

光誘起力顕微鏡の最近の展開

Recent Development of Photoinduced Force Microscopy

阪大院 ○菅原 康弘

Osaka Univ. ○Yasuhiro Sugawara

E-mail: sugawara@ap.eng.osaka-u.ac.jp

光の電界が物質に誘起する分極は、電子の励起状態の情報を含み、光と物質との相互作用において中心的役割を担う物理量である。しかし、これまで原子スケールでこれを直接観察した例はない。我々は、物質表面に局在する光（近接場光）の強度分布を力として検出するという新しい概念の光学顕微鏡（光誘起力顕微鏡：PiFM）について研究を行ってきた[1-3]。この顕微鏡では、物質表面への光照射により誘起される双極子と、AFMの金属探針に誘起される双極子との間の双極子・双極子相互作用を力として検出する。この顕微鏡は、従来の近接場光学顕微鏡で大きな問題となっていた光の伝搬損失がほとんどなく、高感度化・高分解能化が容易である[3]。ここでは、この光誘起力顕微鏡を用いて、ペンタセン分子に働く光誘起力を高感度・高分解能に測定した結果について報告する。

光熱効果による見かけの力を除去し、光誘起力だけを分離測定するため、高変調周波数の光照射の可能なヘテロダイン周波数変調（FM）法を新たに開発した[1, 2]。この方法では、照射する光の変調周波数を、カンチレバーの共振周波数の2倍の周波数からわずかにずれた周波数に設定し、カンチレバーの周波数シフトに現れる低周波の変調成分を検出する。

図 1(a)および図 1(b)は、それぞれ、Ag(001)表面に形成された2層ペンタセン分子のAFM像と光誘起力の像である。入射光の波長は、690nmである。図 1(a)のAFM像では、引力領域で画像化しているため分子配列がわずかに画像化されるが、図 1(b)の光誘起力の像では、輝点が周期的に並んでいることが明瞭に分かる。これらの輝点の最小間隔は約0.6nmであり、この結果は、原子スケールで光誘起力を測定することに成功したことを示唆している。また、構造モデルとの比較より、光誘起力の像の輝点は、ペンタセン分子の長軸方向の端の領域に対応することが分かった。講演では、さらに、光誘起力の画像化機構についても議論する。

【参考文献】

- 1) J. Yamanishi, Y. Naitoh, Y. J. Li and Y. Sugawara, *Appl. Phys. Lett.*, **110**, 123102(2017).
- 2) J. Yamanishi, Y. Naitoh, Y. J. Li and Y. Sugawara, *Phys. Rev. Appl.*, **9**, 024031(2018).
- 3) J. Yamanishi et al., *Nature Communications*, **12**, 3865 (2021).

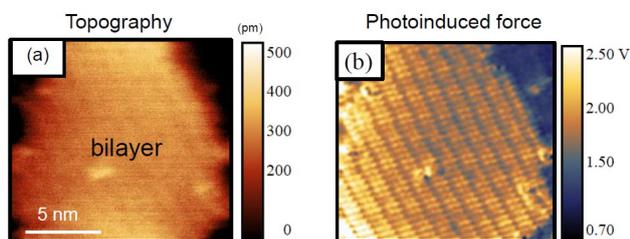


Fig.1 (a) Topographic and (b) PiFM images of pentacene thin film on Ag(001) measured at 78K. Wavelength of incident light was 690 nm.