

ノン・エルミート理論の物理的意味 (其の一)

田 島 徳 一

宇宙の内容を説明するための道具で、現在考えられているのは、電子等の“物質”粒子と、重力・電磁力等の“相互作用”とである。数多くの素粒子を整理することや、四種の相互作用を統合する、いろいろな試みの発展が目ざましいのに反して、この二つの道具については、全く吟味されたことはない。孤立した粒子であれ、相互作用している粒子の集団であれ、一種類の固有状態とその線型結合の状態によって表現される基礎方程式で一場の量子論の枠内一論じているにすぎない。

究極の素粒子理論を考える場合、各種の粒子が、あたかも原子の周期表の如く、二・三の素粒子間のある規則で完全に説明し得ることと、今一つの、重力をも含めた各種相互作用が統一され、その素相互作用と、それより導かれる規則とで説明しうるしくみがわかり、このエッセンスの粒子と相互作用が、場の量子論の枠内の四次元時空間で、現象の未来を記述予言させうるとしてゐる。(少なくとも、その様な動きが現況であり、粒子と相互作用の関係及びそれを記述する状態については次の段階に再吟味されようとしているのかもしれないが。)

ルイ・ド・ブロイによると、粒子と波が $E = h\nu$ の如く考えることで、同一のものであるという表現がなされている。然し乍ら、かかる式は、自然界には、粒子という存在と、波という存在が必要であり、その両者の関係を述べていると考えることも可能である。

オペレーターを考えると、粒子のエルミート・オペレーターと、相互作用のエルミート・オペレーターが存在し、その両者が、交換不可能であるのは、この両者の存在を認めたことに外ならない。

これに対応する状態は、近似的な方法による解法に、たよると、たよらないとに拘らず、単一の状態で表現している。然し乍ら、“物質”状態に対応する状態と“相互作用”に対応すべき状態とが存在し、この両者の同時的な——不確定性原理的——決定が不可能とする場合だってあるはずである。そして、この両者の間の関係のみが知りうることを考えてもよさそうである。

粒子の状態ベクトル $\Psi(p, q, t)$ と相互作用の状態ベクトル $\Psi'(p', q', t')$ とを考える。

従来の理論では、 $\Psi'(p', q', t') = \Psi_{in}(p, q, t)$ と考え

Ψ と Ψ_{in} との和、或は、その線型結合による

$$\Psi_c(p, q, t) = \Psi(p, q, t) + a\Psi_{in}(p, q, t) \dots\dots\dots (1)$$

なる $\Psi_c(p, q, t)$ 一つのみで、すべてが、記述可能であるという仮定がある。

然し乍ら、少くとも、上記二つの Ψ 、 Ψ' とを認めれば、 p, q については、同時測定が不可能でもあるし、 $t=t'$ と考えるよりも、 t, t' を別々にした方が、より自然と思われる。

従って(1)は

$$\psi(p, q, t, t') = \Psi(p, q, t) + a\Psi_{in}(p, q, t') \dots\dots\dots (2)$$

に変わるべきであろう。

今一つ、きびしい条件、 $\Psi \Psi_{in}$ の如き条件を加える——より自然である——か、

$$\psi_c(p_f, p_{in}, q_f, q_{in}, t, t') = \Psi(p_f, q_f, t) + a\Psi'(p_{in}, q_{in}, t') \dots\dots\dots (3)$$

なる表現であるのかの何れかである。このそれぞれに対応する基礎方程式は、

$$H = H(F, I), \quad H^* = H \dots\dots\dots (4)$$

をつかって

$$H\psi_c(p_f, p_{in}, q_f, q_{in}, t, t') = (f + j)\psi_c(p_f, p_{in}, q_f, q_{in}, t, t') \dots\dots (5)$$

にするか、

$$\left. \begin{array}{l} F\Psi = f\Psi \\ I\Psi' = j\Psi' \end{array} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

と考えるかの何れかであろう。

従来の場合、

$$\left. \begin{array}{l} F\Psi = f\Psi \\ I\Psi = j\Psi \end{array} \right\} \quad \text{に相等する。} \dots\dots\dots (7)$$

こゝでは、(6)の場合について考えることにすると、問題は、

“ F, I の間に何等かの関係、例えば、 $FI + IF = iI$ ”があったとき
 Ψ, Ψ' の間には如何なる関係が存在するのか？”

なる問題に要約される。そして、この Ψ, Ψ' を含む

$$\psi = \psi(\Psi, \Psi') \dots\dots\dots (8)$$

で理論を展開することになるはずである。

従来理論では、 Ψ, Ψ_{in} が同じ方向を有するベクトルとしたのに反し、自由な方向と、自由な大きさを有する二つのベクトル Ψ, Ψ' とする方が、より本質的であると思われる。

又(8)は、前述の、 $E = h\nu$ に対応するものであり“物質”と“相互作用”が同一であると云い得ないかぎり必要である。