

# Industrial Catalyst News

触媒学会工業触媒研究会

## アンモニア合成触媒

### 1. はじめに

再生可能エネルギーを用いて製造されるアンモニア(グリーンアンモニア)が現在注目されている。アンモニアは、分解して取り出した水素( $2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{H}_2 + \text{N}_2$ )をエネルギーとして使用するエネルギーキャリアとしての利用や、アンモニアのカーボンフリーな特長を活かし直接燃焼させてエネルギーとする方法が検討されている。アンモニアは従来ハーバーボッシュ法によって製造されているが、高温・高圧を要することから、より温和な条件での製造法が求められている。低温・低圧条件で使用可能なアンモニア合成用触媒の研究が進んでおり、研究動向について紹介する。

### 2. 研究動向

C12A7 エレクトライド( $[\text{Ca}_{24}\text{Al}_{28}\text{O}_{64}]^{4+} \cdot 4\text{e}^-$ )に Ru を担持した触媒が、 $1 \sim 2 \text{m}^2/\text{g}$  の低比表面積にもかかわらず、従来の Ru 触媒(Ru/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ru/CaO)と比較して 10 倍以上高い触媒活性を示し、研究が進んでいる。従来の触媒は解離吸着した水素種によって Ru 表面が覆われ被毒されるが、エレクトライド触媒は水素によって被毒されにくいのも特長である。<sup>1)</sup> 低比表面積であることから Ru の分散性に課題があり、Hosono らは<sup>2), 3)</sup>、金属間化合物をエレクトライドとして用いることによって Ru の分散性向上を検討しているほか、Ru/CaFH 触媒による 50°C 未満での低温アンモニア合成の報告もある。

従来型の触媒では、Ru/CeO<sub>2</sub> 触媒が温和な条件下で活性が高いことが知られているが、更なる活性や安定性の向上、コスト低減などを目的とした研究が進められている。Miyahara らは<sup>4)</sup>、La-Ce 耐熱性複合酸化物に Ru を担持した触媒が高性能であることを見出しているが、Ba 添加による更なる高性能化について報告している。また、Javid らは<sup>5)</sup>、Ru 担持 MgO-CeO<sub>2</sub> 触媒について、MgO/CeO<sub>2</sub> 比によっては Ru/CeO<sub>2</sub> と同程度の性能を示すことを報告しており、低コストの MgO を活用したコスト低減の可能性を示している。

その他、Patil らの<sup>6)</sup>プラズマを用いたアンモニア合成用触媒の研究や、Sekine らの<sup>7)</sup>半導体触媒への電場印加によるアンモニア合成の報告がある。

### 3. 今後の期待

高価な Ru に代わる卑金属系アンモニア合成触媒の研究も進められており、Ru 系触媒とともに早期実用化に向けた研究の進捗が期待される。

1) スマートプロセス学会誌 第2巻 第6号 293-298

2) *Current Opinion In Green and Sustainable Chemistry* 2021, 29: 100466

3) <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-15868-8>

4) <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.9b06299>

5) <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2021.06.007>

6) *Catalysis Today* 362 (2021) 2-10

7) <http://dx.doi.org/10.1039/C7SC00840F>

文責 日揮ユニバーサル 梨子田 敏也