

Sr-Fe 系複合酸化物の NO_x 酸化および吸着特性

(京都大^{*1}・京大触媒電池^{*2})

○玉井和樹^{*1}・細川三郎^{*1,*2}・朝倉博行^{*1,*2}・寺村謙太郎^{*1,*2}・田中庸裕^{*1,*2}

1. 研究背景

自動車排ガスに含まれる窒素酸化物 (NO_x; NO + NO₂) は、光化学スモッグや酸性雨の原因となり、許容量を超えた NO_x は人体や環境に悪影響を及ぼします。そのため、一般的には NO_x 浄化触媒を用いて NO_x を N₂ へと無害化することで、NO_x 排出量を低減しています。しかし、排ガスに酸素が過剰に含まれる条件や、エンジン始動時などの低温条件での NO_x 浄化は困難とされています。NO_x トラップ触媒は、NO_x 浄化が困難な条件において触媒上に NO_x を一時的に貯蔵することで、NO_x の排出を防ぎます。Pt/Ba/Al₂O₃ が代表的な触媒ですが、Pt の耐熱性やコストが問題とされており、近年では、高い NO 酸化活性と耐熱性を示すペロブスカイト酸化物 (一般的に ABO₃ の組成で表される酸化物) をベースとした触媒が Pt 代替触媒として研究されています。私たちは、なかでも Ruddlesden-Popper 型 (RP 型) 構造をもつ層状ペロブスカイト酸化物 Sr₃Fe₂O_{7-δ} に注目しました。Sr₃Fe₂O_{7-δ} は図 1 に示すように、ペロブスカイト層 (SrFeO_{3-δ} 層) と SrO 層が積層した層状構造を有しており、NO_x トラップ触媒に求められる NO_x 酸化特性と NO_x 吸着特性を併せ持つ材料であると予測しました。

2. 研究内容

まず、Pt/Ba/Al₂O₃ を参照触媒に用いて、Sr₃Fe₂O_{7-δ} の NO_x 吸着活性を評価しました。Pt/Ba/Al₂O₃ は高温 (1000°C) で焼成することで大幅に NO_x 吸着量が減少した一方で、Sr₃Fe₂O_{7-δ} は 1000°C で焼成後も高い NO_x 吸着活性を示し、高い耐熱性を持つことを見出しました。さらに、Sr₃Fe₂O_{7-δ} は RP 型構造を持たない SrFeO_{3-δ} の 3 倍程度の NO_x 表面密度を示すことも明らかにしました。触媒上での NO_x 吸着特性を検討した結果、Sr₃Fe₂O_{7-δ} は SrO 層が NO_x 吸着サイトとして機能しているため、SrFeO_{3-δ} に比べて優れた NO_x 吸着能を示したことを明らかにしました。また、SrFeO_{3-δ} および Sr₃Fe₂O_{7-δ} は、触媒中の格子酸素を用いて NO を NO₂ へと酸化できる特性を有していることを新たに見出しました。これは、SrFeO_{3-δ} 層の優れた酸素放出特性に由来していることが示唆されました。Sr₃Fe₂O_{7-δ} は SrFeO_{3-δ} 層に由来する NO_x 酸化特性と SrO 層に由来する NO_x 吸着特性を併せ持つため、高い NO_x 吸着能を示したと結論しました。

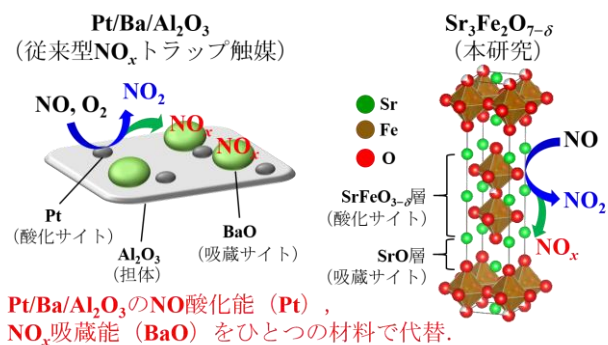


図 1. 従来型の Pt/Ba/Al₂O₃ と本研究で用いた Sr₃Fe₂O_{7-δ} の NO_x 吸着過程のイメージ図.

文献

1) C. H. Kim, G. Qi, K. Dahlberg, W. Li, *Science*, **327**, 1624 (2010).