

平成 23 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文： ^{48}Ca の二重ベータ崩壊の研究 英文：Study for double beta decay of ^{48}Ca
研究代表者	大阪大学大学院理学研究科・教授・岸本忠史
参加研究者	(大阪大学核物理研究センター) 教授・能町正治、助教・梅原さおり、特任研究員・市村晃一、技術補佐員・松岡健次、実験補助者・中谷伸雄、(大阪大学大学院理学研究科) 准教授・吉田斉、技術職員・鈴木耕拓、D3・伊藤豪、D3・保田賢輔、D1・角畑秀一、D1・坂雅幸、M2・関孔明、M2・田窪一也、M2・王偉、M1・武本淳也(福井大学工学研究科) 教授・玉川洋一、准教授・小川泉、M2・水谷大希、M2・藤原直生、M1・上野智史、M1・前田翔平、M1・山本彰紘(佐賀大学文化教育学部) 教授・大隅秀晃、(京都産業大学理学研究科) 教授・岡田憲志、(徳島大学総合科学部) 准教授・伏見賢一、(広島大学大学院工学研究科) 講師・裕隆太
研究成果概要	<p>ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊 ($0\nu\beta\beta$崩壊) の検証は、レプトン数の破れの検証を意味し、宇宙がなぜ物質だけの世界になっているかを物理法則で説明するとき最も重要な実験になる。本研究では、^{48}Ca の二重ベータ崩壊の研究を、CaF_2 シンチレータ (メイン検出器) と液体シンチレータ (ベトー検出器) を用いた CANDLES システムを用いて進めている。</p> <p>本年度は、CaF_2 シンチレータ・液体シンチレータ・純水などをインストールした状態でのテスト測定を行った。まず、CaF_2 信号を効率よく収集するためのデータ収集システム (主にトリガーシステム) の開発を行った。このトリガーシステムによって、液体シンチレータのトリガー効率を 1%以下に低減させ、CaF_2 信号のトリガー効率を上げることに成功した (図 1 参照)。このトリガーシステムを用いて、CaF_2 事象の観測を行い、事象位置再構成の解析を行った。その結果、CaF_2 の位置が正しく再現されていることを確認した (図 2 参照)。次の調査として、CaF_2 シンチレータのエネルギー分解能評価を行った。CaF_2 シンチレータ内部に含まれている放射性不純物による α 線のエネルギースペクトルから、エネルギー分解能 σ 4.3%(2.5MeV) を得た (図 3 参照)。これは、現在の CANDLES システムで想定されるとおりのエネルギー分解能であった。</p> <p>また、バックグラウンド調査のための測定を行った。CANDLES システムで予想されるバックグラウンド事象は、CaF_2 シンチレータに含まれる放射性不純物による $^{212}\text{Bi} \rightarrow ^{212}\text{Po}$ の連続崩壊、^{208}Tl によるベータ崩壊である。これらが想定通りの事象数で確認され、トリガーシステムに問題がないことが確認できた。また、現在のところ、上記の想定事象以外のバックグラウンド事象は確認されていない。</p> <p>さらに、CANDLES システムの今後の感度向上のための改良として、エネルギー分解能</p>

を向上させるためのライトパイプシステムの導入をすすめた。これによってシンチレーション光の収集効率が2倍に改善されることが想定される。

今後は、先に述べた想定事象を解析的に除去するとともに、改良を加えた CANDLES システムで二重ベータ崩壊測定を続ける。

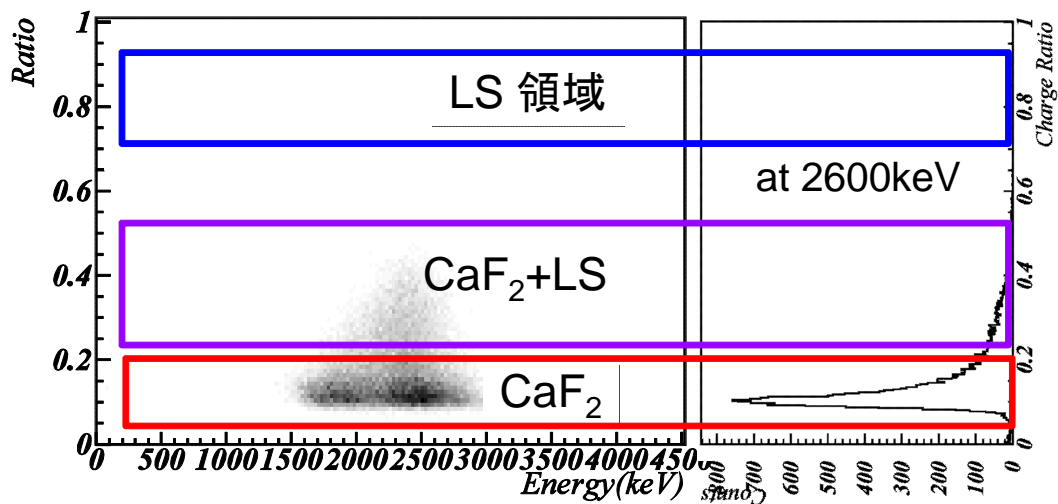


図1：CaF₂信号のための選択的トリガーを使用した時の事象分布。CaF₂事象や、CaF₂と液体シンチレータ（LS）の信号が同時に観測された事象は観測されているが、液体シンチレータのみの事象は観測されていない。

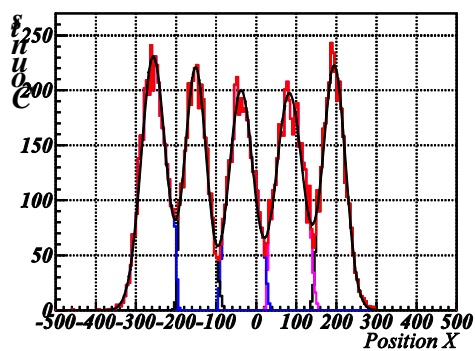


図2：CaF₂信号の事象位置の再構成の結果。CANDLESにおいてCaF₂は、X軸方向に5列配置されており、それが確認できる。

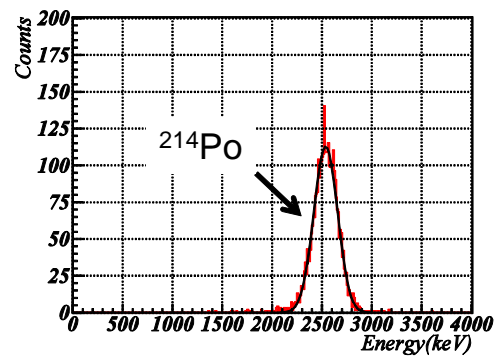


図3：遅延同時計数測定によって得られたエネルギースペクトル。2.5MeV付近のピークが²¹⁴Poによる事象。フィッティングによって得られた²¹⁴Poピークのエネルギー分解能は4.3%。