

マルチシェル型蛍光ナノ粒子の透過電顕を用いた光学特性及び構造評価

Characterization of Optical and Structural Properties of Multi-shell fluorescent Nanocrystals using TEM

産総研¹, 東北大学多元研² ○上原 雅人¹, 佐藤 庸平², 寺内 正巳²AIST¹, Tohoku Univ. (IMRAM)², °Masato Uehara¹, Yohei Sato², Masami Terauchi²

E-mail: m.uehara@aist.go.jp

【緒言】強い蛍光や優れた単色性を示す CdSe 系マルチシェル型ナノ粒子は、生化学用蛍光標識の他、最近ではディスプレイ用素子としても利用され始めた。しかし、粒子構造と特性の関係は不明な点が多い。ナノ粒子単一の光学特性評価には近接場光法などがあるが、粒子構造を詳細に評価することはできない。透過電子顕微鏡は原子レベルで構造を詳細に調査できる。我々は、透過電顕を用いた電子エネルギー損失分光法に着目した。モノクロメータを用いたエネルギー分解能の高い透過電顕を用いることで誘電特性を調査できる。本研究では、マルチシェル型ナノ粒子の構造と光学特性の関係を調べることを目的として、透過電顕による構造評価に加え、エネルギー分解能が高い電子エネルギー損失分光 (HR-EELS) によるナノ粒子単一の光学特性評価を試みた。

【実験方法】一般に CdSe ナノ粒子は発光効率を上げるために、バンドギャップの広い ZnS などで被覆する。有機溶媒中で CdSe 粒子を合成した。洗浄処理後、CdS や ZnS の被覆処理を行い、CdSe、CdSe/CdS、CdSe/CdS/ZnS マルチシェル型ナノ粒子を合成した。収差補正器搭載の透過電顕で走査透過電子顕微鏡(STEM)観察およびエネルギー分散型 X 線分光 (EDX) 分析を行った。また、HR-EELS はモノクロメータ搭載の透過電顕を用いて、粒子単一のスペクトルを取得した。

【結果】合成したナノ粒子は均一で、そのサイズは、CdSe 粒子:約 3.7nm、CdSe/CdS 粒子:約 12nm、CdSe/CdS/ZnS 粒子:約 13.7nm であった。EDX で

の組成分析により、CdSe/CdS、CdSe/CdS/ZnS ナノ粒子はそれぞれ被覆構造を有していることを確認できた(Fig.1)。ナノ粒子単一の HR-EELS では、CdSe/CdS、CdSe/CdS/ZnS のいずれの粒子でも、1.9 および 2.3eV 付近に、発光相 CdSe と CdS 層のバンド間遷移に帰属できる吸収が観測された(Fig.2)。しかし、CdSe/CdS/ZnS ナノ粒子の最外層の ZnS に関しては観測されなかった。ZnS の結晶性等が関係していると考えられる。

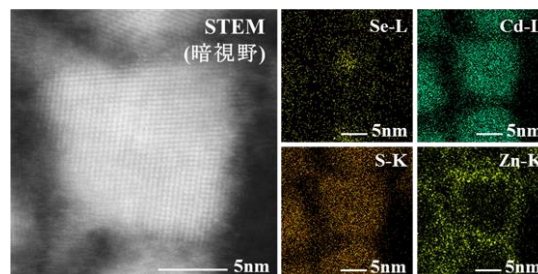


Fig.1 CdSe/CdS/ZnS ナノ粒子の STEM 像と EDX マッピング像

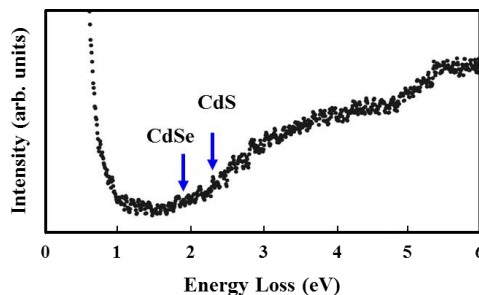


Fig.2 CdSe/CdS ナノ粒子単一の EELS スペクトル

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 26286026 の助成を受けたものです。また、電子顕微鏡観察の一部について、文科省微細構造解析プラットフォーム「ナノマテリアル開発のための超顕微解析共用拠点 (九州大学)」のご協力をいただきました。