

## 2020 (令和二) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：暗黒物質探索実験のための極低放射能モレキュラーシーブスの開発  
英文：Development of low radioactivity molecular sieves for dark matter search experiment

研究代表者 小川 洋 (日本大学理工学部)  
参加研究者

### 研究成果概要

本研究は、暗黒物質検出器に用いられる希ガスから、暗黒物質探索実験のバックグラウンドとなる放射性不純物ラドンや、発光特性を減衰させる不純物を除去するために、極低放射能のモレキュラーシーブスを独自に開発し、暗黒物質探索の感度向上を目指す研究となる。特に、放射性不純物であるラドンの吸着を第一の目標とする。

将来の暗黒物質探索用大型検出器においては、ラドン量として、検出器ターゲットに用いられる希ガス（キセノン、アルゴンなど）中で、おおよそ  $0.1 \mu\text{Bq/kg}$  以下が要求される。吸着剤モレキュラーシーブスは、分子配列により一定の孔サイズを持ち、不純物を選択的に吸着可能である。特に、最近の研究 (A. C. Ezeribe et al 2017 JINST 12 P09025) では、5A 型のモレキュラーシーブスにラドンの吸着能力があると考えられる。ただし、暗黒物質探索実験に使用するためには、モレキュラーシーブス自身の放射性不純物を極限まで削減する必要がある。

2019 年度は、モレキュラーシーブス材料の選定により、低放射能モレキュラーシーブスが製作可能であることを示した (H. Ogawa et.al., JINST 15 P01039 (2020))。2020 年度は、材料の改良によって、さらに極低放射能モレキュラーシーブスの開発を目指した。モレキュラーシーブス材料中のシリカ成分について、新たに、コロイダルシリカという材料を用いた。この材料は、宇宙線研神岡施設の HPGe 検出器によるスクリーニングの結果、 $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  の含有量は検出感度となった。

この材料を用いたモレキュラーシーブスの開発は、材料の溶解、結晶化、洗浄など工程について、ユニオン昭和（株）及び東大院工との共同研究で確立した。開発されたモレキュラーシーブスを東大院工で XRD 解析を実施したところ、確かに 4A 型のモレキュ

ラーシーブスが高純度で出来ていることが分かった。ただ、再び HPGe 検出器でスクリーニングしたところ、材料から期待されるよりも多い、有意な放射性不純物が観測された。これは、製作工程におけるコンタミの可能性があることから、クリーン化対策をしたうえでのもレキユラーシーブスの製作を実施予定である。また、今後、綺麗なカルシウム成分材料（選定済）を使って、ラドン吸着用 5A 型 もレキユラーシーブスの開発を目指す。

(学会・研究会発表)

小川 洋 “低バックグラウンド実験装置用もレキユラーシーブスの開発” 新学術領域「地下宇宙」合同研究会 (オンライン) ポスター発表 2020 年 6 月

小川 洋・伊與木 健太・脇原 徹・安部 航・松倉 実・三村 均 “低バックグラウンド素粒子物理学実験検出器用低放射能もレキユラーシーブスの開発” 第 36 回ゼオライト研究発表会(online) 2020 年 11 月

小川 洋 “暗黒物質探索実験のための極低放射能もレキユラーシーブスの開発” 東大宇宙線研究所共同利用研究成果発表会 (オンライン) 2021 年 2 月

小川 洋 “暗黒物質探索実験用極低放射能ゼオライトの開発” 日本物理学会第 76 回年次大会 2021 年 3 月

小川 洋 “低 BG もレキユラーシーブスの開発” 「第七回極低放射能技術」研究会 2021 年 3 月

整理番号 B10