

【基盤研究(S)】

理工系 (数物系科学)



研究課題名 大強度パルスミュオンビームで解き明かす荷電レプトン間のフレーバー混合

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授

みはら さとし
三原 智

研究課題番号： 17H06135 研究者番号： 80292837

研究分野： 物理学

キーワード： 素粒子実験、量子ビーム

【研究の背景・目的】

素粒子の荷電レプトンにおいてフレーバー数の保存を破る過程 (Charged Lepton flavor Violation, cLFV 過程) はニュートリノ振動を考慮に入れたとしても標準模型内では厳しく制限される。しかしながら標準模型を超える TeV スケール物理が実存するならば、実験室でも十分観測に係る頻度で生じ得る。このため、cLFV 探索は広範囲のエネルギーに渡って新物理を探る可能性を有し、その到達範囲は LHC 実験のそれをも凌駕すると考えられている (図 1)。

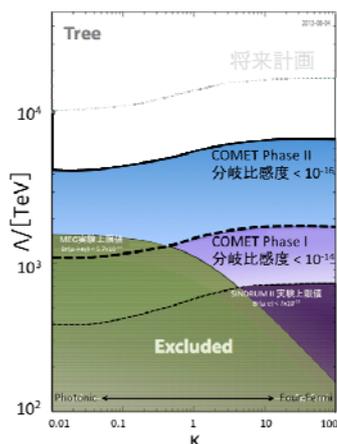


図 1 COMET 実験で到達可能なエネルギー (縦軸)。横軸は反応に寄与する素過程の割合を示すパラメータ

現在、世界最高感度の cLFV 探索である $\mu^+ \rightarrow e + \gamma$ 探索実験 (MEG 実験) に続き、国内外で多くの cLFV 探索実験の準備が進められている。このような状況のもと、本研究では $\mu \rightarrow e$ 転換過程を 10^{-16} の分岐比感度で探索する COMET 実験の早期実現のため、必要な大強度パルスミュオンビームを最適化し、ミュオンフレーバー物理を大きく進展させて、国内で世界トップレベルの国際共同実験を実現する。

【研究の方法】

本研究は COMET 実験において、その目標感度 (Phase I : 10^{-14} 、Phase II : 10^{-16}) 実現に不可欠なパルスミュオンビームを開発する。このため現在製作中の運動量計測用ストロー飛跡検出器に加えて、エネルギー計測用の LYSO カロリメータ検出器を新規に製作し、必要なエレクトロニクスも整備してビ

ーム診断が可能な検出器群 (StrEcal 検出器 図 2 左) を立ち上げる。これにより大強度ミュオンビームの診断を実施し、ビーム中の粒子種別とその割合の計測、位相空間分布の決定を行う (図 2 右)。また、この結果を基に最適なコリメータシステムを設計し COMET 実験の実験感度を最大化するとともに、最終的なミュオン収量を向上するための陽子標的の検討も進める。

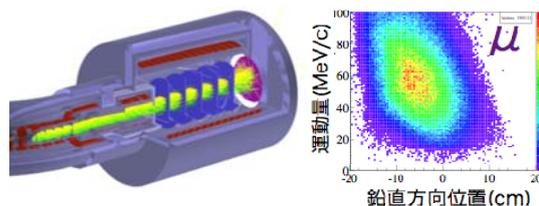


図 2 本研究で開発を行う StrEcal 検出器 (左) とシミュレーションで予想されるビーム位相空間分布 (右)

【期待される成果と意義】

$\mu \rightarrow e$ 探索実験の実験感度を決める主要因はミュオンビームにある。現存するミュオンビームは、その殆どが運動量分布が数%以下であるが、COMET 実験で使用するミュオンビームは大強度化のため、数 10MeV に渡る広い運動量分布を持ち空間的な広がりも大きい。このようなビームを最適化するには専用のビーム計測用測定器が不可欠である。本研究では、実験グループとビームを供給する J-PARC ファシリティとの間に立って、独自に開発した検出器を使用してミュオンビームの最適化を施すことにより、最速で世界最高感度 cLFV 探索実験の実現を目指すものである。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・「荷電レプトンで探る新物理」、三原智、日本物理学会誌 70 巻 10 号現代物理のキーワード
- ・ S. Mihara et al., Annual Review of Nuclear and Particle Science, 63:1 (2013) 531-552.

【研究期間と研究経費】

平成 29 年度 - 33 年度 152,000 千円

【ホームページ等】

<http://comet.kek.jp/kiban-s>