

四元数基底を用いたDomain Wall Fermion

Lattice Simulation

帝京大理工 古井貞隆 Scirqcdg

- FermionはPauli spinorを用いて表現されることはよく知られているが、2行2列の表現はハミルトンの四元数と同等である。2つの四元数を組み合わせたBispinorは例外リー群の G_2 対称性を持つ Octonionで表され、trialityという対称性を備えている。四元数から自己共役なベクトル場を構成することができ、赤外領域のトポロジカルな性質の起源になっていると考えられる。
- 格子QCDシミュレーションには、ゲージを固定するMOMスキームと固定しないSchroedinger Functionalスキームがよく使われるが、MOMスキームではtrialityの1つのセクターを選び、トポロジカルな性質を顕在化できる。2つのDomain Wallの上のFermionが自己共役なゲージ場で相関していると仮定して、陽子の荷電形状因子を計算すると、Jefferson Labでの実験解析とよく合う結果が得られた。
- QCDの有効結合定数は、Coulombゲージに固定したRBC/UKQCDグループの作ったUnquenchedゲージ配位を用いて、ゴースト・グルーオン結合とクォーク・グルーオン結合から求め、Quenched近似で 56^4 格子でLandauゲージで計算したものと同様に赤外領域で運動量依存性が小さく、赤外固定点の存在を示唆していることが分かった。
- Schroedinger Functionalではフレーバー数が10程度でなければ赤外固定点は現れないことが知られている。ゲージ固定しない場合には、Fermionとグルーオンの結合は、trialityを含めた9フレーバーのクォークのvirtual pair productionでQCDの赤外固定点が生じていて、trialityを選んだフレーバー数3で存在を示唆しているMOMスキームとの違いが表れていると考えられる。
- Trialityは赤外領域の有限温度のQCDや、テクニカラー理論、Unparticle理論でも重要な役割をしている可能性がある。
- S.Furui, PoS, Lattice2009 arXiv:0908.2768[hep-lat]
- arXiv: 09125793[hep-lat], 1009.3865[hep-ph]