分子認識に基づく会合体形成の分布と会合-解離挙動の分子スケール AFM 計測

Distribution of molecular association and association dynamics investigated by AFM

金大自然 [1]，京大工 [2]，金大 WPI-NanoLSI[3]，金大 NanoMaRi[4]
○波多野 尋花 [1]，高野 駿平 [1]，生越 友樹 [2,3]，柴田 幹大 [1,3]，淺川 雅 [1,3,4]
Kanazawa Univ. Natural[1], Kyoto Univ. Engineering[2], KU WPI-Nano LSI[3], KU NanoMaRi[4]
○Hiroka Hatano[1], Shunpei Takano[1], Tomoki Ogoshi[2], Mikihiro Shibata[1,3], Hitoshi Asakawa[1,3,4]
E-mail: hiro3132@stu.kanazawa-u.ac.jp

レセプターとリガンドの結合やホスト-ゲスト錯体形成など分子識別に基づく会合体形成を理解することは、生体機能の解明や環境応答性材料の開発にとって重要である。これまで分光法や熱量計測によって、会合体形成の総量や会合定数 K_a を評価する分析手法が確立されてきた。しかし、従来の手法では多数の分子から得られる信号の積算や平均化が必要であり、会合体形成の空間分布や会合-解離挙動を分子スケールで理解することは難しかった。会合挙動を直接観察し、分子スケールの理解を深めるための新たな計測手法の確立が求められている。我々は、液中で高い空間分解能を有する周波数変調原子間力顕微鏡 (FM-AFM) と高い時間分解能を有する高速 AFM(HS-AFM) が有用であると考えた。

本研究では上下対称な柱状構造を有するホスト構造であるピラー[5]アレーン(P[5]A)の自己組織化単分子層をモデル試料として用いた。マイカ表面にカチオン性側鎖を有する P[5]A の自己組織化膜を形成し、ゲスト分子となるオクチルホスホン酸(OPA)を添加した水溶液中で AFM 計測した(Fig. 1a)。FM-AFM 計測では、ホスト-ゲスト会合体が明瞭な粒子状構造として可視化され、会合体の空間分布を 1 分子スケールで可視化できることを示した(Fig. 1b)。一方、HS-AFM 計測では、会合-解離プロセスの連続的な変化を可視化でき、各包接サイトにおけるゲスト分子の滞在時間の違いを評価できた(Fig. 1c)。以上のように、液中 FM-AFM と HS-AFM を駆使することで、会合体分布や会合-解離挙動を分子スケール実空間・実時間で理解できることを実証した。

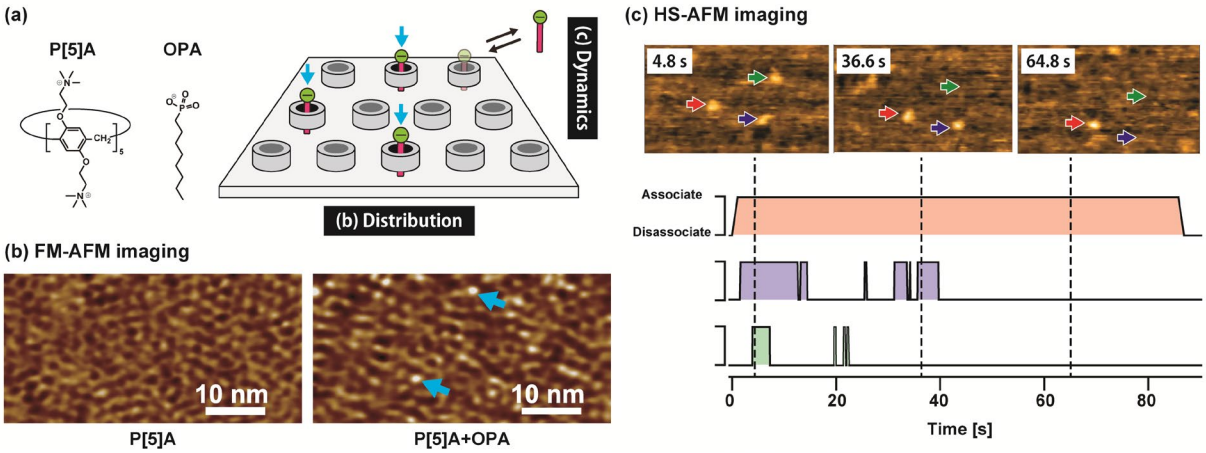

Fig. 1. Host-guest complex formation investigated by (b) FM-AFM and (c) HS-AFM in water.