

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：液体キセノンの近赤外発光の研究 英文：A study on the near-infrared emission of liquid xenon
研究代表者	横浜国立大学大学院工学研究院・准教授・中村正吾
参加研究者	東京大学宇宙線研究所・教授・中畑雅行 東京大学宇宙線研究所・教授・森山茂栄 横浜国立大学大学院理工学府・博士課程後期・谷山天晴 横浜国立大学大学院理工学府・博士課程前期・小林和哉 横浜国立大学大学院理工学府・博士課程前期・吉本圭佑 横浜国立大学大学院理工学府・博士課程前期・出石汐里
研究成果概要	<p>宇宙暗黒物質の正体の解明は宇宙物理学の最重要課題の 1 つであり、その世界最大規模の探索実験で液体キセノンが用いられてきた。現在は、液体キセノンを約 10 トン規模に拡大した第 2 世代の実験が着々と進められ、将来的には、さらなる規模拡大も考えられている。液体キセノンの使用規模が拡大し検出器が大型化すると、シンチレーション光は液体キセノン中を進む距離が平均的に長くなることで不純物による吸収やレイリー散乱が増し、TPC ではドリフト長が長くなって電子の損失機会が増えるなど検出器の性能を下げる要因がより問題になると思われる。そこで、入射粒子について液体キセノンから新たな情報が得られれば有用である。</p> <p>研究代表者等は以前に、液体キセノンの近赤外 (NIR) 領域でのシンチレーション光 (波長: 700-1,100nm) の存在を報告した[1]。同報告では NIR 光の発光スペクトルの測定精度が高くなかったが、この波長の NIR 光は、液体キセノン自身はもとより水や酸素などの不純物による強い吸収が無いことに加え、液体キセノン中のレイリー散乱も少なく、シリコン半導体の検出器で直接に検出可能であるなど利用しやすい。そこで本研究では、液体キセノンの NIR 発光の詳細を明らかにし、液体キセノンを大規模に用いる将来の暗黒物質探索実験に役立てる。</p> <p>今年度は、最初に液体キセノンを調製する冷却系の温度制御用ヒーターを窒化アルミヒーターに交換し、コールドブロックの部材も更新して耐久性と温度安定性を高めた。また、このヒーターが発する NIR 光が液体キセノンの NIR 発光測定のバックグラウンドにならないことも確認した。測光系については、分光測光系で回折格子の高次光の抑制に用いていた色ガラス型ロングパスフィルタが NIR 領域で強い蛍光を発することを見出したため、蛍光が少ない高性能な OD5 の誘電体多層膜フィルタを新たに導入した。これらの改善を施して分光測光系の高感度化を達成出来た結果、チェックソースの β 線の入射で透明結晶内で発する微弱なチェレンコフ光の分光測定が出来るようになったことから、その発光を光源とした分光測光系の強度校正手法を開発した。</p> <p>以上の成果を含めたこれまでの技術開発に基づき、液体キセノンをチェックソースの β 線で励起して生ずる NIR 光の分光測定と、取得したデータの解析を開始した。</p> <p>[1] 小野隼人 他, 日本物理学会第 71 回年次大会 (2016) 21aCA-8. [2] 谷山天晴 他, 日本物理学会 2022 年秋季大会 (2022) 6aA422-1; 谷山天晴 他, 日本物理学会 2023 年春季大会 (2023) 23aT3-1.</p>
整理番号	B13