

【基盤研究(S)】

大区分B



研究課題名 大強度ミュオン源で解き明かす荷電レプトンの フレーバー転換探索の新展開

大阪大学・大学院理学研究科・教授 くの よしたか
久野 良孝

研究課題番号： 18H05231 研究者番号： 30170020

キーワード： 素粒子

【研究の背景・目的】

標準理論を超える新物理の探究は素粒子物理の最重要課題である。荷電レプトンのフレーバー転換は、標準理論の枠組みでは起こらないことが知られている。また一方、多くの新物理の理論モデルは将来観測可能なレベルで起こると予言している。したがって、これは新しい物理を発見するベストの現象のひとつである。荷電レプトンのフレーバー転換で最も重要な過程は、ミュオン原子中でミュオンが電子に転換する過程である。我々は、東海村の J-PARC の世界最高パルス状ミュオンビームを使って、ミュオン電子転換過程を現在の上限値を二桁以上に上回る実験精度で探索する COMET Phase-I 実験 (J-PARC E21 実験) を推進している。本研究の目的は、COMET Phase-I 実験の実験精度を以前よりさらに8倍程度向上することである。

【研究の方法】

研究の方法は、COMET Phase-I 実験の測定器を製作し、その後ミュオン電子転換過程の探索を遂行することである。COMET-Phase-I の測定器は円筒ドリフトガスチェンバー (cylindrical drift chamber=CDC) を採用し、その中心にミュオン静止標的を置く。ミュオン静止標的の材質としては、

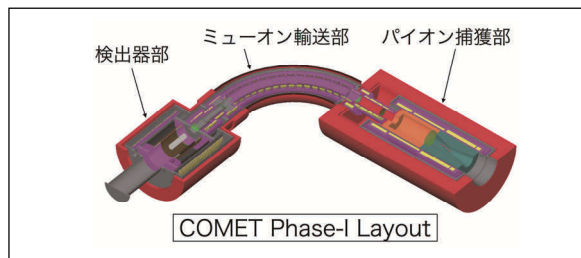


図1 COMET Phase-I

ミュオン原子の寿命が長いアルミニウム(Al)を使う。特に本研究では、ミュオン電子転換過程探索の実験感度を更に向上するために COMET 検出器の高度化を行う。それらを以下に列挙する。(1)ブリッジソレノイドの設置：ミュオン輸送部(磁場3T)から検出器部(磁場1T)に磁場を漸的になめらかに変化させるために、新たに超伝導ソレノイド(ブリッジソレノイド)を設置する。これにより静止するミュオン量が増えバックグラウンド事象が軽減される。(2) CDC のトリガーカウンターの耐放射線化：CDC のトリガーカウンターの位置では放射線量

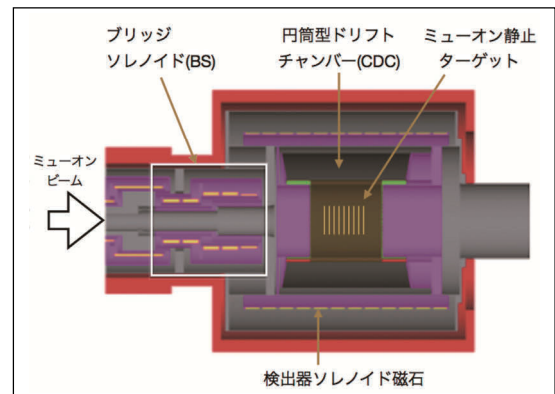


図2 CDC レイアウト

が非常に高いことが予想されている。それで、光検出器としてファインメッシュ型光電子増倍管に変更し、新たに放射線シールドを追加する。(3) CDC 検出器の耐放射線化：CDC 検出器読み出し回路の耐放射線性を向上させるために、FPGA やパーツの選定を行う。さらに放射線シールドを追加する。

【期待される成果と意義】

本研究の COMET Phase-I では、これまでの実験感度から 400 倍以上に改善し、ミュオン電子転換過程の発見を目指す。もしミュオン電子転換過程が観測されれば、疑いの余地なく、新しい物理の発見となる。これは素粒子物理学の新しいパラダイム転換を形成するきっかけとなるであろう。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Y. Kuno, "A Search for Muon-to-electron Conversion at J-PARC: The COMET Experiment", PTEP 2013 (2013) 022C01, DOI : 10.1093/ptep/pts089
- ・ Y. Kuno and Y. Okada, "Muon Decay and Physics beyond the Standard Model", Rev. Mod. Phys. 73 (2001) 151-202, DOI : 10.1103/RevModPhys.73.151

【研究期間と研究経費】

平成 30 年度 - 34 年度
148,500 千円

【ホームページ等】

<http://www-kuno.phys.sci.osaka-u.ac.jp/mlfv/>