

ビアンキ恒等式の破れによる新しい閉じ込め機構の モンテ・カルロ計算による研究

大阪大学 核物理研究センター 鈴木恒雄
高知大学 平口敦基、石黒克也

目的 QCDにおける最大の未解決問題であるカラーの閉じ込め機構が、QCDにおけるゲージ場の異常性による非可換ビアンキ恒等式の破れによって理解される可能性について、モンテ・カルロ法を用いて調べる。

内容 ゲージ場のみのQCDで、調べる。連続極限では、非可換ビアンキ恒等式の破れに対応する可換なモノポールを格子上できれいに抜き出すため、できる限り滑らかな真空の配位を作成する。1) 改良された岩崎ゲージ作用で、 48^4 格子、格子間隔が4倍離れた範囲のベータで真空を発生させる。2) 真空を滑らかにするようなゲージ固定を行い、可換なモノポール配位を抜き出し、連続極限の存在やゲージ依存性がないことを調べる。3) QCDの閉じ込めや様々な非摂動効果がモノポールで説明できるかどうかを調べる。

結果 1) SU2で、2018年度に発生させた岩崎作用による 48^4 格子での真空を用いて、双対マイスナー効果を調べた。Global color対称な滑らかな真空であるMaximal Center gaugeおよびMaximal Abelian Wilson loop gaugeなどで、各カラー成分ごとに、対応する可換なモノポールによるソレノイド型カレントによって電場が絞られており、penetration およびcoherence 長がMaximal Abelian gaugeでこれまで得られた結果と同様の結果が得られた。

2) string tensionのレベルで、Abelian Wilson loopへのmonopoleの寄与を計算し、モノポールの寄与が主要であることを確かめた。Monopole の寄与の程度は、block-spin変換をすることで、さらに改善されることをみつけた。

3) 2019年度の主要な目標であったSU3QCDでは、可換成分の格子上での抜き出し方、MCGゲージ固定のコードの開発はできた。しかしモノポールの密度や有効作用の連続極限を調べるblock-spin変換を行うため、 48^4 の格子上でゲージ固定を行ったが、MCGゲージ固定のコードは 4×4 行列の非線形の一次方程式を高速で解く必要があり、それも方向の違う3種類のSU2部分群で行うため、高速化が十分でできなかった。さらに、最大にする関数は、非常に深い局所極大点があることがわかり、初期条件の取り方で、落ち込む点が異なり、そこから脱出するのがむづかしく、結局大きな格子で滑らかな真空を求めるゲージ固定は、中断せざるを得なかった。

4) 現在は、ゲージ固定しないで、string tensionレベルで、厳密にAbelian dominanceやmonopole dominanceを証明する研究をまず行うように、SU2で成功しているmultilevel法やrandom gauge 変換を活用したsimulationを始めている。

利用した計算機

SX-ACE

ノード時間 14,468 時間

使用メモリ 8,597 GB

ベクトル化率 99%-92%(1CPUで)

並列化 最大 4並列

OCTOPUS

利用できなかった。

アーベリアンのカラー電場のプロファイル

