

触媒分析装置

BELCAT II

パルス、TPD、TPR、BET
破過曲線、各種触媒反応



1台で様々な測定が行なえる、触媒分析装置

BELCAT II

固体触媒の表面特性は、様々な方法で研究されています。固体酸触媒では、酸・塩基性質が触媒活性を決定します。貴金属担持触媒では、担持金属の分散度、金属表面積、粒子径がそのコストや性能と強く関係しています。吸着剤においては飽和に達するまでの挙動や飽和吸着量が重要なパラメーターです。また一般に固体触媒の反応はその表面で起こりますので、比表面積は重要なファクターとなります。

BELCAT IIは、これらの測定を1台で行える触媒分析装置です。さらにその他の様々な測定にも応用できるよう、幅広いカスタマイズに対応しています。総合的な触媒分析ツールとしてご使用いただけます。



特長 Features

■最適化されたガス流路

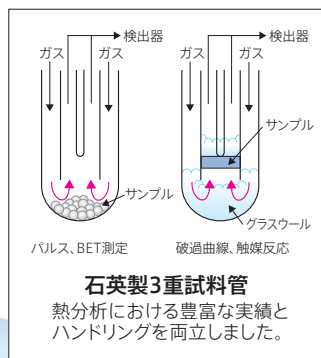
マニホールド化によって流路容積の最小化に成功しました。ガス流量は高精度マスフローコントローラーによって制御されますので、安定したデータを測定していただけます。

■高分解能TCD検出器

検出器には高感度な4素子熱伝導度検出器(TCD)を採用しています。さらに基板の改良により高分解能化を実現しました。より滑らかかつ高感度なスペクトルを測定していただけます。

■3重試料管の採用

試料管には熱分析に実績のある3重試料管を採用しました。電気炉に近い外周部分で余熱したガスをサンプル部に導入できます。パルス測定においては外管を外すだけでサンプリングでき、ハンドリングが大幅に向上しました。



■コンパクト設計

多彩な機能を盛り込みながらコンパクト化に成功しました。幅・奥行きともにわずか500mmですので、小さな設置スペースにも余裕をもって設置していただけます。

■豊富なガスポートとガス混合機能の標準化

8ヶのガスポートを備え、全てのガスが前処理およびパルスガス、さらに標準搭載されたガス混合機能にも使用できます。ガスをつなぎ替えることなく、さまざまな測定に対応が可能です。

ガス混合機能は昇温還元 (TPR) などの測定にも使用できます。従来の様にH₂/Ar混合ボンベなどを使用することなく、装置内で混合ガスを調製して測定を行うことが可能です。

■蒸気導入(オプション)

凝縮器を備え、正確な濃度で蒸気導入が可能です。連続導入だけでなくパルスによる各種蒸気の吸着量測定にも対応していますので、加湿雰囲気における触媒反応にもご使用いただけます。

■研究者の安全を守る安全対策

電気炉は完全にカバーされ、加熱時はロックがかかりカバーを開けることはできません。さらに全ての加熱部には制御と別回路の過昇温防止機能を備えおり、設定値を超えるとアラームと共にガスと加熱を停止します。圧力や流量警報、ガス検知器(オプション)の接続によるインターロックも備えていますので、安心してご使用いただけます。

アプリケーション Applications

BELCAT IIは、触媒、燃料電池、電池、高分子材料、磁性粉、分離膜、セメント、セラミックスなど、さまざまな分野でご利用いただけます。



触媒



燃料電池



電池



高分子材料



磁性粉



分離膜



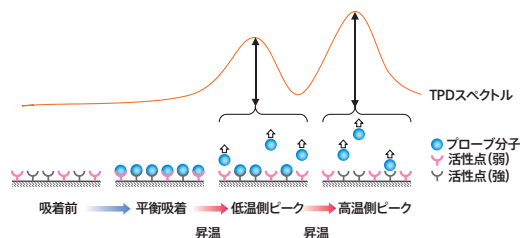
セメント



セラミックス

■昇温脱離測定 (TPD測定)

固体表面上の化学吸着特性を調べる方法として知られ、一般に縦軸を脱離ガスの濃度、横軸を温度としたスペクトルで表されます。試料温度を連続的に上昇させ、脱離したガスを検出することにより、脱離ピークの数(吸着点の種類)、脱離温度(脱離の活性化エネルギー)、脱離量(吸着点の数)を得ることができます。固体酸触媒の酸性質評価として NH_3 -TPD、固体塩基触媒の塩基性評価として CO_2 -TPDが広く用いられています。

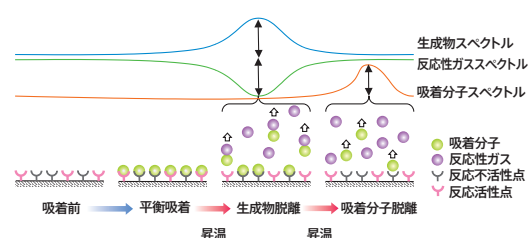


■昇温反応測定 (TPR測定)

固体表面の反応特性を調べるための方法として知られ、縦軸を反応物の消費量または生成量、横軸を温度としたスペクトルで表されます。

触媒反応の温度特性が連続的に測定でき、特に段階的な反応の場合それぞれの反応を個別に観察することができます。

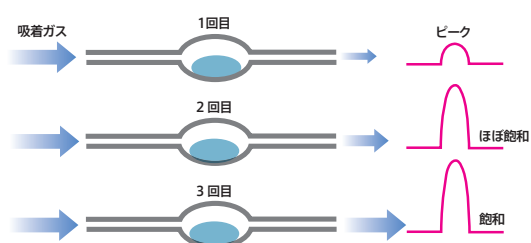
水素雰囲気下で試料の還元温度を測定するTPR測定 NO_x 還元、 CO 酸化反応、有機物の昇温反応などに利用されています。



■パルス測定

パルス測定は、試料に対して一定量のガスを飽和に達するまで繰り返し導入し、未飽和時と飽和時のピーク面積の差から吸着量を算出する測定方法です。

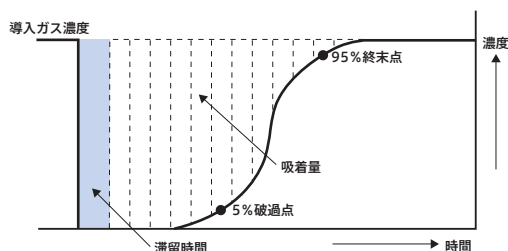
金属表面上に選択的に化学吸着するガス(CO 、 H_2 等)を用いたパルス測定により、金属分散度を算出することができます。その他に O_2 パルスによる酸素吸蔵能(OSC)測定や N_2O を用いたCu担持触媒の金属分散度測定など、さまざまな応用例が報告されています。



■吸着破過曲線測定

サンプルへ吸着ガスを導入し、サンプル下流の検出器で吸着ガスの濃度を測定します。始めは吸着剤へ吸着ガスが吸着するため、下流側のガス濃度はゼロ付近になります。

サンプルへの吸着量が飽和に近づくにつれ下流側への漏出ガス濃度が高くなり、飽和に達すると導入ガスと同じ濃度になります。飽和に達するまでの挙動や吸着量を測定することで、吸着剤の評価を行うことが可能です。

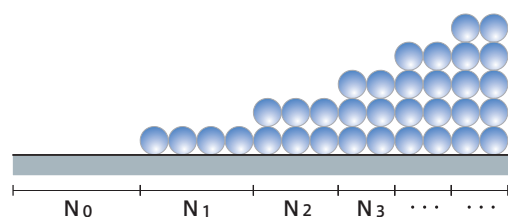


■BET比表面積

固体の単位重量あたりの比表面積であり、固体触媒では反応物との接触面積として触媒活性に大きく影響します。

ヘリウム希釈の窒素ガス流通下で試料を液体窒素温度に冷却し、続けて室温に戻して窒素の脱離量を測定、BET理論を用いて比表面積を算出します。

固体触媒だけでなく、吸着剤などあらゆる粉体試料の評価に欠かせない測定手法の一つです。



俱

溟

T

/

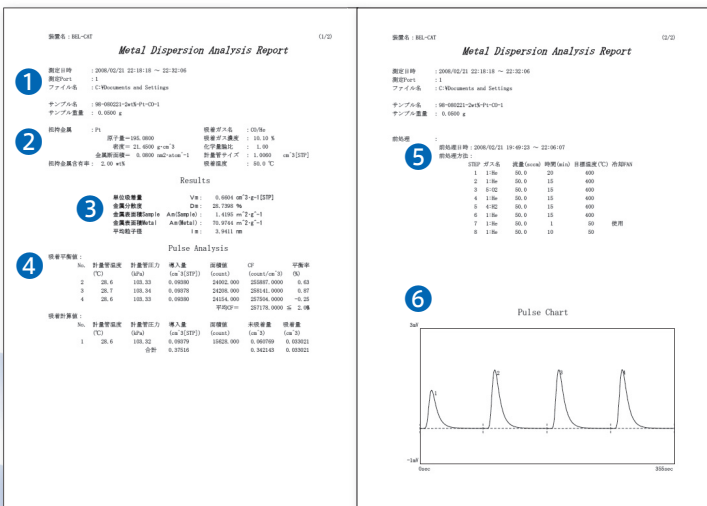
B

T

/

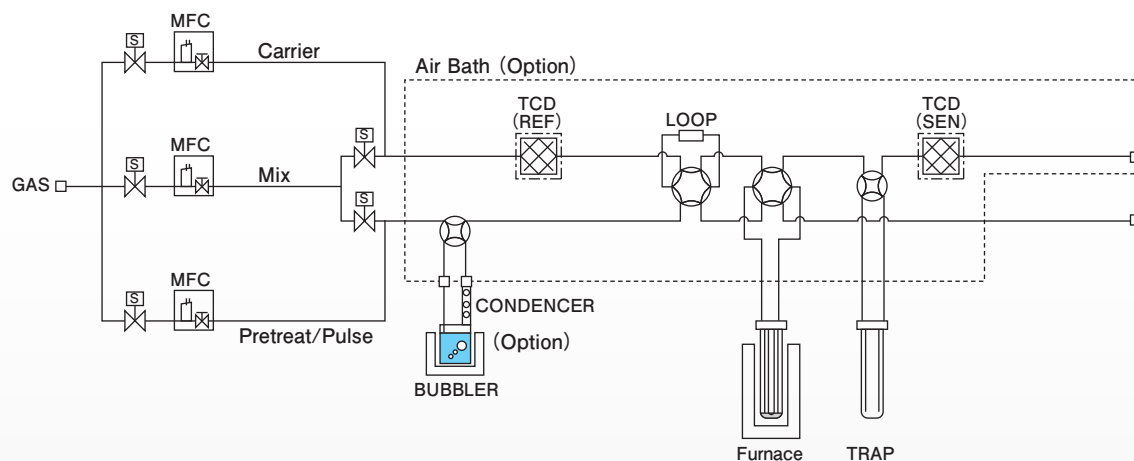


4



■ 流路図 Flow pass figure

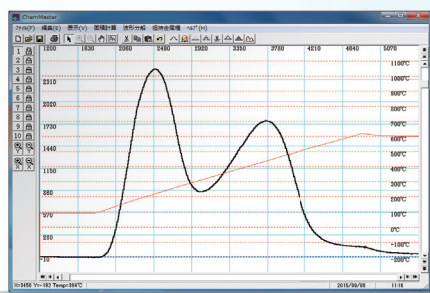
ガス導入系はキャリアラインと前処理／パルスガスラインに加え、Mixラインを備えています。Mixラインのガスはキャリアライン、前処理／パルスガスラインのいずれにも混合することができます。キャリアーのArにH₂を混合してTPR測定を行うことや、パルスガスを希釈して導入量を制御するなど、様々な応用が可能です。また前処理ラインを設けることで、サンプルからの脱ガスによる検出器の汚染を防止しました。長期にわたり安定したデータを取得していただけます。



※一部簡略化した流路図です。

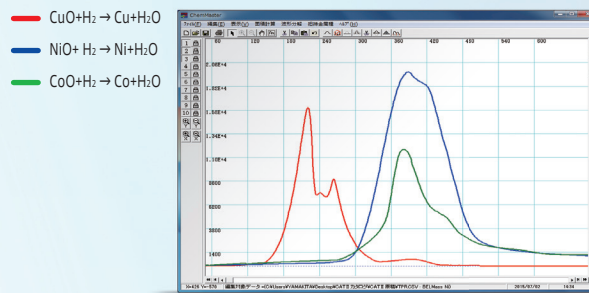
■ 測定例 Measurement Examples

■ MFI型ゼオライトのNH₃-TPD測定結果

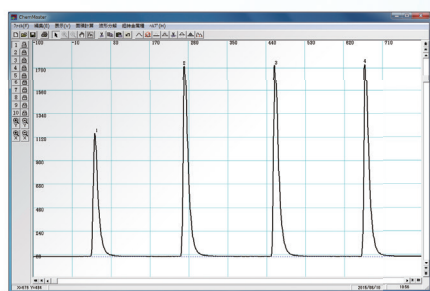


脱離量：0.861mmol/g ピーク温度：440℃ ※Hピークの値です

■ 各種金属酸化物のH₂/ArによるTPR測定

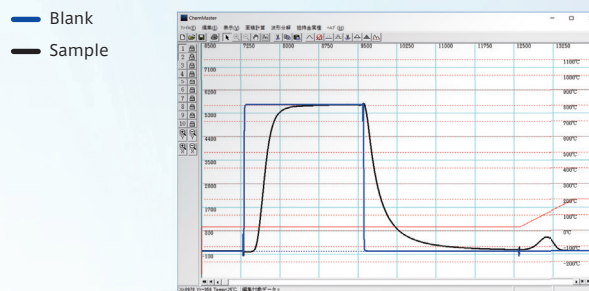


■ COパルスによるPt/Al₂O₃の金属分散度測定



単位吸着量：0.566cm³/g 金属分散度：25.4%
金属表面積：1.22m²/g 金属粒子径：4.7nm

■ CO₂の破過曲線測定(吸着→脱着→昇温脱離)



吸着ガス：1%CO₂/He
吸着量：33.8cm³/g 脱着量：30.6cm³/g 昇温脱離量：2.9cm³/g

オプション Options

■ 蒸気導入ユニット

空気恒温槽、バブリング、ヒーターと凝縮器で構成されます。凝縮器で余分な蒸気を除去することで、正確かつ安定した濃度で蒸気を導入することができます。

■ MIXガスユニット

3種以上のガスを混合するためのユニットです。1ユニットに最大12ラインまでインストール可能です。もちろん腐食性ガスにも対応可能です。

■ 低温電気炉 CATCryoII

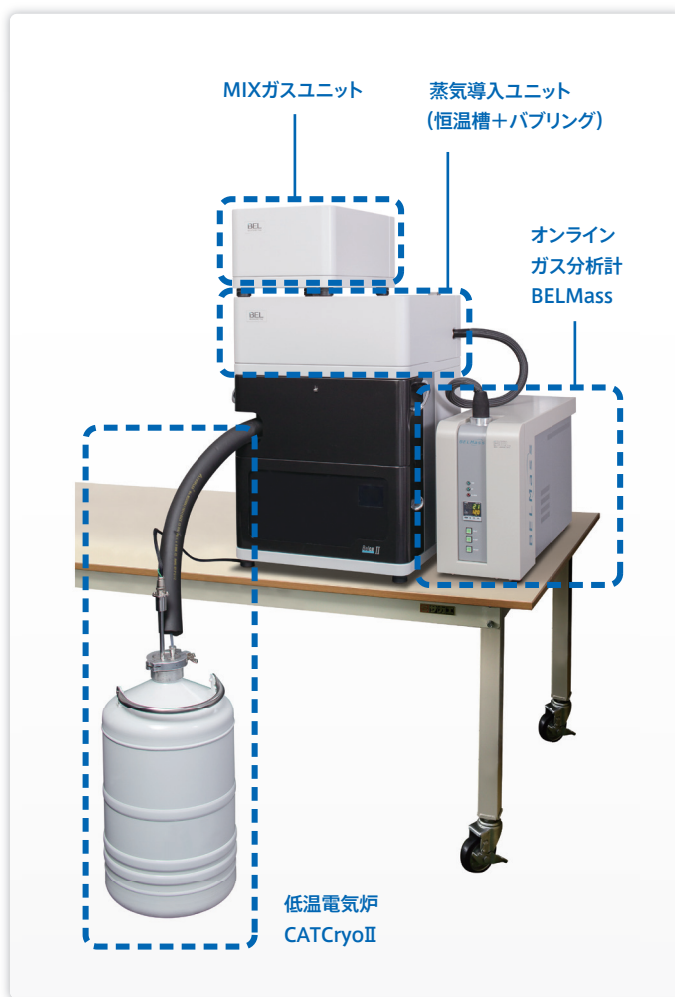
液体窒素の蒸気を吹きかけることで、サンプル温度を-120℃から連続制御することが可能です。セリア担体の金属分散度測定や室温以下からのTPR測定などにご使用いただけます。内部構造の最適化により冷却性能を高め、液体窒素の消費量を大幅に削減しました。

■ オンラインガス分析計 BELMass

四重極型質量分析計(Q-mass)をシステム化しました。BELCATIIのソフトウェアと連動し、TCDでは分離できない複数成分のガスを高い定量性で測定できます。触媒反応の分析などにもご利用いただけます。

■ GCサンプリングユニット

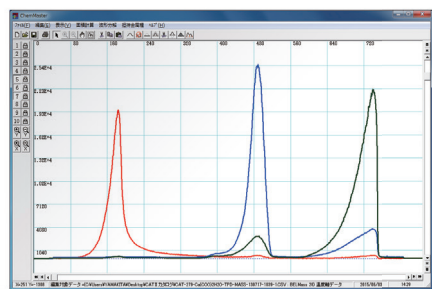
BELCATIIを固定床触媒反応装置とし、任意のタイミングで反応ガスをGCへ導入することが可能です。GCヘスタート信号を出力し、連動させることで自動触媒反応装置としてご使用頂けます。市販のGCに幅広く対応できますので、お手持ちのGC活用についてもご相談ください。



■ オプションを使用した測定例

■ シュウ酸カルシウム・一水和物の昇温熱分解測定

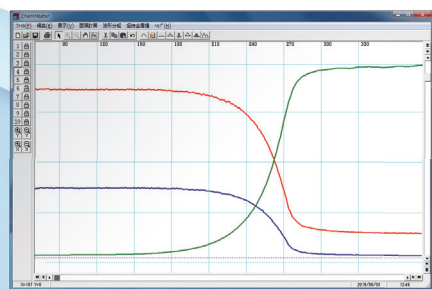
- $m/z=18$ (H_2O)
- $m/z=28$ (CO)
- $m/z=44$ (CO_2)



使用オプション:
BELMass

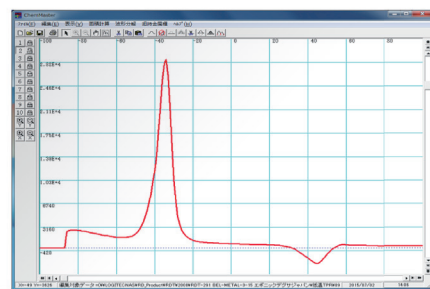
■ 貴金属触媒を用いた一酸化炭素の昇温酸化反応

- $m/z=28$ (CO)
- $m/z=32$ (O_2)
- $m/z=44$ (CO_2)



使用オプション:
MIXガスユニット、
BELMass

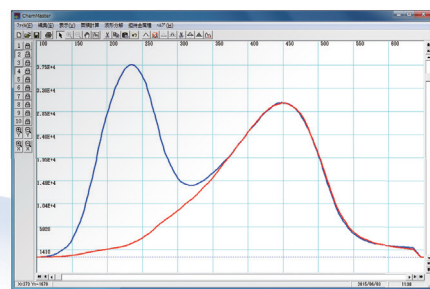
■ Pd担持触媒の低温(-100℃)からの昇温還元 (TPR) 測定



使用オプション:
CATCryoII

■ ゼオライトのNH₃-TPDにおける水蒸気処理 ($m/z=16$)

- 水蒸気処理なし
- 水蒸気処理あり



使用オプション:
蒸気導入ユニット、
BELMass

アクセサリー Accessories



型 式	品 名
062-20000-0-0	サンプルセルホルダー
062-20001-0-0	石英3重試料管セット(外管、中管、サヤ管)
062-20002-0-0	石英3重試料管(外管)
062-20003-0-0	石英3重試料管およびトラップ管(中管) 3本/セット
062-20004-0-0	石英3重試料管(サヤ管) 3本/セット
062-20005-0-0	トラップ管(外管)
062-20006-0-0	バブリングボトル
062-20012-0-0	K型熱電対
062-20013-0-0	試料飛散防止フィルター(φ6mm, 5μ) 3ヶ/セット
900-00040-0-0	パーフロオリング(6ヶ/セット)<P10A> 中間用
900-00050-0-0	パーフロオリング(3ヶ/セット)<P20> 外管用
900-00052-0-0	パーフロオリング(6ヶ/セット)<P4> サヤ管用
900-30000-1-0	石英ガラスウール(ファイン) 10g
060-20049-0-0	金属分散度測定用基準サンプル 2wt%Pt/Al ₂ O ₃
060-20050-0-0	NH ₃ -TPD測定用基準サンプル MFI型ゼオライト
990-00004-0-0	比表面積標準サンプル カーボンブラック

仕様 Specifications

触媒分析装置 BELCATII

測 定 原 理		常圧流通式
検 出 器		半拡散型4素子熱伝導度検出器(TCD)
測定 / 前処理ポート		1
導 入 可 能 ガ ス		He, Ar, N ₂ , O ₂ , H ₂ , CO, CO ₂ , NH ₃ , N ₂ O, NO, etc...
ガ ス	キ ャ リ ア ー	3
	前処理/パルス/MIX	8 (耐食×2)
マ ス フ ロ ー コ ン ト ロ ー ラ ー	キ ャ リ ア ー	F.S.100sccm
	前 処 理 / パ ル ス	F.S.100sccm
	M I X	F.S.30sccm
電 気 炉		常用温度: 1,100℃ 最高温度: 1,200℃
		急速冷却: 30min〔400→50℃〕
		CATCryoII(オプション) : -120℃対応
蒸気導入(オプション)		H ₂ O, CH ₃ OH, C ₂ H ₅ OH, トルエン, ベンゼン, etc...
外形寸法・質量		500(W)×750(H)×500(D) mm、80kg
ユ ー テ ィ リ テ ィ	ガ ス	測定ガス: 0.1MPa (G)、バルブ駆動用: 0.45-0.55MPa (G) 1/8" Swagelok接続
	電 源	AC100V、1,300W

オンラインガス分析計 BELMass

測 定 原 理	四重極型質量分析計	ガ ス 吸 引 量	1cc/min以下
検 出 器	ファラデーカップ/二次電子増倍管	測 定 チ ャ ン ネ ル	最大16ch
測定質量数範囲	1~200a.m.u.	ア ナ ロ グ 入 力	DC 0-10V
検 出 限 界	<1ppm*	通信インターフェース	RS-232C
ガ ス 導 入 部	1/16" キャピラリーチューブ	外 形 寸 法 ・ 質 量	216(W)×368(H)×717(D)mm, 36kg
ガ ス 導 入 部 温 度	最大150℃	電 源	AC100V、600W

※導入ガス種により制限される場合があります。



※掲載されている製品の仕様・外観は予告なしに変更する事があります。予めご了承ください。

※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。

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丁目2番52号 TEL: 06-6655-0360 (代表)

<https://www.microtrac-mrb.jp>

E-mail : sales-all@microtrac-bel.com

■東京営業所 TEL:03-6457-6707 FAX:03-5155-2424

■名古屋営業所 TEL:052-228-0792 FAX:052-228-9586

■大阪営業所 TEL:06-6655-0362 FAX:06-4703-8901

■東京アプリケーション ラボ TEL:03-6457-6707 FAX:03-5155-2424

■大阪アプリケーション ラボ TEL:06-6655-0362 FAX:06-4703-8901

●代理店・特約店

part of **VERDER**
scientific