

最近に於ける精密自然科學の基礎の變革

ハイゼンベルク

原 光 雄 譯

此はハイゼンベルク教授が一九三四年九月十七日に獨逸自然科學者醫師會の總會の席上でなした口演である。テキストは雜誌「Naturwissenschaften」一九三四年第四十號（十月五日發行）所載のものを引用した。（譯者）

プランクに依る作用量子の發見に始り、相對性理論及び量子論をその精神的內容とする所の近代物理學の發展は最近一段落がついた。より廣い經驗領域に此の新發見の原理を適用する事は、此等の經驗領域が今迄よりも一層詳細に互つて實驗的に研究された後に可能となるであらう。而し乍ら今や、現今の種々なる意見の論争に依て生じた歪曲から離れて、能ふ限り客觀的に其の意義を明かに爲し得る如く、此の發展を述べようと試み得るであらう。

約三十年前に終結を告げた所の古典物理學は若干の基礎的前提の上に立つてゐる。此等の前提は精密自然科學の自明なる出發點として、それ自身何等の證明及び議論をも要しないと思はれたのである。即ち、物理學は物體の空間に於ける行動及びその時間的變化を取扱ふと云ふ前提である。此に依て、物理學の基礎をなしてゐる經驗の特徴が先づ示されてゐるのであるが、その經驗の歸結である所の、物體の若干の性質も亦同時に之に依て既に確定されてゐる様に思はれる。かくして吾人は次の如き默認せられたる假定に達する。即ち、物理學は諸現象の凡ての觀察に無關係な、客觀的な時間的及び空間的經過を與ふるといふ假定、尙又、時間及び空間は、あらゆる

る現象の、互に完全に無關係な固定的な排列形式であり、その限りに於て、凡ての人間に對して共通なる客觀的實在を示してゐると云ふ假定である。

十九世紀の自然科学的世界像がその當然なる歸結であつた所の、古典物理學に於ける此等の基礎的前提は、先づ第一にアインシュタインの特殊相對性理論に於て攻撃を受けた。この理論の根本的思想に關しては、此處ではその方法的地位を理解するのに必要な程度で言及するのに止めたいと思ふ。夫は一の窮境から生じたものである。古典物理學は或種の微妙なる實驗——特にマイケルソンの有名なる實驗——を理路整然と説明せんと試みた際、矛盾に陥つたのである。それ故に、研究は必然的に次の事柄を明かにする様にならざるを得なかつた。即ち夫の古典的説明の一前提は、之に常に附き纏うてゐる所の不正確さを以て、吾人の日常經驗に對應して居り、上の如き直接知覺し得ない領域に於ては直接的經驗に依て支持されて居らず、依て之を放棄し得るといふ事である。而して其は、二つの事象が假令同一場所に起らなくても

之を同時だと稱する事は、確乎たる意義を有してゐるといふ假定である。何等かの知覺に依て吾人が——少くとも原理的に云つて——之に關して何か經驗し得る様な諸事象は「過去のもの」であるとし、その經過に——少くとも原理的に云つて——尙吾人が關係し得る様な事象は之を「未來のもの」であると呼んで居る。吾人が夫について何か經驗し得る様な事象と、吾々がその上に之を變化し得る様な事象とは、「現在」と呼ばれてゐる所の無限に短い瞬間に依て分離されてゐるに過ぎないとの信念は、吾人の日常經驗に對應してゐる。古典物理學の此の默認せられたる假定は——吾々をして特殊相對性理論を承認するべく餘儀なくせしめた實驗的諸研究に依て——誤である事が證明せられた。寧ろ、吾人が「過去」と呼ぶ所のものと「未來」と呼ぶ所のものとの間には、尙僅かながら有限な時間が存してゐるのであつて、此の時間の長さは、「過去」か「未來」かの決定に當つて居る觀察者達の、その時間的經過が問題となつてゐる所の諸事象が起つて居る場所からの、距離に依て定まるのである。然してかゝる

認識を導き出した理論は、多數の實驗的證明に依て、凡ての近代物理學の自明なる基礎となり、古典力學や熱學と同様に、精密自然科學の強固な、永久に確保された財産として重きを爲して居る。其の非凡なる意義は第一に次の如き全く豫期せざりし認識、即ち古典物理學に依て示されたる道を徹底的に追跡して行く事に依り、斯學の基礎を變革せねばならなくなるといふ認識に存する。吾人は下に於て斯の如き事情に尙屢々遭遇するであらう。最近の諸理論は、精密自然科學の中に云はゞ外部から持ち込まれた革命的諸觀念(Die)より生じたものにあらずして、寧ろ古典物理學のプログラムを徹底的に遂行せんと試みた際、自然が吾人の研究に強要した所のものなのである。夫故に此點に於ても亦、近代物理學の發端は以前の大變革、例へばコペルニクスの業績と同列には置き得ないのである。コペルニクスの思想は、當時の自然科學思想界へ極端に外部から持ち込まれたものであり、それ故に、近代物理學の根本思想が今日惹起したよりもずっと痛烈なる科學の變革を惹起せしめたのであつた。

最近に於ける精密自然科學の基礎の變革

時間の概念の修正に附け加へて、一般相對性理論は空間の幾何學性質の修正を齎した。此の理論が、今だに取り残されて居る所の二三の複雑な天文學的觀察を正しく説明するならば、幾何學と空間に於ける物質の分布との間には一の關係が成立する事になる。然らば、ユークリッド幾何學は唯小空間領域に於てのみ其の權利を保有するに過ぎず、他方に於ては、空間は大きく見ると、直接的觀察に對應してゐるものとは全く異なる構造を有する筈である。未だ一般相對性理論は特殊相對性理論と同程度には實驗的に證明せられて居ない——今迄の所、如何なる實驗も確定的に之に矛盾してはゐないけれども。夫の説得力は、此迄解し得なかつた澤山の觀察結果を説明する事にあるのではなくて、以前には自然科學者の眼に入らなかつた所の一の新しい思考の可能性(Denkmöglichkeit)を創造した點にあるのである。かゝる新しい思考の可能性の力が如何に大なるものであるかは、歴史に於てコペルニクスの學說の例が明かに之を示して居る。コペルニクスの思想は、經驗の正しい敘述といふ點では、當初ブ

トレマイオスの見解に殆んど優る所が無かつたと云ふ事は、最早今日一般には知られてゐない。尙又、ガリレイがコペルニクスの命題のために擧げた所の實驗的證明は今日吾々が一般相對性理論のために擧げ得る所のものよりも遙かに必然性の少いものであつた。夫にも拘らずガリレイが全力をあけてコペルニクスのために代辯をした理由は、地球が太陽の周りを廻轉するとの主張に従へば、不合理に陥らないと云ふ事實で充分だつたのである。同様にして、宇宙に於ける幾何學は物質の分布に依存するとの主張に従へば不合理に陥らぬといふ事實こそは、あらゆる實驗的確認の有無に拘らず將來の研究に大なる影響を及ぼし、ために引力の理論は將來一般相對性理論に觸れずに居る事は決して無く、之に依てのみ成就され得るであらう。

相對性理論が、自明と考へられてゐた精密自然科学の基礎は新しい經驗に依て變革され得る事を示してより僅か十年にして、古典物理學の眞の核心、即ち、諸事象は時間及び空間内に於てあらゆる觀察と無關係な答觀的な

經過をなすと云ふ信念は、種々なる實驗的發見に依て侵略せられた。而して此等の發見はその結果としてボールの原子構造論に到達したのである。量子論に於ても亦、古典的自然敘述の根本法則の背馳が起つたが、夫は此迄物理學に取つて未知な新思想が吾々の科學の中に侵入したためではなくて、寧ろ此處でも研究は一聯の銘記すべき實驗的發見に依り、一步一步と古典物理學の立脚點を捨て去らねばならなかつたのである。量子論に於ては、プランクに依る作用量子の發見以後最も重要な第一歩はレナルドとアインシュタインとの研究に依て得られた見解、即ち、多くの干涉實驗に基いて波動と考へねばならなかつた光が、ある種の實驗に於ては粒子の性質を示すといふ見解、であつた。夫故に吾人は此新理論の冒頭に於ても亦、古典物理學がある種の實驗を自己の見地から徹底的に説明せんとして陥つた所の内的矛盾を見出すのである。然してラザフォードの實驗に基礎を置く所のボールの原子論に於て、古典的合則性と以前の物理學に取つては全く未知な合則性と二重性が一層はつきりと

現れたのである。その後此の理論は一聯の實驗的及び理論的研究に依り強固なる基礎を獲得した。それらの研究に關しては、數例として、一方ではフランク及びヘルツ、シュタルク、シュテルン及びゲルラッハ等のもの、他方ではゾンマーフェルト、クラームルス、ボルン、パウリ等のものを擧げるに止める。次でドゥ・ブローイは物質の舉動に於ても亦、波動なる觀念と粒子なる觀念との二重性がある事を發見した。最後にゲッチェンゲン一派の人々やデイラック及びシュレーディンガー等の時を同じうしての仕事に依り、諸種の實驗結果を數學的形式で綜合する事が出來、之がため物理學的研究の基礎に對して新しいはつきりした狀態が作り上げられた。此の狀態の分析はボールの力に依るものであつて、此處では亦その概略のみを示す事しか出來ない。之に依れば、原子的現象を研究するに當つて、次の如き本質的不調和を避け得ないのである。即ち、一方に於ては吾人が自然に向つてなす所の實驗的質問は古典物理學の直觀的概念を用ひて定式化されて居り、特に直觀的空間及び時間に關する概念を用ひて

ある。何となれば、吾人は實に、此のあらゆる日常生活の對象に適合した言葉（例へば之を用ひて測定裝置の構造を述べ得るのだ）の外は何一つ有して居らないし、又時間及空間に於てのみ種々の經驗をなし得るからである。他方に於ては、實驗狀況の表現に適してゐる數學的形象（Gebilde）は、多次元の配置空間（Konfigurationsraum）に於ける波動函數であつて、かゝる波動函數は單なる直觀的説明では理解し得ない。斯うした不調和のために原子現象の記述に際しては、古典的概念を用ひて敘述される所の觀測者の測定裝置と、その舉動が一の波動函數に依て表現される所の觀測對象との間に、必然的に切れ目を附けねばならなくなる。而して此の切れ目の、觀測者の居る側に於ても、觀測對象がある方の側に於ても共に、凡ての事情は——此方側では古典物理學の法則に依て、向ふ側では量子力學の微分方程式に依て——判然と一定して居るのに、切れ目の存在は統計的關係の出現と成つて現はれる。即ち此の切れ目の場所に於ては、觀測手段が觀察對象に及ぼす作用は、一部分は抑制し難き

妨害と見做されねばならぬ。凡ての觀察に必然的に結び付いて來る所の、かゝる原理的に抑制不能な一部の妨害作用は、幾重もの意味に於て重要なものである。第一に其は、量子力學に於て統計的自然法則が出現する根據である。第二に其は、古典的概念の適用性に對する一の制限を導き出す。それ故に、古典的諸概念が自然の敘述に有意義に使用され得る精確度は所謂不確定性關係 (Unbestimmtheit relation) に依て制約される。此の精確度の制約は古典的概念に對して正に自由の程度を賦與する。而も此の自由の程度は種々なる直觀的な像 (Bild) (かゝる像の下に一定の物理的現象が現れ得るのである) —— 例へば粒子の像及び波動の像 —— を合理的に結び付けるのに必要なものである。最後に、此の原理的に抑制し得ぬ一部分の妨害作用の助に依り、(個々のものに至る迄追求し得る驚くべき方法で) 古典的及び量子論的法則界を切れ目の場所で矛盾無く互に結合し得るので、諸法則の纏つた一體系が出來上る。切れ目の位置——即ち、對象の何れを觀測手段とし、何れを觀測對象と見做すか

といふ問題——は、自然法則の定式化に對しては無關係だと云ふ事は、此の場合特に決定的な事である。此の見解からして、量子力學の終局性に對して屢々提出される所の異議に遭遇する。それは熱學の背後にボルツマンの原子力學が潜んでゐたのと同様に、量子力學に依て定式化された統計的關係の背後に、自然の此迄吾人に知られてゐない別な決定條件 (Bestimmungsbedingung) に對する、決定的な自然法則の一體系が尙隠れてゐるかも知れぬといふ異議である。此の臆説を正しく研究する事に依て、これらの新自然法則は嚴密に決定せられてゐる量子力學の結果と矛盾するに違ひないと云ふ事が間もなく分つて來る。量子力學は自己の陳述を補修する餘地が無い、何となれば量子力學が不確定性を包含する唯一の場所は前述の切れ目なのであるから。若しも一定の自然現象に依て定められた何等かの場所に於て、量子論の不確定性を之が補修に依り除去せんと欲するならば、量子力學とかかる補修の試みが矛盾する事は、當該場所からその切れ目を除去する事に依て、明かとなるであらう。

夫故に直ちに次の如き一層一般的な問題、即ち、近代物理学に依て強制せられた所の、精密自然科学の基礎の變革は、どの程度に迄確定的のものであるかと云ふ問題が生ずる。換言すれば、凡ての觀察者達に共通な客觀的な時間の度盛とか、あらゆる觀察に無關係な時空に於ける現象とか云ふ考を自然科学者は永久に斷念せねばならぬか、それとも斯うした最近の進歩は一時的な危機にすぎないと見做すべきか、を論じなければならぬ。而して私は、かゝる斷念は終局的(確定的)のものであると信すべき極めて強固なる諸根據がある様に思ふ。此等の根據を説明せんがため、先づ一つの比較を示さう。古代自然科学の生誕以前には、人間は地球を平たい圓板と考へて居たが、アメリカの發見と最初の世界周航とに依て、此の信念は永遠に破棄せられた。勿論昔時と雖も誰一人として此の大地の圓板の縁を見た者はなかつたが、夫にも拘らず、この「世界の涯」と云ふ事は、之について語られた多くの傳説や、之と關係ある人間の空想に依て、姿と生命とを與へられて居たのである。吾人は、凡てを探究

し且又世界の涯までも旅せんと欲する所の、人間の古い動機を知つてゐる。當時は世界の涯といふ問題は一定のはつきりした意味を有して居たのである。コロンブス及びマジエランの發見旅行に依て、此の問題はナンセンスなる事が永遠に立證され、かゝる問題と結び付いてゐた思想界は凡てお伽話の世界に變つて了つた。人類が世界の涯といふ問題を斷念して了つたのは、彼等が地球の全表面を隈なく探究したからではなくて——何となれば今日ですら尙且吾人はまだ地表面の個々の部分については知つてゐないから——、コロンブス及びマジエランの旅行が、新しい思考の可能性即ち地球は球形であるといふ假定を、否應なく採用せねばならぬ事の明白なる證明であるからして、此の問題を斷念する事をもはや斷念などと感じなくなつたがためである。絶對的な時間の度盛とか、時空に於ける客觀的な現象とか云ふ問題(近代物理学は之を斷念せよと説いてゐる)も亦、之と全く同様な關係にあると私は思ふ。之を信じてゐる人々の中の誰一人として、此の様な概念の意義を直接經驗に依て確めた

者は無いのである。換言すれば、此も亦「世界の涯」と云ふ假定と同じものなのである。此の場合、古典物理學の、かゝる問題と共に直ちに葬り去らねばならぬ思想界は、コロンブス或はコペルニクスが破棄し去つた所のものよりも遙かに活氣の少いものである。夫故に近代物理學に依て餘儀なくせられた所の吾人の世界像の變革も、十五及び十六世紀の變革に比すれば痛烈なものではない。量子論の説得力も亦、吾人が電子の位置及び速度の凡ての測定方法を隈なく調査し盡して、不確定性關係は全く不可避的であつたと云ふ點にあるのではない。コンプトン及びガイゲル及びボーテ等の實驗結果は、量子論に於て創造せられた思考の可能性を必然的に使用せねばならぬ事の明瞭なる證明であるからして、古典物理學のこれらの問題を斷念する事は最早斷念などと思はれないのである。自然の助力に依て吾人が得た所の此の新しい思考の可能性の中にこそ近代物理學の眞の力が存してゐるのである。それ故に、新實驗に依て尙も時空に於ける客觀的現象とか、絶對的時間とかの痕跡が発見されるだらう

といふ希望は、南極地方の何處か未探檢の部分で世界の涯が見出されると云ふ希望よりも根據の無いものであらう。尙別な點に於ても比較が行はれ得る。即ち、地中海沿岸の諸國の地理に對してはコロンブスの發見は重要なものではなかつた、又有名なゼノア人の探檢旅行に依り當時の世界に關する確實な地理學的認識が顛覆せられたと主張するのは全く誤謬である。之と同様にして、今日物理學の崩壞について語るのは誤謬であらう。物理學の尨大なる古典的部門、例へば力學・光學・熱學等に於ては近代物理學に依て何等の變化をも受けてゐない。唯、吾人が世界の限られた部分の知識から出發して、輕率にもその未探檢の領域に關して描いてゐた所の像のみが決定的な變化を蒙つたのである。而し乍らかゝる像は研究の進路に對して指針的のものである事は勿論である。

最近理論物理學に於て起つた事柄を上述の如く短く且表面的に概觀した後、尙進んで此等の現象ほどの程度に迄重要か、又今後の自然科學思想の形成に如何なる作用を行ひ得るか、等の諸問題について述べなければならぬ。

自然科學には二つの任務が課せられて居る。即ち、夫は自然に關する知識を人類に與へ、以て彼等が自然力を有益に利用する様に努むべきであり、第二に、夫は自然の相互關係を現實的に洞察する事に依り人類に自然界における正しい狀況を指示せねばならぬ。第一の任務は最近の百年間に於ける自然科學及び技術の發展を支配したものであつて、それ故に、先づ第一に吾人の注目の對象とすべきものである。理論物理學の成果は（夫故に相對性理論及び量子論の中に貯へられてゐる諸々の知識も亦）、直接的には技術の進歩に貢獻し得ないであらう。寧ろ理論物理學は技術に對し、間接的に且長期間の後に、その影響を及ぼすのである。此の場合、二つの影響を區別すべきである。即ち第一には、課せられたる任務を完全に果す所の装置の構成は一般にそこに於て作用する所の諸自然法則の正確なる知識を前提とする。例へばダイナモ又は高周波装置の構築には、マックススウェルの方程式——これが技術者に熟知せられた形で現れやうと、果又物理學者が熟知してゐる形で出て來やうと——の知識が必要で

ある。同様にして將來に於ては原子現象を利用する所の装置の構成に對して、原子物理學の諸法則の知識が不可缺となるであらう。然し乍ら近代物理學がこれを成就する迄には尙長時日が經過するであらうと思はれる。第二の影響としては、物理學的研究の進路（終局的には技術の進路も亦）は大部分理論の進歩に依て決定せられるであらう。此處に於て、最近獨逸の學界に於て屢々歪曲して述べられてゐる所の、實驗物理學と理論物理學との關係について一言しなければならぬ。實驗的研究が理論的認識の全く必然的な前提條件をなしてゐる事、及び、原理的な進歩は思索に依て、はななくして諸實驗結果の重壓の下に於てのみ得られるものである事は自明である。然し他方に於ては、實驗的研究が進んで行く方向は、屢々理論の進路に依て決定せられると思ふ。近世自然科學の擡頭以來、理論と實驗との關係を決定した所のかゝる協同作業の最も顯著な實例は、恐らくティコ・ブラーエとケプレルとの共同事業であらう。遊星運動に關するティコの彪大なる實驗結果（之をかくも精確に蒐集する事はケプレル

には爲し得なかつた)は、ケプレルの仕事に對して必要に缺くべからざる前提條件であつた。而もその後幾世紀間かに於ける天文學の進路はケプレルの發見に依て決定せられたのである。然し乍ら、經驗と理論的知識との交互作用を見るためには、そんな昔に溯るを要しない。即ち、近代物理学に於て起つた所の、精密自然科学の基礎的變革は、實驗的研究に依て一步一步と強要されたものだからである。他方、現在と二十年前との物理實驗室に於ける研究領域を比較する時は、自然法則に關する吾人の知識が變化する事によつて、實驗的研究の進む方向も亦如何に甚しき變更を受けるか、直ちに理解される。而して實驗物理学に影響を及ぼした凡ての改革は、尙進んで技術の發展にもその影響を傳播せしむるのである。それ故に、今日學界の興味が第一に技術・實驗的或は理論的科學の何れに向いてゐなければならぬかと熟考する時には、先づ此等研究分科はお互に制約し且補足し合つてゐる事を考へねばならぬ。如何なる時代に於ても、技術の成育すべき大地を開墾する事が純粹科學の任務である。

而して既耕の土地は間もなく使用し盡されるであらうから、常に新たな土地を耕して行く事は重要な事である。理論的研究も亦此の目的に對して貢獻する。最後に、技術と自然科学との間の交互作用は、兩者共に同一精神的源泉から給養されてゐるといふ事に基づいて居る。だからして純粹科學の蔑視は、技術及び科學の生命を共通に制約してゐる諸力の涸渇せる徴候であると云へやう。

然し乍ら、精密自然科学の基礎的變革に依る影響は、上述の技術及び實驗的研究に對する夫丈ではない。かゝる影響を多分に受ける傾向がある領域は哲學的認識論である。其處に於ては、カントに依て樹立せられ其後多くの論争がなされた所の、諸直觀形式と諸範疇との先驗性的問題は、相對性理論に於ける絶對的時間とユークリッド的空間・量子論に於ける因果律等の批判に依て、新しい光明の中へ押し出された。一方に於ては、吾人の時空的直觀形式及び因果律は、之が未來永劫必然的に物理学理論の一分として止らねばならぬと云ふ意味に於てはあらゆる經驗に無關係ではないと云ふ事が分つた。他方

に於ては、(特にボルが主張してゐる様に)近代物理学に於ても亦、かゝる直観形式及び因果律を適用し得る事があらゆる客観的な科學的經驗の前提條件である。何となれば、吾人が一の測定の経過並びに結果を報告し得るのは、之に必要な操作と指針の讀みとを、吾々の直観的時空に於て進行してゐる客観的過程として敘述する事に依るより外には仕方がないからである。而して若しも因果律が兩者の間の一義的關係を保證しないならば、吾人は、測定結果から觀察對象の諸性質を結論し得ないであらう。此等二つの確認(Testing)間の一見矛盾らしく

想はれる所のは次の如く考へると解決せられる。即ち物理学の諸理論は、その對象が直接感覺し得る經驗の對象でない様な場合、換言すれば古典物理学に依て支配されて居る日常經驗の領域外に出た場合、に於てのみ古典物理学の夫とは異なる構造を持ち得る事である。斯の如くにして、近代物理学は精密自然科學に於ける「先驗的」といふ觀念に固着してゐる限界を、カントの時代に可能だつたよりも一層正確に示した。此の觀念が、(カントに

取つては本質的なものであつた所の)更に廣大な哲學的領域に於ても尙どの程度に迄有效であるかと云ふ問題は新に得られた見地からも未だ究極的には論じ得ない。

これらの認識論的特殊問題は物理学の諸理論に課せられた第二の大任務と關係がある。その任務とは、吾人がその中に住んで居る所の自然の一般的相互關係に關して解決を與へると云ふ事である。自然科學が自分自身に忠實ならんと欲する限り、此の任務を回避する事は許されない。古代に於ては自然研究の一流の代表者達の二三は、同時に宗教運動の代表者であつた事を想起すれば此事は明かである。而してルネッサンス末期に於ける自然科学的世思像の變革は次の時代の全精神生活及び文化生活を變形せしめた事を考へるならば、今日起つた所の變革が精神生活の一層廣い領域に及ぼす影響を顧慮すべきは勿論の事である。最近成就せられた變革は其の重要さに於ては新時代の初頭に於けるあの變革に比肩し得べくもないが、然し吾人が十九世紀の自然科学的世界像と呼ぶ所の思想を他の何かで代置するには充分であらう。私

は此事を更に詳細に論じたいと思ふ。過去一世紀間凡ての自然探究の自明なる基礎として重きをなして居た自然科学的諸觀念は、新時代の初頭以來極めて徐々に今日吾々が知つてゐる様な一定の形體を取る様に成つたのであつた。自然科学の進歩の全力が生れ出た根本的に斬新な發見は、中世紀の意識圏（その中央には超自然的天啓の思想が在るのだ）の外に大きな現實界が尙一つあるといふ認識であつた。かくして吾人は自然を觀察する事及び實驗を行ふ事に依て經驗し得た所のあの客觀的な疑ふべからざる實在に遭遇する。此の發見の自然的歸結は、今や人間の研究對象となつた所の此の客觀的實在の中で、一般と特殊とを區別せんとする試みであつた。無數の個々の確認の中から、必然的に凡ての自然科学的研究の基礎をなしてゐる様に思はれた所の一群の基礎的假定が、新興自然科学固有の核心として取除かれた。此の新しい實在の影響は今や哲學に於ても亦重要となつた。而してこれらの新しい自然認識の基礎は一層大きな哲學體系の一部として現はれたのである。古代に於ては幾何學が首

尾一貫せる哲學思想の手本を提供したのと同様に、自然科学の影響の下に一の哲學體系——そこに於ては自然科学に於けると同様に、疑ふべからざるものと認められた一又はそれ以上の眞理が先頭に押し立てられ、他の凡てのものとは此等から演繹し出されなければならぬ——が生じた。カルテシウスやスピノザの體系がその例である。自然科学的觀念の輕率なる獨斷論化を批判する事を目的とせるカントの哲學も亦、自然科学的世界像の凝結化するのを防ぎ得なかつた。否寧ろ多くの點に於て之を要求した位であつた。何となれば、古典物理學の諸特徴を物理學的研究の先驗的な前提條件であると認めた後に、尤もらしいが然し正しからざる擴張に依て、此等の特徴は絕對的のものである、換言すれば、永遠に有效であつて新しい經驗に依て決して變更し得ない、と云ふ信念を作り上げたからである。斯くして古典物理學の固定せる枠が出来上つた。即ち機械と同様に最初の衝撃を受けた後は不變の諸法則に従つて行く所の、時空に於て進行する客觀的な物質界と云ふ觀念が生じたのである。此の機械は

全自然科学そのものと同様に之亦人間精神の所産である
と云ふ事實は、本質的のものではなく、自然を理解する
上には重要ならざるものの如く思はれた。自然科学的思
考形式をその合法的適用區域を遙かに越えた所迄擴張し
た事に依て、屢々嘆息される所の精神生活の分裂が始つ
た。夫は一方に於ては科學的領分と、他方では宗教及び
藝術の狹義に於て活氣ある領分とへの分裂である。精密
自然科学は精神生活の他の領域へ干渉して其の獨自の意
義を——自然科学の原則の普遍的な有効性と適用性とを
確信して——脅かした。然し乍ら自然科学の此の方は夫
等の領域の内容を充實せしむるに充分ではなかつたの
で、自衛行爲のため此等敵對領域の間に踏み越え難い境
界が生じた。斯くの如くにして生じたる十九世紀の自然
科學の世界像は合理主義的のものと見做し得る。何とな
れば、其の中心たる古典物理學は少數の合理的に分析し
得る公理から構成せられ得、従つて宇宙に於けるあらゆる
實在を合理的に分析する可能性を確信して之を出發點
としてゐるからである。然し乍ら次の事は之を強調して

おく必要がある。夫は宇宙の一小部分に關する知識から
其の無限に多種多様なものを理解せんとする望は決し
て合理的な根據を持ち得ないと云ふ事である。原子現象
に於て自然が極めて驚嘆すべきやり方で吾人に強要した
所の自然科学的基礎の變革は、成程古典物理學には觸れ
て居ないが、然し次の事柄を示してゐる。即ち自然科学
的體系——例へば古典力學或は古典物理學のその他の部
門の如き——は、それが正しからんがためには常にそれ
自身孤立して居なければならぬ事、及び、従つて自然科
學的研究を新しい研究領域へ擴張する事は此迄に知られ
てゐた法則を新しい對象へ適用するのは別な方法で爲
されると云ふ事、である。私は此處で地球が球形であ
る事の發見と近代物理學の諸成果との前述の比較を再び
想起したい。地球が非常に大きな圓板だと見做された限
り、世界の涯まで旅行した人間は世界のあらゆる事物に
就て解決を與へ得るだらうと期待し得た。コロンブスの
發見——此はその當時まで知られて居らなかつた地球の
諸部分に關する見解を變更せしめたに過ぎないが——と

共に此の期待は永遠に破棄された。吾人は今や、地球上を非常に長く旅行しても尙且何等の返答をも得られない澤山の問題が存在する事を知つて居る。何となれば、夫自身に立歸つて來る所の孤立せる此の旅路の、言はゞ、外部に於て宇宙の無限性が始つてゐるからである。全く同様に於て古典物理學の建物は——近代物理學の夫と同様に——夫自身「孤立してゐる」事が近代物理學に依て示された。夫の力はその基礎をなして居る諸概念が適用せられ得る所迄は及ぶのである。然し乍ら古典物理學の諸概念は既に原子物理學の諸現象には普遍的には適用し得ない。夫故に古典物理學から尙一層遠くに離れてゐる所の科學の全領域には尙一層適用し得ないのである。精神生活の全領域を古典物理學の原理に依て理解せんとする希望は、世界の涯迄旅行するならば凡ての謎を解き得ると信じてゐる旅人の希望と同様に全く是認せられないものであらう。

尙此處で精密自然科學に於ける變革が一般の合理的思考に一定の限界を與へたと云ふ様な誤解についても反駁

を加へねばならぬ。今迄よりも狹範圍の適用區域が指示せられたのは合理的思考に對しては無くして、或る一定の思考形式に對してある。地球が全宇宙では無くして夫自身孤立せる宇宙の一小部分であると云ふ發見に依て「世界の涯」といふ概念の不明瞭さを排除し、その代りに全地球表面の正しい圖を示す事が出來た。同様に於て近代物理學は古典物理學から、その無制限な適用可能性といふ假定と結びついてゐる所の多くの不明瞭な點を取除き、且又科學の個々の部分例へば力學・電氣學・量子論は、夫自身孤立せる最後まで合理的に一貫された自然科學體系であり、之に屬してゐる諸自然法則は恐らく永遠に正しいであらうと云ふ事を示したのであつた。此場合その體系の「孤立性」といふ事は本質的なことである。原子物理學の最も重要な新成果は、全く異なる形式の諸自然法則が同一の物理的現象に矛盾なく適用し得るといふ可能性を認識した事であつた。即ち、一定の法則系に於てはその基礎をなしてゐる根本概念のために唯一定の問題設定のみが意味を有してゐる事、及び、かくして其の

法則系は他の諸問題が向けられてゐる他の諸系とは隔離されてゐる事、が重要である。それ故に既に探究された領域から、新しい經驗領域への自然科学の移行は、これ迄に知られた法則をその新經驗に唯單に適用するといふ場合には爲されなからう。寧ろ眞に新しい經驗領域は常に自然科学的概念及び法則の新しい體系——同様に合理的分析をなし得て而も根本的に以前のものとは違つてゐる所の——を生ぜしむるであらう。此の理由に依り近代物理學は未だ自己の研究領域に屬してゐない所の科學領域に對して古典物理學とは違つた地位を占む。例へば生命ある有機體の存在と關係ある問題について考へる時は、ボールに倣つて近代物理學の見地からは次の事、即ち宛も量子論の法則が古典力學の夫とは懸絶して居るのと同様合理的且妥當的に、有機體に特有な法則は純物理學的法則とは隔離してゐる事を期待し得る。現在物理學の興味の中心になつてゐる原子核の性質を研究する際に、程度の差こそあれ同様な現象が起るのである。それ故に精密自然科学といふ建物は以前に熱望した様な單純

な意味に於て密接に關聯せる單一體——その建物内の一點から單に規定通りの道を通つて行く丈でその中の他の凡ての場所に出る事が出来る様な單一體——と成る事は殆んど無い。寧ろ夫は多くの個々の部分——即ちその各々は他のものに對して極めて多種多様な關係に在つて、他の多くのものに關係して居り且亦それらに關係されて居るが、而し夫自身孤立せる單一體を成して居る様な部分——から成立つてゐる。其の既に完成された部分から新に發見された部分或は新に創立すべき部分への歩みは、既存のもの單なる繼續的發展に依ては實現し得ない所の精神的行爲を必要とするのである。

斯くして今日の自然科学は、思考に依て眞實を認識し得るや否やと云ふ古い問題を新に取上げるべく且亦之に對し幾分違つた返答をなすべく自然其物から——以前の自然科学よりも一層ひどく——強要されてゐるのである。昔は精密自然科学を模範として各種の哲學體系——即ちそこでは一定の眞理、例へばカルテシウスの "Cognitio, ergo sum." の如きものが、凡ての世界觀的問題を解

決すべき出發點をなしてゐる様な哲學體系——が導き出された。然し乍ら今や自然は近代物理學に於て、吾人はかかる固定せる作戰根據から認識可能なるものの全領域を開發せんと決して望んではならないと云ふ事を、最も明瞭に想起せしめた。寧ろ吾人はあらゆる本質的に新しい認識に達せんがためには、繰返し繰返しコロンブスの状態にならねば、換言すれば大海の彼方に再び陸地を見出さんとの殆んど妄想的な希望の下に當時までに知られて居た凡ての陸地を後に出發する様な勇氣を持たねば、ならぬであらう。

斯の如き見解に依れば、新しい經驗領域を夫等には不適當な古臭い概念の土臺の上に齎らんとする所の——且又今日まで必ずしも之を避けようとしなかつた所の——誤謬を防ぎ得るであらう。それ故に逆に亦、古典物理學の認識理想とは反對結果になる様な諸思考形式を組合せて、一の包括的な而も統一的な、論理的に作り上げられた科學概念となす事が一層容易に成るであらう。吾人の認識領域は種々様々であるにも拘らず此等の多種多様性

は最早障害とはならぬ事を指示せんと輕率に試みる事は、精神生活の眞の統一化に對しては、合理主義的世界像への昔時の合理的自然科學の普遍化と同じく、無力であらうと思ふ。然し夫にも拘らずあの普遍化が思考に對し多くの領域に於て少くとも新路を示し得て有益であつたのと同様に、吾人が新に得られたる思考形式に道を開いてやり、其の不慣れなる困難の故を以て之を排撃する様な事が無いならば、今日に於ても吾々は將來に對し最良の貢獻を爲し得るであらう。吾人はその時こそ、最近十年間に非常なる危機に瀕した所の科學的世界像の統一に向つて一歩前進し得るであらうと期待しても、無理ではないと思ふ。(終)