

## 第8回 ナノインデンテーション研究会報告

当社ナノインデンテーション研究会にご協力いただき感謝しております。皆様のご尽力で順調に回を重ね、12月17日には、第8回 ナノインデンテーション研究会を開催することができました。第8回は、これまでの研究会で講師をしていただいた先生方と、この研究会の発足時にお力添えいただきました方々に、パネラーとしてご参集いただき、それぞれの視点でナノインデンテーションに関するご意見をいただきました。パネラーの先生方からは、ナノインデンテーションに対する期待や、今後の目指すべき方向など、貴重なご意見をいただくことができましたので、当日の先生方のご発表の内容を簡単にご紹介させていただきます。この研究会がナノインデンテーションの有効活用に少しでもお役に立てることができれば幸いです。

第8回ナノインデンテーション研究会発表要旨（発表順）（敬称は省略させていただきます）

### 1 吉田豊信（東京大学）

#### 総論

薄膜の硬さなどが再現性良く測定できる評価装置として15年ほど前にHysitronの装置を導入したが、測定には熟練度が要求されるなどの問題があることが指摘された。ナノインデンターを展開するためにはユーザーフレンドリーな装置とすることが必要であるという示唆があった。

### 2 黒田カルロス清一（産業技術総合研究所）

#### ナノインデンテーション（NanoDMA）による高分子電解質の粘弾性と含水量の関係

固体高分子型燃料電池電解質材料の局所領域の粘弾性を湿度と温度を制御した環境中で測定した実験結果が紹介された。その結果、電解質膜のような吸水率の高いイオン性ポリマーであってもNanoDMAが適用可能であることが示された。

### 3 鈴木養樹（森林総合研究所）

森林（木材）分野での微小領域における材料評価—木材の構造や性質に起因する性能評価—シロアリの摂食行動が紹介された。シロアリがどのように木材を摂食していくかはまだ明らかではなく、食害防止のためにもシロアリの大あごの弾性率をナノインデンターで測定することに興味があるという意見が示された。

### 4 杉浦眞佐（パークシステムズジャパン）

#### AFMを用いたナノインデンテーション

パークシステムのAFMとそのインデント機能が紹介された。

### 5 ティティ レイ（オミクロンナノテクノロジージャパン）

#### 薄膜への適用例

オミクロンナノテクノロジージャパンの分析室で実施する依頼分析ではポリマーや薄膜関係の試

験が多いことを示した。また、分析室で実施したアルミナ超薄膜の評価事例を紹介した。

## 6 南口裕亮 (同志社大学)

エレクトロスピニング法により創製したナノファイバ単繊維の機械的特性評価手法開発  
エレクトロスピニング法で作製したポリ乳酸ナノファイバ(直径約1 $\mu$ m)の引張り試験を行い、引張り強度を求めた結果が紹介された。併せて、コラーゲンシートの液中における硬さ測定、ポリシリコン薄膜の曲げ試験の紹介がなされた。

## 7 平方寛之 (大阪大学)

ナノ構造要素の変形と破壊の力学

自己組織化ナノ構造配列の変形・強度特性、およびナノ構造体の界面破壊力学に関する研究成果が紹介された。特異なナノ構造をもつ材料の摩擦をナノスクラッチ法で観察し、大きな異方性があることが示された。また、界面破壊に関しては、ナノインデンテーションには狙った箇所を正確に変形できるという利点があることが指摘された。

## 8 古賀智之 (豊田中央研究所)

高分子材料試験でのナノインデンテーション法評価への期待

Hysitron装置はX-Y方向に走査出来ることが特徴であることが指摘され、同時にランプスクラッチ法に対する興味も述べられた。また、温度環境を精密に制御できる装置を開発することが望ましいという指摘があった。

## 9 中嶋 健 (東北大学)

AFMを用いた弾性率測定

AFMとナノインデンターの比較が紹介された。AFMでインデンテーションする場合には材料の傾き、表面形状が大きく影響するので注意することが必要であるとの指摘があった。

## 10 大川登志郎 (オミクロンナノテクノロジージャパン)

ナノインデンテーション法の真空装置への導入

TEM-PicoインデンターとSEM-Picoインデンターを用いた真空中でのReal Timeその場観測の事例を紹介した。

## 11 田所信幸 (HOYA)

メガネ用レンズのコーティング膜評価

磁気HD保護層のナノインデンターによる測定事例と、メガネ用レンズのキズつきにくさの評価にインデンターを用いた事例が紹介された。有機系コーティング膜のように非常に軟質な粘弾性特性を持つ材料の評価には困難さがあることが指摘された。

## 12 佐々木成朗 (成蹊大学)

STM/DLFMの理論シミュレーション

ナノスケールで摩擦を制御するシステムや概念のシミュレーション結果が紹介された。例としてC\_60, C\_70封入グラフェンの超潤滑特性の異方性とグラファイトの摩耗特性が紹介された。また、DLFMの二次元マップのシミュレーションと実験結果が一致することが紹介された。

### 1 3 竹田正明（東レリサーチセンター）

ナノインデンテーション分野への期待

ナノインデンテーションの最大の利点はローカルな情報が得られることであることが指摘され、分析事業者としては、材料試験の総合解析にとって、ナノインデンテーションによる微小領域の材料の機械的特性の測定評価が役に立つことが示唆された。今後は特殊な環境で試験が実施できるような装置整備をしてほしいという要望が出された。

### 1 4 服部浩一郎（産業技術総合研究所）

計装化押し込み試験Instrumented Indentation Test (IT)の標準について

ISO14577に関する現状が報告され、ゼロ点の求め方、荷重変位曲線の傾きの求め方、接触面積の求め方等の問題が残されていることが紹介された。ナノインデンテーションの値の信頼性を向上させるためには、数種類の標準試料が必要であることが指摘された。

### 1 5 菅沼幹裕（愛知県産業技術研究所）

ナノインデンテーション法をさらに普及させるには

ナノインデンテーションを普及させるためには、（１）知識ベースの共有化、（２）圧子の供給体制の充実、（３）数種類の標準試料の供給、（４）圧子の変位と荷重の校正が可能な装置など、が必要であることが指摘された。

### 1 6 叶 展平（日産アーク）

ナノ力学物性と薄膜の硬さ

球形圧子ナノインデンテーション法の有効性が指摘された。球形圧子を用いれば、弾性領域と塑性領域が分けられ、結果として降伏応力が求められるという利点があることが示された。

### 1 7 大村 孝仁（物質・材料研究機構）

ナノインデンテーション技術の今後の展開

ナノインデンテーションの測定を高度化するには、（１）測定データの高精度化、（２）解析手法の一般化、（３）材料強度の根本的な理解、が必要であることが指摘された。さらにTEM-Picoインデントを用いて、鉄・カーボン系材料のDislocationの発生・成長をReal timeで観察した結果が紹介された。