

陶

40

2026年3月発行

滋賀県工業技術総合センター
信楽窯業技術試験場情報誌



| | | |
|--------|--|-------|
| 研究紹介 | 「3D技術を活用した陶製品製造技術に関する研究」 | P.2～3 |
| 技術支援紹介 | 大阪・関西万博「Co-Design Challenge」採択事業への技術支援について 国スポ・障スポ2025 県内市町の炬火イベントに信楽焼「炬火受皿」を使用 | P.4 |
| 機器紹介 | 分析機能付き走査型電子顕微鏡 マイクロスコープレーザー元素分析装置 | P.5 |
| 事業紹介 | 信楽焼産地へのコトづくり支援事業 | P.6 |
| 収蔵品紹介 | 河井寛次郎「青薬抜蠟扁壺」 | P.7 |
| 人材育成 | 窯業技術者養成事業 インターンシップ(職場体験)受け入れ | P.8 |
| 職員紹介 | 新規採用職員 技師 伊藤 嘉矩 | |

表紙の写真は、「3D技術を活用した陶製品製造技術に関する研究」試作品の一部です。

重点研究「3D技術を活用した陶製品製造技術に関する研究」

はじめに

本研究では3D技術を活用した商品開発やプロセス・イノベーションによる生産性の向上（多品種少ロット生産への対応）や製造工程の簡略化、工程改善による製造コストダウンおよび、高付加価値製品などの新製品開発による新規市場の開拓を図るべく、3DプリンタやCNC切削加工機をはじめとするデジタルファブリケーション¹⁾を活用した新しい陶製品製造技術の確立を目指しました。

実施内容

陶磁器素地の直接切削加工による製品開発技術

オーダーメイド等の極少ロット製品の効率的な製造や、型では成形が難しい緻密な形状の製造のため、ファインセラミックス分野ではグリーン加工と呼ばれる焼成前の成形体をマシニングセンタや旋盤を用いた加工が行われます。本研究では乾燥させた陶磁器素地を切削加工機によって直接切削加工する技術について、バインダや加工条件等の基礎的な検討を行いました。直接切削加工には以下のような利点があります。

- ・型が不要 → 費用&時間コストの削減
- ・受注～製品化までのリードタイム短縮、機械による自動化
- ・オーダーメイド等の極少ロット製品の効率的な製造
- ・石膏型では成形が難しい緻密な形状の製品化

Table.1 製造プロセス比較

| | 工程 | 複製 | 納期 | 他との 並行作業 | コスト | 精密形状 |
|---------------|----|----|----|-------------|------------|------|
| 従来技術 (石膏型) | 長い | ○ | 長い | 一般では 可 | 石膏型代 | 難しい |
| 従来技術 (手作業) | 長い | × | 長い | 不可 | 不要 | 可 |
| 本技術 | 短い | ○ | 短い | 可 | 機械初期 投資 | 可 |

ここでは陶磁器坯土として新特漉土（工業組合）、バインダとしてポリビニルアルコール（PVA）を用いた結果を示します。坯土とバインダを混合、顆粒状に成形した後、乾燥し、金型を用いたプレス成形により平板状の試験片を作製しました。試験片の三点曲げ強度について、新特漉土単独に対する強度の増加率をFig.1に示します。PVAの添加により素地の乾燥強度が向上していることが分かります。

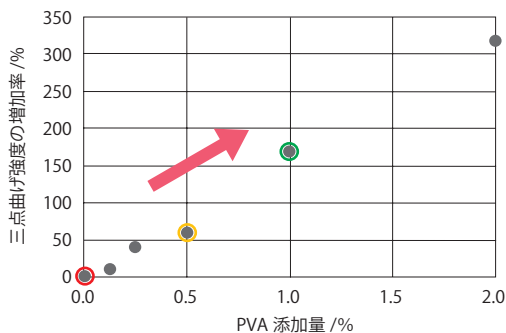
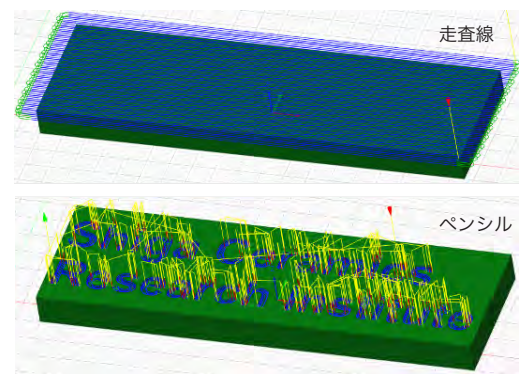


Fig.1 PVA添加量と曲げ強度増加率の関係

Table.2 加工条件

| 加工パス | エンドミル | 送り速度 | 径方向 切込深さ |
|------|-----------|------------|-------------|
| 走査線 | φ6mmフラット | 1000mm/min | φ.50mm |
| ペンシル | φ0.5mmボール | 400mm/min | 0.25mm |



続いて、3DCAD・CAMにて加工用データを作成し、成形した素地に切削加工を行いました。PVAを添加した素地（0.5%および1%）について、Table2に示した条件で切削加工を行った結果をFig.2に示します。PVA添加無しの場合と比べ、PVAを添加して強度が向上した素地は細部の欠けが減少し、文字輪郭のエッジもはっきりと見える結果となり、より精密な加工ができるようになりました。この素地を用いて、国土地理院の立体地形図データから奥行約55mm、幅約35mmのサイズでFig.3のようなモデルを切削加工しました。山脈部や島嶼部も亀裂や欠けなく加工することができ、切削後に最も薄い箇所の厚みは約3mmでしたが、取扱いについても問題なく行えることが確認できました。

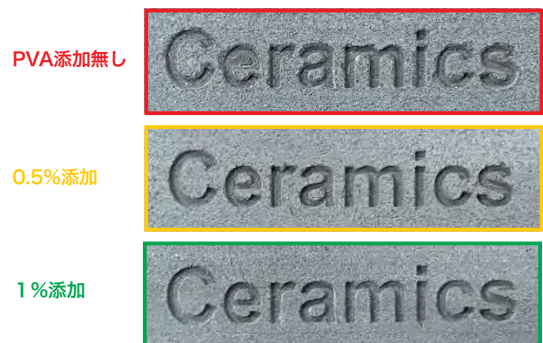


Fig.2 素地の切削加工結果

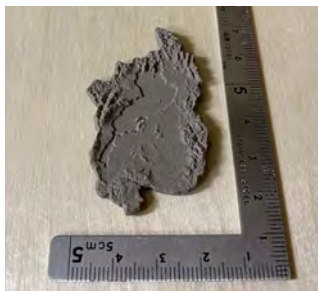


Fig.3 試作品(滋賀県)

セラミックス製品の直接造形

伝統的なモノづくりにとどまらない、将来に繋がる新しい技術開発への取り組みとして、3Dプリンタに加えてパラメトリックデザインなど3DCADの機能を活用した製品開発を行いました。

ペレット溶融積層式3Dプリンタ（以下、ペレット式3Dプリンタ）はJIS B9441:2020において材料押出法（MEX）に分類される3Dプリンタであり、樹脂ペレットを材料とした造形が可能です。ペレット式3Dプリンタはフィラメント式3Dプリンタと比較して、造形速度の速さ、材料コストの低さや材料選択の自由度が高いといった特徴があります。しかしながら、一般に普及しているフィラメント式3Dプリンタとは吐出の制御が異なるため、造形品質の向上のためにはリトラクション²⁾を必要としない設定での造形動作（一筆書き）が必要となります。また、3Dプリンタの構造上、ギアでフィラメントを送るフィラメント式に対し、樹脂の吐出にスクリュを用いるペレット式はスクリュの応答に対する吐出の応答性が良くないため、市販のスライサソフトを用いたツールパス³⁾では、制御点の生成方法に起因する「にじみ」が発生することが分かりました。



Fig.4 ペレット溶融積層式3Dプリンタ

そこで、本研究ではGrasshopper⁴⁾を用いて新たにスライサを作成しました（Fig.5）。このスライサによりツールパスを再生成し、造形品質の比較を行ったところ、「にじみ」を解消することができ、造形品質が向上しました（Fig.6）。

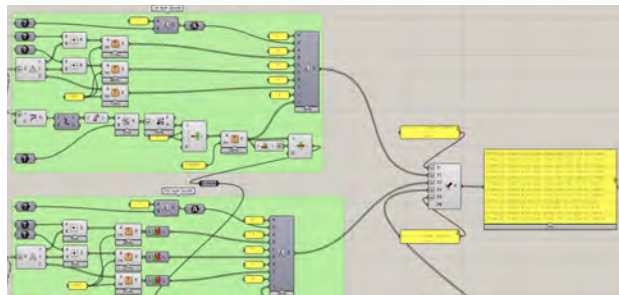


Fig.5 作成したスライサの一部

アルミナを含有した樹脂ペレットを用いたセラミック製品の流れを説明します。3Dプリンタにて造形後、脱脂（樹脂分の焼却）を行い、1550～1600℃で焼結させます。焼成体の熱膨張係数は約 $7.5 \times 10^{-6}/K$ ですので、一般的な陶磁器用釉薬にて施釉が可能です。今回は焼結体に施釉後、1230℃で釉焼を行っています（Fig.7）。

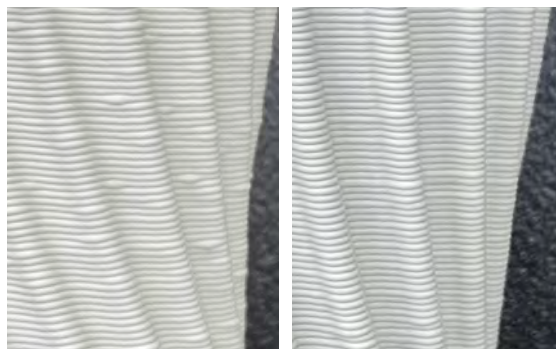


Fig.6 造形体の壁面比較

左：汎用スライサで生成したGコードによる造形体
 右：Grasshopperを用いて作成したスライサにより生成したGコードによる造形体



Fig.7 試作品(冷酒器)
 (造形体、脱脂後、焼結体、施釉後)

まとめ

様々なモノづくり分野でデジタルファブリケーションの活用が進められています。陶磁器製造においても有効に活用できる事例がありますので、興味のある方はお気軽にお問い合わせください。

(セラミック材料係 植西)

- 1) デジタルデータをもとに創造物を制作する技術のこと
- 2) ノズルからフィラメントを引き戻す動作
- 3) 3Dプリンタのノズルが動く経路・軌跡
- 4) Rhinoceros上で動作するビジュアルプログラミング言語

大阪・関西万博「Co-Design Challenge」採択事業への技術支援について

2025年日本国際博覧会（大阪・関西万博）の未来社会ショーケース事業におけるEXPO共創事業の特別プログラム「Co-Design Challenge 2024」への事業提案として、信楽陶器工業協同組合が代表団体として実施した『これからの「信楽」をデザインする～リサイクル資源とデジタル技術による陶芸文化の創造～』に技術支援しましたので内容を紹介します。

「Co-Design Challenge 2024」は、令和5年（2023年）に続き「大阪・関西万博を契機に、日本全国それぞれの土地で“これからの日本の暮らし（まち）をつくる”」ことをコンセプトにしたEXPO共創事業特別プログラムで、アドバイザーや関係団体等と共創しながら、提供物品と体験企画商品の開発を進め、大阪・関西万博での実装を目指す事業です。

本事業は11採択事業のひとつで、これからも持続的発展する信楽焼を目指し、信楽陶器工業協同組合および組合員企業、地元のイラストレーターの地域連携などにより、県内の窯業系廃棄物のリサイクル資源化と信楽焼の陶土の源となり国内最大湖の琵琶湖の生き物をモチーフにデジタル技術を活用することで、多様な対話や文化の共創に繋がるアップサイクル製品として、万博会場に陶製テーブル・スツールを開発提供し、滋賀県の信楽「しがらき」の魅力を世界中の人々に発信する機会として取り組んだものです。



手描きイラスト



デジタル化



レリーフ加飾型

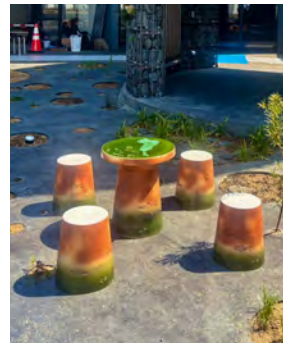


焼き上がり

組合では従来から信楽焼の陶土を製造するが、原料の枯渇化や有効利用が課題であり、組合の製造する陶

土に県内企業の製造工程で発生する未利用な衛生陶器の粗粒と電子機械材料のアルミ系粉末を合わせて30%程度配合し、大物陶器製造に有効な乾燥焼成収縮の抑制と強度を向上した陶土を開発し、地域で活躍されるイラストレーター・洞智子氏の協力のもと手描きの琵琶湖の生き物イラストをデジタル化し、レーザー加工により比較的大きな面積の曲面にも使えるレリーフ加飾型を製作しました。

これらの素材と加飾技術を活用し、大物陶器のガーデンセットや傘立てを得意とする窯元・丸滋製陶が、テーブル・スツールを製作し、万博開催中には大阪・関西万博会場内フューチャーライフヴィレッジに展示提供し、多くの方々に使用していただきました。また、小物陶器の食器や人形など得意とし、創作体験などを展開する窯元・明山陶業が体験企画を実施し、琵琶湖の生き物のレリーフ加飾型を外国からの参加者にも使用していただきました。万博終了後しばらくの間、テーブル・スツールは試験場でご覧いただけます。（セラミック材料係 中島）



万博会場への提供品

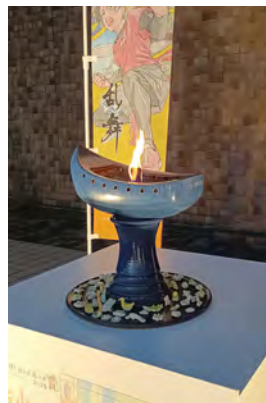


体験企画制作例

国スポ・障スポ2025 県内市町の炬火イベントに信楽焼「炬火受皿」を使用

令和7年9月から滋賀県では「わたSHIGA輝く国スポ・障スポ2025」が開催されました。令和6年度から試験場では、県内19全ての市町で実施される炬火イベントで灯すための「炬火受皿」について、デザイン・3D技術を活用した型製作・試作、信楽の製陶業者による製造、県立陶芸の森つつっこプログラムによる地域の子供たちの陶製ピース製作など地域連携による企画から技術支援を実施しました。

甲賀市では7月19日のしがらき火まつりの松明奉納に使用される新宮神社の元火から分火し、多くの市民の前で甲賀市長によって点火されました。（陶磁器デザイン係 桐生）



分析機能付き走査型電子顕微鏡



【用途・特徴】

試料に電子線を当てて、表面の二次電子像もしくは反射電子像を観察する装置で、その際、発生する特性X線を検出することで元素分析も行うことができます。

例えば、肉眼では平滑に見える陶器の表面や釉薬も、本装置で観察すると、小さな粒が集まっていたり、小さな泡のような穴が開いていたりします。また、その中に異物が存在した場合は、その異物だけを狙って分析することができるので、異物が何か、どうして入ってしまったのか等の解明のヒントとなります。
(セラミック材料係 坂山)

【機種】

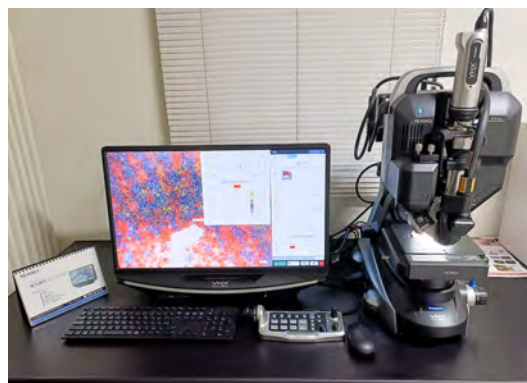
メーカー：日本電子株式会社

型 式：J S M - I T 2 1 0 L A

【仕様】

| | |
|----------|--|
| 電子銃 | Wフィラメント |
| 加速電圧 | 0.3～30 kV |
| 分解能 | 高真空モードの場合 3.0nm(30kV),15nm(1.0kV) 低真空モードの場合 4.0nm(30kV BED) |
| 画像モード | 二次電子像、反射電子像(組成像・凹凸像・立体像) |
| 最大試料寸法 | 76mm径 |
| 最大試料高さ | 43mm |
| 検出器素子面積 | 60mm ² |
| エネルギー分解能 | 129.0eV以下 |
| 検出可能元素 | Be～U |
| 蒸着装置 | J E C - 3 0 0 0 F C (日本電子株式会社) |
| 蒸着金属 | 白金 |

マイクロSCOPEレーザー元素分析装置



【用途・特徴】

マイクロSCOPEにレーザー元素分析ユニットを搭載した装置です。マイクロSCOPEでカラー観察しながら、大気中でH、Liなど軽元素からUまでの元素分析が可能です。微量の検出には不向きですが、ステージに載る範囲であれば、試料サイズの制約はなく、固体から液体まで様々なサンプルに対して対応が可能です。また、レーザーパルスを複数回連続照射することで、深さ方向の元素分析も可能です。なお、本機器は、依頼試験での分析のみとなります。

(セラミック材料係 植西)

【機種】

メーカー：株式会社キーエンス

型 式：VHX-8000シリーズ、EA-300

【仕様】

| | |
|-----------|---|
| マイクロSCOPE | |
| 観察倍率 | 0～2000倍 20～2000倍 対応レンズ 20～200倍 対応レンズ 0～50倍 対応レンズ |
| ステージサイズ | 171 mm×168 mm |
| ステージ移動量 | X ±20 mm(電動) Y ±20 mm(電動) Z 50 mm(電動) |

元素分析ユニット

| | |
|---------|-------------------|
| 検出原理 | レーザー誘起ブレイクダウン分光法 |
| 検出可能元素 | H～U(希ガス、放射性元素を除く) |
| スポットサイズ | 10μm |
| 観察倍率 | 300～1000倍 |

本ページの機器は、内閣府 新しい地方経済・生活環境創生交付金(第2世代交付金)により導入しました。

[事業名：しがテックイノベーション創出事業]

信楽焼産地へのコトづくり支援事業

信楽窯業技術試験場では、地域連携による新たな方向性として、「モノづくり支援」「ヒトづくり支援」「コトづくり支援」を進めています。

コトづくりセミナー

コトづくりセミナーは、異文化や異分野に触れることで視野を広げることを目的としており、令和7年度は6回開催しました。開催したセミナーのテーマは、「世界の中での信楽」、「ファンを獲得するためのブランディング」、「伝えるためのデザイン」、「データ活用によるマーケティングⅠ・Ⅱ」、「器と食の関係」と多岐に渡りました。



短期技術研修



県内で窯業に従事している方を対象に、座学および実技を交えた技術研修を実施しました。普段は仕事で試験場に来場することが難しい方々にも参加いただけるよう、開催時刻を平日の17時から19時までとしています。

研修は職員が担当し、成形、釉薬・素地・焼成、加飾技術等をテーマに計18回開催し、のべ131人の方に参加いただきました。

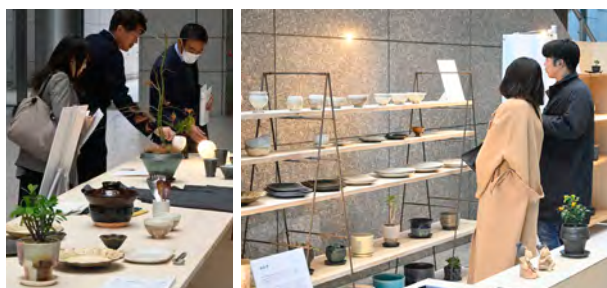
甲賀市伝統産業会館「昭和初期の試作品展」

昭和2年の開設以降、試験場ではさまざまな研究、試作を行っておりその成果が今も数多く残されています。その中から昭和初期をテーマにした試作品展を行いました。昭和初期という経済危機や国際情勢の変化に揺れた時代に、輸出用陶器として開発されたカップ&ソーサーやランプシェード、繊細な加飾が施された大型陶器等を展示しました。



- 期 間：令和7年10月8日(水)～11月3日(月)
- 会 場：甲賀市伝統産業会館（甲賀市信楽町長野1203）

「T・E・I・B・A・N Japan classico 滋賀のモノづくり展」



この展示会では、製品を展示するだけでなく、展示会のしつらえ・空間づくりも自分たちの手で行い、これまでに培ってきた技術や経験、それぞれの仕事に対する想いを感じられる「場」をつくる取り組みを行っています。今回の展示のテーマを「小さな幸福を重ねる暮らし」とし、会場レイアウトにより、信楽焼きが身近にある1日の時間の流れを表現しました。

会期終了後には、試験場の交流展示スペースにてポップアップ展示も行いました。

- 期 間：令和7年11月20日(木)～11月23日(日)
- 会 場：リビングデザインセンター OZONE
新宿パークタワー 1F アトリウムギャラリー
(東京都新宿区西新宿3-7-1)
- 参加事業者：7者

(陶磁器デザイン係 白井・山内)



滋賀県立陶芸の森 学芸員による試験場収蔵品紹介

河井寛次郎「青薬抜蠟扁壺」

昭和16-19 / 1941-1944

高19.9×幅26.5×奥行11.8×底15.4×6.4

滋賀県立陶芸の森陶芸館蔵 *令和3年度試験場から移管



作品画像(撮影：杉本賢正)

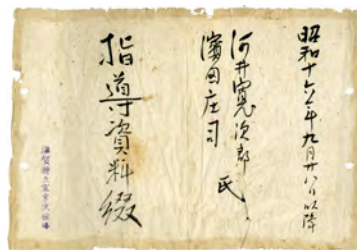
民藝派の巨匠・河井寛次郎(1890-1966)は、世俗的観念を越えた無私の精神性を作陶に求め、陶芸に独特の世界観を確立した近代日本を代表する陶芸家です。中国官窯調の格調高い釉薬表現、生活陶の美に心惹かれ実践を試みた民藝、また趣くまに心象を表現した陶彫など、生涯に亘り幅広い多彩な作風を手掛けました。信楽では昭和16年から同19年頃まで、濱田庄司とともに滋賀県立窯業試験場の嘱託として産地製品の開発を指導しています。

本作は白磁や粉青鉄絵で知られる李朝の依壺に着想を得た作品です。底部に貼付された日陶連(註)の証紙から試験場に在職した昭和16年から同会が改組した昭和19年までに制作されたと考えられます。依壺は本来酒瓶や酒の蒸留に用いますが、河井はその特異な造形を取り入れ、泥刷毛目・釉彩・絵付けで装飾した、変化に富む扁壺を数多く制作しました。本作では、蠟で図様を描いた後に施釉・焼成する抜蠟を用いて菱花模様を際立たせています。

(註)日本陶磁器工業組合連合会(日陶連)

昭和6年(1931年)3月に愛知県・岐阜県の陶磁器組合代表者により設立。のちに全国の主要陶産地の陶磁器工業組合が加盟した。商工組合法の施行により、昭和19年4月全国陶磁器統制組合(終戦とともに自然解体)に改組した。

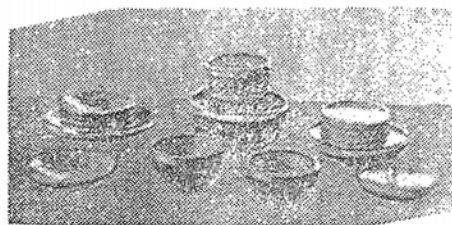
(滋賀県立陶芸の森 専門学芸員 鈎真一^{まがり})



左)証紙「日本陶磁器工業組合聯合會/2/合格」作品底面に貼付
右)指導資料綴表紙「昭和16年9月28日以降河井寛次郎氏・濱田庄司氏」1941年頃 信楽窯業技術試験場蔵

信楽窯業試験場で
は窯業協会の組織
して傳統の信楽焼
を保存するとも
に技術の改訂を目
指し努力してある
が、九日午後二時
から同地工業組合
事務所で、京都の
名匠河井寛次郎氏
を招請して指導をうけた
また同場製作の贈出した器
類を南方へ向け、贈出の計畫で
近く東京、大阪で開催される展
出・酒展に出展する(富原は南
方向信楽焼窯)

「焼樂信」るび仲へ方南
く受導指の氏井河匠名



南方へ伸びる「信楽焼、名匠河井氏の指導受く(1942年頃)
掲載紙不明「高野忠場長新聞スクラップ」所収 信楽窯業技術試験場蔵



古信楽の傳統を生かさんと、
既製製作に改進する作意によ
つて組織された信楽窯業協
ではさきに臨職濱田庄司氏
について手として新製火鉢
の製作指導をうけ、信楽窯業試
験場で試作中であつたが、次
回は濱田氏窯の火鉢に臨
鏡の河井寛次郎氏の指導指導
をうけることになり、贈大衆
指導により信楽火鉢が今迄
に色に如何なる發展を遂げる
か、新製火鉢にかはる高結火
鉢の出現が待たされてある
富原は濱田氏作信楽火鉢

面生新の鉢火樂信'かるけ展
く受を導指彩色らか氏合河にらさ

展けるか「信楽火鉢、の新生面 さらに河井氏から色彩指導を受く(1942年頃)
掲載紙不明「高野忠場長新聞スクラップ」所収 信楽窯業技術試験場蔵

信楽窯業技術試験場・陶芸の森連携 特別陳列 マンスリー企画「ここでも見られる陶芸の森コレクションー試験場ゆかりの名品」

令和8年4月から令和9年3月まで、月替わりで陶芸の森が所蔵する試験場旧蔵の名品を特別陳列します。

【出品作品】

- | | | |
|------------------|---------------------------|---------------------------|
| 4月 近世信楽焼「腰白茶壺」 | 5月 富本憲吉絵付「鉄描銅彩「富貴」字火鉢」 | 6月 河井寛次郎「青薬抜蠟扁壺」 |
| 7月 河井寛次郎「呉須辰砂蓋物」 | 8月 河井寛次郎「辰砂蓋物」 | 9月 河井寛次郎「白地草花文隅切鉢」 |
| 10月 濱田庄司「柿釉丸文皿」 | 11月 濱田庄司「鉄絵丸文水指」 | 12月 濱田庄司「白釉笹文鉢」 |
| 1月 濱田庄司「柿釉青差鉢」 | 2月 濱田庄司デザイン「宮内省御用火鉢(天目釉)」 | 3月 濱田庄司デザイン「宮内省御用火鉢(青磁釉)」 |

窯業技術者養成事業



後継者育成のための本事業は、昭和48年に制度化されました。修了生の多くは事業主や技術者として活躍しており、信楽をはじめ県内の陶器産業の振興に大きな役割を果たしています。

令和7年度は、小物ロクロ成形科8名、素地釉薬科3名、デザイン科1名の計12名が受講しています。

(陶磁器デザイン係 山内)

【研修概要】

期 間 : 4月から翌年3月までの1年間

研修時間 : 月曜日から金曜日(祝祭日は休みの)の
9時から16時30分まで

科 目 : 大物ロクロ成形科、小物ロクロ成形科、
素地釉薬科、デザイン科

定 員 : 各科若干名

受講料 : 月額4,250円

【募集について】

・毎年2回の選考試験を実施しています。

(秋試験11月、冬試験2月 ※冬試験は、秋試験の結果に応じて実施しない可能性があります。)

・例年8月頃には、次年度研修生募集についてホームページ等でお知らせします。

・見学は、随時お受けしておりますのでお問い合わせください。

インターンシップ(職場体験)受け入れ

試験場では、教育機関との連携の一環として、毎年中学生・高校生のインターンシップ(職場体験)を受け入れています。今年度は、MIHO美学院中等教育学校、信楽中学校、信楽高等学校の3校から計6名の生徒が参加しました。

3日間のプログラムでは、施設見学をはじめ、ロクロや石膏型を用いた実習、釉薬の調合、最新機器による試験・分析など、幅広い業務を体験しました。信楽焼の歴史や産地の現状を学ぶとともに、伝統技術と3D関連技術などの先端機器を融合させた製品



開発の最前線に触れてもらいました。この体験が、生徒たちにとって信楽焼の理解を深め、可能性や未来を感じるきっかけとなることを期待します。

(陶磁器デザイン係 桐生)

技師 伊藤 嘉矩 ITO Yoshinori

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伊藤です。大学では芸術学部で陶芸を専攻しておりました。現在、大物ロクロ成形の技術習得に努めています。設備ではガス窯、原料粉碎機器、調土機器等の対応をいたします。

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。



編集・発行

滋賀県工業技術総合センター

信楽窯業技術試験場

〒529-1804

滋賀県甲賀市信楽町勅旨2200-5

TEL 0748-83-8700

FAX 0748-83-8701

URL <https://www.shiga-irc.go.jp/scri/>



HP



Instagram



技術情報やセミナーの開催情報、後継者養成事業の研修風景など試験場の様々な取り組みを紹介しています。

ID : scri_shiga

この冊子は再生紙を使用しています。