

論文審査の結果の要旨

氏名 木佐森慶一

本論文は、これまで存在が明確には確認されていない4中性子系の実験的確認をテーマとするものであり、全6章からなる。第1章はイントロダクションであり、4中性子系の実験・理論の両面における研究史と、4中性子系の存在確認の意義が紹介されている。第2章には、実験手法についての本質的な構想が、原子核反応の見地から述べられている。具体的には **double charge exchange** 反応の使用と、**missing mass**(質量欠損)分光法について説明されている。第3章には実験の具体的な手法が詳細に書かれている。実験は理化学研究所の **RIBF** 施設内に東京大学原子核科学研究センターの所有する、**SHARAQ** スペクトロメーターを使用して行われた。不安定核ビーム施設の概要、論文提出者がこの実験のために特別に設計したイオン光学、検出器と標的、データ収集系などの記述が含まれる。第4章には、測定したデータの中から4中性子生成反応のイベントをどのように選び出したかが書かれている。その結果、38 イベントが選び出され、反応における **missing mass** の分布が得られている。第5章において、実験で **missing mass** の分布とその物理的意義が、モデル計算と比較することによって議論されている。第6章に結論が簡潔に述べられている。

本研究は加速器を使った多数の研究者による実験研究であるが、論文申請者は実験のデザイン、特にイオン光学設計と冷却ヘリウム標的の作成、また実験の遂行において中心的な役割を果たしている。さらに、実験データの解析は申請者が独力で進めたものであり、申請者のオリジナリティのある研究成果であると評価できる。

4中性子系は世界の研究者によって長年に渡って研究されてきたが、束縛、あるいは共鳴状態として存在したという確かな証拠は未だに得られていない。理論的には4中性子系の励起エネルギー2MeV 付近に共鳴状態が存在するという予測があるが、実験的には確認されていない。また、2002年に¹⁴Beの **break up** 反応測定によって4n状態が数例観測されたという報告があるが、イベント数も少なく、実験結果と整合性のある理論的な説明がなされていない。本研究においては、不安定核ビームを使った二重荷電交換反応、⁴He(⁸He, ⁸Be)を利用することによって、運動量移行の小さい環境における4中性子系の生成が目指された。このような手法が取られたのは世界で初めてのことである。実験の結果、運動量移行が30 MeV/u以下の領域にて、4中性子系の励起エネルギーが0~2 MeVに相当するイベントを3例観測した。これらは4中性子系の励起エネルギーが低い共鳴状態の候補と考えられる。4中性子系の生成は核物理の研究者の間で非常に大きな興味を持たれており、本研究によって共鳴状態の存在を実証するまでには至らなかったものの、もっともらしい候補が見

つかったという事の意義は大きい。この研究を契機として、今後4中性子系共鳴状態の存在に対して実験的・理論的な研究がより進展することが期待される。また、核内の2中性子相関、核力における3～4体力の検証や中性子星の物性など、特異な4中性子系のみならず、多くの発展的なテーマにもつながることが期待される。

以上より、博士（理学）の学位を授与できると認める。