

論文審査の結果の要旨

氏名 大川 英希

この論文は、欧州原子核研究機構 (CERN) の LHC (Large Hadron Collider) 加速器の衝突点の一つに設置された ATLAS 検出器 (A Toroidal LHC ApparatuS) の心臓部であるカロリメータについて、その性能試験データを元に本実験での新物理現象探索の具体的方法について研究した結果をまとめたものである。

論文は全 3 部からなり、第 1 部では、導入として LHC で期待される新物理現象や、LHC 加速器と ATLAS 検出器についての概要を説明している。第 2 部では、ATLAS 検出器のカロリメータの性能試運転についての詳細が述べられ、第 3 部においてその知見を元に、期待される新物理現象の具体的探索方法について詳しく研究した結果が記されている。

LHC 加速器は、TeV (テラ電子ボルト) スケールの物理を直接探索できる初の加速器であり、ATLAS 検出器はその主要な汎用検出器である。ATLAS 検出器において粒子のエネルギー測定的心臓部とも言える電磁カロリメータとハドロンカロリメータは、1990 年頃からの研究開発を経て、長い年月をかけて建設され、2005 年から宇宙線測定を開始し、2008 年 9 月のシングルビームの周回・測定を経て、現在に至るまで、コミッショニング (本実験に向けての性能試験のための試運転) を行ってきた。その際、特定場所でディジタイザーなどからの非ガウス分布的なノイズの増大が観測されたが、それが主に低電圧電源に由来していることを明らかにした。従来の解析手法では、非ガウス分布的ノイズが存在する場合には、解析能力の低下が起きていたが、論文提出者は、ノイズの非ガウス性を考慮した手法を提案し、解析能力が改善されることを示した。

宇宙線測定では、ミューオンからの制動放射で、TeV オーダーのエネルギーがカロリメータにもたらされ、その結果擬似的に「ジェット」が再構成されることが、多々あることが判明した。このような事象は、又、宇宙線が衝突点付近を通ることが稀であるために、大きな Missing ET (横方向消失エネルギー) を生じることも明らかとなった。このような偽のジェットや Missing ET は、多くの物理測定にとって深刻なバックグラウンドとなるので、それらのバックグラウンドを除去する手法を、実データ及びモンテカルロシミュレーションを駆使して確立した。

さらにコミッショニングで得られた知見を元に、モンテカルロシミュレーションを用いて、Monojet 事象を用いた Large Extra Dimensions の探索と、Missing ET に多数のジェットが付随する multi-jet 事象を用いた超対称性粒子の探索法について研究している。Monojet 事象と呼ばれる、単独の高エネルギージェットに大きな Missing ET が付随する事象では、宇宙線バックグラウンドは、標準理論のバックグラウンドや新物理現象を遥かにしのぐ事象数になることがわかった。宇宙線バツ

クグラウンドは、Muon Spectrometer からの情報だけでは、除去することができないことが本研究で判明したが、カロリメータの情報も用いてバックグラウンドの除去を行うと、そのほとんどを取り除くことができることを示した。超対称性探索のための、multi-jet 事象を用いた探索では、標準理論由来のバックグラウンドをデータから評価する data-driven method と呼ばれる手法を提案し、その性能と不定性について考察した。この結果、実験初期においても、生成される超対称性粒子の兆候を早期に観測できる可能性があることがわかった。

以上に述べたように、この論文において論文提出者は、ATLAS 検出器のカロリメータのコミッションングで得られた知見をもとに今後始まる LHC 加速器の本実験における、素粒子の標準理論を超えた新物理現象探索のための有効な効率的解析手法を確立することに大きく貢献した。

この論文は、学問的に大変有用なものであり、また論文提出者の独創性も十分であると認められる。また、この論文は ATLAS 実験グループの他の共同研究者との共同研究に基づくものであるので、論文提出者がどのような主導的な寄与があったのか審査委員会において念入りに審査した。その結果、検出器の試運転における性能測定と問題点の洗い出しおよびその対策、さらに、その知見を元にした新物理探索の方法に関する研究は、論文提出者が中心となり行なったものであることが明らかであることから論文提出者の主導性が十分であると判断した。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。