

氏名(本籍)	はま 濱	さき 崎	ひろし 央 (岡 山 都)
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 甲 第 1,881 号		
学位授与年月日	平成 10 年 3 月 23 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	工 学 研 究 科		
学位論文題目	Studies of the proton-antiproton and $K_S^0 K_S^0$ pair production from two-photon collisions at TRISTAN (TRISTAN に於ける 2 光子衝突による陽子・反陽子および $K_S^0 K_S^0$ 対生成の研究)		
主 査	筑波大学教授	Ph.D. (理学)	森 茂 樹
副 査	筑波大学教授	Ph.D. (理学)	浅 野 侑 三
副 査	筑波大学助教授	理学博士	高 田 義 久
副 査	筑波大学助教授	Ph.D. (理学)	内 山 富美代
副 査	高エネルギー加速器研究機構教授	理学博士	松 井 隆 幸

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、高エネルギー加速器研究機構（以下、高エ研）で、平成 7 年 5 月まで実験が行なわれていた電子・陽電子衝突型加速器 (e^+e^- コライダー)、TRISTAN の主要実験の一つである VENUS 検出器の実験に基づいている。積分ルミノシテイ 331pb^{-1} に対応するデータを解析して、光子・光子の相互作用による陽子・反陽子および $K_S^0 K_S^0$ 対生成の微分断面積を決定することを主な目的としている。高エネルギー光子・光子衝突反応は、高いルミノシテイをもつ高エネルギー電子・陽電子衝突リングで、 $e^+e^- \rightarrow e^+e^- \gamma\gamma \rightarrow e^+e^- X$ 反応を利用して研究することが出来る。

2 光子過程における陽子・反陽子対生成反応、 $\gamma\gamma \rightarrow p\bar{p}$ はバリオンを生成する反応で最も簡単なプロセスの一つで、2 光子の重心系エネルギー ($W_{\gamma\gamma}$) がしきい値付近 ($\sim 2m_p$) では強い相互作用のため非常に複雑になる。しかし、より高い $W_{\gamma\gamma}$ では、より基本的なメカニズムによって生成されていると考えられる。従って、理論的に解明出来ることが期待され、QCD を基とする理論計算や diquark model によるモデル計算も行なわれているが、互いに食い違っていることもあり、高精度のデータが望まれている。一方、2 光子過程における KK 対生成反応、 $\gamma\gamma \rightarrow K\bar{K}$ は、2 光子共鳴状態の粒子の崩壊過程、 $\gamma\gamma \rightarrow R \rightarrow K\bar{K}$ であることが知られている。この種の共鳴状態として 1520 MeV より低いメソンの存在が知られているが、より高い $W_{\gamma\gamma}$ 領域の共鳴状態の存在は 2 光子衝突では観測されていない。また、高い領域でグルーボールを示唆する共鳴状態が観測されているが、2 光子過程ではこのような状態は起こり難いので、その確証のためにも、より信頼性のある高い $W_{\gamma\gamma}$ 領域での測定が望まれている。

本実験のような 2 光子過程の解析では、反応断面積が小さいことと検出効率が低いため、バックグラウンドをどのようにして小さくするかが重要な課題になる。陽子・反陽子対では、反対荷電をもつ 2 つの粒子が陽子の質量を持っていることを、セントラル・ドリフト・チェンバーによって運動量を解析し、TOF カウンターによって飛行時間の測定から決定している。正電荷粒子と負電荷粒子のスキヤット・プロットから、 $\pi^+\pi^-$ 、 K^+K^- 、 π^-p などのバックグラウンドを除いて、最終的に 311 個の陽子・反陽子イベント候補を測定した。

また、 $K_S^0 K_S^0$ 対の検出は、 $K_S^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ の崩壊によって生じる $\pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ イベントの全ての $\pi^+ \pi^-$ 対のインバリアント・マスから K_S^0 を固定する。このプロセスでは、 $\gamma \gamma p^0 p^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ から生じるバックグラウンドの排除が最も重要な問題となる。本研究では、中性p中間子が瞬時に崩壊するのに対して、 K_S^0 は平均寿命 $\tau = 0.89 \times 10^{-10} \text{s}$ ($c\tau \sim 2.67 \text{cm}$)で崩壊することを利用して、即ち、2光子の衝突点から、飛跡の位置から計算された K_S^0 の崩壊点までの距離が4.0mm以上であることを要求して、このバックグラウンドを抑えている。最終的には、11イベントの K_S^0 対を測定した。

反応断面積を求めるためには、検出効率とバックグラウンドの算出が必要である。本研究では、龐大な Monte Carlo シミュレーションにより、イベントの発生、VENUS 検出器におけるデータのシミュレーションを行ない、検出効率を求めている。バックグラウンドの主なものは、粒子の同定のエラーと検出されなかった粒子のために他の反応を誤認することによって生じるイベントがある。これらについても、Monte Carlo シミュレーションによって十分な検討がなされている。

今回、陽子・反陽子対生成の反応断面積は、角度範囲、 $|\cos \theta^*| < 0.6$ で、2光子エネルギー領域、 $2.2 < W_{\gamma\gamma} < 3.3 \text{GeV}$ で求められた。この結果は、これまで得られた実験結果と良く一致しており、特に、高いエネルギー領域でこれまで得られた高精度の CLEO グループの結果と匹敵する精度を持っている。 $W_{\gamma\gamma} = 2.55 \text{GeV}$ の上下で角度分布が対照的で、低エネルギーでは、 $|\cos \theta^*| = 0$ の近傍で大きくなり、一方、高エネルギーでは $|\cos \theta^*| = 0.6$ でピークを持っている。また、高エネルギーで、diquark modelによる理論計算値と良く一致している。

K_S^0 対生成の断面積は、角度範囲、 $\cos \theta^* < 0.5$ で、 $1.5 < W_{\gamma\gamma} < 2.5 \text{GeV}$ のエネルギー領域で求められた。 $W_{\gamma\gamma} > 1.6 \text{GeV}$ 領域で、新しい共鳴状態やグルーボールに対応するイベントは観測されなかったが、これらの状態に対して、これまで得られていると同等の $\gamma\gamma$ -崩壊幅の上限を求めることが出来た。

審査の結果の要旨

著者は、VENUS グループの一員として、TRISTANの素粒子実験に参加し、実験データ収集と2光子衝突過程のデータ解析を行なっている。特に、陽子・反陽子反応の微分断面積の解析は、既に完成して、Physics Letters に筆頭著者として出版している。

VENUS 検出器が蓄積した 331pb^{-1} に相当するデータの解析では、バックグラウンドの除去や算定、検出効率の計算等困難な問題が多かった。

著者が本研究を通して行なった VENUS 実験全体に対する貢献度は高く評価され、論文及び研究の内容も優れている。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。