

平成24年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：液体キセノンのシンチレーションの減衰時間の研究 英文：A study on decay time of liquid xenon scintillation
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・博士課程後期3年・村山育子 横浜国立大学大学院工学府・博士課程後期3年・藤井景子 横浜国立大学大学院工学府・博士課程前期2年・藤田崇徳 横浜国立大学大学院工学府・博士課程前期1年・大山修平 横浜国立大学大学院工学府・博士課程前期1年・吉田真央
研究成果概要	<p>液体キセノンは、γ線に対する吸収係数が大きく発光量も多くて高速であるなど、多くの優れた特性を持ったシンチレータとして、神岡の XMASS 実験をはじめとする国内外の複数の宇宙素粒子物理学実験で応用が進んでいる。しかしながら、検出器の振る舞いを精確に把握する上で必須な液体キセノンの基本的特性のなかには、不十分な精度の値しか入手出来ないものもあり、実験の高精度化の妨げになりつつある。そこで我々は、これらの特性値について調査し再測定を行なってきた。そして、これまでに液体キセノンの屈折率と発光スペクトルについて以前より高い精度で新しい測定値を得ることに成功している。</p> <p>本研究ではさらに、従来の値の精度不足が懸念される特性として、液体キセノンのシンチレーションの減衰時間の研究を行なった。この減衰時間は、先行研究によれば励起放射線種により異なり、その時定数は、電子に対しては約 45 ns、α粒子と自発核分裂片に対しては速い約 4 ns と遅い約 20 ns の2成分が共存すると報告[1]されていて、励起放射線の弁別に有用であると考えられている。しかしながら、これらの測定が行なわれた実験装置ではシンチレーションの真空紫外光の測定に波長変換材の POPOP が用いられており、波長変換時間の補正が必要になって解析が複雑になることから、波長変換材を用いずに減衰時間特性を再測定することが望まれる。</p> <p>本研究では、液体キセノンの屈折率と発光スペクトルをそれぞれ精密に測定してきた経験を活かし、最近に用いた発光スペクトルの測定装置の光学系（図1）をベースに、光子同時計数回路に時間計測機能を追加（図2）することで、波長変換材を用いずにシンチレーションの減衰の時定数を精確に</p>

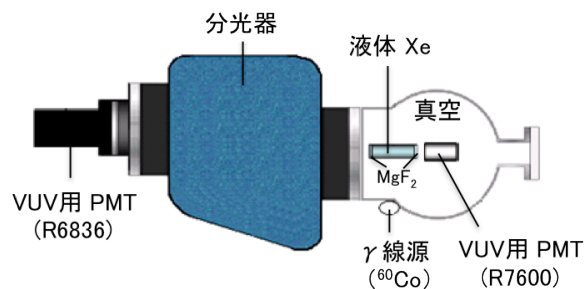


図1 測定装置の光学系

測定する実験を行なった。
また同時に、発光スペクトルが減衰過程で変化していないかも調べた。シンチレーションの減衰中の発光スペクトルの変化については

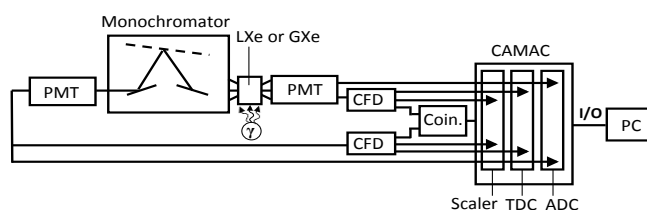


図2 信号の処理回路系

過去に報告例は無いが、もし変化が生じている結果が得られれば、シンチレーションのメカニズムの理解に有用な知見を与えると期待される。

今年度は最初に、前年度に構築した実験系について、光子計数回路に追加した時間計測機能の調整を行なった。また、本研究で使用した真空紫外光用の光電子増倍管、HAMAMATSU R6836 および R7600 の応答時間の揺らぎを高速なレーザーパルス光源を用いて測定し、それぞれ標準偏差で約 0.9 ns (R6836) および約 0.2 ns (R7600) という値を得て、十分に小さいことを確認した。そしてその上で、 ^{60}Co の γ 線を用いて液体キセノンを励起し、シンチレーションの減衰時間について長時間のデータ取得を行なった。

図3に、これまでに得られた典型的な測定結果を示す。現在、この測定結果について、実験系の応答時間の僅かな揺らぎの影響を逆畳み込みで差し引くなどの補正を慎重に行ない、真の減衰時間を求めているところであるが、結果として、減衰時間と発光波長との間には有意な相関は無さそうに思われる。

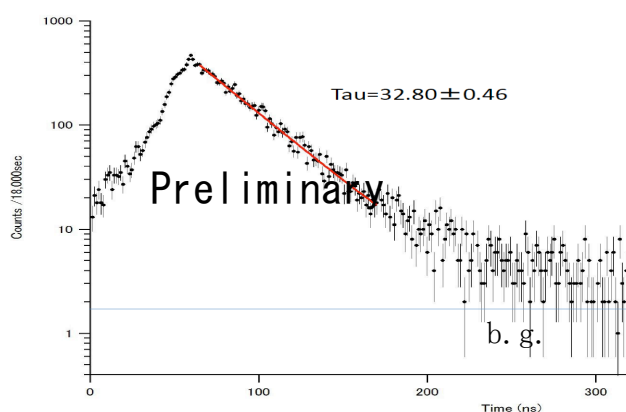


図3 液体キセノンのシンチレーション光の減衰

その他、シンチレーション光の波長スペクトルの形状について、使用した分光器のスリット幅が有限であることによる影響を逆畳み込みで補正し、スペクトル形状を正確に求める解析も行なった。

以上のように、これまでに液体キセノンについてシンチレーションの減衰時間特性が波長スペクトルと共に得られつつあり、近々、先行研究の結果との比較と共に最終報告を行なう予定である。

[1] E. Aprile and T. Doke, Rev. Mod. Phys. **82** (2010) 2053 and references therein.