

# SENSOFAR

METROLOGY



スピード重視デザイン  
QA/QCやR&Dに理想的

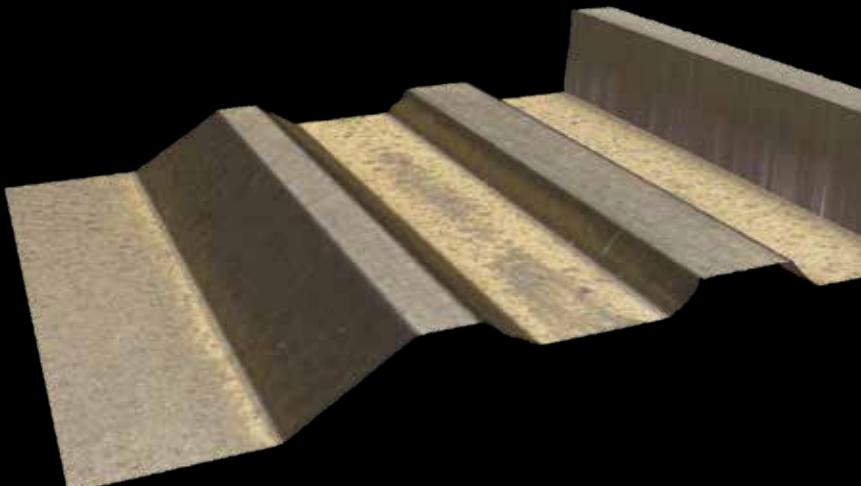
**S** neox  
3D Optical Profiler

# シンプル&パワ

新しい S neox は、性能、機能、効率、デザインの全ての面で既存の光学3Dプロファイリング顕微鏡を凌駕する、クラス最高の面形状計測システムです。

## 使い易く

Sensofarでは最高の性能・品質を提供するため、継続的に製品改良を行っています。第5世代である新しいS neoxは、直感的でより素早く、より簡単に使用できるようになっています。初めてお使いになる方も、ワンクリックでシステムを操作できます。ユーザーの要求に合わせるためのソフトウェアモジュールもございます。



## さらに速く

スマートでユニークな新しいアルゴリズムとカメラにより、全てをさらに速く実行できます。データ取得速度は 180fps で、標準測定時間は5倍も短縮されました。新しいS neoxは市場で最速の面形状測定システムです。

フル



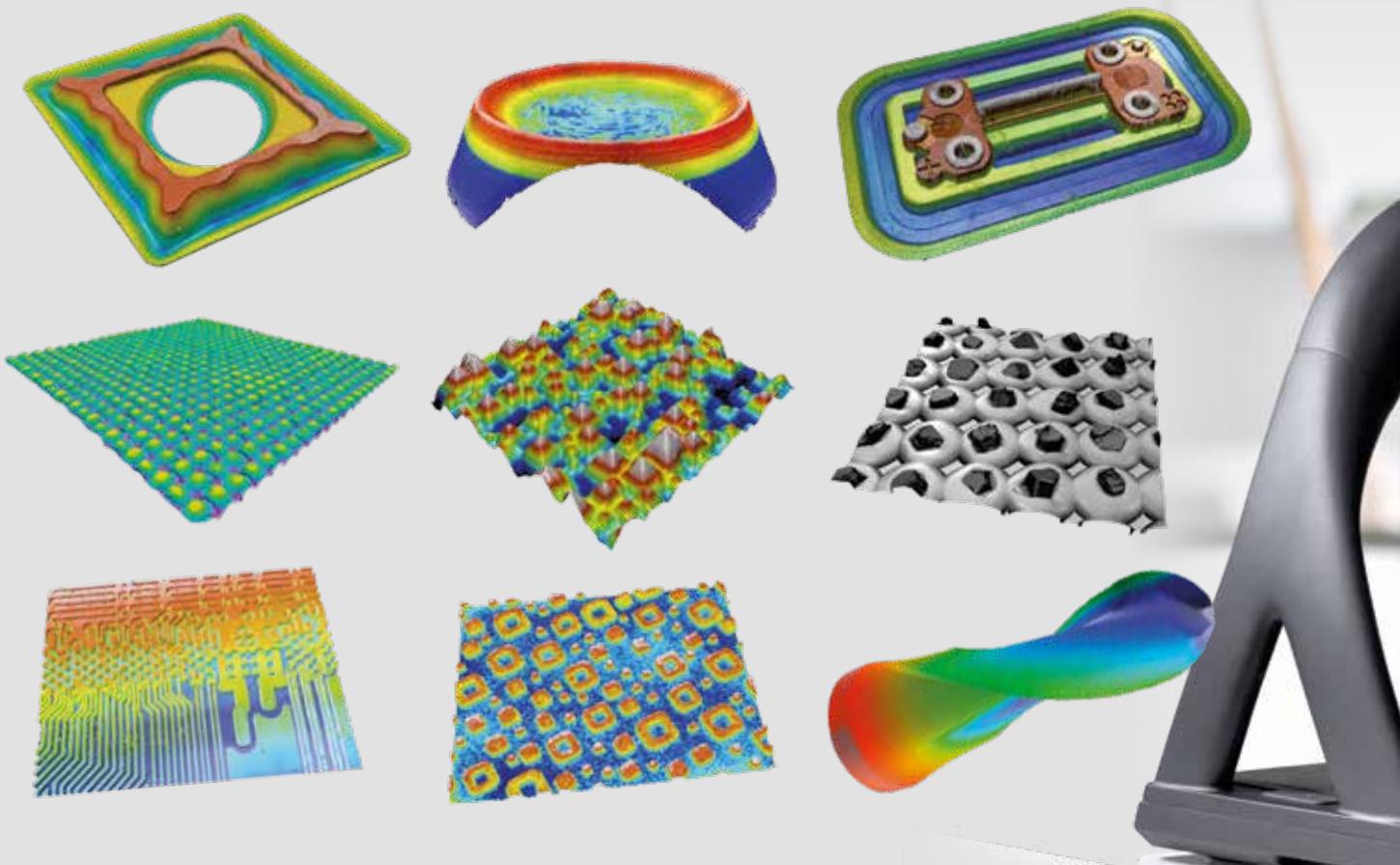
## 導入分野

- 先進製造技術
- 航空宇宙&自動車
- 考古学&古生物学
- コンシューマエレクトロニクス
- 防衛&セキュリティ
- 医療機器
- 光学
- 機械工具

# 多機能

## 品質管理

自動化モジュールであらゆるQC手順を容易にできます。例えばオペレータのアクセス権管理、レシピ、バーコード/QRリーダーとの互換性のほか、Sensofar社独自の SensoPRO ソフトウェアからプラグインをカスタマイズして合否レポートを作成できます。優れた柔軟性と使い易いインターフェースにより、24時間365日動作するようなプログラムで、QC用途下での使用に最適化できます。



ISO 25178:製品の幾何特性仕様(GPS)-表面性状:三次元は、三次元表面性状の解析に関する国際標準の国際標準化機構の規格集です。

これは、三次元表面性状の仕様と測定を踏まえた最初の国際規格であり、特に三次元表面性状パラメータと関連する仕様オペレータを定義しています。

## 表面性状特性評価



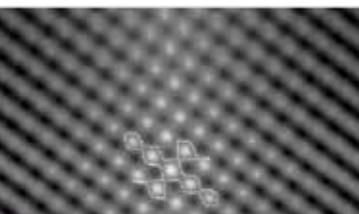
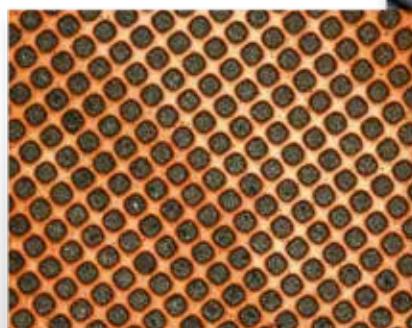
# システム

## 研究開発

Sensofar 社の「4-in-1」技術は、SensoSCANをシングルクリックするだけで、システムを作業に最適な手法に切り替えられます。S neox センサヘッドに採用している4つの測定技術(共焦点、光干渉、Ai焦点移動、薄膜)はそれぞれ、システムの多機能性に大きく貢献し、妥協のないデータ収集に役立ちます。S neox はあらゆる研究環境に理想的な製品です。



表面性状パラメータはISO25178とISO4287にそって算出されます。高さ方向、空間、複合、機能、体積パラメータが計算されます。



ISO 25178 / Height		ISO 25178 / Spatial		ISO 25178 / Hybrid		ISO 25178 / Functional		ISO 25178 / Funct. Volume	
Sk1	2.5013 $\mu$ m	Sk1	7.4012 $\mu$ m	Sk1	41.4000 $\mu$ m	Sk1	8.0025 $\mu$ m	Vmt (10%)	2.9480 $\mu$ m <sup>2</sup> / $\mu$ m <sup>2</sup>
Sk2	2.1637 $\mu$ m	Sk2	41.4000 $\mu$ m	Sk2	0.1370 $\mu$ m	Sk2	4.2190 $\mu$ m	Vmt (10%)	0.1100 $\mu$ m <sup>2</sup> / $\mu$ m <sup>2</sup>
Sk3	0.1301 $\mu$ m	Sk3		Sk3		Sk3	11.2338 $\mu$ m	Vvt (10%)	0.0003 $\mu$ m <sup>2</sup> / $\mu$ m <sup>2</sup>
Sp	0.1043 $\mu$ m	Sp		Sp		Sp	05.2397 $\mu$ m	Vvt (10%)	0.1372 $\mu$ m <sup>2</sup> / $\mu$ m <sup>2</sup>
Sq	2.0776 $\mu$ m	Sq		Sq		Sq	2.0234 $\mu$ m	Vvt (10%)	0.2768 $\mu$ m <sup>2</sup> / $\mu$ m <sup>2</sup>
Sr	0.3432 $\mu$ m	Sr		Sr		Sr	1.6239 $\mu$ m		
Sv	0.8157 $\mu$ m	Sv		Sv		Sv	14.421 $\mu$ m		
Sz	14.421 $\mu$ m	Sz		Sz		Sz			



Sensofar社は2009年以来、国際標準化機構技術委員会(ISO/TC213 WG16)のメンバーです。

# ガイドシステム

## SensoSCAN



ソフトウェアは、その明快、直感的かつユーザーフレンドリーなインターフェースによりシステムを操作します。3D環境を通じてユーザーをガイドし、特別なユーザー体験を届けます。



### サンプルナビ

オーバービューツールは、測定準備中のサンプル観察、データ取得前の測定位置確認の助けとなり、工程の自動化を支援します。いつでも測定位置を確認できるので、高倍率での作業がより簡単です。

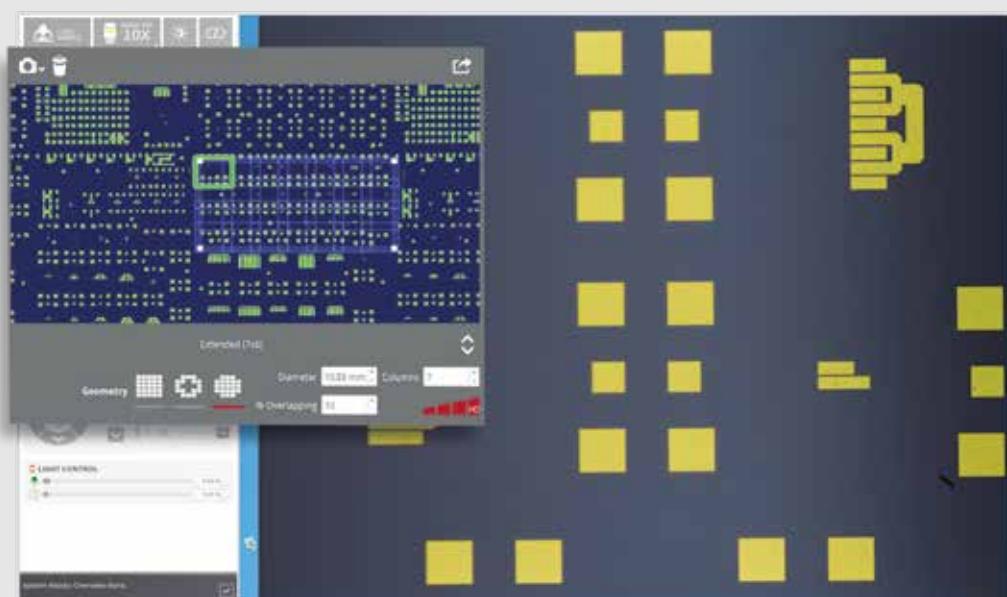
### 自動3D機能

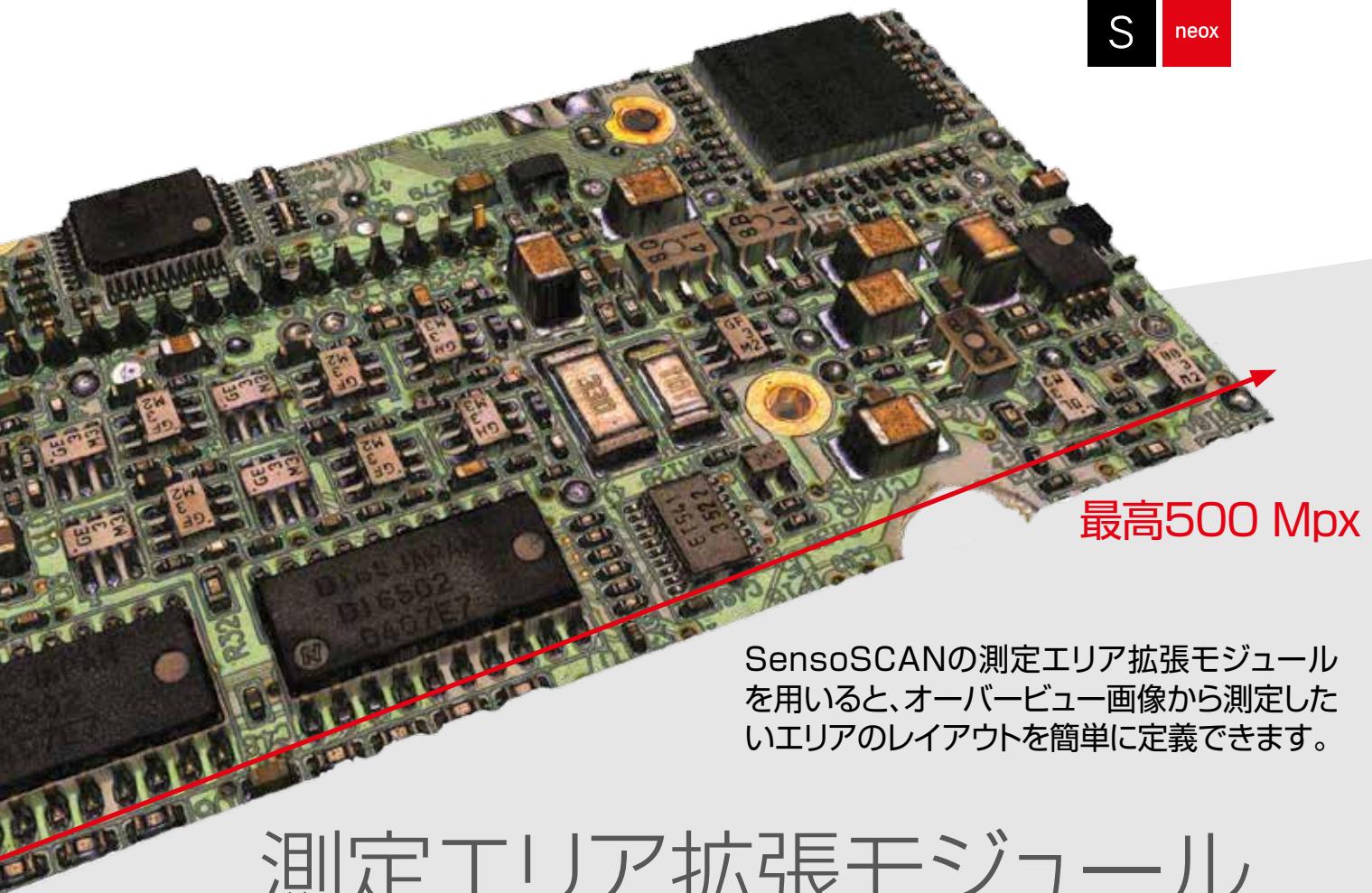
3D自動機能を選択すると、SensoSCANソフトウェアが適切な照明と高さスキャン範囲を自動的に設定し、選択された測定タイプを実行します。高品質な測定結果をほんの数秒で得ることができます。



### 解析&レポート

解析テンプレートを作成して、所定のフィルタやオペレータ設定を繰り返し測定結果に適用することができます。最終的に各測定について、3Dデータ、2Dプロファイル、および全ISOパラメータを示す明確で整理されたレポートが得られます。





最高500 Mpx

SensoSCANの測定エリア拡張モジュールを用いると、オーバービュー画像から測定したいエリアのレイアウトを簡単に定義できます。

## 測定エリア拡張モジュール

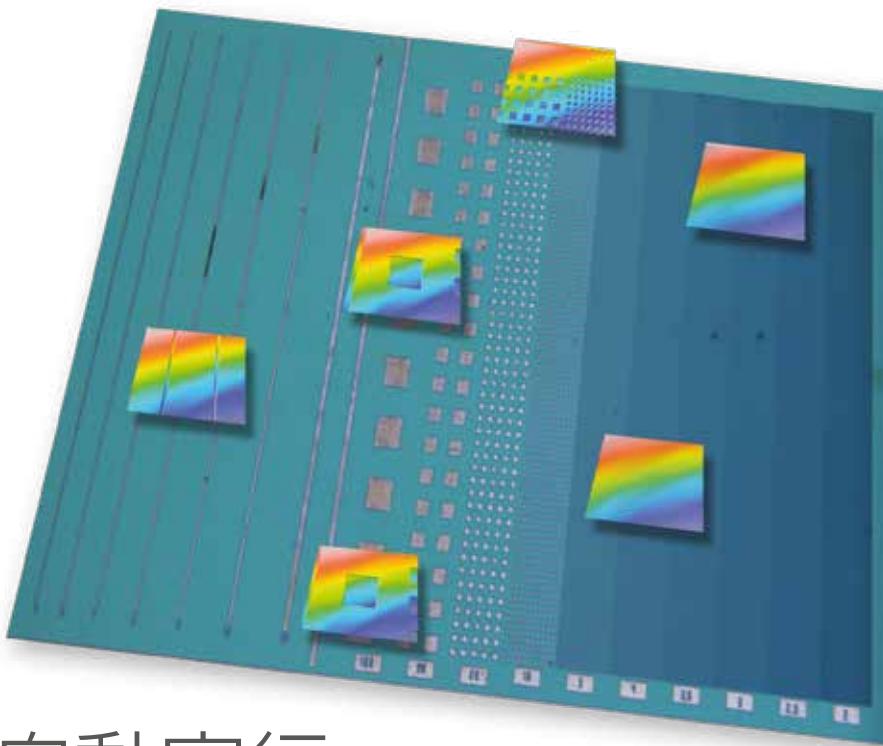
対象エリアは、長方形、円形、またはリング状に自動でクロップできます。500 Mpxまでの広い面積測定が可能です。各フィールドでのオートフォーカスや、垂直走査範囲を最小化する焦点追跡など、複数のスキャン方法が使用できます。



Sensofarは、お客様にユーザーフレンドリーなソフトウェア体験を提供することに重点を置いています。再設計されたユーザーインターフェースと測定エリア拡張モジュールの改良されたアルゴリズムにより、ユーザーは、非常に滑らかな表面から粗い表面まで、あらゆる表面に必要な多機能性を得ることができます。これらの改良により、高さマップとスタック画像の結果が大幅に改善されました。

### マルチ&パワフル 測定設定

意図する測定に合わせて多数の設定パラメータを最適化できます。例えばさまざまなオートフォーカス設定でデータ取得時間を短縮でき、HDR機能は複雑な3D構造に当てる照明の改善につながり、また選択可能な複数のZスキャンオプションも、さまざまな3D表面計測の最適化に役立ちます。

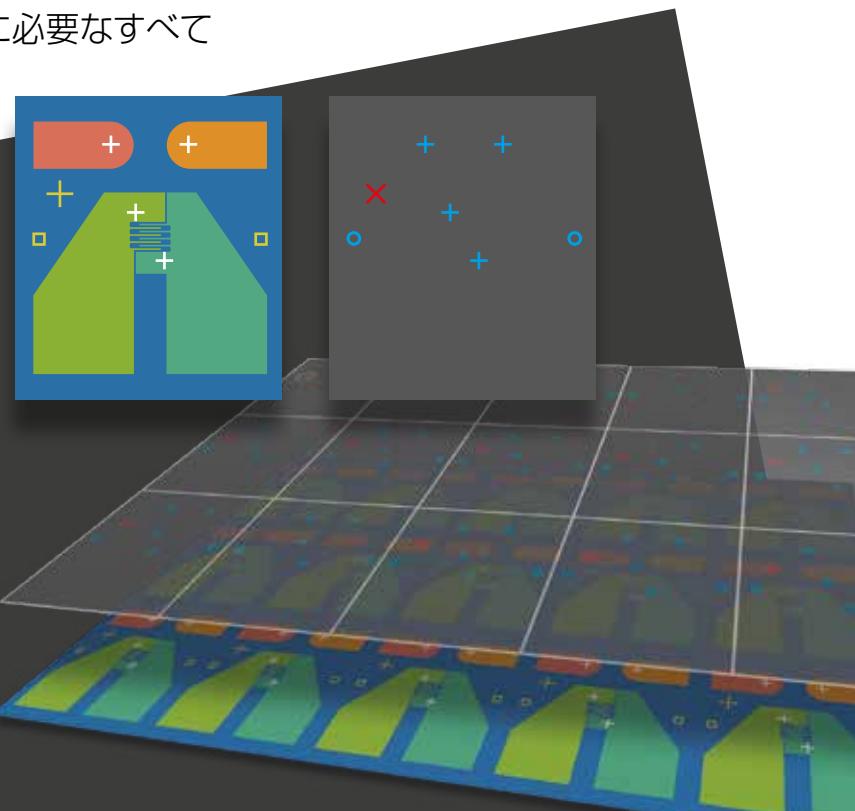


# 自動実行モジュール

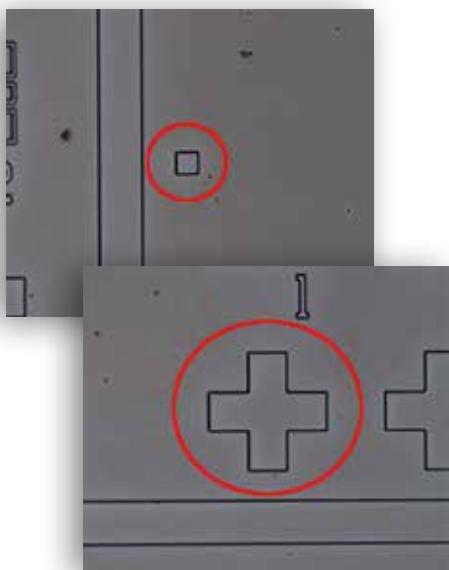
自動実行モジュールは、品質管理の手順を作成するためのツールで、簡単にカスタマイズすることができます。このツールは、事前定義された複数の座標で測定を実行するようにシステムに命令するもので、これにより多点測定レシピの作成と実行が可能になります。このモジュールは、ユーザーマネージャー、サンプルの識別、データのエクスポート、公差の「合否」判定などのツールと組み合わせて、品質管理検査に必要なすべての機能を提供します。

## アレイ状サンプルに対応

S neox は、多点測定を含んだ設定済みレシピを、アレイ状に並ぶサンプルに複製できる新しい機能を導入します。この機能により、各アレイの基準点を基準にして、各アレイごとに多点測定を繰り返します。レシピの設定が1回で済み、各レシピのプログラミングが簡素化され、さらに信頼性が向上します。これにより、24時間365日品質管理の作業を行うお客様からの長年の要件が解決されます。



# システム バリデーションパック



## 自動基準位置検出

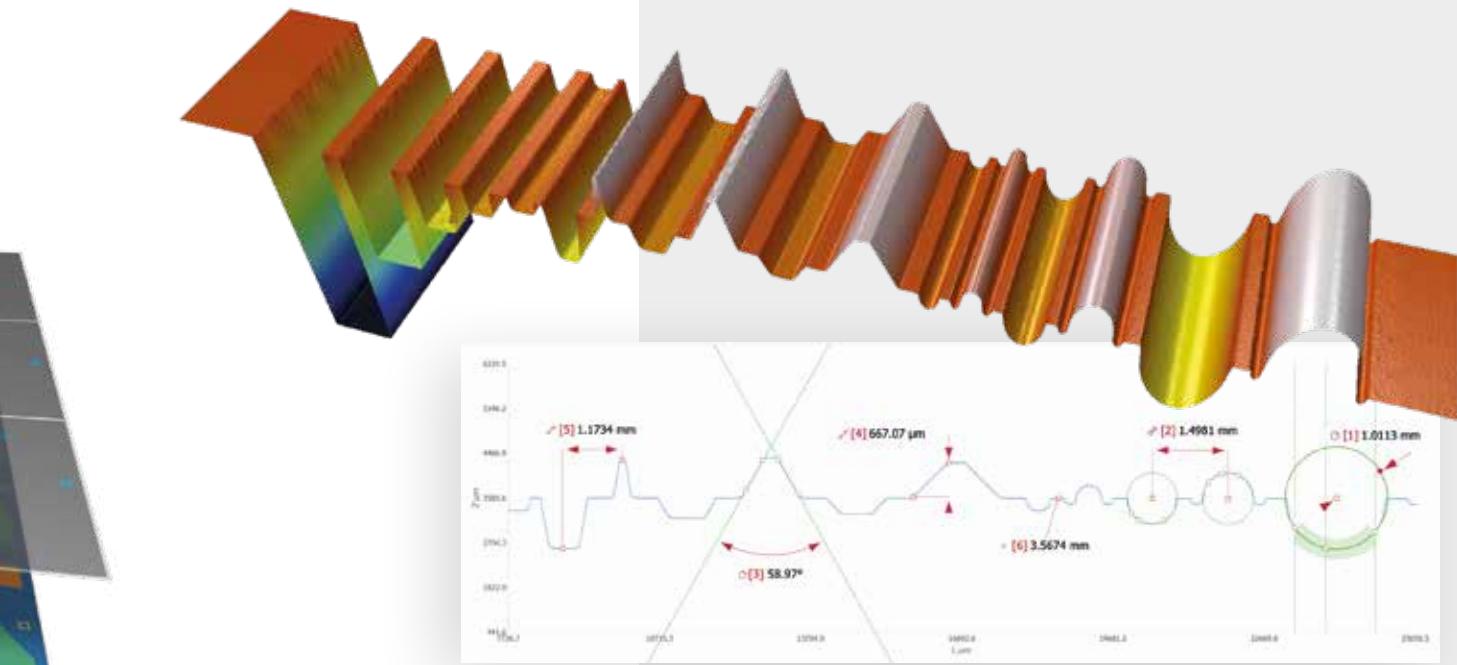
パターンマッチングアルゴリズムに基づくアライメントマークの自動検出が S neox で可能になりました。これにより、作業者の介入なしに完全に自動化された運用が可能になります。以前は困難で不正確だったものが、今では簡単で、再現性があり、正確になります。この基準位置検出と自動化されたルーチンの組み合わせは、インダストリー4.0への一歩となります。

すべてのSneoxは、正確でトレーサブルな測定を提供できるように製造されています。システムは、ISO25178規格パート700およびパート600に準拠したトレーサブルな標準片を使用して、Z係数、XY水平方向寸法、平面度の偏差、システムノイズ、および同軸と同焦点を校正します。すべての測定機器は、結果を提供する前に規格を満たす必要があります。



Sensofarのシステムは ISO25178規格に準拠しており、表面の特性評価において真に信頼性の高い機器を提供します。

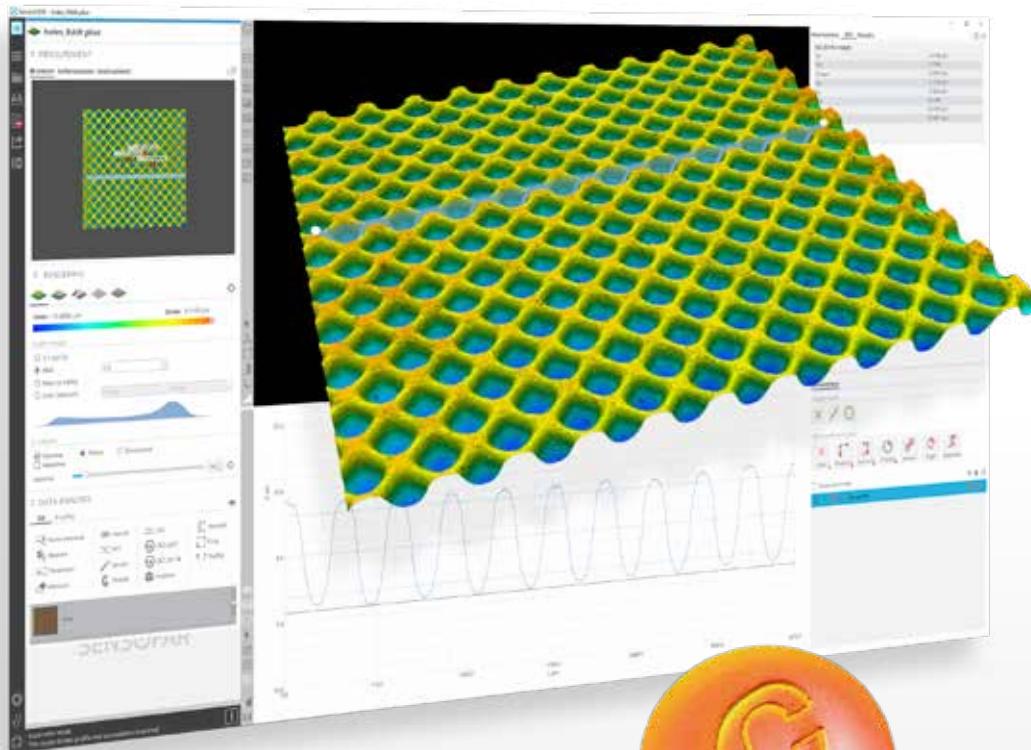
すべてのS neoxは、**校正**(トレーサブルな校正標準を使用して計量特性の評価)、**調整**(系統誤差の修正)、**検証**(校正された値との一致)が行われます。最後に、**性能仕様**が確認され、精度や再現性などの機器特性がシステムとともに提供されます。



# SensoVIEW



# パワフルな 解析ソフトウェア



SensoVIEW は、幅広い解析作業に最適な分析ソフトウェアです。3D および 2D 測定の予備検討および解析のための包括的なツール群を備えており、粗さや体積の計算、ならびに一連の解析ツールによる重要寸法（寸法・角度・距離・直径など）の測定が可能です。実施した解析内容は保存でき、複数の測定データに対して適用することもできます。



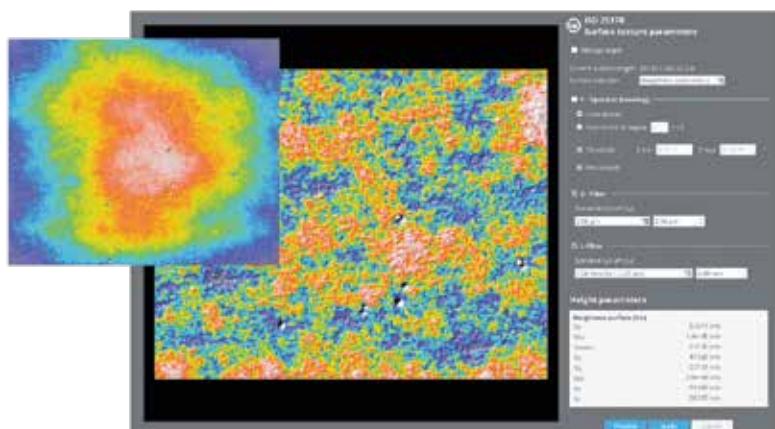
## 最も分かりやすい トポグラフィ表示

メイン画面から、5つのスマート可視化モード（疑似カラー、スタック、スタック＆疑似カラー、トゥルーカラー、方向性輝度）を、いつでも簡単に切り替えることができます。

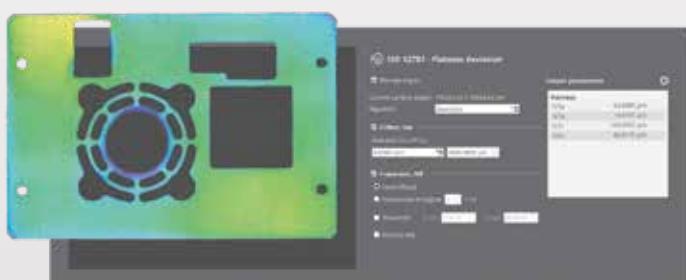
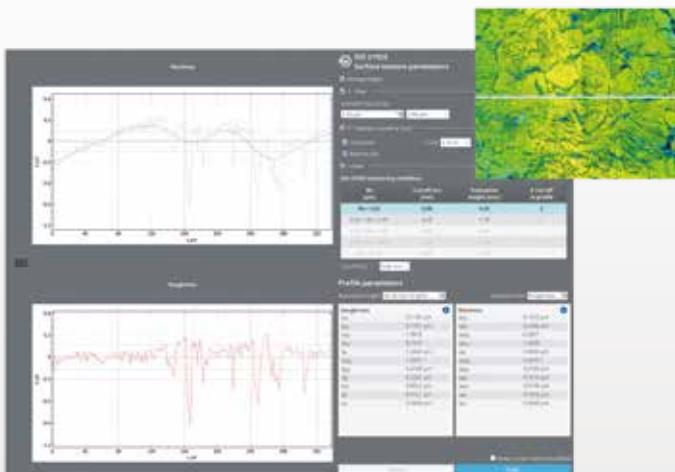
画像コントロールの各種オプションは、あらゆるサンプルタイプやユーザーのニーズに的確に対応できるよう、常に改良が続けられています。各レンダリング表示には幅広い画像処理設定が用意されており、より適切に調整できるようスケール設定とともに提供されています。

シンプルでも  
パワフルで  
使いやすい

## ISO 21920, 25178, 12781に基づく計算



ISO規格に基づく表面性状パラメータの算出を簡素化するため、専用オペレーターをご用意しています。ISO 21920(プロファイル粗さ)、ISO 25178(面粗さ)、ISO 12781(平坦度)に対応しています。



システムに付属するこのダイナミックなソフトウェアは、測定データの表示や解析を直感的に行える充実したツールセットを備えています。3D環境を通してユーザーを分かりやすく導き、快適な操作体験を提供します。

ワンクリックでアクセスできる各種オペレーター、視認性の高いアイコン、機能理解を助けるデザイン、そして3D・2D・プロファイルの同時表示など、SensoVIEWには多くの優れた特長が盛り込まれています。



### 表示モードを選択

3Dおよび2Dのインタラクティブビューでは、拡大率の調整をはじめ、さまざまな表示・レンダリングオプションを利用できます。



### データを処理

データ情報の処理や、代替レイヤーの生成を行うためのオペレーターをフルセットで搭載しています。



### 解析ツールを活用

3D/2D測定の予備試験および解析に対応する、幅広い解析ツール群。



### 解析を適用

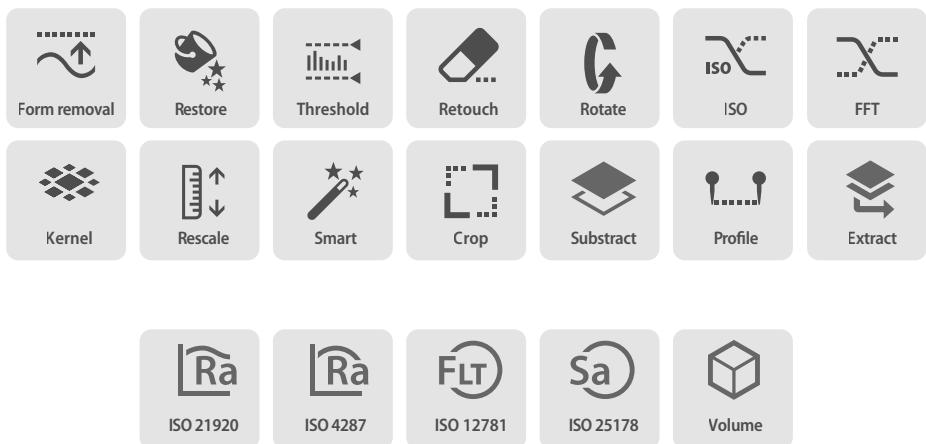
複数のプリセットを一連のトポグラフィに適用できる、解析テンプレートを作成できます。



### 結果を取得

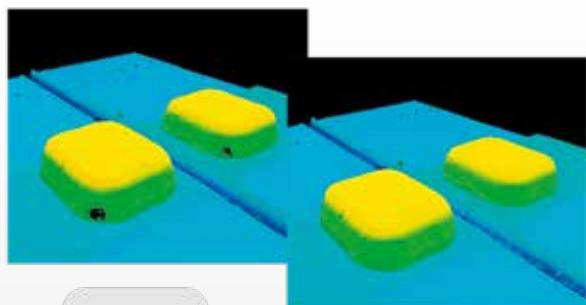
カスタマイズ可能なレポートを作成したり、3D測定データを多様な形式でエクスポートしたりできます。

# 解析手順をガイド



## シーケンシャルオペレータ

3D/2D 測定およびプロファイルに適用できるスマートなオペレータ（演算）セットです。これにより、形状成分の除去、しきい値の適用、データポイントのレタッチ、測定不能データの復元、各種フィルタの適用が可能です。また、プロファイルのトリミング、差分処理、抽出によって、代替レイヤーを生成することもできます。



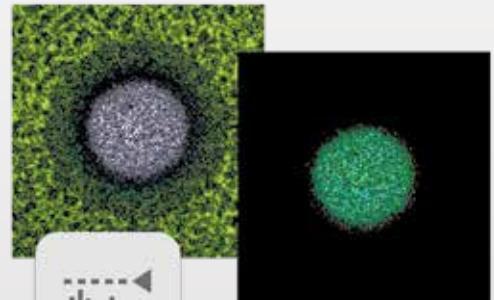
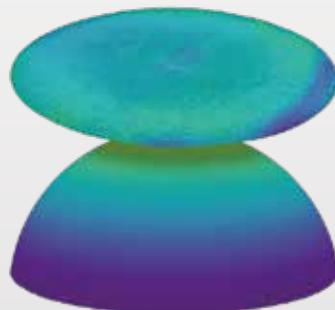
補間



トリミング



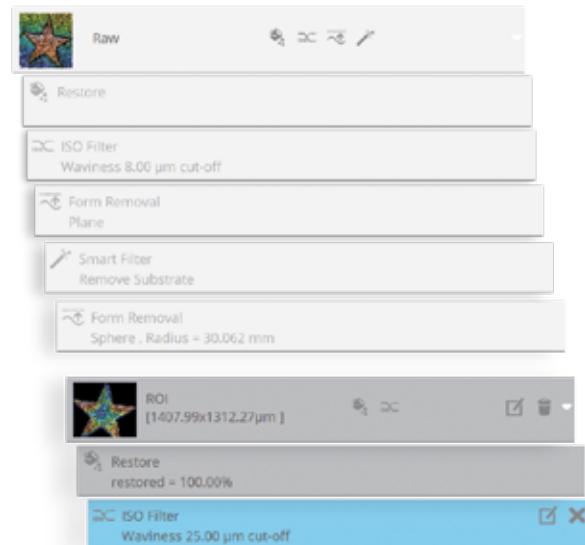
形状成分除去



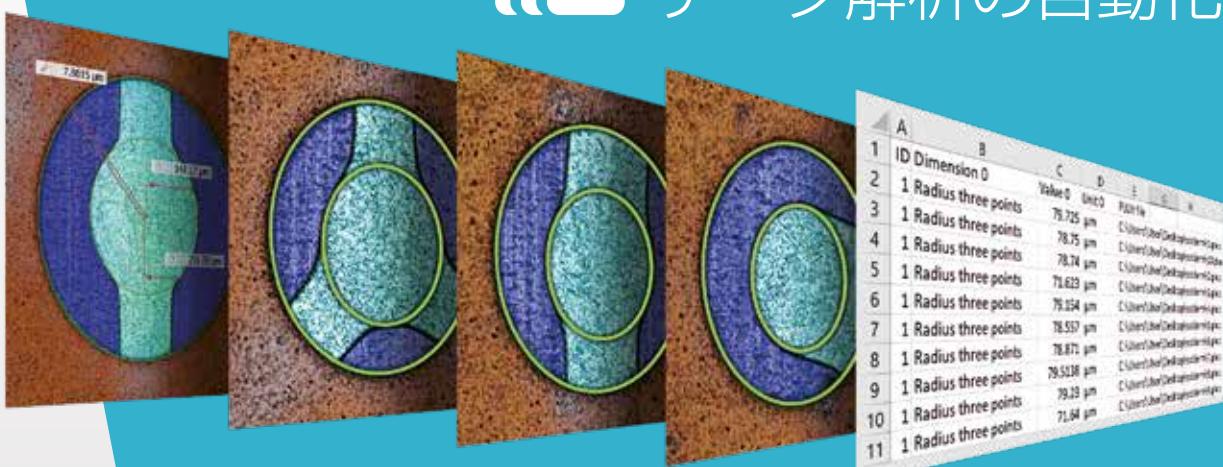
しきい値

# 繰り返しの作業を効率化

一度解析プロセスが定義されれば、あらかじめ設定したフィルタやオペレータ構成を、繰り返し行う測定に適用できる解析テンプレートを作成することができます。



## テンプレートを用いたデータ解析の自動化

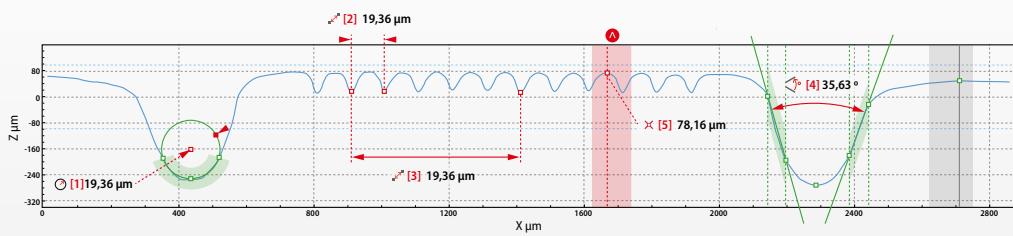
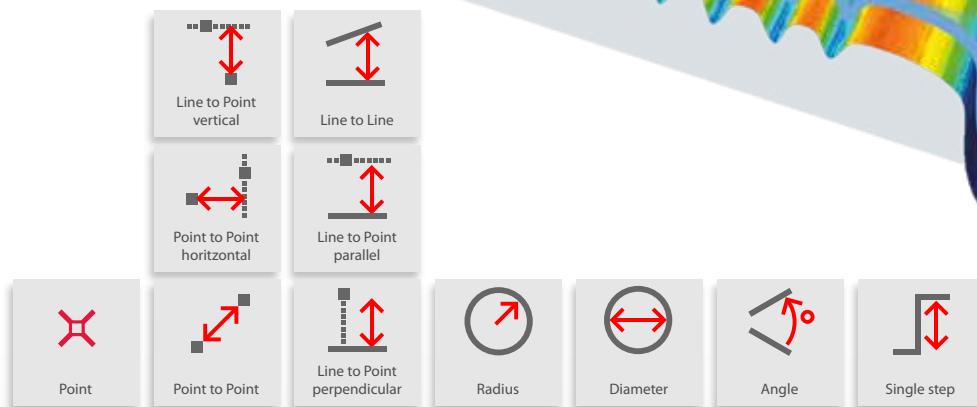
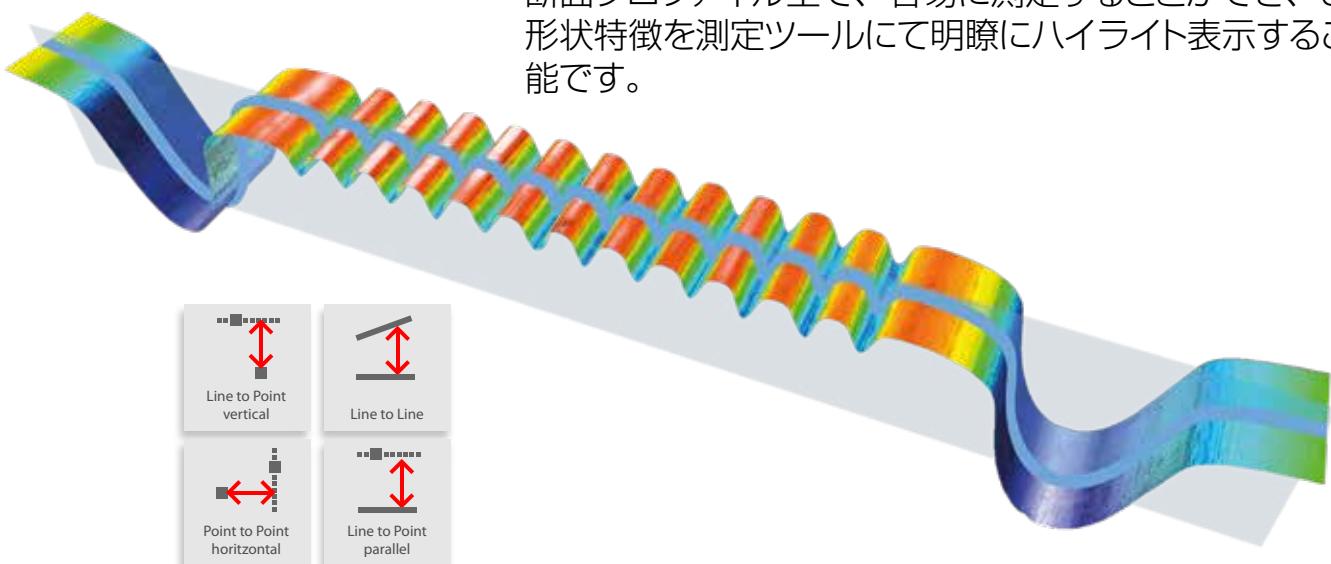


解析プロセスが一度定義されれば、その内容を複数の測定に適用するためのテンプレートを作成することができます。テンプレートには、使用されたフィルタ、オペレータ、重要寸法に関するすべての情報に加

えて、エクスポート設定も含まれます。さらに、テンプレートとトポグラフィとの間で生じ得る位置ずれや回転についても、SensoVIEW のパターン認識アルゴリズムにより補正することができます。

# 全方向で重要寸法

ユーザーの操作および作業手順を容易にすることを常に最優先として、重要寸法のためのアシストツールが開発されました。SensoVIEW では、角度・距離・直径といった重要寸法を、3D トポグラフィ測定、2D プロファイル測定、さらには 2D 断面プロファイル上で、容易に測定することができ、これらの形状特徴を測定ツールにて明瞭にハイライト表示することができます。



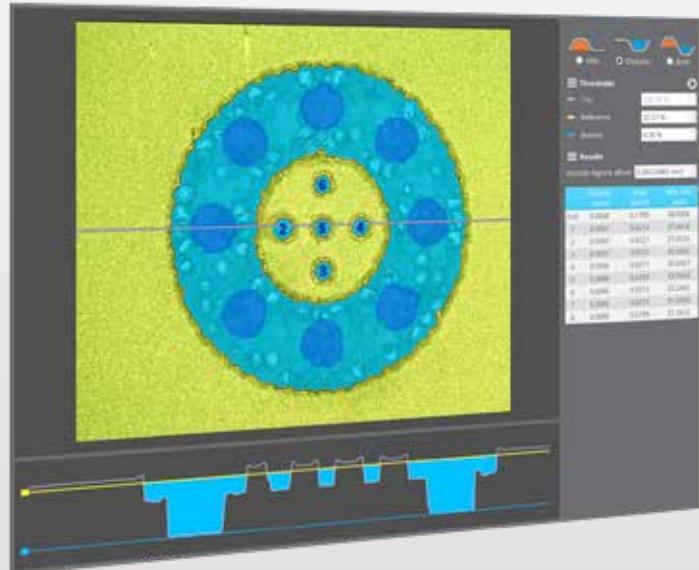
## 複数の測定ツール

測定時に不可欠な寸法（半径、角度、直径、段差高さ、垂直および水平方向の距離）を追加できる、充実したツールセットです。これらのツールは、指定した寸法の数値結果を返します。

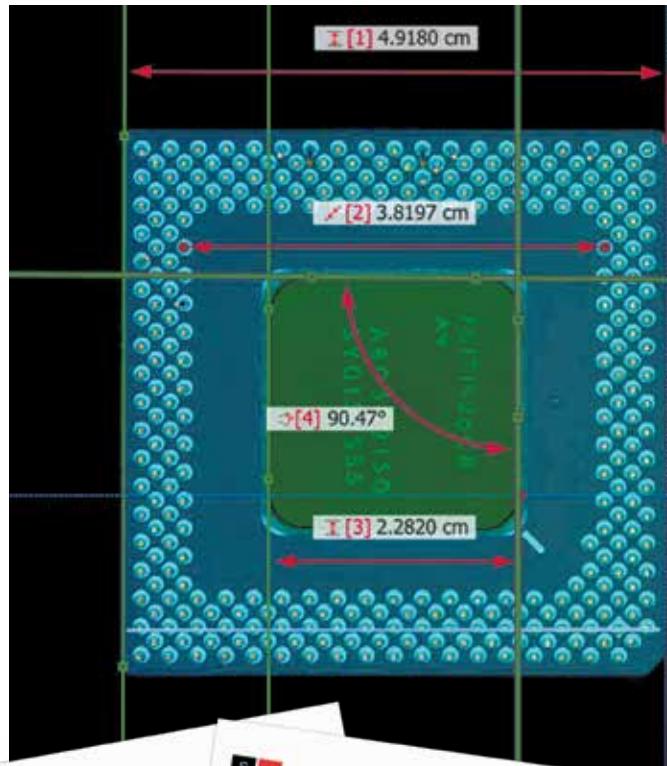
## 形状の体積

体積計算では、3D トポグラフィ領域の体積を算出することができます。計算方法には以下の 2 つのモードがあります。

しきい値モード：Z 値の上限および下限を設定して領域を定義する方法  
レベリングモード：円形・多角形・四角形のいずれかの形状で ROI を定義する方法



# を測定



## 便利な測定アシストツール

アシストツールを使用すると、選択したレンダリングビューでほとんどの基本的で主要な要素（点、線、円）をすばやく簡単に描画し、後に対応する寸法を測定することができます。これは、測定ツールの描画の手助けとなります。



## 自動エッジ検出

重要寸法ツールには自動調整機能が備わっています。この機能を有効にするには、シーン上で作成した点・線・円を右クリックしてドラッグするだけで、サンプルの特徴に合わせて自動的に調整されます。



## カスタマイズ可能なレポート

複数のレポートテンプレートから選択でき、ユーザーは各セクションをニーズに合わせて自由に構成できます。これにより、各測定に対して明確で整理されたレポートを柔軟に作成することができます。レポートには、取得時の設定情報、3Dデータ、2Dプロファイル、ISOパラメータなどが含まれます。

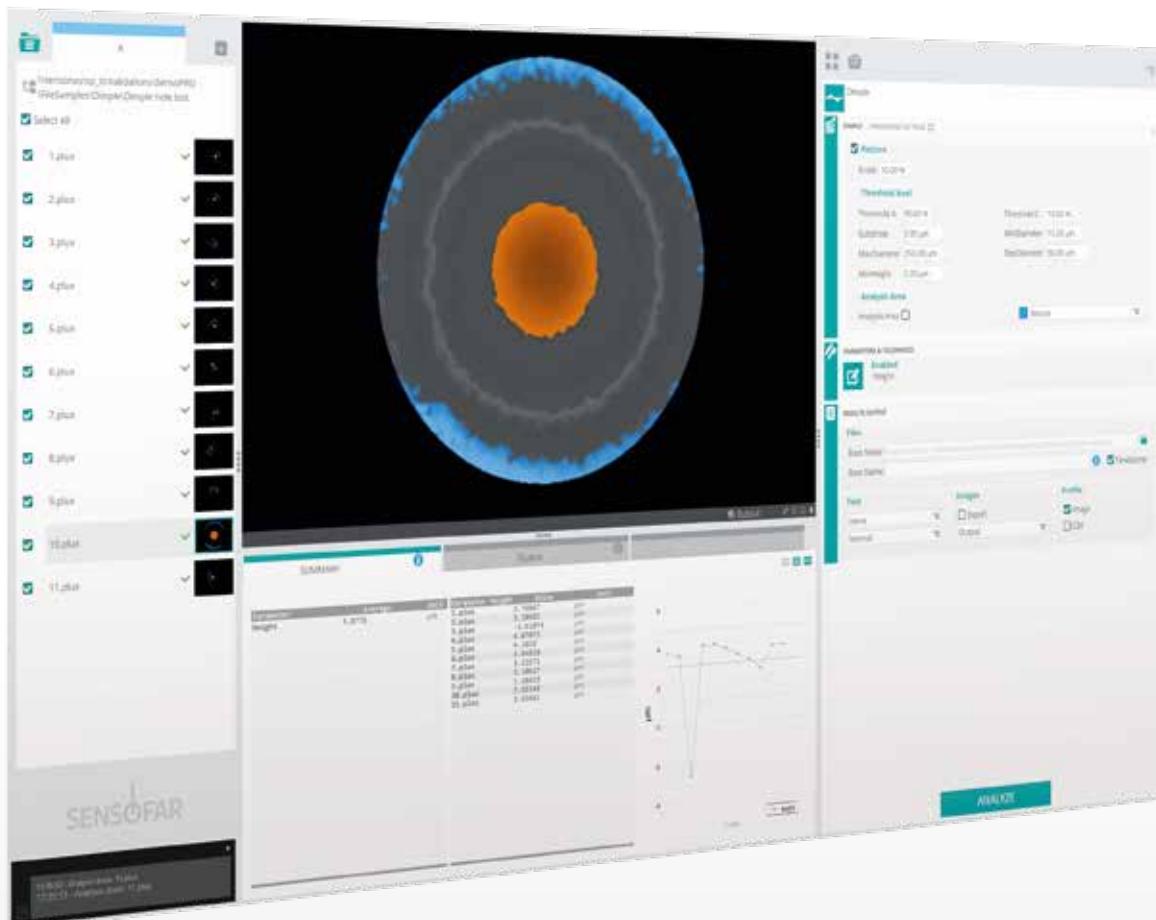
## SensoMAP



Digital Surf 社のMountains 技術を基盤とする SensoMAP は、解析およびレポーティングのための非常に強力なツールです。SensoMAP ソフトウェアは完全なモジュール構成となっており、ユーザーの要件に応じて柔軟に構成を変更できます。標準版とプレミアム版の2つのレベルに加えて、2D・3D・4Dモジュール、アドバンスト輪郭解析、粒子解析、統計、シェル CAD 比較など、複数のモジュールを選択して組み合わせることができます。



# 高速品質管理



生産ラインにおける迅速な品質管理が、いつになく簡単になりました。SensoPRO を用いれば、生産ラインのオペレータはサンプルをセットし、表示されるガイドに従うだけで操作を完了できます。プラグイン方式によるデータ解析アルゴリズムにより、極めて高い柔軟性を備えています。



注目領域の自動認識



大量データセットの  
1ファイルあたり  
解析 (100 ファイル 1秒の高速処理  
以上)



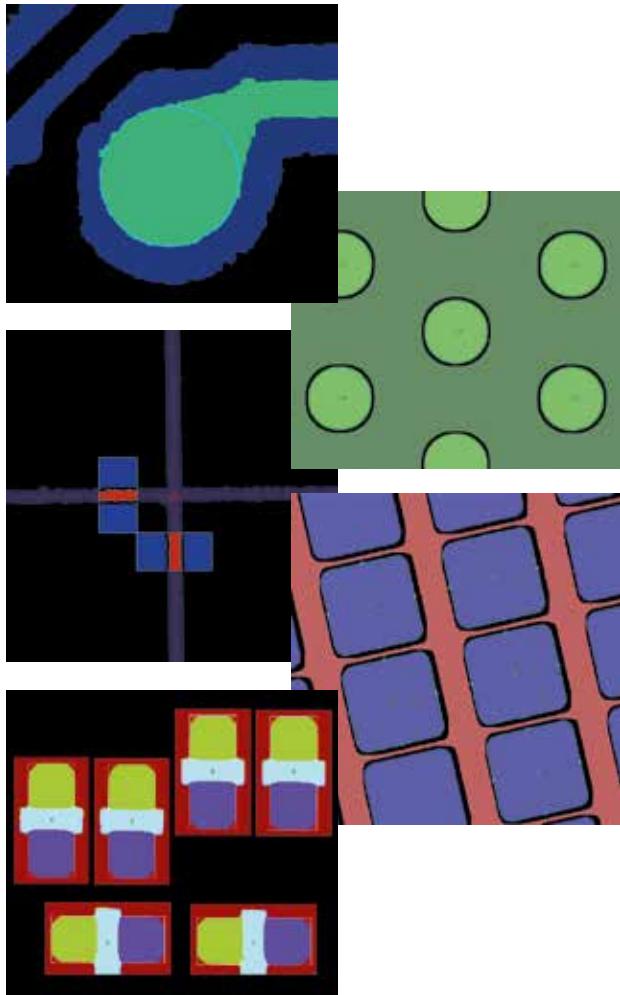
処理設定や各種パ  
ラメータを自由に  
カスタマイズ可能



外部システムとの統  
合を可能にするコ  
マンドライン操作に  
対応



あらかじめ設定し  
た公差に基づく合否  
(Pass/Fail)レポー  
トの自動生成



## 結果

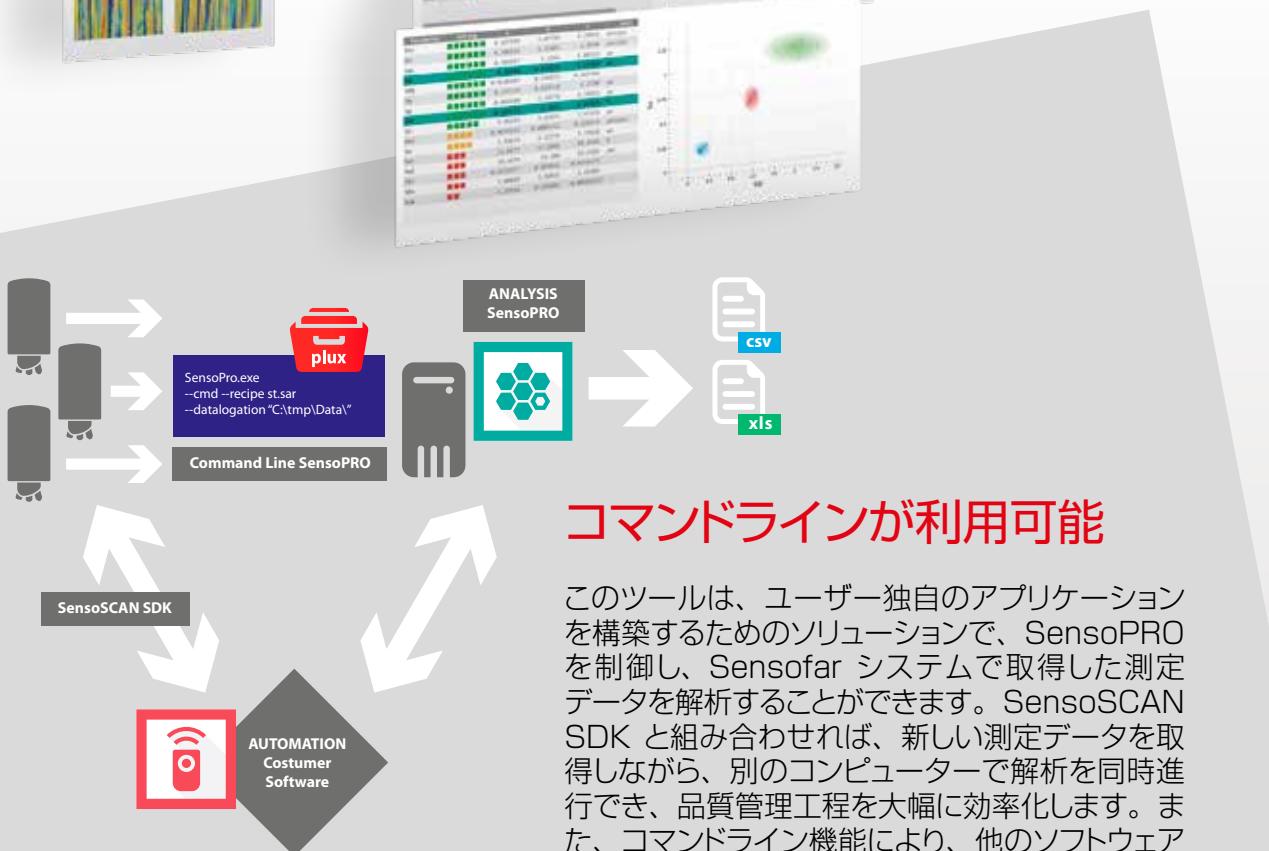
解析が完了すると、各パラメータの結果と標準偏差が一覧表で表示されます。公差が設定されている場合は、サマリー欄で該当部分がハイライト表示されます。さらに、データの可視化は解析で適合したその特徴の物理的要素に絞って表示されます。複数の特徴が検出されている場合は、それぞれに番号が付けられ、選択すると個別のパラメータを確認できます。

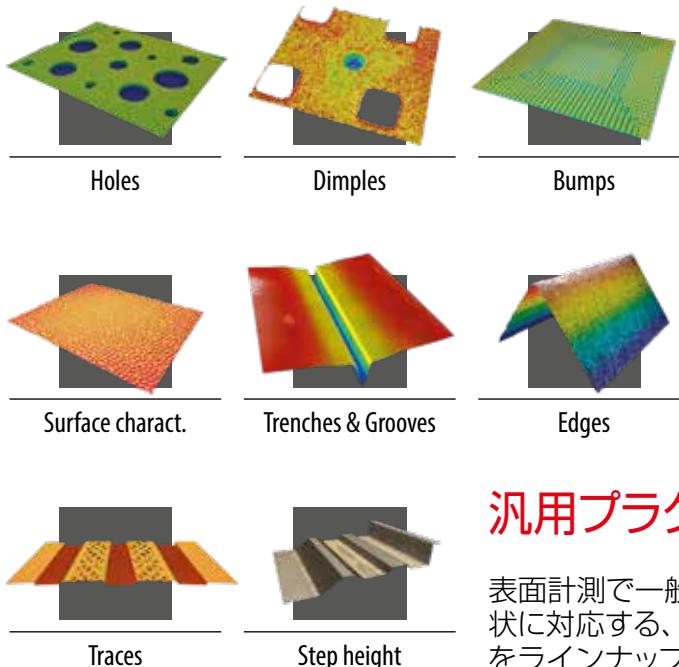


# 品質管理マネージャー 向けのガイドツール



光学式プロファイルメータにおける画期的なイノベーションであり、ユーザビリティを大幅に向上させます。レシピ作成時の公差設定を容易にするだけでなく、複数のデータセットを比較して、生産ラインの品質管理において重要なパラメータを素早く判断できます。また、本機能はトレーサブルな品質管理を必要とする、非専門ユーザーの利用ケースを特に考慮して設計されています。





## SensoPRO プラグイン

このプラグインベースのデータ解析方式は、用途に合わせて最適化された専用アルゴリズムを活用することで、高い柔軟性と専門性を実現します。

### 処理設定

しきい値設定、フィルタ、オペレーター、トリミング設定などで構成されており、解析前にこれらを測定データへ適用できます。各プラグインには、それぞれ専用の処理設定が用意されています。

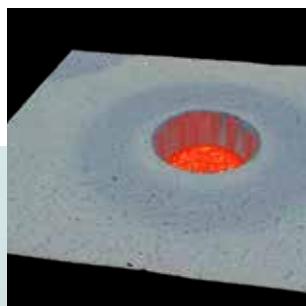
### パラメータ& 公差

詳しい解析に用いる適用パラメータと公差を設定できます。既知の結果やスケーリング、製造条件、公差などに基づき、解析結果を最適化します。

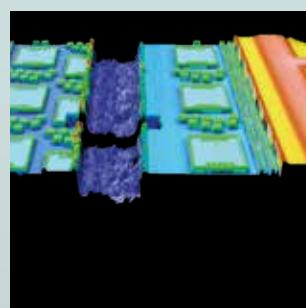
Parameter	Average	St. Dev.	Unit
L1	182.965	1.25032	μm
M1	186.62	0.666153	μm
Z1	16.3865	0.195587	μm
Z2	15.8452	0.2756	μm
Z01	9.23982	0.539519	μm
Z02	9.79429	0.621179	μm
L2	192.425	2.05669	μm
M2	186.62	1.05328	μm
S1	455.8	1.94215	μm
S2	189.2	1.05328	μm
D	89.655	1.57952	μm
D1	1.29	1.15381	μm
D2	1.29	2.15058	μm
D3	9.86	1.33231	μm
D4	1.72	1.33231	μm

### 汎用プラグイン

表面計測で一般的に見られる構造や形状に対応する、幅広い汎用プラグインをラインナップしています。これらのプラグインにより、さまざまな表面解析を効率的かつ高精度に行うことができます。



Color Concentricity  
プラグインは、カラー情報と高さ情報を両方を用いて同心度を評価します。



Wave Groove Line  
プラグインセットは、チップ表面上の余分な形状を無視し、特定のライン同士の距離を高精度に算出できるよう設計されています。

### カスタムプラグイン

SensoPRO の大きな特長は、ユーザー固有の要求に対応できる柔軟性にあります。これまでに 60 種類以上のプラグインが開発されており、完全自動解析を必要とする多様なアプリケーションのニーズをカバーしてきました。以下に、いくつかの代表的な例を紹介します。

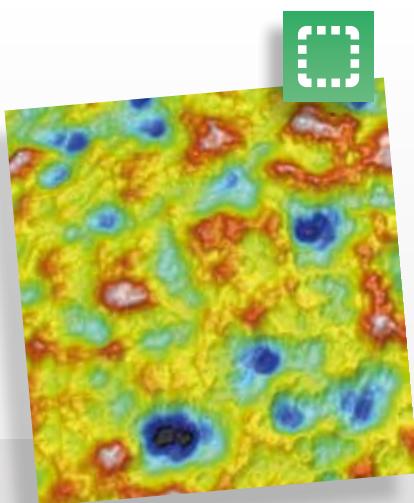
### カスタマイズ プラグイン

お客様のアプリケーションに合わせて、あらゆる解析ソリューションの開発・カスタマイズに対応します。

# 4-in 1 技術の特

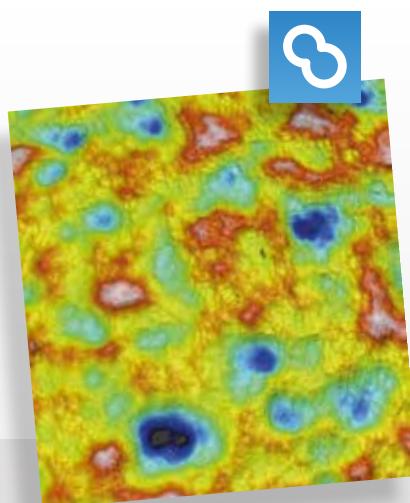
## Ai焦点移動

アクティブ照明焦点移動法は、広範囲にわたる粗面の形状測定のために開発された光学技術です。共焦点法と干渉法を組み合わせた3D測定で蓄積されたSensofarの高度な専門知識を基盤としており、特に低倍率領域での共焦点測定を補完する目的で設計されています。また、アクティブ照明を導入することで、光学的に滑らかな表面においても、より安定して焦点位置を検出できるようになりました。この技術は、最大86°の急傾斜面に対応し、最高3mm/sの高速走査と、広い垂直レンジでの測定を実現するなど、形状測定の幅を大きく広げる革新的な特長を備えています。



## 共焦点

共焦点法は、滑らかな表面から非常に粗い表面まで、幅広いサンプルの高さ情報を精密に測定するために開発されました。共焦点法は非常に高い横方向解像度を実現しており、ライン&スペースで最大0.15 μm、空間サンプリングは0.01 μmまで細かく設定できるため、クリティカルディメンション測定に最適です。また、開口数0.95の高NA対物レンズや、150Xの高倍率対物レンズを使用することで、局所的に70°を超える傾斜を持つ滑らかな表面の測定が可能です（粗い表面では最大86°まで対応）。さらにSensofar独自の共焦点アルゴリズムによって、ナノメートルスケールの高い垂直再現性を実現しています。



## 白色干渉

### PSI

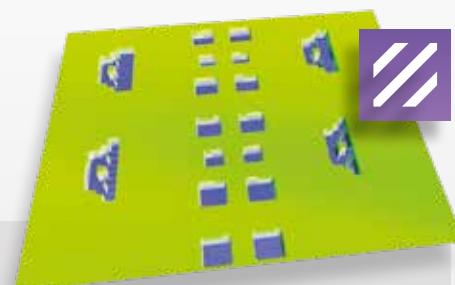
位相シフト干渉法は、すべての開口数(NA)に対して、非常に滑らかで連続的な面の表面高さをサブオングストロームの分解能で測定します。非常に低い倍率(2.5X)を用いれば、同じ高さ解像度で広い視野を測定できます。

### CSI

垂直走査型低コヒーレンス干渉法は、白色光を用いて滑らかな面からやや粗い面の表面高さをスキャンし、あらゆる倍率で1nmの高さ分解能を達成します。

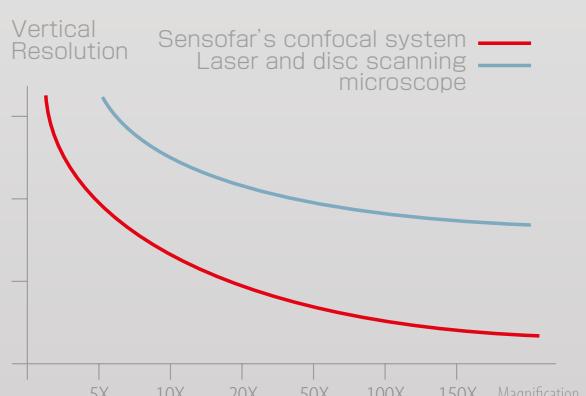
### EPSI

CSIとPSIの2種類の干渉技術を組み合わせた方式で、それぞれの技術の制約を克服します。これにより、数百マイクロメートルの広い測定範囲においても、0.1 nmという極めて低い測定ノイズを実現します。



## 可動部品なし

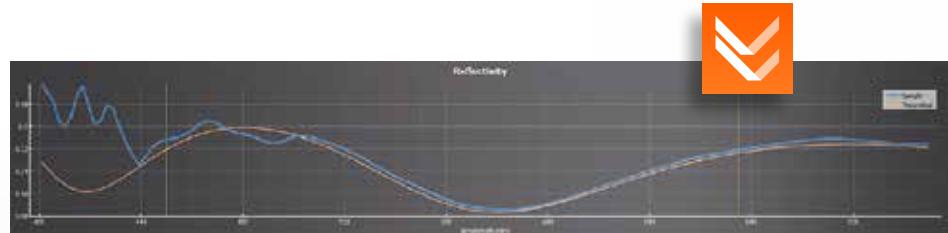
Sensofarのシステムには、マイクロディスプレイスキン共焦点顕微鏡法(ISO25178-607)が実装されています。マイクロディスプレイは、可動部品のない高速切替デバイスとなり、データ取得のスピード、信頼性、精度を高めます。この技術と関連アルゴリズムにより、レーザースキャン共焦点システムを含む他の共焦点法を凌駕するクラス最高の垂直分解能を実現しています。



# 持長

## 薄膜測定

薄膜測定機能は、光学的に透明な膜の厚さを迅速かつ正確に、非破壊的に測定でき、サンプルの下準備も不要です。本システムは可視光域でサンプルの反射率スペクトルを取得し、ソフトウェアで計算したシミュレーションスペクトルと比較しながら膜厚を調整して最適なフィットを求めます。50nm ~ 1.5μm の透明フィルムなら、測定は 1 秒以内で完了します。評価スポットの直径は対物レンズの倍率に依存し、0.5μm から最大 40μm まで選択可能です。



Ai焦点移動 共焦点 白色干渉



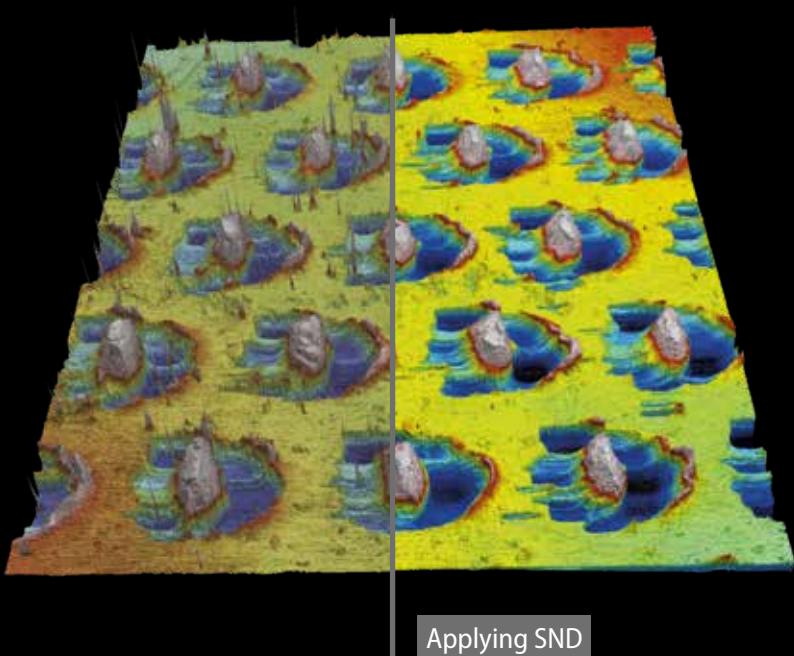
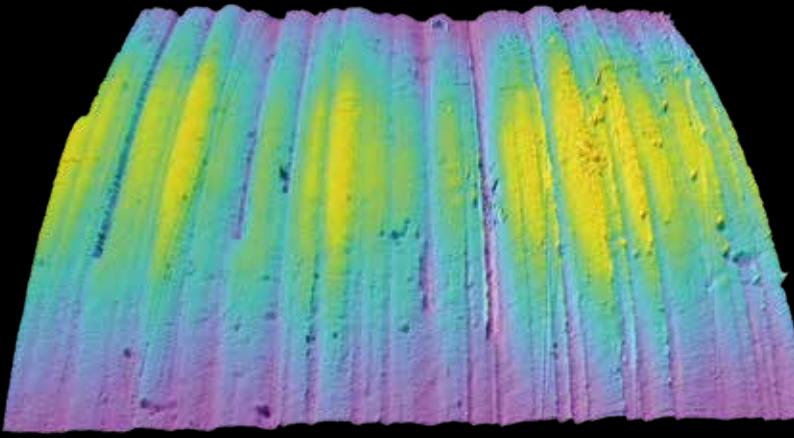
粗い面	★★★	★★★	★
滑らかな面	★	★★	★★★
μm 形状	★★	★★★	★★★
nm 形状	★★	★★	★★★
急傾斜	★★★	★★	★
厚み	★★★	★★★	★★★



# 際立つ、機能・特長

## コンティニュアス・ コンフォーカル

共焦点測定の革新的な改良技術で、測定時間を3分の1に短縮します。コンティニュアス・コンフォーカルモードは、XY面内とZ軸を同時にスキャンすることで、従来の共焦点法のように面ごとの不連続な(かつ時間のかかる)測定を回避できます。大きな面積と大きなZ軸スキャンのためには、データ取得時間の短縮が不可欠です。

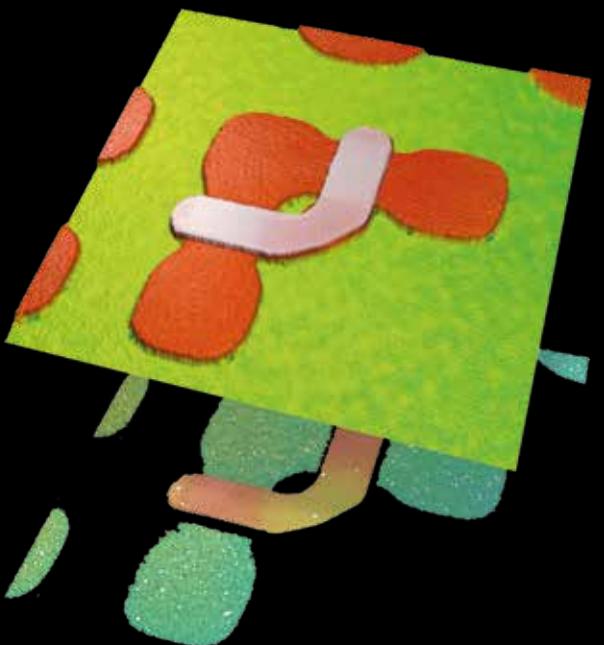


## スマートノイズ検出

S neox は、検出アルゴリズム (SND)を用いてデータ信頼性の低いピクセルを検出します。空間平均法を用いる他の技術と比較して、横方向分解能を低下させることなく、この処理をピクセル単位で実行できます。

## HDR

ハイダイナミックレンジにより、高反射率面での影響を低減させ、測定の欠損点を抑えられます。



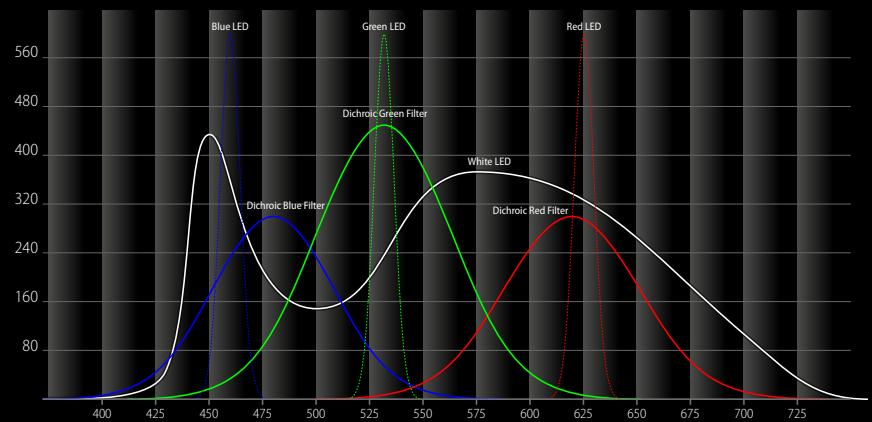


## LEDによる性能の向上

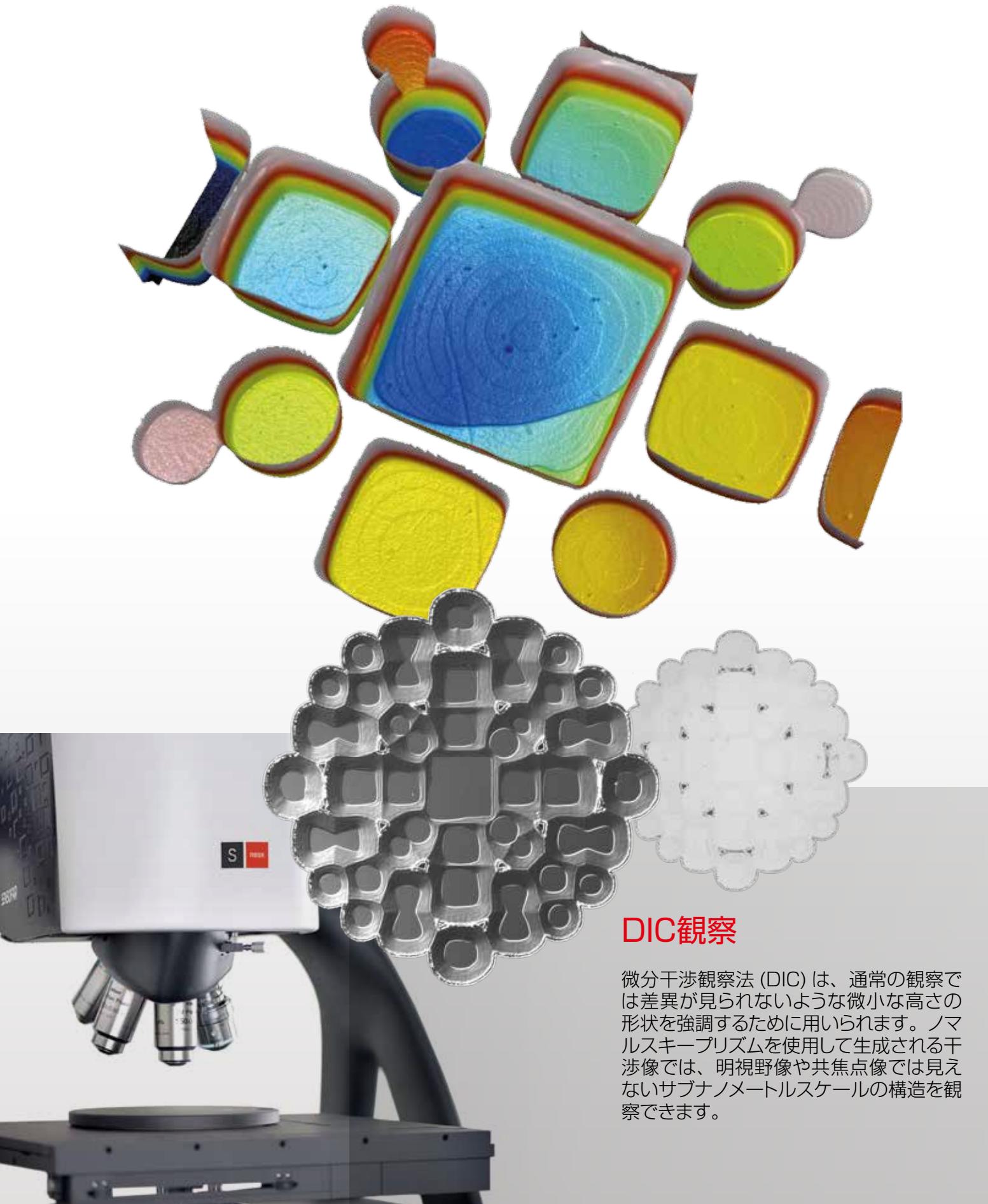
レーザーよりも LED を使用することには、非常に大きな利点があります。 LED は、レーザー光源に特有の干渉パターンや散乱を回避することができます。 LED は単一のスポットではなく面を照らし、より高速な測定を実現します。 LED の推定寿命は約 50,000 時間と非常に長いです (レーザーの 25 倍)。加えて、サンプルに応じて異なる波長を選択することができ、優れた汎用性を提供します。

## 多波長LED光源

光源を各アプリケーションに最適化することに重点を置き、S neoxには、光学コア内に赤(630 nm)、緑(530 nm)、青(460 nm)、白色の4つのLED光源を備えています。最高の水平方向分解能が必要なアプリケーションでは、より短い波長が使用されます。より長い波長は、最大20 $\mu$ mのより優れたコヒーレンスを提供し、大面積の滑らかな表面で位相シフト干渉法を可能にします。さらに、赤、緑、青のLEDがパリエーション化されて切り替わり、リアルタイムで実際のカラー画像と高コントラストの色分けされた深度合成情報を取得します。



# 抜群の水平・垂直方

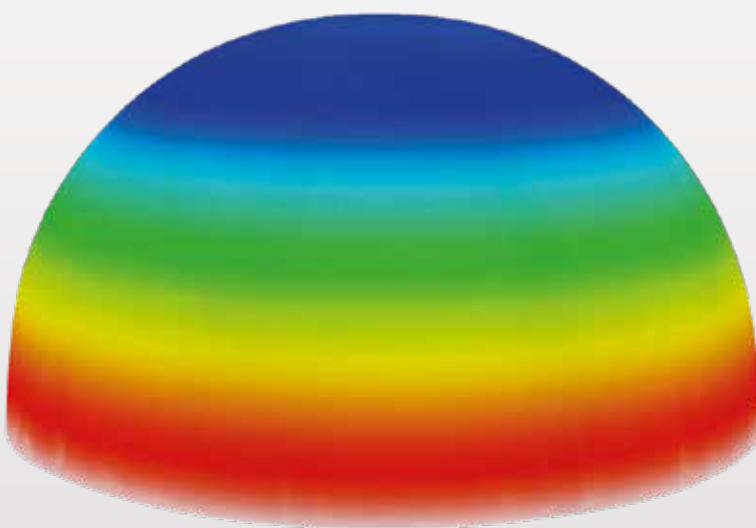
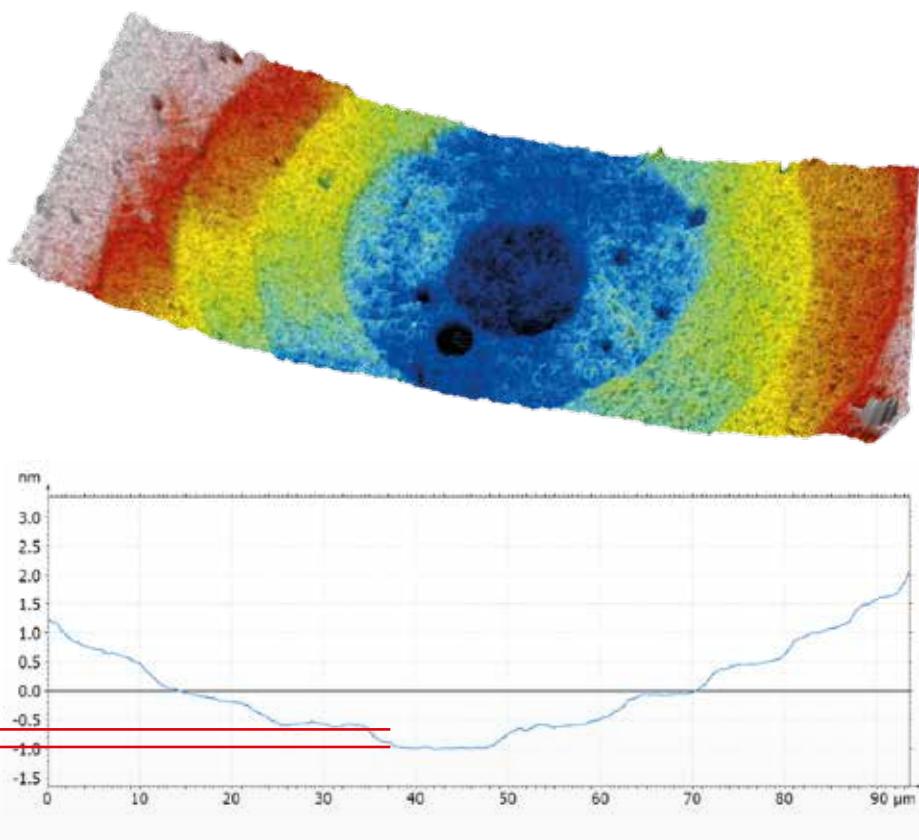


微分干渉観察法 (DIC) は、通常の観察では差異が見られないような微小な高さの形状を強調するために用いられます。ノマルスキープリズムを使用して生成される干渉像では、明視野像や共焦点像では見えないサブナノメートルスケールの構造を観察できます。

# 高分解能

## 高分解能

垂直方向の分解能は、装置ノイズによって制限されます。なお装置ノイズは光干渉法では一定ですが、共焦点では開口数に依存します。Sensofar 独自のアルゴリズムは、光学機器で実現可能な最高の水平方向分解能で、どの測定方法でもシステムノイズはナノメートルレベルです。図のトポグラフィは、サブナノメートル (0.3nm) の原子層です (PTB 提供)。



## 急傾斜面

顕微鏡の対物レンズの開口数 (NA) は、光学的に滑らかな面上で測定可能な最大傾斜角を制限します。一方、光学的な粗面または散乱表面では、その制限を超えるシグナルが得られます。Sensofar のアルゴリズムは、滑らかな面 (0.95 NA) で、最大 71°、粗面で最大 86° の斜面を測定できます。

# ユーザー導入事例

“新しい S neox は、表面テクスチャを測定するための、見事なまでに設計された製品です。

この製品は驚くほど速く、高い解像度を有します。共焦点法、白色干渉法、Ai焦点移動法という3つの測定技術と優れた解析オプションの結合による高い柔軟性は、多彩な用途・形状・材料をカバーし、幅広い研究で非常に有用です。”

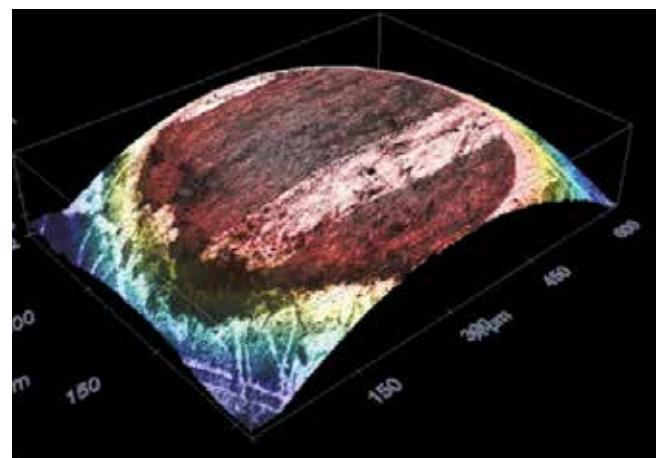


Prof. Christopher A. Brown  
Ph.D., PE, FASME  
Director, Surface Metrology Lab  
Department of Mech I  
Engineering  
Worcester Polytechnic Institute,  
USA



## トライボロジー W-C:Hコーティングの 摩耗中の移着膜の形成

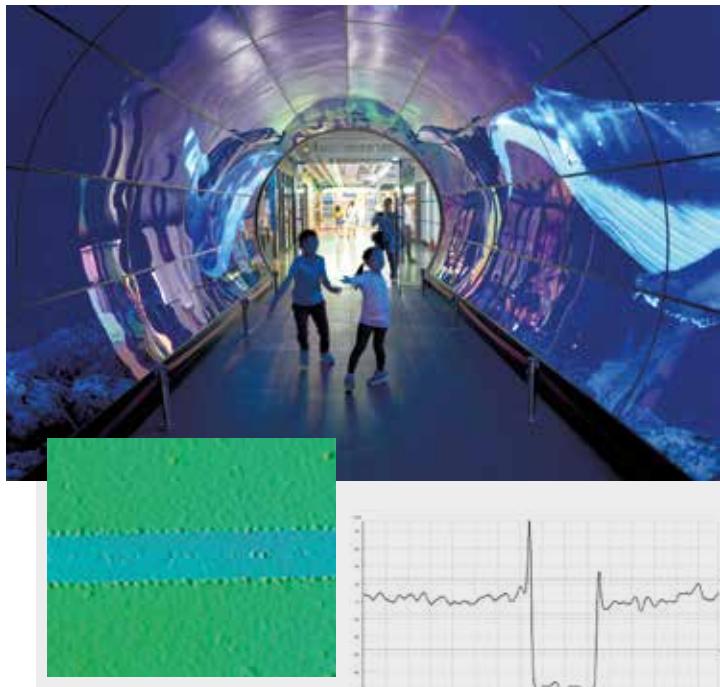
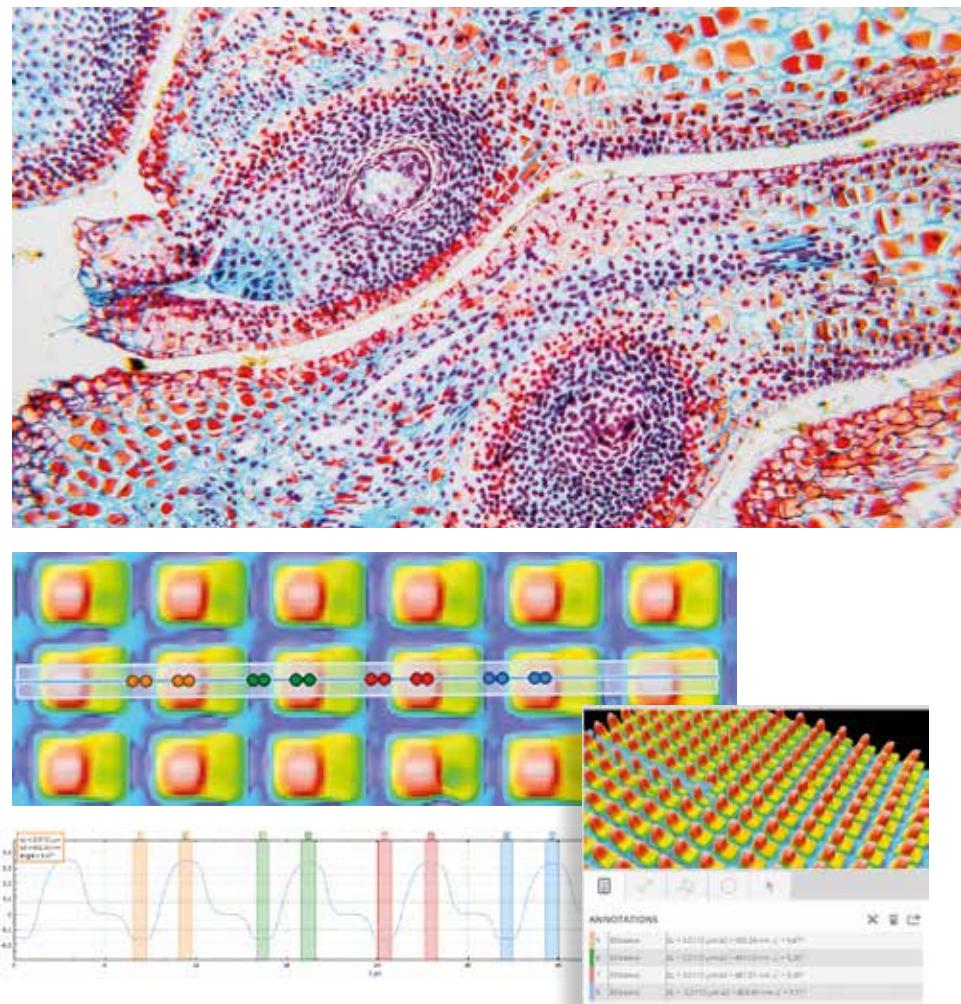
この研究は、高硬度かつ摩擦係数の低いナノコンポジット W-C:H コーティングの開発に焦点を当てています。これまで、従来の光学顕微鏡、SEM/EDS、SEM/FIB、およびラマン分光法を使用して、移着膜形成のさまざまな側面を評価していました。ここに、Sensofar 3D 光学形状測定機で得られた情報が新たに加わり、接触領域全体内での移着膜に関する定性的および定量的な情報がさらに提供されました。



 Institute of  
Materials  
Research SAV Košice

# マイクロエレクトロニクス バイオ用途向け ナノ圧力センサの 初期たわみ測定

バイオアプリケーションのためのナノ圧力センサの製造では、犠牲層エッチングや真空ギャップで分離された2つの膜のシーリングが重要です。また製造工程後の膜の初期たわみについて、正確なタイミングの把握も不可欠です。試料は真空下になければならないので、SEMによる測定ではこの初期状態が変化する可能性があります。SensofarのS neoxを用いれば、製造後の膜のたわみを迅速かつ非破壊で画像化および測定することができます。



# コンシューマエレクトロニクス 有機光エレクトロニクス デバイスのレーザ加工

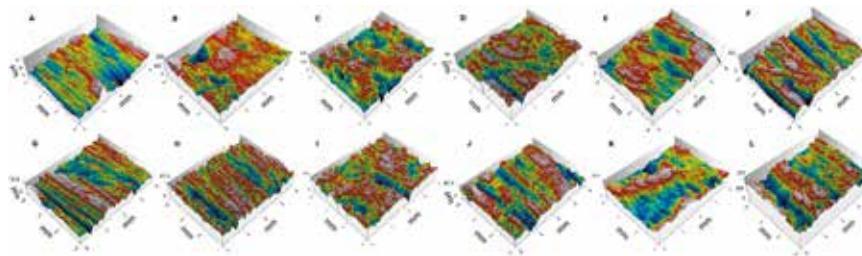
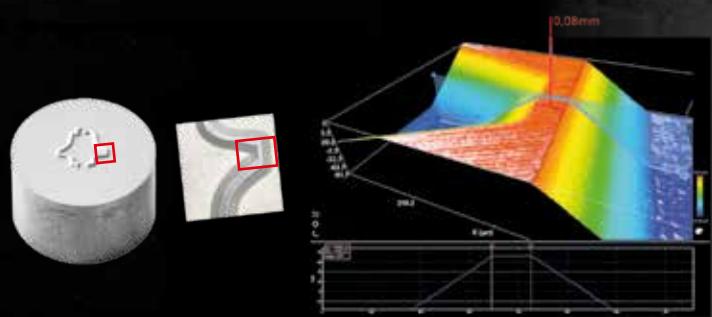
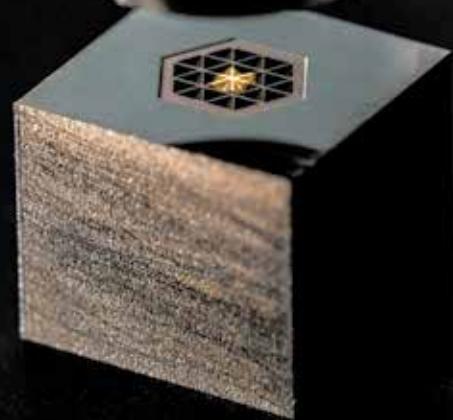
照明用の大面積有機発光ダイオード (OLED) の組み立てでは、デバイス電流とその抵抗損失を小さく抑えるために、目に見えない一連の接続部が重要になります。幅数  $\mu\text{m}$ 、深さ約 100nm のレーザーエッチング線をモニタしました。S neox を使用して薄膜層を測定すると、除去プロセスの仕上がりを検出できます。

## 微細加工

# フェムト秒レーザー・ マイクロミリング/ マイクロテクスチャ 加工の測定

Sensofar のプロファイラは非常に高い水平方向分解能をもちます。これはマイクロ構造からさらにナノ構造を解析するために重要な要件であり、加工されたテクスチャに基づいて機能性テクスチャが適切に機能することを確認するのに不可欠です。S neox による高速の非破壊測定で、マイクロミリングが正しい許容誤差内で確実に実行されていることが確かめられます。

**micro**relleus

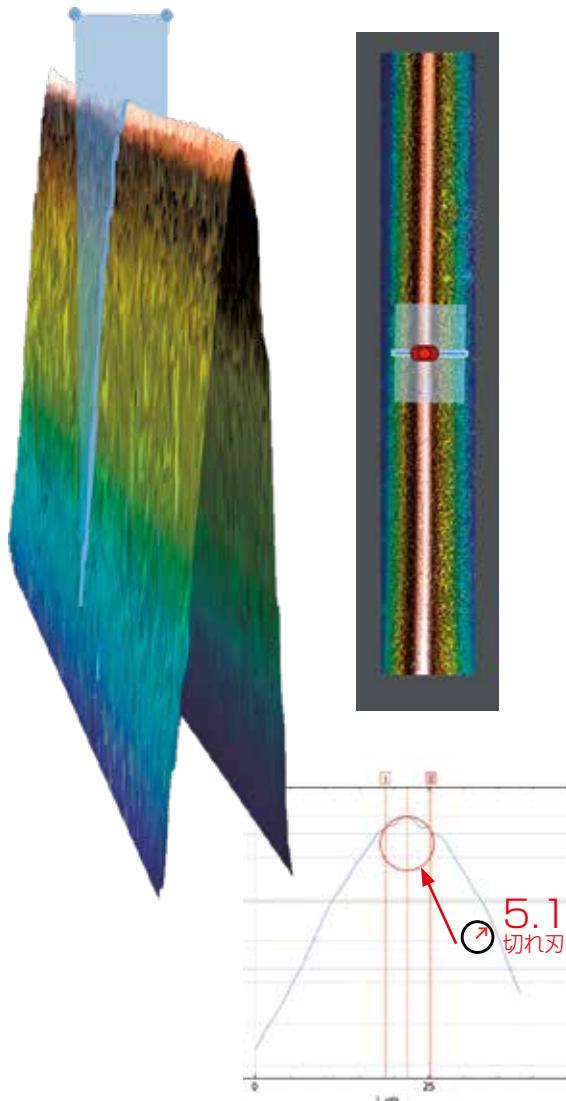


## 考古学

# アフリカ4万年前の 黄土層を鑑定

鉄分を多く含む鉱物の破片を解析し、さまざまな岩の上で削られた黄土破片の面を鑑定するのに理想的な手法は、共焦点技術です。S neox の広い面積と大きな対象物を測定できる性能と、3D 画像処理用フィルタセットにより、使用痕として現われる粗さにフォーカスすることができます。これは社会における顔料の使用についての重要な情報を提供するもので、時系列での役割と、人類の歴史の中で初めて象徴的に使用された時代を確立するためのヒントを与えます。

Université  
de BORDEAUX



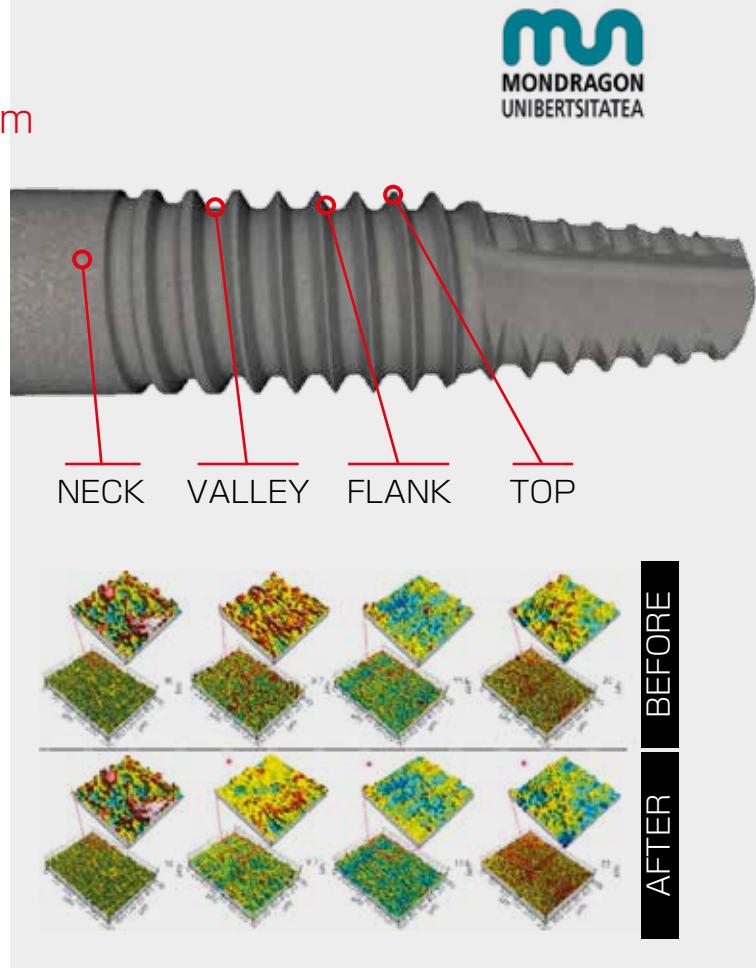
## 微細加工 インサートの 刃先測定

旋削用インサートは、ねじ切り加工に使用されます。旋削プロセスは複雑であるため、インサートはさまざまな角度（リード角、すくい角、逃げ角）をもっています。3D 光学形状測定機 S neox Five Axis を使用すると、刃先半径、クリアランス、すくい角、さらには刃先の粗さなど、ツールの継続的な改善に必要な主要パラメータを、迅速かつ柔軟に取得できます。

**UTILIS**  
Tools for High Technology

## 医療用デバイス 歯科インプラントの 外科的挿入に対する 表面トポグラフィの 影響

インプラント研究では、表面粗さを大きくする新しい表面処理方法の開発に焦点が当てられてきました。生物学的応答を促し、最終的な骨結合の強化を目指しています。このアプリケーションで S neox の共焦点法は、複雑なネジ付き歯科用インプラント上のさまざまな位置を高解像度で描写するのに効果的であることが実証されています。





## 電動ノーズピース

明視野用や干渉法用を含む最大 6 本の対物レンズを同時に装着できます。SensoSCAN ソフトウェアが自動的に対物レンズの切り替えを行い、焦点位置のずれも自動で補正します。

## 電動チップチルト

電動チップチルトにより、3 秒以内にサンプルを自動的に水平にすることができます。このデバイスにより、サンプルの準備時間は短縮され、また自動測定用途において複数の位置でサンプルを水平にすることを可能にします。この自動傾斜調整機能は、すべての測定方式で使用できます。



## スタンド構造

S neox はコンプリート製品で、複数の構成要素をもつ工業的表面のミクロ / ナノ形状を素早く非破壊で評価します。研究開発や品質検査ラボ用の標準セットアップから、オンラインのプロセス制御用の洗練されたカスタムソリューションまで、高い柔軟性、耐久性、効率を提供します。最大測定サンプルサイズは、面積 300 x 300 mm<sup>2</sup>、高さ 350 mm です。



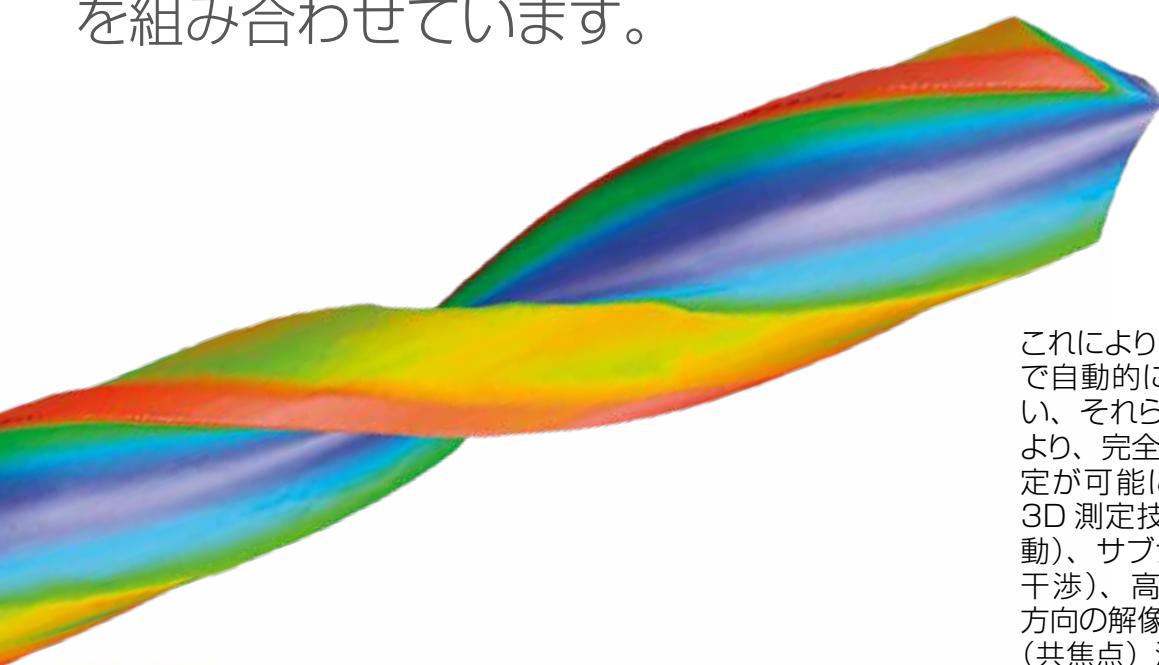
## リング照明

LED リングによるリング照明は、均一かつ効率的にサンプルを照射します。対物レンズの上部と周辺にマウントされ、Ai 焦点移動法のシグナルを増強できます。これによりフォーカス面での適切な照明が確保されます。

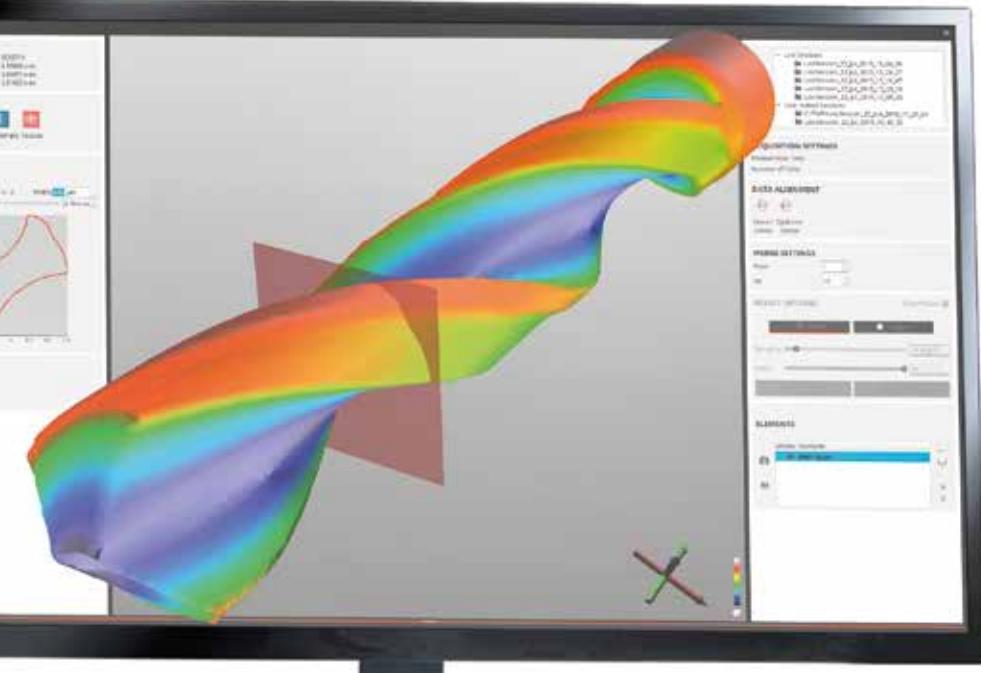
# 完璧な アクセシビリティ



S neox Five Axis 光学式3次元測定装置は、高精度回転ステージモジュールと、S neox 3D測定顕微鏡の高度な検査および解析機能を組み合わせています。



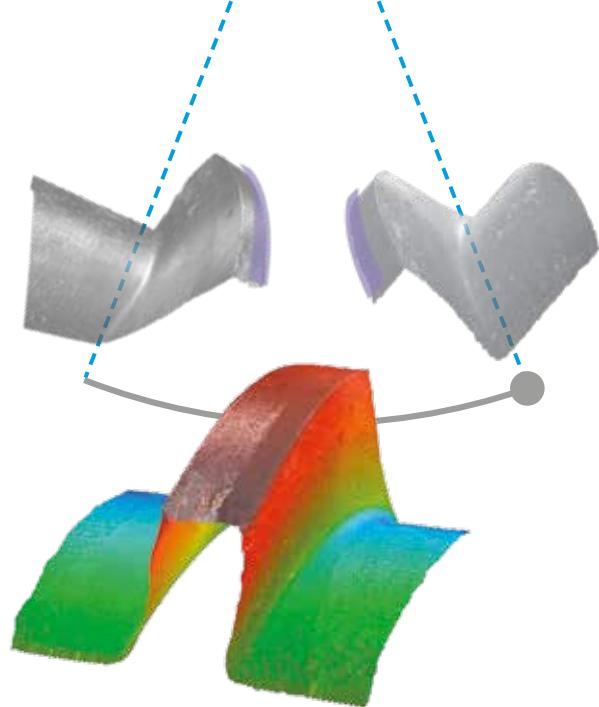
これにより、指定された位置・角度で自動的に3D表面形状測定を行い、それらをつなぎ合わせることにより、完全な3Dボリュメトリック測定が可能になります。S neoxの3D測定技術は、形状(Ai焦点移動)、サブナノメーター粗さ(白色干渉)、高い水平方向および垂直方向の解像度を必要とする重要寸法(共焦点)測定まで広範囲のスケールをカバーします。



## 回転ステージ

Five Axisの回転ステージは、高精度な電動回転A軸(360°連続回転、位置決め再現性10arc sec)と電動回転B軸(-30°～110°、分解能0.5arc sec、リミットスイッチ付き)で構成され、System3R製のクランプシステムが装備されています。

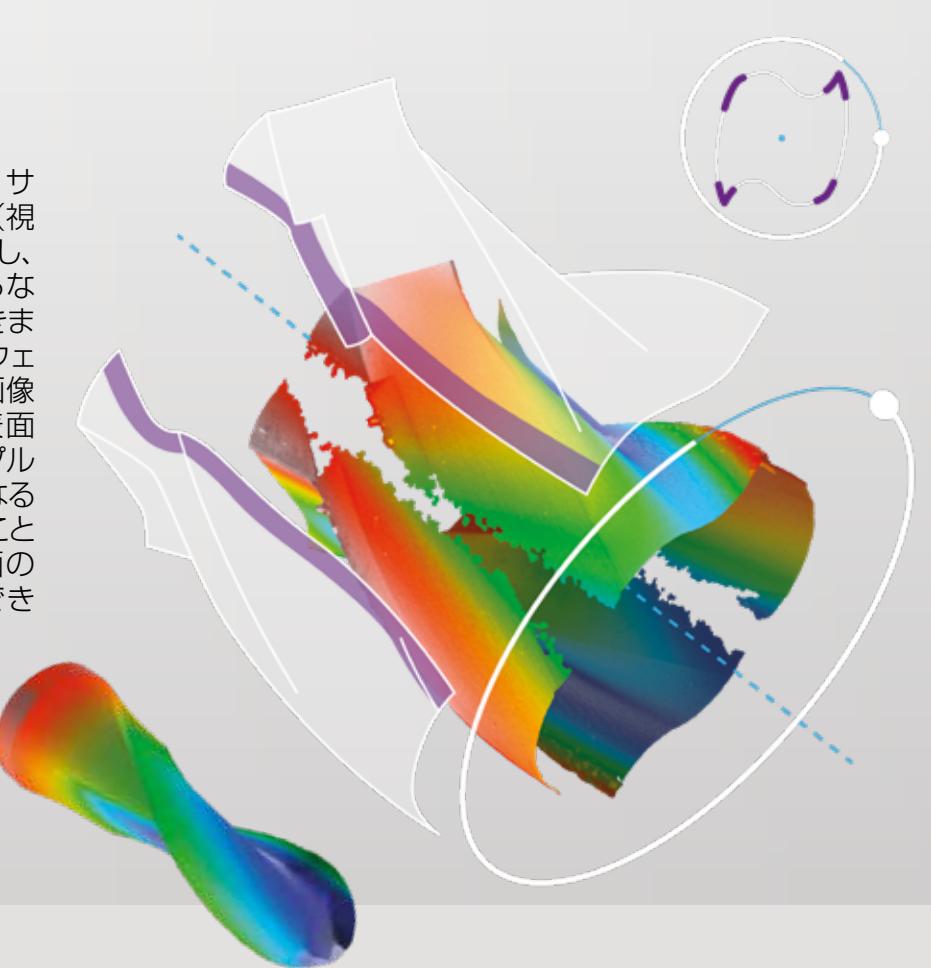
S neox Five Axis は、指定された位置・角度で自動的に3D表面形状測定を行い、それらをつなぎ合わせることにより、完全な3Dボリュメトリック測定が可能になります。



# 完全な3D測定



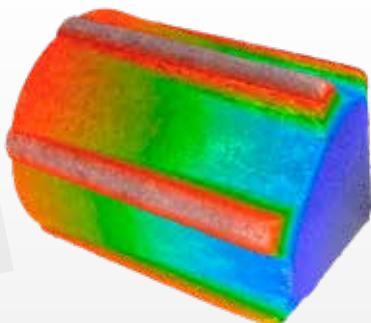
S neox Five Axis は、サンプルを回転および仰角（視点）の異なる位置で測定し、それぞれの個別測定からなる測定グループを生成できます。SensoFIVE ソフトウェアは、各測定のスタック画像情報を用いてすべての表面を統合し、高精度なサンプル表面を再構築します。異なる仰角のデータを合成することで、鋭角部や重要な表面の形状情報を正確に取得できます。





## 隣接表面を連結し90°以上 の角度も測定可能に

急峻な角度を含む複雑な表面は、影によって1回の測定では全体を取得することが困難です。そのため、サンプルを傾けて異なる2つの位置から測定し、得られた2つのトポグラフィ結果を統合する必要があります。Five Axis回転ステージを用いることで、サンプルを反対方向に位置決めし、表面全体を可視化できます。システムは各個別測定を取得後、自動的に合成して完全な3Dボリュメトリック測定を生成します。ワンクリックで異なる測定位置を取得できる自動ルーティンにより、ユーザーはストレスなく重要な部分にフォーカスして測定を実行でき、迅速かつ簡単に測定プロセスを自動化できます。



## 複数の軸位置で 制限なく測定

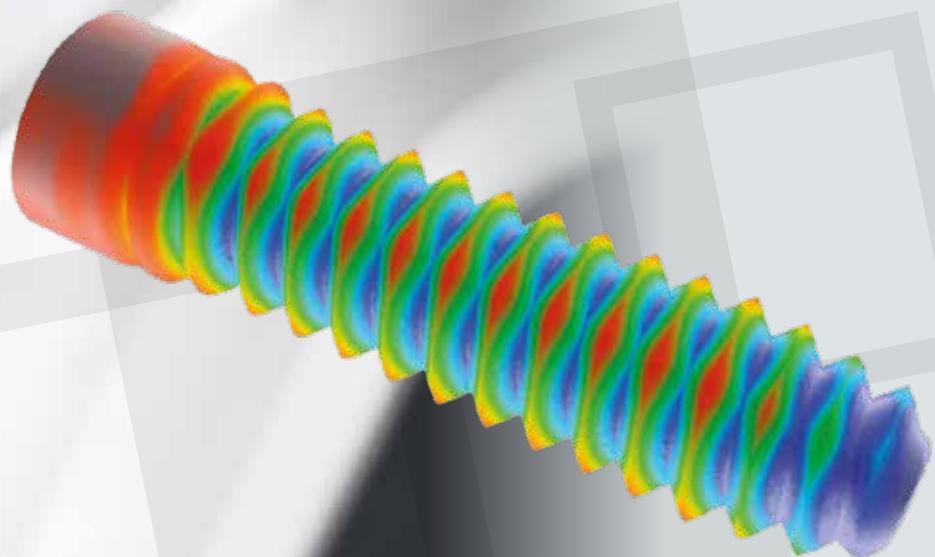
自動ルーティンにより、ワンクリックでサンプルの異なる部位を測定できます。ユーザーフレンドリーなインターフェースにより、ストレスなく測定位置を見つけています。サンプルの重要な部分にフォーカスして自動ルーチンに追加し、最後に「Acquire」をクリックするだけで、すべての位置の測定を一度に実行できます。これにより、測定ルーチンの自動化が非常に迅速かつ簡単に行えます。

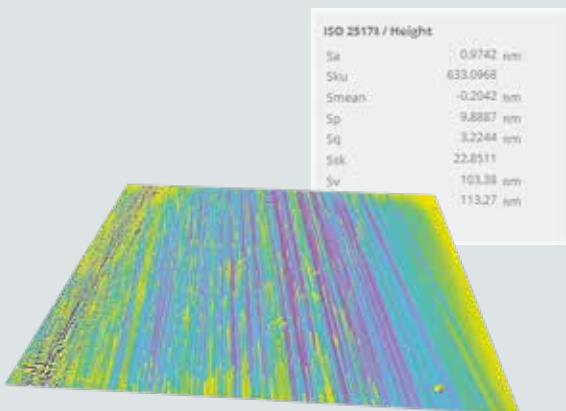




S neox Five Axis は、  
マイクロ／ナノスケール  
のイメージングにおいて、  
市場で最も包括的で充実  
したソリューションです。

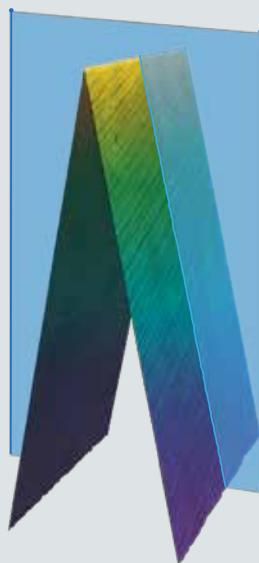
最高の多





## 高精度&高信頼性の 仕上げ面の測定

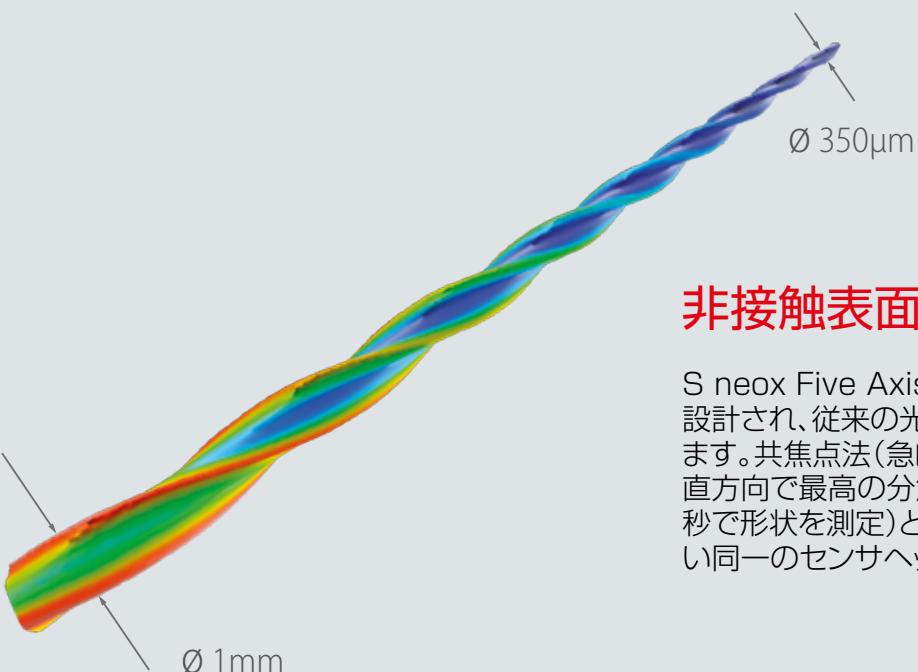
共焦点法および白色干渉の技術により、非常に粗い面(例:積層造形)から、ダイヤモンドミラーのような1Åオーダーの高反射面まで、あらゆる表面粗さを測定できます。NPL、NIST、PTBの粗さ標準に準拠した再現性とトレーサビリティを確保しています。さらに、Ai焦点移動技術により、対物レンズに依存せず、急峻な傾斜面の測定も迅速かつ容易に行えます。



## Ai焦点移動法の 限界を克服

S neox Five Axis は形状と表面粗さの測定が可能です。形状測定においては、直径0.5mmまでのサンプルや、切れ刃先端の半径150nmまでの微細な刃先を測定できます。高NA(0.95)の共焦点技術により、小さな曲率半径を持つ刃先の精密測定が可能です。

# 多機能性



## 非接触表面測定

S neox Five Axisは、高性能3D光学形状測定機として設計され、従来の光学プロファイラを凌駕する性能を持ちます。共焦点法(急峻な表面構造に最適)、白色干渉法(垂直方向で最高の分解能)、そしてAi焦点移動法(わずか数秒で形状を測定)という3つの技術を、可動部品を含まない同一のセンサヘッドで統合しています。

# 仕様

## 対物レンズ

### 明視野

倍率	2.5X EPI	5X BF	10X BF	10X SLWD	20X BF	20EPI	20X ELWD	20X SLWD	22X WI	50X BF	50X EPI	50X EPI	50X ELWD
NA	0.075	0.15	0.30	0.20	0.45	0.60	0.40	0.30	0.50	0.80	0.80	0.95	0.60
作動離, WD (mm)	6.50	20.00	15.80	37.00	3.00	3.00	19.00	30.00	3.50	1.00	2.00	0.35	11.00
空間サンプリング <sup>1</sup> (μm)	2.76	1.38	0.69	0.69	0.34	0.34	0.34	0.34	0.31	0.13	0.13	0.13	0.13
光学分解能 <sup>2</sup> (μm)	1.87	0.94	0.47	0.70	0.31	0.23	0.35	0.47	0.28	0.18	0.18	0.15	0.23
システムノイズ <sup>3</sup> (nm)	300	115	30	50	8	6	10	20	15	4	4	3	5
最大傾斜 <sup>4</sup> (°)	4	9	17	12	27	37	24	17	-	53	53	72	37

## システム仕様

測定方法	共焦点, PSI, ePSI, CSI, Ai焦点移動, 薄膜
観察タイプ	明視野, DIC, シーケンシャル-RGB, 共焦点, 干渉位相コントラスト
測定タイプ	画像, 3D, 3D 厚み, プロファイル, 座標
カメラ	5Mpx: 2448x2048 pixels (60 fps)
全倍率 (27" スクリーン)	60X - 21600X
ディスプレイ分解能	0.001 nm
FOV	from 0.11 to 6.7 mm (シングルショット)
最大拡張測定エリア	10x12 (最高分解能): 175x175 (最低分解能) (500 Mpx)
共焦点フレームレート	60 fps (5Mpx): 180 fps (1.2 Mpx)
垂直走査範囲	リニアステージ: 40 mm range; ピエゾスキャナ: 200 μm (オプション)
最大Z軸測定範囲	PSI 20 μm; CSI 10 mm; 共焦点 & Ai焦点移動 34 mm
XYステージ範囲	手動: 40x40 mm; 電動: 114x75 mm, 154x154 mm, 255x215 mm, 302x302 mm
LED光源	赤 (630 nm); 緑 (530 nm); 青 (460 nm) 白 (580 nm; 中心)
リング照明	緑リング光源, 6連ノーズピース互換
ノーズピース	6連, 完全モータ駆動
サンプル反射率	0.05 % to 100%
サンプル重量	最大25 Kg
サンプル高さ	40 mm (標準): 150 mm and 350 mm (オプション)
ユーザ管理権限	Administrator, supervisor, advanced operator, operator
高度ソフトウェア分析	SensoVIEW, SensoMAP, SensoPRO, SensoMATCH, SensoCOMP
電力	電圧 100-240 V AC; 周波数 50/60 Hz 単相
コンピュータ	最新INTELプロセッサ: 3840x2160 pixels resolution (4K) (27")
OS	Microsoft Windows 64 bit
寸法	システム: 600x610x740 mm (23.6x24x29.1 in); コントローラ: 209x318x343 mm (8.2x12.5x 13.5 in)
重量 <sup>9</sup>	61 Kg (134 lbs)
環境	温度 10 °C to 35 °C; 湿度 <80 % RH; 高度 <2000m

## 精度&再現性<sup>6</sup>

Standard	Value	U, σ	Technique
ステップ高さ	48600 nm	U=300 nm, σ=10 nm	Confocal & CSI
	7616 nm	U=79 nm, σ=5 nm	Confocal & CSI
	941.6 nm	U=7 nm, σ=1 nm	Confocal & CSI
	186 nm	U=4 nm, σ=0.4 nm	Confocal & CSI
	44.3 nm	U=0.5 nm, σ=0.1 nm	PSI
	10.8 nm	U=0.5 nm, σ=0.05 nm	PSI
面粗さ (Sa) <sup>7</sup>	0.79 μm	U=0.04 μm, σ=0.0005 μm	Confocal, AiFV & CSI
線粗さ (Ra) <sup>8</sup>	2.40 μm	U=0.03 μm, σ=0.002 μm	Confocal, AiFV & CSI
	0.88 μm	U=0.015 μm, σ=0.0005 μm	Confocal, AiFV & CSI
	0.23 μm	U=0.005 μm, σ=0.0002 μm	Confocal, AiFV & CSI

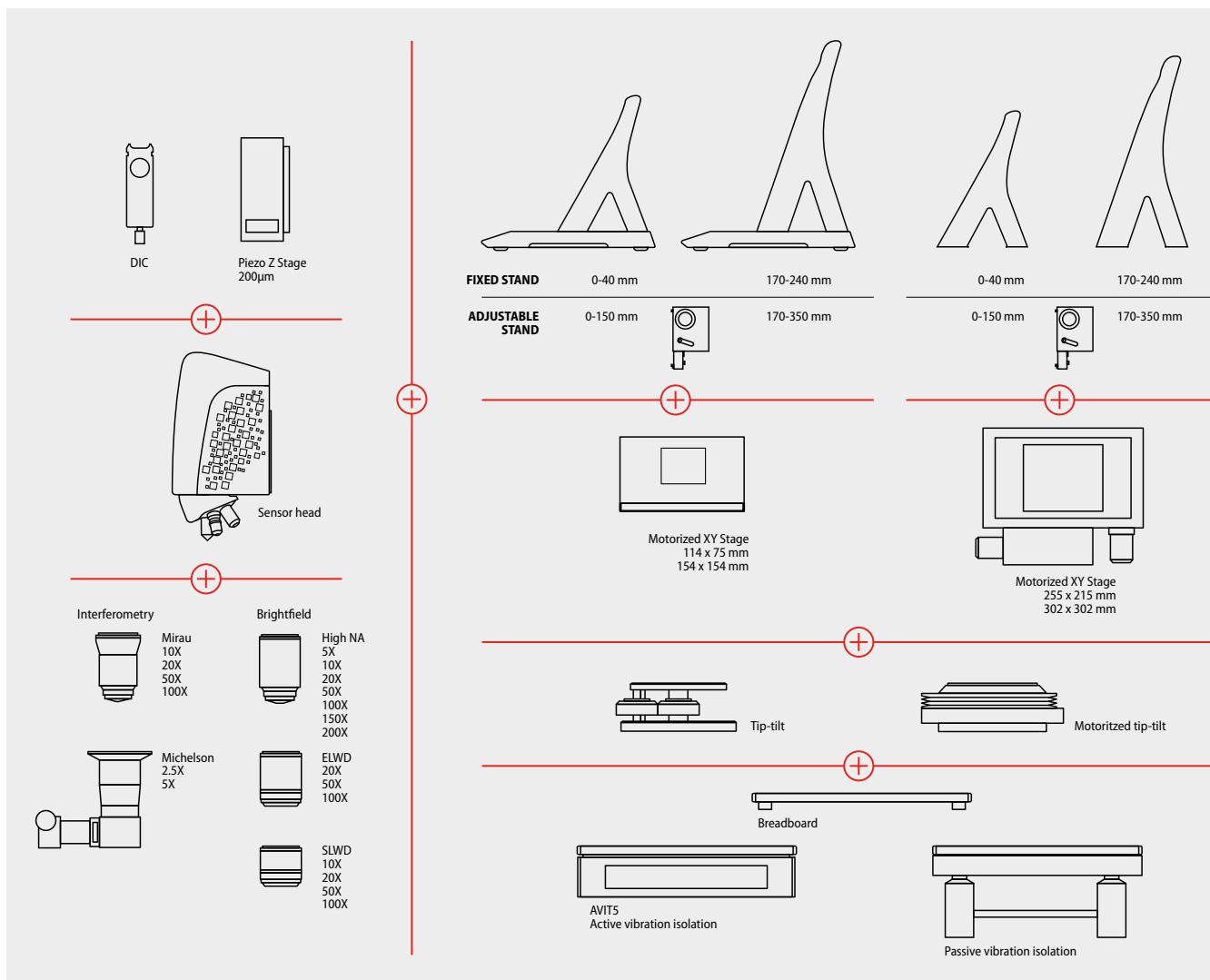
1 表面上のピクセルサイズ 2 L&S (ライン & スペース, 線幅と間隔)。値は青色LEDの場合。3 システムノイズは、光学軸に垂直に配置した校正ミラー上で連続して2回測定した差として評価。干渉法用対物レンズ、PSI、10回の位相平均、VC-E 振動環境での測定値。0.01 nm の値はピエゾステージと温度制御室で達成。値は緑色 LED (CSI) は白色 LED) 使用。HD 解像度。4 滑らかな表面で最大傾斜 71°、散乱面で最大傾斜 86°。5 最大視野は 3/2 インチカメラと 0.5 倍光学系使用時。6 共焦点および Ai 焦点移動法用対物レンズ: 50X 0.80 NA, CSI および PSI 用対物レンズ: 50X 0.50 NA。解像度 1220 × 1024 ピクセル。すべての測定は PZT 使用。測定不確かさ (U) は ISO/IEC ガイド 98-3:2008 GUM:1995 に準拠、K=1.96 (信頼水準 95%)。標準偏差 σ は 25 回測定による。7 面積 1 × 1 mm。8 プロファイル 4 mm 長。9 固定スタンド、XY ステージ寸法 114 × 75 mm。

## 干涉

50X SLWD	100X BF	100X EPI	100X EPI	100X ELWD	100X SLWD	150X EPI	150X EPI	2.5X TI	5X MC	10X MC	10X MR	20X MC	20X MR	50X MR	100X MR
0.40	0.90	0.90	0.95	0.80	0.60	0.90	0.95	0.075	0.14	0.10	0.28	0.10	0.38	0.50	0.70
22.00	1.00	2.00	0.32	4.50	10.00	1.50	0.20	10.30	13.00	25.00	8.00	16.70	6.00	3.60	2.00
0.13	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	2.76	1.38	0.69	0.69	0.34	0.34	0.13	0.07
0.35	0.16	0.16	0.15	0.18	0.23	0.16	0.15	1.87	1.00	1.40	0.50	1.40	0.37	0.28	0.20
15	3	3	2	3	12	2	1					PSI/ePSI 0.1 nm (0.01 nm with PZT)	CSI 1 nm		
24	64	64	72	53	37	64	72	4	8	6	16	6	22	30	44

MAG	2.5X	5X	10X	20X	22X	50X	100X	150X
FOV <sup>5</sup> ( $\mu\text{m}$ )	6756x5652	3378x2826	1689x1413	845x707	767x642	338x283	169x141	113x94

## システム構成





### SENSOFARは表面計測で最高の品質基準を誇る最先端テクノロジーカンパニーです。

Sensofar Metrology は、共焦点、光干渉、焦点移動法、フリンジプロジェクション技術による高精度な光学形状計測装置を製造しています。研究開発や品質検査室向けの標準セットアップから、オンライン製造プロセスのための完全な非接触計測ソリューションまで対応します。Sensofar グループ本社は、スペインの技術中核地であるバルセロナにあります。グループはグローバルなパートナーネットワークを通じて 30 か国以上に代理店をもち、またアジア、独国、米国に自社のオフィスを有しています。

#### 本社

**SENSOFAR** | BARCELONA - Spain | T. +34 93 700 14 92 | [info@sensofar.com](mailto:info@sensofar.com)

#### 営業所

**SENSOFAR ASIA** | SHANGHAI - China | T. +86 21 61400058 | [info.asia@sensofar.com](mailto:info.asia@sensofar.com)  
| TAIPEI - China | T. +886 988106002 | [info.asia@sensofar.com](mailto:info.asia@sensofar.com)

**SENSOFAR DACH** | LANGEN - Germany | T. +49 151 14304168 | [info.germany@sensofar.com](mailto:info.germany@sensofar.com)

**SENSOFAR USA** | CONNECTICUT - United States | T. +1 617 678 4185 | [info.usa@sensofar.com](mailto:info.usa@sensofar.com)

#### 日本代理店

**JAPAN LASER** | TOKYO - JAPAN | T. +81 3 5285 0861 | [sensofar@japanlaser.co.jp](mailto:sensofar@japanlaser.co.jp)

[sensofar.com](http://sensofar.com)