

論文審査の結果の要旨

氏名 新倉 潤

本論文は 6 章と一つの付録からなる。第 1 章は本研究の動機・背景、短寿命核によるインビーム核分光法の特徴がまとめられている。第 2 章で実験装置、実験条件が説明され、第 3 章では装置の校正とデータの解析法が解説されている。結果は第 4 章でまとめられており、第 5 章で議論と考察を行い、第 6 章で本研究をまとめている。

第 1 章では最近の研究から中性子過剰核領域の中性子魔法数 28 近傍において殻構造の変化が見いだされつつある事を示し、粒子軌道 $f_{7/2}$ ($p_{3/2}$, $p_{1/2}$, $f_{5/2}$) 間に存在するギャップエネルギーの系統的研究の重要性を指摘した。さらにインビーム核分光実験によるイラスト準位の観測が殻構造研究の重要な手段となる事を示し、新たに短寿命核ビームによる $^{49-51}\text{Ti}$ 原子核のインビーム核分光実験を提案した。

第 2 章では実験装置、実験条件が説明されている。実験は理化学研究所の入射核破砕片分離装置(RIPS)から得られる 40MeV/A の ^{46}Ar ビームを用いて行われた。 ^9Be 標的との核融合反応による残留核、 $^{49-51}\text{Ti}$ を生成するには 4MeV/A 程度のビームエネルギーが必要となる。物質を通過させてエネルギーを下げる場合、不純物の混入や空間的広がりが増大でビーム強度の低下が引き起こされる。申請者は ^{46}Ar の生成標的厚さ、RIPS 中間焦点面のエネルギー損失板の厚さを独自の手法で最適化し、純度 100%の ^{46}Ar ビーム生成に成功した。最終的には ^9Be 標的直上流のエネルギー損失板で微調整を行い、2~6 MeV/A の ^{46}Ar ビームを得ている。

検出器系は、ビームの位置・エネルギー情報を得るためのビーム検出器群と、残留核から放出される脱励起ガンマ線検出用の 18 台の位置感応型 Ge 検出器 (GRAPE)、2 台の 4 分割 Ge 検出器 (CLOVER) と 1 台の同軸型 Ge 検出器からなる。

第 3 章では検出器の校正と得られたデータの解析手法の説明がされている。残留核は、ビーム検出器で測定された ^{46}Ar ビームと残留核のエネルギー差を使って特定される。検出されたガンマ線エネルギースペクトル上のドップラー補正は GRAPE の出力波形解析により行われる。複雑な波形解析に対する申請者の地道な努力によって初めて、エネルギー分解能の高いスペクトルが得られ、統計的に小さなガンマ線ピークの発見が可能となった。なお波形解析の詳細は付録に詳述されている。ガンマ線を放出した残留核の同定および励起準位の構築には、個々のガンマ線の角度分布、多重度、ビームエネルギーに対するガンマ線の強度分布や他のガンマ線との同時計数情報が用いられた。

第 4 章において $^{49-51}\text{Ti}$ の高励起状態の準位構築が行われている。本研究では、これまでに報告された $^{49-51}\text{Ti}$ のガンマ線を確認するとともに、 ^{49}Ti 由来の 2664keV のガンマ線と、このガンマ線を放出する 7046KeV の励起状態の発見、 ^{51}Ti 由来の 761, 837, 2495keV のガンマ線を発見した。また ^{49}Ti の 7046 keV 状態のスピン・パリティ、 ^{51}Ti の 5246, 4406, 3646keV 状態の準位構造とスピン・パリティを示唆することができた。

第 5 章では励起準位を殻模型計算と比較し、 ^{49}Ti , 7046 keV, $J^\pi = (21/2)^-$ 状態、 ^{50}Ti , 6125 keV, $J^\pi = 7^+$ 状態、 ^{51}Ti , 5246 keV, $J^\pi = (17/2)^-$ 状態が、 $f_{7/2}$, $p_{3/2}$ 中性子軌道間の 1p1h 配位として記述できる事を示した。これらの準位の下に位置するイラスト準位との大きなエネルギー差は魔法数 28 の $f_{7/2}$ - $p_{3/2}$ 間のギャップエネルギーに対応する。さらに $^{53-55}\text{Fe}$ の準位構造との比較から、陽子側の $f_{7/2}$ 軌道が 2 粒子状態である Ti と 2 空孔状態である Fe では中性子の $p_{3/2}$, $p_{1/2}$, $f_{5/2}$ 軌道間のエネルギー差が異なっている可能性を指摘した。

本研究では短寿命核ビームによる初めてのインビーム核分光実験から、中性子過剰核領域における中性子魔法数 28 の殻構造を調べる事に成功した。この研究で確立された短寿命核によるインビーム核分光法は不安定核領域における核構造研究を切り拓く強力な手法となるであろう。

本論文は 19 名の研究者との共同研究の成果であるが、実験装置、実験条件の最適化から、実験の遂行、デ

ータ解析および考察にわたって申請者が中心となり進めてきたと判断できる。特に GRAPE 検出器の徹底した波形解析により S/N 比の良いガンマ線スペクトルを導き、 $^{49-51}\text{Ti}$ の高励起状態の発見と N=28 のエネルギーギャップの観測を可能とした点は、研究者としての能力の高さを示すものである。よって審査員全員が本論文を博士（理学）の学位請求論文として合格であると判定した。