

高性能な有機ケイ素材料製造のための酸化鉄ナノ粒子触媒を開発  
—製造プロセスの大幅な省エネルギー化とコスト低減を実現—

NEDO と関西大学は、高性能な有機ケイ素材料を製造するための酸化鉄ナノ粒子触媒を開発した。従来の白金触媒からの代替により、シランカップリング剤などの有機ケイ素材料の製造プロセスの大幅な省エネルギー化とコスト低減を実現した。

今回開発した触媒は、少量でも高い活性を持つほか、簡便な操作によるリサイクルや、温度変化による反応制御が可能となる。また、自動車の低燃費タイヤ用添加剤向けなど、さまざまな種類のシランカップリング剤の合成触媒として使用することもできる。

シランカップリング剤やシリコーンなどの有機ケイ素材料は、汎用的な炭素系ポリマー材料に比べて、耐熱性や耐寒性、耐光性、電気絶縁性、離型性、撥水性に優れており、シャンプーや化粧品、キッチン用品、コンタクトレンズ、低燃費タイヤ、LED 電球などの生活に身近な製品から、絶縁性グリース、剥離剤、シーリング剤、コーティング剤などの工業製品まで、さまざまな場面で使用されている。

現在、有機ケイ素材料の製造プロセスには、一般的に白金触媒を使用しているが、白金が高価な希少金属であること、残留した白金による材料性能の低下などを理由に、製品用途が制限されることが課題となっていた。

今回開発した酸化鉄ナノ粒子触媒は、酸化鉄がクラスター化した直径数 nm のナノ粒子の周囲を、DMF (N, N-ジメチルホルムアミド) で被覆した構造となっている (図 1)。またこの触媒は、少量でも高い活性を持つほか、簡便な操作によるリサイクルや、温度変化による反応制御が可能となる。また、自動車の低燃費タイヤ用添加剤向けなど、さまざまな種類のシランカップリング剤の合成触媒として使用することもできる。

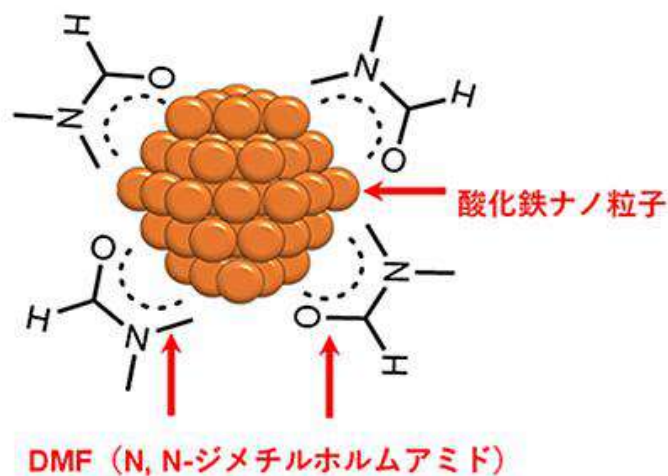


図1 DMF 保護による酸化鉄ナノ粒子のイメージ

触媒反応過程におけるナノ粒子触媒の凝集と会合、構造と組成などの変化が触媒活性に与える影響を詳細に解析することで、有機ケイ素材料の合成法の中で最も一般的なヒドロシリル化反応に高い活性を持たせることに成功した。一般的な触媒で要求される保護剤、分散剤、還元剤を必要とせず、DMF 溶液中での加熱攪拌のみの操作で反応が進行するため、触媒合成が容易に行えるという特徴がある (図2 左側)。

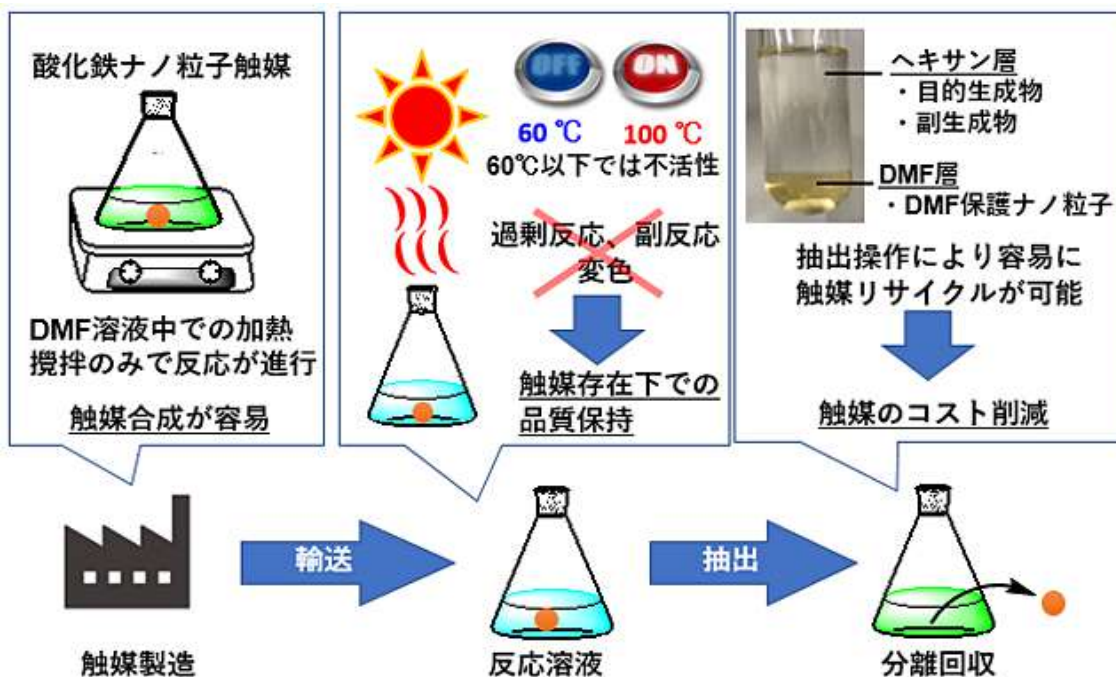


図2 有機ケイ素材料の製造プロセスの特徴

有機ケイ素材料の製造で課題となっていた温度変化による反応制御に関して、60℃の温度では反応せずに100℃で反応が効率的に進行するという、温度刺激応答型触媒として利用できる特徴がある（図2中央）。これにより、白金など従来のヒドロシリル化触媒を使ったプロセスで課題となっていた過剰反応、副反応、変色などを効率的に抑制することができ、触媒を活用した生成物反応を、高い安定性で高度に制御することができる。

有機ケイ素材料の製造で生成する目的反応物と副生成物を、ヘキサン溶液を用いた抽出操作で簡便に分離、回収できるため、リサイクルによる触媒コスト削減につなげられる（図2右側）ほか、生成物への触媒残留（混入）も抑制でき、有機ケイ素材料の性能向上も図れる。なお、触媒の抽出分離により、これまで多大なエネルギー消費の要因になっていた有機ケイ素材料の蒸留分離が不要となるため、大幅な省エネルギー化と製造コストの低減が可能になる。（日文发布全文 [https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101102.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101102.html)）

文 JST 客观日本编辑部