

機能中の触媒表面ダイナミクス解析

In situ observation of active nanostructures in solid catalysts under reaction environments

研究分野
Departmentナノ構造・機能評価
Nanocharacterization for
Nanostructures and Functions研究者
Researcher末永和知 吉田秀人 神内直人
K. Suenaga H. Yoshida N. Kamiuchiキーワード
Keyword金属ナノ粒子触媒、CO酸化反応、環境制御型透過電子顕微鏡
metal nanoparticulate catalysts, CO oxidation, environmental transmission electron microscopy (ETEM)応用分野
Application触媒化学、ナノデバイス
catalytic chemistry, nano device

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

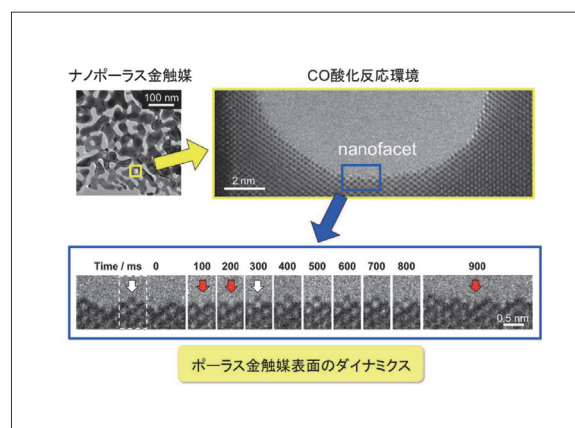
触媒は化学反応を促進するために、様々な化学反応に用いられますが、多くの場合、その活性構造は明らかになっていません。触媒の性能向上には、機能発現中の活性構造の正確な理解が必要です。環境制御型透過電子顕微鏡 (ETEM) は様々なガスを試料周辺に導入することができる強力な分析手法です。

概要・特徴

環境制御型透過電子顕微鏡と高速カメラを使用することにより、化学反応条件で起こる触媒表面ダイナミクスを明らかにしました。

技術内容

有害ガスである一酸化炭素を無害化するナノポーラスAu触媒の活性構造を原子スケールで初めて明らかにしました。Auは化学的に不活性で錆びない金属であるにも関わらず、ナノサイズの孔を持つスポンジ状にすると触媒として働くことが報告されてきました。しかしながら、その活性構造やメカニズムは、これまで明らかにされていませんでした。今回、高性能の環境制御型透過電子顕微鏡によるその場解析を行い、化学反応中に残留元素を含む特徴的なナノ構造(図)ができること、触媒表面を複数の原子が激しく動き回り触媒として働くことを明らかにしました。また、ab initio計算を行うことにより、触媒の活性に寄与する本質的なナノ構造には、Auだけでなく、触媒中に残留するAg成分が関与することを明らかにしました。



社会への影響・期待される効果

この研究成果は、Au触媒だけでなく、工業的に用いられる様々な固体触媒の反応メカニズムを解明する手がかりになり、新たな高性能触媒の開発に繋がると期待されます。

【論文 Paper】

- [1] H. Yoshida, Y. Kuwauchi, J. R. Jinschek, K. Sun, S. Tanaka, M. Kohyama, S. Shimada, M. Haruta, and S. Takeda, *Science* 335 (2012) 317-319.
- [2] Y. Kuwauchi, S. Takeda, H. Yoshida, K. Sun, M. Haruta, and H. Kohno, *Nano Lett.* 13 (2013) 3073- 3077.
- [3] H. Yoshida, H. Omote, and S. Takeda, *Nanoscale* 6 (2014) 13113-13118.
- [4] S. Takeda, Y. Kuwauchi, and H. Yoshida, *Ultramicroscopy* 151 (2015) 178-190.
- [5] N. Kamiuchi, K. Sun, R. Aso, M. Tane, T. Tamaoka, H. Yoshida, and S. Takeda, *Nat. Commun.* 9 (2018) 2060.