

【 17 】

氏 名	曾 我 見 郁 夫 そ が み いく お
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 184 号
学位授与の日付	昭 和 45 年 5 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 専 攻
学 位 論 文 題 目	The Non-Local Field Theory of the Quark Model (クォーク模型の非局所場理論)

論文調査委員 (主 査) 教授 町 田 茂 教授 小 林 稔 教授 林 忠四郎

論 文 内 容 の 要 旨

多くの素粒子の存在のしかたをきめる法則を明らかにすることは、現在の素粒子論のもっとも大きな問題の一つであるが、そのうち、わりに質量の小さいハドロン（強い相互作用をする素粒子の総称）については、ユニタリー群、 $SU(6)$ 、の対称性にしがうことが見出だされている。このことの根拠を明らかにし、さらに理論を進めるためには、群論的な扱いかいだけでなしに、力学的な方法を進めることが考えられる。

このような力学的な方法としては、素粒子の複合模型のもっとも簡単なものとして、クォーク模型を採用し、適当な相互作用を仮定して計算するのが一つの方向である。ハドロンのうち中間子を考えると、これは、クォーク模型では、クォークと反クォークそれぞれ一個ずつから成るとすることができる。そのとき、中間子をあらわす波動関数は 2 個の時空座標を含むから、非局所場のなかでもっとも簡単な双局所場と見ることができる。

著者は、このようにして、クォーク模型の観点から、中間子場は一つの双局所場であらわされるとし、それがしがう基礎方程式を仮定する。この方程式は、相互作用と構成粒子間のひろがりを見無視し、粒子の速度をゼロとした極限では $\bar{U}(12)$ 対称性が成り立つようにとられている。また、附加条件をつけることにより、質量スペクトルの無限の縮退が除かれている。

次に著者は、基礎方程式から質量演算子を定義し、それによって、実験的に知られているかぎりよく成り立っている、質量の 2 乗がスピンの比例するという関係が出るようにできることを示している。

基礎方程式から出発して力学的な理論をつくるには、量子化をどうするかが問題となる。非局所場の理論で量子化をどのようにするかは、まだ解決されておらず、矛盾のない量子化の方法はまだ見いだされていない。著者は、考えている双局所場に対するグリーン関数を定義し、次に双局所場を局所場の重ねあわせとして分解し、局所場に対して Yang-Feldman の方法による量子化をおこなっている。

この方程式の素解は質量演算子の固有関数によって構成することができる。これは、この論文における

重要点の一つであり、著者は、Appendix Cにおいて、くわしい計算によって、このことを示している。これらの素解を、局所場の理論で知られているように組み合わせることによって、retarded および advanced のグリーン関数を、積分表示の形で、つくりことができる。

このようにしてつくられたretarded および advanced のグリーン関数は、局所場の場合のものに、それぞれ、よく似た性質を持っているが、重要な相違もある。それは、retarded (advanced) のグリーン関数は、局所場の場合、伝播時間が負(正)ならば0であるが、ここでつくられた双局所場のグリーン関数はこの性質を持たず、伝播時間が負(正)の無限大のときにしか0にならない。これは、局所場が微視的因果性を持つのに反し、双局所場はこれを持たないため、一般に巨視的因果性を保証することの困難にもつながるものである。この困難は非局所場の理論に内在するもので、申請者は、この問題には立ち入っていない。

申請者は、つぎに、双局所場を局所場の重ね合わせに分解し、個々の局所場に対し、Yang-Feldmanの方法にしたがって、入射場と射出場を定義し、それに対して、通常の交換関係を仮定する。これによって、一応、量子化が行われたことになる。

ここまでで自由場の扱いは終わり、次に、相互作用を導入する。申請者は、 $\bar{\psi}(12)$ 対称性に対応する流れ演算子を導入し、局所場の場合と似た形に、相互作用ラグランジアンを仮定する。

応用としては、高エネルギーの $\pi-\pi$ 散乱と、ハドロンの電磁的相互作用が扱われている。

$\pi-\pi$ 散乱に対しては、中間子をあらわす双局所場の相互作用を与える流れ演算子において、高次の微分は無視し、相互作用ラグランジアンの最低次だけとった摂動論による計算がおこなわれている。

電磁的相互作用の取扱いは、一般の非局所場の場合と同じく、この場合においても難かしい問題である。申請者は、現象論的に、それを扱う一つの試みとして最近、Leeによって提案された場と電流との同一性の仮定にもとづく計算をおこなっている。

論文審査の結果の要旨

申請者は、素粒子を統一的に理解する方向の一つの試みを進めている。

現在までに、群論的な規則性が見出だされているが、それより進んで力学的な理論をつくることを試みることが、主論文で行なわれていることである。

このため、素粒子のなかで強い相互作用をするもの(ハドロン)のみをまづ考えることとし、中間子がクォークと反クォーク、それぞれ1個ずつで出来ているとする。こう考えると、中間子の波動関数の形は、非局所場のなかでもっとも簡単な双局所場に属するものになるので、申請者は、それに対するグリーン関数をつくり、それを量子化することをおこなっている。

非局所場のグリーン関数をつくるにあたっては、非局所場が微視的因果性をみたさないことから、そのグリーン関数に対しても、巨視的因果性を保証する上で困難があることが知られている。申請者が導びいた式においてもこの困難があることは、申請者も認めていることであるが、申請者はこの困難には立ち入らず、質量演算子の固有関数によるグリーン関数の構成をくわしく吟味している。この点と、次に述べる量子化が、主論文のおもな内容である。

申請者は、一つの双局所場が一つの間接子に対応するのではなく、この双局所場を局所場の重ね合せとして展開したときの、おのこの局所場が一つの間接子をあらわすと解釈する。こうして現われる局所場を Yang-Feldman の方法で量子化することにより、間接子場の量子化がおこなわれたことになる。

申請者は応用として、まづ高エネルギーの $\pi-\pi$ 散乱を相互作用ラグランジアン の最低次まで、摂動論によって計算している。双局所場が、局所場の無限の重ね合せとなっているため、予期どおり、Regge behavior があらわれる。次にもう一つの応用であるハドロンの電磁的相互作用に対しては、場と流れ演算子との同一性の仮定を採用し、計算を試みている。結果は内部波動関数のとり方による。

以上の申請者の研究は、非局所場の理論にともなう周知の困難にふれてないとはいえ、複合模型にもとづく具体的な計算を非局所場の見方から求めたもので、グリーン関数の構成、量子化など、今後の研究に参考になる重要な寄与を含んでいる。

参考論文 1 ～ 3 は複合模型と対称性あるいは非局所理論との関係を論じたもので、主論文にいたる申請者の研究の進展が示されている。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。