

三元触媒の貴金属－担体相互作用 (2) —Pt/CeO₂ 触媒の Pt 粒成長抑制と Pt 還元挙動—

(豊田中研^{*1}・京都大^{*2}・欧州放射光施設^{*3}・高輝度光科学研究セ^{*4}・高エネ研^{*5}・トヨタ自動車^{*6})
 ○長井康貴^{*1}・堂前和彦^{*1}・寺村謙太郎^{*2}・田中庸裕^{*2}・GUILERA, Gemma^{*3}・加藤和男^{*4}・野村昌治^{*5}・
 田辺稔貴^{*1}・高橋直樹^{*1}・新庄博文^{*1}・松本伸一^{*6}

【はじめに】

三元触媒は自動車排ガス中の有害成分である一酸化炭素(CO)、炭化水素(HC)および窒素酸化物(NOx)を浄化するもので、ガソリンエンジン、ハイブリッド車など殆ど全ての自動車に適用されます。三元触媒は、主に触媒反応を起こす貴金属(Pt, Pd, Rh)と、これら貴金属粒子をナノスケールで分散させる担体からなります。地球に優しい車を実現するためには、三元触媒の性能を極限まで高めることが重要となりますが、その鍵となるのが貴金属の凝集(粒成長)を抑制する技術です。従来の触媒は、高温ガスにさらされると、Pt 粒子が凝集して粒成長が起こります。すると、粒子の表面積が小さくなり排ガスとの接触点が減少するので、浄化性能が低下してしまいます。

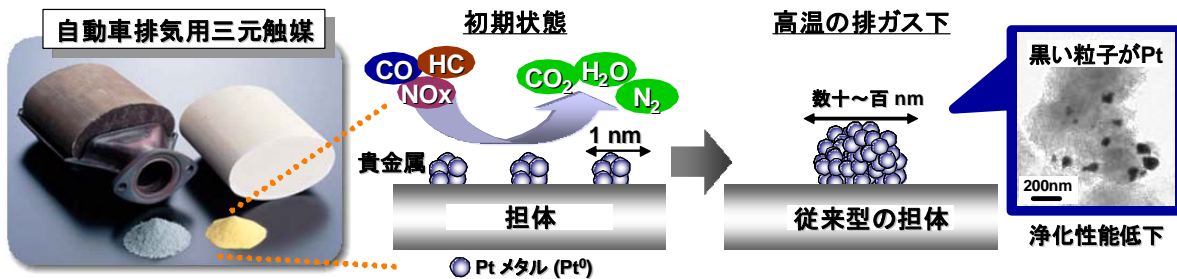


図 1 自動車排気用三元触媒と技術課題

【研究成果】

ところが、Pt/CeO₂系触媒では、高温ガスにさらされると、PtとCeO₂担体との強い相互作用によってPt-O-Ce結合が生成し、これがアンカーとなりPt粒子の凝集を防ぐことが、これまでの我々の放射光によるX線解析から明らかとなっています。しかし、高い浄化性能を持続するためには、通常の排ガス下ではPt-O-Ce結合が切れて、活性の高いPtメタル(金属)の状態になる必要があります。そこで今回、in-situ(その場)X線解析により、PtおよびCeO₂系担体の挙動を調べた結果、通常の排ガス下では、担体表面でのCe⁴⁺→Ce³⁺の状態変化に伴いPt-O-Ce結合が切れてPtは容易にメタル化され、活性を長時間持続できることが分かりました。CeO₂系以外のPtと強い相互作用を持つ多くの担体では、Ptと担体との結合が切れ難いため、浄化性能を維持できないという問題がありましたが、Pt/CeO₂系触媒では、Ceの価数変化の助けをかりて、Pt-O-Ce結合が雰囲気に応じてスムーズに生成および消失することにより、高温でのPtの粒成長抑制と、活性発現のためのPtのメタル化とを両立できることが、今回の研究によって初めて明らかになったのです。この技術は環境に優しい高性能三元触媒の実用化に大きく貢献しています。

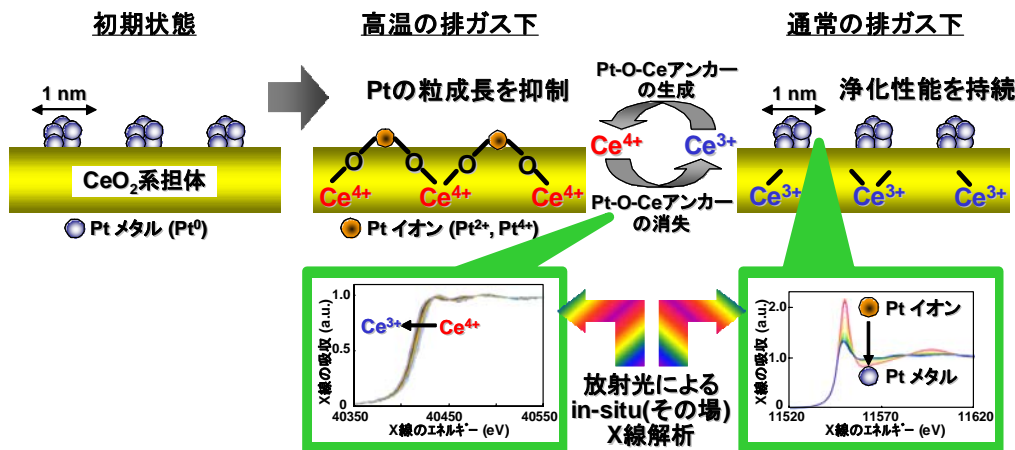


図 2 Pt/CeO₂系触媒におけるPtアンカー制御機構