

テクノネットワーク

No.137
2023/夏号

企業と共に歩む技術支援の拠点をめざします。

滋賀県工業技術総合センター

目次

新任のご挨拶

滋賀の新時代を、両工業技術センターから 1

技術解説

GPC システム / マルチ検出器 GPC システムの紹介 2

研修報告

人工知能を用いた画像処理技術の陶磁器産業への応用 4

研究会

「滋賀材料技術フォーラム (滋賀MTF)」 6

技術研修

モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業 7

お知らせ

電波暗室 改修工事のお知らせ 8

新しい職員の紹介 8

新任のご挨拶

滋賀の新時代を、両工業技術センターから

工業技術総合センターの所長に就任いたしました那須でございます。2年間の東北部工業技術センター所長では、地域企業の皆様とのつながりの大切さを強く感じました。今年度からは、商工観光労働部の技監としてもモノづくりの発展に全力を尽くして参りますので、どうかよろしく願いいたします。

滋賀県は、大学とグローバル企業が琵琶湖を取り囲むように集積しており、あのシリコンバレーに似ています。そこで、メガベンチャーを作ろうという熱い思いを込めたテックプランターという創業支援プログラムが活動中です。「夢のよう」かもしれませんが、目指さなければ何も始まらないし、目指せる根拠があります。

高い技術をもつ企業が多数存在し、当たり前のように日々技術を磨き続けている事から、技術革新の素地が十分あると確信します。もし、足りないとすれば、ワクワクするアイデアと、実現を信じる勇気かもしれません。滋賀県は、必ずイノベーションの発信地になれるはずと感じます。



所長 那須喜一



図中の企業名は、テックプランターのパートナー企業

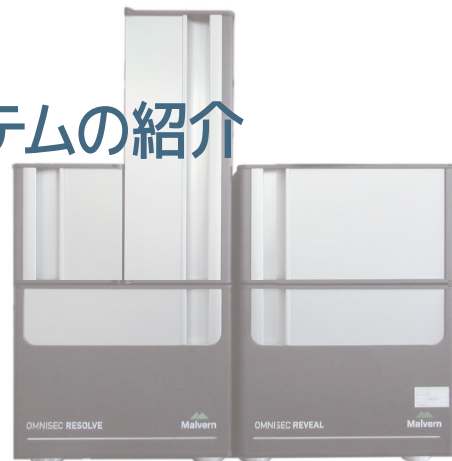
そして、工業技術総合センターと東北部工業技術センターは、その野望に寄り添い続けられる様に、必要ならば大きく変わるべきであり、信楽窯業技術試験場と東北部工業技術センター（令和7年予定）の移転から始まる、新時代にワクワクしております。皆様のお力をお借りしながら、新時代へ突入する両工業技術センターに、ご期待頂き、共に歩んで頂ければ幸いです。

挨拶

GPCシステム/マルチ検出器 GPCシステムの紹介

～相対分子量法と絶対分子量法の使い分け～

ポリマーの分子量は、ポリマーの強度や流動性に影響を与え、性能や劣化の指標にも利用される重要なパラメータです。今回紹介するGPC(ゲル浸透クロマトグラフィー)では、分子量を求めることが可能です。当センターでは、2台のGPC装置を保有しています。本稿では、GPCの構造と原理、ポリマーの測定事例、手法の使い分けについて紹介します。



GPC装置の構造と原理

GPC装置は液体クロマトグラフ装置の一種であって、溶媒からガスを取り除くデガッサー、溶媒を送液するポンプ、試料を自動注入するオートインジェクタ、分子量ごとに分離を行うカラム、カラムを一定温度に保持するカラムオープン、一連の検出器群からなります(図1)。

オートインジェクタから注入された試料は、ポンプから送られる溶媒と一緒にカラムへ送られます。試料はカラム内で分子サイズ毎に分離され、その後、検出器へ送られて測定されます。この時に得られるグラフ(横軸を時間、縦軸を検出値)をクロマトグラムと呼びます。GPC測定では、このクロマトグラムを用い、分子量を求めます。

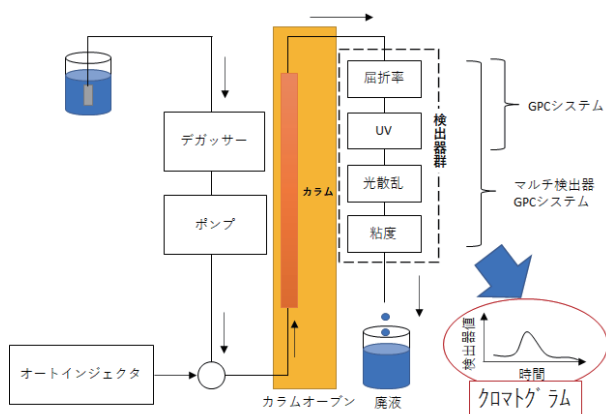


図1 GPC装置の概略図



図2 カラムでの分離の模式図

カラムによる分子の分離

GPCで用いるカラム内部には、多孔性の樹脂ビーズが充填されています。試料がカラムを通る際、溶媒中の分子サイズ(流体力学半径(分子の広がり))が小さい(≒分子量が低い)ほど樹脂ビーズの奥まで浸透するため、カラムを通過するのに時間がかかります(図2)。この性質を利用することで、試料がカラムを通過する際、試料を分子量に応じて分けることができます。

相対分子量法と絶対分子量法

GPC測定において、分子量を求める方法は複数あります。本項では、当センターで利用いただける相対分子量法と絶対分子量法について説明します。

相対分子量法は、標準試料を基準として、分析試料の分子量を求める手法です。まず、分子量が分かっている複数の標準試料が検出器に到達するまでの時間(保持時間)から、保持時間と分子量の関係式を導出します(図3)。そして、得られた関係式を用いて、分析試料の分子量を算出します。なお、算出される分子量は、標準試料の種類や溶媒の影響を受けます。その一方で、用いる検出器(屈折率、UV)が分子量の影響を受けにくく、低分子量から高分子量の試料に広く適用できるメリットがあります。

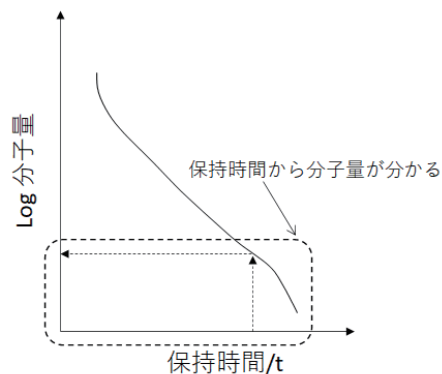


図3 保持時間tと分子量(相対分子量法)

絶対分子量法は、分子量を光散乱強度と試料濃度を用いて求める手法です（式1）。相対分子量法と異なり、標準試料や溶媒によって影響を受けない分子量を求めることができます。その一方で、光散乱強度は、分子量の影響を受けるため、感度が低い低分子量成分（約1万以下）の影響を低く見積り、絶対分子量法よりも相対分子量法の分子量が低くなる場合があります。

$$\frac{Kc}{R_0} = \frac{1}{M_w} + 2A_2c \qquad M_w = \frac{R_0}{Kc}$$

K: 光学定数
 $K = (4\pi^2 n^2 / \lambda_0^4 N_A) (dn/dc)^2$ n: 屈折率
 c: 溶質濃度
 R_0 : 0度での過剰還元散乱強度
 M_w : 重量平均分子量
 A_2 : 第二ビリアル係数

0度の散乱光強度が分かれば、分子量 M_w を算出できる。
 低濃度（GPCの条件）
 右辺第二項は無視

式1 散乱光の強度と分子量の関係式

測定事例

通常のポリスチレン（PS）とそれを臭素化した臭素化ポリスチレン（Br-PS）の測定について紹介します。図4は、PS、Br-PSの屈折率検出器のクロマトグラムです。両試料のクロマトグラムは類似しており、ポリスチレン標準試料を用いた相対分子量法で重量平均分子量を比較すると、双方とも20万程度でした。一方、絶対分子量法にて比較すると、Br-PSの重量平均分子量は47万程度となり、PSの20万程度と大きく異なることがわかりました。相対分子量法では類似した分子量が得られた一方、絶対分子量法で異なる結果となった理由は、ポリスチレンが臭素化前後で、分子の広がりほとんど変化しないことが原因と考えられます。

この測定事例から言えることは、異なる構造（今回の事例では、ポリスチレンと臭素化ポリスチレン）のポリマーの分子量を比較する際は、相対分子量法だけでなく絶対分子量法などで差異を確認する方がよい、ということです。一方で、樹脂製品の分子量の検査や合成ポリマーのバッチ毎の分子量確認など、同一の化学構造の試料を比較する

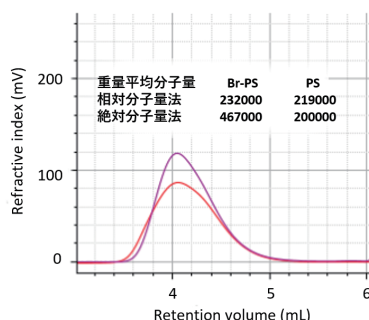


図4 PS(赤)とBr-PS(紫)のクロマトグラムと分子量

場合は、絶対分子量法と比較して、分子量や試料濃度の影響を受けにくく、試料調製が容易な相対分子量法をお勧めします。

分析手法の使い分け

測定事例のように、GPCは手法によって結果に差異が生じることがあります。当センターでは、試料や目的によって適した手法をご提案しています。なお、相対分子量法と絶対分子量法のどちらが適当か判断する項目は以下の通りです。

相対分子量法が適している場合

- 分子構造が類似した試料を比較するとき
- 用意できる試料が10 mg以下のとき
- 試料が蛍光を発するとき
- 試料が低分子量（およそ1万以下）のとき

絶対分子量法が適している場合

- 分子構造が異なる試料の分子量を比較するとき
- 半径や分岐など分子量以外の評価をしたいとき

以上のように、試料や目的に応じて分析手法を選択いただく必要があります。

装置の紹介

最後に、当センターが保有する2台のGPC装置について紹介します。GPCシステムは、相対分子量法で、分子量を求めることができます。もう一方の、マルチ検出器GPCシステムは、絶対分子量法で分子量を求めることができます。各装置のスペックは、表1の通りです。なお、いずれの装置も試料はクロロホルムに溶解させる必要があります。

表1 GPC装置のスペック

| 項目 | GPCシステム | マルチ検出器GPCシステム |
|--------|--------------|------------------------|
| メーカー | 東ソー株式会社 | スベクトリス株式会社 |
| 型式 | HLC-8220 | OMNISEC RESOLVE・REVEAL |
| 溶媒 | クロロホルム | クロロホルム |
| UV検出器 | 254 nm | 250-500 nm |
| 屈折率検出器 | リファレンス・アップ方式 | リファレンスセル方式 |
| 光散乱検出器 | — | 2角度（7度、90度） |
| 粘度検出器 | — | ホートストンプ・リッジ方式 |
| 相対分子量法 | ○ | ○ |
| 絶対分子量法 | × | ○ |
| 分析温度 | 40°C | 40°C |
| 必要試料 | 2 mg | 10 mg |

おわりに

本稿では、相対分子量法、絶対分子量法について、分子量の算出原理や測定事例、分析手法の使い分けについて説明しました。分子量測定で不明な点、お困りの点がございましたら、お気軽にお問い合わせください。

（有機材料係 中居・中島）

人工知能を用いた画像処理技術の陶磁器産業への応用

令和4年度に「人工知能を用いた画像処理技術の陶磁器分野への応用」をテーマに、立命館大学情報理工学部 陳延偉教授の指導のもと大学派遣研修を行いましたので、ご紹介します。

はじめに

人工知能を用いた画像処理技術は文字認識や異物検出などに利用されており、今後、陶磁器分野を含めた幅広い分野に利用が広がると予想されます。はじめに人工知能の応用例として陳教授の研究室において行われた研究をご紹介します。人工知能を使用することでCT画像などの画質改善し、画像分類などにより診断支援などを行うことができます（図1）。本研修では人工知能を用いた画像処理技術やその応用方法に関する知識の知見を深めることを目的として画像検索技術の研究を行いました。

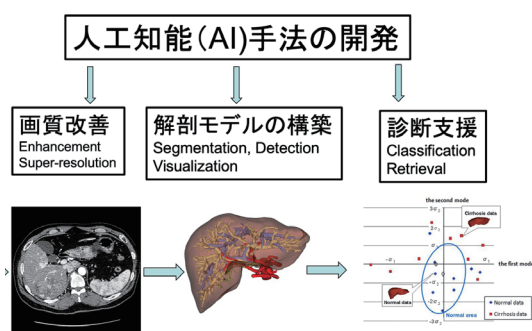


図1 AIを用いた医用画像解析と診断支援

画像検索の対象としては、釉薬の試験片を選択しました。釉薬は陶磁器製品の表面を覆うガラス質の層であり、その調合や焼成条件を変えることで様々な色や質感の陶磁器製品を作り出せます。滋賀県工業技術総合センター信楽窯業技術試験場では、様々な調合や焼成条件で作られた釉薬の試験片が台紙に貼られて保管されています（図2）。その数はデータ化されたものも含めると一万個以上にのぼります。台紙には釉薬の調割合や焼成条件などの情報が書かれており、これらを参照することで、必要な釉薬を作製することができます。しかし、一万以上の試験片の中から必要とするものを探すためには多くの時間がかかります。そのため、探したい釉薬の画像を与えることで類似の釉薬試験片の画像を出力するような画像検索システム（図3）を作る必要がありました。

実験方法

今回の実験では試験場が保有する試験片のなかの816個の試験片データを使用しました。816個のデータを4分割し、4分の3の612個を学習に使用し、4分の1の204個を検証に使用しました。検証に使用する試験片を変えて、学習を4回行いました。

学習モデルにはResnet18^[1]を使用しました。①事前学習なし、②事前学習パラメータを使用しすべての層でパラメータを更新、③事前学習パラメータを使用し最後の全結合層のみパラメータを更新という3種類の条件において学習を行い、結果を比較しました。事前学習パラメータとしてImageNet 1KV1^[2]の1000クラス分類のパラメータを使用しました。

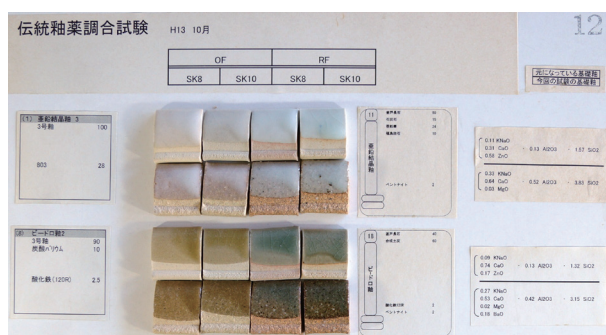


図2 釉薬の試験片

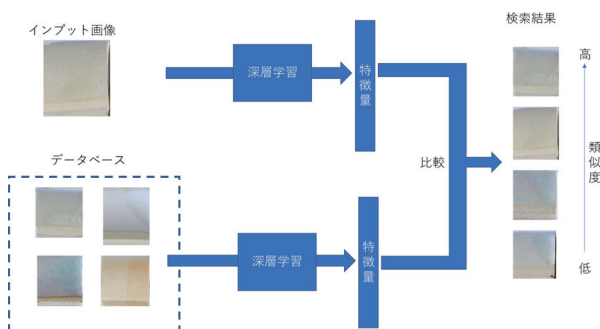


図3 検索モデルの概略図

実験結果

釉薬の試験条件として、調合割合・素地・焼成雰囲気・焼成温度などがありますが、今回は調合割合・素地が等しいものを同じグループして検証を行いました。検索精度の指標として、類似度の高い上位10位までにインプット画像とおなじグループの画像が含まれる確率を使用しました。検証によって得られた結果を示します（表1）。

表1 事前学習と検索精度の関係

| | ① | ② | ③ |
|--------------|------|------|------|
| 検索精度 (%) | 78.3 | 82.6 | 45.1 |
| 検索精度標準偏差 (%) | 4.4 | 3.4 | 14.0 |

①事前学習なしの場合に比べて、②すべての層でパラメータ更新を行った場合は検索精度が向上しています。一方で③全結合層のみでパラメータ更新を行った場合は①事前学習なしの場合よりも検索精度が低下しています。これは事前学習データの分類に必要な特徴量と今回の釉薬テストピースの検索を行うのに必要な特徴量が大きく異なっていたためだと考えられます。

最も検索精度が高かった②の条件で学習したモデルを使用した検索結果の一例を示します（図4）。

一行目のインプット画像を検索システムに与えた結果が2行目以降の検索結果です。検索結果は類似度が高い（人工知能がより似ていると判断した）順番に上から並んでいます。人間の目から見ても色や模様が近い釉薬を選んでいるようです。並べる順番に関しても類似度が高いものほどインプット画像と似ているように見えます。今後は検索対象の釉薬試験片を増やし、技術相談などに利用する予定です。

最後に

研修で得られた知識は、さらなる研究を通じてそれを深めるとともに、県内企業への技術移転など、今後の企業への技術支援に活用していきたいと考えています。

本研修のため、研究員として快く受け入れていただき、貴重なご助言をいただきました立命館大学 陳教授に感謝申し上げます。加えて、ともに研究いただきました学生の皆様に感謝申し上げます。

（セラミック材料係 神屋）

参考URL

- [1] https://pytorch.org/hub/pytorch_vision_resnet
- [2] <https://www.image-net.org/>

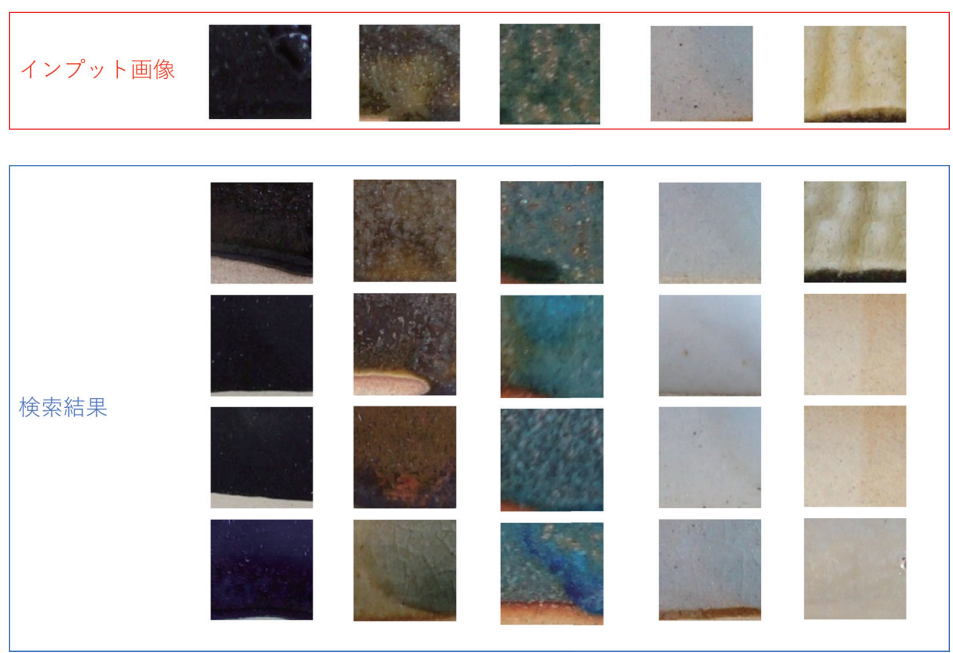


図4 検索結果の一例

「滋賀材料技術フォーラム（滋賀MTF）」

滋賀材料技術フォーラム（Material Technology Forum：MTF）は、材料技術を通じた産学官連携および会員間の技術交流・情報共有を目的とし、講演会、見学会などの活動を行っています。

令和4年度事業内容について

主な事業である例会では、様々な分野の技術について理解を深め、知見を広げていただくため、講演会を実施しました。

<第98回例会（講演会）>

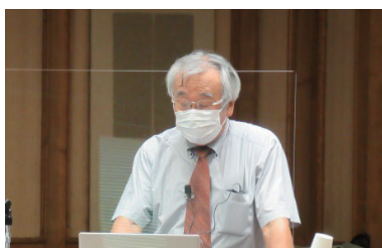
「二次電池の放射光解析からわかる今後の課題」



| | |
|----|-------------------------------|
| 講師 | 立命館大学 生命科学部 応用化学科 教授 折笠有基氏 |
| 日時 | 令和4年6月13日（月） |
| 場所 | 工業総合技術センター 大研修室（+ Web） |

<第99回例会（講演会）>

「ドライブプロセスによる薄膜技術の基礎II」



| | |
|----|--|
| 講師 | 富山大学名誉教授 龍谷大学 革新的材料・プロセス研究センター 野瀬正照氏 |
| 日時 | 令和4年8月30日（火） |
| 場所 | 工業技術総合センター 大研修室（+ Web） |

コロナ禍でもあり、講演会は現地とwebのハイブリッドでの開催となりましたが、web配信については、当日の都合により、会場に足を運べない方にとって、会社や自宅から参加可能なツールでもあります。今後も可能な範囲でweb配信を検討していければと考えています。

その他の事業として、工業技術センターとの連携による試作・分析機器についての講習会の開催、ファインセラミックス関連団体連絡協議会での情報収集などを行いました。

今年度の活動予定について

今年度の事業としては、主に講演会を中心に以下の内容を予定しております。5月に新型コロナウイルスの感染症法上の位置づけが5類に移行されたことを受け、先進地の見学会などの開催など、少しずつ以前のような活動に戻していければと考えています。

| 時期 | 内容 |
|------|------------------------------|
| 6月 | 講演会 |
| 7～8月 | 先進地の現地見学会 |
| 8～9月 | 講演会 |
| 随時 | 工業技術総合センターとの連携にいる技術研修（講習会）開催 |

会員募集中!!

滋賀MTFの各事業は、会員である企業および個人を対象にしています。事業に関心をお持ちで、参加を希望される方はぜひご入会いただきますようお願いいたします。

| 会員種別 | 資格 | 年会費 |
|------|---------------------------------|---------|
| 企業会員 | 企業（事業規模・県内外は問いません） | 25,000円 |
| 個人会員 | 大学および公的研究機関の教員・職員 企業に所属しない個人 | 2,500円 |

<入会希望・資料請求等の問い合わせ先>

滋賀MTF事務局（滋賀県工業技術総合センター内）

MTF関連HP

<https://www.shiga-irc.go.jp/activities/forums/mtf/about/>



（担当：脇坂・中島・山本）

モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業

モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業では、県内のモノづくり産業を支える人材の問題解決力向上を目指し、現場で必要とされる評価や試験方法等の技術を学ぶことができる研修を実施します。

メーカーの技術者等を講師とし、座学での原理・技術に直結する内容の学習に加え、センター保有の様々な装置を用いて、測定・分析の実演・実習を行います。これから装置を使用しようと思っておられる方はもちろん、すでに利用されている方にも有意義な講習になると思いますので、ご興味をお持ちの方の参加をお待ちしております。今年度開催を予定している講習会は、以下のとおりです。

| 技術研修名 | 実習で使用する機器 | 開催時期 | 場所 |
|------------------------------------|------------------------------|--------------|----|
| 何ができる？ 3Dスキャナ －製品形状評価の3Dデジタル化－ | 3Dスキャナ | 7月14日 (金) | 栗東 |
| 金属3Dプリンタものづくりにおける 実用化のための課題解決手段 | 金属粉末積層造形装置 (DED方式) | 7～8月頃 | 栗東 |
| 耐候性試験機による材料評価 | 耐候性試験機 | 7～9月頃 | 栗東 |
| サーモグラフィ入門 | 赤外線温度分布測定装置 | 8月頃 | 信楽 |
| XPSによる表面分析の原理と実践のコツ | X線光電子分光分析装置 (versa probe) | 9月頃 | 栗東 |
| ペレット式3Dプリンタについて | ペレット式3Dプリンタ | 10月頃 | 信楽 |
| マイクロフォーカスX線透過装置の 仕組みと活用方法 | マイクロフォーカスX線 透視装置 | 10月頃 | 栗東 |
| 振動試験機を利用した 製品信頼性評価技術の基礎 | 大変位振動衝撃試験機 | 11月頃 | 栗東 |
| 微小硬度計による機械特性評価 | 薄膜用微小硬度計 | 11月頃 | 栗東 |

※タイトルや開催時期は予定ですので変更する場合がございます。あらかじめご了承ください。

開催日時などの詳しい内容は、メールマガジン「IRCS News」およびホームページ等でご案内します。メールマガジンは、センターHP（右のQRコード）から無料で申込み可能です。

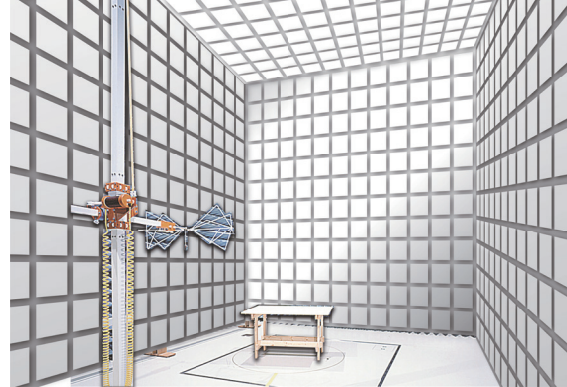


(担当：斧、川口、戸田、神屋)

デジタル高速無線通信・EMC評価ラボ整備事業 電波暗室 改修工事のお知らせ

今年度、当センターの電波暗室を18GHz対応に改修するとともに、最新の規格に適合したWi-Fi通信品質とEMC試験の同時評価のための測定システムを整備します。生産性の向上を目的とした工場のDX化が進められるなか、産業機器へのWi-Fi等の無線通信機能の搭載が加速しており、今回整備する「デジタル高速無線通信・EMC評価ラボ」では、Wi-Fiの通信品質（繋がりやすさ）の評価を定量的に行えるようになり、産業機器に求められる信頼性の高いWi-Fi機能搭載機器の開発の効率化が期待できます。

なお、改修工事中は、EMC試験設備の開放停止などの期間が生じ、皆様にはご不便をおかけいたしますが、改修後は、新しい測定システムを活用し、一層の技術支援に取り組む所存ですので、相談・機器使用等一層のご利用をお願いいたします。



改修後の電波暗室の完成イメージ

| | |
|----------|--------------|
| 工事期間 | 2023年10月～2月頃 |
| 改装オープン予定 | 2024年4月 |

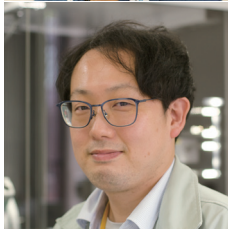
※本事業は、「デジタル田園都市国家構想交付金（地方創生拠点整備タイプ）」(令和4年度内閣府補正予算)により実施します。

新しい職員の紹介



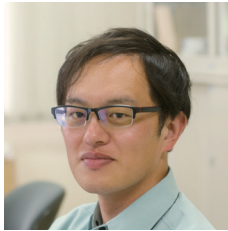
有機材料係 主任専門員 脇坂博之 WAKIZAKA Hiroyuki

東北部工業技術センター（長浜庁舎）より参りました。専門分野は高分子の物性評価・分析、活性炭等の炭素材料、バイオマスの利活用技術です。初めての職場とはなりますが、これまで培った技術・経験を活かし、企業の課題解決のお役に立てるよう努力してまいります。



無機材料係 主査 川口和弘 KAWAGUCHI Kazuhiro

今年度、県庁のモノづくり振興課から無機材料係へ異動してまいりました。センターでの勤務は5年ぶり、無機材料係の勤務は初めてとなりますが、X線関連の分析装置担当として企業の皆様のお役に立てるよう努めてまいりますので、よろしくお願いいたします。



機械システム係 主任技師 戸田敦基 TODA Atsuki

今年度の新規採用職員として機械システム係に配属されました。当センターでは、主に精密測定、金属3Dプリンタ等の機器を担当します。少しでも早く機器の取扱いを覚え、企業の皆様の技術的な問題解決に貢献できるよう努めていきたいと思っております。よろしくお願いいたします。



陶磁器デザイン係 技師 桐生恵叶 KIRYU Keito

今年度の新規採用職員として信楽窯業技術試験場/陶磁器デザイン係へ配属となりました桐生です。当試験場では小物ろくろ陶器製品の試験研究および指導、窯業関連の調土機器を担当します。少しでも早く皆様のお役に立てるよう努めてまいりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

