

理 科

I 在るべき高校理科についての 化学領域からの提言

戸 莉 進

I. はじめに

義務教育を終了した生徒達の9割余が高校に進学している最近のわが国の状況とはうらはらに、高校側に用意されている学習指導要領に基づく各教科のカリキュラムは、社会全般の急速な変動ないしは進歩を反映して、量的にもまた質的にも高度化したものとなってきている。

その当然の帰結として、おそらく現在の高校生の半数近くに関する限り、完全に不消化症状を呈し、それほどではない者についても、教科をとうして学習したものが単なる知識の段階に留まり、それらが態度化されて生きて働くほどの状態には、ほど遠い者が少なくなく、その空しさの実感から、学習の目的意識が希薄化し、学習意欲の減退から喪失へと転落してゆく者も少なくないのが実態である。このような傾向は、現代化のねらいから、昭和48年度より大巾な改変を受けた理科において特に顕在化している。

問題はそれに留まらず、旧指導要領の枠組の中では理科として18単位の必修は容易であったものが、新しい指導要領の下では、正課クラブ活動の新設、体育・家庭関係の増単位などに伴い、選択を含めても理科の18単位履習は、かなりきついこととなり、そのひずみは、いろいろの面で観過することのできない、いくつかの重大な問題を生み出してきている。中でも、地学は勿論のこと、物理・化学・生物の各Ⅱまでが、事実上選択科目化してしまい、この辺の見通しにおいて、かなり甘かった指導要領自体の不備は覆うべきもないものとなってきている。

かてて加えて、中学生の負担軽減の発想と、国語・数学・英語の三教科のみで基礎学力の測定は可能との科学的根拠についてはいささか疑念なしとしない多分に主観的な原理によって、今や全国的傾向となってきた三科目による高校入試のすう勢と、本質的には一向に解決されてはいない公立高校への進学難は、義務教育レベルにおける平均的傾向としての理科的・社会的（教科としての理科・社会科に留まらず）教育の軽視という連鎖反応を生み出し、そのひずみは到る所で露呈されるに至っているのが現状である。

その上に、このような現実に対して余りにも大きな

断層の存在が認められる新指導要領の軌道修正は一年でも早くとの認識は、初等中等教育の現場は勿論、客観的な立場に近い教育学の領域からも、そして当の責任者である文部省の側でも共通のものとなり、それぞれに修正への取り組みが積極的に進められていること自体は望ましいことながら、それぞれの立脚点である現状分析において、枯尾花を幽霊と誤認する類や、在るべき指導要領の哲学と、単なる主義主張に根ざす教条主義との混同の類も無しとしない点は、まかり間違うと、軌道修正どころか悔を千載に残すような事態に立ち至ることも、あながち杞憂とは言いきれないものがある。

中でも、次にあげる3つの問題は、特に慎重な、科学的な取り組みが要請されるものである。

- 1) いわゆる受験戦争や現行指導要領をも含めた多くの要因の相乗の結果として生じてきた（というよりも、生み出してきたと言った方が、より妥当と思われる）大きなひずみを、それらの要因とは無関係な我が国における、高校教育レベルまでの事実上の義務教育化達成に伴う当然の現象と割り切る類の問題意識。
- 2) 週5日制自体の是非は別として、それを児童・生徒の学習権と短絡させて、ゆとりある教育の大前提として位置づけ、現行指導要領修正のいわば目玉商品的なものとしようとする発想。
- 3) 総合理科、総合社会などで代表される、現行の余りにも分化しすぎた教科内の科目構成に起因する生徒一般に見られる科目単位に分断された受けとめの修正の必要は大変重要なことと考えるが、それを一つの必修科目として位置づける以上は、それ相応の哲学と、それに裏づけられた凝結核のようなものの確立が先決問題である。にも拘わらずこの点に関しては、うっかりしていると半世紀も前に試行して明らかに失敗に終わった一般理科に見られるような、雑然とした導入教材の寄せ集め科目の新設という安易な結果に流されてゆく危険性が多分に感じられる。特に週5日制を前提とする時、必然的に生じてくる週時間数の枠の縮小とのかね合いから、僅か4単位ほどで、総合的な基礎をとという発想は、理想としてはともかくも、現状から一挙に持ってゆくには、余りにも飛躍があ

りすぎることを、関係者一人一人が十分に認識してかかる必要があると思う。

それと共に、総合科目の発想は、基礎の仮面をかぶった、その他大勢用の差別科目の設置に外ならないとの極めつけも多分に教条主義的な臭いが感じられ、われわれはもっと広い視野と長い目でこの問題との取り組みを考えなくてはならないと思考される。

II. 何をなすべきか

このように根本的な、しかも広大な領域にわたる問題との取り組みにおいて、我々現場の教師の立場でなしうること、というよりは、現場の教師の立場であってこそはじめてなしうことは、各自の専門の領域をしっかりと踏まえながら、しかもその外の世界、特にその周辺とのつながりに目を凝らし、共通する基礎的な重要なものは何であるかを洞察してゆくことではないかと考えられる。

この点に関して、どこから手をつけ、何をどのようにしていったらよいのか、私が理科の、さらに化学の教師の一人として、日頃苦慮すると共に、問題の大きさに比べれば、全くほんの手始めに過ぎないながらも自分に許される範囲で、その解決に向って取り組みを始めているのは、大綱としては大体次のようなことになる。

- 1) 次の指導要領改訂の段階では、高校における理科の必修範囲は、基礎科学（基礎理科でも総合科学でもなく）の6単位、または物・化・生・地の各Ⅰのうち3科目計9単位とし、現在のⅠ・Ⅱの内容を根本的にこの線に沿って再編成する。
- 2) 基礎科学は、決してその他大ぜい用の科目ではなく、文字通り基礎科学として位置づける。従って、現行でも職業課程等で、理科として6単位のみを履習の場合には、それが望ましいと規定しているようなケースについては勿論のこと、普通課程においても、理科としては物理・化学・生物・地学の各Ⅱのうちの2つ以上を選択履習しようとする者には、それぞれのⅠは履習せず、基礎科学を必修することを義務づける。
- 3) このように位置づけられた物・化・生・地の各Ⅰは、明らかにそれだけで一応完結したものであることを前提とすることは勿論、さらに現行のものと本質的に異なる新しい性格として、他領域との接点を大切にしたものとしての要素を積極的に盛り込むことに努める。いうなれば、従来のようにむしろ他領域との重複を極力回避するのではなく、物理中心科学・化学中心科学・生物中心科学・地学中心科学と呼ぶのが相応しいようなものにしよう

うというのである。

- 4) 一方、物・化・生・地の各Ⅱについては、現行のようなⅠに直結するものではなく、むしろ基礎科学に直結させるように、内容のみでなく、方法においても、十分な再検討を行ない、全く新しい構想で再編成する。従って、たとえば理科としては、4科目12単位で卒業する計画の生徒が、物・化・生・地の各Ⅰを履習した上で、特に化学に深い関心を持ったような場合には、当然化学Ⅱを選択履習することになる。このような場合、現行とは違って、化学Ⅰにはあるが、基礎科学には組み込まれていないようなシラバスも、量的には決して多くはないものの、皆無ということは考えられない。従って、そのようなシラバスについては、この生徒は化学Ⅱで重複履習することになるが、それは化学Ⅰでの取り扱いとは当然微妙なニュアンスの違いがあり、教育効果でのメリットは、単なる形式上の一部重複というディメリットをカバーして余りあるものが期待できよう。
- 5) 基礎科学に留まらず、各科目のⅠ・Ⅱのすべてにわたって、それぞれの科学としての成立過程については、特にこれを重視し、前期中等教育の段階に対して過大の期待ないしは負担をかけることのないよう十分に配慮する。
- 6) 各科目のカリキュラムの構成の柱として何を選定するかは、この計画の核心であるだけに、一朝一夕に、また特定の個人（如何に優れた科学者であったとしても）によって提示されるべき性格のものではなく、また提示すること自体が不可能であろう。具体的には、個別に慎重な集団による組織的な再検討が行なわれた中から生み出されるものでなくてはならないことは、いうまでもないことであるが、少なくとも、全般にわたって共通に言うことは、それに従って学習する生徒達が一人前の社会人として活躍する、これから10年、あるいは20年の後の時代に視点を置いて考え、決定してゆかなくてはならないということは確かなことであろう。
- 7) さらに近い将来には、基礎科学を4単位の科目として磨き上げ、これを共通必修の科目とし、同じく、教材の精選と、抜本的再構成を行った各4単位の物・化・生・地（Ⅰ、Ⅱの別は解消）のうち2～3科目を、選択履習する方向に持ってゆくことが、週5日制の効果的な実施の見通しの確立と併行して期待されよう。

III. 望ましい化学の柱

以上述べてきたような方向での、各科目における、

さらに具体的な取り組みの第一段階の一例として、新しい構想に基づく化学のシラバス〔基礎科学の中の化学的シラバス、化学Ⅰ・Ⅱ(近い将来には化学)の何処に、どのように位置づけるかの問題は第二段階に属す)として、化学教育の今坂報告^{*}や、昨年愛知県内の化学担当の先生方の御協力を得て筆者らで行った調査結果、さらにそれらに基づく愛知・岐阜・三重三県の高校の先生方に御協力願ったアンケート調査などをフィードバックして、どのようなものが望ましいかをまとめ上げたので、その骨子を、多少のコメントと共に報告したい。

1. 自然を見つめることの重要性の認識

最近の高校生について痛感させられる最も顕著な傾向の一つは、自然科学の学習において何よりも第一に大切にしなければならないはずの「自分の目で自然を見つめる」態度において急激な退潮が見られることである。これが独り筆者のみの偏見や独断でないことは上記の筆者らの調査の中にも、「中学での化学の基礎はゼロに近いので、化学は高校で初めて学習するものとして扱っている」とか、「領域によっては、知識も経験もゼロに近いことが少なくないので、要所所で、いろいろなプレテストを行ない、生徒からの遊離を防いでいる」あるいは「中学段階まででの実験観察の経験はゼロに近い」などの嘆きや、苦しみの実状を訴える声が少なくなかったことに徴しても明らかであろう。

高校入試が全国的に国・数・英の三教科に限定される大勢の中で、進学難自体は一向に解消されないために、上級学校に進学するという当面の目標のためには、三科目を重点にと、手段のために目的を見失うの愚に陥っていることの認識さえできずに狂奔する傾向は、理科や社会科を軽視する風潮を生み出し、一応理科が不得意ではないと自認している生徒までが、一般的傾向として「教科書をきっかけとし、教科書を通して、自然を学習する」はずであったものが、「教科書の学習」に変質してしまっている現状は、全く憂慮に堪えないものがある。

それだけに、高校段階で、自然を見ているつもりの方に、如何に自然を見ていないかを実感させ、自然を見つめることの重要性に開眼させ、どのようにして自然をみつめ、何を自然から学びとるべきかを、把握させることの努力が、今日ほどの重要性を持ったことは、未だかつて無かったと言っても過言ではないと思う。次にその視点を列記してみよう。

1.1 化学における観察の基本的態度

- 1) 価値観を介入させない。
- 2) 観察に際しては、考察を混えない。
- 3) 先入観を切り棄て、在るがままを観る。
- 4) 手を加えない。

5) より定量的に(条件の意識)。

1.2 化学における考察

- 1) 考察は、観察の結果をまとめ、整理し、その欠を明らかにし、より高度な観察または、実験への方向づけをするもの。
- 2) 考察はあらゆる段階で、事実を遊離したものであってはならない。
- 3) 高度な段階での考察は、常に「原子がどうなっているのか」を意識したものでありたい。

1.3 観察の組織化と深化

- 1) 観点の転換への努力。
- 2) 観点の網羅への努力。
- 3) 時間軸の意識。(化学現象では特に、反応に関係する諸条件がアンバランスの状態に在って目にとまり易い反応の生起や終末の過渡状態の観察が、定常状態や平衡状態よりもはるかに大きな重さを持つ。)

1.4 実験は意識的に手を加えた観察である。

実験は、決して予測される結果を確かめるためだけのものではない。実験もまた自然の一断面である。たしかにそれは意識的に手を加えられて方向づけられ、あるいは制御されたものであって、在るがままの自然ではないけれども。したがって、

- 1) 常に制御した条件を意識すること。
- 2) 予測・推測なしの実験は考えられない。
- 3) しかし、実験はやはり自然の一断面であり、在るがままの自然は、その断面を通して、われわれの問いかけているもののみでなく、それ以外の、無言の語りかけをしてきているものであることを忘れてはならない。

1.5 物質の存在状態

第一の柱のしめくくりとして、また同時に第二の柱への自然な、しかも重要な導入の過程として、

- 1) いかにして、物が物質として要素化され、化学の対象として位置づけられてゆくか。
- 2) 物質についての、数多くの分類の観点の中で特に重要な「相」と「純・不純」という観点と、それらによって形成されるマトリックスの意義。

2. 化学量論から現代的原子モデル形成に至る過程の重視

1.の冒頭において述べたような実状は、小中学校段階から科学の方法や探求の過程を大上段に振りかぶっている指導要領とは裏腹に、この点においても、それらが単なる操作様式の一つ程度の皮相的受け留めにとどまったり、さらにひどい場合には、お題目的に形骸化してしまっている傾向が圧倒的である。このような状態を、その点では、まさに幸いにして準義務教育化した高校段階において、積極的な喰い止め策を構じる

だけでなく、文字通りの意味において活を入れる手段を構じなかったならば、科学的には一応先進国として自他共に許すに至っている現状から、近い将来には再び大巾に後退するような事態に立ち至ることも、あなたが杞憂とばかり言い切れないであろう。

その意味において、自然科学が、古代技術の段階から、どのようにして脱皮し、科学技術とどのようにかわり合いながら今日の姿にまで成長してきたかという道筋は、生徒達の明日の世界において生きて働く科学的素養の基盤として、特に重視する必要を痛感する。このような観点に立って考える時、化学量論から現代的原子モデル形成に至る過程は、単に化学教育のバックボーンとして重要なだけでなく、科学教育の全領域から観ても、不可欠の支柱の一つであることは、間違いない。この過程に関連して特に留意したいことは、

2.1 探求の過程のきびしさと、その何物なるかを把握させるための好個の教材として

一言にして言うならば、指導要領に述べられている所謂探求の過程は、せい一杯のところ探求の過程でしかあり得ないということである。また、いわゆる仮説なるものも、科学的仮説とは程遠い、予測・予測ないしは臆測・思いつきに属するものが少なくない。このようなものを本物の探求の過程と受けとめ、本物の科学的仮説と信じ込まされた生徒達は、狗肉を羊肉と思ひ込んでしまった人間のように育て上げられてしまうに違いない。

真の探求の過程・真の科学的仮説は、もっともつとはるかに厳しいものである。端的に言うならば、^{**}真の探求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。また真の仮説については、「見えざる単純により、見ゆる複雑を説明せんとするところに現前する直観の叡智」であり、「一度立説せられた事が、たちまち実験的に立証されうる如き主張は、これを仮説と名付けるには価しない」というJ.ペランの名言を想起して頂きたいものである。

2.2 化学的古代技術の段階から、近代科学としての化学への脱皮の契機のみきわめ

古代技術・魔法・呪術・錬金術の段階から、近代化学への単なる科学史的事実の年代記に留ることなく、少なくとも次の諸点だけは確実に、

1) 化学的現象を一般現象から区別するようにな

っていった潜在的意識の形成過程。

- 2) 現象の再現性の条件追求の事情。
- 3) 外見上の類似ではなく、物の本性に直結した共通性の洞察に至る過程

2.3 法則と法則、法則から理論(仮説を含む)への発展の論理の流れを大切に

指導要領にいう探究の過程の甘さもさることながら、さらに重大なことは、その概念領域自体に見られる一つの要素の完全な欠落である。

それは、ちょうど溶液から結晶が析出されてゆくように、具体的現象の一群が、一定の観点に基づいて一般化され、さらに一つの概念へと昇華されてゆく過程に始まり、それらの組み合わせから、法則が形成されてゆく概念と概念の相互関係、さらにより高次の法則と法則との関連、あるいは法則群を踏まえた仮説の構成と、それらが微妙に曲折しながら、やがて理論・学説へと発展確立されてゆく全過程を包含する、いわゆる概念探究の過程の欠落である。

この点に関連して、特に心して取り扱いたいのは、

- 1) 化学量論の諸法則相互、およびそれらとドルトンの原子論とのからみ合い。
- 2) 原子論から分子仮説への発展と、その原動力ともなった気体科学との関連。
- 3) ドルトンの原子論から、現代の原子像に至る変容発展の経緯。
- 4) 実験・観察・法則・仮説・モデル・理論等のそれぞれの意義と、相互関連の種々相。

3. その他

許された紙数に限りがあり、以下残念ながら要点を述べるスペースさえもないので、残りは、次の機会に譲るととし、大きな項目のみ列挙しておく。

- 3.1 理論と現実との接点を大切に。
- 3.2 電気陰性度(第三の周期律)の重視。
- 3.3 化学反応とエネルギー。
- 3.4 炭素化合物の多様性とその反応。

文献

- * 今坂一郎ほか、「化学Iに対する声についてのアンケート集計報告」
化学教育, 23, 125 (1975)
- ** 戸蒔進「いわゆる科学の方法に関する二三の提言」
名大附属中高紀要, 第19集 (1973)