

論文審査の結果の要旨

氏名： 中尾 太郎

論文題目： 質量数 100 近傍での中性子過剰核の核異性体探索
(Search for isomeric states in neutron-rich nuclei with mass numbers around 100)

本論文は、全 5 章からなる。第 1 章は研究の動機及び目的・目標と遅発分光法による核異性体の研究法、および原子核の質量数 100 領域における原子核の変形の多様性と核構造の問題を述べている。第 2 章は実験装置・検出器および実験データの収集法について述べている。第 3 章では、核異性体に関するデータの解析法を詳細している。第 4 章は得られた核異性体に関するデータのまとめと、各原子核について得られたデータから、その核構造を議論し、原子核の構造変化を主に変形の観点から検討している。最後に論文の結論を第 5 章にまとめている。

第 1 章では、質量数 100 領域が原子核の変形の多様性が発現し、そのメカニズムを研究することが原子核物理における重要課題であることを論じている。この領域を実験的に研究する手段として、高エネルギーウランビームの核分裂片の核分光が有効であり、特に核異性体の崩壊過程の研究が有効であることを指摘している。

第 2 章では、理化学研究所に新たに建設された世界最先端の R I ビームファクトリーで得られる 345 MeV/u の ^{238}U ビームのクーロン核分裂で得られる質量数 60 - 130 の広い領域の核異性体の生成法とその粒子識別法、核異性体の崩壊から放出されるガンマ線を測るためのゲルマニウム検出器系について詳細している。また、得られるデータの収集法と解析法について議論している。

第 3 章では、得られたデータから、各核異性体に関するデータを導出する解析法と各測定精度を議論している。一次標的に生成された高速の核異性体を分離同定し、停止後の核異性体から崩壊に伴うガンマ線を相関測定することで、核異性体を含む原子核の構造を導出する道筋を定量的に明らかにしている。

第 4 章では、まず広い質量領域における核異性体探査実験から新たに 12 核種 (^{92}Se , ^{93}Se , ^{95}Br , ^{94}Br , ^{96}Br , ^{97}Rb , ^{108}Zr , ^{108}Nb , ^{113}Tc , ^{119}Ru , ^{120}Rh , ^{122}Rh) の核異性体の存在を発見した。また、既知の 6 核種の異性体について新たな核構造情報を得た。

解析の結論として、 ^{119}Ru の基底状態が Oblate 変形していることを示唆する結果を得た。この結果は、 ^{117}Ru の結果と合わせて考えると、Ru 同位体が中性子過剰領域において、基底状態が Prolate から Oblate に変化する形状相転移が

起きている可能性を示唆していることが示された。

同様に、三軸非対称変形領域と予測される ^{108}Zr についても、新たな核異性体の存在が確認され、回転励起準位と思われる構造を見だし、 ^{108}Zr の基底状態が、 ^{104}Zr に比べて変形度が小さい可能性を指摘した。このことは、 ^{108}Zr が周辺核に比べて特異な状態を形成していることを示唆している。この領域で、理論的に予想されていた準粒子励起に伴う Prolate-Oblate 変形共存の証拠の一端を観測した可能性がある。

さらに、中性子数 60 近傍領域においては、中性子数 60 同調体の ^{97}Rb 、 ^{95}Br 、および中性子数が 58 および 59 の ^{92}Se 、 ^{93}Se の核異性体が新たに観測された。 ^{97}Rb および ^{95}Br においては、基底状態が変形しているとする推測に矛盾しないという結論を得た。中性子数が 58 および 59 の Se 同位体である ^{92}Se および ^{93}Se においては、周辺核との系統性から、基底状態が変形していないと考えれば実験データを矛盾無く説明可能であるという結果を得た。これらの結果は少なくとも中性子数 60 以下では Se 同位体の基底状態が変形していないことを意味し、中性子数 60 の変形魔法数が Se 同位体においてもいまだ成り立っている可能性を示唆することが分かった。

本研究の遂行に当たり、論文提出者は、課題の提案から、実験の実施、解析まで、本人が中心となって進めてきたことは明らかである。新しい核異性体を多種発見し、その慎重な解析から質量数 100 領域における原子核構造変化についての重要な知見を得たことは、申請者の緻密な解析能力を示すものであり、高く評価される。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。