

## 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：ガス飛跡検出器による暗黒物質探索実験 英文：Direction sensitive dark matter search experiment
研究代表者	身内賢太郎 (神戸大)
参加研究者	竹内康雄 東野聡 中山郁香 金崎奎 大藤瑞乃 濱田悠斗 (神戸大) 寄田浩平 田中雅士 青山一天 岩澤広大 中曽根太一 櫻井真由 (早稲田大) Neil Spooner, Robert Renz M Gregorio Alasdair G McLean (University of Sheffield)
研究成果概要	<p>我々は微細加工技術による検出器 <math>\mu</math>-PIC を読み出しとする独自に開発した三次元ガス飛跡検出器「マイクロ TPC」を用いた方向に感度を持つ暗黒物質探索実験「NEWAGE」を提唱、平成 17 年度より ICRR 共同利用研究、平成 19 年度より神岡宇宙素粒子研究施設の地下実験室 B にて観測を行っている。202 年度の研究成果は以下の通りである。</p> <p>① 暗黒物質探索実験の解析 <math>\alpha</math> 線放出量の少ない <math>\mu</math>-PIC (low-<math>\alpha</math> <math>\mu</math>-PIC) を用いてハードウェアレベルで低バックグラウンド化した、<math>30 \times 30 \times 41 \text{cm}^3</math> の検出容積を持つ検出器「NEWAGE-0.3b'」を用いて行った暗黒物質探索実験の解析を進めた。約 320 日のデータについての解析を進め、前後判定を含む方向感度を持つ解析による制限を約一桁更新した結果について論文を投稿した (図 1) [1]。現在高感度化の改良(②)を行った後に取得したデータの解析を進めている。</p> <p>② 暗黒物質探索実験 low-<math>\alpha</math> <math>\mu</math>-PIC を読み出しに持つマイクロ TPC による観測を継続して行った。2020 年度より、ガス圧力を下げた低閾値化及び銅によるシールドを行い、条件の最適化を行いながら観測を進めた。①の結果よりも低閾値化、低バックグラウンド化による制限の向上が見込まれている。</p> <p>③ 低 BG <math>\mu</math>-PIC の開発 NEWAGE 実験では、更なるバックグラウンド低減、特に検出器内部物質からのラドン放出の低減のために、低放射線材料を用いた <math>\mu</math>-PIC (低 BG <math>\mu</math>-PIC) の開発を進めてきた。2023 年 3 月に 3 枚の低 BG <math>\mu</math>-PIC が完成し、外観検査を行った(図 2)。2023 年度には性能評価を行い、順次地下での観測に投入する予定である。</p> <p>④ C/N-1.0 チェンバーの準備 2022 年度に地下への設置を予定している大型チェンバ</p>

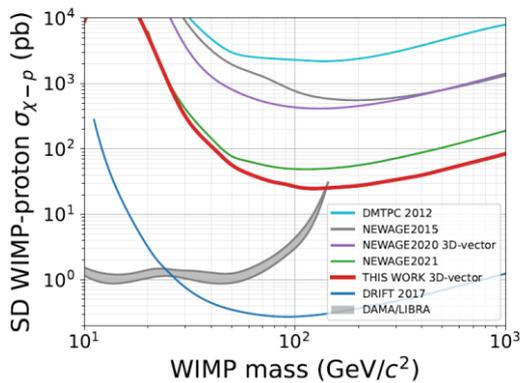


図 1 2022 年度に[1]として投稿した暗黒物質探索の結果(赤)。同手法の解析による以前の結果(紫)から 1 桁近く制限を更新、前後判定を用いない手法(緑)からも 2 倍程度制限を更新した。

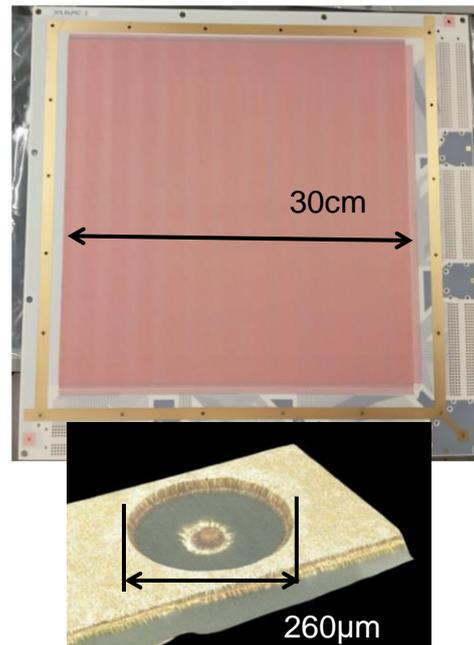


図 2 2022 年度に製作した低 BG  $\mu$ -PIC の全体写真(上)とピクセルの顕微鏡写真。

ーC/N-1.0 の調整を進めた。2022 年度には、フィールドケージの再調整及び、高電圧のフィードスルーについての改良を進め、地下への移設に向けて前進した。

⑤ 中性子フラックスの測定 地下実験室で

の暗黒物質探索実験のバックグラウンド理解のために、早稲田大学のグループと協力してヘリウム 3 検出器を用いた熱中性子のモニター、液体シンチレータを用いた高速中性子の測定を行っている。液体シンチレータの結果に関しては、ステンレス容器内面の  $\alpha$  線が感度を制限するバックグラウンドとなり、低減を進めている。

⑥ 感度向上のための R&D ガスを用いた方向に感度を持つ暗黒物質探索実験では、検出器部材からの放出される放射性同位体のラドンが主要なバックグラウンド源のひとつとなる。こうしたラドンを除去する手法として、多孔質材料によるゼオライトを用い手法がある。吸着材には、吸着性能に加えて自身からのラドン放出が少ない必要がある。2022 年度には、低放射能材料を用いたゼオライト開発に関する論文を投稿した[2]。

[1] “Direction-sensitive dark matter search with three-dimensional vector-type tracking in NEWAGE” arXiv:2301.04779

[2] “Measurement of radon emanation and impurity adsorption from argon gas using ultralow radioactive zeolite”, arXiv:2212.13664