

【 45 】

氏 名	森 田 克 貞 もり た かつ さだ
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 175 号
学位授与の日付	昭 和 45 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 第 二 専 攻
学位論文題目	Regge-Daughter Hypothesis in the Quark Model (クォーク模型におけるレジ・ドーターの仮説)
論文調査委員	(主 査) 教 授 町 田 茂 教 授 林 忠 四 郎 教 授 小 林 稔

論 文 内 容 の 要 旨

素粒子の反応をあつかうばあい、散乱行列は、もっとも大切な量の一つである。散乱行列を角運動量の関数とすると、一般に角運動量の複素平面上に、エネルギーとともに動く極が生じる。これがレジエ・ポールと言われるものであり、強い相互作用をする素粒子が、このようなレジエ・ポールとしての性質を持つことは、高エネルギーの素粒子反応の実験から知られている。

最近、さらに、ローレンツ変換に対する不変性の条件をみたすためには、レジエ・ポールは、1個だけ存在することはできず、一定の関係を持つ無限個のレジエ・ポールが共存しなければならないことが知られている。

申請者は、このような状況にかんがみて、複合理論の一種である、クォーク模型から出発し、中間子がクォークと反クォークから出来る場合を具体的にあつかった。

クォークと反クォークとがつくる内部時空の対称性を十分に使うために、申請者は、次の仮定から出発している。

(1) クォークと反クォークとがつくる系で、全エネルギー及び全運動量がゼロの状態は内部ローレンツ群によって分類される：内部ローレンツ群の生成演算子はクォークと反クォークとの軌道およびスピン角運動量演算子の和によって与えられる。

(2) クォークと反クォークとの束縛状態としての中間子はレジエ・ポールの系列に分類できる。

まず、1番目の仮定により、考えている束縛状態の全エネルギー及び全運動量がゼロの場合、それをあらわす複素角運動量平面上でのポールの位置は、クォークを支配する力学をふくむ固有値方程式によってきめられる。そして内部ローレンツ群の既約表現によって対角化される。こうして得られるポール（ローレンツ・ポール）がレジエポールの無限の系列に対応することは、すでによく知られている。

実際にわれわれが観測する素粒子は、全エネルギーがゼロのものでないから、そのような場合に本理論を拡張する必要がある。この場合には、全エネルギーおよび全運動量がゼロである場合の対称性は破れる

から、状態を内部ローレンツ群の既約表現で分類することはできない。

申請者は、この困難を解決するために、対称性の破れを、 $SL(2, C)$ 対称性の破れに対して以前 Domokos と Suranyi が用いた方法を用いて扱っている。これによって、全エネルギーがゼロでない場合のレジェ・ポールは、内部ローレンツ群の可約表現によって分類されることになる。実際には、申請者は、全エネルギーがゼロでない場合は、ゼロである場合から摂動論によって得られると仮定してその第二近似までを求めている。

申請者は、まず、固有値問題を Bethe-Salpeter 方程式のような形に定式化し、その摂動論による解を求めている。申請者は、数学的な厳密さは欠くが、直観および物理的考察にもとづいて、今まで触析性理論によって得られていた結果を導びき、さらに全エネルギーがゼロでない場合、新しい結果を得ている。

論文審査の結果の要旨

素粒子がレジェ・ポールの様な様子を示すことは、高エネルギーの素粒子反応の分析からよく知られている。強い相互作用をする素粒子はレジェ・ポールの系列上にあるが、その系列が、一定の相互関係をもって、無限に存在すると考えられることが、相対性理論の要求から、最近、わかってきた。

申請者の研究は、複合理論の一種であるクォーク模型にもとづく中間子の束縛状態をくわしく調べることによって、この問題の興味ある側面を明らかにしたものとすることができる。

申請者は、中間子がクォークと反クォークとから成るものとし、その束縛状態に対する Bethe-Salpeter 方程式を書き直し、レジェ・ポールに対する個有値方程式とした。全エネルギー及び全運動量がゼロの場合の解は、中間子の内部時空座標についてのローレンツ群の既約表現になると考えられるのに対し、全エネルギーあるいは全運動量がゼロでない場合については、内部時空の対称性が破れているため、ローレンツ群の既約表現にはならない。

申請者は、全エネルギーあるいは全運動量がゼロでない場合は、ゼロである場合から摂動論的方法で得られるものと仮定し、それによって、この場合の状態をローレンツ群の可約表現によって分類した。

このような方法で、クォーク模型から導びきうる素粒子のスペクトルを調べると、簡単な仮定のもとで、最近、Gell-Mann と Zweig が提案したもの一致することが示される。

いままでは解析性理論から得られていたのは、全エネルギーおよび全運動量がゼロの場合にほとんど限られていたが、申請者はこの場合は解析性理論と一致するようにし、物理的に意味のある、全エネルギーがゼロでない場合にも、同様な結果が得られることを示している。

これらの結果は非常に興味のあるものであって、複合理論とレジェ・ポールの系列との関連という点から見ても、示唆的なものである。

参考論文 1 はベクトル中間子のガンマ線による発生の実験的結果との比較にもとづいて、いくつかの複合模型の優劣を論じたものであり、参考論文 2 と 3 は、レジェ・ポール理論につけ加えるべき相対論的条件を考慮に入れた場合の理論的結果を陽子—中性子、反陽子—陽子散乱などの実験結果と比較したものである。また、参考論文 4 はクーロン・ポテンシャルの場合にあらわれるレジェ・ポールを群論的立場から研究したものである。

以上を要するに、本論文は理学博士の学位を授与するに値するものと認める。