

論文内容の要旨

論文題名 Measurement of Exclusive J/ψ Electroproduction
in High-Energy ep Collisions at HERA

(HERA における高エネルギー電子・陽子衝突による J/ψ 粒子生成の測定)

氏名 阿部 哲郎

光子・陽子散乱において、様々な軽い中性ベクトル中間子 (ρ, ω, ϕ) に対する全生成断面積が固定標的実験から電子・陽子衝突型加速器 HERA での実験 (ZEUS, H1) で測られてきている。これらは一種の軟過程 (soft process) であり、その全生成断面積は同一の (光子・陽子の重心系の) エネルギー依存性を示した (図 1)。この性質は、ハドロン・ハドロン衝突の全断面積のエネルギー依存性を記述するポメロン交換により包括的に説明できることが分かっている。

ところが、この分野の研究に大きな衝撃を与える結果が HERA での光子・陽子散乱における J/ψ 粒子生成で観測された。測定されたエネルギー依存性は軟過程のものよりも明らかに急激な上昇を示した (図 1)。同様の傾向が、仮想光子・陽子散乱における ρ^0 粒子生成においても観測された。これら二つのケースでは、いずれもハード・スケールが存在し、摂動論的 QCD による計算が可能である。この場合、ベクトル中間子生成は以下の様な三つの過程で記述される。

- (1) 散乱電子から放出された仮想光子がクォーク・反クォーク対 (カラー双極子) になる。

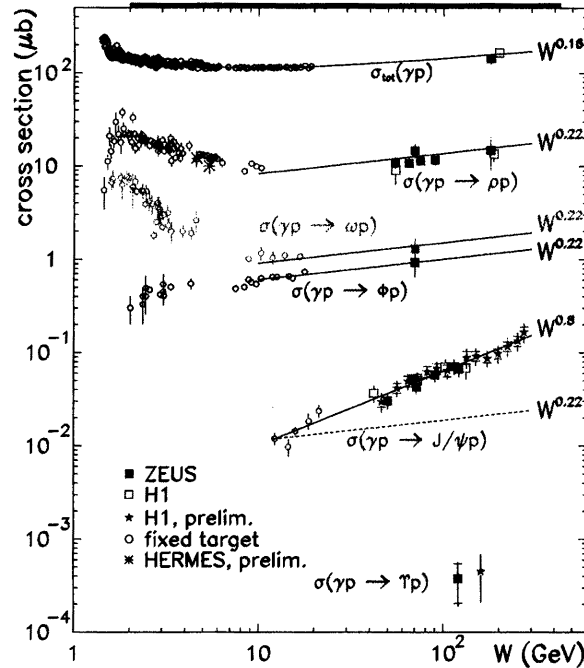


図 1: 光子・陽子散乱における全生成断面積のエネルギー (W) 依存性

- (2) カラー双極子がカラー 1 重項状態の二個のグルーオンを介して陽子と散乱する。
- (3) 散乱したカラー双極子が中間子状態になる。

散乱に二個のグルーオンが関与していることから分かるように、散乱断面積は陽子内のグルーオン密度分布の影響を大きく受ける。摂動論的 QCD の描像では、全生成断面積の急激なエネルギー依存性は小さな x ($= 10^{-4} \sim 10^{-2}$, x : グルーオンの陽子に対する運動量比) の領域で陽子内のグルーオン密度が非常に多いことにより説明される。

本研究は、相対論的効果の少ない重いベクトル中間子 J/ψ に着目し、ZEUS 実験で 1996-2000 年に取られたデータを基に高い統計と新しい解析法で以てその全生成断面積を Q^2 (仮想光子の仮想度) と W (仮想光子・陽子の重心系のエネルギー) の関数として測定した。そして、測定した断面積と摂動論的 QCD を基にしたモデル (FKS, MRT) による計算との定量的な比較を行った。その結果、断面積の Q^2 依存性は摂動論的 QCD でよく記述されることが分かった (図 2)。ところが、 W 依存性についてはよい一致は見られず、実験データはどの摂動論的 QCD のモデルの予言よりもなだらかな W 依存性を示した (図 3)。この点において、理論面でのよりよい理解が必要である。

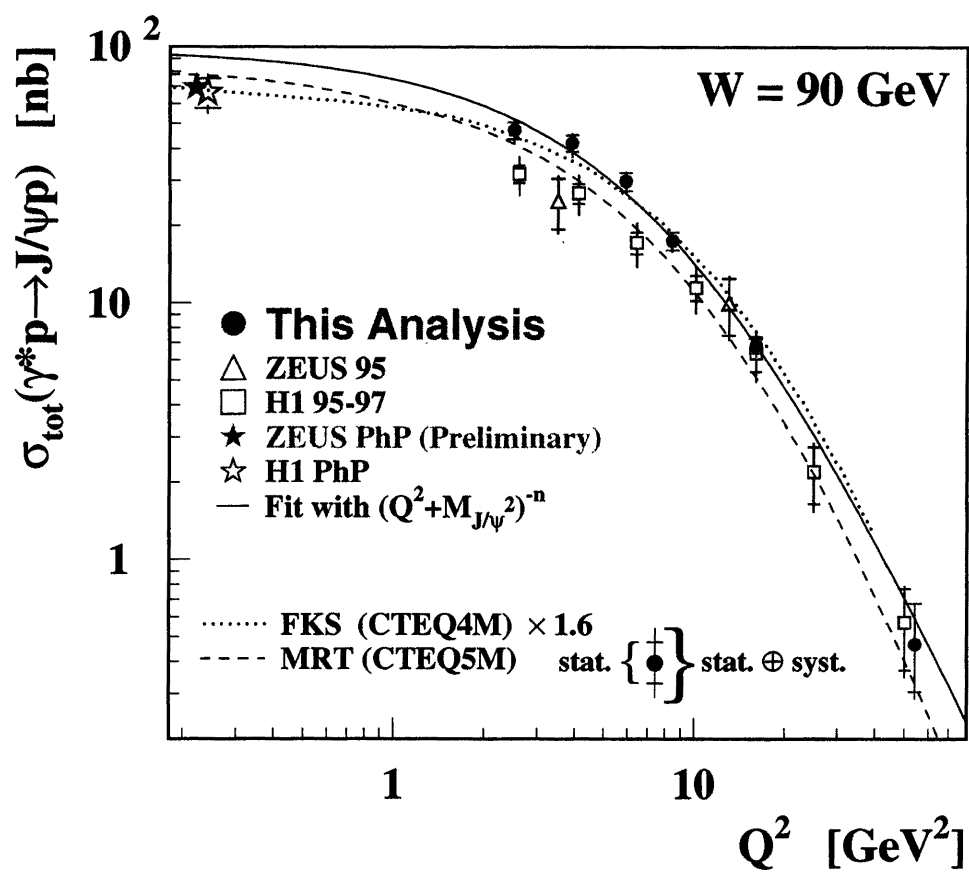


図 2: 仮想光子・陽子散乱における J/ψ 粒子の全生成断面積の仮想度 (Q^2) 依存性

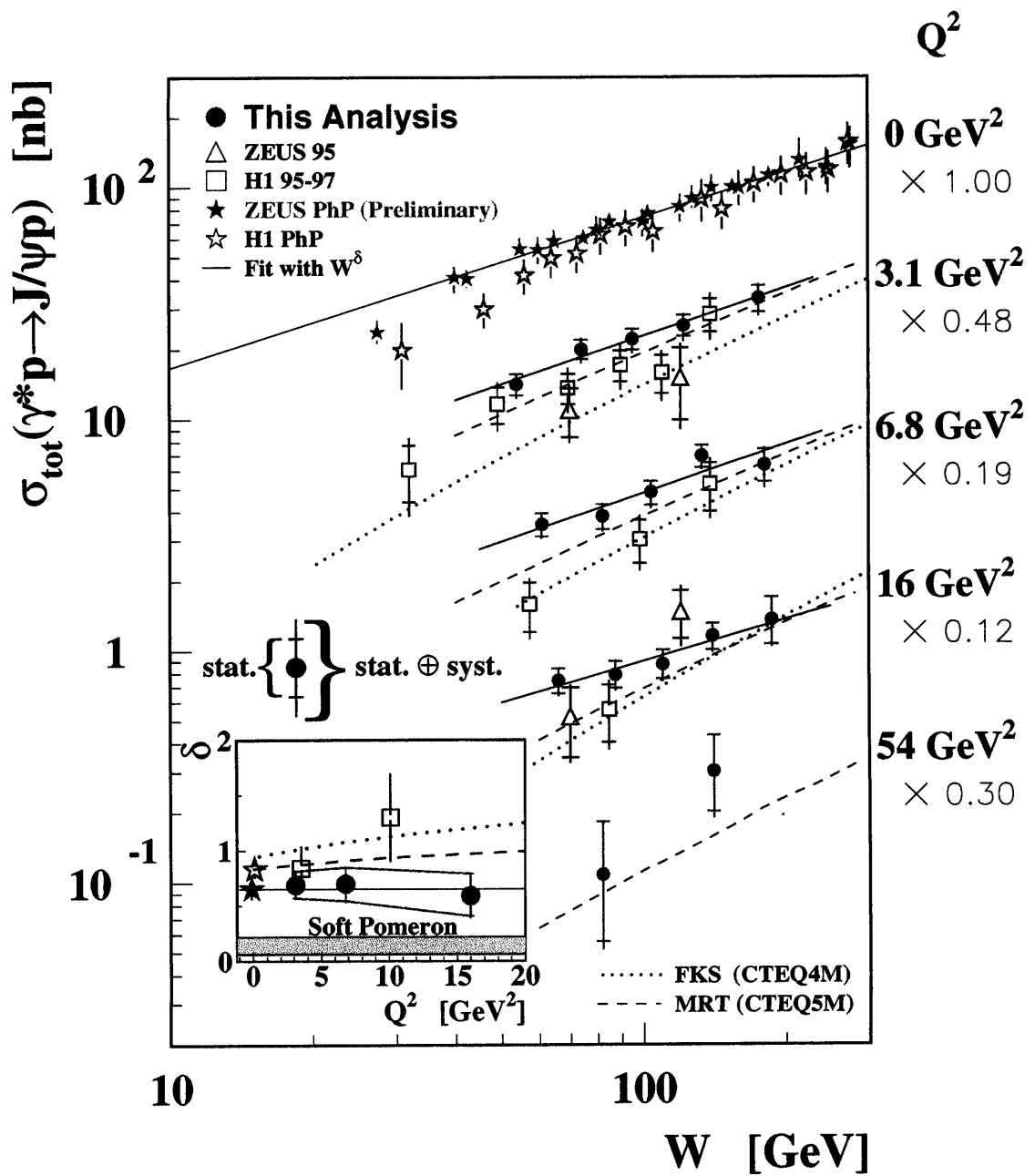


図 3: 仮想光子・陽子散乱における J/ψ 粒子の全生成断面積のエネルギー (W) 依存性