

原子・分子の自在配列と特性・機能
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

北尾 岳史

東京大学 大学院工学系研究科
助教

ナノ空間・界面情報の転写による超精密単原子層物質の創製

§ 1. 研究成果の概要

原子配列・幾何学構造制御に基づく革新的機能の発現は、新しい材料創製の潮流になると期待される。しかし、その合理的な作製手法は未だ確立されておらず、物質の多くが実験的な検証にいたっていないのが現状である。多孔性金属錯体(MOF)は、金属イオンと有機配位子の自在配列によって、細孔構造を合目的に設計することができる。本研究では、我々が独自に開発した「MOF 鋳型法によるナノカーボン材料の精密合成」技術を基盤とすることで、これまで理論上の存在であった特異な構造をもったグラフェンナノリボ(GNR)を作り出す。さらに MOF 空間内に GNR を充填・拘束することで新奇 GNR 集積体を作製し、エキゾチックな物理的性質を具現化する。当該年度は、ベンゼン一個分の幅を持つ GNR であるポリアセンの合成に取り組んだ。ベンゼン環が直線状に縮環したアセンは、高いキャリア移動度を有するため、次世代ナノデバイスの基幹材料として注目されている。アセンは環の個数の増加に従いキャリア移動度が大きくなるため、長いアセン(=ポリアセン)の合成手法の開発が強く求められている。しかし、有機合成化学や表面化学を基盤とした従来法では効率的にベンゼン環を伸長させることは困難であり、ペンタセンの合成から 100 年以上がたった現在でも、ベンゼン環が 12 個のアセンが最長である。本研究では、MOF の一次元ナノ細孔をアセンの拘束場として用いることで、光や熱に対する安定性を大幅に向上させることに成功した。また、この知見を活かし、MOF のナノ細孔を多環芳香族炭化水素の重合場、拘束場として用いることで、ポリアセンを合成した。

【代表的な原著論文情報】

1) “Nanoconfinement of an Otherwise Useless Fluorephore in Metal–Organic Frameworks to Elicit and Tune Emission”, The Journal of Physical Chemistry C, vol. 126, No. 15, pp.6628–6636, 2022