

平成 27 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：液体キセノンシンチレータの近紫外発光の研究 英文：A study on near-ultraviolet emission of liquid xenon scintillator
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 横浜国立大学大学院工学府・博士課程前期 2 年・小野隼人
研究成果概要	宇宙暗黒物質の解明を目指し、液体キセノンをシンチレータとして大規模に用いた XMASS 実験が神岡鉱山内で進められている。キセノンは、密度が一定以上であれば状態によらず 170-180 nm という波長の真空紫外 (VUV) 光を発することが 1960 年代から知られていた[1]が、2000 年頃には、キセノンが特に気相において近赤外 (NIR) 領域でも VUV 光の 40 % 前後にも達する光量でシンチレーション光を発するとの報告が少数ながらなされた[2]。また、さらに最近になって、キセノンと同様に希ガスでシンチレータとなるアルゴンにおいて、VUV 領域と NIR 領域の間の波長である近紫外 (NUV) から可視の領域においても微弱ながらシンチレーション発光が認められたと報告された[3]。これらの発光の機構は殆ど明らかになっていないようであるが、事実であればキセノンでも同様に発光しているかもしれない。もしキセノンで実際に NUV 領域の発光があれば、微弱であったとしても、現在進行中の XMASS 実験の解析において影響を考慮すべき場合が考えられる。そこで本課題では、液体キセノンシンチレータの NUV 発光について波長スペクトルと減衰特性を精度良く測定し、現在進行中のキセノンをを用いた実験にいち早く反映させることを目的とした研究を開始した。 本研究では、液体キセノンの屈折率、発光スペクトル、減衰特性を測定してきた経験を活かし、最近に用いた VUV 領域での発光スペクトルの測定装置の光学系 (図 1) と、減衰時間計測機能を追加した光子同時計数回路 (図 2) を再利用した。 今年度は、まず最初に、VUV 領域から NUV 領域まで切れ目なく測光するため、NUV 用の光電子増倍管 (PMT) を新たに導入して VUV-NUV 領域の測光を 2 本の光子計数用 PMT で対応出来るようにした。そして、液体キセノンの光学セルを内部に保持する真空槽と分光器とを新規の光学窓で仕切り、分光器側の PMT の切替が真空槽の真空に影響しないようにした。 また、広い波長領域で発光するパルス光源としてキセノンフラッシュランプを導入し測光系の時間校

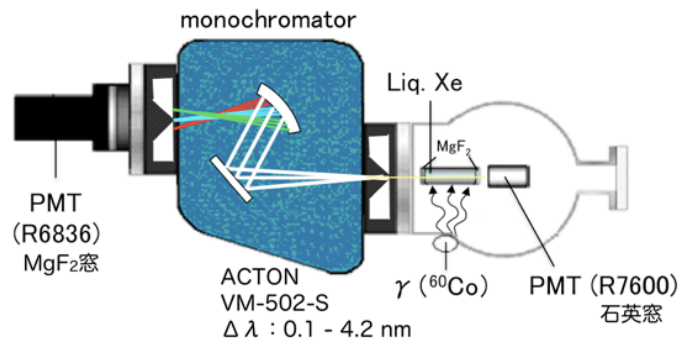


図 1 液体キセノンの発光スペクトルの測光系

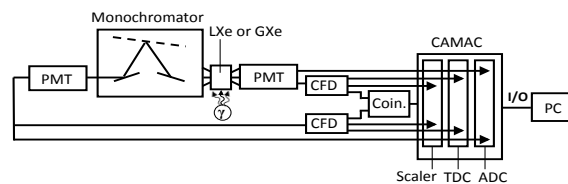


図 2 信号の処理回路系

正を行うとともに、様々な光源の原子の輝線を用いて光学系の波長分解能を実測した。

以上の準備ののち、VUV 領域から NUV 領域まで切れ目なく、液体キセノンのシンチレーションの発光スペクトルの測定を行なった。その結果、測定に用いた 2 本の PMT の感度特性の差異や分光器の特性などに起因する光検出効率の波長依存性を補正して、現在までに preliminary ながら発光スペクトルを得ることができた（図 3）。この結果から、従来から知られている VUV 領域の発光以外には、NUV 領域での有意な発光は確認できなかった。

今後は、本実験系を応用して、キセノン原子を含むエキシマが発光する可能性を考え、数種類の添加物をそれぞれ導入した場合の液体キセノンの発光スペクトルの変化を調べる予定である。

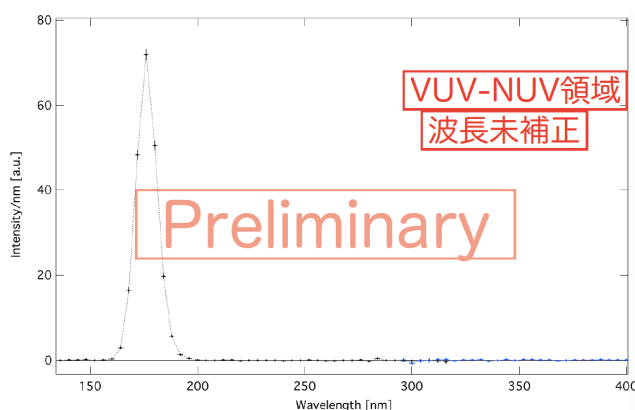


図 3 液体キセノンの VUV-NUV 領域での発光スペクトル

- [1] J.Jortner et al., J. Chem. Phys. 42 (1965) 4250-4253.
- [2] S.Belogurov et al., NIM A 452 (2000) 167-169 ; J.A.Wilkerson et al., NIM A 500 (2003) 345-350 ; G.Bressi et al., NIM A 461 (2001) 378-380.
- [3] T.Heindl et al., Europhys. Lett. 91 (2010) 62002 など.