

生体分子の可視化・計測技術

走査型プローブ顕微鏡 (Scanning Probe Microscope: SPM)

数ナノメートルあるいは数マイクロメートル四方の領域を探針 (Probe) で走査 (Scanning) することで、表面の凹凸形状の画像化や探針-サンプル間に発生する量子力学的な相互作用を検出できる顕微鏡。大気中、溶液中、ガス中、真空中で観察ができ、サンプルによっては、原子像を得ることができる。

凹凸形状を測定する SPM

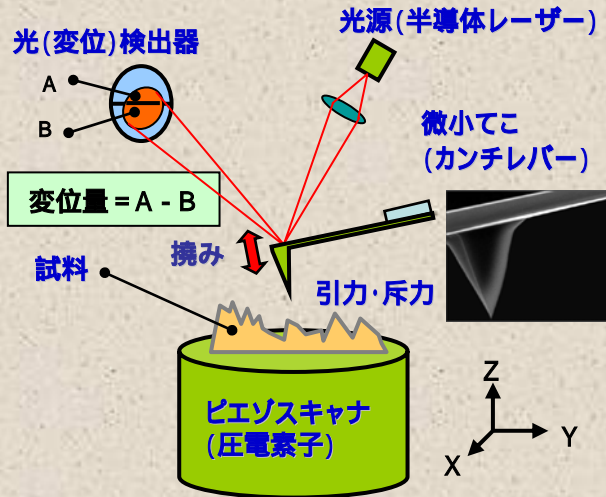
- ・走査型トンネル顕微鏡 (Scanning Tunneling Microscope: STM)
1982年にIBMのZurich研究所で、Binnig、Rohrerらにより開発された。
- ・原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope: AFM)
1986年にIBMのBinnig、Gerber、スタンフォード大のQuateらの共同研究から開発された。

凹凸形状測定以外の SPM

水平力 (摩擦力) 顕微鏡 (LFM)、フォースモジュレーション、位相イメージング、磁気力顕微鏡 (MFM)、電気力顕微鏡 (EFM)、表面電位顕微鏡 (SPoM)、電気化学AFM / STM (ECM)、キャパシタンス顕微鏡 (SCM)、サーマル顕微鏡 (SThM)、ナノインデンテーション、近接場光学顕微鏡 (NSOM or SNOM) など

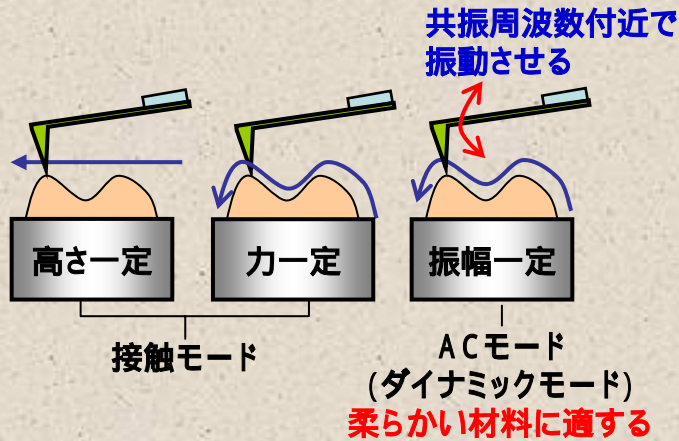
原子間力顕微鏡 (AFM) の原理

AFMのプローブは一般にカンチレバー (片持ち梁) と呼ばれ、柔らかいレバーの先に先端の尖った針が付いたものである。これは光学顕微鏡の対物レンズに対応し、針先端が試料表面と接して力がかかると、その力に比例してレバーは撓む。この撓み量を計測することで、針-試料間に働く力を求めることができる。

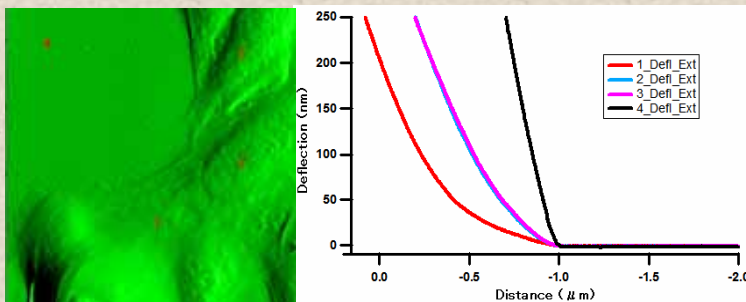


探針と試料を非常に近づけると、探針-試料間に量子力学的(ファンデルワールス力等)な作用が働く。最適な相互作用の値になるように探針を上下させ、相互作用を一定に保つようにフィードバック回路でZ軸を制御しながら、XY面を走査する。XY面を走査した情報と、Z軸を制御した情報から、三次元の画像が形成される。

走査モード



フォースカーブによる表面硬さ測



90 μm × 90 μm
HeLa細胞 振幅像

フォースカーブ

試料表面の特定の場所を指定して探針を接触させることで、試料表面の硬さを測定することができます。HeLa細胞をパラホルムアルデヒドで固定して、4箇所場所を指定してフォースカーブを測定しました。フォースカーブは傾きが急峻なほどより探針が反っている、つまり表面が硬いことを示しています。
表面の硬さ: 4(ガラス表面) > 2 3(細胞表面) > 1(細胞の端)