

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
遠心沈降光透過法	堀場	粒子懸濁液 エマルジョン			○	遠心沈降法における粒子径は粒子が沈降する速度、「沈降速度」から計算されます。沈降速度はストークスの式で粒子径と関連づけられます。沈降速度は、粒子の沈降がスタートした地点から、粒子を検出した地点までの移動に要した時間を測ることで得られます。測定方法には、一様に分散した懸濁液状態から沈降を開始する「一様沈降法」と、密度勾配液中に粒子を注入する形で沈降を開始する「ラインスタート法」があります。検出地点には、光源および検出器があり、光がどれだけ透過しているかを示す「吸光度」を測定します。 「遠心沈降法」は、粒子を分級しながら測定を行うため、非常に分解能が高いことが特徴です。複数ピークや複雑な分布形状を持つ試料や、混合物などの詳細な粒度分布を得るのに適しています。測定レンジと測定時間は粒子と溶媒の密度に依存します。	
動的光散乱法(DLS)/液相	堀場	粒子懸濁液 エマルジョン パブル ゲル	○			粒子は溶媒中でブラウン運動をしています。ブラウン運動は粒子が小さいと速く、大きいとゆっくりとした動きになります。この粒子にレーザー光を照射したとき、散乱光の強度は、このブラウン運動によるゆらぎを持っています。このゆらぎ信号を解析して粒子径を算出するのが「動的光散乱法」です。解析方法には、大きく分けて「周波数解析」と「相関関数解析」の2つがあります。 動的光散乱法は、ナノ粒子の粒度分布測定に適した手法です。サンプリング操作も容易であり、また比較的広いレンジで、低濃度でも高濃度でも測定できます。ただし、最初に得られる粒度分布は散乱光強度基準になるため、大きい粒子の影響を強く受けます。光散乱を用い一度に粒子集団全体を分析する原理のため、分布の幅が広いものに対しては大きい粒子の存在が小さい粒子の情報を隠してしまうこともあり、分解能と定量性能は高くはありません。またその測定結果は、逆演算を行うアルゴリズムに強く影響されます。	http://www.spti.jp/powderpedia/words/11575/

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
静的光散乱法/気相	堀場	粒子懸濁液 乾燥粉体 エマルジョン バブル	○			光散乱現象のうち、回折と Mie 散乱の現象を用いるのが、レーザー回折 / 散乱法です。レーザー回折 / 散乱法では、粒子の大きさによって散乱光強度の散乱角度依存性（散乱パターン）が変わるという現象を利用します。粒子と媒体の屈折率の情報があれば、ある粒子径による θ 方向の光強度（散乱パターン）が求められます。粒子は 1 個で存在しているわけではなく、分布を持った集団で存在しているため、様々な粒子が様々な強度で出す散乱パターンが重ね合わされた散乱パターンが測定されます。この散乱パターンから元の粒度分布を演算します。既知の粒度分布からその粒子集団がつくる散乱パターンを計算することは容易ですが、逆に、散乱パターンから粒度分布を計算することは、数学的に複数の答えがあり得る「逆演算」となります。このような演算を経て、粒子径として球相当径、粒子径基準として体積基準の粒度分布が得られます。 「レーザー回折 / 散乱法」は非常にバランスの良い分析方法です。サンプリング操作が容易かつ、広い粒子径レンジを分析できます。また最初に得られる粒子径基準が体積基準であることも、使いやすさとして重要な要素のひとつです。一方で、光散乱を用い一度に粒子集団全体を分析する原理のため、分解能および定量性能は高くはありません。	

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
電気泳動法(ゼータ電位)	堀場	粒子懸濁液	○			溶媒中の粒子表面の近傍では粒子表面の電荷と反対符号のイオンが多く存在します。粒子分散液に電圧をかけると、粒子表面の電荷量に応じて粒子が並進運動します。この運動は電気泳動と呼ばれます。この時、粒子と共に電気泳動するイオンの表面をすべり面と呼びます。ゼータ電位とは、すべり面での電位と定義されており、粒子の分散性の指標として広く使われています。粒子のゼータ電位はレーザードップラー電気泳動法という手法で測定することができます。電極付きセルに入った粒子分散液に電圧を印加し、粒子を電気泳動させます。電気泳動している粒子にレーザー光を照射し、粒子からの散乱光を検出します。この時、粒子の電気泳動速度に応じて散乱光の周波数がドップラーシフトします。ドップラーシフト量 ΔV_d と電気泳動速度(正確には電気泳動移動度) U は $U = \lambda \cdot \Delta V_d \cdot 2 \cdot E \cdot n \cdot \sin(\theta/2)$ という関係で結ばれています。ここでレーザー波長 λ、電場 E、溶媒の屈折率 n、散乱角 θ としました。そして、ヘンリーの式 $\zeta = U \cdot \eta \cdot \epsilon \cdot f(ka)$ を用いて、電気泳動移動度 U から粒子のゼータ電位 ζ が求められます。ここで、溶媒の粘度 η、溶媒の誘電率 ϵ、ヘンリー係数 $f(ka)$ としました。レーザードップラー法は非常に簡便に粒子のゼータ電位を測定出来る分析手法です。サンプル濃度は低濃度からある程度高濃度まで測定可能ですが、レーザーが透過する程度の濃度である必要があるため、不透明な高濃度試料は、レーザーが透過できるまで希釈する必要があります。	http://www.sptj.jp/powderpedia/words/11509/ http://www.sptj.jp/powderpedia/words/11205/
光子相関法	大塚電子	気相, もしくは液相中の微粒子	○			気相, もしくは液相中の微粒子分散系に光を照射して、散乱光強度を単位計測時間当たりの光子数として計測し、その自己相関係数から粒子のブラウン拡散係数を求める方法で、微粒子の粒径分布測定が可能である。粒子のブラウン運動により、レーザー光の散乱光の強度は時間的に変動します。この散乱光強度の時間依存性を、任意の時間 t と $t + \tau$ の散乱光強度の積のアンサンブル平均である相関関数 $C(\tau)$ で表わすと、$C(\tau)$ と τ との関係から粒子のブラウン拡散係数が求められ、アインシュタインーストークス式から粒径を得ることができます。(粉体工学用語辞典)	http://www.sptj.jp/powderpedia/words/10660/

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
レーザー・ドップラー法	日本インテグリス	気相、もしくは液相中の微粒子	○			運動している微粒子にレーザー光を照射すると、散乱する光の周波数が、ドップラー効果によって、もとの周波数から偏移します。この周波数偏移を計測して、微粒子の速度を求めるのがレーザードップラー速度計（laser doppler velocimeter：LDV）です。このLDVによる光散乱法で、粒子が振動やブラウン運動のようなゆらぎをしているとき、このような粒子の運動により生じるドップラー周波数偏移をとまなう光散乱、すなわち動的光散乱を測定し、粒子径分布が求められます。この計測法は、非接触法で、測定対象を乱すことなく、数ミクロン程度の高い空間分解能で測定できます。（粉体工学用語辞典）	http://www.spti.jp/powderpedia/words/10086/
レーザー回折・散乱法	堀場、スペクトリス、島津	粒子懸濁液	○			静的光散乱法と同じ	http://www.spti.jp/powderpedia/words/12573/
超遠心沈降法／光散乱法	ベックマン	液相中の微粒子	○			超遠心分析（Analytical UltraCentrifugation; AUC）は、溶液に最大29万xgという大きな遠心力をかけ溶質が時間とともに沈降する様子を観測し、得られた沈降挙動を解析することで溶質の形状や分子量、分散・会合状態などを明らかにする方法です。AUCの理論は、強固な熱力学と流体力学に基づいており、沈降挙動の解析から、沈降係数と拡散係数、さらに分子量などの物理化学的パラメータが得られます。また、流体力学的形状や分子半径、さらに分子間相互作用の程度などの溶液物性に関する情報を得ることも可能です。超遠心分析は、Svedberg博士により開発された手法で、1926年にSvedberg博士はコロイド粒子の分散についての研究でノーベル化学賞を受賞しています。超遠心分析はナノ粒子の粒度分布解析に最適な方法の1つとして認識されています。（ベックマン・コールター）	http://www.spti.jp/powderpedia/words/11416/
光学・レーザー顕微鏡	エビデント、ニコン	粒子全般		○		顕微鏡法は、粒子を直接観察し粒子の形状より粒子径を求める最も基本的な粒子径測定技術の一つであり、一般的に走査電子顕微鏡（SEM）が用いられます。レーザー顕微鏡は共焦点光学系のため、焦点位置以外の光をピンホールでカットすることができ、画像の高品質化、深さ方向の高分解能化が可能となり、粒子径測定に用いることが可能となりました。SEMと比較し、蒸着や真空引きなどの前処理が不要である、水分を含む材料や電子線の影響を受けやすい高分子材料の計測が可能であるといった特徴があります。	

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
走査型プローブ顕微鏡	生体分子計測研究所、日本電子、島津	各種固体粒子、溶液中の気泡		○		走査型プローブ顕微鏡（SPM）は、走査型トンネル顕微鏡（STM）や原子間力顕微鏡（AFM）に代表される、微小な針（探針：プローブ）で試料をなぞって、その形状や性質を観察する方式の顕微鏡の総称です。ナノ粒子の計測には、絶縁体を観察できるAFMが主に用いられます。 ナノ粒子を溶液に分散させた懸濁液を希釈して平坦な基板表面に滴下して、ナノ粒子を基板表面に分散固定し、そのまま溶液中で（または乾燥させて大気中で）、基板表面をAFMで観察します。AFMの観察像では、高さ情報が粒径に対応するので、観察範囲にあるすべてのナノ粒子について高さ情報を求めます。高さ毎、すなわち粒径毎に、ナノ粒子の個数を集計することで、粒径分布を求めることができます。個々の粒子の形状を高分解能で観察することができるので、ナノ粒子の形状の相違から不純物を除外して集計したり、異種粒子を形状の相違によって分類して集計することができます。	
走査電子顕微鏡	日本電子、日立	粒径が数100um～数nmであり、真空中で形状変化しない物質。凹凸有無に関係なく電子線で粒子形状が明確になる物質。		○		材料表面の粒子に真空中で電子ビームを照射し、このビームを2次元に走査させることで得られる信号から画像を取得します。取得した画像と、その走査範囲から求まる倍率を基に粒子径を測定します。粒子を観察した画像から手動で計測する方法の他、複数の粒子径を自動計測したり、様々な傾きで粒子径を測定して平均値や粒子径の分布を求めたり、粒子が占有する面積を求めたりするものもあります。また、取得した画像と倍率を別の画像処理ソフトウェアで処理することで、様々な計測値を求めることができます（「画像解析法」参照）。観察対象物が非導電性の場合には、電子ビーム照射による帯電防止のために導電性物質を蒸着する場合があります。	

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
画像解析法	マイクロトラック ベル	画像に映っている個々の 粒子について形状や粒径 を正確に把握し、多数の 粒子については統計的 手法によって粒子特徴を判 定		○		各種の計測観察装置から得られた画像について、粒子付近の輝度変化を基に粒子の形状とその大きさを瞬時に判断します。多くの粒子の解析が高速に実施できるため、試料内の多数粒子の粒径を統計的に判定処理ができる方法です。 輝度変化を判定する手法として、2値化、ウォーターシェッド法等があります。前者は粒子とバックグラウンドを特定のグレースケール値(閾値)で分離することができ、個々の粒子が凝集せずに分散しており、コントラストが明確な画像に適しています。後者は、粒子同士が接触している場合にも適用できます。これはフリーソフトであるImageJでも標準的な手法として実装されています。形状から計測する方法は、代表的な手法にハフ変換があり、粒子の形状が円・楕円等、単純な凸形状の場合に使用することが多く、エッジ検出し形状に合わせてフィッティングを行うことで粒子を同定できます。クラスタリングには、同じ輝度を持った個々のピクセルを、位置関係も考慮しながら集合を作り、それを粒子とする平均シフト、クイックシフト法があります。 近年では、Semantic Segmentationという総称で、機械学習手法を用い解析法が使われる傾向にあるようです。	http://www.spti.jp/powderpedia/words/10360/

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
動的画像法		粉体全般が対象、繊維状粒子、針状粒子の計測が可能。医薬品、化成品、磁性材料、鉱物、金属等		○		分散器によって分散された粒子をパルスレーザー光源でバックライト照明し、対面のCMOSカメラで撮像することにより、個々の粒子の粒子形状と粒子径を測定します。パルスレーザーによる高速撮像によって多数の粒子を測定するため、個々の粒子を測定しながらも、統計的に信頼性の高い解析が可能です。 光軸に平行な光のみをカメラに投影させる両側テレセントリック光学系を採用することにより、粒子のエッジを正確に検出し、高コントラストに撮像できます。例えば、ガラスビーズのような透明体であっても屈折光が検出されず、ガラスビーズは黒色として撮像されます。 動的画像法では被写体である粒子をフレーム内に連続的に流します。流れの中で粒子はランダムに配向するため粒子の平均的な特性を捉えられること、連続供給によりサンプルサイズをより大きくでき、より統計的に有意な測定結果が得られること、さらに、粒子の供給量を調整することで、撮像時の粒子の重なりを効果的に抑制できるといった利点があります。	
原子間力顕微鏡	日本電子、日立、ブルカー・ジャパン、NanoSurf、オックスフォード・インストゥルメンツ WITec事業部	粒径が1 μm 以下程度の粉体を平坦な基板上に固定、より極小な粒径の測定が可能	○			粒子が付着した平坦な基板にカンチレバー先端の探針を近づけて、一定な原子間力を維持することによって粒子の凹凸をなぞって計測をする方法です。 試料は平坦な基板（HOPG、マイカ、Siなど）上に、粒子を分散させた液体を滴下し乾燥させます。測定モードは主に間欠接触法とノンコンタクト法があり、カンチレバーから得られる原子間力が一定になるように制御されます。面内スキャンした2次元画像には3次元データが含まれています。その結果から個々の粒子形状のプロファイルが作れます。粒子と基板（基準平面）が同一視野内に観察される場合には、2次元平面内での粒径分布と垂直方向の粒径分布から粒径の評価ができます。測定画像の中にある粒子全体については3次元表示や画像解析によって処理することができます。 粒子の形状は極小（～10 nm）である場合に適してをおり、針状の粉体であっても測定が可能です。また、粉体形状だけでなく粘弾性などの物理特性の計測もできます。	

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
走査型白色干渉顕微鏡	日立	1 μ mを超える大きさの粒子の計測が可能	○			光源に白色光を用います。この白色光をバンドパスフィルタを通して特定の波長幅の光に制限します。この光を二光束干渉対物レンズ内に設けたビームスプリッタで分割し、一方を参照面に、もう一方を試料に照射します。双方から反射された光をカメラに結像します。サンプル表面に凹凸があると光路差が生じ、それが干渉縞を作り出します。この干渉縞の情報を高さ情報に換算して、3次元形状を作ります。 光学焦点位置ではなく光干渉縞の情報を用いているため、レーザ顕微鏡など焦点位置情報を用いる装置より高い垂直分解能を有しています。また、粒径だけでなく透明多層膜の各層の膜厚測定、視野内の膜厚変化、異物深さなどの層断面解析も可能です。	http://www.spti.jp/powderpedia/words/11527/
光誘起力顕微鏡	日本レーザー	固体		○		試料と原子間力顕微鏡の探針に特定波長のレーザー光を照射することでその光波長に特に反応（誘起）する特定の材料が誘起され、材料と誘起されたAFM探針を近づけることにより、材料の相互作用が検出される。これにより10nm以下の空間分解能のケミカルイメージと1cm-1の高分解能のスペクトルが取得できる[1]。（Wikipedia）	
キャピラリー式ナノ粒子サイズ分離型粒度分布計	日本インテグリス	液相中の微粒子	○			分散粒子がキャピラリー中を流れるとき発生する、粒子サイズによる分離効果に基づいて粒度分布を求めます。キャピラリー中を流れる粘性流体のレイノルズ数が小さい場合、そこにはポアズイユの流体が発生します。この流れはキャピラリー中心ほど速く、管壁ほど遅いため、大きな粒子は平均的に速い流速中を、小さい粒子は平均的に遅い流速中を流れていくことになります。つまり、粒子は一定長のキャピラリー中を流れる際、この移動度の違いにより、サイズ別に分離され検出します。	

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集合体評価法	個別計測法	分別法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
超音波減衰法	三洋貿易	ナノ粒子溶液及び各種懸濁液、約0.1vol%濃度以上	○			粒子分散溶液中を超音波が伝搬するときに、粒子と超音波の相互作用により音波のエネルギーが減衰します。その減衰率は発振子と受振子の距離、超音波照射エネルギー強度、超音波受振エネルギー強度から成る式で表されます。超音波の周波数を変えて得られた周波数対減衰率スペクトルや音速から粒子径分布や分散相濃度、分散状態を解析する方法が超音波減衰分光法です。例えば得られた実測減衰スペクトルをECAH理論を基に連結相理論とセルモデル理論を用いて得られる理論的減衰率のカーブフィッティング法により、高濃度で多分散系の粒子径分布を解析します。	
遠心FFF法	島津	粒子懸濁液			○	遠心フィールドフローフラクショネーション*（遠心FFF）は、遠心力を利用してナノ材料をサイズ分級し、各種検出器で測定するシステムです。 送液ポンプで送液するキャリア液の中に試料注入装置で試料を注入し、遠心FFFの高速回転する円環状の流路（チャンネル）に試料を流入させ、遠心力で粒子を沈降させます。送液再開後、徐々に回転速度を落とすことで、粒子にかかる遠心力を弱めていきます。回転速度を落としていくことで遠心力が小さく拡散速度が大きい小さな粒子から早く流出します。流出した粒子を下流に接続した検出器で測定します。 * フィールドフローフラクショネーション：Field-Flow Fractionation（流動場分離法）	
静電分級法（DMA）	ダイレック	気中パーティクル			○	気相計測において、微小型電気移動度法(Differential Mobility Analyzer：DMA法)はナノエアロゾル計測のデファクトスタンダードとして長年使用されています。 DMA法は、噴霧乾燥法と組合せることで、湿式ナノ粒子計測へも応用でき、その能力を発揮することが可能で、PSL粒子などの粒径標準粒子の評価にも使用されています。 最小1 nm台での分級抽出・粒度分布測定や、動的光散乱方式（DLS）等では難しかった複数のピークが存在する多分散サンプルへの対応を可能にします（ES-DMA法）（東京ダイレック）	http://www.sptj.jp/powderpedia/words/12041/

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
凝縮粒子カウンター (CPC)	ダイレック	気中パーティクル		○		気中パーティクルカウンター(微粒子計測器)の測定原理は、粒子にレーザー光が当たると散乱光を発生します。大きい粒子ほど散乱光は大きく、その散乱光をフォトダイオード（受光素子）で検知し、電圧信号に変え、粒径は電圧信号の強さで判定されます。粒子の個数は、電圧信号の数の多さで判定されます。これを光散乱方式といいます。光散乱方式のパーティクルカウンターは、標準粒子（真球）のパルス高に対して粒径しきい値を設定しています。標準粒子の屈折率が基準となっています。 パーティクルカウンターは、どのような形状、密度の粒子であっても、真球の標準粒子の光散乱強度とみなして計測しています。（東京ダイレック）	http://www.sptj.jp/powderpedia/words/12466/ http://www.sptj.jp/powderpedia/words/11804/
エアロゾル質量分級法	ダイレック	気中パーティクル		○		遠心力と静電気力を利用して粒子を質量で分級 エアロゾル粒子に働く遠心力と静電気力のバランスを利用して、粒子を質量で分級する装置です。 ナノサイズの粒子の分布を測定する場合、粒径分布の測定が一般的に使用されています。DMA（粒径分級装置）が静電気力を利用して、粒子を粒径で分級するのに対し、本装置は、全く新しい分級原理に基づいて粒子を質量で分級します。 DMAとの組み合わせにより、粒子密度分布の測定が可能 APM(エアロゾル質量分級法)の前段にDMAを設置し、あらかじめある粒径の粒子だけを分級します。この分級された粒子に対して得られた質量分布は、粒径（移動度等価径）から体積に換算することにより密度分布に変換することができます。 DMAからの出力粒径を選択可能 DMAからの出力粒径を選択し、それぞれの粒径での質量分布も測定できます。（東京ダイレック）	

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
ナノ粒子トラッキング 法	堀場	粒子懸濁液		○		粒子軌跡解析法ではカメラを用いてブラウン運動をしている粒子を輝点として観察します。溶媒中の粒子にレーザー光を照射すると、粒子によって光が散乱されます。レーザー光の光軸に対し、直角の方向からカメラで観察すると、粒子が輝点として観察されます。測定対象となる粒子は、光学的な分解能よりも小さく、輝点の大きさからでは粒子径はわかりません。しかしながら、この輝点がブラウン運動によりランダムに動き回る様子を観察することができます。したがって動画を取得し、1フレームごとに粒子がどこに移動したかの軌跡を追跡することで、ブラウン運動の変位（速度）を算出でき、そこから粒子径が算出されます。同様に観察された輝点に対して粒子径を算出していき、個数を数えることで粒度分布が得られます。したがってこのとき得られる粒度分布は、粒子径として拡散係数相当径、粒子径基準として個数基準のものとなります。 この手法はナノ粒子に特化した分析方法です。粒子を1つずつカウントして粒度分布を作るため、縦軸が絶対値となり、個数濃度の情報が得られることが最大の特徴です。また集団を一度に分析するのではなく、粒子を1つずつ分析するため、分解能も高いものとなります。粒子を観察する個数によって測定時間は変わりますが、レーザー回折 / 散乱式や動的光散乱法に比べると、一般的には測定に要する時間は長くなります。 また大きい粒子は強い散乱光を、小さい粒子は弱い散乱光を発するため、大きさが異なる粒子を同時に分析するには、小さい粒子が観察できる散乱光強度を得つつ、強い光でも点として観察できる必要があります。なお、複数の波長のレーザー光源を用いてこの弱点に対応することも可能です。	

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
ガス吸着比表面積測定 /細孔分布測定	堀場、島津	多くの粉体、固体試料	○			粉体粒子の表面に吸着占有面積のわかったガス分子を吸着させ、その量から試料の比表面積を求めたり、ガス分子の凝縮から細孔分布を測定する方法です。 試料を冷却した後、窒素ガスのように試料と反応を起こしにくいガスを吹き込むと、試料表面にガス分子が吸着します。吹き込むガスの量を増やすと、試料表面はガス分子で覆われていきます。表面全体がガス分子で覆われた後は、ガス分子の上にガス分子が重なって多層吸着します。この様子は、圧力の変化に対する吸着量の変化として表現できます。一層目の吸着から、多層吸着に移行する過程の情報に対して、「BETの式」を適用することにより、正確に単分子層吸着量を計算することができます。 さらに試料表面にガス分子が何層も吸着していくうちに、細孔、つまり試料表面に存在する微細な穴の中にガス分子が凝縮します。凝縮が起こったときの圧力値は、細孔の大きさと相関があることが知られています。また、吸着量の伸びは細孔の内容積に比例していますので、細孔の容積の分布、つまり細孔分布を求めることができます。 流動法（BET理論）も同様です。	http://www.spti.jp/powderpedia/words/12529/
共振式質量分析法	マルバーン	気相、もしくは液相中の微粒子			○	共振式質量測定法（RMM）質量から粒子を観る方法 - 共振カンチレバー内にはマイクロトンネルが設けてある - マイクロトンネルを粒子が通過する際、カンチレバーの重量が変わり、カンチレバーの共振周波数が変化する - この共振周波数変化から、粒子の浮力を求め、粒子の質量や粒子径を計算する	

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
電氣的検知帯法（コー ルター原理）	スペクトリス、 ベックマン	液相中の微粒子		○		電解質溶液などの電気伝導性のある液中に粒子を懸濁させてその体積と個数を電氣的に検知する原理に基づく粒子径計測法です。細孔（単孔）を有する隔壁（細孔管）で仕切られた電解質溶液のおおのに電極を設置し、定電流ないし定電圧を印加すると、この電気回路の抵抗は電解質溶液の固有抵抗に依存するが、主として細孔の直径（断面積）と厚みに支配されます。もし、この細孔部分を電解質溶液と異なる抵抗を有する粒子が通過すると、粒子の体積分だけ電解質溶液が排除されるので、回路の電気抵抗が変動します。この電気抵抗変動を電圧ないし電流変動パルスとして検出すれば粒子体積を知ることができ、パルスの数から粒子（体積）の個数分布を求めることができます。得られる粒子径は体積球相当径です。測定感度がきわめてよく赤血球の膨潤などのわずかな変化も測定可能、測定に密度や屈折率などの粒子物性値を必要としない、最大粒子径が同定できる、などの特徴があります。（粉体工学用語辞典）	http://www.sptj.jp/powderpedia/words/11517/
電気抵抗ナノパルス法	Izon	液相中の微粒子	○			ナノボアを挟んだ溶液中に電圧をかけると溶液に含まれるナノ粒子が細孔を通過します。その際、電気抵抗ナノパルスが発生します。 ナノパルスは粒子の体積を示しており、長いパルスほど体積の大きい粒子となります。粒子を「1個ずつ」カウントし、高分解能なサイズヒストグラムを取得します。電解溶液中のパルスは毎秒50,000回モニタリングしています。検出したパルスより下記内容を解析することが出来ます。① パルスの大きさ → 粒子の体積に比例します、② パルスの幅 → 粒子の速度と表面電荷、③ パルスの数 → 粒子の濃度	
個数カウント式	日本インテグリス	液相中の微粒子		○		1個1個フローセルに通した粒子にレーザー光を当て、粒子による遮蔽光と、粒子から出た散乱光を同時に測定、カウントし、粒子測定を行なおうというものです。光学的な粒子測定法を用いるため、溶媒の種類から影響を受けにくいという特徴があるというほか、測定レンジを広く取れる、という特徴もあります。	

粒径分布計測法の対象と分類方法

作成: 2025.1.21

粒径分布計測法	製造・販売	対象	集 合 体 評 価 法	個 別 計 測 法	分 別 法	測定方法/特徴	粉体工学用語辞典
小角X線散乱	リガク	固体・粉体 樹脂中フィラーなど 液体・分散液	○			小角X線散乱法（Small Angle X-ray Scattering : SAXS）は、ナノスケールの構造情報を探ることができる強力なツールです。小角X線散乱法は、入射光の周りの5度以下の回折角に現れる物質内の電子密度の空間的変調、および、電子密度差に起因する散漫な散乱を測定するものです。また、ナノ粒子（溶質）と溶媒の正負の電子密度差にかかわらず、電子密度差の2乗に比例する散乱強度を得ることができます。X線波長と同程度の数nmから数100 nm以下の粒子サイズをカバーする手法です。さらに、溶媒は液体だけではなく、固体や空気・ガス媒質中でも有効であり、粉体や高分子媒質中に埋め込まれたナノ粒子（フィラー）の粒子径分布解析にも有効です。	
X線回折法	リガク	固体・粉体 液体・分散液	○			原子が空間に周期的に並んだ結晶に、原子の間隔と同程度の波長のX線が入射したときに起こる回折現象を使って結晶と見なすことができる領域の大きさ（結晶子サイズ）を求める方法。一次粒子径の計測に適している。	
エアロゾルスプレー式 エアロゾル発生器	ダイレック	エアロゾル			○	液体粒子を再現性高く発生します。発生粒子の濃度及び粒径は、試料の種類や設定条件によって変更可能です。	http://www.sptj.jp/powderpedia/words/12121/

注釈:

【個別計測（カウンティング）法】

個々の粒子を数え上げることによる方法。個数分布を直接得ることができる。ただ、十分に統計的信頼性の高い結果を得るためには、多数の粒子を計測する必要があり長時間の測定時間を要する。

【集合体評価（アンサンブル）法】

個々の粒子を数え上げるのではなく、系の統計的な性質を使う方法。一般に、平均値や分散などの統計量に関して信頼性の高い結果が高速・簡便に得られる。一方、粒子個々の情報は集団の中に埋もれてしまうため個数分布を直接得ることはできない。

【分別（フラクショネーション）法】

個々の粒子を、各種の分別法により大きさで選別し、測定する方法。