

氏名(本籍)	おお いし りゅうたろう 大石竜太郎(静岡県)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第1,357号		
学位授与年月日	平成7年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第5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 the Cross Section for Charmed Meson Production Associated with a Prompt Photon in 1.8-TeV Proton-Antiproton Collisions (重心系1.8 TeV陽子反陽子衝突における光子とチャームメソンの生成断面積の測定)		
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	原 康夫
副査	筑波大学教授	理学博士	滝川 紘治
副査	筑波大学助教授	理学博士	金 信弘

論 文 の 要 旨

1993年から1994年にかけて、米国フェルミ国立加速器研究所で重心系1.8 TeV陽子反陽子衝突実験が行なわれ、CDF検出器(Collider Detector at Fermilab)によって積算ルミノシティ 16.4 pb^{-1} の包含光子事象が記録された。

この論文は、光子と $D^{*\pm}$ メソンの随伴生成断面積の測定に関するものである。テバトロン加速器のエネルギー領域において、終状態に光子とチャームクォークを持つ事象は、陽子または反陽子のなかのグルーオンとチャームクォークによって生成されたと考えられる。したがって、その生成断面積はチャームクォークの分布関数に密着に関係している。現在チャームクォークの運動量分布関数は実験的によく知られていない。重いクォークの分布関数は新しい物理を含む理論的な計算に必要不可欠なものである。

孤立した横運動量 $16 \text{ GeV}/c$ 以上の包含光子事象がこの解析で用いられた。この包含光子事象は電磁カロリメーター・クラスターを一つ以上含み、電磁シャワーの形を用いて光子候補が選ばれた。この光子候補を含む事象の中でチャームクォークを含む事象を同定するために $D^{*\pm}$ メソンが $D^{*+} \rightarrow D^0$ ($\rightarrow K^- \pi^+$ または $K^- \pi^- \pi^+ \pi^+$) $+ \pi^+$ の崩壊過程とその荷電共軌過程を通して再構成された。 $K \pi \pi$ または $K \pi \pi \pi$ の各組み合わせについて質量差 $\Delta M = M(D^0 \pi) - M(D^0)$ が計算される。ここで $M(D^0 \pi)$ と $M(D^0)$ はそれぞれ $D^0 \pi$ と D^0 系の不変質量である。包含光子事象から得られた ΔM 分布の中に $D^{*\pm}$ メソンの存在を示すピークが観測された。その記号はガウス関数とバックグラウンドを表す関

数の組合せでフィットされ、 $\Delta M = 145.5 \pm 0.2 \text{ MeV}/c^2$ が $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$ チャンネルから $\Delta M = 145.4 \pm 0.2 \text{ MeV}/c^2$ が $D^0 \rightarrow K^- \pi^- \pi^+ \pi^+$ チャンネルから得られた。これは D^{*+} メソンと D^0 メソンの質量差の世界平均値 $M(D^{*+}) - M(D^0) = 145.5 \text{ MeV}/c^2$ と一致している。この $D^{*\pm}$ メソンの記号は荷電粒子の組合せから偶然現れたものでないことが示された。

選別された事象は、なお π 、 η 、 K_S^0 メソンからの光子や $K\pi$ 系の組合せによるバックグラウンドを含む。これらのバックグラウンドの評価から、直接生成された光子と D^{*+} メソンを持つ事象の数は、 $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$ チャンネルから 30 ± 10 個、 $D^0 \rightarrow K^- \pi^- \pi^+ \pi^+$ チャンネルから 32 ± 16 個となった。

光子と $D^{*\pm}$ メソンの生成断面積を計算するために、そのモンテカルロ事象と実際に測定されたデータから測定効率が見積られた。その測定効率は $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$ チャンネルに対して 0.120 ± 0.024 、 $D^0 \rightarrow K^- \pi^- \pi^+ \pi^+$ チャンネルにたいして 0.067 ± 0.011 である。これらの値から光子と $D^{*\pm}$ メソンの生成断面積は、 0.48 ± 0.15 (統計誤差) ± 0.08 (統計誤差) nbとなる。系統誤差はモンテカルロ事象と実際に測定されたデータから評価された。この測定値は理論予測値と比較された。理論予測値は、事象生成プログラム (PYTHIA) とパートン関数 CTEQ2M を用いて計算され、 0.21 nb となった。

この実験から生成断面積につき理論予測値より1.5標準誤差高い値が得られた。

審 査 の 要 旨

この研究は共同研究によっているが、著者は検出器の較正、本実験への参加などの後、上記の解析を独力でおこなった。この論文のテーマは、CDF 実験において著者が最初に着手したテーマである。

解析は $D^{*\pm} \rightarrow D^0 + \pi^\pm$ 事象の選別、事象検出効率の決定、バックグラウンド事象の除去などを行って生成断面積を算出したが、各段階で方法の確認が実験データとモンテカルロ・シミュレーションを用いて注意深く行われている。結論として、光子+ $D^{*\pm}$ 事象生成断面積が理論値と誤差以上に異なることを指摘し、問題提起がなされている。

光+チャーム・クォーク生成過程は、陽子内のチャームクォーク分布の決定のために重要であり、著者の研究は従来得られなかった超高エネルギーでのこの方向の研究の第一歩であり、素粒子物理学の分野に貢献するところが大きい。

よって、著者は博士 (理学) の学位を受けるに十分な資格があるものと認める。