



Title	Measurement of the Branching Ratio of $KL \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma$
Author(s)	中家, 剛
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3104932">https://doi.org/10.11501/3104932</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

【 2 】	
氏 名	なか や 中 家 剛
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 理 学 )
学 位 記 番 号	第 1 2 0 3 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 6 月 19 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	Measurement of the Branching Ratio of $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma$ ( $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma$ 崩壊の分岐比の測定)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 長島 順清 (副査) 教 授 江尻 宏泰 教 授 南園 忠則 教 授 東島 清 助教授 山中 阜

### 論 文 内 容 の 要 旨

この博士論文ではフェルミ研究所のE799実験において新しく測定された $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma$ 崩壊の分岐比について発表している。 $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma$ 崩壊は中性 $K_L$ 中間子のダリッ崩壊,  $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma$ に崩壊時の制動放射によって光子が付随した過程が支配的である。物理上この崩壊は長距離力を理解するために重要で、これらの長距離力は $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma$ 崩壊中に $K_L \rightarrow \gamma \gamma^*$ 形状因子、及び直接的崩壊過程 $K_L \rightarrow \gamma \gamma \gamma$ 崩壊として現れる。また $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma$ 崩壊は、CP保存性が破れていると考えられている $K_L \rightarrow \pi^0 e^+ e^-$ 崩壊の最重要バックグラウンドとしても注目されている。我々は58事象の $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma$ 崩壊を観測し、 $K_L$ 中間子の静止系において光子のエネルギー収支値5MeVを適用し、 $BR(K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma, E \gamma^* > 5\text{MeV}) = [6.5 \pm 1.2 \text{ (統計誤差)} \pm 0.6 \text{ (系統誤差)}] \times 10^{-7}$ 、と分岐比を測定した。この結果は初めての統計的に優位な分岐比の測定である。また、今回初めて電子陽電子対の不变質量分布、光子対の不变質量分布等が観測された。直接的崩壊過程の探索も行い、その上限値として分岐比で、 $BR(K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma \text{ [直接的崩壊]}) < 4.5 \times 10^{-8}$  (95% C.L.)、を設定した。また量子電磁力学の結合定数、 $\alpha$ 、を基に $BR(K_L \rightarrow \gamma \gamma \gamma^* \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma) = \alpha \times BR(K_L \rightarrow \gamma \gamma \gamma)$ と仮定し、間接的に中性 $K_L$ 中間子の3光子への崩壊に対して、 $BR(K_L \rightarrow \gamma \gamma \gamma) < 1.7 \times 10^{-5}$  (95% C.L.)、と分岐比の上限値を与えた。

以上の結果に加え、素粒子物理学の標準理論では予言されていない中性のスピン0の粒子(H)の探索も行い、 $BR(K_L \rightarrow He^+ e^-, H \rightarrow \gamma \gamma) < 3.0 \times 10^{-8}$  (95% C.L.)、という分岐比の制限を、質量30から450MeV/c<sup>2</sup>、寿命c<sup>-1</sup>τ < 10<sup>-2</sup> mの粒子に対して与えた。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

この論文は、米国フェルミ研究所において施行した実験”中性 $K_L$ 中間子 $K_L^0$ が電子陽電子対と2個のフォトンへ崩壊する反応( $K_L \rightarrow e^+ e^- \gamma \gamma$ )の分岐比の測定”結果をまとめたものである。この崩壊は、いわゆる長距離効果と呼ばれ

るQCD非摂動現象の解明に役立つ。また、CP非保存反応  $K_L \rightarrow \pi^0 e^+ e^-$  の解明に不可欠な要素でもある。

実験により58例の事象を検出し、分岐比を、 $BR(K_L \rightarrow ee \gamma \gamma; E_\gamma > 5\text{MeV}) = [6.5 \pm 1.2 \text{ (統計)} \pm 0.6 \text{ (系統誤差)}] \times 10^{-7}$  と定めた。質量分布  $M_{ee}$ 、 $M_{\gamma\gamma}$  をも測定することにより、主過程がダリツ崩壊 ( $K_L \rightarrow ee \gamma$  の電子の一個が内部制動放射を行う) であることを明らかにすると共に、直接過程 ( $K_L \rightarrow \gamma \gamma \gamma$ ;  $\gamma^* \rightarrow ee$ ) の分岐比の上限をも定めた。

また、標準モデル外のヒッグス粒子探索をも行い、生成反応分岐比上限を、質量、崩壊寿命の一定範囲内 ( $30\text{MeV} < m_h < 450\text{MeV}$ ,  $c\tau < 10^{-2}\text{m}$ ) で  $BR(K_L \rightarrow Hee, H \rightarrow \gamma \gamma) < 3.0 \times 10^{-8}$  (95 % CL) と定めた。

以上の結果は、低エネルギーQCDの知見を発展させると共に、CP非保存実験実行可能性を定量的に明らかにするものである。よって、博士（理学）の学位論文として十分に価値あるものと認める。