

教育内容の厳選とその原理

——理科教育の視点から——

上越教育大学教授 戸北 凱惟

はじめに

いじめや不登校など学校からの児童・生徒の逃避が問題になり、ここ2、3年、全国および地方のあらゆる新聞紙上で、理科離れ、算数離れ、社会科離れのニュースが駆けめぐるっていたのは記憶に新しい⁽¹⁾。これらに刺激されて、近年、教科教育や理科関連学会および日本学術会議の各シンポジウムにおいて盛んに次期教育課程編成に向けての期待や要望が論じられており、筆者も関連学会においてこれまでいろいろ提案してきた⁽²⁾。各学会で教育課程の改訂に向けてこのような熱心な討議が行われた例はかつて見ない。とくに、この2ヵ年、理科関連6学会（物理学、化学、生物学、地学、理科、科学の各教育学会）の合同シンポジウムが行われてきたことは特筆すべき点である。この関連6学会合同で次期教育課程に向けての要望が平成7年12月25日付けで中央教育審議会長へ提出されたことも異例であった。そこでは、1) 基礎的な理科教育のいっそうの充実、2) 学校で十分な理科の時間の確保、3) 観察、実験を充実するための条件整備、4) 理科教育のいっそうの充実の4項目が掲げられている。折しも、わが国の「科学技術基本法」（1995）の制定や内閣総理大臣の「科学技術系人材の確保に関する基本指針」が発表されたなかで、カリキュラム改革への勢いが見られたのも事実である。しかし、最近の新しい課題は環境、情報、科学技術、総合化であるが、関連学会ではこれらの課題に関する意見の一致はできていない。それは、これら

の用語がきわめて幅広い意味を包含しているながら、十分吟味されないまま使われていて、どの部分を、学校教育のどの段階で扱うのが適当か、素地ができていないままの論議が進行しているからである。先の理科教育固有の要望事項はこうした動向とは対照的でさえある。

この小論では、最近のこのような関連諸学会の動向を踏まえて内容選択の方法を考える。理科教育を中心として、教育現場の実状について、理科がいつから、なぜ、どうして嫌われるようになったのか、何が問題なのかを総括し、関連学会の動向を踏まえ、かつ、今日の理科学習論を踏まえて内容厳選の原理を提案する。

1. 学習嫌いの原因の再点検

すべての児童・生徒が学習を嫌っているわけではない。しかし、現実には教科の学習を嫌う傾向は存在する。このことを解明し、学習指導の改善をはかることは学校教育の基本である。学習を嫌いになるということは何が原因で生じているのか、たとえば、理科離れについては多くの調査報告がある。筆者も大学の学部2年生200名について、理科が嫌いになったのは、何をきっかけとして、いつからなのかを調査した。図1、図2は理科（物理）が嫌

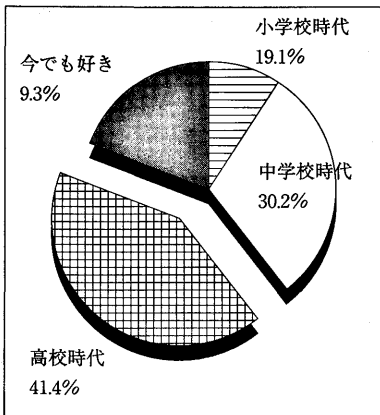


図1 いつから嫌いになったか

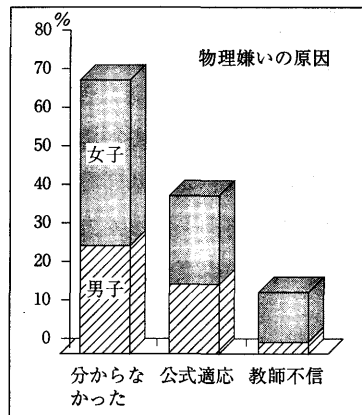


図2 何が嫌いにさせたか

いになった時期とのそ原因を示している⁽³⁾。中学2年頃から始まり、高校の理科(物理)では最初から脱落していく。嫌いになった原因は、「わからないから」、「公式適応と問題解きだったから」などから興味を示さなくなっている。この結果は最近の他大学で行われている結果とほぼ共通している。これでは理科(物理)の本来のおもしろさに気がつかないまま理科(物理)から遠ざかっていくことは誰が見ても明らかである。そこから出てきた問題点を指摘すると次の点である。

- わかる者、できる者しか相手にしてない授業になっていること
- 探究させる理科が標榜されながら形式的な理科になっていること
- 多様化した生徒の実態に対応した指導がなされていないこと
- 高等学校では問題解答訓練時間となっていること
- 理科(とくに物理)は男子専科の教科となってしまうこと
- 女子生徒の教師への不信感

このように、学習嫌いの原因が指摘されているが、これらは教師が努力すれば改善できることがほとんどである。わからない生徒に一言声をかけてやることなど、教師の基本的なコミュニケーションができていないのである。小・中・高と進むに従って理科離れは進む。このことはすべての教科に共通していることではあるが、生徒と教師のコミュニケーションの欠如は高校の場合はさらに深刻である。高校進学が100%に近づくにつれて一般普通人として必要な科学的な教養の育成をねらいとして理科カリキュラムはいろいろ変化してきた(基礎理科、理科I、総合理科などの設置)。しかし、多くの高校ではそれらの教科の指導において、本来意図した指導体制ではなく、大学入試のために必要な基礎教育の時間にあてるなど、高校における課し方が本来の教科の趣旨と違った方法で実施されているのが普通であった。結局、理想とは反対に現実社会の本音がまかり通ってきたのである。すなわち、親の期待、社会的評価、点数主義、学校評価、大学入試、就職条件を満足させるための構造が支配し、理想と現実のギャップがはなはだしい状況になってしまったのである。教師は物理とは本来そのようなものではないという理想論を持っていながら、現実には大学受験に有利な方法によって暗黙のシステ

ムに組み込まれた物理教育が行われてきた。こうした現実の高校物理教育の問題点は具体的には次の点に示される。第一は学習内容の詰め込み主義、第二は指導法改善の欠如、第三は生徒の物理不信感である。

2. 現実の問題点

現実の学校現場に目を向けると、すぐに解決されなければならない問題が山積している。週5日制の実施に伴い総時間数の削減が余儀なくされる一方で、総合的な時間の創出、環境や情報という新しい分野への対応も必要とされるなかで、既存の教科の配当時間の見直しや教科のあり方が検討されることは必至である。3R's教育のみならず既存教科のこれまでの考え方は再検討される。どの教科においても教科の存立基盤をかかえており、その教科の特徴を十分発揮するには時間不足であり、配当時間の削減は身を切られる思いがあるのは事実であろう。このような時間数の減少にかかわって単調な学習指導が進行しているのも事実である。

具体的には理科学習に直結している教科書の傾向にあらわれてきている⁽⁴⁾。教科書は4年に1回1/3改訂が行われているが、平成9年4月から採用された教科書を見ると、土曜休日に対応して約7%のページ削減が行われており、そのため、教科書の記載は無駄な説明は省略され、ますます簡潔明瞭になり、無味乾燥になってきたと言わざるを得ない。理科に特有の実験は全ページ中約20%があてられているが、最近の実験は、合理的に考え抜かれた代表的な実験に精選されている。基礎的な実験や確認実験が主であり、時間のかかる実験は演示実験となっている。実験はマニュアルどおりの流れ作業ですすめないと終わることはできない状況である。そのため学習の形式化が心配される。中学校理科は実験観察を通して科学的な手法を身につけていく探究活動が重視されるが、多様な視点を持った教材は省略され、代表的実験で終了することになる。結果として、論旨どおりの探究の理科ではなくなり、形式主義理科になってしまい、気がつけば理科離れが進行してきた。

たとえば、中学校第3学年に移動した「力と運動」の展開を見てみよう。

物体に働いている力、重力、浮力、力のつり合いなどにはかなりしっかりした実験と解釈が必要であるが、流れ作業で進み、さらに、作用反作用、合力、動きの変化へと進行するが、生徒にとってはどのような意味のある内容であるのか論議するゆとりがない。これでは、わからないまま進行し、理科は無味乾燥の役に立たない教科へと理解されてもおかしくない。伝統的に力学の学習は物理学の基本であるからといって、これまで、一貫して丁寧なこのような扱いがなされてきたのである。しかし、全世界の生徒がいまだに力学のミスコンセプションを生じている。力学が基本だからといって採用しても結果は理科離れの元凶を担っていたのである。生徒は理科本来の探究のおもしろさを知らないまま義務教育の理科を終了することになる。

また、教科書編集者の努力も制限事項が多いなかで限界に近づいてきたとも言えよう。教科書の編纂ではコストの制限があるので、思い切った編集は一切不可能である。ページ数の削減、カラー編集の規制は事前に決定されている。重要なテーマである環境や情報はいずれの教科においても取り扱うことができるが、学習指導要領から逸脱することは許されず、多くの教科書が個性を出し得ないものとなってきている。この点の行政サイドの改革が必要であろう。

3. 転換期の発想

今日、科学研究の分野ではパラダイムの転換が主張されている。その証拠として、新しい研究の重点化や学問の広がりに対応して大学改革が進行していることや、専門分野の統合や再編成、新たな組織の誕生などに見られるように大きな転換期にさしかかっている。これまで専門分野 (disciplines) のなかでのパズル解きはすでに1世紀以上にわたって行われてきて、多くの成果が誕生したことは否定できない事実である。しかし、このような単一パラダイム主義では今日の課題に対してはすでに限界があることも指摘されている⁽⁵⁾。かつてのラボアジェ以前の熱素説の転換、パウリの量子の概念による転換、アインシュタインの量子力学による転換等の時代がそうであったよう

に、同様な科学改革の時期にあることをわれわれは認識するべきである。

学校カリキュラムについても大きな転換期にある。伝統的なカリキュラムは、生活準備のために、あるいは、義務教育段階として最小限必要なものとして、大人社会へ向けての必要なものを取り込んでいくといったカリキュラム構成原理であった。しかし、最近の社会的な変動は、未経験の現実の問題と課題が山積している。このようななかで、学校カリキュラムは根本的に考え直す時期に来ていると判断すべきである。教師が生徒に知識を授けるとい

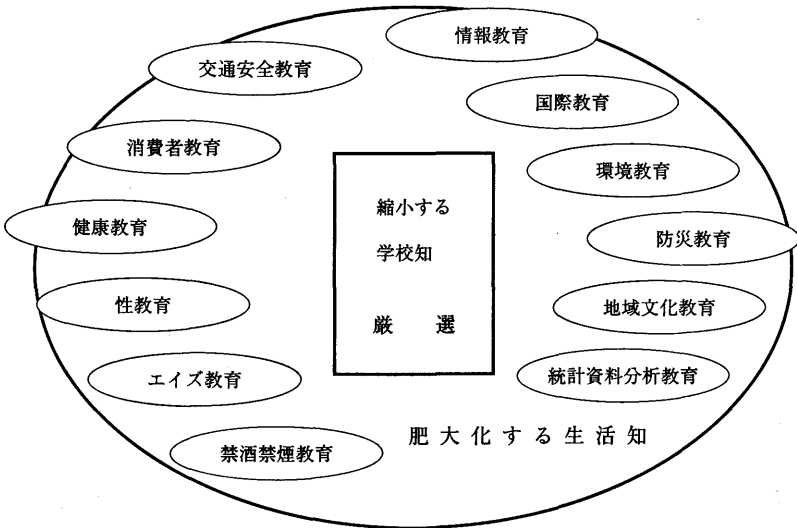


図3 肥大化する生活知 (木村による)

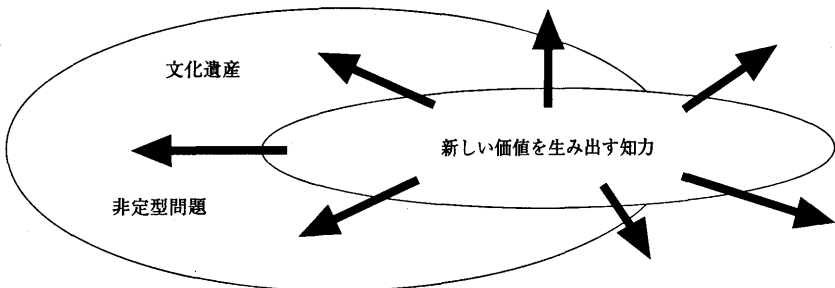


図4 新科学知を指向するカリキュラムにおける学力観 (木村による)

う伝統的指導観がいまだに根強く生きている一方で、生徒は確実に学校以外からさまざまな知識を吸収している。それにつれて、学校に解決を迫る問題が山積し、教師が学習本来の時間に専念できない状況が出てきたのも事実である。児童・生徒の関心の広がりに対して、すべて学校教育が対応することはもはや不可能のものとなってきた。

木村は科学研究「総合研究」を組織するに当たり、これからの学校教育に「新科学知」の教育が必要なことを述べている⁶⁾。その根拠として、大きな社会的な変革をあげている。すなわち、伝統的な個別科学から学際化と再統合の実態、カオス・ゆらぎ、総合的・複雑適応系的アプローチの動き、科学・技術・芸術・情報が一体となった新しい課題などをあげている。また、現実の身近な問題が山積されていて学校で教えられる知識が相対的に縮小してきていることを指摘している(図3)。そして、このような場合必要なカリキュラムは、創造的で、問題解決的でなければならないと指摘している。学問の体系から選択されたごく一部の基礎的基本的内容を抽出するという従来のカリキュラム構成の原理は、改める必要があることを述べている。

このような新学習知をめざすカリキュラム構成原理は図4に示すようなイメージによって示される。従来のイメージは学習内容の選択は外から内への矢印で示されたが、この矢印が逆向きであることに発想の転換がある。具体的な内容の検討が待たれる。これまでの親学問からの基礎基本の抜き取り作業で行われてきたカリキュラムは現実に理科離れを作り出してきたし、世界的なカリキュラム作りの方向も多様化の傾向である。以下、これまでの伝統的な理科カリキュラム構成原理の欠陥を示しながら、カリキュラム改訂に期待する視点を述べたい。

4. 内容厳選の視点

現在の学校の教師の多くは授業時間が足りないと言っており、内容の削減と付加すべき内容への期待が入り交じっている。理科の教科のなかで内容の精選はやらなければならない。中教審の中間答申では思い切った精選が要請

されていると同時に、新たに、環境、情報、科学技術などへの取り組みが課題とされている。つまり、時間が不足しているうえに要望が多いという大きな矛盾した状態にある。では、どうすればいいのであろうか。

理科が現在の内容を保持したままさらに環境的な内容を充実するということはもはや不可能なことである。とすれば、内容の思い切った精選は必須のことである。先に述べたように、現行の内容でさえ形式的で不消化の状態であり、さらに厳選しなければどうしようもないところにきている。過去において、理科を教える体系から見て、基礎基本となるものは何であるかが常に論争され、親学問から見て最低必要とされる内容が取り上げられてきた。これを繰り返した結果、今日のような理科がおもしろくなり、教師にも形式的な授業しかできなくなってきたのである。結局、ゆとりのある展開ができないこと、生徒と教師が十分な対話できていないことが、理科への不信感と教師への不信感を増してきたのである。

では、どうすればいいかということである。内容の精選にあたっては体系的でなければならないという考えはそろそろやめなければならないと考える。なぜなら、物理にとって基本であるとしても、いくつ基本を用意したらいいのか、いくら用意したからといって所詮内容のすき間は埋められるものではない。物理にとって基本であるとしても、他の領域にとって基礎であり基本であるというものではない。たとえば、作用反作用の法則が万物の物体間にはたらく力学学習の原則だといっても、このことが生物の学習に転化することは考えられない。逆に生物の分類学をいくら強調しても物理の関連は見いだせない。数学で平行四辺形を習ったとしてもそれが力の合成につながるのと同様で、物理で習った熱量(カロリー)と生物でいう熱量(カロリー)は別のものだと考えるのである。物理学とか生物学等の従来の旧式の学問体系から内容構築するのではなく、生徒にとって日常の生活や生きていくために必要なエネルギーの一環としての熱量(カロリー)を考えるなどの別の枠組みが必要である。基礎的事項を小出しにしながら学習させるカリキュラムはすべてうまくいくということはなく、むしろ悪い結果が生まれる場合すら生じているのである。内容精選に当たっては、モザイク的な知識の配列では

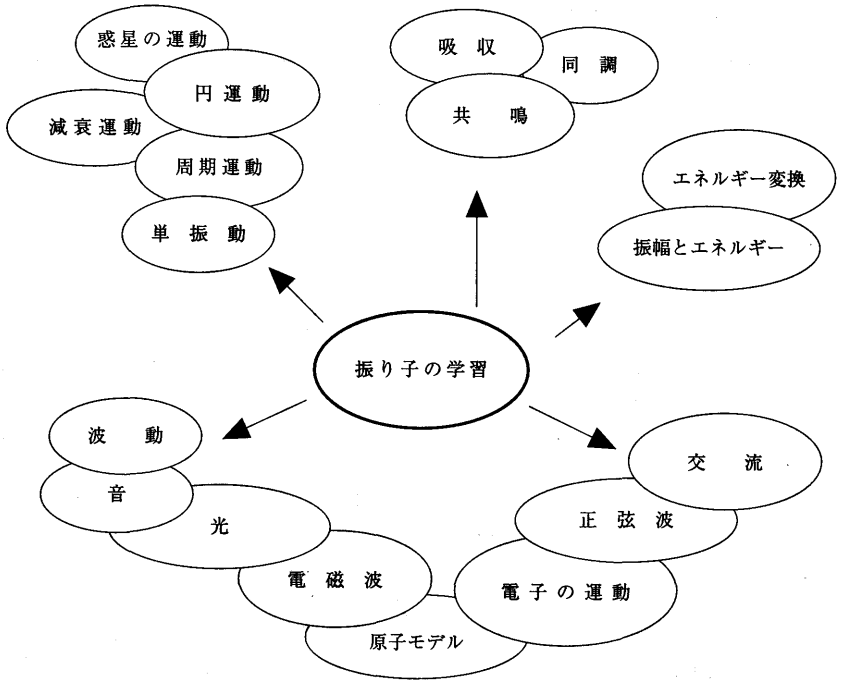


図5 「振り子」の教材化の発展

なく、子どもの持つ日常の経験知を生かしながら、理科で言えば、実験や科学的思考を楽しむことができる方法論的内容に厳選すべきである。そのためには、いつでも、どこでも、だれでも楽しくできる理科でなければならない。

具体的に、小学5年生の「振り子」の学習について考えてみよう。振り子の学習については、1) 振り子を学習させることは基礎的基本的な事項といえるか、2) 振り子の単元は次の単元の「斜面をころがる物体の働き」の学習と矛盾していないか、という問題が投げかけられている。1) は従来の伝統的カリキュラム観からの心配点であり、2) は学習のリンクという認知的な面での心配点である。1) については伝統的なカリキュラム論者でなくとも妥当な内容であり、教材性の高いものとする。なぜなら、図5に示すように、振り子の現象はいろいろなモノの動きをあらゆる基本的な現象であることには間違いがない。体系的議論から言っても、おもしろい理科を行う視

点から見ても変化と多様性を持っている内容である。また、実験方法の検討や推理、検証などを通して、振り子の現象の決まりを見つけることも5年生の論理で妥当なものである。しかし、問題は学習指導要領に規定された内容を逸脱することができない点である。振り子の応用や発展を身近な材料から見渡すことができないで、おもしろさと不思議さに気づかせることができない消化不良に陥っている点である。振り子のエネルギーが減少したり、エネルギーがいろいろな形で転移することや、波への変化などと楽しい学習が待っているにもかかわらず、中断せざるを得ないのが現在のカリキュラムである。2)の単元間のリンクができないということは今日的な知見から見て大きな問題である。連続する単元間で矛盾する考え方が生じる場合はかなりの単元間で見受けられる。「振り子」と「斜面をころがる物体の働き」は重りの役割が前者では無関係であるのに対して、後者では関係するという矛盾が見られる。少ない時間で二つの単元を矛盾なく理解させることは容易なことではなく、振り子の次には斜面の学習をとるように、同じ力学学習で単元を組むことが問題なのである。このような内容をあれもこれもとモザイク的に導入することに問題がある。学習指導要領の改訂に当たっては現実の子どもの実態を反映することが大事であり、さらに、学習指導論の成果を取り入れることが大事である。

学習内容は、このように、楽しく、発展的に展開できるもので、それに関する教材の開発に自由度があることが必要である。理科ではとくに教材の工夫は教師の創造性と個性が発揮されることが特徴的で、この点に意味のある教科なのであって、熱心な教師に対して意欲的な教材化の可能性を持たせることが望まれる。そうすることで学校の活性化が期待される。

5. 結論と期待

(1) 内容の精選には新しい視点で

率直に言って、内容精選に関する意見は多様である。が、すべての意見を取り入れることは不可能であるばかりか矛盾が生じることがある。内容精選

にあたっては基礎基本に固執することなく、どんな内容であれ、児童・生徒にとって楽しく展開できるもの、学習の楽しさ、学習の充実感が得られるものでなければならない。内容の編成にすき間が出てくることを恐れず、ゆとりある編成が必要である。

(2) 内容の削減は教材開発で対応を

教える内容は戦後ほとんど変わっていないと言うべきである。しかし、理科の理科らしさは、たとえ内容が古典的なものであろうが、斬新なものであろうが、それをどう教えるか、また、どんな教材を持ってくるか、教材の工夫やアイデアの多様さであり、手作りの感覚で開発するおもしろさにある。内容にすき間ができることは当然であり、それに代わって、教材化のゆとりを保障する必要がある。手作り教材により、いつでも、どこでも、だれでもできる楽しい理科の実現をはからなければならない。多くの人に歓迎され、科学的リテラシー育成の下地になるものが望まれる。

(3) 行政の規制緩和と教師の自己点検の必要

児童・生徒の自立をはかるには、教師に対して自主的な研鑽の機会を拡大し、自己点検の制度を導入すべきである。学習指導要領は最低必要な範囲を示し、単元の展開はある程度自由度が発揮できるものが望まれる。その具体的な展開に必要な教材開発や指導法の改善は教師の自主的な研鑽と判断にまかせることが教育界の活性化につながるのではないだろうか。また、教科書編纂の規制を緩和することも学習指導に幅が出てくるであろう。いずれにしても、学校教育の世界も社会的な評価が問われなければならない時期である。

〈注〉

- (1) 産経新聞社会部編『理工教育を問う』新潮社、1995年。
- (2) 戸北凱惟「現行物理教育の問題点と次期教育課程への期待」日本物理学会シンポジウム、1996.4.4。戸北凱惟「大学院における現職教育の点検からの対応」日本学術会議シンポジウム、1996.12.7、など。

- (3) 戸北凱惟「一般普通教育における物理教育の可能性」『理科の教育』
Vol.43, 1994年, 8-11頁。
- (4) 上田誠也編『新しい科学』東京書籍, 1997年。
- (5) A.F.Chalmers 著, 高田紀代志・佐野正博共訳『科学論の展開』恒星社厚
生閣, 1993年。
- (6) 木村捨男編『創造性「新科学知」』重点領域研究申請書, 1995年。

[キーワード]

パラダイムの転換, 非定型問題, 単元のリンク, 教材開発