

ソーラー水分解反応に活性を示すZスキーム型光触媒系の開発

(東京理大)○佐々木康吉・齊藤健二・工藤昭彦

現在、クリーンに水素を作り出すための技術が盛んに研究されている。光触媒を用いたソーラー水分解反応も水素製造の手段の一つとして期待されているが、太陽光に多く含まれる可視光を用いて水を分解できる光触媒はわずかしか見いだされていない。我々は、二段階光励起型（Zスキーム）の光触媒系に着目し、新たな可視光水分解光触媒系の開発を試みた。そして、ソーラー水分解や水素・酸素分離生成の可能性を検討した。

Zスキーム型光触媒系は、水分解反応の半反応（水素および酸素生成）に活性を示す二種類の光触媒と電子伝達系から構成される（図1）。しかしながら、本研究にて、電子伝達系を用いなくても、粒子間電子移動により水を分解できることを初めて明らかにした。水分解活性は、懸濁させたRu/SrTiO₃:Rh水素生成光触媒粒子とBiVO₄酸素生成光触媒粒子が凝集する酸性条件下の時に、高い値を示した（図2）。さらに、粒子間電子移動には、可逆的に酸化数をとることのできる、SrTiO₃にドーピングされたRh種が必要不可欠であることもわかった。粒子間電子移動型Zスキーム系では、BiVO₄以外の数多くの酸素生成光触媒を利用して水を分解することが可能であり、可視光水分解光触媒系のライブラリーを飛躍的に充実することができた。このことは、これまでに報告されている電子伝達系を用いるZスキーム系とは異なる興味深い結果である。そして、ソーラー水分解反応にも活性を示した。

一方、Zスキーム系に有効な電子伝達系の開発も行い、新たに[Co(bpy)₃]^{3+/2+}が有効であることを見いだした。Ru/SrTiO₃:RhとBiVO₄の組み合わせに限られたものの、実際の太陽光照射下で水分解反応が進行することが実証された。さらに、粉末系光触媒の問題点である水素と酸素の分離生成を克服することにも成功した（図3）。

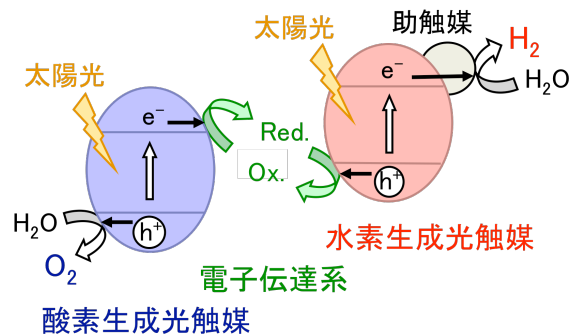


図1. Zスキーム型光触媒系のメカニズム

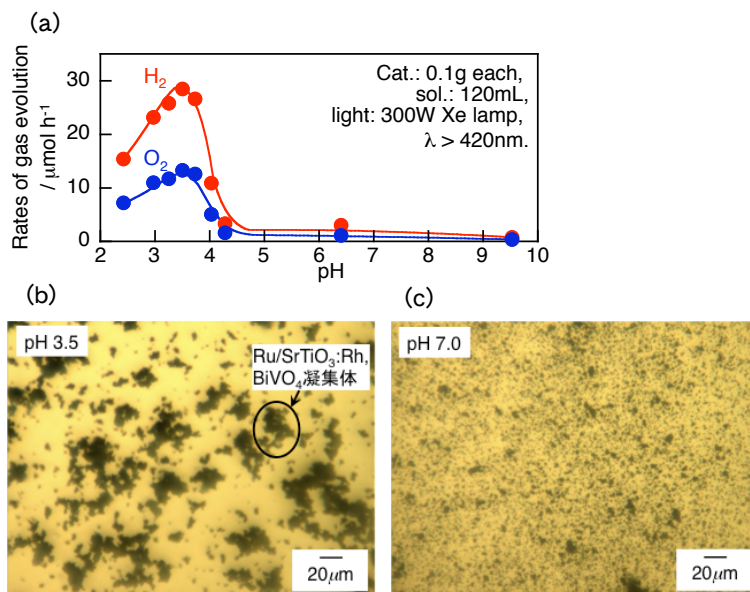


図2. 粒子間電子移動型Zスキーム系の水分解活性に対するpH依存性(a)と、光学顕微鏡像(b,c)

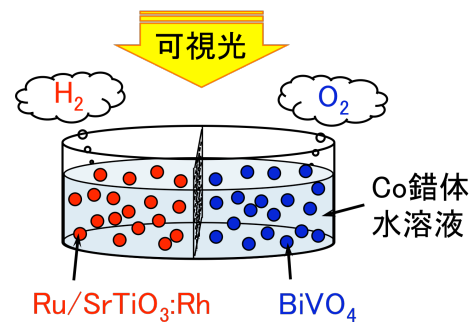


図3. Co錯体を電子伝達系に用いたZスキーム型光触媒系による水素と酸素の分離生成