

Title	Measurement of the forward-backward asymmetry of charm and bottom quarks using prompt leptons at TRISTAN
Author(s)	Tatsumi, Daisuke
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3129155
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	辰 巳 大 輔
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 3 2 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 6 月 30 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 forward-backward asymmetry of charm and bottom quarks using prompt leptons at TRISTAN (トリスタン実験におけるプロンプト・レプトンを用いたチャームおよびビューティ・クォークの前後方非対称度の測定)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 長島 順清 (副査) 教授 南園 忠則 教授 東島 清 教授 岸本 忠史 助教授 山中 卓

論 文 内 容 の 要 旨

電子陽電子衝突実験（トリスタン実験）で得られたデータをプロンプト・レプトン同定法を用いて解析し、チャームおよびビューティ・クォーク対生成反応における前後方非対称度の測定を行った。VENUS 測定器は1991年より遷移放射検出器およびヴァーテックス検出器を新たに導入し、より質の高い電子同定を行うことが出来るようになった。今回この質の高い全データ（電子、ミュー粒子同定それぞれ積算ルミノシティ262.4 pb⁻¹, 226.7 pb⁻¹分）を解析した。

チャームおよびビューティ・クォークの崩壊より生じたレプトン（プロンプト・レプトン）の同定において重要な点は、クォーク対生成反応によって生ずる多数のハドロンをプロンプト・レプトンから如何に除去できるかである。電子同定では、光子により対生成された電子陽電子対の除去も重要となる。

電子陽電子対の除去能力は従来モンテカルロ法によってのみ評価されていたが、本論文では新たにヴァーテックス検出器の情報を用いた除去法を導入し、実験データを用いて除去能力の評価を行った。これにより前後方非対称度測定における系統誤差を軽減する事が出来た。

またミュー粒子同定では、ミューオン検出器の情報だけを使って5吸収長以上もの厚い物質を通過してきた粒子の飛跡を構成し、さらにこの飛跡と中央飛跡検出器で構成された飛跡の一致を調べることで $\pi \rightarrow \mu$ 崩壊等の疑似信号除去能力を改善することができた。この同定法の改良により、ハドロン疑似信号を約4分の1に軽減し、疑似信号の多いジェット中心付近（クォーク軸からの横運動量 $p_t < 0.8 \text{ GeV}/c$ の領域）での前後方非対称度測定を可能とした。この領域でのミュー粒子同定を用いた前後方非対称度の測定は VENUS 検出器では初めてである。

これらのプロンプト・レプトン同定の結果、電子2129個、ミュー粒子1411個を得た。これらプロンプト・レプトンの運動量および横運動量分布よりチャームおよびビューティ・クォーク対生成反応の断面積として

$$\sigma_c = 45.3 \pm 3.2 \text{ (統計誤差)} \pm 3.8 \text{ (系統誤差)} \text{ pb}$$

$$\sigma_b = 19.3 \pm 1.1 \text{ (統計誤差)} \pm 0.8 \text{ (系統誤差)} \text{ pb}$$

を得た。標準理論の予想値 ($\sigma_c = 45.5$, $\sigma_b = 16.8$) は良く実験結果と一致している。

また2つの横運動量領域でのスラスト軸の角度分布から、チャームおよびビューティ・クォークの前後方非対称度として

$$A_c = -0.47 \pm 0.07 \text{ (統計誤差)} \pm 0.03 \text{ (系統誤差)}$$

$$A_b = -0.38 \pm 0.10 \text{ (統計誤差)} \pm 0.01 \text{ (系統誤差)}$$

を得た。ビューティ・クォークの前後方非対称度は $B^0 - \bar{B}^0$ 中間子の混合の影響を受けるため混合率 ($\chi = 0.129$) を考慮すると、標準理論の予想値は $A_c = -0.47$, $A_b = -0.43$ となり、実験結果と良く一致している。今回の電子およびミュー粒子同定法を使つての前後方非対称度測定によりチャーム・クォークの前後方非対称度は電子陽電子衝突の重心系エネルギーが58 GeV での最良値を得ることが出来た。

論文審査の結果の要旨

本研究は素粒子物理学における「標準理論」の検証を目的として、高エネルギー（重心系エネルギー58 GeV）の電子陽電子対消滅反応によるチャーム (c) クォーク及びボトム (b) クォークの対生成反応の断面積及び角度分布における非対称値を測定したものである。実験は高エネルギー物理学研究所トリスタン衝突型加速器とヴィーナス測定器を用いて、1990年2月より1995年5月までに収集したデータを解析して行った。c, b クォークの同定はクォークの崩壊生成レプトンを検出することにより行い、電子サンプルについては、 262.4 pb^{-1} 、ミューオンサンプルについては 226.7 pb^{-1} の積分ルミノシティのデータが得られた。解析の結果 c, b クォークの生成断面積はそれぞれ

$$\sigma_c = 45.3 \pm 3.2 \text{ (stat)} \pm 3.8 \text{ (sys)} \text{ pb}$$

$$\sigma_b = 19.3 \pm 1.1 \text{ (stat)} \pm 0.8 \text{ (sys)} \text{ pb}$$

角分布の非対称値については

$$A_c = -0.47 \pm 0.07 \text{ (stat)} \pm 0.03 \text{ (sys)}$$

$$A_b = -0.38 \pm 0.10 \text{ (stat)} \pm 0.01 \text{ (sys)}$$

が得られた。これらの値は標準理論の予想と誤差範囲内で一致している。またこれらの数値からクォークの複合モデルの可能性について検討し、世界でもっとも厳しい複合エネルギースケールの制限値を幾つか得た。

この実験は、レプトンを使った c, b クォーク同定に新しい手法を工夫して、統計量を上げることに成功し、このエネルギーにおける c クォークの角度非対称性については世界最良値を得て標準理論に関する新しい知見を得た。またクォーク複合モデルのスケール上限値についても、幾つかのモデルについて世界最良値を得て、標準理論を越えた新現象に対して新しい知見を得た。よって、博士論文にふさわしい内容を持つと認定する。