

課題名 (タイトル) :

格子ゲージ理論に基づくハドロン物理学の非摂動的解析

利用者氏名 : 山本新

所属 : 和光研究所 仁科加速器研究センター 初田量子ハドロン物理学研究室

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

ハドロン物理学における多くの現象は、ハドロン物理学を支配している量子色力学の強相関性のために、摂動論的解析が困難である。この困難のために、ハドロン物理学の研究では、コンピュータを用いた数値計算が多く用いられる。特に、「格子ゲージ理論」の数値シミュレーションは、量子色力学に基づいた厳密解析が可能であるため、この分野では精力的に研究が行われている。本課題では、格子ゲージ理論を用いて、ハドロン物理学や量子色力学の性質を解析した。

2. 具体的な利用内容、計算方法

本年度は、格子ゲージ理論のシミュレーション手法を用いて、以下の4つのテーマに関する研究を行った：(1)異なるフェルミ面を持ったクォーク混合系、(2)曲がった時空における量子色力学、(3)非一様カイラル相におけるとじこめ現象の非一様化、(4)漸近的自由な5次元ゲージ理論。これらの研究では、既存の格子ゲージ理論のシミュレーション手法を基にして適宜変更を加えることによって、新たな物理現象の解析を試みた。

3. 結果

4つのテーマで得られた結果を、それぞれ以下に簡潔にまとめる。(1)フェルミ面のずれによって、クォークの超伝導状態が破壊され、非一様状態が現れることを示した。(2)曲がった時空における格子ゲージ理論を定式化し、膨張時空での粒子生成を解析した。(3)非一様カイラル相を記述する有効模型を考案し、量子色力学におけるとじこめ現象が非一様化するのを示した。(4)リフシツ型理論と呼ばれる漸近的自由な5次元

のゲージ理論を、格子ゲージ理論として定式化した。

4. まとめ

格子ゲージ理論のシミュレーション手法を用いて、異なる4つの研究を行った。この中で特に、「異なるフェルミ面を持ったクォーク混合系」の研究は、論文がPhysical Review Letters誌に掲載され、RIKEN Research Highlightsで紹介された。それ以外の研究は、1件は論文が出版され、2件は論文投稿中である。

平成 26 年度 RICC 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

Arata Yamamoto, "Lattice QCD with mismatched Fermi surfaces," *Physical Review Letters* 112, 162002 (2014)

Arata Yamamoto, "Lattice QCD in curved spacetimes," *Physical Review D* 90, 054510 (2014)

Tomoya Hayata, Arata Yamamoto, "Inhomogeneous Polyakov loop induced by inhomogeneous chiral condensates," arXiv:1408.1905 [hep-ph]

Takuya Kanazawa, Arata Yamamoto, "Asymptotically free lattice gauge theory in five dimensions," arXiv:1411.4667 [hep-lat]