

論文審査の結果の要旨

氏名 藤井祐樹

この論文は、レプトンフレーバーを保存しないミューオンの崩壊モード、 $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ を、スイスにあるポールシェラー研究所の陽子サイクロトロンを用いた MEG (Muon to Electron and Gamma) 実験装置により、その分岐比を 10^{-12} 以下の感度まで探索した結果をまとめたものである。

論文は全 8 章からなり、第 1 章では、この研究の動機とこれまでの先行研究について概説している。第 2 章では、MEG 実験装置の詳細について記している。第 3 章では、取得したデータから検出した粒子の飛跡やエネルギーなどを再構成する方法、第 4 章で検出装置の較正方法、第 5 章ではその性能について詳述している。第 6 章では問題の崩壊モードの解析方法の実際が述べられており、第 7 章で結果を導出し、細部の検討を行い、将来の展望を述べている。最後に第 8 章で結論を導いている。

素粒子の標準理論は、現時点においては様々な既存の実験結果を高精度で記述しているが、いまだそれでは説明できない事象が幾つか存在することなどから、完成した理論ではないと考えられている。 $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ のようなレプトンフレーバーを保存しない崩壊は標準理論では強く抑制されており、ニュートリノ振動の存在を仮定してもその分岐比は 10^{-50} 程度と計算されている。一方、標準理論の枠外のいくつかの理論模型でははるかに大きい分岐比を预言するものもあることから、この崩壊モードの高感度測定は、標準理論を超えた新物理学の検証に有効である。

MEG 実験では、その高性能を活かしてこれまでこの崩壊モードの探索を行ってきたが、論文提出者は、更に実験感度を良くするため解析を改良した。具体的には、ガンマ線パイルアップ除去アルゴリズムの改善、ドリフトチェンバーにおけるオフラインノイズ除去アルゴリズムの導入、飛跡フィットの改良および物理解析における陽電子事象毎誤差の導入などの改善により、同じ MEG 実験グループのこれまでの感度を 4 倍改善することに成功し、分岐比の上限値 5.7×10^{-13} を得た。この上限値は世界で最高のものであり、新物理学で予測されるパラメータ領域を広く棄却するものである。

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、この論文における解析は論文提出者が中心となり行なったもの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。