

▶ 無機化学ディビジョン

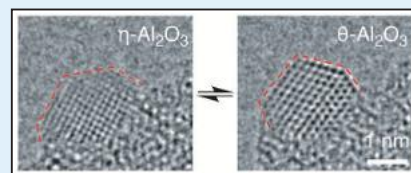
無機物の構造ゆらぎ Structural Fluctuations in Inorganic Materials

有機物は柔らかく、無機物は硬いというイメージは、化学者に広く共有されているであろう。しかし近年、無機物においても、構造が柔軟に変化し、時間的にゆらぐ物質群への関心が高まりつつある。こうした背景の下、その動態を直接観測可能な計測手法として、透過電子顕微鏡法（TEM）が急速に発展している。

筆者らは、真空中における Al_2O_3 の核生成過程を観察し、直径 3 nm にも満たない微小な結晶核前駆体が、時間とともに大きく構造を変化させながら転換することを見いだした（図）。すなわち、結晶-結晶間、さらには結晶-非晶質間を行き来するような構造ゆらぎを伴いなが

ら、結晶核前駆体が非決定論的に変換する様子を初めて定量的に捉えた。時間分解能は 3 ms に迫り、これにより無機クラスターの高速な構造ダイナミクスを直接追跡可能となった¹⁾。また同時期には、 CO ガス雰囲気下における CeO_2 担持 Pt 触媒の構造変化も報告されている²⁾。一般に、ガス雰囲気下かつ低電子線照射条件では、高分解能 TEM 像の取得は困難である。しかし当該論文では、教師なし深層学習を利用したノイズ除去法の導入により、10 ms スケールでの触媒表面での原子拡散・構造動態を議論することに成功した。

新たな構造情報へのアクセスは、物質科学の裾野を大きく広げるものである。無機物質においても、多様な構造ゆらぎが存在することが明らかになりつつあ



り、今後は、こうした動態と物性との相関理解が重要な課題になると考えられる。さらに近年では、アモルファス物質に対しても、電子線トモグラフィーを活用した 3 次元構造解析が進展しており、非周期系における局所構造の理解に向けて、今後さらなる発展が期待される³⁾。

- 1) M. Sakakibara et al., *Science* **2025**, 387, 522.
- 2) P. A. Crozier et al., *Science* **2025**, 387, 949.
- 3) Y. Liao et al., *Nature* **2026**, 649, 1123.

中室貴幸 広島大学持続可能性に寄与するキラルノット超物質国際研究所

© 2026 The Chemical Society of Japan

▶ 錯体化学・有機金属化学ディビジョン

炭酸イオン含有配位高分子による CO_2 固定・放出 CO_2 Fixation and Release via Carbonate-based Coordination Polymers

二酸化炭素 (CO_2) を温和な条件で固定・放出する技術の開発は、カーボンニュートラル社会実現の鍵を握る¹⁾。金属炭酸塩は、高い CO_2 含有率を示し、可逆的な固定・放出が可能である。一方で、 CO_2 放出には 400 °C 以上の高温を必要とする。これは炭酸イオン (CO_3^{2-}) が強固なイオン結合によって固体中に固定されているためである。

この課題を解決するために、筆者らは CO_3^{2-} を固定する手法として配位結合に着目した。配位結合は金属イオンと配位子の組み合わせによって結合エネルギーを幅広く調節できる。特に配位高分子

(Coordination Polymer, 以下 CP) は、配位環境を自在に設計できることから、 CO_3^{2-} を固定する場として有望である²⁾。金属イオンと有機分子を共存させることで、常温・常圧下で CO_2 を CO_3^{2-} へと変換し、 CO_3^{2-} 含有 CP として固定した。得られた CP は 170~230 °C で CO_2 を放出し、その放出温度と金属イオンの電気陰性度や CO_3^{2-} の配位数の相関関係を明らかにした。 CO_2 放出に伴い CP は分子性単核錯体へと構造変換し、液相での CO_2 固定によって元の CP へ戻った（図 1）³⁾。

このように、CP を CO_3^{2-} の反応性を制御する場として活用することで、従来の金属炭酸塩よりも低温での CO_2 放出を実現した。今後、配位環境の設計によってより温和な条件で CO_2 固定・放出を実現できる材料の開発が期待され

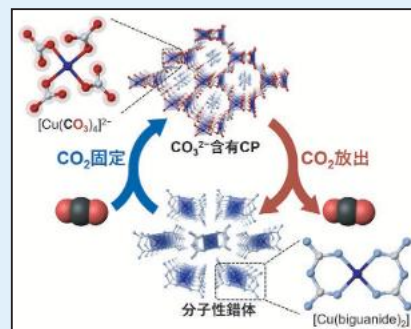


図 1 炭酸イオン含有配位高分子を介した CO_2 固定・放出

る。

- 1) M. Zanatta, *ACS Mater. Au* **2023**, 3, 576.
- 2) K. Kadota et al., *Acc. Chem. Res.* **2024**, 57, 3206.
- 3) K. Kadota et al., *J. Am. Chem. Soc.* **2025**, 147, 30022.

門田健太郎 京都大学大学院理学研究科

© 2026 The Chemical Society of Japan