



高精度ガス吸着量測定装置

BELSORP MINI X

microtrac.com/jp/products/gas-adsorption-measurement/surface-area-pore-size-distribution/belsorp-mini-x/

BELSORP MINI X

高精度ガス吸着量測定装置

機能性材料の比表面積・細孔分布を誰でも簡単に高精度で、短時間に評価

BELSORP MINI Xは、比表面積、細孔分布、細孔容量などを高精度に短時間で評価することが可能です。4本の測定ポートと飽和蒸気圧専用のポートに専用の圧力センサを搭載しているため、完全に独立した同時測定が可能です。

測定ソフトウェアは、測定の実行、測定前準備の手順をステップ毎にガイドしてくれます。また、測定進捗状況の表示、測定結果のEメール送信など、ユーザーの労働生産性を向上させます。

お客様が求める処理検体数に応じて、1台のパソコンで最大5台の装置の同時制御を実現しました。さらに、新しい解析ソフトウェア（BELMaster™）により、これまで以上に幅広い材料の構造評価が可能になりました。

**最大4検体同時測定**

最大4検体の試料を同時に短時間で測定することが可能です。

BELSORP MINI X

世界最高水準の再現性

- 最大4検体同時測定
- 世界最小・最軽量
- AFSM™（フリースペース連続測定方式）による世界最高水準の再現性
- AFSM™2によるHeガス不要な再現性の高い吸着等温線測定（NET吸着量評価）
- 目的に応じた3つの測定モード（高精度測定、多検体測定、迅速BET測定）
- 各ポート専用の圧力センサによる完全同時測定
- 最大20検体の同時測定（5ユニット同時制御）
- GDO（ガス導入最適化機能）による短時間測定
- メール通知機能によるプロセス監視（IOT）
- 分子プローブ法によるウルトラマイクロポアの解析（オプション）
- FDA 21 CFR Part 11 対応可能（オプション）

BELSORP MINI X

主な特長

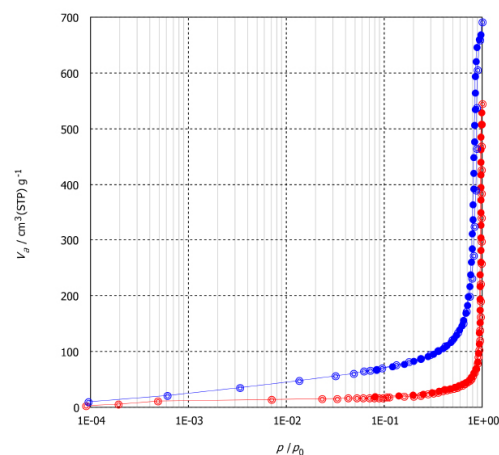
独自の技術により、高精度な吸着等温線測定を実現。BET比表面積：0.01 m²/g ~ (N₂)、細孔分布：0.7~500 nm（オプション：0.35~500 nm、分子プローブ法）の評価が可能です。

多彩な測定モード

R & D向けの高精度測定モードとハイスループットな多検体測定モード、品質管理向けの迅速BET測定モードを備えています。

簡単な操作

シンプルモードは、最低限の条件（試料情報、前処理条件、測定範囲など）を入力するだけで測定が可能です。プロフェッショナルモードでは詳細な測定条件を設定できます。

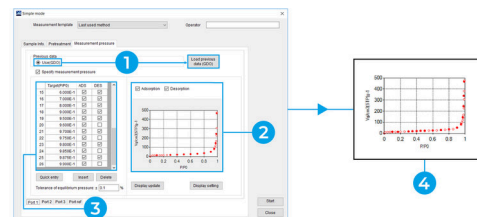


BELSORP MINI X

測定方法

測定時間の短縮：ガス導入最適化（GDO）機能

GDO（Gas Dosing Optimization）機能により、過去に測定したデータから最適なガス導入量を自動計算し、設定点を的確に短時間に測定することができます。



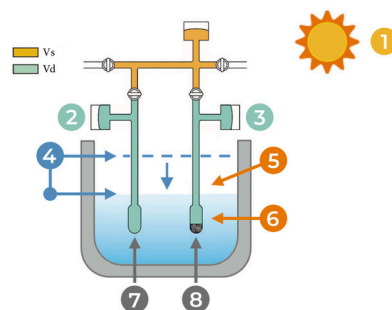
世界最高の再現性を実現：フリースペース連続測定方式（AFSM™）

液体窒素などの冷媒を利用した吸着等温線測定において、冷媒の液面を一定にしても、室温や気圧変動、酸素などの冷媒への溶解による温度変化からフリースペースが変化し、測定誤差が生じます。

そこで、フリースペース変化を常に実測するフリースペース連続測定方式（Advanced Free Space Measurement, AFSM™）を開発し、優れた測定精度を保證することが可能となりました。

フリースペースに影響する環境要因：

- 液体窒素の液面変化
- 室温・気圧の変動
- 酸素溶解による冷媒の温度変化

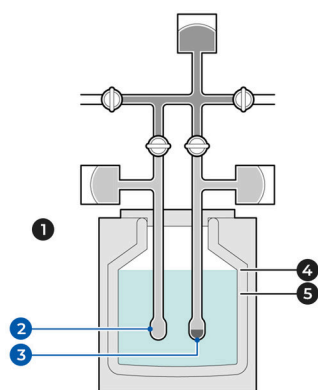


BELSORP MINI X

ヘリウムガス不要な測定と前処理

ヘリウムガス不要な吸着等温線測定 (AFSM™2)

ヘリウムガスを使用せずにフリースペースを決定し、吸着等温線測定が可能な方法です。測定用吸着ガスを用いて、予め試料管ならびにリファレンス管のブランクのフリースペースを測定しておきます。フリースペースの変化はAFSM™を用いて実測、決定できるため、ブランク測定と吸着測定の間で冷媒の液面を合わせる操作は不要です。



小型・軽量化

構成部材の最適化を図り、小型・軽量化に成功しました。

適切な前処理

正確な吸着測定のため、加熱・真空下で試料の吸着ガスや水分子を除去します。BELPREP VACシリーズ（別置き前処理装置）を用いるか、BELSORP MINI Xの測定ポートで専用ヒーターを使用できます。大気暴露を避けたい親水性試料に有効です。

洗練された解析ソフトウェア (BELMASTER™)

BELMaster™により、吸脱着等温線の表示、Langmuir法やBET法による比表面積評価、t-plot法による細孔容積・表面積評価、DH法やBJH法、INNES法によるメソ孔解析、DA法によるマイクロ孔容積評価などが可能です。オプションで分子プローブ法やGCMC/NLDFT解析にも対応します。

BELCONTROLのその他機能

- 各測定ポートの吸着/脱着等温線を測定中に重ね合わせて比較
- Eメールで測定の進捗状況や結果を自動送信
- 圧力、温度、バルブ動作などのトレンドデータを保存
- 日本語・英語の対話式プログラム
- システム診断ツールで機器の状態を確認
- アイコンで操作方法をステップバイステップで解説

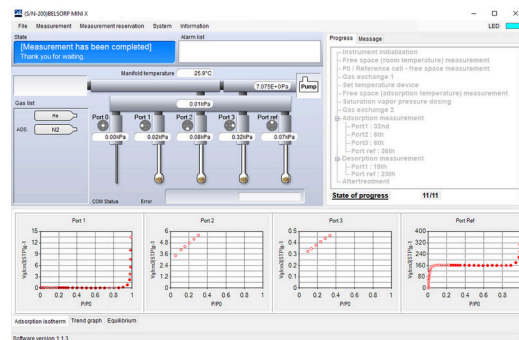
BELSORP MINI X

BELCONTROL : BELSORPシリーズ制御ソフトウェア

BELSORP次世代ソフトウェア「BELControl」は操作性を最優先に考え、労働生産性を向上させるための多くの機能を搭載しています。操作アイコンを採用し、測定の実行、測定前の準備（ガスボンベの交換、マニホールドのバージ、液体吸着質の脱泡）等をステップごとにガイドします。

経験の浅いユーザーには、試料情報、前処理条件の選択（外部で行う場合は省略可能）、測定範囲の設定等、簡単な操作で測定可能です。

経験値が高いユーザーには、前処理条件、測定点、ガス導入量設定、平衡判断、リークチェックなど、独自の詳細な設定が可能です。



機能	対応	BELControl
迅速BET評価	あり	BET多点法による比表面積を20分以内で評価
Heガスフリー吸着等温線測定	あり	通常必須のHeガスを不要とした高精度吸着等温線測定
吸着速度評価	オプション	拡散係数、物質移動係数評価のための吸着速度測定

測定ソフトウェア

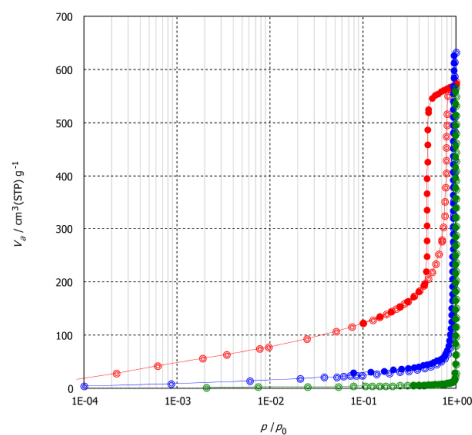
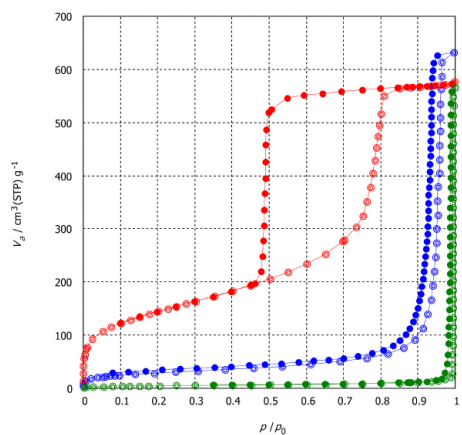
2種類の測定モード（シンプルモードとプロフェッショナルモード）を備えています。シンプルモードでは試料情報、前処理条件、測定レンジを入力するだけで測定できます。プロフェッショナルモードでは測定点、ガス導入量、平衡判断、リークチェックなどを独自に設定できます。

詳しく見る → microtrac.com/jp/products/gas-adsorption-measurement/software/belcontrol/

多孔性・無孔性材料のガス吸着測定

解析ソフトウェア BELMASTER

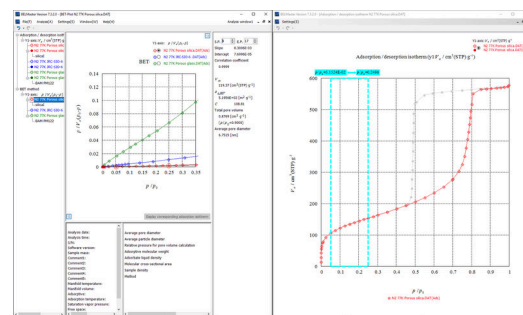
吸着等温線は、一定温度における吸着剤への吸着量と吸着ガスの平衡圧力の関係として表されます。ガス吸着等温線（窒素やアルゴンなど）から、測定試料の比表面積、細孔径分布、細孔容積に関する情報が得られます。



比表面積は、試料のアクセス可能な表面積を指し、不均一系触媒などでは表面の反応場の量を把握するために重要です。BET法やLangmuir法で算出できます。正しい圧力範囲（BET多点法）または圧力値（BET単点法）を選択すると、表面積が自動計算されます。

BELSORP MINI Xは、クリプトンガスでのみ評価可能であった0.1 m²程度の全表面積の試料を再現性良く測定できます。迅速BETモードでは4つのサンプルのBET比表面積（3点BET）を約15分で取得できます。

BELMasterは、N₂、Ar、CO₂などのガスに対応する59のカーネルライブラリを備え、QSDFT、NLDF、GCMC法で材料の表面特性と細孔形状を考慮した解析を可能にします。



低表面積の材料を世界最高レベルの再現性で評価

AFSM™（フリースペース連続測定方式）

BELSORPシリーズはフリースペース連続測定方式（AFSM™）を利用し、フリースペースの変化を実測することで再現性の高い吸着等温線測定が可能です。標準認証物質BCR-170（無孔性 α -アルミナ、 N_2 のBET比表面積の参照値： $1.05 \pm 0.05 \text{ m}^2/\text{g}$ ）について、全表面積を約 2 m^2 から 0.4 m^2 に変えた場合も再現性の高い結果が得られました。

サンプル	吸着	全表面積 [m^2]	重量 [g]	BET比表面積 [m^2/g]	C定数
BCR-170_1	N_2	~2	~1.94	1.03	114
BCR-170_2	N_2	~1	~1.12	1.02	143
BCR-170_3	N_2	~0.7	~0.75	1.03	101
BCR-170_4	N_2	~0.4	~0.38	1.02	50

*相関係数0.9995以上

BELSORP MINI X

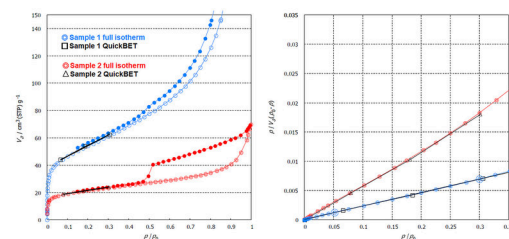
迅速BETモード

最大4検体の試料を吸着点3点で約15分で測定できます（要サンプル密度）。フリースペース測定ファイルは次回以降の迅速BETモードで再利用するか、実測により決定できます。

試料	多点・高精度	多点・迅速	単点・高精度	単点・迅速
1	189.9	190.5	188.1	190.3
2	75.7	77.4	74.7	75.7

BET比表面積 [m^2/g]、 N_2 吸着。多点法 p/p_0 : 0.05–0.30、単点法 : 0.20。

迅速BETモードは測定時間を大幅に短縮しながら高精度モードと同等の結果を得ることができます。



BELSORP MINI X

機能

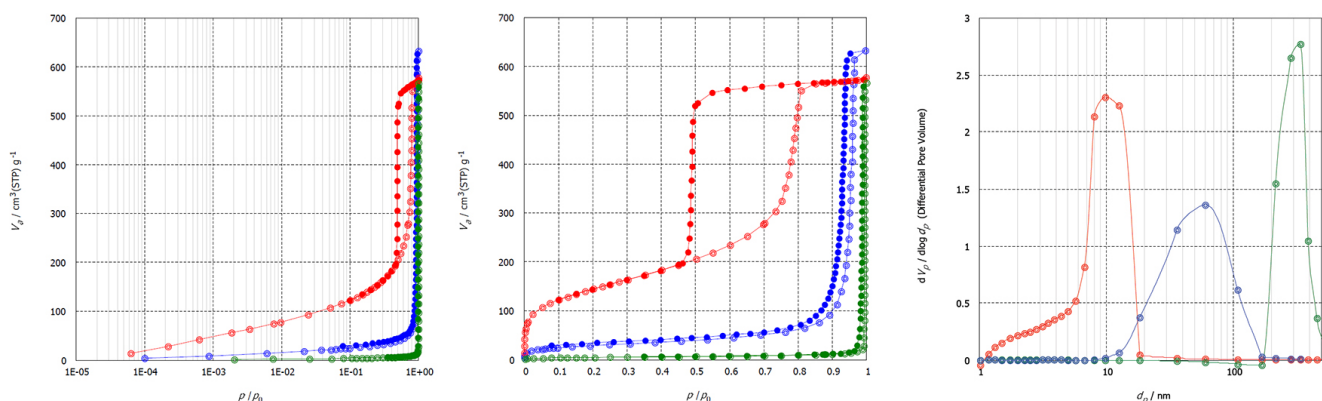
NLDFT法とGCMC法による細孔径分布解析

古典的な細孔分布（PSD）としてINNES法（スリット形状）、BJH、DH、CI法（シリンダー形状）があり、メソ孔の評価が可能です。HK法、SF法、CY法はマイクロ孔の評価に使用できます。NLDFT法、GCMC法はマイクロ孔からメソ・マクロ孔まで統一した理論で計測できるコンピュータシミュレーションによる評価法です。

細孔分布解析理論	材料表面と吸着質の相互作用	吸着質	細孔径適用範囲
BJH, CI, DH, INNES法	ケルビン式	液体密度	> 2 nm、メソ～マクロ孔
HK, SF, CY法	Lennard-Jones ポテンシャル	液体密度	0.4–2 nm、マイクロ孔
NLDFT, GCMC法	統計的熱力学モデル		0.4–500 nm、全細孔範囲

Microtracは、 N_2 (77.4 K)、Ar (87.3 K)、 CO_2 (298 K) などの吸着質に対し、炭素や金属酸化物の表面原子を持つスリット、シリンダー、ケージ形状の構造に適用可能なカーネルを提供します。BELMASTERは実験とシミュレーションの等温線を比較できます。

BJH法による細孔径分布の解析例：



BELSORP MINI Xは各ポートに1000 Torrセンサーを装備。相対圧 $p/p_0 = 1 \times 10^{-4}$ から測定可能。オプション：分子プローブ法により0.35 nmから評価可能。

BELSORP MINI X

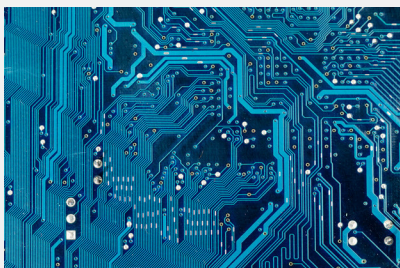
代表的な用途

さまざまな業界での使用例：電池材料、触媒、薬／薬剤、化粧品、繊維、ポリマー、セラミックス、セメント、トナー、色素、陶磁器、磁性剤、分離膜、半導体（CMP）、吸着剤、MOF／PCP 等。



エネルギー・多孔質材料

- | 電池材料
- | 触媒
- | ゼオライト
- | セラミックス
- | カーボン



産業材料

- | 電子部品
- | 燃料電池
- | トナー
- | セメント
- | 薬／薬剤



機能性材料

- | シリカ
- | MOF／PCP
- | 色素
- | 化粧品
- | その他

アプリケーションデータベース

アプリケーションデータベースに各種資料を掲載しております。

[アプリケーションデータベース](https://microtrac.com/jp/applications/application-database/) → microtrac.com/jp/applications/application-database/

BELSORP MINI X

付属品とオプション



標準消耗品

試料管、ガラス棒、フィルター、Oリング、キャップなど。各種サイズの試料管、粉体飛散防止用のNSDカプセル、クイックシール、その他オプションの消耗品も用意しています。



水槽（オプション）

測定温度範囲：-10℃～80℃のウォーターバス。使用には、冷却／加熱サーキュレーターが必要です。



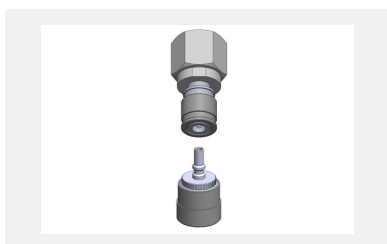
ヒーター（オプション）

50℃から550℃までの試料の前処理と測定が可能です。



ガスセ렉タ（オプション）

The gas selector enables the connection of up to 4 adsorptives simultaneously (1 x Helium + 4 x adsorptive).



AIRGUARD測定システム

AirGuard測定システムは、BELSORP機器上で正確なBET表面積および細孔分布測定を可能にしつつ、デリケートなサンプルを湿気や酸素への曝露から保護します。簡単なワンタッチ設置で、分析時間を増やすことなく高精度な測定を保証します。既存のBELSORPシステムにも後付けできます。

BELSORP MINI X

製品仕様

測定原理	定容量式ガス吸着法 + AFSM™（フリースペース連続測定）
吸着ガス	N ₂ , Ar, CO ₂ , H ₂ , CH ₄ , n-Butane, iso-Butane, その他非腐食性ガス
ガスポート	2ポート（最大5ポート）
測定検体数（高精度モード）	最大4検体同時測定／高精度モード：3検体／多検体モード：4検体
測定範囲（比表面積）	0.01 m ² /g 以上（N ₂ 、試料密度による）
細孔径分布	0.7–500 nm、オプション：0.35 nm～（モレキュラープローブ法）
吸着等温線	p/p ₀ = 10 ⁻⁴ （N ₂ @77 K, Ar @87 K）
圧力センサー	搭載数：合計6台（133.3 kPa F.S）
真空計・真空ポンプ	ロータリーポンプ（etc）
試料管	標準：容量約1.8 cm ³ ／オプション：容量5 cm ³ 他
デュワー瓶	容積：2 L／保持時間：30時間
前処理ヒーター	50–450°C（4ポート）
水槽	-10–80°C（4ポート）
解析プログラム BELMaster™	吸脱着等温線、BET比表面積 I 型（ISO 9277）、BET自動解析、Langmuir 比表面積、BJH、DH、CI、INNES法
解析プログラム BELMaster™（続き）	tプロット法、NLDFIT/GCMC（オプションソフト BELSim™）、MP法、Dubinin-Astakhov法、差吸着等温線、モレキュラープローブ法、αSプロット法。その他は別途ご相談ください。
外形寸法（W × H × D）	280 × 650 × 465 mm（真空ポンプ・コンピューターは除く）
重量（メインユニット）	38 kg（真空ポンプ・コンピューターは除く）
ユーティリティ（ガス）	He、N ₂ 、吸着ガス（純度99.999%以上）。レギュレータ：0.1 MPa（G）、継手：1/8" Swagelok、排気：ロータリーポンプ排気口 φ11 mm
ユーティリティ（電源）	AC 100–240 V、1000 W（R.P.含む）、50/60 Hz
CEマーキング	はい
モニタ必要スペック	Full HD モニタ推奨

BELSORP MINI X

お問い合わせ →

microtrac.com/jp/contact/contact-form/?prefilltext=contact_form.request&product=602

見積依頼 →

microtrac.com/jp/contact-services/quote-request-form/?prefilltext=contact_form.quote_request&product=602



MICROTRAC
a **VERDER** company

microtrac.com/jp/products/gas-adsorption-measurement/surface-area-pore-size-distribution/belsorp-mini-x/

© Microtrac – microtrac.com / Content may be subject to modifications or corrections