

## ニュートリノレス二重ベータ崩壊の原子核行列要素の信頼性の向上

### Improvement of reliability of nuclear matrix element of neutrinoless double- $\beta$ decay

岩田順敬

関西大学 化学生命工学部

#### 1. 研究目的

$^{136}\text{Xe} \rightarrow ^{136}\text{Ba}$  のニュートリノレス ( $0\nu$ ) 二重ベータ ( $\beta\beta$ ) 崩壊の原子核行列要素計算を準粒子乱雑位相近似 (QRPA) を用いて行う。そして、その計算の信頼性を計算の自己検証の方法および関連する実験データとの比較によって評価する。

#### 2. 研究成果の内容

今回、QRPA の適用に対し以下の七点の検証を行った。

- 1) ニュートリノ ( $2\nu$ )  $\beta\beta$  崩壊の原子核行列要素を用いた、中間状態の二つの集合を用いることの検証。QRPA アプローチでは、始状態から求めた中間状態と、終状態から求めた中間状態の二種類を用い、その重複を含む  $\beta\beta$  崩壊原子核行列要素を計算する。 $2\nu\beta\beta$  崩壊の原子核行列要素では、完全性近似が適用できないため、中間状態のエネルギーをあらわに扱う必要があり、従来は二種類の中間状態のエネルギーの平均値が用いられてきた。もし一方の種類の間状態エネルギーを用いて得られた  $2\nu\beta\beta$  崩壊原子核行列要素と他方の種類の間状態エネルギーを用いて得られたそれが近ければ、計算の正当性の間接的根拠になる。
- 2) 一粒子空間の拡張に対する  $0\nu\beta\beta$  原子核行列要素の収束の確認。
- 3) 二種類の間状態エネルギースペクトラムの比較。
- 4) ガモフ・テラー和則の充足。
- 5) 単一荷電変換ガモフ・テラー遷移強度の計算値と実験値の比較。
- 6)  $\beta$  崩壊スペクトラムと遷移強度の計算値と実験値の比較。
- 7) 最近提唱された、 $2\nu\beta\beta$  原子核行列要素の高次項の計算値と実験値の比較。計算値は、定義式から、実験値は二電子スペクトラムの統計的再現から求められる。

我々は、 $^{136}\text{Xe} \rightarrow ^{136}\text{Ba}$  でいずれの項目においても計算の正当性を示す検証結果を得た。この成果は、我々の  $0\nu\beta\beta$  計算開始以来、道標というに値する最も重要な成果のひとつである。なぜならば、この成果から、原子核計算モデルによる  $0\nu\beta\beta$  原子核行列要素の食い違い問題を解決する突破口が得られる。QRPA に対する上記の検証結果がよいことは、高次の粒子・空孔配位のそれらの原子核の性質に対する影響が小さいということである。従って、計算機の限られた実効性能および計算資源を高次の粒子・空孔配位よりも、一粒子空間の拡張に当てることによって、それらの崩壊例に対して、最善の原子核

波動関数が得られる。

3. 学際共同利用が果たした役割と意義

上記の成果は、強力な性能をもつ計算機を用いることによって初めて得られた成果である、従って、学際共同利用は本研究にとって必要不可欠な役割を果たした。成果の重要性を考えると、学際共同利用の意義はたいへん大きいといえる。

4. 今後の展望

上記の成果に基づく研究の今後の発展は、 $^{136}\text{Xe} \rightarrow ^{136}\text{Ba}$ と同様に QRPA がよい近似を与える他の  $0\nu\beta\beta$  崩壊例を見出すことである。できるだけ多くのそのような例をもつことによって、信頼できる原子核行列要素の確立が強化される。

5. 成果発表

(1) 学術論文

1. J. Terasaki and Y. Iwata, Phys. Rev. C **100**, 034325 (2019).
2. J. Terasaki, arXiv:2003.03542 (2020)

(2) 学会発表: なし

(3) その他

国際会議発表

招待講演

J. Terasaki and Y. Iwata, Matrix Elements for the Double beta decay Experiments (MEDEX'19), May 27–31, 2019, Prague, Czech Republic, AIP Conf. Proc. **2165** (2019) 020027

使用計算機	使用計算機 に○	配分リソース*	
		当初配分	追加配分
Cygnus			
Oakforest-PACS	○	142,500	47,500
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。			