環状ホスト-ゲスト複合体形成の空間分布のサブナノ分解能 AFM 計測

Distribution of host-guest complexes investigated by subnanometer resolution AFM

金大理工 [1], JST さきがけ [2] ○澤田 悠太 [1], 高島 柊 [1], 生越 友樹 [1, 2], 淺川雅 [1, 2]

Kanazawa Univ. [1], JST/PREST [2], ○ Yuta Sawada[1], Shu Takashima[1], Tomoki Ogoshi[1, 2], Hitoshi Asakawa[1, 2]

E-mail: yuta2357@stu.kanazawa-u.ac.jp

カリックスアレーンなどの環状ホスト化合物は、ゲスト分子を選択的に包接する分子認識素子として化学・バイオセンシング、分離材料や刺激応答性材料などへ幅広い応用が期待されている。ホスト-ゲスト複合体の分子レベル構造は核磁気共鳴法（NMR）などの分光学的手法で解析できる。しかし、構造情報が平均化されてしまう分光学的手法では、機能性材料やセンサ表面における環状ホスト分子の集積密度やホスト-ゲスト複合体形成の実空間分布を分子スケールで理解することは困難である。そこで本研究では、液中で原子分解能を有する周波数変調原子間力顕微鏡(FM-AFM)を用いてホスト-ゲスト複合体形成を分子スケールで直接計測し、それらの実空間分布を理解できるか検討した。

環状ホスト化合物であるピラー[5]アレーンにトリメチルアミンの正電荷を導入したカチオン性ピラー[5]アレーン(P[5]A+)をマイカ基板上に自己集積させた。その後、ゲスト分子として 1-オクタンスルホン酸(OS)を 1 mM から 100 mM の濃度範囲で段階的に変化させた水溶液中で FM-AFM 計測を行い、サブナノスケール分解能 AFM 像が得られた。その結果、ゲスト分子を包接する前後の AFM 像に共通して可視化される P[5]A+サイズと同程度のコントラストが、ゲスト分子の存在により数 10 pm だけ高くなり、明瞭な粒子状コントラストに変化することが分かった。さらにゲスト水溶液の低濃度条件(1 mM)では、一部の包接サイトの高さだけが変化する様子が可視化され(Fig. 1b)、ホスト-ゲスト複合体の実空間分布を可視化できることが示された。これらの成果より、液中 FM-AFM 計測を用いることで環状ホスト分子による包接サイトやホスト-ゲスト複合体の実空間分布を明らかにできることを実証した。今後、個々の環状ホスト分子が持つ包接能やその規則性などの議論がより進展することが期待される。

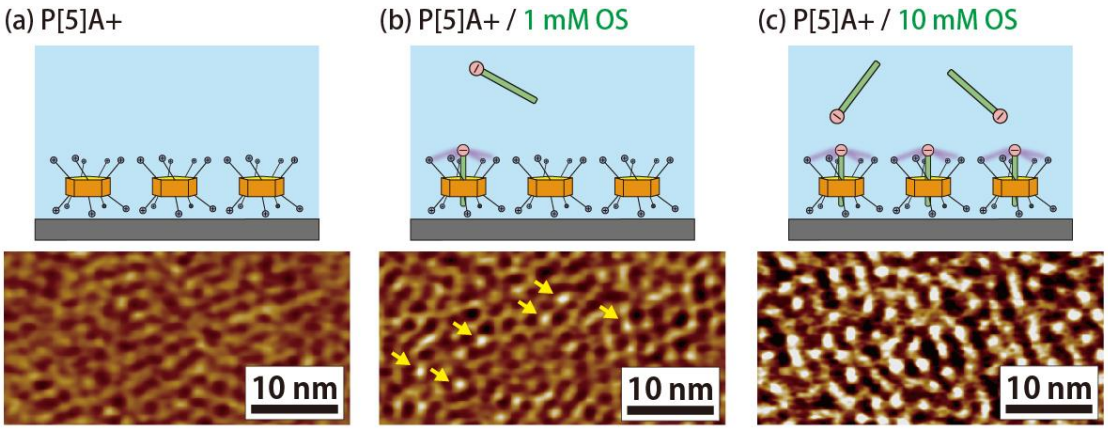

Figure 1. Schematic illustrations and FM-AFM images of pillar[5]arenes on mica (a) without and with (b) 1 mM and (c) 10 mM 1-octanesulfonate in aqueous solution (Color scale: 140 pm).