

論文審査の結果の要旨

氏名 田 中 純 一

提出された論文は、つくばの高エネルギー加速器研究機構の加速器KEKBを用いた Belle 実験で 1999 年 10 月から 2001 年 7 月までに収集されたデータの一部を用いて行なった、チャーム中間子 (D^0 , D^+ , D_s^+) の寿命と D^0 - \bar{D}^0 混合パラメータ y_{CP} の精密測定について述べたものである。

チャーム中間子の寿命を計算するモデルにおいてはまだ不定性が大きく、たとえば D_s^+ と D^0 の寿命の比は、既存の理論ではほとんど 1 に等しい値が予想されるが、実験では約 1.2 と測定されている。チャーム中間子の寿命を精密に測定することにより、理論の構築に大きな制限を与えることができる。また、標準理論において D^0 - \bar{D}^0 混合の大きさは 10^{-3} と非常に小さいと予想されている。したがって、それ以上の大きさで D^0 - \bar{D}^0 混合が確認できれば、標準理論を越える新しい物理の存在を示唆することになる。2000 年米国の FOCUS 実験が、0 から 2.2σ ずれた y_{CP} の結果を発表したが、より精密な測定をしてこれが正しいかどうかをチェックする必要がある。

本論文においては、チャーム中間子の寿命を求めるために、まず崩壊後の粒子から運動学的なフィットを行なって崩壊点の位置を測定し、次にチャーム中間子の生成点を求め、以上 2 点から崩壊長を算出し、チャーム中間子の運動量を用いて崩壊時間に変換する。この崩壊時間の分布を unbinned maximum likelihood fitting method を用いてフィットすることにより、チャーム中間子 (D^0 , D^+ , D_s^+) の寿命と y_{CP} を求める。

Likelihood フィットにおいては、検出器の resolution とバックグラウンドを考慮に入れるための方法にいろいろな工夫を凝らし、最終結果の算出においては、系統誤差を様々な方法で詳細に調べ、それを小さく押える努力を行なっている。

そして以下のような測定結果を得ている。

$$\begin{aligned}\tau(D^0) &= 415.0 \pm 1.7 \text{ (stat.)} \pm 1.9 \text{ (syst.) fs} \\ \tau(D^+) &= 1037.2 \begin{matrix} +12.4 \\ -12.2 \end{matrix} \text{ (stat.)} \begin{matrix} +6.0 \\ -6.8 \end{matrix} \text{ (syst.) fs} \\ \tau(D_s^+) &= 485.7 \begin{matrix} +7.9 \\ -7.8 \end{matrix} \text{ (stat.)} \begin{matrix} +4.0 \\ -5.1 \end{matrix} \text{ (syst.) fs} \\ \tau(D^+)/\tau(D^0) &= 2.50 \pm 0.03 \text{ (stat.)} \pm 0.02 \text{ (syst.)} \\ \tau(D_s^+)/\tau(D^0) &= 1.17 \pm 0.02 \text{ (stat.)} \pm 0.01 \text{ (syst.)} \\ y_{CP} &= -0.005 \pm 0.010 \text{ (stat.)} \begin{matrix} +0.007 \\ -0.008 \end{matrix} \text{ (syst.)} \end{aligned}$$

ただし、最初の誤差は統計誤差、2 番目の誤差は系統誤差を表す。

このすべての測定は、既存のどの実験グループよりも精度の高い結果である。 D^0 - \bar{D}^0 混合パラメータ y_{CP} については、標準理論に矛盾しない結果である。 D_s^+ と D^0 の寿命の比については、1 から 7.5σ 以上離れており、新しい理論モデルの必要性を示唆している。

BELLE 実験自体は、国内外の多数の研究者との共同実験であるが、本論文の研究については、論文提出者が自ら解析の方針と手法を考え、実際の解析作業もすべて本人が主体となっ行ってなつたものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。 D^0 の寿命測定では、敢えてバックグラウンドも多いが統計量が多い D^* タグなしのモードを用いて、他の実験よりも統計精度を上げたことも特筆に値する。本論文の解析に用いられている、トラック・ファインディング、運動学的フィットのプログラムなどの基礎的ツールも論文提出者が作成・保守・改善を行なつてきたものであり、Belle 実験全体で使われる標準ソフトウェアとなつている。

以上の理由で、論文提出者に博士（理学）の学位を授与できるものと認める。

審査委員：

真下哲郎（主査）、杉本章二郎、櫻井博儀、松尾 泰、徳宿克夫