

# 論文審査の結果の要旨

氏名 南條 創

本論文は5章から成る。第1章は、論文の概要であり、第2章は本論文の理論的背景を記述している。第3章は実験装置の記述、第4章はデータ解析の詳細な記述と結果の考察にあてられている。第5章に、本論文の結論が述べられている。本論文は、最高エネルギーの電子陽電子衝突型加速器LEPにおけるOPAL（オパール）測定器を用い、 $b$ クォーク反 $b$ クォーク対、 $c$ クォーク反 $c$ クォーク対生成反応において、クォークが生成される方向の角分布を精密に測定し、 $b$ クォーク、 $c$ クォークそれぞれについて前後方非対称性を決定したものである。このクォークの前後方非対称性は、素粒子の標準理論の中核を成す電弱統一理論から、正確に予言できる物理量であり、本論文の測定は標準理論の精密な検証となる。本論文の精密測定の結果が標準理論の予言値とずれることがあれば、標準理論の枠組みでは説明できない新しい物理の存在を示すことになり、本測定の物理的意義は大きい。

本論文に記述されている研究成果が、これまでの他者による研究と比べて著しく優れている点は二つある。第一は、重心系エネルギーで130 GeVから209 GeVという現在最高のエネルギー領域でなされた測定である点である。前後方非対称性は、クォーク対生成の中間状態で、 $Z$ ボゾン（弱い相互作用の3つの伝達ボゾンのうち電荷を持たないボゾン）とフォトン（電磁相互作用の伝達ボゾン）とが量子干渉を起こすことによって生ずる。この干渉の大きさは、重心系エネルギーに依存し、その振る舞いは、標準理論によって厳密に予言される。一方で、標準理論が破れ、新しい物理が出現するとすれば、高いエネルギー領域で、前後方非対称性が標準理論の予言値からずれてくる。従って、標準理論の検証はより高いエネルギー領域で行うことに意味がある。本論文は現在、最高のエネルギー領域での標準理論の精密検証であり、測定結果が、標準理論の予言値と一致を見たことから、contact interaction、レプトクォークモデル、余剰次元におけるグラビトンモデルなどを例にとって、期待されている新しい物理に厳しい制限を与えることに成功した。

本論文の優れた点の第二は、前後方非対称性の測定を  $c$  クォークと  $b$  クォークのそれぞれについて行ったことにある。標準理論は、前後方非対称性のクォークの種類（フレーバー）に対する依存性（フレーバー依存性）についても正確に予言する。このフレーバー依存性の検証は、標準理論における  $Z$  ボゾンとクォークの結合定数の直接測定に対応し、素粒子物理において非常に重要な意味を持つ。本研究では、高性能シリコン半導体検出器を用いて他のクォークよりも寿命の長い  $b$  クォークを識別し、さらに、他の力学的情報と組み合わせて構築したニューラルネットワークをフレーバー識別に適応するなど、きわめて斬新な解析手法を取り入れることによって、純度の高いフレーバー識別を実現している。この独自の手法によって、 $c$  クォーク、 $b$  クォークそれぞれの前後方非対称性の測定に成功したことは、高く評価されるべきである。

以上のような本論文内容の高い物理的意義とともに、博士論文としての完成度の高さは、特記に値する。

なお、本論文に述べられている実験は、国際共同実験グループである OPAL グループによる共同研究であるが、本論文テーマの選定、データ解析と物理結果の考察は、論文提出者のみによるものであり、本研究に対する寄与は十分であると判断する。

よって、博士（理学）の学位を授与できると認める。