

【序論】脱炭素社会の実現に向けた新たなエネルギー源として H₂ に期待が集まっている。現状では化石燃料の水蒸気改質によってグレー水素が製造されているが、温室効果ガスである CO₂ を排出するという問題がある。また、CO₂ の排出を伴わないグリーン水素は生産コストが高いという課題を抱える。一方、金属ナノ粒子 (Ni、Fe、Co 等) を触媒とするメタン直接改質反応 (DMR: CH₄ → 2H₂ + C) では CO₂ を排出しないターコイズ水素を得られるため、近年注目されている水素製造法である。しかし、多くは 700 °C 以上の高温を必要とするため、触媒のシンタリング等による触媒活性低下が問題視され、高い耐久性を有する触媒が希求されている。一方、本研究室の MARIMO 多孔体は表面にナノ凹凸構造を持つため、金属ナノ粒子の高分散や凝集の抑制に効果的である¹⁾。そこで、本研究ではこの特徴を有する MARIMO 多孔体担持触媒を DMR 反応に応用した。

【結果と考察】含浸法により Ni を 10、30、50wt% 担持した Ni/ZrO₂ MARIMO 多孔体触媒を調製した (それぞれ、10-、30-、50-Ni/ZrO₂ MARIMO 多孔体触媒)。触媒能に大きく影響する NiO の結晶子サイズを使用前の触媒の XRD 測定結果より見積もったところ、10-Ni/ZrO₂ MARIMO 多孔体触媒上の NiO の結晶子サイズは 8.4 nm であり、他の触媒の NiO よりかなり小さかった (30.2 nm)。実際に、30 sccm の H₂ 気流下、450 °C で Ni/ZrO₂ MARIMO 多孔体触媒を 2 時間還元処理した後、500 °C で CH₄:Ar = 1.5/28.5 (sccm/sccm) の混合ガスを導入し DMR 反応を行ったところ、10-Ni/ZrO₂ MARIMO 多孔体触媒は反応温度 500 °C で 3 時間に亘り高い触媒活性を示した (図 1a)。

10-Ni/ZrO₂ MARIMO 多孔体触媒の最適反応温度を見つける目的で、500、650、800 °C で DMR 反応を行った。結果として、DMR 反応に通常用いられる高温領域でこの触媒は失活し、低温である 500 °C で最も高い触媒能を示した (図 1b)。以上より、10-Ni/ZrO₂ MARIMO 多孔体触媒が DMR 反応において、反応温度 500 °C という低温で高い触媒活性及び長時間に亘る高耐久性を示すことを明らかにした。

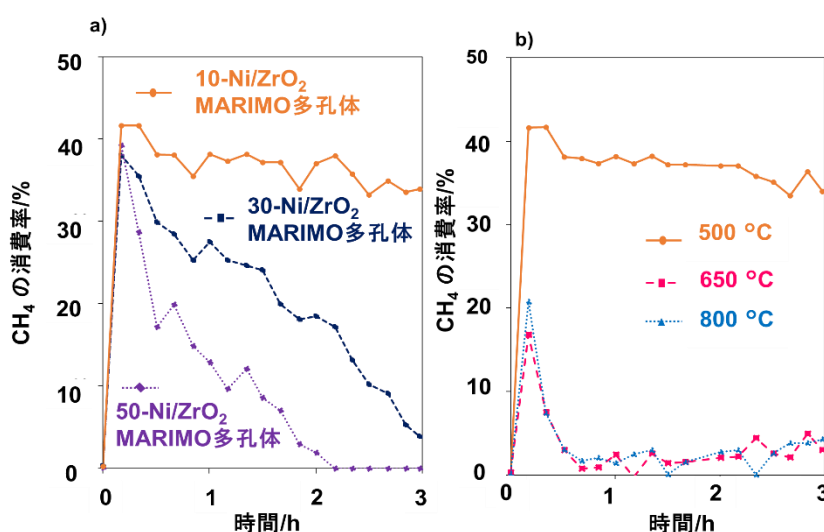


図 1. Ni/ZrO₂ 触媒を用いる DMR 反応。a) 500 °C での Ni 担持量の異なる Ni/ZrO₂ MARIMO 多孔体触媒、b) 反応温度をかえた (500、650、800 °C) 10-Ni/ZrO₂ MARIMO 多孔体触媒による DMR 反応。ガス導入量: CH₄: 1.5 sccm、Ar: 28.5 sccm。

文献

- 1) K. Kan et al., *Eur. J. Inorg. Chem.* **2020**, 4435–4441.