TMA

熱機械分析装置

TDL

横型膨張計

Rigaku

視るチカラで、世界を変える

熱機械分析装置

Thermomechanical Analyzer

TMA8311

検出機構そのものに発生する
熱膨張・収縮をキャンセルする
示差膨張方式を採用

低膨張材料や小さい試料の熱膨張・収縮にも正確かつ再現性の高い測定を実現

TMAの測定方法には、荷重条件と対象となる試料の形状に応じて、圧縮荷重、引張荷重、ペネトレーション、3点曲げの4種類の測定モードがあります。圧縮荷重モード、引張荷重モードでは、膨張量から膨張率・膨張係数を求めることができます。

膨張係数既知試料による補正

膨張係数既知試料の測定結果と文献値を比較し、各温度での膨張量の差から計算した補正ファイルを作成・登録できます。補正ファイルで測定結果の膨張量を較正し、より正確な測定結果を得られます。複数装置間でのデータの正確さの管理もできます。

交換可能な冷却オプション

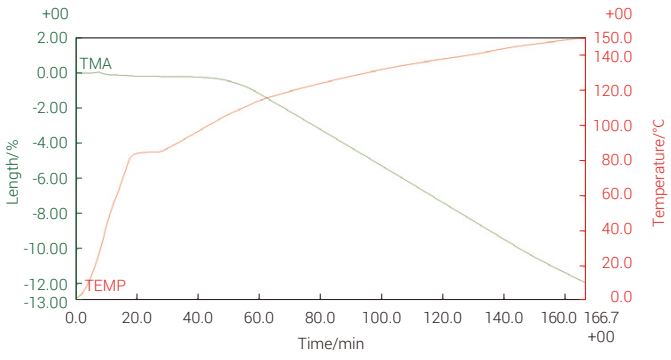
測定目的と温度範囲に応じて冷却ユニットを選択できます。各冷却ユニットの付け外しも簡単で、測定シーンに合わせて交換可能です。

拡張性にすぐれた多目的測定システム

アタッチメントの交換だけで、圧縮、引張、ペネトレーション、3点曲げなど多種類の測定が可能です。荷重は一定荷重のほか等速度荷重モード（圧縮又は引張荷重を一定速度で変化させる）、sin波状周期荷重モード（一定の周波数で圧縮・引張荷重を加える）が設定できます。

ダイナミックTMAユニット

一定の昇温速度ではなく、試料の収縮速度をパラメーターとして温度制御を行う手法です。セラミックスの焼結シミュレーションとして利用でき、収縮速度をコントロールした焼結片を作成できます。下図は未焼結アルミナのダイナミックTMA測定結果です。収縮速度が一定（0.1%/min）になるように温度制御されていることがわかります。



Application　未焼結アルミナのダイナミックTMA

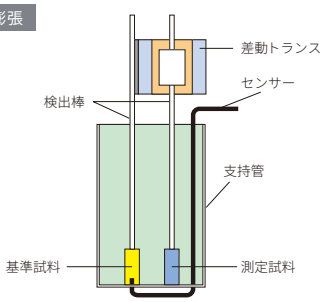
拡張性に優れた多目的測定アタッチメント

低膨張の試料を精度よく測定したい（示差膨張）、高分子試料を測定したい（全膨張）など、リガクのTMAなら測定する試料によって測定アタッチメントの選択と使い分けが可能です。
全膨張方式の測定アタッチメントはセンサー（熱電対）の形状が2タイプ。再現性の良いストレートタイプと試料に合わせて調整可能な折返しタイプから選択※できます。

※ 測定条件や温度範囲によってはタイプが指定になる場合があります。

圧縮荷重法（示差膨張）

示差膨張



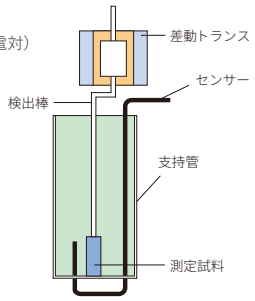
棒状や板状試料

試料の熱膨張を、基準試料と比較測定する示差膨張方式で測定します。試料支持部の伸びを常時キャンセル。10^{-7} (1/K) オーダーの低膨張試料でも高い再現性で測定できます。

圧縮荷重法（全膨張）

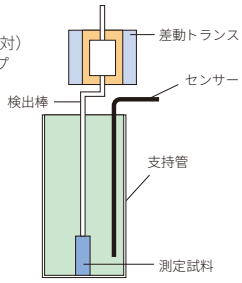
全膨張

センサー（熱電対）
折返しタイプ



全膨張

センサー（熱電対）
ストレートタイプ

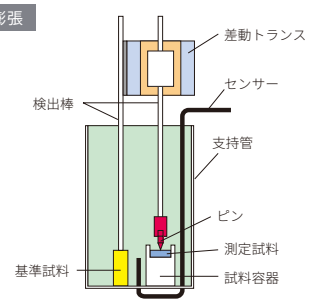


棒状や板状試料

試料のみセットする全膨張方式は、示差膨張方式より大きな試料（最大ϕ12 mm）を測定できます。

示差ペネトレーション法

示差膨張



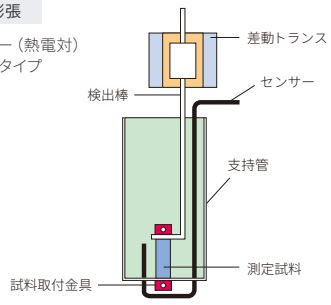
数μm厚試料

リガク独自の示差方式を採用。数μm厚試料のガラス転移や軟化等を高感度に測定できます。

引張荷重法

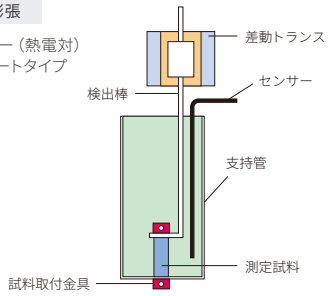
全膨張

センサー（熱電対）
折返しタイプ



全膨張

センサー（熱電対）
ストレートタイプ

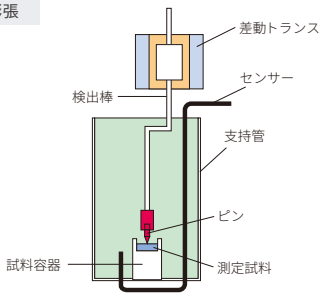


繊維やフィルム状試料

試料の両端を金属製治具でチャックし、引張荷重を加えて測定します。
チャック金具の重量が荷重に影響を与えない構造なので、高精度測定が可能です。

ペネトレーション法

全膨張



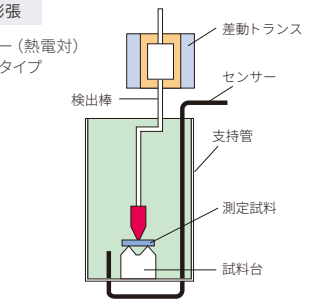
シート状・フィルム状試料

試料にピンをあてて一定荷重を加えた状態で昇温し、試料中へピンが貫入する温度や貫入量を測定します。

3点曲げ法

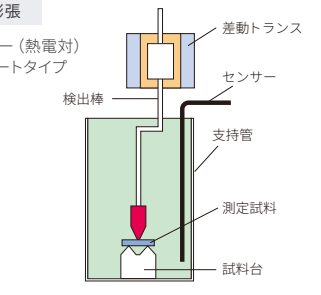
全膨張

センサー（熱電対）
折返しタイプ



全膨張

センサー（熱電対）
ストレートタイプ



板状試料

板状試料の曲げ測定をし、変形温度や変形量の情報を得られます。

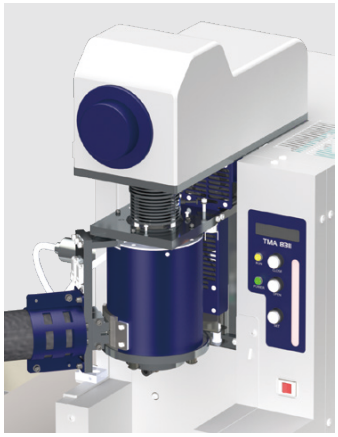
選べる冷却ユニット

測定目的と温度範囲に応じて冷却ユニットを選択できます。各冷却ユニットの接続も容易で、測定シーンに合わせて交換可能です。

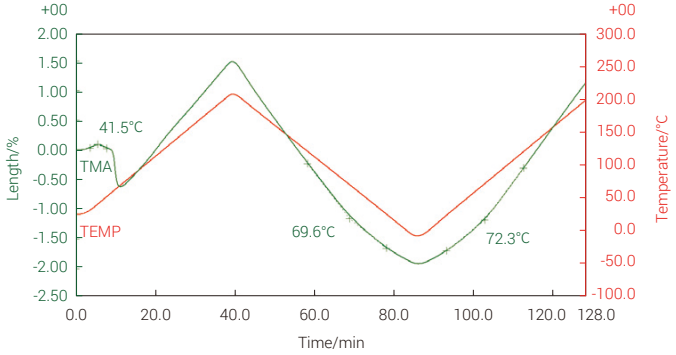
	電気冷却	液体窒素自動供給冷却
冷却ユニット	 液体窒素を使用せずに昇降温連続測定が可能です。オプションの電源ON/OFFユニットを使用すれば、測定前後の待ち時間ゼロを実現します。 電気冷却ユニットの冷媒はノンフロンガスを採用。フロン排出抑制法対象外のため煩わしい管理・点検業務は不要です。	 冷媒に液体窒素を使用し、測定プログラムに応じて低温窒素ガスを供給制御します。広範囲の昇降温連続測定に最適です。
測定温度範囲	−70〜600°C	−150〜600°C
昇温速度	20°C /min	20°C /min
外形寸法/重量	W295×D500×H570 mm 60 kg	(コントローラー) W150×D250×H270 mm/4 kg (デュワー) ϕ480×H940 mm/25 kg
電源	単相AC100 V, 50/60 Hz, 15 A, アース付きコンセント1口	単相AC100 V, 50/60 Hz, 8 A, アース付きコンセント1口
備考	電源ON/OFFユニット接続可能	デュワー容量：30 L

冷却ユニットでの測定例

1st heatingでは、40°C付近に試料の製造条件等に起因する収縮が現れています。1st heating & coolingプロセスによって、試料に所定の熱履歴が与えられた結果、72°C付近でガラス転移に伴う膨張率の変化が明瞭に観測できます。



電気冷却TMA8311



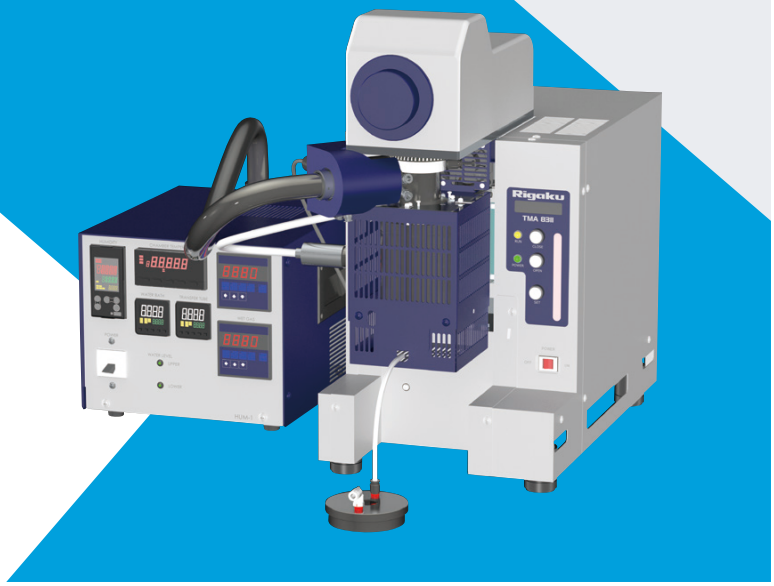
Application　エポキシ系樹脂の電気冷却測定

高濃度水蒸気雰囲気TMA

Humidity-Controlled TMA

TMA8311/HUM

水蒸気雰囲気で容易に
TMA測定が可能な熱分析装置

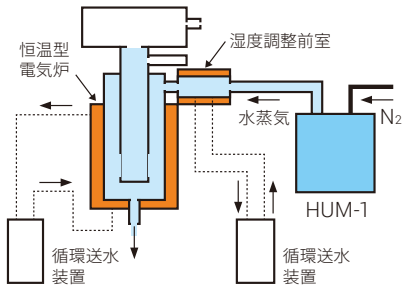


TMA/HUM-1は熱機械分析装置を水蒸気発生装置と組合せて、水蒸気雰囲気でTMA測定を行う装置です。
HUM-1は高分子型相対湿度センサーと高精度温度センサーを採用しレスポンスの良い水蒸気濃度可変と長時間の安定性を実現しました。

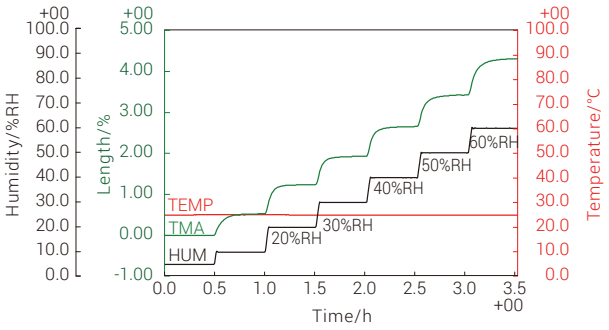
- 最高80°C 90%RHの水蒸気雰囲気で100°C以上の試料昇温が可能。圧縮・引張・ペネトレーションのモードに対応します。
- TMA出力・荷重・温度の他に水蒸気の濃度を表示することができます。
- 測定・解析ソフトウェアの温度プログラムと連動し水蒸気濃度を設定することができます。
- TMA/HUM-1は材料の吸水特性、高分子材料の湿度依存性、セラミックスの脱バインダ・焼成挙動等の評価に有効な手段です。

TMA/HUM 水蒸気雰囲気熱機械分析装置 Humidity Controlled TMA

TMA/HUM-1システム構成図※



※ 水蒸気雰囲気測定には循環送水装置が必要です（オプション）。
測定によっては2台必要になる場合があります。



Application コピー用紙の湿度変化に伴う膨張
室温ホールド下で、湿度を段階的に変化させた時の膨張量の変化です。

横型膨張計

Thermal Dilatometer

TDL8411

検出機構に起因する熱膨張・収縮を
キャンセルする示差膨張方式を採用
低膨張材料や薄い試料の熱膨張・収縮にも
正確かつ再現性の高い測定を実現

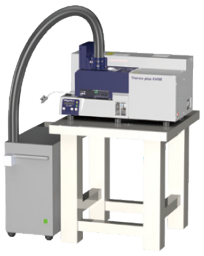
オートサンプルチェンジャー（ASC）も取付け可能で
省エネ・ハイスループットに貢献

空冷ファンによる測定終了後の冷却時間短縮、試料長さの自動測長等の機能も備えています。

- 検出機構に起因する熱膨張・収縮をキャンセルする示差膨張方式
- 内蔵空冷冷却ファンによる測定終了後の冷却時間短縮
- 測定試料長さの自動測長機能
- 省エネ、ハイスループットに貢献（最大25個の試料をセットできるコンパクトなASCを付加可能）
- 膨張係数既知試料測定値による補正ソフトウェア

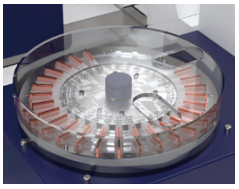
電気冷却ユニット

液体窒素を使用せずに熱膨張の昇降温連続測定が可能です。オートサンプルチェンジャーを使用すればサンプルの交換の手間をかけずに連続測定が可能です。また、オプションの電源ON/OFFユニットを使用することで、測定前後の待ち時間ゼロを実現します。
電気冷却ユニットはフロンガスではなく自然冷媒を使用しているため、3ヶ月毎の法定点検の義務や廃棄時の煩雑さもありません。

冷却ユニット	
測定温度範囲	−60〜600°C
昇温速度	最大20°C /min
外形寸法/重量	W295×D500×H570 mm 60 kg
電源	単相AC100 V, 50/60 Hz, 15 A, アース付きコンセント1口
備考	既納TDLへの後付け可能（電気炉交換）

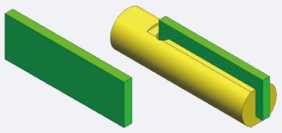
薄型試料対応TDL

薄板材料の測定に適した測定部のTDLでASCにも対応しています。
薄い試料や小さい試料や強度が無い試料なども、試料に応じた搬送ボートを使うことでASC測定が可能になります。
搬送ボートの形状・材質は測定対象の試料形状・測定温度域等に合わせて対応可能です。

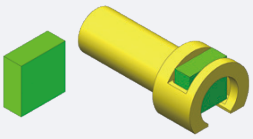


試料形状例

自立しない薄板の長手方向の膨張を見たい場合



小片の厚み方向の膨張を見たい場合



オプション

フローメーター

試料室に流す雰囲気ガス（不活性ガス、Airなど）の流量をコントロールします。
200、500、1000 mL/min F.S.の3モデルを用意しています。

対応機種：TMA、TDL

ガスセレクター

測定プログラムに連動し、内蔵バルブを切り替え、試料室に流すガスをコントロールするセレクターです。

※ フローメーターはオプションです。流量、ガス種については、お問い合わせください。

対応機種：TMA、TDL

2ch-フローコンポJr.

測定プログラムに連動して、ガスの切り替えやフロー量の設定が可能です。各ガス種、フルスケールを選べます。

対応機種：TMA、TDL

TMA用低荷重ユニット

電気冷却ユニット取付時、低荷重ユニットをつけることで電気冷却からの振動を抑え、測定荷重2gまでの測定が可能になります。

※ 電気冷却測定をしないときで低荷重測定を行う場合にも効果があります。

対応機種：TMA

ガスフローユニット

残留酸素濃度を短時間で低減させるために、不活性ガスをフローさせるユニットです。内蔵ポンプにより、Airフローも可能です。

対応機種：TMA、TDL

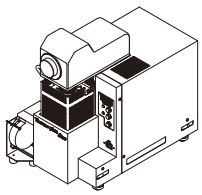
卓上除震台

振動の多い場所でのTMA測定に最適です。

対応機種：TMA

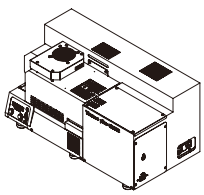
外形寸法

TMA8311
質量：30 kg



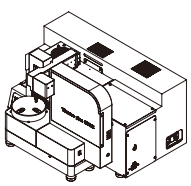
W380×D580×H580 mm

TDL8411
質量：28 kg



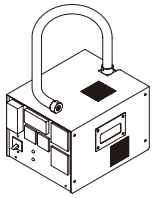
W702×D362×H356 mm

TDL8411+ASC
質量：44 kg



W702×D521×H496 mm

HUM-1
質量：15 kg



W290×D350×H260 mm

TMA　熱機械分析装置
TDL　横型膨張計

仕様

TMA　熱機械分析装置　Thermomechanical Analyzer

モデル名	Thermo plus EVO2 熱機械分析装置 TMA8311									
測定方式	圧縮荷重法				引張荷重法		ペネトレーション法		3点曲げ法	
種類	標準型		高温型		—		示差ペネト	昇温ペネト	—	
本体部/検出方式	示差膨張	全膨張	示差膨張	全膨張	全膨張		示差膨張	全膨張	全膨張	
試料サイズ	ϕ9 mm以下	ϕ12 mm以下	ϕ9 mm以下	ϕ12 mm以下	厚さ10～200 μm		ϕ5 mm以下		長さ9～13 mm、最大幅5 mm	
	長さ10～20 mm				長さ10、15、20 mm、幅5 mm		最大厚み4 mm		最大厚み2 mm	
支持管・検出棒材質	SiO_2		Al_2O_3		SiO_2		SiO_2		SiO_2	
最大荷重	1000 mN									
測定温度範囲※	室温～1100°C		室温～1500°C		室温～600°C				室温～1100°C	
昇温速度（最大）	100°C /min（低温炉：20°C /min）									
TMAフルスケール	5000 μm									
荷重モード	1. 一定荷重（圧縮又は引張方向に最大1100 mN、1 mNステップ）　2. 等速度荷重（圧縮又は引張方向に1～500 mN/minの速度で最大1000 mNまで） 3. sin波状周期荷重（振幅1～1000 mN、周波数0.01～1 Hz）									
測定雰囲気	空気・不活性ガス・減圧・水蒸気									

※ オプション（低温測定 液体窒素自動供給冷却ユニット：–150～600°C、電気冷却ユニット：–70～600°C）

TDL　横型膨張計　Thermal Dilatometer

モデル名	Thermo plus EVO2 横型膨張計 TDL8411	
測定方式	圧縮荷重法	
種類	標準型	高温型
本体部/検出方式	示差膨張	
試料サイズ	ϕ5 mm、長さ10～20 mm	
支持管・検出棒材質	SiO_2	Al_2O_3
最大荷重	500 mN	
測定温度範囲※	室温～1100°C	室温～1500°C
昇温速度（最大）	40°C /min	
TDLフルスケール	5000 μm	
測定雰囲気	空気・不活性ガス	
ASC	試料数：25個（測長用試料：1個）	

※ オプション（低温測定 電気冷却ユニット：–60～600°C）

HUM　水蒸気発生装置　Humidity Generator

モデル名	HUM-1
水蒸気制御方式	バブリング槽乾燥ガス混合方式
水蒸気発生範囲	室温～80°C dry～90%RH
ガス種	乾燥窒素
湿度センサー	高分子型相対湿度センサー
測定温度素子	Pt抵抗体
連続使用時間	60°C 90%RHにて約100時間 80°C 90%RHにて約40時間

ユーティリティ

TMA8311	単相AC100-240 V, 50/60 Hz, 15 A, アース付きコンセント1口
TDL8411	単相AC100-240 V, 50/60 Hz, 15 A, アース付きコンセント1口

電気冷却ユニット	単相AC100 V, 50/60 Hz, 15 A, アース付きコンセント1口
液体窒素自動供給冷却ユニット	単相AC100 V, 50/60 Hz, 8 A, アース付きコンセント1口
HUM-1	単相AC100 V, 50/60 Hz, 5 A, アース付きコンセント1口
2ch-フローコンポJr.	単相AC100 V, 50/60 Hz, 1 A, アース付きコンセント1口
ガスセレクター	単相AC100-240 V, 50/60 Hz, 0.5A, アース付きコンセント1口

＊ 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。
＊ 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1-23-101　☎ (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

www.rigaku.com | info-gsm@rigaku.co.jp