

## 実施報告書

### 1. 研究組織

- 山田 憲和 (やまだ のりかず) 高エネ研素核研理論センター助教 [研究責任者]
- 早川 雅司 (はやかわ まさし) 名古屋大学理学研究科准教授
- 宇野 隼平 (うの しゅんぺい) 名古屋大学理学研究科博士後期課程大学院生
- 石川 健一 (いしかわ けんいち) 広島大学大学院理学研究科准教授
- 尾崎 裕介 (ふりがな おさきゆうすけ) 広島大学理学研究科博士後期課程大学院生
- 武田 真滋 (たけだ しんじ) 金沢大学理工研究域数物科学系助教

### 2. 当該期間の実施報告の詳細

我々は、当該期間 **KEK** スーパーコンピューターシステムを用いて、現在の素粒子標準模型におけるヒッグスセクターに代わり得る、より自然な新しい物理の候補として考えられているテクニカラー模型に関する基礎的な研究を行った。これまでの研究からテクニカラーシナリオの土台となる理論は、フェルミオンがベクトルのゲージ場と結合しているゲージ理論で、ゲージ結合定数がある低エネルギースケールで自発的カイラル対称性の破れが起こる直前にはほぼスケールに依らない定数のような振る舞いをし、かつ大きな質量異常次元を持っている必要がある。これまでの近似計算やモデル計算の結果を踏まえると、多フレーバーの理論においてそういった状況が実現される可能性が高いことが示唆されていることから、本研究ではウォーキングテクニカラーシナリオの定量的な検証の第一段階として、**10-フレーバーQCD** 模型の性質を調べた。具体的には、この理論のゲージ結合定数をシュレディンガー汎関数法により計算し、そのスケール依存性を格子シミュレーションを用いて第一原理から評価した。

格子作用は、標準的な **Wilson gauge** 作用と **O(a)**改良しない **Wilson fermion** 作用を用いた。このため、格子化による誤差を極力減らすことが重要になる。我々は格子化による誤差を摂動的に改良した。通常、ステップスケール関数を定義し、スケールを変化させた時のその関数の反応を定量的に評価することにより結合定数のスケール依存性を調べるが、今回我々はディスクリートベータ関数の反応を見ることによりスケール依存性を調べた。こちらを見た方が統計誤差が幾分か小さかったためである。得られたデータを格子間隔について 1 次の式で連続極限へ外挿することにより取り除いた。

弱結合領域では、上記の方法は機能し、摂動論の予言と無矛盾なスケール依存性を得た。ところが、強結合領域では外挿に用いるデータ点が少ないため、信頼できる外挿ができなかった。そこで当該期間においては、これまでとっていたデータ点よりも更に細かい格子間隔のデータを大きい格子サイズで計算することにより得ることに集中して計算を進めた。

この結果、**10-flavor QCD** 模型には非自明な赤外固定点が存在する、より確かな証拠を得ることができた。この結果は、論文にまとめ投稿し、**Physical Review D** 誌に掲載を受理された。固定点のより精密な値の決定が次の課題となる。