

Title	Spin dependent ^3He -nucleus interaction at 450 MeV
Author(s)	神谷, 潤一郎
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44062
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	神谷潤一郎
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 17509 号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Spin dependent ^3He -nucleus interaction at 450 MeV (入射エネルギー 450 MeV における ^3He -原子核間スピン依存相互作用に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 畑中 吉治 (副査) 教授 下田 正 教授 永井 泰樹 教授 土岐 博 大阪市立大学教授 櫻木 弘之

論文内容の要旨

複合核間のスピン依存相互作用は、原子核物理学において最も基本的なテーマである。陽子及び重陽子-原子核間スピン依存相互作用は、偏極イオン源の開発により豊富な実験データが存在するので、精力的に研究がなされてきた。しかしながら、質量数 $A \geq 3$ の原子核に関しては、偏極ビームが不足していることから、実験データは低エネルギーに限られていた。中でも ^3He -原子核散乱における偏極観測量は 40 MeV 以下に限られているため、中間エネルギーでのスピン-軌道ポテンシャルはこれまで決定することが不可能であった。理論的には、微視的模型である畳み込み模型により、相互作用の中心ポテンシャルにスピン-軌道項を加える事で、実験データをより良く説明できる事が分かっている。更にこれらのモデルにより、 ^3He -原子核弾性散乱の偏極分解能は、前方で非常に大きな値を持つ事が予想されている。

この様な理論模型の検証とスピン-軌道項を含めた光学ポテンシャルを精度良く決定することを目的に、 ^{12}C 、 ^{58}Ni 、 ^{90}Zr による ^3He の弾性散乱のスピン偏極度の角度分布を入射エネルギー 450 MeV において測定した。これは中間エネルギーにおける ^3He 散乱の偏極観測量の初めての測定である。スピン偏極度測定には 2 回散乱の方法を用いた。2 回散乱後の ^3He の検出には角度検出に焦点面偏極度計を用い、エネルギー検出のため新たにカロリメータを設置した。弾性散乱においては時間反転不変の原理よりスピン偏極度は偏極分解能と等しくなる。この原理を用いて、 $^3\text{He} + ^{12}\text{C}$ 弾性散乱の偏極度の絶対値を散乱角 7 度において測定し、その値を用いて磁気分析器 Grand Raiden の焦点面偏極度計の有効偏極分解能の較正を行った。偏極度計の効率を示す figure of merit は $6.56\text{E}-03$ であり、有効偏極度は $A_y^{eff} = 0.232 \pm 0.010$ であった。

実験データは、微分断面積のノードがスピン偏極度の極大値に対応するといういわゆる微分則を満たしており、スピン偏極度の値は極大値で 0.5~0.8 と大きな値をとることが分かった。

スピン-軌道相互項を含んだ光学ポテンシャルのパラメーターを少ない誤差で決定した。複素数スピン-軌道ポテンシャルを用いることにより、実験データに対し非常に小さなカイ 2 乗のフィッティングをすることができた。スピン-軌道相互ポテンシャルは、中心ポテンシャルの虚数項に比較的大きな影響を与えることが分かった。中心ポテンシャルの実数項に対しては、ほとんど影響を及ぼさなかった。

^3He の光学ポテンシャルの体積積分のエネルギー依存性を陽子と比較した。実数項、虚数項共に核子当りの入射エネルギーが 70 MeV 以上では、 ^3He と陽子のエネルギー依存性は良く似ているという事が分かった。このことは、 ^3H -原子核間相互作用が、核子-原子核間相互作用の和で表現できる可能性を支持している。

Single Folding model を実験データに適用した。実中心項とスピン-軌道項は実験データを再現するために数十パーセント弱める必要があった。このことは、核子-原子核相互作用の核子密度依存性を示している。

論文審査の結果の要旨

核子-核子散乱および核子-原子核散乱の研究においては、種々の偏極物理量を含む多くのデータが蓄積され、多くの理論的研究が展開されてきた。その研究から得られた核子-核子間有効相互作用等の成果をもとに、原子核構造や複合原子核相互の散乱現象の研究がなされている。後者については、偏極物理量を含む詳細な理論的研究が展開されているが、重陽子以外では偏極に関する実験的研究はわずかである。 ^3He 粒子-原子核間のスピン依存相互作用の実験的研究は、入射エネルギー 33 MeV に限られており、反応機構が簡単になる高いエネルギー領域での研究が望まれていたが、実験が難しいこともありこれまで実現されなかった。

本研究では、 ^3He 偏極度計を開発し、二回散乱法により入射エネルギー 450 MeV で ^{12}C 、 ^{58}Ni 、 ^{90}Zr からの弾性散乱の偏極度を測定した。これは、中間エネルギー領域における ^3He 粒子-原子核散乱での世界で初めての偏極物理量測定である。実験結果を光学模型理論で解析し、スピン・軌道力を精度良く決定した。中心力についての詳細な分析を行ない、folding 模型の妥当性を示すとともに核内有効相互作用の密度依存性の知見を与えた。 ^3He 粒子と原子核との間の相互作用を研究し、そのスピン依存成分を中間エネルギー領域において実験的に初めて決定した研究であり、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。