

研究成果事例集

(令和 6 年度実施分)

静岡県工業技術研究所

令和 7 年 4 月

工業技術研究所

頁	成 果 事 例	担当科
1	半熔融成形法の高度化技術開発	金属材料科
2	PP/セルロース繊維複合材へのめっき技術の開発	金属材料科
3	路面投影システムの開発 ーマイクロプリズムアレイによるピクトグラム投影技術の実用化ー	照明音響科
4	音声認識技術を利用した音場評価	照明音響科
5	設備、モノ、ヒトの統合的データ分析による生産性の効率化	機械電子科
6	駿河湾由来海藻抽出物の活性評価 ー目指せ！駿河湾の海藻でアレルギー改善ー	食品科
7	セルロースナノファイバーによる香り成分の徐放機構の解明 及び放散制御技術の開発	食品科
8	好気性グラニュールを利用した省スペース型排水処理装置の開発	環境 エネルギー科

沼津工業技術支援センター

頁	成 果 事 例	担当科
9	自然界由来酵母の清酒醸造適性評価 ー地域性のある商品開発を目指してー	バイオ科
10	吟醸香豊かな食中酒向けの新たな静岡酵母の開発	バイオ科
11	静岡県オリジナル酒造好適米「令和誉富士」の原料米特性評価	バイオ科
12	二軸引張試験を活用した成形シミュレーションの高精度化	機械電子科
13	金属材料のヤング率測定手法の検討 ーヤング率の測定に適した測定機器の選定ー	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
14	古紙処理工程における効果の高い低密度化手法の追究 ー原料古紙ごとの低密度化率と工場実機検証試験結果ー	製紙科
15	リファイナーを用いた低コスト CNF 製造技術の開発	CNF 科
16	自動車用途向け CNF オレフェン系樹脂の機械的物性向上及び成形性の安定化	CNF 科
17	AI を活用した古紙原料の判別に関する研究	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
18	MPA 技術を用いたラインパターン照明装置の高性能化	光科
19	転写用樹脂を用いた光学部品微細凹部の形状評価	光科
20	電波到来方向の簡易的推定技術の検討	機械電子科
21	恒温槽内の非接触熱変位測定の精度評価	機械電子科
22	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
23	熱可塑性炭素繊維強化複合材料（CFRTP）の循環利用	繊維高分子材料科

半熔融成形法の高度化技術開発

[背景・目的]

半熔融成形法は、薄肉・軽量、高信頼性鋳物を達成させる成形法であり、自動車のEV化による自動車構成部材・部品の大変革に対応できるプロセスです。これまで工業技術研究所は、県内企業と試作開発・合金開発を行い、従来工法との対比から本プロセスの特長を発信してきました。本工法では、コスト低減、従来プロセスでは到達できない強度特性など、高付加価値を図ることで本工法の市場参入を促進していくことが重要です。本研究では、本工法の高度化技術として（１）薄肉・軽量化を目的とした高流動性合金ビレット、（２）低コスト化を目的とした矩形・異形ビレットの開発に取り組みました。

[研究成果]

- 半熔融成形は、半熔融状態まで加熱したビレットを加圧成形する鋳造プロセスで、緻密な金属組織が得られ、高品質・高強度鋳物の製造が可能です（図１）。
- 現状のAl-7%Si合金からSi量を10%増加させて半熔融温度における液相率を高めた高流動性合金を開発しました。薄肉・軽量部品への展開が期待できます（図２）。
- 製品形状に近い矩形・異形ビレットの製造条件を検討しました。これにより材料歩留まりが向上し、材料コストの削減が可能となります（図３）。

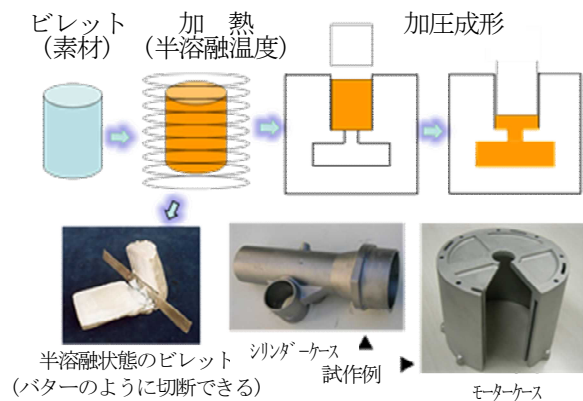


図1 半熔融成形の概略

	7%Si	10%Si
組織		
成形性		

図2 組織と成形性（10%Siの方が、液相率（灰色）が多く、成形体の鋳肌も美麗）

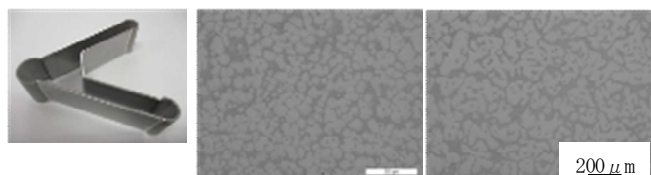


図3 異形ビレット組織の製造条件の比較
左組織：適切、粒状のα相（白い部分）
右組織：不適切、いびつなα相

[研究成果の普及・技術移転の計画]

県内の自動車関連企業との共同開発を視野に入れ、積極的な企業訪問やセミナー開催などの情報発信を行い、技術の普及に努めます。

PP/セルロース繊維複合材へのめっき技術の開発

[背景・目的]

ポリプロピレン/セルロース繊維複合材（PP/CF 複合材）は、PP に CF を高濃度で複合化することで、石油由来樹脂の使用量を削減でき、高強度、高弾性などの特性を持ちながらも比較的安価であることから、食器、トレーなどの日用品をはじめとして様々な用途に活用されている新規材料です。自動車部品や家電部材等への用途展開においては、意匠性、耐久性、電気伝導性等を付与できるめっきを必要とする場面があります。

そこで本研究では、PP/CF 複合材について、めっき密着強度が高く、未析出のない外観に優れためっき技術を開発することを目的としました。

[研究成果]

- ・CF 濃度を变化させてめっき析出性を評価したところ、CF 濃度が高いほどめっき析出性は向上し、CF55wt%において、ほぼ全面へのめっき析出が見られました（図1）。
- ・CF55wt%の試料に対して、さらに材料条件、射出成形条件やめっき工程等を検討した結果、射出速度とめっき密着強度に相関が認められ、射出成形品に対してめっき密着強度 12N/cm 程度で外観の良好なめっき試料を作製することができました（図2）。
- ・実製品形状（箸置き）について、外観が良好で十分なめっき密着力をもつめっきを作製しました（図3）。

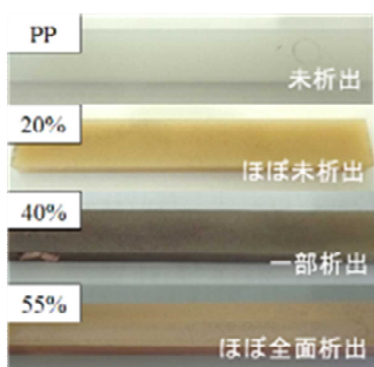


図1 CF 濃度とめっき外観

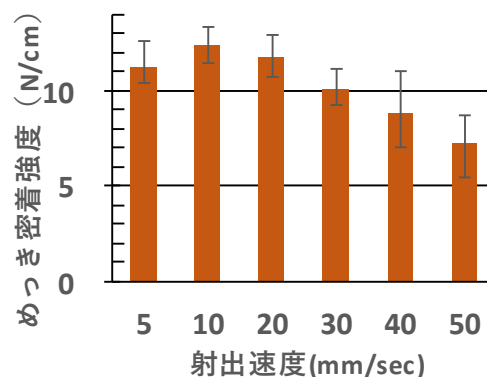


図2 射出速度とめっき密着強度



図3 めっき試作品

[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に関する知見について、学会発表や展示会等で情報発信を行っています。
- ・県内企業との共同試作等により、新規素材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支援します。
- ・セルロース由来の材料の新規用途展開を行うことで、石油由来樹脂の使用量削減を推進します。

路面投影システムの開発

ーマイクロプリズムアレイによるピクトグラム投影技術の実用化ー

[背景・目的]

ピクトグラムとは、言語によらず、その意味が直感的に理解できる図記号です。非常口の案内や洪水の警告など、多くのピクトグラムが生活安全や自然災害からの人命保護の観点から標準化され、広く活用されています (ISO 7010:2011、JIS Z8210:2020 など)。

工業技術研究所では、ピクトグラムの路面投影に活用できるマイクロプリズムアレイによるピクトグラム投影技術を開発しました。マイクロプリズムアレイによる光の屈折を利用することで、小型の装置から大きなピクトグラムを投影することができます。

工業技術研究所と共同研究機関は、その製品化に向け、交通安全分野での利用を想定した、AI カメラと連携するピクトグラム投影システムを共同開発しました。

[研究成果]

開発したピクトグラム投影システムは、見通しの悪い曲がり角における車両と人の接触事故の軽減を目的としています。ピクトグラム投影システムは、AI カメラ装置とピクトグラム投影装置から構成されています (図1)。AI カメラで車両や人を検出すると、ピクトグラム投影装置からV字状のピクトグラムがアニメーション投影されます。

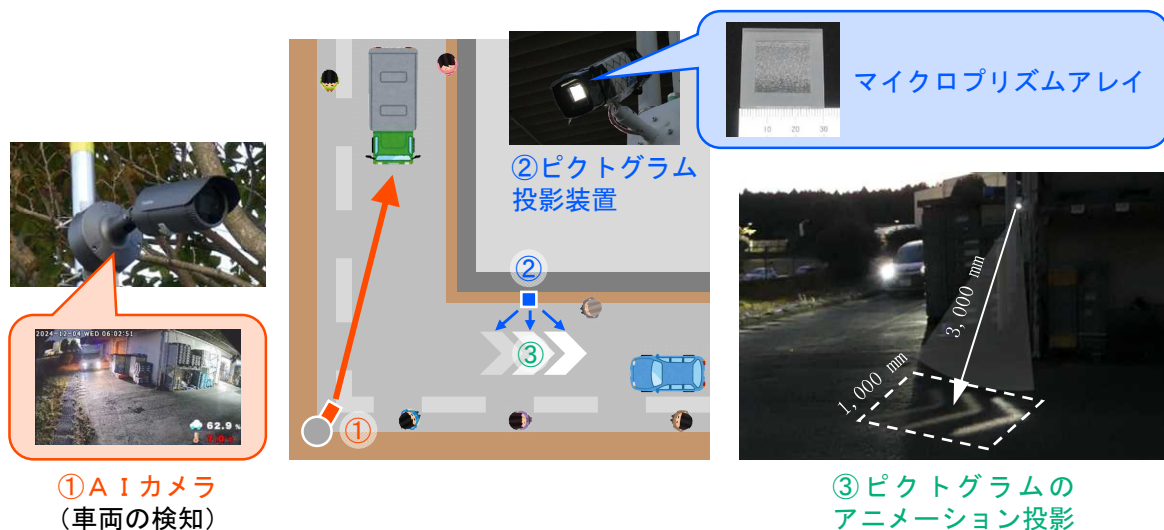


図1 ピクトグラム投影システムの概要

[研究成果の普及・技術移転の計画]

令和6年秋から共同研究機関の敷地内に本システムを設置し、その効果を検証しています。実証実験で得られた結果をシステムの改良にフィードバックして製品化を目指します。また、一般用途への展開を目指し、注意マーク (図2、JIS Z 8210:2020 一般注意、ISO 7010:2011 W001 Global warning sign) のピクトグラム投影システムも開発を進めています。

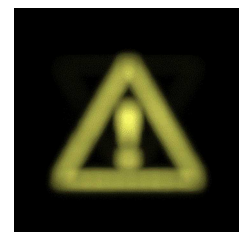


図2 注意マーク

音声認識技術を利用した音場評価

[背景・目的]

工業技術研究所では自動車内装の音響性能である吸音性能（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。自動車内装の音響性能を最終的に確認するために、自動車内装を実車に施工した評価が求められていますが、それ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を開発しています。

[研究成果]

- ・響きの無い音声（図1）と音場の情報（図2）を使い、音場における音声（図3）を再現するシステムを構築しました。
- ・音声認識技術を活用して、音場における音声の聞き取り易さを機械的に評価するシステムも開発しました。音声認識の評価指標として、単語誤り率を採用しました。これは音声認識で得られたテキスト情報（認識単語列）と正解のテキスト情報（正解単語列）の単語を一語ずつ比較して誤りを数え上げて計算する方法です。そのため、単語の区切りが不明確な日本語では、適切に単語を区切るために自然言語処理を行いました。
- ・例えば、開発したシステムで図3の音場における音声の聞き取り易さを評価した結果、単語誤り率が56.2%と音場の数値化が可能となりました。図1の響きの無い音声に比べて2倍の誤り率となりました。

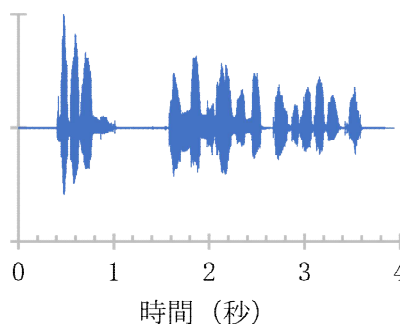


図1 響きの無い音声

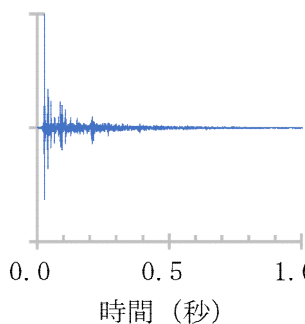


図2 音場の情報

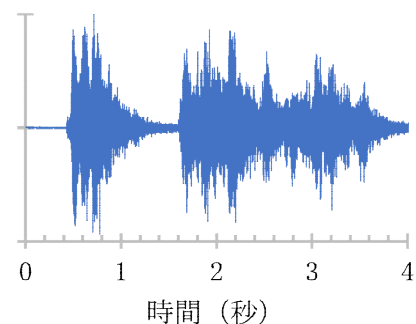


図3 音場における音声

[研究成果の普及・技術移転の計画]

今後は、音場の外部から音場内へ透過する音の影響も取入れたシミュレーションシステムに発展させて、自動車室内における自動車内装や建築物における建築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。

設備、モノ、ヒトの統合的データ分析による生産性の効率化

【背景・目的】

県内企業ではIoT導入への関心が高まっていますが、その活用は稼働状況の見える化に留まり、収集したデータから経営判断に結びつくような活用法が求められています。デジタルツインは、現実空間を仮想空間上に再現しシミュレーション等を行う技術であり、データ活用手段の一つとして注目されています。しかし、デジタルツインの構築には多大なコストがかかるため、中小企業での導入事例はまだ少ないのが現状です。そこで本研究では、安価かつ容易に構築可能な中小企業版デジタルツインを提案し、実際にプレス金属加工を行う県内企業をモデルに、現場が抱える課題に対し、設備・モノ・ヒトのデータをデジタルツイン上へ統合、分析することで生産性向上を目指しました。

【研究成果】

市販のLiDAR スキャナを用いて三次元点群データを取得、三次元点群処理ソフトによるモデリングを行い、工場の三次元空間を再現しました。また、IoT 大学連携講座（静岡県 IoT 導入推進コンソーシアム主催）で使用する実習機材およびビジュアルプログラミングツールを用いて、企業自らが生産状況を可視化するシステムを開発・運用できる体制を整備しました。これらの 3DCG モデルやセンシングデータをゲームエンジンに読み込んで仮想空間上での工場の再現を実現しました（図1）。これにより、現場の生産状況の見える化や設備の増設に伴う搬入ルート、レイアウトの検討が可能となりました。また、空間情報を参考に市販の生産シミュレータでモデルを作成、生産ラインを再現しました（図2）。作業員7名、プレス加工機3台の生産ラインに対し、2台のプレス加工機を増設した際の生産効率を比較した結果、25%の作業時間の短縮が期待できることが分かりました。

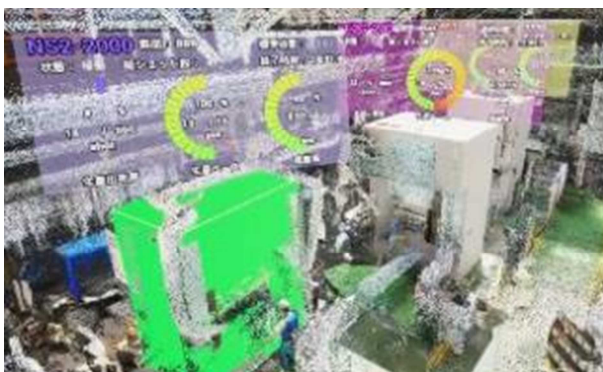


図1 仮想空間上での工場の再現

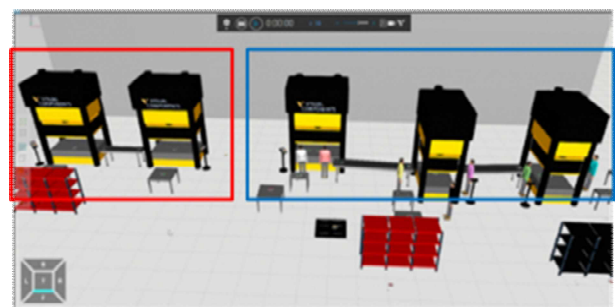


図2 設備増設を想定したシミュレーション

【研究成果の普及・技術移転の計画】

協力企業にデジタルツインを構築し、人件費、宣伝費に係る費用が約300万円程度削減できる見込みです。

駿河湾由来海藻抽出物の活性評価

－目指せ！駿河湾の海藻でアレルギー改善－

[背景・目的]

駿河湾には200種類を超える海藻が生息しますが、その多くは未利用です。海藻に含まれる成分は様々な生理活性を持つことが知られており、特に海藻に含まれる多糖類は免疫賦活作用や抗アレルギー作用を持つことが知られています。本研究では海藻の新たな利用方法開拓のために、海藻抽出物の作製、分子量分析及び細胞を用いた生理活性の検討を行いました。なお、本研究はクラウドファンディングで実施しました。

[研究成果]

- ・海藻8種を熱水抽出、ろ過、凍結真空乾燥により抽出物化しました(写真)。
- ・抽出物の分子量を評価したところ、海藻毎に異なった特徴が見られました。
- ・抗体アレイ法による免疫関連タンパク質産生の簡易評価を行った結果、マクサ、マタボウはTh1型の細胞応答を促進することが分かりました(表)。
- ・TLR4という受容体を阻害したところ、免疫関連タンパク質の産生が抑制されたことから、マクサ、マタボウはTLR4を介してTh1型細胞応答を促進することを解明しました(図)。
- ・ほとんど利用されておらず、研究も行われていないマタボウ、ヘラヤハズ、フクロフノリについて新たな知見を得ることができました。

マクサ フクロフノリ マタボウ ヘラヤハズ サガラメ アカモク ワカメ ヒトエグサ



写真 海藻抽出物

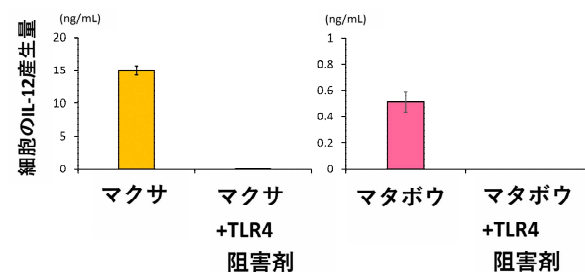


図 マクサとマタボウの作用メカニズム評価

表 Th1/Th2 サイトカインの産生量比

マクサ	マタボウ	サガラメ	ヒトエグサ	ヘラヤハズ	アカモク	ワカメ	フクロフノリ
3.87	1.82	1.17	1.07	1.01	1.00	0.94	0.66

Th1 (抗アレルギー)

Th2

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・得られたデータは広く公表し、海藻の新たな利用方法に繋げていきます。また、大学と共同で新たな薬剤開発の可能性を調査します。
- ・本研究によって海藻類の生理活性評価手法を確立できました。興味を示した企業と共同で他の海藻類の生理活性評価と利用の促進に取り組みます。

セルロースナノファイバーによる香り成分の徐放機構の 解明及び放散制御技術の開発

[背景・目的]

木材などの植物繊維から得られるセルロースナノファイバー (CNF) は、幅が数 nm～数十 nm 程度のバイオマス素材です。CNF は、高強度性、分散安定性、増粘性など様々な特徴を有しており、自動車、食品、化粧品産業など、多様な分野での利用が期待されています。我々は、これらの特長以外に CNF を活用することで香りの放散が抑制されることを明らかにしました。そこで、CNF による香り成分の放散機構解明と CNF を用いた香りの放散制御技術の開発を目的とし、CNF の繊維長や香り成分による放散挙動変化について研究をいたしました。本研究に供した CNF は TEMPO 酸化 CNF (TOCN) です。

[研究成果]

- TOCN の添加濃度に伴い、香り成分の放散が抑制されました (図1)。これは、TOCN による三次元ネットワーク (3DN) 形成と水と香り成分の界面に TOCN が吸着し、乳化が安定するピッカリングエマルジョン形成 (PE 形成) に因ると示唆されました (図2)。
- 異なる繊維長の TOCN による香り成分の放散挙動変化について、時間経過ごとの香り成分放散量を測定し、一次減数モデルを適用して比較を行ないました。香り成分の放散は短繊維の方が僅かに緩慢に進行しており、CNF の繊維長により放散挙動が異なることが明らかになりました。
- TOCN の PE 形成のみによる香り成分ごとの放散挙動変化を調べたところ、香り成分の種類によって、CNF の添加に対する放散挙動が異なることが示唆されました。これは香り成分の物性値が影響していると考えられます。

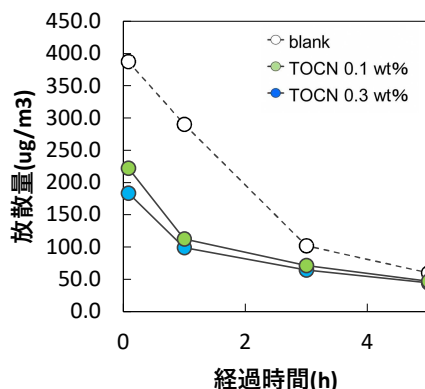


図1 TOCN 添加による *d*-Limonene の放散挙動変化

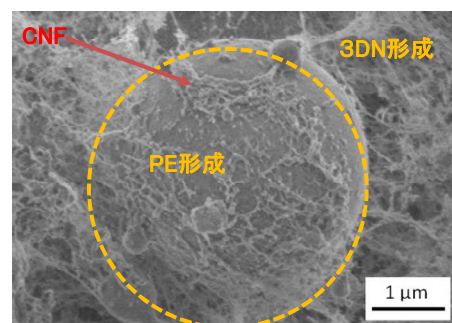


図2 TOCN による 3DN・PE 形成

[研究成果の普及・技術移転の計画]

CNF による香りの徐放機構を解明することで、香り成分の放散挙動が明らかとなりました。今後は化粧品、食品、医薬部外品など様々な分野での普及を図っていきます。

好気性グラニュールを利用した 省スペース型排水処理装置の開発

[背景・目的]

排水処理は食品メーカーを中心として企業の生産活動に必要な不可欠な技術であり、微生物が排水を浄化する活性汚泥処理が行われていますが、低コスト化・装置の省スペース化が技術的課題となっています。同課題の解決を目的とした先行研究の実証実験において自己造粒化した「好気性グラニュール汚泥 (Aerobic Granule Sludge : AGS)」(写真(右))を発見しました。AGSは、①菌体の沈降性が高く、②菌体濃度を高く保つことができる特性を持っています。一般的な排水処理では、排水を微生物の集合体である活性汚泥(写真(左))とともに曝気することで排水を浄化する曝気槽に加え、活性汚泥と処理水を分離するために沈殿槽が必要です。これに対し、排水処理にAGSを利用することで沈殿槽が不要となり、単一槽で処理が完結するため省スペース化が実現します(図)。そこで本研究では、AGSを利用した排水処理を実験室規模で検討することを目的としました。

[研究成果]

- ・実験室規模の装置(容量5L)で排水処理特性(①排水の炭素/窒素(C/N)比及び②原水の窒素容積負荷)を検討し、排水中の全窒素の除去率が90%以上となることを評価基準としました。
- ・窒素容積負荷が $0.1[\text{kg-N}/\text{m}^3/\text{d}]$ では、 $\text{C/N}=3\sim9$ の排水を処理することができました。
- ・先行研究の10倍の窒素容積負荷($0.3[\text{kg-N}/\text{m}^3/\text{d}]$)の排水を処理することができました。



写真 活性汚泥(左)とAGS(右)

① 曝気 ⇒ ② 沈降 ⇒ ③ 排水 ⇒ ④ 供給

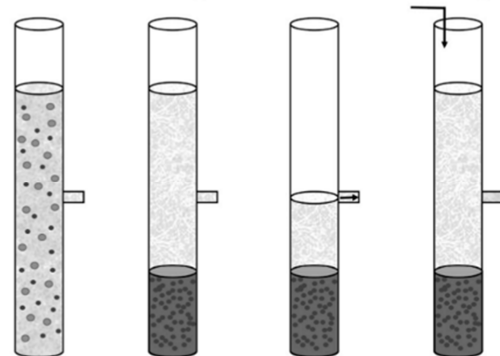


図 AGSによる排水処理方式

[研究成果の普及・技術移転の計画]

次年度以降、県内メーカー1社の協力を得て、AGSを利用した排水処理技術の普及を目指します。技術移転は共同研究機関を通じて行う予定です。具体的には、AGSの培養方法を確立し、容量750Lのパイロットプラントでの実証を目指します。

自然界由来酵母の清酒醸造適性評価 —地域性のある商品開発を目指して—

[背景・目的]

地域に根ざした商品開発を見据え、自然界から微生物を収集し、活用する取組は全国的に実施されています。今年度は受託研究にて、自然界由来酵母の清酒醸造適性を評価しました。評価は2段階で、麴汁を用いた簡易発酵試験の後、実験室での清酒小仕込み試験を実施しました。

[研究成果]

- ・試験には自然界由来酵母8株と対照株2株を使用しました。
- ・麴汁を用いた簡易発酵試験では、すべての供試菌株で、十分なアルコール生成がみられました。アルコールや香気成分の量をもとに、登呂遺跡から採取した酵母2株（酵母1、酵母2）、家康公ゆかりの地から採取した酵母（酵母3）及び井川地域から採取した酵母（酵母4）を選抜しました。
- ・小仕込み試験では、選抜した酵母4株ともに、初期の二酸化炭素揮散による重量減少が小さかったことから、酵母の初期増殖が遅いことが考えられました（図）。
- ・小仕込み試験の結果、酵母1及び酵母2では、低アルコールかつ高酸度といった自然界酵母特有の酒質になると予想されました。また、酵母3と酵母4については、アルコールが十分に出て、対照の清酒酵母（K901）による酒質に近い分析値となりました。

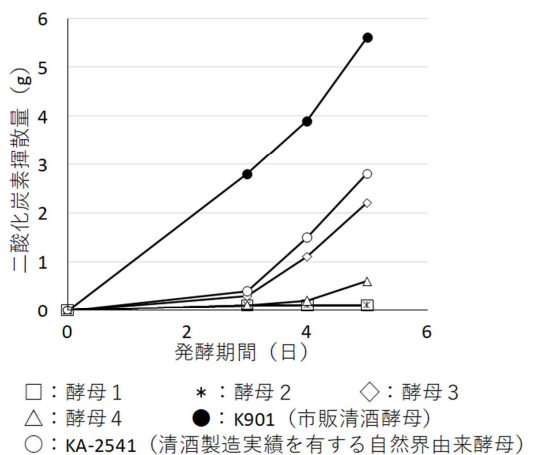


図 小仕込み試験初期の二酸化炭素揮散による重量減少

表 小仕込み試験により生成した清酒の分析値

株No.	アルコール 度数(%)	日本酒度	酸度	アミノ 酸度
酵母1	11.80	-46.0	3.3	1.5
酵母2	11.70	-44.0	3.3	1.5
酵母3	16.60	-2.5	2.1	1.5
酵母4	16.35	-6.5	2.3	1.5
K901	16.00	-10.5	2.1	1.5
KA-2541	11.85	-47.0	3.0	1.6

[研究成果の普及・技術移転の計画]

本受託研究の内容は、工業技術研究所研究発表会にて発表をしました。今後も委託者が主催するシンポジウム等で外部に向けた発表を実施していく予定です。

酵母の収集及び選抜については、委託者と技術相談を重ねながら、酵母の性質の改良や新規株の取得に適宜協力し、清酒醸造への利用につなげていきます。

吟醸香豊かな食中酒向けの新たな静岡酵母の開発

[背景・目的]

本県では、官民が一体となって、県産清酒の海外への販路拡大に取り組んでいます。海外では、香り豊かでキレの良い吟醸酒が高く評価されており、このような酒質を実現する酵母の開発が業界から求められています。

そこで本研究では、本県産清酒の特徴香であるバナナ様の香気成分(酢酸イソアミル)を高生成し、フルーティーでキレの良い酒質を実現する酵母の開発に取り組みました。

[研究成果]

- 既存の5種類の静岡酵母(HD-1、New-5、NO-2、CA-50、SY-103)について、自然変異もしくはエチルメタンスルホン酸処理によりランダム変異を誘発し、計695株の育種株を取得しました。
- 育種株について、米麴抽出液に米麴を添加した麴汁培地を用いて簡易発酵試験を行ったところ、いずれの親株からも、親株と同等以上のアルコール生成能を有する株が複数取得できました。
- また、HD-1及びNew-5の育種株からは、親株と比較して、本県産清酒の特徴香である、酢酸イソアミルを高生産する株を複数取得できました(図)。
- 簡易発酵試験の結果、酢酸イソアミル量や香気成分バランスが親株から変化した育種株8株を用いて、総米200g清酒小仕込み試験を行ったところ、既存の静岡酵母とは香味特性が異なる新たな静岡酵母の候補となり得る酵母が取得できました(表)。

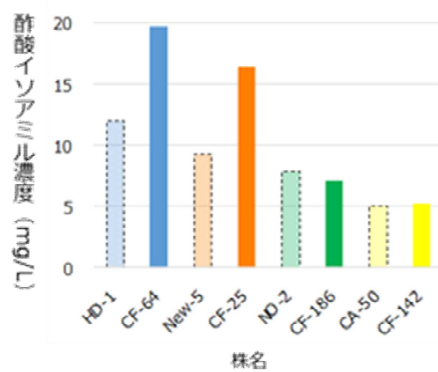


図 育種株(一部抜粋)の
酢酸イソアミル濃度

表 各製成酒の成分値(一部抜粋)

株名	一般成分		香気成分 (mg/L)	
	アルコール度 (%)	酸度	酢酸イソアミル	カプロン酸エチル
HD-1	16.65	2.6	6.26	2.48
CF-64	14.85	2.8	6.46	2.65
CF-80	16.65	3.2	9.79	3.12
CF-90	15.70	2.8	11.92	1.54
New-5	16.85	2.3	5.27	4.02
CF-25	16.90	2.4	4.76	4.33
NO-2	16.75	2.2	4.96	3.98
CF-178	16.50	2.3	5.86	3.37
CF-186	16.65	2.3	5.49	3.85
CA-50	16.20	2.7	5.72	2.89
CF-142	15.40	2.4	8.84	3.28
CF-156	16.35	2.7	7.15	2.54

[研究成果の普及・技術移転の計画]

本研究の成果は、巡回指導や酒造研修等を通じて、県内清酒メーカーに広く普及を図ります。また今後は、新たな静岡酵母の候補となり得る酵母について、仕込みスケールを拡大し、実製造に近い規模での酵母の性能評価を進め、実用化を目指します。これにより、本県産清酒の多様化や高品質な清酒製造につながる事が期待されます。

静岡県オリジナル酒造好適米「令和誉富士」の 原料米特性評価

【背景・目的】

本県オリジナル酒造好適米「誉富士」は、その酒質の良さが酒造メーカーや消費者に高く評価されていましたが、収量が少なく供給が不安定なことが課題でした。そこで、県農林技術研究所では、栽培特性が改良された後継品種「令和誉富士」を開発し、令和5年度より各メーカーで使用されています。しかし、『「令和誉富士」による醸造データの蓄積が少ないため、造りが難しい』等の意見が寄せられています。

そこで本研究では、本酒造好適米を用いる清酒の醸造技術の確立を目指して、まずは「令和誉富士」の原料米特性を明らかにしました。

【これまでに得られた成果】

- ・(独)酒類総合研究所と協力して酒造用原料米全国統一分析法による分析を実施し、令和6年産の「令和誉富士」の消化性及び粗タンパク質等の原料米特性を調べました(表)。その結果、「令和誉富士」は他2品種に比べて硬い米質(醪中で溶解しにくい)でしたが、粗タンパク質は少ないことがわかりました。
- ・本県で初めて尿素崩壊性試験を実施し、「令和誉富士」の糊化特性、つまり醪中での溶解性について、品種間差、収穫年差及び産地差を明らかにしました。その結果、図に示すように、「令和誉富士」は他2品種に比べて溶けにくい性質を示すこと、また、収穫年としては令和6年産が溶けにくく、さらに、産地差があることもわかりました。

表 「令和誉富士」の原料米特性(一部抜粋)

品種名	消化性 ¹⁾ (Brix %)	粗タンパク質 ²⁾ (%)
令和誉富士	9.4	5.0
誉富士	9.6	5.1
山田錦	10.0	5.4

1) 米(でんぷん)の溶解性を示す指標。

2) 製成酒の雑味に繋がることから、値が低い方が良い酒米とされる。

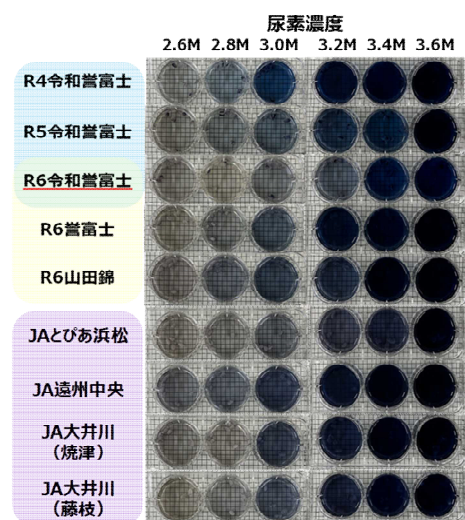


図 尿素崩壊性試験の結果
(青：年較差、黄：品種間差、紫：産地差)

【期待される効果・技術移転の計画】

これまでの研究で明らかになった「令和誉富士」と他品種との醸造特性の品種間差や年較差の成果は県内酒造メーカーに報告し、令和6年産「令和誉富士」を用いた仕込みに生かしていただきました。また、来年度以降も研究を継続することで、「令和誉富士」を用いた清酒の品質向上と、それに伴う需要の拡大が期待できます。

二軸引張試験を活用した成形シミュレーションの高精度化

【背景・目的】

板成形においては、成形不具合を起こさない加工条件を、試行錯誤なく、短時間で決定することが求められており、板成形シミュレーションの活用が進んでいます。しかし、輸送機器に使用される軽量化素材の多くが異方性（変形に必要な力が方向によって変化する）を有し、複雑な変形挙動を示します。このため、シミュレーションの形状予測精度が不十分であるという問題があります。本研究では、材料を直交する二方向に同時に引っ張る二軸引張試験により、材料の異方性を表す基礎データを取得し、シミュレーションに反映させることで、形状予測精度を向上させました。

【研究成果】

- ・図1に示す十字形の試験片を、直交する二方向に同時に引っ張る二軸引張試験を実施しました。図2に示すように、変形方向と変形に必要な応力の関係を表すデータを取得し、シミュレーションソフトに入力しました。
- ・二軸引張試験で取得したデータにより、自動車パネルの成形加工を予測した時の形状予測精度（一致率※）を60%から83%まで向上させました。

※一致率：形状誤差1mm以下の領域の割合と定義

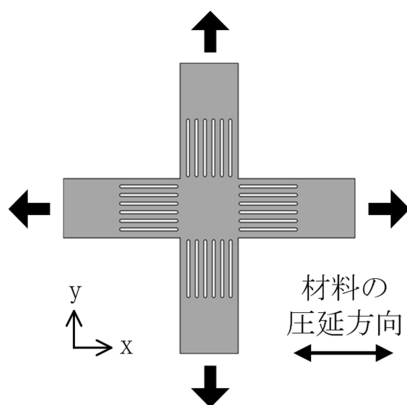


図1 二軸引張試験片

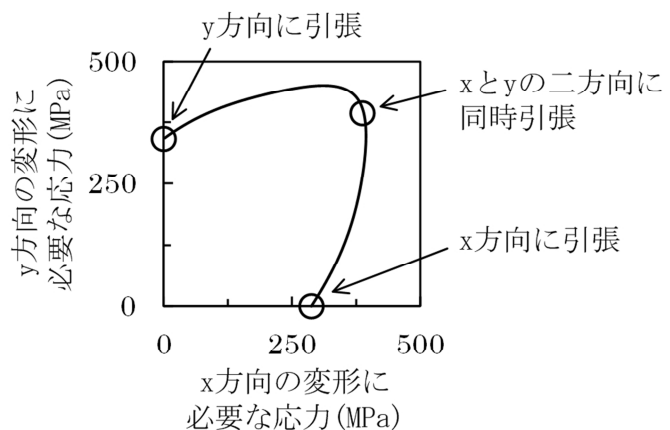


図2 変形に必要な力と変形方向の関係を表すデータ

【研究成果の普及・技術移転の計画】

- ・技術情報を研究発表会や研究報告書等（R5：2件、R6：1件）で広く公開し、技術相談や機器使用にて二軸引張試験の普及を進めていきます。
- ・得られた技術は、県内企業において、自動車パネルを成形するための金型の開発に活用しています。また、シミュレーションの利用により、現場経験が浅い技術者も製品開発に参画できたという事例もあり、県内企業の技術伝承にも活用されています。

金属材料のヤング率測定手法の検討

ーヤング率の測定に適した測定機器の選定ー

[背景・目的]

ヤング率とは、材料に力を加えたときの変形のしやすさを表す指標です。製品の用途によって求められるヤング率は異なるため、材料のヤング率を正確に測定し、製品の設計・開発に反映させる必要があります。ヤング率を測定するためには、材料の引張試験を行い、弾性域における応力とひずみ（力と変形量）の関係を取得します。そして、応力とひずみの関係を直線近似した時の傾きがヤング率となります。応力とひずみの関係を取得するためのひずみ測定機には、様々な種類があります。本研究では、ヤング率の測定に適したひずみ測定機について検討しました。

[研究成果]

- ・高張力鋼板（ハイテン）SPFC980 の引張試験により取得した、弾性域における応力とひずみの関係を図1に示します。ひずみは、ビデオ式伸び計とひずみゲージの2種類の測定機で測定し、結果を比較しました。ビデオ式伸び計では、ノイズが大きく、直線性が乏しいことがわかります。
- ・図2に、ひずみと時間の関係を示します。ビデオ式伸び計では、測定間隔が長いいため、ひずみの増加速度に測定速度が追いついておらず、プロットが階段状になっています。
- ・そこで、測定間隔が短いひずみゲージを用いました。これにより、応力とひずみの関係を、ノイズが少ない状態で取得でき、ヤング率を測定できました。

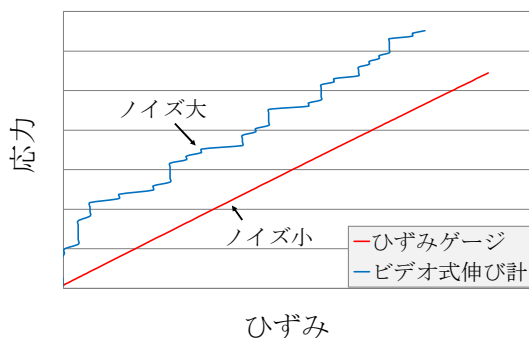


図1 弾性域内での応力とひずみの関係

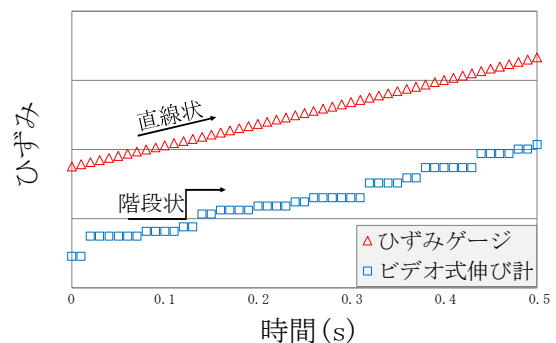


図2 ひずみと時間の関係

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・県内製造業者に広く技術普及させるために、研究成果を公表し（令和6年度：1件）、技術指導を行っていきます。
- ・協力企業にて、本技術を活用した材料開発を行っていきます。最終的には、軽量かつ高ヤング率材料の開発に活用し、新規材料普及によるCO₂排出量の削減に貢献します。

古紙処理工程における効果の高い低密度化手法の追究

—原料古紙ごとの低密度化率と工場実機検証試験結果—

[背景・目的]

県内製紙産業は国内出荷額一位を誇り、県内製紙工場の多くは原料にフレッシュパルプではなく古紙を使用しているのが特徴です。当センターでは、R2年度に原料スラリを加熱処理するだけで紙が低密度化することを発見し、フレッシュパルプに最適な加熱処理を行えば約7%の低密度化が可能で、工場においても一定の効果があることがわかりました。一方で、各工場の古紙処理条件等によって、低密度化効果がより高くなったり相殺されてしまったりすることがわかってきました。

そこで、本研究では、古紙処理の各工程において低密度化阻害要因と促進要因を把握し、低密度な紙の最適な製造条件を提案することを目的としました。今年度は、まず原料古紙の違いによる低密度化傾向を把握すると共に県内製紙工場での効果の確認を行いました。

[これまでに得られた成果]

- ・70℃・24時間の加熱処理を行なうと、原料古紙ごとに低密度化の傾向は大きく異なり(図1)、原料配合により低密度化の効果は大きく変化することが示されました。
- ・加熱処理により低密度化する紙は、加熱により曲がりやすい繊維が多い原料であることがわかりました。
- ・製紙会社工場実機で加熱による効果を確認した結果、平均4%の低密度化効果が得られ、工場実機の連続操業においても、加熱処理による低密度化の効果が認められました(図2)。

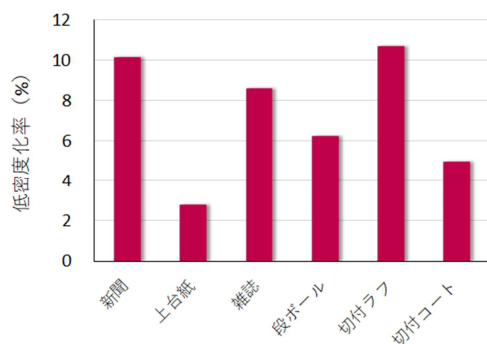


図1 濃度 10wt%、温度 70℃で 24 時間加熱処理した際の各原料古紙の密度変化
※(密度変化) = {(0h 密度) - (24h 密度)} / (0h 密度) × 100

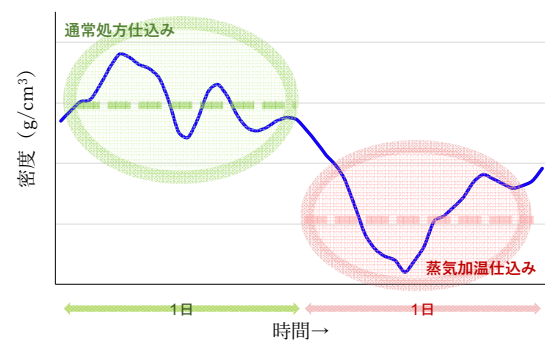


図2 製紙会社工場実機連続操業における蒸気加熱処理前後の製品見本の密度変化

[期待される効果・技術移転の計画]

- ・製品重量の減少により、輸送に伴う燃費改善による環境負荷の低減が期待できます。
- ・低密度化により、印刷適性や風合いなど製品品質が向上します。
- ・県内印刷用紙メーカーだけでなく家庭紙メーカーにも技術を展開して幅広く実用化を目指します。

リファイナーを用いた低コスト CNF 製造技術の開発

[背景・目的]

CNF を応用した製品の普及が進まない理由の 1 つに、CNF の製造コストが高いことが挙げられます。当センターは、令和元年度～3年度の相川鉄工(株)との共同研究で、新型リファイナーを開発し、多量の CNF を効率的に製造できることを確認しましたが、本研究では、新規の刃物や、処理条件の最適化の検討を行い、より安価に CNF を製造する技術の開発を行いました。

[研究成果]

- ・本研究で見いだした最適な処理条件で 10Pass 処理することで、Fine 率 (0.1mm 以下の微細繊維の割合を表す数値) が、目標の 85% に到達することが明らかになりました。
- ・従来の処理条件は 60Pass であり、単純比較で Pass 回数が 60 回⇒10 回と大幅に削減できました。(図 1)
- ・製造コストは、従来条件の約 3,000 円/BDkg に対して、約 1,000 円/BDkg となり、大幅なコストダウンが可能となりました。
- ・最適な処理条件で製造した CNF は繊維幅 30～40nm まで解繊が進行していることを AFM 観察で確認しました。(図 2)

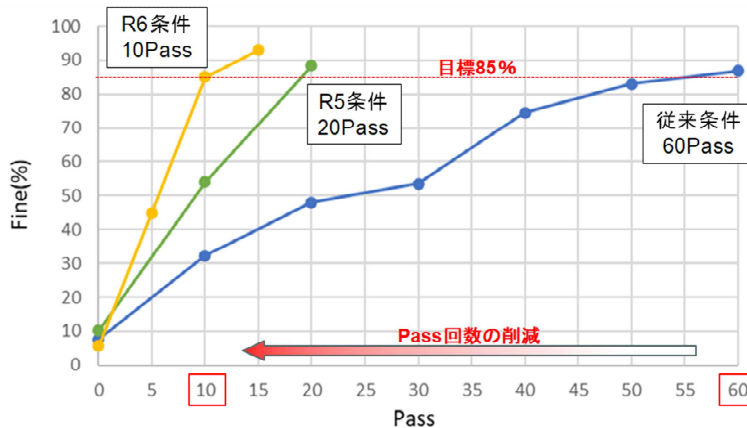


図1 従来条件と検討条件の Fine 率推移の比較

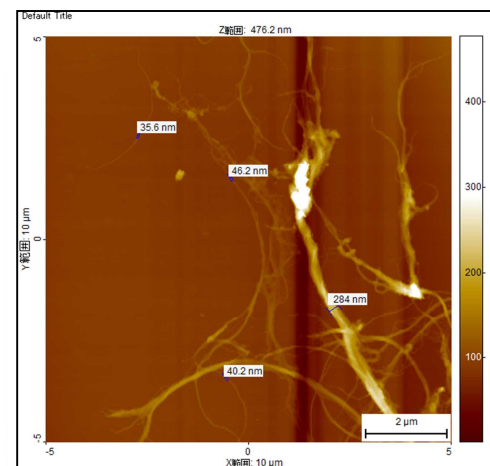


図2 最適条件で製造した CNF の AFM 画像
(10 μm×10 μm)

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・相川鉄工(株)が令和5年4月に新型リファイナーを上市しました。
- ・令和6年3月に当センターに同機器を導入し、同年4月に供用を開始しました。
- ・導入機器を用い製造した CNF サンプルの提供事業を開始しました。提供事業の PR を行い、技術相談を通じてリファイナーCNF等の活用に取り組む企業を支援していきます。

自動車用途向け CNF オレフィン系樹脂の 機械的物性向上及び成形性の安定化

【背景・目的】

持続可能な社会の構築に向けた脱炭素化の取組として、自動車分野では車体の軽量化による省エネルギー対策が検討されています。この中で、金属部品の代替として樹脂部品がより多く採用されるようになりました。また、樹脂部品として、ポリプロピレン（PP）等のオレフィン系樹脂が多く用いられますが、機械的強度向上のニーズが強いため、今回、フィラーとしてセルロースナノファイバー（CNF）を用いた樹脂の複合化を試みました。本取組を通じ、CNF 複合樹脂製品の自動車分野における社会実装を目指します。

【研究成果】

- ・ PP に CNF 約 10% および添加剤を所定量添加したときに、PP 単体に対し、曲げ弾性率は 8%、シャルピー衝撃強さが 23% 向上しました。（図 1 及び 2）
- ・ 一般に CNF 複合樹脂は、基材に比べて樹脂の流動性が低下することが知られており、成形不良を生じる場合がありますが、今回は成形条件を検討することにより、良好な強度を維持しながら、形状の安定した成形品を製造できることを実証しました。



図 1 CNF 複合樹脂（上）と PP(下)の試験片

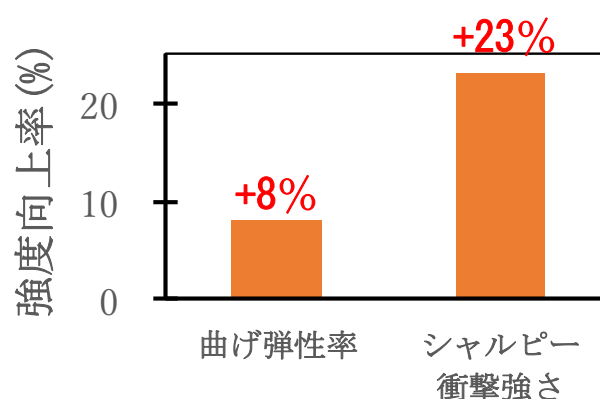


図 2 CNF の複合化による機械的物性の向上

【研究成果の普及・技術移転の計画】

- ・ 共同研究企業が本研究の成果を活用して、今回試作した自動車部品だけでなく、CNF 複合樹脂を別の部品へ適用し、バリエーションの拡充を図ります。さらに自動車メーカーに対し、同部品の実車への採用に向けて働きかけていきます。
- ・ 当研究所は CNF を含む微細化セルロース関連の学会や展示会等において本成果を周知することにより、CNF 複合樹脂の普及を目指します。

[背景·目的]

[研究成果]

-
- Figure 1: Examples of UV classification. The figure is divided into four main sections. The first section, '撮影範囲' (Shooting Range), shows a grid of color calibration charts with labels for UV and OIL (oil-based ink) categories. The second section, 'UV 2 分類' (UV 2 Classification), shows two images of a document with UV light, highlighting different areas in red and green. The third section, 'UV 3 分類' (UV 3 Classification), shows two images of the same document with UV light, highlighting different areas in red, green, and blue. The fourth section, '古紙銘柄 7 分類' (Old Paper Marking Pattern 7 Classification), shows two images of the same document with UV light, highlighting different areas in red, green, and blue.

「研究成果の普及・技術移転の計画」

- 協力機関

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
機械電子科
電話 0545-35-5190

MPA 技術を用いたラインパターン照明装置の高性能化

[背景・目的]

マイクロプリズムアレイ（以降、MPA と呼ぶ）は、微小な直角プリズムを2次元アレイ状に集積した光学素子です。MPA はプリズムの傾斜面の角度と向きを個別に変えることで、光の進む方向をプリズムごとに調整することができます。本研究では、MPA 技術を活用して、研究委託機関の製品であるラインパターン投影装置の改良を行いました。従来製品より明るさが均一なラインパターンを投影する照明装置の開発を目指しました。

[研究成果]

- ・照明装置から5m離れた位置に、中央から左右2.5mの領域の明るさが均一なラインパターンを投影できる1次元のMPAを設計した後、アクリル樹脂を切削して試作を行いました（図1）。
- ・作製したMPAを搭載した照明装置は、改良前に比べて明るさが均一なラインパターンを投影できました（図2）。

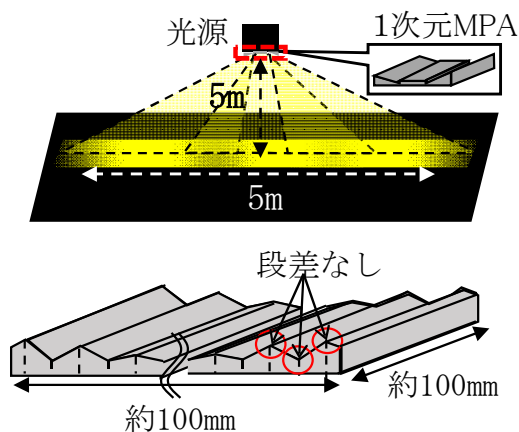


図1 改良したラインパターン照明の模式図（上）
設計した1次元MPAの断面の模式図（下）

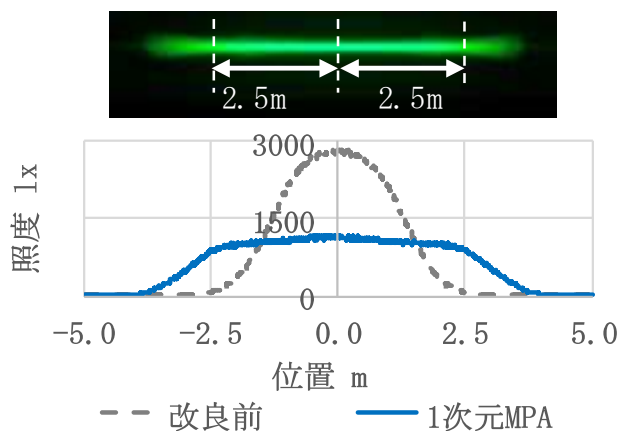


図2 改良品のラインパターン投影像（上）
水平方向の断面照度分布（下）

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・研究委託機関において、本研究で開発したMPAを応用したラインパターン照明装置の製品化を進めています。本改良で、ラインパターンの視認性が良くなるため、工場内の危険ゾーンを作業者に知らせる用途では、安全性が高まり、商品性の向上が期待できます。
- ・本研究で得られた光学設計技術や光学シミュレーション技術などの知見を活用して光学器械の性能向上や製品開発を支援します。

転写用樹脂を用いた光学部品微細凹部の形状評価

[背景・目的]

光学部品をはじめとする微細な表面凹凸の形状評価では、非接触で三次元的な形状測定が可能な共焦点レーザー顕微鏡や白色干渉計が使われています。これらの機器では、光を試料の表面に点で集光し、その反射光強度から表面の位置を測定します。このため、鋸刃形状のような深い凹部を有する光学部品の形状評価では、凹部から十分な反射光強度が得られず、正確な形状測定が困難でした。そこで、転写用樹脂を用いて凹部を凸形状に反転させて形状評価する方法について転写精度を評価し、光学部品の形状評価に有用かどうかを検討しました。

[研究成果]

- ・転写用樹脂（シリコン樹脂）の転写精度を共焦点レーザー顕微鏡で評価しました。ショットブラスト加工面の粗さ比較見本板を試料に用いて、転写品と原盤の断面プロファイルと表面粗さを比較しました（図1）。転写品は原盤の形状をよく再現しており、算術平均高さ Sa も原盤と同等でした。このことから、シリコン樹脂は表面性状の評価が可能な転写精度を有していることが分かりました。
- ・表面が鋸刃形状の光学部品（プリズムアレイ：幅が数 mm で異なる角度を持つプリズム集合体）の谷部を、シリコン樹脂で凸部形状に反転させて同様に測定しました（図2）。転写品からは十分な反射光強度があり、谷底形状（図2の山部先端）や傾斜面の表面性状（高さ数十 nm）の鮮明な形状が得られました。これらの結果から、転写用樹脂を用いることで、反射光が弱い微細で深い凹部の正確な形状測定が可能になり、光学部品の加工品質評価に活用できることが分かりました。

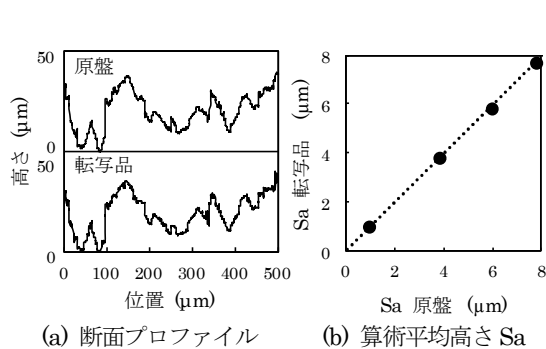


図1 転写精度の評価

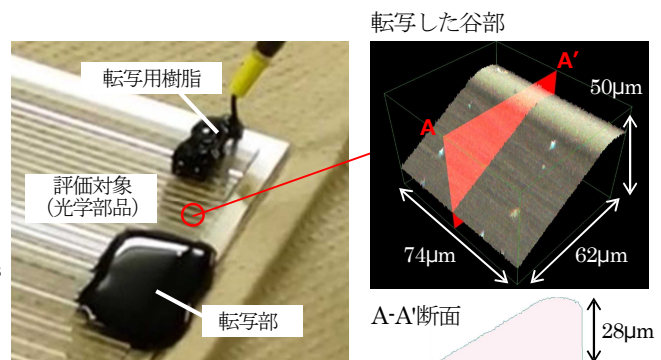


図2 光学部品凹部の形状評価

[研究成果の普及・技術移転の計画]

本手法は、外に露出していない内壁や、顕微鏡に載せることができない大型部品の部分的な形状評価にも有用です。今後は、共焦点レーザー顕微鏡等を用いた微細形状評価に本手法を活用して測定対象を広げることで、企業の製品開発を幅広く支援します。

電波到来方向の簡易的推定技術の検討

[背景・目的]

ドローン等に関するトラブルが増加していますが、その位置を推定する電波到来方向推定技術は、大規模・高額（アンテナ多数、走査・数千万円程度）となるため広く普及していません。このような状況の中、県内企業から 2.4GHz 帯の電波到来方向推定に関する要望があったため、小規模・低コストであり、 $\pm 15^\circ$ の誤差でドローンを検知できるシステムの開発を目指しました。

[研究成果]

- ・アンテナ種類、配置を検討することで、目標である $\pm 15^\circ$ の誤差で到来方向を推定できる可能性を見いだしました。
- ・測定周期を 10ms 以下とし平均値を取得することで、2.4GHz 帯電波を発するドローンとその他の機器(ここでは Wi-Fi ルーター)が区別可能となりました(図1)。
- ・屋外で距離約 30m (高さ 5 m) で飛行中のドローンを、推定範囲約 90° において誤差約 $\pm 15^\circ$ で推定できる(図2) 小規模・低コストなシステム(本体 12.5cm $\times$ 23cm+ノート PC・数十万円程度)を構築しました。検出感度を約 20dB 上げることで推定範囲 180° を達成できる見込みが得られました。

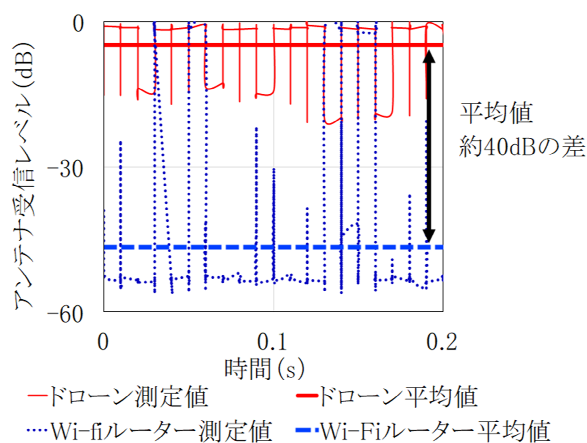


図1 ドローンと Wi-Fi ルーターの
2.4GHz 帯電波

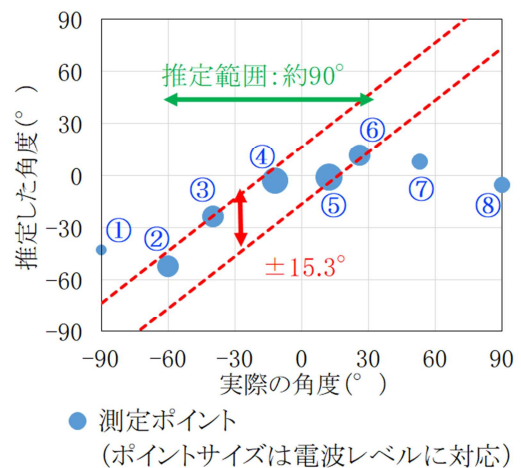


図2 屋外における電波到来方向推定結果

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・共同研究先が電波到来方向推定システムの製品化を計画しています。
- ・浜松 EMC 研究会（会員 20 社）を通じて県内企業の電波測定技術の向上を目指します。
- ・第 22 回関東甲信越静 EMC 研究交流会で事例発表を行いました。

恒温槽内の非接触熱変位測定の精度評価

[背景・目的]

DIC(デジタル画像相関法)は、対象の表面に形成されたパターンの変化をカメラで認識することで、ひずみ・変位分布を測定する手法です。簡便な前処理を行うだけで非接触の測定が可能であり、当センターでは、材料や製品の強度試験に加え、自動車動車部品及び医療機器等の恒温槽を用いたガラス窓越しの熱変形測定に利用しています。

しかし、その測定精度の詳細、特にカメラ視野内の測定位置やカメラとの対象距離による誤差の変動については、これまで検討されていませんでした。そこで、当センター保有のDIC装置について、恒温槽内も含めた変位測定精度を検証しました。

[これまでに得られた成果]

- ・ マーカーを高精度なXYZ軸電動ステージで移動させ、DIC用カメラでその変位を測定する精度検証法を開発しました(図1)。
- ・ 精度検証を行った結果、恒温槽内の変位測定の最大誤差は $\pm 0.15\text{mm}$ であることが分かりました。また、(1)視野端(図2 上)、(2)焦点位置から離れた位置(図2 カメラとの相対距離の絶対値増加)、(3)Z軸方向の変位測定(カメラ観察方向、図2 □■)、の条件では測定誤差が拡大することが分かりました。

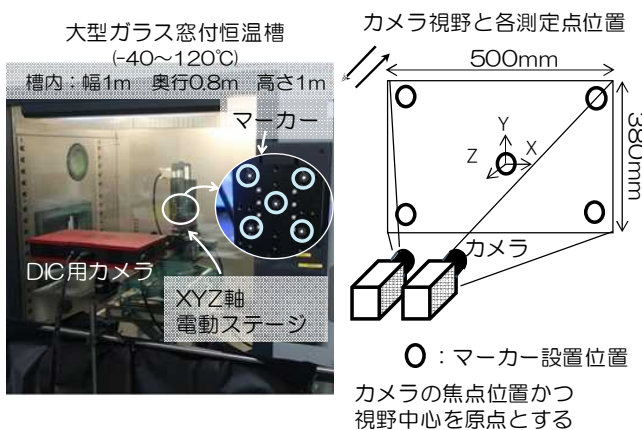


図1 DIC変位測定精度検証法

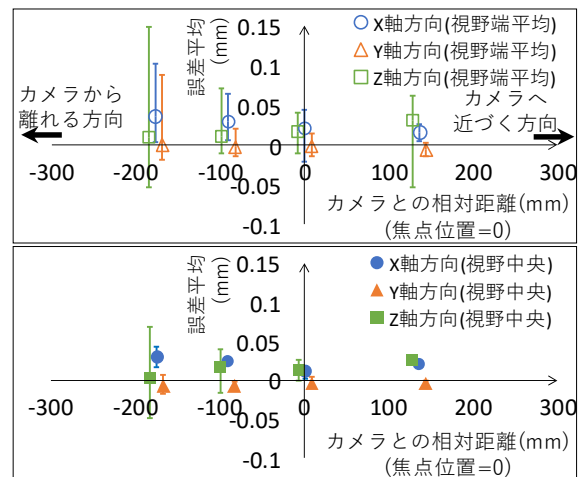


図2 変位測定誤差

(上:視野中央、下:視野端)

[期待される効果・技術移転の計画]

- ・ 本装置は、樹脂製品の熱変形の観察や生産機械の位置決め精度検証など、県内企業の恒温槽内の測定に関する相談や機器使用に利用されています(R6年度 相談21件)。
- ・ 今後、様々な特徴を持つカメラ(測定範囲が広い、測定分解能が高い等)の測定精度を調査し、目的に適したカメラや方法を利用した試験を提案します。

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。

[これまでに得られた成果]

- ・アルミ粉末積層厚さ 120 μ m で相対密度を 99.9%まで向上させ、従来に比べ 45%向上させる造形パラメータを見出しました。
- ・相対密度 99.9%以上であれば、レーザ出力に関係なく、欠陥の大きさを樹脂射出成形用金型で許容される直径 100 μ m 以下にできることが分かりました。
- ・相対密度 99.95%を得られる樹脂射出成形用金型を造形するための最適条件を見出して大型の試作金型の製作に成功し、その造形品を展示会に出展しました（図1）。
- ・これまでに、製品開発の共同/受託研究 6 件（図2）、試作支援 23 件、データ作成支援 11 件を実施しました。



図1 樹脂射出成形用の試作金型



ブレーキレバー

強度試験用部品

図2 試作造形した部品の例

[期待される効果・技術移転の計画]

- ・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について研究成果の実証を進めます。
- ・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。

熱可塑性炭素繊維強化複合材料 (CFRTP) の循環利用

[背景・目的]

CFRTP の需要は 2035 年に 2021 年比で 5.5 倍になると推計され、自動車リサイクル法やプラスチック新法等に対応するためにも資源循環モデルの構築が必要です。また、これまでにチョップドUDテープを使用してバージン材で曲げ強度 500MPa を達成しています。本研究では、チョップドUDテープを材料として、トランスファ成形機でリサイクル成形を行った際の成形性、物性を評価し、曲げ強度がアルミダイカストと同等の 400MPa 以上となる CFRTP のリサイクル条件を検討しました。

[研究成果]

- ・ 曲げ強度 400MPa 以上となるリサイクル破碎片の大きさは 35mm 以上でした (図 1)。
- ・ 2 回のリサイクルでも曲げ強度が維持されることを確認しました (図 2)。

これはトランスファ成形では、成形時に繊維長が維持されており、成形品の繊維が配向するためと考えられます。繊維配向はCT測定及びタルボ・ロー撮影により確認されました。

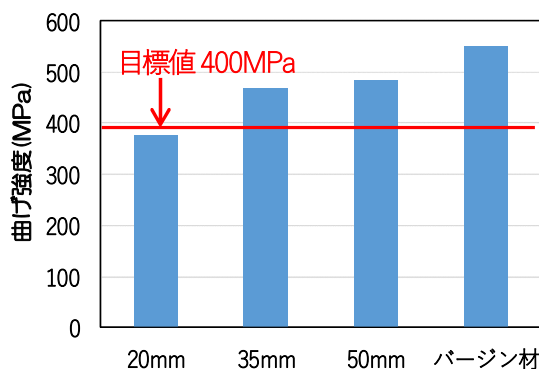


図 1 破碎片の大きさによる曲げ強度変化

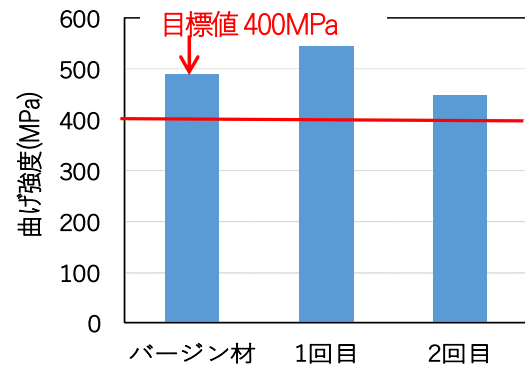


図 2 トランスファ成形機を使用した
リサイクル回数による強度変化

[研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・ 研究発表会、CFRP 技術講演会 (令和 6 年 10 月 30 日開催) において成果発表しました。
- ・ 業界誌に掲載されました。「リサイクル新成長分野発展に貢献する軽量高強度材料 (CFRP) の効率的成形技術の確立」プレス技術 (日刊工業新聞), 令和 6 年 9 月号
- ・ 浜松地域 CFRP 事業化研究会 (会員企業 45 社) 会員企業が、モーターケースへの応用を始めるとともに、自動車メーカーへ提案するなど研究成果を活用した展開が進んでいます。
- ・ 浜松地域 CFRP 事業化研究会と協力して、研究発表会、講演会に加え、展示会への出展を進めます。

静岡県工業技術研究所 研究成果事例集

令和 7 年 4 月発行（2025 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

F A X（054）278-3066