

ポスター番号 11

「理科離れ」と理科教育の実相

埼玉県立浦和東高等学校 原田新一郎

1. はじめに

若者の「理科離れ」について 94 年以降、政府、学会、マスコミが見解、声明、報道を行うことが多くなり、大学生の学力問題とあわせて国民的関心事となっている。私は平均的な公立高校で理科を長く担当してきたが、「理科離れ」と理科教育に関して考えていることや教育実践をいくつか述べてみる。

2. 理科学習の例

高校生の理科学習に関連して、高校 2 年生(いわゆる理系クラス)向けの物理と化学の授業中に会った例を若干あげてみる。

はじめは物理の電気分野の例である。授業展開の中で、実物の乾電池 2 個を直列に並べ、リード線と電球をつないで示した後、電池 2 個の起電力を問う。答えられない生徒が予想外に多い。直列だと教えると 3V と答える。「直列」という言葉が出たら足し、「並列」という言葉が出たら足さないという「やり方」を覚えているのである。実際の電池配列は知らなくとも「直列のときは」と問われれば 3V と正しく答えられる。もうひとつの例は電気抵抗の計算である。並列につないだ抵抗 2 個の合成抵抗を式「 $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$ 」にもとづいて計算する過程で、「 $1/2 + 1/3 = 2/5$ 」と解答する生徒が少なくない。

次は、化学における物質量いわゆる「モル」の学習の例である。導入部分の計算練習で、「1 億×2」という計算には 2 億と答えられても、「 100000000×2 」には即答できず、縦書き筆算を行い、200000000 と答える。また、濃度の学習で「溶液 0.2L 中に溶質 1mol が溶解しているときの濃度」を計算する際、「 $1/0.2$ 」が筆算で計算できず、電卓を使用させると 0.2 という答を出す。このような分数や小数の計算は、小学 4,5 年生の算数の学習項目である。5 年生の単元「数と計算」では、小数×整数、整数×小数、小数×小数、小数÷整数、整数÷小数、小数÷小数、分数のたし算とひき算、分数と小数・整数が扱われており、この単元の理解が不十分であることがうかがえる。また、実際に見たことのない 100000000 や見えない 0.01 の計算を行うには、これらの数を具体的な数としてではなく抽象概念として扱う力が必要と考えられるが、モル学習で行き詰まってしまう高校生にこの力の不十分性が見られる。

それでは、高校生はこのような不十分性をどのように補っているのだろうか。ひとつの典型的方法は操作主義である。「直列は足して、並列は足さない」という機械的な操作、あるいは研究会でも話題となった「はじき」(速さ、時間、距離)による機械的な計算方法である。この操作主義的学習方法は学習内容の理解に結びつかないだけでなく、学習観や科学観に少なからぬ影響を与えているのではないだろうか。

3. 意識調査

私はこうした状況の中で高校生が「理科」をどのように捉えているかについて、勤務校の生

徒 240 名（1 年 119 名、2 年理系 68 名、3 年理系 53 名）を対象に調査を行った。調査項目の設定は、現在の学校「理科」が自然現象や科学についてどのような描象を描いているのか、その描象が子どもたちにどのような自然観や科学観を形成させているのか、学習方法が自然観・科学観・学習観にどう影響しているのかの 3 つの観点にもとづいた。具体的な設問は次の Q1～Q7 である。

Q1.複雑に見える現実の自然現象でも単純な法則に支配されている Q2.まだ解明されていない現象も、科学の発展によっていつかは解明される Q3.中学高校の理科で学んだことは、身近で起きている現実の現象（生命現象、気象、化学変化など）を解明するときに役立つ Q4.物理・化学・生物・地学で学んだ内容には共通した現象・法則・考え方がある Q5.テレビ番組「特命リサーチ 200X」「あるある大事典」「ためしてガッテン」「伊東家の食卓」などを見ているとき、中学高校の理科で勉強した法則や実験を思い出すことがある Q6.理科では、①大切なところを先生に教わる、②大切なところを覚える、③練習問題を解き、答え合わせをする、④試験を受けるという勉強方法がよい Q7.興味を覚えた自然現象について、そのからくりを理科の知識にもとづいて解明しようと試みたことがある

回答は A.そうだ、B.どちらかというとそうだ、C.分からない、D.どちらかというとはそうではない、E.そうではない、から選択させた。結果は次のとおりであった（数値は％）。

Q1.A18,B27,C41,D7,E7

Q2.A38,B30,C20,D4,E8

Q3.A21,B33,C31,D9,E6

Q4.A25,B23,C48,D1,E3

Q5.A31,B31,C18,D8,E12

Q6.A37,B32,C23,D4,E4

Q7.A10,B14,C23,D14,E39

肯定的（A と B）な回答が Q6 で大きな割合を占めていることは普段の学習方法が反映していると思われるが、Q7 で少ないこととの関連でみると、Q6 の設問にある学習法への問い直しが必要なのではないだろうか。例えば、福岡県教育委員会は 2003 年度学力実態調査で「理科の勉強は実生活では役に立たない」と感じている児童が小学 6 年で 4 割強、中学 3 年で 5 割強に上ることを報告している。高校においても物理や化学で現象を知り原理や法則を学んでも、それらが日常の現象と結びつきにくい、あるいは日常の現象を読み解いていく基礎になりにくい状況があり、これは科学観や学習観に少なくない影響を与えている。

OECD 国際学力調査 PISA (2007 年)と同時に「科学に関する意識調査」が実施され、次の 8 設問について調査が行われた。

①科学は自然界を理解するのに役立つので重要だ ②物理に関する話題に関心がある ③科学の知識を得ることは楽しい ④自分に役立つので理科を勉強している ⑤科学に関する雑誌や新聞の記事を読む ⑥ゴミ減量のためプラスチック包装は最低限にすべきだ ⑦実験の授業では、手順を自分たちで考えている ⑧理科の授業で習った考えを、日常の生活に応用するよう指導されている

肯定的な回答をした生徒の割合(%)は次のように報告されている。

- ① 日本 81,OECD93 ② 日本 40,OECD49 ③ 日本 58,OECD67 ④ 日本 42,OECD67
⑤ 日本 8,OECD20 ⑥ 日本 90,OECD82 ⑦ 日本 9,OECD17 ⑧ 日本 11,OECD30

⑤、⑦、⑧の項目で日本の数値が非常に低くなっていることは、理科学習が受け身的になり、現実の現象との関連を問わないまま暗記と操作主義に陥って行く傾向と不可分ではないと考えられる。

4. 取り組みの例

以上のように「理科離れ」や操作主義に陥る傾向を少しでも克服する取り組みとしては、普段の理科教育の中で、原理・法則を追試する教材ではなく、現象そのものから出発し自然の有り様に触れ、原理・法則の理解を深められる教材を生徒たちに提供すること、そして理科学習によって現実の世界を見る眼が鍛えられるような展開を生み出すことが必要だと考える。こうした観点をふまえて私はいろいろな実験学習を試みてきた。カチカチ玉（衝突球）、Antibubble（空気薄膜に覆われた球状液滴で水中に形成される）、ロウソク火炎、メトロノーム振動子、二重振り子、ペットボトル流水などの実験である。これらの実験を選択するにあたっては、ブラックボックスが少ないシンプルな系で、ディスカッションによる認識の深まりが期待できることを意識した。カチカチ玉（衝突球）は5個の振り子を直列に接触させたもので、単振り子の組み合わせに過ぎないシンプルな系であるにもかかわらず、その動きは多様で楽しいものである。レスポンスのからくりをめぐるディスカッションは考えることの楽しさを味わえる。Antibubbleは容器、水、洗剤とストローだけで出来る美しく不思議な現象であり、何度繰り返しても飽きない実験である。ロウソク火炎はロウソクが2本以上あればすぐ出来る実験であり、火炎が同位相あるいは逆位相でシンクロナイズする様子はしばし見入ってしまう。メトロノーム振動子はブランコ上に乗せた複数のメトロノームが示す同期現象であるが、音と動きを楽しみながらさまざまな実験を工夫できる。いずれの実験においても、生徒たちはディスカッションを楽しみ実験を工夫し新たな発見をしていくことと並行して、科学の知識を学んでいった。例えば、カチカチ玉ではエネルギー・運動量・力積・弾性衝突・瞬間など、Antibubbleでは界面活性剤・界面張力・親水性・疎水性・浮力・圧力・ラプラス圧・電位・粘性・薄膜・2分子膜・濃度・振動数・正弦波・矩形波・ダイラタンシーなど、ロウソク火炎では対流・熱拡散・熱輻射・燃焼・ロウ・シャドウグラフ法・屈折率・振動数・位相・同位相・逆位相など、メトロノーム振動子では相互作用・周期・振動数・位相・同位相・逆位相・作用反作用・慣性などがその例である。

5. おわりに

実践の中で私が心がけてきたことは、身の回りの現象や出来事を科学の眼でとらえること、異分野の知見や発想を大胆に取り入れること、科学遊びとディスカッションを楽しむことであり、さらにこれらを生徒と共同して行うことである。今後も「理科離れ」や操作主義からの訣別を目指して地道な科学教育を続けていきたい。