世界初、太陽の可視光を吸収して水を分解する窒化タンタル光触媒を開発

国立研究開発法人　新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）と人工光合成化学プロセス技術研究組合（ARPChem）は、東京大学、信州大学とともに、世界で初めて、可視光を吸収して水を分解する単結晶窒化タンタル（Ta3N5）微粒子光触媒の開発に成功し、可視光領域のうち 400nm～600nm で水を分解できることを確認できた（図 1）。600nm 近辺は太陽光で最も強度が高い波長域のため、効率的なエネルギー活用が期待できます。また、今回開発した光触媒は、従来検討されてきた方法に比べて 1/10 以下の短時間での製造が可能で、安価なプロセスの実現が期待できます。

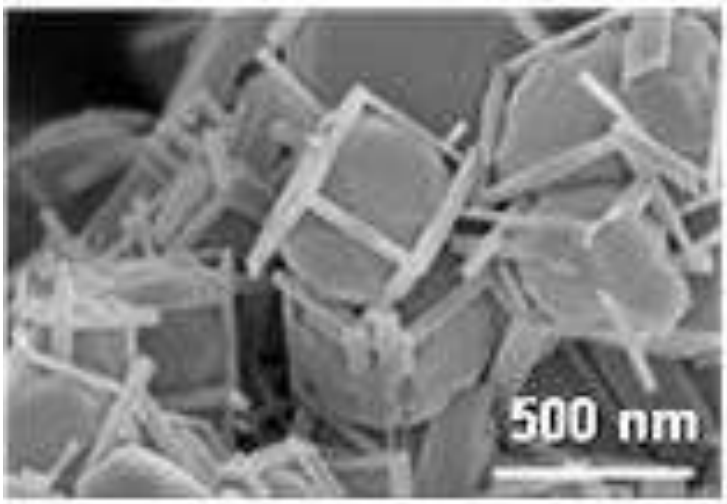

図 1　今回開発した単結晶窒化タンタル（Ta3N5）微粒子光触媒（電子顕微鏡写真）

窒化タンタルは 400nm から 600nm までの波長範囲の可視光を吸収し、水を水素と酸素に分解することが可能なバンド構造を有することが 2000 年頃に判明しました。しかし、従来の合成手法では原料の酸化物をアンモニア気流中で長時間加熱していたために、良質な窒化物微粒子の合成が困難で、窒化タンタル光触媒を用いた水分解は実現できていませんでした。

太陽光の強度のピークは主に可視光領域（400nm～800nm）にあるため（図 2）、光触媒がこの波長域の光を吸収して水を分解できれば、効率よく太陽光のエネルギーを利用できます。しかし、従来の光触媒は、吸収波長が主として紫外光領域（～400nm）に限られるものが多く、可視光領域から赤外光領域の光を利用できるように、光触媒の吸収波長を長波長化することが課題の一つでした。

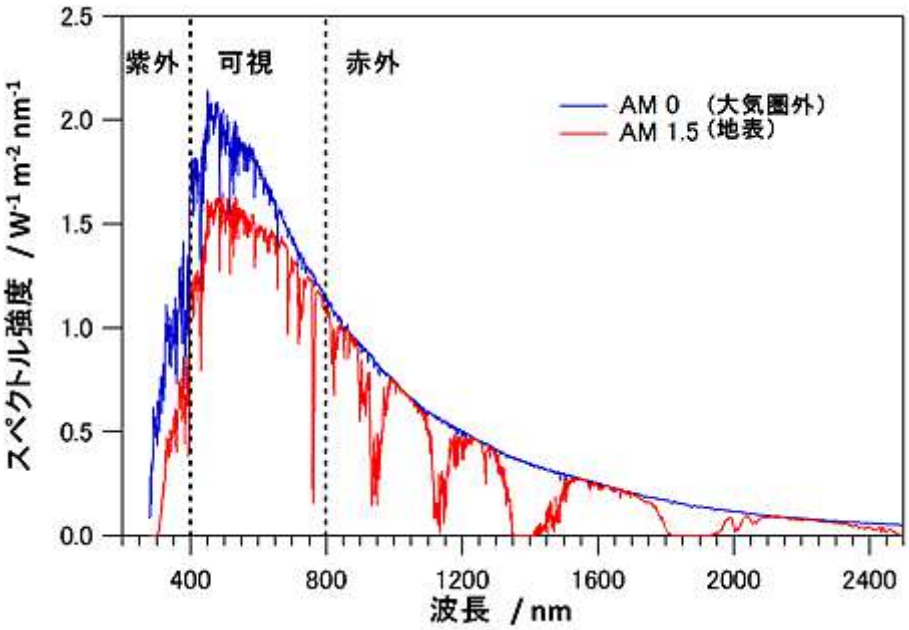

図 2　太陽光の波長とスペクトル強度

研究チームは、既存の窒化物合成手法とは異なる原料の選定と合成条件の研究を進めてきました。複合酸化物（タンタル酸カリウム、KTaO3）微粒子を従来の 1/10 以下の短時間で窒化することで、複合酸化物微粒子上に単結晶の窒化タンタル微粒子を直接形成し、さらに水素生成反応を促進する助触媒を担持させました（図 3）。これにより、窒化物微粒子が高品位化して光励起された電子と正孔を水分解反応に有効利用することが可能となり、今回の窒化物微粒子光触媒の開発につなげられました（図 4）。

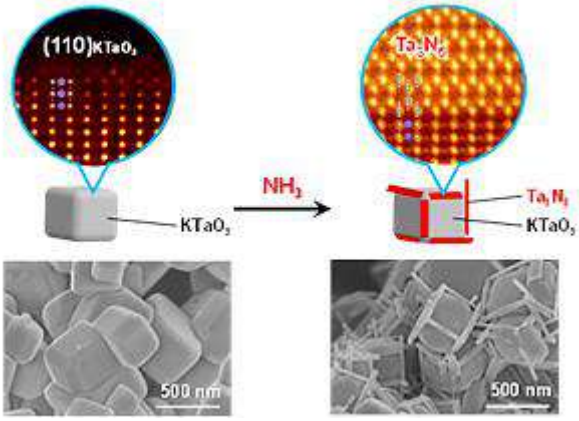

図 3　単結晶窒化物微粒子の合成

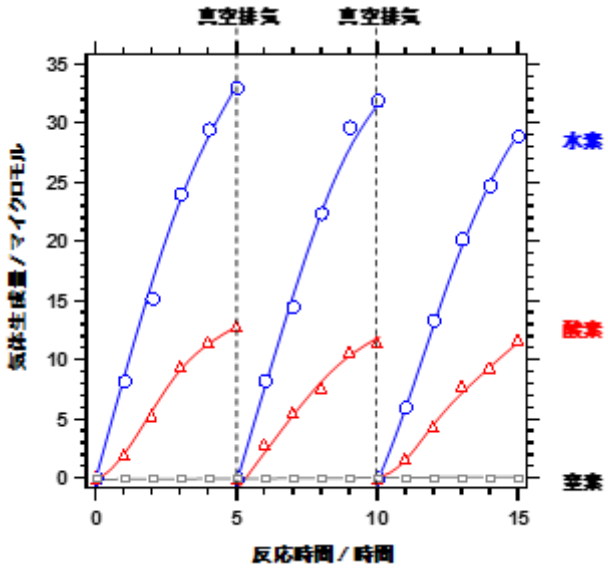

図 4　単結晶窒化物微粒子光触媒による疑似太陽光下での水分解反応

この光触媒は水中に分散することで、400nm から 600nm までの波長範囲の可視光、および疑似太陽光を吸収して水を分解することができます。また、これを基板に固定化すれば、光触媒パネル反応器に組み込んで利用できます。

なお、今回の研究成果は、2018 年 9 月 3 日に英国科学誌「Nature Catalysis」のオンライン速報版に掲載されました。

日文发布全文 http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101014.html