

氏名(本籍)	桑原朋子(岐阜県)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第1,763号		
学位授与年月日	平成9年10月31日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	物理学研究科		
学位論文題目	Measurement of Time Dependent $B^0\bar{B}^0$ Mixing in 1.8-TeV Proton-Antiproton Collisions (重心系エネルギー1.8 TeV の陽子・反陽子衝突における時間に依存する $B^0\bar{B}^0$ ミキシングの測定)		
主査	筑波大学教授	理学博士	近藤 都 登
副査	筑波大学教授	理学博士	宇川 彰
副査	筑波大学教授	理学博士	滝川 紘 治
副査	筑波大学教授	理学博士	金 信 弘

論文の内容の要旨

ボトムクォーク (b) を含む中間子 (ソメン) $B^0 = (\bar{b}, d \text{ または } s)$ とその反粒子 $\bar{B}^0 = (b, \bar{d} \text{ または } \bar{s})$ とは、W ボソンの関与する高次の過程により状態の間の混合 (ミキシング) が起きる。

この研究では、重心系エネルギー1.8 TeV の陽子・反陽子衝突におけるダイレプトン事象を用いて $B^0\bar{B}^0$ ミキシングの時間的展開が測定された。実験データは1992-1995年にCDF (Collider Detector at Fermilab) 検出器によって観測されたダイレプトン事象 ($e\mu$ と $\mu\mu$) である。解析に用いられたデータ量は積算ルミノシティー約 110 pb^{-1} に当たる。純度の高い \bar{B}^0 メソン (以下、荷電共役への言及を省略) のサンプルを得るため、ダイレプトン事象における \bar{B}^0 メソンのセミレプトニック崩壊 $\bar{B}^0 \rightarrow l^+ \nu D^{*+} X$ (l は e あるいは μ である) を運動学的再構成により検出した。

\bar{B}^0 の崩壊による D^{*+} メソンは $D^{*+} \rightarrow D^0 \pi^+$ と崩壊し、さらに D^0 は $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$, $D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+ \pi^-$ および $D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \pi^0$ と崩壊するとして事象の再構成を行った。こうして得られたサンプルは888事象から成る。

\bar{B}^0 メソンの崩壊点は D^{*+} メソンを再構成するために用いられた粒子の飛跡とレプトンの飛跡から得られ、 \bar{B}^0 メソン崩壊長の決定に使われた。 \bar{B}^0 メソンの崩壊時のフレーバーは終状態の粒子が持つ電荷の組み合わせによって同定され (\bar{B}^0 メソンに対しては $l^+ D^{*+}$, B^0 メソンに対しては $l^+ D^{*-}$) \bar{B}^0 メソン生成時のフレーバーはダイレプトン事象における二番目のレプトン ($\bar{b} \rightarrow B \rightarrow l^+$ など) の電荷によって推定された。2つのレプトンの電荷が同 (異) 符号である場合ミキシングが起こっている (いない) ことになる。

b クォークを含む中間子 (\bar{B} メソンと総称) には、 \bar{B}^0 のほかに B^- ((b, \bar{u}) など) があり、 B^- も D^{*-} や非共鳴状態の $D^{(*)} \pi$ などを経由して、 $l^+ D^{*+}$ を含む状態に崩壊する。サンプル中の B^- メソン混合率はモンテカルロ・シミュレーションから評価され、 $\mu^+ D^{*+}$ に対し $19 \pm 8\%$, $e^+ D^{*+}$ に対し $14 \pm 8\%$ であった。 B_s メソンも同様に $l^+ D^{*+}$ の組み合わせを生成するがその寄与は5%と少ないので、 B_s メソンの寄与による影響は系統誤差に含めて評価した。

2つのレプトンの電荷が異符号である事象と同符号である事象の崩壊長を同時に最尤法でフィットすることによって $B^0\bar{B}^0$ ミキシングの振動数 Δm_d を求めた。測定された振動数は $\Delta m_d = 0.512 \pm_{0.093}^{0.095}$ (統計誤差) $\pm_{0.038}^{0.031}$ (系

統誤差) ps^{-1} であった。これは世界の平均値 0.474ps^{-1} と一致している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

ボトムクォークを含む中間子とその反粒子との状態混合の測定は、粒子・反粒子の非対称性 (CP非保存) の理解に重要な情報を与えるものとして、近年、素粒子物理学における中心的なテーマの一つとなっている。本論文における状態混合の時間的振動の測定法は現象が複雑なハドロン・コライダーにおいては世界初の試みであり、結果が他の方法によるものと矛盾しないことは、方法の有効性を実証したものと言える。解析法の発案とデータ解析は、著者自身によるもので、解析は注意深く厳密に行われている。この方法は、純度の高いサンプルを選別でき、系統誤差が小さい点で特にすぐれており、将来データ量が増加した場合、 B^0 メソン状態混合の解明に有力な手段を与えるものと予想される。以上により、本論文は現在および将来の素粒子物理学に重要な貢献を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。