

哲學研究

第百十九號

第十一卷
第二冊

機械作用と身體の個性 (上)

大 西 友 太

私の學校、横濱高等工業學校では個性の教育に最も注意して色々の施設や方法を講じて居る。これは専門學校の常として特殊の才能をもつ人格を造らねばならぬ教育目的から生ずるものであるが、吾々がこの教育目的及び方法をさるについては一層重要な先決問題として學校全體の個性の何たるかを明晰に知つて置かねばならぬ必要がある。私はこの必要によつて昨年春からこれが研究に着手し、秋から三年生に修身科でこれを教授することにして居る。もと教育は個性の創造的發展であつてこの發展から生ずる合理化がその方法であるべき筈であるから、學校の個性の全體的直觀と教科課程にある科學の概念的體系とを結合して現實的具體的に人の教育全體の方針を考へて見ようとするのがこの小論文の根柢にある私の目的であるが、この論文では只題の身體の個性を觀るに止まつて居る。

身體の生活について考へるにあつては科學としては先づその機械作用を知る必要があるが、この作用について調べるにあつては吾々は最も原始的にして且つ最も模範的なる生活作用として植物體が無機界から有機界を作る葉緑素の生物化學作用を調べる事が最も便利である。故に私はこの作用について調べて見ようと思ふ。太陽の熱を植物體の葉緑素が吸収するときにはこれを化學的エネルギーに變じ、その力によつて空中の炭酸瓦斯から炭素を吸収してこれをその組織中の水と化合せしめて所謂含水炭素化合物を作る。この最も簡單なるものは $C_6H_{10}O$ なる實験式によつて示される砂糖であつて、これが植物體の構成活動の所産として色々の砂糖澱粉類の基礎的物質となつて居ることは斷るまでもないところであるが、更らにこの含水炭素化合物に窒素を加へるときは蛋白質となり、これ等の有機物質で殆ど凡ての植物體を組織する。従來水は有機體内では只吸収さるべき新物質及び排泄さるべき舊物質を溶解してこれをこの身體の組織中に運搬するものとのみ考へられて居つたが、水はこの外になほ最も重要な化學的作用を植物體内に於て營んで居る。即ち水は少量ではあるが分解して水素イオンと酸水化イオンとなり諸種の化學作用を誘發する作用をする。勿論この水は植物體がこの根から吸収するので

あることは斷るまでもない所であるが、植物體はなほこの外にそれ自身の組織を手段として酸素と水素とを水を作るに適當なる割合を以て吸収する、(一)而してこの水の成分が特に葉綠素の中にあつてその水の化學作用を助けるらしい。一體水中にあるこの兩イオンの分量は原則として、 $\frac{1}{2}$ を出でないものであつて、水としてはこれ以上にこの兩イオンをもち得る譯ではないが、植物はその組織を手段として水素と酸素とを吸収してこれを以上の二つのイオンとして葉綠素中に送り込むから、瞬間的にはこの兩イオンの分量が多くなる譯であつて、そのイオンが水とならずして含水炭素化合物を作る方向に向つて働くから、葉綠素中に於ける含水炭素化合物はこれに刺戟せられて非常に活潑とするものと考へられる。水中にあるこの多量の兩イオンが諸種の複雑なる方法で炭素と化合するに隨つて、その跡を埋めるために瞬間的に水それ自身が多量のイオンに分解されるから、この化學作用は日光の續く限り盛んに葉綠素の中で行はれ大規模で含水炭素化合物の系列を作る。

尤もこの場合に於ける炭素の化合作用の過程についてはオンスローなどもいつて居るやうに今日もなほ明瞭になつて居るとはいへぬが、(二) 諸種の事情から考へると非常に複雑な込み入つたものであつて、同じ植物體の中でもその産物たる含水

炭素化合物の系列が非常に長くなつて居る上に、植物體の種が異なるときはこの化合物の系列が異なるから、實際植物界全體から作られる所の砂糖澱粉類は非常に多種多様である。もと炭酸瓦斯の炭素を放出して水と化合するのは水との結合力の方が酸素との結合力よりも強いからであつて、清水に炭酸瓦斯を通ずるときも水が炭素を吸収して白濁する。併し植物體中に於けるこの化學作用は斯かる實驗に於て見る如き緩漫なるものではなく、非常に活潑迅速なるものであつてその組織の細胞膜を通じて外界から炭素がどしどし這入つて來る。これは植物體中の水が臨機的に強きイオンの働きを現はすに由ること既に述べたところである。物理學的に見るときはこのイオンと炭素との細胞膜を通じての化學作用は滲透壓力の法則によるものであつて、ポイルの瓦斯壓力の法則に全く同じものである。(三)ポイルの法則によれば溶液中の含有物は同じ温度と容積とでは瓦斯のもつところの滲透壓力に比例し抵抗に反比例して滲透するのであるが、この場合には電壓の高きところから低きところへ向つてイオンがどしどし流れ往つて含水炭素化合物を作る。尤もこの活潑なる化學作用にはなほ植物體自身の組織が關係するところが多い。全體からいふときは葉綠素は葉の細胞中では膠質溶液の状態にあるものであつて、(四)

その中には諸種のエンチームがある。日光を受けるときに葉緑素が化學的活動状態となるのは、その紫外線の作用によつてこのエンチームが化學的に變化しその働きによつて葉緑素全體の化學的作用を刺戟誘發するからであつて、(五) 第一葉緑素自身の中にある多量の含水炭素化合物が活動状態となる上に、水のイオンが特別に働くから葉緑素全體がいはい一種の電氣化學作用の場として最も複雑なる方法で含水炭素化合物の系列を合成する。炭素が瓦斯滲透壓力によつて植物體中に滲透するとはいふものゝ、實はこれにはこの壓力の流れを吸ひ込む力として植物體中ではエンチーム及びイオンの働きが最も大なる關係をもつて居るから、植物體中の化學作用は單純なる瓦斯又は液體の化學作用と異なつて非常に複雑であるけれども、それだけ又この作用をして容易且つ活潑ならしむべき仕掛けとなつて居るのである。

葉緑素中で構成せられた含水炭素化合物が植物體中を巡つて一定の場所に落ち付くにも、又動物體内を有機物が循環するにもその中の特殊のエンチーム及びイオンの働きが最も大なる關係をもつて居るのであるが、この場合では特に動物體内に於ける物質變化について考へる方が興味がある。動物體内ではこの化學的變化が

最も活潑且つ鋭敏である。人も知る如く動物體內では最早植物體の如く無機界から有機界を生ずるのではなく、最初から有機物を攝取し同化することになつて居る。随つてこの場合には元素滲透ではなく分子滲透であり、謂はゞ元素の團體の滲透であるから、只これを生理學的に見るときはその作用には幾多の困難あるを免れぬ筈であるが、これには又それ〴〵の方法があつて物理化學的にこの分子滲透を最も容易ならしむるやうになつて居る。第一動物體の滲透膜の構造がこの作用を容易ならしめるやうに出來て居る。一般に顯微鏡的事實から見るときは膜の構造はこの滲透作用に對して目的々構造である。この膜はもと原形質の變化せるものであつて膠質の海綿組織をなして居るから、自然その内外の物質の交流に便するやうな物理的構造をもつて居る。一體コロイド状態の或る物質は他のコロイド溶液又は液體に接するときはその面に化學的又は物理的の薄膜を生ずる傾向をもつて居る。この膜は海綿狀又は薄布狀のものであるが、動物膜はこれによつて内外の物質を區別してその組織の獨立を周圍の異なる溶液中に維持すると共に、半滲透性の膜として必要なる外界物質を自己の組織中へ滲透せしむべき働きをもつて居る。(六)故に動物體の組織では膜を有するといふことは細胞の獨立を維持すると共に、その分

泌及び吸収を目的に自由に自由にするものであつて、外界物質が組織中に滲入することも又組織外に或る物質を排泄することも案外に物理的に容易である。

併し動物体内に於ける物質の交流をして容易ならしめるものは、その組織の細胞膜の物理的構造よりも細胞それ自身の組織の構造である。既に述べた如く動物體の生活作用では直接自然界の礦物的元素を有機體に變化するのではない。この構成作用は植物體の生活作用に限つて居るから、動物界では必然的にその食物を植物界に仰がねばならぬことになつて居る。その代りに動物體では植物體の提供するところの材料を精選してその中から特に動物體の生活に必要なものを吸収することになつて居る。即ち蛋白質を吸収する事になつて居る動物體の組織は植物體の蛋白質から吸収したるもの及び直接動物體から攝取したものから出來て居る。肉骨瓜毛髮羽毛等は外觀から見ると時は著しく異なつて居るが、一般に蛋白質を根基とせる組織であつて、その中には蛋白質が連續的量の變化を以て存在して居る。随つて動物の身體全體は一口にいふならば蛋白質組織であつて、全體が非常に活動力に富んで居る。それだけ又動物體では物質の交代即ち同化及び排泄の活潑なるものを要する譯であつて、自然の必要上動物體では新物質が分子擴散によつて滲透す

るに拘らずその速度の非常に大なるものがある。人體中に於ける血液の一循環の時間が平均二十三秒ほどであるが、これを葉綠素で作られたる有機物が植物體中を廻る速度に比較するときは全く別種類の觀がある。これは動物體の組織が既に述べたる如く物理的に物質の滲透を容易ならしめて居るに由ること勿論であるが、なほ特に主要組織その物が分子擴散を容易ならしめるやうに出來て居るに由る事が最も多い。つまり動物體では元素滲透よりも遙に困難なる分子滲透によりながらもその組織の目的性が却つてこれを容易にして居るのである。生理學的分析的研究によるときはその細胞組織の中には多量のエンチムがある。動物體の組織を作るどころの血球血清及び淋巴液の中には色々のエンチムがあつて、その作用によつて臨機的に血液及びこれを連絡せる新物質の分子の立體的構造を變化し、隨つてその化學的性質を變化するから滲透膜を通ずる吸收及び同化作用が非常に容易且つ迅速となる。(七) 養液が身體中を流れてその組織と新陳代謝するときには有機體の性質を維持しながら代謝するのであるから、元來からいへば脈管の側壁及び細胞膜を通じて身體組織中に入ることが非常に困難である。隨つて到底元素の自由擴散の場合などはその難易に於て比較されぬものがあるに拘らず、組織全體が活

激なる化學活動の場所となる上に、血液中にある水及びその他の要素例へば食鹽の如きものが多量のイオンを放出して、エンチームの働きによつて自然に起されたる組織の活潑なる化學活動を先きに立つて指導する規定的働きを有するから、分子擴散であるに拘らずその速度が非常に迅速なるものとなり、活潑なる血液の循環によつて物質の消耗を補ひつゝ時々刻々組織に活動のエネルギーを供給し、身體の容積を増加しつゝ更に大なる新活動を待つことが出来る。

脈管内の連續物質の先端に於て或る電氣化學作用が起りその中の或る遊離イオンが組織中に滲透するときは後に残つた物質がその虚を補ふためにイオンを分離する。かくて後から後へと隣接物質がその補給をなしながらイオンの流れを作るから、補給の瞬間に於て脈管内の物質が或るイオンに關して電氣化學的に連續的流れを作つて先端に向つて流れる。ケラーのいふ事ろによるときはレューブの動物實驗では動物體內にある電氣はネルンストの位置のエネルギーの法則 *Potential-concentration* に従つて流れるといふことであつて、(八) つまり體内の電氣は密度の多いものから少いものゝ方へ流れて往くものであるから、脈管の先端に於て或る化學作用のためにイオンがなくなるときは、その低壓を見かけて高壓の電氣が流れる。而して

その電氣が物質の化學的活動の規定的因子として働き、一つのイオンが直接間接に數個の物質の分子を連れて往くから管内の物質の流動、組織内への滲透が非常に活潑となる。分子滲透といへば困難なるやうに考へられるが、分子全體が一種の化學的活動の團體であつて、その先頭にはイオンが居るから殆ど元素滲透の場合と變らぬほどに容易且つ迅速であるを得る。既に述べたる如く葉綠素でも太陽熱を受けるときは、その熱が化學的エネルギーに變はりその組織中にある諸種のエンチムがそれによつて特殊の化學作用を呈して諸種のイオンを遊離する上に、水の兩イオンが特に活潑なる働きするから、葉綠素の組織中では最も簡單なる含水炭素化合物を手初めとして複雑なる系列の含水炭素化合物の系列を想像以上に迅速且つ豊富に作つて往くのである。無機界と有機界とを境として葉綠素全體は、複雑なる含水炭素化合物の活潑なる電氣化學的製造場として、一方の世界から他の世界を編み出して居る。原子が電場であることは物理化學界では周知の事實であるが、生活體では分子から細胞までが膠質性物質として最も活潑なる電氣化學作用の複雑なる電場であつて、其處には言ふべからざる造化の妙用ともいふべき製造がある。

私はこの事實を明かにするため進んで化學元素その物について考へねばならぬ

が、この元素について考へるときは、今日一般に經驗化學に於て考へて居るところの元素と理論物理學に於て考ふべき元素との間には非常に大なる隔りのあることを發見し、而して吾々が後の元素について考へるときは、色々の點に於て生活體の化學作用に對する見解を改めねばならぬものあるを知るのみでなく、生活體その物に對する自然科學の見方を根本的に改めねばならぬものもあるを知つて來る。私は順次これ等の問題について考へて見たいと思ふが、先づ普通の意味に於ける化學元素について簡單に調べて見る。

一

一般にいふときは物理學に於ても化學に於ても自然現象の起點と目さるべき原子を發見したゝめにその科學的思惟の根柢を作つたといつてよい。物理學がガリレイ、ニウトン以來化學として成立するに至つたのはこの原子に對して永久的不變の意味を與へ、物質不滅又はエネルギー恒存の法則の根柢を確立したからであるが、化學に於ても同様であつて、今日の化學は元素の原子が凡てその質量及び重量を同じくするものであるといふ點にその基礎概念を置いて居る。所謂原子量の法則が

是れであつて、化學界を見渡すときは如何にこの法則が重要な役目をその體系中に演じて居るか判る。所がこの原子が一定不變であるといふことは、物理學に於けると同様に化學に於てもその科學的概念構成の意味としていふことであつて實在としていふことではない。随つて化學に於ては原子量の法則を事實として肯定しながらも、先驗分析の立場から原子に對して新分析を試み、諸種の方面に於て成功して居るが就中、アインストープの發見がその最も大なる成功であらう。もとブラウトが原子量の法則を作つた理由は原子構造の假定にある。氏によるときは凡ての元素に共通の原始的物質は水素であつて、凡ての元素の原子はこの水素原子から作られて居る。随つて凡ての元素の原子量は水素の原子量の整數倍であるといふにある。(九) 所が氏がこの法則の假定を立てた時代と以來百十餘年を經過した今日とでは化學界の知識が著しく異なり、今日では殆ど凡ての原子にアインストープのあることが發見せられ、元素の原子が質量及び重量の上で同じであるといふことは根本的に破壊せられるに至つて居る。一體この原子量の法則を假定したブラウトの時代では原子の核の研究にはまだ注意が向いて居なかつた。これを不可分の單一體として取り扱つて居つたのであるが、その後この核の研究に注意しその構造上の變

化を實驗上に經驗し得るに至つて色々の問題が簇出した。所謂 Rutherford-Bohr's atom-Model によるときは原子は陽極の核と陰極の電子から出來て居る。核の大きさは非常に小さく 10^{-12} cm の半徑を有するのみであつて、それから電子に至る距離は 10^{-7} cm である、陰極の電子が陽極の核に引き付けられるに拘らず、非常に早い速度でその周圍を廻轉して居るからこれだけの間隔を維持することが出来るのである。原子は一個の小なる太陽系の如きものであるといふことになつて居る。(一〇) 尤も今日この原子模型の全く明かとなつて居るのは水素原子のみであつて、その他の元素の原子については明瞭となつて居らぬものが多い、只その原子量が幾倍かであるといふに止まつて居るが、この模型によるときは原子の質量及び重量は中央の核の電價によつて決定されるのであるから、原子が同一の質量及び重量を有するといふことは、畢り中央の核の電價が同一であるといふことになる。所が最近の化學理論及び實驗によるときは核の電價が同じであつても、原子構造の異なるものがあることを知つた。例へばラヂウム B の核はラヂウム G の核よりも二個の陽粒子と四個の陰電子だけ多い。これによるときは同じ元素の原子にも異なるものがある譯であり、精確には原子量を異にするものがある譯である。この原子を學界ではアイントロップ

といつて居るが、このアイソトープは獨りラヂウム元素ばかりでなく、他の多くの元素にもある。随つて今日の化學界では多數の元素の原子がそれ／＼アイソトープとして異なつて居ることを知つて來た譯である。故にアイソトープをもつ多數の元素間では原子が等しいといふことは只その核の兩極電子の電價の代數的和が等しいといふだけの事であつて、觀察に上る凡ての特質は實は違つて居る。(一) 嚴密にいふときはアイソトープのもの色々の特性の中で實驗的にはフアヤンもいつて居るやうにどれ一つも同じものがないほどである。(二) 随つて實は同じアイソトープの中にも事實上今日吾々の知つて居る以上にまだ幾何程粒子及び電子數に差異あるものがあるか判らぬのであつて、原子の核には今日吾々のなほ知らない程度に於て色々の込み入つた違ひがあることは一般に學者の承認せねばならぬ所となつて居る。勿論既に述べた如く原子核中には今日なほその構造の明瞭となつて居らぬものが多いが、既に明瞭となれる核ならびにそれから推測さるべき原子核の一般的構造によるときは、今日では最も一般的に凡ての原子の核が異なつて居るものと斷定するを以て最も正常なる判斷とせねばならぬ。こゝに於てか原子量のブラウトの法則は化學界に於ては全く根柢から動かされざるを得ぬ譯である。

一般を目的とする自然科学的概念構成では一般に原子がその認識對象となるのみであつて、經驗的感覺的存在はその限界であるといふのがリツカートの自然科学的概念構成の極限中に見るところの意見である。この意見によるときは氏もいつて居るやうに所謂原子化が進歩すればするほど個物を否定せねばならぬことになつるのであるが、^(二)^(三)今日の化學原子ではなほ人々の想像して居るやうにこの個別的差異を否定して全く一般に歸したとはいへぬ。これを以て同質量と見ることは間違ひであつて、今日ではなほ原子を以てあらゆる變化をその身體中に豫期さるべき複合的組織であると思ねばならぬ。水素原子の核でさへも單一體ではなく實は一つの陽極粒子及び陰極電子から出來て居るのであるが、この粒子及び電子が果して最後の單一體であるか否かは物理化學に於ても少しも保障する所ではないのである。随つて今日では經驗化學としてはなほ便宜上前述の原子量の法則を採つて居るけれども、化學の根本原理としては最早これを採用することが出來ぬ。これよりもなほ精確なる分析に基いた一般的價値の計量的法則を發見せねばならぬことになつて居る。吾々はこの一般的法則を發見した上で、今日の原子量の法則によるよりも以上に一層精確に化學現象を整理せねばならぬ。こゝに各々は化學の進歩を

見るのであるが、一體この一般的價値の計量法則發見といふことは獨り今日の吾々のみでなく、自然科學的概念構成上永久に物理化學者に課せられた課題である。自然科學的概念構成によるときは吾々はこの課題を有し、原子世界の概念に必然的に認識されない原子の豫想をもつところに一層進歩せる一般的化學原理を發見するに至るべきを知らねばならぬが、それだけ實は今日の原子量の法則はこの當爲から見てあまりに妥當の粗雜な法則である。科學的努力の足らない法則であつて、今日に於ては吾々はこの法則の許す範圍内に於て原子に無限變化のあることを承認し、まだ知られて居らぬ非常に深い奧底から事物の個體的差異の發生することを承認せねばならぬ。今日の經驗的化學に於ては同一元素の化合によつて作られたるものであつて、原子量の大雜把の法則から見るときは同じものはあり得るけれども、精密なる觀察によるときは一つとして同じものはなく、凡てがこの原子量の法則からそれ出す個別體である。一定の元素の化合物でありながら同じ事物を期待されぬといふのが今日の化學界の状態である。

私はこのことを既に述べた葉綠素の作用によつて生ずる含水炭素化合物について考へ、それから有機體の個別的差異を考へる途の一端を開きたいと思ふ。含水炭

素化合物といつても多いことであるからその中の砂糖の一種について考へて見よう。砂糖には六種ある。この六種の砂糖は又それ／＼小分されて居る。この六種の中の一つなる葡萄糖 hexoses sugars について考へて見る。斷つて置かねばならぬが、一般に今日の化學ではかゝる植物體の生産物の生成の過程についてはあまり知られて居らぬ。只生成の結果についてその成分を分析するに止まつて居る。動物體内に於ける生成物例へばヂアスターゼとかペプシネとかについて、も矢張同様であつて、吾々はこれ等の物質が如何にして動物體内で生成するかその化學的過程を知らぬ。只生成された結果についてその成分及び効果を知るに止まつて居るのみである。この葡萄糖についても大體同様であつて、その構素中の重なる炭素の變化過程についても全く知られて居らぬことは既に一言した所であるが、成分は知れて居る。一般に砂糖の實驗式を見るときは一樣に $C_6H_{12}O_6$ であるが、この種類の砂糖の特徴としてこの實驗式に六なる數字が冠せられて $6C_6H_{12}O_6$ となつて居る。この點に於てこの種類の砂糖の分子方程式は全く同じであるが、實際この種類の砂糖の特質を見るときはそれ／＼違つて居る。原子量の經驗的法則から見るときは原子数が異なる場合に砂糖の特質が異なるのは少しも怪しむに足らぬが、同じ原子数から出來

て居る砂糖の分子であるに拘らずその特質が異なるといふことは一寸理解しがたきことであつて、従來はこれを分子の立體的構造の差異によつて説明して居つた。併し實際に於ける砂糖の特質の違ひはこの構造式の示すところの差異よりも多いから問題はなほ殘つて來るが、吾々は原子の構造の個別的差異から起る化合物の無限變化を考へ、原子量の示すところよりも以上に微細なる個別的差異を考へるとき初めてよくこれを理解することが出来る。代數的に見るときに原子の核の電價が同じであつても、實際に於ては凡ての場合に既に述べたる如くそれ／＼その特質を異にする點から見るときは、同一の分子方程式によつて示さるべき砂糖でありながらその構造上の特質に於て言ふべからざる差異を生じ、出來上つた砂糖の屬性が非常に異なるといふことは全く當然である。若し化學的天才があつて今日の原子量の示すべき實驗式以上に精密なる實驗を行ひ得るならば、恐らく今日の同じ實驗式によつて示さるべき砂糖の中にも、特質の差異が無限に現はれて人々を驚かすことであらう。ヘーズ及びピルは葡萄糖の場合にその方程式が $C_6H_{12}O_6$ であるよりこの式の示すところの立體的構造式から自然に存在するところの砂糖の種類は僅少であるが、實際上可能とするところの砂糖の種類は十六種を下らぬといつて居るけ

れども、(一四)これは只今日の原子量の法則即ち元素の原子が同一であるといふ法則から分子の立體的構造の差異について考へた變化に過ぎぬのであつて、極く大雜把な話である。この十六種の砂糖の中には無限に變化あるべき筈である。原子の個別的差異からいへば恐らく、この葡萄糖の中にある炭素原子の差異だけから考へても、出來上つた砂糖には無数の特質の差異があるべき筈であるが、炭素原子が異なれば又これに對應して化學的平衡を保つために他の元素の原子に變化ある筈であるから、凡ての原子の變化から想像さるべき砂糖の化學的構造及び特質の差異は無限といふの外なく、若しこれを階段的に一系列に排列するならば殆ど微分的連續に近いほどの變化が見られるであらうと思ふ。隨つてこの系列の變化に比較するとき、今日自然の產物として見るところの砂糖の種類の如きものは、全く偶然的機會による元素の有限的化合に外ならぬものであるから、その變化の數が小範圍に限られ、長き道路の一里塚ほどにも當らぬであらう。

植物體が日光を受けるときにその葉綠素の作用によつて礦物界から有機物を生ずるが、斯の様な事情で一般にその構成物は全く無限變化の本來的可能の產物中の二三の例にしか過ぎぬ。現在創造されて居る產物は如何に似寄つて居るものであ

つても、科學的眼を以て見るときはその間には無限變化の階段的差別がある筈であつて、一塊の胚種の中にもあまりに多くの個別的差異を藏して居る。同じ種に屬する生物であつてもその個別的差異はあまりに大である。學者によつては生活體を以て equipotential system と考へる。その意味は生活體は凡て可能的には同じ能力をもつて居る細胞から組織されて居るといふにあるのであつて、これを他の言葉でいふならば例へば N 個の細胞から出來て居る有機體があるとするときは、その N 個の細胞は凡て同じ發達をなすべき可能性をもつて居る。即ち N 個の細胞中どの細胞も發達すべき無数の可能を同様に備へて居るといふのである。併しこれは科學的に見るときはあまりに亂暴なる想像に過ぎぬのであつて、全く生活體の組織の科學的眞理に觸れて居らぬ。完全有機體の組織の差異はすでに胚種構成の際に於ける構素排列の差異に基いて出來上つて居るといふのが寧ろ科學者として信すべき所であつて、私は生活體の構造が種によつてその形態を異にするのは最初の胚種の構造に於て構素排列の差異があるに由るものと思ふが、なほ同じ種の胚種に於ても構素それ自身の個別的差異のために生ずる構造上の變化が完全有機體に於て同じ種の中に於ける千差萬別の個別的差異を生ずるものと思ふ。恐らく現在地球上に見る

ところの生物の個別的差異もこの本來的可能の個別的差異に比較するとき、既に砂糖の例について述べたるやうに無限變化の長き系列の中の二三の例にしか過ぎぬのであつて、過去の生物が凡て個別的に異なつて居つたのであらうが、將來も永久に異なることであらう。生活體は種の典型を維持せんとする強き力を有して居るから、この典型を破つて新典型の種を生ずるといふことは後に述べるが如く容易ではないが、同じ種の中でも胚種の構素及びその排列の差異から無限の變化が起つて來る。生活體は元素的構造から見て等質的ではなく、寧ろ凡てがアインマーの擴大であるから、その形態及び發達能力は無限に異なる。あらゆる變化と特質とをその中にもつて居る。原子に比較するとき、幾千萬倍か判らぬほど大なる大きさを有し、隨つて非常に複雑なる構造を有するところの細胞に至つてはその構造の複雑にして異質的なること到底常識の想像し得るところでない。況んやその又複雑なる組織の胚種に至つては全く無限の個別的變化を有するものといふの外ない。生活體を以て形態發生學上 *equipotential system* であること考へることは恐らく細胞組織を以て凡て等質的に作られて居る部分から出來て居るものゝ如くに想像するから起る説に過ぎぬのであらうが、生活體を組織する構素が凡て異質的に異なつて居るこ

と以上の如くである以上は、かゝる想像は科學者には全く許されざる夢である。

諸種の血清注射によつて知らるべき事實又は異種若しくは遠縁の種の人工的接合による子孫繁殖の不可能なる實驗などによるときは、生活體の胚種は種によつて特殊の屬性を有し、而してその屬性は最早他の種の屬性とは生物學的に融合すること能はざるものなることが判る。複雑多様を極めて居る胚種の組織では恐らくその構素排列上種によつて全く異なれる特殊の物理化學的特質を作つて居るから、その先天的構造の差異が異種の生活體をして共同的存在の調和點を發見すること能はざらしむるために異種の接合が不可能となつて居るのであらうと思ふが、この種の固定的典型の中に又個體の無限の差異がある。種を一般的典型とする無限の差異があるが、この構造上の差異は發達するにしたがつて次第にその特徴を増加するのみである。生活體は最初にあつては嚴密なる程度の比率を以て混合せる液體と内含物との外に何物もなく、新有機體の根基となるべき固形的存在を見ぬが、只一回の外界との化學的交働によつても恐らく既にこの無形的遊離狀態の溶液から固形的存在としての胚種を作るに足るのであらう。而してこの溶液狀態から固形的胚種となるときはその分子の排列狀態を異にせねばならぬから、必然の結果として

特殊の構造を取るやうになる。つまり特殊の形態が一層著しく個別的に現はれて来る。勿論胚種のこの構素排列の變化は一口にいふならば(ロツチエ)もいつて居る如くその構素の實質の自然に適應するところの一定の形態を取るに由るものであるから、(二五)新陳代謝の盛になる元素の個別的差異によつて所謂突然變異 *mutation* の起るといふことは止むを得ぬところであつて、新胚種の發生ごとに生活體が幾多の新しき形態を作つて来る。この點については後に遺傳について述べる際に猶ほ詳しく述べだが、胚種が發生するといふことは元來生活體が獨立の存在を得て自由に發達するといふことであるから、發達の可能性は新有機體に於ては特に多い譯であるけれども、その中には自然一定の制限あるを免れぬ。胚種が固形化するときはその物質が一定數の部分に分裂して比較的位置を取り、その場合に於ける凡ての現實的條件と平衡を保つ。形態發生學上所謂 *Urssegmente* なるものは既にこの時に發生するものと考へられるが、この原始的部分の構造の時に實は個別的差異の區別が既に明かに成立して居るのである。

勿論この第一階段に於ける胚種發達の內的整理上の個別的差異は非常に小なるものに違ひない。併しそれでもその次ぎの階段に於ける發達の特殊方向を規定す

るには十分なる力を有せるものであつて、その異なる個別的構造の發達に以後同一の刺戟を與へてもその差異を増加するのみであつて、この個別的差異を無視して同一の方向に向つて同一の發達をなすことは決してない。第一回の反動が既に第二回目に来るべき刺戟に對する反動の性質及び方向を固定的に規定するから、その結果生活體では外界との反動毎に後に來るべき反動の種類及び方向を規定して多數の反動の可能の中から固定的に或る反動をのみ發達せしめ、連續的にその傾向を強くして個別的生活過程の輪廓を顯然として描き出して來る。普通の見解によれば機械作用は繰り返すを以て特徴とする。途中の過程は複雑であつても或る週期の後には元に歸るのが機械作用であるといふが、生活體はこの機械作用によりながらも異なる個性の一度限りの特殊の不起の歴史を作るのを以てその特徴とする。科學の眼を以て見るときは二葉の松も既に無限の差異ある個性をもつて居るが、幾千百年を経て堂々天を摩するが如き巨樹大木となるときは、その輪廓は眞に明晰なる個性であり歴史である。蟲々として天に聳ゆる老杉、古檜、またその巨株の間を縫ふどころの矮樹の枝が巧妙なる姿を以て適應的生活を營んで居るのを見るときは、吾々は正に一個の歴史的社會を見る心地がする。

併し論じてこゝに至るときは吾々は一步進んで一體かゝる個別的歴史を作る生活體の元素その物が如何なるものであるか、今日經驗的に知られて居る原子の異なるが如く元素その物が本來的性質に於て異なるべきものであるか否かについて確め、以て以上述べたところが一時的便宜的觀察に過ぎぬか或は又科學の永久的眞理とすべきものであるかを明かにせねばならぬものがある。リツカードの自然科學的概念構成の考へ方によるときは既に一言したる如く原子化が進歩すればするほど個物の存在を否定せねばならぬのであつて、この科學的概念構成の極限に於ては全く原子一般 *das allgemeine Atom überhaupt* を承認するのみである。一切の個別的差異を超越した原子一般の外に元素がないといふのがこの概念構成の主張である。

この考へ方から見るときは勿論以上述べたところの個別的差異は否定せられねばならぬ。少くとも個物に對する見方が異ならねばならぬ。今日一部の經驗的化學に於て凡ての元素の差異を水素原子の組み合せ上の計量的差異に歸するが如く、凡ての生活體の差異を同一元素の組み合せ上の計量的差異に歸し、結局生活體には性質上の差異がないものと見ねばならぬに至る。さて吾々はこの問題を如何に解すべきものであらうか。私は以上述べて來た結果最も重要な問題としてこれを

攻究せねばならぬ。

三

前節では原子の個體的差異の事實について述べたが、本節ではこの事實に對する認識論的批判から初まらねばならぬこと勿論である。さて既に述べたる如く今日の經驗的化學に於ては吾々は元素の原子を以て質量及び重量の全く同じものであるとなし、これを原子量の一般的法則として化學の科學的體系を組み立てゝ居る。プラウト以來の化學で水素原子を以て原型原子となし、その原子量を以て單位とする計量的關係の一般的法則を取つたのが是れであるが、これは自然科學的概念構成による原子分析の一般的妥當事實に基いて立つた假定であつて、科學としては當然であるから、以來學者は熱心に各方面に渡つて精細にこの法則の妥當する事實の發見に努め、今日では多數の元素が水素原子の變形せるものであることを明かにしたのみでなく、なほこれに續いて他の一切元素も亦この原子の變形せるものであるといふことを一般に信じ得られるまでになつて居る。即ち凡ての元素が水素原子の transformation であるとの一般的信仰を抱き得るやうになつて居る。所がその水素原

子は文字通りに最終原子として愈分析されないものかといふに決して然うではない。これが一種の組織であるといふことは既に周知の事實であつて、分析は勿論可能である。今日の化學實驗では水素の原子量は一〇〇八である。この〇〇八なる量は今日の物理化學界では水素原子内を電子が非常に大なる速度を以て廻轉して居るために生ずる運動のエネルギーの質量に相當せるものであつて、アイントープの結果ではないとして居る。随つて水素原子は最早此上分析されることの出來ないものであるといふのが長岡博士の説であつて、(一七)物理化學界に於てはこの説を取るのが可なり多いやうであるが、併しこれは理論物理學からいふときは到底便宜主義の非難を免れざるものである。すでも述べたる如く水素原子は陽極及び陰極の電子から出來て居るものである。随つて電氣こそは最後の物質であつて、フアヤンもいつて居るやうにこの電氣が人々の永く求めて居つた第一次元の物質である。それから凡ての元素が作らるれば又全物質世界が作られると考へられぬではない。(一七)水素原子の粒子とか電子とかいふものになるときは今日の物理化學的知識から見るときは非常に分析の進歩せるものとして全く數學的計量的規定をしか有せざる純物理學的實體に近い感がある。併しこれは今日の經驗上のことで

ある。理論上物理學的認識の實體として要求するところの原子一般とは根本的に異なるものであつて、若しこの原子を認識論上類の概念を以て示すならばこれは只その一事例たるに過ぎぬ。正に一方は他方の極限であつて、永久にその概念構成の理想となるものである。全く物理學的認識に於ける統整原理である。随つて吾々はかゝる原子一般に對してはカントの認識的意味のイデーといふ時何等の概念をもこれに與ふべきものではなく、全く認識的人間に必然的に與へられたる課題と考ふべきものである。(一八)

私は斯の様な事情から自然科学的概念構成上では飽く迄も便宜主義の考へ方を排して批判哲學の先驗分析によつて進まねばならぬことと思ふ。この哲學により凡ての場合を通じて動かしがたき永久不變の點を原子分析上に發見するのが吾々の職分であるが、この點から見るときは前に述べた水素原子が $1 \cdot 0 \cdot 0$ の原子量を有するといふやうなことも以上の外になほ色々な問題があると思ふ。或はこの $1 \cdot 0 \cdot 0$ の原子が非常に小なる部分から出來て居つてその小部分にアイントロプがある結果かも知れない。兎に角自然科学的概念構成の先驗分析からいふときは水素原子

も勿論なほ分析さるべきものであつて、その原子量が 1.008 であるといふやうなことは如何にしても吾々の黙止して居ることの出来ない注意すべき事實である。この数字だけでもこの原子が一層小なる原子から出来て居ることを想像せしむるに足ると思ふ。斯の様な事情で奥國のエネルギーなどは電子よりも小なる副電子 subelectron の存在を唱へて居る。氏はこの副電子の存在が實驗的に示されるといふことを主張するのであるが、一般に今日の學界ではあまりに空想に近いものとしてこの主張に反對して居る。物理學者としては只原子の永久分析なる理論に動かされて直ちに斯ういふ副電子といつたやうなものゝ存在を承認するといふことは早計である。そこは何處までも物理學者として冷靜慎重なる實驗及び觀察によらねばならぬが、吾々の立場として原子認識の理論からいふときは、この副電子説が正當なるか否かは暫く別として將來何等かの形式で原子が更に小なるものに分析されねばならぬ。これは自然科学的概念構成が先驗分析による以上何等の疑問もなき所であるが、一般に原子量に小數位の端數のあるといふことは只アインストープがあるためといふよりも以上に何かこの原子よりも小なるものゝ存在すべきことを一般に示すものといつてよい。自然科学的概念構成の原子化から見るときは原

子は無限に分析さるべきものであり、随つて又この原子量の數字は今日の整数位以下無限に連續すべきものである。或は元素例へば炭素又は酸素の如きものでは原子量が丁度整数位で切り離されて居るが、これは只今日までの實驗に於て小數位の端數が見付からぬといふだけのことであつて、今後整数位以下幾桁かの處で端數を見出すに至るかも知れぬ。要するに今日に於てはこの原子量の法則は只一個の便宜的法則たるに過ぎなくなつて居るのであつて、この法則の示すところの最善の眞理はこの法則によつて吾々が化學的事實を相當に整理することが出来るには違ひないが、この法則の示す範圍内に於て各元素は個體的差異を有し随つて統一的計量的法則の一般的に妥當なるものを發見する迄には猶ほ幾多の新分析をなさねばならぬといふ物理的原子認識の告白である。

このやうな次第であるから今日ではこの原子量の法則は化學界ではあまり重んずる所とはならぬ。これよりも或る部分ではあるが化學的分析の餘程進歩せる新事實に基ける量子説の方が重要視せられるに至つたことは全く當然といはねばならぬ。實は初めこの原子量の法則を發見したるときは色々の點から見てこれが原子分析上最も進歩せる一般的計量的法則としてその妥當的價値を承認せられたの

であるが、その後の物理化學界に於ける元素分析の進歩は既にもいつた如くこの法則の豫定する如く凡てが原型元素たる水素の整数倍でないことを明瞭となし、一層純粹にして正確なる計量的法則として量子説の如きものを採用すべき事證が一部の元素ではあるがその分析からあがつて來て居るのである。私は將來この量子説が一般に原子量説に代る時節が或はあるでないかと思ふ。又今日の元素などは一般に複合的化合物と見らるべき時節が來るでないかと思ふ。併しこの場合の新元素又は量子説といつても、自然科學的概念構成から見るときは只分析が進んだために一層一般的なる計量的關係が発見せられたといふまで、あつて、勿論原子世界の概念の豫想する所謂認識すべからざる原子一般に比較するときは全く無限に進歩すべき原子分析上の一階段にしか過ぎぬ。随つてこの量子説をもつて最後の計量的法則としてその妥當を破るべき個別的差異の微分子が出て來ぬといふやうなことを考へるならば獨斷も亦甚だしきものであつて、化學界に於ける一般的計量的法則には今日の原子量の法則に見ると同様に、永久にこれを一般的内容とする個物の異例が現はれて來る。この異例によつて更に一般的計量的法則を發見するのが科學であつて、吾々は只何處までも原子の認識を以て認識的人間に與へられたる課題

としてその先驗分析を續けて往くべきのみである。若しこの分析に於て究極を求めらばそれは只極限法の概念に於て求むべきのみである。恰も $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \dots$ 近することが出来るが、 ∞ 物には原理上達することが出来ぬが如く、吾々は原子分析を如何に續けて往つたからといつて最後の原子に達することが出来ぬ。只無限分析の極限に於てこれに達せられるといふことを思想上承認し得るのみである。否、嚴密なる意味に於てはこの場合に於ける微分はなほ可算的微分である。微分とはいふものゝなほ有限の分割の微分であるから眞の微分ではない。眞の微分はこの有限の微分をさらに無限に分割したるもの即ち $\frac{1}{\infty}$ を更に無制限したるものでなければならぬ。即ち微分の微分でなければならぬ。自然科学的概念構成の極限に於ける原子が如何なるものであるかは、この微分の微分即ち原子の可算的無限分析の不可算的無限分析の場合に於ける微分の内容を吟味すればよいのである。故に私はこれについて吟味しようと思ふが、この場合の研究に數學に於ける集合論の思想が中心となることは斷るまでもないところである。

さてすでに述べたる如く自然科学的概念構成の範圍内に於ては原子は永久に分

析さるべきものであるが、斷るまでもなく如何ほど小なるものであつても原則として分析さるべきことを承認する以上はその原子はさらに小なる元素から成り立つて居る物體たることを承認するものである。随つてその元素の間には空間の存在することを承認するものであるが、原子の分析を幾回となく續けて無限にこれを反覆するときはその間の空間は次第に小となり、終には無限小となる。例へば一合の米を取つてこれを粒に分ち、その粒をまた分子に分ち分子を原子に原子を粒子に分ちといふやうに分析して往くときは一分析ごとに元素間の空間を縮小することが出來、吾々はこの分析をすゝめるときは無限その間の空間を縮小することが出来る。併し如何に分析を無限に進めたところがこの分析では吾々は全く空間をなくすることが出来る。随つて吾々はこの分析を進めるときは數學に於ける點集合によつて示さるべき空間に歸着せしむることが出来るが、更らにこの集合を一點に集約せる凝集點の如きものとなすことが出來ぬ。點集合と凝集點との間には數學上なほ大なる差異がある。數學では n ダイメンションの空間の點集合 A が一點 P に集約せられるときに n の P 。點を點集合 A の凝集點といふが、カラテオドリイの函數論による (一九) この P 。なる凝集點が點集合 A を一點に集約するためには點集合 A

の凡ての點をこの一點に非空間的に集約せねばならぬ。謂はゞ分布の稠密を自己内稠密にかへねばならぬのであつて、これには只可算的な點集合Aの凡ての點と一點に集約するを要するのみでなく、その作用中には空間的のものを非空間的のものとなすといふ飛躍がなければならぬ。即ち外延量的のものが内包量的のものにならねばならぬのであつて、私はこゝに初めて原子分析の極限があるものと考へる。

私は前に $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \dots + \frac{1}{2^n} \parallel \infty$ に於て n を無限大と考へるとき、 1 から $\frac{1}{2^n}$ に至るまでの數系列と 2 とは根本的に異なるものであつて、嚴密なる意味に於ては兩者を等しいものと考へる事が出来ぬ點について述べた、この場合に n を如何に大きくして 1 から $\frac{1}{2^n}$ に至るまでの數系列を無限大にした處が、この無限連續といはるべき 1 より $\frac{1}{2^n}$ に至るまでの數は可算數であるから、實は有限であつて眞の無限ではない。この有限的數系列とその極限と考へらるべき 2 との間には大なる間隔がなければならぬのであつて、この間隔を越へるためには吾々はこの有限的數系列眞の意味に於て無限的數系列たらしむるため、更らに $\frac{1}{2^n}$ を無限に分割したものの即ち $\frac{1}{2^n}$ を乗したものを分母にもつ數 $\left(\frac{1}{2^n}\right)^{-1}$ を考へねばならぬ。數學上集約せられたる點集合は無限點から成り立つが、 n の無限點は可算的であるといふ定

義の成り立つ理由はこゝにあるのであつて、(二〇)集約せらるべき點集合では吾々はなほ眞の無限小なものと考へることが出來ぬ。この無限は有limits無限の無限分析でなければならぬ。これと同じく吾々は原子分析に於て如何ほどその分析を進めても理想として分析が無限に可能であるといふ以上はこの分析では永久に空間を殘すものであつて、この空間のなくなるのは更らにこの分析に於ける最後の元素と考へらるべきものを無限に分析したる場合でなければならぬ。つまり極限の極限、無限の無限として普通の經驗的意味の分析の理想として示さるべき點集合の一點を更らに理想的意味に於て無限分析をなしたる場合でなければならぬ。物理學の先驗分析に於ける原子一般 *das allgemeine Atom überhaupt* といふことはこの高次の分析を考へて初めて解決せられる問題であり、可算的無限分析の上に不可算的無限分析を考へて初めて眞に考へらるべき問題である。

尤も數學に於ける凝集點と極限點とはなほ區別して考へねばならぬものがある。數學では上に述べた凝集點が只一つある場合に極限點といふのであるから、以上述べたところの凝集點を以て直ちに原子分析の極限點とするについては吾々のなほ考へねばならぬ問題がある。數學では數概念上點集合の凡ての點にこれを集

約せしむることが出來、隨つてその點集合の凡ての點を凝集點として考へることが出來る。どの點をとつても分布の稠密と自己内稠密との關係を自由に考へる事が出來る。併し原子の物理學的分析に於て同様のことが考へられるかといふに必ずしもさうではなく、この方には自然物理學的事實の約束があつて言はず語らず原子構造の最後の元素と考へらるべき點は極まつて居るやうな觀がある。原子の構造が微分的分析となるに隨つて純粹なる計量的關係に歸着するから、吾々はどの元素をとつて考へてもこれを最後の唯一元素と考へることが可能であるやうに思はれぬではない如くであるけれども、實際的物理學的分析に於ては分析を徹底することに共同的に或る一つの中心的關心を發見するに至るといふことは殆ど決定的眞理であるといつてよい。物理學史を見るときは石原博士もいつて居るやうに思惟し得べき理論的分析の中に於て或る一つ分析が常に他の分析を超越して必然的に優越の地位を占領し、一義的に物理學的原子の分析を決定する動かしがたき傾向を有して居ること、恰もライブニッツの豫定調和に導かれるが如き觀がある。今日の物理學史に於て分子の分析が原子となり、而して原子の分析がいはず語らず既にも述べたやうに水素原子の核の問題となつて居る。窒素原子の核には水素核もあり

ヘリウム核もあるが、このヘリウム核がさらに又水素核から出来て居るのでないかといふやうに凡ての原子構造が水素原子の構造に還元せられる傾向を有し、而してこの水素原子の核が又更らに小なる陽粒子を中心とするものであるといふことが明かとなり、凡ての元素の分析がいはず語らずこの方向に集中せられて居ることは私も既に述べたる所である。將來この小粒子が如何に分析されてその特質上如何なる名稱を與へられるか、私は物理学の現實問題の將來について豫言することは出来ぬけれども、その概念構成から見るときは多義的分析から一義的分析に進むといふことは自然の約束であるといつてよい。エルスバツハが理論的物理学の構造を論じたる際に、批判哲学によるときは思惟が経験の體系と結合し、経験の統一及び獨立の要求が思惟の自律性に對して便宜主義のもつ如き科學の獨斷的楔機をもたぬといつて、(二)物理学の認識の體系と一義的に一致すべき點のあるべきことを示したが、原子の數學的物理学的分析の極限に於て微分的原子が思惟の楔機となる點が即ちこの一義的分析の極限であつて、吾々の求める所の理想的原子は正にこゝにある。

さて然らばこの分析の極限としての一義的微分點は如何なるものであらうか、

私はこれについて考へねばならぬが、既に述べたる如く吾々が原子分析の極限に於て考へらるべき微分點は、原子の無限分析の極限に於て考へらるべき點集合の凡ての點を一つの點に集約せるものとして、凡ての意味で空間的には只一點である。全く空間の幾何學的要素としての一點である。故に吾々がこの極限點について考へるにあつては、第一この幾何學的點について考へる必要があるが、もとこの點は原子の立體的構造が幾何學的點に集約せられたるものであるから、吾々はこの空間の性質を現はすためにはこれをピタゴラスの定義に基いて

$$\sqrt{\frac{dx^2 + dy^2 + dz^2}{ds}} = 1$$

なる微分方程式を以てすることが出来る。所がこの微分方程式は第一讀者も知つて居るやうに恒常値である。何處かに軸を求めた上でなければ吾々は數學的觀察をなすことが出来ぬが、何處に軸を求めるとかは全く吾々の自由である。随つて吾々のこの觀察によつて得られるところの結果は常に相對的に止まらざるを得ねけれども、軸の求め方如何に拘らず吾々の常に一定の不變的結果に達すべき點の存在するといふことを示すのがこの方程式である。この方程式を只數學上の方程式として見るときは必ずしも空間的要素を示すものではない。只任意の三個の獨立變數の統合形式たるに止まるものであるが、この方程式の實際の意味

はかゝる數學の形式的概念以上に、立體的原子の先驗分析の極限に於ける空間的要素たる幾何學的點の實在を示すものである。科學の立場から見ても只原子の先驗分析の極限に於て得らるべき空間的要素に對する幾何學的點の形式にのみ囚へられるといふことはよくない。原子分析の本來からいへば、その極限に於て空間的要素として幾何學的點に達し、而して吾々はこれに微分方程式を適用することが出来るといふのがその本來的論程であるから、只その數學的思惟の楔機にのみ囚へられてその對象となるべき幾何學的點その物の實在性について考へぬといふことは、原子分析の極限に於ける微分的要素の *substance* を吟味する上に於て大なる缺點あるを免れぬ。

一點吾々が原子分析の極限に於てすでに述べたるが如く空間の幾何學的要素に達し、而してその要素の數學的價值がインバリアントであるといふことは、一口に論ずるならば吾々は個物の分析に於て個物以上に永久の要素を得るといふことである。凡ての個物は時間的空間的關係をもち、此處と今とに結び付けられて居るから、凡ての個體的制限を超越して全體の永久となることは出來ぬことであるやうに思はれるけれども、微分のもつ不變値となるときは凡ての個體的差異を超越して永久

に凡ての個物に妥當すべきものとなることが出来る。随つて吾々は只これを思惟の概念的形式以上にその對象の永久性を作るものとして實在を承認せねばならぬのである。數學は先驗的自由によるものであるから全く思惟の楔機によるものは違ひないが、この楔機によつて成立するところの幾何學的空間點は永久の對象性を有するものとしてそれ自身空間的實在である。これが數學と異なり數學的物理学に於て特に注意を要すべき點である。概念構成の上からいふときは物理学的認識は既に述べたる如く數學的認識に歸着する。これがアインスタインの理想であつて、吾々は數學的思惟の最も簡單なる形式の中に却つて自然現象の最も具體的な存在を發見することが出来る。この點から見るときは物理学的認識に於ても數學的思惟に於ける理性の先驗的自由を徹底するといふことは吾々には最も必要なるところであつて、カントルが數學の本質はその自由なるにあると看破したところに物理学の無限の意味を發見する。實際數學に於ては凡ての經驗的要素から離れて論理の先驗的自由に立籠り、この自由にのみ訴へて數學上の眞理を承認せねばならぬ。軸を何處に取るかは全く數學者の自由である。随つて特殊の經驗的事實には關係するところはないが、自由に軸をとるときは前に述べた

$$\left(\frac{sp}{sp}\right) + \left(\frac{sp}{sp}\right) + \left(\frac{sp}{sp}\right)$$

Ⅱ なる微分方程式が永久に成立するのが數學であつて、數學はこの點に於て全く
 思惟の楔機にのみ自由によるものといへる。然らばこの數學は只先驗的自由以外
 に何等の實在をも豫想せぬかといふに決して然うではなく、吾々はこの自由に訴へ
 て數學を構成するものゝ、この方程式によつても直覺せられるやうに積極的には本
 來只空間の直觀中に於てのみこの微分方程式が成立するのであつて、この方程式の
 成立するについては數學的思惟構成の課題として實は空間が與へられて居らねば
 ならぬのである。數學は論理の先驗的自由を以て根據とするに拘らずなほその根
 柢に於て純粹なる空間の直觀を豫想し、この豫想を思惟の總合的形式の統一によつ
 て實現すべき立場にある。只思惟の楔機中にあるとのみ思はれる微分の數も積極
 的には空間に統一せられて居る。ヒルベルトのユークリッド幾何學によるときは、
 幾何學の公理として第一に二つの異なる點 AB は唯一つの直線 a を規定するとい
 ふことがあげられてある。この公理に續いてなほ色々の公理を作り、これによつ
 て幾何學を組み立てゝ居るが、この第一公理よりも先きにこの幾何學に於てもこの
 直觀が豫想されて居るのであつて、西田博士もいはれて居るやうに數の系列の統一
 は積極的にはこの空間の直觀を考へて初めて理解されるのである。 AB とかいふ

やうに吾々が不連續を考へるのは、思惟の本來からいふときは元來物理學的分析の結果の抽象的産物であつて、全體の連續といふ方が直觀の直接的事實である。理論物理學では原この認識上無限分析といふことを考へるが、この無限分析といふことは實は連續的全體といふことをその根柢にもつて居るから可能なのであつて、數學ではこの全體の直觀といふことが最も重要な根本的豫想となつて居る。數の系列の統一は積極的には只この全體の直觀の空間内に現はれて來るのみであつて、幾何學的點の中には全體の無限の背景がある。點は部分と全體とを最も完全なる意味に於てそれ自身の中にもつところの *Ganzzahler* である。數學上微分が積分されて連續的量の無限體系を作るといふことは、微分が本來かゝる全體によつて統一されたる立場をもち、微分自身が全體的部分として全體を背面に於てもつて居るからである。

併し微分が全體をその背面にもつといふことについては、吾々はなほ溯つて以上述べたる所に新しき考察を加へねばならぬものがある。既に述べたる如く物理學は純粹なる計量科學となる點に於て數學に轉廻するのであつて、原子分析の極限では數學上の點集會と凝集點との關係が成立し、外延的量の關係が凡て内包的量の關

係に集約せられて終ふ。純粹なる連続といふことがこゝで初めて考へらるべきは既に述べたところであるが、コーエンも考へて居るやうにこの連続といふことは有無限の擴りをもてる數に對立する無限的の數の連続であつて、而してこの連続はその無限的といふ點に於て全く思惟の中にある連続であり、思惟の楔機としての連続であるから、吾々はこれを前に述べたる如く空間の連続問題として考へるよりも前者に時間の連続として考ふべきものである。この連続は本來思惟の繼起に關する連続であつて、次ぎから次ぎへとこれに材料を與へる。只數の上に於てのみでなく、運動の上に於ても、否、なほ廣く見て凡ての内容の上に於ても思惟にその材料を與へる。而も只與へられたる完成的事實としてこれを與へるのではなく、空間の場合に述べると同様に吾々に連続的思惟の無限の課題として與へる。材料を先きから先きへと取ることは時間の特徴である、Anticipation が時間の特徴であるが、この豫料が *Folgeschellende* であるところに時間の根本的事實がある。(二二) 原子の認識が吾々認識的人間に課せられたる無限の課題であるとか又は原子の無限分析が可能であるとかいふことは實は空間的連続と同様に時間的連続があつて、吾々の物理學的思惟に無限の課題を與へるからであり、空間の場合と同様に時間の直觀が吾々に思惟の課題

となつて居るからである。私はこれ等の點については後に教育の原理について考へる際に、直觀の論理的開展について論ずるときに充分これを述べて見たいと思ふが、こゝでは只微分方程式によつて示さるべき原子分析の極限點は、幾何學的點として無限の空間をその背景にもつと共に、又無限の時間を思惟の楔機としてその背面にもつといふことを示すに止めたい、微分點は時間空間の無限連續をその背面にもつ四次元的世界の全體であつて、思惟の楔機としての點は無限的の時間ではあるがその中には無限大の時間がある。微分が積分されて連續的體系の線を作るといふことは、その微分なるものが元來この連續的體系によつて一體に統一されて居るからである。カントは數と時間に基く圖式と考へたが、有限的擴りを有せる數に對する無限小の數、本來的數として只思惟の楔機となれるところの數は、本來時間の連續繼起を豫想せるものであつて、凡ての數學的記號の中で最も基本的なる十記號もこの豫想の中に成立する。原子の認識が吾々認識的人間に課せられたる永久の課題であることは既に述べた。又この課題に於て吾々は極限の極限、微分の微分を承認せねばならぬことも既に述べたが、この微分は思惟の楔機としては無限の時間をその背景にもつものであり、又經驗の體系の實在的統一者としては無限の空間をそ

の背景にもつものである。思惟と經驗の體系との一致する微分は無限大の時間と無限大の空間との一つに融合せる實在である。原子とか微分とかいふときは人は只極小部分のやうに想像するが、こゝに却つて時間的空間の積極的統一の全體的世界がある。點は内包的には正に無限の時間空間の積極的統一の連續的量を以て示さるべき世界である。

かゝる點から見るときは微分方程式には無限の興味が含まれたるを見る前に述べた微分方程式には當然時間の要素を加へてこれを
$$\sqrt{\left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dy}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dz}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dt}{ds}\right)^2}$$
 なる新方程式となすときに各々は原子分析の極限に於ける眞理を最も具體的に表現することが出来る。所がこの微分方程式は人も知る如くミ

ンコフスキーの世界を示す方程式である。物理学上の眞理を最も簡單なる幾何學的方程式によつて示すのがアインシュタインの理想であることは既に述べたが、ミンコフスキーはこの簡單なる微分方程式の中に最も完全なる姿に於て物理学の眞理の含まるべきを明かにした。氏によれば世界は凡て現象の生起に關して不變的永久的性質をもつものであつて、觀測者から見て獨立に現象の法則が實在するものでなければならぬ、これが思惟の極限として吾々の世界に對して要求するところであ

るといふにあるが、この微分方程式は一目しても判るやうに時間空間の融合せる世界が一定の曲率をもつた線を描いて運動する點の軌跡である。世界線といはれるのが即ちこの線をいふのであるが、この線の示すところによる時は、ニュートンの運動の三法則の中で最も根本的であつて、隨つてその力學の根柢となつて居るところの例の第一法則といへども、この世界の一瞬間に於ける状態を示すものに過ぎぬ。即ち a unique state of motion of a set of vector axes にしか過ぎぬのであつて、ニュートンは一瞬間に於けるこの運動状態が凡ての他の瞬間に於ける位置を決定するに足るものと思像してその第一法則を作つたのである。(二三) ニュートンの運動法則は抽象的想像的であつて、この微分方程式によつて示さるべき此世界及びその運動線は最も現實的具體的である。地上の空間に投げられた物體が拋物線を描くといふことは、その物體の各瞬間に取る位置の座標を一々言ひ表はす代りにこれを便宜的に總括して説明したものであるが、ニュートンの第一法則の運動が現實的具體的には時間及び空間の融合せる連續的世界に於て各瞬間毎に變つて行くべきことを最も簡單なる形式の中に示したのがこの微分方程式である。隨つて又この方程式は後に述べる如く世界の實在及びその因果が各瞬間毎に變つて行くべきことを示したものである。

私はこのやうな意味で原子化即ち原子の先驗分析の極限ではリツカートと反對に最も具體的なる世界を見るものと考へる。一つの點の中にも無限の時間の流れと空間の擴りとが集つて居る。世界點とか *here-now* とかいはれるものには無限の具體的實在がある。世界點としての微分は孤立の點ではなく時間上空間上無限連續の不可分の部分である。一つの點の中にも實は一切の過去及び未來に於て考へらるべき一切の世界がある。全く小宇宙の名に背かざるものである。個性といふときは凡ての過去の世界をその中にもつて居るのみでなく、又凡ての將來の世界を作つて行くべき可能をその中にもつて居らねばならぬが點は凡てこの資格をもつ點に於て立派な個性であるといつてよい。世界はその實在の根柢に於いて個性である。

併し吾々が元素の具體的個性を考へるにあつては、なほ最も重要な問題として考へねばならぬものがある。外ではない、前に私は原子分析の極限に於ける微分を數學的形式によつて只思惟の楔機とのみすることはよくない、時間空間上の實在と考へねばならぬことを提案し、それから私はこの時間空間上の實在について考へたが、この時間空間上の實在の考へも物質の考へを加へぬときは、なほ抽象的概念的

のものとして原子の微分的要素の考察としては事實に遠きを免れぬこと是れである。故に私は以上述べた結果當然この問題について考へねばならぬが、前に述べた原子分析の具體的一義的意義は本來この時間空間の世界と物質の世界との一致に於て發見せられねばならぬ筈であつて、思惟と經驗の體系とが一致するといふことは全くこの一義的分析の外にないのである。さて吾々は如何にこの兩者の關係を考ふべきであらうか。私はこの關係の考へに於ては、今日の物理學の考へ方は一口にいふならば便宜主義に陥つて居るものと思ふ。私は以上原子分析の極限に於て考へらるべき微分的要素について考へた。勿論この微分は既に述べたるところで、も十分明かなる如く、只單に先驗分析の極限に於てのみ認めらるべきものであつて、ライプニッツが零ではないが如何なる有限量よりも小なるものを以て微分と考へたやうな意味に於ける微分についていふのではない。これでは微分といつても零なる限界を設けるため、微分が無限分析によるとはいひながら、その微分は實際は有限分析のものであり可算的分析のものである。随つて眞の微分ではない。眞の微分は既にも述べたやうにこの可算的分析の分析即ち全く純粹なる思惟の楔機としての微分でなければならぬ。微分方程式が絶對的妥當を有するといふことはそ

の微分が本來この思惟の楔機によるからである。随つて微分の眞理は一般に先驗的分析の見方の極限に於ける眞理であつて、物質に對する見方に於ても勿論これではなければならぬ。フアヤンは水素原子の分析に於てその要素を兩極電子に歸し得べき點から、その電氣を以て原子の本質であるとなし、これを以て物質的世界を作るべき第一次元的質料であるとして居る。(二四) 併しこれは言ふまでもなく原子の經驗的有限的分析の結果に過ぎぬものであるから、勿論原子分析の極限に於て承認されるべき元素ではない。只その獨斷的假定の上に設けられたる第一次元的質料に過ぎぬのであつて、眞の第一次元的質料ではない。これに比較するときにはコーエンが極限法に於て無限小及び強さの概念に於て物質の概念を求め、前者の概念が後者の概念を規定するといつたことは直截簡明な斷案であつて、吾々はこの外に物質の概念の求めることが出來ぬ。(二五) 物理學上では原子は電子の運動體系であつて原子の形とか大きさとかいふものは靜學的に存在する譯ではないけれども、電子が非常に大なる速度を以て運動する故に——實際電子が水素核を廻る速度は地球が太陽の周圍を廻る速度の百倍である——他物をしてその運動の軌道内へ入れしめぬコントラクションをもつことが出来る、即ち大きさをもつことが出来るといふのであるが、

物理學的認識からいふときはこのコントラクションによつて大きをもつといふ現象を生じ、物質なるものが生ずると考へられるためには第一既にのべた時間空間の世界が先行的規定要素となつて居らねばならぬことは勿論、なほこのコントラクションをもつといふことそれ自身が何かの形式でこの時間空間の世界その物のもつ働きとして考へられるものでなければならぬ。一體物理學上に於て或る物體がコントラクションをもつといふことは、最も廣い意味でいふときはその物體が一つの元素として他の物體と力學的に函數關係をもつといふことであるが、この函數關係といふものは數學的には本來或る變數の代表する數の集合の各の要素に他の變數の代表する數の集合の要素がそれ／＼對應する關係を表はす法則をいふものであるから、田邊博士「數理哲學研究」一五七頁「原子と電子との關係の如き場合にはこれを函數關係と見るのが最も適切なる見方であつて、分析が進むに隨つて吾々は一層明晰なる關屬無限小の函數關係によつてこれを示すことが出来るが、この關係は原子分析の極限に於て點集合と凝集點との關係によつて示される函數となるときに最も理想的に明晰となる。原子がコントラクションをもつといふことは結局この微分的要素の函數關係によりて示さるべき係數の値に歸着する。所がこの要素

は既に述べたる如くミンコフスキーの世界であるから、吾々はこの係数の値をこの世界が世界線を描いて運動する一定の曲率に求めるのが至當である。即ちこの世界の示す微分方程式の coefficients に求めるのが至當であつて、この coefficients の外に物質はない。この點に於て私は人も知る如くアインスタインが四次元の世界即ち前に述べた時間空間の四次元の世界が曲率をもつ點に物質の存在を求めたといふことは至當の物理學的概念であると思ふ。

物質の特徴を以て視覺や觸覺に現はれる印象に求めるといふことは最も常識的なることであるが、これが必ずしもその本質を示すものでないことは吾々の改めて辯ずる迄もないところである。併しそれかといつて顕微鏡の特徴に訴へても矢張五十歩百歩の違ひである。分子は今日吾々の有する顕微鏡では見られぬが、分子が物質の構造上基礎的要素であることは物理化學に於ては最も明瞭なる事實である。併もこの分子が基礎的要素であるとして見れば、原子電子が更にその要素として一層確實なる實在を有するものといはねばならぬのであつて、今日の原子論の立場からいふならばこの原子に物質の實在を求めるのが至當であるといつてよい。所が私の既に論じたやうにこの原子といへどもなほ經驗的要素に過ぎぬのであつて、理

論物理學に於て吾々が事物の要素を求めらば結局先驗分析によつて今日吾々の最小元素とする電子の無限分析の極限に於てこれを求めるの外ない。尤も私はこの先驗分析の指導に基いて今後如何なる新元素が発見せられるか、少しもこれを豫言することが出来ぬ。併しそれに拘らず理論的物理学の構成上原子は無限に分析さるべきものであつて、その極限に於ては形式的には全く時間空間の四次元の世界となつて終ふことは理論物理学として動かしがたい眞理であるから、若し吾々が物質を求めるならば物理学としてはこの世界の中に求めねばならぬことは何の躊躇をも要すべき所ではない。所がこの世界は既に述べたる如く最早凡ての意味に於て大きをもたぬものである。只その *Solutions* として微分方程式によつて示し得べき曲率をもつのみであるから、この曲率に物質を求めねばならぬことも亦疑ひのないところである。

さて然らばこの曲率が生ずるといふのは如何なることであらうか。これを知るにはこの世界が世界線を描いて運動する状態を考へて見ねばならぬが、勿論この世界は本質上凡ての事物及び現象の根基となるものであるが、それ自身は他の事物によつて作らるべきものでもなければ、又動かされるべきものでもないから、自己を維

持すべき性能をもつて居ることは勿論であるけれども、孤立的に自己を維持するのではなく、一切の變化中に於て自己を維持しながら新しき世界を作つて往くのであるから、その中には維持性と共に整理性ともいはるべきものをもつて居らねばならぬ筈であり、ワイルの *Beharrung und Einstellung* がなければならぬ筈であつて、こゝに初めてこの世界に特殊の曲率を生ずる譯である。私はこの曲率を作る性能に物質の特徴を考へたいが、かく考へるとなほ進んで考へねばならぬものがある。一體世界がその運動上かく一定的に自己を維持しながら一定の曲率を描いて運動するやうに自己を整理するには、その世界實在その物の中に運動の各瞬間ごとに特異性 *Singularität* を生ずる不合理性又は無理性 *Irrationalität* がなければならぬ。この考へには吾々の物理學的思想に影響すること最も大なるものがある。ニュトンの運動法則によるときは、物體は他の力を加へぬときは永久に同一の速度を以て同一の方向に直線運動をなすといふのであるが、かゝる運動は既にも批評したるやうに或る一瞬間に於ける運動状態を永久に持續するものとしての想像に過ぎぬのであつて、實際に於ける宇宙の物體の現實的運動では瞬間ごとに異なれるヴェクトルが現はれるために、永久に特異性の運動をして居るのである。而してこの特異性は函數關係をもつ

運動の維持性及び整理性の概念分析によるときは、結局獨立的微分要素その物のもつ無理性でなければならぬ筈であるから、この點に於て宇宙の現象はその元素的極限に於ては永久に自發的創造と見らるべきものである。時間空間の四次世界から見て世界は既に述べたる如く個性であるが、これは更らに進んで考へるときは、この四次元の世界がその *coefficients* として無理性をもつて居るからであり、その實在的根據に於て自發的創造であつて、世界はその創造を時間的空間的に統一して往くからである。原子の一義的分析によつて得られる微分はかゝる個性であるといふにつきる。

理論的物理学に於てはアインシュタインの相對性原理の根本的要求として光や電磁氣現象の媒質となると共に、なほそれ自身がこれ等の現象の起原となるべき物質となり得るやうな不變的獨自的世界を求めらるが、この世界は理論的物理学からいふときは、この四次元の世界の *coefficients* として認めらるべき創造性不合理性の外にあるべきものではないのであつて、次元からいつても今日の經驗物理学で考へる電氣などよりはなほ幾次元が與にある。この點から見るときはワイルが以上の微分方程式を最も簡單なる形式に纏めたる *the linear groundform Dirac's* のもつ *co-efficients* をもつて

直ちに the electromagnetic potentials と同一に考へんとした態度には、(二六)理論的物理学から見て便宜主義の非難を免れざるものがあると思ふ。氏が時間空間の世界から物質世界の單位を求めて電子を以てこれに擬したが、氏自身が石原博士もいつて居るやうに物質的要素としての陽電子と陰電子との相違を自然的に説明するの困難に陥つたのみではなく、なほ電子が如何なる性向によつて原子を作るかその整理性を明かにする事能はざる困難に面したのも、(二七)全くこの便宜主義から起つたものに外ならぬのであつて、吾々はこの困難から逃れるためには電子に對する見方を改めて只簡單に微分方程式によつて示さるべき曲率を以てするの外なく、否、なほ一歩進んでこの曲率を生ずる物質性の不合理的創造性を以てするの外ない。現今の有名なる物理學者は時間の世界と物質の世界との間に連絡をつけ、而して電氣を以てこの問題を解決すべきものとなさんとするけれども、時間空間の世界に於て理論的に承認さるべき物質の根源と電子との間には越へることの出来ない溝がある。随つてワイルは『空間時間及び物質論』に於て電磁場の微分方程式の普遍妥當なるべきを主張し、如何なる場合に於ても場の微分方程式は自然の物理的法則を最も完全なる形式によつて包含するといつて居るが、(二八)私はこれにはなほ考ふべきものが

あると考へ、微分方程式が自然の物理的法則を最も完全なる形式に於て包含するといふことは、電子ではなくその理想的元素たる微分に於てあると思ふ。勿論ワイルほどの學者はこれ位のことを知らぬではないが、そこは矢張物理學者であつてこの物理學的原理を経験的に電子の上に於て證明せんとする焦りがあるものと思ふ。これでは恰も原子量の法則によつて原子の化學現象を説明せんとしたときに到る處にその異例を見たやうに、電磁場に制限される微分方程式によつて説明せんとする企てに到る處故障を生せざるを得ぬ。これは既に氏自身も氣付いて居るところである。私はかゝる場合に於ても何庭までも批判哲學によつて物理學の經驗的事實と理論的要求とを截然區別して考へ、電子の可算的分析に對する不可算的無限分析に於て承認さるべき微分方程式にのみ物理學の原理を求めねばならぬもの信じ、而して又自然科學的概念構成ではこの微分方程式が最も具體的眞理をもつと共に元素の個性が自然の最高の眞理であることを信じない。隨つてワイルが右の書物の結論中に於て運動の相對性の直覺的原理は大きな相對性の原理を伴ふといつたことも、(二九)只この微分方程式の上に於て解さるべきものであると考へると同時に、この運動及び大きさは凡てその本來的物理的性質に於て個性的であることを信じ

たい。同時に私は以上述べて来たところの全體の結論としてリツカートの自然科學的概念構成の意見に反對して、この概念構成に於て最も具體的眞理は個性であると斷定したい。氏によれば自然科學は一般的概念構成を目的とするものであつて、最後の自然科學から實在と考へられるところの概念世界に對しては個物の自然科學的認識は不可能である。(三〇) 個物を自然科學として理解せんとするときは直ちにその支配から脱して個性を失つて終ふ。自然科學の概念構成では本來内容に充ちたる個體的現實には近寄ることが出来ぬとまで放言するのであるが(三一)私はこの概念世界に於てこそ眞の意味に於て本來的個性が考へられ、吾々に凡て個性の前方をなすべきことを教へるものであると思ふ。最後の自然科學で實在と考へらるべき概念世界こそは思惟が經驗の體系と一致せる點に於て唯一の實在界であつて、その微分方程式によつて示さるべき世界は唯一の個性の世界である。(未完)

(1) Lotze—Mikrokosmos, I, p. 93.

(2) Onslow—Plant Biochemistry, p. 39.

(3) Lardue—Mechanism of Life, p. 16.

(4) Onslow. Op. cit., p. 29.

(5) ♪ ♪ p. 15 & 8.

- (6) " " p. 42 & 45.
- (7) Lammersten—Lehrbuch der physiologischen Chemie, s. 210 & 43.
Haas and Hill—An Introduction to the Chemistry of Plant Products, 1, p. 355.
- (8) Keller—Electricität in der Zelle, s. 144.
- (9) Fajans—Radioactivity, p. 8.
- (10) " " p. 71.
- (11) " " p. 104—5.
- (12) " " p. 104.
- (13) Ricker—Die Grenzen der naturwissenschaftlichen Begriffsbildung 4Auff., s. 156.
- (14) Haas and Hill—Op. cit., p. 67.
- (15) Lotze—Op. cit., p. 84.
- (16) 長岡半太郎—原子構造 哲學雜誌—第四一八號六九—七〇頁
- (17) Fajans—Op. cit., p. 114.
- (18) Ricker—Op. cit., s. 509.
- (19) Caratheodory—Vorlesungen über reelle Funktionen, s. 111.
- (20) " " " "
- (21) Eisbach—Kant und Einstein, s. 156.
- (22) Cohen—Kants Theorie der Erfahrung, s. 55.
 Logik der reinen Erkenntnis, s. 152—4.
- (23) Weyl—Space Time Matter, p. 282.

- (24) Pajans—Radioactivity, p. 114.
- (25) Cohen—Kants Theorie der Erfahrung, s. 55.
- (26) Weyl—Op. cit., p. 283.
- (27) 石原純—物理學の基礎的諸問題 三四四—三四五頁
- (28) Weyl—Op. cit., p. 276.
- (29) ” ” p. 282—/3.
- (30) Rickert—Op. cit., s. 160.
- (31) ” ” s. 151.