

# TECHNO NEWS

滋賀県東北部工業技術センター  
テクノニュース  
Vol.80-2023/12

## 目次

- P1 **試作支援シリーズ**  
3Dプリンタの活用
- P3 **機器紹介**  
新規導入機器紹介  
UVプリンタ
- P4 **技術解説**  
金属材料強度のいろは
- P6 **研究紹介**  
研究テーマ<後編>
- P8 **お知らせ**  
出展・イベント開催報告

## 試作支援シリーズ 3Dプリンタの活用

企業の皆様が研究や製品開発を実施するなか、部品などの簡単なものから、製品に近いプロトタイプなどの高度なものまで種々の試作をされることがあると思います。試作支援シリーズでは、そんなときに、センターで利用できる機器や制度について紹介しますので、ぜひご利用いただき、研究や開発にお役立てください。

今回は3Dプリンタの活用についてご紹介します。

### ■3Dプリンタとは

当センターの3Dプリンタ（装置の詳細はテクノニュース Vol.65 参照、[https://www.hik.shiga-irc.go.jp/download/techno\\_news/7016/2736/2733/techno\\_news\\_vol65.pdf](https://www.hik.shiga-irc.go.jp/download/techno_news/7016/2736/2733/techno_news_vol65.pdf)）は熱可塑性樹脂のフィラメントを材料とした熱溶解積層方式(FDM:Fused Deposition Modeling)の装置です(図1)。



Stratasys社製  
型式：F170

図1 3Dプリンタ

溶融させた樹脂をノズルから押し出し、一層ずつ積み上げて立体形状を造形します。T字や穴などのような宙に浮く場所には造形の支えとなるサポート材も併せて積層されます(図2)。

3Dプリンティングのおおまかな流れは、まず用意した3Dモデルを3Dプリンタ専用のソフトウェアにインポートします。次に一層あたりの厚み（積層ピッチ）や造形物内部の充填率などを設定します。設定した条件に基づきソフトウェアがモデルをスライスし、各層ごとにノズルが動く経路(パス)を算出します。そして最後に、実際に造形を行います(図3)。

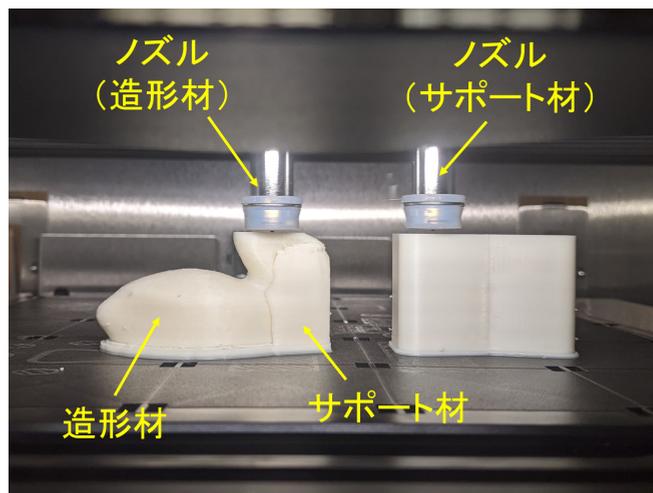


図2 造形の様子



図3 3Dプリンティングの大まかな流れ

## ■3Dプリンティングの事例紹介

3Dモデルを用意する方法はいくつかあり、3D-CADなどで3Dモデルを設計する方法や、3Dデジタイザ(装置の詳細はテクノニュース Vol.60参照、[https://www.hik.shiga-irc.go.jp/download/techno\\_news/1116/2736/2757/techno\\_news\\_vol60.pdf](https://www.hik.shiga-irc.go.jp/download/techno_news/1116/2736/2757/techno_news_vol60.pdf))で既存の製品等の3Dモデルを作成する方法など、状況や用途に応じて選択します。今回は、ビワライト製カイツブリの3Dモデルをデジタイザで作成し、それを3Dプリントした例をご紹介します(図4)。



図4 (左) ビワライト製の製品(鋳造品)  
(右) 3D-プリンタ製の造形物

- ① 3Dデジタイザは非接触で測定物の3D形状を取得することができます。これを用いてSTL形式の3Dモデルデータを取得します(図5)。測定物概略寸法は65×35×40mmです。

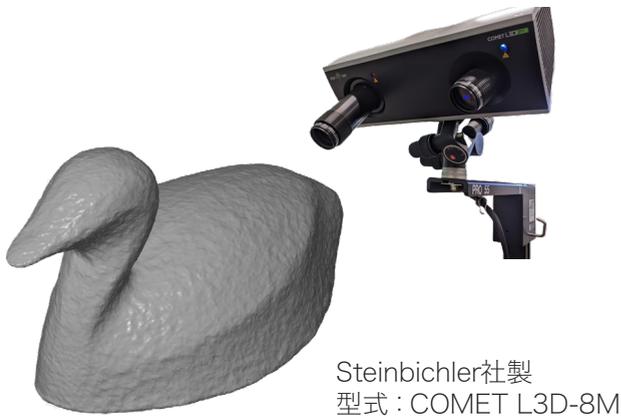


図5 (左) 取得した3Dモデル、(右) 3Dデジタイザ

- ② 3DモデルデータをGrabCAD PrintというStratasys社製3Dプリンタ用のソフトウェアにインポートし、造形条件設定やパス出しを行います。今回は、積層ピッチを最も細かい0.127mm、充填率を62%としました。
- ③ GrabCAD Printから設定したデータを3Dプリンタに送信し、実際に造形します。造形材料はABSを使用しました。造形終了後はサポート材を取り除き、完成となります(図4の右図)。サポート材はペンチ等で除去することができます。造形時間は約2時間40分でした。

- ④ 改めて完成品を3Dデジタイザで撮影し、3Dモデルを作成します。これを造形に使用した元データと比較してみます。今回はGOM Inspectという3Dデータ検査ソフトを使用して誤差照合を行いました(このソフトの使い方は当センターのYouTube、<https://www.hik.shiga-irc.go.jp/info/youtube-1>で公開しています)。首の後ろ側やクチバシの下がやや元データより小さめになりましたが、全体的には精度良く造形できました(図6)。

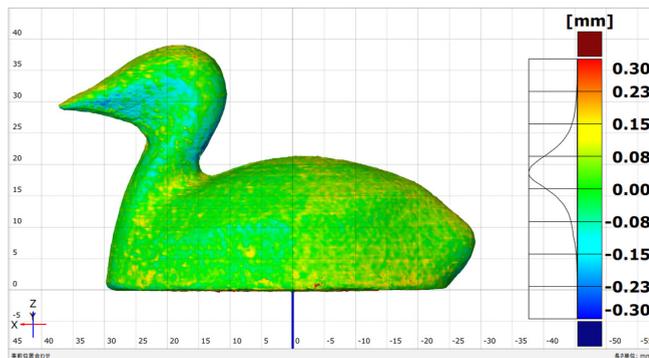


図6 誤差照合結果

### 【補足】

積層ピッチを粗くした場合、造形時間は短くなりますが、形状の精度は低下します。積層ピッチ0.127mmと0.254mmでの造形物のクチバシ部分を比較しました(図7)。

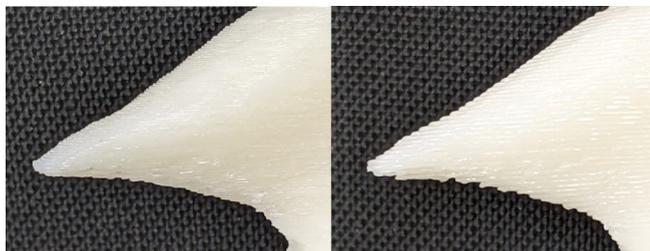


図7 (左) 積層ピッチ0.127mm  
(右) 積層ピッチ0.254mm

## ■ご利用について

ご興味をお持ちの方は、彦根庁舎までお気軽にお問い合わせください。

溶解樹脂積層型3Dプリンタ(料金コード: C23)

始めの1時間 1,990円

2時間目以降 690円/時

3Dプリンタ用材料(ABS、ASA、サポート)

(料金コード: C24)

820円/10cm<sup>3</sup>

問い合わせ

(彦根庁舎) 柳澤

TEL 0749-22-2325

当センターでは、繊維や高分子、有機材料、機械・金属材料分野などを中心に、新製品の開発や生産技術の改良などに必要な試験研究機器を設置し、企業のみなさまにご利用いただいています。今年度、UVプリンタを導入しましたので紹介します。

## UVプリンタとは

UVプリンタは、UV(紫外線)で硬化するインクを搭載したプリンタです。インクが吐出された直後にUVを照射することで印刷したい材料の表面でインクを硬化、定着させるため、一般的なインクジェットプリンタでは印刷できないプラスチック、ゴム、皮革、化学繊維製品など多様な素材や形状へ印刷ができます。



UVプリンタの外觀

## 仕様と特徴について

### ●仕様

メーカー	ローランド ディー.ジー.株式会社	
型式	VersaUV LEF2-200	
取り付け可能なメディア	サイズ	最大(幅) 538×360×100 mm
	重量	最大5 kg
印刷可能な範囲	最大(幅) 508×(奥行) 330 mm 高低差2 mm	
印刷ドット解像度	1,440 dpi	
インクカートリッジ	種類	専用紫外線硬化インク「ECO-UVインク」
	色	シアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)、ブラック(K)、クリア(GL)、ホワイト(WH)
データ形式	EPS、JPEG、PDF、PS、TIFF、VW形式(※) ※Roland VersaWorks独自の形式	

### ●特徴

- 多様な素材や形状に直接色鮮やかなグラフィック<sup>(1)</sup>や立体的な特殊印刷<sup>(2)</sup>ができるフラットベッド方式です。
  - 隠蔽性の高い白インクを下地にすれば、透明素材や色の濃い素材にもより鮮やかに印刷できます。
  - 立体的な特殊印刷では、精緻なテクスチャやエンボス表現など、見た目のリアルさだけでなく触感をも再現することが可能です。グロス(クリア)インクを使えば、光沢感のある表現が行えるうえ、インクを重ね打ちすることで、凸凹のある表現ができます。
- 高精細なフルカラー印刷で、イラストや文字、写真などの画像も美しく再現可能です。
- 製版が不要で、小ロットの印刷に向いています。
- 高低差2mmまでの曲面にも対応できるため、表面に凸凹や曲面のある材料にも印刷が可能です。

## メディアについて

印刷しやすいメディア	印刷しにくいメディア
PC、ABS、紙、皮革、木、MDF、PVC、PMMA	ガラス、アルミ、ステンレス、シリコン樹脂、撥水コート面

※印刷しにくいメディアでもプライマーを塗布することで印刷しやすくなる場合があります。

UVプリンタの活用例を以下に示します。

- ・スマートフォンケース
- ・スマートフォンのアクセサリー
- ・室内看板およびサイン
- ・展示会パネル
- ・アクリルスタンド
- ・パッケージ試作
- ・ノベルティ etc.



名刺ケースへの印刷例

## ご利用について

ご興味をお持ちの方は、長浜庁舎までお気軽にお問い合わせください。

UVプリンタ(料金コード:U13) 1,280円/時

### 問い合わせ

(長浜庁舎) 池松、山下  
TEL 0749-62-1492

# 金属材料強度のいろは

金属材料は強度が高く、延性や展性、溶融性を持つことからプレスや転造、鋳造など様々な方法で加工可能です。これらの特性からねじや筐体などの機械部品から鉄筋などの建物の構造材といった様々な場所で利用されています。実際に設計者が形状や構造を決めていく際には使用する材料の特性、特に強度について把握しておくことが重要となります。材料強度を理解せずに設計が行われると、許容可能な負荷の算出を誤り、場合によっては大事故に繋がる恐れがあります。今回の技術解説では金属材料や機械部品の強度についての代表的な試験方法である引張試験と疲労試験について解説します。

金属材料の強度といってもたとえば材料を引っ張ってどの程度の変形まで耐えられるか、どの程度の繰り返し荷重に耐えられるか、靱性(材料の粘り強さ)がどの程度あるかといった様々な側面があり適切に評価をする必要があります。次にそれぞれの評価方法ごとに解説します。

## 引張試験

引張試験は試験片を軸方向に静的に(ゆっくり)引っ張って、その際の荷重と試験片の変形量の関係を測定する試験になります。この引張試験を行えるのが図1の万能材料試験機となり表1が当センター彦根庁舎保有の万能材料試験機の仕様となります。



図1 万能材料試験機

表1 万能材料試験機仕様

機器名	万能材料試験機250kN	万能材料試験機1000kN (アナログ)
メーカー	株式会社島津製作所	株式会社島津製作所
型式	オートグラフ AG-250kNG	REH-100T
最大荷重	250 kN	1000 kN
駆動距離	600 mm	250 mm
試験速度	0.05 ~ 500 mm/min	0 ~ 80 mm/min
試験片寸法	丸棒 Φ4 ~ 30 mm 平板 板厚25.5 mm以下、 幅70 mm以下	丸棒 Φ12 ~ 70 mm 平板 板厚65 mm以下、 幅70 mm以下
付帯設備	SEI自動伸び計	-

図1の万能材料試験機の最大測定レンジは250 kNとなりますが、当センターでは最大測定レンジが1000 kNの万能材料試験機も保有しており、より大きな荷重に耐える材料の試験も可能です。

引張試験を行うと図2に示す縦軸に応力、横軸にひずみをプロットした応力-ひずみ曲線が測定されます。

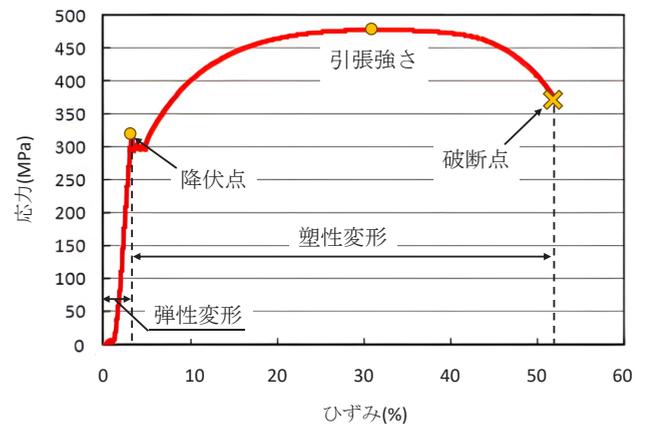


図2 応力-ひずみ曲線

応力は単位面積当たりにかかっている力であり、単位は $N/mm^2$  (MPa) となります。ひずみは試験片の変形量をもとの試験片の長さで除して算出する割合です。実際の断面積や試験片の長さは変形の進行とともに変わりますが、一般には引張試験前の断面積および長さ(標点間距離)を使った公称応力と公称ひずみを用います。

図2は鉄鋼材料で見られる典型的な応力-ひずみ曲線であり、降伏点また降伏応力と呼ばれる点がみられます。この降伏点の前後で変形のモードが変わっており、それぞれ

弾性変形と塑性変形と呼ばれます。それぞれの違いは弾性変形では荷重を取り除くと元の形に戻り、塑性変形は力を取り除いても変形が残る点です。しかし多くの金属は明確な降伏点を示しません。そのため0.2%の永久ひずみが生じる応力を耐力として評価します。一般に強度設計をする場合、想定する最大応力は降伏応力または耐力以下の範囲内となるようにするため重要な値の一つになります。

金属の変形は弾性変形から始まります。この弾性変形が起こっている領域では応力とひずみの関係は直線関係になります。さらに力が加わると塑性変形が起こります。塑性変形が起こると変形が進むために、より大きな力が必要となります。このことを加工硬化と言います。さらに変形が大きくなると応力は極大点を迎え、その後、応力は小さくなります。応力の極大値を引張強さと呼びます。引張強さを迎えるまで変形は均等に進みます。しかし、引張強さを超えると変形は局部的に進むようになります。局部変形が進んでいるところの断面積は周りに比べて小さくなるため、より低い力でも変形が進むようになります。さらに変形を進めると材料が破断します。このときのひずみが破断伸びという材料の粘り強さを表し衝撃的な荷重がかかる場合非常に重要になります。

## 疲労試験



図3 疲労試験機

静的試験で測定した引張強さから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。この原因の一つ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。

疲労破壊や疲労強度の評価には疲労試験が行われます。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

品の寿命、疲労破壊の有無を評価します。この疲労試験を行うのが図3の疲労試験機となり表2が当センター保有の疲労試験機の仕様となります。

疲労試験では単純に一定回数繰返し荷重をかけて破壊するかを確認する場合と、種々の負荷振幅条件で複数回疲労試験し、寿命の評価を行う場合があります。この評価には、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S-N線図を用います。例として炭素鋼におけるS-N線図を図4に示します。

表2 疲労試験機仕様

メーカー	株式会社島津製作所
型式	サーボパルサー EHF-UHV050k2-404-3A
最大荷重	±50 kN
最大ストローク	±50 mm
最大駆動周波数	30 Hz
ステージ寸法	幅 785 mm、奥行き 1500 mm

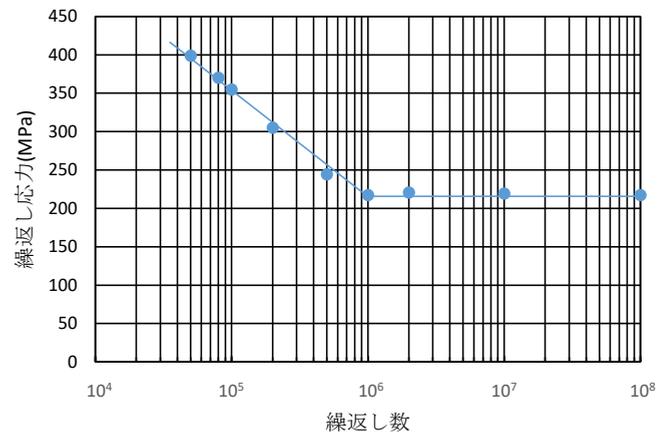


図4 S-N線図

炭素鋼を含む鉄鋼材料では、右肩下が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<sup>6</sup>程度の回数で明瞭な折れ曲がりが見られ、それ以上の繰返し数でも破断せず、無限の繰返し数に耐えるとされ、このときの応力を疲労限度と呼びます。設計にあたっては、この疲労限度を考慮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があるものについてはより厳密な設計が求められます。

## 問い合わせ

(彦根庁舎) 間瀬、柳澤、竹中  
TEL 0749-22-2325

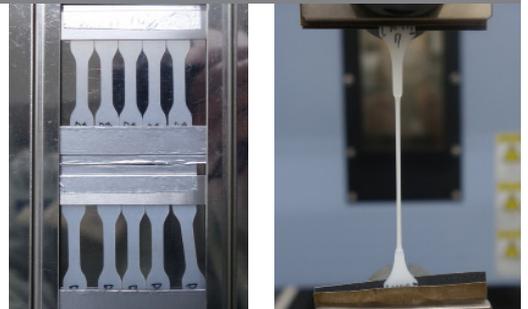
# 研究テーマ<後編>

当センターでは、職員一人ひとりが一つのテーマを決め、これまで以下のような研究に取り組んできました。ご興味のある方はお問い合わせください。本号では後編(彦根庁舎職員研究)を掲載いたします。

## 金属材料係 石油由来のプラスチックから天然由来のバイオプラスチックへの転換を進めるための技術開発支援(R4) 白井 伸明

バイオプラスチックの普及促進に必要な強度、耐熱性、長期耐久性を調べるための実験・評価方法の検討を実施しました。

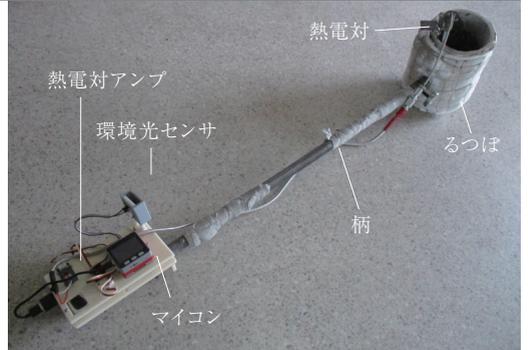
図：長期安定性を調べる耐候性試験方法の検討



## ICT技術を用いた鋳造技術の高度化・高効率化技術の開発(R4～R6) 安田 吉伸

鋳造技術は職人的な作業が多く暗黙知の部分が多くありデータ化が困難です。本研究では注湯作業を可視化するため、マイコンを使った取鍋センサを製作し注湯作業をデータ化し、モニタリングする技術の開発を行っています。モニタリングしたデータはシミュレーションと組み合わせることで、職人の作業の可視化や鋳造欠陥の発生原因を解明に応用できます。

図：取鍋センサの外観図



## 加速度センサーを用いた湖面のうねり測定システムの構築(R3～R4) 岡田 太郎

安全なウォータースポーツの実施のために、これまでは目視で行われていた波のうねりの検知について、ICT化を進めて正確さと迅速さを向上させることが求められています。本研究では様々な制約がある環境で、簡易に波のうねりを測定する手段として、投げ込み式の加速度センサを構築しました。釣り竿に取り付けて琵琶湖に投げ込んで実験を行い、波のうねりの周期の検出についての検討を行いました。

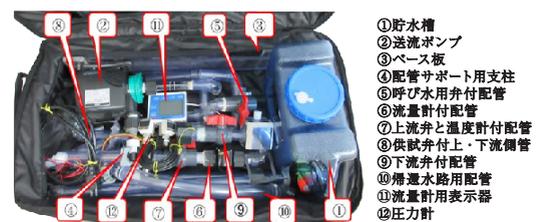
図：投げ込みセンサーと釣り竿



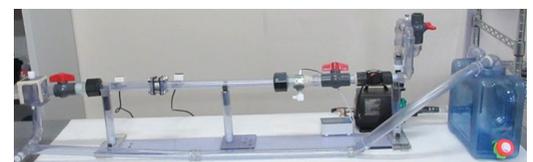
## 小型バルブ性能試験機の開発と技術ハンドブック作成に係る研究(R1～R4) 井上 栄一

当センターのバルブ性能試験機は、弁や配管継手等の実流性能試験に利用されており、設置以来25年が経過し、更新計画が必要となりました。当初の設計情報等は紙文書として保管されていましたが、後継者への技術伝承の観点からは問題が多くありました。そこで、本研究では、過去の資料をデジタル化するとともに、機器更新に必要な技術要素を整理し、技術を体系的にまとめました。また、現行機では計測が困難な、極小流量に対応した可搬化タイプの小型バルブ性能試験機を試作しました。

図：小型バルブ性能試験機



- ①貯水槽
- ②送流ポンプ
- ③ベース板
- ④配管サポート用支柱
- ⑤呼び水用弁付配管
- ⑥流量計付配管
- ⑦上流弁と温度計付配管
- ⑧供試弁付上・下流側管
- ⑨下流弁付配管
- ⑩掃過水路用配管
- ⑪流量計用表示器
- ⑫圧力計

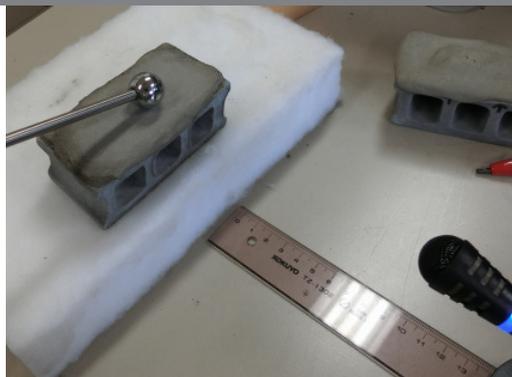


## 深層学習を用いた動作音解析に関する研究(R4)

平野 真

設備の異常診断や製品の良否診断方法の一つに、正常音と異常音を聞き分けて判別する音響検査手法があり、従来、人が行っていた音響検査について、コンピュータを利用した自動化を試みます。本研究では、モータ音の異常検査およびコンクリートブロックの打音検査について、深層学習と従来の機械学習の手法とで精度を比較して有効性を検討しました。また騒音環境下での性能の劣化についても検証しました。

図：セメントとマイクと打診棒



## 協働ロボットを用いた製造自動化技術の開発(R5 ~ R8)

間瀬 慧

協働ロボットは、安全柵の設置が不要、そして設置場所の変更が容易なことから中小企業での活用が進んでいます。協働ロボットは主に部品供給に用いられます。部品供給において重要なのが対象を把持することです。基本的にはロボットはプログラムした一定のタスクしか行えず、対象が変わると再度プログラムが必要になります。中小企業において、対象物の変更の都度、プログラム変更に対応するには、技術面、人材面、コスト面で限界があります。そこで画像認識技術の高度化により、自動で部品の種類・形状を認識・把持するシステムの開発に取り組みます。

図：ロボットによる把持

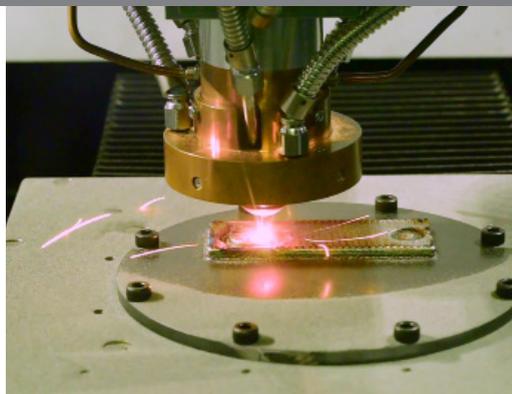


## 金属3Dプリンタを用いた積層造形技術の高度化に関する研究(R2 ~ R4)

柳澤 研太

金属3Dプリンタで機械部品などの実製品への適用を目指す際、造形物の内部欠陥発生や機械的特性の不足など、多くの問題点や課題が存在します。その中でもDED (Directed Energy Deposition) 方式は比較的新しい造形方式のため、技術の蓄積が少ない状況です。そこで本研究では、DED方式の金属3Dプリンタを用いて、造形パラメータを変更した場合の内部欠陥発生の傾向や、複数の条件で作成した試験片の機械的特性などを調査しました。

図：造形中写真

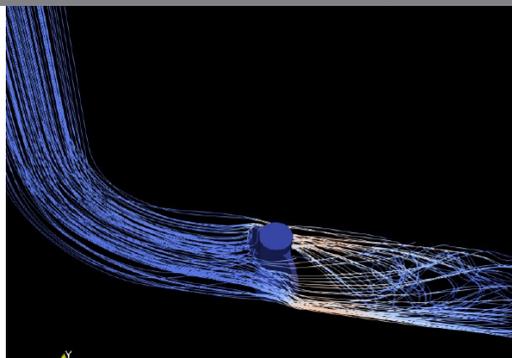


## 偏流がバタフライ弁に及ぼす影響に関する研究(R5 ~ R7)

是枝 和宏

工場配管等におけるバルブに、強い旋回流が流れ込むことによってカタログ性能からの性能低下や異常振動が発生するという事例があります。これらの現象はエネルギーロスや製品寿命の短縮を引き起こします。本研究では、実際に曲げ配管による偏流を発生させ、後流に設置したバルブの圧力損失、振動を計測することで、偏流下におけるバルブの流動特性を調査します。

図：流体解析結果写真



問い合わせ

(彦根庁舎) 各研究担当者

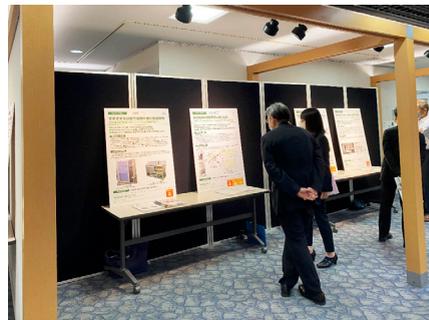
TEL 0749-22-2325

# 出展・イベント開催報告

## ■「産業技術支援フェア in KANSAI 2023」に出展しました

日時：【会場】令和5年10月13日  
【eパネル展示】10月13日～22日  
場所：大阪産業創造館

令和5年10月13日、大阪産業創造館にて開催された産業技術支援フェア in KANSAI 2023に出展しました。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、当センターとしては、センターの紹介および県内企業と開発した技術を広報し、参加者と活発な意見交換を行いました。



## ■「滋賀県立大学工学部研究交流会」に出展しました

日時：令和5年9月25日  
場所：滋賀県立大学交流センター

同交流会は、滋賀県立大学工学部が主催し、同学部の研究室の研究内容・技術シーズを発表するとともに、同大学教員・学生と地域企業が交流することを目的としたものです。県東北部の技術支援を行う当センターも同大学や地域企業と交流するため、ポスター展示にて参加しました。同大学と連携している企業を中心に、大学外部から100名以上の参加者があり、当センターの広報を行うことができました。今後も、地域企業のニーズと県内大学のシーズの橋渡しを進めて参ります。



## ■「滋賀県庁生協物販会」を開催しました

日時：令和5年7月19日、20日  
場所：滋賀県庁

滋賀県の繊維産地のPRを目的に、産地組合が滋賀県庁にて展示・即売会を行いました。当センターは、展示におけるコーディネートを行いました。湖東の麻、高島の縮<sup>ちぢみ</sup>など、夏を涼しく過ごすための生地の実物に触れて、その心地よさを感じてもらうことができました。また、着物のイメージが強い長浜の浜ちりめん生地を使った小物への展開等についてのPRを行うことができました。これからも、センターでは地場の産地と連携して、技術支援をして参ります。



テクノニュース Vol.80(2023年12月号)

滋賀県東北部工業技術センター <https://www.hik.shiga-irc.go.jp/>

### ■長浜庁舎

管理係/有機環境係/繊維・デザイン係  
〒526-0024 長浜市三ツ矢元町27-39  
TEL 0749-62-1492 FAX 0749-62-1450

### ■彦根庁舎

機械システム係/金属材料係  
〒522-0037 彦根市岡町52  
TEL 0749-22-2325 FAX 0749-26-1779