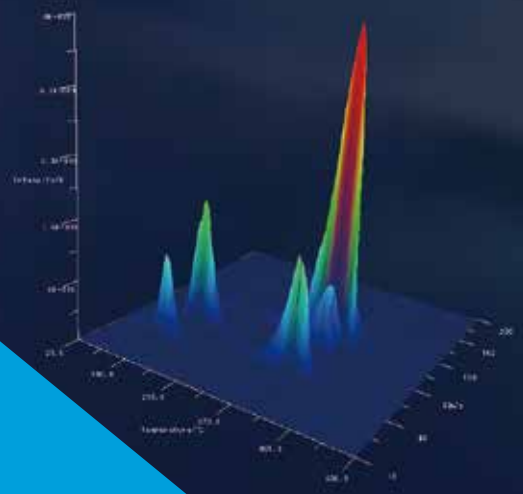


発生ガス分析装置



Rigaku

見るチカラで、世界を変える

発生ガスに、答えがある。

熱分析とガス分析の融合が、材料反応の本質を明らかにします。

発生ガス分析は、熱分析で得られる質量変化や熱量変化の情報に、発生ガスの組成情報を加えることで、材料反応をより深く理解するための解析手法です。

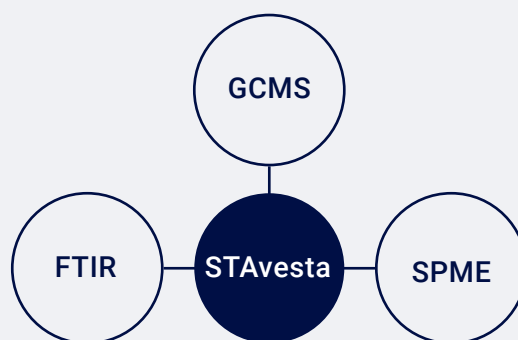
リガクでは、ThermoMass Photo、STA-GCMS、STA-FTIR、STA-SPMEといった多彩な発生ガス分析ソリューションをラインアップ。

STA+発生ガスシステムで目的に応じたシステムを構築

STAvestaは発生ガス分析システムとの接続に対応し、研究テーマや解析目的に応じて柔軟なシステム構築を実現します。

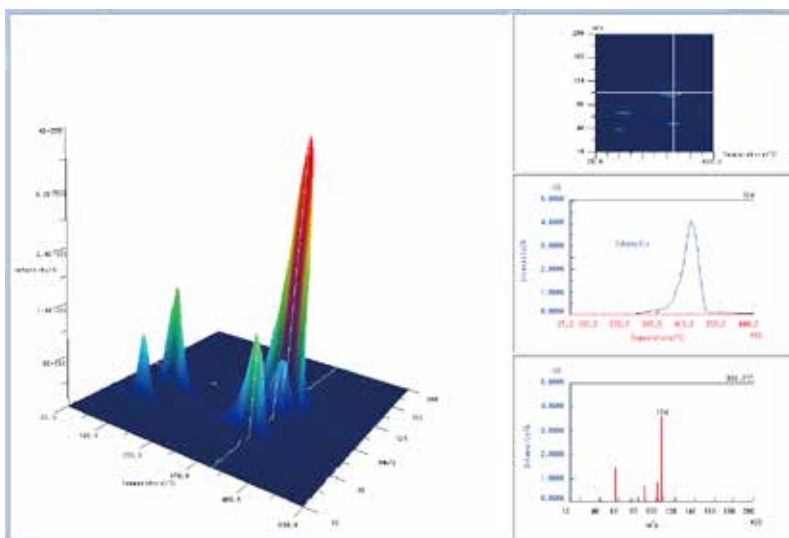


STAvesta



3次元表示・解析ソフトウェア

温度・時間・ガス成分情報を三次元で可視化。
複雑な発生ガス挙動を直感的に解析できます。



Evolved Gas Analysis Lineup

目的に応じて選べる、最適な発生ガス分析

STA-FTIR

発生ガスの赤外吸収スペクトルを取得し、揮発成分や分解生成物を定性的に解析。温度変化との関係を追跡できます。

STA-SPME

シンプルな構成で発生ガスを捕集し、GCMSによる定性分析を実現。簡便に発生ガス分析を始めたい場合に最適です。



ThermoMass Photo

光ソフトイオン化技術とスキーマインターフェースにより、複雑な熱分解ガスをリアルタイムかつ高感度に分析。分子情報を保持したまま発生ガスを捉えます。さらに、ASC（オートサンプルチェンジャー）に対応しており、多数サンプルの連続測定による効率的な分析を実現します。

STA-GCMS

熱分析では判別が難しい反応生成物を、高感度な質量分析とクロマトグラフィ分離によって詳細に同定。材料開発から品質管理まで幅広く活用できます。

示差熱天秤-光イオン化 質量分析測定装置

TG-DTA/Photoionization Mass Spectrometer

ThermoMass Photo



熱分析 (TG-DTA) と四重極型質量分析計を一体化した発生ガス分析システムです。加熱に伴う試料の重量変化・熱変化と発生ガスの情報を同時に取得し、リアルタイムで分析できます。

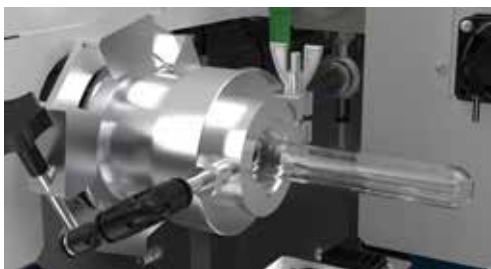
世界初、スキマー型TG-DTA-MSとフラグメントフリーな光イオン化 (Photoionization : PI) 技術を融合。発生ガスを高感度かつ高精度に分析でき、極微量の水素も明瞭に検出します。新素材開発、製造プロセスの最適化、品質管理、基礎研究など、幅広い分野で活用いただけます。

さらに、ASC (オートサンプルチェンジャー) に対応しており、多数サンプルの連続測定による効率的な分析を実現します。

スキマー型とキャピラリー型、用途に応じて選べるガス導入方式

標準搭載のスキマー型インターフェースに加え、新開発のキャピラリーインターフェース*にも対応。高沸点成分を含む発生ガス分析など、測定対象や目的に応じて最適な導入方式を選択できます。

*オプション



スキマー型



キャピラリー型

フラグメントフリーな光イオン化 (PI) により、分子イオンを保持した発生ガス分析を実現

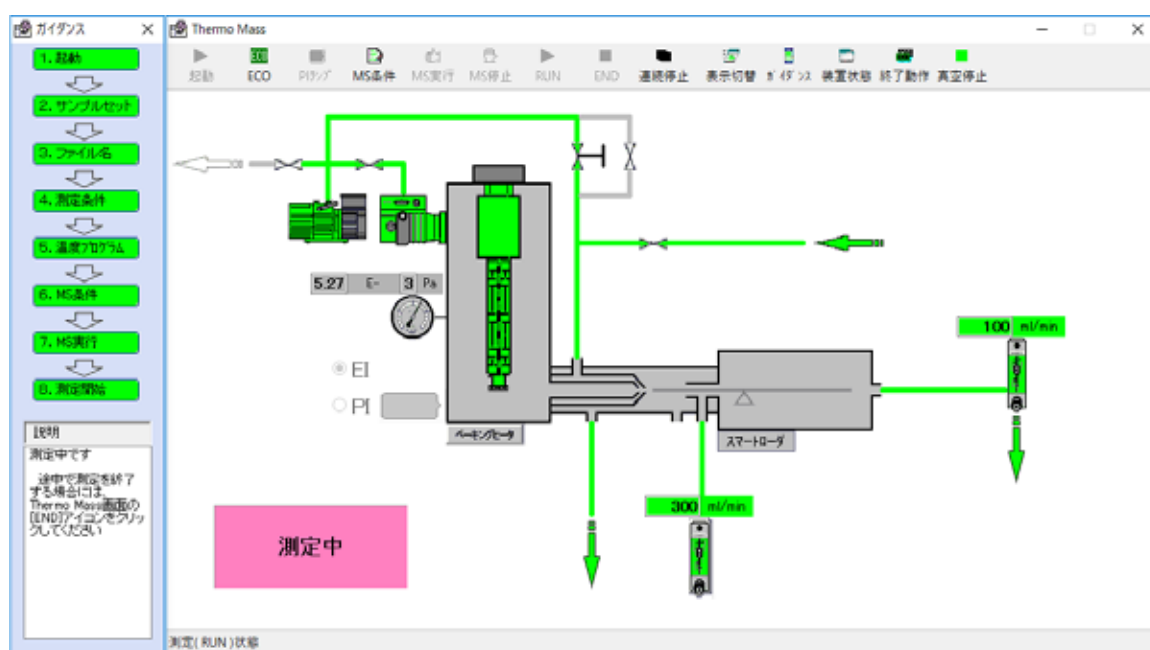
PI法では10.2 eVの真空紫外光 (VUV) を用いてイオン化するため、TG-MSで一般的に用いられる電子イオン化 (EI : 70 eV) に比べてフラグメントの生成を大幅に抑制できます。有機ガスを分子イオンとして明瞭に観測でき、発生ガスの識別をリアルタイムで行えます。さらに、目的や分析対象に応じてEI法へ容易に切り替えられ、測定モードはソフトウェア上から簡単に選択できます。

TG-DTAとの完全同期により、熱挙動と発生ガスを統合解析

重量変化 (TG)、熱変化 (DTA)、発生ガスの情報を完全に同期して取得。各データを時間軸上で対応づけることで、反応過程や熱分解挙動をより明確に評価できます。

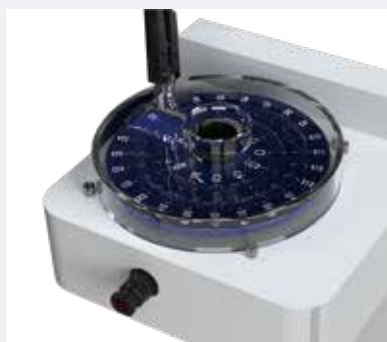
直感的で使いやすい操作インターフェース

ガイダンス機能を備えた測定ソフトウェアにより、初めての方でもスムーズに操作できます。装置の状態はアイコンで分かりやすく表示され、測定状況をひと目で確認できます。



ガスフロー型ASC (オプション)

トレー部に乾燥ガスを流し、試料の外気との接触を軽減させます。



示差熱天秤-ガスクロマトグラフィ 質量分析測定システム

STA/Gas Chromatograph-Mass Spectrometer

STA-GCMS



試料の熱挙動を測定しながら、発生ガスをGCMSでリアルタイム質量分析することで、各成分のガス発生挙動をin situで解析できます。複雑な混合ガスや微量成分の分離・同定に優れ、材料の特性評価や反応メカニズムの解明に高い信頼性を発揮します。

リアルタイム質量分析によるその場 (in situ) 解析

発生ガスをリアルタイム分析し、成分ごとの発生挙動を可視化することで、複雑な反応過程を明らかにします。

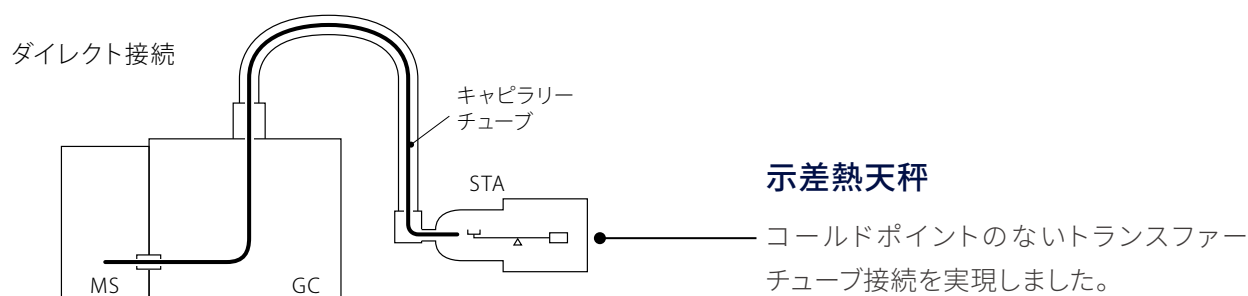
STAvestaの高安定STA測定との連携

ベースライン安定性に優れたSTAvestaとの組み合わせにより、熱挙動と発生ガスの情報を高精度に対応付け、複雑な反応過程をより正確に解析できます。

多様な測定拡張に対応

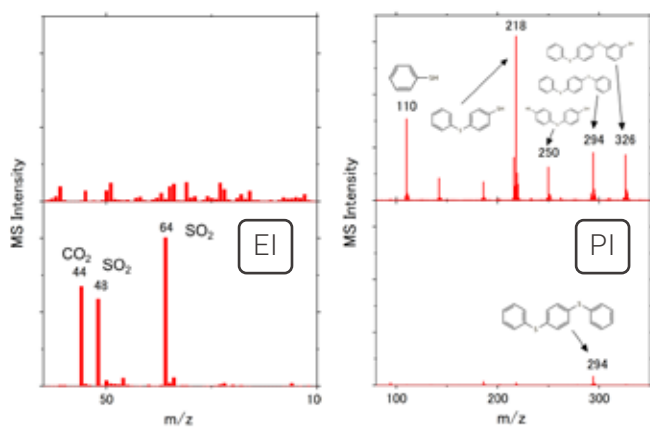
ASC（オートサンプルチェンジャー）や試料観察、赤外線加熱炉などの各種電気炉にも対応。多様な測定ニーズに応え、研究開発から品質評価まで幅広く活用できます。

システム構成図



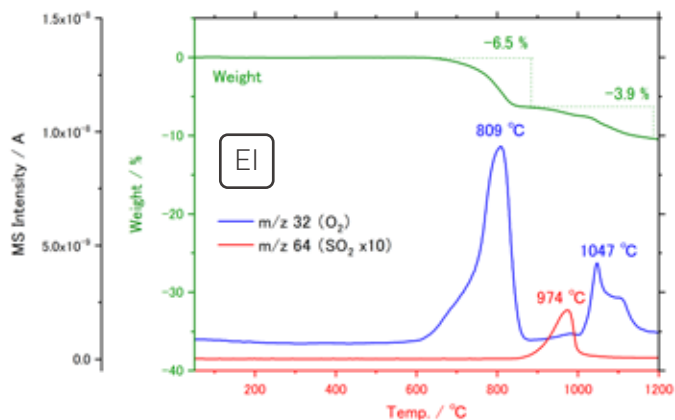
Application

スーパーエンブラ (PPS) の分解・燃焼挙動評価



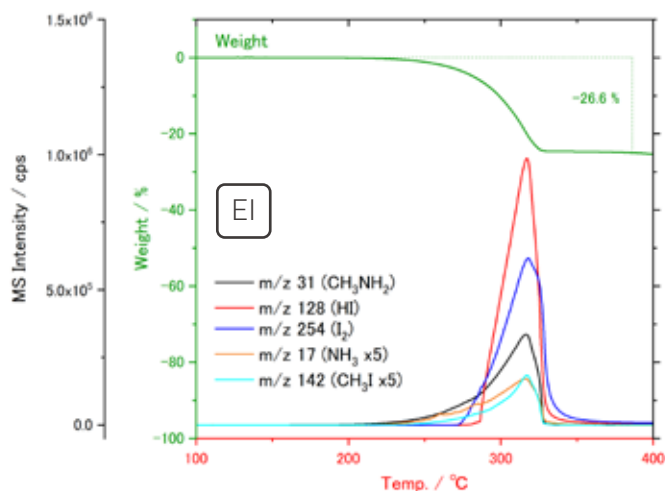
スーパーエンブラPPSの加熱挙動を雰囲気別に電子イオン化 (EI) 法または光イオン化 (PI) 法で評価しました。500℃加熱時、不活性のHe雰囲気ではベンゼン環や硫黄を含むPPS由来の分解ガスを検出。一方、酸化性の20% O_2/He 雰囲気では有機分解ガスは減少し、 CO_2 、 SO_2 が顕著に増加しました。このように雰囲気による分解・燃焼挙動の違いを明瞭に把握できます。

リチウムイオン電池正極材の熱分解挙動評価



リチウムイオン電池正極材 LiMn_2O_4 をHe雰囲気下で加熱したところ、800℃付近と1100℃付近の2段階の減量が観測され、いずれも O_2 (m/z 32) の発生を確認しました。さらに1000℃付近では、不純物由来とみられる SO_2 (m/z 64) の発生も認められました。

ペロブスカイト太陽電池材料の分解挙動評価



加熱前



加熱後



ペロブスカイト太陽電池材料 MAPbI_3 粉末をHe雰囲気下で加熱し、試料観察STA-GCMSにより分解挙動を評価しました。200℃超で減量が始まり、試料色は黒から赤へ変化しました。発生ガスはメチルアミン、ヨウ化水素、ヨウ素が主体で、アンモニアやヨウ化メチル由来とみられる信号も検出されました。試料画像とMSにより、 PbI_2 生成を伴う分解過程を明瞭に捉えられます。

示差熱天秤-固相マイクロ抽出 アタッチメント

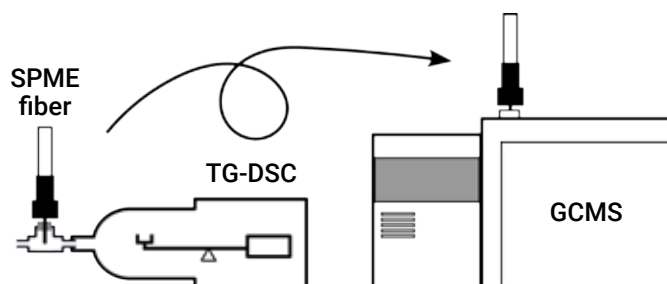
STA/Solid Phase Micro Extraction

STA-SPME

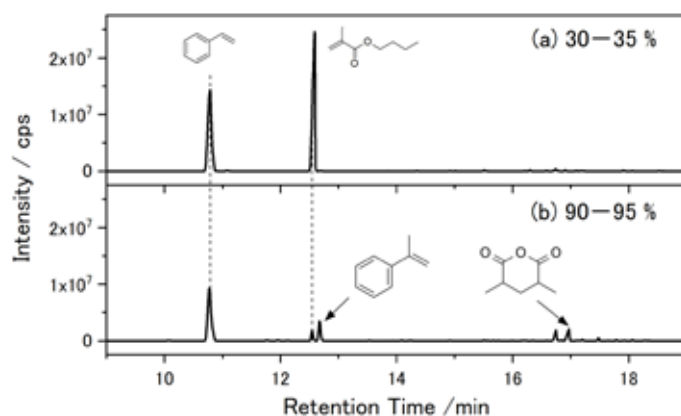
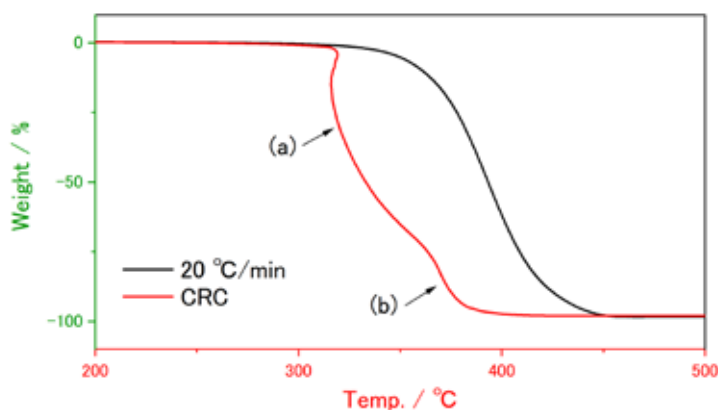


固相マイクロ抽出（Solid-Phase Microextraction：SPME）を用いて、STA測定中に発生するガスを効率的に捕集し、GCMSによる定性分析を行います。

STAとGCMSを直接接続することなく、固相マイクロ抽出（SPME）を用いて発生ガスを簡便に捕集・分析できます。減量が生じる温度域で捕集したガスをGCMSに導入することで、成分の分離・同定や反応生成物の解析を効率的に行えます。



Application スチレン-ブチルメタクリレート共重合体の段階的熱分解評価



スチレン-ブチルメタクリレート（St-BMA）共重合体を窒素雰囲気中で等反応速度制御（CRC: Constant Rate Control）で測定し、各反応段階の分解ガスをSPMEで定性しました。等速昇温のTGでは分離が難しい2段階の減量を明瞭に分離できました。

(a) 1段階目では、モノマーのスチレンとブチルメタクリレートを検出しました。一方、(b) 2段階目ではこれらのモノマーのシグナルが弱まり、 α -メチルスチレン、酸無水物を検出。分解初期の解重合から終期の複雑反応への移り変わりを段階ごとに解析できます。

示差熱天秤-フーリエ変換 赤外分光分析測定装置

STA/Fourier Transform Infrared Spectroscopy

STA-FTIR



熱分析では試料が変化する温度を把握できますが、生成するガス成分までは特定できません。FTIRとの同時測定により、揮発・熱分解で発生するガス成分を定性分析し、その生成挙動を温度に対して連続的に追跡できます。

主な特長

- 成分ごとの赤外吸収スペクトル強度の変化を、グラフ表示や3D表示で多面的に解析可能
- TG用気相ライブラリによるスペクトル検索に対応
- Mercury TGA機能により、混合状態のガス成分を自動判別
- サーモフィッシャーサイエンティフィック社製FTIR装置に対応

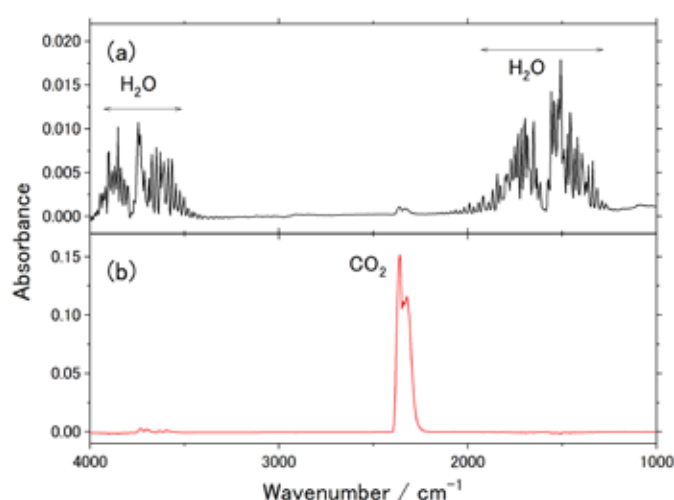
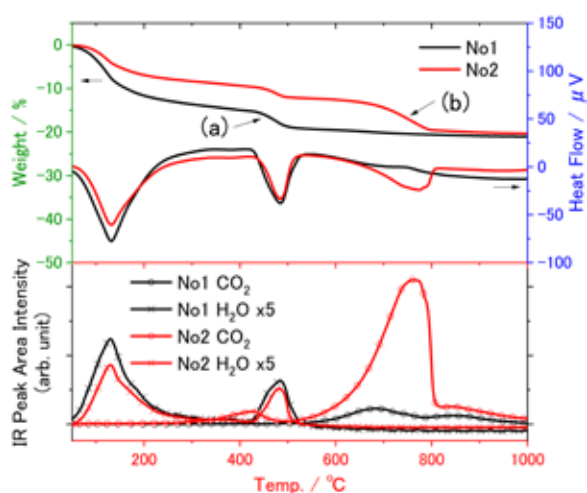
対象製品：Nicolet iS50、Nicolet iS50R、Nicolet Apex

※製造メーカーの仕様変更等により、機種が変更される場合があります。

測定と解析までをサポートする ソフトウェア・スペクトルライブラリ

- OMNIC Series 時分割測定用ソフトウェア
- OMNIC Spectra スペクトルサーチソフトウェア
- スペクトルデータベース

Application セメント硬化体の脱水・脱炭酸反応と炭酸化進行度の評価



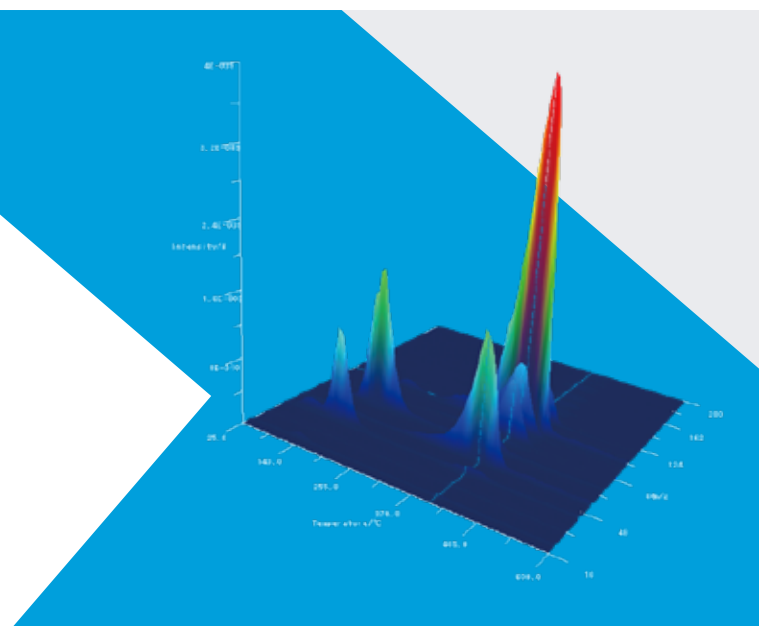
硬化・保存条件の異なる2種類のセメント硬化体 (No1、No2) をSTA-FTIRにて測定しました。400～500℃では(a)のIRスペクトルで示したようにH₂Oが確認され、水酸化カルシウムの脱水分解が起きています。600～800℃では(b)のようにCO₂が確認され、炭酸カルシウムの脱炭酸反応が起きています。No2がNo1よりも炭酸化が進行していることがわかります。

オプション

3次元表示・解析ソフトウェア

3D Display & Analysis Software

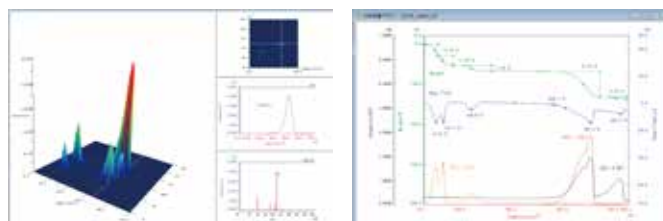
対応機種 ThermoMass Photo, STA-GCMS
(ThermoMass Photoには標準付属)



ThermoMass PhotoおよびSTA-GCMSで得られる膨大なマトリックスデータを3次元で可視化し、発生ガスの挙動を一目で直感的に把握できます。さらに、2次元データの選択・抽出も自在に行え、複雑なデータ解析を強力かつ効率的にサポートします。

熱分析データとMSデータの多重表示

3Dメイングラフ画面上で、任意の温度に対応するマススペクトルや、任意の m/z に対応する温度プロファイル (MSイオンサーモグラム) を自在に選択・抽出できます。抽出したMSイオンサーモグラムは、SIM多重グラフ画面上で熱分析データと重ね合わせて表示でき、各データの対応関係を一目で効率的に解析できます。

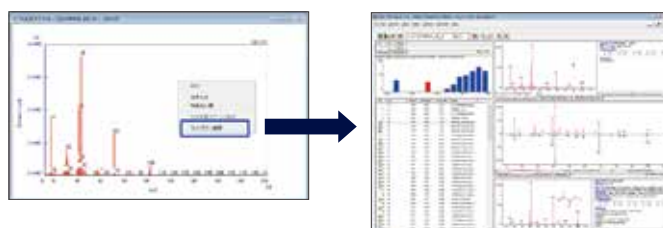


スナップショット機能

任意の m/z や温度条件から選択・抽出したマススペクトルおよびMSイオンサーモグラムを、ビットマップ画像として手軽に保存・管理できます。保存した画像はワンクリックで再描画でき、元データに基づく解析をいつでもスムーズに再開可能。抽出した重要データを漏れなく、効率的に解析できます。

ライブラリによるマススペクトル検索

任意温度で選択・抽出したマススペクトルは、NIST MS ライブラリ検索ソフトウェア (オプション) とシームレスに連携し、候補スペクトルとの照合により、確度の高い定性分析を実現します。



キャピラリーインターフェース

高沸点成分を含む発生ガス分析など、測定対象や目的に応じて最適な導入方式を選択できます。

対応機種 ThermoMass Photo



NISTマスマスペクトルライブラリー

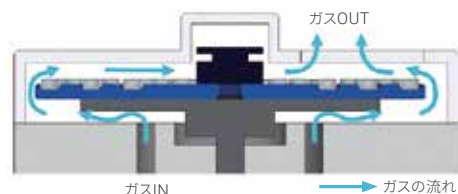
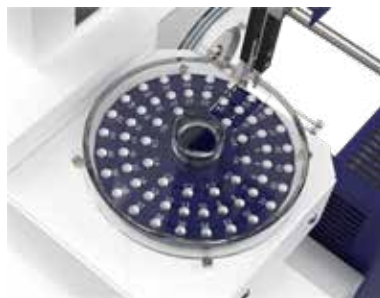
ピーク同定用のデータベースです。43万件以上のEIスペクトルと320万件以上のMS/MSスペクトルを収録し、未知成分の同定や解析精度の向上を強力にサポートします。

対応機種 ThermoMass Photo, STA-GCMS

ASC／ガスフロー対応ASC

最大で1000連続測定が可能で測定の自動化・ハイスループットに大いに貢献します。
ガスフロー対応型ASCはトレー部に乾燥ガスをフローさせ、試料の外部との接触を軽減させます。吸湿性の高い粉末試料などの測定に有効です。

対応機種 ThermoMass Photo, STA-GCMS



仕様・ユーティリティ

ThermoMass Photo 仕様

示差熱天秤部		型式	Thermo plus EVO2差動型示差熱天秤 TG-DTA8122	
		試料量	最大1 g (90 μL)	
		TGフルスケール	±250 mg	
		TG分解能	0.1 μg	
		DTAフルスケール	2000 μV	
炉体			抵抗炉	赤外線加熱炉
測定温度範囲			室温～1500℃	室温～900℃
昇温速度 (最大)			20℃ /min	100℃ /min
インターフェース方式	スキマー インターフェース	原理	スキマー型、ジェットセパレーター方式を炉体内部に搭載	
		材質	ムライト製 (高温型)	
	キャピラリー インターフェース ^{*1}	原理	キャピラリー型	
		材質	SUS	
		加熱温度	250℃～350℃	
質量分析計部		MS分析方式	四重極型	
		質量範囲	1～410 m/z	
		検出器	チャンネル型2次電子倍增管 (CME)	
		測定モード	TICスキャン、SIM (最大16チャンネル)	
		イオン化	電子イオン化法 (EI) / 光イオン化法 (PI) 任意選択	
測定雰囲気 (キャリアガス)			He、20% O ₂ /He	
ASC ^{*1}			試料数：28個 (温度・エネルギー校正用試料：4個) レファレンス：3個 重量校正用試料：1個 試料トレー部ガスフロー型対応可	

^{*1} オプション

本装置の開発にあたり、独立行政法人 産業技術総合研究所 物質計測標準研究部門 主任研究員 津越敬寿様にご協力をいただきました。

ユーティリティ

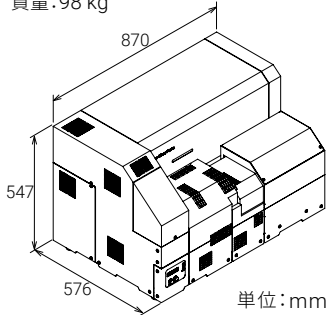
所要電源	単相AC200 V, 50/60 Hz, 10 A, 圧着端子コード長 5 m
供給ガス	ヘリウム 0.05-0.1 MPa
冷却水（赤外線加熱炉のみ）	水圧0.2〜0.3 MPa、流量 3 L/min以上

外形寸法

※外置きロータリーポンプを除く

ThermoMass Photo

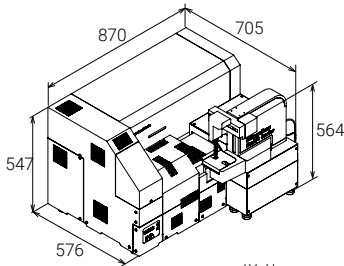
質量:98 kg



単位:mm

ThermoMass Photo+ASC

質量:113 kg



単位:mm

STA-GCMS 仕様

示差熱天秤部	型式	Thermo plus EVO3 熱重量-示差走査熱量測定装置 STAvesta
発生ガス分析用 インターフェース部	モデル	マスインターフェース ダイレクト接続
	測定モード	TG-MS
	トランスファーチューブ	内面不活性化処理キャピラリーチューブ
	トランスファーチューブ温度（最高）	350℃

- ・熱重量-示差走査熱量測定装置の仕様はSTAカタログ仕様をご参照ください
- ・アジレント・テクノロジー、島津製作所、日本電子各社のGCMS、MSと接続可能です。詳しくはお問い合わせください
- ・GCMS、MSの詳細仕様は各社のカタログをご参照ください

STA-FTIR 仕様

示差熱天秤部	型式	Thermo plus EVO3 熱重量-示差走査熱量測定装置 STAvesta
STA-FTIR用電気炉接続部 補助ヒーター	ヒーター温度	任意設定可能（最高300℃）
	温度制御コントローラー	別置型コントローラーの制御パネルを操作して設定

- ・熱重量-示差走査熱量測定装置の仕様はSTAカタログ仕様をご参照ください
- ・FTIRの詳細仕様、詳細設置（ユーティリティ）は、サーモフィッシャーサイエンティフィック社にお問い合わせください
（接続可能機種：Nicolet iS 50、Nicolet Apex）

- * カタログ中に掲載されている性能上の数値は、株式会社リガクによるテスト結果であり、他の環境下で常に同様の結果となることを保証するものではありません。
- * 「STAvesta」、「ThermoMass Photo」、「Thermo plus EVO2」は、株式会社リガクまたはその関連会社の商標または登録商標です。
- * カタログ中の社名、製品名は各社の商標および登録商標です。
- * このカタログに掲載されている製品は、外国為替および外国貿易法の安全保障輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出する場合、または日本国外に持ち出す際は、日本国政府への輸出許可申請等、必要な手続きをお取りください。

製品改良にともない、やむをえず仕様・外観などを予告なく変更させていただく場合があります。ご了承ください。

株式会社リガク 〒196-8666 東京都昭島市松原町3-9-12
☎ (042) 545-8111 (代表電話案内) FAX. (042) 544-9795

東京支店 / 〒151-0051 渋谷区千駄ヶ谷5-32-10 ☎ (03) 5312-7077 FAX. (03) 5312-7078
大阪支店 / 〒564-0063 吹田市江坂町1-23-10 ☎ (06) 6879-1660 FAX. (06) 6879-1664
東北営業所 / 〒980-0804 仙台市青葉区大町1-2-16 ☎ (022) 264-0446 FAX. (022) 223-1977
名古屋営業所 / 〒461-0002 名古屋市東区代官町35-16 ☎ (052) 931-8441 FAX. (052) 931-2689
九州営業所 / 〒802-0005 北九州市小倉北区堺町2-1-1 ☎ (093) 541-5111 FAX. (093) 541-5288