

氏名(本籍)	小川了 (埼玉県)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博乙第760号
学位授与年月日	平成4年3月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
審査研究科	物理学研究科
学位論文題目	Measurement of Electron-Positron Asymmetry in W Decays from 1.8 TeV Proton-Antiproton Collisions (重心エネルギー1.8TeVの陽子反陽子衝突における $W^+ \rightarrow e^+ \nu$ 崩壊の電子陽電子荷電非対称性の測定)
主査	筑波大学教授 理学博士 滝川 紘 治
副査	筑波大学教授 理学博士 岩崎 洋 一
副査	筑波大学教授 理学博士 近藤 都 登
副査	筑波大学助教授 理学博士 金 信 弘

論 文 の 要 旨

この論文は、重心エネルギー1.8TeVの陽子・反陽子衝突における $W^+ \rightarrow e^+ \nu$ 崩壊事象の電子および陽電子のラピディティー分布の荷電非対称性の測定について述べている。電子、陽電子のラピディティー分布は、親の W^+ ボソンのラピディティー分布と、 W^+ ボソンの静止系における電子、陽電子の角分布を重ね合わせたもので記述される。後者の角分布は標準模型のV-A結合によって与えられるので、荷電非対称性を測定することにより、 W^+ ボソンの生成に関与するu、dクォークの運動量分布、すなわち、 W ボソンの質量のエネルギースケールにおける陽子の構造関数に関わる情報を得ることができる。

実験データは、米国フェルミ研究所テバトロン衝突器に設置された汎用検出装置CDF (Collider Detector at Fermilab) を用いて取得された。積算ルミノシティーは 4.1pb^{-1} である。電子は、カロリメーターで観測されたエネルギーに関する情報と飛跡検出器による運動量の測定を用いて検出した。ニュートリノ ν は、陽子・反陽子ビーム軸に垂直な横平面内におけるエネルギーの流れの不均衡(消失横エネルギー)として検出した。中央領域で1,752個、プラグ領域で262個の $W \rightarrow e \nu$ 事象が得られた。

$W \rightarrow e \nu$ 事象の検出の精度を調べるため、電子のエネルギー測定の精度、電子、陽電子の検出効率、およびバックグラウンドの混入率を評価した。電子のエネルギー測定の精度は、中央領域については既に確立していたので問題ないが、プラグ領域については、 $Z^0 \rightarrow e^+ e^-$ 事象の $e^+ e^-$ 不変質量の分布、

$W \rightarrow e\nu$ 事象の横方向質量の分布を調べるにより評価した。電子、陽電子の検出効率、実際にCDFで観測された e^\pm を含むデータサンプルとモンテカルロ・シミュレーションを併用して評価した。バックグラウンドのうち、QCDジェットおよび $b \rightarrow e\nu X$ によるものは実際のデータを利用して、 $W \rightarrow \tau\nu \rightarrow e\nu\nu\nu$, $Z \rightarrow \tau\tau \rightarrow e\nu\nu X$ からの寄与はモンテカルロ・シミュレーションを用いて評価した。これらの補正が荷電非対称性の値に与える影響は、統計誤差に比べて十分小さいことが示された。

荷電非対称性の測定値は、現在広く用いられている陽子の構造関数(DFLM, DO, EHLQ, HMRS)を用いた理論計算と比較された。このうちDO構造関数は90%の信頼度で測定値と不整合であり、その他の構造関数は測定誤差の範囲内で整合することが示された。

審 査 の 要 旨

陽子を構成するパートン(クォーク, グルーオン)の運動量分布を表わす陽子の構造関数は、現代素粒子物理学にとって基本的な量である。構造関数は、レプトンを陽子又は原子核の標的に衝突させ、深非弾性散乱のデータから得られてきた。この論文は、1.8TeV陽子・反陽子衝突による多数の $W^\pm \rightarrow e^\pm\nu$ 崩壊をプローブとしてこれまでさぐれなかった高いエネルギースケールでの陽子の構造、具体的には陽子内のu, dクォーク含有率の比を実験的に調べたものであり、素粒子物理学にとって貴重な情報を提供したものと言える。研究はグループによる共同研究であるが、著者は、ブラグ領域における電子同定アルゴリズムの確立、検出効率の評価、バックグラウンドの評価など多くの貢献をし、重要な物理的結果を導出した。

よって、著者は博士(理学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。