

# スーパーマイクロポーラスシリカを鋳型に用いた サブナノ量子ドットの開発

○渡辺 洋人<sup>\*1)</sup>、藤方 健次<sup>\*2)</sup>、緒明 裕哉<sup>\*2)</sup>、今井 宏明<sup>\*2)</sup>

## 1. はじめに

半導体量子ドット材料は、高い機能性を有することから、近年最も注目を集めている。その特異的な性質は、量子サイズ効果によるバンドギャップエネルギー ( $E_g$ ) 制御によるため、粒子径の微細な制御が高度な材料設計のために必須である。多くの遷移金属酸化物の量子サイズ効果が 1 nm 以下の領域で顕著になるが、サイズ選択的なサブナノ量子ドットの合成はいまだ困難を極める。一方、多孔質材料の細孔空間を量子ドット合成の鋳型とする手法には、高いサイズ選択性、基質一般性、生産性の高さなどから、他の合成手法に無い多くの利点がある。この手法には、メソポーラスシリカ (MPS) がよく用いられる。しかし、一般的な MPS では、制御可能な細孔径下限界は 1.5 nm 程度であるため、サブナノ量子ドットの合成は不可能であった。サブナノ領域における細孔径制御が達成されれば、多種多様なサブナノ量子ドットの合成が可能になり、ナノテクノロジーや材料化学分野の飛躍的な発展が見込まれる。そこで本研究では、0.7~1.5 nm のスーパーマイクロポーラスシリカ (SMPS) の合成に挑戦し、生成したシリカの細孔を鋳型として、サブナノ量子ドットの合成を行った。(PCT/JP2012/71699)

## 2. 実験方法

- (1) 無溶媒合成法を用いて SMPS を合成した。
- (2) SMPS の細孔内で酸化タングステン ( $WO_3$ ) 量子ドットを合成した。
- (3)  $WO_3$  量子ドットの光触媒活性について、照射下での酸素の還元反応の進行を ESR スピントラップ法により検証した。

## 3. 結果・考察

本研究では、MPS 合成系において界面活性剤とシリケートイオンの相互作用がミセル形成を増強しうる点に着目し、無溶媒合成法を用いた SMPS の合成を行った。この手法を用いることで、汎用的な界面活性剤を用いながら、0.7~3.0 nm のメソからスーパーマイクロ孔領域において 0.1nm オーダーの微細な細孔径制御が可能になった。この SMPS の細孔空間は種々の遷移金属酸化物量子ドットの鋳型として良好に機能し、サブナノ領域における精密な粒径制御を達成できる。本研究ではモデル化合物として、 $WO_3$  のサブナノ量子ドットを作成し (図 1)、1 nm 以下の領域で  $E_g$  が急激に上昇することを実験的に明らかにした (図 2)。また、顕著な量子サイズ効果による伝導帯準位の大幅な上昇に伴い、バルクやナノ粒子では不可能な分子状酸素の光一電子還元が可能になった (図 3)。

## 4. まとめ

本研究では、サブナノ領域における粒子サイズ制御法を確立するとともに、この領域でのサイズ制御が遷移金属酸化物の機能性制御戦略として有効であることを示した。

謝辞

本研究の一部は、科研費 (23350102) の助成を受けたものである。

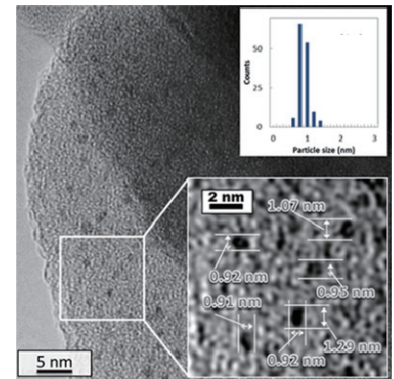


図 1.  $WO_3$  量子ドット

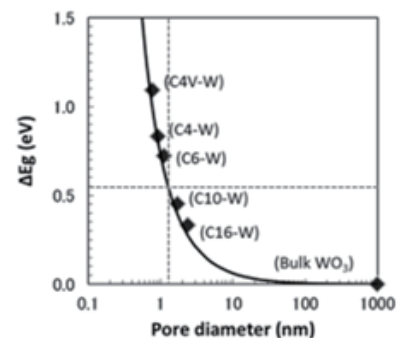


図 2. 細孔径と  $E_g$  の関係

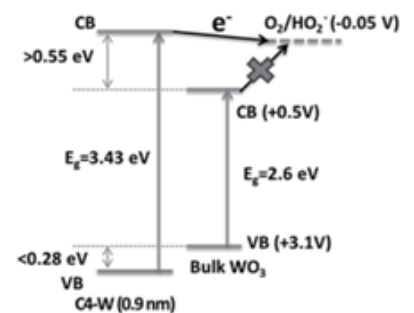


図 3. 酸素還元反応

\*1)材料技術グループ、\*2)慶應義塾大学