

論文審査の結果の要旨

氏名 前田 幸重

本論文は、大阪大学核物理センター(RCNP)において、スピン偏極したエネルギー250 MeV の中性子を発生させて重陽子標的を照射し、広い角度範囲で弾性散乱微分断面積を測定して、核力における三体力の寄与について研究した結果をまとめたものである。

第1章には、研究の背景と目的が述べられている。核子と重陽子の弾性散乱微分断面積において三体力の効果が現れることについては、論文申請者が所属する実験グループによって行われた先行実験、d+p 弾性散乱実験と、三体力を取り入れた理論計算 (Faddeev 理論) との比較によって明確に示された。すなわち、三体力を入れないと理論計算は後方散乱断面積を過小評価するが、三体力を入れると実験データと良い一致を示す。但し、前方散乱では三体力を入れても実験と理論に不一致が見られた。その原因は、実際に理論で計算しているのは p+d 散乱ではなくて n+d 散乱であるため (Faddeev 計算ではクーロン力を取り入れることが困難) と考えられた。そこで、論文申請者らは n+d 散乱実験を行い、クーロン力による不定性なしに実験と理論とを直接比較することをめざした。

測定は、前方角度と後方角度とで、別々の実験装置を用いて行われた。第2章に、RCNP の(n,p)施設で行われた後方角度の測定の詳細が述べられている。250MeV の偏極陽子ビームで ${}^7\text{Li}$ 標的を照射し、偏極中性子ビームを生成した。次にこの中性子を ${}^7\text{Li}$ 標的より 1m 下流に設置した重陽子化ポリエチレン標的に照射し、散乱された反跳重陽子を大口径磁気スペクトロメーター (LAS) の焦点面検出器で検出した。

第3章には、前方角度の測定の詳細が述べられている。前方角度の実験は RCNP の中性子 TOF (time-of-flight) 実験施設において次の手順で行われた。中性子ビームは、後方散乱の場合と同様、陽子ビームを ${}^7\text{Li}$ 標的に照射して作られた。生成された中性子ビームで 2 m 下流に設置された重陽子標的 (重陽子化液体シンチレータ) を照射し、散乱した中性子を 70 m 下流に設置した中性子検出器で検出した。標的と検出器との飛行時間差の測定から、中性子のエネルギーを決定し、弾性散乱事象を選別した。

第4章では、微分散乱断面積とベクトル偏極分解能の測定結果が、統計誤差および系統誤差の評価とともにまとめられている。

第5章では、測定結果と理論計算の比較が論じられ、第6章で論文のまとめと結論が述べられている。三体力を取り入れると、理論計算結果は実験値に近づく。しかし、120度よりも後方角度では、理論計算結果は実験値をほぼ2倍過小評価していることが見いだされた。先に行われた d+p 実験では、後方角度のすべての範囲で理論と実験が良く一致していたのに、n+d 実験で不一致を示すのはなぜだろうか。

その原因としては、d+p 実験の時の衝突エネルギーが核子あたり 135 MeV であったのに対し、今回の実験が（種々の実験的制約等から）250 MeV と高いエネルギーで行われた為、相対論効果が顕著になったことが考えられる。そこで、相対論効果を取り入れた Faddeev 計算との比較を行った。相対論効果により 180 度付近での実験と計算の不一致は改善されたが、中間角度領域には相対論効果はほとんど現れず、理論は依然として実験値を大きく過小評価している。また、別途行われたエネルギー 250 MeV の陽子と重陽子の散乱 p+d と、今回の n+d の実験値を比較すると、両者の間に統計誤差以上の差が見られたが、理論が実験を過小評価しているという点では p+d でも同様であった。135 MeV で三体力を入れた理論と実験が良い一致を示し、250 MeV では理論が実験を過小評価している原因の解明は、今後の課題である。

この研究は、三体力の理解に欠くことの出来ない n+d 弾性散乱の良質のデータを、中間エネルギー領域で世界で初めて収集した点で、高く評価できる。研究は RCNP における 24 名の研究者との共同研究であるが、重陽子標的の作成、データ収集、データ解析及び解釈に関して、論文申請者本人の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。