

受付 ID	16a36
分野	原子核

## 二重ベータ崩壊と中性子-陽子対の非線形相関

### Double beta decay and non-linear neutron-proton pairing correlation

日野原 伸生

筑波大学計算科学研究センター

#### 1. 研究目的

ニュートリノレス二重ベータ崩壊の原子核行列要素の、中性子-陽子対相互作用による非線形な抑制の効果を明らかにし、ニュートリノの質量の定量的な評価に貢献することが研究の目的である。生成座標法を用いて中性子-陽子対相互作用の非線形相関を取り込み、原子核行列要素を計算するコードの開発を進めてきた。並行して、質量領域によらず計算可能な原子核密度汎関数理論に中性子-陽子対相互作用を導入し、中性子-陽子対の関連量を系統的かつ精密に議論できるように開発を進めている。

#### 2. 研究成果の内容

原子核の対相互作用に密接に関連する実験観測量として、従来から対ギャップが用いられているが、対回転の慣性モーメントがより有効であることを提案した。これを用いて対相互作用の定量的な改善が可能であることを計算によって示した。今年度の計算は同種粒子間での対相関に対する分析であるが、中性子-陽子対相関に関しても新たな知見が得られ、対相互作用の解明が進むことが期待できる。

また、原子核密度汎関数理論へのアイソベクトル型中性子-陽子対相互作用の導入を完了した。球形核・変形核でのアイソバリックアナログ状態をアイソスピン回転によって求め、アイソベクトル型対相関の振る舞いを分析した。

#### 3. 学際共同利用として実施した意義

対回転の慣性モーメントの計算は準粒子乱雑位相近似(QRPA)の解法である有限振幅法(FAM)による大規模計算となるが、学際共同利用を通じて COMA を用いることで効率的に系統的な計算が可能となり、多くの同位体について、対相関の結合定数依存性を詳細に調べることが可能となった。

#### 4. 今後の展望

生成座標法による原子核行列要素計算については、今年度は重なり積分部分のコード開発が主となり、実際的な計算は今後を持ち越しとなった。今後  $^{48}\text{Ca}$  や  $^{136}\text{Xe}$  などの原子核行列要素の計算を行いたい。

5. 成果発表

(1) 学術論文

1. N. Hinohara and W. Nazarewicz, “Pairing Nambu-Goldstone Modes within Nuclear Density Functional Theory,” Phys. Rev. Lett. **116**, 152502 (2016).

(2) 学会発表

1. N. Hinohara, “FAM Applications Towards EDF optimization,” NUCLEI SciDAC 2016 project meeting, ANL, Argonne, IL, USA, Jun. 6-9, 2016.
2. N. Hinohara and W. Nazarewicz, “Pairing rotations in ground states of open-shell even-even deformed nuclei,” Direct Reactions with Exotic Beams (DREB2016), Saint Mary’s Univ., Halifax, Canada, Jul. 11-15, 2016.
3. N. Hinohara and W. Nazarewicz, “Binding energy differences of even-even nuclei as pairing indicators,” Nuclear Structure 2016 (NS2016), Knoxville, TN, USA, Jul. 24-29, 2016.
4. N. Hinohara, “Neutron-proton superfluid DFT,” DOE topical collaboration meeting “Nuclear Theory for Double-Beta Decay and Fundamental Symmetries,” FRIB, MSU, East Lansing, MI, USA, Aug. 1-2, 2016.
5. 日野原伸生 「偶々核の束縛エネルギー差と対回転モード」、日本物理学会 2016 年秋季大会、宮崎大学木花キャンパス、2016 年 9 月 21-24 日.
6. N. Hinohara, “New pairing observable: binding energy differences of even-even nuclei,” First Tsukuba-CCS-RIKEN-joint workshop on microscopic theories of nuclear structure and dynamics, RIKEN/CCS, Dec. 12-16, 2016.
7. N. Hinohara, “Recent theoretical developments of finite-amplitude method for QRPA,” Recent Progresses in Nuclear Structure Physics 2016 (NSP2016), YITP, Kyoto Univ., Dec. 5-23, 2016.
8. 日野原伸生、「対相関と二重束縛エネルギー差」、研究会「クラスター・平均場の両側面からみる原子核構造の多様性とそのダイナミクス」、大阪市立大学 杉本キャンパス、2017 年 1 月 19-20 日.

(3) その他

1. 日野原伸生、「二重ベータ崩壊の原子核行列要素と中性子陽子対の非線形ゆらぎ」、千葉大学原子核理論セミナー、千葉大学、2016 年 11 月 24 日.

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース*
HA-PACS		
HA-PACS/TCA		
COMA	○	1690
※配分リソースについては 32node 換算時間をご記入ください。		