

MHz スケールの AFM シミュレーションによるエネルギー減衰の解明

Energy dissipation of AFM by MHz-scale simulation

山口大理工¹, アールト大² ○仙田康浩¹, 嶋村修二¹, Janne Blomqvist², Risto Nieminen²

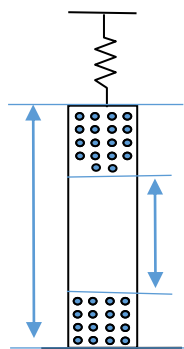
Yamaguchi Univ.¹, Aalto Univ.²

○Yasuhiro Senda¹, Shuji Shimamura¹, Janne Blomqvist², Risto Nieminen²

E-mail: senda@yamaguchi-u.ac.jp

非接触モードの原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscopy, AFM) では、試料表面の直上で振動するカンチレバーの振動数の変化を観測して試料表面の原子像が得られる。また、このカンチレバー振動の減衰量からも表面原子の様々な情報が得られる。この振動の減衰の仕組みについては、カンチレバーのプローブ先端と表面間の原子の振る舞いや有限温度での原子の熱振動による影響が指摘されているが、未だその詳細は明らかではない。研究の目的は、分子動力学法と連続体モデルを組み合わせた計算モデル (下図) により、AFM のエネルギー減衰の仕組みを解明することである。

これまでの我々の研究では、原子の熱振動とカンチレバー振動のエネルギーが格子振動へ吸収されることによりカンチレバーの振動が減衰することをあきらかにした*。今回、実際の実験で用いられるカンチレバーの振動数に近い、MHz オーダーのカンチレバー振動のシミュレーションを行った。得られた減衰量と観測値を定量的に比較した結果、我々の手法で求めた減衰量は実験で観測されたものと同程度の値を示した。また、我々の手法とは異なるブラウン散逸の理論を用いて減衰量を算出した。従来、このブラウン散逸の理論を用いた研究結果から、原子の熱振動はカンチレバーの振動の減衰にほとんど寄与しないという主張があった。ブラウン散逸の手法で求めた減衰量は観測値や我々の手法を用いて算出した値よりも数桁小さい値を示し、これまで用いられてきたブラウン散逸の手法ではその減衰量を過小評価していたことがわかった。これらのことから、カンチレバーの振動の減衰する仕組みについて議論する。



上図：AFM計算モデル。バネはカンチレバー、●はMD粒子をあらわす。

*仙田ら, 応用物理学会講演会(~2015 春), Y. Senda, *et al.* e-Journal of Surface Science and Nanotechnology, **12**, 339 (2014)