

## 5 九州大学クリーン実験ステーション（クリーンルーム；九州大学）

### 1. はじめに

九州大学クリーン実験ステーションは、「先端ものづくり」を通じて「若手技術者の育成」、「日本企業の産業競争力強化」、「研究開発投資効果の向上」に貢献することを主たる目標として利用しており、文部科学省先端研究施設共用促進事業「九州大学クリーン実験ステーション」（平成 25 年度より、「先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業」）を平成 22 年度から約 6 年間にわたり実施してきている。平成 27 年度は本事業の最終年度で、技術アドバイザーの指導のもとに、1 名の施設共用技術指導研究員と 1 名の事務兼共用促進リエゾンが、佐賀県立九州シンクロトン光研究センター内に設置したクリーン実験ステーション運営サポートオフィスに常駐し先端実験研究施設の共用促進を進めた。以下では、平成 27 年度における活動の概要、得られた注目すべき成果について概説する。

### 2. 平成27年度の活動概要と特筆すべき成果

九州大学クリーン実験ステーションにおける主な先端共用設備は走査型プローブ顕微鏡で、最近では単に試料表面のイメージを得ることだけに留まらず、より定量的なナノスケール物性評価のための利用が多く分野で求められて来ている。本施設では、モデル化やコンピュータシミュレーションを援用して測定データの解析を行うことにより、ナノスケールでの定量的な電気及び機械的特性評価を可能にしている。平成 27 年度になされた主な定量解析・評価の内容は以下の通りである。

#### 2-1 走査型マイクロ波顕微鏡（SMM）によるキャパシタンスのナノスケール絶対値測定

SMM はネットワークアナライザーにより同軸ケーブルを通じて原子間力顕微鏡プローブにマイク

ロ波を導入しその反射率を測定する最先端計測装置で、国内では本施設のみで共用が可能である。本設備は半導体やバイオ試料等のナノスケールインピーダンス計測への応用が期待されているが、インピーダンスの絶対値測定技法は未だ十分に確立されていないのが現状である。本施設では、SMM 測定データの解析技術をここ数年にわたり検討して来ており、AC(Tapping) mode によりマイクロ波反射率振幅の Tapping 周波数変調を行う新しい計測法を考案した。図 1 に標準試料の測定結果の一例を示す。



図 1 AC(Tapping) mode SMM によるキャリア濃度測定結果の一例：キャリア濃度が小さいほど空乏層が拡がり、それにより depletion capacitance が減少するのでロックインの振幅  $V$  も減って行く。

#### 2-2 ケルビンプローブフォース顕微鏡（KPFM）による仕事関数の定量測定

金属や半導体の仕事関数定量測定技法を確立した。現状では、高抵抗 Si(001)基板を標準試料として実験データを校正することにより  $\pm 0.05$  eV の精度で仕事関数の測定が可能である。このような測定技法は、企業における新規高性能陰極線源の研究開発に利用可能で、九州大学と企業間の産学共同研究に使用されている。また、本施設の自主事業として、「KFM による金属担持酸化チタン光触媒薄膜および CIGS 太陽電池用多層薄膜構造の表面電位観察」を九州大学大学院材料工学部門学生の修士および学士の研究テーマとして実施しており、「若手技術者の

育成」にも貢献している。

### 2-3 走査型原子間力顕微鏡 (AFM) ナノインデンテーションによる材料の表面硬度とプラスチック性評価技法の確立

AFMナノインデンテーションによる粘弾性測定データを用いて“プラスチック性”を評価するための新しい解析技術を開発した。実験は、シリコン製のカンチレバー先端のnano-sphere tipを種々のDC力で押し込み、このDC力にAC力を重畳してロックイン測定を行った。図2は代表的な有機ガラス材料として知られるポリカーボネート(PC)とアクリル(PMMA)のAC振動数8,000-10,000 Hzにおける振動スペクトルの一例である。この様な振動スペクトルデータをStandard Linear Solid(SLS)モデルを用いて、共鳴ピークよりプラスチック材料の”rubbery”弾性率 $k_e$ と粘性率 $\eta$ を評価できることを示した。

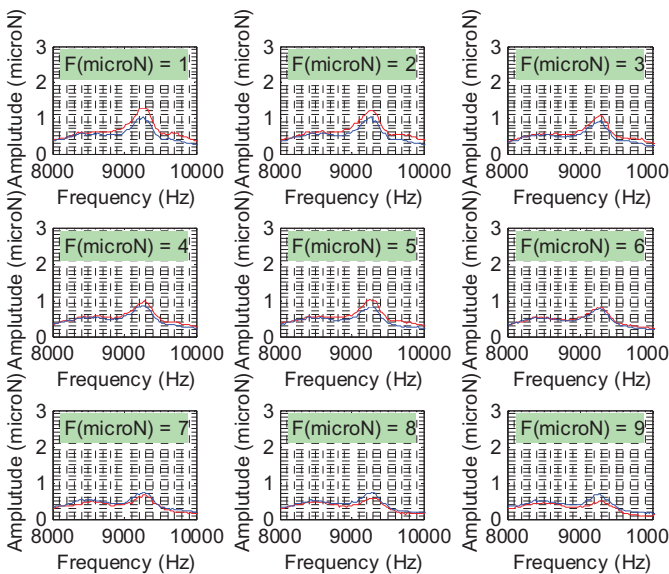


図2 有機ガラス材料 PC(赤)、PMMA(青)の振動スペクトル：DC力1～9  $\mu\text{N}$  に対する共鳴ピークの位置とそのスペクトル幅より弾性率  $k_e$  と粘性率  $\eta$  を評価する。

### 3. 農業・漁業等分野への先端施設利用

平成25年度以降は、走査型プローブ顕微鏡を含む先端設備の農業、漁業等の分野への新たな展開を図るために、「農業・漁業・食品・環境分野における先端研究施設の利用」に関する会議を主催している

が、平成27年度はエネルギー分野も加えた第3回研究会(図3)を開催した。本研究会には地域企業や公設試に所属する方々を含めて約30名の参加があった。



図3 研究会報告集表紙

### 4. おわりに

九州大学クリーン実験ステーションにおける文部科学省先端研究施設共用促進事業は平成27年度で終了したが、平成28年度以降は九州大学による独自事業として継続している。地域発イノベーション創出のために、今後益々、本施設が産学共同研究や地域産業界からの積極的な利用に供されることを期待している。

九州大学大学院工学研究院材料工学部門

有田 誠