

中村 栄一

東京大学 大学院理学系研究科
特任教授

新しい電子顕微鏡科学を基軸としたゆらぎ分子システムの分子技術

§ 1. 研究実施体制

(1)「中村」グループ

- ① 研究代表者: 中村 栄一 (東京大学 大学院理学系研究科, 特任教授)
- ② 研究項目
 - ・非周期性有機固体, 分子集合体, 有機単分子系の構築と電子顕微鏡観察

(2)「柳澤」グループ

- ① 主たる共同研究者: 柳澤 春明 (東京大学 大学院医学系研究科, 助教)
- ② 研究項目
 - ・ペプチド及びタンパクを対象とした超高速TEMイメージングと単粒子解析法の確立

(3)「山添」グループ

- ① 主たる共同研究者: 山添 誠司 (東京大学 大学院理学系研究科, 助教)
- ② 研究項目
 - ・金属クラスター触媒の精密合成と構造・機能の評価および触媒作用機構の解明

(4)「荒牧」グループ

- ① 主たる共同研究者: 荒牧 晋司 (株式会社三菱化学科学技術研究センター, 主席研究員)
- ② 研究項目
 - ・産業応用における TEM-SEM 将来像の調査研究

§ 2. 研究実施の概要

本研究では、最先端電子顕微鏡科学・技術を、有機化学を基盤とする分子技術研究の基幹的ツールとして磨き上げること目標とする。有機合成化学と高性能電子顕微鏡(原子分解能透過電子顕微鏡(TEM)とnm分解能の走査電子顕微鏡(SEM))を有機的に結合して、分子科学と分子技術の間に横たわるボトルネックである、ナノ・メゾスコピック領域でのゆらぎ分子システムの解析と制御の問題を解決する。さらに、企業との定期的かつ密接な情報交換を基にして、グリーン、ライフ、元素資源枯渇などの社会的世界的課題の解決に資する分子技術での成果を目指す。

【本年度の主たる成果】高分解能走査電子顕微鏡観察による人工二重膜・触媒ハイブリッドからのナノスケールポリマー集合体形成過程観察

直径約30ナノメートルのフラーレン二重膜ベシクルに開環メタセシス重合触媒を複合化したハイブリッド材料を反応場として用い、ベシクル上におけるポリマー生成物の構造を低照射電圧走査電子顕微鏡(SEM)観察することで、二重膜上で相分離した粒子の形成をナノレベル分解能で明瞭に捉えることに成功した。この知見に基づき、フラーレン膜上の鎖状置換基と重合するモノマーの親和性に応じて単一ポリマー鎖からなるナノ粒子、およびポリマー集合体ナノカプセルという異なる形態を持ったポリマー構造体を作り分けることができた。

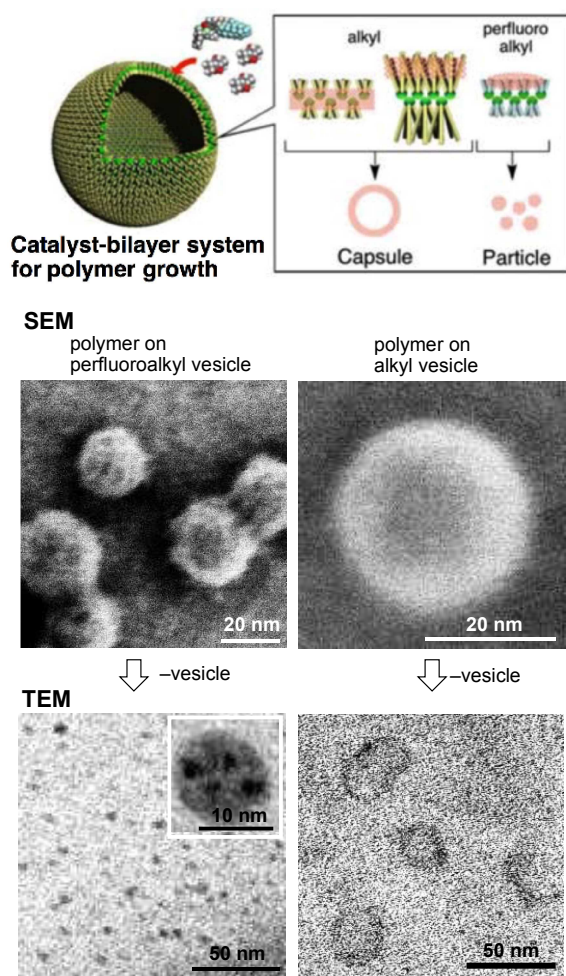


図. 両親媒性フラーレンの自己集合により形成する二重膜ベシクルをテンプレートとした、触媒的開環メタセシス反応による重合生成物の形態選択的合成。(上)集合体制御の模式図。(下)ベシクル上に生成したポリマー集合体の高分解能走査電子顕微鏡(SEM)像、および抽出した生成物の透過電子顕微鏡(TEM)像。パーフルオロアルキル鎖を持つベシクル上では生成物は膜から相分離して粒子状になるのに対し、アルキルベシクルでは膜内で均一重合しカプセル状となる。

代表的な原著論文

1. Ricardo M. Gorgoll, Koji Harano, Eiichi Nakamura, Nanoscale Control of Polymer Assembly on a Synthetic Catalyst-Bilayer System, *J. Am. Chem. Soc.*, 138, 9675-9681 (2016). (DOI: 10.1021/jacs.6b05414)
2. Rui Shang, Laurean Ilies, Eiichi Nakamura, Iron-catalyzed ortho C-H Methylation of Aromatics Bearing a Simple Carbonyl Group with Methylaluminum and Tridentate Phosphine Ligand, *J. Am. Chem. Soc.*, 138, 10132-10135 (2016). (DOI: 10.1021/jacs.6b06908)
3. Ryo Takahata, Seiji Yamazoe, Kiichirou Koyasu, and Tatsuya Tsukuda, Structural Model of Ultrathin Gold Nanorods Based on High-Resolution Transmission Electron Microscopy: Twinned 1D Oligomers of Cuboctahedrons, *J. Phys. Chem. C*, in press. (DOI: 10.1021/acs.jpcc.6b12198)