

氏名	佐々木靖文 さ さ き せい ぶん
学位の種類	理学博士
学位記番号	論理博第23号
学位授与の日付	昭和37年9月25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	On the Yukawa Type Interactions Between Hyperons and Mesons (重核子と中間子との湯川型相互作用について)
論文調査委員	(主査) 教授 小林 稔 教授 湯川 秀樹 教授 林 忠四郎

論 文 内 容 の 要 旨

種々の重い素粒子 (Hyperon) および中間子 (π meson, K meson) 間の湯川型相互作用を総合的に理解するために今までに多くの研究, たとえば Gell-Mann と西島との理論などが提出されている。これらの理論においては新しい量子数としていわゆる strangeness quantum number S をそれぞれの新粒子に想定し, その量子数の変化 ΔS の値によって相互作用が強いかわかりが定まるといふ風に考えてきた。すなわち $|\Delta S|=0$ が強い相互作用に対応し, $|\Delta S|=1$ が弱い相互作用に対応するとすれば実験事実が都合よく説明されることが示された。なお, 弱い相互作用すなわち $|\Delta S|=1$ の場合には鏡映不変性 (parity conservation) がやぶれているということも確認されている。

以上の事実は strangeness quantum number S と鏡映不変性との間にある関係が存在することを示しているように見える。そして, 一般に素粒子間の相互作用というものは鏡映不変性をもたず, たまたまある理由で鏡映不変の条件がついた場合にのみ強い相互作用があらわれることを示しているといえよう。著者佐々木靖文はこのような見地から, おのおのの素粒子は定まった parity をもたずそれぞれ反対の parity をもつ部分のきまった割合での重畳であるという考えを出し, したがって相互作用は元来鏡映不変ではないが, たまたま鏡映不変になるような相殺がおこる場合に強い相互作用があらわれるという見方ですべての湯川型相互作用を総合的に説明しようとしている。

著者の主論文においては, それぞれの素粒子に parity 混合の割合を与える量 β を想定する。その導入は Dirac 波動方程式を次のいずれかの形に書きかえるということによって行なわれる。すなわち

$$(e^{-2\beta\gamma_5}\gamma_\mu\partial_\mu + K)\psi = 0$$

または

$$(\gamma_\mu\partial_\mu + Ke^{2\beta\gamma_5})\psi = 0$$

ここで $\gamma_{\mu N}$ は Dirac のマトリックスであり, γ_5 はそれら4個の Dirac マトリックスと反交換するマトリックスである。上の二式は自由粒子の場合は equivalent であり, またともに変換によって通常の Dirac

方程式に帰着するものであることは明らかであるが、これらに Bose 場との間のいわゆる湯川型相互作用がつけ加わる場合に両者の間の区別および通常の Dirac 方程式とのちがいがあらわれ、導入した量 β が各粒子に対し、その場のたがいに反対の parity をもつ部分の混合比をあらわすという意味がつけられるようになる。著者はこの理由から、各フェルミ粒子にそれぞれ β の値（その絶対値は問題にならないから核子に対しては $\beta=0$ とおく）を定め、 β と strangeness quantum number S との間に

$$\beta = \lambda S \quad (\lambda \text{ は比例パラメーター})$$

という関係をおいた。

著者はこのような立場から strangeness quantum number に対する解釈が実際に可能であり、さらにこの立場をとることによって相互作用の型に対する一つの選択則がえられることを示している。すなわち主論文によればこのような立場から考えられる相互作用としては、すべての相互作用はいわゆる SPT 型であるか、あるいは VA 型であるかのいずれか一方に限られるべきであって、弱い相互作用の実験事実を考慮に入れることによって、相互作用はすべて VA 型でなければならないという結論が出るといっている。

以上の推論には必然性という点において多少の懸念があり、おかれたいくつもの仮定も十分自然とはいえないところもあるので、これが strangeness に対する最終的な解釈であるとは断定できないが、場の理論において全く不可解な存在である strangeness quantum number を parity 混合場という新しい見地から検討し、矛盾のない結果を得ているということは、今後の場の理論の発展に対して一つの手がかりを与えたものとして十分その価値が認められる。なお、将来この理論の正否を重い素粒子の崩壊における角分布の測定から実験的に確かめ得ることを示している点は非常に興味がある。

参考論文からは、著者の今日までの研究歴が長く、つねにその当時の場の理論の重要な問題に正攻法的にとりくんでいたことが判断される。すなわち第1部は π 中間子の μ 中間子への崩壊、第2部は中性素粒子の γ 崩壊をとりあつかっており、いずれも場の理論の適用性を論じた興味ある論文である。その後の論文すなわち第2部以下第7部までは同様な議論を新しく発見された重い素粒子に適用したものであり、第8部は τ 中間子の崩壊に関する一つの解釈として parity doublet を論じたものである。現在の鏡映非保存の立場からはすでに旧い見解となっているが、発表当時としては素粒子論のなぞの一つとなっていた問題に対する一つの試みとして価値があったものである。第9部以下第13部までの参考論文は主論文の前駆となったもので、著者が主論文の考え方に至る経過を示すものであり、この経過から、著者が最初の着想をつぎつぎと改良して主論文の一応矛盾のない結論にまで到達したことがわかる。

論文審査の結果の要旨

主論文は素粒子間、とくに重い素粒子、中間子などの相互作用における鏡映非保存の問題を、素粒子場は本来鏡映に対して反対な対称性をもつ二つの場の重畳であらわされ、たまたまこれらの間に特別な関係のある場合に鏡映保存の強い相互作用があらわれるのであるという立場から論じたものである。著者はこの立場を自由な素粒子の Dirac 方程式に一つのパラメーターをもちこむことで定式化し、このパラメーターが相互作用の項を含む場合にどのような役割を演じるかを議論しており、その結果、このパラメーターがいわゆる strangeness quantum number に対応するという結論を得ている。なお、このような立場

からは素粒子間の相互作用がすべて VA 型であるか SPT 型であるかのいずれか一方に限定されることが自然に見えることを推論し, β 崩壊の実験事実を用いてすべての湯川型相互作用は VA 型であることが妥当であるという結論に達している。

以上の主論文は場の理論における大きい未解決の問題とされている strangeness に一つの解釈を与えるものとして素粒子論に対し有意義な貢献をなしている。なお参考論文もまたそれぞれ素粒子論における重要問題を正しい立場で論じたものである。

よって, 本論文は理学博士の学位論文として価値があると認める。