

論文審査の結果の要旨

氏名 兼 田 充

本論文は11章からなる。第1章のイントロダクションと、第2章の素粒子の標準理論を超えた物理の展望の記述を通して、本研究の背景が述べられている。第3章は本研究を行った LHC 加速器と ATLAS 実験装置について述べられている。第4章は ATLAS 実験装置をもちいて研究を行う際に必要な計算機シミュレーションに関して述べられている。第5章では観測データ、そのうち特にジェットと呼ばれる多数のハドロンがほぼ同じ方向に生成される現象の解析方法について述べられている。第6章では具体的に本論文における研究でもちいられたデータについて記述されている。第7章では、本論文の研究テーマであるミニブラックホール生成と崩壊の現象と、素粒子の標準理論から予言される既知のバックグラウンド事象との違いについての議論がなされている。第8章は実験データ中にミニブラックホールが生成された証拠があるかを探索した結果が記述されている。第9章と第10章ではこの結果をもとにミニブラックホールの生成に関する制限の議論をおこなっている。第11章は本論文のまとめである。

素粒子の標準理論における大きな問題である「階層性問題」を解決する一つの可能性として、ミクロの世界では時空の次元が我々が認知できる4次元より多いとする余剰次元モデルが提唱されている。このモデルによれば、TeV のエネルギー・スケールで重力が強くなる可能性がある。この場合、LHC でミニブラックホールが生成され、その特徴的な蒸発（崩壊）信号を探すことで、TeV スケールで重力が強くなっているか否かを検証できる。本研究は2010年本格的に実験が開始された LHC の ATLAS 実験のデータをもちいて、はじめて本格的に可能となった TeV スケールの物理の研究を行うものである。

このため、論文提出者は ATLAS 実験装置で観測・記録された LHC の 3.5TeV 以下の陽子・陽子衝突の 36.3pb^{-1} データを解析して、ミニブラックホールが生成されている証拠があるか否かを検証した。具体的には、ミニブラックホー

ルが生成された場合に予想される事象は多くのジェットが全方向に生成されると予想されることから、ジェットの数が多く、横向き運動量のスカラー和が大きい事象がミニブラックホールの特徴として、このような事象を探索した。

解析の結果、データは標準理論の予言値とよく合い、余剰次元モデルで予言されたミニブラックホールについては発見されず、重力が他の力と同等の強さになるプランク・スケールに対する新たな下限を得た。ミニブラックホールの生成という新たな現象は発見できなかったものの、素粒子の階層性問題を解決することを目的として提案された理論モデルの1つに制限をつけた意義はたいへん大きい。

なお、本論文の研究内容は ATLAS 共同実験の観測結果に基づく結果であるが、ミニブラックホール生成に関する研究は論文提出者が主体となって遂行したもので、論文提出者の寄与が十分大きいと判断する。

従って、博士（理学）の学位を授与できると認める。