

今月の新技術④

A New technology of this month

動的粒子像分析装置 パーシェアナライザ PASの紹介

ホソカワミクロン株式会社
粉体工学研究所
測定分析センター兼 IIoT開発部 兼
経営戦略本部 ICT戦略室
部長 笹辺 修司

1. はじめに

昨今の目覚しい技術革新による高機能製品には高度な粉体技術が不可欠とされており、機能性向上を目的とした原料の超微粉化や、粒子形状を制御する等の高度な加工技術に対する要望の高まりとともに、一層進化した高度なステージでの粒子評価方法が求められている。

このような背景の中、超微粒子検出並びに粒子形状評価を行う、画像解析装置が必要であるという強いご要望を受け、この度、動的画像解析法による粉体形状・粒子径分布測定装置を開発したので、紹介する。

2. 概要

図1に新製品としてリリースした動的粒子像分析装置パーシェアナライザ PASを示す。本装置は動的画像解析装置の一種で、サブミクロンから数百 μm の粒子を、懸濁液にして装置に供給、その粒子を高速かつ正確に撮影し、画像解析により粒子径や各種の形状パラメータ等のデータを得ることができる。フラットシースフロー方式により、測定中、常に全ての粒子を焦点位置に移動させることができため、正確で精度の高い粒子の形状測定を可能としている。



図1 パーシェアナライザPAS外観図

本機では測定したい粒子の大きさによってレンズを交換する際にも、ソフトウェアの操作により簡単にレンズを交換できる機構を採用している。また、安定した測定を行うために、粒子を適切に分散し、装置に供給する前処理装置をオプションとして用意することによって、作業者間誤差を排除している。

3. 原理

フローセル内のカメラの焦点の合った位置に、粒子を含むサンプル液をシース液で挟み込み連続供給することで、焦点のあった粒子画像を得ることを実現している。キセノンランプとカメラの間にフローセルを配置し、キセノン光により、粒子像を影絵のようにカメラで撮影することで、輪郭抽出を容易にしている(図2)。動的画像解析で問題となりやすい、粒子焦点位置からのごくわずかなズレも、自動焦点調整機構によって補正され、クリアな粒子像を得ることができる。これらの特徴は、高度な光学／流体制御／電気／画像解析技術の組み合わせによって実現している。

4. 特徴

- 微粉向け動的画像解析装置の世界最高峰
数百 μm ～サブミクロンといった微小な粒子像を、正確かつ多量に撮影することができる。
- 独自の流体制御技術
焦点位置に粒子を流す構造を実現している(図3)。

- 測定時間が非常に短い

1回の撮影で多くの粒子を測定対象内にとらえることが可能になる構造を実現し、1分あたり最大百数十万個($1\text{ }\mu\text{m}$)の粒子像を得られるポテンシャルを秘めている。この性能により、一般的な動的画像 解析装置に比べ、10分の1程度の測定時間を実現している。(装置内の自動クリーニング時間も含む)

- 高倍率レンズへの自動切替え機能を搭載

装置に触れることなく、ソフトウェアによる $5\text{ }\mu\text{m}$ 程度の粒子を観察する場合と、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の粒子を見る場合のレンズの切り替えを実現している。

- 測定者誤差を徹底的に排除

フローセル方式において、どうしても避けられないマイクロメートル以下の偏流が発生しても、自動焦点調整方式により焦点の合った粒子像を得ることができる。人手による調整が不要であるため、測定者誤差が生じない。またサンプルの前処理方法は測定に大きな影響を及ぼし、作業者間誤差の大きな原因になるが、多数のサンプルを測定する際に、人手をとらないようにするためのオートチェンジャー(オプション)には、粒子を適切に分散できる前処理機能を設け、作業者誤差を更に減らすことに成功している。

- 自動洗浄を採用

洗浄によるタイムロスを最小化するとともに人手を不要としている。

- 高い安全性と設計思想

EUの法律で定められた安全性能基準を満たしている(CE適合)。

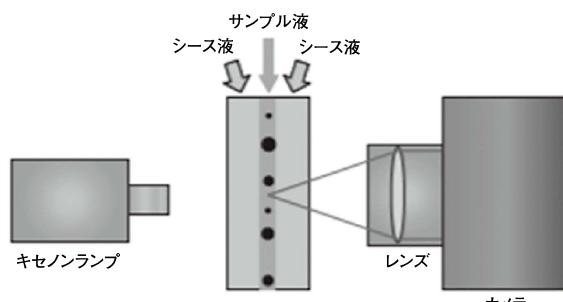


図2 測定系のイメージ図

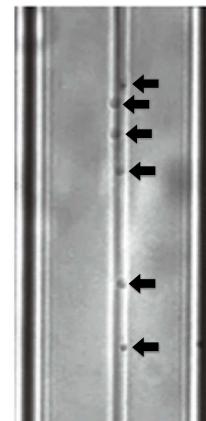


図3 シース液に挟まれて移動する粒子の様子(セル横方向から観察)

5. 測定例

図4に、大きさの異なる市販の標準粒子(Polystyrene latex)の二値化前の画像を示す。制御された流体運動により、 $0.5\mu\text{m}$ の標準粒子も焦点のあった位置を運動させることができたため、しっかりと捉えていることが解る。なお社内実験においては、 $0.3\mu\text{m}$ 程度の粒子も捉えられることを確認している。図5には、市販複合機用トナー粒子の二値化前画像を示す。粒子の形状を明瞭に捉えていることが解る。

6. 仕様

表1にパーシェアナライザの仕様を示す。

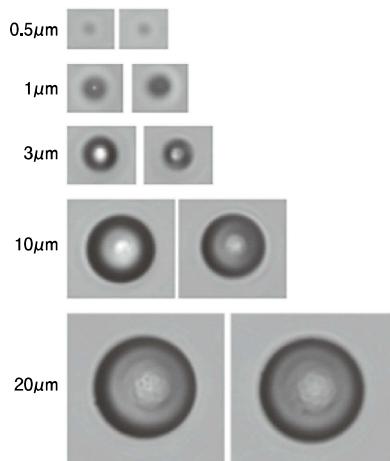


図4 市販PSL粒子計測画像

7. おわりに

パーシェアナライザは、様々な業界からの強いご要望によって開発を行った。お客様には、長い期間お待たせしてしまうことになったものの、試作機製作時に、お客様のご評価を仰ぎながら検討を重ねることができ、我々にとっては約2年という厳しい短期間開発であるにもかかわらず、完成に至ることができたことを感謝している。特に性能面では100万個以上の粒子計測を短時間で行えることによって、個数基準の粒子径分布測定機としても通用する唯一の評価機となった。

国内ではレーザー回折散乱式の粒子径分布測定機が主流であるが、粒子の形状を画像で見ることができるパーシェアナライザは、直感的に粒子の情報を得ることができ、高度な粒子設計における新たな評価技術として、最先端の技術開発の一助になれば幸いである。

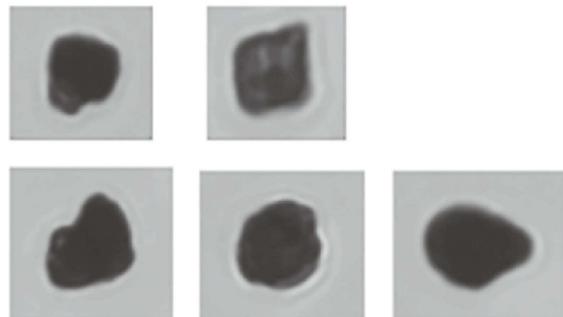


図5 市販トナー計測画像

表1 パーシェアナライザの主な仕様

型式		PAS	
概略寸法 W×D×H	本体	(mm) 650×500×550	
概略質量	本体	(kg) 65	
電源	(単相交流)	(V) 100~240	
測定項目		粒子径項目 面積円相当径、粒子面積、周囲長円相当径、最大長等 粒子形状項目 円形度、アスペクト比、平均輝度値、輝度分散値 統計解析項目 平均値、モード値、標準偏差、変動係数、50%値、大粒子率等 その他 検出粒子数、有効解析数	
撮像ユニット	標準(対物レンズ10倍)	計測範囲 1 ~ 300 μm	
	高倍率(対物レンズ20倍)	計測範囲 0.3 ~ 100 μm	
	切り替え方法	ソフトの操作による	
測定時間	約2分(1 μmの粒子を1万個計測+自動洗浄)		
試料量	約5ml(トナーの場合、粉体としておよそ50mg)		
適合規格		機械指令 2006/42/EC、低電圧電気機器指令 2014/35/EU、RoHS 2011/65/EU、ANNEX I、2011/65/EU ANNEX I、EN ISO 12100-2010, ISO 12100-2010, EN ISO 138491 : 2015, ISO 13849-1 : 2015, EN 60204-1 : 2018, IEC 60204-1 : 2016	
PC	CPU	Intel Core i7 2.9GHz 16MB 8Core/16Thread	
	メモリ	32GB	
	SSD	M.2 1.9TB & 240GB	
	HDD	10TB 7200rpm キャッシュメモリ	
	モニタ	モニタ 21インチ	