

令和 6 年度（2024） 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文： 地下素粒子実験を用いた宇宙線ミュオン強度変動の研究 英文： Study of cosmic ray muon intensity modulations using underground particle experiments
研究代表者	中野 佑樹（富山大学）
参加研究者	小汐 由介（岡山大学）、亀田 純（宇宙線研究所）、市村 晃一（東北大学）、鈴木 州（神戸大学）、佐藤 和史（宇宙線研究所）、多田 智昭（岡山大学）
研究成果概要	これまでに共同利用研究により、スーパーカミオカンデ検出器において観測される宇宙線ミュオンの崩壊電子データを解析してきた。本年度は、宇宙線ミュオンの電荷比と偏極の測定結果が、学術論文として公表された [1]。 上述の研究テーマが完了したため、本年度は次のステップとして以下の研究を行った。 1) 宇宙線ミュオンの軌跡や入射位置などを決定する再構成アルゴリズムの改良 [2] 2) 宇宙線ミュオンのフラックス測定の高感度化に向けて、宇宙線ミュオンの多重度を評価する新しいアルゴリズムの開発 [2] 3) 1)と 2)を利用して、宇宙線ミュオンのフラックス測定とシミュレーションとの比較を実施した [3]。また、大気上空での温度（密度）と、宇宙線ミュオンの観測頻度の相関を明らかにする研究を遂行した。 4) 負電荷ミュオンと酸素原子核の吸収反応を通して生成される、放射性元素の生成分岐を測定する研究 [4] 1) と 2)の研究では、地下実験環境での宇宙線ミュオンの MC シミュレーション開発をまず実施した。その後、既存の宇宙線ミュオンの再構成アルゴリズムと性能を比較した。特に、多重度の決定制度に関する評価に注力した。 3) の研究では、MUSIC や MUTE といった、地下環境での宇宙線ミュオンのフラックスを予想するシミュレーションを利用した。神岡地下で稼働している各実験装置での宇宙線ミュオンフラックスの数値を準備した。 4) の研究では、[1] の測定結果から負電荷のミュオンの数が見積もれるため、酸素原子核との吸収反応を評価した。具体的には、寿命が数ミリ秒から数秒程度の $^{16}\text{N}/^{15}\text{C}/^{12}\text{B}/^{13}\text{B}$ の元素に関する測定を実施した。すでに、分岐比に関する測定結果を

得ており、物理学会で報告した[4]。この研究に関しては、2025 年度中に論文投稿により、研究成果を公表する予定である。

[1] H. Kitagawa et al, 「Measurements of the charge ratio and polarization of cosmic-ray muons with the Super-Kamiokande detector」 Phys. Rev. D 110, 082008 (2024).

[2] 藤田 紗季, 多田 智昭, 島村 蓮, 中野 佑樹, 小汐 由介, 大山 雄一, 「スーパーカミオカンデにおけるミューオン束フィッターの開発とミューオンフラックスの測定」ポスター発表, 第 1 回 学術変革「地下稀事象」若手研究会 (富山大学)

[3] 島村 蓮, 中野 佑樹, 多田 智昭, 南野 彰宏, 「地下実験室に到来する宇宙線ミューオンフラックスのシミュレーション間の系統的評価」ポスター発表, 学術変革「地下稀事象」領域研究会 (大阪大学)

[4] 前川 雄音, 中野 佑樹, 西村康宏, 「スーパーカミオカンデにおける酸素原子核ミューオン捕獲による放射性同位体の分岐比測定」口頭発表, 日本物理学会 2025 年春季大会 (オンライン)

整理番号 A14