すれば合格とした。

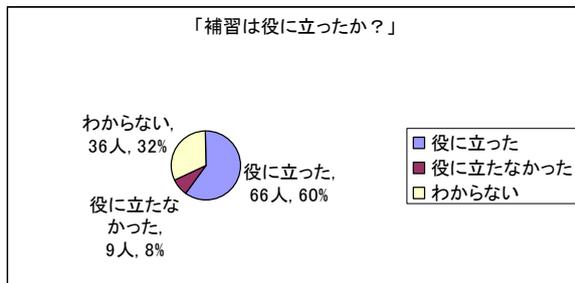
前期中間試験後の補習は、教員のみで行い、答え合わせに時間を取られたので、学生の質問に十分答えることができなかった。前期期末試験後や後期中間試験後の補習では上級生の支援学生が答え合わせを行ってくれたので、教員が質問への対応に専念できたが、人数も多かったので、十分な対応ができたとはいえない。



図 13 補習の風景
 上級生が1年生の
 答え合わせをして
 いる様子

3.2 教育効果と問題点

学年末に、1年生にアンケートを行い、補習に関する回答も得られた。まず、「補習は役に立ったか？」という問いに対する回答を以下のグラフに示す。



上記の「役に立った」理由として、以下のような回答があった。

- ・詳しく教えてもらって、分からなかったところが理解できた。
 - ・自分で問題を解いて、良い復習になった。
- 「役に立った」という割合や上記の回答から、補習の教育的な効果はある程度あったと思われる。

一方、「役に立たなかった」理由として、以下のような回答があった。

- ・試験前にやってほしかったから。
- ・人数が多くて、質問できなかった。

初めの回答は、今回の補習の目的に即していない。基礎学力の定着のための補習であり、試験勉強のためのものではない。仮に、試験前に補習を行っても、基礎学力の向上は期待できないし、自主学習の習慣も身につかない。試験前にしか勉強しないという悪い習慣だけが身につくのではないかと考える。一方、第二の回答からは、本年度実施した補習の問題点が明らかになる。本年度も、物理においては、成績不振者が多く、よって補習の参加者も多くなり、教員一人では、十分な対応ができなかった。上級生に、ボランティアで学習支援者として補助してもらったが、それでも人員は十分ではなく、十分な対応ができなかった。やはり、ボランティアではなく、ティーチングアシスタントとして募り、毎回10名程度の学習支援者が集まれば、学生の質問にも十分対応でき、より効果的な補習を行うことができるであろう。

4.1 年物理における今後の課題

2009年度は、現状への対策として、補習や工作課題を実施したが、学生の中には実験に対する希望も多い。来年度からカリキュラムが変更になり、1年生の物理においても、簡単な物理実験を行うことは可能であり、試行的に、力学的エネルギー

ギー保存・非保存を確認するような実験を検討中である。

また、2008年度から行っている本取り組みをさらに発展させながら、継続するとともに、基礎学力の定着のための新たな取り組みも必要であろう。2009年度から行っている宿題確認のための小テストが、ある程度、効果的であると考えている。

一方、学習指導要領の改正により、今まで高専で学習していた内容を中学校で学習してくる学生が入学してくる。それに対応した授業内容や教授方法の検討も今後、必要である。

5.謝辞

本取り組みにおいて、工作材料の手配や物理実験室の使用等に御協力いただいた井上和孝技術専門職員には、深く感謝いたします。また、補習の実施において、本取り組みに大きく貢献してくれた支援学生の皆さんにも深く感謝いたします。

また、本取り組みは、2009年度校長裁量経費「低学年の物理における工作課題と補習の実施」の予算を用いて実施した。

6.参考文献

- 1) 東田洋次：1年物理における新たな取り組み，詫間電波工業高等専門学校研究紀要，No. 37，pp11～14(2009)