

レーザ回折式粒子径分布測定装置

Laser Diffraction Particle Size Analyzer

SALD-2300



多彩なオプションと解析アプリケーションで
幅広い粒子径分布測定に対応
さらに粒子径分布の変化を正確に評価
ISO13320準拠のスタンダード機

レーザ回折式粒子径分布測定装置

SALD-2300



粒子を見つめ、世界を拓く。



レーザ回折式粒子径分布測定とは？

粒子群にレーザ光を照射し、そこから発せられる回折・散乱光の強度分布パターンから計算によって粒子径分布を求める方法です。
測定範囲が広い・測定時間が短い・湿式測定も乾式測定も可能などの優れた特長を持っており、現在では粒子径分布測定装置の主流となっています。

測定原理はP.19をご覧ください。

高い汎用性

高分解能

高再現性

高信頼性

高感度

高濃度

高速

高効率

高い解析力

を実現

さらに

粒子径分布の変化を正確に評価できる機能を強化しました

粒子径分布は粉体独特の物性であり、粉体の挙動や性質を決める重要な物性の一つです。

SALD-2300は、医薬、化粧品、食品、飲料、顔料・塗料、セラミックス、電子材料など幅広い分野での測定ニーズに多彩な機能、オプションと解析アプリケーションで対応します。

さらに

粒子濃度や時間経過などによって大きく変化する粒子径分布を正確に評価するために3つの機能を強化しました。

1 0.1ppmから20%までの幅広い粒子濃度への対応

2 最短1秒間隔での連続測定機能

3 測定範囲：17nm～2500 μ m

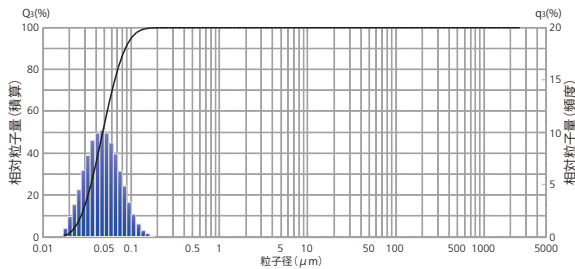
これによって全く新しいアプリケーションを創造します。

もちろん、SALD-2300は、SALD シリーズのスタンダード機として、従来のSALD-2000/2000A/2000J/2100/2200とのデータの互換性、継続性を重視しています。

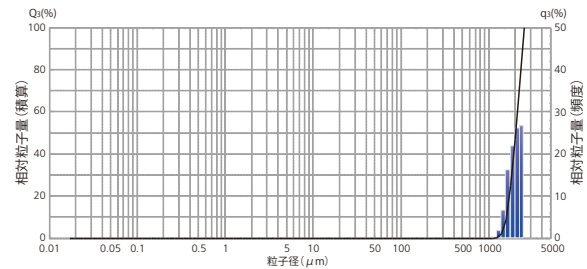
高い汎用性

■ 測定範囲は17nm～2500 μm （多機能サンプラによる湿式測定の場合）

例えば平均粒子径50nmのポリスチレンラテックス粒子から直径2mmのステンレスボールまで1台の装置で測定できます。

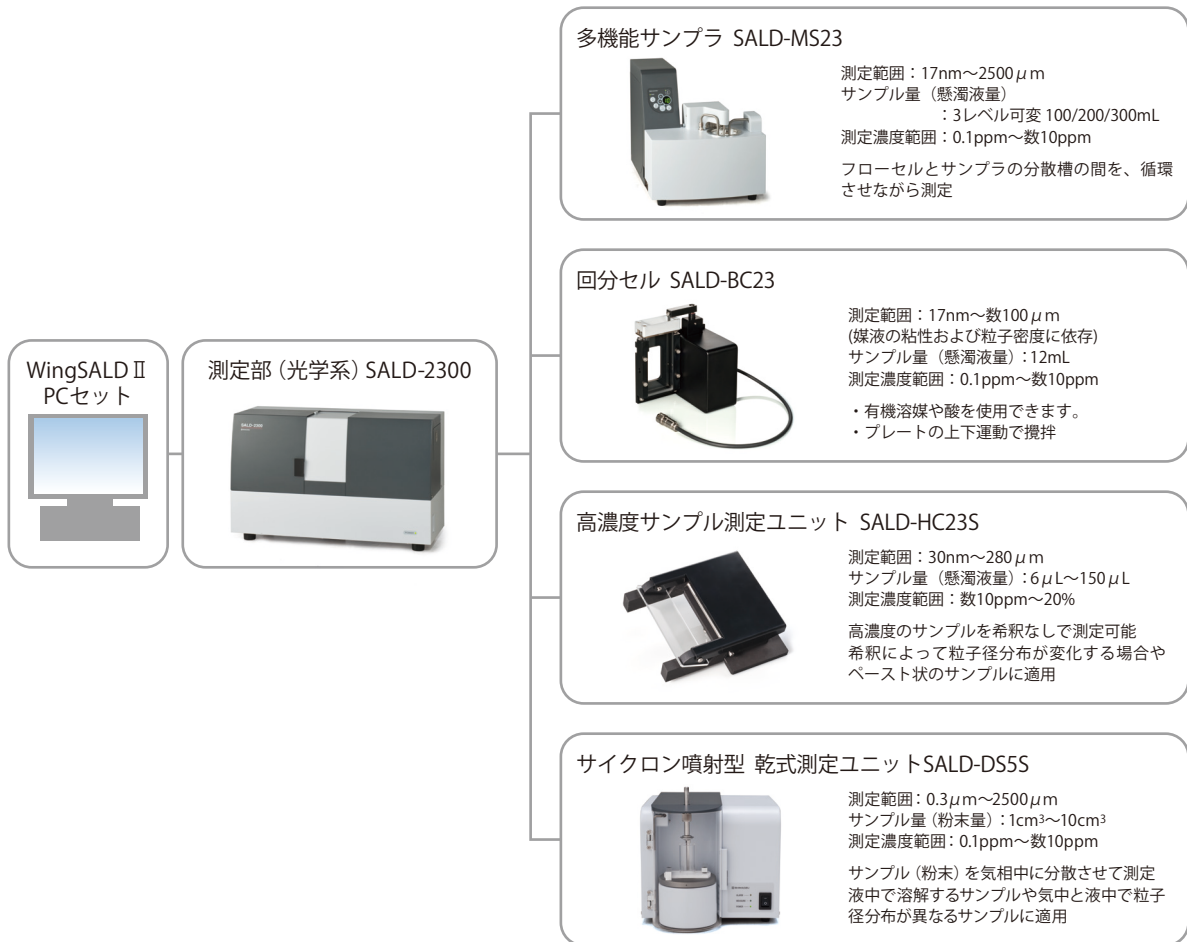


平均粒子径50nmのポリスチレンラテックス粒子



直径2mmのステンレスボール

■ 幅広い用途、目的、測定対象と、多様な測定環境、測定条件に合わせて多彩なシステムを構成できます。



■ 測定対象や測定目的によって異なる多様なサンプル量（懸濁液量）に対応できます。

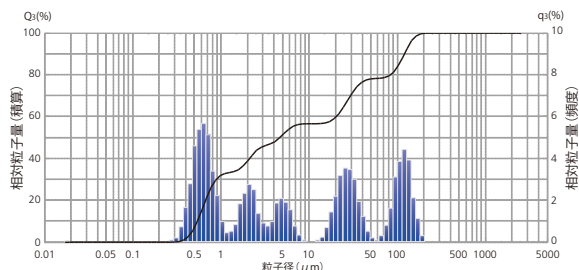
- 多機能サンプラのサンプル量は可変、100mL、200mL、300mLから選択することができます
- 回分セルは12mL
- 高濃度サンプル測定システムでは、くぼみセルを選択することによって6 μL ～150 μL の極少量に対応。

高分解能

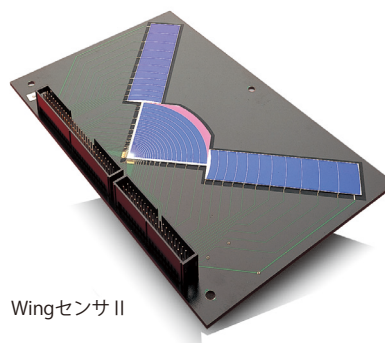
5ピークの粒子径分布も正確に検出する高分解能

粗い粒子からの散乱光は光軸近傍の低角度に集中し微小角度内で激しく変動しますが、微小粒子からの散乱光は中心から高角度まで緩慢に変動します。一方粗い粒子からの散乱光強度は非常に強く、微小粒子からの散乱光強度は微弱です。SALD-2300で採用したWingセンサIIでは、同心円状の78個の

検出素子を中心から周辺に向かって対数的に検出面積が増加するように配置し、粒子径と散乱光の関係を効果的に利用することによって広い粒子径範囲における高分解能を実現しています。WingセンサIIのほか側方1素子、後方5素子のセンサを採用しています。



5ピークを持つ粒子径分布データ
複雑な分布形態を持つ粒子径分布も確実に再現できます。
0.7、2、5、25、100 μmの5種類を混合した粒子の測定例



WingセンサII

高信頼性

■ レーザ回折法 ISO13320/JIS Z 8825-1 準拠

SALD システムは、レーザ回折・散乱法の規格 ISO 13320 および JIS Z 8825 に準拠しています。

■ JIS標準粒子によるバリデーションが可能

ハードウェアおよびソフトウェアは、レーザ回折法 ISO13320/JIS Z 8825-1 準拠

JIS Z 8900-1で規定された標準粒子MBP1-10を使用して装置状態を確認し、常に正しい状態で装置をお使いいただけます。

■ メンテナンスが容易

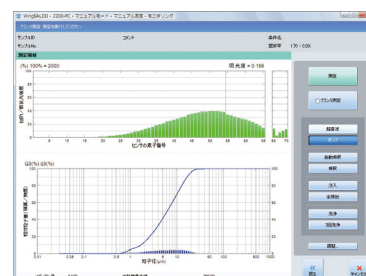
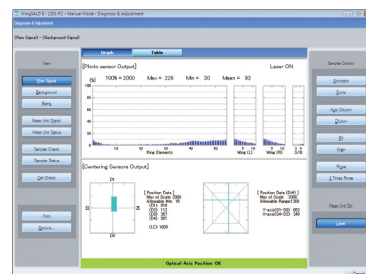
強力な自己診断機能を組み込みました。

各種センサ/検出素子の出力信号や装置の動作状況がチェックでき、メンテナンスが容易になりました。また、オペレーションログ (Operation Log) 機能により、すべての測定データには、装置の使用状況や、セルの汚れの状態などきめ細かな情報が同封されており、過去にさかのぼってデータの妥当性を検証することができます。

また、セルの汚れ具合の確認も可能です。

■ 光強度分布データ (生データ) を参照しながら測定結果 (粒子径分布) の妥当性を検討できます。

同一画面に、光強度分布データ (生データ) と測定結果 (粒子径分布データ) を表示できるので、両方のデータを参照しながら測定結果を検証することができます。検出信号のレベル (粒子濃度) が適正かどうかを一目で確認できるだけでなく、分布幅の広さや凝集体やコンタミ成分の存在などを多角的に検討し測定結果の妥当性を検証することができます。



高再現性

光学系の安定性を追求、再現性の良い測定を実現しました。

全方位衝撃吸収機構：OSAF(Omni directional Shock Absorption Frame)を採用、実験台とフレーム間、フレームと光学系間の2段階で衝撃を吸収する機構を設けることによって、光学系の全ての要素を外部からの振動や衝撃から隔離・保護しています。また、測定部内部にもモータなどの振動減は一切ありません。このため光軸調整はほとんど必要ありません。

高効率と高信頼性

屈折率選択のミスやわずらわしさを解消

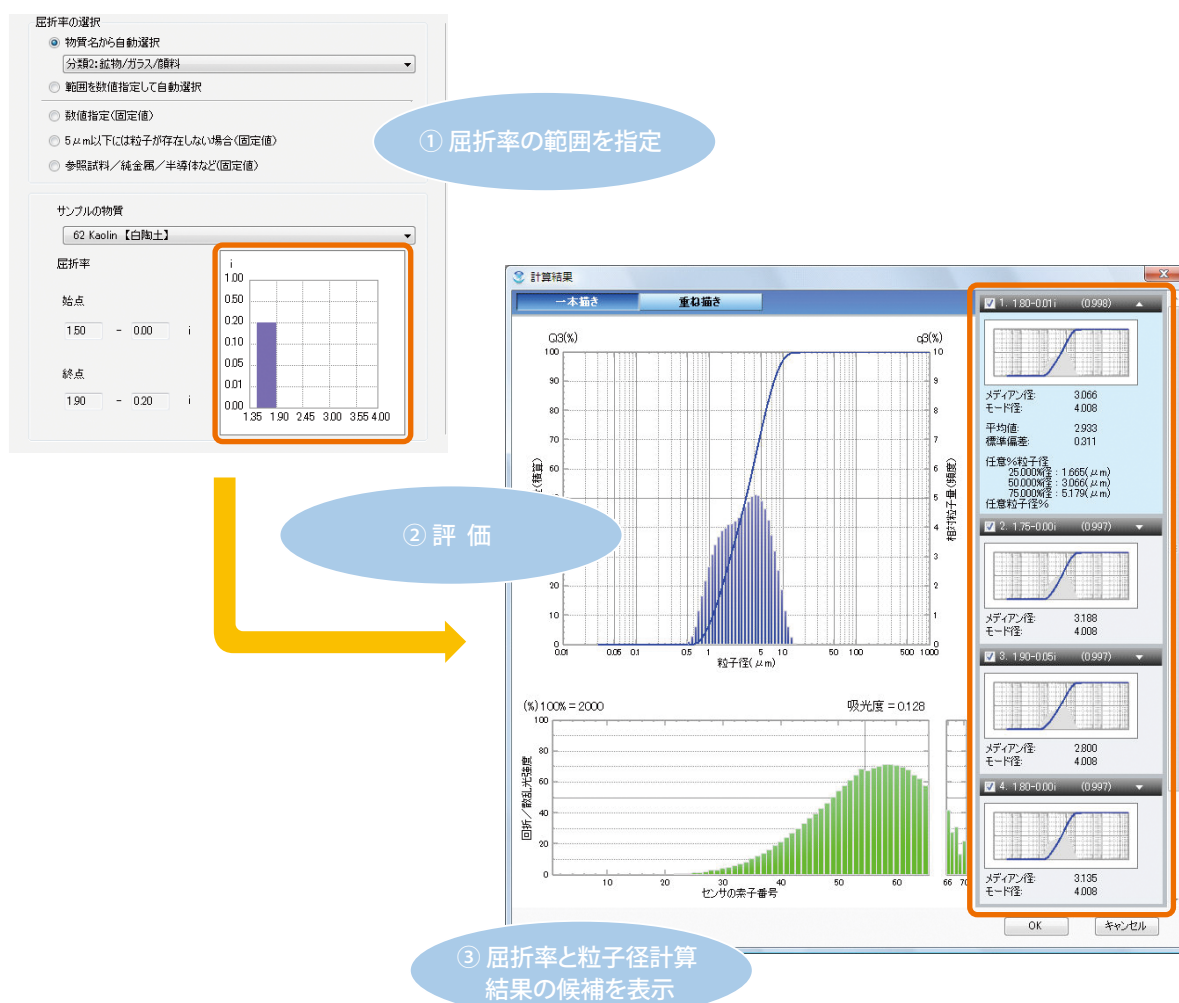
屈折率自動計算機能を搭載

レーザ回折・散乱法では避けて通れない屈折率の選択については、文献値を入力する方法などが一般的でしたが、粒子組成や形状の影響から必ずしも妥当とは言えませんでした。そのため、トライ＆エラーによる屈折率の選択という煩雑な作業も行われてきました。このような問題を解決するためにLDR法（Light Intensity Distribution Reproduction Method、光強度分布再現法）に基づいて妥当と思われる屈折率を自動計算する機能を世界で初めて搭載しました。

トップ5（第1番目から第5番目まで）の屈折率の候補が評価ポイントとともに表示され、その屈折率を用いた場合の粒子径分布もサムネイルとして表示されます。評価ポイントとサムネイルを参考に妥当な屈折率を選択することができます。

※LDR法は、実測された光強度分布と粒子径分布データから再現（再計算）された光強度分布との一致性から妥当な屈折率を自動計算する手法です。これは弊社が開発した手法で、2件の論文として発表され、「木下の手法」と呼ばれることもあります。

主要物質については、リストから屈折率を選択することができます。



SOPでオペレータの負荷を低減、ミスのない確実な測定をアシスト

SOP作成によりいつも確実に同一条件・同一手順で測定できます。ーアシスト測定機能ー

「いつでも、どこでも、誰でも が同じ測定結果を得られる。」というコンセプト実現に重要な機能です。

多機能サンプラSALD-MS23、回分セルSALD-BC23、サイクロン噴射型乾式測定ユニットSALD-DS55では、作成・指定されたSOPにしたがってPC制御による自動測定を進めることができます。

オペレータの作業は、前処理とサンプル投入だけになります。

前処理方法・条件を含めて測定条件・測定手順を作成・保存し共有することで、オペレータの交替や、異なる場所・工場での測定時も同一条件・同一手順で測定することができ、安心してデータ比較を行って頂けます。

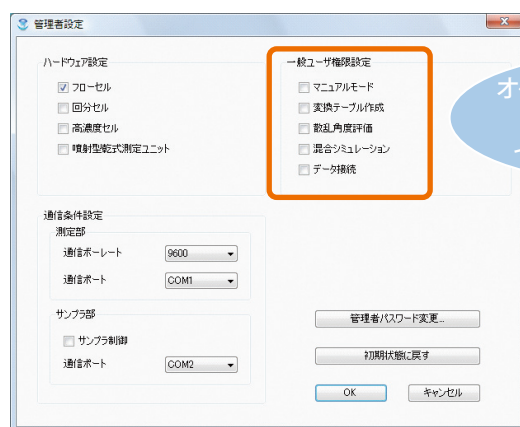
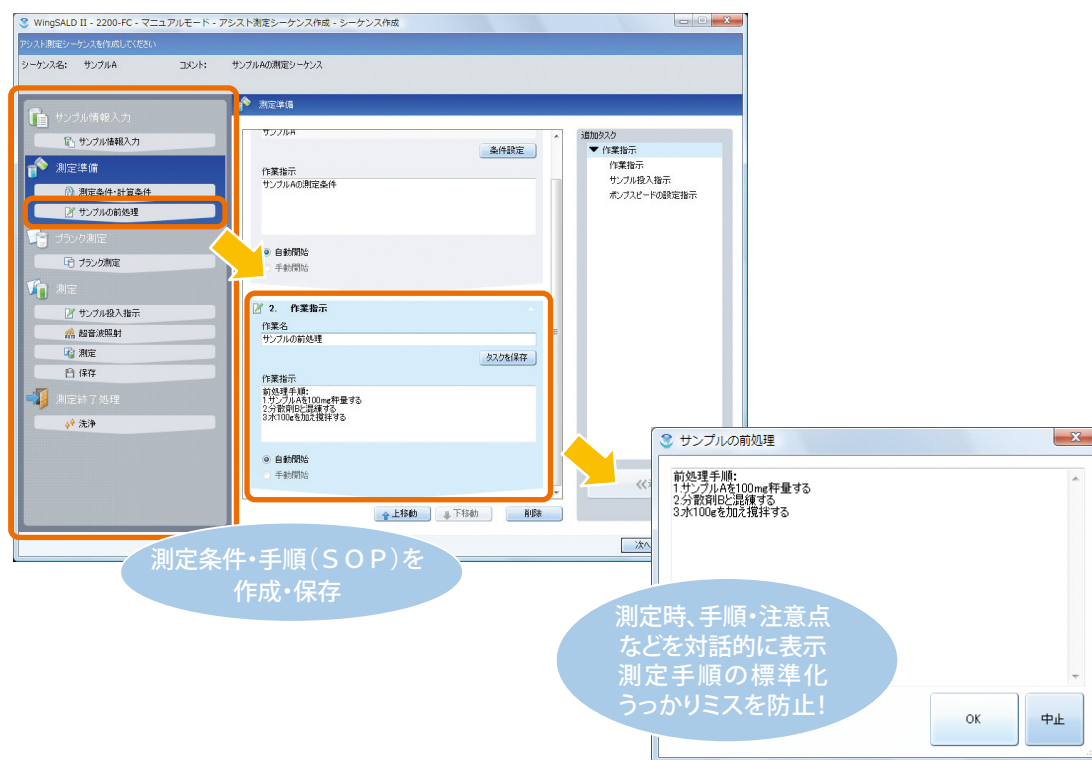
さらに測定時に「アシスト機能」を使用することで測定者への作業指示が画面に表示されますので、オペレータの経験に依ることなく正しい測定を行って頂けます。

SALD-2300では従来機種に比べてきめ細かなPC制御が可能になりました。

SOPをより効果的に活用することができます。

また、操作権限が管理者とオペレータに分かれており、セキュリティについても配慮しています。

※SOPは、"Standard Operation Procedure" を略した用語です。



高感度・高濃度

低濃度0.1ppmから高濃度20%の幅広い粒子濃度に対応
粒子濃度によって変化する粒子径分布を確実にキャッチ

粒子径分布を測定する場合、従来はサンプルの粒子濃度を測定装置の条件に合わせるために希釈や、場合によっては遠心分離器による濃縮が行われてきました。

これは、粒子濃度によって分散や凝集の状態が異なり、粒子径分布が変化する可能性が一切考慮されていなかったことを意味しています。

希釈が分散・凝集の原因になる場合があります。

実際、希釈によって分散が進む場合もあれば、逆に凝集が生じる場合もあります。

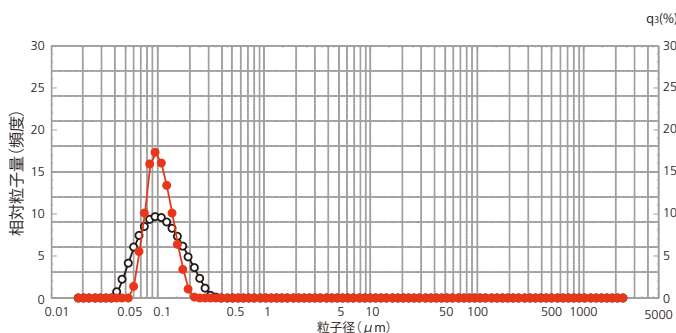
粒子径分布を最適な条件で測定するためには、希釈も濃縮も行わず、そのままの粒子濃度で測定する必要があります。そのうえで粒子濃度が分散や凝集に与える影響を評価すべきです。

溶解プロセスを評価するには幅広い粒子濃度範囲に対応する必要があります。

一方、溶解のプロセスを評価するためにも、幅広い濃度範囲に対応する必要があります。最初は適切な濃度であったとしても、溶解が進めば粒子濃度が低下するからです。

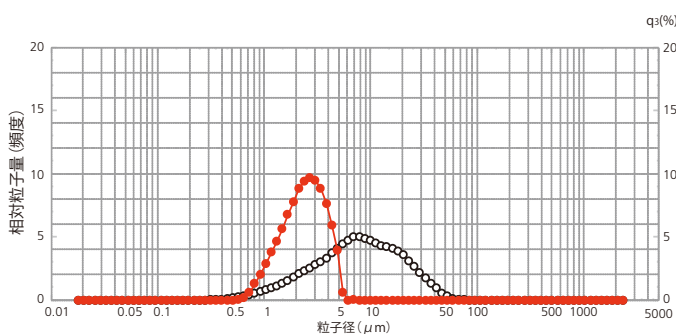
SALD-2300は、0.1ppm～最大20%の粒子濃度（体積濃度）範囲に対応しました。

SALD-2300では、散乱光検出系の感度アップによって、多機能サンプラSALD-MS23や回分セルSALD-BC23を用いて0.1ppmの低濃度から100ppm程度までの粒子濃度範囲での測定を実現しました。さらに高濃度サンプル測定システムSALD-HC23Sを用いることによって、多重散乱の悪影響を回避し最大20%の高濃度サンプルの測定が可能になりました。



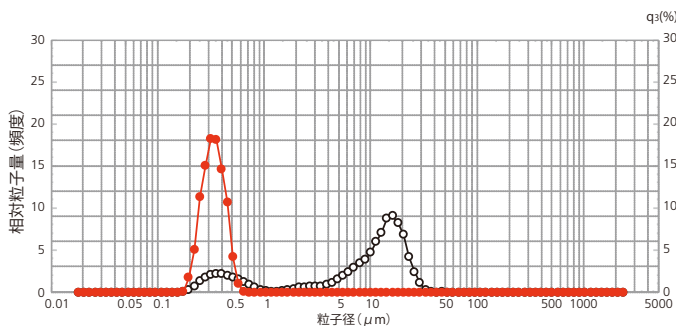
ハンドクリームを希釈なしで測定

ハンドクリームを原液のまま（高濃度）で測定した場合と、希釈して測定した場合を比較したものです。希釈によって分布幅が狭くなり正しい測定ができないことがわかります。原液のまま測定することによって正しい測定結果が得られます。



ペットボトルのお茶粒子を測定

2種類のペットボトルのお茶をそのまま（原液の状態）で測定した結果です。困難な濃縮操作を行わず、低濃度のサンプルをそのまま（原液の状態）で測定することができます。低濃度のまま測定することで濃度操作による分散・凝集への影響を取り除くことができます。



2次電池の負極材の評価

カーボンブラック粒子の測定した結果です。ホモジナイザー分散処理により、マイクロメートル領域の凝集体がサブミクロン領域の微粒子に分散していることがわかります。感度向上により光が透過しにくいサンプル（たとえばカーボンブラックのような光を吸収しやすいサンプル）の測定が可能です。

高速

粒子径分布の変化をリアルタイムでモニター、さらに連続測定も可能
時間経過とともに変化する粒子径分布を確実にキャッチ

粒子径分布データ／光強度分布データをリアルタイムで同時に表示できます。

サンプルの時間的変化や分散状態の推移をリアルタイムでモニターすることができます。

生データである光強度分布データと粒子径分布データの両方を同時にモニタリングすることが可能であるため、相互に対比をしながらサンプルの状態変化を把握することが可能です。

最短1秒間隔で最大200データまでの連続測定が可能になりました。

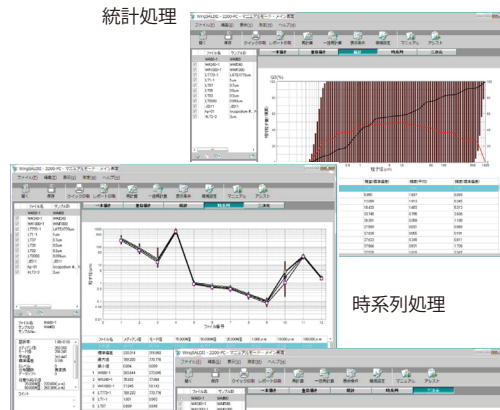
モニタリングだけでなく、最短1秒間隔で200データまで連続的に測定し、記録することも可能です。

統計処理、時系列処理、3次元表示などを用いて、粒子径分布の時間的変化を多角的に解析・評価することができます。



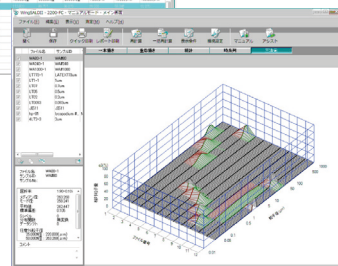
粒子径分布データ／光強度分布データの
同時リアルタイム表示

統計処理

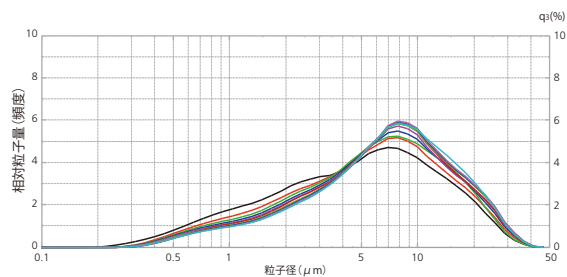
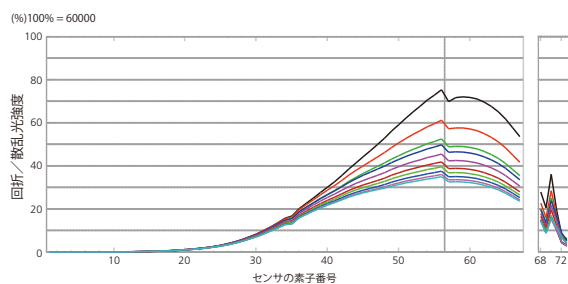


時系列処理

三次元表示

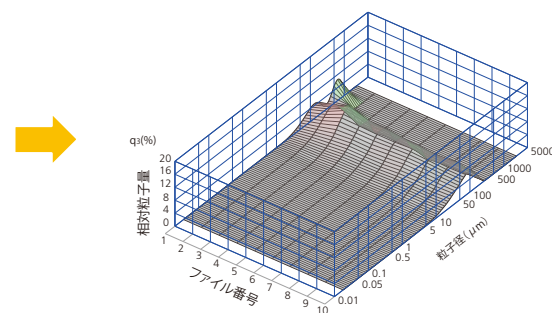
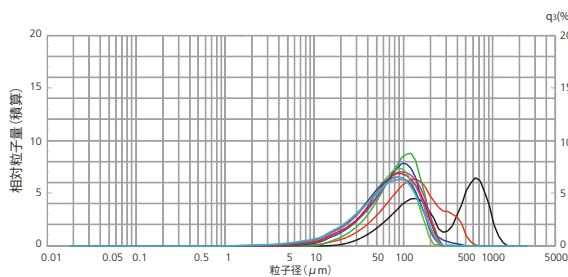


粒子径分布データ／光強度分布データを相互に比較しながら
溶解プロセスを多角的に評価できます。



炭酸カルシウムの溶解過程を光強度分布データと粒子径分布データで示したものです。

溶解は径の小さい粒子から進み、大きな粒子の相対粒子量が増えていく様子を見ることができます。



粉末胃腸薬の水中への分散過程をリアルタイムで測定。

分散過程の時間変化を見やすくするために三次元表示可能。粗大粒子が時間と共に分散して小さくなる様子がわかります。

高効率

複数データの処理を効率化

複数のデータをグループ化して保存することによってデータの整理だけでなく、再表示や再解析を容易にしました。いちいち個別のデータを呼び出さなくても、グループを呼び出すだけで一度に表示・解析することができます。

高い解析力

測定データを多面的に評価 —豊富な解析アプリケーションを標準搭載—

以下の解析アプリケーションを標準で搭載しました。

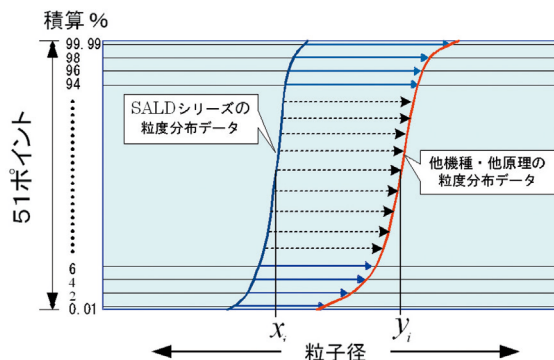
● 散乱角度評価

散乱光の角度ごとの強度成分をグラフに表示します。高度に集積されたフォトダイオードアレイの特長を生かして、特に低散乱角度において高い分解能で評価が可能です。

応用分野：フィルムやシートの散乱特性評価

● データ変換（エミュレーション）機能

SALDシリーズの測定結果をもとに、他機種、他原理の測定結果のエミュレーション（模倣）を行うことができます。これにより従来の測定方法とのデータ互換性を保つことが可能となります。



51本の変換式でエミュレーション

SALDシリーズと他機種・他原理との粒子径分布データの関係性を、図に示すように積算%スケール（縦軸）上の51ポイント（0.01%、2%、4%……96%、98%、99.98%）のそれぞれに対する51の変換式として求めます。この51の変換式を構成する a_i ($i = 1, 2, \dots, 51$)および b_i ($i = 1, 2, \dots, 51$)の合計102個のパラメータを1つの変換テーブルとして記憶し、データ変換（エミュレーション）に用います。

エミュレーションは、オールマイティなものではありませんが、測定装置の更新をスムーズに行うためには有効なツールとしてお使いいただけます。

変換テーブルを作成するためには、共通のサンプルを2機種で測定したデータが必要です。

$$\begin{aligned} 99.99\% & \quad 1 \text{ 番目の変換式; } \log y_1 = (\log x_1) \times a_1 + b_1 \\ 98\% & \quad 2 \text{ 番目の変換式; } \log y_2 = (\log x_2) \times a_2 + b_2 \\ & \dots \dots \dots \\ i & \quad i \text{ 番目の変換式; } \log y_i = (\log x_i) \times a_i + b_i \\ & \dots \dots \dots \\ 2\% & \quad 50 \text{ 番目の変換式; } \log y_{50} = (\log x_{50}) \times a_{50} + b_{50} \\ 0.01\% & \quad 51 \text{ 番目の変換式; } \log y_{51} = (\log x_{51}) \times a_{51} + b_{51} \end{aligned}$$

● 混合シミュレーション機能

複数の粒子径分布データを任意の混合比で混合した場合の粒子径分布をシミュレーションすることができます。

「実際にサンプルを混合して粒子径分布を測定する」という面倒な作業を繰り返さなくても、所望の粒子径分布を得るための最適な混合比を検討することが可能になります。

● データ接続機能

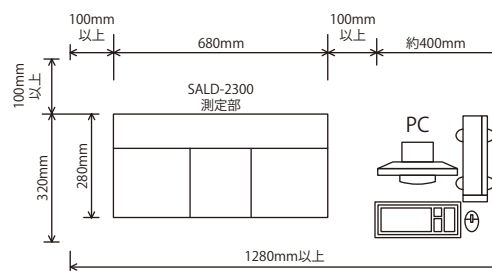
測定範囲の異なる2つの測定結果を任意の粒子径ポイントで接続し、ひとつの粒子径分布データを作成することができます。例えば、 $2000 \mu\text{m}$ 以上のフルイのデータと $2000 \mu\text{m}$ 以下のSALDシリーズのデータを接続して土木・防災や環境分野で必要とされる広範囲の粒子径分布データを作成することができます。

システム構成

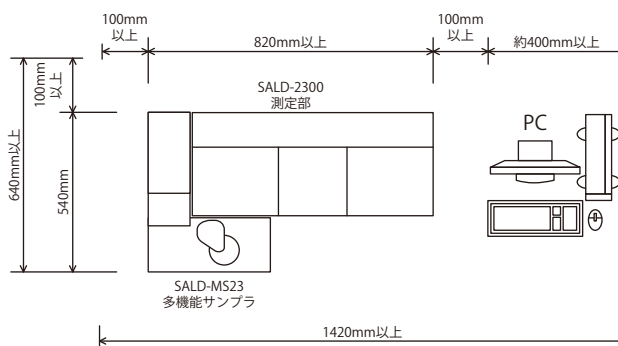
サンプリングユニットの選択によって多彩なシステム構成を実現できます



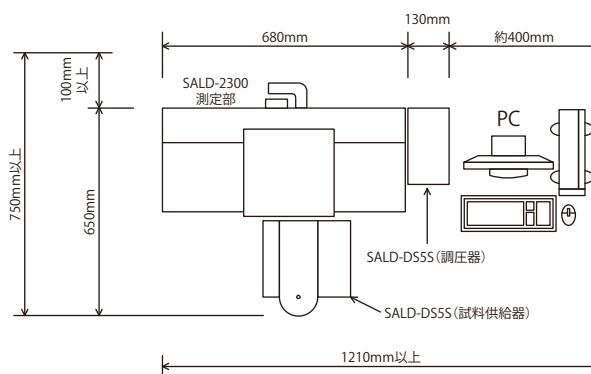
測定部SALD-2300
回分セルと高濃度サンプル測定システムは
測定部内部にセットできます。
小容量測定システム SALD-2300とSALD-BC23
高濃度測定システム SALD-2300とSALD-HC23S



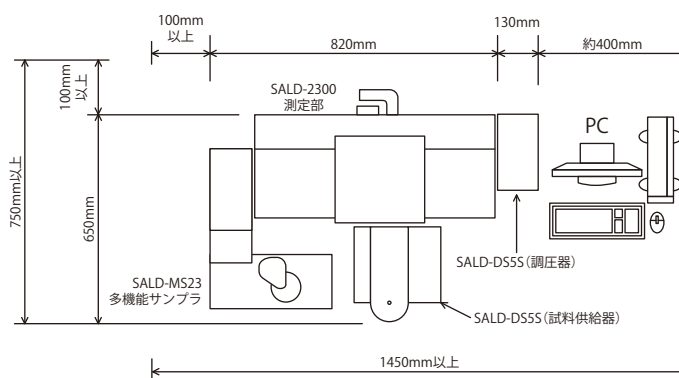
湿式測定システム
SALD-2300とSALD-MS23



乾式測定システム
SALD-2300とSALD-DS55



湿式/乾式フル測定システム
SALD-2300とSALD-MS23およびSALD-DS55



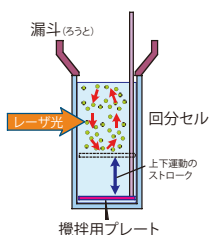
SALD-2300

Laser Diffraction Particle Size Analyzer

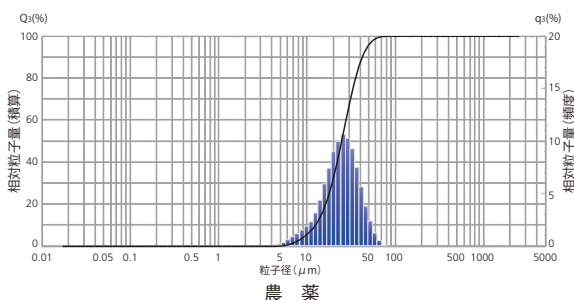
システム構成

少量のサンプルで湿式測定、媒液の種類を選びません。

回分セルSALD-BC23

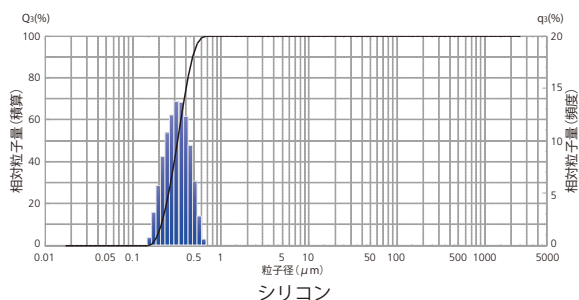


測定データ



粒子径分布は、散布特性や残留特性などにも大きく影響します。また、回分セルを用いると測定後の処理に手間のかかるサンプルを、少量でも正確に測定できます。

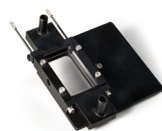
- 少量のサンプル(測定対象粒子と分散媒)で測定できます。
 - 有機溶媒や酸を使用できます。
 - 少量なので有機溶媒や酸を含む懸濁液の廃液処理が容易です。
 - 攪拌プレートの上下運動で粒子の沈降を抑制します。かくはんスピードはPCから制御できます。
- フッ化エチレン樹脂製の漏斗(ろうと)がついているので懸濁液がこぼれにくく、指や手につく可能性が少なくなりセルの表面も汚れません。



粒子径分布は最終製品の歩留まりに大きく影響する場合があります、重要な品質管理項目です。

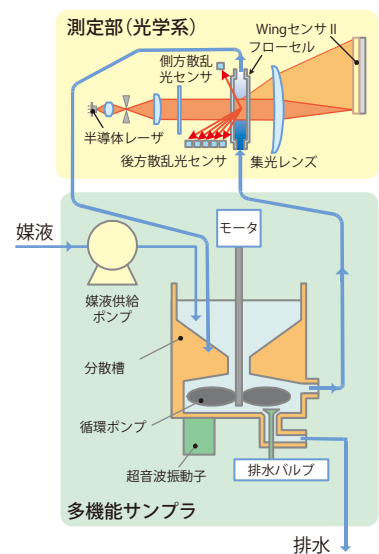
使い慣れた循環湿式測定で多様なサンプルに対応

多機能サンプラSALD-MS23

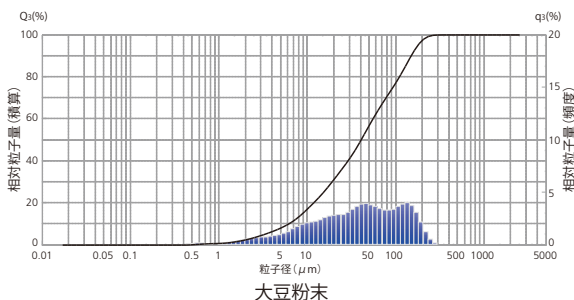


フローセル

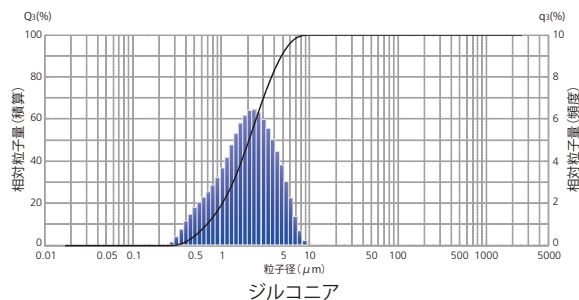
- 測定部にセットされたフローセルとサンプラの分散槽の間を、媒液に分散させた粒子群を循環させながら測定を行います。
- 分散槽には超音波振動子を内蔵。分散させた懸濁液を、強力なポンプによってフローセルに送ります。
- ポンプは媒液だけでなく、粒子を確実に循環させるために特別に設計されたものです。2mmのステンレス球を循環させて測定することが出来ます。
- ほとんどの有機溶媒を分散媒として使用することができます。
- サンプル量は可変です。100mL、200mL、300mLのいずれかを選択できます。



測定データ



分布幅が広く、分布パターンが複雑なサンプルの状態を確実に捉えることができます。大豆粉末はさまざまな食品の原料として使用されており粒子径分布は、食品の品質や味覚、歯ざわり、舌触りにも大きく影響します。

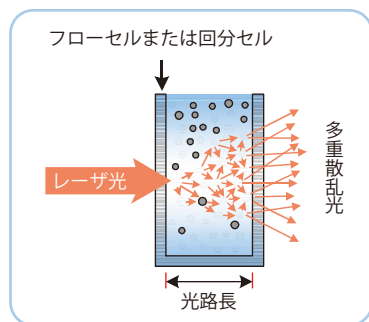


耐熱性セラミックス材料として利用されている。ジルコニアの測定結果です。この粒子径分布がセラミックス製品の強度や耐熱性に大きく影響するので品質管理上重要な評価ポイントです。

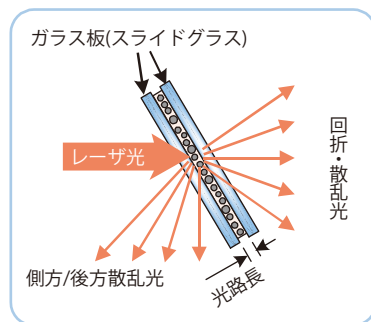
希釈無しで、ありのままの粒子径分布を測定

高濃度サンプル測定ユニットSALD-HC23S

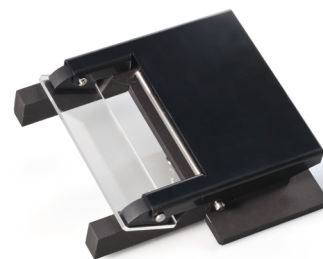
- レーザ回折・散乱法で高濃度サンプルの粒子径分布が測定できます。
- 測定対象となる高濃度の粒子群を2枚のスライドガラスに挟み込むだけで測定が出来ます。
- 希釈することで粒子径分布が変化してしまうようなサンプルでも、原液のまま、あるいは必要最低限の希釈で測定が可能のため、より正確な測定が期待できます。
- 市販のハンドクリームや乳液、リンスなどは、ほとんどそのままの状態で測定できます。



通常の回折セルおよび
フローセルを用いた場合



2枚のガラス板で
サンプルを挟んだ場合



高濃度用セルホルダ

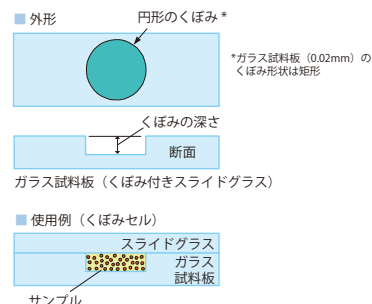
高濃度でサンプルを測定する場合、通常のフローセルや回折セルを用いると光路長が長くなり多重散乱が発生して正確な測定ができません。

そこで2枚のガラス板（スライドガラス）でサンプルを挟み込み、徹底的に光路長を短くすることによって、多重散乱の悪影響が回避でき、正確な測定を可能にしました。

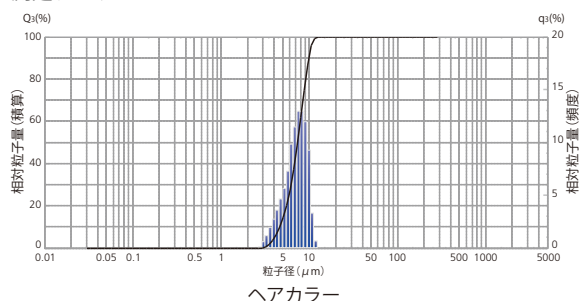
- ガラス試料板（くぼみ付きスライドガラス、標準付属）

中途半端な濃度のサンプル、非常に高価で極少量しか使えないサンプル、極少量しか採取できないサンプルの測定に有効です。

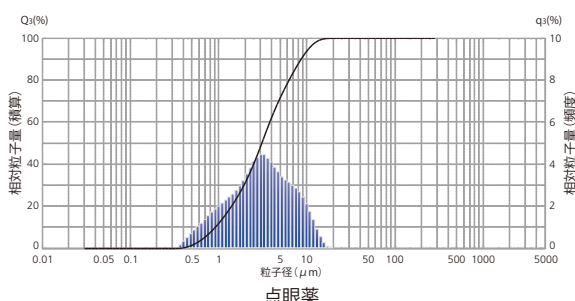
名称	くぼみの深さ	付属枚数	サンプル量	粒子濃度 (重量%)
ガラス試料板 (0.02mm)	0.02 mm (20 μ m)	2枚	0.006cm ³	数百ppm～数%
ガラス試料板 (0.05mm)	0.05 mm (50 μ m)	1枚	0.015cm ³	
ガラス試料板 (0.1mm)	0.1 mm (100 μ m)	1枚	0.03cm ³	
ガラス試料板 (0.2mm)	0.2 mm (200 μ m)	1枚	0.06cm ³	
ガラス試料板 (0.3mm)	0.3 mm (300 μ m)	1枚	0.09cm ³	
ガラス試料板 (0.4mm)	0.4 mm (400 μ m)	1枚	0.12cm ³	
ガラス試料板 (0.5mm)	0.5 mm (500 μ m)	1枚	0.15cm ³	



測定データ



粒子径分布は、色彩や光沢さらに付着性などヘアカラーの性質に大きく影響し、商品価値を左右する重要なポイントです。
また、希釈によって粒子径分布の状態が変化する可能性があり、高濃度のままで測定する必要があります。



目というきわめて敏感なところに用いられるものであり、粒子径分布は、薬としての効果だけでなく、感触にも大きく影響します。これらを正確に評価するためには、実際に用いられるときの濃度で測定する必要があります。

システム構成

粉末サンプルをそのまま測定

サイクロン噴射型乾式測定ユニット SALD-DS5S

サイクロン方式のサンプル吸引機構を採用、吸引と噴射の2段階で作用する強力な気相分散機構を実現！

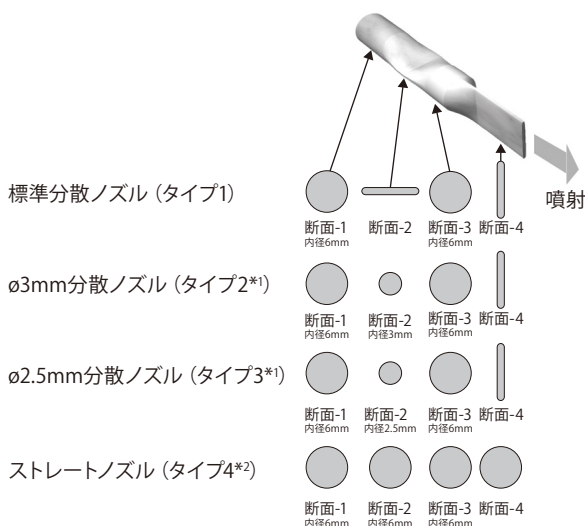
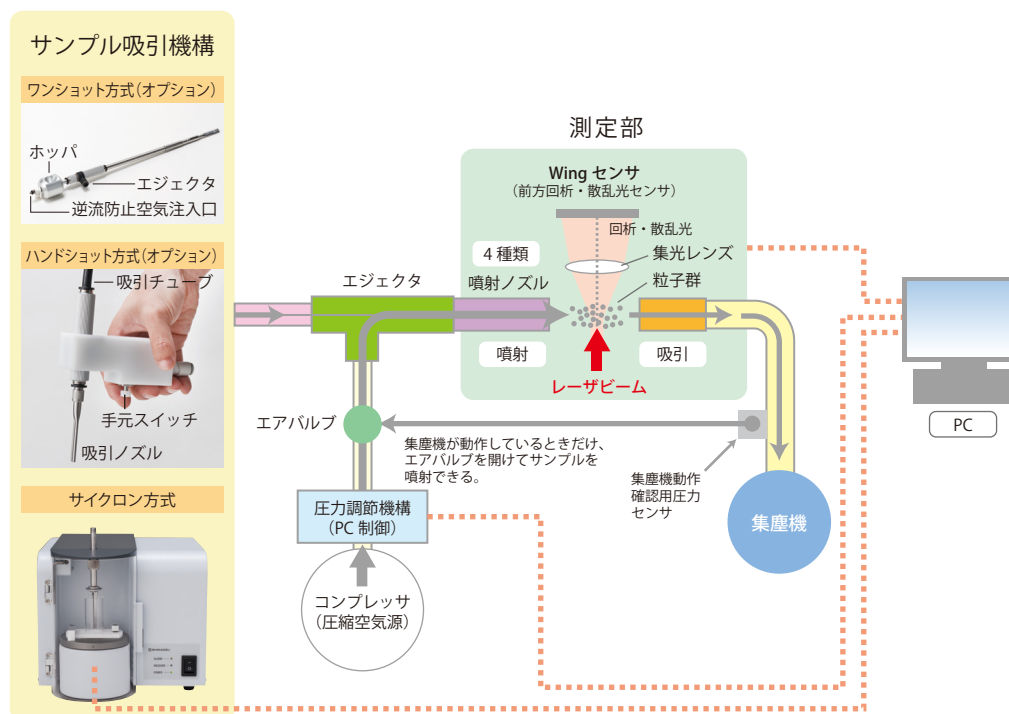
乾燥サンプルの粒子径分布を高精度、高感度、高再現性、高分解能で測定

■用 途(測定対象サンプル)

- 液体に溶解するサンプル(医薬品、粉末食品など)
- 液体中で凝集しやすいサンプル(磁性粒子など)

■特 長

- 3種類のサンプル吸引機構(サイクロン方式、ワンショット方式、ハンドショット方式)と4種類の噴射ノズルを使用して、サンプルの特性や量に合わせて最適な組み合わせで測定を行うことができます。
- サイクロン方式では、専用試料容器に装填したサンプルを旋回させながら吸引し、さらにノズルから噴射して測定を行います。吸引と噴射の2段階で分散力が作用するため、凝集体を多数含むサンプルについても再現性のよい測定が実現できます。また試料容器を使用するので、サンプルの飛散がなく、オペレータの手も汚れません。
- ワンショット方式では、小さなホッパーにサンプルを投入するだけで測定でき、少量のサンプルに適しています。(オプション)
- ハンドショット方式ではピーカや薬包紙から直接サンプルを吸引し測定することができます。(オプション)



標準分散ノズル (タイプ1)

ø3mm分散ノズル (タイプ2*1)

ø2.5mm分散ノズル (タイプ3*1)

ストレートノズル (タイプ4*2)

*1: タイプ2とタイプ3はセットオプション

*2: タイプ4はオプション

●サンプルを含む圧縮空気が噴射ノズルを通過していく際に、断面の形状、面積、方向を変化させることによって、空気流に、大きな体積変動、圧力変動、方向の変動を与えています。これによって、サンプルに対して強力な分散力が作用し、凝集していた粒子群を気相中に分散させることができます。

●4種類の異なる形状のノズルを使用して、サンプルの特性に応じて最適な分散を得るためのノズルを選択することができます。

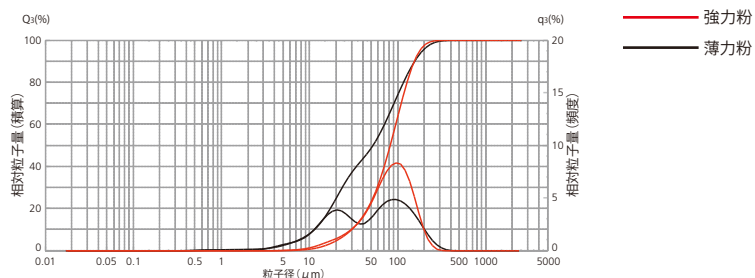
●タイプ1の噴射ノズルを用いれば、液中ではすぐに凝集してしまう磁性粒子を、強力な分散力で気相中に分散させて正確に測定することができます。

●タイプ2、3の噴射ノズルを用いれば、強い分散力が得られ、微粒子の分散に適しています。

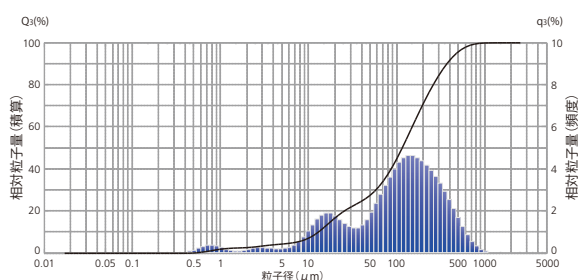
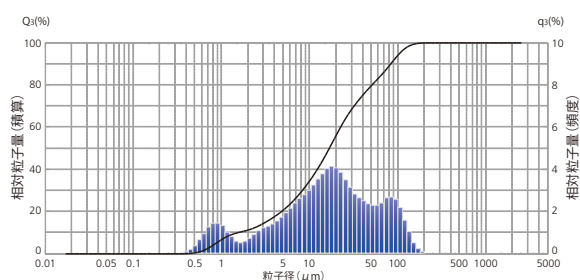
●タイプ4の噴射ノズルを用いれば、分散力を弱くして、壊れやすい粒子を破壊せずに測定することができます。

●サイクロン方式の吸引機構を採用した場合、サンプル吸引時にも分散力が作用するので2段階の強力な分散力による再現性の高い測定が実現されます。

測定データ



小麦粉は、水での分散が困難なため、湿式で測定するためにはIPA(イソプロピルアルコール)などの有機溶媒を使用する必要があります。一方サイクロン方式を用いると容易に分散でき、再現性よく測定することができます。しかもサンプルは集塵機に回収されるため後処理も簡単です。



メーカーの異なる2種類の粉末胃腸薬の測定結果

粒子径分布は液中での溶解特性に大きく影響し、それが薬の効果、副作用を左右します。液中で溶解するものですから最初の状態での粒子径分布を測定するためには、乾式測定が必要です。



ハードウェア仕様

全般

測定原理	レーザ回折・散乱法
測定範囲	17nm (0.017 μ m) ～ 2500 μ m (多機能サンブラ使用時) 17nm (0.017 μ m) ～ 400 μ m (回分セル使用時) 30nm (0.030 μ m) ～ 280 μ m (高濃度測定システム使用時) 300nm (0.3 μ m) ～ 2500 μ m (乾式測定ユニット使用時)

*測定範囲は粒子の形状等の性質に依存します。

本体（測定部）：SALD-2300

光源	半導体レーザ（波長680nm）
受光部	半導体レーザ用検出素子採用 合計84素子（前方78、側方1、後方5）
規格	クラス1レーザ製品
所要電源	AC100V $\pm$ 10%、1A、50/60Hz
大きさ・重さ	約W680×D280×H430mm、約31kg
使用環境	温度：10～30℃、湿度：20～80%（結露しないこと）

注1) USBケーブル（2m）、参照試料を標準付属

注2) 検定用粒子の測定には、70～200W程度の超音波洗浄機が必要となります。超音波洗浄機は、特別付属品としてご用意しております。（P/N S347-61090 超音波洗浄機、100W）

多機能サンブラ：SALD-MS23

分散槽	容量：100/200/300mL
超音波発振器	周波数：約32kHz、出力：約40W
送液ポンプ	ラジアルポンプ、最大流量2000cm ³ /min
送液材質	ステンレス（SUS304、SUS316）、四フッ化エチレン（PTFE）、パーフロエラストマー（FEP）
給水ポンプ	ダイヤフラムポンプ、最大流量750cm ³ /min
給水ポンプ材質	ポリプロピレン
フローセル	石英ガラス
所要電源	AC100V $\pm$ 10%、2A、50/60Hz
大きさ・重さ	約W390×D520×H430mm、約18kg
使用環境	温度：10～30℃、湿度：20～80%（結露しないこと）

注3) USBケーブル（2m）を標準付属

回分セル：SALD-BC23

材質	石英ガラス
必要液量	約12cm ³
攪拌機構	攪拌プレートの上下運動による
大きさ・重さ	約W100×D120×H140mm、約0.8kg
使用環境	温度：10～30℃、湿度：20～80%（結露しないこと）

高濃度サンプル測定ユニット：SALD-HC23S

材質	ほう珪酸ガラス/石英ガラス
必要液量	約0.15cm ³
大きさ・重さ	約W20×D100×H9mm、約0.2kg
使用環境	温度：10～30℃、湿度：20～80%（結露しないこと）

サイクロン噴射型乾式測定ユニット：SALD-DS55

サンプル供給方式	サイクロン方式/ワンショット方式/ハンドショット方式（ワンショット/ハンドショット方式はオプション）
噴射用ノズル	4種類から選択可能（ ϕ 2.5mm/ ϕ 3mm分散ノズル、ストレートノズルはオプション）

試料供給器詳細仕様

試料吸引方式	サイクロン方式（専用試料容器の回転と昇降による）
試料セット方式	試料容器にセット
通信方式	USB（PC制御）
所要電源	AC100V $\pm$ 10%、100VA、50/60Hz（但し、集塵機、コンプレッサを除く）
大きさ・重さ	約W240×D310×H210mm、約10kg
使用環境	温度：10～30℃、湿度：20～80%（結露しないこと）

調圧器詳細仕様

最高使用圧力	約0.8MPa
圧力調整範囲	約0.05MPa～0.5MPa
ろ過度	5 μ m以上の粒子を除去
空気源との接続口	外径6mmのポリウレタンチューブ
通信方式	USB（PC制御）
所要電源	AC100V $\pm$ 10%、100VA、50/60Hz（但し、集塵機、コンプレッサを除く）
大きさ・重さ	約W130×D223×H233mm、約3kg
使用環境	温度：10～30℃、湿度：20～80%（結露しないこと）

注4) SALD-2300用乾式ケースを標準付属

特別付属品

コンプレッサ、0.4LE-8S（100V 50/60Hz）

真空掃除機、GS-80P GSJセット

ソフトウェア仕様

WingSALDII

測定およびデータ処理		
粒子径分布測定	マニュアルモード・アシストモードの2モード	
	単一データ	
屈折率自動計算機能	LDR法 (Light Intensity Distribution Reproduction Method) による物質名を指定または範囲指定をして自動計算	
リアルタイム表示	粒子径分布/光強度分布同時表示	
診断・調整	自己診断機能、セルチェック機能	
粒子径分布再計算	最大200データ一括計算 および 単一データ個別計算	
粒子径分布データ表示	最大200データ重ね描き および 単一データ	
光強度分布データ表示	最大200データ重ね描き および 単一データ	
統計処理	最大200データ。 最大200データの重ね描き可能	
時系列処理	最大200データ	
三次元表示	最大200データ	
クリップボードによるデータ転送	粒子径分布データ：最大200データ	
データのソーティング	ファイル名、サンプルID、サンプルNo.または、屈折率の順番で並べ替え	
出力条件		
粒子径 (μm) 分割数	固定 101分割／51分割	任意 (ユーザー設定可能) 最大51分割
粒子量 (%) 分割数	固定 49分割	任意 (ユーザー設定可能) 最大51分割
分布基準	個数、長さ、面積、体積	
積算分布の表現	フルイ上、フルイ下	
頻度分布の表現	q、q／Δx、q／Δlogx	
スムージングレベル	10レベル	
分布関数のあてはめ	ロジシラムラー分布、対数正規分布	
データシフト	±10レベル	
レポート機能	単一データ (テンプレート6)、重ね描きデータ (テンプレート5)、統計データ、時系列データ、三次元データを選択して一括出力可能	
データ解析機能		
散乱角評価機能	最大200データ重ね描き および 単一データ	
データ変換機能	他機種・他原理の粒子径分布データのエミュレーション	
混合シミュレーション機能	最大6点	
データ接続機能	2データを接続可能	
連続測定機能	最短1秒間隔で最大200データの連続測定が可能	

注5) LDR法 (Light Intensity Distribution Reproduction Method) は実測された光強度分布パターンと、粒子径分布データから再現 (再計算) された光強度分布データの一致性から屈折率を計算する手法です。
これは弊社が独自に開発した手法であり、2件は論文として発表されています。学会などでは「木下の手法」と呼ばれています。
注6) ソフトウェアはPCセットでの販売となります。

PCの仕様 (参考)

本ソフトウェアはPCセットとして供給されます。
下記は最低限必要なPCの仕様です。PCセットに含まれるPCの仕様ではありません。

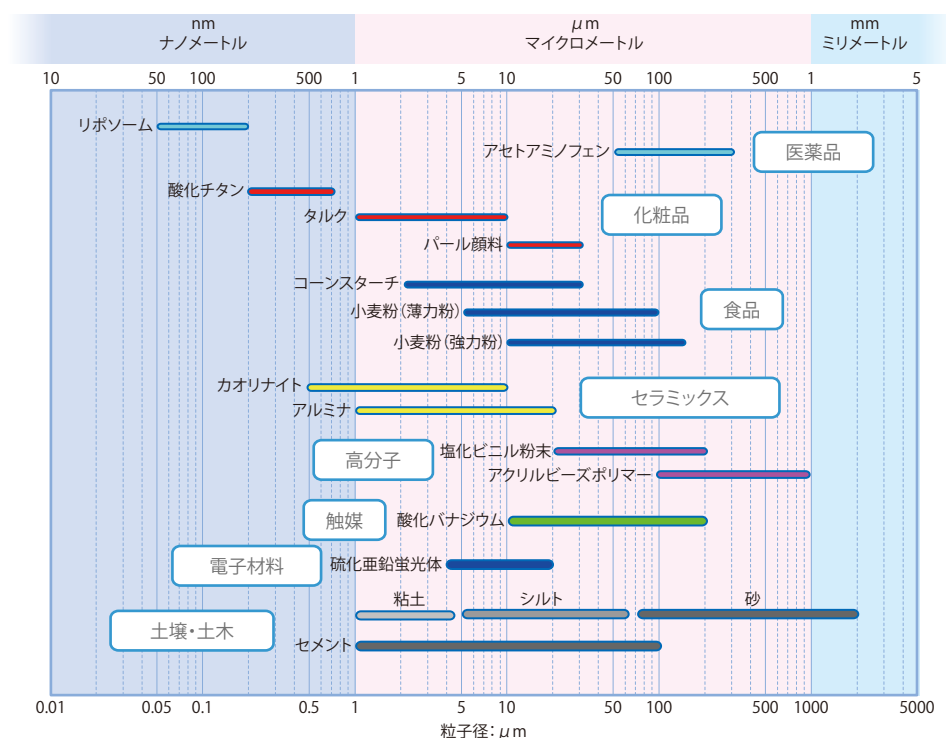
OS	Windows 7	
CPU	Pentium Dual-Core 2.5GHz 以上	
メモリ	2GB 以上	
HDD	1GB 以上の空き容量が必要	
CD-ROMドライブ	ソフトウェアのインストール時に必要	
ディスプレイ	SXGA (1280×1024ピクセル) 以上	
USBポート	ユニット名	制御に必要なポート数
	測定部SALD-2300	1ポート
	回分セルSALD-BC23	0
	多機能サンプラSALD-MS23	1ポート
	高濃度サンプル測定ユニットSALD-HC23S	0
	サイクロン噴射型乾式測定ユニットSALD-DS55	2ポート
	(プリンタ用)	1ポート
プリンタ	使用するOSに対応したもの	

※1 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です。
※2 その他、記載されている会社名、製品名は各社の商標または登録商標です。
※3 本文中には、TM、®マークは明記してありません。

粒子径分布測定の必要性とは

粒子径分布は、粉体、粉末、粒子の特性を決定する最も大きな要因の一つです。

粉体、粉末、粒子は、さまざまな分野のさまざまな目的・用途に用いられています。そのままの状態で製剤、触媒、添加物やバインダーとして用いられる場合や、製品の原料として用いられる場合もあります。いずれの場合でも、粒子径分布は用途や目的に求められる特性や、最終製品の性能・品質に大きな影響を与えます。したがって、その特性、性能、品質を安定させたり、向上させるためには粒子径分布の測定は必要不可欠です。



島津のレーザ回折式粒子径分布測定装置は多様な分野で、多彩な目的・用途に使用され活躍しています。

- 1 医薬品** 微粒子になるほど比表面積が大きくなり、溶解しやすくなります。また、注射液中の粒子の場合、粒子径により毛細血管や血管内壁を通過・透過し体内のどの部位まで到達するかが決定されます。これは医薬品の効果や副作用に大きく影響します。
- 2 化粧品** 口紅、マスカラ、アイシャドーなどの微妙な色彩や光沢の違いは粒子径分布の差によってコントロールされています。クリームの滑らかさや紫外線の遮断特性なども粒子径分布に依存して変化します。
- 3 食品** 多くの食品の原料は粉体です。パンやケーキ、パスタなどの食感や歯ざわり舌ざわりなどは粒子径分布に依存します。さらに飲料の品質安定のためにも粒子径分布のコントロールは重要です。例えば牛乳や乳酸飲料では、容器の上部と底部で濃度や味わいに差が出ないように粒子径を細かくしています。
- 4 セラミックス** セラミックスの特性、すなわち強度、密度、硬度、耐熱性、水や空気の透過性などは、原料粒子の種類だけでなく粒子径分布によっても大きく変化します。
- 5 高分子** パイプ、フィルム、シートの原材料として用いられる場合には、最終製品の、強度や光の透過性に粒子径分布が影響します。
- 6 触媒** 化学反応性は比表面積や細孔構造の影響も受けますが、同一材料の場合、粒子径分布を変化させることによって化学反応性をコントロールできます。
- 7 電子材料** 電子材料に対しては用途や材質の違いによって粒子径分布の影響のしかたや程度も異なります。最終製品の品質の向上と安定化のために粒子径分布の品質管理が求められるようになってきています。
- 8 土壌・土木** 地盤の安定性や強度、構造物の強度、経年変化の度合いなどに、土砂やセメントの粒子径分布が大きく影響します。さらに、土砂による環境汚染の拡大規模を把握するためにも粒子径分布の測定が重要です。

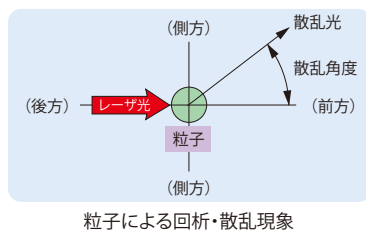
測定原理 レーザ回折・散乱法 Laser Diffraction Method

●粒子径と光強度分布パターンの間には、1対1の関係があります。

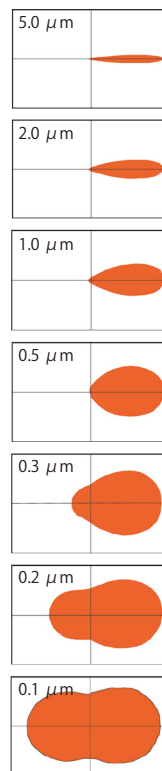
粒子にレーザービームを照射すると、その粒子からは前後・上下・左右とあらゆる方向に光が発せられます。これが「回折・散乱光」です。回折・散乱光の強さは、散乱角度とともに変化し、空間的な強度分布パターンを描きます。これが「光強度分布パターン」です。

粒子径が大きい場合、粒子から発せられる回折・散乱光は前方(レーザービームの進行方向)に集中し、図では表現できないほどの狭い角度範囲で激しく変動します。前方の光に比べると、それ以外の方向の光は非常に弱いものとなります。

粒子径が小さくなるにつれ、回折・散乱光のパターンは前方方向から周辺へ広がっていきます。粒子径がさらに小さくなると、側方光や後方光も強くなってきます。このとき、光強度分布パターンは、まるで「マユ」や「ひょうたん」のような形になってあらゆる方向に広がっていきます。このように粒子径と光強度分布パターンの間には、1対1の対応関係が存在しています。つまり、光強度分布パターンを検出すれば粒子径がわかるわけです。



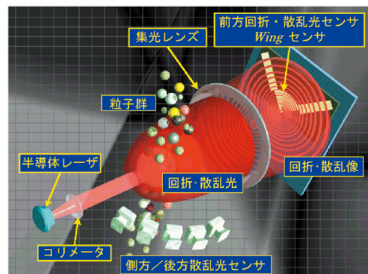
粒子による回折・散乱現象



粒子径と光強度分布パターンの関係

●測定対象は粒子群です。

実際の粒子径分布測定では、測定対象は単一の粒子ではなく多数の粒子からなる「粒子群」です。粒子群には大きさの異なる多数の粒子が混在しており、発せられる光強度分布パターンはそれぞれの粒子からの回折・散乱光の重ね合わせとなります。この重ねあわされた光強度分布パターンを検出して解析することで、「どれくらいの大きさの粒子がどれくらいの割合で含まれているか(粒子径分布)」を求めることができます。これがレーザー回折式粒子径分布測定装置で採用されている「レーザー回折・散乱法」の基本的な考え方です。



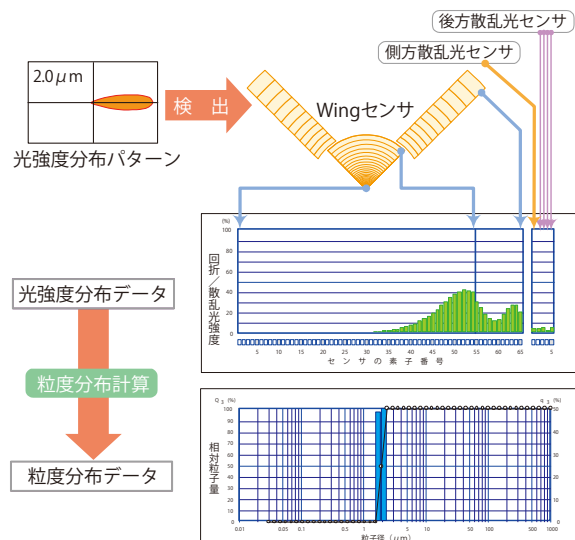
SALD-2300の光学系

●SALD-2300の光学系

光源(半導体レーザー)から発せられたレーザービームはコリメータによって少し太い平行ビームに変換され、粒子群に照射されます。

粒子群から発せられた前方散乱光(回折・散乱光)はレンズによって集光され、焦点距離の位置にある検出面に同心円状の回折・散乱像を結びます。これは、同心円状に受光素子が配置されたWingセンサで検出されます。側方や後方の散乱光も側方および後方散乱光センサで検出されます。

このようにして検出された全ての方向の光強度データが「光強度分布データ」となります。



●光強度の検出とデータ処理の流れ

レーザー回折式粒子径分布測定装置SALD-2300では、この光強度分布データに基づいて粒子径分布を計算しています。検出およびデータの流れを左図に示します。

測定の場合には、回折・散乱光の光強度分布パターンの検出から粒子径分布の計算までが一度に実行され粒子径分布データが出力されます。

粒子径分布の再計算は、すでに検出され保存されている光強度分布データを用いて、粒子径分布の計算だけが行われます。

「屈折率の選択」はこの粒子径分布計算の際に必要となるものです。

したがって、保存されている光強度分布データを用いて、測定時点とは異なった屈折率を選択して粒子径分布の計算を行うことができます。

SALD-2300

Laser Diffraction Particle Size Analyzer

島津粉体測定機器のホームページ

最新情報をインターネットを通じてタイムリーに提供します。

<http://www.an.shimadzu.co.jp/powder/>

製品情報だけでなく、豊富なアプリケーション情報も紹介しています。
また、セミナー／講習会や展示会のご案内もしております。
さらに、粉博士の“粉”講座では、様々な分野で活用される「粉体測定の重要性」と各種粉体測定の「測定原理」や「測定上の留意点」などをわかりやすく解説しています。



本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、当社、その関連会社または各社の商標および登録商標です。
本文中に「TM」、「®」は記載しておりません。
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。



本社地区事業所及び関連事業所認証取得

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 101-8448 東京都千代田区神田錦町1丁目3
(03) 3219-(官公庁担当) 5631・(大学担当) 5616・(会社担当) 5735
関西支社 530-0012 大阪市北区芝田1丁目1-4 阪急ターミナルビル14階
(06) 6373-(官公庁・大学担当) 6541・(会社担当) 6661
札幌支店 060-0807 札幌市北区北七条西2丁目8-1 札幌北ビル9階 (011) 700-6605
東北支店 980-0021 仙台市青葉区中央2丁目9-27 プライムスクエア広瀬通12階 (022) 221-6231
郡山営業所 963-8877 郡山市堂前町6-7 郡山フコク生命ビル2階 (024) 939-3790
つくば支店 305-0031 つくば市吾妻3丁目17-1
(029) 851-(官公庁・大学担当) 8511・(会社担当) 8515
北関東支店 330-0843 さいたま市大宮区吉敷町1-41 明治安田生命大宮吉敷ビル8階
(048) 646-(官公庁・大学担当) 0095・(会社担当) 0082
横浜支店 220-0004 横浜市西区北幸2丁目8-29 東武横浜第3ビル7階
(045) 311-(官公庁・大学担当) 4106・(会社担当) 4615
静岡支店 422-8062 静岡市駿河区稲川2丁目1-1 伊伝静岡駅前ビル2階 (054) 285-0124

名古屋支店 450-0001 名古屋市中村区那古野1丁目47-1 名古屋国際センタービル19階
(052) 565-(官公庁・大学担当) 7521・(会社担当) 7532
京都支店 604-8445 京都市中京区西ノ京徳大寺町1
(075) 823-(官公庁・大学担当) 1604・(会社担当) 1602
神戸支店 650-0033 神戸市中央区江戸町93 栄光ビル9階 (078) 331-9665
岡山営業所 700-0826 岡山市北区磨屋町3-10 岡山ニューシティビル6階 (086) 221-2511
四国支店 760-0017 高松市番町1丁目6-1 住友生命高松ビル9階 (087) 823-6623
広島支店 730-0036 広島市中区袋町4-25 明治安田生命広島ビル15階 (082) 248-4312
九州支店 812-0039 福岡市博多区泉泉町4-20 島津博多ビル4階
(092) 283-(官公庁・大学担当) 3332・(会社担当) 3334

グローバルアプリケーション開発センター

京都 604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1 (075) 823-1153
秦野 259-1304 秦野市堀山下380-1 (秦野テクノパーク内) (0463) 88-8660
東京ハイテクプラザ 101-8448 東京都千代田区神田錦町1丁目3 (03) 3219-5857

<http://www.an.shimadzu.co.jp/>