

平成 22 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	(大阪大学大学院理学研究科) 教授・能町正治、技術補佐員・松岡健次、特任研究員・市村晃一、D3・伊藤豪、D3・保田賢輔、M2・角畑秀一、M2・河野陽介、M2・坂雅幸、M2・宮下政樹、M1・関孔明、M1・田窪一也、M1・王偉、(大阪大学核物理研究センター) 助教・梅原さおり、実験補助者・中谷伸雄、(福井大学工学研究科) 教授・玉川洋一、准教授・小川泉、M2・神野職、M1・水谷大希、M1・藤原直生、(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、(東北大学大学院理学研究科) 助教・吉田斉

研究成果概要

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 (ベータ検出器) を用いた CANDLES システムを用いて進めている。

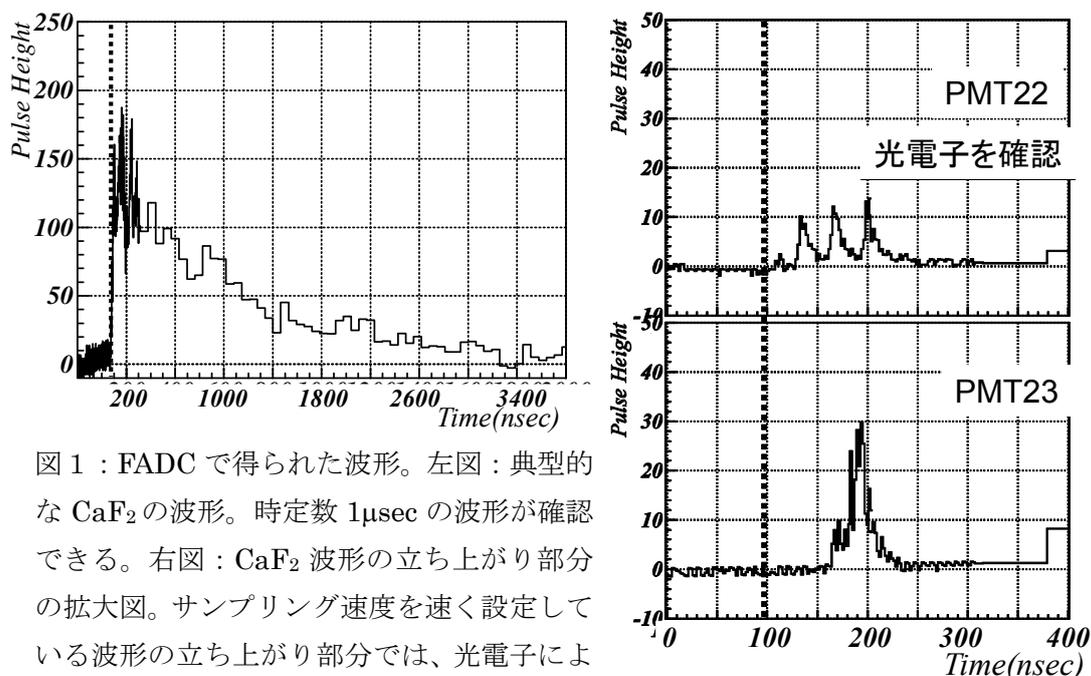


図 1 : FADC で得られた波形。左図 : 典型的な CaF_2 の波形。時定数 $1\mu\text{sec}$ の波形が確認できる。右図 : CaF_2 波形の立ち上がり部分の拡大図。サンプリング速度を速く設定している波形の立ち上がり部分では、光電子による波形 (信号幅が狭い) が確認できる。

本年度は、地下に移設した検出器を用いてテスト測定を行った。また、シンチレータからの信号を読み出すための測定回路 FlashADC(FADC)の動作確認を行った。CANDLES で使うシンチレータの時定数は、CaF₂ が 1μsec、液体シンチレータが数 10nsec と大きな差がある。そのため、液体シンチレータ用の速いサンプリング速度の FADC を用いて、CaF₂ の波形を収集すると、膨大なデータ量となる。それを防ぐために、波形の立ち上がりは高速サンプリング、波形の後半は低速サンプリングでデータ収集する FADC を開発した。得られた波形を図 1 に示す。この FADC によって、データ量は 1/10 まで縮小できた。得られたエネルギースペクトルは図 2 に示す。このテスト測定では、ベトー層である液体シンチレータを用いていないため、検出器外部からの環境放射線 (⁴⁰K、²⁰⁸Tl) が主に観測された。また、⁴⁸Ca の Q_{ββ} 値付近に観測された事象の波形は、予想されていた CaF₂ 検出器内部に含まれる不純物によるバックグラウンド事象によるものであることが確認できた。このバックグラウンド事象は、開発した FADC を用いることで、効率的に弁別することができる。すべての検出器をインストールしたシステムでの本測定は、次年度開始する予定である。

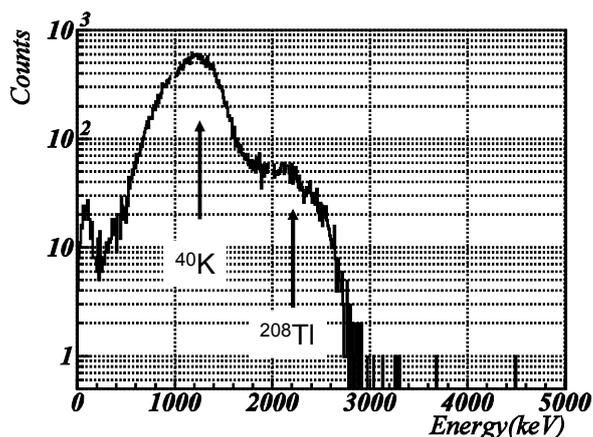


図 2：測定で得られたエネルギースペクトル。ベトー層である液体シンチレータがないため、検出器外部からの環境放射線 (⁴⁰K、²⁰⁸Tl) の影響が大きいことが確認できる。

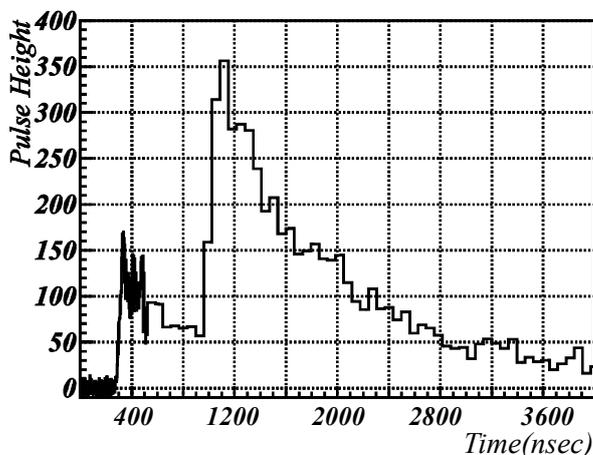


図 3：4.5MeV のエネルギーを持つバックグラウンド事象の波形。この事象は、CaF₂ 検出器内部に含まれる不純物によるもので、二つの連続した事象から成る。開発した FADC を用いることで、効率的に弁別することができる。