



**SYNC**

レーザ回折・散乱式 & 動的画像解析式  
粒子径分布・粒子形状測定装置

2つのコア技術をシンクロナイズ

MICROTRAC MRB

# 最新の 粉粒体特性評価

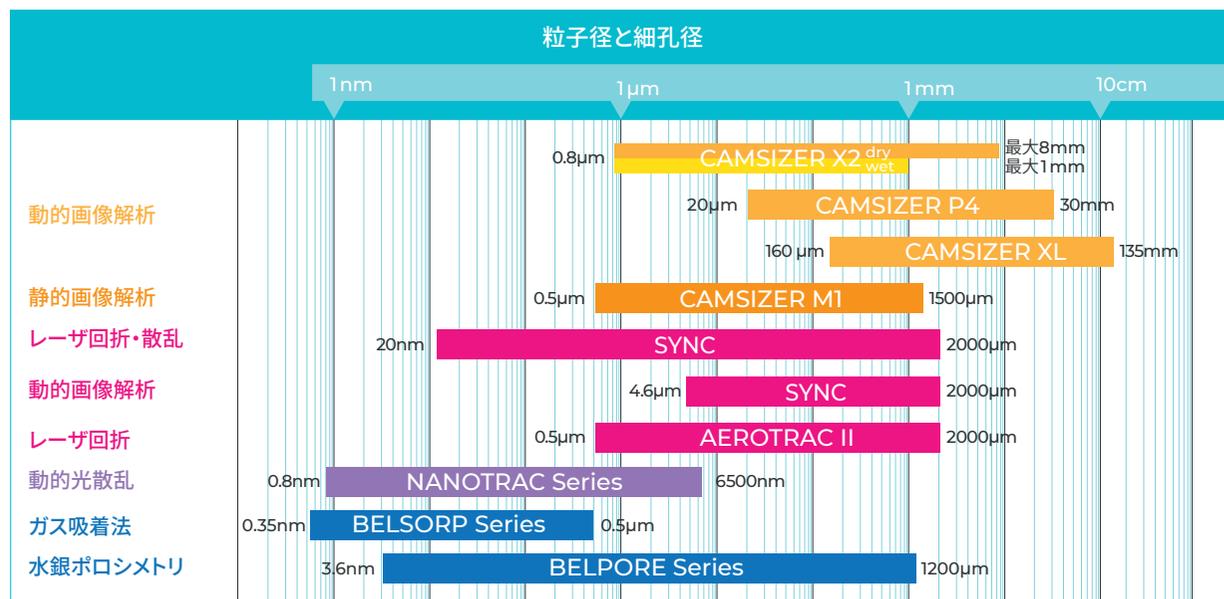
Microtrac MRBは、粉粒体の特性評価における、  
ワンストップソリューションを提供します。  
革新的な技術と高品質が事業の基盤となっています。

Verder Scientific Groupの一員として、  
関係会社・販売会社のネットワークを通じて  
全世界にビジネスを展開しています。



## MICROTRAC MRB

## 3つのコア技術



Microtrac MRBは、3つのコア技術による製品ラインをグローバルに展開しています。

#### | 散乱光解析

MICROTRACシリーズは、粒子径分布測定の実用的な方法であるレーザ回折・散乱式装置（静的光散乱）のリーディングブランドです。また、ナノ粒子の特性解析に適した動的散乱式装置もラインナップしています。散乱光解析を用いた製品の開発・生産拠点は、アメリカのペンシルベニア州にあります。

#### | 画像解析

CAMSIZERシリーズは、静的画像解析/動的画像解析の技術で粒子径分布、及び粒子形状を測定する装置を提供します。これらの画像解析式装置はドイツのハーンで開発、製造されています。

#### | 比表面積・細孔分布・真密度・触媒評価

BELシリーズは、ガス吸着法を用いた比表面積（BET）、細孔分布、そして真密度、触媒の評価装置をラインナップしています。開発、生産の拠点は大阪ならびに一部の製品はドイツのハーンに、開発・生産拠点を置いています。

## 粒子解析の新提案

# SYNC

Microtrac MRBのコア技術であるレーザ回折・散乱式と動的画像解析式を1台の装置に融合。特許技術であるシンクロナイズ測定により、一度の測定で、粒子径分布と粒子形状の多角的な評価を実現しています。

- | 1つのサンプル
- | 1台の装置
- | 1つの試料供給
- | 1つのサンプルセル
- | 1度の測定

SYNCによる多角的特性評価は、品質管理、材料・製造プロセスの最適化、そして研究開発に重要な情報を提供します。

SYNCは、0.02~2000 $\mu\text{m}$ の幅広い粒子径範囲を高精度、高分解能に測定することが可能です。



# SYNC



## 粒子径分布・粒子形状分析装置

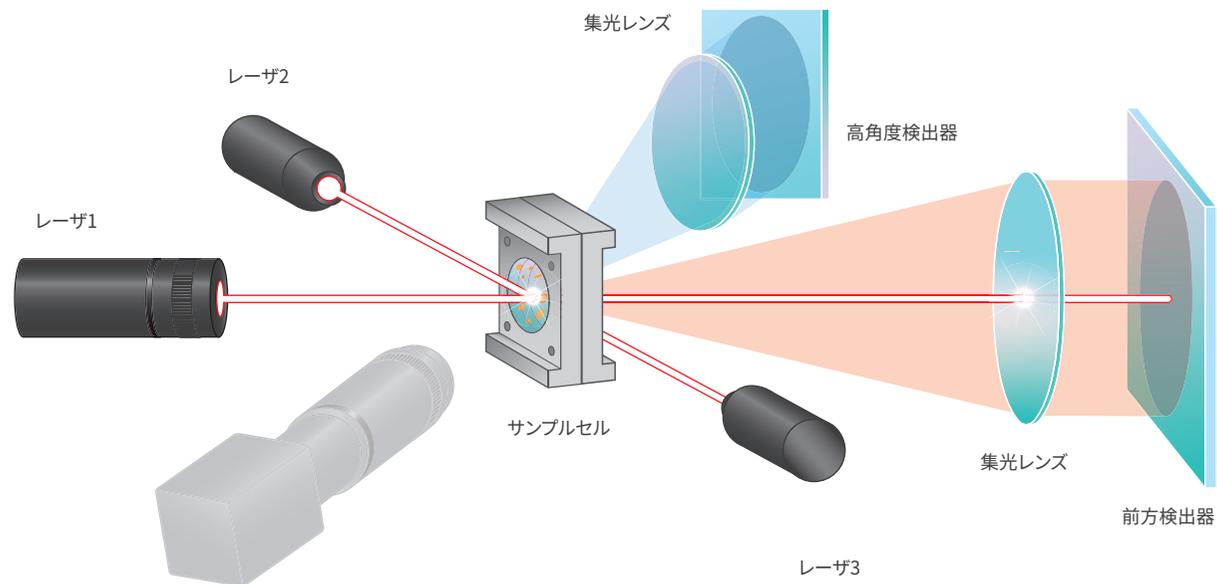
### SYNC

- ▶ レーザ回折式 (ISO13320:2020) 及び動的画像解析 (ISO13322-2) を用いた粒子径及び粒子形状解析
- ▶ 3本レーザ搭載の光学系により、サブミクロンを含め幅広い測定範囲の高分解能な粒子径分布測定を実現
- ▶ 画像解析による少量存在粒子の検出
- ▶ 特許取得済みのレーザ技術と画像解析のシンクロ測定一度の測定で、粒子径分布に加え30以上の粒子形状情報を取得
- ▶ 短時間測定 (10秒～)
- ▶ 湿式測定モジュールと乾式測定モジュールの簡単切り替え
- ▶ 操作性のよいソフトウェア、簡単なメンテナンス



## 高度なレーザー散乱の解析

# 3本レーザー 搭載の光学系



レーザー回折・散乱 (LD) による粒子径測定は、研究や産業で最も使用されている技術であり、粉粒体品質管理のデファクトスタンダードです。湿式、または、乾式で試料を分散させて測定部へ供給し、レーザー光を照射して、その散乱光パターンから粒子径分布を求めます。

SYNCは、3本のレーザーを効果的に配置した光学系により、粒子からの散乱光を0.02~163度の広角度で連続的に検出します。SYNCは、3本レーザー、または2本レーザーの選択が可能であり、3本目のレーザーは主にサブミクロン粒子の測定に使用されます。

小粒子は広い角度で光を散乱し、大粒子は狭い角度で光を散乱します。散乱光強度は、測定全体を通して連続的に収集されます。

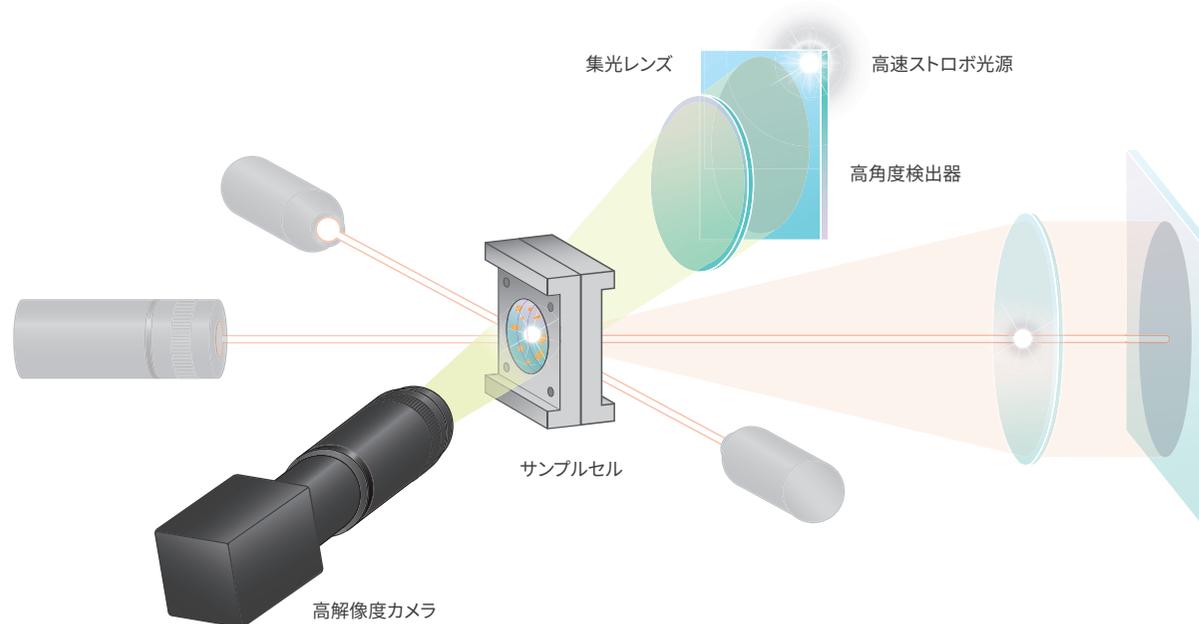
さまざまな粒子特性、例えば、球形/非球形、光透過性の有無、反射/吸収、その特性に応じた独自のアルゴリズムにより、SYNCは、多種多様なアプリケーションの原材料を高精度に解析することが可能です。

### 特長

- ▶ 構成  
赤色レーザー3本、または、赤色レーザー2本
- ▶ 特許取得済みの3本レーザー技術
- ▶ 半導体レーザーダイオードを備えた固定光学系により、長く続く頑丈さと信頼性を実現
- ▶ 安定待ち時間無し
- ▶ フーリエ光学系により、粒子に対するレーザー入射角が一定であり、最適な散乱光のパターン検出を実現

## 新提案

# 動的画像解析の 統合



粉粒体の物性特性は、粒子径分布が一般的ですが、近年、動的画像解析技術の進化に伴い、粒子径分布に加えて粒子形状解析が注目されています。レーザ回折・散乱式 (LD) では得られなかった粒子形状情報を得ることにより、製造工程における問題を迅速に特定し、トラブルシューティング時間を大幅に短縮できます。SYNCは、湿式、または、乾式で試料を分散させて測定部へ供給し、高速ストロボ光と高解像度カメラで動的画像を取得します。

SYNCは、個々の粒子に対して30以上の粒子径と粒子形状のパラメータを求めます。動的画像解析式 (DIA) の測定技術はシンプルながら、データ解析は非常にパワフルです。

粒子径、または、粒子形状の特性に応じた粒子の検索、表示、及び、フィルター機能を搭載しています。全ての撮像粒子をプロットする散布図による粒子特性評価も可能です。

## 特長

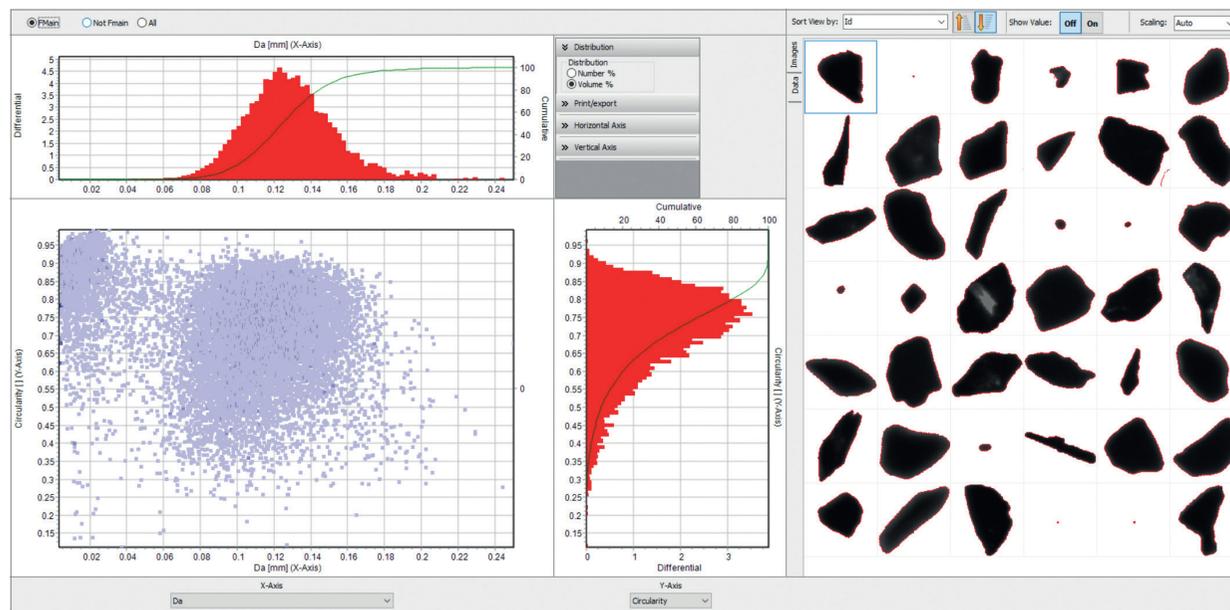
- ▶ 動的画像解析 (ISO13322-2)
- ▶ パワフルなストロボライトによる高画質
- ▶ 5.2 メガピクセル高解像度カメラ
- ▶ 最大60フレーム/秒
- ▶ ライブビューやビデオファイル
- ▶ 短径、長径、アスペクト比、球形度、円形度、充実度、透明度など、30以上の粒子特性パラメータを解析可能

## 新コンセプト

# レーザ回折・散乱と動的画像解析の組み合わせ

SYNCは、レーザ回折・散乱式と動的画像解析式の測定技術を1台の装置に組み合わせています。

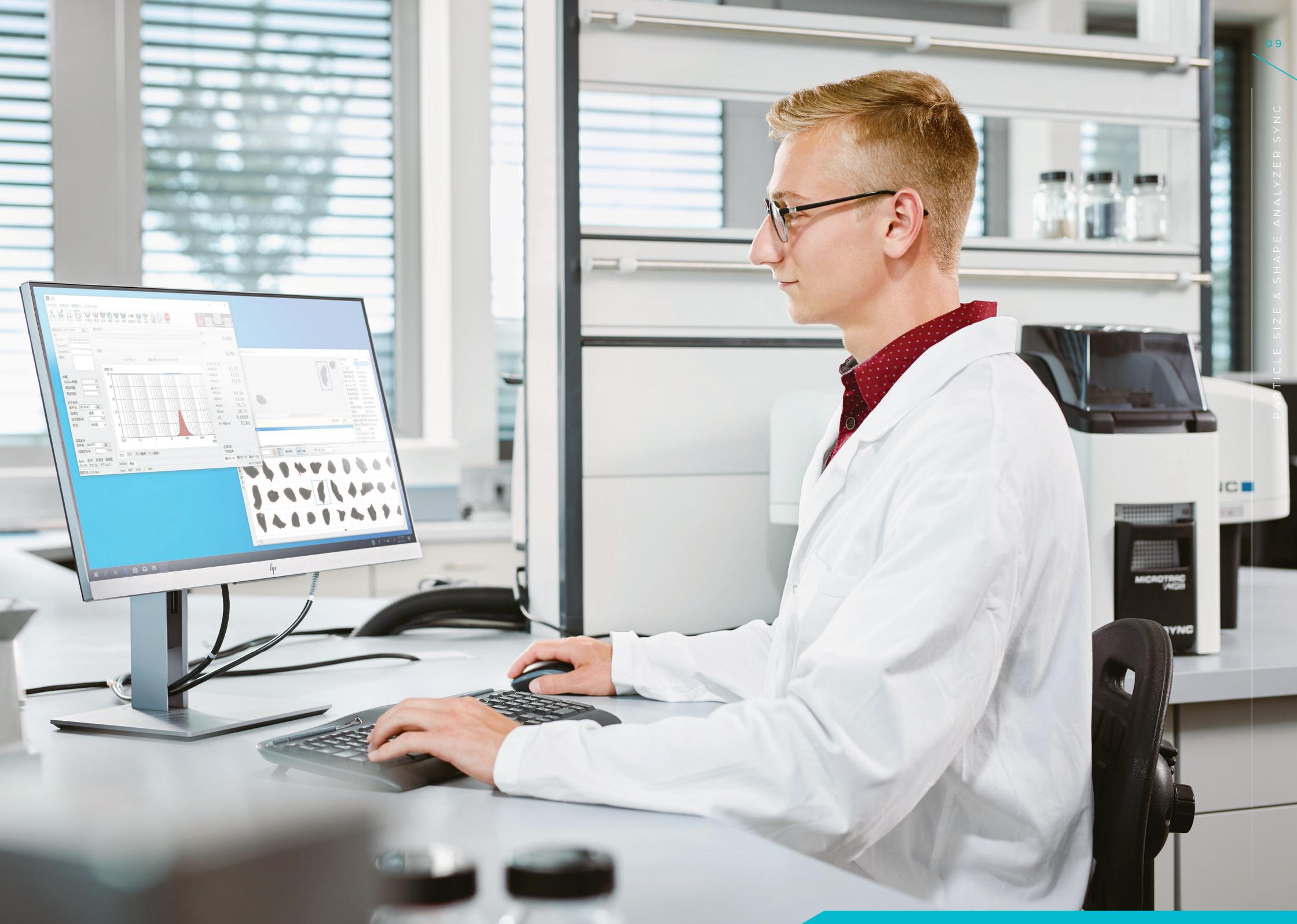
3本レーザを搭載した光学系は0.02~163度の連続面で散乱光を検出して高精度な粒子径分布を求めることを可能とし、更に、高速ストロボ光と高解像度カメラにより粒子形状、及び、粒子径分布の解析を実現しています。



湿式試料供給器FLOWSYNCは、水系/有機系の溶媒に分散された粒子を測定部へ供給し、乾式試料供給器TURBOSYNCは、乾燥粉末を圧縮空気分散させて粒子を測定部へ供給します。湿式でも乾式でも、測定部では、あるタイミングではレーザ光を照射して発生した散乱光を検出し、あるタイミングでは高速ストロボ光を照射して動的画像を取得します。同じ粒子を同じ分散状態で、サンプルセル内の同じポイントをレーザ散乱と画像からの解析で粒子径分布と粒子形状を測定します。

レーザ回折・散乱式による測定結果、そして、動的画像解析式の測定結果、それぞれの測定結果を比較、解析することで、これまで見えなかった粉粒体の現実の姿、特性を評価することが可能となったのです。

SYNCは、この組み合わせ分析により、これまで以上の確かな品質管理、迅速な材料開発・研究開発に貢献します。



SYNC

# 最大のパフォーマンスを 得る光学設計

- | 3本レーザ光学系
- | 0.02~163度の高角度を連続面で検出
- | 動的画像解析用ストロボ光源とカメラ
- | 同一光学系&分散システムによる  
レーザ回折・散乱&画像解析
- | 湿式および乾式の測定モジュール交換が容易
- | 小さな設置面積



モジュールの接続性

## 湿式・乾式 簡単な モジュール交換

湿式の試料セル、溶液循環チューブ、排水ホース、そして、乾式の試料セル、試料分散用エア配管、更に通信用ケーブルなどは、それぞれのモジュール内に常時固定・接続されており、湿式測定・乾式測定の交換は、測定モジュールを差し替えるだけで、簡単に行うことが可能です。

更に、接続されたモジュールを自動認識して、湿式 FLOWSYNC、または、乾式 TURBOSYNC の操作アイコンを表示します。



## FLAWSYNC

# 湿式測定用 試料循環 モジュール



FLAWSYNCは、給液・脱泡・循環、更には測定後の循環系内洗浄を全て自動で行います。どなたでも簡単に再現性の高いデータ取得を可能としています。

### 整合性:

出力可変のインライン超音波プローブにより凝集した材料を分散させ、最適な試料分散状態で測定を行います。

### 汎用性:

FLAWSYNCの動作は、数に上限なく全て操作手順(SOP)登録可能です。測定試料に応じたSOPを選択することで確実な測定を実現します。

### 接続性:

一体型の給液ポンプにより、水、または有機溶媒を自動的に給液・脱泡・希釈・循環を行います。

### 分散性:

FLAWSYNCは、高比重・大粒子でも確実に循環させることが可能です。また、独自の流体力学設計による効果的な乱流で、再凝集を防止適切な分散状態を保ちます。

### 耐溶媒性:

FLAWSYNCは、水だけでなく、アルコール、ヘキサン、トルエンのような有機溶媒にも対応可能です。



### 洗浄性:

アイコン一つでチャンバー内および循環系内の自動洗浄を行います。チャンバーの壁に付着した試料は、渦流で確実に洗い流されます。

- | FLOWSYNC MINIは、約45mlの極小容量溶媒で試料を循環します。
- | 有機溶媒の使用量を抑えると共に、貴重な試料を最小限の量で測定することが可能です。
- | FLOWSYNC同様に、給液・脱泡・循環・排水等を自動で行います。



## TURBOSYNC

# 乾式測定用 試料分散 モジュール



TURBOSYNCは、適切に分散した粒子を測定部へ供給し、再現性の高い測定を可能にします。サンプルトレイを移動させることで、測定システムに粉体を導入します。

### 柔軟性:

最大50psi (345kPa) までの圧縮空気の圧力設定により、凝集した試料でも、最適な分散を達成できます。壊れやすい粒子の場合は、マイルドな分散条件に設定します。

### 小容量試料:

測定に要する試料量は約0.1cm<sup>3</sup>と小容量です。高価な試料、少量の試料に最適です。

### 大容量試料:

大容量サンプルトレイを使用することで、より大容量の試料を測定できます。複数のトレイによる測定データを1つの測定結果に統合可能です。

### 自動測定:

試料をトレイに供給し、ソフトウェアの「測定」アイコンをクリックするだけで自動的に測定を行います。



### 迅速測定:

標準的な測定時間は10秒です。試料の特性に応じて、ゆっくり時間をかけて試料を供給させることも可能です。

### 繰り返し精度:

圧縮空気分散圧力、測定時間のSOP登録、試料供給量の一定化により、繰り返し再現性の高い測定を実現します。

## MICROTRAC MRB

## アプリケーション

汎用性はレーザー回折・散乱式測定装置の大きな強みです。これにより、研究開発、そして製造技術・品質管理で幅広く使用されています。Microtrac MRBレーザー回折・散乱装置は、測定操作がとても簡単であり、日常のメンテナンスも非常にシンプルです。高いサンプルスループットと極めて広い粒子径測定範囲（ナノメートルからミリオーダ）により、様々なアプリケーションで幅広く利用されています。

しかし、レーザー回折・散乱式の弱点は、大粒子に対して分解能が悪く、粗大粒子の検出に限界があり、粒子形状を測定することができないことです。逆に、これらレーザー回折・散乱式の弱点は動的画像解析式の強みです。SYNCは、両技術を組み合わせることで、粉粒体の総合的な解析を実現しています。

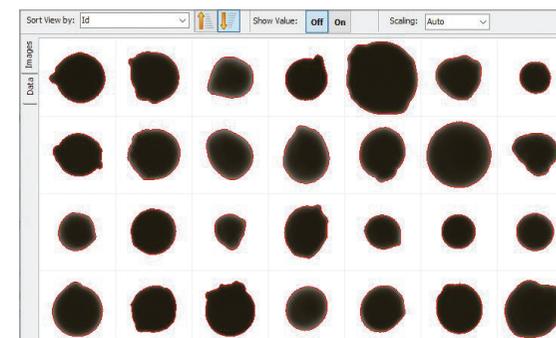
## 主な応用分野

- ▶ 工業用鉱物
- ▶ セラミック
- ▶ 医薬品
- ▶ 化学品
- ▶ 塗料・顔料
- ▶ 金属粉体
- ▶ 建設材料
- ▶ ガラスビーズ
- ▶ コーティング
- ▶ 3Dプリンタ
- ▶ 食品
- ▶ 化粧品
- ▶ 電池材料
- ▶ 高分子
- ▶ エマルション

## 粒子径分布および粒子形状解析 - 金属粉体積層造形 (3Dプリンタ)

粒子径分布、および、粒子形状は金属粉体積層造形において重要な特性です。その流動性、充填密度を最適化するために、金属粉体は、幅広い粒子径分布、そして、球形粒子であることが求められます。また、粗大粒子の存在は、加工部品の強度に悪影響を及ぼし、割れ・欠けなど欠陥の原因となるため、粗大粒子が存在しないことを確認する必要があります。

SYNCは、レーザ回折・散乱式と動的画像解析を組み合わせることで、粒子径分布、粒子形状、そして、粗大粒子の存在を一回の測定で解析することが可能です。

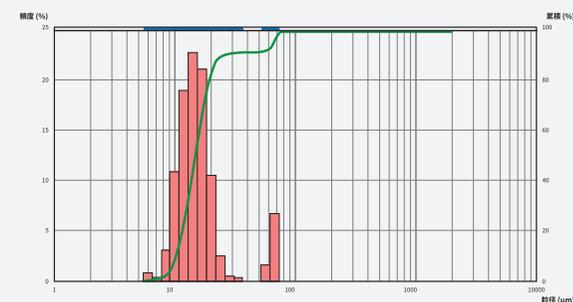


金属粉体積層造形に使用される金属粉末の粒子画像:粒子の中には、突起を持つもの、すなわち小さな粒子が大きな粒子に融合したものがあります。

## 粗大粒子の検出 - 研磨剤

粗大粒子の検出は、レーザ回折・散乱式装置の課題です。多くの産業において、その原材料に含まれる粗大粒子の存在が中間製品、最終製品の品質を左右します。特に、研磨剤の性能は、その粒子径分布に左右されます。研磨効率を高めるためには、大粒子の存在が重要ですが、大粒子は粗い研磨面を得ます。逆に、小粒子による研磨面は滑らかなが、研磨には時間を要します。

粒子径分布に加えて、円形度や尖り度などの形状パラメータが材料の性能を予測する上で重要です。SYNCは、相補的な技術として動的画像解析を組み込むことにより、レーザ回折・散乱の課題である粗大粒子の検出を実現しています。



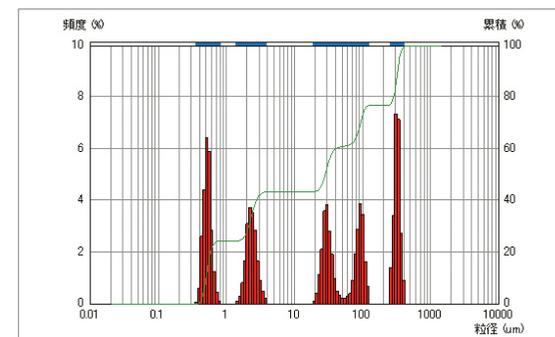
研磨剤試料中の過大サイズ粒子の正確な検出

## 改良型MIE散乱理論

### – サブミクロン粒子

レーザ回折・散乱式では、Mie散乱理論が広く用いられています。しかし、Mie散乱理論は光透過性のある球形粒子を使って開発されており、非球形粒子には適応していません。Microtrac MRBの独自の改良型Mie散乱理論は、非球形粒子にも対応しています。また、光を吸収する散乱光モデル、光を反射する散乱光モデルを持ち、粒子屈折率の虚数部入力が必要としません。

サブミクロン粒子からの散乱光は、側方・後方に広く特徴的な散乱パターンとなります。0.02~163度の高角度を連続面として散乱光を検出するSYNCは、改良型Mie散乱理論と合わせて、サブミクロン粒子も高精度に測定することが可能となっています。



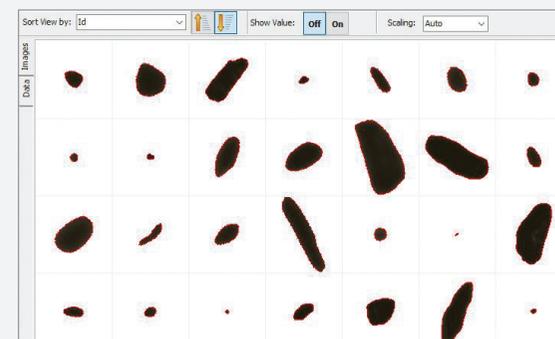
試料：サブミクロン粒子を含むワイドレンジの高分解能測定  
(5種試料混合)

## 乾燥粉体の測定

### – 活性製剤成分 (API)

乾式測定は、粒子径分析において一般的になっています。TURBOSYNCモジュールを使用することで、可溶性、壊れやすい、または凝集した原材料などの試料を適切に分散させ、損傷を与えることなく測定することができます。活性医薬品成分 (API) は多くの担体流体中で溶解性であり、非常に凝集性があり、注意深く取り扱う必要があります。乾式測定は、有機溶媒不要の低コスト、試料分散の手間を省き、ハンドリングの安全性を高めます。

適切な粒子径分布は、薬物の有効性と生物利用性を高める上で重要です。APIは、様々な粒子径、粒子形状の粉粒体から構成されており、その両方ともSYNCで測定可能です。



TURBOSYNCで測定されたAPIの粒子画像

## 技術的な詳細

## 仕様

測定範囲	0.02~2000 $\mu$ m (乾式:0.2~2000 $\mu$ m) (レーザー回折・散乱式) 4.6~2000 $\mu$ m (動的画像解析式)
精度	球形ガラスビーズ D50=642 $\mu$ m、CV=0.7% 球形ガラスビーズ D50=57 $\mu$ m、CV=1.0% 球形ラテックス D50=0.4 $\mu$ m、CV=0.6%
レーザークラス	赤色780nm-21CFR1040.10およびIEC60825-1に準拠したクラス1レーザー製品
レーザー出力	赤色レーザー、公称値0.35~2mW
散乱光検出機構	前方、側方に対数ピッチの検出器を置き、3本レーザーを効果的に配置することで 0.02~163度の高角度散乱光を連続面として検出
データ出力	粒子径分布:累積パーセント径(任意設定可)、体積平均径、面積平均径、個数平均径 (※)HRA、MT3000シリーズとのデータ互換モードを標準搭載 円相当径、最大/最小フェレー径、楕円長径/短径、周囲長径 粒子形状:円形度、アスペクト比、凹凸度など
測定時間	10秒~
電源	AC入力:90~264VAC、50/60Hz、単相
消費電力	最大約30VA(搭載オプションによる)
設置環境	温度:5°C~40°C(41°F~104°F) 湿度:90%RH、結露なし最大 保管温度:-10°C~50°C(14°F~122°F)(乾燥のみ)
国際規格	ISO13320 レーザー回折・散乱式 ISO13322-2 動的画像解析式
画像解析	5.2メガピクセル(2560x2048px)、最大60fps
湿式測定	FLOWSYNC 容量:約200ml 流量:0~65ml/sec FLOWSYNC MINI 容量:約45ml 流量:0~30ml/sec
乾式測定	50psi(345kPa)最大圧力 3 CFM(0.0014m <sup>3</sup> /h) at50psi(345kPa)最小流量 乾燥汚染物、水分、油分がないこと
乾式試料回収	必要真空度 80CFM(38 l/s)
外観仕様	ケース材質:耐衝撃性プラスチック 外面:溶剤、汚れ、耐食性の塗料またはメッキで仕上げ、 有機および無機分散剤の幅広い選択に化学的に対応
寸法(高さ×幅×奥行き)	457×787×305mm
重量	24kg

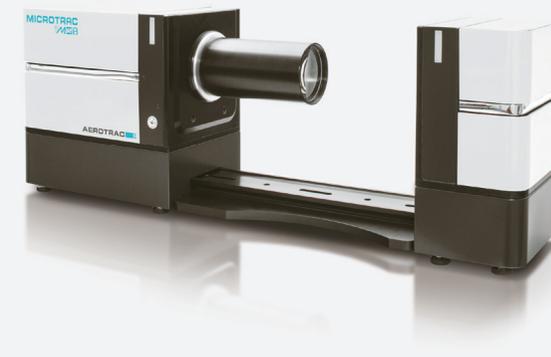
## その他のソリューション

# その他のレーザ回折装置および付属品



### MT3000 II

MT3000 IIは、様々な分野で粒子径分布測定のスタッド装置となっています。3本レーザ光学系により幅広い測定範囲の高分解能測定が可能であり、簡単な操作、短い測定時間で、何方でも再現性の高い測定が可能です。湿式・乾式の試料供給器の切り替えは容易であり、測定試料に合わせてフレキシブルな測定を実現しています。



### AEROTRAC II

AEROTRAC IIは、噴霧液滴、噴霧粒子、ミストなどの空気中の浮遊粒子を対象とした粒子径分布測定装置です。ネブライザー、スプレー缶など幅広い用途に適しています。リアルタイム測定、キースタート測定など各種アプリケーションに対応する測定モードを用意しています。測定時間間隔が短い（最短0.02ms）ため、噴霧直後や経時的な粒子径分布の解析が可能です。

### 特長

- ▶ 汎用性の高い粒子径分布測定装置
- ▶ MT3000 II測定範囲:  
湿式 0.02 $\mu$ m-2800 $\mu$ m、  
乾式 0.2 $\mu$ m-2800 $\mu$ m
- ▶ AEROTRAC II測定範囲:  
0.5 $\mu$ m-2000 $\mu$ m (レンズ切替)
- ▶ 設置面積が小さく堅牢な光学設計



#### MS30 オートサンプラ

最大30個のサンプルを自動測定します。サンプル容器の容積は最大2.5mlです。



#### S3500 SI

動画像解析式装置。独立した測定に加えて、MT3000 II 光学系に組み合わせて測定することも可能です。



#### USVR 極小容量試料循環器

25~50mlの少容量循環液量で試料を循環させることができます。有機溶媒で分散する場合、及び、試料量が少ない場合に有効です。



#### SDC

サンプルデリバリーコントローラ (SDC) は、十分に分散した試料を迅速かつ正確に循環します。



#### TURBOTRAC

TURBOTRACは、試料を適切に分散させて測定セルに送り、乾燥粉体を高い再現性で測定します。



#### LVR (大容量試料循環器)

最大4リットルのサンプル容量の分析が可能です。  
ブロードな粒子径分布の試料について、サンプリングエラーを抑制した測定が可能です。

マイクロトラック社

215 Keystone Drive  
PA-18936 Montgomeryville  
USA

TEL: +1 888 643 5880  
marketing@microtrac.com  
www.microtrac.com

マイクロトラック・レツェ社

Retsch-Allee 1-5  
42781 Haan  
Germany

TEL: +49 2104 2333 300  
info@microtrac.com  
www.microtrac.com

マイクロトラック・ベル株式会社

〒559-0031  
大阪市住之江区南港東8-2-52

本社・大阪営業所  
大阪アプリケーションラボ  
東京営業所  
東京アプリケーションラボ  
名古屋営業所

info@microtrac-bel.com  
www.microtrac.com

TEL: 06-6655-0362

TEL: 03-6457-6707

TEL: 052-228-0792

**VERDER**  
scientific

VERDER SCIENTIFIC

SCIENCE  
FOR SOLIDS

ヴァーダー・サイエンティフィックは、ヴァーダーグループに属する事業部門で、粉粒体の研究開発や分析、品質管理に使用されるラボ用分析装置の開発・製造・販売を行っています。

ヴァーダーグループは研究所、製造部門、品質管理部門、そして様々な業種の専門家や科学者の多岐にわたる課題を解決するため、数十年にわたり最先端かつ信頼性の高い装置を提供し続けています。

