

再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための
革新的基盤技術の創出

平成 25 年度採択研究代表者

H28 年度 実績報告書

永岡 勝俊

大分大学工学部

准教授

エネルギーキャリアとしてのアンモニアを合成・分解する
特殊反応場の構築に関する基盤技術の創成

§ 1. 研究実施体制

(1)「永岡」グループ

- ① 研究代表者:永岡 勝俊 (大分大学 工学部、准教授)
- ② 研究項目
 - ・アンモニア分解プロセスの創成
 - ・アンモニア合成プロセスの創成

(2)「杉本」グループ

- ① 主たる共同研究者:杉本 学 (熊本大学 大学院自然科学研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - ・アンモニア分解・合成触媒に関する理論解析と触媒設計

(3)「中坂」グループ

- ① 主たる共同研究者:中坂 佑太 (北海道大学 大学院工学研究院、助教)
- ② 研究項目
 - ・アンモニア分解・合成プロセスに関するモデリング

§ 2. 研究実施の概要

現在、海外で再生可能エネルギーによって生成した電力や水素を何らかの化学物質に蓄え、日本まで運搬した後に、消費地で分解して水素を取り出し、これを高効率な分散型電源である燃料電池による発電や、燃料として直接利用することが期待されている。そこで、本研究では、20°C、0.8 MPa 程度で液化が可能であり、水素含有量やエネルギー密度が高くエネルギーキャリアとして有望なアンモニアを研究対象とし、非常に温和な条件でアンモニアを分解し水素を取り出す革新的な技術の開発を核とし、温和な条件でアンモニアを合成する触媒の研究開発も行っている。H28 年度の研究成果は以下の通りである。

アンモニア分解プロセスの創成では、触媒の自己発熱を利用することで、常温でアンモニア、酸素、不活性ガスの混合ガスを流すだけで、瞬時にアンモニアを分解し水素を製造する「アンモニア酸化分解の常温駆動プロセス」に用いる担持 Ru 触媒系について検討した(図 1)。アンモニアの吸着熱を自己発熱に利用する触媒系では、加熱前処理した RuO₂/γ-Al₂O₃ を用いると、まずアンモニアが RuO₂ 表面と γ-Al₂O₃ の酸点に化学吸着し、さらにアンモニアが多層吸着することで、触媒が瞬時にアンモニア燃焼の反応開始温度まで発熱し常温駆動が可能になることを明らかにした。さらに、この触媒では反応中に吸着したアンモニアが *in situ* で脱離するため、2nd サイクル以降は加熱前処理なしでのアンモニアの酸化分解が可能となり、外部エネルギー供給が不要な触媒サイクルを構築できた (Sci. Adv. 3 (2017) e1602747)。

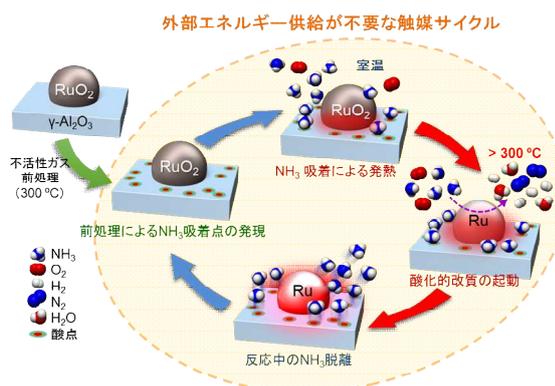


図 1. 触媒へのアンモニアの吸着熱を利用したアンモニア酸化分解の常温駆動プロセスの概念図。

アンモニア合成プロセスの創成では、低温・低圧でアンモニア合成に対して高い活性を示すことを見出した Ru/Pr₂O₃ の特性について詳細に検討した(図 2)。その結果、この触媒では強塩基性の Pr₂O₃ に低結晶性の Ru ナノレイヤーが担持されていることが明らかとなった。さらに IR 分光法を用いることで、この触媒では Ru 表面で律速段階である N₂ 分子の吸着・解離が促進されるため、アンモニア合成活性が非常に高いことを明らかにした (Chem. Sci., 8 (2017) 674-679)。なお、計算シミュレーションによって、Ru の特殊構造がアンモニア合成にとって重要であることを示唆する結果も得られた。

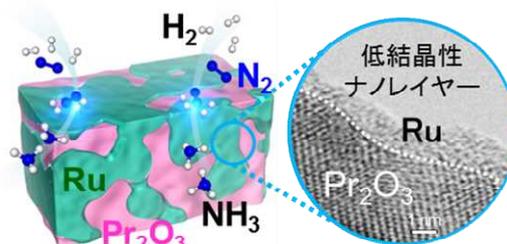


図 2. 開発した Ru/Pr₂O₃ 触媒の表面構造の模式図。