

動的粘弾性測定装置

MCR 703 MultiDrive



DMAを超えて

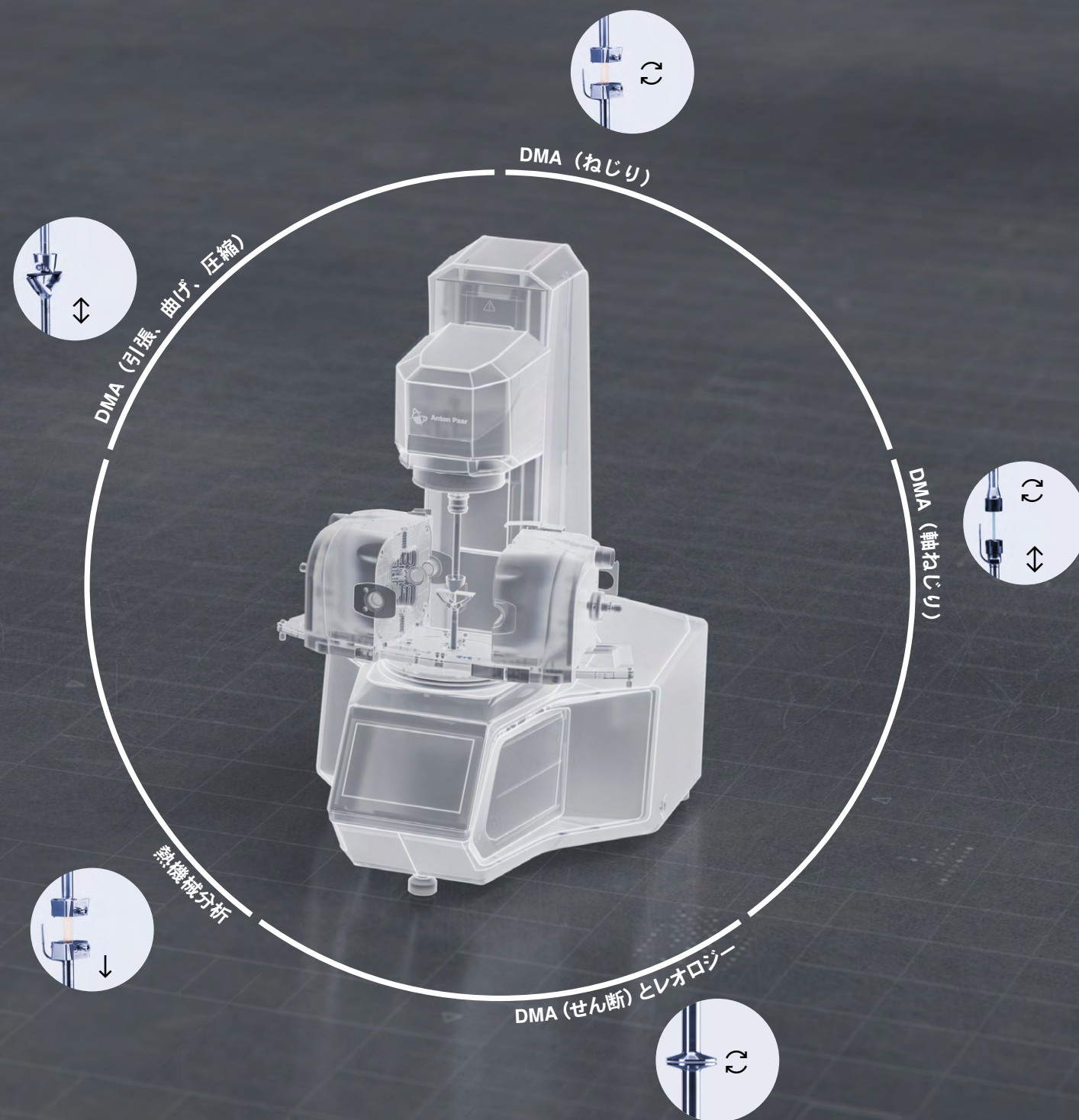


MCR 703 MultiDriveが再定義する 動的粘弾性測定の世界

MCR 703 MultiDriveは、画期的な5-in-1機能により、材料特性評価の可能性を再定義します。引張、曲げ、圧縮、ねじりモードのDMAに加え、レオロジー特性評価や熱機械分析（TMA）も、すべて1台で行うことができます。

また、軸モードとねじりモードを組み合わせたDMAを一度に行い、さらなる革新を実現します。MCR 703 MultiDriveは、異方性材料の高度な特性評価や等方性材料のポアソン比測定に最適な装置です。

動的粘弾性測定装置の新たなベンチマークとなる本装置では、材料研究の新たな可能性を切り拓くことができます。



DMA（引張、曲げ、圧縮）

リニアドライブで荷重または変位を制御し、三点曲げ、シングル/ダブルカンチレバー、引張、圧縮用の治具を用いた正確な試験が可能です。一般的なDMA規格にも完全に準拠しています。

DMA（ねじり）

回転ドライブでトルクまたは偏向を精密に印加し、短冊状や円柱状サンプルのねじりモードでの動的粘弾性測定が可能です。従来のDMAとは異なり、動的負荷をサンプルの固定に必要な力と分けることで、高い精度を保証し、測定アーティファクトを最小限に抑えます。

DMA（せん断）とレオロジー

回転ドライブにより、標準的および高度なレオロジー測定が可能です。レオロジー規格に準拠した材料特性について、精密な情報を得ることができます。アントンパールのMCRシリーズのすべての測定システム、温度制御システム、アプリケーション専用アクセサリと互換性があり、あらゆる種類のレオロジー試験モードに対して柔軟性を発揮します。

熱機械分析（TMA）

リニアドライブで変位を制御し、引張または圧縮モードにおける熱膨張の正確な測定が可能のため、固体、薄膜、繊維などの多様なサンプルに対してTMAを行うことができます。

DMA（軸ねじり）

リニアドライブと回転ドライブが連動するため、1回の実験で複素ヤング率（ E^* ）と複素せん断弾性率（ G^* ）を測定できます。これにより、初めて1サンプルから等方性材料のポアソン比を迅速かつ正確に決定することが可能となりました。また、軸ねじり複合試験は、複合材料の高速で方向依存的な特性評価も可能で、異方性材料の特性を深く理解するためのベースとなります。

最もスマートなDMA、 開始から終了まで



電子水準器

水準調整不足による原因不明の測定誤差を解消します。MCRの電子水準器の値は測定データセットに保存されるため、測定結果を100%信頼することができます。

QuickConnectカップリング

片手で、数秒以内に測定システムを接続できます。

Toolmaster

Toolmasterを使用すれば、測定システムとアクセサリーが即座に認識されて、ソフトウェア上で自動的に設定が行われるため、迅速で信頼性の高い装置準備が可能になります。

温度校正

当社の温度校正セットは温度を自動的に校正します。-160～+600 °Cの広い範囲をカバーしています。校正データは保存されるため、以降のすべての測定において正確な結果が保証されます。



タッチスクリーン操作

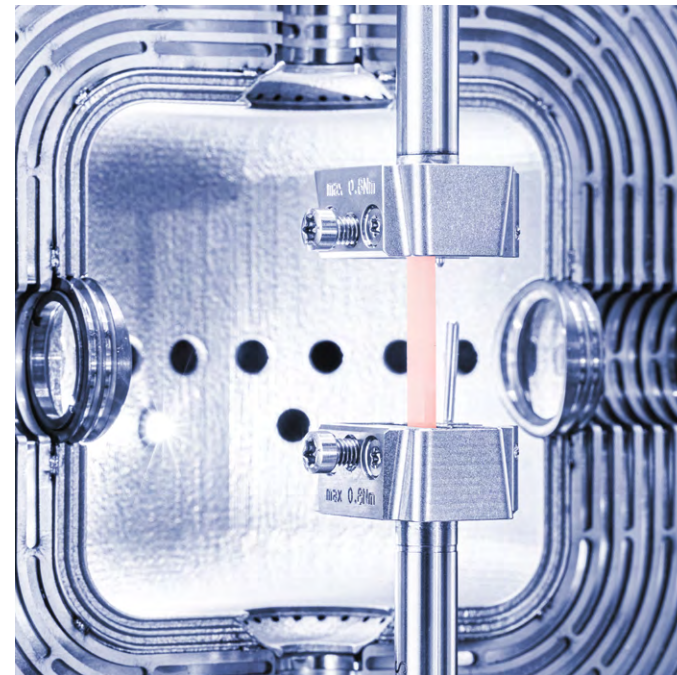
内蔵のタッチスクリーンには、装置から直接試験の準備を行うために必要な機能がすべて備わっています。

温度管理の基準装置

最適化されたアクセサリーと測定システムにより、-170～+1,000 °Cの全温度範囲において、最高の精度と再現性が保証されます。各測定システムは、固定されたサンプルの近くに温度センサを内蔵しているため、実際のサンプル温度を正確に検出することができます。

温度平衡

MCRは、自動温度平衡認識機能（T-Ready）により、正確な結果を迅速に得ることができます。時間を割いて温度平衡を確認する必要はありません。

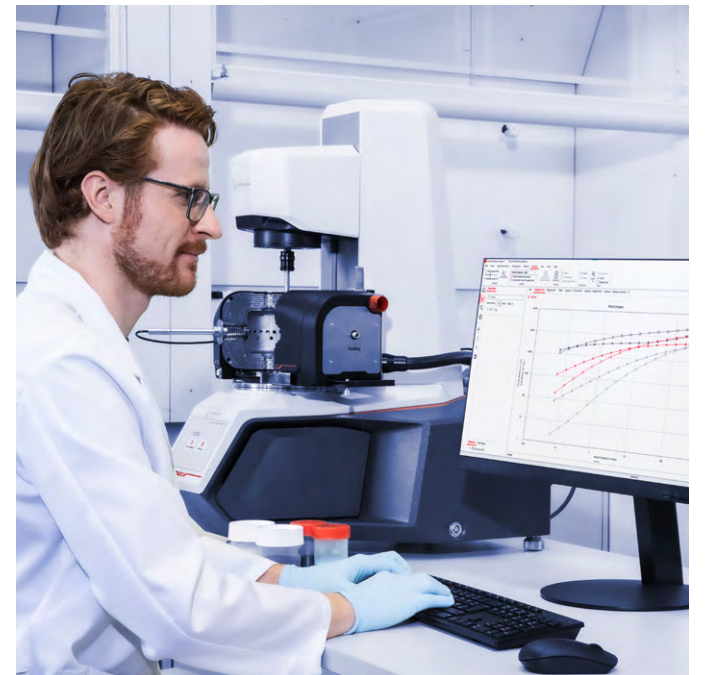


測定システムの自動位置調整

完全自動化された手順により、手作業の必要なく、測定システムの精密で再現性の高い位置調整が保証されます。位置決めにリフトドライブと回転ドライブを使用することで、サンプルの長さに関係なく、指定の変位範囲全体を測定することができます。

RheoCompassソフトウェア

強力なRheoCompassソフトウェアには、すぐに使用できるテスト定義を含むテンプレートや、無料の解析ツールが他社よりも多く搭載されています。新しいツールが頻繁に追加されるため、常に最新の状態を維持することができます。



材料試験に革命を

お客様の用途に最適な試験モードをお選びいただけます。引張、圧縮、曲げ、ねじりモードのDMA、軸ねじりDMA、レオロジー、TMAに合わせたソリューションをご用意しています。

MCR 703 Space MultiDriveをあらゆるセットアップに

MCR 703 Space MultiDriveは、作業スペースを最大化しているため、外部装置を簡単に追加でき、グローブボックス内での操作も可能です。不活性ガス雰囲気（窒素、アルゴン）下での使用にも対応しています。

ドライブユニットと センサ

精度の新時代へ一歩踏み出ませんか。
他の装置では得られない高い測定品質と
深い知見を提供します。精度が求められる
領域で、そのレンジを拡大することができます。

回転ドライブ

電子整流式（EC）永久磁石同期モーターを採用

- 回転子上の永久磁石と固定子内のコイルにより、固定子電流と発生トルクが線形の関係となる瞬時かつ同期的な動作を実現
- 軸方向と半径方向のエアベアリングにより、摩擦のない動作が可能となり、高精度な制御と測定を実現

測定におけるメリット

- これまでにない測定品質で、0.2 nNmの低トルクでも精密測定を実現
- 卓越した熱安定性により、最大230 mNmの高トルクでも、最も硬い材料の長時間特性評価が可能

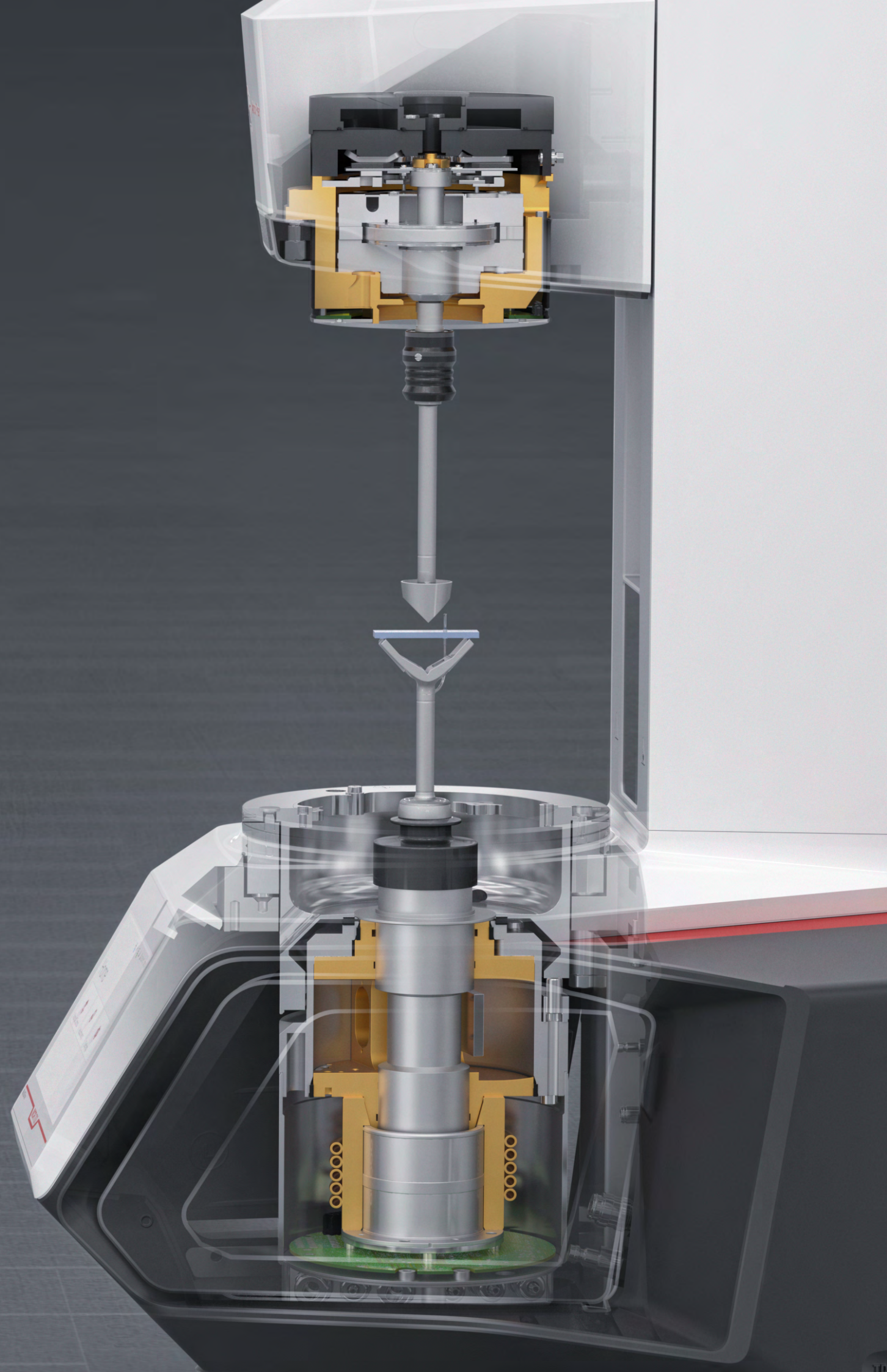
リニアドライブ

可動式磁石モーターを搭載

- 軽量ドライブシャフト上の固定子コイルと永久磁石により、最小限の電流で精密かつ高速な変位を実現
- 半径方向とねじり方向のエアベアリングにより、摩擦損失なくドライブシャフトの安定化と移動を可能に

測定におけるメリット

- 最小0.5 mNの優れたS/N比による卓越した荷重測定
- 効果的な熱管理により、最大40 Nの高負荷でも温度による信号ドリフトを排除
- 10 nm～9.4 mmの卓越した変位範囲を実現



卓越した 測定システム



硬いサンプル、柔らかい素材、あるいはカスタマイズされた設定のいずれにおいても、アントンパールの測定システムは測定の限界を突破していきます。

CFD最適化設計：
可能な限り
低い温度むら

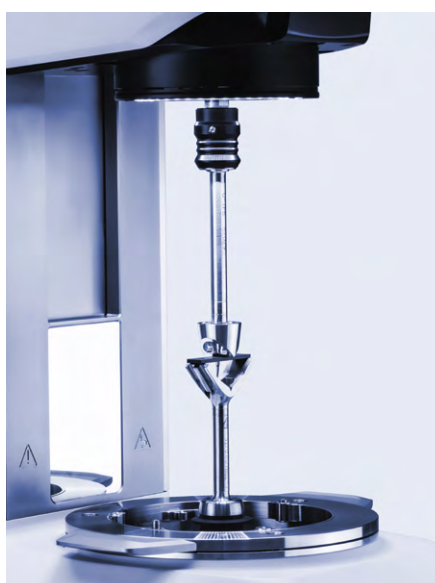
堅牢な構造：
高剛性サンプルの
特性評価

QuickConnect：
ネジを使わずに
測定システムを
数秒で交換

Toolmaster：
自動ツール認識・
設定

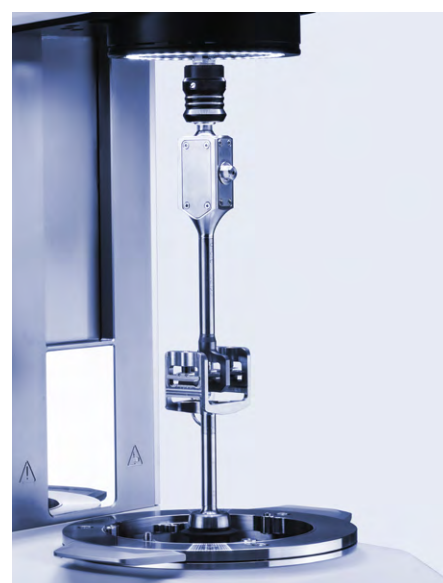
完全自動化による
最適なアライメント

最高の精度と再現性
を実現する内蔵温度
センサ



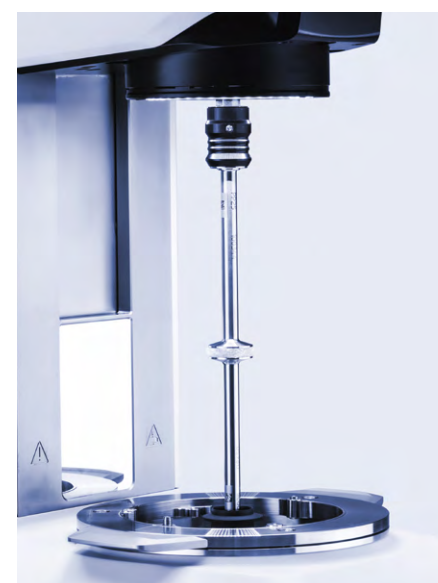
三点曲げシステム

曲げおよび屈曲モードでのDMAに適した測定システムで、複合材料、熱硬化性樹脂、金属、セラミックスなどの高剛性材料だけでなく、熱可塑性樹脂の特性評価にも使用できます。追加でサンプルを固定する必要がないため、拘束による測定誤差が最小限に抑えられます。



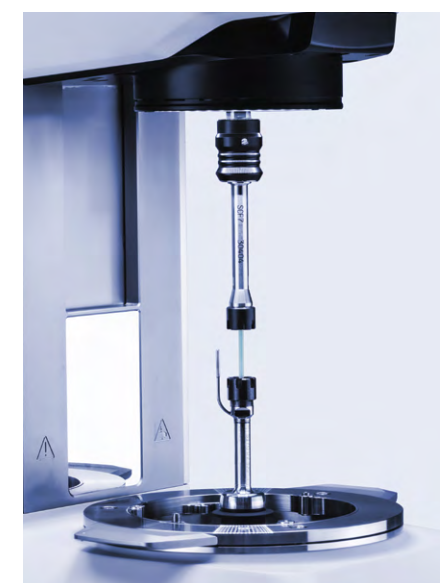
シングル/ダブルカンチレバー

カンチレバーは、サンプルをクランプで固定して、曲げモードの測定に使用することができます。サンプルが固定されるため、たわみやすい熱可塑性樹脂やエラストマーなどの低剛性材料にも対応可能です。



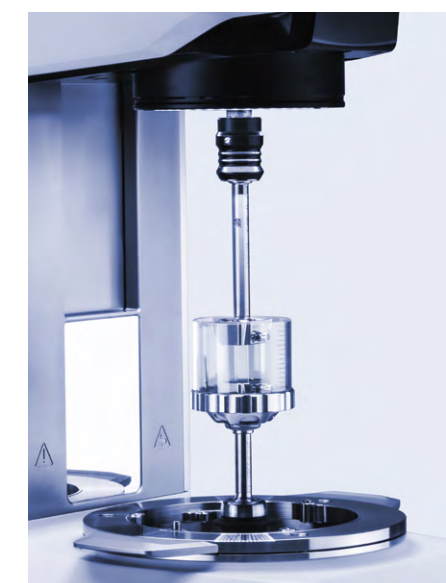
圧縮システム

圧縮モードのDMA試験では、サンプルを2枚の従来型平行プレートシステムの上に置き、一軸の荷重が加えられます。この変形モードは、発泡体、エラストマー、食品系やゲルなどの柔らかい固体の特性評価に特に有用です。この測定システムは、せん断レオロジー研究にも使用できます。



短冊状/円柱状サンプル測定システム

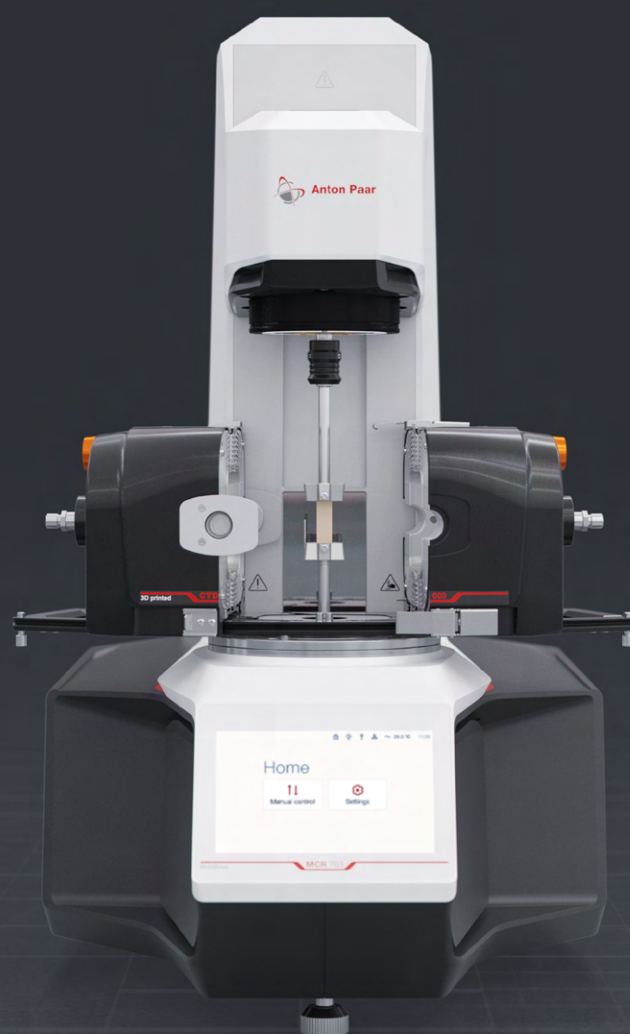
引張モードとねじりモードのDMAに使用できる測定システムで、フィルム、繊維、棒状サンプルの特性評価が可能です。また、同一のテスト定義内で同一サンプルのヤング率とせん断弾性率を測定できるため、ポアソン比など、従来のDMAでは測定範囲外であった特性も評価できます。



カスタムソリューション

特定の用途向けに、カスタムソリューションもご用意しています。例えば、液体に浸漬された固体のDMA用システム、任意の使い捨てまたはカスタム測定システムに使用可能なシャフト、通常曲げモードで使用されるDMA測定システムによる粉体サンプル試験用の材料ポケット、軸方向せん断での粘弾性材料の特性評価に使用するせん断サンドイッチなどがあります。

世界最高精度を誇る DMA用温度制御



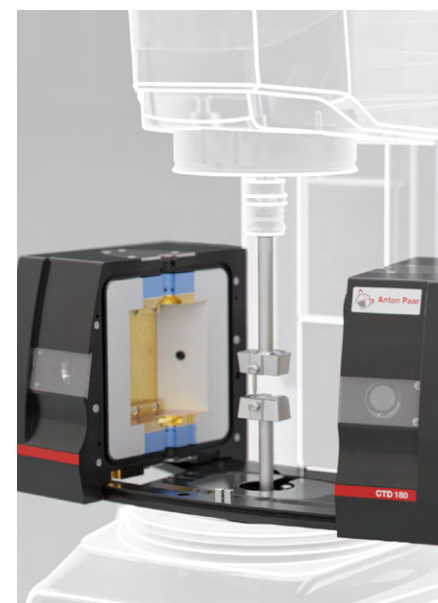
CTD 180
-20~+180 °C

CTD 600
-170~+600 °C

CTD 1000
-150~+1,000 °C

⊖ 170 °C

1,000 °C ⊕



CTD 180

ペルチェ素子を用いた対流式温度制御

- 温度範囲：-20~+180 °C
- ガスチラーや液体窒素などの追加装置を必要としない冷却向け
- ポリマー、食品、医薬品に対する温度や相対湿度の影響を評価する上で最適



CTD 600

対流式と輻射式を組み合わせた、最も精密なゼロ勾配の温度制御

- 温度範囲：-170~+600 °C
- 革新的な3D金属プリント製造技術により、最低温度から最高温度に至るまで精密で安定した温度制御を実現
- 熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、エラストマー、強化複合材、接着剤、フィルム、繊維などの特性評価に最適



CTD 1000

広い温度範囲に対応する、強力な対流式温度制御

- 温度範囲：-150~+1,000 °C
- 特殊設計と材料選定により、600 °Cを超える高温でも迅速な温度制御を保証
- 金属・合金、ガラス、セラミックスの特性評価に最適

⊕ 湿度制御オプション

外部湿度発生装置が実際の温度に応じて湿度を5~95%RHの範囲で制御 | 材料の乾燥、軟化、硬化への影響を研究する場合に使用

⊕ 低温オプション

オプション1：-170 °Cまで対応するEVU 20：液体窒素の蒸発とCTD 600またはCTD 1000への窒素の連続供給を制御 | ガス供給は自動的に空気または不活性ガスに切り替わり、CTD 600の全温度範囲をカバー

オプション2：-90 °Cまで対応する、CTD 600用のガスチラーユニット：圧縮ガス（空気または不活性ガス）を使用 | 内部安全規定により液体窒素の使用が禁止されている場合に最適

⊕ デジタルアイカメラオプション

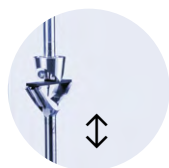
最高600 °Cの温度範囲全体でサンプルの画像や動画をリアルタイムに取得 | たわみ、すべり、クランプ不足、破損、または光学的に視認可能な相転移など、予期しない測定結果の原因を特定



詳細はこちら

1台で広がる可能性の世界

MCR 703 MultiDriveには、動的粘弾性特性評価に利用できる最も包括的な試験モードが搭載されています。



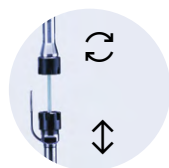
a | DMA（曲げ）

曲げモードのDMAは、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）の粘弾性特性の測定に使用します。サンプルの温度を変化させながら試験を行うことで、ガラス転移温度（Tg）を測定することが可能となります。これは、適切な使用温度の特定や、使用時の機械的性能の評価に役立ちます。



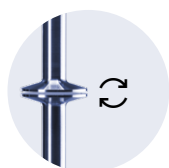
b | DMA（ねじり）

同一のCFRPに対してねじりモードのDMAを実施すると、曲げ試験時とは異なるガラス転移温度が観測されます。これは、異方性ポリマー複合材料の粘弾性特性が変形モードに依存することを示しています。



c | DMA（軸ねじり）

ねじりモードと引張モードのDMAは、同一試験片に対する一度の試験で、E*とG*の比を測定します。この比の変化は、機械的特性が荷重方向に依存することを示し、異方性サンプルの挙動を明らかにします。



d | レオロジー

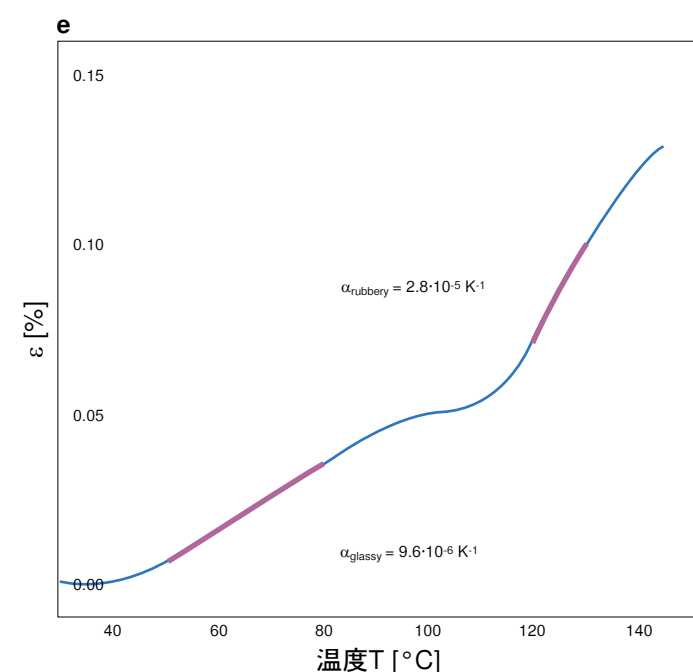
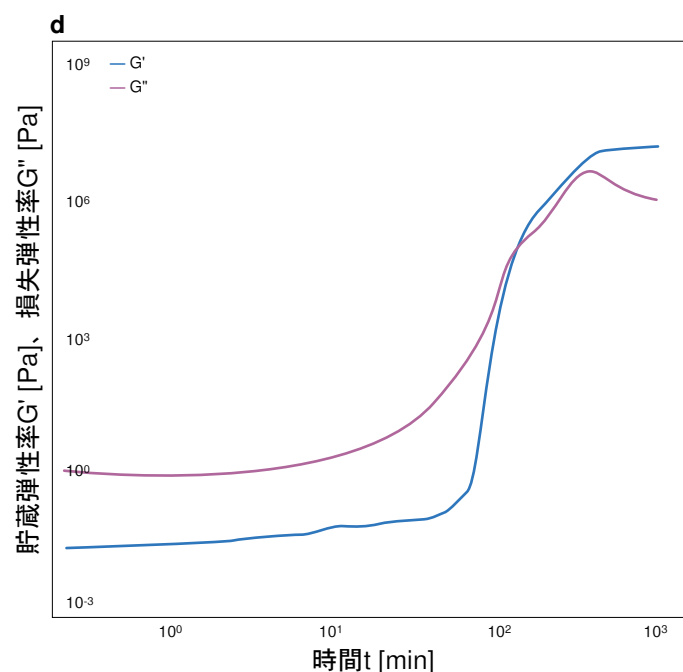
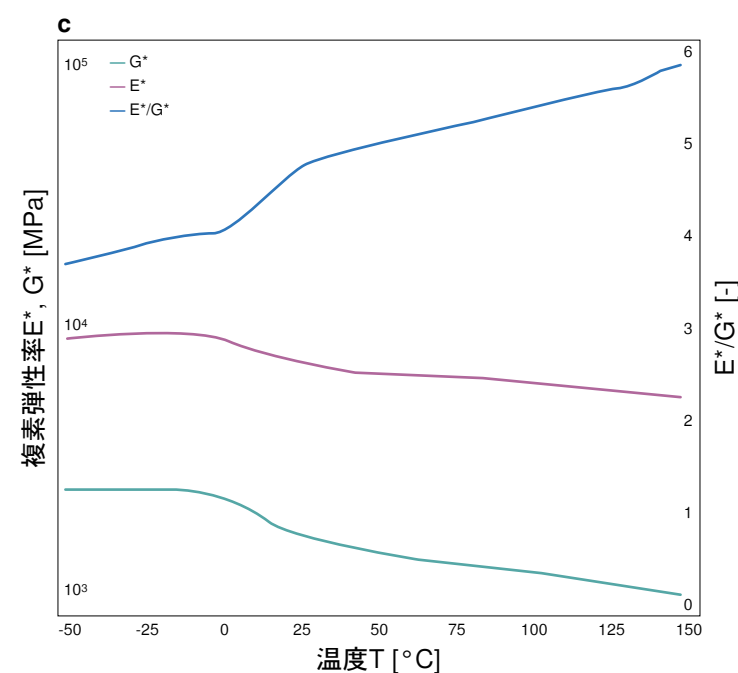
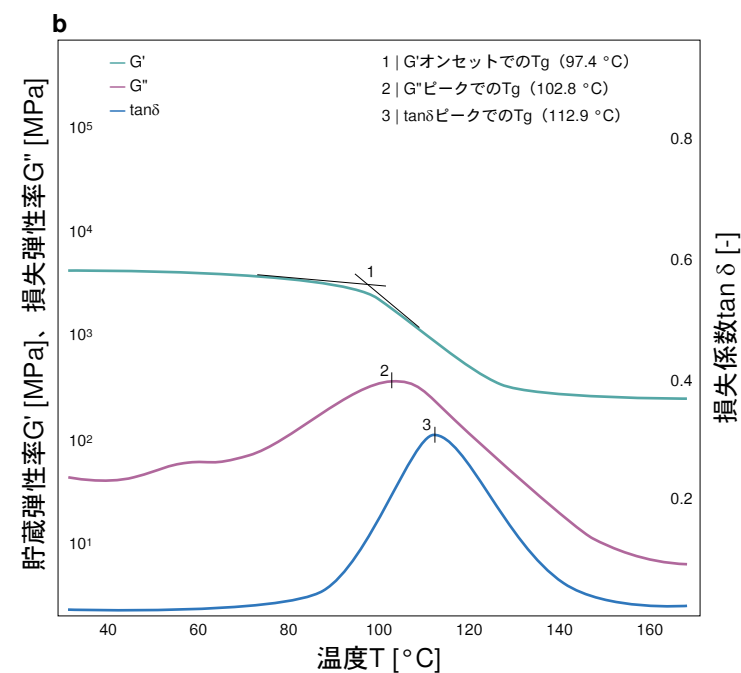
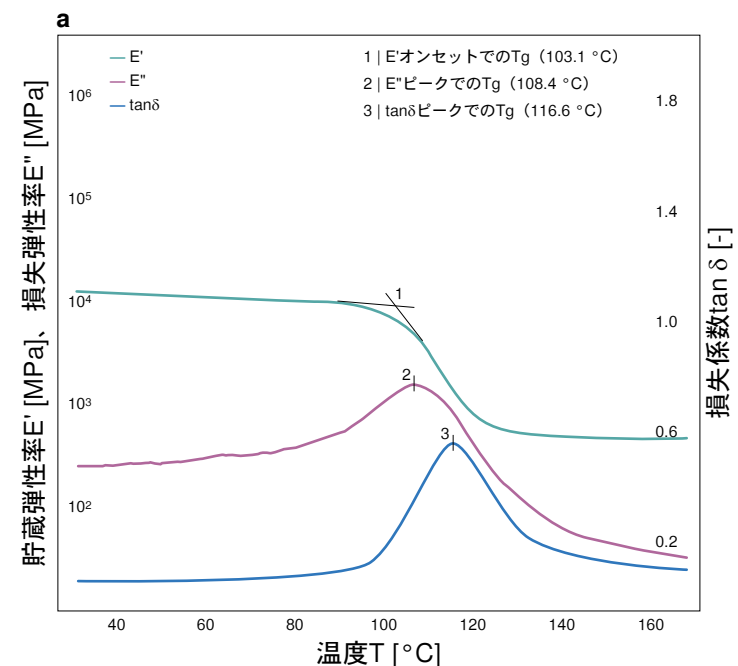
等温振動時間掃引試験を実施し、架橋反応の開始点と速度、G'とG''の交差点、および最終的な機械的特性を測定することで、樹脂系の制御と最適化が可能になります。



e | 熱機械分析

ゴム弾性状態とガラス状態における熱膨張係数（CTE）の違いを特定できます。熱膨張挙動を分析することで、部品の設計やシミュレーションの最適化が図れます。

以下の測定値は、ポリマー産業の重要な用途における本装置のメリットを示しています。



単なるDMA以上の存在

当社のMCR 703 MultiDriveは、単なるDMA装置ではありません。これは特性評価プラットフォームです。従来の機械試験だけでなく、トライボロジー、粉体特性評価、せん断・引張レオロジーも行うことができます。MCR 703 MultiDriveには、動的粘弾性特性評価に利用できる最も包括的な試験モードが搭載されています。



MCR 703 MultiDrive	
DMA（引張、曲げ、圧縮）用リニアドライブ	
最大荷重	40 N
最小荷重	0.0005 N
最大変位	9,400 $\mu\text{m}^{(1)}$
最小変位	0.01 μm
最大周波数	100 Hz
最小周波数	10 ⁻⁵ Hz
DMA（ねじり）・レオロジー用回転ドライブ	
最大トルク	230 mNm
最小トルク（回転）	1 nNm
最小トルク（振動）	0.2 nNm
偏向角分解能	<1 nrad
最大角速度	314 rad/s
最小角速度	0 rad/s ⁽²⁾
最大周波数	200 Hz
最小周波数	2x10 ⁻⁸ Hz
法線力範囲	0.001~50 N
温度制御	
最大温度制御範囲	-170~+1,000 °C ⁽³⁾
最大昇温速度	60 K/min ⁽³⁾
最大冷却速度	30 K/min ⁽³⁾
機能	
DMA（引張、曲げ、圧縮）	✓
DMA（ねじり）	✓
DMA（軸ねじり複合モード）	✓
DMA（せん断）とレオロジー	✓
熱機械分析	✓
Toolmaster（測定システム）	✓
Toolmaster（測定セル）	✓
測定システム用QuickConnect（スクリューレス）	✓
T-Ready	✓
低温オプション（液体窒素酸化器）	○
低温オプション（ガスチラー）	○
湿度制御オプション	○
商標：RheoCompass (9177015)、MultiDrive (16731581)、T-Ready (9176983)、Toolmaster (3623873)	
✓ 搭載 ○ オプション	

1) 振動時の最大変位は±4,500 μm 。
2) せん断応力制御 (CSS) モード使用時。せん断速度制御 (CSR) モード使用時は測定点の継続時間とサンプリングレートによって異なります。
3) 限界値は使用する対流式温度制御システムや測定システムによって異なります。ご要望に応じて、-170 °Cまで対応可能なカスタム低温オプションをご用意しています。



十分なトレーニングを受けた認定技術者が、お客様の装置を安定稼働させるお手伝いをさせていただきます。
最大限の稼働時間 | 保証プログラム | 迅速な応答時間 | グローバルサービスネットワーク



Anton Paar

株式会社アントンパール・ジャパン
〒131-0034 東京都墨田区堤通1-19-9
リバーサイド隅田1階
Tel: 03-4563-2500 | Fax: 03-6661-8328

〒562-0035 大阪府箕面市船場東3-4-17
箕面千里ビル8階
Tel: 050-4560-2100 | Fax: 03-6661-8328

info.jp@anton-paar.com