

# ピコ秒パルスラジオリシス法によるシンテレータ系のエネルギー移動

(東大工原子カ工学研究施設)

○ 勝村庸介, 田川精一, 田畑米穂

液体シンテレータによる放射線の測定技術は現在各分野にかかり普及しており、研究及び実用の面で著しい成果が得られている。一方、その発光機構については未だ十分には解明されていないようである。発光機構の解明は、放射線化学の初期過程の解明と共に関係があり、それに伴う実用的シンテレータ系の開発といった工学的な意味も重要である。

シンテレータの溶質として広く用いられている 2,5-diphenyloxazole (PPO; c1ccc(cc1)-c2cc3ccccc3cc2) の発光挙動をピコ秒パルスラジオリシス法により調べた。測定系の簡単なブロック図を図1に示す。発光スペクトルはPPOの最低励起状態からの発光(1 $\pi$ 光)に対応している。(図2参照) 図3にシクロヘキサン-PPO系の発光挙動の濃度依存性を示しておく。この図から低濃度ではPPOからの発光はフェレンコフ光の終了時点で立ち上りは完了していることがわかる。これらの図を詳細に検討した結果、電子線パルス中に対応する( $\sim 10$  psec)遅い生成

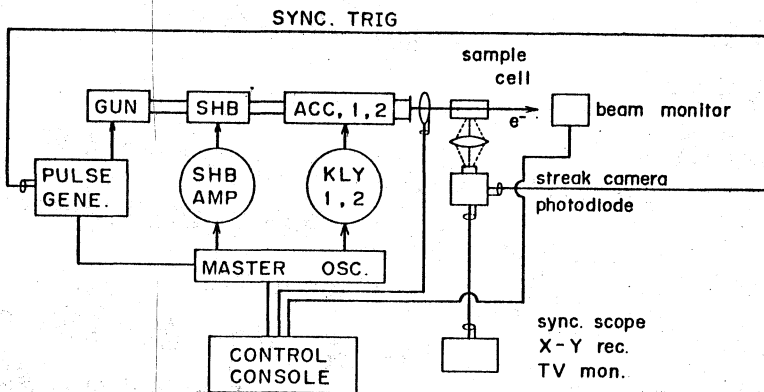


図1 測定系ブロック図

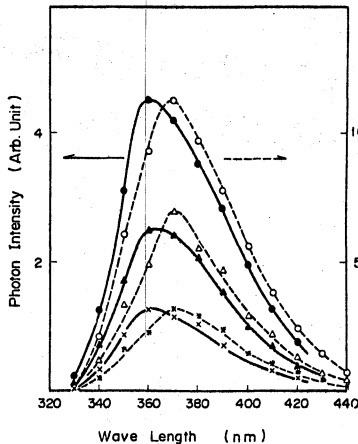
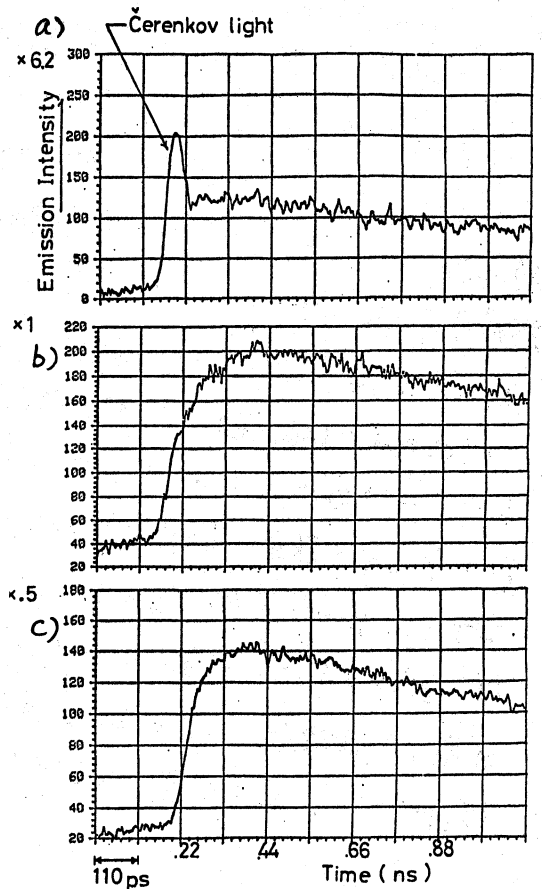


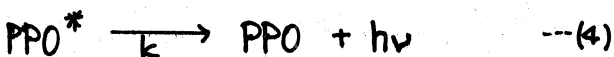
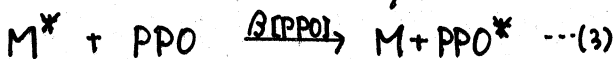
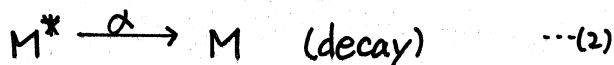
図2 PPO\*発光スペクトル  
 —●— 1mM シクロヘキサン  
 - - ● - - 5mM シクロヘキサン

図3

- a) 0.1mM PPO シクロヘキサン
- b) 5mM
- c) 10mM



の過程とパルス後生成してくる比較的遅い生成過程があることが判明する。ところが溶媒をトルエンにかえると発光の立ち上りはシクロヘキサン系に比し、遅くはり数nsec 続く。しかし、低濃度ではゴームの照射直後に立ち上り、2いる成分がみられる。ここではパルス照射直後に生成する速い過程については詳しく議論しないが、遅い過程は次のように説明できる。



M; 溶媒分子  $M^*$ ; 溶媒分子励起状態

$\alpha$ ; 溶媒分子励起状態の減衰速度,

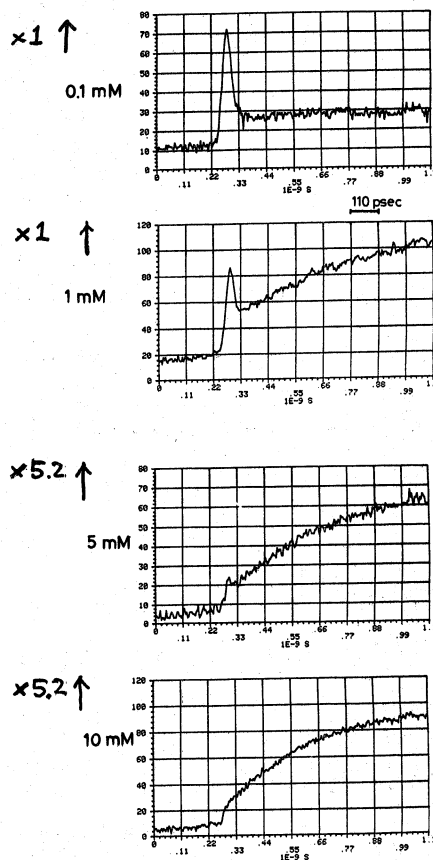
$\beta$ ; 溶媒から溶質へのエネルギー移動速度。

(1)~(4)式を考慮して、実験データの解析を行った結果、シクロヘキサンの励起状態の寿命は

約300~350 psec, エネルギー移動速度は  $4 \times 10^{10} M^{-1} sec^{-1}$  と評価される。トルエン系では、溶媒分子励起状態はモノマー、エキシマーの2つあるが、各々その寿命は(25±3)msec (28±3)nsecでエネルギー移動速度定数は  $6 \times 10^{10} M^{-1} sec^{-1}$  と求められた。

以上のような結果から溶質の励起状態の生成には2つの過程、速い過程、遅い過程、があり、シクロヘキサン、トルエン中では、PPO濃度の高い時には溶媒の励起分子から溶質へエネルギー移動の過程を説明でき、同時にこれは遅い過程のメカニズムである。通常シンチレーターを実用に使用している場合は高濃度のことが多いので、その発光は大部分が遅い過程のものである。このように、液相炭化水素を溶媒とするシンチレーター分子の励起状態生成機構についての知見が得られ、放射線化学初期過程のみならずシンチレータの実際的使用の上からも重要な意味を持つことがわかった。

図4



トルエンを溶媒としたときの PPO 種々の濃度での発光の挙動  
横軸 110psec/div