

TECHNO NEWS

滋賀県東北部工業技術センター
テクノニュース
Vol.84-2025/2

目次

- P1 **事業紹介**
オープンセンター開催報告
- P2 **技術解説**
プラスチックの劣化評価
- P4 **技術解説**
風合い試験のいろは ～曲げ特性編～
- P6 **機器紹介**
紫外可視近赤外分光光度計
- P8 **お知らせ**
イベント出展報告

事業紹介

オープンセンター 開催報告

滋賀県東北部工業技術センターでは、センターをより知っていただくことを目的に、毎年、設備機器の見学と体験をしていただく「オープンセンター」を開催しています。

今年度は、これまでにセンターをご利用されたことのない企業の若手の方や品質管理部門の方にセンターの業務や活用方法を知っていただくことを目的に令和6年12月11日に長浜庁舎で開催しました。

内容は【実践！原因追究コース】、【セミナー】、【施設見学・体験】の3つを実施し、合計で16名の参加がありました。

午前中の【実践！原因追究コース】は、製造工程で発生した不良の原因をセンターの職員のサポートを受けながら参加の方が装置を自ら操作し、解明するコースです。具体



実践！原因追究コースで職員のサポートを受けながら参加者がデジタルマイクروسコープを操作される様子

的には、①繊維状の異物が混入したことを想定し、その異物の同定を行う「繊維状異物の同定コース」、②プラスチック部品が割れたことを想定し、破壊の原因を調査する「プラスチック部品の破壊原因解明コース」、③プラスチック部品に塗装不良が発生したことを想定し、不良原因を調査する「プラスチック部品の塗装不良の原因解明コース」の3コースを実施しました。

また、午後からの【セミナー】では、高分子材料の劣化・事故解析の第一人者である長岡技術科学大学特任教授の大武義人先生をお招きし、ゴムやプラスチックにトラブルが発生した場合の対応や対策についてご講義いただきました。

その後、【施設見学・体験】として、主な機器を見学することで、センターではどのようなことができるのかを知ることのできる「センター活用総合コース」と、トラブルの発生した試料を複数の機器で分析することで、トラブル対応の流れを体験できる「トラブル対応特化コース」を実施しました。

参加者からは、「センターがどういったところで、どう相談すればいいのか知ることができてよかった」、「センターの敷居が下がった」といった感想をいただきました。

センターのご利用について

センターでは、機器の利用だけでなく、さまざまなお困りごとの解決のお手伝いをしています。不良原因解明のサポートや施設見学など、個別案件での対応も可能ですので、お気軽にお問い合わせください。

問い合わせ

(長浜庁舎) 岡田 TEL 0749-62-1492

プラスチックの劣化評価

オープンセンターの目玉企画、実践!原因追及コース「プラスチック部品の破壊原因説明コース」では、プラスチックの破壊原因の調査をテーマに、センターが保有する様々な機器の操作を体験していただきました。本稿では、その体験内容を中心に、プラスチックの破壊原因の一つである劣化にフォーカスして、劣化の原因とその評価について解説します。

■ はじめに

プラスチックは、軽くて丈夫で、着色性や成形性・加工性がよく、大量生産に適した材料です。このような長所を生かして、食品容器や文房具などの日用品をはじめ、家電、自動車、飛行機など、私たちの生活のあらゆるところで使用されています。一方でプラスチックにも短所があります。それは、劣化しやすいということです。

屋外で長期間使用しているプラスチック製品（例：洗濯ばさみ）が次第に脆くなって割れやすくなるという経験をされたことはないでしょうか。これは、プラスチックが光の影響により劣化したことに由来します。材料に劣化が生じると、当初の強度や柔軟性、色、透明度、その他の機能などが失われ、事故やトラブルなどにつながりかねません。製品開発や品質保証においては、事故防止やトラブル低減の観点から製品がどの程度で劣化するのか、劣化したらどうなるのか、劣化を抑えるにはどうしたらよいかなどについて知っておく必要があります。

■ 意図的に劣化させる

プラスチックが使用環境において熱や光にさらされると、空気中の酸素や水と反応して酸化が起こります。酸化が進むと、プラスチックの構造が変化して物性の低下や変色などの劣化が生じるので、これを酸化劣化と呼びます。酸化劣化はプラスチックにとって避けることのできない劣化です。酸化劣化は徐々に進行し、性能に変化が現れるほどに劣化するまでには、年単位の時間がかかることも少なくありません。したがって、製品開発や改良のたびに、使用環境での劣化を試験することはあまり現実的ではありません。そこで活躍するのが促進耐候性試験機です。促進耐候性試験機は、劣化に関わる屋外の環境因子(太陽光、温度、湿度、降雨)を人工的に作り出して試験片の劣化を促進する試験機です。センターには次の3種類の試験機があります。

キセノンウエザーメータ

太陽光の分光分布に近いキセノンランプを光源としています。放射照度は太陽光の3倍に達し、短時間で材料の耐候性評価が可能です。プラスチックや自動車部材、繊維製品などの耐候性評価においてJISをはじめとする多数の規格で採用されています。

メタルハライドウエザーメータ

紫外部に強力なエネルギーを持つメタルハライドランプを光源としています。放射照度はキセノンランプの20倍以上に達しますが、分光分布が太陽光と近似していないことに注意が必要です。超短時間で材料の耐候性評価が可能のため、材料のスクリーニングに使われることが多いです。

紫外線フェードメータ

紫外部のエネルギー分布が特徴的な紫外線カーボンアークランプを光源としています。染料の退色や変色に大きな影響を与える紫外線を強力に照射します。繊維製品等の耐光堅牢度の評価のほか、建築内装材やプラスチックなどの耐光性評価に利用されています。

■ 劣化の程度を調べる

オープンセンターでは、キセノンウエザーメータで酸化劣化させた試験片をサンプルとして、センター保有の機器で劣化の程度を調べる体験をしていただきました。ここからは劣化の程度を調べる方法とともにセンター保有の機器を紹介します。

はじめに化学構造の変化を調べる代表的な2つの機器を紹介します。

FT-IR(赤外分光光度計)

物質に赤外光を照射し、透過または反射した光を測定することで、試料の分子構造解析などを行う分析機器で

す。フィルムやペレット、粉末や液体状のものなど様々な形状のサンプルを分析することができ、材質の特定や異物の分析など有機物の分析に幅広く活躍する機器です。酸化劣化の評価においては酸化によって生成した官能基の量を分析します。図1は劣化前後のポリプロピレンの赤外吸収スペクトルです。酸化劣化後のサンプルには、 3300 cm^{-1} および 1720 cm^{-1} 付近にヒドロキシ基やカルボニル基に由来する吸収が見られます。これらは空気中の酸素がプラスチックに結合したことに由来する酸化劣化に特徴的な吸収です。したがって、これらの吸収ピークの有無や程度によって酸化劣化を評価できます。

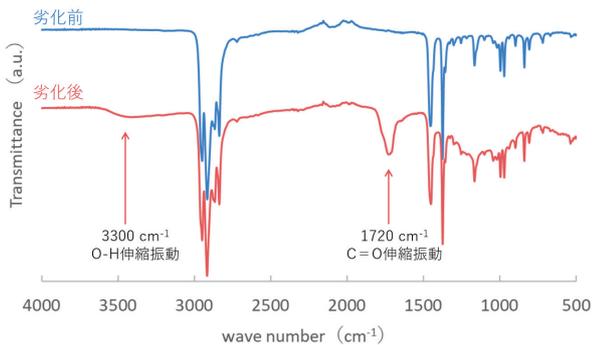


図1 ポリプロピレンの赤外吸収スペクトル

HPLC (高速液体クロマトグラフ)

溶液中の成分を分離・分析する機器です。SEC (サイズ排除クロマトグラフィー) モードでは、カラムによって試料を分子量ごとに分離し、分子量や分子量分布を測定することができます。プラスチックの分子量や分子量分布は材料の物性と深く関わっています。プラスチックに酸化劣化が生じると分子鎖の切断や再結合が引き起こされ、分子量や分子量分布が変化します。図2は、劣化前後のポリカーボネートのSEC測定結果です。劣化によって分子量が低下していることを確認することができます。

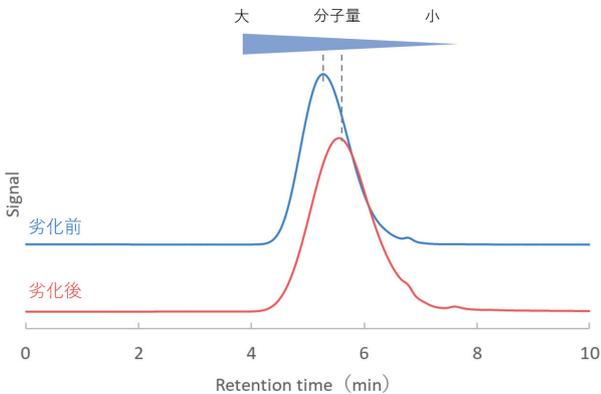


図2 ポリカーボネートのSEC測定結果

続いて、強度や見た目といった製品の性能がどの程度変化しているかを調べる代表的な機器を紹介します。

万能材料試験機

引張りや曲げ、圧縮などの力に対する強度や変形のしやすさなど、材料の機械的特性を測定する装置です。引張試験ではダンベル型の試験片を用意し、両端を固定して一端を一定速度で引っ張ります。このとき、試験機にかかる荷重や材料の伸び量から、引張強度や伸び、弾性率などを測定します。劣化による分子鎖の切断では、一般的に強度や伸びが低下します。

衝撃試験機

衝撃に対する強度(衝撃強度)や、粘り強さ(靱性)を測定する装置です。振り子状の錘を振り下ろし、所定の形状の試験片に高速で衝突させます。衝突後の錘の振り上がり量から、衝撃強度や靱性を評価することができます。一般的に、劣化によって衝撃強度や靱性は低下します。

マイクロゴム硬度計

材料の硬さを測定する装置です。直径0.2mmほどの圧子を材料に押し付けることで、硬度を測定します。特に、ゴムやエラストマーなどの柔軟性を特徴とした材料は、劣化によって柔軟性が低下し、硬度が上昇することがあります。

色差計

サンプルの色を数値化する装置です。劣化による化学構造の変化により、黄色く変色したり、色が抜けたりすることが多くあります。変色の程度を数値化して客観的に評価することができます。

光沢度計

サンプル表面の光沢度を測定する装置です。劣化によって表面に小さな割れが発生すると、光沢が失われることがあります。色差計と同様に、光沢の程度を数値化して客観的に評価することができます。

顕微鏡

肉眼では新品とあまり変わらないように見えても、劣化によって目に見えない小さな割れが発生している場合がありますので、拡大して表面状態の変化を観察します。

ここで紹介した機器以外にもセンターでは様々な機器を保有しております。機器の選び方や使い方、結果の解釈などについて職員がサポートいたしますので、お気軽にお問い合わせください。

問い合わせ

(長浜庁舎) 小西 TEL 0749-62-1492

風合い試験のいろは ～曲げ特性編～

皆さんは、「風合い」と聞いて何を思い浮かべますか？風合いとは、一般的に布や紙などの手触りや見ためから感じる質感のことを指します。当センターには手触りを数値化するための様々な試験機があります。これらの試験機を使って、どのような材料や物理特性が測定できるのか、また、どのような情報が得られるのかをシリーズでご紹介していきます。今回は、その第1回目として、風合い試験の概要と「やわらかさ」や「かたさ」と深く関係する「曲げ特性」について解説します。

■ 風合い試験とは

風合いを判断する際、人は物をなでたり、押したり、曲げたり、引っ張ったりする動作を行います。風合いを客観的に評価するためには、手で物を変形させるようなこれらの動作に対応した力学的特性を測定する必要があります。そのため、破断強度のように物が壊れたり、破けるまで大きな力を加えて測定するのではなく、物を手で触ったり、衣服を着用する時と同じような小さな力を加えて測定することが求められます。

このような風合いの評価¹⁾²⁾を可能にするために開発された試験が「KAWABATA EVALUATION SYSTEM[®] (KES[®](ケス))」です。KES[®]では、引張特性、せん断特性、曲げ特性、圧縮特性、表面特性の物性値を測定できます。KES[®]は、もともとはスーツ地の風合いを評価するために開発されたシステムですが、現在では、繊維だけでなく、化粧品や食品、製紙、自動車などさまざまな分野で「手触り」や「肌触り」、「使用感」などを数値化し、製品開発や品質向上に活用されています³⁾。

以下では、KES[®]における試験方法を中心に解説します。

■ 曲げ特性について

風合いを評価する上で、重要な物性の一つが「曲げ特性」です。

当センターには、布や紙、フィルムなどを測定する「純曲げ試験機」と糸や毛髪などを測定する「一本曲げ試験機」の2機種があります。このため、シート状の材料から繊維1本まで、多様な形状のサンプルについて曲げ試験を行うことができます。

曲げ特性のデータは、しなやかさやかたさ・やわらかさ、

こしなどの感覚を数値化することに役立ちます。

純曲げ試験機の標準測定では、図1に示すように、200 mm角の試料を10 mm間隔で固定チャックと移動チャックに保持します。そして、図2のように、移動チャック側が一定の速度で弧を描くように移動することで曲げ変形を行います。(移動範囲：曲率(曲がり具合) $K = -2.5 \sim +2.5 \text{ cm}^{-1}$)

得られる数値は以下の2つです。Bと2HBの考え方については、次の測定事例の中で説明します。

- ・B：試料1cm幅あたりの曲げ剛性 ($\text{gf} \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$)
大きいほど曲げにくくかたい。
小さいほど曲げやすくやわらかい。
- ・2HB：試料1cm幅あたりの曲げヒステリシス幅 ($\text{gf} \cdot \text{cm}/\text{cm}$)
大きいほど回復性が悪く、小さいほど回復性が良い。

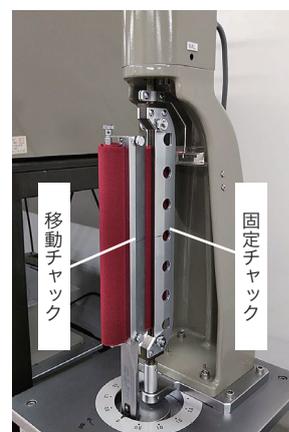


図1 純曲げ試験機

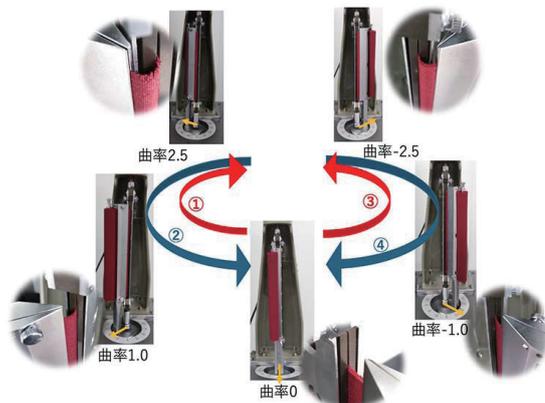


図2 純曲げ試験の測定イメージ
右の二次元コードからご覧いただけます。



■ シート状材料の曲げ特性

【KES-FB2 純曲げ試験機】では、布、紙、フィルム、ネットなどの曲げ剛性、回復性のデータが得られます。

KES-FB2は、最大厚み1mm、50gf・cm以下で曲がる材料が測定可能で、10mm～200mm幅まで対応します。例えば、200mm幅のサンプルがかたすぎて測定できない場合でも、サンプルの幅を細くすることで測定が可能になることがあります。また、複数の糸を並べたサンプルを作成することにより、糸の曲げ特性を測定することもできます。

図3はKES-FB2の試験機で、3種のコピー用紙の曲げ特性を測定した時に得られたグラフです。

曲げ剛性Bは、曲率 $K = \pm 0.5 \sim \pm 1.5 \text{cm}^{-1}$ の間の傾きです。グラフで、傾き(B値)が大きいほど曲げにくいことから、用紙3はかたく、用紙1はやわらかいことがわかります。

また、曲げヒステリシス2HBは曲率 $K = \pm 1 \text{cm}^{-1}$ における往路(図2の①と③)と復路(図2の②と④)の曲げモーメント(試料を曲げようとする力)の差(図3①-②、③-④)の平均で表されます。2HBが小さい順に、用紙1<用紙2<用紙3であることから、用紙1は用紙2、3よりも回復性がよいことがわかります。

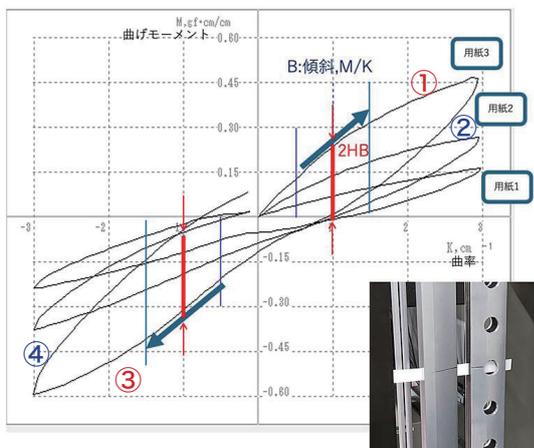


図3 3種のコピー用紙の曲げ特性
右下: コピー用紙をチャックした様子

■ 繊維や髪の毛1本の曲げ特性

【KES-FB2-SH 一本曲げ試験機】では、髪の毛やナイロン糸など細い材料の曲げかたさや回復性を測定することができます。

最大1gf・cmまで測定可能で、直径0.07mm、0.1mm、0.12mmのチャックを使用します。必要に応じて、当センターのレーザー加工機を使って、直径が0.12mmより大きいチャックを作成し、測定することもできます。

図4は、3種のシャンプーの使用前後の髪の毛の曲げ試

験を行った結果です。シャンプーB、Dは、曲げ剛性Bが処理なしよりも小さいことから、使用前よりも髪質がやわらかくなったことがわかります。

また、曲げヒステリシス2HBが小さい順に、シャンプーD<シャンプーC<処理なし<シャンプーBであることから、シャンプーC、Dは髪の毛の回復性(弾力性)を向上させる効果があることが確認されました。

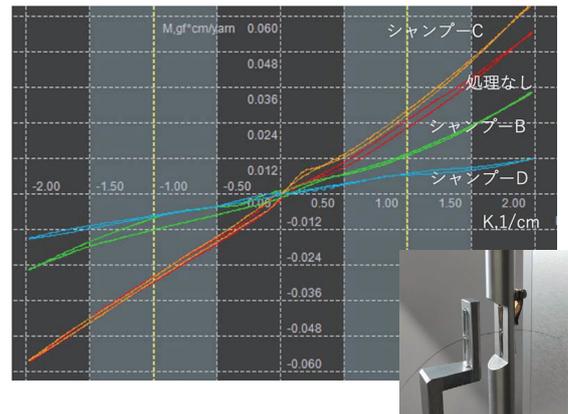


図4 3種のシャンプー使用前後の毛髪の曲げ特性
右下: 毛髪をチャックした様子

■ 機器のご利用について

ご興味をお持ちの方は、お気軽にお問い合わせください。詳細な仕様については、当センターのホームページに掲載されている「機器利用ガイド」をご覧ください。

また、来年度には風合い試験に関する講習会を開催予定です。是非ご参加ください。

■ 謝辞

データをご提供いただきましたカトーテック株式会社様に感謝申し上げます。

■ 参考文献

- 1) 川端季雄, 風合い評価の標準化と解析(第2版), 日本繊維機械学会, 1980
- 2) 丹羽雅子編著, アパレル科学, 朝倉書店, 1997
- 3) カトーテック株式会社 <https://www.keskato.co.jp> (2025年2月18日確認)

問い合わせ

(長浜庁舎) 山田、西島 TEL 0749-62-1492

紫外可視近赤外分光光度計

本装置はサンプルが紫外光、可視光および近赤外光を吸収または反射する光の量を測定する装置です。液体試料の吸収・透過率の評価に用いられるほかに、固体試料の透過・反射率の測定にも用いることができ、化学、食品、化粧品、衣服、光学材料の評価など幅広い分野で利用されています。本稿では、このたび導入しました装置について、その原理および測定事例を紹介します。



図1 紫外可視近赤外分光光度計

■ 生活のなかの光

日常生活のなかには様々な光があり、多くの恩恵を受けています。温泉や病院のスリッパ棚の殺菌灯、これは殺菌のために紫外線が照射されています。太陽光発電では太陽からの光を電力に変換して利用しています。また、梅の花が赤い、白いと見えるのは可視光が目には到達するためです。電子レンジで食品が加熱できるのはマイクロ波によって水分子が振動するためです。これらは生活に存在する光の代表例で、ほかにも多くの場面で光が活用されています(図2)。

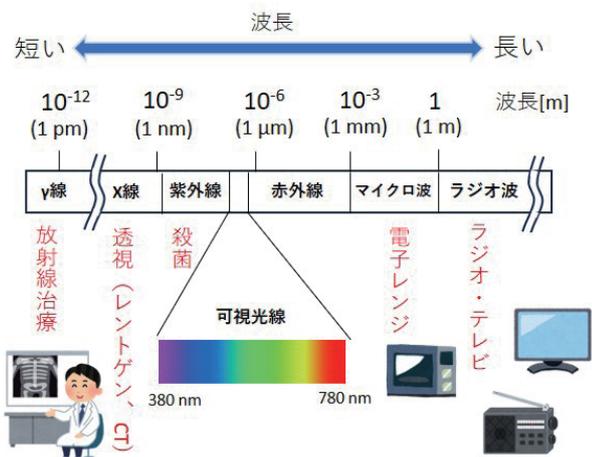


図2 さまざまな光と主な用途

表 装置スペック

メーカー	(株) 島津製作所
機種	UV-3600i plus 積分球 ISR-603(φ60 mm)
測定波長範囲	165 ~ 3300 nm (積分球使用時) 220 ~ 2600 nm
測光方式	ダブルビーム
検出器	光電子増倍管 185 ~ 1000 nm InGaAs検出器 700 ~ 1800 nm PbS検出器 1600 ~ 3300 nm

何かと重宝する光ですが、どの光でも過剰だと不具合が生じます。たとえば、紫外線はモノの殺菌に利用されますが、強すぎるとやけどや皮膚がんの原因になります。このため、減光するための素材が開発され利用されています。UV(紫外線)カットサングラス・フィルターなどです。また、建物の屋根に遮熱効果がある赤外線反射塗料が用いられることがあります。これらの減光効率を評価するためには、実際に相当する波長の光を照射して、その光の減衰量を測定します。本装置は光のうち、紫外、可視および近赤外光の減光効率について評価ができる装置です。

■ 測定の実理

図3に装置の構成を示します。光源からは様々な波長を含む光(白色光)が放射されます。この白色光を回折格子やプリズムといった分光器で波長ごとに分離し、特定波長の光のみ取り出します。この光をハーフミラーで分割し、試料がない参照側の光に対して、試料側でどの光が吸収されたか測定します。

このとき、一般に次の関係式が成立します。(Lambert-Beerの法則、図4)

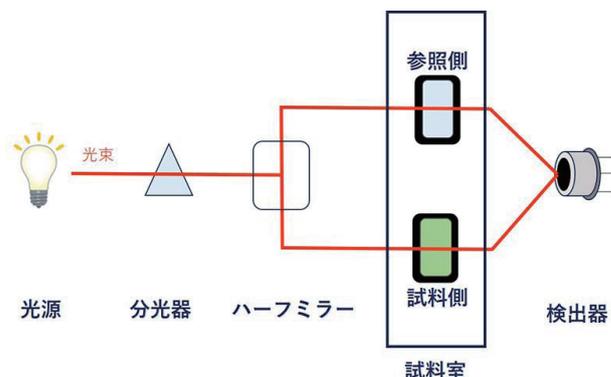


図3 装置の構成

$$A = -\log(I/I_0) = \epsilon c L$$

A: 吸光度、I: 透過光強度、 I_0 : 入射光強度
 ϵ : モル吸光係数 ($L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)、c: 濃度 (mol L^{-1})、L: 光路長 (cm)

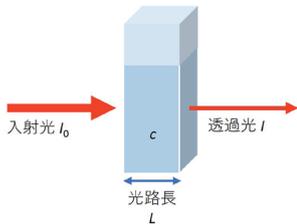


図4 Lambert-Beerの法則

この式によると、吸光度(A)は、吸収に寄与する成分の「濃度(c)」や試料の「厚み(L)」との間で比例関係にあることがわかります。試料の厚みが同じであれば、吸光度を測定することで試料の濃度を測ることができます。実物を測定して吸光度を評価する場合に、この関係式を意識することはほとんどありませんが、本装置をはじめ、分光分析において基本的な考え方となります。

■ 実際の測定

通常の透過測定

試料室の光路に測定サンプルを設置し測定します。溶液等液体サンプルの場合、通常10mm角の液体セルに入れ、所定の位置に設置します。溶液中の化合物、金属元素濃度を測定するときに使います。また、樹脂フィルムやレンズのような固体試料の場合は試料室に設置しているホルダに固定することで測定できます。各ホルダに固定できるサンプルサイズは次のとおりです。

フィルムホルダ 最小16W×32H、最大80W×40H (mm)
 回転フィルムホルダ 33×30 (mm)

積分球を用いた測定(透過測定、反射測定)

光を照射して透過または反射する際、直進する光のほかに散乱する光が含まれます。特に、フィルム、板状ガラス等固体の場合には、この散乱光を考慮する必要があります。散乱した光を集光するためには図5に示す積分球を用います。

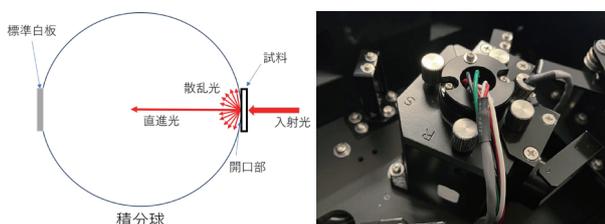


図5 積分球の概略図(左)および実物(右)

散乱した光が積分球内面で反射を繰り返し、検出器に到達するため、散乱した光も検出することができます。この図は透過測定の場合ですが、標準白板をサンプルに置き換えることで反射測定することができます。反射測定ではフィルム、板状試料はもちろん、粉体試料についても治具を用いることで測定できます。

■ サングラスのUVカット機能の評価(測定例)

図6はUVカットサングラスおよびUVカット機能を有さないメガネの透過率測定の結果です。UVカットサングラスでは400 nm以下で透過率が0%に近い、すなわち紫外線領域(380 nm未満)においてほとんどの光が透過しないことがわかります。また、レンズが黒いため、可視光全領域(380 ~ 780 nm)において光が吸収され、透過率は波長にもよりますが10 ~ 30%となっています。一方、UVカット機能を有さないメガネの場合には、今回測定した波長範囲ではほとんど光の吸収がありません。

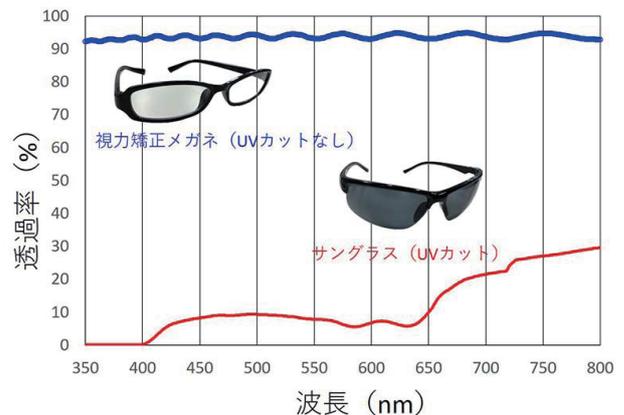


図6 測定結果(透過測定)

■ 想定される測定

- ・繊維類の透過・反射率
- ・繊維、化粧品の紫外線遮蔽率測定
- ・プラスチックフィルムの透過率測定
- ・ガラスの日射透過率測定
- ・レンズの透過率測定 など

試料を所定の位置に設置するだけで、簡単に測定できますので、光学特性を知りたい試料をお持ちの方は是非測定してみてください。

問い合わせ

(長浜庁舎) 上田中 TEL 0749-62-1492

工業技術総合センター& 東北部工業技術センター 研究成果報告会

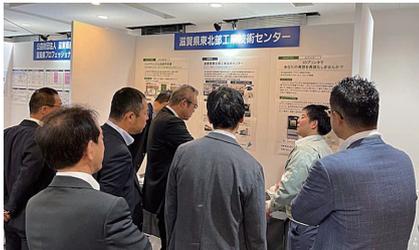
日時：令和7年1月24日
場所：工業技術総合センター



研究成果を、県内企業のみなさまに利用していただくことを目的として、工業技術総合センターと共催で研究報告会を実施しました。当センターからは、「生成AIによる技術相談アプリ開発に係る調査研究」および「GC-MSを利用した毛髪ダメージ評価方法の開発」に関して発表を行いました。本テーマに興味をお持ちの方は、お気軽に当センターへお問合せください。

長浜ものづくりTECH2024

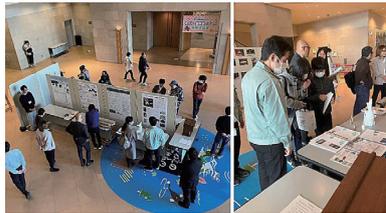
日時：令和6年11月15日、16日
場所：長浜商工会議所



湖北地域のものづくりに関わる企業団体等が技術やサービスをPRする展示会に出展しました。業務内容を紹介するとともに、ニットマシンを用いて絹、麻、綿それぞれの素材で作製したマフラーや、樹脂3Dプリンタで作製した造形物および砂型3Dプリンタ製の砂型を用いた鋳造品を展示し、センターの研究成果を紹介しました。これまでセンターをご存じでなかった製造業従事者の方々とも交流でき、センター利用者の新規開拓のきっかけづくりができました。

滋賀県試験研究機関連絡会議研究発表会

日時：【研究発表会】令和6年12月15日、
【パネル展示】令和6年11月23日～12月15日
場所：琵琶湖博物館



滋賀県の試験研究機関8機関が、研究成果を県民の皆様に向けてわかりやすく発表する場において、「3Dデータ活用フローの構築に関する研究」について発表しました。彦根城のしゃちほこのレプリカを当センター保有技術である鋳造(金属)および3Dプリンタ(樹脂)により作製した試作品を展示しながら、技術に関して来場者へ説明を行いました。

産業技術支援フェア in KANSAI 2024

日時：【会場】令和6年11月15日
【eパネル展示】11月15日～11月24日
場所：大阪産業創造館



関西に立地する工業技術センター等研究所シーズを中小製造業のビジネスにつなげることを目的とした展示会で研究成果報告等を行いました。

当センターからは、県内企業との共同研究成果「毛髪ダメージの評価方法を確立」および、当センターの技術支援「クロマトグラフィーで研究開発をサポート」に関して発表し、参加者と活発な意見交換を行いました。