

K12c 核密度以下における原子核物質の非一様構造の多次元計算

中里 健一郎 (東理大理工)、親松 和浩 (愛知淑徳大)、飯田 圭 (高知大理)

超新星コアや中性子星クラストの内部には、原子核の飽和密度を下回る領域が存在し、そういった領域では核子がクラスタリングして非一様な構造が形成されていると考えられている。特に、通常の球形原子核だけでなく、原子核パスタと呼ばれる円柱形や板形の構造の存在、また、これらの非一様構造が、軟ガンマ線リピーターの巨大フレアで観測されている準周期振動などの天体現象にも関係する可能性が指摘されており、注目されている。

今回は、こういった原子核物質の非一様構造を調べるため、有限要素法に基づく核子分布の Thomas-Fermi 計算の手法を定式化し、2次元の場合においてテスト計算を行った。原子核の形と大きさ(または周期構造の周期長)は表面エネルギーとクーロンエネルギーの絶妙なバランスによって決定されるため、今回の計算では、これらの効果も取り入れてエネルギー最小化の計算を行い、形状だけでなくサイズについても最適解を求めた。一方、バルクエネルギーに対応する一様核物質の状態方程式については、Thomas-Fermi 計算の結果が原子核の実験データと無矛盾になるような Oyamatsu and Iida (2003) による表式を採用した。

結果として、表面の diffuseness や2次元の範囲内でのパスタ相図といった基本的な性質は再現されることが確認された。また、グリッドの分解能は 0.1 fm 程度あればよいこと、1次元近似 (Wigner-Seitz 近似) は核子分布については良いがクーロンエネルギーの計算に関しては良くないことが示唆された。