

研究成果事例集

(令和2年度実施分)

静岡県工業技術研究所

令和3年4月

工業技術研究所

頁	成果事例	担当科
1	EV シフトに要求される高密着な樹脂めっきの作製	金属材料科
2	部材金属と樹脂の表面特性向上に関する研究	化学材料科
3	表面性状測定データを用いた反射散乱光シミュレーション ーより現実に近い光学シミュレーションを求めてー	照明音響科
4	車載光学機器部品における微細構造評価 ー表面性状反転技術と手動スティッチングについてー	照明音響科
5	照明シミュレーションの精度を高める ーニアフィールド配光測定技術の活用ー	照明音響科
6	CNF を活用したアロマ基礎化粧品の開発	食品科
7	家畜ふん尿の乾燥及び燃料化技術の開発 ー乾燥乳牛ふんのエネルギー利用ー	環境エネルギー科
8	衝撃荷重を想定した椅子の背もたれの試験方法の提案	工芸科
9	木工プレス機の荷重管理状況調査 ープレス荷重の「見える化」についてー	工芸科
10	積層板の音響特性における接着剤の影響	工芸科

沼津工業技術支援センター

頁	成果事例	担当科
11	海洋資源からのサワービール及び生酏系清酒用乳酸菌の選抜	バイオ科
12	静岡酵母HD-1 と麹菌の組み合わせが清酒の酒質に及ぼす影響の調査	バイオ科
13	効率的な学習が可能な画像認識AIの開発	機械電子科
14	次世代型インプラントの型鍛造成形を可能にする設計支援技術の開発	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
15	ほぐれやすさ試験機の技術開発	製紙科
16	再生紙の低密度化に関する研究	製紙科
17	次世代自動車軽量化のためのCNF複合材の開発	CNF科
18	次世代自動車軽量化のためのCNF複合材の開発 －マスターバッチ用CNFの開発－	CNF科
19	計測・センシング技術の動物繁殖現場への応用展開	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
20	レーザー誘起衝撃波を用いた板曲げ加工における変形挙動の分析	光科
21	プラスチック成形品の破損しやすい箇所を見える化する	光科
22	表面の色を測定して粗さを推定する	光科
23	材料評価・解析のための試料調製方法 －企業のご要望に的確に応える隠れた術－	材料科
24	非破壊・非接触・短時間での鉄鋼材料の硬さ測定	材料科
25	めっきで形成した凹凸構造を利用して液体を弾く	材料科

研究成果事例

EV シフトに要求される高密着な樹脂めっきの作製

[背景・目的]

EV シフトによる車体軽量化のため、自動車部品の材料を金属から樹脂へ置き換える動きが加速しています。樹脂材料に高品質なめっきを施すことが出来れば、耐久性、意匠性や電磁シールド性を付与でき、樹脂材料の用途拡大が期待できます。しかし、現行技術はクロム酸等を用いた前処理（エッチング）の環境負荷が大きいことや、ABS 樹脂以外の樹脂へのめっきが難しいことが自動車部品の材料における樹脂素材の普及の課題となっています。

そこで、本研究では、ガラス代替材料として期待されるポリカーボネート(PC)や近年開発が進んでいるポリプロピレン(PP)/セルロースナノファイバー(CNF)複合材を対象に、環境負荷の少ないエッチング法を用いた高密着なめっき処理技術の開発を目的としました。

[研究成果]

- ・PC について、オゾンガス処理を用いためっき工程を検討し、最大密着強度約 3N/cm の樹脂めっきを作製しました（図 1）。
- ・PC について、酸及びアルカリによるエッチング工程を検討し、密着強度のばらつきが大きいものの、環境負荷の少ないエッチング工程で最大密着強度約 12N/cm の樹脂めっきを作製しました（図 1）。
- ・PP 及び PP/CNF 複合材について、オゾン酸化処理を用いためっき工程を検討し、CNF 複合化によってめっき密着性が上昇することがわかりました（図 2）。

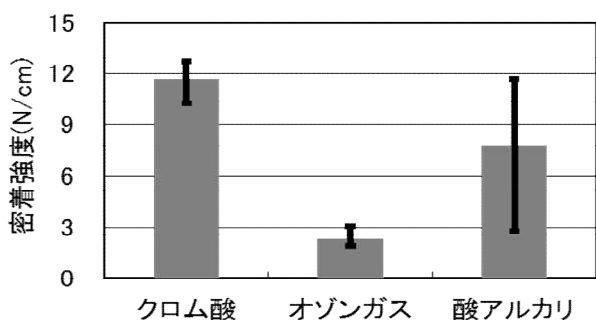


図 1 PC の各エッチング手法におけるめっき密着強度

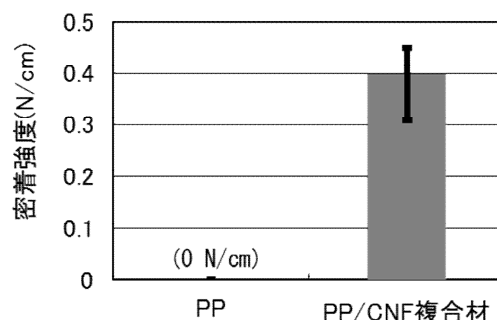


図 2 PP 及び PP/CNF 複合材のめっき密着強度

※図 1、図 2 ともにエラーバーは最大値と最小値

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ 環境負荷の少ない新規エッチング法は、県内めっき事業所の作業環境改善及びめっき廃水の削減に大きく貢献します。
- ・ ABS 樹脂以外の樹脂を対象に高密着な樹脂めっきを作製する技術は、次世代自動車への積極的な活用が期待されます。
- ・ 県内企業への技術提供により、技術移転を実施します。

部材金属と樹脂の表面特性向上に関する研究

[背景・目的]

近年、自動車用照明のLED化に伴い、導光レンズやアウターレンズ等の透明樹脂部品の需要が増加しています。透明樹脂の射出成形では、成形機内部に付着し炭化した樹脂が成形品に混入して生じる黒点と呼ばれる不良が、歩留まり低下の一要因となっています。そこで、樹脂との剥離性が高く、射出成形機部品に適した表面処理を選択するために、剥離性評価試験装置（図1）を用い、半熔融状態の樹脂と金属部材表面の剥離性評価手法の確立に取り組みました。

[研究成果]

- ・装置制御用ソフトウェアの開発により、温度制御・動作制御が記録可能になりました。
- ・装置のヒーターを従来の棒状ヒーターからシリコン面ヒーターへ変更することで、金属板の表面温度ムラを解消することができました。
- ・樹脂試験片を取付けるチャックの接続部を固定することで試験片取付け時の傾きを解消し、試験片表面を均一に金属板表面に押し当て、測定値の変動を抑えることができました。
- ・押し当て面積を従来の1/3にした試験片を用いて押し当てる力の偏りを解消し、測定値の変動を抑えることができました。
- ・表面処理を施した金属板と樹脂試験片の剥離荷重を測定したところ、未処理の金属板の剥離荷重がもっとも大きく、剥離しにくいということがわかりました（図2）。
- ・金属板の表面処理の種類による剥離荷重の差は、わずかでした（図2）。

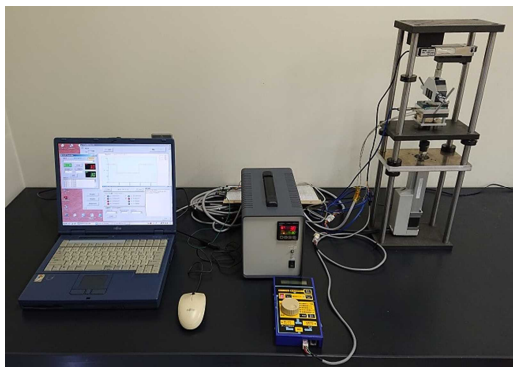


図1 剥離性評価試験装置

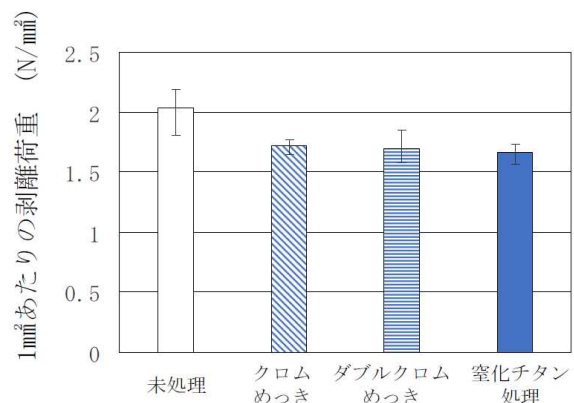


図2 剥離荷重測定結果

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・蓄積した知見や基礎データを技術相談対応等に活用します。
- ・金属と樹脂の剥離性についてデータを収集するため、県内企業から本装置利用の希望があれば対応できるようにしたいと考えています。

表面性状測定データを用いた反射散乱光シミュレーション ーより現実に近い光学シミュレーションを求めてー

[背景・目的]

精密な機械加工面の反射光は、加工によってできた微細で周期的な凹凸形状により色のついた散乱光が生じる場合があります。散乱光は設計した光学系において迷光となり光学性能を低下させる可能性があります。したがって光学シミュレーションでこのような迷光を予測することができれば、より効率的な光学製品の開発・製造が可能となります。しかしながら微細形状によって生じる色のついた反射散乱光を表面性状データから光線追跡法に基づく光学シミュレーションにより再現することは困難です。そこで本取り組みでは、微細な凹凸形状を持つ加工面での反射散乱光をその加工面の表面性状測定データから計算し、これを反射特性データとして光学シミュレーションに取り込み、色のついた反射散乱光を再現する手法の構築を行いました。

[研究成果]

- ・ フラウンホーファー回折領域における反射散乱光の計算を行い、光学シミュレーションにて機械加工面で生じる色のついた反射散乱光を再現しました。
- ・ 表面性状測定データを編集することで、加工条件の違いによる反射散乱光の見える予測するシミュレーションを行いました。

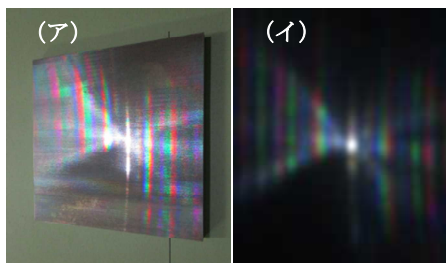


図1 機械加工面の反射散乱光。(ア) デジタルカメラ撮影像。(イ) 光学シミュレーション像。

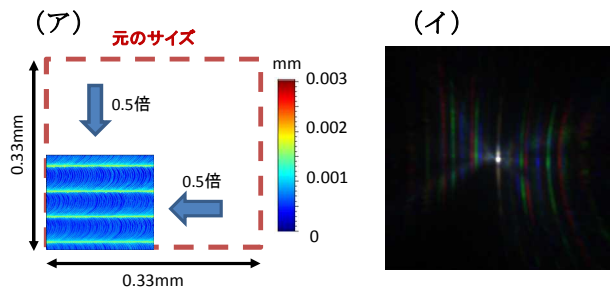


図2 (ア)表面性状測定データ縦方向(加工工具の先端形状)と横方向(加工工具の送り速度)を0.5倍に編集した時の(イ)反射散乱光の見えシミュレ

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ 構築した手法を用いることで加工前に反射散乱光をシミュレーションすることが可能となり、高精度な加工技術の実現に貢献します。
- ・ 回折現象を反映した光学シミュレーションを行うことが可能となり、仮想空間でのより詳細な製品設計の検討に貢献します。

車載光学機器部品における微細構造評価

—表面性状反転技術と手動スティッチングについて—

[背景・目的]

近年、車載光学機器に搭載されているレンズやミラー等の光学部品の多くは、複雑な曲面形状に微細構造が施されており、ナノレベルの表面性状を実現しています。ナノレベルの表面性状を評価する測定方法として、非接触干渉方式があります。しかし、傾斜面の測定が難しいこと、測定センサを測定面に接近させるため他と接触する恐れがあることから、次世代自動車の視界支援に必要な複雑な微細構造が施された光学部品を測定することが益々難しくなっていくと考えられます。光学部品の表面性状評価は、品質管理上重要であり、産業界からのニーズも多いです。そこで、傾斜面上に施された微細構造の表面性状評価方法について研究しました。

[研究成果]

- 光学部品に多く見られる曲面上に施された微細構造を有する試料(金型材)を評価対象とし、微細構造を樹脂製転写材で反転し、金型材と転写物を非接触表面性状測定機で測定しました。その結果、数ナノレベルの僅かな差で表面性状を転写できることが分かりました(図1)。また、大型の構造物等、試料を直接測定することが難しい場合でも、部分的に表面性状を転写することで評価が可能になることを確認しました。
- 急峻な微細構造は、一方向の姿勢では傾斜面が大きい箇所の測定が難しいため、測定範囲を部分ごとに分けて各部分の傾斜面に対して測定し易いよう姿勢調整をしました。個々に測定したデータは手動で合成しました(スティッチング)。合成後のデータから傾斜面形状を除去し、表面性状を解析した結果、粗さ評価に支障の無い程度に合成できることが分かりました(図2)。個々に測定し手動で合成するため時間を要しますが、通常測定では難しい傾斜面も含めて広範囲に測定できる有効な手法であると考えます。

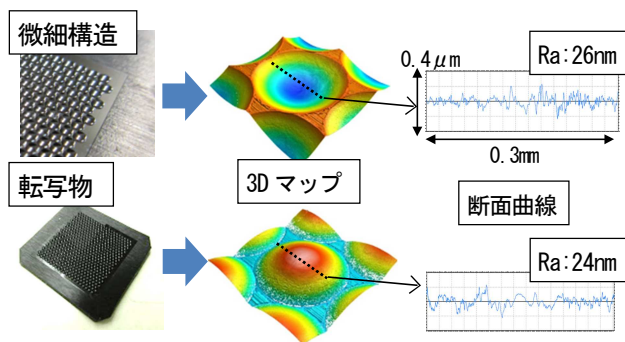


図1 微細構造と転写物の表面性状測定結果

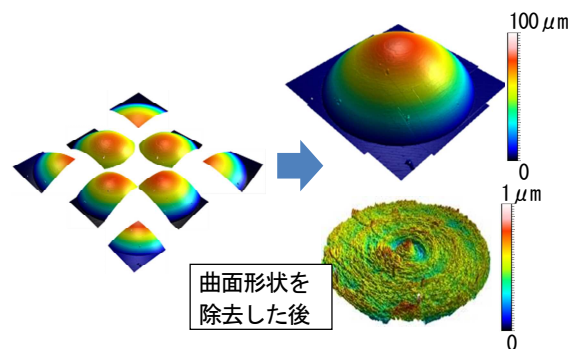


図2 手動で合成した微細構造データ

[研究成果の普及・技術移転の計画]

本研究成果は機器使用や技術相談業務に活用しており、車載光学機器部品企業等の品質管理に役立っています。また、測定結果は3Dデジタルデータとして光散乱特性等を評価する光学シミュレーションに応用できるため、企業の製品開発にも役立ちます。

照明シミュレーションの精度を高める ーニアフィールド配光測定技術の活用ー

[背景・目的]

ヘッドアップディスプレイ (HUD) やヘッドランプなどの車載光学機器製品の開発では、完成品のみならず、機器を構成する部品の光学性能を評価する測定技術と、設計上の光学性能を予測するシミュレーション技術の両方が必要不可欠です。

本研究では、車載光学機器のモデルベース開発の支援を目的とし、ニアフィールド配光測定技術を活用した照明シミュレーションの精度向上に取り組みました。

[研究成果]

① ニアフィールド配光測定技術の確立

従来技術 (ファーフィールド配光測定) では、光源 (発光する部分) の大きさが測定データに反映されず、実測結果と照明シミュレーション結果に乖離がありました。この問題を解決するため、ニアフィールド配光測定装置 (図 1) を導入し、車載光学機器に対応する測定ノウハウを蓄積することで、下記の測定技術を確立しました。

- ✓ 明るさや色のムラがある光源の配光特性を正確にデジタルデータ化
- ✓ 平面に加えて曲面が発光する光源の測定

② 照明シミュレーションの精度向上

HUD の虚像を対象とした照明シミュレーションでは、従来の測定技術による光源データでは輝度分布を正確に予測できませんでしたが (図 2)、ニアフィールド配光測定技術を活用することでそれを良好に予測できるようになりました (図 3)。下記の通り、HUD の虚像の実測結果と比較した照明シミュレーションの予測誤差も大幅に改善しました。

- ✓ 平均輝度の予測誤差 : 13.4% から 5.6%
- ✓ 平均色度の予測誤差 : 7.3% から 3.0%

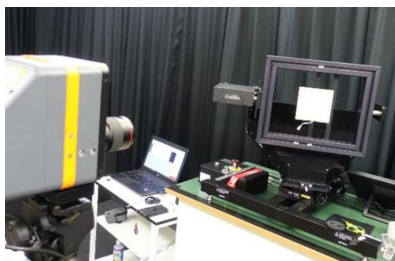


図 1 ニアフィールド配光測定装置

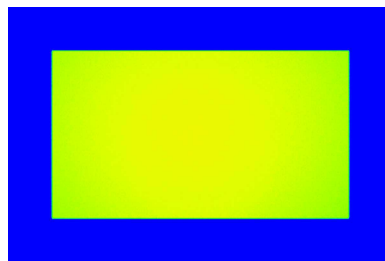


図 2 輝度分布の予測結果 (従来技術)

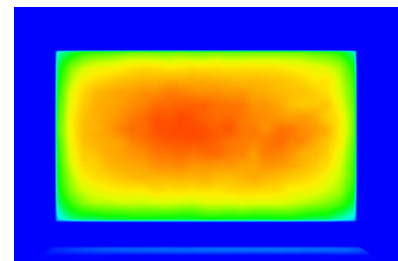


図 3 輝度分布の予測結果 (ニアフィールド配光測定技術を活用)

[研究成果の普及・技術移転の計画]

蓄積した技術を EV 化と自動運転化に求められる車載光学機器の性能予測と光学評価に活用し、CASE (Connected, Autonomous, Shared & Services, Electric) を実現する県内企業の製品開発を DX (Digital Transformation) と測定の両面で支援していきます。

お問い合わせ先 工業技術研究所
照明音響科
電話 054-278-3027

CNF を活用したアロマ基礎化粧品の開発

[背景・目的]

近年、香りの心理・生理機能が見出されており、香りが放散する時間を長くすることで、長時間に渡ってその機能の作用が続くことが期待されます。また当研究所では、化粧品基材である水へ、油溶性である香料とセルロースナノファイバー（以下、「CNF」）を添加、攪拌することで、ピッカリングエマルジョン^注が形成し、香りがより徐放することを見出しました。

そこで、CNF が機能性の香り成分を含有する香料を包み込むようなピッカリングエマルジョンを形成し、香り成分の揮発を抑制・保持することで、皮膚への香り成分の浸透を高めるよう設計した「アロマ乳液化粧品」の開発を行いました。



写真1. 乳液試作品

注) ピッカリングエマルジョン: 水/油界面に吸着した固体粒子によって安定化された乳濁液

[研究成果]

- ・CNF 添加によるピッカリングエマルジョン形成を活用し香料の乳化安定性を高める『2段階乳化処方』を県内企業に提案しました。製品化の段階では、乳化安定性の付与に最適な CNF、乳化剤及び乳化助剤の濃度等の添加処方を決定しました(図1)。
- ・開発した「アロマ乳液化粧品」においても、香りの徐放が認められました(図2)。

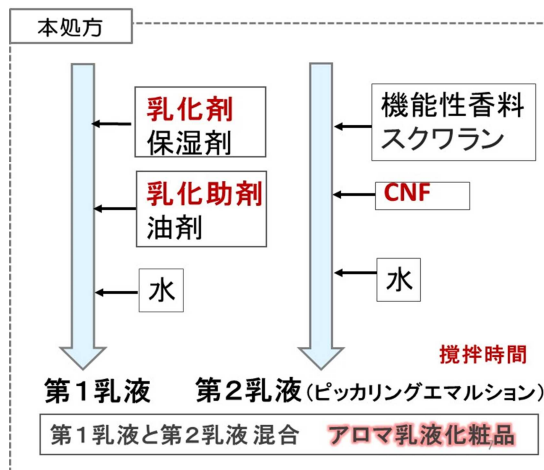


図1 アロマ乳液化粧品処方フロー

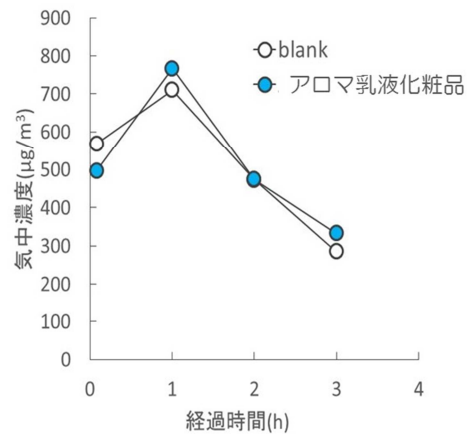


図2 アロマ乳液化粧品の香り放散挙動観察

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・アロマ乳液化粧品については特許出願(特願 2021-29000)し、今後は県内企業から商品化される予定です。
- ・CNF による香り放散挙動について更に研究を深めていき、その成果を技術相談・指導等で普及し、県内企業の香粧品分野への進出を支援します。

家畜ふん尿の乾燥及び燃料化技術の開発

－乾燥乳牛ふんのエネルギー利用－

【背景・目的】

家畜ふん尿は国内で発生する有機性廃棄物のおよそ 27% に相当する年間約 8,700 万トンが排出されており、その多くは堆肥等に還元されています。しかし、堆肥の生産は一部の畜産集中地帯で需要を超え、過剰供給による環境汚染や堆肥の滞留を引き起こしています。現に県内の朝霧地区では、乳牛・肉牛合わせて 6,500 頭が飼育されていますが、乳牛 100 頭規模で年間 1,000 万円の処理・流通経費が掛かっています。

そこで本研究では、家畜ふんの中で最も含水率の高い乳牛ふんを対象に、太陽熱エネルギー等を利用して燃料化する技術を開発しました。

【研究成果】

- ・乾燥促進剤の添加と、太陽熱を利用した温水パネルによる加熱技術を併用することで、従来の天日乾燥方法の約 1/3 まで乾燥期間を短縮できました（畜技研）。
- ・乾燥家畜ふん(牛ふん)の低位発熱量は 16.2MJ/kg で、木質ペレットと同等のエネルギー密度の燃料を製造する技術を確認しました（畜技研）。
- ・前処理と乾燥を組み合わせることで、乾燥乳牛ふん中の窒素及び硫黄を木質ペレット並みに低減できることがわかりました（表）。
- ・ペレット化した乾燥乳牛ふんのバイオマスボイラーでの燃焼試験から、完全燃焼の条件で、排ガス中の窒素酸化物及び硫黄酸化物を規制値以下にできました（図）。

表 前処理による乾燥乳牛ふん中の窒素・硫黄の変化

前処理条件	窒素 [%]	硫黄 [%]
固液分離前 (生ふん尿)	2.20	0.30
固液分離のみ	0.81	0.10
固液分離後 加水して圧搾	0.62	0.11

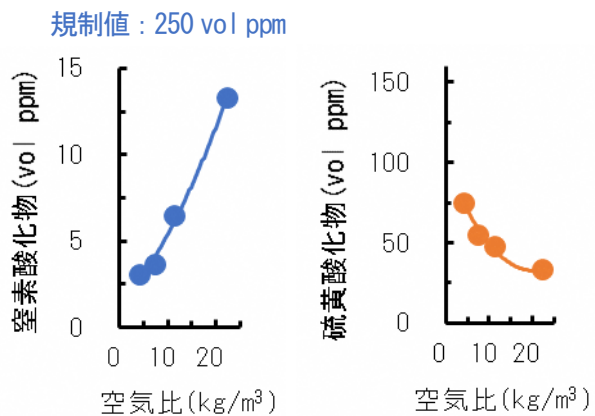


図 空気比の調整による排ガス中の窒素酸化物及び硫黄酸化物の変化

【研究成果の普及・技術移転の計画】

本研究で開発した技術を社会実装するために、富士宮市地域循環共生圏推進協議会と連携し、家畜ふんのエネルギー利用を推進するための新たな協議体を設置する予定です。また、今後 3 年間で 4ヶ所の家畜ふん乾燥施設の設置を目指します。

衝撃荷重を想定した椅子の背もたれの試験方法の提案

[背景・目的]

当研究所に持ち込まれる家具の強度試験のうち、「椅子の背もたれの試験」が3割以上を占めています。「椅子の背もたれの試験」は、JIS S 1203: 1998 に規定されていますが、試験に合格しても使用中に破損してしまう事例が発生しており、荷重の負荷速度や回数など実使用状況を十分に検討する必要があります。

そこで、本研究では、「人が勢いよく座った時に背もたれにかかる衝撃荷重」を実際に測定し、その特徴を再現し、実使用状況を反映できる新しい試験方法を模索しました。

[研究成果]

- ・成人男性が椅子に勢いよく座った時に背もたれにかかる衝撃荷重の特徴を明らかにしました（ピーク荷重：約600N、ピーク到達時間：約50ms）。
- ・様々な方法で衝撃荷重の再現を試みたところ、ハンマー落下を利用することで、衝撃荷重に近い負荷を与えられることが明らかになりました（落差45mm→ピーク荷重600N、ピーク到達時間8msの負荷）。この方法は負荷が非常に安定しており、ハンマー落差を変えることで、負荷を細かく制御することも可能です。

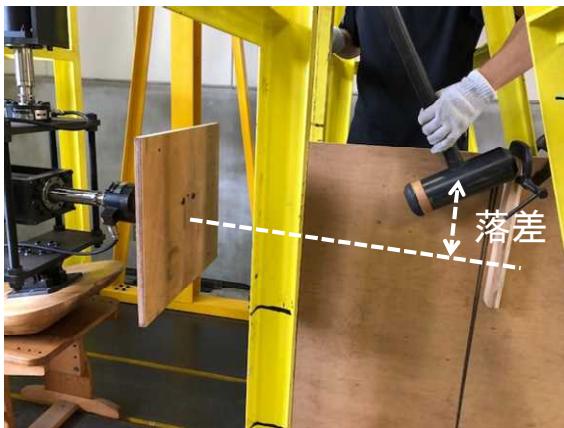


図1 ハンマー落下による衝撃負荷

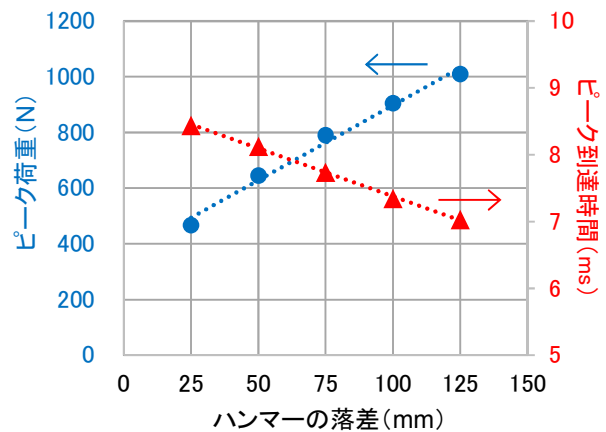


図2 ハンマー落差の変更による負荷の変化

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・県内家具メーカーが製品の品質保証を高めるため、社内規格としての採用を検討しています。衝撃負荷の回数やハンマーを持ち上げる機構の自動化などは、実施企業と連携して進めていきます。
- ・今後はより多くの家具メーカーに試験の採用を検討していただき、汎用的な試験としての位置付けを目指します。
- ・実使用に近い試験に合格した椅子として、県内家具メーカーの売上げに貢献します。

木工プレス機の荷重管理状況調査 —プレス荷重の「見える化」について—

[背景・目的]

工芸科では、従前から事業者の要望に応じ、木工プレス機の荷重測定を行っており、本研究開始前の4年間で、6件の事業所で木工プレス機の荷重の現地測定を行いました。中には荷重設定の表示値が強弱のみの装置もあり、正確な荷重が把握されていない事例も見られたことから、現地調査として、複数の事業所で荷重測定や担当者からの聴き取りを行い、現状を把握したうえで、改善手法を提案することを目的に調査・研究を行いました。

[研究成果]

- ・現地調査（8事業所の28台44機）を行い、正確な荷重値データを提供しました。
- ・ばねの収縮を荷重設定に用いている装置が26機と多く、それらでは、強弱のみの荷重設定の装置や、設定値と実測値とのずれがある装置が多いことを明らかにしました。
- ・シングルボードコンピュータRaspberry Piと距離センサーを用い、ばねの収縮を計測し荷重に換算する手法を考案し、センサーの選定やプログラムの構築を行いました。最終的に、荷重とプレス時間をリアルタイム表示することが可能で、安価に導入できるシステムを開発しました。
- ・開発したシステムは、Raspberry Pi、センサー、モニター等で総額1～2万円程度のコストで導入でき、また、他のセンサーの追加や、無線LAN機能の利用など、各現場のニーズに応じた機能の追加も可能です。
- ・現場への導入を念頭に、別事業所の2機で試用したところ、システムの表示荷重が実測荷重とよく一致することが確認でき、非常に有用であることが分かりました。
- ・現場の担当者からも高い評価をいただきました。



図1 開発した荷重表示システムと現地適用の様子

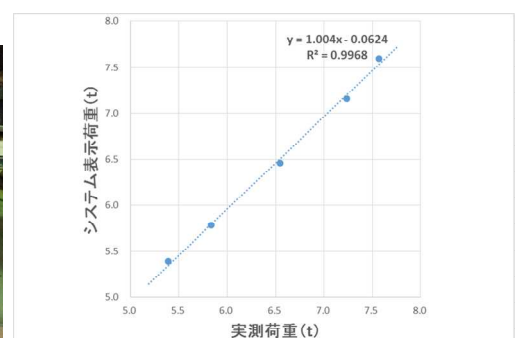


図2 実測荷重とシステム表示荷重の関係

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・荷重管理の重要性、システムの有効性や利便性を周知していきます。
- ・長期的な性能の評価や、他センサーを用いた追加機能など現場のニーズの把握、システムの周知のため、システムの貸し出しや現場での適用性評価を進めます。

積層板の音響特性における接着剤の影響

[背景・目的]

静岡県は楽器生産が盛んな県で、和楽器・洋楽器の出荷量・出荷額は全国一位です。ピアノや弦楽器のベース木材は、高剛性で低振動減衰率のものが求められ、接着剤も同様の性能と作業性の良さ等が求められます。

接着剤へのセルロースナノファイバー（CNF）の添加により、接着剤の引張弾性率が向上することが報告されており、CNF添加接着剤を使用することで、積層板の振動特性（動的弾性率・対数減衰率）に影響するかについて確認しました。

[研究成果]

- ・酢酸ビニル樹脂エマルジョン（PVAc）にCNFを添加した場合、強度補強効果が認められました（図1）。なお、強度向上に伴い、伸びは低下しました。添加するCNFは繊維長が長い方が高強度となりました。
- ・強度は縦方向が横方向よりも高強度でした。繊維配向の影響と考えられます。
- ・振動特性について、高強度接着剤を使用することで、動的弾性率は向上し、振動減衰率は低下しました。
- ・CNF添加接着剤使用積層板は、PVAc使用積層板と比較して、動的弾性率が向上、対数減衰率が低下したのも確認されました。
- ・繊維長が長いCNFの使用で対数減衰率が低下しましたが、極長では対数減衰率が高くなったことから、CNFは振動を減衰させる原因物質となること、長繊維のCNF添加で強度を確保しつつ、振動減衰を回避する必要があると考えられます（図2）。

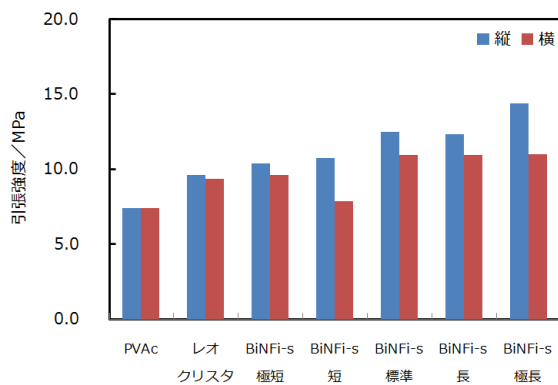


図1 CNF添加接着剤フィルムの引張強度
(CNF添加量：5部)

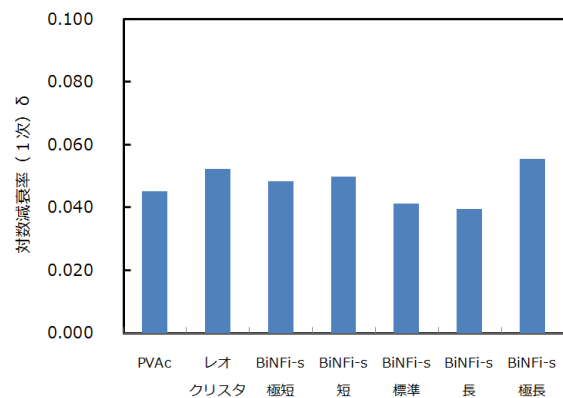


図2 CNF添加接着剤使用積層板の対数減衰率
(CNF添加量：5部)

[研究成果の普及・技術移転の計画]

接着剤へのCNF添加について、楽器用接着剤の音響特性改善方法として、県内企業に提案します。また、水系接着剤の強度補強方法として、企業訪問・技術相談等に対応し、広く普及を進めます。

お問い合わせ先 工業技術研究所
工芸科
電話 054-278-3024

海洋資源からのサワービール及び

生醗系清酒用乳酸菌の選抜

[背景・目的]

本県では、マリンバイオ産業振興ビジョン（2019年2月）の提言に基づき、本県の特徴的な場の力である「海洋」を活用した新たな産業創出に取り組んでいます。その一環として、県の5研究所が連携して海洋由来の酵母や乳酸菌などの微生物を活用した各種発酵食品の開発を行っています。当センターでは、新たな香味のサワービール及び生醗系清酒の開発を目的とし、これらに適した乳酸菌を本県海洋資源から分離し、評価を行いました。

[これまでに得られた成果]

- ・本県沿岸の海洋から採取した海水、海藻及び魚介類等から乳酸菌を分離しました。サワービール用の40℃麦汁中で増殖し、かつ乳酸を生成する18株、生醗系清酒用の30℃米麴抽出液中で増殖し、かつ乳酸を生成する24株の、計42株を分離しました。
- ・サワービール用に分離した乳酸菌について、麦汁中で40℃3日間培養し、乳酸の生成量を評価したところ、5株において市販のサワービールの平均乳酸濃度4,000 mg/Lと同等以上の乳酸を生成することが分かりました（図1）。
- ・生醗系清酒用に分離した乳酸菌について、MRS培地で30℃2日間培養後の乳酸生成量と、グルコース20%、エタノール10%及び亜硝酸ナトリウム10 ppmへの耐性を評価しました（表1）。乳酸菌Dのように、生醗系清酒製造で使用される対照株と同様の性能を持つ乳酸菌が5株ありました。

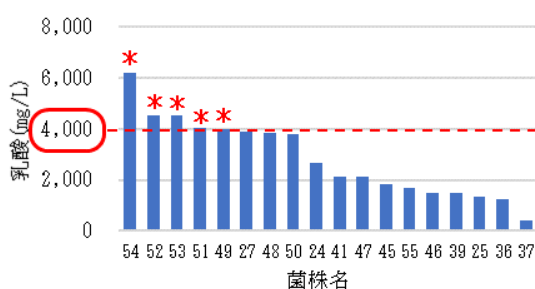


図1 サワービール用乳酸菌の麦汁中
40℃3日間における乳酸生成量

表1 生醗系清酒用乳酸菌の評価（一部抜粋）

菌株名	乳酸生成量 (mg/L)	グルコース20% 耐性*	エタノール10% 耐性*	亜硝酸Na 10 ppm 耐性*
対照株**	6,425	++	-	+
乳酸菌A	14,079	+++	+	+++
乳酸菌B	8,420	-	-	++
乳酸菌C	7,571	++	-	-
乳酸菌D	7,257	+	-	++

*)目視による判定 +++:良好～ -:不良
**)NBRC15893 (*Latilactobacillus sakei*)

[期待される効果・技術移転の計画]

本成果を県内クラフトビールメーカー及び清酒醸造場に普及することで、従来と異なる特徴を持った酒類が製造されることが期待されます。

分離した微生物及び分離源情報について県水産・海洋技術研究所及び関係各所に情報提供を行い、本県のさらなる海洋産業の発展を目指します。

お問い合わせ先 工業技術研究所 沼津工業技術支援センター
バイオ科
電話 055-925-1101

静岡酵母 HD-1 と麹菌の組み合わせが 清酒の酒質に及ぼす影響の調査

【背景・目的】

清酒は、麹菌と酵母の2種類の微生物が協働する並行複発酵という特有の発酵形式により醸造されます。この清酒醸造工程において麹菌が生産する代謝物や酵素は、酵母の栄養源や製成酒中の香味成分に大きな影響を与えることが知られています。また近年、麹菌は13タイプの系統に分類することが可能で、これらの系統間で醸造特性に差があることが報告されました。そこで本研究では、醸造特性が異なるとされる13タイプの麹菌と静岡酵母 HD-1 を用いて、清酒小仕込み試験を行い、静岡酵母 HD-1 と各麹菌の組み合わせが酒質に及ぼす影響について調査を行いました。

【研究成果】

- ・(独) 酒類総合研究所にて保存する、醸造特性が異なるとされる麹菌13株を使用し、 α 化米を用いて小規模製麹試験を行いました。得られた米麹の糖化酵素の力価を測定したところ α -アミラーゼにおいて、株間差が確認されました(図1)。
- ・小規模製麹試験にて得られた米麹を用いて、総米200g規模の清酒小仕込み試験を行い、製成酒の成分分析を行い、米麹の酵素力価と製成酒成分の相関を検証した結果、酵素力価と製成酒の各成分にはほとんど相関はありませんでしたが、米麹のグルコアミラーゼ活性と製成酒のグルコース濃度においては非常に高い相関が確認されました。

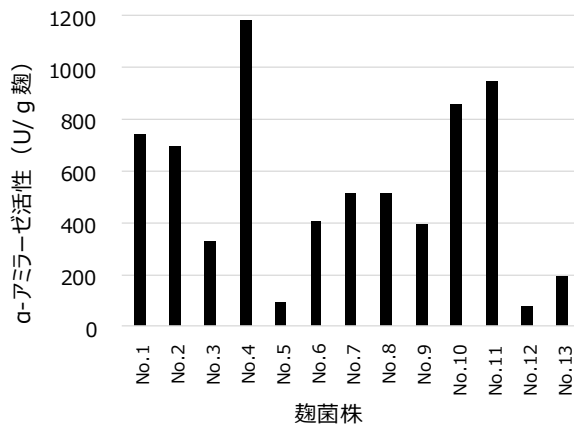


図1 各麹菌を用いた米麹中の
 α -アミラーゼ活性

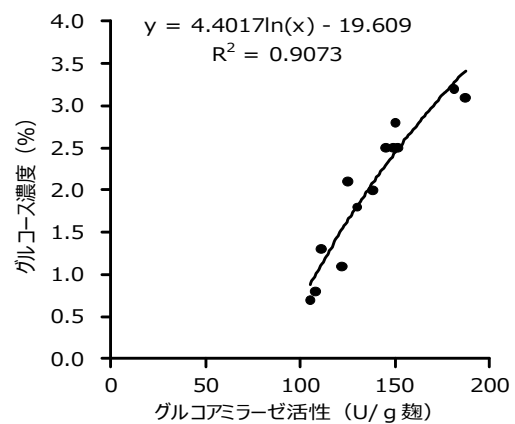


図2 グルコアミラーゼ活性とグルコース濃度の相関

【研究成果の普及・技術移転の計画】

本成果を、県酒造組合を通じて県内清酒メーカーに広く普及します。また今後、本成果を活用して、本県オリジナル清酒用種麹[※]の開発を行うことで、本県の清酒の更なる他産地との差別化や高品質化につながることを期待されます。

※) 清酒醸造工程において、米麹を作る時に、「たね」として蒸米に添加するもの。

効率的な学習が可能な画像認識 AI の開発

[背景・目的]

画像認識の技術においては、いわゆる人工知能（AI）が従来の技術を遥かに凌ぐ性能を示すようになり、数多くの分野で導入や、活用に向けた研究が進められています。一方、AIが高い性能を得るためには大量の学習データが必要であり、データを揃えるために必要なコストが、実際の生産現場へ導入する際の障壁の一つとなっています。

そこで本研究では、画像データの圧縮に用いられるアルゴリズムを画像認識AIに取り入れることにより、少ないデータ数でも性能が得られやすい画像認識モデルの開発を行いました。

[研究成果]

- ・データ圧縮アルゴリズムを組み込んだ画像認識AIモデル（以下、提案手法）を作成し、通常手法を用いたモデルと比較した結果、学習データの数を削減した場合にも性能の低下を軽減できる傾向が見られました（図1）。
- ・提案手法と通常手法のモデルを用いて、金属組織写真からマイクロビッカース硬さの実験値を予測した結果、提案手法では通常手法と比較して予測性能が向上した他、学習に要した時間が短縮される傾向が見られました（図2）。

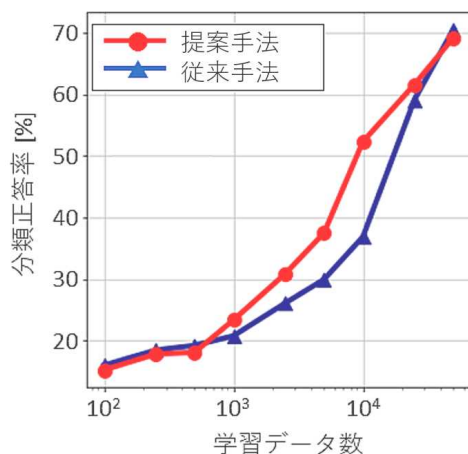


図1 学習データ数を変えた場合の正答率の変化

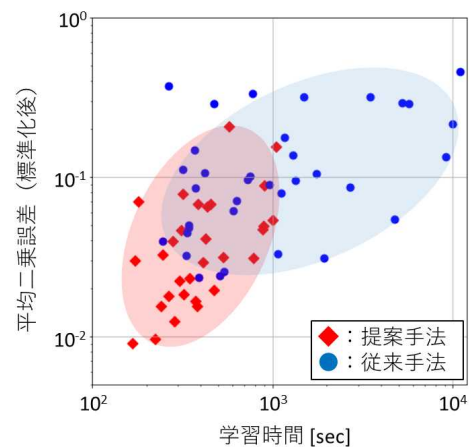


図2 金属組織写真からの硬さ予測性能と学習時間

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・更なるデータ削減や性能向上を目指して手法の改善に取り組むと共に、実データを用いて有効性の検証を進めていきます。
- ・AI技術の普及促進のため、技術移転や情報発信を図ります。

次世代型インプラントの型鍛造成形を可能にする 設計支援技術の開発

[背景・目的]

整形外科用インプラント市場における本県参入企業のシェア拡大と異業種ものづくり中小企業からの新規参入促進は、医療産業分野への構造転換を図るための重要な政策課題の一つです。現在、国内のインプラント市場は海外製品に席巻されており県内企業は苦しい戦いを強いられています。しかし付加価値の高い製品（カスタムメイドインプラント等）を低価格かつ短期間に納品できれば、シェアの拡大はもとより急成長が見込まれるアジア市場への海外展開も期待できます。そのためには型鍛造成形を取り入れた新たな加工法への転換が必要です。そこで本研究では、難易度の高い次世代型インプラント製品の型鍛造成形を、時間とコストをかけずに実現する設計支援技術の開発を行いました。

[研究成果]

- ・ 整形外科用インプラントの型鍛造成形を実現させる上で必要不可欠な、金型や成形条件探索等に費やす開発費を削減できる、独自の設計支援技術を開発しました。
- ・ 設計支援技術を活用することで、試験用インプラントの開発期間を 3 年から 1 年へ、また試作開発費を 7 割以上削減させることに成功しました (図 1)。

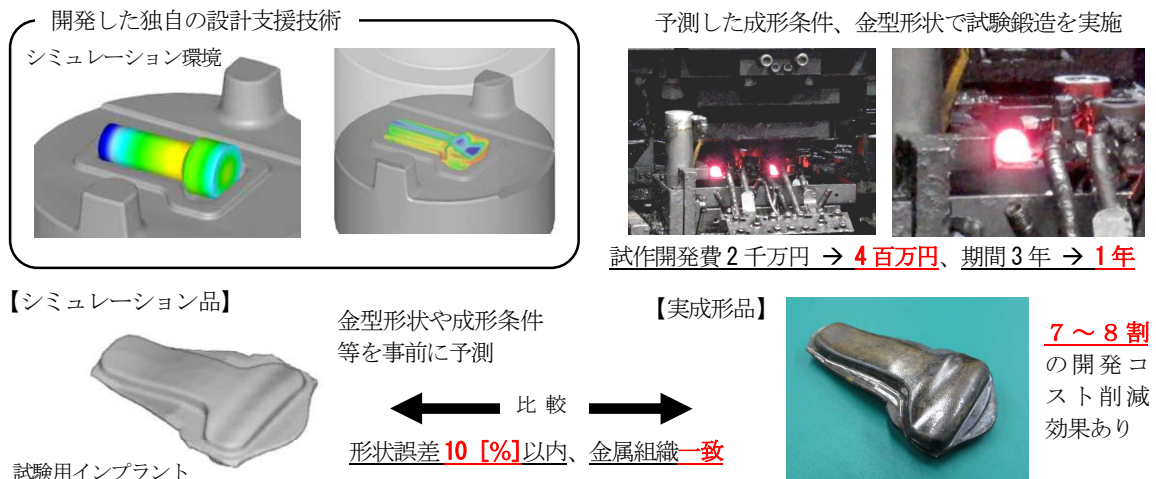


図 1 開発した設計支援技術とその有効性及び活用効果

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ 開発した設計支援技術を県内企業 4 社へ技術移転しました。その内 3 社で、インプラントや手術器具の製品化に向けた取組みを開始しています。
- ・ インプラント製品の低コスト高付加価値化を実現させ、県内医療機器メーカーの売上高総額を、現状の 1 億円程度から研究終了後 5 年以内に 10 億円以上に引き上げます。

協力機関
東海部品工業(株)
フジオーゼックス(株)
東北大学、静岡県立こども病院

お問い合わせ先 工業技術研究所 沼津工業技術支援センター
機械電子科
電話 055-925-1103

ほぐれやすさ試験機の技術開発

[背景・目的]

トイレットペーパーの重要な品質の1つに「ほぐれやすさ」という項目があります。ほぐれやすさはトイレットペーパーの水中での解けやすさを示すもので、水に解けないとトイレの詰まりの原因となります。ほぐれやすさの試験は、JIS P 4510:1993 でマグネチックスターラーを用いた方法が定められています。この規格は制定から約 30 年が経過しており、規格制定当時のマグネチックスターラーと、性能が向上した現在市販のマグネチックスターラーを用いた試験とでは、異なる結果になる事案が発生しています。

そこで、規格制定当時の試験機での結果とも比較できるように、従来の試験機と同様の結果を安定的に再現できるほぐれやすさ試験専用の装置の開発に取り組みました。

[研究成果]

- これまでの一般的なスターラーには付属していなかったクラッチの機構を導入し、適切な条件を見出すことで、様々なほぐれやすさを持つトイレットペーパーの評価に対して、従来機と同等の結果を安定的に再現できる（図1）ほぐれやすさ試験機を開発できました（図2）。
- 濃度を変えたグリセリン水溶液が開発したほぐれやすさ試験機の管理指標として使用できることが分かりました。これにより、試験機の校正が可能となり、常に適切な条件で試験を行うことができます。

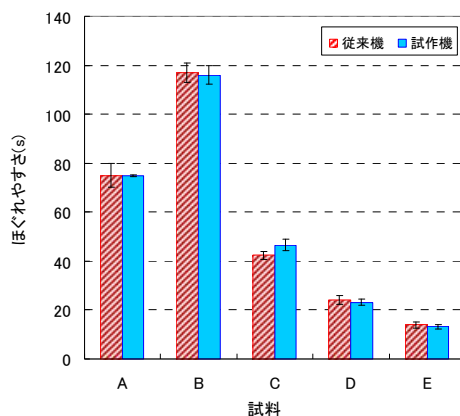


図1 適切な条件を見出した試作機と従来機によるほぐれやすさ試験結果の比較



試験機全景

図2 試作中のほぐれやすさ試験機

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- 今回の研究成果を元に、協力会社が製品設計を行い、製品化しました。トイレットペーパーを製造する家庭紙メーカーだけでなく、特殊紙メーカーや公設試験研究機関などでの活用が期待されます。
- 問合せのあった企業や公設試験研究機関に対して、研究成果に基づいた技術指導を行っています。さらに、学会で研究成果を発表するとともに、家庭紙製造企業への技術相談の対応など、業界への積極的な情報発信を行って成果の普及に努めます。

再生紙の低密度化に関する研究

[背景・目的]

県内製紙産業は国内出荷額シェア第一位ですが、世界的に紙の消費量が落ち込み、原料古紙の確保が不安定になる中で、品質向上による競争力強化とコスト低減による収益体制の強化が必要です。古紙から作られる特殊更紙(少年漫画誌用印刷用紙)(以下、「特更」という。)は、古紙品質の低下に伴い、特に重要なスペックである紙厚を維持することが難しい状況です。紙を厚くするために、使用する原料を増やして厚くし、原料増分のコストを負担している状態のため、県内特更メーカーから低密度化の技術調査・開発の要望があります。再生紙である特更の低密度化は、使用する原料古紙を減らしてコスト低減できる上に、再生紙の家庭紙などの風合い向上にも役立つと考えられます。そこで、本研究ではコスト低減を目的に、紙厚を維持したまま坪量を5%低下させることを目標としました。

[研究成果]

- ・通常の特更原料よりも高白色度機械パルプの方が低密度化可能だと分かりました。
- ・製紙工程のプレス圧の圧力を下げると低密度化することが分かりました。
- ・古紙パルプなどを加温熟成すると低密度化できることを見出しました(図1)。
- ・低密度化による平滑度などの品質低下は、酵素系紙力剤を用いて改善できました。
- ・研究で得た知見を活用して、通常よりも30%低密度化することができました(図2)。

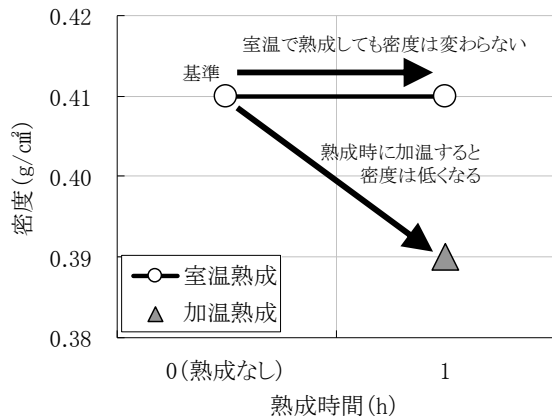


図1 熟成条件に対する手すき紙の密度の推移

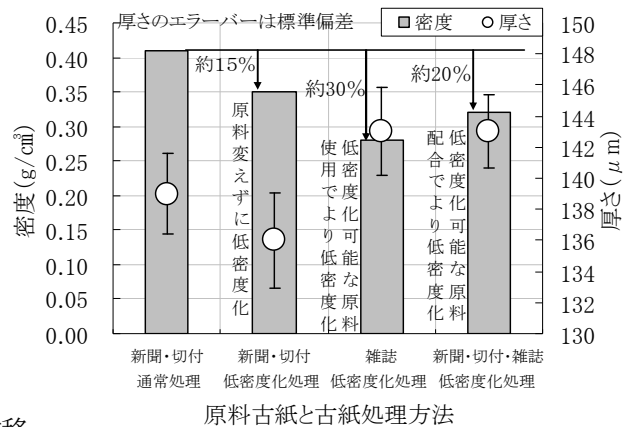


図2 低密度化再生手すき紙の密度・厚さ

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・1社において、安価で強度向上可能な段ボール古紙を配合して緩衝材用紙(製品)を抄造しています。他の1社において、プレス圧を調整して適切な坪量で緩衝材用紙(製品)を抄造しています。また、提案した低密度化技術を活かして、特更原紙(製品)を抄造しました。
- ・研究成果は、静岡県紙パルプ技術協会などを通して広く普及すると共に、技術相談・指導などの現地指導によってさらなる普及に努めます。
- ・低密度化技術は、特更だけでなく、同じように製造されている緩衝材用紙をはじめ、家庭紙などの再生紙全般に応用可能であり、今後技術移転に努めます。

次世代自動車軽量化のための CNF 複合材の開発

[背景・目的]

セルロースナノファイバー(CNF)は、木材などの植物繊維から得られるカーボンニュートラルなバイオマス素材で、軽量・高強度・低熱膨張率などの優れた性質があることから、次世代自動車など自動車用部材へ活用が期待されています。しかしながら、自動車関連企業の CNF 産業への参入には、①樹脂・CNF の複合材を作製するための「マスターバッチ」が手に入りにくい、②マスターバッチを入手して試作をしても求める特性が得られない、という2つの障壁があり、産業振興に結び付いていません。そこで、本プロジェクトでは、自動車用部材等の成形に必要なポリプロピレン(PP)用マスターバッチを開発し、県内企業にマスターバッチの提供と製造技術の普及を行うことにより、企業の CNF 関連産業への参入を推進することを目指しています。

[これまでに得られた成果]

- ・ 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左)。また、最適な原料パルプを見出しました。
- ・ CNF 濃度 20%の PP マスターバッチを作製し、それから CNF 濃度 5～20%の複合材ペレットを作製しました (図1右)。これを射出成型した 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。
- ・ 開発したマスターバッチで自動車部材が実機成形できることを実証しました(図2)。
- ・ 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を確立しました。



図1 リファイナーで作製した CNF(左)と、PP/CNF20%複合材ペレット(右)



図2 実機成形した自動車部材
(上：PPのみ、下：PP/CNF10%)

[期待される効果・技術移転の計画]

開発したマスターバッチを利用して、3年以内に県内企業が CNF 複合材を試作できることを目指します。また、マイクロ X 線 CT 装置及び赤外分光測定装置による樹脂中 CNF 分散状態の評価技術は、現在複数の共同研究で活用しており、今後も継続していきます。

共同研究機関 静岡大学 農学部
研究協力機関 相川鉄工(株)、芝浦機械(株)
イオインダストリー(株)

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

次世代自動車軽量化のための CNF 複合材の開発

－マスターバッチ用 CNF の開発－

[背景・目的]

次世代自動車など自動車部材へのセルロースナノファイバー(CNF)の活用が、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。本プロジェクトでは、自動車部材の成形に必要なポリプロピレン (PP) のマスターバッチを開発し、県内企業の CNF 関連産業への参入を推進することを目指しています。

これまでに、マスターバッチ中の CNF 形状が複合材の強度に及ぼす影響を調べ、繊維長が長い CNF の複合材の強度が高くなる事が明らかになりました。そのため、製紙用機器であるリファイナーを利用して、長い繊維が得られる CNF の作製手法を検討しました。さらに、原料の異なる CNF からそれぞれ PP/CNF 複合材を作製して引張強さを測定し、マスターバッチに最も適した原料について検討しました。

[これまでに得られた成果]

- ・開発した刃を用いたリファイナー処理により、繊維長が長くダメージの少ないナノレベルの繊維 (リファイナーCNF) が作製できました。また、この繊維と PP の複合材は、市販の CNF との複合材に比べて強度が向上しました (図1)。
- ・リグニンを最も多く含み、微細繊維が最も少ないパルプである BCTMP から作製した複合材が最も強度が高くなりました (図2)。

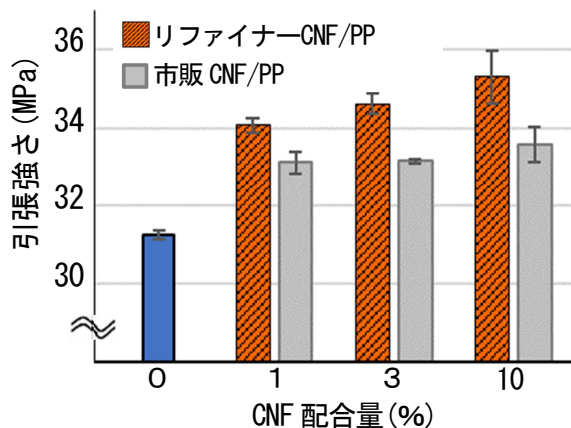


図1 リファイナーCNF及び市販CNFで作製した複合材の引張強さ

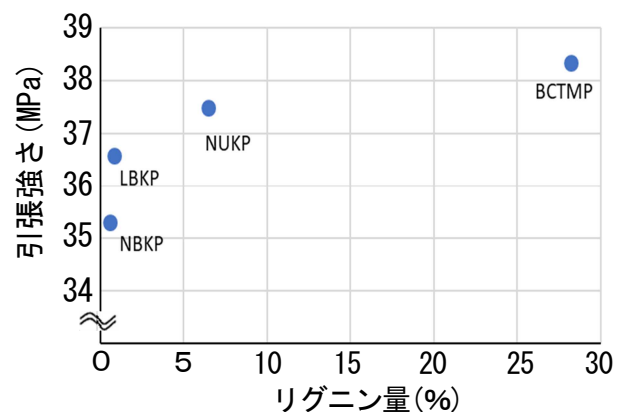


図2 リファイナーCNFのリグニン量とPP/CNF10%複合材の引張強さの関係

[期待される効果・技術移転の計画]

原料として BCTMP を使いリファイナーで作製した CNF が、PP との複合材に適していることが明らかになったことから、この方法を使ってマスターバッチの特性向上が期待されます。また、開発したリファイナーにより、CNF を大量、安価に製造できる可能性が示唆されました。

計測・センシング技術の動物繁殖現場への応用展開

[背景・目的]

家畜、競走馬、ペット、等の動物を扱う繁殖現場では、昼夜の継続勤務となり労働負担が大きく、出産は高いリスクが伴い失敗すると経済的損失も大きくなります。そのような状況を改善したいという県内のセンサ製造企業や畜産技術研究所からの要望を受け、当センターでは、これまで、非侵襲・無拘束の介護用見守りシステムを応用した牛の分娩検知技術の開発に取り組んできました。本研究では、これまでの実証試験環境(分娩房)とは異なる繁殖環境にも対応できるシステムについて検討しました。また、導入・普及を容易にし、リーズナブルなシステムとなるよう、センサシートを開発しました。

[研究成果]

- システムの汎用性の向上、低コスト化のため、酪農家で一般的なつなぎ飼い(ストール)用のセンサシートの開発、実証試験環境の整備を行いました(図1)。

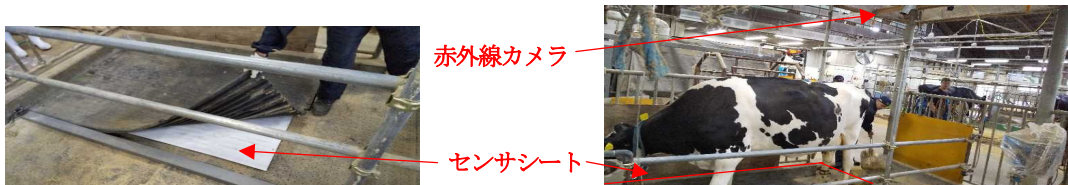


図1 つなぎ飼い(ストール)実証試験環境

- 深層学習の手法の1つである畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いた分娩検知方法の検討を行いました。最適化したCNNモデルを組み込んだ分娩検知プログラムを作成し、分娩房、つなぎ飼い環境の牛分娩データに分娩検知プログラムを適用した結果、いずれも0.97以上の高い精度で分娩の検知ができました。
- 実際に離れた場所にいる飼育者のスマートフォンに陣痛を知らせるメール(陣痛検知時刻、画像)が送信できるとともに、その際に動画の確認も可能となる牛分娩検知システムの試作モデルを開発しました(図2)。



図2 牛分娩検知システムの試作モデル

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- 酪農従事者の労働時間短縮(4時間→30分/頭)と分娩リスクの低減に貢献します。
- 共同研究企業の(株)メディカルプロジェクトがシステムの製品化を行います。令和3年中にシステムを発売予定です。
- CNNによるパターン認識は汎用性が高く、牛以外の動物や工業分野等へ応用可能です。

レーザー誘起衝撃波を用いた板曲げ加工における 変形挙動の分析

[背景・目的]

平成 29、30 年度の内閣府革新的研究開発推進プログラム (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。パルスレーザーの集光照射は衝撃波を誘起し、照射部を変形させることができます。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あるため、用途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) と呼ばれる板材成形法を提案し、板曲げ加工に応用しました。LPF では生じる塑性変形域の深さによって複数の変形挙動 (変形モード) があることが知られています。そこで、本法の基礎的な変形特性として、板厚、材質に対する変形モードの変化を調査しました。

[これまでに得られた成果]

- LPF ではパルスエネルギー、板厚、材質によって図 1 のように変形モードが変化し、得られる曲げの方向が変わってきます。そこで、複数の材料について板厚 t に対する曲げ角 θ の変化を調べました。照射面が凸となる曲げを θ の正と定義しました (図 2)。図 3 のように t の減少に対して θ は増大した後、急減して負となります。これは図 1 のモード I~V の変化で、本法での「 t に対するモード変化」が確認できました。
- 図 3 は、板厚が同じであれば、材料が軟らかくなると θ が増大した後、負に転じること示しています。これは材質に対するモード I~V の変化を示しており、本法での「材質に対するモード変化」も確認できました。

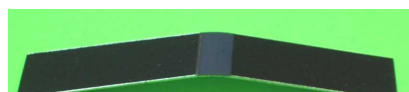
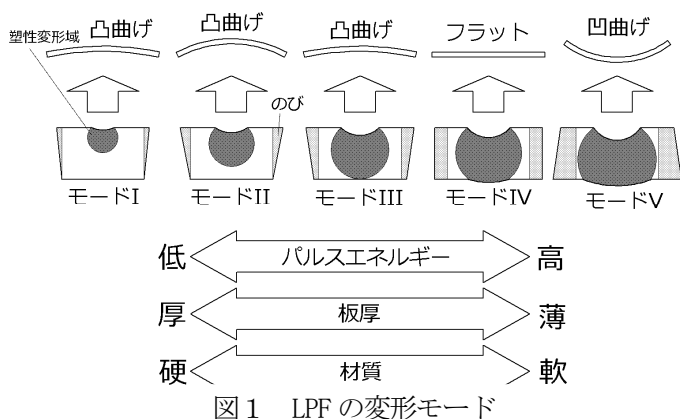


図 2 曲げ加工例 ($\theta > 0$)

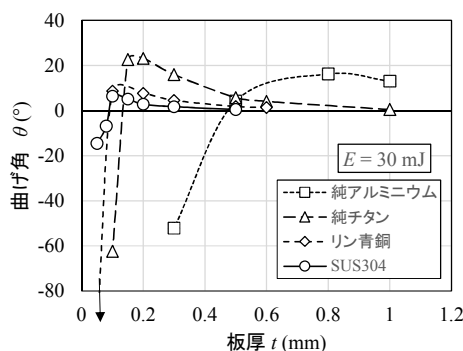


図 3 板厚に対する曲げ角の変化

[期待される効果・技術移転の計画]

- 観察された材料に対する成形特性は、他の材料への応用の基礎データとなります。
- モード変化の基礎的データに基づいて、ドーム形や鞍形などのさらに複雑な 3 次元成形へ展開を図ります。

研究成果事例

プラスチック成形品の破損しやすい箇所を見える化する

[背景・目的]

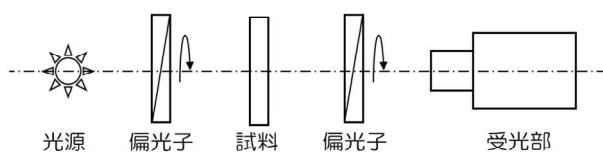
近年、製品の軽量化のため、金属・ガラスからプラスチックへの材料の代替が進んでいます。プラスチック成形品は、プラスチックが溶けた状態で型に押し込み、それを冷やし固めて成形します。固まる時間が成形品の部分々々で異なるため、密度の高いところと低いところが発生します。それが残留応力として製品に内在することになり、製品の破損原因のひとつになります。このため、プラスチック成形品内の残留応力を把握することは重要です。

その残留応力を可視化する方法として、光の偏光を利用するものがあります。偏光とは、振動方向が揃った光のことで、太陽光のように振動方向が揃っていない光のことを非偏光（または自然光）といいます。プラスチックの密度の違いによって、偏光方向は変化します。この偏光の変化を可視化することで、非破壊・非接触でプラスチック成形品の破損しやすい箇所を特定できます。この方法は、透明なプラスチック製品内の残留応力の可視化に応用されていますが、不透明なプラスチック製品では、プラスチックを通過する途中での光の吸収、散乱により、透過する光を検出することは困難でした。

そこで、近赤外光を用いることで、不透明なプラスチック成形品の残留応力を可視化できる測定システムを構築し、破損しやすい箇所の見える化を検討しました。

[研究成果]

- 不透明なプラスチック用途向けに近赤外光を用いた測定システムを構築しました（図 1）。L 字型の不透明なプラスチック（ABS、PMMA（厚さ 2mm））に対して、圧力を加える実験を行い、応力が集中して破損しやすい箇所が明暗画像として可視化できることを確認しました（図 2）。



仕様
光源：近赤外光 LED（波長 910nm）
偏光子：光の振動方向を制御する光学部品
受光部：長時間露光できるモノクロカメラ

図 1 測定システムの概略図

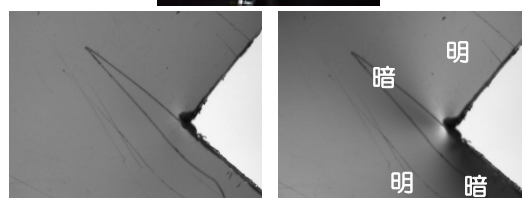
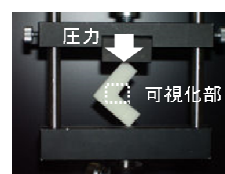


図 2 破損しやすい箇所の明暗画像（試料：ABS）

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- プラスチック成形メーカーに対して、成形品の品質管理方法の一つとして提案します。
- 検査機器メーカーに対して、製品の疲労状態の非破壊検査方法として提案します。

表面の色を測定して粗さを推定する

[背景・目的]

大きな試料の表面性状を短時間で評価できる目視や触診といった官能検査は、製造現場で広く使われてきました。しかし、官能検査は、専門的な技能を有する検査員が必要となうえ、同一基準での定量的な品質管理が難しいといった課題があります。このため、定量測定が求められる表面粗さの評価では、近年、共焦点顕微鏡等による三次元形状計測が用いられています。これらの測定機では、非接触で高精度な表面形状測定が可能です。一度に測定できる面積が狭い (50 倍の対物レンズで 0.1mm²程度) ため、大面積の全面測定には向いていません。そこで、本研究では、2次元色彩計で試料表面の色を高精度に測定することで、巨視的な表面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ました。

[研究成果]

- ・ 試料表面の反射像を 2次元色彩計で測色し、各画素の測色値を色表現で用いる xy 色度図にマッピングすると、表面粗さが大きいほど測色値の分布が広がります (図 1)。この現象を利用して面で測定した色から表面粗さを推定できることを確認しました。
- ・ 粗さパラメータである算術平均高さ Sa と色分布の広がり幅の関係を調べた結果、指数関数で近似できることがわかりました (図 2)。また、表面加工法によって曲線が異なることから、他の粗さパラメータも色分布から推定できる可能性があります。

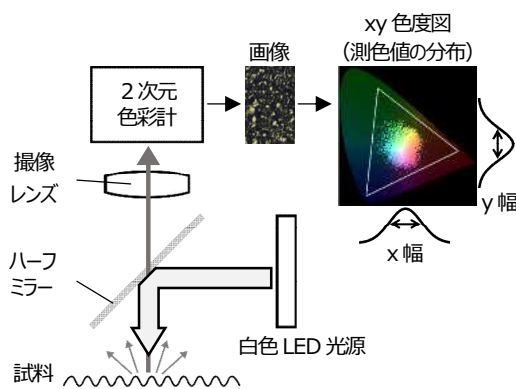


図 1 測色による表面粗さ推定の概略図

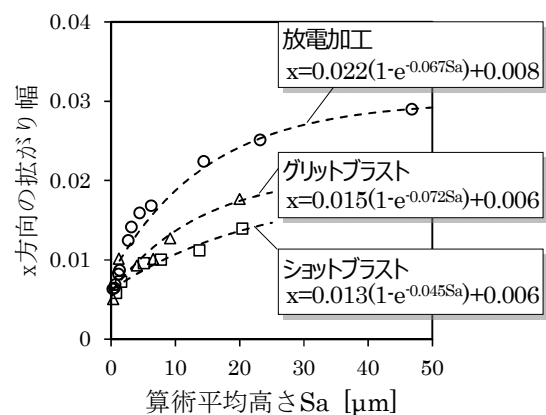


図 2 表面粗さと色の広がり幅の関係

[研究成果の普及・技術移転の計画]

本法により、短時間で大面積の表面粗さを定量的に評価できれば、自動車等の大型部品に対する品質評価をインラインで行うことも可能になります。今後は、研究成果を活用して定量的な粗さ管理を求める企業を支援していきます。また、色彩計の応用製品や、表面性状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。

材料評価・解析のための試料調製方法 —企業のご要望に的確に応える隠れた術—

【背景・目的】

材料の評価・解析において、一般に「試料調製」が適切でないと①取得データの信頼性・再現性・バラつきに影響がでる、②データ取得に余計な時間がかかる、等が懸案となります。

しかし実際の場面においてはそれらの懸案以前の問題として、試料の微小化や状態・状況の複雑化の傾向を有する「難サンプリング材」がより大きな問題となります。それらは各種試験分析機器に導入・設置すること自体が不可能・困難というケースがあるためです。

そこで本研究では、企業から持ち込まれる様々な事情・状態を有する試料を効果的・効率のかつ適切に試料調製する方法(サンプリングメソッド)の開発を目的としました。

【研究成果】

- 「難サンプリング材」は、①大きい(数百 mm 以上)・小さい(50 μm 以下)、②透明なプラスチックの内部にある、③汚れている(簡単に洗えない)、④穴の中・底等、採取困難な場所にある、⑤不定形なため純正の試料ホルダーでは固定ができない等、多種多様です。これらをサンプリングするためのメソッドを、材料科職員が担当する実際の依頼試験・分析、技術相談業務において開発(試作・施工・発案)し、MS-Excel(表形式;1行に1項目)に入力し、図や写真も加えたデータベース的な資料として最終的に48項目のメソッドにまとめました(図1)。
- 図2は開発したメソッドの一例です。樹脂包埋せずに試料研磨ができる保持ジグです。試料の一つの面を研磨、評価・解析後に、容易に別の面の研磨、評価・解析が可能です。



図1 メソッドを記載したMS-Excelのイメージ

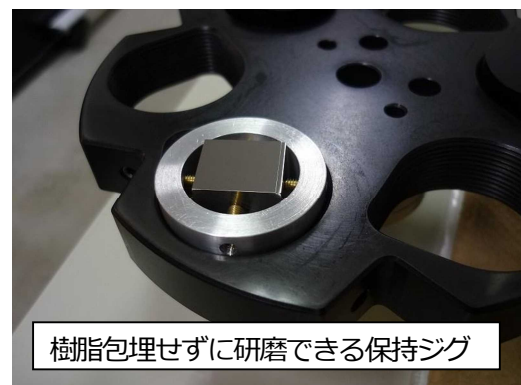


図2 開発(試作・試行・発案)したメソッドの例

【研究成果の普及・技術移転の計画】

- 開発したメソッドは、科内で技術共有・継承し、実際の業務に活用しています。
- これまで実施自体が不可能・困難だった事案に対しても対応可能なケースが増えたり、所要時間が半分以下になるケースも増えています。それにより、企業の現場における生産を停止せざるを得ない場面や停止時間の短縮といった生産性の向上に貢献しています。

非破壊・非接触・短時間での鉄鋼材料の硬さ測定

[背景・目的]

鉄鋼材料の熱処理後の品質管理には、通常、ビッカース硬さ試験やロックウェル硬さ試験が用いられています。しかし、これらの試験では切断や研磨などの試料調製が必要となる場合があり、部品が破壊されて再利用できないことや試験までに時間を要することなどの課題があります。そのため、品質管理の現場では、非破壊で短時間の硬さ試験方法の確立が求められています。

鉄鋼材料にX線を照射し、回折現象によって得られたプロファイルのピークの幅（以下、半価幅（図1））は鉄鋼材料の硬さと関係があることが知られています。近年、半価幅を短時間で測定可能なX線回折を利用した装置が市販されたことから、この関係を利用した非破壊、非接触の硬さ測定の実用化が期待されています。しかし、本手法を実用化するためには、半価幅から硬さを求める計算式が必要になります。そこで、硬さが既知の鉄鋼材料を用いて可搬型X線残留応力測定装置 μ -X360s（パルステック工業株式会社）で試料の表面状態や測定条件を変化させたときの半価幅とビッカース硬さの関係性を評価し、硬さを求める計算式を求めました。

[研究成果]

- ・ 種々の鉄鋼材料において半価幅（図1）とビッカース硬さの関係性（図2）を明らかにし、半価幅から硬さを算出するための関係式を作成しました。関係式は、鋼種ごとに異なるので、事前に測定対象と同一の材料及び熱処理で関係式を作成することで半価幅から硬さを算出することが可能となります。
- ・ X線の照射領域を狭くすることで、浸炭焼入れなどの微小領域でも硬さ測定ができました。

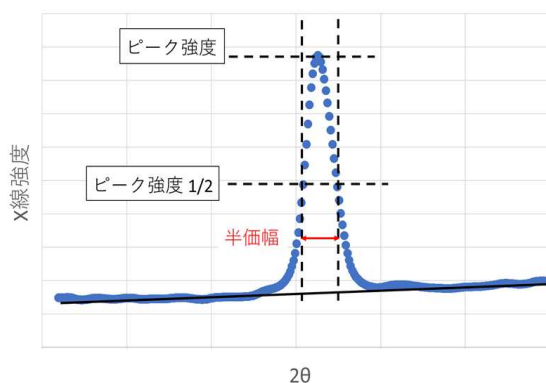


図1 半価幅について

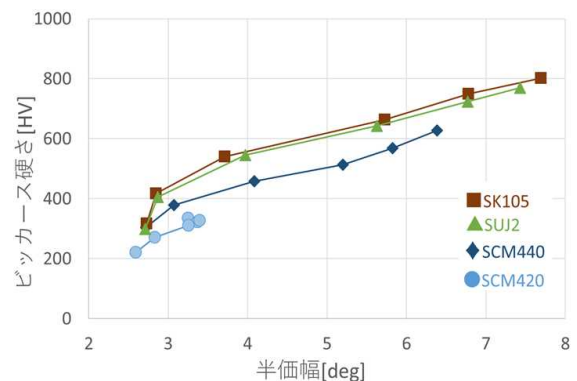


図2 半価幅とビッカース硬さの関係

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ 熱処理を行う企業などは、本手法を用いて非破壊かつ短時間の硬さ測定を可能にすることで、製品を全数検査することができ、信頼性の向上を図ることができます。
- ・ ここで得られたデータは、非破壊・非接触の硬さ測定装置の開発にフィードバックしていきます。

めっきで形成した凹凸構造を利用して液体を弾く

[背景・目的]

極少量の検体で高度な分析を可能とするデバイス「Micro-TAS (Total Analysis Systems)」、nL～ μ L の液を取り分ける「分注ピペット」など、医療・環境を中心に様々な分野で微量の液体を扱う技術が利用されています。これらの技術では、液体をいかにコントロールできるかが精度向上のカギであり、特に液離れを容易にする“撥液処理技術”が望まれています。

一方、表面に凹凸構造を形成すると撥液性を高められることが知られています。そこで、本研究では、めっきで効果的な凹凸構造を形成し、それを撥液処理に応用する研究開発を行いました。

[研究成果]

- ・血液や油（ヘキサデカン）が付着しにくく、それらの液滴を弾く撥液処理技術を開発しました（図 1）。
- ・血液の接触角 150° 以上、ヘキサデカンの接触角 110° を達成しました（図 2）。
- ・金めっき及びニッケルめっきの表面に凹凸構造を形成する技術について、めっき条件に関する様々な知見を得ることができました。
- ・組み立てメーカーに対し、撥液性皮膜を施したノズルや、電子部品等の試作品の提供を行いました。（仲山貴金属鍍金(株)）



図 1 液体の付着しにくい金属パイプ ($\phi 1 \text{ mm}$)

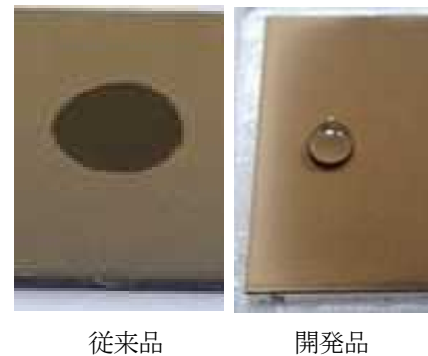


図 2 ヘキサデカンを弾く開発品

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・新型コロナ終息後、展示会等で本技術をアピールする予定です。現状では、電子部品、医療用部品等への応用について問い合わせを受けており、共同研究機関が主体となり対応をしています。
- ・得られた知見を応用し、金、ニッケル以外のめっきにも適用できる見込みです。
- ・表面の撥液化だけでなく、めっきによる凹凸構造形成技術を生かした接合技術など、本研究成果と組み合わせ、新たな用途に向けた開発を進めていきます。

静岡県工業技術研究所 研究成果事例集

令和3年4月発行（2021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