

地域社会を核とした教育と研究のつながり

－物理分野における学生の基礎学力の向上をめざして（Ⅴ）－

理科教育講座・細田宏樹

1. 授業の基本情報・概要

本授業科目「物理学演習 I」は，中学校及び高等学校の理科の免許取得に必要な選択科目である。教育学部では理学部物理学科のように多岐の分野にわたる物理学の専門科目を開講・履修することはできない。そこで，本科目は，物理学の基礎となる「物理学 I」（古典力学），「物理学 II」（電磁気学），「量子物理学」（統計力学，量子力学）の科目の補完的役割に加え，教育現場で活用可能な知識や，ものの見方考え方を学ぶ科目として位置付けられている。そして，その学ぶ内容も，教員が提案はするが，受講者同士の相談の上で決定されるという特色をもたせ，2015 年度まで行ってきた。

ところで，2016 年度の授業は，時間割の密集状況を解消するために集中講義の方式が取られた。そのことで，授業実施形態に自由度が増したため，集中講義という利点を生かす新しい授業方法を考案し，学生の物理基礎学力の向上，さらには地域社会の教育を担う小学校，中学校，高等学校の教師になった際の学習指導の実践力の向上を目指し，教員による個別指導と学生同士の机間討論を基軸とした演習方式の授業に変更した。

2016 年度後学期の授業の受講登録者は 24 人であり，開講コマ数の合計は 64 コマである。授業開講日は受講登録者の時間割の空きコマをアンケート調査して決定し，火曜日～金曜日のそれぞれの第 2 時限，すなわち 1 週間あたり 4 コマを開講した。

授業で扱う題材として用意したものは，「物理学 I」（必修科目）の試験問題，「理科実験 III」（必修科目）のデータ整理の仕方とレポートの書き方，高校物理の問題演習，教員採用試験の問題演習，及び紙工作実験である。そして学生は授業当日に出席していた人同士でグループを作り，机間討論をしながら，自

らが選択した課題に取り組んだ。

図 1 には開講曜日・時限に対する開講コマ数，図 2 には受講者の出席コマ数の分布，図 3 には開講月別の授業 1 回 1 人あたりの出席率をそれぞれ示す。なお，図 3 において，「各学生区分の全員が週 1 回を全て出席した」とみなせる目安の値は 25% である。

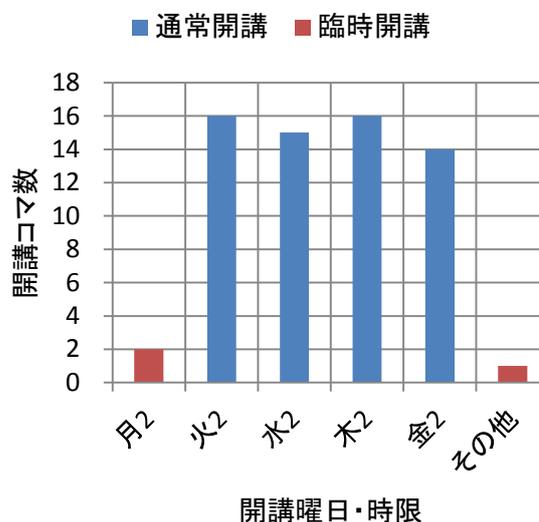


図 1 開講曜日・時限に対する開講コマ数

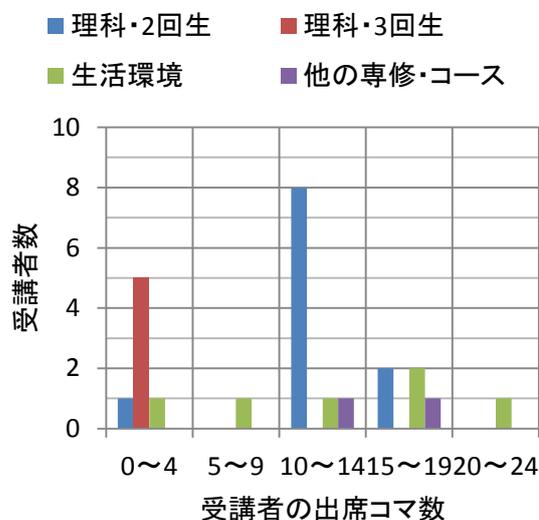


図 2 受講者の出席コマ数の分布

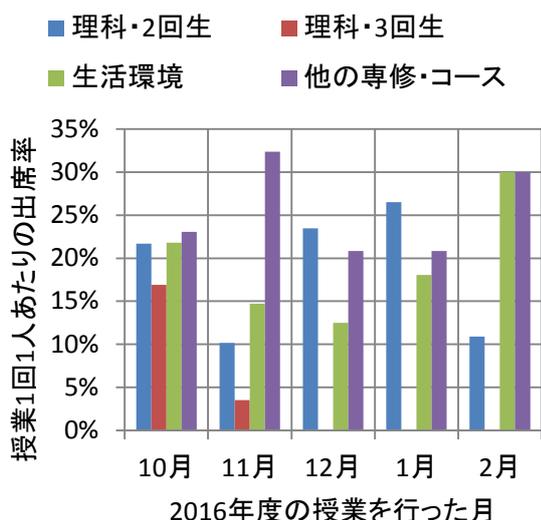


図3 開講月別の授業1回1人あたりの出席率

2. 授業評価・授業研究の内容

アンケートは、「自由記述による感想」とし、最終回2月16日(木)の授業終了時11:50を提出期限とする授業ノート等に、2~5行を目安として、書いていただいた。

授業研究の内容と工夫の要点、及び受講者の感想について、以下に述べる。

2-1 授業研究の内容と工夫

本授業のガイダンスとして、趣旨説明を行った。実施した日時は、10月7日(金)第2時限、10月11日(火)第2時限、10月13日(木)第2時限である。ガイダンスを3回に分けた理由は、理科教育専修2回生・3回生、生活環境コース2回生・3回生、他の専修・コースの学生の空きコマが異なるため、学生の区分ごとに行う必要があったからである。

また、本格的な授業の実施は、10月12日(水)第2時限から始め、学生の希望により終了日時を1週間ほど延期し、2月16日(木)第2時限まで行った。

ガイダンスで話した内容や授業時の学習指導の工夫を、以下に箇条書きで示す。

- ✓ 授業で扱う題材は、「物理学Ⅰ」の試験問題、「理科実験Ⅲ」のデータ整理の仕方とレポートの書き方、高校物理の教科書や参考書の問題演習、教員採用試験の問題演習、及び紙工作実験である。
- ✓ 授業当日に出席していた人同士でグループを作り、机間討論をしながら、自らが選択した課題に取り組む。

- ✓ 授業ノートには、問題を解く際に間違えたところを消さないで残し、赤ペンで添削する。そして、最後に模範解答を清書する。その際、数式の羅列では不可であり、適用した法則や考え方を文章や図で説明する。
- ✓ 授業ノートは評価の対象であり、最終回までに提出する。
- ✓ 授業への出席は、「15回出席=全出席」を目安とする。そして、他の授業の休講などを利用して、出席数が15回を超えることを推奨する。
- ✓ 教員が指導する際の留意点は、模範的な解法を教えないことにある。つまり、その学生個人にとって最適な方法を探り、学生個人の能力で導かせるよう指導する。
- ✓ 教員は、学生の力学概念の形成状況を見極め、その学生の学力にあった正答の導き方(例えば、微分方程式を解かないで正答を得る解法、文章や総当たり表を使う力の分析法など、教員にとって既知の指導法だけでなく、研究開発途中の指導方法も駆使する)を用いて指導する。

2-2 アンケート調査の結果

授業ノートの記述をそのまま、以下に箇条書きで示す。

- ✓ 授業の感想ですが、開講時間がフレキシブルなので、行きたいときに行けるのでいいなと思いました。授業の模範解答を印刷してもらえるとノート整理の際に役立つなと感じました。
- ✓ 集中講義のような扱いで、来れる日に行くっていう授業形態は斬新でうれしかったです。無理せず行ける時に行って勉強できるのはいい方法だなと思いました。また、友達同士で話し合いながら勉強することで、わからない場所を共有できて、勉強しやすくなりました。今後も春休みに物理の勉強会をしようと計画しています。物理学1、頑張りたいと思います。
- ✓ この授業の魅力としては、授業の曜日が複数あるため、多くの授業を履修していても受講することができる点である。この授業の良い点を特に3点選ぶとしたら、以下の通りである。1点目は、物理が苦手な学生でも先生に質問できる点である。

2点目は、ノートにまとめているため自分の出来高が結果としてよく分かる。3点目は、物理の解き方を自分なりに模索することができる点である。この授業で改善して欲しい点は1点である。せっかく問題を解いたのに、答えや解き方があるのかが分からないため、答えや解き方を示してほしいというのが改善してほしいところである。

- ✓ この講義を通して、今まで難しいと感じていた問題でも、図・表などを用いた、自分に合った解き方を教わることができた。今後の学びに生かしていきたい。
- ✓ 物理学Ⅰ（力学）の解法を知ることができました。細田先生が提供してくれた解法も覚えて、一般的解法と一緒に使えていけるようになりたいです。春休みも勉強します。
- ✓ このような授業形態は我々にとっては非常に有り難いです。先生の負担が大きくないのかと少し思いました。物理学Ⅰの学習につながる部分が多かったと思うので、助かりました。
- ✓ 今回のような授業形態は、いつでも自分の好きなときに授業に行くことができるため、とても良かった。春休み中にも、物理の勉強をしっかりとやりたい。ゆっくり丁寧に分かりやすく教えてください、ありがとうございました。
- ✓ 決まった曜日ではなく、週に何回か開講していて、行けるときに行くという授業形態は、すごく参加しやすくて良かった。また、行こうという気持ちで受けるから集中できた。春休みを利用して復習し、3年生で物理学Ⅰの単位をとれるように、一生懸命勉強しようと思う。
- ✓ とてもためになる授業だったので、来年も続けて行ってほしいと思う。自分の解き方は答えとしてあるが、他の別解などのある答えなどがあれば、もっと理解しやすかったのかなと感じる。
- ✓ 集中講義の扱いで、週に何回か開講されているので参加しやすかったです。また、友達同士と話し合いながらでき、理解を互いに深め合うことができました。かなり物理の力がついたと感じています。今後あれば積極的に参加したいです。

- ✓ この授業形態は自分のペースで自分のやりたいことができるという点でとても良かった。ただ、各問題について明確な解法を教えてほしかった。
- ✓ 分からない所がきくことができ、良かったです。式を見て分からなかったものも、問題の理解からひとつひとつできて、納得できました。普通の授業ではその場できけなかったことをきけて、すっきりしました。このやり方だと、質問しやすかったです。
- ✓ 様々な人と物理のわからないところを共有し、先生や友人に教えてもらったり話したりすることで理解力が上がったと思う。
- ✓ 好きな時に来ることができて、個人のペースで進めることができるので気軽に勉強することができた。しかし、間がいたりバラバラに進めたりと着実に前に進めたのかは怪しく感じる。合わせて個人的な学習もやっていきたいと思った。
- ✓ 今回授業に出てみて、改めて物理難しいな、しんどいなと思うと同時に、いろいろな解き方があることを知って少し世界が広がったように思いました。自分に合った解き方を探していきたいです。
- ✓ 物理学Ⅰの講義をうけていないので、具体的な内容やどんな問題を解くか全く分からなかったのも、いい勉強になりました。春休みも物理の問題をもっと解いていきたいと思えます。

2-3 アンケート調査結果の分析

2016年度後学期の「物理学演習Ⅰ」は、2016年度前学期に開講された必修科目「物理学Ⅰ」の補完的な役割を果たした。

学生の志向として、本科目の単位を必要と考えて受講した人は少ない。むしろ、「物理学Ⅰ」のための学力向上を目指して、学生は頑張っていた。そして、「行こうという気持ちで受ける」から集中でき、勉学の成果が得られた人も多い。

学生が感じた本科目の魅力は、「行きたいときに行ける」授業形態にある。そのことで、学生は「物理学Ⅰ」で理解困難であったニュートン力学の内容を少しでも理解でき、春休みや次年度の学習に続く勉学意欲を手に入れることができた。

教員は、学生のもつ力学概念や数学的能力の把握に努め、個々の学生の概念形成や学力向上にとって、最適の指導方法を模索しながら進めていった。その際、模範解答だけを示すと、解法パターンの丸暗記につながる。このことを分かってくれている学生もいれば、一方で分かってくれていない学生もいることが分かった。

3. 「地域社会を核とした教育と研究のつながり」について

2015年度までに、本科目で主に扱ってきた題材は、教員採用試験の問題、授業の教材や自由研究として取り扱いやすい事象、学校教育課程での授業者であっても誤解を生じる教材である。そのため、授業内容が受講者の興味・関心と合致し、自発的な学習につながっていた。

しかし、2016年度は、集中講義の扱いであることで、教員にとって総開講時間 64 コマの挑戦的な授業を行うチャンスを得ることができた。そして、その挑戦的な授業に学生は応え、必修科目「物理学 I」の補完的な授業が行えたことで、教員志望の学生の基礎学力だけでなく勉学意欲も向上させた。

学生にとって、物理学という苦手科目の克服や、その苦手克服に意欲的に取り組んだ経験は、大学での今後の学習だけでなく、地域社会へ教員として出ていった際にも生かされると思われる。

4. おわりに

「物理学演習 I」という学習内容を学生が自由に決めることができる授業で、学生の多くが苦手意識をもつ必修科目「物理学 I」の補完を行うことに対して、「単位目的ではない真の学びとして、学生の意欲を引き出すことができるか?」、「本当に $15 \text{ コマ} \times 4 = 60 \text{ コマ}$ 開講する教育的価値があるのか?」、担当教員として当初、躊躇していた。

開講当初の学生の志向としては、「物理学 I」の単位のために受講したことは、事実であろうと思われる。しかし、「物理学 I」の試験問題において解答の糸口さえ見つけられなかった状況や、三角関数や指数関数の微分や積分の書かれた模範解答を入手し困惑した状況を経験した学生が、自分自身に分かる別解

の存在や糸口の見つけ方、さらに自分自身が理解に躓いている原因などが教員による指導により分かり、数か月前まで理解困難であった物理学という学問に対して、挑戦してみようという勇気を、本授業科目の受講を通して、得たのではないかと推測している。

将来、教育現場で活躍する際に、物理学のきちんとした知識や概念無しでは、児童・生徒に対して物理分野の学習指導や課題研究指導はできない。その改善のための布石として、総開講時数 64 コマという集中講義の授業は生かされると、担当教員としては、個別指導での手応えやアンケート調査の結果を通して、実感している。

今後の課題としては、受講を途中で取り止めた学生が少なからずいることである。その理由を推測するに、「4 回生になったら試験の成績が悪くても単位を出してくれる」と思っているのではないかと考えられる。このような考え方で、「試験問題がかなり易しい」とさえ言われている「物理学 I」に取り組む姿勢は、教員志望の学生としては不適合である。

もっとも、2017年度前学期の(新)「物理基礎」、(旧)「物理学 I」では、例年通りの厳格な単位認定を行いたい。そして、その試験問題についても、本科目で扱った過去問などは当然、出題候補から外す予定である。

しかしながら、2017年度の授業での理解度や試験での解法やその糸口を見つけ出す能力において、本科目を受講した学生はかなり優位に立っていると思われる。その理由は、最低でも 10 回出席分の学習時間: $90 \text{ 分} \times 10 \text{ 回} = 900 \text{ 分}$ の集中した勉強時間に加え、教員による個別指導や学生同士の机間討論により、個々の学生の特質を生かした暗記無しの最適の考え方を伝授されているからである。

このような個々の学生の特質を加味したきめ細かい個別指導は、本科目のようにゆったりとした時間的余裕のある環境でしかできない指導である。したがって、本科目の受講を途中で取り止めた学生は、挑戦してみようという勇気を持ち、本科目を受講し単位を認定された学生と一緒に机間討論を行い、自分にとって最適の方法を、自力で見つけ出していきたい。そして、その経験から、「単位目的ではない真の学びとは何か?」の自分なりの答えを見出していきたい。