

平成 30 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：暗黒物質探索実験用検出器部材からのラドン放出量の測定 (2)
 英文：Radon emanation measurement from material using dark matter search experiment(2).

研究代表者 小川 洋 (日本大学理工学部)
 参加研究者 小林 兼好 (東京大学宇宙線研究所)

研究成果概要

現在、世界において暗黒物質探索実験は盛んに実施されている。暗黒物質探索の為に次期大型液体キセノン検出器は、2層型構造による高性能の粒子識別により、より高精度での暗黒物質探索が見込まれる。一方、相対的に液体キセノン中のバックグラウンドの影響が大きくなる。これらは、次世代暗黒物質探索において、 1×10^{-5} /keV/day/kg以下を目標としなければならない。

この場合、液体キセノン中で1uBq/kg (キセノン) 以下のラドン量が要求される。ラドンは検出器部材からのしみだしが主な源となっている。本研究は、次世代大型検出器に使用する部材からのラドン放出量を測定し、部材の選定を行う。

平成30年度において着目したのは、キセノンの純化に使えると期待されるモレキュラーシーブスの低ラドン放出化である。モレキュラーシーブスは、キセノン中の水分等不純物を吸着する能力が、MEG実験において示されている。また、最近では、SF6ガスからのラドン吸着能力があることが報告されており、キセノンにおいても、同様のラドン吸着能力があるのではと期待されている。暗黒物質探索実験に使用する為には、極低放射能(低ラドン放出)のモレキュラーシーブスを開発する必要がある。

平成30年度においては、大きく分けて以下に挙げる2つのことを実施した。

1) モレキュラーシーブスによるキセノン中のラドンの吸着能力の確認

高濃度のラドンを入れたキセノンを用いて、市販のモレキュラーシーブスに通し、ラドンの吸着能力を確かめる実験を、神岡地下宇宙素粒子研究施設において実施した。本実験では、静電捕集型ラドン検出器によるラドンの測定をすると共に、モレキュラーシーブスのフィルターは冷凍機で冷却し、キセノンをポンプで循環した。その結果が、図1となる。5Aタイプ2種と、Lタイプというモレキュラーシーブスを通したが、いずれでも、キセノン中からのラドンの除去が確認された。また、タイプの違いによるラドンの吸着割合に差が見られた。適切なタイプのモレキュラーシーブスを選定し、フィル

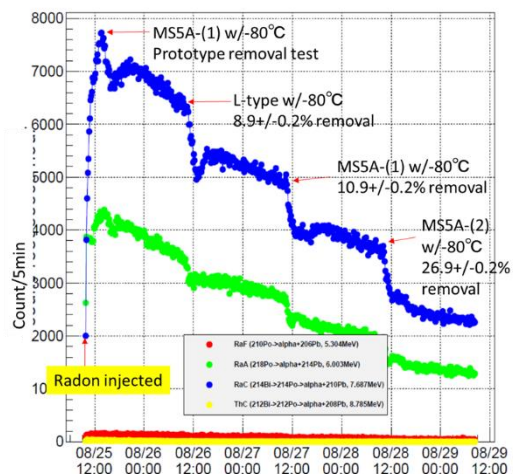


図1: キセノンからのラドン除去の予備実験。MS5A 2種類と、L-type MSで試験した。MS5A (1)及び(2)は同じ5A typeでも、製作過程を変えることで、少しだけpore sizeが違う。

ターカラム形状を改良すれば、より効率的なラドン吸着が望めることが分かった。

2) 低放射能モレキュラーシーブスの開発

市販のモレキュラーシーブスの放射能は、ウラン238の濃度として、5Bq/kg以上あることが、以前におけるゲルマニウム検出器の測定結果からわかっている。本研究では、モレキュラーシーブスの材料を低放射能のものを選定し、モレキュラーシーブスを独自に製作する。

材料選定については、神岡地下宇宙素粒子研究施設におけるゲルマニウム検出器を使用した。図2のように、モレキュラーシーブスの材料を複数個用意し、純空気でパージ後、梱包した。その後、ゲルマニウム検出器でのスクリーニングをした結果、低放射能材料を選定することができた。

本製作においては、(株)ユニオン昭和との共同研究で実施された。また、モレキュラーシーブスの製作において必要とされる純水は、(株)オルガノから提供された。また、神岡地下宇宙素粒子研究施設からは、モレキュラーシーブス固化用の電気炉の借入を受けた。

図3が実際の製作の様子である。図4のように、およそ500gのモレキュラーシーブスを製作することができた。製作したモレキュラーシーブスは、(株)ユニオン昭和により、成分比、結晶化度、水分吸着量が測定され、市販のモレキュラーシーブス並みの吸着性能があることが確認された。

現在、製作されたモレキュラーシーブスの放射能をゲルマニウム検出器や、ラドン検出器で測定を実施しているところである。材料からの見積もりとして、ウラン238換算で、0(10mBq/kg)程度が期待される。これは市販のモレキュラーシーブスの1/100以下の放射能となる。今後は、モレキュラーシーブスの更なる低放射能化、ラドン吸着能力の定量的評価等を実施したい。



図 2: モレキュラーシーブス製作用材料

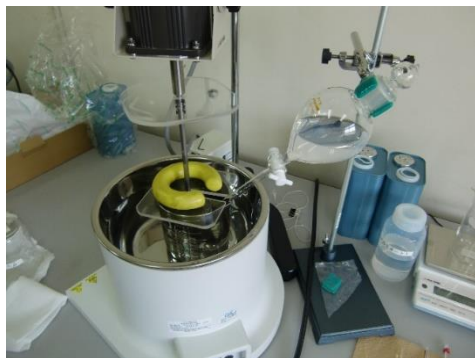


図 3: モレキュラーシーブス製作の様子 図 4: 製作されたモレキュラーシーブス

整理番号 B04