HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Probing cluster structure of sd-shell nuclei using isoscalar monopole and dipole transitions [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	千葉, 陽平
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第12688号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65393
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yohei_Chiba_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博士（理　学）　氏　名　　千　葉　　陽　平

学 位 論 文 題 名

Probing cluster structure of *sd*-shell nuclei
using isoscalar monopole and dipole transitions
（アイソスカラー型単極・双極遷移でプローブする *sd* 殻核のクラスター構造）

原子核の基底状態では殻構造を持つのに対し、励起状態では核子が部分系に別れ、それらが互いに弱束縛したクラスター構造が現れる。クラスター構造は原子核の励起状態に系統的に現れると予想され、実際に軽い原子核において多数のクラスター状態が観測されている。一方で重い原子核のクラスター状態は長く議論され続けているものの、実験的・理論的困難のため、確立に至っていない。特に質量数が 30 程度の原子核(*sd* 殻核)に現れるクラスター状態は恒星内で起きるヘリウム燃焼過程や炭素燃焼過程に大きく影響するため、その存在を確立し、励起エネルギーや崩壊モードを明らかにすることが待ち望まれている。

近年、アイソスカラー型単極遷移がクラスター状態のプローブとして提案され、*sd* 殻核におけるクラスター状態を実験的に生成することが可能になりつつある。しかし、アイソスカラー型単極遷移ではスピン・パリティ 0+を持つクラスター状態しか生成できず、スピン・パリティ 1-を持つクラスター状態は生成できない。1-状態の存在は *sd* 殻核に多数現れると予想されるパリティ非対称クラスター構造の証拠となるため、その観測は *sd* 殻核のクラスター状態の存在を確立する上で非常に重要である。そこで、本研究ではスピン・パリティ 1-を持つクラスター状態のプローブとしてアイソスカラー型双極遷移を提案し、アイソスカラー型単極遷移と組み合わせることにより、*sd* 殻核のクラスター状態を探索可能であることを示した。そのために以下の 2 点を行った。

１．アイソスカラー型単極遷移・双極遷移強度の解析的な評価

アイソスカラー型双極遷移がスピン・パリティ 1-のクラスター状態の良いプローブであることを示すために、簡単な二体クラスター模型波動関数を用いて、アイソスカラー型単極・双極遷移強度を解析的に評価した。アイソスカラー型単極励起と同様の機構により、アイソスカラー型双極遷移がスピン・パリティ 1-のクラスター状態を励起可能で、その遷移強度が非常に大きくなることを証明した。これにより、アイソスカラー型単極・双極遷移を用いることでパリティ非対称クラスター構造の探索が可能であることを示した。

２．現実的構造計算による ^{24}Mg と ^{28}Si のアイソスカラー型単極遷移･双極遷移強度の評価

実際にクラスター状態へのアイソスカラー型単極・双極遷移強度が強くなることを示すために、反対称化分子動力学を用いて現実的構造計算を行い、*sd* 殻核である ^{24}Mg と ^{28}Si のアイソスカラー型単極・双極励起強度を数値的に評価した。具体的には ^{24}Mg に対してはアイソスカラー型単極遷移強度分布を評価し、^{20}Ne+α,^{12}C+^{12}C クラスター状態がアイソスカラー型単極遷移によって強く生成されることを示した。また、観測データとの比較から、アイソスカラー型単極遷移実験において励起エネルギー10-15MeV に観測された 0+状態が ^{20}Ne+α,^{12}C+^{12}C クラスター状態を持つことを予言した。^{28}Si に対してはアイソスカラー型単極・双極遷移強度を評価し、パリティ非対称な構造を持つ ^{24}Mg+α、^{20}Ne+^{8}Be クラスター状態への強度が強くなることを示し、アイソスカラー型単極・双極励起遷移がパリティ非対称クラスター構造の良いプローブであることを示した。