

表面担持酸化コバルトナノ粒子の 電子ポテンシャルの見積もり方法の確立

東京工業大学 ○岡崎めぐみ・石谷治・前田和彦、成蹊大学 山崎康臣

1. 研究背景

太陽光エネルギーの利用が可能な粉末半導体光触媒の多くでは、表面上に担持された金属酸化物ナノ粒子が水の酸化反応場として作用することが知られており、酸化コバルトもその一種です¹⁾。ナノ粒子の触媒性能は、それらが有する電子ポテンシャル(酸化力)によって決定されると考えられています²⁾が、光反応中のポテンシャルを具体的に可視化した例はありませんでした。そこで私たちは、表面担持金属酸化物ナノ粒子が持つ電子ポテンシャルを、定量的かつ非電気化学的に見積もる手法を確立しました。さらに本手法から、表面担持ナノ粒子の有する電子ポテンシャルが pH 上昇に伴って負側にシフトする、すなわちネルンストの式に倣う挙動を示すことを明らかにしました。

2. 成果の概要

本研究では、Ru 錯体を用いた金属酸化物ナノ粒子上での光化学的な水の酸化反応³⁾を行うことで、電子ポテンシャルの調査を行いました。この反応は、金属酸化物ナノ粒子が有する電子ポテンシャルが、Ru 錯体の基底状態における酸化電位よりも負側に存在する場合のみ進行します。基底状態の酸化電位を調整した複数種類の Ru 錯体を用い、酸化チタン表面上に担持した酸化コバルトナノ粒子の電子ポテンシャルを見積もりました。その結果、酸化コバルトナノ粒子の電子ポテンシャルは、pH 4-9 の範囲において、水の酸化電位(O_2/H_2O)よりも 0.27 ~ 0.37 V 正側に位置することを見出しました。今回およそ 100 mV の誤差範囲で見積もることに成功したことから、これまで定性的にしか議論されなかった「酸化力」を可視化することが可能となり、他の金属酸化物ナノ粒子にも適応することで、より定量的な議論を実現することが期待されます。

文献

- 1) K. Maeda, *J. Photochem. Photobiol.*, **12**, 237 (2011)
- 2) C.C. L. McCrory, S. Jung, J. C. Peters and T. F. Jaramillo, *J. Am. Chem. Soc.*, **135**, 16977 (2013)
- 3) D. Hong, Y. Yamada, T. Nagatomi, Y. Takai and S. Fukuzumi, *J. Am. Chem. Soc.*, **134**, 19572 (2012)

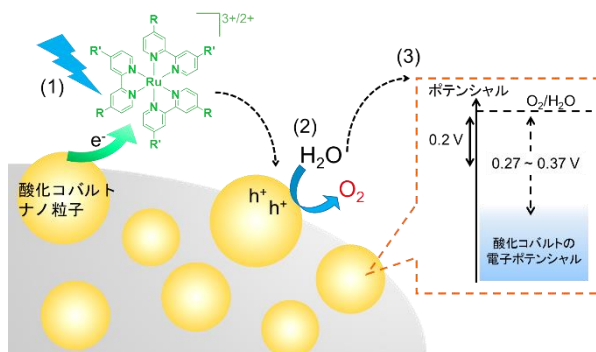


図 1. Ru 錯体を用いた酸化コバルト上での水の光酸化反応の概略。

- (1)光励起によって酸化された Ru 錯体が酸化コバルトから電子を受け取ると、
- (2)正孔(h^+)による水の酸化反応が進行し、
- (3)反応の進行の有無から電子ポテンシャルの見積もりが可能になります。