

## 自己評価報告書

平成 23年 3月 31日現在

機関番号：14602

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2011

課題番号：20540273

研究課題名 (和文) 中間子原子核で探る核媒質中での量子色力学

研究課題名 (英文) Finite density QCD probed by mesic nucleus

研究代表者 比連崎 悟 (HIRENZAKI SATORU)

奈良女子大学・理学部・教授

研究者番号：60283925

研究分野：数物系科学

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：原子核 (理論)、中間子原子核

## 1. 研究計画の概要

本研究の目的は、強い相互作用の基礎理論 (量子色力学) から原子核を含むハドロン多体系のダイナミクスを理解し、量子色力学の持つ多様な相構造を理解する事である。同様な目的を持つ研究は様々な観点から世界中で実施されているが、本研究では特に中間子原子及び中間子原子核に着目し、原子核中での中間子の性質を通じて、そこから、有限密度での強い相互作用の様相を理解する事を目指している。

## 2. 研究の進捗状況

現在までに進展した研究は以下の通りである。

(1)  $\phi$  中間子原子の研究を進展させた。この系は核内での OZI 則、核内 s-quark 成分、K 中間子を通じた媒質効果を研究する為に適していると考えられる。K 中間子の媒質効果として Chiral Unitary 模型を用い、 $\phi$  中間子束縛系の構造と生成反応に関して理論的評価を行った。この結果、大きな吸収効果による難点を定量的に明らかにすることが出来、今後の観測実験立案に重要な指針を与える事ができた。

(2)  $\pi$  中間子原子に関して、光学ポテンシャルのアイソベクトル項から得られる  $\pi$  中間子の弱崩壊定数の情報に加えて、 $\pi$  原子生成断面積から波動関数繰り込み因子の情報を得る事が可能か検討を進めた。理化学研究所で行われる実験における観測可能性に関して定量的に議論が行える様になっている。

(3) K 中間子原子核においては、in-flight K 中間子を用いた実験結果に関する詳細な理論的解析を行い、核内 K 中間子の性質の決定には、なお、難点がある事が示された。

(4) 更に重い中間子を動的に生成し、核内に束縛させる反応として ( $\gamma, d$ ) 反応を理論的に検討し期待される生成断面積の大きさを評価した。標的核にクラスター構造を仮定した場合は、高運動量移行反応における重陽子の弾性形状因子が生成率を極めて小さくしてしまう事が明らかになった。

(5) 軸性 U(1)量子異常により大きな質量を持つと信じられている、 $\eta'(958)$  中間子の核内での性質と有限密度における量子異常の関係について検討し、その実験的な検証方法に関する研究を進めた。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

その理由は、カイラル対称性の自発的破れによって生じたと信じられている、擬スカラーの南部-ゴールドストーン粒子に関して系統的に研究が進みつつあることに加えて、ベクトル中間子の研究も進展しつつある為。

## 4. 今後の研究の推進方策

今後は以下の研究を推進する予定である。

(1)  $\eta'(958)$  中間子の研究を更に進展させる。原子核束縛系の構造と生成反応に関して系統的に研究する。特に、カイラル凝縮を通じた、t-channel 型の質量生成機構が核内で変化し、吸収効果をほとんど伴わない質量減

少を引き起こす可能性に関して、研究を進展させる。

(2) 2核子移行反応による、中間子原子核束縛系の生成に関して更に研究を進める。特に重陽子の弾性形状因子による断面積減少を抑えるような反応をプロセスを理論的に検討する。具体的には、標的核内で、独立に運動していた2核子が、大きな運動量移行を受けることによって、重陽子として核外へ射出されるプロセス等である。

(3) 現在までに得られた理論的研究を基に実験研究者との議論を深め、観測による理論的断面積の妥当性の証明と、更にそこから、有限密度におけるQCDの様相に関する新しい知見の獲得を更に押し進める。

#### 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6件)

(1) V. K. Magas, J. Y.-Sekihara, S. Hirenzaki, E. Oset, A. Ramos; ‘Proton Emission off nuclei induced by kaons in flight’ ; Phys. Rev. 査読あり、C81, 2010, 024609 1-10.

(2) J. Y.-Sekihara, D. Cabrera, M. J. Vicente-Vacas, S. Hirenzaki; ‘Formation of  $\phi$  mesic nuclei’ ; Progress of Theoretical Physics, 査読あり、124, 2010, 147-162.

(3) J. Y.-Sekihara, D. Jido, H. Nagahiro, S. Hirenzaki; ‘Formation spectra of light kaonic nuclei by in-flight (anti-K, N) reactions with chiral unitary amplitude’ , Phys. Rev. 査読あり、C80, 2009, 045204 1-12.

(4) H. Nagahiro, D. Jido, S. Hirenzaki; ‘Formation of eta-mesic nuclei by ( $\pi$ , N) reaction and  $N^*(1535)$  in medium’ , Phys. Rev., 査読あり、C80, 2009, 025205 1-13.

(5) H. Nagahiro, J. Y.-Sekihara, E. Oset, S. Hirenzaki, R. Molina; ‘The gamma gamma decay of the  $f_0(1300)$  and  $f_2(1270)$  resonances in the hidden gauge formalism’ , Phys. Rev. 査読あり、D79, 2009, 114023 1-7.

(6) D. Jido, E. E. Kolomeitsev, H. Nagahiro, S. Hirenzaki; ‘Level crossing of particle-hole and mesonic modes in eta

mesonic nuclei’ , Nucl. Physics, 査読あり、A811, 2008, 158-178.

[学会発表] (計3件)

(1) S. Hirenzaki; ‘Formation of meson nucleus systems’ ; Int. Workshop on Chiral Symmetry in Hadrons and Nuclei (Chiral10), 21. June. 2010, Valencia, Spain

(2) S. Hirenzaki; ‘Formation of slow heavy mesons in nuclei’ , 3rd Joint meeting of the Nuclear Physics Divisions of the APS and the Physical Society Japan, 15. Oct. 2009, Hawaii, USA.

(3) 比連崎悟; ‘Structure and Formation of  $\phi$  mesic nucleus’ , 日本物理学会、2009年3月27日、東京.