

氏名(本籍)	よね ざわ やす しげ 米 沢 康 滋 (青森県)			
学位の種類	工 学 博 士			
学位記番号	博 甲 第 889 号			
学位授与年月日	平成 3 年 3 月 25 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	工 学 研 究 科			
学位論文題目	Study of the $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma$ Reaction in the Center-of-mass Energy Range from 54 to 64 GeV			
主 査	筑波大学教授	理学博士	森	茂 樹
副 査	筑波大学教授	理学博士	小 柳	義 夫
副 査	高エネルギー物理学研究所教授			
		理学博士	高 崎	史 彦
副 査	筑波大学助教授	理学博士	浅 野	侑 三

論 文 の 要 旨

本論文は高エネルギー物理学研究所（以下高エ研）で建設された電子陽電子衝突型加速器（ e^+e^- コライダ）, TRISTANで行われている実験の1つであるVENUS検出器の実験で、生成粒子に高エネルギーの γ 粒子を含む過程のうちで、 $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma$ 反応の解析を行い、反応断面積とミューオンの前後方荷電非対称性を決定した。

VENUS グループは TRISTAN で行われている 3 つの主な実験の 1 つで、筑波大学を含む大学連合と高エ研の研究者による実験グループである。TRISTAN は一昨年米国 SLAC の SLC と CERN の LEP が運転を開始するまでは、 e^+e^- コライダのエネルギーフロンティアの加速器として重要な役割を果たした。特に、TRISTAN のエネルギー領域は、ゲージ粒子 Z^0 の影響が現れるところで、電弱相互作用の干渉効果が強く現れることが期待される。

本論文は重心系エネルギー領域が 54 GeV から 64 GeV の間で、VENUS 検出器によって収集された 64pb^{-1} の積分ルミノシティの実験データを用いて解析を行った。輻射を伴うミューオン対生成反応では、イベントの選択に十分な注意が必要である。測定器の性能に対する種々の補正と同時に、理論値との比較を行う場合には輻射補正と呼ばれる理論的な補正が重要になる。DESY の PETRA で行われた実験では、重心系エネルギーが十分小さいため、理論の計算は主として QED の範囲内で行われてきた。しかし、重心系エネルギーが Z^0 の質量に対して無視できない TRISTAN の領域では、輻射補正の枠を QED より広げて電弱相互作用の理論を考慮する必要がある。輻射補正の大きさは放出される光子をどのように検出するかという実験条件に強く依存する。

今回の解析では、 $\mu^+\mu^-\gamma$ イベントの選択を以下のように行った。

(1) ミューオン対の検出

セントラルトラッキング (DCC) の検出領域である $|\cos\theta| < 0.75$ に限定して、荷電粒子飛跡の条件と、飛跡がミューオンである条件として液体アルゴンカロリメータと鉛ガラスカロリメータ内に飛跡に対応する 3 GeV 以上のエネルギークラスターが存在しないことを要求する。

(2) 光子の検出

液体アルゴンカロリメータと鉛ガラスカロリメータが重なる領域を除外して、光子の検出効率の高い $|\cos\theta| < 0.743$ と $0.822 < |\cos\theta| < 0.934$ に限定する。また、カロリメータ内に 300 MeV 以上のクラスターがただ 1 つ存在することを要求する。

(3) 運動学的な条件

2 つの飛跡の運動量と光子のエネルギーの輪がビームエネルギーの 1.5 倍以上であることと、イベントが平面上に存在する条件として 2 つの飛跡とクラスター中心の間で作られる 3 つの開角の和が 355 度より大きいことを要求する。

以上のイベントの選択の結果、82 個の $\mu^+\mu^-\gamma$ イベントが残った。これらのイベントに対して運動学的に特徴のある様々な分布に対して理論計算値と検出器のモンテカルロシミュレーションとの比較を行った結果、良い一致が得られた。

実験データから、次の断面積が得られた。

$$\sigma = 1.53 \pm 0.17 \text{ (stat)} \pm 0.10 \text{ (sys)} \text{ pb}$$

この結果は、理論から予測される値と良く一致している。系統誤差は積分ルミノシティの誤差と理論からくる不確定性を含む。

ミューオンの前後方荷電非対称性は実験データから以下の値となった。

$$A_{\mu\mu} = -34.1 \pm 10.4 \text{ (stat)} \pm 0.9 \text{ (sys)} \%$$

この結果は、電弱相互作用の補正を含む理論計算と検出器シミュレーションから求めた値

$$A_{\mu\mu} = -35.7 \pm 1.0 \%$$

と良く一致している。今回求められた結果は、標準理論の予測と十分に一致していると結論される。

審 査 の 要 旨

著者は VENUS グループの一員として TRISTAN 素粒子実験に参加し、本研究では輻射を伴うミューオン対反応の解析を行い、反応断面積とミューオンの前後方荷電非対称性を決定した。TRISTAN のエネルギー領域は、電弱相互作用の干渉効果が強く現れるので、荷電非対称性の測定に適していると言える。従って、標準理論の検証の点からも興味深い。本研究で重要な役割を果たす検出器は、セントラルトラッキングと液体アルゴンカロリメータ、鉛ガラスカロリメータであるが、バックグラウンドの寄与を検討するために、フォーワードチェンバー等を十分に利用している。反応断面積が比較的に小さいため、イベントの選択では細心の注意が必要とされる。シミュレーション

データとの比較が不可欠で、当研究でも数多くのモンテカルロ計算が行われた。

著者が本研究を通して行った VENUS グループ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。又、著者はフォーワードチェンバーの建設と運転で中心的役割を果たし、グループ内での評価は高い。

よって、著者は工学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。