

sctheta 実施報告書

真空角 θ などの CP 対称性の破れを入れた QCD シミュレーション

平成 21 年 5 月 22 日

1 研究組織

研究代表/責任者 出淵卓 金沢大/理研 BNL 研究センタ
青木慎也 筑波大/理研 BNL 研究センタ
長谷川 将康: 金沢大学/理研
土井琢身 Kentucky 大/理研 BNL 研究センタ
中村宜文 NIC/DESY/Regensburg 大
共同研究者 Gerrit Schierholz: DESY James Zanotti エジンバラ大

2 実施報告の詳細

昨年後に引き続き、真空角度 θ を純虚数に解析接続するモンテカルロシミュレーションを行った。今年度は昨年度よりクォークの質量を軽く、物理的なサイズを大きくしたシミュレーションを行った。

- 真空角度 $\theta = 0.2, 0.4$
- 格子間隔 $a \sim 0.1$ fm ($\beta=2.1$ Iwasaki gauge action)
- 格子サイズ $24^3 \times 48$
- $m_{PS} \approx 540$ MeV (Clover fermion action)
- 統計数 7000 トラジェクトリ

その結果トポロジカルチャージ分布には体積依存性があまりないことが分かった。核子の電磁形状因子 $F_3(q^2)$ から電気双極子能率を測定した。

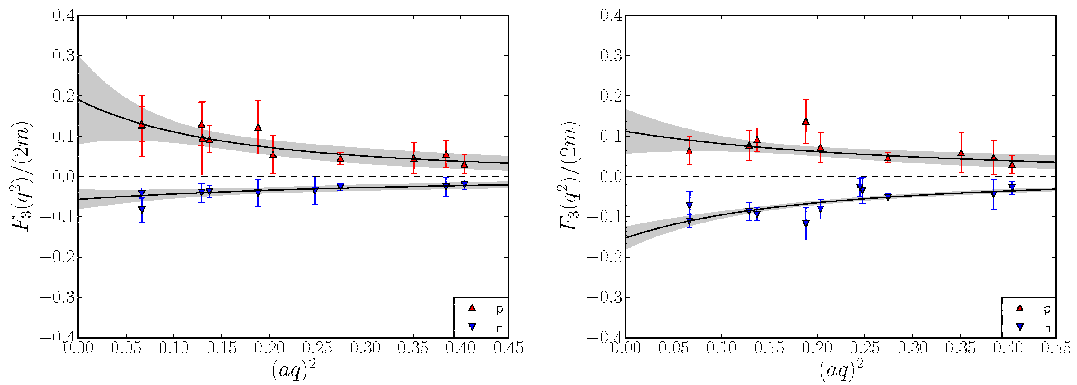


図 1: 統計数 10000 の暫定的な電気双極子能率の結果。左 $\theta = 0.2$ 、右 $\theta = 0.4$

θ を大きくすると、中性子の電気双極子能率に関しては、大きくなることがわかった。陽子に関してはまだ誤差が大きく統計を上げる必要がある。これらは真空角度 θ を海クォークだけでなく、価クォークにも入れた場合の $\theta_{\text{valence}} = \theta_{\text{sea}}$ の結果である。

Clover fermion には有限の格子間隔においてカイラル対称性がない。カイラル対称性が保たれるクォークを使った場合には、価クォークの θ はカイラル変換で同じ核子 (の成分) を表す別の演算子の変更に置き換えられるため、物理的な形状因子の結果には影響しないという理論的な予想がされている。現在見えているシグナルが価クォークに入れた θ の影響であるか否かを価クォークに θ が入っていない場合の計算を行うことによって調べる必要がある。

3 口頭研究発表、発表論文 (査読)、国際会議等プロシーディング論文、その他投稿中の論文等のリスト

- R. Horsley, T. Izubuchi, Y. Nakamura, D. Pleiter, P.E.L. Rakow, G. Schierholz, J. Zanotti
"The electric dipole moment of the nucleon from simulations at imaginary vacuum angle theta" in preparation [arXiv:0808.1428]

口頭研究発表

- Nakamura Yoshifumi, May 2008, Hadron Electromagnetic Form Factors, ECT* Trento, Italy
"The electric dipole moment of the nucleon from simulations at imaginary vacuum angle theta"
- Nakamura Yoshifumi, July 2008, the XXVI International Symposium on Lattice Field Theory, College of William and Mary, Virginia, USA
"The electric dipole moment of the nucleon from lattice QCD with imaginary vacuum angle θ "
- Taku Izubuchi, November 2008, Brookhaven Forum 2008, Upton, NY
"Study of flavor diagonal CP violations on lattice"