

理科学力の危機

自然科学をすべての国民のものに

小島 寿夫

一、理科教育の現状

1. 二極分化した高校教育

私の新設普通高校での経験であるが、化学の時間に小数計算が出てくる問題をやらせたら、ほとんどの生徒ができなくてびっくりしたのはもう十数年も前のことである。〇・一で割る計算ができないのである。小数、分数ができないだけでなく、加減算でも三桁四桁になると間違え、九九でさえ八の段、九の段になると危なくなる。理科の基本的な事実、概念、法則は、中学校で学んでいるのに覚えていない、ことばは知っているても内容が全然わかっていない。もちろん相互の関連や自然法則の論理的な説明など思いもおよばない。

小中学校と積み重ねられてきた詰め込み教育と暗記式の勉強によって、特に高校受験によってゆがめられた数学力は惨憺たるありさまである。テストに説明問題や応用問題を出題しようものなら、平均点が低く評価基準に達しなくてこちらが四苦八苦することになる。高校の勉強もすべて暗記式なので、計算の途中経過が間違っていて答えだけが合うという珍現象が現れることになる。

理科実験となると大変である。三〜四人の班でも仲間と協力できない、手際が悪い、道具をともに扱えないから、実験途中の変化を観察し、実験結果を考察することなどとても無理である。プリントで説明し、黒板に板書しておいても、すぐ次はどうすればいいと

聞きにくる。ていねいに相手になっていないと無視したといつてむくれてしまふ。数年前に生徒がマッチを実験机の水槽に捨てたので困っていたが、彼らはマッチの火の消し方がわからず、持っているとなつて水槽に捨てたことに気づいた。それからマッチの火のつけ方や消し方を指導するようになった。

現在の高校教育は一部進学校とその他の普通高校や職業高校との学校格差が大きくなり、極端な二極分化の状況である。最近では県教委の大学進学対策事業によって進学校は事実上の予備校化がすすめられ、その他の普通高校や伝統校以外の職業高校では生徒指導に追われ、毎日の授業に苦勞する状況である。

現行高校学習指導要領では理科の必修は二科目のため、物理・化学・生物・地学（それぞれⅠAまたはⅠB、Ⅱ）の全領域を学ぶことは事実上不可能で、普通科（文系）でもⅠBから二科目、Ⅱを一科目とするのが精一杯である。職業科はⅠAまたはⅠBを二科目、つまり高校では理科を全般的に学ぶのは無理で、大学受験（センター試験）は小教科目受験のため、物理を学んでいない理系学生、生物をやっていない医学部学生が出るという事態も生じている。

いずれにしても高校理科は学校格差や選択制のために、物理・地学の履修が極端に減少している。普通科でも進学校以外は、二年次からのコース分け（理系・文系）で数学・理科が多い理系コースは非常に少ない。進学校では理科の学習もセンター試験対策のため、実験も少なく、暗記式の勉強やパターン化された問題解答の技術をみがぐことに終始することになり、自然科学の神髄を学ぶ喜びからほど遠い、受験技術としての学習になっているのではなからうか。

2. 小中学校の理科教育

八九年学習指導要領改定で持ち込まれた「生活科」は小学校低学年（一・二年生）の社会科・理科が廃止されて新設された教科で、自然や社会の科学的認識の基礎を育てるのではなく、情緒的・規範的な決まりを教える第二「道徳」的な教科である。教育界ではこの指導要領で育てられた子どもを、その無規律で注意力散漫な様子を生活科元年と呼んでいるほどである。したがって、それまでの小学校の理科教育の内容が三・六年生の四年間に圧縮されて教えられることになり、つめこみがひどくなって学力低下がはなはだしい状況

を生み出してきた。

加えて理科の指導要領は自然科学の基礎を系統的に、子どもの発達段階を考慮して順をおって配列するという理科教育の基本を軽視し、あれこれの自然現象を系統性もなく無原則的に教えるという特殊な立場で構成されてきた。たとえば「ものの重さ」をきちんと教えることは理科の基本中の基本であるはずなのに、てんびんの使い方など器具の操作法で終わったり、六八年指導要領には「すなぐるま」で「ものの重さ」を教えるようにする（おがくずをロートから落として砂車において回転の仕方から重さを教える）など、現場を困惑させる特異な教材が次々に登場する。子どものあふれるような自然への好奇心や探求心を抑え込み、細切れのガラクタ教材を積み重ねて多くの「理科嫌い」を生み出してきた。

中学校ではいくらかは自然科学の系統性にそった教材配列となつていても、高校受験という重圧のもとで詰め込み、暗記式の勉強はいっそう強化される。中学二年生の国際調査（IEA）では理科学力は世界上位、理科嫌いが世界トップクラスとなっている。同調査では理科の勉強が楽しい、授業がやさしい、生活の中で

大切、将来理科を使う仕事がしたいについても世界平均より20〜33ポイントも低くなっている。（本誌小林昭三氏論文、片岡弘氏論文の資料を参照）文部科学省は学力比較だけをとりえて「学力はおおむね良好」としている。

3. 大学生の感想

私が非常勤講師で教えている大学教職課程「理科教育法」で、多くの学生は小中学校までは実験も多く理科が楽しく好きだったが、高校では受験中心でほとんど実験もなく、退屈な授業が多かったと感想をかいている。「中を真空にした鉄のボンベと水素をつめたボンベではどっちが重いか」と聞くと、水素をつめると軽くなるという学生がかなりいるし、「水を入れたピーカーを台秤にのせ、木片を浮かせると目盛りはどうなるか、指で木片を水に沈めるとどうか」に正しく答えられない、「同じ速さで走っているトラックの荷台から真上に投げ上げたボールはどこに落ちるか」には後方に落ちると答える学生がいる。センター試験では百点とったのに、こういう理科の本質的な問題に迷うのはショックだと感想を述べている。

いままでの小中高の理科でいかに自然の本質がわかる授業をやっていたか、右にあげた「ものもの重さと浮力」「慣性の法則」など自然科学の基礎となる事実、概念、法則が軽視され、受験学力中心の授業が多かったかがわかる。

4. 日本人の科学教養

OECD（経済協力開発機構）加盟一四ヶ国の成人の科学教養調査（九七年）によれば、日本はとてもよく理解・ややよく理解を合わせて二〇％を割りポルトガルに次いで下から二位であった。新技術の開発・発見への関心、医学上の新発見への関心、環境問題への関心度の調査ではいずれも一四ヶ国中最下位である。これはIEA調査で中学二年理科学力世界トップクラスという結果がその後どうなっていくかを考える一つの指標といえよう。受験対策の暗記式勉強によってつくられた「学力」は急速にはげ落ちてしまったといっても過言ではないだろう。（本誌 片岡弘氏論文資料）

東海村JOCの原子力事故は象徴的事件である。臨界事故によって死亡した作業員も現場主任も核物質の臨界について正確な知識がなく、必要な教育も受けて

いなかったといわれる。硝酸で溶解した濃縮ウランをバケツで混ぜるといふ危険きわまりない作業をさせられていたのである。溶かせば危険でないと思っていたともいわれる。現在の教科書では核分裂反応は高校「物理Ⅱ」にしか出ていない。それもほとんど学ばない生徒が多い。これが世界唯一の被爆国で原発大日本の実態である。

現在の環境問題は家庭ゴミから産業廃棄物処理、焼却炉でのダイオキシン発生、環境ホルモン、地球温暖化ガスなど地球規模の大問題になっている。新潟水俣病（第一次訴訟）をはじめとする公害裁判では、被害者や住民が科学の真実をつかんで企業と闘って勝利した。現在の環境問題も本質的に変化していない。企業利益第一の大企業とこれを擁護する国の政策に対して、国民的立場で環境問題の解決をせまることが必要である。その際、自然科学の真実をいかに広範な市民が共有するかが勝敗の分かれ目になる。上に見たように、一般市民の科学教養が世界的に低次の段階では環境問題でも立ち遅れ、日本の将来を危うくする恐れがある。

二、新指導要領で理科学力はどうなる

1. 小中学校でいっそうの学力低下

今回の指導要領改定で理科の学力はどうなるだろう。学校五日制のため教える内容を三割減らし基礎・基本を重視したというが、たとえば小学校から「重さとかさ」が見事に削除されて中学に先送りされた。何を基礎・基本とするのかということからして、大きな問題を残している。新教科書はカラー版が多く、いかにもスリムである。あつかう昆虫や植物は二〜三種類にせよ、月の形は二つだけと多くの制限を加え、検定でチェックしてスリム化を謳歌しても、子ども興味・関心を抑えつけ学習の広がりや深まりを制約することで、どうして基礎。基本が身につくのだろう。各界の批判の高まりに、文部科学省は発展学習の手引きを作成して配布するという。差別教育に率先してとりくむでもいっただろうか。中学校でも義務教育段階で基礎・基本であるはずの生物の「遺伝」や「進化」、「重さと質量」「重力」「力の合成・分解」「イオン」などを高校に先送りした。元素の周期表でさえ表紙裏に掲載することを禁止した。

改定指導要領の目玉ともいえる「総合的な学習」の導入は、教育課程編成に大きな問題を持ち込んでいる。ねらいや内容にも多くの問題があるが、そのために教科の時間が大幅に削られることがもたらす影響はわかり知れない。中学校ではさらに選択教科が増えて、現状でも取り扱いに苦慮していたのがいっそう学習指導に困難をもたらすことになるのではないか。

2. 特異な自然観にもとづく指導要領

改定指導要領「理科」の理論的ベースとされる「動的自然観」(注1)は教科調査官角屋重樹氏が提唱したものである。「これからの学習指導は、子どもが自分の持つ見方や考え方を絶えずより発展的で適切なものに変換していける、動的に自然観を変換していけるようにすることである」という。(「子どもを理科好きにする授業入門」小学館一九九八)また、「これまでの自然観は、自然の中に自然観があり、科学者がそれを発見していくというものであった。動的な自然観は主体を科学者の中においた、主観的自然観、科学観である。絶対不変の真理はない、真理というのはその時代に生きる人々が創りあげた概念である。概念は常に変

わっていくものである」と主張する。指導要領の前回改定の時も「知識は時代がたつと古いものになり、十年後には通用しなくなるものすらある」として、これからの教育は「知識を生産する手法、知識を自分で開拓して身につける手法」を教えることが重要であるとして、知識を教えるよりも科学の方法や操作法を教えた方がよいという理論が幅をきかせていた。

私たちは理科教育の目標を「自然科学の基本的な事実、概念、法則を教える」ことであると考えるのに対して、指導要領の立場は「実験、観察を行う能力や態度を育て、自然に対する関心を高める」ことと考えている。したがって、教える知識は何でもよい、どんな順序でもよい、科学の方法を教えればよいということになってしまふ。小中高校で教える理科は十年で変わってしまうような不確かな知識なのだろうか。「動的自然観」は不可知論の現代的な変種である。先行き不透明な現代社会をいかに効率的に生き抜くか、功利主義の本音さえ見え隠れする。

このような理論を基調とする指導要領が子どもたちをどこに導くか。見えないから、さわれないから取り扱わないと称して、小学校から自然の粒子的構造（原子

論）などの自然の本質を教えることを排除し、身の周り主義で現象レベルの教材だけを暗記させられて、子どもたちをいっそう「理科嫌い」の袋小路に追い込むことになるのではないか。私たちは自然とその法則性の客観的実在に確信をもつからこそ、本質的な理科教育を築き上げ、すべての子どもにも豊かな自然を与えるために全力をあげているのである。

3. 高校理科は危機的状況に

高校理科では中学校から移行された内容で構成される「理科総合A」「理科総合B」と科学史のトピックスなどをあつかう「理科基礎」（各二単位）が新設された。理科四領域は物理・化学・生物・地学のIとIIの科目（各三単位）である。必修は右の新設科目から一科目、Iの科目から一科目の二科目である。しかも、現行以上に選択科目が拡大するので、普通科でも理科の履修率が低下し、進学校の理系コースや理数科、中高一貫校だけが内容のある自然科学教育を受け、他の高校生は満足な自然科学教育の機会が与えられないという事態が起きかねない。これでは日本人の科学教養がますます低下し、ものづくりの基礎も失われること

になるだろう。

三、どうするこれからの理科教育

1. 自然科学の基礎・基本は教科書になくても教えよう
子どもたちに真の自然科学教育を保障しようと考え
るなら、教科書だけを教えればよいのではなく、自主
編成でほんものの基礎・基本を教えなければならぬ。
小学校理科からなくなった「重さとかさ」は、我々の
周りに存在する自然は必ず物質からできていて、その
物質は必ず重さと体積を持っていること、ものの重さ
は形が変わっても、分割されても、水に溶けても、も
の出入りがなければ保存されることを豊富な実験を
通して教えられなければならない。目に見えない、存
在することが確かめにくい気体も重さと一定の体積を
占めることで物質であることが納得される。そして物
質は非常に小さい粒子（原子、分子）からできていて、
固体・液体・気体などの物質の状態は粒子の運動の激
しさによって決まる。これら物質の基礎概念は理科の
基礎・基本であり、子どもの自然認識を確かなものに
し、いろいろな自然現象の原因を子どもが考える武器
となるのである。理科の時数が削減され、教科書から

なくなっても、「総合的な学習」の時間を活用し、ど
うでもよい教材はサラッと教えて時間を生み出すとか、
たとえ全面的な自主編成ができなくても、いろんな方
法で教えなければならない。

2. 理科嫌いをなくすには楽しくわかる理科を

先に見たように子どもたちの理科嫌いは進んでいる。
子どもが本来持っている自然に対する興味と関心を無
視した指導要領、教科書、詰め込みと暗記の理科を乗
り越えることが絶対に必要である。自然科学の本質的
な事実、概念、法則がわかる教材や実験を取り入れ、
子どもどうしの予想、討議を大切にしながら授業を進
めることができるれば「楽しくわかる理科」に近づくと
ができるはずである。

子どもたちはありふれた道具を使った簡単な実験で
も本質にせまる実験に喜ぶし、どうしてそんなことが
起きるのかわいいわい話し合う。コップに水を入れてハ
ガキをかぶせ逆さにしても水はこぼれない、ジュース
缶に少し水を入れて沸騰させ水槽の水に逆さに突っ込
むと缶がつぶれる。こういう授業が子どもにも大気圧の
存在とそのすこさを実感させ、自然現象の本質を考え

るきっかけとなるのである。

私は高校理科授業でも自主教材を使って、「楽しくわかる理科」を心がけてきた。自然の本質を教えられる実験を、可能な限り予想と討論をしこんですすめることで、生徒の興味を引きだせることを数多く実感してきた。生徒の苦手な計算問題なども、こういう授業と関連させてとりあげれば、彼らも本気でとりくむことになる。本質を教える授業は小中高校生だけでなく、私が教えている大学生でも興味を示し、「大学生の私でも予想通りになるかどうかハラハラドキドキして小学生的のような気持で実験を見ていた。大学生でも楽しい授業は小中学生も喜ぶはずだ。私も教師になったらこんな授業をめざしたい」といつている。

3. 自然科学をすべての国民のものに

理科教育は他の教科と同様に人類の文化遺産を伝達し継承する、現代社会を発展させる基礎的な知識を教えるという役割をになっている。さらに、子どもの全面的発達をめざすために子どもの可能性を引き出し、成長を支えるという視点も重要である。

しかし、自然科学教育の重要性はこれら教科学習の

共通の目標にとどまるものではない。自然科学教育は科学的世界観の基礎を形成し、日本の技術立国を支え、環境問題などの現代の社会問題に 대응するという役割がきわめて大きい。産業界にすぐ役立つ経済効率だけが注目されて基礎科学が軽視され、「ものづくり」の衰退が心配されている日本社会で、小中高校段階での自然科学教育の重要性は非常に大きいと考えられる。

戦後の民主教育の高揚期から現場教師と研究者が共同して掲げ続けてきた「自然科学をすべての国民のものに」というスローガンを生かすとりくみがいまこそ必要ではなからうか。

(こじま としお・研究所所員)

注1 理科教室 九九年六月臨時増刊

「新学習指導要領の批判・検討」

兵頭友博氏(立命館大学)・小佐野正樹氏(東

京・足立区立花保小) 論文 新生出版