

2020 (令和二) 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、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、NIR発光を精度良く測定するための新たな実験系の構築を進めた。最初に、低温(-76℃)で長時間露光が可能な低ノイズの電子冷却CCDカメラを既存の分光器と組み合わせ、高精度に波長決定を行なえる測光系を構築した。また、測光系の感度校正を、強度校正されたLED光源を用いて行なった。</p> <p>次に、30μm厚のSUS304箔を用いた放射線入射用金属窓を製作して、実験系の既存の液体キセノン容器に追加し、試験的に常温の気体キセノンを約1.4気圧で貯め、Sr90標準線源(1MBq)のβ線で励起して、約2×10^5秒の長時間露光でNIR発光を測定した。その結果、700-900nmの波長領域において既知のNIR発光を有意に検出することが出来た。このように、液体キセノンに比べ約1/350の低密度の気体キセノンでもNIR領域でシンチレーション光を測定出来たということは、液体キセノンで同様に測定を行なった場合には、気体キセノンに比べ相対的におよそ2桁高い感度での測光が期待出来ることになる。</p> <p>今後は、最初に液体キセノンを用いてNIR発光の高感度測定を行ない、次に、求めた発光波長毎に、MPPCを帯域透過フィルタと組み合わせて用いることでVUV発光とNIR光の発光時間の相関を測定する。</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, 日本物理学会2020年秋季大会(2020) 15pSF-3; 谷山天晴 他, 日本物理学会第76回年次大会(2021) 14pT2-9.</p>
整理番号	B14