

氏 名	福 留 秀 雄 ふく りゅう ひで お
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 5 号
学位授与の日付	昭 和 36 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	Elastic Ether Theory of Elementary Particles. (素粒子の弾性エーテル理論)

(主 査)
論文調査委員 教授 湯川 秀樹 教授 小林 稔 教授 林 忠四郎

論 文 内 容 の 要 旨

現在までの素粒子論は次の二つの根本的な欠陥を持っている。第一は発散の困難が形を変えて残存していることである。第二は各種の素粒子が別々の場によって表現され、それ等を統一する原理や方法がないことである。このような不満足な状態から脱脚し論理的・数学的に基本的な矛盾を含まない素粒子の統一的な理論を建設しようとする試みは、最近十数年間にいろいろな方向からなされてきたが、いずれもまだ成功から程遠い。

著者は現在の素粒子論の根底にある点粒子というイメージを捨て、空間に遍満する媒質というイメージから再出発することによって、全く新しい素粒子の統一理論を作り上げることを試みた。空間に遍満する媒質という概念そのものは決して新らしくない。光あるいはもっと一般的に電磁場をにない、かつそれを伝える媒質としてのエーテルは十九世紀末まで、多くの物理学者によってその存在を認められてきた。二十世紀初頭に Einstein の相対性理論が出現し、エーテルはこれと矛盾するものとして、その存在を否定されて以後、今日まで忘れ去られていた。著者は空間に遍満する媒質という概念が、必ずしも相対論と矛盾するとは限らないと考え、逆に特殊相対論の要求を満すような媒質の一般的性質を調べることを試みた。すなわち広い意味の弾性を持った連続体の理論の相対論的な拡張を行なった。

まず任意の慣性系に関する時空点の座標を $x_\mu (\mu=1,2,3,4)$ とした時、 ξ^1, ξ^2, ξ^3 なる三つの parameter の値で指定される媒質の点のそれぞれがどんな運動をするかは、 x^1, x^2, x^3 が ξ^1, ξ^2, ξ^3 および慣性系で測った時刻 x^4 のどのような関数になっているかによつてきまる。あるいはもっと一般的な時間 parameter ξ^4 を導入すれば、

$$x_\mu = x_\mu (\xi^1, \xi^2, \xi^3, \xi^4) \quad (1)$$

の関数形できまる。これを逆に ξ_μ について解けば

$$\xi^i = \xi^i (x_\mu) \quad i = 1, 2, 3 \quad (2)$$

$$\xi^4 = \xi^4 (x_\mu) \quad (3)$$

となる。(2)は媒質のどの点が時空点 x_μ を占めるかを示し、(3)は時間 parameter ξ^4 に関する同時刻の点が四次元時空の中でどのような三次元曲面を構成するかを示している。通常の流体力学の用語を拡張解釈すれば、 x_μ を Euler 座標、 ξ_μ を Lagrange 座標と名づけてよい。媒質が全体として一様な運動をしている場合には、Lagrange 座標を適当に選べば、 x_μ は ξ_μ の線型関数となる。このような場合、媒質は変形していない状態にあるという。

次に通常の弾性理論における歪みのテンソルを四次元的に拡張し、さらに四次元的な対称エネルギー運動量テンソル $T_{\mu\nu}$ が存在し、かつ連続方程式

$$\frac{dT_{\mu\nu}}{dx_\mu} = 0 \quad (4)$$

が満されているような場合だけに制限して考えることにする。そこで(4)が変分原理から導き出されるための条件を求め、この条件を満すような媒質を弾性的と呼ぶことにする。特に変形していない状態でのエネルギー密度および運動量密度がいたるところ0であるような媒質をエーテルと呼ぶことにすると、このようなエーテルの存在は特殊相対論と矛盾しないことになる。ただし、その代り媒質の一様な運動による縮退が問題になる。

このような弾性エーテルのある小さな部分に歪みが起り、この歪みが時間的に持続するならば、それは素粒子に対する古典論的なイメージを与える。このよう素粒子は質量やスピンのほかに、次のような内部的な特質によって区別できる。すなわち Lagrange 座標系の回転に関して現われる新しい種類のスピン(L-spin)である。もしもエーテルが弾性的に等方性を持つならば L-spin は時間的に変わらず、素粒子を特徴づける量となる。したがってこれを重粒子族や中間子族を分類するために導入された isospin と同定できるであろう。さらにまたエーテルが弾性的に完全な等方性を持たず、わずかながら非等方性を持つと考えると、素粒子の電磁氣的性質や軽粒子族の特徴をも理解する可能性が出てくる。

論文審査の結果の要旨

素粒子が古典力学における質点に対応するものでなく、それ自身としての広がりを持つものであるというイメージから出発する理論は、非局所場理論から剛体模型へと発展したが、今日までに知られている種々の素粒子の特質をじゅうぶん説明することができなかった。特に重粒子族の中には、 Λ 粒子や Σ 粒子のようにスピンが半整数で isospin が整数の粒子や、逆にK中間子のようにスピンが整数で isospin が半整数の粒子がふくまれているが、これは剛体模型ではどうしても説明できなかった。

そこで著者は剛体模型の代りに変形し得る物体をモデルとして考えた場合に、スピンと isospin の関係がどうなるかを検討した結果、両者は完全に独立となり、上に述べた困難は解消することを知った。そこでさらに進んで、変形する物体の力学の相対論的拡張を行ない、相対論と矛盾しないエーテルの概念の明確化に成功するとともに、このエーテルの中の種々の歪みとして、さまざまな素粒子を説明し得ることを示した。これは剛体模型からの大きな飛躍であって、著者の独創的思考力のなみなみならぬものであることを明示している。著者の考察は主として古典論的であり、量子化の問題はまだ完全な解決を見ていないが、この論文だけでも、素粒子論の進歩に大きな貢献をしたと認められる。よって、この論文は理学博士の学位論文として価値があるものと判断される。

〔主論文公表誌〕

Progress of Theoretical Physics, Vol.24 (1960), No.4

〔参考文献〕

1. On the Representation of the Canonical Commutation Relation of Bose Fields
(ボーズ場の正準交換関係の表現について)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol.23 (1960), No.6
9. Low's Scattering Equation and S-Matrix
(ロウの散乱方程式 S と行列)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol.17 (1957), No.3
3. Remarks on the Fixed Extended Source Pion Theory
(P 波中間子論についての注意)
(野上幸久と共著)
公表誌 Nuovo Cimento, Serie X, Vol.5 (1957), No. 2