

# Industrial Catalyst News

触媒学会工業触媒研究会

## 新規アンモニア合成触媒の開発動向

### 1. アンモニアによるカーボンニュートラル

アンモニアは燃焼時に CO<sub>2</sub> を排出しないために発電などのゼロエミッション燃料とすることや水素輸送のためのエネルギーキャリアとして用いることが期待されている。

アンモニアを用いたカーボンニュートラル社会の実現には、安価で効率的なアンモニア合成触媒を開発することが重要な鍵となる。

ここではアンモニア合成触媒の最近の研究動向に注目する。

### 2. 新規アンモニア合成触媒

アンモニアは現在、ハーバー・ボッシュ法で、化石燃料から作る水素と窒素を 400~500°C、10-30MPa の条件で鉄触媒存在下反応させて合成される。この反応条件をよりマイルドにできる触媒の開発が求められている。

名古屋大学永岡勝俊教授の研究グループは、含浸法を用いて調製した Fe/K/MgO を開発して、マイルドな反応条件 (350°C、1.0MPa) でアンモニアの合成に成功した<sup>1)</sup>。ハーバー・ボッシュ・プロセスで商業的に使用されている Clariant Catalysts 社の最新の鉄触媒 (AmoMax® 10RS) を同一条件で評価した結果、Fe/K/MgO の方が高いアンモニア合成活性を示したと報告している。

東京工業大学原亨和教授の研究グループは、Fe と BaH<sub>2</sub> の複合した BaH<sub>2</sub>-BaO/Fe/CaH<sub>2</sub> を触媒とすることで、反応温度 100°C の条件で H<sub>2</sub>

と N<sub>2</sub> からアンモニアを合成できることを見出した<sup>2)</sup>。α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の粉末に Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> を溶かした水溶液を混合して Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-含浸 α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を調製しそれと CaH<sub>2</sub> を物理混合し、水素還元することで BaH<sub>2</sub>-BaO/Fe/CaH<sub>2</sub> 触媒となる。Fe の表面に BaH<sub>2</sub> が分散した構造を取り BaH<sub>2</sub> は Fe に電子を供与する助触媒として機能する。

東京工業大学北野政明教授、細野秀雄名誉教授の研究グループは、充填トリジマイト型構造を持つ BaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 内の酸素の一部をヒドライドイオン (H<sup>-</sup>) に置き換えることでエレクトライドの BaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-xHy となり、さらに Co を担持することで、既存の Ru 触媒よりも格段に性能が高いアンモニア合成触媒の開発に成功した<sup>3)</sup>。BaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-xHy の表面は、Co に電子を供与ことができ、格子の H<sup>-</sup>イオンにより、コバルト触媒表面での N<sub>2</sub> 解離と水素化が促進される。

近年、国内の大学から高性能アンモニア合成触媒の研究成果が立て続けに報告されている。これらの触媒が早期に社会実装されることを強く期待したい。

1) K. Era et al., ChemRxiv, 21 September 2023

2) M. Hattori et al., J. Am. Chem. Soc., 145, 14, 7888 (2023)

3) Y. Jiang et al., J. Am. Chem. Soc., 145, 19, 10669 (2023)