

論文審査の結果の要旨

氏名 野地 俊平

本論文は、6章からなる。第1章は、序文であり、原子核の高励起巨大共鳴状態に関するこれまでの研究がまとめられ、本研究の背景、位置付け、目標および論文提出者の寄与について述べられている。第2章では本研究の要となる不安定核ビームを利用した発熱型荷電交換反応についての利点や方法が述べられている。第3章では本研究で利用した加速器施設、不安定核ビーム生成装置、磁気スペクトロメータ、検出器などがまとめられており、第4章では、データ解析に関する詳細について記述されている。第5章では、本研究で得られた実験結果と従来の実験データ・理論計算との比較ならびに本成果の将来への波及効果などが議論・考察され、第6章では結論が述べられている。この他、付録として、イオン光学、2体反応学が収録されている。

本論文は、原子核物理学での主要課題のひとつ、巨大共鳴状態に関する実験研究である。これまで様々な反応を利用して原子核の高励起状態を生成し、その観測を通して、原子核の共鳴モードが議論されてきた。共鳴状態のなかでもスピン・アイソスピンモードは基本的なモードで、これまで荷電交換反応すなわち原子核中の陽子（中性子）を中性子（陽子）に変える反応を生成反応として利用してきた。荷電交換反応には陽子、中性子といった核子ビームや重陽子などの軽イオンビーム、炭素-12などの重イオンビームが利用されてきたが、これらを利用した反応では高励起状態に対しては運動量移行がゼロの無反跳条件を得ることができず、高励起状態を効率的に励起することができずにいた。

本研究では高励起状態に対する無反跳躍条件を達成する反応として、新たに不安定核ビームを利用した発熱型荷電交換反応を世界で初めて開発した。不安定核は内部エネルギーが大きいいため、研究対象となる核に励起エネルギーを無反跳で移行できる点がポイントである。不安定核 ^{12}N をビームとし、出射核として ^{12}C を選び、また ^{12}C の脱励起ガンマ線を検出することで、スピン移行量 ΔS が0または1の選別も同時に行えるように工夫されている。これに加え、ビームが標的核に強く吸収されることから、特にアイソベクトル型スピン単極子共鳴 (IVSMR) に対して強い感度があることが期待される。

本研究では理化学研究所・重イオン加速器施設「RIビームファクトリー」で得られる大強度 ^{12}N ビームを利用し、また出射核 ^{12}C は東京大学・原子核科学研究センターが建設したSHARAQスペクトロメータを用いて運動量分析と出射角度測定を行った。標的核としては過去のデータがある ^{90}Zr を選択し、ガモフテラー巨

大共鳴 (GTGR)、アイソバリックアナログ状態 (IAS)、IVSMRを観測して、(^{12}N , ^{12}C) 反応の有用性を実証することを目指した。

本研究のデータ解析では、ビームがベータ崩壊して ^{12}C となるバックグラウンド事象の除去やSHARAQを利用した ^{12}C の運動量導出、散乱角度の決定などを行い、最終的に ^{90}Nb の励起エネルギー分布とその角度依存性を導出した。この結果、 $\Delta S=1$ では励起エネルギー10MeV付近のGTGRと30MeV付近のIVSMRのピークを、 $\Delta S=0$ ではIASのピークを見出した。これらの角度分布は角運動量移行 $\Delta L=0$ の場合の歪曲波ボルン近似で得られる結果と一致しており、またIVSMRの形状は、過去の(p,n)データをTamm-Dancoff近似による強度分布の理論計算に近いものであった。また(^{12}N , ^{12}C)反応は、ガモフテラー遷移 ($\Delta S=1$, $\Delta L=0$) がフェルミ遷移 ($\Delta S=0$, $\Delta L=0$) に比べ強調されることもわかった。

以上の成果は不安定核ビームを利用した発熱型荷電交換反応の有用性を世界で初めて示す成果であり、 ^{90}Nb のIVSMRに対しても理論との比較ができる新たなデータを得ることができ、Physical Review C誌に掲載を予定している。

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、本実験の実験代表者として、実験申請書の作成、不安定核ビームの高純度化を実現するパラメータ決定、低圧MWDC検出器の開発、SHARAQスペクトロメータの開発など、を行っている。これらは本研究にとって不可欠な要素であり、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。