

審査結果の要旨

論文題目「平均場近似を用いた複合バリオンの核物質と中性子星物質」

学位申請者 野呂 凱人

本論文は、中性子星の内部における複合バリオン物質に関するものである。本論文で報告されている主な学術的成果は Nambu-Jona-Lasino (NJL) モデルによる平均場近似を用いて、中性子星の状態方程式を構築したことである。

本論文の背景には、中性子星の内部にはハイペロンとよばれるハドロンが存在する可能性が極めて高いが、ハイペロンが存在すると観測されている質量を持った中性子星が理論的に許されないという「ハイペロンパズル」が知られている。これに対して本論文の主な目的は、NJL モデルを用いて理論的に構築した中性子星の状態方程式を用いて、ハイペロンパズルの解決の糸口を得ることである。

本論文の構成は以下の通りである。

第1章では、原子核の理論について述べられている。序論としての的確であり、申請者がハドロン物理学について十分な知識と経験を有していると判断できる。

第2章では、中性子星とハイペロンパズルについて詳細かつ的確に述べられており、学術的な価値が高いと判断される。

第3章では、NJL モデルについて述べられている。バリオンを2つのクォークの束縛状態であるダイクォークともう1つのクォークからなる合計3つのクォークの束縛状態として記述していることから、バリオンの有効モデルに関する重要な知見を含んでいる。

第4章では、中性子星の状態方程式について述べられている。相対論的な重力平衡の式である Tolmann-Oppenheimer-Volkoff 方程式を用いており、学位論文としてふさわしい緻密な議論がなされている。

第5章では、第3章で議論した 4-fermi 相互作用を 6-fermi 相互作用と 8-fermi 相互作用に拡張した場合にエネルギー密度などの物理量がどのように変化するのかが述べられており、従来にはない精密なレベルで中性子星内部の複合核物質の振る舞いが調査されていて、学術的な価値は極めて大きい。

第6章では、対称核物質中のバリオンの性質と中間子交換の有効相互作用が、フェルミ液体論を基に解説されている。古くからあるフェルミ液体論が現代でも極めて有用であることを示しており、この章の内容は同分野の今後の発展につながると期待できる。

第7章では、第4章から第6章の内容をもとに実行した数値計算の結果が示されている。理論予想と実験結果を比較することによって、研究結果の妥当性が示されている。

第8章では、本論のまとめと今後の展望が述べられている。バリオンと中間子を NJL モデルで記述することで得た内部構造を持つハイペロンを含む中性子星物質の状態方程式が、今後のハドロン物理学の発展や中性子星の内部構造解明につながることが十分に期待できる。ハイペロンパズルの完全な解決には至らなかったが、平均場近似の範囲を超えてバリオン間の短距離の斥力および量子効果を取り入れることで、ハイペロンパズルが解決できると大いに期待できることも述べられている。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。したがって、学位申請者 野呂 凱人 氏は東海大学博士（理学）の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	博士（理学）	林 博貴	理学部准教授（総合理工学学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（理学）	新屋敷 直木	理学部教授（総合理工学学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（理学）	櫛田 淳子	理学部教授（総合理工学学研究科総合理工学専攻）
委員	Ph. D	ベント ヴォルフガング	理学部非常勤講師
委員	博士（理学）	北林 照幸	理学部教授（総合理工学学研究科総合理工学専攻）