

1. 序論

原子核を構成する陽子の数と中性子の数が両方とも奇数の原子核は「奇奇核」と呼ばれる。陽子も中性子もそれぞれ2個ずつ対を作って互いの回転運動を打ち消し合う様に組みを作るので、対を作れなかった奇数番目の陽子と奇数番目の中性子が原子核構造の特徴を担う。さらに、原子核全体の集団回転がこれに結合して回転バンド構造があらわれる。

一般的に奇奇核の原子核構造は、偶偶核や奇核と比較するとより複雑である為、理論的にも実験的にも敬遠される傾向にあった。しかし、最近の我々の研究により「指標逆転現象」という奇奇核に特有の構造が系統的に見出され、その重要性が指摘されている。

そこで本研究ではこの様に複雑な奇奇核の原子核構造をより簡便に研究する手段として、外周電極を5分割したゲルマニウム検出器による直線偏光検出器を開発した。インビームガンマ線分光実験を行い、原子核反応によりえられる直線偏光したガンマ線を測定し、検出器の性能評価を行った。

1. 1. 研究の目的と方法

○ 直線偏光測定器の開発

奇奇核の準位構造の研究に非常に重要な、パリティの測定を目的としてガンマ線の直線偏光測定器を製作する。クライン・仁科の式を用いてコンプトン散乱の断面積を計算し直線偏光に対して感度の良い検出器の形状を求める。

モンテカルロ法による計算から、検出器の形状は5分割型とし、5分割セグメント型ゲルマニウム検出器を製作した。この検出器の性能テスト実験として、インビームガンマ線分光実験をおこない、ガンマ線の直線偏光の検出感度、および検出効率を実測する。

○ 奇奇核原子核構造の系統的研究

奇奇核の原子核構造の系統的研究として、セシウムアイソトープの ^{120}Cs の核構造を調べる。実験は、150 MeVに加速された ^{32}S ビームを用いて $^{92}\text{Mo}(^{32}\text{S},3\text{pn})^{120}\text{Cs}$ 反応により ^{120}Cs 核を生成し、脱励起する際に放出されるガンマ線を同時計測する。

多数のゲルマニウム検出器をボール状に配置したクリスタルボールによりガンマ線同時測定実験を行う。データを2次元ヒストグラムに変換して解析を行い奇奇核の励起準位構造を研究する。

1. 2. 研究の特色

○ 5分割セグメント型ゲルマニウム検出器の特色

原子核の励起準位構造を研究する際、ゲルマニウム半導体検出器は分解能が非常に良い事と検出効率が高い理由から、ガンマ線分光実験には不可欠な実験装置である。現在、筑波大学加速器センターではこのゲルマニウム検出器10台をボール状に配置したクリスタルボールを使用し様々な核分光実験を行っている。本研究で開発した5分割セグメント型ゲルマニウム検出器は、この既設のクリスタルボールに組み込む事ができ、これまで不可能であったガンマ線直線偏光も同時に観測できる新しい測定システムが構築された。

また、既に述べた様に奇奇核の原子核構造は一般に複雑であり、100 keV以下の低エネルギーガンマ線の測定が非常に重要である。今回、製作した5分割セグメント型ゲルマニウム検出器は、(1) 分解能が良い。(2) 一体型であり散乱ガンマ線が他の物質に吸収される事はない。(3) クロストークを排除し低エネルギーガンマ線の直線偏光測定も効率良く測定出来るように工夫した。