

福井大学工学部物理工学科

田嶋直樹

Pairing anti-neutron-halo effect and nuclear deformation

Department of Applied Physics, Fukui University

Naoki Tajima

昨年秋の分科会に申し込んだ後、取り消した講演の内容を半年遅れで発表いたします。この原稿は半年前の概要集と同内容です。

Skyrme 相互作用に対する HFB (Hartree-Fock-Bogoliubov) 方程式の解を正準基底 HFB 法コードを用いて求めることで、中性ドリップ線近傍の核における中性子スキンや中性子量 (neutron halo) の発達が、対相関の中性子量抑制効果 (pairing anti-halo effect) と核の形状変形の効果により、どのように影響されるかを論じる。

正準基底 HFB 法 [1] は、連続状態 (一体平均場の連続スペクトル部分空間に属する状態) が対相関を介して多体の基底状態に混入する状況をきわめて効率よく記述することができる。特に、3次元正方メッシュ表現の正準基底 HFB 法の計算コードは、核の表面形状の変形と連続状態の対相関への寄与の両方を同時に効率的に考慮できる手法として最適なものである。

正準基底 HFB 法では、HFB 解を BCS 型の波動関数で表す。BCS 状態を構成する各一粒子軌道 (HFB 解の正準基底と呼ばれる) は、フェルミ準位が負である限り、すべて局在している。このことは、Bogoliubov 準粒子の状態が、粒子的励起であれ空孔的励起であれ、励起エネルギーの小さいものを除いて非局在化しているのと対照的である。準粒子は励起を記述するため基底状態の記述には不要な情報を抱えこんでいるのである。

正準基底の局在化の仕組みは、正準基底法の立場から眺めたときに初めて物理的描像で理解できるようになる。 H を平均場、 \tilde{H} を対相関場とすれば、占拠確率が v_i^2 である正準基底の状態依存 Hamiltonian は $H_i = v_i^2 H + u_i v_i \tilde{H}$ となる ($u_i^2 + v_i^2 = 1$)。このため、フェルミ準位よりずっと上の軌道は、 $u_i v_i \gg v_i^2$ であるため、平均場より対相関場に強く影響される。対相関場のポテンシャルは対相関ギャップ程度の深さ (1 ~ 2MeV) しかないが、運動エネルギー項も小さいため、核子数よりはるかに多くの軌道をポテンシャルの中に閉じ込めることができるのである。

このことより、対相関場が強くなるほど、波動関数の局在性が強くなることが理解できりる。逆に、対相関場が全くなければ、 H_i は H に数因子をかけただけのものになるため、エネルギー (平均場の期待値) が下方からゼロに近付くと、波動関数は量のように大きく広がることになる。

[1] N. Tajima, Phys. Rev. C **69**, 034305 (2004), and references therein.