

## 【基盤研究(S)】

理工系 (数物系科学)



### 研究課題名 48Ca の 2 重ベータ崩壊の研究

大阪大学・核物理研究センター・センター長

きしもとただふみ  
岸本 忠史

研究分野：素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理  
キーワード：原子核 (実験)

#### 【研究の背景・目的】

我々の周囲を取り巻く環境はすべて「物質」で出来ている。一方、「物質」と対をなす「反物質」も存在することが分かっている。しかし、「反物質」は自然界にはほとんど存在していない。この現在の「物質」優勢の宇宙を説明するには、次の二つのことを証明する必要がある。一つは、「物質」と「反物質」の世界の物理法則にわずかな差があること (CP 対称性の破れ)、もう一つが、「物質」と「反物質」が転換可能であること (レプトン数保存則の破れ) である。本研究の目的は、「物質」と「反物質」が転換可能であるか否かを検証するものである。

「物質」と「反物質」が転換可能であるか否か、を検証するためには、二重ベータ崩壊の研究が必要である。二重ベータ崩壊のなかでも、「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」(図1参照)は、「物質」と「反物質」が転換可能である時のみに起こる現象である。本研究課題では、この「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」の研究を行う。

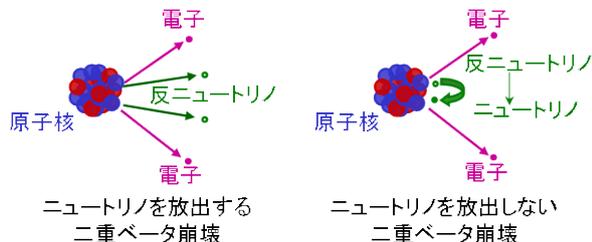


図1 「ニュートリノを放出する二重ベータ崩壊 (左)」と「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊 (右)」。

#### 【研究の方法】

「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」は、非常に崩壊確率が低い。その半減期は  $10^{24}$  年以上とされている。この非常にまれな崩壊を観測するためには、次の二点が重要となる。まず、大量の二重ベータ崩壊核を準備すること、そしてこの二重ベータ崩壊核を低ノイズの環境で測定することである。この二つを同時に満たすのは容易ではない。なぜならば、大量の二重ベータ崩壊核を準備し測定装置を大型化すると、比例してノイズも増えるためである。そのために我々は、まず低ノイズ測定装置を開発し、その後、濃縮した二重ベータ崩壊核を使用することで、測定装置を大型化にすることなく二重ベータ崩壊核を増やす、という方法をとる。

このために、数多くある二重ベータ崩壊核の中で、本研究では 48 カルシウムを用いる。48 カルシウムは、二重ベータ崩壊の際に放出される二つの電子のエネルギー和が、環境放射線よりも高いため、より低ノイズ環境での測定を行いやすいと

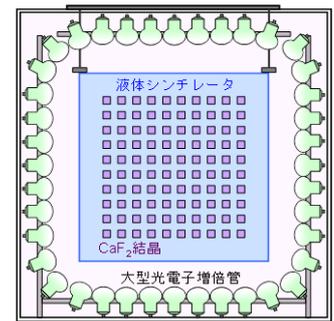


図2 CANDLES 装置の概念図

いう利点がある。本研究では、48 カルシウムを含んだフッ化カルシウム (CaF<sub>2</sub>) 結晶をメイン検出器とした CANDLES 装置 (図2参照) を用いて二重ベータ崩壊の測定を行う。合わせて、濃縮度を上げた 48 カルシウムを生産するための装置建設を行う。

#### 【期待される成果と意義】

48 カルシウムの濃縮を実現し、かつ、CANDLES 装置での低ノイズ測定を実現することは、二重ベータ崩壊観測に向けた大きな一歩を踏み出すことになる。「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」を検出することで、現在の「物質」優勢の宇宙を説明することにつながり、宇宙素粒子研究分野を飛躍的に推進させる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ "Neutrino-less Double Beta Decay of 48Ca -CANDLES-", T. Kishimoto *et al.*, AIP Conf. Proc., 1388 (2011) 142.
- ・ "Search for neutrino-less double beta decay with CANDLES", CANDLES collaboration, AIP Conf. Proc., 1441 (2012) 448.

#### 【研究期間と研究経費】

平成 24 年度 - 28 年度  
167,000 千円

#### 【ホームページ等】

<http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/~candles/KibanS2012/index.html>  
e-mail:candles@rcnp.osaka-u.ac.jp