

課題名 (タイトル) :

有限密度 QCD の大規模並列シミュレーション

利用者氏名 : 中村 純

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 延興放射線研究室

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

中性子星の内部、高エネルギー重イオン反応、宇宙の初期などでは非常に高密度の状態が実現されている。このような状態を研究するためのもっとも信頼度の高い手法は格子 QCD に基づく数値計算である。しかし、有限密度系のモンテカルロ計算は、符号問題とよばれる困難があり、長く計算が困難であった。近年、多重再規格化法、複素化学ポテンシャル法などの研究が進み、大きな進展が期待できる状況となっている。また仁科加速器研究センターで進められている重イオン反応実験の多重度分布は複素化学ポテンシャル法で計算が可能であり、近い将来に実験と本計算との密接な連携が期待される。

2. 具体的な利用内容、計算方法

格子 QCD の計算枠組みとしては、1) Wilson 型、2) Kogut-Susskind 型、3) カイラルフェルミオン型の 3 種があり、これまで(2)の Kogut-Suskind 型が使われることが多かったが、計算の進歩に従ってクォークの質量が現実のものに近づくと大きな問題があることが分かってきた。(3)のカイラルフェルミオン型は(1),(2)に比べて数百倍から数千倍の計算量が必要となり、現実的な計算にはまだ適用が難しい。我々は格子化(離散化)の影響を低減した改良型 Wilson フェルミオン型を採用し、有限密度計算のために化学ポテンシャルを導入したコードを 2012 年度に開発した。並列化はデータ分割による MPI を使用した。

3. 結果

実及び虚化学ポテンシャルを入れた MPI 型の Wilson 型 QCD 格子理論プログラムの開発が終

了した。

4. まとめ

有限密度 QCD の大規模シミュレーションのためのコードの準備がほぼできた。

5. 今後の計画・展望

平成 25 年度は、引き続き簡易利用で並列化コードのチューニングを行った後、理研仁科加速器研究センターのグループと測定量について議論を行いながら大規模計算の準備を行い、成果を公表していく予定である。