

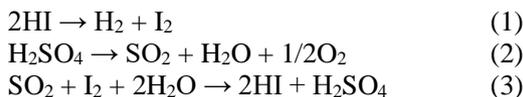


光-熱化学ハイブリッド水分解プロセス

富山大学 萩原英久

富山大学の萩原と申します。この度は寄稿の機会をいただき、誠にありがとうございます。前回 CanApple ニュースに寄稿したのは2年ほど前(第225号)になりますが、その時は水分解用のポルフィリン修飾光触媒の研究を紹介しました。今回は、私が近年研究している光-熱化学ハイブリッド水分解プロセスについて紹介いたします。

熱化学水分解は熱化学水素製造とも呼ばれ、直接熱分解では 4000°C以上の高温が必要な水分解を、適切な化学反応と組み合わせることで低温化するプロセスです。1960年代に Funk らによってコンセプトが提案され[1]、これまでに CeO₂やペロブスカイト型酸化物の不定比性を利用した二段階サイクルや、硫酸分解を酸素発生反応に用いる硫黄系サイクル等、様々なプロセスが報告されています。硫黄系サイクルの一つであるヨウ素-硫黄 (IS) プロセスは、以下に示す(1)ヨウ化水素分解反応、(2)硫酸分解反応、(3)ブレンゼン反応の 3 つの化学反応を組み合わせ、水を水素と酸素に分解しています。



このうち、(2)の硫酸分解には 900°C程度の高温が必要ですが、過酷な反応条件下でも安定な複合酸化物系触媒を用いることで、IS プロセスを集光太陽熱で駆動させることができる可能性が示されています[2]。

光-熱化学ハイブリッド水分解プロセスは、太陽光に含まれる紫外光や可視光のエネルギーで光触媒による HI 分解を進行させ、赤外光のエネルギーで硫酸分解を進行させることを目指したプロセスです(図 1)。これまでに様々な半導体光触媒を HI 光分解に適用してきましたが、強酸性かつ腐食性

を示す HI に溶解してしまうものが多く、苦戦しているというのが正直なところ。比較的高い活性を示した Ta 系複合酸化物の KTaO₃ では水素とヨウ素の生成を確認できましたが、図 2 に示すように Pt 助触媒が溶解し、光電着により再析出することで生成物比が量論からずれるという、水分解ではあまり経験しなかったことも起きています[3]。現在、貴金属助触媒の合金化により HI への耐久性を高める研究を進めつつ、高活性な半導体材料を探索しているところです。日々悪戦苦闘しながらも、太陽光下での光-熱化学ハイブリッド水分解を目指して粘り強く研究を続けております。

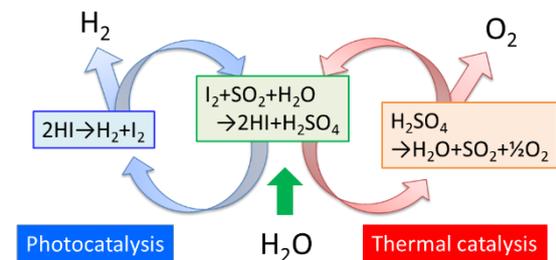


図 1 光-熱化学ハイブリッド水素製造プロセスの概略図

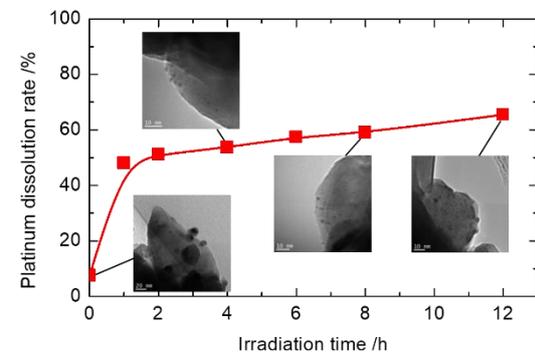


図 2 HI 光分解における Pt 助触媒の溶出率の経時変化

[1] J.E. Funk, R.M. Reinstrom, *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, **5**, 336 (1966).
 [2] M. Machida, T. Kawada, et al., *Chem. Mater.*, **24**, 557 (2012).
 [3] H. Hagiwara, I. Nozawa, et al., *Sustain. Energy Fuels*, **3**, 3021 (2019).