

自己評価報告書

平成 23年4月 29日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2011

課題番号：20540270

研究課題名 (和文)

レプトンによる中間子生成反応とエキゾチックバリオンの研究

研究課題名 (英文)

Lepton induced meson production reaction and exotic baryon

研究代表者

佐藤 透 (Sato Toru)

大阪大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：10135650

研究分野：原子核 (理論)

科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：バリオン共鳴、中間子生成反応、ダイバリオン共鳴、ストレンジネス

1. 研究計画の概要

バリオン共鳴は低エネルギーQCDの性質に関する重要な情報を与える。特にエキゾチックな量子数を持つハドロンやハドロン分子的構造を持つバリオンはハドロンの構造を理解する鍵を与える可能性がある。本研究計画では、(1) 電子線・光子による中間子生成反応によるバリオン共鳴の形状因子、スペクトル、(2) ストレンジダイバリオン共鳴、(3) 格子QCD、有効場の理論の方法と中間子発生反応の解析によりエキゾチックなバリオン共鳴の構造を明らかにしていく。

2. 研究の進捗状況

(1) 核子共鳴形状因子及びスペクトルの研究：

① πN , ηN , $\pi\pi N$ 過程を統一的に記述する中間子生成反応モデルを構築した。 π 、光子入射によるこれらの反応過程について従来は考慮されていなかった3粒子ユニタリ性を取り入れたチャンネル結合反応理論により初めて解析した。これにより1.8GeVまでの質量領域における核子共鳴の解析を行った。さらにKYチャンネルを含めたモデルの拡張を完成し、近い将来に行われる予定の完全偏極実験によるデータ解析の準備を整えた。

② 構築した反応モデルから共鳴パラメタの解析を行った。これまでの現象論的共鳴振幅の解析とは異なり、振幅の非物理エネルギー面へ解析接続する手法を開発し、共鳴極およびその留数としての共鳴形状因子を抽出した。その結果新たにP11共鳴の2極構造や、ハドロン分子的構造が明らかになった。

(2) ストレンジダイバリオンの研究：

ストレンジバリオン $\Lambda(1405)$ がKNの準束縛状態である可能性は長年研究されてきた。最も基本的なK原子核であるストレンジダイバリオンは $\Lambda(1405)$ の構造、KN相互作用に大きく依っている。ここではFaddeev方程式を用いた研究を行いストレンジダイバリオンの共鳴エネルギー幅において $\pi\Sigma N$ との結合、KN相互作用のエネルギー依存性の重要性を示した。さらにKN- $\pi\Sigma$ 過程の解析を行い、ストレンジダイバリオンの質量を決める上で重要となるKN閾値以下の相互作用を調べるために $\pi\Sigma$ 散乱長の有用性を示した。

(3) 格子QCDと有効場の理論の方法とバリオン共鳴： Δ 共鳴粒子の軸性ベクトル流形状因子、 π 中間子結合定数について格子QCDにより研究した。またこの結果をカイラル有効モデルによる結果と比較した解析を現在行っている。

3. 現在までの達成度

②. おおむね順調に進展している。当初計画していた研究目的はほぼ達成され、その成果は27編の学術論文、24件の学会発表で公表された。国際会議において数回の基調講演に招待されるなど研究成果は国際的にも認められ研究は順調に進んでいる。

4. 今後の研究の推進方策

(1) 核子共鳴形状因子及びスペクトルの研究：現在得られた中間子生成モデルを用いた再解析を行い1.6～1.8GeVの質量領域の共鳴

粒子の詳細な構造研究、エキゾチックな構造を持つ共鳴が存在する可能性を探る。また模型をニュートリノ反応へ適応するため拡張する。

(2) ストレンジダイバリオンの研究: K 中間子原子核反応の解析を行う。まず実運動量空間における KNN 散乱振幅の計算手法を確立し、反応においていかにストレンジダイバリオンのシグナルが得られるか考察する。

(3) 格子 QCD と有効場の理論の方法とバリオン共鳴: Δ 共鳴の軸性ベクトル流形状因子の成果を学術雑誌に公表する。次に不安定粒子の格子 QCD における扱いの検討を進める。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 27 件)

(1) N. Suzuki, T. Sato, T.-S. H. Lee, 'Extraction of electromagnetic form factors for nucleon resonances with a dynamical coupled-channels model', Phys. Rev. C82 045206 1-12 (2010) 査読有

(2) Y. Ikeda, H. Kamano, T. Sato, 'Energy dependence of KN interactions and resonance pole of strange dibaryons', Prog. Theor. Phys. 124, 533-539 (2010) 査読有

(3) N. Suzuki, B. Julia-Diaz, H. Kamano, T.-S. H. Lee, T. Sato, 'Disentangling the dynamical origin of P_{11} resonances', Phys. Rev. Lett. 104, 042302 1-4 (2010) 査読有

(4) Y. Ikeda, T. Sato, 'On the resonance energy of the $KNN-\pi\Sigma Y$ system', Phys. Rev. C79 035201 1-6 (2010) 査読有

(5) N. Suzuki, T. Sato, T.-S. H. Lee, 'Extraction of resonances from meson-nucleon reactions', Phys. Rev. C79 025205 1-16, (2010) 査読有

[学会発表] (計 24 件)

(1) T. Sato, 'Theoretical status of neutrino cross sections', Nufact2010, 2010, Oct. 20-25, Mumbai, India

(2) T. Sato, 'Extraction of resonance parameters from meson production reaction', NSTAR2009, 2009, April 19-22, Beijing, China

(3) T. Sato, 'Extraction of resonance parameters from meson production reaction', Workshop on Electromagnetic $N-N^*$ transition form factors, October 13-15, 2008, Newport News, USA

(4) T. Sato, 'KNN resonance and KNN- πYN coupled channel Faddeev equation', Asia-Pacific Conference on Few-Body Problems in Physics, August 19-23, 2008, Depok, Indonesia

(5) T. Sato, 'Nucleon resonance and dynamical model of meson production reaction', Workshop on Hadron electromagnetic form factors, May 12-23, 2008, Trento, Italy