OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	Study of Multihadronic Events Using Decay Electrons
Author(s)	神田, 展行
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3070473
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 4 】

氏名	神田展行（かんだのぶゆき）
博士の専攻分野の名称	博士（理学）
学位記番号	第 10937 号
学位授与年月日	平成 5 年 9 月 27 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	Study of Multihadronic Events Using Decay Electrons （崩壊電子を用いた多重ハドロン事象の研究）
論文審査委員	（主査） 教授 長島 順清 （副査） 教授 吉川 圭二　教授 鹿取 謙二　教授 南園 忠則 助教授 岸本 忠央

論文内容の要旨

本博士論文は，文部省高エネルギー物理学研究所の TRISTAN 電子陽電子衝突実験における VENUS 検出器を用い，重いクォーク（b, c）の性質を崩壊電子をつかって研究したものである。多重ハドロン終状態の包含電子の高純度の同定と，b, c クォークの生成断面積，破砕関数，および前後方生成非対称性についての測定が本論文の主点である。

電子陽電子衝突実験ではその衝突エネルギーよりも質量の小さいクォーク，レプトン対が生成される。生成されたクォークは，さらにクォークやグルーオンに破砕し，最終的には多くのハドロンになる。これを多重ハドロン終状態という。

また重い質量を持つ b, c クォークは，$W^{\pm}$とより軽い質量のクォークに崩壊する。さらに $W^{\pm}$は荷電レプトンとニュートリノに崩壊する。

多重ハドロン中のレプトン源は限られており，終状態に包含される電子を同定すれば b, c クォークを選別することが可能である。またクォークの方向に対する横方向運動量分布は，b, c の質量によって決まる。したがって崩壊電子の横方向運動量を測定すれば，b と c を分けることも可能である。また崩壊レプトンの運動量分布は，b, c クォークが生成時に持っているエネルギーに強く依存する。これらにより生成断面積，破砕関数の測定が可能になる。一方レプトンの電荷を調べることによってクォークの方向が判別でき，生成の前後方非対称性が測定できる。

多重ハドロン終状態におけるレプトンの同定は，多くのハドロンがバックグラウンドとして存在するために一般的に容易ではない。VENUS 検出器は電子同定のために遷移放射検出器を備えており，従来からの電磁カロリメーターの情報と組み合わせることにより，電子選別効率70%においてハドロンを$\sim 10^{-3}$に減らすことができた。またカロリメーターのみでは同定の難しかった横方向運動量の小さな領域（$< 1\,\mathrm{GeV/c}$）でも十分な効率と純度を得，特に c クォークからの崩壊電子を同定できた。最終的に90.0 ± 0.9%と高い純度の電子サンプルを得た。

多重ハドロン終状態の電子サンプルの運動量分布，クォークの方向に対する横方向運動量分布を基に，b, c クォークについて以下の物理量が測定された。

生成断面積

$$\sigma_b = 15.4^{+3.5}_{-3.7}(stat.) \pm 0.4(sys.)[pb]、\ \sigma_c = 42.2^{+10.9}_{-10.0}(stat.)^{+5.5}_{-4.8}(sys.)[pb]$$

前後方生成非対称性

$$A^b_{FB} = -0.51 \pm 0.29(stat.) \pm 0.03(sys.)、\ A^c_{FB} = -0.50 \pm 0.20(stat.) \pm 0.02(sys.)$$

これらの値は標準模型の予測とよく一致した。

また破砕関数については，クォークの平均エネルギーのビームエネルギーに対する割合として測定され，

$$\langle X_b \rangle = 0.60^{+0.19}_{-0.07}(stat.)^{+0.02}_{-0.03}(sys.)、\ \langle X_c \rangle = 0.50^{+0.11}_{-0.08}(stat.)^{+0.01}_{-0.02}(sys.)$$

を得た。

cクォークについて崩壊電子をもちいて測定したのはTRISTANエネルギー領域ではこの測定が最初である。

論文審査の結果の要旨

本論文では，高エネルギー物理学研究所のトリスタン加速器を用いて，b，c等の重クォークを生成分離し，性質を明らかにする事によって，電弱統一理論の検証を試みたものである。全重心エネルギー58 GeV付近では，QED（電磁力効果）とZ共鳴（“弱い力”の伝達粒子）の干渉効果が顕著に現れる。この為，生成断面積の角分布非対称を測定する事によって，b，cクォークの持つ“弱い力”，特に軸性ベクトル成分を精度良く決定する事ができる。

本研究では，新型の遷移放射検出器を製作して，既存のヴィーナス検出器に組み込む事により，電子検出能力を著しく向上させた所にユニークな寄与がある。信号対雑音比を10倍以上改良すると共に，これまではシミュレーションに頼っていた検出効率をデータから評価する事に成功し，実験結果の信頼度を著しく向上させた。この遷移放射検出器を用いて，b，cクォークからの崩壊電子を同定する事により，親のb，cクォークを分離抽出することに成功した。特に，このエネルギー領域でのcクォーク非対称は，世界で始めて測定されたものであり，電弱統一理論の検証に大きく寄与したと言える。よって本論文は博士号資格取得にふさわしい内容を持つと認める。