

## 令和二年度近畿地方発明表彰

Kinki Region Invention Awards 2020

### 京都発明協会会長賞

#### 粒度分布測定装置(特許第6189985号)

##### 表彰の概要

本発明表彰は、近畿地方における発明の奨励・育成を図り、科学技術の向上と地域産業の振興に寄与することを目的としており、近畿地方において優秀な発明、考案、又は意匠(以下「発明等」という。)を完成された方々、発明等の実施化に尽力された方々、発明等の指導、奨励、育成に貢献された方々の功績を称え顕彰するものである。HORIBAからは特許第6189985号(粒度分布測定装置)が京都発明協会会長賞を受賞した。

##### 表彰案件の概要

本発明は、従来手間のかかった測定条件の評価を、極めてシンプルな作業を行うだけで直感的に行うことができる粒子径分布測定装置に関する発明考案である。本発明はレーザー回折/散乱式の粒子径分布測定装置(Particaシリーズ)の「メソッド・エキスパート」として搭載されている。

##### 従来発明等の課題

レーザー回折/散乱式の粒子径分布測定装置では、回折/散乱光を複数の検出器で検出し、各検出器から出力された光強度信号の値により得られる光強度分布ベクトルを用いて、下記のEquation (1)に基づき粒子径分布を算出する。

$$s = Kq \dots \dots \dots (1)$$

ここで、sは各光検出器から出力された光強度信号の値から得られる、回折/散乱光の散乱角毎の光強度分布ベクトル、qは測定対象である粒子の粒子径分布を示すベクトル、Kは粒子径分布ベクトルを光強度分布ベクトルに変換するための係数行列である。

粒子径分布測定に際しては、測定結果に影響する係数行列Kを設定するための粒子の屈折率や溶媒の屈折率等の演算条件パラメータを適切に設定する必要がある。また、粒子を分散させるための超音波の印加時間や強度、データの取り込み回数、試料濃度といった測定条件パラメータも適切に設定される必要がある。

しかし、これらの演算条件パラメータや測定パラメータといった、オペレーター

が入力する操作パラメータを個々の試料に対して適切か判断するプロセスは非常に面倒であった。なぜなら、設定した操作パラメータが適切かは、測定結果や測定結果から得られる他の評価パラメータ(例えば平均径や中位径等の粒子径、あるいは粒子径分布の残差平方和)を参照しつつ、試行錯誤的に操作パラメータを変更して評価する必要があった。すなわち、個々の試料に対して最適な操作パラメータを設定するための評価を行う手順が複雑で、直感的に評価することは極めて困難であった。

例えば、ある試料に対して操作パラメータとして屈折率の値を得たい場合、1つの屈折率の値を設定して測定を行い、粒子径分布の測定結果を保存し、屈折率を変更して再演算し、再演算を繰り返して保存された測定結果を重ね書き又はディスプレイ上に並べて表示することで、その試料に対する最適な屈折率の値を得ることが行われてきた。しかも、屈折率の評価には測定結果を比較するだけでなく、平均径や中位径といった粒子径、粒子径分布の残差平方和といった複数の評価パラメータを参照することがあるため、保存と比較の手間はさらに面倒であった。そのため、もっと直感的で手間の少ない操作パラメータの評価手法が望まれていた。

## 本発明等の特徴

上述した背景から、本発明は、粒子径分布測定に際して個々の試料に対する操作パラメータ(測定条件パラメータや演算条件パラメータ)の評価を行うことを容易にする粒子径分布測定装置を提供することを目的としてなされたものである。

本発明の粒子径分布測定装置(**Figure 1**)は、一方の軸を操作パラメータの値、もう一方の軸を粒子径分布測定の測定結果から得られた評価パラメータ(平均径や中位径等の粒子径、あるいは粒子径分布の残差平方和)とした評価用グラフと、各操作パラメータに対する粒子径分布のグラフを示す測定結果グラフを同時に表示する。評価用グラフと測定結果グラフを同時表示することによって、オペレーターはどの操作パラメータの値が最適であるかを容易に評価できるようになる。

例えば、上述の例のように操作パラメータとして屈折率を得たい場合、5通りの屈折率を設定し、粒子径分布測定を行う。この一度の操作だけで、設定したそれぞれの屈折率に対する測定結果と評価パラメータ(平均径や中位径等の粒子径、あるいは粒子径分布の残差平方和)を同時に表示する。これらが同時に表示されることによって、5通りに設定した屈折率のうち、どの屈折率の値が測定条件として適切かを容易に判断することができる。さらに詳しく調べる場合には、適切だと判断した屈折率の値のさらに近傍の5通りの屈折率を設定し、測定結果と評価パラメータを比較する。これを繰り返せば、最適な屈折率の値を決定することができる。つまり、本発明の粒径分布測定装置によって、従来手間のかかった測定条件の評価を、極めてシンプルな作業を数回繰り返すだけで、直感的に行うことが可能になる。

**Figure 2**は操作パラメータをサンプル(粒子)の屈折率とする場合に、5通りまで屈折率をユーザーが指定して入力する画面(屈折率(実部)ウィザード)の例である。この例では、サンプルの屈折率(複素屈折



Figure 1 レーザ散乱式粒子径分布測定装置 (Partica LA-960V2)

ステップ 2. 分散係の屈折率を入力してください。 1.333	リストを覗く	ステップ 3. サンプル屈折率の虚部を入力してください。 0
ステップ 4. サンプル屈折率の実部を入力してください。		
テスト値 1: 1.2	テスト値 4: 1.28	
テスト値 2: 1.23	テスト値 5: 1.3	
テスト値 3: 1.25		
ステップ 5. 実行ボタンを押してください。 ウィザードは一時的に閉じられ、 テストシーケンスが実行されます。		
テストシーケンスを実行 >>		

屈折率の候補を5つ入力できる

Figure 2 屈折率設定画面の例

率)の実部を5通り設定している。虚部を5通り設定することも可能である。

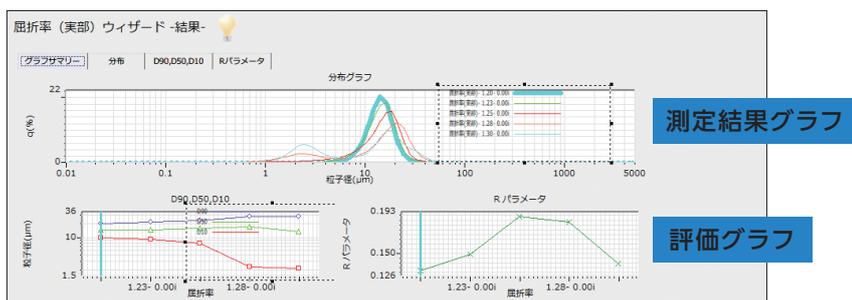


Figure 3 測定結果グラフおよび評価グラフの例



Figure 4 循環ポンプ速度設定画面の例

が良いことを示している。

Figure 4は測定条件パラメータの1つである循環ポンプ速度を操作パラメータとする場合の入力画面(循環ポンプ速度ウィザード)の例である。設定した測定条件パラメータの数だけ実験を自動で行い、測定結果グラフと評価用グラフを同じよう出力する。

【登録番号】  
特許第6189985号  
【発明者】  
菅澤央昌



Figure 5 博士 菅澤央昌

Figure 3は入力した屈折率を操作パラメータとした測定結果グラフと評価グラフの表示例である。上部のグラフは複数の屈折率に対する粒子径分布を示した測定結果グラフである。横軸は粒子径、縦軸は頻度である。ユーザーが指定した5通りの屈折率に対する粒子径分布を、色を分けて表示している。左下のグラフ及び右下のグラフは、それぞれ屈折率に対する粒子径及び残差平方和(Rパラメータ)を示した評価用グラフである。粒子径は、パーセント粒子径であり、粒子径と通過分積分算度との関係を示す粒子径分布グラフにおいて、通過分積分算度が10%、50%、90%であるときの粒子径をD10、D50、D90とした。残差平方和は、横軸を光強度分布、縦軸を粒子径分布とした場合に回帰式から求められる残差の平方和であり、この値が小さいほど回帰式のあてはまり

## その他受賞案件

受賞名	特許番号	発明の名称	発明者氏名
発明奨励賞	特許第5813409号	ガス分析用プローブ	外村繁幸, 井戸琢也, 大西敏和
発明奨励賞	特許第6298309号	流量測定装置および 流量測定方法	坂本和也, 田中誠二, 南新吾
発明奨励賞	特許第5947709号	分光分析方法及び 分光分析装置	矢田隆章, 黒田峻, 横山一成, 高木想, 中井陽子



Figure 6 令和二年度近畿地方発明表彰式  
(左より 井戸琢也, 横山一成, 坂本和也)

\*編集局注：本内容は特段の記載がない限り、本誌発行年時点での自社調査に基づいて記載しています。