



News letter

文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究
 領域略称「人工光合成」領域番号 2406
 人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換：
 実用化に向けての異分野融合



世界の研究動向 ー論文からのトピックス紹介ー

光エネルギー変換反応に活性な光電気化学 デバイスの構築

A03 班班長 工藤昭彦

太陽エネルギー変換反応のための光触媒や光電気化学系開発の研究が盛んに行われている。近年のトレンドの一つとして、ナノ構造体を構築して、高効率な光電気化学デバイスを作ることがあげられる。いかに工夫して、見かけも機能もすばらしいデバイスを作り上げるかが、焦点となっている。本稿では、その一例として、UC サンタバーバラの McFarland のグループから発表された論文を紹介する[1]。

ナノ構造体を作成するときに、種々のテンプレートが用いられる。そのなかで、金属アルミニウムの電解酸化により生成するポーラスアルミナがしばしば用いられる。この電解酸化は、アルミニウムの表面処理として、古くから使われている技術である。電解条件により、細孔径や長さをコントロールすることができる。著者らは、このポーラスアルミナの中に半導体および電極触媒を組み込み、光エネルギー変換反応に活性な Photoelectrochemically Active Heterostructure (PAH) ユニットと呼ばれる光電気化学デバイスを構築している。このデバイスの模式図を図1に示す（左右の図の上下関係が逆なので注意）。これは、ポーラスアルミナ中に、Photovoltaicユニット (CdSe) を組み込み、その両端を酸化電極触媒（電導性ポリマーである PEDOT/PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene)-poly(styrenesulfonate))) と還元電極触媒 (Ni, Au, Pt) で挟み込んでいる。この組み合わせ以外にも、Pt/Cu/Cu₂O/Au/Ni/Ptのデバイスも構築できている。これらのパーツ自体は目新しいものではないが、それらをうまくアレンジしていることが、本論文の面白いところである。このデバイスの作成は比較的容易であり、その方法は安価でスケラビリティにも優れている。また、いろいろな組み合わせのデバイスが可能なることから、汎用性のある技術である。さらにこの構造体は、通常水溶液と接していると光腐食により劣化してしまう CdSe や Cu₂O などの半導体材料が使えるところに特徴がある。この CdSe からなるデバイスは、HI の分解反応に対して、量子収率 7.4%、太陽エネルギー変換効率 (STH) 0.9% の効率を与える。水素が 20 時間の時点でも定常的に生成している。ここでは、著者らも述べているように、酸化反応側として水の 4 電子酸化による酸素生成は難しいので、ハロゲン化物の酸化反応を利用している。エネルギー的にはアップヒル反応である。ただ問題点も見受けられる。この構造を見てわかるように、多くの光が散乱してしまい半導体に

届かない。また、アップヒル反応を行うにあたって重要な点である酸化生成物の定量が行われていない。しかし、この論文で示されたコンセプトは、光エネルギー変換反応のためのナノ構造体を構築する上で参考になる点が多々ある。

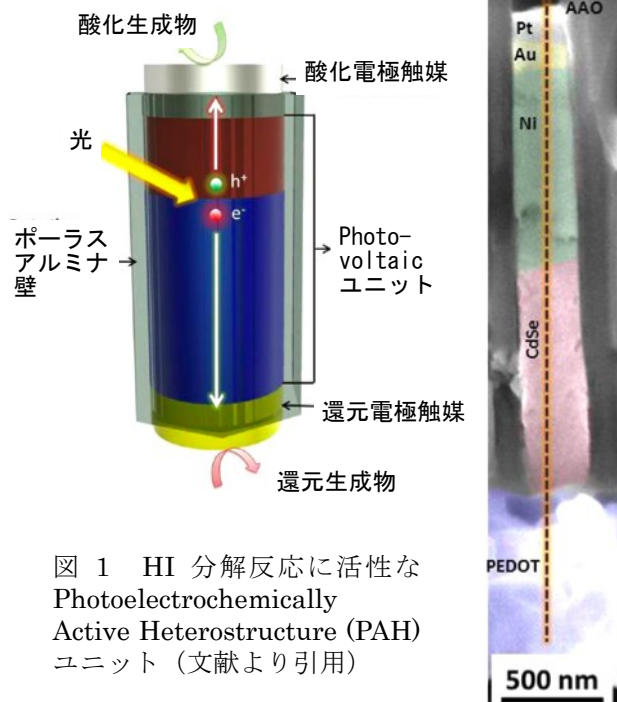


図1 HI 分解反応に活性な Photoelectrochemically Active Heterostructure (PAH) ユニット (文献より引用)

ナノ構造体を構築するために使われているパーツ材料としては、CdSのように今までにかなり研究されてきた物質がほとんどである。われわれとしては、光吸収して電荷を生成する部分にはオリジナルな材料を使いたいと強く感じる。オリジナルな材料でオリジナルな構造体を構築できれば、サイエンスとして大変興味深いものになる。

本稿では、論文紹介としての記事を掲載した。論文のみならず、国際会議や海外プロジェクトにおける注目すべき成果を見つけた場合には、ここで紹介していただければ、このニュースレターが有意義な情報交換の場として機能することが期待できる。

[1] Syed Mubeen, Nirala Singh, Joun Lee, Galen D. Stucky, Martin Moskovits, and Eric W. McFarland, "Synthesis of Chemicals Using Solar Energy with Stable Photoelectrochemically Active Heterostructures", *Nano Lett.* **2013**, *13*, 2110–2115.

新学術領域「人工光合成」ニュースレター
 第1巻・第6号 (通算第6号) 平成25年10月1日発行
 発行責任者：井上晴夫 (首都大学東京 都市環境科学研究科)
 編集責任者：八木政行 (新潟大学 自然科学系)
<http://artificial-photosynthesis.net/>