

## 九州大学「クリーン実験ステーション」

有田誠<sup>1,2</sup>, 山内貴志<sup>3</sup>, 鳥越和尚<sup>4</sup>, 土淵香織<sup>5</sup>, 栗野由紀子<sup>1</sup>, 本岡輝昭<sup>1,2</sup>,

池田晃裕<sup>6</sup>, 浅野種正<sup>6</sup>, 高橋和敏<sup>7</sup>, 郭其新<sup>7</sup>

<sup>1</sup>九州大学クリーン実験ステーション

<sup>2</sup>九州大学大学院工学研究院材料工学部門

<sup>3</sup>九州工業大学宇宙環境技術ラボラトリー

<sup>4</sup>(株) SUMCO

<sup>5</sup>産業技術総合研究所製造技術研究部門センシング材料研究グループ

<sup>6</sup>九州大学大学院システム情報科学研究院

<sup>7</sup>佐賀大学シンクロトロン光応用研究センター

九州大学「クリーン実験ステーション」は、平成 20 年度文部科学省施設整備費補助金を原資として九州シンクロトロン光研究センター内に整備され、平成 21 年 7 月より施設の運用を開始した施設である。同年 11 月から平成 27 年度に亘っては、文部科学省「先端研究施設共用促進事業」および「先端研究基盤・プラットフォーム形成事業」のもと、本施設の運転時間の一部を外部、特に産業界に開放することで装置の共用利用を進めてきた。平成 28 年度からは九州大学クリーン実験ステーションリサーチコアによる運営のもと、佐賀大学シンクロトロン光応用研究センターの協力も得て、引き続き各種装置を共用のため企業等へ開放している。「クリーン実験ステーション」の主要目的は、地域産業の高度化と新規産業の創出、先端技術を担う人材の育成、九州地域における産学連携拠点の形成である。

当施設では原子間力顕微鏡 ( Atomic Force Microscopy: AFM )、ケルビンフォース顕微鏡 ( Kelvin Force Microscopy: KFM )、そして、国内では当施設でのみ共用可能である走査マイクロ波顕微鏡 ( Scanning Microwave Microscopy, SMM )が主な共用装置となっており、有機・無機ハイブリッド材料、金属や半導体など様々な材料分野の評価・測定だけでなく、農業・漁業分野や医療・美容分野においても利用されている。ここでは、その代表的な測定結果を紹介する。

---



# 九州大学「クリーン実験ステーション」

有田誠<sup>1,2</sup>, 山内貴志<sup>3</sup>, 鳥越和尚<sup>4</sup>, 土刈香織<sup>5</sup>, 栗野由紀子<sup>1</sup>, 本岡輝昭<sup>1,2</sup>,  
池田晃裕<sup>6</sup>, 浅野種正<sup>6</sup>, 高橋和敏<sup>7</sup>, 郭其新<sup>7</sup>

- <sup>1</sup>九州大学クリーン実験ステーション
- <sup>2</sup>九州大学大学院工学研究院材料工學部門
- <sup>3</sup>九州工業大学宇宙環境技術ラボラトリー
- <sup>4</sup>(株)SUMCO
- <sup>5</sup>産業技術総合研究所製造技術研究部門センシング材料研究グループ
- <sup>6</sup>九州大学大学院システム情報科学研究院
- <sup>7</sup>佐賀大学シンクロtron光応用研究センター



九州大学「クリーン実験ステーション」は、平成21年7月より佐賀県立九州シンクロtron光研究センター内にて運用を開始し、同年から平成27年度に亘って文部科学省「先端研究施設共用促進事業」および「先端研究基盤・プラットフォーム形成事業」のもと、本施設所有の装置類を企業等に開放してきた。平成28年度からは九州大学クリーン実験ステーションリサーチコアによる運営のもと、佐賀大学シンクロtron光応用研究センターの協力も得て、引き続き運用を継続している。

当施設では原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscopy: AFM)、ケルビンフォース顕微鏡 (Kelvin Force Microscopy: KFM)、国内では当施設でのみ共用可能である走査マイクロ波顕微鏡 (Scanning Microwave Microscopy, SMM) が主な共用装置となっており、有機・無機ハイブリッド材料、金属や半導体など様々な材料分野の評価・測定だけでなく、農業・漁業分野や医療・美容分野においても利用されている。ここでは、その代表的な測定結果を紹介する。

## 共用施設の紹介

<h3>クリーンルーム (Saga-LS 実験室10)</h3> <p>エアシャワー室 洗浄度クラス1000 (パーティクルサイズ 0.3μm) クリーンルーム レジスト感光防止用照明</p>	<h3>超薄膜形成装置</h3> <p>Chemical Vapor Deposition: 化学気相堆積法</p> <p>特微: 超音速フージェットによる薄膜形成</p>	<h3>化学処理用ドラフトチャンパー</h3> <p>有機溶剤用ドラフト 酸・アルカリドラフト</p> <p>各ドラフトで純水供給可能</p>	<h3>走査型プローブ顕微鏡 (SPM)</h3> <p>一例: 走査型マイクロ波顕微鏡 (SMM) モード</p> <p>※ SPMで動作可能なその他のモード KFM (ケルビンフォース顕微鏡) AFM (原子間力顕微鏡) STM (走査トンネル顕微鏡)</p>
--	--	---	--

## これまでの装置利用例と測定結果

<h3>ナノポラスSi基板への生体分子吸着の観察</h3> <p>分野: ナノ材料</p> <p>● ナノサイズの穴の中への生体分子の付着を確認。</p>	<h3>表面ラフネスと欠陥観察</h3> <p>分野: 半導体材料・プロセス</p> <p>● 数nmの表面構造を詳細に評価することが可能。</p>	<h3>断面形状観察</h3> <p>分野: バイオ</p> <p>● 断面形状を作成することで、種葉成長により形成する輪軸をAFMにより観察し、輪軸間隔や本数などを測定可能。</p>	<h3>表面形状とラフネス</h3> <p>分野: バイオ</p> <p>● AFMにより、表面形状の変化とその総量を測定可能。</p>
---	--	--	--

<h3>KFM (ケルビンフォース顕微鏡) による、材料の表面電位・仕事関数の測定</h3> <p>表面電位差検出の仕組み</p> <p>Energy diagrams for two metals</p>	<h3>ドーピングSiのキャリア濃度とp-n判定</h3> <p>スプレッドング法で作製したZnMgO/ZnO多層膜の界面観察</p> <p>光照射下KFM測定による光触媒薄層材料解析</p>
---	--

<h3>1. 伸長固定されたDNAの蛍光顕微鏡観察</h3> <p>2. 伸長固定されたDNA試料のSMM測定</p>	<h3>3. マイクロ波反射強度の解析、SMMによるDNA測定モデル化</h3> <p>① 電場解析による共振条件の決定 ② 伝送線路のマイクロ波伝搬解析 ③ DNA測定モデル化</p>	<h3>4. 反射強度と検出限界</h3> <p>針尖曲線幅20nm, 針中心から半径50nmの円周上の同種基材料に対してA.T.Gによる反射強度のデータが出た。今回実際に測定した幅100nmのバンドルしたDNAならば塩の濃いを反映するデータが得られる可能性がある。</p>	<h3>λ-DNAのSMMによる観察</h3> <p>SMMによるDNA分子の観察結果 ● DNAを伸長固定し、AFMによる形状測定とSMMによる反射強度測定を同時にを行い、DNAの局所部位における反射強度の変化を測定する。</p>
---	---	---	--

<h3>カンチレバーの反りを利用した力の測定</h3> <p>硬い材料 vs 柔らかい材料</p> <p>● 弾性 ● 非弾性 ● 塑性変形 ● 凝着 ● 粘弾性, など</p>	<h3>SMMによるシリコン基板中のドーパント濃度分布の観察</h3> <p>半導体材料・デバイスのインターフェイスキャパシタンス測定</p> <p>● 半導体中の不純物 (ドーパント) 濃度の測定 ● 結晶質や非晶質/結晶界面の評価 ● 結晶欠陥の検出</p>
---	---

<h3>まとめ</h3> <p>九州大学「クリーン実験ステーション」は、最先端機器の産業界等への開放を通じて、地域産業の高度化と新規産業の創出、先端技術を支える人材の育成、九州地域における産学連携拠点の形成を目指している。</p> <p>バイオ分野 ● 漁業・美容業界等の新規分野での利用が増加。 ● 国内では当施設のみ共用可能なSMMを用い、生体試料の特性評価が可能。 ● SMMによる新規DNA塩基配列解析法を検討中。</p> <p>材料分野 ● 形状測定・・・様々な材料・試料形状に対応 ● 力学測定・・・機械特性と微細な分散構造 ● 電気測定・・・仕事関数、ドーパント濃度分布など</p> <p>モデル化とシミュレーションを利用し、ナノスケール領域での物性測定データを、定量的に解析し、地域の「ものづくり」に生かすことを目指している。</p>	<h3>施設利用に関するお問い合わせ先: 九州大学クリーン実験ステーション</h3> <p>e-mail: <a href="mailto:info@kuclf.kyushu-u.ac.jp">info@kuclf.kyushu-u.ac.jp</a>, home page: <a href="http://kuclf.kyushu-u.ac.jp/">http://kuclf.kyushu-u.ac.jp/</a></p>
---	--