

論文審査の要旨

氏名 房安貴弘

本論文は10章からなり、第1章は Introduction、第2章は Deepinelastic Scattering at HERA、第3章は Experimental Devices、第4章は Event Simulation、第5章は Reconstruction of Kinematic Variables、第6章は Selection of CC DIS Events、第7章は Cross Section Measurement、第8章は Cross Section Results、第9章は Discussions based on the CC Sample、について述べられている。第10章には結論が述べられている。

電子または陽電子を標的である陽子に衝突させ、高エネルギーでの陽子の構造を知ることができる。ドイツ電子シンクロトロン研究所 (DESY) の HERA は電子または陽電子と陽子の世界で唯一の衝突型加速器 (コライダー) である。ここでは通常の固定標的実験に比べて運動量移行が何桁も大きな事象を観測することが出来、陽子の構造関数をこの領域で測定し、高エネルギー陽子内部でのクォークやグルーオンの運動量分布を知ることが出来る。衝突エネルギーが非常に高く運動量移行が HERA よりも一層高い LHC などでの実験の予測をする上でこのデータは極めて重要である。ここでの国際協同実験 ZEUS で、論文提出者は荷電流深非弾性散乱の測定を行なった。

荷電流深非弾性散乱はWボゾンが媒介する過程なので、通常の光子が媒介する深非弾性散乱と比べて稀な事象である。又、終状態に散乱電子または陽電子を含まず、ニュートリノがあるので終状態粒子の測定から事象の再構成をすることが難しい。特に陽子ビームの方向近くの測定器が覆っていないビームパイプの領域に多くの粒子が逃げていることが考えられる。これらの困難を避けるために、論文提出者は Jacquet-Blondel の方法と呼ばれるビーム方向に逃げた粒子の持っていた運動量に寄らない事象の再構成を行なった。中性深非弾性散乱は終状態に散乱された電子または陽電子を含むので Double Angle Method と呼ばれる事象再構成の方法がより有効である。論文提出者は中性深非弾性散乱事象を用いて Jacquet-Blondel の方法を Double Angle Method と比較してその有効性を評価した。

e^-p 衝突の方が e^+p 衝突よりも電子軌道に正イオンが溜り安いのでビームと残留イオンの衝突から来るバックグラウンドが大きい。論文提出者は、これらのバックグラウンド事象を除去するために、様々な工夫を凝らし、かつ残ったバックグラウンド事象数の評価を行なって、荷電流深非弾性散乱の構造関数の測定がこれらのバックグラウンドに寄らないことを示した。

これらを踏まえて、荷電流深非弾性散乱の微分断面積 ($d\sigma/dx$ 、 $d\sigma/dQ^2$) および構造関数 $F_2^W(x, Q^2)$ を今だかつてない大きな運動量移行の領域 ($Q^2 \lesssim 3 \times 10^4 \text{ GeV}^2$) において精度良く測定した。測定さ

れた Q^2 分布は、Wボゾンが媒介する場合の予想と良くあっており、分布をフィットしてWボゾンの質量を導出すると、LEPで精密に測られた値と良く一致している。

更に、大統一理論などでその存在が予言される Lepto-quark が e^-p または e^+p 衝突で生成され、ニュートリノとクォークに崩壊する事象の探索を行なった。これらの事象は荷電流深非弾性散乱事象と非常に似ている。探索の結果、Lepto-quark 生成と考えられる事象を発見することは出来なかったが、Lepto-quark の生成断面積の上限を求め、その結合定数の上限を求めた。

論文提出者はデータ解析ばかりでなく、ZEUS 実験に 2000 年に搭載されたシリコン・バーテックス検出器の ADC モジュールの開発を行なった。アナログで転送されてくる信号を処理するため、このモジュールは主に、アナログ・デジタル変換器 (ADC) とデジタル信号処理部により構成されるが、主にデジタル処理部の開発を重点的に行なった。これは検出器からのデータから、荷電粒子の通過位置の情報を残して適切にデータを縮小し、次段の処理系に出力するための回路であり、プログラマブル・チップを用いて設計した。設計した回路のロジックをテストするため、PC を用いて任意のパターンを発生させられるような、簡易なパターン・ジェネレータを作成した。これにより、あらゆるパターンに対する自動試験を行うことができた。その後、プロトタイプ・ボード、最終版のボード、の各製作段階において、VME バスを用いたテストを行なった。このように実験に対する貢献も十分である。

なお、本論文の第 3 章は、ZEUS 実験グループの協同研究であるが、論文提出者が主体となって解析および検証を行なったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士 (理学) の学位を授与できると認める。