

課題名 (タイトル) :

不安定原子核の微視的理論

利用者氏名 : 佐藤 弘一

所属 : 和光研究所 仁科加速器研究センター 理論研究部門 中務原子核理論研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

この研究では、近年多くの原子核で実験的に発見されている変形共存現象、つまり異なる形をもった状態が同じエネルギー領域に存在するという現象を微視的な立場から研究した。本研究では Kr 同位体の低励起状態について計算を行っている。

2. 具体的な利用内容、計算方法

この研究では、原子核の四重極変振動に対する慣性質量と、3次元回転に対する慣性質量(慣性モーメント)、および集団ポテンシャルを、各変形状態に対して微視的に計算した。変形状態は2つのパラメーター(β 、 γ)で表される。この計算では、(β 、 γ)平面を 60×60 のメッシュに切り、3600 の変形状態についてそれぞれ、ポテンシャルおよび慣性質量を求めた。

具体的には、拘束条件付き HFB 方程式と局所的 QRPA 方程式と呼ばれる方程式を解く。これは非線形連立方程式と行列の対角化の問題である。

これらの計算は各変形状態について並列化できるので、超並列 PC クラスタで並列計算を行って計算の高速化を計った。

得られた慣性質量とポテンシャルか Hamiltonian 行列をつくり、それを対角化すること低励起状態のスペクトルを求めた。

3. 結果

まず、 ^{72}Kr に対する計算を行い、低励起状態のスペクトル、状態間の電気四極遷移の強度を計算した。

その結果、基底バンドおよび、第一励起バンドにおいて、角運動量が上がるとともに異なる変形状態の混合が起こりにくくなるという結果を得た。

次に、 ^{74}Kr と ^{76}Kr に対する同様の計算を行った。実験値との比較の結果、基底バンドの状態については、励起エネルギーや四重極モーメントを定性的に再現できることを見た。

4. まとめ

本研究では、陽子過剰 Kr 同位体の低励起状態について微視的理論に基づいて計算を行い、 ^{72}Kr 、 ^{74}Kr および ^{76}Kr の低励起状態における励起スペクトル、遷移強度、四重極モーメントを計算し、変形共存の可能性、変形混合の度合いを調べた。

5. 今後の計画・展望

今後は、今回用いた相互作用は非常に簡単なものであったので、将来的により現実的な相互作用を用いて、同様の計算を行うことができるコードの開発を予定している。

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況(どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか)や、継続して利用する際に行う具体的な内容

第一の目標であった ^{72}Kr 、 ^{74}Kr 、 ^{76}Kr についての数値計算、 ^{72}Kr の結果の分析についてはおおよそ完了している。今後、得られた ^{74}Kr 、 ^{76}Kr に対する計算結果の分析をさらに進め、得られた結果の解釈、理論的理解を深める。より現実的な相互作用を用いた計算や今回用いた近似を越えた自己無撞着な計算のための理論的研究およびコード開発を行う予定である。

平成 21 年度 RICC 利用研究成果リスト

【国際会議、学会などでの口頭発表】

Koichi Sato, Nobuo Hinohara, Takashi Nakatsukasa, Masayuki Matsuo, Kenichi Matsuyanagi
“Phenomenological analysis of the oblate-prolate symmetry breaking in triaxial deformation dynamics”
International Symposium Forefronts of Researches in Exotic Nuclear Structures (Niigata2010) (Mar.
2010, Niigata)

佐藤 弘一、日野原伸生 「5次元四重極集団 Hamiltonian を用いた Kr 同位体における変形共存の微視的解析」日本物理学会第 65 回年次大会 (2010 年 3 月、岡山大学)