

氏 名	内 藤 酬 ないとう しゅう
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 643 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 第 二 専 攻
学 位 論 文 題 目	Production of Electron Pairs in Proton-Nucleus Collisions at 13 GeV/c (13 GeV/c での陽子-原子核衝突に於ける電子対生成)
論文調査委員	(主 査) 教 授 三 宅 弘 三 教 授 町 田 茂 教 授 小 林 晨 作

論 文 内 容 の 要 旨

核子-核子衝突に於けるレプトンの対発生は、レプトンの深層非弾性散乱と共に核子の電磁構造の解明に有用であるが、申請者の論文は、特に近年問題となっている低エネルギー領域の電子対発生 of 振舞を実験的に明らかにしたものである。

実験は高エネルギー物理学研究所の陽子ビームをベリリウム標的に衝突させ、核子-核子の重心系 90° 方向に対称に放出される電子対を同時測定して行われた。発生する電子及び陽電子は、入射陽子ビームに対して左右 21° におかれた電磁石スペクトロメーター及び多重ワイヤ比例チェンバーによりその運動量を 2% の精度で測定された。核子-核子衝突に際しては電子及び陽電子の他にこれの約一万倍以上の荷電ハドロンが発生する。従って申請者はこのハドロンのバックグラウンドから電子及び陽電子を同定するため、スペクトロメーターの後方に、プロパンガスを封入した閾型チェレンコフカウンターを 2 連にして設置し、又鉛板を使用したサンプリングシャワーカウンターも併せ配置して、ハドロンを電子又は陽電子と誤認する確率を 10^{-5} 以下にまでおさえている。又 2 組のスペクトロメーターで検出された電子及び陽電子の同時計数を行なうことによって、所謂測定 of 信号雑音比は 1 になっている。

申請者はこの測定から電子対発生率を電子対の不変質量 m の関数としてラピディティ $y=0$ の近傍で 0.5 GeV 及至 1.5 GeV の範囲で明かにした。この発生率 of スペクトルは m の増大と共に減少し、又 $m=0.8$ GeV 近傍に ρ -中間子発生に対応する山が見られる。申請者はこの ρ -中間子による発生率約 4×10^{-5} mb/nucleon を、既に測定されている ρ -中間子発生率及び ρ -中間子の電子対への崩壊比から求めた値 4.3×10^{-5} mb/nucleon とよい一致を示すことを指摘している。

申請者はこの ρ -中間子発生に対応する山を差し引いた残りの電子対発生 of スペクトルは m^{-4} に比例し、4 GeV 以上の高い質量 of μ 中間子対の発生率をよく説明する、 m^{-3} に比例する Drell-Yan 機構に基づく理論値より約 5 及至 10 倍大きいことを見出している。

申請者は従って、既に測定された 4 GeV 以下の質量 of μ 中間子対が Drell-Yan の理論値より大きく、

このために提唱された Bjorken-Weisberg の“ソフト過程”を導入した, Cerny, 木下等及び安達等の理論に基づく電子対発生の予測値を検定した結果, 木下等の予測値がスペクトルの m に対する依存性も含めてよい一致を示すことを見出し, このことは衝突する核子の中にあるクォークと他の核子内の反クォークが消滅して仮想光子となり, これがレプトン対に変換するという Drell-Yan 機構の他に低エネルギーのレプトン対発生には, 核子-核子衝突の際, 低エネルギーのクォーク, 反クォークが発生し, この消滅によって低エネルギーの電子対が発生する Bjorken-Weisberg の機構が, 質量の小さい電子対発生には重要な役割りをしていることを示しているとの結論を得ている。

論文審査の結果の要旨

高エネルギーでの核子-核子の衝突の際, 直接発生するレプトン対は, 極めて寿命の短い親粒子の崩壊によるものの他に, 衝突の際発生する仮想光子がレプトン対に変換する過程があり, このため, レプトンの深層非弾性散乱と共に核子-核子衝突に於けるレプトン対発生の研究は, 核子の電磁構造を明らかにするのに重要なものである。最近, 数百 GeV のエネルギーの陽子-核子衝突実験から得られた, 4 GeV 以上の μ 中間子対の質量分布には, 寿命の短い Z^0 粒子からの μ 中間子対の他に, 衝突する一方の核子の中のクォークと他方の核子の中の反クォークが消滅して仮想光子となり, これが μ 中間子対に変換する Drell-Yan 機構による連続な質量スペクトルをもつ μ 中間子対の発生が観測されている。しかし, 4 GeV 以下の質量をもつ μ 中間子対はこの Drell-Yan 機構から予測される発生率の数倍乃至10倍の発生率をもつことが見出された。これは, Bjorken 及び Weisberg によって提唱された, 核子-核子の衝突中に発生するエネルギーの低いクォーク・反クォーク対の消滅による, 所謂ソフトな過程によるものと考えられている。このことは電子対発生にも適用出来るが, 電子対発生については殆んど定量的な測定が行われていない。

申請者は以上の事に着目して, 13 GeV の陽子によるベリリウム標的からの電子対発生を, 質量範囲 0.5 GeV より 1.5 GeV の間の低エネルギーについて測定を行った。測定された電子対はラビディティが 0 の近傍に相当する, 重心系 90° に対称に発生するもので, 入射陽子の方向に対称に両側におかれた 2 組の運動量分解能 2% の電磁石スペクトロメーターでその運動量が測定されており, 従って電子対に対する質量分解能は 4% に達している。又申請者は, このスペクトロメーターに電子及び陽電子を同定するため, 各々 2 連の閾型ガスチエレンコフカウンター及びサンプリングシャワーカウンターを組込み, 10^5 個の荷電ハドロンの中 1 個程度しか電子又は陽電子と間違えないような高いハドロン排除率を達成しており, 測定の信頼度は高く評価できる。

申請者はかくして低エネルギー領域で始めて電子対の質量分布を明らかにしたが, この分布は低エネルギーの μ 中間子対発生に見られた様に, Drell-Yan 機構による電子対発生率の数倍及至10倍の大きさをもっており, Bjorken-Weisberg 機構によるソフトな過程の存在を支持するものである。申請者は又得られた電子対の質量分布は電子対の質量を m としたとき m^{-4} に比例しており, これは Bjorken-Weisberg 機構にもとづいた理論計算の中で, 核子-核子衝突の際の低エネルギーハドロンの発生の説明に成功した木下等による予測値が最もよい一致を示すという興味ある指摘を行っているが, この事は核子-核子衝突に

よる低エネルギーのレプトン対の発生機構及び核子の電磁構造の解明に有用な知見を提供したものとして、高く評価される。

参考論文は、核子—核子衝突におけるレプトンの発生あるいは、 π 中間子—核子相互作用に関するもので、いずれも申請者のこの分野での広い知識と高い研究能力を示している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。