

CANDLES 検出器を用いた二重ベータ崩壊の研究

連携研究部門サブアトムック科学研究拠点（二重ベータ崩壊測定 CANDLES グループ）

宇宙は、「反物質」ではなく「物質」から成り立っている。この現在の「物質」優勢の宇宙を説明するには、「物質」である「粒子」と、「反物質」である「反粒子」が、転換可能であること（マヨラナ性）を示すことが重要な手がかりとなる。この転換可能性は、ニュートリノが「粒子」と「反粒子」が転換可能なマヨラナ粒子である時に起こる「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」を観測することで検証できる。さらに、この「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」の起こりやすさ（半減期）を測定することで、マヨラナニュートリノ質量の絶対値を得ることができる。

この「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」を観測するために、我々は、CANDLES 検出器の開発を進めている。「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」を観測するためには、極低バックグラウンド検出器を構築する必要がある。これは、「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」が非常に稀事象（半減期が 10^{26} 年以上）であるためである。このもっとも重要な極低バックグラウンド検出器を実現するために、本年度、遮蔽システム（図 1）を CANDLES 検出器に増設した。この遮蔽システムは、鉛遮蔽材（図 2）、ホウ素シートから成っており、ガンマ線・中性子を効果的に遮蔽する。結果として、バックグラウンド量を、これまでの $\sim 1/100$ に低減できることを見込んでいる。今後、CANDLES 検出器での長期測定に向けての安全性の評価を行い、2016 年度には、低バックグラウンド測定を開始する予定である。

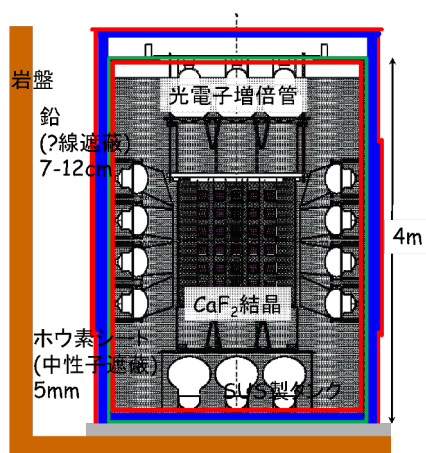


図 1：CANDLES 検出器と新しく設置された遮蔽システムの概念図。CANDLES は、CaF₂ シンチレーション結晶と光電子増倍管（光センサー）からなる高さ 4m のシステムである。本年度は、低バックグラウンド化のために、遮蔽システムを追加導入した。

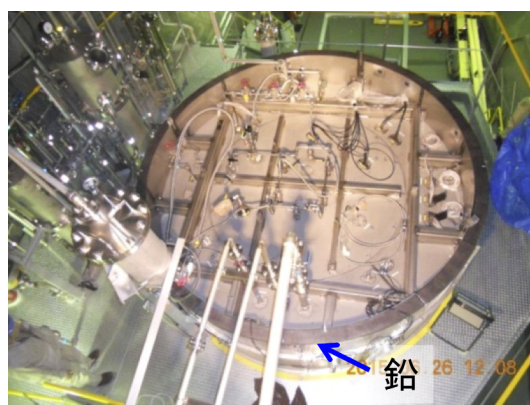


図 2：新しく増設した遮蔽システム。遮蔽システムは、鉛遮蔽材と、ホウ素シートから成る。上写真では、鉛遮蔽材が確認できる。本鉛遮蔽材によって、検出器外部からのガンマ線を $1/100$ に低減することを見込んでいる。

研究業績リスト

I 査読論文

The CANDLES Trigger System for the Study of Double Beta Decay of ^{48}Ca

T. Maeda, S. Ajimura, W. M. Chan, K. Fushimi, R. Hazama, K. Ichimura, T. Iida, Y. Inukai, T. Ishikawa, H. Kakubata, T. Kishimoto, K. Matsuoka, K. Nakajima, N. Nakatani, M. Nomachi, I. Ogawa, T. Ohata, H. Ohsumi, M. Saka, K. Sakamoto, K. Seki, Y. Sugaya, K. Suzuki, Y. Tamagawa, D. Tanaka, K. Tetsuno, V. T. T. Trang, S. Umehara, W. Wang, S. Yoshida, M. Yoshizawa,

IEEE Transactions on Nuclear Science, Volume:62, Issue: 3(2015), 1128-1134,

DOI: 10.1109/TNS.2015.2423275

New DAQ System for the CANDLES Experiment

K. Suzuki, S. Ajimura, W. M. Chan, K. Fushimi, R. Hazama, K. Ichimura, T. Iida, Y. Inukai, H. Kakubata, T. Kishimoto, S. Maeda, T. Maeda, K. Matsuoka, K. Nakajima, N. Nakatani, M. Nomachi, I. Ogawa, T. Ohata, H. Ohsumi, K. Sakamoto, Y. Tamagawa, D. Tanaka, K. Tetsuno, V. T. T. Trang, S. Umehara, W. Wang, S. Yoshida, M. Yoshizawa

IEEE Transactions on Nuclear Science, Volume:62, Issue: 3(2015), 1122-1127

DOI: 10.1109/TNS.2015.2423673

A basic study on the production of enriched isotope ^{48}Ca by using crown-ether resin
S. Umehara, T. Kishimoto, H. Kakubata, M. Nomura, T. Kaneshiki, T. Suzuki, Y. Fujii
and S. Nemoto

Prog. Theor. Exp. Phys. (2015) 053C03

doi: 10.1093/ptep/ptv063

II 国際会議等における発表

Development of CANDLES detector to search for neutrino-less double beta decay of ^{48}Ca
Sei Yoshida for the CANDLES Collaboration

14th Vienna Conference on Instrumentation

15-19, Feb., 2016

Vienna, Austria

Calcium isotope enrichment by means of multi-channel counter-current electrophoresis

(MCCCE) for the study of ^{48}Ca double beta decay

T. Kishimoto

13th Workshop on Separation Phenomena in Liquids and Gases

7th-11th, June, 2015

Bariloche, Argentina

Chromatographic Separation of ^{48}Ca by Using Crown Ether Resin

S. Umehara, S. Okumura, M. Nomura, T. Kaneshiki, Y. Fujii, T. Kishimoto

13th Workshop on Separation Phenomena in Liquids and Gases

7th-11th, June, 2015

Bariloche, Argentina

Ⅲ 国内会議等における発表

CANDLES による二重ベータ崩壊の研究(102) CANDLES 実験の現状

吉田 齊, 他 CANDLES Collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会

2015 年 9 月 25 日(金)~28 日(月)

大阪

CANDLES による二重ベータ崩壊の研究(105) --バックグラウンド評価--

梅原 さおり, 他 CANDLES Collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会

2015 年 9 月 25 日(金)~28 日(月)

大阪

CANDLES の現状と将来計画

岸本 忠史

新学術研究「地下素核研究」2015 年領域研究会

2015 年 5 月 15-17 日

神戸

薄膜蛍光フィルムを利用した表面バックグラウンド除去技術の開発

吉田 齊

新学術研究「地下素核研究」2015 年領域研究会

2015 年 5 月 15-17 日

神戸

超低バックグラウンドゲルマニウム検出器を用いたタンタル 180m の半減期測定

梅原さおり

新学術研究「地下素核研究」2015 年領域研究会

2015 年 5 月 15-17 日

神戸