

# 粉体レオロジー

MCR Evolution



# 粉体特性評価用の唯一の高精度システム

粉体や粒状媒体は、加工や保管が特に困難な物質です。粒子の形状、粒子サイズと粒度分布、化学構造、湿度、温度といった様々な要因が粉体の流動特性に大きな影響を与えます。その結果、固体、液体、気体の混合物である粉体の流動特性はより複雑なものとなります。

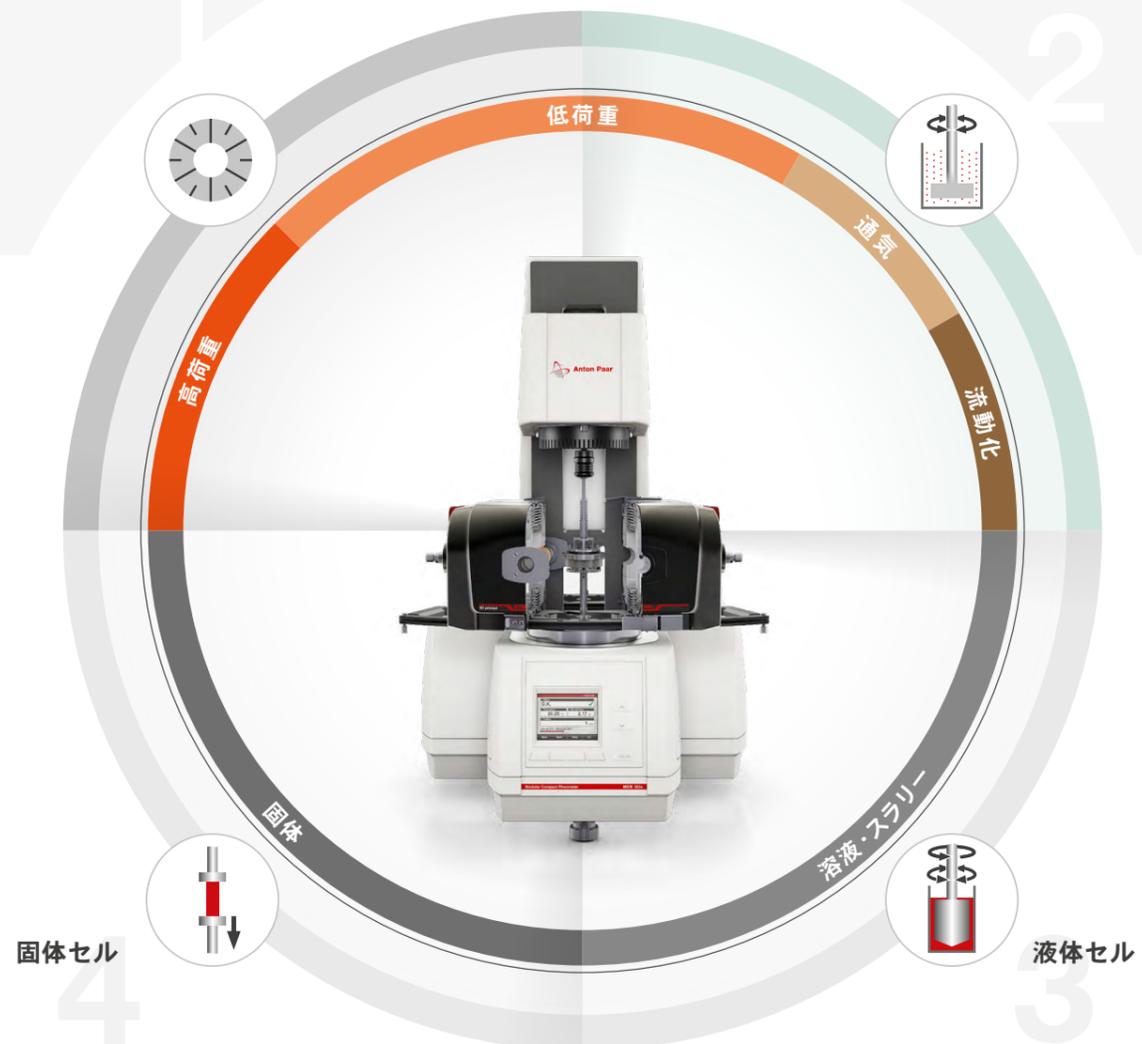
効率的な品質管理と円滑な粉体加工を実現するためにMCR Evolutionレオメータを使用して真の粉体レオロジーにより製造プロセスをシミュレーションし、現実的な条件下で粉体の挙動特性を評価することができます。

粉体せん断セルと粉体流動セルを備えたMCR Evolutionレオメータは、粉体の包括的な特性評価に求められるあらゆる可能性を実現します。この世界最高性を誇る粉体レオメータは、最高のトルク感度で粉体流動を測定し、最高の結果を提供します。

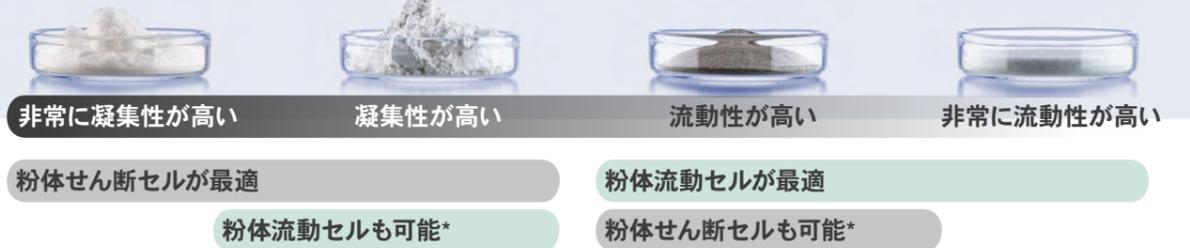
RheoCompassソフトウェアの直感的なユーザーインターフェースを用い、数回クリックするだけで、全ての測定パラメータを自動的に取得することができます。複数の測定担当者による「マネージドラボ」環境をサポートし、セントラルデータベースとのERP接続も備えています。

粉体せん断セル  
-160~+980 °C

粉体流動セル  
-15~+80 °C  
BFE : -160~+600 °C

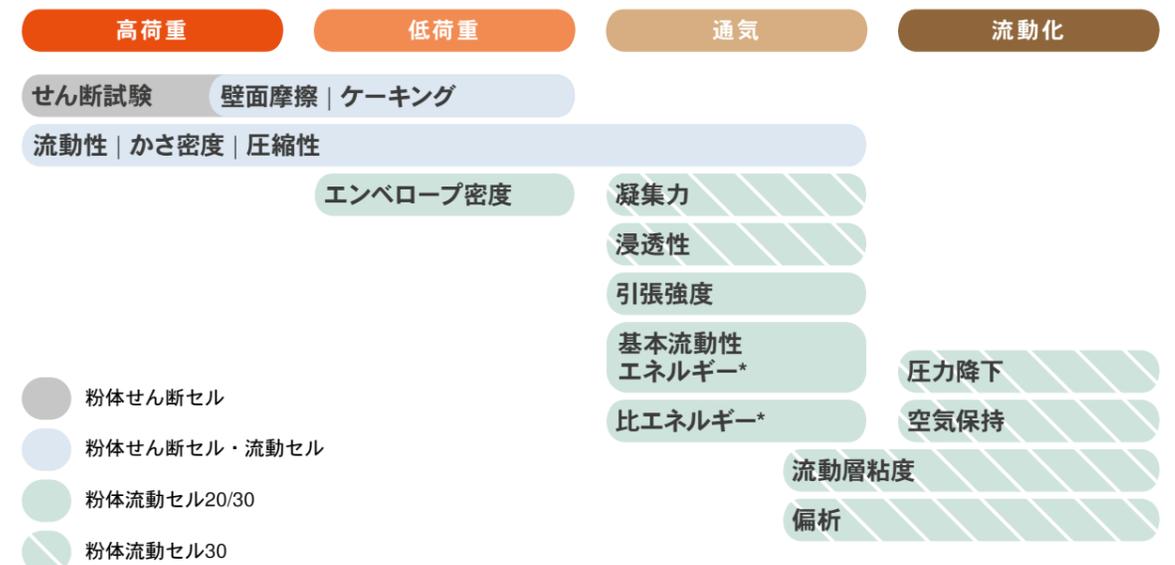


## 一般的な用途範囲



\* 標準プレートの変更が必要、または測定セルを使用した限定的なテストであれば可能

## 真の粉体レオロジー評価手法



\* 粉体流動セル10も可能です

# 粉体流動セル – 特徴

粉体から固体へ – たった1個の測定セルで  
真の粉体レオロジーとエンベロープ密度を実現

真の粉体レオロジー評価は、粉体の特性分析や理解に役立ちます。レオメーターの機能を活用し、回転測定や振動測定、せん断速度や空気流量に依存した試験など、さまざまな専用の粉体測定メソッドを利用できます。

## 特許技術の防塵システム

特許取得 (EP 3067684) 技術の防塵フードにより、クリーンで安全なサンプル処理を確保します。サンプルが完全に流動化した状態でも、危険性のある微細粉体からオペレーターと装置を保護します。このシステムは、エアによるシールと幾何学的バリアを組み合わせた4重シャフトシールコンセプトを採用しており、粉体流動セルの完全防塵を実現しながら、MCR Evolutionレオメータの極めて高い精度と10 nNm以下の分解能を維持します。

## 信頼性の高い結果を実現する粉体前処理モード

アントンパールでは、エアベアリングレオメータの超高感度と自動サンプル前処理モードを組み合わせ、最大±0.5%という比類ない再現性を実現しています。この高感度により、極めてよく似た粉体でも区別し、サンプル内のごく小さな変化を検出することが可能です。

## 単なる粉体レオロジーを超えて

粉体を理解してコストを削減：

- アントンパールのMCR Evolutionレオメータでは、従来式レオロジー、DMA、トライボロジー、機械的試験など、数え切れないほどのアプリケーションを利用可能
- エンベロープ密度の測定には粉体流動セルを使用



## 仕様 – 粉体流動セル

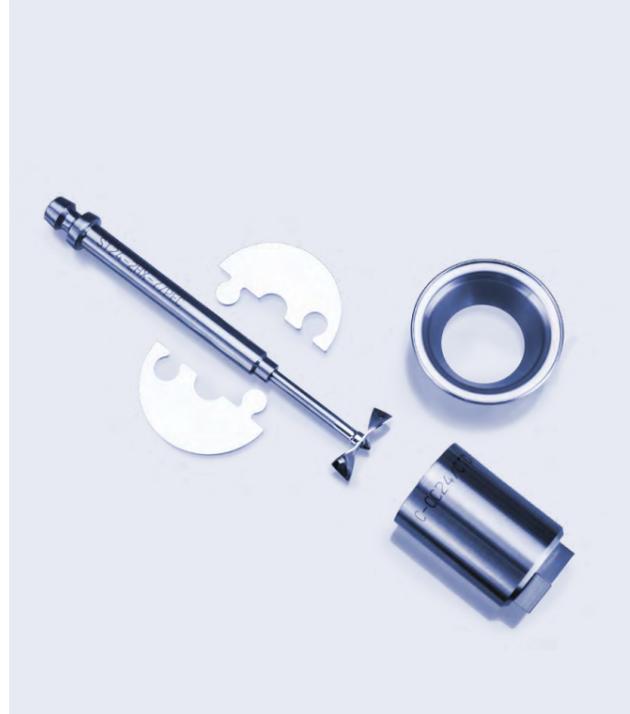
	PFC 30	PFC 20	PFC 10
サンプル量	↓ 60~120 mL	↓	↓ 21 mL
トルク範囲	10 nNm~300 mNm		
垂直応力	22 kPa		-
温度制御オプション	-15~+80 °C	-15~+80 °C (アップグレードキットで対応)	-160~+600 °C
湿度制御オプション	ご要望に応じてカスタマイズ可能		5~95% RH 5~120 °C、CTD 180HRおよび湿度オプション使用
対応測定システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2枚羽根スターラー</li> <li>- ヘリカル2枚羽根スターラー</li> <li>- Warren-Springsシステム</li> <li>- 交換可能ディスクを備えた粉体前処理セット (ステンレス鋼、通気性、PTFE、その他要望に応じた材質)</li> <li>- シリンダーとプロファイルドシリンダー</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- PFC 10用ヘリカル2枚羽根スターラー (ご要望に応じて他のスターラーも対応)、PFC 20およびPFC 30のスターラーには対応していません</li> </ul>
測定メソッド	流動、通気、低荷重条件	非流動、通気、低荷重条件	被流動、通気条件 (BFEおよびSE)
防塵	搭載		-
流動化オプション	体積流量 0.05~80 L/minの範囲で、3種類の質量流量コントローラーから選択可能	アップグレードキットあり	-
アクセサリ	ø 50 mmのPFC、コーティングなしガラス管付き  オプション：FTOコーティングガラス/スチール製管		ø 24 mmのPFC、ステンレス鋼製  オプション：インコネル製測定カップまたは使い捨てカップ
互換性	MCR xx2 シリーズ MCR xx2 Evolution	MCR xx1、MCR xx2、MCR xx2 Evolution	MCR xx2シリーズ、MCR xx2 Evolution

# 粉体流動セル – セットアップ

アプリケーションとニーズに応じてカスタマイズ可能



**測定システム**  
お客様のアプリケーションや測定に合わせて設計



**PFC 10**  
高温下での基本流動性エネルギー測定用

## エンベロープ密度

再利用可能な流動性の高い変位粉体を使用して、サンプルサイズ0.3~25 cm<sup>3</sup>の範囲内の固体のかさ密度を測定する、シンプルで安全な測定方法です。サンプル量が充填容積全体の少なくとも25%以上であれば、最大1%の繰り返し精度で正確な体積測定が可能です。絶対密度を測定するガスピクノメトリー測定と組み合わせることで、固体材料の空隙率と特定の細孔容積を求めることができます。



# 粉体流動セル – 用途

真の粉体レオロジー評価によりあらゆる用途に対応

優れた汎用性を備えた粉体流動セルは、粉体の高度分析装置としても、使いやすい品質管理ツールとしても使用できます。アントンパールのMCR Evolutionレオメータの高い精度を活用しながら、簡易試験を通じて製品の品質を管理できます。さまざまな測定メソッドを使って、加工時、取り扱い時、保管時の粉体の特性、および最終製品の特性を評価することができます。

アプリケーション

- 充填や注入 – 排出プロセス
- 錠剤化、パッケージング、圧縮
- 噴霧乾燥、湿式造粒法、コーティング
- ミキシング、ブレンディング
- 搬送
- 流動層リアクター
- 摩耗調査
- レーキング、ドクターブレード
- 流動用添加剤の影響
- 湿度の影響
- 固体のエンベロープ密度測定

規格

- DIN-EN-ISO 8130-15:2024-01 (粉体コーティング剤)

仕様 MCR Evolutionレオメータ

ベアリング	エア
ECモーター	✓
回転モード	✓
振動モード	✓
ツールマスター機能	✓
測定システムのクイックコネク機構	✓
温度勾配(水平方向、垂直方向)のない温度制御システム	✓
T-Ready	○
TruRate	○
TruStrain	○

レオコンパス(RheoCompass)ソフトウェア

テストデザイナー (測定条件の設定・カスタマイズ)	✓
レポートデザイナー (報告書作成の設定・カスタマイズ)	✓
管理されたラボ、複数クライアント及びサーバー	○
温度校正	✓

○ オプション    ✓ 付属

一般的な業界

化学、ポリマー



食品



塗料とコーティング剤



添加物製造

# 粉体せん断セル – 特徴

## 温度・湿度制御機能を備えた唯一のシステム

粉体せん断セルは、湿度発生器に接続できる温度制御システムと組み合わせて使用します。これにより、保管、取り扱い、加工の各段階において、温度 (-160~+980 °C) と湿度 (5~95% RH) が粉体に与える影響を調べることができます。このリング型設計のせん断セルは、均一なせん断条件で高い精度を実現します。

## 絶対的な再現性 – 少量のサンプルにも対応

MCR Evolutionレオメータと粉体せん断セルを併用することにより、4.3 mLまでの少量のサンプルを測定する場合でも、申し分ない精度と感度で粉体せん断試験を行うことができます。内蔵型のサンプル前処理ベンチにより、サンプルを常に同一の方法で前処理できるため、オペレーターによる影響が大幅に軽減され、再現性が向上します。サンプル前処理ベンチは時間圧密試験にも使用できるため、他の測定に使用する機器を詰まらせずに、粉体挙動の経時的な変化を調べることも可能です。

## 比類のない制御を実現する強力なソフトウェア

直感的なユーザーインターフェースにより、全ての測定パラメータの自律性を完全に保ちながら、クリック数回だけで全自動測定を実施することが可能になります。あらゆる測定をニーズに応じて調整することができます。このソフトウェアは、流れ関数 ( $ff_c$ ) や内部摩擦角度といった、全てのせん断セル測定パラメータの自動分析機能も搭載しています。

## 効率を高めてビジネスを後押しする設計

コストと廃棄物を削減：

- 注入や排出に伴う問題を回避して効率化
- 粉体挙動に応じて最適化された加工パラメーター
- 定期的な粉体分析により品質管理を最適化し、効率を最大化



## 仕様 – 粉体せん断セル

サンプル量	4.3 mL、18.9 mL
トルク範囲	0.5 nNm~300 mNm (装置により異なる)
垂直応力範囲	- せん断：最大30 kPa - 圧縮：最大110 kPa (サンプルやセルにより異なる)
温度制御オプション	- -20~+180 °C、CTD 180 HR使用 - -150~+450 °C、CTD 450使用 - -160~+600 °C、CTD 600 MDR使用 - 最大980 °Cまでカスタマイズ可能
湿度制御オプション	- 5~95% RH 5~120 °C、CTD 180 HRと湿度制御オプションを使用
測定システム	セットアップに含まれるもの：  - 小型せん断システム (4.3 mL) - 大型せん断システム (18.9 mL) - 交換可能なディスクを備えた壁面摩擦システム (ステンレス鋼、アルミニウム、PTFE、その他要望に応じた材質)  高温アプリケーション用追加オプション：  - 小型せん断システム、インコネル製下部シャフト (せん断測定システムと圧縮測定システム) - 圧縮/壁面摩擦システム
アクセサリ	セットアップに含まれるもの： - サンプル前処理/時間圧密ベンチ - 小型および大型せん断セル用おもりベース - 小型及び大型せん断セル用おもり (1 kPa刻みで最大12 kPa)
互換性	MCR xx2シリーズ、MCR xx2 Evolution

# 粉体せん断セル – セットアップ

あらゆるせん断測定に対応する完璧なセットアップ



**大型せん断セル**  
サンプル量18.9 mL、  
大きい粒子に対応



**小型せん断セル**  
サンプル量4.3 mL、小さい粒子  
及び貴重なサンプルに対応、最  
高30 kPaの高荷重下で測定可能



**壁面摩擦測定システム**  
簡単に交換できるディスクが  
付属



**ハイテク測定シャフト**  
温度センサの内蔵により  
極めて正確な温度制御が可能

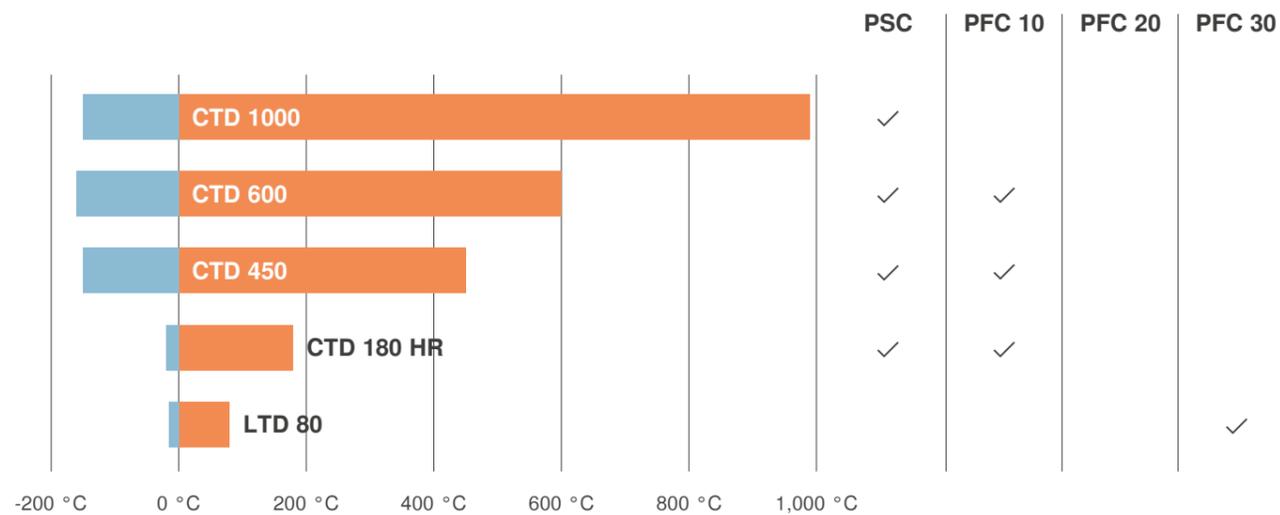


**サンプル前処理ベンチ**  
オペレーターの違いによる影響  
を低減し、一貫したサンプル前  
処理を実現



**ベンチ及びおもり**  
小型及び大型せん断セル用、  
装置を占有せずに時間圧密試験  
に対応

PSC及びPFCの温度・湿度用アクセサリ



# 粉体せん断セル – 用途

用途に応じた信頼性の高いせん断セル測定

性能、精度、測定効率を重視したこのリング型せん断セルは、粉体分析に最適なツールです。リング型設計により、粉体層全体で安定したせん断条件を確保します。アントンパールのMCR Evolutionレオメータは、温度・湿度制御オプションを追加することができます。周囲条件を精密に制御すれば、特定の用途において温度と湿度が粉体挙動にどのような影響を与えるかを分析することができます。

アプリケーション

- サイロ設計
- 流動挙動 (ffcなど)
- 時間圧密挙動 (固結)
- 壁面摩擦
- かさ密度

一般的な業界

医薬品



化学、塗料、  
コーティング剤



建築材料



食品

規格

- ASTM D6773
- DIN 1055
- USP 1174
- Ph.Eur.2.9.49



**Anton Paar**

株式会社アントンパール・ジャパン  
〒131-0034 東京都墨田区堤通1-19-9  
リバーサイド隅田1階  
Tel: 03-4563-2500 | Fax: 03-6661-8328

〒562-0035 大阪府箕面市船場東3-4-17  
箕面千里ビル8階  
Tel: 050-4560-2100 | Fax: 03-6661-8328

[info.jp@anton-paar.com](mailto:info.jp@anton-paar.com)