

論文審査の結果の要旨

氏名 関口 仁子

本論文は、中間エネルギー領域(入射粒子の加速エネルギーが核子あたり 60 MeV 以上)における重陽子-陽子弾性散乱による三体力効果の探索について論じたものである。原子核における三体力(三核子力)の存在については原子核の研究のごく初期から議論されており、トリトン(${}^3\text{H}$)やヘリウム3(${}^3\text{He}$)など束縛状態の三核子系においては、その存在を示す結果が得られている。三体力のダイナミカルな性質(運動量依存性やスピン依存性)を調べるには核子-重陽子散乱などの散乱系が有効なプローブと考えられるが、現在に至るまで三体力の効果を明確に示す結果はなかった。近年三体系を正確に扱う Faddeev 理論計算から中間エネルギー領域における核子-重陽子弾性散乱の微分断面積に三体力の効果が現れる事が予測された。この理論的予測を受け、論文提出者等は高精度実験を行なう事で三体力の詳細を系統的に調べた。

実験は中間エネルギーの偏極重陽子ビームが得られる理化学研究所において行なわれた。サイクロトロンによって加速された偏極重陽子ビームを水素標的に照射し、高分解能磁気分析器 SMART 及びビームライン偏極度計を用いて重陽子-陽子弾性散乱が測定された。微分断面積の他に、スピン観測量として、重陽子の全ての偏極分解能、陽子の偏極能、及び重陽子から陽子への偏極移行量が測定された。ここで偏極移行量の測定では、散乱陽子の偏極度を測定する必要があるが、それは SMART 第二焦点面偏極度計 DPOL を用いて行なわれた。

三体力の効果を明確に示すためには、精度および信頼度の高いデータであることが必要となる。本論文では、統計誤差 1.3%、系統誤差は 2% 以下で微分断面積が求められた。また、偏極分解能、偏極移行量の統計誤差は 0.03 以下、陽子の偏極能の統計誤差は 0.01 で求められた。独立の測定器を用いた実験値の整合性、他研究所の同等のデータとの整合性から、系統誤差が統計誤差より小さいことも確かめられた。

得られた実験結果を近年計算可能となった様々な三体力モデルを考慮した Faddeev 理論計算との比較を行なったところ、殆んどの測定量に関して、実験値と二核子間の相互作用のみを考慮したファデーフ理論計算との差は、重陽子の入射エネルギー

が高くなるほど大きくなり、特に微分断面積が最小値をとる角度範囲においてその差が顕著に見られる事が明らかになった。理論計算との差に着目し、観測量は3つの種類(タイプ I, II, III) に分類された。微分断面積を含むタイプ I の物理量は三体力のモデルに寄らず実験値が再現される。従ってタイプ I は明らかに三体力の効果が現れた物理量と言える。タイプ II の物理量では、三体力モデルの依存性が明確に現れた。実験値はカイラル対称性を満たす三体力モデルによって再現される事が示された。タイプ III の物理量に関しては、どの計算も実験値を説明出来ない。従って、タイプ III の測定量により現在の三体力モデルでは必ずしも全てのスピン観測量を説明出来ない事が明らかになった。

本研究は、中間エネルギー領域で重陽子-陽子弾性散乱の微分断面積およびスピン観測量を、始めて高精度で測定したものであり、論文提出者の実験研究能力の高さを示したものである。また、近年計算可能になった三体力モデルを考慮した Faddeev 理論計算と詳細に比較した本論文における研究により、散乱状態における三体力の効果が明瞭に実証され、さらに、複数の三体力モデルの優劣を明らかにするとともに理論的課題が与えられた。これらの点において本論文は新規性を有し、少数系の今後の研究に大きく貢献するものである。

なお、本論文は共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験及び解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士(理学)の学位を授与できると認める。