



Title	Study of the Decay $KL \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu e^\pm e^-$ to Probe the Semileptonic $K-\pi$ Structure
Author(s)	小寺, 克茂
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/47625
rights	©2007 American Physical Society
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 小 寺 克 茂

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 20670 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 9 月 27 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

理学研究科物理学専攻

学 位 論 文 名 Study of the Decay $K_L \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu e^+ e^-$ to Probe the Semileptonic
K- π Structure
($K_L \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu e^+ e^-$ 崩壊過程による、セミレプトニック K- π 構造の研究)

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 山 中 卓

(副査)
教 授 岸 本 忠 史 助 教 授 佐 藤 透 教 授 中 野 貴 志
教 授 能 町 正 治

論 文 内 容 の 要 旨

中性 K 中間子の新しい崩壊過程 $K_L \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu e^+ e^-$ を初めて観測した。崩壊を 19207 ± 25 事象観測し、崩壊分岐比 $BR(K_L \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu e^+ e^-; Me^+ e^- > 5 \text{ MeV}/c^2, Ee^+ e^- > 30 \text{ MeV}) = (1.281 \pm 0.041) \times 10^{-5}$ を決定した。この崩壊分岐比は、中間子の 4 次までの運動量を計算したカイラル摂動論 [χ PT $O(p^4)$] による予測と一致した。また、 χ PT の低エネルギー結合定数の一つである L_9 を測定し、 $(8.4 \pm 1.7) \times 10^{-3}$ を得た。これは他の実験を元に求められた値と一致した。ほとんどの運動力学変数の分布は、 χ PT $O(p^4)$ による計算と一致した。 $e^+ e^-$ の不変質量分布は、100 MeV 以下の領域で、データと理論予測の間に 3σ のずれがあった。この事は、実験、理論の両面について、さらなる研究を要求している。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

中性 K 中間子の $K_L \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu$ 崩壊は、終状態にハドロンである π 中間子と、レプトンである電子とニュートリノを含むため、セミレプトニック崩壊と呼ばれる。この崩壊には、弱い相互作用と、K 中間子から π 中間子へのハドロンの「流れ」が関わっている。このうち、弱い相互作用の寄与は理論的によく理解されている。しかしながらハドロンの流れの部分は、K、 π 中間子が点粒子ではなく構造を持つこと、またエネルギーが低いために強い力を摂動的に扱えないことから、理論的な計算が難しい。そのため、ハドロンの構造の扱い方には、現象論的な方法と、右巻きと左巻きの u 、 d 、 s クォークの対称性をもとに作られたカイラル摂動論を用いる方法がある。

今回、小寺克茂氏は、米国フェルミ国立加速器研究所で行った KTeV 実験のデータを解析し、 $K_L \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu e^+ e^-$ という新しい崩壊モードを発見した。この崩壊は、 $K_L \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu$ 崩壊に質量を持つ仮想光子が付け加わり、その仮想光子が $e^+ e^-$ 対に分かれた物である。そのため、カイラル摂動論を用いれば、この崩壊モードも統一的に記述されるはずである。そこで、今回の実験結果を用いてカイラル摂動論を検証した。

具体的には、 $K_L \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu e^+ e^-$ 崩壊を 19207 ± 25 事象観測し、次のことを示した。

- ・崩壊の分岐比として $BR(M_{e^+e^-} > 5 \text{ MeV}/c^2, E_{e^+e^-}^* > 30 \text{ MeV}) = (1.281 \pm 0.041) \times 10^{-5}$ を測定した。これはカイラル摂動論の予測と矛盾しない。
- ・種々の運動力学変数の分布が、構造の寄与まで表すカイラル摂動論の高次の計算によるものと一致する。
- ・ e^+e^- の不変質量の分布については、理論と実験の更なる検証が必要である。

このように、小寺克茂氏は、 $KL \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu e^+e^-$ という新たな崩壊モードを世界で初めて発見し、カイラル摂動論の正しさを検証した。

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。