

## ニッケルを担持したセリウム-チタン複合酸化物型熱触媒による二酸化炭素還元特性評価

### Evaluation of CO<sub>2</sub> reduction by heat catalyst derived from Ni supported CeO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>

○中条隼 (H. Nakajyo)<sup>1)</sup>, 高木海<sup>1), 2)</sup>, 鈴木孝宗<sup>3)</sup>, 藤嶋昭<sup>3)</sup>, 寺島千晶<sup>1), 3)</sup>

東理大理工<sup>1)</sup>, オーク製作所<sup>2)</sup>, 東理大総研<sup>3)</sup>

連絡先: 中条隼 (e-mail: 7219085@ed.tus.ac.jp)

**【緒言】**地球温暖化を抑止するため、温室効果ガスである CO<sub>2</sub> を有用資源へと再利用する CO<sub>2</sub> 還元が注目されている。太陽光を用いる太陽熱触媒はクリーンな CO<sub>2</sub> 還元手法として知られており、中でも代表的な酸化セリウム (CeO<sub>2</sub>) に着目した。CeO<sub>2</sub> は Ce の還元度を上げるために高い活性化エネルギーが必要であるが、CeO<sub>2</sub> と TiO<sub>2</sub> の混合酸化物 (CeO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>) に Ni 担持をした触媒において、酸素欠乏状態のパイロクロア相である Ce<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub> との可逆的な相変化を利用することで Ce の還元度を上げる報告が既になされている<sup>1)</sup>。他方、CO<sub>2</sub> 還元生成物である CO はフィッシャー・トロプシュ法による工業スケールでの炭化水素への変換が確立されている。本研究では従来の CO<sub>2</sub> 分解過程において CO<sub>2</sub> を H<sub>2</sub> で希釈し、逆水性ガスシフト反応 (RWGS 反応) を組み込むことで、目的生成物である CO への変換率の向上と Ni 担持した CeO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> の熱触媒特性の評価を研究目標とした。

**【実験方法】**Sol-Gel 法を用いた CeO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> (Ce : Ti = 4 : 1) の作製の後、5 wt% の Ni を担持する 2 段階で触媒を合成した<sup>1)</sup>。電界放出型走査電子顕微鏡 (FE-SEM) とエネルギー分散型 X 線分光法 (EDS) を用いて、合成した触媒の粒子形状と元素分布をそれぞれ評価した。CO<sub>2</sub> 還元実験は、U 字型石英管に合成した触媒を 0.2 g 充填し、触媒分析装置を用いて評価した。実験条件は、前処理時に H<sub>2</sub> を 10 分間流した後、反応ガス (CO<sub>2</sub> : H<sub>2</sub> : He = 15 : 60 : 25) を 10 分間流して 10 サイクル測定した。反応温度は 900 °C、ガス流量は 15 sccm とした。反応後の気体は、質量分析計 (Mass) を用いて CO<sub>2</sub> 及び CO を定量し、変換効率を算出した。

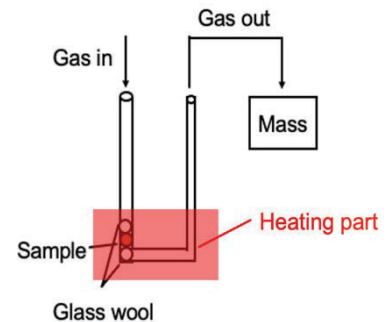


図1 CO<sub>2</sub>還元実験模式図

**【結果・考察】**図 2 に示すように触媒は、CeO<sub>2</sub> と TiO<sub>2</sub> の複合酸化物として存在し、Ni が一様に担持されたことを確認した。CO<sub>2</sub> 還元実験の結果を図 3 に示すが、CO<sub>2</sub> 変換率は、約 60 % となった。また、10 回目のサイクルテストでも変換率が維持されており、触媒の高いサイクル安定性を確認できた。以上より、CO<sub>2</sub> 還元に対する水素還元駆動型の熱化学的酸化還元サイクルにおいて Ni 担持 CeO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> の有用性が明らかになった。

**【結論】**Ni 担持 CeO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> は、水素駆動還元型の熱触媒として RWGS 法を組み込むことで高い CO<sub>2</sub> 変換率と高い安定性を示した。

#### 【参考文献】

1) Chongyan Ruan *et al.*, *Energy Environmental Science*, **2**, 2019, 767.

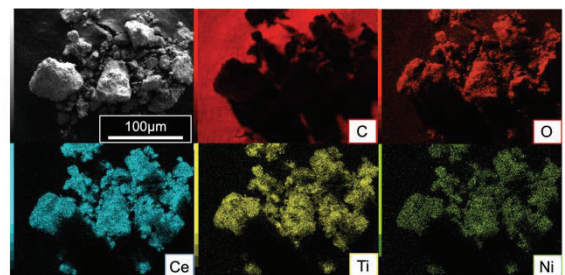


図 2 Ni/CeO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> の元素分析結果

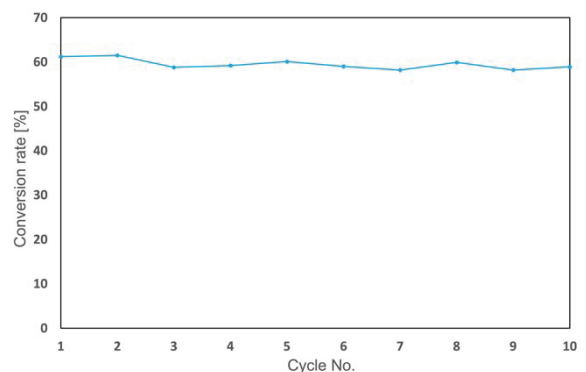


図 3 Ni/CeO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> による CO<sub>2</sub>還元結果