

Title	Measurement of the τ Polarization using the VENUS detector at TRISTAN
Author(s)	花井, 浩之
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3109885
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	花 井 浩 之
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 3 1 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 8 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	Measurement of the τ Polarization using the VENUS detector at TRISTAN (トリスラン・ヴィーナス検出器を使用したタウ粒子偏極度の測定)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 長 島 順 清 (副査) 教 授 東 島 清 教 授 南 園 忠 則 教 授 岸 本 忠 史 助 教 授 山 中 卓

論 文 内 容 の 要 旨

電子陽電子消滅反応におけるタウ粒子対生成反応でのタウ粒子の偏極度を測定することにより電弱相互作用における中性カレントの性質に関する情報が得られるということが知られている。現在のところ電磁相互作用と弱い相互作用を統一的に取り扱う理論としてはGlashow, Salam, Weinbergらによって提唱された標準理論がある。この理論によればタウ粒子偏極度 (p_τ) 及びその前後方非対称度 (A_p) は電子及びタウ粒子の Z^0 ボソンへのベクトル結合定数と軸ベクトル結合定数を用いて表現される。従って p_τ 及び A_p を測定することにより標準理論の正当性を確認することが出来るとともに、この理論における重要なパラメータの値を測定することができる。本論文は申請者が標準理論の正当性を検証するために行った、文部省高エネルギー物理学研究所においてTRISTAN加速器を用いたVENUS実験におけるタウ粒子偏極度の測定について述べるものである。

現在のところ、いくつかの実験においてタウ粒子の偏極度が測定されているが、衝突エネルギーを Z^0 粒子の質量近辺においたLEPの4つの実験以外ではタウ粒子の統計が少ないことにより、非常に誤差の大きな結果しか得られていない。LEPでの実験によって得られた結果は非常に高精度ではあるが、本実験の結果とは相補的な役割を荷うものである。従って、本実験は標準理論の検証において非常に重要な役割を果たすものである。

タウ粒子は弱い相互作用により様々な粒子へ崩壊するが、本実験では $e\nu\bar{\nu}$, $\mu\nu\bar{\nu}$, $\pi\nu$ 及び $\rho\nu$ への崩壊を用いた。これらはタウ粒子の全崩壊モードの約70%を占める。 p_τ はタウ粒子の崩壊によって放出される荷電粒子の運動量分布から測定することが出来る。但し、 $\rho\nu$ モードにおいては ρ 粒子のスピンの1であることにより生ずる解析力の減少を補うためにその放出角分布を用いた。電子陽電子衝突型実験においては様々な反応があるためまずタウ粒子対生成事象を選ぶことが必要である。この時、混入してくる雑音事象としては2光子反応事象、クォーク反クォーク生成事象、電子陽電子弾性散乱事象及びミュー粒子対生成事象が考えられる。タウ粒子対生成事象を効率よく選びかつ雑音事象の混入を出来るだけ避けるために、トラック数、ジェット質量、アコリニアリティ角、ビジブルエネルギーの各測定量に対して条件を課した。また選び出されたタウ粒子対事象において、それぞれの崩壊モードの同定は鉛ガラス検出器、遷移放射検出器、ミュー粒子検出器からの情報を用いて行った。同定された崩壊モードの数及び測定された積分ルミノシティから、各崩壊モードへの分岐比を計算したところ、世界の平均値と誤差の範囲で一致した。上に述べたように、それぞれの崩壊モードにおいて崩壊粒子の運動量分布及び $\rho\nu$ モードでの崩壊角分布からタウ粒子の偏極度及びその前後方非対称度を測定した結果、それぞれ $P_\tau = 0.012 \pm 0.058$, $A_p = 0.029 \pm 0.057$ という結果が得ら

れた。この結果は衝突エネルギーが Z^0 質量より下にある実験の中でも最も精度の良いものである。標準理論によればこれらの値は衝突エネルギー58GeVにおいてそれぞれ0.028, 0.021と予想されているが、本実験の結果はこれらと誤差の範囲で一致し、標準理論の正当性を証明している。またこれらの結果から標準理論における電子及びタウ粒子のベクトル結合定数がそれぞれ -0.03 ± 0.07 , -0.08 ± 0.17 と得られた。これらもまた Z^0 質量の下の実験のうちでは最も精度の良いものであり、レプトンユニヴァーサルリティを支持する。さらにこのベクトル結合定数から標準理論で最も重要なパラメータの一つである $\sin^2 \theta_w$ が 0.23 ± 0.03 と計算された。この値は TRISTAN 実験において初めて測定されたものである。

論文審査の結果の要旨

本研究の目的は、タウレプトンの反応を調べることにより電弱相互作用の標準統一理論の検証を行うことにある。

実験は、筑波の高エネルギー物理学研究所トリスタン加速器におけるヴィーナス測定器を用い、1991年から1995年にわたり集積した全ルミノシティ 270 pb^{-1} のデータを解析することにより行われた。タウ (τ) レプトンは、重心系全エネルギー58GeVにおける $(e^- e^+ \rightarrow \tau^- \tau^+)$ 反応により生成し、 $\tau \rightarrow \rho \nu$, $e \nu \nu$, $\mu \nu \nu$, $\pi (K) \nu$ の崩壊モードを同定することにより、 τ 粒子の偏極度と非対称度を測定しそれぞれ、

$$P_\tau = 0.012 \pm 0.058, A_p = 0.029 \pm 0.057$$

を得た。これは標準理論の予想値 ($P_\tau = 0.028$, $A_p = 0.021$) と誤差の範囲で一致しており、標準理論の枠内で、 $e-Z$, $\tau-Z$ のベクトル結合定数を

$$g_v(e) = -0.03 \pm 0.07, g_v(\tau) = -0.08 \pm 0.17$$

と決定できた。これらの値は、レプトン普遍性の仮定と一致する。レプトン普遍性を仮定することによりワインバーグ角は $\sin^2 \theta_w = 0.23 \pm 0.03$ と決定できた。

これらの成果は、このエネルギー領域、反応での初めての精密結果であり、標準理論を裏付けて素粒子物理学の発展に大きく寄与したものである。よって、博士(理学)論文にふさわしい研究内容と認める。