

## 2P032

### CdSe ナノプレートの合成と励起子ダイナミクス

(関西学院大・理工) ○臼井裕貴, 奥畑智貴, 富澤友樹, 玉井尚登

### Synthesis of CdSe Nanoplatelets and their Exciton Dynamics

(Kwansei Gakuin Univ.) ○Yuki Usui, Tomoki Okuhata, Yuki Tomizawa, Naoto Tamai

【序】励起子が三次元閉じ込めを受けた半導体量子ドットの研究は、コロイド合成法の発展により盛んに行われるようになった。一方、励起子が一次元方向だけに閉じ込めを受けた量子井戸構造に対応する半導体ナノプレートの研究はほとんど行われていない。しかし近年、コロイド合成法によって CdS, CdSe, CdTe のナノプレートが合成されるようになって来た。その中でも CdSe ナノプレートに関しては、その原子層の数も制御できるようになってきた。現在では、4 原子層から 7 原子層を持つ CdSe ナノプレートの合成が報告されている[1]。しかしながら、ナノプレートの励起子ダイナミクス等に関する報告は余りない。本研究では 6 原子層、7 原子層の厚みを持つ CdSe ナノプレートをコロイド合成すると共に、その発光寿命や過渡吸収スペクトルを測定し、励起子ダイナミクスと励起子間相互作用を解析したので報告する。

【実験】コロイド合成法を用いて、オレイン酸を保護剤とした CdSe ナノプレートを合成した。6 原子層のナノプレートの合成方法は以下の手順である。窒素雰囲気下で、ビスミリ

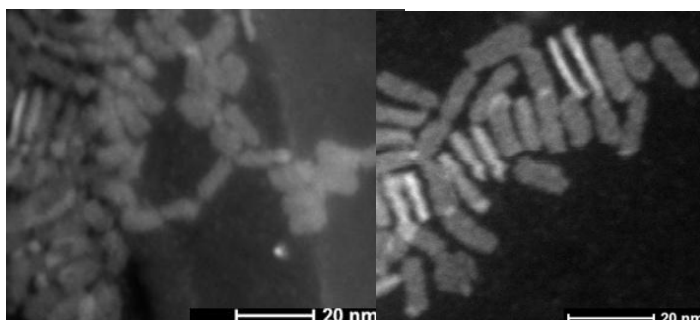


Fig. 1 6 原子層 (左) と 7 原子層 (右) CdSe ナノプレートの STEM 画像

スチン酸カドミウムとセレン粉末、オクタデセンの混合物を加熱し、酢酸カドミウムをそこに注入した。最後にヘキサンとオレイン酸を加えて遠心分離し、その沈殿をヘキサンで再分散させた。7 原子層のナノプレートは、上記と反応温度や時間を変えることで合成した。この 2 種類の試料に関して走査型透過電子顕微鏡 (STEM) を用いて構造解析し、吸収スペクトル、発光スペクトルを測定した。また、Ti:Sapphire laser の基本波を BBO に通して発生させた第二高調波 ( $\lambda_{ex} = 400 \text{ nm}$ ) を励起光に用いて発光寿命測定とフェムト秒過渡吸収測定を行った。

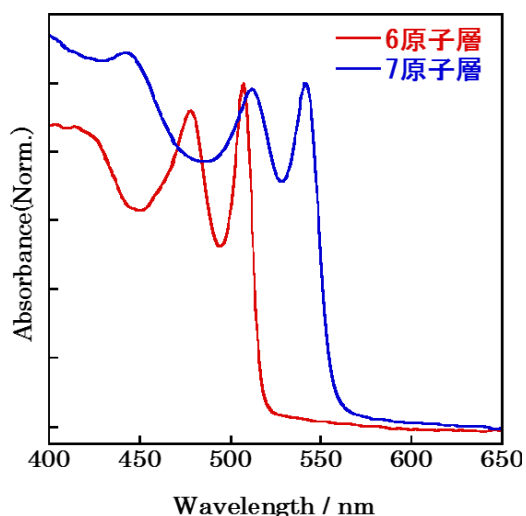


Fig. 2 6 原子層および 7 原子層 CdSe ナノプレートの吸収スペクトル

【結果と考察】STEM 像 (Fig. 1) の解析結果から、6 原子層のナノプレートは横( $5.9 \pm 0.8 \text{ nm}$ ),

縦( $14.9 \pm 1.9$ ) nm で、7 原子層のナノプレートは横( $4.9 \pm 1.2$ ) nm、縦( $11.6 \pm 2.1$ ) nm であった。それぞれの吸収スペクトル (Fig. 2) には heavy hole と light hole から 1S(e)状態への遷移に対応する吸収ピークが観測された。また、原子層が増加すると、スペクトルの形状はほとんど変化せずに長波長側にシフトした。発光スペクトルでは鋭い発光が観測され、発光量子収率は6 原子層で15%、7 原子層で21%であった。6 原子層のナノプレートの発光寿命は単一指数関数的に減衰しており、その寿命は3.5 ns であった。また、観測波長依存性はあまり見られず、今回の6 原子層 CdSe ナノプレートには表面欠陥が少ないことが示唆された。

6 原子層 CdSe ナノプレートの過渡吸収スペクトルを Fig. 3(a)に示す。このスペクトルには二つのブリーチピークが487 nm と 507 nm に観測され、これらはそれぞれ light hole と heavy hole から 1S(e)状態への吸収に対応している[2]。この2つのブリーチピークのダイナミクスを比較すると、487 nm のダイナミクスには300 fs 程度の早い減衰成分が観測された。また、507 nm のダイナミクスにはこれと同等の時定数を持つライズ成分が観測された。これらは light hole から heavy hole への正孔の緩和に対応すると考えられる。また、励起光強度を大きくすると487 nm のダイナミクスの早い減衰成分が長くなっていた。これは、多励起子生成による hole の充填が寄与しているものと思われる。

励起光強度を上げていくと、507 nm におけるダイナミクスに Auger 再結合と思われる早い減衰成分が観測された。グローバル解析によって、Auger 再結合の時定数を求めると160 ps 程度であった。同程度のバンドギャップを持つ CdSe QDs と比べると、Auger 再結合が遅く、一次量子閉じ込めによる2次元方向の励起子拡散の効果によるものと考えられる[3]。

#### 【参考文献】

- [1] Matthew Pelton et.al., *Nano Lett*, **2012**, 12, 6158–6163.
- [2] S. Ithurria et.al., *Nature Mat*, **2011**, 10, 936-941.
- [3] V. I. Klimov et.al., *Science*, **2000**, 287, 1011-1013.

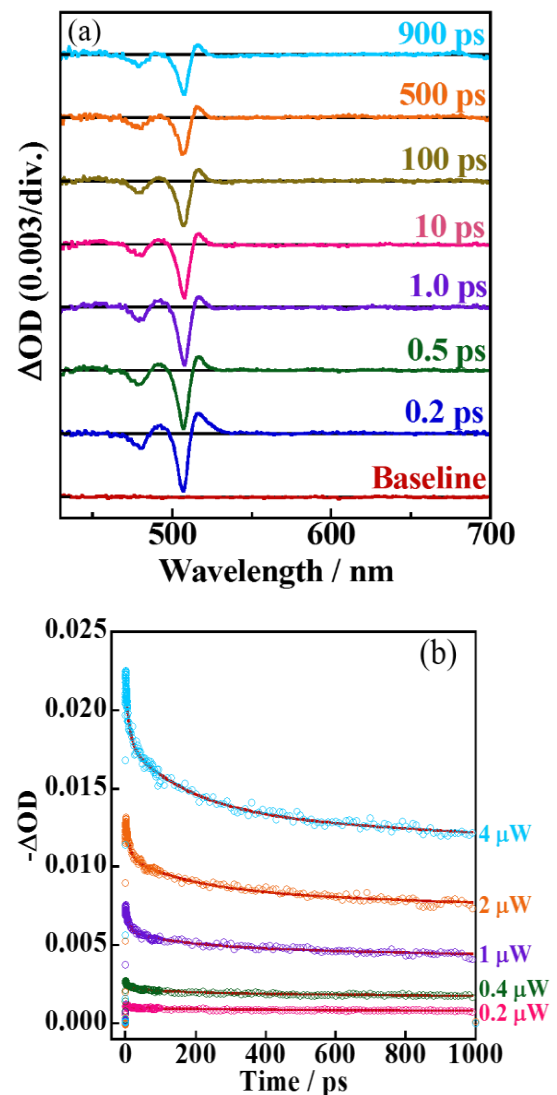


Fig. 3 (a) 励起光強度  $0.4 \mu\text{W}$  における6 原子層 CdSe ナノプレートの過渡吸収スペクトル, (b)507 nm のブリーチダイナミクスの励起光強度依存性