【77】

氏　名(本　籍)	有馬立身(ありまたつみ)(鹿児島県)
学位の種類	博　士(工　学)
学位記番号	博甲第 1,238 号
学位授与年月日	平成 6 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	Precision measurement of the reaction $e^+e^-\rightarrow e^+e^-$ at $\sqrt{s}$=58GeV (重心系エネルギー58GeV における $e^+e^-\rightarrow e^+e^-$ 反応の精密測定)

主　査	筑波大学教授	理学博士	森　茂樹
副　査	筑波大学助教授	理学博士	浅野侑三
副　査	筑波大学教授	理学博士	小川　泰
副　査	高エネルギー物理学研究所教授	理学博士	高崎史彦

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，現在実験が行われている電子，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 検出器の実験で，特に Bhabha scattering（$e^+e^-\rightarrow e^+e^-$）の微分断面積の精密測定を行い，素粒子の標準理論の検証と，contact interaction の質量スケールの下限を決定することを主な目的としている。

標準理論では，Bhabha scattering は仮想光子の交換（量子電磁力学：QED）と Z 粒子の交歓（弱い相互作用：weak interaction）を通して起こると考えられている。現在では QED は殆ど確立されており，weak interaction についても Z 粒子の質量や崩壊巾，coupling 等のパラメータが CERN の LEP の実験により精度良く決定されつつある。本研究では，VENUS 検出器を用いて重心系エネルギー58GeV 付近で標準理論の正当性を検証することを重要な目的の一つとする。そのためには，高い統計のもとで，しかも系統誤差を低くおさえる必要がある。VENUS では現在まで，積分ルミノシチイ約200pd^{-1}のデータが蓄積された結果，系統誤差をどれだけおさえられるかが重要な課題となり，本研究では Bhabha イベントに対して慎重な検討が行われた。

VENUS 検出器の特徴は，電磁カロリメーターが全立体角の99.7%をカバーしていることで，Bhabha イベントの解析では，トラッキング検出器（CDC）とエネルギー測定装置として鉛ガラスカロリメータ（LG）と液体アルゴンカロリメータ（LA）を使用する。今回の解析では，ルミノシチイの測定に LA カロリメータを使用し，バレル部の LG カロリメータによって Bhabha イベントの解析を行う。

Bhabha イベントの選択条件を以下に示す。

1）LGにビームエネルギーの1／3以上を持つクラスターが2個以上ある。

2）衝突点の近くを通り，$p_t > 1$ GeV／cを満たす良い飛跡が，2~4本ある。

3）acollinearity angle＜10deg.,$|\cos(\theta)| < 0.743$を満たすトラック対が1個以上ある。

更に，微分断面積を求める場合は，次の条件を課してイベントの候補とする。

4）最も運動量の大きいトラック対を求める。

5）2つのトラックが反対の電荷をもつ。

最後の条件で，1.2％のイベントの損失が見られるので，その分は補正する。

検出効率の算定で，特に（a）飛跡の再構成に於ける不備，（b）Bremsstrahlungによる運動量損失，（c）角度分解能に起因する誤差，（d）LG検出器の不良モジュール等が重要である。飛跡再構成では，Bremsstralungによって運動量が変わり，トラックフィッテイングで良い飛跡を失う確立が生じる。その補正と誤差は，4.5±0.1％と見積られた。また，Bremsstralungによって運動量のカットから失われる確立は，モンテカルロ法によって，1.4±0.3％と見積られた。(c)，(d）に関してもモンテカルロ法や，実測値を用いて算出されたが，いずれも補正は1％以下で，誤差は0.1％以下であった。

これまで，輻射補正はTRISTANより低いエネルギーでは，O（α）までしか考慮されていなかったが，本研究ではLEPで行われているようにALIBABAを用いて，O（α^2）の輻射補正を行った。輻射補正の系統誤差に最も大きく寄与するのは，O（α^3）LL項とO（α^2）NLL項であるので，安全に見て0.5％を輻射補正の系統誤差とする。

バックグランドとして$e\gamma$ coalescenceと呼ばれるプロセスや，$e^+e^-\tau\tau$でτがeまたはπへ崩壊するプロセスの寄与が大きいので，モンテカルロ法で見積られた。それぞれ1.3％と0.41％であった。系統的不確定要素は，統計誤差や検出効率のように測定点ごとに因るものと，ルミニシチイのような全体に共通した誤差に大別できる。今回の解析では，ルミノシチイにLA検出器のデータを用い，系統誤差として2.7％とした。

実験データとモデルを比較した結果，QEDのみを仮定した場合は，χ^2／DOF＝18.85／12，一方，QED＋Weakを仮定すると，χ^2／DOF＝10.74／12となった。従って，データは標準理論と良く一致すると言える。標準理論のパラメータは以下の様に求められた。

$$g_V^2 = -0.006 \pm 0.033$$

$$g_A^2 = -0.222 \pm 0.091$$

これらの値は標準理論から導かれる値に矛盾しない，また，contact interactinで現れる質量スケールの下限値は，1.5TeV~4.5TeVと求められ，他の実験結果と比較して，高く評価できる結果である。

審　査　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，検出器の改善，維持，運転を行うと同時に，Bhabha scatteringイベントの精密測定を行った。本研究は，現在，VENUS検出器が蓄積した200pd^{-1}に相当するデータの評価を正しく行う上で重要な，ルミノシチイの系統誤差を

おさえるうえでも貴重なものである。イベントの選択，検出効率の評価，輻射補正の検討，バックグランドや系統誤差の評価等，注意深い，慎重な研究が行われた。一般に断面積の絶対測定は困難な仕事であるが，１％レベル以下に系統誤差を理解できた本研究は高く評価できる。標準理論の検証とcontact interactionの質量スケールの下限値の決定も十分に評価できる。

著者が本研究を通して行った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すぐれている。

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。