

現代物理学に於ける時間空間概念及び実在の本質

石原 純

現代物理学は相対性理論及び量子理論の出現によつて異常なる変革を受け取つたと同時に、物理的現象の認識論的解釈に於て種々の論議を醸しつつある。特に量子力学に於て謂わゆる不確定性原理が認容せられ、之に伴つて電子や光の現象に対する時間空間的記述の不可能であることが示されたことにより、一方では因果律の否定が問題とせられ、他方では従来の意味での時間空間が存在しないと云うようなことが話される。我々が認識論の上で之等をいかに処理すべきかは極めて重要であつて、ここに客觀的実在の本質に関する最も根本的な考察が必要であると考えられる。

因果律に関する問題に就いては、私は別に之を論ずるつもりである。依つてここでは、実在の本質並びに時間空間なる概念に就いて考察して見たいと思う。

時間空間が現実存在するか否かが問題とせられるためには、之が或る実在であることが先ず認容せられなければならないであろう。現実に於ける存在は自然科学的には実在の一特質として考えられなければならないからである。若し之に反して、時間空間を實在以外の何ものであるとして、例えば普通にカント哲学

に於て考えられるように、我々の経験を記述するための観念形式として解するならば、「存在しない」と云うことの代りに、かような「形式」が「成立しない」と云う方が適當であつたであらう。かくて我々は、時間空間が果して単なる形式に過ぎないか、又は実在であるかに就いて討究する必要がある。

この討究を正しく運ばせるためには、先ず実在なるものの本質を確定しなくてはならない。そして之が我々の考察に於て最も重要な核心をなすのである。

最近にアインシュタインは現在の量子論が物理学の理論として完全であるか否かを論じ、之に対して否定的な意見を公けにしたが、その立論の基礎には物理的実在に対する次の如き見解が含まれている。

「物理的実在は理論とは全く無関係な或る客観的存在であつて、理論が記述しようとする目的物である。従つて之は理論に導き入れられてその内容を形作るところの物理的概念とは區別せられねばならない。」

「実験的測定の結果は物理的量の値を与える。」「若し一つの体系を何等攪乱することなしに、一つの物理的量の値を確定的に指定し得るならば、そこにこの物理的量に対応する物理的実在の一要素が存在する。」

かくてアインシュタインは、物理的実在の各々の要素に対応すべき物理的量がすべて確定せられるような理論をもつて完全であるとしなければならぬのに、現在の量子力学はこの意味で完全と云う訳にはゆかないと結論している。

物理的実在に対するかような見解は、少なくとも前世紀の終り迄は普通であつて、恐らく殆んどすべての物理学者は之を疑わなかつたであらうと推察される。そして自然科学が唯物論と一致すると見られた理由もまたここにあると思われる。併しなから、今世紀に於て相対性理論や量子論が現われるに及んでは、事情は

少しく相違して来た。現に唯物論者によつて今日の物理学の觀念論化が頻りに攻撃せられるのも、之に依るのに外ならない。

物理的實在なるものは果して上述の如くに定義せられねばならないかどうか。私はこの問題を先ず取り上げて討究したいと思う。

唯物論の上では、實在は我々のすべての論議を超越した客觀的存在であるが、自然科学的にはその存在が必ず何等かの手段によつて実証せられなければならないのである。論理的に云つても、存在の実証せられないものを實在とするのは、單に思想的觀念の所為に外ならないからである。勿論、かような実証は直接的な方法のみによるとは限らない。即ち或る実証の結果から認識確立せられた法則によつて存在を確言することのできるものを、同じく實在と見做すのは当然である。例えば、人間が発生するより以前に於て我々の地球が存在したか否かは、勿論直接に実証することはできないが、併し現在に於て地球の存在を実証する限り、この事實から出發して既知の諸法則によつて過去に於けるその存在を確言することは自然科学的に可能でなければならぬ。ところが、自然科学に於ては、法則の或る集積が一つの理論を形作り得るのであるから、實在が全然理論に關しないと言ふことは、既に上の事柄だけから見ても、言い過ぎてゐることがわかるであらう。今日我々が實在と信じているすべてのもを、誰がかような法則や理論なしに実証し得るであらうか。

さて、次には実証の方法手段である。上述のような法則理論による間接的な実証を除いて、自然科学的に行い得る直接の実証方法は何であるかを見ると、結局は我々人間の感覺に基づく判断を用いねばならないこ

とは確かである。あらゆる感覚の窓を閉ざして、しかもすべての外界の存在を確言することは、少なくとも理性的な人間の敢てなし得ないところである。いかに強固な唯物論者が感覚とは全く独立に外界の存在を信じ得ると称しても、かような信仰の歴史的起原が過去の人間の感覚に由来したものでないとは立証し得ないであらう。

勿論、我々は自然科学的実証に用いる感覺的判斷としては、あらゆる用意をもつて感覺内容の客觀的要素を採択する。近代の物理学上の測定に於て實際に行われる感覺的判斷は、極めて少数の例外を除いては、殆んどすべて器械の指針の位置目測に歸せられている。この判斷は最も客觀的に、謂わば殆んど機械的に実行されると見做してもよい限りに於ては、かような測定行為を総て測定器械の働きとして云い表わすことができる。この点に於ては、古代の素朴な方法、例えば物体の形体、運動、色、匂い、味などを直接的に經驗すると云うようなものとは雲泥の差のあることを明らかにしなくてはならないのであつて、之等の感覺が主觀に依存すると云うことの理由で實在判斷のために働くべき感覺を悉く抹殺し去らうとするのは誤りであると思われる。実証方法としての感覺的判斷の種類のかような変化は、恰度物理学の發達が物質の諸性質の直接的な理解への企図を漸次拋棄してその解析的な把握へ向つて進み來つたことと相對照して興味のある事柄である。

そこで我々は尚お一步を進めて、測定器械の働きとして捉えられる客觀的事象が何であるかを考察しなくてはならない。

測定器械として単に我々人間の素朴な感覺が使用されていた時代には、物体は上述の如く常にその形体、

運動、色、匂い、味等をもって特徴づけられていたので、従つて之等の状態性質を備えることが実在の本質であるかの如くに思考していた。併し形体なしに連続的に拡がる流体や、色、匂い、味などを示さない空気などが同じく実在することが知られてからは、実在の本質を何に求めるかは必ずしも簡単に答えられないようになった。力学が発展するに及んでは、物体又は物質の諸性質をすべて力学的機構によつて説明しようとする試みがなされ、之が漸次に成功して行つた。特に物質をその最小不可分の要素即ち「原子」から構成せられているとなす古代のデモクリトスの原子論が物理学の上でまた大体に於て成功に向うに及び、謂わゆる物質の機械論的解釈はその勝利を高く誇るに至つた。この場合に原子は、その幾何学的形体と共に、物理学的にはその運動状態によつて特徴づけられる以外には、もはや温度、色、匂いの如き何等の特殊な性質をも示さなかつた。そして物理学者は実在の本質として一定の力学的質量とそれの空間的分布とのみを眺めようとした。ところが之と同時に、彼等にエネルギーなるものが知られて来た。エネルギーは果して一つの物理学的概念であるか、又は物理的実在であるかが、ここに認識論上の問題として提起されねばならなかつた。普通の意味で、単なる概念は抽象的であり、之に反して実在は具象的なものでなければならぬと云う。併し実在の具象性とは果して何を意味するのであるか。

若し具象性なる語義が、実在の対象の性質を具えることを意味するならば、之は実在の本質として何を考へるかによつてその内容を異にするべきは当然である。それにも拘わらず、普通には具象性と云ふことによつて、単に漠然と物体の性質を連想するに止まっているようである。若し我々が上述のような機械論的物質観を採択するとすれば、物体の特質をその形体と質量とに於て見るべきであるから、この両者を具備すること

をもつて具象性と解すべきであらう。ところが、エネルギーには第一に何等の形体も帰属せられない。それが質量を伴うことは後に至つて始めて明らかにせられたけれども、この事が判明する迄は機械論的な意味での何等の具象的なものでもあり得なかつた筈である。しかし他方で、エネルギー恒存の原理が立てられたことによつて、たとえ形体は具えずとも、恒存不滅なる何ものであるとして、同じ性質を有する質量に対比すべき実在であると思考せられた。従つてここでは実在の対象の特質として恒存不滅な或る物理的量が置き換えられることになつた。今日では更に相対性理論によつてエネルギーと質量との同等性が主張せられるようになったから、両者に共通な恒存不滅の性質も理解に都合よくなり、之をもつて実在の本質と考へることも認識論上必ずしも不当ではないと云つてもよいかも知れない。併し我々はここで再び実在の本質が理論とは無関係であると言ふことを訂正しなくてはならないことがわかる。なぜなら、エネルギー恒存の原理も、エネルギー及び質量の同等性も共に我々の理論を矛盾なく形作るために要請せられるところの命題に外ならないからである。

ここで注意すべきことは、エネルギーと質量との同等性は実は物体の静的乃至準静的状態に於てのみ成り立つことである。一般の運動状態を考える場合には、エネルギーと運動量との恒存が成り立つだけで、質量はもはや単なる形式的な量となつて状態と共に変化する。古典力学で質量に根本的な意味をもたせたのは本来準静的な状態だけが取り扱われたからで、そしてこの場合にそれが我々の直接的な感覚で知り得る「重さ」と密接に関係していたからでもある。従つて既にかような直観性を超越している現在の物理学的認識から云えば、実在の本質としては恒存不滅な量として質量よりも寧ろエネルギーを採らねばならないであらう。こ

の事は特に我々が実在の対象として物体のみでなく、光の如きものをも考えようとするに當つて却つて適切である。

かくて実在の本質をエネルギーによつて特徴づけるとするならば、常に之を具備するものとして物体や光を実在の対象と見做すことは寧ろ当然である。併し之と同時にエネルギーに対して具象性を帰属するのは、何となくぴったりしない感があるのを免がれない。之は既に記した如く、元来、具象とか抽象とか云う概念が物質的(又は形象的)であるか否かを示すものとして解されているからであつて、それが直ちに実在か否かを意味することは異なっているからである。従つて我々は、実在が普通の意味で具象的でなければならぬと云う何等の必然的な理由をも見出だし得ないのである。

さて、我々が実在に対して直観的な具象性を見限るとするならば、上に実在の本質として考えたところのエネルギーが一つの物理学的概念であり、そして物理学の理論を待つて始めて闡明せられるものであるとしても、もはや何等の不当を叫ぶわけにはゆかないであろう。我々は重ねて云う、我々の物理的実在は必ずしも唯物論的に直観せられることを必要としないのであつて、物理学に何等かの方法によつてその存在が実証せられさえすればよいのであると。

そこで我々の本論の道筋に戻ることが出来る。実証の手段として我々が用いていい測定器械は、実在の対象の間に生起する物理的現象に対して何を測定するのであるかと云うのが我々の問題であつた。ここで我々は実在の対象に帰せられる物理的概念として、エネルギーの外にもう一つの重要な概念たる運動量を採り上

げなくてはならない。運動量がエネルギーと相並んで恒存則に従うことは周知の如くであるが、実在の本質としても実はやはり之等の両者を挙げなくてはならなかつたのであつた。普通にエネルギーのみが優先権をもつて考えられる傾向のあるのは、一つには嘗て行われたエネルギー一元論の影響でもあり、もう一つにはエネルギーの方が常識的に何等か具象的な「実体」を想起せしめるのに都合がよかつたからでもある。併し我々は今日ではもはやエネルギー一元論の不可能を十分に明らかに認めているし、そして純粹な物理学理論の上ではエネルギーと運動量との両概念の間に完全な平行性が保たれていることを見るならば、認識論的に之等の概念と実在との関聯に就いて考える場合に、同じく両者の間に特殊な差別を附する何等の理由をも見出だし得ないのである。しかも我々が物理的な測定器械の働きとして現象から捕捉するところのものが常にエネルギー又は運動量の或る変化であることを見究めるならば、実在の本質を語るものとして両者を見做すことの至当であることが理解せられるであらう。

量子論的波動力学が我々に示してくれる処によれば、物質粒子に於けるエネルギー及び運動量はそれぞれ物質波に於ける振動数及び位相速度に対応するのである。従つて多くの光学実験に於て振動数や位相速度又はそれらの変化による種々の事実が測られると云うことは、結局エネルギー及び運動量又はそれらの変化が測られることに対応する。我々は之等の測定によつてのみ、実在を実証することができると云うことも、ここにその真意を見ることができるのであらう。

ここで我々は一つの重要な論点に到達した。量子論に於て普通に粒子とか波動とか云う語が用いられるけれども、それが決して機械論的な具象性を有する粒子や波動でないことを、恐らく多くの人は心得ているに

違いない。つまり之等は形体的に粒子や波動として見られるのではなく、却つて実際にはそのエネルギー及び運動量が考えられるか、又は振動数及び位相速度が考えられるかを示しているのである。我々は測定器械に於て之等の量を測り得る点で、それが實在の対象であることを疑うわけにゆかない。併し之等の対象が同時に機械論的な具象性を有しなければならぬ必要は少しも存しないのである。それにも拘わらずかような具象性を實在の対象に対して強要するのは単なる觀念的要請に外ならない。之に反して我々が測定の結果を量子力学的理論によつて記述する場合に、たとえ電子がすべての具象性を缺いて、単に或る数学方程式でしか表わされ得なかつたとしても、その結果が実証的事実と矛盾しない限り、實在を記すところのものでないとは決して云われなればかりでなく、却つて一步を進めて實在の本質がそこに記述せられていると見做さねばならないであろう。實在の本質は必ずしも理論に無關係に(即ち直觀的に)与えられるものではなく、却つて適切な理論を待つて始めて我々に闡明せらるべきものであることは、既に上來説いた処によつて明らかであるからである。量子力学的対象の如きものは勿論直觀的に知られるものでない以上、かような理論によらないで、果して何によつてその本質を究めようと云うのであるか。

それ故に、アインシュタインが電子の如きものに対して例えばその位置や速度(又は運動量)を最初からその實在的要素であると見做すのは、一つの任意的な(実証を経ない)仮定であると云わねばならないし、かような物理的量を量子力学の理論が確定的に記述しないからと云つてこの理論を不完全とするのは誤つていふと考えられる。尤もアインシュタインの意見では、之等の量を確定的に記述し、しかも実験的事実と一致するような理論が可能であると考えられているらしいので、そう云う場合には電子を古典物理学的な意味での

粒子と見做すことができるであろうけれども、之は理論の成立を待つて始めて云われるべきことであり、今日に於てはなお一場の夢に過ぎないし、更に量子力学の立場からは恐らくかような理論の可能性をさえ信ずることができないであろう。現にボーアは既にアインシュタインへの反駁を公けにし、又ハイゼンベルクは彼の甚だ興味深い論述「物理学の自然説明の歴史について」(『科学』第四卷第十二号、第五卷第一号)に於て物質の構成単位としての原子は漸次に直接的に感覚で受け入れられるような物質的性質を失い来り、今日ではその最後に残された幾何学的性質さえも奪い去られて、或る偏微分方程式をもつて象徴されるより外はなくなつたことを指摘し、自然に対する認識を単純化し統一化してゆくためには、たとえ直接的な認識の抛棄がいかに高価な犠牲として惜まれようとも、我々の自然科学はこの解析的方向に進まなければならぬことを極めて適切に説明している。

ともかくも我々が量子力学的対象の如きを認識するためには、すべての直接的な方法を全く缺くことは確かであり、唯々測定器械に捉えられる事実を説明し得るような理論を通じてなされるより外には何等の手段をも有たないのであるから、之を措いて却つて任意的な何等かの具象性を之等に仮定することは、物理学的には無意味であるとするより外はない。

さて、ここで私は改めて時間空間の問題に立ち入ろう。空間については既に古昔のギリシャ時代に於て認識論的困難に遭逢した。「空虚な空間」即ち真空はいかにしても我々の实在認識の対象として考えることはできないので、従つて真空の存在は不可能であると云うことが主張された。实在認識を直接的な感覚によつて

行ふ限りに於てこの主張は正当であると云わねばならない。アリストテレス等はこの論拠から、どんな空間も物質によつて充たされていなければならないと考えたが、之は後世に於て光エーテルを或る仮説的物質と見做した仮定と同等のものである。併し真空に於けるかような物質存在の仮定は、久しい間物理学上の種々の困難を持ち来し、そして最後に相対性理論によつて物質存在を仮定すべき何等の根拠も見出だし得ないことが明らかにせられたのは、我々の既に能く知るところである。

アリストテレス等の真空否定にも拘わらず、一般に空間觀念が多数の物体の秩序的排列關係を理解するために必要であることは疑いがなかつたので、そしてかような空間理論としての幾何学が形作られ、又上の認識論的困難を大胆にとび超えてデモクリトスはその原子論に於て真空によつて隔てられた原子の存在を仮定したのであつた。デモクリトスの原子間の空間は勿論直接的な何等の感覺によつても実証し得られないものであるが、我々から云えば、彼の物質理論を通じて認識せられる一種の實在と見るべきものであろう。

併しかような、理論を通じての實在認識なるものは、既に私が上に説明した通り、現代に於て漸くその十分な理解を得ることができるようになつただけで、以前に於ては之に反してすべての實在認識に対し、何等か具象的な要素を求めたのは、寧ろ実証論的な立場から見て自然的な要請であつたと思われる。そして空間が空間や時間を純粹な觀念形式として解しようとしたのも、またこの意味では当然であつたかも知れないのみ必要としたからである。ここではそれをカントの意味に於ける觀念形式と見做しても差支えはなかつたであろう。同様な意味で高次元の空間が考え得られることは、この事の誤りでないのを示している。それ故

に空間を物理的実在として意味づけるためには、それ以上の何等かの要素を之に帰属させる必要がある。かような要素の第一の現われは、物体間の空間的距離を実測することができる点にあると私は思う。実際に物理学上の種々の法則に於て空間の実在的要素は先ず距離なる物理的、量的として入り込んだ。それは万有引力や電磁気力やその他の中心力の法則に於て見る通りである。この場合にそれはたとえ物体間の作用を云い表わすものであつたにしても、併し距離は勿論物体に所属する量ではなくて、空間の要素であることは間違いない。

それにしても距離は空間の要素としてなお甚だ形式的なものであるのを免がれない。ところが、物理学の趨勢は、すべての遠隔作用を近接作用に化せしめるように導いた。そして力の場の理論が発展するに及んで、空間は疑いもなく実質的に物理的作用に与かることが認められねばならなかつた。併し之と同時にその機構を何等か機械論的に具象的に考えようとする努力は、再びかような空間に於て仮説的物質を見ようとする傾向をも生じた。そして最初は或る程度の機械論的説明に成功するかの如く見えたにも拘わらず、一般の電磁気現象の理論が確立してからは、その不可能が明らかにせられ、更に相対性理論の成立によつては、仮説的物質の完全な抛棄と共に、驚くべきことには空間に於ける一切の物理的機構を再び全くその幾何学的性質に還元すると云う一大転換が実現された。

私はここで一般相対性理論と幾何学との関係に対する認識論的意味に迄は深く立ち入らないつもりである。唯一空間の各一の実在的要素が機械論的に意味づけられる代りに、幾何学的に意味づけられるに至つた事実を明らかにすればよいのである。この事は、空間を実在として見る場合に、寧ろその具象性を奪つて抽象

性を与えたものであると云つてもよいであろう。そしてこの意味で、唯物論者によつて相対性理論による一種の観念化が話されるのである。併し我々の自然科学的な立場からは、空間が上の意味で具象的な性質をもたねばならない必然的な理由を少しも要しないのであつて、それが事実と一致すべき理論によつて記述せられる限り、この理論が持ち来すところの空間の性質を実証的なものとして解するのが当然であるとするのである。勿論、相対性理論が単に物理的法則の幾何学化と云うことのみを目的として導き入れられたとするならば、それは物理学の観念化を来したとしなければならぬわけであるが、我々は寧ろ多くの実験の結果が偶々かような理論を認容せしめたに外ならないと考えるのである。そしてその結果が、いかに空間の「具象性」を減少せしめたと云つても、我々は實在の本質をかような理論に於て認識するのであり、そして上に量子力学的対象に就いて既に述べたと同様に自然科学的認識の解析化の一例をここでも見るのである。

時間に就いても、空間に於けると全く同様で、直観的な時間観念には含まれないような性質をも我々は物理的時間の實在的要素として採り入れていることは、相対性理論に於ける四次元世界に於て示されている通りである。

空間及び時間が単なる観念形式でなくて、一種の實在として見做されねばならぬことは次の考察によつてもわかる。一般に物理学上で時間空間的記述を行う場合に、何等かの座標系を選ぶことは周知の通りである。しかもかような座標系としてどんな形式のものを採るかは原理的には全く任意であつて、我々はいつとも之による記述が我々の目的に対して都合のよいようなものを選ぶのである。どんな座標系を用いようとも、之に

よって記述される物理的内容、即ち実在的な関係は、常に同一のものでなければならぬことは、一般相対性理論に於て最もみごとに示されている。そこでは四次元世界に於ける任意の座標変換に対して不変的に止まる関係が根本的な物理的法則として解せられるのである。この場合に座標は我々の観念形式であり、座標変換に対して不変的なものが実在関係を表わしている。我々はこの両者の不即不離な連結を深く味得することによって、観念形式と実在との間の微妙な関聯を十分に知ることができよう。この場合に実在関係としての物理的法則を我々の経験的事実と一致せしめるために、四次元世界がリーマン空間でなければならぬことが証拠立てられたとするならば、このリーマン空間の有する幾何学的性質は、即ち我々の物理的空間及び時間に付与せられねばならない実在的要素である。なぜなら、その性質は物理的理論を通じて実験的事実によって実証せられねばならないからである。

一般相対性理論以後に於て、万有引力及び電磁気力に対する「場の単一理論」が種々試みられ、リーマン空間と異なつた性質もまた四次元世界に対して考えられているが、之等はなお実証の領域に入らないから、単なる思想上の問題に止まつている。併しこの事情の故に、かようにして論ぜられる物理的空間及び時間の性質が実在から遊離すると考えるのは誤りである。我々は物理学上に於てどこまでも実在としての空間や時間を追究しているのである。

さて、上の意味で空間及び時間が実在であることは認められるが、併しそれは物質を実在であるとするのは多少の逕庭のあることを許さねばならないであろう。なぜなら、物質に対しては、上に説いたように今日に於てこそ物理学理論上でその直接的な理解を抛棄する方向に進んでいるとは云え、本来直接的な感覚を

通じてその実在を経験しているのであるに反し、空間や時間に至っては、いかにその実在的な性質が説かれたとしても、それは物理学理論を通じてでなければ知ることができないのであり、カントの意味での直観形式としてより外には未だ嘗て誰しも純粹な客観的な空間や時間を感覚し得ないからである。従って我々は感覺的対象としての客観的実在を真の意味での実在と解するならば、空間、時間の如きものは準実在(若くは観念的実在)とでも云うべきであろう。併しまた物理学上の理論的認識から云えば、両者の間に何等の差別もないのであるから、単に実証方法に関して直接的なものと間接的なものとを区別して、それぞれ第一義的及び第二義的実在とでも云うのがよいかも知れない。そうすれば、物理学上の仮説又は理論によって思考せられる実在的対象、例えば電子の如きものも、同様に第二義的実在である。

最後に我々は量子現象に対して時間空間的記述が許されない、と云うことについて考察しなければならぬ。之に関しては、今日多くの物理学者が完全な相対論的量子力学を意図しながら、まだその成功の域に達していないし、又原子核の理論も十分に闡明せられていないと云う事情から見て、尚お多少とも決断的であることを躊躇せねばならないが、それも今は止むを得ないであろう。今日の見解に於ては、量子現象の時間空間的記述が得られないと云うことは、勿論、量子力学が物理的実在としての時間及び空間を否定することを、認識論的に意味するのではないと考えられる。例えば波動力学では時間空間的記述としての波動方程式を取り扱っている。しかしそれは一種の統計的結果として解せられるので、個々の量子現象を我々が時間空間的に追隨することは不可能なのである。換言すれば、個々の量子現象の時間空間的秩序排列を知ることができ

ないと云うのである。我々はその代償として量子力学的な数理関係を立てる。結局これ等は量子現象をいかに形式づけるかと云う問題に終始するのであって、時間空間の実在如何の問題ではないわけである。例えば力学に於て或る現象を普通の時間空間座標で表わす代りに、之と全く異なった一般化座標を用いるのと同様である。後者の場合には一般化座標からいつも普通の座標に変換することが可能であるけれども、前者ではそれが出来ないと云う相違があるだけである。勿論この事は因果律の問題とは深く関係しているけれども、之によって時間空間の実在性を否定するのは、これの実在がいかにして認識せられたかを忘れた認識論上の混乱に由来する。

尤も上述の如く、時間空間の実在性は物理学理論を通じてのみ実証せられるのであるから、仮りにすべての理論が量子力学的な数理関係としてのみ表わされるとすれば、その時には我々はもはや時間空間について話すことができないようになるでもあろうけれども、それが明らかに一つの杞憂に過ぎないことは、一方では我々の直観形式としての時間空間観念があらゆる経験の核心に含まれていること、従つてすべての実験観測が時間空間的形式をもつて行われねばならぬこと、そして少なくとも之に与かるべき物理現象に対して時間空間的記述が許されることを考え、他方に於ては量子力学理論のなかに、少なくとも統計的な意味に於て波動方程式に対応すべき時間空間的記述が内部的に含まれねばならぬことを考えるならば、恐らくこの関係を理解し得るに足りるであろう。

(思想、昭和十年十月号)

-
- 『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`LATEX2 ϵ` 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。