

粒子画像分析およびラマン分光分析装置
モフォロギ4シリーズ



MORPHOLOGI 4

Automated imaging for advanced particle characterization



粒子径×形状分布を取得 次世代型粒子画像分析装置-モフォロギ4

POINT

粒子の形態（径・形状・様相）を画像解析

粒子径分布だけでなく、凝集、針状、方形、透過性（物性情報）などを統合的に解析します。

分散から解析まで全自動&ワンストップ

独自の機構のサンプル分散ユニット（SDU）を標準搭載。人的誤差を最小化しつつ、様々なサンプルに最適な分散と高い再現性を持つ解析を提供します。

湿式、乾式、ペーストなど様々なサンプルに対応

顕微鏡観察に用いる標準のプレパラート測定や、ペースト、高粘度サンプルなどにも対応します*。

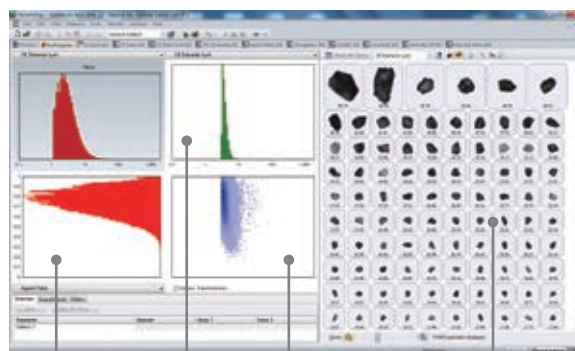
ユーザーフレンドリーなソフトウェア

スカッタグラムによる2次元評価から、クラスタリングなどを駆使し、必要な情報を取得します。

画像認識の高感度化

高いピクセル分解能を持つモフォロギ4は、LEDの短波長光源、可変コンデンサ、シャープエッジ機能などを標準装備。従来では認識が難しかった低コントラストの粒子への適用が広がりました。

*詳しくはお問い合わせください。



形状分布 粒子径分布 粒子径×形状 粒子の個別画像

サンプル分散から解析まで全て自動



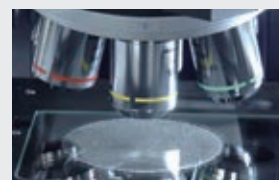
サンプルを分散し、撮像部へ移動



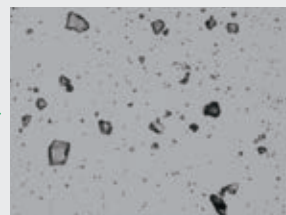
光量・焦点調整



撮影ステージが自動でスキャン



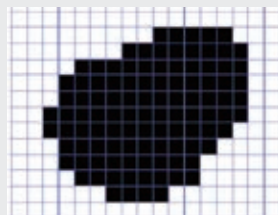
SDUで分散された粒子分布の計算



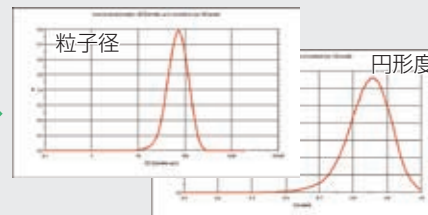
分散された粒子を専用カメラで撮像



1つ1つの粒子を観察



粒子の2次元投影画像を取得



得られた画像から粒子径や形状の分布を計算

自動解析、高再現性を実現

モフォロギ4 ハードウェア

●5本のレンズを搭載

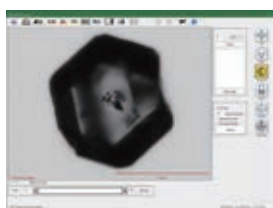
標準で5本のレンズを搭載しています。倍率は2.5倍～50倍です。測定範囲は0.5 μm ～数cmまで撮影可能です。(画像つなぎ合わせ使用時)

●サンプル自動分散ユニット

サンプル投入から分散、画像解析、データ出力まで自動で行うことができるため、再現性の高い解析を行うことができます。

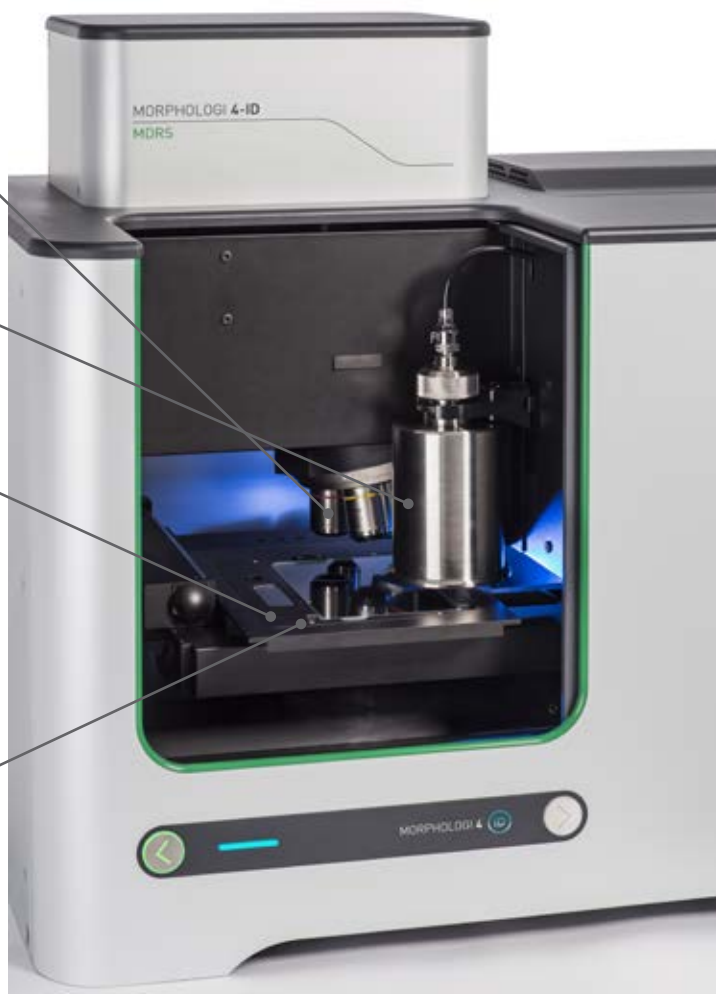
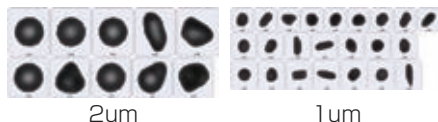
●高精度なオートステージ

撮像と同時に粒子の位置も取得します。指定した粒子の位置へ自動的に移動し観察できます。



●高精度・高解像度の撮像カメラ

カメラの分解能は40nm以下です。数ミクロンの粒子の形状も見分けます。



アクセサリ

様々なサンプルや測定方法に対応するために豊富なアクセサリをご用意しています。



●標準スライドガラスホルダ

粘度の高い分散液や、溶媒を留去して、測定する手法に最適です。4スライドガラス用、2スライドガラス用の2種類あります。(写真は4スライドガラス用です)



●ウェットセル(オプション)

液中(オイル中も可)に分散しているサンプルの測定に最適です。15～250 μm の粒子径を持つサンプルで測定可能です。サンプル量は2～6ml必要です。



●メンブレンフィルタホルダ(オプション)

希薄粒子をろ過して、測定するためのホルダです。目葉や注射剤といったサンプルの異物解析にご利用いただけます。25mm用と47mm用の2種類あります。(写真は25mm用です)



●専用ガラスフィルタ用ホルダ

液中の粒子を捕集し、ラマン分光を行うために最適なホルダです。10 μm 以上の粒子に対応します。



●ラマン分光用薄型ウェットセル

液中の粒子を長時間固定するのに最適な特殊サンプル用ホルダです。10～50 μm 程度の粒子のラマン分光測定に対応します。

ラマン分光システムによる 粒子径・形状+化学情報=モフォロギ4-ID

POINT

顕微ラマン分光機能との統合

モフォロギ4の機能に加え、化学情報（ラマンスペクトル）を取得します。

自動で化学的な粒子分類が可能

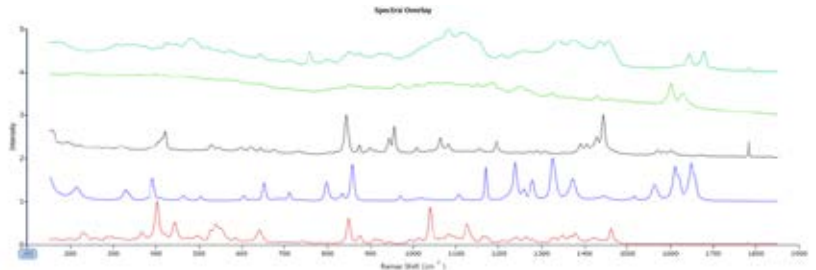
サンプルのラマン分光データを取得し、化学情報と粒子形態情報を解析、分類まで自動で実施します。

異物粒子の自動認識・判別が可能

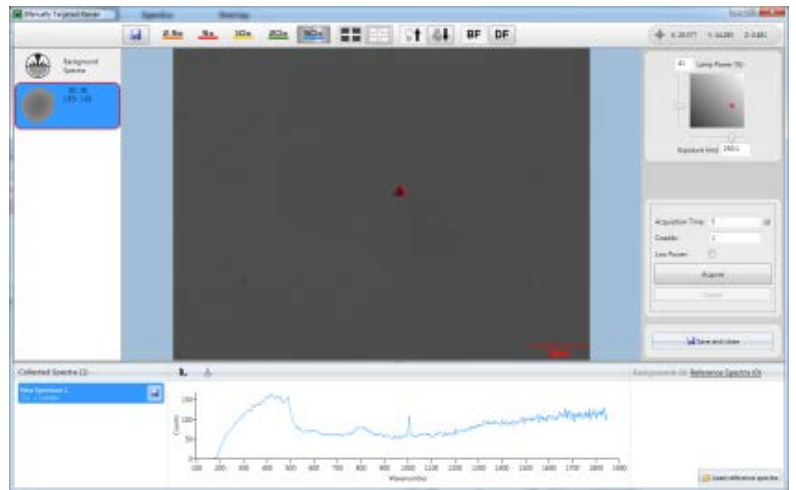
形態情報で「異物」と認識された粒子を追跡し、個別にラマン分光データを取得可能。適切な設定を行うことで自動化にも対応します。

フレキシブルなラマンスペクトル取得

広い測定レンジ（ 2800cm^{-1} ）とレーザー出力の詳細な制御により、評価可能なサンプルが従来機と比べて増えました。手動でラマンスペクトルを取る粒子を選択し、（マニュアルターゲットモード）その粒子だけのスペクトルを取ること可能です。



ラマンスペクトル例



マニュアルターゲットモード

化学情報が必要である理由

形状が異なる粒子は画像での分類が可能です。しかし形状が同じ粒子の場合、画像だけでは判別できないため、他の方法で分類する必要があります。

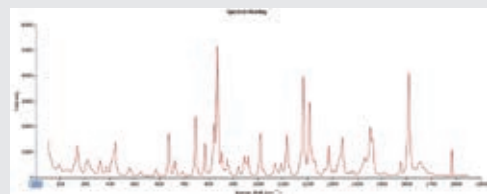
そこでモフォロギ4-IDは製薬、化学、鉱業など幅広い分野に適用できる「ラマン分光法」を採用。物質固有の特性を反映する、いわゆる「指紋スペクトル」を与えることで化学情報を取得し、同じ形状の粒子も分類可能にしました。サンプルは無機物、有機物どちらにも対応。ガラス上や水分散系のサンプルも測定できます。



形状が異なる
→粒子形状のみで識別可能



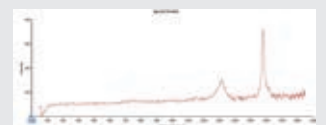
形状が同じ
→粒子形状のみで識別不可能



ラマン分光法スペクトルの違いで識別・分類



イブプロフェン



グラファイト

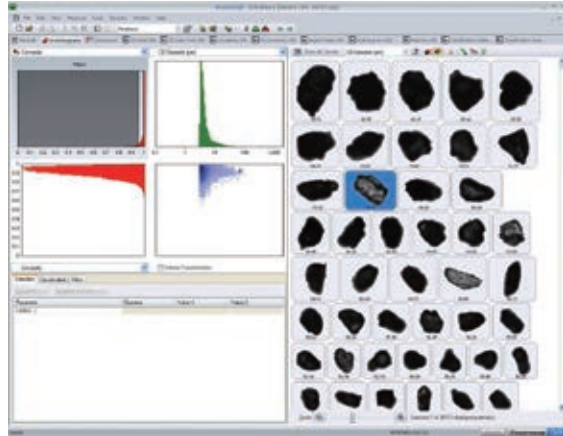
1つ1つの粒子を追跡、 ラマン分光法による化学同定

POINT

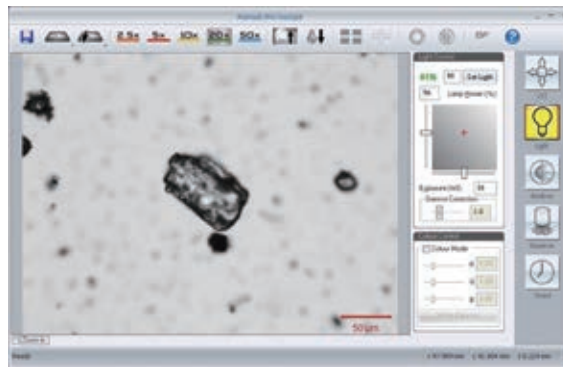
モフォロギ4-IDは、撮像と同時に粒子の位置情報も取得します。選択した粒子の位置情報を元に、自動的に粒子の中心部にレーザ光を照射し、ラマンスペクトルを取得します。

モフォロギ4-IDソフトウェアに搭載された分析アルゴリズムで1つ1つの粒子の化学同定を行います。

これにより、定義された粒子分析数の一覧だけでなく、混合物中の特定の化学成分の解析（例：類似形状によって構成された混合物中の原薬の粒子径分布など）も可能です。



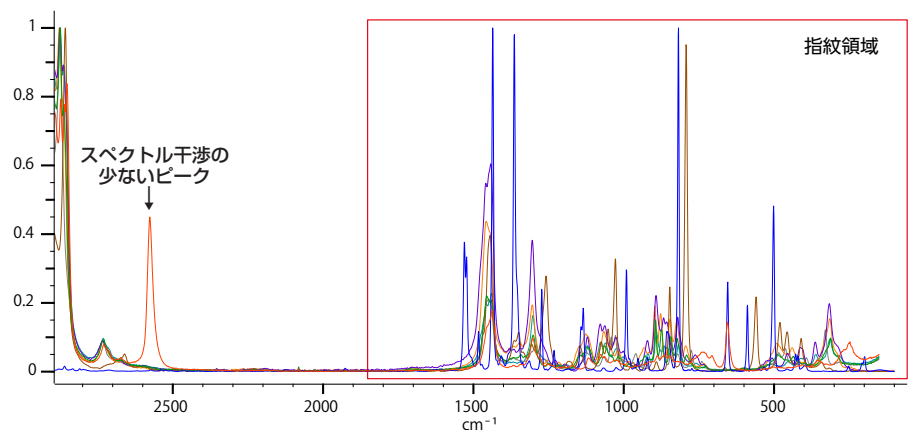
撮像粒子の位置情報も取得



指定した粒子の位置へ自動的に移動し、レーザ光を照射してラマン分光法による化学同定を行います。

広帯域 (2800cm⁻¹~150cm⁻¹) ラマンスペクトル取得

スペクトル干渉の多い指紋領域だけでなく、2000cm⁻¹を超える領域も観測できることにより、今まで難しかった化合物判別の可能性が広がりました。



選べるモフォロギ4とモフォロギ4-ID

モフォロギ4-IDレディは、モフォロギ4-IDにアップグレードすることも可能です。

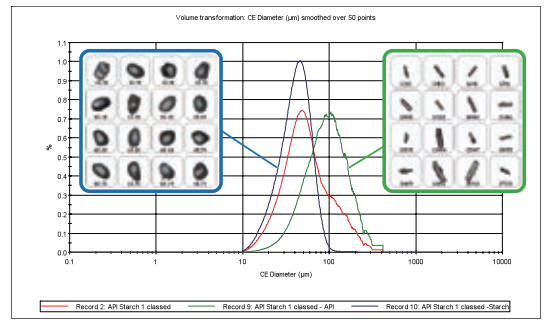
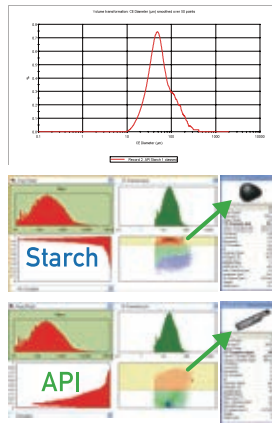
測定項目	モフォロギ4	モフォロギ4-IDレディ	モフォロギ4-ID
粒子径-形状分析	○	○	○
ラマンアップグレード (オンサイト)	×	○	- (搭載済み)

モフォロギ4 測定事例

医薬品の粒子形状による混合粒子の分画とその定量化

粒子径分布が1分布の混合粉体を、形状により分画し、指定形状の分布に再計算します。粒子径に基づく量比の算出も可能です。

混合粉体

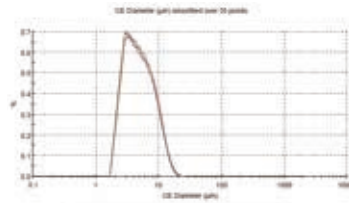


青 : Starch 39%
緑 : API 61%

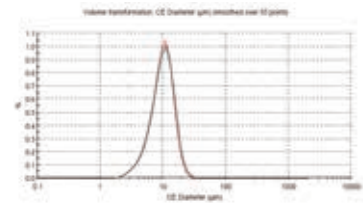
高粘度の日焼け止めクリーム中粒子の非希釈測定

顕微鏡用標準スライドガラスで測定しました。スライドガラスを4枚作成し、測定した結果を右に示しました。再現性も良好な結果が得られました。

円相当径 (Number)



円相当径 (Volume)



	粒子数	円相当径 (Num)	円相当径 (Vol)
		平均 (µm)	平均 (µm)
Test - 1	6016	5.55	10.22
2	6379	5.54	10.48
3	6407	5.49	10.48
4	6011	5.39	10.07

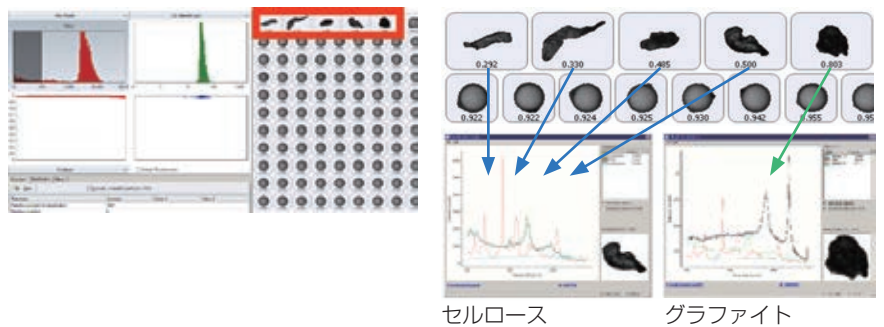
✓ 個数基準・体積基準共に4回の測定結果はほぼ一致
✓ 粒子は2~20 µmの間の様々なサイズで分布



モフォロギ4-ID 測定事例

PMMA粉体中の異物解析

形状により、「異物」が含まれていることはわかりましたが、「何の異物」わかりませんでした。ラマン分光法により、異物が「セルロース」と「グラファイト」の2種類であることがわかりました。

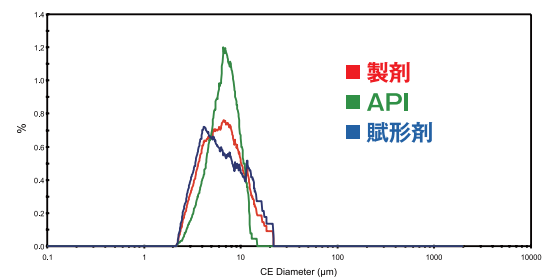
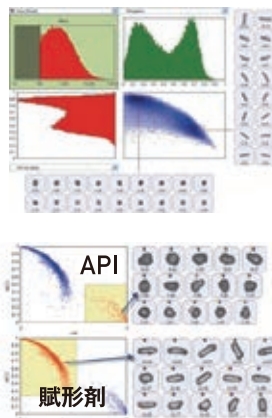


セルロース

グラファイト

鼻腔スプレーの有効成分 (API) と賦形剤の詳細分析

形状が類似したものが多く混在している場合、正確な分画が困難でした。ラマン分光による化学情報に基づき分類し、スキャッタグラム化を実施しました。その結果、APIと賦形剤の正確な分画ができました。



あらかじめ測定した化学情報データ (ラマンデータ) との一致度 (相関性) を指標に再解析

測定パラメータ

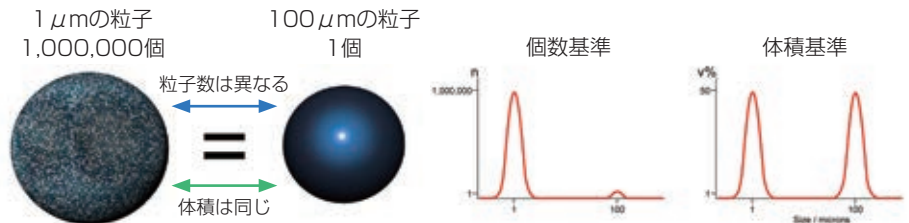
	パラメータ (情報)	日本語訳	説明
粒子径情報	CE Diameter(μm)	円相当径	撮像された粒子の面積と同じ面積を持つ円の直径
	Length/Width(μm)	長軸径/短軸径	粒子画像を2組の平行線で挟んだ時の長軸/短軸の長さ
	Max. Distance(μm)	最大長径	粒子画像の輪郭上の2点における最大の長さ
	Perimeter(μm)	粒子周囲長	粒子の周囲の長さ
	Major Axis ($^{\circ}$)	主軸角度	水平線を基準にした主軸角度
	SE Volume(μm^3)	球相当体積	$(\pi \times \text{円相当径の3乗}) \div 6$
	Total Fiber Length	繊維全長	屈曲繊維の全繊維長 (道のり長さ)
位置情報	Centre X, Y Position(μm)	重心位置	粒子のX, Y方向の重心位置
形状情報	Circularity	円形度	投影された物体と同じ面積を持つ円の円周と物体の周囲長の比率 (真円=1)
	Convexity	包絡度(周囲長)	凸状の周囲長を実際の粒子の周囲長で割って算出。(滑らかな粒子=1)
	Aspect Ratio	アスペクト比	粒子の長軸径と短軸径の比。細長いほど低くなる。
	Intensity Mean	輝度平均値	粒子画像を構成する全CCD画素の輝度平均値 (明るい、白っぽい=輝度高い)
	Intensity SD	輝度標準偏差	粒子画像を構成する全CCD画素の輝度標準偏差 (黒白のムラがある=標準偏差高い)

※その他パラメータは別途お問い合わせください。

個数基準と体積基準、双方で評価可能

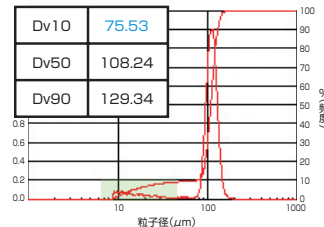
個数基準 – 微粉の検出に有利です。

体積基準 – 粗大粉や凝集体の検出に有利です。

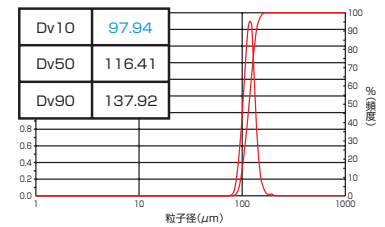


測定事例

医薬用賦形剤 (乳糖) の測定事例です。体積基準 (レーザ回折式粒子径分布装置による測定) では検出できなかった微粉が、個数基準で検出されました。



個数基準
(モフォロギ4による測定)



体積基準
(レーザ回折式粒子径分布測定装置による測定)

Z-スタッキング：焦点深度の補完

Z軸上の異なる位置で画像を取得し、デジタル合成することで、鮮明な画像を取得できる機能です。



Z-スタッキング無し

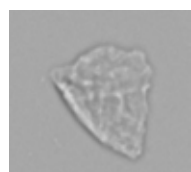


Z-スタッキング有り

NEW

低コントラストのサンプル観察-シャープエッジ機能

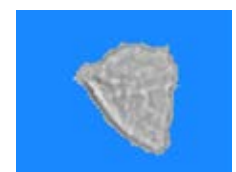
独自新開発の粒子輪郭検知アルゴリズム、「シャープエッジ」により、低コントラストサンプルの画像認識への適用が広がりました。これにより、低コントラストと高コントラストの混合物も測定が可能です。



元画像



シャープエッジなし



シャープエッジあり

仕様

	モフォロギ4			モフォロギ4-ID	
測定範囲	0.5 μm ~ 1300 μm (上限を超える値もサンプルによっては可能)				
測定プロパティ	粒子径、粒子形状、粒子個数、粒子位置				
測定項目 (粒子径)	円相当径 (CE)、長軸径、短軸径、粒子周囲長、粒子面積、最大径、球相当体積 (SE)、全繊維長、全繊維幅				
測定項目 (粒子形状)	アスペクト比、円形度 (周囲長、面積)、包絡度 (周囲長、面積)、伸長度、真円度、全繊維外周、繊維直線度、輝度平均値、輝度標準偏差				
分散ユニット	乾式、加圧式 サンプル自動分散ユニット (SDU)				
撮像光学系	透過、落射、暗視野、偏光 (オプション)				
ディテクタ	18 MP ; 4912×3684ピクセルカラー				
レンズ倍率	2.5×	5×	10×	20×	50×
撮像粒子径範囲	8.5 ~ 1300 μm	4.5 ~ 520 μm	2.5 ~ 260 μm	1.5 ~ 130 μm	0.5 ~ 50 μm
化学分析	-			ラマン分光法	
測定範囲 (化学同定)	-			1 μm ~ 1300 μm	
スペクトル域	-			150 cm^{-1} ~ 2800 cm^{-1}	
スペクトル分解能	-			スペクトル域平均 8 cm^{-1}	
レーザー	-			波長 : 785 nm サンプルへの出力 : > 40 mW (@最大出力時) レーザースポットサイズ : 2 μm (50倍レンズ使用時)	
レーザー安全性	-			Class 1	
化学同定法	-			ラマンスペクトルによるスペクトル相関法	
サイズ (W×D×H)	810 mm×516 mm×685 mm				
重さ	約80 kg			約85 kg	
電源	100-240 V ac50/60 Hz 6.0 A				



お問い合わせ先

スペクトリス株式会社
マルバーン・パナリティカル事業部

0120-57-17-14

東京事業所 〒105-0013 東京都港区浜松町1-7-3 第一ビル
TEL:03-5733-9511 FAX:03-6735-8974

神戸事業所 〒650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町5-5-2
神戸国際ビジネスセンター北館511
TEL:078-306-3806 FAX:078-306-3807

大阪営業所 〒532-0003 大阪市淀川区宮原3-5-24
新大阪第一生命ビル11F
TEL:06-6396-8501 FAX:06-6396-8505

福岡博多営業所 〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1-11-27
TEL:092-473-3787 FAX:092-510-0536

福岡古賀営業所 〒811-3102 福岡県古賀市駅東2-8-12-203
TEL:092-943-1410 FAX:092-943-1420

取扱店

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。

Disclaimer: Although diligent care has been used to ensure that the information in this material is accurate, nothing herein can be construed to imply any representation or warranty as to the accuracy, correctness or completeness of this information and we shall not be liable for errors contained herein or for damages in connection with the use of this material. Malvern Panalytical reserves the right to change the content in this material at any time without notice.

Copyright: © 2024 Malvern Panalytical. This publication or any portion thereof may not be copied or transmitted without our express written permission. MRK2324-03-JP