

光音響分光法による CsI:Tl 及び CsI:Na 結晶シンチレータの 熱失活評価

Evaluation of thermal deactivation in CsI:Tl and CsI:Na crystalline scintillators using a photoacoustic spectroscopy technique

○藤本 裕、越水 正典、浅井 圭介 (東北大院工)

○Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, and Keisuke Asai (Tohoku Univ.)

E-mail: fuji-you@qpc.che.tohoku.ac.jp

【緒言】 シンチレータは、高エネルギー光子・粒子を光センサで受光可能な紫外-可視光に変換する材料である。しかし、実際には、シンチレータに付与されたエネルギーのその多くが、熱失活として失われている。この大きなエネルギーロスについては、これまで、直接的な評価ではなく、シンチレーション発光量や温度依存性、エネルギー線形性に加え、熱蛍光の評価などにより、エネルギー保存則に基づいた間接的なモデルで議論されてきた。これに対して我々は、シンチレータにおける熱失活の直接評価技術を確立することで、実験データに基づくシンチレータに付与された全エネルギーの分岐比を可視化することを目指している。この大目標を達成するにあたり、我々が着目したのが、光音響分光法である。光音響分光法は、1880 年に光音響効果が発見されて以降、気体試料の分光測定を中心に発展し、その後、レーザーや高輝度キセノンランプ、高感度マイクロホンの開発により、固体試料の吸収スペクトルや熱失活の評価手法として有効であることが示されている。本研究では、熱失活評価技術確立への第一段階として、深紫外-可視光音響分光法により、主に、シンチレータのバンドギャップ内における熱失活の直接評価を試みた。

【実験内容と結果】 本研究にて対象となる光音響スペクトル測定には、コンデンサマイクロホン(Rion)を検出器として用いた。励起源には、300W のキセノンランプと分光器を組み合わせた SM-5 超モノクロ光源(分光計器(株))を用い、メカニカルチョッパーにより変調周波数を制御した。評価試料は気密性の高い音響セル内に設置し、光ファイバにより励起光を照射した。この際、試料から発生する熱に伴い、試料周辺の気体の圧力変化が生じる。この断続的な圧力変化を音波としてマイクロホンにて検出し、ロックインアンプにて、励起光の変調周波数と同期させることで、光音響(PA)信号を出力した。さらに得られたデータに対して、励起光強度及び試料の反射率を補正することで、真のスペクトルを取得した。図 1 に、CsI:Tl の PA スペクトルと励起スペクトルを示す。尚、励起スペクトルの縦軸は蛍光内部量子収率(QE)で示している。スペクトルより、QE 値が 95%以上の波長域においても、熱失活に伴う PA 信号が検出されている。これは、本測定により得られている PA 信号が、蛍光中心の電子遷移における無輻射緩和以外のエネルギーロス(ストークスシフトや最低励起準位への無輻射緩和など)を含んでいることが示唆される。

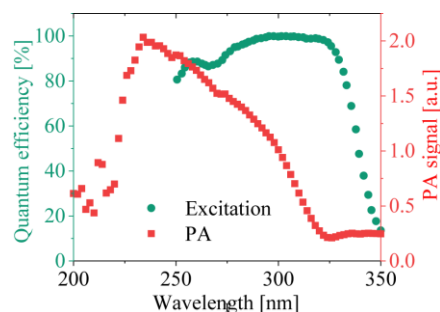


Figure 1. PA and excitation spectra of a CsI:Tl crystal.