

The 24th Microoptics Conference (MOC 2019) に参加して

板井 佑介
Yusuke ITAI

電子情報学専攻修士課程 2019年度修了

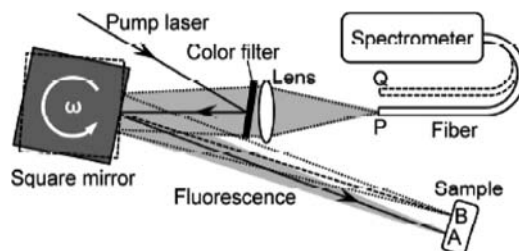


図1 時空間変換分光法の原理

1. はじめに

私は、2019年11月17日から20日に富山国際会議場で開催された「The 24th Microoptics Conference (MOC 2019)」に参加し、19日に「Nano-second spectrometry by the use of a spinning polygon mirror」というテーマで発表をポスター形式で行った。

2. 研究背景

ナノ秒範囲の分光測定には通常、パルスレーザー (Nd:YAG または Ti サファイアレーザー) および高速応答電子デバイス (イメージインテンシファイアまたはストリークカメラ) が必要であり、これらは一般的な研究所や工場で使用するには複雑すぎて高価である。本研究では、連続波レーザーダイオードと通常の CCD ベースの分光計を使用し、ナノ秒オーダーでの時間分解測定を目的として実験を行った。

3. 実験方法

図1は光学システムの概略図であり、正方形のミラーを使用して時空間変換を実現している。ポンプレーザービーム (矢印) は正方形のミラーで反射され、蛍光サンプルの位置 A を励起する。照射点 (A) は蛍光 (グレービーム) を発し、その一部は正方形のミラーで反射され、レンズで収集される。プローブファイバがイメージポイント P に配置されている場合、蛍光スペクトルは分光計で測定できる。ミラーが回転すると (破線)、レーザービームは別の位置 B を照射し、B からの蛍光は P で、点 A は Q で撮像される。したがって、ポイント P は常

に励起瞬間の蛍光を観測し、Q は残光を観測する。

正方形のミラーは、アルミニウムブロックの4辺 (20 mm の正方形) を研磨して作製した。電気モーターに取り付けられ、270 ラウンド/秒 ($\omega=1700$ rad/s) で回転した。ポンプレーザー光源は、波長 396 nm のレーザーダイオード (Shanghai DreamLasers, SDL-395-LM-100 T) で 100 mW の連続波 (CW) レーザービームを照射した。カラーフィルタ (透過範囲: >450 nm) を使用して、バイオレットポンプビームを反射、蛍光を透過する。レーザービームは、サンプル表面で直径が約 1 mm になるように焦点を合わせた。反射ビームの角速度は $2\omega=3400$ rad/s であり、正方形ミラーとサンプル間の距離は $L=0.8$ m であったため、レーザービームはサンプル表面を直線的に掃引した。 $V=2L\omega=2700$ m/s の速度である。サンプル表面 (AB 面) の蛍光は、等倍レンズシステムを使用して PQ 面に結像した。すなわち、サンプル表面上の2点の距離は、検出面上のそれらの画像点の距離に等しかった。レーザービームは $d/v=400$ ns で $d=1$ mm の距離を移動したため、プローブファイバが PQ 平面上で 1 mm の距離を移動したときに、残光スペクトル (400 ns の遅延) を測定した。プローブファイバー (コア径: 400 μ m) をマイクロポジショナーに取り付けて、ピックアップポイントを調整した。測定は、20 ns の遅延に相当する 50 μ m ステップで行われた。ファイバは、蛍光信号をグレーティング分光計 (B&W tek Co., BTC112E) に送り、2000-ch CCD で 250-1050 nm の波長範囲のスペクトル強度を測定した。サンプルは、緑色または青色蛍光体の 2-プロパノール溶液、

つまりランタニドイオンと有機リガンドの化合物 (Central Techno Co. Lumis, G-3300 および B-800) であった。蛍光体濃度が 10-5 mol/l の溶液を、厚さ 10 mm, 幅 70 mm のガラスセルに入れた。ポンプレーザービームはこの幅を $0.07/2700 = 26 \mu\text{s}$ でスイープし、その間、蛍光は分光計に入射し続けた。さらに、4つのミラーを備えた正方形のブロックが 270 ラウンド/秒で回転するため、蛍光放射は 1秒で

1040回発生した。したがって、蛍光信号は、分光計の露出時間が1秒であるとき、 $26 \times 1040 = 27000 \mu\text{s}$ または 27 ms の間積分された。長い蛍光時間は、弱い蛍光の測定に有利である。

4. 測定結果

図2 (a) は、緑色蛍光体について測定された蛍光スペクトルの時間変化を示している。561 nm のサイドピークは、523 nm のメインピークよりも急速に減衰する。つまり、前者は約 300 ns で後者の尾に埋もれる。図2 (b) は、523 nm のピークの減衰曲線を示している。

5. まとめ

連続波レーザーダイオードと通常の CCD ベースの分光計を使用して実験を行った。これらの低速デバイスは、回転するポリゴンミラーで時空間変換を実現することにより、約 100 ns の時間分解能を実現した。

6. 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。

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齊藤光徳教授をはじめ、齊藤研究室の皆様、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

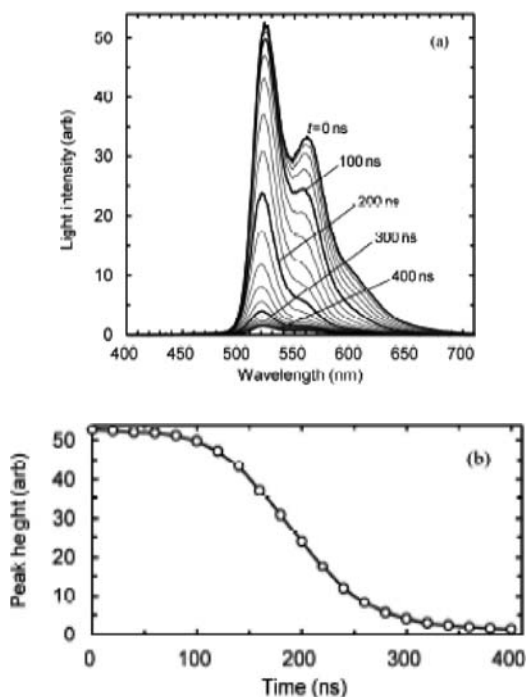


図2 (a) 画像面 (図1の PQ 面) の異なる位置で測定された緑色蛍光体 (G-3300) の蛍光スペクトル。スペクトルの横の数字は、対応する遅延 (励起後の時間) を示す。(b) 523 nm の蛍光ピークの時間変化。