

# ホウ化水素シート上への CO<sub>2</sub> の吸着と水素化反応

## Adsorption and Hydrogenation of CO<sub>2</sub> on Hydrogen Boride Sheets

筑波大数理<sup>1</sup>, 東工大 MCES<sup>2</sup> ◯(M2)後藤大河<sup>1</sup>, 伊藤伸一<sup>1,2</sup>, 近藤剛弘<sup>1,2</sup>

Univ. of Tsukuba<sup>1</sup>, MCES Tokyo Tech.<sup>2</sup>, ◯Taiga Goto<sup>1</sup>, Shin-ichi Ito<sup>1,2</sup>, Takahiro Kondo<sup>1,2</sup>

E-mail: s1920387@s.tsukuba.ac.jp

二次元ナノシート材料は特異的な電子状態や大きな比表面積を持つことから、触媒や電子デバイスなど様々な分野への応用が期待されている。当研究グループはこれまでに、二ホウ化マグネシウムをイオン交換処理することでホウ化水素シート (HB) と名付けた新しい二次元物質を合成できることを明らかにしてきた<sup>1)</sup>。これまでの研究により HB は紫外線照射で水素を放出できる機能があること<sup>2)</sup>や、固体酸触媒として機能すること<sup>3)</sup>、還元剤として利用可能なこと<sup>4)</sup>が明らかとなっている。本研究では水素を含有する物質である HB を用いた新規触媒を構築し、CO<sub>2</sub> を温和な条件で水素化させることを目指し、HB が CO<sub>2</sub> とどのような相互作用をするかを調査した。本稿では加熱処理をした HB に発現する CO<sub>2</sub> 吸着能について、Ar 雰囲気または CO<sub>2</sub> 雰囲気での HB の熱重量分析について、そして CO<sub>2</sub> 中で HB を加熱した際の反応生成物について報告する。

HB 試料を加熱処理した後に 297 K で CO<sub>2</sub> を導入した際の圧力変化の一例を図 1a に示す。HB を 323 K で加熱した後に行った測定では圧力の変化が見られない一方で、473 K に加熱した後では CO<sub>2</sub> 圧が導入後から減少したことがわかった。これは加熱処理後の HB に CO<sub>2</sub> が吸着していることを示している。このことから、加熱処理によって水素が一部抜けた HB に CO<sub>2</sub> 吸着活性点が発現したことが示唆された。また、本実験での CO<sub>2</sub> 最大吸着量 (~0.3 mmol/g<sub>HB</sub>) (図 1b) は、昇温脱離測定の結果から見積もった脱離水素量<sup>1)</sup>と比較して、脱離水素 1 原子当たりにも 0.2 個の CO<sub>2</sub> 分子の吸着に相当することから、水素欠損部のうち、HB のある特定部分の構造にのみ吸着活性点が形成したことが示唆された。

Ar 雰囲気での熱重量測定では 343 K から 1373 K までに約 8.5 wt % の質量減少が起きた。このことから、HB 中のほぼ全ての水素 (モル比 8.5 wt%) が 1373 K までに段階的に脱離したことがわかった。一方、CO<sub>2</sub> 雰囲気での熱重量測定では、343 K から 473 K までは質量減少が起きたが、473 K から 1373 K までは質量変化が増加に転じた。これは 473 K 以上の高温で CO<sub>2</sub> が HB に吸着したのち化学反応を起こして安定な化合物が生成したことを示唆している。

HB を CO<sub>2</sub> 中で 523 K で 240 分間加熱したときの反応管内のガスの分析結果を図 1c と図 1d に示す。加熱によって脱離した水素の他に CH<sub>4</sub>, CO, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> などが検出された。この結果より、523 K の加熱中に CO<sub>2</sub> が HB と複数の化学反応を起こして様々な炭化水素に転換されることがわかった。

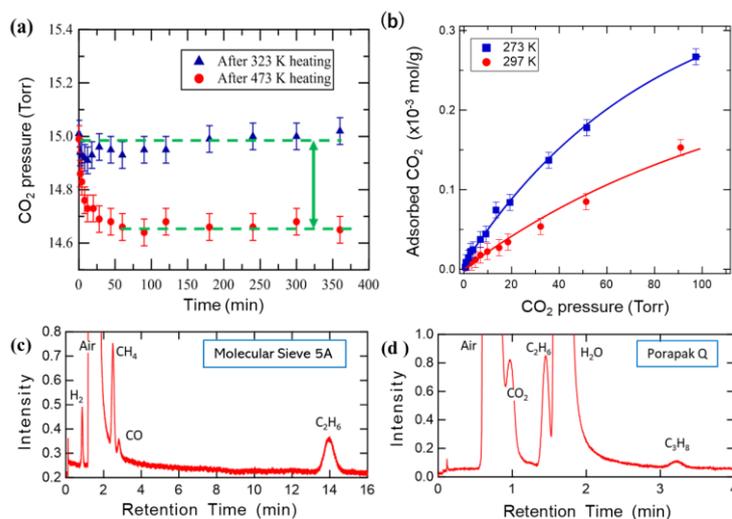


図 1 (a) 297 K での CO<sub>2</sub> 圧力変化, (b) 273 K および 297 K での CO<sub>2</sub> 吸着等温線 (c)(d)反応管内ガスのガスクロマトグラフィ

### 引用文献

- 1) H. Nishino, T. Fujita., N. T. Cuong, S. Tominaka, et al., *J. Am. Chem. Soc.* **139**, 13761. (2017)
- 2) R. Kawamura, N. T. Cuong, T. Fujita., et al., *Nature Communications*, **10**, 4880 (2019).
- 3) A. Fujino, S. Ito, T. Goto, R. Ishibiki, et al., *ACS Omega*, **4**, 14100 (2019).
- 4) S. Ito, T. Hirabayashi, R. Ishibiki, R. Kawamura, T. Goto, et al., *Chem. Lett.* **49**, (2020) in press.