

日本物理学会誌 2011 年 10 月号「新著紹介」欄原稿

D. J. Rowe and J. L. Wood

Fundamentals of Nuclear Models; Foundational Models

World Scientific, Singapore, 2010, xxiv +652p, 25×17cm, US\$120/ £ 79

ISBN 978-981-256-955-4

[大学院・研究者向]

最近の40年間で原子核構造の研究は著しい進展を遂げた。高スピン状態、高励起状態、中性子ドリップ線近傍の不安定核など研究のフロンティアは著しく拡大した。このような進展を取り入れた現代的な核構造物理学の教科書の出版が待たれていた。本書は核構造モデルの実験的および数学的基礎に関する著者たちの長年に亘る研究成果に基づき、現代の核構造理論の基本概念を若い世代に伝えたいとの情熱を込めて書き上げられた大変な労作である。ただし、最近の進展の包括的な解説は意図されていない。むしろ、核構造研究の土台となる4つの基本的モデル(A. Bohrの集団モデル、シェルモデル、対結合モデル、平均場モデル)の成立条件と適用限界を現代的な観点から明快に解説することに主眼を置いている。「創発(emergent)現象としての核構造を理解するためにはモデルが失敗する現象を同定することが重要である」と著者たちは強調している。実際、研究フロンティアの拡大と並行して、核構造に対する微視的理解がおおいに進展したことがこの40年間のもう一つの特徴であった。強く相互作用する中性子と陽子の量子多体系として核構造を記述する微視的理論の進展によって、これらの基本モデルの相互関係を論じることが可能になってきたのである。本書は2巻構成の第1巻であり、第2巻ではより一般性のある微視的アプローチを導入し、1粒子運動と集団運動、原子核の微視的描像と巨視的描像をより統一的に記述すると予告されている。

本書の第1章では多様な実験データからどのようにして物理的解釈と現象論的モデルが引き出されたかについて概説している。球形シェルモデルの閉殻周辺での変形共存現象の発見を典型例として、伝統的な描像の見直しが必要なが示されている。第2章で低励起状態の振動・回転スペクトルを記述するA. Bohrの集団モデルの最も簡単なバージョン、第3章で動力学的対称性とリー代数の初歩を説明した後、第4章では集団モデルの代数的構造を分析し、Bohrモデルに対応する集団部分空間が膨大なシェルモデル状態空間の中にどのように埋め込まれているか懇切丁寧に説明している。第5章のシェルモデルではSuzuki-Okamoto理論をはじめ最近の有効相互作用理論の進展も詳しく紹介さ

れている。第 6 章では超伝導の BCS 理論の核構造への適用（対結合モデル）をはじめ中性子-陽子対相関への拡張も紹介されている。第 7 章で平均場理論、第 8 章では時間変化する平均場への拡張が解説されている。ここでは量子多体系である原子核に平均場近似を導入することの物理的意味が（一般化された）コヒーレント状態の概念を仲立ちとして量子-古典対応の観点から深く掘り下げて論じられている。平均場の平衡点近傍の小振幅ゆらぎを越えた大振幅の集団運動を記述可能な微視的理論はまだ発展途上の段階にあるが、この章に要約されている現在までの到達点は将来への確かな基盤となる。

原子核について説明した教科書には、色々な核現象を並列し個々の現象を異なった概念で解釈し相互の矛盾にはお構いなし、といったものも少なくない。本書は、そのような知識の羅列と表面的な理解を越えて、豊富な核現象の統一的で深い理解を目指すスタンスが際立っている。第 2 巻の刊行が待たれる。