Osaka University Knowledge Archive

Title	Energy Calibration Method for the KOTO CsI Calorimeter
Author(s)	Lee, Jong-Won
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/50463
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　Lee Jong-won　）	
論文題名	Energy Calibration Method for KOTO CsI Calorimeter

論文内容の要旨

The KOTO experiment aims to observe the rare decay of long lived neutral kaons, $KL \rightarrow \pi 0 \nu \bar{\nu}$, with the sensitivity of the Standard Model prediction. The detectors of the KOTO experiment were constructed at J-PARC. The electromagnetic calorimeter is the only detector to measure energies and hit positions of gamma which are used for the $KL \rightarrow \pi 0 \nu \bar{\nu}$ event reconstruction.

To guarantee the performance of the calorimeter, an accurate output monitoring method and a precise energy calibration method are required. I built an output monitoring system using Laser light source, and determined its performance. For the calibration of the calorimeter, the calibration sources are limited to the cosmic ray events and KL decay events, because there are no other detectors which can measure energy or momentum of particles independently. In addition, the KOTO experiment will run for several years, and thus the calibration has to be done simultaneously with the data taking to secure the reliabilities of data. Because of these restrictions, I developed and studied a new calibration method which uses $KL \rightarrow 3\pi 0$ decay events and occasional absolute energy calibration runs. This method can calibrate the calorimeter with an accuracy less than 1%.

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	(LEE Jong-Won)		
論文審査担当者		(職)	氏　名
	主 査	教授	山中　卓
	副 査	教授	岸本忠史
	副 査	教授	中野貴志
	副 査	准教授	花垣和則
	副 査	准教授	青木正治

論文審査の結果の要旨

LEE Jong-Won 君は、J-PARC 大強度陽子加速器施設において開始した KOTO 実験のための電磁カロリメータの、エネルギー較正方法を確立した。

KOTO 実験の目的は、素粒子の標準理論を超える新しい物理による CP 対称性の破れを探ることである。そのために、長寿命の中性 K 中間子が中性パイ中間子とニュートリノ対に壊れる稀な崩壊を探索してその崩壊分岐比を測る。この崩壊は CP 対称性を破っており、標準理論による寄与が小さく、理論的な不定性が小さいため、新しい物理による効果が観測しやすいという特長を持つ。

この崩壊で観測される粒子は中性パイ中間子から生成される２個のガンマ線のみであり、2716 本の CsI 結晶を積み重ねた電磁カロリメータを用いて、このガンマ線のエネルギーと測定器への入射位置を精密に測定する。非常に小さな崩壊分岐比まで探るために、他の現象によるバックグラウンドを実験の感度程度まで抑制する必要がある。そのために、全ての結晶について 1%以下の精度でエネルギー較正を行う必要がある。また、バックグラウンドを抑制するために、KOTO 実験では電子やガンマ線のエネルギーを独立に測定できる装置を入れることができない。

LEE Jong-Won 君は、その難しい条件の下で全ての結晶のエネルギー較正を 1%以下の精度で行える方法を確立し、その方法の性能を詳細に調べた。この方法は、中性 K 中間子が３つの中性パイ中間子に崩壊する事象を用いて結晶化の相対的なエネルギー較正を行い、時々ビーム中にアルミニュームの板を入れて既知の場所で中性パイ中間子を生成させることによって絶対的なエネルギー較正を行う。この方法により、物理データのデータ収集と同時に同じ条件でエネルギー較正を行うことができる。さらに、この方法によってエネルギー測定の非線形性も測定できる。

これらの結果により、KOTO 実験が物理データの収集と同時に、必要な精度で正確にエネルギー較正を行えるという新たな知見を与えた。

よって、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。