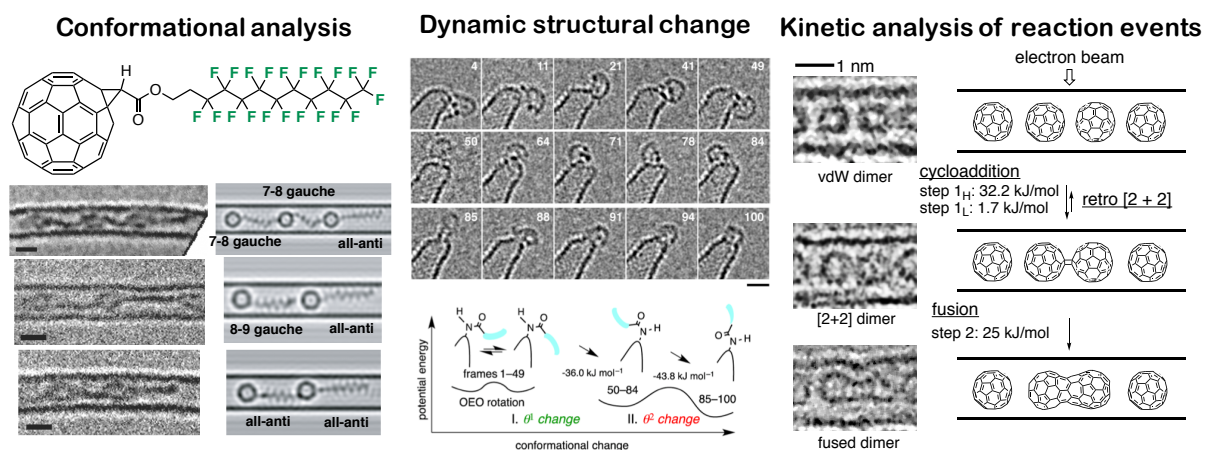


原子分解能電子顕微鏡で分子の反応をとらえる

東京大学大学院理学系研究科

原野 幸治

「分子模型を見るがごとくに、有機分子のかたちと動きを観察したい」科学者の長年の夢である。近年の電子顕微鏡技術の発展、特に低加速電圧における原子分解能の達成と撮像素子の進歩により、この夢の実現に確実に近づいてきていたが、有機固体は電子線照射下で容易に分解することが電子顕微鏡の分子科学応用を妨げてきた。我々は、カーボンナノチューブを担体として個々に担持した有機分子は電子線照射下で十分に安定であることを見だし、これを元に分子の振る舞いを原子分解能の動画として撮影する技術「Single-molecule atomic-resolution real-time electron microscopy (SMART-EM) イメージング」法を確立した。この手法により電顕観察の実時間スケールで一つ一つの分子が刻々と構造変換する様子を捉えることができ、さらには得られた単分子の動画を解析することで、一つの分子の中でどの部分が硬いか、柔らかいかという事まで目でみて調べることも可能である。ここが氷に包埋して動きを凍結した生体試料を観察するクライオ透過電子顕微鏡と大きく異なる点である。これまでに単一炭化水素鎖、ペプチド鎖や生理活性物質など種々の有機化合物の動的挙動をイメージングすることを実現しており、さらには数百個程度の分子の化学反応を記録し統計的に処理することで、反応速度論や反応機構の議論を行うことも可能である。本講演ではこの新しい分析手法を用いた構造化学、分子集合体科学、そして反応機構研究の取り組みを紹介する。



References: E. Nakamura, *Acc. Chem. Res.*, **50**, 1281–1292 (2017). M. Koshino, T. Tanaka, N. Solin, K. Suenaga, H. Isobe, and E. Nakamura, *Science*, **316**, 853 (2007). K. Harano, T. Homma, Y. Niimi, M. Koshino, K. Suenaga, L. Leibler, E. Nakamura, *Nat. Mater.* **11**, 877–881 (2012). K. Harano, S. Takenaga, S. Okada, Y. Niimi, N. Yoshikai, H. Isobe, K. Suenaga, H. Kataura, M. Koshino, E. Nakamura, *J. Am. Chem. Soc.*, **136**, 466–473 (2014). R. M. Gorgoll, E. Yücelen, A. Kumamoto, N. Shibata, K. Harano, E. Nakamura, *J. Am. Chem. Soc.*, **137**, 3474–3477 (2015). S. Okada, S. Kowashi, L. Schweighauser, K. Yamanouchi, K. Harano, E. Nakamura, *J. Am. Chem. Soc.*, **139**, 18281–18287 (2017).