



光触媒を薄くしてみると

熊本大学 伊田進太郎

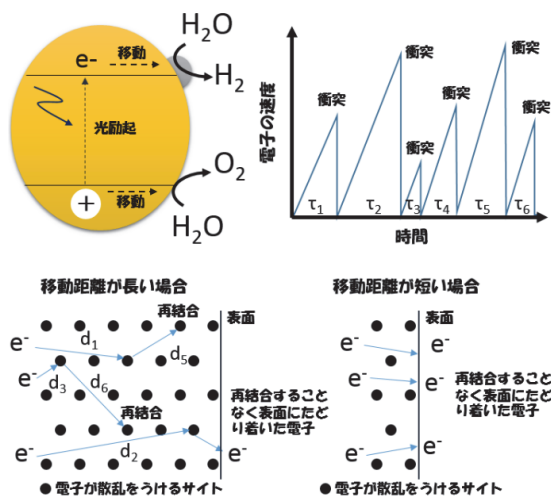


図1 光触媒の反応と半導体内部の電子の動きの簡単なモデル図

水分解光触媒の反応モデルとして、図1に示すようなポンチ絵を良く目にする。光励起によって生成した電子と正孔が、それぞれ水を還元、酸化して水素と酸素を発生するモデルである。これだけを見ると、この反応は非常に簡単に見えるが、その変換効率は実用レベルとしてはまだ低い。我々は、この効率を向上させる戦略として光触媒を薄くすることで達成できないか検討している。

光触媒を薄くするとなぜ、再結合が抑えられる可能性があるかということ、光励起により生成したキャリア（電子や正孔）の移動距離が短くできるからである。半導体内部のキャリアの移動のしやすさは、キャリア密度と移動度の積に依存する。移動度とは、励起したキャリアが半導体内部を散乱せずに移動できる平均時間の関数である（図1の右上図）。つまり、散乱するまで移動する距離よりも光触媒を薄くすることができれば、半導体内部で生成したキャリアを効率よく表面に到達させることができると考えている。（図1の右下図）。

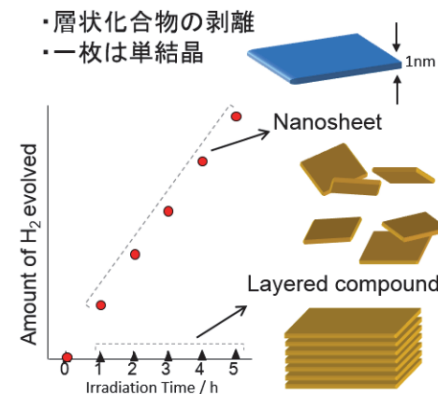


図2 層状体とナノシート光触媒の光触媒水素生成活性（層状体：CsCa₂Ta₃O_{9.7}N_{0.2}、ナノシート：Ca₂Ta₃O_{9.7}N_{0.2} ナノシート）

どのように光触媒を薄くしたら良いかというと、我々は層状構造を持つ半導体の剥離より、半導体光触媒の二次元化（ナノシート化）を検討している。この手法のメリットとしては、半導体の結晶性に殆どダメージを与えることなく、1nm程度の薄さの半導体ナノシートを得ることができる。ナノ粒子合成技術や機械的粉碎技術も半導体を薄くできる（小さくする）が、結晶性がよく、かつ半導体の厚さを1nm程度と制御できるのは、剥離現象を利用した手法もとても効率的である。

では、実際に半導体を薄くすることで、光触媒の活性が向上するのであろうか。我々の見解は Yes である。図2は半導体ナノシートとそのナノシートが積層した層状体の光触媒活性であるが、明らかに半導体を薄くする（ナノシート化）することで、光触媒水素生成活性が向上することが明らかとなっている。ただ、半導体をナノシート化すると、それ自体が水中で凝集してしまうので、分散剤を添加する必要がある。しかし、分散剤が正孔を消費する犠牲剤として働くため、水の完全分解を達成するには現状では難しい。今後は、ナノシート構造を維持したまま、分散剤無しで水に単分散させる技術を開発する必要がある。