

担体の細孔を利用した簡便な触媒調製と応用

物質・材料

SATテクノロジー・ショーケース2018

■ はじめに

ガソリン車の排ガス浄化には貴金属を活性成分とする三元触媒が用いられており、貴金属代替材料として複合金属酸化物の研究が行われている。近年では高い性能を示す触媒が開発されているが、緻密な設計のもとに構築される触媒であるために、触媒調製には煩雑な操作が要求される。産業として利用するには、簡便な操作で最大限の触媒性能を引き出せる触媒調製法と材料設計指針が必要である。

当研究では担体の細孔に着目し、細孔の中と外に活性種を担持して、空間的に有効な活性種の配置の検討を行ってきた。今回は、担体細孔内外への活性種の担持手法を紹介するとともに、活性種の空間配置を規制した触媒の性能について報告する。

■ 活動内容

1. 触媒のコンセプト

当研究で開発した触媒のコンセプトを図1に示す。従来の触媒では担体上に貴金属と酸化物が混在して担持されている状態が一般的である。当研究で開発した触媒は、活性種となる貴金属と酸化物が担体の細孔内外に選択的に担持されている。これは担体の細孔径と活性種の大きさの違いを利用することで、細孔内外への担持が可能となる。

2. 触媒調製法

● 活性種の細孔内への担持

細孔内担持にはIncipient wetness法を用いた。担体には850°Cで予備焼成した Al_2O_3 (JRC ALO-8), 活性種の出発材料には、金属硝酸塩水溶液を用いた。金属硝酸塩水溶液は、担体の細孔容積の半分で目的とする活性種の量を担持できる濃度に調整した。焼成は空气中650°C 5hとした。触媒調製の操作手順は、担体に金属硝酸塩水溶液を浸み込ませて加熱するのみとなる。

● 活性種の細孔外への担持

細孔外担持は、I-RHP法で得た水酸化物前駆体を水中で分散しながら担体を加え、蒸発乾固させた粉末を焼成することで行った。操作としては、あらかじめ用意した粉末を混ぜて加熱するのみとなる。

3. 触媒性能

三元触媒反応の鍵反応の一つであるCO酸化反応によって評価した。触媒の活性種には貴金属としてPd (1wt%), 酸化物として LaMnO_3 (10wt%)を用い、両者を細孔内外に担持した触媒 ($\text{LaMnO}_3\text{out}/\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$), 細孔内に共存させた触媒 ($\text{Pd}/\text{LaMnO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$) を調製した。各触媒のCO- O_2 反応における175°CのTurnover数を図2に示す。Pd/ Al_2O_3 と $\text{LaMnO}_3\text{out}/\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$ はほぼ同じ活性を示した。この結果より、細孔外の LaMnO_3 は細孔内のPdに何も影響を及ぼさないことが明らかである。一方、Pd/ $\text{LaMnO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ はそれらよりも高い活性を示すことから、Pdと LaMnO_3 を細孔内で近接させることで相互作用が生じ、高い活性が得られることが明らかとなった。CO酸化反応では活性種の共存が触媒活性の向上に繋がったが、相互作用してほしくない活性種の組み合わせを反応に使いたい場合には、細孔内外担持触媒の活躍が期待できる。このように「貴金属と酸化物の担体上での空間配置を規制する手法」により反応に応じた触媒設計が可能となり、複雑な操作を必要とせず貴金属使用量節減に資する高活性担持触媒を調製することができる。

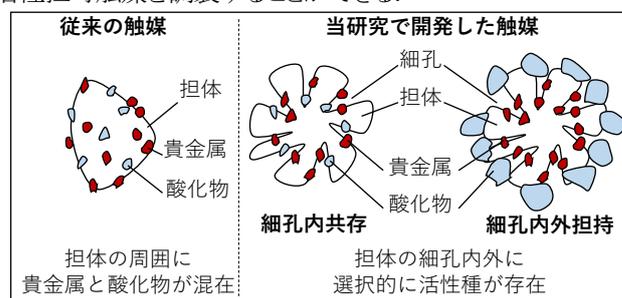


図1 開発した触媒のコンセプト

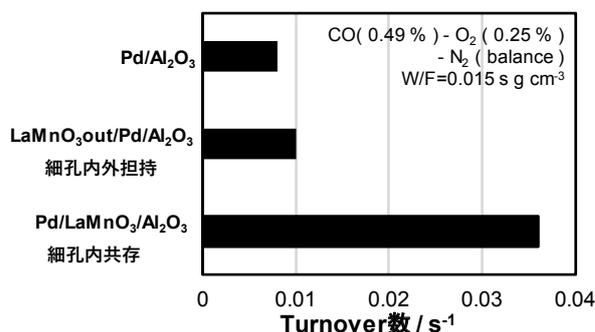


図2 175°CのCO酸化反応における活性の比較

代表発表者 藤 章裕(とう あきひろ)
 所 属 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
 環境管理研究部門 反応場設計グループ
 問合せ先 〒305-8569 茨城県つくば市小野川 16-1 つくば西
 E-mail : akhiro.tou@aist.go.jp

■キーワード: (1) 触媒調製
 (2) 細孔
 (3) 排ガス浄化