

論文審査の結果の要旨

氏名 阿部 哲郎

本論文は10章から構成されており、ドイツ・DESY研究所の電子・陽子衝突型加速器HERAでのZEUS実験「仮想光子と陽子との衝突によって発生する J/ψ 粒子生成の研究」の実験成果をまとめたものである。第1章の緒論では、電子・陽子衝突によって発生する「 J/ψ 粒子と陽子」の排他的生成反応についての研究の歴史と、本論文の研究目的について概説されている。従来、光子と陽子との衝突反応により生成される軽いベクター中間子(ρ , ω , ϕ)の生成断面積は、ソフトポメロンの交換により説明可能であったが、重いベクター中間子(J/ψ)の生成断面積では、エネルギー(光子・陽子の重心系エネルギー: W)が大きくなるとともに断面積が急激に増大することが判明し議論を呼んでいた。さらに、仮想光子と陽子の衝突反応により生成される軽いベクター中間子生成断面積でも、仮想光子の仮想度(Q^2)が大きくなると W 依存性は、より急激に増大することが分かってきた。これらの実験結果は、クォーク・パートンがハドロン殻の中に閉じ込められているにもかかわらず、ハードな生成過程が存在することを示しているものと考えられ、より高い W や Q^2 での実験データが待望されていた。

第2章では中性(光子)カレントによる「電子と陽子」の反応と「仮想光子と陽子」の反応の運動力学について議論されており、第3章では「電子と陽子」の衝突による「中性ベクター中間子と陽子」の排他的生成についての理論的背景が議論されている。ここで、ハードな反応過程を記述するために、摂動論的QCDを基にした2種のモデルの適用について特に詳しく議論がなされており、この適用可能性について、より詳しく検証することがこの実験解析の大きな目的の一つとなっている。第4章では、HERA電子・陽子衝突型加速器とZEUS検出器の詳細について、第5章では、本論文で用いられたモンテカルロ・シミュレーションについて概説されている。第6章は実験データのイベント再構成について議論されている。特に本論文で取り上げる J/ψ 粒子から崩壊生成される電子または μ 粒子の測定のために、カロリメータのノイズ識別、クラスターアルゴリズムや、運動量測定と、測定諸量の運動力学的フィッティングについて議論されている。第7章では、目的とする物理事象を高い信頼度で選別する方法が詳細に述べられている。その後、

アクセプタンスの算出法と、モンテカルロ・シミュレーションによる予想値と実験データとの比較検討が行われている。第8章では断面積の導出方法について議論されている。各測定点のビンニング、分解能等の議論から、「仮想光子と陽子」の衝突による「 J/ψ 粒子と陽子」生成断面積を導出する際の、輻射補正や系統的誤差の推定が詳細に述べられている。

第9章では、本論文の課題となっている「電子と陽子」の衝突による「 J/ψ 粒子と陽子」の排他的生成反応に対する実験結果が示されている。さらに、この実験結果は、摂動論的QCDを基にする理論モデルと比較検討が行われており、第10章で本論文のまとめと結論が示されている。

本論文で議論されている研究は、1996年から2000年にかけて実験が行われ、そこで収集された大量のデータ(90.3 pb^{-1})を新しい手法を用いて解析したものである。その結果、「仮想光子と陽子」衝突による「 J/ψ 粒子と陽子」生成断面積を、 W が150 GeVという高エネルギー領域で初めて高精度で決定することに成功した。この実験研究で得られた断面積の Q^2 依存性は、摂動論的QCDを基礎とする理論モデルでよく記述されることを示している。一方、断面積の W 依存性は、現在の摂動論的QCDの理論モデルの予言よりも、なだらかな W 依存性を示すことが判明した。この点において、本論文が示す新しいデータの出現は、理論面でのさらなる理解が必要であることを提起している。審査の結果、本論文の物理的意義は大きく、博士論文として十分にふさわしいものであるとの結論に達した。

なお、本論文の第4章から第10章についてはZEUSグループメンバーとの共同研究であるが、論文提出者が主体となって、検出器の改良、実験データの解析、理論的考察を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。