

氏名(本籍)	志 澤 由 久 (東京都)		
学位の種類	博 士 (物理学)		
学位記番号	博 甲 第 1,225 号		
学位授与年月日	平成 6 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当		
審査研究科	物理学研究科		
学位論文題目	Lattice QCD study of weak matrix elements with Kogut-Susskind quark action (Kogut-Susskind クォーク作用を用いた弱い相互作用行列要素の格子量子色力学による研究)		
主査	筑波大学教授	理学博士	宇 川 彰
副査	筑波大学教授	理学博士	岩 崎 洋 一
副査	筑波大学助教授	理学博士	金 谷 和 至
副査	筑波大学助教授	理学博士	梁 成 吉

論 文 の 要 旨

素粒子物理学に於て、ハドロンの弱い相互作用は CP 不変性の破れの起源等未解決の問題の多い分野であり、その解決のためには、ハドロンの弱い相互作用遷移行列要素に対する強い相互作用補正の定量的決定が極めて重要である。ハドロンの強い相互作用は量子色力学により記述される。これを時空格子上に定式化した格子量子色力学に数値シミュレーション法を適用することにより、ハドロンの強い相互作用諸量の第一原理に基づく計算を行うことが可能である。本学位論文は、Kogut-Susskind クォーク作用を用いた格子量子色力学によりハドロンの弱い相互作用遷移行列要素を数値シミュレーションにより求める上で、従来未解決であった三つの問題に対して研究を行ったものである。

(1) 格子上で求められた遷移行列要素から連続時空での物理的値を引き出すには、弱い相互作用演算子の繰り込み定数による補正を行う必要がある。本学位論文では、Kogut-Susskind クォーク場について 2 体及び 4 体の演算子の繰り込み定数に対し、ゲージ不変・非不変両方の場合について、弱結合展開の 1 ループ近似での計算を行い、この近似での繰り込み定数の完全な表式と詳細な数値表を与えた。

(2) 遷移行列要素の計算については、繰り込み定数に対し弱結合展開の 1 ループ近似が信頼しうる値を与えるか否か、まだゲージ不変でない演算子を用いた計算が正しい値を与えるかどうかは重要な疑問点とされてきた。本学位論文では、遷移行列要素の重要な例である K 中間子 B パラメータについて、ゲージ不変及び非不変な演算子双方を用いた数値シミュレーションを行い、1 ループ近似での繰り込み定数による補正後、両者の結果は統計誤差の範囲で完全に一致することを示して、上記二つの

問題に解決を与えた。

(3) Kogut-Susskind クォーク作用は、有限の格子間隔ではクォークフレーバ対称性を破る項を持つ。この破れによる遷移行列要素の値への系統誤差を、 π 中間子の崩壊定数に対して、数値シミュレーションにより計算し、現在よく用いられている格子間隔0.1fm の格子の場合、これが10-20%程度に抑えられていることを示した。

本学位論文第一章では、本研究の動機となる諸事項が述べられる。第二章、第三章では弱い相互作用遷移行列要素の格子量子色力学に基づく計算の方法論及び Kogut-Susskind クォーク作用の詳細が論じられる。第四章、第五章、第六章は、本学位論文の中心部分であり、上記三つの研究内容が詳述されている。第七章は結論に宛てられる。

審 査 の 要 旨

格子量子色力学に基づく弱い相互作用遷移行列要素の決定は、格子量子色力学の数値シミュレーションの中で、素粒子物理学全般に関係する重要なテーマであるが、様々の物理的・技術的問題の山積する困難な分野である。特に、Kogut-Susskind クォーク作用に対する弱い相互作用演算子の繰り込み定数の計算は、物理的結果を引き出す為に必須のものでありながら、その複雑さの故に、一部の計算がなされたのみであった。本学位論文では、ゲージ不変・非不変両者の場合について、1 ループ近似での完全な計算を実行した。この結果を数値シミュレーションと組み合わせることにより、繰り込み定数の1 ループ近似の妥当性及びゲージ不変でない演算子を用いた計算の正当性が明らかとなった。これは、格子量子色力学による遷移行列要素計算全般の信頼性を確立する上で重要な結果であり、著者の研究は高い評価に値する。また、 π 中間子崩壊定数に対するクォークフレーバ対称性の破れの検討は世界的に初めての計算であり、興味ある結果を得ている。

よって、著者は博士（物理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。