

氏 名	栗 山 惇 くり やま あつし
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 146 号
学位授与の日付	昭 和 43 年 11 月 25 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	FOUR-BODY CORRELATION IN NUCLEAR MATTER (核物質における四体相関)

論文調査委員 (主 査) 教授 小 林 稔 教授 林 忠四郎 教授 武 藤 二 郎

論 文 内 容 の 要 旨

原子核の構造の解析において、各核子が平均の場を運動すると考える独立粒子模型を出発点とした場合に、多体問題の特異性が核子間の相関として現われる。そのうち二体相関はかなりよく調べられているが、最近はさらに三体、四体の相関の効果が検討されるようになってきた。

申請者栗山惇は、その協力者とともに核の殻内二核子二空孔の相関効果の研究により、殻外核子に与える相関の影響を検討するという面倒な課題を精力的に追求し、その影響が O^{18} , F^{18} , N^{14} などの準位構造をどのように変えるかということを調べている(参考論文2)。また、核子相関を簡潔にとりあつかう方法として粒子線、空孔線の個数による展開の方法(Hole line expansion method)を永田、坂東、赤石らに協力して開発し、この方法はBetheらによる相関の計算(Off energy shellの方法)より直観的で簡潔であることが認められ高く評価されている(参考論文1)。

申請者の主論文は以上に述べたような核子間の相関に関する考察をさらに一般的にひろげ、核内の二体相関、三体相関、四体相関の間の関係を詳しく検討し、今まで一般的には十分議論されていなかった四体相関が核構造において演じる役割りについて多くの新しい知見を得ている。

一般に四体相関は、核構造論において古くからその重要性が指摘され、とくに最近が多体問題的見地からクラスター構造として多くの再検討が加えられているいわゆるアルファ粒子模型と深く関係していることはいままでもないが、申請者はこの問題に対して、核子相関という立場から一つの光明を与えたということになるであろう。

主論文においては、参考論文1で展開したHole line expansionの方法をn体相関の相関エネルギーの算出に適用し、n体系のFadeev方程式を採用しながらn個の空孔線をもつすべてのダイアグラムをとりあつかっている。こういう一般的な考察によって、二体、三体、四体相関の間の相互の関係がはじめて明らかにされたといえよう。

まず、核力の引力部分から主として引き起こされる二体相関は三体相関に顕著な影響を与えることが示

された。すなわち、三体相関によって誘起される二体相関関数は外側で負になり、内部領域では負の復活相関 (Healing correlation, 核力の引力部分によっておこる外部の二体相関) の影響で強化され、このことは核物質の結合エネルギーに一層斥力的に寄与するということが判った。また、この負の復活相関がさらに高次のクラスターでも重要な役目を演じ、とくに四体相関においてはその到達距離が長いということととくに重要な寄与を与える。しかし、核物質が高密度であれば負の復活相関も小さい。したがって、高次のクラスターのおもな性質は二体相関における反発殻体積 (Repulsive core volume) できめられるという結論を得ている。核物質が低密度であれば負の復活相関が大きくなって、主要な役割をもつことになるという事実は、核内の各核子あたりのしめる球の半径 r_0 が 1.4fm ($\text{fm}=\text{フェルミ}$) であるような密度において、核が核子の独立な集りであるよりも、アルファ粒子の集りに近づくことに対応している。

申請者の計算は、四本の空孔線をもつ最低次のダイアグラムからの寄与は、 $r_0=1.0\text{fm}$ におき、核子として B-G-T をとった場合に -5MeV 程度であり、H-J ポテンシャルをとった場合には -17.5MeV 程度になるという結果を与えている。この事実は核構造を論じる場合に四体相関のふるまいを調べることが非常に重要であることを示唆している。

主論文ではまた四体相関に対するいわゆる Bethe-Fadeev 方程式を四体系に対する Fadeev 方程式から導き、それを Day の近似をつかって解いている。このようにして多体相関に対してなされた Bethe や Day の近似計算を比較検討し、また四体相関に対する Bethe-Fadeev 方程式を具体的に求め、それを Day の近似を用いて解くことを試みている。

得られた結論をまとめると次のようになる。

- 1) 二体相関の負復活相関は反発殻領域の効果を減小させ、外側の引力部力を増大させる。
- 2) 復活相関は、多体効果のために、四体相関のひろがり二体相関のひろがり以上にひろめる。
- 3) それゆえ、復活相関は独立対模型をやぶり、四体相関へ導く。したがって、低密度核物質の場合には、二体相関の計算においてさえ四体相関の効果を考慮しなければならない。

主論文において得られた以上の結論は原子核構造の理論において重要な二体以上の核子相関の様相に関する今後の研究に貢献するものと考えられる。

論文審査の結果の要旨

申請者栗山惇の主論文は原子核構造を論じる上で最近非常に重要であると考えられるようになった三核子以上の核子相関に対する一般的な考察とその具体的な計算をその内容としている。

主論文で採用した方法は申請者らが開発した粒子線空孔線展開の方法であって、核子相関に関する Bethe らのいわゆる Off energy shell の方法より一層物理的な見とおしがよく、簡潔であり、得られた結果も広範囲であるばかりでなく、低次の相関と高次の相関の間の関係、たとえば二体相関に対する四体相関の影響など今までの理論で論じられていない多くの重要な関係を導き出すことができる。主論文で得られた多くの新しい知見は核構造理論の今後の発展に大きく寄与するものと考えられ、とくに四体相関の問題は核の α 粒子模型に対して理論的基礎づけを与えることが期待できる。

参考論文 2 は核内殻部分の核子相関が殻外核子に与える影響を調べたものであり、 O^{18} , F^{18} , N^{14} など

の準位構造の解析に貢献している。また、参考論文 1 は主論文に用いられている空孔線展開の方法をはじめて提唱したものであって、その有効性が高く評価されている。

申請者の主論文は上に述べたように原子核構造論において重要な多核子相関の性質を一般的に論じたものであり、また多くの重要な結論を得ているので、理学博士の学位論文としての価値があるものと認める。