

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SU3QCD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) monopole dominanceが成立しているかどうか、 $24^{3 \times 4}$, $40^{3 \times 6}$ などの格子上で、非常に多数の真空配位を滑らかな追加のゲージ固定なしに発生させ、Polyakov-loopの相関で、string tensionでのAbelian dominance, monopole dominanceをテストする。4) monopole dominanceの背景となる双対マイスナー効果を調べる。SU3での真空のモノポール凝縮相でのタイプを、Penetration lengthおよびcoherence lengthを測定して決定する。

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) SU3で、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およびゲージ依存性の有無を調べるためにMAゲージ固定+U1²ゲージでのケースも調べる。Monopoleのblock-spin変換を適用する。SU2に比べて、blocking spin変換のステップが小さい場合、scalingの破れが見られるが、大きい場合、scalingおよびgauge independenceが確認できた。

2) Polyakov-loopの相関で、非常にたくさんの真空配位をゲージ固定なし発生させ、string tensionを比較した。 $24^3 \times 4$ 、 $\beta=5.6$ の場合は、きれいなAbelian & monopole dominanceが得られた。 $40^3 \times 6$ $\beta=4.75$ の場合も、preliminaryであるが、同様の傾向はみることができた。

3) static quark-antiquark pairの周りのAbelianでの電場や、モノポール流の分布を調べたところ、電場がnon-Abelian電場と同様に縛られており、モノポールによるsolenoidal currentによって絞られていると、penetration lengthとcoherence lengthを測定し、Ginzburg-Landauパラメーターがtype1側のボーダーに近いことが、preliminaryだけど確認できた。

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。

利用した計算機

SX-ACE

ノード時間 36,000 時間
使用メモリ 15000 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。