

可視光照射下での不均一光触媒を用いた次亜塩素酸の生成

Pang Rui・三石 雄悟・奥中 さゆり・佐山 和弘
産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 機能性材料チーム

研究の目的

次亜塩素酸(HClO)は飲料水の消毒、漂白、脱臭、染料廃水の処理、および食品の消毒に世界中で一般的に使用されている。HClOは、通常、電気化学的製造プロセスを使用して生産するが、大量の電気エネルギーが必要である^{1,2)}。我々はこれまでにアノード光電極を用いて酸化的な化学薬品製造を研究し、酸化剤としては、食塩水溶液から次亜塩素酸塩が効率良く製造できることを見出してきた^{3,4)}。もし、太陽光エネルギーを利用した光触媒を用いて、高効率・電圧なしで実現できれば大きな省エネ効果と低コスト化が期待できる。今回、この原理を参考に、WO₃粉末光触媒反応で食塩水溶液からHClOが製造できるかについて検討した結果を報告する。

実験

50 mL 10 wt% methanol

1.0 g Catalyst

AM 1.5 G solar simulator Photoirradiation for 2 h

Wash and dry at R.T.

Metal loaded catalyst

Precursors

Metal salt: H₂PtCl₆, Pd(NO₃)₂, HAuCl₄, RuCl₃, Cu(NO₃)₂

Catalyst: WO₃

Conditions

Catalyst amount: 100 mg

Solution volume: 100 mL

Additives: 0.5 M NaCl

O₂ flow rate: 1 mL min⁻¹

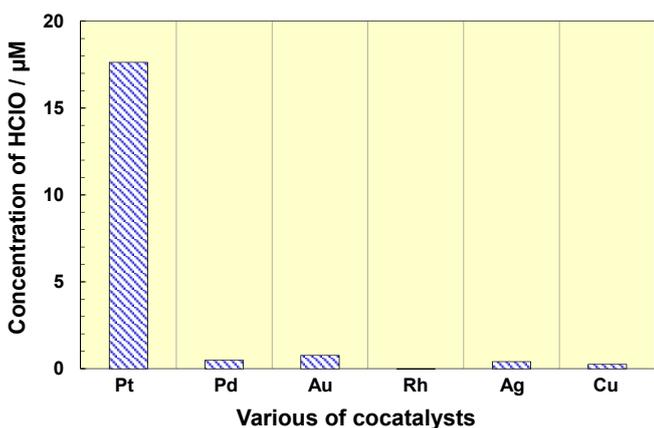
Temperature: ~277 K

Light intensity: 100 mW cm⁻²

Irradiation area: 25 cm²

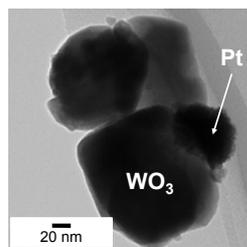
AM 1.5G solar simulator

結果

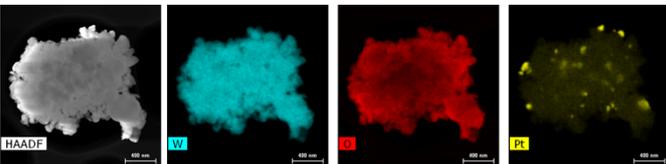


Ptを担持したWO₃のみが明らかなHClO生成を示した。

TEM

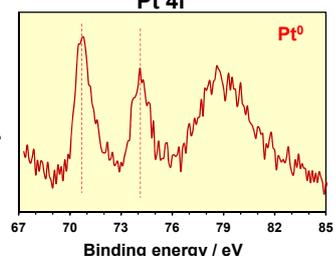


EDS

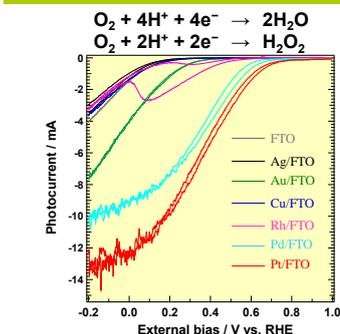


数十ナノメートルのPt⁰ナノ粒子がWO₃表面に担持された。

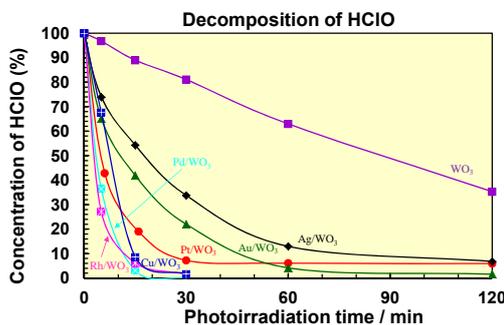
XPS



考察

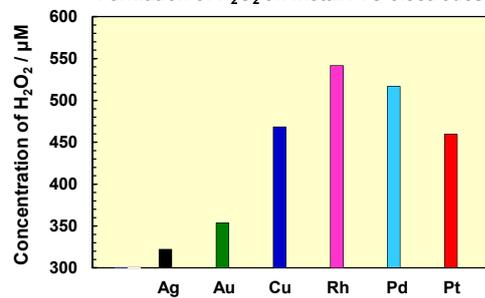


酸素還元E_{on}: Ag ≈ Cu ≈ Rh < Au < Pd < Pt



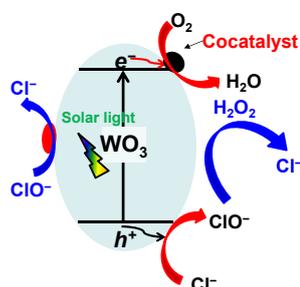
HClO分解速率: Ag < Au < Pt < Cu < Pd < Rh

Formation of H₂O₂ on metal/FTO electrodes



H₂O₂生成速率: Ag < Au < Pt < Cu < Pd < Rh

結論



1. 太陽光下でPt/WO₃粉末光触媒からのHClO生成を実現しました。
2. Pt/WO₃の高い生成速度は、他の金属助触媒を担持したWO₃と比較して、O₂還元を開始電位が高く、かつHClO分解を促進するH₂O₂の生成速度が低いと考えられます。

謝辞・参考文献

本研究はJSPS科研費 JP17H06439 の助成を受けたものです。

1. I. Moussallem, J. Jörissen, U. Kunz, S. Pinnow and T. Turek, *J. Appl. Electrochem.*, **2008**, 38, 1177–1194.
2. R. K. B. Karlsson and A. Cornell, *Chem. Rev.*, **2016**, 116, 2982–3028.
3. K. Sayama, *ACS Energy Lett.*, **2018**, 3, 1093–1101.
4. S. Iguchi, Y. Miseki and K. Sayama, *Sustainable Energy Fuels* **2018**, 2, 155–162.