

液中レーザーアブレーション法によるカーボン量子ドットの作製と光学特性評価

Preparation of carbon quantum dots by laser ablation in liquid and their optical properties

科学大物質理工¹, [○]奥村 太一¹, 和田 裕之¹Science Tokyo¹, [○]Taichi Okumura¹, Hiroyuki Wada¹

E-mail: okumura.t.ah@m.titech.ac.jp

【背景】カーボン量子ドット (CQDs) は原料が低コストであり、人体や環境に対して毒性が低い点で半導体 QDs の代替材料として注目されている¹⁾。一般的な作製方法として、水や有機溶媒に有機分子などを専用容器に投入して CQDs を得るソルボサーマル法がある。しかし、この方法は高温高压に調節する必要があり、長時間の反応が必要なことが課題である²⁾。液中レーザーアブレーション法 (PLAL) は、液体中のターゲットや懸濁液にパルスレーザー光を照射してナノ粒子のコロイド溶液を作製する手法の1つで、常温常圧かつ短時間で高純度の目的物が作製できる点で優れている³⁾。既往研究では、レーザー照射後の生成物を酸処理した後にポリエチレングリコール (PEG) を還流することや、有機溶媒中のグラファイトを PLAL して CQDs の作製に成功している^{4,5)}。しかし、酸処理と PEG 修飾に長時間が必要なことや、有機溶媒の生体毒性が問題である。本研究では非イオン性界面活性剤を用いて PLAL により水分散性に優れた CQDs を直接作製し、粒子径や光学特性を評価することを目的とした。

【実験方法】角型容器 (ソーダガラス, 透明) にカーボンブラック (Sigma-Aldrich 社製) 4 mg と溶媒を入れて、レーザーを 30, 60, 90 分照射した。レーザーは Nd:YAG レーザー (Continuum Powerlite 8010, 波長 532 nm, パルス幅 5~7 ns, 繰り返し周波数 10 Hz, フルエンス 600 mJ/cm²) を用いた。溶媒には純水と 0.003, 0.006, 0.012 vol% モノオレイン酸ポリエチレングリコール水溶液 (MO-PEG, 富士フィルム和光純薬社製) をそれぞれ 20 mL ずつ用いた。レーザー照射後、生成物をシリンジフィルター (グラスファイバー, 孔径 1 μm, アズワン社製) でろ過して原料を除去し、CQDs 分散液を得た。CQDs 分散液 2.7 mL と純水および 0.1, 10, 1000 mM HCl 水溶液 0.3 mL を石英セルに入れて分光蛍光光度計 (F-7000, 日立ハイテック社製) を使用して、ホトマル電圧 400 V, 走査速度 240 nm/min, スリット幅 5 nm, 励起波長 360 nm で蛍光スペクトルを測定することで CQDs の光学特性を評価した。

【結果】純水および MO-PEG 水溶液中のカーボンブラックにレーザーを 30 分照射して作製した CQDs の pH 応答性について 460 nm と 540 nm の蛍光強度比と pH の関係を Fig.1 に示す。作製した CQDs は 460 nm と 540 nm にピークを持つ二重蛍光性を示しており、pH が低下すると 540 nm/460 nm 蛍光強度比が減少する傾向にあることが明らかになった。

【参考文献】

- 1) X. Xu. et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **126**, 12736-12737 (2004).
- 2) C.-H. Ho et al., *Chem. Mater.*, **23**, 1753-1760 (2011).
- 3) G.W. Yang, *Prog. Mater. Sci.*, **52**, 648-698 (2007).
- 4) H. Gonçalves et al., *Sensors and Actuators B*, **145**, 702-707 (2010).
- 5) V. Thongpool et al., *Procedia Engineering*, **32**, 1054-1060 (2012).

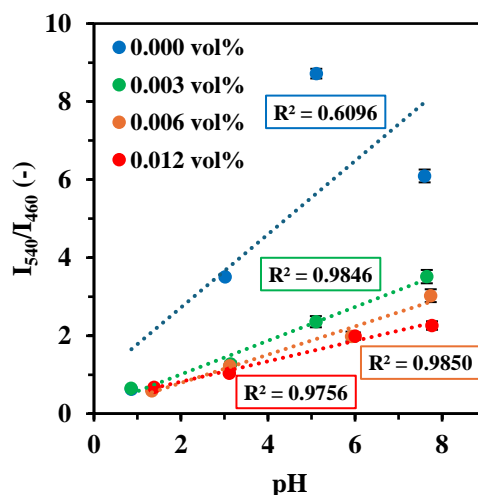


Fig.1 Relationship between MO-PEG concentration and PL intensity ratio (I_{540}/I_{460}) under pH control.