

論文審査の結果の要旨

氏名 俵 寿成

本論文は、陽電子と陽子との高エネルギーでの回折散乱事象の反応機構を実験的に解明しようとするものであり、8章からなる。

第1章のイントロダクションに述べられているように、高エネルギーのハドロン・ハドロン衝突反応においては、古くから超前方で回折散乱事象が観測され、その説明のために色電荷を持たない仮想粒子ポメロンが導入された。このモデルは、ハドロン・ハドロン衝突の全断面積の高エネルギー領域での緩やかな増大傾向をうまく説明するものであった。しかし、その後、量子色力学が確立され、高エネルギーでのハードなハドロン・ハドロン衝突反応が、ハドロン内部のパートンどうしの衝突反応として理解されるなかで、ソフトな反応を記述するために導入された仮想粒子ポメロンの実体については未解明のままであった。ところが近年になって、(陽)電子・陽子衝突型加速器 HERA において、それまで主に研究されていた陽電子と陽子中のパートンとのハードな散乱事象である深非弾性散乱のなかに、約10%程度の割合で深非弾性回折散乱と呼ばれる新しい事象が観測されるようになった。これは、あたかも昔導入された仮想粒子ポメロンと陽電子との散乱として解釈できるような事象であり、ポメロンの現代的描像を探る実験的研究が行われるようになった。本論文の研究では、ポメロンにおいて主要な役割を果たしているパートンと考えられているグルーオン成分に敏感な測定量として、これまで測定されていなかった、散乱の終状態にジェットが2個観測される事象の断面積を測定した。第1章から第2章においては、これらの深非弾性回折散乱観測の経緯とこれまでの実験的研究の流れ、そして、本研究の動機と目的、独自性について詳述されている。

本研究の実験は、ドイツにある27.5 GeVのエネルギーを持つ陽電子と920 GeVのエネルギーを持つ陽子との衝突型加速器 HERA の ZEUS 検出器を用いて行われたものであり、その実験装置の詳細が第3章にまとめられている。特に、本研究のデータ解析に重要な役割を果たす、中心飛跡検出器系、ウラニウム・カロリメーター、前方カロリメーターなどについて詳細が説明されている。ま

た、第4章では、検出器系の検出効率などを調べたり、バックグラウンド事象の混入率などを調べるために、データ解析に使用した各種反応事象のシミュレーションコードについてまとめられている。

第5章と6章が、データ解析を詳述している部分である。まず、第5章では、深非弾性回折事象を、どのようにして観測データのなかから選別していったかを詳しく説明してある。特に、バックグラウンドとなる非回折散乱事象や陽子の分解散乱事象などの混入率を、各々2.3%、16%にまで抑制することに成功した。引き続き、2ジェット事象の選別方法について述べられている。第6章においては、選別された深非弾性回折散乱における2ジェット事象について、その生成断面積の導出とその補正効果、また、系統誤差の評価について詳しく述べられている。結果として得られた断面積は、反応を記述する様々な力学変数の関数として表現されている。

第7章において、得られた断面積と、論文提出者が行った高次の量子色力学計算との比較が行われている。これは、これまでに知られている3タイプの回折事象のパートン密度関数に基づく計算であり、この比較から、ポメロンの高運動量成分においてグルーオンが大きな役割を果たしていることが示された。第8章に結論がまとめられている。本論文の実験結果は、回折事象のパートン密度関数に関する新たな知見を与えるものとなっており、深非弾性回折散乱の反応機構におけるグルーオンの重要性を指摘することとなった。

なお、本論文は、ドイツ・ハンブルグにある DESY 研究所の HERA と呼ばれる電子・陽子衝突型加速器を用いた実験の一つである ZEUS グループにおける共同研究に基づくものであるが、論文提出者が主体となって本論文のデータ解析及び物理解析を行ったものである。特に、高次の量子色力学計算との比較において論文提出者の果たした役割は顕著であり、論文全体として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。