

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」として更に発展・強化）を平成 21 年度から約 6 年間に渡り実施してきている。平成 26 年度は、本事業推進のために技術アドバイザーの指導のもと 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ロ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 26 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26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の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 26 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、図 1 に示す様なマイクロ波複素反射率の周波数スペクトルを複素表面上の写像として考察する新しい解析法を開発している。

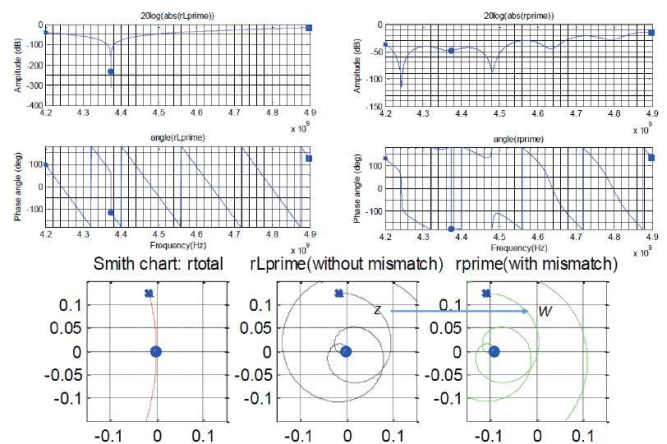


図 1 SMM データの新しい解析技法：周波数範囲 4.2-4.9 GHz における反射率振幅と位相を複素平面における写像として解析することにより、10 nm 程度の位置分解能で約 1 aF (10^{-18} F)の感度でキャパシタンス測定が可能であることを示した。

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)表面で実験データを校正することにより ± 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、例えば企業

における新規高性能陰極線源の研究開発に利用可能で、産学共同研究用として活用された。また、本施設の自主事業として、光照射酸化チタン光触媒薄膜のKFMによる表面電位分布の観察と分析を九州大学大学院学生の修士論文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Unload曲線の弾性理論解析に基づいてプラスチック材料の“表面硬度”と“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。図2は代表的な高機能樹脂として知られるポリカーボネート(PC)とアクリル(PMMA)の解析例である。ポリカーボネートのほうがアクリルよりも傷は付きやすい反面、その耐衝撃性はアクリルに比べて200倍以上強いことが知られている。従来の測定においては、プラスチック変形が起こるまで表面に力を加えてその硬さを評価している。また、ヤング率(Y)とポアソン比(ν)は棒状試料の引っ張り試験から求めるのが通常である。PCでは $Y=2.35$ GPa, $\nu=0.38$ 、PMMAでは $Y=3.0$ GPa, $\nu=0.35$ 程度であることが知られているが、プラスチック性との関係は十分に理解されていない。本施設で開発したAFMナノイ

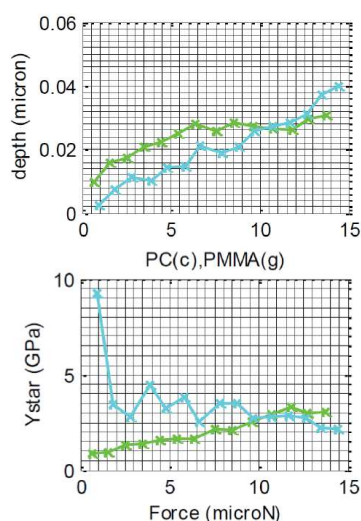


図2 プラスチック材料PC(青)、PMMA(緑)の“表面硬度”と“プラスチック性”の解析結果：(上)力-表面の変形深さ、(下)力-弾性係数の関係。

ンデンテーションによる解析技術により、PCはPMMAに比べて柔らかいがプラスチック性を有し、PMMAはPCより硬いがプラスチック性は殆ど無いことが示された。

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26年度は第2回となる研究会(図3)を開催し地域企業や公設試に所属する方々を含めて30名以上の参加があった。

文部科学省 先端研究基盤共有プラットフォーム形成事業 「九州大学クリーン実験ステーション」
「農業・漁業・食品・環境分野における先端研究施設の利用」
 に関する研究会 報告集



図3 研究会報告集表紙

4. おわりに

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
 本岡 輝昭