

論文の内容の要旨

論文題目 Effective nucleon-nucleon interaction in atomic nuclei
(原子核における核子間有効相互作用)

氏名 角田 直文

本論文では、核力の有効相互作用の新しい理論を提唱し、実際の原子核に応用する。

原子核は、核子同士が核力によって強く束縛されている量子多体系であり、安定核を中心とした研究は長く続けられて来た。近年では、加速技術の急速な発展により、中性子過剰核や陽子過剰核といった不安定原子核を実験的に生成する事が可能になり、原子核の存在限界や、クラスター状態、ラグビーボール型やレモン型といった原子核の形の相転移など、実に多彩な様相を、実験で直接検証する事が出来るようになった。

一方、理論的な研究も進められている。**K-computer** を含め、大型の計算機の発達は、非常に大規模な数値計算をも可能とした。例えば、原子核における殻模型計算は、様々な原子核を統一的に論じる最も強力な方法のひとつである。この方法では、一つ一つの核子が、原子核の殻軌道上を運動することを自由度とし、可能な配位を全て取り入れて、**Schrodinger** 方程式を対角化するため、計算が大規模になる事も珍しくない。原子核は、数個から数百個の核子から構成される量子多体系であるため、しばしば対象の物理現象を論じるのに適切な全ヒルベルト空間の部分空間を選ぶ。この部分空間を模型空間とよび、目的の物理現象を正しく記述でき、なおかつ計算可能な範囲で **Schrodinger** 方程式を対角化する。本論文の主眼は、部分空間としての模型空間に適切な核力の相互作用を、自由空間における核力から出発して導出するための新しい方法の提唱と、実際の有効相互作用の構築である。

既存の有効相互作用理論として代表的なものに、**Kuo-Krenciglowa method** と呼ばれるものがある。この方法では、自由粒子間の核力から出発して、縮退摂動論を応用した逐次代入の方法により、高次項の効果を取り入れた相互作用を構築する。しかし、長年の大きな問題として、模型空間が二つ以上の主殻からなる場合に適用すると、摂動論に発散が生じ、有効相互作用を計算する事が不可能になるということがあった。しかし、

多くの不安定核において、二つの主殻からなる自由度が、決定的な役割を果たす場合がある事が既に知られている。

本論文で提唱する新しい方法では、既存の理論で取り入れられない、複数の主殻にまたがる相互作用を構築する事が可能である。この方法は、共同研究者の一人である高柳氏により形式的に示されたものを、原子核の多体問題において、摂動論を用いて定式化出来る事を示したものである。この方法は **Kuo-Krenciglowa method(KK method)** の自然な拡張として定式化されるため、**Extended Kuo-Krenciglowa method (EKK method)** と呼ぶ。また、**EKK method** では、既存の理論にはない補助的なパラメータを導入し、最終的な結果が厳密階ではそのパラメータに依らないという性質を用いることにより、摂動論の近似がどの程度、厳密解に近いものであるかを見積もる事が出来る。また、これを原子核に適用することにより、自由空間の核力から、二主殻にまたがる殻模型有効相互作用を様々な模型空間で統一的に導出した。

本論文の構成は以下の通りである。Introduction のあとに、Chapter 2 では核力の有効相互作用に関する既存の理論の Review を述べる。Chapter 3 の冒頭で、**EKK method** の形式的な導出を簡潔に述べた後、本論文のオリジナルの部分である原子核の多体問題の場合での定式化について論じている。Chapter 4 では、実際の原子核へ応用と、様々な角度からの検証を論じる。今後の展望として、Chapter 5 では **EKK method** が実際にどのような場合に有用なのかをより良く示すため、二主殻にまたがる有効相互作用が必要となるいくつかの場合について実際に殻模型計算を行い、理論の有用性を示した。