が、これは自然というものを対象にしているだけに、ひどく独創性のない、不自由な創造であると思われ勝ちである。ところが自由な創造という芸術がどれ程不自由なものかは、例えば絵を見ればわかる。それは与えられた二次元の紙か布の上に、限られた種類の絵の具で描く。しかも 19 世紀迄の絵は大体描かれんとするものは自然(人体を含めて)である。Giotto から印象派に到る画家の苦心は、形、色、影、光をいかにこの不自由な材料により再現するにあったといってもよからう。

物理学の発展が、原始的な擬人化から、もっと深い抽象された概念にたゆみなく進んでいることは当然である。しかし人間に作り出せる概念で、我々の経験を超越したものが有り得るわけではないから、自然=経験でない限り、窮極の真理に到達し得るとは予期できない。我々の経験は結局何かの形で神経細胞にマークされたものである。そして神経細胞の数は、極めて多いが、有限である。その働きにもある一定の規則がある。そうすれば人間に作れるもので、そう突飛なものはない。surréalisme だって、夢とか、異常心理とかから preconscious を捜し出そうとしているのではないか。人間の精神作用がこのように限定されている以上、生物としての人間の発達から見て、物理学の理論が辿って来た途は、或いは unique なものかもしれない。幸にして、物理学では、最も正常

な経験を材料としていながら、実験技術の不断の進歩によって、未知の材料が後から後から現れて、理論家を忙殺させている。

こんなまとまりのない話しをしていたのでは、いつ迄たってもはてしがないから、標題に対する答えを記して結論を導こう。物理学では、我々が経験から得られた概念を抽象化し、それらを簡単な法則によって結びつけて、あらゆる自然現象を説明しようとする。その場合、どんな概念を用いるかは、必ずしも一義的にはきまらないかもしれない。例えば物が落ちるのを重力の働きとみることには必然性はない。ある概念の下にできるだけ多くの現象を説明し得るような理論を作るとは全く人間の創造である。だから我々の自然に関する知識が広まるにつれて、理論の作りかえ、概念の精細化が常に必要になる。そして新しい創造は古いものをその中に包含しつゝ絶えず拡がって行く。自然=経験=理論という方程式が満たされたとき、この操作は完了するであろう。そして我々の神経細胞の有限なことは、人類の遺伝にまったく思いがけない突然変異が起らず、又人間が今後短い期間に原水爆弾で全滅することがなければ、最後にはかなり十分な程度に上の要求が満たされるようになるであろう。——文字通りの超現実だの、神だのということを本気で考えるような馬鹿なことをしない限り。

近代物理学に於ける説明

JEAN-LOUIS DESTOUCHES

Jean-Louis Destouches はソルボンヌ大学理学部教授で、本稿は氏自身の許可を得て、第 11 回国際哲学会議論文第 5 巻より訳出したものである。

I. 微視物理系の記述

物理学者の考察の対象は《物理学》、即ち彼の意図によって孤立せしめられ、時の経過に対して保存すると仮定させられた宇宙の一部分、によって構成されている。量子物理学の通常の解釈によれば、物理系 S は波動力学の法則に従う粒子から成る。この系に関するどんな知識も、我々の尺度の物理系で構成された適当な装置 $\mathcal{A}$ を介して行われる測定によってしか得られない。その際理論の目的は、初発の測定結果から将来の測定結果についての予測を計算することにある。これらの予測は確率によって表現せられ、確率は一般の予測理論の手続きにより波

動関数を介して計算せられる。一般にこれらの予測は不確実であって、零及び一とは異なる確率によって表現せられる。

本質上次のように仮定せられる：1) 観測者は自ら選んだ時期に自ら選んだ測定を行うことができる；2) 測定の操作は、装置と被観測系との間に、通常の相互作用の法則に従う相互作用を生ぜしめる。

もし物理学者に対象として選ばれた物理系 S のみに着目するならば、本質的不確定の規準により¹⁾、それにつ

1) J. von Neumann, *Gött. Nachr.* 1929; ワルソー国際会議報告, 1938, 『物理学の新理論について』(Inst. Coop. Intellect. 1939) p. 32-34. P. Destouches-Février, 『物理学的理論の構造』(Presses Universitaires, Paris 1952, p. 287).

いて決定論的記述を与えることは不可能であること、即ちこの系に関する隠された決定論の理論は、常に経験と一致する予測を与えた波動力学と同じ予測を提示することはできないこと、が知られている；系 S に関する隠された決定論の理論、即ち一定の状相空間に於ける点状図式、は従って不適格の理論であるだろう。或は波動力学の局部的一理論と同等であるだろう。

II. 波動力学よりも完全な理論²⁾及び優れた理論³⁾

もし Einstein と共に波動力学は不完全な理論であると考えて、波動力学では知られないが時として経験に接近し得るような量を介入せしめることによってこれを補足しようと努めるならば、波動力学と同じ構造を持ち且つ同様に本質的に補足不可能で非決定論的である新しい理論を得るだろう。波動力学よりも完全であって、閉じた図式を構成するために形而上学的量に頼らない理論は、すべて波動力学と同様に開いたまゝに止まっている。

また、波動力学よりも優れた理論、即ち普通の量子理論よりも大きな適応領域を持つ理論を構成することを提議することもできる。このような理論が波動力学に取って替るためにはそれは、波動力学の適応領域に於いて、Heisenberg の不確定関係に従うこの力学によって与えられる予測に非常に近い予測を提示することが必要である。新しい理論では下方の限界は多少違って来るかも知れないが零ではあり得ない。従って本質的非決定論の規準が当てはまり、この適応条件に従う新しい理論は必然的に量子理論の構造を持つであろう。

III. 測定の手続きに参与する系の記述

波動力学は測定の手続きの詳細を敘述しないけれども、von Neumann 氏がしたように、系 S と測定装置との連結によって形成される系 $(S+\mathfrak{A}_A)$ を被観測系と見なすことによって、この手続きを明示することができる。この新しい系は、微視的観点から敘述せられる時には量子法則に従う。

また一方、装置 $\mathfrak{A}_A$ を介して測定せられる系 S を、 $\mathfrak{A}_A$ が測定装置であるという事実がそこで本質的役割を演ずる一つの対 $(S/\mathfrak{A}_A)$ として考えることができる。この場合には、一たび装置 $\mathfrak{A}_A$ が選ばれ測定が始められたなら

ば、観測者はもはや、参与する実験手続きの系列について決して勝手な配置をしない。この実験手続きはただ一つの量、即ち用いられる装置 $\mathfrak{A}_A$ によって定義され見かけ上の状態量となる量 A 、の値を提示し得るのみで、従って構成し得ない量は現れることができず、系 $(S+\mathfrak{A}_A)$ は観測手続きと無関係に定まる対象として展開する。その際これについて決定論的記述を与えることができるが、しかしそれは経験には原理的に接近できない量に頼るという条件の下に於いてである。事実ただ一つの量 A を考える場合には、常に系 $(S+\mathfrak{A}_A)$ に対して状相空間 (R) に於いて少くとも一つの精確な一対一の変換が存在し、この精確な変換の下にこの状相空間内の諸点の運動から、即ち波動力学と同じ予測を与える客観主義的決定論的図式に於ける諸点の運動から、量 A に対する確率が表現せられることになる。しかしこのような図式に導入しなければならない接近不能の諸量は実証の精神に反する形而上学的性格をもつ。

かくして我々は次のような可能事項の前に立つ：

1) 考察せられる物理系 S に関しては、特殊の測定手続き即ち系をその下に置くように決めることのできる特殊の測定手続きとは無関係に、本質的非決定論の規準が満たされる。

2) 決定された測定手続きに参与する系に関しては理論構造の幾つかの試みを考えることができる：

a) 現象論的非決定論的である統計的に解釈された波動力学；

b) より一層完全であるために波動力学にとって未知の量に頼る理論；それは波動力学と同じ構造、同じ特性を持つだろうことを示すことができる；

c) 波動力学よりも優れた理論；それは同様に開かれており非決定論的であるだろう；

d) 経験に接近できない架空の量の導入によって客観主義的決定論的な閉じた図式を構成する理論；これらの量の或るものが他日測定可能になったとしても、その理論が客観主義的図式を構成するためには常に接近不能量の力を借りなければならないだろう。かくしてこのような理論は実証の精神と相容れない形而上学的考察に助けを求める。

IV 測定放棄の場合に於ける物理系の記述

系 S を装置 $\mathfrak{A}_A$ によって測定する代りに、観測者が時間 (t_0, t_1) のあいだ全然測定をしないと決心するならば、系の展開は観測者と無関係のまゝである；この事実

2) P. Destouches-Février, 『量子理論の開かれた構造』*Revue phil.* 1952 年 7 月, p. 369.

3) J. L. Destouches, 『物理学者にして思想家の Louis de Broglie』の中、過去への復帰 (Albin Michel, Paris, 1952) p. 83.

から彼は系の展開についてこの時間のあいだ客観的記述を与えることができる；経験を放棄しようと決めたのだから、どのような経験もこの記述に反することはないだろうし、同じ事情に置かれた凡ての物理系 (S+D) についてそうである。この事実から観測者は測定の間を除いた系の総体について客観的な記述即ち世界の表示、《Weltbild》、を構成することができる。しかしかの測定を実行しようと決心する場合と同様に、あらゆる測定を放棄しようと決心することによって観測者は系に対して有していた随意性を断念し、かくして客観主義的記述を可能にする。この客観主義的記述は必然的に宇宙総体についての理論即ち宇宙論であるだろう、何となれば完全な放棄の場合には研究している粒子の運動について何も知らないで観測者は粒子を宇宙の中に描写するに至り、そして宇宙総体の理論は客観主義的な、従って決定論的な理論であるからである。

測定を実行する場合とは反対に、統一理論（一般相対性）に於いては、この客観主義的述は全く根拠のないものではない、何となれば《世界像》の相互関係性の諸条件によって提示せられる諸関係は実験的反響を持つであろうからである。これらの諸関係は微視物理系の特性に於いて客観化せられ得るもの、即ち粒子の種類を特徴づける一種の量及び力の法則、に関する。幾つかの統一理論が可能であること、及びこれらの理論の多数性はそれらがもたらす結果の確実性を減ずることになることを注意しよう。

V. 種々の記述の実現

波動力学的物理的解釈を改善する目的で考案せられた新しい理論の中で今日までに提出せられた最も興味深いものは、1927 年以来 Louis de Broglie 氏によって発見せられた二重解をもつ導波の理論である。

他方に於いて現象論的見透から導かれた粒子概念の批判的吟味は粒子の函数的概念に到達する：粒子はもし自由な可変の一点 M によって幾何学的に画かれるならば、最も一般の場合には物理的にこれをかような一点によって画くことはできない：それは無限数の媒介変数によって、或は更に一つの函数 u によって敘述されなければならない；かくして粒子又は粒子系の三波動説を生ずる。一方では粒子を敘述するための物理波 $u(P, T)$ がある；幾何学的に粒子は u の函数即ち $M = \text{sing } u$ なる一点 M によって表示せられる；他方では粒子についての予測を可能にする予測波 $X(u, t)$ がありこれは函数空間、即ち

函数 n の空間に於いて変位する波動である；最後に幾何学的秩序の予測は $X(u, t)$ から計算される函数 $\Psi(M, t)$ によって表現せられるだろう。波動力学的適応領域に於いては函数 Ψ は波動力学的波動函数 ψ と区別がつかない。かくして純粹に現象論的な観念によって粒子の函数的一般理論に到達する。この理論では物理波 u は決定論的な為方で展開しないで、波動力学的の粒子を表象する自由な可変の点 M として振舞う。この理論は本質的に非決定論的であって、このことは実際、波动力学より優れたどんな理論にも課せられる一般的条件に合致している。

しかし観測者が、どのような測定が実施されようとしていたかを確定した時、或は定まった時間の間凡ての測定を放棄する時、客観主義的記述が可能である。今度は粒子を表象するものは波動 u である。波動 u はこの場合實在論的、客観主義的、決定論的な為方で敘述されなければならない；それは時の経過と共に定まった為方で展開するだろう。測定がない場合にはそれは宇宙総体の中で敘述されなければならないだろう。そこでこのような記述が提出せられた：それは Vigier 氏の統一理論的記述を伴う Louis de Broglie 氏の二重解のそれである。かくして我々は三つの観点の合流点にある：Louis de Broglie 氏の二重解の理論、實在論的相対論的統一理論、現象論的三波動理論。もし三波動理論から出発するならば、客観主義的表示はそれについての二重解の理論でなければならないことが分る；もし二重解の實在論的理論から出発して、接近不能の量を排除する現象論的理論に達しようとするならば、三波動の理論に導かれる。

常用の量子理論と一般化せられた相対論的理論とは矛盾する；この場合に統一は相補性を誘導する：それはまさしくそうなるべきものであって、宇宙と系との相補性、或は更に實在論的側面と現象論的側面との間の相補性が現れる：一つの側面と他の側面とでは物理系の概念は同一でない：一つの場合には S 、他の場合には $(S+U_A)$ 又は $(S+D)$ である。純粹に古典的な観点に帰することはできない：量子理論を古典理論から区別する構造上の特性があり、これは實在論的記述を採用しても必然的に見出されなければならないものである。

物理学の二つの大きな理論の統一は常に多くの新しい関係を招来する；統一する理論は常に、統一すべき二理論の適応領域の併合よりも大きな適応領域をもっている。かくして今や、非常に豊かな収穫を期待される理論物理学発展の新しい時代が始まっている。

VI. 認識論的註

今述べた客観主義的決定論的理論の樹立は物理学に於ける實在論への復帰を標示する。しかし形而上学的觀念に訴えているのだから、測定できる媒介変数と接近できない媒介変数との間の差異を解釈する必要があるだろう。實在論型の理論は、我々の認識する手段と無関係な客体の記述として提起される；これに反して現象論的観点では、《在るもの》に心を奪われることもなく、それ自身で存在する何ものか、即ち客体が、あるかどうかを知ろうとさえもしないで、専ら知っているもの即ち知識のみを目指す。

現象論者は實在論的理論の形而上学的性格を言い立てる；しかしこれは實在論的理論からその利益を奪わない、なぜならそれは現象論的記述が示唆することのできない諸関係の発見を可能ならしめることによって発見的価値を持ち得るからである。

實在論者は実証主義的理論の不生産性を言い立てる、しかしこれは歴史的に常に正しくはない；例えば實在論及び理想主義によって曇らされたニュートン力学は現象主義的精神のお蔭で蒙を啓かれた；また、矛盾によって癡痺状態に陥った XIX 世紀の古典原子説に対してエネルギー説を樹立し、そこから熱力学応用の著しい拡張を招来したのは実証主義である；なお、Einstein を特殊

相対性理論の建設に導き、また最後に、實在論的試みが首尾一貫した結果に到達しなかった際に堅固な基礎の上に量子理論を建設したのも現象主義的志向である。

これに反して實在論は Newton にその力学の樹立を可能ならしめ、XIX 世紀の原子論者に物質の運動理論の建設を、この世紀の初頭の実験学者に分子、原子、素粒子の実験的証明を、Einstein に一般相対性理論の建設を可能ならしめた；今やそれは相対性と量子との統合に向って進むことを可能にする。

交互に、そして解くべき問題に応じて、実証主義と實在論とが研究に靈感を与えるように見える。實在論のみが新しい関係、新しい表示を提供することができ、これに反して実証主義のみが非常に厳正な批判によって矛盾の除去と満足な形の理論の建設とを可能にするように思われる。《私は科学を基礎づける努力と科学を建設する努力との間にはどうも實際上或る対立があるのではないかと思う》と Gaston Bachelard は書いている⁴⁾。上述のように相対抗しているこれら二つの傾向の有効な実現は、一たびその対立が、それらの相補的性格を発現せしめる《Aufhebung》によって乗り越えられるならば、実り豊かな結果への道を開くことができるだろう。

(堀 伸夫訳)

4) 科学哲学の国際会議の記録, (Hermann, Paris, 1951, *Act. Sc. et ind.*, fasc. 1126, p. 34).

バターフィールド「近代科学の起源」1300～1800

H. Butterfield, *The Origins of Modern Science 1300～1800*. 1949. London, G. Bell and Sons Ltd, p. p. x+213.

古 田 光

I

科学と歴史の関係を明かにすることによって、自然科学と人文科学の間の架橋たるべく期待されながら、事実はお両者の間を中途半端にさまようているというのが、科学史研究の現状であろう。現在の科学史は現代の要求にはいささか遅れている。しかも科学の歴史的理解ということの重要性は、科学者にとっても歴史家にとってもしだいにはっきりと意識されてきているようである。かかる現状において、たんに科学史のみの専門家ではないいわゆる“general historian”が、しかも史学界の名門Ca-

mbridge の現役教授が、本書のようなまとまった科学史的労作を発表するにいたったという事実そのものが、まずわれわれの興味をひく点であろう。本書の著者 Herbert Butterfield の名は、*Christianity and History* (1949), *History and Human Relations* (1951), *Christianity in European History* (1951) などの著作により、Dawson, Toynbee らにひきつづき 20 世紀イギリス史学の生んだ俊英の一人として、戦後のヨーロッパ人の耳にはすでに親しいものとなっている。戦前にも *The Historical Novel* (1924) *The Whig Interpretation of History* (1931), *Napoleon* (1939), *The Statecraft of*