

|             |                                                                          |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名         | 小 池 和 男                                                                  |
| 学 位 の 種 類   | 理 学 博 士                                                                  |
| 学 位 記 番 号   | 理 博 第 334 号                                                              |
| 学位授与の日付     | 昭 和 49 年 7 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 | <b>Composite Model and High-Energy Behaviour of the Hadronic Process</b> |

(複合粒子模型におけるハドロン過程の高エネルギー振舞い)

論文調査委員 (主 査)  
教 授 町 田 茂 教 授 田 中 正 教 授 位 田 正 邦

### 論 文 内 容 の 要 旨

強い相互作用をする素粒子（ハドロンと総称する）の準位構造および反応については、多くの特ちょうが認められてるが、まだ統一的な理論は確立されていない。

ハドロンがさらに簡単な「粒子」的なものから成っているとする複合模型は、その構成が実験的には見つかっていないという難点があるにもかかわらず、準位構造の説明その他でかなりの成功が認められる。

一方、弱い相互作用と電磁相互作用における考察に端を発した Current Algebra の方法は、強い相互作用においても多くの点を解明し、Chiral  $SU(3) \times SU(3)$  対称性の有効性は、とくに低エネルギー現象を特ちょうづけるパラメーターの説明において認められている。

申請者の主論文は、このようなハドロンの散乱現象における二つの考え方、複合模型と Chiral  $SU(3) \times SU(3)$  の対称性の考え方を結びつけて実験と比較しようとするものである。Chiral 対称性が厳密に成り立つのは関与する粒子の質量が 0 の場合であるが、申請者は、非常に高エネルギーの散乱においては、運動エネルギーに比べてすべての粒子の静止エネルギーを無視できる領域があり、そこでは Chiral  $SU(3) \times SU(3)$  対称性が良い近似で成り立つであろうと考える。このことは理論的に導びかれているわけではなく、また、高エネルギーにおいても、どのような運動量の移動の領域で成り立つと考えられるかは検討を要することであるが、この論文においては、一つの作業仮説として出発しその結果を実験と比較する。

ハドロンの散乱振幅は構成子の散乱振幅の和としてあらわされることを仮定する。このことは、高エネルギーの前方散乱においては自然な仮定である。

次に構成子（これはスピン 1/2 の粒子と考える）同士の散乱振幅に Chiral  $SU(3) \times SU(3)$  対称性を仮定すると、一般には 5 個の独立な項の和であるものが、2 個だけの和になり、しかもその 2 項の相対的な比も完全にきまることが示される。この散乱振幅を構成子の進行方向のスピン成分（ヘリシティ）を用いてあらわしてみると、高エネルギーの極限ではヘリシティを保存する部分だけが残る、非保存項は無視

できることがわかる。

この構成子間散乱振幅を重ね合せて、ハドロンの散乱振幅をつくると、廻折散乱（真空子の交換としてあらわせる散乱）に対してはヘリシティが高エネルギーにおいて保存することとなる。実験を見ると、 $\pi$  中間子—核子散乱などで実際、このような現象が認められており、s-Channel helicity conservation といわれている。上記の散乱振幅はこの現象を非常に簡単に説明できるものとして興味がある。なお、他のハドロンの散乱においてもヘリシティの測定がおこなわれており、中には複雑な結果を示しているものもあるのでさらに分析を進めることが望まれる。

主論文の後半においては、構成子の散乱振幅を用いて、高エネルギーにおける、ハドロンの散乱の全断面積の比を推定することが試みられている。構成子の散乱振幅に対しては、前述のように Chiral  $SU(3) \times SU(3)$  対称性を仮定すると、全体にかかる共通因子のほかは決定される。その振幅はヘリシティ依存性によってきまる因子とローレンツ不変な関数との積の和であるが、そのさい、ヘリシティ依存性によってきまる部分に対しては、一定の形で構成子の質量があらわれる。申請者は散乱振幅の構成子の質量に対する依存性はこの部分のみによってあらわされると仮定する。これは不変関数の部分では、高エネルギーの極限において、すべての質量をエネルギーに対して無視できると仮定したことに相当し、主論文の前半におけると同様の仮定である。

ハドロンの準位構造と量子数の説明のためには、最低3種類の構成子が必要であることが知られており、またそのうちの1種類が他より一定の割合で重いと考えられる。

申請者は上記の仮定によつてハドロンの散乱断面積の比を構成子の質量によってあらわし、現在知られている散乱断面積の比から得られる構成子の質量の比が、ハドロンの準位構造の説明のために普通仮定されている比と矛盾しないことを示した。

### 論文審査の結果の要旨

申請者の主論文は、ハドロンの（強い相互作用をする素粒子）の高エネルギーでの散乱を対象とし、簡単な仮定によって実験と比べられる結果を導いたものである。とくにその目的は、ハドロンの準位構造の説明などにおいて有効性が知られている複合模型と、一方とくに低エネルギー現象のパラメーターの決定などにおいて有効性が知られている Chiral  $SU(3) \times SU(3)$  対称性を結びつけるところにおかれている。

Chiral  $SU(3) \times SU(3)$  対称性は、関与する粒子の質量が0のときに厳密に成立つが、申請者は、高エネルギーの極限においては、運動エネルギーに比べて質量を無視することができ、したがって Chiral  $SU(3) \times SU(3)$  対称性が成り立つ領域があるであろうと仮定する。

この仮定により構成子間の散乱振幅は、共通因子をのぞき完全にきまり、ハドロンの散乱振幅では、高エネルギーの前方散乱においてはヘリシティを保存することが導かれる。この結果は廻折散乱（真空子の交換と見られる散乱）に対して成り立つものであるが、実際そのような散乱の多くに対して、そのような現象が見られることは、この論文の仮定がきわめて興味あることを示している。

主論文の後半においては、ヘリシティをあらわすために入る構成子の質量をのぞき、その質量は高エネ

ルギーでは無視できるとの仮定により，同じく Chiral  $SU(3) \times SU(3)$  対称性の仮定から高エネルギーのハドロン散乱の全断面積の比が，構成子の質量の比によってあらわされることが導かれている。実験データから構成子の質量の比を出すと，それはハドロンの準位構造から導びかれた数値と矛盾しないことが示される。これは高エネルギー現象と，静止ハドロンの内部構造との一つの間接的な関係を示唆するものとして有意義と考えられる。

参考論文は高エネルギーの素粒子反応を分析あるいは，場の理論的に計算したものが主であるが，それぞれ興味のある貢献をしたものであり，この方面における著者の力働を示している。

よって，本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。