

論文審査の結果の要旨

氏名 矢木拓也

本論文は5章から成り、第1章では、緒言と研究の背景が述べられている。第2章では、本論文で使用される格子QCDシミュレーションの物理的・数学的背景について述べられている。特に、この章では、本論文で用いられるウィルソン-フェルミオンおよびオーバーラップ-フェルミオンの理論形式、格子シミュレーションによるハドロン間相互作用と位相差の決定法、格子上で計算された数値データにおける系統誤差に関する一般論が議論されている。

第3章と第4章は、本論文の核心部分となっている。第3章では、軽いクォークからなるパイ中間子同士の散乱が、クォークの真空偏極を考慮して計算されている。このとき、格子上でカイラル対称性を可能な限り反映させたオーバーラップ-フェルミオン形式が用いられ、複数のクォーク質量で計算した散乱長および低エネルギー定数を現実のクォーク質量へカイラル摂動論を用いて外挿することで、実験値との良い一致が得られている。第4章では、重いチャームクォークを含む中間子同士の散乱が、重いクォーク系を高精度で計算するのに適したウィルソン-フェルミオン形式を用いて調べられている。特にD中間子同士の相互作用については、数値シミュレーション結果をカイラル外挿した結果、50 MeV から80 MeV 程度の束縛エネルギーを持つ束縛状態が存在する可能性が示されている。第5章では、結果のまとめと今後の展望が、また補章A, B, C, Dでは、中間子相互作用の研究の基礎となるクォーク4点関数の理論的計算の詳細、カイラル摂動論に基づく外挿公式の導出、数値シミュレーションの高速化技法の詳細が述べられている。

本論文では、格子QCD計算により低エネルギーハドロン相互作用の詳細な研究が行われ、特に、カイラル対称性を尊重したパイ中間子散乱の計算による実験結果の再現、D中間子散乱における束縛状態が存在する可能性の指摘が初めてなされた。格子QCDによる精密計算を進展させるとともに、その予言能力の可能性を拓くものとして本論文は高い意義を持つ。

なお、本論文の主要部である第3章と第4章の内容は、森松治、橋本省二、大谷宗久との共同研究であるが、論文提出者が主体となって理論的解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上の観点から、申請者に博士（理学）の学位を授与できると認める。