

空間の素領域と時間の最小単位

Elementary Domain in space and Minimum Unit in Time

白 鳥 高 行

Takayuki Shiratori

22 回物理学会年会で発表された, H. Yukawa の素領域の理論¹⁾は, 非局所場の理論から飛躍して, 空間そのものに空間の最小単位である素領域を導入し, それによって素粒子に大きさを持たせたものである。これによって, 素粒子論の根本問題である「発散の困難」と「内部自由度の問題」を解決し, また 300 個以上も存在する素粒子群の統一的解明をはかるものとして, 非常に注目されているものであるが, 空間そのものに最小単位を導入したので, 相対論との調和の問題が大きな困難として残されている。素粒子が空間的に広がっているので, 素粒子の内部空間をエネルギーが伝ばするとき, 伝ば速度が光速度をこえてしまうからである。これは大きさをもった素粒子の模型に共通な困難であって, これを解決する方法は, 現在発見されていない。しかし新しい仮定を導入すれば, この困難を解決する可能性は存在すると思われる。

本速報の目的は基本的な一つの仮定を導入して, 素領域の考えと相対論とを調和させようとすることである。

今までの非局所場とか広がりをもった素粒子の模型は時空間は普通の Minkowski 空間であったが, 素領域の理論は空間が素領域をもつという, 空間の構造そのものに対する新しい仮定が導入されている。したがって, 時間の構造そのものに何か新しい仮定を導入することによって, 相対論と調和させることが可能になるように思われる。そこで, 素粒子の内部空間に対応して内部時間を導入し, これを時間の最小単位と仮定する。

素粒子の背景となる時空間は四次元 Minkowski 空間であるが, 素領域の理論では空間に素領域が存在し, 普遍的長さ l_0 に関係しているので, x, y, z は l_0 に関係するので, $x_k(l_0)$ とおく。 $k=1, 2, 3$ をあらわし, $x_1=x, x_2=y, x_3=z$ とする。相対論の要求により, 時間 t も l_0 に関係するので, $t(l_0)$ とおく。

素粒子は素領域に広がって存在するので, l_0 より小さな領域は素粒子の内部空間である。この内部空間に対応して内部時間 $\tau_0=l_0/c$ を導入する。いままでの時間 t を外部時間 t とする。全体の時間 $t(l_0)$ は外部時間 t と内部時間 τ_0 より成立しているが, どのように結びついているかが問題である。時間 t とエネルギー E との相補性, または対応性を考えて, 次のように仮定する²⁾。

$$E=c\sqrt{p^2+M^2c^2} \longleftrightarrow t(l_0)=\sqrt{t^2+\tau_0^2} \\ =\sqrt{t^2+l_0^2/c^2} \quad (1)$$

l_0 で規定される四次元空間の距離を次の式で定義する。

$$x_\mu^2(l_0)=x_1^2(l_0)+x_2^2(l_0)+x_3^2(l_0)-x_4^2(l_0) \quad (2)$$

ここで, $x_4(l_0)=ct(l_0)$ とおいた。

(2)式が, 素領域理論の背景となる四次元時空間を規定する基本式である。

$$l_0 \rightarrow 0 \text{ とせば, } x_\mu^2(0)=x_1^2(0)+x_2^2(0)+x_3^2(0)-x_4^2(0) \\ =x_1^2+x_2^2+x_3^2-x_4^2 \\ =x_\mu^2 \quad (3)$$

これは普通の Minkowski 空間の四次元距離である。

(2)式は(3)式とちがって, c と l_0 の二つの基本定数を含んでいる。これは空間に素領域が存在するためである。外部時間 $t=0$ のとき, $t(l_0)=\tau_0$ となる。

l_0 が 10^{-14}cm の程度と考えられているので, $\tau_0=l_0/c$ より, 時間の最小単位 τ_0 は, $\tau_0 \approx 10^{-24}\text{sec}$ の程度である。

量子論より, $\tau_0 \cdot Mc^2 \sim \hbar$ の関係があるので, 安定に存在する素粒子の質量の最大値がきまる。 $M \sim \frac{\hbar}{\tau_0 c^2}$ より大きな質量の素粒子は安定に存在できない。

$$\text{光円すいは, } x_\mu^2(l_0)=x_1^2(l_0)+x_2^2(l_0)+x_3^2(l_0)-x_4^2(l_0) \\ =0$$

この式で, $t=0$ のとき, $t(l_0)=\tau_0$ の最小値をもつので, $x_1^2(l_0)+x_2^2(l_0)+x_3^2(l_0)=l_0^2, \sqrt{x_k^2(l_0)}=l_0$

光円すいは, τ_0 や l_0 の存在のために広がりをもっている。これは素粒子が広がりを持ったために, 光円すいそのものが広がりを持ったのである。内部時間 τ_0 が存在するために, 素粒子の内部空間におけるエネルギー伝ば速度は光速度でおこなわれ, 相対論の要求を満足している。

したがって, Yukawa の素領域の理論は内部時間 τ_0 を導入し, 光円すいに広がりを持たせることにより, 相対論と調和させることは可能である。

Yukawa の素領域の理論の詳細は, 8月に米国ロチェスター国際学会で発表されるとのことであるが, まだ具体的な発表がないので, 内部時間 τ_0 の素領域の理論への具体的な応用にはふれない。

終わりに, 筆者が本研究をすすめるにあたって, 深い関心と, あたたかい理解の心をもって絶えず援助された, 野崎教授および研究室の方々に心から感謝する。

(1967 年 5 月 4 日受理)

文 献

- 1) 日本物理学会, 22 回年会講演予稿集, 1, 12, (1967).
- 2) 日本物理学会, 20 回年会講演予稿集, 1, 8, (1965).