

課題名 (タイトル) :

有限温度・密度下におけるクォーク力学の研究
 Quark dynamics at finite temperature and density

利用者氏名 :

○飯田 英明
 前沢 祐
 矢崎 紘一

所属 :

和光研究所 仁科加速器研究センター 素粒子物性研究部門 延與放射線研究室

<p>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</p> <p>宇宙初期のような高温・高密度系で実現していたと考えられる、クォークやグルーオンが自由に飛び回る状態を、クォーク・グルーオン・プラズマ (QGP) と呼ぶ。QGP は現在の物質相とは全く異なる状態だと考えられ、実験的にも QGP の特異な興味深い現象が確認されている。しかし、その現象の物理的背景は、量子色力学 (QCD) と呼ばれる強い相互作用を司る理論の解析が困難なため、未解明な部分が多い。我々は強い相互作用を第一原理から計算することのできる格子 QCD の方法を用いることにより、数値的に QGP を調べ、その背景にある物理を明らかにしていく。</p> <p>2. 具体的な利用内容、計算方法</p> <p>現在行っているのは、有限密度におけるハドロンの性質を調べる研究である。ハドロンの質量は、南部が提唱した「カイラル対称性の自発的破れ」という現象によってもたらされている。カイラル対称性は、QGP 相では破れておらず回復している。このため、ハドロンの質量は QGP 相に近づくに従って変化すると考えられている。これにより、ハドロンの核子またはクォーク媒質中にあるとき、質量や崩壊幅が変わると考えられる。実際、実験により、核子媒質中のベクトルメソンのスペクトルが変化する可能性が報告されている。しかし、その変化に関して、実験間での結果の違いが見られる。また、その変化がカイラル対称性の自発的破れに関わっているのかどうか議論が分かっている。我々は格子 QCD を使って、核子またはクォーク媒質中にハドロンの作り出すことで、ハドロンの質量などを媒質中で測る研究を行っている。</p>	<p>また、カイラル対称性の自発的破れがどの程度おこっているかの指標となるカイラル凝縮の値を有限密度中でしらべる予定である。</p> <p>この計算では、クォークのループ計算が必要になる。安直にこれを行うと、多くのクォーク伝播関数を計算する必要がある。これはすなわち大量の逆行列を求める必要があるということである。これに対し、ノイズ法と呼ばれる方法を用いることにより、計算量は、安直な方法に比べ、1/50 ~ 1/100 程度の計算量になる。この方法を用いることで、現在最新のスーパーコンピュータでも現実的な時間内では計算できないような計算を実行し、ハドロンの有限密度中での性質の変化をとらえる計算を行っている。</p> <p>3. 結果</p> <p>この計算では大きく分けて 2 つのコードが必要である。ひとつは QCD 作用を位相とする因子 (=期待値を計算するときの重み) の計算コード、もうひとつは、計算したい物理量に対応する演算子の計算コードである。現在両コードの動作確認段階である。先行研究と比較できるところを比較しながら、確認を行っている。</p> <p>4. まとめ</p> <p>QGP における物理現象の解明を目的として研究を行っている。現在、有限密度中でのハドロンの研究を行っており、現在コードの動作確認段階である。</p> <p>5. 今後の計画・展望</p> <p>QCD の第一原理に基づいて有限温度・密度系を研究する。まずは有限密度におけるハドロンの質量・スペクトルの変化を明らかにすることを目標にして研究を行う。さらに、有限密度中でのカイ</p>
--	--

ラル凝縮に関する研究を行う。第一原理から計算を行うことで、信頼のおける計算結果を出し、そこから物理的背景を読み解く。

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況（どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか）や、継続して利用する際に行う具体的な内容

現在、まだコードの動作チェック段階であり、具体的な結果が出ていない。今後、コードを完成させ、結果を出していきたい。9月末までの申請期間の間に成果を出せるように努力する。