

ストリークカメラとファイバーバンドルを用いた
多焦点ピコ秒時間分解けい光顕微鏡によるけい光寿命イメージング
(学習院大・理) ○滝沢隆介、高屋智久、岩田耕一

Fluorescence lifetime imaging by multi-focus picosecond time-resolved
fluorescence microscope with streak camera and fiber bundle
(Gakushuin Univ.) ○Ryusuke Takizawa, Tomohisa Takaya, Koichi Iwata

【序論】

空間的に異なる複数の点で同時にけい光寿命を測定することができれば、不均一な構造を持つ試料の特性を調べる際の効率が飛躍的に高まる。本研究では、光ファイバーバンドルを用いて試料の複数の箇所からのけい光減衰曲線を一度にストリークカメラで検出する多焦点ピコ秒時間分解けい光顕微鏡を開発した。また、36点の同時測定を行うことにより得られたけい光寿命を格子状に配置することで、けい光寿命分布のイメージングを試みた。

【実験】

既存の顕微鏡を改造して多焦点ピコ秒時間分解けい光顕微鏡を製作した(図1)。ピコ秒パルスレーザー(波長376 nm、パルス幅64 ps、繰り返し周波数50 kHz)で試料を光励起し、試料から放出されたけい光を対物レンズ($\times 40$ または $\times 100$)で集光した。このけい光が結像される位置に光ファイバーのバンドル(6本 \times 6本、125 μm 間隔)を設置してけい光像を受光した。光ファイバーから出たけい光をカメラレンズ(50 mm、 $f/1.4$)によって集光し、結像される位置に設置したストリークカメラに入射した。ストリークカメラ側では光ファイバーの配列を1本 \times 36本に再構成した。36本分のファイバーからのけい光の強度の時間変化をストリークカメラで測定した。

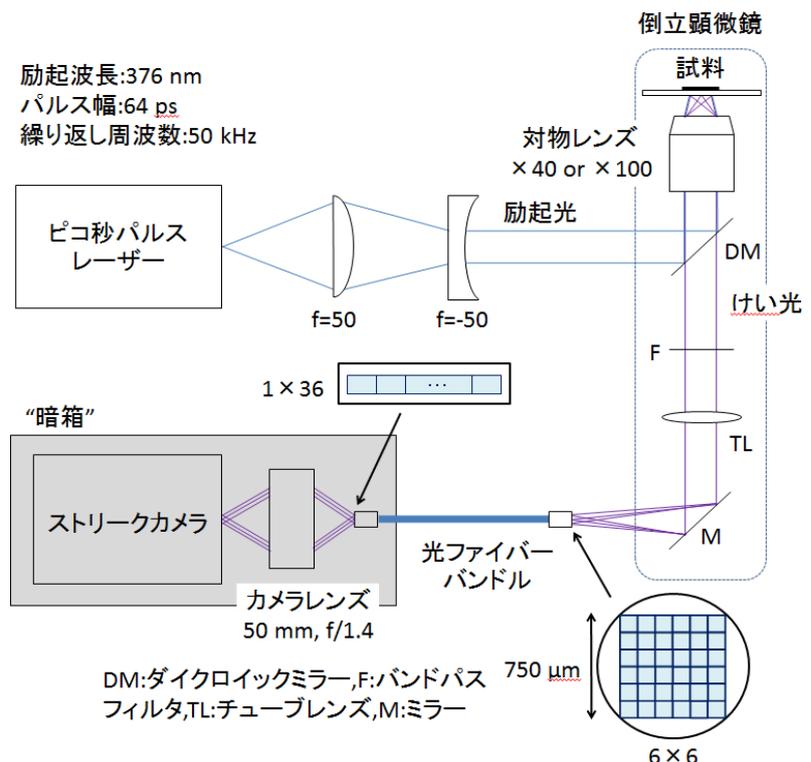


図1 多焦点ピコ秒時間分解けい光顕微鏡

【結果・考察】

多焦点ピコ秒時間分解けい光顕微鏡で測定を行うと、縦方向が遅延時間、横方向がファイバーの配列を示す画像

(図2)を得ることができる。図中の数字は光ファイバーの番号を示す。図から、顕微鏡下の36点でのけい光寿命を同時に測定することに成功したことが分かる。図3は36本のファイバーのうち異なる4本のファイバーにおけるけ

い光の減衰を表した曲線である。この図から複数のファイバーで異なるけい光寿命を同時に測定できていることがわかる。けい光減衰曲線に単一指数関数を当てはめてけい光寿命を求めたところ4.2~5.1 nsとなった。単一光子計数法を用いた際のシクロヘキサン中のアントラセンのけい光寿命は $4.94 \pm 0.07 \text{ ns}$ ¹⁾と報告されており、本研究で開発した装置を用いて測定されたけい光寿命とほぼ一致している。図4の領域におけるけい光寿命を6×6の格子状に配置すると図5のようなイメージング画像が得られた。図5よりけい光寿命の分布を読み取ることができた。ファイバー間隔は125 μmであり測定の際に用いた対物レンズの倍率は100倍であることから、空間分解能は1.25 μmであると評価した。各ファイバーにおけるけい光の減衰曲線を解析して、顕微鏡下のそれぞれの位置でのけい光寿命を求めることができた。



図4 アントラセン結晶の光学像

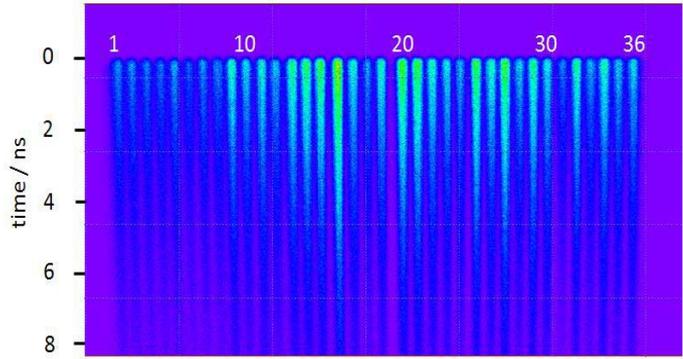


図2 アントラセン結晶からのけい光信号の時間変化. 数字は光ファイバーの番号

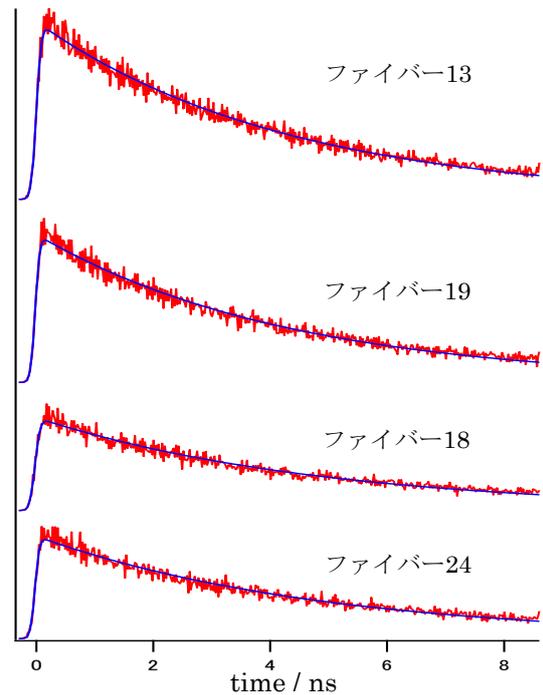


図3 異なるファイバーにおけるアントラセンけい光減衰曲線の例

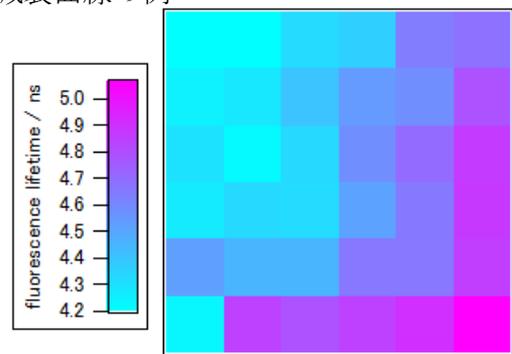


図5 けい光寿命の6×6イメージング画像

【参考文献】

1) Paul R. Hartig, Kenneth Sauer, C.C. Lo, Branko Leskovic, Rev. Sci. Instrum. **47**, 1122 (1976).