

理科を改めて問う

増 子 寛

Reconsideration of Science Education

Hiroshi MASUKO

What kind of resources are students interested in? They have not played with hand made scientific toys in their childhood which makes them easy to understand science in a school. They think physics is not so useful for their everyday and future life. They are not so eager to study science especially physics. Does the course of study match for these students? It does not prepare enough class hours to teach science in elementary and secondary school. The contents of it are not based on research of teaching science in these schools. What can we do? We have to produce new resources (textbook, CD, DVD, etc.) and new study guide which support activities of ardent school teachers. To realize this project the regional physics alliance must be established between company, university, high school, and elementary school as soon as possible.

Key words: physics education, elementary school, secondary school, scientific toy, course of study, physics alliance

1. 生徒はどのようなことに興味をもつのだろうか

1.1 教材は巷の映像に負けている

今や学校は情報の発信源としての機能をもっていない。情報の新鮮さによって生徒を惹きつけておくことはできない。学校は情報をどう処理すればよいのかを学ぶところであるが、そこで使われる教材は、生徒が日常の中で出会うさまざまな映像に比べると、どうしても見劣りしてしまう。それらの映像は、見るものを飽きさせないために場面の展開が速い。また生徒にはチャンネルを変えて映像を選ぶ権利もある。そこでは刹那的な面白さが優先されて、じっくり考える習慣はなかなかつきにくい。生徒を惹きつける映像の教材化が急がれる。

1.2 物理現象に対する原体験が希薄化している

日常生活の中で自然現象を体験する機会がますます希薄になっていることも事実である。生活の中の科学技術は自然の現象を体験する機会をますます生徒から奪っている。風呂の湯の上部が熱くなることはほとんどないし、冷蔵庫

の放熱板が隠れてしまってから久しくなる。都会で焚き火をすることはできないし、田舎に行ったとしても人に管理されていない自然はないといってもよい。また、子供のとき自分でおもちゃを作って遊ばなくなったことが決定的である。ある物理教師の大先輩が、「俺が子供のときは草笛ができなければ一人前ではなかったけど、今は誰もできない。子供がマッチで火をつけられなくなったって驚くことはない」と発言されたのが印象的であった。草笛は言うに及ばず、竹とんぼや、ヤツデの実を弾にした空気銃砲、ゴム動力で動くおもちゃ、等々。今では意図的に伝承しなければ消えてしまうものは多い。小刀で手を切ることもなく過ごしてしまう。自分でコイルを巻いた経験なども同様である。これらの手を動かし頭を使った時間は今どうなっているのだろうか。コンピューターの達人がそんなにたくさんいるとも思えないが。

このように変化しつつある日常生活の中で、何がリテラシーなのか、自然の体験とは何なのかを見据えて理科教育

を考えなければならない。大人が自分の子供のころを基準にしていると mismatching を起こす可能性が大である。そのような体験を伝えることは大変重要なことではあるが、それを一般化することには細心の注意が必要である。

1.3 物理法則は教室の中だけで成り立つ？

学校で勉強することが、生徒にとって何か特別のこのように思われているふしがある。物理が生徒自身の住んでいる世界のことを対象にしていることなど、おそらく考えもつかないのかもしれない。学校で学んだことを日常生活の中で検証しようとしな。物理は特にさまざまな実例が身の回りにあるので、ちょっとした好奇心と考える習慣さえつけば、学校の授業を100倍楽しむ方法を自分で編み出すことができるはずである。しかし、これは鶏と卵に近い話で、ちょっとした好奇心と考える習慣をつけるためにはどうすればよいかと問題を立てると、どちらが先かはわからない。学校の中で成り立つ法則を学んでいるという「安心感」があると、「公式」を暗記して問題を解く訓練をすればよいので、問題集から目をそむければ物理の法則から開放される。逆に、物理的にはあまり意味がない式でも、問題を解くのに便利な式を覚えることは苦にならない。その式が物理量のどのような関係を表す式なのか、などを考えることには興味がない。物理は暗記科目だと思っている生徒がいても不思議はない。小学校や中学校の理科の授業がますますその傾向に向かわざるを得ないことを後で述べる。生徒にとって、実験などのデータ処理はただ面倒なだけである。自分でデータをとらねばならない実験の授業は、思ったより生徒の支持を得ることはできない。実験のデータから計算処理した物理量が分数のままでも一向に気にならないし、単位がないことも彼らにとってまったく問題にはならない。

1.4 物理は役に立つと思われているか

2001年に国立教育政策研究所が行った小学校5年生から中学校3年生までの生徒を対象とした調査¹⁾の中で、「理科を勉強すれば、私のふだんの生活や社会に出て役に立つ」という質問があった。それに対して、「そう思う」と「どちらかといえばそう思う」と答えた生徒の割合の合

計と、「どちらかというと思わない」と「そう思わない」と答えた生徒の割合の合計を、年代順に比較してみる(表1)。

小学校5年生と中学校3年生で、「そう思う+どちらかといえばそう思う」と「どちらかといえばそう思わない+そう思わない」の比率が逆転していることが興味深い。

またこの調査では、「ふだんの生活や社会に出て役立つよう、理科を勉強したい」という質問も同時にしているが、それに対する答えは、上記の結果とほとんど同じである。

表1の()内の数字は「勉強すれば、私のふだんの生活や社会に出て役立つ」という質問に対する答えである。生徒が素朴にもっている理科に対する興味と有益性を、学校教育が育むどころか阻害していると読めるのだからだろうか。

2. 学習指導要領の構造的な問題

2.1 規制緩和の結果規制が強化された

文部科学省はさまざまな分野で規制を緩和している。いわば責任が中央から地方の教育委員会に移行されたのである。その結果、皮肉にも規制はますます強化される傾向にある。その理由は、今までは最終的な責任を国に押しつけておけばよかったものが、現場の自己責任に変わったためである。その結果失敗を恐れるという官僚の特質によって、無難な方法、すなわち決まったことを杓子定規に運営するということになり、教育現場への規制はますます激しくなっている。文部科学省の最近の主張とは裏腹に学習指導要領の遵守が絶対的になり、教員の管理も厳しくなっている。公立学校の教員にとって書類書きの時間が飛躍的に増えたという。特に新学習指導要領で導入される「総合の時間」は、その形式にこだわるゆとりのない扱いが教員の仕事を圧迫している。

学校の教科指導、生徒指導、学校運営は、それぞれ何人かの意欲的な教員がリードする形で運営されていることが多い。それほど意欲のない教員も適度に混ざって全体としてバランスがとれる。管理の強化は、意欲のある教員にやる気を失わせるものになる。それは学校全体の活力を失わ

表1 物理(理科)は役に立つか。

	「 <u>そう思う</u> 」+「 <u>どちらかというと思思う</u> 」 (%)	「 <u>どちらかというと思わない</u> 」+ 「 <u>そう思わない</u> 」 (%)	「 <u>わからない</u> 」 (%)
小学校5年生	53.7 (81.5)	31.4 (10.4)	13.2 (6.9)
6年生	48.5 (79.9)	37.4 (12.3)	13.1 (6.9)
中学校1年生	39.9 (70.9)	44.2 (19.2)	15.0 (8.9)
2年生	39.1 (66.0)	46.2 (24.2)	13.7 (9.0)
3年生	36.3 (64.2)	50.3 (26.9)	12.4 (8.0)

せる結果となる。教育とは相手が生身の人間であることを忘れてはいけない。もっとも、小さな行政単位で行政官に見識のあるところでは、規制緩和の実が上がってプラスの方向に作用しているところもあるという。

2.2 理科の時間が少なすぎる

まず、小学校の理科の時間が少ない。1988年の学習指導要領の改定で小学校の1年および2年から理科が消えた。生徒の原体験が減ったうえに頭と手を使う科学遊びの機会が失われた。3年からやればよいではないかと思うかもしれないが、子供の発達段階によって興味を惹く現象は違うので、1年生ならできる授業も3年生では陳腐なものになってしまうことは珍しくない。科学を知っている者がみて、基礎として面白い現象と感じても、生徒にとっていつでもそうであるとは限らないのである。

現在の小学校の理科の授業時間数は、全学年の授業時間数が5367時間であるのに対して、わずか350時間しかない。全体の1割にも満たない授業時間はあまりにも少なすぎる。これではいかに教員ががんばっても、考える力を育むことはとても無理である。中学校では全学年2940時間のうち、理科は290時間である。これも1割をきっている。これが科学技術創造立国を標榜する国の科学教育の実情である。

また、教員養成にも問題がある。小学校の教員養成課程は大学入試の分類では文系である。入試で物理を選択できるが、実際に選択する受験者はきわめて少ない。高等学校の理科の時間数が削減されているから、物理・化学・生物等3科目を履修することは不可能である。その結果、文系の生徒に物理を履修させる学校はきわめて少なくなるので、物理的な内容はせいぜい週2時間の総合理科の中におぎなりに扱われているものを勉強するにすぎなくなる。もちろんその中に光の干渉などあろうはずはない。その結果小学校の先生にとっては、中学校の理科の時間が彼らの組織的に学ぶ最後の機会になる。もちろん大学の教員養成課程で物理を学ぶ機会があるが、彼らの理解を超えた内容であることが多いようである。

2.3 学習指導要領の内容は

学習指導要領が改訂されるたびに理科の時間が減らされ、それに応じて内容も削減されてきた。1998年の改定では「総合の時間」の導入のために極端な削減が行われた。中学校の理科では、生徒に人気のない項目が削減の対象になっている。人気がない原因は、論理を積み重ねて概念を構成していくような分野である。むずかしくても時間をかけてしっかり教えようという姿勢はみられない。ものを考えるてだてになるような概念を削減して、いわば木の幹に

あたるところを切り倒し、枝葉末節の部分を残している。その結果事実の羅列となり、時間数の削減も加わって、授業は暗記中心にならざるを得ない。これは文部科学省が最も嫌う授業の形態だったはずなのだが。

ちなみに、現行の学習指導要領における光の項目は教育出版の教科書²⁾によれば以下のとおりである。光に関しては今回の学習指導要領改訂では教科書の全ページがカラーになったほかは、内容的に変更はない。光の直進性/反射の法則(実験)/平面鏡による像/屈折(屈折した光をトレースする実験、法則はなし)/全反射/凸レンズの焦点/凸レンズによる像のでき方を調べる(実験)/作図によって像を求める(実像と虚像)/凸レンズの利用(カメラ、ヒトの目、スライド映写機、虫眼鏡)/カメラを作ろう、以上B5判12ページ。

高校の物理は、今回の改訂で中学から押し上げられてきた項目と、選択項目として増やした項目が、実質上選択ではなくなってすべてを扱うことになり、結局内容が増えてしまった。時間数の総計は週6時間でそのままになったが、より多くの生徒が受講する前半の物理Iは週4時間から3時間に減少した。特に物理は最初の導入部分が中学の分野とかなり重なってしまい、それが他の分野を圧迫して、かなり窮屈な内容となっている。光の分野は、物理I(前半3単位)と物理II(後半3単位)に分かれたうちの前半に収められているので、同学年の3割弱が光の学習をすることになる。ちなみに後半の物理IIは1割強が履修するものと予想される。光に関しては、今回の改訂で膜の干渉の計算式が省かれた。計算式が導き出せるような図も検定で通らなかった。

以下にその内容を示す。教科書³⁾は三省堂のものを参照した。光の色と波長/光の速さ/光の反射/屈折/屈折率/平面鏡の作る像/レンズの作る像(凸レンズ、凹レンズ)/目と明視の距離/虫眼鏡の原理/光の回折/ヤングの干渉実験/回折格子/薄膜による干渉/光の分散/偏光。

3. 物理に興味をもたせる授業とは

学校教育で何をどのように学ぶのか。現在のように高度に科学技術が発達した社会にあっては、かなりの水準の科学リテラシーが求められて当然である。携帯電話ひとつをとっても、騒音の面からの迷惑は理解できても、かなり強い電波を発信することの迷惑は理解されていない。メールの交信や、電話機と中継基地との交信でも電波が出ていることは周知のことではない。基礎的な科学知識を教えることも大切な学校教育の役割である。さらに、それらの知識を基に、自ら考察して新たな現象を理解する能力を培わね

ばならない。

生徒が、新しい現象を前にして、自らその探究の方法を考え、実験方法を企画し、試行錯誤を繰り返しながら、1つの判断を導き出す。これを生徒自身に体験させることが理科教育を魅力的にする唯一の方策であると考え。お仕着せの実験ノートに従って、ただデータをとるだけで終わってしまう実験とは根本的に異なるものになる。しかし、これは日本の教育の中で最も遅れていることのひとつである。文部科学省もそのことは以前から指摘していて、学習指導要領の改訂ごとにさまざまな形で言及している。しかしながら、それらが絵に描いた餅でしかなかったこと、すなわち官僚の作文でしかなかったことが、日本の理科教育をどん底に突き落とす原因となっているのである。

現状として、探求能力の育成が教員の能力の高さに依存していることや、時間的なゆとりを比較的作りやすい私立学校に依存していることは、国全体のレベルを上げることにはつながらない。

もちろんこの実現は、小学校からの基礎知識の教育と、そのレベルに応じた探求的な学習法を積み上げていかなければ不可能である。さらに、少人数クラスで豊富な実験設備を全国の小中学校と高校に備えなければならない。人的な備えも必要である。今は夢のようなことをいっているよ

うに思えるかもしれないが、これがすべてである。この実現に向けて一步でも進めるようにおのおのが努力するしかない。文部科学省が「理科だいすきプラン」云々で選抜された学校に資金を撒いても、その効果は期待できない。科学教育の基礎をしっかりと構築しない限り、高い建物を組み上げることはできない。

とはいっても現状を何とかすることも考えねばならない。それは、意欲ある教員をサポートすることである。小中学校の教員に楽しく理科を教えてもらえるように教材を提供することである。そしてそれらの活動が有効に行えるように、文部科学省が密室でつくろうとする学習指導要領に圧力をかけることである。そのためには、小中高の教育現場の生の声を聞くことができるように、各地域に連携組織をつくることが急務である。

文 献

- 1) 平成13年度教育課程実施状況調査(国立教育政策研究所教育課程研究センター, 2002).
- 2) 細谷治夫ほか: 中学理科1分野上, 平成13年2月検定済み, 平成15年1月発行(教育出版, 2003).
- 3) 兵頭俊夫ほか: 高等学校物理I, 平成14年3月検定済み, 平成15年3月発行(三省堂, 2003).

(2003年3月11日受理)