MICROTRAC
PARTICLE CHARACTERIZATION

高精度ガス／蒸気吸着量測定装置

BELSORP MAX X

比表面積：0.01m²/g（N_2/Ar）、0.0005m²/g（Kr）
細孔分布：直径0.35～500nm
各種ガス／蒸気吸着評価

part of VERDER scientific

高い再現性と小型・軽量化を同時に実現した最新モデル
BELSORP MAX X

特長　FEATURES

BELSORP MAX X は、MAX シリーズ最新モデルとして小型化、軽量化を実現しました。
極低圧領域から高相対圧、低温から高温まで幅広い範囲で、最大4検体測定が可能な高精度ガス／蒸気吸着量測定装置です。
フルスケール0.0133kPa圧力センサーを搭載し、透過・リーク・放出ガスを最小限に抑えた独自の技術により、極低圧から再現性の高い吸着等温線測定が可能です。
さらに高圧ガス吸着量、高温蒸気吸着量評価オプションにより対応アプリケーションがより広範囲となりました。
新測定ソフトウェア（BELControl）により、材料の構造、耐久性把握、測定効率化、測定進捗やメンテナンス時期の把握、測定結果メール送信など、ユーザーの労働生産性を向上させます。
また、解析ソフトウェア（BELMaster™）により、幅広い材料評価にご使用いただけます。

本製品は、JIS Z8830、Z8831-2, 3、K6217-7 および ISO 9277、15901-2、18852 に準拠しており、様々な吸着質を利用し、各種形状（状態）の比表面積、細孔分布、ガス・蒸気吸着量、化学吸着量などの評価が可能です。

I 最大4 検体同時測定を実現

本装置は独立した4本の測定ポートと、1つの飽和蒸気圧測定専用ポートを備えています。それぞれのポートに専用の圧力センサー（F.S 0.0133kPa, 1.33kPa, 133.3kPa）を備えており、完全独立した同時測定が可能です。目的により2つの測定モードが選択できます。
高精度、標準共にP/P_0=10^{-8}～測定可能です。
これらのモードに加え、新たに迅速BETモードを搭載し、4検体同時に最速15分でBET比表面積評価が可能となりました。

高精度（High precision）（P/P_0=10^{-8}–0.997）
最大3検体で吸脱着等温線を測定します。飽和蒸気圧測定のための専用ポートで常時飽和蒸気圧を測定します。サンプル部のフリースペース変化量を1つの測定ポートで実測し、高精度な測定を可能としました（特許AFSM™）。材料開発時の低サンプル量での評価など、研究・開発用途等に有効です。

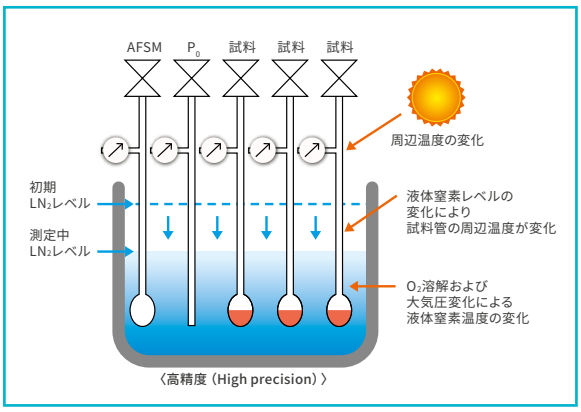
標準（Basic）（P/P_0=10^{-8}–0.997）
最大4検体で吸脱着等温線を測定します。飽和蒸気圧測定のための専用ポートで常時飽和蒸気圧を測定します。サンプル部のフリースペースの変化量は、実測による保存ファイルから自動計算されます。品質管理などサンプル数の多いスクリーニング用途等に有効です。

I 世界最高の再現性を実現
フリースペース連続測定方式「AFSM™（Advanced Free Space Measurement）」

国内特許番号：特許第3756919号、US Patent：6.595.036

吸脱着等温線測定中にフリースペースを常時測定する画期的な方法です。従来の方法は液体窒素液面制御を行いながら、吸脱着等温線測定開始前にフリースペースを測定し、常にそのフリースペースで吸着量を評価していました。
しかしその方法では測定中の僅かな液体窒素液面の変動や、大気中のO_2の溶け込み、室温変化がフリースペースの誤差となり、吸着量の誤差も大きくなっていました。フリースペース連続測定方式は、吸着量測定点毎にフリースペースを実測するため、冷媒の液面制御が不要となりました。また室温変化によるフリースペースの変化もキャンセルでき、周囲の環境変化に影響されず再現性の高い測定を実現しました。液体窒素液面制御を行う複雑な機構がありませんのでハンドリング性も向上し、トラブルのない測定を行うことができます。

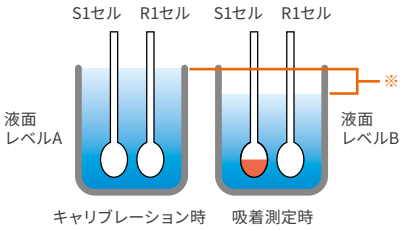
フリースペース連続測定方式（AFSM™）



I Heガス不要・短時間・高再現性の吸着測定「AFSM™2」

通常、フリースペースは吸着温度において、Heガスを用いて吸着測定前または測定後に実測した値、もしくは、予めキャリブレーションした空のサンプルセル容積と、試料の真密度から計算した値を利用し、吸着量を算出します。
新技術「AFSM™2」は、キャリブレーション時と測定時の冷媒液面が一致していなくても（図：液面AとB）、キャリブレーション時と同じ組み合せのサンプルセルとリファレンスセルを用いた場合にフリースペースの変化量が同じになることを利用して吸着量を算出する手法です。
この新方式では、Heガスを利用することなくフリースペースを決定できることから、測定コストの低減、測定時間の短縮、マイクロポーラス材料の測定時におけるHeガス吸着の排除などのメリットに加え、AFSM™（P.3参照）と同等の世界最高水準の再現性をご提供します。

AFSM™2による
キャリブレーション測定と吸着測定



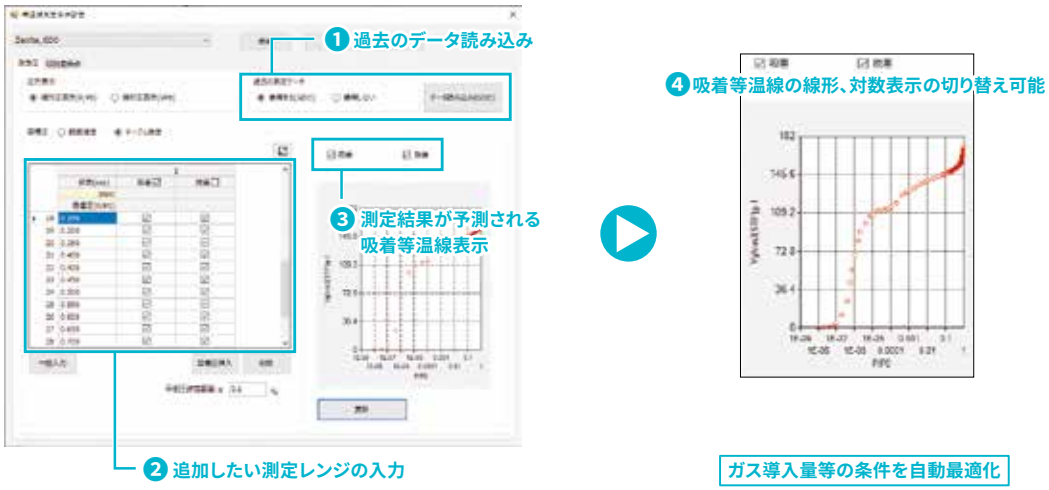
※液面レベルによるフリースペースの違いは、Heガスを利用せずAFSM™により算出可能

I 測定時間の短縮

2つの機能により、測定時間を50～70%（当社比）に軽減することが可能です。

❶ガス導入量最適化機能（Gas Dosing Optimization）を搭載

過去に測定した吸着等温線データを読み込むことでお客様の試料に合った最適な測定条件を自動構築することができます。任意の測定点の追加、削除も簡単に変更いただけます。これにより、これまで面倒であった、ガス導入量の決定を誰でも簡単に行うことが可能となりました。



❷ ガス導入用バルブのフィードバック制御

測定前に設置環境（供給ガス（He・N_2など）ボンベの2次圧）に併せたガス導入速度を取得することで、ご使用の装置毎に最適なバルブ制御を行い、測定時間の短縮に成功しました。

I 様々な吸着質・広範囲の測定条件に対応

様々なガス、蒸気吸着測定が可能です。各種温度デバイスにより、広範囲で測定することができます。

- N_2、Ar の極低圧から高相対圧までの吸着測定による比表面積、細孔分布評価
- CO_2吸着測定によるウルトラミクロ孔評価
- Kr 吸着測定による低比表面積評価
- NH_3、H_2、CO_2、O_2、CH_4、その他非腐食性ガスの吸着測定
- 水蒸気吸着測定による親水性・疎水性評価
- アルコールやベンゼン、その他非腐食性蒸気（VOC）の吸着測定
- 各種ガス・蒸気吸着速度測定

I ペレットや成型体、基板、飛散しやすい試料、大気に暴露させたくない試料など様々な材料に応じた測定が可能

接続部は外径φ9mmあるいはφ14mm（オプション）の試料管を取り付けることが可能です。
ペレットや成型体の専用試料管、さらに飛散しやすい試料も専用の試料管を用いて、簡単に測定できます。
またクイックシール（オプション）を用いることで簡易的に大気非暴露を実現できます。

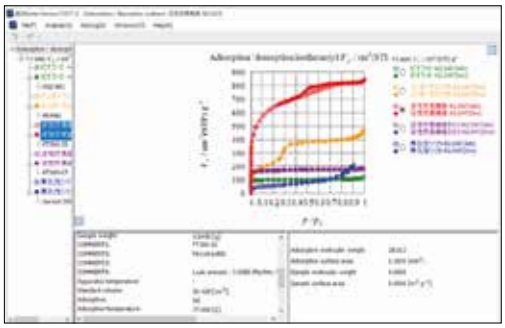
ソフトウェア　SOFTWARE

ソフトウェアは使いやすさを最優先にするとともに、測定者の方々の労働生産性を向上させる機能を多く搭載いたしました。
測定については、長年培った当社の高度な吸着技術をどなたにでも簡単に再現可能とし、洗練された各種解析理論により、
ご満足いただける結果が得られることをお約束します。解析結果は報告書作成のためExcel 形式で簡単に保存できます。

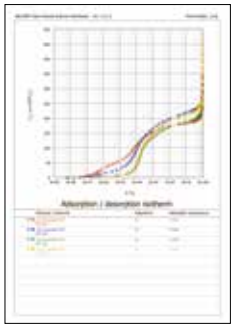
I 測定プログラム

- BELSORP シリーズ共通の新測定ソフトBELControl を搭載
- 吸着量測定の習熟度に応じて、様々な測定条件設定方法を選択可能
  ① 測定対象・解析内容に特化した設定を選択
  ② 過去の測定結果により自動で条件作成し（GDO）、測定時間短縮機能の使用
  ③ すべての条件を自在に設定
- 測定パラメータは試料測定中でも変更することが可能
- 測定前のリーク状態の把握、測定中の平衡判断、装置の動作状態の把握（温度、圧力トレンド）および、リアルタイムの吸脱着等温線が表示され現状の状況を一目で確認可能。
- 吸脱着等温線は測定中の重ね書きを実現し、ポート間の測定データ比較も測定途中で可能
- 各圧力、温度、バルブ操作履歴等が全てトレンドデータに保存され、トラブル時にもすぐに原因の究明が可能
- 装置状態の確認および診断のためのシステムチェックプログラムを搭載
- e-mail 通知機能により、測定状況、測定結果を自動送信
- 日本語もしくは英語対話型プログラムにより、簡単かつ確実な操作が可能
- ヘルプ機能もこれまで以上に充実し、カーソルをあわせるだけでガイドを表示
- 1台のPCで最大5台までのBELSORPシリーズを制御可能。

I 解析プログラム（BELMaster™）



- ドラッグ・アンド・ドロップによりデータ解析が可能。グラフの重ね書き、X-Y 軸スケールおよび単位変換、ポイントマーク、カラーを簡単に変更可能
- データ毎にカラーの設定が可能なため、各種解析で同一データの視認性が向上
- 解析結果画面を保存可能。PCをシャットダウンしても再起動時に保存状態から再解析可能
- 解析結果はドラッグ・アンド・ドロップで簡単にExcel 形式へ変換可能
- いつも同じ解析をする際に便利なルーチン解析設定機能を搭載
- 細孔分布解析、t-plot およびαs において、基準等温線としてお客様独自のデータを登録可能
- 右クリック一つですべての操作内容が表示され、プルダウン方式のように操作に迷う事はありません
- シミュレーションによる細孔分布解析ソフトBELSim™（NLDFT/GCMC）を搭載
- ワンクリックで簡単にExcel 変換が可能
- 解析プログラム：
  吸脱着等温線/PCT 曲線
  BET 比表面積及び I 型（ISO9277）BET 自動解析
  Langmuir 比表面積
  BJH、DH、CI、INNES法（メソ孔分布解析）
  HK、SF 法、CY法（ミクロ孔分布解析）
  t プロット法（ミクロ～メソ・マクロ孔解析）
  αs プロット法（ミクロ～メソ・マクロ孔解析）
  MP法（ミクロ孔分布）
  Dubinin-Astakhov法（ミクロ孔容積）
  等量微分吸着熱
  差吸着等温線
  フラクタル次元
  モレキュラープローブ法（ウルトラミクロ孔解析）
  吸着速度解析（オプション）
  NLDFT/GCMC（ミクロ～メソ・マクロ孔分布：BELSim™）



オプション　OPTIONS

I 各種モデル（検体数／測定レンジ）をラインナップ

様々なガス・蒸気吸着測定を可能とした、各種モデルをラインナップしております。
検体数、細孔分布評価レンジに合わせた圧力センサーの組み合わせにより、最適なモデルをご提案いたします。

I 各種吸着質に対応可能なガスセレクタ（耐食/非耐食）

各種吸着質に対応するため、ガスセレクタ（セレクトバルブ）により複数のガスを取り付けることが可能です。
測定毎に配管の取り外しを行う必要はありません。

▲ガスセレクタ

I 蒸気吸着オプション

本装置では配管および圧力計等を全て断熱材で覆った空気恒温槽（50℃）内に設置しています。さらに、空気恒温槽一体型の水槽（循環機付き）を用いることで、試料管上部も完全に保温します。これにより室温変化による基準容積部+フリースペースの温度変化を無くし、安定した測定が可能となります。さらに、蒸気の凝縮を防止し、室温付近での有機蒸気を含む各種蒸気吸着測定にも対応しております。親水性・疎水性評価やVOC 吸着能測定などにご利用ください。

I 高温蒸気吸着評価オプション：BELSORP MAX X-HT

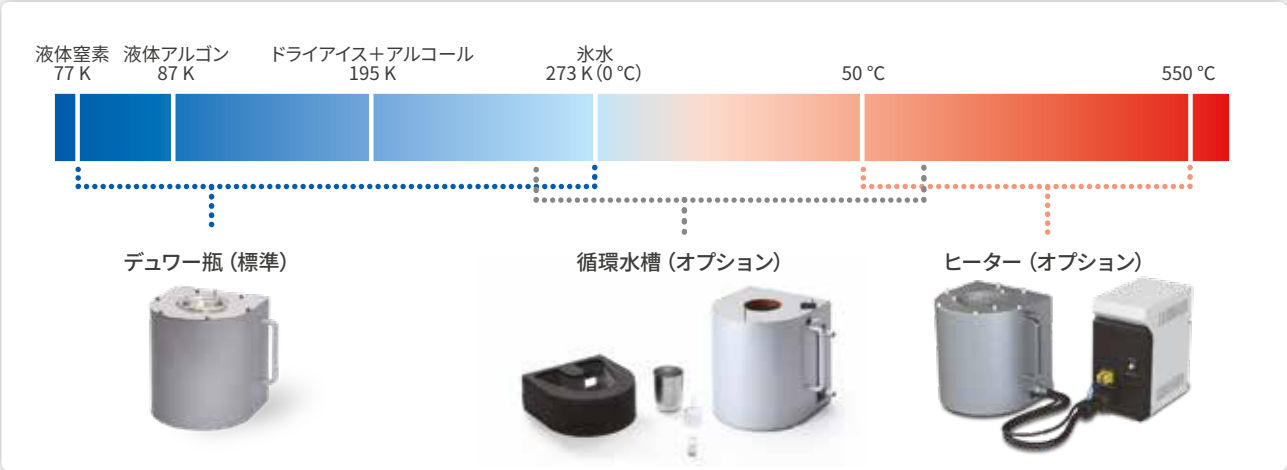
セメント・コンクリート・建材・デシカント空調・低温排熱利用・電池アプリケーション向けに、吸着温度80℃（吸着質による）までのガス・蒸気（水蒸気・VOC）吸着評価可能です。より高温までの蒸気吸着等温線測定に有効です。

I 高圧ガス吸着評価オプション：BELSORP MAX X-HP

CO_2削減（CCS/CCUS）・エネルギー貯蔵（CH_4/MCH/H_2）・ガス分離性能・CO_2によるウルトラマイクロ孔からメソ孔評価向けに、吸着温度80℃までの高圧ガス（900kPa）吸着評価が可能です。低圧から高圧、低温（LN_2温度）から高温までのガス吸着挙動の把握に有効です。

I 測定温度制御

広範囲の測定温度を達成するため、デュワー瓶、水槽、ヒーターを準備いたしました。ヒーターは試料の前処理と共に測定にも利用可能です。



アプリケーション　APPLICATION

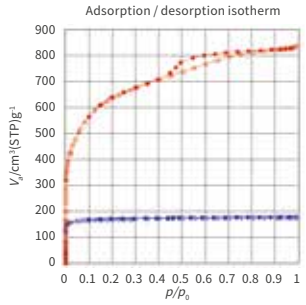
BELSORP MAX X は、触媒、電池、全固体電池、繊維、高分子材料、薬品、顔料、化粧品、磁性粉、分離膜、フィルター、トナー、セメント、セラミックス、半導体材料など、さまざまな分野でご使用いただけます。

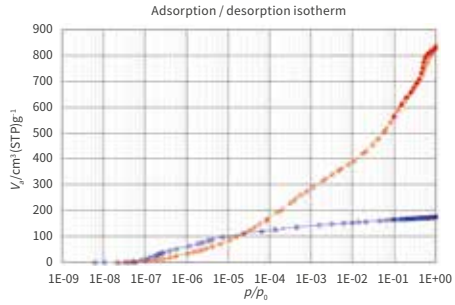
触媒　電池　カーボン　薬品　化粧品　セメント　トナー　顔料　セラミックス　電子材料

測定例 MEASUREMENT EXAMPLES

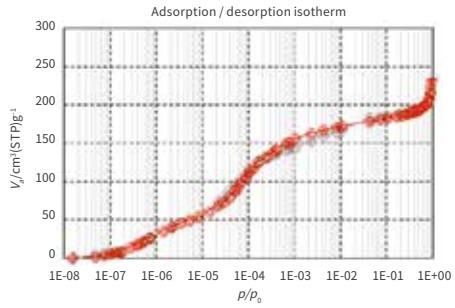
活性炭-窒素（77.4K）極低相対圧1X10^{-8}からの吸着等温線

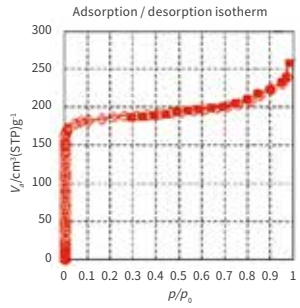
活性炭A（赤）、活性炭B（青）

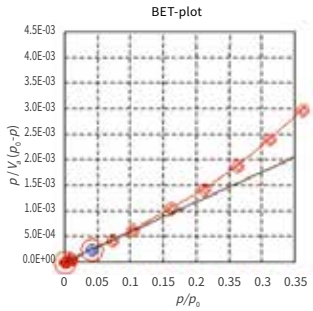


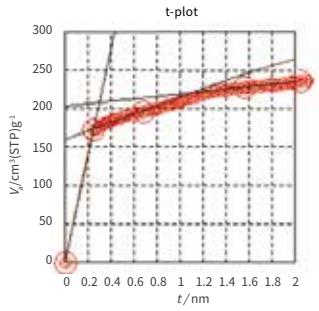


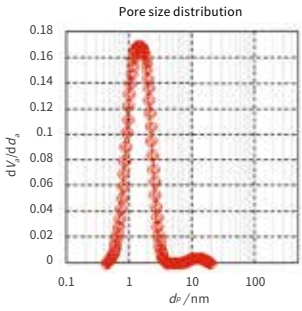
ゼオライト -N_2（77.4K）吸着等温線（片対数：上段左・線形：上段右）
BET（ISO 9277 に準拠）（下段左）、t-プロット（下段中央）、GCMC 細孔径分布（下段右）





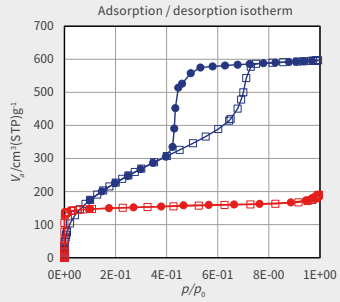


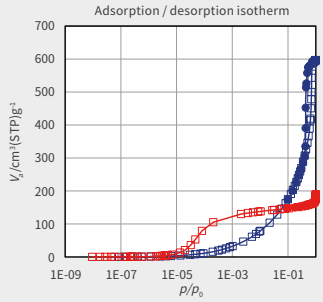


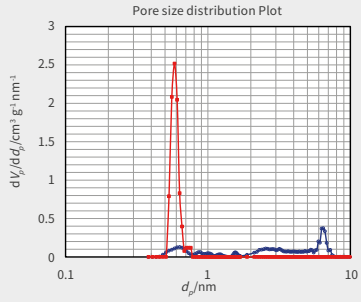


極低圧Ar（87.3K）吸着等温線および（左・中央）GCMC による細孔径分布（右）

SBA-16（青）、MS-5A（赤）

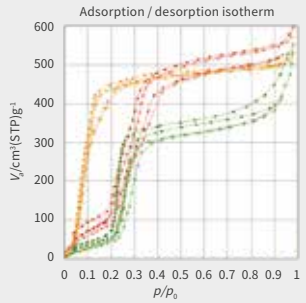






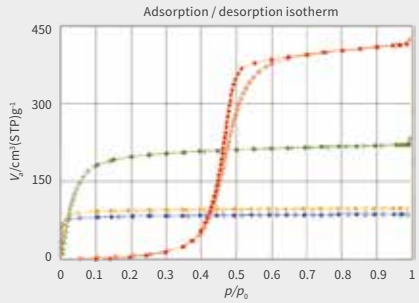
MOFの水蒸気吸着等温線（298K/293K）

フマル酸アルミニウム（緑）、UIO-66（赤）、MIL-160（オレンジ）



活性炭素繊維に対する各種有機蒸気の吸着等温線

水蒸気（20°C）（赤）、メタノール（15°C）（青）、ベンゼン（20°C）（緑）、四塩化炭素（20°C）（オレンジ）



試料管・消耗品　SAMPLE CELL/CONSUMABLES

型　式	品　名	仕　様	数　量	標　準	オプション
010-20000-2-0	標準試料管	パイレックス製、1.8cm³、MAX.500°C	4本/セット	12本	
010-20004-2-0	大容量試料管	パイレックス製、5.0cm³、MAX.500°C	4本/セット		○
010-21010-1-0	標準ガラス棒	パイレックス製、標準試料管（010-20000-2-0）用	4本/セット	12本	
010-21011-1-0	大容量ガラス棒	パイレックス製、大容量試料管（010-20004-2-0）用	4本/セット		○
010-20019-1-0	ペレット試料管	ペレット状（Φ10mm以下）の測定が可能	4本/セット		○
010-21021-1-0	ペレットガラス棒	ペレット試料管（010-20019-0-0）用	4本/セット		○
900-00077-0-0	ペレット試料管アダプター	ペレット試料管（010-20019-0-0）用	4個/セット		○
900-00078-0-0	クリップ	ペレット試料管（010-20019-0-0）用	10個/セット		○
015-22001-0-0	飽和蒸気圧管	SUS製	1本	1本	
010-22000-1-0	ロート	パイレックス製	4本/セット	4本	
010-22001-2-0	リキッドボトル	蒸気吸着測定用	1個		○
900-00066-1-0	試料飛散防止フィルター(FKM)	非腐食性ガス及び水蒸気用（FKM製、2μm）	4個/セット	12個	
900-00051-2-0	試料飛散防止フィルター(FFKM)	腐食性ガス及び有機蒸気用（FFKM製、2μm）	4個/セット		○
900-20018-1-0	クイックシール(FKM)	FKM製、2μm	4個/セット		○
900-20014-1-0	クイックシール(FFKM)	FFKM製、2μm	4個/セット		○
900-00003-0-0	FKM製Oリング	試料管取付用（P9）、非腐食性ガス及び水蒸気用	12個/セット	12個	
900-00004-1-0	FFKM製Oリング	試料管取付用（P9）、腐食性ガス及び有機蒸気用	4個/セット		○
900-00079-1-0	試料管用断熱スリーブ		4個/セット	8個	
900-00080-0-0	飽和蒸気圧管用断熱スリーブ		3個/セット	1個	
015-22000-0-0	断熱蓋	デュワー瓶用	1個/セット	1個	
990-00004-1-0	比表面積用標準試料	カーボンブラック#3845	0.4g	0.2g	
990-00001-2-0	水蒸気吸着用標準試料	Aerosil200	0.4g		○（0.1g）
990-00012-0-0	高圧ガス吸着量用標準試料	活性炭	0.6g		○（0.6g）

▲標準付属品、オプション品

試料前処理装置　SAMPLE PRETREATMENT DEVICE

Model		BELPREP VAC II	BELPREP VAC III
真空加熱処理		○	
流通加熱処理		△（オプション）	
検体数		3	6
最大加熱温度		430 °C	450 °C
温度制御精度		±5 °C	
プログラム温度制御機能		—	○
自動パージ停止機能		○	—
排気速度自動切替機能（サンプル飛散防止）		○	—
外形寸法・質量（本体のみ）		W321 × H158 × D363 mm、15 kg	W400 × H317 × D383 mm、15 kg
ユーティリティ	ガス	N_2 0.1 MPa（G）、1/8 インチ Swagelok継手	
	電源	単相 AC 100-240 V、50/60 Hz、1000 W（R.P.含む）	単相 AC 100-240 V、50 / 60 Hz、1100 W（R.P.含む）

仕様　SPECIFICATIONS

Model		BELSORP MAX X	高温蒸気吸着仕様 (BELSORP MAX X-HT)	高圧ガス吸着仕様 (BELSORP MAX X-HP)
測定原理		マノメトリック法（定容量法）＋ AFSM™, AFSM2™		
吸着質	ガス	N_2、Ar、Kr、CO_2、H_2、O_2、CH_4、NH_3、その他非腐食性ガス		
	蒸気	H_2O、MeOH、EtOH、C_6H_6、その他非腐食性蒸気		
測定検体数		最大４検体	最大４検体	最大３検体
測定範囲	比表面積	0.01 m^2/g 以上（N_2）、0.0005 m^2/g 以上（Kr）		
	細孔径分布	0.35～500 nm		
	ガス吸着等温線 (N_2@77.4K、Ar@87.3K)	P/P_0=1×10^{-8}～0.997	P/P_0=1×10^{-6}～0.997	P/P_0=1×10^{-8}～0.997
	蒸気吸着等温線	P/P_0～0.95@40 °C	P/P_0～0.95@70 °C	P/P_0～0.95@40 °C
	高圧ガス吸着	ー	ー	10Pa～900kPa
圧力センサー	1MPa	ー	ー	1台
	133kPa	6台	6台	5台
	1.33kPa	最大4台	4台	3台
	13.3Pa	最大3台	ー	2台
空気恒温槽		50 °C	80 °C	50 °C
ガスポート		3 （最大12ポートまで追加可能）		
蒸気導入ポート		1		
測定温度	デュワー瓶	LN_2、LAr 温度（LN_2 保持時間80時間／2.6 ℓ）		
	水槽	-10 ～ 70 °C（恒温循環機）		
	ヒーター	50 ～ 550 °C		
真空ポンプ		ロータリーポンプ＋ターボ分子ポンプ（OP:ダイアフラムポンプ）		
本体寸法（W×H×D）、重量（本体）		W360 × H870 × D590 mm、50 kg		
ユーティリティ	ガス※	Heガス、吸着ガス：0.1 MPa（G）、1/8 インチ Swagelok継手 バルブ駆動用ガス：0.5～0.6 MPa（G）、1/4 インチ ワンタッチカプラ継手		
	電源	AC 100 ～ 240 V 400 VA（R.P.含まず）		
ソフトウェア動作環境		OS Windows10 以上、CPU Intel® Core i3 以上、メモリー 2 GB 以上、ハードディスク 5 GB 以上		
モニタ必要スペック		Full HD モニタ推奨		
CE 認証		有		

※吸着ガスの供給圧は測定目的に応じて異なります。詳細はお問い合わせください。

※カタログ記載の製品（貨物・役務）は、輸出国・用途などによっては「外国為替および外国貿易法（外為法）」による輸出規制品等に該当する場合があります。
規制品に該当する製品（貨物・役務）の輸出に関しては、日本政府の審査を受けて許可・承認等を得る必要があります。

MICROTRAC
PARTICLE CHARACTERIZATION

マイクロトラック・レッチェ 社
Retsch-Allee 1-5 · 42781 Haan · Germany
Phone +49 2104 2333-300 · info@microtrac.com

マイクロトラック 社
215 Keystone Drive · PA-18936 Montgomeryville · USA
Phone 1-888-643-5880 · marketing@microtrac.com

マイクロトラック・ベル株式会社
〒559-0031 大阪市住之江区南港東8-2-52
本社・大阪営業所・大阪アプリケーションラボ・TEL: 06-6655-0362
東京営業所・東京アプリケーションラボ・TEL: 03-6457-6707
名古屋営業所・TEL:052-288-0792

info@microtrac-bel.com · www.microtrac.com

part of VERDER scientific

仕様は断りなく変更になることがあります。
Copyright © by MicrotracBEL Corp.
Catalog No. 3334R5 2024.06 (R)