

2018 年度修士論文

^{18}N の β 遅発中性子崩壊を用いた
 ^{18}O の中性子非束縛状態の探索

大阪大学大学院 理学研究科 物理学専攻
梅原 基

2019 年 3 月 16 日

概要

一般に、陽子数や中性子数が魔法数である安定核近傍の原子核の構造は殻模型で、質量数が4の倍数の原子核の構造は α クラスター (^4He の原子核の房) 模型でよく説明されてきた。本研究の目的核である ^{18}O ($Z = 8, N = 10$) は、陽子数・中性子数がともに魔法数 (二重閉殻) であり質量数が4の倍数でもある ^{16}O ($Z = 8, N = 8$) に2つの中性子が結合した安定な原子核である。そのため、多くの励起状態が2つの模型で再現されてきた。ところが β 崩壊におけるガモフ・テラー遷移強度 ($B(\text{GT})$) などの重要な物理量は、これらの模型計算では再現なされていない。つまり、理論模型の発展には ^{18}O の核構造の情報が必要不可欠である。

^{18}N の β 崩壊実験により、 ^{18}O の束縛状態については詳しく調べられているが、中性子非束縛状態の実験データは不十分である。 β 崩壊後の全中性子の放出確率は12.0(13)%との報告があるが、他のグループの中性子のエネルギー測定により導出された放出確率は7.0(15)%である。これは500 keV以下のエネルギーの中性子を測定するのが困難なため、検出できていない可能性がある。そこで、本研究では、500 keV以下の低いエネルギーの中性子が検出可能な、小型の中性子検出器を新たに開発し、 ^{18}N の β 崩壊後の ^{18}O の中性子束縛状態から放出される β 遅発中性子を広いエネルギー範囲で測定することを目指した β -中性子- γ 線 (β -n- γ) 核分光実験を行った。

実験は大阪大学核物理研究センター (RCNP) のENコースで行った。 ^{18}O 一次ビーム (9.4 MeV/u) を ^9Be (40 μm) に照射し、直接反応過程で β 崩壊核である ^{18}N を生成した。 ^{18}N 二次ビームを92%の純度で選別、最下流のAuストッパーまで輸送した。 ^{18}N の β 崩壊で放出される β 線、 β 遅発中性子を新たに開発したプラスチックシンチレーターで、 β 遅発中性子放出後に放出される γ 線を半導体検出器であるGe検出器で検出した。

本研究で、強度の大きい低エネルギー中性子ピーク (347 keV) を新たに観測し、また β 遅発中性子放出後の γ 線を初めて観測した。さらに、得られた各準位の分岐比や励起エネルギーから $\log ft$ を求め、各準位のスピン・パリティを推定し、 ^{18}N の β 崩壊における崩壊様式を更新した。また得られた崩壊様式を他の散乱実験の結果や殻模型による理論計算と比較することで ^{18}O の中性子非束縛状態の核構造について議論する。