

研究成果事例集

(令和 3 年度実施分)

静岡県工業技術研究所

令和 4 年 4 月

工業技術研究所

頁	成 果 事 例	担当科
1	ポリプロピレン/CNF 複合材への高密着めっきの作製	金属材料科
2	エアコン用圧縮機の省エネと小型化を両立する高強度軽量スクロール翼のニアネット鋳造技術の開発	金属材料科
3	CNF 濃度による複合材料の吸湿性と寸法安定性への影響	化学材料科
4	CNF を配合したポリプロピレン複合材料の製造方法の確立	化学材料科
5	ポリプロピレン/CNF 複合材料を用いた自動車部品の試作	化学材料科
6	工業技術研究所の IoT 導入支援	機械電子科
7	中小企業への IoT 導入支援の実例 ーモデル工場の導入事例ー	機械電子科
8	ポータブル IoT 導入パックの開発	機械電子科
9	ビッグデータ分析技術に関する研究 ー農業関連データの活用法検討ー	機械電子科
10	製造現場の Web 会議に活用できるリモート 3D スキャンの提案	機械電子科
11	人とコミュニケーションを図る次世代車載装置用樹脂レンズの開発 ー光造形による超微細光学部品の成形ー	照明音響科
12	機械学習による反射率測定データの高分解能化 ー畳み込みフィルタを使ったアップサンプリング手法ー	照明音響科
13	非接触表面形状測定機における傾斜面の測定性能評価 ー白色干渉計と共焦点顕微鏡の比較ー	照明音響科
14	水産加工残渣抽出物がマウス免疫系に与える影響の解析	食品科
15	スキンケア素材の探索と機能性向上を目指した乳酸菌発酵	食品科
16	高粘度懸濁液試料のメタン発酵試験への対応	環境エネルギー科
17	駿河湾由来のカロテノイド生産微生物の探索	環境エネルギー科
18	居住空間での木製品の変色要因の検討	工芸科

沼津工業技術支援センター

頁	成 果 事 例	担当科
19	海洋由来微生物を活用したサワービールの開発	バイオ科

富士工業技術支援センター

頁	成 果 事 例	担当科
20	段ボール古紙を使用した「茶色いトイレットペーパー」の開発	製紙科
21	次世代自動車軽量化のための CNF 複合材の開発	C N F 科
22	CNF 製造に関する解繊エネルギーの低減	C N F 科
23	環境負荷の少ないめっき・塗装の前処理技術 ープラズマ照射による樹脂表界面の新規改質技術の開発ー	機械電子科

浜松工業技術支援センター

頁	成 果 事 例	担当科
24	サブナノ秒レーザーピーンフォーミングにおける走査方法の影響	光科
25	カラーイメージングによる表面粗さ推定 ー品質工学による測定系の最適化ー	光科
26	図形を投影するマイクロプリズムアレイの設計・評価	光科
27	熱変形シミュレーション精度を向上するための 3 D 熱変形計測技術の開発	機械電子科
28	材料の評価解析における技術継承を目指した技術資料集 ー判定・判別が難しい FT-IR データの読み方等ー	材料科

ポリプロピレン/CNF 複合材への高密着めっきの作製

〔背景・目的〕

ポリプロピレン (PP) は、樹脂の中では比重が小さく、優れた機械的特性や成形加工性により、自動車部品用の樹脂材料の約半分を占めています。しかし、PP には、意匠性、耐久性、電磁波シールド性等を付与するめっきが形成されにくいという欠点があります。本研究では、セルロースナノファイバー (CNF) を 1～20% 添加した PP/CNF 複合材を用いて、① CNF 複合化による析出性が良好なめっきの作製条件、② エッチング後の樹脂の表面状態がめっき密着力に及ぼす影響について検討し、高密着 (密着強度 10N/cm 以上) なめっきの作製を目指しました。

〔研究成果〕

- CNF 複合材 (CNF 濃度 1～15%) において、めっき析出性及び密着力が向上することがわかりました。密着強度 14N/cm (CNF 濃度 10%) の樹脂めっきを作製しました (図 1 中の丸で囲んだ領域)。
- めっき密着強度が高いほど Sdr (表面凹凸の面積展開比) が大きい傾向が見られました。エッチング後の表面に微細な孔が入り組んでいる様子が観察されたことから (図 1 中の右側写真)、めっき密着強度は基材とめっき金属との接触面積と、表面の孔形成によるアンカー効果が強く影響を及ぼしていることが明らかになりました。
- 析出性及び外観の良好なダンベル形状のめっき試作品を作製しました (図 2)。

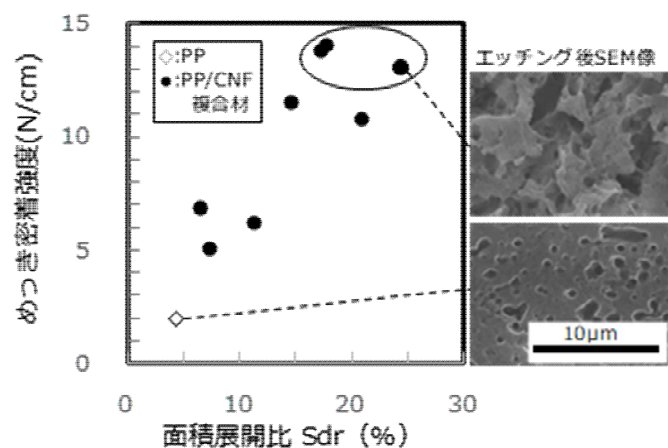


図 1 Sdr に対する密着強度及びエッチング後の表面 SEM 像



図 2 めっき試作品 (上:Cu めっき、下:Ni めっき)

〔研究成果の普及・技術移転の計画〕

- 本研究で得られた樹脂めっきの密着メカニズム等に関する知見について、県内企業に技術提供し、学会発表や展示会等で情報発信を行います。
- 県内企業との共同試作等により、CNF の新たな活用事例を創出することで、県内企業の新規素材への事業参入を推進します。

エアコン用圧縮機の省エネと小型化を両立する 高強度軽量スクロール翼のニアネット鑄造技術の開発

【背景・目的】

地球温暖化防止の観点から、エアコンの省エネルギー化が進められており、スクロール圧縮機の高効率化や小型化が求められています。エアコン用スクロール翼には、一般的にねずみ鋳鉄鑄物が使用されています。これは複雑な形状を有するスクロール翼を作製するために、高強度で加工性の高い材料が要求されるためです。本研究では、鋳鉄に代わる軽量で高強度なアルミニウム基複合材料の開発を行い、その材料特性について評価を行いました。

【研究成果】

- ・セラミックス材料でプリフォームを作製し、高圧鍛造技術によりアルミニウム合金を含浸させて、高強度軽量材料を開発しました。(図1)
- ・スクロール圧縮機は、精密な制御が求められるため、アルミニウム合金の強度やヤング率の不足や高い線膨張係数がネックとなっていました。今回開発した複合材料では、最大で引張強さ 223MPa (約 50%向上)、ヤング率 122GPa (約 70%向上) でした。また、線膨張係数も $14 \times 10^{-6}/K$ 以下と約 30%低減 (図2) しました。(いずれも AC4C と比較)
- ・セラミックスの配合を変えることで、引張強さやヤング率をさらに向上させることが可能です。



図1 スクロール翼の試作品

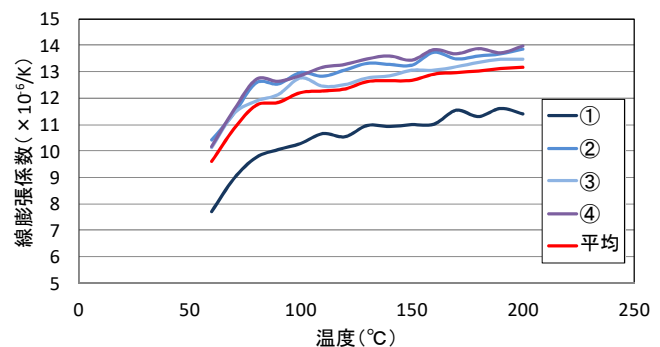


図2 開発した複合材料の線膨張率測定(N 数=4)

【研究成果の普及・技術移転の計画】

今回開発された高強度軽量材料は、業務用、家庭用エアコンに限らず、省エネ化や快適性向上のために軽量化や静粛性を求められる次世代自動車等への適用も期待されます。また、スクロール翼に限らず、鉄鋼材料からの代替材料や高機能化材料としても活用が見込まれます。

CNF 濃度による複合材料の吸湿性と寸法安定性への影響

〔背景・目的〕

セルロースナノファイバー（CNF）は軽量かつ高強度な素材であり、樹脂との複合材料は自動車・家電用途等への利用が期待されています。一方で親水性の CNF を配合することで水分含有率が高くなることが知られており、成形品の品質安定のため水分含有率を把握する必要があります。また、成形品の寸法安定性に対しても CNF 配合による効果があるとされています。そこで、これまでに当研究所で開発してきたポリプロピレン（PP）/CNF 複合材料（図 1）について、CNF 濃度による水分含有率への影響をカールフィッシャー測定法（気化法）により確認するとともに、線膨張係数を比較することで寸法安定性への効果を評価しました。

〔研究成果〕

- ・各 CNF 濃度（0 %、5 %、10 %、20 %）の複合材料のペレットを JIS K 7227 に規定の湿潤環境に所定の時間暴露した後、水分含有量を測定したところ、暴露時間が長いほど、また CNF 濃度が高いほど水分含有率は高くなることがわかりました（図 2）。
- ・CNF 濃度 20 % の複合材料のペレットを 186 時間湿潤環境に暴露した場合、水分含有率が 2.5 % を超え、吸水が定常状態に達したときの水分含有率は 3 % 程度になるものと推察されました。
- ・各 CNF 濃度（0 %、5 %、10 %、20 %）の複合材料ペレットから成形し所定のサイズに加工した測定試料の線膨張係数を、熱機械測定装置（TMA）を用いて測定したところ、CNF 濃度が高いほど線膨張係数は小さく、CNF 配合による寸法安定効果が確認されました。



図 1 PP/CNF 複合材料のペレット
(左：CNF 濃度 0 %、右：CNF 濃度 20 %)

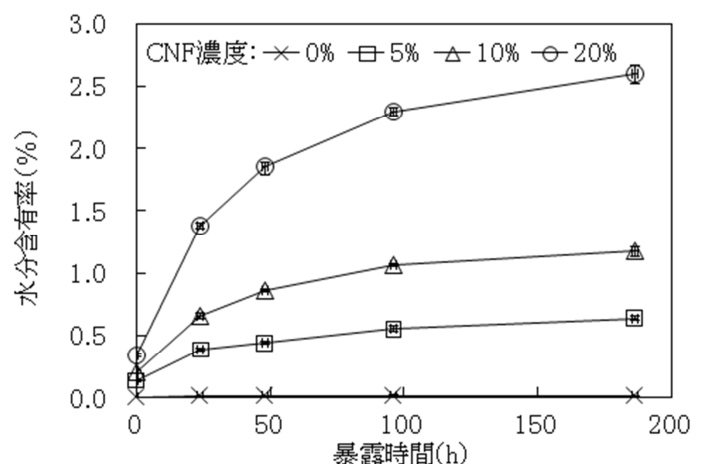


図 2 水分含有率の変化

〔研究成果の普及・技術移転の計画〕

今回の検討で得られた知見を、開発した PP/CNF 複合材料の普及に役立てるとともに、CNF 等の複合材料に関する技術相談等に活用していきます。

CNF を配合したポリプロピレン複合材料の製造方法の確立

[背景・目的]

自動車部品の軽量化やライフサイクル全体での資源循環を想定した、プラスチック複合材料の物性強化を目的として、セルロースナノファイバー (CNF) をポリプロピレン (PP) に配合した複合材料の開発を行いました。3年間の取組の中で、成形体の外観不良や、耐衝撃性の低下、低い CNF 濃度で引張・曲げ特性が向上しないことが課題となりましたが、問題の発生メカニズムを解明しつつ課題を解決することで、良好な CNF 分散性と物性向上を可能とした CNF 複合材料の製造方法を確立することができました。

[研究成果]

- ・高濃度 CNF のマスターバッチ (MB) とホモ PP を、ともに粉体の状態でドライブレンドし、高せん断条件で溶融混練する初期混練を導入することにより、CNF 分散性が良好で物性が向上した PP/CNF 複合材料を作製することができました。
- ・本法で作製した CNF 濃度 20% 試料は、ニート材 (CNF 濃度 0%) と比較し、引張強さ 39%、曲げ強さ 47%、曲げ弾性率 74%、シャルピー衝撃値 20% の向上を達成しました。また、CNF 濃度 1% で曲げ弾性率が 13% 向上するなど、課題であった低い CNF 濃度での物性向上も図ることができました (図 1)。
- ・得られた成形体は凝集体等の外観不良も観察されず、ブロック PP の場合に比べ、CNF 濃度が低い場合の CNF 分散性も良好でした (図 2)。
- ・ブロック PP では共重合体の存在で CNF が分散しにくく、また分散不十分な CNF により共重合体の衝撃吸収機能が阻害されることを顕微鏡観察等から明らかにしました。

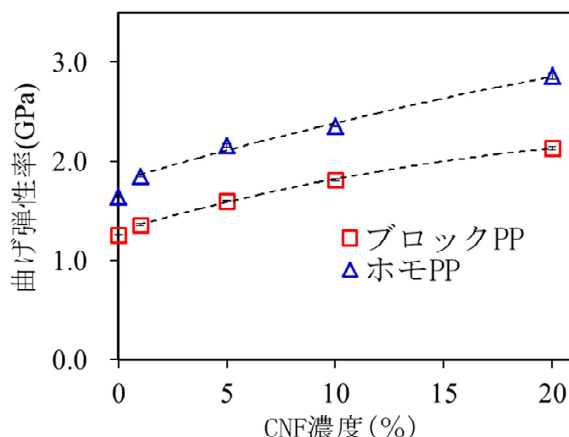


図 1 CNF 複合材料の曲げ弾性率の比較

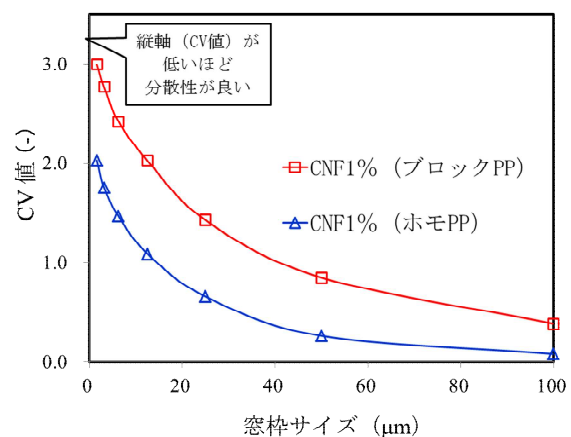


図 2 CNF 分散性の比較

[研究成果の普及・技術移転の計画]

本製造方法と樹脂改質剤の配合を組み合わせることにより、自動車部品の重要な物性である耐衝撃性をさらに向上させることができます。また、MB の低価格化が進めば、カーボンニュートラルな樹脂材料として自動車分野等での普及が期待されます。

ポリプロピレン/CNF 複合材料を用いた自動車部品の試作

〔背景・目的〕

脱炭素社会の実現に向けて、石油由来の樹脂の使用量削減が求められています。そこで、植物由来の繊維状物質であるセルロースナノファイバー(CNF)をポリプロピレン(PP)に配合した原料から、自動車部品を試作しました。PP/CNF 複合材料(標準タイプ)と、標準タイプに樹脂改質剤を配合した試料(耐衝撃タイプ)を作製し、自動車内装部品であるAピラーを成形し、PPのみを材料とした成形品と材料強度等を比較しました。

〔研究成果〕

- ・引張強さ、曲げ強さ、曲げ弾性率は、「標準タイプ>耐衝撃タイプ>PP」でした(図1)。
- ・衝撃強さは、「耐衝撃タイプ>標準タイプ>PP」でした(図2)。
- ・CNFの分散性を数値的に評価した結果、標準タイプ、耐衝撃タイプ共に良好でした。
- ・標準タイプ、耐衝撃タイプ共に、ショートショットやガスの発生などの成形不良がなく、通常の成形条件で自動車部品を成形することができました(図3)。

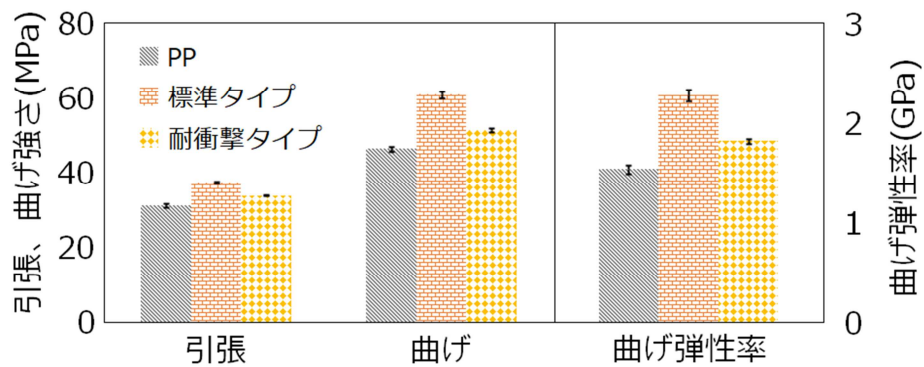


図1 引張強さ、曲げ強さ、曲げ弾性率

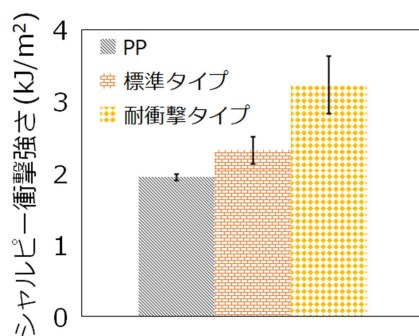


図2 シャルピー衝撃強さ

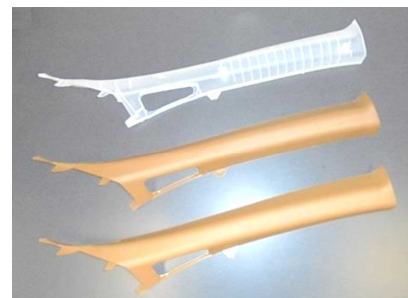


図3 成形したAピラー

(上: PP製、中: 標準タイプ、下: 耐衝撃タイプ)

〔研究成果の普及・技術移転の計画〕

今回作製した試料で、ショートショットなどの成形不良なく自動車部品を成形できました。また自動車部品の要求性能である衝撃強さも向上しました。今後、原料の低価格化が進むことにより、カーボンニュートラルを志向した樹脂製品の普及が期待されます。

協力研究機関 静岡大学農学部
芝浦機械(株)、日本プラスト(株)

お問い合わせ先 工業技術研究所
化学材料科
電話 054-278-3025

[背景·目的]

[研究成果]

静岡

- サーバー**
- 工技研**
 - 産総研、沼津、浜松の状況中継
 - 工作機、ロボットのデモ展示
- ストックヤード**
- 輪アイエイアイ**
 - 電動サーボプレス機の稼動管理
- 産総研との共同研究
- 新技術情報紹介
- 孫ヶ産業園**
 - 実機と遠隔通信
- 東朋テクノロジーズ**
 - 有線、無線通信
- ナルテック**
 - LPWAセンサデバイス
- 輪エッチ・ケー・エス**
 - 農業用IoT
 - 最新ドライブレコーダ

浜松

- 工技研**
 - 静岡、沼津の状況中継
- 輪センサーウェブ**
 - プログラムレスIoT
- 輪イー・イー・エル**
 - 市内工場との遠隔リアルタイム通信
- 輪エッチケー・エス**
 - 農業用IoT
 - 最新ドライブレコーダ
- 新冷機技術研**
 - 冷凍機器遠隔監視

沼津

- 輪アイティエス**
 - 壁面走行ロボット
 - FA導入事例
- ナルテック**
 - LPWAセンサデバイス
- 芝浦機械研**
 - 最新工作機械IoT
 - MR技術
- 工技研**
 - 静岡、浜松の状況中継

午前9時00分から午後5時00分まで対応しています。

[期待される効果・技術移転の計画]

お問い合わせ先 工業技術研究所
機械電子科
電話 054-278-3027

中小企業へのIoT導入支援の実例 ーモデル工場の導入事例ー

[背景・目的]

当所では、県内企業へのIoT導入のための技術支援を行っています。工場内の生産設備に後付けでセンサを取り付け、生産履歴データを収集・分析・可視化することで、現場の困りごとの解決が期待できます。家電・自動車用部品を製造する宮川工業(株)において、設備に加工時の接点信号を検出するセンサを取り付け、生産履歴データを収集し、設備の稼働状況を見える化する自作IoTシステムの構築を支援しました。

[研究成果]

プレス加工機3台のIoT化から始め、現在では22台の設備の稼働状況をリアルタイムに把握できるようになりました。また、収集した生産履歴データを分析し、設備の作業時間を比較することにより、IoT導入効果を検証しました。

- ・プレス加工機2台の2020年、2021年の年別作業時間の分布を箱ひげ図により比較した結果、平均0.9秒（1日30分程度）の作業時間の短縮、平均27%の作業時間のばらつきの低減効果が確認できました（図1）。これは、IoT導入により作業者に作業の効率化のヒントとなる情報を提供できたことが一つの要因と考えられます。
- ・検査機器4台の月別作業時間中央値から作業効率を求め、カイゼン活動前後を比較した結果、カイゼン前より15%の作業効率の向上効果が確認できました（図2）。これにより、検査治具の共通化によるカイゼン活動の効果を定量的に評価することが可能となりました。

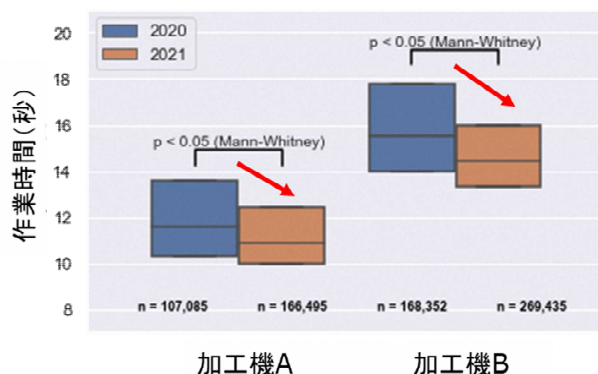


図1 加工機A、Bの年別作業時間の推移

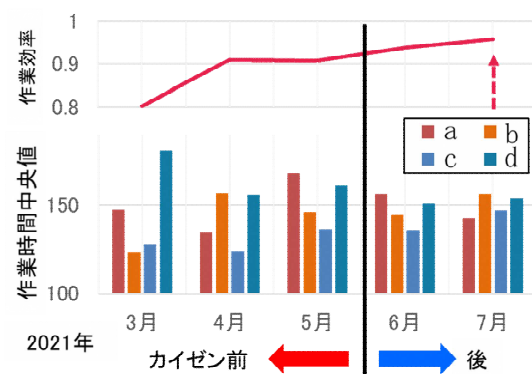


図2 検査ラインの作業効率の推移

[研究成果の普及・技術移転の計画]

IoT導入を検討する企業に対し、モデル工場から得られたIoT導入事例により、IoT導入メリットを示すことができます。今後は、プレス加工をはじめとした生産、検査工程等の共通する現場を持つものづくり企業へのIoT導入事例の横展開を進めていきます。

ポータブル IoT 導入パックの開発

[背景・目的]

市場競争力の強化という観点から、県内企業においても生産性の向上は重要な課題です。そのため、生産性向上の取り組みにおいて大きな効果が期待できる IoT の現場導入に、多くの産業分野から多大な期待が集まっています。

そこで、令和元年度からの県新成長戦略研究「IoT 導入支援のための技術拠点と先進事例モデルの構築」では、IoT 普及に資することを目的に、「ポータブル IoT 導入パック」略称 PISPack (Portable IoT Starter Pack) の開発を行いました。

[研究成果]

- 以下の用途を目的として、図に示す PISPack を開発・製作しました。
 - ✓ 企業の生産現場等に持ち込んで、当所職員が IoT のデモンストレーションを行う。
 - ✓ 付属のセンサ・デバイスを現場の生産設備に取り付けて IoT 導入の検討を行う。
 - ✓ PISPack のシステムを「なぞり書き」して、IoT の基盤技術を効率的に習得する。

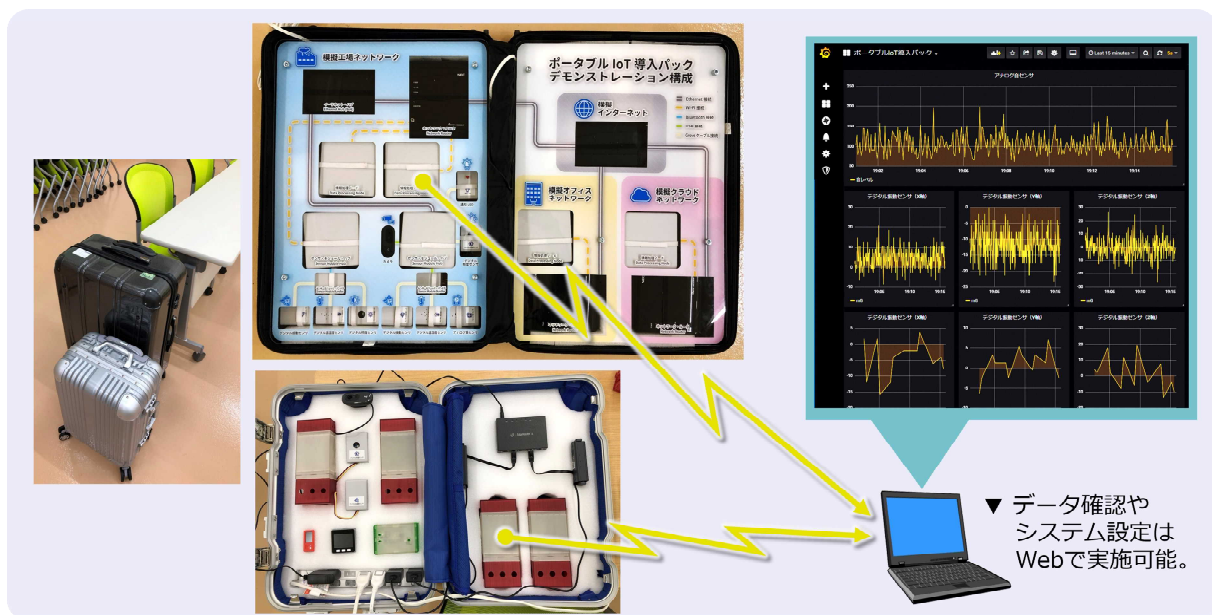


図 PISPack 外観と収集データ表示例

[研究成果の普及・技術移転の計画]

開発した PISPack は、複数の企業様を対象に、派生システム等を教材として活用した技術セミナーの実施や、企業様の現場に持ち込んでの IoT 導入のコンセプト実証等を行っています。今後も IoT 関連技術の普及や相談対応に、広く活用の予定です。

この PISPack は、継続的に改善・改良を行い、より効果的で質の高い企業支援が可能なツールとして成熟を進めて参ります。

ビッグデータ分析技術に関する研究 ー農業関連データの活用法検討ー

[背景・目的]

県内中小企業や農業の現場において、工場やビニールハウス内を遠隔監視したいという要望は非常に高いです。特に温度や湿度等、多数の生育環境の管理が必要なビニールハウス栽培では、IoT導入による作業者の負担軽減や病害予防が期待できます。新たなIoT通信網として普及しつつあるLPWA (Low Power Wide Area) は、長距離通伝送、低価格、低消費電力の特長を持つ反面、欠点も多く用途が限定されています。本研究では、県内バラ農園協力のもと、LPWA規格に適したIoTシステムの構築によって、ハウス内の遠隔監視によるスマート農業の実現を図りました。

[研究成果]

- ・ 基地局やクラウド、開発用デバイス等の利用環境が充実しているLPWAネットワークの一種であるSigfoxを用い、ビニールハウス内の環境情報を収集するIoTシステムを開発しました(図1)。
- ・ 温度や湿度等の環境情報データの差分累積値に基づいた可視化分析法を提案し、IoTシステムより収集したデータからビニールハウス内の環境変化の特徴的な変化点を抽出できるようになりました。
- ・ IoTシステムのカメラ(図2)により、ビニールハウス内を撮影し、写真に写るカーテンの開閉状況を自動で判別することができるようになりました(図3)。

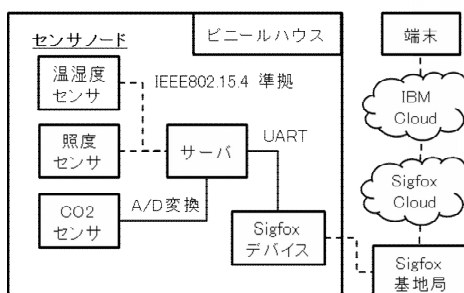


図1 システム概要

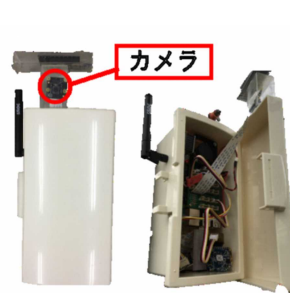


図2 システム外観

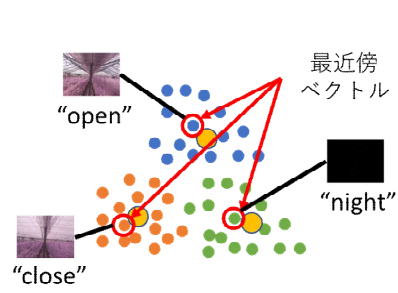


図3 カーテン開閉の自動判別

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ Sigfoxを用いた低コストなIoTシステムの開発により、安価に環境情報の遠隔モニタリングが可能となったため、これまでIoTの普及が進まなかった農業や工場等への展開が期待できます。
- ・ 環境情報データの変化点検出技術の蓄積により、IoTで収集したデータの高度な解析や知見の獲得が期待できます。
- ・ 撮影した写真の自動判別技術の蓄積により、AIの産業利用が期待できます。

製造現場の Web 会議に活用できるリモート 3D スキャンの提案

[背景・目的]

コロナ禍の現在、県内の家電・自動車部品製造分野では、三密を避けたリモートワークが推奨されています。しかし、Web 会議はカメラに映る範囲の情報しか得られないため、試作品の不具合検査等の実施が困難です。本研究では、非接触三次元計測技術を活用し、離れた場所にある対象物の 3D 点群データを取得することで、立体的な観察、形状測定が可能となる手法（以下、リモート 3D スキャン：R3DS）を提案しました。

[研究成果]

- 汎用性の高い民生機器であるスマートフォン（iOS 端末）上のカメラで撮影した写真を用い、色や質感等のテクスチャ情報を含む 3D 点群データが取得可能なフォトグラメトリを活用したアプリケーション（以下、R3DS アプリ）を開発しました（図 1）。
- 拡張現実（AR）や複数センサを活用した撮影補助機能により、フォトグラメトリに必要な枚数、方向からの写真を撮影することができます。
- iOS 端末上のステレオカメラや TrueDepth 等の複数のセンサを活用し、実物大の 3D 点群データが取得できます。
- 3D 点群データを閲覧するビューワ機能により、iOS 端末上でタップした 2 点間の寸法測定や端末の画面越しに AR オブジェクトを表示することができます（図 2）。

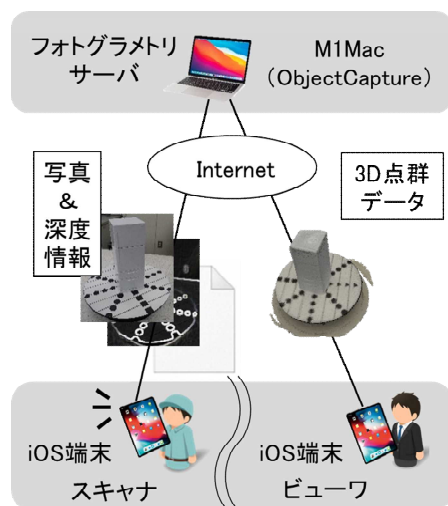


図1 R3DS アプリのシステム構成



図2 R3DS アプリビューワ

[研究成果の普及・技術移転の計画]

開発した R3DS アプリにより、誰でも容易に 3D 点群データが取得できるようになることで、リモートワークの不満解消やバーチャルエンジニアリングの普及促進、他産業への応用展開が期待できます。

人とコミュニケーションを図る次世代車載装置用樹脂レンズの開発 ー光造形による超微細光学部品の成形ー

〔背景・目的〕

次世代の車載光学機器は、CASEの実現に向けて、センシングや機能性照明など、多機能化のビジョンが描かれています。路面にピクトグラムを投影して歩行者やドライバーを支援する“コミュニケーションライティング”は、実用化が検討されている新しい機能の1つです。また、次世代の車載光学機器には一層の小型化と精密化も求められます。

本研究では、コミュニケーションライティングの実現に必要な不可欠な光学部品の微細化と高精度化のニーズに対応する成形技術と形状および光学評価技術の開発に取り組んでいます。

〔これまでに得られた成果〕

レンズやマスクなどを用いた従来の方法では、装置の小型化や複雑な映像の投影が課題です。一方、1辺が $100\mu\text{m}$ を下回る小さなプリズムを数千個以上並べた“マイクロプリズムアレイ”は、それ自身がレンズやマスクの役目を兼ね、光を通すだけで映像が投影できます。しかしながら、既存技術では微細な成形が困難で、理論的な検討にとどまっています。

今年度は、コミュニケーションライティングにフォーカスしたマイクロプリズムアレイの設計技術の開発、海外の機関と連携した最新のレーザー光造形技術によるマイクロプリズムアレイ（図1）の成形、光学部品の微細形状評価技術の確立（図2）に取り組みました。

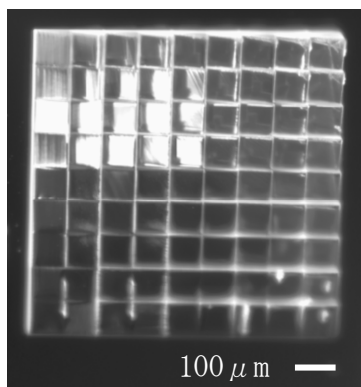


図1 成形品の光学顕微鏡写真

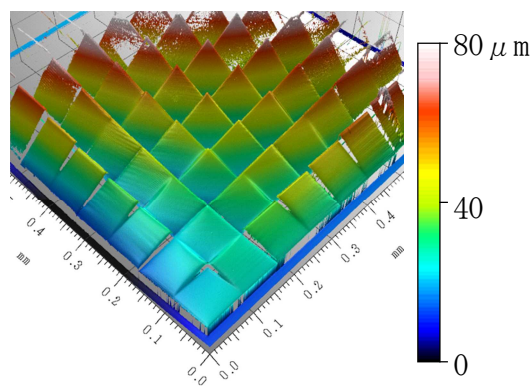


図2 成形品の非接触形状測定結果

〔期待される効果・技術移転の計画〕

今後は、法規化が検討されているピクトグラムを対象としたマイクロプリズムアレイの設計と成形に取り組めます。さらに、映像性能の評価方法の検討を進めるとともに、従来の切削技術では困難な微細光学部品の金型加工について、成形品から反転した形状を型取ることで、高精度な金型を効率的に加工する技術を開発して課題解決を図ります。

機械学習による反射率測定データの高分解能化 —畳み込みフィルタを使ったアップサンプリング手法—

〔背景・目的〕

コミュニケーションライティングが道路面に投影する図形について、歩行者からの見え方を評価するために、光学シミュレーションが必要となります。高精度な光学シミュレーションには、情報量の多い高分解能な反射特性データが必要になりますが、道路面の簡易測定で得られる反射特性データは情報量の少ない低分解能データです。そこで本研究では、低分解能な反射特性データから高分解能な反射特性データを推定する方法を検討しました。

〔これまでに得られた成果〕

本研究では、画像処理の分野で利用される畳み込みフィルタを使ったアップサンプリング手法を活用し、低分解能な反射特性データの高分解能化を試みました。

まず、本所が所有する変角分光測色システムを使って、図1に示す様な見る角度によって色が変わる構造色試験片の反射特性データを収集しました。次に、収集した反射特性データをもとにして、機械学習での学習データの画像数と画素数の組み合わせを変えながら、高分解能化の精度を評価しました。結果は図2に示す様に、学習データの（画像数、画素数）が（小、小）、（大、小）の時は、実測値から大きくずれた結果を示したのに対し、（大、大）の時は、実測値とよく一致する結果を示すことが明らかになりました。

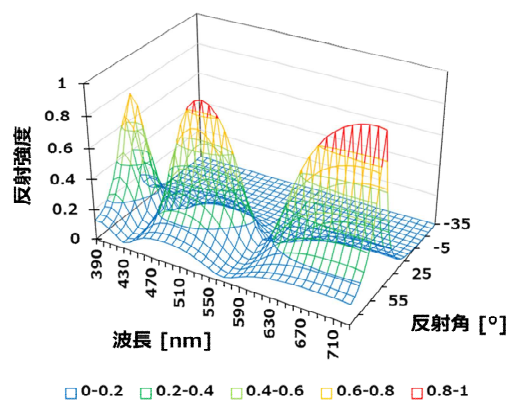


図1 反射特性データの例

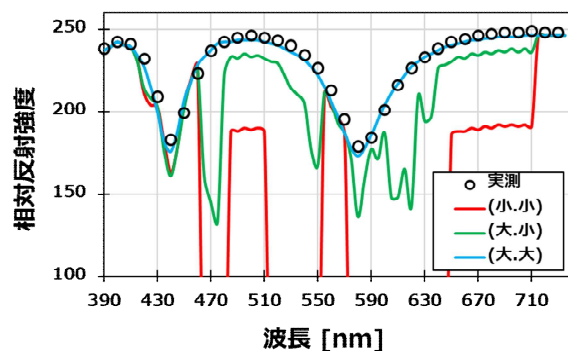


図2 高分解能化の結果

凡例は(画像数, 画素数)

〔期待される効果・技術移転の計画〕

情報量の少ない低分解能な測定データから情報量の多い高分解能な推定データを導出することが出来る本手法を活用することで、今後、簡易測定により得られた低分解能データから大規模かつ高精度な光学シミュレーションを実施していきます。

非接触表面形状測定機における傾斜面の測定性能評価 —白色干渉計と共焦点顕微鏡の比較—

〔背景・目的〕

自動車のコミュニケーションライティング技術の進展に伴い、今後開発される次世代車載光学部品には、光学性能を出すために部品表面に急峻な傾斜面をもつ微細構造が施されます。その傾斜面の傾斜角度と表面粗さ(表面凹凸の特徴を表す尺度)の評価に白色干渉計と共焦点顕微鏡が使用されます。測定機台上で測定面を真上に向けて測ることを基本とする両測定機について、傾斜面を測定する場合の測定精度を明らかにする目的で、同一試料を用いた測定値の特徴を比較しました。

〔これまでに得られた成果〕

・傾斜角度の測定性能評価について

光学基準面上に傾斜角度が既知のプリズム試料を設置し、光学基準面からの傾斜角度を両測定機で測定しました。既知のプリズム傾斜角度との差分を誤差(%)で評価すると、共焦点顕微鏡については60度までの傾斜角度において誤差2%以内、白色干渉計についても30度までの傾斜角度において誤差2%以内で測定できることが分かりました(図)。

・傾いた測定面の表面粗さ測定性能評価について

試料の傾きを調整できる測定機台に粗さ標準片を設置し、任意の傾きにおける表面粗さを両測定機で測定しました。表面粗さはJISで規定されているRa(凹凸の高さの平均)、RSm(凹凸の幅の平均)、Rdq(凹凸の傾斜角度の平均)を算出しました。触針式粗さ計の測定結果を基準値とし、基準値との差分を誤差(%)で評価すると、Raの誤差は白色干渉計の方が小さく(図)、RSmも同様でした。Rdqの誤差は共焦点顕微鏡の方が小さくなりました。

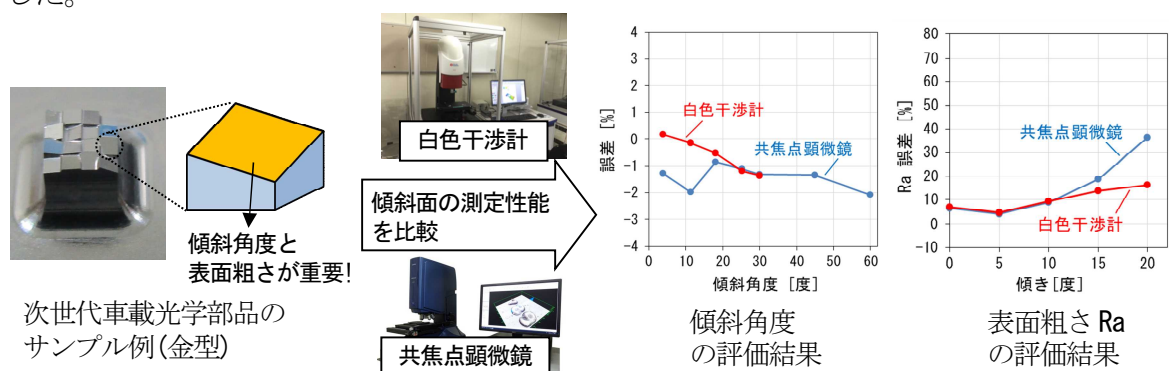


図 非接触表面形状測定機の傾斜面における傾斜角度と表面粗さの測定性能評価結果

〔期待される効果・技術移転の計画〕

本研究成果は、次世代車載光学部品の評価に活かすと共に、試料形状や大きさの制約から測定面を傾けて測らざるを得ない場合にも有用な指標となります。今後、機器使用や技術相談等の企業支援に役立てていきます。

水産加工残渣抽出物がマウス免疫系に与える影響の解析

[背景・目的]

静岡県は水産加工企業が多く立地する地域であり、加工残渣も多量に排出されます。

本研究では、ある水産加工残渣抽出物の機能性を活用した高付加価値化を目指し、マウスにおける生理活性を検討しました。抽出物の作用機序をより詳細に検討するために、抽出工程で高分子分画を濃縮し、マウス飼料に抽出物を0.5%添加して、高分子材料の主要な生理機能発現機序と考えられる腸内細菌の代謝を中心とした検討を行いました。

[研究成果]

- ・投与群において、糞便中有機酸産生菌（Alistipes 属）、酪酸産生菌（Anaerobutyricum 属、Butyrivibrio 属）の占有率が有意に増加していました（図1）。
- ・糞便中有機酸産生菌の増加と対応して、投与群の大腸内容物ではコハク酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸が有意に増加していました。一方、小腸では、菌の占有率、有機酸濃度に有意差はありませんでした。
- ・投与群の血清中 IgA 濃度は有意に増加し、脾臓 IgA 濃度も増加傾向にありました。この増加は、血中に移行した有機酸によって引き起こされた可能性があります（図2）。
- ・以上の結果より、抽出物は腸内細菌叢に介入して整腸作用のある酪酸を増加させるプレバイオティクス作用と、抗炎症作用を持つ可能性のある血清中 IgA の増加作用を持つことが示唆されました。従って、抽出物は新たな機能性食品としての活用が期待できる素材であることを示すことができました。

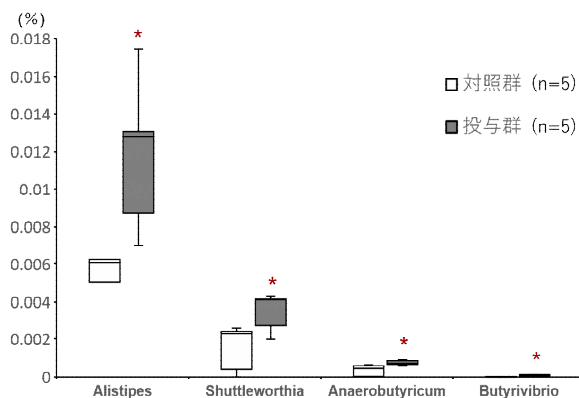


図1 糞便中細菌占有率の変化（属レベル）

* : Student の t 検定により有意差有り (p < 0.05)

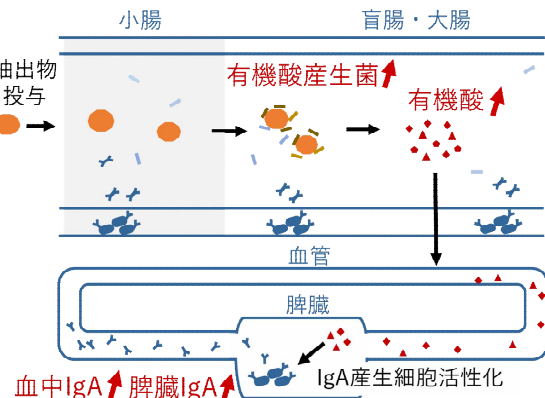


図2 抽出物の作用機序

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・抽出物の酪酸産生菌増加作用を明らかにしました。現在市販されている酪酸産生菌増加作用を謳う機能性食品に魚類由来のものはなく、新たな市場の開拓が期待できます。
- ・マウスを用いた評価系を構築することができ、より詳細な食品の機能性検討が可能となりました。他の機能性食品の研究開発への活用も目指していきます。

スキンケア素材の探索と機能性向上を目指した乳酸菌発酵

〔背景・目的〕

県のフーズ・ヘルスケア オープンイノベーションプロジェクトでは、県産の農林水産品から化粧品開発に必要な素材を創出し、付加価値の高い製品開発を促進するため、科学的実証による機能性等のエビデンス確立を目指しています。

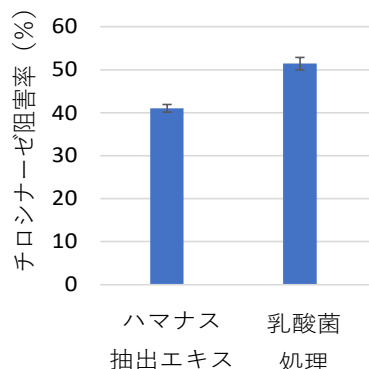
今回、乳酸菌の活用に着目しました。乳酸菌は、ヨーグルトをはじめとした食品利用だけでなく、化粧品素材としても活用が広がっており、アミノ酸や乳酸が肌の水分維持を助け、肌のpHを弱酸性に保つ効果が報告されています。

そこで静岡県産農産物より抽出したエキスから、スキンケアに有用な素材を探索するとともに、乳酸菌発酵による機能性向上などの効果を検証しました。

〔研究成果〕

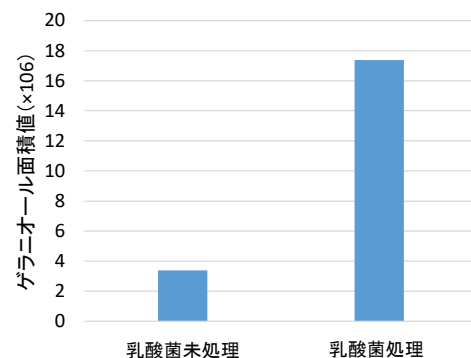
・肌のコラーゲン、エラスチン、ヒアルロン酸は肌のしわや弾力に関係しています。また皮膚の着色はメラニンによるものです。コラーゲンを分解するコラゲナーゼ、エラスチンを分解するエラスターゼ、ヒアルロン酸を分解するヒアルロニダーゼ、メラニンを生成するチロシナーゼを阻害する県産素材を見出しました。

・有望な県産素材のうちハマナス抽出物について乳酸菌で発酵したところ、ハマナスの美しい桃色を保持しながらチロシナーゼ阻害活性を増強するエキスとなりました(図1)。またハマナスの香りが強くなることもわかりました(図2)。



(図1 チロシナーゼ阻害効果)

ハマナス抽出エキスにチロシナーゼ阻害効果が見られ、乳酸菌発酵により効果が増強しました。



(図2 ゲラニオールの増加)

乳酸菌発酵によりバラ様の香気成分ゲラニオールが増加しました。

〔研究成果の普及・技術移転の計画〕

今回使用した一部の菌株をはじめ、県内自然界から収集した乳酸菌は、しずおか有用微生物ライブラリーに登録しており、分譲が可能です。また、海洋乳酸菌も収集しており、マリンオープンイノベーション機構から分譲が始まっています。静岡県産素材抽出エキスや乳酸菌による発酵について、御興味をお持ちの方はお問合せください。

高粘度懸濁液試料のメタン発酵試験への対応

【背景・目的】

メタン発酵とは、食品廃棄物や家畜糞尿等の有機性廃棄物を微生物に分解処理させて、同時に発生したメタンガスから電気や熱を作り出すことができる、環境調和に優れた廃棄物や排水の処理技術です。近年では、SDGs やカーボンニュートラルに対する関心の高まりの影響もあり、メタン発酵技術に関する県内企業からの問い合わせが増えています。

工業技術研究所では、従来はメタン発酵処理が比較的容易な、固形物が少なく粘性が低い液体試料を中心としたメタン発酵の依頼試験や共同研究に対応してきました。しかし、飲料抽出残渣や廃油等の固形物や高粘度試料を対象とするメタン発酵の相談が増えてきたことから、メタン発酵試験装置の構造を見直し、様々な廃棄物種や試験条件に対応できる体制の構築を試みました。

【研究成果】

- ・ 攪拌動力を従来のマグネチックスターラーから攪拌機に変更することで、固形物や高粘度試料を投入しても発酵液を安定して攪拌できるようになりました。
- ・ 従来は中温制御(35～40℃)で最適化したメタン発酵液(種菌)のみでしたが、新たに高温制御(50～55℃)で長期間馴養したメタン発酵液を保有する種菌源に加えました。



写真 従来装置(左)と新たに構築したメタン発酵試験装置(右)

	従来	本研究成果
攪拌機構	マグネチックスターラー+攪拌子	攪拌機+シャフト+羽根
種菌種	中温菌のみ	中温菌と高温菌から選択可能
試験可能廃棄物種	固形分が少ない液状試料のみ (例：廃糖蜜、魚煮汁など)	固形を含む有機性廃棄物全般に対応

【研究成果の普及・技術移転の計画】

本研究で構築したメタン発酵試験装置と高温条件で最適化された種菌を用いた試験により、従来では処理が難しいとされた廃棄物への対応や、廃棄物処理効率を高めるための条件最適化などの研究を進めており、メタン発酵技術の普及拡大に努めています。

駿河湾由来のカロテノイド生産微生物の探索

[背景・目的]

静岡県は多くの食品製造工場が立地しており、製造工程で大量に発生する食品廃棄物の有効活用技術開発に対する強い要望があります。また、駿河湾を有する静岡県は多様で豊富な海産物資源に恵まれており、海洋微生物に関しても日本有数の資源保有地域であると期待されています。静岡県の地理的特徴を活かした地域の要望技術を開発することを目的として、本研究では駿河湾から高付加価値物質であるカロテノイド※を生産する微生物を分離し、食品廃棄物を用いた微生物培養手法を構築することで、食品廃棄物やバイオマスを高付加価値物質に変換するバイオリファイナリー技術の実践を試みました。

※高い抗酸化作用がある天然色素として、化粧品原料等に利用されています。



[研究成果]

- ・駿河湾沿岸から、カロテノイドを生産する微生物を 40 株以上分離しました。
- ・HPLC 分析の結果、SG-39 株は化粧品原料等で利用されるアスタキサンチンを生産する微生物であることを確認しました。
- ・遺伝子配列解析の結果、SG-39 株は赤色酵母 *X. dendrorhous* と同定されました。
- ・変異導入により、アスタキサンチン生産性を高めた変異株 SG-39-4 を作成しました。
- ・実際に発生する食品廃棄物（パスタ残渣）を酵素で処理した糖化液を用いた SG-39-4 の培養によって、アスタキサンチンが生産できることを確認しました。



写真1 SG-39 の顕微鏡観察写真

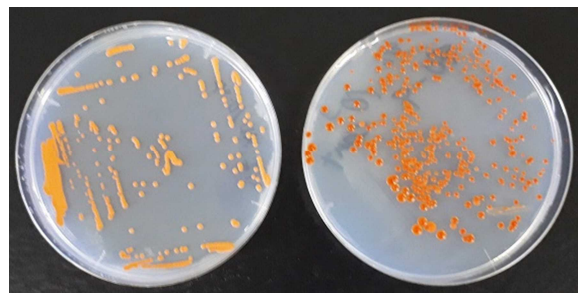


写真2 SG-39 (左) 及び変異株 SG-39-4 (右) のコロニー外観

[研究成果の普及・技術移転の計画]

本研究で分離された微生物は、(一財)マリンオープンイノベーション(MaOI)機構が管理運営する海洋微生物ライブラリーに登録して、MaOI フォーラムの会員企業に御利用いただく計画となっています。食品廃棄物やバイオマスの高付加価値利用に関心のある県内食品メーカーを中心に、バイオリファイナリー技術の普及を支援する計画です。

居住空間での木製品の変色要因の検討

[背景・目的]

工芸科に寄せられる相談の中でも、木材、木製品や建材などの変色に関するトラブルは多く、令和3年度にも鉄汚染が疑われる変色の相談が木製品事業者から寄せられています。また、昨今の新型コロナウイルスの影響で、消毒薬等による変色の発生についても相談があります。そこで本研究では、屋内で考えられる汚染要因と変色の発生について考察し、手板での変色試験、機器分析による原因究明の方法を確立することを目的とします。

[これまでに得られた成果]

○木材のアルカリ性溶液、消毒液等による変色の検討

- ・アルカリ電解水、セスキ洗淨液（アルカリ電解水使用）で変色が激しく、樹種により、黄変～黒変の違いがあることが分かりました(図1)。
- ・アルカリ電解水は、pH12.8と強アルカリを示し、取扱いに注意が必要です。
- ・エタノール消毒液による木材の変色はほとんど見られませんでした。

○鉄汚染に関する考察

- ・タンニン酸とろ紙による実験では、乾燥した状態で鉄と接触しても変色が起こらず、その後加湿しても変化がないこと、濡れた状態で接触すると変色が発生するほか、多湿状態での接触でも変色が起こることを確認しました。
- ・濡れた状態の鉄治具を手板と接触させる試験では、ナラ材での変色が最も大きくなりました。なお、通常部と変色部の色差(ΔE^*ab)は25.5でした。

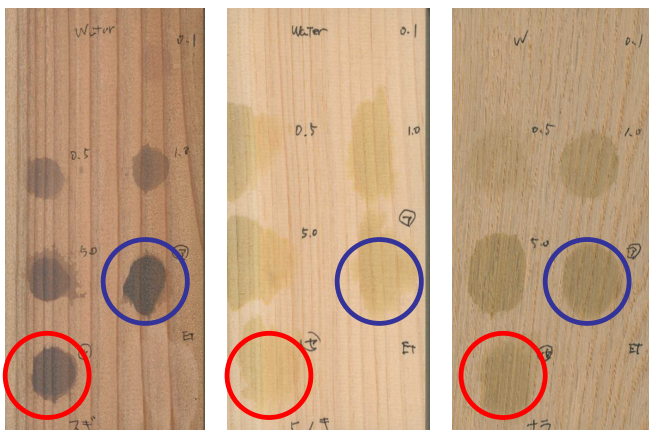


図1 家庭用薬品等による変色試験
(左から スギ・ヒノキ・ナラ)
赤丸：セスキ洗淨液 青丸：アルカリ電解水 による変色

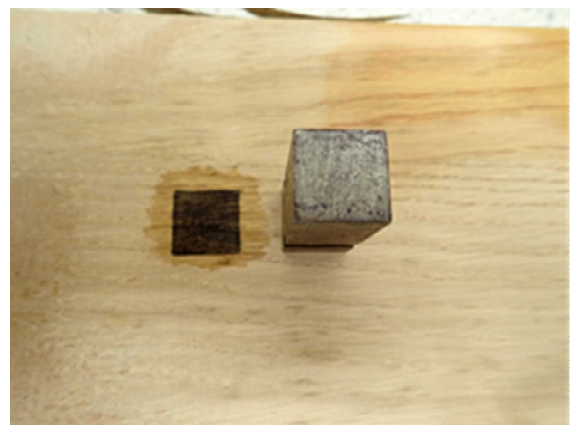


図2 鉄汚染の再現
右の鉄治具を濡れた状態で突板(ナラ)に接触した様子

[期待される効果・技術移転の計画]

- ・今後は、機器分析の適用を検討し、技術支援体制の充実を図ります。
- ・アルカリ電解水による変色の可能性を、研究発表会、家具メッセでの紹介等で、家具等の木製品製造事業者にも広く周知していきます。

海洋由来微生物を活用したサワービールの開発

[背景・目的]

本県では場の力である海洋を利用したマリンバイオ産業の振興に取り組んでおり、県内各研究所では本県海洋由来微生物を活用した機能性食品の開発を進めています。また、本県には多数のクラフトビールメーカーが存在し、独自性や地域性を持つ商品開発に関する要望が寄せられています。そこで当センターでは海洋由来乳酸菌と酵母を組み合わせ、新たな香味を持つ本県独自のサワービール開発を行いました。

[これまでに得られた成果]

- ・乳酸菌について、実製造工程を考慮して麦汁培地にて20℃又は40℃・6日間培養し、良好な乳酸生成を示す2株(NMB-28及びSUG-0126)及び低温で培養ができ、良好な酢酸生成を示す1株(NMB-16)の計3株を最適株として選抜しました。
- ・酵母について乳酸を含む麦汁培地にて20℃・14日間培養し、乳酸耐性を持ち、良好なアルコール生成を示す2株(NMY-9及び13)を最適株として選抜しました。
- ・乳酸菌4株(最適株3株及び市販菌)及び酵母3株(最適株2株及び市販菌)を組合わせてベンチスケールでサワービールを12点試作しました。これら試作品について成分分析及び官能評価試験を行い、最適な乳酸菌と酵母の組合わせを決定しました(表)。

表 ベンチスケール試作品の成分及び官能評価

No.	乳酸菌	酵母	アルコール (%)	有機酸 (ppm)		香気成分 (ppm)		官能評価	
				乳酸	酢酸	酢酸 イソアミル	アセト アルデヒド	評点	順位
1	市販菌	市販菌	4.75	2,832	51	2.55	187	3.82	12
2		NMY-9	4.60	2,887	167	3.76	135	3.19	5
3		NMY-13	4.50	2,840	65	2.40	226	3.45	10
4	NMB-28	市販菌	4.85	3,464	72	2.67	237	3.00	3
5		NMY-9	4.45	3,258	200	2.94	129	3.00	3
6		NMY-13	4.25	3,540	106	1.90	184	3.18	5
7	SUG-0126	市販菌	4.80	3,465	49	2.35	ND	2.73	2
8		NMY-9	4.60	3,562	212	3.28	ND	2.27	1
9		NMY-13	4.45	3,434	92	1.90	ND	3.64	11
10	NMB-16	市販菌	4.45	1,509	272	2.36	ND	3.36	9
11		NMY-9	4.30	1,680	363	3.73	ND	3.27	7
12		NMY-13	4.30	1,644	307	1.91	ND	3.27	7

ND:検出限界以下

官能評価は5点法(1:すばらしい～5:難点あり)にて行い、評点はパネル11名の平均点を示す。

[期待される効果・技術移転の計画]

本成果について、巡回指導等を通じて県内業界への普及及び技術移転を進めます。これによって、県内メーカーによる多様な香味のサワービール製品化が期待されます。

段ボール古紙を使用した「茶色いトイレットペーパー」の開発

[背景・目的]

古紙から製造した再生紙トイレットペーパー(TP)は、県内 30 以上の工場で国内シェアの 5 割以上が生産されています。再生紙 TP の原料古紙は、白さに対する顧客の要求を満たすため比較的品質と価格が高い印刷用紙などです。電子書籍の普及などもあり印刷用紙が年々減少する一方で、TP 生産量は漸増しており、原料確保が困難となっています。また印刷用紙は、古紙価格が不安定な側面もあります。このため、製紙会社では経営安定化のため古紙処理の改善や製造の効率化に努めてきました。

一度使ったら再生できない TP の原料は古紙の方が望ましいという考え方が広まりつつあり、再生紙 TP は TP 全体の 6 割を超え、公設試としても推進すべきものです。本研究では、白さは期待できないものの、再生紙 TP 原料の安定確保が可能となるよう、価格が比較的安く安定で供給量も豊富な段ボール古紙(OCC)を使用した「茶色い TP」の開発を目的としました。本研究は、環境に配慮したものづくりとして、持続可能な開発への支援に貢献するものです。

[これまでに得られた成果]

協力製紙会社から提供された実際の OCC・家庭紙原料を使用し、当センターで一般的な古紙処理方法(センター処方)に加えて、協力家庭紙メーカー 2 社の古紙処理方法(A・B 社処方)に倣って実験しました。得られた手すき紙等の評価では、OCC を使用しても製品品質は問題ありませんでした(表)。商品価値については現状の観点からは低下していますが、環境への配慮などからリサイクル推進や未漂白(使用薬品の低減)といった観点では訴求力を高められる可能性があります。古紙処理において発生するゴミの量は、OCC では通常の家家庭紙原料に比べて約 10 倍で、非常に多いことが分かりました(図)。

表 原料ごとの手すき紙等に対する評価

評価項目	原料	段ボール古紙(OCC)	家庭紙原料
製品品質	ほぐれやすさ	○	◎
	破裂強さ	◎	○
商品色	白さ度	×(暗い)	○
	色	×(茶色い)	○
価値	柔らかさ	○	○
	きょう雑物	×(多い)	○
生産性	ゴミの量	×(多い)	○
	歩留まり	△(低い)	○

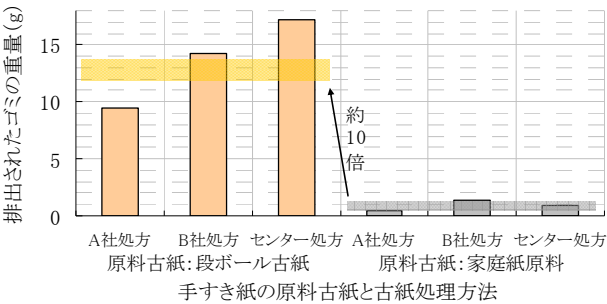


図 原料に対して古紙処理で排出するゴミの量

[期待される効果・技術移転の計画]

最新鋭の古紙処理設備を有する県内家庭紙メーカーからはOCCを使用したTPがすでに試験販売されているものの、多くの家庭紙メーカーでは使用されていません。我々の研究成果を刊行物などによって広く普及すると共に、県内家庭紙メーカーで取り組めるように日常的に行う技術相談業務によって技術移転を図ります。

次世代自動車軽量化のための CNF 複合材の開発

[背景・目的]

次世代自動車などの自動車部材として、セルロースナノファイバー（CNF）と樹脂の複合材を活用することが、軽量化や環境保全などの観点から世界的に期待されています。この複合材を成形するには、樹脂に高濃度の CNF を配合した「マスターバッチ」が必要ですが、CNF と樹脂は極めて混ざりにくいため CNF の分散性が悪く、強度などの特性が十分出ない問題があります。

そこで本プロジェクトでは、自動車で最も使われているポリプロピレン（PP）の複合材を成形するための、分散性と強度が向上した PP/CNF マスターバッチを開発することを目的としました。

[研究成果]

- ・ 製紙用機器であるリファイナーを使って、安価で性能の良い、マスターバッチに適した CNF を開発しました（図 1 上）。
- ・ CNF 濃度 30% の PP マスターバッチを作製（図 1 下）し、それから CNF 濃度 5～20% の複合材ペレットを作製しました。これを射出成形した PP/CNF20% 複合材の曲げ強さは、PP のみより約 1.5 倍向上しました。
- ・ 県内の自動車部品成形メーカー 2 社と実機による 2 種類の自動車部材を試作しました。複雑な形状（図 2 左）や長尺・大物（図 2 右）であっても問題なく成形ができることが検証でき、強度も 20% 以上向上していることが確認できました。
- ・ マイクロ X 線 CT 装置及び赤外分光測定装置で、樹脂中 CNF の分散状態を数値評価する技術確立しました。



図 1 リファイナーで作製した CNF (上) と PP/CNF30% マスターバッチ (下)



図 2 開発したマスターバッチを実機成形して試作した自動車部材（PP/CNF10%）
（左：窓枠部材、右：ピラー）

[研究成果の普及・技術移転の計画]

リファイナーから作製した安価な CNF を使った、応用製品の開発推進が期待されます。また樹脂・CNF 複合材の特性向上を目指して、共同研究を継続していきます。

共同研究機関 静岡大学 農学部
研究協力機関 相川鉄工(株)、日本プラスト(株)
イオインダストリー(株)他 4 社

お問い合わせ先 富士工業技術支援センター CNF 科
工業技術研究所 化学材料科
電話 0545-35-5190

CNF 製造に関する解繊エネルギーの低減

[背景・目的]

県では平成27年度より「ふじのくにCNFフォーラム」を立ち上げ、セルロースナノファイバー（以下、CNF）の実用化を推進しています。CNFは幅広い産業分野への利用が期待されていますが、現状のCNF製造機器では、製造コストが高く、CNFが非常に高価であるため、CNFの用途開発の足かせとなっています。

そこで本研究では、リファイナーのみを用いたCNF製造を検討し、多量かつ低コストのCNFが製造できる機器の開発を目指しました。

[研究成果]

- ・開発刃を取り付けたリファイナー処理により、ナノレベルの繊維を含んだスラリーが作製可能であることが分かりました（図1）。
- ・新型リファイナー（高周速仕様化・刃物クリアランス精密制御機構導入）及びCNF製造に特化した新規開発刃の製造を行いました（図2 相川鉄工(株)）。
- ・従来リファイナーに比べ、新型リファイナーの方がより細かい繊維が得られることが分かりました。
- ・新規開発刃を用いることで、より細かい繊維が得られることが分かりました。

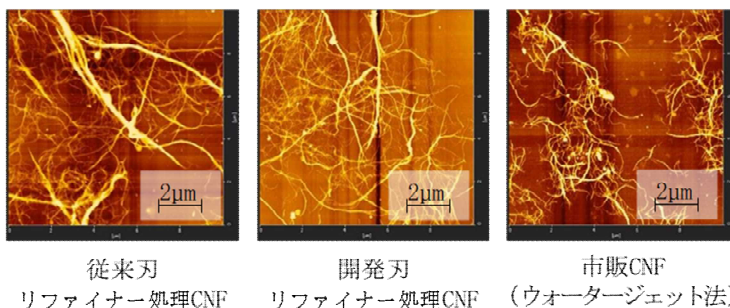


図1 従来刃又は開発刃リファイナー処理により作製した繊維の原子間力顕微鏡観察画像



図2 新型リファイナー（相川鉄工(株)CNFテスト設備内）

[研究成果の普及・技術移転の計画]

リファイナーは古くから多くの製紙工場で利用されているため、製紙工場への導入におけるハードルは低いと言えます。本研究の成果をふじのくにCNF総合展示会やナノセルロース展などに出席し、普及します。それにより、CNF製造に興味のある多くの製紙工場への導入や、富士地区からのCNF製造・利用への参入促進が期待できます。

環境負荷の少ないめっき・塗装の前処理技術 ープラズマ照射による樹脂表界面の新規改質技術の開発ー

[背景・目的]

樹脂製品は様々な用途で利用されており、製品に耐久性や装飾性を付加する目的で表面にめっきや塗装を施す場合、材質によっては前処理が必要となります。現在の前処理技術として一般的な化成処理は有害薬品を利用するため、環境に負荷の少ない新規な前処理技術が求められています。当センターでは、これまで県の新成長戦略研究において、新型プラズマ照射装置を開発し、接着前処理への応用に取り組んできました。本研究ではこのプラズマ照射装置について、樹脂にめっきや塗装を施す際の前処理への活用を検討しました。

[研究成果]

- ・ABS樹脂にプラズマ照射と分子接合剤処理を併用する事で光沢のある銅めっきが可能となりました。5N/cm 近くの密着強度に達しました。
- ・ABS以外の樹脂（PP、PE、PVC、PC、PMMA）にも、密着強度は充分ではありませんが、めっきを付けることができました。
- ・高耐久性の保護膜として期待されている有機無機複合シリカ膜をPP、PMMA等の樹脂に密着強度 9N/cm 以上で付けることができました。
- ・プラズマ照射によってプラモデルの水性塗装が可能になりました。

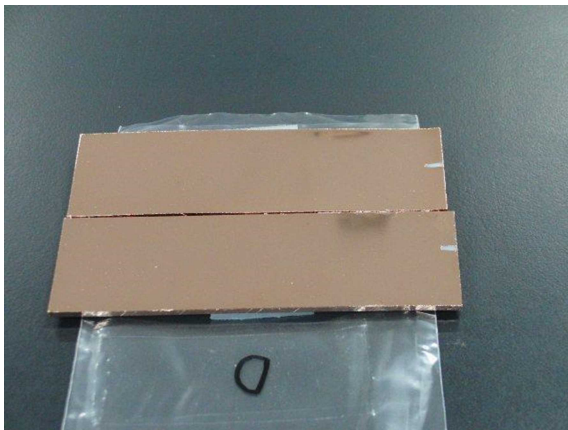


図1 ABSに銅めっきした試料板



図2 水性塗装したプラモデル

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ABS樹脂めっきの代替技術として、改良と普及活動に取り組みます。
- ・ABS以外のPP、PC等の樹脂に対しても、密着性の高いめっきへと改良を続けます。
- ・本法による有機無機複合シリカ膜の製品への適用、特に耐久性が必要な屋外用途への応用を進めます。
- ・ワークショップ等を通じて、プラモデルの水性塗装化を進めます。

サブナノ秒レーザーピーンフォーミングにおける 走査方法の影響

〔背景・目的〕

内閣府の事業である ImPACT「ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現」にて、超小型、高出力のサブナノ秒マイクロチップレーザーが開発されました。本レーザーはレーザー誘起衝撃波の発生源として有望です。そこで、用途の一つとして、衝撃波を利用したレーザーピーンフォーミング (LPF) による板曲げ加工を提案しました。LPF は衝撃波で照射面を叩いて延ばすことで板を湾曲させる逐次的な板材成形法です。他のレーザーを用いた過去の研究から、LPF ではレーザーの照射条件だけでなく、走査方法も成形効率に影響することがわかっています。そこで、本レーザーにおいて、走査方法がどのように変形に影響するかを調査しました。

〔これまでに得られた成果〕

- 走査速度と走査の回数をパルスの照射密度が一定となる条件下で変化させて試験片の曲げ角 θ の変化をみました。図1および図2に示すように、走査速度を上げていくと θ はほぼ一定となるのに対し、走査速度を2mm/s以下にすると θ は急激に減少しました。純アルミ (A1100) と複数の板厚の純チタン (Ti) で同じ傾向を示しており、材料、板厚によらない現象といえます。また、別のレーザーでの結果と共通する挙動であることも確認されました。
- 成形効率を高くするには一定以上の速度で走査させ、その分走査回数を増やすことが有効であることが分かりました。



図1 走査条件による試験片外観の変化
(純チタン板厚0.2 mmの場合)

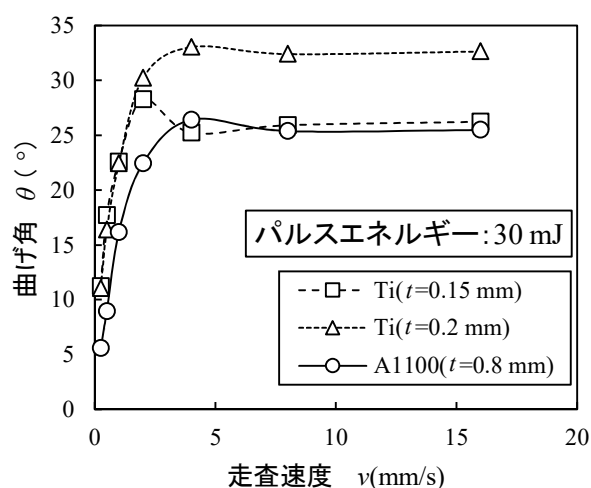


図2 走査条件による曲げ角の変化

〔期待される効果・技術移転の計画〕

- 本法における走査方法についての基礎データとノウハウが得られました。
- 本法を実際の複雑な3次元形状をもった板成形部品に展開する際に、成形を効率化するためのノウハウにつなげます。

カラーイメージングによる表面粗さ推定

ー品質工学による測定系の最適化ー

[背景・目的]

表面粗さの検査では、目視や触診等の人による官能検査が広く使われてきました。これらの官能検査では、高度な技能を有する検査員が必要となります。また、同一基準での定量的な品質管理が困難です。

一方、面の粗さを機械的に定量測定する方法として、共焦点顕微鏡や光干渉計が使われています。しかし、これらの機器は一度に測定できる領域が狭く、広い面積の測定には向いていません。そこで、本研究では、試料表面の色を高精度にイメージング測定することで、巨視的な粗さの違いを短時間で定量測定する方法の確立を目指しています。

[これまでに得られた成果]

本方法では、2次元色彩計で測定した各画素の測色値を、色表現で用いる xy 色度図上にマッピングし、その分布の拡がり幅から粗さを推定します(図1)。

今年度は、測定ばらつきを与えるノイズ要因(測定環境の明るさ、撮像レンズの収差等)がある場合でも安定的で高感度な測定を可能にするために、品質工学のパラメータ設計手法で測定系を最適化しました。撮像レンズの種類と光源の色は、測定ばらつきや感度に影響を与えることがわかりました。この他に照明・撮像角度や照明の拡散度合い等を最適化しました。図2は、最適化した測定系で得られた算術平均高さ Sa と測色値分布の拡がり幅との関係です。ノイズの有無による測定感度の差が少なくなりました。

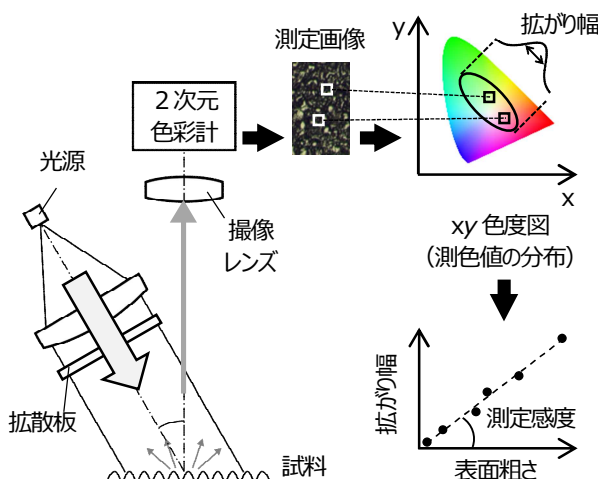


図1 測色による表面粗さ推定の概略図

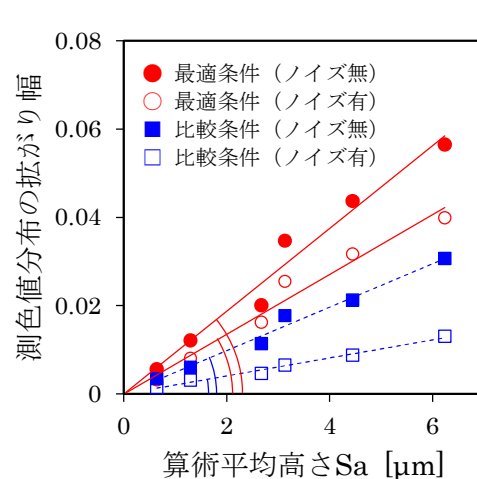


図2 表面粗さと色の拡がり幅の関係

[期待される効果・技術移転の計画]

ノイズに対して頑強性のある測定系を実現することにより、自動車等で使われる大型部品についても粗さをインラインで定量評価する等の高度な品質管理を自動化できれば生産性が向上します。今後は、定量的な粗さ管理により製品の高度化を図る企業を支援すると共に、表面粗さの検査機器を開発する企業等に技術移転することを目指します。

図形を投影するマイクロプリズムアレイの設計・評価

【背景・目的】

マイクロプリズムアレイ (MPA) は、微小な矩形プリズムを2次元アレイ状に配列した光学素子であり、これに光を通すだけで図形パターンを投影することができます (図1)。この光学素子を用いることで、路面や廊下・壁面などに、図形を用いて情報を伝達する照明を、非常にコンパクトでかつシンプルな装置で実現することが可能となります。MPAは投影したい像に合わせてMPAを構成する一つ一つのプリズムの傾斜面の傾きと方向を制御します。このようにして投影される像の品質は、プリズム数やそのサイズおよび光学配置などに影響されるため、その関係性を把握することはMPAの設計において非常に重要です。

そこで本研究では、効率的なMPAの設計を実施するため、プリズムセル数と投影像の明るさむら、および光源-MPA間の距離と輪郭のぼけの関係について調査しました。

【これまでに得られた成果】

一つのプリズムのサイズが $80\mu\text{m}$ 角で構成されたMPAにより、1m遠方に200mm角の図形を投影する光学系を、本年度導入したMPA設計ソフトウェアにて設計しました。また、設計した光学系のMPAを構成するプリズムセル数と、光源とMPA間の距離をパラメータとして投影される像を数値シミュレーションにより求め、投影像の明るさの均斉度 (明るさのむら) および、輪郭のぼけ幅を求めました。シミュレーションの結果、今回設計した光学系ではプリズムセル数が90000個 (300個 $\times$ 300個) 以上になると均斉度の値はほぼ変化しない傾向があり (図2)、光源とMPAの距離が長くなると輪郭のぼけ幅が小さくなりますが、投影像の照度 (明るさ) が減少する傾向にあることがわかりました (図3)。

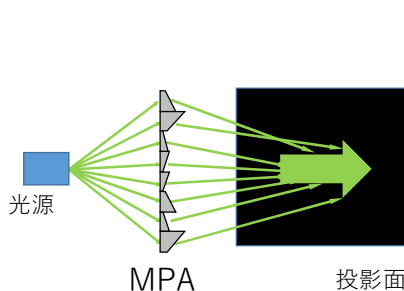


図1 設計した光学系

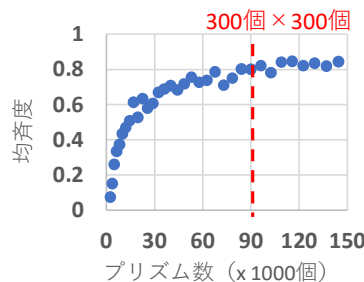


図2 プリズムセル数と均斉度の関係

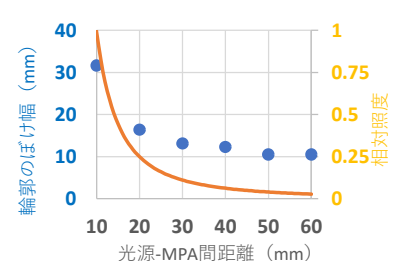


図3 光源-MPA間の距離と輪郭のぼけ幅および相対照度の関係

【期待される効果・技術移転の計画】

この取り組みにより得られた知見を用いることで、投影したい像に必要なプリズムセルの数や、使用する光源の仕様に対して最適な距離を見積もることができるため、より効率的なMPAを用いた図形投影装置の設計が可能になります。

熱変形シミュレーション精度を向上するための

3D熱変形計測技術の開発

[背景・目的]

次世代自動車で求められる車体の軽量化には、各種軽量素材を使用する必要がありますが、それぞれの熱物性が異なるため、設計から製品開発には大きなハードルが存在します。そこで、新成長戦略研究「次世代自動車の軽量化に貢献する3D熱変形等計測・評価技術の開発」(平成29年～令和元年度)で得られた、3D熱変形計測技術、シミュレーション技術等を活用して、企業が取り組むマルチマテリアル化へ対応した次世代自動車部品の開発プロセスの効率化を支援します。

[研究成果]

- ・当センターが開発した大型観察窓を持つ恒温槽と3D変形計測装置を組み合わせたシステムを活用し、自動車用樹脂大型成形品のヒートサイクル試験下での収縮・膨張の分布変化の連続測定に成功しました(写真、図参照)。
- ・自動車樹脂部品の熱接合装置に使用する熱板の加熱時の位置ずれを、3次元計測装置で実測することにより、加工前の調整時間を半分以下に削減する技術を開発しました。



写真 熱変形評価試験の様子
恒温槽内の樹脂部品の変形を計測する

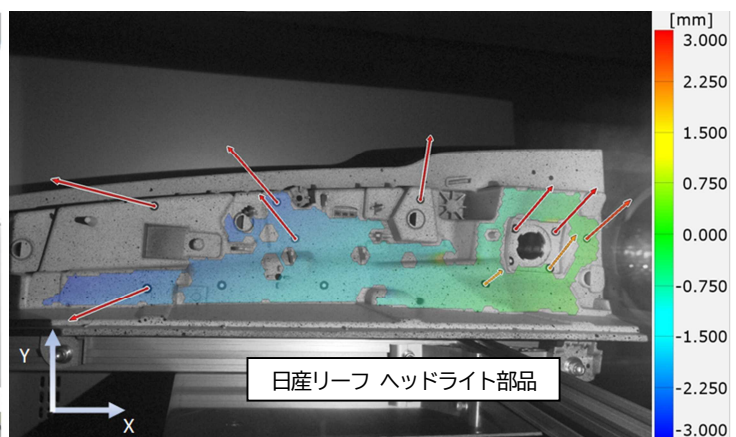


図 100℃到達時の樹脂部品の熱変形計測結果
矢印は各点の変形方向を、色分けはX方向の変形量を示す

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・熱変形シミュレーションと実測値を比較することが可能になり、シミュレーションに使用するパラメータを適切に決定できるようになりました。
- ・本研究で確立した技術は、県内製造業におけるデジタルものづくりの導入を幅広く支援することが可能です。対外的な成果の広報や技術相談業務を通じて、自動車関連企業はじめとする製造現場の効率化の支援を継続して行います。

材料の評価解析における技術継承を目指した技術資料集
―判定・判別が難しいFT-IR データの読み方等―

【背景・目的】

材料評価・解析に必要なスキルの中でも最も難易度が高かつ技術継承が難しいのは、機器分析や金属材料試験の結果(データ)に対して、それらがどういったものであるか(同定、帰属、分類等)、あるいはそれらから何が言えるか(判定、考察、推定・推測等)に関するスキルであると言えます。

本研究では、科員がこれまでに培ったスキルを発揮して取得した知見・情報の有効活用とスタッフ内での情報共有及び技術継承の促進・支援のため、機器分析をはじめとする評価解析事例にポイントやノウハウ・コツを盛り込んだ「技術資料集」を作成しました。

【研究成果】

- ・科員それぞれの担当業務や得意分野に関する評価解析事例について、説明文を Excel で作成した共通の様式(表形式; 1 行につき 1 項目)に入力しました(図 1)。
- ・それらはそれぞれ同じ Excel ファイルの「Sheet2」以降の Sheet にリンクさせ、写真・イラストを加え、わかりやすい説明(ポイント・コツ、ノウハウ等)を添えました(図 2)。
- ・当初の目標の 50 件を超える 80 件以上の評価解析事例・項目を記載しました。
- ・担当職員だけが有する評価解析、考察の根拠・裏付けの「見える化」に繋がりました。
- ・技術継承にかかる所要時間の短縮・効率化が図れました。

登録 番号	入力 月日	事例(タイトル)	カテゴリ	機器・設備・器具	難易度
1	2021/5/10	PA6-6とPA6の判別	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	C
2	2021/5/18	PETとPBTの判別	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	A
3	2021/6/4	硬質PVCと軟質PVCの判別	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	B
4	2021/6/15	エポキシ系樹脂の特徴	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	A
5	2021/6/17	フェノール系樹脂の特徴	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	A
6	2021/6/28	2大PVC(ポリウレタン)の特徴	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	C
7	2021/7/10	シリコン化合物の特徴	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	B
8	2021/7/30	加硫ゴムについて	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	S
9	2022/8/9	TPUと、PP+PEブレンドの判別	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	S
10	2021/8/17	フッ素樹脂の区別	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	C
11	2021/8/24	線と板の判別	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	S
12	2021/9/2	ポリスチレンと化学処理樹脂の判別	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	A
13	2021/9/8	汗と尿の判別	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	S
14	2021/9/12	デンプンとそれ以外の糖質の判別	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	B
15	2021/9/19	糖質主成分中のタリハク質の有無	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	A
16	2021/9/22	タリハク質とPAA(ポリアミド)の判別	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	B
17	2021/9/23	微生物由来物(死骸・排泄物等含む)について	機器分析データ	FT-IR赤外分光分析装置	A

図 1 評価解析事例を記載した Excel のイメージ

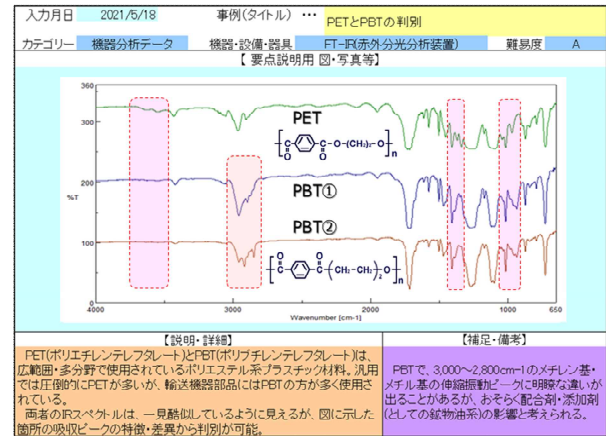


図 2 技術資料の例(PET と PBT の判定・判別)

【研究成果の普及・技術移転の計画】

- ・科内で技術共有・継承し、実際の依頼試験・相談業務等に活用します。
- ・本研究成果を当センターの研究発表会及び大学・支援機関のセミナー等にて発表します。
- ・実際の依頼試験・技術相談の場面で、顧客に対するデータの説明の際に活用します。
- ・分析や試験を自社で行っている企業からの要請があれば研修用資料として活用します。

静岡県工業技術研究所 研究成果事例集

令和4年4月発行（2022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