

博士論文要旨

学位申請者: 藤井大輔

論文題目: Dynamical properties of baryon resonances in the holographic QCD

(ホログラフィックQCDによるバリオン共鳴の動的性質の研究)

論文要旨:

目に見える物質の99%以上を占めるバリオンは、QCD真空が生み出す基礎励起であるが、低エネルギーにおけるQCDの非摂動的な性質のために、我々は核子が安定して存在する理由すら理解していない。低エネルギーQCDを理解するためには、核子などを励起させて、バリオン共鳴を調べることが有効である。

本博士論文では、ホログラフィックQCD模型の一つである酒井・杉本模型を用いて、バリオン共鳴の諸性質を研究した。ローパー共鳴は実験的に最も確立された核子共鳴の一つであるにもかかわらず、その様々な性質を理論的に説明することは困難である。我々は、酒井・杉本模型から得られる質量公式が、ローパー共鳴の実験データの特徴をよく捉えていること動機付けられて、ローパー共鳴の他の性質、特に電磁遷移の振幅と1パイオン放出の崩壊幅の計算を試みた。また、他の核子共鳴 ($\Delta(1232)$, $N^*(1535)$) についても同様の解析を試みた。

そのためには、酒井・杉本模型におけるバリオンの波動関数とカイラルカレントを求める必要がある。ホログラフィックQCD模型では、バリオンはD-ブレーンとして現れる。特に、酒井・杉本模型では、このD-ブレーンはD8ブレーン上のインスタントンと同定される。そこで、このインスタントンのmoduli空間における運動を考え、それを量子化してバリオンの波動関数を求める。これはソリトンの解析で従来から使われている方法で、集団座標量子化と呼ばれる。その後、酒井・杉本模型においてカイラル対称性のネーターカレントとして定義されたカレントを用いて、電磁遷移を計算し実験データと比較した。その結果、クォーク模型による問題点を改善することができた。この結果によって核子共鳴の包括的な理解のためには、メソンの集団運動の寄与が重要であることが強く示唆された。一方、カイラルカレントの定義にはいくつかの問題があるため、その問題点を指摘した。また、最近、重いバリオンでローパー共鳴的な励起が見つかっている。そこで、これらの解析のために、酒井・杉本模型を重いフレーバーに拡張すること方法についても議論した。

我々は、バリオン共鳴などのQCD真空が生み出す励起を調べることによって、それらを通して実験的・理論的にQCDの性質の理解を深めることができる。最近では、核子内に働く応力分布が実験的に求められていて、我々の方法で、核子共鳴の応力分布を求めることが可能である。本研究はそのような一連の研究の第一歩であり、この後の様々な研究を通して、QCDのさらなる理解のための一助となることが期待される。