

焼成法によるナノシート上での物質形成 を用いた多孔質材料の設計



SATテクノロジー・ショーケース2024

■ はじめに

地球温暖化といった環境問題やエネルギー問題の解決が求められている。多孔質材料は、ナノ空間を多く有する材料であり、CO₂といった物質の分離・変換のための吸着材・触媒や電池の電極材料といった分野に用いられている。これらの応用用途の性能向上のため、多孔質材料の構造を制御する合成手法の発展が重要である。鋳型法は、鋳型周囲の空間で骨格となる材料を構築し、その後、鋳型を除去することで鋳型由来の構造を転写し、特徴的・規則的な構造体を創出する手法である。近年は、厚みがナノレベルの二次元骨格、高表面積やシート間の二次元ナノ空間といった特徴を有するナノシートを鋳型に用いる研究が盛んにおこなわれている。酸化グラフェン (GO) やグラファイト状窒化炭素が鋳型例として挙げられ、ナノシート上での物質形成を誘起・制御することで、目的の組成を有するナノシートの合成、ナノシートのサイズ制御等が達成されてきた。^[1, 2] このように、ナノシート上で物質を形成・制御することで、従来の界面活性剤等を用いた鋳型法では得られない構造を有する材料の合成がおこなわれている。

本研究におけるナノシート上での物質形成には、分離・洗浄プロセスが不要であり、液相と比較して前駆体物質の流動の低減が期待される固相での焼成プロセスを用いた。これまでも焼成プロセスを用いたナノシート上での物質形成に関する研究は、金属-有機構造体を修飾したGOの焼成によるNiCo₂O₄の合成^[3]等が報告されている。ポリマーやナノシート自体を鋳型・構造指向剤に用い、焼成プロセスにより目的物をナノシート上での形成を誘起・制御することで、高比表面積といった優れた、制御された構造を有する多孔質材料の創出に取り組んだ。

■ 活動内容

1. GOを鋳型に用いたシリカナノシートの開発^[4]

GOは、グラフェン骨格由来の高表面積や高強度に加え、酸素官能基や π 電子を活用した被修飾特性を有する。この被修飾特性を活用し、シリカのモノマーをGO表面に修飾し、焼成することで、GO表面でのシリカ形成および鋳型

となるGOの除去を誘起し、シリカナノシートを合成した。合成したシリカナノシートは、厚さ約1 nmの非常に薄い厚みや高比表面積といった特徴を有していた (図 1a)。

2. ポリマー鋳型を用いたクレイナノシート上での金属酸化物ナノ粒子の形成制御^[5]

クレイは、高い耐熱性、豊富な資源やシート間の負電荷といった特徴を有する。クレイナノシート間へ金属-カチオン性ポリマー錯体を導入後、焼成することで、金属酸化物ナノ粒子/クレイ複合体を開発した (図 1b)。カチオン性ポリマーを鋳型に用いることで、金属酸化物ナノ粒子の担持量やサイズの制御を達成した。

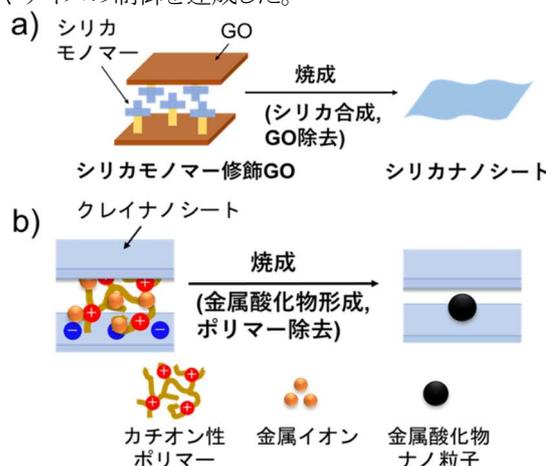


図 1. a) GOを鋳型に用いたシリカナノシートの合成および b) クレイ上での金属酸化物ナノ粒子の調製の模式図。

■ 関連情報等

参考文献

- [1] Z. Lu *et al.*, *Chem. Mater.*, **23**, 5293-5295 (2011)
- [2] Z. Shen *et al.*, *Chem. Eng. Sci.*, **217**, 115528 (2020)
- [3] S. M. Babulal *et al.*, *Colloids Surf., A*, **621**, 126600 (2021)
- [4] Y. Takeuchi *et al.*, *ACS Materials Lett.*, **4**, 2590-2596 (2022)
- [5] Y. Takeuchi *et al.*, *ChemistrySelect*, **8**, e202301644 (2023)

謝辞

本研究は、JST科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設事業JPMJFS2128の支援を受けたものである。

代表発表者 武内 裕城(たけうち ゆうき)
所 属 岡山大学大学院 自然科学研究科

問合せ先 〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中3丁目1-1
TEL:086-251-7843 FAX:086-251-7843
pw8c5q21@s.okayama-u.ac.jp

■キーワード: (1)ナノシート
(2)物質形成制御
(3)多孔質材料

■共同研究者: 大久保 貴広(おおくぼ たかひろ)
所 属 岡山大学
: 仁科 勇太(にしな ゆうた)
所 属 岡山大学
: 小幡 誠司(おばた せいじ)
所 属 岡山大学