

氏 名(本 籍)	^{たか} 高 ^の 野 ^{たけし} 剛 (栃 木 県)
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	博 乙 第 1,348 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	Measurement of the Cross Section for Diphoton Production in 1.8 TeV Proton-Antiproton Collisions (重心系エネルギー1.8 TeV 陽子-反陽子衝突における二光子生成断面積の測定)
主 査	筑波大学教授 理学博士 金 信 弘
副 査	筑波大学教授 理学博士 梁 成 吉
副 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 滝 川 紘 治

論 文 の 内 容 の 要 旨

この論文は、CDF 検出器 (Collider Detector at Fermilab) を用いて行った。重心系エネルギー1.8 TeV の陽子・反陽子衝突における二光子生成断面積の測定に関するものである。

ハドロン・ハドロン衝突において大きな横方向エネルギーの光子を終状態に持つ事象は、QCD (Quantum Chromodynamics) 過程により引き起こされる。終状態に二つの光子を含む二光子生成過程は、クォークやグルーオンなどの生成と違って単純である上に、光子の測定は、クォークやグルーオンの破碎過程による不確定性がなく、エネルギー分解能の良い電磁カロリメータで検出するので、系統誤差の少ない測定が可能である。従って、二光子生成断面積の測定は、QCD における2次の摂動計算を検証するのに適している。また、終状態の二光子系の横方向運動量を測定することにより、生成反応に関するパートン系の横方向運動量を測定することになるので、ソフト・グルーオンの多重放出やパートン固有の横方向運動量など、2次の摂動計算の範囲を超える効果を探ることができる。

実験は、米国フェルミ国立加速器研究所のテバトロン加速器においてCDF 検出器を用いて、1992年から1995年にかけて行なわれた。二光子生成事象は、CDF 中央部検出器の飛跡検出器、超伝導ソレノイド、電磁カロリメータ、ハドロンカロリメータを用いて検出した。事象取得のトリガーでは、大きな横方向エネルギー持ち、孤立した二つの信号が電磁カロリメータにあることを要求して、積算ルミノシティ110 pb⁻¹のデータを収集した。

オフライン解析において、これら二つの電磁エネルギー信号に飛跡が付随していないことを要求してドレール・ヤン過程による電子陽電子対を除去し、電磁エネルギー信号の周りに余分なエネルギーがないことを要求してジェットから来る粒子がつくる信号を除去し、電磁カロリソータ内でシャワーがもっとも発達する深さに設置された電磁ストリップ検出器で観測された電磁シャワーの形状に関する情報を用いて π^0 粒子や η 粒子による寄与を小さくした。その結果、二つの光子の横方向運動量が12 GeV/c 以上、ラピディティの絶対値が0.9以下である二光子生成の候補が652事象得られた。使用した事象選択条件の二光子事象に対する効率率は、CDF で得られた他の事象を用いて計算した。

これらの二光子候補事象には、 π^0 粒子、 η 粒子、 K^0_s 粒子の崩壊から来る複数の光子によるバックグラウンド事象が含まれている。信号である単一光子とバックグラウンドである多光子の分離は、横方向運動量が低い(35

GeV/c 以下の) ときは, 電磁ストリップ検出器で観測された電磁シャワーの形状の違いを利用して統計的に行った。横方向運動量が高い (35 GeV/c 以上の) ときは, 電磁カロリメータ最前列に設置されたブリラジエータ検出器の信号の有無の違いを利用して統計的に行った。その結果, 二光子候補事象中に含まれている真の二光子事象の割合は, 光子の横方向運動量が大きくなると増加する傾向を示し, 25 GeV/c において約60%が真の信号であることが分かった。

真の二光子事象数を事象選択条件の効率で補正し, 積算ルミノシティーで除することにより, 二光子生成断面積を得た。光子の横方向運動量, 二光子の不変質量, 二光子間の方位角の関数としての断面積は, QCD による2次の摂動計算と矛盾しないが, 二光子系の横方向運動量, 二光子の横方向運動量比の関数としての断面積は理論計算とわずかな違いを示している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

陽子・反陽子衝突による二光子生成過程はクリーンな反応なので, QCD 高次補正計算の検証に適している。過去に1988-1989年にかけて行われた CDF 実験では, 積算ルミノシティー 4.3 pb^{-1} のデータを用いて, 光子の横方向運動量 10 GeV/c から 19 GeV/c の範囲で二光子生成断面積を測定した。得られた結果は, 実験誤差が大きい, QCD の2次の摂動計算に比べて中心値で約3倍大きな値を示し論議を呼んだ。本論文は, 前回より約24倍多いデータを用い, 12 GeV/c から 48 GeV/c というより広い運動量範囲で二光子生成断面積を測定して QCD の2次の摂動計算と矛盾しないことを示すとともに, 二光子系の横方向運動量, 二光子の横方向運動量比の分布は理論計算からずれていることを見いだしたものであり, 素粒子物理学の分野に貢献するところが大きい。

研究はグループによる共同研究であるが, 著者は, 陽子・反陽子衝突による二光子生成のモンテカルロ・シミュレーションによる検討の後, 陽子・反陽子衝突の本実験へ参加してデータを取得し, その後, データの解析を独力で行った。前回の CDF 実験に比べてルミノシティーが高くなったので光子の孤立性に関する条件など事象選択条件を新たに設定し直し, プリラジエータ検出器を使って解析範囲をより高い横方向運動量へ拡張した。著者は, これらの改善を加えながら, 注意深く解析を行い, 重要な実験結果を得たものであり, その研究は高く評価される。

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。