

迷走するカリキュラム、

理数力を再生するカリキュラム

小林 昭 三

一、はじめに

戦後最悪と言われた現行の学習指導要領は、二〇〇二年度には小、中学校で全面実施され、二〇〇三年度には高校でも全面実施された。しかし、スタート二年目にして早くも二〇〇三年に改定指導要領を出さざるを得なくなった。

具体的に理科で見てもよい。小、中、高校の理科教育の時間と内容とが「三割削減」され、誰もが共通に学ぶ科学の基礎・基本の多くが欠損・間引き・先送りされ、学力低下と著しい授業困難がもたらされた。

そのような中で、原子、イオン、進化、運動やエネ

ルギーなどをともに教えない現行の理科教育への批判が高まり、自主的カリキュラムを編成する動きが、全国的に強まった。こうした厳しい世論に押されて、事実上は「上限規定」としてきた従来の指導要領を「下限規定」と解釈するなれ崩壊的な対応がされた。

しかし、現実には下限でなく上限を設定している「歯止め規定（教える範囲を定めた記述）」があり「これはいけない、あれはいけない」と事細かに各学年で教える範囲を制約している。その規定に従わない教科書は、教科書検定で不許可か書き換えかの岐路に立たされた。こうした「上限」として機能している「歯止め規定」は、誰の目にも下限解釈とは辻褄が合わない。

指導要領を見直して「歯止め規定」を無くす以外には整合性がとれない矛盾した状況に陥ったのである。

そこで、〇三年一〇月には学習指導要領「歯止め規定」の見直し等を内容とした中教審答申が出されることになった。一月二六日には、河村文部科学相による「学習指導要領一部改訂の告示」が出された。なんと、これは「できる子」には下限を超えた「発展的な内容」を、「できない子」には補充的な内容を教えてよいとする内容のものであった。つまり、子どもの理解度に合わせた「習熟度別指導」を進めるとの記述を加えた改悪だったのである。かくして、またしても教育改善への期待はうらぎられた。教科ごとの指導項目についての「はじめ規定」の表現は手付かずのまま残された。「その規定にこだわらずに子どもの状況に応じた扱ってもよい」と「はじめ規定の解釈」が変更されただけだった。アメリカやドイツで、その失敗が明らかになっている矛盾が多い「習熟度別指導」を日本で一層推し進めることを明記した「改悪」に留まったのだ。

授業時間が三割減ったのだから体系的に再構成しないと無理が生ずる。その削減の大きな要因である「生

活科と総合的学習の時間」を見直し、科学教育カリキュラムの系統的な再構築をすることは避けられまい。が、そのような問題点を不問にして、悪評高い「習熟度別指導」で学力低下の手当てをしたと錯覚している。

二、逆送・迷走を繰り返した「これまで」

日本の教育

日本はこの一〇年ほど世界の趨勢と逆行して、低学年の自然科学教育を廃止して「生活科」を始めた。同時に「指導でなく支援中心の授業」を押しつけ「子ども中心主義」教育に変えた。生活科の授業を見に行くと、子どもが草花を道路に植えても、教師にその変更を指導させず支援に徹させた。踏まれてだめになった時に、なぜダメだったのかを気づかせればよいという支援授業が推奨された。そのような学問的基盤を欠く生活科の実践をテコにして、「指導より支援」が強調され、「関心・意欲・態度」を中心にした評価法への転換が行われた。特に、知識・理解を軽視する「新しい学力観」が幅をきかせた。質が揃った日本の教育システムが崩れ「教育の武装解除」が進んだのである。

これに対して、諸外国ではむしろ理科教育を小学校

の一年生から充実させた。初等・中等教育においては、科学教育を最重要分野の一つとして位置付ける「教育の再武装化」政策が進められていた。

例えば、米国のクリントン政権下では、以前からの「二〇〇〇年までに数学と理科の成績を世界一にする」目標を継承した。現在でも「科学教育基準」をつくり「全学年で毎日理科を学習すべきである」という理科を中心教科として科学教育を重視する政策を実施した。

アメリカのカリフォルニア州では、一九八〇年代後半から行われた「子ども中心主義」教育が、一九九五年の全米教育評価委員会のテストで、全米で最低に位置する惨憺たる結果を生み、大失敗であったことが判明した。その結果「よりバランスのとれた」教授法へと変革する道を選んだもの、とされている。「1」

英国では、一九八七年以来の教育に基づき、以前にはなかった低学年理科を一年生から行うことを含む内容の「全国共通カリキュラム」を一九九三年から実施に移した。それによって「英語、数学、理科」を中心教科にして「学力・教育水準」をレベルアップし、英国の景気後退と国際競争力の低下を打開しようとした。

フランスやドイツ、シンガポール、韓国、等々といずれも科学教育重視政策をとってきただけで、誰が理科を廃止して「生活科」を推進したか？

生活科という方向は、臨時教育審議会という手荒なやり方により一九八六年四月の第二次答申で具体化された。「社会・理科などを中心として、教科の総合化を進める」と。一九八六年の教育課程審議会の「審議のまとめ」（十一月）で、生活科の設置が結論づけられた。「生活科は、具体的な活動や体験を通して自身と身近な社会や自然とのかかわりに関心をもち、自身自身の生活について考えるときに、その過程において生活上必要な習慣や技能を身に付けさせ、自立への基礎を養うことをねらいとして構想するのが適当である。これに伴い、低学年の社会科及び理科は廃止する」と。その後も「記号科」、「体験科」、「環境科」等の新教科を（小学校の六年生までに）導入して、主要教科（国・数・理・社）を無くする動きが活発化した。但し、理系学会などによる批判的な世論形成によりそれはくい止められた。しかし、総合的な学習の時間や選択制度が結局は大幅に入れられた。

梅原利夫は、この時期に「新学力観」というモンスター

「が九一年三月以来現れた」といち早く警鐘を鳴らした。「ものごとを知ることや理解すること（知識・理解）と、関心・意欲・態度とを意図的に分離させ、しかも、後者を第一義的に強調する。（その結果）意欲・態度の一人歩きと知識・理解の貧弱化、習得格差の拡大をもたらず。……これまでの教育を『学問の論理が全面に押し出された』と『知識伝達主義』教育であったと非難し、これからは個性・特性に見合った自己学習であることを強調する」[2]と、「新学力観」の弊害は研究授業において目立ってエスカレートしていった。例えば、関心・意欲・態度のみ強調して、生活科は遊びやゲーム、劇化や表現活動に終始した。現場教師には「遊びやゲームを支援」することが強要され続けた。

指導から支援へ（一〇年前）、支援から指導へ（今）

これまでの一〇年間の科学教育をめぐる変遷の起爆剤は前述の生活科だった。そのもとでの、教育スタイルの今昔を比較対照する指標は教師の支援か指導かで、一〇年前と今とでは一八〇度の逆転現象が起きている。最近の教育番組では一〇年前とは正反対に、「小学校の児童を『支援』だけする先生の授業がうまく行かないシーン」が強調される。その「支援中心」の授業

を改めて「児童をしつかりと『指導』しなければ『よい授業』はできないよ」と先輩教師がアドバイスする。その先生に代わって「その授業を『適切に指導する』シーン」が例示される。一〇年前に盛んだった「すずめの学校」から「めだかの学校」へというキャッチコピーが強調されたころの教育番組を覚えているだろうか。一〇年前には、生活科の登場と共に、「指導」は「ムチを振り振りチーパツパ（スズメの学校）」として疎んじられた。「支援」は「誰が生徒か先生か（メダカの学校）」として賞賛された。その「支援する授業の参観」でこったがえした。「生活科」授業研究は、一〇年を経て影が薄くなり「ひっそりとしたもの」に変わった。「生活科は死んだ」と喧かれ始めた。一〇年後の現在、「生活科」のスタート直後にもはやされた「支援」は教育現場に「授業困難」をもたらす悪者に変身した。逆転して「指導する授業」がマスコミの脚光を浴び始めた。

そもそも指導抜き支援だけの教育などあるはずがない。「生活科」手品により、ひたすらの「支援」や関心・意欲・態度だけに傾斜した世論作りに加担したマスコミが、今度は「指導」一本やりの世論づくり

にまい進するのではお粗末すぎる。指導の際に「子ども
の自発性を引き出す支援的な要素をバランスよく含む」
教師の指導による教育・学習が必要なことはいう
までもあるまい。指導のみ、支援のみ、という極論の
間を行き来する迷走をこれ以上繰り返してはならない。

三、理数力低下を真に克服するカリキュラムを考える

ラムを考える

小、中、高校の理科教育の時間と内容とが「三割削減」され、義務教育の科学が弱体化されたので、日本の児童・生徒の「基礎学力低下」は避けがたい。さらに、数学や物理を選択しない高校生の数学や物理のレベルは低下し、多くの大学では中・高レベルの補習授業が余儀なくされている。

一九九五年の「国際数学理科教育調査」では（中学二年生）、自由記述問題は国際平均の四二%の正答率に対して、日本は二五%であり、科学的な判断力や多面的な思考力で特に劣っている。また、理科を楽しいと考へ、将来科学にかかわる仕事につきたい、という生徒は先進国中で最低レベルだ。最近の文科省の学力調査や他の教育諸団体の調査によれば、理科を自宅で

勉強する時間がゼロという高校生は四割で、国際的にも最低レベルだ。また、勉強する、しない、の二極分化が激化している。

逆送や迷走を繰り返した理科の指導要領

現行の理科の学習指導要領では、理解度が低いという理由で中学校から高校に先送りされた教材が多く、特に力学分野での先送りが目立つ。例えば、水圧、浮力、力とばねの伸び、質量と重さの違い、力の合成と分解、仕事と仕事率、などがそれである。そして、高校の「物理Ⅰ」では、中学校からきた「生活の中で用いられている電気や磁気」から入ることが義務づけられ、その後、波動、それからやっと「力と運動」を学ぶという順番にされてしまった。さらに、高校では、一次元運動は物理Ⅰ、放物線運動のような二次元運動はⅡへと機械的に分断され統一性は失った。

「力と運動」に関する学習者の素朴な概念の多くは、ガリレイやニュートンが克服したアリストテレス的な「力と運動」の概念に類似している。その多くは、摩擦が支配的な世界の「押せば動き、やめると止まる」という日常経験に起源を持つ。そのような「素朴概念」を克服して、「力と運動」の「科学的な概念」を

形成することが力学教育の核心であり醍醐味なのだ。しかし、現状の理科はそれに成功していない。

例えば、平成十四

年十一月十二日、公

表された全国の高校

生学力調査結果(国、

公、私立の高校三年

生一〇万五千人を無

作為抽出)がある。

それによれば、理科

や数学分野での正答

率は大幅に期待され

た正答率を下回った。

全体の正答率の平均

値で期待値をどれだ

け下回ったかをみる

と、数学では六一・

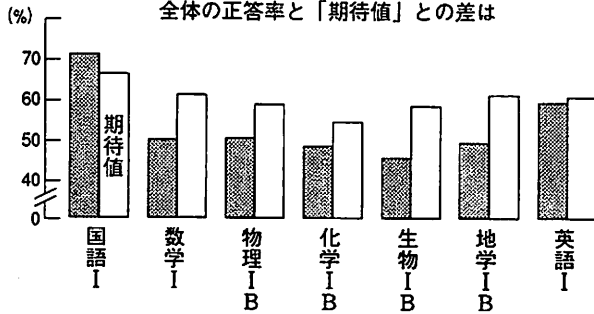
二%↓五〇・二%、理科では物理IBは五九・一↓五

〇・二%と、いずれも約一〇%も下回っている。特に、

上図(一)にあるグラフ)のように、物理、化学、生

物のIBは、いずれも一〇%ほど下回った。

全体の正答率と「期待値」との差は



さらに、個々の問題の正答率を見ても、すべての理

科IB科目で、六割から七割の問題で期待値を下回っ

た。高校物理の最も基礎的な分野とされてきた「力と

運動」を工夫して教えれば、今ではそれらを感動的に

習得できる可能性は大きく開かれてきている。それは、

力学教育においてITセンサー(力センサーや距離セ

ンサー)や運動分析ソフト、等を効果的に活用するこ

とで、以下で示すように「科学的な概念の形成を感動

的に実現できる」ことが、実証的に確かめられてきて

いるからである。こうした力学分野の再構築をめざし

た、本来の物理分野のカリキュラムづくりに向けた、

私たちの最近の取り組みについて紹介しよう。

作用・反作用についての取り組み

学力調査結果では、作用と反作用の理解度は著しく

低かった。例えば、明と里子の押し合いにおいて、

「それぞれが相手に及ぼす力は作用と反作用の力で、

お互いに等しい」という正解は、高校生の三九・八%

誤答(明が里子に及ぼす力が大きい)は三五・四%で

あった。

どの千分の一秒の瞬間にも、作用と反作用は等しい

ことを、力センサーによって感動的に体験できる。そ

の授業を受けた大学生は、同じ問題のポストテストにおいては、八〇・四％が正解で、誤答は六・七％だった。

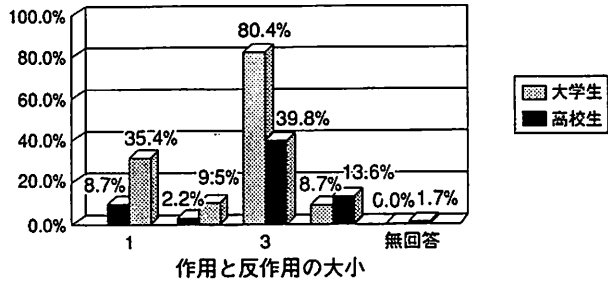
このように、作用と反作用の授業での力センサー活用による授業はきわめて効果的であったと言えよう。

運動の法則についての取り組み「4、5」

「力と運動」に関する子どもたちの素朴な概念の多くは、実は、

ガリレイやニュートンが克服したアリストテレス的な「力と運動」の概念にかなり類似している。その多くは、摩擦が支配的な世界における「押せば動きだし、押すのをやめると止まる」という日常経験に起源を持つ。そのような日常経験を体系的自然観として集大成したのがアリストテレスだった。素朴概念の根強さは

明と里子の押し合い



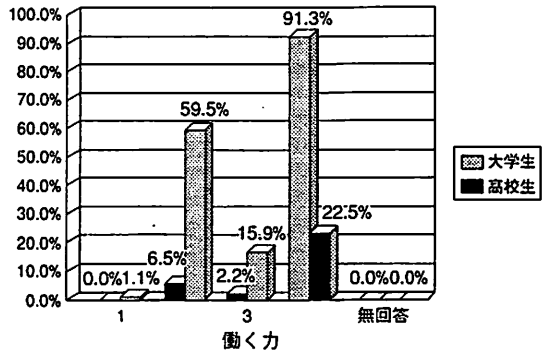
こうした日常の経験法則を起源とするからで、それを克服して本格的な科学概念をいかに形成するかが力学教育の課題であり工夫し甲斐のある問題なのだ。

次の学力調査結果「3」は「これまでの指導要領や教科書に示されたやり方では、このような課題の基本的な解決法をもちたらずものではなかった」ことを如実に示すものだ。

問題：ボールを投げ上げたときの「v-tグラフをかけ」、また、上昇中、最高点、下降中、三つのそれぞれにおいて、どのような力がそのボールには働いているか。次のどれか？「3」。

- | | | | |
|---|-----|------|-----|
| 1 | 上昇中 | 最高点 | 下降中 |
| 2 | 上向き | 上向き | 上向き |
| 3 | 上向き | 力働かず | 下向き |
| 4 | 下向き | 力働かず | 下向き |
| | 下向き | 下向き | 下向き |

ボールの投げ上げ



高校生対象の学力テストの結果は、図のようで、正答率は二二・二%、誤答率は五九・五%で悪い達成率だった〔3〕。運動分析ソフトの活用によって「ボールの落下運動の予測を感動的に検証する」という私たちの授を体験した大学生

に対して、同じ問題

でのポストテストを行った。図はその結果を大学生と高校生を比較出来るように表示したものである。大学生の正答率は九一・三%に達し誤答率は六・五%で大幅アップしていた〔5〕。

バーグラフについては、高校生は二三・一%という低い正答率だった〔3〕。これに対して、大学生はポストテストでは七八・三%という高い正答率を得た〔5〕。

私たちの行った授業では、抵抗が縮小となるような

超軽量な「携帯ミニ扇風機を載せたベアリング車輪付き力学台車（下の写真を参照）」を用いた〔4, 5〕。このような工夫により、面白い授業実践が沢山蓄積できるようにになった。こうして、「運動分析ソフトや距離センサー」で「その運動の予想を即座に検証する感動的な授業」が可能となり〔4, 5〕、中学校や高校での「明るい未来のカリキュラム」が展望できるのである。

その「手作り超軽量力学台車」は身近で安価な材料による「ものづくり」実習も兼ねた授業としても好評である。しかも、従来型の重くて高価な力学台車（記録タイマー用テープを安定して引くための）に比べ、軽い分だけ摩擦がより無視できる世界（摩擦力は抗力重量に比例するので）が容易に実現できる〔4, 5〕。

「記録タイマーと重い力学台車」という従来型の固定概念を大転換した「携帯扇風機を載せた超軽量力学台車とIT活用」教材によって、摩擦のない世界の運動法則を予測し、それを感動的に検証して、摩擦が支配的な日常世界の素朴概念を克服する授業が実現できた。さらに、台車の推進力を変化させるには、幅広い手作り台車の上に携帯扇風機を必要数だけ乗せればよいのが、この写真の私どものシステムの優れた点だ。

力学台車を同じ質量に保ち「ミニ扇風機の推進力を一から三倍」に変化させて加速度の変化を調べる「4、5」。

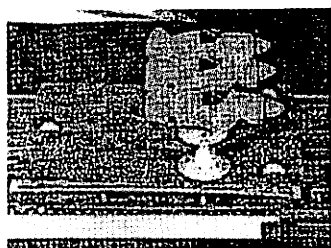
実は、従来の重い台車は携帯扇風機ではうまく動かない。

また、超軽量紙カップを何枚も重ねて落下させる実験でも「空気抵抗が支配的な世界」をすぐに実現できる。

紙カップは軽いので、軽い紙（アルミ容器製品の間に挟んだ保護材）を一〇枚前後にして落下させても、手から離すとすぐに終速度に達するからだ「4、5」。

このような新しい条件をフルに生かせば、小・中・高校の未来あるカリキュラムへ抜本的に改善できる。動画DVD「リメディアル☆フィジックス」「6」

これらの成果を含んだ力学教材の集大成として、実験動画DVD「リメディアル☆フィジックス・力と運動「6」」を製作・完成した。現場の教師がこのDVD活用法も含んだITセンサーや運動分析ソフトを思いのままに自由に活用した新しい科学教育の展開ができるよう講習会やワークショップなどを各地で試みてきている。



※参考文献

- [1] 刈谷剛彦『教育改革の幻想』ちくま新書 (1001) pp. 163-177
- [2] 梅原利夫「『新学力観』の展開と教育実践の課題」、『教育』（一九九三年六月）
- [3] 平成一四年度高等学校教育課程実施状況調査（国立教育政策研）、http://www.mext.g o.jp/b_menu/houdou/16/01/04012302.htm
- [4] 「力と運動の素朴概念を転換するIT活用法の有効性」、『教育実践総合研究』新潟大学教育人間学部付属教育実践総合センター研究紀要、No. 2 (1001)、pp. 39-62. <http://yuyu.ed.niigatau.ac.jp/report03>.
- [5] 「ITを活用した力学教授法は誤概念を克服するのにどれほど有効か」『理科教室』星の輪会刊「二〇〇四年三月」pp. 54-59.
- [6] メディア教育開発センター企画、小林・田中製作担当、大学物理教育協議会：江尻・並木監修、二〇〇四年六月発行。

(こばやし) あきそう・新潟大学教育人間科学部
理科教育教室