

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	風間慎吾
研究機関名	名古屋大学
所属部署名	素粒子宇宙起源研究所
役職名	准教授
研究課題名	極低放射能技術で解明する宇宙暗黒物質の謎
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

本年度は、(1)暗黒物質の有力候補である、質量が重く、核子と非常に弱く相互作用する素粒子 WIMP の探索や、(2)ハイブリッド光検出器の開発や(3)密閉型液体キセノン検出器の開発を行った。

本研究で実現した XENONnT 検出器は、世界最大約 9 トンの液体キセノンを用いた検出器であり、これまでに液体キセノン中に混入した不純物を効率的に除去可能な純化装置を開発し、約 100 日間の観測を行ってきた。(1)の研究では、この観測データを解析し、放射性物質由来の背景事象を 5 分の 1 に低減したことで、前身の XENON1T 実験が取得したデータと同程度の統計量ながら、WIMP の発見感度を約 2 倍向上することに成功した。

(2)の研究では、低ノイズ半導体光検出器(SiPM)の開発、さらには光電管・SiPM・高速蛍光体の三つを組み合わせた新たな光検出器(ハイブリッド光検出器)の開発を浜松ホトニクス社と共同で行った。低ノイズ SiPM の開発では、 $-100^{\circ}\text{C}$ の低温で評価が可能な装置の開発を行い、ダークノイズ性能を測定した結果、従来の SiPM と比べてトンネル効果由来のノイズを約 5 倍低減することに成功した。ハイブリッド光検出器の開発では、低エネルギー光電子に対して発光効率の高い蛍光部材の開発を行い、発光効率の測定を行った。その結果、光電子増倍管と同程度の光検出効率を達成するのに十分な発光効率を備えていることが判明した。

(3)の研究では、ガasket形状の最適化を行い、新たにテフロンを組み込んだ密閉容器の開発を行い、ラドンガスに対する排除性能の評価を行った。その結果、目標とするラドン排除性能の達成が可能であることが判明した。現在、この結果を踏まえた上で最終目標である液体キセノン中でのラドン排除実証に向けた装置開発を進めている。