

## 二次元ナノ結晶を用いた光エネルギー変換材料の開発

## Development of Light Energy Conversion Materials Using Two-Dimensional Nanocrystals

九大院工<sup>1</sup>, JST-さがけ<sup>2</sup>, 九大-I2CNER<sup>3</sup>, ○伊田 進太郎<sup>1,2,3</sup>Kyushu Univ.<sup>1</sup>, JST-PRESTO.<sup>2</sup>, I2CNER, Kyushu Univ.<sup>3</sup> ○Shintaro Ida<sup>1,2,3</sup>

E-mail: s-ida@cstf.kyushu-u.ac.jp

ナノシートはナノサイズの紙みたいな結晶であり、厚さ約 1nm、四方の大きさ数百 nm～数十μm 程度の形状を持つ超二次元単結晶である。このようなナノ結晶は、層状化合物の層状構造をインターカレーション反応により剥離することによって合成することができる。最近の研究で、ナノシートの光エネルギー変換特性に関して、ある種の半導体ナノシートでは光励起で生成した電子と正孔が電荷分離しやすいことが分かってきた。この電荷分離というのは、太陽光エネルギーを利用して水を水素と酸素に分解する水分解光触媒の設計において重要な因子で、電荷分離が大きいと光触媒の活性を低下させる再結合反応や逆反応が起こりにくいと考えられている。再結合反応というのは、励起した電子と正孔が結合してしまう再結合反応である。光励起によって光触媒粒子内部に生成した励起キャリアが水と反応するためには粒子表面まで長い距離を移動する必要がある。しなしながら、移動する過程で粒子内部に欠陥サイト等があると容易にトラップされ正孔と再結合してしまう。また、一般的に光触媒の効率は粒子表面に担持させる助触媒やその粒径に非常に敏感に影響を受ける。助触媒の役割は非常に大きく、助触媒担持なしや過剰量の助触媒を担持された光触媒の活性は非常に低くなる。

触媒活性の良し悪しは、触媒（固体）と水（液体）の界面の状態をいかにして反応が起こりやすい状態にするかで決定される。界面に存在する助触媒の役割は、反応サイトの付与、電荷分離の向上、水の酸化・還元に対する過電圧を減少させる役割があると報告されている。その他の活性向上方法としては遷移金属のドーピングがあり、Zr-doped  $\text{KTaO}_3$  や Rh-doped  $\text{SrTiO}_3$  などの光触媒が報告されている。前者の Zr ドープは半導体内の伝導率を下げる目的で、後者の Rh ドープは可視光応用性を付与する目的で行われている。両者ともドーピングにより活性は向上するが、Pt などの助触媒担持を必要とし、ドーピング単独では大きな活性の向上は見られない。これらの理由としては、ドーピングした化学種は粒子内部に均一に分散しており、表面に露出している化学種はごく僅かであるため、ドーピングした化学種は水との反応には直接関与できないからと考えられている。

このような光触媒の課題に対し、我々は二次元ナノ結晶を光触媒として応用することを検討しており、最近、比較的活性が高い Rh-doped  $\text{Ca}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$  ナノシート光触媒<sup>1)</sup>、窒素ドーピング  $\text{Ca}_2\text{Ta}_3\text{O}_{10}$  ナノシート<sup>2)</sup> (Fig.1) などを開発することに成功している。本発表では、これらの光エネルギー変換が関連するナノシートのトピックについて報告する。

## [参考文献]

- (1) Okamoto, Y., Ida, S., Hyodo, J., Hagiwara, H., Ishihara, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2011**, 133, 19399,
- (2) Ida, S., Okamoto, Y., Matsuka, M., Hagiwara, H., Ishihara, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, 134, 15773.

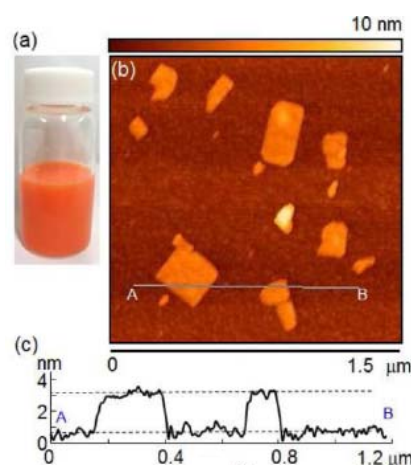


Fig.1 (a) the appearance of a N-doped nanosheet suspension, (b) AFM image and (c) cross-sectional profile of N-doped  $\text{Ca}_2\text{Ta}_3\text{O}_{10}$  nanosheet.