

理 科

I. いわゆる科学の方法に関する二三の提言

戸 莉 進

I. はじめに

中学校において新指導要領が実施されてから既に4年、新教科書に基づく指導が行なわれるようになってからでも今年で2年目になる。現在、そのねらいや主旨がどの辺に在るかは、かなり全国的に徹底してきたことは確かである。

しかしながら、この新指導要領の志向する目標の第一に挙げられて、最も重要なものと考えられているのは「探究する過程を通して、科学の方法を習得させ創造的能力を育成する」についてであるが、中等教育の現場で20余年の経験を積み重ねてきた者の一人として、いろいろな意味で本質的な危惧を感じないではおられないものがある。

II. 理科の方法の受けとめの実態

恐らく大抵の物事はそうであると言ってもよいと思われるが、特に教育においては、基礎から着実に固めながら、一步一步を押し進めてゆくことが極めて重要であることは、改めて論ずるまでもないことと思う。

勿論、学習者の側が、その能力の限界が主因となって、基礎固めの域から余り脱却できないでいるというのなら、それはそれとして意義なしとはしないのであるが、学習指導に当る側まで、もしもそれに類した状態に、いつまでも低迷しているようなことがあったとすれば、それはやはり由々しい問題であると言わざるを得ない。

ところがである、この科学の方法の受けとめに関する限り、このような観方が、あながち杞憂であると言いつけることができるとは思われないのである。確かに「探究の過程を通して、科学の方法を習得させる」ために、まず探究の過程の掘り下げが大切であることは言うまでもないことであり、その点では教科書は勿論のこと、いち早く参考書からワークブックや問題集の類まで、まるで流行のモードが短時日の間に全国的に波及浸透してゆくのと同一の様相で、何らかの化粧直しをしたことは、改めて云々するまでもないことである。しかし、科学の方法なるものが、果してこのように手軽なものであるのだろうかと考え直してみると、今更のように事の重大さに、いささか慄然たらざるを得ない感じがしてくるのである。

事実「探究の過程」なるものが大切であるとの認識は、指導要領自体は言うに及ばず、教科書からワー

クブックに至るまで、はっきりと受けとめられていることだけは見てとることができる。実験→仮説→検証→結論というような手軽な型から、課題認識→予想→計画→実験→仮説→検証→結論→一般化というような型まで、いわゆる「探究の過程」の探求は、まさに花盛りの感じである。しかしこの花盛りを百花繚乱とまで形容することに対しては、大いに抵抗を感じるのである。

その第一は、百花と表現するには余りにもそれらの種類に偏りが見られ、限定されていること、そうしてその第二には、繚乱と調子のいい形容をするには、その限られた種類の故に、量的には如何に多くとも、これだけでは「科学の方法」という本来の目標に対しては、山吹や大輪のばらの花のように、結実にまでは至り得ないものが少くはないと考えられる点からである。

III. その要因

このような憂慮すべき現象を将来した要因として、教育の現場の体質や構えの面での責任は皆無というわけにはいかないと思うが、何よりも大きなものは、指導要領そのものに内在する次の三つであると考えられる。

(1) 探究の過程に対する認識の甘さ

新指導要領が、その至る所で唱い上げている「探究の過程」であるが、これは単なる操作や方法の集積ではなく、(探求ならばともかくも、探究はそんな生易しいものではないはずである)それらが組織的に集積された時に忽然として生み出される自己変革自体をも包括する、まことに厳しい概念であるはずである。ところが、ともすれば要素的にバラしてしまった操作や方法に習熟し、それらを適当に組み合わせ、問題解決(課題解決という程の高さではなく)に役立て得るように方向づけることができさえすれば、よしとする類の、極めて安易な考え方が、「探究の過程」と銘打たれて、まかり通っているのであるから事は重大なのである。特に探究の過程において、演繹的思考の果す役割りは、帰納的思考と同様に極めて大きいのであるが、この点に関して指導要領の記述は大変あいまいで不徹底のそしりは免れない。

端的に言うならば、「真の探究の過程」は、科学者の心を学びとることを目的とするものであるべきで、決して、単なる科学者ごっこに墮してはならないのである。

(2) 科学の方法の過程との関連認識の曖昧さ

新指導要領の冒頭に目標の第一として「探究の過程を通して科学の方法を習得させ……」と、明記しているのだが、それが各分野の項に入ると「……情報を集め、推論し、仮説をたて検証を行って、法則性を発見したり、自然現象を解釈したりする方法を習得させる」となってしまう。この両者を対応させて見れば極めて明らかなように、そこからは「科学の方法とは、法則性を発見したり、自然現象を解釈したりする方法」としか受けとりようがないことになる。さらに何とかして指導要領から科学の方法なるものを読み取ろうと努力して、指導計画の作成と内寄の取り扱いの項まで読んでみても、結局は科学の方法を習得させるための具体的配慮として、「教材の精選、具体的な事象からの導入、そしていわゆる探究の過程の個々のステップへの習熟を配慮しながら、基本的な科学概念の理解を高めてゆくこと。この際に直観や演繹的思考と共に、帰納的思考を重視」程度の掘り下げしか行っていないのである。

このような記述から、いわゆる探究の過程の個々のステップを、そのまま方法というように読み取ったりしてしまうならば、既に指摘したように、探究の過程即科学の方法というような受けとめ方が現出してくるのも無理からぬことと言えよう。

しかしながら、同一価値平面上での、単なる探究の過程の繰り返しからは、決して科学の体系は育ってくるものではなく、それらの過程が、自己変革という第三の次元に沿って組織的に方向づけられ位置づけられ、結集された時にはじめて、その生命の息吹を獲得し、創造的方向づけが約束されうるのである。この自己変革の論理を抜きにしては、科学の方法なるものの存在は、あり得ないのである。

(3) 科学の方法をおしかぶせた内容項目の羅列

上述のように、新指導要領の唱導し志向する科学の方法それ自体についての記述は、極めて不徹底のままに、内容項目とその取り扱いなるものについては、指導要領の理科の節の全頁数のほぼ9割を充当している実態を見せつけられると、理想に対する現実の慣性の大きさが如何に大きいものであるかを今更のように感じさせられ無然たらざるを得ないのである。しかも、この取り扱いについての具体的記述も、そのほとんどが各項目についての程度と限界に終始しており、科学の方法なるものの、ここまでの浸透は残念ながら認めることができないのである。このように、従来のものと大差のない知識理解への圧倒的なまでの傾斜の強い指導要領からは、科学の方法の育成は不可能とは言えないまでも、かなりの程度に困難の多いことだけは確かであろう。

事実、新指導要領に基づく新しい中学校用の教科書には、それぞれの編著者の苦心の跡がうかがわれ、従来のものに比して確実に大きな方向転換が起りつつあることは、見て取ることができるものの、本当に探究の過程、科学の方法を前面におし出し、さらにそれを根幹として再構成したようなものは、まだ極めて少数にすぎない。この本質的な脱皮を阻害しているものは、明らかに全頁数の9割をも個々の内容項目そのものの規定に浪費している新指導要領そのものの構えや、在り方に外ならないと言っても、過言ではないように思われる。

IV. 中学理科に要望される科学の方法のミニマム・エッセンシャルズ

率直に言って、いささか後手に廻った感じは否めないが、文部省においても、科学の方法を如何に考えるかを明確にすることを中心にした中学理科の指導資料を公刊するに至った。

それはそれとして大いに結構なことと思うのであるが、この書物自体が第一集と銘打たれていることから推測できるように、中学理科における科学の方法の指導にまつわる諸問題を必らずしも落ち無く取り扱ったものとは言い難いし、他に公私いろいろな立場から公刊された書物も二、三あるが、それらの総てが、それぞれに科学の方法の指導の重点をおさえながらも、どれか一冊で他のすべてに代えうる程のものがあるかと言うと、残念ながら答は否定的にならざるを得ない。

それは、文部省のものも含めて、それらの編著者に責任があるというよりは、「科学の方法」自体が、この様な短時日に料理し切れる程に組しやすい対象ではないことに本質的な原因が存在する。しかし、それだけにこの大きな問題を扱ったそれらの書物が現在公刊されたままの形で、今後何年もまかり通るというようなことがあったとすれば、これらの編著者は怠慢、非良心的の謗りを受けたとしても止むを得ないであろう。

このような方向で建設的に、科学の方法の指導に関する問題の、現段階での不足を補い、欠陥を修正してゆくという大きな仕事を進めてゆく上で、私なりに、特に重要と考えていることがらを、二三の視点を中心にしばって言及してみたいと思う。

(1) 仮説のきびしさの認識

国教研の板倉氏を中心として10余年前から展開されてきている仮説実鑑授業運動は、今回の理科の指導要領の背景として大きな意義と力を持っていることは、誰しも認めるにやぶさかでないことと思う。しかしながら、あえて暴言（と思われるかも知れないが）に近い表現を許して頂くとすれば、肉も皮も取り除いてし

まった、もちろん生命も失ってしまった骨ばかりの様な感じのする指導要領に表現されたもののみを出発点として、実験と仮説を弄ぶならば、それは労多くして功少いのみでなく、科学の方法とはおよそかけ離れたものとなってゆくに違いない。

「仮説とは何か」そして、それは予想・推測・推量・推定・ad hoc 仮説・憶測・山勘等々とは、どのような質的な違いを持ったものであるかといったような問いかけも十分にはしないままに、何となく時流に乗りおくれなようにというような生半可な気持から、軽々しく授業の中に仮説を導入したりすることは厳に慎まなくてはならないと考える。本当に「仮説とは大変厳しい概念なのである」と、声を大にして叫びたい感じである。

それと共に、理科教育において「科学の方法」を口にする以上は、上記の板倉氏の、現在程には未だ一般に知られてはみえなかった頃の、仮説実験授業運動の初期における主張や論文のいくつかに、目を通されてからにして頂きたいものである。特にある意味では、同氏のこの運動の原点であったと言ってもよいと思われる1956年「思想の科学」第1号の巻頭論文「予想論」⁽¹⁾だけは、是非味読してからにして頂きたいと思う。

またこれに関連して、ポアンカレをはじめ第一流の科学者達がそれぞれに書き残しておられる直接に「科学と仮説」⁽²⁾を扱ったものは少くないし、その書名の故に読まれ、引用され、実践の中に活かされることも少くないが、それらと比肩して少しも見劣りのしない書物にペランの名著「原子」⁽³⁾のあることを付言しておきたい。その叙章の中の「ひとたび立説されたことが、たちまち実験的に立証せられるような主張は、之を仮説と名付けることはできない。」とか、「見えざる単純によって、見ゆる複雑を説明……」というような仮説に対するきびしい認識は、若い日に受けた感銘が、今なお少しも薄れていないのである。

(2) モデルの取り扱いのむずかしさ認識

探求の過程において、モデルの占める重要性は、それが個々の事象と概念との、また現実と理論との、そしてさらに学習者個人にとっては既知領域と未知領域との、それぞれの橋渡しの役割りを果たすものであるだけに、極めて大きいものがある。

それだけに、どのようなモデルを、どのように導入し、扱い、さらに発展させてゆくかは、探求の過程の質そのものをも大きく左右することになるのである。

では、望ましいモデルとして具備すべき最少限度はどのようなものか、また探求の過程におけるモデルの位置づけや取り扱いについて留意すべき点は？それと関連してモデル自体のもつ属性と、その本来の機能とのからみ合いはどのように処理していったらよいのか

などの重要な問題があるのであるが、これについては本紀要の第18集に詳説しておいたので、ここでは割愛させて頂く。

(3) 「概念探究」の重視

理科が所謂内容教科の一典型であることは、断るまでもないことであるが、それ故にこそ、その内容を小単位のものとしてしめくり、それらを有機的に結合させた一まわり大きな単位にまとめ上げ、さらにそれらを大きな体系として構成してゆく過程において、決定的な役割りを果たす「概念」自体に直結した科学の方法も忘れて、等閑に付したりしてはならない。

これは、一口にして言うならば「概念探究」の過程とでも言えようかと思うが、これについての詳述は、予想外の印刷費の高騰から許された紙数が無く、甚だ不本意ながら来年度に見送らざるを得ない。従ってここでは止むを得ずこの「概念探究」の過程の取り扱いについての重点を指摘するに止めたいと思う。

1. 鍵概念 (key concepts) といった静的な考えから、概念自体の変容・自己変革を大切にされた概念探究という動的な考え方に。
2. 操作定義から概念定義への発展の過程を大切に。
3. 現代化も大切であるが、さらに中等教育の段階において大切なのは、自然科学自体の近代化の過程の教材化である。
4. 知識理解の対象としての静的な量としての概念から、流動し進化する過程内に位置づけられたヴェクトルとしての概念の把握。

V. 科学的真理の相対性 —まとめにかえて—

以上、極めて舌足らずの感じで遺憾であるが、その中で形こそいろいろ変わっても、一貫して強調してきたことは、科学の領域における真理に絶対ということとはあり得ないということであり、別な表現をとるならば、科学的真理は生きており、不断に変貌し、進化してゆくものであるということである。われわれは、科学を単に既成の存在するものとしてだけ見ないで、より具体的に、未完結の、生成しつつあるものとしてその発展過程において把握したいものである。

—文献—

- (1)板倉聖宜「予想論」思想の科学Vol.2 No.1 (講談社)
- (2)ポアンカレ「科学と仮説」,「改訳科学と方法」 (岩波文庫)
- 中谷宇吉郎「科学の方法」(岩波新書)
- (3)ペラン「原子」柴田雄次監訳 (岩波書店)
- (4)戸荊進「モデルの取り扱い」本校紀要第18集