

氏名	山本安夫
	やまもとやすお
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第319号
学位授与の日付	昭和49年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科物理学第二専攻
学位論文題目	クラスター状態における有効相互作用
	(主査)
論文調査委員	教授 玉垣良三 教授 林 忠四郎 教授 小林 晨作

### 論 文 内 容 の 要 旨

原子核は、強い非中心力、斥力の芯、単純でない状態依存性等を有する核力によって自己結合した系であり、その状態は質量数や励起エネルギーにより多様な変化を示す。原子核の状態をきめる核内有効相互作用もまた、核状態の変化の影響を強くうける。このように、核内有効力と核状態の特徴の相互規定的な関係は、原子核の構造変化を理解する上できわめて重要である。申請者の研究は、軽い原子核に広く発現しているクラスター状態の特徴と変化をもたらす要因が、核力のテンソル力の寄与の状態依存性にあるとの視点にたって、クラスター状態における有効相互作用を明らかにしたものである。

クラスター状態は、原子核の結合エネルギーの大半が内部結合に集中する部分系、即ち飽和性をもつ部分系が形成され系の分極の成長がみられる状態であり、軽い原子核における一つの典型的な状態群である。それは、基底状態近くで支配的な一中心的な平均場を基礎にした殻模型の状態群と対照的な様相をもっているが、この両者は相互に転化するものである。本来核力から導かれるべき核内有効力は、これらの状態の特徴と変化を記述しうるものでなければならないが、その導出の困難さのため、従来はあまり基礎付けのない有効力を用いて研究が行なわれてきた。

申請者は、クラスター状態の形成と変化を担うものとして、中間子論的核力の強いテンソル力の効果がクラスター形成と共に引力的になる点に着目し、この効果を機能的に取り入れた核内有効2体ポテンシャルを提唱し、それを( $\alpha+^{16}\text{O}$ )クラスターの様相と殻模型の様相との遷移的性格をもつ $^{20}\text{Ne}$ 系に適用し、その有効性を検討した。

結合エネルギーに重要な寄与を与える核内有効力は、原子核内にある二核子の反応行列によって記述されるが、軽い原子核から重い原子核に至る全域的な飽和性を保障するには、テンソル力の寄与の質量数に応じた変化が重要である。反応行列に対するテンソル力の寄与は、結合エネルギーに主として関与するS状態では消え、反応行列での2次の摂動項より主として生じるが、中間状態を経由する際パウリ原理と核状態の影響を強くうける。即ち、中間状態への移行をするときのエネルギー飛躍は、軽い核では小さく重

い核で大きい。その結果、引力的に働くこのテンソル力の寄与は、軽い核で大きく重い核につれ小さくなっていく。

申請者は、上記の論理は、クラスター状態が成長して分極した状態と核模型的に融合した状態に対してもあてはまることに注目し、 ${}^8\text{Be}$  と  ${}^{12}\text{C}$  系において反応行列に対するテンソル力の寄与がクラスターの成長に応じて回復することを通じてより引力的になることを示した。(参考論文 1, 2)

本論文においては、クラスターの成長にともなっておこる引力的効果を、中間状態に参与するエネルギー分母に入る相互作用する 2 粒子の最初に占めていた一粒子エネルギーに対する依存性という形に集約しうることが示される。それは、有効中心力ポテンシャルとして表現したとき、三重偶状態ポテンシャルに取入れられ、取扱い易い形の **Starting-energy dependent interaction (SEDI)** が構成出来ることが示されている。

申請者は、このように構成した SEDI を  ${}^{20}\text{Ne}$  系に適用してその有効性を検討して大要次のような結果をえている。 ${}^{20}\text{Ne}$  の ( $\alpha+{}^{16}\text{O}$ ) の構造、つまり  $\alpha$  的クラスター状態は、基底回転バンドにおいても見られ、奇パリティ励起回転バンドではよりはっきりした  $\alpha$  クラスターの成長がみられる。これは、従来 2 体奇状態で強い斥力を導入して得られていた結果が、現実の核力の性質を正しく考慮した SEDI によって自然に導かれることを示したことになる。更に重要な内容は、基底状態の全結合エネルギーと共に、 ${}^{20}\text{Ne}$  が  $\alpha$  と  ${}^{16}\text{O}$  に分裂する“しきい値”を同時に説明していることである。この結果に立脚して、申請者は最も重要な結論として、テンソル力の状態依存性を正しく考慮した有効相互作用 (SEDI) は、飽和性を保障しつつクラスターの構造を与えると述べている。論文では、更にこの有効相互作用が核の状態変化に応じてどのように機能するかを、 ${}^{17}\text{O}$  の中性子 separation energy と ( $\alpha+{}^{16}\text{O}$ ) 系の内部エネルギーと相対エネルギーの分析を通じて検討している。このような考察の上で、本論文で行なった研究は、他のクラスター状態 (例えば、 ${}^{16}\text{O}+{}^{16}\text{O}$ ) にも展開しうるとの見通しを述べている。

### 論文審査の結果の要旨

原子核の理論的研究では、原子核の平均的な基本的性質である飽和性の研究は重い核を理想化した核物質において専らすすめられ、他方基底状態及びその近傍の状態の諸性質や励起機構等の核構造論は一応飽和性と離れてすすめられる傾向があった。飽和性とは、大きいエネルギー変化を伴うことなく原子核を分けることが出来ることを意味している。この特質は、現実の原子核では、軽い原子核のクラスターの構造と重い原子核での核分裂として発現している。ここでは、飽和性は原子核の構造変化に直接関係しており、この意味で原子核のクラスターの構造は飽和性のダイナミカルな発現と見做すことができる。

軽い核のクラスターの構造の研究は、近年関心が強まり活発に研究がすすめられている分野であるが、従来の研究では、関心は主としてクラスター構造のモデルの確立に向いていたこともあって、簡単な核内有効相互作用を用いており、現実の核力との正しいつながりが不十分なまま研究がすすめられてきた。このため、クラスターの成長と共に変化する状態を扱ったとき、その使用している有効相互作用の限界が現れてくると研究を深化させる上で困難が感じられており、状態変化を追究していける適切な核内有効相互作用の導出が要求されている状況にあった。

申請者の研究は、このような要請に応えたものと言うことができる。即ち、クラスター状態における有効相互作用の重要な役割である状態変化を担う要素が核力の強いテンソル力にあることに着目し、その効果を相互作用している二核子の始状態エネルギーへの依存性という形で集約して表現することができることを示した。申請者の提唱した核内の2体有効相互作用は、核構造の計算に使い易い程度に簡単であるにも拘らず、上述の状態変化に応じうる有用なものである。従来の研究では、クラスターを成長させる機能を強い奇状態斥力に背負わせていた。しかし、この有効力はクラスターへの分裂の“しきい値”を合わすと、融合系の全結合エネルギーが不足し、全結合エネルギーを合わすとクラスター状態の励起エネルギーが高くなりすぎるという矛盾をもっていた。 $^{20}\text{Ne}$ 系に適用した結果から判断すると、申請者の提唱した有効相互作用 (starting-energy dependent interaction; SEDI) では、この矛盾が解消されることが示されており、この結論は重要である。

申請者の本論文において提唱しているクラスター状態における有効相互作用は、そのすぐれた性質のため、既にこの方面の研究者に注目され、また実際の計算に用いられてその有用性が認められてきている。

申請者の研究を要約するならば、クラスター構造を飽和性の発現として捉えて、構造的変化を担う強いテンソル力の役割を端的に有効相互作用に表現することに成功しており、このことによってクラスター構造の研究を現実の核力に立脚してすすめる道筋をつけたものと言うことができる。

このように申請論文は、原子核の理論的研究において重要な寄与をなすものであり、本論文の研究をすすめる上での基礎となった参考論文と共に、申請者がこの分野ですぐれた学識と研究能力をもつことを示している。

よって、本論文は、理学博士の学位論文として価値あるものと認める。