C147-3098C

SHIMADZU
Excellence in Science

走査型プローブ顕微鏡

Scanning Probe Microscope/Atomic Force Microscope

SPM-Nanoa

SPM-Nanoa™

Scanning Probe Microscope/Atomic Force Microscope

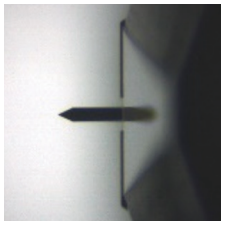
あなたの「観たい」を叶えます

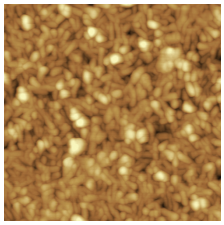
SPM-Nanoaは、先進の高感度検出系と自動観察機能を標準搭載。
あなたの「観たい」をもっと簡単に、もっと詳細に、もっと迅速に。
微小領域の形状観察から物性測定まで力強くアシストします。

01 自 動 観 察

レーザーの光軸調整と観察中の条件設定、画像処理を自動化

P4





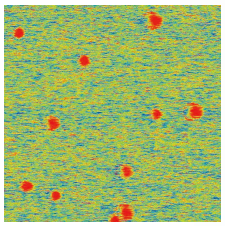
光軸調整を完全自動化
“Link On”

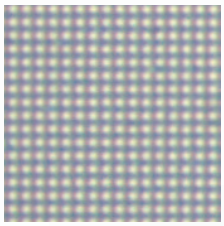
観察条件を自動設定
“NanoAssist”

02 高 機 能

光学顕微鏡からSPMまで鮮明に捉える

P6





多彩な観察モード

ターゲット探索を簡単に

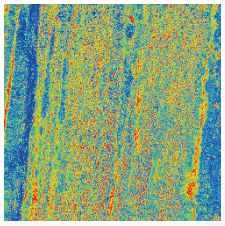
局所的な物性を高分解能で

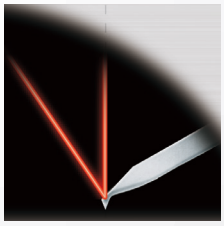
8K画像で高解像度広域観察

03 時 間 短 縮

多彩なサポート機能で迅速な観察を実現

P8





ハイスループット観察・高速物性マッピング

簡単でスムーズな試料交換

簡単で確実なカンチレバー交換
“カンチレバーマスター”

01 自動観察

ANALYTICAL INTELLIGENCE

レーザーの光軸調整と観察中の条件設定、画像処理を自動化

標準試料・標準カンチレバー使用時：所要時間約５分*

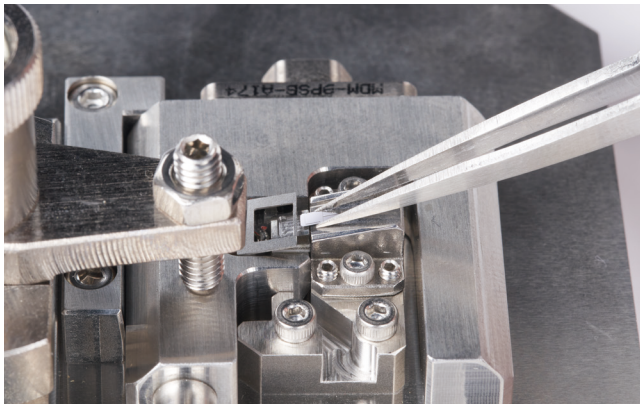
＊1 μmの視野を256×256画素で自動観察した場合の所要時間です。所要時間は観察条件によって異なります。

カンチレバーセット → 自動光軸調整 (AUTO) → 試料セット → 自動観察 (AUTO) → 画像処理 (AUTO)

従来のSPMでは慣れが必要だった光軸調整と観察中の条件設定、画像処理を自動化することで、ストレスフリーな観察をサポートします。

STEP 1

カンチレバーをセット



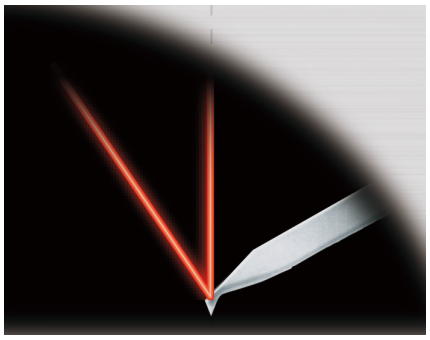
簡単で確実なカンチレバー交換 “カンチレバーマスター（オプション）”

取付治具で
取り付けらくらく

詳細はP.9

STEP 2

ワンクリックでレーザーの光軸を自動調整 AUTO



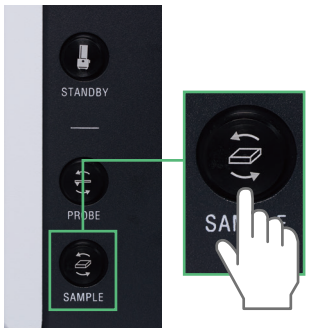
光軸調整を完全自動化 “Link On”

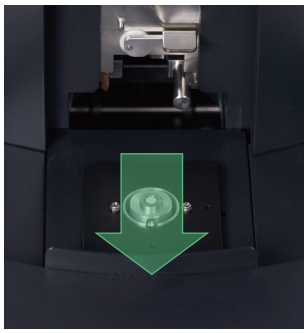
Link Onボタンを
クリックするだけで
レーザーの光軸調整完了

レーザーをカンチレバー背面に照射し、その反射光を検出器に入射させる光軸調整を自動化しました。作業に慣れる必要がなく、誰にでも同じように光軸調整が行えます。

STEP 3

簡単でスムーズな試料セット



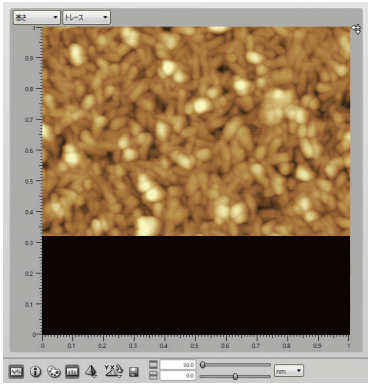


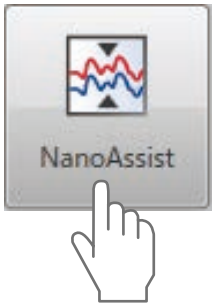
本体のボタン1つで
ステージオープン

詳細はP.9

STEP 4

ワンクリックで観察中の条件を自動設定 AUTO





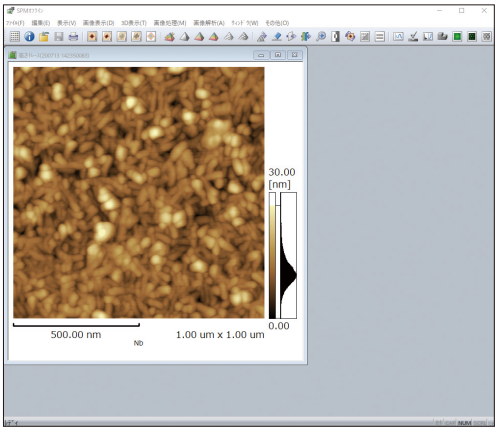
NanoAssistボタンを
クリックするだけで
観察条件の設定完了

観察条件を自動設定 “NanoAssist”

ノウハウが必要な観察条件設定を自動化しました。SPM-Nanoa独自のアルゴリズムにより、オペレーターに依存しない観察を実現します。

STEP 5

画像処理 AUTO



取得画像を自動で傾き補正

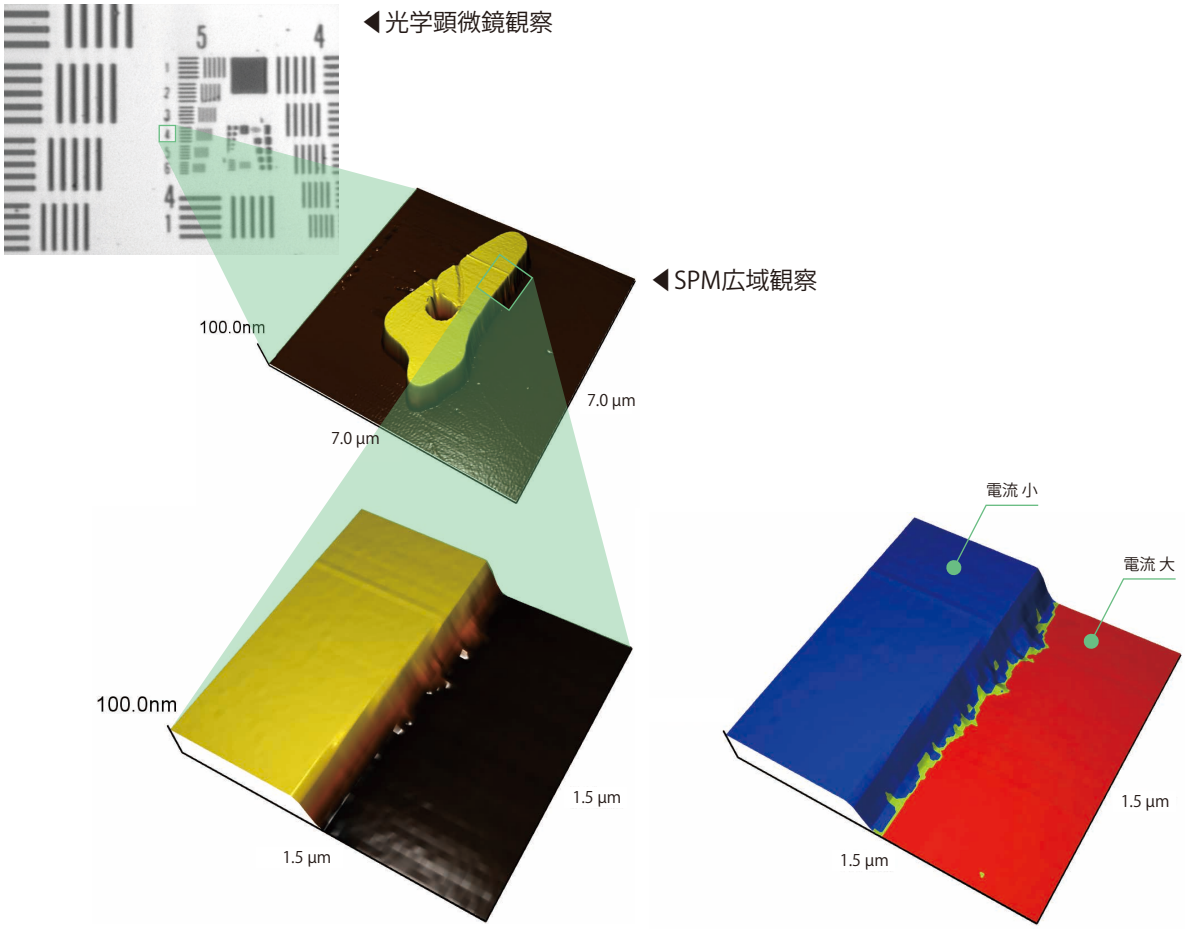
操作の流れを
動画で体感!

02 高機能

光学顕微鏡からSPMまで鮮明に捉える

光学顕微鏡でターゲットを探し、簡単にSPMで拡大観察ができます。また、表面形状像と同一視野で別の物性情報を取得可能です。

試料：Si上のSiO_2パターン



▲SPM高分解能観察

▲SPM電流像
（表面形状像と電流像の重ね合わせ表示）

多彩な観察モード

形状観察からフォースカーブ測定による物性マッピングまで、多彩な観察モードをサポートしています。
物性評価を高分解能で行うことができます。

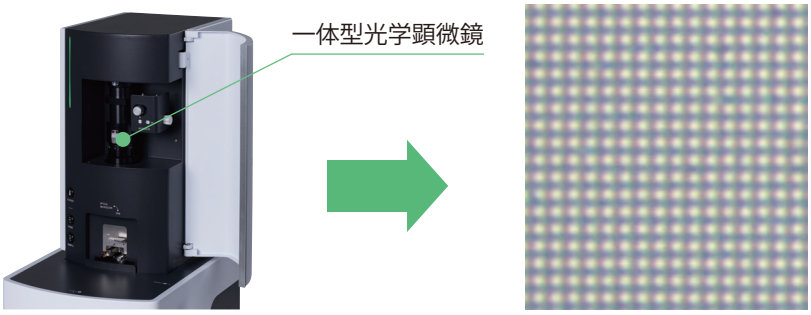
形状	機械特性	電磁気	加工
コンタクト ダイナミック	位相 水平力（LFM） フォースモジュレーション ナノ3Dマッピング™ Fast※	電流※ 磁気力（MFM）※ 表面電位（KPFM）※ 圧電応答（PFM）※ STM※	ベクタースキャン※
			雰囲気制御 液中観察※

※はオプションです。

ターゲット探索を簡単に

一体型の高性能光学顕微鏡を採用しました。分解能と操作性の向上により、ターゲットの探索が簡単に行えます。

■ テストパターンの観察

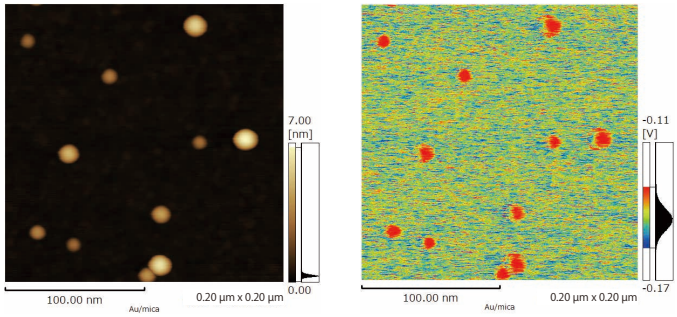


一体型の光学顕微鏡（左）で試料表面の3 μmピッチの構造が明瞭に観察できています。

局所的な物性を高分解能で

非常に軟らかい試料の変形や、試料の機械特性・電気特性の違いが局所的であっても高分解能で観察できます。

■ マイカ基板上の金ナノ粒子のKPFM観察

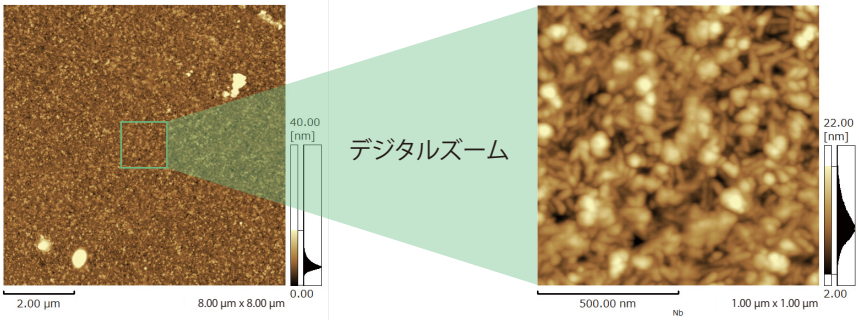


0.2 μmの形状像（左）と同じ視野の表面電位像（右）が同時に観察できています。

8K画像で高解像度広域観察

広域観察したときでも微細な構造を観察できます。最大8K（8192×8192）画素での高分解能観察を実現しました。

■ 金属蒸着膜の観察



観察視野　：8 μm
データ点数：8,192×8,192

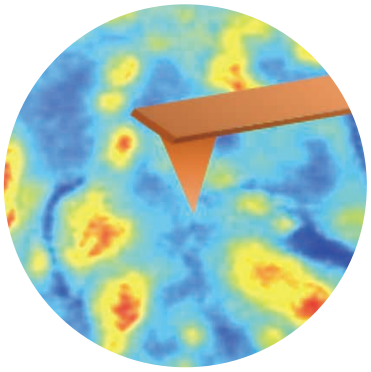
観察視野　：1 μm
データ点数：1,024×1,024

03 時間短縮

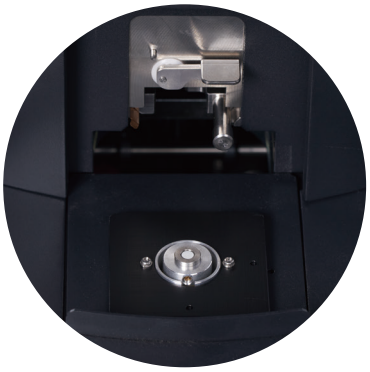
多彩なサポート機能で迅速な観察を実現

観察と物性マッピングを高速化することで、観察時間を大幅に短縮しました。
簡単な試料交換とカンチレバー交換で、観察前準備も素早く行うことができます。

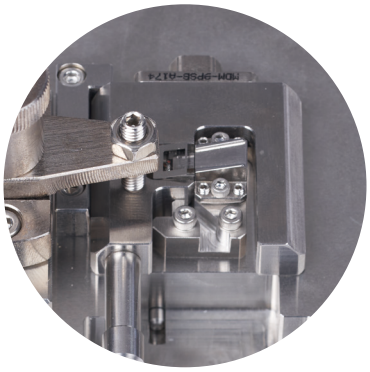
観察時間の大幅短縮を可能にした3つの機能



ハイスループット観察
高速物性マッピング



簡単でスムーズな
試料交換



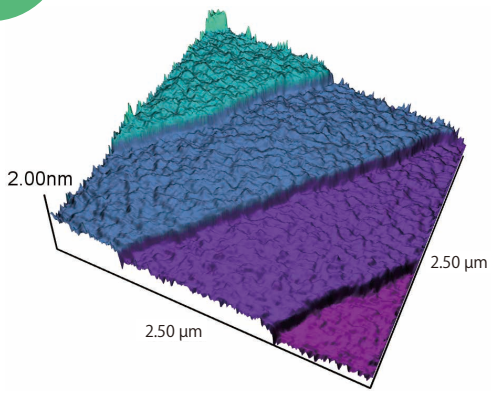
簡単で確実な
カンチレバー交換

ハイスループット観察
高速物性マッピング

高速応答を実現したHTスキャナの採用と制御アルゴリズムの最適化により、観察と物性マッピングのデータ取得時間を大幅に短縮しました。

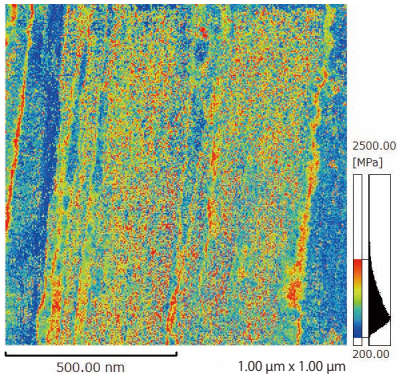
観察時間
約25秒*

TiO_2の原子ステップ観察



観察時間
約21分*

高密度ポリエチレンの
弾性率マッピング

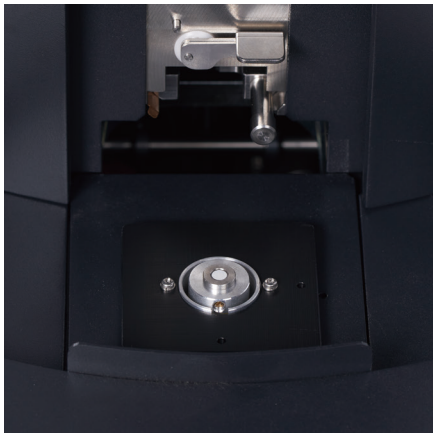


動画で速さを体感!

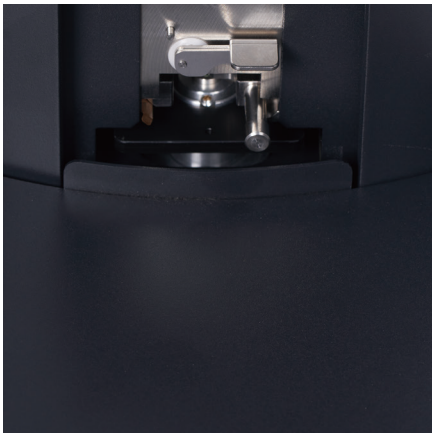
＊観察時間は観察条件によって異なります。

簡単でスムーズな試料交換

ワンタッチでステージを自動でオープン、クローズでき、試料のセットと取り出しができます。
レーザーの照射位置が維持されるため、試料交換後もすぐに観察することが可能です。



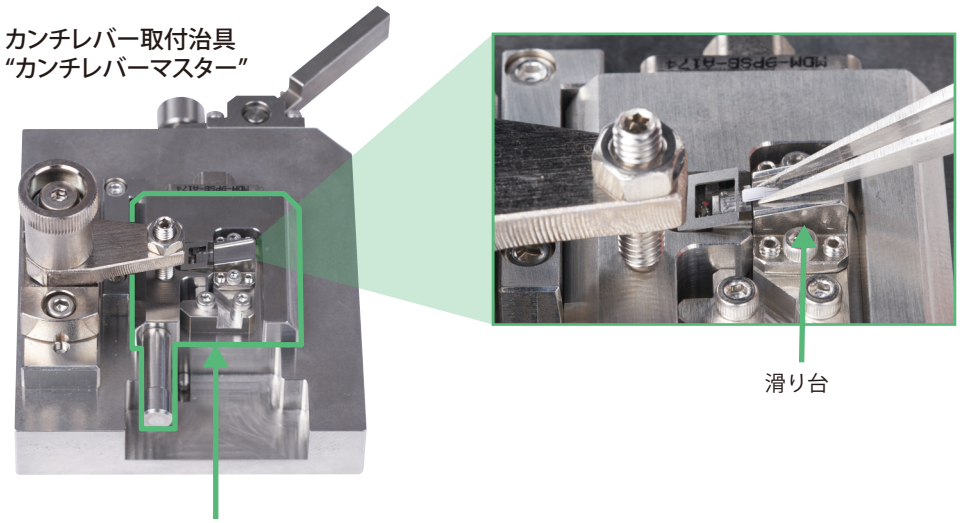
ステージオープン



ステージクローズ

簡単で確実なカンチレバー交換 “カンチレバーマスター（オプション）”

カンチレバーを所定の位置に置き、ガイドに沿って滑らせるだけで、取り付けが可能です。
ピンセットの扱いに不慣れな方でも、簡単・確実に作業を行えます。



動画で簡単交換／ストレスフリーを体感！

アプリケーション

ハードマテリアルからソフトマテリアルまで、あらゆる試料に幅広く対応し、あなたの「観たい」に強力なアプリケーションで応えます。

ハードマテリアル

・ナノ粒子　・ナノファイバー
・フィラー　・セラミックス　・金属

ソフトマテリアル

・樹脂　・ゴム　・フィルム
・生体材料　・複合材料

ライフサイエンス・ヘルスケア

・脂質膜　・細胞　・生体分子　・毛髪

エレクトロニクス

・電池材料　・半導体　・記録媒体

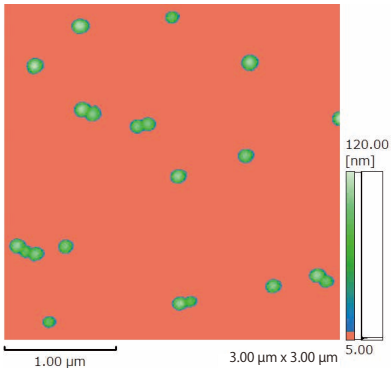
『観たい』ことはなんですか？

表面形状	機械特性	磁気特性	電気特性
・形状　・長さ/径 ・粗さ　・分散状態	・弾性率　・摩擦力 ・粘着、吸着、凝着	・磁気力　・磁区 ・磁気分布	・表面電位　・静電気力 ・電流分布　・I-V特性 ・圧電材料の応答
・コンタクト ・ダイナミック	・位相 ・フォースモジュレーション ・水平力（LFM） ・フォースカーブ（粘弾性）*	・磁気力（MFM）*	・電流* ・表面電位（KPFM）* ・圧電応答（PFM）* ・トンネル電流（STM）*

*はオプションです。

ハードマテリアル

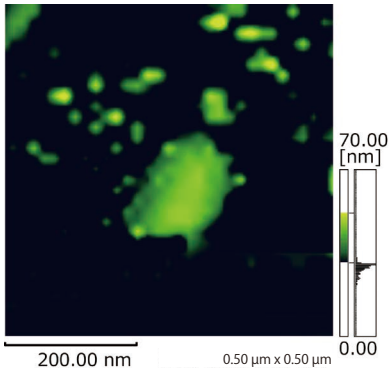
■ シリカナノ粒子



シリカナノ粒子を観察しました。
ナノ粒子のサイズが均一であることが確認できます。

ライフサイエンス・ヘルスケア

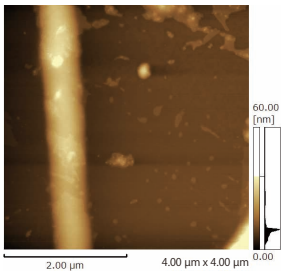
■ 細胞外小胞



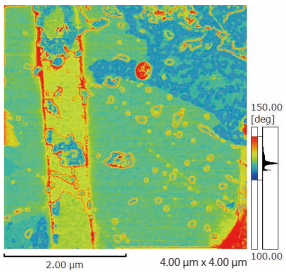
中央部の大きな粒子が細胞外小胞です。形状観察だけでなく機械特性の評価も可能で、エクソソームやリポソーム、高分子ミセルに代表される病態解明やDDS研究等に役立つことが期待されます。（ナノ3DマッピングFast 使用）

ソフトマテリアル

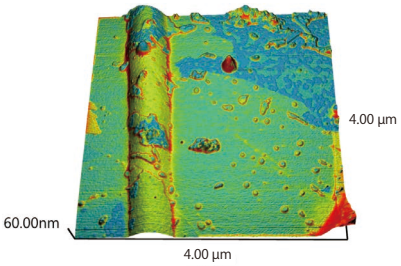
■ PVP/CNF複合材料



表面形状



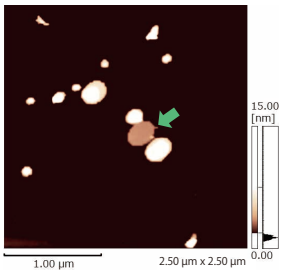
位相



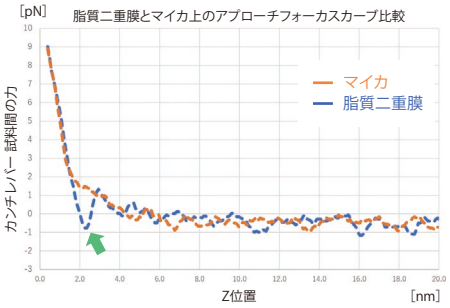
表面形状＋位相

セルロースナノファイバー（CNF）水溶液とポリビニルピロリドン（PVP）水溶液を混合し、エレクトロスピニング法でSi基板上へ射出したものを観察しました。表面形状像では円柱状の形状が見られ、位相像ではCNFとPVPの物性の違いが、コントラストの違いとして得られています。　（試料ご提供：三重大学大学院 生物資源学研究科 中井先生）

■ 脂質膜



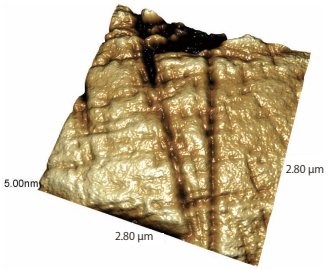
表面形状



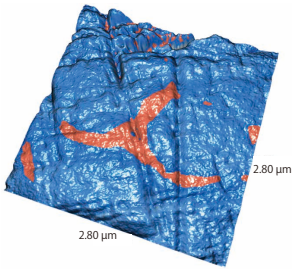
脂質膜を観察しました。表面形状像（左）の中央部に厚さ6nm程度のパッチ状の脂質膜が観察されています（矢印）。この脂質膜上で取得したフォースカーブ（右）では、脂質膜に探針が侵入した際に生じる力変化（矢印）が認められます。

エレクトロニクス

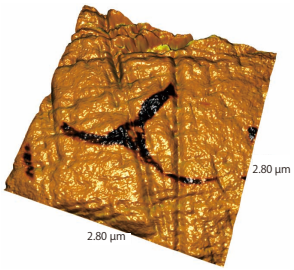
■ $BaTiO_3$単結晶



表面形状



表面形状＋振幅



表面形状＋位相

強誘電体である$BaTiO_3$を圧電応答（PFM）モードで観察しました。
振幅像と位相像では分極のドメイン構造が明瞭に捉えられています。

他にも最新の観察例と論文リストをWebサイト
「SPM/AFM Solutions Plaza」にて紹介しています。

https://www.an.shimadzu.co.jp/resources/solutions_plaza/index.html

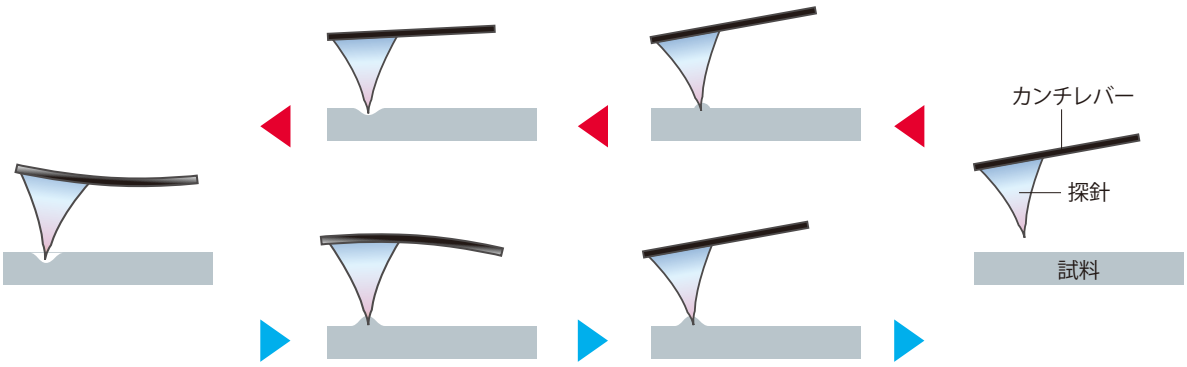
Solutions Plaza　検索

ナノ3Dマッピング *Fast*　オプション

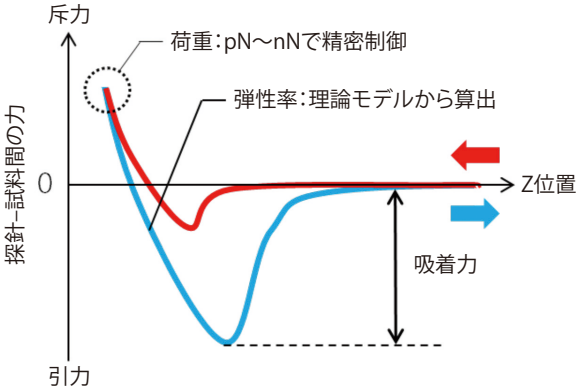
ー 高速物性マッピング ー

カンチレバーの探針と試料との距離を変えながら探針に働く力を測定(フォースカーブ測定)することにより、表面の機械特性を評価できます。測定システムを高速化し、高速物性マッピングを実現しました。

フォースカーブ測定



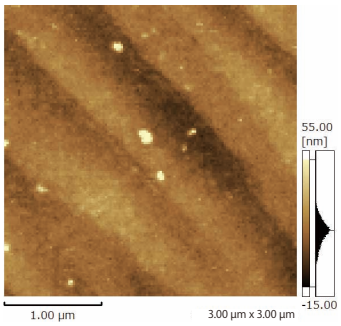
フォースカーブ測定でカンチレバーが力を受ける様子



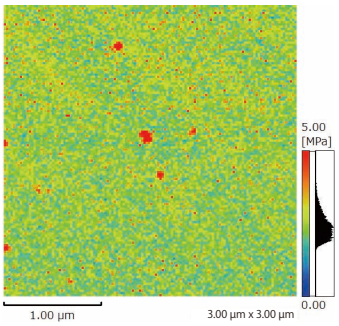
フォースカーブ測定で得られる
カンチレバーが受ける力のグラフ

試料表面の各点でフォースカーブを取得することで、平面XY方向の物性マッピングができます。
ナノインデンターでも測定困難な薄膜や、数kPa～1GPa程度レベルのやわらかい材料の機械特性評価に威力を発揮します。

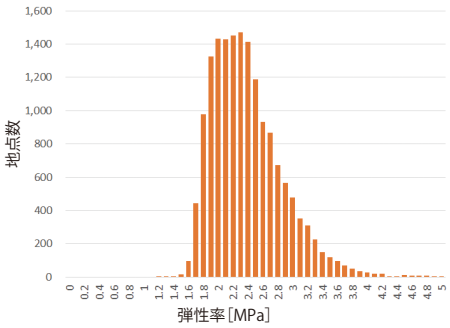
■ スチレンブタジエンゴムの弾性率マッピング



表面形状



弾性率



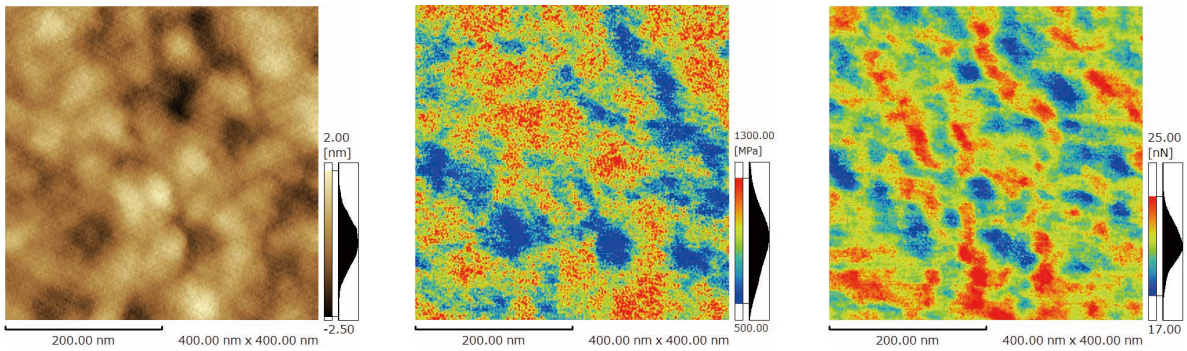
弾性率のヒストグラム

スチレンブタジエンゴム(ソックスレー抽出済)の弾性率マッピングを行いました。
弾性率のヒストグラムから材料の均一性の評価ができます。
(試料ご提供:東京工業大学 物質理工学院 中嶋先生)

弾性率・吸着力の分布をナノ領域で可視化

探針－試料間に働く微細な力を測定して得られるフォースカーブに弾性率算出理論モデルを適用することによって、弾性率を定量評価できます。力の高さ方向分布も可視化し、三次元でのナノ力学解析が可能です。

■ ポリマーフィルムの物性マッピング

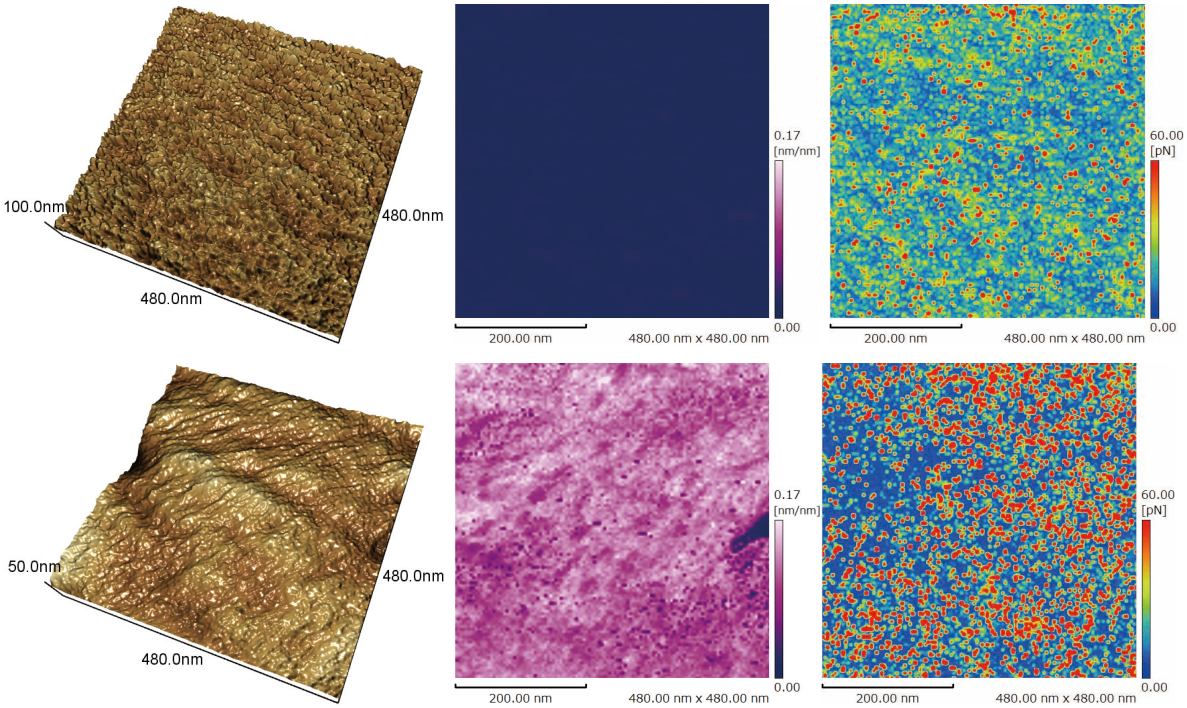


表面形状　　弾性率　　吸着力

ポリマーフィルムの表面を物性マッピングしました。弾性率と吸着力が、数十nmの大きさで分布している様子が明瞭に見られます。
（試料ご提供：株式会社 MORESCO様）

機械特性の試料間比較

■ コンタクトレンズの形状測定



表面形状　　変形　　吸着力

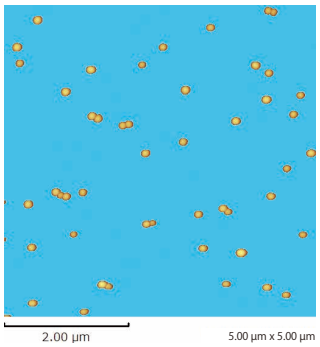
メーカーの異なる二種のコンタクトレンズを人工涙液中で物性マッピングを行いました。試料間の表面物性の違いが捉えられています。上段のコンタクトレンズの方が変形しやすく、吸着力が均一であることがわかります。

粒子解析ソフトウェア　オプション

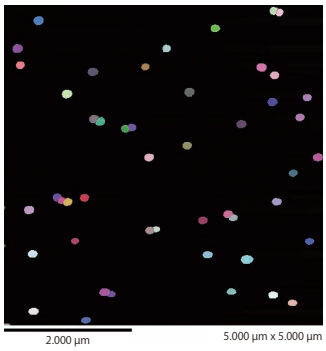
ハードマテリアルからソフトマテリアルまで幅広く対応し、あなたの「観たい」に強力なアプリケーションで応えます。

課題　多数のナノ粒子・ナノファイバーについて粒径や長さの傾向を統計的に知りたい

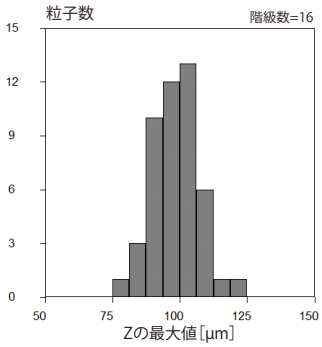
■ シリカナノ粒子の粒子径解析



高さ像

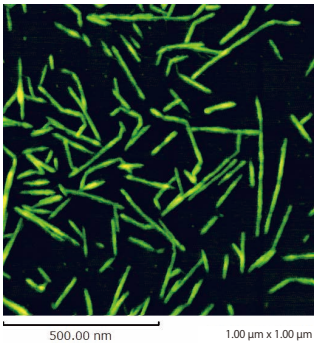


粒子の抽出

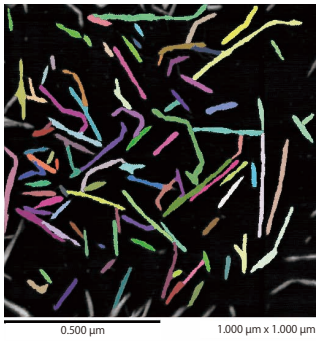


粒子径分布をヒストグラム表示

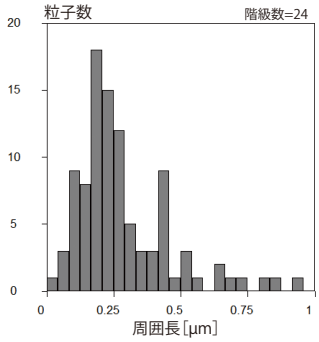
■ セルロースナノファイバーの繊維長解析



高さ像



繊維の抽出



周囲長分布をヒストグラム表示

観察データから多数のナノ粒子・ナノファイバーを抽出し、粒子径や周囲長をはじめとする特徴量を計算することができます。繊維長は周囲長の半分として計算します。多数の試料について統計的に特徴量がわかるので、形状に関する品質管理にもご活用いただけます。

特徴量

1	重心X
2	重心Y
3	絶対最大径
4	パターン幅
5	水平フェレ―径
6	垂直フェレ―径
7	円相当半径（穴を除く）
8	円相当半径（穴を含む）
9	平均半径
10	平均半径のばらつき
11	重心間の最小距離
12	周囲長
13	包絡周囲長
14	Zの最大値
15	Zの最小値
16	Zの平均値
17	粒子の周りのZの平均値
18	穴を除く面積
19	穴を含む面積
20	表面積
21	体積
22	パターン方向
23	2次元慣性モーメントの主軸角度
24	占有率
25	面積率
26	偏平率
27	丸さの度合
28	凹凸の度合
29	針状の度合

統計量

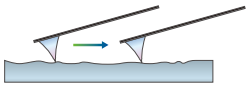
1	平均
2	標準偏差
3	長さ平均
4	面積平均
5	体積平均
6	合計
7	最大値
8	最小値
9	最大値のラベル番号
10	最小値のラベル番号
11	範囲
12	粒子数

多彩な拡張機能

形状

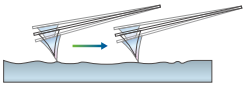
■ コンタクト

カンチレバーの反りが一定になるように走査して、表面形状を観察します。



■ ダイナミック

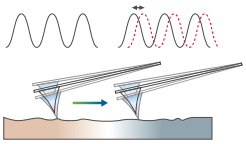
カンチレバー振動の振幅が一定になるように走査して、表面形状を観察します。



物性

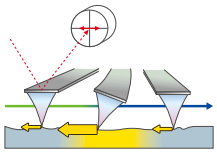
■ 位相

カンチレバー振動の位相遅れを検出して、表面の粘弾性分布を観察します。



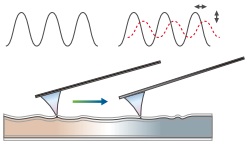
■ 水平力（LFM）

カンチレバーの捻じれを検出して、水平力（摩擦力）を観察します。



■ フォースモジュレーション

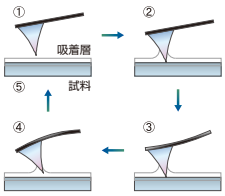
カンチレバーの応答を振幅・位相成分に分離して、粘性・弾性の分布を観察します。



■ ナノ3DマッピングFast

オプション

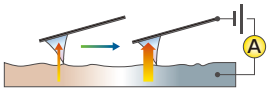
フォースカーブから表面の弾性率や吸着力などを算出し、その分布を観察します。



電磁気（オプション）

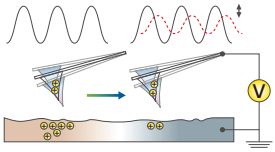
■ 電流

カンチレバーに流れる電流を検出して、表面の電気特性を観察します。



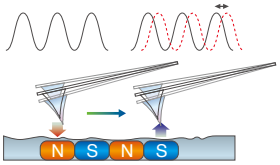
■ 表面電位（KPFM）

カンチレバーに働く静電気力を検出して、表面の電位分布を観察します。



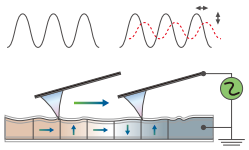
■ 磁気力（MFM）

カンチレバーに働く磁気力を検出して、表面の磁区分布を観察します。



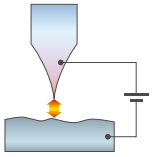
■ 圧電応答（PFM）

電気信号に対する圧電応答を検出して、表面の分極分布を観察します。



■ STM

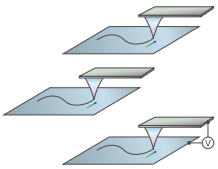
トンネル電流が一定になるように金属探針を走査して、表面形状を観察します。



加工（オプション）

■ ベクタースキャン

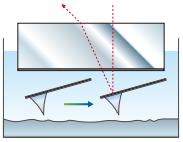
走査方向や速度速度、荷重、印加電圧などを任意設定して、表面を走査できます。



環境制御（オプション）

■ 液中観察

液中でコンタクト、ダイナミック、位相の各モードが使用できます。

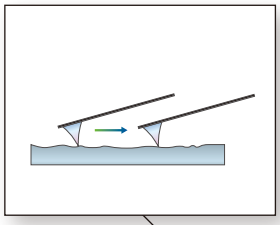


多彩な拡張機能

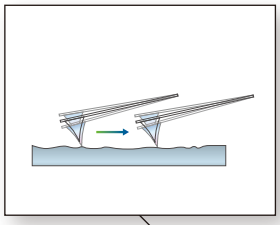
あらゆる要求に応える機能と拡張性

■は標準仕様　□はオプション仕様　その他の特注も承ります。お問い合わせください。

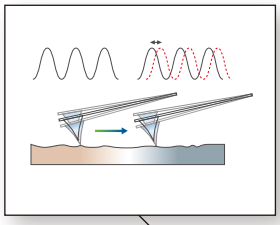
■コンタクト



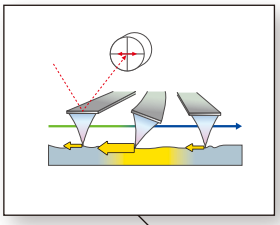
■ダイナミック



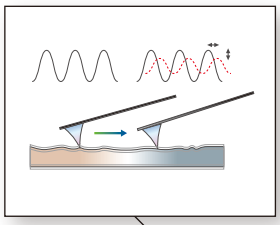
■位相



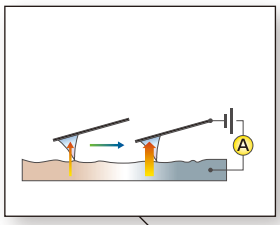
■水平力（LFM）



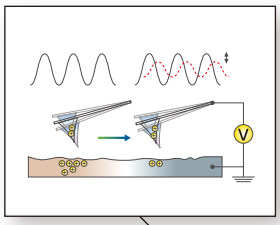
■フォースモジュレーション



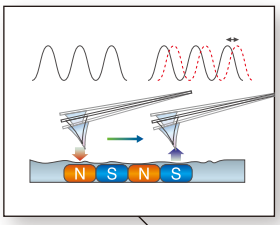
□電流・I/V



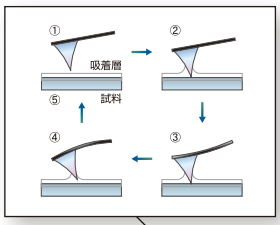
□表面電位（KPFM）



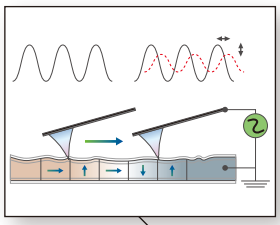
□磁気力（MFM）



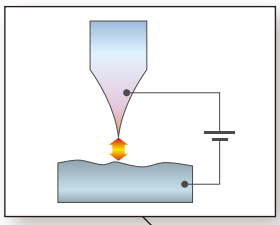
■フォースカーブ
□ナノ3Dマッピング Fast



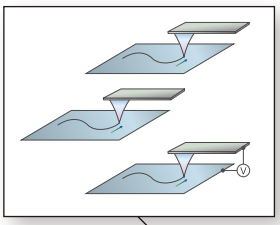
□圧電応答（PFM）



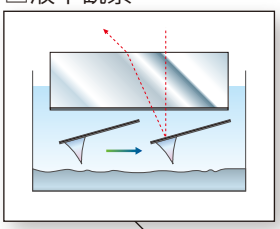
□STM



□ベクタースキャン



□液中観察



■HTスキャナ
（10 μm×10 μm×1 μm）

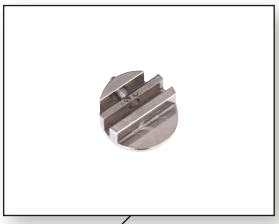
□中域スキャナ
（30 μm×30 μm×5 μm）

□広域スキャナ
（125 μm×125 μm×7 μm）

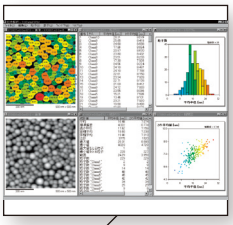
□深型スキャナ
（55 μm×55 μm×13 μm）

□狭域スキャナ
（2.5μm×2.5μm×0.3μm）

□断面観察用試料ホルダ



□粒子解析ソフトウェア



□アクティブ除振台
□専用架台付きアクティブ除振台

□カンチレバー
取付治具

□静電気除去器

□OAテーブル

主な仕様

顕微鏡ユニット

分解能	XY	0.2 nm
	Z	0.01 nm
SPMヘッド	変位検出系	光源／光てこ／検出器
	光源	レーザーダイオード
	検出器	フォトディテクター
スキャナ	最大走査範囲 （X・Y・Z）	10 µm× 10 µm× 1 µm（標準） 30 µm× 30 µm× 5 µm（オプション） 125 µm×125 µm× 7 µm（オプション） 55 µm× 55 µm× 13 µm（オプション） 2.5 µm× 2.5 µm× 0.3 µm（オプション）
試料ステージ	試料最大形状	ø50 mm×8 mm ø50 mmの場合は試料の中心部のみ観察可能
	試料交換方式	試料ステージ駆動方式
	試料固定方式	マグネットによる固定
	最大可動範囲	X・Y：±5 mm ø40 mm以下の試料をスキャナ中心に設置した時

Z軸粗動機構	最大可動範囲	10 mm（電動）
光学顕微鏡観察	総合倍率	約220倍～ 1300倍 （21.5インチモニタに最大表示した場合）
	粗動	XY：手動　Z：電動（自動フォーカス機能あり）
	照明	同軸落射照明（自動調光機能あり）
ステータスインジケータ	表示	動作状態を色別に表示
除振機構	方式	ゲルダンパをユニットに内蔵

制御ユニット

スキャンコントローラ	X・Y軸制御	±210 V　常時16 bit分解能
	Z軸制御	±210 V　最大26 bit分解能
通信インターフェイス	形式	TCP/IPプロトコル

ソフトウェア

インターフェイス	使用言語	日本語、英語、中国語から選択
オンライン	観察画面表示	最大8画面同時表示
	走査範囲	0.1 nm～最大走査範囲（装着したスキャナに依存）
	走査速度	0.01 Hz～100 Hz（観察条件に依存）
	観察画素数	2×32 ～ 8192×8192（画面中央で矩形走査可能）
	走査条件設定	フィードバックゲイン、走査速度などの自動設定可能
	データ量	約128 MB～64 kB/画面
オフライン	一覧表示	サムネイルによる一覧表示
	画像データ表示	濃淡（トップビュー）表示、三次元表示など画像上での測長可能
	画像処理	傾き補正、ノイズライン除去、局所フィルタ、周波数フィルタ、画像拡大、画像反転、画像回転、解像度変換、ライン抽出、マクロ機能など
	画像解析	断面形状解析、線粗さ解析、面粗さ解析、形態解析、平均段差測定、パワースペクトル解析、自己相関解析、フラクタル解析、ラインデータ解析、ラインデータ粗さ解析、粒子解析（オプション）など
	ファイル出力	DIBフォーマット（ビットマップ）、TIFFフォーマット、ASCIIフォーマット

設置仕様

設置室の環境

設置室の望ましい空調条件は次の通りです。

温度	23℃±5℃
湿度	60%以下（結露しないこと）

電源

本装置の運転には、次の電源が必要です。

単相	AC100 V-240 V　50/60 Hz　15 A　1口
接地	D種接地

装置の大きさと重さ

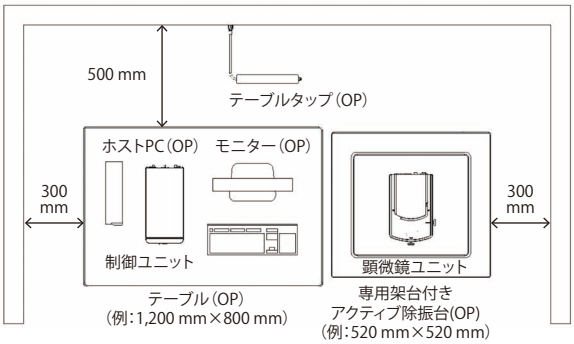
設置室の望ましい空調条件は次の通りです。

顕微鏡ユニット	W220×D370×H520 mm 23 kg
制御ユニット	W190×D400×H440 mm 13 kg

＊PCとモニターはオプションです

設置例

＊図は組み合わせの一例です



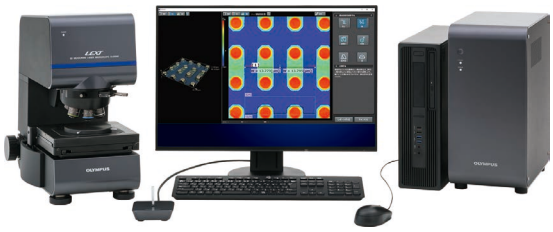
関連商品

SPM-9700HT 走査型プローブ顕微鏡

試料表面の三次元形状や局所的物性を高倍率で観察することができる顕微鏡です。高い分解能を有しており、大気中や液中でもさまざまな試料の測定が可能です。高速な応答を実現した新開発の「HTスキャナ」と、制御系の設計やソフトウェアの最適化により、当社従来機（SPM-9700）の5倍以上のスピードで画像データを取得可能になりました。
プローブと試料が外部からアクセス可能な構造になっていますので、様々な応用が可能です。

SPM-8100FM 高分解能 走査型プローブ顕微鏡

高分解能　走査型プローブ顕微鏡（HR-SPM™）は、周波数検出方式を採用した新世代の走査型プローブ顕微鏡です。従来のSPM/AFMは、一般にAM（振幅変調）方式ですが、FM（周波数変調）方式は、原理的に高感度測定法であり、より高い分解能での撮像が可能となります。
大気中・液中における超高分解能観察だけでなく、固液界面の水和・溶媒和の観察が初めて可能となりました。



OLS5100 3D測定レーザー顕微鏡

試料表面の微細形状を非破壊で観察・計測する高精細顕微鏡です。専用対物レンズと専用光学系により急傾斜部形状や反射率の異なる材料などでも確実に測定が行えます。また、接触式粗さ計と互換性を持つ粗さモードを搭載しています。

ANALYTICAL INTELLIGENCE

Analytical Intelligenceは、島津製作所が提案する分析機器の新しい概念です。システムやソフトウェアが、熟練技術者と同じように操作を行い、状態・結果の良し悪しを自動で判断し、ユーザーへのフィードバックやトラブルの解決を行います。
また、分析機器に対する知識や経験の差を補完し、データの信頼性を確保します。

SPM-Nanoa、Analytical Intelligence ロゴ、ナノ3DマッピングおよびHR-SPMは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。
Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。
OLSはオリンパス株式会社の商標です。

本文書に記載されている会社名、製品名、サービスマークおよびロゴは、各社の商標および登録商標です。
なお、本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。
本製品は、医薬品医療機器法に基づく医療機器として承認・認証等を受けておりません。
治療診断目的およびその手続き上での使用はできません。
トラブル解消のため補修用部品・消耗品は純正部品をご採用ください。
外観および仕様は、改良のため予告なく変更することがありますのでご了承ください。

製品情報　価格お問合せ

株式会社 島津製作所

分析計測事業部
604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1

東京支社（官公庁担当）(03) 3219-5631
（大学担当）(03) 3219-5616
（会社担当）(03) 3219-5622
関西支社 (06) 4797-7230
札幌支店 (011) 700-6605
東北支店 (022) 221-6231
郡山営業所 (024) 939-3790
つくば支店（官公庁・大学担当）(029) 851-8511
（会社担当）(029) 851-8515
北関東支店（官公庁・大学担当）(048) 646-0095
（会社担当）(048) 646-0082
横浜支店（官公庁・大学担当）(045) 311-4106
（会社担当）(045) 311-4615
静岡支店 (054) 285-0124
名古屋支店（官公庁・大学担当）(052) 565-7521
（会社担当）(052) 565-7532
京都支店（官公庁・大学担当）(075) 823-1604
（会社担当）(075) 823-1602
神戸支店 (078) 331-9665
岡山営業所 (086) 221-2511
四国支店 (087) 823-6623
広島支店 (082) 236-9652
九州支店（官公庁・大学担当）(092) 283-3332
（会社担当）(092) 283-3334

初版発行：2021年2月　4747-01501-10AIK