

原子核におけるクラスター構造の発現機構

Mechanism of Nuclear Clustering

谷口 億宇
香川高等専門学校

1. 研究目的

原子核は、構成要素は陽子と中性子の2種類だけであるが、核種により様々な構造をとり、さらにその構造はエネルギーを与えられることにより多様に変化する。特に複数の塊（クラスター）に分かれるクラスター構造は、恒星や超新星における元素合成に主要な役割を果たすなど重要な構造である。質量数30-40領域の原子核における現れる構造を特にクラスター構造に着目して明らかにし、さらにその発現機構を理解するのが本課題の目的である。

2. 研究成果の内容

28Siにおける12C+16O分子共鳴状態とTi同位体の基底及び励起状態の α クラスター構造について研究を行った。それぞれの内容は以下の通りである。

(a) 28Siにおける12C+16O分子共鳴

Ia型超新星等では低エネルギーの12C + 16O核融合断面積が元素の生成量に大きな影響がある。28Siの閾値近傍に12C+16O分子共鳴状態があれば低エネルギー12C + 16O核融合断面積は著しく増大するため、その状態の有無は元素合成に重要である。しかし、実験的に低エネルギー核融合断面積を測定することは困難であり、理論による定量的な評価が必要である。

OFPを用いた計算により、28Siは閾値近傍に12C+16O分子共鳴状態が存在することを示した。そして、その相対運動が励起した高励起状態も存在して、それは実験的に確認されている分子共鳴状態に対応することを示した。

(b) Tiの α クラスター構造

Ti同位体はどちらも安定な二重閉殻構造である4He (α) と40Caを芯とする構造を取れるため、pf殻領域における α クラスター構造の発現を研究するための基本となる同位体である。また、48Tiでは α ノックアウト反応断面積が測定されており、そこから α クラスター構造の情報が得られると期待される。

OFPを用いて、Ti 同位体の基底状態における α クラスターの分布を計算した。さらに共同研究によりその分布から α ノックアウト反応断面積を計算したが、 48Ti については実験データに比べて過小評価であった。

48Ti の励起状態に α - 40Ca 芯構造の周りに余剰中性子が分布する、分子的構造が現れることを示した。

3. 学際共同利用として実施した意義

原子核を数値計算により研究するためには、大規模計算が必要になる。学際共同利用として大規模計算機を使わせていただいたことで、研究を効率的に進めることが出来た。

4. 今後の展望

核融合断面積をより定量的に再現及び予言できるよう、モデルの改良を行う。クラスター構造をより詳細に表現するための改良は進んでおり、OFPによる計算も開始している。

5. 成果発表

(1) 学術論文

- ✓ alpha and t clustering in 35Cl , Y. Taniguchi, submitted.

(2) 学会発表

- ✓ sd 及び f 殻における変形とクラスター相関, 谷口億宇, 千葉陽平, 木村真明, 吉田数貴, 緒方一介, 大規模数値計算による原子核の構造解析と反応シミュレーション, 2018年8月27-31日, 札幌市.
- ✓ クラスター形成における閾値と粒子空孔配位, 谷口億宇, Threshold rule 50, 2018年10月3-5日, 京都市.
- ✓ pf 殻の基底状態における α クラスター構造の発現への余剰中性子の効果, 谷口億宇, 日本物理学会年次大会, 2019年3月14-17日, 福岡市

(3) その他

使用計算機	使用計算機 に○	配分リソース*	
		当初配分	追加配分
COMA			
Oakforest-PACS	○	3,000	
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。			