

# 高校物理における天文教育の現状と問題点

篠原 秀雄

〈埼玉県立蕨高等学校 〒335-0001 埼玉県蕨市北町 5-3-8〉

e-mail: hideo-s@js2.so-net.ne.jp

小学生の太陽系認識が問題になっているが、実は高校生でも正しい認識をもっていない者が相当数いる。筆者は物理の教員なので毎年地学を教えているわけではないが、この数年天文教育に関わってきたことから、この分野には強い関心がある。今年の1月9日、日本天文学会・教育問題懇談会の開催によるシンポジウム「高等学校での天文教育の実態と問題点の整理」で講演する機会を得たことから、特に高校の物理における天文教育の現状と問題点をまとめることにした。

本来、物理と天文には強い関連性があるのだが、現行の学習指導要領のもとで、物理の立場から天文教育をすることはかなり難しい状況にある。約3割の生徒が履修する物理Ⅰについては天文分野をほとんど含まず、またその内容は本来の物理がもつべき系統性を失っている。物理Ⅱについては履修率は1割に過ぎない。この状況を改善するためには、特に物理Ⅰの内容・構成の見直しと理科全体の履修のしかたについての見直しが必要であると考えます。

## 1. プロローグ—天動説信者は高校生にもいる！

唐突だが、図1の問題文を見ていただきたい。これは、筆者が以前勤務していた高校の地学の定期考査で、実際に出題した問題の一部である。実施対象は3年生で、就職クラスおよび文系進学クラスであった。筆者としては点を取らせるために入れた設問であったのだが、結果は(1)の正答率が73%であった。4人に1人は「太陽」と書けないのである。誤答の例として「地球」や「木星」などがあった。(なお、(2)の正答率は9割近かったが、喜ぶべきことではない。言うまでもないことだが、(2)だけが正解であっても太陽系認識としては正しくない。)

このところ“天動説を信じる小学生”の話題が世間を賑わしたが、実は天動説信者は高校生にもかなり生き残っているのである。

[設問] 次の文の空欄にあてはまる語句を答えよ。

太陽系の中心には巨大な(①)が輝き、そのまわりを9個の(②)が公転している。

図1 地学Ⅰの考査問題

## 2. 天文分野から見た高校物理学習の意義

本来、天文と物理は、強い関連性をもっている。学校で天文を学ぶ意義については、前号で有本氏も述べているが、世界観の育成という点で非常に重要である。

特に物理で天文を学習する意義については、筆者は次のように考えている。すなわち、一般の高校生にとっては「教養としての天文の知識を学ぶ、あるいは人間形成に必要な世界観・宇宙観を獲得するためのアプローチの一つとする」ということ、加えて理系大学進学希望者にとっては「天

文学の学習や研究のために必要な物理の考え方・知識を学ぶ」ということである。

このような観点から、以下に、高校物理における天文教育の実態と問題点を述べ、いくつかの提案をしたい。

### 3. 高校理科の状況

現行の学習指導要領に基づく高校理科の主な科目は図2のとおりである。理科は2科目が必修で、そのうち最低1科目は、理科総合A・Bまたは理科基礎から選ばなくてはならない。

さて、実際の高校では、これらの科目がどのように開講され、どれくらいの生徒がそれぞれの科目を履修しているだろうか。図3は、教科書採択数から推定した2004年度の理科各科目の履修率(Ⅱ)を付した科目は旧課程)である。地学の履修率が6%に満たないことに注目していただきたい。危機的状況を通り越して、瀕死状態にあるといっても過言ではないだろう。地学分野を含む理科総合Bなら4割あるという考え方もあるかもしれない。しかし、理科総合Bではせいぜい太陽系の範囲しか学ばない。これでは、まともな宇宙観・自然観を育てることは不可能である。そもそ

理科総合A, 理科総合B, 理科基礎,  
物理Ⅰ・Ⅱ, 化学Ⅰ・Ⅱ, 生物Ⅰ・Ⅱ, 地学Ⅰ・Ⅱ

※理科総合A：物理・化学分野の基礎  
理科総合B：生物・地学分野の基礎  
理科基礎：科学的な内容が中心

図2 理科を構成する科目

・物理Ⅰ	29.2%	・物理Ⅱ	11.7%
・化学Ⅰ	57.4%	・化学Ⅱ	16.6%
・生物Ⅰ	59.6%	・生物Ⅱ	14.5%
・地学Ⅰ	5.9%	・地学Ⅱ	0.7%
・理科総合A	72.9%		
・理科総合B	41.9%		

※“Ⅱ”の科目は旧課程

図3 2004年度の理科各科目の履修率

も、5割以上の生徒は地学に触れることもなく卒業していくのである。

最近聞いた話だが、ある国立大学の教育学部では【月・地球・冥王星・恒星】を地球から近い順に並べ替えよという問題で正答率が5割を切った、という。が、もはやこれは、驚くべきことではないのかもしれない。例えばかつて地球を平らと考え、海洋の果てで海水が滝のごとく流れ落ちていると考えた古代の人々を、われわれはもはや笑うことができない。

### 4. 高校物理の現状と問題点

本来、天文教育を担うべき地学がこのような状況である。それでは、物理についてはどうだろうか。まず教科書を手にとって気づくのは、本文がカラーになるなど、紙面が美しくなったことである。また、教科書によっては、口絵の写真やコラムで、銀河中心のブラックホールや超新星爆発によるニュートリノの観測など、最新の研究成果を掲載しているケースも見られる。

しかし、肝心の学習内容で旧課程と比較してみると、多くの問題点があることが分かる。図4は物理Ⅰの指導要領に示されている学習項目である。天文に関する内容はほとんどない。また、内容を見ると分かるのだが、日常生活との関連を重視したために系統性に欠けるものとなっている。例えば、力学の学習が電磁気の後になったために、物理Ⅰでクーロンの法則を学べない。単振動

- |              |  |
|--------------|--|
| (1) 電気       | ア 生活の中の電気(電気と生活、モーターと発電機、交流と電波)                              |
|              | イ 電気に関する探究活動   |
| (2) 波        | ア いろいろな波   |
|              | イ 音と光(音の伝わり方、音の干渉と共鳴、光の伝わり方、光の回折と干渉)                         |
|              | ウ 波に関する探究活動  |
| (3) 運動とエネルギー | ア 物体の運動(日常に起こる物体の運動、運動の表し方、運動の法則)                            |
|              | イ エネルギー(エネルギーの測り方、運動エネルギーと位置エネルギー、熱と温度、電気とエネルギー、エネルギーの変換と保存) |
|              | ウ 運動とエネルギーに関する探究活動   |

図4 物理Ⅰの学習内容(学習指導要領より)

を学ぶ前に交流が出てくるし、波動を学ぶ前に電波が出てくる。ドップラー効果では音源が動く場合しか式を扱わない。さらに、原子の構造や放射線については、物理Ⅰから物理Ⅱに先送りされてしまった。このように、物理Ⅰは天文という立場からはほとんど役に立たないし、そもそも物理としてもあまり素性のよいものではないのである。

図5は物理Ⅱの学習項目である。物理Ⅰに比べると、物理Ⅱはまだ系統性がある。また、天文に関連する内容も含まれている。例を挙げると、ケプラーの法則、万有引力と重力、万有引力による位置エネルギー、原子のボーアモデルと線スペクトル、質量とエネルギーの等価性、原子核反応、核融合、素粒子、宇宙線などである。しかし、多くの学習内容が物理Ⅰから送り込まれてきたために内容が増えすぎ、「物質と原子」と「原子と原子核」については、いずれか一方の選択となってしまった。

さらに深刻な問題がある。それは、履修率である。図3にあるように、物理Ⅰの履修率は3割近くあるが、まともな物理である物理Ⅱについては約1割に過ぎないのである。選択扱いの原子・原子核分野を学ぶ生徒はおそらく数%であろう。

こうしてみると、地学だけでなく物理においても、天文教育を期待することはできない。冒頭に掲げた「天文分野から見た高校物理を学習する意義」というものは、ほとんど存在していないのである。このような状況になってしまった原因は何であろうか。

- |  |   |
|--|---|
| (1) <b>力と運動</b><br>ア 物体の運動<br>イ 円運動と万有引力                   | (4) <b>原子と原子核</b><br>ア 原子の構造<br>イ 原子核と素粒子 |
| (2) <b>電気と磁気</b><br>ア 電荷と磁界<br>イ 電磁誘導と電磁波                  | ※ (3)と(4)はどちらかを選択                         |
| (3) <b>物質と原子</b><br>ア 原子、分子の運動<br>イ 原子、電子と物質の性質            |   |
| (5) <b>課題研究</b><br>ア 特定の物理的事象に関する研究<br>イ 物理学を発展させた実験に関する研究 |   |

図5 物理Ⅱの学習内容

## 5. 理科総合の出現と化学中心主義の台頭

その原因は主に二つあると、筆者は考えている。一つは、週5日制と理科総合の導入である。

図6は、理科各科目の履修率の変遷である。グラフが変化しているところはいずれも学習指導要領が改訂されたときにあたる。1982年の理科Ⅰ導入で各科目とも履修率が大きく落ち込んだのだが、理科Ⅰが廃止された1993年の改訂で物理と地学だけは履修率を回復させることができなかった。そして、グラフの先、つまり現行の学習指導要領へ改訂されたときにもさらに履修率は落ち込んだ。その原因の一つが理科総合の導入である。現行の学習指導要領では、理科総合A・Bまたは理科基礎の3科目から最低1科目は履修することとなっている。週5日制に加えて「総合的な学習の時間」が加わったために、教科全体の枠が狭くなってしまった。さらに理科総合または理科基礎が必修とされてしまったために、Ⅰを付した科目を履修しにくくなってしまった。

もう一つの原因は、各高校において進路指導の観点から組まれた教育課程である。筆者は、勤務する埼玉県の高校をランダムに抜き出して、およそ20校ほどの教育課程を調べてみた。その結果、次のような傾向があることが分かった。

○理科総合AかBを必修とする

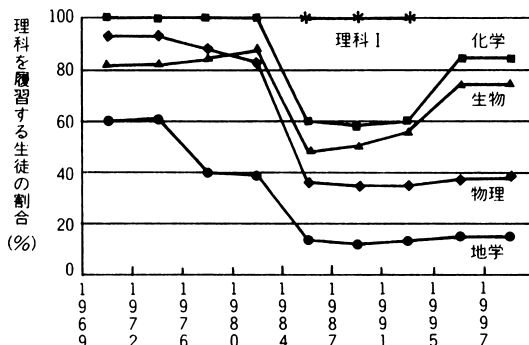


図6 理科各科目の履修率の変遷 (江沢 洋『理科が危ない』—明日のために』(新曜社)より)

- 化学 I をほぼ全員に履修させる
- 理系進学希望者は、物理 I か生物 I のどちらかを選択させる
- 理系進学希望者以外では、物理 I, 生物 I, 地学 I のどれか 1 科目を選択させる

このようになってしまうのは、理系進学希望者に対する次のような進路指導の事情があるためである。すなわち、理系大学の入試科目として、だいたいどの学部・学科でも化学 I は設定がある。したがって、とりあえず全員に化学 I はとらせておいて、あとは各自が選んだ進路に従って物理か生物を選択すればよい。例えば工学系なら物理、看護系なら生物といったようにである。

こうした、いわば“化学中心主義”のもと、物理と地学は悲惨な状況に追い込まれてきたのである。このような状況を、どのようにしたら改善できるであろうか。

## 6. 現行の学習指導要領の見直しを！

学習指導要領の改訂は、確かにそれ以前の反省にたってなされているのかもしれない。しかし、そうであったとしても、やはり現行の指導要領には問題点が多い。

次に挙げる提案は、私見ではあるが日頃強く感じていることである。

1. 物理 I, II の内容と構成を見直し、系統性をもったものにする。
2. 理科総合を廃止するか、必履修の制限をなくす。
3. 週 5 日制の見直しと「総合的な学習の時間」の縮小あるいは廃止。

もちろん、週 5 日制の見直しなどは、そう簡単にはできないことではない。しかし、天文学会としても認識できる問題点があるならば、文部科学省にはたらきかけたり、社会へ向けてメッセージを発信したりすることができるのではないだろうか。

## 7. 教材に生きた天文の素材を！

高校物理では、たいていの場合整えられた条件のもとで問題を解くという学習がほとんどである。が、実際には混沌とした自然の姿の中から本質をつかみだし、基本的な法則を追究し、問題を解決していくところに、物理のおもしろさがあると思う。

筆者は、天文学会の 2002 年度内地留学を利用して、巨大ブラックホールに関する研究データを用いた物理教材の研究に取り組んだ。実際に授業でやってみると生徒の興味・関心は高かった。

また、天文研究者が使う標準的な画像形式である FITS 画像を用いた教材の研究・開発に取り組んでいるグループ (PAOFITS Working Group) もある。研究集会や講習会を各地で開くなど、たいへん熱心に活動している。その成果は web で公開されていて (図 7)、誰もが利用できる。

高校生にとって、実際の研究成果を利用して物理や天文を学習することは、その興味・関心を高めるといっても非常に効果的である。地学だけでなく、物理の学習にも、ぜひ天文学の研究データを利用していきたい。そして、そのような活動に対して、今後も天文学会からの協力をいただくと幸いである。

また、今年 2005 年は世界物理年で、天文学会も関連イベントにかかわっている。物理学会あるいは物理教育学会との連携を図るのにも、よい機会ではないだろうか。

## 8. エピローグ

冒頭に、考査の結果を紹介したが、正直言って、その結果を公表することにはためらいがあった。その考査は授業のあとに実施したものであり、それはすなわち筆者の力量不足を露呈することになるからである。しかし、強がるわけではないが、授業が成り立たないような状況であったわけではなく、むしろ生徒たちはよく聞いていてくれてい

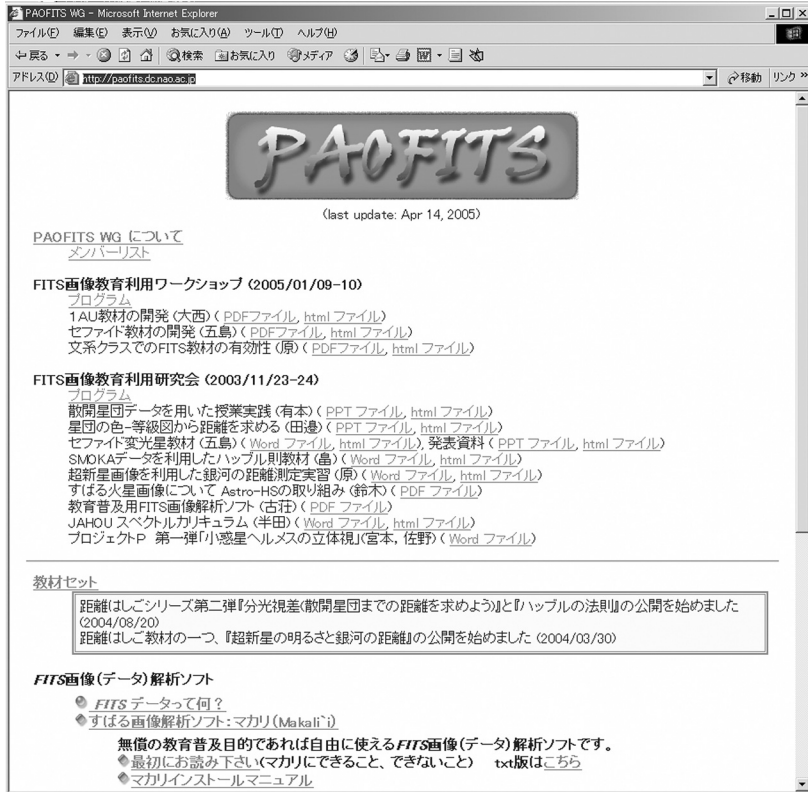


図 7 PAOFITS Working Group の web (<http://paofits.dc.nao.ac.jp>)

た (と信じたい……)。そこでふと思ったのは、このテストが授業前の実施だったらどうであったかということである。授業後だったから、まだあの正答率に達したのかもしれない。そうであるなら、筆者個人としては救われるのだが、理科教育全体で考えるとそれは救いようのない事態である。今春、それを調査したいと思っていたのだが、筆者の職場の異動その他の事情に忙殺され、残念ながら調査をすることができなかった。これについては、近いうちに取り組んでみたい。

おわりにもう一つ、筆者の体験を記しておく。

これも、かつての勤務校で、進学希望者へ地学の補習をしている中でのやりとりである。

筆者: 「それじゃあ、惑星の名前を太陽に近い方から言ってみて。」

生徒: 「はい、月、火、水、木、……。」

やはり、事態はかなりまずいのである。

## 参考文献

- 1) 江沢 洋, 2001, 『理科が危ない』—明日のために, 新曜社