

課題番号：GR001
助成額：168百万円

太陽光水素製造を実現する革新的光触媒システムの開発



阿部 竜 京都大学大学院工学研究科 教授
Ryu Abe

グリーン・イノベーション

理工系

平成23年2月10日
～平成26年3月31日

専門分野
光触媒化学

キーワード
グリーンケミストリー／光触媒／高機能触媒／エネルギー変換
プロセス／電子・エネルギー変換／水素製造／可視光

WEBページ
<http://www.ehcc.kyoto-u.ac.jp/eh41/home/abe/>

研究背景

半導体光触媒による水の分解は、グリーンエネルギーである水素を太陽光エネルギーを用いて水から製造出来る可能性を有している。しかし、実用化のためには、太陽光中の可視光を有効に利用して変換効率を大幅に向上させると共に、爆発の危険性を回避するために水素と酸素を分離生成できるシステムの開発が必須であった。

研究目的

独自に開発した「二段階光励起型水分解」では、2種類の光触媒をレドックスを用いて連結することにより、各系に必要なエネルギーが低減されて可視光利用が容易になると共に、適切なセパレータを用いて水素と酸素の分離も可能となる。本システムを発展させることにより、水素酸素分離型の高効率水分解の実証を目指す。

実績

代表論文：J. Am. Chem. Soc., 135, 16872-16884, (2013)

研究成果

各種半導体の適用による可視光利用技術の拡大

従来の水分解系では金属酸化物が主に用いられてきたが、金属窒化物、金属硫化物、金属ハロゲン化物、そして有機色素を二段階励起型水分解に適用して可視光水分解を実証し、可視光利用技術を大きく発展させた。



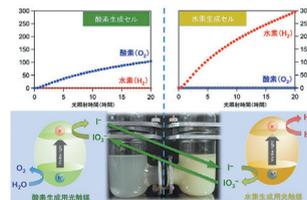
二段階励起型水分解の概念図。様々な光触媒が利用可能となる。

ナノ構造制御による反応効率向上の実証

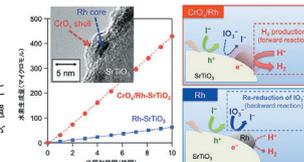
ナノレベルでの層構造を有する半導体や、コアシェル構造を有する助触媒などの適用により、レドックスへの逆電子移動を効率的に抑制し、水素および酸素生成の効率化を達成した。

水素と酸素の分離生成技術の確立

二段階励起型水分解における各種半導体とレドックスの反応性を制御することにより、単純な多孔質ガラスフィルターを用いて、従来の水分解系では不可能であった水素と酸素の分離生成に成功した。ガラス基板上に固定化した光触媒でも可能。



水素と酸素の分離生成の一例。多孔質ガラスで分けた左右のセルから気体が分離して生成。



コアシェル型助触媒による反応制御。水の還元による水素生成が選択的に起こる。

GR001年の応用展開

現状では太陽光エネルギー変換効率の面でまだ実用レベルに達していないが、可視光利用と水素酸素の分離生成という実用化に不可欠な要素技術は確立できたことから、継続

的展開により効率の向上を図ることにより、将来的に太陽電池と共に光エネルギー利用技術の一翼を担うシステムになりうるかと期待される。