

2019 (令和元) 年度 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・博士課程前期・谷山天晴
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 世代の実験の準備が着々と進められ、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強くなる。そこで、液体キセノンから入射粒子についての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 2016 年度までに、液体キセノンの近赤外 (NIR) 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]。その報告では NIR 光の発光スペクトルの測定精度が高くなかったが、NIR 発光は液体キセノン自身で吸収されないだけでなく、水や酸素などの不純物による強い吸収が無いなど利用しやすい。また、液体キセノン中のレイリー散乱は NIR 領域では殆ど無視出来るほか、シリコン半導体検出器で直接に検出可能であることも都合が良い。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を支援する。</p> <p>今年度は、最初に液体キセノンの NIR 発光を精度良く測定する新たな実験方法を新たに検討し、続いてその実現に向けた準備を開始するなどの基礎研究を進めた[2]。シンチレーションの NIR 発光の測定では、微弱な NIR 光の成分を高い SN 比で測定することが重要である。そこで検討した結果、測定は 2 段階に分け、(1) 最初に NIR 光の発光スペクトルを精度良く決定し、(2) 次に、求めた発光波長毎に VUV 発光を基準とした NIR 光の発光時間特性を測定することで、波長と時間の両情報を取得することにした。</p> <p>(1) では、微弱な NIR 光の測光に適する長時間露光が可能な低ノイズの電子冷却 CCD センサを導入し、既存の分光器と組み合わせて VUV 領域から NIR 領域まで微弱光のスペクトルが決定可能な測光系を準備した。この系を既存の液体キセノン系と組み合わせ、液体キセノンを種々の放射線で励起してその発光スペクトルを調べる予定である。その他、上記の広い波長領域で測光系の波長較正と感度評価を行なう方法も検討し、安定な光出力を得られる基準光源として MgF₂ 窓のキセノンフラッシュランプモジュールを導入した。また (2) においては、量子効率が分かっている MPPC を帯域透過フィルタと組み合わせて用い、NIR 光の発光時間特性と正確な光量を測定する予定である。</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, 研究会「放射線検出器とその応用」(第 34 回) (2020); 谷山天晴 他, 日本物理学会第 75 回年次大会 (2020) 17pG21-10.</p>
整理番号	B06