

論文審査の結果の要旨

氏名 村上洋平

本論文は 5 章からなる。第 1 章は、イントロダクションであり、本論文の主題である反陽子と原子核の間の消滅断面積の測定の背景にある物理研究の動機、実験手法の概要、理論的背景、論文構成および本人の主たる貢献に関してまとめている。第 2 章は実験セットアップを詳述しており、CERN の反陽子減速器(AD)のビームライン、測定器セットアップ全体、物理解析に用いられた各測定装置、データ収集システム、ターゲットシステム、及び本研究のために用いたデータをまとめている。第 3 章はデータ解析に関してまとめ、測定器の校正手法、ビームの不定性・不安定性に関する補正、生成された粒子の測定器との反応、アクセプタンスの精密な算出を論じたのちに、バックグラウンド事象を取り除いた消滅断面積と統計及び系統誤差を導出している。第 4 章は、データ解析の結果を用いて、既存データでの他の原子核との消滅断面積との比較、反中性子のデータとの比較を行い、最後に第 5 章に結論としてまとめている。

本論文の研究は、強い力により生じる核子の構造の研究で近年研究が進む反陽子と原子核の低エネルギーでの消滅反応の観測という手法において、未だ実測データの少ない当該運動量領域での反陽子と原子核との反応の観測であり、特に原子核の大きさと反陽子の波長が近い炭素との反応データとして世界で初めての精密な測定となっている。

実験手法としても、既存のラザフォード散乱による反応断面積との比を用いるという手法により、従来と比較して精度を向上させることができる新たな手法の確立という意義も高い。本実験手法は、2つのターゲット（炭素標的とラザフォード散乱補足用のリングターゲット）の組み合わせで取得されたデータを比較することで炭素標的からの反応を抽出する仕組みであるが、このため複数のデータをビーム量に合わせて標準化した上で比較する必要が生じる。このため、第 2 章に詳述される実験装置の中でもビーム量測定装置が重要となり、論文提出者が中心となって新たに製作したチェレンコフ測定器で実測に成功し物理解析に用いている。データ解析においては、消滅反応から飛散する放射線の捕獲に用いるシンチレータアレイは共同実験のイタリアグループが主担当しているが、それ以外の部分は、実験のデータ取得、物理解析、結果の評価と議論まで住めて論文提出者が全て中心となって行っている。特に低エネルギーの反陽子ビームを生成する AD はビームのタイミング・形・強度が減速器の調整により変化するため、その効果を取り除くために複数回のセットでデータを取得、詳細比較をして系統誤差を導出する難しい解析を完遂している。

物理結果として、重たい核子との比較での質量依存性の確立、炭素標的での当該運動量領域での初めての精密な測定、理論計算との比較まで行い、他の実験で観測されている反中性子と原子核の間の消滅反応の断面積のアノマリーに対しても、反陽子の測定からは同様のアノマリーは存在していないことを明確に示す結果を導いた点も重要な知見を与えている。

実験データの詳細な分析の積み重ねから確実に引き出した研究であり、論文提出者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。