

放射光を利用した自動車排ガス浄化触媒の研究

(株) 豊田中研 長井康貴

e1062@mosk.tytlabs.co.jp

1. 緒言

近年の地球規模での環境保全、資源有効活用の観点から、自動車排気浄化触媒のさらなる性能向上及び貴金属使用量の大幅な低減が求められている。高性能な触媒実現のためには、ナノレベルでの高度な触媒設計が実用触媒にも必要とされる。我々は1999年以降、原子・分子レベルでの機構解明を意図し、放射光X線(XAFS)による解析手法を取り入れた排気浄化触媒の研究・開発プロセスを他社に先駆けて実施してきた。

2. 自動車排気浄化触媒の2大機構の解明

1)助触媒 $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ の解析：我々の研究グループにおいて酸素貯蔵/放出(OSC)材 $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ (CZ)の調製法の改良により性能が著しく向上することを見出してきたが、OSC向上の要因は十分に解明されていなかった。この要因解明のために、我々は1999年よりSPring-8にてCZの徹底的解析を開始した。これまで他の研究グループが実施してこなかったCe K吸収端の解析を行った結果、原子レベルでの均一性がOSC性能に著しい影響を及ぼすことを突き止めた(図1)[1]。さらにCZの劣化機構を原子レベルで明らかにし、高性能触媒の開発に貢献した。

2)アンカー効果による貴金属低減触媒の解析：貴金属の凝集は、高速運転時の高温、酸化雰囲気ですべて顕著に起こるが、我々はPtがセリア系担体上で酸素を介した担体アンカー効果(Pt-O-Ce)により貴金属凝集が抑制されることを見出した(図2)[2]。また、欧州放射光施設(ESRF)と共同で、自動車排気浄化触媒の作用状態の解析を可能にする光学セルを開発することにより、粗大Pt粒子が特定の過渡的雰囲気では、アンカー効果を駆動力として再分散する動的現象を捉えることに成功した[3]。得られた知見はPt低減触媒、さらにはそのシーズを発展させることによりRh低減技術にも適用された。

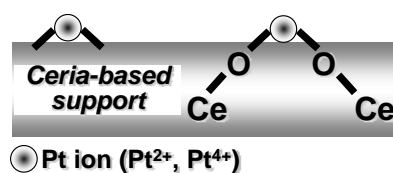
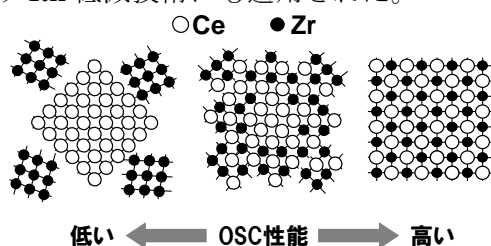


図1 $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ の固溶状態とOSC性能

図2 担体アンカー効果によるPt粒成長抑制機構

3. まとめ

放射光解析を取り入れた開発が高性能三元触媒の実用化に貢献し貴金属低減を実現してきた。これまでの実用触媒の開発は試行錯誤や勘に頼るしかなかったが、放射光解析を用いた原子・分子レベルの機構解明によって化学特性に基づいた理論的な触媒設計が可能となる。これにより、高性能かつ高品質なものを市場に投入し、さらには科学的な解明から得られたシーズを次世代への触媒開発につなげ、環境技術を高いレベルで維持することができる。また、得られた知見を普遍性のある科学的概念とすることにより、基礎的研究分野にも十分に貢献することが可能となった。本手法により、触媒の研究・開発プロセスに革新をもたらしたと言える。

[1] Y. Nagai et al.; Catal. Today, **74**, 225 (2002).

[2] Y. Nagai et al.; J. Catal., **242**, 103 (2006).

[3] Y. Nagai et al.; Angew. Chem., Int. Ed., **47** 9303 (2008).