

原子間力顕微鏡の操作技術の習得

日影達夫、森野慎一、伊藤広樹、都築賢太郎、林育生、神野貴昭、
西村真弓、鳥居実恵、永田陽子、山本悠太、樋口公孝、高田昇治

工学系技術支援室 分析・物質技術系

はじめに

年度始めに先端技術共同研究施設内の機器管理について業務相談があり、その中の原子間力顕微鏡（AFM: Atomic Force Microscope）については、2016年4月時点で分析・物質技術系で習熟している人はいない状況であった。その為、AFMの原理・操作方法等を習得することは表面分析技術の幅を広げるとともに、今後の業務（共用化による機器管理等）を行う上で必要な為、本研修を行う事にした。計画では、各々が業務に関連する基板等の表面分析を行う事であったが、すべてを達成することはできなかった。これらについて報告する。

1. 原子間力顕微鏡について

AFMはカンチレバーと呼ばれる片持ち梁の先端にある先端曲率が数10nm以下の微小な探針（プローブ）と試料との間に働く微小な力（原子間力）を検出するタイプの顕微鏡である。カンチレバーの微小な変化Zは、カンチレバー背面にレーザー光をあて、その反射光の位置をフォトディテクター（検出器）により検出されるため「光てこ方式」と呼ばれる。試料ステージまたはカンチレバーがピエゾ素子により精密にX、Y、Zを走査・制御する事により、試料表面の3次元データが得られる。

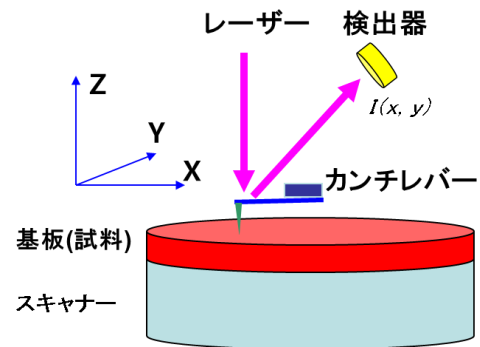


図1. AFMの概略

2. 研修内容および結果

5月から6月末まで、各自でAFMについての文献（原理・論文等）を調べ読み合わせ、系全体の知識共有化を行った。その後、研修予定のAFMが故障していた為、修理待ちをしながら、Si基板に金コロイドを滴下乾燥した観察試料作製とそのSEM観察を森野が中心に行った。8月にAFM（Bruker社製AXS Dimension3100）を管理している加藤准教授による取扱講習を3グループ（3～4名）に分けた2グループが受講し、講習を受講したメンバーが未受講のメンバーと共にAFM校正用パターン試料（K-Y10200180）の観察を行った。また、各々が業務に関連する試料についても観察した。AFM校正パターン試料は10μmピッチでパターンが刻まれているSi基板でその形状像を図2.に、そのデータを基に3次元処理した像を図3.に示す。Si基板に金コロイドを滴下乾燥した試料を日立SU8230で観察したSEM像を図4.に、同試料のAFM像を図5.に示す。試料表面に目印等をつける事ができず同じ場所を観察しているとは言えない。また倍率も異なるので像の見え方も違うが金粒子がきれいに分散せずに凝集しているのが観察できている。

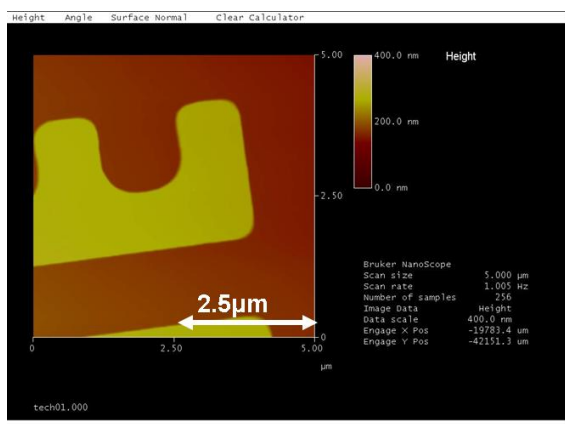


図 2. AFM 校正用パターン試料の形状像

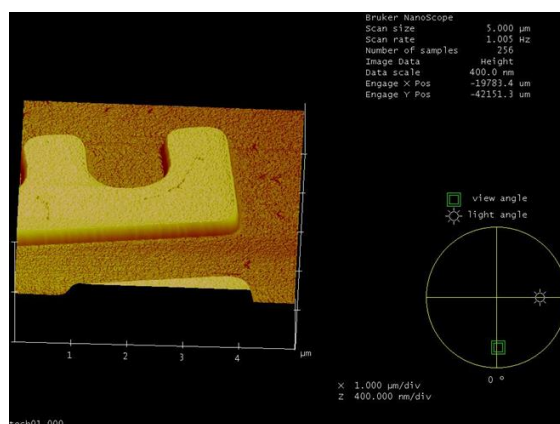


図 3. 図 2 のデータを 3 次元処理した像

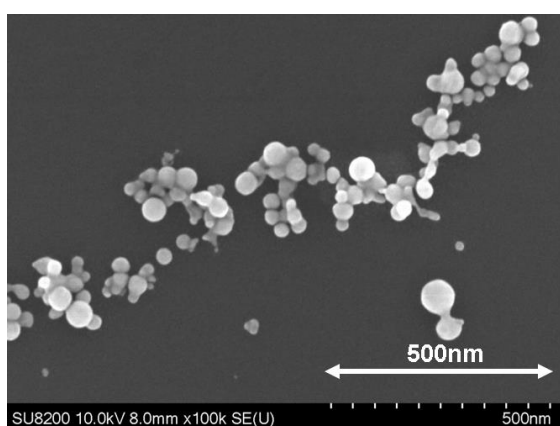


図 4. 滴下乾燥した金コロイドの SEM 像

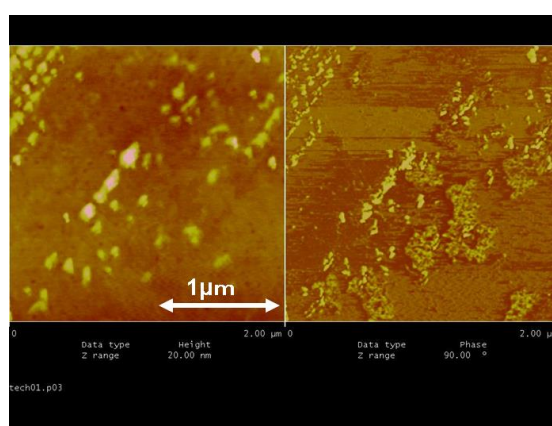


図 5. 滴下乾燥した金コロイドの AFM 像

また、イオンスパッタ装置 (E-1045) にて Si 基板に Pt コーティングを 1 分間おこなった表面や Si 基板の上に Si 板でマスクして 3 分間 Pt コーティングした結果生じる境目に観察位置をあわせ、観察してみてもほぼ平坦な状態であった。その後、段差系 Alpha-Step IQ で測定した結果 Si 基板から Pt コーティングした高さ方向は約 60 nm であったが、その段差までの距離が 100 μm あり AFM での走査範囲は 20 μm で行っていた為、観察できなかったと考えられる。

3. まとめ

AFM 校正用パターン試料については、観察できるようになったが、各々が業務に関連した試料については正確に観察できていない (AFM の観察に適した試料作製ができていない)。また、カンチレバー先端にレーザー光を当てる調整は個人差が大きく (状態にもよるが数分程度 \sim 1 時間)、まだまだ練習が必要である。

4. 謝辞

AFM の取扱・指導及び装置を使用させて頂いた、加藤剛志准教授に深くお礼申し上げます。