

可視光水分解のための Z スキーム型光触媒系の開発

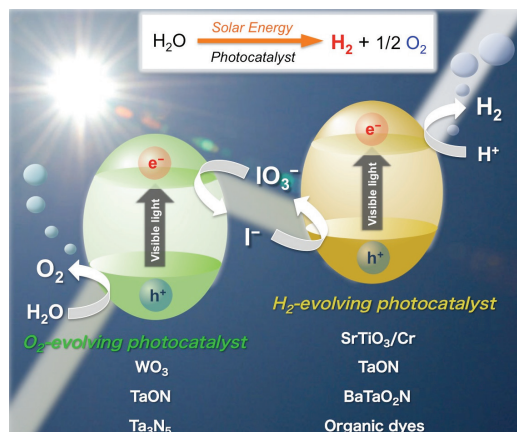
Z-scheme type photocatalysis systems for visible light induced water splitting

京大院工, °阿部 竜

Kyoto Univ., °Ryu Abe

E-mail: ryu-abe@scl.kyoto-u.ac.jp

半導体光触媒を用いた水の光分解は、クリーンエネルギーとして期待される「水素」を水から直接製造できる可能性を有しており、昨今の再生可能エネルギーへの期待も相まって、再び世界中で研究が活発化している。紫外光を利用して水を分解できる光触媒系は、我が国を中心に数多く開発されてきたが、実用的化に不可欠な可視光を用いた水分解については 2000 年代に入るまで実証例は皆無であった^{1,2)}。半導体光触媒上で水素生成が進行するためには、伝導帯下端エネルギー



準位が水の還元電位よりも負であり、かつ価電子帯上端のエネルギー準位が水の酸化電位よりも正である必要がある。さらには、半導体自身が反応中に還元や酸化されることなく安定であることが要求される。しかしこのような条件を全て満たす半導体材料はほとんど存在しない。我々は、植物の光合成を模倣した Z スキーム型光触媒を開発し³⁾、可視光を用いた水の分解を初めて実証した²⁻⁶⁾。2種類の異なる半導体粒子を可逆的な電子伝達体を用いて連結することにより、各光触媒系に必要なエネルギーが低減され、可視光の利用が容易になるとともに、実用化に不可欠な「水素と酸素の分離生成」も可能となる。我々は、クロムをドーピングしたチタン酸ストロンチウム (SrTiO₃/Cr) を水素生成用光触媒、酸化タングステン (WO₃) を酸素生成用光触媒、ヨウ素酸イオン・ヨウ化物イオン (IO₃⁻/I⁻)³⁾を電子伝達体として用いて世界で最初の可視光水分解を実証した⁴⁻⁶⁾。その後、TaON や BaTaO₂N などのタンタル系酸窒化物⁷⁻¹⁰⁾、および有機色素^{11, 12)}を水素生成系として用いることにより、長波長までの可視光を用いた水分解を実証し、また最近では各種の金属オキシハライドも適用可能であることを見出している¹³⁾。

1. Kudo, A.; Miseki, Y.: *Chem. Soc. Rev.* **2009**, 38, 253.
2. Abe, R.: *J. Photochem. Photobiol. C: Photochemistry Reviews* **2010**, 11, 179.
3. Abe, R.; Sayama, K.; Domen, K.; Arakawa, H.: *Chem. Phys. Lett.*, **2001**, 344, 339.
4. Sayama, K.; Mukasa, K.; Abe, R.; Abe, Y.; Arakawa, H.: *Chem. Commun.*, **2001**, 2416.
5. Abe, R.; Sayama, K.; Sugihara, H.: *J. Phys. Chem. B* **2005**, 109, 16052.
6. Abe R.: *Bull. Chem. Soc. Jpn. (Award account)*, **84**, 1000–1030 (2011)
7. Abe, R.; Takata, T.; Sugihara, H.; Domen, K.: *Chem. Commun.* **2005**, 3829.
8. Higashi, M.; Abe, R.; Takata, T.; Domen, K.: *Chem. Mater.* **2005**, 21, 1543.
9. Maeda, K.; Higashi, M.; Lu, D.; Abe, R.; Domen, K.: *J. Am. Chem. Soc.* **2010**, 132, 5858.
10. Abe, R.; Higashi, M.; Domen, K.: *ChemSusChem*. **2011**, 4, 228
11. Abe, R.; Shinmei, K.; Hara, K.; Ohtani, B.: *Chem. Commun.* **2009**, 3577.
12. Abe, R.; Shinmei, K.; Koumura, N.; Hara, K.; Ohtani, B.: *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, 135, 16872.
13. Fujito, H.; Kunioku, H.; Kato, D.; Suzuki, H.; Higashi, M.; Kageyama, H.; Abe, R.: *J. Am. Chem. Soc.*, **2016**, 38, 2082.