

色素増感光触媒のための有機色素の探索と機能発現機構の解明

国際環境工学部 エネルギー循環化学科 准教授 天野 史章

1. 研究背景

太陽光は無尽蔵で膨大な再生可能エネルギーです。地球表面上で使える最大エネルギーは、仕事率として約 1.2×10^5 TW となります。人類による一次エネルギーの総消費速度は約 15 TW ですから、わずか一時間、あるいは地表のわずか 0.012% にふりそそぐ太陽エネルギーで、世界の年間消費エネルギーをまかなえる計算になります。環境・エネルギー問題を抜本的に解決するうえで新規な太陽エネルギー変換技術の開発が必要です。

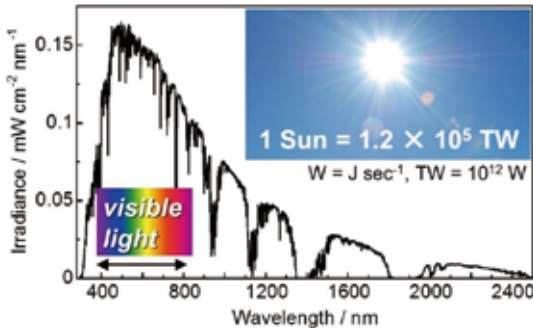


図1 太陽光のスペクトル(光強度の波長分布)

2. 太陽光エネルギーの変換と貯蔵

植物は、太陽光に多く含まれる可視光を吸収し、水から電子を取り出し、CO₂を還元して糖類を製造しています。この過程を光合成と呼びます。光合成にならない太陽光をもちいて燃料を生産する人工的システムを「人工光合成」と定義します。人工的な太陽エネルギー変換システムには太陽光発電もありますが、電力は原理的には貯蔵できません。大規模な太陽エネルギー利用のためには、貯蔵と運搬に有利な化学燃料への直接変換が望まれます。水を分解して水素をつくったり、CO₂を還元してギ酸(HCOOH)やメタノール(CH₃OH)をつくったり、太陽光エネルギーを用いて化学燃料を生産できれば、炭素資源に依存しないエネルギー循環系を構築できます。このための主要材料が「光触媒」です。

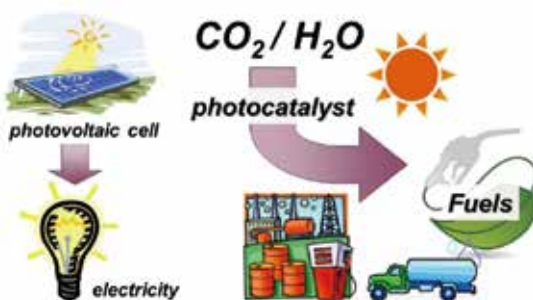


図2 太陽光発電と太陽光燃料生産(人工光合成)

3. 有機色素を用いた光触媒の開発

物質が光を吸収し、電子のエネルギーが高くなることを光励起と呼びます。この光励起状態において化学反応を引き起こす機能性材料が「光触媒」です。可視光照射下において効率良く化学反応を進める光触媒の開発が重要な課題となっています。

本研究では、可視光応答性光触媒の一つとして、色素増感光触媒に注目しました。TiO₂という光触媒は可視光を吸収することはできませんが、有機色素で分光増感する(長波長の光にも応答するようにする)ことによって、可視光を吸収してエネルギーの高い電子をつくることができます。この電子がTiO₂微粒子内を移動し、TiO₂表面に固定化されたナノメートルサイズのPt触媒の働きのもと水素イオンを還元します。こうしたメカニズムによって、光照射下において水から水素が発生します。

アントラキノン骨格を有するアリザリンという有機分子を増感色素として検討したところ、特定の化学構造をもつ色素においてのみ水素を生成できることがわかりました。この光触媒機能が発現するメカニズムを解明することによって、さらに高効率な光触媒材料を開発できると期待されます。

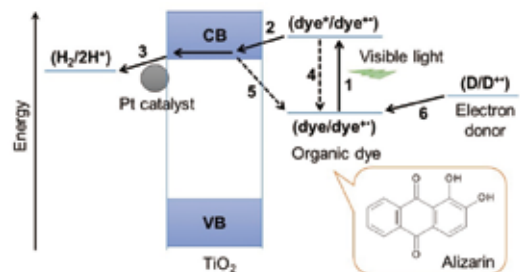


図3 有機色素で増感したPt/TiO₂による水素生成反応

Profile

天野 史章

Fumiaki Amano

役職/准教授
学位/博士(工学)
学位授与機関/京都大学

- 研究分野・専門 触媒化学、エネルギー化学
- 主要研究テーマ
 - 太陽光水分解のための新しい光触媒や半導体電極の開発
 - 二酸化炭素の有用資源化のための触媒開発

連絡先

TEL 093-695-3372
E-mail amano@kitakyu-u.ac.jp