

【 23 】

氏 名	山 村 正 俊 やま むら まさ とし
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 87 号
学位授与の日付	昭 和 40 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 専 攻
学 位 論 文 題 目	On the Phonon-Quasiparticle Interactions in Spherical Odd Nuclei (球形奇数核における音量子と準粒子の相互作用について)
論文調査委員	(主 査) 教 授 小 林 稔 教 授 湯 川 秀 樹 教 授 林 忠 四 郎

論 文 内 容 の 要 旨

原子核の低い励起状態が核を構成する核子の集団運動として取り扱われることを A. Bohr らが指摘して以来、その運動学的および力学的検討が多くの人たちによって行なわれた。最近ではこのような運動、とくに集団振動のモードを個々の核子の励起から導くことが電子ガスの集団に対する沢田らの理論にならって詳細に展開されており、一応の成功がおさめられている。

このように原子核を多体問題的に解析する場合には、強い相関でむすびついて対として励起された核子の励起を音量子 (phonon) として取り扱うことになり、対と見られた核子の励起はボーズ統計に従う独立した量子のように見做される。この phonon は一般に定った角運動量 J (通常は $J=2$) をもち、核の多重極的振動をあらわすことになると解釈されている。しかしながら、これらの phonon も分解すれば 2 個のフェルミ統計に従う粒子にもどるものであるから、正確にボーズ粒子として取り扱うことができない筈であって、核の励起を phonon と見做そうとすると、余分の項が残ってくる筈である。これを数学的にいえば、フェルミ粒子の組み合わせからできている生成あるいは消滅演算子は正しくボーズ粒子の生成あるいは消滅演算子に対応しないということになる。

このような問題は丸森寿夫によって指摘され、集団振動の非調和項として、核の集団励起のありさまをどのように変えるかという問題を詳しくしらべる協同研究が開始された。その協同研究に著者山村正俊も加わって、協力者としてかなりの貢献をしており、これらの成果は参考論文に発表されている。

以上に述べたような研究、一般には核の集団励起の研究はこれまで主として偶々核すなわち、偶数個の陽子および偶数個の中性子による核について行なわれていた。著者山村正俊が主論文において取り扱っている問題はこのような考え方を奇数核に適用する場合の吟味である。一般に、奇数核、すなわち陽子あるいは中性子の数が奇数である場合は、対にならない 1 個あるいは奇数個の核子が比較的弱く結合され、核の励起はこれらみだされない状態にいる奇数個の核子と残りのつまった状態にいる核子の集団の集団運動とが結合したような形で書きあらわされるであろうということは Bohr らが早くから指摘しているのであ

るが、その取り扱いの複雑さのため、Kisslinger, Sorensen その他少数の人たちによって取り上げられた以外、偶々核のように詳しく検討されていなかったのである。山村正俊は、このような考え方が必ずしも自明ではないとして、原子核全体のハミルトン函数から出発し、多体問題的に正しくとりあつかうことによって、Bohr の述べたような描像が得られるかどうかを吟味し、同時に偶々核において検討した非調和項が奇数核の場合にどのように効くかという困難な問題にとりくんでいる。

すなわち、問題を見やすくするため、偶数個の陽子および中性子が閉じた殻につまっており、奇数個の陽子あるいは中性子が満たされない高い殻にいるような球状の核をとりあげ、 $j-j$ 結合の殻模型にしたがって、系のハミルトン函数を対結合と四重極結合との和として書き下ろし、それらを個々の核子の創成、消滅の演算子であらわす。さらに Bogoliulov 変換を適用することによって、ハミルトン函数を仮想粒子の演算子の項で書きあらわすと、全ハミルトン函数はよく知られたように仮想粒子の集まりと相互作用の項とに分解される。そこで仮想粒子を定まった角運動量をもつ対に組みかえることによって、ボーズ粒子に対応する演算子と、対にならない奇数個の粒子に対する演算子が得られるが、正しくはパウリ原理の影響として、それらからのずれの項があらわれてくる。これが、参考論文にもあらわれている非調和項となるわけである。以下この非調和項の影響を調べているのが主論文の主な内容である。

主論文では個々の核について数値的な検討は完成されていないが、一般論はきわめて詳細に展開されており、その結果、奇数核を奇数個の核子群の運動と偶々核の集団運動とが相互に結合していると見做す従来の考え方を文字通りにとることは危険であり、そのようにまとめられる項のほかに出てくる余分の項が、Bohr の解釈ではエネルギー準位が逆転して現われているような多くの実験値の説明に十分役立つであろうという結論を得ている。

参考論文の内容については、すでに以上の主論文の説明で触れたから、ここでは省略する。

論文審査の結果の要旨

山村正俊の主論文は奇数個の核子をもつ原子核の集団運動を微視的見地から取り扱ったものである。原子核の集団運動を個々の核子の相関をもつ励起によって解釈する問題は電子ガスの集団運動に対する沢田の理論の出現以来多くの人々によって試みられ、とくに偶々核（偶数個の陽子と偶数個の中性子をもつ核）についてはかなり奇麗な形にまとめられており、大体において実験値を再現するものと考えられてきた。すなわち、この場合においては核の励起を2個の核子対になって励起されるものをまとめて、1個の量子、すなわち、phonon と見做すという解釈が許されると考えている。しかし、詳しく云えば核を構成する核子はフェルミ統計に従う粒子であるから当然パウリ原理をみだし、したがって、2個の核子の励起をボーズ粒子とみなす場合には当然近似が行なわれている筈である。山村正俊らはこれらの近似を進める目的で偶々核の場合のハミルトン函数と波動函数とを詳しく吟味し、以上のような描像からのずれを非調和項とよんでその大きさの検討を行なった。これらは参考論文3編にそれぞれ詳しく報告されている。

奇数核、すなわち、陽子あるいは中性子が奇数個である場合の原子核に対しては、最初に Bohr らが集団運動を提唱した時から、これらの核の励起は満たされない殻にある奇数個の核子の運動と閉じた核の集団運動との結合であろうといわれていたが、これらを以上に述べたように多体問題的に取り扱った理論は

Kisslinger と Sorensen の仕事以外にみるべきものがなかった。さらに、これらの研究においても、もちろん、参考論文において強調されているような非調和項の影響は全く無視されていた。したがって、得られた結果と実験結果との比較においても、このような解釈が果たしてあてはまるかどうかをきめるほどの十分な対応が得られていなかった。

著者山村正俊はこの点を重視し、困難な研究ではあるが、奇数核のハミルトン関数の書きかえを偶々核と平行に遂行し、非調和項の影響を一般論から検討するという研究を精力的に展開している。このような詳しい吟味により、奇数核においては Bohr のような核子運動と集団運動との相互関連というような見方には多くの修正を加えられるべきであることを確かめ、それらの原因がやはりパウリ原理の無視からあらわれてくることを逐一吟味している。

得られた結果は、未だ一般理論の展開という段階であって、個々の原子核について、それらのエネルギー準位をどのように変えるべきかという数値的計算は完成されていないが、少なくとも今までの矛盾の大部分がどこにあるかを明らかにしているように思われ、原子核構造論に新しい分野をひらいた功績は高く評価されてよいと考える。

なお、参考論文の内容については以上の説明で触れたのでくりかえさないが、山村正俊の原子核理論への貢献の一部として考慮に入れるべきであろう。

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。