



PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ加盟各社  
文部科学記者会  
科学記者会

御中

平成29年3月10日  
岡山大学

## 光触媒新技術でCO<sub>2</sub>を出さない水素製造が可能に 夢の太陽光エネルギー変換効率50%へはずみ

岡山大学大学院環境生命科学研究科の高口豊准教授・田嶋智之講師と山口大学、東京理科大学らの共同研究グループは、カーボンナノチューブの光吸収帯を利用した水分解反応による水素製造が可能であることを明らかにしました。

カーボンナノチューブはこれまで、光触媒<sup>※1</sup>の光吸収材料としての利用が困難であると考えられていました。一方、カーボンナノチューブは、従来の光触媒技術では利用できない赤色光～近赤外光（波長600～1300nm）を吸収できることから、本研究結果により、太陽光エネルギーの変換効率の大幅な向上が見込まれ、光触媒を利用したCO<sub>2</sub>フリー水素<sup>※2</sup>製造技術への応用が期待されます。本研究結果は3月6日、英国の科学雑誌「*Scientific Reports*」に掲載されました。

### <業績>

岡山大学大学院環境生命科学研究科（環）高口准教授、田嶋講師、村上範武大学院生、異分野融合コアの仁科勇太准教授、山口大学の三宅秀明特命助教、東京理科大学の根岸雄一准教授、藏重亘助教らの共同研究グループは、太陽光スペクトルの大部分を吸収可能なカーボンナノチューブを光吸収材料に用いたエネルギー変換技術により、水から水素を製造することに成功しました。

今回、可視光から近赤外光まで幅広い光吸収帯を持つカーボンナノチューブを利用した水素発生光触媒を開発し、カーボンナノチューブの光吸収帯を利用した水素製造が可能であることを実証することで、従来技術では使いこなせなかった太陽光エネルギーのうち未利用部分（600～1300nm）の利用が可能

であることを明らかとしました。カーボンナノチューブは可視～近赤外領域に吸収帯を有する光吸収材料であることが、その発見当初から分かっていたのですが、励起子束縛エネルギー<sup>※3</sup>が大きいため光触媒への応用は困難であるといわれてきました。今回、カーボンナノチューブの光触媒機能がはじめて実証されたことで、光触媒を利用した水素製造技術に利用可能な光の波長域が、緑色程度（～550nm）から近赤外領域（～1300nm）まで一気に拡張されました。

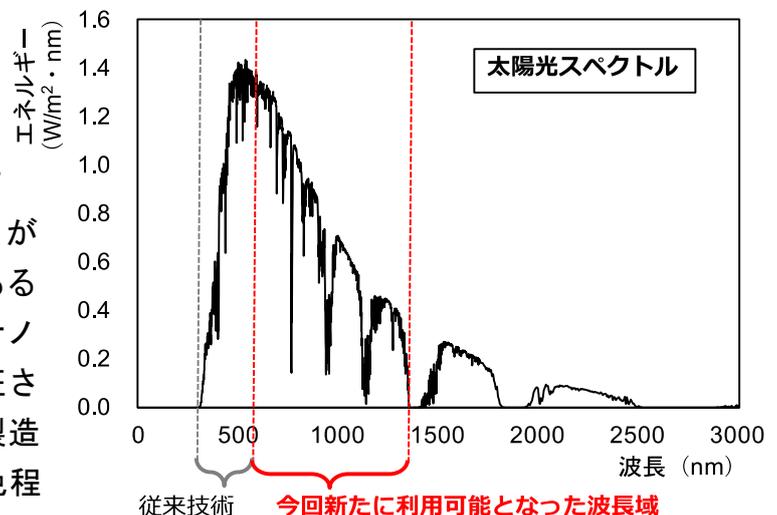


図1 太陽光の波長とエネルギーの関係



## PRESS RELEASE

### <背景>

パリ協定が発効し、近い将来、CO<sub>2</sub> 排出量を実質ゼロにするカーボンニュートラルを実現する必要に迫られています。日本では、そうした将来を見据えて、「水素社会」へ向けた社会インフラの構築が始まっています。しかし、「水素社会」の基盤技術となる、CO<sub>2</sub> を排出しない水素製造法については、成熟した技術があるとは言い難いのが現状です。我が国は、太陽光エネルギーを利用した水の光分解による水素製造技術（人工光合成技術とも言われる）において、世界的トップレベルにあるものの、「水素社会」を支えるに足る生産性の実現には至っていません。紫外光から近赤外光にいたる幅広い太陽光スペクトル（波長 300 ~ 1300 nm）を有効に活用することができれば、太陽光エネルギーの変換効率が格段に向上するため、酸素発生光触媒と水素発生光触媒の2種類の光触媒を組み合わせた二段階光励起<sup>\*4</sup> を利用することで低エネルギーの光（500 nm 以上の波長の光）を有効活用する Z-scheme 型光触媒システムが注目を集めています。しかし、現状、利用可能な2種類の光触媒の吸収波長は、いずれも、おおよそ 550 nm 以下であり、同じ波長域の光エネルギーを2種類の光触媒で奪い合うことになるためエネルギー変換効率の向上に限界がありました。

### <見込まれる成果>

太陽光と光触媒を利用した水分解による CO<sub>2</sub> フリー水素製造技術は、水素社会の基盤技術として極めて重要です。そして、技術の鍵となる太陽光エネルギー変換効率は、光触媒の活性波長によって決まります。例えば、活性波長が 400 nm 以下の光触媒では、太陽光エネルギーのうちわずか 2% しか利用できないのに対し、活性波長域を 600 nm まで広げると 16%、800 nm まで広げると 32% まで利用できるようになると言われています。カーボンナノチューブ光触媒を利用することで、太陽光エネルギーのうちこれまで使うことのできなかった 540 ~ 1300 nm の波長の光を使うことができるようになれば、太陽光エネルギー変換効率 50% を達成するブレークスルー技術となり得ます。

### <論文情報等>

論文名： SWCNT Photocatalyst for Hydrogen Production from Water upon Photoexcitation of (8,3)SWCNT at 680-nm Light

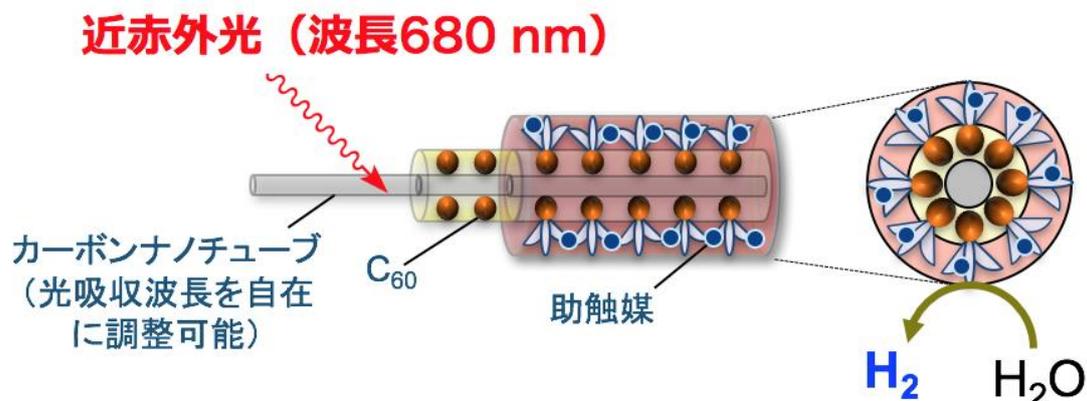
「680 nm 単色光による(8,3)カーボンナノチューブ選択励起を利用可能な水素発生カーボンナノチューブ光触媒」

掲載誌： *Scientific Reports* 2017, 7, 43445. doi : 10.1038/srep43445

著者： Noritake Murakami, Yuto Tango, Hideaki Miyake, Tomoyuki Tajima, Yuta Nishina, Wataru Kurashige, Yuichi Negishi, Yutaka Takaguchi

発表論文はこちらからご確認いただけます。

<http://www.nature.com/articles/srep43445>



### カーボンナノチューブ光触媒を利用したCO<sub>2</sub>フリー水素製造

図2 カーボンナノチューブ光触媒の構造と反応

#### <補足・用語説明>

1) **CO<sub>2</sub>フリー水素**：CO<sub>2</sub>の排出を伴わない製造過程を経て生産される水素のことを言う。現状では、水素は、天然ガスを原料としたスチームリフォーミングなどの手法で製造されており、製造過程でCO<sub>2</sub>が排出されている。

2) **光触媒**：光エネルギーを利用して様々な反応を触媒する物質。特に、太陽光エネルギーを利用した水の分解反応により、水素と酸素を発生させる光触媒は、無尽蔵といえる太陽エネルギーを利用したCO<sub>2</sub>フリー水素製造技術の鍵となる材料として注目されている。

3) **励起子束縛エネルギー**：光励起状態を経て、プラスとマイナスに分かれることで電気が発生するが、そのプラスとマイナスに分かれることを嫌い、つなぎとめるエネルギー。カーボンナノチューブは励起子束縛エネルギーが大きいいため、光エネルギーを電気エネルギーに変換することに利用するのが難しく、その光吸収を光触媒活性へと利用することは困難であるといわれてきた。

4) **光励起**：光エネルギーを吸収することで物質が高エネルギー状態になること。

なお、本研究の一部は、岡山県特別電源所在県科学技術振興事業の研究委託、JSPS 科研費15H03519の助成を受けて実施されました。

#### <お問い合わせ>

岡山大学大学院環境生命科学研究科（環）

准教授 高口 豊

（電話番号）086-251-8903

（FAX番号）086-251-8910