

# 創意工夫の基本類型とその啓培法

河野通匡

## I 序 説

人生の行路において、有意義な生活がくり擴げられる場合には、そのあらゆる部面において、有目的の諸活動が企畫され、實施されるのが常態であり、同時にその達成を望んで創意がねられ、工夫がめぐらされるのが、當然の姿としてそれに先行し、また隨伴するものである。

しかしこれらの程度や機構に至つては、企畫者の能力と教養の度合い、社會の文化と環境の状況等にもよつてかなりの隔りを生じ、その姿を異にしても現われるもので、このことはまさに必然とみなさなければならぬ。

小・中・高等學校において、兒童生徒がその學習活動に精進しつつある際にも、このようなことがかなり顯著にあらわれるもので、その發達段階に即し、夫々若干の程度差を以つて、かような現象が想見せられる譯である。

かような創意—工夫の姿は、實に千差萬別といたい程で、各々その軌を異にしているかの觀があり、容易に制約出來ないもののように見えるが、その機構を基本的な要素に分析する場合には、そこに

若干の類型が認められるものである。

このことに關しては、獨逸の形態心理學者 Kohler (一八七八—一九二三) が逸早く着目し、周到綿密、しかも組織的な動物實驗を繰返えすことにより、動物において認められうる創意工夫の力に關する調査を初め、その結果から、人類以外では、類人猿チンパジーにおいてのみ、その若干類型の認められることを明かにしたのであつた。

これに動機づけられてか、爾來この種の研究が、各方面においても相當に試みられたようであり、その基本的類型に關しても、妥當な類別が出來上つたかの觀がある。しかしそれらは將來創意、工夫への橋渡しの使命を果たし得る初段階とも見るべき程度のもの分岐的類別にすぎないもので、獨創という如き高次のものにはまだ及びもつかぬ低次のものであつたのは勿論である。

かような草分け的なものとして得られた創意、工夫の萌芽的類型の中には、科學の教育に直結連關させることによつて、著しくその啓培の實をあげ得るものも尠くなく、またかくすることに依つて、科學の教育それ自體も、頗る有意義な経路をたどり得ることになり、兩々相俟つて好ましく望ましい進程が期し得られることにもなるので、此の觀點から、兩者の妥當な連結を求めて、形式陶冶に關する一線と、實

質陶冶に屬する他の線とを平行せしめて敷設したよりよき軌道にそい、一連の學習活動を展開續行せしめる方をたて、それによつて一石二鳥の實を具現しようとする試案の醸成が期せられつつあるわけである。

期待する此の種の軌道が如述の二線の併走により成立するならば、該軌道上に進出する學習活動の進展には、必ずや刮目にあたひするもの多くが具現せられることになるべきであり、その滑り出しの初段階においては、頗る緩徐な進行振りで、覺束ない足どりを示すかも知れないが、その進行が持續せられるにつれて、一步一步創意工夫の形態を整えた姿を示すようになり、やがては獨創の領域に進入する無限軌道に移ることもなり得るものと思われる。

ここに呼ぶところの獨創そのものは、その考えを立てた人の活動している廣い社會において、その水準を抜いた偉大なる創意工夫を意味するものであり、如述の單なる創意工夫は、必ずしもそのように水準を抜かずとも、個人がある小團體の間で、新しく考えられた行き方あり方というようなものを指すのである。かりに一生徒が一つの試案を立てたとしても、その考えが自分に始まるものであるならば、それが創意と認められるわけで、自分の立場の上によき生命を開いて行くものであれば、それだけで創意—工夫といひ得るのである。

## II 類型I 挿入創意工夫

Köhler が南亞における初めの實驗で、類人猿チンパンジーにつき認め得た工夫創意能力の一つは、企畫の實施に向う活動において、そ

れまでに慣用しつつあつたもの以外の若干要素を挿入することにより、その企畫目的を達する如き創意に關してであつた。かような類型を挿入創意、挿入工夫と呼ぶのである。

この類型に屬する業績は、自然科学・數學・工學の發達史上においても、各時代を通じて數多く見出し得られ、幾多の適例が史上至るところで散見せられるわけである。

今日最も廣く普及してその利用の盛んなラジオの真空管の如きは、この挿入工夫が繰返し重ねられてその發達を來たしたものといふべく、プレートとフィラメントの二部分のみによつて構成せられていた二極真空管に、單なる金屬の一線がグリッドとして挿入せられるや、忽ち三極真空管として、顯著な性能を發揮して劃期的なラジオの進展に役立つたのであつた。更に一つ、また一つとそれが加えられつづけられて、四極真空管・五極・六極・七極と夫々の特殊性能をあらわして、挿入創意の足蹟を如實に示しつつある次第である。

數學に關しても、またかような創意がたえずめぐらされつつある。幾何學の研究にあつて一補助線の挿入が、當面の證明を格段に容易ならしめる如きも、その適例とみなさなければならぬ。

化學工業上、當を得た僅かの觸媒の挿入がその反應を著しく迅速ならしめて、その生産量をいやす如きもまた本類型の此の方面におけるあらわれとみなすことが出来る。

軌條の上に砂をまくことにより車の摩擦を増してその滑りを減じ、車軸と軸承の間に油を加えてその摩擦を減する如きも、平容な挿入工夫の事例とみることが出来る。

先年全国の小・中學校児童生徒の創意工夫になる作品を東京に集めて選抜する會の開かれた時、最高の當選で恩賜賞を得たものに、岡山市立三勲小學校五年生の一人が提出したものに透明紙鏤というのがあつた。該児童はそれまで紙鏤を謄寫用原紙を切る鏤盤として慣用していたのであつたが、若しそれを透明ならしめ得るならば、地圖と原紙の中間に透明な紙鏤を挿入することによつて、その敷き寫しが直接可能になるものと思惟して紙鏤を透明化することを企畫した。そして蠟燭のパラフィン蠟を熔かして紙鏤につけ火で温めてそれを透明化することに成功したのであつた。

これなども一つの挿入工夫としてとりあげ得る實例である。

かような事例は枚擧に遑がない程であるが、以上だけからでも判かるように、挿入工夫創意の類型は、一般に平易で着手しやすい割合に、それから生れてくる効果が顯著で、その効果の判定が直接容易に認め得られるところから、小學校時代から、これに親しませ得る點にその特徴がある。

實際に児童生徒等が、研究物、試作品の選奨會等に提出する試案・試作を點檢すると、その三〇―五〇%は挿入創意類型ものによつて占められている實情においてあり、特に小學校児童に關して、次のようにその率が増大しているのがみられる。

小學校低學年 (一、二、三年) 平均四五%

小學校高學年 (四、五、六年) 平均四〇%

中學校生徒 (一、二、三年) 平均三二%

しがし此の率は、農村・山村・工業地帯・島嶼地域・沿岸地帯・漁

村・港灣地域などでかなり大幅の率相違を示している。

本類型の啓培に關しては

A、事例を利用して挿入工夫の役立っている機構を平易に立證する指導。

B、児童・生徒に本類型の活用により、當面のことを打開する機會を隨時與えること。

C、挿入工夫の適用が著しい成果を示している目前の事實について鑑賞する機會をつくること。

D、日頃の學習の線にそい、挿入工夫を必須とする事項に直面させることにより、必要上から本類型による意志發動をさせること。

E、挿入工夫の成果を發揮しつつある既存物に關し、その挿入要部の除去、加入を交互に試ませて、その挿入價値を、児童生徒自身で評價する機會を與えること。

等の各種の指導・啓培法が數えられるが、これらは児童生徒の發達段階に即してその適否が必ずしも一樣でないところもあるから、その點に特別な留意を傾注して、指導よろしきを得るように努むべきである。

以上のうちAは、本類型を理解する第一段階として必要缺くべからざる過程であるので、出來うるかぎり早い機會に、平明な好事例によつて立證しておく必要がある。しかしその機會をはやくすればする程、児童生徒の發達が低いことになるので、その點に鑑みその採擇事例がより簡單で、より平明であることを要件としなければならない。

しかしあまりに平明、あまりに簡単なものを選ぶと、挿入價値を認め難いような破目に陥いることがないとも限られないので、その點留意を要する。

小供の野球用に供するゴム球の表面に小凸起を點在せしめた挿入工夫の如きは、簡單、平明で、しかも顯著な挿入價値を示す優れた良案であるが、ややもすると、これらでも、そのすぐれた工夫點を見通がすおそれがないでもない。

かかる場合にはE項の併用により、輕くて表面に凸起を缺く軟式庭球用ボールを對稱にとりあげ、遠投をあわせ試ませるならば、たちどころに、その挿入價値を認めるに至るであろう。

かく取扱えば、期せずしてC項の擔當する使命が同時にその幾分かを果たしうることもなる。

かかる場合に提供する數種のゴム球を任意に選ばせる方法により、ゴム球遠投競争をさせるならば、兒童達は、表面に小凸起の散在せるものを選ぶことにより、その競争にうち勝つ工夫をめぐらすに相違ない。これが上記のB項に該當するわけになる。

小學校の低學年に配當せられた單元中には、箱に重荷を入れて砂土を運ぶ部面がとり入れられている。これを實際に小供に試ませると、容易に動かし得ないのであるが、その際に箱の下にコロボを挿入させると、容易にその箱が動かし得られることとなり、小供ながらにコロボ挿入の効果を痛感するようになる。これは上記のD項實施の一例ともみることが出来る。

以上では實施の比較的困難と思われ勝ちの小學校最低學年における

挿入工夫に關する二三例をあげたのであるが、小學校においても四・五・六年の高學年に進むと、挿入意義の相當に豊かな工夫面が次第に増してきて、その指導よろしきを得るならば、兒童の興味の程度をも増大し得ることになったり、兒童の必要感に訴えて工夫に精進させ得るものが數多くあらわれてきたりして意義ある成果が收め得られる。コイル内に軟鐵心を挿入させることによつて、その磁力作用を極度に高め得ること。

回路にヒューズや、電流自動遮斷機を挿入することによつて安全保持に役立たせること。

動力を傳える齒車・ベルト・チェーンブロックの挿入利用。

力の作用方向を變える爲の滑車挿入。

光の強さを弱めないで、その方向を轉換する全反射プリズムの挿入等々。

或いは強度の増大から、或いは妥當な調和を保持するために、向き向きのものが、適所に挿入利用される事例が隨所で送迎に違なき程に現われてもくる。

中學校の課程に進むとその度はいやが上に高められて顯著な好事例が隨所に山積しているとも見られる程になつてくるが、創意工夫に關する他の類型に關する啓培に對しても力を入れる必要があり、生徒の關心もまたかような他の類型に向つても高まつてくるので、そこに手心を要することになる。

### III 類型2 轉換創意工夫

第二の類型を轉換工夫または轉換創意と呼ぶ。これは従前慣用せられつつあつた事物に關し、その成分要素の一部分のみを、他の別種の要素と交換することによつて、新しい好物質をつくり、好場面を形成させる工夫に對し、名付けられた類型名である。

隨つてその對象となる當該慣用の事物は、二つ以上の成分要素によつて形成せられていることが必須の前提條件であり、その一つ若しくは二つ以上を別の新要素と置き換えるところにその工夫の要諦が存するわけで、その結果より好ましく、より望ましい新たな物質場面を醸成させる妙程に、その創意工夫の眞髓がおかれなくてはならないのである。

我が國では昔から金屬の接合に錫と鉛とを融合してつくつた普通白鐵(はんだ)を利用してしたが、これでは近來その利用の度を高めてきた金屬アルミニウムの接合は全然不可能である。隨つてアルミニウムの接合用白鐵の必要が痛感されるに至つたのである。

その時東北大學の金屬研究所では、普通白鐵の一成成分をなしている鉛をば、別の金屬なる亜鉛と置きかえることに依つて、アルミニウムの接合に適する一合金を融合した。即ち錫と鉛とからなる普通白鐵中の鉛成分をば、亜鉛を以つて轉換することによつて、錫と亜鉛とをその成分要素とするアルミニウム接合用の好物質をつくつたのであつた。これこそ本類型の好範例ともいうべきもので、爾來この合金が廣く利用せられるようになった。

この一事例を通じてもうかがえるように、轉換工夫なる本類型は、創意工夫上缺くことの出来ない重要な一枝目である。

今日は各國ともに人絹用材料にあてるパルプを、いろいろの原料植物質から製しているが、その初には、ベニヒ・カラヒと呼ぶ特殊植物質のみからそれが製出せられていた。

日本でも人絹をつくり初めた當初には、このパルプを輸入におおいで使用したのであつた。その後北海道や樺太に産するエゾマツ・トドマツと呼ぶ落葉松を使つて人絹パルプをつくることに成功したが、人絹の需用が極度に増大した爲、それだけではその原料に不足するようになり、研究の結果、針葉樹幹であるならば何でも間にあうことが判明したので、普通のマツの幹が之に利用されるようになってきた。

かように材料をとりかえるが、その處理を換えないで進む行き方を材料轉換とよび、轉換創意の意義をおし廣めて、今日ではこれらをもこの基本類型の圏内に屬せしめている。

かようなパルプをビスコース液にして細孔から凝固液中に壓出すると人絹ができるが、同じビスコースを極めて狭い細隙が長く延びている部分を通して同じ凝固液中に流出させると、薄くて廣いセロファンが出来るのである。かように使用材料は換えないで、その扱ひだけを變更することに依つて新生面を打開する工夫創意を操作轉換とよび、同様な一小枝目として轉換工夫の圏内に所屬せしめている。

以上のような諸枝目を材料轉換・操作轉換と呼ぶならば、さきに例示した普通白鐵からアルミニウム白鐵に轉換する場合のような本來の轉換工夫にも適當な命名を必要とするので、この件に關しても根本的な研究がすすめられるようになった、即ち普通白鐵は本來錫に鉛を挿入することに依つて出来たものと見做し得るので、挿入工夫の産んだものと

いえる。その挿入要素である鉛を亜鉛で轉換することによつてアルミ白鐵が生れたわけなので、この工夫は、挿入要素の入れかえとみるこゝとが出来た。この見地から、かような工夫を交代轉換と呼ぶことになつた。

轉換工夫に關しては、また別の問題がおこつて、更に一枝目が認められることになつた。

それは操作轉換に關連することで、同一の操作を相異なる事物に働かす工夫例えば、蒸し焼きという操作を木材に適用すると木炭製造の工程となり、同じ操作を石炭に適用すれば、石炭ガス工業となる。

かような轉換工夫に對しては同一操作の異物適用という意味を含めて適用轉換という名稱がふさわしいところから、左様に命名されるようになった。

即ち轉換創意工夫の類型中には、次の四小枝目が所屬するわけである。

材料轉換、操作轉換、交代轉換、適用轉換。

主要金屬使用の流れを歴史を追つて調べてみると、

石器時代↓銅器時代↓鐵器時代↓アルミ器時代と材料轉換の一途をたどり、今まさにチタン器時代に移らんとして、その曙光がほのみえるようである。

なお一層克明にそれらの時代的展開にわれわれの目を移すならば、それら主要金屬の合金が挿入工夫の豊かな枝振りを示しつつ、少しく時代の遅れを以つて、彗星の尾の如く末擴がりの様相を示しているのが認められる。

石器時代↓銅器時代↓鐵器時代↓アルミ器時代↓チタン時代

かように時代を通じての主要金屬利用の動きは、挿入、轉換の交錯した工夫の歴史を形成しているかの觀がある。

轉換工夫は、その前提として轉換のメスを入れる基本體につき、よく理解していることを必須とするので、挿入工夫に比べると、それだけ程度が高まつており、複雑さも増しているわけである。しかしその四小枝目の中では、材料轉換が比較的容易に活用し得られるので、小學校の低學年においても、挿入工夫について、この小枝目に手をそめさせようとする指導者が多い。それももとより本格的ではなく、單に手ほどきとして慢然と入門的な立場において取扱うのが普通であり、兒童の遊びに因んだ材料、例えば玩具の船體材料に松の樹皮とか、いかの甲とかを選擇し、糸電話の振動膜や、竹太鼓の發音膜としていかの皮を利用するという如きがそれに當るので、一般に、その材料が身のまわりから容易に得られ、しかもその適用が頗る容易なものに限られ勝である。

この轉換工夫に關して、多少なりとも本格的な立場において指導を加え、その啓培の實を擧げようとするならば、少なくとも次の諸條件に配慮する必要がある。

i 適切な事例を利用して、轉換工夫の役立っている重要點を明かならしめ、以つてその必要と効果を痛感させるとともに、轉換機構を自ら體をよく理解させおくこと。

例 エヂソンの發明にかかる炭素電球を出發點とした電球改良の動きは、その發光部纖維の材料轉換を重ねて、ラミー蒸焼線・人絹蒸焼

線・金屬線オスラム・オスミウム・タンタラム等々と五轉六轉を重ねた後、ついにタングステンに至つて一應安定したかの感があつたが、ガス挿入の明案によつて劃期的な進展を呼ぶに及んで、當該ガスの材料轉換までも繰返さざるを得なくなつた。

また別種放電燈の出現をみるや、ネオン、アルゴン・ナトリウム・水銀蒸氣等々……と適用轉換の場面がくり擴げられた後、更にそれらの要素の混和をめぐる交代轉換の諸相が齒の齒を引くが如くに相次ぐ出現を示している。

ii 日頃の理科學習内容において、適用轉換、交代轉換等に屬するものを扱う場合には、その交代要素を替え、適用面を異にしてその學習の展開をはかり、轉換工夫能力の陶冶に資すること。

故久保良英博士の傳うるところに依ると類人猿チンパンジーは、挿入工夫に關する素質はもつてゐるが、轉換工夫能力に關してはその素質のみるべきものなく、ただ陶冶に依つてのみこれを體得させうることである。

如述の方法により、本類型の陶冶を行う場合に、特に効果をおさめ得る適法は、児童生徒をして自主的に、適切なる交代要素を擇ばしめ、有效なる適用面を探索せしめることである。甘酒つくりに適する保温容器として魔法壺を擇ばしめ、不碎ガラス(サンドイッチ硝子)の適用面として自動車の窓硝子や運轉手の面前の硝子、時計の蓋硝子運動場に面した側の教室用窓硝子等々……と探索せしめることなどがそれに該當している。

iii 児童生徒の發達段階に即應する適切な資料に依り、本類型能力

の活用をはからしめるよう仕向けること。

iv 挿入工夫啓培要項Dに相當する方法を本類型に關しても適用すること。

v 挿入工夫啓培要項Eに相當する方法を本類型に關しても適宜採用すること。

本類型は非常に廣い適用面を具有し、その展開が各自の生活を通しても自由に擴げ得られるものなので、期せずして児童生徒に關係能力を充分に體得せしめうるものと思惟され勝ちであるにも拘らず、事實はそれと相反する結果をもたらしつつあるかに認められるのである。

その原因が奈邊に存するかは、今なお疑問とされるところであり、究明を要する事柄であるが、次の如き諸點がその主因をなしているのではないかと思われている。

i 挿入類型はその着想・立案ともに簡單で、誰でもが容易に手を下すことが可能であるにも拘らず、轉換類型においては、轉換の施される基本體と轉換要素との兩方に關してその特質をよくわきまえてとりかかる必要があり、それが支障となつてその着手を躊躇させるのではあるまいか。

現在此の支障を解消させる方便として、挿入類型の適用に依つて成果をおさめたものに對して、交代轉換を試ませる過程をとらせる案も立てられてはいるが、挿入類型適用の際と残り残された交代要素によりよきものあろう筈がなく、全く机上の空論とみなされている。

ii 挿入類型はその手續が簡單な割合に、それに依つて得られる成果が、比較的大きく期待できるが、轉換類型はその手續が複雑多岐

である上に、その結果を大きく期待し得ず、ともすると反対に、基本體・要素もろともに喪失する如き悪結果の伴生が豫想せられるので、児童・生徒の興味の的とはなし難い一面がある。

それで本類型は挿入類型に比し、一步遅れてその啓培に着手すべく、またその四小枝目に關しても、児童の發達段階に即しながら、啓培實施の容易なものを先きにし、玩味、理解の程度の高まるのを待つて漸次高次適合性のものを加え、一步、一步の進程をとることが肝要である。

一般に轉換類型の適用實施は、その機運の熟成、順行を待ち、しかも、恵まれた好機の到來を逸しないで、その啓培の實をあげる所にその要程を見出すべきである。

挿入類型にはややもすると、投機的であり、射倖的な暗影が潜在するうらみがないでもないが、轉換類型にはそれがなくて堅實であり、企畫の先行によつて合理的な歩みが、實施にうつり、實驗を重ねる間にも続け得られるので、そこにその長所が認められている。

それで學習が進んで上級學年に移るにつれ、先々までの見透しがきくようになり、以上のような理解も加わつてきて、次第にこの類型によろうとする傾向を増大し、展開・發展の將來が期待出来ることにならから、つねに實現・實施を期すことに依つてその基礎に培いながら、かような好機の到來を待つべきである。

またその初期における滑り出しの困難に對しては、直觀の容易な生物題材を利用することによつて、その難關突破に資すべきであり、植物に對して接木を行う事例の如きは、その形式上からも、また實質的

にも、轉換を意義づける上に、無二の良資料なので、適宜にとり入れてその實施に直面させ。轉換效果の認識に資すべきである。

本類型の顯現は、自然科學の學習においてのみ見られるわけのものではなく、之を離れた立場においても、勿論存在するわけで、數學的處理に關して屢々送迎せられるかの代入法は、此の類型そのものの適用に外ならず、國語・國文・英文・詩文等の添削の如きにも、この轉換類型の異式適用とみなし得る場合も尠くはない。

例 かの塙保己一が姥捨山を通つた時に、古歌の「我心、なぐさめかねつ更科や、姥捨山に照る月を見て」を、自己の境涯に適應させる意圖から「我心、なぐさめかねつ更科や、姥捨山に照る月を見て」と、てをでに轉換した如きもこの例であり、また頼山陽著作の詩文「鞭聲蕭々夜渡河……の末尾を、その初めには「長蛇を失す。」としていたのを、その恩師菅茶山先生が「これで詩文の韻はあつているが、その意が徹していない。」といわれて、「長蛇を逸す」と轉換された如きも、その添削の墨痕を今日に残して同様な類型がかつて施された次第を物語つている。

本類型の機構に關する觀念構成には、かような諸面を基礎にして出發することも可能であり、場合によつては、それが却つて捷徑をなすかも知れないが、これらは轉換の形式を一應理解させる上のみ役立つだけで、工夫の本質や創意の機構に連關する點においては、その意義が甚だ稀薄である。またその漫潤性において乏しいところがあり、よりよき展開擴大が望めないところにもその缺陷を藏している。

われわれは終戦前後から、その生活環境において代用品という呼び



聲を多く耳にしているが、その多くは轉換の姿において新しく採用せられた物資をさしているようである。そしてそれら代用品の殆んどが、従前の物資よりも數等劣つていて、その價値の低級であることを連想させられる現狀においてある。

轉換工夫というからには、少くとも従前のそれに比べて優れたある實態を具備し、優秀品の生産をもたらしべきであるのに、それに反した結果を暴露している悲しむべき現狀を示していて、轉換工夫の劃期的啓培が要望せられている。

#### IV 類型3 反展創意工夫

當面の研究をその正道に沿うて進めないで、百八十度轉廻した全く逆の方向に進めることによつて新生面を具備しようとする創意の類型を反展工夫という。

昔歐洲の人々が、東に東へと進んで東洋を發見しつつあつた際に、それと正反對の西に探險の船を進めてアメリカ大陸を發見し得たコロンブスの壯圖の如きが、この反展工夫に該當するわけであり、かような事例は科學の歴史や、工業上の業務に關しても幾多の好事例を藏している。

電球の製作に關し、時の人々が描つて内部の空氣を抜きとることにのみ専念しつつあつた際、米人ラングミュアは、それらと反對にタングステン電球内に、助燃性をもたないアルゴン・窒素などの氣體を四分の三氣壓内外に達するまで移入することに依つて、一層優秀なる今日のガス入り電球を發明(一九一三年)するに至つた。これなどもま

た反展類型に屬する好事例としてとりあぐべきものである。

かつて、ドイツに於て人造樟腦の合成が企圖せられ、永年に亘つてその研究が持續せられたにも拘らず、成功を見るに至らなかつたのであつたが、その最後に、その方法を反對にして天然樟腦の分解を試みたところ、忽ちその誘導體であるピネンが得られ、その合成機構がたちどころに判明した事實がある。ことなども反展類型に屬せしむべき適例であり、かの松脂が樟腦合成の初發材料としてとりあげられる基盤はかくして究明せられた次第である。

人造ゴム合成の試案において、元素合成を劃したその第一次のものが不成功裏に終り、現品分解からその歩をすすめた最後案が成功をみたのは、反展類型をとり入れたのによるものとして、その顛末が記されている。

反展類型が劃期的な偉巧を奏したものととしてその偉大さを認められているものに、ワクチン接種がある。ゼンナーに依つて創始された牛痘接種は年を追うて世界に普及し、今や地球上に限なく行き渡つて多くの人類を救済しその業蹟がたたえられている。

これと類似のものに血清注射があるが、この方は挿入類型に所屬せしめることを當然とするわけで、生物體內に生成させた抗毒作用を呈する物體を人體内に挿入することによつて、病源體の出す毒素を制御させるところにそのねらいがある。

ワクチン接種は、病源體そのものを、ややその作用の程度を低めた上で、先んじて人體内に注入または飲み下だすことに依つて、抗毒體を先んじて體內に生成させ、それを遅れて入り込み猛威を振わんとす

る病源體の毒作用防止に役立たせるのであるから、その機構それ自身が反展工夫と認められるわけである。

かように血清注射とワクチン接種とは、よく似かよつた操作によつて人體に施されるのであるけれども、そのあらわす作用においては全然相異つており、隨つて創意工夫上の類型としては、互いに相對立する兩面をなしているわけなのである。

上記の諸例を検討してもすぐ解かるように、この反展工夫の類型は、如述の反展意義に則り、その機構に即して工夫に入る必要があり、それらの何れもが、必ずしも容易になし得るものでないので、そこに實施上の一難點が存するのであるが、一度その難關を突破することによつて、反展するその軌道に乗り移り得るならば、以後は先きに進み來つたその軌道を反對方向に乗り越し、それまでに得ている體験を生かし働かしながら、その進行に資する次第なので、初めに手探りで進み來つた正道通過のそれに比し、はるかに容易な進行振りを確保することが出来るのである。

換言すれば反展工夫の類型は、入り難くて進みやすいところにその一特徴が存するのである。

例 直流發電機を廻轉させると、電流を起すので、それを他に供給し得るのであるが、その際、流出電流と正反對の方向に他から電流を送りこむと、その發電機は忽ち廻轉をはじめて電動機として働くようになる。

このことは 一八七三年ウインの博觀會場で偶然に發見せられた事柄であつて、その關係は反展の機構を如實に示しており、か

くして直流電動機は世にあらわれたのであつた。

この事實を生かすならば、一臺の直流發電機をよく發電機・電動機の兩方面に役立せ得べく、しかもその構造・作用等が、緊密なる連絡のもとに、一連的に究明し得られることになつて統一あり、連絡ある望ましい研究態勢が具現し得られることになる。

兒童・生徒のもつ反展類型に關する素質は、かような面を通すとこの啓培法によつて、ますます玉成せられ、しかもそれに要する用具の節約と所要の學習時間の短縮とが期し得られることになるので學習指導上好ましい結果が招來し得られる。

理科の學習内容中には、上例ばかりでなく、これに類する事例の多くが含まれているので、それらの多くを利用することによつて、反展類型の修練を積ませる機會を多からしめると同時に、統一あり、連絡ある有意義な學習を形成させ、且つ助成すべきである。

科學における學習内容中、正常・反展の兩面を必然的に具備している顯著なものには、

#### A 幾何光學の殆んど全部

- i 投射・反射光線とその逆行經路との關係
- ii 投射・屈折光線とその逆行經路との關係
- iii 凸レンズにその主軸に平行して來達せる光の焦點集注と、焦點から出る光の凸レンズを通過して進む經路との關係
- iv 寫眞機による撮影と幻燈機による映寫との關係

#### B 化學における可逆反應の諸相

C 物理變化における可逆變化の一部

D 直流發電機と同電動機との關係

E 變壓機における第一次コイルと二次コイルとの關係

F 液體の氣化と氣體の液化との關係

G 接觸せる飽和蒸氣と同液體との關係

H 冷却曲線で融解點の測定

I 低溫度計の上昇停止溫度と高溫度計の下降停止點とで定溫の測定

J 化學的な物質鑑別とその逆轉的な利用、例えば沃度液を用いる

澱粉の鑑別と、それを逆轉させた澱粉溶液を用いる沃度の鑑識

以上のような類いの研究題中には、とり入れて反展的に扱うことによつて、學習を有效ならしめると同時に、それに要する時間を節約し得るものが多く、また反展的な経路を踏まなくては、その研究目的を達し得ないものが少くない。特に光・音に關するものにおいてそれが著しくあらわれてくる。しかし正常の姿を反展的に切り換えるところに難點があるらしく、着想がこの方向切りかえに向いてこないのが普通である。そこが指導上留意すべき重要點と思われる。

その指導對策としては他なし、平明、簡易な正常、反展の資料に當面させて、その反展實施に先ず成功させることにより、反轉機構の理解と興味の惹起とをはかることである。

上記のJの如きはこの資料として至極適切なものと思われる。

かような類別の二三を選んでそれに當らせていると、反轉の機構をのみこむにつれて、その興味も一段と加わつて來て、反展研究を進ん

で意圖するようになってくる。そこで反轉色彩のやや豊かなものにつき修練させるように仕向けていくと、一步、一步望む境地に入らせることが出来る。

その際、指導者にとつては熟知の事實であつても、兒童生徒は未知の境地に足をふみ入れる如き氣持でそれを迎える場合もあるので、その點を考慮して飛躍にすぎない研究課題はさしひかえるべきである。その考慮を缺いでその課題が飛躍にすぎることになると、兒童生徒は暗中摸索の状態を繰返えすのみで、望む研究軌道に乗ることを得ず、徒らに時間の空費に終始することになる。特にこの爲にその研究意欲の阻害萎縮せられることが恐ろしい。

## V 類型4 併立創意工夫

第四類型は、別種・獨立の働きを現わす二つ若しくはそれ以上の要素を、その各獨立の働きを生かし伸ばす如く組合すことに依つて一つの新生面を構成させる工夫であつて、併立工夫とよぶ名稱が、その働きにふさわしく興えられている。

二つまたは二つ以上の獨立の方程式を組合して、二つまたは二つ以上の根を求める聯立方程式の解法は、この姿を如實に示すものといえる。

望遠鏡の働きをするように選ばれている凸レンズの間に、全反射の働きをする全反射プリズムを配置し、兩者の働きを獨立的に生かすことに依つて、深く水底に潜在しながら、海上遠方の状況を望見するに適せしめた潜望鏡の成立機構にも、併立工夫の姿がよく認められ

盲人が、譬(いざり)をてんぐるまして河を渡つたという偶話は此の類型を比喩的に示したものに外ならないと思われる。

かような事例は枚擧に遑なき程に隨所に横たわつてゐるが、それらにわたり、一々吟味しなくとも、簡單明瞭な併立創意工夫の機構は容易に把握し得られると思う。

しかしながら、如何なる要素をその特徴に應じて如何に選擇し、夫々の獨立の働きを如何に組合すことによつて、如何なるものを構成させ、如何なる現象を誘起させるかということになると、決して容易の業でなく、本類型適用の難關が、ここに存するものと認められてゐる。

それで工夫立案の第一歩には、挿入工夫のそれから誘導するところにその道を求めて挿入要素を基礎原體と互に獨立、對等のものたらしめる試案を立てしめ、それを糸口たらしめるように指導して本類型に入らしめるならば、入り易いよりよき道が開かれて好都合である。

例 蒸氣タービンは一時間に一五〇〇内外の廻轉度を示すものなので、これをそのまま船用機關たらしめるにおいては、推進機をあまりに高速度に廻轉させすぎ、悪くすると、押し出す水の後へ周圍から水の入りこむいとまがなく、そこに眞空に近いものが出來て推進機を無意味に空轉させるばかりで何の効果をも示さなくなる。それで蒸氣タービン發明の當初に於ては、これを船用機關たらしめることに關し難色があつた。

しかるにその廻轉軸の端に齒輪をつけ、それを一大齒輪とかみ合せた上、その齒輪の廻轉軸の他端を推進機に直結させたところ、その廻

轉速度を減じて、推進力をいやすうになつた。

これが所謂減速機で、蒸氣タービンとこれとの併立によつて、船用蒸氣タービンは完成せられたのである。

以上は漸次的な一方法であるが、挿入は從屬併立の一種ともみなし得られるので、かく扱つても矛盾を生じないと思われる。

上記は單なる一例にすぎないが、併立數要素をもつ適切な資料は兒童の身邊にも多數に見出されるので、それら既知のものを對象にして併立のさせ方を検討するよすがたらしめたいものである。

A 計算尺のCとDの併用を通して此の關係がよくわかれる。

B マッチは殊更にその併立二要素が分離の姿において、とり離されてゐるもので、その併立計畫が、製出の初めから立てられてゐるかの觀がある。

C 乾濕計は、正常と反展との二要素を更に併立させた姿において、併立工夫のあり方を如實に示している。

D 望遠鏡と顯微鏡とは一つの物理的條件を通して併立二要素、若しくは數要素を配置させたもので、その機構に若干の複雑性を藏してゐるけれども、併立工夫のあり方を研究するには、無二の良資料とみなせるものである。

ことにこの創始者ザンスザンセン、シモンマリウス、ガリレオ、ガレリイなどが、これらを最初に組立てたその史實に即して検討するならば、併立創意工夫のあり方が躍如として認められる。

極端であるかも知れないが、かかる場合には、眞似事になることを

覺悟の上で、ザンセン、マリウスの行つた研究過程を一應そのまま襲踏してみることにより、その研究雰圍氣を味うことが大切である。そうすれば研究家の苦心を重ねた節々にも觸れ得ることになり、好ましい研究的態度が醸成せられる。

E 汽筒・ピストン・配分器を併立要素とみての蒸氣機關。

F バイメタルとして役立たせる二種金屬の抱合板。

G 誘導型積算電力計における電流コイルと電壓コイルとを二つの併立要素とみなすと、本類型の對象たらしめ得られる。

H 副尺(バーニア)は簡單なものではあるが、併立的な機構と要素とを具備しているものなので、實際にそれを製作させ、使用させると、併立工夫の價値判断をさせる上に役立つ。

以上では簡明で容易に併立機構を認めうるものだけを列擧し、製作可能なものは、児童生徒に實際製作させることに依つて、個別の働きと綜合の偉力とを比較・對照させることを示唆したわけであるが、かかる場合に、

個々の要素を單一體として、單獨的に、獨立的に、分析的に見る見方と、

組上りのものとして、一體的に、綜合的に、合體的に見る見方とを併用することに依つて、併立工夫の意義と價値とを明かならしむべきである。

このことは學習指導要領理科編能力啓培に關する目標中にも列記せられてゐる事柄で、これを併立工夫の啓培に連繫させると、有效にその使命が果たし得られるのである。

## VI 類型5 融成創意工夫

選ばれた若干の成分的諸要素を集結させて、渾然一體のものたらしめ、成分各要素の獨立的諸性能を表わさないで、綜合的な別種の特性を示すに至らしめる工夫のあり方を融成創意工夫と呼ぶ。

特臭を有する石炭酸に、別種の臭氣をもつフォルマリンを混入し、作用させて集結體を構成させると、眞に渾然一體のベークライトが生成せられ、石炭酸やフォルマリンの特臭を失つた弾力性の固體となつて現わ出てくる。

フォルマリンの方はかえないで用い、相手の石炭酸のみを尿素にとりかえると、無色透明で、紫外線をよく透す有機ライトを生成し、鋸でひき切ることも、鉋で削ることも可能な硝子質のものとなる。

かようなものを一般に合成樹脂とよび、相次ぐ發明でその種類も著しく増してきた。

これらに先んじて早くから我が國でつくられていたかのセルロイドも、また此の仲間としかみられないもので、綿纖維・硝酸・樟腦などを混和作用せしめて全く別種の新物質たらしめたものである。

廣く使用せられてゐる普通の人造絹糸は、併立的生産・融成的生産の何れにも屬しない全く模造的なものであつて、既存の植物纖維を單に再生させたにすぎない模造纖維の一種であるが、進んだ融成創意工夫に基づいた化學的操作を通すと、既存の動植物纖維を變生再生させなくとも、眞の合成により、眞の纖維が融成し得られる。かようにして得られたものを合成纖維と呼ぶのであつて、再生模造纖維に比べる

と高次のものである。

アメリカのジュボン社においてカーゴザスの發案のもとに創生せられたかのナイロンはかような合成繊維の好代表物であつて、品質的に色々の特色を具備しているところから、最近その需用が激増しているようである。

融成創意工夫の動きは、時代の進歩につれてますます活潑化し、生活環境を直接うるおす多くの合成樹脂や、人造ゴム・ナイロンの如きものまでを創製し、次から次へとその停止する所を知らない有様である。

しかし学校教育の資料としてとり入れ、實驗的な研究に付するとなると、その製出機構があまりに高次なために、選擇上に難色がある。殊に小・中學校に向けるとなると、僅少のものしか選べないことになる。

中學校ではまだセルロイド、ベークライト等の二三を選んでその研究資料たらしめ得られるけれども、小學校に至つてはそれも困難であるので、融成工夫列次の最下位を占める合金をかような資料にあてゑる外とるべき道がないのである。

學習活動中最重要な位置を占めている實驗學習に移し得ない事は誠に遺憾であるが、児童・生徒の能力に適應させるには、かような範圍にとめることが賢明な道だと思ふ。

その代り、児童・生徒に、日頃その身邊においてたえず見聞し、また使用しているものの中から融成工夫創意に依つて産み出されたものを見付け出させ、理解のとどく範圍内でその生産機構を明かならしめ

ると共に適當な工場その他について見學を重ねしめ、以つて融成工夫創意の重要性を認知させることで、以上の短所を補うべきである。

國によつては、以上の併立・融成の兩者をまとめて綜合創意としているところもあり、併立綜合創意・融成綜合創意という如く綜合という冠をきせている所もある。しかしそれは單なる名稱の皮相だけにとまり、實質においては、成分要素が獨立の形と働きを綜合の後までもあらわすものを併立類型に屬せしめ、渾然一體となつて成分そのものを判別し得ないものを融成類型に屬せしめる點においてはかわりがないようである。

しかし深く掘りさげてこれを科學的に検討してみると、その奥底にはやはり各成分要素が潜在しているので、融成類型に屬するものでも、そこへいくと併立的な機構を認めざるを得ないことになる。上述のナイロンなどもその化學構造においてはアジピン酸とヘキサメチレンジアミンの併立として認めざるを得ないことになる。

それ以上述べてきた創意工夫の基本類型は、獨創教育實施の立場においての分類であつて、科學のものからの分類でないことを理解しなければならぬかと思ふ。

## VII おさめ

本稿では創意工夫の基本類型を五つにまとめて列記したのであつたが、此の外に添加工夫創意という類型を加えて六項目にわたる分類にしたことが嘗てはあつたようである。その際には併立、融成に加えて綜合創意にまとめられていた。

心意のおもむくところの傾向から見る場合には、この添加工夫創意を一つの獨立類型として認めるのが當然と思われるのであるが、能力啓培という立場においては、これを加えることは、必ずしも望ましいわけではない。

添加類型がいつとはなしに、その影をひそめるに至つた所以もまたこの邊からではないかと想像せられるのである。

児童・生徒は生れながらに素質的に如述のようないろいろの類型的傾向を具備しているのであるが、それは五類型の全部にわたつて、その全部を平等な濃さにおいてもつていのでなく、その中の若干をかなり濃薄の差をもつてそなえているようである。

それは血液型や氣質の類型程な明確度はないのであるけれども、各人夫々多少相異なる類型的面影をそなえているのは確かである。

指導者もしずかに反省してみると、同様なことに氣付く筈である。

ここに児童・生徒のこの個人差と指導者自身の類型差を考慮に入れた教育法が生まらるべきであり、そこに問題が残されているのである。

指導者に依つては、その特殊の素質の類型が躍進的に發達しているものがあることが想像されるが、その場合その薫陶をうける児童・生徒たちへは、その特殊な類型が濃く反映することは想像にかたくな。その反面、指導者に缺けている類型や、そなわつていてもそれが微弱な類型については、反映的な陶冶を缺いたり、薄弱な陶冶になつたりすることも想像せられるわけである。

それで指導者は常に自らの類型を省み、缺けているものや、微弱なものについては、児童・生徒教養の面において、特に留意しながら上記の啓培法を適用して、その不備を補うように立ち働くことを必要と

する。

注意深い指導者は、児童・生徒が個別に種々な類型素質をもつていことに鑑み、創意工夫の指導に關する年次の課程表を作成して五類型を修練するに適する題材・單元をえらび、それと夫々の類型指導とを結びつけることによつて、全類型指導が年次的に漏れなく行渡つて實施し得る計畫をたて、その指導構想をととのえているようである。

こうすれば素質的に如何なる類型をもつているものも等しくその指導をうけ得ることとなつて遺漏なきを得ることとなる。この周到さはまさに他山の石として學ぶべきである。

述べ來つた創意工夫の教養は、その類型の如何を問はず、人生のあらゆる生活部面にわたり、その擴がりをもつべきものであつて、決して理科教育とか、科學教育とかのみにおいて、部分的に、一時的に私すべきものでないのは勿論である。殊にそれが生々發展のびてやまず、終生を貫らぬものであることをよく洞察して、綿密・周到、組織的な啓培を施すことを指導の要諦としなければならぬ。

しかし急ぐことが必ずしもその捷徑でない次第をもわきまえていて、充分な準備のもとにその機を熟するを待ち、一步、一步の進みをもつて堅實な歩みを持続さすべきである。

また工夫創意に關する修練であり練習であることに鑑み、できうるかぎり自主的・自律的な態度によつて終始させることが望ましい。

まとめられた類型は五つであり、啓培實施の面は多相であるが、それらを貫くものは唯一つ、いわく合理的精神のそれである。合理的に挿入し、轉換し、反展し、併立させ、融成させるところに本旨をおいてその展開發展を期すべきである。