

氏名(本籍)	関口真木(東京都)		
学位の種類	理学博士		
学位記番号	博甲第596号		
学位授与年月日	昭和63年10月31日		
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当		
審査研究科	物理学研究科		
学位論文題目	Multiplicity and Transverse Momentum Distributions of Charged Particles in Proton-Antiproton Collisions at $s = 630$ and 1800 GeV (質量重心系エネルギー0.63兆電子ボルト及び1.8兆電子ボルトにおける陽子反陽子衝突によって生成された荷電粒子の多重度分布及び横運動量分布の研究)		
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	近藤都登
副査	筑波大学教授	理学博士	八木浩輔
副査	高エネルギー物理学研究所助教授	理学博士	近藤敬比古

論文の要旨

この論文は重心系エネルギー0.63 TeV (0.63兆電子ボルト) 及び1.8 TeV における陽子反陽子衝突によって生成された荷電粒子の多重度分布及び横運動量分布の研究に関する報告である。実験で測定された運動学的領域は、擬ラピディティ η で $|\eta| \leq 3.0$, 横運動量 P_T で $P_T \geq 50$ MeV/c である。解析に使用された事象数は0.63 TeV で 2.7×10^3 個, 1.8 TeV で 2.5×10^4 個である。

実験は米国フェルミ国立加速器研究所においてテバトロン加速器を使用して行われた。陽子反陽子衝突で生じた粒子は衝突型検出器 CDF (Collider Detector at Fermilab) によって検出された。衝突事象のトリガーは、ビームの前後方領域に置かれたシンチレーションカウンターで行った。この方法は、全衝突断面積の約60%に対して有効であり、バイアスの少ないデータサンプルを与える。

荷電粒子の数及び生成角は、衝突点のまわりにビームパイプに沿って配置された衝突点飛跡検出器 VTPC (Vertex Time Projection Chamber) によって測定された。VTPC は8つの時間投影型ドリフトチェンバーから成り、全部で約3000本のセンスワイヤーと同じく約3000個のカソード板を持っている。ワイヤー信号とカソード信号をそれぞれ増幅・波形整形したのち TDC (Time-to-Digital Converter) 回路と高速 ADC (Analog-to-Digital Converter) 回路で読み出すことにより、荷電粒子の飛跡を3次元的に測定することができる。VTPC の構造と読み出し回路は第2章に詳述されている。横運動量 P_T は1.5 T のソレノイド磁場を利用して、 $0.05 \leq P_T \leq 1.0$ GeV/c の範囲では

VTPC によって、またそれと相補的に $P_T \geq 0.5 \text{ GeV}/c$ の範囲では、VTPC の外側を囲っている中央飛跡検出器によって測定された。

実験で収集されたデータに対して、VTPC で再構成された飛跡の数と方向に基づいて、バックグラウンド事象と真の陽子反陽子衝突事象の識別を行った。衝突反応以外で生じた 2 次的飛跡を除くため、衝突点を良く指し示している飛跡のみを選択して用いた。飛跡再構成の効率は肉眼による検査とモンテカルロ模擬法を併用して求めた。最後に、粒子崩壊の効果、粒子と測定器物質の相互作用の効果、飛跡選択の影響、測定器の低効率部の影響、及び非常に低い横運動量を持つ粒子の飛跡再構成の効率の低さに関する補正を行った。

以上の方法で得られたデータを解析することにより、以下に示す結果が得られた。

- (1) 1.8 TeV において生成される荷電粒子の密度 $dN/d\eta$ (単位数ラピディティー当たりの粒子数) は、0.63 TeV に比べて約 30% 増加する。他の実験データと組み合わせると、 $dN/d\eta$ のエネルギー依存性は、 $a + b \ln s$ より $a \cdot s^b$ の式でよく記述されるように見える。
- (2) $|\eta| \leq 3.0$ の領域に生成される平均荷電粒子数は、0.63 TeV で 19.8 ± 0.2 個、1.8 TeV で 25.8 ± 0.1 個である。
- (3) 荷電粒子数の衝突反応毎の分布 (多重度分布) を KNO (Koba-Nielsen-Olesen) の Ψ 分布と比較すると、0.63 TeV における分布は 0.546 TeV における他の実験結果と一致するが、1.8 TeV における分布は僅かにずれ、KNO スケーリング則の破れを示している。多重度分布の負二項分布関数による解析もまた KNO スケーリング則の破れを示している。
- (4) 横運動量 (P_T) 分布の形はエネルギーの増加に伴って平らになることがこれまでの他の実験で観測されてきたが、その傾向は 1.8 TeV まで続いている。平均横運動量は 0.63 TeV において $0.43 \pm 0.02 \text{ GeV}/c$ であり、1.8 TeV では $0.50 \pm 0.01 \text{ GeV}/c$ に増加する。

審 査 の 要 旨

ハドロン衝突における粒子の多重生成の研究は素粒子物理学の基本的問題の一つである。この論文は、陽子反陽子衝突によって生成される荷電粒子の多重度分布及び横運動分布を現在得られる最高の衝突エネルギー領域において測定した実験の報告である。著者は衝突点飛跡検出器 VTPC の設計・製作・テストに深く関与して見事に稼働させ、それを用いて注意深い解析を行い、物理的に興味深い多くの実験結果を得た。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。