



## ナノ材料と人工光合成

京都大学 科学研究所 坂本 雅典

光触媒を用いて太陽光を化学エネルギーに変換する試みは、クリーンで持続的なエネルギー供給プロセスとして大きな注目を集めている。半導体ナノ粒子は、有力な光触媒であり、その触媒活性を制御するために様々な半導体ナノ粒子の合成がおこなわれてきた。

半導体ナノ粒子光触媒の真骨頂は、精密なナノ構造、界面のバンドアライメント制御に裏付けされたキャリアダイナミクスの制御にある。複数の異なる半導体を用いてコア@シェル、異方性層分離構造、テトラポッド構造など様々なナノ構造を構築することにより、半導体の光励起で生じたキャリアをナノ構造中で自由自在に操ることができる。2つの異なる半導体を接合させたヘテロ構造ナノ粒子は、それぞれのバンドの位置関係によって Type-I, Type-II, Type-III の3つのタイプに分類されるバンドアライメントを持つ。このバンドのアライメントを制御することにより、異なる半導体間でのキャリア移動を厳密に制御し、長寿命の電荷分離や発光量子収率の上昇といった優れた光機能性を創出することができる。また、半導体ナノ粒子特有の量子サイズ効果により、バルクでは難しいバンドアライメントの精密制御を比較的容易に行うことができる点も半導体ナノ粒子中でのキャリアダイナミクスの制御を容易にし、半導体ナノ粒子を有力な光触媒の一角としている一因である。

最近、著者らは、ZnSe と CdS ナノ粒子を接合した CdS@ ZnSe ポーラスシェル構造ナノ粒子を合成することに成功し、この新しい複合ナノ粒子が CdS と比べて高い光水素生成能と光耐久性を示すことを

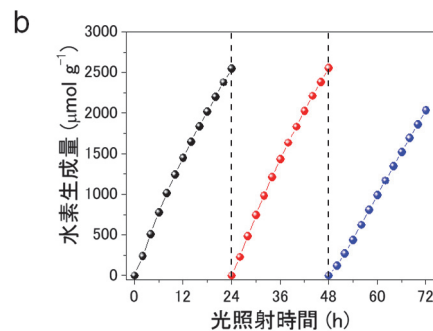
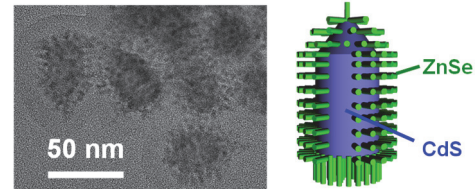


図 1. a.著者らの開発したドリアン型の光触媒。b.ドリアン型の光触媒の活性

明らかにした (図 1) <sup>1</sup>。分光測定を用いたキャリアダイナミクスの評価により、CdS@ポーラス ZnSe シェル構造ナノ粒子においては精密なバンドアライメントの制御とポーラス構造のシェルによる効率的なホール移動により、高い活性と耐久性が得られることを発見した。この特殊な構造は、照射によって生じるホールを効率よく CdS 相から ZnSe 相の表面に輸送するために役立っている。

単一の半導体ナノ粒子自体も光触媒として機能するが、光捕集能、活性、安定性などのいずれかに欠点を持つことが多い。ところが、このように異なる半導体同士を組み合わせると欠点を補い合い、シナジー効果により優れた性能を有する新しい材料になる。機能集積型ナノ粒子光触媒の開発は、効率と活性を兼ね備えた優れた触媒の創製につながることを期待される。

### 参考文献

1. Z. Lian, M. Sakamoto, *et al.*, *J. Phys. Chem. Lett.* 2018, 9, 2212-2217.