様式８

令和６年度（2024）　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
東京大学　関谷洋之、竹田敦、平出克樹、安部航、Kai Martens, 山下雅樹、Caio Takamori Oba Ishikawa, 伊藤好孝
名古屋大学　風間慎吾、小林雅俊、宮田瑠太、平岡楓、宇都山光輝、島田大輝、
横浜国立大学　中村正吾、谷山天晴、伊藤由紘、佐藤和樹
神戸大学　身内賢太朗
東北大学　岸本康弘、市村晃一

研究成果概要

本共同利用研究の目的は将来の暗黒物質直接探索実験の実現にある。そのための研究開発や、実現へ向けた組織の整備を含んでいる。

今年度は以下の技術開発を行った。

- 新型検出器の開発として、１相型液体キセノン検出器の開発
  現在主に用いられている液体キセノン検出器は、2 相型液体キセノン検出器と呼ばれるもので、将来の暗黒物質直接探索実験に用いる場合には大型化への困難が指摘されている。本研究の目的は、その困難を克服するため、液体１相のみを用いても２相型検出器と同様に粒子識別などを行う機能を付与することである。本年度は石英ガラス面に作成したマイクロストリップ電極に対して２相型検出器と同様に電荷による発光現象が生じることを実証することであった。設計・製作した電極を小型の液体キセノンチェンバーを用いてこれを検出・実測することに成功し、大きなマイルストーンを得ることができた。
- ラドン・トリチウムなど放射性不純物によるバックグラウンド関する研究
  - 液体キセノン中でのフィールドエミッション：液体キセノン中に電子やホール電流を流し込むことによって不純物をイオン化し、低減することを目的としている。今年度は流し込んだ電子やホール電流の観測に成功した。今後ラドンを導入しドリフトさせることができるかどうかテストを行う予定である。
  - ハーメチック液体キセノン TPC 開発：検出内へのラドンの侵入を防ぐことを目的としている。今年度は常温のキセノンガスを用い、ラドンに対するシール

性をテストし、外部に対する内部のラドン濃度を 1/100 以下に低減できることを実証した。今後液体キセノンを用いたテストを行う予定である。

- トリチウム濃度定量評価 : XENON1T では 10keV 以下付近に過剰な電子反跳現象が見られたため、本共同利用研究ではその理解や背景事象の低減を目的とする。これまで検出性能を確認するための較正ガスとして、アルゴンに水素ガスを添加したものを用い、水素換算で 10ppb までの感度を得た。目標は ppt レベルの測定であるため、背景事象となる水素成分を低減するための低アウトガス残留ガス測定機の導入や、配管の冷却などを行ってゆく予定である。

これら技術的発展に加え、50-100 トンの液体キセノンを用いた次世代の大型検出器の実現を標榜する XLZD が 2025 年度に正式にコラボレーションとして発足した。日本グループでの参加メンバーも増強し、今後の研究推進へ本共同利用研究を有効に活用して推進してゆく予定である。

整理番号 B06