

Industrial Catalyst News

触媒学会工業触媒研究会

革新的アンモニア合成

近年、注目を集めるアンモニア合成プロセスの研究開発の中で、革新的アンモニア合成をキーワードに研究が進められている研究が盛んである。アンモニアは肥料としての用途だけでなく、水素キャリア(1Lの液体NH₃中に約1200NL H₂)またはCO₂フリーの燃料(エネルギーキャリア)としての利用の期待も高まっており、CO₂フリー合成プロセスの確立が望まれている。革新的なアンモニア合成法が目指す反応条件は、自然界で進行する窒素固定化と同様に常温・常圧でのアンモニア合成といえよう。本稿では最近の革新的アンモニア合成触媒を紹介する。

1. 低温プラズマ合成

プラズマによりH₂とN₂を活性化させ、常温・常圧でNH₃を合成する試みは古くから行われてきたが¹⁾、投入するエネルギーに対するNH₃生成量が非常に少なく、効率が悪いことが問題であった。岩本らは、銅線を加工した電極によるプラズマ反応器において、常温・常圧でN₂のNH₃への変換効率3.5%を達成し、2016年7月にプレス発表された。触媒とプラズマ反応を融合させたプラズマ触媒反応場におけるNH₃生成効率は1.3 g-NH₃/kWhであり、パーセント濃度のNH₃生成は得られていない¹⁾。圧力条件下での触媒反応に匹敵する程のNH₃濃度が得られる低温プラズマ合成は、今後の更なる効率向上を期待したい。

2. ピンサー型配位子を有するFe触媒によるNH₃合成

西林らは、これまで様々な配位子を有するMo触媒を用いて均一系反応において常温・常圧でのNH₃合成を数多く報告し、近年では金属種としてFeに着目して研究が進められてきた。2016年7月発刊のNature Communicationsにおいて、栗山らはピンサー型配位子を有するFe錯体触媒が-78°C・常圧においてNH₃を生成することを報告した³⁾。また、ピンサー型Fe触媒による反応ではNH₃に加えてNH₂NH₂が生成し、エタノール溶媒中ではNH₃が優位に生成し、THF溶媒中ではNH₃とNH₂NH₂がほぼ同量生成することが見いだされた。単核Fe錯体による低温アンモニア合成が可能となり、大量合成が可能なプロセスが達成されることを期待したい。

1) H. -H. Kim, et al., Plasma Chem Plasma Process, 36 (2016) 45.

2) 日本経済新聞 2016/7/4

3) S. Kuriyama, Y. Nishibayashi, et al., Nature Commun., (2016) 12181.