

# 実施報告書

平成21年5月22日

## 1 研究組織

研究代表者 青木慎也 (筑波大学数理物質科学研究科・教授)  
共同研究者 蔵増嘉伸 (筑波大学数理物質科学研究科・准教授),  
新谷栄悟 (京都大学基礎物理学研究所・研究員 (科学研究)),

## 2 実施報告の詳細

昨年度は主に以下の計算に SR11000 および Blue Gene を使用した。

- SR11000: 1 ノード・4 ノード、Blue Gene: 128 ノード  
クローバーフェルミオンを用いた NEDM 形状因子のフル QCD 計算

各項目の詳細な結果は以下の通りである。

### 2.1 方法と内容

平成20年度における KEK 大型シミュレーション研究では主に NEDM 形状因子のフレーバー数2のフル QCD 計算をクローバーフェルミオンを使って行い、精度の高い値を求めることを目的とした。

### 2.2 結果

ゲージ配位は CP-PACS グループが公開している、格子サイズ  $24^3 \times 48$ , 岩崎ゲージ作用  $\beta = 2.1$  を用いた。フェルミオンの質量パラメータは、軽い方から順に  $K = 0.1382, 0.1374, 0.1382$  を用いた。 $\pi$  中間子の質量に換算すると、 $m_\pi = 0.53, 0.76, 0.93$  GeV に対応する。3点関数の計算は、電磁カレントの挿入時間  $t_{EM} = 8$  に固定して sink の核子を動かすことで漸近状態に達した際のプラトローを測定する。ゲージ配位数は限られているため、全体の統計数を増やすためにソース点を移動させたサンプルの統計平均をとる。全体の統計数は、すべてのクォーク質量について  $770 \times (6 \text{ source})$  である。

図1にはチェックの為、2つの独立したスピノール成分から抜き出した同じ NEDM 形状因子の時間ごとの推移を表す。3点すべての運動量について時間  $t = 13$  付近から2つともコンシステントなプラトローを持っていることが分かる。おおよそ  $t = 11 \sim 16$  の範囲に2つのプラトローが一致していることから、この範囲をフィット範囲として、丸シンボルに対して定数フィットを行い、NEDM 形状因子の運動量依存性としてプロットした結果が図2である。NEDM 形状因子の運動量依存性は自明ではないが、運動量が小さい領域では線形に近い振舞を示している。そこで、運動量について単純な線形フィットを行った結果も同じ図に載せてある。質量依存性を比較のため、形状因子を用いて得られた結果と以前得られたエネルギー差を用いた結果を図2の下図にプロットした。この図から分かるように、すべての質量について明らかな精度向上が達成できたことを示している。また統計数の比較においても、エネルギー差を測定する方法より形状因子から求めた方が  $1/2$  ほど

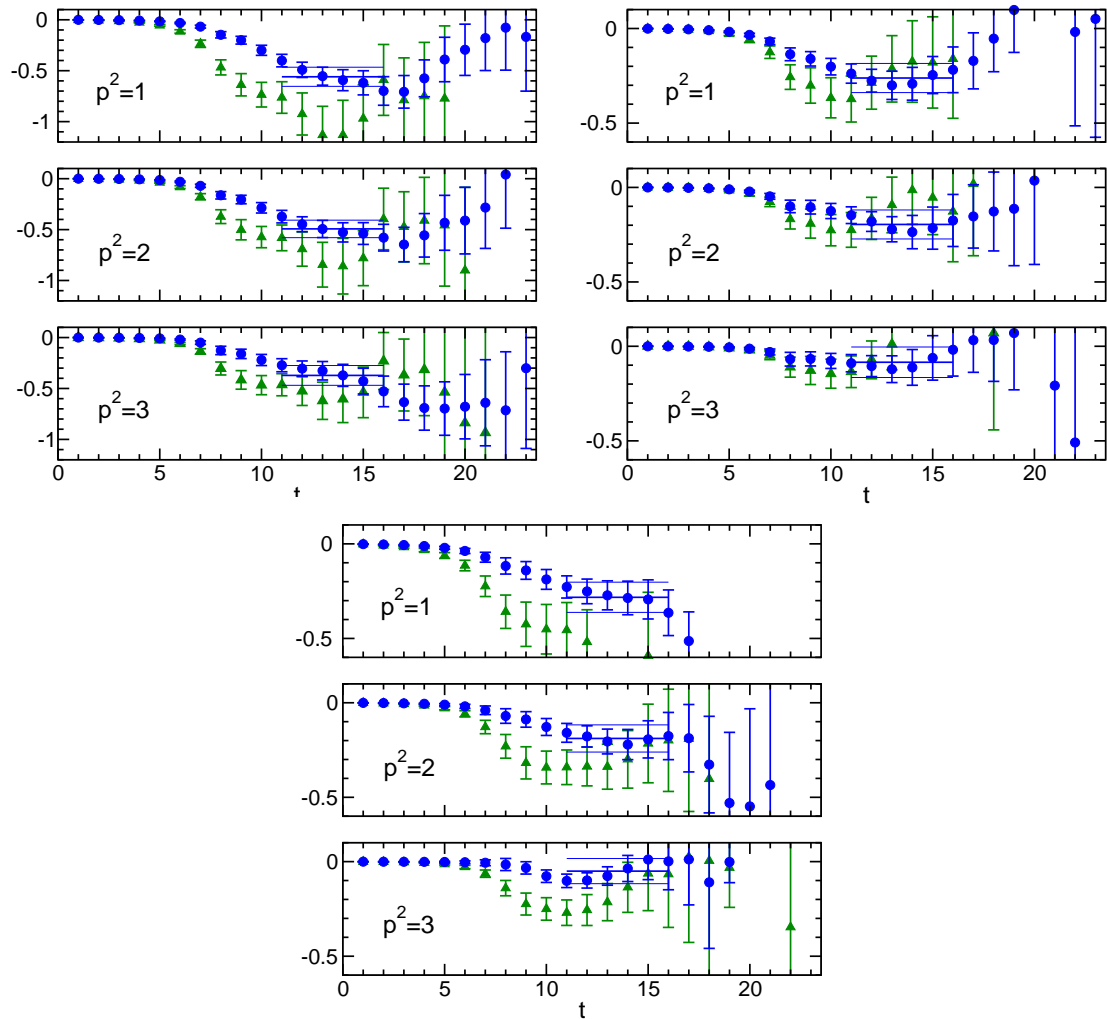


図 1: 各運動量における NEDM 形状因子の時間依存性。異なったシンボルは違うスピノール成分から求めた結果をプロットしてある。実線はフィットの結果、破線はフィットの誤差を表す。

どに抑えられるため、効率的である。ただし、ここで示している誤差は統計誤差のみであり、運動量外挿に伴う系統誤差の評価を行う必要がある。

以上の結果は接続ダイアグラムのみでの計算であり、NEDM形状因子の非接続ダイアグラムからの寄与は直接求めていない。非接続ダイアグラムの計算には時空間方向を成分を持った行列のトレース計算が必要になってくるため、計算コストは膨大となる。しかし、クエンチ近似における結果を見ると、有意に結果が変わるとは考えにくい。

### 3 論文発表、及び口頭発表

- 発表論文

[1] E. Shintani, S. Aoki, Y. Kuramashi, “Full QCD calculation of neutron electric dipole moment with the external electric field method”, *Phys. Rev. D* **78**, 014503 (2008).

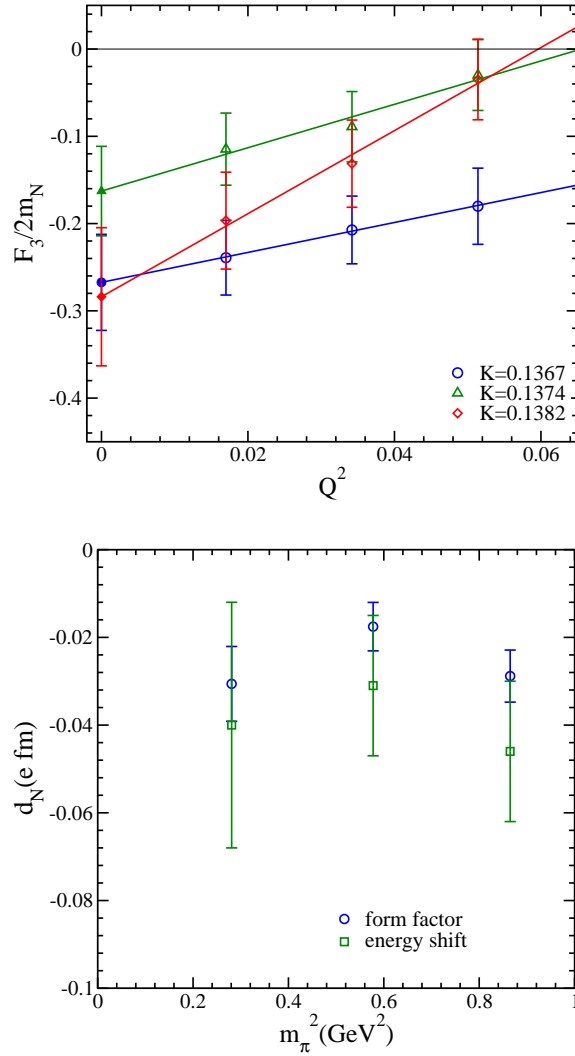


図 2: (上図) NEDM 形状因子の運動量依存性。実線は線形フィットの結果を表す。塗りつぶしのシンボルはゼロ運動量外挿で得られたゼロ運動量に置ける NEDM 形状因子の値を表す。それぞれの軸は格子間隔を単位としている。(下図) NEDM の質量依存性。四角シンボルは前回のエネルギー差を測定して得られた結果、丸シンボルは今回の形状因子をゼロ運動量外挿することで得られた結果を表す。