



「巨大な電子顕微鏡で見た陽子の内部」

平成 16～20 年度 特別推進研究

「高エネルギー縦偏極電子・陽子衝突による標準模型の精密検証」

所属・氏名：大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構
素粒子原子核研究所・教授・徳宿 克夫

1. 研究期間中の研究成果

・背景

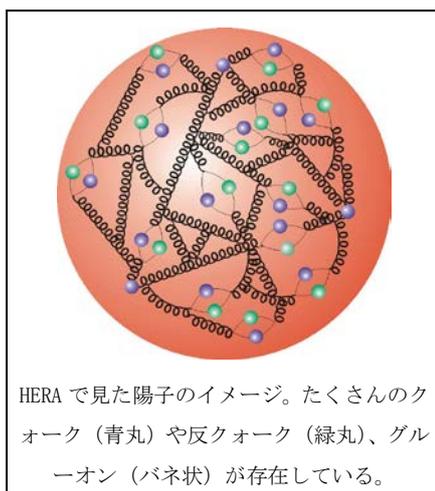
ドイツ・ハンブルグ市にある DESY 研究所では、世界唯一の電子・陽子衝突型加速器 HERA が 2007 年まで稼働していた。これは、いわば電子を使って陽子の内部を探る巨大な電子顕微鏡である。陽子の 1000 分の 1 程度の大きさまで見える分解能で、陽子内部のクォークやグルーオンがどういう振る舞いをしているかを観測した。



DESY 研究所に建設された電子・陽子衝突型加速器 HERA。周長約 6km の地下のトンネルに設置されている。

・研究内容及び成果の概要

陽子内部には小さな運動量を持ったたくさんのクォークやグルーオンがあることがわかり、その振る舞いは、標準模型の一つの柱である量子色力学(QCD)でよく記述できることを確認した。偏極電子を使うことで未知の相互作用の探索の感度を上げたが、標準模型からのずれは見え、この理論が陽子の 1000 分の 1 程度のマイクロ・スケールまでよく成り立つことを示した。



HERA で見た陽子のイメージ。たくさんのクォーク（青丸）や反クォーク（緑丸）、グルーオン（パネ状）が存在している。

2. 研究期間終了後の効果・効用

・研究期間終了後の取組及び現状

研究期間終了後も、解析を継続し、特にもう一つの国際実験グループの結果と総合することでクォーク分布の精度を上げることができた。また、この成果と測定器運転の実績を生かして、さらに大型の加速器実験である欧州 CERN 研究所の陽子・陽子衝突型加速器 LHC での実験に参入した。ATLAS 実験の実験遂行に貢献するとともに、新粒子探索や電子・陽子衝突と陽子・陽子衝突でのジェット生成の比較などの研究を進めた。2009 年からは、アトラス日本グループの共同代表者の 1 人を勤めている。

・波及効果

本研究で明らかにした陽子内部のクォーク・グルーオン分布は、LHC の実験において、ヒッグス生成断面積や、バックグラウンド事象の見積りの重要な入力情報であり、上記 ATLAS 実験での 2012 年のヒッグス粒子発見にも間接的に貢献したといえる。