

# 実施報告書

金沢大学 理工学域 数物学類 出淵卓

## 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

橋本耕一 金沢大/理研仁科センター

関戸 暢 金沢大/理研仁科センター

土井琢身 Kentucky大/理研BNL研究センタ

中村宜文 NIC/DESY/理研仁科センター(4月より)

共同研究者 Gerrit Schierholz: DESY James Zanotti エジンバラ大

## 2. 実施報告の詳細

真空角度  $\theta$  を純虚数に解析接続することによって モンテカルロシミュレーションに導入した。この結果生成されるQCD真空のトポロジカルチャージの平均値を自由にコントロール出来るようになり、CPの破れを reweighting などの方法によらず導入できるようになった。またこの方法により、トポロジカルチャージ分布の詳細な測定が可能となることも分かった。

この真空配位上に外部一様電場を加え、核子の電気双極子能率を測った。この際の外部一様電場は周期的境界においても逆電場が出ないように工夫されたものである。

- 真空角度  $\theta = 0.0, 0.4, 0.8$
- 格子間隔  $a = 0.1$  fm (Iwasaki gauge action  $\beta = 2.1$ )
- 格子サイズ  $16^3 \times 32$
- クォーク質量  $\sim m_{\text{strange}}$  程度  $m_{\text{PS}} / m_{\text{V}} = 0.85$  クローバーフェルミオン
- 統計数 5,000 トrajekトリ (binned jackknife with 100 trajectories)
- 物理量: トポロジカル電荷、核子エネルギーのスピンの依存性、CPを破る形状因子

これらの条件でシミュレーションを実行した。現在物理的な最終結果をまとめているが、今まで行われていた方法に比べて同等かそれ以上のS/N比が出ている。陽子と中性子で電気双極子能率に等 多くの新しい知見があるが、問題点として、クォークの質量が軽いこと、体積が小さいこと、動的ストレンジクォークの効果を見逃していること、クローバーフェルミオンを使ったことによる系統誤差が未評価であることなどがあげられる。また  $\theta$  を時空上に局所的に入れることによって、 $\eta'$  などの非連結クォークループの計算に応用することも行った。

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

論文、その他投稿中の論文等のリスト

- I. Koichi Hashimoto and Taku Izubuchi,  $\eta$  meson from two flavor dynamical domain wall fermions , Prog.Theor.Phys. 119 (2008) 599-641 (43 pages).
- II. T. Izubuchi, S. Aoki, K. Hashimoto, Y. Nakamura, T. Sekido and G. Schierholz, Dynamical QCD simulation with  $\theta$  terms , PoS (LATTICE 2007) 351.
- III. T. Izubuchi, S. Aoki, K. Hashimoto, Y. Nakamura, T. Sekido and G. Schierholz,, Dynamical QCD simulation with  $\theta$  terms , RIKEN Accel. Prog. Rep. 41 (2008).
- IV. S. Aoki, R. Horsley, T. Izubuchi, K. Hashimoto, Y. Nakamura, D. Pleiter, P.E.L. Rakow, G. Schierholz, T. Sekido and J. Zanotti, The electric dipole moment of the nucleon from simulation at imaginary  $\theta$  (20+ pages) in preparation.

口頭発表

- V. Taku Izubuchi, `New Phenomenological Applications of Lattice Field Theories` , February 2008, Upton, BNL.
- VI. 出淵卓 「格子計算の新しい可能性」 2007年 12月 筑波エポカル ワークショップ「未来の素粒子・原子核シミュレーション」
- VII. Taku Izubuchi, Lattice QCD simulations with  $\theta$  terms: Neutron EDM and  $\eta$  , October 2007, University of Kyoto, YITP, Workshop ``Towards the precise prediction of CP violation"
- VIII. Taku Izubuchi, Electromagnetic splittings of Hadrons, and calculations towards  $g_{\mu-2}$  light-by-light contribution , June 2006, invited talk at RBRC `RHIC Physics in the context of the Standard Model`, Brookhaven National Lab., Upton, NY
- IX. Taku Izubuchi, Lattice QCD simulations with  $\theta$  terms , November 2007, RBRC Scientific Review, Upton, NY
- X. Taku Izubuchi, Lattice QCD simulations with  $\theta$  terms: Neutron EDM and  $\eta$  , September 2007, University of Connecticut, Storrs, CT.
- XI. Taku Izubuchi, `Lattice QCD simulations with  $\theta$  terms: Neutron EDM and  $\eta$ ` , September 2007, RBRC seminar, Upton, NY.
- XII. Taku Izubuchi, Dynamical QCD with  $\theta$  terms , August 2007, the XXV International Symposium on Lattice Field Theory, Regensburg University, Regensburg, Germany
- XIII. Yoshifumi Nakamura, The electric dipole moment of the nucleon from simulations at imaginary  $\theta$  , February 2008, BNL, Upton, NY.