

トピックス

層状ポリケイ酸塩より高収率でシリケートナノシートを合成する手法を開発

層状ポリケイ酸塩の単層剥離により得られる二次元材料はシリケートナノシートと呼ばれる。このようなシリケートナノシートは、地球上の地殻中で最も存在比が大きい酸素と二番目に存在比が大きいケイ素から構成されているため、持続可能な社会を実現するためのナノ材料として有望であるとともに、化学的に安定で表面積が広いことから、多孔体や触媒等の原材料として利用できるだけでなく、造膜性、透明性、弾性等の機能が求められるインキ、塗料及びコート剤用のフィルターの原材料等、幅広い領域に利用可能な多機能材料として期待されている。シリケートナノシートの母層状態である層状ポリケイ酸塩は、構成する原子が横方向に連鎖して板状の層を形成し、この板状の層を単位構造として残り一方向に数十～数千枚積み重なった結晶構造を有している。このような層状ポリケイ酸塩化

合物は、層間に様々なイオンや分子を可逆的に取り込むインターカレーションという性質を持っており、その層間に取り込まれたイオンや分子の大きさに応じて層間距離が変化する。さらに、特定の物質を用いると層と層の間で形成されていた結合が切断されるまで層間距離が拡大し、層状構造を形成していたシリケートナノシート層が単独で溶液中に分散した状態になる。これまでにナノシートの分散溶液を製造する方法として、第四級アミンをナノシート層間に挿入する方法が検討されてきた。第四級アミンは、塩基性条件下において効率よくナノシート層間に挿入され、層状結晶の剥離反応を促進することが知られている。しかしながら、層状ポリケイ酸塩の場合、Si-O-Si結合の加水分解反応が同時に進行するため、シートサイズを維持したまま高濃度の分散液を得ることが難しいとされていた。

今回、熊本大学産業ナノマテリアル研究所の研究グループは、RUB18と呼ばれる層状ポリケイ酸塩を効果的に単層剥離する手法を開発した。図1は開発したナノシートの原子間力顕微鏡像であり、四方の大きさが数マイクロメートルの二次元物質が確認できる。また、研究グループは分散溶液を塗布・乾燥させる

ことで、透明なシリケートナノ膜や自立膜を開発し、水素燃料電池のプロトン伝導膜としても機能することも実証した。

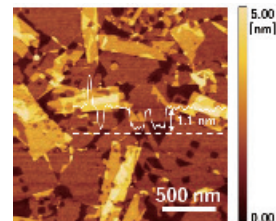


図 シリケートナノシートの原子間力顕微鏡像

連絡先: 熊本大学 産業ナノマテリアル研究所
〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1
特任助教 粟屋恵介 E-mail: awaya@chem.chem.kumamoto-u.ac.jp
教授 伊田進太郎 E-mail: ida-s@kumamoto-u.ac.jp

関連文献: K. Awaya, K. Sekiguchi, H. Kitagawa, S. Yamada, S. Ida, Chem. Commun. 2021, 57, 6304-6307. doi: 10.1039/D1CC02110A

[2021年9月13日]

安価なゼオライトで一酸化二窒素 (N₂O) 大量吸着

東京大学の脇原徹教授らの研究グループは、地球温暖化の原因となる温室効果ガスであるN₂Oを大量吸着可能なゼオライト材料を発見した。N₂Oの地球温暖化係数はCO₂の約300倍と高く、今後オゾン層破壊の主要因になると考えられている。そのためN₂Oの効率的な除去法の確立が求められている。多孔質結晶性アルミノケイ酸塩であるゼオライトは、細孔の大きさによって分子ふるい作用を有し、細孔に近い大きさの吸着分子の選択性が高いことから、活性炭やアルミナと比べて低濃度ガスの吸着・濃縮に有利な吸着剤として期待されている。今回様々な組成や構造のゼオライトを調査した結果、ゼオライトの骨格構造の中でMOR型がN₂O吸

着に適していることが明らかになった。特にCa、Na-MORはほかのカチオンでイオン交換したMORよりも吸着容量が大きかった。最終的に最も高い吸着性能を示したものは、最も安価に入手可能な天然から算出されるMORであった(25℃において34 × 10⁴ mmol g⁻¹)。今後は圧力スイング吸着法(PSA)や温度スイング吸着法(TSA)によるN₂Oの効率的な濃縮、除去プロセス確立が期待される。本成果はChemical Communications誌に掲載された(DOI:10.1039/d0cc07511f)。

東京大学大学院工学系研究科
総合研究機構 教授 脇原徹
連絡先: 〒113-8656 東京都文京区弥生 2-11-16
E-mail: wakahara@chemsys.t.u-tokyo.ac.jp
URL: <http://www.zeolite.tu-tokyo.ac.jp/>

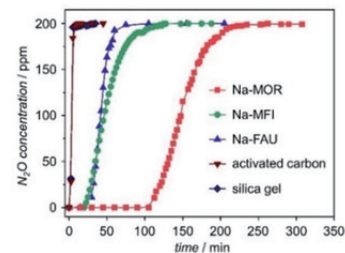


図 様々な材料のN₂O吸着挙動 (MOR型ゼオライトが優れた吸着特性を有する)

[2021年9月14日]