

氏名(本籍)	湊 浩之(秋田県)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第2,071号		
学位授与年月日	平成11年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	Measurement of the W Boson Transverse Momentum Distribution in 1.8TeV Proton-Antiproton Collisions (重心系エネルギー 1.8TeVでの陽子・反陽子衝突におけるWボソン横運動量分布の測定)		
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	三 明 康 郎
副査	筑波大学教授	理学博士	金 信 弘
副査	高エネルギー加速器研究機構助教授	理学博士	山 内 正 則

論文の内容の要旨

この論文は、米国フェルミ国立加速器研究所のデバトロン加速器において、CDF (Collider Detector at Fermilab) 検出器を用いて、重心系エネルギー1.8TeVの陽子・反陽子衝突において生成されるWボソンの横運動量の分布を測定し、量子色力学(QCD)計算との比較検証を行った研究に関するものである。

CDF検出器で収集された積算ルミノシティー 110pb^{-1} のデータを解析して、Wボソン電子とニュートリノに崩壊する事象を選び出した。電子は、中央部カロリメーターと中央部飛跡検出器を用いて検出した。ニュートリノは、中央部、プラグ、前方のカロリメーターで測ったエネルギーのビーム軸に垂直な方向におけるバランスを見て、消失横エネルギーとして同定した。その結果、約6万2千個の $W \rightarrow e\nu$ 候補事象が得られた。

この中に含まれる主なバックグラウンドは、ジェット事象において一つのジェットが電子と誤認され他のジェットが検出器の不感領域に行くなどしてエネルギーが正しく測定されず消失横エネルギーが発生したものと、 $W \rightarrow \tau \rightarrow e$ 事象 ($W \rightarrow \tau \nu \rightarrow e\nu\nu\nu$) と、 $Z \rightarrow ee$ 事象で一つの電子が検出器の不感領域に行くなどして正しく測定されなかったもの、である。これらのうちジェット事象からのバックグラウンドは、ジェット事象だけを含むコントロール・サンプルを用いて評価し、 $W \rightarrow e\nu$ 候補事象の1%以下であることが分かった。このジェット事象バックグラウンドは、 $W \rightarrow e\nu$ 候補事象の横運動量分布から差し引いた。

$W \rightarrow \tau \rightarrow e$ と $Z \rightarrow ee$ バックグラウンドは、モンテカルロ事象シミュレーターを用いて、Wボソン横運動量 P_T^W が50 GeV/c以下で約3%で、 P_T^W につれて増加し、140GeV/c以上で約15%含まれていると評価された。

信号事象 $W \rightarrow e\nu$ に対する検出器のアクセプタンスは、モンテカルロ事象シミュレーターを用いて、 P_T^W の関数として求めた。

Wボソンの横運動量 P_T^W は、電子とニュートリノの横運動量の和であり、後者は消失横エネルギーとして与えられるので、結局 P_T^W はWボソンに対して反跳している粒子の横運動量の総和 P_T^{rec} で与えられ、検出器の P_T^{rec} に対する分解能が P_T^W に対する分解能になる。検出器の P_T^{rec} 分解能は、 $Z \rightarrow ee$ 事象における反跳粒子の横運動量分解能を調べることにより評価した。その結果、 P_T^{rec} の大きさにゆるやかに依存し、低い P_T^{rec} で5GeV/c、高い P_T^{rec} で約10GeV/cであることが分かった。

実験データは、摂動計算の2次の項と低運動量グルーオン多重輻射の効果を含む高次補正QCD計算と比較した。その際、検出器のアクセプタンスと、 $W \rightarrow \tau \rightarrow e$ と $Z \rightarrow ee$ バックグラウンドを考慮した上で、理論曲線を検出器の

P_T^W 分解能でなまらせて、実験データと比較した。理論計算は、 $P_T^W < 120 \text{ GeV}/c$ の領域で実験データと合っている。 P_T^W の高い領域 ($120 < P_T^W < 200 \text{ GeV}/c$) で、実験データとの間にずれが見られるが、実験誤差も大きく、確定的な結論を引き出すにはさらに多くのデータを必要とする。

審査の結果の要旨

陽子・反陽子衝突におけるWボソン横運動量の測定は、摂動的QCD計算の検証に適している。これまでに、CERNとフェルミ研究所においていくつかの実験グループにより測定がなされてきたが、この論文は、これまででデータ量が最も多かった実験に比べ約6倍多いデータを用いて、Wボソン横運動量の分布を精度良く測定し、QCDの高次補正を含む精密計算との比較検証を行ったものであり、素粒子物理学の分野に貢献するところが大きい。

研究はグループによる共同研究であるが、著者は、フェルミ研究所において陽子・反陽子衝突実験に参加した後、 $W \rightarrow e\nu$ 候補事象の選択から始まって理論計算との比較まで、一連のデータ解析を独力で行った。この解析において最も重要なのは、Wボソンの横運動量とその分解能をいかに精度良く測定するかである。著者は、CDFで同時にとられたジェット・サンプルと $Z \rightarrow ee$ サンプルを用いて、実験的にそれを評価した。著者は、この測定を軸に一連の注意深い解析を行い、重要な実験結果を得ることに成功したものであり、その研究は高く評価される。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。