

有機結晶の発光特性に及ぼす蛍光剤添加の影響

Effects of Fluorescents Addition on Luminescence Properties of Organic Crystals

東北大金研¹, 東北大 NICHe², 山形大理³, ㈱C & A⁴

○大和 慎之介¹, 山路 晃広¹, 黒澤 俊介^{2, 3}, 吉野 将生¹, 大橋 雄二¹,

横田 有為², 鎌田 圭^{2, 4}, 吉川 彰^{1, 2, 4}

IMR, Tohoku Univ.¹, NICHe, Tohoku Univ.², Yamagata Univ.³, C&A corp.⁴

°Shinnosuke Yamato¹, Akihiro Yamaji¹, Shunsuke Kurosawa^{2, 3}, Masao Yoshino¹, Yuji Ohashi¹,

Yuui Yokota², Kei Kamada^{2, 4} and Akira Yoshikawa^{1, 2, 4}

E-mail: yamato@imr.tohoku.ac.jp

シンチレータは X 線、 γ 線、荷電粒子や中性子といった放射線のエネルギーを紫外線や可視光などの低エネルギーの光子に変換する材料である。その中でも中性子は、日本でも大強度中性子施設の建設が進んでいる中で、今後、学術的基礎研究から産業利用に至る広い分野で利用が期待されている。

中性子の検出には、無機シンチレータよりも速い蛍光減衰を示す有機シンチレータが用いられる。これは、中性子のエネルギーは飛行時間法 (TOF) によって中性子の飛来した時間情報から求められ、シンチレータのタイミング応答が速いほどエネルギー分解能が高いためである。近年、中性子検出には液体シンチレータ (LS) やプラスチックシンチレータ (PS) が主に用いられる。しかし、LS には、引火性で人体に有毒な物質を含み、高温では膨張し容器が破損するという危険性もある。また PS には、放射線耐性が弱い、高温で軟化し性能が劣化するといった欠点がある。

これらの問題を解決するため、我々は有機結晶シンチレータに着目したが、当該材料の報告事例は Trans-stilbene [1]などに限られており、さらに高い発光量や高速蛍光寿命などが実用上、求められている。本研究では、Trans-stilbene の他、安息香酸等の新規材料に、LS、PS で蛍光剤として用いられる物質を加え、実際に結晶を育成し、その発光波長や発光減衰時間に対する蛍光剤添加の影響を評価した。

結晶は真空炉を用いたセルフシーディング垂直ブリッジマン法で育成した [2]。石英アンプル内の原料粉末を窒素雰囲気中で抵抗加熱により溶融させ、1~2 mm/h の速度でアンプルを引き下げた。育成した結晶を切断、研磨したのち ²⁴¹Am を用いたシンチレーション発光量、減衰時間を測定したが、蛍光剤添加の影響はほとんど見られなかった。

Trans-stilbene に蛍光剤として 1,4-Bis(2-methylstyryl)benzene (BisMSB) を加えた場合、紫外線励起発光スペクトルは、低温と室温で図 1 のように変化し、添加物質が有機結晶内においても蛍光剤として機能することが明らかになった。発光スペクトルと発光減衰時間の測定結果を合わせることで、育成した有機結晶内における発光過程について議論する。

[1] H. Klapper et al., J. Cryst. Growth, 429, 74-81 (2015)

[2] A. Arulchackkar avarthi et al., J. Cryst. Growth, 234, 159-163 (2002)

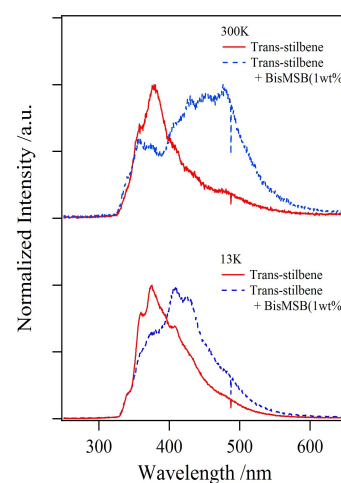


図 1 Trans-stilbene と Trans-stilbene + BisMSB(1wt%) の 13K、300K における発光スペクトル