

氏名	藤 暢 輔
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第2027号
学位授与の日付	平成11年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科物理学・宇宙物理学専攻
学位論文題目	オンライン同位体分離法によるNd偶々核の系統的研究

(主査)

論文調査委員 教授 川瀬洋一 教授 笹尾 登 教授 前田 豊

## 論文内容の要旨

原子核構造の実験的研究において、原子核を構成する陽子または中性子の数が、自然界に存在する安定な原子核に比べて極端に多い、いわゆるエキゾチックな原子核は、提唱されている原子核論の検証や新しい核種の探索など、重要かつ興味ある研究対象である。中性子数が多い不安定核は、 $^{235}\text{U}$ などの原子核分裂反応により、効果的に生成されるが、その寿命が短いため、分離抽出して実験を行うためには、高度な技術が要求される。京都大学原子炉実験所では、ガス・ジェット方式によるオンライン分離装置を開発整備し、質量数150近傍の希土類元素に属する放射性同位体を効率よく取り出し、この領域の核種の系統的研究を先駆的に行っている。

本研究は、陽子数60のNd同位体の核構造を明らかにするため、その親核である $^{152}\text{Pr}$ (半減期=3.6秒)、 $^{154}\text{Pr}$ (半減期=2.3秒)のオンライン同位体分離を行い、得られた放射性核から放出される $\gamma$ 線、内部転換電子などの測定による核分光的手法を駆使して、Nd偶々核の励起準位について、系統的に研究を行ったものである。この領域の原子核に特徴的な性質として、いわゆる球形から変形に移行する遷移領域に属し、集団運動により励起される回転バンド、ベータバンド、ガンマバンドなどのスペクトルが中性子数の増加に伴い、どのように変化していくかを研究することは原子核構造を理解するために重要である。

$^{152}\text{Nd}$ においては、これまでの報告で幾つかの励起準位およびそれらのスピン、パリティが特定もしくは推定されていたが、より詳細にその構造を調べる必要性があった。今回の実験でガンマ線角度相関測定により6つの励起準位のスピン、内部転換電子測定により2つのガンマ転移の多重極度、三重同時測定により3つの励起準位の寿命を特定した。また、得られた結果をもとに幾つかの励起準位のパリティと親核 $^{152}\text{Pr}$ の基底状態のスピン、パリティを推定した。これらにより、各バンドの変化を系統的に考察するにあたって重要な情報が得られた。

$^{154}\text{Nd}$ においては、その測定の困難さから基底バンド以外の励起準位は全く知られていなかったもので、ガンマ線スペクトルの精密測定およびガンマ線同時計数測定を行い、3本の新しいガンマ線および7つの新しい励起準位を見出し、 $^{154}\text{Pr}$ の崩壊図式を構築した。また、「相互作用するボソン模型」による理論値との比較を行い、適当なパラメータを設定すれば実験で得た励起準位を良く再現される事を示した。励起準位のスピンおよびパリティが特定されていないことから、Nd偶々核の各バンドの変化を系統的に考察することは出来ないので、ガンマ線角度相関測定や内部転換電子測定を行い、それらを特定することが今後の課題とされる。

## 論文審査の結果の要旨

学位申請論文「オンライン同位体分離法によるNd偶々核の系統的研究」は、原子核構造をより深く理解するため、安定な原子核に比べて中性子の数が極端に多いNdの同位体について、放射線測定による実験的研究を行ったものである。この

領域の原子核は、いわゆる球形核から変形核への遷移領域にあると理解されているが、中性子数が増加するとともに、その半減期が急激に減少し、人工的に生成・抽出することが非常に困難となる。そのため、実験的研究はほとんど行われておらず、原子核構造についての議論が不可能に近い状態であった。最も効率よく生成する方法としてはウランの原子核分裂反応が唯一の手段であり、半減期が2～3秒であることから、必然的にオンライン同位体分離法が必要となる。

申請者は、京都大学の研究用原子炉に設置されたガス・ジェット型オンライン同位体分離装置を用いて、Ndの親核であるPrの放射性同位元素を効率よく分離し、放出されるガンマ線の精密測定により、Nd核の励起準位について新しい知見を得た。

まず、 $^{152}\text{Nd}$ の励起準位について研究を行うため、 $^{152}\text{Pr}$ (半減期=3.8秒)の分離を行い、そのベータ崩壊に伴うガンマ線の同時計数測定、角度相関測定、内部転換電子測定、および励起準位の寿命測定を行った。その結果、新たに19本のガンマ線を見出し、4つの励起準位を確立した。また、角度相関測定の結果、6つのスピンを決定し、原子核構造を理解する上で重要な知見が得られた。さらに、内部転換電子の測定から遷移の多重極度を初めて確定し、励起準位の寿命測定の結果と合わせて、レベルのパリティについても新たな提案を行っている。

$^{154}\text{Nd}$ のガンマ線は10本同定されていたが、励起準位に関しては基底バンドの励起準位のみが知られていた。スペクトル多重シングルス測定、ガンマ線同時計数測定を行い、3本のガンマ線および7つの励起準位を新たに見出し、13本のガンマ線からなる $^{154}\text{Pr}$ の崩壊図式を構築した。また、得られた励起準位と「相互作用するボソン模型」による理論計算値との比較を行い、適当なパラメータを選べば、理論的にかなり良く再現できることを示した。

以上のように、申請者はオンライン同位体分離装置と核分光学的手法を駆使して、実験的に非常に困難な極短寿命の不安定核種についての系統的研究を行い、原子核構造を理解する上で重要な実験結果を得ることに成功した。この研究成果は、世界的にも他の研究機関では遂行できない貴重なものであり、論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果、合格と認められた。