

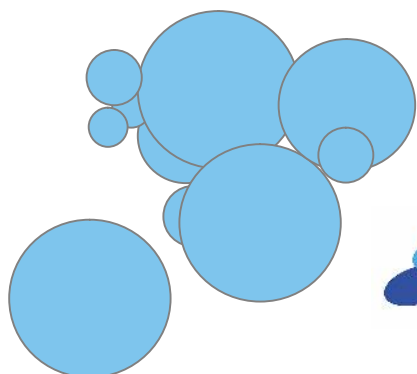
回転ドラム・画像解析方式 粉体流動性測定装置 Revolution Powder analyzer RPA

低ストレス下における動的な流動性評価 帯電測定



粉体の動的特性の自動分析

- 医薬品
- 食品
- 化粧品
- 顔料
- トナー
- プラスチック粉
- 粉体塗装
- セラミックス
- 鉱物
- 金属粉



米国 Mercury Scientific 社 日本総代理店
三洋貿易 株式会社



REVOLUTION Powder Analyzer

なだれ現象の解析から 粉体のダイナミックな流動挙動を予測します。

なだれ周期、なだれパワー、表面フラクタル次元など多面的で統計的な解析に基づき、新しい指標値を提案します。

動的試験法による高い相関性

粉体のハンドリングやプロセスにおいて発生する閉塞、付着、凝集、固結、磨耗などのトラブルの多くは粉体の運動に伴う流動特性に関連し、粉体の物性や外的環境要因に依存することが知られています。トラブルの解決には前もって粉体の流動性を正確に予測する必要があります。

作業条件下の流動特性を予測するために、かさ密度、安息角、オリフィスからの流れやすさ、Jenike セン断セルが利用されていますが、移動に対する粉体物性の関与が不明確なので、異なる試験法で得られた結果は断片的であり、相関性が充分とは言えません。

この問題を解決する一つの方法は、動的な条件下で粉を試験することであり、その一つがなだれ現象の解析です。この動的な測定は、それぞれの物性の関与に起因し、作業条件に近い状態で試験できます。なぜならば、粉が拘束を受けないで流れること、それに、流動特性の微妙な変化を検出できるからです。



■ 特 長

- **なだれ現象の解析による粉体の動的挙動の評価**
回転数の選択により、作業条件に近い状態で試験できます。
- **一台で5種類の試験ができます**
 - 流動性試験 ■ 流動化性試験 ■ 造粒性試験
 - 固結性試験 ■ パッキング試験 *オプション
- **粉体の動的な状態変化の測定**
圧縮固化状態 ⇄ 堆積状態 ⇄ 流動化状態
- **客観的かつ自動的な測定**
- **帯電測定 オプション有り**

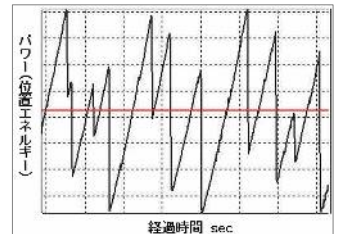
■ 測定原理



円筒容器(ドラム)に所定量の粉体を入れます。このドラムをゆっくりと回転させると、ドラムの回転とともに粉の堆積層はゆっくりと上方へ引き上げられます。粒子間の付着力と重力のバランスが崩れたときに**なだれ**が起こります。回転ドラム内で起こる周期的ななだれ現象をデジタルカメラで連続的に

撮影して、画像解析を行うことにより得られた種々のパラメーターを用いて動的な**流動特性**を統計的に数値化できます。

また、回転数を徐々に速くすると、なだれの頻度は増加して粉体層への空気の巻き込みにより流動化が起こります。粉体層の体積増加率を連続的に測定することにより動的な**流動化性(液状化性)**を評価できます。さらに、回転ドラム内で生じる粉体の動的な状態変化を連続的に測定できますので、**造粒性**や**ケーキング**などの特性を評価できます。



- ドラム内の粉体運動
左から
- 上方への引上げ
 - ピーク
 - なだれ後



流動性、造粒性や固結性の測定項目		流動化性の測定項目	
Avalanche Median Avalanche Energy Avalanche Time Avalanche Hurst Power Variance Power Average Avalanche Angle Angle Delta Surface Fractal Surface Linearity FFT Average Time	Break Energy Median Variance Power Variance Time Variance Power Average Power Slope Rest Angle Sample Volume Fractal Hurst Correlation Hurst FFT Power	Height Slope Volume Slope Initial Settling % Initial Settling Slope Final Settling Time Settling Change Rise Height	Height Linearity Volume Linearity Initial Settling Time Final Settling % Final Settling Slope Power Slope
		*赤字: 重要項目	



■ 応用分野

医薬品、食品、化粧品、顔料、トナー、プラスチック粉、粉体塗装、セラミックス、金属粉など粉体工業分野全般における流動特性の研究、工程管理や品質管理

1. 流動性試験

- 低ストレス下での流動性の測定
- 流動開始に伴う粉体挙動の研究
- 流動プロセス下における粉体流動条件の決定

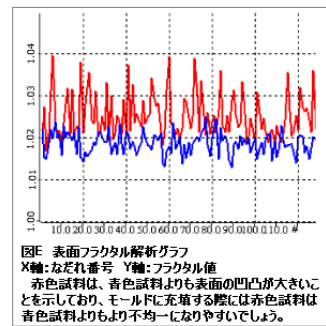
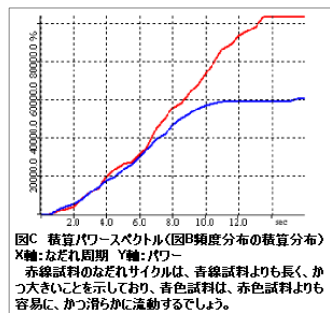
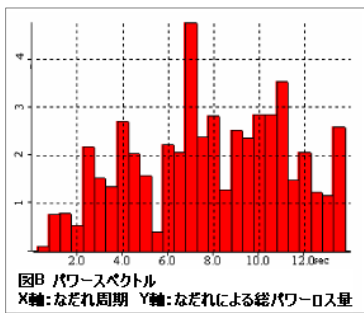
2. 流動化性試験

- 流動化条件の研究
- 流動化助剤の選定

3. 造粒性・固結・パッキング試験

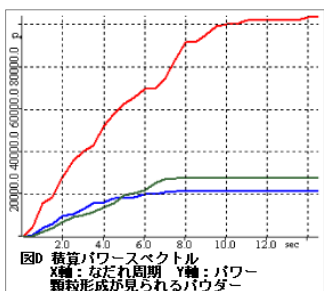
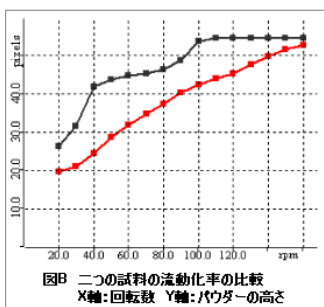
- 低ストレス下での造粒性や固結性の測定
- 振動後の流動性変化（パッキング試験 *オプション）
- 固結粉体の解砕特性の研究
- 流動プロセス下における粉体造粒条件の決定

■ 流動性の試験法



流動性の試験法は、評価するプロセス条件に基づく回転時間および回転数の選択により作成されます。通常、100cc の粉体を測定ドラムに入れます。装置は、低速で測定し、設定したなだれ回数あるいはデータ取得点数分の測定を行います。

「レボリューション」パウダーアナライザーは、なだれ周期やパワーの変化を測定します。図 B のグラフは、各なだれ周期に対する全パワロス強度を表すパワースペクトル図(Avalanche energy)です。積算パワースペクトル(図 C)は、試料間の流動性を比較するための優れたツールです。なだれ時間およびパワーが低いほど、粉体の流動性は良くなります。なだれの分析に加えて、フラクタル次元(図 E)、粉体層体積および表面の直線性などの多くのパラメーターを測定します。フラクタル数が小さいほど、なだれ表面が滑らかで凝集が少ないと予想されます。



■ 流動化性の試験法

粉体はガスを吹き込むと体積が膨張して液体のように流動化する性質があります。ガスの圧力や温度と同様に、粉体の特性も流動化の程度を決定します。微細粒子の粉体では、極端に低い圧力でも流動化が起こるので、粉体を入れたドラムを回転させることにより流動化できます。流動化圧力はドラム回転数を変えることで調節できます。粉体の流動化性は、ドラム回転数を上げていったときの粉体の体積膨張率を測定します。さらに、流動化した粉体がゆっくり沈んで沈降が止まる速度を、回転を止めて流動化圧力を 0 にすることにより測定できます。

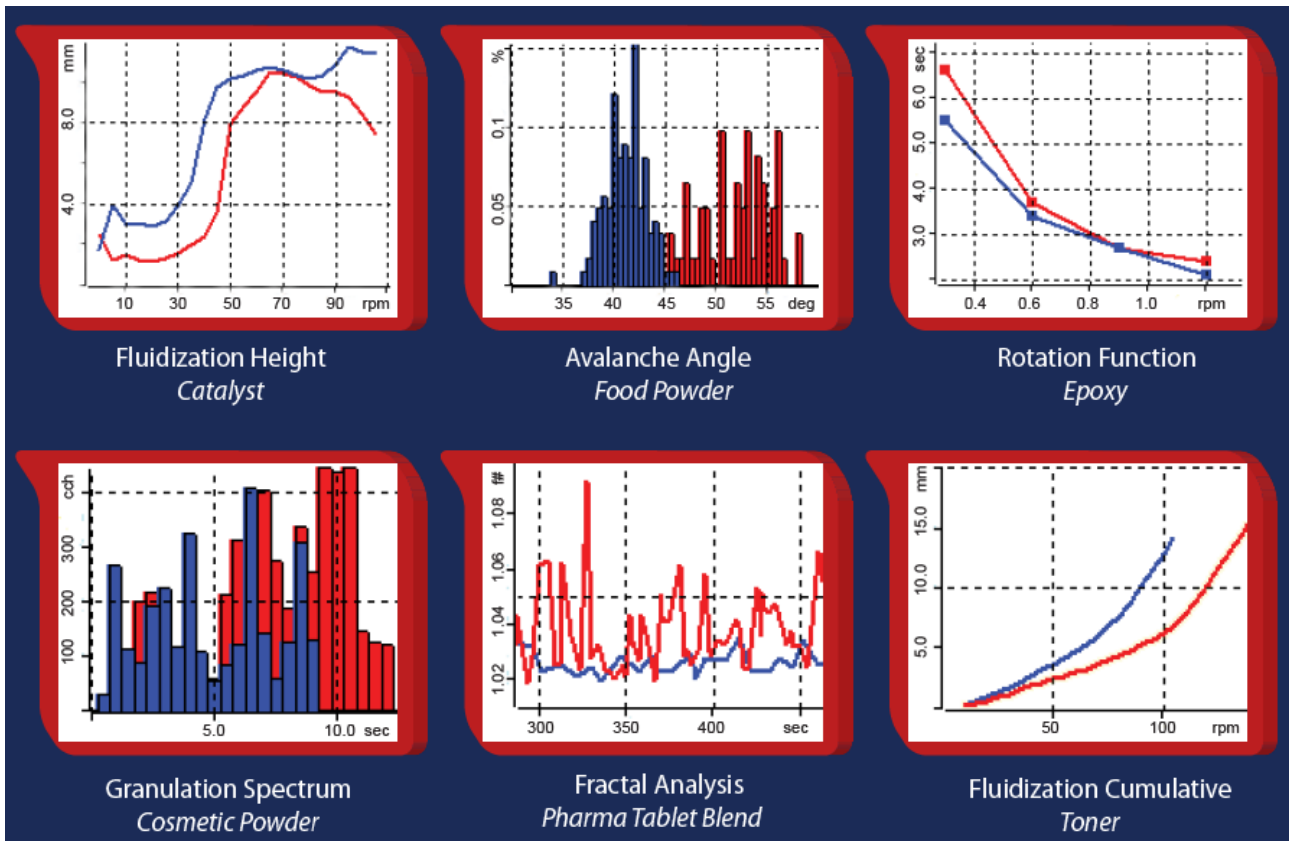
■ 造粒性、固結性の試験法

造粒性試験は、混合やブレンド、輸送、製造プロセスおよび貯蔵等において粒子径が変化しやすい粉体の研究に使用できます。

凝集性の粉体をドラムに入れ回転させると、連続的な角速度により粒子同士がくっついて大きな粒子が形成されます。この粒状の粉体の流動性は、より大きな粒子の形成によって改善されると予想されます。その Avalanche energy を比較することで造粒性を評価します。また、一旦粉体を顆粒にした後、さらに、ドラム回転速度を増加することで顆粒間の衝突速度を大きくして、新しく形成された顆粒を破壊することによって顆粒の強度を測定できます。食品パウダー、化粧品、医薬品および顆粒化する場合の造粒性を評価できます。



■ 測定例 (以下のグラフにおいて、性能に関して赤色試料よりも青色試料の方が優れています。)



■ 主な仕様

- 試験項目：粉体の流動性、流動化性、固結性、造粒性
- ドラム容量：83cc (小型)、332 cc (標準)
- ドラム材質：ボロン-シリケートガラス、電解めっきアルミニウム
- 試料量：100 cc (標準)、8, 16, 24cc (小型)
- ドラム回転数：0.1~200 rpm
- 画像の保存：無し、全画像又は、任意画像数
- 画像の取込速度：5~30 フレーム/秒
- 試験時間：崩壊なだれ回数又は、データ点数の設定
- 光源：コールドカソードランプ
- 安全設備：ドアロック機構
- インターフェイス：USB 及び Ether net
- 専用ソフト：Windows 7 対応
- 電源：AC100 V、3 A、50Hz/60Hz
- 重量：約 9 kg
- 寸法：229 (W) × 229 (H) × 610 (D) mm
- データ処理装置：別途ご相談

製造元:  **Mercury Scientific Inc.**
64 Barnabas Road #1, Newton, CT 06470 USA
Tel: +1-203-364-5024 website: <http://www.mercuryscientific.com>

※カタログの記載内容は、改良のため予告無く変更することがありますのであらかじめご了承下さい。



米国 Mercury Scientific 社日本総代理店
三洋貿易 株式会社
科学機器事業部

〒101-0054
東京都千代田区神田錦町 2 丁目 11 番地
TEL: 03-3518-1196 FAX: 03-3518-1237
<http://www.sanyo-si.co.jp>

販売代理店