課題番号：GR100
助成額：164百万円

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

太陽エネルギーの化学エネルギーへの革新的変換技術の研究

佐山 和弘
Kazuhiro Sayama
独立行政法人産業技術総合研究所エネルギー技術研究部門　研究グループ長

専門分野
光触媒、光電極、水素製造

キーワード
光触媒／半導体／光物性／水素／太陽エネルギー

WEBページ
http://unit.aist.go.jp/energy/groups/slecg.htm

研究背景

低炭素社会の実現を目指して、太陽光を利用した人工光合成やソーラー水素製造の研究が盛んに行われている。クリーンな水素製造法として太陽光発電と水電解を組み合わせて水素製造する試みがあるが、そのコストは非常に高く、新たな革新技術が求められている。

研究目的の特色

本研究では、光電気化学的手法による新規半導体の探索と多孔質半導体光電極の高性能化、およびレドックス媒体を用いる光触媒―電解ハイブリッドシステム等の革新的ソーラー水素製造の検討を行う。太陽光発電と水電解の単なる組み合わせよりも低コストの水素製造の実現可能性を検証する。

実績

代表論文：Chemical Communications., 48, 3833-3835, (2012)
特許出願：特願2012-152506「可視光応答性半導体光電極」、国内特許出願（2012年7月）
新聞：日刊工業新聞「水素製造　低コスト化に道、酸化物半導体光電極」（2012年9月26日）
一般雑誌：Newton「人工光合成　実現にいどむ」（2012年6月号）
特記事項：産総研公式プレス発表「酸化物光電極の水分解水素製造の世界最高効率を達成」（2012年3月12日）

研究成果

酸化物光電極で世界最高効率を達成

酸化物光触媒電極による水分解水素製造に関して、$BiVO_4$やWO_3半導体膜の多層構造化や炭酸塩電解液効果により、世界最高の太陽エネルギー変換効率（外部バイアスロス考慮済み）1.35%を達成することができた。また、多孔質光電極の原理を用いた高速自動半導体探索装置を有効活用して、約2万種類の光電極材料を探索し、100種類以上の電荷分離能力の高い新規材料群を見いだした。

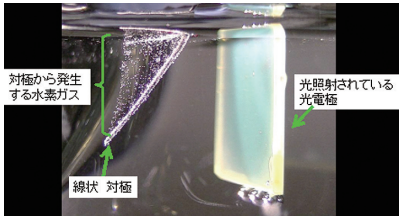

図1：$BiVO_4$光電極による水分解の様子

光触媒とレドックス媒体を用いた人工光合成で世界最高効率を実現

鉄系レドックス媒体を用いる人工光合成反応に関して、アルカリ表面処理したWO_3光触媒を用いて太陽エネルギー変換効率として世界最高の0.38%を達成した。この値はバイオマスエタノール原料作物として注目されている雑草植物の値よりも高い。また、安価で幅広い可視領域を利用できるFe_2O_3半導体光触媒の高活性化に成功した。

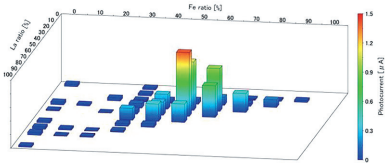

図2：高速自動半導体探索の例（Fe-La-In）

2030年の応用展開

本研究成果によって太陽光による水素製造の高効率化の方針を得ることができ、同時にコスト試算を含めて実現可能性のある将来像を明示できるようになり、さらに材料探索の高速化により研究計画も立てやすくなる。小型の実証試験を早急に開始し、太陽エネルギーによる低炭素・水素社会の早期実現に貢献する。