瞬時周波数法 FM-AFM を用いた固液界面水和構造計測
Local hydration structure measurement by frequency-modulation atomic force microscopy with instantaneous frequency method

京大工　○(M1)深澤 直人, 木南 裕陽, 寺田 匠吾, 小林 圭, 山田 啓文

Dept. of Electronic Sci. & Eng., Kyoto Univ.,

°Naoto Fukazawa, Hiroaki Kominami, Shogo Terada, Kei Kobayashi, Hirofumi Yamada

E-mail: fukazawa@piezo.kuee.kyoto-u.ac.jp

近年、周波数変調原子間力顕微鏡（FM-AFM）の性能向上により液中での高分解能観察が可能となり、また観察領域中の各点においてフォースカーブを取得する 3 次元フォースマッピング法により固液界面水和構造計測が可能となってきた。一方で信号記録や処理速度技術の進歩に伴い、カンチレバーの振動波形を全て記録しておき、その後のオフライン解析によって物性情報を得ることが実現可能となってきた[1)]。

今回、FM-AFM によるフォースマッピングにおいて探針-試料間相互作用に関わる情報をより多く引き出すことを目的とし、周波数検出回路や振幅制御回路からリアルタイムに出力される周波数シフトや散逸といった信号に加え、カンチレバーの振動波形を同時に記録し、オフライン解析を行ったので、その結果について報告する。

テスト試料としてマイカを用いて、カンチレバー（OMCL-AC-240TSA-C3E）を 1 次共振（25 kHz, 3 nm p-p）および 2 次共振（170 kHz, 0.3 nm p-p）で振動させ（bimodal 法[2)]）、Fig. 1 の模式図に示すように、各点でカンチレバーの振動波形を一定時間記録した。1 次共振での振動により探針-試料間距離が変調される間の 2 次共振周波数の変化を瞬時周波数法[3)]により算出することで、探針-試料間相互作用を計測した。瞬時周波数法は取り込んだ振動波形を複素信号に変換し、その位相を時間微分により瞬時周波数を算出する方法である。講演ではその測定原理、測定結果の詳細について報告する。

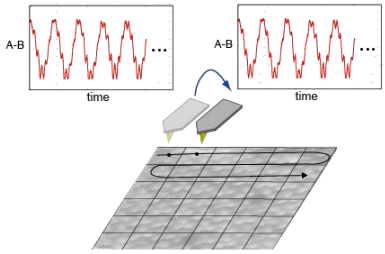

Fig. 1: Schematic of 3D force mapping by FM-AFM with instantaneous frequency method.

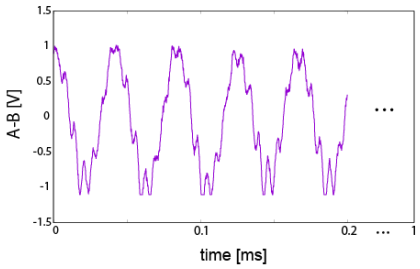

Fig. 2: Displacement of the cantilever during FM-AFM using the bimodal method.

1) L. Collins et al. *Scientific Report* **6**, 30557 (2016).

2) J. R. Lozano and R. Garcia, *Phys. Rev. Lett.* **100**, 076102 (2008).

3) D. U. Karatay et al. *Rev. Sci. Instrum.* **87**, 053702 (2016).