

令和 4 年度 (2022) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：神岡地下観測所における中性子フラックス測定 英文：Measurement of neutron flux at the Kamioka underground laboratory
研究代表者	南野彰宏 (横浜国立大学)
参加研究者	南野彰宏 (横浜国立大学)、鈴木芹奈 (横浜国立大学)、天内昭吾 (横浜国立大学)、竹田敦 (東京大学)、関谷洋之 (東京大学)、矢野孝臣 (東京大学)、細川佳志 (東京大学)、伊藤博士 (東京理科大学)、身内賢太郎 (神戸大学)、東野聡 (神戸大学)、中山郁香 (神戸大学)、寄田浩平 (早稲田大学)、田中雅士 (早稲田大学)、青山一天 (早稲田大学)、櫻井真由 (早稲田大学)、中曾根太地 (早稲田大学)、岩澤広大 (早稲田大学)、鷲見貴 (国立天文台)、中竜太 (東邦大学)、白石卓也 (東邦大学)、佐伯加奈 (東邦大学)、小林龍太 (名古屋大学)、吉本雅浩 (岐阜大学)、小林龍太 (名古屋大学)、吉田斉 (大阪大学)、水越慧太 (宇宙航空研究開発機構)
研究成果概要	<p>本研究では、宇宙素粒子実験において重要なバックグラウンド源となる地下環境中性子を実験グループの垣根を超えて測定する。2022年度は以下を行った。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① ^3He 比例計数管を用いた神岡地下観測所における環境中性子の長期測定 ② 地下実験室の環境が環境中性子に与える影響のシミュレーションによる見積もり ③ 液体シンチレーター検出器のアルファ線バックグラウンドの低減 <p>詳細は以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 2021年7月に開始した2台の^3He比例計数管による神岡地下観測所Lab-Bにおける環境中性子の長期測定を2022年度も継続して行った。^3He比例計数管は熱中性子にのみ高い感度を持つ検出器である。そこで、1台の^3He比例計数管には中性子減速材 (ポリエチレン) を装着し、高速中性子に感度のある測定を行った。以後、熱中性子に感度のあるセットアップの測定レートをR_A (count/sec)、高速中性子に感度のあるセットアップの測定レートをR_B (count/sec) とする。2台の^3He比例計数管の測定レート比 (R_A/R_B) と神岡町の雨量 (AMeDAS) の比較を図1に示す。 ② 岩盤中の水分量が環境中性子に与える環境中性子フラックスに影響を与える影響をシミュレーションで見積もった。地下実験室での環境中性子の発生源である岩盤中

のU、Th系列の(α , n)反応についてはシミュレーターNeuCBOTで計算し、岩盤から実験室までの中性子の輸送は検出器シミュレーターGeant4を用いて計算した。シミュレーションの結果、岩盤中の水分量が増えると、2台の ^3He 比例計数管の測定レート比(R_A/R_B)が大きくなることが分かった。この結果を受けて、図1の R_A/R_B と神岡町の雨量を比較したが、有意な相関はみられなかった(相関係数 = 0.16)。

- ③ 液体シンチレーター検出器のアルファ線バックグラウンドのスペクトラムから液体シンチレーター中に ^{226}Ra が残存している可能性が示唆された。このため、早稲田大学に液体シンチレーターの純化装置を構築し、純化工程のR&Dを開始した。この早稲田大学で純化した液体シンチレーターを検出器に導入したところ、アルファ線バックグラウンドレートが0.7 mBqとなり、神岡地下実験室で液体シンチレーターを純化した場合と同じ値になった。さらに早稲田大学で純化した液体シンチレーター中の ^{238}U と ^{232}Th 含有量を筑波大学のICP-MSで測定したところ、環境中性子測定では問題にならないことが分かった。

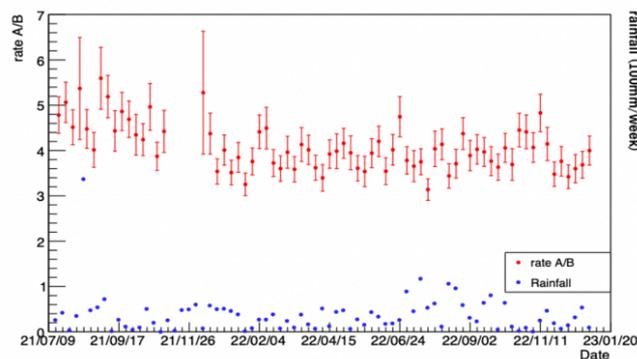


図 1. 2 台の ^3He 比例計数管の測定レート比 (R_A/R_B) と神岡町の雨量(AMeDAS)の比較 (2021 年 7 月～2023 年 1 月、神岡地下 Lab-B)

- [1] 岩澤広大、「低バックグラウンド下における液体シンチレータ検出器の環境中性子測定データの解析結果」、日本物理学会 2022 年秋季大会、2022 年 9 月
- [2] 天内昭吾、「ヘリウム 3 比例計数管を用いた神岡地下実験施設の環境中性子の長期測定」、日本物理学会 2022 年秋季大会、2022 年 9 月
- [3] 南野彰宏、「地下宇宙素粒子実験のための極低放射能技術」、日本物理学会 2022 年秋季大会、2022 年 9 月
- [4] 岩澤広大、「液体シンチレータ検出器の極低バックグラウンド下に向けた液体シンチレータ純化能力の評価」、日本物理学会第 78 回年次大会、2023 年 3 月
- [5] 天内昭吾、「比例計数管を用いた神岡地下実験施設の環境中性子の長期測定とその結果の理解に向けた研究」、日本物理学会第 78 回年次大会、2023 年 3 月