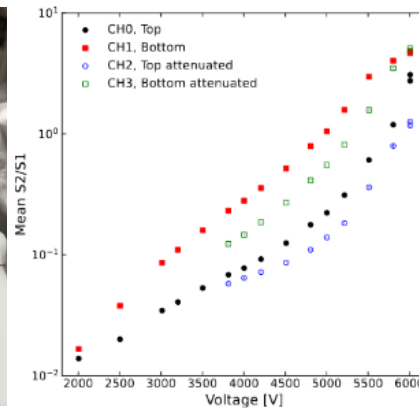
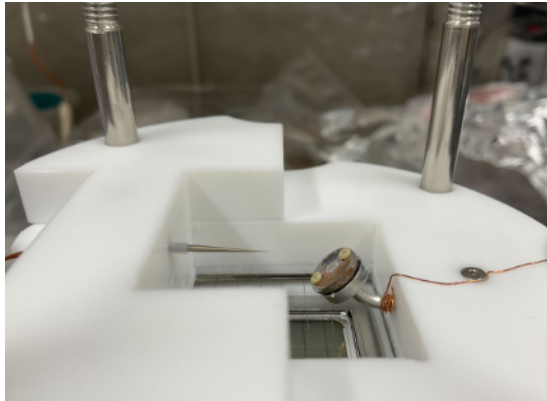


令和 5 年度 (2023) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：第 3 世代の暗黒物質直接探索実験 英文：Generation three direct dark matter search experiment
研究代表者	東京大学宇宙線研究所 森山茂栄
参加研究者	東北大学 岸本康弘、市村晃一 東京大学 関谷洋之、Kai Martens, 安部航、竹田敦、平出克樹、山下雅樹、Caio Takanori Oba Ishikawa 名古屋大学 伊藤好孝、風間慎吾、小林 雅俊、井手隆心、青山 直樹、宮田 瑠太、平岡 楓、 横浜国立大学 中村正吾、谷山天晴、出石汐里、伊藤由紘、佐藤和樹 神戸大学 身内賢太郎 日本大学 小川洋
研究成果概要	<p>● クォーツチェンバー TPC の研究開発</p> <p>XENONnT 実験の感度を超える探索を目指す第 3 世代検出器を見据えて、密閉型クォーツ容器を用いた TPC 開発を引き続き行ってきた。今年度は特に PTFE と石英ガラスフランジを組み合わせた新たな密閉型検出器をデザインし、0.1L サイズの検出器の製作を行い、ラドンバリアとして有効に動作するか検証を行った。窒素ガスとラドン線源を用いた測定により、ラドンの排除効率として約 1/400 の目標値を達成することに成功した。</p> <p>石英フランジ上に形成する電極についても研究を進めてきた。有限要素法を用いたシミュレーションにより、幅 5μm 程度のマイクロストリップをフォトリソグラフィにより石英上に形成することで、一相式 TPC として動作させることが可能であることがわかった。現在このアイデアを検証するための装置開発を進めている。</p> <p>● 新型光センサー(SiPM, ハイブリッド光センサー)の開発</p> <p>より高感度な暗黒物質探索に向け、低ダークカウント SiPM や、PMT と SiPM をハイブリッドに用いた光センサーの開発と低温での試験を進めている。今年度はハイブリッド光センサーの実現において鍵となる高速蛍光体の発光効率の測定を行い、期待される性能があることを確かめた。現在この結果をもとに試作機の開発を行なっている。</p> <p>● 液体キセノンの赤外線発光等の研究</p> <p>前年度に取得したデータについて、その解析と結果の評価を慎重に進めた。最初に、NIR 領域で行なった測定について、微弱なチェレンコフ光を除けば、実験系で検出されうる放射は他に考えられないことを再確認した。次に、測定に用いた VUV 領域の分光測光系と NIR 領域の分光測光系の検出効率を、それぞれ計算シミュレーションと較正試験により波長の関数として求め、NIR 領域の発光の VUV 領域の既知のシンチレーション光に対する強度比を算出した。これらに基づいて、現在、NIR 領域の発光について最終結果の公表に向けた論文作成を進めている。</p>

- 一相式 TPC の開発

液体キセノン中の電荷増幅はテストベンチで一次蛍光信号(S1)に加え、二次信号(S2)を生成するために、写真のように先端が $\Phi 50\mu\text{m}$ の針状の構造を導入したところ、2~6kV の電圧で S2 信号の検出に成功した。得られた電圧と S2/S1 の関係も示す。大型化とゲインの一様性を実現するためには電荷増幅構造の改良と最適化にはさらなる研究が必要である。



- 次世代 DAWRIN/XLZD 実験への参加と進展

次世代暗黒物質直接探索コンソーシアム XENON-LZ-DARWIN(XLZD)に本研究メンバーのうち 9 名が参加している。本計画は学術会議「未来の学術構想」に掲載された。2023 年 4 月に 2 回目の会議が開かれ、物理探索、実験サイトの議論を行い、Design Book の執筆に取り掛かった。新しい光検出器の開発に伴い、神岡坑内にて Ge 検出器を用いセンサー部材の放射能測定を始めた。

- Field Emission Array (FEA)を用いた LXe 中のラドン除去法の開発

液体キセノンからラドンをドリフトするためにはまず安定的に液体キセノン中に電子またはホールを放出する装置が必要である。本研究では、FEA を用いてまずは電子の放出（電流）を目的としている。今年度の実験で 10nA オーダーの電流が確認されており、現在は電流をさらに大きくするために実験装置の改良に努めている。

整理番号 B07