

▶ 無機化学ディビジョン

相分離を用いたセラミックス 多面体粒子の多孔質化

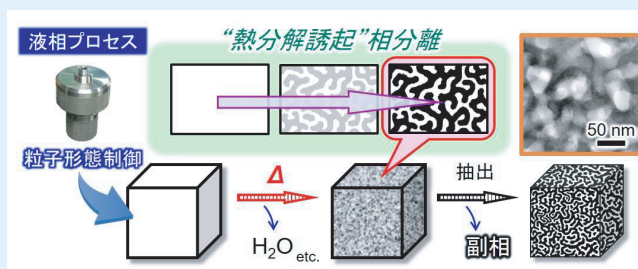
Pore Formation in Ceramic Polyhedral Particles by Phase Separation

電極材料や吸着剤、触媒など様々な機能性材料において、比表面積を増大させることが性能の向上につながることから、大きな比表面積を有するナノ粒子の開発が盛んに行われている。しかし、ナノ粒子は容易に凝集し、特に高温では粒子成長により比表面積が著しく低下するため、耐久性に課題がある。加えて、ナノ粒子は細胞膜を透過しやすく、生物に対して毒性を示すことが明らかとなっており、地球環境に重大な悪影響を及ぼす危険性が示唆されている。そこで、比較的大きなマイクロメートルサイズの粒子を多孔質化することにより、大きな

比表面積をもちながら環境負荷の小さい材料の開発が求められている。

筆者らは、液相プロセスにより、粒子サイズ・形態を制御して多面体

形状を有する単結晶粒子を作製し、それらを前駆体として多孔質セラミックス多面体粒子を得る手法を開発した^{1,2)}。水酸化物など、熱処理により熱分解を伴って結晶相転移し、かつ2種類の結晶相へ相分離する化合物を前駆体として選択し、熱処理後に副相を選択除去することで、粒子内に3次元貫通孔を導入できることが確認された。作製過程で熱処理を経ているため、得られた多孔質粒子は比較的



高い熱安定性を示すことから、400~500℃程度の温度域で使用することが可能であり、アンモニア合成や排ガス浄化といった触媒分野における応用が期待される。

- 1) G. Hasegawa, K. Hayashi et al., *Chem. Mater.* **2018**, 30, 4498.
- 2) G. Hasegawa et al., *Chem. Mater.* **2023**, 35, 6423.

長谷川文二 名古屋大学未来材料・システム研究所

© 2024 The Chemical Society of Japan

▶ 触媒化学ディビジョン

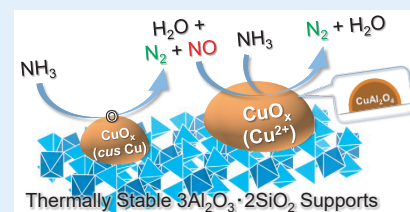
酸化銅系触媒による 燃料アンモニア燃焼反応

Fuel Ammonia Combustion using Copper Oxides-based Catalysts

世界のエネルギー利用に変革が起きている。アンモニア (NH₃) は水素 (H₂) エネルギーキャリアかつ、二酸化炭素 (CO₂) を排出しないカーボンフリーな石油代替燃料として導入が進められている^{1,2)}。しかし、燃料 NH₃ の問題点として、難燃性であり燃焼速度が遅い。加えて、熱力学的には N₂ 生成が有利であるが、速度的には窒素酸化物 (N₂O/NO_x) 生成が有利であるため、有害ガスの排出を引き起こす。燃料 NH₃ の汎用性を高めるためには、燃焼生成物が窒素 (N₂) と水 (H₂O) のみであることならびに燃焼開始温度の低下が求められる。

筆者らは、燃料 NH₃ の問題の解決に寄与する NH₃ 燃焼触媒の研究開発に取り組み³⁾、酸化銅 (CuO_x) を担体に担持した触媒が、高活性・高 N₂ 選択性・高耐熱性を示すことを報告した。NH₃ 触媒燃焼の初期の反応は CuO_x の格子酸素と NH₃ の反応で進行する Mars-van Krevelen (MvK) 機構であることが明らかになった。速度的に副生が回避できなかった NO_x については、NH₃-NO_x 反応に活性な Cu²⁺ が有効に働き、CuO_x の還元性に関わる MvK 機構との二律背反が見受けられた。

一方、N₂O の副生については、触媒上に NH₃ の解離吸着種 (NH, imide) が生成の要因であると推察され、*in-situ* FT-IR による吸着種の同定により裏付けされた。NH₃ 燃焼反応雰囲気下の触媒の局所構造を Cu K-edge *operando* XAFS により、



CuO_x 系触媒の強固な構造ならびに耐久性も確認し、現在も開発を進めている。

今後も NH₃ に関連する研究開発を進め、環境・エネルギー問題解決に貢献したい。

- 1) J. Guo, P. Chen, *Chem* **2017**, 3, 709.
- 2) A. Valera-Medina et al., *Energy Fuels* **2021**, 35, 6964.
- 3) S. Hinokuma et al., *Chem. Lett.* **2021**, 50, 752.

日隈聡士 産業技術総合研究所

© 2024 The Chemical Society of Japan