

3次元走査型力顕微鏡の高速化に資する取得データ処理手法の検討

Data Processing Method for High-Speed Three-dimensional Scanning Force Microscopy

金沢大¹, さきがけ/JST² °東 諒柊¹, 熊谷 陽一¹, 岡本 雅美¹, 福間 剛士¹, 宮田 一輝^{1,2}

Kanazawa Univ.¹, PRESTO/JST², °Ryoshu Higashi¹, Yoichi Kumagai¹, Masayoshi Okamoto¹,

Takeshi Fukuma¹, Kazuki Miyata^{1,2}

E-mail: ryoshu20010919@stu.kanazawa-u.ac.jp

近年の周波数変調原子間力顕微鏡 (FM-AFM) や 3次元走査型力顕微鏡 (3D-SFM) の技術革新により、秒スケールでの2次元・3次元サブナノ分解能計測が達成され、固液界面における原子レベルの動的な構造変化を捉えることが可能となりつつある。しかし、FM-AFM・3D-SFM コントローラのデータ収録の律速により、それ以上での速度の計測が困難であったことから、開発したシステムの計測帯域や SN 性能で達成可能な原子分解能観察の計測速度については十分な検証が行われていない。この問題を解決するため、最近我々は高速データ収録システムを備えた FM-AFM コントローラの開発に取り組み、20 fps での2次元液中原子分解能観察を達成した。その一方で、本収録システムの 3D-SFM への対応は行われておらず、3次元計測の速度限界については未解明のまま残されている。

本研究ではさらなる3次元サブナノスケール観察の高速化を目指し、これまでに開発した高速 FM-AFM コントローラの取得データ処理手法を 3D-SFM コントローラへ実装するための最適なアルゴリズムの検討と実装を行った。高速 FM-AFM においては、従来は FPGA 内で生成された情報をライン毎に逐次ホスト PC に転送していたが、計測速度の向上に伴い転送毎に生じるオーバーヘッドが無視できない大きさとなっていた。そこで、高速観察時のみ、2次元フレーム毎の転送方式に変更したところ、オーバーヘッドが著しく減少し 20 fps での観察が可能となった。これを参考に、本研究では従来 XZ スライス毎に逐次転送していた情報を、3次元ボリューム毎に転送する方法に切り替えた (図 1a)。これにより、1 ボリューム/秒 (vps) での3次元サブナノスケール観察が可能であることを確認した (図 1b, c)。今後はこのデータ取得手法を用いてさらに高速に計測を行い、3次元観察の速度限界について検証する。

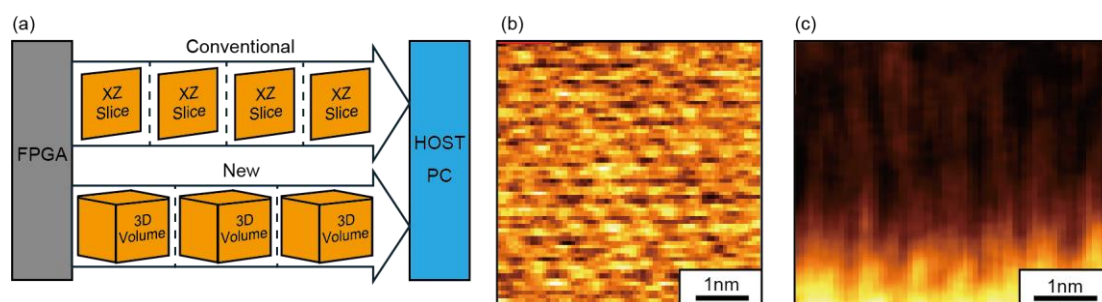


Fig. 1: (a) Design of developed 3D-SFM data processing system. (b) (c) High-speed 3D-AFM image of a cleaved mica surface obtained in PBS solution at 1 vps. (b) XY and (c) XZ cross sections.