

細いカーボンナノチューブで光触媒高性能化： 可視光量子収率43%のカーボンナノチューブ光触媒

単層カーボンナノチューブ/フラロデンドロン超分子複合体を用いた光水素発生へのナノチューブ直径分布の影響

(岡山大学院環境生命) 笹田由香里、和田卓聡、田嶋智之、○高口 豊

[3G09]

(Tel: 086-251-8903)

岡山大学大学院環境生命科学研究科の笹田由香里(大学院生)、和田卓聡(大学院生)、田嶋智之講師、および高口豊准教授らの研究グループは、カーボンナノチューブの光触媒機能が、その直径分布と関係することを突き止め、可視光(波長 450 nm)照射下における光水素発生の量子収率が43%に達する高性能カーボンナノチューブ光触媒の開発に成功した。このカーボンナノチューブ光触媒のエネルギー変換効率は炭素材料の世界最高値となっており、太陽光を用いた水の光分解による水素生産の実用化にまた一歩近づいた。水素(H₂)は燃焼によりエネルギーを取り出す際に水(H₂O)しか排出しないため化石燃料に代わる次世代のクリーンエネルギーとして期待されている。しかし、現在工業的に水素(H₂)を生産するうえでは、化石燃料を原料としたリフォーミングと言われる技術が用いられており、必ずしも脱化石燃料が達成されているわけではない。また、水素の貯蔵・運搬には課題が多く、オンデマンドで、かつ、クリーンな水素生産技術が求められている。水(H₂O)を原料とし太陽光をエネルギー源とした水素(H₂)生産を可能とする光触媒は理想的な再生可能エネルギーとして水素を利用するうえで必須の技術であるが、これまで太陽光のエネルギー利用効率が低いことや長期安定性などに問題があった。今回の成果は、太陽光を用いた水素生産に用いる光触媒としてカーボンナノチューブが利用可能であることを示すだけでなく、日本が技術的優位性を持つ

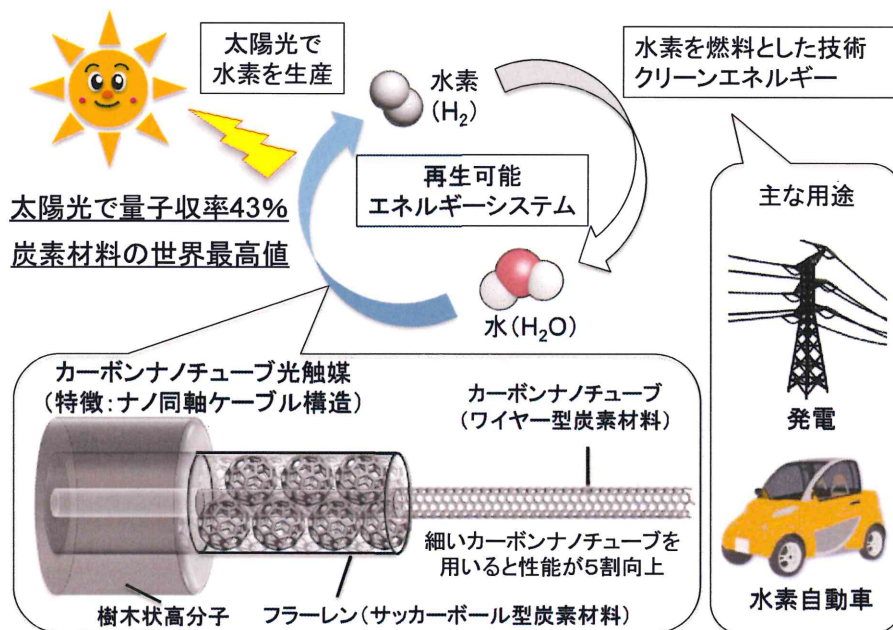


図1 カーボンナノチューブ光触媒を用いた太陽光をエネルギー源とした水素生産

つカーボンナノチューブ生産技術の向上とともに光触媒の性能が格段に進歩することを明らかとしたことから、水素エネルギー社会実現へ向けた光触媒開発に弾みがつきそうだ。

カーボンナノチューブ光触媒の動作原理はこうだ。光触媒はカーボンナノチューブを芯とした同軸ケーブル構造を持っており、カーボンナノチューブはp型、その周りを取り囲むフラーレン(C₆₀)はn型半導体としての性質を持つことが知られている。この p-n 接合界面に光が照射されることで、電子がカーボンナノチューブからフラーレンへと移動する。すなわち、光触媒が小さな太陽電池として働いて光起電力を生じるわけだ。この電気エネルギーを利用して水の電気分解を行うことで水素が発生する仕組みだ。助触媒として白金コロイドを使用しているが、この白金は水の電気分解を行う時の電極に相当する。光起電力や光電流の値は、当然、利用する半導体材料の性質によって決まるため、使用する材料の組み合わせで光触媒の性能は変化する。

高口准教授らは、これまでに、カーボンナノチューブを芯に持つナノ同軸ケーブル構造構築法を開発し、昨年、世界で初めて可視光照射下で30%を超えるエネルギー変換効率を持つカーボンナノチューブ光触媒を報告した。市販されているカーボンナノチューブは、さまざまな太さを持つカーボンナノチューブの混合物であり、製造条件や方法によって直径分布が異なる。カーボンナノチューブの性質はその直径と大きく関係していることが知られているが、今回、その直径分布に着目し、より細かいカーボンナノチューブを多く含む市販品を用いるだけで、エネルギー変換効率が従来の28%から43%へと5割向上することを明らかとした。これは、細かいカーボンナノチューブの方がフラーレン(C₆₀)への電子移動効率が良いことを示しており、理論的な予想と一致している。

カーボンナノチューブは、1991年に飯島澄夫博士(当時 NEC)らが発見した日本発の材料で、その生産技術は、現在、日本がトップレベル。高口准教授らの高性能カーボンナノチューブ光触媒の研究成果は、カーボンナノチューブの生産技術の進歩が、そのまま、光触媒の性能向上につながることを示しており、日本のお家芸ともいえる化学材料・ものづくり産業の活性化につながるだけでなく、持続的発展が可能な社会を構築するうえで、環境に負荷の少ない炭素のみからなる材料で水素社会を実現するという、将来のエネルギー生産のあり方についても一石を投じる成果といえる。

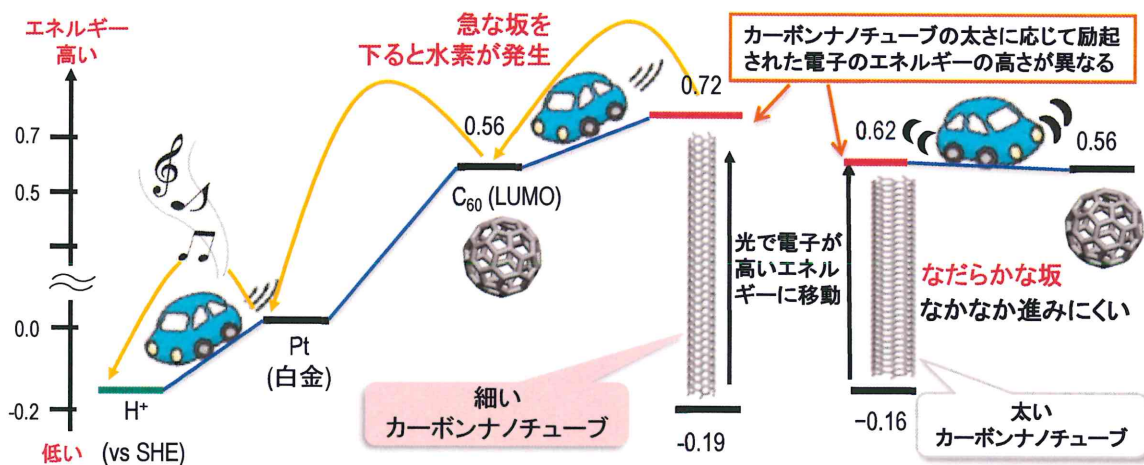


図2 カーボンナノチューブ光触媒の仕組み(直径が変わるとエネルギー変換効率が変わる)

<適用分野> 光触媒、水素エネルギー、太陽電池、新エネルギー