



Title	New cylindrical gamma-veto detector for the J-PARC KOTO experiment
Author(s)	村山, 理恵
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61493
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (村 山 理 恵)

論文題名

New cylindrical gamma-veto detector for the J-PARC KOTO experiment
(J-PARC KOTO実験のための新たな円筒型光子検出器)

論文内容の要旨

The KOTO experiment searches for new physics beyond the Standard Model that breaks the CP symmetry by observing the $KL \rightarrow \pi^0 \nu \nu^*$ decay and measuring its branching ratio. The $KL \rightarrow \pi^0 \nu \nu^*$ decay is identified by detecting only two gammas from the π^0 with a finite π^0 transverse momentum. A set of hermetic veto detectors is used to confirm that there are no other observable particles.

We developed a new cylindrical gamma veto detector called Inner Barrel to improve the overall gamma veto efficiency to further suppress background from the $KL \rightarrow \pi^0 \pi^0$.

The Inner Barrel also aimed at good timing resolution to reduce acceptance loss due to accidental hits. The Inner Barrel is placed inside an existing cylindrical gamma veto detector called Main Barrel. We evaluated the timing resolution for both the Inner Barrel and the Main Barrel and improved analysis methods to recover acceptance.

By installing the Inner Barrel and improving the analysis for both the Inner Barrel and the Main Barrel, the $KL \rightarrow \pi^0 \pi^0$ background was estimated to be suppressed by a factor of 3, and the total number of background events was estimated to be reduced to less than the number of signal events predicted by the Standard Model.

J-PARC KOTO実験は $KL \rightarrow \pi^0 \nu \nu$ 崩壊の崩壊分岐比を測定することによって、物質と反物質の対称性の破れ(CP対称性の破れ)の大きさを観測し、標準理論を超える新物理の探索を行う。実験では、 $KL \rightarrow \pi^0 \nu \nu$ 崩壊の π^0 から生じた2本の γ 線が一定の横方向運動量を持つこと、他に観測される粒子がないこと、を保証する。全方位型検出器によって、2本の γ 線以外に観測される粒子がないことを確認する。

本研究では、全方位型検出器の中の大きな面積を占める円筒型 γ 線検出器について、既存の検出器(以下、メインバレル)の内側に入れる新たな検出器(以下、インナーバレル)を開発した。インナーバレルを加えることにより、主要な背景事象である $KL \rightarrow \pi^0 \pi^0$ 崩壊の誤認を削減する。

また、インナーバレルが良い時間分解能を持つことにより、それまで偶然同時事象が生じることで下がっていたシグナル事象受容率を改善させることを目指した。メインバレル、インナーバレル共に、それまで行われていなかった時間分解能の評価を行った。

インナーバレルを開発し、KOTO実験の検出器に加えること、メインバレル及びインナーバレルの時間分解能を評価しKOTO実験の解析に反映させることによって、 $KL \rightarrow \pi^0 \pi^0$ 事象の誤認を3分の1に削減した。これにより結果として、全背景事象数が標準理論予測のシグナル数より削減した。

以上

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (村 山 理 恵)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	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	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			
J-PARC 大強度陽子加速器の KOTO 実験の目的は、KL 中間子がパイ 0 中間子とニュートリノ対に壊れる崩壊を探ることによって、標準理論を越える新しい素粒子物理を探ることである。 村山理恵氏は、この KOTO 実験の背景事象を削減するための新たな大型円筒形のガンマ線検出器の設計を行った。測定器に用いる材質や厚さなどについて詳細な検討を行い、基本的なパラメータを決定した。また、小型のひな形を作成し、基本性能を確認した。 また、製作された実機のパルスの基本的なパラメータをもとに、パルスの形をシミュレーションで再現し、測定した時間分解能が基本原理から理解できることを示した。 さらに、この新しい測定器をモンテカルロシミュレーションに組み込み、KL 中間子が 2 個のパイ 0 中間子に壊れる崩壊による背景事象の量を調べた。低エネルギーガンマ線がこの測定器に入射する事象の統計量が少ないため、通常の方法では精度を上げることができなかった。そこで村山氏は、検出器が観測するエネルギーと時間のぶれを確率分布として取り扱う新たな手法を開発した。この手法により、現実的なエネルギーと時間分解能をふまえた、高い精度の見積りを行うことが可能になった。その結果、新たな大型円筒形のガンマ線検出器によって、KL 中間子から 2 個のパイ 0 への崩壊による背景事象を 1/3 に削減できることを示した。 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。			