

## 高速 AFM の開発とそのバイオ応用

### Development of high-speed AFM and its application to biological sciences

金沢大理工<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup>, JST CREST<sup>3</sup> ◦古寺 哲幸<sup>1,2</sup>, 内橋 貴之<sup>1,3</sup>, 安藤 敏夫<sup>1,3</sup>

Kanazawa Univ.<sup>1</sup>, JST PRESTO<sup>2</sup>, JST CREST<sup>3</sup>, ◦Noriyuki Kodera<sup>1,2</sup>, Takayuki Uchihashi<sup>1,3</sup>, Toshio Ando<sup>1,3</sup>

E-mail: nkodera@staff.kanazawa-u.ac.jp

AFM は水溶液中にある無修飾の生体試料を高い空間分解能で観察することを初めて可能にしたため、生命科学に大きなインパクトを与えた。しかし、従来型の AFM は、1 枚の画像を撮影するのに分のオーダーの時間を要していたため、動くことを特徴とする生体試料の動的プロセスを観察することは不可能だった。そこで我々は、その動的プロセスを可視化することを目的に、走査速度を飛躍的に向上させた高速 AFM を開発してきた。生体試料は柔らかく、脆いので、走査モードは探針からの横方向の強い力が働きにくい Tapping モードを採用し、探針-試料間の相互作用力をできるだけ小さく抑えられるような工夫をしながら AFM の高速化を進めてきた。

一連の開発により、生理条件下で機能する生体試料 (主にタンパク質分子) の動的な振舞いを、サブ 100 ms の時間分解能、ナノメートルの空間分解能で、リアルタイム観察することが可能になった (図 1)。高速 AFM によって撮影された映像によって、これまで様々な計測手法を駆使して明らかにされてきた、あるいは推測されてきた生体試料の振舞いに決定的な視覚的証拠が与えられるばかりでなく、従来の手法では検出されることのなかった振舞いが新たに発見されることもあった。これらにより、観察した生体試料の機能メカニズムをより詳細に理解することができた。今後さらに多くの生体試料の観察に高速 AFM が利用され、それらの機能メカニズムが明らかになり、生命現象の理解がますます深まるものと期待される。また、生命現象に限らず、液中ナノメートルの世界で起こる多くの物理化学的現象についても、新しい発見が高速 AFM によりなされることが期待される。

本発表では、高速 AFM を実現するにあたって我々が克服してきた技術的な課題を概観し、高速 AFM で撮影された機能中の生体試料のビデオを紹介しながら、どのようなことが理解できたのかを解説したい。最後に、今後の高速 AFM の技術開発の可能性について議論したい。

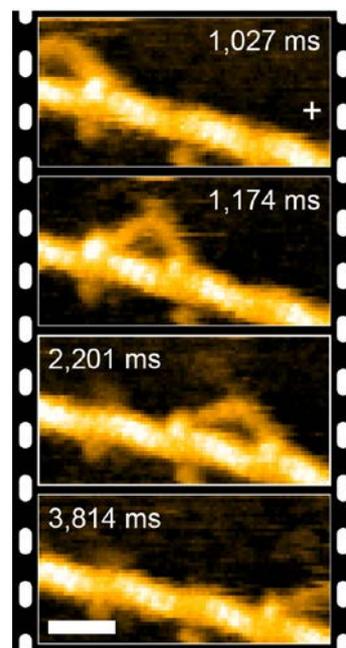


図 1 高速 AFM によって撮影した歩行運動中のミオシン V。一枚の画像は 146 ms で撮影されている。スケールバーは 30 nm。