

論文審査の結果の要旨

氏名 角田 佑介

本論文は本文 5 章よりなる。第 1 章は、論文全体の導入と動機の説明である。第 2 章では、本論文で得られた結果を先に概観し、特に本論文で展開された手法や物理的解釈の新しい点を簡潔にまとめている。本研究においては主に中性子過剰なニッケル同位体の基底状態および励起状態の諸性質に着目し、まず中性子数 $N=40$ が新しい魔法数としての性質を持つことを確認している。さらに $N=40$ の励起状態の変形共存について詳細な分析を加えた。第 3 章は計算手法の解説、必要な式の導出にあてられている。よく知られている殻模型の基本的事項から始め、巨大な模型空間を確率的に処理する手法としてモンテカルロ殻模型の必要性を説き、実際に有限個の基底をサンプリングする具体的方法を詳述している。また有効相互作用の組み合わせ、パラメータの選定についても、ここで必要な説明が述べられている。

第 4 章で本研究のオリジナルな結果が議論される。ここで系統的に調べられたニッケル同位体は、陽子は魔法数 $Z=28$ をとり、中性子は魔法数 $N=28$ から次の魔法数 50 までの範囲をとる。実際、第一励起状態を見ると、これら魔法数の N で励起エネルギーが大きくなっている。従来は魔法数とは考えられていなかった $N=40$ のニッケル同位体（ニッケル 68）に対しても励起エネルギーの増大が見られることから、 $N=40$ が魔法数としての性質を持つことが、本研究の計算でも確かめられた。このこと自体は先行研究でも理解されており、Shell Evolution と呼ばれている。本研究のオリジナルな部分は、様々な N を持つ同位体の諸性質を網羅的に計算するとともに、特に $N=40$ に注目し、励起状態の変形について新たな見方を提案したところにある。本研究の計算によればニッケル 68 の基底状態は球形、 0^+_2 状態はオブレート変形、 0^+_3 状態はプロレート変形となり、それらが比較的エネルギーの近い状態であることから「(三重) 変形共存」と名付けられた。これらの変形状態は、変形度を表すパラメータ空間に、モンテカルロ殻模型でサンプリング・最適化された基底の分布を重ね合わせるという新しい方法を用いて、より直感的に分かりやすく図示されている。変形共存の微視的な説明として、テンソル力が変形を誘起するメカニズム Type-II Shell Evolution を提唱し、定量的にその物理的描像の正当性をチェックしている。

これらの結果は、大塚孝治氏、清水則孝氏、本間道雄氏、宇都野穰氏との共同研究に基づいたもので、既に学術雑誌に出版されているが、全ての論文について論文提出者が主体的に研究を進めてきたと判断できる。したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。