

論文審査の結果の要旨

氏名 野村 昂亮

本論文は 8 章からなり、その研究内容は、原子核の四重極変形の自由度に着目し、フェルミ粒子多体系に対する微視的理論であるエネルギー密度汎関数 (Energy Density Functional (EDF)) を動的対称性で特徴づけられる相互作用するボゾン模型 (Interactive Boson Model (IBM)) と対応させ、安定線から原子核の励起スペクトルを予言することを目指したものである。

第 1 章は、イントロダクションであり、フェルミ粒子多体系としての原子核の集団運動を概観し、エネルギー密度汎関数 (EDF) に基づく微視的計算が原子核の基底状態の記述に成功をおさめている一方、その励起構造の記述のためには、固有座標系で得られた自己無撞着解が破った対称性を回復させる必要からくる困難が紹介されている。相互作用するボゾン模型 (IBM) との対応づけが、この困難を解消するための有力な手段であるという本論文の主題が提示され、論文全体の構成が記述されている。原子核構造の理論的研究の現状と問題点を捉え、新たな研究への着想は論文提出者の見識を示している。

第 2 章では、本研究で行われた計算の具体的手法が記述されている。まず、EDF 計算により四重極変形を特徴づけるパラメータ (β_F, γ_F) の関数としてエネルギーを求める。同様に、IBM のハミルトニアンをボゾンに対する変形度 β_B と γ_B と関係づけ、それらの関数としてエネルギーを求め、それぞれの変形度の大きさを換算した上で、wavelet 法を用いて、変形度に対する依存性が全体として EDF 計算を再現するよう IBM ハミルトニアンのパラメータが決定される。変形度の対応づけおよび用いられた wavelet 法はともによく考慮されておりこの手法の信頼性の高さを示している。

第 3 章では、大きく変形した原子核のスペクトルが sd ボゾンのみの IBM では再現できないという問題に対して、IBM ハミルトニアンに LL 項を加えることによりそれが解消されることが示されている。IBM 自体の模型空間の狭さに起因すると考

えられる問題を、模型空間を変えずに現象論的な項を導入することにより繰り込めることを示した結果で、その適用性が期待される。

第4章では、変形度の小さな原子核への適用が行われ、レモン型の原子核からパンケーキ型の原子核への相転移が議論されている。IBMのもつ対称性と変形パラメータ空間におけるエネルギー面の特徴との対応から、重い不安定原子核において $E(5)$ 臨界点の存在が示唆されている。計算結果に対する吟味による原子核の構造変化の理解を深めた内容である。

第5章では、集団運動に対する他の幾何学模型による計算との比較がなされ、本研究の手法の一般性が示されるとともに、それぞれの手法の特長が分析され、研究の位置づけが示されている。

第6章では、三軸非対称な変形をもつ原子核の議論がなされている。IBMハミルトニアンにボソンの3体力を導入することにより、2体力のみのIBMでは記述できない安定な三軸非対称変形が予言されるとともに、エネルギースペクトルの規則性を再現させることが可能であることが論じられている。

第7章では、平均場近似では記述されない、基底状態における相関をIBMで求められた基底状態エネルギーにより議論されている。現象論的に知られている陽子-中性子相関とそれに起因する集団運動が自然に再現されることが示されている。

第8章では上記の結果がまとめられ、本研究の一般性と適用範囲およびこの手法に基づく原子核構造研究の今後の展開が示されている。

以上のように本論文は、原子核の微視的理論である Energy Density Functional を Interactive Boson Model に関連づけた一連の研究をまとめたもので、原子核の分光学的性質への予言力をもたせ、安定領域から離れた原子核構造を系統的に研究する方向性を示したもので、今後の研究展開に大きく貢献するものである。

なお、本論文は共同研究であるが、論文提出者が主体となって計算及び解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士(理学)の学位を授与できると認める。