

排ガス浄化用「新型触媒材料」を開発

ナノレベルの結晶組織制御と解析技術の両輪で貴金属使用量を7割削減

新日鉄マテリアルズ(株)では、新日鉄の先端技術研究所と共同で、高価な貴金属の使用量を大幅に減らした新しいタイプの「排ガス浄化用触媒材料」を開発した。本企画では、昨年12月の新聞発表後、新材料を使用した担体の性能向上とコスト削減効果が自動車業界から注目され、今後の実用化が期待される同材料の開発経緯や技術開発のポイント、今後の市場展開の可能性を展望する。

安定性と耐久性に優れた新型触媒材料

自動車排ガス浄化用触媒は、貴金属を表面に分散させた酸化物(触媒材料)を基材(セラミックスや金属)に塗布したもの。エンジンからの排出ガスを通させるときの触媒反応で炭化水素や一酸化炭素、窒素酸化物などの有害物質を、水と炭酸ガス、窒素などに変換し無害化する(図1)。

ただし、触媒材料に必要な白金、ロジウム、パラジウムなどの貴金属は非常に高価であることに加えて、ガスの温度域によっては浄化性能が低下し、過度の高温にさらされ続けると劣化しやすいという課題があった。

新日鉄マテリアルズ(株)では、貴金属微粒子を分散させる酸化物に鉄系酸化物(従来はアルミニウム系酸化物)を使

用して、その結晶組織を緻密に制御することで高い触媒活性を得るという機能向上メカニズムを確立し、「新型触媒材料」の開発を実現した。新材料は貴金属の使用量を大幅に削減するだけではなく、幅広い排ガス温度条件での安定した触媒活性、900℃にも及ぶ高温環境での長期耐久性などのメリットを持つ(写真1、図2、3)。

新たな発想で、独自の技術開発に挑む

同社では、1990年から独自のハニカム構造体で排ガスを効率的に浄化する「メタル担体(基材)」を市場に提供し好評を得てきた。しかし、自動車のモデルチェンジに合わせて、常に約4年後の実用化を見据えて先端技術の導入を図る自動車業界に継続的に商品を提供するには、新たな商品技術の“種”を仕込み続ける必要がある。技術サービスを担当する新日鉄マテリアルズ接合商品技術グループリーダーの糟谷雅幸は、同材料開発のきっかけについて説明する。

「当社と新日鉄の先端技術研究所では、“新しい技術・商品を生み出す”ことを目的に、まず従来の技術的な枠組みを外して、改めて今後の排ガス浄化技術に何が求められるのかを議論しました。その結果、今回の技術開発の“卵”が生まれました」

先端技術研究所では2000年から約3年間にわたりシーズ技術開発に取り組み、徐々に商品技術としての手応えを感じ始めた。そして2004年から「貴金属を使用しない新型触媒材料の開発」が具体的なプロジェクトとして始動。材料設計を担当する界面制御研究部主幹研究員の上村賢一は語る。

「担体の市場拡大に時期を同じくして貴金属を使わない、または半減させても機能を維持できる新たな手法を試行錯誤していたとき、貴金属を分散させる触媒の骨格自体を工夫するアイデアにたどりつきました。この“セレンディピティ(※)”

図1 二輪車の排ガス浄化システム例

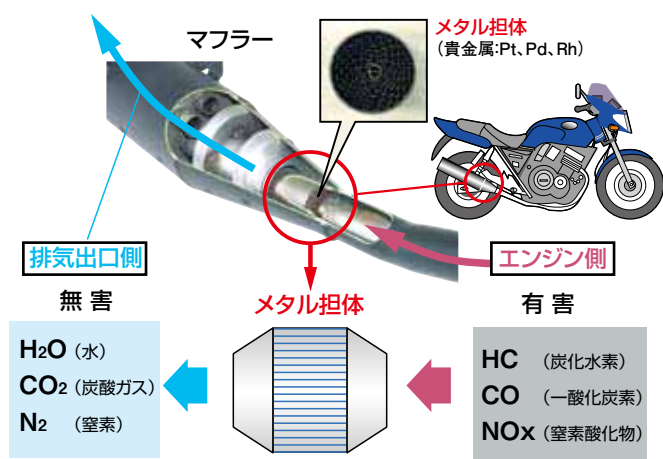
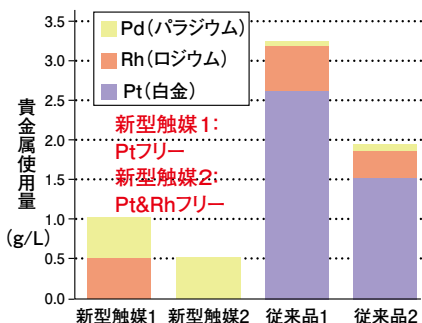


写真1 メタル担体と新型触媒材料



図2 浄化性能と貴金属使用量の比較



新日鉄マテリアルズ(株)
接合商品技術グループリーダー
糟谷 雅幸



新日本製鉄
先端技術研究所界面制御研究部
主幹研究員 上村 賢一

※セレンディピティ：何気なく見逃している現象を見て、そこにブレークスルーのヒントを得る能力。

により、貴金属への依存度を軽減しながらも触媒の浄化機能を高めることができました」

材料研究実績と高度な解析技術を強みに

従来の発想とは異なる独自の視点から、さまざまな酸化物の物性を検証する過程で、要求特性を満たす酸化物を導き出した。長年、酸化物の研究に取り組んできた界面制御研究部主幹研究員の伊藤渉は、「当社は長年、材料研究に取り組む中で、材料設計技術や材料特性評価技術を蓄積しています。そうした知見を基盤とすることによって、ニーズに合致する酸化物を迅速に見出すことができました」と、その強みを語る。

発見した酸化物の価値を普遍的なものに高めるためには、「現象を精緻に見る」解析で機能発現のメカニズムを明らかにしなければならない。解析科学研究部主幹研究員の木村正雄は、その重要性を指摘する。

「触媒分野は「錬金術的」手法から新材料が生まれることがよくあります。しかし、要求特性に合致する材料が見つかって、なぜそれが機能するのかを明らかにしなければ、お客様に納得・満足して使っていただけません」

そうした解析・評価の原動力となったのが、「放射光によるナノ構造観察技術」だ。直径数十mの円周を回る電子を光の速度まで加速させ、輝度の高いエックス線を物質に照射することで物質内部の情報を得る同技術を駆使して、触媒の反応状態を連続的にとらえて、発現機能のメカニズムを解明した。

「『独立行政法人 高エネルギー加速器研究機構』との約20年にわたる共同研究により、こうした大型最先端研究設備の活用ノウハウを持っていることも当社グループの大きな強みです」(写真2)(木村)。

写真2 高エネルギー加速器研究機構・放射光研究施設での観察実験



新日本製鉄
先端技術研究所界面制御研究部
主幹研究員 伊藤 渉



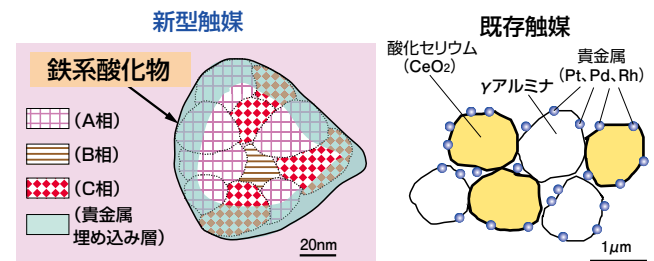
新日本製鉄
先端技術研究所解析科学研究部
主幹研究員 木村 正雄

新しいメカニズムを基盤に 市場展開を目指す

放射光を中心とした解析の結果、今回発見した触媒の骨格は、複数のアルカリ土類金属含有鉄系酸化物から構成される「ナノ複合結晶組織」を形成しており、表層に埋め込まれた貴金属と特殊な相互作用が働くことにより、高い浄化性能が発揮されることが解明されつつある(図3)。同社ではすでに、二輪車向け排ガス浄化触媒としてお客様でのサンプル評価を開始している。

今回の開発は、長年の鉄鋼材料開発の歴史で磨かれてきた酸化物に対する知見と、解析技術、新日鉄マテリアルズの持つメタル担体などの要素技術が相互補完、融合したことで可能になった。今後は、実用化に向けて評価実績を蓄積し、量産のための製造技術と品質保証体制の確立を目指すとともに、四輪車(ガソリン、ディーゼル)への適用も視野に入れ、「メタル担体」と「新型触媒材料」を軸に環境部材分野への事業展開を強化していく。

図3 新型触媒材料の特徴



それぞれ異なる働きをする複数の鉄系酸化物がナノレベルで複合した「ナノ複合結晶組織」と、その表層への貴金属ナノクラスターの埋め込みにより、貴金属の浄化性能を飛躍的に促進する。

開発機能を強化し、将来展開を支援

新日本製鉄 先端技術研究所 界面制御研究部長 杉浦 勉

本開発触媒の鍵となる、その構造、特性の独自性の高さは、別用途での応用を狙い、長年地道に行ってきた機能性無機材料の研究開発が基盤となっています。この技術をもとに排ガス浄化触媒応用を狙ったら面白い、という研究サイドの発想に対し、新日鉄マテリアルズが即座に議論に入りテーマ化、初段階より開発ターゲットを共有して連携してきました。まさに「両部隊のニーズとシーズの合致」によりここに至ったと考えています。

お客様の本格的評価や実用性能発現に向けた種々課題の解決、特性のさらなる改善など、商品開発の取り組みはこれからが本番であり、開発機能をさらに強化して新日鉄マテリアルズの将来展開を支援していきたいと考えています。

