

【特別推進研究】

理工系（数物系科学）



研究課題名 MEG II 実験-究極感度ミュー粒子稀崩壊探索で大統一理論に迫る

東京大学・素粒子物理国際研究センター・教授

もり としのり
森 俊則

研究課題番号：26000004 研究者番号：90220011

研究分野：物理学、素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：素粒子（実験）

【研究の背景・目的】

本研究グループは、宇宙初期に実現していたと考えられる素粒子と力の大統一（大統一理論）を検証するため、独創的で巧みな実験装置を考案・開発して国際共同実験MEGをスイス Paul Scherrer Institute (PSI) で実施し、標準理論では起こりえないミュー粒子の崩壊 $\mu \rightarrow e\gamma$ （ミュー粒子がガンマ線を放出して電子に転換する崩壊：ミューイーガンマ崩壊）を $O(10^{-13})$ という世界最高の感度で探索してきた。またそれと並行して探索感度の大幅な改善に向けた研究開発を行い、究極の実験感度を可能とする測定器の改良設計を完成させ、2012年暮れにMEG実験のアップグレード実験MEG IIとして提案書をPSIに提出した。このMEG II実験提案は2013年1月にPSIの研究委員会によって承認された。

本研究では、MEG実験の残り半分のデータ解析を行って世界最高感度の $\mu \rightarrow e\gamma$ 探索を続けるのと並行して、プロトタイプによる実証実験を行い、測定器のアップグレードを完成させて、MEGより更に一桁実験感度を上げた究極の $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊探索実験MEG IIを実施して、宇宙誕生の謎を解く鍵である大統一理論の検証を目指すものである。

【研究の方法】

MEG II 実験（図1）では、新たに開発した様々な粒子検出技術（例えば図2に示した液体キセノンガンマ線検出器に使用する光センサー）を用いて測定器の性能を改善してバックグラウンド事象を制御することによって、PSIの世界最高強度のミュー粒子ビームを使い尽くし、 $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊を探索する究極の実験感度を実現する。

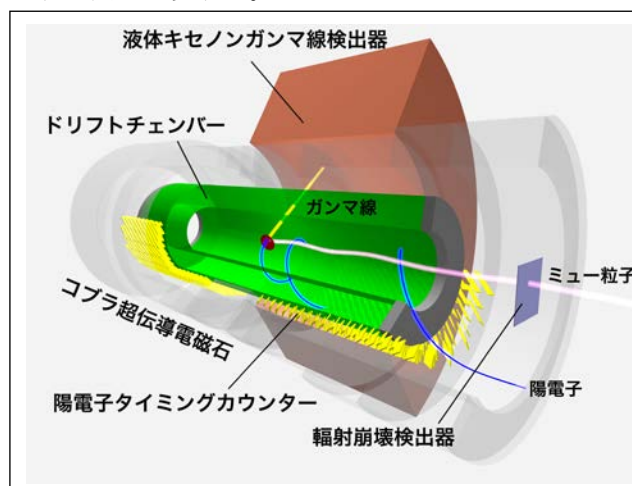


図1 MEG II 実験概念図



図2 新開発の光センサー（右）と従来の光電子増倍管

【期待される成果と意義】

本研究において $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊が発見されれば、標準理論を超える大統一理論などの新しい物理の存在の決定的証拠となる。さらにその分岐比・角度分布を精度良く測定することにより、新しい物理のエネルギースケールや対称性について絞り込むことも可能である。一方、もし $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊が発見されなかった場合には、力の大統一ひいては宇宙の始まりに対する我々の標準的な理解が大きく覆され、今後の素粒子物理研究の方向性を決定的に変えることになる。

2012年にLHC (Large Hadron Collider) においてヒッグス粒子が発見され、さらにその質量が比較的軽かったことにより、ヒッグス粒子は複合粒子でなく基本粒子であり、超対称大統一理論の枠組みが正しい方向であることが示された。また、最近T2K 実験などで測定された第3のニュートリノ振動の混合角 θ_{13} が大きかったことから、 $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊の崩壊分岐比もこれまで考えられていたものよりも大きくなると考えられ、 $\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊発見への期待はこれまで以上に高まっている。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- MEG Collaboration, “New Constraint on the Existence of the $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ Decay,” Phys. Rev. Lett. 110 (2013) 201801
- MEG II Collaboration, “MEG Upgrade Proposal,” arXiv:1301.7225

【研究期間と研究経費】

平成26年度－30年度 425,100千円

【ホームページ等】

<http://meg.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/>

<http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/meg/>