

論文審査の結果の要旨

氏名 坂口 聡志

本論文は6章からなる。第1章はイントロダクションで、原子核構造を理解する上でスピン軌道相互作用の導入が如何に重要であったかを振り返り、その研究を不安定核に拡張していくことの重要性が述べられている。スピン軌道相互作用についての知見を得るには、偏極分解能を測定することが有効な手段であり、そのためには偏極陽子標的の開発が重要であることが述べられ、第2章へと続く。

第2章は偏極陽子標的の詳細について記述されていて、論文提出者の細部に至る貢献が伺える。不安定核と陽子の弾性散乱実験ではイベント選択のために低エネルギーの反跳陽子を検出する必要があるが、従来の偏極標的は 1K 以下・2.5T という非常に低温・高磁場な条件を必要とするため、反跳陽子の検出が不可能であった。論文提出者らは光励起された芳香族分子の三重項状態における電子偏極を用いて、100K・0.1T という高温・低磁場で動作する偏極陽子固体標的を開発してきた。この標的は 2003 年に波多野らによって初の RI-beam 実験に適用されたが、彼らは陽子- ${}^6\text{He}$ 弾性散乱のスピン依存非対称を測定したものの、標的偏極度が測定されなかったために、偏極分解能の絶対値は不定であった。本論文では、後述の方法で初めて絶対値が決定できたことは特筆に値する。

第3章では、実験セットアップの詳細と実験の遂行状況について述べられている。論文提出者は、反跳陽子検出器として多芯線型ドリフトチェンバー(p-MWDC) 及び CsI(Tl)シンチレーション検出器を開発した。結果として、位置及びエネルギー分解能の向上により、弾性散乱イベントの精度の良い同定が可能になっている。

第4章では、データ解析とその結果について述べられている。標的偏極度の相対値の推移はパルス NMR 法で測定された。偏極分解能の導出のためには偏極度の絶対値の決定が必要不可欠であるため、陽子- ${}^4\text{He}$ 弾性散乱のスピン依存非対称測定を行い、偏極度の絶対値を初めて決定している。第5章では、光学模型を用いて、スピン軌道ポテンシャルの抽出とその起源の考察が行われている。本研究で得られた微分断面積・偏極分解能のデータを「現象論的光学模型」で解析することで、陽子- ${}^6\text{He}$ 及び ${}^8\text{He}$ 間の光学ポテンシャル、特にそのスピン軌道項を初めて決定することが出来ている。安定核との比較の結果、 ${}^6\text{He}$ 及び ${}^8\text{He}$ のスピン軌道ポテンシャルは ${}^4\text{He}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{16}\text{O}$ 等の安定核と比べて著しく浅いことが見出された。更に、中性子過剰ヘリウム同位体のスピン軌道ポテンシャルの形状の起源を探るために、密度分布と有効相互作用を用いて ${}^6\text{He}$ の光学ポテンシャルを微視的に構築している。求められたスピン軌道ポテンシャルは ${}^4\text{He}$ のポテンシャルに比べて非常に浅く、密度分布のぼやけが ${}^6\text{He}$ の LS 振幅の減少を説明することが明らかになったと考えられる。

第6章で結論が述べられ、本論では触れられなかった実験の詳細について appendix で補われている。

本論文の研究は、論文提出者の貢献なくしては実現しなかったものであり、博士(理学)の学位を授与できると認める。