

科学の基礎構造と科学教育管見

河 野 憲 善

Kenzen KONO :

Fundamental Structure of Science and A View of Science Education

1

文化国家の建設は、自由という世界精神に醒め、デモクラシーの理念に培われ、その解放に一貫したものでなければならない。わが国のすべての教育もデモクラシーに導かれヒューマニズムを指導原理とし、それが掛声のみであってはならない。実際の具体的にカリキュラムが推行される時、縦にデモクラシーの理念が明晰に把握されるとともに横の靱帯として科学精神が、自然科学に限らずすべてにわたって重視されなければならない。さらには、技能および情操の陶冶と醇化、体位の向上、その他の基礎教養等が総合的に連繋して科学精神の内容を補うとともに、この立体的円錐的教育体制が、デモクラシー的世界理念へ鞭撻する、最も重要な教育精神の場である。

重要なものが、重視する予定であり約束であっても、必ずしもそうっていないこともある。またたとい強化され、科学の研究と技術に、過去においても現在においても、誇るべきいくたの業績があっても、国民大衆の科学的水準は決して高いものではなく、あるいは寒心に堪えない実状であるかもしれない。かつてわが国においても幾度か科学教育の振興が叫ばれたにもかかわらず、神話的愛国精神に打ち負かされ、非科学的な愛国精神が教育全体を渦の中に巻き込んだ観がある。空はみ民のふるさとぞという神話であり、ミュトス *mythos* である。精神主義的教育ももとより否定すべきではなく、ここにとり上げた科学の昂揚も、精神主義であるかも知れないが、それは飽くまで科学とその技術に裏づけられたものであって、合理性も実証性もない。かつての必勝の信念のような空中楼阁であってはならない。

人文でないものを自然、ギリシヤ的にはノモス *nomos* とピューシス *physis* が対立する。しかし人間不在の科学というものはありえない。ノモスは法律を意味するようになったが、科学、殊にその教育においては行動の主體的に把握すべきであり、完成した科学を傍観するのではなく、それに参加して科学する、名詞の動詞化した、一見奇異にも聞える理念は、観照的であるよりも、主體的行動的教育の指導精神として、国民全体の警鐘であり関心でなければならない。

けだし、わが国民性は科学とその思想に馴致される期間が短かく、神国的アトモスフィアが

好きであったために、科学思想は国民層の隅々まで浸透しているということは、今日においてもいえない。殊に学校教育において、翻訳文化の所産であるカリキュラムの多いにかかわらず、科学的陶冶が重視されなかった傾きがあり、今やデモクラシー理念一途に、教育体制が刷新されても、早急には科学的国民が育成されることは大きくは期待されない。わが国にあっては諸科学はなお若々しい歩みを続けているのであろうが、その故にこそ一層牢固たる科学精神の充溢と、その教育的斉合がなされつつ、ミュトスの世界から脱却しなければならない。国民全体のデモクラシー的自覚とともに、高い科学への醒めと強いその帰趨、このオリエンテーションが、基本的人権の確保と自由という世界精神への解放を望み、新しい時代に即応する具体的な教育の、その主体的な場とならなければならない。

2

科学するという概念は、より主体的であり行動的であり、作りあるいは作られる語感がある。科学が世界と人生に普遍妥当する知識の系列であり体系であるのに比して、科学を形成する立場は、働く合理性と実証性を意味している。自己とあらゆる環境に観察を教え、主観的な恣意と勝手な憶測を混じえない、純客観的な知識の体系の形成とその姿勢態度を指示するものである。客観的知識の普遍性を認めるものも、それを批判し価値的断定をなすものも、必ず人間が参加し、対象に相即する主観の働きを抜きにしては考えられず、科学を形成するもの、即ち主体的行為によって形成された結果の集積であって、一見人間不在の感がないでもない。人がいてもいなくてもコップはそこにあるのであり、落体の法則はいてもいなくても変わらない。しかしこの純客観性さえも、人間の学問形成のたまものであることは贅言を要しない。科学は人が作らなかつたならば、一体誰が作るであろうか。科学を形成し、科学を批判する人間参加の立場がより高い次元であると同様に、科学の教育の場もこの立脚点にある。いわば自由な形成作用の場にある。自覚的・目的能動性に重要な役割をもつともいえる。個人の人格的自由ばかりでなく、ヒューマニズムという解放理念を指導目標とするにあっては、科学を組立て科学を駆使することによって、人類永遠の文化と幸福を招来し得るのも、形成的科学において可能であり、この観点を誤るならば科学は徒らに殺人機械の製造に専念するようになる。科学とは原子爆弾を製造することを唯一の目的とするものではなかつた筈である。然るべき魔手より科学をとり戻さなくてはならない。科学を動かす社会の動向の歪みが、科学をして歪ませてしまうのであり、主我的人間の葛藤が科学本来の使命を偏らせてしまう。即ち人の問題であり、窮極にはいつでも精神の問題となる。したがって科学の客観性・普遍性も自由と平等の理念に助長され、実際の具体的教育として伸長されなければならない。

かかる観点から、特殊科学についてよりも科学一般の立場とその教育について省察しよう。実は科学そのもの、その全体的立場については、科学者の特殊科学の研鑽とその成果の華々しいにもかかわらず、割合に顧られていない。科学者の殆どは自己のメトデーレンレー Methoden Lehre に閉じこもって、科学論にメスを入れない。科学批判に歩武を進めようと

する学者があれば、殊ど哲学者の群であるといっても過言ではない。海外には科学者自身の科学批判もかなりあり、仏のアンリーポアンカレーの如きは白眉であり、またヴィーンシカゴ学派の統一科学 Einheitswissenschaft の運動がある。科学者の科学論の困難は、科学の立場そのものの根本制約であり、科学の理想価値が真理であり、その真なるものの発見とその努力が科学そのものであって、科学自体はこれを追求こそすれ、真理そのものを批判しない。真理とは一体何であるかを一般には問わない。また時に自己の専攻以外に観点を拡げると、却って混乱を招くことさえあり、一般には物理学者、林業工学の学者、その他は専門以外に手を出さないのが普通である。科学全体の立場は一步哲学の立場にあるといえるのである。

もとより科学者の科学とその貢献において、他に何も求むべきではないけれども、科学それ自体の体制として余りにも分科的であり、専門化しているために、科学の世界観、特殊科学の世界形象への努力は、それぞれの立場にあり、矛盾なく説明し尽されて余すところがないかの如く見えて、実はそうではない。特殊科学が分科的であることは、したがって科学の立場における統一的、全体的、学問的立場のないことが元来科学の特徴であることを意味している。だから科学一般論という科学はなく、経済学は経済的世界観を、数学は数学的世界観を、生物学は生物的世界観を構成し、特殊科学の各領域は世界観、人世観が、その世界観そのものが学の領域をはみ出したものではあるが、必ずしも統一脈絡のあるものではない。人それぞれに世界と人生に何かを感じずにはいないが、それは学の埒外であるから勝手たるべしというのであるかも知れない。生物学医学における生体の目的観の如きは、物理的世界像には許すべからざることであろう。生物学においては、擬態、保護色、進化論は、その他においても生体活動には目的々な活動が多く見られるのであり、これ等は如何にするも解決の方途のない矛盾であるばかりでなく、矛盾それ自体さえ諸科学に割拠する限り見落しがちである。この段階において科学そのものの理念、科学の主体的行為的、崇高な精神的場を期待することは困難であり、科学自体の次元を越えて主体的立脚点に立たなければならない。

3

常識的に科学的もしくは科学教育という語は、いうまでもなく科学一般なる概念から派生したものであり、したがって普通には漠然と使用されているが、科学の本質が明白に把握されることによって、その盛られている意味連関が限定され明瞭になるわけである。学問的に科学一般といえば、いずれの特殊科学にも偏らず、しかもいずれのそれ等の根拠でもあり、その限定としての各特殊科学がその内に組織される統一的普遍的概念でなければならない。すなわち科学一般なる概念には、領域と方途の異なる幾多の特殊科学が含まれており、諸科学の進歩に伴いこの概念も絶えずその内包と外延に変遷のあることは免れない。諸科学はその共通相を抽象して科学なる一般概念に概括されるのであるが、種差を捨象して結びついた特殊は、科学分類を組成することとなる。

ところで、科学と科学教育を論ずるに当って、科学分類に一瞥を与えよう。古く数学を自然

科学に混入していたのであり、今日においてさえ知識人の間においてそう思っている人が多いのに驚くことがある。数学を経験的実質科学から分離したのはヴント Wundt であり、数学を形式科学とし、実質科学を自然科学と精神科学に二分した。これは対象の差別によるものであり、その不都合を指摘して方法論の立場から新に分類を試み不朽の功績を残したものは西南ドイツ学派である。ヴィンデルバンド Windelband は数学と自然科学とそれに対するものとして歴史科学を峻別した。また同じバーデン大学のリッケルト Rickert は前者の業績の祖述を出てないが、自然科学に対するものを文化科学とした。このリッケルトの分類を整備したものが、わが田辺元博士⁽⁴⁾の分類であり、学界のみならず裨益するところは大きい。もう一度科学なる概念の外延を明かにするならば、数学と経験科学が対立し、経験科学が自然科学と文化科学に分かれる。しかし常識的にも学問的にも、なお精神科学、歴史科学なる術語は便宜的によく用いられるのを見る。歴史科学と文化科学では語感のみならずその外延にも違いがある。ヴィンデルバンドが歴史の一回性価値的個性認識を強調したために、科学における歴史学の位置が拡大された感がある。

リッケルトによれば、科学は一般化の方向ばかりでなく、個性的すなわち歴史的にも叙述されなければならないという。あらゆる文化は価値を具体化しているからであり、単なる心的生活は自然の中に数えられ、文化とは了解 *Verstehen* の概念から出発しているという。外的内的感性知覚によっては捉えられない、了解され得る精神 *Geist* の領域が文化科学である。それは非感性的であり、意義や意味を与える総体である。方法的に見るならば、自然は普遍的諸法則により限定され、歴史の概念は個性的なる⁽⁵⁾一回生起として了解される。自然⁽⁶⁾はひとりで発生したもの *Naturprodukt*、生まれたもの、およびおのれ自らの成長に任せられたもののすべてである。文化は価値を認められた、もろもろの目的に従って行動する人間によって直接に生産されたもの、或いはそれに附着する価値の故に、わざわざ人々に護られたものとして自然に対立する。そこに価値が具体化され、価値に充ちた現実であり、これを財 *Kulturgüter*⁽⁴⁾と呼ぶ。ここに財とは宗教⁽⁵⁾、教会、法律、国家、道徳、学問、言語、文学、芸術、経済、およびそれらの経営に必要な技術手段であり、精神科学から心理学を除き、宗教学、法律学、史学、文献学、国民経済等の対象を包含している。知覚と了解は区別しなければならない。自然は意義を離れた知覚的な非了解的存在であり、一回的的特殊なものもを捨象して普遍概念で無制約的全称判断をなす。概念化は同時に自然の単純化でもある。現実が単純ではなく、特殊の個性的であるが、概念構成が一般化する時単純化となる。自然の一部には有機体がある⁽⁶⁾。それは決して単なるメカニズムとして理解できない。もしそうすれば有機体は有機体たることをやめるであろうから。生物学はここに特殊の概念構成を示す。しかも自然法則の樹立と個性記述的文化科学とがあり、後者は一回的歴史的価値に着目する。それは個性的概念の構成による。自然科学においてもなお個性記述の側面があることを忘れてはならない。図鑑の分類学であり、動物といわず植物といわず、おびただしい種類と珍奇な形態と習性を示している。

科学が単一の構成でないとすれば科学思想、科学教育といっても、多様な特色がそこに看取され、数学的か文化科学的か、重点がどこにあるか、人と処によって色々考えられる。歴史的価値に着目する科学もあるけれども、科学思想といえ一般には自然科学を主とすることが多い。数学の歴史は古いけれども科学の体系としてはそう古いものではなく、近世自然科学の長足の進歩に寄与するところが大きかったために、自然科学と双生児の如く、数学を離れて理論物理学はなく、科学教育においても数学は重視されている。しかし初等教育において算数が重きをなすのは、自然科学の補助学科だからではなく、その基礎的面は日常生活に直結しているからであろう。複素数も円函数も日用に必須とする人は少いであろうが、四桁五桁の四則を必要とする人が案外多いのではなからうか。形式陶冶としての重要性は疑わしいが、かなり複雑な計算が、われわれの周囲にあることは事実であり、算数の勉強が不要だという人もおそらくないであろう。

次に常識的に科学的という語は、上にもいうように一義的ではなく、茫漠としながら方法論的含蓄を指示する。実証的あるいは系統的という位な意味に用いられていることが多い。対象を経験的に限り、観察し、曖昧模糊の盲信に引入られることがないことだとも解釈される。よく観察して前後脈絡の乱れないものの見方、考え方を教えるのが、広く実証主義の教育ともいえる。

実証主義 *positivism* は自然科学のみの方法ではなく、広く文化科学をも含む実質科学が自然と社会人生に触れ、多岐多様な交渉面に真理を探求する態度である。刑事訴訟法においても民事のそれにおいても物的検証が偏重されるのはその故である。この裁判の実証性をも単に科学的というのであり、単に科学的といえ自然科学的な意味でない場合も多い。しかして科学的なる人生の面がきわめて重要であり、かつ広いことは言をまたない。

4

一概に科学といっても、物理学や生物学に限らず、農学、工学、医学、さらには文化科学の諸領域があることは既述した。科学の概念の外延 *extension* はきわめて複雑多様で、一部の科学者が考えるように簡単なものではない。自然は斉一性 *uniformity* のものであり、ここに科学の大前提があるのだが、それを実証的にまた合理的に観察し説明 *explanation* するのが科学であり、そのことだけが科学であって、歴史的個性認識を締め出すのは余りにも偏狭だといわなければならない。法則定立的あり、個性記述的あり、科学も多岐であり、宇宙と人生も複雑であって一様には捕捉できないことを表わしている。分科を特徴とすることはいうまでもないが、その相互が理解し助長することが大でなければならない。歴史科学が存立することは、自然科学的観点からすれば一見奇異にも思われるかも知れないが、社会的現実、人生の種々相は科学する場がきわめて多く、科学も単一なものではなくその対象もまた多様であり、文化科学の内包も多様である。ひとり歴史学に止まらず法学政治学経済学の方面もあり、これらを忘れることは科学自体を破壊するに等しい。ことに二十世紀は社会の時代であるといわれる。

宗教学においてさえ、かつては天に神があり地に人間と動物があった。今日においては人とともに社会があることに注目している。デモクラシーの政治体制にあっては、何人といえども国家と政治に対して深い理解と熱意を失ってはならない。学問が専門化することは避けがたいが、といって一国の政治は政治家だけのものであってはならない。ラボラトリーにおける専念も大切であろうけれども、国民大衆の一員として社会と政治に疎いことは、是認さるべきではない。デモクラシー理念の社会的訓練とともに、学校教育における社会科の重要性は、すでに大きい課題である。

さて、ヴントは自然科学を間接経験の学、精神科学を直接経験の学と考えた。なるほど精神はわれわれの直接に具体的に経験するところに違いないが、今日経験科学といっているものは、数学を除く他の諸科学、普通には自然科学の意に解されており、ヴントの意味するものと異なる。彼のいう精神科学は心理学はもちろん、社会学、歴史学、法学、経済学等、リッケルトのいう文化科学を広く含むものである。ヴントの意味ではなく心理学とその近接する科学の一群を漠然と精神科学という人もあるが、明瞭を欠いた通用である。次にヴィンデルバンドは、既述した如く、ヴントの对象的分類に反対し、自然科学に対するものを歴史科学 *Geschichtswissenschaft* とし、前者は普遍法則を求むるのに対して後者は一回的な個性記述をその目的とする。ここに心理学は自然科学に属せしめられたことが特筆されなければならない。実験観察を重んじその他の学的取扱が自然科学と変らないからであり、このことは心理学のみでなく、学問全体の進歩として大きく評価されてよい。そして、歴史⁽⁹⁾が一回的なもの、特殊なものおよび個性的なものそのものの記述 *Darstellung* をもってその課題と見ていることは争われぬ。心理学の位置決定とともに歴史学の科学性の樹立についてもその功績を認めなければならない。今日においてもなお数学は自然科学であり、心理学は自然科学でないと思っている人がある。もちろん哲学的方法による心理学がないわけではなく、この方面における西田哲学、ことにその「意識の問題」は、わが国における尤たる名著である。しかし一般に心理学といわれれば、自然科学的方法を採るのが正規であり、他の自然科学と対象が異なるので、おのずから学の組成も方法も色彩が違うかも知れないが、なお自然科学であることに間違いはない。学問の分類を教える学科がないので、相当なインテリでこのことに疎い人がかなりあることに一驚することがある。ギリシアのアリストテレスはもちろん、ペーコンにおいても科学と哲学を截然区別することはできなかったのであり、ヴントにいたって数学を自然科学から峻別することと、科学の圏内から哲学を排斥した。このことにより科学の概念規定が明瞭になり、さらにリッケルトにいたれば、科学は方法論的に、さきに述べた如く三分され、それは今日においても正しい。この三分野を含む一連の定義は困難であり、要は対象を経験に限る。経験 *experience* とは直接に感覚、知覚に訴えられるもの、すなわち実証性を根本的立場とする。繰返す法則の定立もあれば、また一回的な歴史学も科学である。一回的というのは人間一般ではなく、固有名詞をもった人の存在をいい、その文献の信憑性と実証性が実証たることにおいて科学なの

である。すなわち歴史は文書文献、時には発掘土品がなければ何もいえない。

もう一度リッケルトに論及する。おびたしい対象をそのまま認識することは、到底不可能であるから、その普遍的事実を選択するのが自然科学であり、個性的な事実、価値的選択をするのが文化科学とした。ここに個性と価値は同じものであり、科学も観点を異にすれば一個の文化財であり得る。没価値的の学問が同時に価値的にも個性的にも観察され得るのであり、宗教道徳が文化財なれば、それと同列に科学も充分個性的認識の対象となる。科学がそれと対立する科学ならざるものの系列に加えられ得るのであり、教育も文化財の一つであり、科学も教育も、人間形成の産物であり、人のいないところには科学もなければ教育もない。まさに科学も教育も *Naturprodukt* ではなくて、*Kulturprodukt* である。科学を論ずるに当たり、ヴント以下の歴史性を省みたのもこの理由による。

5

文化科学の存立が自然科学の方法と異なるから、一般に科学といい慣わしているものから縁遠い感があり、科学らしくない感があるかも知れないが、何人も科学たることを疑わない数学は、文化科学が自然科学と相違する以上に、その学問的性格において異ったものをもっている。歴史学においては文献もしくは他の資料を聚集し批判し、そこから帰納的に学説を表現する。その実証性と帰納法 *induction* において自然科学に近いが、数学は実証性が真理の根拠となるのではなく、むしろ合理性であり、帰納法であるよりも演繹法 *deduction* である。数学的帰納法と呼ばれるものも、実は演繹法にほかならない。さらに根源的に自然科学が経験科学であるのに対して数学は少くともその基礎は先験綜合 *Transzendentesynthese* の学である。元来数学の基礎に関しては論理主義 *logicism*、形式主義 *formalism* はた直観主義 *intuitionism*、種々の立場があるであろうが、カントによって主唱されたアプリアリの綜合判断 *Synthetische Urteile a priori* を出せないのではないか。

虚数、複素数、無限、微分または四次元空間等はとうていわれわれの経験に照し合わすことができない。むろん経験に合致するものも多いには違いないが、命題が経験に一致しなくても数学においては真理たることを妨げないのであり、数、図形の如き基礎概念さえも客観対象の具象性を失っている。数学的限定をもった点線面等、そのいずれも自然物象として存在しているであろうか。位置のみあって大いさのないものが世界のどこに存在しえようか。これは思惟の抽象形式であり、純粹思惟の必然性がその根拠となっている。数学が思惟の自由所産であって先験認識であることはガウスをはじめ多くの数学者も認めるところであり、公理も、 $1 + 1 = 2$ も自明のこととして無条件に肯定するが、思惟の先験的要求に基ずくものにほかならない。数、図形もしくは公理の先験的基礎概念の要請によって、演繹的に数理の世界像が展開されるのであり、集合といい位相というも、決して帰納的に導かれたものではない。思惟の自由所産といってもその自由とは無軌道ということではなく、出鱈目な画筆が美を制作しない如

く、真理はなべて普遍妥当性 *Allgemeingültigkeit* があることはいうまでもない。

小学校指導書によれば⁶⁾、目標として数量や図形に関する基本的な処理能力を育成し、数学的な考え方がいっそう育成されるようにする。要は、日常の事象を数理的にとらえ、筋道を立てて考え、統合的、発展的に考察し処理する能力と態度を育てる。そして数量や図形に関する基礎的な概念や原理の指導を徹底させることにおいて、人間形成における基礎的能力の伸長を図り、調和と統一のある望ましいカリキュラムの実現を図って、正しい判断力や創造性、豊かな情操や強い意志の素地を養う、とある。そして児童みずから⁶⁾が問題解決の喜びを味わい、算数のもつ簡潔性、論理性、統合性などに基いた構成の美しさを感じ、それに満足感をおぼえるところまで発展させることが望ましいとも、いつている。算数科の基本方針として異議をさしはさむ余地はもとよりない。

純粋数学の範囲においては、先験的思惟の合理性ということが数学の体系を基礎づけるものであっても、教育における数学、ことに初等教育の算数指導に当っては学問的体系から一応抜け出して、日常⁶⁾の事象を数理的にとらえること。筋道を立てて考えること。統合的発展的に考察し、処理すること。これがその目標でねらっている能力と態度の三面である。先験的要素からではなく、経験的事物、日常の生活に則してその事象のとらえ方から出発している。そして数学の体系そのものも念頭に離れず、進歩に応じて、集合、関数、確率なども導入せよとあるが、題材の選択展開の仕方は、かなり困難な問題を残すのではなかろうか。元来過去の教育数学も多少の傾向の差はあれ、決して純粋な学的体系を課していたのではなく、算術、算数という分科がないのを見てもわかることである。三角法は円函数の測量を主とした別名と見てもよい。初等教育の数学は、経験的な事物現象を数量的にまたは図形的に明確にとらえることを中心に、さらにその合理的な推論と処理がなされ、科学的思惟へ漸進する。筋道の立った観察と考え方があり、実生活の豊かさを増し、筋の通ったものの考え方を陶冶する。合理性ということ、論理性といってよいが、それは科学の体系としての数学においても、初等教育の算数においても一貫した根本的性格である。

ことに本省の方針に注目することは、人間形成の基本理念であることと、算数のもつ簡潔性、論理性に基ずく構成美をうたい、豊かな情操の涵養に算数の学習を有効に役立てることができ、とあることである。古代ギリシアにおいて、ピタゴラス *Pythagoras* 学派においても、プラトン *Platon* においても、数は美しいものであり、プラトンにあっては、学ぶこと *μάθησις mathēsis* は数学すること *mathēmata* であり、数のないところには秩序はなかった。ピタゴラス学派は存在と数は同一であり、後数を万物の原型とするようになった。プラトンは図形とその関係は、感覚、知覚によってとらえられるものではなく、天来のものとしている。そのいずれも宇宙を数的調和として把握していることは否めない。感覚的世界とアイデアとの中間に数がある、数は恒常的にして不動なる点において感性界と異り、相等しいものが多い点でアイデアとも異なる。数とは、「ピレーボス」以後では、事物相互の函数関係を法則的に設定し、イ

デア間の、またはアイデアと感覚的なるものとの分有の法式であるという。一にして多であることは数の存在様式の本質であり、一すらなお多くの小数の集合である。アイデアが一であって同時に多であるのは数としてのみ可能であり、形相エイドス *eidos* は形相数となることによってその機能を現わすと。最後の著「エピノミス」において、「もし人が数学を欠くときにはすべての技術 *tekhnē* も滅びてしまう」と。またある時プラトンは「善について」講義し、多数の人々の前で数学天文学を論じ、「限定は一つの善」であると結んだという。善といえども数学的であったのであり、ギリシヤ的には同時に調和でもあり、美でもあった。天上と地上の中間に数的調和があり、その全体がコスモス *kosmos* をなしているが、その数の普遍不動性が、イデーノレーレの普遍認識の根底を支えているように見える。「エピノミス」の始めに、「可死的なる人間は何を学んだならば智者となり得るか」との間に答えて、神から人間への賜である数を学ぶことによってであると。数は天の賜であり、あらゆる学問の基礎であり、数の知識のないものにロゴス *logos* を与えることができないのみならず、善良な市民となることさえできないと考えた。

指導要領とギリシヤ時代とは、余りに隔たる。筋道を立てて考えることそのことがロゴスのであり、事象の考察に際して適切な見通しをもつことが、事象をとらえる一つの態度であり、簡潔性、論理性、統合性に基づいた構成美を感じせしめるという。この美意識において、ピタゴラス的またはプラトンの数の世界を想起せざるを得ない。

教育の立場においては経験的事象のとらえ方から出発することはすでにいった。数学の真理は経験的事象に一致するから真理であるよりも、本来的立場はむしろ経験的事象を逆に率いる。この機構は、経験的事象に斉合するものとそれを越えるものがある。理論物理学は数学の形式に自然対象、それが質点であろうと剛体であろうと合わせてゆく。もし数式に合わない場合は取扱いに不備があるか、自然に予想外の要素が含まれている。しかし教育過程においては、客観的事象との交渉、ことに観察の立場をとるのであり、自然科学との異質な面を余り強調しない。基礎数学的な面は初等教育にはさほど重要ではないように思われる。被教育者の精神的身体的発達を併せ考えなければならないし、何よりも数学に興味と喜びをもたせるためには学問の厳しい体系は二の次にもなるであろう。

とまれ、数学は自然科学と、時にはその他と結びついて理数科として教育理念を目指して貢献する。基本方針は、望ましい人間形成は国家社会についての正しい理解と愛情を育てる方向にあり、理科も数学もその一翼である。学問はそれ自体において理想価値をもち、他のために利用されるのは邪道であるとも一応考えられるが、われわれが人間であると同時に社会人でもあり国民でもある。今日国家と政治を失った個人は考えられないから、学問の自由が法的に保護されるとともに、自由精神という世界理念の方向に教育全体が方向づけされる。思惟の構成による概念間の関係に没頭している学の次元を越えて、社会と生活の実際面に即して、観察思考処理を合理創造の精神の具体化として、デモクラシーの世界への解放としての意義をもつも

のでなければならない。

6

さて、自然科学の学的構成に入る。自然科学は数学に異って経験的領域、感覚、知覚に訴えられる範囲に限定されるのが、本来この学の特徴であるが、挽近著しくその領域を拡大し、仮設 *Hypothese* として経験不可能な思惟の要請をもなすにいたった。仮設に仮設を積み重ね、非経験領域への加上的発展は眼まぐるしいものさえ感じる。しかし経験的素材を尊重するという基本的姿勢には変りはなく、客観対象の個々の事象を実験観察し、普遍法則を帰納し、その法則によって逆に個々の事象を演繹的に説明しようとするのが、この学の目的である。法則とは個々の事象の因果関係が普遍必然的法則として定立されたのであり、これはよく観察すれば、万有の時間的空間的継起の一連をしか名づけたものであり、決して原因結果という固定的なものがあるのではなく、先なるものと後なるものを選び出し、思惟の必然性として因果関係を定立し、これを法則として命題化し、またそれによって一般化したのである。この一般化において法則は未だ経験しない対象の認識を可能とするのであり、これに二つの法則がある。ポアンカレ *Poincaré* が粗製の法則 *loi brute* と名づけるもので、「燐は44°Cで熔融する」の如きである。いわば定義的法則である。他は因果法による法則において、その生起の理由が原因となる現象に求められて思惟の充足理由が満足されて必然的認識となる。一般的理由を与えて認識を発展させることを説明 *explanation, Erklärung* といい、法則定立を目的とする一群を説明科学といい、記述科学に対する。因果法による記述を特に説明といっているのであり、説明も広義の記述にほかならない。

因果法を中心とする説明の概念を排除して記述のみをもって科学的認識を構成する一つの傾向がある。十九世紀後半に起った記述学派 *descriptive school* であり、キルクホフ *Kirchhoff*, マッハ *Mach*, デューエム *Duhem* 等であり、キルクホフの力学の序文は有名である。これまで力学において力は運動を生ずる原因と考えられたが、力という原因は実際には経験されないものであり、この概念を離れて運動を完全にかつ簡単に記述することが力学の本分であるという。それは常に事実なるもの事実なるものへの関係を表わすものであって、事実記述のほかに説明はないとする。またマッハはこれに先んじて因果は思惟経済のために作られた思想産物 *Gedankending* であると説いた。因果とは感覚の函数的依存関係を表わすものであり、経験の記述に際し労力を最も簡単に行うものであると主張する。実際に因果は経験されるものではなく、かえって経験を組織するものであり、これを否定すれば思惟の充足理由律は成立しない。これあることによって事象の关系的認識が可能となり、説明が正当な根拠をもつこととなる。要するに前件概念が後件概念を規定する函数関係であり、一つの変数を他の変数によって規定する関係に相当する。またその依属関係が法則の内容をなすと見られる。

因果という言葉はもともと科学用語として作られたものではなく、科学以前の常識のものであり、それが科学用語となるためには不純な要素があってはならない。二つの事実判断の間に

結合統一を計り、その理由を求めて根源に遡ろうとする思惟作用の要求である。もと意志と行為の倫理的連鎖を物質間に移して論理的結合の理由を示すものとなった。二つの物体間に働く力は運動に先んじてあるのではなく、運動のある変化が力の作用と見なされるのであるから、正確には力と運動は同時に存在する。この関係が前件と後件との必然関係で表わされるのは、前件が理由たることにおいてである。むしろ因果律の語を避けて必然継起の原理といった方がよい。しかし、この関係が高次概念の導入によって一層普遍的に表現される。加速度運動と力の作用とは同一の事実を指しているが、後者が力という高次概念を用いることによってより総合的に表現されている如くである。純粋に思惟的に定義された概念が高次概念であり、直観概念に対していい表わされたものであり、科学の客観化のために避け得られない手続きであろう。知覚的事実としては運動は時間に対する物体の位置の変化と見られるのであるが、これを速度、加速度に置換すれば、なお知覚現象である。しかしてこれを他の物体からの力の作用であるとするならば、この力はすでに知覚を超えた思惟的のものであり、高次概念である。かかる概念が自然科学の法則を力強く構成していることを猛省すべきである。

普遍対象の記述 *description* が特殊的個物の観察によって可能である如く、普遍法則の発見も個々の現象相互の関係を観察することによって行われる。かくの如く特殊から普遍を導くのが帰納法であり、個々の場合を一々枚挙できる場合が完全帰納法であり、普遍は枚挙できない不完全帰納法 *incomplete induction* による。不完全帰納法が方法として是認される根拠は、特殊がその内に普遍を内在する具体的普遍⁴⁾ の故であり、特殊を精密に見ることによって普遍をその内に観るのである。この具体的普遍とは思惟の先験的要求であり予想であって、科学が要請 *Postulat* の立場にあるといわれるのはこの故である。ミル *Mill* は帰納法の根拠を自然の斉一性と見たが、このことさえも思惟が普遍を要請することだと解してもよい。要するに帰納の根拠は経験的事実ではなく、先験的思惟の要求にあると考えざるを得ない。

経験の帰納によって普遍法則が得られるということは、記述すべきものの全体が求められているのではない。経験はすべて直観に基づいているから単なる経験の表示はそのままでは感覚要素を含んでいる。これを思惟的に分析して主観的要素を除き客観的に抽象したところに概念の客観化があり、そこに自然科学が存立する。この科学の定立は一つの逆説であって、主観とは関係のない、すなわち独立的対象の思惟構成である。この場合主観的要素を消去するために概念が数字で表示される。精密科学といわれるゆえんである。帰納法によって概念が抽象化もされ普遍化もされるが、素材と抽象とは特殊と普遍との隔たりがあり、素材は科学概念に達しないこともある。法則は一見客観の忠実な描写のように思われているが、一定認識目的の設定によって捨象される部分があり、経験を科学的素材として構成し、このことにより特殊の経験を超越する普遍が自己を統一構成するものである。

7

科学的研究を可能にするものは、われわれの経験が仮定されるからである。人間不在の科学

というものはあり得ない。この世界経験はおそらく広大な空間と果てしない時間の中にあり、森羅万象は様々な形体を具え、時々刻々に変化している。かかる龐大にして多様な客観現象を、残らずそのまま認識することは、有限なわれわれには望めないことであり、そこに知性の組織的な働きがあり、科学的認識の場がある。雑多なものから事実を選択して普遍的意味をもつものをば対象化して認識の単純化をする。すなわち普遍法則の定立であり、図鑑的分類もこれに入るであろう。科学的認識は自然そのものの模写でもなく、社会そのものの模写でもなく、知性の組織が介在する。知性の意味と価値を見落してはならない。

この科学的認識は、直接人間が手を下すことにより実験観察し、分析して普遍的に認識しようとする。この時類概念が種概念を包摂し系統的分類をする、ここに記述があり、自然科学を通じてなお説明ならざる記述の要素がおびただしくあるといわれる。すなわち系統的分類学であり、法則定立と理論構成の部分の少いことは、自然対象の不忠実的な記述とはならない。自然科学の名においてこの方面、属性の記述が軽視される傾きがあれば、ゆゆしき大事である。しかしながら科学の本質的特性が、分析的認識であり、法則定立の方向にあることも誣うべきではなく、記述から説明へ進展することが、学の建前から望ましいことも事実であろう。物理的世界形象 *physikalische Weltbild*、これこそ自然科学が窮極において見透す世界観でなければならぬ。人間不在の科学というものはあり得ない、にもかかわらず、山も川も、人も動物も一切のものは電子であり素粒子である。これを疑うことは許されない。しかし、今日いまだ説明されないにしても、いつかは、恋愛、犯罪が陽子、中性子で説明されるであろうか。人間の身体は一つの物質構造だからである。現実には生きている人は肉体をもっている。目的をもって意志活動している。感情の波もあるであろう。今日解明されなくても、いつかは物理現象に解体される日があるであろうか。その日のあることを翹望してやまない。

生物現象が他の無生物の自然現象といちじるしく異なる点は合目的性 *Zweckmässigkeit* ということであり、部分の集合によって生ずる全体が目的であり、部分が全体を規定するに止まらず、全体が部分を規定する。すでにカント Kant は他の自然の機械的關係から区別したが、その客観的な妥当性を一歩退いて、研究を指導する規制原理 *regulatives Prinzip*⁽⁴⁾ とした。彼は自然対象として一面あくまで機械的構成でなければならぬとしつつ、有機体は有機体でなければならぬことにおいて、目的観念がその意味を判定する判断力に対して規準とならなければならぬことを主張した。しかしカントの説にもかかわらずなお経験の構成的形式と認めなければならぬ。進化論そのものがすでに機械的構成ではなく、海亀は砂浜に上り砂中に産卵する、それが孵化すると生れたばかりの亀は一斉に海の方に走り、一つとして反対方向には向かないと、本能といえどもそれまでであるが、本能といって見ても何もわかっていないのである。

生体個々がその種類によって違っており個体保存種族保存に適応するよう構造規制をもつのであり、ある生物は低い知能にかかわらず、その生態は複雑にして巧妙であり、むしろ造化の

妙に驚くものがある。それらの精巧な部分は有機的連関を保ちつつ活動を有利ならしめているが、その限度が破れた時病死と事故死とがある。死のみではなく誕生も無機的自然には見られない現象であり、人間精神の自律性においては生命現象は絶頂に達し、人間精神の解剖分析は生物学の埒外にしてしまう。心理学がその性能を伸ばす場ではあるが、人間に意識があるということ動物学は知らないことはないであろう。いうまでもなく人間は動物の一種である。目的原因 final cause は作用原因 efficient cause ではなく、普通因果律と称されるものは後者である。精神現象をそのまま生物学の対象から除き、その生態活動を観察するのが生物学であり、身体的連関とともに精神的変化に重点をおく科学が心理学である。その方法は自然科学的方法による。

できるだけ機械的に説明しようと努力する。これが機械論 mechanism であり、どうしても説明し尽し得ないとするのが生氣説 vitalism である。前者の態度をとらなければならないとはカントさえそういつている。だから規制原理とした。しかしなお、生物が新しい条件に順応する自主的能力を機械的と見ない一群の人々もあり、保護色といい擬態という、これらが目的的でないと誰がいい得よう。一人の学生が朝起床して朝食をすませて大学へ登校する。その事自体機械的だすまされる問題であろうか。大学の方向にバスに乗るか歩むかいずれであろうと、一個の機械の働きだけであろうか。人間における有意行動は将来とも機械的説明はつかないかも知れないが、それにもかかわらず合目的性を能う限り排除してゆこうとする学的態度は正しい。

橋田邦彦博士の言を藉れば、「自己^④を自己として動的に表現していることの最も類型的なものが生物において見られる」のであり、「生きているものの本当の相というもの、あるいはその特徴は全体性にある。」と。環境に順応し生命を脅かす外力に打ち勝つところに生体機能の合目的性がある。もし世界に生命という存在がなく生物という自動自律のいのちがないならば、合目的性を否定して機械的な物理的世界形象が一元的に樹立されるであろう。橋田博士の全機説^④も要するに合目的性にほかならず、科学教育の頂門の一箴の感さえある。生命現象をことさらに神秘視するのは当らない。神秘なものは原子であり電子であり、地球そのものであり、太陽系、銀河系である。生命をも含めて自然の素材のありのままが観察され描写される時、教材を通して指導されることは、ありのままであり、実験実証の偽らない把握の仕方であって、子どもの観察態度をイデオロギーをもって指導してはならないことである。歴史にあっては資料であるが、理科教材をよく観察する、この陶冶が大切である。

観察とは予め立てられた目的に添ってなされる経験であるといえる。同じ桜の花を観察するのにも觀賞的にも文学的にもまた科学的にも可能であり、予め目的が立てられれば注意の向けられた面が明瞭になる。事実をよく観察せよとよくいうが、ありのままの事実は複雑な場合が多く、教材となるものは選択されたものか単純化されたものであり、観察も一つの技術であり、鋭敏な観察は思考熟練から来る場合が多い。実験というも観察の一過程であり、人為的に自然

の生起変化を観察に便ならしめたものであり、いうまでもなくその機械器具の取扱いには周知な注意と熟練を要する。「小学校指導書」の理科の総括的な目標は、「自然⁹⁴に親しみ、自然の事物・現象を観察実験などによって、論理的、客観的にとらえ、自然の認識を深めるとともに、科学的な能力と態度を育てる。」とある。児童が直接五感でとらえる自然についての認識、自然に「主体的にはたらきかけてゆく⁹⁵」のは疑問をもち、知的な関心をもつからだという。感受性と柔軟性、独創性のある思考をはたらかせ予想をたてる。そのために観察実験の工夫をする。次に記録の方法を考える。この記録、すなわちデータの作り方の上手下手で、その成果に大いに差異が生じる。このことは何も子どもの場合に限らない。観察は実際としては飼育栽培にも拡大解釈される。「事実と事実とを結びつけ、事実在即して推理し、判断して一貫した筋道をたてる、そこに普通認識の基盤がある。どうしても解決への道が開かれない時は、勇敢に、観点や立場を変えて新たな論理の構成へ進む。これは大人の科学者でも容易なことではなく、このことについてチュルゴー Turgot は「第一になすべきことは体系を創立するにあり、次になすべきことは倦厭の情を懐くことである。」と。結果が予想を裏切った場合、固執することなくそれを放擲せよということである。記録が体系を創立する時、記述と説明になる。ひっきりそれは観察の内容であり、また目的でもある。同じいねを取りあげても、植物学者と農学者とでは、その記述が異ってくる。一定の目的が前提にあるからであるが、農学は作物育種その他生産の面を忘れないことが、おのずから生物学と多少科学的態度に違いを生じてくる。予想をたて解決にいたらない時は、観点を変えて情報を収集しなおすこと、それとともに大切なことは、ほしいままに先入主をおしつけないことである。近世初頭アリストテレス的中世から脱するために先入見を捨てることを主唱したのはデカルトとベーコンであり、ベーコン F. Bacon に四種の偶像説があるがここでは省略しよう。要するに偏見を去って客観対象を公平に、素直に見るということは生やさしいものではないということであり、しかも観察眼が鋭敏であり、用意周到でなければならない。

「自然の認識を深めるとともに、科学的な能力と態度を育てる」とは、「科学⁹⁶的知識の側面と、科学の方法を習得して科学的に考察し処理する側面を育てる」とある。冒頭に主唱した、能動的主体的科学、ダイナミックな行為的科学の場を強調するのがそれであり、静止している体系ももとより重要ではあろうが、作り作られる科学する主体的立場が、ことに教育の実地にあってはより大切でなければならない。科学という体系は、西南ドイツ学派におけるが如く、対象であるよりも方法に重点がかかっているものであり、如何に観察し、如何に実験してデータをとるかが重大であって、方法を抜きにして鵜呑みにする知識の系列であってはならない。総説においてすでに「自然の認識の側面には、帰納的な方法や演繹的な方法を幾度も用いて」体系的に理解するとあり、「科学的な能力と態度の側面には」科学的な観察や判断力、客観化の方法やものごとを合理的に考え、創意くふうをこらし、進んで新しい分野を開くという。今は理科の目標の意味内容の指示ではあろうが、「経験的⁹⁷な主体である児童が、文化を

創造的に獲得することにより、より客観へ高まり、また文化それ自身も創造的主体を通ることによって、さらに真実なものへと高められてゆく」ことは、その意味するところは正しいが、教育の現場においては、いうはやすく行うはがたいことであるが、何としても行わなければならないことである。教育の目的を実現し、「論理性⁹⁰、客観性、合理性、実証性などの価値を児童に生きた力として獲得させ、未来の文化を創造する力をつけることを目標としている」とうたっている。まさにこの通り、何を附言することもない。ただこのことがどれだけ、実際に生きた教育となって、子どもたちの力となるかである。どれだけとって姑息な見解に止まっている時ではない。主体である児童が創造的主体を通ることによって、さらにより真実なものへ高められていくことが、本当に行われなければならない。これが如何に困難な課題であろうとも、行い得る、行われなければならない、理科の目標であり、単なる理想に終ってはならない。期待としては「未来の大きな科学変革、社会の変化のなかに生産的、能動的に生き、かつ新たな未来を創造していくことができる」と。

さらに具体的目標が明示されている。「生物⁹¹と生命現象の理解を深め、生命を尊重する」とある。生物学が生物と生命現象の理解を深めることは理の当然なことであり、それが「生命の尊さについて理解」するところまで延長されていることは喜ばしいことである。これは人の生命ではなくて動植物についてである。徒に他の生命を奪ってはならないが、生命の尊さとそれを尊ぶ態度を養うことがうたわれている。少くとも無益の殺生はやむべきではなかろうか。尊ぶことがどう具体化するかに問題がある。しかし指導書に「生命を尊ぶ態度を養う」とあるだけでも結構なことである。次に「自然の事物・現象を互に関連づけて考察し」「原因⁹²結果の関係的な見方、考え方や定性的、定量的な処理能力を育てる」と。互に関連づけることは原因を調べることであろうし、作用の仕方をとらえることでもあろう。「原因結果の関係的な見方、考え方は現象から本質的な関係を導き出す基本的な能力」であり、事象の必然関係であるといってい。すなわち法則定立的一面である。具体的目標を三分し、はじめに生物的理解、第二第三で無生物的自然の分類と必然継起の認識を教育すること、最後にそれを定性的定量的処理能力を育てるとともに、自然を一体として考察する態度を養う、とある。計量器によって客観化し、科学的概念を発見して、自然を一体として考えるとは、「多様な具体的⁹³事象を抽象して集約し、単純化して、統一的認識の体系を自分のなかにつくっていくことができる。」と結んでいる。この一体観とは自然の客観化、抽象化、単純化の統一的体系のことであり、個性認識と法則定立の統一は意味しているが、生体機構の全体性は含まないようである。自然科学の統一的体系とはいうものの法則定立の一元に総括できない多くの面がなお存しているが、合目的性的一面を除外して物理的世界形象の一元に理解を深めようとするものであろう。自然の斉一性は、たとい要請ではあろうとも、自然を一体として考察する態度はきわめて大切であるといわなければならない。児童には客観化とは自然を抽象して単純化した認識であることまでは思い及ばないであろうが、その本質的理解の方向へ導く教育の努力はおろそかにできないこ

とである。

8

自然科学は経験的な素材を、一般的には合法則的に記述し説明する知識の体系であることは、誰しも認めるところである。しかし自然法則の樹立による普遍概念の構成とは違うもう一つの科学があることを忘れてはならない。歴史的諸科学であり、常に個性であるその個性を記述するのであり、特殊の個性的なものの敘述である。「現実^④はもしわれわれが普遍的なものに着目して考察するときは自然となり。特殊的、個性的なものに着目して考察するときは歴史となる。」と。すなわち法則定立的 *nomothetisch* ではなくて個性記述的 *idiographisch* な科学が歴史科学である。したがって経験的諸科学は、現実的なものを認識しようとして、普遍概念を構成するか、個性概念を構成するか、それとも両方の混合形式であるか。物理学にも歴史はあるであろうし、科学そのものにもその歴史性はもとよりある。一回的な歴史的認識も科学であり、それが科学として重要な意味をもつことを、偏狭を斥けて認めなければならない。

個性とは客体の異質性のことであり、過去を個性のままに追体験せしめることは、すなわち想像的直観^⑤を産ませることを目的とする限り、芸術的活動と似ている。しかし似ているのはこれだけであり、直観といっても歴史は芸術と異り、一回的生起をもう一度われわれの眼前に描出する直観である。歴史的個性を捉える直観が芸術の本質にあるのではなく、また芸術は歴史と反対に、四囲から客体を孤立化し、現実の連関から浮彫りにする。歴史は逆にその個性を四囲の情況と連関せしめる。歴史を除く経験科学はその一般化概念において対象の個性も、その直接的直観もなくしてしまい、歴史も科学である以上直観を概念に変ずるが、個性は保存する。芸術は直観の描写を志すが、現実の個性を拭いとるか、それとも非本質なものにおとしめる。歴史学が如何に多くの個性的直観を芸術的手段によって与えても、やはり原理的には別人であり、史実的に真ということは芸術においては問題にならない。

文化、ここでは自然に対する事象としては、個性的特質に基づいている。したがって歴史は普遍的自然ではなく、個性化の方向をとらなければならない。それは了解的意味形象の担手である独特のもの、如何なる他の現実にも置き換えられない個体であり、その個性的特質の中にそれ自身意味形象の担手として文化価値をもっている。文化^⑥に附着する価値 *Wert* によって、また価値への関係づけによって、意味形象の担手としての、敘述可能な歴史的個性の概念がはじめて組織される。歴史的概念は自然科学に較べると判然明瞭ではない、それは普遍概念のように抽象的または定義の形式で表わされることは稀にしかないからである。多くの場合歴史的概念は豊富な直観的材料で覆われている。そして記述する価値視点は、重要な、有意義な、興味あるものを了解し、そうでないものの中から選択する。歴史家は *homo sapiens* であって、科学者である。価値を決定するよりも現実を描写再現すべきである。価値の本質は妥当性 *Gültigkeit* にあるのであり、現実でなくてもよい。だが現実^⑦に結合しているのであって、その客体を財たらしめている。そして主観の働きに結合されて評価となる。価値の妥当性は、実は

歴史科学の問題ではないが、価値が歴史にとって重要なのは、事実上客体が文化財と称される限りにおいてであり、価値を決定する科学ではなく、なお歴史は存在するものの存在した科学である。価値を創造し批評するのではないが、歴史は対象を価値に関係づけることにより、個性的存在を生じ、価値的なものと反価値的なものの両者をわれわれは了解する。評価するとは利害等について賞讃非難することで、関係づけるとはそのいずれでもない。歴史的概念構成に評価とは必要なものでなく、関係づけることにより歴史的に有意義に表現され得る。発展という概念は歴史概念の指導原理であるが、常に一回的な発達はその特殊性において問題となる。進歩という時には文化財の価値を高める一連の変化をいう。歴史は進歩であるかどうかを決定するものではなく、評価ではなく、文化財の価値を承認しているか、少くとも了解している。文化価値の普遍性が歴史概念構成の客観性の基礎をなしている。ある文化財がある文化共同体の内において、一般に価値ありと認められている事実、これを了解するのである。このことは、歴史もまた自然科学の如く、特殊なものを普遍的なものに従属せしめるのである。しかもなお自然科学の一般化と違うものは、歴史的に普遍的なものとは文化価値のことである。それは一回限りの個性的なものにおいてのみ現われる。フリードリヒ・ヴィルヘルム四世のドイツ帝冠の拒絶は繰返される事例の一つでは決してない。ある普遍的価値を現実の事物に結合しても、依然として個性的意味形象として有意義なのである。

9

物理学の近代的方向として原子物理学となり、相対性理論も量子力学も重要な現代物理学の契機であり、プランク *planck* の量子論やボーア *Bohr* の前期量子論等が物理学に与えた影響は大きく、ハイゼンベルグ *Heisenberg* の量子力学の建設 (1925) によって物理学の世界観は一変した形となり、物理学の基機構造に根底的な革新を余儀なくした。かくして古典物理学が巨視的現象 *macroscopic* を取扱ったのに対して、現代物理学は微視的現象 *microscopic* を取扱ひ、自然現象をこれまでのように時間空間的に記述するのは不可能とする。われわれの経験から物体の概念そのものを抽象することが不可能という結論を産み、自然科学の物質観にコペルニクスの転廻を与えた。古典的には原子核電子も一つの物体と考えざるを得ない。電子が物体であるためには、各瞬間における位置と運動が与えられることであり、そのいずれか一方だけしか与えられない物体というものは考えられない。技術的誤差はいくらでも小さくなるにしても、位置と運動状態が同時に与えられれば、物体概念は成立する。今は誤差のことではなく、電子は位置と速度とを直接測定する方法がない。電子の位置を測定することは電子の速度を変えるからである。位置と速度一方を正確にしようとするれば他方が不正確となる。この関係がハイゼンベルグの不正確律で、位置の不正確度と運動量の不正確度の相乗積がプランクの常数 h より小さくなり得ないという定律である。もし位置や速度にある不正確度を許すならば、粒子の概念が成立するという。絶対に経験されないものは、実証精神に反する。それ故に同時

に位置と速度を経験することのできない微視的現象においては、電子を粒子とするのは一つの仮定にすぎない。かくして古典的な物体概念、これを物質といってもよい、大きく変革したように、典型的な確定論的推理が、二十世紀に入って統計的推理に革められた。物理学が微視的現象を進展した時、物理学の内部において論理の変革が強いられ、真理の抱え方が違って来たのである。確定的原理は統計的方法に道を譲り、統計的方法は始めの状態に対して正確な知識を要しないととも、最後の状態も予言できない。過去あるいは未来の状態を明かにしないが、特定の瞬間における特定の状態を蓋然的にいうことができる。体系の集団を支配する法則を導き出し、その体系の数が多くなればなるほど、法則はより正確になる。法則とは、体系の集団の法則であり、現代物理学はその方向にあるといえる。これは統計的方法について、真理の蓋然性について語ったのであるが、巨視的現象における不完全帰納法において、普遍が特殊に内在するという見方を、さきにいったが、これも蓋然性 **probability** と見てきしつかえなく、そのゆえにこそ日進月歩する。なお普遍妥当なるものが普遍妥当なるものへ前進するといっただけではなからうか。

物理学における量は連続的に変化する量と非連続的に変化する量とがあり、古典物理学は連続量を取扱い、ニュートン力学の基本方程式はこれにて表わされる。連続量の概念を打破したのは、19世紀の原子論の展開であり、物質の質量はその原子の整数倍でしかあり得ない。荷電も連続量と考えられていたが陰電気最小粒子は電子 **electron** であり、陽電子のそれは陽子 **proton** であり、陽子は中性子と陽電子とからなっている。したがってこれも要素の荷電の総計となる。そればかりでなく、エネルギーに不連続概念を導入したのはプランクであり、整数単位の量子からできている。物質がエネルギーを放出し、また吸収する時、量子の形をとり、波長によって異なるという。このことから光は波動説を捨てて光量子となり、光子 **photon** という。しかもそれに止らないで、廻折現象は量子説に反対し、光電効果は波動説に反対し、ドップラー効果は両説によっても説明される。輻射の二元性というほかはない。物理学は進歩する度に新しい論理を生む。光は粒子か波動か、そのいずれでもあるということは、互に矛盾した概念は他の足らないところを補う特性があり、これをボーアは相補性と名づけ、量子論 **Quantentheorie** は相補性の理論だといえる。形式論理学をさしおいて、物理学の前線は独自の **Logik** を展開するといえる。

物質を分析すると90余種の元素に還元され、元素は固有な性質をもった原子よりなる。原子は原子核と電子からなっており、原子の質量のほとんどは原子核が占めている。電子は核を焦点として楕円軌道を描いて運行している。古典的方法においては原子構造とその軌道運動を決定してからエネルギーを計算するが、新しい方法では内部運動に触れないでその系がもち得る値を計量すればよい。ある不連続的エネルギーの運動のみが可能であり、運動も量子化されている。すべての原子核の質量は、質量1の水素原子核、これが陽子であるが、これの質量の整数倍に近く、陽電荷も整数倍になっている。すべての原子核はプロトンとエレクトロンが多数

結合し、今日ではプロトンと中性子が多数集ったものと考えられている。これは今日の考え方であり、古くはガモフ、近くはボーアの想定とは違う。明日はまた異なるかも知れない。それでこそ進歩といえるかも知れない。もっとも合理的に矛盾をできるだけ少く説明するにはどうすればよいかにかかっている。矛盾をできるだけ少くするために波動と粒子をともに認めることもあり得るのであり、また立場によって説明が違ふことも十分にあり得る。知識の体系を建設する努力と方法、その論理は如何にあるべきか。ギリシア的演繹論理をはるかに越えているといわなければならない。ここに新しい時代の自然科学の哲学が文化科学のそれとともに確立されなければならない。リッケルトの範疇ではもう間に合わないのではなからうか。自然科学はその後ドイツ国内においてさえ大きく進めたからである。

10

科学の規範価値は真理である。蜂の習性を観察記述するにしても、空気の電気伝導を研究するにしても、消極的には偽らない記述をする。積極的には実験実証し、実証性が合理性か、そのいずれかの柱によって真理を開発する。コント Comte はこの実証主義を科学としている。しかし思惟作用がなければ法則を定立することもできない。実証精神が行き過ぎれば法則を考へることもできない。思惟と反省を離れて知識はない以上、事実と事実だけの世界を仮定することは矛盾もはなはだしい。法則は事実の集合ではなく自然科学から、また文化科学からも思惟作用を否定することはできない。科学はもっとも簡結な方法で事実を記述するものであり、また思惟経済であることは、さきにいった。思惟経済は事実を選択する。すなわち事実の学は同時に思惟の所産であり、思惟がなければ科学はない。新物理学の観測操作性を重視するまでもなく、没価値的法則定立性から能動的主体性を見失ってはならない。今日も作られ明日も作られてゆく科学それ自体が文化財であることを忘れてはならない。

価値は客観的に存在するものではなく、妥当するものである。それは直接に主観意識の働により定められ、また創作されるものであり、価値を規範とする知識体系の創造の方法論的過程が科学であり、真理の形成的努力にほかならない。文化は形成され独創されることによって、始めて意義をもつ。能動的主体性のある科学、模倣し観照する科学ではなく、形成的努力に充ちた科学の推進力、またその開発的な科学陶冶こそ、新しい時代の、自由と平等の地上の警鐘でなければならない。

- (1) 田辺元 科学概論 214頁。
- (2) Rickert; Kulturwiss. u. Naturwiss. s. 18
- (3) ibid. s. 21
- (4) ibid. s. 22
- (5) ibid. s. 23
- (6) ibid. s. 56
- (7) ibid. s. 61

- (8) 小学校指導書算数編 7頁。
- (9) 同書 3頁。
- (10) 同書 4頁。
- (11) 田辺元 科学概論 230頁。
- (12) Kant ; Kr d. U., 111. Auf., s. xxvll1. 32. WW. V, s. 249, 289,
- (13) 橋田邦彦 全体と全機 38頁。
- (14) 同書 53頁。
- (15) 小学校指導書, 理科編 4頁。
- (16) 同書 6頁。
- (17) 同書 7頁。
- (18) 同書 8頁。
- (19) 同書 9頁。
- (20) 同書 11頁。
- (21) Rickert ; Die Grenzen d. naturwiss. Begriffsbildung 3 u. 4Auf1. s. 173
- (22) Rickert ; Kulturwiss. u. Naturwiss. s. 83
- (23) ibid. s. 93