

氏 名 武 内 勇 司
 学位(専攻分野) 博 士 (理 学)
 学 位 記 番 号 理 博 第 2164 号
 学位授与の日付 平成 12 年 3 月 23 日
 学位授与の要件 学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
 研究科・専攻 理 学 研 究 科 物 理 学 ・ 宇 宙 物 理 学 専 攻
 学位論文題目 Observation of the decay mode $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$
 (崩壊過程 $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$ の分岐比測定)

論文調査委員 (主 査)
 教 授 笹 尾 登 教 授 今 井 憲 一 助 教 授 延 與 秀 人

論 文 内 容 の 要 旨

CP 対称性の破れは 1964 年に、中性 K 中間子の崩壊において初めて観測された。以来、その起源に対する研究は、素粒子物理学の重要な課題となっている。一方、崩壊過程 $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$ は、CP 非保存の研究を可能にする新たな場として期待されている。其の理由は、中間状態 $\pi^+ \pi^- \gamma^*$ に寄与する主な二つの振幅が異なった CP の固有状態を持つため、その干渉項によって CP が破れると予想されるからである。この CP 非保存現象は、 $\pi^+ \pi^-$ および $e^+ e^-$ の作る崩壊平面のなす角 (ϕ) の分布のある種の非対称性として現れ、実験的に観測可能な物理量である。理論計算によるこの非対称性の大きさは 14% であると予想されている。また其の分岐比は $\sim 3 \times 10^{-7}$ と計算されている。

本論文は高エネルギー加速器研究機構の 12 GeV/c 陽子シンクロトロン加速器の二次ビームを用いた実験 (KEK-E 162) における $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$ の研究について述べられている。本実験の開始以前においては、このモードに対して上限値が与えられているのみで実験的には崩壊モード其のものが確立していなかった。本実験の目的はこの崩壊過程を実験的に確立し、分岐比の測定を行うことである。

本実験の検出器は、解析電磁石とその上下流に配置されたドリフトチェンバーによるスペクトロメーター、純 CsI 結晶を用いた電磁カロリメータ、電子識別のためのガスチェレンコフカウンタ、そして電磁石の上流に 1 面、下流に 3 面のトリガーホドスコープ等から構成されている。データ収集においては目的とするモードのみならず、 $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0 (\pi^0 \rightarrow e^+ e^- \gamma)$ も同時に収集された。この目的は中性 K 中間子の崩壊数を知るためである。この規格化モードに対しては 12.2 K の事象が同定された。 $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$ に対しては、バックグラウンドを除去するための様々なカットを行なった結果、 $\pi^+ \pi^- e^+ e^-$ の事象と同定される領域に 15 イベントが観測された。このうちバックグラウンドは 1.5 イベントと評価される。

これらの結果から分岐比が計算され

$$Br(K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-) = (4.4 \pm 1.3(\text{stat.}) \pm 0.5(\text{syst.})) \times 10^{-7},$$

という結果を得た。この結果は、理論から予想される値と一致している。また本実験とほぼ同じ時期に行なわれていた米国の Fermi 研究所での測定結果とも一致している。

本研究は、新たに崩壊モード $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$ を実験的に確立し、この崩壊モードの分岐比を測定した。これにより CP 非保存現象の起源解明に新たな糸口を与えた。

論 文 書 査 の 結 果 の 要 旨

申請者は中性 K 中間子の稀崩壊モードである $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$ についての実験を行い、これを実験的に確立しこの崩壊モードの分岐比を測定した。

CP 対称性の破れの起源に対する研究は、現在においても素粒子物理学の重要な課題である。崩壊過程 $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$ は、CP 非保存の研究を可能にする新たな場として期待されていたが、実験的には崩壊モード其のものが確立しないうちにいた。この

理由はこのモードの分岐比が非常に小さいこと及び除去が困難なバックグラウンドが存在することによる。申請者は実験においても、また解析においても様々な工夫を凝らしこの崩壊モードの確立を目指し成功した。

本研究は、新たに崩壊モード $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$ を実験的に確立したこと、また崩壊モードの分岐比を測定したこと、またこれにより CP 比保存現象の起源解明に新たな糸口を与えたこと、など非常に意義深いと認められる。

平成 12 年 1 月 17 日、主論文および参考論文に報告されている研究業績を中心として、これに関連した研究分野について口頭試問した結果、合格と認めた。