

受付ID	17a5
分野	原子核

## 二重ベータ崩壊の核行列要素の計算比較

### Comparison of calculations for double beta decay matrix elements

岩田順敬

東京工業大学 科学技術創成研究院

#### 1. 研究目的

ニュートリノの質量を決定するための有力な方法であるニュートリノレス二重ベータ崩壊の原子核行列要素を準粒子乱雑位相近似(QRPA)を用いて計算する。長らく素粒子論の中核を占めてきた標準理論で0と仮定されてきたニュートリノの質量を求めることは、現代物理学における最重要課題のひとつである。この原子核行列要素と将来測定が期待されているニュートリノレス二重ベータ崩壊の確率から、ニュートリノ有効質量が求まる。この崩壊の原子核行列要素は実験では求まらない物理量であり、信頼性の高い数値を求めることが本研究の目的である。本年は $^{40}\text{Ca} \rightarrow ^{40}\text{Ti}$ の原子核行列要素を求め、その信頼性を議論する。

#### 2. 研究成果の内容

本研究以前の方法に課題実施者が開発してきた複数の独創的改良を加え、 $^{40}\text{Ca} \rightarrow ^{40}\text{Ti}$ の原子核行列要素を計算した。この量はある不確定性を伴うパラメータに依存し、異なるパラメータを用いたグループの計算結果は必然的に異なる。これら異なる計算の比較を可能にするため、原子核行列要素を縮小半減期という量に変換し図1に示す結果を得た。

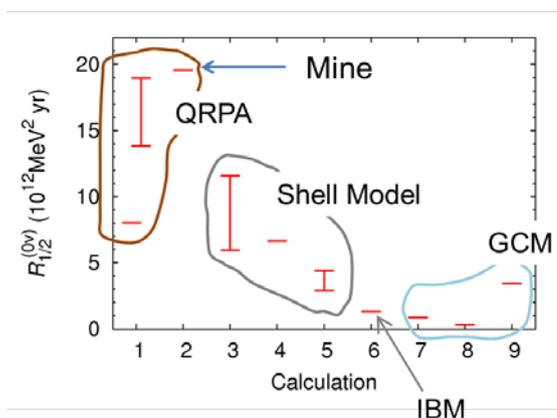


図 1. 異なるグループによって求めた $^{40}\text{Ca} \rightarrow ^{40}\text{Ti}$ のニュートリノレス二重ベータ崩壊の縮小半減期。これを有効ニュートリノ質量の二乗で割ると半減期になる。異なる計算は便宜上番号付けられ、方法の略称が図中に示されている。課題実施者の計算は2である。

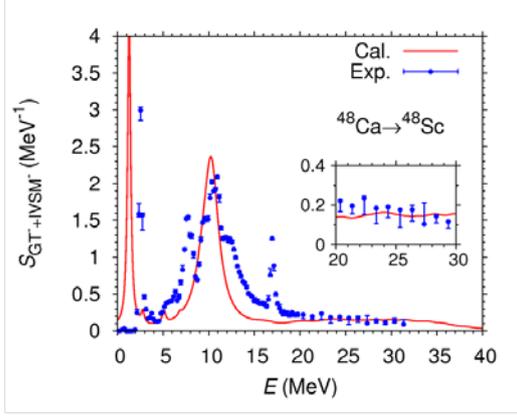


図 2.  $^{48}\text{Ca} \rightarrow ^{48}\text{Sc}$ の荷電変化反応実験で求めたガモフ-テラー型強度関数(青点)と課題実施者による計算値(赤線)。 $E$ はエネルギー。挿入図は高エネルギー領域の拡大。

今回は、荷電変化反応実験によって得られたガモフ-テラー型強度関数の再現も行った。これが図2に示されている。これにより、原子核行列要素計算に用いられている荷電変化遷移密度の正当性が検証された。

### 3. 学際共同利用として実施した意義

学際共同利用なしに本研究の遂行は不可能である。本研究は長期間にわたる事業であり、よい申請をすれば採択されるという安定性が、学際共同利用の本研究にとって最も有意義な点である。

### 4. 今後の展望

課題実施者の方法の信頼性は、高まっている。この方法により他のニュートリノレス二重ベータ崩壊の原子核行列要素を計算し、数々の検証を実施して、信頼性の更なる向上を実施する。学際共同利用が利用できる限り、これは可能である。

### 5. 成果発表（平成29年度）

#### (1) 学術論文

J. Terasaki, "Examination of the consistency of the quasiparticle random-phase approximation approach to double- $\beta$  decay of  $^{48}\text{Ca}$ "  
Physical Review C **97**, 034304 (2018)

#### (2) 国際会議発表

J. Terasaki, "Reproduction of exact solutions of Lipkin model by nonlinear higher random-phase approximation"  
11th MEDEX '15 Meeting (Matrix Elements for the Double-beta-decay Experiments), May 29-Jun.2, 2017, Prague, Czech Republic

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
HA-PACS/TCA			
COMA	○	39600	0
Oakforest-PACS			
※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。			