



Title	Studies of tensor interactions and reaction mechanism of short-range correlated-nucleon pairs through $^{160}(\text{p}, \text{pd})$ reactions
Author(s)	Wang, Xuan
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/96379
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (Wang Xuan)	
Title	Studies of tensor interactions and reaction mechanism of short-range correlated-nucleon pairs through $^{16}\text{O}(\text{p}, \text{pd})$ reactions ($^{16}\text{O}(\text{p}, \text{pd})$ 反応による短距離相關核子対におけるテンソル力の効果と核反応効果の研究)
<p>Abstract of Thesis</p> <p>We investigate short-range correlated-nucleon pairs in ^{16}O induced by tensor interactions by measuring pick-up reactions of high-momentum neutrons, in coincidence with high-momentum protons emitted at opposite angles. The nuclear tensor interaction is a major part of nucleon-nucleon interactions, and it was originally found in understanding the properties of deuteron, such as binding energy and non-zero quadrupole moment. However, its role in heavier nuclei is elusive, because explicit treatment of tensor interactions is difficult in nuclear structure models and the effect of tensor interactions is not easy to isolate experimentally from others. Recently theoretical and experimental studies have shown the necessity of tensor interactions in inducing high-relative-momentum nucleon pairs, which are formerly considered due to short-range central interactions. Pioneering work has shown the existence of high-momentum nucleon pairs induced by tensor interactions, by comparing the cross sections to different final states in $^{16}\text{O}(\text{p}, \text{pd})$ reactions. However, the discussion in this work suffered from the influence of competing reaction mechanism. Therefore, we performed systematical measurements on $^{16}\text{O}(\text{p}, \text{pd})$ reactions at various incident energies and scattering angles to study effects of tensor interactions without ambiguity of reaction mechanisms.</p> <p>In this thesis, we present a systematic study on the high-relative-momentum p-n pairs with specific spin and isospin configurations. We measured the pick-up domain $^{16}\text{O}(\text{p}, \text{pd})$ reactions at 230 and 392 MeV incident energies and several scattering angles at Research Center for Nuclear Physics, Osaka. We measured deuterons by the Grand Raiden spectrometer and protons in coincidence by a plastic scintillator array. From the energies and scattering angles of deuterons and protons, we constructed the missing mass spectrum of ^{14}N and obtained the cross section of reactions populating to the 3.95 MeV state ($J^\pi=1^+$, $T=0$) and 2.31 MeV state ($J^\pi=0^+$, $T=1$) in ^{14}N. We deduced the cross section ratio between reactions populating to two final states, corresponding to the removal of $(S, T) = (0, 1)$ and $(1, 0)$ p-n pairs from ^{16}O. We discuss the dependence of the cross section ratio on the relative-momentum of the correlated nucleon pairs from the data at different incident energies but the same scattering angle, where the effect of competing reaction mechanism cancel. Observed ratio difference shows an effect of tensor interactions clearly. We also discuss effects of other reaction mechanism, which is confirmed to reduce the observed effects of tensor interactions.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 (Wang Xuan)		氏名
論文審査担当者	主査	教授 青井 考
	副査	教授 石川 貴嗣
	副査	教授 民井 淳
	副査	准教授 大田 晋輔
	副査	准教授 吉田 賢市

論文審査の結果の要旨

Wang Xuan 君より博士論文として「Studies of tensor interactions and reaction mechanism of short-range correlated-nucleon pairs through $^{16}\text{O}(p, pd)$ reactions」が提出された。原子核のなかで短距離相関をもつ核子対(short-range correlated-nucleon pair)におけるテンソル相互作用の役割を研究した論文である。湯川秀樹の中間子論以来、中性子や陽子(あわせて核子)の間には核力の中でもテンソル型の成分が強く作用していることが分かっているが、ほとんどの原子核模型でテンソル力は中心力に繰り込まれていて陽に扱われていない。本論文は(1)高運動量移行での $^{16}\text{O}(p, pd)$ 反応の前方散乱が、酸素-16 原子核から高運動量で相關する中性子・陽子対を取り去る反応と解釈できること、および、(2)テンソル力がスピン 1、アイソスピン 0 の核子対には作用するが、スピン 0、アイソスピン 1 の核子対には作用しないこと、の 2 点に着目し、同反応の終状態である ^{14}N のスピン・アイソスピンの情報とあわせて核内に存在する核子対を定量的に精査し、テンソル力効果を議論している。

その結果、スピン 1、アイソスピン 0 の核子対を取り去ったと解釈できる ^{14}N の $J^\pi=1^+, E_x=3.95$ MeV の状態は非常に強く励起されるのに対し、スピン 0、アイソスピン 1 の核子対を取り去ったと解釈できる $J^\pi=0^+, E_x=2.31$ MeV の状態の励起は弱いことが分かった。このことは酸素-16 原子核の中に短距離でテンソル力により強く相互作用をしている陽子・中性子の対があり、それらが高い運動量を持った核子を発生させていることを示しているものである。その断面積比を定量的に分析し、核子間の相対運動量 0.95 fm^{-1} および、 1.29 fm^{-1} においてテンソル力に起因する核子対の存在割合が 75%、93% があると導出した。

また、異なる入射エネルギーと散乱角の組み合わせで同じ運動量移行を実現した場合、散乱角度が大きいほどテンソル力成分が大きく見えることが分かった。これは後方散乱になるほど、低運動量で相關する核子対をノックアウトする反応機構が、同じ (p, pd) チャンネルに混入しているものと解釈され、前方散乱の実験を行うことの重要性を示すものである。本研究を発展させ、テンソル力成分が相対的に最も強くなると予想される 2 fm^{-1} での測定に向けた重要な知見といえる。

以上のように、本博士論文は研究内容に高い科学的価値があり、論文としても優れている。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として十分価値あるものと認める。