

論文審査の結果の要旨

氏名 山下太郎

本論分は9章からなり、第1章はこれまで行われてきた関連する研究の歴史と、本研究の目的について述べられている。第2章では、レッジ理論、回折散乱過程とポメロンについての解説、深部非弾性回折散乱での運動学や回折構造関数等の説明、理論模型としてリゾルブド・ポメロン模型とダイポール模型について詳細な議論、この反応でのジェットの特徴や検出法等の議論が行われている。第3章では実験の方法が述べられており、HERA 加速器、ZEUS 測定装置特に本研究に密接に関連する軌跡測定器、カロリメータ、トリガーシステムが取上げられている。第4章には、モンテカルロ法によるシミュレーションについて概説が行われ、第5章では、収集データをいかにして事象再構成し、求める事象を選別するかについて詳細な議論が行われている。第6章では、再構成された事象のジェットの分布について記述され、第7章では断面積を得るための詳細な検討が行われている。第8章では解析結果と、3つのジェットを伴う深部非弾性回折散乱に関する、新たに得られた知見について述べられている。第9章は本研究で得られた物理結果の要旨がまとめられている。

本研究で取扱う深部非弾性回折散乱については、仮想光子と陽子の間のカラー-1重項の状態(ポメロン)の交換を考えることにより、実験結果をうまく説明することができる。したがって、この反応はポメロンの中のパートン成分を仮想光子で観測していると思えることができるので、深部非弾性回折散乱はポメロンの構造を調べるのに適している。このモデルはリゾルブド・ポメロン模型と呼ばれており、これまでにポメロンの中のパートン分布などが調べられてきた。一方、ダイポール模型と呼ばれる理論もあり、仮想光子が陽子にぶつかる前にクォークと反クォークになり、これらがグルーオンを介して陽子と衝突する描像と思えるので、ダイポール模型では前述のポメロンを、2つのグルーオンと陽子との反応として認識しようとするものである。これらの研究をさらに進めるためには、深部非弾性回折散乱での qqg (クォーク・反クォーク・グルーオン) パarton生成を調べる必要があり、論文提出者達は終状態に3ジェットを持つ事象の測定研究を行った。

実験は、ドイツ・DESY 研究所の電子(17.5GeV)・陽子(920GeV)衝突型加速器 HERA に設置された ZEUS 測定器を用いて行われ、1998年から2000年にかけてデータが収集された。このデータは 42.3pb^{-1} の積算ルミノシティで

収集されたものである。論文提出者達は $5 < Q^2 < 100\text{GeV}$, $200 < W < 250\text{GeV}$, $23 < M_x < 40\text{GeV}$ の測定領域で行われた実験データを解析した結果、940 個の 3 ジェット事象を検出することに成功した。この測定結果からポメロンと仮想光子の系での 3 ジェットの微分断面積を決定するとともに、ジェット・シェイプについても測定結果を得たことは高く評価される。

本論文で取り上げられた研究の成果をまとめると

- 1) 深部非弾性回折散乱での 3 ジェット終状態断面積を $13.4 \pm 0.4(\text{stat}) + 1.3 - 1.6(\text{sys})\text{pb}$, 3 ジェット生成の割合を $33.6\% \pm 0.9\%$ ($+ 2.3 - 3.1\%$)(sys) と初めて決定することに成功した。
- 2) ジェットシェイプの測定結果も合わせて考えると、深部非弾性回折散乱での 3 ジェット事象は、グルーオンがポメロンの方向に放出されやすいことが判明した。
- 3) クオーク優勢なレゾルブド・ポメロン模型の予言値は、実験結果の微分断面積の 3 分の 1 程度の値しか与えず、この理論模型は排除されることが判明した。
- 4) 一方、グルーオン優勢なレゾルブド・ポメロン模型や、ダイポール模型の予言値は、実験結果より 20% から 15% 程度低いものの、本研究で得られた実験結果をよく説明できることが判明した。

本論文では、深部非弾性回折散乱での 3 ジェット生成の測定という困難な実験研究に対して、緻密な解析によって系統的誤差を小さくし、信頼性のある微分断面積を決定したことが高く評価される。また、ポメロンの物理描像をさらに明確化することができた点も評価される。

なお、本論文の内容は ZEUS 共同研究として行われたものであるが、論文提出者が主体となってデータ収集を行い、特に物理解析に関しては、論文提出者がほとんど一人で行ったもので、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。