

論文審査の結果の要旨

氏名 吉田 聡太

本論文は5章からなる。第1章は、イントロダクションであり、本論文で扱われるテーマ、すなわち原子核理論における現象論的計算や *ab initio* 計算の不定性見積りの重要性が述べられている。第2章は、本論文で扱われている主要な内容を理解するために必要な基礎的事項が説明されている。この章の前半では配置間相互作用法の基礎的事項が説明されており、多体状態（波動関数）の構成法や角運動量子数を用いた状態の分類、そして核子の基底状態・励起状態のエネルギーを固有値問題として解くための手法が述べられている。また、後半では核子のエネルギーの理論計算の不定性を見積もるための手法が解説されている。第3章と第4章が本論文の主要部分である。第3章では、*valence shell model* 計算に内在する不定性を見積りの新たな手法が提唱されている。本論文では ${}^4\text{He}$ 核上の *0p-shell* 空間を模型空間として ${}^6\text{Li}$ から ${}^{16}\text{O}$ までの核子の基底・励起状態のエネルギーを計算し、その不定性を考察している。本論文では、まず代表的な 33 個の基底・励起状態のエネルギーについて観測値と（17 個の模型のパラメータに依存する）理論値を比較し、模型のパラメータのベストフィット値と確率分布を決定した。さらにその確率分布を用いて模型のパラメータサンプルをモンテカルロ生成し、基底・励起状態のエネルギー計算の相対的不定性を求めた。本論文提唱の不定性見積りの手法は、各状態のエネルギーについて理論値と実験値の比較の信頼度を議論する上で有用であり、それぞれの状態の *valence shell model* での記述の妥当性を判断するための基準を与える。第4章では、*configuration interaction* (CI) 法による核子の基底状態エネルギー計算についての研究がなされている。CI 法においては調和振動子の量子の最大励起数 (N_{\max}) を無限大とした計算を行うことができないため、有限の N_{\max} での計算を行った後に $N_{\max} \rightarrow \infty$ という外挿を行う必要がある。特別な関数形を仮定した外挿を採用する場合、関数形の妥当性の議論が困難であると共に過適合の危険性がある。本博士論文においては、特別な関数形を仮定することなく外挿を行う手法として、ガウス過程の方法と物理的要請を組み合わせた関数空間上の確率分布を用いた外挿を提案している。その手法は既存の外挿法と無矛盾な外挿値を与えると共に、外挿値の不定性の系統的な見積りを可能とすることが示された。また、その手法は外挿値の収束性が担保されるために必要な N_{\max} の値についての情報を与えることも指摘されている。そして第5章はまとめと将来の展望の議論に当てられている。

なお、本論文第3章は、清水則孝氏・富樫智章氏・大塚孝治氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。また、第4章は論文提出者が単独で行った研究である。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。