

光誘起力顕微鏡における変調信号の位相別解析

Phase-by-phase Analysis of Modulated Signal in Photoinduced Force Microscopy

分子研 [○]山西 絢介, AHN Hyo-Yong, 岡本 裕巳

Institute for Molecular Science

E-mail: yamanishi@ims.ac.jp

光誘起力顕微鏡は探針と試料に光を照射し、それらに生じる双極子間の相互作用力を検出することで試料の光学応答を、数 nm スケールを超える空間分解能で観測できる[1]。一般に、この顕微鏡では探針に働く双極子間力と、探針および試料の熱膨張による疑似的な力が混在して検出されてしまう[2]。一方で、光誘起の双極子間力と熱膨張による力を分離して測定することを可能にする測定手法（ヘテロダイン FM 法）が開発された。この手法では探針と試料の熱膨張が光の強度変調に対して位相が $\pi/2$ だけ遅れて現れることを利用して分離している[3]。本研究では大気中光誘起力顕微鏡において、ヘテロダイン FM 法における検出信号がどのように現れるかを、金微粒子を対象に包括的に調査した。

ヘテロダイン FM 法による光誘起力顕微鏡によって、金微粒子（直径~60 nm）を石英基板上に分散させた試料を測定した。Fig. 1(a)が凹凸像（AFM 像）であり、(b, c)は、それぞれ位相遅れのない光誘起力像と位相が $\pi/2$ だけ遅れている光誘起力像である。入射波長は 532 nm であり、電場の偏光方向は図の縦方向を向いている。(b, c)では基板上では共に負の信号が現れているが、金微粒子上やその周辺では(b, c)で互いに異なったイメージコントラストで像が現れていることがわかる。(b)では、金微粒子上で大きな負の信号（斥力の双極子間力）が現れた。また、金微粒子の周りに輪のような形で正の信号（引力の双極子間力）が現れた。これは、探針と金微粒子との間の光の干渉による現象だと思われる。また(c)では金微粒子上にだけ正の信号が現れた。これらのイメージコントラストの違いから、異なる物理的な現象（双極子間力と熱膨張）がそれぞれ可視化されていることがわかる。当日はこれらのイメージコントラストの物理的意味を詳しく発表する。

[1] J. Jahng et al., *Phys. Rev. B* **90**, 155417 (2014).

[2] J. Jahng et al., *Anal. Chem.* **90**, 11054 (2018).

[3] J. Yamanishi et al., *Phys. Rev. Applied* **9**, 024031 (2018).

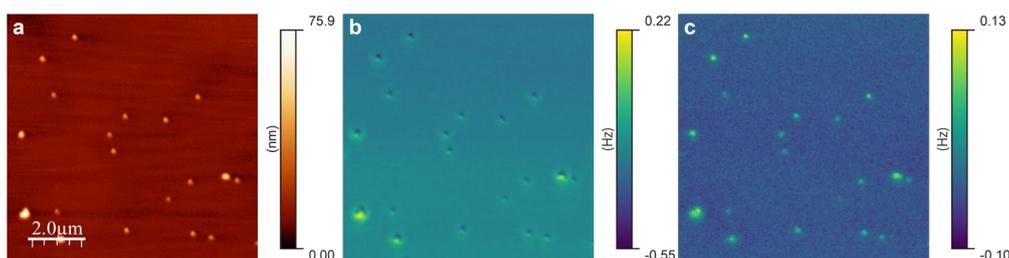


Fig. 1 Photoinduced force microscopy imaging with heterodyne frequency modulation technique.

(a) Topographic image (AFM). (b) In-phase PiFM image. (c) Out-phase PiFM image.