

論文審査の結果の要旨

氏名 小川 真治

本論文は12章からなる。第1章はイントロダクションであり、本実験的研究の物理的背景、探索する μ^+ から e^+ と γ へ崩壊する稀現象の説明、これまでの実験的研究、本研究に用いる実験装置 MEGII の概念的説明及び各構成要素の解説、本研究の主要テーマとなる液体キセノン検出器の改良すべき点と背景事象、そして期待される感度が記述されている。第2章は液体キセノン検出器の改良に用いられる半導体検出器の詳細やその特性、試験結果、建設作業、較正源、液体キセノンのコントロールシステムについて述べられている。第3章は2017年から2019年にかけて行われたパイロットラン、その際のデータ収集システムの状況が記述されている。第4章では、検出器シミュレーション、特に波形のシミュレーションの詳細や背景ガンマ線事象について述べられている。第5章では検出器に用いられている光電子増倍管の可視光や真空紫外線に対する特性が述べられている。第6章には新しい半導体検出器の可視光や真空紫外線に対する特性、そして実験遂行中に観察された特性の劣化と原因調査、回復方法について述べられている。第7章には鉛コリメータを用いた位置分解能の評価と検出効率劣化の影響の評価、第8章には時間分解能の詳細について、再構成の方法、波形の解析手法、センサーの時間分解能と装置全体としての分解能が述べられている。第9章にはエネルギー分解能が詳説されており、特に先行研究である MEG 実験との比較検討に関する議論が展開されている。第10章には、波形や発光パターンに基づき事象が重なった際に除去する手法が述べられている。第11章には研究によって得られた全ての特性の改善に加え、光センサーの劣化に伴う対策やエネルギー分解能の期待値からのずれ等についても考慮し MEGII 実験の感度を評価した。その結果、4年から4.6年間のデータにより、稀現象の分岐比への感度としてこれまでより1桁程度の感度向上となる 5×10^{-14} を実現できることを示した。第12章には本研究の成果と今後の展望が述べられている。

なお、本論文については MEG コラボレーションによる国際共同研究によるものであるが、論文提出者が主体となって液体キセノン検出器に関する種々の装置の開発を行い本研究の核となる装置の特性を理解するための必要なデータを取ってきた。さらに性能を最大限発揮するために論文提出者はソフトウェアの開発やデータ収集計画の立案を行い目標とする感度の達成のために実機を用いた検証を行ったものである。このように本研究で前人未踏の探索感度の達成を可能ならしめた点において、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。

最終試験の結果の要旨

氏名 小川 真治

成績 合格

本委員会は、論文提出者に対し令和2年11月17日、学位論文の内容及び関連事項について、口頭試験を行った。

その結果、論文提出者は、物理学、特に素粒子物理学について博士（理学）の学位を受けるにふさわしい十分な学識をもつものと認め、審査委員全員により合格と判定した。