



J-PARC KOTO実験における ビームハロー $K_L \rightarrow 2\gamma$ 背景事象数の評価と 削減方法の研究

乃一雄也(大阪大学 M2)

Flavor Physics Workshop 2020 @online 2020年11月27日

J-PARC KOTO実験

・ 稀な崩壊 $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \overline{\nu}$ の観測を通して新物理を探索

 2γ + Nothing (崩壊領域の全方位をveto) $\nu\overline{\nu}$ の寄与から、 再構成 π^0 はある範囲の大きなP_Tを持つ

→ 2γ 検出不能 標準理論予測値: 3×10⁻¹¹





ハロー $K_L \rightarrow 2\gamma$ 背景事象

・ ビーム中心からずれたハロー K_L が $K_L \rightarrow 2\gamma$ の崩壊

 $Br(K_L \rightarrow 2\gamma) \sim 5.5 \times 10^{-4}$

 2γ **+Nothing** ハロー K_L (大きな P_T)が崩壊 →再構成 π^0 も大きな P_T を持つ





信号条件を満たしうる

ハローK_Lをどう測定するか

"COE(Center of Energy ,エネルギー重心)": エネルギーで重み付けされたCsIカロリメータ上の位置座標





データとシミュレーションの乖離

ハロー K_L による $K_L \rightarrow 3\pi^0$ イベントの寄与が見えている → ハロー K_L のフラックスを正確に見積もる必要がある



本研究の目的

シミュレーション・データ間でハロー K_Lのフラックスに乖離

大統計の観測データを用いてハロー K_Lフラックスの測定

シミュレーション・データ間の乖離の補正により 正確なハロー $K_L \rightarrow 2\gamma$ 背景事象数を求める

+

新たな削減方法を開発し、背景事象数の削減を行う



 $K_L \rightarrow 3\pi^0$ サンプル取得のための新たなトリガーを加えてデータ取得 大統計でのハロー K_L測定を可能に



測定されたハローK_Lのフラックスをもとに補正を行っていく

シミュレーションの補正手法

COE半径が200mm以上(信号条件)の領域のみ着目する





補正後のハロー $K_L \rightarrow 2\gamma$ 背景事象数

シミュレーションの補正による背景事象数の新たな見積もり



どのように背景事象となるのか

信号事象 $K_L \rightarrow \pi^0 (\rightarrow 2\gamma) \nu \overline{\nu}$



どのように背景事象となるのか

信号事象 $K_L \rightarrow \pi^0 (\rightarrow 2\gamma) \nu \overline{\nu}$



Flavor Physics Workshop 2020

どのように背景事象となるのか ビーム中の K_L による $K_L \rightarrow 2\gamma$ 事象

実際とは異なる仮定のため、誤った横方向運動量を再構成 信号事象と混同するおそれ

新たな削減方法

一つのイベントに対して、

・信号事象($K_L \rightarrow \pi^0 \nu \overline{\nu}$) を仮定 ・ハロー $K_L \rightarrow 2\gamma$ 背景事象を仮定

の2通りでK_Lの崩壊点を再構成 →どちらの方が実際に観測されるシャワーの形状と合致するか?

シャワー形状のテンプレートとの比較

各エネルギー・入射角・方位角・入射位置ごとに、光子が作るシャワー
をシミュレーション → テンプレートを作成

・ 実際のシャワー形状と比較 → 再構成された変数が妥当かわかる

各仮定でのLikelihoodの分布

ハロー $K_L \rightarrow 2\gamma$ 背景事象仮定 Area Normalized **9000** + $K_L \rightarrow \pi^0 v \overline{v}$ MC 8000 Halo $K_L \rightarrow 2\gamma MC$ 7000 背景事象仮定: 6000 5000 皆景事象MCの 4000 Likelihoodが大きい 3000 2000 1000 -50 - 45 - 40 - 35 - 30 - 25 - 20 - 15 - 10 - 5Log₁₀ (Likelihood)

信号事象仮定

正しい仮定の時にLikelihoodの値が大きくなっている

Likelihood Ratioによるカット

ハロー $K_L \rightarrow 2\gamma$ 背景事象数の削減能力

Likelihood Ratio > 0.696 + 2光子エネルギー < 1800 MeV

ハロー K_L → 2γ背景事象数を<u>約96%削減 (</u>信号事象感度 90%)

- ・KOTO実験において、データ・シミュレーション間でハロー K_L のフ ラックスに関して乖離が見られ、ハロー $K_L \rightarrow 2\gamma$ 背景事象数への影響 が予想された。
- ・大統計の観測データから測定したハロー K_L のフラックスによりシミュレーションの補正を行った結果、新たに見積もられたハロー $K_L \rightarrow 2\gamma$ 背景事象数は 0.26 ± 0.07 となった。
- ・シャワーの形および2光子のエネルギーを用いた削減方法により、 ハロー $K_L \rightarrow 2\gamma$ 背景事象数を96%削減(信号事象感度90%)した。

