

日本光学会年次学術講演会  
Optics & Photonics Japan  
2019に参加して

井上 龍 祐  
Ryusuke INOUE  
電子情報学科 4年

1. はじめに

私は、2019年12月2日から5日に大阪大学で開催された日本光学会年次学術講演会 Optics & Photonics Japan 2019に参加し、「双安定な溶媒の混合によるランダムレーザの発光増強」というテーマで発表を2分間のショートスピーチとポスター形式で行った。

2. 研究背景

PEGは液相では透明なので、励起光の照射によって色素が発する蛍光は、閉じ込めがないまま自然放出として外に出る。一方、固相では散乱状態になるので、Fig. 1 (a)のように蛍光が媒質内に閉じ込められて光路が伸びる。その結果、ミラー共振器で光を閉じ込めた場合と同様に誘導放出が起こり、レーザー光が発生する。その一方で、励起光も散乱によって閉じ込められるので、吸収が強くなり（色素が強く励起され）、誘導放出を促進する。また、分子量の異なるPEGを混合すると散乱が強くなり、Fig. 1 (b)のように光路がさらに長くなって、強いレーザー発光が生じると期待される。Fig. 1 (c)のように、アルミニウム板の表面に掘った幅1mmの溝に光ファイバ（直径1mm）を両端から差し込んで1mmの間隙を作り、そこに蛍光色素ロダミン6Gを濃度0.5mMで溶かしたPEGを入れた。アルミニウム板の裏側には、ペルチエ素子を密着させ、加熱・冷却を行った。

1) 例えば分子量2000のPEG (PEG2000) にロダミン6Gを溶かして ( $5 \times 10^{-4}$  mol/l), 2本の光ファイバ ( $\Phi 1$  mm) の間隙 (1 mm) に入れ、励起光

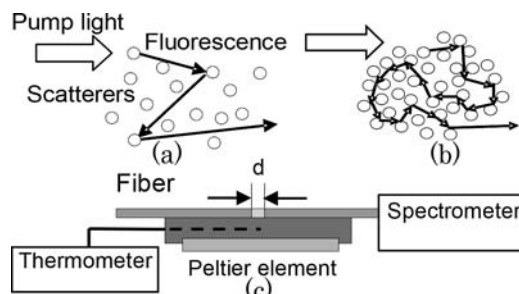


Figure 1 (a) 弱い散乱, または (b) 強い散乱を持つ媒質中での蛍光の閉じ込め. (c) サンプルホルダの構造.

パルス (532 nm, 5 ns) を照射すると、Fig. 2 のような発光特性が得られる。液相 (70°C) では励起光強度に比例して発光が強くなる自然放出となっているが、固相 (30°C) ではスペクトル幅の狭い発光ピークが非線形に成長する誘導放出 (Amplified Spontaneous Emission, ASE) が見られる。分子量の異なるPEGを混合すると双安定領域が変化するので、2) 本研究ではPEGの混合溶媒で色素溶液を作製し、発光特性の変化を調べた。

PEG2000 (80 wt%) と PEG1000 (20 wt%) を混合した色素溶液を作製し、ペルチエ素子を用いて毎分8°Cの割合で温度を上昇または下降させながら測定した発光スペクトルをFig. 3に示す (励起光強度180  $\mu$ J)。35°C以下の室温域では強く鋭いASE発光のスペクトルが見られた。温度が40°Cに上昇して相転移の兆候が出始めると発光強度が増したが (黒線)、さらに温度が上昇すると発光がしだいに弱くなり、55°C付近で融解して発光強度が急激に低下した。一方、冷却過程 (灰色線) では融解した試料が40°Cまで冷えても凝固せず、発光は弱いままであった。そして35~40°Cの温度域で急激に固相へと転移し、強い発光に戻った。Fig. 4 (a) は、加熱過程と冷却過程において発光ピークの高さが変化する様子を示している。40~50°Cの範囲で双安定発光が生じ、融解が始まる40°C付近で発光が最も強くなる。Fig. 4 (b) に示すように、PEG6000 (80 wt%) と PEG1000 (20 wt%) の混合溶液でも同様の結果が得られた。

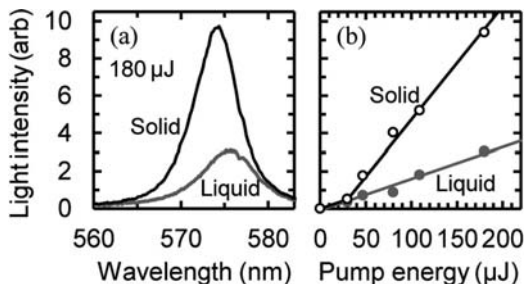


Figure 2 (a) ロダミン 6 G をドープした PEG 2000 の液相, 固相での発光スペクトル. (b) 励起光強度によるピーク値の推移.

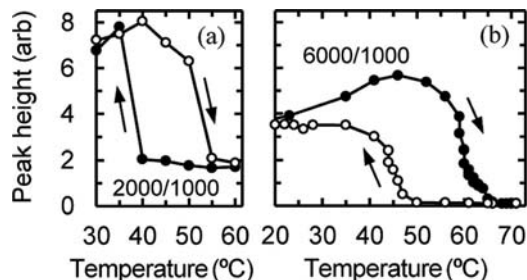


Figure 4 加熱過程または, 冷却過程におけるピーク値の変化. サンプルは (a) PEG1000 と PEG2000 の混合物, (b) PEG1000 と PEG6000 の混合物 2).

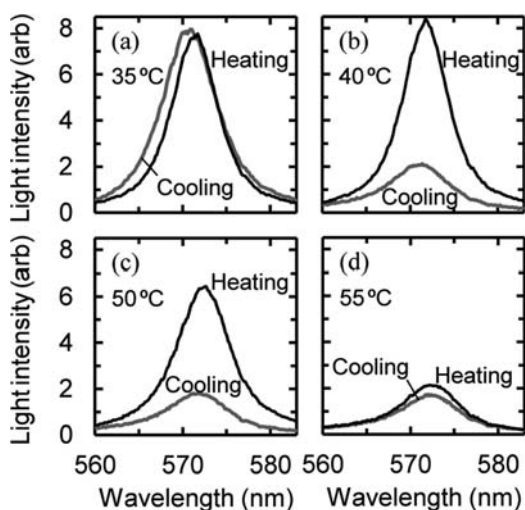


Figure 3 PEG2000 と PEG1000 (20%) の混合物の発光スペクトル.

PEG2000 では PEG1000 を混合する前の方が強い発光が見られたが, PEG6000 では混合によって単体のときより発光が強くなった. 分子量が大きくなると相転移過程で分相が起こりやすく, 散乱が強

くなるのではないかと推定される. また, 今回の実験に用いた混合溶媒では, 融解が起こり始める 40 °C 付近で発光強度が最も強くなる現象が見られたが, 単体の PEG ではその傾向は見られなかった. 融点の低い PEG1000 が先に融け始めて分相が起こることが原因と考えられる.

### 3. おわりに

研究成果を発表し, それに対する貴重な意見を頂いたことで, 本研究の改善点などを知ることができ, 大きな収穫であった. また, 他の参加者の発表は, とても参考になり, 私の今後の研究活動にとっても良い刺激となった. また, 他分野の内容も公聴し新しい知識や意見を吸収することができた.

今回の発表を行うにあたって, 懇切なご指導をいただいた斉藤光徳教授をはじめ, 斉藤研究室の皆様に, この場を借りて厚く御礼申し上げます.