

Prompt Report of

YAMANASHI  
INDUSTRIAL  
TECHNOLOGY  
CENTER



山梨県産業技術センター 研究成果速報  
令和5年度

2024

山梨県産業技術センター



# 山梨県産業技術センター

## 令和5年度 研究成果速報目次

### 成長戦略研究

- ・ 県産日本酒の競争力向上のための新規日本酒酵母に関する研究 ..... 1
- ・ 高級ノンアルコール飲料の開発 ..... 2
- ・ 山梨県の新しいブレンド白ワインに関する研究 ..... 3
- ・ 健康志向のパン製造技術の開発 ..... 4
- ・ CNF技術を応用した新規和紙製品開発 ..... 5
- ・ マグネシウム合金耐食性皮膜の高品質化に関する研究 ..... 6
- ・ NC制御による局所的ピーニング処理法の研究 ..... 7
- ・ ダイカスト金型の高機能化に関する研究 ..... 8

### 経常研究

- ・ 磁気バレル研磨機の加工能力向上に関する研究 ..... 9
- ・ プラスチック材料の耐候性における水噴霧の影響 ..... 10
- ・ EMI試験における特性改善に関する研究 ..... 11
- ・ バナジウム染色加工製品の高品質化に関する研究 ..... 12
- ・ 宝石鑑別支援ツールの開発 ..... 13
- ・ AI検査に適した検査環境構築に関する研究 ..... 14
- ・ マグネシウム合金鑄造時の金型不具合に関する研究 ..... 15
- ・ トポロジー最適化解析による製品の高付加価値化に関する研究 ..... 16
- ・ 三次元座標測定機の定期管理方法についての研究 ..... 17
- ・ パラメトリックデザインの地場産業への活用に関する研究 ..... 18
- ・ デジタルジャカード技術を応用したテキスタイル開発 ..... 19
- ・ 多軸ロボットの耐久試験機への適用とその評価 ..... 20
- ・ 金属積層造形条件と造形物の機械的特性に関する研究 ..... 21

### 総理研研究

- ・ 山梨県固有のデザインソースの集積と「山梨らしさ」を付加価値とした製品等の開発に関する研究 ..... 22
- ・ 富士山噴火の減災に資する実験教材の開発 ..... 23
- ・ 林業重機「フォワーダ」の無人運転化に関する研究 ― 整地における無人自動運転化技術の確立 ― ..... 24

### 競争的資金研究

- ・ 難燃性マグネシウム合金ダイカストによる自動車用大型部材製造技術の開発 ..... 非掲載
- ・ 燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業/共通課題解決型基盤技術開発/燃料電池に関する電気化学的特性測定技術の研究開発 ..... 非掲載

\*研究担当者の所属について

以下のとおり略式名称にて記載しています。

正式名称	略式名称
山梨県産業技術センター	
甲府技術支援センター	
管理・連携推進センター	管理・連携
企画連携推進部	企画連携
食品酒類・研磨宝飾技術部	食品酒類・研磨宝飾
電子・システム技術部	電子・システム
材料・燃料電池技術部	材料・燃料電池
機械技術部	機械
デザイン技術部	デザイン
ワイン技術部	ワイン
富士技術支援センター	
繊維技術部	繊維
機械電子技術部	機械電子
山梨県衛生環境研究所	衛環研
山梨県富士山科学研究所	富士山研
山梨県森林総合研究所	森林総研
山梨県総合農業技術センター	農技セ
山梨県果樹試験場	果試
山梨県畜産酪農技術センター	畜酪
山梨県水産技術センター	水産
山梨大学	山梨大
山梨県立大学	県立大
都留文科大学	都留文大
山梨県立博物館	県博物館
山梨県立文学館	県文学館
産業技術総合研究所	産総研
茨城県産業技術イノベーションセンター	茨城産技イセ
東京大学	東京大
北翔大学	北翔大
東北大学	東北大
金沢大学	金沢大

\*研究区分について

成長戦略研究	やまなし科学技術基本計画に掲げる成長促進分野において、新技術の開発や新産業創出に資する研究
経常研究	技術支援や企業の課題解決などのうえで必要となる研究
総理研究	山梨県総合理工学研究機構がコーディネートする連携研究
競争的資金研究	国や特殊法人が公募する競争的資金研究に採択された研究

研究テーマ	県産日本酒の競争力向上のための新規日本酒酵母に関する研究（第4報）		
担当者（所属）	長沼孝多・橋本卓也・兼坂匡人・尾形美貴・有泉直子（食品酒類・研磨宝飾）・北原兵庫（山梨県酒造組合）・山村英樹（山梨大）		
研究区分	成長戦略研究	研究期間	令和2年度～令和6年度

**【背景・目的】**

山梨県には豊富な水資源があり、県産日本酒のブランド力向上に活用されている。本研究では、県産日本酒のさらなる競争力向上を目的として、独自の酵母を開発するとともに、醸造用水の解析を行い、本酵母に適した醸造条件を検討し、山梨の水資源の特徴を表現できる日本酒の製造技術を確立する。

**【得られた成果】**

1. 変異酵母を使用した小試験醸造

分離酵母1, およびその変異株である分離酵母1-2, 1-3を使用して小試験醸造を実施した。仕込は総米100gの3段仕込で実施し、発酵の経過観察および醸成酒の成分分析を行った。その結果、麴エキスでの試験と同様に、分離酵母1-2および1-3は、親株である分離酵母1と比較して醸成酒のリンゴ酸含有量が高く、ピルビン酸含有量が低い傾向が認められた。他の有機酸に大きな違いは認められなかった(図1)。一方、発酵に要する日数は2日程度長くなり、また低温域で発酵がやや遅れる傾向があることから、変異株で日本酒を製造する際は、酵素剤の添加や、追水により発酵の補助を行う必要が考えられた。

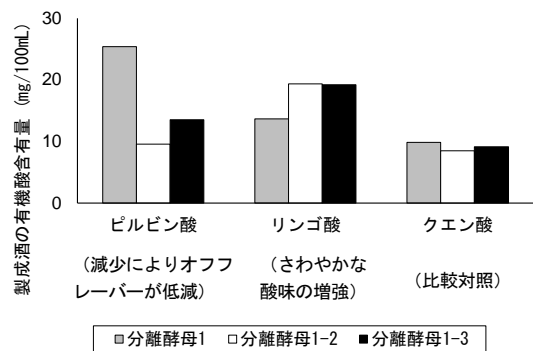


図1 小試験醸造における分離酵母1および分離酵母1-2(変異株), 分離酵母1-3(変異株)による醸成酒の有機酸含有量

2. 酒造用水の分析

山梨県酒造組合員の酒造用水を7期(R2酒造時(秋), R3春, R3酒造時(秋), R4春, R4酒造時(秋), R5春, R5酒造時(秋))にわたり採取し、酒類総合研究所標準分析法にしたがい分析を実施した(表1)。硬度は、ほとんどの採水地で50未満の軟水\*であった。主成分分析の結果、同じ採水地の結果は比較的近くにプロットされたが、採水の時期による差異は認められず、R2~5においては年間を通じて成分の変動が少ないことが推察された。採水地Fは、他の採水地群から離れた位置にプロットされているが、ローディングプロットの結果、硬度やpHによる差異と考えられた(図2)。

今後も酒造用水の採取と分析を実施していくと同時に、各酒造用水に適した醸造条件を検討していく。\* 日本薬学会編:衛生試験法・注解2000 pp699(2000)

表1 酒造用水の成分値(11採水地, 7期分)(抜粋)

項目	最大値	最小値	平均値	標準偏差
pH	8.1	7.0	7.6	0.3
硬度(mg/l)	111	15	45.7	20.9
カルシウム(mg/l)	34.8	4.8	12.8	6.7
マグネシウム(mg/l)	6.3	0.9	3.3	1.4
カリウム(mg/l)	2.7	0.3	1.3	0.7
リン酸(mg/l)	0.5	0	0.1	0.1

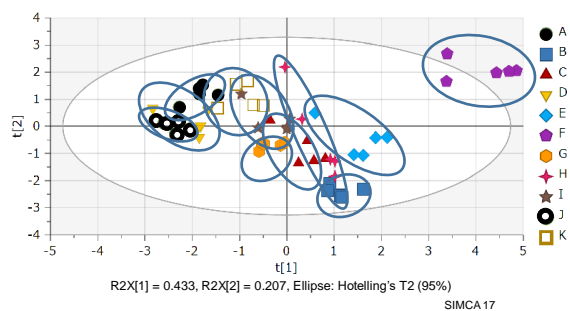


図2 採水地(A~K)による成分値のPCA解析結果

**【成果の応用範囲・留意点】**

県産日本酒のさらなる競争力向上を目指し、山梨県独自の酵母の開発に取り組んでいく。

研究テーマ	高級ノンアルコール飲料の開発（第3報）		
担当者 （所属）	尾形美貴・有泉直子・兼坂匡人・長沼孝多（食品酒類・研磨宝飾）・久保田勇（萌木の村（株））・興水精一		
研究区分	成長戦略研究	研究期間	令和3年度～令和5年度

### 【背景・目的】

我が国では、20歳以上のアルコールを飲まない人の割合が半数以上を占め、ノンアルコール市場は拡大を続けているが、販売されている商品の多くは、原材料の調合のみで製造された非発酵の飲料であり、選択肢が十分であるとは言えない。そこで、本研究では、発酵工程を経たノンアルコール飲料を「高級ノンアルコール飲料」と定義し、その製造技術の確立を目的とした。

本報では、マルトース非資化性酵母*Saccharomyces ludwigii*を使用し、麦芽糖化液で発酵試験を実施した結果について報告する。

### 【得られた成果】

#### 1. 麦芽糖化液の調製

破碎麦芽180gに水840mLを加え、73°Cで糖化した。糖化液の糖度が14度を越えたら、80°Cで5分間加熱し、糖化を終了した。ろ紙（No.2）でろ過した糖化液のグルコース濃度を測定し、0.5%になるように水で希釈した。これを50mLずつ100mL容量の三角フラスコに分注し、シリコ栓で密栓して、高圧蒸気滅菌処理した。

#### 2. 酒母の調製

*Saccharomyces ludwigii* は独立行政法人製品評価技術基盤機構バイオテクノロジーセンター(NBRC)から分譲されたNBRC 0798 およびNBRC 1721 を使用した。0798株は*S. ludwigii*の基準菌株であり、1721株は甲州ブドウのワイン醪から分離された株である。培養はYM培地5mLを使用し、25°Cで静置して行った。前培養液の660nmにおける光学密度（以下OD660と略す）を分光光度計で測定し、本培養培地にOD660が0.01となるように継代し、24時間培養して、酒母を調製した。

#### 3. 発酵試験

麦芽糖化液50mLに各酒母をOD660が0.1になるように接種を行い、25°Cで静置し、発酵経過を観察した（図1～3）。0798株と1721株の発酵過程に大きな違いはなく、発酵液中のグルコースが酵母によって資化され、エタノールが生成したが、含有量は1%未満の発酵飲料を開発できた。

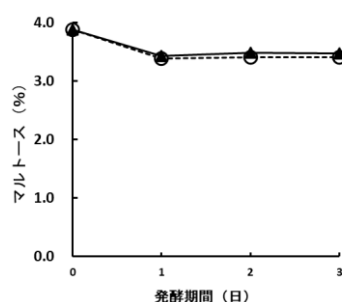


図1 マルトース量

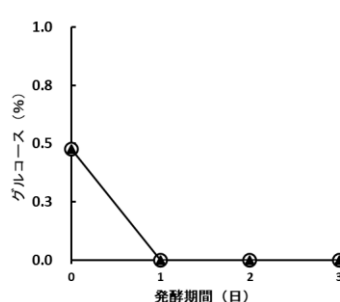


図2 グルコース量

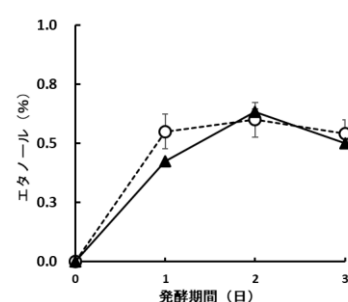


図3 エタノール量

(—○— 0798株, —▲— 1721株 (n=3))

### 【成果の応用範囲・留意点】

開発した発酵飲料は、日本の酒税法上では、アルコール（エタノール）含有量が1%未満であるため、酒類に該当しないが、アルコールは含まれる。

研究テーマ	山梨県の新しいブレンド白ワインに関する研究（第3報）		
担当者 （所属）	佐藤憲亮・木村英生・小松正和・恩田匠（ワイン）		
研究区分	成長戦略研究	研究期間	令和3年度～令和5年度

### 【背景・目的】

近年、産地間競争や消費者ニーズの多様化など、本県ワイン産業を取り巻く環境は著しく変化しており、今後も県産ワインの多様化、高付加価値化が必要である。これまで当センターでは、‘甲州’を主体としたブレンド白ワインについて検討を行い、相性の良い品種を複数選定した。本年度はこれまでに試験醸造したブレンドワインについて、県内ワイン製造関係者を対象とした官能評価を行った。その結果を踏まえ、県内ワイナリーにおいてブレンドワインの試験製造を行うこととした。

### 【得られた成果】

#### 1. 令和3年度および令和4年度産ブレンドワインの官能評価

令和3年度および令和4年度に試験醸造したブレンドワインについて、県内のワイン製造関係者35名による官能評価試験を実施した。‘甲州’に対し、その他の品種をそれぞれ異なる比率でブレンドしたワインについて評価した。官能評価の結果、‘デラウェア’（早期収穫）、‘ヴィオニエ’、‘シェンブルガー’が‘甲州’と相性が良いと評価され、それぞれのブレンドワインは、ブレンドに使用したベースワインよりも高い評価を得た。ブレンド比率については‘甲州’：‘その他品種’=60：40～80：20 程度のブレンド割合が適していると評価された。また、‘デラウェア’（早期収穫）をブレンドしたワインにおいて「柑橘香」に関するコメントが得られたため、そのベースワインについて溶媒支援フレーバー抽出（SAFE）装置を用いた香気成分分析を行った。その結果、‘デラウェア’（早期収穫）のベースワインには、‘甲州’の高品質化に寄与する香気成分として注目されている3-Mercaptohexanol（柑橘香）が含まれることがわかった（図1）。このことから、‘デラウェア’（早期収穫）のブレンドによる香気の補強がワイン品質を高めたものと推察された。

#### 2. 実スケールにおけるブレンドワイン製造のための安定化試験

1. の官能評価で高い評価を得た‘甲州’および‘デラウェア’を用いたブレンド白ワインの試験醸造を、県内ワイナリー2社に委託することとした。事前に小スケールのブレンド試験および官能評価を当センター職員およびワイナリーの製造担当者5名で官能評価を実施した。その結果、A社では‘甲州’：‘デラウェア’= 70：30，B社では 75：25 のブレンド比率が好適であることがわかった。また、ベースワインを特定のオリ下げ剤で処理することで、ブレンドによる混濁発生のリスクが低減できることを確認し（図2）、品質安定化に寄与できることを確認した。

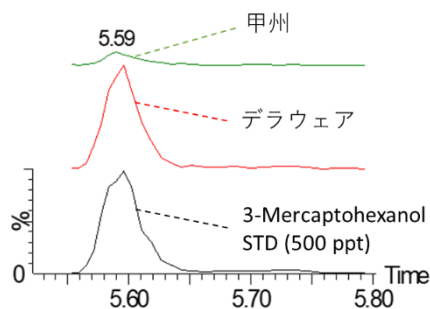


図1 ‘甲州’および‘デラウェア’の3-Mercaptohexanol分析例



図2 オリ下げ処理の有無によるブレンドワインの外観の差異（左：未処理 右：オリ下げ処理）

### 【成果の応用範囲・留意点】

特になし。

研究テーマ	健康志向のパン製造技術の開発（第2報）		
担当者 （所属）	樋口かよ・橋本卓也・長沼孝多・有泉直子（食品酒類・研磨宝飾）・芦澤里樹（材料・燃料電池）		
研究区分	成長戦略研究	研究期間	令和4年度～令和6年度

### 【背景・目的】

近年、健康志向や地産地消への関心の高まりから、本県的小麦奨励品種である「ゆめかおり」を原料とした小麦全粒粉やふすまを使用したパンの開発が積極的に行われている。そこで、機能性の評価を行うとともに、風味や製パン性を向上できるような製造方法を研究した。令和5年度は、ふすまを使用したパンの風味改良を目的として、CNF（セルロースナノファイバー）や製パン性に効果があると期待された環状オリゴ糖を使用した製パン試験を行い、ふすま臭抑制効果について検討した。

### 【得られた成果】

#### 1. ふすまを使用したパンの風味改良について

##### （1）添加物による効果

小麦粉208g、ふすま42g（ふすま添加割合20%）、油脂10g、砂糖17g、脱脂粉乳6g、食塩3.5g、ドライイースト2.8gの基本配合に対し、対照（水）200g、4種類のCNF液200g、環状オリゴ糖液200g（共に対粉0.3%）の6種類について、自動製パン機（Panasonic製、SD-MDX102、食パンモード）で焼成した。焼成したパンについて、職員による官能評価およびフラッシュGCノーズHeracles NEO（アルファ・モス・ジャパン株式会社）による香りの主成分分析（図1）を行った。官能評価の結果、CNFの添加によるふすま臭の抑制効果が確認された。また、主成分分析の結果も、対照（水）とCNF液では対極に位置し、明確な違いが見られたため、官能試験の結果を裏付けるものとなった。

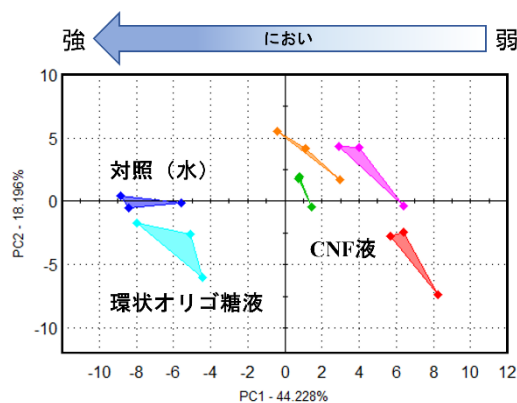


図1 香りの主成分分析結果

##### （2）ふすま添加割合による添加量の効果

ふすまの添加割合を10%、20%、25%、30%および35%の5種類とし、CNF添加割合はそれぞれ対粉0.1%、0.2%、0.3%、0.5%および0.7%の5種類から最低2種類以上の濃度でパンを焼成した。

職員によるにおい評価と比容積および高さの測定により総合的に評価した結果、ふすま添加割合10%ではCNF添加割合0.2、0.3および0.5%、ふすま添加割合20%ではCNF添加割合0.3および0.5%でにおい抑制効果があり、膨らみにも影響がないことがわかった。一方、ふすま添加割合25%以上になると、におい抑制効果があっても膨らみの評価が低く、かたくパサパサしたパンとなった。すなわち、ふすま臭を抑制しつつ膨らみを保持できる最適量は、ふすま添加割合20%まで、CNF添加割合は0.3～0.5%であることがわかった。

### 【成果の応用範囲・留意点】

特許出願済みの内容を含む。発明の名称「パンの製造方法、生地の製造方法、小麦粉焼成物の製造方法およびパン」、出願番号：2023-042428、出願日：2023年3月16日

研究テーマ	CNF 技術を応用した新規和紙製品開発		
担当者 (所属)	芦澤里樹・宮澤航平・上垣良信 (材料・燃料電池)・塩澤佑一朗 (繊維)・佐藤博紀 (デザイン)・兼坂匡人 (食品酒類・研磨宝飾)・森長久豊 (山梨大)・一瀬清治 (市川和紙工業協同組合)・笠井伸二 ((有)山十製紙)・望月秀一 (身延町西嶋和紙の里)		
研究区分	成長戦略研究	研究期間	令和4年度～令和6年度

### 【背景・目的】

セルロースナノファイバー (CNF) は、植物由来の新素材であり、軽量で高強度、高い乳化特性を有するなど多くの優位性を持つ材料のために産業応用が期待されている。その中でも、セルロースパルプを原料とする製紙分野は同じセルロース素材であるCNFとの親和性が高いため、重点的に研究開発が行われている分野である。

山梨県の伝統産業である和紙は、障子紙や書道用紙に利用されているが、それらの需要減により生産量は年々減少している。このような現状を打破するためには、新たな和紙製品の開発が望まれている。紙には水や摩擦に弱いという大きな欠点があり、用途が限定されてしまう。そのため、これらを克服することができれば、和紙の用途を拡大し新たな和紙製品開発につながることを期待できる。そこで本研究では、CNF関連技術を利用して和紙の耐水化と耐摩耗性の向上を図り、新たな和紙製品開発を行うことを目的とした。

### 【得られた成果】

昨年度までに和紙にカルボキシメチルセルロース (CMC) を含浸して架橋処理をすることで湿潤強度および摩擦強度が大幅に向上することが明らかになっている。さらにCNF添加でその効果が上がる傾向があることも明らかになっている。しかし、一部の条件では湿潤強度が上がらないこともあり最適化には至っていなかった。そこで含浸材、架橋条件やCNFの種類が湿潤強度および摩擦強度に与える影響について網羅的に検討を行った。各処理を行った和紙の湿潤強度および摩擦強度の結果を図1に示す。処理条件によって摩擦強度のみが向上し、湿潤引張強度には影響がない条件があることがわかった。一方で、摩擦強度だけでなく湿潤引張強度も向上させる処理条件もあり、その場合にはCNF添加でより効果的になることが明らかになった。

水にも摩擦にも強い和紙を作る条件を見いだすことができたが、実際の製品化に当たってはそれらの特徴をいかすことで固有の製品を作り出すことができる。「洗える」ことに着目した場合、繰り返し利用の耐久性について検討する必要があるため、処理和紙の乾湿試験を行い試験前後の湿潤引張強度測定を行った。図2に乾湿試験前後の湿潤引張強度の増減を示す。処理条件によって強度の大幅な低下があり、処理条件を適切にする必要があることがわかった。

### 【成果の応用範囲・留意点】

和紙製造における高付加価値製品開発

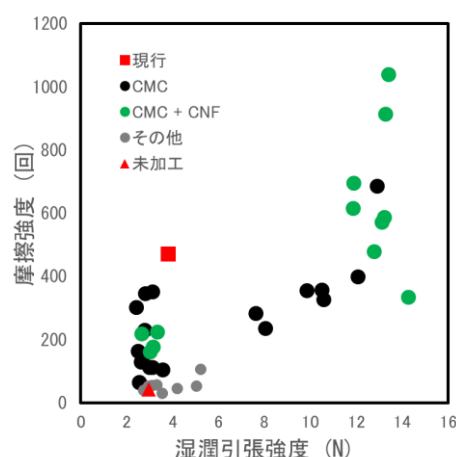


図1 各種処理紙の湿潤引張強度および摩擦強度

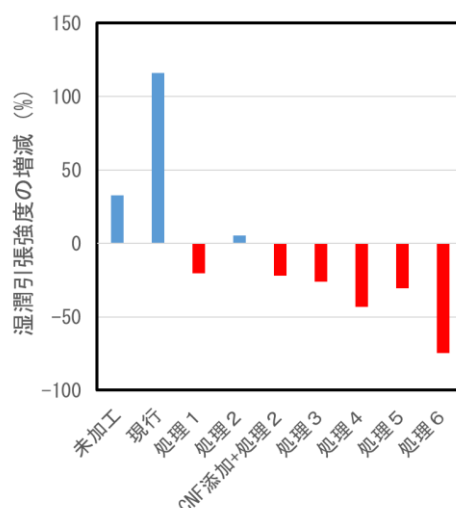


図2 乾湿試験前後の湿潤引張強度の増減



研究テーマ	マグネシウム合金耐食性皮膜の高品質化に関する研究		
担当者 (所属)	鈴木大介・宮澤航平 (材料・燃料電池)・佐野正明 (機械)・三井由香里 (企画連携)・石田正文 (材料・燃料電池)・長田和真 (企画連携)・西野創一郎 (茨城大)・野坂洋一 ((株)グローバルマグネシウムコーポレーション)		
研究区分	成長戦略研究	研究期間	令和5年度～令和7年度

### 【背景・目的】

輸送機器分野において、省エネルギー・低炭素化を達成するため、実用金属中最も軽量であるマグネシウム合金が、軽量化部材として非常に注目されている。一方で、マグネシウム合金は非常に活性で、腐食しやすく、実用に際しては耐食性への対策が必要となる。

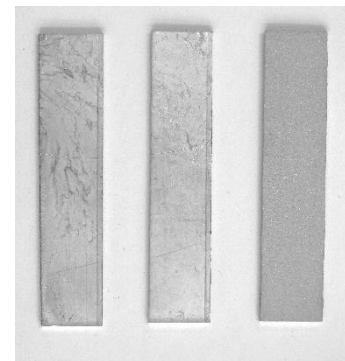
これまでの研究で、マグネシウム合金表面に、良好な耐食性を示す水酸化皮膜を、160℃以下の低温で形成する手法を確立したが、鋳造材、特にダイカスト鋳造された製品に適用した場合、外観に部分的なムラが発生する現象が発生している。ダイカスト鋳造は、冷間での成形が困難なマグネシウム合金製品の大量生産に向くため、本技術を展開するために、実用部品においては、不均一な水酸化皮膜を形成する原因を明らかにする必要がある。

### 【得られた成果】

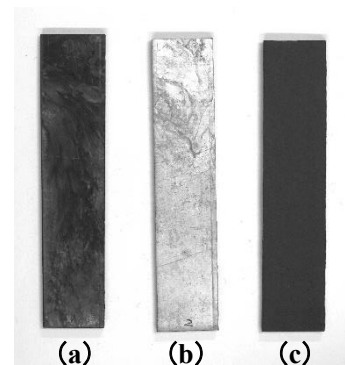
ダイカスト鋳造したAZ91D合金に対し、水酸化皮膜を形成した。水酸化皮膜形成前後の試験片外観を図1に示す。皮膜形成前の試験片は、受入材 (図1中 (a))、均質化熱処理材 (300℃, 20h: 図1中 (b))、ピーニング加工材 (アルミナ投射材, 0.6MPa: 図1中 (c)) の3水準とした。水酸化皮膜処理の条件は、120℃, 1hである。

受入材には、湯流れ模様と対応する皮膜のムラが認められるが、ピーニング加工材にムラは認められなかった。一方、均質化熱処理材は、水酸化皮膜処理前後で変化が認められなかった。これらの試験片について、水酸化皮膜処理前後の重量変化を調べたところ、いずれの試験片も重量が増加した。重量変化が大きいものから、ピーニング加工材、受入材、均質化熱処理材となり、各試験片の重量変化率は、ピーニング加工材が0.0024%、受入材が0.0011%、均質化熱処理材が0.0006%だった。

重量変化は皮膜の厚さに関連するものである。X線回折により、 $2\theta=139^\circ$  付近に観測される $\alpha$ -Mgの1013面の半価幅を測定したところ、重量変化とよく一致する結果が得られた。このことから、ダイカスト鋳造材表面に発生する水酸化皮膜のムラは、表面のひずみ状態によるものである可能性が高いことが明らかとなった。



(a)水酸化皮膜処理前(c)



水酸化皮膜処理後

図1 水酸化皮膜処理前後の試験片外観

### 【成果の応用範囲・留意点】

水酸化皮膜を形成する表面処理方法は、環境負荷も非常に小さく、処理対象物がマグネシウム合金であれば適用が可能である。マグネシウム合金の工業的な適用範囲は広く、電動化が加速している自動車の軽量化用部材などに多く使用されることが想定される。

研究テーマ	NC 制御による局所的ピーニング処理法の研究		
担当者 (所属)	米山陽・西村通喜・早川亮 (機械)・孕石泰丈・清水毅 (山梨大)		
研究区分	成長戦略研究	研究期間	令和5年度～令和6年度

### 【背景・目的】

機械部品の表面に引張残留応力が存在すると疲労強度の低下や応力腐食割れの要因になることが知られている。そのためショットピーニング処理など表面改質を行う場合があるが、微細形状やポケット形状の中など、投射材による処理が適されない場合もある。そこで投射材を使用せず局所的に表面改質を行う新たな手法が可能となれば、微細金型や医療器具などへの適用が期待される。

### 【得られた成果】

本年度は新たな処理法として、切削加工時に超音波振動とボールエンドミル切れ刃の逃げ面を利用した手法を考案し、加工面への圧縮残留応力付与の可能性について検討および実験を行った。本方法は、マシニングセンタに超音波振動スピンドルを取り付け、ボールエンドミルに回転運動と超音波振動を付与することで、ピーニング作用とバニシ作用の両方の効果が得られることを狙ったものである。その手法の有効性を検証するため、SUS316L材に対し、表1に示す条件にて基礎的な平面への処理実験を行い、材料硬度や残留応力などの評価を行った。

#### 1. 残留応力の変化について (図1)

未処理面はやや引張方向の残留応力となる20MPaを示したが、各条件での処理後は、すべての条件で圧縮方向の残留応力へと転じた。また、打撃密度が高まる条件の順で、圧縮残留応力が増大する傾向を示し、超音波振動を付与したC1～C3の方が超音波振動無し条件のCVより、圧縮の残留応力が増大した。

#### 2. 材料硬度の変化について (図2)

加工後は、試料表面から20μm程度の領域まで材料硬度に変化が表れ、C1からC3では試料表層の硬度が内部より高くなったが、超音波振動を付与しないCVでは深さに依らず一定の硬度となった。

表1 加工条件

条件No.	CV	C1	C2	C3
工具送り F mm/min	5500	10000	8000	5500
サイドステップ Pf mm	0.002	0.003	0.002	0.002
打撃密度 1/mm <sup>2</sup>	0	10.8×10 <sup>4</sup> 低	20.3×10 <sup>4</sup> ⇒	29.4×10 <sup>4</sup> 高
超音波振動付与	無	有	有	有

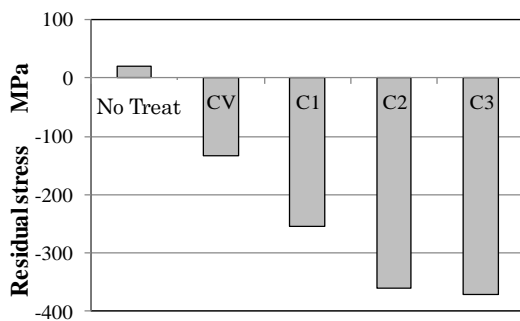


図1 残留応力測定結果

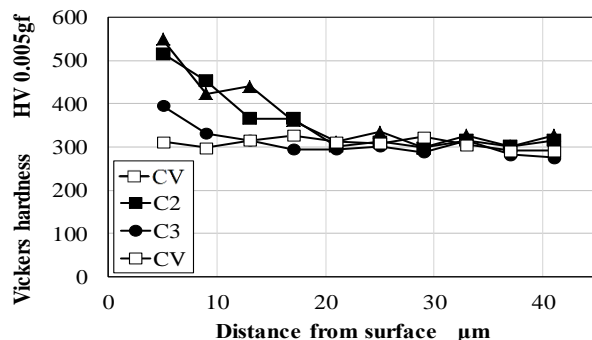


図2 加工面から内部方向への硬さ分布

### 【成果の応用範囲・留意点】

表面硬度が高まるなど一定の効果があることを確認できたが、曲面形状への適用やメカニズムの解明などを次年度の取り組みにおいて明確にする予定である。

研究テーマ	ダイカスト金型の高機能化に関する研究		
担当者 (所属)	萩原義人・寺澤章裕・古屋雅章 (機械電子)・早川亮・佐野正明 (機械)・石田正文・鈴木大介・深澤郷平 (材料・燃料電池)・平晋一郎 (山梨大学)・田中隆三・吉田光慶 ((株)松浦機械製作所)・井上幸一郎・奥村鉄平 (大同特殊鋼 (株))		
研究区分	成長戦略研究	研究期間	令和5年度～令和6年度

### 【背景・目的】

ダイカスト金型は、高温で熔融された金属が高速で流入されるため、金型表面の溶損や熱疲労によるヒートチェックの発生等が長年の問題となっている。一方、金属3Dプリンタで作製した3D冷却管を有するプラスチック金型は、サイクル時間の短縮や製品品質の改善に繋がるという事例が報告されており、ダイカスト業界においても、金属3Dプリンタで作製した金型の活用効果が大きいと期待されている。そこで本研究では、高品質なダイカスト金型を作製することを目的として、金属3Dプリンタによる試作検討ならびに各種評価を行った。

### 【得られた成果】

今年度は、最終年度の実証試験に用いるダイカスト金型を造形する際の最適な条件について調査することを目的として、各種造形および評価を行った。研究に用いた造形機は粉末床溶融結合法式の金属3Dプリンタ LUMEX Avance-25 (株式会社松浦機械製作所製)、粉末材料はダイス鋼系金属粉末材料 LTX (大同特殊鋼株式会社製、SKD61 相当鋼種) である。作製した試験片は立方体形状 (15×15×15mm) であり、レーザ出力 (200W, 350W) とレーザ走査速度 (300~1,200mm/sec) を変化させて造形を行った。以下にレーザ出力 200W で作製した試験片の各測定結果を示す。

- ① 図1に表面粗さの測定結果を示すが、Ra (算術平均あらさ)、Rz (最大あらさ) とともに、走査速度が速くなるほど表面粗さ値が増大 (悪化) する傾向を示した。
- ② 図2に残留応力の測定結果を示すが、走査速度ごとに残留応力値の違いはあるものの、ほとんどの値が100MPa以下であり、造形物を変形させるほどの数値ではないことが確認できた。  
(350Wの造形物は、走査速度の遅い領域で引張残留応力値が高い傾向を示した)
- ③ 図3に密度の測定結果を示すが、走査速度が700mm/sec以上の試験片では、走査速度が速くなるほど密度が低下傾向になることが確認できた。

以上の結果から、金属粉末材料LTXをレーザ出力200Wで造形する場合、高密度で変形の可能性が低い500mm/sec近辺の条件が最適な造形条件であることが確認できた。

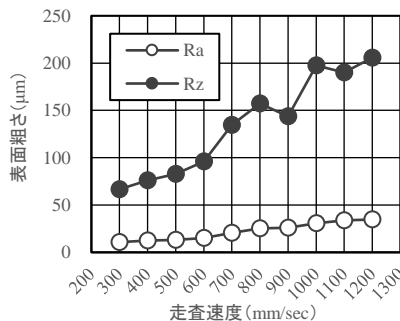


図1 表面粗さ測定結果

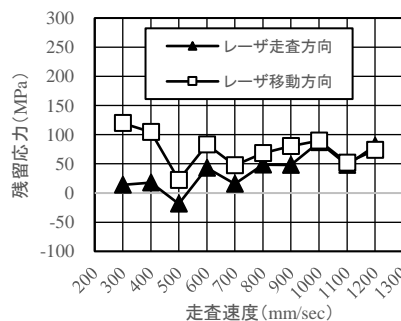


図2 残留応力測定結果

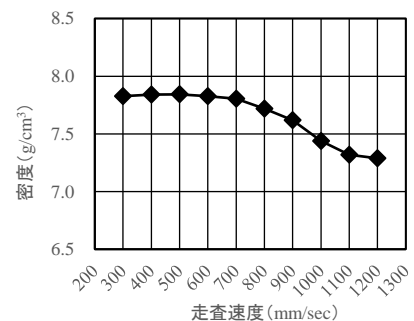


図3 密度測定結果

### 【成果の応用範囲・留意点】

県内ダイカスト業界への技術支援に活用するとともに、プラスチック射出成形等、他の金型に関する技術支援にも活用する。

研究テーマ	磁気バレル研磨機の加工能力向上に関する研究		
担当者 (所属)	宮川和博・佐野照雄・佐藤貴裕・有泉直子（食品酒類・研磨宝飾）・平晋一郎（山梨大）・柳本力（山梨県ジュエリー協会）		
研究区分	経常研究	研究期間	令和3年度～令和5度（令和4年度は休止）

### 【背景・目的】

近年、宝飾業界では従来よりも硬質な金属を用いた装身具が増加傾向にある。このような装身具は、傷がつきにくい等の利点があるが、その硬さのために磁気バレル研磨がしにくいので、磁気バレル研磨機の加工能力を向上させる必要がある。そこで、本研究では品質工学におけるパラメータ設計を利用し最適な磁石配置および研磨条件を見いだすことを目的として検討を行った。

### 【得られた成果】

試験片はスターリングシルバー（Ag92.5%,Cu7.5%）を用いて図1に示す指輪を鋳造にて作製し、その後熱処理を行った。表1に示す7つの因子をL18直交表に割り付け、各条件でバレル研磨加工実験を行った。評価は試験片の重量変化にて行った。今回は磁石配置を中心に検討するため、磁石配置のみ6水準としたL18直交表を使用した。なお、加工時間は20分とし、誤差因子として投入するサンプル量（少、多）を選択した。

測定データを基に望大特性にて図2に示す要因効果図を作成し、SN比から最適条件の検討を行った

最適条件はA4B3C3D3E3F2G2となり現行条件のA6B2C2D2E3F1G1とは異なる条件となり、より研磨効果の高い条件を見いだすことができた。最適条件および現行条件で確認実験を行ったところ、利得の再現性がほぼ得られ、最適条件の効果が確認できた。

表1 制御因子と水準



図1 試験片

	因子名	水準					
		水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6
A	磁石配置	①	②	③	○④	⑤	△⑥
B	メディア量	100g	△150g	○200g	CW:時計回り CCW:反時計回り		
C	水量	200ml	△300ml	○400ml			
D	回転方向	CW	△CCW	○MIX			
E	回転数	1500rpm	1750rpm	○△2000rpm			
F	設置位置	△中心	○25mm	50mm	○:最適条件 △:現行条件		
G	水温	△20°C	○50°C	80°C			

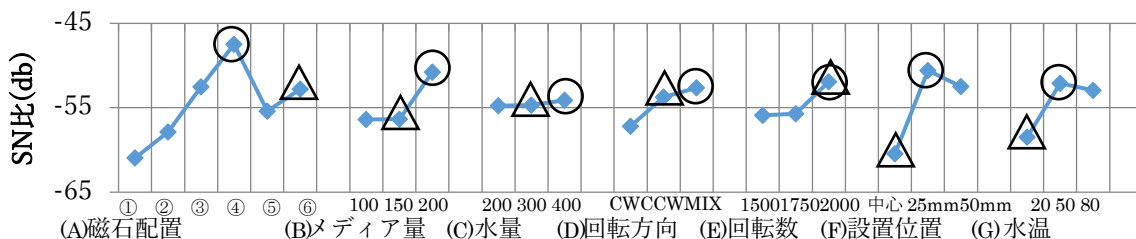


図2 要因効果図 (○:最適条件 △:現行条件)

### 【成果の応用範囲・留意点】

制御因子や誤差因子および評価方法の設定が重要である。

研究テーマ	プラスチック材料の耐候性における水噴霧の影響（第3報）		
担当者（所属）	尾形正岐（繊維）・勝又信行・古屋雅章・渡邊慧輔（機械電子）		
研究区分	経常研究	研究期間	令和3年度～令和5年度

### 【背景・目的】

富士・東部地域は、プラスチックの射出成形や加工・組み立てを行う企業が多く、当センターにおいてもプラスチックに関する技術支援や製品の耐候性評価に関する研究を行ってきた。

先行の研究では、屋外暴露の試験片と各種耐候性試験機による光照射（以下、照射と略記）を行ったプラスチック試験片について、色差と機械的強度を比較し、各種耐候性試験機による照射の促進倍率を推定した。その結果、強度に関しては照射のみでは促進倍率を推定できない場合があり、屋外暴露を再現するには降雨も想定した水分の負荷を考慮する必要があることが分かった。

本研究ではメタルハイドランプ式耐候性試験機（以下、メタハラと略記）に着目し、屋外暴露を再現するための試験条件を見出すことを目的とする。

### 【得られた成果】

材質がアクリロニトリル・ブタジエン・スチレン（ABS）、ポリプロピレン（PP）、ポリカーボネート（PC）の試験片に屋外暴露とメタハラによる照射を行った。メタハラによる照射サイクル条件は、

- ① 102分間照射のうち18分間照射とともに水噴霧を行う
- ② 48分間照射のうち12分間照射とともに水噴霧を行う
- ③ 9分間照射のうち1分間照射とともに水噴霧を行う

とした。①、②はJISに定められている試験条件を参考に、③は気象統計データを参考にした。以下、ABSの結果を示す。

#### 1. 衝撃値測定結果について

デジタル衝撃試験機によりシャルピー衝撃値を求めた。図1にメタハラによる照射時間と衝撃値の関係を示す。条件①～③ではいずれも200時間照射を行うと屋外暴露2年程度の強度まで低下した。

#### 2. 表面観察結果について

屋外暴露およびメタハラによる照射を行った試験片の表面を走査型電子顕微鏡（SEM）により観察した。図2に観察結果を示す。屋外暴露の場合はメタハラによる照射の場合に比べてクラックの生成が進んでいた。

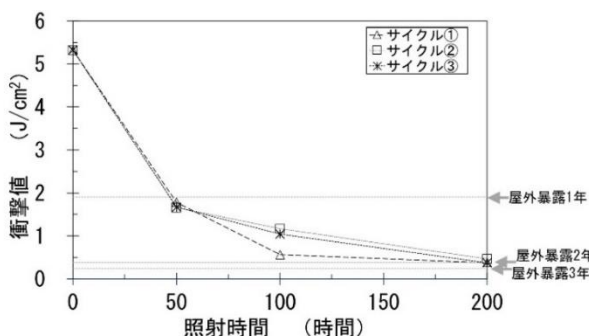


図1 メタハラによる照射時間と衝撃値の関係

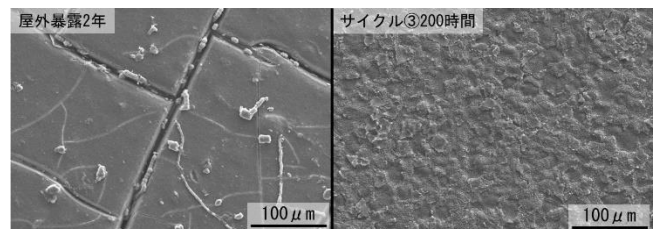


図2 SEMによる表面観察結果

### 【成果の応用範囲・留意点】

耐候性試験の知見を得ることにより、県内企業からの技術相談に的確に対応することができる。屋外暴露に相当する照射時間を推定するためには照射時間と測定値との近似式を求める必要がある。

研究テーマ	EMI 試験における特性改善に関する研究（第2報）		
担当者 (所属)	清水章良・木島一広・萩原茂・富永裕輝（電子・システム）		
研究区分	経常研究	研究期間	令和4年度～令和5年度

### 【背景・目的】

電子機器から放射される電磁波を測定するEMI試験において、測定機器や環境などによって生じるノイズ成分が入ることにより正確な試験結果が得られない場合がある。

本研究ではこれらのノイズ成分を分析し、低減する方法について検討を行い、信頼性の高い測定ができる環境を構築することを目的とする。

### 【得られた成果】

#### <信号線系統について>

昨年度評価を行った光伝送ユニットと光ファイバーケーブルを用いて、電波暗室のSVSWR測定を行い、既存のメタルケーブルでの測定結果との比較を行った(図1)。光ファイバーケーブルを用いてもメタルケーブルの時とほぼ同様の測定結果となり、規格で要求されている6dB以下の基準を全帯域で満たしていることから、光伝送ユニットと光ファイバーケーブルを用いても、電波暗室の特性には影響しないことが判明した。

#### <電源線系統について>

電波暗室内での放射EMI測定において試験品に電源を供給している電源線が測定結果に影響を及ぼすことがあるため、その影響を低減する目的で、VHF-LISNとCMADを使用してどの程度効果が得られるか検証を行った。図2は簡易暗室での測定結果、図3は3m暗室での測定結果であるが、どちらの結果においてもCMADを用いた場合は通常時とあまり差が見られなかったのに対して、VHF-LISNを用いた場合は明らかに電界強度が低下する結果となった。

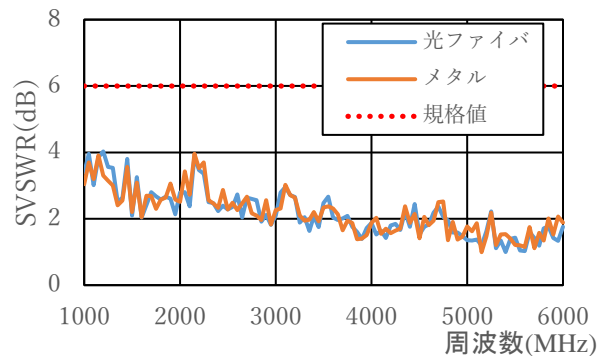


図1 SVSWR 測定結果

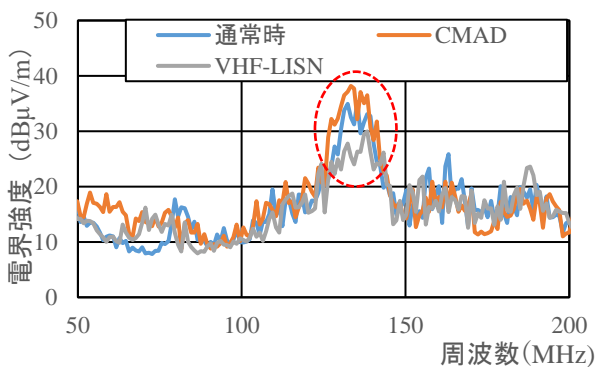


図2 簡易暗室での測定結果

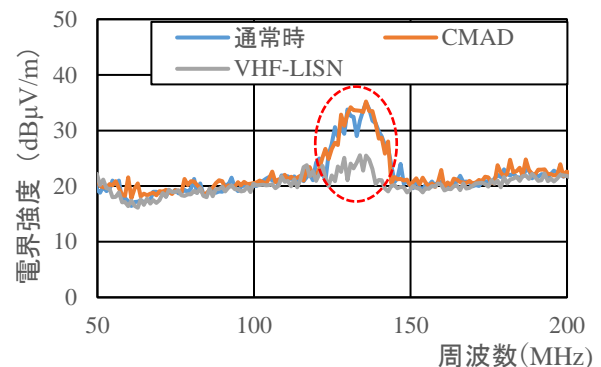


図3 3m 暗室での測定結果

### 【成果の応用範囲・留意点】

光ファイバーを用いたSVSWR測定結果がメタルケーブルの測定結果と差異が見られないことから、GHz帯のEMI測定にも光ファイバーの使用が可能だと考えられる。VHF-LISNやCMADを測定に使用する際は規格の要求事項を確認する必要がある。

研究テーマ	バナジウム染色加工製品の高品質化に関する研究（第2報）		
担当者（所属）	上垣良信・宮澤航平・芦澤里樹（材料・燃料電池）・塩澤佑一朗・望月威夫（繊維）・佐藤哲也（山梨大）		
研究区分	経常研究	研究期間	令和4年度～令和5年度

### 【背景・目的】

当センターでは、染色工程でバナジウム（V）化合物を添加することにより、天然繊維に光吸収発熱保温機能を付与する染色技術を開発してきた。この技術は既に特許\*を取得し、県内企業により従来の合成繊維では実現できない高い機能を有した新製品開発に活用されているが、調色の容易化や機能性の更なる向上が喫緊の課題となっている。製品の色や機能性は、繊維上のVの化学構造が大きく関与している可能性がある。そこで本研究では、繊維上に担持されたV化合物の化学構造と繊維の色および機能性等を比較検討することで、課題解決に役立てるとともに、更なる製品開発の促進を図ることを目的とした。

### 【得られた成果】

未処理レーヨン（Ra）ではVが担持されないため、TEMPO酸化した繊維構造の明らかな改質Ra（T-Ra：図1(a)）を用いた。T-RaにVを担持させたサンプル（T-RaV：図1(b)）に、化学構造を変化させることを目的としてアミン化合物を結合させたサンプル（T-RaV+A：図1(c)）を作製し、化学構造の異なる2種類のV担持サンプルについて、以下の2項目を調べた。

#### 1. 化学構造の解析

電子スピン共鳴法（ESR）は、V結合の電子状態の違いによってスペクトル形状が変化する。測定スペクトルを解析した結果、T-RaVに比べ、T-RaV+Aは中心に収縮した異なる形状を取ることが確認された。ESRの変化及び形状から、両サンプルともVを中心とした正八面体錯体の配位構造であるが、T-RaV+Aの構造の方がVと配位子の結合性が高いことが確認できた。

#### 2. 光吸収発熱特性と色調

アミノ基結合によるVの化学構造変化が機能性と色調に与える影響について調べた。機能性については、各種サンプルにレフランプを用いて光を照射し（放射照度：900 W/m<sup>2</sup>）、10分後の表面温度を非接触型小型放射温度計で測定し、光吸収発熱特性の差異を確認した。その結果、T-RaVに比べ、T-RaV+Aは高い光吸収発熱特性を有することが分かった（図2）。このことから、アミノ基結合によるVの化学構造変化が機能性に寄与していることが示された。一方、Vにアミノ基結合させることにより色調も変化することが確認され（図1(b)(c)）、化学構造を変化させることにより、色を制御できる可能性が示された。

以上のことから、染料の化学構造制御を行うことで、課題（調色の容易化と機能性の向上）を解決できる可能性が示された。

### 【成果の応用範囲・留意点】

Raのみならずさまざまな異素材への応用が可能で、高効率かつ色彩と素材種の豊富な製品の創出に繋がる。\*特許第6792108号

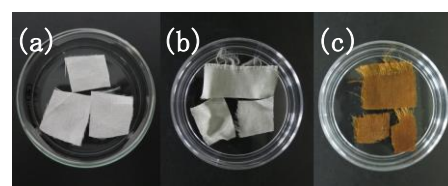


図1 レーヨンサンプル

(a) : T-Ra, (b) : T-RaV, (c) : T-RaV+A

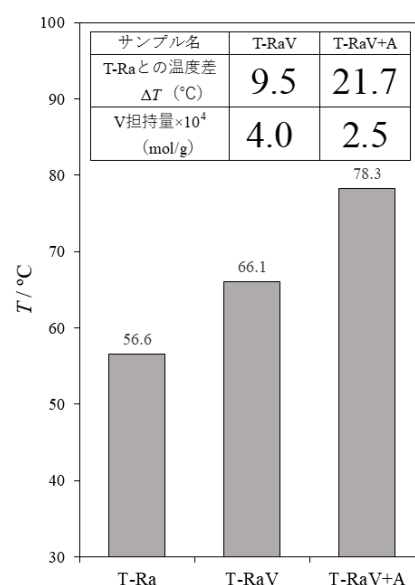


図2 光吸収発熱性の評価

研究テーマ	宝石鑑別支援ツールの開発		
担当者 (所属)	佐藤貴裕 (食品酒類・研磨宝飾)・中村卓 (電子・システム)・宮川和博・佐野照雄・有泉直子 (食品酒類・研磨宝飾)・笠原茂樹・小泉一人 (宝石貴金属協会)・古屋正貴 (日独宝石研究所)・高橋泰 (宝石美術専門学校)・柳本力 (山梨県ジュエリー協会)		
研究区分	經常研究	研究期間	令和5年度～令和6年度

### 【背景・目的】

宝石鑑別において産地情報は価格を左右する重要な要素となっている。産地の鑑別は主にLA-ICP-MS等を用いた微量元素の定量分析や、光学顕微鏡および顕微ラマン分光装置によるインクルージョン（内包物）の観察と定性分析によって行われる。しかし、光学顕微鏡によるインクルージョンの観察は豊富な経験が必要であり、作業者の経験年数や体調等によって誤判別を生じる可能性がある。

本研究では、五大宝石の一つであり産地による価格変動の大きいルビーを対象に、インクルージョン観察において客観的かつ安定した判別を可能とするため、機械学習によるインクルージョンの自動検出について検討した。

### 【得られた成果】

#### 1. ルビーのインクルージョン画像の収集

光学顕微鏡を用いて34個の天然ルビーを観察し、計123枚のインクルージョン画像を収集した。収集した画像には液状インクルージョン（図1a）や結晶インクルージョン（図1b）、針状インクルージョン（図1c）などが見られた。

#### 2. 機械学習によるインクルージョンの検出と分類

インクルージョンの自動検出を行うため、インクルージョンを形態によって表1に示す3つのグループに分類し、収集した全画像をラベリングした。また、ラベリングデータの一部を物体検出アルゴリズムの一種であるYOLOを用いて学習した。

学習結果を用いたテスト画像の予測結果を表1の正解率に、検出画像の一例を図1に示す。特にLIQUIDのグループは75%以上の正解率を達成できた。また、正解画像は図1の枠線が示すように正しい領域を検出しており、他のグループに誤って判別することはほとんどなかった。

表1 形態によるインクルージョンの分類とテスト画像の正解率

グループ	含有するインクルージョン	正解率 (%)
LIQUID	液状, 指紋状, 羽毛状など	76
CRYSTAL	結晶, 二相など	62
NEEDLE	針状, チューブ状	51

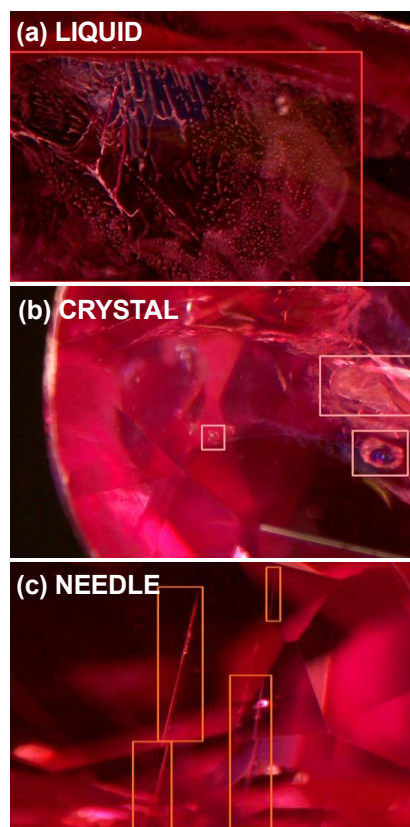


図1 ルビー中のインクルージョンと機械学習による検出結果

### 【成果の応用範囲・留意点】

今後は引き続きインクルージョン画像を収集し、検出精度の向上を目指す。また、より細分化されたインクルージョンの分類について検討する。



研究テーマ	AI 検査に適した検査環境構築に関する研究		
担当者 (所属)	中村卓 (電子・システム)		
研究区分	経常	研究期間	令和5年度～令和6年度

### 【背景・目的】

製造現場において、検査工程の省力化や高効率化のためにAIやIoT技術の導入に注目が集まっている。AIにおいては、特にディープラーニングを用いた手法が注目されているが、この手法では画像などの大量の収集データが必要となるため、短期間で事前に効果の検証を行うことが難しい。また、検査環境（環境光の有無、照明の当て方、対象物の設置位置、使用するカメラの性能など）や検査手法によって精度に差が発生するなどの問題がある。

収集データについては、以前の研究で収集データに様々な加工（例 画像処理）を加えてデータ数を増大させる手法で改善できることが確認できている。本研究では、事前検証などの際にAIの精度を高く安定させるために、適切な環境構築方法や、検査環境の各要因が精度に与える影響などについて検証を行う。環境構築の検証と並行し、適切なAIの検査手法や精度向上のための方法についても検証する。

### 【得られた成果】

環境構築に関する検証のために図1のような暗箱内に照明・カメラ、回転台を設置し、その中で使用する照明の数や位置などを変化させて、ゴム板につけた傷などが正しく検出できるかを実験した。AIについては、回転台上に傷などをつけていないゴム板を設置して撮影し、その画像を基に学習を行うことで作成した。AIの検査手法にはEfficientGAN (\*) と呼ばれる、正解画像のみから異常検知する手法を利用した。図2右中の□がAIによる検出結果である。

底面や上面から光を均等に当てて検査対象を撮影することで、高精度で傷の検出ができ（図2上）、かつAIの学習も2・3時間程度で完了した。同じ照明位置で明度やカメラの焦点距離を変化させた場合（図2下）、明度の変化よりも焦点距離の変化による検査対象のぼやけによる傷の不鮮明化の影響の方が大きいことが確認された。検査対象の側面からも光をあてた場合、学習の際のパラメータの調節を繰り返す必要があったため、適切なAIモデルの作成までに数日かかり、光源を設置した側で誤検出が多く発生した。

\* Zenati,H., Foo, C. S., Lecouat, B., manek, G. and Chandrasekhar, V.R.: Efficient GAN-Based Anomaly Detection, arXiv: 1606.00704, <https://arxiv.org/abs/1802.06222> (2018).



図1 暗箱内の撮影環境  
(左：暗箱内全体、右：回転台付近)

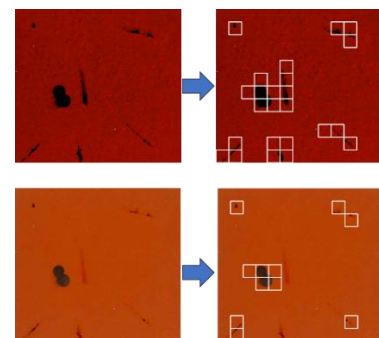


図2 撮影環境の違いによる検出結果の差  
(左：撮影画像、右：検出結果)

### 【成果の応用範囲・留意点】

照射光が均一になるように光源を調整することで、AI検査導入にあたり、短期間かつ高精度な事前検証が可能となることが期待されるが、環境変化の要因が及ぼす影響については更なる検証が必要である。その一方で、使用するカメラの性能によっても精度の差異や、撮影自体がうまくいかないケースが発生しうることが確認されているため、これらの要因についても調査を行う必要がある。

研究テーマ	マグネシウム合金鑄造時の金型不具合に関する研究		
担当者 (所属)	長田和真 (企画連携)・鈴木大介・石田正文 (材料・燃料電池)・佐野正明 (機械)		
研究区分	経常研究	研究期間	令和5年度～令和6年度

### 【背景・目的】

省エネルギー・低炭素社会の実現がさまざまな分野において求められており、輸送機器分野では、従来のアルミニウム合金製の部品から実用金属の中で最も軽いマグネシウム合金を用いた部品への転換が加速している。

マグネシウム合金は冷間での成型が困難であるため大量生産にはダイカストが適しているが、反応性の高さによる金型トラブルが多く、量産化においては大きな課題となっている。そこで、金型に発生する焼付きや溶損、ヒートチェックなどの不具合を再現し、知見を得ることで金型不具合の低減・防止策へのアプローチをすることを目的に研究を実施した。

### 【得られた成果】

金型不具合を再現するため、図1に示す再現実験を提案した。模擬金型（以下、「金型」という。）として50 mm×50 mm×t10 mmのSKD61材を用意した。金型を均等に加熱するためホットプレート上に銅板を配置し、金型を180±5°Cに加熱した。その上に溶融したマグネシウム合金を保持・凝固させるためのφ20 mmの内径を有する二分割可能な鋼材を配置し、るつぼを用いて溶解したマグネシウム合金AEX610を注湯した。凝固した後、注湯口からマグネシウム合金を取り除き、再度、溶融、注湯の動作を繰り返すことで金型表面の不具合の再現を試みた。

溶融、注湯を5回繰り返した金型表面の外観写真と輪郭形状測定機を用いて取得した表面プロファイルを図2に示す。外観からは金型表面に形成された切削痕の上に高コントラストで示される金型材とは異なる物質が堆積している状態が観察された。堆積物は金型表面に均等に分布しておらず、場所によって厚さが異なる様相を示した。測定ラインに沿って表面プロファイルを取得すると、一番厚いところで0.004 mm程度堆積していることが分かった。この堆積物はマグネシウム合金AEX610に由来する成分で構成されているものと考えられるが、詳細な分析が必要である。

### 【成果の応用範囲・留意点】

金型表面に発生する不具合に近い現象を再現することが可能となった。金型不具合に対する更なる知見を得るためには、この堆積物の成分や金型材との結合状態を分析する必要がある。

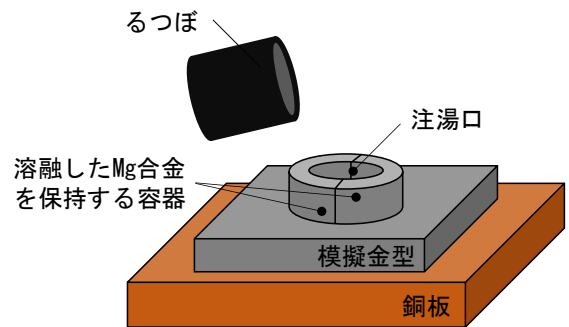


図1 再現実験の概要図

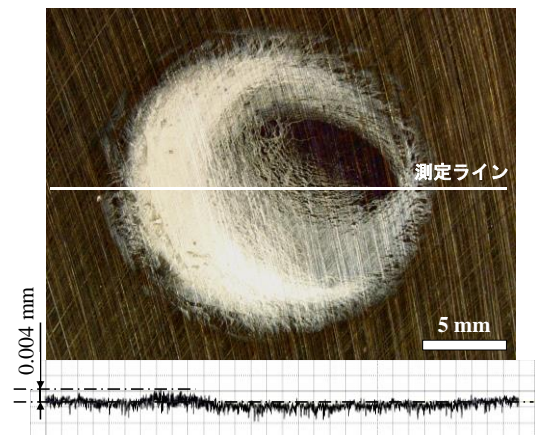
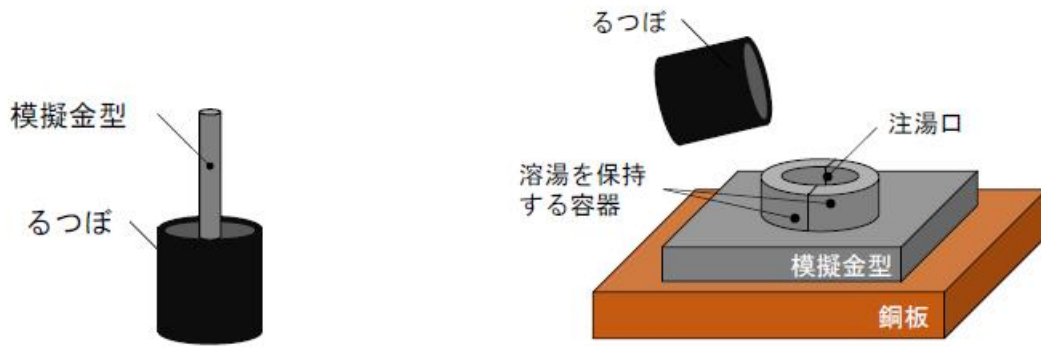


図2 金型表面の外観写真と表面プロファイル

補足資料

I 金型不具合を再現するための試験方法



a) 溶湯にピン状の模擬金型を浸漬する方法

b) 溶湯を重力方向から見て下側に配置した模擬金型に接触させる方法

II ピン状の模擬金型を用いた試験の結果



研究テーマ	トポロジー最適化解析による製品の高付加価値化に関する研究		
担当者 (所属)	坂本智明・石黒輝雄・米山陽（機械）・古屋雅章（機械電子）		
研究区分	経常研究	研究期間	令和5年度

### 【背景・目的】

近年、設計の多様化や複雑化により製品の強度や軽量化を同時に満たす製品設計が増えてきている。従来の解析結果により応力や変形量を比較・評価だけでなく、製品の強度を満たす最適形状を抽出するトポロジー最適化解析を行うケースが増えている。一方で振動試験は、幅広い製品に対して耐振動性の評価が行われており、医療機器や電気自動車などの輸送機器に対して、高周波数域までの試験が増加傾向となっているが、高周波数域まで試験を行うには、軽量かつ高剛性の治具が必要となる。これらのような、トポロジー最適化解析の妥当性評価、効率化、試験治具の高周波数域への対応が課題となっていることから、本研究ではトポロジー最適化解析による設計時の効率化を目的とし、設計対象として軽量かつ高周波数域まで使用可能な振動試験治具の設計開発を行った。

### 【得られた成果】

#### 1. 振動試験用治具作成方法の検討

現在の立方体治具は200×200×200mmの形状の治具を使用している。高周波数域の共振を抑えるための治具は、アルミニウムのブロック（A5052）から切削加工により作成した。

#### 2. 解析方法の検討

解析を行う前段階の準備として、ブロック形状のモデルにM10のボルト固定用の穴およびボルト締付け用の空間を9箇所設けた。上面および側面2箇所3面に重りを設置した状態を想定し、解析モデルに質点を設け、モーダル解析より固有振動モードを求めた。静的構造解析によりボルト締結力による応力を求め、両解析結果を元にトポロジー最適化解析条件を3条件変えて行った。最適化解析後のモデル形状をCADによりソリッドモデル化しモーダル解析により固有振動数を確認したところ、図1に示す結果となり重量10kg以下においては解析条件3が3条件の中で固有振動数を上げるのに有効であった。

#### 3. 最適化解析の確認解析結果

各周波数振動特性の確認のため最適化解析後のモデルに対して、各面に1kg、1.6kg、3.5kgの重りを考慮し入力加速度10m/s<sup>2</sup>にて周波数応答解析を行ったところ、図2に示すように2000Hz時の最大加速度は30m/s<sup>2</sup>を下回った。最適解析に使用した各面の重りは重いほど加速度が下がる傾向となった。各面の重りに対して解析した結果、図3のような振動試験用治具が作成でき、加工後の治具の最小固有振動数は2000Hzを超える結果となり、振動試験による高周波数域の試験が可能となった。

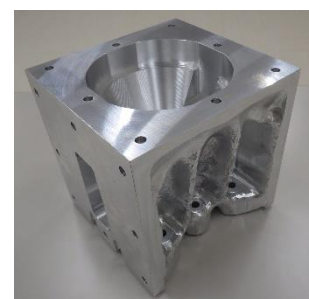
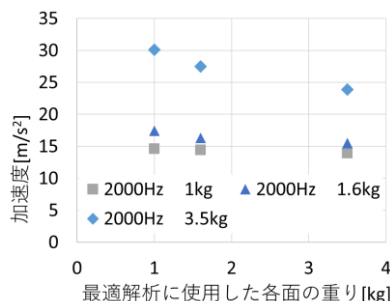
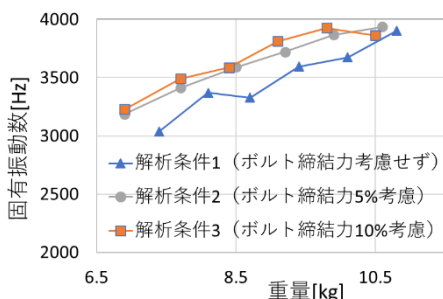


図1 解析条件による固有振動数の違い

図2 各面の重りと最大加速度の違い

図3 加工後の治具形状

### 【成果の応用範囲・留意点】

得られた成果は、CAEによる支援にトポロジー最適化解析を含めて支援を行う。振動試験時に試作した治具を使用して、耐久試験等に利用する。

研究テーマ	三次元座標測定機の定期管理方法についての研究		
担当者 (所属)	西村通喜・小松利安・早川亮・米山陽 (機械)・中村哲夫 (CDT 研究所)		
研究区分	経常研究	研究期間	令和5年度～令和6年度

### 【背景・目的】

三次元座標測定機は製品表面の座標を測ることにより、ワークの寸法、種々の幾何偏差及び幾何公差の検証が行えるために、多くのものづくり企業において日常的に活用されている。しかし、三次元座標測定機の信頼性は正しく認識されておらず、精密に測定できるものと過信される傾向が強く、このことが適正な品質保証の妨げになっている。また、精度の検証を行う際は、測定機メーカーに依頼し、JIS B7440の方法で行うことが一般的であり、ユーザ自身で行うことは難しい。また、点検校正費用は高価でものものづくり企業の大きな負担になっている。これらの状況を鑑みて、ものづくり企業における三次元座標測定機の信頼性評価の考え方・測定実験の方法・測定データの解析法などの検討を行い、簡易な測定ゲージを測定することにより、三次元座標測定機の精度管理を行うことを目的とする。

### 【得られた成果】

長さの異なるシャフトの先端に球を付した図1のような測定ゲージを図2のような測定位置(P)、測定方向(S)のように変え三次元測定機の測定領域内に配置し、球の中心間距離を測定することで評価を行った。使用した測定機は、センターが所有する精度の異なる3機種の特型の三次元座標測定機を用いた。この測定距離を評価用の式を用いてSN比を計算した結果を表1に示す。このように、SN比が高いほど測定機の信頼性は高いと判断ができ、測定機の機種や測定位置による違いを評価できた。

また、ゲージの可搬性や設置の自由度を持たせるため、図3のような丸棒に球を6個配置した簡易な測定ゲージを作製した。今後このゲージを図4のような治具に搭載し、水平方向や30度傾けた測定を行う。

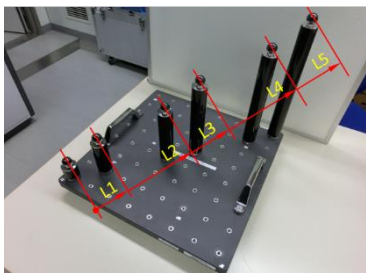


図1 測定ゲージ概要

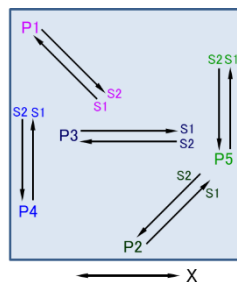


図2 簡易測定ゲージ設置位置

表1 SN比計算結果

	測定機1	測定機2	測定機3
P1	20,737,507	3,806,413	5,356,778
P2	14,128,187	2,845,341	3,730,778
P3	57,181,538	2,390,778	3,482,709
P4	24,189,406	10,302,287	3,847,392
P5		3,920,302	3,309,750

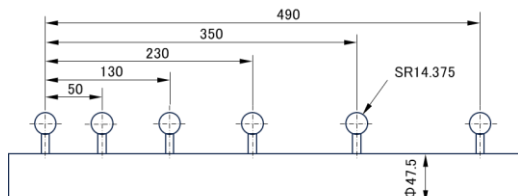


図3 測定ゲージ概要



図4 簡易測定ゲージ及び傾斜治具

### 【成果の応用範囲・留意点】

今後は、県内企業の協力を得て、企業の所有する三次元座標測定機でも実証検査を行っていく予定です。

研究テーマ	パラメトリックデザインの地場産業への活用に関する研究		
担当者 (所属)	鈴木文晃・佐藤博紀・串田賢一 (デザイン)		
研究区分	経常研究	研究期間	令和5年度～令和6年度

### 【背景・目的】

本県の地場産業である宝飾品製造には、3次元CADを用いたデザインが行われている。これには自由曲面の作成に強みを持つRobert McNeel & Associates 社製CAD Rhinoceros (RH) が業界で広く使用されているが、このモデリングにはパラメトリックデザイン (PD) と呼ばれる手法が高度なデザインの制作につながられるものとして注目されている。しかしこのPD手法は従来のモデリングと制作方法が異なるため理解が難しく、また宝飾デザイン制作への有効性についても不明であることから、現状製造現場では使われていない。そこで本研究ではこのPD手法について調査検討を行い、製造製品の高度化に向けた宝飾品デザインへの有効な活用方法の開発を行う。

### 【得られた成果】

RH上でPDを行うGrasshopper (GH) の機能を使用し、宝飾品モデリングへのPD手法の適用と効果について検討し以下の結果が得られた。

①図1のような基本的なリング形状をサンプルに、モデリングに必要な作業量について調べたところ、RHによる従来のモデリング手法 (図2) と比べてPD手法によるモデリング (図3) は完成までの作業工程が多くなるが、完成後のデザインの変更作業では大きく工程数を減らせることが分かった (表1)。

②同様に、繰り返しパターンによるデザイン (図4) やランダム性を用いたデザイン制作 (図5) において、PD手法は関係するパラメータの変更を行うことでプログラムに沿ったデザイン変更とモデリングが可能であり、従来の手法ではパターンの個数に応じて必要であった工程数から減らせることが分かった。こうした作業の効率化によってデザインバリエーションの展開と検討が迅速になり、デザイン性の向上につながれると考えられる。

③併せて製造現場へのPD手法導入支援について検討し、従来のモデリング手法で使用するRHコマンドと対応するGHコンポーネントとの対応表の作成や、目的モデリングのためのGHコンポーネント群の作成を行った。

表1 作業工程数の比較

	従来の手法による モデリング	GHを使用したPD 手法のモデリング
全体の工程数	51	77
リングサイズの変更	51	1
石座サイズの変更	43	1

### 【成果の応用範囲・留意点】

宝飾品製造企業との情報交換等を行い、より実践的なデザイン制作のためのPD手法の活用について検討していく。



図1 基本的な宝飾品モデリング

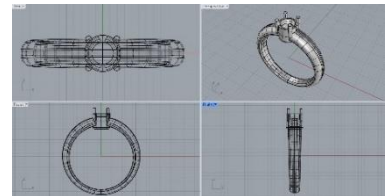


図2 従来の手法によるモデリング

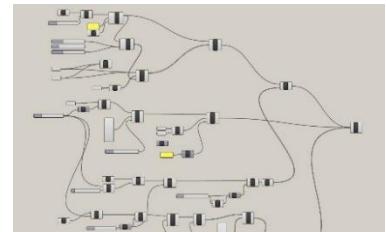


図3 GHによるモデリング

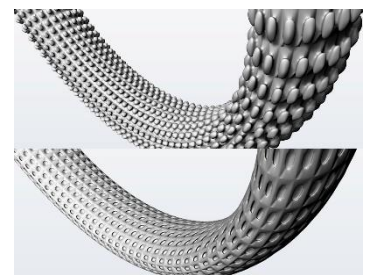


図4 パターンモデリングの例



図5 ランダム性を用いたデザインモデリングの例

研究テーマ	デジタルジャカード技術を応用したテキスタイル開発		
担当者 (所属)	秋本梨恵・五十嵐哲也（繊維）		
研究区分	経常研究	研究期間	令和5年度～令和7年度

### 【背景・目的】

郡内織物産地は先染め織物産地であり，特に織り組織で柄を表現するジャカード織はインテリアやネクタイ，婦人服地等に広く用いられている．当センターでは山梨大学との共同研究によりデジタルジャカード技術によるジャカード表現方法を研究開発し，滑らかなグラデーションの階調表現を可能とする特許を取得，この特許技術について産地企業での活用が進んできている．実際の市場に向けて企業での技術活用が進むにつれて，2次元的な階調表現に加えて，凹凸感や立体感を付加した，より高付加価値なテキスタイルへの応用が求められてきている．本研究では，これまでに開発されてきたジャカード組織生成手法を活用して，より高付加価値なテキスタイル開発に役立てるため，凹凸感や立体感を付加するための設計手法について研究を行い産地企業が活用できる手法として確立する．

### 【得られた成果】

1. 凹凸感・立体感を付加するジャカード設計手法の検討  
部分ごとの組織差を利用して凹凸感を付加する方法について検討し，組織サイズや密度を変えてデータ作成および試織を行った．
2. ジャカード技術を活用したアート作品用テキスタイルの試作  
ファッション系学校coconogaccoの富士吉田織物協同組合による制作支援への協力，及び富士吉田市で開催されたFuji Textile Weekのアーティスト作品制作への協力の一環として，カラーのグラデーション表現及び高精細のジャカード技術を応用したテキスタイルの試作を行った．（図1）
3. 凹凸感・立体感を付加したグラデーション柄の試作  
産地企業で，グラデーション表現に組織差による凹凸表現を付加した生地を試作を行った．綿およびポリエステル素材を用いて，一部に強撚糸を使用したサンプル生地を試作した．



図1 Fuji Textile Week アート作品への応用例



図2 強撚糸を用いた凹凸グラデーションの試織

### 【成果の応用範囲・留意点】

郡内織物産地企業のジャカード織を活用した新しい生地開発・製品開発に活用できるよう，データ作成方法やサンプル生地について情報共有を行っていく．

研究テーマ	多軸ロボットの耐久試験機への適用とその評価		
担当者 (所属)	勝又信行・萩原義人・寺澤章裕・古屋雅章・望月陽介・渡邊慧輔（機械電子）		
研究区分	経常研究	研究期間	令和5年度～令和7年度

### 【背景・目的】

機構部品や製品の強度試験や耐久試験は、一軸式の材料試験機で行うのが一般的であるが、耐久試験などの繰り返し試験では、大きな試験力は必要とせず、動きだけを要求されることも多い。

近年、生産現場では、多軸の協働ロボットの導入が進んでいる。多軸ロボットは、複雑な動きを実現でき、様々な生産現場に対応することが可能である。多軸ロボットを耐久試験に利用できれば、これまでの試験機では実現できなかった多くの試験に対応できるようになる。

そこで本研究では、多軸ロボットの耐久試験への適用について検討し、技術支援に展開させることを目的にする。

### 【得られた成果】

#### 1. ウェットティッシュケースの蓋の開閉動作試験

ボタンを押すと蓋が開く機構の耐久試験をおこなった。この機構は、蝶番部分に樹脂製部品が組み込まれており、この部品の弾性で開く仕組みになっている。また、閉めるときは、蓋と本体がラチェット機構で固定される仕組みになっている。ボタンを押し、蓋を開ける（図1）、蓋を閉める（図2）、ラチェットで固定されるまで押し込む、という一連の動作をプログラムし、1000回の耐久試験を行った。多軸ロボットの特徴である関節の動きにより、サイクルタイムの短縮化につながることが確認できた。

#### 2. デジタルカメラのバッテリー動作耐久試験

デジタルカメラのバッテリー動作時間を検証する方法に、一定間隔でシャッターを押し、また定期的に電源のON-OFFが行う試験方式がある（カメラ映像機器工業会規格 CIPADC-002-2003）。この試験は、複数のボタンを順番に操作することが必要であるが、その間の速度は重要でないと考えられる。

多軸ロボットで、電源のON-OFF、液晶パネルの操作、一定間隔でのシャッター操作をプログラムし、一連の動作を実行できることを確認した。



図1 蓋を開ける動作風景



図2 蓋を閉める動作風景

### 【成果の応用範囲・留意点】

- ・例示した試験は、実験を検証するためにおこなったもので、実製品の耐久試験ではありません。



研究テーマ	金属積層造形条件と造形物の機械的特性に関する研究		
担当者 (所属)	寺澤章裕・望月陽介・萩原義人・勝又信行・古屋雅章・渡邊慧輔(機械電子)・早川亮(機械)・田中隆三・加納佳明・岩尾翔太((株)松浦機械製作所)・孕石泰丈(山梨大)		
研究区分	経常研究	研究期間	令和5年度～令和7年度

### 【背景・目的】

金属3Dプリンタの様式の一つである粉末床溶融結合法は、粉末材料の敷き詰めと溶融・凝固を繰り返しながら立体造形する方式である。中でも、粉末材料の溶融にレーザーを使用するタイプは、導入事例も多く、医療・航空・自動車等様々な分野において活用が期待されている。しかし、この様式で造形する場合、レーザー条件(レーザーパワー・レーザー走査速度など)や積層ピッチなど多岐にわたる条件から、最適条件を選定する必要がある。そのため、造形条件や造形物の形状によっては、内部応力や空隙の発生などに影響が生じ、その結果、強度等の物性に差が生じると考えられる。そこで、金属積層造形物の信頼性を担保して金属3Dプリンタを活用するためには、造形条件と造形物の物性との関係性を明らかにする必要がある。

本研究では、金属3Dプリンタの実用的な造形条件の範囲で、造形条件と造形物の物性(異方性・空隙率・強度等)を確認し、造形物の設計指標を提供することを目的としている。

### 【得られた成果】

造形条件の違いによる造形物の特性を調査するため、金属3Dプリンタ((株)松浦機械製作所 LUMEX Avance-25)を用いて表1の造形を行い、断面観察、引張試験等を実施した。試験結果の一例として、レーザー走査速度900mm/sの造形物の断面観察結果を図1に、引張試験から求めた引張強さを図2に示す。引張試験は、ダンベル片形状(中央断面寸法5×2mm)の試験片を、積層方向、水平方向の2方向について、表面近傍から内部にかけて3本切り出して行った。引張強さは、JIS規定値(480MPa以上)を満たしている点や、空隙の発生や組織の違いが強度や異方性に影響している点を確認し、金属3Dプリンタ造形の設計指標を得ることができた。

表1 造形物および造形条件

造形物	10mm角(断面観察用) 50mm角(引張試験用)
造形材料	SUS316L
レーザー走査幅	5mm(帯状分割)
レーザーパワー	320W
積層ピッチ	0.05mm
レーザー走査速度	700, 900, 1100mm/s

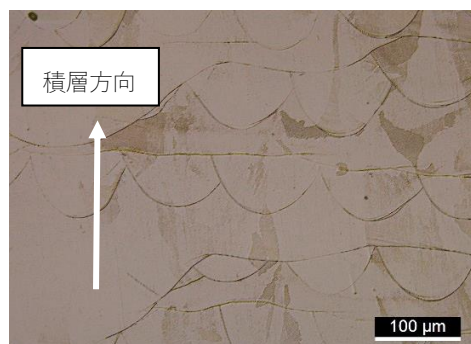


図1 900mm/s 造形物 中央断面付近

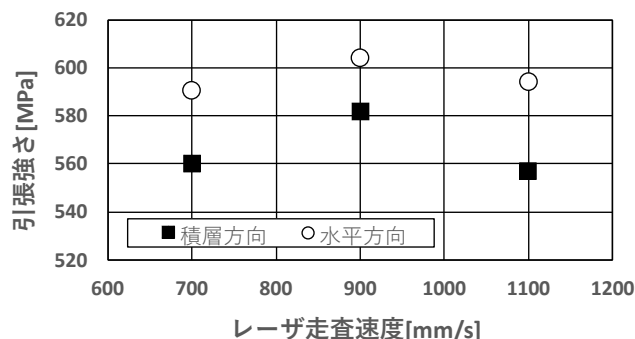


図2 引張試験結果(3本の平均値)

### 【成果の応用範囲・留意点】

造形物の強度等は、造形物の形状などにも影響を受けるため留意が必要である。今後、衝撃試験や疲労試験を実施し、信頼性の基礎データを蓄積していく。

研究テーマ	山梨県固有のデザインソースの集積と「山梨らしさ」を付加価値とした製品等の開発に関する研究（第3報）		
担当者（所属）	串田賢一・佐藤博紀（デザイン）・秋本梨恵（繊維）・中村卓・保坂響（電子・システム）・郷健太郎・木下雄一朗（山梨大）・近藤暁子・小畑茂雄・丸尾依子・海老沼真治・中野賢治・松田美沙子・茶園紘己（県博物館）・齊藤初美（県文学館）		
研究区分	総理研研究	研究期間	令和3年度～令和5年度

### 【背景・目的】

国による「地方創生」が掲げられたことで、地域や地場製品のブランディングが盛んになっている中、本県の地域、地場製品のブランディングをデザインの視点から推進する新たな取組として本研究を実施する。具体的には、①地域固有のデザイン資源の掘り起こし～コンテンツ化とデザインデータベースづくり、②付加価値の源泉となる「山梨らしさ」の構成要素の解明、③「山梨らしさ」を織り込んだ新たな名産となる地場製品の提案の3点に取り組む。

### 【得られた成果】

#### 1. 地域固有のデザイン資源の掘り起こし～コンテンツ化とデザインデータベースづくり

##### 1-1 郷土資料群「甲州文庫」からのデザインソース抽出

資料を実見する中から特徴的なデザイン（包装紙・菓子袋・広告・印影等）を抽出し、661点を2Dスキャンニングにより高精細にデジタルデータ化した。（図1）

##### 1-2 Web型デザインデータベース「YAMANASHI DESIGN ARCHIVE」の一般公開開始

昨年度改修したデータベースに1,123件のコンテンツを移設し、令和5年10月から一般公開を開始した。（図2）



図1 デジタルデータ化した甲州文庫の資料（抜粋）

#### 2. 付加価値を生む「山梨らしさ」の解明

##### 2-1 人文科学面からの調査研究

現在の「山梨」を表すモチーフについて、小中学生による絵画作品1,133点を事例として分析を行った。その結果、ステレオタイプなイメージと信仰行事や伝統野菜栽培等の地域性のある山梨像の二つが併存することが確認された。

##### 2-2 感性工学による山梨県のイメージ構造の解明

本県景観画像に対するイメージ調査について行った因子分析の結果から「山梨らしい」と評価された画像の構成要素を分析した。その後、数量化I類により「山梨らしさ」を最大にする構成要素の組み合わせを導き出した。

##### 2-3 深層学習による識別モデルの作成

半教師あり学習によって画像の「山梨らしさ」を評価するAIの作成に取り組んだ。学習用の画像素材を4,800枚に増加（昨年度120枚）させて評価精度の向上を図り、より客観的な評価ができるモデルを作成した。（図3）



図2 公開を開始したデザイナーアーカイブのトップ画面

#### 3. プロダクトの試作開発

新たなプロダクト案として、「ほうとう用鉄鍋」「ハンドジューサー」の2点をデザインし、試作を行った。

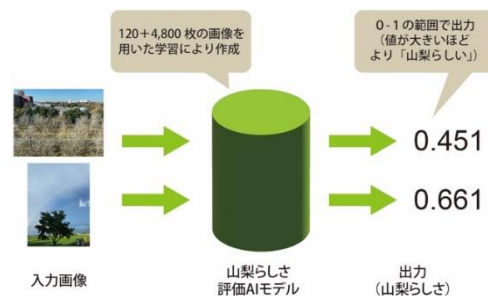


図3 「山梨らしさ」を評価するAIモデル

### 【成果の応用範囲・留意点】

- 「山梨らしさ」の総合的なまとめはこれからとなる。
- 試作したプロダクトの量産には、一部、追加検討が必要となる。

研究テーマ	富士山噴火の減災に資する実験教材の開発（第2報）		
担当者（所属）	五十嵐哲也・秋本梨恵（繊維）・吉本充宏・久保智弘・石峯康浩・本多亮・西澤達治・古屋和仁・篠原良典・内山高・三ツ井聡美（富士山研）・酒井慎一（東京大）・内山美恵子（都留文大）・秦康範（山梨大）・横山光（北翔大）・アディコ（株）		
研究区分	総理府研究	研究期間	令和4年度～令和6度

### 【背景・目的】

富士山で懸念されている噴火発生時に、被害を軽減するための要素の一つとして地域住民が主体的に行動できる能力（地域防災力）の向上が挙げられる。本研究では、知識の学習に基づいて主体的に行動することのできる災害に強い児童・学生の育成に資する、噴火災害に関する実験教材の開発を行う。これら教材を活用して児童、教員、親世代の火山知識を向上させることにより減災を目指す。

当センターでは実験装置の設計、デザイン、改良について担当している。

### 【得られた成果】

令和4年度の授業の観察から得られた現状装置の課題について、設計や素材の検討を引き続き行い、改良点を反映した試作品を製作、組み立て～実験の検証を実施した。また装置の組み立て方法について理解しやすくすることを目的とした動画の制作に取り組んだ。

令和5年度は、溶岩流実験教材を中心に教員向け講習会や模擬授業が実施され、実験授業の効果検証が行われた。これらの効果検証のデータやアンケート結果を参考に、引き続き噴煙実験装置の設計、改良に取り組んでいく。



図1 勝山小学校での噴煙実験授業

課題	装置の改良点（抜粋）	装置以外の改善策
事前準備の容易化	ペットボトルキャップへの穴あけ等 事前準備の作業ハードルを下げる 既製パーツの活用	分量を書いたコップ等の容器を準備 準備品リスト 生徒/教員 作業分担の明示
組み立ての容易化	ガイドを分かりやすくする クリップ位置を明示	説明資料、動画解説
水漏れを防ぐ	※クリップ止め以外の方法も検討 ネジ止め式、分解できない固定式 クリップの位置でもれにくい場所を検討	
噴煙と山を見やすくする	水の上限ラインを明示 チューブの素材を変更	
耐久性を上げる	山型の片側にシリコンシートを貼る 両面に山パーツを接着する	
実験の意味、仕組みの理解度を上げる	ガイド・山形をスチレン→アクリル 素材に変更	動画解説などを活用 決まった時間内での実験スキームの検討
片付けやすくする	装置の分解、洗浄を容易化 構成パーツを減らす	片付け手順の説明資料
コストと完成度の検討	コストが安く自作できるバージョン 完成度を高めたバージョン	

図2 授業観察からの課題・改良点整理

### 【成果の応用範囲・留意点】

改良試作品及び説明資料・動画について、教員研修や実際の授業での試用を行い、さらに改良設計を検討するとともに、従来の実験装置とのコスト比較等も行う必要がある。

研究テーマ	林業重機「フォワード」の無人運転化に関する研究 ー整地における無人自動運転化技術の確立ー		
担当者 (所属)	保坂響・布施嘉裕・中村卓 (電子・システム)・小澤雅之・大地純平 (森林総研)・古屋五嗣・小幡俊郎 (古屋製材 (株))		
研究区分	総理研研究	研究期間	令和5年度～令和7年度

### 【背景・目的】

近年、気候変動の緩和や環境保全といった観点から、林業が重要視されているが、人材不足・高齢化・労働災害の多発が問題となっている。

本研究で取り上げる「フォワード」は、林地から平地の拠点まで伐木を運搬する林業用重機である。同じルートを日に複数回往復させるという運用上の特性から、自動化による省力化・生産性向上が期待できる。加えて、運搬時の事故が多いことから、無人化が求められている。

本研究では、林地でのフォワードの自動運転化を最終目標とし、第一段階として整地でのフォワード自動運転の実現を目的とする。

### 【得られた成果】

#### 1. フォワードの電子制御化

既存のフォワード (図1) について、2個のサーボモータによりフォワードの前後進および旋回操作を実現するとともに、これらのサーボモータをドローン用コントローラで制御し、10 m離れた地点での遠隔運転を実現した。

#### 2. クローラロボットによる自動運転実験

フォワードに搭載したシステムと同様の構成の制御システムを使用したクローラロボット (図2) を製作、自動運転実験を実施した。事前に一辺約6 mの矩形経路を計画し、搭載したGNSSモジュール、IMU (Inertial Measurement Unit)、コンパスの情報を基に自動運転させた。実験は、当センター駐車場内の、傾斜の少ないアスファルト舗装路で実施した。指令経路とRTK (Real Time Kinematic) 測位で計測した走行軌跡を図3に示す。その結果、指令経路と走行軌跡の差は最大0.5 mであった。



図1 林業重機 フォワード

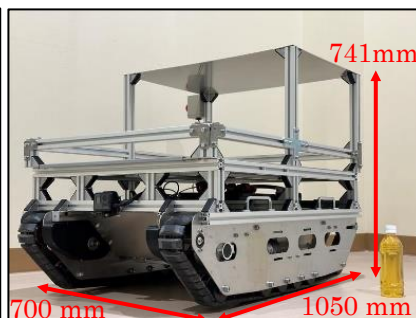


図2 クローラロボット

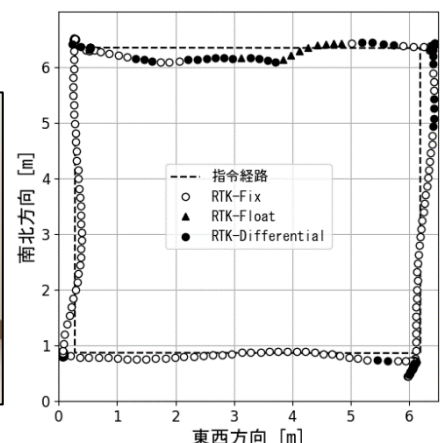


図3 実験結果: 指令経路と RTK 測位による走行軌跡

### 【成果の応用範囲・留意点】

既存の機体に搭載するシステムのため、フォワード以外の様々な作業車への転用が見込める。また不整地に対応しているため、農地や圃場といった環境での運用も可能である。

・ 主幹事は山梨県森林総合研究所  
・ 産業技術センター担当分の成果を記載

研究テーマ	獣類侵入防止技術の確立（第3報）		
担当者 （所属）	清水章良・中村卓・富永祐輝（電子・システム） 三神武文（材料・燃料電池）・本田剛（農技セ）・宇佐美二郎（（株）末松電子製作所）		
研究区分	総研研究	研究期間	令和2年度～令和4年度

### 【背景・目的】

畑の農作物を獣害から防ぐ方法としては、柵に電気を流して獣を感電させることで、近づくことを防ぐ電気柵方式が効果的であり、広く用いられている。しかし、畑の境界のコンクリート枠が電気を流しにくいため十分な効果を得られない場合がある。

コンクリートの導電性を高め、どのような状況でも獣害を防ぐという目的が達成できるような電気柵の確立を目指す。

### 【得られた成果】

本年度は、土壌中の水分の状態が電気柵が獣にどの程度影響を与えるのかを検証するために、図1のように底面をアルミ箔で蓋をした塩ビ管に畑の土を入れたサンプルを作製した。サンプルの底面（アルミ箔）と上部の土に電極を取り付け、電気柵を動作させ、その時の電荷量を求めることにより比較検証を行った。サンプルを恒温槽の中で重量変化が無くなるまで乾燥させたものを含水比0wt%と定義して、そこから通常の畑の状態である40wt%のサンプルを作製して測定を行った。



図1 試験に用いた土壌

土壌の水分の状態別の電荷量の比較結果は図2のようになるが、0wt%のサンプルは電気を流す役割をする水分が少ないため電荷量が少ない結果、40wt%常温のサンプルは水分が十分あるため電荷量が多い結果が得られた。40wt%、-20℃のサンプルは、水分が無い状態とほとんど変わらない電荷量を示しており、このことから土壌に水分があっても凍結した場合は電気が流れないことが判明した。

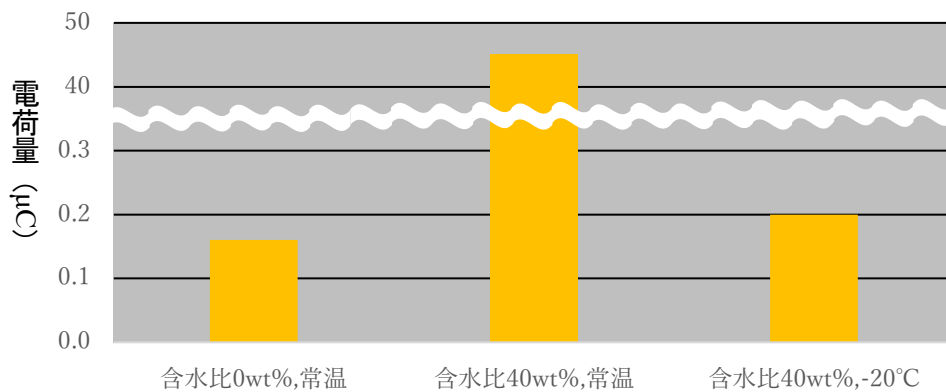


図2 土の中の水分の状態別電荷量

### 【成果の応用範囲・留意点】

畑の獣害対策として電気柵を利用する場合、土壌の水分量が著しく低く乾燥している場合や、気温の低下により水分が凍結している場合などは電気柵の効果が十分に発揮されないことに留意する必要がある。

・主幹事は山梨県総合農業技術センター  
 ・産業技術センター担当分の成果を記載