

受付ID	16a26
分野	原子核

二重ベータ崩壊の核行列要素の精密計算 Precise calculations for double beta decay matrix elements

岩田 順敬 (代表)

東京工業大学 科学技術創成研究院

1. 研究目的

二重ベータ崩壊の核行列要素を計算することは、ニュートリノの有効質量を決定することに必須な課題である。核行列要素の値はまた、ニュートリノのマヨラナ粒子性を決定づける(ニュートリノを放出しない)ニュートリノレス二重ベータ崩壊の観測に必要な半減期を見積もるためにも欠かせない。本研究では、ニュートリノレス二重ベータ崩壊および(ニュートリノを放出する)2ニュートリノ二重ベータ崩壊の双方の過程についての核行列要素の精密計算を主たる目的とする。ニュートリノの有効質量やマヨラナ性を定量的に明らかにするためには、出来る限りモデル依存性や近似を取り除き、核力や大規模計算を用いて、より基礎に基づいた計算が求められる。

2. 研究成果の内容

ニュートリノレス二重ベータ崩壊の行列要素は、実際には、初期状態および終状態の波動関数、そしてそれらをつなぐ演算子という三つの要素から構成される。昨年度までの研究では、初期状態と終状態を精密に計算するというところに重点を置いてきた。さらに、ニュートリノレス二重ベータ崩壊を支配する物理法則を明らかにするような系統的・分析計算(分解計算)も行ってきた。本年度は、演算子の部分を高精度に計算することに重点を置いた。単に精密に計算するというにとどまらず、より一般的なニュートリノポテンシャルの表式に基づいた演算子に含まれる質量パラメータを調節することで、質量をゼロに限らずに自由にとった計算を可能にした。結果として、存在・非存在そのものが注目を集めているステライルニュートリノの存在条件を明らかにした。またステライルニュートリノが存在したとして、系統的な計算からその効果を定量的に見積もった。

3. 学際共同利用として実施した意義

筑波大学の計算資源を有効に利用することによって、とくにパラメータを取り換えての系統計算を効率的に行うことができた。複数の課題担当者が計算資源を分配して使用することで、将来的な課題として位置付けている *ab-initio* な計算へ向かっていくために必要な基礎技術(とくに *Unitary Model Operator Approach* 法や拡張 *Kuo-Krenciglowa* 法を用いた計算)のためにより研究開発も効率的に行うことができた。

4. 今後の展望

ステライルニュートリノの存在・非存在について、理論研究の準備が今年度でほぼ整ったという段階にある。ステライルニュートリノは、ニュートリノが質量を持つことが分かって、一躍、脚光を浴びることになったが、その存在についての制限条件が原子核構造計算から与えられることは、究極の素粒子理論や宇宙の構造について非常に大きな知見が得られるものと期待できる。

5. 成果発表

(1) 学術論文

[1] Yoritaka Iwata, “Heavy neutrino potential for neutrinoless double beta decay”, Proc. Sci.; arXiv:1701.07894, accepted.

[2] Yoritaka Iwata, “Neutrino potential for neutrinoless double beta decay”, Nuclear Physics Review, **34**, 1 (2017) 82–86.

[3] Naofumi Tsunoda, Takaharu Otsuka, Noritaka Shimizu, Morten Hjorth-Jensen, Kazuo Takayanagi, and Toshio Suzuki, “Exotic neutron-rich medium-mass nuclei with realistic nuclear forces”, Phys. Rev. C 95 (2017) 021304(R).

(2) 学会発表

[1] 岩田 順敬, 「ニュートリノレス二重ベータ崩壊へのステライルニュートリノの影響」. 第8回「学際計算科学による新たな知の発見・統合・創出」シンポジウム、筑波大学 2016年10月。

[2] Y. Iwata, J. Menendez, N. Shimizu, T. Otsuka, Y. Utsuno, M. Honma, T. Abe, “Determination of effective neutrino mass using double beta decay experiments”, INPC 2016, Adelaide, Australia 2016年9月。

[3] (招待講演) Y. Iwata, “Upper-limit of effective neutrino mass based on neutrinoless double-beta decay of Ca48”, 2016 Dalian International Workshop on Nuclear Physics, Dalian, China 2016年7月。

[4] Y. Iwata “Constraining effective neutrino mass by nuclear structure”, International Symposium on Revealing the history of the universe with underground particle and nuclear research 2016, Univ. Tokyo, Japan 2016年5月。

(3) その他

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース*
HA-PACS	○	1350
HA-PACS/TCA		
COMA	○	1650
※配分リソースについては32node換算時間をご記入ください。		