

【 20 】

氏名	坂 東 弘 治 ばん どう ひろ はる
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 109 号
学位授与の日付	昭 和 41 年 9 月 27 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 専 攻
学位論文題目	On the Renormalization Effect due to the Ground State Correlation on the Nuclear Vibrational Motion (原子核の振動に対する基底状態相関によるくりこみの効果)
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

中重核および重い核の集団的運動の一つである振動のモード (mode) は微視的には Bogoliubov の意味での束縛対が位相をそろえてきれるという考えの上に立って、ランダム・フェーズ (random phase) 近似の方法を用いて記述される。また、独立な各核子間の相互作用の有効値を簡単化して対力 (pairing force) および Q-Q力 (四極子型相互作用) の形におきかえて取り扱われている。

最近になって、ランダム・フェーズ近似の有効性につき、池田清美氏らが検討した結果、対核子間の相関が強い場合には、基準状態が擬粒子 (quasi-particle) の真空状態 (エネルギーの最低状態) から著しくずれ、基準状態においても励起された擬粒子が非常に沢山存在することが示された。池田氏は、これらの擬粒子間にはたらくパウリ原理をとり入れることによって核の振動運動の取り扱いに大きい改良を加えた。

しかしながら、池田氏らの研究は基準状態における励起された擬粒子の数を考慮に入れたということとまわっており、理論としては甚だ不十分なものであった。申請者坂東弘治は同じ問題を力学変数の変換を巧みに利用した疑義のない取扱いにより、基準状態における相関の効果をくりこんだ振動のモードおよび Bogoliubov 粒子を導くような自己無撞着 (self-consistent) の方程式の導出に成功した。主論文の内容はこれの導出およびその結果の吟味から成っている。

すなわち、固有なモードの集団運動の運動方程式において、今までは調和振動からずれる部分を擬粒子に関する normal product の形で無視あるいは近似的な取り扱いをしていたが (いわゆるランダム・フェーズ近似)、このような取り扱いが許されるのは基準状態からのずれが極めて小さい場合に限られる。池田氏らの指摘したように、基準状態において励起された擬粒子が多数個存在するという事実はかような近似が許されないことを示しているものであり、したがって、申請者のいうように、出発点からかえて行かねばならない筈である。坂東弘治のとった方法は交換関係で調和振動子型からずれる部分を基準状態に作用させた場合にその期待値が最小になるようにあらかじめ変換を行なっておく方法 (このような取り扱い

方はすでに沢田克郎氏が論じているものである)であって、それ故に、基準状態における相関の大部分を一種のくりこみ方法で取り入れたということができ、また、self-consistent とよんでいる理由である。その結果、核子間の相互作用のうち集団運動をおこす部分の一部がくりこまれ、他方また擬粒子のエネルギーも一部分くりこまれることになる。

申請者の実際に取り扱ったのは単純な j 殻模型の場合であるが、この場合においても、このような取り扱いから生じる結果の物理的見透しが十分得られると考えられる。とくに、核子間の相互作用の性質がその結果にどのように効くかというような問題、たとえば粒子—粒子間力の大きさと粒子—空孔間力の大きさの比をかえて見ることによってどう結果が変わるかというような問題に見とおしをもつことができる。また、粒子—粒子間のマトリックス要素と粒子—空孔間のマトリックス要素のいずれがよく効くかということが擬粒子のエネルギーや振動型励起状態から基準状態へ落ちる場合の $E2$ 遷移確率がどうかわるかということから推定できる。

申請者の主論文には以上に述べたような問題もそれぞれ詳細に吟味してある。また、申請者はその参考論文に示されているように、従来原子核の取扱いておいて便宜的に用いられる対力および $Q-Q$ 力の仮定を核力から reaction-matrix の方法で導くことに研究の主力をおき、それより得られた有効核力がたとえば核変形、エネルギー・ギャップ、殻模型計算などには都合よく適用されるが、集団振動では $Q-Q$ 力とは著しく異なる性質を示し、とくに電極的遷移確率が非常に大きくなってしまふことを示して来た。この点に関し、申請者は上述のくりこみの影響は、粒子—粒子間のマトリックス要素が重な役割りを演じる場合には、 $E2$ 遷移が基準状態の相関によって減少する一方、くりこみの効果はその減少をおさえる役目をすることを示している。中間子論による核力はむしろ粒子—粒子型が主な部分となるので、上の結果は、核の著しい特徴である振動型集団運動をおさえてしまうように見える。しかし、以上の計算はすべて殻模型の外殻部分のみについて行なわれているので、内部のとじた殻 (core) の振動を考慮に入れることが重要であるという事実を示唆しているのであるかも知れない。この閉殻励起の問題については申請者は電子計算機を用いる龐大な計算を目下遂行中である。

論文審査の結果の要旨

従来、原子核の基準状態は各核子あるいは擬粒子が最低のエネルギー状態にある、いわゆる真空状態であると考えられていたが、原子核に種々の集団運動、たとえば全体としての振動のモードなどが許される以上、その零点振動として基準状態においても、核子対あるいは擬粒子対がきれて励起状態に上っているような状態を考慮に入れなければならぬことは当然である。最近、池田清美氏はこのことをパウリ原理を考慮する範囲でとり入れた最初の試みを発表した。申請者板東弘治がその主論文において発表した研究は、池田氏らの取り扱いの不備をあげ、また、基準状態における核子相関を最初からくり入れるような方法を新しく提唱し、基準状態における各核子の(上述の意味での)励起が相当多い場合にも適用できる方法でこの問題の詳しい吟味を行なっている。得られた結果は未だ必ずしも最終的なものと云えないが、このような取り扱いの困難な問題を筋を通して確実に攻め、新しい自己無撞着の方程式の導入によって、問題の在り方をはっきり示した功績は大きく、原子核構造の理論の発展に寄与するところが大きであったと考

えられる。

さらに、申請者は参考論文に示されているように、いわゆる reaction-matrix の方法を縦横に駆使して、彼の属する研究グループの大きいテーマである中間子論的核力より核構造へという方針に従う多くの問題を精力的に処理して大きい成果をあげている。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。