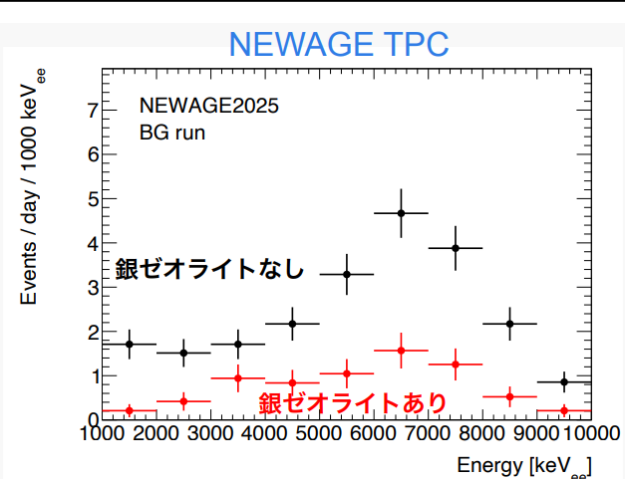


令和 7 年度（2025） 共同利用研究・研究成果報告書

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 生井凌太 鈴木啓司 谷口絃大 西田汐里 遠山和佳子（神戸大） 寄田浩平 田中雅士（早稲田大） Neil Spooner (University of Sheffield) 細川佳志（東北大） 南野彰宏 佐々木優斗（横国大）	
研究成果概要 我々は微細加工技術による検出器 μ -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、2005 年度より ICRR 共同利用研究、2007 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。2023 年度に出版した、 $30\times 30\times 41\text{cm}^3$ の検出容積を持つ検出器「NEWAGE-0.3b'」による約 320 日の暗黒物質探索実験の結果[1]から探索感度改善のために、2025 年度は以下の研究を行った。 ① 地下実験 低 BG μ -PIC[2]を搭載した NEWAGE-0.3b' による暗黒物質探索実験及びバックグラウンド調査を進めた。 (ラドン) 重要なバックグラウンド源であるラドンの低減のために、銀ゼオライトフィルターを導入した。導入の結果、ラドン由来であることが確実な高エネルギー成分が約 1/3 に低減されたことが確認された (図 1)。2026 年度はこのデータの低エネルギー部分の解析を進めると共に、銀ゼオライトを導入した測定を継	

図 1 : 2025 年度の地下実験で得られたエネルギースペクトル。銀ゼオライトを導入することで、ラドン起源の成分が約 1/3 に



続、暗黒物質探索を進める。

（中性子）2024 年に行った中性子線源の設置距離を変化させた測定の結果を受けて、2025 年は線源付近の遮蔽を増強し、線源由来の中性子が十分に少ない状況での測定を進めた。

② 中性子フラックスの測定 上記暗黒物質探索実験のバックグラウンド理解・モニターのために、2016 年度より地下実験室 B にて、ヘリウム 3 検出器を用いた熱中性子、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。ヘリウム 3 検出器の結果に関しては、2018 年度に PTEP 誌にて結果を発表、モニターを継続している。2025 年度には、2021 年から 2025 年にかけての長期観測のデータの解析を行い、有意な季節変動は確認されないという結論を得た[3]。

③ 陰イオンガスを用いた新手法の研究 陰イオンガスを用いることによって、これまで不可能だったドリフト方向の事象位置の絶対値の測定が可能となる。2025 年度には、地上の実験室で中性子照射によって得られるフッ素などの原子核反跳事象に対する測定を行うと共に、読み出し回路の開発を進めた。

④ C/N-1.0 チェンバーの準備 2026 年度に地下への設置を予定している大型チェンバーC/N-1.0 の準備を進めた。2024 年度までに、フィールドケージの調整及び、高電圧のフィードスルーについての調整を進め、チェンバーとしては使用可能な状態となっていた。2025 年度には、C/N-1.0 チェンバーに設置するための 2 種類の検出器（モジュール 0、モジュール 1）の小型容器での調整を完了、モジュール 1 を実際に C/N-1.0 チェンバーに搭載した試験を行い、 ^{252}Cf から中性子、ガンマ線の照射によって原子核反跳および電子反跳の飛跡が得られ、地下実験で用いている現行機 NEWAGE-0.3b と遜色ない性能を持つことが確認され、2026 年度に地下実験室に設置する準備を整えた[4]。

⑤ クエンチングファクターの測定 CF_4 ガス中の原子核反跳のエネルギーを系統誤差小さく見積もるために、5keV から 50keV に加速したフッ素イオンを CF_4 ガスをチェンバーガスとした検出器に注入してエネルギー測定を行い、原子核の電離効率（クエンチングファクター）の測定を行った。結果は JINST 誌への掲載が決定した。

[1] “Direction-sensitive dark matter search with three-dimensional vector-type tracking in NEWAGE” T. Shimada et. al. PTEP(2023)ptad120

[2] “Development of a low-background micro-pixel chamber for directional dark matter searches”,

NIM A, Volume 1072, March 2025, 170145, Ryota Namai, ..., Kentaro Miuchi DOI: 10.1016/j.nima.2024.170145

[3] ^3He 比例計数管を用いた神岡地下実験室における環境中性子の長期測定と環境要因の影響評価、佐々木 優斗 修士論文（横浜国立大学 2026 年 1 月）

[4] 方向感度をもつ暗黒物質探索に向けた大型ガス TPC の性能評価

生井凌太 MPGD&Active 媒質 TPC2025 研究会 2025 年 12 月 20 日