

BELSORP SERIES

高精度ガス・蒸気吸着量測定装置

各種機能性材料の
比表面積・細孔分布・表面特性評価





BELSORP SERIES

INDEX

BELSORPシリーズの変遷・基本原理（定容量法）・特長	6 - 11
BELSORP MINI X	12 - 13
BELSORP MAX G	14 - 15
BELSORP MAX II	16 - 19
BELSORP MAX	20 - 21
オプションとアクセサリ	22 - 23
測定ソフトウェア	24 - 25
解析ソフトウェア BELMASTER	26 - 27
吸着等温線測定及び解析結果	28 - 29
BELPREP VACシリーズ（前処理装置）	30
BELCRYO：低温可変/温度制御ユニット	31
BELSORP MRシリーズ 基本原理（流通法）・特長	32 - 33
BELSORP MR1 ・ MR6	34 - 35
アプリケーション	36
製品モデル別 評価項目比較	37
技術仕様	38 - 39

MICROTRAC MRB

最新の 粉粒体特性評価



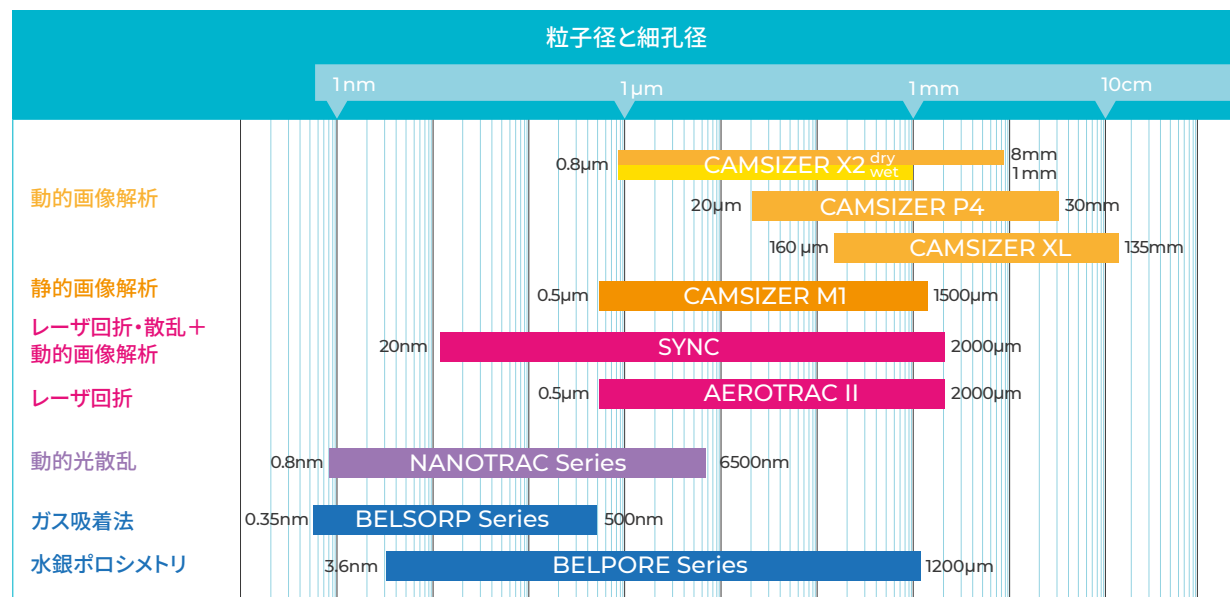
Microtrac MRBは、粉粒体の特性評価における、
ワンストップソリューションを提供します。
革新的な技術と高品質が事業の基盤となっています。

Verder Scientific Groupの一員として、
関係会社・販売会社のネットワークを通じて
全世界にビジネスを展開しています。



MICROTRAC MRB

3つのコア技術



Microtrac MRBは、3つのコア技術による製品ラインをグローバルに展開しています。

| 散乱光解析

MICROTRACシリーズは、粒子径分布測定の汎用的な方法であるレーザ回折・散乱式装置（静的光散乱）のリーディングブランドです。また、ナノ粒子の特性解析に適した動的光散乱式装置もラインナップしています。これらの製品の開発・製造拠点はアメリカのペンシルベニア州にあります。

| 画像解析

CAMSIZERシリーズは、静的画像解析/動的画像解析の技術で粒子径分布、及び粒子形状を測定する装置を提供します。これらの製品の開発・製造拠点はドイツのハーンにあります。

| 比表面積・細孔分布・真密度・触媒評価

BELシリーズは、ガス吸着法を用いた比表面積（BET）、細孔分布、そして真密度、触媒の評価装置をラインナップしています。これらの製品の開発・製造拠点は大阪にあります。

30年以上の信頼と実績

BELSORPシリーズの変遷

1991



| BELSORP 28 SA

1検体自動ガス吸着装置
(第2世代)

2001



| BELSORP MINI & MINI II

3検体同時ガス吸着装置
AFSM™ (Advanced Free Space
Measurement) 初搭載機
(第3世代)

2006



| BELSORP MAX

3検体同時ガス・蒸気吸着装置
世界初0.1Torrの圧力センサーを
搭載したマイクロ孔〜評価

2016



| BELSORP MAX II

4検体同時ガス・蒸気吸着装置
GDO (Gas Dosing Optimization)
を搭載した初代モデル
(第4世代)

2019

VERDER
scientific

| VERDER グループ

MicrotracBEL、Microtrac Inc
Retsch Technologyの3社が
Verder Scの一部として合併

1987



| BELSORP 28

国産初の自動ガス吸着装置
3検体逐次測定モデル
(第1世代)

1995



| BELSORP 18

世界初(定容量法)自動蒸気吸着
装置

2003



| BELSORP AQUA 3

3検体同時の蒸気吸着装置

2013



| BELSORP MR シリーズ

流通式ガス吸着法による迅速BET
測定

2018



| BELSORP MINI X

4検体同時ガス吸着装置
世界最小・最軽量モデル

2020



| BELSORP MAX G

1検体自動ガス吸着装置
マイクロ孔〜評価のコンパクト・
ローコストモデル

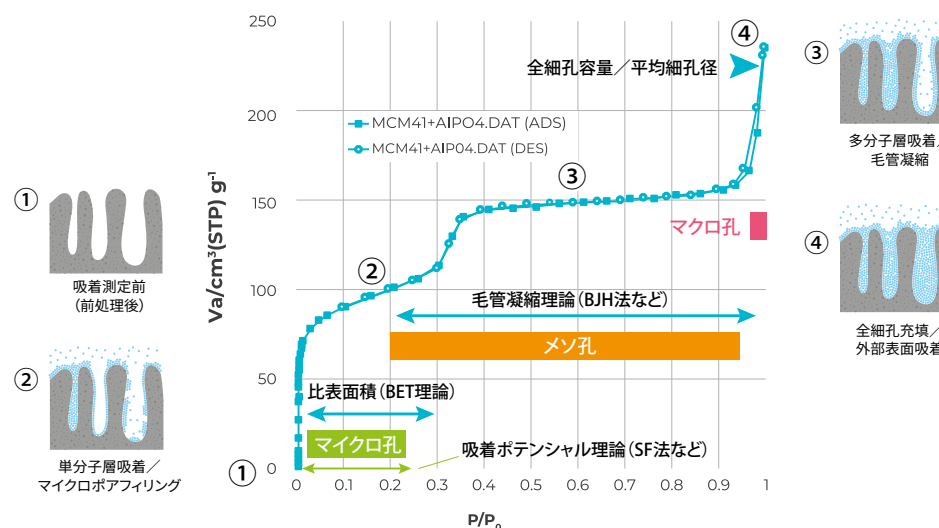
吸着の基本原理

吸着等温線から 得られる情報？

吸着等温線とは、一定温度における吸着材と吸着質（気体・蒸気）の平衡圧力と吸着量の関係を表します。吸着量は吸着剤単位質量当たりで縦軸に示され、一方、圧力は通常は相対圧、すなわち飽和蒸気圧に対する平衡圧力の比として横軸に表されます。そのため相対圧力は「0～1」の範囲となります。相対圧力が0の場合は、吸着前（前処理後）の状態を表し、1の場合は吸着材すべての細孔が吸着質で埋まった後（飽和状態）の状態を表します。一般的には、77KのN₂や87KのArなどの吸着等

温線を測定することで、BET理論から $P/P_0=0.05\sim 0.30$ の相対圧力範囲で（この範囲は、ミクロポーラス材料では $P/P_0=0.05$ 以下の値まで拡張）比表面積を評価することができます。また、細孔径分布は、細孔径範囲によって用いる理論が異なることから、測定した吸着等温線から各理論を用いて算出することができます。一般的に、マイクロ孔（2nm以下）は $P/P_0\leq 0.20$ 、メソ孔（2-50nm）は $P/P_0=0.20-0.95$ で、マクロ孔（50nm以上）は $P/P_0=0.95$ 以上の吸着等温線から評価されます。

近年、統計的熱力学モデル（NLDFT法&GCMC法）を用いて、一つの理論で数百nmまでの細孔構造を解析できるようになりました。上の図は、SBA-15（メソポーラスシリカ）の窒素吸着等温線（77K）を示したものです。相対圧0、0.2、0.6、0.99の細孔内の吸着質の充填イメージを示しています。相対圧0～0.05、0.3～0.4で吸着量の大幅な増加が見られ、マイクロ・メソポアの存在を確認することができます。また、相対圧0.95以上の吸着量の大幅な増加は粒子間空隙への窒素の充填と推測できます。



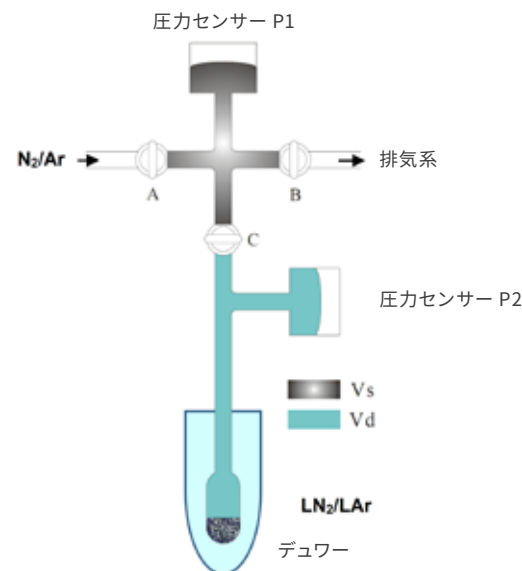
吸着の基本原理

吸着等温線測定法： 定容量法

吸着等温線を正確に測定することは、様々な非多孔質材料や多孔質材料の比表面積、細孔径分布、細孔容積、吸着速度、表面特性を決定するために不可欠です。ガス吸着法の測定原理は、定容量法、重量法、パルス吸着法、流通法に分けられます。吸着量評価の最も一般的な方法である定容量法に基づく装置には、吸着ガスの導入機構、圧力センサー（P1、P2）、真空ポンプ、バルブなどの部品が搭載されています。まず、サンプルセルに試料を充填し、適切な温度で前処理を行います（加熱・真空）。その後、サンプルセルを測定

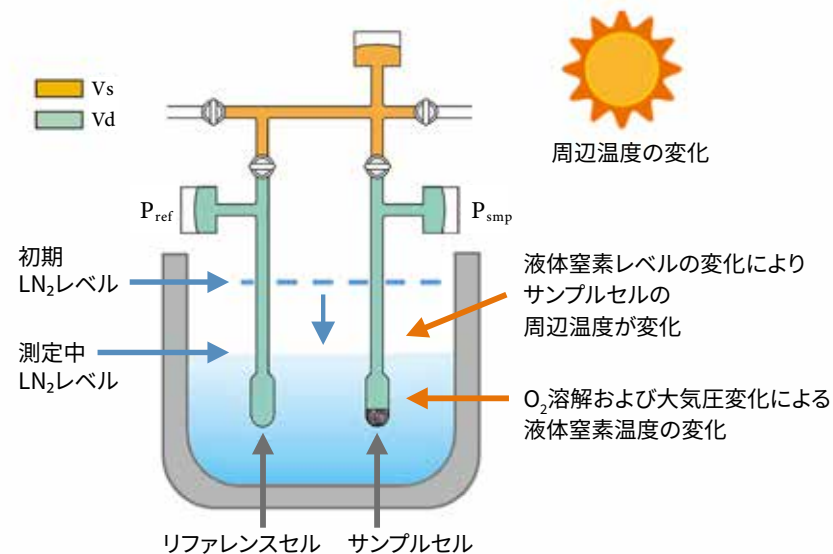
ポートに移し（別途、前処理した場合）、システム全体を真空引きします。液体窒素や液体アルゴンなどの冷媒をデュワー瓶に充填します。定容量方式では、吸着前後の圧力変化から、非理想気体の状態方程式に基づいて吸着量を算出します。具体的には、圧力（ P_i ）を持つ一定量の吸着ガスを、体積既知のマニホールドに導入します（ V_s ：各装置の標準体積）。サンプルポートのバルブCを開き、平衡状態に達した後の圧力（ P_e ）を測定し、 P_i と P_e の圧力差、フリースペース（ V_d ）から、吸着量を算出することができます。上述のプロセスを

異なる圧力で繰り返すことで、吸着等温線を得ることができます。各測定点では、フリースペースを求める必要がありますが、これは当社の特許技術であるAFSM™によって正確に決定されます。



BELSORPシリーズの特長

フリースペース 連続測定法: AFSM™



吸着等温線(吸着量)を測定する際には、吸着量を正確に素早く測定するだけでなく、高い再現性を確保することが必要です。特に比表面積が小さい場合には、冷媒の蒸発によるフリースペースVdのわずかな変化を実測することが重要です。Microtrac MRBの特許技術であるAFSM™ (Advanced Free Space Measurement) 法は、表面積の小さい材料であっても、正確で迅速な測定を可能にし、世界で最も高い再現性を実現します。サンプルセル内のフリースペースは、冷媒の蒸発によって徐々に変化

します。一般的には、測定の開始時または終了時に一度決定され、終始一定に保たれるような工夫をおこないます。この従来方法では、測定中の冷媒液面の変化、O₂の溶解、室温や気圧の変化など、フリースペースに影響を与える複数の要因を考慮することができず、吸着量を正確に評価することができませんでした。Microtrac MRBの特許である AFSM™ は、吸着測定点ごとのフリースペースを常にも実測する画期的な方法です。AFSM™は、サンプルセルとリファレンスセルの両方の初期フリースペースを

同時に決定します。サンプルセルとリファレンスセルのフリースペースの温度変化は常に同じであるため、リファレンスセル全体のフリースペースの変化を連続的に実測することでサンプルセルのフリースペースを計測することができるという技術です。これらのことから、AFSM™では、冷媒の液面を一定に保つ必要がなく、また周囲の環境変化を考慮することなく、任意の時点で測定したフリースペースに基づいて吸着量を算出することができ、再現性の高い評価が可能となります。

BELSORPシリーズの特長

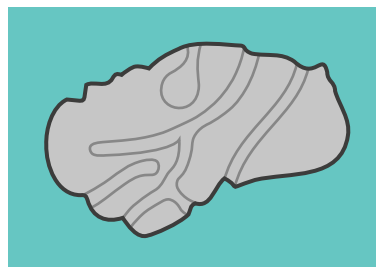
Heガス不要な 吸着等温線測定法： AFSM2™

Heガス不要・短時間・高再現性の吸着測定

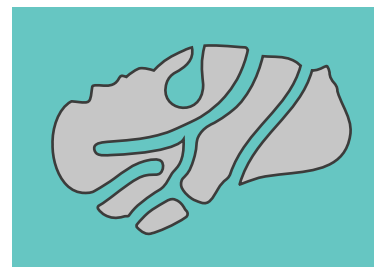
通常、フリースペースは吸着温度において、吸着測定前または測定後にHeガスを用いて実測、もしくは、予めキャリブレーションした空のサンプルセルと測定試料の真密度から得た計算値を吸着量（表面過剰量）計算に利用しています。

新技術「AFSM2™」は、キャリブレーション時と測定時の冷媒液面が一致（図の液面AとB）していなくても、キャリブレーション時と同組合せサンプルセル、リファレンスセルを用いた場合、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

吸着量の定義



絶対吸着量



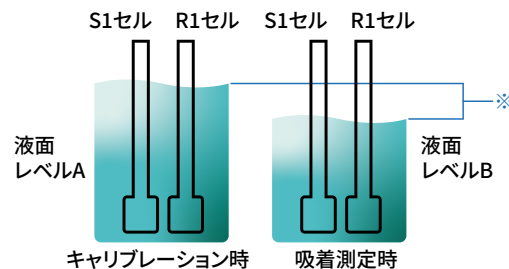
表面過剰量



ネット吸着量

コスト低減、測定時間短縮等が可能となります。AFSM2™は、BELSORP MINI X、MAX Gに搭載されています。

AFSM2™によるキャリブレーション測定と吸着測定



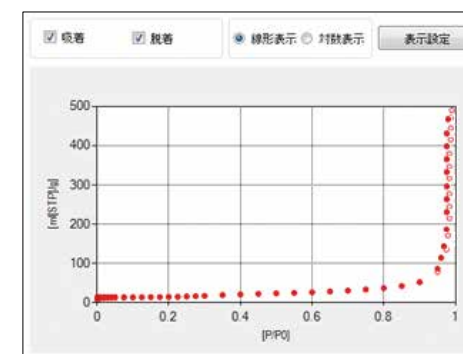
※液面レベルによるフリースペースの違いは、Heガスを利用せずAFSM2™により算出可能

AFSM2™の特長

- ▶ AFSM™と同等の世界最高水準の再現性
- ▶ Heガス不要
- ▶ マイクロポーラス材料の測定時におけるHeガス吸着を排除
- ▶ 測定時間短縮を実現
- ▶ ネット吸着量評価による貯蔵量の検討

BELSORPシリーズの特長

ガス導入最適化 GDO



ガス導入量の条件を自動最適化

ガス導入最適化 (GDO)

正確で素早く吸着等温線測定を行うことは非常に重要です。BELSORPシリーズでは測定時間短縮のために、GDO (Gas Dosing Optimization) を搭載しています。GDOは、サンプルの過去の吸着等温線データを利用して、最適な条件を自動に作成し、測定を可能とする有効な機能です。GDOを利用することで、測定点の追加や削除などを簡単に設定することができます。これにより、これまで不可能であったガスの導入量の自動決定、短時間での測定が可能になりました。

ガス導入バルブ制御

測定前に設置環境 (供給ガスポンベの二次圧) に合わせてガス導入速度を検出することで、各環境に合わせた最適なバルブ制御による測定時間の短縮が可能になりました。

GDOによる測定時間の短縮例

	シンプル	GDO	削減率
メソポーラス	34時間	19時間	44%
マイクロポーラス	46時間	20時間	57%

BELSORPシリーズの特長

- ▶ 定容量法による吸着等温線の正確な測定
- ▶ フリースペース連続測定法 (AFSM™) による高い再現性・繰り返し性
- ▶ AFSM2™による短時間測定、Heガスは不要
- ▶ 吸着ガス導入最適化機能 (GDO) による測定の高速度

BELSORP MINI X

比表面積/細孔分布 測定装置

- | 最大4検体同時測定可能
- | 各測定・飽和蒸気圧測定ポートに圧力センサーを搭載した高精度測定
- | AFSM™による世界最高水準の再現性・GDOによる短時間測定
- | Heガス不要な再現性の高いガス吸着等温線測定とNET吸着等温線測定可能 (AFSM2™)
- | 目的に合わせた高精度測定・多検体測定・迅速BET測定モード
- | 最大20検体の同時制御 (5ユニット)
- | メール通知機能によるプロセス監視 (IOT)
- | 世界最小・最軽量
- | FDA 21 CFR Part 11対応可能 (オプション)



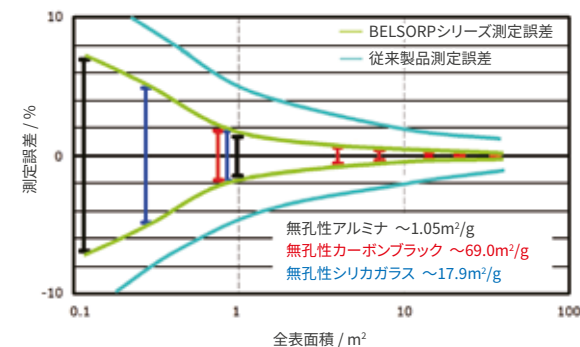
BELSORP MINI Xの特長

- ▶ 世界最高水準の再現性で最大4検体同時に短時間測定を実現
- ▶ 比表面積測定範囲
 - ・0.01m²/g以上 (N₂) : 全表面積10m²の再現性±0.4%
- ▶ 細孔径分布測定範囲
 - ・0.7~500 nm
 - OP : 0.35 nm~ (モレキュラープローブ法)
- ▶ 3つの測定モード
 - ・高精度測定モード (R&D向け)
 - ・多検体測定モード (ハイスループット)
 - ・迅速BET測定モード (品質管理向け)

BELSORP MINI Xは、各種機能性材料の比表面積・細孔分布、低温から高温までの各種ガスの吸着等温線測定が可能な製品です。BELSORP MINI Xは、AFSM™による世界最高水準の再現性とGDOによる測定時間の大幅な短縮を可能としました。右図の通り、再現性が非常に高く、従来製品に比べ測定下限が10倍以上向上しました。4つのサンプル測定ポートを備え、マルチデバイス制御などのハイスループット機能を搭載しています。各サンプル測定ポートに専用の圧力センサーと飽和蒸気圧測定の専用ポートを備え、完全に独立した同時測定が可能です。

また、測定ソフトウェアは、測定状況の表示やメンテナンス時期のリマインド機能、測定結果のメール送信、さらにシステム診断ツールを標準搭載しています。システムチェックは、主要部品の機能性と機器の状態を把握することができ、その結果は、リーク量や各パーツの機能性などをまとめたレポートとして保存されます。

近年新たにHeガス不要な再現性の高い測定手法 (AFSM2™) が加わり、測定時間やコストを抑えた評価を実現しています。



BELSORPの表面積再現性 (BET多点法)

BELSORP MAX G

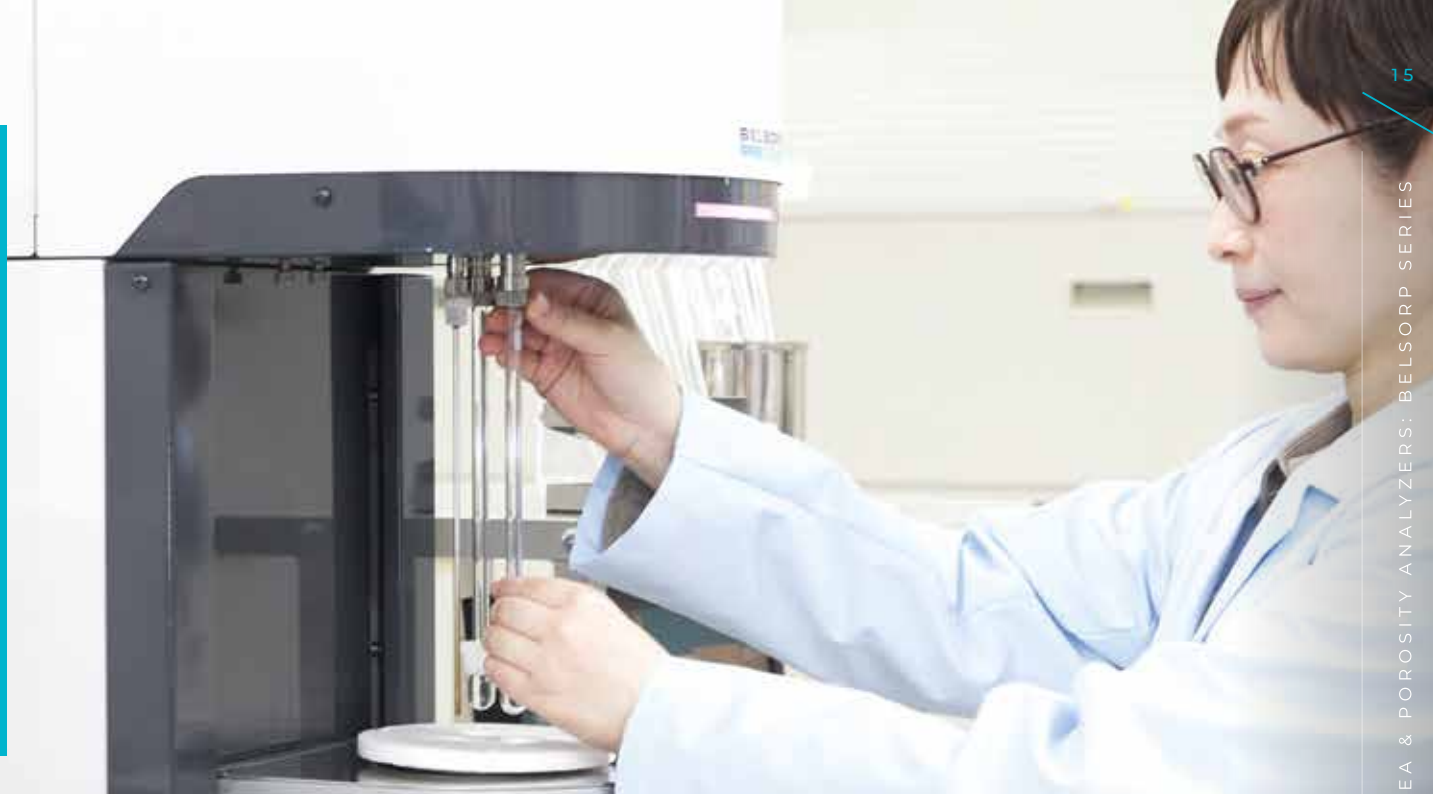
高精度ガス吸着量 測定装置

- | N₂、Ar、CO₂などのガス吸着測定によりマイクロ孔からメソ、マクロ孔までの細孔構造評価
- | Krガス吸着測定による低比表面積評価
- | 再現性の高い（AFSM™）極低圧吸着等温線測定による比表面積・細孔径分布評価
- | Heガス不要な再現性の高いガス吸着等温線とNET吸着等温線測定が可能（AFSM2™）
- | BELsimを用いたGCMC/ NLDFTによる高度な細孔分布解析
- | GDO（Gas Dosing Optimization）により各吸着点を正確に短時間で測定
- | メール通知機能によるプロセス監視（IOT）



BELSORP MAX Gの特長

- ▶ 最高水準の再現性でN₂、Ar極低圧等温線測定によりマイクロ孔からの評価可能
- ▶ CO₂吸着によるウルトラマイクロ孔評価が可能
- ▶ Kr吸着による低比表面積測定
- ▶ H₂、CO₂、O₂、CH₄および非腐食性ガス吸着等温線測定および吸着速度測定
- ▶ 比表面積測定範囲
 - ・0.01m²/g以上 (N₂)
 - ・0.0005m²/g以上 (N₂)
- ▶ 細孔径分布測定範囲
 - ・0.35~500 nm



BELSORP MAX GはBELSORP MAXシリーズの中で、コンパクト、かつローコストなガス吸着量測定装置です。マイクロ孔からメソ・マクロ孔を持った多孔性および無孔性材料評価のために、極めて低い圧力からガス吸着等温線測定が可能な専用機です。

本機には、測定ポート、飽和蒸気圧測定専用ポート並びにリファレンSPORTがそれぞれ1つずつ装備されており、各ポートには専用の圧力センサーが搭載され、高精度な測定が可能です。

BELSORP MAX G専用の試料管を用いて、ペレット、成形体、基板、微細な粉粒体試料など様々な材料を測定することができます。お客様のニーズに合わせて、異なる圧力センサーを搭載したBELSORP MAX G-LP (低圧) とBELSORP MAX G-MP (標準) の2つのモデルをご用意しています。

	BELSORP MAX G-LP	BELSORP MAX G-MP
ポート1	133kPa 1.33kPa 13.3Pa	133kPa 1.33kPa 133Pa
ポート2	133kPa	
飽和蒸気圧ポート	133kPa	
ターボ分子ポンプ	✓	✓

BELSORP MAX Gのモデルとその構成

BELSORP MAX II

高精度ガス/蒸気吸着量 測定装置

- | マイクロ孔からメソ・マクロ孔までの高精度な比表面積と細孔径分布評価
- | 77.4KでのKr吸着による低比表面積評価
- | 親水性・疎水性の評価・各種VOC吸着評価
- | 幅広い測定条件で各種ガス・蒸気吸着等温線および吸着速度測定
- | 再現性の高いデータ取得を可能とするフリースペース連続測定 (AFSM™)
- | 最大4検体同時測定・GDOによるハイスループット・短時間評価
- | 成形体、ペレット、微粉末など様々な形状の材料評価
- | 定容量法による化学吸着（流通前処理）オプション
- | 前処理から測定まで完全自動測定オプション



BELSORP MAX IIは、比表面積、細孔径分布、各種ガス・蒸気吸着量、化学吸着量を高精度に評価することが可能な測定装置です。極低圧からの吸着等温線測定によるマイクロ孔からの細孔分布評価を可能とし、有機蒸気や水蒸気吸着等による親水性/疎水性、表面の酸性・塩基性評価など、幅広い、表面特性評価が可能です。

これらの機能を実現するために、空気恒温槽を備えマニホールドブロック (50°C、オプション:80°C)などを一定温度に保っています。また、表面腐食や吸着を防ぐために電解研磨されたマニホールドを備えています。

さらに、高真空でのリークやアウトガスを最小限に抑えるための空圧バルブが搭載されており、高精度な吸着等温線測定評価を可能としています。加えて、GDO (Gas Dosing Optimization) により、ユーザーの吸着等温線データをもとに、各測定に最適な条件が自動作成され、だれでも簡単に、短時間で、正確な等温線評価を実現できます。

前処理開始から測定終了まで全自動で測定可能なオプション、測定結果を自動で送信する機能など有し、労働生産性を向上させる画期的な吸着装置となっております。

BELSORP MAX IIの特長

- ▶ 比表面積測定範囲
 - ・ 0.01m²/g以上 (N₂)
 - ・ 0.0005 m²/g 以上 (Kr)
- ▶ 細孔分布測定範囲
 - ・ 0.35~500nm
- ▶ 厳密な温度管理による高精度な蒸気吸着等温線測定
- ▶ 自動LN₂供給装置と専用ヒーターにより、シームレスな全自動吸着等温線測定が可能 (オプション)
- ▶ GCMC/NLDFTによる高精度な細孔径分布解析を実現
- ▶ 高速排気ラインにより、排気時間の短縮と真空度の向上を実現 (オプション)
- ▶ メール通知システムで測定状況や結果をタイムリーに取得可能 (IOT)




BELSORP MAX II シリーズのスペシャルモデル

BELSORP MAX II-HV

BELSORP MAX II-HVは、比表面積・細孔分布に加え、通常モデルよりも高い温度での各種蒸気（水蒸気、VOCなど）吸着を可能にした製品です。マニホールブロックを80°Cまで加熱することができ、より広いアプリケーション分野で利用可能です。

- | セメント、コンクリート、建築材料
- | ヒートポンプ・デシカント空調
- | 電池電極 (LiB) ・燃料電池などのガス拡散層

BELSORP MAX II-HP

BELSORP MAX II-HPは、BET表面積、細孔径分布、蒸気吸着だけでなく、最大900kPaまでのガス吸着、吸着速度の評価が可能な製品です。この装置はカーボンニュートラルなどのアプリケーション分野で使用されています。

- | CCU/CCUS・分離・回収・貯蔵および利用 (CO₂)
- | エネルギー貯蔵 (CH₄ / CH₃C₆H₁₁ / H₂)
- | ヒートポンプ (NH₃)
- | PSA / TSAで使用される空気分離材

BELSORP MAX II-XRD

吸着剤の中には、多孔性配位高分子 (PCP/MOF) のように、吸着過程で構造が変化する物質があります。これらは、ガス貯蔵、ガス分離、ガス精製などのアプリケーション分野への導入に期待が寄せられています。BELSORP MAX IIと粉末X線回折装置を組み合わせることで、吸着剤の構造変化と吸着量を同時に測定することができ、より詳細な吸着メカニズムの把握が可能となる画期的な製品です。

- | PCP/MOF・ゼオライトなどの吸着相転移の把握

BELSORP MAX II各特別モデルの特長

▶ BELSORP MAX II-HV

- マニホールドブロックを80°Cまで加熱
- 最大70°C、相対圧力0.95までの蒸気吸着等温線測定
- 有機蒸気や水蒸気の高分解能吸着等温線測定

▶ BELSORP MAX II-HP

- 高圧（～900kPa）までの各種ガスの吸着量の評価
- 各種ガスの非理想性を示す圧縮係数を自動的に計算することで、正確な吸着量を評価
- 298Kで900kPaまでのCO₂ガスによるウルトラマイクロ孔からメソ孔までの細孔径分布（GCMC）

▶ BELSORP MAX II-XRD

- ガス吸着量の測定と同時に粉末X線回折による吸着過程での構造変化の検出
- 吸脱着過程による構造変化のその場観察

モデル	BELSORP MAX II	BELSORP MAX II-HV	BELSORP MAX II-HP
測定検体数	最大 4 ※1	最大 4 ※1	最大 3 ※1 高圧測定用1
蒸気吸着測定範囲	$P/P_0 = \sim 0.95 @ 40^\circ\text{C}$	$P/P_0 = \sim 0.95 @ 70^\circ\text{C}$	$P/P_0 = \sim 0.95 @ 40^\circ\text{C}$
高圧吸着測定範囲	-	-	10 Pa ~ 900 kPa
圧力センサー 1MPa	-	-	1
圧力センサー 133kPa	6	6	5
圧力センサー 1.33kPa	最大 4	4	3
圧力センサー 13.3Pa	最大 3	-	2
空気恒温槽	50°C	80°C	50°C

モデル	BELSORP MAX II-XRD
測定方法	ガス吸着 + XRD
吸着質	N ₂ 、Ar、CO ₂ 、非腐食性ガス
測定検体数	XRDとの同時1 (ガス/蒸気の吸着のみ最大4)
圧力センサー	133kPa、1.33kPa、13.3Pa
測定温度	50 - 473K
サンプルセル容量	0.15 - 0.45cc
推奨XRD	SmartLab™ (Rigaku Corp.)

※1：AFSM™使用時は測定検体数が1検体少なくなります。

BELSORP MAX

高精度ガス/蒸気吸着量 測定装置

- | 最大3検体のガス・蒸気吸着量測定装置
- | マイクロ孔からの比表面積・細孔分布評価
- | 77.4KでのKr吸着による低比表面積評価
- | 親水性・疎水性素材の評価・各種VOC吸着評価
- | AFSM™による世界最高水準の再現性
- | 定容量法による化学吸着測定（流通前処理）オプション



BELSORP MAXの特長

- ▶ 最大3検体測定
- ▶ 比表面積測定範囲
 - ・0.01m²/g以上 (N₂)
 - ・0.0005m²/g以上 (Kr)
- ▶ 細孔分布測定範囲
 - ・0.35~500nm (N₂, Ar, CO₂)
- ▶ 各種材料を様々な測定条件で評価可能
 - ・蒸気吸着 (水蒸気・VOC)
 - ・化学吸着 (流通前処理)

BELSORP MAXは、広い相対圧範囲で最大3検体を同時に測定できる高精度ガス/蒸気吸着量測定装置です。ガス放出量やリークを最小限に抑えた独自の設計と、13.3Paのトランスデューサを含む複数の圧力トランスデューサを組み合わせることで、極低圧から高相対圧までの吸着等温線の測定が可能です。また、特許取得済みのAFSM™法に基づく再現性の高い測定により、比表面積 (BET) や細孔径分布をより正確に評価できます。さらに、蒸気吸着や化学吸着による表面特性の評価も可能です。また、この装置では、真空加熱前処理だけでなく、酸化

処理や水素還元処理の前処理も可能です。さらに、各種吸着測定時に吸着速度測定も可能です。測定ポートには、さまざまな圧力変換器を個別に取り付けることができるさまざまなモデルが用意されています。

BELSORP MAXは、長年にわたり評価されてきたGUIを特長としたソフトウェアをご提供しています。メインウィンドウには、流路図、リアルタイム吸着等温線、トレンドグラフが表示され、測定状態を容易に把握することができます。このソフトウェアには、

サンプルの特長に応じて測定条件を自動的に設定する「簡易測定」が用意されており、詳細な条件設定を行う必要がありません。さらに、経験豊富なユーザーのために詳細モードが用意されており、ガス導入量の設定、平衡条件の設定、リークチェックなど、さまざまな設定が可能です。システムチェックでは、装置の正常性を簡単にチェックすることができ、サービスサポートをいたします。

BELSORP シリーズ

オプションと アクセサリー



標準消耗品

標準的な消耗品としては、吸着等温線測定に必要なサンプルセル、容積低減棒、フィルター、Oリング、キャップ、秤量台などがあります。また、NSDカプセル、液体ボトル、各種サイズのサンプルセル、クイックシールなども消耗品の一部です。



ヒーター&コントローラー (オプション)

50°Cから450°C (550°C@MAX II) までのサンプルの前処理、測定可能。BELSORP MAX IIでは、コントローラーは装置本体に内蔵されています。



水槽 (オプション)

-10°C~70°Cの温度範囲で測定できる水槽。使用には別途、冷却/加熱サーキュレーターが必要です。



保護カバー (オプション)

BELSORP シリーズでは測定時の安全性を高める為、保護カバーをご用意しています。(画像はMAX IIの保護カバーです。)



ガスセレクター (オプション)

最大12種類のガス (BELSORP MAX IIに内蔵)、または外付ガスセレクターを用いて最大4種類のガスを接続することができ、様々な種類の吸着ガス評価に対応できます。



完全自動測定 (MAX II用オプション)

独自の機能により、吸着等温線の前処理から測定終了まで自動測定が可能となり、作業時間の短縮を実現します。



BELSORPシリーズのリモート機能

- ▶ 労働生産性向上を目的としたメール通知システムで遠隔地に配信
 - ・全測定ポートの吸着等温線測定の結果が一目でわかるグラフ表示
 - ・詳細なサンプル情報
 - ・解析ソフトウェアBELMASTER解析ファイル
 - ・測定装置診断用システムチェックファイル送信
- ▶ 一度に複数の受信者に通知を送ることが可能
- ▶ 自動アラート検知による装置の安全終了 (メール通知機能は、制御用PCをネットワークにつないだ場合にのみ利用可能です。)

BELSORP シリーズ

測定ソフトウェア

ソフトウェア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。BELSORPシリーズには多くの機能があるため、使用方法をより簡便にしたソフトウェアとすることを重要視しています。BELSORPのソフトウェアは、測定の実行、測定前の準備（ガスボンベの交換、マニホールドのパーズ、液体吸着質の脱泡など）等のいくつかの手順をステップごとにガイドしてくれます。このユーザーフレンドリーな機能により、経験の浅いユーザーでも簡単に利用できるようになっています。

ユーザーの経験値に応じて、「シンプルモード」と「プロフェッショナルモード」の2つの測定モードが用意されています。シンプルモードでは、試料情報の入力、前処理条件の選択（外部で行う場合は省略可能）、測定ポイントの選択など、簡単な操作で測定可能です。そのため、未知のサンプルの測定などにも適しています。また、同等の吸着挙動を示す事前の測定結果がある場合は、GDO機能を利用して測定時間を短縮することができます。さらに、プロフェッショナルモードでは、測定点、ガス導入量設定、平衡判断、リークチェックなど、ユーザーによる詳細な設定が可能です。

新たに搭載されたメール通知機能では、測定状況や測定結果を自動的にメールで送信します。この機能により、機器設置場所に行くことなく簡単に信頼性の高いモニタリングが可能になります。当社の機器にはシステムチェック、いわゆる診断サービスツールが搭載されています。これにより、主要部品の機能証明や機器の状態を確認することができます。システムチェックの結果は、リーク量や各部品の性能をまとめたレポートとして保存されます。





ソフトウェアの機能

- ▶ BELSORPシリーズの測定ソフトウェアは共通のGUI (BELSORP MINI X、MAX G、MAX IIIに対応)
- ▶ ソフトウェアには、ユーザーの経験に応じてシンプルモードとプロフェッショナルモードが用意されています。
- ▶ 3つの測定モードが用意されています。
 - ・研究開発用の高精度モード
 - ・品質管理用の多検体測定モード
 - ・ハイスループット用の迅速BET測定モード

高精度測定モード

高精度な測定のために、リファレンSPORTでサンプル部のフリースペースの変化量を常時実測します (AFSM™)。その他の残りのポートは、吸着等温線の測定に使用され、飽和蒸気圧は専用のポートで常実測されます。

| 分解能 0.01m²

| 再現性

全表面積* 1.0m² → ±1.2%

全表面積 10m² → ±0.4%

多検体測定モード

このモードでは、専用ポートで飽和蒸気圧を常時測定しながら、最大4つのサンプルで吸着等温線を測定することができます。フリースペースの変化は、事前に保存したフリースペース実測ファイルから自動的に算出されます。

| 分解能 0.01m²

| 再現性

全表面積 10m² → ±0.5%

迅速BET測定モード

迅速BETモードは、測定検体数を最大化するために使用することができます。このモードでは、3つのサンプルの比表面積をBET3点法により約20分で測定することが可能です。

※全表面積 (m²) は、BET比表面積 (m²/g) と試料の質量の積です。

解析ソフトウェア「BEL MASTER」

長年の経験に基づいて洗練された高度な解析理論を提供し、誰でも簡単・効率的に解析プログラムを実行することで、サンプル特性評価が可能です。

BELSORPシリーズ共通解析プログラム

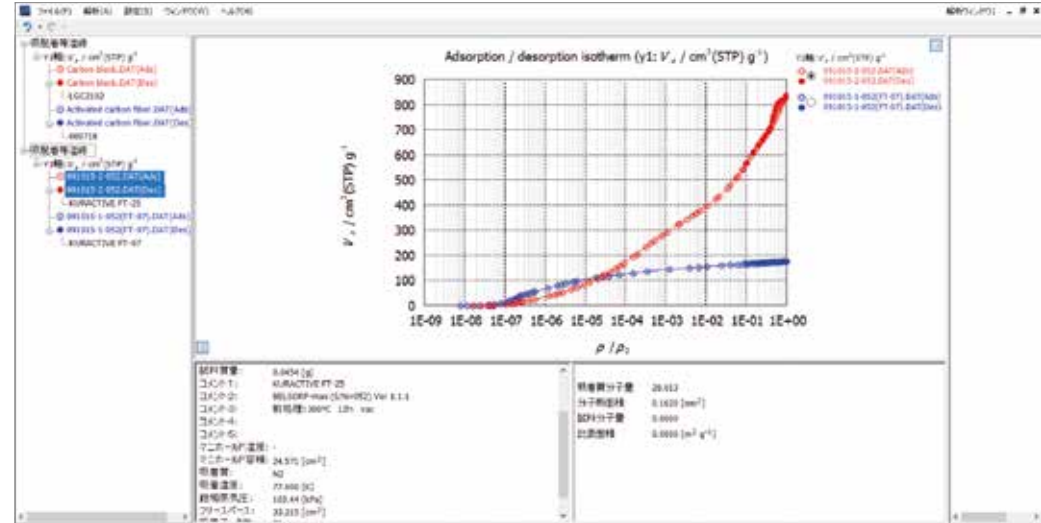
- | 吸着脱着等温線／PCT曲線
- | 差吸着等温線
- | BET比表面積 (I型等温線BET解析)^{※1}
- | Langmuir & Freundlich比表面積
- | BJH、DH、CI & INNES法 (メソ孔分布解析)^{※2}
- | tプロット法 (マイクロ～メソ・マクロ孔解析)^{※2}
- | asプロット法 (マイクロ～メソ・マクロ孔解析)^{※2}
- | MP法 (マイクロ孔分布)^{※2}
- | Dubinin-Astakhov & Dubinin-Radushkevich法 (マイクロ孔容積)^{※2}
- | 等量微分吸着熱 (表面特性)^{※2}
- | フラクタル次元解析 (表面特性)
- | モレキュラープローブ法 (ウルトラマイクロ孔解析)

BELSORP MAXシリーズ搭載解析プログラム

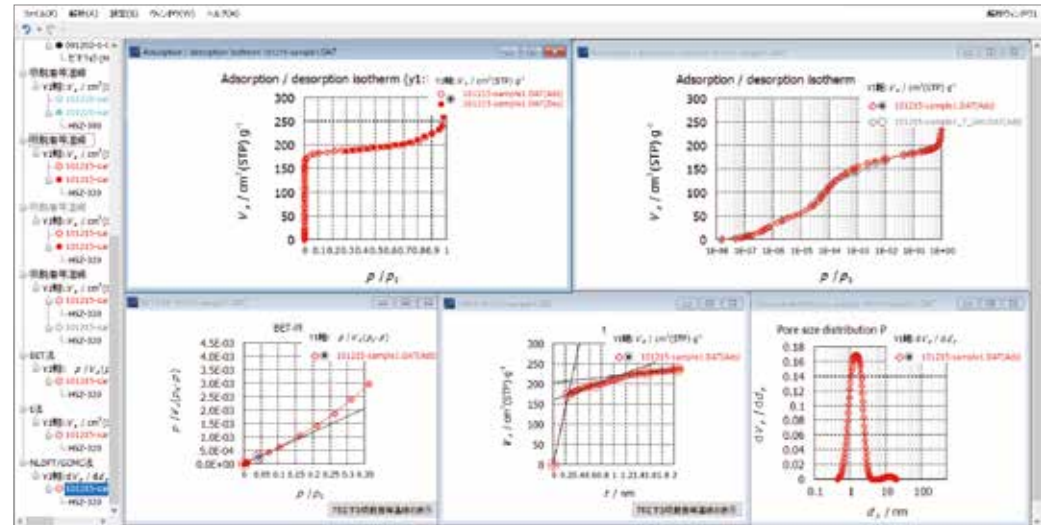
- | HK、SF、CY法 (マイクロ孔分布解析)^{※2}
- | BELSim™:NLDFT/GCMC (マイクロ～メソ・マクロ孔解析)^{※2 ※3}
- | BELDyna™ 吸着速度解析^{※4}
- | 金属分散度・金属表面積・粒子径^{※4}

※1: ISO9277、JIS Z8830
 ※2: ISO15901-2、JIS Z8831-2
 ※3: BELSORP MINI X オプション
 ※4: BELSORP MAXシリーズオプション

| 活性炭-N₂ (77.4K) 極低相対圧10⁻⁸からの吸着等温線測定結果 (活性炭) : BELSORP MAX II

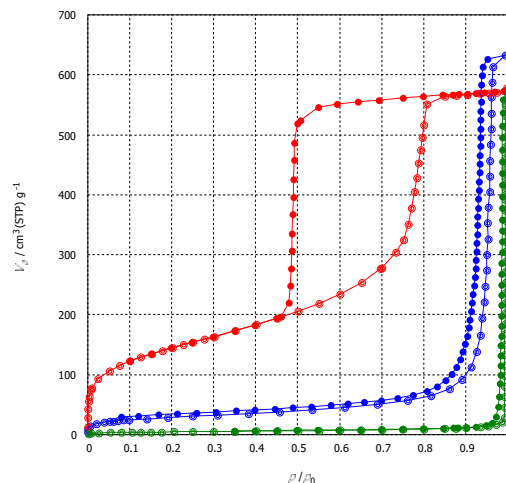


| ゼオライト-N₂ (77.4K) 吸着等温線 (線形:上段左・片対数:上段右) : BELSORP MAX G
BET (ISO 9277に準拠) (下段左)、t-プロット (下段中央)、GCMC細孔径分布 (下段右)



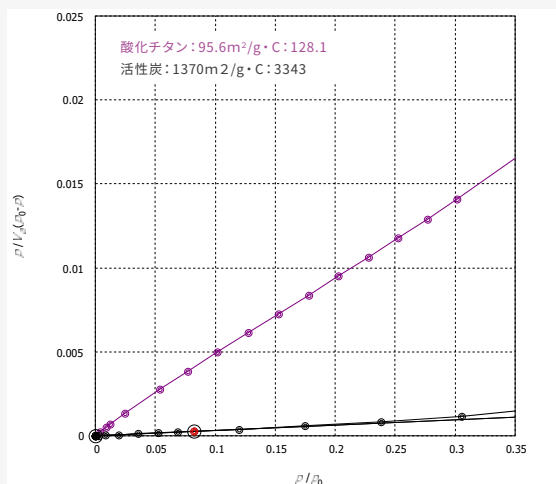
吸着等温線測定および解析結果

BELSORP MINI X



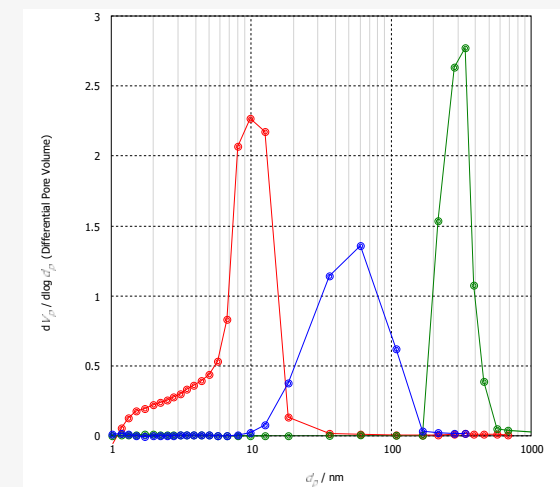
シリカ系材料の窒素吸着等温線 (77.4K)

吸着等温線は、吸着量は縦軸に表示され、通常、吸着剤の質量と関連しており、横軸は相対圧力 (P/P_0 、 P =平衡圧力、 P_0 =飽和蒸気圧) を表し、吸着等温線は、比表面積、細孔径分布、細孔容積に関する情報を含んでいます。左図はシリカ系の3種類の窒素吸着等温線 (77.4K) です。同種材料であっても、用途に応じて細孔径、細孔容量が異なることが伺えます。左下図は、酸化チタン並びに活性炭のBETプロットです。BET法は単分子層吸着量と吸着断面積からBET比表面積を算出する手法で、これらの手法はISO9277にて標準化されています。



BET法による比表面積解析

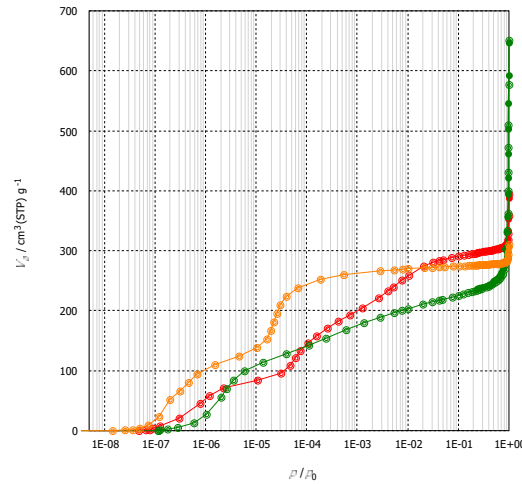
右図は、シリカ系材料の毛管凝縮理論に基づくBJH法による細孔径分布です。INNES法 (スリット状) とBJH、DH、CI法 (シリンダー状) により、主にメソ孔を評価します。また、吸着ポテンシャル理論に基づいてマイクロポアを評価するHK法 (スリット状)、SF法 (シリンダー状)、CY法 (ケージ状) などがあり (BELSORP MAXシリーズで評価可能)、細孔容積の評価にはDA法やDR法が用いられます。なお、新しい細孔構造評価手法であるNLDFT法とGCMC法については、次ページで説明します。これらの細孔構造評価はISO15901-2に記述されています。



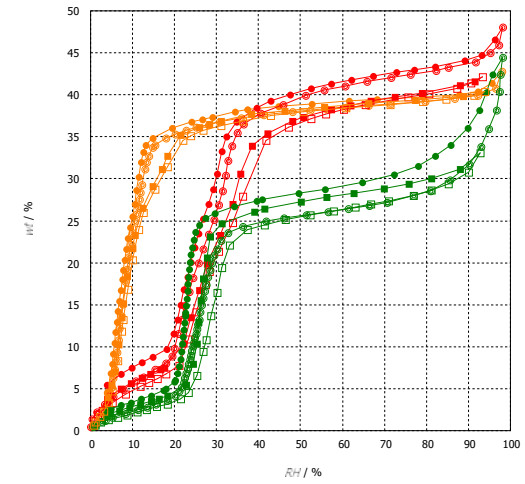
BJH法によるシリカ系材料のメソ〜マクロ孔分布解析

吸着等温線測定及び解析結果

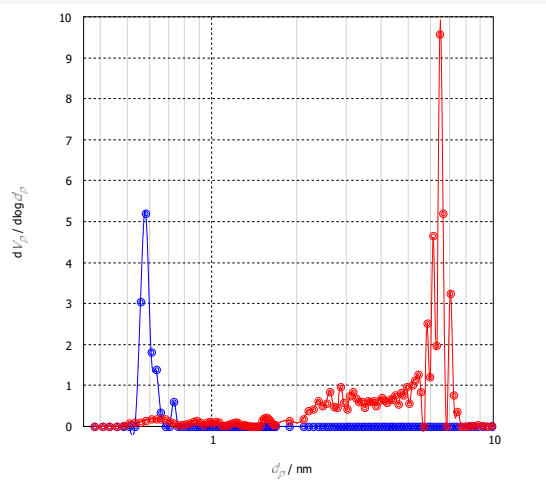
BELSORP MAX G BELSORP MAX II BELSORP MAX



MOFの窒素極低圧吸着等温線 (77.4K)
フマル酸アルミニウム (緑)、UiO-66 (赤)、MIL-160 (オレンジ)



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)



SBA-16 (赤)とMS-5A (青)のAr (87.3K) 極低圧吸着等温線
に基づくGCMC法による細孔径分布

MOF (多孔性有機金属錯体) が、新たな多孔性材料として注目を集めています。上段左図・右図は3種のMOFの窒素極低圧吸着等温線 (77.4K) 及び水蒸気吸着等温線 (298K/293K) であり、細孔構造と表面特性の両者を評価可能となります。

下段左図はMS5A (青) ならびにSBA16 (赤) のAr 吸着等温線測定 (87.3K) によるGCMC細孔分布解析結果です。近年、マイクロ孔からメソ、マクロ孔まで広範囲に解析可能な新規細孔径分布解析理論NLDFTやGCMC法に注目が集まっています。

同じ吸着等温線であっても、各理論から得られる吸着質の細孔内充填圧力が変わるため、各理論で異なる細孔径分布が得られることが知られていますが、左図のGCMCからの各細孔径分布はX線構造解析や電子顕微鏡などのデータとほぼ一致しており、適切に評価できることがわかります。Microtrac MRBでは、N₂ (77.4K)、Ar (87.3K)、CO₂ (298K) などの吸着質に対する炭素や金属酸化物の固体表面原子としたスリット状、シリンダー状、ケージ状モデル等様々なNLDFT/GCMCカーネルを提供し、幅広い多孔性材料の細孔分布評価が可能です。

BELPREP VAC II & VAC III

前処理装置

正確な吸着等温線測定を行うためには、試料の脱ガスが必要です。この前処理は、吸着測定装置本体の専用ヒーターで行うか、別置きの前処理装置 BELPREP シリーズで行うことができ、真空加熱または不活性ガス流通加熱によりサンプルを前処理します。外置きの前処理装置を使用すると、前処理と測定を同時に行うことができるため、より効率的に前処理と測定を行うことができます。お客様のご要望に応じて、処理検体数の異なる2つのモデル「BELPREP VAC II」と「BELPREP VAC III」をご用意しています。



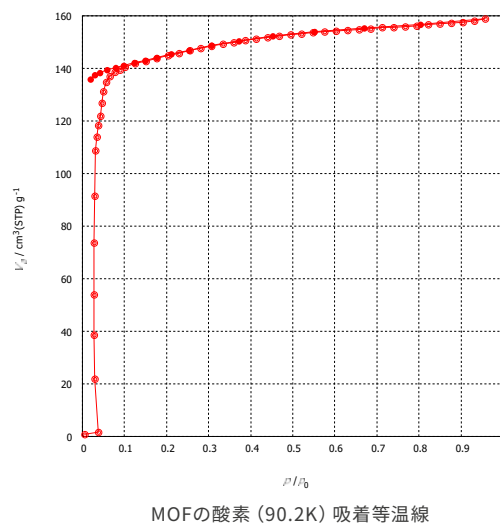
モデル	BELPREP VAC II	BELPREP VAC III
流通加熱処理	オプション	オプション
真空加熱処理	✓	✓
前処理ポート数	3	6
最大加熱温度	430°C	450°C
ポート間誤差	±5°C	±5°C
プログラム温調	1プログラム、最大8組の昇温速度、保持時間	8つのプログラム、それぞれ最大32ステップ (昇温速度、保持時間)
自動パージガス停止機能	✓	-
排気速度自動切替	✓	-
寸法 (W×H×D)、重量	321×158×363mm、15kg	400×317×383mm、15kg
電源	AC 100-120 / 200-240V (50 / 60Hz) / 10A	AC 100-120 / 200-240V (50 / 60Hz) / 12A
CE認証	-	✓

BELCRYO

低温可変温度 制御ユニット



BELCRYOは、極低温から高温化でのあらゆる温度における吸着等温線測定を可能としました。吸着温度制御に冷媒を利用する際には測定時間に限界がありましたが、それを気にすることなく長時間の測定が可能です。光学機器（XRPDやSAXSなど）との同時測定や、ガス吸着挙動と構造変化の同時測定をサポートしています。取り扱いに注意を要する液体酸素温度（90.2K）でのガス吸着量の測定（右図参照）や、等量微分吸着熱評価時の3点の異なる温度でのデータ取得を前処理から測定まで全自動で行えます。水素などのガス貯蔵材料の評価など幅広いアプリケーションで利用できます。



BELCRYOの特長

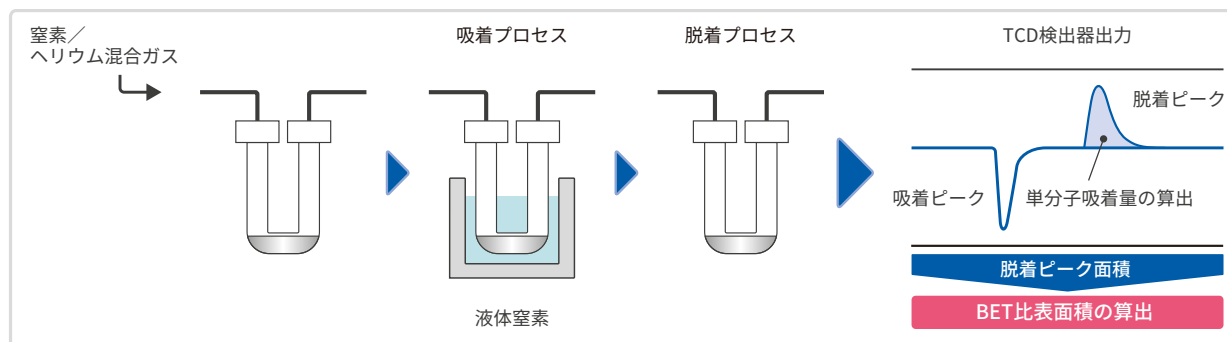
- ▶ 50Kの極低温から473Kまで、0.01K以内での温度調節が可能。
- ▶ 標準セル (2cm³) と小容量セル (0.5cm³) を用意
- ▶ BELSORP MAXシリーズとの組み合わせで自動測定が可能に
- ▶ 最大3サンプルまで同時測定可能
- ▶ BELSORP MAX II-HPによる高圧測定 (0.9MPa)
- ▶ N₂、CO₂、O₂、H₂、HCs、CO、その他の不活性ガス

※外観および仕様は変更になる場合があります。写真はイメージです。

吸着の基本原理

BET1点法・多点法： 流通式ガス吸着法

流通式ガス吸着法の測定概要を上図に示します。ヘリウムキャリアガス中に吸着質（窒素等）を一定量混ぜた濃度既知の混合ガス（通常窒素30%濃度 ($P/P_0=0.3$) を利用します) を流しながら、予め前処理した試料を液体窒素で冷却します。試料に窒素が吸着し、混合ガス中の窒素濃度が減少するため検出器（TCD：熱伝導度検出器）の信号に変化（ピーク）が生じます。吸着平衡に到達すると検出器信号がベースラインに復帰した後、試料を常温に戻すと試料から吸着していた窒素が脱着しはじめ、混合ガス中の窒素濃度が増加するため、検出器（TCD）信号に



正ピークが得られ、全て脱着すると検出器信号がベースラインに復帰します。脱着ピークの積分値（ピーク面積）とキャリブレーションから吸着量が得られ、BET1点法により比表面積を計算します。本法は主として流量制御、バルブ、デュワー瓶、熱伝導度検出器から構成されております。吸着－脱着－検量－吸着量取得までの測定時間が約15分程度と非常に短いことから、濃度一定とした迅速BET比表面積評価（BET1点法）のみならず、濃度を可変させBET多点法による比表面積評価としても用いることができます。Microtrac MRBでは、迅速

BET比表面積評価機器を2機種ラインナップしています。一方は1検体の試料をBET1点法により前処理と測定の同時処理が可能なBELSORP MR1、他方は6検体の試料を前処理から測定まで効率的な連続評価、BET1点法と多点法の評価が可能なBELSORP MR6です。

品質管理用途での比表面積は非常に重要なことから、BET1点法と多点法との違いを理解して、比表面積を取り扱う必要があります。



比表面積は単位質量当たりの表面積であり、粒子径や粒子形状とならび各粉粒体の品質管理分野で広く用いられています。これは、通常BET理論に基づき、単分子層吸着量 (V_m) と吸着ガスの断面積 (σ_m) を用いてBET比表面積 (S_{BET}) として算出することができます。BET多点法で得られるC値は吸着熱を反映しており、吸着等温線の種類によって変化します。吸着等温線が低圧領域で立ち上がると、C値は大きくなり (吸着熱が大きい)、吸着等温線が低圧領域で上昇しない場合は、C値が小さくなる (吸着熱が小さい) ことになります。

具体的には、BET多点法による比表面積取得のため、複数の測定点 (典型的には $P/P_0=0.05\sim 0.30$ の範囲) を取得し、BET式で変換したBETプロットの傾きと切片から、単分子層吸着量 V_m とC値を求め、右の式に代入することで、BET比表面積を算出することができます。BET1点法では、多点法に比べ短時間で測定できることから有用ですが、BET式のC値を ∞ とすることから、C値が小さい場合には多点法から得られる比表面積値と異なることに注意が必要です。

$$S_{BET} = \frac{V_m \times N_A \times \sigma_m}{22414 \times m}$$

$$N_A = 6022 \times 10^{23} \text{ (mol}^{-1}\text{)}$$

$$\sigma_m \text{ (N}_2\text{)} = 0.162 \text{ (nm}^2\text{)}$$

$$m = \text{sample mass (g)}$$

BELSORP MR1

迅速比表面積測定装置 (1検体)

BELSORP MR1は、試料の前処理と測定を同時に行うことができる高効率、高精度なスタンドアローン型の迅速BET比表面積測定装置です。材料の比表面積は、BET1点法を用いて測定します。熱伝導率検出器 (TCD)、温度計、圧力計による高感度測定により、キャリブレーション含め約15分で測定結果が得られます。BELSORP MR1は、デューワーの自動昇降、キャリブレーション機能、タッチパネルによる操作など、特に経験の浅いユーザーにとって非常に使いやすい装置です。測定結果は、テキストファイル、

Excelスプレッドシート、または印刷されたレポート (リッチテキスト) として出力されます。

高効率な測定

- | 前処理と測定の同時進行
- | BET1点測定で約15分 (キャリブレーション含む)

高精度な測定

- | 高精度、高感度、高再現性
- | 使いやすいタッチパネル



- | 高感度の熱伝導率検出器 (オートゼロ機能有)
- | 専用キャリブレーションバルブにより、簡単に測定
毎のキャリブレーション測定が可能
- | 温度と圧力測定による高精度な測定
- | デューワーの自動昇降機と冷却ファンで素早く吸着
脱着評価を可能とし、だれでも簡単に測定が可能
- | 測定結果やトレンドデータをUSBフラッシュメモリー
に保存可能
- | 外付けPC不要のコンパクト設計
- | Krによる低比表面積測定

BELSORP MR6

迅速比表面積測定装置 (6検体連続)



BELSORP MR6は、前処理から測定、BET比表面積算出まで最大6サンプルを連続測定可能な、全自動の迅速BET評価システムです（全自動測定にはLN₂の自動供給オプションが必要）。試料の前処理、冷却、測定を連続して行うことで、6検体測定において、従来の製品の約半分の時間で全工程を効率的に終了することができます。測定中に新しいサンプルと測定終了したサンプルを交換可能なサンプル交換ステーションにより、さらに追加サンプル測定も可能です。また、混合ガスオプションにより、BET1点法

だけでなく、BET多点法も可能となり、より精度の高い分析ができます。また、飽和蒸気圧測定オプションにより、再現性の向上と日間の測定再現性の向上を実現し、各種粉体・顆粒などの製造における品質管理に最適な製品となっています。専用の測定ソフトウェアを有し、だれでも簡単に測定を行うことができ、オプションでFDA21CFR Part 11等にも対応していることから、食品、製薬業界での使用にも適しています。

BELSORP MRシリーズの特長

- ▶ 流通式ガス吸着法を用いた、BET1点法に基づく比表面積評価（MR1・MR6）、BET多点法による全自動比表面積評価（オプション：MR6）が可能
- ▶ 独自のソフトウェアにより、個別の前処理条件、サンプル名、重量を簡単に入力可能（MR1:タッチパネル・MR6:専用ソフトウェア）
- ▶ 測定範囲（0.01m²～）
- ▶ 短測定時間（15分/1測定・キャリブレーション含）
- ▶ キャリブレーション時の温度と圧力の自動取り込みで優れた再現性を実現
- ▶ 飽和蒸気圧実測による再現性向上と日間測定再現性の向上（オプション：MR6）
- ▶ Kr吸着による低比表面積測定

BELSORPシリーズ

アプリケーション

BELSORP MINIXは、触媒、各種電池用電極材料、導電材、繊維、高分子材料、化学薬品、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、半導体など、さまざまなアプリケーションにおける研究開発・品質管理分野で利用可能です。

BELSORP MAXシリーズは、触媒、カーボン、ゼオライト、MOF・PCP、各種電池、全固体電池などの次世代電池、繊維、高分子材料、化学品、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、半導体などの電子材料分野における研究開発において広く用いられています。

BELSORP MRシリーズは、触媒、各種電池、繊維、高分子材料、化学品、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、半導体材料などのBET比表面積評価による品質管理に最適です。

BELSORPシリーズ適用アプリケーション例



バッテリー



触媒



ゼオライト



セラミック



カーボン



半導体・電子材料



燃料電池



トナー



セメント



医学



シリカ



MOFs / PCPs



顔料



化粧品

BELSORPシリーズ

製品モデル別
評価項目比較

	BELSORP MINI X	BELSORP MAX G	BELSORP MAX	BELSORP MAX II	BELSORP MRI / MR6
細孔径分布	+	+	+	+	-
マイクロポア	+	+	+	+	-
メソ・マクロポア	+	+	+	+	-
ガス吸着等温線	+	+	+	+	-
Kr比表面積	-	+	+	+	+ / -
比表面積 (BET多点法)	+	+	+	+	+
比表面積 (BET1点法)	+	+	+	+	+
蒸気吸着等温線	-	-	+	+	-
高圧ガス吸着等温線	-	-	-	+	-
静的化学吸着量 (流通前処理)	-	-	+	+	-
TPD / TPR / TPO	-	-	+	-	-
パルス化学吸着量	-	-	+	-	-
真密度	-	-	+	+	-

+ 測定可能
 + 条件付きで測定可能
 - 測定不可能

BELSORPシリーズ

技術仕様


 BELSORP
MINI X

モデル	BELSORP MRI	BELSORP MR6
測定原理	流通法 (BET1点法)	流通法 (BET1点法、OP: BET多点法)
検出器	TCD (熱伝導度検出器)	TCD (熱伝導度検出器)
吸着ガス	N ₂ / Kr	N ₂ / Kr
キャリアガス	He	He
測定検体数	1	6
前処理温度	400°Cまで	400°Cまで
測定下限	0.01m ² /g	0.01 m ² /g
再現性	1.0%以内 ^{*1}	1.0%以内 ^{*1}
測定時間	約15分 ^{*2} (キャリブレーション含む。前処理時間除く)	約15分 ^{*2} (前処理時間除く)
寸法 (W×H×D)、重量	350×553×368mm、30kg	394×635×460mm、48kg
電源	AC 100V / 400W (50 / 60Hz) ^{*3}	AC 100V / 600W (50 / 60Hz) ^{*3}
CE認証		-

※1. 試料による。※2. デュワー瓶の上昇から結果の表示まで3~5分 (試料および条件による)。※3. PCその他オプション品は含まない。

モデル	BELSORP MINI X	BELSORP MAX G	BELSORP MAX	BELSORP MAX II	BELSORP MAX II-HP	BELSORP MAX II-HV	
測定原理	定容量法+AFSM™ (Advanced Free Space Measurement) AFSM2™ : BELSORP MINI X/MAX G 搭載						
吸着質(ガス)	N ₂ 、Ar、Kr、CO ₂ 、H ₂ 、CH ₄ 、ブタン、 その他の非腐食性ガス		N ₂ 、Ar、Kr、CO ₂ 、H ₂ 、O ₂ 、CH ₄ 、NH ₃ 、ブタン、 その他の非腐食性ガス				
吸着質(蒸気)	-		H ₂ O、MeOH、EtOH、C ₆ H ₆ 、その他の非腐食性の蒸気				
測定検体数 (高精度モード)	最大4検体同時 (最大3検体同時)	1検体 (1検体)	最大3検体同時 (最大2検体同時)	最大4検体同時 (最大3検体同時)	最大3検体同時 (最大2検体同時)	最大4検体同時 (最大3検体同時)	
評価項目	比表面積	0.01m ² /g ~ (N ₂) (サンプル密度による)					
	細孔径分布	0.7~500nm ^{※1} (0.35~) ^{※1}	0.35~500nm				
	吸着等温線	$P/P_0 = 10^{-4} \sim 0.997$ (N ₂ @ 77K, Ar @ 87K)	$P/P_0 = 10^{-8} \sim 0.997$ (N ₂ @ 77K, Ar @ 87K)			$P/P_0 = 10^{-6} \sim 0.997$ (N ₂ @ 77K, Ar @ 87K)	
	蒸気吸着等温線	-	-	$P/P_0 = \sim 0.95$ @ 40°C		$P/P_0 = \sim 0.95$ @ 70°C	
	高圧ガス吸着等温線	-			900kPa ^{※2}	-	
1MPa (7500Torr)	-			1	-		
圧力センサー	133 kPa (1000 Torr)	6	3	5 (最大)	6 (最大)	5	6
	1.33 kPa (10 Torr)	-	1	3 (最大)	4 (最大)	3	4
	0.0133 kPa (0.1 Torr)	-	1 ^{※3}	2 (最大)	3 (最大)	2	-
空気恒温槽	-	-	50°C	50°C	50°C	80°C	
ガスポート	2ポート(最大5ポート)	2ポート(最大5ポート)	2ポート(最大6ポート)	2ポート(オプション:最大7ポート、最大12ポート) ^{※4}			
寸法(W×H×D)、重量	280×650×465mm、 38kg	320×740×465mm、 36kg	565×850×580mm、 84kg	650×1020×680mm、120kg			
電源	AC 100-240V / 1000W (50 / 60Hz) ^{※5}	AC 100-240V / 850W (50 / 60Hz) ^{※5}	AC 100V / 1500W (50 / 60Hz) ^{※5}	AC 100-120V / 200-240V / 1500W (50/60Hz) ^{※5}			
CE認証							

※1. モレキュラプローブ法により可能。※2. 高圧ガス吸着測定可能。※3. MPモデルでは0.133kPa (1Torr)が可能。※4. 高圧ガスポート取付可(仕様による)。※5. PCその他オプション品は含まない。

マイクロトラック社

215 Keystone Drive
PA-18936 Montgomeryville
USA

TEL: +1 888 643 5880
marketing@microtrac.com
www.microtrac.com

マイクロトラック・レツェ社

Retsch-Allee 1-5
42781 Haan
Germany

TEL: +49 2104 2333 300
info@microtrac.com
www.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
東京営業所
東京アプリケーションラボ
名古屋営業所

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

TEL: 06-6655-0362

TEL: 03-6457-6707

TEL: 052-228-0792

VERDER
scientific

VERDER SCIENTIFIC

SCIENCE
FOR SOLIDS

ヴァーダー・サイエンティフィックは、ヴァーダーグループに属する事業部門で、粉粒体の研究開発や分析、品質管理に使用されるラボ用分析装置の開発・製造・販売を行っています。

ヴァーダーグループは研究所、製造部門、品質管理部門、そして様々な業種の専門家や科学者の多岐にわたる課題を解決するため、数十年にわたり最先端かつ信頼性の高い装置を提供し続けています。

