

# 研究成果事例集

(令和7年度実施分)

静岡県工業技術研究所

令和8年5月

## 工業技術研究所

頁	成果事例	担当科
1	CNF を用いた低環境負荷型湿式摩擦材の開発	化学材料科
2	小面積試料の透過率・ヘーズの測定	照明音響科
3	音声認識技術を活用した車内音場の評価 ー自動車内装による空間の響きのシミュレーションー	照明音響科
4	三次元点群データのデジタルツインへの活用技術の開発	機械電子科
5	香気成分からみた生米麴と乾燥米麴の比較	食品科
6	白金の超強度化技術による大型モビリティ搭載用 固体高分子形燃料電池電極触媒の開発	環境 エネルギー科
7	高結晶コーヒーかす活性炭への白金埋込による高耐久性燃料 電池の開発	環境 エネルギー科
8	しずおか木製家具復興のための県産広葉樹活用技術の開発	工芸科

## 沼津工業技術支援センター

頁	成果事例	担当科
9	プラズマを照射した温州ミカン中の抗菌成分量の評価 ースコパロンは増えるのか？ー	バイオ科
10	CFRP 積層構成検討における二軸引張試験の活用	機械電子科
11	医療用チタンの金属組織と EBSD の活用	機械電子科

## 富士工業技術支援センター

頁	成果事例	担当科
12	廃棄繊維の古紙代替利用に関する研究	製紙科

## 浜松工業技術支援センター

頁	成果事例	担当科
13	2 $\mu$ m レーザーを用いた透明樹脂溶着 －熔融領域の温度分布シミュレーション－	光科
14	MPA を用いた照明の社会実装に向けた技術の開発 －光学シミュレーション技術を活用した投影性能の高性能化－	光科
15	DIC(デジタル画像相関法)の熱変形 CAE への応用	機械電子科
16	金属 3D プリンタを活用したものづくり支援のための積層造形 技術開発	材料科
17	ハイテンの成形シミュレーションに必要な物性データの取得	材料科
18	繊維製品の端材を元の製品に再生するリサイクルの実現 －化学繊維製品の端材を有効活用－	繊維高分子 材料科

## CNF を用いた低環境負荷型湿式摩擦材の開発

### [背景・目的]

湿式摩擦材は自動車のクラッチ等に使用される樹脂製品であり、動力伝達を司る役割をします。これまでの取組では、湿式摩擦材に特定の CNF を微量配合することで、従来技術では両立が困難であった製品強度と摩擦性能が共に向上することが分かりました。

本研究では CNF の繊維性状が強度向上に寄与するメカニズムを明らかにすること、CNF の配合により樹脂使用量を低減させた低環境負荷な摩擦材を開発することを目的としました。

### [研究成果]

- ・ こう解<sup>\*</sup>度合いを変えた CNF を摩擦材に配合し、その製品強度を評価した結果、こう解度が高い CNF ほど製品強度を向上させることが分かりました (図1)。
- ・ 作製した摩擦材の均一性を評価した結果、こう解度が高い CNF ほど、摩擦材中の疎な箇所が微細化していることが分かりました (図3)。
- ・ 適切な CNF を配合することで、熱硬化性樹脂の使用量を 1/3 低減させても、従来品と同等の製品強度を有する摩擦材を作製することができました (図2)。

\*こう解：繊維を毛羽立たせながら、解きほぐす工程

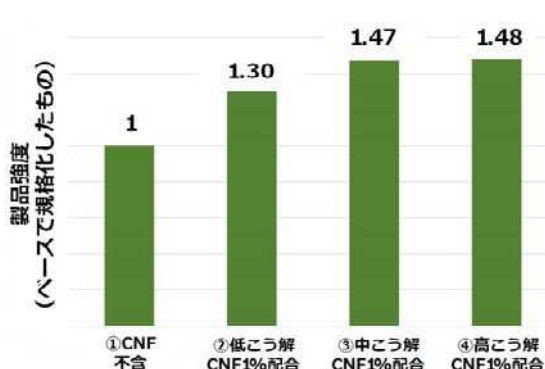


図1 CNF の繊維性状と製品強度の関係



図2 CNF による樹脂低減効果

サンプル名	②低こう解CNF1%配合	③中こう解CNF1%配合	④高こう解CNF1%配合
疎な部分 (色つき箇所)			
疎な部分の平均サイズ(mm <sup>2</sup> )	10.56	8.8	8.16

図3 CNF の繊維性状と摩擦材形状の関係 (④では疎な部分 (色つき箇所) が微細化)

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ 本研究で得られた製品中の CNF を分析する手法や知見について、学会発表等で情報発信を行っています。また、展示会などでも成果を普及する計画です。

## 小面積試料の透過率・ヘーズの測定

### [背景・目的]

半透明プラスチックは、照明器具の配光制御や、工業製品の意匠性を高める質感制御などに広く用いられています。その性能は、透過率やヘーズ（曇り価）として、測定規格（JIS K 7361-1:1997、JIS K 7136 等）に基づき定量的に評価されます。一方、開発の現場では、成形品を対象とする評価において、測定規格の要件を満たす直径 20mm より大きな試料を準備できない場合もあります。そこで本研究では、写真のような小面積試料を想定した、市販の測定装置による透過率、ヘーズの測定可能性を検証しました。

### [研究成果]

検証では、分光透過率・ヘーズ計（(株) 村上色彩技術研究所 HSP-150VIR）にマスクを取り付けて測定径を標準の 14 mm より小さくし（10 mm、7 mm、5 mm）、小面積試料の測定を模擬しました。ND フィルターとヘーズ標準板を重ねた試料を対象に、全光線透過率、拡散透過率、ヘーズを測定し、測定径を小さくする影響を調査しました。

その結果、全光線透過率の測定では、測定径を小さくしても、規格に準拠した測定と相関性の高い測定結果が得られました（図 1）。しかしながら、測定径を小さくすることは、受光光量が減ることで測定ノイズが増え、測定の安定性に影響します。

一方、拡散透過率とヘーズの測定においては、測定径を小さくすると、光拡散性の高い試料ほど測定値を過小評価することがわかりました（図 2）。規格に準拠した測定に近い測定値を得るためには、繰り返し測定や、測定分解能を下げる（例：小数点以下の数値を切り捨てる）ことなどが有効であると考えられます。

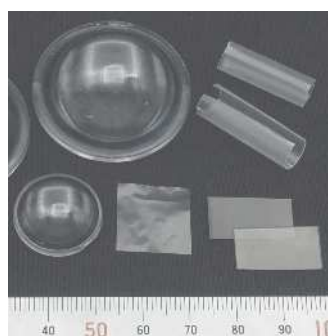


写真 小面積試料

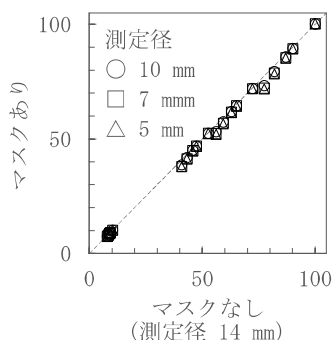


図 1 測定結果 (透過率)

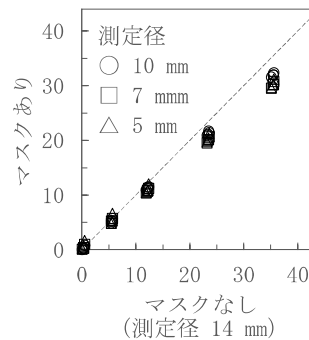


図 2 測定結果 (ヘーズ)

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

得られた成果は、大きな試料の準備が難しい試料の透過率・ヘーズ測定を要望する県内企業に対して、小面積試料の透過率やヘーズを測定する際の制約や注意点として情報提供します。また、分光透過率・ヘーズ計による機器使用等でも成果を活用し、県内企業による光学部品等の開発や品質改善に関わる技術支援を進めます。

## 音声認識技術を活用した車内音場の評価

### － 自動車内装による空間の響きのシミュレーション －

#### 【背景・目的】

工業技術研究所では自動車内装の音響特性である吸音性能（残響室法吸音率）と遮音性能（音響透過損失）を測定する音響試験を実施しています。その自動車内装を実車に施工して音響性能を評価するためには、大規模な設備が必要となります。

そこで、本研究では、音場のシミュレーションと音声認識技術を組み合わせることで大規模な設備に代わる音響評価システムの開発を目指しました。

#### 【研究成果】

- ・響きの無い音声と空間の響きを合成した音声を作成し、音声認識技術を活用して音声の聞き取り易さを機械的に評価するシステムを構築しました（図1）。
- ・自動車内装31種類について、吸音率と音場データを実測し、吸音率と誤り率で比較した結果、吸音率が高いほど誤り率は低くなる傾向が見られました（図2）。
- ・吸音率0.51の3種類の自動車内装は、誤り率では0.76から0.79までの広がりがありました。
- ・本手法を活用することで、これまで吸音率では区別できなかった自動車内装を、誤り率で分類できる可能性が示唆されました。

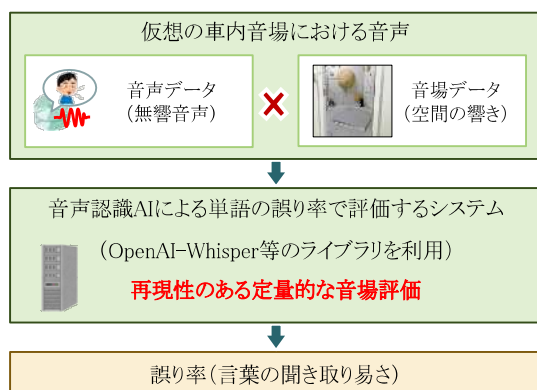


図1 音声認識を用いた評価の流れ  
(全てローカルコンピューターでの処理)

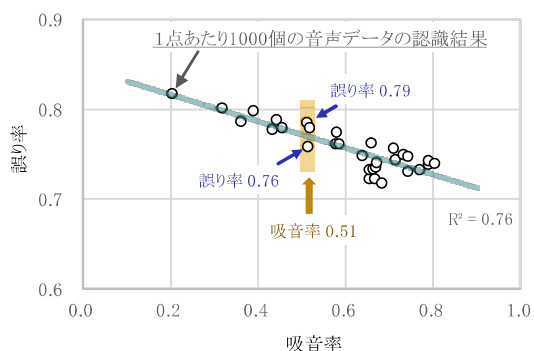


図2 吸音率と誤り率の関係  
(○：音場の評価結果、青線：線形近似)

#### 【研究成果の普及・技術移転の計画】

今後は、境界を隔てた外部から車内へ透過する音の影響（遮音性能）を取り入れたシミュレーションシステムに発展させて、車内における自動車内装の音響性能評価の技術支援に活用して普及を目指します。

## 三次元点群データのデジタルツインへの活用技術の開発

### [背景・目的]

工業技術研究所では令和4～6年度に、現実の工場を仮想空間に再現し、さまざまなシミュレーションを行うことで生産効率を高める「デジタルツイン」を、中小企業でも活用できるようにする研究を進めてきました。この中小企業版デジタルツインは高機能ですが、多くの専門知識が必要で操作も複雑なため、現場の作業者にとって負担が大きいという課題がありました。

そこで本研究では、業種ごとに必要な機能だけを抜き出し、作業者の負担を減らして導入や運用を簡単に行える簡易版デジタルツインの構築に取り組んでいます。

### [これまでに得られた成果]

①県内企業にヒアリングを行い、業種ごとに必要なシミュレーション機能の選定を行いました。また、簡易版デジタルツインでは、中小企業版デジタルツインで使っていた専門ツール（ゲームエンジンや生産シミュレータ）を使わず、同等のシミュレーション結果が出せる代替機能を織り込んで構築しています（図1）。

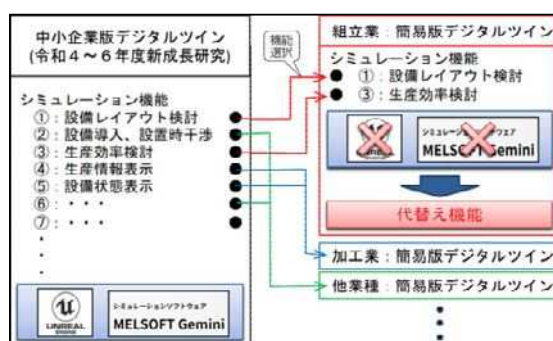


図1 簡易版デジタルツインの構築イメージ

②作業者の負担を抑えるために、普段の業務と類似した操作で使える仕組みを検討しました。組立業向けには、工場モデルやIoTデータから生産効率の検討ができる専用Excelを構築しています（図2）。加工業向けには、工場モデルに生産情報や設備情報などの必要情報を付与させ、現状確認を即時実施できる仕組みを構築しています。

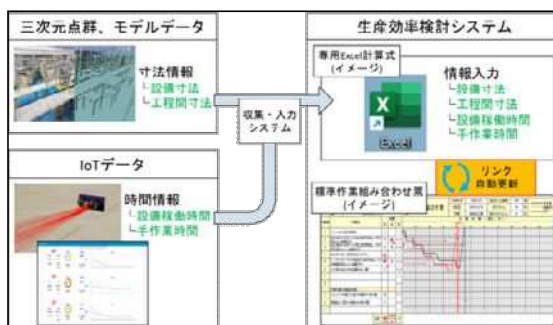


図2 生産効率検討機能の構築イメージ

### [期待される効果・技術移転の計画]

簡易版デジタルツインは専門ツールを使わないため、現場の作業者でも扱いやすく、導入や運用の負担を大きく減らすことができます。また、業種ごとに必要な機能を整理しているため、それぞれの現場に合った形で活用でき、生産状況の把握や改善検討などがよりスムーズになります。

さらに、本研究で構築した簡易版デジタルツインの導入事例を示すことで、同じ業種の企業にも展開しやすくなり、県内の中小企業全体への普及が進むことが期待されます。

## 香気成分からみた生米麴と乾燥米麴の比較

### [背景・目的]

米麴は、日本の伝統的な発酵食品に広く利用されており、近年は米麴の製造条件の多様化が進んでいます。一方、製造条件の違いが香気成分組成に与える影響は十分に整理されていません。特に、保存性向上を目的に利用が進む乾燥米麴については、生米麴との違いや乾燥工程の影響に関する知見は限られています。そこで本研究では、生米麴と乾燥米麴の香気成分を比較し、両者の違いを明らかにしました。

### [研究成果]

- 各米麴の香気成分の量的傾向を把握する指標として、図1に各米麴のトータルイオンクロマトグラム(TIC)のピーク面積値を合計したTIC面積値を示します。生米麴は乾燥米麴に比べ、香気成分が多いことが分かりました。
- 図2に各米麴の香気成分について主成分分析を行った結果を示します。生米麴群と乾燥米麴群は離れた領域に分布し、香気成分の組成が異なることが示されました。
- そこで、各米麴のピーク面積値上位5成分を主要香気成分として比較しました。生米麴では分岐鎖アルコール(2-methylbutanol、3-methylbutanol等)が、乾燥米麴ではヘキサノールが共通して検出され、主要香気成分の構成は両者で異なることが確認されました。これら要因の一つとして、乾燥工程が影響していることが示唆されました。

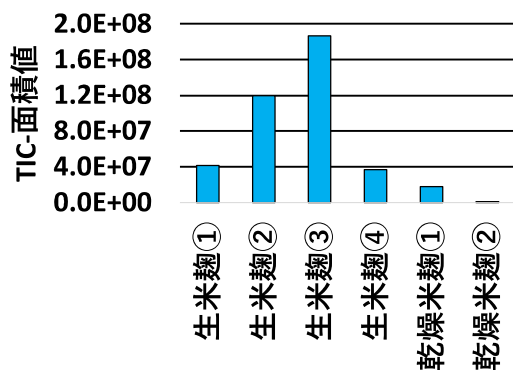


図1. 米麴の香気成分のTIC面積値比較

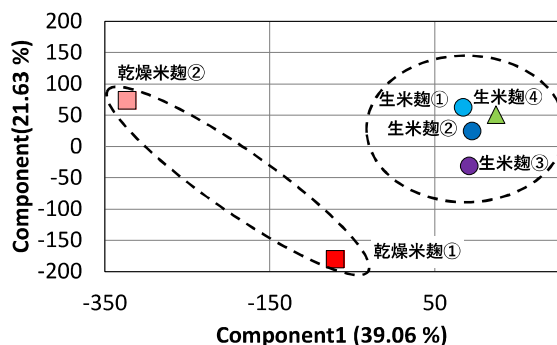


図2. 各米麴の香気成分に関する主成分分析

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

本成果は、米麴および米麴を利用した発酵食品の製造において、製造条件の検討や品質評価への活用が期待されます。本成果は、研究報告や技術相談等を通じて関係事業者への情報提供を行い、味噌や醤油などの発酵食品に加え、塩麴や甘酒等の米麴を利用した食品製造における技術支援につなげていきます。

## 白金の超強度化技術による大型モビリティ搭載用 固体高分子形燃料電池電極触媒の開発

### [背景・目的]

輸送機器の電動化に向けた動きが世界的に進む中、大型トラックや鉄道、船舶、建設機械などの大型・商用モビリティは、航続距離や運転条件などからバッテリーのみでは電動化が困難であり、固体高分子形燃料電池 (PEFC) を適用させる開発競争が活発になっています。PEFC を搭載した大型・商用モビリティの開発には、広作動域 (高温、高負荷変動、高電位、強酸性環境等) で高い耐久性を示す白金系電極触媒の開発が不可欠であり、従来の白金担持炭素とは異なる新規触媒が求められています。

本研究では、静岡大学が開発した白金配位ポリオキソタングステートを応用展開し、「原料の段階から白金構造を強度化する」という合成化学的アプローチから新規の PEFC 用触媒を創製することを目的としました。

### [研究成果]

- ・ 新規に合成した触媒 A～E (比較として市販触媒の TEC10E50E) について、回転電極法により白金比表面積 (ECSA) ※・質量比活性・面積比活性を評価した結果、活性の高い触媒を選定することができました (図1)。 ※白金 1g あたりの表面積
- ・ DおよびEの質量比活性が高く、有用な触媒であることが分かりました。
- ・ Aについては面積比活性が高いため、ECSA を大きく (より高分散化) できれば、質量比活性が大幅に向上する可能性を有しています。

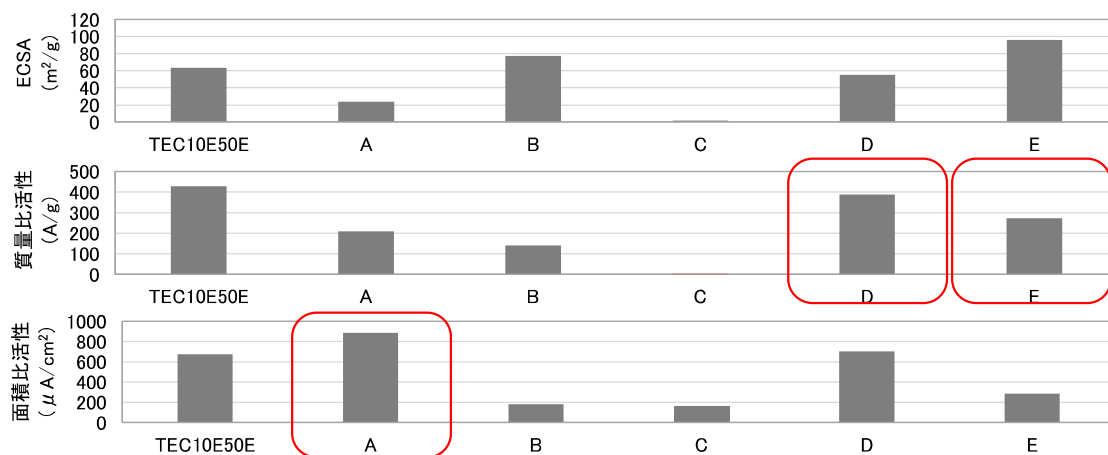


図1 新規に合成した触媒の ECSA と活性

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ 回転電極法による ECSA および活性の評価方法が確立できたため、今後も大型・商用モビリティ用 PEFC の電極として実用に資する白金触媒の開発を継続し、水素エネルギー社会の実現に貢献していきます。

## 高結晶コーヒーかす活性炭への白金埋込による 高耐久性燃料電池の開発

### [背景・目的]

次世代のエネルギー源として水素が注目されています。水素を利用した燃料電池はエネルギー効率がが高く、また発電の際に水しか排出されないため、環境に優しいという特徴があります。

燃料電池の中でも固体高分子形燃料電池(Polymer Electrolyte Fuel Cell, PEFC)は、小型で低温動作し、起動時間も短いため、自動車や家庭用電源として開発が進んでいます。PEFCのさらなる普及には、電極触媒の耐久性向上が課題となっています。

本研究では、コーヒーかすを原料とした活性炭に白金ナノ粒子を担持することでPEFC用触媒を開発しました。コーヒーかす活性炭の作製時に黒鉛化触媒を添加することで、炭素の結晶性を高め、腐食耐性を強化することを目指しました。

### [研究成果]

- ・ コーヒーかすにニッケル (Ni) を添加することで、1,050°C～1,100°Cと比較的低い処理温度でコーヒーかす活性炭の黒鉛化が促進されました。透過電子顕微鏡 (TEM) による観察からも黒鉛化している様子が確認できました(図1の矢印部分:滑らかな形状)。
- ・ 1,100°Cで処理したサンプルは最も黒鉛化が進んでおり、燃料電池の耐久性試験(起動停止模擬電位サイクル試験)後においても高いIV性能を維持しました(図2)。

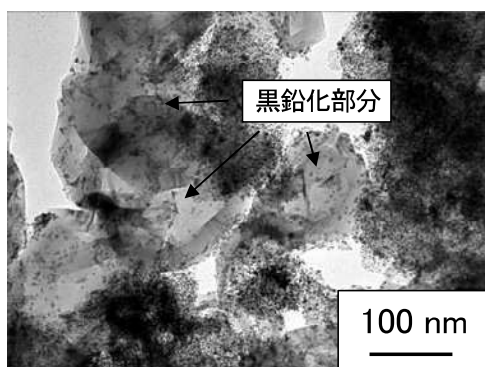


図1 黒鉛化が促進されたコーヒーかす活性炭のTEM画像

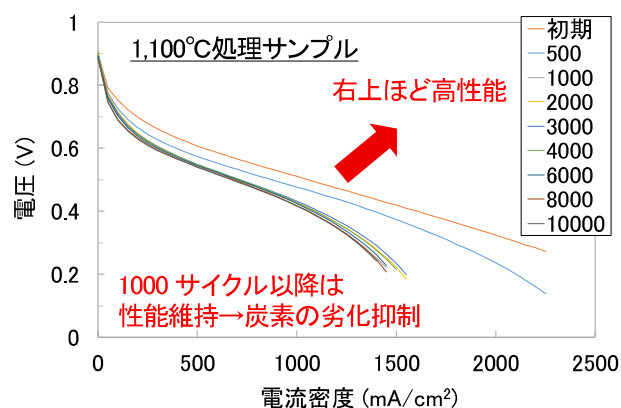


図2 耐久性試験後のIV性能の変化(凡例はサイクル数を表す)

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ 本研究で開発した燃料電池触媒の実用化に向けたより詳細な評価を進めるため、県内の触媒メーカーと連携し、白金担持方法の最適化、Ni 残存の影響などを検討します。
- ・ コーヒーかすの有効活用は、県内飲料メーカーの廃棄物処分コストの低減、環境負荷の軽減につながるため、原料としての安定供給に向けた枠組みも構築していきます。

## 研究成果事例

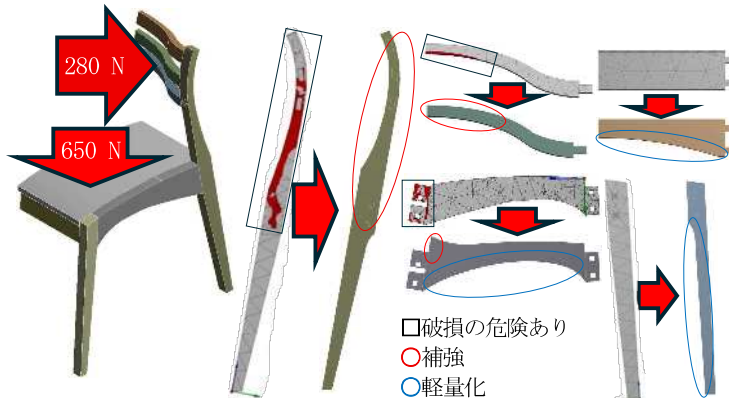
# しずおか木製家具復興のための県産広葉樹活用技術の開発

### [背景・目的]

木製家具出荷額が全国的に減少する中、他の家具産地は高度な差別化技術を導入してニーズの高い脚物家具への転換を果たしています。静岡県も他産地に負けない差別化技術を確立し、付加価値が高い脚物家具の生産に注力する必要があります。そのためのシーズとして、工業技術研究所のCAE（Computer Aided Engineering）の知見と、豊富な県産広葉樹の資源があげられます。本研究では静岡県の木製家具産業の復興を目指し、CAEによる差別化と県産広葉樹を活用した木製家具の生産技術を確立しました。

### [研究成果]

- ・ 県産広葉樹を対象とした物性試験の結果に基づき、家具試験をコンピュータ内で実施できる「家具強度シミュレーション」を構築しました。
- ・ 「家具強度シミュレーション」を活用し、JISで定義された「家具試験で壊れない」、強度と軽量化を両立した脚物家具の最適設計を試作レスで実施できました（図1）。
- ・ 最適設計された脚物家具の試作品に対して実試験を実施し、「家具試験で壊れない」ことを確認しました。これにより、構築した「家具強度シミュレーション」は試作レスで目標とした強度を有する脚物家具を設計できることが示されました（図2）。



(a)家具試験の再現 (b)シミュレーションに結果と設計変更

図1 家具強度シミュレーションによる脚物家具の設計



(a)試作 (b)家具試験

図2 設計された脚物家具の試作と家具試験

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ 令和8年度以降は、本研究で構築した技術を活用した共同研究、受託研究を通じて県内家具製造業者への普及を図ります。
- ・ なお、専門的な知識や設備が必要となるCAEの実施に関しては、当面の間、静岡県工業技術研究所が担当します。

## プラズマを照射した温州ミカン中の抗菌成分量の評価 —スコパロンは増えるのか?—

### [背景・目的]

静岡県は温州ミカンの栽培が盛んです。温州ミカンには、収穫後、2～3週間程度の貯蔵期間を経て市場に流通させる品種もあります。その中には消費者の手に渡る前に腐敗してしまう果実が10%～30%程度あると言われていています。温州ミカンの主な腐敗の原因はカビ (*Penicillium digitatum* や *Penicillium italicum*) で、果実にカビが発生することは、生産者の経済的損失を招き、生産地のイメージダウンにもつながるため、対策が求められています。

一方、これまでのプラズマ照射による柑橘果実の殺菌装置の開発において、既にカビを殺菌できることが明らかになっています。また、紫外線等の刺激は、柑橘果実中でスコパロンという抗菌成分の合成を促すことが知られています。本研究では、プラズマ照射(図1)が果実表面の殺菌に加え、スコパロンを増やすことで、果実内部からも腐敗抑制を促すことが期待できるのかを調査しました。

### [研究成果]

- ・プラズマを照射した温州ミカン果皮中では、スコパロンが増加しました。
- ・温州ミカン中のスコパロンの増加は、プラズマ照射後7日程度で最大になると考えられました(図2)。

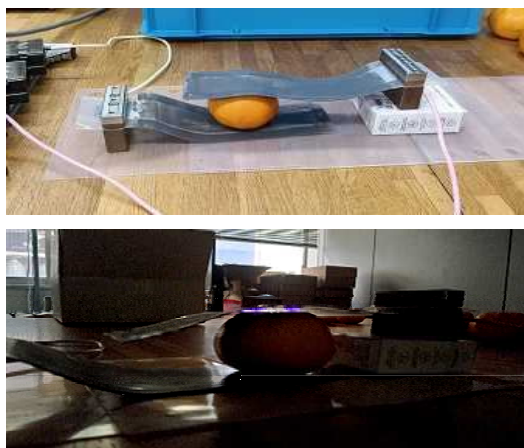


図1 温州ミカンへのプラズマ照射の様子

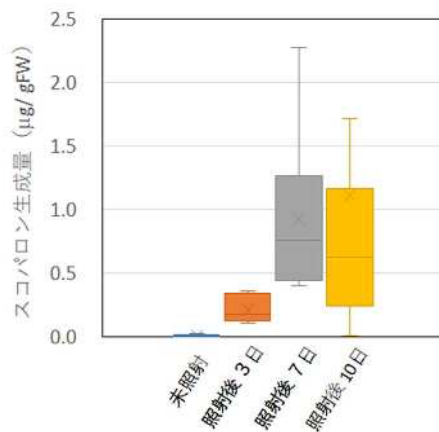


図2 プラズマ照射によるスコパロン量の増加

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・本研究の内容を農芸化学会 2026 年度大会及び沼津工業技術支援センター研究発表会において発表しました。
- ・今後の装置開発において、柑橘の腐敗抑制の原理の一つとして本研究成果の活用が期待されます。

## CFRP 積層構成検討における二軸引張試験の活用

### [背景・目的]

炭素繊維強化プラスチック(以下、CFRP)は、金属材料に代わる軽量材料として様々な用途に使われています。CFRP の使用方法の一つに「プリプレグ積層」というものがあります。「プリプレグ」と呼ばれるシート状のCFRP 中間体を、主に円筒形状の構造物へ炭素繊維の角度を変えながら何層も巻き付け、製品強度を向上させる方法です。製品強度は、プリプレグの巻き方、つまり積層構成によって変化します。このため製品設計者は、最適な積層構成を検討しています。

積層構成の検討として単軸引張試験が用いられることがあります。しかし、実際の製品の使用環境は多軸応力状態の場合が多く、参考となるデータの取得が容易でないことが課題となっています。そこで我々は、同時に二方向の引張荷重を与えることのできる二軸引張試験機(図1)に注目しました。

本研究では、二軸引張試験及び製品形状(円筒形)を用いた試験を実施し、両試料の内部亀裂を比較することで、製品試験を模擬可能な二軸引張試験条件の探索をしました。

### [研究成果]

- ・二軸引張試験機の X, Y 各方向のアーム長さ比を、X:Y=2:1 で試験したところ、亀裂密度、分布について、製品形状の試験と類似した傾向が得られました(図2)。
- ・二軸引張試験で製品形状の試験を模擬できる可能性を見出すことができました。



図1 二軸引張試験機

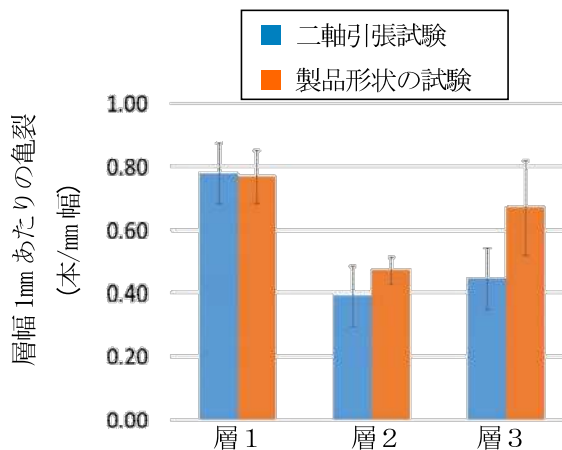


図2 亀裂本数の比較

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・委託元企業にて、製品開発に二軸引張試験機を活用することができ、開発のスピードアップに貢献しました。

## 医療用チタンの金属組織と EBSD の活用

### [背景・目的]

金属材料の機械的特性を解明する上で、結晶組織の評価は極めて重要です。一般的には、光学顕微鏡による組織観察が広く行われていますが、これらは結晶粒の形状や相の分布を把握する上では有効な反面、個々の結晶方位の特定は困難です。

走査電子顕微鏡 (SEM) 内での回折現象を利用した EBSD (Electron BackScatter Diffraction : 電子線後方散乱回折) 法は回折パターンの解析により、結晶方位の同定や組織の可視化を可能とするものであり、さらに KAM 解析<sup>※</sup>を用いることで局所的な方位差からひずみ評価も可能です。

本研究では、医療用インプラントとして広く利用されるチタン合金 (Ti-6Al-4V) を対象に EBSD による組織評価を実施し、結晶方位情報やひずみ状態のデータを取得することで、材料選定時の設計指針構築に向けた基礎データの蓄積を目指しました。

※ Kernel Average Misorientation の略。SEM-EBSD を用いて測定点とその周囲の測定点との結晶方位差を平均し、材料内の局所的なひずみや転位密度を可視化する手法

### [研究成果]

- ・ 結晶方位解析より、方位がランダムに分布し、顕著な集合組織は確認されませんでした (図1)。
- ・ 内部ひずみの解析より、結晶粒内の局所的なひずみは確認されませんでした (図2)。
- ・ インプラント用 Ti-6Al-4V の組織状態を EBSD により確認し、材料選定・受入評価の基礎データとして整理することに活用しました。

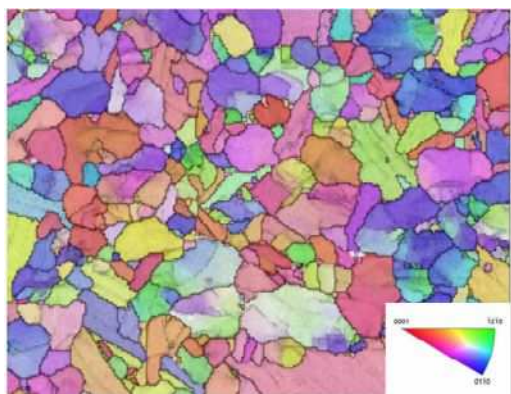


図1 結晶方位解析

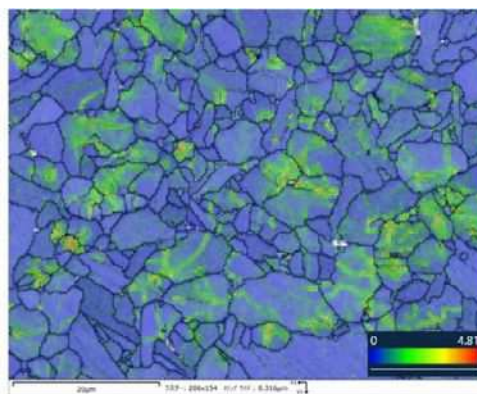


図2 局所ひずみの解析

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ 共同企業にて、製品開発時の材料選定に活用できました。
- ・ 今後は加工後の組織評価も実施し、加工起因の方位変化・ひずみ増加の有無を整理することで、材料選定に加えて工程条件の妥当性確認にも展開します。

## 研究成果事例

### 廃棄繊維の古紙代替利用に関する研究

#### [背景・目的]

静岡県製の製紙産業は、古紙を原料とするトイレットペーパー製造工場が多く、原料の大部分を古紙に依存していることが特徴です。今後、デジタル化や広告媒体の切替などで紙の生産量が激減し、古紙回収量の減少が継続すると予測されているため、製紙会社の古紙調達により厳しい状態となり、将来に向けて代替原料の検討が必須となります。

本研究では、大量に廃棄されているコットン生地を古紙原料の代替に利用するため、解繊方法の検討や古紙処理工程に投入した際の問題点の抽出を行うことにより、コットンを5%以上配合したトイレットペーパーの抄造方法を提案しました。

#### [研究成果]

- ・コットン生地の解繊はリファイナーを使用し、湿式で行いました。解繊条件を種々検討したところ、原料濃度2wt%、叩解刃、クリアランス0.1mmで処理することにより、効率的に製紙用パルプと同等の長さの繊維に解繊できました(図1)。
- ・湿式解繊後のコットンは未解繊の粗いものが一部残存するため、古紙処理工程のスクリーンでの原料ロスが懸念されました。古紙にコットンを10～30%混合した原料を古紙処理工程に通したところ、古紙100%と比較して若干の歩留まりの低下が見られましたが、問題なく古紙処理工程を通過することが分かりました。
- ・コットンを10、30%配合した手抄き紙(16g/m<sup>2</sup>)を作製し、その物性を測定したところ、10%配合品は、トイレットペーパーの実用的な基準(比破裂強さ:0.75kPa・m<sup>2</sup>/g以上、ほぐれやすさ:35秒以下)を満たす物性となりました(図2)。

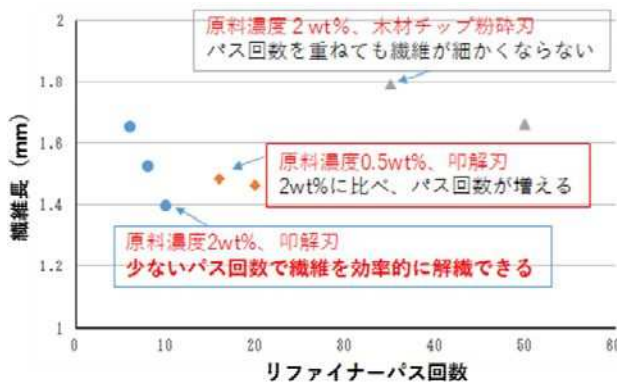


図1 リファイナーによる解繊結果

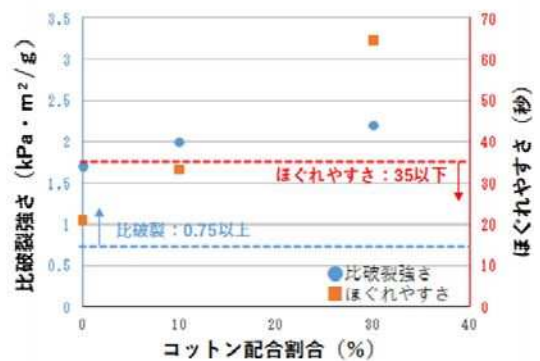


図2 コットンを配合した手抄紙き紙の物性

#### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・本研究の実験結果を基に、県内製紙会社で工場実機によるコットン5%配合のトイレットペーパーの試作を行う予定です。今後も継続的に技術支援し、製品化を目指します。
- ・本研究の成果は学会発表、展示会などを通して広く情報発信します。

お問い合わせ先 工業技術研究所 富士工業技術支援センター  
製紙科  
電話 0545-35-5190

## 2μm レーザーを用いた透明樹脂溶着 — 溶融領域の温度分布シミュレーション —

### [背景・目的]

透明樹脂同士を接合する方法の一つに赤外線波長レーザー（2μm レーザー）を用いた溶着があります。本方法は、接着剤等の薬剤を使わずにレーザーで透明樹脂自身を直接加熱して溶着するため、環境や人体に優しい特長があります。一方で、樹脂内部でレーザー照射による溶融領域が大きく広がるため温度制御が不安定になりやすく、空間的に均一な接合が難しいという課題があります。

本研究では、医療器具部品等の溶着への応用を目指して、溶着過程の温度分布を予測して溶着条件を最適化する方法を検討しました。

### [研究成果]

透明樹脂平板（ポリカーボネート：PC）を重ね溶着した時の温度分布を伝熱解析で予測しました（図1）。次に、溶着強度が異なる2つの溶着条件において、予測した温度分布と溶着断面を比較しました（図2）。ガラス転移温度150℃より高い温度領域は、実際の溶融領域と同様に楕円状であり、接合界面における幅も同等であることが確認されました。これは、レーザーの光強度分布（ガウス分布）と、ガラスの放熱によるためです。

温度分布の解析には、光吸収長、比熱、熱伝導率、ガラス転移温度及び密度の物性値が必要になります。特に比熱については、温度依存性を考慮することで予測した温度分布が実際の溶融領域に近づくことが分かりました。

今後は、実際の製品形状やレーザー走査における温度分布を予測できるようにします。

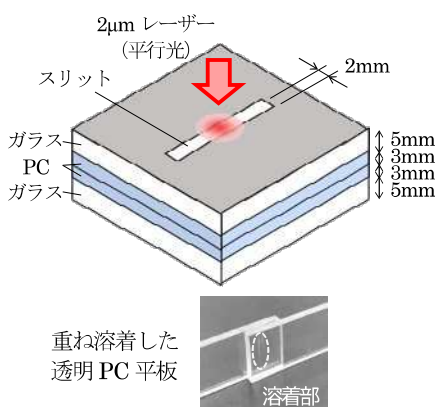


図1 重ね溶着の概略図

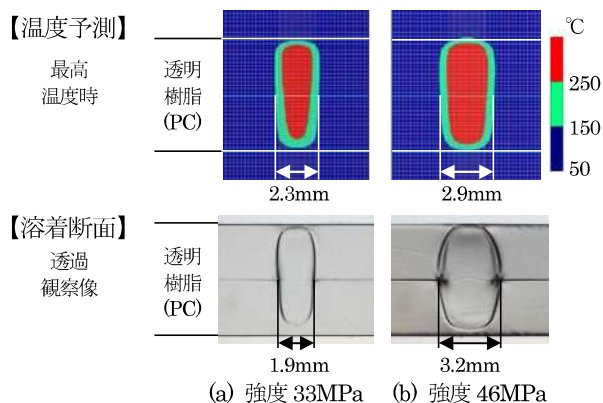


図2 予測した温度分布と実際の溶着断面との比較  
(強度は引張試験で測定したせん断強度)

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

シミュレーションで温度分布を予測できるようになれば、均一な溶着を実現するために必要な溶着条件の最適化にかかる時間を短縮できます。研究終了後は、温度予測技術を活用してレーザー溶着に取り組む企業を支援します。

## MPA を用いた照明の社会実装に向けた技術の開発 —光学シミュレーション技術を活用した投影性能の高性能化—

### [背景・目的]

工業技術研究所では、令和3～5年度に実施した新成長戦略研究で路面や壁面に図形像を投影する微細光学素子マイクロプリズムアレイ (MPA) を開発しました。MPA の社会実装に向けては、注意喚起や進路誘導を目的として同じ図形像を複数個投影する場合があります。しかし、これまでに開発した単一光源と MPA を用いた方法では、図形像を増やすと明るさと解像度が低減してしまいます。

そこで本研究では、複数の光源を用いて図形像を複製し、明るさと解像度を維持する手法に着目しました。一方で、この手法は、複製する図形像を投影する光源と MPA の位置関係が設計とは異なるため、図形像の輪郭のぼけや形状崩れなどが懸念されます。本研究は、光源の配置を最適化することでこれらの課題を解決し、図形像の品質を向上する手法の確立を目指しました (図1)。

### [研究成果]

- 複製する図形像と設計での図形像を光学シミュレーションで予測し、それらの重なり具合を数値化した指標「一致度」を定義することで像質を定量的に評価する手法を構築しました。
- 山形の図形像を700 mmの間隔で投影する条件において、光源の配置を最適化した結果、従来の平面配列に比べて一致度が向上し、輪郭ぼけや形状崩れが少ない図形像を複製できました (図2)。
- 最適化した光源配置で実験を実施し、シミュレーションと同程度の像質向上を確認しました。これにより本手法が実用的に有効であることを確認しました。

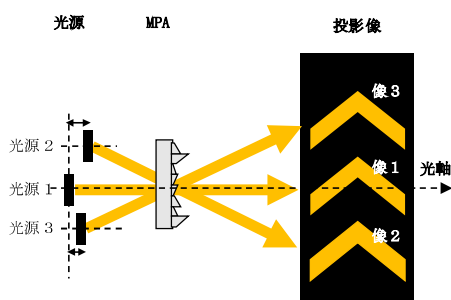


図1 複数の光源を用いて図形像を複製する光学系の概念図

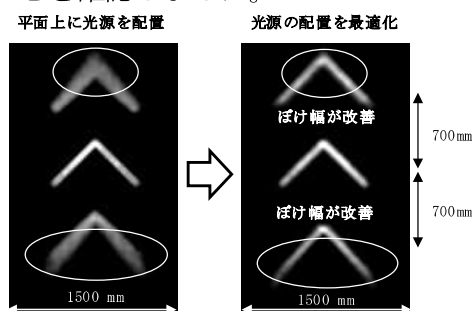


図2 山形の図形像を約700mmの間隔でMPAから距離2.5 mの壁面に投影したシミュレーション結果

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

光学シミュレーションを活用した本手法や得られた知見を利用することで、MPA を用いた図形投影装置の試作回数を低減し、より効率的な製品開発が期待できます

お問い合わせ先 工業技術研究所 浜松工業技術支援センター  
光科  
電話 053-428-4157

## DIC(デジタル画像相関法)の熱変形 CAE への応用

### [背景・目的]

軽量化のため、自動車への樹脂の導入がさらに進んでいます。しかし、樹脂は、高温下で複雑な熱変形挙動を示すため、CAE(コンピュータシミュレーション)による熱変形予測には、クリープ(温度変化がなくても時間の経過とともに変形が進む現象)等多くの熱物性材料パラメータが必要であり、それらの取得方法が課題となっています。そこで、対象の表面に形成されたパターンの変化をカメラ等で認識して、そのひずみ・変位分布を算定するDICを利用した、簡便な熱物性材料パラメータ取得法を開発しました。加えて、恒温槽のガラス窓越しに自動車の大型樹脂部品の熱変形測定を可能とするよう、DICによる計測範囲の拡大を目指しました。

### [研究成果]

- ・熱サイクル基礎試験のPMMA(アクリル樹脂)の熱変形において、DICを用いて温度依存の熱物性材料パラメータ(縦弾性係数、線膨張係数、クリープパラメータ)を求めることができました。これにより、CAEと実測の差を15%以下としました(図1)。
- ・DICによる恒温槽内の計測範囲を750×500mm以上に拡大し、大型自動車部品であるドアトリムのほぼ全域の測定を可能としました。また、変位測定最大の誤差は0.35mmであることが確認されました(図2)。

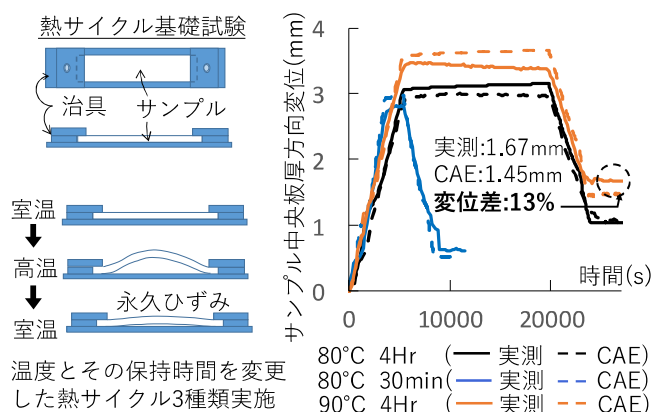


図1 熱サイクル基礎試験のCAEと実測比較

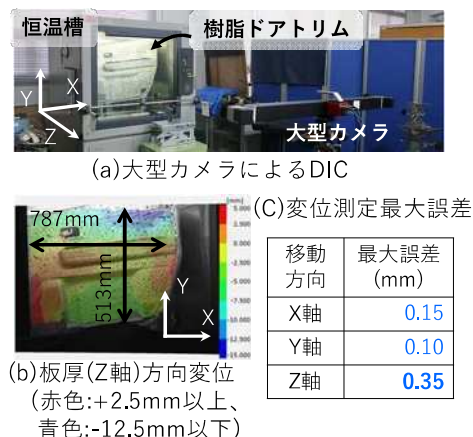


図2 大型カメラを用いた測定の様子、DICの計測範囲及び測定誤差

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・開発手法及び当センターのDIC装置は、輸送用機器部品、生産機械及び医療機器等の製品開発において、高温環境での熱変形測定やそのCAEに利用されています。
- ・熱変形に関する測定及びCAEに幅広く応用できるため、製品開発支援に加え、加工条件の最適化や製品トラブルの対策等、様々な分野への応用を目指します。

## 金属 3D プリンタを活用した ものづくり支援のための積層造形技術開発

### [背景・目的]

輸送機器産業の製造現場ではデジタル化が求められており、金属 3D プリンタが解決手段の一つとして期待されています。しかし、金属 3D プリンタで使用する材料や造形物の物性情報がほとんど公開されておらず、県内中小企業での活用は進んでいません。

本研究では、次世代自動車の研究支援拠点である当センターにおいて、金属 3D プリンタの様々な知見を蓄積し県内企業と情報共有することで、製造現場のデジタル化の進展、県内企業の競争力強化、生産性向上を促し、輸送機器産業の抱える課題の克服につなげます。

### [研究成果]

- ・積層造形用の低コストアルミ粉末（共同研究者の東洋アルミニウム㈱が販売計画中）を開発し、相対密度 99.9% で造形速度を従来比 45% 向上させました。
- ・アルミ合金及び金型用鉄系合金において、造形姿勢やレーザ走査速度の制御により変形を抑制し、鋳物相当の寸法精度での造形を実現しました。
- ・3年間で8件の製品開発の直接支援（例：図1）、29件の試作主体の造形支援、16件の造形データ作成支援を行いました。
- ・製造業界の著名なコンテストである「DMG MORI 第20回切削加工ドリームコンテスト」の先端加工部門で金賞を受賞し（図2）、専門家から技術力の高さが評価されました。

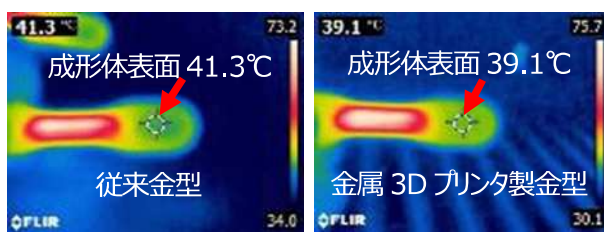


図1 金型冷却機構により成形体表面を低温化  
(樹脂射出成形用高性能金型の開発)



図2 授賞式と出展作品  
(細密部品のデータ化、造形を実現)

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・金属 3D プリンタを活用して製品開発の直接支援、試作支援等を実施します。
- ・セミナー、ワークショップ、展示会等により研究成果の普及を図ります。
- ・共同研究機関と連携し、開発した低コストアルミ粉末及びシミュレーションの活用、造形時の応力抑制技術等の研究成果について実証を進めます。

## ハイテンの成形シミュレーションに必要な 物性データの取得

### [背景・目的]

高張力鋼（ハイテン）は、一般的な鋼材と比べて高強度な鉄鋼材料で、自動車の車体の骨格や補強部材への適用が拡大しています。しかし、ハイテンはプレス成形が難しく、加工時の割れや形状戻りなどの成形不良が多発するリスクがあるため、金型設計時にそれらを想定した成形シミュレーションを行うことが加工コストの低減に有効とされています。成形シミュレーションには、ハイテンの変形挙動を反映した正確な物性データを用いる必要がありますが、これらのデータを取得するための試験方法はJIS等で規定されておりません。そこで本研究では、ハイテンの塑性変形挙動時の耐力を取得する引張圧縮試験と、弾性変形挙動時のヤング率を取得する引張除荷試験について試験方法を確立しました。また、試験を行う際の留意点についても検討しました。

### [研究成果]

- ・ハイテンの引張圧縮試験では、専用の測定治具（図1）の試験片に付与する面圧及びつかみ歯の把持力を調整することで、試験中に発生する座屈やつかみ部の滑りを抑制しました。これにより、1470MPa以下のハイテンの試験が可能になりました。
- ・引張除荷試験では、ビデオ式非接触伸び幅計を用いたひずみ量測定におけるばらつきを要因を検討しました。その結果、標線を貼る前に試験片を研磨紙で研磨した上でアルコール脱脂を行い、さらに標線読み取り時のコントラストを最適化することで再現性の高いデータを取得できました（図2）。

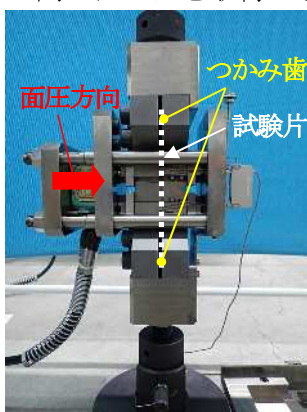


図1 引張圧縮試験用測定治具

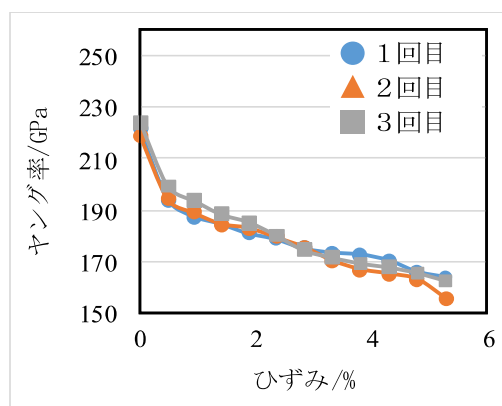


図2 引張除荷試験におけるヤング率の測定再現性  
(研磨+脱脂)

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

普及講習会や研究成果発表会において県内金属プレス製品製造関連企業に試験方法の紹介を行いました。今後は、技術相談業務や機器使用を通じて、本研究で確立した試験方法の普及を行います。

## 繊維製品の端材を元の製品に再生するリサイクルの実現 —化学繊維製品の端材を有効活用—

### [背景・目的]

プラスチックを多く使用する国内企業および製造者に、一定割合の再生材料を使用することを段階的に義務づける規制が導入されました\*1。化学繊維製品についても同様の対応が求められています。化学繊維製品及びその端材においては、破碎してフェルト状に加工するリサイクルが行われています。しかし、元の製品に再生するリサイクルは、引張強度が低下するため一部の製品でしか実現されていません。

本研究では、ポリエステル布を加工した繊維製品の裁断工程内端材（以下、端材）を元の製品に再生するリサイクルの実現に向け、端材を溶融させて作製したペレット（以下、端材ペレット）を材料として、製品に使用されている糸と同程度の引張強度を有するリサイクル糸の開発を目指しました。

### [研究成果]

- ・端材の押出条件および紡糸条件の検討により、元の製品に使用されている糸よりも高い引張強度を有するリサイクル糸の作製に成功しました（図1、2）。
- ・この結果を基に、端材を元の繊維製品に再生する試験を実施しました。（共同研究機関）

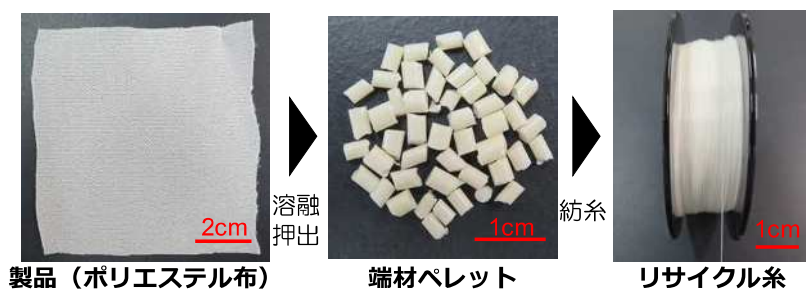


図1 本研究で検討したリサイクル工程

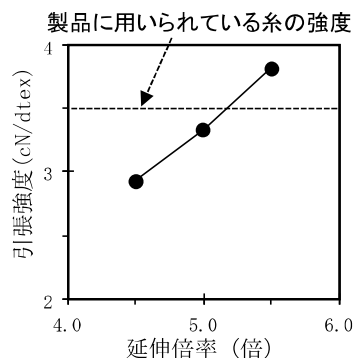


図2 リサイクル糸の引張強度

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・共同研究機関が、実用化に向けた試作を継続して行っています。
- ・今回の検討により得られた知見は、化学繊維やプラスチック製品のリサイクルに関する技術相談業務に活用します。年間10件以上の相談対応を目標とします。

\*1 環境省：資源の有効な利用促進に関する法律の一部改正について。

<https://www.env.go.jp/content/000342215.pdf> (2026. 3. 5 アクセス)

静岡県工業技術研究所 研究成果事例集

令和8年5月発行（2026年）

編集・発行 静岡県工業技術研究所  
企画調整部

〒421-1298

静岡県静岡市葵区牧ヶ谷 2078 番地

電話（054）278-3028

FAX（054）278-3066