

基礎学力の向上をめざす物理学の授業Ⅲ

理科教育講座・細田宏樹

1. はじめに

基礎理科は，教員免許の取得に必要な単位には含まれない授業科目である。「基礎理科」を開講している目的は，物理学的な思考法に不慣れで苦手とする学生のために，高校レベルの内容を大学レベルの基礎・基本にもとづいて授業を行い，学生の学力レベルのボトムアップを図ることにある¹⁾。そのことは，教員免許の必修科目である「物理学Ⅰ」と，それに続く物理学関連科目の到達目標を維持し，小学校から高校までの理科教員に必要な基本的な知識や学力を得るためだけでなく，教員採用試験や公務員等の就職試験において理科系の専門学部の学生に対抗する競争力を維持するためにも，必要なことである。

2. 授業の内容

基礎理科の授業内容は，2002～2006年度の5年間は，故あって不本意ながら，この1つの科目で完結する内容で行った¹⁾。しかし，学生の学力低下の原因を明らかにし，物理学関連科目の到達目標を維持するために，2007年度からは2001年度以前に行っていた授業内容に戻している²⁾。

基礎理科の授業内容³⁾は，物理学Ⅰとほぼ同じで，ニュートンの3法則とその応用である。物理学Ⅰでは単振動や減衰運動など，復元力や減衰力を扱い，三角関数や指数関数の微分・積分や微分方程式・積分方程式を扱う⁴⁾。しかし，基礎理科では，入門的な運動である等加速度運動を主に扱うため，2次関数の微分・積分や連立方程式の初歩的な計算を行う程度である。

3. 学生の状況

基礎理科の受講登録者数と内訳を図1に示す。受講登録者の多くは学校教育教員養成課程の学生であり，最近では生活環境コースの学生も受講するようになってきている。

受講登録者の数は年々増加し，2010年度は24人である。さらに，受講登録しないで受講した学生が4人いるので，2010年度の受講者数の合計は28人である。

正規の手続きである受講登録をしない理由は，受講登録の単位数の合計が上限を超えて登録できないため，あるいは基礎理科の単位を既に取得しているためである。それでもなお，単位取得とは関係なく受講したい理由は，物理に対して苦手意識があり，必修科目である物理学Ⅰの授業内容を理解できるように予備知識を得たいため，あるいは就職試験の勉強の足しにしたいため，前もって少しでも知識を獲得しておこうという，勉学に対して前向きな姿勢からくるものである。

図1 受講登録者数と内訳



4. 学生の成績評価

基礎理科の授業は，2007～2010年度の4年間は，ほとんど同じ内容で行っている。その理由は，2000～2001年度には既に，物理学Ⅰへの接続が上手くいき，物理学Ⅰを学び終えた3～4年次においても，知識の定着があることである。このことは，教員採用試験での現役合格率が高いという事実からも示唆されることである¹⁾。

2007～2010年度の4年間における基礎理科の成績評価のGPA値を図2に示す。GPA値の計算では，「秀」を4点，「優」を3点，「良」を2点，「可」を1点，「不可」と「評価しない」を0点として，受講登録（全員）と成績評価（「評価しない」を計算から外す）について，平均をとった

ものである。

GPA 値が年々下がる傾向にあるのは、受講登録者数が増加し、特に物理の苦手な学生が、得意な学生以上に増えているためである。このことは、毎回の授業時に提出させる出席カードの感想からも推測できる。授業のレベルや成績評価の基準は変えていないので、苦手な学生の成績は低めに評価される傾向にある。それが GPA 値の減少としてあらわれていると考えられる。

図2 成績評価のGPA値



5. 授業評価の方法

期末試験の終了直後、あるいは期末試験の解答直後に、無記名方式で授業評価アンケートを行った。アンケートの詳細は、資料 1 の通りである。なお、このアンケートの内容は、数年前に共通教育の自然科学科目で行われていたものと、ほとんど同じである。

(資料 1)

授業改善のためのアンケート

----- 【授業内容に関する質問】 -----

1-1. 【目的・目標の理解】この授業の目的・目標をよく理解できた。

- ①強くそう思う ②まあそう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない

1-2. 【進度・時間配分】授業の進度および毎回の授業における時間配分は適切だった。

- ①強くそう思う ②まあそう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない

1-3. 【シラバスどおりの授業】授業はシラバスに即して行われた。

- ①強くそう思う ②まあそう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない

1-4. 【レベル】授業のレベルは適切でしたか。

- ①難しくすぎた ②やや難しかった ③ちょうどよい ④やや簡単だった ⑤簡単すぎた

----- 【授業担当者の授業方法に関する質問】 -----

2-1. 【わかりやすさ】教員の説明の仕方は分かりやすかった。

- ①強くそう思う ②まあそう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない

2-2. 【コミュニケーション】授業内容への質問・発言の機会が適切に与えられ、教員はそれにきちんと対応していた。

- ①強くそう思う ②まあそう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない

2-3. 【教員の意欲・熱意】教員の授業に対する意欲・熱意を感じた。

- ①強くそう思う ②まあそう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない

2-4. 【視聴覚教材】黒板・ホワイトボードの使い方は効果的だった。

- ①強くそう思う ②まあそう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない

2-5. 【教科書・プリント】教科書・プリントの使い方は効果的だった。

- ①強くそう思う ②まあそう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない

----- 【あなた自身に関する質問】 -----

3-1. 【シラバス】この授業の受講に際し、シラバスを読んだ。

- ①丹念に読んだ ②一通り目を通した ③部分的にしか読んでいない ④全く読んでいない

3-2. 【出席状況】この授業への出席状況はどのくらいでしたか。

- ①全部出席 ②1～2回欠席 ③3～4回欠席 ④5回以上欠席

3-3. [学習態度] 質問するなどして授業に積極的に取り組んだ。

- ①強く思う ②まあ思う ③あまりそう
 ④全くそう思わない

3-4. [授業時間外学習] この授業に関連して授業時間以外の学習・作業時間は、1回の授業毎にどのくらいしましたか。

- ①1時間以上 ②30分～1時間 ③10分～
 30分 ④10分未満又は全くしない

-----【授業全体に関する質問】-----

4-1. [改善度] 教員は、学生の意見を取り入れるなどして、授業を改善するよう努力していた。

- ①強く思う ②まあ思う ③あまりそう
 ④全くそう思わない

4-2. [目的・目標達成度] この授業の目的・目標は達成された。

- ①強く思う ②まあ思う ③あまりそう
 ④全くそう思わない

4-3. [満足度] この授業は全体として満足のいくものだった。

- ①強く思う ②まあ思う ③あまりそう
 ④全くそう思わない

-----【その他】-----

5-1. [興味・関心] この授業で取り上げられた事柄について、興味・関心がわいた。

- ①強く思う ②まあ思う ③あまりそう
 ④全くそう思わない

5-2. [自由記述] 良かった点、改善してほしい点、感想など、具体的に書いてください。

6. 授業評価アンケートの結果と分析

2007～2010年度の4年間における基礎理科の授業評価アンケートの結果を図3に示す。

ここで、図3の縦軸の評点は、「強く思う」4、「まあ思う」3、「あまりそう思わない」2、「全くそう思わない」1として、平均をとっている。ただし、「レベルの高さ」では、「難しすぎた」4、「やや難しかった」3、「ちょうど良い」2、「やや簡単だった」1、「簡単すぎた」0とし、「授業時間外学習」では、「1時間以上」4、

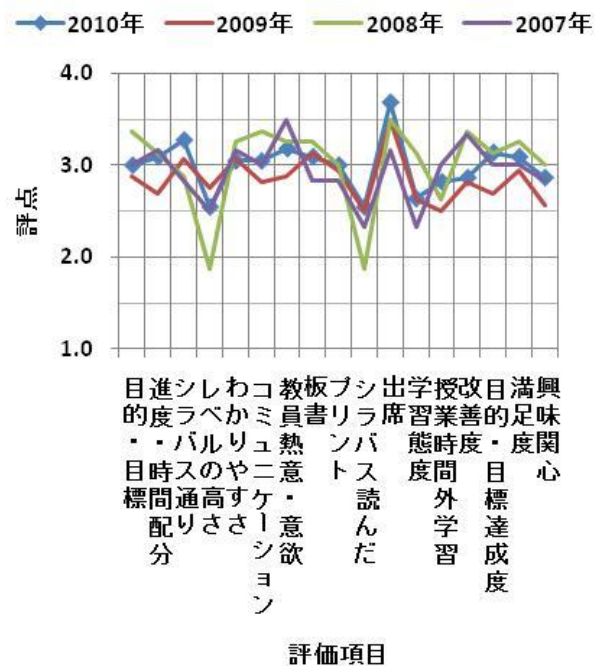
「30分以上1時間未満」3、「10分以上30分未満」2、「10分未満もしくは全くしない」1としている。

図3にみられるように、2007～2010年度の4年間における学生による授業評価の評点は、全項目で2.5～3.5ポイントの範囲内であり、全項目について良好である。

評価項目を個別にみていくと、学生にとって、授業のレベルの高さは「ちょうどよい」から「やや難しかった」の間であり、教員による分かりやすい説明がなされたことがわかる。授業時間外学習は30分程度行っており、授業担当者としては適当であると考えている。

一方、無記名で得られた授業の感想等を列記すると、資料2に示す通りである。丁寧なわかりやすい授業であるという評価が多い。しかし、高校物理を勉強した学生にはレベルの低さを感じ、全く学んでいない学生には難しい専門用語の出ている内容であったようである。

図3 授業評価アンケートの結果



(資料2)

5-2. [自由記述] への回答

- 丁寧な授業をしていただき、ありがとうございました。レポート課題で身近な物理について考察できて面白かったです。
- 丁寧な説明を毎回行ってくれたので良かったです。

- 丁寧で良かった。
- 良かったです。
- 物理の基礎がわかった。
- 誰にでもわかりやすい授業だった。ただ、学習に進んでいる者に対する配慮も欲しかった。
- なぜそうなるかということを中心に、授業を行ってください。
- もう少しわかりやすい言葉で表現して欲しいと感じたところが結構ありました。

7. 今後の課題

以上の授業評価アンケートの結果を吟味すると、基礎理科に関する課題は特にないことがわかる。そして、現状を如何に維持していくかが、重要であると考えられる。

しかしながら、物理学 I への接続を考えると、基礎理科の授業だけの改善や工夫だけでは解決することができない課題がいくつかある。それは、物理学 I を受講する前に、学生が次の 3 つを獲得していることである。

- (1) 数学に関する入門的レベルの学力
- (2) 理科系の学生としての自覚
- (3) 苦手な科目を克服しようと努力する心

8. おわりに 一課題解決のために必要なこと一

私は 2009 年度の報告書で、基礎理科や物理学 I の授業内容や水準を、2000~2001 年度に行っていた状態に戻し、その当時の成功した事例についても言及した¹⁾。しかし今、基礎理科や物理学 I の授業の工夫や改善だけでは解決できない課題が出てきている。

2000~2001 年度の当時と根本的に異なることは、1 年次の前学期と後学期に各 2 単位で、数学専修の学生と一緒に受講する数学に関する必修科目が、2003 年度の入学生から理科教育専修の学生に対して課されなくなったことである。

私は(旧)力学 I や物理学 I を担当していた 2000 年以前にも、他の教員から 1 年次の数学を必修科目から外したらどうかという打診があった。しかし、(旧)力学 I や物理学 I で扱うニュートン力学の原著名の和訳は「自然哲学の数学的原理」である。その理解のために、私は、数学の計算方法ではなく、数学の考え方が重要であり、それをきちんと数学の専門家が教えてくれる授業が、物理学の授業における理解のベースとして必要であると考えていた。さらに、その理由だけでなく、物理学科の出身者の常識として、物理学の理解には数学の知識、特に考え方が必要であることもあ

り、反対してきた。

しかし、物理学 I の担当を替わった途端に、1 年次の数学が必修科目で無くなった。そして、物理学 I は数式による計算過程を教える授業に様変わりし、学生の学力低下が始まった。その学力低下のレベルや成績評価の状況は、物理学 I の単位を優秀な成績で取得した物理研究室に所属している学生が、高校物理の初歩的な問題さえも正解できなくなるほどである。なお、このことを示唆する内容は、数年前の「量子物理学」のシラバスに掲載し、可能な限り対処してきた。

ところで、1 年次に必修科目として数学を学ぶことができるようになると、先に述べた 3 つ全てを獲得できる可能性が高くなる。

まず、数学の入門的学力を得ることができ、それが物理学の理解につながる。数学が必修科目であることで、理科系の学生であるという自覚も生まれてくる。さらに、数学の入門的学力を得た上での単位取得の経験は、たとえ苦手な学問であっても、自分の夢の実現のために克服しようという前向きな心を育てることにつながっていくと思われる。このことは、2001 年度以前には、不完全ではあるが、成功していたことである²⁾。

物理学を担当する教員の間でも、カリキュラムマップを作成するなど授業科目の検討を行った³⁾。数学に関する授業としては、物理数学の開講時期を早めて 1 年次の後学期に開講し、数学の入門的学力のアップを試みた。しかし、必修科目ではない弱みにより、たとえ初歩的内容であっても落ちこぼれる受講者がいる。また、授業内容についても、波動方程式や拡散方程式など物理現象に関係した本来の物理数学を扱えたら理想的であるが、高校数学の補習もあわせて行わなければならないのが現状である。

教員養成課程の学生の授業時間数を安易に増やすことは適切ではなく、物理学を担当する教員だけの授業の改善や工夫だけでは不可能なことである。そこで、教員と学生の両方の負担が少なく高い効果の得られる課題解決策として、理科教育専修の学生に対しても、2002 年度以前のように、1 年次の数学の必修科目の履修を課すことを提案し、切に要望したい。

参考文献

- 1) 2009 年度 FD 授業評価報告書「物理学 I」
- 2) 2007 年度 FD 授業評価報告書「物理学 II」
- 3) 2010 年度シラバス「基礎理科」
- 4) 2010 年度シラバス「物理学 I」
- 5) 細田宏樹：大学の物理教育 16 (2010)108.