

Mn-YbFeO<sub>3</sub>を用いた低貴金属三元触媒の研究

P32

Development of automotive catalyst with a small amount of precious group metal by Mn-YbFeO<sub>3</sub> catalyst support

細川 三郎 hosokawa@scl.kyoto-u.ac.jp

京都大学 触媒・電池元素戦略研究拠点

## 1. 緒言

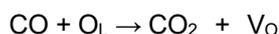
電気自動車(EV)の発展が著しく、今後は電気自動車と内燃機関型自動車の利点を生かしたハイブリット型自動車(HV や PHV)の需要が伸びることが予測されている。ハイブリット型自動車においても、自動車排ガス浄化触媒の搭載は必要不可欠であるが、従来型の内燃機関型自動車の排ガス温度より低温になる。近年の環境問題への関心の高まりと排ガス規制の強化の観点から、低温域での排ガス浄化性能の向上は喫緊の課題である。また、現在、貴金属(Rh, Pd, Pt)の年間需要量の約半分以上が自動車排ガス浄化用触媒に使用されているため、自動車排ガス浄化触媒の貴金属元素使用量の低減も重要な課題である。

このような背景から、担持金属種の構造制御による高機能化と貴金属使用量の低減に関する研究が盛んに行われている[1,2]。その中で、我々は、触媒担体の触媒能に着目した材料設計を進めており、高い酸化能を持つ Mn-YbFeO<sub>3</sub> 触媒を担体とした貴金属触媒が極めて優れた NO 還元活性を示すことを見出した。

2. Mn-YbFeO<sub>3</sub> 担持 Pd 触媒の三元触媒能

1,4-ブタンジオール中でのソルボサーマル法により合成した非貴金属型 Mn 修飾六方晶 YbFeO<sub>3</sub>(Mn-YbFeO<sub>3</sub>)触媒は C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> や CO 酸化に対して極めて高い活性を示す[3]。この Mn-YbFeO<sub>3</sub> に微量(0.5 wt%)の Pd 種を担持させることで、Pd が CO の吸着促進剤として働き、Mn-YbFeO<sub>3</sub> の CO 酸化活性が劇的に向上することを明らかにした。さらに、Pd/Mn-YbFeO<sub>3</sub> 触媒を用いて自動車排気ガスのモデルガス浄化反応(三元触媒反応: C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>-CO-NO-O<sub>2</sub> 反応)を行ったところ、低温域で優れた NO 還元活性を示すことも見出した(図 1)。0.5 wt% Pd/Mn-YbFeO<sub>3</sub> 触媒の NO 還元活性は、従来型の 5 wt%Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 触媒のものと同程度であった。この結果は、Mn-YbFeO<sub>3</sub> 触媒担体を用いることで約 1/10 の貴金属使用量の低減化を示唆している。

触媒反応メカニズムを密度汎関数法(DFT 法)等を用いて検討したところ、触媒担体(Mn-YbFeO<sub>3</sub>)の MnO 上の酸素欠陥サイトが下式の機構に従い NO 還元活性に有効に作用していることを見出した。



(O<sub>L</sub> 格子酸素, V<sub>O</sub> 酸素欠陥サイト, N<sub>s</sub> 解離した N 種)

また、Pd 種は NO の吸着および解離を促進させているプロモーター(助触媒)として機能していることも明らかにした。

## 3. 今後の展望

これまで、触媒担体の設計では、主に貴金属種の凝集を防ぐ機能に注力が払われていた。ところが、これらの結果は、触媒担体表面の酸化能や NO 還元能が、極微量の貴金属担持により飛躍的に向上することを実証している。貴金属種をプロモーター(助触媒)として活用する設計指針は、貴金属使用量の低減化に向けた新しい触媒設計に繋がりと考えている。

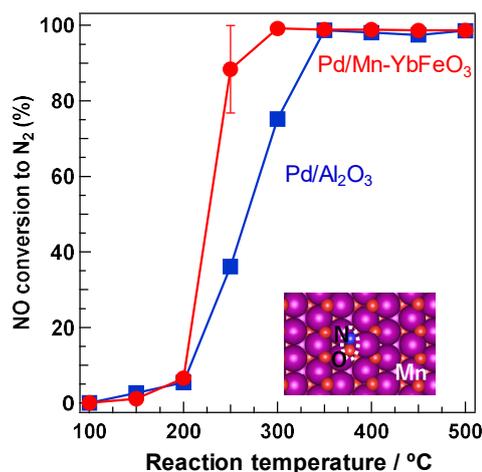


図 1 1wt% Pd/Mn-YbFeO<sub>3</sub> 触媒および 1wt%Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 触媒を用いた三元触媒反応と MnO 上への NO 吸着モデル

## [共著者(所属)]

芝野卓也(京都大学)・古賀裕明(京都大学 ESICB)・松井正冬(京都大学 ESICB)・朝倉博行(京都大学 ESICB)・寺村謙太郎(京都大学)・奥村光隆(大阪大学)・田中庸裕(京都大学)

## [関連プロジェクト]

元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>触媒・電池材料拠点

## [参考文献]

[1] H. Yoshida et al., *Catal. Today*, **332**, 245 (2019).

[2] K. Sato et al., *ChemPlusChem*, **84**, 447 (2009).

[3] S. Hosokawa et al., *Catal. Sci. Technol.*, **6**, 7868 (2016).