

課題名 (タイトル) :

フレーバー1重項を用いた有限温度 QCD 相転移現象の研究

利用者氏名 : 中村 宜文

理研での所属研究室名 : 計算科学研究機構 連続系場の理論研究チーム

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

有限温度 (有限密度) 量子色力学(QCD)の研究は高温 (高密度) でのハドロンの諸性質、質量生成機構、宇宙の進化の解明につながる重要な研究である。特に、閉じ込め-非閉じ込め相転移、カイラル対称性の破れ (とその回復) は非摂動論的な現象であり、格子 QCD シミュレーションによる研究が現在盛んに行われている。相転移温度の研究は長年行われているが、最終的な決定には至っていない。

本研究で用いる Wilson タイプのフェルミオンは、有限の格子間隔ではカイラル対称性がないものの、先行研究で広く用いられている Kogut-Susskind (KS) フェルミオンのような rooting による問題がない。有限の格子間隔でもカイラル対称性があるオーバーラップフェルミオンとほぼ等価であるドメインウォールフェルミオンを用いた研究では、最新の研究結果でも KS フェルミオンを用いた研究結果と 15%以上の誤差がある。オーバーラップフェルミオンを用いたシミュレーションは時間がかかるため、それを用いた有限温度 QCD の研究はまだない。

格子 QCD シミュレーションを用いた研究には計算時間が非常にかかるという問題点がある。その理由として、時空間の離散化による誤差、有限体積効果があり、格子間隔がゼロかつ体積が無限大の極限をとるために、格子間隔や格子サイズを変えたシミュレーションをいくつも行わなければならないことと、現実世界のハドロ質量を再現するよう、シミュレーションのインプットパラメーターであるクォーク質量を調節することが難しいことがあげられる。一番の問題は、計算時間がクォーク質量が軽くなるにつれて指数関数的に増大することである。

本研究では、フレーバー 1 重項 (もしくはブレイブラインドな量) で、相転移の指標となる観測量 (ポリアコフループやカイラル凝縮) がアップ・ダウン・ストレンジクォーク質量和を一定に保って、個々の質

量を変化させたとき、どう振る舞うかを調べる。

2. 具体的な利用内容、計算方法  
利用しなかった。

3. 利用研究成果が無かった場合の理由  
別の計算機システムを用いた別プロジェクトに注力したため利用できなかった。