

自然科学に於ける物質概念

石原 純

物質なる概念は既に自然科学以前に於て甚だ多く哲学的に論議せられた。それは物質が之と共に自然に於て実在すると思惟せられた精神に対する關係に就いてである。単に之等兩者を相對立せしめる素朴的二元論に満足しなかつた人々は、或は兩者の背後に共通普遍的に存する神若くは之から流出するアイデアを仮定し、或はその他の形式に於ける非物質的要素を仮定して、謂わゆる唯心論を形作り、又他方に於ては精神にも或る物質的属性を与えることによつて唯物論を主張した。之等の意見は人々により、又時代によつて様々であるが、畢竟何れも単なる思考の範圍に属するのであつて、事実それ自身ではなく、若くは少なくとも事實を明確に記述するために必要とせられた思考であるとも云われない。この意味で總てそれらは自然科学とはなり得なかつたのである。

之に反して自然科学は我々の經驗によつて知られるところの事實に於て出発しなければならぬ。そしてそれらの事實の間にかなる關係があるかを思考することに於て成立するのである。それ故に自然科学に於て物質を対象として研究する限りにあつては、それは唯物論的に考えられた物質と一致するとも見られる、であらうけれども、併しこの事情によつて自然科学が唯物論を支持すると云うのは必ずしも妥当ではないである

う。なぜなら、今日に於て尚なお自然科学は精神現象を以て純粹に物質の特殊な結合組織のなかに起るものとして説明するに至らないし、また然そうであるとすると予想をも決して遽にかに形作り得ないからである。我々は只次の如ごとく云うことが出来る。唯心論的なイデア若もくは同様の非物質的要素は、之これに対する直接經驗を缺かく限りに於て自然科学的対象であり得ない。同じく精神現象を取り扱あうにしても、之これを経験せられたものとしてその間の相互的關係又は肉体との關係を追究することだけが自然科学的方法によつて可能なのである。それ故に我々がこの方法の範囲内に止まるならば、若もしも唯物論の主張するように一切の精神現象が肉体的に固有な何等なんぢかの性能に完全に解析することのできるものであるとすれば、それが自然科学の發展によつて解き得ると考えられると云うに外ならない。即ち自然科学は、唯物論と異なつて、かような問題の解決の可能性を主張するのではなく、只それ自身の方法が唯物論的な事実にのみ適用せられるように局限されているのであると云わねばならない。何れにしても之等これらの問題は極めて困難であつて、我々は今日早急に唯心論に反対することもできないし、また唯物論を肯定することも不可能であり、ひとえに自然科学の發展に対して十分の時を与えて、その結果を見守るより外はない。我々は少なくともそれを最も健全な思考であるとなし、それ以上に躍進することの寧むしろ危険であることを虞おそれる。

かくて精神現象との關聯に於て物質の問題は重要であるばかりでなく、物質それ自身として總あらゆる性質を追究することによつて少なくとも我々は自然の構成を覗うかがい知ることが出来るであらう。依つて現在に至るまで物質なる概念が自然科学に於ていかに變遷して来たかをここに叙述して、その将来の發展を理解するために備えよう。

物質の種類及び原子構造

物質なる語はその起原に於て我々の感覺の対象となるべき總ゆる實在のものを意味する。従つて最初に問題となつたのは、そこに極めて多くの種類の物質が存すると云う事實である。之等の各々が必ずしも独立のものでないと云うことは、それ等の間に行われる相互的變換が常に見られることから容易に推察せられていた。複雑なものを単純な要素に分析しようと云うのが我々の一つの思考的要請であると共に、之を窮極的に押し進めた一元論とか二元論とかの哲学的思想に従つて、要素の数を一、若くは出来るだけ少数に制限し、且つ之が何であるかを思想的に求めようとした。それがギリシャ時代に於ける謂わゆる根元物質の假定である。當時に於ては固より種々の物質を要素的なるものに分析するために何等の實驗的手段を講ずることもなかつたので、単に自然に現われる變化を外見的に觀察するに過ぎなかつたから、従つて我々の周圍に最も多く普遍的に存在する物質を以て最も要素的なものと見做したのは無理もなかつたかも知れない。ギリシャ最古の哲學者として知られているターレスが水を根元物質となし、次いでアナキシメネスが空気を然うであるとしたのは總て上の理由に依るのであった。アリストテレスに至つては、水と土と空氣とを同様に普遍的であるとなし、且つ三者が夫々の特質を呈することによつてその他の種々の物質の特性を代表せしめ得られることを考へて之等を何れも根元物質として並列し、更に活動的な且つ生滅的な特性を表わすものとして火を加えた。東洋に於ても之と全く同様に宇宙の要素として地、水、火、風の所謂「四大」が考へられたことは、必ずしも偶然の一致ではなくて、之等を普遍的なものとする理由によるのであろう。之と共に他方に於ては、單に根元的な或る物質を探す代りに、總ての物質の構成的な要素としての原子がデモクリトス等によつて考へ

られたことも注目すべきである。後代に於て前者は元素の概念に、後者はその分子及び原子なる概念に進展した。

アリストテレスの四元素の仮定は極めて概括的に諸物質の変化を観察する場合にのみ多少役立つたかも知れないが、且つ彼の哲学の偉大な影響によつて比較的長い間それが信ぜられていたが、観察が少しく精細に進むに及んでは最早それは満足的でなくなつた。即ちアラビアの諸学者によつて錬金術に関する研究が盛んに行われる時代に至つては、種々の金属の性質の相違を説明するために、水銀、硫黄、塩素の三者をその構成要素即ち元素として考えるようになった。そして之を機縁として漸次発達し始めた物化学は、十八世紀時代に於て火若くは熱素に關しての實驗的研究を試みている間に、水素、酸素、窒素等の気体元素の発見に到達し、之と同時に熱が重さを有しないと云う理由によつて、始めてそれを物質から除外した。

十九世紀に入つては新元素の発見が漸くその数を増すと共に、之等の間に行われる物化学的变化の事実を記述するために、分子及び原子の概念がドルトンによつて導き入れられ、元素は總て同等の原子のみから成る物質として定義せられるようになった。かくて十九世紀末には八十有余の既知元素を数えるようになり、それらの物化学的性質に従つて謂わゆる週期律なるものが見出だされ、之等が總てそのなかに整序せられたが、やがて電子の発見によつて新たに總ての原子の共通な構成要素としてそれが存することが確められると同時に、他方に於ては放射性元素の発見によつて元素が必ずしも一定不変のものでないことが明らかにせられた。之は実に古来物質元素に歸せられた概念内容の著しい変更でなければならなかつた。嘗て金属の人工的变化を目的として試みられた錬金術の痛切な失敗以来、もはや元素の変化は望み難いと考えられていたのをここに

再び覆えして、元素の種々の変脱が却つて自然的に行われつつあることを実証するに至ったからである。この事実を出発点として二十世紀に入ってから、原子の構造が盛んに探究せられるようになり、物理学及び化学の最も重要な且つ最も興味ある問題として取り扱われるようになったのは当然であろう。

爾後僅かに三十年を経る間に原子構造論の著しい発展は驚くに足りる許りである。之に關して謂わゆる量子論が原子の内奥に隠された多大の秘密を暴き、その微妙なスペクトルの法則の発見と相待つて、遂に今日の量子力学にまで到達し、それ以前には全く想いもかけ得なかつた不思議な關係がそこに存することを我々は知ることができたのである。更にこの間に於て一つの顕著な発見と稱すべきものは、總ての元素に対して互いに原子量を異にする数箇の同位体なるものが存在すると云う事實である。即ち各々の元素の原子は總て相等しいのでなくて、数種の異なつた原子に分割されると云うことである。ここに従来の元素の概念は再び根本的に変更されなければならなかつた。今日でも尚お元素なる名称は従来と同様に物化学的に單一と見做される物質に対して維持されてはいるけれども、それはもはや単なる便宜上の規定であつて、若しも我々が元素なる語の意味を単純な物質に限定しようとするならば、例えば水素や酸素やその他の同様な名称はもはや箇々の元素を指すのではなくて、夫々数種の同位元素の混合物に外ならないのである。実際に水素は原子量が大約1及び2に等しい二極の元素(H^1 及び H^2)の混合物であり、酸素は同様に原子量16、17、18なる三種の元素(O^{16} 、 O^{17} 、 O^{18})の混合物であるとして知られるに至つた。原子構造論の上では、水素からウランに至る物化学的要素の数は92箇に限られることが論結せられ、今日ではそれらの殆んど總てが発見されたけれども、その各々がなほ幾箇づつかの同位元素を含むのである。

尚お之等の元素の原子の構成要素としては、最初に陰極線粒子として見出だされた電子の外に、原子量1の水素の原子核を形作るところの陽子（プロトン）の存在すべきことは原子構造論に於て当然假定されると共に、実験的にも確かめられていたが、最近に至つては、陽子と電子との密接な結合体と見做される中性子（ニユートロン）、並びに陰電気を有する従来電子（エレクトロン）と対称的と見做される陽電子（ポジトロン）が新たに発見せられて、種々の原子核の構造に対する複雑な関係がその一端を示すようになった。今日までの原子構造は単に核外の機構を取り扱うことに終始したが、今後には之が漸次核内に踏み入るようになり、その上で始めて物質の機構の全面貌が我々に啓示されるべく期待されている。

質量及び物質不滅の問題

以上に説述した物質の種類並びに原子構造の探究に際しては、勿論物質の種々の性質、作用に関する法則が先ず考察せられねばならなかつた。そして之等を闡明することによつて我々は物質なるものを始めて自然科学的に知ることができると云わねばならない。

既に述べた通り、物質の種類の研究は物化学に於て行われたのであるが、そこに問題とせられた總ての物化学的变化に於て共通な法則として最も重要視せられたのは、重量保存の法則であつた。即ち或る物化学反応に与かる諸物質の全体の重量は反応以前と反応以後とに於て同一に保たれると云う事実である。この法則は特に古来の物質不滅若くは物質恒存なる觀念と相結び付いて最も根本的なものと解せられ、總ての物質の存在を数量的に示す概念として、その重量が考えられた。そして謂わゆる「物質の量」なるものは即ち之

であると見做みなされた。但し物化学的実験に於ては直接には常に重量が取り扱われているが、物理的には重さは物質を地上で支えるために要する力として定義せられるので、且つかつ斯か様な力は同一の物体に対してもその位置を異にするに従つて變ることが知られるようになったので、寧ろ各々の物体おのおのに対して固有と見做みなされる質量を以て之これに代えることが適切であると考えられるに至つた。かくて久しく質量なる概念に対して、それが「物質の量」を意味するものとして解釈することに慣らされた。

併しかしながら之これは物化学的變化に於ける重量保存の法則並びに重量と質量との比例すると云う事實に由来することを忘れてはならない。そして重量、従つて質量の保存なる事實が恰あたかも予期せられていた物質不滅なる命題に該当すべきであると考えられたのに過ぎない。それ故にその後のに於ける物理学の發展は決してかような予期に幸するとは限らなかつた。實際にそこでは質量なる概念は力学的に物体の運動によつて定義せられたものであることは、ニュートン力学の批判的検討によつて明らかにせられた。それは即ち物体の運動方程式に於て力と加速度との比として現われる量に外ならない。この量はニュートン力学にあつては各々の物体おのおのに固有なものとしてのみ現われたけれども、運動方程式に於ける、より根本的な關係は単に力と加速度とが互いに比例すると云うことに存していたので、必ずしも兩者の比が常数であると云う点にはなかつた。

質量概念に関するかような不幸な事情は先ず第一に電気力学に於て見出された。或る帯電体が運動する場合にはその周囲に電場と共に磁場を運び、他の帯電体若くは磁石との間に相互作用を及ぼし合うところのこの力は単にその電氣量及びその分布並びに速度に関するものであつて、力学的質量や重さの如きものとは無關係である。それ故に我々が力学的質量を全く考慮に取ることなしに、その運動方程式を立てるならば、

そこには力と加速度とを結び付ける場合の係数として単に帯電体の大きさ、電気量、速度の如きを含む量が現われるだけである。しかもそれは同じく力と加速度との比を表わすことから一種の質量と見做されねばならないのであつて、之が始めて $J \cdot J$ ・タムソンによつて指摘されたところの電磁的質量に外ならない。當時に於ては力学的質量が物体に固有な一定の量であると考えられたのに反し、電磁的質量が速度の函数として与えられることは甚だ特異な事情として解せられた。そして二十世紀の初頭に於て電子の質量が実験的に検せられて、その速度による変化が電磁的質量に対して理論的に見出だされたものと一致することが確かめられた際に、總て物質の根原が電磁的機構によつて成立すると考えるところの、謂わゆる電磁的物質観がアブラハム等によつて高調せられた。

併しその後相対性理論の異常な展開はこの事情を少しく変更した。固より物質の總ての構成要素は帯電粒子に外ならないことが既に事実の上で証拠立てられていたが、それらの集合としての任意の物体を純粹に力学的に取り扱う場合でも、その質量は一定ではなくて、電子に於けると同一の、速度の函数でなければならぬことがこの理論に於て示された。即ち質量が速度のかような函数であると云うことは、必ずしも力が電磁的である故ではなくて、却つて時間及び空間の測り方がニュートン力学的にではなく、相対論的力学に従うようになされねばならないことから結果するのである。従つて電磁的質量の特殊な意味や、それによる電磁的物質観の主張は解消されてしまつたけれども、何れにしても質量が力学上の第一義的な概念ではないことは漸く明らかになり、既に述べたように運動方程式に於ける一つの係数を意味するに過ぎないものとなつた。唯一それにして運動方程式に於て物体の实在を表わすものが質量の概念に含まれていることは変らな

いのであって、我々はこの意味で物体に固有な量としては、力と加速度との比としての質量そのものではなく、その静止状態に於ける値、即ち静質量を採らねばならないようになった。

ところが相対性理論は質量に関してこれだけの概念変更を強要するに止まらなかつた。更に進んでその物体概念との最も密接な連結を敢て断ち切ってしまった。即ち相対論的力学は静質量と静エネルギーとが単に一つの普遍的常数（光速度の二乗）因子によつて異なるに過ぎないことを示した。力学の範囲に於ては之は単に両者の数量的關係を決定しただけであるが、エネルギーは力学的以外の種々の様態に於て現われ得るばかりでなく、それは決して一定の物体に固着するものではなくて、或いは他の物体に移動し、或いは抑も物体から離れて輻射として独自の空間に放出されることさえも可能である。上に見出だされたエネルギーと質量との数量的關係が普遍的のものであるとするならば、エネルギーの放出と共に物体はその質量の或る部分をも失わねばならないし、他方に於て空間に於ける輻射エネルギーは或る質量を有するとしなければならぬ。總てかような關係は、謂わゆる洞空輻射の理論に於て、又輻射圧の理論及び実験に於て、そして最後には万有引力の場に於ける光線屈曲の事実、即ち謂わゆるアインシュタイン効果等に於て肯定されるに至つた。この意味で相対性理論は、質量を物体若くは物質全般から奪い取つて之をエネルギーに与えてしまつたと云つてよいであろう。実際に物体が質量を有するのはそれが再エネルギーを保有することによつて始めて可能なのである。之に反してエネルギーは独自の質量を帯び携えて何れの場処へも移動することができる。ここに於て古来「物質の量」として解せられようとした質量なる概念は全くかような意味を見棄てて、却つてエネルギーに帰属してしまつたのである。

かくて我々は物理学の基礎原理として知られたエネルギー恒存の原理をまた適当に云い換えることによつて質量恒存の原理をも立てることが出来るかも知れないが、それはもはや物質不滅の觀念とは何等の縁故をも失つてしまつたと云つてよいであろう。我々はもはや物質の不滅を云いあらわすために、古昔の立場から見れば物質に対する一つの叛逆者に値するところの質量に依頼することはできなくなつた。我々は之に代るものとして、その構成要素たる粒子の不滅に期待するより外はない。實際に原子を構成する電子、陽子等について今日では実験的にその生滅を確める程度に至つていない。唯一之等の粒子はエネルギーを放出若くは吸収することによつて原子内部に於ける謂わゆるエネルギー準位の種々の階段に移動し得ることは信ぜられていると共に、核内からの電子即ち β 粒子の放出の如きに関しては放出の際に電子が形作られることなどが想定せられて居り、粒子とエネルギーとの比較的自由な交互変化が一般に可能として考えられる傾向があるので、引いては或いは天体の放射を陽子と電子との中和的消滅によつて結果するとす仮説が提出されたり、或いは宇宙線の如き高エネルギーの放射が適当な原子の生成に伴つて発生すると説かれたりしている。之等

は今日では尚お一種の仮説に止まつているようであるが、同様な事実が現われる場合には、物質と放射エネルギーとは随時交互的に変化するとしなければならぬのであつて、大体に於ては之等の間にエネルギーの恒存は維持せられるであろうけれども、単なる物質の不滅はもはや重要視されないと云つてよいであろう。

物質と放射

さて我々は以上に於て物質の構成要素を常に粒子として云い表わしたけれども、最近に於てはこの粒子なる

概念に根本的な変更が持ち来されるようになった。それは謂わゆる量子力学の発展による結果である。初期の原子構造論に於ては、原子内部にある核外の電子は夫々一定の軌道を描いて核の周りに周廻運動をなすこと、恰も太陽系に於ける諸惑星と同様であると考えられた。この際電子の運動は一般の電気力学的法則による外に、特殊な量子条件によつて規定せられ、夫々エネルギーの特殊な不連続的な値のみが之等に帰せられるとせられた。このエネルギーの値が即ちエネルギー準位なるものを形作るのであつて、種々の準位間に於ける電子の転移によつて、スペクトルに關する大多数の事実が説明せられたのである。即ちかようなエネルギー準位の存在は殆んど直接的に之等のスペクトルの事実と結び付いて疑うことはできないけれども、之に反して個々の電子が軌道運動を行っていることとは我々の直接には観測し得ない事柄である。量子力学の創唱者と云うべきハイゼンベルクは始めてこの事情を痛切に指摘したのであつた。彼の謂わゆる不確定性原理なるものは即ち之を云い表わしたものに外ならない。

例えば電子が実際に原子内部に於て一定の軌道を描いて運動していると考え。我々が或る時刻に於て電子が何処に在るかを観測しようとするならば、之に光を当ててそれを顕微鏡で覗くといふような方法を取らねばならない。この際電子の位置を出来るだけ精密に知ろうとするためには、十分に短い波長を用いる必要がある。ところがかような光を形作る光子は電子に当ると共に、謂わゆるコンプトン効果なるものを生じて電子をその軌道の外に追い出してしまうに相違ない。従つて電子が次の時刻にその軌道上のどの点に達したであろうかと云うこと、即ち電子の速度はこの方法では精確に知られない。電子の軌道からの外れを防ぐ目的で少々長い波長の光を用いるとすれば、反対に位置の観測が不正確になる。即ち電子の位置と速度とは

同時に正確に定めることは不可能なのであって、何れか一方又は両者の或る程度の不確定を免がれない。量子力学的状態に関しては常に之と同種類の不確定性が存在すると云うのが、不確定性原理なるものの示す処である。

この事柄は実に電子又は光子が終極的な要素的存在であることに由来するのであって、我々がいかなる観測方法を用いようとも、之等の要素の状態を見るためには、結局之等要素間の相互作用を用いるより外はないのであり、従つて観測に無関係なそれらの客観的状态なるものは原理的に観測を不可能とするわけである。ところが自然科学的法則はどこまでも観測可能な事実の記述でなければならぬから、少なくとも個々の電子や光子の運動状態に関しては我々は何事も確定的には云うことができないと云わねばならない。即ち我々の観測する限りに於て之等の状態は単に或る確率を以てのみ云い表わし得るに過ぎないのである。

量子力学の一形式と考えられるシュレーディンガーの波動力学に於てはかような確率を謂わゆる波動函数によつて云い表わしている。ここでは電子や光子をド・ブローイーの仮定した一種の位相波から成る波束で置き換える。この波束に於てエネルギーの有限な値をもつ範囲が粒子の存在を示し、それは群波の速度を以て空間を移動すると考える。この場合の粒子の性質は全く波動的のもので換えられているので、電子が適当な実験に於ては実際に波動的に現るであろうことが予期せられ、現に結晶格子による廻折像の如きが得られるに至つた。

電子の粒子性と波動性とが、量子力学に於ては、我々の観測方法の相異による二種の外観に外ならないとして解せられると共に、光に対して久しく不思議な謎の如くに考えられていた粒子性と波動性との矛盾もこ

ここに全く解消されることができた。且つそこには電子と光量子、従つて物質と、輻射との間に殆んど何等の原理的差別も設けられない。両者の相異は、只前者が任意の速度を以て空間を移動し得るに反し、後者は一定の限界速度即ち光速を以て進行すべく運命づけられていと云う点にある。従つて我々が前に述べたような両者間の自由な交互的轉換はそれ程本質的なものではなくて、単に速度状態を異にするものに過ぎないことがここに明らかに知られるであろう。そして之と同時に、相対性理論が質量概念を物質から奪つてエネルギーに与えたかのように考えたことも、実は質量がエネルギーと共に物質と輻射とに共通な概念であることを示したのに外ならないと解するならば、更に物質と輻射とを全く同等に論じようとする量子力学の本旨とも合致するであろうことが能く理解される。波動力学的に見るならば、物質と輻射とは単に波動の少々異なつた二種の集束状態に外ならない。その一方は物質として空間の一处に停滞し得るのに反し、他方は常に光速を以て進むと云うだけの差違である。

若し我々に想像を逞しくすることが許容されるならば、更に同じ波動の第三の集束状態が存在して、それが生命現象を発生する要素を物質に与えないとも限らないことが考え得られる。物質が或る輻射を捕捉し得るためにはその原子に適当な機構の存在が必要である。恰もそれと同様にかような生命波を捕捉し得るためには更に或る一定の特殊な原子結合、即ち或る原子的な何等かの細胞組織が必要なのである。之が適当な条件の下にのみ生命過程を取るのであるとするならば、単に直接な物化学的合成が生物組織を形作り得るに困難であるとしても、必ずしもその科学的研究に望みを失う理由はないであろう。

空間的媒質

物質に対立して考えられた真空は、原始的には全く空虚な空間として解せられたが、既にアリストテレスが指摘せる通りに、真に空虚なるものは我々の観測の対象とはなり得ないのであつて、従つてそれは非實在即ち無と同等である。空間を一つの物理的対象として見做し得るためにはそこに起り得る何等かの物理的過程が考えられねばならない。この点でそれは単なる抽象的な幾何学的空間であつてはならない。

光の弾性波動説が行われて以来、空間は一種の弾性的媒質エーテルによつて填充せられた。その弾性的性質は我々の取り扱う普通の物質のそれに比べて極めて特殊なものとして仮定せられねばならなかつたけれども、併しそこには常に物質との類推が考慮せられ、一種の極限的な物質の如くに見做されて来た。とは云え、他方に於て物質が原子的構成を有することが漸次明らかになつたのに反し、エーテルはどこ迄も全く連続的に考えられねばならなかつた点に、その悲劇的要素が胚胎していた。そして物質の理論が謂わゆる現象論的に連続体としての仮定の上に安置せられた限りに於て僅かに無事に経過した。併しそれでも遂に弾性波動説はその自然的な運命として破毀されねばならなくなり、そして電磁説によつて置き換えられた。

電磁説に於ても空間的媒質としてのエーテルの仮定が必要とせられたことは変らない。それはファラデー及びマクスウェルの媒質理論から結果したものであるからである。即ちファラデーによつて始めて電気及び磁気的作用が近接作用として解釈せられ、之を伝える媒質の存在が仮定せられたのであつた。この媒質に対してはもはや光の波動論に於けるように弾性や物質の密度の如きは与えられる必要をもたなかつたけれども、併し尚お一種の歪みの状態が帰属された点で物質的な性質を之から全く取り去ることはできないと考えられた。他方に於てはエーテルをして古来の力学で問題とせられていた絶対空間の役目を演ぜしめようとする要

求が存在した。ところが絶対空間に対する地球の運動が光又は電磁気現象にどんな影響を及ぼすかと云うことが深く追究された上で、總ての実験が少なくとも地上の観測者に対してかような影響を全くあらわさないことが漸次明らかになられて、それが遂にアインシュタインの、偉大な相対性理論を生むに至らしめた。相対性理論が恐らくは人間の最も天才的な思索によって結果したことについては、ここに述べている余裕をもたないが、結局この理論によって始めて完全にエーテルの物質性が一掃せられたのである。アインシュタインはエーテルに現われる一切の物理的変化を悉く空間そのものに与えてしまった。数学的にはそれが謂わゆる四次元的時空世界に於ける最も整齊なテンソル形式として云い表わされる。そしてここにエーテルは従来の意味に於ける物質との類推的縁故を全く断たれてしまったが、それと同時に却って異なつた意味に於て物質と連関されるに至つた。即ちエーテルの歪み——換言すれば空間テンソル——によって物質の諸性質を云い表わすことである。この意味は後に一般相対性理論を経て、場の単一理論の試みに至り、一層完全に補足された。そこでは物質の作用の場として空間が考えられると共に、空間の物理的状态によって完全に物質の存在が規定せられるのである。我々はここでも単に物質と云う代りに、物質と輻射とを並称することができる。即ち之等の物理的実在と空間との相互的連結が相対性理論によって果されたと云つてよい。アインシュタインによつて之から出発せしめられた宇宙論が、与えられた物質と輻射とを包容すべき宇宙空間の形体に就いて論ずることに成功したのは極めて興深い事柄である。特に最近に於てハッブルの発見による遠方の星雲の著大な視線運動が理論的にも予期された宇宙空間の膨脹を示すものとして意味づけられたことなどは、実に我々の興味の一極点に位すると云つてもよいであらう。

之等これらの關係に於て併しかし我々はなお今日に於て相對性理論と量子論との融合を望まねばならない。之これは既に
ディラックの驚くべき天才によつて着手せられ、陽電子の問題などに関してその重要な意味が漸よつやく示され
るに至つたけれども、尚なお將來に於て多大の困難も予想せられている。また電子と陽子とが對稱的な電氣量
を荷いながら、何故なにゆゑに質量に於て著しい差異を有するかは、電子論の最初から尚なお解き難き問題として残さ
れている。我々の物質の構成に於てかような要素が必要であると云う最も根本的な意味も之これと共に解き得る
かも知れない。更に極めて不明瞭に隠されている原子核内の機構の實驗的探究と相待つて、理論が進展する
日に於て、我々の物質に関する知識は一層完全に輝かし出されるであらう。併しかしそれが現在に於けるものと
どれ程の隔りにあるかは、容易に想像され得ない。

(理想、昭和九年三月号)

-
- 『自然科学的世界像』（岩波書店、一九四〇年二月、第四刷）所収。
 - PDF化するにあたり、旧仮名遣いは新仮名遣いに改めた。
 - 旧漢字は新漢字に改めた。
 - 読みやすさのために、適宜振り仮名をつけた。
 - PDF化には`LATEX2ε`でタイプセッティングを行い、`dvipdfmx`を使用した。

科学の古典文献の電子図書館「科学図書館」

<http://www.cam.hi-ho.ne.jp/munehiro/sciencelib.html>

「科学図書館」に新しく収録した文献の案内、その他「科学図書館」に関する意見などは、「科学図書館掲示板」

<http://6325.teacup.com/munehiroumeda/bbs>

を御覧いただくか、書き込みください。