

氏名(本籍)	梅 ^{うめ} 村 ^{むら} 俊 ^{とし} 彰 ^{あき} (愛知県)
学位の種類	博士(物理学)
学位記番号	博甲第1,498号
学位授与年月日	平成8年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	物理学研究科
学位論文題目	Phase Structure of Lattice QCD with the Wilson Quark Action (ウィルソンクォーク作用に対する格子量子色力学の相構造)
主査	筑波大学教授 理学博士 岩崎 洋一
副査	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 梁 成吉
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 青木 慎也

論 文 の 要 旨

陽子、パイ中間子などハドロンはクォーク・グルーオンから構成される。クォーク・グルーオンの基本法則が量子色力学である。量子色力学を4次元ユークリッド空間の格子上に数学的厳密に定義した理論が格子量子色力学である。格子間隔ゼロの極限が理論の連続極限を定義する。クォーク・グルーオンは、低温相ではハドロンに「閉じ込め」られており、カイラル対称性が自発的に破れている。一方、1兆度以上の高温では、クォーク・グルーオンはプラズマ状態になり、カイラル対称性が回復していると考えられている。この相転移の性質を明らかにすることは、宇宙初期の物質の生成過程を解明するのに重要であり、クォーク・グルーオン・プラズマ状態を生成させる目的の重イオン衝突の解析のためにも欠かせない。この相転移の研究のために、格子量子色力学の相構造の解明は基本的な重要な基礎を与える。

この論文では、クォークに対してウィルソンによって提唱された作用を用いた時の格子量子色力学の相構造を調べた。この理論は、2個の基本的なパラメータを含んでいる。ゲージ結合定数とクォークの裸の質量に対応するホッピング・パラメータである。ウィルソンによって提唱された作用は、連続極限(ゲージ結合定数がゼロになる極限)ではゼロになるウィルソン項と呼ばれる項の存在により、格子間隔が有限の時、クォークの質量がゼロの場合でもカイラル対称性を破っている。このため、カイラル対称性をいかに理論の中で考えていくかは重要な問題である。一方、カイラル対称性が自発的に破れている時に、パイ中間子の質量はゼロになる。数値的な研究により、ゲージ結合定数が有限の時(格子間隔が有限な時に対応)にも、絶対零度でパイ中間子の質量がゼロになるホッピング・パラメータが、ゲージ結合定数がゼロから無限大まで連続的に、一本の曲線(臨界線)として存在することが明らかになった。また、カイラル対称性から期待されるPCAC関係式も満たされている。この結果は満足のいくものであるが、その臨界線の存在の理由が明らかでなかった。この臨界線を、パリティの保存する相と非保存相の間の2次相関転移に付随する臨界線と解釈できることが青木によって提唱された。さらにこの臨界線がゲージ結合定数ゼロの軸に複数回、接する多重構造をしていることも明らかにされた。

本論文では、この多重構造を持つ臨界線が、有限温度の時にどのように振る舞うかを明らかにした。2次元のグロス・ヌボウ模型の解析的な結果からの類推を基に、クォークが2種類存在する場合の格子量子色力学に対しての数値計算の結果から、有限温度の臨界線の振る舞いを決定した。臨界線は、ゲージ結合定数ゼロの点に達せ

ずに、途中で引き返す連続的な多重構造を持つことを明らかにした。また、有限温度相転移に対応する遷移線と臨界線との関係も明らかにした。

審 査 の 要 旨

本論文では、クォークに対してウィルソンによって提唱された作用をもちいた格子量子色力学の有限温度の相構造を解明した。絶対零度でゲージ結合定数ゼロの軸に複数回、接する多重構造を持つ臨界線が、有限温度でゲージ結合定数ゼロの点に達せずに、途中で引き返す連続的な多重構造を持つことを明らかにした。また、有限温度相転移に対応する遷移線と臨界線との関係も明らかにした。これらの結果は、有限温度相転移を解析していく時の理論的な基礎を与え、この分野の研究に寄与するところが多く、学術的な価値が優れている。

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