

氏名	安野愈 やすのよまさる
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第27号
学位授与の日付	昭和36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	Effective Interaction in Nuclear Many Body Problem (原子核の多体問題における有効相互作用)
論文調査委員	(主査) 教授 小林 稔 教授 湯川 秀樹 教授 松原 武生

論文内容の要旨

主論文は原子核の多体問題を Green 関数の方法を用いて取り扱い、核子間の相関の性質を相関因子の形であらわすことによって、核の集団励起を引きおこす原因となるいわゆる有効相互作用を導き出そうとしたものである。

周知のように、原子核を構成している核子間に働く力は近距離力であり、特にきわめて近距離にはいわゆる hard core が存在すると考えられることから、核構造を通常量子力学で多体系に用いられている Hartree-Fock の近似方法を用いて解くことが許されない。しかし、実験的には原子核の殻構造が確かめられており、少なくとも見かけ上各核子が平均の力の場の中で一体問題的行動を行なうと考えなければならぬことが示されている。原子核のこの一見矛盾したように見える性質は Brueckner らによって、いわゆる二体の K マトリックスを用いることによって一応の解決が与えられている。

他方、最近になって、原子核には個々の核子の励起によるものでなく、核全体として集団運動をおこすような励起の mode が存在することが多くの実験事実によって確認された。この現象を解釈するためには、核子間の相互作用のうち Brueckner 理論において平均の場として取り入れられた残りの力がいわゆる有効相互作用として働き、これが集団運動を引きおこすのであろうというふうに考えられているが、この有効相互作用に関してはそれぞれの現象を説明するのに都合のよい形に導き入れられているにすぎないのであって、このような力がはたして二体の核力から導き得るかどうかという問題にまっ正面から取り組んだ研究はまだほとんど手をつけられていない。

著者はこの問題の重要性を強く意識し、まず核の多体問題に関する理論を Brueckner 理論とは全くちがった立場から展開し、Brueckner 理論をその中に含むことを示すとともに、Brueckner 理論の結果と対照し、その中で省略してあった項が実際に核の集団運動を引きおこす核子間の相関的相互作用に関係するものであることを確認している。

著者はまず n 個の核子の多体系すなわち核全体の Hamilton 関数を場の演算子の normal product の形

で与え、その中の核子間の相互作用の項を n 個のフェルミ粒子の Green 関数の形でおきかえるという手法により問題を見やすい形に書きかえている。さらに、この Green 関数の構造を吟味することによって、一体問題として取り扱える部分、二体、三体……の核子間相関に対応する項に区別できることを示している。その結果、粒子間相関を無視した近似が Hartree-Fock 近似に対応することを明示しており、相関として二粒子間の散乱までとり入れたものが Brueckner 理論であることを明らかにしている。この結果自身も Brueckner 理論の内容を明らかにした意味で評価されてよいものである。

さらに、著者は核子間の相関に関係する Green 関数の高次の項の構造を分析し、沢田によって解析された電子の集団運動の運動形態の場合の相関的相互作用の各項と比較することによって、核の集団励起の運動形態を吟味している。その吟味によって核子の場合には電子ガスの場合といろいろな点で異質であることも明らかにしている。たとえば電子ガスの場合にはクーロン力が遮蔽されるが原子核の場合には逆に強められるというような結果も示されている。また、原子核の場合に集団運動がおこり得るのは有限の体積をもつ場合に限られるということも示されている。得られた結果はまだ定性的な範囲を出ないものであるが、多粒子系の問題に対し Brueckner 理論を含めて一般的な取り扱い方を提唱したという意味で興味のある研究であらう。

論文審査の結果の要旨

著者の主論文は多体問題の一般論を場の理論で用いられる Green 関数の方法で展開したものである。すなわち、まず、多粒子系の Hamilton 関数を場の演算子の normal product の形であたえ、粒子間の相互作用の項を Green 関数でおきかえるという手法によって多体問題を見とおしのよい形に書き直している。さらに、この Green 関数の構造を吟味することによって、一体近似に対応する項、二体、三体、……の相関に対応する項に区別し、その結果、粒子間の相関を全く無視した場合にはいわゆる Hartree-Fock の近似に相当することを示し、さらに、二体以上の相関を含む項が粒子系の集団運動にどのように寄与するかを詳しくしらべている。

この論文の直接の目的は原子核の集団励起に関与するいわゆる有効相互作用の本質を明らかにしようとするところであったが、多体問題の一般理論としてもその価値を高く評価されてよいものである。たとえば、主論文の中に触れてあるように、核構造に関する Brueckner 理論の傍証を与えたという意味でも、また、電子ガスの集団励起の理論との比較によって沢田理論との関連をしらべた点でも、多体問題一般の発展に寄与するところが大きいと考えられる。核の集団励起に関しては、そのおこる条件を吟味し、核の表面の存在が本質的な役割をはたしていることを明示しており、また核内の有効相互作用と電子ガスの場合の有効相互作用の相異点を明らかにしている。この主論文は原子核内の有効相互作用を定量的に導き出すには至っていないが、少なくとも定性的には実験事実を都合よく説明することに成功しており、この方面の今後の発展の一つの方向を示したものであるということができよう。

参考論文 6 編は原子核理論の多方面にわたる著者の研究活動を示している。参考論文 1 は中性子の原子核による非弾性散乱を核の回転励起準位を考慮に入れて計算したものであって、発表当時としては新しい着想として注目されたものである。参考論文 2 は原子核の核分裂の寿命を系統的にしらべた力作である。参考論文 3 は原子核反応の光学模型を統計力学の立場から論じたものであって、この模型の特性を非可逆

過程としてとらえたものである。参考論文5は核内核子に働くスピナー軌道結合力を核子間のテンソル力から導き出そうとする試みとしてなされた計算であって、少なくともその大きい部分がテンソル力として説明できるという注目すべき結果を得ている。なお、参考論文4は参考論文5の予報的なものであり、参考論文6は主論文の予報的なものである。

以上に述べたように、主論文は多体問題、特に原子核の構造の問題に寄与するところが大きく、また参考論文は原子核理論のひろい領域における著者の高い見識を示している。したがって、安野 愈の本論文は理学博士の学位論文として、じゅうぶんの価値があると認める。

〔主論文公表誌〕

Progress of Theoretical Physics, Vol. 25 (1961). No. 3

〔参考論文〕

1. Rotational Excitation with Neutron Inelastic Scattering
(中性子の非弾性散乱による回転励起)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol. 15 (1956). No.6
2. Spontaneous Fission Half-lives (自然分裂の半減期)
(笹川辰弥と共著)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol.20 (1958), No.3
3. Interpretation of the Optical Model in Nuclear Reactions
(原子核反応における光学模型の解釈)
(早川幸男ほか3名と共著)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol. 21 (1959), No.1
4. Note on the Spin-Orbit Coupling and the Tensor Forces
(スピン・軌道結合とテンソル力について)
(高木修二かほ1名と共著)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol.22 (1959), No.1
5. Note on the Spin-Orbit Coupling and Tensor Forces
(スピン・軌道結合とテンソル力について)
(高木修二ほか1名と共著)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol.22 (1959), No.4
6. Effect of the Particle-Hole Pair Interactions in Nuclear Many-Body Problem
(原子核の多体問題における粒子・空孔対相互作用の効果)
公表誌 Progress of Theoretical Physics, Vol.24 (1960), No.5