



Title	Measurement of $\Gamma(K\mu 3)/\Gamma(Ke3)$ ratio using stopped positive kaons
Author(s)	堀江, 圭都
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43587
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	堀江圭都
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 16751 号
学位授与年月日	平成14年3月25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 $\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e 3})$ ratio using stopped positive kaons (静止ケイオンを用いた $\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e 3})$ 比測定)
論文審査委員	(主査) 教授 下田 正 (副査) 教授 今里 純 教授 南園 忠則 教授 久野 良孝 教授 岸本 忠史

論文内容の要旨

K中間子崩壊を調べることでストレンジネスが変わる弱い相互作用の研究ができる。本研究では K^* 中間子の $K^* \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu(K_{\mu 3})$ 崩壊と $K^* \rightarrow \pi^0 e^+ \nu(K_{e 3})$ 崩壊の分岐比 $\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e 3})$ を測定して $K_{\mu 3}$ の形状因子 λ_0 を決定した。 $\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e 3})$ 測定で得られる λ_0 パラメータを精密に測定することで、(1)低エネルギー領域での effective な QCD 理論(カイラル摂動理論)の検証、(2) μ - e universality 破れの探索、の研究を行う。これまでの λ_0 測定結果の平均値と理論値は 1.5σ ずれており、精密な λ_0 測定が望まれていた。

$\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e 3})$ 測定は高エネルギー加速器研究機構(KEK)の12GeV陽子シンクロトロン(PS)のK5ビームラインで静止 K^* 法を用いて行われた。検出器は大別して、 μ^+, e^+ の運動量測定と粒子識別を行う超伝導トロイダルスペクトロメータと、 π^0 の運動量測定を行うCsI(Tl)電磁カロリメータに分けられる。 $\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e 3})$ は、観測された $K_{\mu 3}, K_{e 3}$ のイベント数を $N(K_{\mu 3}), N(K_{e 3})$ とし、実験装置のアクセプタンスを $\Omega(K_{\mu 3}), \Omega(K_{e 3})$ とすると、極めて単純に

$$\frac{\Gamma(K_{\mu 3})}{\Gamma(K_{e 3})} = \frac{N(K_{\mu 3})}{N(K_{e 3})} \times \frac{\Omega(K_{e 3})}{\Omega(K_{\mu 3})}$$

で得られる。 N は実験データから Ω は数値計算で求めるため、低バックグラウンドの N 測定と数値計算による Ω の再現が重要となる。我々の測定は従来の測定に対して(1)中性 π^0 粒子の検出、(2)大立体角かつ高分解能な実験装置、という大きな違いがある。(1)は π^0 を含まない K^* 崩壊起因のバックグラウンドの混入を防ぎ、(2)は spectraの歪みを軽減し、アクセプタンスの再現を容易にしている。アクセプタンスは、GEANTを用いた数値計算によって評価した。数値計算の実験条件再現性は、キャリブレーションモードである $K^* \rightarrow \pi^+ \pi^0$ 崩壊で確認した。得られた $\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e 3})$ 、形状因子 λ_0 は

$$\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e 3}) = 0.671 \pm 0.007(\text{stat}) \pm 0.006(\text{syst})$$

$$\lambda_0 = 0.019 \pm 0.005(\text{stat}) \pm 0.004(\text{syst})$$

であった。これまでで最も高精度に測定された λ_0 形状因子の誤差は $\Delta \lambda_0^{\text{prev}} = 0.010$ である。得られた λ_0 パラメータの誤差は $\Delta \lambda_0^{\text{prev}}$ に比べて40%小さく、我々は高精度に λ_0 を求める事ができた。

得られた λ_0 パラメータとカイラル摂動理論によって計算された λ_0 パラメータ、 $\lambda_0^{\text{theory}} = 0.017 \pm 0.004$ 、は誤差の範囲内で一致しており、カイラル摂動理論を支持する結果となった。また μ - e universalityの破れは観測されなかつ

た。

論文審査の結果の要旨

本論文は、 K^* 中間子がレプトンを含む3体に崩壊する2つの過程

$$K^* \rightarrow \pi^0 + \mu^+ + \nu \quad (K_{\mu 3} \text{ channel})$$

$$K^* \rightarrow \pi^0 + e^+ + \nu \quad (K_{e 3} \text{ channel})$$

の崩壊確率の比 $\Gamma(K_{\mu 3})/\Gamma(K_{e 3})$ を精密に測定することによって、 $K_{\mu 3}$ の形状因子パラメータ λ_0 を決定し、低エネルギー領域での effective な QCD 理論 (カイラル摂動理論) の検証と μ - e universality の破れの探索を行ったものである。申請者は、高エネルギー加速器研究機構の12GeV 陽子シンクロトロンで生成された K^* 中間子を静止させ、その崩壊で発生する荷電粒子のみならず、中性パイオン π^0 が崩壊して発生する2つの γ 線を同時に測定するという新しい実験手法を用い、実験装置のアクセプタンスをシミュレーションで精密に決定することによって、 λ_0 の測定値の系統誤差を飛躍的に減少させることに成功した (既存データの60%減)。これによって、カイラル摂動理論が誤差の範囲内で正しいこと、および μ - e universality が成り立っていることを検証し、ストレンジネスが変化する弱い相互作用の研究を大きく進展させた。よって、この論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。