

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. 研究成果の概要

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为目标とする。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】統合電顕分析技術によるナノサイズ水相の構造解析

TEM, SEM 電顕分析および中性子散乱法を統合した統合ナノ解析技術を開発し、両親媒性フラーレン分子の自己集合により形成する直径 28nm の二重膜ベシクルの内部に閉じ込められたナノ水相の構造を明らかにした。フラーレン二重膜は脂質膜に比べ最大 10 億倍水を通しにくく、 $10^{-10}$  気圧という高真空下においても内水相に由来する水分子からの酸素原子のシグナルが検出された。このようなナノスケールの器に閉じ込められた水相の物理化学性質に興味を持たれると共に、電子顕微鏡により水相内の分子・ナノ材料の動的挙動を追跡できる可能性を秘めている。

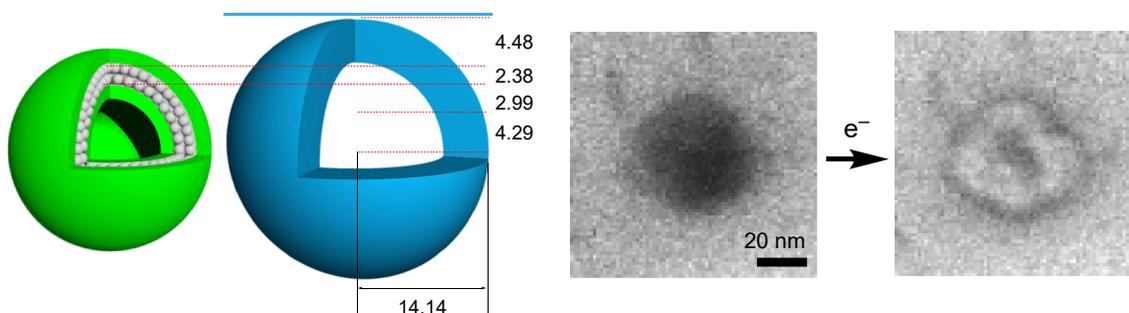


図. コニカル両親媒性フラーレンから形成される二重膜ベシクルの中性子散乱から求めた各層の構造(左, 単位ナノメートル), および電子照射により水が失われる過程をとらえた走査透過電子顕微鏡像(右)

【代表的な原著論文】

1. W. Abuillan, A. S. Becker, B. Demé, T. Homma, H. Isobe, K. Harano, E. Nakamura, M. Tanaka, "Neutron Scattering Reveals Water Confined in a Watertight Bilayer Vesicle", *J. Am. Chem. Soc.*, 140, 11261-11266 (2018).
2. K. Minami, K. Okamoto, K. Harano, E. Noiri, E. Nakamura, "Hierarchical Assembly of siRNA with Tetraamino Fullerene in Physiological Conditions for Efficient Internalization into Cells and Knockdown", *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 10, 19347-19534 (2018).
3. R. Takahata, S. Yamazoe, K. Koyasu, K. Imura, T. Tsukuda, "Gold Ultrathin Nanorods with Controlled Aspect Ratios and Surface Modifications: Formation Mechanism and Localized Surface Plasmon Resonance", *J. Am. Chem. Soc.*, 140, 6640-6647 (2018).

## § 2. 研究実施体制

### (1)「中村」グループ(東京大学)

- 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(東京大学)

- 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、講師)
- 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(首都大学東京)

- ① 主たる共同研究者:山添 誠司 (首都大学東京大学院理学研究科、教授)
- ② 研究項目
  - ・精密合成した金属クラスターの構造評価およびその触媒作用の解明

### (4)「松田」グループ(三菱ケミカル株式会社)

- ① 主たる共同研究者:松田 広久 (三菱ケミカル(株)横浜研究所、主任研究員)
- ② 研究項目
  - ・産業応用におけるTEM-SEM将来像の調査研究