

研究責任者名 Name	中村 純 Atsushi Nakamura	所属機関 Affiliation	広島大学情報メディア教育研究センター Hiroshima University	
受理番号 Proposal No.	大型 10-22	研究課題名 Program title	Wilson フェルミオンによる有限密度 QCD の研究 Study of Finite Density QCD with Wilson Fermions	

研究を終了しましたので、下記の通り報告します。

成果の概要

Abstract

(和文) 有効模型や、実験の解析から、有限温度、有限密度での QCD は豊富な相構造を持つことが期待されている。有効模型では、その適用限界やパラメータの決定に不定性が残り、格子 QCD に基づいた第 1 原理計算の結果が強く期待されている。ゼロ密度においては、有限温度 QCD は各国で大規模な計算が進められ定量的なシミュレーションが進んでいる。しかし、有限密度 QCD のシミュレーションは、フェルミオン行列式が有限密度で複素数になることにより「符号問題」が起こり、最も困難なシミュレーションと言われている。これまで、Reweighting 法、複素化学ポテンシャル法などが提唱され、KS 型フェルミオン作用での研究が行われてきた。しかし、KS フェルミオンは 4 乗根操作、及びそれに関連した余分なゴールドストーン粒子の振る舞いなど不鮮明な点が残る。

我々は、改良型ウィルソン作用を使い、有限密度で必要になる縮約公式を構築し、また虚数化学ポテンシャルやカノニカル分布による計算を行ってきた。

公式とコード開発に多くの時間を必要としたため、計算はまだ小規模なものであるが、国際会議等で発表し、成果の論文も公開、及び準備中である。

(英文) Effective model and analyses of experimental data suggest that there are several non-trivial phases in QCD at finite temperature and density. The first principle calculation, i. e. lattice QCD results are highly required. At zero density there have been many progresses, but at finite density, because of the sign problem due to the fermion determinant, the study is very hard. So far there are several approaches, but most of them were done by KS fermions, which many suffer from extra Goldstone particles and the forth-root procedure.

We employ improved Wilson fermions. We have developed an important formula, a reduction formula, and are doing simulations with imaginary chemical potential, and canonical method. It took very long time to formulate the reduction formula and to develop a corresponding code, we are just at starting point. But we reported the results at several international workshops and published/are preparing several papers.

研究成果を公開しているホームページアドレス

<http://home.riise.hiroshima-u.ac.jp/~nakamura>

研究成果の 公表	口頭研究発表 件数	査読付きの学術論文数	プロシーディング論 文数	その他 (投稿中を含 む)
	4	1	0	0

成果の公表リスト（それぞれの枠に番号をつけて記入願います。）

口頭研究発表
1. 中村純, “Lattice QCD and High Baryon Density State”, BARYONS’10, Dec. 8 2010, 大阪大学 2. 永田圭太郎 “QCD phase diagram with two-flavor Wilson fermions”, Hadron Nuclear Physics 2011, 23 Feb. 2011, Pohang, 韓国 3. 中村純, “Quarks, Gluons and Hadronic Matter under Extreme Conditions”, 3 March 2011, St.Goar (ドイツ) 4. 中村純, “Lattice Study of Finite Density QCD with Wilson Fermions”, Nonperturbative Aspects of QCD at Finite Temperature and Density, Nov. 8, 2010 (つくば、日本)
査読付きの学術論文(URLを記載)
1. Keitaro Nagata and Atsushi Nakamura, “Imaginary Chemical Potential Approach for the Pseudo-Critical Line in the QCD Phase Diagram with Clover-Improved Wilson Fermions”, Phys. Rev. D 掲載決定、arXiv:1104.2142
プロシーディング論文(URLを記載)
その他（学位論文、紀要、投稿中の論文を含む）(URLを記載)
特記（本研究に関係した、新聞記事・著作、受賞など）