

氏名	奥村吉孝 おくむらよし たか
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第236号
学位授与の日付	昭和47年3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	Deep Inelastic and Fixed Pole Contributions to Electromagnetic Mass Differences (電磁質量差に対する超非弾性散乱及び固定極の寄与)
論文調査委員	(主査) 教授 田中正 教授 長谷川博一 教授 町田茂

論文内容の要旨

中性子と陽子の質量の間には、数 MeV の差が認められている。それは両者が電荷を異にし、そのため電磁的相互作用の差異によってもたらされるものと考えられている。同様な現象は他の多くの素粒子についても、いわゆる同一のアイソ・マルチレットに属するものの間に、同程度の質量差があることが広く知られている。

中性子・陽子間の質量差を理論的に説明する試みは、古くから多くなされているが、今日まで満足な答は得られておらず、むしろ多くの場合その符号すら反対の結果が導かれている。

理論的説明の困難な原因の一つは、核子のもついわゆる強い相互作用が、比較的取扱いの容易なはずの電磁的相互作用の効果をきわめて複雑にすることにある。実際、核子の電磁的質量差は、いわゆる(virtual) コンプトン散乱の振巾—すなわち光子と核子の弾性散乱の振巾—を通じて近似的にあらわされることが知られているが、この振巾は上に述べた強い相互作用の効果を複雑に含み、理論的な評価は非常にむづかしい。

しかし、最近高エネルギーの電子と核子の超非弾性散乱の実験が行われる様になり、それを通じて上述のコンプトン散乱の振巾に対する知識が、直接実験的に得られるようになってきた。

申請論文はこの問題を深く考察している。まず実験結果が顕著に示すスケーリングと呼ばれる現象に注目し、もし核子あるいはより広くハドロンを構成する基本的な構成粒子があるとした場合、このスケーリングの現象は基本粒子が拡がりのない局所的粒子であることを意味するものであることを指摘している。しかし、よく知られている場の理論の「発散の困難」に対応して、そのままでは無限大の質量差をもたらされ、かつその符号も逆転した結果が導かれる。したがって現実の有限な電磁質量差を説明するためには、この発散項を打消す様な効果が必要である。これに対して申請者は光子と核子の間に交換される仮想的な「固定極」と呼ばれる効果を導入することが本質的であり、それが分散式の引算項に対応するものであることを指摘している。

同様な考察は核子以外のハドロン全般の電磁質量差の解明にも適用されている。そこではハドロンと上述の固定極との相互作用が、 $SU(3)$ の対称性を満足するものと仮定し、実験事実との比較によって、その対称性の構造を規定する (f/d) 比を決定し、その値が他の現象分析から得られている結果と矛盾しないことを明らかにしている。

論文審査の結果の要旨

申請論文は、中性子と陽子間に認められる電磁的質量差を、最近の高エネルギー素粒子反応の実験結果を考慮に入れ、説明しようとするものである。この電磁質量差の理論的考察は、強い相互作用の存在によって、一般に複雑であるが、これに関しては Cottingham の関係と呼ばれる理論式が知られている。そこでは質量差は、いわゆる仮想的 (virtual) コンプトン散乱—光子と核子の弾性散乱—の振巾を通じて表現されており、強い相互作用の効果は原理的にはこの振巾の中にとり入れることが可能である。

申請者は、まず分散式を適用することによって、このコンプトン散乱振巾を、最近の電子—核子の高エネルギー超非弾性散乱の実験から直接知ることのできる核子の電磁構造関数によって表現する。ところでこの構造関数は、核子—光子の衝突エネルギー、光子の仮想的 (virtual) 質量の関数であるが、実験は、この変数への依存に関してスケーリングと呼ばれる著しい振舞いが存在することを示している。しかしもしもその形を上述の Cottingham の関係式にもちこむと、本来有限であるべき質量差の表現の中に、対数型の発散項を産み出す結果になる。

申請者はこの矛盾を正面からとりあげ、これを通じてむしろ核子を構成すると考えられる未知の構造を明らかにしようとする。すなわちこの基本粒子が拡がりをもたない局所的粒子であるとして、現在の量子論を適用すると、よく知られた「発散の困難」によって基本粒子は一般に無限大の値をもつ自己エネルギーを付加される。申請者は前述の Cottingham の関係式の中に現われる発散項は、基本粒子の自己エネルギーの無限大の問題と本質的に対応するものであり、従って実験の示すスケーリングの現象は、基本粒子の局所性を示唆するものであることを指摘し、両者を比較することによって、基本粒子の (bare) 質量を導くという興味深い結果を得ている。

しかし、このままでは、電磁質量差は発散量となり、かつその符号も実験事実とは反対となるが、申請者はこの困難を取除くものとして、さきのコンプトン散乱振巾の分散式の中に含まれるいわゆる引算項に注目する。これは上述の超非弾性散乱の実験から知ることのできる構造関数とは結びつかない項で、理論的には光子と核子間に交換される「レッジ極」や仮想的ないわゆる「固定極」からの寄与と考えられる。申請者は場の理論の発散が、いわゆる「くりこみの処方」によって取除かれるように、いまの場合もこの引算項から生ずる可能性のある対数型の発散項が、さきの構造関数のスケーリングから生ずる発散項を打消すものとする。この意味で申請者は、現在光子が関係した現象に広く必要と考えられている「固定極」の存在の重要性を強調している。

一方申請者は上述の核子の電磁質量への考察をハドロン族全般の質量差の解明に適用する。そこではレッジ極や固定極とハドロンの相互作用が $SU(3)$ の対称性を満足するものと仮定する。こうして実験結果との比較によって相互作用の対称性を規定する (f/d) 比が決定されるが、その結果は他の素粒子反応から

導かれる結論と矛盾しないことを明らかにしている。

この申請論文は、上述の様に最近の高エネルギー素粒子反応の複雑な実験結果から、素粒子の最も基本的な構造のあり方、相互作用に関する知識をとり出そうとする意欲的な仕事であり、申請者の優れた着想と独創的な処方が高く評価される。

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。