

液中レーザーアブレーションによるアップコンバージョンナノ粒子 NaYF₄:Er, Yb の作製と光学評価

Preparation of upconversion nanoparticles NaYF₄:Er,Yb by laser ablation in liquid and optical properties

東工大物質理工 八木 薫郎, 小田原 修, °和田 裕之

Tokyo Inst. Tech., Koro Yagi, Osamu Odawara, °Hiroyuki Wada

E-mail: wada.h.ac@m.titech.ac.jp

ナノ粒子は特異な性質から様々な分野での応用が注目されている。このナノ粒子作製法の1つに液中レーザーアブレーション法がある。これは、液中に配置した材料にパルスレーザー光を照射することにより簡便にナノ粒子を得る方法であり、結晶性が高い多元素系の無機ナノ粒子を作製できる。

注目されているナノ粒子の光学特性の1つにアップコンバージョンがある。通常の蛍光では紫外光等のエネルギーが高い光で励起して可視発光を得るのに対して、アップコンバージョンでは赤外光等のエネルギーが低い光で多光子励起して可視発光を得るものである。特に、近赤外光は生体の窓の波長領域のため生体透過性が高く生体利用しやすい。例えば、バイオイメージングのマーカースとして用いると手術により開腹しなくても生体内部が観察でき、低侵襲性がん治療法である光線力学的療法と組み合わせると生体外からの光照射でがん治療できる。

本研究では、低フォノンエネルギーのために強いアップコンバージョン発光が得られるフッ化物系蛍光体 NaYF₄:Er,Yb の液中レーザーアブレーションによるナノ粒子化を検討した。

ナノ粒子の作製には、原料として NaYF₄:Er(20 %),Yb(2 %)粉末(Sigma Aldrich)を用い、レーザーは Nd:YAG レーザー(第二高調

波、波長: 532 nm, パルス幅: 13 ns, 繰返し周波数: 10 Hz)を使用して、フルエンスと照射時間をパラメータとした。生成ナノ粒子は走査型電子顕微鏡観察(SEM)、エネルギー分散 X 線分析(EDX)、粉末 X 線回折(XRD)、蛍光分光測定(PL)を用いた。

原料のペレットを作製し、集光パルスレーザー光を用いて液中レーザーアブレーションによりナノ粒子化を行ったところ、10 mJ/cm² のフルエンスの際に数十 nm 程度の微細ナノ粒子と数百 nm 程度の球状ナノ粒子が生成することが SEM 観察により分かった。高フルエンスでは NaF の生成が示唆されたが、10 mJ/cm² では EDX 等により Y の脱離が観察されなかった。ペレットのアブレーションにより生成した微細ナノ粒子が、溶液上部の低フルエンス部で球状化したと考え、粉末原料を攪拌して非集光レーザー(5 mJ/cm²)で照射時間を変えてナノ粒子作製を行ったところ、時間の増加と共に球状化傾向を示すナノ粒子が増加した。生成サンプル

の PL スペクトル(Fig. 1)には Er³⁺ に起因するアップコンバージョン発光が確認された。

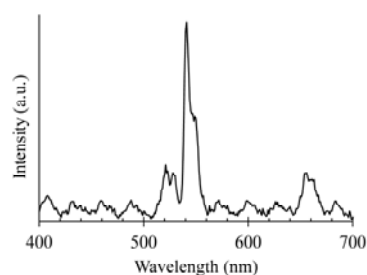


Fig. 1 PL spectrum of nanoparticles (λ_{ex} : 980 nm).