

TECHNO NEWS

滋賀県東北部工業技術センター
テクノニュース
Vol.69-2020/2

目次

- P1 事業紹介
 - 繊維地場産業の革新的ものづくり
 - 基盤整備事業
 - テキスタイルデザインシステム
 - 電子制御式ニットマシン
 - 万能型インクジェットプリンタ
- P4 技術解説
 - 樹脂劣化のいろは(5)
- P6 機器紹介
 - ご利用いただける機器が増えました
 - 疲労試験機
 - 熱分析装置

事業紹介 繊維地場産業の革新的 ものづくり基盤整備事業 【長浜庁舎】

滋賀県には古くから繊維産業が集積し、県産業の発展に大きく寄与してきました。特に、「長浜の絹織物」「湖東の麻織物」「高島の綿織物」の3つの天然繊維の産地が集積する全国でも類をみない自治体です。

このたび、当センターでは、産地固有のコア技術を活かし、自らが高付加価値の製品開発にチャレンジできる環境を整備することを目的として、繊維製品を効率的に試作開発するための「高付加価値繊維製品試作支援システム」を導入しました。

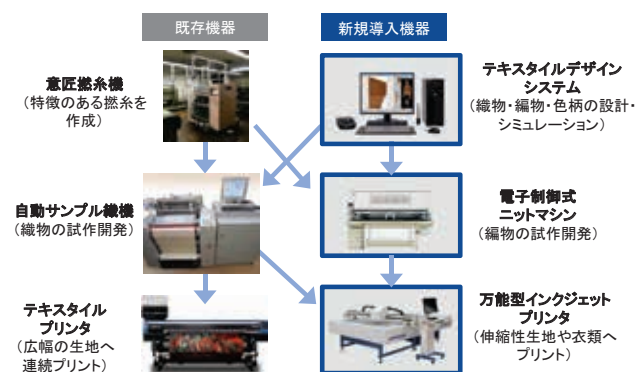


電子制御式ニットマシン

本支援システムは、「テキスタイルデザインシステム」、「電子制御式ニットマシン」、「万能型インクジェットプリンタ」から構成され、素材の特性を素早く評価し、新素材の開発を加速させ、競争力の強化や企業の新商品開発における企画・検討の迅速・効率化を可能にします。また、当センター保有の意匠燃糸機や自動サンプル織機、テキスタイルプリンタ等と組み合わせることで、今までになかった発想でのイノベーション創出が期待できます。

高付加価値繊維製品試作支援システム

産地の強み(燃糸技術)を活かした
繊維製品の効率的な試作開発を可能とするシステム



多様な繊維試作環境の構築

繊維地場産地の革新的ものづくり基盤事業 導入機器の紹介

■ 編物試作開発システム

編物試作開発システムは、テキスタイルデザインシステムと電子制御式ニットマシンで構成されます。テキスタイルデザインシステムは、後述の万能型インクジェットプリンタでも使用します。

● テキスタイルデザインシステム

このシステムは、作成したニットの編成データを電子制御式ニットマシンに受け渡すことができ、これによりニットマシンでの試作および制御を可能とするものです。

メーカー	(株)島精機製作所
型 式	シマトロニック デザインシステム SDS-ONE APEX3-4
主な用途	ニットデータ、織物データ、配色データ等の 作成・編集

従来、当センターには、織物、プリント柄の設計ができるテキスタイルデザインシステムがありました。今回、アプリケーションソフト「ニットペイント」を含むシステムの導入により、ニットに関するデータの作成（編地設計、セーター等の製品設計）、ニットマシン制御ができるようになりました。



図1 デザインシステムと糸入力装置

また、糸入力装置も付属しており、編みたい糸・織りたい糸をスキャナで取り込むことにより、編成や製織を行う前に、編物や織物の生地、またはそれを製品にしたときのイメージをシミュレーションすることができます。

● 電子制御式ニットマシン

セーターを作る場合、通常のニットマシンでは前身頃、後ろ身頃、両袖、襟の5つのパーツを編み、それらをつなぎ合わせてセーターの形にしますが、本機器ではテキスタイルデザインシステムで作成した編成データをもとに、無縫製で一着ずつ立体的に編むことができます。また、本機器で作成されたニットウェアには縫い目がないことからごわつきがなく、軽くなるため着心地がよくなります。さらに、生地からパーツを切り出した場合に発生する生地ロスがないことから、コストだけではなく、環境に配慮した機器と言えます。

メーカー	(株)島精機製作所
型 式	シマトロニック ホールガーメント コンピュータ横編機 M153XS15L
仕様	編幅:最大150cm ニードル:15ゲージ 4枚ベッド 適正番手:12~15S(毛番手)



図2 電子制御式ニットマシン



図3 編成したセーターと編地

本機器で編成できる糸の種類、太さ、ゲージには制限がありますので、本機器をご利用になられる場合は事前にご相談ください。

■ 万能型インクジェットプリンタ

本機器は、生地や製品に超高速で簡単にフルカラープリントができます。また、RGBファイルやCMYKファイルをもとにプリントすることから、従来の捺染システムと異なり、製版作成の必要がなく、サンプル作成などの少量生産に向いています。

メーカー	(株)島精機製作所
型 式	SIP-160F3S
プリント部	プリント方式／インクジェット方式 最大プリントエリア／1,600mm×1,000mm ヘッドリフト範囲／3mm～50mm インクタイプ／顔料インク6色+白
対応データ	BMP、JPEGおよびTIFの各種RGBファイル TIF CMYKファイル(圧縮なし)



図4 フラットベッドに載せた生地とキャリッジ

特徴

フラットベッドに生地や製品サンプルを載せ、直接プリントすることができます。さらに昇降式のキャリッジ(インクヘッド)により、生地の凹凸や製品の厚みに応じて高さを最大50mmまで昇降することが可能です。

プリント部にはCCDカメラが搭載されており、フラットベッド上の生地を撮影することで、生地やデザインの確認と位置合わせが容易に行えます。

主な工程

①データ作成 ②プリント ③熱乾燥

※素材(製品)により前処理が必要な場合があります。

活用について

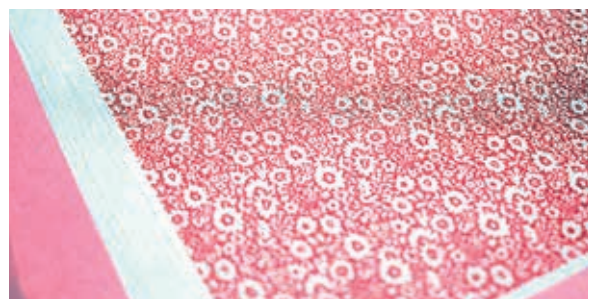


図5 凹凸のある生地へのプリント(高島ちぢみ)

実際に使用する生地や製品サンプルにプリントすることで、よりリアルな企画、検討、提案ができます。テキスタイルデザインシステムと併せて活用することにより、多様化するユーザーの要求に素早く対応するデザイン作成とサンプル作成が可能です。

本機器は、16,777,216色の色が再現可能です。そのため、この特徴を活かすためのデータ(柄)の作成が重要となります。データの作成は前述のテキスタイルデザインシステムを活用することができます。

本事業や機器のご利用に関してご不明な点がございましたら、お気軽にお問い合わせください。

問い合わせ

(長浜庁舎)

事業内容: 谷村

編物試作開発システム: 岡田、山田

万能型インクジェットプリンタ: 小谷、山田

TEL 0749-62-1492

樹脂材料劣化のいろは(5)

～熱劣化した試料の評価～

樹脂の劣化要因には、「光」、「熱」および「酸素」があり、光や熱により活性化された樹脂が酸素と反応することで酸化劣化が進行します。前号までに、光による劣化は太陽光をシミュレートした促進試験機などによって再現できることを解説しました。本号では、熱によって実試料を劣化させ、その変化を観察、測定した結果について解説します。

現在、樹脂材料は様々な場所で利用されており、同一の樹脂部品でも使用環境条件によって劣化の度合いが異なります。屋外での使用の場合には太陽光が劣化要因となり、その加速試験にはキセノンウェザーメーターなどが利用できることを、前号までに解説しました。ほかにも、オープンなどの熱源近傍で使用したり、製造中の工程不良により過加熱されるなど、熱により劣化する可能性があります。本号では、熱による劣化に焦点を当て、実際の樹脂試料を熱処理し、どのように状態が変化するか観察、測定した結果について解説します。

■ 樹脂の熱処理

今回、熱処理に用いた樹脂は、「ポリエチレン(PE)」、「ポリカーボネート(PC)」、「アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン共重合体(ABS)」、「アクリル樹脂(PMMA)」です。それぞれの樹脂試料を220℃のオープンに入れ、1時間保持しました。処理前後のサンプルの状態の変化を図1に示します。

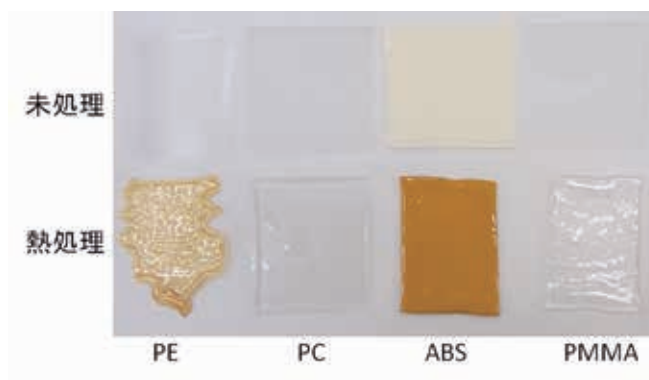


図1 各種樹脂の熱処理による色および形状の変化
(処理条件: 空气中、温度 220℃、時間 1時間)

PEは融点をはるかに超える温度のため大きく変形しました。また、茶変したことから熱による劣化の進行が示唆されます。ABSについても変色は明らかで、元々淡黄色でした

が熱により濃黄色に変化しました。一方、PCおよびPMMAについては、収縮はしたものの色の变化はほとんど確認されませんでした。

■ 熱処理試料の測定・評価

熱処理した試料のうち、劣化の度合いが顕著であると考えられるPEおよびABSについて、赤外分光光度法(FT-IR)による測定を行いました。また、PEについては加熱脱着ガスクロマトグラフ質量分析計(TD-GC/MS)による分析を行いましたので、それらの結果をご紹介します。

● 赤外分光光度法による測定

樹脂など有機化合物に赤外線を照射すると、分子内の結合に対応するエネルギー(波長)で吸収が起こります。赤外分光光度法は、この吸収パターンから物質の特定や結合の有無の確認を行う、有機化合物の分析には欠かせない手法です。今回は、1回反射ATR法により試料表面の赤外スペクトルの測定を行いました。

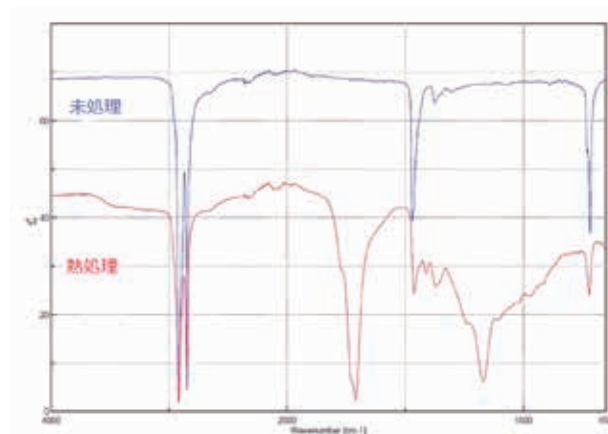


図2 PEの熱処理試料のIRスペクトル
(上が未処理試料、下が熱処理試料)

ポリエチレンを熱処理した試料のIR測定結果を図2に示します。未処理のPEは、主にC-H結合に由来する吸収(2925 cm^{-1} , 2953 cm^{-1} , 1470 cm^{-1} , 730 cm^{-1})が確認されました。熱処理したPEのIRスペクトルは、PEの構造に由来する吸収のほかに、 $3300\sim 3600\text{ cm}^{-1}$ に幅広い吸収、 $1500\sim 1800\text{ cm}^{-1}$ に幅広く強い吸収、および、 1200 cm^{-1} 付近に幅広い吸収が確認されました。これらは、O-H結合、C=O結合およびC-O結合にそれぞれ帰属される吸収で、空気中の酸素がPEに結合し、酸化したことがわかります。

次にABSを熱処理した試料のIR測定結果を図3に示します。未処理および熱処理したサンプルのスペクトルを比較すると、ピーク形状はほとんど同じですが、熱処理したサンプルからは、C=O結合に帰属できる $1600\sim 1800\text{ cm}^{-1}$ に幅広い吸収が確認されます。PEの場合と同様に、ABSの熱劣化においても空気中の酸素がABSに結合し酸化したことがわかります。

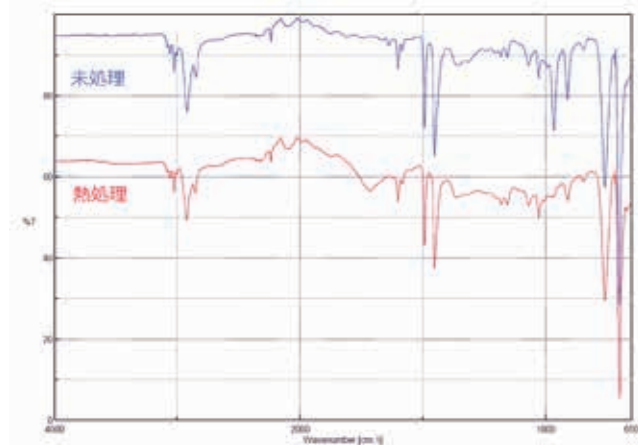


図3 ABSの熱処理試料のIRスペクトル
(上が未処理試料、下が熱処理試料)

このように、熱処理により樹脂が酸化された場合には、赤外スペクトルの評価により劣化の有無を確認できる可能性があります。

● 加熱脱着ガスクロマトグラフ質量分析

樹脂が劣化すると、酸化反応とともに分子の結合切断が起こることがあります。このため、劣化前にくらべて劣化後の試料では低分子化合物の含有量が増加するため、劣化の指標とできる場合があります。ここでは、含まれる低分子化合物量の差異を確認するために、加熱脱着ガスクロマトグラフ質量分析法(TD-GC/MS法)による分析を行いました。TD-GC/MS法は、試料加熱炉がGC/MSに直接つながっている装置で、加熱炉に投入された試料から気化する成分を直接分析できます。

PEの未処理および熱処理した試料の分析を行った結果

を図4に示します。図4のようなGC/MSの結果をクロマトグラムといい、横軸に保持時間、縦軸は強度をとっています。1つの鋭いピークが1種類の化合物に対応しており、今回の分析条件では分子量の低い化合物は比較的早い保持時間に、分子量の大きな化合物は遅い保持時間に検出されます。

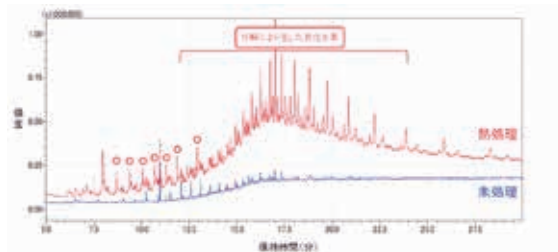


図4 熱処理ポリエチレンのTD-GC/MS測定結果
(上が熱処理試料、下が未処理試料)

図4の未処理のサンプルのクロマトグラムを確認すると、複数のピークが検出されたことがわかります。しかし、これらのピークは小さなものばかりでした。一方、熱処理したサンプルからは多数の大きなピークが確認されました。このことから、未処理のPEに比べて熱処理したPEからは、より多くの低分子化合物が検出されたことがわかります。これらピークの質量スペクトルから化合物の帰属を行ったところ、ほとんどが炭化水素でした。そのほかに、直鎖カルボン酸がいくつか検出され、クロマトグラム上に丸印を付しています。このことから、熱によってPE分子が分解し揮発性の低分子化合物の量が増えたこと、また、酸化を受けてカルボン酸が生成したことが分かります。このように、TD-GC/MSは、樹脂の分解生成物を直接観測する手法として用いることができ、樹脂の劣化により生成する低分子化合物や酸化を受けた化合物の分析に利用することができます。

紙面の都合で、簡単なデータの掲載となっていますが、特にTD-GC/MSによる分析条件など、詳細な情報をご希望の方は、当センターへお問い合わせください。

これまで5号にわたって連載してまいりました樹脂の劣化シリーズは、本号で終了となります。有機材料に関して、本紙に取り上げて欲しい技術情報がございましたら、ご要望をお寄せいただければ幸いです。

問い合わせ

(長浜庁舎) 上田中

TEL 0749-62-1492

ご利用いただける機器が増えました 疲労試験機

機械的要素・部品の破損事故は繰り返し負荷により誘起される疲労が原因であることが多く、設計や保守に携わる技術者にとって、疲労破壊の防止や寿命予測は重要な課題です。この度、試験片や部品等に繰り返しの負荷を加え、製品の寿命・疲労を評価するための「疲労試験機」を導入しました。本稿では疲労試験の必要性、試験規格をまじえ、試験機の仕様等を紹介します。

■ 疲労試験の必要性

機械部品や構造物、それに用いる材料の強度を評価するときは、多くの場合、引張や曲げ、圧縮などの強度試験や硬さ試験などの静的な試験をします。たとえば、金属材料の引張試験の場合、試験片を試験機で引っ張り、引張強度、降伏強度、伸び等を算出し、設計の際の強度計算の基準として用います。しかしながら、それらの数値をもとに、部品に加わる荷重を見積もり、安全率を考慮した設計をしたとしても、破損や破壊が起こってしまうことがあります。この原因として「疲労破壊」が考えられます。「疲労破壊」とは、設計時に想定していた荷重（もしくは応力）よりもはるかに小さな荷重が部品の一部に繰り返し負荷されて起こる破壊のことです。たとえば、平成29年12月に運行中の新幹線の台車に破断寸前の亀裂が見つかった故障も疲労破壊が原因とされています⁽¹⁾。事故や故障の大小にかかわらず、事前に疲労破壊の可能性を十分に検証しておくことが重要です。

その評価に用いるのが今回紹介する「疲労試験機」(図1)です。疲労試験機は、試験片や機械部品に一定の荷重（もしくは応力）を繰り返し負荷し、破壊までの繰り返し数を計数することで、部品等の寿命、疲労破壊の有無を評価することのできる試験機です。

種々の負荷振幅条件で複数回疲労試験し、そのときの負荷振幅を縦軸に、破壊までの回数を横軸にプロットしたグラフを「S-N線図(曲線)」と呼び、寿命の評価によく用いられます。図2に、典型的なS-N線図⁽²⁾を示します。鉄鋼材料では、右肩下りの直線部分と水平な部分からなる2直線に近い形となります。炭素鋼では 10^6 程度の回数で明瞭な折れ曲がりが見られ、それ以上の繰り返し数でも破断せず、無限の繰り返し数に耐えるとされ、このときの振幅を「疲

労限度」と呼びます。この疲労限度を考慮して設計する必要があります。なお、炭素鋼の場合は前述の図のような疲労限度が確認されますが、アルミニウムや銅などの非鉄金属や樹脂材料の場合は明瞭な疲労限度は確認されません。また、一般的に疲労限度は材料の引張強さに比例して高くなりますが、溶接部ではこの関係は成立しないことから、溶接部を含んだ部品、とくに溶接部に応力集中するようなものについてはより厳密な設計が求められます。



図1 疲労試験機の外観

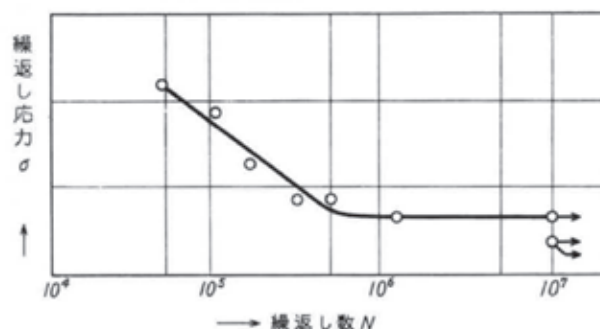


図2 S-N線図

■試験規格

材料や製品等の疲労試験方法については、JISにいくつかの規格が規定されています。その中の代表例を列挙します。

● 材料についての規格

- JIS K 7083 炭素繊維強化プラスチックの定荷重引張一引張疲れ試験方法
- JIS K 7118 硬質プラスチック材料の疲れ試験方法通則
- JIS Z 2273 金属材料の疲れ試験方法通則
- JIS Z 2274 金属材料の回転曲げ疲れ試験方法

● 製品等についての規格

- JIS B 1081 ねじ部品一引張疲労試験一試験方法及び結果の評価
- JIS T 6005 歯科用骨内インプラントの動的疲労試験方法

これらの規格において、引張や圧縮、もしくは曲げ荷重を負荷する試験は導入した試験機で可能です。試験片でなく、部品や製品そのものを疲労試験することも可能ですが、定盤への固定方法や負荷のための治具形状を検討する必要がありますので、事前に相談ください。

前述の試験規格のなかに「回転曲げ疲労試験」という言葉がいくつか出てきます。これは、水平に固定した円柱状試験片に鉛直方向の負荷をかけた状態で試験片を回転させて行う疲労試験方法で、車軸等に用いる材料の疲労・寿命評価によく用いられる方法です。残念ながら、この試験は回転曲げ疲労試験機という専用機でないと試験ができません。

■仕様

導入した試験機の主な仕様を以下の表に示します。油圧サーボ方式で最大50kNまでの引張・圧縮荷重を負荷できます。また、比較的大きな試験体も固定できるように奥行1500mmの定盤を備え、支柱を延長して高さ方向にも大きな試験空間が得られる仕様としています。なお、引張、圧縮および4点曲げ試験用の治具(図3)に関しては、標準装備しています。

負荷制御方法については、荷重制御、変位制御およびその組み合わせ制御が可能です。たとえば、一定荷重で繰り返しハンマリングするような試験ができます。

主な仕様

メーカー	(株) 島津製作所
型 式	サーボパルサー EHF-UHV050k2-404-3A
最大荷重	±50kN
最大振幅	±50mm
最大駆動周波数	30Hz
定盤寸法	(幅) 785mm × (奥行) 1500mm
チャック可能 引張試験片寸法	(幅) 50mm × (厚さ) 10mm
圧盤寸法	φ100mm
曲げ治具	支持点間距離 : 30~100mm 肩部R : 5mm



図3 圧縮および曲げ治具

■さいごに

疲労試験機は、すでにご利用いただいておりますが、より多くの企業の皆様の新技術開発や製品の改良・改善にお役立ていただければと思います。ご利用の際は、センターホームページをご覧ください。下記担当者までお問い合わせください。

【参考文献】

- 国土交通省鉄道重大インシデント調査報告書
<http://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-inc/RI2019-1-1.pdf>
- JIS Z 2273 金属材料の疲れ試験方法通則

問い合わせ

(彦根庁舎) 藤井
TEL 0749-22-2325

ご利用いただける機器が増えました 熱分析装置

当センターでは、県内企業の皆様を中心に基礎研究や製品開発・品質管理に活用していただける機器などを整備しております。この度、新しくご利用いただける「熱分析装置」が増えましたのでご紹介致します。

熱分析とは試料を加熱または冷却しながら、試料に生じる変化を測定する技法であり、材料の温度に対する物性評価法として様々な分野で利用されます。材料は温度変化によって物性が変化することがあるため、熱分析により熱的性質を明らかにすることは重要です。また、本分析は製品の出荷検査や受入れ検査などの品質管理・工程管理の用途にも活用できます。

■ 示差走査熱量測定 (DSC)

融解、ガラス転移、結晶化といった転移をはじめ、反応や熱履歴の検討、比熱容量の測定ができます。

<仕様>

TA Instruments製 DSC Q2000

温度範囲:-90~550℃(電子冷却方式)

昇温/降温速度:0~100℃/min

サンプル量:5~15mg、分解能:±0.005℃

オートサンプラー:50点(リファレンス4点)

<仕様>

TA Instruments製 DSC Q400

温度範囲:-150~1000℃

昇温/降温速度:0.01~200℃/min

サンプルサイズ(最大):

圧縮:25mm(高さ)×10mm(直径)

引張:25mm(長さ)×0.5mm(厚み)

感度:15nm、荷重:0.001~1.0N



図 開放機器として加わった熱分析装置

■ 熱重量測定 (TGA)

熱変化に伴う、昇華、蒸発、熱分解、脱水等を重量変化から測定できます。

<仕様>

TA Instruments製 TGA Q500

温度範囲:室温+ ~1000℃

昇温/降温速度:0.1~100℃/min

サンプル量:最大 0.1 μg、分解能:±0.005℃

雰囲気ガス:空気、窒素(その他は相談)

■ 熱機械分析 (TMA)

熱変化に伴う、熱膨張、熱収縮、ガラス転移、硬化反応等を形状変化から測定できます。

■ 当センター設置の他の熱分析装置

- 示差走査熱量分析(熱リガク:-150℃から測定可能)
- 熱重量測定(熱リガク及び熱日立:DTA同時測定可能)
- 熱機械分析(熱リガク:示差膨張方式)
- 動的粘弾性測定(熱日立ハイテクサイエンス)

問い合わせ

(長浜庁舎) 岡田・土田

TEL 0749-62-1492