

## ■ はじめに

近年、ナノ材料に関する開発研究と製品が世界中で急速に増加してきている。同時に、それに対応して重要な鍵となるのは、ナノ材料の物性と安全性を正しく計測して評価することである。原子間力顕微鏡(AFM)は、数百ナノメートル以下のナノ構造に対して主力になるナノ計測技術の一つである。真空・大気・液中といったあらゆる環境で、導体・半導体・絶縁体等の材料の表面形状や、電気的性質や、様々な表面物性を、三次元画像として観察可能である。それに、ナノスケールで起こっている現象をリアルタイムで観測して、解析する可能性もある。

## ■ 活動内容

### 1. AFMによる精密ナノ計測に向けて

AFMは、カンチレバーの極先端の鋭い探針(プローブ)と試料の間に作用する原子間力を検出することによって、探針が試料表面をなぞって、表面の極微細な3次元的な様子を観察するツールである。それで、計測精度や分解能は針の大きさとカンチレバーのバネ定数、あるいは、測定している時の力による影響を受ける。

#### ●探針形状の効果を補正するための標準試料の開発

図1(a)は、その1例で、10nmクラスの探針形状を計測するための、約1nmの寸法精度をもつ、最小寸法10nmのナノ構造を含む標準試料の測定結果である[1-3]。この結果、探針と同等以下の寸法の、ナノスケール標準物質を実現し、精密なプローブ特性の計測を可能にした。

#### ●ナノ構造の表面形状の正しい計測に向けて

AFM測定の最適化や探針形状効果の除去を行う手順の開発をすすめている。図1(b)は、AFMで測定する時のパラメータの最適化を実施し、標準試料で探針形状を計測し、適当なモデルにより探針形状効果を補正したカーボンナノチューブの形状測定例である[3]。

#### ●薄膜の表面粗さの正しい計測に向けて

薄膜の表面構造や粗さは、薄膜の性質(力学的・光学的・電気的)に深くかかわっている。図1(c)は、正しい寸法を評価するために、モデルによるシミュレーションと実験を組み合わせたラフネスの振幅と探針形状の関係を調べた結果である[4]。

### 2. AFMの高性能化・高機能化

AFMの応用範囲は広がり、さまざまな環境下で起こる現象や反応を直接観察することが可能になってきている。水中や粘性の高い(>100 cP)環境でAFMを動作させる方

法、繰り返し再現性の高い計測を行うために、ダイヤモンド探針やカーボンナノチューブ探針の摩耗特性やその活用法を研究している[5]。溶液中での耐薬品性に優れており、液中で観察と加工を同時行うことも可能である。

### 3. 外部利用

現在、我々の開発した装置や標準試料は、外部公開計測設備として、下記のURL[6]で公開されており、外部から利用可能になっている。

## ■参考文献、知財、参考URL

- (1)H. Itoh, T. Fujimoto, and S. Ichimura, Rev. Sci. Instruments 77,103704 (2006).
- (2)特願 2006-220848、探針形状評価用標準試料
- (3) C.M. Wang; H. Itoh, Y. Homma, J.L. Sun, J. Hu, and S. Ichimura, JJAP Vol. 47, No. 7, 6128-6133, (2008).
- (4) C.M. Wang and H. Itoh, Meas. Sci. Technol. 24 (2013) 035401.
- (5)特願 2006-302874、カンチレバー共振特性評価法
- (6)表面プローブ顕微鏡(公開設備)  
<http://open-innovation.jp/ibec/device/>

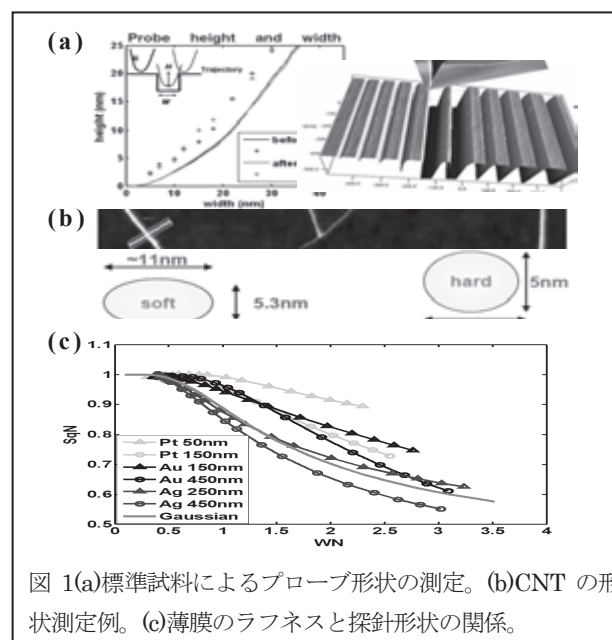


図 1(a)標準試料によるプローブ形状の測定。(b)CNT の形状測定例。(c)薄膜のラフネスと探針形状の関係。

代表発表者 王 春梅(ワン チュンメイ)

所属 (独)産業技術総合研究所  
計測フロンティア研究部門

問合せ先 〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1  
TEL:029-861-5752 FAX:029-861-5301  
h.itoh@aist.go.jp

■キーワード: (1)原子間力顕微鏡  
(2)探針形状  
(3)標準試料  
(4)表面粗さ