

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

“サブナノ量子ドットが拓く新機能性材料”

概要:

半導体量子ドット材料は高い触媒活性や制御可能な蛍光特性を持ち、近年注目を集めています。高い触媒活性と耐久性を有する金属酸化物を高機能化するには、サブナノ領域で粒子化し、量子サイズ効果によるバンドギャップエネルギーを制御することが重要です。本研究では 0.6~1.5 nm の制御性の高い細孔を有するスーパーマイクロポーラスシリカ(SMPS)を開発し、この細孔を鋳型にドットを合成することで、多種多様な化合物のサブナノ量子ドット化に成功しました。

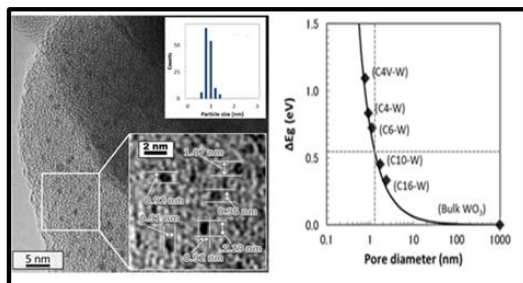
【研究のねらい】

遷移金属酸化物量子ドットの高機能化は、環境浄化、光エネルギー変換などの様々な分野で注目を集めています。多くの金属酸化物は 1 nm 以下のサイズまで微細化するとサイズ由来の特異的な性質が発現します。そこで我々は簡便かつ多様な化合物群に適用可能な、多孔体のナノ細孔を鋳型に用いた合成法に着目し、新たに 0.6~1.5 nm の制御性の高い細孔を有する SMPS を開発するとともに、この細孔内で種々のサブナノ量子ドットを合成しました。

【研究内容と成果】

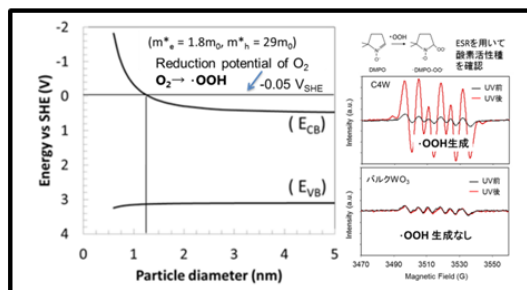
- 0.6~1.5 nm の範囲で制御性のよい多孔質シリカ SMPS を開発。
- SMPS を鋳型に、細孔径に対応した種々のサブナノ量子ドットの合成を達成。

➤ 酸化タングステン粒子は、サブナノ領域で量子サイズ効果が顕著になり、バンドギャップエネルギーが大幅に増大しました。



酸化タングステン量子ドットのTEM像(左)と粒径とバンドギャップの関係(右)

➤ 伝導帯準位が大幅に上昇したことにより、バルクでは不可能な酸素の還元反応が進行することが明らかになりました。



粒子サイズと価電子帯・伝導帯準位の関係(左)と酸素還元反応進行の確認(右)

光触媒である酸化タングステンの場合、サブナノドット化により伝導帯準位が大幅に上昇し、バルクやナノ粒子では進行しない酸素の光還元反応が進行することを明らかにしました。このように、サブナノ粒子化による機能性制御を行うことで、光触媒の効率上昇や反応性制御が可能になります。また、SMPS は VOC など除去する高機能な吸着材としても機能します。

【研究成果の活用】

SMPS を鋳型に用いた合成法は簡便かつ幅広い物質に適用できます。本研究の技術を応用することで、環境浄化用触媒、エネルギー変換材料、蛍光体材料などの高機能化につながります。

製品化・事業化のために共同研究等の当所事業をご利用いただけます。