

【 73 】

氏 名	塩 崎 公 矩 しお ざき たか のり
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 241 号
学位授与の日付	昭 和 43 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	Phenomenological Dynamics of Strong Interaction with Partial Chiral Symmetry

(部分的カイラル対称性をもった強い相互作用の現象論的力学)

論文調査委員 (主 査) 教授 町田 茂 教授 小林 稔 教授 安見真次郎 教授 牧 二郎

論 文 内 容 の 要 旨

十数年前から、数多くの素粒子の存在が確認され、それらを統一的に理解することが大きな問題となってきた。その方向の大きな進歩はユニタリー対称性の理論によってもたらされたが、その大きな成功にもかかわらず、それは暫定的な成功としか考えられなかった。これは例えば、素粒子の質量をみても、対称性からの外れが、かなり大きく、単純な対称性だけで、素粒子の相互作用の重要な部分をとらえていないことがはっきりしているためである。

その後、ユニタリー群の対称性にもとづく理論の結果の多くは、群の generator に相当する物理量の間の交換関係だけから導かれることが明らかになり、いわゆる current algebra の理論が発展した。素粒子の間の「強い相互作用」は、その強さのため摂動論が使えず、そのため力学的な理論はほとんど出ていないが、current algebra の理論は、この困難を避けて、少ない仮定から導かれる結果を実験と比較しようとするものである。しかし、そのような理論も部分的な適用領域しか持たないので、より力学的な理論が必要であることは言うまでもない。このような方向の試みがごく最近、おこなわれるようになった。

申請者の主論文は、「強い相互作用」に認められる対称性を含み、current algebra の理論で得られた多くの結果を保証するようなラグランジュ関数をつくり、その性質を研究したものである。

申請者は、「強い相互作用」が、二つの三次元ユニタリー群の積であらわされるような、そして、空間反転に関する偶奇性が対称的にあらわれるような chiral $U(3) \times U(3)$ 対称性をみたと仮定し、その性質を持つラグランジュ関数の例を示している。このラグランジュ関数を作るために、申請者は、ベクトル中間子とギベクトル中間子に対してゲージ理論が使えるとし、拡張されたゲージ不変性を使うことによってその形をきめている。この方法によって、ベクトルおよびギベクトル中間子と重粒子との相互作用の性質がきめられる。ギスカラー中間子に対しても同様の取り扱いが行なわれる。

申請者は、重粒子が $U(3) \times U(3)$ 群の一つの表現に属すると仮定し、そのことから、重粒子は9個で一つのグループをつくるという結果を導びいている。この仮定は、多分現実よりも狭すぎると思われる

が、この仮定からは、現在までに知られている8個の重粒子のほかにもう1個が同じグループに属することになり、この9番目の重粒子はスピン $\frac{1}{2}$ 、奇のバリティを持ち、その質量はそれ以外の8個のものの2倍になるという結果が導びかれる。この条件を完全にみたす粒子は、現在、見つかっていないが、質量が少し軽いことを除いては、この9番目の粒子と見なせるものが存在する。この粒子が、この理論の9番目の重粒子と見なせるかどうかは、実験的研究がさらに進むことを待たなければならないが、興味ある問題である。この理論にあらわれる重粒子の保存流が「弱い相互作用」にあらわれる保存流に等しいとすると、「弱い相互作用」にあらわれる二つの相互作用常数の比を、30%の誤差で説明することができる。この誤差も、重粒子を $U(3) \times U(3)$ 群の一つの表現に属せしめることが狭すぎることによるかも知れない。 π 中間子と核子との相互作用常数の大きさおよび π 中間子と核子との相互作用常数の大きさおよび π 中間子と核子との S 波の散乱についても current algebra の理論で導びかれている結果が得られている。

論文審査の結果の要旨

申請者の主論文は、素粒子の間の「強い相互作用」が持つと思われるような対称性、すなわち、chiral $U(3) \times U(3)$ 対称性を導びくようなラグランジュ関数を具体的につくり、その性質を調べたものである。

申請者は、Gürsey と Cronin がギスカラー中間子に対して与えた方法を拡張し、ベクトル中間子およびギベクトル中間子を含めたラグランジュ関数をつくった。ベクトルおよびギベクトル中間子を含む相互作用の形をきめるために、申請者は、拡張されたゲージ理論を用いている。ベクトル場およびギベクトル場を拡張されたゲージ場とし、その質量を含む部分によって、理論の $U(3) \times U(3)$ 対称性からの外れが与えられる。

Cronin は $U(3) \times U(3)$ 対称性をみたすギスカラー中間子の相互作用を与える一般的方法を与えているが、申請者は、特殊な関数形を巧みに用いることによって、得られるラグランジュ関数が幅展開による近似的なものになるのを避け、とじた形のラグランジュ関数を導びいている。この過程において、 π 中間子の崩壊常数と π 中間子—核子の相互作用常数との間の関係が得られるが、これは実験とよく合うことが知られている、いわゆる Goldberger-Treiman の関係式と10%の誤差で一致している。「弱い相互作用」にあらわれる保存流を、この理論であらわれる保存流と同一のものとすることにより、弱い相互作用についてもいくつかの結果が導びかれている。申請者が導びいたラグランジュ関数は、この方面の研究の最初のものの一つである Schwinger の結果を拡張したものになっており、ラグランジュ関数の中に残る任意常数に適当な値を与えることによって Schwinger のラグランジュ関数が得られる。これらはいずれも、「強い相互作用」の力学をつくるための諸問題に対する興味ある寄与である。

参考論文1と参考論文2は、それぞれ、原子核の変形ポテンシャル模型の基礎および原子核の集団運動における有効相互作用について、重要な寄与をしたものである。参考論文4は、場の量子論における相対論的不変性をくわしく調べ、物理量の密度に対する交換関係を論じたものであって、最近の current algebra の理論で問題になっている Schwinger の結果を一般化したものである。参考論文5は、ベクトル中間子場から出発して、chiral invariant な理論をつくるためギベクトル中間子場を加え、これらに拡張されたゲージ場の理論を適用して、これらの中間子場と current algebra との関係を明らかにしたも

のであって、この方法の有用性は主論文において十分示されている。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。