

論文審査の結果の要旨

氏名：藤本 林太郎

本論文は本文7章と付録4節から成る。第1章の導入部でこの論文の主題と構成が述べられた後、第2章で、原子核構造における魔法数とそれを説明する殻模型について簡単な解説があり、この論文の研究課題となる最近の実験によって明らかになった中性子過剰核における魔法数の喪失と新しい魔法数の出現が述べられている。第3章ではそれを説明するための、殻模型の配位混合理論の基本的な概念と計算の枠組みが説明されている。とくに、スピンとアイソスピンに依存した有効2体力の重要性が指摘され、これまでの研究の批判的分析とこの有効2体力の定性的な効果の説明が行われている。この第3章から第6章までが、この学位論文の主要部分である。第4章では、この理論を使った軽いp殻までに核子が入った核の大次元の配位混合の数値計算の結果と実験値との比較が行われ、第5章では、更に同じ理論的枠組みで、もう少し重いsd殻の核子を含む炭素同位核の計算と実験との比較、第6章では更に重い酸素同位核における非束縛状態の効果を取り込んで拡張した計算結果が報告されている。最終章(第7章)でこの研究の成果がまとめられている。計算の詳細の一部は補遺に記されている。論文は英文であるが、総じて読みやすく明瞭に書かれている。

原子核を構成する中性子や陽子の数がそれぞれ8、20、28、50、82、126のところ原子核が非常に安定となるという魔法数の存在は古くから知られ、これまで核子の一体場に強いスピン軌道力を導入した殻模型で説明されてきた。しかし、最近になって高エネルギー重イオン衝突を用いてつくられるようになった中性子・陽子数比が1より大きく外れた中性子過剰核では、中性子数20の魔法数がマグネシウム同位核で喪失し、新しい中性子数16のところ魔法数が現われることを示唆する実験結果が得られている。この変化は、殻模型において $0d_{3/2}$ の有効一粒子軌道のエネルギー準位が通常の原子核に比べて非常に高くなっていることを示している。これを、殻模型の配位混合理論を用いて説明するのに、 $0d_{5/2}$ 軌道にいる陽子と $0d_{1/2}$ 軌道にいる中性子との間に引力的に効く有効2体力として $V_{\tau\sigma}(r) = (\tau_1 \cdot \tau_2)(\sigma_1 \cdot \sigma_2)f_{\tau\sigma}(r)$ の形のスピンとアイソスピンに依存した力が重要であることがこれまでの著者達の研究で指摘されていた。この論文では、より軽い軌道までを占有した安定な原子核(pシェル核)をつかってこの有効核力の強さと殻模型のパラメータの最適値をもとめ、それを用いて殻模型の配位混合計算でsd軌道までを含む安定核と不安定核の統一的な記述を試みている。

これまでのp殻までの安定核の研究では、Cohen-Kurathによる殻模型計算が標準的なものとして知られ、安定核の性質をよく再現してきたが、この論文の著者達の分析によると、その計算で実験値を再現するように決められた有効2体力には、

理論的に現実的な核力から多体論的に計算された G-matrix と比較して、 $V_{\tau\sigma}(r)$ の形の成分が非常に小さく見積もられていた。この有効 2 体核力は、中性子過剰核における同様な計算で重要な効果を及ぼすことが期待されるため、著者等は再度殻模型計算を行って、不安定核を含めた計算でこの有効 2 体力を含めたパラメータの最適値を求めた。特に、この $V_{\tau\sigma}(r)$ の形の有効核力にもっとも強く依存する Gamow-Teller 遷移や磁気モーメントの計算を行って実験データと比較することにより、この理論の有効性を確かめている。その計算結果は従来の理論計算よりも非常によく実験結果を再現しており、この論文の基本的アイデアの正しさを立証している。これが、第 3 章、第 4 章の内容であり、この論文のもっとも主要な部分である。

第 5 章では、更に炭素同位核に理論を拡張し、 $1s_{1/2}$ 軌道の効果を取り入れた計算を行って基底状態のスピンやパリティ、中性子分離エネルギー、電磁遷移強度等について現存する実験データを良く再現できることを示している。第 6 章では、ドリップ線近傍の緩く結合した、或いは非束縛（共鳴）状態の、中性子を考慮して、 ^{24}O 核の励起状態や、 ^{25}O 核の基底状態の計算を行っている。

このように、この論文では殻模型の立場から、従来の計算で有効 2 体力に十分取り込まれていなかったスピンとアイソスピンに依存する力に着目し、基本的には従来の殻模型の枠組みを変えないこと、新しいパラメータの値を使って不安定核を含む様々な軽い核を統一的に記述することに成功している。この計算で強調された $V_{\tau\sigma}(r)$ の形の有効核力は、荷電中間子 (π , ρ) 交換から得られる 2 体核力に含まれていることは良く知られており、本論文において核構造においてもそのような核力の成分が重要な働きをしていることを明らかにしたことは興味深い。

以上、この論文は多くの新しい重要な成果を含み、博士論文として十分な内容であると判定する。なお、本論文の第 3 章は、既に Physical Review Letter 誌に本論文の著者と指導教官等の共著論文として発表され、第 4 章の結果は現在 Physical Review C 誌に同共著論文として投稿中であることを付記する。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。