

氏 名	西 山 精 哉
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 235 号
学位授与の日付	昭 和 47 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	Collective Rotational Motion in Non-Degenerate Nuclear System (非縮退の原子核系における集団回転運動)

(主 査)
論文調査委員 教 授 小 林 稔 教 授 小 林 晨 作 教 授 武 藤 二 郎

論 文 内 容 の 要 旨

申請者西山精哉の主論文は、原子核の集団運動、とくに質量数が 100 から 180 位までの中重核の領域での二つの典型的な集団運動である集団振動と回転運動およびこの両者がまざり合う遷移領域の問題に関する総合報告を、申請者がこれらの問題に関して今までに進めて来た研究を中心にしてまとめ、さらに最近申請者が山村氏と協力して開発した理論の概要を加えたものである。以下その総合報告を要約する。

原子核の上述の二つの集団運動は最初 A. Bohr によって提唱され、巨視的な立場から現象論的分析を行なってその有用性がひろく認められたものであるが、その後、この原子核の二つのモードを核を構成する粒子間の相関を基礎として、多体問題的に記述する理論的取扱いが多くの研究者によって展開された。そのうち振動のモードについては、丸森氏によって提唱されたいわゆる R. P. A 近似 (Random Phase Approximation) が一応整った理論として完成し、後者の回転のモードについては、軽い核に対してかなり成功をおさめた SU(3) 代数の基本的な考え方を取り入れる方法が有力である。

それらの中間にある遷移核領域では核がどのように振舞うであろうかという問題も非常に興味ある問題であり、とくに最近の実験結果の集積とも関連して多くの研究者の関心を集めている。現象論的分析からこの領域では振動と回転が極めて複雑にからみ合ったいわゆる準回転帯と呼ばれる様相が実現しているように見える。申請者らも協力して行われた研究結果によれば、微視的に見ればこの領域では R. P. A 近似からのずれをあらわす非調和項が重要な役割を果しているように思われる。〔参考論文 1 および 2〕

これらの研究、およびその後申請者がさらに発展させた研究においては振動と回転の二つのモードを統一的に記述することを指向しているがそのための決定的な手がかりは得られなかった。

その後、これらの二つのモードの統一的な把握を試みた研究成果が主として今回の学位論文としての審査の対象となる部分である。集団運動の統一的記述のために申請者らは回転運動に対する微視的記述を SU(3) 代数による方法、Gross と山村によって展開された非縮退系の回転運動に対する微視的記述の方法がもつ基本的概念を再吟味し、それらの成果の上に立って集団回転運動に関する一層深い微視的考察を

行ない、二つの集団運動を統一的に理解するためには変形核の場合においても集団回転の微視的構造をしらべなければならないことを強調している。

申請者らは残留相互作用として四重極相関をとり、対象は多数の非縮退軌道をもつ核とし、その系でハミルトン関数の球対称性が保存されているものとして出発する。このような系に発生する集団回転運動を Bohr の巨視的な回転を基礎的な像として、その微視的記述を進める。申請者らは研究に当つて加法規則を巧みに用いており、その結果回転スペクトルは遷移確率と四重極能率とがある関係を見出すときに現われてくることを示している。そしてこの回転状態を特徴づける重要な物理量もすべて申請者らの理論の枠内で決定される。このように回転スペクトルの現われる条件を与えることができたのは申請者らの研究が最初であり、非常に興味ある結果といえよう。さらに、申請者らはいわゆる *intrinsic state* の概念を明らかにし、回転運動はいつでも現われるのではなく、その発生を許すいくつかの条件があることを示し、これらの条件を満足するモデルがどのようなものであるかをしらべることを提案している。

この論法にしたがい申請者らは *two level* 系に以上の理論を適用して数値的研究を進めている。現在得られている予備的な結果では、今までの単一 *J shell* モデルのいくつかの矛盾点は解決されたように見える。すなわち、ある粒子数領域で純回転運動が起り、*shell* の前半で四極子能率が正になり後半では負になるが、これを単一 *shell* モデルで計算すれば矛盾した結果を与えるのに反し、*two level system* にこの理論を適用した結果は正しく出る。しかしながら、現在のところ、そのほかに未だ多くの難点が残っているので今後の研究の展開を待たねば最終的なことはいえないようである。さらに、回転運動を許すいくつかの条件を満足するモデルはどのようなものであるべきかを数値的分析によって決定することも今後の仕事として残さよっている。

論文審査の結果の要旨

申請者西山精哉の主論文は中重核の集団運動、とくに集団回転運動に関する微視的理論の総合報告である。申請者はその研究の初期から、丸森、山村氏らの指導をうけ、また、その協力者として研究に加わっていた。主論文の前半にあるように、中重核の集団運動は上記の二種のほか、その中間に存在するいわゆる遷移領域の核ではこの両者がまざったようなさらに複雑な集団運動を行なうことが最近の励起核の実験から明らかになってきている。申請者らはこれらを含めて集団運動の統一的な理論をうち立てることをその目的としている。そのために、いままで主として振動運動に適用されていなかったいわゆる *R. P. A* 近似 (*Random Phase Approximation*) による集団運動の微視的記述を回転集団運動にも適用することを試み、とくにその際無視されていた非調和項の演じる役割りに注目して理論を発展させた。この非調和項は、その後、振動と回転との中間にある遷移領域の核の集団運動の解明にも重要な役割りを果たすことを確め、集団運動の統一的記述へ進む曙光が見出されたと思われる。

申請論文の前半は、以上に述べたように、申請者らが大きい貢献を行なった研究結果の総合報告であるが、今回審査の主な対象になったのは、申請者が山村正俊氏と協力し、上述の研究をさらに進展させて、集団運動の統一的記述へさらに大きく前進した最近の研究結果の部分である。〔この部分は山村正俊氏と共著の論文として近く *Progress of Theoretical Physics* に発表される〕

申請者らは最近の一連の研究において、Bohr の巨視的な回転を基礎におき、対象としては多数の非縮退軌道をもつ核をとり、この系に残留相互作用として四重極相関を用いて微視的にその励起を検討している。その際、申請者らは加法規則を巧みに利用して回転状態を特徴づける物理的諸量が理論の枠内で決められること、回転スペクトルは遷移確率と四重極能率とがある関係をみたすときにのみ現われることなど、回転集団運動に関して今まで知られなかった多くの重要な新知見を得ている。

さらに申請者らは、得られた一般論を two level system に具体的に適用し、今まで矛盾として残されていたいくつかの問題に解決の緒を見付けている。しかしながら、同時にまだ多くの他の矛盾を残しており、今後の理論の発展をまたねばならぬように思われる。さらに回転運動をゆるすいくつかの条件を満足するような核模型は如何なるものかを検討することを今後の問題として残されている。

このように、主論文に書かれた申請者の研究結果は未だ十分完成したものといえないが、原子核の異種の集団運動を微視的理論で統一的に解釈するという非常に重要な、また非常に困難な問題に強力にとりくみ、上に述べたようにその目的に大きく近づいたようにみえるいくつかの成果を挙げたことは原子核研究への大きい寄与であったといえよう。とくに、本論文第3章第4章の未公表の部分（近く山村正俊氏との共著論文として *Progress of Theoretical Physics* に発表される）は、申請者西山精哉の独創に負うところが多く、また理論の展開にも申請者の貢献が大である。

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。