

## “従来材料比10倍：熱凝集耐性排ガス触媒の開発に成功”

### — レアメタル使用量削減へ道 —

独立行政法人物質・材料研究機構（理事長：潮田 資勝）の半導体材料センターの阿部 英樹主任研究員、国際ナノアーキテクトゥクス研究拠点の有賀 克彦主任研究者らの研究チームは、従来材料に比べ約10倍の熱凝集耐性を備えた排ガス触媒材料を開発した。熱凝集耐性の飛躍的向上により、排ガス清浄化技術におけるレアメタル使用量の大幅削減に道が開かれた。

自動車排気ガス清浄化<sup>注1</sup>に代表される環境・エネルギー技術は、潤沢なエネルギー供給と安全で健康な生活を両立する上で、21世紀の人間社会に必要不可欠である。環境・エネルギー技術において最も重要な要素材料である「金属触媒<sup>注2</sup>」は、熱によって触媒同士が接着・融合し、触媒活性点<sup>注3</sup>が減少する結果、触媒活性が失われる「熱凝集」という課題を抱えている。金属触媒の触媒活性点には主として白金、パラジウム、ロジウム<sup>注4</sup>などのレアメタル<sup>注5</sup>が利用される。現行技術では、熱凝集による触媒活性低下を補うため、触媒中に大過剰の活性点を導入する他に方法がなく、レアメタルの大量消費が避けられない。そこで本研究では、従来のアプローチとは全く異なり、**材料のトポロジー<sup>注6</sup>をナノスケールで制御することにより、熱凝集に対する高い耐性を備えた金属触媒を開発した。**

開発した材料は、外界との物質・エネルギーのやり取りを行う直径1000分の1mm程度の細孔（チャンネル）を備えた薄い壁（セルウォール）で囲まれた、直径100分の1mm程度の大きさを持つ中空の金属球体：「メタリック・セル」である（図1）。メタリック・セルは、セル内部の触媒活性点がセルウォールによって保護された特殊なトポロジーを持つため、通常の触媒材料が熱凝集によって活性を失う高温条件下においても、優れた触媒特性を長期間にわたって発揮する（図2）。

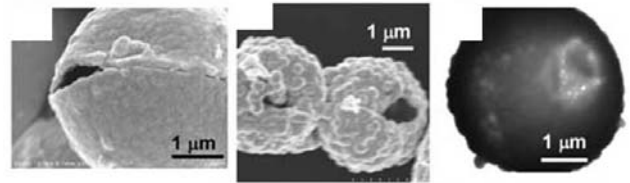


図1 創生された「人工金属細胞(メタリック・セル)」。白金製の細胞壁(セルウォール)に開いた1000分の1ミリの細孔(チャンネル)を介して自動車排ガスを吸引、細胞内部で清浄化した後、吐出する。

メタリック・セルは、常温常圧のアルコール溶液中において、市販のポリスチレン微細粉末表面に白金被膜を化学還元により析出させた後、大気中で500℃まで加熱し、ポリスチレンを気化させることによって合成される。ポリスチレンの気化に伴い、中空のトポロジーが形成されると共に、白金被膜にポリスチレンガスの脱出孔が開き、図1に示したメタリック・セル独特の形態が自然に出来上がる。メタリック・セルの合成方法は極めて単純・簡単であり、**今回の白金だけではなく、NO<sub>x</sub>清浄化に対して高い活性を示すロジウムを初め、他の多くの触媒活性金属に対して幅広く適用**

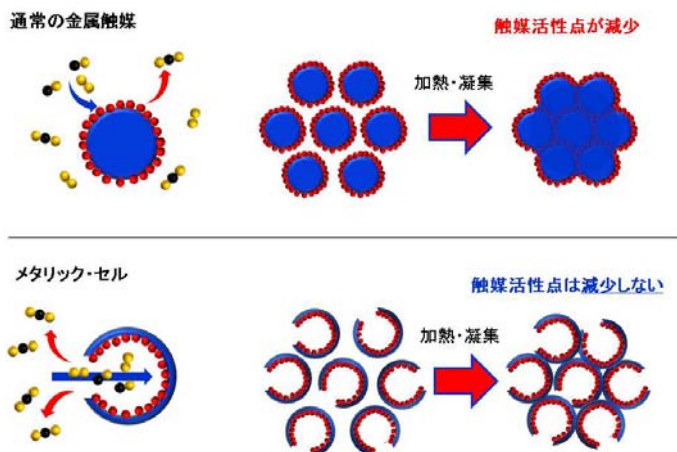
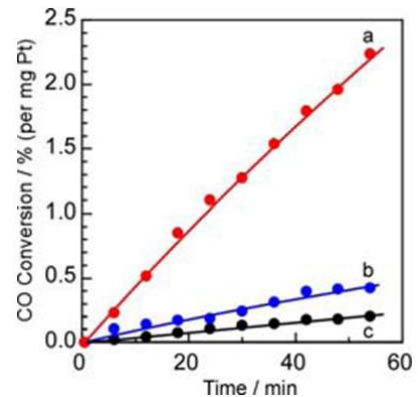


図2 メタリック・セルの原理。

することが可能である。メタリック・セルは、その優れた耐熱性と高い拡張性により、排ガス清浄化技術にとどまらず、燃料電池技術<sup>注7</sup>を初め、環境・エネルギー技術におけるレアメタル使用量の大幅な削減を可能にする。

#### <参考図>

メタリック・セルによる自動車排ガス清浄化特性（図中赤曲線）。特殊なトポロジーのために、通常の触媒材料（図中青曲線および黒曲線）を大きく上回る耐熱特性を発揮する。



#### <脚注>

- 注1 自動車排気ガス清浄化：自動車エンジンからは、一酸化炭素や酸化窒素( $\text{NO}_x$ )を初め、人体に有害な有毒ガスが高濃度に排出される。エンジンからの排気ガスを環境に放出する際には、何らかの方法で、有毒ガスを除去・清浄化しなくてはならない。金属触媒を使った排気ガス清浄化は代表的な方法である。
- 注2 金属触媒：主に遷移金属を材料とした固体触媒一般を指す。自動車や発電所からの排気ガスの清浄化、石油の脱硫など、重要な工業的用途に使用される。
- 注3 触媒活性点：金属触媒の表面を構成する原子の中で、触媒反応に対して主要な役割を果たす原子を指して触媒活性点と呼ぶ。触媒材料の活性は、一般に、単位重量当たりの触媒活性点の数が多いほど高い。
- 注4 ロジウム：原子番号45、周期表上でコバルトの真下に位置する遷移金属元素。排気ガス清浄化において、 $\text{NO}_x$ に対する高度な触媒活性を発揮する。産出量が低く（年間数10トン）、最も高価な貴金属としても知られている。
- 注5 レアメタル：鉄・銅・アルミニウム・亜鉛・鉛などのベースメタルと対比して、産出量が低く、市場における流通規模が小さい金属元素を総称する言葉。排ガス清浄化技術に欠かせない貴金属元素（白金、パラジウム、ロジウムなど）や高保磁力永久磁石に欠かせないレアアースなど、機能性材料として極めて重要な位置を占める。鉱物資源の偏在性が高く、資源保有国の政治情勢に供給量と価格が左右され易いことでも知られている。
- 注6 トポロジー：物体や画像の三次元形状を位相幾何学的に表現する言葉。
- 注7 燃料電池：水素やメタノールなど小型の分子を電気化学的に燃焼させ、これに伴って生ずる電荷移動を、反応系外部に電流の形で取り出す装置。次世代エネルギー源として高い注目を集める新技術である。

#### <謝辞>

本研究成果は、文部科学省・世界トップレベル研究拠点形成（WPI）プログラムの助成を受けて達成されたものである。

#### <本件に関するお問い合わせ先>

独立行政法人物質・材料研究機構

半導体材料センター 阿部 英樹（あべ ひでき）

E-mail: ABE.Hideki@nims.go.jp TEL: 029-859-2732

国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 有賀 克彦（ありが かつひこ）

E-mail: ARIGA.Katsuhiko@nims.go.jp TEL: 029-860-4597

URL: <http://www.nims.go.jp/super/HP/Ariga/A-top.htm>