

多孔性配位高分子に金属ナノ粒子触媒を固定化

水素エネルギー社会実現に寄与する新しい技術



徐強 Xu Qiang

じょきょう
q.xu@aist.go.jp

ユビキタスエネルギー研究部門
ナノ機能合成グループ
上級主任研究員
(関西センター)

多孔体やナノ粒子等材料のナノ構造制御・新機能創出およびエネルギー貯蔵・変換への応用研究を行っています。産業応用やエネルギー・環境問題の解決につながる新規材料の実現を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

A. Aijaz, 塩山 洋 (産総研), A. Karkamkar, Y. J. Choi, E. Ronnebro, T. Autrey (米国 PNNL), 津森 展子 (富山高専)

● 参考文献

A. Aijaz *et al.*: *J. Am. Chem. Soc.*, 134, 13926 (2012).

● 用語説明

*アンモニアボラン：化学式が NH_3BH_3 で表される無機化合物。無色の固体で、常温常圧で安定である。

● 主な研究成果

2012年11月27日「多孔性配位高分子に金属ナノ粒子触媒を固定化」

●この研究開発は、経済産業省「日米エネルギー環境技術研究・標準化協力事業（日米クリーン・エネルギー技術協力）」による支援を受け、米国パシフィックノースウェスト国立研究所(PNNL)の協力を得て行っています。

水素化物への期待と課題

水素エネルギー社会の実現には、水素の貯蔵・運搬という解決しなければならない大きな課題があります。化学的水素貯蔵は、化学結合によって水素化物という安定な形で高密度の水素を安全に貯蔵できるため、大規模な水素輸送や小型の移動型デバイスへの水素供給の有望な方法の一つとして期待されています。水素化物から水素を取り出すためには触媒が必要ですが、現状では触媒の活性と耐久性が不十分であり、水素化物からの水素発生反応の効率を大幅に改善できる高性能触媒の開発が望まれています。

二溶媒法を用いた固定化

私たちは今回、超微細な金属ナノ粒子の触媒を多孔性配位高分子の外表面に凝集することなく細孔内に均一に固定化することで、触媒の活性・耐久性を大幅に向上させることに成功しました。多孔性配位高分子は、金属イオンと有機配位子が無限に連結され、ジャングルジムに類似した構造(図1左)をもつ新しい固体材料です。これまでも多孔性配位高分子へ金属ナノ粒子を固定化するために、さまざまな方法が試みられてきましたが、触媒になる金属粒子が配位高分子の外表面に凝集して大きくなり、触媒反応に活性を示す有効な金属の表面積が小さくなるこ

とから、触媒活性を上げることができないなどの問題が生じていました。

今回、親水性溶媒と疎水性溶媒を併用する新しい「二溶媒法」を用いて、外表面に凝集することなく、多孔性配位高分子のナノ細孔内へ金属ナノ粒子を固定化することに成功しました(図2)。この手法により多孔性配位高分子に固定化した白金ナノ粒子触媒を用いて、水素貯蔵材料であるアンモニアボラン*の加水分解・水素発生反応を行ったところ、これまで最も活性の高かった白金触媒よりも、水素発生速度が2倍向上しました。また、アンモニアボランの熱分解・水素発生反応を行ったところ、燃料電池電極触媒の活性を低下させるアンモニアなどの揮発性副生成物が観測されず、かつより低温で水素を生成することがわかりました。さらにこの触媒は、反応後も白金ナノ粒子が多孔性配位高分子の細孔内に保持され、安定な触媒活性を維持し、高い耐久性を示しました。

今後の予定

今後、「二溶媒法」を用いて、多孔性配位高分子に固定化した金属ナノ粒子触媒の開発を進めるとともに、環境やエネルギー技術に応用可能な材料に展開していきたいと考えています。

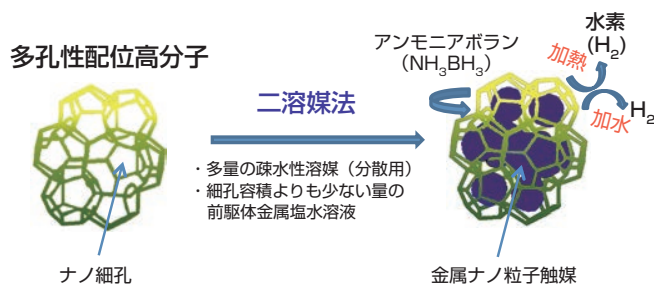


図1 多孔性配位高分子とその細孔内へ固定化された金属ナノ粒子触媒の模式図

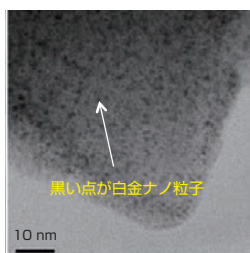


図2 多孔性配位高分子に固定化された白金ナノ粒子触媒の透過型電子顕微鏡による観察結果

白金ナノ粒子は黒い点として観測され、多孔性配位高分子は黒い点を保持する灰色の背景として観測される。