

主な性能

主な性能	
空間分解能 (X / Y / Z)	500 nm / 350 nm / 1000 nm (@ レーザー波長 532 nm、対物レンズ 100 倍、0.90 N.A.)
スペクトル測定範囲	100 cm ⁻¹ ~ (オプション : 10 cm ⁻¹ ~)
スペクトル分解能 (FWHM)	0.9 cm ⁻¹ (@785 nm、1200 g/mm)
スペクトルピクセル分解能	0.4 cm ⁻¹ /pixel (@785 nm、1200 g/mm)
ピーク位置決め精度	0.1 cm ⁻¹ (@532 nm、2400 g/mm)

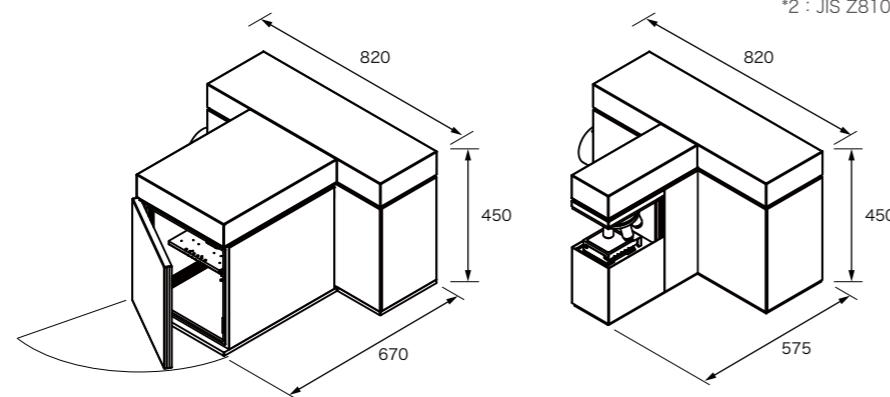
主な構成

主な構成		
レーザー波長	266 nm、325 nm、355 nm (ポイント照明のみ) 405 nm、457 nm、488 nm、532 nm、633 nm、671 nm、785 nm ほか	
レーザー照射方式	ポイント照明 / ライン照明	
走査方式	レーザー走査 / ステージ走査	
分光器の焦点距離	550 mm	
回折格子	150、300、600、1200、1800、2400、3600 g/mm から最大3枚を選択	
検出器	超高感度電子冷却 CCD 1340 × 400 画素 (ピーク量子効率 98%)	
ステージ	標準モデル	エントリーモデル ^{*1}
	高精度電動ステージ	電動ステージ
	XY 軸移動距離 30 mm × 30 mm / 分解能 ² 100 nm Z 軸移動距離 35 mm / 分解能 ² 50 nm 座面サイズ 200 mm (X) × 180 mm (Y)	XY 軸移動距離 20 mm × 20 mm / 分解能 ² 1 μm Z 軸移動距離 25 mm / 分解能 ² 50 nm 座面サイズ 90 mm (X) × 90 mm (Y)
	遮光カバー	インターロック付き片開きドア
寸法 (W × D × H)	820 × 670 × 450 mm	820 × 575 × 450 mm
質量	70 kg	

本製品はオプションのラマンプローブを含む場合クラス3B レーザー製品、含まない場合クラス1 レーザー製品です。(JIS C6802:2014)

*1: エントリーモデルは、レーザー波長とオプションの選択に制限があります。

*2: JIS Z8103:2000



ナノフォトン株式会社

東京ショールーム
〒105-0003 東京都港区西新橋 3-6-10
マストライフ西新橋 403
TEL : 03-6432-4881

大阪ショールーム / R&D センター
〒562-0036 大阪府箕面市船場西 3-1-7 ICC ビル 1F
TEL : 072-736-9181
E-mail : info@nanophoton.jp

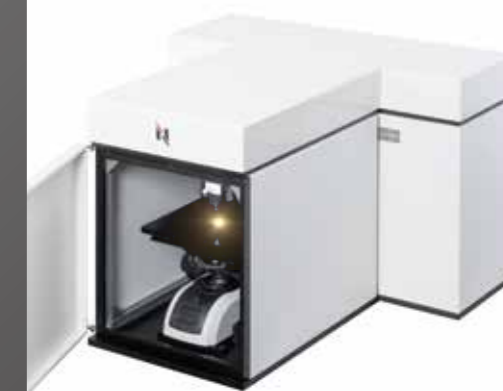
記載されている内容、外観、および仕様は予告なく変更される場合があります。

2021.01

Nanophoton products | Laser Raman Microscope

レーザーラマン顕微鏡

RAMANtouch



研ぎ澄まされた、 ハイパフォーマンス。

分光分析とレーザー走査顕微鏡のプロであるナノフォトンが開発した世界最速、最高画質のレーザーラマン顕微鏡 RAMANtouch。世界最先端の光学技術と独自開発の分光器、超高感度 CCD を搭載し、さらにソフトウェアも充実させ、あらゆるアプリケーションで最高のパフォーマンスを発揮します。

Microscopy	イメージング性能	04
Advanced Functions	測定機能	06
Spectroscopy	分光性能	08
Applications	アプリケーション	10
Data Analysis	データ解析	12
Options	オプション	13
Services	サービス	14
Testimonials	お客様の声	15

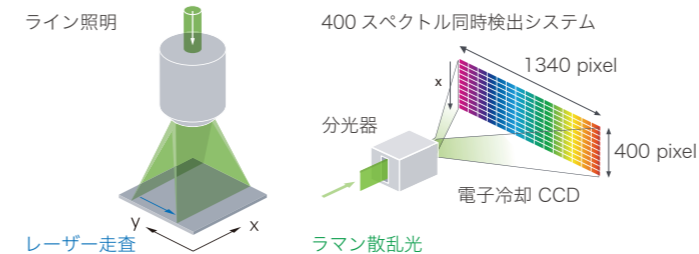
Microscopy

ナノフォトンの最先端テクノロジーは、
超高性能のラマンイメージングを、
さらに高画質に、高速に進化させました。

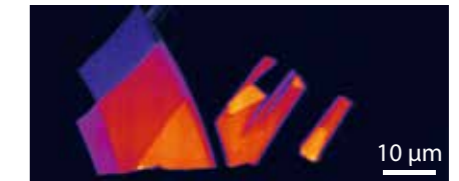
ライン照明とレーザー走査による高速イメージング。

ラマンイメージの取得速度を飛躍的に上げるため、レーザービームをライン状に引き伸ばして試料に照射する独自のライン照明技術を開発。試料上のライン状に照射された領域から、同時に400本のラマンスペクトルを検出します。また、高精度のスキャニングミラーを搭載することで、レーザー走査によるイメージングを実現。分析エリアを指定したら、ステージを全く動かすことなく、わずか数分のうちに10万画素を超える高精細なラマンイメージを取得できます。

独自開発の超高速ラマンイメージングシステム



テープ剥離グラフェンのラマンイメージング

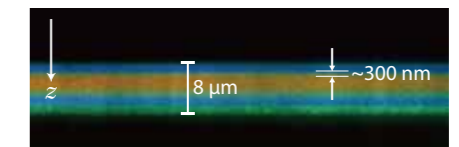


532 nm / 100x, 0.90 N.A. / 400 × 169 pixel
■: 単層 ■: 二層 ■: 三層 ■: 四層

※サンプルご提供: 物質・材料研究機構の津谷大樹様

Measuring time
5min

多層膜フィルムの断層ラマンイメージング



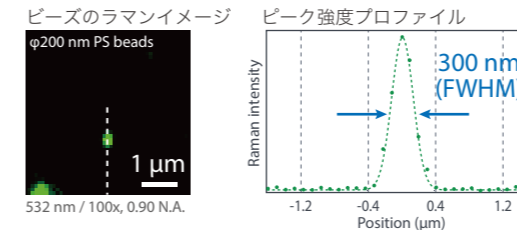
532 nm / 100x, 1.40 N.A. / 400 × 140 pixel
■: ポリエチレン ■: ナイロン ■: ポリプロピレン

Measuring time
5min

すべての倍率で、最高の空間分解能を。

ナノフォトンが目指したのはパーフェクト・レゾリューション。100 倍の対物レンズ使用時に回折限界に迫る 350 nm の空間分解能を発揮し、優れた共焦点光学系が 1 μm 以下の深さ分解能を保證します。また、10 倍や 20 倍などの低倍率対物レンズの分解能も理論限界まで向上させました。RAMANtouch はいかなる測定でも、最高のイメージング性能を保證します。

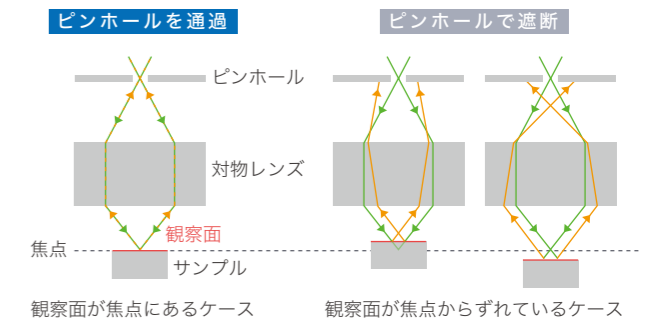
100 倍対物レンズで取得したラマン対物イメージと空間分解能評価



$$\text{アッペの法則} : d = 0.51 \times \frac{\lambda}{\text{N.A.}} = 0.51 \times \frac{532 \text{ nm}}{0.90} \approx 300 \text{ nm}$$

d: 空間分解能 λ: 波長 N.A.: 開口数

共焦点 (コンフォーカル) 光学系とは?

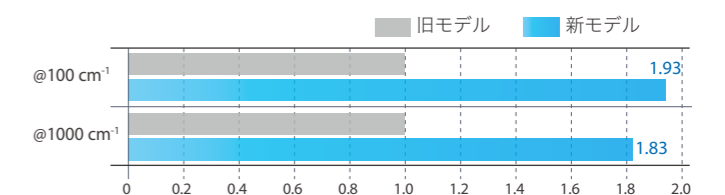


共焦点 (コンフォーカル) 光学系とは、検出器の前にピンホールを置くことで、焦点以外から来た余分な光をカットする技術です。

最高の感度を実現する、最新のオプティクスを搭載。

RAMANtouch は、最先端の光学材料やコーティング技術を取り入れるため、光学系に含まれるすべての部品を常に見直しています。また、2016 年モデルからは分光器を新設計し、超高性能な CCD 検出器を標準搭載することによって、それ以前の旧モデルより、最大で 1.93 倍の超高性能な光学系が完成しました。右図に示す通り、旧モデルとの比較では、532nm 励起時に最大で 1.93 倍 (100cm⁻¹ での比較) に向上しています。785nm 励起時も最大で 1.86 倍 (550cm⁻¹ での比較) の超高性能なスペクトル測定が可能です。

励起波長 532 nm での検出感度を旧モデルと比較



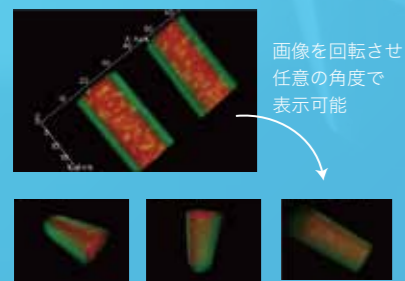
※各波数において、旧モデルの感度を 1 として比較しています。

Advanced Functions

高度なレーザー走査テクノロジーが生み出す多彩な測定モード

01 3D測定モード

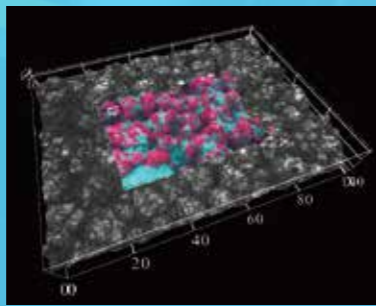
高速かつ高空間分解能で
試料の内部構造を三次元観察



非破壊で試料内部を測定できる共焦点光学系の強みを生かして、高速・高分解能な三次元のラマンイメージを取得します。試料が透明であれば、試料内部の構造物や添加物などの分布を、より直感的に把握することが可能です。

02 ZTrack

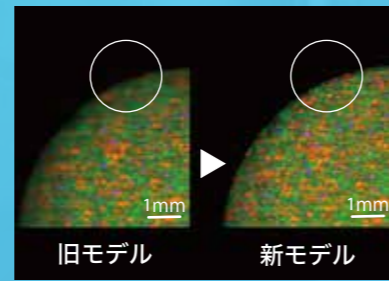
凹凸のあるサンプル表面に
オートフォーカスで追従



光学顕微鏡像から試料表面の高さを自動で識別。認識した表面形状にフォーカスを合わせながら測定を行います。光学顕微鏡像やラマン画像を表面形状に合わせて表示し、凹凸と成分の分布の関係を確認することも可能です。

03 広視野測定モード

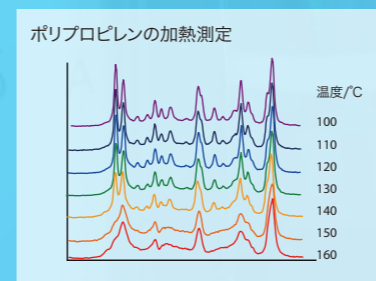
試料表面のカーブにも追従する
高速広視野イメージング



レーザー走査とステージ走査を組み合わせることで試料全体を漏らさずスキャン。広い視野も高速高精細にイメージングが可能です。試料表面の傾きやカーブへ追従させる補助機能の他、ZTrack、AreaFlash にも対応します。

04 AreaFlash

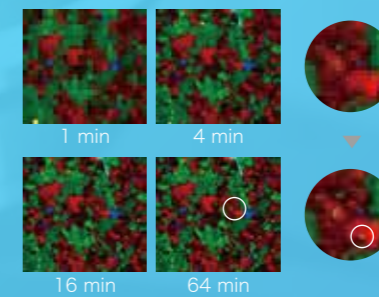
品質管理にも経時変化にも便利な
高速バルクスペクトル測定



ライン照明を縦方向に高速スキャンすることで、一度の露光で広範囲の平均スペクトルを取得。短時間露光でも SN のよいスペクトルが得られるので、熱に弱い試料や温調ステージと組み合わせた経時変化測定などで活躍します。

05 スキャンモード

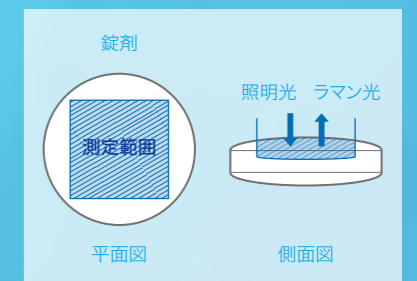
レーザー走査が可能にする
自由自在なスキャンング



始めに粗くスキャンして全体像を取得し、残りの画素を補完するように測定を進めるインターレースモードを搭載。試料への熱の蓄積を防ぐランダムスキャンや、短時間露光のイメージングを繰り返して S/N をあげる積算イメージングも便利です。

06 VolumeRaman

錠剤中の成分比率を定量評価する
錠剤専用のオプション機能



錠剤中の 6 mm 角、深さ 500 μm の範囲をスキャンし、錠剤中の成分比率を評価します。錠剤の形状、成分の粒径に左右されない測定が可能です。また照明と検出を同じ側から行うため、感度が高い点が特長です。



レーザー走査が実現する
「直感」「高速」「高精度」

RAMANtouch に搭載されているレーザー走査システムは、レーザー顕微鏡のプロであるナノフォトンの技術力の象徴でもあります。ステージを動かすことなく、対物レンズで見える視野内を自在にスキャンできるレーザー走査は、性能面においても操作性においても、ステージ走査を凌駕します。

レーザー走査は、スポットが歪む？

レーザー走査によって、顕微鏡視野の端にビームを集光するとスポットが歪むのでは？そんな質問をよく耳にしますが、これは 30 年前の話。最新の対物レンズは、視野の中央でも端でもスポット形状は変わらず、光は試料に垂直に入射します。

マウスでかんたん測定エリア選択

RAMANtouch で見ている視野のなかを、レーザービームが縦横無尽に動きます。マウスクリックやドラッグで測定エリアを簡単に指定できます。

レーザー走査



振動・ドリフト無しのきれいでクリアな画像

ステージ走査



ステージドリフトや走査時の振動による劣化した画像

振動とズレの無いスキャンング

充放電セルなどをステージ走査で測定すると、付属ケーブルに器具を引っ張られて正しく走査できません。レーザー走査なら、そのような問題は生じません。



充放電セル



クライオスタット

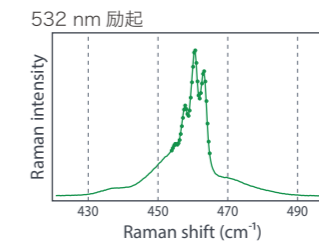
Spectroscopy

独自設計の焦点距離 550 mm 分光器が、
高いスペクトル分解能と、安定性に優れた
信頼のスペクトル分析を実現します。

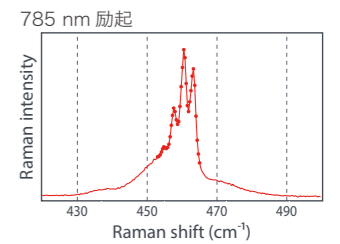
近接したピークを分離する高スペクトル分解能

「十分なスペクトル分解能があること」「十分な明るさが確保できること」「できるだけコンパクトであること」。この3つの条件を満たすため、焦点距離550 mmの分光器を採用しています。スペクトル分解能は、785 nm 励起、1200 g/mmの回折格子使用時に0.9 cm⁻¹ (FWHM)以上です。右のグラフは四塩化炭素を、532 nmのレーザーと785 nmのレーザーとで測定したラマンスペクトルです。いずれの励起波長でも、四塩化炭素の複雑なピーク群をしっかりと分離して検出できます。

四塩化炭素のラマンスペクトル



励起波長 | 532 nm
回折格子 | 2400 g/mm

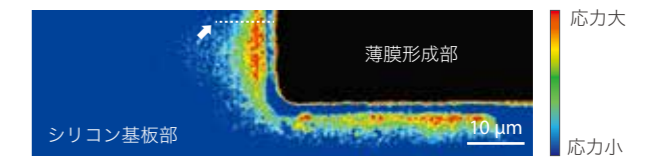


励起波長 | 785 nm
回折格子 | 1200 g/mm

高精度応力測定を可能にするピーク位置決め精度

520 cm⁻¹に現れるシリコンのラマンピークは、応力によって結晶格子がひずむことでそのピーク位置がシフトします。圧縮応力に対しては高波数側に、引張応力に対しては低波数側にシフトし、そのシフト量は応力に比例して増加します。右の画像は、シリコン基板の応力分布をカラースケールで示したラマンピークシフトイメージです。ラマンイメージ中の点線に沿ってシリコンピーク位置を調べたグラフ(左下)を見ると、薄膜周辺におけるわずかなピークシフトを検出できていることがわかります。

シリコン基板の応力分布ラマンイメージング

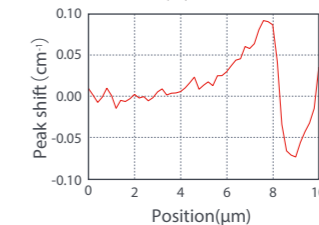


励起波長 | 532 nm
対物レンズ | 100x, 0.90 N.A.
回折格子 | 2400 g/mm

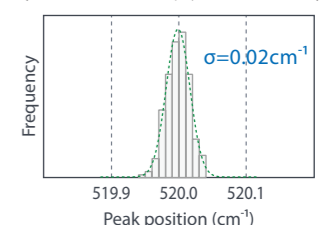
スペクトル数 | 60,000 (400x150)
測定時間 | 20 min

RAMANtouch は、ラマンピーク位置の再現性と安定性に優れています。シリコンのピーク位置を繰り返し測定したグラフ(右下)から、ピーク位置のばらつきがわずか0.02 cm⁻¹以内に収まっていることがわかります(典型値)。

ラマンイメージ中の点線に沿ったシリコンピーク位置のプロファイル

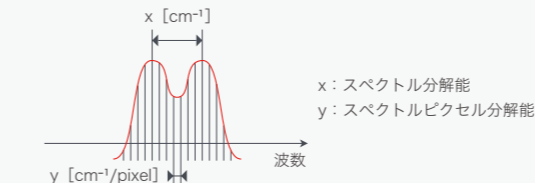


RAMANtouchのピーク位置決め精度(シリコンのピーク位置ヒストグラム)



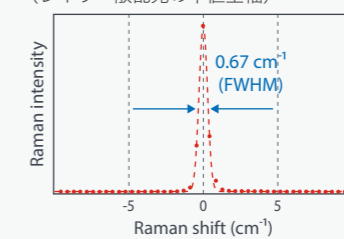
スペクトル分解能とスペクトルピクセル分解能の違い

スペクトルピクセル分解能とは、回折格子により分散したラマンスペクトル散乱光を CCD に当てたとき、1 ピクセルあたり何 cm⁻¹に相当するかを示す量です。小さなピクセルを数多く持つ CCD を使えば、スペクトルピクセル分解能の数値はいくらでも小さくなりますが、スペクトル分解能があがっているわけではありません。



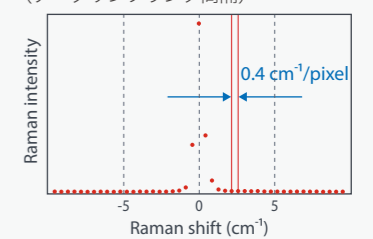
スペクトル分解能とスペクトルピクセル分解能

スペクトル分解能 (レイリー散乱光の半値全幅)



励起波長 | 785 nm

スペクトルピクセル分解能 (データサンプリング間隔)



回折格子 | 1200 g/mm

※値は典型値です



Applications

高いスペクトル分解能と広い測定波数範囲、サブミクロンの三次元空間分解能などの特長により、ラマン分光はさまざまな分野で活用されています。ここでは、主要な5つの分野の分析事例をご紹介します。ほかにも、バイオ、食品、化粧品、鉱物、法科学など、あらゆる分野に優れたソリューションを提供します。

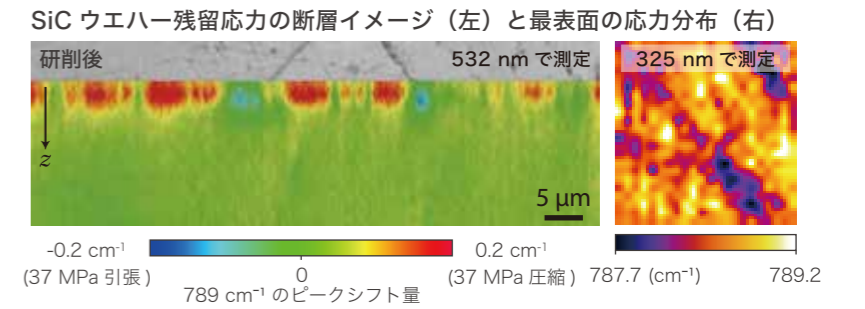
Semiconductor

半導体材料の分析

- 残留応力や結晶多形を評価し、その分布を数百 nm の分解能で観察できます。
- SiC・GaN・ダイヤモンドなどの透明な材料なら、応力などの3D観察が可能です。
- ラマンピークの形状や半値全幅から、結晶性やキャリア濃度を評価できます。

SiC ウエハー応力の断層ラマンイメージング

右の図は SiC ウエハー研削面の断層応力イメージングの結果です。顕微鏡画像で黒ずんで見える欠陥部には引張応力が生じ、その周囲では圧縮応力が生じていることがわかります。侵入長が浅い紫外レーザーを使い、試料の最表面の応力分析や PL 分析も可能です。



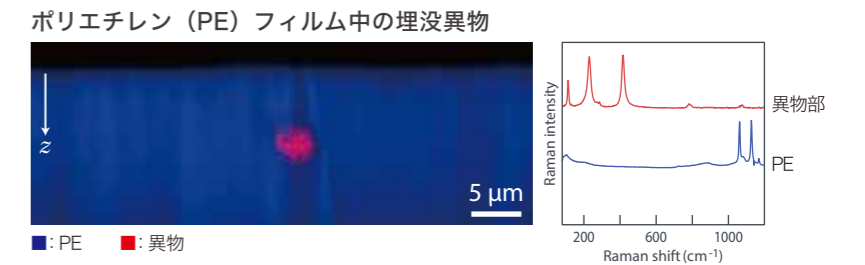
Polymer

ポリマー材料の分析

- 透明な試料であれば、非破壊で深さイメージング分析ができます。
- 微小な異物や埋没異物を、前処理することなく分析できます。
- 結晶性や配向のイメージング分析が可能です。

埋没異物の非破壊イメージング分析

透明なフィルム中の埋没異物を断層ラマンイメージングして、異物の埋没位置とサイズを可視化したデータです。異物部のスペクトルと PE のスペクトルの差分を求め、ライブラリサーチを行った結果、異物は方珪石であることがわかりました。



Pharmaceutical

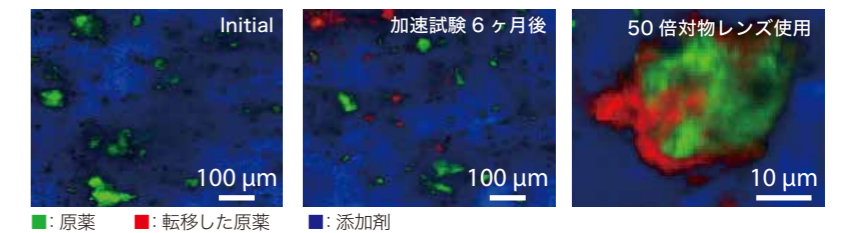
医薬品の分析

- 結晶多形や擬多形を識別することができます。
- 製剤中の API の結晶多形やその含有量、粒径などの定量評価ができます。
- 非破壊・非接触で短時間で分析できるため、PAT への応用も可能です。

製剤中の結晶多形のイメージング分析

Initial の錠剤と 6 ヶ月の加速試験後の錠剤それぞれの表面を、10 倍対物レンズで分析したデータです。加速試験の後では原薬の一部が転移していることがわかります。50 倍の対物レンズで観察すると、原薬粒子の周囲から転移が進んでいる様子が見て取れます。

安定性試験に伴う原薬の転移のラマンイメージング



Nano-Carbon

ナノカーボン系材料の分析

- CNT の直径やグラフェンのエッジ構造など、様々な物性情報が得られます。
- G バンドと D バンドの強度比から、カーボン材料中の欠陥量を評価できます。
- 低波数領域にあらわれるピークから層状物質の層数が判定できます。

カーボンナノチューブの高分解能イメージング

電極間に合成されたカーボンナノチューブ (CNT) を、回折限界に迫る 350 nm の空間分解能でラマンイメージングしたデータです。RBM のピーク位置から半導体 SWNT (Single-walled carbon nanotube) と金属 SWNT に分類することが可能です。

カーボンナノチューブの RBM 分布のラマンイメージ



※サンプルご提供：東京大学丸山茂夫教授

Battery

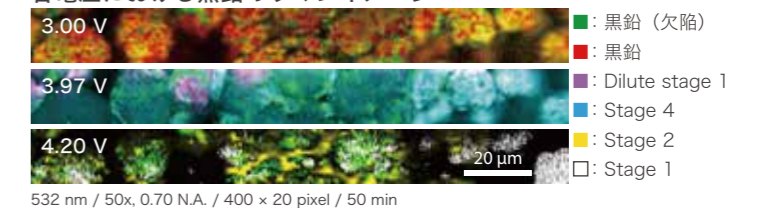
リチウムイオン電池材料の分析

- さまざまな正極・負極材料の充電状態 (SOC) がわかります。
- 材料の分散状態や局所的な充電状態を評価できます。
- 劣化時に生じる結晶構造変化とその分布をイメージングできます。

黒鉛負極の in-situ ラマンイメージング

右の図は、黒鉛負極の in-situ ラマンイメージングの結果です。充電反応により黒鉛のステージが変化していきますが、欠陥部では反応が進んでいないことがわかります。ラマンイメージング分析によって各種活物質の充電状態の空間分布を知ることができます。

各電圧における黒鉛のラマンイメージ



532 nm / 50x, 0.70 N.A. / 400 x 20 pixel / 50 min

Data Analysis

信頼性と先進性を兼ね備えた高度なデータ解析システム

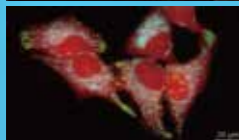
01

前処理

わずかなピークをも解析可能にする多彩なスペクトル前処理機能



ノイズ除去前



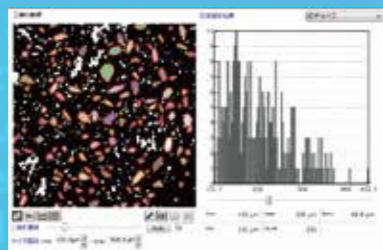
SVDによるノイズ除去処理後

ベースライン補正、差スペクトル処理、SVDによるノイズ除去など豊富な機能が信頼性の高いスペクトル解析をアシストします。ピークの形状に影響が少ないスムージング法、Kawata-Minami フィルタも便利な機能です。

02

画像化 / 解析

便利なラマン画像自動生成機能から高度なスペクトル解析まで



粒径解析

簡単にラマン画像を自動生成する機能から、マルチピークフィットによる微小応力評価や相関画像解析などの高度な処理機能までを標準搭載。様々な分析ニーズをもったユーザーをサポートします。

03

ガイド / レポート

物質同定サポート機能とレポート作成機能



官能基ガイド

官能基のピーク出現領域を表示する官能基ガイドや、外部データベースとの連携、ユーザーによるライブラリ構築で未知試料の分析をサポート。また、パワーポイントに必要なデータをワンクリックで出力する新機能も搭載しました。



メンテナンスフリーの光学系に
自動調整機能で安心をプラス

レーザー顕微鏡のプロフェッショナルであるナノフォトンのエンジニアは、どのような要素が光軸を狂わせるかを熟知しています。それらの要因を排除した光学系をデザインすることで、性能がほとんど低下しない優れた安定性を実現しました。ユーザー自身による日々の光軸調整は一切不要です。

それでも、万が一のときの光軸調整はどうしたらよい？

「エアコンの直風が当たる場所に装置を置かざるを得ない……」
「装置のそばに大きな振動源がある……」。そんな万が一のときのために、自動メンテナンス機能も搭載されています。

RAMANtouch オプション機能

機能	品名	内容	備考
電動ステージ	XYθ電動ステージ	独自のステージ設計により、サンプルを任意の位置に移動させても、視野中心を中心としてサンプルを回転可能です。	可動範囲：-90° ≤ θ ≤ 90° 25 mm(X) x 25 mm(Y)
偏光測定	電動切り替えクロス パラレル偏光測定機構	XYθ軸電動ステージと組み合わせることで、XX、XY、YY、YX偏光測定が可能です。	
	簡易偏光子セット	偏光素子を挿入できる顕微鏡レボルバーと偏光子セットを組み合わせで使います。XXまたはYYの平行測定のみに対応します。	レーザーごとに必要です。
低波数測定	低波数測定用フィルター	ラマンスペクトル範囲10 cm ⁻¹ からの測定を可能にします。	レーザーごとに必要です。
高精度ピークシフト測定	参照サンプルの電動切替機構	レーザーラマン顕微鏡の光路に水晶板やサファイア板を挿入し、サンプルと同時にリファレンスピークを測定することができます。リファレンスピークを基準にしてサンプルのピーク位置を解析できるので、環境温度変化を気にせずいつでも高精度な応力測定が可能です。0.1 cm ⁻¹ 以下の高精度ピーク位置決めを実現します。	
ラマンプローブ	ラマンプローブ	本体から離れた位置にあるサンプルや、ステージに搭載できないサンプルを測定できます。また、他の機器にファイバプローブを接続し、スペクトルをモニタすることができます。	※本オプションを含む場合、クラス3Bレーザー製品となります。 (JIS C6802:2014)
マクロ測定	VolumeRaman測定機能	錠剤中の成分比率を定量する錠剤専用機能。詳しくは7ページをご覧ください。	
	液体セルマクロ測定機能	石英セルを定位置に設置し、液体のスペクトルを簡単に測定できる機能です。石英セルの位置は正確・固定された位置に設置されるため、測定データの再現性が高くなります。	
自動粒子測定	自動粒子測定機能	光顕像から粒子を自動で認識し、オートフォーカスしながらラマン分光分析を行います。測定中にリアルタイムでスペクトル検索を行い、自動で成分を同定、統計処理まで行います。	
データベース	ワンステップライブラリ構築機能	測定したスペクトルを用いた、ユーザーによるライブラリ構築機能です。登録したライブラリーを参照した自動検索も可能です。	
	STジャパン社製データベース Panorama Bio-Rad社製ラマンデータベース KnowItAll	ラマン分光用データベース	ライブラリーの種類・数、機能などについては、別資料を参照してください。
加熱冷却ステージとの連携機能		温調ステージからのトリガーで測定を開始します。また、その温度を測定データに自動で記録します。	
21CFR Part11やGxP等の規制への対応をサポートする機能群		電子署名、システムへのアクセス制限、監査証跡 (Audit Trail) 機能など	
その他		コンフォーカルピンホール、アンチストークス測定、各種対物レンズ、ウェルプレート自動測定機能、LiBcellなど各種取り揃えております。お問い合わせください。	

Services

サービス

最高品質をお約束する保守契約とサービスプラン



メンテナンス

NP Service Plan

年間保守契約

年1回の定期メンテナンスを実施することで、レーザーラマン顕微鏡の状態を、常に最高レベルに保つことができます。



レーザー保守

NP Service Plan

レーザー保守契約 (オプション)

突発的に生じるレーザーの修理費用を、定額に抑えることができます。年間保守契約に付加できる追加オプションです。



トレーニング

NP Service Plan

ユーザートレーニング

装置のオペレーション・トレーニングを追加で実施できます。ご要望に応じて、メニューをカスタマイズいたします。

ラマン分光イメージング セミナー

参加申し込み ナノフoton公式ホームページより。

<https://www.nanophoton.jp/seminar/>

経験豊富なナノフotonのアプリケーションエンジニアによる、様々なラマン分光イメージングセミナーを実施しております。ラマン分光に関する基本技術はもちろん、ラマンイメージング分析を実際の業務に活かしていただけるような、実用的な内容まで幅広くご準備しております。座学と分析の実演を組み合わせたセミナーや、オンラインでのセミナーを多数企画してまいります。



Testimonials

お客様の声

すべては、お客様にご満足いただくために



株式会社住化分析センター

藤原 豊 様

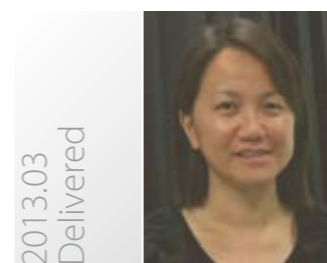
「装置の安定性も他社製品と比較した場合の高評価ポイントでした。ナノフotonのラマン顕微鏡では、毎回安定して精度の高いデータが取得できました。弊社では、10回測って1回チャンピオンデータを出すことではなく、毎回、正確なデータを出すことが求められるため、この安定性は非常に重要な選定要素でした」



独立行政法人 物質・材料研究機構 (NIMS) (現 国立研究開発法人)

竹村 太郎 様

「操作がとても簡単というのは、使っておられるみなさんが実感されているところだと思います。またソフトウェアに関する要望を上げたときは、プラグイン開発をすぐに進めてくれました。迅速かつ柔軟なアフターサービスがあることは、共通機器の管理者としてはとてもありがたいですね」



Nanyang Technological University (シンガポール)

Xing Yi Ling, Ph.D.

「私たちのグループでは、表面増強ラマン分光法 (SERS) の応用のための自己組織化ナノ構造を研究しています。高分解能での高速ラマンイメージングは、この研究を進める上で非常に重要な要素です。従来は、まともなラマンイメージを取得するのに数時間を費やしていましたが、ナノフotonのラマン顕微鏡なら、わずか数分でイメージングできるようになりました」

レーザーラマン顕微鏡

RAMANtouch



研ぎ澄まされた、 ハイパフォーマンス。

分光分析とレーザー走査顕微鏡のプロであるナノフォトンが開発した
世界最速、最高画質のレーザーラマン顕微鏡 RAMANtouch。
世界最先端の光学技術と独自開発の分光器、超高感度 CCD を搭載し、
さらにソフトウェアも充実させ、あらゆるアプリケーションで最高の
パフォーマンスを発揮します。

Microscopy	イメージング性能	04
Advanced Functions	測定機能	06
Spectroscopy	分光性能	08
Applications	アプリケーション	10
Data Analysis	データ解析	12
Options	オプション	13
Services	サービス	14
Testimonials	お客様の声	15

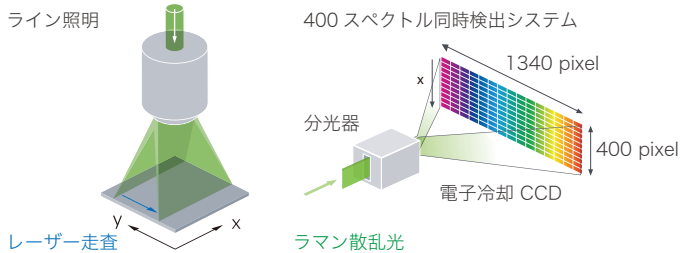
Microscopy

ナノフォトンの最先端テクノロジーは、
超高性能のラマンイメージングを、
さらに高画質に、高速に進化させました。

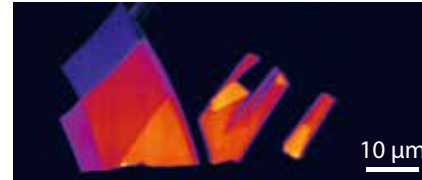
ライン照明とレーザー走査による高速イメージング。

ラマンイメージの取得速度を飛躍的に上げるため、レーザービームをライン状に引き伸ばして試料に照射する独自のライン照明技術を開発。試料上のライン状に照射された領域から、同時に400本のラマンスペクトルを検出します。また、高精度のスキニングミラーを搭載することで、レーザー走査によるイメージングを実現。分析エリアを指定したら、ステージを全く動かすことなく、わずか数分のうちに10万画素を超える高精細なラマンイメージを取得できます。

独自開発の超高速ラマンイメージングシステム



テープ剥離グラフェンのラマンイメージング

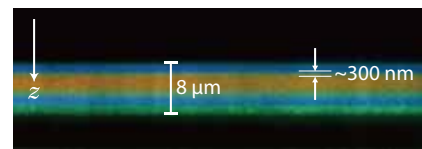


532 nm / 100x, 0.90 N.A. / 400 × 169 pixel
 ■: 単層 ■: 二層 ■: 三層 ■: 四層

※サンプルご提供：物質・材料研究機構の津谷大樹様

Measuring time
5min

多層膜フィルムの断面ラマンイメージング



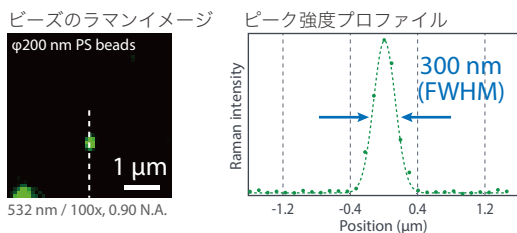
532 nm / 100x, 1.40 N.A. / 400 × 140 pixel
 ■: ポリエチレン ■: ナイロン ■: ポリプロピレン

Measuring time
5min

すべての倍率で、最高の空間分解能を。

ナノフォトンが目指したのはパーフェクト・レゾリューション。100 倍の対物レンズ使用時に回折限界に迫る 350 nm の空間分解能を発揮し、優れた共焦点光学系が 1 μm 以下の深さ分解能を保証します。また、10 倍や 20 倍などの低倍率対物レンズの分解能も理論限界まで向上させました。RAMANtouch はいかなる測定でも、最高のイメージング性能を保証します。

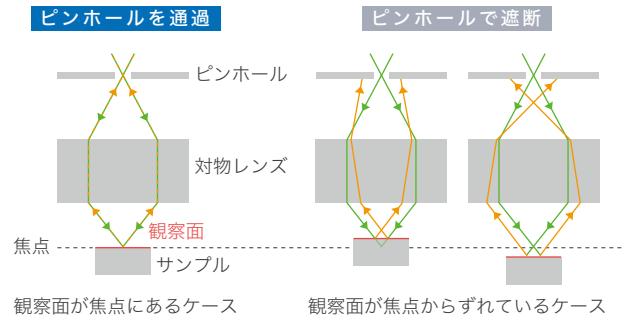
100 倍対物レンズで取得したラマン対物イメージと空間分解能評価



$$\text{アップの法則} : d = 0.51 \times \frac{\lambda}{\text{N.A.}} = 0.51 \times \frac{532 \text{ nm}}{0.90} \approx 300 \text{ nm}$$

d: 空間分解能 λ: 波長 N.A.: 開口数

共焦点 (コンフォーカル) 光学系とは？

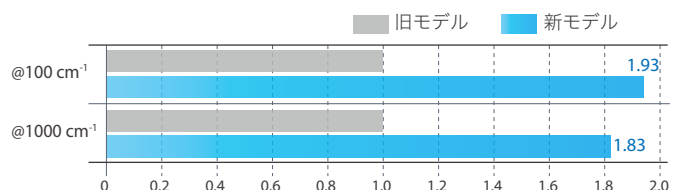


共焦点 (コンフォーカル) 光学系とは、検出器の前にピンホールを置くことで、焦点以外から来た余分な光をカットする技術です。

最高の感度を実現する、最新のオプティクスを搭載。

RAMANtouch は、最先端の光学材料やコーティング技術を取り入れるため、光学系に含まれるすべての部品を常に見直しています。また、2016 年モデルからは分光器を新設計し、超高感度な CCD 検出器を標準搭載することによって、それ以前の旧モデルより、最大で 1.93 倍の超高感度な光学系が完成しました。右図に示す通り、旧モデルとの比較では、532nm 励起時に最大で 1.93 倍 (100cm⁻¹ での比較) に向上しています。785nm 励起時も最大で 1.86 倍 (550cm⁻¹ での比較) の超高感度なスペクトル測定が可能です。

励起波長 532 nm での検出感度を旧モデルと比較



※各波数において、旧モデルの感度を 1 として比較しています。

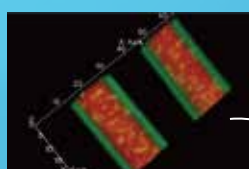
Advanced Functions

高度なレーザー走査テクノロジーが生み出す多彩な測定モード

01

3D測定モード

高速かつ高空間分解能で
試料の内部構造を三次元観察



画像を回転させ
任意の角度で
表示可能

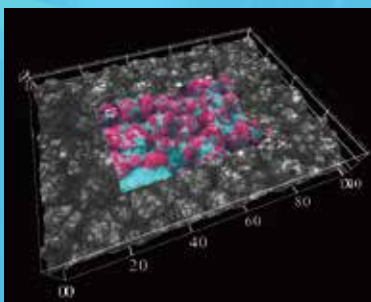


非破壊で試料内部を測定できる共焦点光学系の強みを生かして、高速・高分解能な三次元のラマンイメージを取得します。試料が透明であれば、試料内部の構造物や添加物などの分布を、より直感的に把握することが可能です。

02

ZTrack

凹凸のあるサンプル表面に
オートフォーカスで追従

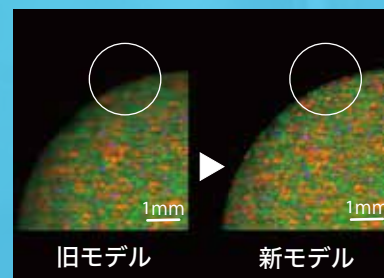


光学顕微鏡像から試料表面の高さを自動で識別。認識した表面形状にフォーカスを合わせながら測定を行います。光学顕微鏡像やラマン画像を表面形状に合わせて表示し、凹凸と成分の分布の関係を確認することも可能です。

03

広視野測定モード

試料表面のカーブにも追従する
高速広視野イメージング



レーザー走査とステージ走査を組み合わせることで試料全体を漏らさずスキャン。広い視野も高速高精度にイメージングが可能です。試料表面の傾きやカーブへ追従させる補助機能の他、ZTrack、AreaFlashにも対応します。



レーザー走査が実現する
「直感」「高速」「高精度」

RAMANtouch に搭載されているレーザー走査システムは、レーザー顕微鏡のプロであるナノフォンの技術力の象徴でもあります。ステージを動かすことなく、対物レンズで見える視野内を自在にスキャンできるレーザー走査は、性能面においても操作性においても、ステージ走査を凌駕します。

レーザー走査は、スポットが歪む？

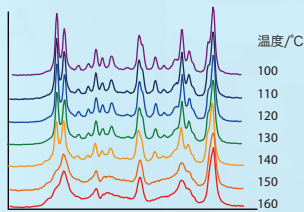
レーザー走査によって、顕微鏡視野の端にビームを集光するとスポットが歪むのでは？そんな質問をよく耳にしますが、これは30年前の話。最新の対物レンズは、視野の中央でも端でもスポット形状は変わらず、光は試料に垂直に入射します。

04

AreaFlash

品質管理にも経時変化にも便利な
高速バルクスペクトル測定

ポリプロピレンの加熱測定

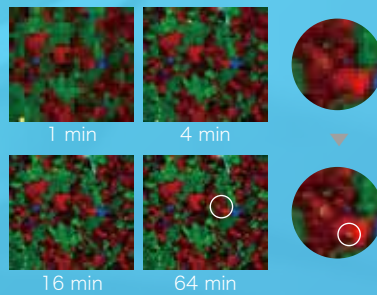


ライン照明を縦方向に高速スキャンすることで、一度の露光で広範囲の平均スペクトルを取得。短時間露光でも SN のよいスペクトルが得られるので、熱に弱い試料や温調ステージと組み合わせた経時変化測定などで活躍します。

05

スキャンモード

レーザー走査が可能な
自由自在なスキニング

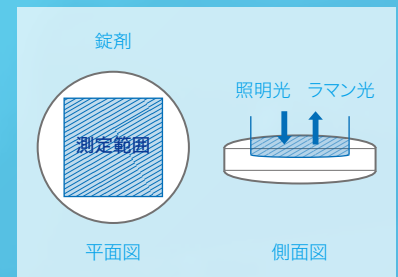


始めに粗くスキャンして全体像を取得し、残りの画素を補完するように測定を進めるインターレースモードを搭載。試料への熱の蓄積を防ぐランダムスキニングや、短時間露光のイメージングを繰り返して S/N をあげる積算イメージングも便利です。

06

VolumeRaman

錠剤中の成分比率を定量評価する
錠剤専用のオプション機能



錠剤中の 6 mm 角、深さ 500 μm の範囲をスキャンし、錠剤中の成分比率を評価します。錠剤の形状、成分の粒径に左右されない測定が可能です。また照明と検出を同じ側から行うため、感度が高い点が特長です。

マウスでかんたん測定エリア選択

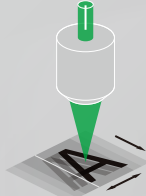
RAMANtouch で見ている視野のなかを、レーザービームが縦横無尽に動きます。マウスクリックやドラッグで測定エリアを簡単に指定できます。

レーザー走査



振動・ドリフト無しの
きれいでクリアな画像

ステージ走査



ステージドリフトや走査時の
振動による劣化した画像

振動とズレの無いスキニング

充電電池などをステージ走査で測定すると、付属ケーブルに器具を引っ張られて正しく走査できません。レーザー走査なら、そのような問題は生じません。



充電電池



クライオスタット

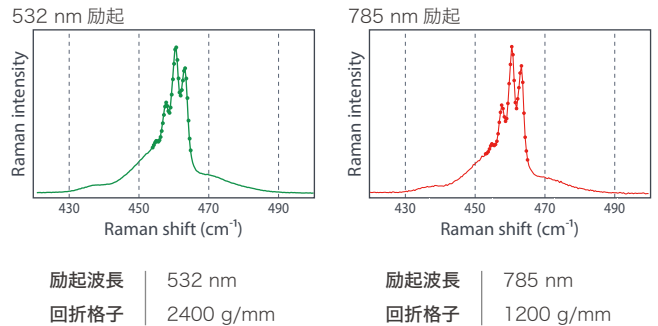
Spectroscopy

独自設計の焦点距離 550 mm 分光器が、
高いスペクトル分解能と、安定性に優れた
信頼のスペクトル分析を実現します。

近接したピークを分離する高スペクトル分解能

「十分なスペクトル分解能があること」「十分な明るさが確保できること」「できるだけコンパクトであること」。この3つの条件を満たすため、焦点距離550 mmの分光器を採用しています。スペクトル分解能は、785 nm 励起、1200 g/mmの回折格子使用時に0.9 cm⁻¹ (FWHM)以上です。右のグラフは四塩化炭素を、532 nmのレーザーと785 nmのレーザーとで測定したラマンスペクトルです。いずれの励起波長でも、四塩化炭素の複雑なピーク群をしっかりと分離して検出できます。

四塩化炭素のラマンスペクトル

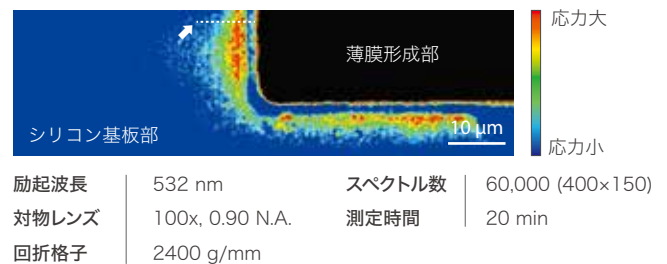


高精度応力測定を可能にするピーク位置決め精度

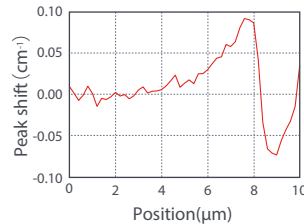
520 cm⁻¹に現れるシリコンのラマンピークは、応力によって結晶格子がひずむことでそのピーク位置がシフトします。圧縮応力に対しては高波数側に、引張応力に対しては低波数側にシフトし、そのシフト量は応力に比例して増加します。右の画像は、シリコン基板の応力分布をカラースケールで示したラマンピークシフトイメージです。ラマンイメージ中の点線に沿ってシリコンピーク位置を調べたグラフ(左下)を見ると、薄膜周辺におけるわずかなピークシフトを検出できていることがわかります。

RAMANtouchは、ラマンピーク位置の再現性と安定性に優れています。シリコンのピーク位置を繰り返し測定したグラフ(右下)から、ピーク位置のばらつきがわずか0.02 cm⁻¹以内に収まっていることがわかります(典型値)。

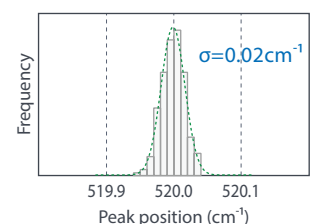
シリコン基板の応力分布ラマンイメージング



ラマンイメージ中の点線に沿ったシリコンピーク位置のプロファイル

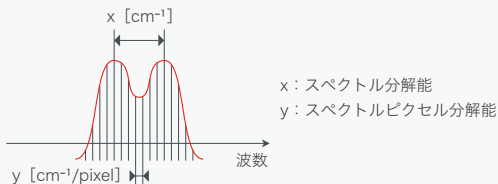


RAMANtouchのピーク位置決め精度(シリコンのピーク位置ヒストグラム)



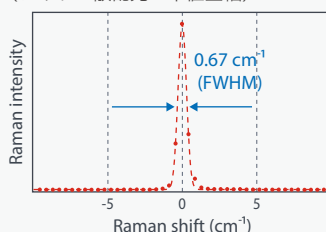
スペクトル分解能とスペクトルピクセル分解能の違い

スペクトルピクセル分解能とは、回折格子により分散したラマンスペクトル散乱光を CCD に当てたとき、1 ピクセルあたり何 cm⁻¹に相当するかを示す量です。小さなピクセルを数多く持つ CCD を使えば、スペクトルピクセル分解能の数値はいくらでも小さくなりますが、スペクトル分解能があがっているわけではありません。



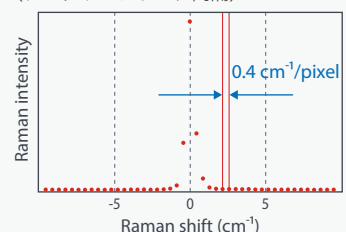
スペクトル分解能とスペクトルピクセル分解能

スペクトル分解能 (レイリー散乱光の半値全幅)



励起波長 | 785 nm

スペクトルピクセル分解能 (データサンプリング間隔)



回折格子 | 1200 g/mm

※値は典型値です



Applications

高いスペクトル分解能と広い測定波数範囲、サブミクロンの三次元空間分解能などの特長により、ラマン分光はさまざまな分野で活用されています。ここでは、主要な5つの分野の分析事例をご紹介します。ほかにも、バイオ、食品、化粧品、鉱物、法科学など、あらゆる分野に優れたソリューションを提供します。

Semiconductor

半導体材料の分析

- 残留応力や結晶多形を評価し、その分布を数百 nm の分解能で観察できます。
- SiC・GaN・ダイヤモンドなどの透明な材料なら、応力などの3D観察が可能です。
- ラマンピークの形状や半値全幅から、結晶性やキャリア濃度を評価できます。

Polymer

ポリマー材料の分析

- 透明な試料であれば、非破壊で深さイメージング分析ができます。
- 微小な異物や埋没異物を、前処理することなく分析できます。
- 結晶性や配向のイメージング分析が可能です。

Pharmaceutical

医薬品の分析

- 結晶多形や擬多形を識別することができます。
- 製剤中のAPIの結晶多形やその含有量、粒径などの定量評価ができます。
- 非破壊・非接触で短時間で分析できるため、PATへの応用も可能です。

Nano-Carbon

ナノカーボン系材料の分析

- CNTの直径やグラフェンのエッジ構造など、様々な物性情報が得られます。
- GバンドとDバンドの強度比から、カーボン材料中の欠陥量を評価できます。
- 低波数領域にあらわれるピークから層状物質の層数が判定できます。

Battery

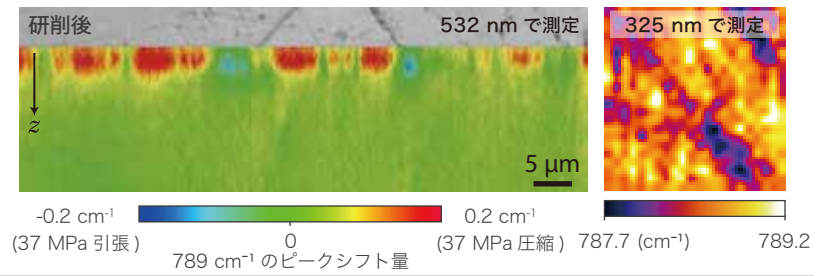
リチウムイオン電池材料の分析

- さまざまな正極・負極材料の充電状態（SOC）が分かります。
- 材料の分散状態や局所的な充電状態を評価できます。
- 劣化時に生じる結晶構造変化とその分布をイメージングできます。

SiC ウエハー応力の断層ラマンイメージング

右の図は SiC ウエハー研削面の断層応力イメージングの結果です。顕微鏡画像で黒ずんで見える欠陥部には引張応力が生じ、その周囲では圧縮応力が生じていることがわかります。侵入長が浅い紫外レーザーを使い、試料の最表面の応力分析や PL 分析も可能です。

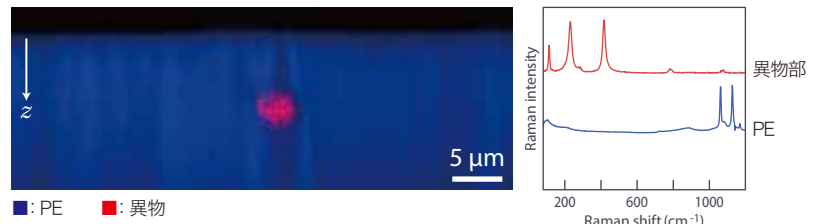
SiC ウエハー残留応力の断層イメージ (左) と最表面の応力分布 (右)



埋没異物の非破壊イメージング分析

透明なフィルム中の埋没異物を断層ラマンイメージングして、異物の埋没位置とサイズを可視化したデータです。異物部のスペクトルと PE のスペクトルの差分を求め、ライブラリサーチを行った結果、異物は方珪石であることがわかりました。

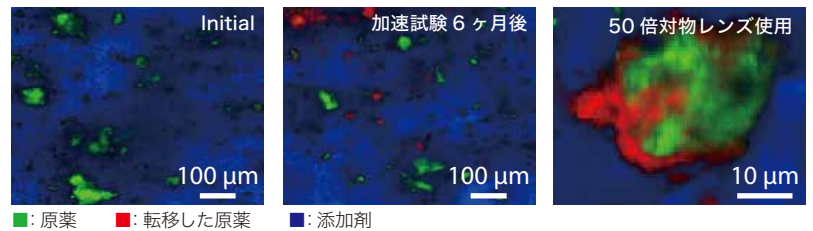
ポリエチレン (PE) フィルム中の埋没異物



製剤中の結晶多形のイメージング分析

Initial の錠剤と 6 ヶ月の加速試験後の錠剤それぞれの表面を、10 倍対物レンズで分析したデータです。加速試験の後では原薬の一部が転移していることがわかります。50 倍の対物レンズで観察すると、原薬粒子の周囲から転移が進んでいる様子が見て取れます。

安定性試験に伴う原薬の転移のラマンイメージング



カーボンナノチューブの高分解能イメージング

電極間に合成されたカーボンナノチューブ (CNT) を、回折限界に迫る 350 nm の空間分解能でラマンイメージングしたデータです。RBM のピーク位置から半導体 SWNT (Single-walled carbon nanotube) と金属 SWNT に分類することが可能です。

カーボンナノチューブの RBM 分布のラマンイメージ

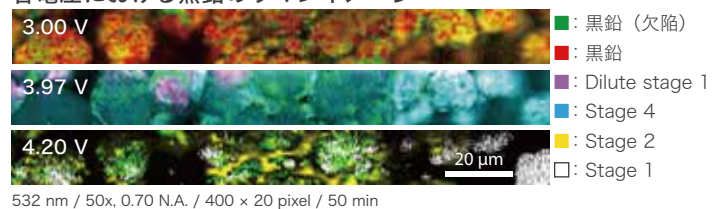


※サンプルご提供：東京大学丸山茂夫教授

黒鉛負極の in-situ ラマンイメージング

右の図は、黒鉛負極の in-situ ラマンイメージングの結果です。充電反応により黒鉛のステージが変化していきますが、欠陥部では反応が進んでいないことがわかります。ラマンイメージング分析によって各種活物質の充電状態の空間分布を知ることができます。

各電圧における黒鉛のラマンイメージ



532 nm / 50x, 0.70 N.A. / 400 x 20 pixel / 50 min

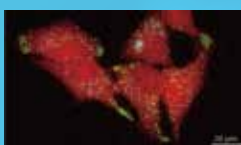
Data Analysis

信頼性と先進性を兼ね備えた高度なデータ解析システム

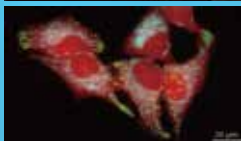
01

前処理

わずかなピークをも解析可能にする
多彩なスペクトル前処理機能



ノイズ除去前



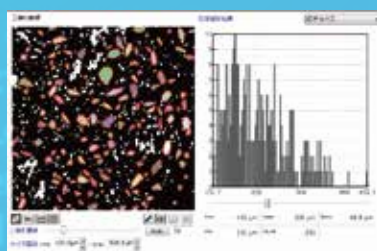
SVDによる
ノイズ除去
処理後

ベースライン補正、差スペクトル処理、SVD によるノイズ除去など豊富な機能が信頼性の高いスペクトル解析をアシストします。ピークの形状に影響が少ないスムージング法、Kawata-Minami フィルタも便利な機能です。

02

画像化 / 解析

便利なラマン画像自動生成機能から
高度なスペクトル解析まで



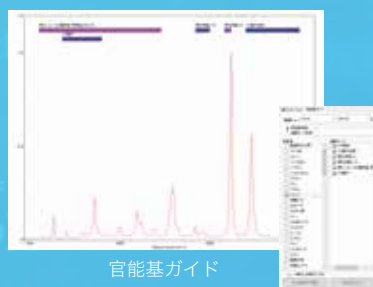
粒径解析

簡単にラマン画像を自動生成する機能から、マルチピークフィットによる微小応力評価や関連画像解析などの高度な処理機能までを標準搭載。様々な分析ニーズをもったユーザーをサポートします。

03

ガイド / レポート

物質同定サポート機能と
レポート作成機能



官能基ガイド

官能基のピーク出現領域を表示する官能基ガイドや、外部データベースとの連携、ユーザーによるライブラリ構築で未知試料の分析をサポート。また、パワーポイントに必要なデータをワンクリックで出力する新機能も搭載しました。



メンテナンスフリーの光学系に
自動調整機能で安心をプラス

レーザー顕微鏡のプロフェッショナルであるナノフォトンのエンジニアは、どのような要素が光軸を狂わせるかを熟知しています。それらの要因を排除した光学系をデザインすることで、性能がほとんど低下しない優れた安定性を実現しました。ユーザー自身による日々の光軸調整は一切不要です。

それでも、万が一のときの光軸調整はどうしたらよい？

「エアコンの直風が当たる場所に装置を置かざるを得ない……」
「装置のそばに大きな振動源がある……」。そんな万が一のときのために、自動メンテナンス機能も搭載されています。

RAMANtouch オプション機能

機能	品名	内容	備考
電動ステージ	XYθ電動ステージ	独自のステージ設計により、サンプルを任意の位置に移動させても、視野中心を中心としてサンプルを回転可能です。	可動範囲：-90° ≤ θ ≤ 90° 25 mm(X) x 25 mm(Y)
偏光測定	電動切り替えクロス パラレル偏光測定機構	XYθ軸電動ステージと組み合わせることで、XX、XY、YY、YX偏光測定が可能です。	
	簡易偏光子セット	偏光素子を挿入できる顕微鏡レボルバーと偏光子セットを組み合わせます。XXまたはYYのパラレル測定のみに対応します。	レーザーごとに必要です。
低波数測定	低波数測定用フィルター	ラマンスペクトル範囲 10 cm ⁻¹ からの測定を可能にします。	レーザーごとに必要です。
高精度ピークシフト測定	参照サンプルの電動切替機構	レーザーラマン顕微鏡の光路に水晶板やサファイア板を挿入し、サンプルと同時にリファレンスピークを測定することができます。リファレンスピークを基準にしてサンプルのピーク位置を解析できるので、環境温度変化を気にせずいつでも高精度な応力測定が可能です。0.1 cm ⁻¹ 以下の高精度ピーク位置決めを実現します。	
ラマンプローブ	ラマンプローブ	本体から離れた位置にあるサンプルや、ステージに搭載できないサンプルを測定できます。また、他の機器にファイバプローブを接続し、スペクトルをモニタすることができます。	※本オプションを含む場合、クラス3 Bレーザー製品となります。 (JIS C6802:2014)
マクロ測定	VolumeRaman測定機能	錠剤中の成分比率を定量する錠剤専用機能。 詳しくは7ページをご覧ください。	
	液体セルマクロ測定機能	石英セルを定位置に設置し、液体のスペクトルを簡単に測定できる機能です。石英セルの位置は正確・固定された位置に設置されるため、測定データの再現性が高くなります。	
自動粒子測定	自動粒子測定機能	光顕像から粒子を自動で認識し、オートフォーカスしながらラマン分光分析を行います。測定中にリアルタイムでスペクトル検索を行い、自動で成分を同定、統計処理まで行います。	
データベース	ワンステップライブラリ構築機能	測定したスペクトルを用いた、ユーザーによるライブラリ構築機能です。登録したライブラリを参照した自動検索も可能です。	
	STジャパン社製データベース Panorama	ラマン分光用データベース	ライブラリの種類・数、機能などについては、別資料を参照してください。
	Bio-Rad社製ラマンデータベース KnowItAll		
加熱冷却ステージとの連携機能	温調ステージからのトリガーで測定を開始します。また、その温度を測定データに自動で記録します。		
21CFR Part11 や GxP 等の規制への対応をサポートする機能群	電子署名、システムへのアクセス制限、監査証跡 (Audit Trail) 機能など		
その他	コンフォーカルピンホール、アンチストークス測定、各種対物レンズ、ウェルプレート自動測定機能、LIBcell など各種取り揃えております。お問い合わせください。		



Services

サービス

最高品質をお約束する保守契約とサービスプラン



メンテナンス

NP Service Plan

年間保守契約

年1回の定期メンテナンスを実施することで、レーザーラマン顕微鏡の状態を、常に最高レベルに保つことができます。



レーザー保守

NP Service Plan

レーザー保守契約（オプション）

突発的に生じるレーザーの修理費用を、定額に抑えることができます。年間保守契約に付加できる追加オプションです。



トレーニング

NP Service Plan

ユーザートレーニング

装置のオペレーション・トレーニングを追加で実施できます。ご要望に応じて、メニューをカスタマイズいたします。

ラマン分光イメージング セミナー

参加申し込み ナノフoton公式ホームページより。

<https://www.nanophoton.jp/seminar/>

経験豊富なナノフotonのアプリケーションエンジニアによる、様々なラマン分光イメージングセミナーを実施しております。ラマン分光に関する基本技術はもちろん、ラマンイメージング分析を実際の業務に活かしていただけるような、実用的な内容まで幅広くご準備しております。座学と分析の実演を組み合わせたセミナーや、オンラインでのセミナーを多数企画してまいります。



Testimonials

お客様の声

すべては、お客様にご満足いただくために

2011.09
Delivered



株式会社住化分析センター

藤原 豊 様

「装置の安定性も他社製品と比較した場合の高評価ポイントでした。ナノフォトンのラマン顕微鏡では、毎回安定して精度の高いデータが取得できました。弊社では、10回測って1回チャンピオンデータを出すことではなく、毎回、正確なデータを出すことが求められるため、この安定性は非常に重要な選定要素でした」

2010.01
Delivered



独立行政法人 物質・材料研究機構（NIMS）（現 国立研究開発法人）

竹村 太郎 様

「操作がとても簡単というのは、使っておられるみなさんが実感されているところだと思います。またソフトウェアに関する要望を上げたときは、プラグイン開発をすぐに進めてくれました。迅速かつ柔軟なアフターサービスがあることは、共通機器の管理者としてはとてもありがたいですね」

2013.03
Delivered



Nanyang Technological University（シンガポール）

Xing Yi Ling, Ph.D.

「私たちのグループでは、表面増強ラマン分光法（SERS）の応用のための自己組織化ナノ構造を研究しています。高分解能での高速ラマンイメージングは、この研究を進める上で非常に重要な要素です。従来は、まともなラマンイメージを取得するのに数時間を費やしていましたが、ナノフォトンのラマン顕微鏡なら、わずか数分でイメージングできるようになりました」

主な性能

	主な性能
空間分解能 (X / Y / Z)	500 nm / 350 nm / 1000 nm (@レーザー波長 532 nm、対物レンズ 100 倍、0.90 N.A.)
スペクトル測定範囲	100 cm ⁻¹ ~ (オプション : 10 cm ⁻¹ ~)
スペクトル分解能 (FWHM)	0.9 cm ⁻¹ (@785 nm、1200 g/mm)
スペクトルピクセル分解能	0.4 cm ⁻¹ /pixel (@785 nm、1200 g/mm)
ピーク位置決め精度	0.1 cm ⁻¹ (@532 nm、2400 g/mm)

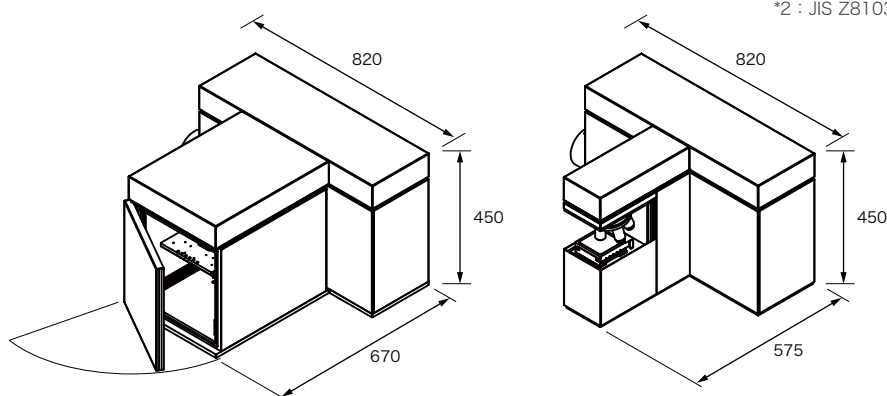
主な構成

	主な構成	
レーザー波長	266 nm、325 nm、355 nm (ポイント照明のみ) 405 nm、457 nm、488 nm、532 nm、633 nm、671 nm、785 nm ほか	
レーザー照射方式	ポイント照明 / ライン照明	
走査方式	レーザー走査 / ステージ走査	
分光器の焦点距離	550 mm	
回折格子	150、300、600、1200、1800、2400、3600 g/mm から最大3枚を選択	
検出器	超高感度電子冷却 CCD 1340 × 400 画素 (ピーク量子効率 98%)	
ステージ	標準モデル	エントリーモデル ^{*1}
	高精度電動ステージ XY 軸移動距離 30 mm × 30 mm / 分解能 ² 100 nm Z 軸移動距離 35 mm / 分解能 ² 50 nm 座面サイズ 200 mm (X) × 180 mm (Y)	電動ステージ XY 軸移動距離 20 mm × 20 mm / 分解能 ² 1 μm Z 軸移動距離 25 mm / 分解能 ² 50 nm 座面サイズ 90 mm (X) × 90 mm (Y)
遮光カバー	インターロック付き片開きドア	インターロック付き上下スライド式カバー
寸法 (W × D × H)	820 × 670 × 450 mm	820 × 575 × 450 mm
質量	70 kg	

本製品はオプションのラマンプローブを含む場合クラス3B レーザー製品、含まない場合クラス1 レーザー製品です。(JIS C6802:2014)

*1 : エントリーモデルは、レーザー波長とオプションの選択に制限があります。

*2 : JIS Z8103:2000



ナノフoton株式会社

東京ショールーム

〒105-0003 東京都港区西新橋 3-6-10

マストライフ西新橋 403

TEL : 03-6432-4881

大阪ショールーム / R&D センター

〒562-0036 大阪府箕面市船場西 3-1-7 ICC ビル 1F

TEL : 072-736-9181

E-mail : info@nanophoton.jp

記載されている内容、外観、および仕様は予告なく変更される場合があります。

2021.01