

# テクノネットワーク

No.134  
2022/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

事業紹介  
3DスキャナーによるVR・ARデータの作成 ..... 1

技術解説  
ラマン分光分析装置の紹介 ..... 2 - 3

研修報告  
金属3D造形技術の高度化に関する研究 ..... 4 - 5

機器紹介  
新規導入機器の紹介 ..... 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

おしらせ  
新しい職員の紹介 ..... 8

## 3DスキャナーによるVR・ARデータの作成

信楽窯業技術試験場に導入した「ハンディ型3Dスキャナー (EinScan Pro 2X Plus)」を使えば、スマートフォン付きの3Dデータを作成し、Web上で360度回転・ズームが可能なVR・ARデータとして活用できます。20cm程度の小さな被写体はターンテーブルで自動的にスキャン可能、大きな被写体は手持ちスキャンで最大4mまで対応可能です。この技術を活用して、滋賀県立陶芸の森では3月に「3Dデジタルアーカイブ」をオープン。オブジェクトVRでは普段は見ることのできない作品の裏側までじっくりと鑑賞したり、ARを利用すれば作品を自宅に配置してみたり、作品と記念撮影することも可能です。

(担当: 陶磁器デザイン係 山内)

360度自由な角度で作品が鑑賞可能



AR体験も可能、作品と記念撮影



滋賀県立陶芸の森3Dデジタルアーカイブ



# ラマン分光分析装置の紹介

## ～偏光ラマンの測定事例～

ラマン分光分析装置は、レーザー光照射により試料表面で発生するラマン散乱光を測定し、測定試料の組成や構造などの解析を行う装置です。

当センターでは新たに偏光を利用してラマン測定を行うシステムを導入しました。偏光ラマン測定は延伸フィルムなどの異方性材料の構造解析に有効な手法です。ここでは、偏光ラマンを用いたポリエチレンおよび石英の測定事例を紹介します。



競輪補助物件

## ラマン測定の実理

物質に光が入射して生じる散乱光には、入射光と同じ波長の散乱光（レイリー散乱光）、異なる波長の散乱光（ラマン散乱光）が含まれています（図1）。レイリー散乱光とラマン散乱光の波長の差（ラマンシフト）は物質の化学結合によって異なるため、ラマン散乱光のスペクトルを取得することで試料の組成・構造を解析することができます。

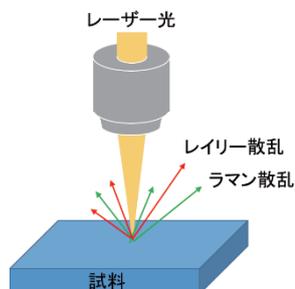


図1 ラマン測定原理のイメージ

## ラマン測定でできること

有機物や無機物の測定を行い、得られるスペクトルのピーク位置、半値幅から化学結合、結晶性、歪みに関する情報を得ることができるため、ラマン測定は材質評価や異物分析に用いられます。例として高分子材料、カーボン材料のラマンスペクトルを図2、3に示します。高分子材料では分子構造の違いによってラマンスペクトルの形状が異なります。また、カーボン材料では結晶構造や結晶性の違いがラマンスペクトルに反映されます。

当センターの装置では、レーザーをレンズで集光照射し局所測定を行うため、微小部の測定が可能です。また、イメージング機能により面測定を行うことができるため、構造や成分の分布評価に利用されています。

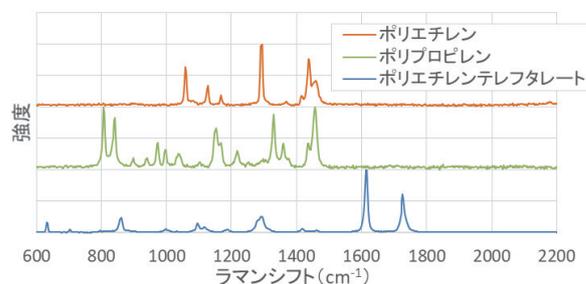


図2 高分子材料のラマンスペクトル

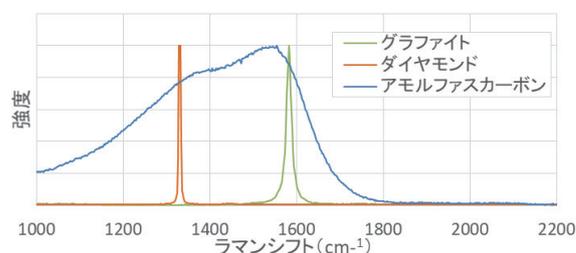


図3 カーボン材料のラマンスペクトル

## 偏光ラマン測定について

異方性のある結晶や高分子材料ではレーザーの偏光方向がラマン散乱強度に影響します。例えば、延伸により配向した高分子フィルムでは、配向方向に平行・垂直な直線偏光を入射光として照射した場合、観測されるピークの強度比が変化します。異なる偏光条件で測定を行う偏光ラマン測定により、結晶の方位や高分子材料の配向性の解析を行うことができます。

図4に測定方法の概要を示します。レーザーの光路上に偏光子を設置することで、偏光子の透過軸に平行な直線偏光となります。当センターの装置では、0°と90°の直線偏光による測定が可能です。試料の方向や位置を変える必要がなく、同じ場所で偏光方向を変えて測定できます。

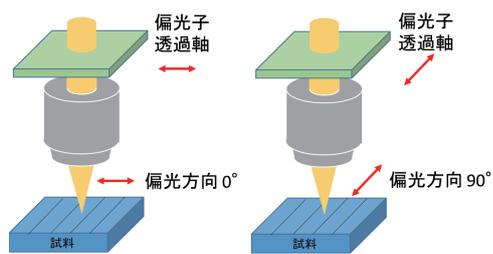


図4 偏光ラマン測定イメージ

## 偏光ラマン測定事例

### 事例① ポリエチレン

ポリエチレン (PE) のラマンスペクトルでは、C-C結合に由来するピークが $1130\text{cm}^{-1}$ 付近にみられます。延伸により配向が進んだPEでは、このピークの強度が照射する偏光の方向に依存します。

実際に、PEの延伸フィルムの偏光ラマンスペクトルを図5に示します。延伸方向と偏光方向が垂直な場合に比べて、平行な場合に $1130\text{cm}^{-1}$ のピーク強度が大きくなるのがわかります。

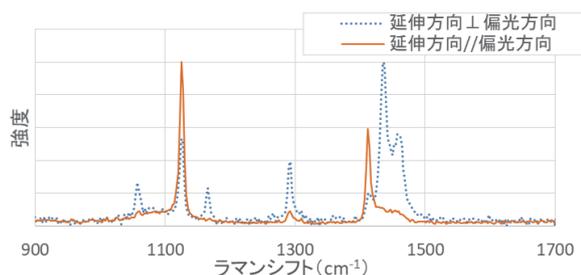


図5 PEフィルムの偏光ラマンスペクトル

延伸方向の異なるPEフィルムを並べて測定したマッピング像を図6に示します。 $1130\text{cm}^{-1}$ のピークと $1290\text{cm}^{-1}$ のピークの強度比をもとに色分けすることで、延伸方向の違いを可視化することができました。

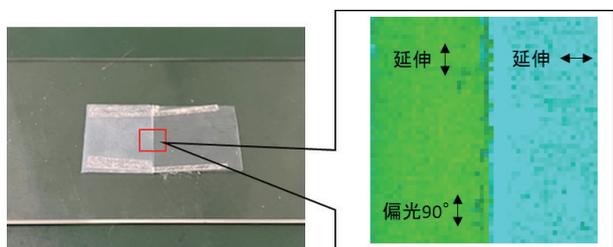


図6 延伸方向の異なるPEフィルムのマッピング測定

### 事例② 石英

六方晶系の石英の場合、図7(左)に示す結晶構造をとります。m面を測定した場合、c軸方向と偏光方向の関係によってラマンスペクトルの形状が変化します。

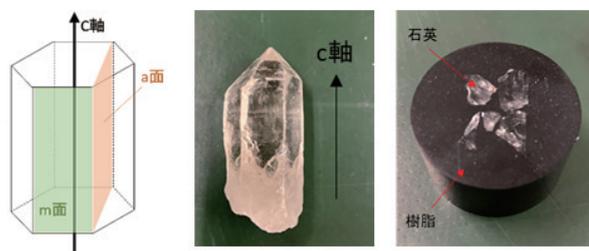


図7 (左) 結晶構造の概要図 (中) 石英の結晶 (右) 樹脂埋包した石英

石英試料(図7(中))の偏光ラマンスペクトルを図8に示します。c軸に対して偏光方向が垂直な場合には $130\text{cm}^{-1}$ 付近にピークがみられ、平行な場合にはみられないことがわかります。

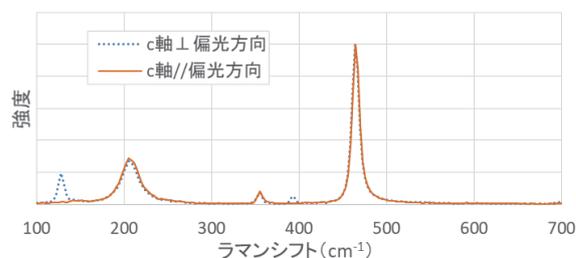


図8 石英の偏光ラマンスペクトル

m面が露出するように樹脂包埋した石英(図7(右))のマッピング像を図9に示します。偏光 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ で測定すると、c軸がそれぞれの偏光に対して平行な結晶は画像上に現れず、各結晶のc軸方向を確認することができました。



図9 (左) 光学画像 (中) 偏光 $0^\circ$ のマッピング像 (右) 偏光 $90^\circ$ のマッピング像

ラマン分光分析装置の利用・相談をご希望の方は、お気軽にお問い合わせください。

### 参考資料

1. 日本分光(株) Raman application data O30-AN-0024(2020)
2. Md Mahfujul Islam : ILCPA, 56, 91-98(2015)  
(担当:無機材料係 山田)

# 金属3D造形技術の高度化に関する研究

令和3年度に「金属3D造形技術の高度化に関する研究」をテーマに龍谷大学先端理工学部小川圭二教授の指導を受け研修を行いましたので、その一部を紹介します。

## はじめに

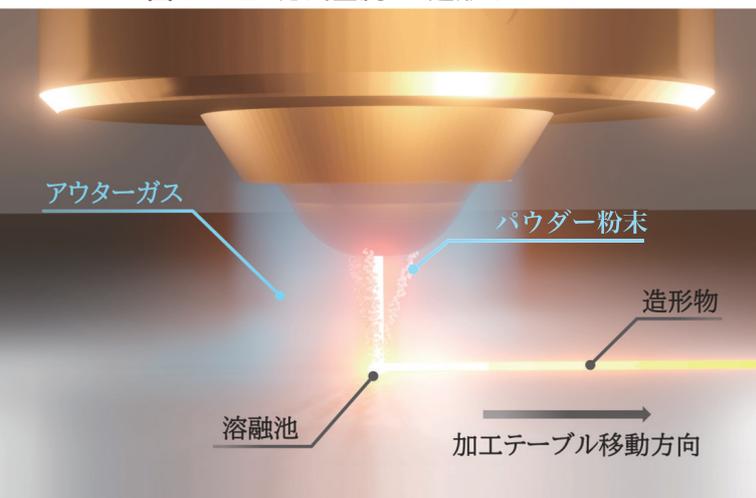
金属3Dプリンタは、レーザなどで金属粉末を溶融凝固させることで立体造形を行う仕組みであり、航空産業など一部の業界ではすでに実用化がすすめられ、新しいモノづくりとして期待されています。その中でも工業技術総合センターが保有するDED方式金属3Dプリンタは次世代のAM（Additive Manufacturing）技術であり、金属3Dプリンタの中で現在主流となっているPBF（Powder Bed Fusion）方式に比べると技術の蓄積がまだ多くありません。当センターの装置は、図1のようにガスで噴射した金属粉末をレーザで溶融させて積層造形していく構造です。また、アウターガス（シールドガス）により、酸化を抑制することが可能となっています。

金属3Dプリンタは、レーザの出力条件や加工パスなど造形条件により、造形物の特性に違いが発生します。そこで本研修では合金工具鋼を対象とした積層造形について、基礎的知見の取得を目指した研究を行いました。

## 「合金工具鋼の造形に関する基礎的検討」

DED方式の金属3Dプリンタは既存部品への追加造形が可能という特徴があり、そのことから金型の補修や形状修正への応用が期待されています。PBF方式の金属3Dプリンタで金型そのものの造形事例は報告されてきていますが、DED方式の金属3Dプリンタを金型に応用した事例はまだ少ない状況です。そこで、その基礎的検討として、金型材としてよく使用される合金工具鋼（SKD61相当材）に対して、DED方式による造形特性について検討しました。

図1 DED方式金属3D造形イメージ



## 実験方法

本研究では、金型の造形を想定していることから、金属粉末として、金型用合金工具鋼SKD61相当粉末DAPSKD-MOD(HTC45)（大同特殊鋼株式会社製、粒度-150/+53  $\mu\text{m}$ ）を用い、比較対象としてステンレス鋼SUS316L相当粉末PSS316L（山陽特殊製鋼株式会社製、粒度-150/+45  $\mu\text{m}$ ）も用いました。

図2のような直方体ブロック形状を造形し、中央付近の切断面について、ビッカース硬さ試験を行いました。硬さの測定は造形物切断面において図3に示す9か所で行いました。

造形条件については基本的なパラメータであるレーザ出力を変更することとし、それぞれの金属粉末に対して800W、1000W、1200Wの3条件で実施しました。

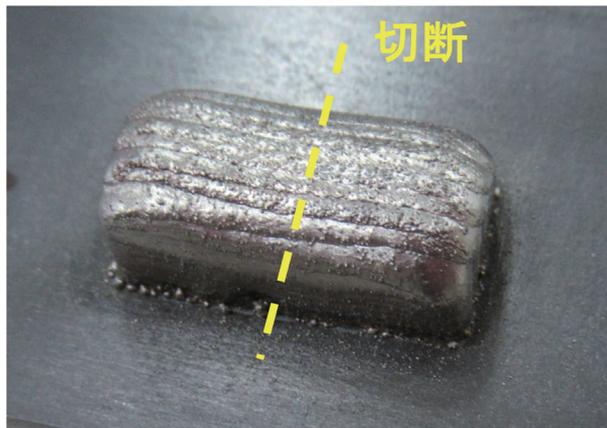


図2 造形物イメージ

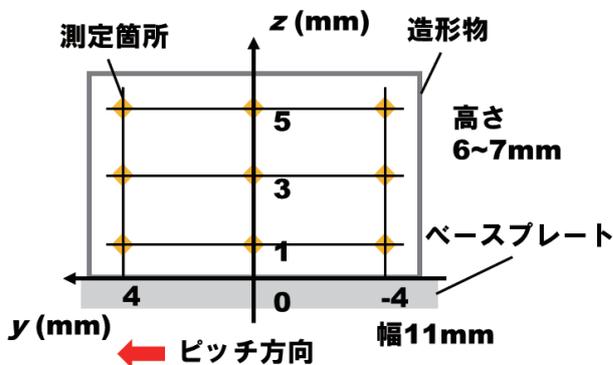


図3 切断面の硬さ測定位置

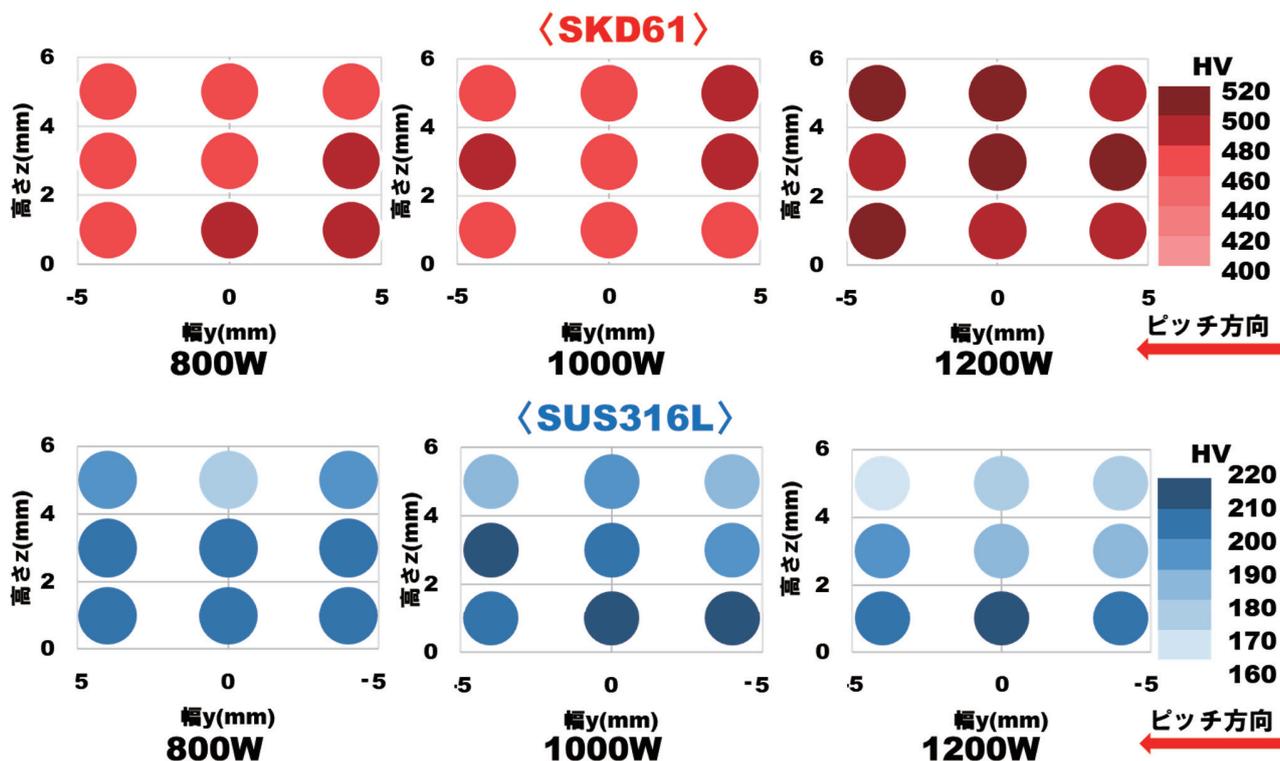


図4 硬さ試験結果（上：SKD61相当粉末、下：SUS316L相当粉末）

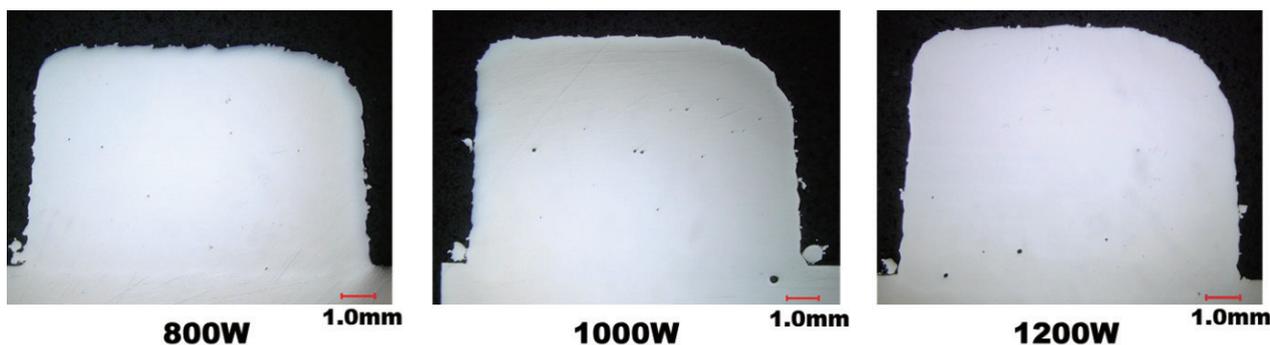


図5 切断面の観察画像

## 実験結果

硬さ試験の結果は図4のとおりです。SKD61相当材の場合は、面内でバラツキの小さい硬さ分布となっていました。一方、比較対象として用いたSUS316L相当材の場合は、面内で比較すると、高い位置ほど硬度が低い分布になっていました。すなわち、SUS316L相当材の場合は、蓄熱の影響と推察される硬度低下が生じていましたが、SKD61相当材の場合は、バラツキの小さい高硬度分布を形成できており、金型への適用が期待できる結果となりました。

また、金型への適用の際には、硬さだけでなく、内部欠陥の状態も重要となります。そこで、顕微鏡を用いて観察を行いました。その観察画像は図5のとおりです。どのレーザー出力条件でも欠陥率（切断面での

面積率）は0.2%以下とわずかであり、今後さらなる欠陥の減少を目指すことで、実用化が期待できると考えられます。

## 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、受託研究員として快く受け入れいただき、貴重なご助言をいただきました龍谷大学先端理工学部 小川圭二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。

（担当：機械システム係 柳澤）

# 新規導入機器の紹介

令和3年度に新規導入した機器をご紹介します。詳細は担当者にお尋ねください。

## 光学特性評価光源



### 用途・特長

本装置は、太陽光に近似の分光特性を有する高照度LED光源です。例えば、板金塗装の色評価の際、室内と室外では見た目が大きく違う場合があります。これは室内照明が太陽光の分光特性と異なっているためです。本装置を使用することで室内でも室外と同様の色評価が可能になります。

(担当：機械システム係 藤井)

### 機種

メーカー	壺坂電機株式会社
型式	SOL-100-01D06

### 仕様

光源	LED
光束	4,500lm(ルーメン)
最大照度	100,000lx(発光部から10cm先)、1,400lx(発光部から1m先)
相関色温度	6,500±500K
平均演色性	Ra=97
白色拡散板	あり
質量	本体700g(ACアダプタ600g)

## 醪用遠心分離装置



### 用途・特長

本装置は、日本酒の醸造試験で発酵終了時の醪の搾りに用います。日本酒の醪は、蒸米、麴、水、アルコール、酵母菌体等の混合物の半固体状で、試験酒の分析評価のため液体(日本酒)と固体(酒粕)を分離・回収します。本装置を使用することで圧搾による搾りに比べ2,3時間と短時間で行え劣化を抑えることが期待されます。

(担当：食品・プロダクトデザイン係 岡田)

### 機種

メーカー	有限会社ヴァンテック
型式	CS-JL型

### 仕様

分離(回収)方式	ドラム式遠心分離(半連続)
試料(醪)容量	10～40L
ドラム容量	13L
回転数(加速度)	500rpm.(45G)～3,500rpm.(2,300G)
ポンプ送り容量	200～600ml/min.
回収率	30～60%
冷却機能	10℃以下

# 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
実用化のための金属3Dプリンタ ものづくり技術	金属粉末積層造形装置 (DED方式)	9～10月頃	栗東
絶対分子量測定のためのGPC測定 -原理と測定-	マルチ検出器GPC	9～10月頃	栗東
X線回折の基礎と応用	高速X線回折装置	9～10月頃	栗東
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
材料強度試験とひずみ計測の基本を学ぶ	50kN万能材料試験機	11～12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
蛍光X線分析の基礎と応用	エネルギー分散型 蛍光X線分析装置	11～12月頃	信楽
CNC加工入門講座	5軸モデリングマシン	11～12月頃	信楽
スクラッチ試験の基礎	薄膜密着評価システム	1月	栗東
プラスチック材料開発のための 少量混練から射出成形まで	混練機、小型射出成形機	1～2月頃	栗東

※タイトルは仮題です。なお、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、開催時期の変更あるいは中止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）から無料で申し込み可能です。



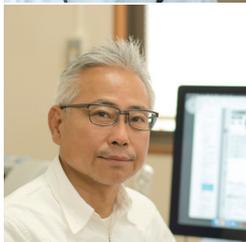
（担当：山本和、今田、中居、神屋）

# 新しい職員の紹介



## 次長 森脇 賢 MORIWAKI Satoshi

県庁統計課より当センターに異動してまいりました。統計課では国勢調査等の統計調査を県民のみなさんのご協力のもと実施してまいりました。当センターでは事務関係業務全般を担当します。企業のみなさんと直接、接触する機会は限られるとは思いますが、県内の工業技術の振興が図られるよう努めてまいりたいと思います。どうぞよろしくお願い致します。



## 電子システム係 主任専門員 野上 雅彦 NOGAMI Masahiko

信楽窯業技術試験場/陶磁器デザイン係から栗東庁舎/電子システム係に異動になりました。工業デザインから情報デザイン、3Dプリンタや3Dスキャナ等の利用技術などを専門に取り組んでいます。商品開発やブランドづくりの支援でお役に立てればと思いますので、よろしく願いいたします。



## 電子システム係 主任技師 大坪 立サミュエル OTSUBO RitsuSamuel

今年度の新規採用職員として配属されました、当センターではAI分野の研究開発、振動試験機等の機器を担当します。少しでも早く企業の皆様の課題解決と新たな技術の創造に貢献できるように努めますので、どうぞよろしくお願い致します。



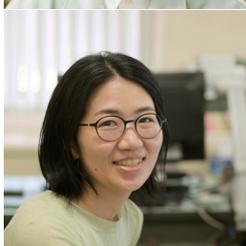
## 無機材料係 専門員 山本 和弘 YAMAMOTO Kazuhiro

信楽窯業技術試験場/セラミック材料係で3年間、県庁のモノづくり振興課で3年間の勤務を経て、栗東庁舎/無機材料係へ異動してまいりました。栗東庁舎での勤務は6年ぶりで当センターの状況も6年前と変わっていますが、企業の皆様をサポートできるよう努めてまいりますので、よろしく願いいたします。



## 食品・プロダクトデザイン係 技師 松尾 啓史 MATSUO Yoshifumi

今年度の新規採用職員として食品・プロダクトデザイン係に配属となりました松尾です。当センターでは、食品および醸造分野の研究開発・設備機器を担当します。機器の取り扱いをいち早く習得し、皆様に貢献できるように努めていきますので、どうぞよろしくお願いいたします。



## 陶磁器デザイン係 主査 山内 美香 YAMAUCHI Mika

栗東庁舎/食品・プロダクトデザイン係から信楽窯業技術試験場/陶磁器デザイン係へ異動になりました。信楽での勤務は3年ぶりとなり、陶磁器の加飾や型成形技術について担当しております。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。

