



ZnS ナノロッドのナノ構造と物性の相関の解明

小林 洋一, 松尾 和香, 永井 邑樹
立命館大学

キーワード : ナノ結晶, ナノ構造, 配位子脱離, 電子移動, 電荷分離状態

1. 背景と研究目的

近年我々は、コロイド ZnS ナノ結晶 (平均粒子直径が 4.0 nm) に可視光応答色素を配位した複合ナノ材料において、可視光の照射によって電子移動が起こり、それに伴い表面の有機配位子が脱離する現象を見出している (ACS Nano, 2023, 17, 11309-11317.)。電子移動が起こった後は配位子とナノ結晶の電荷分離状態となっており、その状態はナノ結晶の形状や大きさに依存することが考えられる。そこで本研究では、異方性のあるコロイド ZnS ナノ結晶 (直径数ナノメートル、長さ数~数十ナノメートルのコロイドナノロッド) を合成し、その構造を放射光 XRD 測定および電子顕微鏡測定によって明らかにした。

2. 実験内容

表面にアミン系長鎖アルキル (ヘキサデシルアミン、オクチルアミン) が配位したコロイド ZnS ナノロッドを 5 種類 (No. 1~5) 合成し、電子顕微鏡 (JEOL JEM-2100plus、加速電圧 200 kV) を用いてナノロッドの形状を測定した。また、BL5S2 の粉末 X 線回折装置 (X線エネルギー: 9 keV、測定検出器: PILATUS100K4 台(25° 間隔で配置)、測定カメラ長: 340 mm、測定時間(1 測定角度当たり): 3 min、測定角度(PILATUS #1 での角度): 0° および 12.5° 回転位置の 2 点) を用い結晶構造及び格子定数に関する知見を得た。

3. 結果および考察

電子顕微鏡測定より、試料 No. 1 は平均短軸径が 3.1 nm、平均長軸径が 13.9 nm のナノロッド形状をしていることが明らかになった (Fig. 1a)。また、それぞれの試料の XRD パターンを Fig. 1b に示す。例えば試料 No. 1 では 25.52° のピークが他のものと比べて明らかに線幅が狭く、ナノロッドの長軸に由来する回折ピークであることが示された。25.52° および 42.26° のピーク線幅からシェラー式を用いてそれぞれドメイン径を概算すると、それぞれ 4.7、28.1 nm と求められ、電子顕微鏡測定の結果と相関することが示された。また、ピークのフィッティングから、格子定数は $a = 3.821649$, $c = 6.243799$ と求められた。今後、これらの XRD パターンに対してリートベルト解析を行い、回折パターンとナノ構造との相関について明らかにし、それらの知見をもとに、ナノ結晶の配位子光脱離現象をより詳細に解明する予定である。

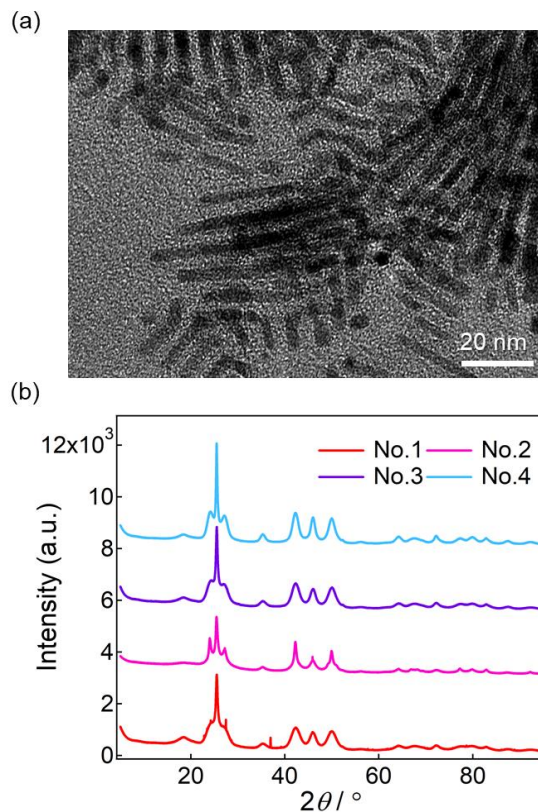


Fig. 1 Transmission electron microscope image of ZnS nanorods (No. 1), and XRD patterns of No. 1~5.