

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）

大学院理学研究科物理学専攻 吉田 齊

「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊（以下、 $0\nu\beta\beta$ 崩壊）」は素粒子ニュートリノの本質に迫り、物質の起源解明に関わる、現代物理学において極めて重要な研究である。CANDLES 実験は、 ^{48}Ca 同位体を用いた二重ベータ崩壊探索実験であり、全二重ベータ崩壊核中最大の Q 値を生かしたバックグラウンドフリー環境と、 ^{48}Ca 同位体濃縮法によって、現在の世界最高感度である約 100meV を上回る感度での二重ベータ崩壊探索を目指している。

CANDLES 検出器は岐阜県神岡の地下 1000m に約 300kg の CaF_2 結晶を用いたプロトタイプ検出器を作り、将来計画に向けたスタディを行っている。 $0\nu\beta\beta$ 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、 $0\nu\beta\beta$ 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。

これまでの研究から Q 値付近には、結晶内部の放射性不純物と検出器外部からの γ 線のバックグラウンドが存在することが分かっている。不純物が 10uBq/kg 以下の結晶のみを選んだ場合、期待されるバックグラウンド数は内部放射性不純物起因が 1 事象程度に対し、外部 γ 線起因が約 3 事象となっていた。この γ 線は環境中性子が検出器周辺の岩やステンレスに捕獲されて出る γ 線（中性子捕獲 γ 線）であることが判明しており、2016 年にバックグラウンド低減のための遮蔽体の構築を開始し、2016 年 5 月に完成した。遮蔽体は岩からの γ 線を防ぐための鉛ブロックと、タンクでの中性子捕獲を防ぐためのホウ素入りゴムシートからなっている（図 1 参照）。

遮蔽体構築後の中性子捕獲 γ 線のバックグラウンドは約 2 桁低減すると見込みであり、2016 年度は、遮蔽体のバックグラウンド低減能力を中性子線源を使用して評価を行った。その後 CANDLES 検出器は、安全性や安定性などの基本性能試験をパスし、2016 年 7 月に低バックグラウンド測定を開始した。

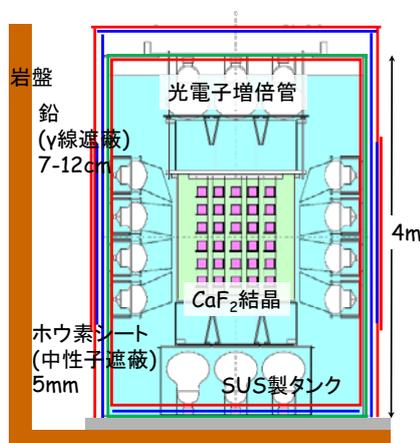


図 1 : CANDLES 検出器と新しく設置された遮蔽システムの概念図。CANDLES は、 CaF_2 シンチレーション結晶と光電子増倍管（光センサー）からなる高さ 4m のシステムである。本年度は、低バックグラウンド化のための遮蔽システム構築が完了し、予定通りの性能が得られていることを確認した。また、本測定となる低バックグラウンド測定を開始した。