

平成 29 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：液体キセノン中におけるシンチレーション光の散乱過程の研究 英文：A study on scattering processes of scintillation photons in 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
研究成果概要	<p>神岡の XMASS 実験では、宇宙物理学の最重要課題の 1 つである宇宙暗黒物質の正体の解明などを目指し、液体キセノンシンチレータとして大規模に用いた研究を進めている。今後、実験の規模をさらに拡大し高精度化する上で、液体キセノンの基本特性を従来以上に正確に把握することはますます重要になる。なかでも、現在、理解が急がれる基本特性の 1 つが、真空紫外 (VUV) のシンチレーション光に対する散乱長 (散乱により一次光の強度が $1/e$ に減衰する距離) である。散乱長は、最近の大型液体キセノン装置で校正実験で得られた実測値 (およそ $52 \pm 1 \text{cm}$[1]) と、レイリー散乱過程を前提とした計算値 ($39 \pm 2 \text{cm}$[2]) との間で差異が有意になっており、およそ 20% にも及んでいる。VUV 光の測定では種々の不純物により光吸収が起きやすいことを考えれば、上記の実測値は下限値と見ることが自然であり、一方、計算は高次の散乱過程を無視する近似が普通であることから上記の計算値は上限値と見るべきで、従って、実測値と計算値との違いの説明は容易ではない。そこで本研究では、この状況の打開を図る重要な手掛かりを得るべく、既存の実験系を改良して散乱長測定に適した新たな実験装置の開発を行ない、散乱特性をより詳細に高い精度で測定するとともに、散乱長の計算手法の根拠となっている散乱の理論についても前提条件から注意深く検証する。そして、散乱過程の知見を深めることによって、液体キセノンで大規模に用いる次世代の実験を支援する。</p> <p>今年度は最初に、散乱長の計算に用いられる液体キセノンの屈折率と等温圧縮率を共に注意深く再評価するとともに、散乱によって波長が変化する高次過程の影響についても調査した。その結果、散乱長の計算値は精度が高まったが値は有意には変わらず、実測値との違いがより明確になった[3]。また、液体キセノン中の精度良い散乱長の実測を実現するべく、既存の実験系を改造して用いる新たな実験計画を進めた。最初に、新たな実験系で主要な構成要素となる新規の VUV フラッシュ光源と測光系の特性を調べ、光学系の応答が 1% レベルで安定であることを確認した。また、散乱長の測定中に液体キセノン速やかに一時退避する新機構を考案し、これらを日本物理学会で報告した[4]。</p> <p>なお、同じ希ガスである液体アルゴンにおいても、液体キセノンと同様に散乱長の実測値が計算値よりも大きいことを示す結果を示唆する報告[5]があることから、液体キセノンと共通する要因が考えられないか調査を開始した。</p> <p>[1] H. Takiya et al., NIM A 834 (2016) 192-196 ; 大谷航氏 私信。 [2] 武田紘樹 他, 日本物理学会 2016 年秋季大会 (2016) 24aSG-5. [3] 中村正吾 他, 日本物理学会 2017 年秋季大会 (2017) 12aS35-3 ; 狩野芳樹 他, 日本物理学会第 73 回年次大会 (2018) 25pL401-1. [4] 中村正吾 他, 日本物理学会第 73 回年次大会 (2018) 25pL401-2. [5] A. Neumeier et al., NIM A 800 (2015) 70-81 ; A. Neumeier et al., Euro. Phys. J. C 72 (2012) 2190.</p>
整理番号	B08