



Title	Study of Ca-49 Background in Neutrinoless Double Beta Decay of Ca-48
Author(s)	前田, 剛
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/69330
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

論文内容の要旨

氏 名 (前 田 剛)	
論文題名	Study of Ca-49 Background in Neutrinoless Double Beta Decay of Ca-48 (Ca-48のニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊探索のためのCa-49の背景事象の研究)
論文内容の要旨	
<p>Next-generation experiments for neutrinoless double beta decay ($0\nu\beta\beta$ decay) search are planned over the world. CANDLES experiment is challenging the first discovery by promoting enrichment of ^{48}Ca. In parallel with development of enrichment method, research on background events is progressed for the future detector using enriched $^{48}\text{CaF}_2$ crystals.</p> <p>For $0\nu\beta\beta$ decay of ^{48}Ca ($Q_{\beta\beta}=4.3\text{MeV}$), high energy events by ^{49}Ca decays ($Q_{\beta}=5.3\text{MeV}$) inside the crystals are concerned as inevitable cosmogenic effect. In order to estimate the effect, a measurement was done from December 2016 at Kamioka Underground Laboratory. By analyzing data of live time 267 days and a simulation, it was estimated that generated rate of ^{49}Ca would be 2×10^2 counts/year and the background rate would be 0.8 counts/year for $0\nu\beta\beta$ decay from planned amount of ^{48}Ca. In addition that, it was found that it could be reduced to one or more order of magnitude by preparing reduction methods. From these studies, it was turned out that ^{49}Ca background would be remain as sever background for $0\nu\beta\beta$ decay of ^{48}Ca, but, by preparing the reduction methods before start measurement, it would be possible to search for $0\nu\beta\beta$ decay of ^{48}Ca.</p> <p>(日本語の要約)</p> <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)の発見に向けて、次世代の大型検出器の建設が世界中で計画されている。CANDLES 実験は^{48}Caの同位体濃縮を促進し、$0\nu\beta\beta$崩壊の発見を目指している。世界で最初の発見に向け、濃縮の研究と並行して将来の$^{48}\text{CaF}_2$結晶における背景事象の研究も進行している。^{48}Caからの$0\nu\beta\beta$崩壊($Q_{\beta\beta}=4.3\text{MeV}$)の背景事象として、中性子捕獲反応で結晶内に生成される^{49}Caの崩壊($Q_{\beta}=5.3\text{MeV}$)が宇宙線由来の主要な背景事象として懸念されている。2016年12月から神岡の地下環境下における背景事象の評価に向けた測定が開始された。2017年10月までのLive Time 267日の測定から、予定されている^{48}Caの量において、^{49}Caが年間2×10^2個生成され、背景事象として年間0.8個になることが予想された。この研究から^{49}Caが深刻な背景事象になり得ることの予期ができた。また、低減方法の考察も行い、事前に対策をしておくことで、次世代の検出器に必要な感度まで達せられることも明らかになった。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (前 田 剛)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	能町 正治
	副 査	教授	岸本 忠史
	副 査	教授	野海 博之
	副 査	准教授	嶋 達志
	副 査	准教授	小田原 厚子
論文審査の結果の要旨			
<p>ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊(0νββ 崩壊)の発見に向けて、次世代の大型検出器の建設が世界中で計画されている。CANDLES 実験は ^{48}Ca の同位体濃縮を促進し、0νββ 崩壊の発見を目指している。世界で最初の発見に向け、濃縮の研究と並行して将来の CaF_2 結晶における背景事象の研究も進行している。非常に稀な事象である ^{48}Ca からの 0νββ 崩壊($Q_{\beta\beta}=4.3\text{MeV}$)の背景事象として、あらゆる可能性が検討されているが、中性子捕獲反応で結晶内に生成される ^{49}Ca の崩壊($Q=5.3\text{MeV}$)は、宇宙線由来の主要な背景事象として懸念されている。</p> <p>本研究では、CANDLES III 実験装置を用い、宇宙線由来の背景事象の測定を行なった。2016 年 12 月から神岡の地下環境下における背景事象の評価に向けた測定を開始し、2017 年 10 月までの Live Time 267 日の測定を用い地下環境下の宇宙線起因の背景事象の発生頻度を測定した。非常に稀な事象である二重ベータ崩壊の背景事象となる事象も非常に稀であり、測定は容易でない。測定のための技術開発は高く評価されるものである。</p> <p>本研究では測定データをもとに、次世代の CANDLES 実験の検出器で予定されている ^{48}Ca の量において、^{49}Ca が年間 200 個程度生成され、背景事象として年間 0.8 個になることを見積もった。これにより、宇宙線起因の中性子による ^{49}Ca が深刻な背景事象になり得ることを知ることができた。さらに、本研究では、低減方法の考察も行い、次世代の検出器に必要な感度まで達するための方法も明らかにした。この知見は次世代検出器の開発において欠かすことのできないものである。</p> <p>この研究の成果は ^{48}Ca のニュートリノレス二重ベータ崩壊を研究する上で、重要な貢献と言える。本論文は博士(理学)の学位論文として十分価値あるものと認める。</p>			