

自己組織化単分子膜上の温度場計測

Visualization of Thermal Field on a Self-Assembled Monolayer

東工大院理¹, 東工大化生研² [○]藤井 慎太郎¹, 庄子 良晃², 福島 孝典², 西野 智昭¹

School of Sci., Tokyo Tech.¹, Lab. for Chem. and Life Sci., Tokyo Tech.²,

[○]Shintaro Fujii¹, Yoshiaki Shoji², Takanori Fukushima², Tomoaki Nishino¹

E-mail: fujii.s.af@m.titech.ac.jp

分子を介した電荷と熱の輸送に関する研究は、基礎的な観点に加え、分子エレクトロニクス、ナノスケールにおける熱電エネルギー変換、熱輸送制御などの応用的な観点から盛んに研究されている。しかし、分子を介した熱流が小さいことや、ナノスケールの温度計測が困難なことから、特に分子の熱輸送特性は実験的に明らかになっていない。本研究では、走査型熱顕微鏡 (Scanning Thermal Microscope (SThM)) を用いて、単分子膜の熱特性を明らかにすることを目的とした。ナノスケールにおける単分子膜の熱特性を明らかにするために、微小な熱電対を探針先端に形成した SThM のカンチレバー探針を用いた。SThM 探針をレーザ加熱しながら、分子膜上の温度を空間マッピングすることで温度場の計測を行った。

マイクロコンタクトプリンティング法を用いて、*n*-ブタンチオールと *n*-ヘキサデカンチオール (図 a) の 1 μm 幅の直線状パターンを有する自己組織化単分子膜を Au(111)上に作製した。図 b に分子膜の原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope (AFM)) 像を示す。*n*-ブタンチオール (C4) と *n*-ヘキサデカンチオール (C16) の分子膜に対応する約 1 μm 幅の直線状パターンの形成を確認した。分子膜上の温度場を可視化するために、SThM を用いて分子膜上の温度の空間マッピングを行った。図 c に分子膜上の温度変化を 2 次元マッピングして得られた SThM 像を示す。分子種に応じて、明瞭な温度差を示し、C4 領域と比較して C16 領域は 2 K 高いことが分かった。また、分子膜上の力場を可視化した AFM 像 (図 b) よりも、温度場を可視化した SThM 像 (図 c) の方が高い空間分解能を示す

ことを見出した。この結果は、近接場における放射熱の輸送能が膜厚に依存することを示唆している。以上、本研究ではナノスケールの温度場における、単分子膜を介した放射熱輸送を利用することで、熱的に分子膜の識別に成功した。

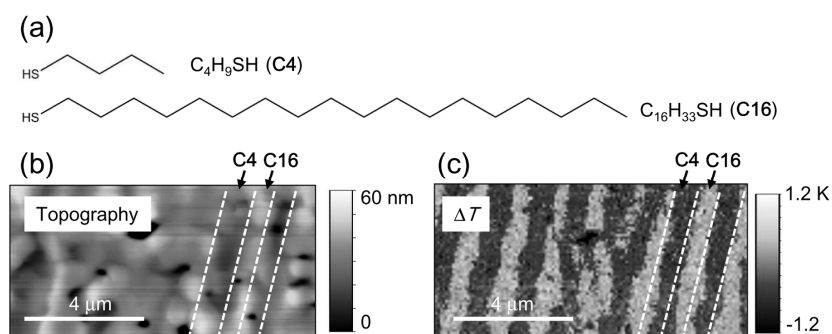


Figure (a) Chemical structure of $\text{C}_4\text{H}_9\text{SH}$ (C4) and $\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{SH}$ (C16) (b,c) (b) Simultaneously obtained AFM topographic and (c) SThM ΔT images of a patterned self-assembled monolayer of C4 and C16 on Au(111). Dotted lines indicate a guide for patterned regions of C4 and C16 on Au(111). The image in (c) was obtained at the tip-surface separation of ca. 300 nm.