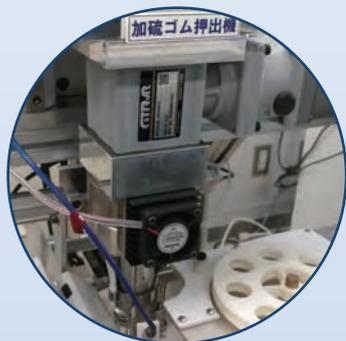




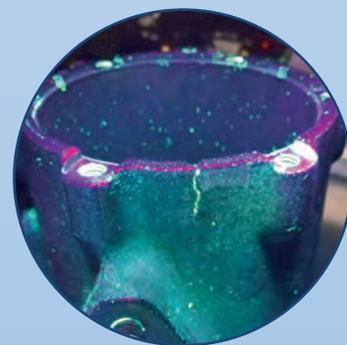
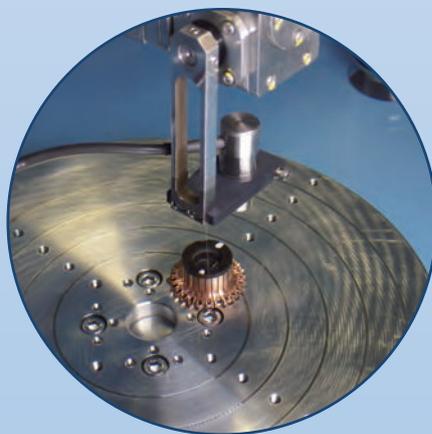
# 兵庫県立工業技術センター

Hyogo Prefectural Institute of Technology



## 成果事例集

- Vol.11 -



# Contents ▶▶▶

- 1 航空産業非破壊検査トレーニングセンターの開設……………人材育成
- 2 テーラーメイドランニングシューズデザイン……………IoT活用技術
- 3 加硫ゴム3Dプリンタの開発……………3Dプリンタ技術
- 4 樹脂3Dプリンタの鋳出し文字への活用事例……………3Dプリンタ技術
- 5 樹脂3Dプリンタによるバッティングマシンの開発事例……………3Dプリンタ技術
- 6 セルロースナノファイバー強化ゴムのスポーツシューズへの応用……………複合材料開発
- 7 意匠性を付与した炭素繊維強化木材……………複合材料開発
- 8 曲がり穴放電加工技術の開発……………金属加工技術
- 9 レーザ加熱を利用した異種材料の嵌合……………金属加工技術
- 10 掃除機の使いやすさ評価……………ユーザビリティ評価
- 11 深部体温測定も可能なウェアラブル多機能生体センサ……………情報技術
- 12 可搬型非接触2次元振動測定機……………情報技術
- 13 残糸の管理・検索システム……………情報技術
- 14 新規高機能ペルオキシダーゼ……………バイオ技術
- 15 ピックル不要で鞣し可能な新規鞣剤で現場製造した耐火革……………皮革技術
- 16 多色緋糸と機能糸を用いた製品開発……………織物開発
- 17 オリジナルデザインの播州織生地を用いた作品製作……………織物開発

# 試 験 場

大正6年、工業試験場として創立された当時の門標石より

## 航空産業非破壊検査トレーニングセンターの開設

航空機の需要拡大に伴い、航空機部品の増産が見込まれています。しかし、発注者（大手メーカーなど）と受注者（主に中小企業）との間を部品が往来する「のこぎり発注」が続き、コストや納期の増大が問題となっています。のこぎり発注の解消には、受注者側が非破壊検査技術を保有することが必要不可欠です。このため、検査員の育成を目的として、国際認証規格（NAS410）に準拠した国内初の訓練機関「航空産業非破壊検査トレーニングセンター」を設立しました。



航空産業非破壊検査トレーニングセンター

### キーワード

非破壊検査、浸透探傷、磁粉探傷、超音波探傷、NAS410、航空産業

#### ◆ 探傷方法の種類

- ・浸透探傷
- ・磁粉探傷
- ・超音波探傷



浸透探傷装置



磁粉探傷装置

#### ◆ 講習レベル

- ・基礎講習  
JIS Z 2305 レベル 1、2
- ・応用講習  
NAS410 レベル 1、2

#### ◆ 講習期間

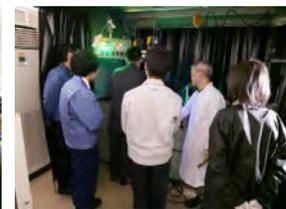
- ・浸透探傷および磁粉探傷
  - 基礎講習 5日（40時間）
  - 応用講習 3日（19時間）
- ・超音波探傷
  - 基礎講習 10日（80時間）
  - 応用講習 5日（40時間）



超音波探傷装置

#### ◆ 講習費用

- ・浸透探傷
  - 基礎講習 171,000円、応用講習 79,000円
- ・磁粉探傷
  - 基礎講習 296,000円、応用講習 164,000円
- ・超音波探傷
  - 基礎講習 422,000円、応用講習 178,000円



講習の様子

## テーラーメイドランニングシューズデザイン

内閣府 SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）により、IoT を活用してランナー個人の身体や運動特性にあったランニングシューズをデザインするシステムを構築しました。今回開発したデザインシステムはシューズ以外にも、個人の特性にあった身体に装着する製品の開発への展開が考えられます。

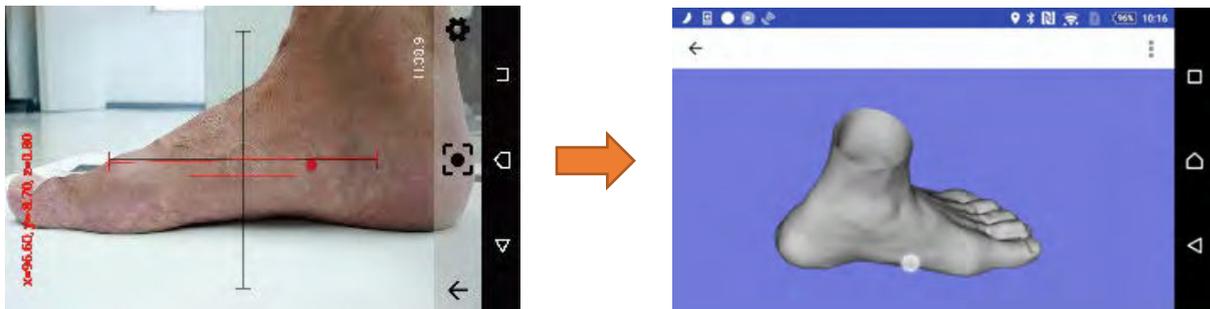


ランニング時の接地方法選択画面

**キーワード** IoT（Internet of Things）、テーラーメイドシューズ

◆ IoT を利用したランニングシューズデザインシステム

「ユーザがインターネットを通じてランニングシューズのデザインに参加する（ユーザと供給者との共創）」を目的に、IoT を利用したランニングシューズデザインシステムを構築しました。ユーザがスマートフォンのカメラ機能を使って足の長さや幅、高さなどを計測し、そのデータをインターネット経由でサーバに送信し、足の 3 次元モデルを生成し（3 次元生成技術は産総研による開発）、ユーザのスマートフォンに送り返すことで、自分の足モデルを見ることができます。この足モデルに基づいて自分の足に合ったランニングシューズを選択する…というコンセプトです。



スマートフォンのカメラ機能を使って足を採寸し、3次元足モデル（足型）生成

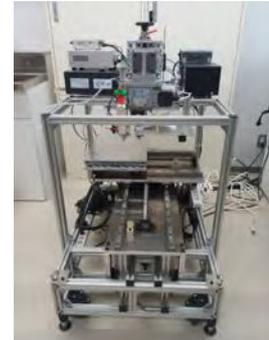
また、ランナーの走行時の足挙動データを収集し、解析してユーザにその結果を返す「走行測定アプリ」も開発しました。足先に取り付けた慣性センサ（IMU センサ）のデータから「走行時の接地パターン」を容易に判別可能な機能も実装しました。ランナーのランニングシューズにIMU センサを装着し、携行したスマートフォンに取得したデータをBluetooth通信し、ホスティングサーバに送ります。ホスティングサーバに送られたデータはセンターサーバ上の足接地パターン自動解析プログラム（産総研が開発担当）によりデータ処理され、その結果得られたランナー固有の走行状態を再び、ランナーのスマートフォンに返す…という流れです。



IMU センサ機能を活用して走行時の着地パターンを自動判定し、走法にあったソールを選択

## 加硫ゴム3Dプリンタの開発

2012年頃から始まった3Dプリンタブームに伴い、様々な方式・材料の3Dプリンタが開発されてきました。材料として、ABS・ナイロン・アクリルなどの樹脂材料、金属材料が、最近ではセラミックス材料も実用化されています。柔らかな材料としてエラストマ、シリコンゴムなどが製品化されていますが、弾力性・耐屈曲性など機械的特性に優れた天然ゴム・合成ゴムのような加硫ゴムを材料とした3Dプリンタはこれまで存在しませんでした。平成26年度から取り組んだSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）事業において、未加硫ゴムをノズルから吐出し、断面を描画、積層し造形、その後加硫処理により加硫ゴムの三次元造形物を得る世界初の加硫ゴム3Dプリンタを開発しました。



加硫ゴム3Dプリンタ

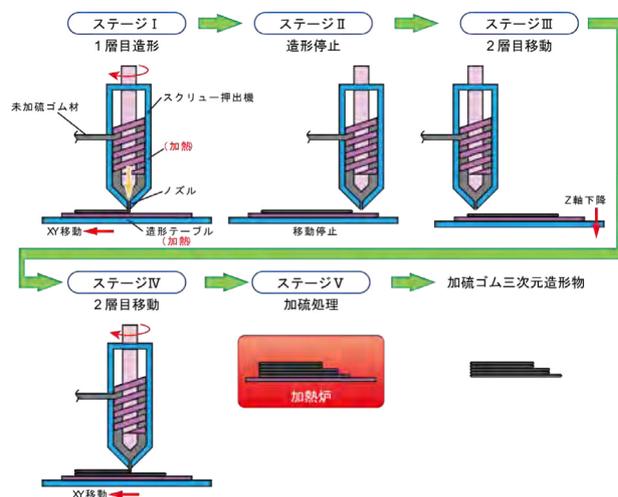
**キーワード** 3Dプリンタ、加硫ゴム、天然ゴム、合成ゴム

### ◆ 3Dプリンタの開発

SIP事業「リアクティブ3Dプリンタによるテーラードライバー製品の設計生産と社会経済的な価値共創に関する研究開発」では、ユーザーごとに形状や素材を変えるテーラードシューズを実現するため、ソール素材用3Dプリンタの開発を進めました。

開発した加硫ゴム用3Dプリンタは、超小型ゴム押出機をプリント用ヘッドとし、XYZテーブルを制御することにより、断面を描画・積層させ、三次元形状を造形します。

また、造形用のゴム材料として粘着性を制御し、造形後の常圧加硫処理でも発泡しにくい、3Dプリンタ用のゴム材料も開発しました。



加硫ゴム3Dプリンタの造形原理

### ◆ 価値共創プラットフォーム

開発した加硫ゴム3Dプリンタは、当工業技術センターに開設している「価値共創プラットフォーム」に設置しており、シューズだけでなく、企業の皆様の要望に応じて、パッキンや防振材など様々なゴム製品への活用を目指してまいります。



加硫ゴムの造形事例

### 公開情報

特許 第6323823号 未加硫ゴム組成物を造形原料とする三次元造形用プリンタ

特開 2019-019324 熱溶解積層法による三次元造形プリンタ用の未加硫ゴム組成物、未加硫ゴム組成物を造形原料とする三次元造形物の製造方法

### 関連お問合せ先

株式会社神戸工業試験場 (<https://www.kmtl.co.jp/>)

〒675-0155 加古郡播磨町新島 47 番 13

TEL : 079-435-5010 FAX : 079-435-5335

シバタ工業株式会社 (<https://www.sbt.co.jp/>)

〒674-0082 明石市魚住町中尾 1058

TEL : 078-946-1515 FAX : 078-946-0523

天満サブ化工株式会社 (<http://tenmasub.co.jp/>)

〒536-0001 大阪府大阪市城東区古市 1 丁目 21 番 27 号

TEL : 06-6932-1332 FAX : 06-6932-1333

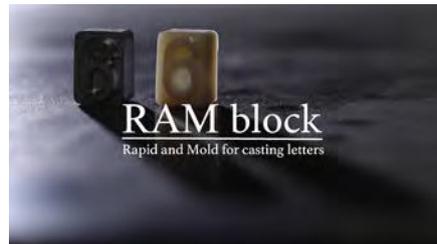
担当

材料・分析技術部

兼吉 高宏、長谷 朝博

## 樹脂3Dプリンタの鋳出し文字への活用事例

鋳物製品には、品質管理や製造責任表示のための年月日や製造番号を表示しています。これらの記号に変更があると、木型や金型の記号部分だけを変更させる必要があります。従来は金属のブロックを用いていましたが、その都度切削加工が必要であり、特に形状等が複雑な場合は、コスト・作業負荷の増大が問題となってきます。そこで樹脂3Dプリンタを活用することにより、形状の複雑さに依存せず、複数形状一括製造を可能にした新しい鋳出し文字製造方法を開発しました。



開発した3Dプリンタ製鋳出し文字

### キーワード

3Dプリンタ、鋳造、鋳物、鋳出し文字

#### ◆ 樹脂3Dプリンタによる鋳出し文字の開発

鋳出し文字は、3D-CADや3Dスキャナ等による3Dデータがあれば自由な形状を3Dプリンタで作製できます。また、異なる形状であっても造形サイズ内に入れば、複数種類、複数個を一括で作製できます。これらの特徴を活かすとともに、さらに鋳出し文字内部にネジ穴を設置することにより、取替作業を大幅に効率化させることができました。

鋳出し文字は、木型・金型として砂型製造に用いられ、表面が鋳物砂と接触するため、耐摩耗性が必要となりますが、樹脂材料であっても10,000ショット以上の砂型製造でも問題なく適用可能であることを実証しました。



鋳出し文字取替作業の模式図

#### ◆ 商品化

開発された鋳出し文字は、「RAM Block (Rapid (高速) And Mold (型) の block)」として商品化されています【ひょうご No.1 ものづくり大賞 特別賞受賞】。

主な特徴（メリット）は、以下のようになります。

##### ➢ 複雑・自由形状に柔軟に対応

3D-CADや3Dスキャナによるデータ化ができれば、どのような形状にも対応できます。

##### ➢ 多品種少ロット生産に対応

形状が異なっても複数個を一括で製造できます。

##### ➢ 取替作業の効率化

ブロック内部のネジ穴を使いボルトで一気に取り出すことができ、容易に取替作業ができます。



鋳出し文字事例

### 公開情報

実用新案 第3214211号 鋳出し文字型部

### 関連お問合せ先

有限会社相互製作所 (<https://www.sougoworks.com/>)

〒671-1133 姫路市大津区吉美 646 TEL: 079-272-4670 FAX: 079-274-0535

担当

材料・分析技術部

兼吉 高宏

## 樹脂3Dプリンタによるバッティングマシン開発事例

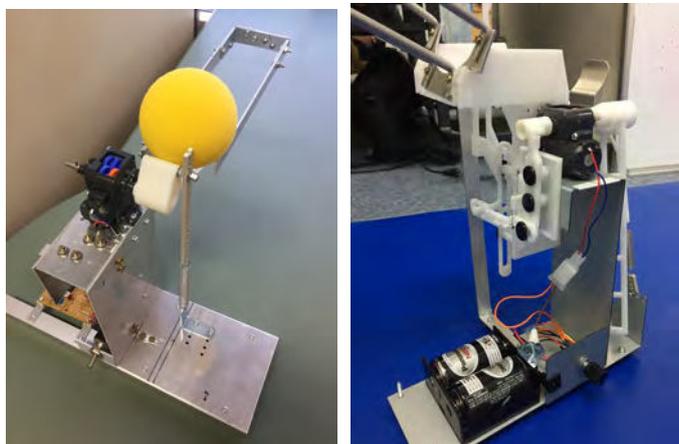
どこでも手軽に実践的なバッティング練習ができるスポンジボール用バッティングマシンを開発しました。バッティングマシンの開発においては、ボールを打ち出すアームの構造や、自動でボールを供給するためのリンク機構の調整が重要となります。そのため、設計・試作が迅速・効率良く行える3Dプリンタを活用しました。各部の形状確認と動作確認を行うために、設計→3Dプリンタによる試作→機能試験を繰り返し行いました。3Dプリンタにより、迅速に試作が行え、約15ヶ月で製品化を行うことができました。



スポンジボール用バッティングマシン

**キーワード** 3Dプリンタ、スポンジボール、バッティングマシン

◆ スポンジボール用バッティングマシンの開発  
 野球のバッティング練習を行うためには、多くの設備と人員が必要です。しかし、スポンジボールを使えば、防球ネットも不要となりどこでも手軽に練習する事が可能となります。スポンジボールはプロ野球でも練習に使われていますが、その軽さからコントロール良く投球する事が難しく、打撃練習に用いるには投げ手の技量が問題となっていました。本製品によって、一人でも簡単に実践的な打撃練習が可能となりました。



3Dプリンタによる試作の様子

◆ 商品化  
 開発したスポンジボール用バッティングマシンは、平成30年兵庫県経営革新計画の認定を受け、オンラインショップ等でも販売されています。

主な仕様

外形寸法	W243 × H300 × D140mm (ボールレール部分は含まず)
重量	約2kg (単1電池2個を含む)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 飛距離3m程度</li> <li>● カメラ用の三脚に取付け可能</li> <li>● 高いコントロール精度を実現</li> <li>● 電池とACアダプタの2電源対応</li> <li>● 6個のボールを自動供給</li> <li>● モーター制御回路により投球間隔が可変</li> </ul>



使用事例

公開情報

特許 第6579526号 ボール供給装置  
 特許 第6579527号 アーム式投球装置  
 特許 第6579528号 ボール供給装置

関連お問合せ先

神戸電気工業株式会社 (<http://www.kobe-denki.jp/>) 製品HP: <http://bolton.jp/>  
 〒663-8124 西宮市小松南町1丁目7-9 TEL: 0798-47-7640 FAX: 0798-47-2696

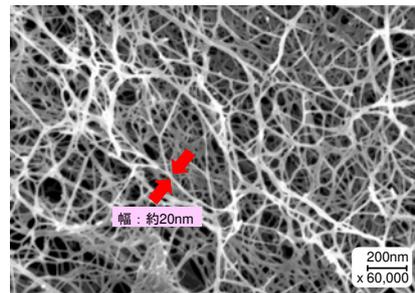
担当

材料・分析技術部

兼吉 高宏

## セルロースナノファイバー強化ゴムのスポーツシューズへの応用

セルロースナノファイバー (CNF) は、地球上に豊富に存在する再生可能なバイオマスの一つであるセルロースを原料とするナノ繊維であることから、持続型社会構築のためのキーマテリアルとして注目されています。当センターでは、「次世代のバイオマス素材」として活用促進が期待されている CNF のゴム用補強剤への応用に関する研究に取り組んでまいりました。CNF の活用により、靴底材の機能性向上を図り、環境配慮型軽量・高機能ゴム系靴底の開発を行いました。



CNF の走査型電子顕微鏡写真

## キーワード

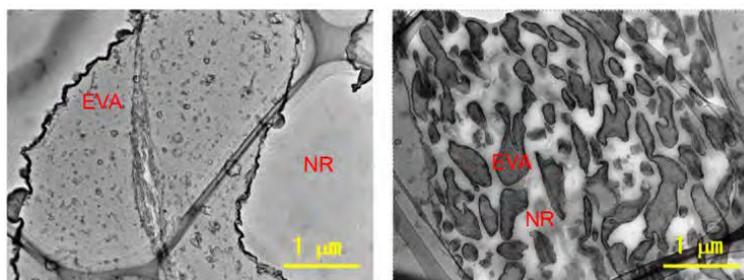
セルロースナノファイバー (CNF)、天然ゴム、ブレンド材、スポーツ用品

## ◆ 軽量・高機能シューズ材の開発

靴底用天然ゴム (NR) /エチレン-酢酸ビニル共重合体 (EVA) ブレンドにおいて、CNF の分散相を変化させることにより右図に示す超微細相分離構造を誘起することを見出しました。NR/EVA ブレンドの微細構造制御形成により、靴底材の機能性 (耐摩耗性) が大幅に (2 倍以上) 向上しました。

また、上記の微細構造制御と CNF の高分散化によるゴム補強技術の相乗効果による靴底材の高強度化により、靴底材の高倍率発泡による軽量化を実現しました。

CNF が超微細相分離構造 (写真右) を誘起!!



CNF の分散相を変化させて作製した CNF 強化 NR/EVA ブレンド

## ◆ CNF 補強軽量・高機能ランニングシューズの試作

開発した CNF 補強スポンジゴム材料を靴底材に利用して試作した右図のスポーツシューズを 2016 年 1 月に開催された「nano tech 2016」(第 15 回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議)に出展しました。出展したシューズは、「新規ナノテク素材であるセルロースナノファイバーを運動靴に応用し、靴の大幅な軽量化を実現」という理由で nano tech 大賞のプロジェクト賞 (ライフナノテクノロジー部門) を受賞しました。

ここで紹介した研究の一部は、「兵庫県 COE プログラム推進事業」(兵庫県) 及び「戦略的基盤技術高度化支援事業」(経済産業省) の助成を受けて実施しました。関係各位に深く感謝いたします。



試作した CNF 補強軽量・高機能シューズ

## 公開情報

特許 第 5940192 号 ゴム系架橋発泡成形体とその製造方法

長谷朝博:セルロースナノファイバー強化ゴム材料の特徴とその応用, 日本ゴム協会誌, Vol.90, No.2, pp.30-35 (2017)

## 関連お問合せ先

神栄化工株式会社 (http://www.shinn-ei-kakou.com)

〒654-0042 神戸市須磨区小寺町 1-1-17 TEL: 078-731-9151 FAX: 078-731-9109

担当

材料・分析技術部

長谷 朝博

## 意匠性を付与した炭素繊維強化木材

炭素繊維のシートを木材と接着剤で積層することで、木材の剛性改善や変形等を抑制した高機能木材がありますが、接着剤を使用するため作製に長い時間を要しています。我々は、炭素繊維に熱可塑性繊維をマシンで高速で複合化する技術を開発し、得られた複合糸による織物や編物などのテキスタイルプリフォームを加熱圧縮することで熱可塑性炭素繊維強化複合材料を成形しています。この技術を活用して、炭素繊維とポリエチレン繊維（PE）からなる複合糸による織物を木材と積層し 170℃で 10 分間プレスするだけで、優れた機械的特性を有する強化木材を開発することができました。また、表面層の木材の代わりに色彩豊かな先染織物を用いると優れた機械的特性だけでなく、意匠性も付与した材料とすることができます。



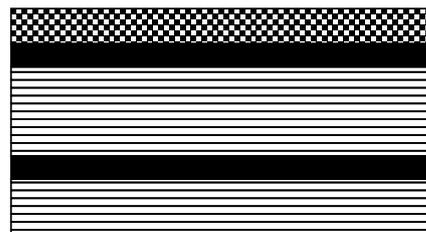
先染織物を表面に加飾した炭素繊維強化木材

### キーワード

炭素繊維、木材、熱可塑性樹脂、織物、先染

#### ◆ 容易な成形

融点の低いポリエチレン繊維（130℃）を用いることで成形温度を低く抑え（170℃）、木材や先染織物の劣化を防いで成形できます。熔融したポリエチレン樹脂は、表面層と中央の木材とを強固に接着して一体化した材料を容易に作製できます。また、先染織物の内部へも樹脂が十分含浸し、強固に表面へ接着します。



← 表面層（木材 OR 先染織物）  
← 炭素繊維 & PE 繊維の織物  
← 木材  
← 炭素繊維 & PE 繊維の織物  
← 木材

炭素繊維強化木材の積層構成

#### ◆ 優れた機械的特性

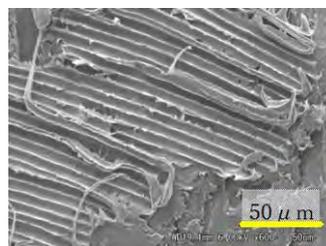
接着剤と木材を積層した材料と比較して約 1.6 倍の曲げ強度、破壊に要するエネルギーは 5 倍以上となりました。右の三点曲げ試験後試料のように接着剤のみの材料と比較して炭素繊維の存在により破壊の進行を抑えた材料となります。また、加工性は木材同様であり、意匠性を付与することで家具などインテリアへの用途展開も期待できます。



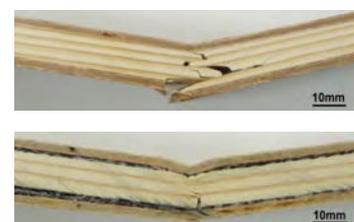
炭素繊維と PE 繊維からの織物



表面層を木材とした強化木材



木材へのポリエチレン樹脂の付着



三点曲げ試験後試料

(上：接着剤のみ、下：炭素繊維織物使用)

### 公開情報

特許 第 5690386 号 織物による炭素繊維強化複合材料の成形方法

特許 第 5877431 号 炭素繊維強化複合材料の製造方法

### 関連お問合せ先

藤邦織物株式会社

〒677-0004 西脇市市原町 109 番地 2 TEL : 0795-22-4759 FAX : 0795-23-0061

宮田布帛有限会社

〒677-0005 西脇市野中町 38 番地 TEL : 0795-22-3772 FAX : 0795-23-4859

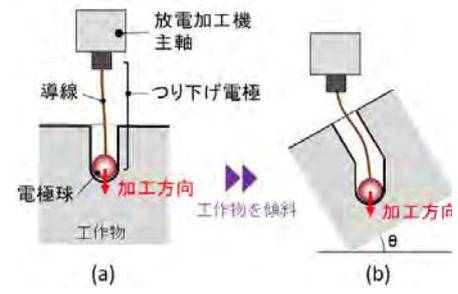
担当

繊維工業技術支援センター

藤田 浩行

## 曲がり穴放電加工技術の開発

金型の効率的な温度調整や、油空圧機器の流体移動には、金属部品の内部で屈折・屈曲した形状の「曲がり穴」が理想とされています。しかしながら、曲がり穴はドリル加工などの一般的な加工技術で形成することができません。当センターでは、つり下げ電極と称する柔軟な構造の電極を用いた放電加工法によって、簡便かつ高い加工精度で曲がり穴を加工できる技術を開発しました。



曲がり穴放電加工技術

### キーワード

曲がり穴、放電加工、つり下げ電極、球電極、深穴加工

#### ◆ つり下げ電極

曲がり穴を加工するには、柔軟な構造の電極が必要です。そこで、図1に示すような電極球を柔軟な導線で接合した構造の「つり下げ電極」を開発しました。

つり下げ電極は、放電反力などによって揺れ動きながら加工が進行します。この揺れによって、加工粉や気泡が効率良く排出され、安定した加工状態が得られます。曲がり穴加工だけでなく、ジャンプ動作が不要であるため、一般的な丸棒電極よりも速く加工できるという特徴があります。



図1 つり下げ電極の外観

#### ◆ 曲がり穴加工

つり下げ電極と工作物の傾斜制御を組み合わせることで、曲がり穴を加工することができます。図2は、チタン合金(64Ti)の工作物に対する穴径7mmの屈折穴のX線透視像です。工作物の傾斜角度( $\theta$ )に相応した屈折穴が得られていることが分かります。

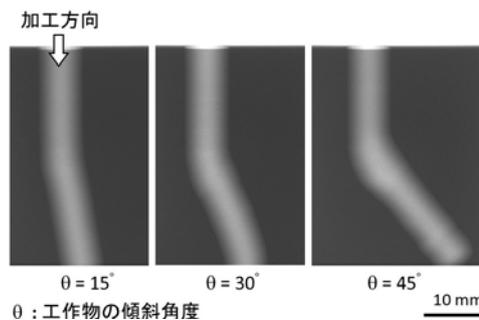


図2 種々の角度の屈折穴 (X線透視像、灰色部分が加工穴)

本技術では、電極球のサイズや加工条件を適切に選択することで様々な直径や形状の曲がり穴を加工することができます。図3はアルミニウム合金(A5052)の工作物に対する穴径10mmの深穴加工例です。加工長さは500mmにも及びますが、設計通りの屈折角度が得られています。

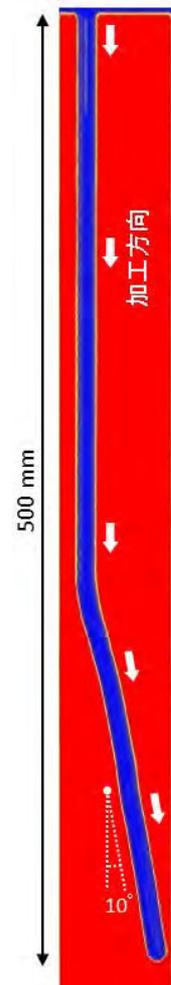


図3 深穴屈折穴 (超音波探傷像、青色部分が加工穴)

本研究は、岡山大学大学院 特殊加工学研究室との共同研究によって実施しています。

### 公開情報

山口篤, 岡田晃: 解説 つり下げ電極を用いた曲がり穴放電加工, 精密工学会誌, Vol.81, No.11, pp.987-990 (2015)  
山口篤, 岡田晃ら: つり下げ電極を用いた放電加工による曲がり穴加工法の開発—チタン合金の放電加工特性と曲がり穴加工—, 精密工学会誌, Vol.85, No.4, pp.359-364 (2019) ほか

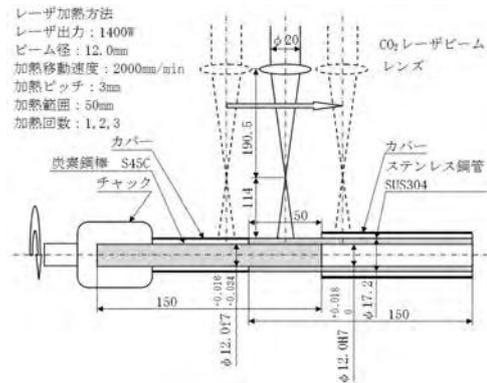
担当

技術企画部

山口 篤

## レーザー加熱を利用した異種材料の嵌合

機械部品としての軸の高機能化とコスト低減という観点から、耐熱性や耐食性の必要な部分だけ高価な材料を用いて他の部分は安価な材料と接合して利用することがよく行われています。従来技術としては、圧入、溶接ならびに摩擦圧接による接合がありますが、これらの接合による引張強度は、母材強度まで達していません。当センターでは、レーザー加熱を利用したステンレス鋼管の縮管に成功しました。さらに、実用的な寸法のステンレス鋼管とステンレス鋼棒のレーザー加熱を利用した嵌合に適用し、ステンレス鋼管の母材強度とほぼ同等の接合強度が得られました。さらに、熱特性が大いに異なり、軸の材料としてよく用いられるステンレス鋼管と炭素鋼の組み合わせにおいて、嵌合を試み、ステンレス鋼管の母材強度とほぼ同等の接合強度が得られました。



レーザー加熱方法

### キーワード

レーザー、加熱、ステンレス鋼、炭素鋼、銅、アルミナ、嵌合、接合、強度

#### ◆ レーザー加熱方法

試験片は、ステンレス鋼管に、炭素鋼棒を照射範囲と同じ50mm挿入し、ステンレス鋼管表面にはレーザービームの吸収率改善のため、カーボンブラックを均一に塗布しました。レーザー加熱は、CO<sub>2</sub>レーザー加工装置を用いて、鋼管の内径の塑性変形量が大きく、試験片表面が溶融しない条件として、出力1400W、ビーム径12mmのCO<sub>2</sub>レーザービームを、移動速度2000mm/min、加熱するピッチ3mmとし、レーザー加熱を1回、2回、3回行いました。図1にレーザー加熱2回で嵌合した試験片を示します。

#### ◆ 嵌合強度

図2にレーザー加熱で嵌合した試験片の引張試験方法を、図3に引張試験の結果として標点間伸びと引張荷重の関係を示します。図より、レーザー加熱2回で嵌合した試験片の最大引張荷重は81.5kNで、ステンレス鋼管ならびに炭素鋼棒の最大引張荷重は、83.0kNならびに86.3kNです。このことから、レーザー加熱2回で嵌合した試験片の接合強度は、ステンレス鋼管の母材強度とほぼ同等になりました。

#### ◆ 異種材料（無酸素銅棒、アルミナ棒）の嵌合

加工硬化した無酸素銅棒とステンレス鋼管とのレーザー加熱を利用した嵌合において、レーザー加熱2回で嵌合した試験片の接合強度は、加工硬化した無酸素銅棒の母材強度の53%になりました。

アルミナ棒(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 99.5%以上)とステンレス鋼管とのレーザー加熱を利用した嵌合において、レーザー加熱1回で嵌合した試験片の接合強度は、アルミナ棒の母材強度とほぼ同等になりました。



図1 レーザー加熱2回で嵌合した試験片

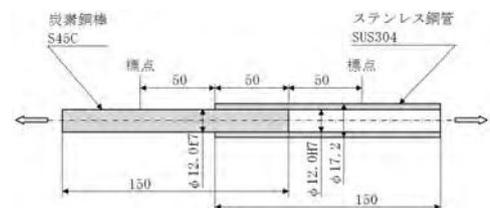


図2 引張試験方法

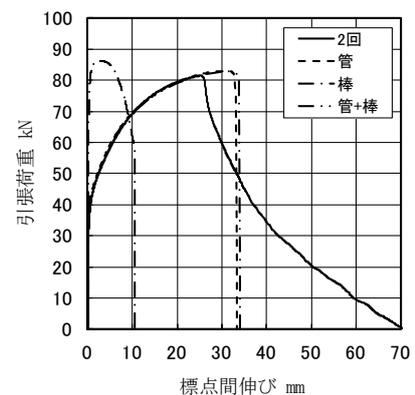


図3 標点間伸びと引張荷重との関係

### 公開情報

岸本正：レーザー加熱を利用した嵌合に関する研究，精密工学会誌，Vol.81, No.8, pp.758-762 (2015)

岸本正ほか：レーザー加熱を利用したかん合に関する研究—ステンレス鋼管と炭素鋼棒のかん合—，精密工学会誌，Vol.83, No.1, pp.78-82 (2017)

岸本正ほか：レーザー加熱を利用したかん合に関する研究—ステンレス鋼管と無酸素銅棒のかん合—，精密工学会誌，Vol.84, No.1, pp.103-109 (2018)

担当

生産技術部

岸本 正

## 掃除機の使いやすさ評価

新しく開発された「コードレスキャニスター掃除機」について使いやすさの評価を行いました。「開発した掃除機」と「従来型の掃除機」それぞれ使用中の身体負荷を計測して比較しました。筋負担計測や動作解析、主観評価によるユーザビリティ評価を行った結果、「階段掃除時の腕の筋肉への負担軽減」や「掃除の移動距離の短縮」等がこれまでの掃除機よりも優れていることを数値化できました。



評価後に商品化された掃除機  
(コードレスキャニスター掃除機)

### キーワード

ユーザビリティ評価、モーションキャプチャ、筋電図、掃除機

#### ◆ はじめに

これまでの掃除機は、「電源コードの煩わしさ」や「掃除時の本体の重さ」の問題がありました。そこでシャープ(株)では、コードレス化と軽量化による新しい掃除機(コードレスキャニスター掃除機)を開発することになりました。新しく開発した掃除機の使いやすさを評価・検証するため、工業技術センターと共同でユーザビリティ評価を実施しました。



図1 比較した掃除機 (3種類)

#### ◆ 評価内容と結果

新しく開発した掃除機(B)と従来の掃除機(A,C)(図1)を被験者が掃除している時の表面筋電計測(図2)と動作計測、各掃除機に対する主観評価を実施しました。表面筋電計測の結果、階段掃除時の腕の筋肉への負担が「A:電源コード付きキャニスター掃除機」よりも11%、「C:コードレススティック掃除機」よりも20%軽くなっていることが実証されました(図3)。動作計測の結果、「移動距離」、「タスク完了時間の短縮」が従来の掃除機に比べて優位であることを確認しました。主観評価だけでなく、以上のように、開発した掃除機が従来の掃除機よりも使いやすくなっていることを数値化することができました。

このコードレスキャニスター掃除機は日本人間工学会の平成30年度人間工学グッドプラクティス賞において最優秀賞を受賞しています。



図2 表面筋電の計測

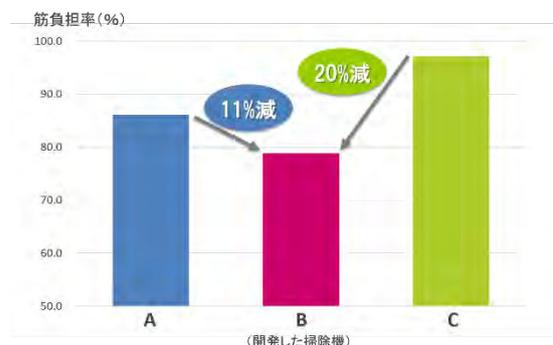


図3 階段を掃除した時の腕の筋負担比較

### 関連お問合せ先

シャープ株式会社 (<https://jp.sharp/>)

〒581-8585 大阪府八尾市北亀井町3-1-72 TEL: 050-5434-2980

担当

生産技術部

平田 一郎

## 深部体温測定も可能なウェアラブル多機能生体センサ

高温環境下の作業者や高齢者の見守り、熱中症予防などの活用を想定し、アフォードセンス（株）は兵庫県立大学および兵庫県立工業技術センターと共同で、生体情報、活動情報、環境情報を非侵襲でリアルタイムかつ連続的にモニタリングできる多機能ウェアラブル生体センサ（Vitalgram CT）を実用化しました。特に、ウェアラブルでの深部体温の測定は世界初です。深部体温は表面温度とは異なり、外界の影響を受けない安定した体温で、現在は直腸、鼓膜、食道などの温度を測っています。深部体温が逸脱すると体温調整機構が正常に機能しなくなり、生命に危険がおよぶこともあります。



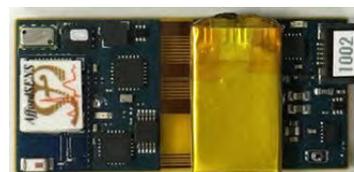
サンプル出荷している Vitalgram® CT

### キーワード

センサ、ウェアラブル、生体計測、見守り、IoT (Internet of Things)

#### ◆ センサ本体

Vitalgram CT は世界最小・最薄型・最軽量な絆創膏型生体センサ Vitalgram®を樹脂ケースに組み込み、深部体温計測を実現しました。深部体温は、皮膚表面と空間を挟んだ回路基板上の微小な温度差から、体内から体表面への熱流を測ることで推定しています。本センサでは、深部体温以外に生体情報（心電/心拍、体表温度、汗）と活動情報（活動量、活動状態、姿勢）、更に環境情報（温度、湿度、高度）を測定できます。また、ハードウェアおよび組み込みソフトウェアを最適化して低消費電力を実現したため、Bluetooth 無線を介してスマートフォンやタブレットで24時間以上の連続記録が可能です。



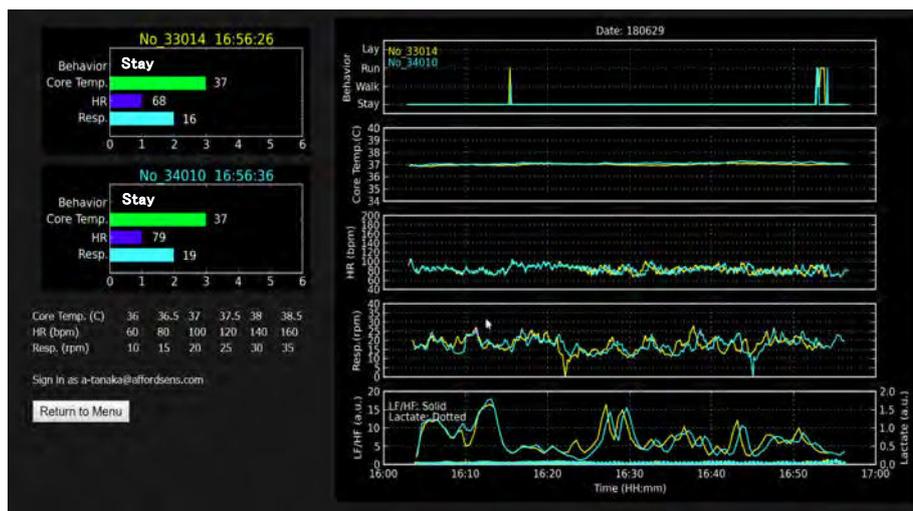
絆創膏型生体センサ Vitalgram®



専用ベルトによる本センサの装着イメージ

#### ◆ クラウドサービス

スマートフォン等の記録データをクラウド上のサーバに転送することにより生体情報と作業負荷との相関や疲労解析等様々なデータ解析をすることが可能です。右グラフは、上から、行動推定結果、深部体温、心拍、呼吸数、自律神経のバランス指標と疲労度を表示しています。



クラウド上でのリアルタイム表示および信号解析

### 公開情報

特開 2018-139757 生体信号計測装置

特開 2019-012027 生体データ測定装置 (US 出願 No. 16/201,462、中国出願 No. 2018114543302)

### 関連お問合せ先

アフォードセンス株式会社 (<http://www.AffordSENS.com>)

〒671-2280 姫路市書写 2167 兵庫県立大学インキュベーションセンター TEL: 079-267-6019

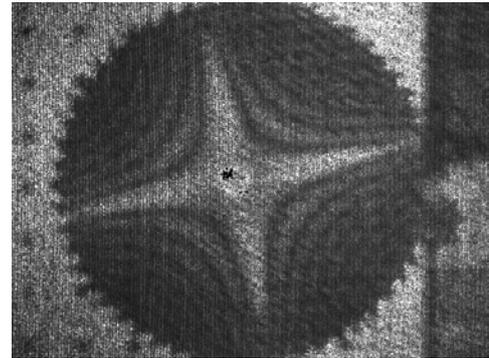
担当

材料・分析技術部

才木 常正

## 可搬型非接触 2次元振動測定機

車載機器やモーター搭載機器、回転板などの工業製品は、使用中の共振による騒音発生やボルト欠落、破壊事故等を避けるため、設計・開発時に振動モード解析を行う必要があります。我々は、以前に開発を進めた、光干渉方式の非接触リアルタイム2次元振動振幅分布測定機 of データ処理部を改良し、測定現場に容易に持ち込めるプロトタイプ機を構築しました。



中央を垂直加振した丸鋸の測定例  
(直径 165mm、厚さ 1mm、加振周波数 211Hz)

### キーワード

振動解析、制振、光干渉法、スペックル、レーザ

#### ◆ 振動測定機の構成

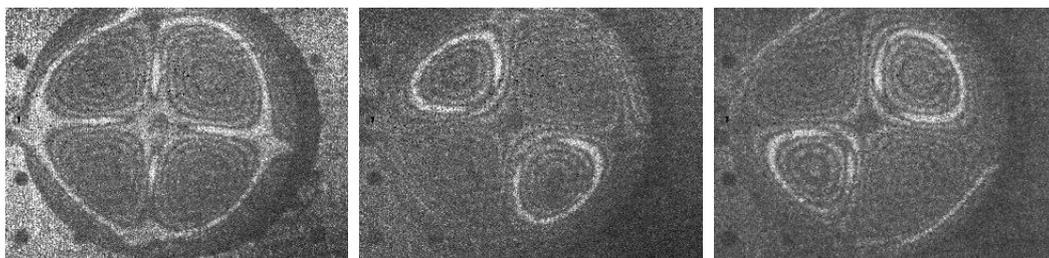
2次元振動測定機の概観を右に示します。本測定機は、レーザ光を測定面（粗面）に拡大照射し、測定面からの散乱光を、参照光と重ね合わせる光干渉法です。光源にレーザダイオードを使用しており、測定ヘッドの寸法は 120 (W) × 70 (H) × 75 (D) mm です。また、ノート PC 上に表示されている 2次元振動振幅分布画像のサイズは 640×480 画素、更新レートは毎秒約 16 回です。



2次元振動測定機の概観

#### ◆ 測定例

本測定機によりステンレス円板の中央を垂直加振した時の振動分布を下図 (a) に示します。振動の節の位置で最も明瞭な白色縞が現れ、振動のピークが 4 つ出現しています。縞の出現間隔は約  $0.17\mu\text{m}$  です。また本測定機は振動位相の測定が可能です。レーザの注入電流を、測定物の加振信号に同期させて（或いは  $\pi$  だけ位相をずらして）変調させると、下図 (b) および (c) に示すような、最も明瞭な白色縞が振動の節から離れた位置に出現する画像が得られます。これより、この測定例では、隣り合う振動のピークの位相が  $\pi$  だけずれていることがわかります。



(a)

(b)

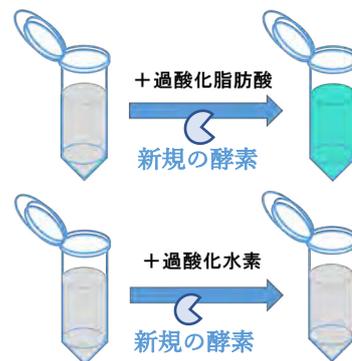
(c)

ステンレス円板（直径 100mmφ、厚さ 0.4mm）の 2次元振動振幅分布 (a) と位相の測定の例  
(加振周波数 1331.4Hz、(b) と (c) は、変調信号の位相が  $\pi$  だけシフトしている)



## 新規高機能ペルオキシダーゼ

過酸化脂肪酸あるいは過酸化脂質は、炎症などの疾患や老化のバイオマーカーとして知られています。我々は、特定の条件下において過酸化水素を基質とせず、過酸化脂肪酸に特異的な呈色反応を触媒するユニークなペルオキシダーゼを細菌 (*Bacillus subtilis* および *Bacillus licheniformis*) から単離しました。本酵素を用いた手法により従来法よりも特異的かつ簡便に様々な試料中の過酸化脂肪酸の定量が期待できます。また、この酵素活性は強力な抗酸化反応の一種であることや、可食な微生物由来であることから、食品や化粧品に応用することで、これらに機能を付与できる可能性があります。



過酸化脂肪酸に特異的な呈色反応

### キーワード

過酸化脂質、抗酸化、酵素反応、検出試薬、納豆菌

#### ◆ 過酸化脂肪酸を特異的に検出

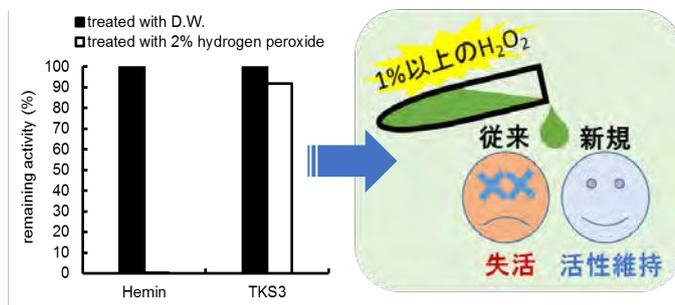
従来法では直接的な判別が難しかった過酸化水素と過酸化脂肪酸を判別（過酸化脂肪酸に特異的に反応）できます。

新法 従来	本手法 ヘムタンパク質による ペルオキシダーゼ様反応 クロロホルム抽出と 呈色反応の組合わせ	特異性	簡便性	安定性	感度
		◎	◎	△	○
×	◎	○	○		
◎	×	△	◎		

従来法と比較した新規酵素による検出法の特徴

#### ◆ 一般的な酸化還元酵素が耐えられないような条件下での使用が可能

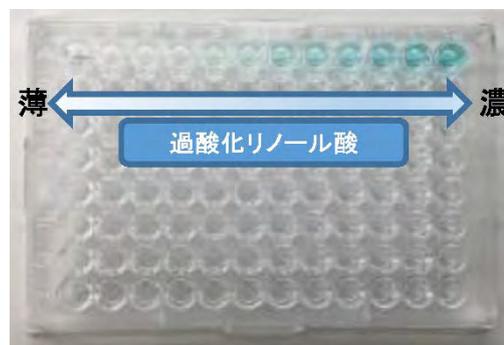
典型的なヘムやペルオキシダーゼが失活するような高濃度の過酸化水素存在下でも失活しないため、あえて高濃度の過酸化水素で試料を前処理することで、測定試料中の還元物質（グルタチオン、アスコルビン酸など）を不活化し、過酸化脂肪酸定量への影響を最小限にすることが可能です。



新規酵素 (TKS3) のその他の特徴

#### ◆ 様々な用途に展開が可能

テトラメチルベンジジン (TMB) などのフェノール類の呈色反応用試薬を用いることで、右図のように過酸化脂肪酸に特異的な検出試薬として応用することが可能です。また、慣習的に安全であることがわかっている納豆菌からも得ることができるため、マイコトキシンやエンドトキシン、アレルゲンなどの安全性に関する懸念が少ない製品の開発が期待できます。そのため、これら検出試薬としての用途の他、食品由来の安全性を活かした、機能性食品（抗酸化能付与）としての開発など、幅広い用途での開発が見込まれます。



実際に新規酵素と TMB で呈色した検出試験例

### 公開情報

特願 2018-068713 新規ペルオキシダーゼ

### 関連お問合せ先

立命館大学研究部 BKCリサーチオフィス

〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 防災システムリサーチセンター3F TEL: 077-561-2802 (担当: 内藤)

担当

材料・分析技術部

今井 岳志

## ピックル不要で<sup>なめ</sup>鞣し可能な新規<sup>じゅうざい</sup>鞣剤で現場製造した耐火革

最近、スタール・ジャパン（株）が日本に初めて輸入した新規高分子系鞣剤「グラノフィン F-90」を用いて耐火革を製造することができました。この鞣剤は非アルデヒド非クロム系鞣剤で、鞣すと白色の革ができます。この鞣剤には優れた特色が二つあります。一つ目はアルデヒドフリーで白色のエコレザーが製作できることで、二つ目はピックル工程なしで鞣しが可能であるため、生産工程の簡略化と排水処理コストを削減できることです。平成 29 年度に姫路市の皮革製造業者（タンナー）3 社において、現場レベルで試作を行いました。その中で（株）山陽において試作した耐火革は耐火試験に合格しました。この耐火革はレザークラフト・タカタが溶鉱炉用プロテクターとして加工し、（株）井上金属ではこのプロテクターを実際に採用しています。



溶鉱炉用プロテクターの着用写真

耐火革の特徴は他の有機系素材より燃えにくく、燃えても六価クロム等の有害物質が発生しにくいところにあります。

### キーワード

皮革、衣料用、鞣用、小物用、耐火革

#### ◆ グラノフィン F-90 を用いた鞣し

皮にグラノフィン F-90 を結合させる化学反応において、ある程度の熱量が必要です。日本のタンナーが所有する製造ドラムには、加熱設備がほとんどありません。そこで、冬期においても鞣しに必要な熱量が確保できるかどうか、製造現場で試作を行いました。その結果、温水を添加して鞣すことで、試作革の液中熱収縮温度（Ts）が約 80 °C に達し、鞣しが可能であることを明らかにしました。



鞣し工程中のドラム内部



試作した耐火革

#### ◆ 耐火革以外の用途への展望

鞣し工程後の再鞣・染色・加脂工程の製造処方によって、製造革の風合い、物性、色合いなどを調整でき、鞣、衣料、小物など、それぞれの用途に応じた革の製造が可能です。この鞣剤は非クロム非アルデヒド系鞣剤ですので、環境に配慮したエコレザーも製造できます。エコレザー認定を受けるには、遊離ホルムアルデヒドの原因物質となるアルデヒド系再鞣剤の使用量を制限して求める風合いを出す必要がありますが、そのノウハウも構築済みです。



溶鉱炉用プロテクターの使用風景

### 公開情報

松本誠：新規高分子系鞣剤を用いた鞣しに関する研究，兵庫県立工業技術センター研究報告書，Vol.27，p.57（2018）

担当

皮革工業技術支援センター

松本 誠

## 多色絣系と機能系を用いた製品開発

絣（かすり）系は、1本の糸を括り（くくり）などの技法で染め分けたもので、久留米絣などが有名です。絣系は、白と染めた色の2色のものが一般的ですが、今回開発した多色絣系染色装置により、最大4色に染め分けた絣系を量産することが可能になりました。この多色絣系と、新たに開発した機能系（消臭）を用いて様々な製品を開発しました。絣系を用いる時に発生するモアレ模様を、織物組織の工夫により目立たなくしたことも、技術的なポイントです。



開発した多色絣系染色装置

### キーワード

絣系、注染、二重織、消臭

#### ◆ 多色絣系染色装置

注染（ちゅうせん）の技術を応用した染色装置で、これまで全て手作業で染めていた多色絣系の量産が可能になりました。



多色絣系（4色）



モアレ模様の発生

#### ◆ モアレ模様と織物組織の工夫

絣系をそのまま緯糸に用いると、モアレ模様の縞模様が発生しますが、二重織で絣系を部分的に見せることでモアレ模様を目立たなくすることができました。さらに接結点を菱形に配置することでキルティングをイメージしています。



織物組織の工夫でモアレ模様を目立たなくする

#### ◆ 製品展開

二重織で市松柄を表現した生地を試織し、カバンに展開しました。また三重織ガーゼの中間層に、消臭効果を持った機能糸を配置した生地を試織し、消臭機能が重要視されるベビー用品にも展開しました。この消臭機能糸は耐洗濯性に非常に優れており、他に靴下やマイ箸ケースなどにも展開しています。



絣市松柄のカバンに展開



消臭機能を活かしてベビー用品に

### 公開情報

橋本義仁、藤田浩行、東山幸央：多色絣と製織技術の確立、日本繊維機械学会 第72回年次大会, A1-06&P2-04 (2019)

### 関連お問合せ先

多可染工株式会社 (<http://www.taka-banshuori.jp>)

〒679-1113 多可郡多可町中区中村町 446-2 TEL : 0795-32-0088 FAX : 0795-32-3011

担当

繊維工業技術支援センター

東山 幸央

## オリジナルデザインの播州織生地を用いた作品製作

繊維工業技術支援センターでは、服飾系の専門学校生を対象に、オリジナルデザイン織物とファッションデザイン創作研究を行っています。西脇市を中心とする播州織産地は、国内最大の先染綿織物の産地であり、未来のアパレルの現場に立つ学生たちに播州織の品質の高さと、先染めの良さを理解してもらうことを目的として、産地見学を受け入れています。当支援センターでは、学生ひとり一人が自ら作成し、コンペで選出されたデザインをオリジナル生地として製織・提供を行っています。学生たちはこの生地を用いて作品を製作し、ファッションショー形式での発表を行いました。



生地の色合わせをする学生たち

### キーワード

播州織、デザイン、産地見学、先染織物、ファッションショー

#### ◆ 先染織物の産地見学

糸で染める先染織物は、一般的な後染織物（プリントなど）と比較して、鮮やかで深みのある色調などのメリットがある一方、緯（よこ）糸方向の色数制限などデザイン上の制約もあります。産地見学を通して、学生たちには「なぜそうなるのか？」を理解してもらい、先染織物ということを踏まえたデザインを考案してもらいました。



産地見学の様子



デザインコンペの様子

#### ◆ 生地製織、ファッションショー

デザインコンペにて選出された柄を織物組織化し、学生たちが色合わせを行って配色を決定しました。その後、当支援センターのジャカード織機にて生地を製織、播州織工業協同組合にて整理加工を行い、オリジナルデザイン生地を製作しました。学生たちはこの生地を用いて各自作品を製作し、毎年2月に行われる専門学校のファッションショーにて発表を行いました。



作成したオリジナルデザイン生地



テーマ「万華鏡」(2017年度)  
於：神戸国際会館

テーマ「水面の光」(2018年度)  
於：松方ホール

### 公開情報

神戸ファッション専門学校 公式ホームページ 「ショー・コンテスト・作品展」 (<https://kfi.ac.jp/show/>)

### 関連お問合せ先

学校法人 福富学園 神戸ファッション専門学校 (<https://kfi.ac.jp>)

〒651-0066 神戸市中央区国香通 6-7 TEL：078-241-8611 FAX：078-241-8614

担当

繊維工業技術支援センター

東山 幸央

## 兵庫県立工業技術センター

---

兵庫県立工業技術センター

### 航空産業非破壊検査トレーニングセンター

〒654-0037

兵庫県神戸市須磨区行平町 3-1-12

TEL : 078-731-4033 (総合相談窓口・ハローテクノ)

FAX : 078-735-7845

MAIL : radish@hyogo-kg.jp

H P : <http://www.hyogo-kg.jp>

兵庫県立工業技術センター

### 繊維工業技術支援センター

---

〒677-0054

兵庫県西脇市野村町 1790-496

TEL : 0795-22-2041

FAX : 0795-22-3671

H P : <http://www.hyogo-kg.jp/seni/>

兵庫県立工業技術センター

### 皮革工業技術支援センター

---

〒670-0811

兵庫県姫路市野里 3

TEL : 079-282-2290

FAX : 079-222-9043

H P : <http://www.hyogo-kg.jp/hikaku/>

