

【基盤研究(S)】 大区分B

研究課題名 三核子系散乱による核子間三体力の完成



東北大学・大学院理学研究科・准教授

せきぐち きみこ

関口 仁子

研究課題番号： 20H05636 研究者番号：70373321

キーワード： 三体力、偏極陽子、偏極重陽子、少数系、カイラル有効場核力

【研究の背景・目的】

現在、原子核物理学では核子間三体力(三体力)を含めた核力による原子核・核物質の記述が進みつつある。二核子間力(二体力)の確立、二体力をインプットとする第一原理計算の実現により、原子核の定量的な理解には三体力が不可欠であることが明らかになった。これまでに我々は、重陽子・陽子弾性散乱の微分断面積、および偏極分解能の高精度実験と三核子系の厳密理論計算との比較から三体力効果の明確な証拠を示しつつ、既存の三体力モデルの問題点を詳らかにしてきた。近年のカイラル有効場(χ EFT)核力の進展を受け、本研究では、実験から三体力を確定する事を目指す。具体的には、中間エネルギー(入射エネルギーが核子あたり70-300MeV)重陽子・陽子弾性散乱のスピンの相関係数の高精度測定を完遂し、最も確実に実験から供与できる三体力の情報を完全なものとする。実験と理論研究の両輪により、三体力をも含む圧倒的な精度を持つ核力を完成させる事を目指す。

【研究の方法】

本研究では、最も確実に三体力の情報が得られる中間エネルギー重陽子・陽子弾性散乱を三体力決定のプロブとして用いる。実験では、測定の高さ故に系統的な測定がなされなかったスピン相関係数の高精度測定を実現する。併行して χ EFT核力三体力(5次摂動項)の構築と同核力を用いた三核子系理論計算の開発を進める。実験値と理論計算の直接比較から、カイラル有効場核力三体力の低エネルギー一定数を決定する。

スピン相関係数は、偏極重陽子ビームを偏極陽子標的に照射し、散乱の非対称度を測定することで得られる観測量である(図1)。本研究では、偏極陽子の偏極方法としてRIビーム等での実績をもつ芳香族分子(p-Terphenyl, $C_{18}H_{14}$)結晶をベースとする動的偏極核法を採用し、同標的の建設を進める。また、本研究では i) 広い重心系角度にわたる角度分布測定が必須、ii) 偏極微分断面積の方位角分布測定が必須、という要請から、大立体角型の検出器の建設を行う。実験は、高品質な偏極重陽子ビームが得られる理化学研究所RIBFで実施する。

【期待される成果と意義】

本研究により、藤田・宮沢型三体力以外の核子間三体力をも含め、その動的性質が確定し、 χ EFT核力に基づく三体力を含む記述精度の高い核力が構築される。これにより、同核力に基づく原子核の構造、反応、核物質の第一原理計算が実現可能となり、元素合成過程に関与する中性子過剰核の記述、中性子星などに代表される高密度核物質の状態方程式に対して、精度の高い記述・理解の到達が期待される。

また、本研究で行う実験から χ EFT核力の高次数の三体力をも含む低エネルギー一定数が初めて決定される。これらは将来、クォーク・グルーオンのダイナミクスと核子間三体力とを結合させる物理量として重要な役割を果たすと期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Sekiguchi, H. Sakai, H. Witala et al., Phys. Rev. C **65**, 034002 (2002).
- ・ K. Sekiguchi, H. Witala et al., Phys. Rev. C. **96**, 064001 (2017).
- ・ E. Epelbaum, H.-W.Hammer, and U.-G.Meissner. Rev. Mod. Phys. **81**, 1773 (2009).
- ・ E. Epelbaum et al., Eur. Phys. J. A **56**, 92 (2020).

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 151,600千円

【ホームページ等】

<http://lambda.phys.tohoku.ac.jp/nuclphys2/>
kimiko@lambda.phys.tohoku.jp

図1: 重陽子・陽子弾性散乱のスピンの相関係数測定

