

氏名(本籍)	い が ら し よ う い ち 五十嵐 洋 一 (神奈川県)		
学位の種類	博 士 (理 学)		
学位記番号	博 乙 第 1,349 号		
学位授与年月日	平成10年1月31日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	物 理 学 研 究 科		
学位論文題目	Measurements of the form factors in $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu$ decay $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu$ 崩壊における形状因子の測定		
主査	筑波大学教授	理学博士	三 明 康 郎
副査	筑波大学教授	理学博士	金 信 弘
副査	筑波大学助教授	理学博士	李 相 茂
副査	筑波大学講師	理学博士	新 井 一 郎
副査	高エネルギー加速器研究機構助教授	理学博士	久 野 良 孝

論 文 の 内 容 の 要 旨

著者は、 $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu$ 弱崩壊において、崩壊生成粒子である π^0 中間子、 μ^+ 粒子を測定し、その運動学的密度分布より $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu$ 弱崩壊の形状因子の決定を行った。従来の測定値に比べて統計誤差が2倍良くなり、理論との比較精度が向上した。得られた形状因子の値が、QCD のカイラル摂動理論と矛盾しないことを示し、カイラル摂動理論の良い検証となっている。

K 中間子は強い相互作用が支配的な素粒子の中で最も単純な粒子の一つであり、現在よく理解されている弱い相互作用によって崩壊する粒子である。従って、K 中間子の弱崩壊を精密測定することによって強い相互作用の知見を得ることが出来る。このことから、強い相互作用を記述する基礎理論である QCD (量子色力学) の検証の良い材料として多くの測定がなされてきた。崩壊の形状因子は崩壊を特徴づける重要な物理量であり、実験的には崩壊生成粒子のダリッツ・プロットと呼ばれる運動学的密度分布の測定から決定することが出来る。著者は π^0 中間子、 μ^+ 粒子の測定により $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu$ 弱崩壊におけるダリッツ・プロットから形状因子を決定し、カイラル摂動理論の予言との比較を行っている。

著者は高エネルギー物理学研究所 (現在は高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所) の 12 GeV 陽子シンクロトロン KEK-PS における K5 ビームラインにおいて実験を行った。K 中間子ビームを 256 本のプラスチックシンチレーション・ファイバーからなる標的中で停止させ、ファイバー標的の解析から K^+ の識別及び崩壊点の測定を行った。崩壊生成粒子である π^0 中間子の 2 光子崩壊による光子を 768 個の素子からなる CsI (T1) 電磁カロリメーターにより測定し、 π^0 中間子の識別及びエネルギー測定を行っている。同時に、トロイダル超伝導電磁石と飛行時間測定器を用いたスペクトロメーターにより μ^+ 粒子の識別・測定を行っている。こうして測定された π^0 中間子、 μ^+ 粒子のダリッツ・プロットの解析によって、形状因子の λ^+ パラメーターと $\xi(0)$ パラメーターの決定を行っている。この際に、実験装置の個々の性能やアクセスプタンス、さらに測定器に付随した物質によるバックグラウンドの測定結果に対する影響を直接的に考慮するために、これらの実験装置の物質質量、磁場分布、測定器の分解能等をすべて計算機上に再現し、理論的予測と測定器の影響を同時に踏まえた上で形状因子の決定を行った。この方法を採用することにより極めて信頼度の高い測定結果となっている。

著者は、これらの実験的改良及び高度な解析手法により、 $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu_\mu$ 弱崩壊における π^0 中間子、 μ^+ 粒子の密度分布測定から従来の統計誤差の半分以下で形状因子を決定し、カイラル摂動理論の予言と誤差の範囲でよく一致することを示している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

強い相互作用を記述する QCD 及びその摂動計算としてのカイラル摂動理論は、物理学の基礎理論として極めて重要な地位をしめ、その記述がどこまで成立しているかという検証は、高エネルギー物理学に限らず物理学全体における大変重要な課題である。著者は、トロイダル超伝導マグネットを初めとする最新の実験装置と高度なコンピューターシミュレーションという最新の手法を組み合わせることにより、現時点で統計誤差及び誤差の評価方法両面において最も信頼性の高いデータを得ることに成功した。これらの結果は QCD 及びカイラル摂動理論等、今後様々な理論模型を検討する際に大きな制限を与えるものと期待され、高エネルギー原子核物理学、素粒子物理学の進展に十分寄与するものと評価できる。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。