

未来社会創造事業（探索加速型）  
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域  
終了報告書（探索研究）

令和4年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名: 犬丸 啓]

[所属: 広島大学 大学院先進理工系科学研究科・教授]

[研究開発課題名: 設計された圧力応答性を付与した新原理 CO<sub>2</sub> 吸着分離技術の  
開発]

実施期間: 令和4年10月1日～令和6年3月31日

## §1. 研究実施体制

(1)「広島大」グループ(広島大学)

① 研究開発代表者: 犬丸啓 (広島大学先進理工系科学研究科、教授)

② 研究項目

- ・吸着剤の合成と解析
- ・吸着剤の性能評価
- ・吸着剤の設計・製造および吸着分離プロセス設計に必要なデータの取得

## §2. 研究開発成果の概要

本研究では、CO<sub>2</sub>を排出せずに炭化水素から水素を製造するための鍵となる、水素とCO<sub>2</sub>の混合ガスからCO<sub>2</sub>を高効率で分離回収する技術の開発を行った。特に、固体材料化学にもとづいた材料設計技術を駆使して、新しい発想の分離回収プロセスが吸着剤に要求する特性に合わせて吸着剤を設計し高性能化する探索を行った。まず、従来からCO<sub>2</sub>吸着剤として有望と見なされている層状複水酸化物に加え、候補となる無機固体吸着剤について、基本的構造・特性の解析や構成元素・構成要素の選定を進めた。次に、標準的な組成を持つ吸着剤を試作し、吸着剤としての基本的な性能評価として、吸着量の測定、吸着および脱離速度の検討、さらには必要な実用吸着反応器サイズを予想するために重要なデータとなる破過特性の検討を行った。この評価には、実験室レベルの少試料量用の特別設計の測定装置を用いた。吸着量について、ある程度高い値が得られること、吸着速度と脱離速度については当初の予想よりはるかに優れた特性を示すことが分かった。使用前後で吸着剤の構造変化が検出されたが、今回の実験検討の範囲では吸着性能への大きな影響はなかった。さらに、研究期間の最終局面において、新原理ゆえに困難な測定であった破過特性の取得に成功し、予想よりはるかに良好な結果を得た。以上から、本技術は、新規のCO<sub>2</sub>分離技術およびその吸着剤として実用に向けた高いポテンシャルを持っていることが明らかとなった。

### 【代表的な原著論文情報】

[1] K. Matsuda *et al.*, Molecular-Level Pictures of Chemical and Structural Transformations of Mg–Al Layered Double Hydroxide Crystals (Mg/Al = 2) at Elevated Temperatures, *J. Phys. Chem. C*, **2023**, *127*, 12599–12605. DOI: 10.1021/acs.jpcc.3c02859

[2] K. Matsuda *et al.*, Comprehensive Analysis of the Chemical and Structural Transformations of Mg–Al–CO<sub>3</sub> Layered Double Hydroxides with Different Mg/Al Ratios at Elevated Temperatures, *Inorg. Chem.* **2023**, *62*, 17276–17287. DOI: 10.1021/acs.inorgchem.3c02571 (Open Access)

[3] M. Kawashimo, K. Matsuda *et al.*, Layered Double Hydroxide Nanoparticles/Microparticles (Mg/Al = 2) as Adsorbents for Temperature Swing Adsorption: Effect of Particle Size on CO<sub>2</sub> Gas Evolution Behavior, *J. Phys. Chem. C*, *in press*.