

令和 6 年度

# 業務報告書



滋賀県東北部工業技術センター

# 目 次

## 1. 概 要

1. 1	はじめに	1
1. 2	沿革	1
1. 3	庁舎	2
1. 4	組織および業務内容	3
1. 5	職員	4
1. 6	主要設備機器	5
1. 7	設備使用料および試験手数料	9
1. 8	運営懇話会	13
1. 9	組織目標	18
1. 10	運営方針	19

## 2. 決 算

2. 1	歳入	20
2. 2	歳出	20
2. 3	事業別歳出決算	21

## 3. 設備利用開放業務および依頼試験分析業務

3. 1	設備利用開放業務	22
3. 2	依頼試験分析業務	25

## 4. 技術相談支援業務

4. 1	技術相談	26
4. 2	リサーチサポート事業	26
4. 3	産地組合等への支援	27
4. 4	主な技術相談事例	29

## 5. 研究業務

5. 1	事業別研究開発	34
5. 2	共同研究	37
5. 3	研究成果の学会誌等への投稿・掲載	39
5. 4	研究成果の学会等発表	40
5. 5	研究成果の出展・展示等	42
5. 6	研究成果の特許出願状況	43
5. 7	研究外部評価	46

## 6. 人材育成事業・技術交流事業

6. 1	研究成果普及講習会	51
6. 2	機器利用講習会	51
6. 3	講習会（一般）	52

6. 4	企業訪問	54
7. 情報提供		
7. 1	出版物	55
7. 2	オープンセンター	55
7. 3	インターネット情報提供	56
7. 4	新聞等への掲載と報道	57
8. その他		
8. 1	職員の研修	58
8. 2	職員の講師派遣	58
8. 3	審査会等への出席	59
8. 4	他機関の委員等への就任	59
9. 令和5年度研究報告		
有機環境係		
・生分解性プラスチックの開発・利用促進に関する研究		
	—河川水や湖水における樹脂の生分解性評価—	61
繊維・デザイン係		
・県内産出プラスチック材料の利活用と高付加価値化のための機能制御技術開発（第3報）		
	—ブリード制御による高付加価値化—	66
・水溶性ビニロンを用いた交撚糸による麻ニットの製造方法に関する研究		
		71
・織物残糸を用いた繊維強化プラスチックの開発（第2報）		
		80
機械システム係		
・金属積層造形物の特性および欠陥評価に関する研究		
		86
・曲管流れによる偏流がバタフライ弁に及ぼす影響に関する研究		
	—（第二報）曲管流れにおける弁の圧力損失と振動加速度について—	93
金属材料係		
・ICT技術を用いた鋳造技術の可視化・技術伝承支援技術の開発		
	—製造現場の温度・湿度・気圧測定—	97
・砂型3Dプリンタ導入に備えた、3Dデータ活用フローの構築（第2報）		
		102
・新JIS法による黒鉛球状化率の測定に関する研究		
		106
・技術相談支援の技術継承に関する研究		
	—ChatGPTによる技術相談アプリケーション開発に係る調査研究3—	110

# 1. 概要

## 1.1 はじめに

本県における中小企業の割合は、企業数が県内企業の99.8%、従業員数も全体の80%以上を占めています。中小企業は、地域の経済や社会の担い手として、生産や消費活動、さらには雇用や地域づくりの面でも重要な役割を果たしており、滋賀県の経済や社会が今後も持続的に発展していくためには、その主役である中小企業の活性化が不可欠です。

このようなことから、中小企業の活性化を推進するため、「滋賀県中小企業の活性化の推進に関する条例」が平成25年（2013年）4月に施行されました。条例では中小企業を地域の経済や社会の主役にとらえ、関係者が連携して中小企業の活性化を支援していくことがうたわれており、県は中小企業の活性化施策を総合的に策定・実施すること、中小企業者、関係団体、国、市町等と連携し、情報提供、支援等を行うことが役割とされています。

滋賀県東北部工業技術センター（以下、「当センター」と表記する）は、平成9年（1997年）に「滋賀県繊維工業指導所」と「滋賀県立機械金属工業指導所」の統合により、それまでの地場産業に加え、より幅広い分野の中小企業などへの技術支援にも対応するために設立された県立の試験研究機関です。

繊維、化学、環境、機械、金属、デザイン等の分野の技術相談、設備機器の利用開放、依頼試験・分析、研究開発、技術講習、研究会活動、情報発信等を行うことにより、企業への技術移転、企業における新製品・新技術開発、技術人材の育成等の支援に取り組んでいます。

## 1.2 沿革

- 平成 9年4月 滋賀県繊維工業指導所、滋賀県立機械金属工業指導所を統合し、滋賀県東北部工業技術センターとして発足。
- 平成10年4月 旧指導係および研究開発係を廃止し、技術第一科（長浜）に繊維・デザイン係および有機環境材料係を、技術第二科（彦根）に機械電子係および金属材料係を設置。
- 平成12年4月 グループ制を導入し、技術第一科を繊維・有機環境材料担当、技術第二科を機械電子・金属材料担当に改編。
- 平成19年4月 能登川支所および高島支所を廃止し、両支所の業務を本所（長浜）に集約化。これに伴い、繊維・有機環境材料担当を改編し、環境調和技術担当と繊維・高分子担当の2グループを長浜庁舎に設置。
- 平成20年4月 彦根庁舎の機械電子・金属材料担当を機械・金属材料担当に改編。
- 平成28年4月 長浜庁舎を有機環境係と繊維・デザイン係、彦根庁舎を機械システム係と金属材料係に改編。
- 令和 2年4月 長浜庁舎の有機環境係を管理係と有機環境係に改編。

## 付記

### ○滋賀県繊維工業指導所

- 明治44年4月 滋賀県立長浜、能登川工業試験場をそれぞれ設立。
- 大正 4年4月 長浜、能登川両場を合併し、滋賀県工業試験場とし、能登川に本場を置き長浜を分場とする。
- 大正 8年4月 滋賀県能登川、長浜工業試験場の二場とする。
- 昭和11年4月 能登川工業試験場高島分場を設置。
- 昭和16年4月 能登川工業試験場を滋賀県染織共同加工指導所と改称、高島分場廃止。
- 昭和18年10月 長浜工業試験場を滋賀県工業試験場と改称、染織共同加工指導所内に併設。
- 昭和19年3月 染織共同加工指導所を廃止。
- 昭和21年4月 滋賀県立長浜、能登川両工業試験場をそれぞれ設立。
- 昭和27年4月 能登川工業試験場と長浜工業試験場を合併し、滋賀県立繊維工業試験場を設置。
- 昭和30年9月 滋賀県立能登川、長浜繊維工業試験場の二場とする。

- 昭和32年4月 長浜、能登川両試験場を廃止し、滋賀県繊維工業指導所を設置。  
長浜に本所を、能登川と高島にそれぞれ支所を置く。
- 昭和36年3月 高島支所新築。
- 昭和40年4月 能登川支所に繊維開放試験室併設。
- 昭和42年3月 高島支所移転新築。繊維開放試験室併設。
- 昭和43年9月 能登川支所図案室増築。
- 昭和47年3月 長浜本所庁舎新築および所長職員公舎改築。
- 昭和48年3月 長浜本所に繊維および染色仕上加工実験棟新築。
- 昭和55年3月 本所に繊維開放試験室新築。
- 昭和58年3月 能登川支所移転新築、デザイン開放試験室併設。
- 昭和59年5月 高島支所増改築、計測管理開放試験室併設。

### ○滋賀県立機械金属工業指導所

- 昭和21年4月 長浜市に県立長浜工業試験場を設置、機械、繊維の2部制とする。
- 昭和27年4月 長浜工業試験場を機械部門と繊維部門に分割し、機械部は滋賀県立機械金属工業指導所と称す。
- 昭和34年4月 本指導所の整備計画ならびに彦根市に移築を決定。
- 昭和35年10月 庁舎竣工新庁舎にて業務を開始（現実験棟1）。
- 昭和38年3月 実験研究棟を増築。
- 昭和43年1月 同上2階実験研究室を増築。
- 昭和49年10月 本館竣工。
- 昭和62年12月 バルブ性能試験装置を設置。
- 昭和63年4月 滋賀バルブ協同組合が庁舎に移転。
- 平成 2年3月 高性能バルブ開発実験棟を増築。

## 1.3 庁 舎

### ○長浜庁舎【管理係、有機環境係および繊維・デザイン係】

所在地：〒526-0024 滋賀県長浜市三ツ矢元町27-39 TEL 0749-62-1492 FAX 0749-62-1450

土 地：4,963.94 m<sup>2</sup>

建 物：2,243.11 m<sup>2</sup>（延床面積）

・本館（鉄筋コンクリート造2階建）	693.50 m <sup>2</sup>
・実験棟（鉄筋コンクリート造平屋建）	872.04 m <sup>2</sup>
・繊維開放試験室（鉄骨ブロック造平屋建）	319.70 m <sup>2</sup>
・研究資料室（鉄筋コンクリート造平屋建）	38.55 m <sup>2</sup>
・その他附属建物	319.32 m <sup>2</sup>

### ○彦根庁舎【機械システム係および金属材料係】

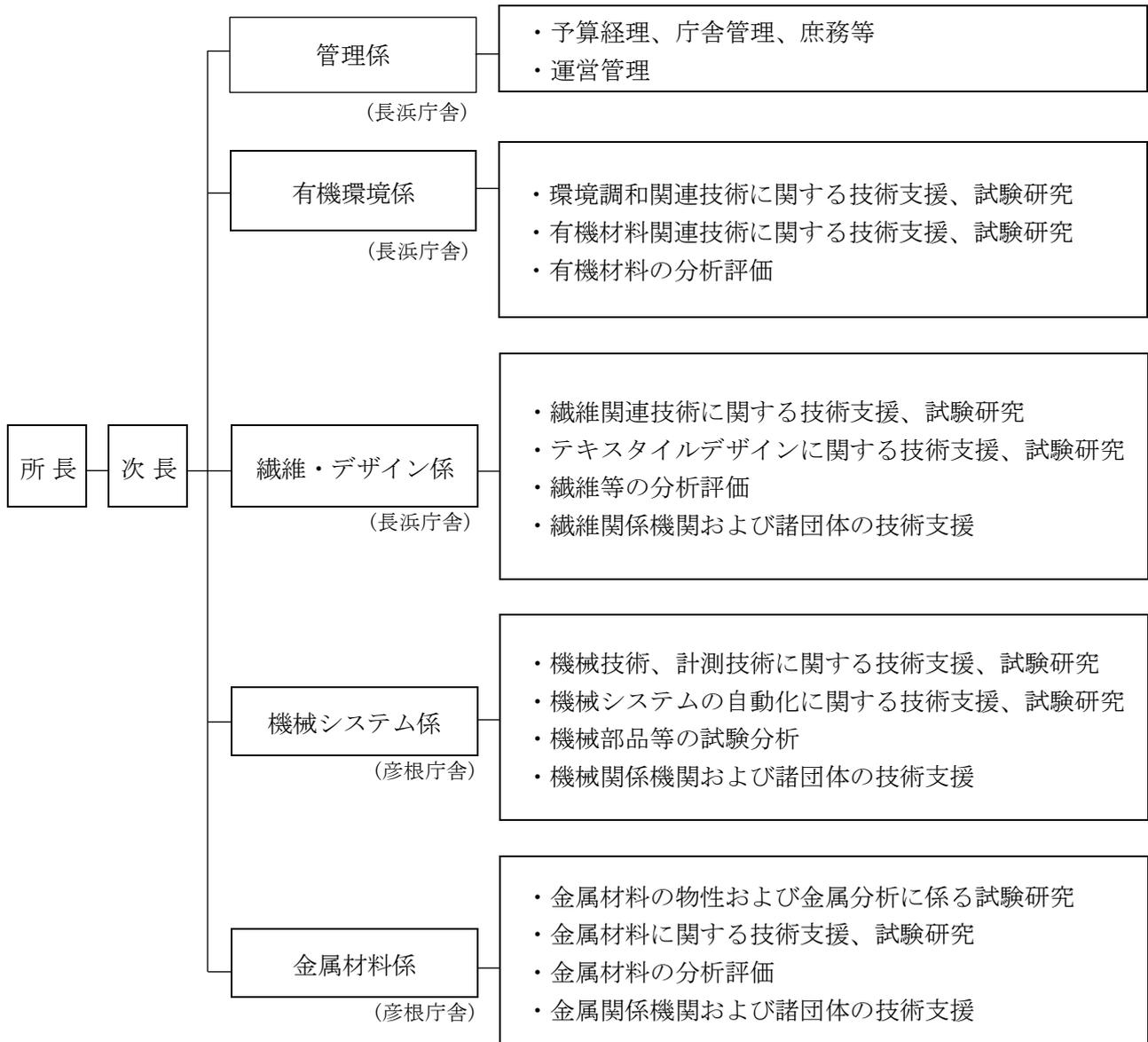
所在地：〒522-0037 滋賀県彦根市岡町52 TEL 0749-22-2325 FAX 0749-26-1779

土 地：3,324.73 m<sup>2</sup>

建 物：2,434.02 m<sup>2</sup>（延床面積）

・本館（鉄筋コンクリート造3階建）	1,017.96 m <sup>2</sup>
・実験棟1（鉄筋コンクリート補強ブロック造平屋建）	562.53 m <sup>2</sup>
・実験棟2（鉄筋コンクリート補強ブロック造一部2階建）	670.96 m <sup>2</sup>
・その他附属建物	182.57 m <sup>2</sup>

## 1.4 組織および業務内容



# 1.5 職 員

令和7年3月

所 長		佐々木 宗 生
次 長		青 木 弥 生
参 事		山 下 誠 児
○管理係		
係 長 (兼)	(事 務)	青 木 弥 生
主 査	(事 務)	竹 本 善 法
主 事	(事 務)	前 田 菜 々 子
○有機環境係		
主任専門員兼係長	(化 学)	平 尾 浩 一
専門員	(化 学)	上田中 隆 志
主任技師	(化 学)	小 西 義 法
主任技師	(化 学)	中 村 俊 和
会計年度任用職員	(機器活用)	小 川 成 生
○繊維・デザイン係		
専門員兼係長	(化 学)	神 澤 岳 史
主任主査	(繊 維)	山 田 恵 子
主任主査	(化 学)	岡 田 倫 子
技 師	(化 学)	永 濱 毅 紘
会計年度任用職員	(試験検査)	西 島 美 代
会計年度任用職員	(事 務)	深 井 幸 三
○機械システム係		
参事兼係長	(デザイン)	山 下 誠 児
主 査	(機 械)	柳 澤 研 太
主任技師	(機 械)	是 枝 和 宏
技 師	(機 械)	杉 本 一 真
会計年度任用職員	(機器活用)	竹 中 博 一
○金属材料係		
専門員兼係長	(金 属)	安 田 吉 伸
主任主査	(金 属)	岡 田 太 郎
主任主査	(機 械)	井 上 栄 一
会計年度任用職員	(試験指導)	西 内 廣 志
会計年度任用職員	(庁舎管理)	澤 智 恵 子
会計年度任用職員	(試験検査)	谷 庸 治

## 1.6 主要設備機器

### (1) 令和6年度導入試験研究機器 (1台)

物品番号	品名	メーカー・型式	設置場所	備考
24001268	紫外可視近赤外分光光度計	㈱島津製作所/UV-3600i Plus	長浜	

### (2) 有機環境係、繊維・デザイン係 (長浜) (99台)

物品番号	品名	メーカー・型式	設置年度	備考
23001212	UVプリンタ	ローランド ディー・ジー./Versa UV LEF2-200	令和5	
23004695	スーパーキセノンウェザーメータ	スガ試験機(株) SX75	5	工業技術振興基金 デジタル田園都市国家 構想交付金
23004694	紫外線フェードメータ	スガ試験機(株)U-48AUHBBR	5	工業技術振興基金 デジタル田園都市国家 構想交付金
22003272	超臨界二酸化炭素処理装置*	日本分光(株)/特注品	4	経産省 Go-Tech
22000463	熱伝導率計	京都電子工業(株)/QTM-710	4	
21001422	レーザ顕微鏡	オリンパス(株)/OLS5100-SAT	3	競輪補助
21000529	カールフィッシャー水分測定装置	㈱HIRANUMA/MOICO-A19 EV-2000	3	地方創生推進交付金
20002065	高温 GPC システム	東ソー(株)/HLC-8321GPC/HT	2	工業技術振興基金 地方創生推進交付金
20002391	デジタルマイクロスコープ (光学顕微鏡部)	オリンパス(株)/デジタルマイクロスコープ DSX1000	2	**
20002392	デジタルマイクロスコープ (電子顕微鏡部)	㈱日立ハイテクノロジー/卓上顕微鏡 TM4000PlusII	2	**
20002195	繊維測定器	サーチ(株)/DENICON DC-21A 型	2	
20004128	材料調製機	㈱東洋精機製作所/ラボプラストミル 10S100	2	**
20004129	卓上溶融成形機	サーモフィッシャーサイエンティフィック(株)/HAAKE Mini Lab 3 & Mini Jet Pro	2	**
20006858	高速液体クロマトグラフ	日本分光(株)/EXTREMA	2	**
19001310	万能型インクジェットプリンター	㈱島精機製作所/SIP-160F3S	1	経産省地域新成長産
19001309	編物試作開発システム	㈱島精機製作所/SDS-ONE APEX3-4, M153XS15L 他	1	業創出促進事業費補助金
18002457	大型恒温槽	ヤマト科学(株)/DH1032 他	平成30	
18000627	小型恒温恒湿器*	エスペック(株)/SH-242-5	30	経産省ホッイン
18001377	ラボプラストミル中間ブロック	㈱東洋精機製作所/中間ブロック 100MVH /ローラ型ブレード R100B	30	
18002523	小型ウェザーメーター	コフォメグラ社/3000e	30	
17002992	耐摩耗性二軸押出機	㈱テクノベル /KZW15TW-45MG-NH(-700)-SIG	29	工業技術振興基金 地方創生推進交付金
17002994	中型加圧ニーダー	㈱トーシン/TD1-5M 型	29	工業技術振興基金 地方創生推進交付金
17002995	プランジャー押出機	㈱トーシン/ペレタイザー型 TP80 型	29	工業技術振興基金 地方創生推進交付金
17002993	軟質材料ペレット化装置	㈱テクノベル/SCP-202-SG I	29	
17001172	熱分析装置	㈱日立ハイテクサイエンス/DMA7100,STA7300	29	競輪補助
17003588	一本曲げ試験機	カトーテック(株)/KES FB2-SH	29	経産省ホッイン
17000669	ドロ잉マシン	㈱堂製作所/BE10-V(マシンヘッド)、RDM-65(フレーム)	29	
16000687	金型洗浄装置	新東工業(株)/小型エアブラスト装置 KENX-I	28	競輪補助
16001436	電磁波シールド測定装置	㈱テクノサイエンス/ジャパン・シールド材料測定システム /TSJ-SES-3GSH	28	経産省ホッイン
16001929	自動意匠捺糸機	日本紡織機械製造(株)/ファンシーヤーンツイスター TST-150-GOT	28	工業技術振興基金
16001928	ヒートプレス	㈱ハシマ/全自動プレス機 HP-124A	28	工業技術振興基金
16001915	ガメントプリンタ	セイコーエプソン(株)/SureColor SC-F2000	28	工業技術振興基金

物品番号	品名	メーカー・型式	設置年度	備考
16001913	自動サンプル織機	(株)トヨマビシネシステム/織華 TNY101A-20	平成28	工業技術振興基金
16001912	テキスタイルデザインシステム	(株)トヨマビシネシステム /4Dbox PLANS FULL Package	28	工業技術振興基金
15001370	環境試験室	(株)大西熱学	27	競輪補助
15000558	示差走査熱量計 (DSC)	TA インストルメント(株) Q2000	27	経産省特イン
15001217	電極作製装置*	(株)広築/バッチキルン BK-250-150-900-1	27	
15001588	柔軟性樹脂切断加工粉碎機	(株)ホーライ/SRO3-360LGS	27	
14002176	TGA,TMA 装置	TA インストルメント(株)/Q500 Si、Q400 Si 型	26	経産省特イン
14001363	顕微赤外分析装置	日本分光(株)/FT/IR-6600 + IRT5200	26	
14002142	プラスチック部材信頼性評価システム (低せん断粘弾性測定部)	(株)アントンパール・ジャパン/MCR302 ST	26	経産省借受
14002143	プラスチック部材信頼性評価システム (2次元複屈折評価部)	(株)フォトリックラティス/ WPA-100L-PRO-002	26	経産省借受
14002752	プラスチック部材信頼性評価システム (高せん断粘性測定部)	レオ・ラボ(株)/Göttfert RG50	26	経産省借受
13002072	積層フィルム評価装置*	(株)NEAT/TM2673	25	JST クラスタ
13001694	低加速走査型電子顕微鏡	(株)日立ハイテクノロジーズ/SU3500	25	競輪補助
13001473	凍結粉碎機	アズワン(株) /TPH-01	25	
11001308	万能材料試験機 10kN	インストロンジャパンカンパニイリミテッド/Model:5966	23	競輪補助
10002349	レーザ加工機	ユニバーサルレーザーシステムズ/VersaLaser VLS2.30-30	22	JST 科学技術コモンズ
10002209	ガスクロマトグラフ質量分析装置	(株)島津製作所 GCMS-QP2010 Ultra	21	
09000591	二軸押出機用高反応化装置	(株)テクノベル/KZW15TW-SIG	21	JST 地域ニーズ対応
08001600	全自動抗張力試験機	ウスターテクノロジ- (株)/テソノビッド <sup>®</sup> 4 他	20	競輪補助
08001083	全自動表面張力計動的測定部	協和界面科学(株)/接触角計 DM500	20	
08001519	二軸押出機用定量フィーダー	(株)テクノベル/CFD106 SFD101	20	
07003276	恒温槽付き耐衝撃性試験機	(株)安田精機製作所/NO.258-L-PC No.189-PNCA	19	競輪補助
07000975	位相差顕微鏡	オリンパス(株)/BX51N-33PHU	19	
06004151	恒温装置付き遠心システム	東京理化器械(株)/CVE-3100 他	18	JST 特種事業
06002357	メルトフローインデクサ	(株)東洋精機製作所/F-F01	18	
06001837	炭酸ガス相容化装置	日本分光(株)超臨界反応装置/50ml 100ml 窓	18	競輪補助
06002514	全自動表面張力計	協和界面科学(株)/DropMaster DM300	18	競輪補助
06002513	二軸押出機用液体添加システム	(株)テクノベル/TDS/150SGI、FPU-200-SGI 他	18	競輪補助
05004007	プラスチック相容化装置	日本分光(株)/超臨界水反応装置 50ml	17	競輪補助
05002465	恒温恒湿器	エスペック(株)/PR-2KPH	17	
05002966	ロータリーキルン	アドバンテック東洋(株)/特 FUR122	17	
05001240	通気性試験機	カトーテック(株)/KES-F8-API	17	
04003976	マルチコータ	辻井染機工業(株)/SP-540ARD、PT-2A、VPM-1A	16	
04003344	全自動マイクロゴム硬度計	高分子計器(株)/MD-1 タイプ A	16	競輪補助
04003600	ガスクロマトグラフ	(株)島津製作所/GS-2010AF/AOC	16	
03004784	複合材料ペレット作成装置	(株)テクノベル/KZW15TW-45HG	15	中小企業庁補助
02005225	射出成形機	日精樹脂工業(株)/ES1000	14	中小企業庁補助
02004550	色差計	ミノルタ(株)/CM-3500d、GM-268	14	競輪補助
01005100	動的粘弾性測定装置	TA インストルメントジャパン(株)/AR1000、DMA2980	13	中小企業庁補助
01002619	噴霧乾燥機	東京理化器械(株)/SD-1000 型	13	競輪補助
00008632	メタルハライドドウェザーメータ	スガ試験機(株)/M6T	12	競輪補助
00008633	キセノンウェザーメータ	スガ試験機(株)/SX-75	12	競輪補助
00004079	卓上プレス	テクノサプライ(株)/小型プレス G-12 型	12	中小企業庁補助
00003648	密度計	(株)島津製作所/アキュビック 1330	12	中小企業庁補助
99006324	万能材料試験機用プラスチック試験治具	インストロンジャパンカンパニイリミテッド	11	中小企業庁補助
99003647	凍結乾燥機	東京理化器械(株)製システム	11	
98009341	ドラフトチャンバー	ダルトン社製 DF-21AT 型	10	
97017465	恒温恒湿器	タバイエスペック(株)/PR-3KP	9	中小企業庁補助
97014373	糸むら試験機	ウスターテクノロジ-ス(株)/ウスターテスター3 型	9	
97014371	多色回転ポット染色機	辻井染機工業(株)/ラボマスター LHD	9	
96009824	データベース	サドラー 3250 スタータデータ	8	

物品番号	品名	メーカー・型式	設置年度	備考
96000441	織物摩擦係数測定試験機	カトーテック(株)/KES-FB4	平成8	
95013372	透湿試験装置	(株)大栄科学精機製作所/DH-40	7	
94204781	ミクロトーム	カールツァイス(株)/HM360	6	
94187820	KES 計測ソフト	カトーテック(株)	6	
94187821	KES 計算ソフト	カトーテック(株)	6	
94167573	ハンディー圧縮試験機	カトーテック(株)/KES-G5	5	中小企業庁補助
94167576	引張・せん断試験機	カトーテック(株)/KES-FB1	5	中小企業庁補助
94007549	糸ねじり・交差トルク試験機	カトーテック(株)/KES-YN-1	4	
94007550	透水性試験機	カトーテック(株)/KES-F8-WP	3	
94007519	純曲げ試験機	カトーテック(株)/KES-FB2	3	中小企業庁補助
94168033	ドラフトチャンバー	(株)島津理化/CBS-K18C	2	
94063017	織機	(株)NS/NS-5	2	
94007520	織物摩擦試験機	(株)大栄科学精器製作所/カスタム式	2	
94007536	サンプル整経機	(有)スズキワーパー NAS-3S / 働幅 115cm	昭和62	中小企業庁補助
94007522	熱物性測定装置	カトーテック(株)/KES-F7	60	
94007523	防炎試験装置	(株)大栄科学精器製作所/メッセルバーナー式	59	中小企業庁補助

・品名に\*が付記されているものは、研究用のため機器開放を行っておりません。

\*\*新型コロナウイルス感染症対応地方創生臨時交付金

### (3) 機械システム係、金属材料係 (彦根) (76台)

物品番号	品名	メーカー・型式	設置年度	備考
23002625	3Dビジョンシステム	Zivid/Zivid Two M70	令和5	
22003388	ハンディプローブ三次元測定機	キーエンス(株)/XM-T2000/1600	4	企業寄付
22002978	冷熱衝撃試験機	エスベック(株)/TSA-103ES-W	4	地方創生推進交付金
21001226	ロックウェル硬さ試験機	(株)ミットヨ/HR-430MS	3	地方創生推進交付金
21002750	真空含浸装置*	(株)ストルアス/シトバック	3	経産省ポイント
20002196	卓上型蛍光 X 線分析装置	(株)島津製作所/EDX-8000	2	工業技術振興基金 地方創生推進交付金
20002197	可搬型蛍光 X 線分析装置	オリンパス(株)/Vanta M シリーズ	2	工業技術振興基金 地方創生推進交付金
20002554	IoT クラウドサービシステム*	HPC システムズ(株)/HPC-X11SWS-3323 マズワークス社/MATLAB、Simulink	2	**
20002555	実証用ロボット*	Universal Robots/UR5e	2	**
20003273	250kN 万能材料試験機制御部	(株)島津製作所/TRAPEZIUM X 一式	2	
20003302	放射温度測定システム	チノー(株)/CPA-T860S	2	**
20003989	画像計測装置	(株)ミットヨ/QV-L202Z1L-D システム	2	**
19002336	小型めっき実験槽*	(株)山本鍍金試験器/B-50-JET-S0	1	経産省ポイント
19001023	複合サイクル試験機	スガ試験機(株)/CYP-90 他	1	工業技術振興基金 地方創生推進交付金
19000930	疲労試験機 (50kN)	(株)島津製作所/EHF-UHV050k2-040-3A 他	1	工業技術振興基金 地方創生推進交付金
19000698	分析走査型電子顕微鏡	日本電子(株)/JSM-IT500LA	1	競輪補助
19000624	自動研磨琢磨装置	丸本ストルアス(株)/デグラミン 30 システム	1	経産省借受
19000623	非接触表面粗さ測定機	Taylor Hobson Limited/タリサーフ CCI Lite	1	経産省借受
19000622	表面性状測定機	(株)ミットヨ/SV-C3100H4	1	経産省借受
19000621	真円度・円筒形状測定機	(株)ミットヨ/RA-2100AH	1	経産省借受
19000620	最小部観察・解析システム	オリンパス(株)/DSX500-SA	1	経産省借受
18001392	非接触微細形状測定機	アリコナ社/Infinite Focus SL 他	平成30	工業技術振興基金
18001728	バルブ性能解析装置	(株)松浦電弘社/特注品	30	工業技術振興基金
18001352	レーザ変位計測システム*	(株)キーエンス /LK-G5000・LK-H0008・LK-H020・CB-A2	30	経産省ポイント
18000927	3Dプリンタ	Stratasys/F170 他	30	工業技術振興基金
18002663	鋳造品分析装置	(株)島津製作所/PDA-7000	30	
18000947	鋳造シミュレーションシステム	クオリカ(株)/JSCAST 他	30	経産省地域成長産業 創出促進事業費
18002664	簡易鋳造システム	SK メディカル電子(株)/IMC-ASH203-SK 他	30	
18001321	卓上小型るつぼ炉システム*	(株)エイ・アンド・ディー/AD-5634 他	30	

物品番号	品名	メーカー・型式	設置年度	備考
17002943	小型切削RPマシン	ローランドディー.ジー(株)/MDX-50, ZCL-50	平成29	
17000840	恒温恒温槽*	ヤマト科学(株)/IG421	29	経産省補助
17001001	金属組織解析ソフト	(株)ニコン/DS-Fi3 PC制御タイプ NiS-Elements 他	29	
17000884	電気化学測定システム	北斗電工(株)他/HZ-7000 他	29	経産省補助
16000862	プレス解析システム*	エムエスシーソフトウェア(株)/金属加工解析ソリューション simufact.forming	28	経産省補助
16001827	摩擦摩耗試験機	(株)エー・アンド・デイ/MODEL EFM-3-H	28	競輪補助
15001266	3Dデジタイザ	スタインベクラー/COMMET L3D-8M	27	工業技術振興基金
15001267	高速度カメラ	(株)フォトロン/FASTCAM Mini AX100-IT	27	工業技術振興基金
15001607	流体解析システム*	ANSYS/Mechanical CFD	27	経産省補助
14001095	X線CTシステム	東芝ITコントロールシステムシステム(株) TOSCANER-32300 μFD	26	経産省借受
13001096	ICP発光分光分析装置	(株)島津製作所/ICPS-8100CL	25	
12000503	湿式切断機	島本鉄工(株)/SMN703C	24	競輪補助
12000533	炭素硫黄分析装置	(株)堀場製作所/EMIA-920V2 Type SG	24	
12000621	超微小硬さ試験機	(株)フューチュアテック/FM-ARS 9008 Cタイプ	24	競輪補助
10000626	熱間試料埋込機	ビューラー/シンプリメット 3000	22	競輪補助
09000737	電解分析装置	東京光電(株)/ANA-2-2, ANA-2-4 白金電極	21	競輪補助
09002165	精密万能試験機	(株)島津製作所/AG-250kNX	21	経済対策に係る交付金
09000736	X線回折装置データ処理部	(株)リガク/2000D600-TR	21	
08000454	三次元測定機の操作データ処理システム	(株)ミットヨ/MCOSMOS	20	
07001003	バルブ性能試験装置差圧・流量計測システム	(株)ナンバ設計事務所/MT210, EGM1010C, Ver2	19	競輪補助
06003483	熱処理システム	石川産業(株)/TFS-0800603GVX, TFS-50253GV0	18	競輪補助
05003520	精密切断機	Struers/アキュトム-5	17	
04003349	メッキ評価測定装置	(株)山本鍍金試験器/B-52-1, B-72, 他	16	競輪補助
02005975	ドラフトチャンバー	オリエンタル技研工業(株)/AFG-P-1500HC	14	競輪補助
02005824	バルブ性能試験データ処理システム	Dell/Precision Workstation 340	14	競輪補助
01005098	輪郭形状測定機	(株)東京精密/2600E-12	13	競輪補助
01001006	大型帯のご盤	大東製機(株)/カットオフマシン ST4565	13	競輪補助
00006755	多機能X線回折装置	(株)リガク/RINT2200V/PC	12	競輪補助
00013000	自記分光光度計	(株)島津製作所/UV-3150	12	中小企業庁補助
99006932	超低温恒温恒湿器	タバイエスペック(株)/PSL-4KPH 改造型	11	中小企業庁補助
98014443	ワイヤ放電加工機	ブラザー工業(株)/HS-300	10	中小企業庁補助
97014375	メカニカルアロイング装置	(有)伊藤製作所/LP-4MA	9	競輪補助
96011065	三成分切削計測機器	キスラー(株)/9121	8	
96004298	顕微鏡ビデオファイリングシステム	(株)ニコン/エピフォト TME 200	8	
96011698	CNC三次元測定機	(株)ミットヨ/Bright BRT910	8	競輪補助
95016697	放電プラズマ焼結機	住友石炭鉱業(株)/SPS-1030	7	競輪補助
95014922	オートグラフ用油圧定位置くさび式つかみ具	(株)島津製作所/W=225 L=398/412	7	
94003023	CNC施盤	(株)オークマ/LB25C型	3	競輪補助
94003019	デジタルショア硬度計	今井精機(株)/DD	3	
94003026	排ガス洗浄装置	セイコー化工機(株)/SYS-20SP	3	
94003028	精密万能投影機	(株)ニコン/V-12A	2	
94003039	バルブ性能試験装置(実流量)	日本科学工業(株)	昭和62	競輪補助
94003045	倒立型金属顕微鏡	(株)ニコン/EPIPHOT-TME	59	中小企業庁補助
94003051	電動ビッカース硬度計	(株)明石製作所/AVK-A型	56	競輪補助
94003064	シャルピー衝撃試験機	(株)島津製作所/30Kg/f-m 千野製作所 EK10	53	中小企業庁補助
94003066	万能試験機	(株)島津製作所/電子管式 REH-100型	46	競輪補助
94003071	旋盤	(株)大阪工作所/360HB-X型	42	

\*品名に\*が付記されているものは、研究用のため機器開放を行っておりません。

\*\*新型コロナウイルス感染症対応地方創生臨時交付金

# 1.7 設備使用料および試験手数料

## 1.7.1 設備使用料

(令和6年2月)

1. 観測機器		(円、税込) 所在		
PA2	プラスチック信頼性評価システム 複屈折評価部	1時間	1,060	長

### 2. 精密測定機器

D01	万能投影機	1時間	510	彦
D02	三次元測定機	同	1,370	彦
D10	表面粗さ測定機	同	1,020	彦
D30	電磁式膜厚測定機	同	320	彦
D32	輪郭形状測定機	同	1,130	彦
D34	3D デジタイザ	同	1,390	彦
D35	画像計測装置	同	790	彦
D36	3D カメラ	同	470	彦
DA1	真円度・円筒形状測定機	同	1,010	彦
DA2	表面性状測定機	同	1,090	彦
DA3	非接触表面粗さ測定機	同	1,250	彦

### 3. 機械試験機器

F01	静ひずみ測定装置	1時間	560	彦
F10	水圧試験用ポンプ	同	250	彦
F20	摩擦摩耗試験機	1時間	1,350	彦
		増1	770	
F30	バルブ性能試験装置	1時間	4,810	彦

### 4. 材料試験機器

O05	万能材料試験機	10kN	1時間	1,120	長
O04	全自動抗張力試験機	1.5kN	同	980	長
O10	全自動マイクロゴム硬度計		同	500	長
A01	万能試験機	250kN	同	1,550	彦
A02		1000kN(アノログ)	同	1,240	
A10	ブリネル硬さ試験機		同	690	彦
A11	ロックウェル硬さ試験機		同	680	彦
A12	ビッカース硬さ試験機		同	710	彦
A15	超微小硬さ試験機		同	690	彦
A14	デジタルショア硬さ試験機		同	590	彦
A20	デュロメータ硬さ試験機		同	340	彦
A30	衝撃試験機(シャルピー)		同	420	彦
A31	衝撃試験機(恒温槽付)		同	910	長
A03	疲労試験機(50kN)		1時間	1,400	彦
			増1	960	

### 5. 微小観察機器

P10	低加速走査型電子顕微鏡	1時間	3,770	長彦
S41	SEM用マイクロアナライザ	同	2,070	長彦
P04	生物顕微鏡	同	390	長
P05	実体顕微鏡	同	290	長
P06	顕微鏡画像記録装置	同	620	長
P08	レーザ顕微鏡	同	1,500	長
P09	実体顕微鏡システム	同	840	彦
P11	高速度カメラ	同	1,300	彦
P12	非接触微小形状測定機	同	1,640	彦
P13	デジタルマイクロスコープ(光学顕微鏡部)	同	900	長
P14	デジタルマイクロスコープ(電子顕微鏡部)	同	1,600	長
G10	金属顕微鏡	同	310	彦
Z01	原子間力顕微鏡	同	2,780	彦

PA1	X線CTシステム	1時間	4,280	彦
PA3	最小部観察・解析システム	同	870	彦

### 6. 機械試料調整機器

G01	湿式切断機	1時間	690	彦
G03	試料埋込機	同	700	彦
G04	試料研磨機	同	760	彦
G06	熱風乾燥器	同	290	彦
G08	精密切断機	同	690	彦
G09	真空含浸装置	同	360	彦
GA1	自動研磨琢磨装置	同	1,140	彦

### 7. 環境機器

R02	紫外線フェードメータ	1時間	870	長
		増1	650	
R03	小型恒温恒湿器	1時間	560	長
		増1	410	
R05	キセノンウェザーメータ 噴霧無	1時間	1,230	長
		増1	960	
R08	キセノンウェザーメータ 水噴霧	1時間	1,450	長
		増1	1,120	
R12	スーパーキセノンウェザーメータ 噴霧無	1時間	1,590	長
		増1	1,380	
R13	スーパーキセノンウェザーメータ 水噴霧	1時間	1,640	長
		増1	1,430	
R06	メタルハライドウェザーメータ 噴霧無	1時間	1,420	長
		増1	1,180	
R09	メタルハライドウェザーメータ 水噴霧	1時間	1,660	長
		増1	1,410	
R11	小型ウェザーメータ	1時間	700	長
		増1	490	
R10	環境試験室	1時間	1,450	長
		増1	1,240	
S07	ウォーターバス	1時間	350	長
		増1	160	
E01	冷熱衝撃試験機	1時間	1,020	彦
		増1	800	
E02	恒温恒湿槽	1時間	970	彦
		増1	660	
E04	小型超低温恒温槽	1時間	450	彦
		増1	90	
E08	複合サイクル試験機	1時間	690	彦
		増1	470	

### 8. 物理量測定機器

E10	振動計	1時間	290	彦
S22	熱伝導率計	同	610	長
B10	電子天びん	同	240	長彦
B65	メッキ評価測定装置	同	980	彦
B66	赤外線温度分布測定装置	同	860	彦
M02	計測機器	1時間	280	長彦
		増1	110	

## 9. 分析機器

S02	赤外分光光度計(FT-IR)	1時間	1,360	長
S06	熱分析装置	同	1,570	長
S05	熱分析装置(低温)	同	3,730	長
S13	液体クロマトグラフ	同	1,010	長
S19	ガスクロマトグラフ質量分析装置	同	1,890	長
S27	高温GPCシステム	同	3,910	長
S30	水分測定装置(カールフィッシャー法)	同	1,250	長
S31	ガスクロマトグラフ	同	670	長
S42	電磁波シールド測定機	同	960	長
S43	電気化学測定システム	同	900	彦
B02	炭素・硫黄微量定量分析装置	同	2,310	彦
B21	低濃度用ICP発光分析装置	同	4,200	彦
B22	固体発光分析装置	同	3,030	彦
B25	イオンクロマトグラフ	同	1,200	彦
B31	エネルギー分散型蛍光X線分析装置	同	2,180	彦
B40	X線回折装置	同	2,810	彦
B50	自記分光光度計	同	790	彦
B75	電解分析装置	同	420	彦

## 10. 物性評価機器

Q07	精密色差計	1時間	710	長
Q08	光沢計	同	340	長
S24	密度計	同	460	長
S37	接触角測定装置	同	680	長
S38	接触角測定装置(動的部)	同	1,120	長
V10	メルトフローインデックス	同	570	長
SA1	プラスチック信頼性評価システム 低せん断粘弾性測定部(常温)	同	1,640	長
SA2	プラスチック信頼性評価システム 低せん断粘弾性測定部(低温)	同	3,700	長
VA1	プラスチック信頼性評価システム 高せん断粘性測定部	同	3,330	長

## 11. 化学試料調整機器

P02	ミクロトーム	1時間	440	長
S12	乾燥機	1時間	310	長彦
		増1	100	
S17	真空乾燥機	1時間	340	長
		増1	90	
S25	噴霧乾燥機	1時間	450	長
S08	滅菌用オートクレーブ	同	290	長
S10	遠心分離器	同	320	長彦
S18	試料調整装置	同	290	長
S35	ロータリーキルン	同	540	長
S40	前処理装置	同	540	長彦
V01	プラスチック成形機	同	1,480	長
V04	卓上プレス	同	670	長
V06	複合材料ペレット作成装置 (ペレタイズ仕様)	同	1,380	長
V08	複合材料ペレット作成装置 (液添/Tダイ仕様)	同	2,030	長
V09	超臨界反応装置(二酸化炭素)	同	1,070	長
V12	金型洗浄装置	同	620	長
V13	樹脂材料試作開発システム (ニーダー)	同	2,170	長
V14	樹脂材料試作開発システム (耐摩耗性二軸押出ペレタイズ)	同	2,130	長
V15	樹脂材料試作開発システム (耐摩耗性二軸押出Tダイ仕様)	同	2,960	長
V16	卓上熔融成形機	同	2,460	長

## 12. 工作機器

C02	大型帯のご盤	1時間	1,200	彦
C03	旋盤	同	780	彦
C04	CNC旋盤	1時間	3,300	彦
C05	フライス盤	同	680	彦
C21	小型切削RPマシン	同	680	彦
C22	高周波溶解炉	同	2,890	彦
C23	3Dプリンタ (溶解樹脂積層3Dプリンタ)	1時間	1,990	彦
		増1	690	
C10	電気炉	1時間	520	彦
C11	熱処理炉	同	1,470	彦
C20	ワイヤ放電加工機	1時間	1,870	彦
		増1	790	
C60	レーザ加工機	同	1,330	長
S11	電気炉(マッフル炉)	1時間	290	長
		増1	160	
V02	プラスチック粉砕器	1時間	320	長
W01	射出成形機	同	1,420	長

## 13. 繊維試験機器

T01	検ねん機	1時間	270	長	
T05	糸むら試験機	同	790	長	
T06	風合い試験機	引張り・せん断	同	460	長
T07		圧縮	同	390	長
T08		保温性	同	300	長
T09		純曲げ	同	420	長
T10		摩擦係数	同	470	長
T24		一本曲げ	同	1,090	長
T25		糸ねじり	同	1,000	長
T22		通気性試験機	同	320	長
T14	織物通気度試験機 (フラジール型)	同	310	長	
T11	布引裂試験機	同	270	長	
T12	布破裂試験機	同	290	長	
T26	バギング試験機	同	520	長	
T13	織物摩擦試験機 (ユニバーサル型)	同	360	長	
T15	燃焼試験装置	同	340	長	
T27	MVSS燃焼性試験機	同	650	長	
T16	透湿度試験装置	同	410	長	
T18	染色物堅ろう度試験機	同	360	長	
T19	織物収縮率試験機 (ワッシャー型)	同	500	長	
T21	染色試験機(ポット型)	同	610	長	
T23	織度測定器	同	500	長	

## 14. 繊維加工機器

I05	のり付機	1時間	450	長
		増1	150	
I06	サンプル整経機	1時間	550	長
		増1	250	
I09	ねん糸機	1時間	260	長
		増1	100	
I11	合糸機	1時間	350	長
		増1	110	
I10	その他の準備機械	1時間	310	長
		増1	50	
J03	小幅織機	1時間	360	長
		増1	100	

K06	その他の染色仕上機械	1時間	300	長
		増1	100	
K07	マルチコータ	1時間	550	長
K09	ヒートプレス	同	350	長
K10	ロックミシン	同	480	長
K11	職業用ミシン	同	480	長

#### 15. コンピュータシステム機器

U03	テキスタイルデザインシステム	1時間	530	長
U04	大判プリンタ	同	2,270	長
U06	ガーメントプリンタ	同	1,670	長
U08	自動サンプル織機	1時間	660	長
		増1	440	
U09	自動意匠捺糸機	1時間	600	長
		増1	370	
U10	編物試作開発システム	1時間	1,530	長
		増1	930	
U11	万能インクジェットプリンター	1時間	3,920	長
U12	撮影システム	同	1,920	長

U13	UVプリンタ	1時間	1,280	長
H04	シミュレーション解析システム	1試料	2,110	彦

#### 16. 3Dプリンタを使用する場合における

##### 材料費相当額の細目

C24	3Dプリンタ用材料 (ABS、ASA、サポート)	10立方センチメートルにつき	820	彦
C25	3Dプリンタ用材料(PLA)	同	410	彦

(注1) 使用時間にこの表の単位未満の端数があるときは、その端数を切り上げるものとします。

(注2) 機器番号 DA1、DA2、DA3、GA1、PA1、PA2、PA3、SA1、SA2、VA1 を除く装置については、県外事業者の使用料はこの表に定める額の2倍に相当する額とします。(関西広域連合の産業振興分野構成府県を除く)

(注3) この表以外に特別に要する費用については、その実費を徴収します。

(注4) この表以外にエージングが必要な機器について、別に定める追加時間分の費用を徴収します。

## 1.7.2 試験手数料

(令和6年2月)

### 1. 分析試験 (円、税込) 受付

501	定性分析	1成分	2,240	彦
503	定量分析(繊維ホルマリン)	同	5,050	長
210	定量分析(金属・無機成分)	同	2,940	彦

### 2. 材料試験

609	プラスチック強度試験	1試料 1項目	1,910	長		
611	糸物性試験(強伸度)	同	1,170	長		
612	糸物性試験(織度)	同	1,180	長		
613	糸物性試験(撚り数)	同	1,060	長		
614	糸物性試験(その他)	同	1,180	長		
621	布物性試験(強伸度)	同	1,170	長		
622	布物性試験(引き裂き)	同	1,170	長		
623	布物性試験(寸法変化)	同	1,180	長		
624	布物性試験(厚さ)	同	1,180	長		
625	布物性試験(目付)	同	1,180	長		
626	布物性試験(その他)	同	1,170	長		
604	繊維鑑定	1成分	1,420	長		
605	繊維混用率試験	同	1,610	長		
608	顕微鏡写真撮影	1試料	4,630	長		
001	硬さ試験	1試料 1測定	1,200	彦		
002	硬さ分布試験	1試料	3,450	彦		
003	(HR,HV,HMV)	10測定まで これを超える 場合は1測定	310	彦		
004	硬さ測定用試料調整 (HB,HR,HS)	1試料	430	彦		
005	硬さ測定用試料調整 (HV,HMV)	同	1,810	彦		
010	強度試験	引張	同	1,860	彦	
011		圧縮	同	1,860	彦	
012		抗折	同	1,800	彦	
013		曲げ	同	1,800	彦	
015		衝撃	常温	同	1,610	彦
016			低温	同	2,220	彦
017		降伏点または 耐力	同	1,740	彦	
019		強度試験	伸び	1試料	900	彦
020			絞り	同	900	彦
021			実物強度試験	1試料 1測定	2,490	彦

### 3. 染色試験

701	染色・仕上試験	1試料 1項目	2,100	長
702	染色堅ろう度試験	同	1,560	長

703	染色堅ろう度試験追加	10時間ごと	770	長
-----	------------	--------	-----	---

### 4. 組織試験

101	顕微鏡写真撮影	1視野	3,280	彦
102	顕微鏡写真撮影(焼き増し)	焼増1枚 につき	480	彦
103	金属顕微鏡試験の試料調整	1試料	2,030	彦

### 5. 精密測定

306	表面粗さ測定	1測定	1,840	彦
307	真円度測定	同	2,000	彦
312	三次元測定	1試料 1測定	3,500	彦
313		1測定 増すごとに	1,250	彦

### 6. 環境試験

403	恒温恒湿試験	1試料1条件 1時間	2,050	彦
404		1時間 増すごとに	780	彦
405	冷熱衝撃試験	1試料1条件 1時間	2,310	彦
406		1時間 増すごとに	770	彦
401	塩水噴霧試験	24時間 5試料まで	4,670	彦
402		1試料 増すごとに	360	彦

### 7. デザイン指導

651	デザイン指導	1時間	4,280	長
-----	--------	-----	-------	---

### 8. 成績書の複本または証明書

902	和文	1通	580	長彦
903	英文	同	680	長彦

### 9. 成績書の英文作成

850	成績書の英文作成	1通	2,240	長彦
-----	----------	----	-------	----

(注1) 県外事業者の手数料は、この表に定める額の2倍に相当する額とします。(関西広域連合の産業振興分野構成府県を除く)

(注2) 染色堅ろう度試験の耐光・耐候堅ろう度試験において、10時間を超える場合は10時間毎に規定の料金を徴収します。

(注3) 使用時間にこの表の単位未満の端数があるときは、その端数を切り上げるものとします。

(注4) この表以外に特別に要する費用については、その実費を徴収します。

## 1.8 運営懇話会

県内産業界関係者や学識経験者の方々から、当センターの運営および業務等に関して適切な意見・提言を得て、効率的・効果的な運営を行うために設置しています。

令和6年度に開催しました運営懇話会の概要は次のとおりです。

- [開催日] 令和7年(2025年)3月3日(月) 14:30~16:30  
 [会場] 滋賀県東北部工業技術センター 彦根庁舎研修室  
 [委員] 7名(産業界関係者:4名、学識関係者:2名、その他関係者:1名)

- 座長: 小川栄司 (公益財団法人滋賀県産業支援プラザ 常務理事)  
 委員: 大塚誠厳 (大塚産業マテリアル株式会社 代表取締役社長)  
 中村正博 (高麻株式会社 代表取締役  
滋賀県繊維協会 会長)  
 宮嶋誠一郎 (株式会社ミヤジマ 代表取締役会長) (欠席)  
 濱口浩一 (宮部鉄工株式会社 代表取締役  
滋賀バルブ協同組合 理事長)  
 徳満勝久 (公立大学法人滋賀県立大学 工学部長・工学研究科長  
材料化学科 教授)  
 横山幸司 (国立大学法人滋賀大学 産学公連携推進機構 社会連携セン  
ター長 経済学部 教授)

(敬称略)

### ◎前回懇話会 (R6.3.15) における委員からの意見・提言に対する対応状況

意見・提言	R6開催日までの対応状況
① 工業技術センターはこれから新庁舎を整備されるが、今非常に資材が高騰して、建築費も上がってきている。そのあたりについてはどのように考えているか。できるだけ無駄のないようにお願いしたい。	① 現状、資材や人件費の上昇により建築費が高騰しているなか、必要性を精査し、無駄のないように仕様に反映させた。
② 新施設では皆さんが利用されている各分野の展示物等は設置されるのか。  湖東の麻織物をやっているが、夏の制服を麻織物で作るなど、産地をアピールすることはできないか。	② 新センターには、地場産業をはじめとする県内産業やセンター技術の展示・PRを行う展示交流ゾーンを設けることとしている。特に繊維地場産業については技術紹介スペースを別途準備し、センターに来訪される様々な業種の企業の目に触れてもらうような展示を行う予定である。  来年度滋賀県で開催予定の国スポ・障スポの式典では、湖東の麻・長浜のちりめん・高島の綿それぞれを用いた衣装を作製することとしている。また、新センターに設置予定の展示交流ゾーンでの展示や、例年実施している産地の物販会等を通じて、引き続き産地のアピールに努めたいと考えている。

意見・提言	R6開催日までの対応状況
<p>③ 勉強会の開催に関しての情報はどのように発信されているか。</p>	<p>③ メールマガジン、ホームページを主として広報活動を行っている。また、経済団体や関係団体の広報媒体を通じて広報も行いった。さらに、いくつかの講習会については、開催後に youtube の当センターのチャンネルで講習会の内容を掲載し、センターホームページのリンクから閲覧できるようにもしている。</p>
<p>④ 新センターの機器類の使用の空白期間ができるだけないようにお願いしたいと昨年申し上げた。そのように計画されていると思うが、空白は短ければ短いほどよい。今の時点で実際どれぐらい使えない期間があるのか、いつ開示していただけるのか。</p>	<p>④ 令和8年7月の竣工までは現状通りの対応を予定している。8月以降、引っ越しにより使えない期間が生じてご不便おかけすることになると思うが、期間をできるだけ短くするとともに、スケジュールが決まり次第、速やかに当センターホームページなどを通じて情報公開していきたいと考えている。</p>
<p>⑤ 学生との交流「技術を繋ぐ」これを検討することだが、是非お願いしたい。</p> <p>いろんなところに AI に関するセミナーがあるが、どれを受けたらいいか難しい。製品の合否判定についてはさかんに活用されている。例えば合否判定を数値的に判断するとなると全部測定して許容値に入っているかどうかを確認するのが、今までの一般的なケースです。ただ、感覚的に人が見て、○×という繊維の風合いなどについては、はなかなか数値化できにくいですが、○300個と×300個のデータを読み込ませて AI が判断するという例を最近見てきた。どんどんデータを追加していくと正しい判断ができるようになる。それを簡単に企業でやってみようと思えるきっかけになるようなセミナーなら面白いと思う。</p> <p>滋賀大学データサイエンス学部1期生卒業生がベンチャー企業をやっていて、そこで研修をやらしてもらったが、社員のDXに関する知識とスキルがかなり上がった。データ解析やエクセルのグラフ作成、RPAの使い方など新しいセンターで定期的に行ってもらえるといいと思う。ベンチャー企業のようなやる気のある若い人の応援もできるので、是非そういう場を提供したらよいと思う。</p>	<p>⑤ 大学の先生や学生と協力した「技術を繋ぐ」催し等を検討しているところ。大学への訪問により、新センターの施設や機能を紹介し、「技術を繋ぐ」催し等につながるアイデアや情報を収集している。</p> <p>NTT西日本の技術者を講師に招き、生成AIをテーマに技術普及講習会を開催した。生成AIのセミナーや講習会は、今後も実施する予定。セミナーや講習会は無料なので、ぜひ活用いただきたい。</p> <p>センターでは、地域の中小企業における技術人材の育成をテーマに、年間20回以上の講習会やセミナーを実施している。今年はベンチャー企業の方を講師とした講習会やセミナーは実施できなかったが、テーマに沿ってそのような人材を活用していきたい。</p>

意見・提言	R 6 開催日までの対応状況
<p>⑥ 環びわ湖 6 大学コンソーシアムで、ものづくり県滋賀県、これから理系人材をどうやって育てていくのかが大きな課題として挙げられている。今、大学間で学生の取り合いをしている場合ではなくて、理系人材をどうやって発掘してくかを考えないと、次の「滋賀県はものづくり県」自体が立ちいかななくなるということで、ターゲットを小学生高学年、中学生にしている。高校 1 年生で文理選択をするということは中学生で選択の意思を固めている。理系の拠点の工業技術センターには小学生や中学生にも遡及できるものづくりのテーマを企画していただきたい。</p>	<p>⑥ 滋賀県の試験研究機関 8 機関が組織する試験研究機関連絡会議において、琵琶湖博物館で一般向けの研究発表会を行った。当センターからは 3D ものづくりに関する研究を発表し、幅広い年代の方に技術を PR した。</p>
<p>⑦ 今国を挙げてスタートアップ支援が推進されている。地域の課題を解決していくというスタートアップ支援が大事だと思っているが、新しいセンターではどのように考えているか聞かせてほしい。</p>	<p>⑦ 新センターでは、そこに設置されるオープンサロンやオープンラボなどのオープンイノベーションを推進する空間を、技術人材の交流・研究開発の拠点として活用することにより、スタートアップ支援に取り組む。オープンイノベーションの推進には、大学発スタートアップと県内中小企業の連携が重要と考え、センターはその繋ぎ役となるべく、企業訪問や大学訪問による情報収集と情報提供を行なっているところ。</p>
<p>⑧ オーダーメイド研修をはじめられたということで、ニーズも高いと思うが一方で手間もかかり、ご苦労いただいていると思う。うまいバランスとか何か解決策は考えているのか。センターも企業の困りごとがわかり自分たちのためにもなる。</p> <p>協働ロボットはこれから産業界で利用が進むことが期待される技術と思うが、センターはロボットをお持ちなのでそういったものを体験できる場があるといいと思う。産業支援プラザでもものづくり研究会があり、今後いろいろ連携させていただければと思う。</p>	<p>⑧ オーダーメイド研修として、ガスクロマトグラフ質量分析 (GC/MS) の基礎と、3D デジタイザの基礎の 2 つの研修を実施した。個々の企業の要望に応じた研修のため手間はかかるが、大変満足いただける内容となっている。</p> <p>前述のとおり、センターでは年間 20 回以上の講習会やセミナーを実施している。今年は協働ロボットに関する講習会やセミナーは実施できなかったが、産業支援プラザや総合センターと協力しながら、開催を検討していきたい。</p>
<p>⑨ プラスチックの問題というのは社会的課題となっており、いろいろ研究とかされていると思いますが、そういった取り組みはどのように動いているか。</p>	<p>⑨ センターでは長年プラスチックのリサイクルに関する研究に取り組んでいる。また、本年度からは生分解性プラスチックに関する事業も開始し、プラスチックの生分解性を評価できるようになった。今後もプラスチックに関する社会的課題に対応していきたいと考えている。</p>

意見・提言	R 6開催日までの対応状況
<p>企業との共同研究の話を聞いて繊維を扱っている繊維加工場があるが、水やガスをもものすごく使っている。企業と共同開発された脱炭素などそういった成果をアドバイスただけでないか。地元の繊維加工場も何かヒントになるのではないか。</p>	<p>本年度、県（CO2 ネットゼロ推進課）で、省エネルギー・再生可能エネルギー等の設備導入に対し補助する事業を行っているほか、センターでも今後、植物由来材料を活用した新たな技術開発を予定しているなど、引き続き多面的な支援を行っていく予定です。</p>
<p>⑩ 毎年県庁で地場産業である絹、麻、綿織物の販売会をやっている。皆さんアンテナショップをお持ちだが、今の時代待っているだけではダメなので自分の足で稼いで売らなければいけない。県庁だけでなく、県内でもう1か所販売会をどこかでさせていただければありがたい。ご検討いただきたい。</p>	<p>⑩ 繊維協会で毎年行っている県庁での販売会に加え、本年度は新たな試みとして、全国商工会議所女性会連合会滋賀全国大会に併せて開催された物販会に参加し、地場製品の販売会を行った。引き続き、繊維協会と協力して知恵を出しながら検討して進めていきたい。</p>
<p>(座長) 東北部工業技術センターにおかれましては、本日の意見を踏まえまして今後の運営に活かしていただくようお願いいたします。</p>	

◎令和6年度 運営懇話会委員からのその他の意見・提言の概要

- ・無水染色についてポリエステルは実用化されているとのことだが、企業が試験的に染色をセンターにお願いできるのか。
- ・高島の綿織物は、綿だけでなく麻やポリエステルとの複合素材もある。ポリエステルで無水染色をした高島織物ができれば新たなブランドとなる。得意先にも話ができるし環境問題に取り組んでいるという印象も与えられるとよいと思う。糸もそうだが生地も無水染色ができればよいと思う。
- ・センターが特定の学部や研究者からの依頼1に対して1のお返しをするだけでは業界そのものの注目は広がらない。センターとしての支援業務を学生が理解して興味を持つような取り組みをお願いしたい。
- ・これからビジネスになる可能性を目指して集まる研究会を参考にしたらどうか。
- ・生分解性プラスチックはこれから必要になる研究で、ビジネスに繋がる技術としてもよい。
- ・県内の繊維関係企業から出る端材の処理など企業の困りごとをサポートしていくのがいいのではないか。
- ・注目を浴びているナノファイバーなど新しい分野を見つけ出していくのも、ビジネスのネタとして面白いのではないか。
- ・工学部の学生をどれだけ地元に残せるかが課題である。これだけの共同研究のテーマがあれば中小企業と一緒に学生の出口も含めて巻きこんでしまうような、仕掛けづくりをやっていく方がよい。
- ・地域に残す地域の活性化を含めた研究を学生たちに提供することは、Win-Win の関係でより活性化していく可能性があるので、少しずつ広めていってほしい。
- ・滋賀高専に化学系がない。化学メーカー、繊維メーカーが多い滋賀県で人材育成していくには物足りない。県への要望に含めてほしい。
- ・滋賀県の体制づくりを考えれば、高専を念頭に置いた体制づくりをしてもよいのではないか。人材確保という意味からも必要ではないか。
- ・センター職員はこれだけの人数で技術相談を受けながら設備機器の指導もされている。オーバーロードになっていないかと危惧する。県へ要望して人材を拡充することを考えるべき。

- 働きやすい職場になれば、必ず女性の意見を取り入れる必要がある。そういうことから人材を拡充するときはバランスをとることが必要である。
- 新センターでは、隣接する民間事業者と連携して地域の活性化について考えてほしい。
- プラザで実施しているものづくり研究会は、情報発信はできるが具体的な技術についてはハードルが高いので、センターと連携して取り組んでいきたい。
- 今後、大学とセンター、プラザと一緒に研究テーマ探しに取り組みたいので協力をお願いしたい。

## 1.9 組織目標

### (1) 令和6年度 組織目標結果

#### 総合評価

当センターの使命は、地域に密着した研究開発、技術相談指導、各種試験など総合的な支援を行い、県内企業の技術力向上と発展を図ることです。このため、主な業務である①企業の技術課題の解決、②企業の技術開発・新製品開発の支援、③研究成果の普及、④企業の技術人材育成を組織目標に掲げ、この一年間センター職員一丸となって取り組みました。その結果、②、③、④の項目で、目標の成果を得ることができました。より一層の成果を得るため、①の目標では、職員が親身になって技術相談に取り組むことを今後の対応としました。

#### 個別目標

番号	項目名	目標の内容	目標値	評価	達成度	今後の対応
1	地域企業が抱える技術課題の解決	技術相談件数	6,800件	ほぼ目標の実績となり、地域企業の期待に応えられました。最新技術に対応するため試験研究機器などの更新、維持管理が課題。 ◆6,134件(達成度90%)	○	地域企業の課題解決のため、職員が親身になって技術相談に取り組みます。また、試験研究機器の計画的な更新、維持管理に努めます。
2	技術開発や新製品開発等により県内中小企業の競争力向上	産学官等連携共同研究数	25件	目標を達成できました。産学官等連携をコーディネートし企業の競争力向上に寄与しました。 ◆25件(達成度100%)	○	企業訪問や外部の支援機関との連携を行い、研究シーズの発掘、企業ニーズへの対応を図り、共同研究を推進します。
3	研究成果の技術普及	技術普及件数	12件	実施許諾や技術移転を行い、目標を達成することができました。特許権などの活用・普及が課題。 ◆24件(達成度100%超)	◎	企業の解決したい課題を正確にとらえ、研究成果・特許権などの活用・普及を推進します。
4	地域の中小企業における技術人材の育成	講習会等の開催数	20回	機器利用講習会、基礎・注目技術の研究について、オンラインの活用や個別指導の取組を実施することで、目標を達成し、企業の人材育成に貢献できました。 ◆27回(達成度100%超)	◎	技術人材の育成の観点から、講習会やセミナーなどについて、オンラインの活用や個別指導の取組を計画的に実施します。

※達成度は、◎（目標値を超える実績があった）、○（ほぼ目標値どおりの実績、75%以上100%）、△（目標値に達しなかった、50%以上75%未満）、×（目標値に達しなかった、50%未満）

### (2) 組織目標の経過

当センターでは、4つの組織目標を毎年、見直し、設定して業務運営状況の把握と推進に活用しています。

	年度	H27	H28	H29	H30	R01	R02	R03	R04	R05	R06
技術相談件数	目標値	6,000	6,100	6,500	6,700	6,700	6,800	6,800	6,800	6,800	6,800
	実績値	6,755	7,460	7,173	7,396	7,332	7,459	6,420	6,640	7,135	6,134
産学官連携共同研究数	目標値	22	22	25	25	25	25	25	25	25	25
	実績値	23	33	28	25	26	23	23	21	22	25
技術普及件数	目標値	10	10	12	12	12	12	12	12	12	12
	実績値	12	20	14	15	17	15	19	22	19	24
講習会等の開催数	目標値	15	16	17	20	20	20	20	20	20	20
	実績値	17	20	22	23	21	14	20	25	24	27

## 1.10 運営方針

地域の持続的な産業の成長を目指して、モノづくり企業の基盤強化と競争力向上に資する技術支援を行うことが行政機関としての東北部工業技術センターの使命です。

このためにも、「センター目線ではなく企業目線」に立って、企業ニーズを把握し適切で丁寧な技術支援を行い、企業に貢献できる活動を行います。

令和6年度は、次の視点を運営方針とします。

### 1. 企業の利益につながる技術支援を

- 企業が、早い時期に「実用化し利益を上げる」ための支援を重視しつつ、「将来につながる技術」の両立を心がける。
- 「企業の開発能力」を高める支援を重視し、成果としては「売上など具体的な数値」にも気を配る。

### 2. 企業ニーズ主体の支援

- 適切な距離は必要なものの、「現場の姿を理解」した相談対応・支援を行う。
- 個々の企業が発展に向かえるように、共同研究と同時に県や国の「補助金から各種支援制度」まで、広く理解し最適な支援を行う。

### 3. 攻めの姿勢を大切に

- 公益財団法人滋賀県産業支援プラザ、大学だけでなく、滋賀県中小企業団体中央会、一般社団法人滋賀経済産業協会、滋賀経済同友会、産地組合、各分野の工業組合、商工会議所、市商工部局との連携を心がける。

### 4. アイデア重視の効率的な指導と PR

- センター自体や各機器の「利用方法の HP 掲載」、センター利用方法の「動画配信」など、利用促進と説明時間の短縮などの工夫。

## 2. 決算

### 2.1 歳入(一般会計)

科 目				予算額 (円)	収入済額 (円)
款	項	目	節		
使用料及 手数料	使用料	商工観光労働使用料	東北部工業技術センター	37,526,000	45,485,687
	手数料	商工観光労働手数料	東北部工業技術センター試験	4,500,000	2,080,300
財産収入	財産売払収入	物品売払収入	モノづくり振興課	0	283,352
諸 収 入	受託事業収入	商工労働受託事業収入	東北部工業技術センター 試験研究事業費	847,000	847,000
	雑 入	雑 入	東北部工業技術センター 借受機器利用料	3,500,000	2,584,320
	雑 入	雑 入	東北部工業技術センター 試験研究事業費補助金	2,412,825	2,412,825
	雑 入	雑 入	雑 入	0	476
合 計				48,785,825	53,693,960

### 2.2 歳出(一般会計)

科 目				予算額 (円)	支出済額 (円)
款	項	目	節		
商工観光労働費	中小企業費	東北部工業技術センター費	報酬	9,011,000	9,006,684
			給料	87,059,979	86,839,957
			職員手当等	58,947,000	58,789,770
			共済費	29,133,000	29,108,973
			報償費	517,000	442,900
			旅費	2,269,000	1,679,700
			需用費	38,695,000	37,588,563
			役務費	7,421,000	6,877,513
			委託料	16,007,000	15,733,722
			使用料及び賃借料	974,000	920,100
			公有財産購入費	87,221,000	77,541,000
			備品購入費	7,646,000	7,519,380
			負担金補助及び交付金	240,000	227,545
			公課費	5,000	5,000
	小 計			345,145,979	332,280,807
	商工業費	工業振興費	工業振興費	旅費	101,168
需用費				612	612
負担金補助及び交付金				46,000	46,000
小 計			147,780	147,780	
合 計				345,293,759	332,428,587

## 2.3 事業別歳出決算

事業名		決算額(円)
職員費		184,231,984
運営費	庁舎整備事業	88,544,722
	運営管理費	21,899,705
	無体財産(特許権)維持管理費	650,000
試験研究 指導費	ものづくり技術高度化事業	806,033
	県内産出プラスチック材料の利活用と高付加価値化のための機能制御技術開発	806,033
	協働ロボットによる製造自動化技術の開発	0
	技術移転・共同研究事業	467,051
	ICT支援事業を用いた製造工程の可視化・技術伝承支援技術の開発	169,440
	共同研究推進事業	297,611
	地域産業支援事業	474,622
	繊維産業開発支援事業	297,805
	パルプ産業開発支援事業	158,183
	ブランド構築支援事業	5,500
	ICT支援事業	13,134
	外部競争的資金導入型研究開発事業	3,259,825
	海洋生分解性に係る評価手法の確立	847,000
	極小径鉗子のプレス化及び組立技術開発による患者負担軽減を実現する医療機器の開発	1,257,971
	固体酸化物形燃料電池(SOFC)の高効率な発電を実現する都市ガス改質用過熱蒸気生成気化器の開発	104,854
	軽量及び吸水速乾性に優れた糸への無水染色化技術とその実用化プロセス技術の開発	130,000
	硫化物を分散した青銅鋳物	400,000
	貫通型横孔マイクロニードルアレイ製造のための微細精密加工の研究開発	520,000
	技術交流事業	123,199
	試験機器の整備・更新事業	4,394,500
	生分解性プラスチックの開発・利用促進事業	1,715,300
	技術者のリスクリング支援事業	1,162,380
	新センターのオープンイノベーション事業	93,410
	人材育成事業	92,200
	技術連携・試験機器維持管理事業	23,937,669
	基盤技術研究事業	412,207
	合 計	332,264,807

### 3. 設備利用開放業務および依頼試験分析業務

#### 3.1 設備利用開放業務

部署	コード	区分	使用件数	使用時間, /hr		
有機環境係 繊維・デザイン係	O04	材料試験機器	全自動抗張力試験機 1.5kN	5	6	
	O05		万能材料試験機10kN	160	503	
	O10		全自動マイクロゴム硬度計	9	16	
	A31		衝撃試験機 (恒温槽付)	62	326	
	S41		SEM用マイクロアナライザ	59	109	
	P04		生物顕微鏡	1	1	
	P05		実体顕微鏡	2	2	
	P06		顕微鏡画像記録装置	3	3	
	P08		レーザ顕微鏡	34	152	
	P10		低加速走査型電子顕微鏡	85	177	
	P13		デジタルマイクロスコープ (光学顕微鏡部)	41	78	
	P14		デジタルマイクロスコープ (電子顕微鏡部)	11	29	
	R02		環境機器	紫外線フェードメータ	6	1,705
	R03			小型恒温恒湿器	10	1,720
	R05	キセノンウェザーメータ		1	200	
	R06	メタルハライドウェザーメータ		4	608	
	R08	キセノンウェザーメータ水噴霧		7	2,897	
	R09	メタルハライドウェザーメータ水噴霧		16	1,928	
	R10	環境試験室		27	415	
	R11	小型ウェザーメータ		1	80	
	R12	スーパーキセノンウェザーメータ 噴霧無し		1	16	
	R13	スーパーキセノンウェザーメータ 水噴霧		15	2,454	
	S22	物理量測定機器		熱伝導率計	16	63
	B10		電子天びん	230	267	
	M02		計測機器	5	10	
	S02	分析機器	赤外分光光度計 (FT-IR)	191	330	
	S05		熱分析装置 (低温)	25	173	
	S06		熱分析装置	168	966	
	S13		液体クロマトグラフ	18	118	
	S19		ガスクロマトグラフ質量分析装置	138	1,163	
	S27		高温GPCシステム	97	1,016	
	S30		水分測定装置(カールフィッシャー法)	29	145	
	S31		ガスクロマトグラフ	14	102	
	S42		電磁波シールド測定装置	1	1	
	Q07		物性評価機器化学	精密色差計	36	52
	Q08	光沢計		8	12	
	S37	接触角測定装置		9	26	
	S38	接触角測定装置 (動的部)		6	12	
	V10	メルトフローインデクサ		9	42	
	P02	化学試料調整機器	マイクロトーム	5	15	
	S10		遠心分離機	1	6	
	S11		電気炉 (マッフル炉)	1	4	
S12	乾燥機		36	223		
S17	真空乾燥機		72	488		
S18	試料調整装置		45	321		
S25	噴霧乾燥機		2	16		
S35	ロータリーキルン		18	143		
S40	前処理装置		19	22		
V01	プラスチック成形機		17	109		
V04	卓上プレス		24	100		

部署	コード	区 分	使用件数	使用時間, /hr		
有機環境係 繊維・デザイン係	V06	化学試料調整機器	複合材料ペレット作成装置 (ペレタイズ仕様)	1	3	
	V13		樹脂材料試作開発システム (ニーダー)	6	31	
	V14		樹脂材料試作開発システム (耐摩耗性二軸押出ペレタイズ)	58	358	
	V15		樹脂材料試作開発システム (耐摩耗性二軸押出Tダイ仕様)	32	239	
	V02	工 作 機 器	プラスチック粉碎器	28	115	
	V16		卓上熔融成形機	16	109	
	W01		射出成形機	7	45	
	C60		レーザ加工機	1	2	
	T01	繊維試験機器	検撚機	4	4	
	T07		風合い試験機	圧縮	1	2
	T08			保温性	9	35
	T09			純曲げ	2	9
	T10			摩擦係数	5	13
	T24			一本曲げ	6	32
	T25			糸ねじり	1	7
	T11		布引裂試験機	1	2	
	T12		布破裂試験機	1	1	
	T14		織物通気度試験機(フラジール型)	7	9	
	T15		燃焼試験装置	5	13	
	T16		透湿度試験装置	3	32	
	T18		染色物堅牢度試験機	5	16	
	T19		電機洗濯機	1	1	
	T21		染色試験機 (ポット型)	7	13	
	T22	通気性試験機	7	14		
	T23	織度測定器	2	2		
	T27	MVSS燃焼性試験機	21	61		
	I06	繊維加工機器	サンプル整経機	15	37	
	I09		燃糸機	1	6	
	I10		その他の準備機器	2	4	
	K06		その他の染色仕上機械	1	1	
	K07		マルチコータ	19	45	
	K09	ヒートプレス	26	47		
	U03	コンピュータシステム機器	テキスタイルデザインシステム	7	39	
	U04		大判プリンタ	13	14	
U08	自動サンプル織機		12	48		
U10	織物試作開発システム		5	19		
U11	万能インクジェットプリンター		12	26		
U13	UVプリンタ		3	7		
小 計			2,153	20,831		
機械システム係 金属材料係	D02	精密測定機器	三次元測定機	36	96	
	D32		輪郭形状測定機	9	24	
	D34		3Dデジタイザ	7	26	
	F10		水圧試験用ポンプ	3	3	
	F20		摩擦摩耗試験機	20	129	
	F30		バルブ性能試験装置	46	233	
	A01	材料試験機器	万能試験機 250kN	177	296	
	A02		万能試験機1000kN (アナログ)	4	8	
	A03		疲労試験機 (50kN)	34	948	
	A10		ブリネル硬さ試験機	79	79	
	A11		ロックウェル硬さ試験機	3	3	
	A12		ビッカース硬さ試験機	3	5	
	A15		超微小硬さ試験機	18	39	
A30	衝撃試験機 (シャルピー)	11	16			

部署	コード	区分		使用件数	使用時間, /hr	
機械システム係 金属材料係	D35	観察機器	画像記録装置	4	6	
	P10		低加速走査型電子顕微鏡	90	143	
	S41		SEM用マイクロアナライザ	73	109	
	P09		実体顕微鏡システム	3	3	
	P12		非接触微細形状測定機	11	38	
	G10		金属顕微鏡	22	25	
	Z01		原子間力顕微鏡	2	7	
	G01	機械試料調整機器	湿式切断機	48	53	
	G03		試料埋込機	33	38	
	G04		試料研磨機	1	5	
	G06		熱風乾燥器	42	43	
	G08		精密切断機	8	31	
	G09		真空含浸装置	3	3	
	E01	環境機器	冷熱衝撃試験機	10	2, 337	
	E02		恒温恒湿槽	15	2, 228	
	E04		小型超低温恒温槽	6	2, 067	
	E08		複合サイクル試験機	19	3, 696	
	B10	物理量測定機器	電子天びん	41	43	
	M02		計測機器	1	7	
	B02	分析機器	炭素・硫黄微量定量分析装置	65	141	
	B21		低濃度用ICP発光分析装置	67	119	
	B31		エネルギー分散型蛍光X線分析装置	89	137	
	B40		X線回折装置	5	9	
	B50		自記分光光度計	21	38	
	S12	化学試料調整機器	乾燥機	3	3	
	S40		前処理装置	62	86	
	C02	工作機械	大型帯のこ盤	16	16	
	C10		電気炉	3	12	
	C23		溶解樹脂積層型3Dプリンタ	7	53	
	C24		3Dプリンタ用材料 (ABS, ASA, サポート)	7	870cm <sup>3</sup>	
	H04	コンピュータシステム機器	シミュレーション解析システム	6	25	
	小計				1, 233	13, 513
	合計				3, 386	34, 344

借受機器					
部署	コード	区分		使用件数	使用時間, /hr
有機環境係 繊維・デザイン係	PA2	観察機器	プラスチック評価システム複屈折評価部	37	60
	SA1	物性評価機器	プラスチック評価システム 低せん断粘弾性測定部 (常温)	64	326
	VA1		プラスチック信頼性評価システム高せん断粘弾性測定部	5	31
小計				106	417
機械システム係 金属材料係	DA1	精密測定機器	真円度・円筒形状測定機	1	1
	DA2		表面性状測定機	15	42
	DA3		非接触表面粗さ測定機	1	5
	GA1	機械試料調整機器	自動研磨琢磨装置	51	98
	PA1	微小観察機器	X線CTシステム	107	400
	PA3		最小部観察・解析システム	6	7
小計				181	553
合計				287	970

### 3. 2 依頼試験分析業務

部署	コード	区分	依頼件数	単位名		
有機環境係 繊維・デザイン係	609	材料試験 プラスチック強度試験	4	試料		
	611	糸物性試験 (強伸度)	3	試料		
	612	糸物性試験 (番手または織度)	5	試料		
	613	糸物性試験 (より数)	1 1	試料		
	614	糸物性試験 (その他)	1	試料		
	621	布物性試験 (強伸度)	4 9	試料		
	622	布物性試験 (引き裂き)	2	試料		
	623	布物性試験 (寸法変化)	9	試料		
	624	布物性試験 (厚さ)	9	試料		
	625	布物性試験 (目付)	8	試料		
	626	布物性試験 (その他)	3	試料		
	702	染色試験	染色堅ろう度試験	2 2	試料・項目	
	651	デザイン指導		4	時間	
	902	成績書の複本または証明書 (和文)		1	通	
小 計			1 3 1			
機械システム係 金属材料係	210	分析試験	定量分析 (金属・無機成分)	2 7 1	成分	
	001	材 料 試 験	硬さ試験	9	試料・測定	
	004		硬さ測定用試料調整 (HB, HR, HS)	7	試料	
	010		強度試験	引張	2 6 7	試料
	015			常温衝撃	9	試料
	017			降伏点または耐力	1 9 0	試料
	019			伸び	2 5 5	試料
	020			強度試験 (絞り)	3	試料
	850		成績書英文	成績書の英文作成	5	通
	小 計			1, 0 1 6		
合計			1, 1 4 7			

## 4. 技術相談支援業務

### 4.1 技術相談

(単位：件)

技術分野	有機環境係 繊維・デザイン係	機械システム係 金属材料係	合計
電気・情報	74	16	90
機 械	19	989	1,008
金 属	18	854	872
材 料	2,523	373	2,896
環 境	155	7	162
食品・パケ	13	1	14
織 維	720	6	726
窯 業	1	3	4
デ ザ イ ン	167	60	227
共 通	69	78	147
合 計	3,759	2,387	6,146

### 4.2 リサーチサポート事業

業 種 名	企業数	指導件数	指導時間	指 導 事 項
職員向け	0	1	1.5	・ 計算状態図、硫化物粒子の計測、冷却曲線の測定について
機械	1	1	1	・ コンクリートにかかる力について
合 計	1	2	2.5	

### 4.3 産地組合等への支援

産地組合	支援事業	支援の内容
滋賀県繊維協会	事務局の運営 産地製品のPR セミナーの開催	<p>理事会（5月）および総会（6月）を開催。産地製品のPRを目的に県庁ヤマザキショップにて物品販売会（7月）を企画、開催。また、全国商工会議所女性会連合会滋賀全国大会で開催された能登半島地震復興支援物産展（11月）に出展した。</p> <p>セミナーは、テキスタイルトレンドセミナー（9月）や繊維の勉強会（①織物製造の実践知識Part2（9月）、②染色加工講座（10月））を開催した。</p>
浜縮緬工業 協同組合	展示支援 技術支援	シルクのウォッシュャブル加工等の技術的な支援を行うとともに、組合での聞き取りや企業訪問にて、情報および意見交換を行った。
湖東繊維工業 協同組合	技術支援 製品開発支援	新商品開発に対する技術的な支援の他、組合での聞き取りや企業訪問にて、情報および意見交換を行った。
滋賀県麻織物工業 協同組合	技術支援	組合での聞き取りや企業訪問にて、情報および意見交換を行った。
高島織物工業 協同組合	技術支援	組合での聞き取りおよびビワタカシマ展に訪問し、情報および意見交換を行った。
高島晒協業組合	技術支援	組合での聞き取りおよびビワタカシマ展に訪問し、情報および意見交換を行った。

産地組合	支援事業	支援の内容
滋賀バルブ 協同組合	鉛フリー銅合金 「ビワライト®」 の実用化・普及支 援	鉛フリー銅合金「ビワライト®」(CAC411)を普及す るために、耐候性(埋設、屋外暴露)試験を継続実施 した。また、ビワライト®に関する学会発表を行うな ど普及啓発活動を支援した。
	技術支援 展示支援 共同研究	バルブ開発支援事業に関連して、ビワライト®の普 及支援に関する共同研究開発を継続実施した。また、 ICT技術を用いた鋳造技術の高度化・高効率化技術に ついての研究や3D砂型プリンタ導入に向けての研究 、曲管流れがバタフライ弁に及ぼす影響についての 研究を実施した。
	人材育成	組合主催の新人・若手社員向けバルブ研修会(6/11) で講師派遣や施設見学で協力するとともに、組合との 共催で技術者を対象としたセミナー(6/28、9/13、 12/4、2/7)を開催した。また、国家試験：技能検定機 械検査受検講座を開催して産地の人材育成を支援し た。
彦根仏壇事業 協同組合	技術支援 製品開発支援	仏壇新商品を開発販売する合同会社 NANAPLUS*の 勉強会へ参加し、情報交換とおりんの商品開発を支 援。(※合同会社 NANAPLUS は、仏壇事業者の商品開発 研究会が企業化したもの)

## 4. 4 主な技術相談事例

プラスチック材料・有機材料・生物材料関連

課 題	樹脂シート成形不良の原因の特定
指導内容	<p>多層樹脂シートを成形した際に、樹脂のかたまりが混入する不具合が発生した。原料樹脂の熔融不良が考えられ、どの層を構成する樹脂が原因であるか特定できれば対策ができるため、赤外分光光度計 (FT-IR) による測定を行ったものの、各層の樹脂はすべて同種の素材であるため判別ができなかった。その他の方法にて特定する手法について相談を受けた。材質が同一であったとしても、分子量分布に差異があると考えられるため分子量測定 (GPC) を勧めた。オレフィン系樹脂であるため、高温GPCにより測定を行ったところ、各層の分子量分布に差異が確認され、それらと比較することで原因樹脂の由来を特定することができた。生産機温度条件等を見直し対策を行ったところ、当該不具合が解決できた。</p>

課 題	リサイクル樹脂に含まれる揮発性有機化合物 (VOC) について
指導内容	<p>樹脂再生材がVOCを含有していないか確認したいと相談を受けた。VOC測定にはガスクロマトグラフ質量分析計による測定を紹介した。当センターでは主なVOCのうち数種類の測定が可能であり、専用のバイアル瓶に封入し、ヘッドスペース法により分析を実施した。この結果、本法により測定可能なVOCについては検出下限以下であり、問題になる成分は含まれていないことがわかった。</p>

課 題	吸着材の性能評価について
指導内容	<p>多孔質吸着材の開発を行っており、複数の吸着材から揮発性成分の吸着性能を比較し、ベストな吸着材を選定したいと相談があった。対象化合物は揮発性の有機化合物であり、ガスクロマトグラフ質量分析計で測定可能であるため、密閉容器に吸着材および濃度既知の対象物質を含むガスを封入し、所定時間おきにガスタイトシリンジにてサンプリングし、測定を行った。対象物質濃度の経時変化から、複数の吸着材性能を比較し、製品候補を絞り込むことができた。</p>

課 題	食材の長期保存について
指導内容	<p>自然環境で生育している食材について年間を通して料理に用いて提供したいのだが、収穫期に1年分を収穫するため保存性の向上が必要であり、乾燥保存をした場合に、水で戻して元通りになるか試験を行いたいとの相談があった。凍結乾燥法を紹介し、当センターの凍結乾燥機で乾燥させたところ、十分に乾燥ができることおよび、水でほぼ元通りに戻ることが確認できた。</p>

課 題	樹脂ペレット中の水分測定
指導内容	<p>製品において樹脂ペレット中の水分に由来すると考えられる成型不良が発生し、ペレット中の水分量を測定したいとの相談があった。樹脂ペレットに含まれる水分は、成形不良や強度低下などを引き起こす原因となるため、樹脂ペレット中の水分量を把握・管理することが重要である。当センターのカールフイッシャー水分率計は、樹脂ペレットをはじめとする固体試料の水分量測定が可能な水分気化装置を備えており、樹脂ペレット中の微量の水分を高精度に測定することが可能である。この装置を用いて測定したところ、樹脂ペレット中の水分量が予想以上に多いことがわかった。その後、乾燥条件と水分量との関係を調査し、適切な乾燥条件を見つけることができた。</p>

課 題	有機溶剤の純度測定
指導内容	ある有機化合物の精製条件の最適化のために、純度を測定したいという相談があった。対象の有機化合物は沸点が約200℃の常温で液体の物質であったことから、ガスクロマトグラフ（GC-FID）による分析を試みた。絶対検量線法による定量を試みたが、不純物として含まれる水の影響により、絶対検量線法による定量が適当ではいことが分かったため、内部標準法による定量に切り替えたところ、再現性良く純度を測定することができた。

課 題	生分解性プラスチック複合材作製時の安定性不良について
指導内容	生分解性プラスチックと植物由来粉末からなる複合材の作製がうまくできないとの相談を受けた。植物由来の粉末は親水性で水分を含みやすく、生分解性プラスチックは植物由来粉末よりも親水性が低く、加水分解を起こしやすいものであった。 そのため、安定性不良の原因は植物由来粉末の親水性の高さと水分にあると推定し、植物由来粉末および生分解性プラスチックの事前乾燥の強化と、植物由来粉末の親水性を低下させる添加剤を加えるようアドバイスし、一定の改善を得た。

課 題	樹脂積層フィルムの成形不良について
指導内容	2種類の樹脂を積層させたフィルム成形品で反りが発生しており、この原因について調査したいと相談があった。 実際にフィルムに切れ込みを入れてみると、MD方向とTD方向で反り方に違いが見られた。複屈折評価装置を用いて試験を行ったところ、フィルムの中央部から端にかけて位相差の変化が見られたことから、成形品内の残留応力が反りの原因となっていることが分かった。

課 題	押出成形時の不良改善について
指導内容	複数の樹脂材料を用いる押出成形において、密着不良が発生していることから、各原料樹脂の熔融特性を評価したいとの相談があった。 レオメータを用いて熔融時の粘度測定を行ったところ、成形不良が発生している温度領域では $G' > G''$ であったことから、本来の密着性能が現れず、不良が発生したと考えられた。また得られたデータから $G' < G''$ となる温度領域も見られたため、最適な成形条件の模索にも活かすこともできた。

課 題	熱硬化性樹脂のガラス転移温度（ $T_g$ ）測定について
指導内容	示差走査熱量計（DSC）では $T_g$ を確認できなかった熱硬化性樹脂の $T_g$ を調査したいという相談があり、動的粘弾性測定（DMA）を紹介した。 ガラス転移による緩和現象を観測することができ、熱硬化性樹脂を使用した製品の品質管理に活用できた。

課 題	ゴム材料の比熱測定について
指導内容	ゴム材料の比熱測定について相談があり、示差走査熱量計（DSC）を紹介した。 比熱を算出する温度等から測定条件を提案し、比熱を測定することができた。

繊維・デザイン関連

課 題	織物に混入した異物について
指導内容	織物製造事業者より、織物に大量に混入した異物の同定と混入経路の特定について相談があった。最初に織物および糸を分解することにより、混入が紡績工程、撚糸工程、製織工程のいずれで発生したかを特定した。次に、工程ごとに異物を色および形状で分類し、デジタルマイクロスコープによる詳細な形態観察と赤外分光光度計（FT-IR）によって異物の同定を行い、各工程における対応策を講じた。

課 題	染色物に発生した白い粉状付着物について
指導内容	染色整理加工事業者より、染色後の織物全体に発生した白い粉体付着物の除去方法について相談があった。粉体は水洗工程で用いる地下水に含まれる無機塩である可能性があったことから、pH=6.5程度、20℃程度の水で攪拌しながら水洗することを提案したところ、解消した。

課 題	染色生地の色ムラについて
指導内容	染色後の生地に部分的に色ムラがあり、原因を知りたいという相談があった。マイクロスコープによる拡大観察をした結果、染まっていない箇所はよこ糸で、双糸のうちの1本に異なる繊維が撚られており、これが染めムラの原因になっていたことが分かった。

課 題	チェアリフト用シート生地について
指導内容	真夏、チェアリフトのシートが熱くなるため、生地の変更をしたいとの相談があった。風合い試験の熱物性試験機を用いて接触冷温感測定を行うことにより、熱の伝わりやすさに関して試料間の比較を行い、改良生地の検討に用いるデータを得た。

機械・加工技術関連

課 題	樹脂成型品の精密形状測定
指導内容	樹脂成型品で、軸と穴形状の部品を組み合わせた際に動きが悪いものがあり、その原因を調べるため、実物の寸法測定を行いたいという相談があった。サンプルを確認すると、曲面部などノギスやマイクロメーターでは精度よく測定できない形状を有しており、測定したい場所により適した計測器が必要であることがわかった。そのため必要とする測定精度を確認し、画像計測装置と3Dデジタイザを使用することを提案した。その結果、設計寸法からの偏差や、形状のゆがみを計測することができ、動作不良の原因を推定することができた。

課 題	大型ワークの寸法測定
指導内容	長手方向に1300mm程度ある鉄板の面上に複数設けられた位置決め用ピンに関して、ピンの直径・ピン間距離・ピンと面の直角度等を測定したいという相談を受けた。大型のワークのため自社で保有する三次元測定器では測定できないため、測定範囲X:900mm,Y:1000mmである当センターの三次元測定機に、対角線状にワークをセッティングし、測定した。

課 題	ねじの形状測定
指導内容	M10～M200という様々なサイズのねじのピッチ・ねじ山角度などを測定したいという依頼があった。ねじや極小の面取りなどの断面輪郭形状を取得し寸法計測することが得意な表面性状測定機（別称：接触式輪郭形状測定機）で、ねじの形状測定をおこなった。

課 題	消防認定のための等価管長試験を実施したい
指導内容	産業用として販売している配管継手を改良し消防用として認証を取得したい。認証を取得するための等価管長試験を実施できるか、という相談があった。当センターでは等価管長試験の実績も多数あり、試験に必要な準備について数度の打ち合わせ後、試験を実施し認証取得を支援した。

金属材料・分析技術関連

課 題	特殊コーティングしたプラスチック板材の摩擦摩耗試験について
指導内容	従来製品よりも摩擦係数が低くなるよう改良したプラスチック材について摩擦摩耗試験で性能を証明したいが、なるべく短時間で性能比較ができるよう滑り速度を高速にして試験を行いたいと相談を受けた。 基本的な摩擦摩耗試験の手順や試験体の作製について説明を行い、一般的にプラスチックは金属と比較して熱がこもりやすいため、発生した過剰な熱が材料に影響を与えないように、実際に使用する環境での滑り速度以上には設定しない方が良いと提案した。その条件で試験を実施し、無事に改良品の優位性が示された。

課 題	50年前の製造機械の溶接部品を補修する方法について
指導内容	鋳鉄製の強度部材が経年劣化で破損したため補修方法について相談を受けた。できるだけ形状を変えないため溶接による補修を検討していたようだが、鋳鉄は溶接に向かない材料であることを説明し、補強材となる部品を作製してボルト止めるか、リバースエンジニアリングで同形状の鋳造品を製造するか、どちらかが望ましいとアドバイスした。結果、ステンレス製の補強材をボルト締結する補修が行われた。

課 題	樹脂パイプに対する高速引張試験について
指導内容	水道用の樹脂パイプについて、水充填状態での高速引張試験を行いたいという相談を受けた。地震による地層のズレに耐えられるかどうかを検証する試験であったため試験速度が非常に早く、通常の材料試験機では応答性が足りないため、専用ジグを用意してもらったうえで疲労試験機を用いた引張試験を行い、必要とするデータを採取できた。

課 題	結晶質シリカの定性分析がしたい
指導内容	結晶質シリカの定性分析がしたいという相談があった。(一社)日本繊維状物質研究協会「X線回折分析法による 建材製品中の結晶質シリカの定量分析方法」(2019年12月)によると、主な結晶質シリカの分析は、試料を均一に調整し、X線回折装置で、石英(クオーツ)、トリジマイト、クリストバライトなどの結晶性物質を特定することになると回答した。

課 題	黄銅部品の破損の原因解析について
指導内容	黄銅部品の破損原因の解析についての相談があった。 破面を見ると銅色に近い色となっており、脱亜鉛腐食が考えられた。蛍光X線分析装置で分析した結果、亜鉛濃度は20%台まで低下しており脱亜鉛であることが確認された。脱亜鉛腐食は黄銅で発生しやすい現象であり、合金成分である亜鉛が選択的に溶け出し、黄銅の強度が低下する現象である。

課 題	鋳物部品の異物分析について
指導内容	<p>鋳鉄製の鋳物部品内部に異物が付着していた。その物質について分析を行いたいという相談。走査電子顕微鏡による観察と電子顕微鏡に付属している分析装置を使って成分分析を行った。その結果、切粉の形状をしており、鉄が検出された。そのため、切削加工時の切粉が洗浄できずに残っていたと推定された。</p>

課 題	自記分光光度計で使用している光源を教えてください
指導内容	<p>自記分光光度計で使用している光源を教えてくださいと問い合わせがあった。当センターの自記分光光度計の光源は、紫外領域用に重水素ランプ（D2ランプ）、可視・近赤外領域用にハロゲンランプ（WIランプ）を使っている。ランプの切替点（波長）を調整できるため、試料分析に必要な波長に応じて変更するよう回答した。</p>

課 題	電子部品のClとBrの分析がしたい
指導内容	<p>電子部品のClとBrの分析がしたいと相談があった。蛍光X線装置のRoHS分析機能で「Cl、Pb、Br、Hg、Cr」の分析が可能であるため、ざっくりと含有量を見るのであれば高速測定条件で1測定5-6分程度、標準のスクリーニング条件での測定の場合だと10分くらいかかるため、検体数と使用時間によって条件を検討するよう回答した。</p>

## 5. 研究業務

### 5.1 事業別研究開発

#### 5.1.1 ものづくり技術高度化事業(重点研究)

研究テーマ	担当者	連携先
県内産出プラスチック材料の利活用と高付加価値化のための機能制御技術開発 (R4~R6)	神澤 岳史 永濱 毅紘 平尾 浩一 上田中 隆志 小西 義法	(株)ガラステクノシナジー マスダ商事(株) 近江化学工業(株)

#### 5.1.2 技術移転・共同研究事業

研究テーマ	担当者	連携先
鉛フリー銅合金「ピワライト」の産地普及と性能評価に関する研究(※)	安田 吉伸 岡田 太郎	滋賀バルブ協同組合 工業技術総合センター

\* 研究テーマに(※)が付記されているものは、共同研究契約等を締結しています。

#### 5.1.3 地域産業支援事業

研究テーマ	担当者	連携先
ICT 技術を用いた鋳造技術の可視化・技術伝承支援技術の開発	安田 吉伸 岡田 太郎	(株)マツバヤシ 國友熱工(株)
水溶性ビニロンを用いた交換糸による麻ニットの製造方法に関する研究	山田 恵 岡田 倫子 永濱 毅紘	

#### 5.1.4 基盤技術研究

研究テーマ	担当者	連携先
曲管流れによる偏流がバタフライ弁に及ぼす影響に関する研究	是枝 和宏	
織物残糸を用いた繊維強化プラスチックの開発	永濱 毅紘	
新 JIS 法による黒鉛球状化率の測定に関する研究	井上 栄一	
技術相談支援の技術継承に関する研究 -生成 AI による技術相談アプリ開発-	井上 栄一	

研究テーマ	担当者	連携先
金属積層造形物の特性および欠陥評価に関する研究	柳澤 研太	龍谷大学 滋賀県立大学 工業技術総合センター

### 5. 1. 5 外部競争的資金導入型研究開発事業

研究テーマ	担当者	連携先
【NEDO 海洋生分解性プラスチックの社会実装に向けた技術開発事業 R2～R6】 生分解性材料の実海域浸漬試験の実施とその生分解及び物性評価試験 (※)	永濱 毅紘 神澤 岳史 上田中 隆志	(国研)産業技術総合研究所 工業技術総合センター 水産試験場
【経済産業省 成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-Tech 事業) R4～R6】 軽量及び吸水速乾性に優れた糸への無水染色化技術とその実用化プロセス技術の開発(※)	上田中 隆志 永濱 毅紘	(株)フジックス (公財)滋賀県産業支援プラザ
【経済産業省 成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-Tech 事業) R4～R6】 印刷製本業界のDXを牽引！世界初 枚葉印刷物の高速ロータリーカット装置の研究開発(※)	柳澤 研太	(株)ホリゾン (公財)滋賀県産業支援プラザ 工業技術総合センター
【経済産業省 成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-Tech 事業) R6～R8】 貫通型横孔マイクロニードルアレイ製造のための微細精密加工の研究開発(※)	永濱 毅紘 神澤 岳史	近畿精工(株) (株)カフィール 龍谷大学 (公財)滋賀県産業支援プラザ
【経済産業省 成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-Tech 事業) R6～R8】 極小径鉗子のプレス化及び組立技術開発による患者負担軽減を実現する医療機器の開発(※)	岡田 太郎	日伸工業(株) (公財)滋賀県産業支援プラザ
【経済産業省 成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-Tech 事業) R6～R8】 固体酸化物形燃料電池(SOFC)の高効率な発電を実現する都市ガス改質用過熱蒸気生成気化器の開発(※)	是枝 和宏 安田 吉伸 柳澤 研太	高橋金属(株) (公財)滋賀県産業支援プラザ
【経済産業省 成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-Tech 事業) R4～R6】 アルコキシド反応を用いた SDGs対応環境負荷低減加工技術高度化に関する研究開発(※)	井上 栄一 (アドバイザー)	能勢鋼材(株) 大阪大学 (公財)滋賀県産業支援プラザ
【経済産業省 成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-Tech 事業) R4～R6】 超高出力極短パルス電源システムの研究(※)	岡田 太郎 (アドバイザー)	(株)パルスパワー技術研究所 長岡技術科学大学 (公財)滋賀県産業支援プラザ
【経済産業省 成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-Tech 事業) R6～R8】 歩行と循環からセルフケアを支援する見守りBANユニット(BANインソール)の開発(※)	岡田 太郎 (アドバイザー)	(株)レイマック (公財)滋賀県産業支援プラザ

研究テーマ	担当者	連携先
<b>【公益社団法人日本鋳造工学会関西支部 研究開発奨励基金研究 R6】</b> 硫化物を分散した青銅鋳物の組成が及ぼす硫化物の構造および被削性への影響(※)	安田 吉伸	(株)マツバヤシ 関西大学

\* 研究テーマに(※)が付記されているものは、共同研究契約等を締結しています。

## 5.2 共同研究 (5.1事業別研究開発と重複するものは掲載を省略しています)

研究テーマ	担当者	共同研究先
マクロモノマー法を用いた高性能二次電池向け負極バインダーの開発(※)	神澤 岳史	センカ(株) 工業技術総合センター
新規高分子系ブレンド材料、および複合材料等の各種物性改質に関する研究(※)	平尾 浩一 上田中 隆志 小西 義法 中村 俊和 神澤 岳史 岡田 倫子 永濱 毅紘	滋賀県立大学 工業技術総合センター
リサイクルあるいはバイオプラスチックを活用した環境負荷低減型機能性プラスチックの開発(※)	神澤 岳史 永濱 毅紘 平尾 浩一 上田中 隆志 小西 義法 中村 俊和	(株)ガラステクノシナジー マスダ商事(株)
PVB 中間膜シート材料リサイクルの生産技術開発、並びに熱可塑性樹脂、可塑剤、ポリフェノール、揮発性成分等を原材料としたコンパウンドの生産技術開発(※)	神澤 岳史 永濱 毅紘	(株)ガラステクノシナジー 近江化学工業(株)
理容、美容分野において機能的な新技術・新商品に応用することを目指した生体試料解析(※)	上田中 隆志	タカラベルモント(株)
鋳造プロセス向け連続測温センサーの開発(※)	安田 吉伸 岡田 太郎	國友熱工(株) 工業技術総合センター
高濁度原水の処理に関する研究(※)	岡田 太郎	(株)清水合金製作所 工業技術総合センター
鋳造技術のIoT化に関する研究(※)	安田 吉伸 岡田 太郎	(株)マツバヤシ
金属3D造形技術の高度化に関する研究(※)	柳澤 研太	龍谷大学 滋賀県立大学 工業技術総合センター
琵琶湖流域におけるプラスチックの実態把握と科学的知見に基づく総合的な情報発信に関する研究ープラスチックの素材同定と解析ー	上田中 隆志 小西 義法	琵琶湖環境科学研究センター 農業技術振興センター 水産試験場 工業技術総合センター
【産総研・地域オープンイノベーション力強化事業ー高分子分科会共同研究】 ポリプロピレンとセルロースナノファイバーを用いた複合材料の屋外暴露試験および評価	上田中 隆志 神澤 岳史 永濱 毅紘 平尾 浩一 小西 義法	産業技術連携推進会議 高分子分科会
【サポイン事業化研究】 ガラス樹脂基板材料による多ピン・狭ピッチ半導体デバイス検査対応の高アスペクトスルーホール形成技術の共同研究(※)	安田 吉伸	(株)ピーダブルビー 大阪公立大学 龍谷大学 工業技術総合センター
3Dデータ活用フローの構築に関する研究(※)	岡田 太郎 安田 吉伸 柳澤 研太	彦根市

研究テーマ	担当者	共同研究先
水生生物に含有する脂肪酸組成の分析	上田中 隆志 小西 義法	琵琶湖博物館

\* 研究テーマに(※)が付記されているものは、共同研究契約等を締結しています。

\* 個別の研究報告書(公開可能なもの)は、巻末に添付しています。

### 5.3 研究成果の学会誌等への投稿・掲載

掲載テーマ	Effects of Mixing Ultra-High Molecular Weight Polyethylene on Morphology and Mechanical Properties of Polyethylene Solids
投稿者	T. Kida, S. Watanabe, N. Kasai, <u>T. Nagahama</u> , <u>T. Kamitanaka</u> , H. Takeshita, K. Tokumitsu
発表誌名	Nihon Reorogi Gakkaishi Vol.52, No.4, 265-271 (2024).
掲載テーマ	電気化学的手法を導入した隙間噴流試験による青銅合金鋳物の耐エロージョン・コロージョン性の評価
投稿者	<u>安田吉伸</u> , <u>水谷直弘</u> ※, 松林良蔵, 丸山徹, 春名匠 ※現在、県イノベーション推進課に在席
発表誌名	鋳造工学 Vol.96, No.7, 361-368 (2024).
掲載テーマ	硫黄添加によるCu-Sn系青銅の切削性改善
投稿者	<u>間瀬慧</u> ※, <u>安田吉伸</u> , 今田琢巳, 松林正樹, 丸山徹 ※現在、県工業技術総合センターに在席
発表誌名	銅と銅合金 Vol.63, 242-246 (2024)
掲載テーマ	硫黄添加によるCu-Sn-Zn系青銅の切削性改善
投稿者	<u>安田吉伸</u> , <u>間瀬慧</u> ※, 今田琢巳, 松林正樹, 丸山徹 ※現在、県工業技術総合センターに在席
発表誌名	銅と銅合金 Vol.63, 247-252 (2024)
掲載テーマ	りん青銅鋳物の凝固組織と機械的性質に及ぼす微量不純物ビスマスの影響
投稿者	廣山剛果, 丸山徹, 岡根利光, 本山雄一, 明石隆史, 中島克之, <u>安田吉伸</u> , 小林秀章
発表誌名	鋳造工学 Vol.96, No.12, 616-621 (2024).
掲載テーマ	りん青銅鋳物の凝固組織と機械的性質に及ぼす微量不純物硫黄の影響
投稿者	丸山徹, 廣山剛果, 岡根利光, 本山雄一, 明石隆史, 中島克之, <u>安田吉伸</u> , 小林秀章
発表誌名	鋳造工学 Vol.96, No.12, 622-627 (2024).

## 5.4 研究成果の学会等発表

発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	毛髪の内部の脂肪酸組成及び18-MEAの検出と定量化 第84回分析化学討論会 京都工芸繊維大学（京都府京都市） 2024.5.19 本村友希, <u>上田中隆志</u> , 脇坂博之, 羽里知美, 中嶋礼子
発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	ガンマ線照射が及ぼす高密度ポリエチレンの構造と力学的疲労特性への効果 プラスチック成形加工学会第35回年次大会 タワーホール船堀（東京都江戸川区） 2024.6.19 田中秀治, 竹下宏樹, 木田拓充, 徳満勝久, 出崎亮, 前川康成, <u>永濱毅紘</u> , <u>上田中隆志</u>
発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	ポリオレフィンの熱劣化で生じる空間・構造不均一性の解析 マテリアルライフ学会 第35回研究発表会 東京工業大学（東京都目黒区） 2024.7.5 木田拓充, 竹下宏樹, 徳満勝久, <u>永濱毅紘</u> , <u>上田中隆志</u>
発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	ガンマ線照射による架橋が高密度ポリエチレンの物性に及ぼす効果 第73回高分子討論会 新潟大学（新潟県新潟市） 2024.9.25 田中秀治, 竹下宏樹, 木田拓充, 徳満勝久, 出崎亮, 前川康成, <u>永濱毅紘</u> , <u>上田中隆志</u>
発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	Consideration of the effect of suppressing additives in copper wiring formation using EIS measurement Advanced Metallization Conference 2024 33rd Asian Session 東京大学(東京都文京区) 2024.10.3 Naoki Okamoto, Ikuho Maekawa, Takeyasu Saito, <u>Yoshinobu Yasuda</u> , Seiji Kamemura
発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	鉛フリー銅合金のリサイクルによる他種銅合金の不純物としての影響 日本銅学会 第64回講演大会 ライトキューブ宇都宮（栃木県宇都宮市） 2024.10.20 丸山徹, 廣山剛果, 岡根利光, 本山雄一, 明石隆史, 中島克之, <u>安田吉伸</u> , 小林秀章
発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	マイコンを使った取鍋注湯作業のデータ化技術の開発 日本鑄造工学会 第184回講演大会 富山国際会議場（富山県富山市） 2024.10.27 <u>安田吉伸</u> , <u>間瀬慧</u> ※現在、県工業技術総合センターに在席
発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	顕微ラマン分光法を用いた結晶性高分子の劣化過程で生じる高次構造変化の解析 第28回高分子分析討論会 ウインクあいち(愛知県名古屋市) 2024.11.1 木田拓充, 竹下宏樹, 徳満勝久, <u>永濱毅紘</u> , <u>上田中隆志</u>
発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	Impact of gamma irradiation on the structural and mechanical properties of high-density polyethylene ISF2024 京都テルサ（京都府京都市） 2024.11.27 田中秀治, 竹下宏樹, 木田拓充, 徳満勝久, 出崎亮, 前川康成, <u>永濱毅紘</u> , <u>上田中隆志</u>

発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	結晶性ポリオレフィン材料の劣化過程における構造変化の不均一性の評価 成形加工シンポジア'24 沖縄コンベンションセンター（沖縄県宜野湾市） 2024.11.28 木田拓充，北村賢登，竹下宏樹，徳満勝久，永濱毅紘， <u>上田中隆志</u>
発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	ガンマ線照射による架橋が及ぼす高密度ポリエチレンの力学物性と微視的構造への影響 日本材料学会第116回高分子材料セミナー 京都工芸繊維大学（京都府京都市） 2024.12.10 田中秀治，竹下宏樹，木田拓充，徳満勝久，出崎亮，前川康成，永濱毅紘， <u>上田中隆志</u>
発表テーマ 発表研究会 発表場所 発表日 発表者	ガンマ線照射が及ぼすポリオレフィンの構造と力学的疲労挙動への効果 マテリアルライフ学会 第29回春季研究発表会 オンライン 2025.2.21 田中秀治，竹下宏樹，木田拓充，徳満勝久，出崎亮， <u>上田中隆志</u>

## 5.5 研究成果の出展・展示等

展示会等名称(開催地)	出 展 内 容 (担当者)	日 程
2024年度滋賀県立大学工学部 交流会 (滋賀県立大学)	・毛髪ダメージの評価方法を確立 (上田中隆志)	2024.9.24
産業技術支援フェア in KANSAI 2024	・毛髪ダメージの評価方法を確立 (上田中隆志) ・クロマトグラフィーで研究開発をサポート (平尾浩一)	2024.11.15
令和6年度滋賀県試験研究機関 連絡会議研究発表会	・3Dデータ活用フローの構築に関する研究 (岡田太郎)	2024.12.15

## 5.6 研究成果の特許出願状況（令和7年3月末現在）

### 5.6.1 保有特許・意匠権

発明の名称	発明者	出願日 登録日 【特許番号】
機械的性質に優れた鋳物用無鉛銅合金	阿部弘幸、他	平成21年5月26日 平成25年8月9日 【特許第5335558号】
樹脂組成物	神澤岳史、大山雅寿	平成24年3月12日 平成28年7月22日 【特許第5971686号】
ポリビニルブチラール樹脂組成物、成型品	神澤岳史、他	平成27年3月31日 平成28年11月4日 【特許第6031648号】
樹脂成形体及び分析用チップ	脇坂博之、大山雅寿、他	平成26年2月18日 平成30年3月30日 【特許第6312024号】
樹脂成形品の製造方法及び射出成形用金型	脇坂博之、中島啓嗣、他	平成26年2月14日 平成30年3月9日 【特許第6300265号】
バタフライ弁の弁体 【意匠権】	井上栄一、藤井利徳、 水谷直弘、深尾典久、 今道高志、山下誠児、 酒井一昭、他	平成30年3月7日 平成30年9月28日 【意匠第1616077号】
バタフライ弁の弁体 【意匠権】	井上栄一、藤井利徳、 水谷直弘、深尾典久、 今道高志、山下誠児、 酒井一昭、他	平成30年3月7日 平成30年9月28日 【意匠第1616078号】
摺動部材の製造方法	斧督人、他	平成27年3月31日 令和2年1月31日 【特許第6653841号】
バタフライバルブの弁体 【意匠権】	井上栄一、深尾典久、 酒井一昭、水谷直弘、 間瀬慧、他	令和1年9月27日 令和2年4月2日 【意匠第1658004号】
マイクロニードルの成形方法及び成形金型	脇坂博之、他	平成31年2月12日 令和2年7月7日 【特許第6730720号】
マイクロニードル	脇坂博之、他	平成31年2月12日 令和2年7月20日 【特許第6737460号】
水用バタフライバルブ	井上栄一、藤井利徳、 水谷直弘、深尾典久、 今道高志、山下誠児、 酒井一昭、他	平成31年3月7日 令和5年1月13日 【特許第7209966号】
サンプリングバッグの洗浄方法、サンプリングバッグの洗浄装置並びに当該方法及び装置で使用する液体	土田裕也、他	令和1年9月13日 令和5年9月14日 【特許第7349621号】

発明の名称	発明者	出願日 登録日 【特許番号】
樹脂組成物	平尾浩一、脇坂博之、 上田中隆志、神澤岳史、 他	平成31年3月28日 令和6年2月1日 【特許第7429900号】
精練した絹糸、絹織物及び絹編物の製造方法	岡田倫子、三宅肇、他	令和2年3月23日 令和6年4月3日 【特許第7465466号】
織物及び織物の製造方法	岡田倫子	令和2年3月30日 令和6年10月17日 【特許第7573191号】

他、当センター職員が発明者で工業技術総合センターが管理している産業財産権が3件あります。

リチウムイオン二次電池の負極用バインダー、負極用スラリー組織物及び負極並びにリチウムイオン二次電池【特許第6795814号】

神経難病の画像診断薬及び体外診断薬【特許第7008299号】

口腔内粘膜保護フィルム【特許第7143996号】

## 5. 6. 2 出願中特許

発明の名称	発明者	出願日 【出願番号】 公開日 【公開番号】
樹脂組成物、およびポリビニルアセタール樹脂のリサイクル方法	神澤岳史、脇坂博之、 上田中隆志、平尾浩一、 他	令和2年3月10日 【特願2022-505855】 国際公開日：令和3年9月16日 【WO2021/181999】
樹脂用添加剤、樹脂組成物および樹脂表面成分コントロール方法	神澤岳史、平尾浩一、 上田中隆志、脇坂博之、 松本正、他	令和3年9月9日 【特願2021-146638】 令和5年3月22日 【特開2023-039503】
編物の製造方法	岡田倫子、山田恵	令和4年12月25日 【特願2023-217530】 令和6年7月8日 【特開2024-92993】
樹脂組成物	神澤岳史、他	令和5年2月28日 【特願2023-030071】 令和6年9月9日 【特開2024-122504】
香気性樹脂	神澤岳史、小西義法、 上田中隆志、他	令和7年3月11日 【PCT/JP2025/8919】
機能性樹脂	神澤岳史、安田吉伸、 永濱毅紘、他	令和7年3月28日 【特願2025-56059】

### 5. 6. 3 産業財産権等の実施許諾状況

発明の名称	契約者数
機械的性質に優れた鋳物用無鉛銅合金	1
樹脂組成物	1
樹脂組成物、およびポリビニルアセタール樹脂のリサイクル方法	1
水用バタフライバルブ（特許権1件） バタフライバルブ弁体（意匠権3件）	1
織物及び織物の製造方法	1
編物の製造方法	1
計	6

## 5.7 研究外部評価

### 5.7.1 研究外部評価委員会

日 時	令和6年(2024年)9月25日(水)		
場 所	滋賀県庁 本館 4-A会議室		
委員氏名	山根 浩二	滋賀県立大学	工学部 教授
	和田 隆博	龍谷大学	REC フェロー
	石川 泰史	成安造形大学	空間デザイン領域教授
	中村 徳幸	国立研究開発法人産業技術総合研究所 先端フォトニクス・バイオセンシング オープンイノベーションラボラトリ	招聘研究員
	仙波 直一	株式会社オーケーエム	商品開発部長 執行役員
	武田 泰昭	株式会社アイ. エス. テイ	基礎研究部 Director
	小川 栄司	公益財団法人滋賀県産業支援プラザ	常務理事

### 5.7.2 研究企画評価

#### ① 研究企画書

研究題目 (副題)	3D砂型プリンタを用いた高効率鋳造技術の確立による地場産支援		
種 別	単独研究・ <u>共同研究</u>	国補・ <u>県単</u> ・その他( )	
研究期間	令和7年度～令和9年度(3年間)		
研究体制	研究担当者 (所内)	金属材料係 岡田太郎 安田吉伸 機械システム係 柳澤研太	
	共同研究者 (所外)	滋賀バルブ協同組合(予定)	
研究目的	分 類	<u>技術シーズ確立</u> ・企業ニーズ対応・行政ニーズ対応・緊急課題	
	段 階	調査研究・ <u>基礎研究</u> ・応用研究・実証研究	
	対象産業	金属加工業	

	<p>必要性</p>	<p>鑄造技術は彦根バルブをはじめ様々な産業で使用されているが、資源やエネルギーコストの高騰、人材不足など厳しい状況となっている。そこで、さらなる高効率化を進め、コスト低減、省力化、付加価値の向上を図る必要がある。</p> <p>そこで、本研究では砂型造形工程に高効率化技術として期待されている3Dプリント技術を適応する。</p> <p>3D砂型プリンタは木型レスで直接砂型を作製できるため、製品形状の自由度が飛躍的に向上し、複雑形状への対応や、砂型部品点数の大幅削減など、砂型造形工程を大幅に効率化できる。しかし、砂型3Dプリンタは、本体や、使用する専用砂が従来品より高価であるため、海外に比べ国内では普及が進んでいない。</p> <p>そこで、本研究では従来の砂型と砂型3Dプリント技術を組み合わせたコストパフォーマンス（以下、「CP」）に優れた砂型について検討する。どのような製品（形状の複雑さやロット数）に適するか、様々な形状での試作を通じたコスト試算を行う等、データベースを構築する。本研究では、バルブ組合とも連携しながら実施する。統合移転後の新センターの柱となる技術として育て、得られたノウハウは県内企業へ提供し、高効率鑄造技術の普及を進める。</p>	
<p>研究目標</p>	<p>成果目標</p>	<p>令和9年度終了時点で砂型3Dプリンタを用いた</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関連技術の県内企業への技術移転 5件以上</li> <li>・ 商品試作 3件以上</li> </ul>	
	<p>成果利用の目標</p>	<p>成果項目</p>	<p>内 容</p>
		<p>技術移転</p>	<p>CPに優れた砂型による鑄造技術について</p>
		<p>その他（投稿・発表等）</p> <p>講習会等での発表</p> <p>滋賀バルブ協同組合との試作品開発による技術指導</p>	
<p>研究内容</p>	<p>具体的な研究内容</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 試作形状の検討と主型作製への3Dデータの活用への検討 <p>産地で実際に製造されている製品の形状を参考にして、複数種の試作品形状を選定する。第一段階として、鑄造シミュレーションによる解析を行い、その結果に沿った製品形状の木型を3D樹脂プリンタや卓上マシニングで作製することで、主型作製に対する3Dデータ活用による効率化を進める。</p> <p>さらに3D砂型プリンタ製の砂型に置き換えることで高効率化に寄与できる部分についての検討を行い、従来砂型と3D砂型の使い分けについての基礎的なデータを固める。</p> </li> <li>2. CPに優れた砂型による試作データベースの構築 <p>研究内容1で検討した内容について、砂型の強度や精度を保持しつつ、3D砂型をどのような数や配置で活用するのが最も的確であるか、複数パターンでの試作を行い、データベースを構築する。従来砂型と製造について、コスト試算を行い、損益分岐のロット数などについての検討を行う。</p> </li> <li>3. 高効率鑄造技術の普及 <p>技術普及講習会を通じて、県内企業への技術移転を進め、データベースを活用した高効率鑄造技術の普及を行う。</p> </li> </ol>	

実施計画	年度	副題			
		内容（共同研究の場合は、所内担当者の人数分の計画を記入。）			
	R7	試作形状の検討と主型作製への3Dデータの活用の検討			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 試作品の鋳造シミュレーション</li> <li>・ 従来砂型による鋳造品の試作</li> <li>・ 従来砂型から3D砂型への部分置き換えの検討</li> </ul>			
	R8	3D砂型プリンタによるCPに優れた砂型の作製と試作			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3D砂型プリンタの立ち上げ</li> <li>・ 複数パターンの砂型の作製と鋳造品の試作</li> <li>・ データベースの構築</li> </ul>			
R9	データベースの構築と高効率鋳造技術の普及				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 複数パターンの砂型の作製と鋳造品の試作</li> <li>・ コスト比較</li> <li>・ 県内企業への技術普及を目的とした講習や実習</li> </ul>				
研究予算	年度	合計額(a+b)	研究経費(a)	必要備品名・金額(b)	
	R7	2,600千円	1,000千円	光造形3D樹脂プリンタ 1,600千円	
	R8	1,700千円	1,700千円		
	R9	1,700千円	1,700千円		
その他	3D砂型プリンタおよび鋳造技術についてはものづくり大学 岡根利光教授、 関西大学 丸山徹教授の指導を受けながら実施する。				

② 外部評価結果

研究課題	3D 砂型プリンタを用いた高効率鋳造技術の確立による地場産業支援		
担当	金属材料係 岡田太郎 安田吉伸 機械システム係 柳澤研太		
指導・改善事項	<p>① 研究を進める中で、メリット・デメリットを明確にしてメリットを伸ばす方向に進めて欲しい</p> <p>② 従来木型の3Dプリンタ木型への移行と砂型3Dプリンタの運用は、互いに関連は薄いのではないか？</p> <p>③ 研究スケジュールの中で、砂型3Dプリンタの導入時期がやや遅いように思う。</p> <p>④ 作業性やコスト面を考えると砂型3Dプリンタで造形した砂の取り扱いが重要と思われる。3Dプリンタ内での再利用は問題ないと思うが、鋳造後に取り外した砂は現状再利用されているのか、3Dプリンタ用の砂も同様に再利用が可能か？現状の作業工程と比較して、管理が必要になる項目の洗い出しもお願いしたい。</p> <p>⑤ 研究目標として、解決すべき課題の定義が曖昧に感じた。木型の代わりを作るのか、砂型自体を3Dプリンタで作るので木型は必要なくなるのか？現状と理想の間にある多くの課題とアイデアが個々にあり、それぞれがつながっていない為、具体的にどのようにゴールにたどり着くのがわかりづらい。</p> <p>⑥ 企業ニーズに関して、特に小規模工場においてはIT技術を使いこなす人材の育成が課題となるため、人材育成を含めた計画が必要になるのでは？</p>	検討結果 対応方法	<p><b>【指導・改善事項】</b></p> <p>① 現時点で、メリットとして複雑形状の造形や夜間運転による人的コストの削減、デメリットとして材料費の上昇といった点を認識しております。その他のメリットやデメリットについても研究の中で明確化し、メリットがデメリットを上回る用途を見つけないかと考えます。</p> <p>②⑤現時点では、材料が高価という問題から、鋳型全てに3D砂型プリンタを適用することは、用途を付加価値が高い試作や一品ものなどに限定してしまうと考えております。用途を広げる観点から鋳物の外形に相当する主型など比較的単純な形状には木型を用いる工法を、複雑形状を砂型3Dプリンタで作製する、といった運用をすることで材料費の低減を検討しています。この場合においても木型に3Dプリンタ木型を活用することで、生産性が向上すると考えており、双方の研究を進めたいと考えています。従来の木型職人が作る木型は、複雑さと大きさ双方がコストに影響を与えますが、3Dプリンタが作る木型・砂型は、基本的には大きさのみがコストに影響を与えます。そのため、ターゲットとする製品のサイズ・複雑さ・数量によって、最も効率的となる複合度合が異なることから、可能な限り様々な製品を試作し、データを収集し、県内企業の皆さんがご利用いただく際のコスト分岐点を明確にしたいと考えております。</p> <p>③ 統合移転後の新庁舎に設置される予定であり、繰り上げることができません。導入までの間は、研究協力いただく他の公設試験研究機関にて3D砂型を製作して研究を進めます。</p> <p>④ ご指摘の点は、重要なポイントであると認識しております。砂型3Dプリンタ製の型について、鋳造後に崩した砂を再利用するプロセスは現時点では確立されておらず、課題であると認識しております。砂型3Dプリンタの砂が従来砂へ混入すると、従来砂のリサイクルプロセスを阻害する可能性があるため、どのように管理</p>
総評	<p>① 職人の減少に伴い必要な技術であることから、研究スピードを上げて計画以上の成果を出して欲しい。</p> <p>② 滋賀バルブ協同組合の会員企業への宣伝と、そこからの要望の抽出が重要。少しずつ会員企業へ技術移転をすすめるように粘り強く努力してもらいたい。</p> <p>③ 新しい砂型作製技術のシーケンスを産地として完成させる目的は意義がある。</p>		

<p>④ 3D 砂型プリンタの導入が計画期間の半ばであり、R9 年度にかけて実施内容が滞らないよう進めて欲しい。</p> <p>⑤ 現状では、砂型 3D プリンタでの鑄造は試作品など一品物や中子の複雑形状に限定された使用と考える。いかに量産レベルで実施できるかと、大型製品への適応など技術展開を見据えた研究をお願いする。</p> <p>⑥ 職人技により支えられており、自動化が進んでおらず、人材も縮小している分野。IT 技術によるモノづくり改革ができれば生産性向上はもちろん、若い人材にとって魅力的な職業とできることを期待したい。</p> <p>⑦ 専用砂のコスト(10 倍)と、専門人材不足の課題を解決する取組として期待している。</p>	<p>すべきか検討を進めたいと考えています。</p> <p>⑥ 実機が導入され職員が習熟した後に、最終年度において設計から運用までの一連の人材育成を行う予定です。</p> <p><b>【総評】</b></p> <p>①④ 先行的な公設試験研究機関や国立研究開発法人 産業技術総合研究所、大学などに協力を依頼しており、3D 砂型プリンタ導入前でも可能な限り試作・評価等を進めたいと考えています。</p> <p>② 滋賀バルブ協同組合とはこれまでも連携しており、本研究においても鑄物メーカーだけでなく、バルブブランドメーカーなど広く普及したいと考えております。</p> <p>⑤ 現状についてはご理解の通りです。本研究においては造形空間全体を活用して、量産品の効率的な同時複数製作や大型製品の造形についてもチャレンジしていきたいと考えております。</p> <p>①～⑦ご期待に沿えるよう尽力いたします。</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 6. 人材育成事業・技術交流事業

### 6.1 研究成果普及講習会

日 程	内 容	開催場所 参加人員
2025.1.24	「工業技術総合センター&東北部工業技術センター 一般公開および研究成果報告会」 ・GC-MSを利用した毛髪ダメージ評価方法の開発 東北部工業技術センター 専門員 上田中 隆志 ・生成AIによる技術相談アプリ開発に係る調査研究 東北部工業技術センター 主任主査 井上 栄一	総合 センター 31名

### 6.2 機器利用講習会

日 程	内 容	開催場所 参加人員
2024.5.23	「耐候性試験機の活用方法」 講師：スガ試験機株式会社 大阪支店支店長 覚野 貴友 氏 東北部工業技術センター 主任主査 山田 恵	長浜庁舎 10名
2024.7.24	「卓上溶融成形機の活用方法と使用上の注意点」 講師：サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社 マテリアルキャラクターゼーション部 中川 太門 氏	長浜庁舎 8名
2024.8.2	「ガスクロマトグラフィー質量分析 (GC/MS) の基礎 ～個別セミナー～」 講師：東北部工業技術センター 専門員 上田中 隆志	長浜庁舎 1名
2024.8.7	「接触角計の使い方」 講師：協和界面科学株式会社 国内営業課 宮倉 大輔 氏	長浜庁舎 3名
2024.10.22	「ガスクロマトグラフィー質量分析 (GC/MS) の基礎 ～個別セミナー～」 講師：東北部工業技術センター 専門員 上田中 隆志	長浜庁舎 2名
2024.12.9	「3Dデジタルの基礎 個別セミナー」 講師：東北部工業技術センター 主査 柳澤 研太	彦根庁舎 2名
2024.12.16	「3Dデジタルの基礎 個別セミナー」 講師：東北部工業技術センター 主査 柳澤 研太	彦根庁舎 1名
2025.3.4	「紫外可視近赤外分光光度計」 講師：株式会社島津製作所 分析計測事業部 Solutions COE グリーンソリューションユニット インストルメンツエキスパートG 安保 寛一 氏	長浜庁舎 4名

## 6.3 講習会(一般)

日程	内 容	開催場所 参加人員
2024.6.11	令和6年度 新人・若手社員向けバルブ研修会 ※滋賀バルブ協同組合共催 講師：機械システム係 主任技師 是枝 和宏 講師：金属材料係 専門員兼係長 安田 吉伸	彦根庁舎 30名
2024.6.12～ 2025.1.28	機械検査3級講習会 ※滋賀バルブ協同組合共催 講師：ものづくりマイスター 北川 久補 氏	彦根庁舎 7名
2024.6.28	バルブ技術者セミナー「第1回 流体機械技術者の基礎知識 ー現象と単位、流体の性質についてー」 ※滋賀バルブ協同組合共催 講師：配管・バルブコンサルタント、元株式会社キッツ 小岩井 隆 氏	彦根庁舎 26名
2024.8.2	技術普及講習会「いまさら聞けない3Dプリンター」 講師：リコージャパン株式会社 神原 正幸 氏	彦根庁舎 17名
2024.9.6	繊維技術セミナー「テキスタイルトレンドセミナー&個別相談会」 ー2026SSトレンド情報と商品開発のヒントー ※滋賀県繊維協会共催 講師：株式会社KAJIHARA DESIGN STUDIO 梶原 加奈子 氏	長浜庁舎 14名
2024.9.13	バルブ技術者セミナー「第2回 配管内の流れ、管と管継手について」 ※滋賀バルブ協同組合共催 講師：配管・バルブコンサルタント、元株式会社キッツ 小岩井 隆 氏	彦根庁舎 12名
2024.9.24～ 2025.1.28	機械検査2級講習会 ※滋賀バルブ協同組合共催 講師：ものづくりマイスター 北川 久補 氏	彦根庁舎 5名
2024.9.25	技術普及講習会「鋳造の基礎と3D技術の応用」 講師：関西大学 教授 丸山 徹 氏	彦根庁舎 24名
2024.9.26	繊維技術セミナー 繊維の勉強会「織物製造の実践知識Part2」 ※滋賀県繊維協会共催 講師：一般社団法人日本繊維技術士センター協力会員 佐藤 忠義 氏	いき生き水文化 かばた館 (高島市) +オンライン 30名
2024.9.30	國友塾「走査電子顕微鏡による異物解析の基礎」 講師：日本電子株式会社 藤田 憲市 氏	彦根庁舎 29名

2024.10.2	繊維技術セミナー 繊維の勉強会「染色加工講座」 ※滋賀県繊維協会共催 講師：椋山女学園大学 名誉教授 上甲 恭平 氏	長浜庁舎 +オンライン 17名
2024.10.17	生分解性プラスチックセミナー「海洋プラスチック問題と生分解性ポリマー ～研究と開発の現状～」 講師：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 中山 敦好 氏	長浜 7名
2024.12.4	バルブ技術者セミナー「第3回 バルブの接続端、配管とバルブの圧力-温度 基準」 ※滋賀バルブ協同組合共催 講師：配管・バルブコンサルタント、元株式会社キッツ 小岩井 隆 氏	彦根庁舎 11名
2024.12.11	オープンセンター セミナー「ゴム・プラスチック材料の欠点とトラブル」 講師：長岡技術科学大学 特任教授 大武 義人 氏	長浜庁舎 22名
2025.2.7	バルブ技術者セミナー「第4回 バルブの種類・構造・特徴」 ※滋賀バルブ協同組合共催 講師：配管・バルブコンサルタント、元株式会社キッツ 小岩井 隆 氏	彦根庁舎 13名
2025.2.17	技術普及講習会「生成AIの基礎と実演」 (基礎) 講師：西日本電信電話株式会社 福井 克法 氏 (実演) 講師：金属材料係 主任主査 井上 栄一	彦根庁舎 +オンライン 35名
2025.2.26	技術普及講習会「簡単に、2分の動画を作るコツ」 講師：株式会社イー・エー 荒川 秀樹 氏	彦根庁舎 21名
2025.2.27	3Dものづくり勉強会「3D CADの基礎演習」 第1回 基本操作、部品作成 講師：機械システム係 技師 杉本 一真	彦根庁舎 4名
2025.2.27	3Dものづくり勉強会「3D CADの基礎演習」 第2回 モデリング演習 講師：機械システム係 技師 杉本 一真	彦根庁舎 5名
2025.3.25	生分解性プラスチックセミナー「天然由来多糖の微粒子材料化」 講師：滋賀県立大学 准教授 谷本 智史 氏	長浜庁舎 4名

## 6.4 企業訪問・大学訪問

県内企業等の実状、技術課題やニーズを正確に把握し、産学官連携の推進などを図るため、当センター職員による企業訪問・大学訪問を実施しています。令和6年度は、センターの統合・移転を見据え、大学研究者による積極的な新庁舎の利用を図るべく、大学研究室に対する訪問を重点的に進めました。企業との共同研究によるレンタルラボの活用、展示スペースにおける学科単位での研究発表といった、様々な活用法の検討を行いました。従来の企業訪問も進め、期待される機能や設備等のニーズも伺いました。

所在地	件数	所在地	件数
長浜市	1件	彦根市	3件
米原市	1件	犬上郡甲良町	1件
東近江市	1件	草津市	1件
大津市	2件	京都府	1件
大学研究室等	21件		

合計	32件
----	-----

## 7. 情報提供

### 7.1 出版物

#### 7.1.1 技術情報誌「テクノニュース」

事業案内、研究成果概要および技術情報などを掲載した情報誌「テクノニュース」を3回発行し、センターホームページで公開しました。また、紙面版を県の各機関、産業支援機関等で配布しました。

「テクノニュース」 Vol.82～Vol.84 : 紙面版発行部数 Vol.82 400部  
Vol.83 400部  
Vol.84 400部

#### 7.1.2 業務報告書

令和5年度の業務内容および研究成果等について「令和5年度業務報告書」を発行し、センターホームページで公開しました。また、県内の行政機関に配布しました。

### 7.2 オープンセンター

県民の皆様にセンターをより知っていただくための取り組みとして、「オープンセンター」を開催しています。令和6年度は、これまでにセンターをご利用されたことのない企業の若手の方や品質管理部門の方にセンターの業務や活用方法を知っていただくことを目的に、令和6年12月11日に長浜庁舎で開催しました。参加者からは、「センターがこういったところで、どう相談すればいいのか知ることができてよかった」、「センターの敷居が下がった」といった感想をいただきました。

- 日 時 令和6年12月11日(木) 9時15分～11時50分、13時15分～15時50分
- 場 所 東北部工業技術センター 長浜庁舎
- 内 容 1. 実践！原因追及コース

センターの機器を参加された企業の方が自ら操作し、プラスチックなどに発生したトラブルを解明するコース。センター職員が解明の方法や機器の選定や操作など、マンツーマンでサポート。

- 2. セミナー「ゴム・プラスチック材料の欠点とトラブル」

講師：長岡技術科学大学特任教授 大武 義人 氏

- 3. 施設見学と体験

主な機器を見学することで、センターでどのようなことができるのかを知ることのできるコースと、トラブルの発生した試料を複数機器で分析することでトラブル対応の流れを体験できるコース。



職員による機器説明



顕微鏡の操作を体験

### 7.3 インターネット情報提供

業務案内、研究概要、各種行事案内などの情報をセンターホームページにて提供しています。ホームページでは、開放機器の保有状況や仕様の検索、予約状況（利用の多い機器）の確認、使用料一覧や設備使用申請書、依頼試験申請書のダウンロードなど、当センター利用者の利便性向上に努めています。

また、令和4年度より当センター公式 YouTube アカウントにて技術解説および研究報告等の動画を投稿し、広報活動に努めています。

## 7.4 新聞等への掲載と報道

掲載・報道 テーマ名（記事見出し）	掲載・報道メディア	掲載・報道日
国スポ・障スポ メダルお披露目	産経新聞	2024.8.24
国スポ・障スポ メダル 琵琶湖と空 イメージ	中日新聞	2024.8.24
国スポ・障スポ メダルレプリカ公開 滋賀の情景美・多様性 表現	京都新聞	2024.8.24
琵琶湖 触って感じて 国スポ・障スポ メダルお披露目	毎日新聞	2024.8.24
滋賀県の国スポ・障スポ メダルのデザインはびわ湖の形に	NHK 滋賀 NEWS WEB	2024.9.4
水のいらぬ糸染色術	読売新聞	2024.12.24
「糸の染色、CO <sub>2</sub> で節水」滋賀県・フジックスの溶媒技術	日本経済新聞	2025.3.5

## 8. その他

### 8.1 職員の研修

派遣先および研修内容	派遣期間	派遣者名
滋賀県立大学 人間文化学部 生活デザイン学科 「大学派遣研修：県内繊維産地素材を用いた製品展開について」	2024.4.1～ 2024.9.30	池松 律香
クレーン運転(5t未満)特別教育	2024.7.18～ 2024.7.19	杉本 一真
化学物質管理者講習	2024.9.6	杉本 一真
中小企業大学校 「公設試験研究機関研究職員研修」	2024.9.24～ 2024.9.27	是枝 和宏 永濱 毅紘
化学物質管理者講習	2024.10.7	岡田 倫子
特別管理産業廃棄物管理責任者に関する講習会	2024.10.23	杉本 一真
保護具着用管理責任者教育	2024.10.25	柳澤 研太 中村 俊和

### 8.2 職員の講師派遣

講師として派遣した講演会等とその内容	派遣場所	派遣日	派遣者名
派遣先：滋賀バルブ協同組合 講演会名：滋賀バルブ協同組合 新人・若手社員向け バルブ研修会 内 容：①バルブの基礎知識（材料編） ②バルブの基礎知識（構造と用途編）	東北部工業技術 センター (彦根庁舎)	2024.7.14	安田 吉伸 是枝 和宏
派遣先：日本鋳造協会 研修会名：令和6年度鋳造カレッジ 銅合金コース 内 容：水栓用銅合金における溶出元素	機械振興会館 (東京都港区)	2024.8.23	安田 吉伸
派遣先：滋賀県立彦根工業高等学校 講演会名：社会実装教育の課外事業における研修 内 容：繊維加工における技術的なアドバイス	丸三ハシモト (株)	2024.10.18	岡田 倫子 永濱 毅紘

### 8.3 審査会等への出席

日 程	審 査 会 等 名 称	出 席 者
2024. 5. 17	令和6年度 滋賀県市場化ステージ支援事業補助金審査会	佐々木 宗生
2024. 5. 31 6. 4	滋賀の新しい産業づくりチャレンジ計画認定審査会 滋賀県中小企業新技術開発プロジェクト補助金審査会	平尾 浩一
2024. 6. 26 2024. 8. 23 2024. 11. 15 2024. 12. 23 2025. 1. 17	地場産業 サステナビリティ対応支援事業費補助金審査会 (書面審査)	佐々木 宗生
2024. 6. 26 2024. 8. 20	地場産業生産性向上支援事業費補助金審査会 (書面審査)	佐々木 宗生
2024. 8. 2	令和6年度 商工観光労働部試験研究機関研究部内評価委員会	佐々木 宗生
2024. 8. 12	ながはまチャレンジ&イノベーション応援事業補助金審査会 (一次審査 (書面審査))	佐々木 宗生
2024. 8. 19	「わたSHIGA輝く国スポ・障スポ」メダル製作業務委託 公募型プロポーザル審査会	池松 律香
2024. 10. 4	工業技術総合センター企業化支援棟技術開発室 使用計画に係る審査会	佐々木 宗生

### 8.4 他機関の委員等への就任

機関等名称	役 職	就 任 者 名
滋賀県繊維協会	常務理事	佐々木 宗生
滋賀材料技術フォーラム	運営委員	佐々木 宗生
公益財団法人滋賀県産業支援プラザ ものづくりIoT研究会	アドバイザー委員	柳澤 研太
一般社団法人日本繊維機械学会学会誌編集委員会	学会誌編集委員	岡田 倫子
長浜アカデミックサポートチーム (NAST)	運営委員	佐々木 宗生
彦根異業種交流研究会 (GAT彦根)	アドバイザー	佐々木 宗生 安田 吉伸
令和6年度産業技術連携推進会議 ナノテクノロジー・材料部会 繊維分科会	分科会長	佐々木 宗生
国立研究開発法人産業技術総合研究所	連携アドバイザー	平尾 浩一 安田 吉伸

## 9. 令和6年度研究報告

### 有機環境係

- ・生分解性プラスチックの開発・利用促進に関する研究  
—河川水や湖水における樹脂の生分解性評価— ..... 61

### 繊維・デザイン係

- ・県内産出プラスチック材料の利活用と高付加価値化のための機能制御技術開発（第3報）  
—ブリード制御による高付加価値化— ..... 66
- ・水溶性ビニロンを用いた交換糸による麻ニットの製造方法に関する研究 ..... 71
- ・織物残糸を用いた繊維強化プラスチックの開発（第2報） ..... 80

### 機械システム係

- ・金属積層造形物の特性および欠陥評価に関する研究 ..... 86
- ・曲管流れによる偏流がバタフライ弁に及ぼす影響に関する研究  
—（第二報）曲管流れにおける弁の圧力損失と振動加速度について— ..... 93

### 金属材料係

- ・ICT技術を用いた鋳造技術の可視化・技術伝承支援技術の開発  
—製造現場の温度・湿度・気圧測定— ..... 97
- ・砂型3Dプリンタ導入に備えた、3Dデータ活用フローの構築（第2報） ..... 102
- ・新JIS法による黒鉛球状化率の測定に関する研究 ..... 106
- ・技術相談支援の技術継承に関する研究  
—ChatGPTによる技術相談アプリケーション開発に係る調査研究3— ..... 110

# 生分解性プラスチックの開発・利用促進に関する研究 —河川水や湖水における樹脂の生分解性評価—

有機環境係 小西 義法、上田中 隆志、平尾 浩一  
繊維・デザイン係 永濱 毅紘、神澤 岳史

## Development and Promotion of Biodegradable Plastics -Degradability Assessment of Biodegradable Plastics in Natural water-

YOSHINORI Konishi, KAMITANAKA Takashi, HIRAO Koichi,  
NAGAHAMA Takahiro, KANZAWA Takeshi

河川水や湖水で生分解する材料の探索・開発を目指して、既存の生分解性樹脂が身近な環境である河川水や湖水で生分解するか ISO 23977-2 に倣った方法で調査した。ε-カプロラクトン、部分けん化 PVA が河川水や湖水で生分解する一方で、完全けん化 PVA はあまり生分解せず、PVB では全く生分解しないことがわかった。PVA 系樹脂の生分解には水溶性が重要な要素であり、新規生分解性材料の開発においては水溶性を損なわないような分子設計が必要であることが示唆された。

### 1. はじめに

プラスチックは日常生活のあらゆる場所で利用され、現代社会になくってはならない材料の一つである。一方で、世界全体で年間数百万トンを超えるプラスチックごみが陸上から海洋へ流出しているとした推計<sup>1)</sup>からも、深刻な環境汚染の原因となっていることがわかる。日常生活を振り返ると、街中を歩けば道端にはプラスチックごみが散見される。これらが風雨によって河川に流入し、湖沼や海洋へと流出することは想像にたやすく、実際に本県が誇る琵琶湖の岸边にもプラスチックごみが打ち上げられ、湖水からはマイクロプラスチックが検出されている<sup>2)</sup>。

プラスチックごみによる環境汚染の解決に向けて、微生物の力により環境中で水と二酸化炭素に完全に分解される生分解性プラスチックの利用が近年注目されている。生分解性プラスチックにはコンポストなどの高温多湿の環境でなければ分解しないものもあれば、

土壌や水中でも容易に分解するものもある。したがって、生分解性プラスチックを利用するにあたっては、事前に生分解性を評価することが重要であり、実際に生分解させたい環境下で生分解性を確かめる必要がある。

本研究では、身近な環境である河川水や湖水で生分解する材料の探索・開発を目指して、まず既存の生分解性樹脂について河川水や湖水での生分解性を調査した。本報告では、その結果について報告する。

### 2. 実験

#### 2.1. 材料

生分解性評価を行う材料として、ε-カプロラクトン (ε-CL)、ポリビニルアルコール (PVA)、ポリビニルブチラール (PVB) を用いた。ε-CL の重合体であるポリカプロラクトン (PCL) と PVA は、活性汚泥や土壌中で生分解することが知られている生分解性プラスチックであり<sup>3)</sup>、河川水や湖水でも生分解性を示すのではないかと考えた。PVB は生分

解性プラスチックとした報告はないが、PVA をアセタール化して得られるポリマーであり、PVA 由来の構造がポリマー中に存在することから、部分的に生分解する可能性があると考えた。実際にサンプルとして使用した具体的な製品名を以下に示した。

- ・PVA 1,000 部分けん化型 (富士フィルム和光純薬株式会社)
- ・PVA 1,000 完全けん化型 (富士フィルム和光純薬株式会社)
- ・ε-CL (東京化成工業株式会社)
- ・PVB BM-1 (積水化学工業株式会社)
- ・PVB BL-2 (積水化学工業株式会社)

試験水 (河川水および湖水) については以下の場所より採水した。

- ・河川水 (当センター南側を流れる用水路)
- ・湖水 (長浜城太閤井戸付近の湖岸から 1m 付近)

## 2. 2. 装置

生分解性試験には以下の装置を使用した。

- ・BOD 測定装置 OxiTop IDS (WTW 社)
- ・インキュベーター INC820 (ヤマト科学株式会社)

## 2. 3. 河川水および湖水での樹脂の生分解性試験

### 2. 3. 1. 生分解試験法 ISO 23977-2 について

本研究における生分解性試験の方法は、概ね ISO 23977-2「プラスチック—海水にさらされたプラスチック材料の好気性生物分解の測定—第 2 部:密閉呼吸計で酸素要求量を測定する方法」に従った。ISO 23977-2 はラボスケールでの海洋生分解性評価試験として 2020 年に発行された規格である。実環境試験とは異なり、実際の環境中での生分解を実証するものではないが、管理された条件下で再現性を出しやすい手法であり、また、試験条件の制御により生分解にかかわる因子を抽出する手法として優れているとされている<sup>4)</sup>。

### 2. 3. 2. 操作

試験水は採水後 25 °C で 1 晩静置し、粗大な浮遊物を沈殿させた。その後、上清を目開き 300 μm のメッシュフィルターでろ過した。500 mL のガラス容器に 200 mL の試験水とサンプル樹脂 30 mg を入れ、二酸化炭素吸収剤存在下で密閉し、27 °C の暗所で攪拌した。このときの容器内の圧力変化を生分解による酸素消費量として計測し、BOD 値に換算した。試験の様子を図 1 に、BOD 測定装置の概観を図 2 に示した。



図 1 生分解性試験の様子

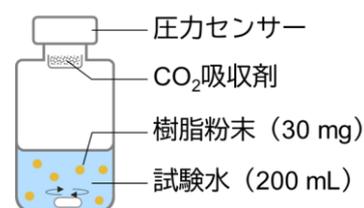


図 2 BOD 測定装置の概観

### 2. 4. 生分解度の計算方法

生分解度は以下の式より求めた。<sup>5)</sup>

$$\text{生分解度}(\%) = \frac{BOD_s - BOD_b}{ThOD} \times 100$$

$BOD_s$ : サンプルの BOD 測定値 (mg)

$BOD_b$ : ブランクの BOD 測定値 (mg)

$ThOD$ : サンプルの理論酸素消費量 (mg)

## 3. 実験結果および考察

### 3. 1. 河川水および湖水での樹脂の生分解性試験

河川水および湖水での樹脂の生分解性試験の結果を表 1、2 に、試験の経過を図 3、4 に示した。なお、図には生分解した樹脂についてのみを示した。

表1 河川水での生分解性試験結果

サンプル	生分解度 (%)
ε-CL	27.8
PVA 部分けん化	14.6
PVA 完全けん化	1.9
PVB BM-1	0
PVB BL-2	0

試験期間：2024年9月3日より23日間

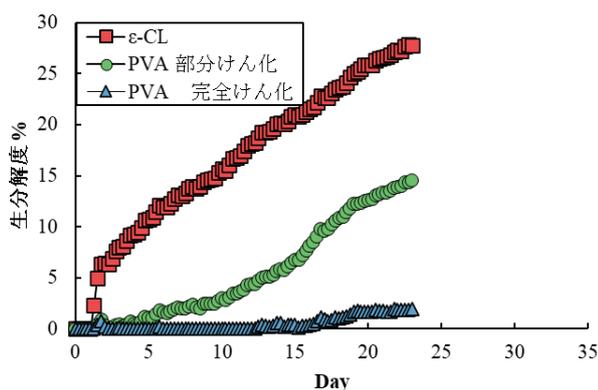


図3 河川水での生分解性試験の経過

表1と表2を比較すると、生分解性プラスチックのPVAとε-CLで生分解が進行し、既知の生分解性と一致した傾向の結果が得られたことがわかる。PVAやε-CLの重合体であるPCLの生分解には*Pseudomonas*属や*Bacillus*属などの一部の細菌が関与していることが知られている<sup>4)</sup>。これらの細菌は土壌や水環境に分布していることから、河川水や湖水においてもこれらの細菌の作用により生分解が進行したのと考え、おおよそ妥当な結果が得られたのと考え。また、図3のε-CLと部分けん化PVAにおいて、グラフの傾きに徐々に緩やかになる傾向がないことから、試験を終了した23日目以降も継続して生分解が進行すると予想できる。したがって、完全に生分解することを確認するためには試験期間をより長期間とする必要がある。

表1および図3より、PVAでは、けん化度の違いによって生分解性に違いがあることが

表2 湖水での生分解性評価

サンプル	生分解度 (%)
ε-CL	4.9
PVA 部分けん化	4.4
PVA 完全けん化	0
PVB BM-1	0
PVB BL-2	0

試験期間：2024年9月3日より30日間

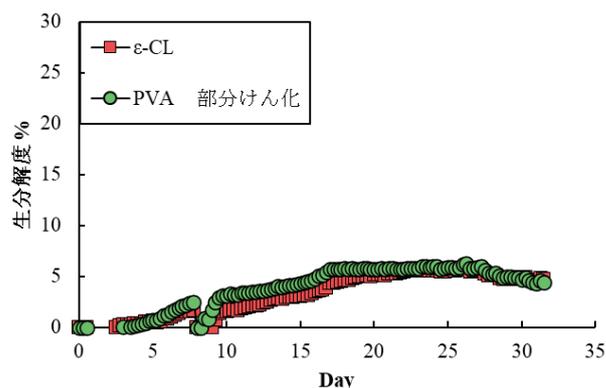


図4 湖水での生分解性試験の経過

わかった。PVAは、けん化度によって結晶化度や水溶性が変化する材料であり、けん化度が高くなると、結晶化度が高くなり水溶性が低下する<sup>6)</sup>。部分けん化PVAと比較して水溶性が低く結晶化度の高い、完全けん化PVAでは、水中に存在するPVA分解細菌との接触性や分解酵素の反応性が低いため、生分解が進みにくくなったと考える。PVBが生分解しなかった理由についても、アセタール化によって親水性の水酸基が疎水性のアセタール基に変換され、水溶性が低下していることが原因と考える。

表1、2および図3、4を比較すると、湖水に比べ河川水で生分解が速く進むことがわかる。試験水の生分解活性（樹脂を生分解する能力）は、試験水中の細菌数や細菌の種類、細菌の栄養となる水溶性有機物や無機物の量に影響を受けるとされる。特に細菌数は生分解性活性を大きく左右する因子であると考え

られ、海水を利用した生分解性評価試験では数万個/mL以上の一般菌数が存在するか否かで生分解活性が大きく異なるとされている<sup>3)</sup>。水中の細菌数は水の汚濁とともに増加するが、試験水を採水した河川は川幅2mほどの用水路のような構造で澄んだ水が流れており、時折小魚が生息している様子をうかがえるなど、一見琵琶湖よりもきれいな水である印象を受けた(図5)。



図5 試験水を採水した河川と湖岸

試験の再現性を確かめるために、湖水で部分けん化PVAについて試験を行った結果を表3および図6に示した。図6において、生分解度の上下動がみられるが、これは外部要因によるものである。試験中に恒温槽の自動霜取り機能が定期的に作動し、庫内の温度が上昇したことで、測定容器内の圧力上昇を引き起こしたことが原因である。この原因が明らかになった10日目以降は、この霜取り機能を停止したため上下動は見られない。

表3および図6より、湖水で部分けん化PVAの生分解が進行することが確認できた。1回目の生分解性試験の結果(表2および図4)と比較すると、生分解の進行に差異があった。これは、試験水の採水時期による影響を受けていると考えている。本研究は、河川水や湖水で生分解するような材料を探索・開発することを目的としており、今回の試験において試験水の細菌数や細菌叢についてはまだ分析できていない。河川水や湖水の状態は季節や天候によって変化するものであり、試験

表3 湖水での生分解性試験結果-2

サンプル	生分解度 (%)
PVA 部分けん化	10.0

試験期間：2024年11月27日より28日間

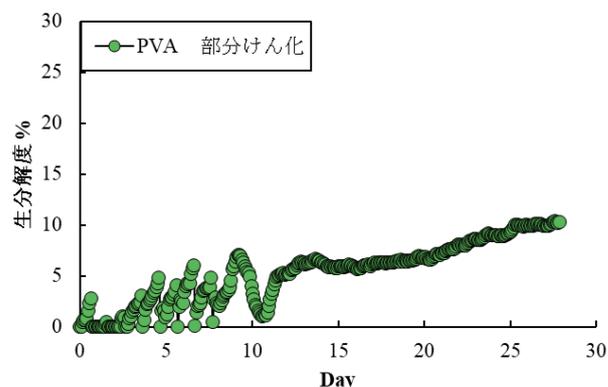


図6 湖水での生分解性試験の経過-2

水の生分解活性もその時々で変化すると考えられる。したがって、生分解の速度や河川と湖水との差については、再現性試験や季節変動などの要因によってどの程度のばらつきが生じるのか、今後の検討課題として取り組んでいきたい。

#### 4. 結論

既存の生分解性樹脂が身近な環境である河川水や湖水で生分解するかをISO 23977-2に倣った方法で調査したところ、 $\epsilon$ -CLとPVAで生分解が進行し、PVBは生分解しなかった。PVA骨格を有する樹脂の河川水や湖水での生分解には、材料の水溶性が大きく影響すると考えられるため、PVAを原料とした新規生分解性材料の開発においては、水溶性を損なわないような分子設計が必要である。生分解の進行速度については、天候や季節変動の影響を考慮して再現性を調査する必要があり、今後の検討課題である。

## 謝辞

本研究は「生分解性プラスチックの開発・利用促進事業」の一部として行った。研究の遂行にあたり生分解試験関連の技術指導をいただきました国立研究開発法人産業技術総合研究所キャリアリサーチャーの中山敦好氏をはじめとする同グループ員の皆様に感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) WORLD ECONOMIC FORUM: The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics (2016).  
[https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_New\\_Plastic\\_P\\_Economy.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastic_P_Economy.pdf) (参照 2025-03-27)
- 2) 田中周平, 琵琶湖流域におけるマイクロプラスチック汚染の現況, マテリアルライフ学会誌, 32(3), 49-52(2020).
- 3) シーエムシー, 生分解性プラスチックの実際技術, (2001).
- 4) 中山敦好, 海洋中でのプラスチックの生分解, 成形加工, 32(11),377-381(2020).
- 5) Tao Su, WTW OxiTop® for Biodegradation Determination, Xylem.com (2022).  
<https://www.xylem.com/siteassets/brand/wtw/resources/technica-brochure/tech-note-wtw-oxitop-for-biodegradation-determination.pdf> (参照 2025-03-27)
- 6) ポパール会編, PVA の世界, 高分子刊行会,p.139-151, (1992).

# 県内産出プラスチック材料の利活用と高付加価値化のための 機能制御技術開発（第3報）

## —ブリード制御による高付加価値化—

繊維・デザイン係	神澤 岳史、永濱 毅紘
有機環境係	平尾 浩一、上田中 隆志、小西 義法
株式会社ガラステクノシナジー	代表取締役社長 國領 一人
マスタ商事株式会社	代表取締役社長 増田 幸次
近江化学工業株式会社	代表取締役社長 竹下 元

## Development of functional control technologies for adding value to plastic materials

KANZAWA Takeshi, NAGAHAMA Takahiro,  
HIRAO Koichi, KAMITANAKA Takashi, KONISHI Yoshinori,  
KOKURYO Kazuto, MASUDA Yukitsugu, TAKESHITA Hajime

本研究では、県内で大量に生産・排出される合わせガラス中間膜用材料（ポリビニルブチラール樹脂）の有効活用に資する技術を確立、新たなマテリアルフローを構築することを目的とし、県内複数企業との共同で実施している。本年度は、中間膜用材料が室温付近でも柔軟性を有していること、親水性が高い材料であることに着目し、以下の成果を得た。

- (1) 中間膜材料に揮発性の高い香気成分を混合することが可能であること。
- (2) (1) の材料で作製した成形品に不快臭の抑制効果があること。

### 1. はじめに

製造工程の端材、使用後の車や建築廃材に含まれる合わせガラスで使用されているポリビニルブチラール（PVB）製中間膜（以下、中間膜）の量は、国内で年間数千トン以上と言われている。過去、その処理方法の一つとして、合わせガラスの構成部品であるガラスと中間膜をきれいに剥離（分離）し、ガラスと中間膜をそれぞれマテリアルリサイクルする技術が提案された<sup>1-2)</sup>にもかかわらず、現在、それらの多くはマテリアルリサイクルではなく、燃焼や埋め立て、あるいは海外輸出により処理されている状況であると言われている。

その理由の一つに、近年の合わせガラス高付加価値化の流れを受けて中間膜自体が多機能化（多層化・多成分化）したため、再利用時に膜の透明性を維持できなくなってきたことが挙げられる。加えて、

中間膜への再利用以外の用途への展開についても有効な利活用方法が見出されていないことから、コストを掛けて剥離し、リサイクルするだけのメリットがないとされているという状況である。廃プラスチック・CO<sub>2</sub>排出量の削減の必要性が謳われる現在、使用済中間膜の“中間膜以外への”利活用技術、すなわち機能性付与技術を開発することが中間膜の利用価値を高め、マテリアルリサイクルの促進、ひいてはプラスチックの一種である中間膜の廃棄量削減に繋がると考えられる。

そこで、我々は、中間膜の利活用技術開発に2014年（H26）より着手、汎用樹脂の一種であるアクリロニトリル-スチレン（AS）樹脂<sup>3)</sup>やポリオレフィン樹脂<sup>4), 5), 6)</sup>とのブレンドを行ったところ、機械特性<sup>3), 4), 5), 6)</sup>や表面濡れ性<sup>4), 5), 6)</sup>を改善できることをそれぞれ見出した。

しかしながら、中間膜は 200℃程度で熱分解する<sup>7),8)</sup>など耐熱性が低いことから、これら汎用樹脂と溶融ブレンドするには制約があった。

本研究では、中間膜利活用方法の新たな可能性として、中間膜と香り成分の混合とその機能性評価を実施したので報告する。

## 2. 実験

1 のとおり中間膜は耐熱性が低く、汎用樹脂との溶融ブレンドには制約があることから、中間膜の材料特性を踏まえながら新たな利活用方法について検討した。

中間膜の主成分であるポリビニルブチラール (PVB) は、ポリビニルアルコールの水酸基 (OH) の一部をアセタール化したもので、分子内に水酸基やエーテル基など、極性が高く水となじみやすい構造を有している。また、中間膜は一般にエステル系可塑剤を数 10wt%程度含有<sup>9)</sup>させ、軟化点を 40℃程度にまで低下させた、比較的低温で柔軟化する材料である。すなわち中間膜は、①水となじみやすく、②室温近くで柔軟化する、という性質を有している。

一方、香りは、水やアルコールで希釈しながら室温付近で用いることが多い。これは、香り成分が一般に①エステル基やエーテル基および水酸基などの極性の高い構造と、②低温で容易に揮発する性質、を有しているためである。

これら中間膜と香り成分の性質を照らし合わせ、我々は、中間膜に対して、香り成分を室温付近で混合させ、香り成分が練り込まれた新たな素材が開発できるのではないかと着想した。

この着想に基づき、中間膜と香り成分の混合とその機能性評価を以下のとおり実施した。

### 2. 1 樹脂および香り成分

中間膜は、積水化学工業株式会社製自動車用中間膜 (機能膜) の工程内排出品を用いた。

香り成分の一例として、株式会社カインズ製農業・酪農用デオマジック (水、エタノール、香料を含む液体) を、約 50wt%程度まで乾燥減量させたもの

(以下、「DM1」とする) を用いた。なお、デオマジック®とは、不快な香りを良い香りに変化させる特長を有する<sup>10)</sup>市販香料である。

市販品猫砂は、アイリスオーヤマ株式会社製ペーパーフレッシュ (PFC-7L: 主原料は紙) を用いた。

## 2. 2 装置・手順

### 2. 2. 1 中間膜への混練と粒状消臭剤の作製

まず、DM1 を香料原液とし、この香料原液を必要に応じて蒸留水にて常温で希釈して各種香料水溶液とした。

続いて、中間膜と香気成分との混練は、株式会社東洋精機製作所製ラボプラストミル 100S100 を用いて 50℃で行った。具体的には、所定量の中間膜と各種濃度の香料水溶液を 5 分間溶融混練し樹脂混合物を得た。希釈濃度は、中間膜の総重量に対して 15 重量%の香料水溶液を混練後、組成物中の香料成分が所定濃度となるよう調製した。

さらに、同樹脂混合物をハサミで 3g 切り出し、60℃に設定したテクノサプライ株式会社製卓上プレス機 (小型プレス G-12 型) により、60mm×60mm×0.5mm のシート状に成形した。得られたシートを 0.5mm 角程度の粒状に細断し表 1 記載の粒状消臭剤を得た。

表 1 作製した粒状消臭剤

No.	1	2	3	4	5
DM1 <sup>1)</sup> 量	0	0.15	1.5	5	15

1) 中間膜 100 に対する重量

### 2. 2. 2 猫砂試作品作製

まず、30℃に設定したラボプラストミルへ、30g の市販品猫砂、0.9g の粒状消臭剤 (表 1 中サンプル No.1~5) および 2g の蒸留水を投入し、3 分間混合した。ラボプラストミルから取り出した当該混合物を 80℃恒温槽で 2~3 分間放置し乾燥させた。その後、適当な大きさ (5mm~10mm 角程度) に粉碎し、粒状消臭剤を含有する猫砂試作品を得た。

## 2. 3 猫砂試作品評価

猫砂試作品の評価は、猫 X (描種:メインクーン、年齢:6歳、性別:オス、体重:6kg) が排便排尿した猫砂試作品を使用して行った。評価期間を通じて猫 X には、猫用の餌であるペットライン株式会社製メディファストドライフードチキン&フィッシュ味を与え、表 1 中 No.1~5 の粒状消臭剤を含有する猫砂試作品に排便排尿させた。その後、猫 X が排便排尿した猫砂試作品を使用して、各例について以下の 3 ケースの評価サンプルを作製した。

### 2. 3. 1 ケース A

排尿後の猫砂試作品 25g 程度を、蓋つき保存容器 (ナカヤ化学産業株式会社製「しっかりパック E」、縦 83mm×横 83mm×高さ 46mm、容量 200mL、(本体) ポリプロピレン、(フタ) ポリエチレン) に入れたものをケース A とした。ケース A は蓋を閉めて室内で保管した。

### 2. 3. 2 ケース B

排尿後の猫砂試作品を樹脂製カップ (株式会社大創産業製クリアカップ 420mL) に約 300mL (2/3 程度は尿を含んだ猫砂) 入れ、排尿後の猫砂上部に糞尿が未付着の同じ猫砂試作品を厚み 1cm 以上となるように乗せたものをケース B とした。ケース B は、屋外に置いた蓋付段ボールの中に段ボールの蓋を閉めて保管した。

### 2. 3. 3 ケース C

排便後の猫砂試作品を樹脂製カップ (株) 大創産業製クリアカップ 420mL) に約 300mL (1/3 程度は便) 入れ排便後の猫砂上部に糞尿が未付着の同じ猫砂試作品を厚み 1cm 以上となるように乗せたものを猫ケース C とした。ケース C は、屋外に置いた蓋付段ボールの中に段ボールの蓋を閉めて保管した。

ケース B およびケース C の臭いの評価は 1 日一回とし、臭いの評価時以外は、段ボール箱の中に入れて屋外保管した。

各ケースサンプルは、異なる日付のものを 3 個ずつ 1 セットとした。臭いの評価は 2 人で行い、3 個の臭いの評価の平均値を評価結果とした。臭いの評

価は、各ケース開始日から 14 日間、経過日数毎に継続して行った。

なお、上記の評価における評価判定基準は以下の 4 段階とした。ここで、鼻を刺激する臭い (アンモニア臭や食物腐敗臭) や糞尿臭を「不快臭」とする。 <判断基準>

レベル 0: 対象物の 3cm 程度まで鼻を近づけても不快臭がしない

レベル 1: 3cm 程度では軽い不快臭がするが、20cm 程度では不快臭はしない。

レベル 2: 20cm 程度でも不快臭がするが、50cm 程度では不快臭はしない。

レベル 3: 50cm 程度でも不快臭がする。

## 4. 結果および考察

評価結果を図 1 および 2 に示す。排便や排尿された猫砂試作品を回収する際、No.2~5 (DM1 添加量 0.15~15 重量部) の粒状消臭剤が添加された猫砂試作品では、いずれのケースであっても糞便臭を感じる事がほぼなかった。これに対し、市販品猫砂のみを用いた場合 (No.1) では、猫砂回収時の糞尿臭を感じた。

2 週間の経過評価では、粒状消臭剤における消臭剤添加量 (濃度) の増加にしたがって、効力が高く、その持続性も長いことが明確化された一方、消臭剤添加量が少量である場合 (No.2: DM1 添加量 0.15 重量部) であっても十分な実用性が得られる結果となった。

抗菌や消臭を謳った猫砂製品は既に存在しているが、香り成分、抗菌・消臭成分等が表面に噴霧されたものであった場合、表面に付着した各成分が消費されたり剥がれたりしたときには、効果は継続できなくなる。一方で、今回の開発品は中間膜内部に練り込まれた香り成分が猫砂開発品全体にわたり存在することから、表面部に存在する香り成分が消費されたとしても、残りの成分の内部からの供給が継続され効果が継続すると考えられる (図 3)。

以上のことから、材料表面から機能性成分 (香り成分) が継続してブリードする (滲み出す) 新たな

技術が付与された材料を開発することができた。

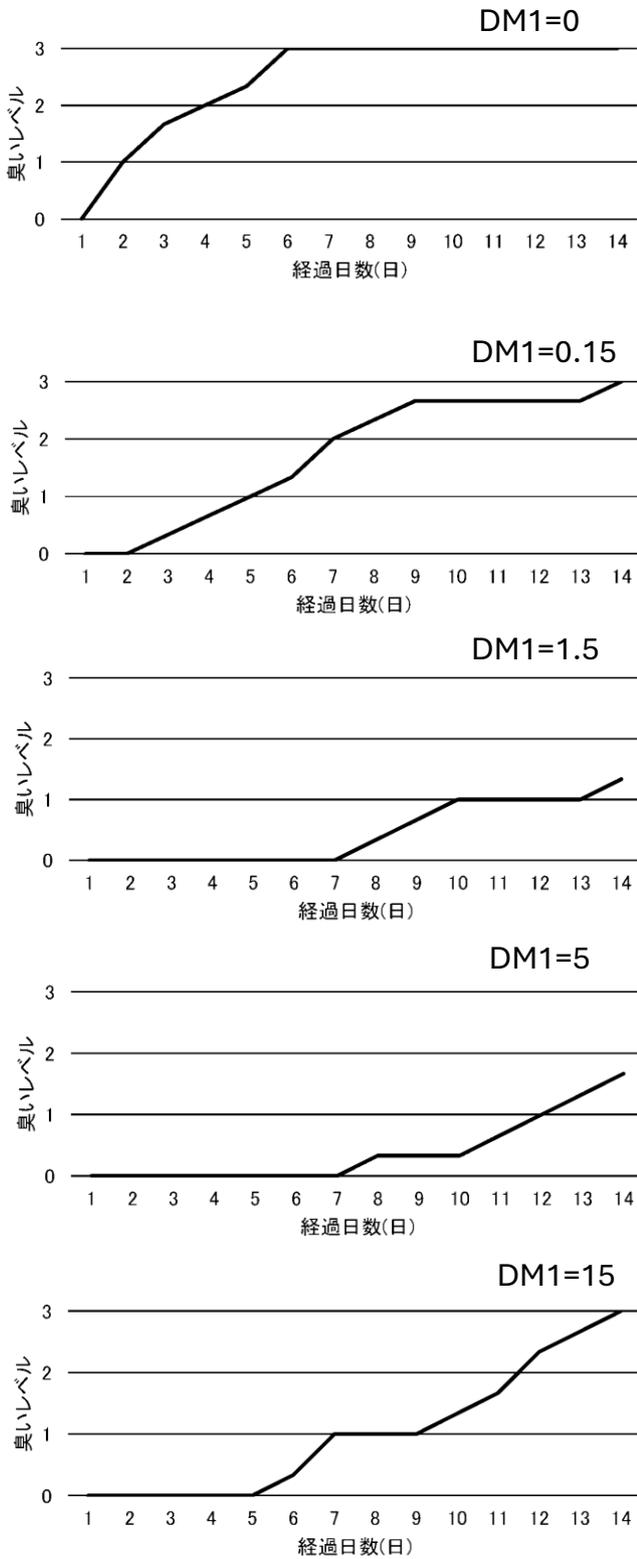


図1 ケース A の評価結果

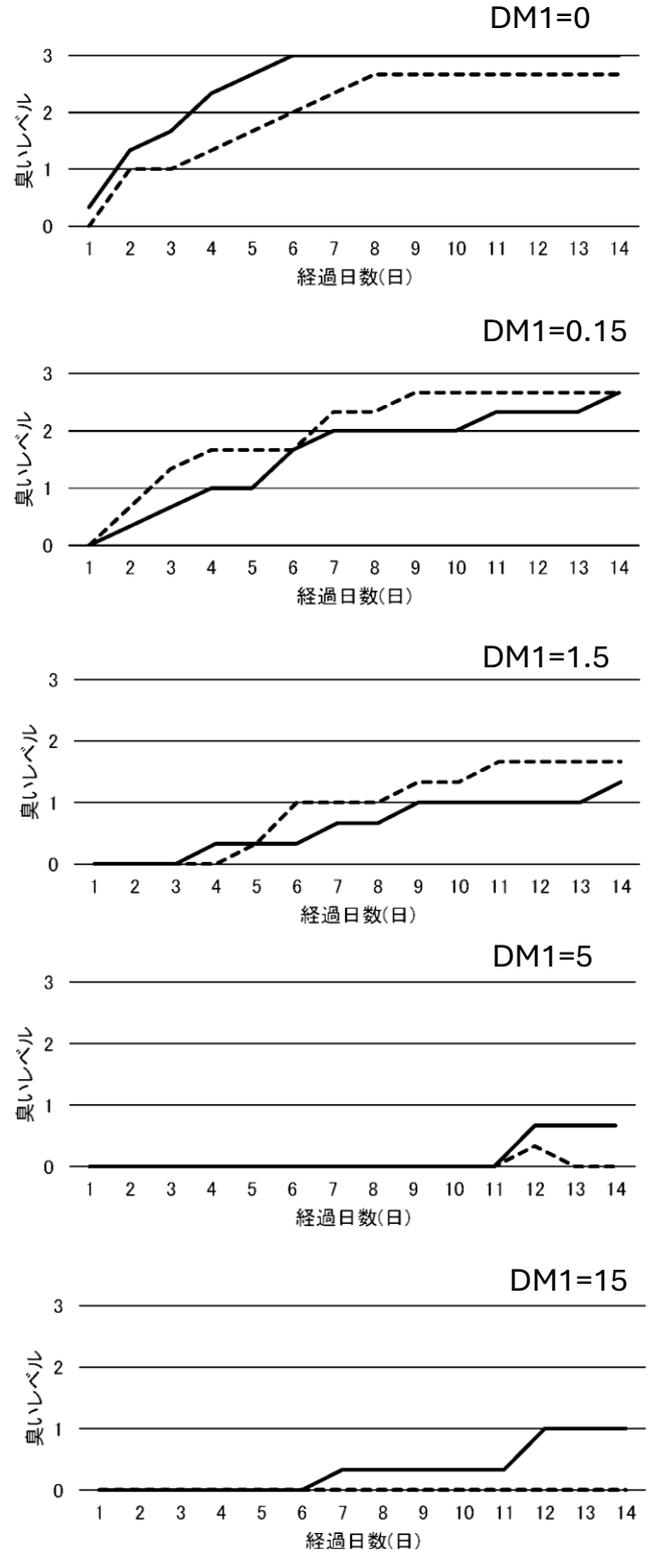


図2 ケース B, C の評価結果

今後は猫砂等のペット用糞尿処理用品、空調用フィルタ、不織布、綿（ワタ）、生理用品、肌着／靴下／手袋などの繊維製品、防臭マスク、靴箱下駄箱などの家具類、シートカバーやマットなどのカー用品、アロマテラピー用品、ゴミ袋や死体袋などのフィルム用品、ゴミ箱や生ゴミなど容器、トイレ用品、食品サンプル、造花、線香やお香の模擬品、カーテンや敷物、洗濯物入れ、汚物入れ、医療用廃棄物入れなど匂いに関する製品に応用が可能となると考えられることから、必要な用途を見極めながら引き続き検討を継続する予定である。

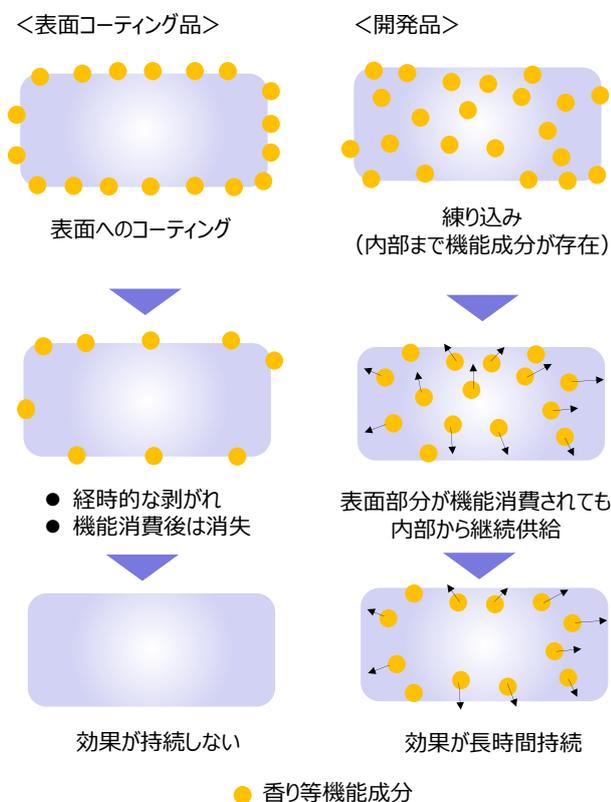


図3 開発品の効果（イメージ）

## 5. まとめ

中間膜利活用方法の新たな可能性として、中間膜と香り成分の混合とその機能性評価を実施したところ、以下の結果を得て、新たな機能性が付与された環境対応型素材を見出すことに成功した。

- (1) 中間膜材料に揮発性の高い香り成分を混合することが可能である
- (2) (1) の材料で作製した成形品に不快臭の抑制効果がある

## 文献

- 1) [http://www.mstc.or.jp/business/docs/report/h18\\_itagarasus.pdf](http://www.mstc.or.jp/business/docs/report/h18_itagarasus.pdf), 板ガラスリサイクルシステムに関する調査研究報告書(参照2025.3.26)
- 2) <http://www.3r-suishinkyogikai.jp/data/event/H23S2.pdf>, 使用済み自動車からのガラスリサイクル(参照2025.3.26)
- 3) 特許第6031648号
- 4) 特許第7429900号
- 5) 平尾 浩一. “平成29年度滋賀県東北部工業技術センター研究報告”. 2018, p.10-14.
- 6) 神澤 岳史. “平成30年度滋賀県工業技術総合センター業務報告”. 2019, p.91-97
- 7) 岡村誠三, 本山卓彦. “高分子化学”. 1952, p161-165
- 8) [https://kyoeisha.co.jp/product/kinzoku/syouketsu\\_03.php](https://kyoeisha.co.jp/product/kinzoku/syouketsu_03.php) (参照2025.3.25)
- 9) PCT/JP2021/005046
- 10) <https://www.shikibo.co.jp/deomagic/>, デオマジックのメカニズム(参照2025.3.26)

# 水溶性ビニロンを用いた交撚糸による 麻ニットの製造方法に関する研究（第2報）

繊維・デザイン係 山田 恵、岡田 倫子、永濱 毅紘

## Research on manufacturing method of ramie knit by cross-twisted yarn using water-soluble vinylon (2)

YAMADA Megumi, OKADA Michiko, NAGAHAMA Takahiro

本研究では、水溶性ビニロンを芯糸に、麻の一種であるラミーを鞘糸とする交撚糸を用いた麻ニットの製造方法において、交撚糸に対する水溶性ビニロンの割合と撚り数、および糸の本数が、編みやすさと伸縮性ややわらかさ（風合い）に与える影響を検討した。その結果、編みやすさについては、2本の交撚糸を引きそろえた糸を遣った場合（2本どり）は編めなかった交撚糸でも、1本遣い（1本どり）にすることでスピードを上げて編むことができることが分かった。また、風合いについては、全体的には撚り数が大きいほど伸縮性があり、撚り数が小さいほどやわらかい傾向があること、また、2本どりよりも1本どりで編む方が伸縮性がありやわらかいことが確認された。一方、交撚糸に対する水溶性ビニロンの割合については、今回用いた10～54%では、伸び率と曲げ剛性に明確な傾向がみられないことが分かった。

### 1. はじめに

当センターでは、滋賀県の織物産地で用いられてきた撚糸技術をニット製品へ応用することを目指し、綿、麻、絹の素材について、新たな素材開発に取り組んできた<sup>1)</sup>。その取り組みの中で、水溶性ビニロンを芯糸に、麻の一種であるラミーを鞘糸とする交撚糸（以下「交撚糸」という）を用いてニットを編み、編んだ後に水溶性ビニロンを溶解除去することで、100%ラミーのニットが製造できる方法を見出した<sup>1) 2)</sup>。

現在、この技術の産地への普及を目指し、交撚糸における水溶性ビニロンの割合や撚りの条件がニットの編みやすさや風合いに及ぼす影響を明らかにするための研究を行っている<sup>3)</sup>。

これまでに、交撚糸に対する水溶性ビニロンの割合を10～54%の中の5種類、撚り数を3条件と

した交撚糸の編みやすさを調べた結果、特定の撚り係数において水溶性ビニロンの割合が10%でも編むことが可能であることを見出した。また、44%以上の割合では、速度0.8 m/sで編めることが分かった<sup>3)</sup>。

本報告では、昨年度と同じ設計条件の糸を用いて、水溶性ビニロンの割合および撚り数に加え、糸の本数が編みやすさやニット生地の風合いに与える影響について得られた知見を報告する。

### 2. 内容

#### 2. 1. 交撚糸の作製

##### 2. 1. 1 設計概要

交撚糸に対する水溶性ビニロンの割合と撚り数が、ニットの編みやすさや風合いに与える影響について明らかにするため、交撚糸を作製した。

水溶性ビニロンには、太さの異なる5種類の糸を、ラミーには麻番手60/1（地撚り550 T/m・Z）を用いた。さらにそれぞれを交撚する際の撚り数を3条件として、15種類の交撚糸を得た。使用した水溶性ビニロンの太さおよび交撚糸に対する割合を表1に示す。なお、31 dtexは現在市販されている水溶性ビニロンの中で最も細く、330 dtexは最も太いものである。

撚り数の設定は、先に編むことが可能であると見出した撚り係数範囲（0.3～7.4）<sup>2)</sup>の中から3条件（0.3、4.1、7.4）を選定した。表2に交撚糸の一覧を示す。

撚り係数とは、糸の太さに関わらず撚りの強さを比較するための指標で、糸の太さの平方根で撚り回数を割った数値である。ここでの撚り係数は、一般的な撚り係数を求める次式に、撚り数t：地撚り、下撚り数、上撚り数の合計（Z方向をプラス、S方向をマイナス）の絶対値、綿番手N：水溶性ビニロンを除いた麻の番手を綿番手に換

算したものをあてはめて求めた。

$$\text{撚り係数 } \beta = t (\text{撚り数 T/inch}) / \sqrt{N} (\text{綿番手})$$

今後の記述では、表2に示すとおり、水溶性ビニロンをA～E、撚り係数0.3、4.1、7.4をそれぞれ1、2、3で表すこととし、これらを組み合わせた交撚糸、および編んだニットをA1～E3の試料番号で表すこととする。

また、交撚糸は以下のとおり作製した。はじめに、ラミーの原糸に対してZ方向にリング撚糸機（（株）共立機械製作所製）を用いて下撚りを行った。次に、その糸を鞘糸とし、水溶性ビニロンを芯糸に上撚り（交撚）を行った。交撚は、袋つむ（中空スピンドル）のイタリー撚糸機（久保田撚糸機（株））を使用した。

## 2. 2 テストピースの作製と物性評価

### 2. 2. 1 設計概要

表2の交撚糸を用いて、ニットマシン（（株）島精機製作所 MACH2XS15L）により、テストピースを作製した。ループの長さは、5.6 mm、6.0 mm、6.4 mmとした。糸遣い（糸の本数）は、針に2本ひきそろえて編む方法（2本どり）と1本で編む方法（1本どり）とした。テストピース作製後、70°Cの温水に15分間浸水させることにより水溶性ビニロンを溶解した。作製したテストピースの概要を表3に記す。

表1 水溶性ビニロンの太さと交撚糸に対する水溶性ビニロンの割合

水溶性ビニロンの太さ (dtex)	水溶性ビニロンの割合 (%)
31	10
44	14
88	24
220	44
330	54

表2 交撚糸一覧

撚り係数記号		1		2		3	
水溶性ビニロン記号	水溶性ビニロンの割合 (%)	撚り係数0.3		撚り係数4.1		撚り係数7.4	
		下撚り	上撚り	下撚り	上撚り	下撚り	上撚り
		0 T/m	600 T/m・S	0 T/m	200 T/m・Z	200 T/m・Z	600 T/m・Z
A	10	A1		A2		A3	
B	14	B1		B2		B3	
C	24	C1		C2		C3	
D	44	D1		D2		D3	
E	54	E1		E2		E3	

表3 テストピース概要

項目	内容
素材	表2 2本どりまたは1本どり
密度	15 ゲージ※
ループ長	5.6 mm, 6.0 mm, 6.4 mm
組織	平編
編み方	シマトロニック ホールガーメントコンピュータ横編機MACH2XS15L ((株) 島精機製作所製) ループ長ごとに たて (ウェール) 方向 150目、 よこ (コース) 方向 100コース編む
仕上	70 °C 15 分 温水による水溶性ビニロンの溶解、洗濯機による洗い、平干しによる乾燥

※ゲージ：1 inch(25.4 mm)間にある針本数

## 2. 2. 2 テストピースの基本物性評価方法

ループ長が 6.0 mm のテストピースについて、布目曲がり率、目付、厚さ、および仕上げ前後における寸法変化率の評価を行った。

布目曲がり率は JISL1096:2010 8.12(b)により計測し、斜行度を求めた。目付は JISL1096:2010 8.3.2、厚さは JISL1096:2010 8.4 により一定圧力を 0.7 kPa とし、筒状のテストピースを切り開いて計測した。寸法変化率は、JISL1096:2010 8.3.39 の計算式を用いた。JIS でいう処理前・後を表 3 に示す仕上前・後として長さを求めて算出した。

## 2. 2. 3 テストピースの風合い試験方法

風合い評価として、ループ長が 6.0 mm のテストピースについて、引張特性および曲げ特性の測定を行った。いずれも筒状のテストピースを切り開いて計測した。

布の風合い試験は KES (カトーテック (株)) を用いた試験が一般的であるが、引張特性については、試料の伸縮性が大きく、KES の測定限界となる 200 % (50 mm) 以上伸びるものが含まれており、測定できないものがあつた。このため、引張試験には、引張試験機 5966 型 ((株) インストロン・ジャパン・カンパニー・リミテッド) を用

いて、KES のニット標準条件 (つかみ間隔 25 mm、速度 0.1 mm/sec、上限荷重 250 gf/cm) に準じて測定し、KES と同等の物性項目を算出した。

曲げ特性の測定は、KES-FB2 (カトーテック (株)) を用いた。

## 3. 結果および考察

### 3. 1 テストピースの作製と物性評価結果

#### 3. 1. 1 テストピースの作製結果

表 4-1、4-2 にテストピースの編みやすさについての結果を示す。2 本どりおよび 1 本どりのいずれにおいても、撚りが多い A3、B3 では、糸切れ (2 本どりでは 2 本同時糸切れ) が発生し、編めなかった。これは、既報<sup>1), 2)</sup>によって見出した編むことが可能な糸の物性の目安が伸度 5%以上、荷重 4N 以上であることをふまえると、交撚糸の強度が作製可否の目安となる 4N を下回るにより編めなかったと推察される。

一方、E3 は 2 本どりで編むことができなかったが、1 本どりにすることで編むことが可能となった。

ニットマシンには、それぞれの機種ごとに編める糸の太さに範囲があり、それは一般的に「適正番手」と呼ばれている。メーカー情報によると、本機器の適正番手は 667~833 dtex である。そのため、E1 (625 dtex×2 本//1,250 dtex) や E2 (636 dtex×2 本//1,272 dtex) は、大きな穴あきが発生した D3 (582 d×2//1,164 dtex) よりも太いことから編めない可能性が高いと予想していた。しかし、実際には E1、E2 とともに、小さな穴あきがみられたものの、ニットマシン上ではエラーなく編むことが可能であった。このことから、作製の可否には、糸の太さ以外にも要因があることが考えられる。この要因については、1 本の曲げかたさなどの物性だけでなく、2 本合わせることによる摩擦などの影響も含めて、今後さらに検討することとしたい。

また、作業速度に関しては、1 本どりは 2 本ど

表 4-1 2本どりのテストピース作製結果

		撚り係数		
		1	2	3
水溶性ビニロンの割合	A	◎ 0.3m/s	◎ 0.6m/s	×
	B	◎ 0.3m/s	◎ 0.3m/s	×
	C	◎ 0.6m/s ●(6.0/6.4)	◎ 0.6m/s	△ 0.3m/s
	D	◎ 0.6m/s	◎ 0.8m/s	○ 0.3m/s ●(5.6/6.0/6.4)
	E	◎ 0.4m/s ●(5.6/6.0/6.4)	◎ 0.8m/s ●(5.6/6.0/6.4)	×

表 4-2 1本どりのテストピース測定結果

		撚り係数		
		1	2	3
水溶性ビニロンの割合	A	◇ 0.3m/s	◎ 0.4m/s	×
	B	◎ 0.3m/s	◎ 0.5m/s	×
	C	◎ 0.3m/s	◎ 0.5m/s	○ 0.3m/s ●(5.6/6.0/6.4)
	D	◎ 0.8m/s	◎ 0.8m/s	◎ 0.6m/s
	E	◎ 0.8m/s	◎ 0.8m/s ●(6.0/6.4)	◎ 0.8m/s

テストピースの作製について ◎：糸切れ回数 1 回以下、○：糸切れ回数 2 回、△：糸切れ回数 3 回以上、◇：編み出しエラー（ヒッカケミス）3 回以上、×：作製不可、●：穴あきあり（ ）内の数字は穴あきとなったループ長(mm)

りとほぼ同等の速度で作製が可能であった。特に、D3 のように 2 本どりで大きな穴あきが複数発生した場合は、1 本どりにすることで、スピードを上げることができた。さらに、水溶性ビニロンが太いほど、作製速度を上げることができ、生産性の向上が期待できる。

### 3. 1. 2 作製したニットの風合い

布目曲がり率からみた斜行度の結果を表 5-1、

表 5-1 2本どりの斜行度測定結果

		布目曲がり率 (%)		
		撚り係数		
		1	2	3
水溶性ビニロンの割合	A	0.0	72.4	×
	B	0.0	67.6	×
	C	9.8	93.9	84.5
	D	0.0	69.9	70.0
	E	0.0	60.8	×

5-2 に、また、ループ長 6.0 mm のテストピースの外観を図 1-1 および図 1-2 に示す。2 本どりの試料において、撚り係数記号 1 では、C1 を除き、斜行のないニットが得られた。一方、撚り係数記号 2 および 3 では布目曲がり率が 60.8 %以上となり、斜行が大きいニットとなった。また、撚り係数 3 の試料については、既報<sup>3)</sup>において、2 本どりで、縮みが大きく、表面がちぢれたパイル織物のような風合いのニットが得られることを報

表 5-2 1本どりの斜行度測定結果

		布目曲がり率 (%)		
		撚り係数		
		1	2	3
水溶性ビニロンの割合	A	0.0	91.6	×
	B	0.0	78.6	×
	C	0.0	86.3	88.6
	D	0.0	97.8	83.5
	E	0.0	68.9	75.9

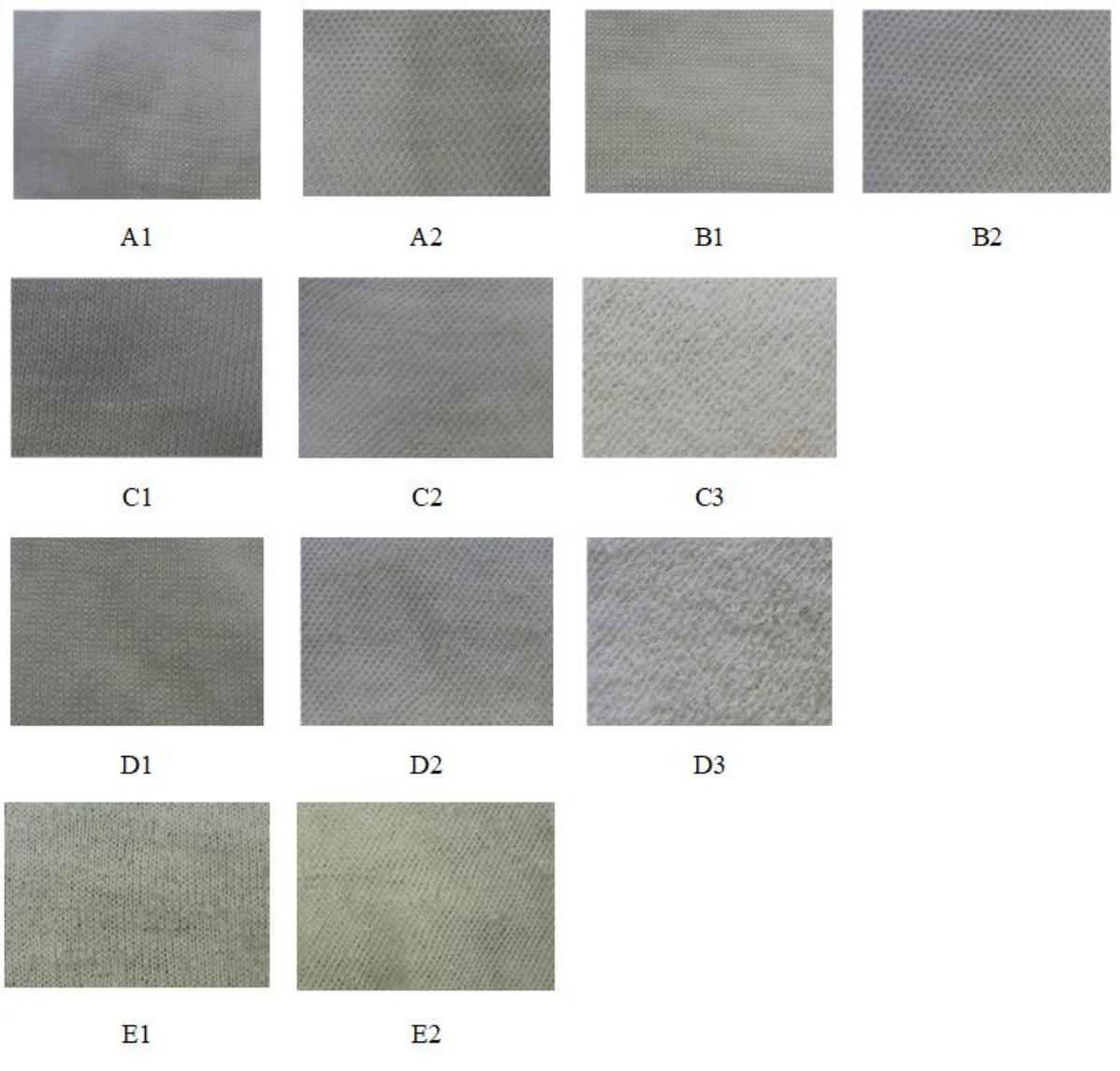


図 1-1 2本どりのテストピース写真（ループ長 6.0 mm）

告しているが、1本どりにおいても、2本どりと同様の傾向が見られた。また、2本どりよりも1本どりの方が斜行が大きい傾向が認められた。

### 3. 1. 2. 1 ニットの基本物性評価結果

ループ長 6.0 mm のテストピースについて、目付、厚さ、および仕上げ前後の寸法変化率を表 6-1、6-2 に示す。全体的に、撚り係数が大きくなるほど寸法変化が大きくなる傾向がみられた。特に、1本どりでは、2本どりに比べて、よこ（コース）方向の縮みが大きいことが分かった。

### 3. 1. 2. 2 ニットの風合い評価結果

引張特性のうち、伸び率の結果を図 2 に示す。たて（ウェール）方向について、一部逆転している箇所もあったが、全体的には撚り数が増加するほど、伸び率が大きくなる傾向がみられた。

また1本どりの試料は、多くの条件で2本どりよりも高い伸び率を示し、2倍程度伸びるものも確認された。

一方、水溶性ビニロンの割合については、伸び率に対して明確な傾向はみられなかった。

曲げ特性のうち曲げ剛性の結果を、図 3 に示す。曲げ剛性 B は、値が小さいほどやわらかいことを示している。全体的には、撚り係数記号 1 は 2 および 3 に比べて、全体的に曲げ剛性 B 値が小さ

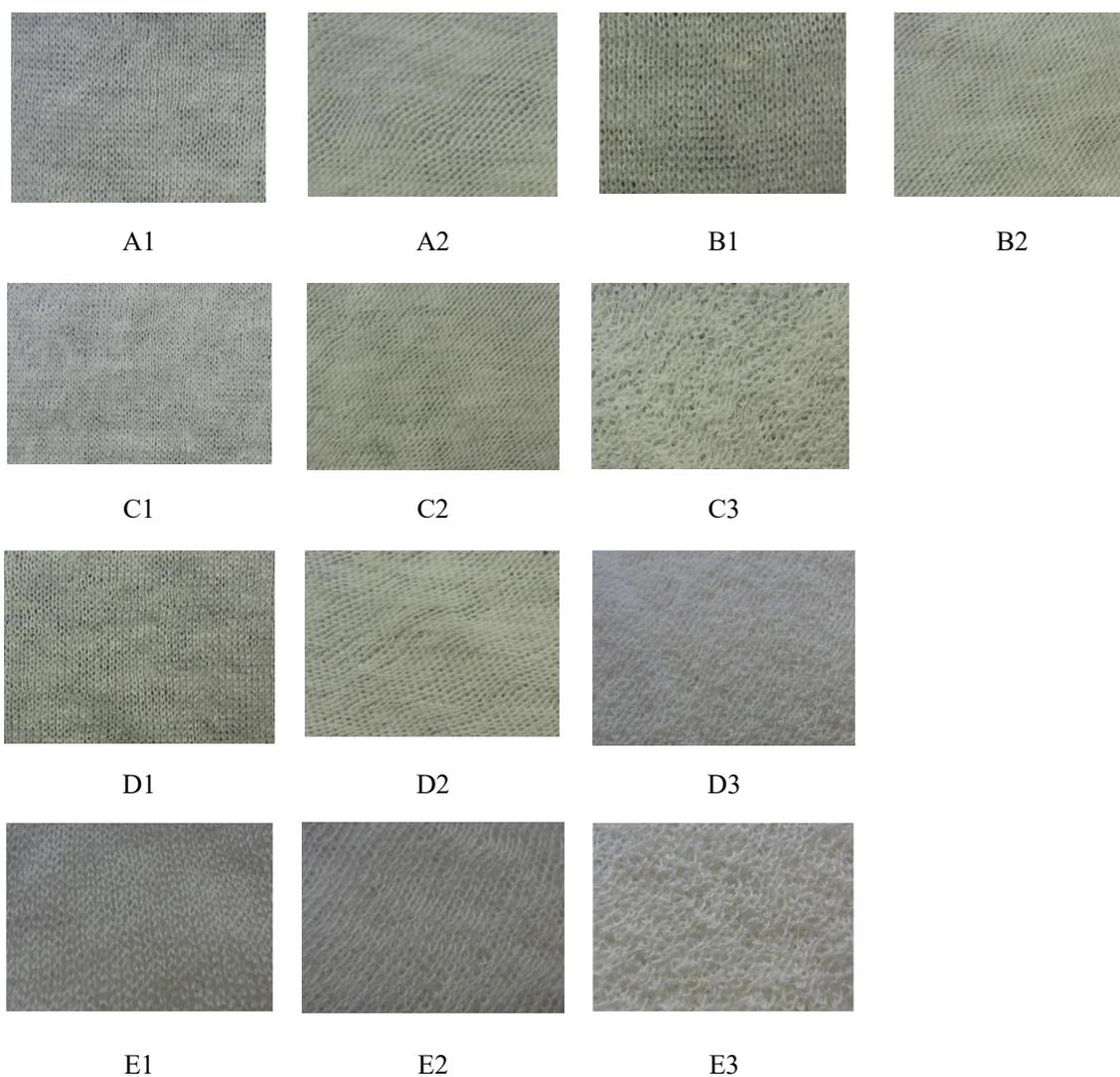


図 1-2 1 本どりのテストピース写真（ループ長 6.0 mm）

く、剛性の低い（すなわち、やわらかい）風合いが得られる傾向がみられた。

また、1 本どりの試料は、2 本どりよりも曲げ剛性が小さく、特にウェール方向では約 2 倍やわらかいことが分かった。

これに対しても、水溶性ビニロンの割合は、曲げ剛性に対して明確な傾向がみられなかった。

以上の結果から、風合いに影響を及ぼす主な因子は「撚り係数」と「糸の本数（2 本どり／1 本どり）」であり、水溶性ビニロンの割合は、風合いに対する影響が小さいことが明らかとなった。

水溶性ビニロンの割合については、製造コストの観点から以下の使い分けが可能であると考えられる。

割合が大きい場合：太い水溶性ビニロンの使用により作製速度が向上し、生産性とコスト面（原材料費の削減）で優位となる。

割合が小さい場合：溶解する水溶性ビニロンの量が少ないため、後処理にかかるコストが低減される。

このように、水溶性ビニロンの割合は生産工程やコストに応じて柔軟に選定することが可能である。

さらに、1 本どりの方が 2 本どりに比べて伸びやすく、やわらかい傾向があることについて、図 4 に示すように、1 本どりではループ間の隙間が大きく、2 本ひきそろえたときに発生するであろう摩擦の影響も少ないことが一因と考えられる。

表 6-1 2本どりの基本物性結果

試料番号	目付 (g/m <sup>2</sup> )	厚さ (mm)	寸法変化率(%)	
			ウェール	コース
A1	171.9	0.97	-3.5	0.3
A2	233.3	1.35	-24.0	4.5
A3	—			
B1	173.4	0.98	-5.0	1.5
B2	261.4	1.26	-21.0	2.5
B3	—			
C1	185.6	1.05	-0.8	1.3
C2	283.8	1.27	-25.4	-1.0
C3	332.1	1.56	-33.0	2.6
D1	185.4	1.14	7.5	4.0
D2	265.6	1.41	-22.0	-0.8
D3	338.8	1.67	-28.0	-5.5
E1	154.6	1.14	15.3	16.3
E2	249.0	1.41	-13.5	2.0
E3	—			

表 6-2 1本どりの基本物性結果

試料番号	目付 (g/m <sup>2</sup> )	厚さ (mm)	寸法変化率(%)	
			ウェール	コース
A1	82.8	0.66	3.5	1.6
A2	157.7	1.20	-22.6	-13.5
A3	—			
B1	79.7	0.68	2.6	-1.8
B2	171.3	1.21	-20.7	-13.1
B3	—			
C1	81.0	0.74	1.0	2.8
C2	161.4	1.21	-27.9	-11.9
C3	230.9	1.48	-10.1	-28.0
D1	81.5	0.72	5.1	2.5
D2	181.3	1.32	-34.4	-7.9
D3	225.4	1.50	-38.5	-16.8
E1	76.8	0.77	11.5	11.5
E2	172.3	1.32	-32.5	-3.5
E3	232.4	1.51	-34.5	-16.0

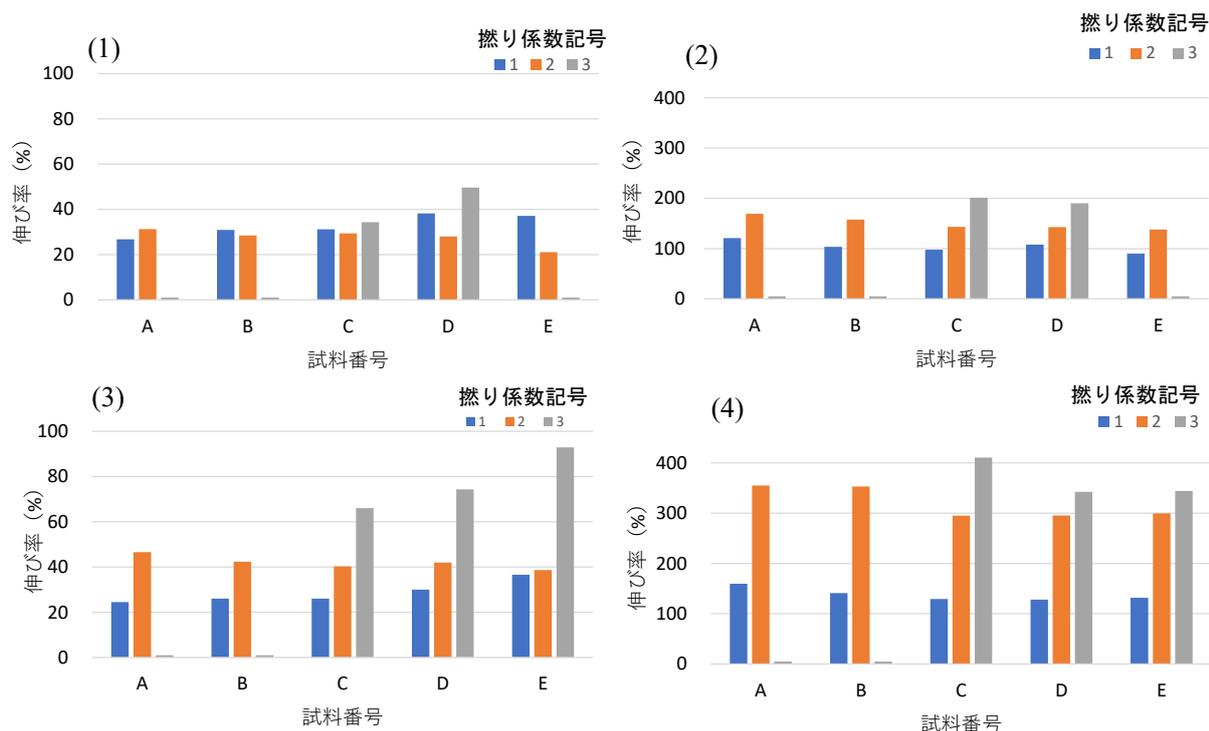


図2 (1)2本どりウェール方向、(2)2本どりコース方向、(3)1本どりウェール方向、(4)1本どりコース方向の伸び率の結果

また、図5に示すように、1本どりでは、2本どりよりもコース方向の縮みが大きいことが、1本どりでコース方向の高い伸び率として現れていると推察される。

最終的に、図6にやわらかさ（曲げ剛性）と軽さ（質量）をマッピングした結果を示す。撚り数を適切に調整し、1本どりで編むことで、やわらかくかつ軽量な新規素材が作製できた。

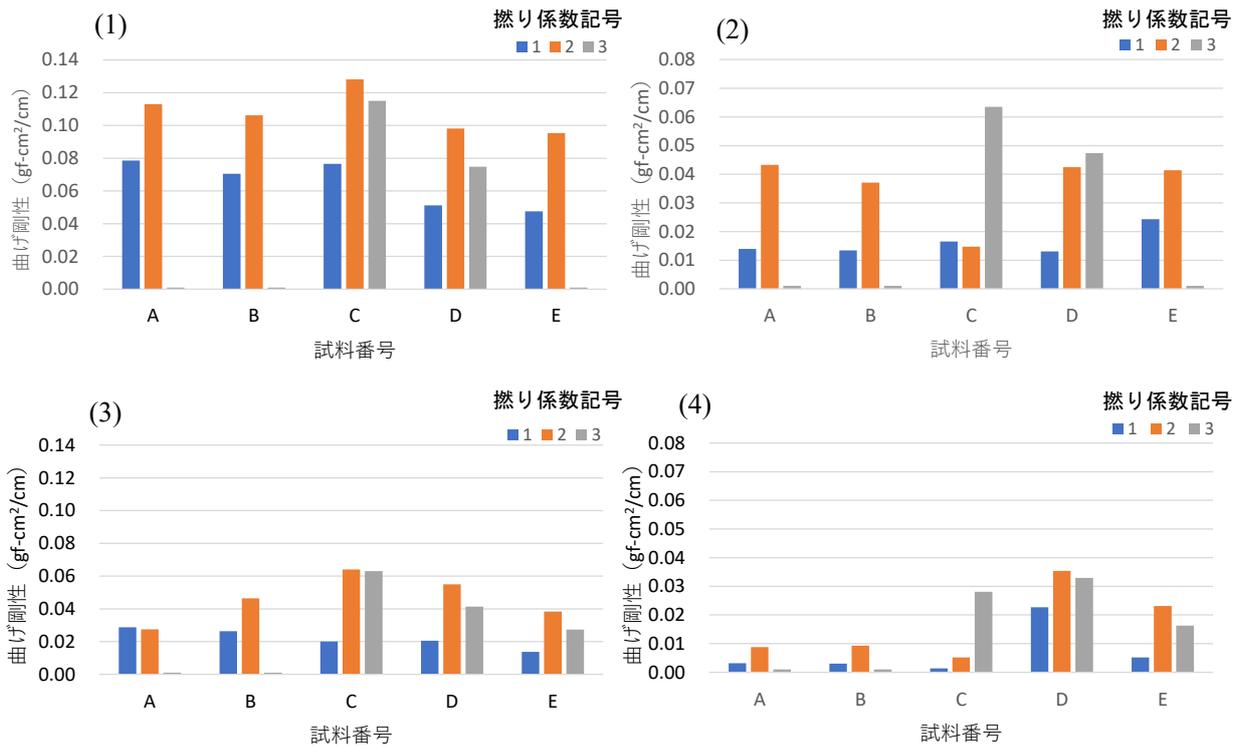


図3 (1) 2本どりウェール方向、(2) 2本どりコース方向、(3) 1本どりウェール方向、(4) 1本どりコース方向の曲げ剛性の結果



図4 2本どり (左) と1本どり (右) のサンプル比較 (C1)

### 3. 2 試作品の作製

今年度は、本研究で得られた知見を基に、風合い特性の異なる2種の試作品を作製した。具体的には、やわらかさと軽さを特徴とするスヌード、および斜行が大きく、表面形状に独特の表情を持つマフラーを試作した(図7)。

### 4. まとめ

本研究では、異なる糸太さの水溶性ビニロンを芯糸とし、ラミーを鞘糸とした交撚糸を用いてテストピースを作製し、ニット生地 of 風合い等の物

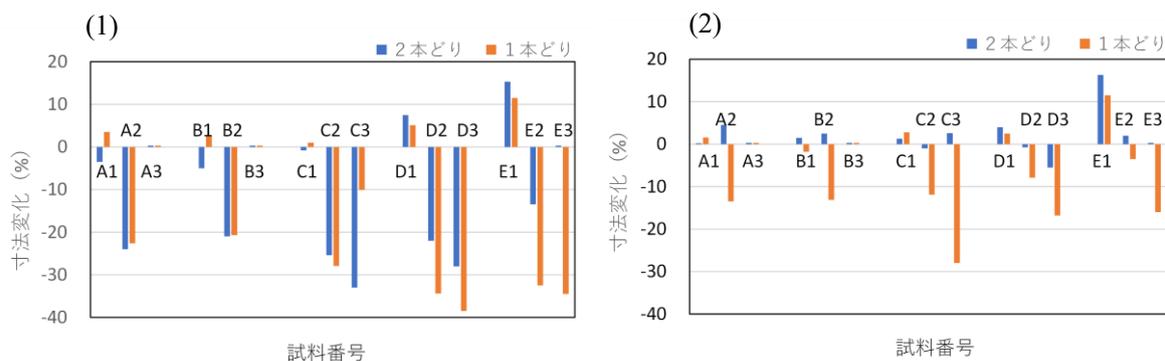


図5 (1) ウェール方向、(2) コース方向の2本どりと1本どりの寸法変化率比較

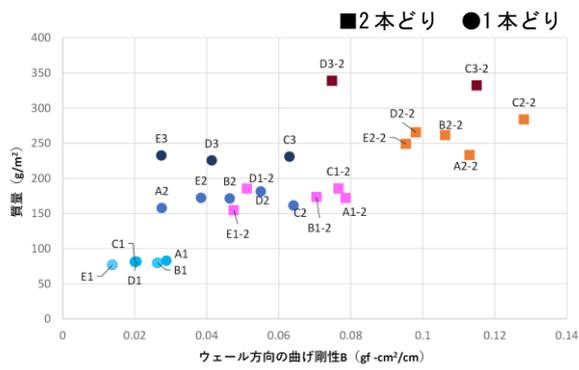


図6 曲げ剛性と質量の関係

性および糸構成について検討した。その結果、水溶性ビニロンの割合、撚り数、および糸の本数(2本どり/1本どり)が編みやすさとニット生地風の合いに与える影響について、以下のような知見を得た。

- ・撚り数が多いほど、伸縮性が高くなり、斜行や縮みが大きくなる傾向がある。
- ・1本どりは、2本どりに比べて、やわらかく、よく伸びるニットが得られる。
- ・水溶性ビニロンの割合は、風合いへの影響は小さいが、作製速度やコストに関する選択肢を与える重要な要素である。

今後、交撚糸の強度、伸び率、太さ以外の要素が編みやすさに及ぼす影響についてさらに検討を進め、産地への技術移転に向けた取り組みを継続していく予定である。



図7 麻ニットの試作  
(上：スヌード、下：マフラー)

#### 参考文献

- 1)谷村康宏,脇坂博之,小谷麻理,山田恵,岡田倫子,令和2年度滋賀県東北部工業技術センター研究報告書,pp.8-14
- 2)特願：2023-217530
- 3)山田恵,永濱毅紘,池松律香,山下誠児,田辺桂子,小川成生,令和5年度滋賀県東北部工業技術センター業務報告書,pp.64-72

# 織物残糸を用いた繊維強化プラスチックの開発（第2報）

繊維・デザイン係 永濱 毅紘

## Development of Fiber-Reinforced-Plastics using residual yarn from woven fabrics

NAGAHAMA Takahiro

本研究は、従来の化石資源由来プラスチックよりも強度が低い、バイオマスまたは生分解性プラスチックを、織物残糸を用いて補強することを目的としている。昨年度は、2種類の装置を組み合わせることで、取り扱い性に優れた粉末が得られることを見出した。

そこで本年度は、作製した絹粉末と生分解性プラスチックとを複合化させ、その各種性能評価を行った。その結果、以下のことを見出した。

- ①引張強度を保持したまま、引張弾性率が2倍以上向上した。
- ②絹粉末を添加することで、紫外線による樹脂の劣化（強度低下）を抑制した。

### 1. はじめに

現代社会において、化石資源由来プラスチックは安価で汎用性があることから、様々な用途に使用されている。しかし、化石資源に過度に依存した結果、大気汚染や地球温暖化、海洋プラスチックごみなどの諸問題が深刻化してきている。こうした問題を受けて、化石資源由来プラスチックの代替として注目されているのがバイオマス由来または生分解性プラスチック（ポリ乳酸（PLA）、ポリブチレンサクシネート（PBS）など）である。しかし、これらは石油由来汎用プラスチック（ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）など）と比較して、強度が低い、製造コストが高いといった欠点を持つ。プラスチックの強度向上のため、ガラス繊維や炭素繊維で強度を補った繊維強化プラスチック（FRP）が使用されている事例（航空機、自動車等）もあるが、加工コストが高い、リサイクルが難しい、自然環境中で分解しないなどの問題がある。

一方、滋賀県には天然繊維織物産地として高島の綿・湖東の麻・長浜の絹がある。近年、各産地で需要低下による生産量の減少や人手不足等の課題

に加え、新型コロナウイルスの影響や原材料価格・光熱費高騰の影響を大きく受けている。なかでも絹産地の生産量は大きく落ち込んでおり、美容業界への販路拡大や洗えるシルクの加工等新規事業進出への取り組みも行われているが、4年が経過した現在でもコロナ前生産量の50%を下回っている状況である。そのため、これまでと異なるアプローチでの新事業創出が必要であると考えられる。

ところで、浜縮緬を生産する際には生産量の4～5%が残糸として発生するとされている。これら残糸はこれまで売却や廃棄されてきたが、企業によっては数百kg程度を倉庫で保管している状態であるため、これら残糸の活用も大きな課題である。

さて、絹は引張強度が350～470 MPa、比重が1.33～1.45 g/cm<sup>3</sup>であり<sup>1)</sup>、比強度および柔軟性に優れた材料であると報告されている<sup>2)</sup>。そこで本研究では、新たな繊維強化プラスチックの創出を目的に、製造工程で発生した織物残糸でバイオマス由来または生分解性プラスチックを補強し、力学物性の向上を目指すこととした。加えて廃棄や売却としていた残糸を使用することで原料コスト抑制につながるプラスチック使用量の削減への貢献を

併せて目指すこととした。さらに本研究で創出を目指す材料は天然繊維で補強されていることから、生分解性プラスチックのもつ生分解性を失わない。昨年度は2種類の装置を組み合わせることで、取り扱い性に優れた粉末が得られることを見出した。そこで本年度は、得られた絹粉末と生分解性プラスチックとを複合化させ、各種性能評価を行った。

## 2. 実験

### 2. 1 複合化材料および試験片の作製

#### 2. 1. 1 試料

絹粉末試料には長浜市の絹産地より購入した絹織物残糸を用いた。また、生分解性樹脂にはポリブチレンサクシネート（三菱ケミカル社製 FZ91）（以降、PBS と略す）、ポリ乳酸（海正生物材料社製 REVODE290）（以降、PLA と略す）、ポリカプロラクトン（聚仁化工社製 PCL-6500）（以降、PCL と略す）を用いた。さらに、市販の紫外線吸収剤（BASF ジャパン社製 TINUVIN326（以降、T-326 と略す））を用いた。

#### 2. 1. 2 樹脂の熱的性質

絹粉末と樹脂を複合化する際の温度条件を決定するため、示差走査熱量測定装置（TA Instrument 社製 DSC Q2000）を用いて各樹脂材料（PBS、PLA、PCL）の融点を測定した。アルミパンに試料を約 10 mg 秤量し、窒素雰囲気下で 0℃から 200℃まで 10℃/min で昇温した。

#### 2. 1. 3 絹繊維粉末との複合化

ラボプラストミル（東洋精機製作所社製 10S100）を用い、①および②について絹粉末と樹脂の複合化を行った。

##### ①異なる樹脂を用いた複合化

各樹脂に対して、絹粉末を 10 wt% となるように混練した。ヒーター温度は PBS を 140℃、PLA を 190℃、PCL を 85℃とし、スクリー回転数は 20rpm で 5 分間混練を行った。

##### ②絹粉末の添加量を変化させた複合化

PBS に対して、絹粉末が 5, 10, 20 wt% となるように混練した。また T-326 を 0.1 wt% となるよう混練した。

### 2. 1. 4 物性評価用試験片の作製

複合化した材料の物性評価を行うため、マイクロコンパウンダー（Thermo Fisher Scientific 社製 HAAKE Minilab3）の射出成形ユニットを用いて、JIS-7139K A12 ダンベル試験片および JIS-7139K B1 多目的試験片を作製した。成形条件を表 1 に示す。また、上記多目的試験片に対し、ノッチ加工機（安田精機製作所社製 No.189 PNCA）を用いて 2 mm のノッチを入れた。

表 1 試験片の成形条件

	PBS	PLA	PCL
シリンダ温度	140℃	190℃	85℃
金型温度	40℃	50℃	20℃
射出圧	600 bar	600 bar	600 bar
射出時間	10 s	10 s	20 s
金型の保持圧	400 bar	400 bar	200 bar
保持時間	10 s	10 s	30 s

#### 2. 1. 5 耐候性試験

メタルハライドウェザーメーター（スガ試験機社製 M6T）を用いて、屋外環境下での劣化を想定した耐候性試験を行った。試験片には、PBS に絹粉末を複合化したもの、および PBS に T-326 を複合化したものを用いた。温度は 63℃、湿度は 50%（降雨時は 95%）、放射照度は 2000 W/m<sup>2</sup>、2 時間のうち 18 分を降雨環境とし、照射時間が 1, 2, 4, 6 年相当となるよう試験を行った。

## 2. 2 観察および評価

### 2. 2. 1 力学的性質

材料の力学的性質は、引張強伸度、および衝撃強度を測定した。引張強伸度は、ダンベル試験片を使用し、万能材料試験機（インストロン社製 5966 型）を用いて評価した。引張速度 50 mm/min

とし、室温下で測定した。応力-ひずみ曲線から引張強度、引張弾性率、及び破断伸びを算出した。衝撃強度は、多目的試験片を使用し、低温槽付衝撃試験機（安田精機製作所社製 No.258-L-PC）を用いて評価した。ハンマー荷重は 2 J とし、室温下で測定した。

### 2. 2. 2 結晶化速度測定

複合化した材料の結晶化速度を測定するため、示差走査熱量測定装置（TA Instrument 社製 DSC Q2000）を用いて、絹粉末を添加した材料の結晶化エンタルピーを測定した。アルミパンに試料を約 10 mg 秤量し、窒素雰囲気下で 0℃から 200℃まで 10℃/min で昇温後 1 分間保持したのち、200℃から 0℃まで 10℃/min で冷却した。

### 2. 2. 3 分子量測定

複合化材料の分子量は、高速液体クロマトグラフ（日本分光社製 EXTREMA）を用いて、以下の条件で測定した。

表 2 測定条件

カラム	GPC K-805L, GPC K-804L (昭和電工社製 Shodex)
検出器	RI : RI-4035 UV : 波長 : 254 nm
カラム温度	40℃
流速	1 mL/min
溶媒	クロロホルム (和光純薬社製 高速液体クロマトグラフ用)
試料濃度	5 mg/mL

## 3. 結果および考察

### 3. 1 熱的性質

図 1 に、各樹脂材料の DSC カーブおよび融解ピーク温度 (T<sub>pm</sub>) を示す。この結果から、絹粉末と複合化する際の温度条件を決定した。

### 3. 2 力学的性質

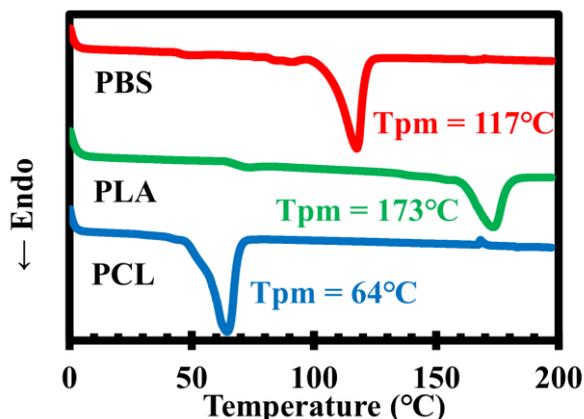


図 1 各樹脂材料の DSC カーブ

図 2 に、各樹脂に絹粉末を 10 wt% 添加した際の力学的性質を示す。絹粉末を添加することで、引張強度は低下、引張弾性率は増大、破断伸びは減少する傾向であった。引張強度の低下は、絹を覆っているセリシンは親水性の高いタンパク質であるが、複合化した樹脂は疎水性であるため、セリシンと樹脂との界面接着性が低かったことが原因であると考えられる。しかし、PBS においては引張強度が低下せず保持されていた。これは、PBS が本研究で使用した樹脂の中でも、濡れ特性に優れているため<sup>3)</sup>、界面接着性の低下が抑制されたからであると考えられる。衝撃強度については、PBS および PCL では大きく低下、PLA ではわずかに増大する傾向が認められた。PLA に増大傾向が認められたことについては引き続き検討が必要であるが、今回用いた絹粉末のアスペクト比は 20~40 程度と大きくなく、セリシンと樹脂との界面接着性が低かったことから、絹粉末が破断の起点となったと考えられる。

図 3 に、PBS に対し絹の添加量を変化させた際の力学的性質を示す。耐候性試験前の試料については、引張弾性率は増大、破断伸びは減少し、引張強度の低下は見られなかった。紫外線を照射した試料については、絹の添加量の増大に伴い、紫外線照射前後の強度保持率が増加しており、20 wt% の絹粉末を添加することで、ほとんど強度低下しないことが確認された。また、絹粉末を 5 wt% 添加した試料は市販品の紫外線吸収材と同程度の性能を有していることが分かった。

■ 未添加    ■ 絹粉末 10 wt%

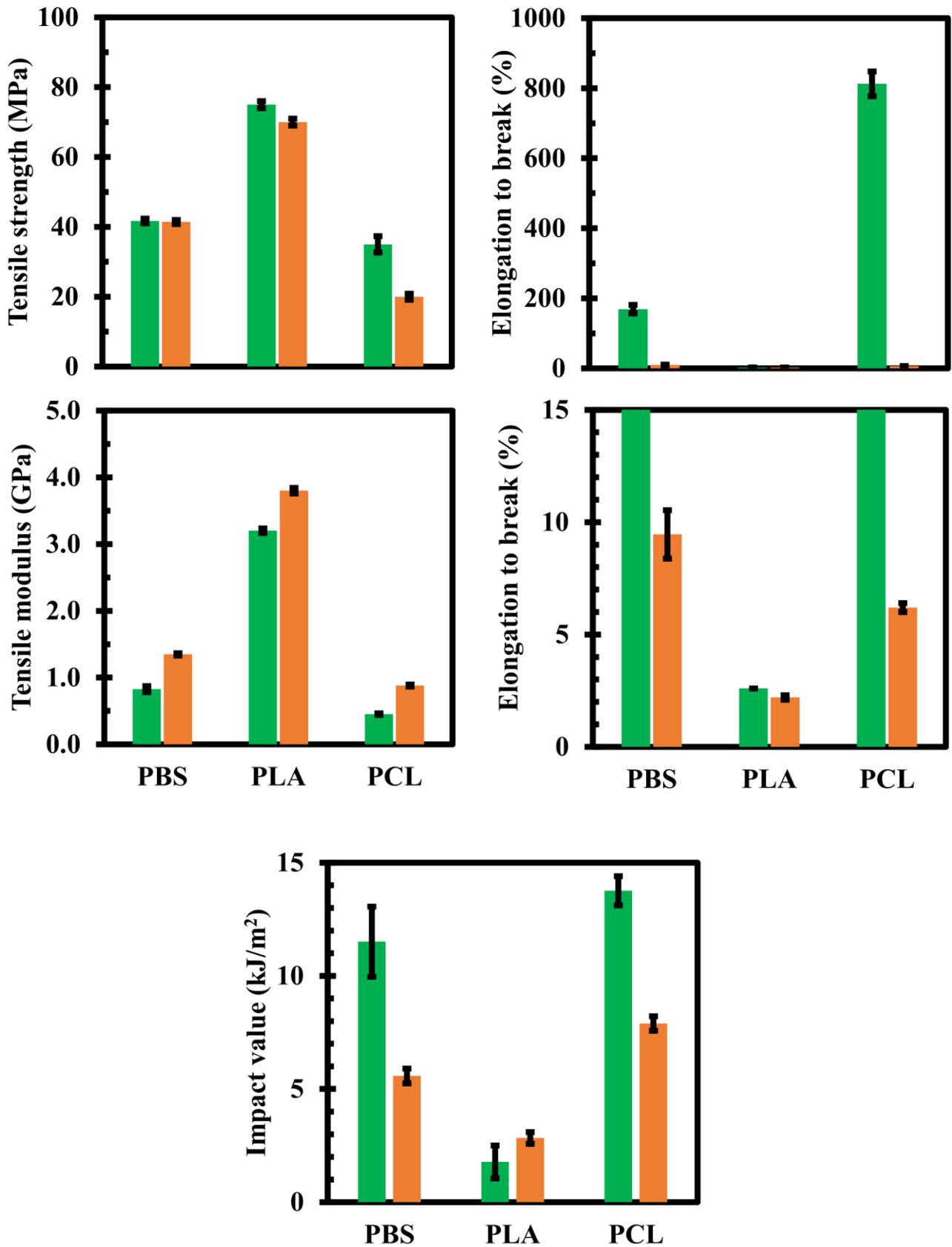


図2 絹粉末を 10 wt%添加した各種樹脂の力学的性質

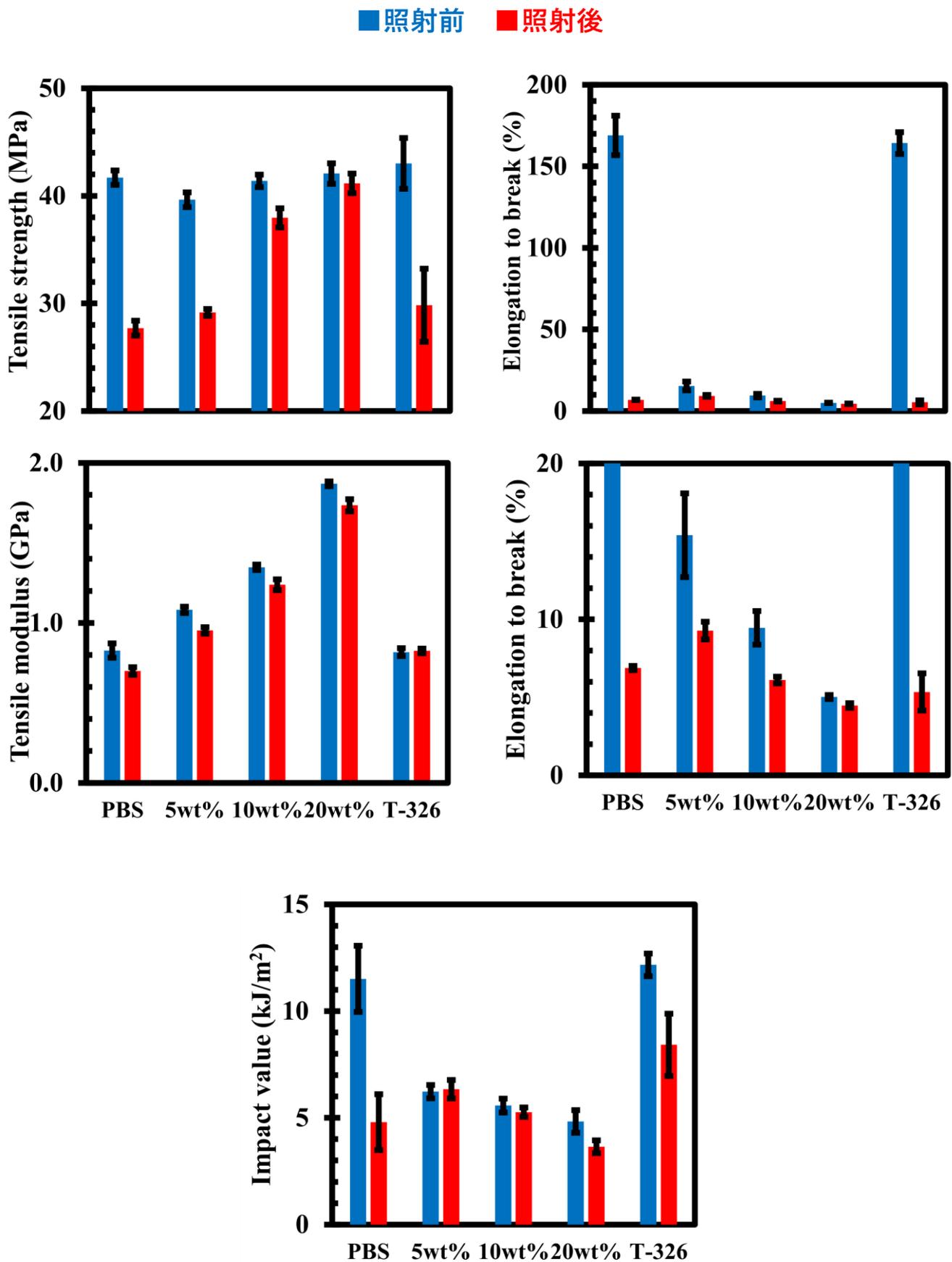


図3 絹粉末の添加量および紫外線照射前後における機械的性質

### 3. 3 結晶化速度測定

図4に絹粉末の添加量を変化させた際の結晶化エンタルピーを示す。絹粉末の添加に伴い、エンタルピーは増大して5 wt%で最大値を示した後、減少する傾向であった。これは、5 wt%添加した場合は結晶核材として機能しているが、10 wt%以上添加すると、結晶の成長を妨げたことが原因であると考えられる。

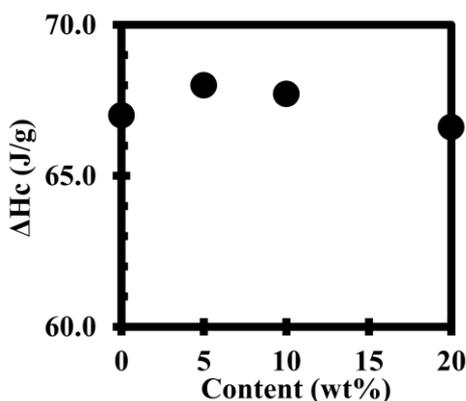


図4 絹粉末の添加割合と結晶化エンタルピーの関係

### 3. 4 分子量測定

図5に絹粉末の添加量と、紫外線照射年数に対する  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_{peak}$  を示す。どの試料においても  $M_n$  および  $M_{peak}$  は低下する傾向であることが確認された。また、絹粉末の添加に伴い、分子量の低下が抑制されることが確認された。 $M_w$ が増加後、減少した現象は架橋に伴う高分子量化が進んだためであると考えられる<sup>4)</sup>。

## 4. まとめ

絹粉末を生分解性樹脂と複合化させた材料に対して各種性能評価を行った。その結果、PBSに絹粉末を添加することで、引張強度を維持したまま、引張弾性率を向上できることを見出した。さらに、樹脂に絹粉末を添加することで、紫外線による樹脂の劣化を抑制することを見出した。

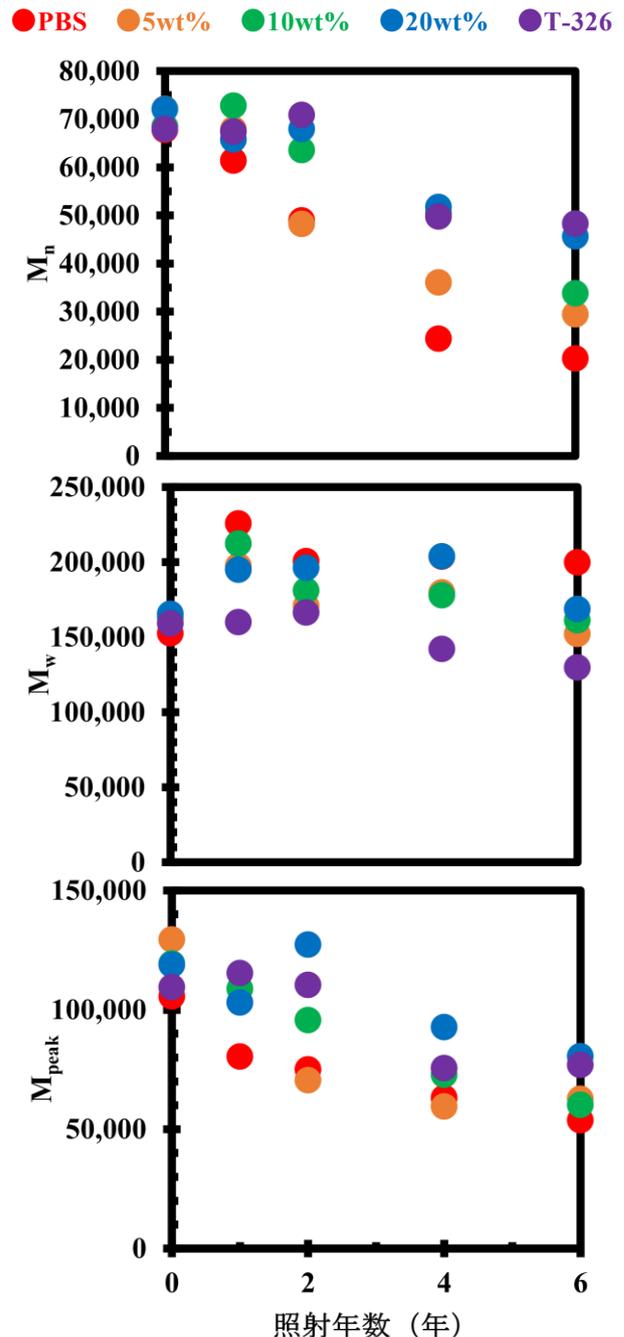


図5 絹粉末の添加量および紫外線照射年数と分子量の関係

## 文献

- 1) 繊維学会. 繊維便覧. 15, 1994
- 2) 木村照夫, 成形加工. 15. 598-601, 2003
- 3) 土井幸夫. 沖野義郎, 日本接着学会誌, 41. 393-403, 2005
- 4) <https://www.tosoh-arc.co.jp/technique/detail/t1907/>

# 金属積層造形物の特性および欠陥評価に関する研究

東北部工業技術センター 機械システム係 柳澤 研太

工業技術総合センター 斧 督人、戸田 敦基

滋賀県立大学 田邊 裕貴

龍谷大学 小川 圭二

## Research on characteristics and defect evaluation of metal additive manufacturing formed objects

YANAGISAWA Kenta, ONO Masato, Toda Atsuki,

TANABE Hirotaka, OGAWA Keiji

本研究では近年注目を集める金属積層造形、その中でも DED (Directed Energy Deposition)方式を用いて、難造形材料である銅合金の造形に取り組んだ。その結果、ガス由来と思われる球状の空隙は残っているが、溶融不良によるビード間の隙間の欠陥の抑制に成功した。また、造形条件の選定を詳細に行う方法を考え、他の材料での造形に対しても適用できる造形条件選定プロセスを構築した。

### 1. はじめに

近年、3D プリンタとも呼ばれる Additive Manufacturing (AM) は、技術や市場規模が世界的に急成長しており、日本でも 2020 年に用語等が日本産業規格 (JIS) に制定された。

樹脂の 3D プリンタは一般にも普及してきているが、金属の 3D プリンタは、航空・宇宙産業など一部の業界ではすでに実用化が進められ<sup>2)</sup>、新しいモノづくりとして期待されているものの、一般の企業までは中々普及が進んでいないのが現状である。

こうした背景の中、工業技術総合センターで平成 30 年度に導入した DED (Directed Energy Deposition) 方式の金属 3D プリンタを用いて、その技術を蓄積し、県内企業への普及に努めてきた。

これまでの研究では、金属 3D プリンタで用いられることの多い材料である SUS316L や、金型の補修・改良用途などでも期待されている工具鋼の材料を中心に行ってきた。これらについては内部欠陥発生傾向、強度・硬さなどを調べ、適切な造形条件や

課題がある程度わかってきた<sup>3),4)</sup>。

本研究では今まで実施してきた鉄系の材料とは特性が大きく異なる銅系材料に取り組むこととした。銅は高い熱伝導性や電気伝導性、抗菌性などで需要が多く金属 AM でも注目されている材料である<sup>5)</sup>。しかしながら、金属 AM では、一般的には銅の造形は難しいとされている。現在普及している金属 3D プリンタはレーザーで粉末材料を溶融させて造形しているものが主流となっており、そのレーザーの波長は赤外線帯域 (IR) を使用している装置がほとんどである。対して、銅の IR レーザーの吸収率は非常に低い<sup>6)</sup>。これを解決する方法として、銅に対して吸収率が高いブルーレーザーを使用した装置の開発<sup>7)</sup>や、IR レーザーでも造形しやすい材料開発が各社で行われている<sup>6),8)</sup>。

本県で導入した装置は IR レーザーを使用していることから、銅に添加物を加え吸収率を向上させた銅合金粉末を用いることにした。本年度はその粉末で簡易形状造形を行い、寸法計測や内部欠陥観察を

通して適切な造形条件を調査した結果について報告する。

## 2. 装置概要

LAMDA200 (ニデックマシンツール株式会社製) を用いて造形を行った。最大レーザー出力は 2kW のものを搭載している<sup>9)</sup>。DED 方式の造形イメージは図 1 のとおりで、ガスで噴射した金属粉末をレーザーで溶融させて積層造形していく構造である。また、アウターガス (シールドガス) により、酸化を抑制することが可能となっている<sup>10)</sup>。

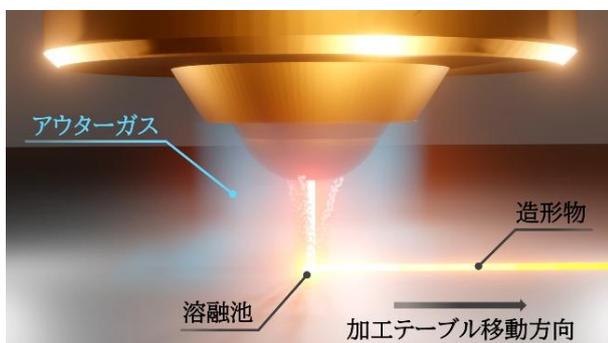


図 1 DED 方式の造形イメージ

## 3. 全体の実験概要

本実験では銅合金を簡易形状で造形し、適切な造形条件を調べた。対象とする形状は、図 2 (a) のように 1 本線のライン造形、ライン造形を高さ方向に積層した薄壁造形、図 2 (b) のように平面方向と高さ方向に積層したブロック造形の 3 種類とした。

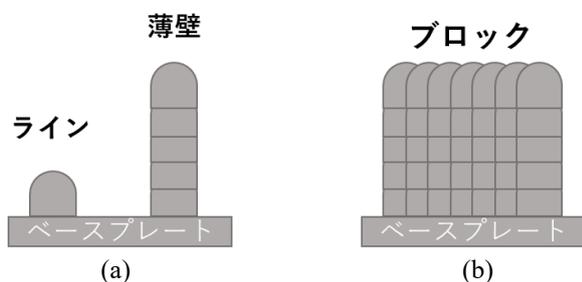


図 2 対象とした簡易形状

## 4. ライン造形

### 4. 1 実験内容

#### 4. 1. 1 造形実験概要と造形条件

レーザー出力、Z ピッチ、粉末吐出量の目安を調

べるため、図 3 のようなライン造形を行った。

使用したベースプレートおよび金属粉末は表 1 および表 2 のとおりで、造形条件のうち薄壁造形やブロック造形も含め各実験で共通するものについては表 3 のとおりとした。ライン造形ではレーザー出力と粉末吐出量を変更して実験を行った。

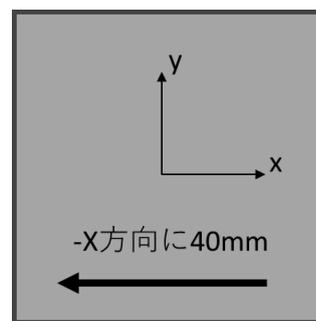


図 3 ライン造形概要

表 1 使用したベースプレート

材質	SUS316L
寸法 (mm)	約 70×70×5.7
表面粗さ (μm)	約 Ra 5、約 Rz 25

表 2 使用した金属粉末

材質	銅合金 (福田金属箔粉工業 (株) 製 FAM-G101C)
粒度 (μm)	45~106

表 3 各実験で共通の造形条件

レーザースポット径 (mm)	1
走査速度 (mm/min)	800
キャリアガス (L/min)	4
インナーガス (L/min)	15
アウターガス (L/min)	20

### 4. 1. 2 粉末吐出量確認

粉末の吐出量の確認として、60 秒間の吐出を 0.3 ~0.5rpm の各設定値に対して 3 回実施した。粉末供給部の機構は図 4 のようになっており、設定値は

ディスクの回転数を指定するようになっている。そのため、設定値を変更した時、実際の粉末吐出量が比例して変更されているかを確認する目的で行ったものである。

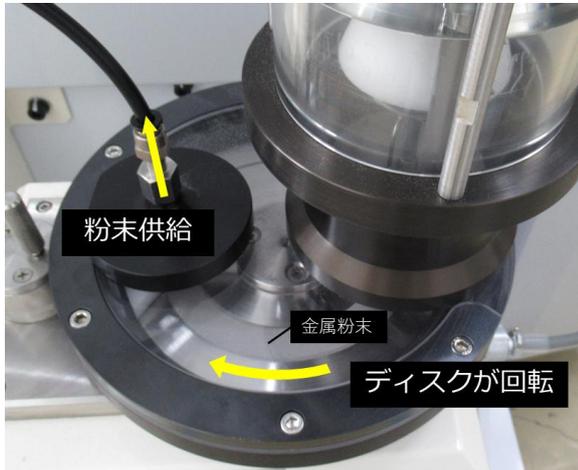


図4 粉末供給機構

#### 4. 1. 3 寸法測定方法

高さや幅の寸法測定には、非接触の形状測定機であるアリコナ社の Infinite Focus SL (10倍レンズ)で行った。図5のように造形物の中央付近2mm幅で3Dデータを取得し、0.5mm幅の3断面それぞれで高さと幅を測定し、その平均をとった。

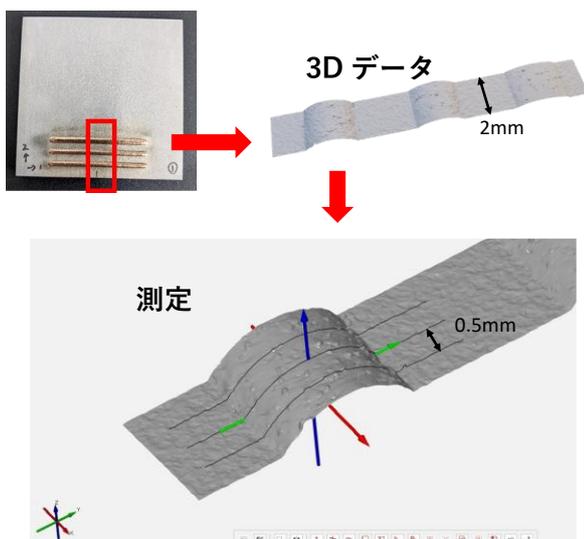


図5 寸法測定手順

#### 4. 1. 4 レーザー出力の条件調査

適切なレーザー出力を選定するため、表4のようにレーザー出力を変更して造形を行った。ここでは

粉末の吐出量をディスク回転数 0.5rpm で固定とした。

表4 造形条件

レーザー出力 (W)	600~1000 (100 刻み)
ディスク回転数 (rpm)	0.5

#### 4. 1. 5 デフォーカスの影響調査

デフォーカス量を±1mmの範囲で変化させ、それによる造形への影響を調べた。レーザー出力は4.1.4の実験の結果から決定する。ディスク回転数は0.5rpmとした。

#### 4. 1. 6 粉末吐出量の条件調査

適切な粉末吐出量を選定するため、ディスク回転数を0.5~0.3 (0.1 刻み) と変更して造形を行った。ここで使用するレーザー出力は4.1.4の実験の結果から決定する。

#### 4. 1. 7 薄壁造形のための積層ピッチ調査

薄壁造形するための積層ピッチ (Zピッチ) を決めるため、ライン造形 (ビード) の断面積から推定した仮のZピッチを算出した。仮Zピッチは図6のように仮定し、「幅×仮Zピッチ=断面積」と定義した。上に積層されることで下の層も溶融して均されると考えられるため、目安としてこのようにした。

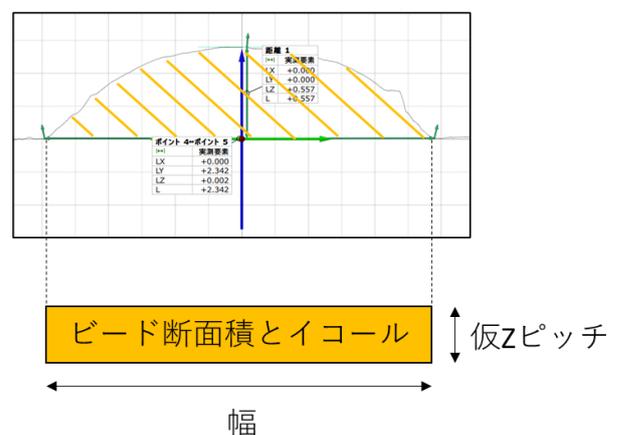


図6 薄壁造形用のZピッチ算出方法

## 4. 2 実験結果

### 4. 2. 1 粉末吐出量確認

粉末の吐出量を確認したところ、図7のとおりディスク回転数の設定値と実際の粉末吐出量はおおよそ比例していることが分かった。

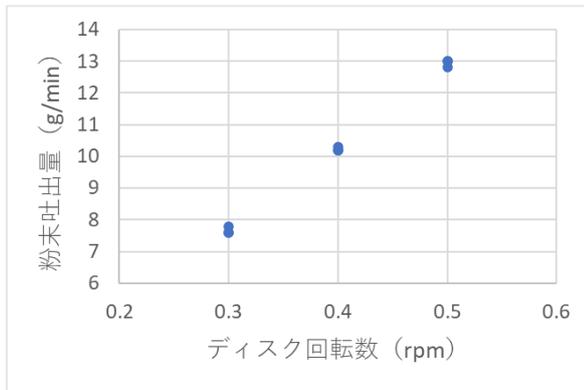


図7 ディスク回転数と粉末吐出量の関係

### 4. 2. 2 レーザー出力の条件調査

各レーザー出力でのライン造形高さ及び幅を測定した結果を図8に示す。値の変化が少ない範囲は700~900Wであった。本研究ではその中央である800Wを採用することとした。

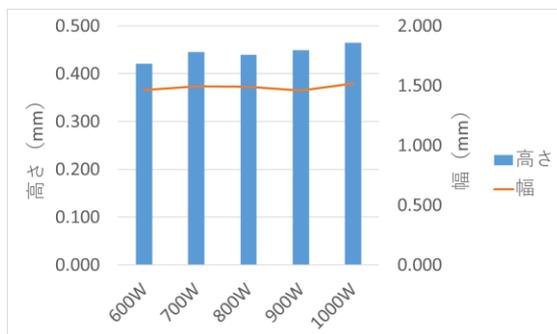


図8 ライン造形高さおよび幅

### 4. 2. 3 デフォーカスの影響調査

レーザー出力は4.2.2で決定した値を使用し、デフォーカスしたときのライン造形高さおよび幅を測定した結果を図9に示す。この結果から $\pm 1\text{mm}$ の範囲では高さ変化0.1mm以内と影響は小さいが、より値の変化が小さい $\pm 0.5\text{mm}$ が望ましいと思われる。

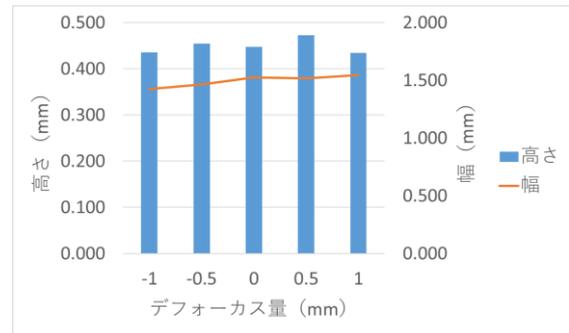


図9 ライン造形高さおよび幅

### 4. 2. 4 粉末吐出量の条件調査

レーザー出力は4.2.2で決定した値を使用し、ディスク回転数を変更したときのライン造形高さおよび幅を測定した結果を図10に示す。アスペクト比は0.2~0.3程度が目安と言われており<sup>11)</sup>、今回はアスペクト比が0.25程度になる条件として、0.4rpm(約10.2g/min)を採用することとした。

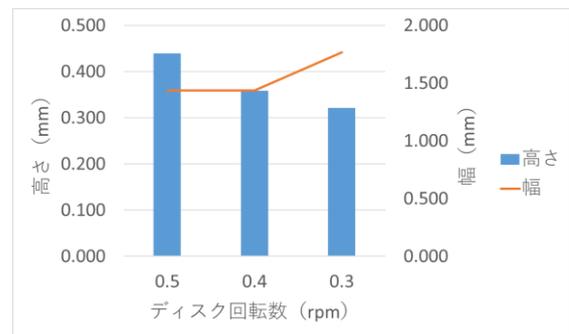


図10 ライン造形高さおよび幅

### 4. 2. 5 薄壁造形のための積層ピッチ調査

4.2.2および4.2.4の結果から決定した条件のライン造形の断面積から薄壁造形実験に用いる仮Zピッチを算出した。これはライン造形高さの約70%弱の値であった。レーザー出力等の条件も含めてまとめたものを表6に示す。

表6 造形条件まとめ

レーザー出力 (W)	800
ディスク回転数 (rpm)	0.4
仮Zピッチ (mm)	0.24

## 5. 薄壁造形

### 5. 1 実験内容と造形条件

ブロック造形を行う前の段階として、ライン造形を高さ方向のみに積層した薄壁造形実験を行った。この時の積層ピッチは仮 Z ピッチ（仮 Z<sub>p</sub>）を使用した。

1 層目のレーザー出力、ディスク回転数、仮 Z<sub>p</sub> といった造形条件はこれまでの実験で決定するものを使用するが、第 1 層目は SUS と Cu 合金の異種材接合であり、2 層目以降は適切な造形条件が異なることが予想される。そのため、ブロック造形に使用する正式な Z ピッチ（正 Z<sub>p</sub>）や 2 層目以降のレーザー出力を決める必要がある。仮 Z<sub>p</sub> と正 Z<sub>p</sub> とのずれがあっても、デフォーカスの影響が小さい範囲になるように 5 層積層を上限とした。

造形プログラムは 1 層を積層する内容とした。層が変わるごとに造形本数を減らすようにプログラムの書き換え作業を行ったため、数分間の冷却時間が発生している。造形は以下を 5 回繰り返す。

- ・ 5 本ライン造形してプログラム終了
- ・ 仮 Z<sub>p</sub> 分高さを変更し、また造形本数を 1 本減らすようにプログラムを書き換えて造形してプログラム終了

造形条件は表 6、7 のとおりとし、それぞれ造形高さを測定した。測定方法は 4.1.3 と同様である。また造形イメージを図 11 に示す。

表 7 造形条件

1 層目 レーザー出力 (W)	800
2 層目以降 レーザー出力 (W)	800~1700 (100 刻み)



図 11 薄壁造形イメージ

### 5. 2 薄壁造形実験結果

造形物高さを測定した結果を図 12 に示す。実測データに加え、仮 Z<sub>p</sub> 道りの理論線と、実験データから推定した正 Z<sub>p</sub> の直線を追記している。

これらの結果からブロック造形に用いる Z ピッチを 0.28mm とした。

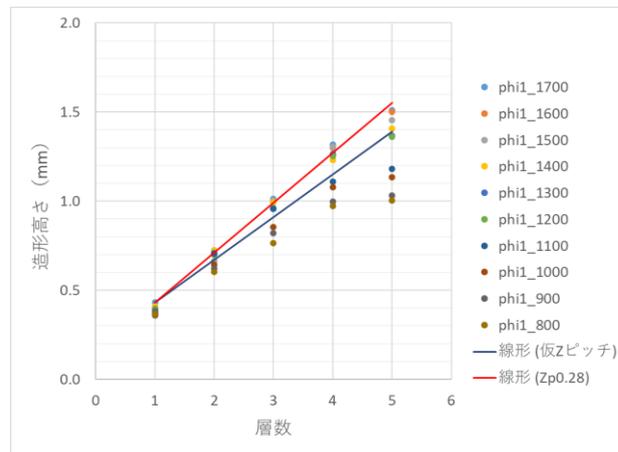


図 12 薄壁造形高さ

## 6. ブロック造形

### 6. 1 実験内容と造形条件

1 層 3 往復 (X 方向 40mm 幅) を連続で 5 層積層する造形プログラムとした。ライン造形の幅は約 1.5mm であり、Y ピッチ (Y<sub>p</sub>) はこの 50% とした。なお、ディスク回転数は実際の粉末の吐出量に合わせて調整した。造形イメージを図 13 に、造形条件を表 8 に示す。ライン造形時に Z<sub>p</sub>0.28 の直線から大きく外れていた 1100W 以下は出力不足と判断し造形対象から除くこととした。

造形したサンプルは、図 14 のように中央部から約 5mm 切り出し、X 線 CT で内部欠陥の観察を行った。

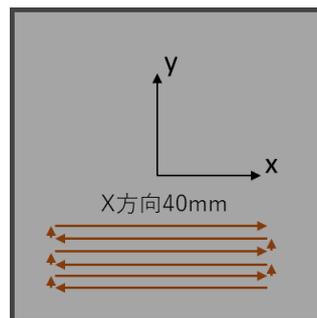


図 13 ブロック造形イメージ

表 8 造形条件

1層目 レーザー出力 (W)	800
2層目以降 レーザー出力 (W)	1200~1700 (100 刻み)
ディスク回転数 (rpm)	0.42 (10.2g/min)
Zp (mm)	0.28
Yp (mm)	0.75

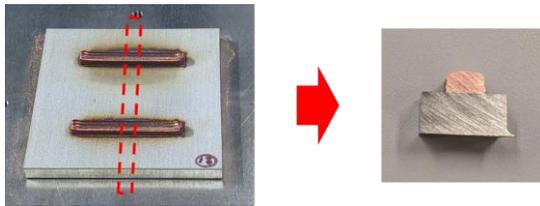


図 14 観察用サンプルの切り出し

## 6. 2 実験結果

X線CTで撮影した中から抜粋した画像を図15に示す。上図がXY面に平行な断面、下図がYZ面に平行な断面で観察したものである。

観察した中で確認された内部欠陥は大きく2種類に分かれており、ビード（ライン造形物）間の隙間と球状の空隙である。ビード間の隙間のイメージは図16のとおりであり、造形方向（X軸方向）に連なった欠陥となっているのが特徴である。

1500W以上でビード間の隙間はわずかとなり、1700Wでは確認されなかった。球状の空隙については、レーザー出力であまり変化がなく、何らかのガス由来と思われるが、原因は不明である。

また、図14の左の図を見ると造形物表面が酸化していることが分かり、造形中もシールドガス範囲外では酸化している可能性がある。銅は酸化によりIRレーザーの吸収率が大きく変化するため<sup>12)</sup>、この影響も今後調べていく必要があると思われる。

## 7. まとめ

銅は今まで取り組んできたステンレス等の鉄系材料と造形条件が大きく異なることが予想され、ま

た造形難易度が高いことから、細かく条件だしを行ったところ、以下の成果が得られた。

- ・ DED方式の金属積層造形においては、銅合金の造形実績が少ない中、ビード間の隙間による内部欠陥を抑制した造形に成功した。
- ・ 造形条件の選定を詳細に行う方法を考え、造形が難しい金属材料への造形に対しても適用できる造形条件選定プロセスを構築した。

今後は、球状欠陥の発生原因を調査することを考えている。また、シールドガスの範囲外で高温になったことによる酸化の影響も調べていきたい。

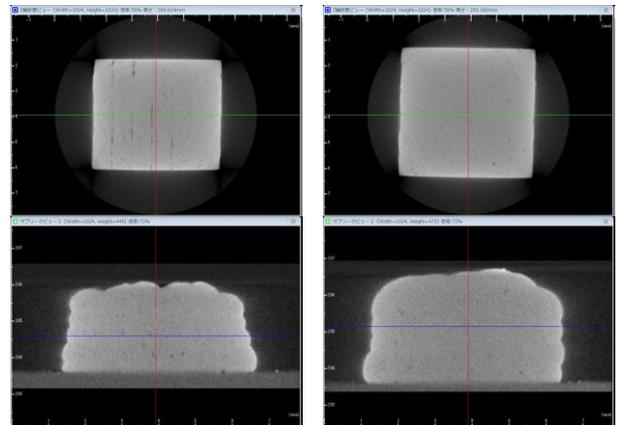


図 15 X線CT観察画像  
(左：1200W、右：1700W)

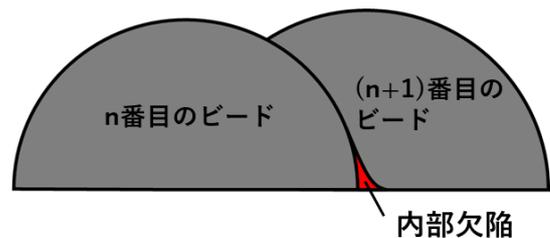


図 16 ビード間の隙間イメージ

## 文献

- 1) 経済産業省. “「高度な金属積層造形システム技術の開発・実証」に関する研究開発構想（プロジェクト型）”. 2023, p.4-6. URL:[https://www8.cao.go.jp/cstp/anzen\\_anshin/02-08\\_20231020\\_meti\\_6.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/anzen_anshin/02-08_20231020_meti_6.pdf)
- 2) 京極秀樹. “金属積層造形技術の最新動向と今後の展開”. 日本溶射学会誌 溶射 Vol.58 No.3, 2021, p.115.

- 3) 柳澤研太ほか. 滋賀県工業技術総合センター令和4年度 業務報告書, 2023, p.79-81.
- 4) 斧督人ほか. 滋賀県工業技術総合センター令和3年度 業務報告書, 2022, p.71-74.
- 5) 小笹良輔ほか. “レーザ粉末床溶融結合法による導電性材料としての銅合金の造形”. スマートプロセス学会誌 Vol.10 No.4, 2021, p.115.
- 6) 杉谷雄史. “金属積層造形用粉末の特性と開発”. 日本溶射学会誌 溶射 Vol.58 No.3, 2021, p.154-158.
- 7) 塚本雅裕. “カーボンニュートラル社会実現に貢献する青色半導体レーザーメタルデポジション”. 表面技術 Vol.74 No.5, 2023, p.263-267.
- 8) 久世哲嗣ほか. “金属 3D プリンタよう Cu 合金粉末の造形性に及ぼす添加元素の影響”. Sanyo Technical Report Vol.26 No.1, 2019, p.28-32.
- 9) 柳澤研太ほか. 滋賀県工業技術総合センター令和元年度 業務報告書, 2020, p.85.
- 10) 倉本博久. “金属積層造形の種類とパウダ DED 方式三次元金属積層造形機 LAMDA の紹介”. 日本ロボット学会誌 Vol.39 No.4, 2021, p.326-330.
- 11) 京極秀樹ほか. “～設計者・技術者のための～金属積層造形技術入門. 技術研究組合次世代 3D 積層造形技術総合開発機構, 2016, p.74-75.
- 12) Sebastian Engler et al. “Process Studies on Laser Welding of Copper with Brilliant Green and Infrared Lasers”. Physics Procedia Vol.12, 2011, p.339-346.

# 曲管流れによる偏流がバタフライ弁に及ぼす影響に関する研究 — (第二報) 曲管流れにおける弁の圧力損失と振動加速度について —

機械システム係 是枝 和宏

## Study of the influence of curved pipe flow on butterfly valves — (Second Report) Pressure Loss and Vibration Acceleration of Valves in Curved Pipe Flow —

KOREEDA Kazuhiro

曲管直後に汎用的なバタフライ弁を設置した状態で、圧力損失と振動加速度の測定を実施した。曲管が無い場合のバタフライ弁の圧力損失に比べて、曲管の直後にバタフライ弁を設置した場合、開度 50%では圧力損失と振動加速度が増加するという結果を得た。開度 83%では逆に、曲管直後に弁を設置した場合の方が圧力損失と振動加速度が減少するという結果を得た。

### 1. はじめに

汎用的なバルブの故障原因の多くは、仕様の不適合、誤操作、設置不良によるものである。

設置不良による故障トラブルの代表的な例として、曲管直後にバルブを設置した場合に、曲管部で発生する偏流により、バルブの振動が増大し疲労破壊が発生するという事例がある。

曲管の下流にバルブを設置する場合は、偏流がある程度解消される距離(例えば直径の 5 倍程度)の直線部を設けることが推奨されているが<sup>1)</sup>、メーカーや業界によりその解釈は様々であり、現場の施工上の制限から、曲管直後への設置もやむを得ないという場合もある。

また、曲管直後へのバルブ設置は問題視されているものの、曲管-バルブ間の距離と振動強度の相関に関するデータはほとんど公表されていない。

加えて、曲管による偏流は配管内に部分的な高流速を発生させるが、それがバルブ性能にどのように影響するのかというデータも不足している。

本研究では、一般的なバタフライ弁を用いて、曲管後流の弁の圧力損失・振動データを計測し、具体的な影響具合を調査する。

### 2. 実験装置

#### 2. 1 圧力損失測定

本実験は、東北部工業技術センター彦根庁舎が保有しているバルブ性能試験装置(図 1)を用いて行った。使用流体は水、配管の主な材質は SGP である。各種計測器の概略構成図を図 2 に示す。

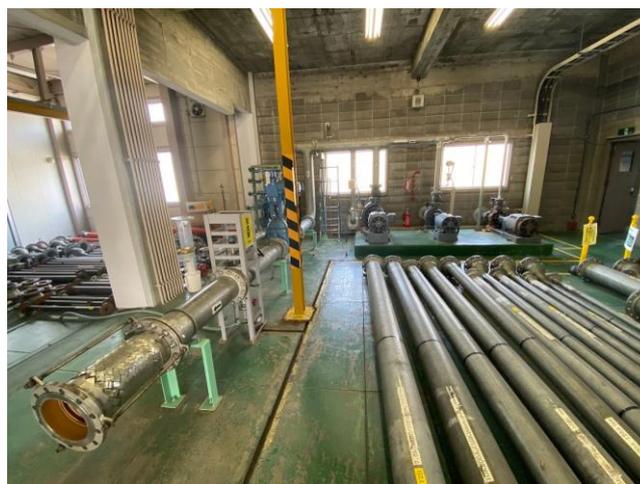


図 1 バルブ性能試験装置

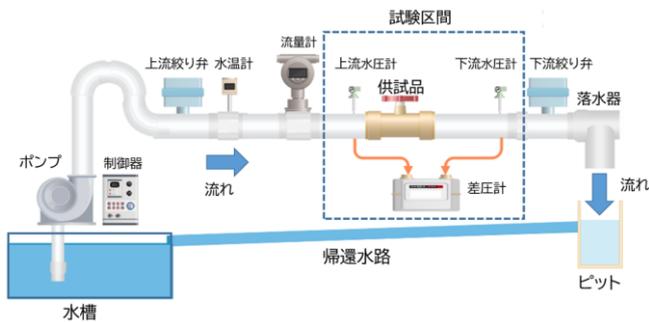


図2 試験機概略構成図

供試品（試験弁）には、市場に流通している一般的なバタフライ弁(図3)を用いた。



図3 供試品（50A バタフライ弁）

## 2. 2 振動加速度測定

本実験では、バルブ性能試験装置での圧力損失測定と同時に、供試弁に取り付けた振動計により振動加速度を測定する。

振動計はRIONのVM-83（加速度ピックアップはPV-90B）を使用した。加速度ピックアップはバタフライ弁の弁棒の底部に接着剤により取り付けた。

## 2. 3 試験配管

曲管と供試弁を実際に試験装置に接続した様子を図4に示す。

今年度は①供試弁のみ（曲管無し）、②曲管+供試弁、③曲管のみ（弁無し）、の3パターンについて実験した。



図4 配管構成写真

## 3. 実験結果および考察

圧力損失測定の測定結果を図5に示す。グラフの横軸は流速、縦軸は損失係数である。損失係数は、上流側圧力計から下流側圧力計の間で発生する圧力損失（エネルギーロス）の度合いを表している。

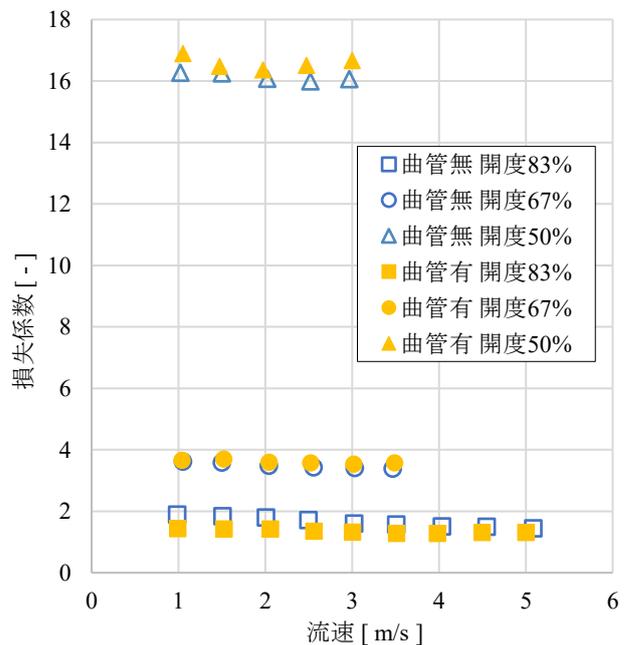


図5 実験結果（圧力損失）

グラフの曲管+供試弁のデータは、曲管無しの実験と同じ条件で比較を行うために、曲管のみ（弁無し）の実験結果の値を用いて補正をかけている（曲管+供試弁の結果の数値から曲管のみの結果の数値分、引き算している）。

グラフより、曲管の有無に関わらず各弁開度に

において損失係数がおおよそ一定という結果を得た。これはバルブにおける圧力損失の主な特徴であり、従来の知見と一致するものである<sup>2)</sup>。

一方で、開度 50%では曲管ありの実験では曲管なしの実験に比べて圧力損失が増加し、開度 83%では曲管ありの実験では圧力損失が減少する結果となった。

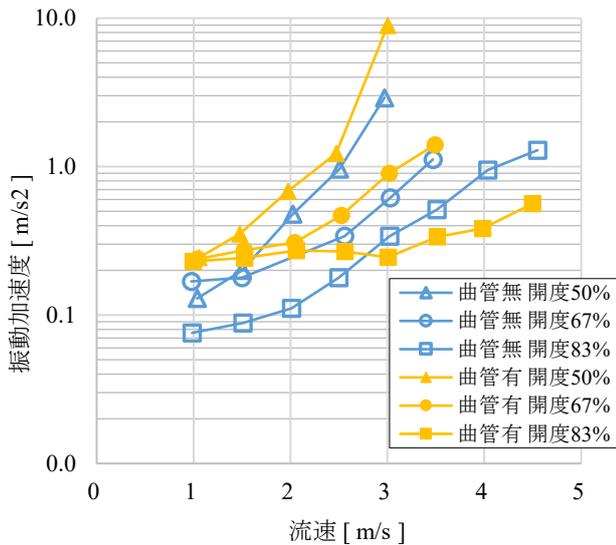


図 6 実験結果（振動加速度）

振動加速度測定の実験結果について図 6 に示す。低开度(50%)では曲管があると振動加速度が増加する傾向が出た。一方で、高开度(83%)では流速の増加とともに振動加速度の大小が曲管有り無しで逆転した。

圧力損失と振動加速度の測定結果より、開度 50%では圧力損失・振動加速度が共に曲管があることで増加し、開度 83%では低流速での逆転はあるが圧力損失・振動加速度共に曲管があると減少している。このことより、圧力損失と振動加速度に何らかの相関がある可能性が示唆された。

一方で、曲管での圧力損失の発生メカニズムはバルブのものとは違い、曲管の下流で長く発生し続けるという報告がある<sup>3)</sup>。弁が高開度の状態では、流れが曲管のみの状態に近づき、圧力損失の発生具合に変化が出ている可能性がある。曲管+供試弁の結果を補正する方法も検討の余地がある。

また、振動加速度に関しては、バルブ以外で発

生する振動を極力除外するために、バルブの弁棒に加速度ピックアップを取り付けた。しかし、曲管を組み込んだ試験配管が曲管のみと比べて剛性が変化しており影響が出ている可能性がある。

これらの影響因子に関しては、後述の流体解析も用いて影響度合いを引き続き調査していく予定である。

#### 4. 流体解析

今年度は、実験に加えて、試験配管を模した 3D データ(図 7)による流体解析を行い、曲管の有無が圧力損失へ及ぼす影響を調査した。結果を図 8 に示す。



図 7 試験配管の 3D データ

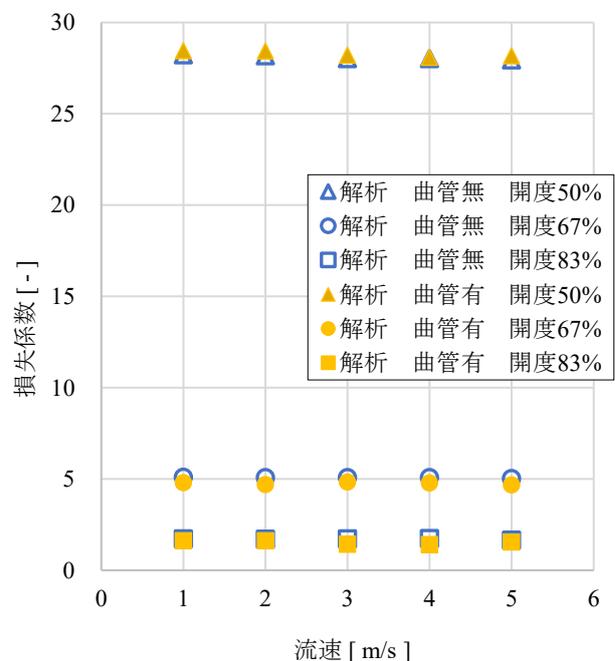


図 8 解析結果（圧力損失）

曲管の有無による損失係数の大きな違いは結果に出ていない。しかし、わずかにだが高开度(67%、83%)で曲管有りの損失係数が下がって

り、この傾向は実験での測定結果と類似したものとイえるかもしれない。今後は実験での各種測定と並行して流体解析を実施し、実験で生じた不明点の解消の促進や現象への理解を深めていく予定である。

## 5. まとめ

- i. 圧力損失の測定では、開度 50%では曲管ありの実験ではわずかに曲管なしの実験に比べて圧力損失が増加し、開度 83%では曲管ありの実験では圧力損失が減少した。
- ii. 振動加速度の測定では、開度 50%では曲管があると振動加速度が増加する傾向が出た。開度 83%では流速の増加とともに振動加速度の大小が曲管有り無しで逆転した。
- iii. 流体解析の結果、わずかにだが高開度 (67%、83%)で曲管有りの損失係数が下がっており、傾向は実験結果と類似する結果となった。

## 付記

本研究には、公益財団法人 JKA 補助 (競輪 14-121)バルブ性能試験データ処理システムと公益財団法人 JKA 補助 (競輪 19-85) バルブ性能試験装置用差圧・流量計測システムを活用した。

## 文献

- 1) 小岩井隆. バルブの選定とトラブル対策. 初版, 日刊工業新聞社, 2018, 239p.
- 2) 日本水道協会. 水道用バルブハンドブック. 初版, 1987, 351p.
- 3) 社団法人日本機械学会. 技術資料 管路・ダクトの流体抵抗. 初版, 社団法人日本機械学会, 1979, 269p.

# ICT 技術を用いた鋳造技術の可視化・技術伝承支援技術の開発 — 製造現場の温度・湿度・気圧測定 —

金属材料係 安田 吉伸  
岡田 太郎

Development of explicit knowledge and technology transfer support technology for casting technology using ICT technology.  
Measurement temperature, humidity, and atmospheric pressure in the factory.

Yasuda Yoshinobu, Okada Taro

鋳造では、砂型造型や、溶解、注湯等の様々な工程があり、これらの工程では温度や湿度等の環境の影響を受ける可能性がある。本研究ではマイコンと IoT データ可視化サービス(Ambient)を活用し、工場内の気温や湿度を計測し、インターネット上から確認するシステムを構築した。また、得られた温度および湿度と不良率の関係を評価した。

## 1. はじめに

鋳造工程は他の成形方法に比べて不良率が数%と高いことが経験的に言われている<sup>1)</sup>。これは材料の溶解や砂型の造型、注湯等多くの工程があり、物理・化学的に多くの因子があるためである。

気温や湿度は砂型中の水分や強度、溶湯のガス吸収等に影響を及ぼすため、不良率に影響を及ぼすことが考えられる。例えば湿度が高くなると、鋳物砂は吸湿し強度が低下する<sup>2)</sup>。溶湯においては湿度が高いと水素ガス吸収をしやすくなりガス欠陥の原因になると考えられる。また、気温が高くなると、作業者の集中力に悪影響をおよぼし、人的ミスの確率が高くなることも想定される。そこで昨年は、図 1 に示すように工場内の気温や湿度を計測する環境センサを作製し<sup>3)</sup>、測定したデータを Web 上の IoT データ可視化サービスから

確認できるシステムの構築を行なった。しかしながら、予期せずマイコンが停止し、測定が停止する問題が発生した。そこで、データ収集プログラムを改修し、停止した場合に自動復帰を行うようにした。次に取得した時系列データから解析を行うために必要なデータの抽出ができるよう Python を用いてプログラムの作製を行った。プログラムの作製には生成 AI である ChatGPT を活用した。

## 2. 実験

### 2. 1 システムの概要

本研究では、図 1 および 2 で示すように WiFi 通信機能を有するマイコンである M5Stack Core2 (M5Stack 製)と環境センサ(M5Stack 用温湿度気圧センサユニット Ver.3 (ENV III) M5Stack 製)を用

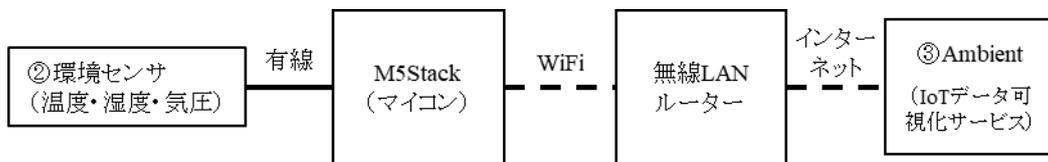


図 1 気温、湿度、気圧計測の模式図



図2 気温・湿度・気圧計測装置

いて、温度、湿度および気圧の測定を行なった<sup>3)</sup>。測定したデータを IoT データ可視化サービス Ambient(アンビエントデータ)<sup>4)</sup>に転送した。Ambient はインターネット上でデータの確認や保存を行うことができるサービスであり、2025年3月現在では、使用条件を限定すれば無償で使用することができる。

環境データの計測および Ambient へのデータ転送のための M5Stack Core2 のプログラムは、UIFlow(M5Stack)を用いて行なった。昨年度のプログラムでは、Ambient へのデータ転送時にエラーが発生すると、プログラムがそこで停止してしまうことがわかった。そのため、一定期間プログラムが動かなければ、マイコンを再起動する機能を加えた。

作製した環境センサを、銅合金鋳物の製造メーカーである株式会社マツバヤシの工場内に設置し、

11月1日から2月20日まで工場内の環境測定を行った。設置した場所は、溶解や注湯を実施している部屋である。

取得したデータは時系列データであり、そのデータからは必要な情報を抽出しなければ、解析に用いることができない。そこで、時系列データから必要な情報を取り出すためのプログラムを Python で作成した。近年では生成 AI(ChatGPT)を使って、プログラムを作成することができるようになった。本研究では ChatGPT と対話を行いながらプログラムを作成した。図3に ChatGPT との対話の一例を示す。作成したいプログラムの仕様を ChatGPT に投げかけると、その使用を元にプログラムが生成される。生成されたプログラムをコマンドプロンプトあるいは Jupiter Notebook を使用して動作確認を行った。

環境センサでは約1分ごとに工場内の環境を測定した。そのデータから溶解や注湯作業が行われていることが多い12時から16時までの4時間のデータから平均値を算出した。

不良率は一日毎に不良数を製造品数で除して算出した。そのため、複数の製品や合金種が含まれており、製品ごとの不良の発生しやすさについて考慮できていない。また、計測した不良には引けや湯境等の casting に関する事、ピンホールやガス吸収等の溶湯の品質に関する事、砂の巻き込みや鋳型のずれ等、鋳型に関する事が含まれており、原因毎に分類を行っていない。

### 3. 結果および考察

図4に2024年12月1日の工場内の温度、湿度および気圧の変化を示す。この図は python を用いて作図した。この日では気温の上昇とともに湿度が低下する傾向があった。一日未満の比較的短時間であれば空気中の水分量の変化より、気温が上昇したことによる飽和水蒸気量の変化の方が影響が大きかったためと考えられる。

図5に11月から2月までの気温および湿度の12時から16時の間の平均値(平均気温)の変化

ChatGPTに質問した内容

pythonのプログラムを作成します。WindowsでもMacでも動くようにします。またGUIで動かします。時系列データを読み込み、一定時間ごとの平均値、最大値、最小値、変化幅を計算します。変化幅は、最大値-最小値のことです。計算後のデータを新たなCSVに書き出します。その時のファイル名にデータの最初の年月と一定時間を書き込みます。

ChatGPTからの回答

メモリを更新しました

了解しました！  
GUIのフレームワークとしては、WindowsとMacの両方で動作する Tkinter や PyQt を使うのが良さそうですね。

確認したい点：

1. 時系列データの形式
  - CSVに含まれる時刻のフォーマット (例：YYYY-MM-DD HH:MM:SS)
  - 列の構成 (時刻+数値データ?)
2. 一定時間の単位
  - 例えば 1時間ごと、1日ごと、10分ごと など、どの単位で集計するのか?
  - GUIで自由に設定できるようにする?
3. CSVの出力形式
  - 出力CSVのカラム構成 (時刻・平均・最大・最小・変化幅)
  - ファイル名に付けるフォーマット (例：data\_202502\_1hour.csv)

図3 ChatGPTによるプログラム作成のための対話の例

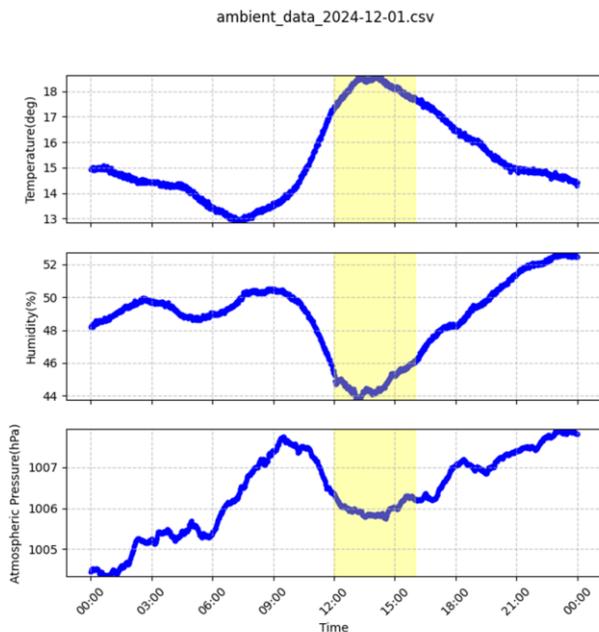


図4 2024年12月1日の工場内の気温、湿度および気圧の変化

を示す。11月から1月の間では平均気温は周期的に上下しながら低下する傾向を示した。1月下旬

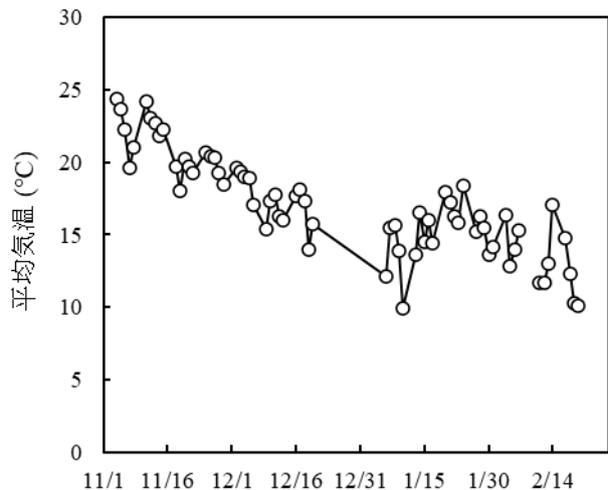


図5 2024年11月から2025年2月までの平均気温の変化

に一度平均気温は上昇したが、2月に入ると再び気温は低下した。本年の気象傾向は、1月は比較的暖冬であったが、2月は積雪が多かった。そのため、工場内の気温の変化は外気温の影響を反映

した変化と推定される。

図 6 に 11 月から 2 月までの平均気温と湿度の関係を示す。明確な相関性は見られなかった。図 4 のように相関が見られなかったのは、日をまたぐような長期の場合は、晴天や雨天等の気象による空気中の水分量の変化の影響が大きいと考えられる。

図 7 に一日毎の不良率を示す。気温および湿度を測定できた 69 日間のデータの中で、不良が発生した日は 40 日あった。

図 8 に気温と不良率の関係を示す。Excel を用いて一次の線形近似式を計算すると傾きは正であった。しかし決定係数  $R^2$  が 0.0782 と小さく相関

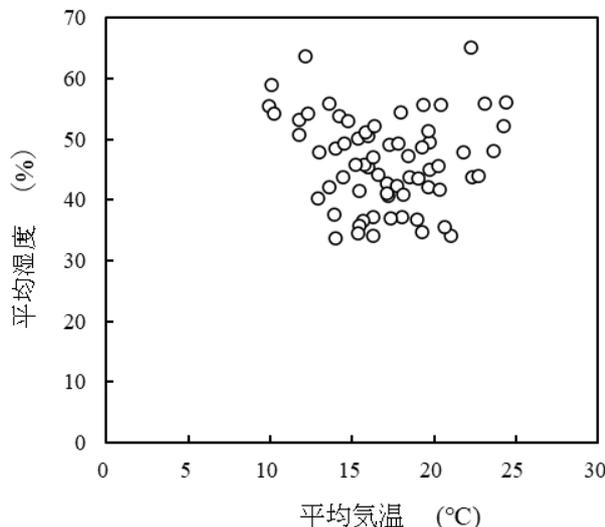


図 6 2024 年 11 月から 2025 年 2 月までの平均気温と湿度の関係

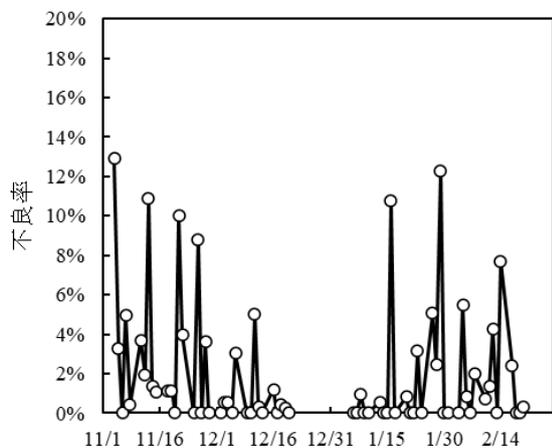


図 7 2024 年 11 月から 2025 年 2 月までの不良率

性は低いと考えられる。

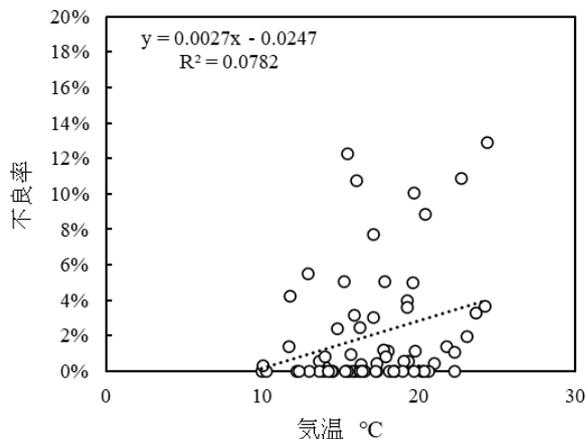


図 8 平均気温と不良率の関係

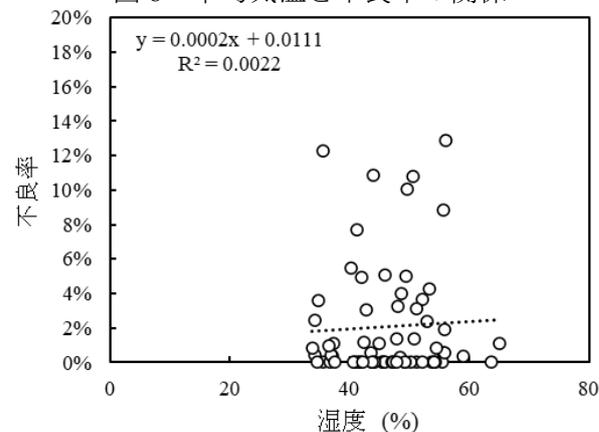


図 9 平均湿度と不良率の関係

図 9 に平均湿度と不良率の関係を示す。一次の線形近似式を計算すると傾きは 0 に近くまた、 $R^2$  も小さかったため、相関が無いと判断された。気象庁の基準では湿度が 50%以下で乾燥した空気、80%以上で湿った空気とされている。今回の結果では、多くの場合で湿度が 60%以下であり乾燥した空気に近い性質を持っていると考えられる。そのため水分由来のガス吸収が起りにくく、溶湯への湿度の影響が少なかったと考えられる。

今年度取得した気温および湿度と不良率との間に明確な相関が見られなかった。本研究の解析においては、不良の種類と原因を区別せずに不良率を計算した。そのため、温度や湿度の影響を受けない不良も算出に含まれた。気温と湿度の影響を評価するためには不良の発生原因毎に分けて評価する必要があったと考えられる。また、行った期間では気温と湿度が大きく変化しておらず、影響

が見出しにくかったと考えらる。気温及び湿度のモニタリングを夏場の高温多湿環境も含めて一年間計測を行い、さらなる評価を行っていく予定である。

#### 4. まとめ

1. 2024年11月から2025年2月にかけて鋳造工場内の気温と湿度の計測を行った。
2. 測定した期間では気温と湿度に大きな差が見られず、不良率と気温あるいは湿度の強い相関性は見られなかった。
3. 不良の原因毎に分けて気温と湿度の影響を評価する必要がある。

謝辞

本研究を実施するにあたり、工場内へのセンサー等の設置等にご協力いただきました、株式会社マツバヤシの皆様には感謝申し上げます。

#### 文献

- 1) 精密高学会誌,Vol.76,2010,327
- 2) 養田実, 吉本隆志. “自硬性鋳型の特性におよぼす気温、湿度の影響”. 富山大学工学部紀要第24巻1, 2号. 富山大学, 1973, 20–31. 照明学会編. 照明ハンドブック. 第2版, オーム社, 2003, 573p.
- 3) 安田吉伸, 間瀬慧. “ICT 技術を用いた鋳造技術の可視化・技術伝承支援技術の開発（取鍋センサの開発）”. 令和4年度 業務報告書. 滋賀県東北部工業技術センター, 2023, 78–84.
- 4) Ambient ホームページ: <https://ambidata.io/>

# 砂型 3D プリンタ 導入に備えた、3D データ活用フローの構築 (第 2 報)

金属材料係                    岡田 太郎、安田 吉伸  
機械システム係                柳澤 研太  
彦根市文化財課                三尾 次郎

## Creating a 3D data usage flow in preparation for a sand 3D molding system

OKADA Taro, YASUDA Yoshinobu, YANAGISAWA Kenta, MIO Jiro

砂型 3D プリンタの導入および県内製造業への技術普及に備え、3D データを活用した鋳造方案設計・砂型作製を行い、試験鋳造までの一連のフローの構築を行った。砂型 3D プリンタ製の砂型での鋳造では、造形精度を上げるためには型の設計においてガス抜き経路を十分に考慮すべきこと、従来の木型で作製する砂型を使用する鋳造と比較して 15 サイクル程度までは作業時間の面でのメリットがあること、が判明した。

### 1. はじめに

彦根バルブをはじめとする一般機械製造業において、製造形状の自由度の高さ、コスト、大量生産への適応性から、最初の金属部品製造工程として鋳造加工は非常に多く用いられる。鋳物メーカーにおいて、安価な鋳物は海外工場、高付加価値な鋳物は国内工場、といった整理が進んでいるが、新規技術者の雇用難・熟練技術者の引退・これらに伴う技術の断絶といった要因により、国内において高付加価値鋳物を開発・製造することも年々難しくなっている。

この状況を打開する技術として、当所は鋳造用砂型を高速で造形する砂型 3D プリンタ技術に着目しており、将来的な導入を検討している。導入後、県内企業へ速やかに技術普及を行うことを目指しているが、そのためには導入に先立ち現有設備を活用して、砂型 3D プリンタに適した 3D データ活用フローを構築する必要がある。

図面のある製品を 3D データ化して造形するフローについては PC 内で完結してしまうため、本研究におけるデータ活用フローとしては、「図面データ

が失われた製品のリバースエンジニアリング」や「特殊形状品の意匠の再利用」のために、形状測定から造形まで行う一連の作業を想定している。

前年度は FDM 方式の樹脂 3D プリンタを用いて、彦根城のしゃちほこの 3D データを縮小した際の意匠性の保持についての指針を得たり。これを基にレプリカのスケールを定め、本年度は砂型 3D プリンタで作製した砂型を用いて実際に鋳造を行った。

### 2. 実験

#### 2. 1 造形対象について

昨年度に 3D データ化した、彦根市の開国記念館で所蔵する彦根城の先代のしゃちほこ（図 1）を用いる。

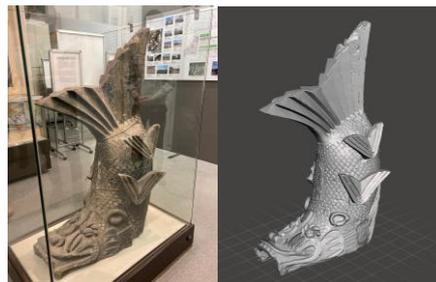


図 1 3D データ化したしゃちほこ

## 2.2 鋳造シミュレーション結果に基づく鋳造方案の決定

砂型 3D プリンタ用の砂型データを作製する前段階として、1/15 スケールのしゃちほこを同時に 4 個作製するための鋳造方案の検討を行った。3DCAD (Autodesk 社製 Fusion) にて、湯口や湯道をソリッドデータで作製し、メッシュ化した後にしゃちほこの STL データを結合し、一体の STL データとした。

この STL データを用い、鋳造シミュレーションソフト (クオリカ (株) 製 JSCAST) で使用材質はビワライト (CAC411) としてシミュレーションを行った。ビワライトは、滋賀県内にて開発された鉛フリー銅合金である。標準では鋳造シミュレーションソフトに物性値が登録されていないため、当所で作製した模擬的な物性値を使用している。結果として、引け巣は押湯部分に集中し、健全な製品が作製できる可能性が高い形状と確認できたため (図 2)、この形状を鋳造方案として採用することとした。

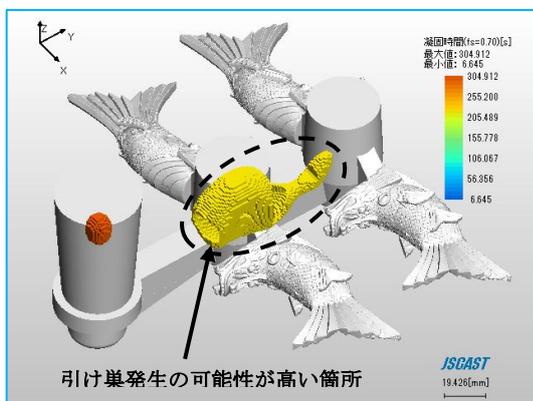


図 2 凝固シミュレーション (注湯 5 秒)

## 2.3 砂型の作製

砂型 3D プリンタも、一般的な 3D プリンタと同じく STL データから造形が行われる。そこで、3DCAD にて砂型の外形をソリッドデータで作製してメッシュ化し、鋳造方案 STL データの形状との差を演算することで、砂型用 STL データを作製した。砂型 3D プリンタの砂は高価なため、使用量を減らすため不要な角部を削り、一方で湯口高さを確保するために砂を盛り上げる設計 (図 3) を加えた。

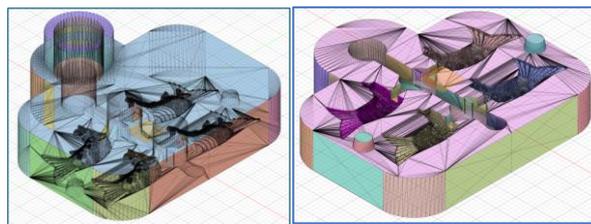


図 3 砂型の STL データ (左：上型 右：下型)

砂型の製造作業は、兵庫県立工業技術センターに協力を仰ぎ、保有されている砂型 3D プリンタ (シーメット (株) 製 SCM-10H) を借用して行った。STL データを持参し、積層ピッチは 0.28mm で造形を行った (図 4)。



図 4 砂型 3D プリンタから取り出した下型

## 2.4 砂型の清掃

造形した砂型に残留する未硬化の砂は、サラサラしているが傾けるだけで全て落ちるわけではなく、刷毛等による清掃を要する。特にしゃちほこの胸ひれ部は、奥まった死角となっており、清掃の難度は高く、完全に未硬化砂を取り除けたかを目視で確認することができない状態 (図 5) である。

抜き勾配を考慮しない張り出し構造の設計は、砂型 3D プリント技術にとって大きな可能性である一方で、量産体制構築時の大きな作業ネックとなることが改めて確認された。

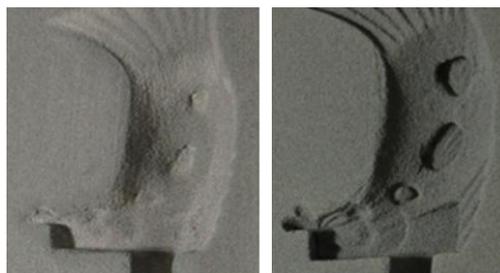


図 5 清掃前後の砂型比較 (左：前 右：後)

## 2. 5 試験鑄造

清掃した砂型に対し、溶解したビワライトを注湯して 1/15 サイズしゃちほこを製造した。目や口といった細部形状の再現性はおおむね良好であったが、昨年度に作製した樹脂 3D プリンタ製の同サイズのしゃちほこと比較すると、胸ひれ部に溶湯が回り切っていなかったことが確認できる（図 6）。なお、4つのしゃちほこ全てにおいて同様の状態であった。



図 6 1/15 レプリカの比較（左：鑄造 右：樹脂）

## 2. 6 ビワライトの用途開拓の検討について

ここまで、3D データを用いた一連の鑄造フローを確立するために 1/15 スケールのしゃちほこ作製を行ったが、単純な縮小レプリカだけではなく、意匠性を活かした製品開発の足掛かりとして、お菓子用の焼き型の試作を行った。

試験鑄造で用いるビワライトは、主に水道メーター用の材質として実用化されているが、さらなる用途開拓が求められているという背景がある。食品分野にも使用可能な性質であると考え、焼き型を作製するに至った。

焼き型の設計においては、胸ひれ部の死角を無くすようデータ修正を行っており、溶湯の流れは良好となり、問題なく焼き型を製造することができた。



図 7 鑄造性の焼き型試作品

## 3. 結果と考察

### 3. 1 3D データ活用鑄造フローの構築について

1/15 サイズしゃちほこの鑄造において、胸ひれ部に溶湯が回り切らない現象は、死角の砂を除去しきれれていなかったという作業精度のバラツキに起因する可能性もあるが、4つ全てがほぼ同様の形状となって発生していることから、注湯時の熱で砂型バインダーが燃焼することで発生したガスの圧力により、溶湯が回りきらなかった可能性の方が高いと考えている。

通常の砂型は、型枠等によって外形形状が決まる、容易に穴をあけることはできない、といった制限があるが、砂型 3D プリンタにはそれがない。そこで次年度の実験においては、ガスの溜まりそうな張り出し部の付近は、1.型の厚みを減らす、2.ガス抜き穴を配置する、3.砂型内部のバインダーを意図的に塗布せず硬化させないエリアを作る<sup>2)</sup>、といったガスを抜くための設計を取り入れ、問題の解消が可能かを試みたいと考えている。

### 3. 2 鑄造フローの所要時間について

今回の試験鑄造において、1/15 スケールのしゃちほこ 4 個の製造に要した時間は下表（表 1）のとおりである。

表 1 試験鑄造フローの所要時間

作業名称	所要時間 (h)
1.3D データ化	0.5
2.欠損データの修正	4
3.方案形状データの作製	4
4.砂型 3D プリンタでの砂型の作製	4
5.砂型の清掃	2
6.鑄造作業	2
7.バリ取り等仕上げ	1.5
合計	18

砂型サイズは 250×200×150mm 程度、湯道を含めた製品重量は約 4kg の試験鑄造について、1 サイ

クルに要した時間は 18 時間であった。2 サイクル目以降はデータ作製の時間を要しないため 9.5 時間で製造可能である。型の作製だけであれば 6 時間である。なお、実際は兵庫県への移動時間などを要しているが、必要な設備一式が全て 1 か所に揃っているという理想的環境での計算である。

今回のような試験鑄造に必要な砂型を木型から作製する場合、CAM による試算から、当所の設備環境においては木型の切削作業等に 45 時間程度必要と算出されている。木型から砂型を作製する作業時間は材料の準備を含めても長くて 1 時間程度である。

砂型 3D プリンタは夜間駆動が可能、造形中は人手を要さないといった面もあり、公平な条件で比較することはできないが、今回の試験鑄造を繰り返す場合、15 サイクル程度までは砂型 3D プリンタの方が作業時間合計を短く抑えることができると考えられる。

#### 4. まとめ

3D データ化したしゃちほこの形状データを利用して鑄造フローの構築を行った。死角部の未硬化砂の掃除やガス抜き穴の必要性から、型の設計において単純に STL データを結合するだけでは、精細な鑄造を行うことは難しいと判明した。

今回の試験鑄造のような小型製品の場合、砂型 3D プリンタによる砂型を用いれば、18 時間程度で試験鑄造が可能で、用途開拓といった目的のために金属製の試作品を製造する方法として非常に高速で有用と言える。ただし、一定回数以上の繰り返しを行う場合には、砂型全てを砂型 3D プリンタで製造すると、専用砂のコストが嵩むだけでなく、時間メリットも減少していくこととなる。

そこで、次年度以降は従来方法で作製された砂型と、砂型 3D プリンタで作製された砂型を組み合わせるハイブリッド砂型について研究を進め、製品難度・コスト・時間といった多角的な観点から、砂型 3D プリンタを最大限に活用できる適正割合などを

明らかにすることで、県内企業への高効率鑄造技術の普及への足掛かりを作りたいと考える。

#### 謝辞

本研究を実施するにあたり、砂型 3D プリンタによる砂型作製にご協力いただきました、兵庫県立工業技術センター皆様に感謝申し上げます。

#### 文献

- 1) 岡田太郎, 安田吉伸, 柳澤研太. "砂型 3D プリンタ導入に備えた、3D データ活用フローの構築". 令和 5 年度 業務報告書. 滋賀県東北部工業技術センター, 2024, 85-88.
- 2) 兼吉高宏. "3D プリンタで造形した砂型の特性および活用性評価". 研究報告書第 30 号. 兵庫県立工業技術センター, 2021, p. 22-25.

# 新 JIS 法による黒鉛球状化率の測定に関する研究

金属材料係 井上 栄一

## Study on Measurement of Graphite nodularity with JIS G5502:2022

INOUE Eiichi

球状化黒鉛鑄鉄品 JIS G5502 は、2022 年 4 月 20 日付で改正され、2007 年版から大幅に変更された<sup>1)</sup>。当センターでは、県内技術者への情報提供の一環として 2023 年 6 月に外部専門家による技術普及講習会<sup>2)</sup>を開催した。今回の改正では、黒鉛球状化率判定試験方法が附属書で規定として記載され、ISO 法と JIS 法の両方が併記された。当センターでは、球状化率測定について、画像解析を使った球状化率測定に係る技術開発にかつて取り組んでいた<sup>3)</sup>が、近年は市販の鑄鉄解析アプリケーション<sup>4)</sup>を導入して対応していることもあり、この機会に本改正によって生じる設備使用や技術相談に関する課題を調査、整理したので報告する。

### 1. はじめに

球状化黒鉛鑄鉄品 JIS G5502 は 1961 年に制定されて以降、2022 年の改正は 9 度目となる。

黒鉛球状化率に関係する項目に絞って改正内容を遡ると、まず 1986 年に大きな改正があり、「黒鉛球状化率は、特に注文者の指定がない場合 70% 以上とする」、また実寸 20 $\mu\text{m}$  以下の黒鉛粒は対象としないとして黒鉛球状化率の概念が初めて規定された。また、同時のその判定のための試験法も規定されたが、これは 1968 年に日本鑄物協会特殊鑄鉄部会が提案した球状黒鉛鑄鉄黒鉛球状化率判定法（いわゆる NIK 法）を起源とした黒鉛球状化率を黒鉛粒数と形状係数により算出するものであった<sup>5) 6) 7)</sup>。

1995 年の JIS 改正では、規格の国際化を反映し、黒鉛球状化率が「特に注文者の指定がない場合 80% 以上とする」とされ、黒鉛粒の形態分類の図も、黒鉛粒の形状分類図（ISO945 FIGURE.1 によるもの）に変更されるとともに、黒鉛球状化率の算

出法は形状分類図で V 及び IV の黒鉛粒数の全黒鉛粒数に対する割合とされた<sup>8)</sup>。

2001 年の JIS 改正では、対象としない黒鉛及び介在物のサイズがそれまでの 20 $\mu\text{m}$  から 15 $\mu\text{m}$  に変更された以外は大きな変更はなく、2007 年の JIS 改正（以下旧 JIS と記す）も関連した変更はなかった<sup>9) 10)</sup>。

今回の 2022 年の JIS 改正（以下新 JIS と記す）では、黒鉛形状の試験を、「附属書 JA 画像解析による鑄鉄品の黒鉛球状化率の測定（JIS 法）」（以下、JIS 法と記す。）、「附属書 F 黒鉛球状化率の測定（ISO 法）」（以下、ISO 法と記す。）の他、受渡当事者間の協定によっては「附属書 JB（規定）超音波伝搬速度による黒鉛球状化率の測定」（以下、音速法と記す。）も含め 3 種のいずれかを行い、黒鉛球状化率は 80% とすると規定された<sup>1)</sup>。

本報では、音速法が ISO 法内にも再載されていることから、主に JIS 法と ISO 法について報告する。

表 1 球状化率測定に係る旧 JIS と新 JIS の比較

項目	旧JIS (JIS 5502:2007)	新JIS(JIS G5502:2022)	
		JIS法	ISO法
試験方法	・顕微鏡組織写真または直接観察により黒鉛組織について行う	・式JA-2による画像解析	・顕微鏡による形状推定(従来法) ・式F-1による画像解析 ・音速法
黒鉛粒の形状分類	・ISO 945 FIGURE1.のとおりとし、これに基づいて黒鉛粒を分類する(形状I~形状VI)	・表JA.1-丸み係数による黒鉛粒子の分類(区分J <sub>I</sub> ~区分J <sub>V</sub> )で分類 ・図JA.2-JIS法による黒鉛形状分類で形状を例示	・図F.1(ISO945-1)による形状区分タイプI~タイプVIで分類 ・丸み係数0.6以上
黒鉛球状化率の算出	・倍率100倍、5視野を分類 ・実寸15μm以下は非対象 ・形状VおよびVI黒鉛粒数の全黒鉛粒数に対する割合 ・画像処理も同上に準じる ・標準組織写真利用可	・式JA-1によって丸み係数を定義 ・倍率100倍(他倍率可) ・均一照明 ・視野面積4mm <sup>2</sup> 以上が望ましい ・測定視野数5以上が望ましい ・1ピクセルサイズ1μm未満 ・黒鉛粒子最大軸長10μm以上 ・黒鉛粒数法と係数を使用:丸み係数区分粒子数と全粒子数を式JA.2によって算出	①目視計測による ・原則倍率100倍、5視野 ・黒鉛粒子最大軸長10μm以上 ・黒鉛粒数法:タイプV及びVIの黒鉛粒子数の全粒子数に対する割合 ・標準組織写真利用可 ②画像計測 ・倍率100倍(他倍率可)、均一照明 ・二値化閾値での全粒子判別設定 ・視野面積4mm <sup>2</sup> 以上が望ましい ・測定視野数5以上が望ましい ・1ピクセルサイズ1μm未満が望ましい ・黒鉛粒子最大軸長10μm以上 ・黒鉛面積法:式F.1による面積比(タイプV及びタイプVI、または丸み係数0.6以上)

## 2. JIS G5502:2007 と JIS G5502:2022 の比較

JIS G5502:2007(以下旧 JIS と記す)と JIS G5502:2022(以下新 JIS と記す)の球状化率の測定に関する試験方法、黒鉛粒の形状分類および黒鉛球状化率の算出について整理したものを表1に示す。

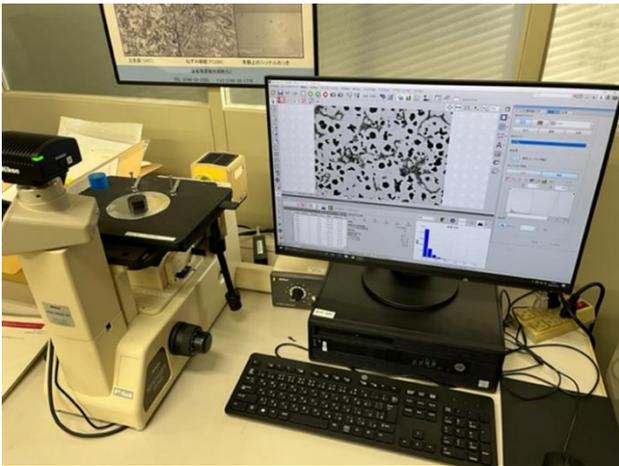
新 JIS の改正内容については、吉沢らの報告<sup>1)</sup>や伊藤による報告<sup>2)</sup>が詳しいが、その概要を黒鉛球状化率に関する部分を中心にまとめると、「旧 JIS の対応国際規格であった ISO1083:1987 が、ISO1083:2018 になったことによって生じた JIS G5502:2001 との乖離の解消」と「市場における黒鉛粒数計測が画像解析によるものが主流になったこと」から、JIS 法では画像解析による黒鉛粒数法による算出するものを規定したこと。またその一方で、ISO 法では、画像解析で黒鉛面積法による算出するものを規定。また従来の目視計測による測定については ISO 法で黒鉛粒数法によるものを規定し、いずれも測定対象の黒鉛粒子の最大軸長が 10μm としたことである。

JIS 法の図 JA.2-JIS 法による黒鉛形状の分類は、

JISG5502:1986 と JISG5502:1989 で使用されていた黒鉛粒の形態分類と同じ図ではあるが、1986年、1989年版では、対象としない黒鉛粒を 20μm とし、参考で「黒鉛の最大長さを直径とする円に対する黒鉛の面積率」により 5つの形状係数(0、0.3、0.7、0.9、1.0)に該当する形態を区別して各形状係数とその個数を乗算して総和を分子とし、分母にはすべての個数としてその比で黒鉛球状化率を求めた。JIS 法では、対象としない黒鉛粒を 10μm とした上で、丸み係数を「対象となる黒鉛粒子の面積とその最大軸長(黒鉛粒子の外周上の 2点間の最大距離)」によって定義し、画像解析によって得た丸み係数の範囲で、同様な 5つの係数(0.0、0.3、0.7、0.9、1.0)内の個数を数えて各係数の個数を掛け算した総数を分子とし、分母には最大軸長が 10μm 以上の全黒鉛粒子数として黒鉛球状化率(JIS 法)とした。

## 3. 当センターでの黒鉛球状化率測定

当センターでの黒鉛球状化率の測定は、従来、より写真1のシステムを使用していた。



倒立顕微鏡	EPIPHOTO-TME200
顕微鏡デジタルカメラ	DS-Fi3
画像統合ソフトウェア	NIS-Elements Ver5.01.00
アプリケーション	鑄造解析 Metalo

写真 1. 黒鉛球状化率測定システム

本システムは、旧 JIS (2007 年および 2001 年) の黒鉛球状化率測定に対応していたが、新 JIS への対応については、2024 年 1 月 15 日付けのお知らせで当該アプリケーションが JIS・国際規格への適応が古く、2024 年 7 月頃まで販売停止となり、適応後、再度販売可となっていたが、2025 年 3 月時点で確認したところ、Ver6.10 より、鑄鉄は JIS G5502:2022 に準拠との回答を得た。

#### 4. 新 JIS への対応策の検討

インターネットや展示会の情報では、これ以外にも新 JIS 対応ソフトウェアがあることがわかった。また、開発した新 JIS 対応ソフトウェアが公開されているものもあった。

例えば、Moony は、新 JIS 施行の初期より Python と OpenCV を使って GitHub 上で黒鉛球状化率の測定ソフトを公開していた<sup>12) 13) 14)</sup>。また新 JIS と旧 JIS について画像処理を使った黒鉛球状化率の比較も試み<sup>15)</sup> 2007 年準拠のソフトウェアも同様に GitHub 上で公開した<sup>16)</sup>。また、近年は、より簡便に利用可能な Web から写真データなどを入力することでの簡便性を高めつつ、丸み係数への整合性も考慮している<sup>17)</sup>。なお、画像処理関係のオープンソフトウェアについてはオープンソースライセンスに注意する必要があるが、学会発表や

報文投稿とは異なり、即座にオープンな議論や検証ができるようになってきているので、利用を考えると当センターの装置とどの程度の違いがあるかを検討する必要があると考えた。

#### 5. 標準写真での検証比較

そこで、本報では、社団法人日本強靱鑄鉄協会が発行した「新版 球状黒鉛鑄鉄品の標準顕微鏡組織写真集」(平成 8 年 10 月 1 日)の 1.4 黒鉛球状化率の測定例で示されている平均黒鉛球状化率 90.2%と 83.0%である図 1.3 と図 1.4 の同一試料 5 視野の黒鉛組織 (×100 腐食なし) の 1995 年と 1989 年規格に沿って求められた黒鉛球状化率を基準値として、2001 年度と 2007 年度版 JIS に準拠した当センターの鑄鉄解析ソフトによる黒鉛球状化率と、Moony が公開している「ブラウザで行う球状黒鉛鑄鉄品の黒鉛球状化率の測定の改良 (凸包の最遠点对を求めて丸み係数を算出する方法に変更)」を用いて、5 視野による黒鉛球状化率とそのばらつきについて検証をした。

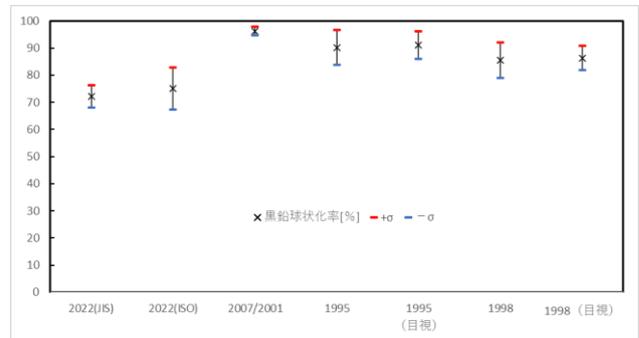


図 1 黒鉛球状化率 90.2%標準写真の測定値

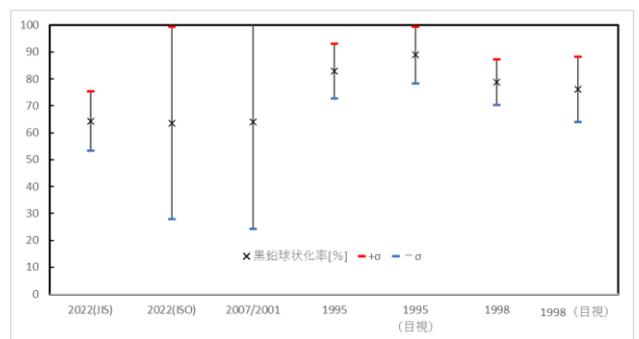


図 2 黒鉛球状化率 83.0%標準写真の測定値

今回の検証結果では、図 2 の当センターでの測定値や Moony の新 JIS (ISO 法) でのばらつきが

かなり大きかったが、概ね、新 JIS の値が小さくなる傾向があることがわかった。

## 6. まとめ

本報では、新 JIS における黒鉛球状化率測定の改正が当センター業務への影響を調査するため、規格改定の変遷を整理し、現有システムの課題や、対応策について検討した。

その結果、新 JIS での黒鉛球状化率測定について①JIS 法②ISO 法③音速法の 3つの方法が規定されており、JIS 法は、画像処理を前提した規格となっており、直近 JIS ではなく、1986年に採用された NIK 法を起源に持つ黒鉛粒の形態分類が使用され、丸み係数の概念と、対象外の粒径が 10 $\mu$ m となっていることが特徴である。また、ISO 法は、従来の目視計測、画像解析法および音速法が測定法として規定されており、黒鉛球状化率の式が、従来の ISO945-1 の形状区分のタイプVとタイプVI の面積または、丸み係数 0.6 以上の面積を使って、対象外の粒径が 10 $\mu$ m 以外の全粒面積から算出するものであった。

当センターの装置は、旧 JIS 対応であるが、対象外粒径を工夫すれば、ISO 法の目視計測としては利用することが可能と考えられた。

## 文献

- 1) 日本規格協会編.“JIS ハンドブック 鉄鋼I: 2024”.日本規格協会, (2024).
- 2) 伊藤賢児, ”JISG5502:22 球状黒鉛鑄鉄品の改正と対策 (配布用)”.一般社団法人日本鑄造協会
- 3) 川崎雅生. “金属製品の検査精度の向上に関する研究—FCD の球状化率の自動測定システムの開発--”. 平成 9 年度 滋賀県東北部工業技術センター 研究報告書. 滋賀県東北部工業技術センター,(1997), p. 49-53.など
- 4) 画像統合ソフトウェア NIS-Elements 画像記録ソフトウェアパッケージ、Metalo 鑄鉄解析アプリケーション、(2012)
- 5) 日本規格協会編.“JIS ハンドブック 鉄鋼: 1987”.日本規

格協会, (1987).

- 6) 谷村 瀨. “球状黒鉛鑄鉄の黒鉛球状化率判定法について” 討論会講演概要.I 球状黒鉛鑄鉄黒鉛球状化率判定法. 40 巻,第 3 号, 1968, p. 296-300.
- 7) 中村幸吉. “解説 球状黒鉛鑄鉄品の JIS 改正について”. 鑄物. ,59 巻,第 5 号, 1987, p. 254-260.
- 8) 日本規格協会編.”JIS ハンドブック 鉄鋼I: 1996”. 日本規格協会, (1996).
- 9) 日本規格協会編.”JIS ハンドブック 鉄鋼I: 2002”. 日本規格協会, (2002).
- 10) 日本規格協会編.”JIS ハンドブック 鉄鋼I: 2022”. 日本規格協会, (2022).
- 11) 吉沢亮、伊藤賢児、鹿毛英彦.”JIS G5502:22 球状黒鉛鑄鉄品の改正内容”. 鑄造工学. 第 95 巻. 第 9 号. 公益財団法人日本鑄造工学会. (2023).
- 12) \_Moony.” JIS G5502 球状黒鉛鑄鉄品の黒鉛球状化率の測定ソフトを作ってみた”  
[https://qiita.com/\\_Moony/items/2faf01955b7b88873066.md](https://qiita.com/_Moony/items/2faf01955b7b88873066.md).  
(2024/3/26 確認)
- 13) <https://github.com/repositoryfiles/Nodularity>.  
(2024/3/26 確認)
- 14) \_Moony.” JIS G5502 球状黒鉛鑄鉄品の黒鉛球状化率の測定 (ブラウザ上で行う)”  
[https://qiita.com/\\_Moony/items/276db838b77e45cf5435](https://qiita.com/_Moony/items/276db838b77e45cf5435)  
(2024/3/26 確認)
- 15) <https://github.com/repositoryfiles/Nodularity-WebApp>.  
(2024/3/26 確認)
- 16) \_Moony.” 画像処理を使った球状黒鉛鑄鉄 (FCD) の黒鉛球状化率の測定 (新旧規格の比較)”  
[https://qiita.com/\\_Moony/items/ec5becaa1def4549b09a](https://qiita.com/_Moony/items/ec5becaa1def4549b09a).  
(2024/3/26 確認)
- 17) Moony. 「ブラウザで行う球状黒鉛鑄鉄品の黒鉛球状化率の測定の改良 (凸包の最遠点对を求めて丸み係数を算出する方法に変更)」  
[https://qiita.com/\\_Moony/items/0943baf6c271a5fa15c](https://qiita.com/_Moony/items/0943baf6c271a5fa15c)  
(2025/3/27 確認)
- 18) 社団法人日本強靱鑄鉄協会「新版球状黒鉛鑄鉄品の標準顕微鏡組織写真集」(平成 8 年 10 月 1 日)

# 技術相談支援の技術継承に関する研究

## —ChatGPTによる技術相談アプリ開発に係る調査研究3—

金属材料係 井上 栄一

### Research on technical succession for technical consultation support Survey and research on the development of technical consultation application by ChatGPT

INOUE Eiichi

技術相談事業は、センター事業の最も重要な基盤技術の一つであるが、相談の受け答えに係る手法は、各職員の個人的な知見の量や質に左右されるため、組織の技術継承上の課題となっている。特に専門性の高い技術相談には、関連技術背景の蓄積や理解が必須で、多くの文献調査、内容整理の実践作業が伴うため、短時間での継承が困難なのは自明であった。

ChatGPT に代表される生成 AI の技術は、自由度の高い会話をしながら自然な文章が生成できることが特徴であり、機密情報などの取り扱いに注意し、RAGなどで適切なデータ蓄積をしていくことで、職員の窓口対応時等に利用できれば、理解しづらい相談内容の要約や、相手に理解されやすい自然な回答文章による相談対応が可能になると考えられ、業務上、非常に有益な支援ツールとなる可能性が高い。

滋賀県でも、令和5年度より AI 導入を積極的に推進しており、令和6年度から「生成 AI 活用コンサルティングおよび検証業務」が実施され、今回 DX 推進課の研修の一環で NTT スマートコネクスト株式会社の「生成 AI サービス」<sup>1)</sup> を利用する機会を得た。そこで、本報では、彦根庁舎の設備仕様データと滋賀県公設試の蛍光 X 線と走査電子顕微鏡機器に関する RAG 用参考ファイルを使って、技術的な模擬チャット(以下 Q&A と記す) 事例を試行して有用な知見を得たので報告する。

#### 1. はじめに

本研究は、令和6年度の滋賀県が取り組んでいる生成 AI 活用事業の一環で Aure OpenAI を使った「生成 AI サービス」を利用する機会を得たので、本報では、商用 ChatGPT サービスでの Q&A 事例として、当センターの代表的な相談分野を絞って、設備機器仕様と想定質問を与えた際の調査検討を行うこととした。また、最後にネット環境で利用する Copilot でも調査検討をしたので報告する。

#### 2. 生成 AI について

##### 2. 1 AI 技術の発展と大規模言語モデル

AI 白書<sup>3)</sup>によれば、AI(artificial intelligence)はダートマス会議で使われたのが最初とされ、幾度かの AI ブームが引き起こした。1943年に Warren McCulloch と Walter Pitts が論文で示したモデルが今日の深層学習、ニューラルネットワークの原型とされているが、これらの技術は、多くの理論モデルの提案、改善、また計算機やインターネット技術の進展を経て、第3次 AI ブームと言われる現在も自

然言語処理、画像処理、音声処理や意思決定領域での応用が展開され、特に注目される一分野に大規模言語モデル（以下 LLM と記す）への利用がある。

## 2. 2 LLM と Q&A アプリ開発環境

LLM とは、「膨大な文章データでディープラーニングによる事前学習を行った言語モデル。あらかじめ人が与えた言語規則に基づく従来の自然言語処理と異なり、まるで人間が書いたかのような自然な文章の生成が行える。オープン AI 社の GPT、グーグル社の BERT (パート) や PaLM2 (パームツー)、メタ社の LLaMa (ラマ) などがあり、対話型 AI などの生成 AI で利用される<sup>4)</sup>

表 1 主な大規模言語モデル

企業名	LLM (2024.08.29 時点最新)
Open AI 社	GPT-4o
Google 社	Gemini 1.5 Flash
Meta 社	Llama 3.1
Anthropic 社	Claude 3.5 Sonnet
Stability AI 社	Stable LM2

調査時点での最新 LLM は表 1 のとおりであるが、それぞれに利用形態、料金体系等が異なる。

LLM を利用した Q&A アプリを開発するには、LLM 自体をチューニングして使用することが比較的難しいため、API (Application Programming Interface) キーを利用して Python など何らかのプログラミング言語環境下で取り組むことになる。その際、より正確な Q&A 結果を引き出すためには LLM の機能強化、開発効率化のためのソフトウェア (例えば LangChain) の導入や、RAG (Retrieval-Augmented Generation: 検索拡張生成) 機能を付与するためのデータベース構築方法を検討する必要がある。また、取り扱う情報の外部流出への対策や LLM 等の経費なども考慮して開発することになる<sup>5)</sup>。

## 3. 生成 AI サービス

今回利用した NTT スマートコネクタ株式会社が開発した生成 AI サービスは、Azure OpenAI Service<sup>6)</sup> を利用したもので、LLM のモデルは、ChatGPT 3.5 Turbo 16k token と ChatGPT 4 を選択して利用できる。一番課題となっていた情報の外部流出の恐れがなく、RAG 機能を有しているほか、Q&A をより有用にするプロンプトテンプレート機能も付与されており、当初検討していた Q&A アプリの完成モデルに近く、現時点で ChatGPT による Q&A を試行するには最適な環境であると考えた。

### 3. 1 生成 AI サービスの Q&A

今回使用した生成 AI サービスの初期画面は図 1 のとおりで、Q&A を開始する前に、テンプレートを作成する必要がある。

実際の Q&A では、(1) 使用したい青枠で囲まれたテンプレートを選択し、(2) 想定質問 Q を入力し (3) 「>」ボタンをクリックする。ことで回答が生成される。



図 1 生成 AI サービスのトップ画面

### 3. 2 テンプレートの新規作成

テンプレートの作成には、新規作成テンプレートを選択した後、多くの設定項目が用意されているが、今回は、その内 (1) プロンプトと (2) RAG の有効化に係る設定を行った。なお、LLM の予測する単語やフレーズの頻度等に影響を及ぼす Advanced 設定についてはデフォルト値を採用することとした。



図 2 プロンプトの設定

テンプレートの作成には、新規作成テンプレートを  
選択した後、多くの設定項目が用意されているが、  
今回は、その内 (1) プロンプトと (2) RAG の有  
効化に係る設定を行った。なお、LLM の予測する  
単語やフレーズの頻度等に影響を及ぼす Advanced  
設定についてはデフォルト値を採用することとし  
た。



図 3 RAG の設定

#### 4. 実験

Q&A 実験は、表 2 に示した 4 つの実験を行った。

表 2 実験条件 (テンプレート等)

No.	実験で使用したテンプレート等
1	生成 AI サービスで標準に作成されてい るデフォルトテンプレート
2	ChatGPT4+プロンプト有り+RAG 無し
3	ChatGPT4+プロンプト有り+RAG 有り
4	Edge の Copilot で「より厳密に」指定

なお、実験で使用した想定質問は表 3、プロンプト

は表 4、RAG の設定で使用した参考ファイルは表 5  
のとおりである。

表 3 想定質問

No.	想定質問
1	バルブの容量係数の測定が可能な、国内 外の試験機関を教えてください。
2	バルブの性能試験をする際に注意すべ き事項を教えてください。
3	キャビテーションとフラッシングの違 いを教えてください。
4	滋賀県東北部工業技術センターのバル ブ性能試験機の概要と使用料を教え てください。

表 4 プロンプト

No.	プロンプト
1	あなたは、企業の工業技術支援の専門家 です。 相手の技術者からの相談に対してまず は、相手の相談内容を要約した後に、 ステップバイステップで質問内容に応じ た回答をしてください。

表 5 RAG の設定

No.	参考ファイル
1	日本産業規格 JISB0100
2	日本産業規格 JISB2005-3-2
3	テクノニュース「バルブのいろは (1)」
4	テクノニュース「バルブのいろは (2)」
5	テクノニュース「バルブのいろは (3)」
6	仕様「バルブ性能試験装置」
7	相談事例

#### 5. 結果および考察

紙面の都合で、想定質問 1 の結果と考察に絞っ  
て報告する。

## 5. 1 想定質問1に対する回答結果

### 生成AIサービス

The screenshot shows a chat window with a sidebar on the left containing a list of chat titles and a main chat area on the right. The user '井上 栄一' (Inoue Eiichi) has sent a message asking for testing facilities where valve capacity coefficient measurement is possible. The system has responded with a list of facilities and their capabilities.

**井上 栄一**  
inoue.eiichi@shiga...  
前回ログイン  
8月21日 8:40  
研修・WS参加

**New Chat**

- 試験機関リスト 8月27日 15:18
- バルブ性能試験について 8月20日 16:03
- 技術支援 8月20日 16:01
- 首都 8月1日 10:11
- Foreigner Move-in Prc 7月31日 16:18
- 転入手続きの流れ 7月31日 16:16
- 転入手続き 7月31日 16:13
- 滋賀県の最古建 7月31日 15:59
- ピリオパトル入門 7月31日 15:39
- ピリオパトル入門 7月31日 15:38
- ピリオパトル体験講 7月31日 15:31
- 自治体とAI 7月31日 15:29
- 自治体とAI 7月31日 15:27

**デフォルト** デフォルトテンプレートです

試験機関リスト

**井上 栄一** 08/27 15:18:28

バルブの容量係数の測定が可能な、国内外の試験機関を教えてください。

**デフォルト** 08/27 15:18:36

バルブの容量係数の測定が可能な国内外の試験機関については、以下のような機関があります。

1. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 (AIST) : 日本国内で信頼性の高い試験を行っており、バルブに関する容量係数測定も扱っています。
2. ドイツ圧力器具認証センター (DVGW) : ドイツにある非営利団体で、ガスや水道などの分野で規格と安全性を確保しています。バルブに関する容量係数測定も行っています。
3. アメリカ国家標準協会 (ANSI) : アメリカ合衆国で広く受け入れられている規格団体です。バルブに関連するテストや認証プログラムを提供しています。
4. 欧州規格化委員会 (CEN) : 欧州各国間で共通の基準を策定し、製品やサービスの安全性と互換性を確保しています。バルブに関する容量係数測定も取り扱っています。これらは一部例ですが、さまざまな国内外の試験機関が存在します。具体的な要件や地域ごとのニーズに応じて選択肢を絞り込んだ上で、適切な試験機関を選ぶことが重要です。

会話を入力してください SSE 1008 / 16384

図 4 実験条件 1

### 生成AIサービス

The screenshot shows a chat window with a sidebar on the left containing a list of chat titles and a main chat area on the right. The user '井上 栄一' (Inoue Eiichi) has sent a message asking for testing facilities where valve capacity coefficient measurement is possible. The system has responded with a detailed answer and provided several file attachments.

**井上 栄一**  
inoue.eiichi@shiga...  
前回ログイン  
8月21日 8:40  
研修・WS参加

**New Chat**

- バルブの測定機関 8月27日 15:46
- バルブ測定機関 8月27日 15:41
- バルブの容量係数 8月27日 15:33
- 試験機関リスト 8月27日 15:23
- バルブ性能試験に- 8月20日 16:03
- 技術支援 8月20日 16:01
- 首都 8月1日 10:11
- Foreigner Move-ir 7月31日 16:18
- 転入手続きの流れ 7月31日 16:16
- 転入手続き 7月31日 16:13
- 滋賀県の最古建 7月31日 15:59
- ピリオパトル入門 7月31日 15:39
- ピリオパトル入門 7月31日 15:38
- ピリオパトル体験 7月31日 15:31

**井上 栄一** 専門家指定 + STEP by STEP + RAGあり

バルブの測定機関

**井上 栄一** 08/27 15:46:03

バルブの容量係数の測定が可能な、国内外の試験機関を教えてください。

**井上 栄一** 08/27 15:46:21

**回答**

技術者の方からバルブの容量係数 (Cv値) を測定できる試験機関についてお問い合わせがありました。

**日本国内**

日本国内では、滋賀県東北部工業技術センターの彦根庁舎にバルブ性能試験装置が設置されています。この装置はJIS B 2005-2-3(2004)に基づいた試験が可能で、主に40A~200Aの口径に対応しています。ただし、具体的な試験条件 (流量や圧力等) は事前相談となります。

また、株式会社TVEも流量試験設備を保有しており、こちらでもバルブのCv値測定が可能です。

**海外**

海外の機関では具体的な名前までは特定できませんが、各国に存在する公認テストラボや大学等の研究施設でも同様のテストが行える場合が多いです。ただし使用規格や手順等はその国ごともまたは施設ごとに異なるため注意が必要です。

以上より、具体的な測定内容や条件等を確認した上で適切な機関を選択することを推奨します。

参考ファイル

- バルブのいろは (2) .docx
- バルブのいろは (3) .docx
- バルブ性能試験装置.docx
- 相談事例.docx
- 日本産業規格\_JIS\_B\_2005-3-2.docx

会話を入力してください SSE 7883 / 8192

Logout

図 5 実験条件 2



図 6 実験条件 3

想定質問 1 「バルブの容量係数の測定が可能な、国内外の試験機関」に対する実験条件 1~4 の表示結果を図 4 から図 7 に示す。

5. 2 考察

図 4 (デフォルト) の回答の、国内機関 AIST に

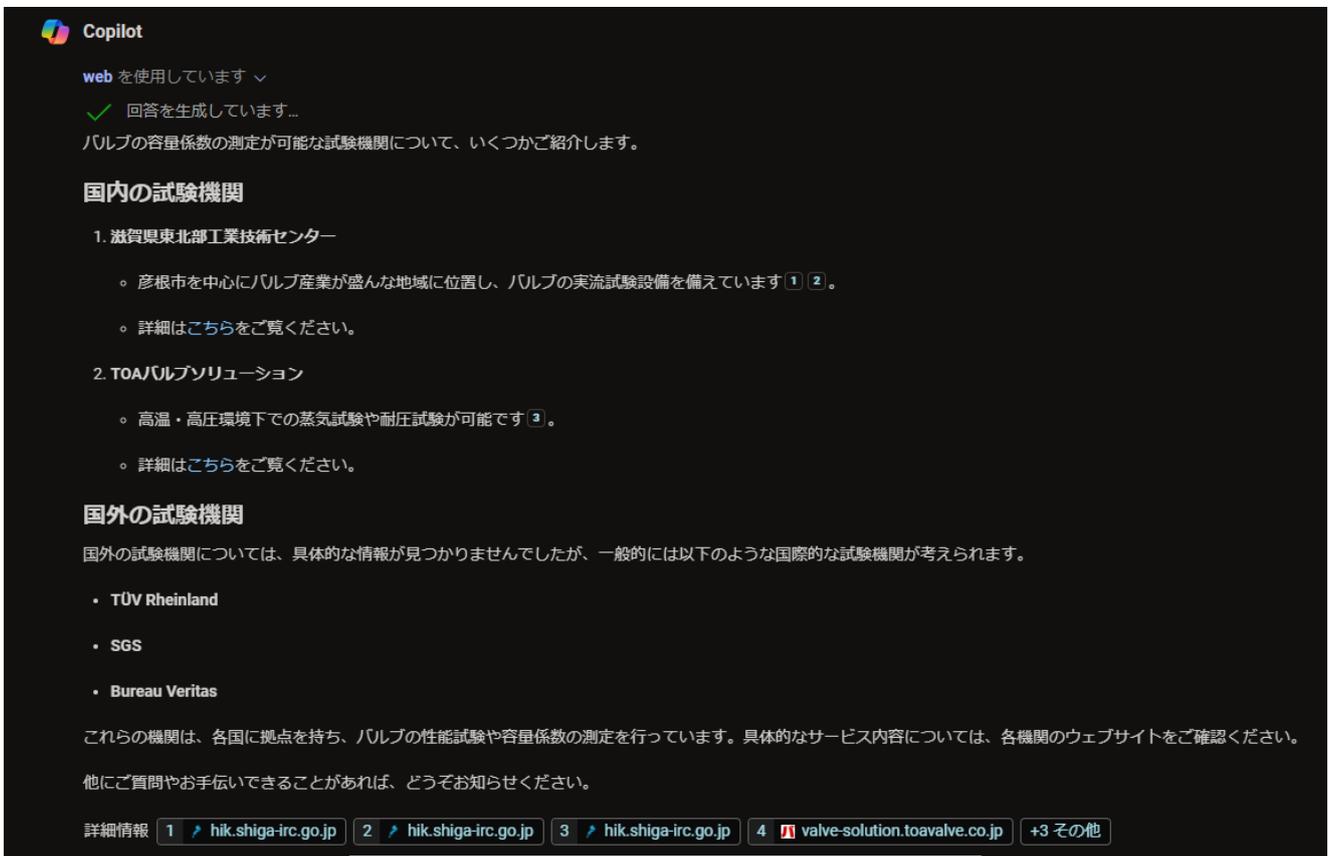


図 7 実験条件 4

は液体流量標準研究グループがあり水流量、石油流量の国家標準設備（特定標準器）に関する校正設備を保有し、校正サービスをされてはいるが、通常の試験機関紹介としては不適切、また、海外の DVGW、ANSI、CEN とともに不適切であった。

図 5（ChatGPT4+プロンプト有り+RAG 無し）の回答、バルブ工業会は業界団体であり不適切。海外の TÜV SÜD については試験実施の可能性あるが現時点では不明確、BSI、UL は不適切であった。

図 6（ChatGPT4+プロンプト有り+RAG 有り）の回答、国内の当所と TVE 社については実施可能な機関であり妥当。また国外については特定できないとの回答は適切であった。

図 7（Copilot）の回答、国内については当所と TOA バルブソリューションとなっているが WEB 情報は TVE 社であり、概ね適切。国外も見つからないと回答しつつ、TÜV Rheinland 社、SGS 社や Bureau Veritas 社などの可能性が見込める機関の情報を提供してくれた。

以上の結果から、「生成 AI サービス」での Q&A では、実験条件 1（デフォルト）と実験条件 2（ChatGPT4+プロンプト有り+RAG 無し）では適切な回答はなされていないが、実験条件 3（ChatGPT4+プロンプト有り+RAG 有り）では RAG 情報に基づいた比較的適切な回答が得られた。また、実験条件 4（Copilot）での回答は、追加情報が提供され、比較的適切な回答が得られた。

## 6. まとめ

以上の結果、想定質問 1 に関しては、「生成 AI サービス」では、RAG 機能が有効であれば、参考ファイルで提供した内容に即した適切な回答結果が得られた。

その一方で、情報流出の懸念はあるが Copilot（2024. 8. 23 確認）による Q&A は、追加情報が付与されたことから、既に AI が学習していた内容であったため、適切な回答が得られたと考えられた。

今回、「生成 AI サービス」の RAG 機能の有効性

が確認できた。また、情報流出が無いシステムであるため、参考ファイルの質・量が重要になると考えられた。

今後は、想定質問を増やし、参考ファイルやプロンプトそのものの質、量を変えて Q&A の変化を確認したいと考えている<sup>7)</sup>。

## 付記

本研究は、滋賀県総合企画部 DX 推進課の「生成 AI 活用コンサルティングおよび検証業務」で参加した研修、ワークショップによって提供された NTT スマートコネクト株式会社の「生成 AI サービス」を使用した。

## 文献

- 1) NTT スマートコネクト株式会社クラウドビジネス部. “生成 AI サービスのご紹介”
- 2) アンドエンジニア編集部. ”ChatGPT で音声会話ができる？やり方や活用方法注意点を解説：”<https://and-engineer.com/articles/ZqEGaREAACYA7FB9>. 2024/8/29 確認
- 3) AI 白書編集委員会編.AI 白書 2023.初版,角川アスキー総合研究所,2023, p 041-058.
- 4) 監修／松村 明. デジタル大辞泉,小学館：<https://dictionary.goo.ne.jp/word/%E5%A4%A7%E8%A6%8F%E6%A8%A1%E8%A8%80%E8%AA%9E%E3%83%A2%E3%83%87%E3%83%AB/#jn-309033>, 2024/8./29 確認
- 5) 西見公宏.”実践 LLM アプリケーション開発”.Software Design.技術評論社,2024年9月 p.126-134
- 6) Microsoft2024.” Azure OpenAI Service documentation”,LERN : <https://learn.microsoft.com/ja-jp/azure/ai-services/openai/>, 2024/8/30 確認

- 7) 掌田津耶乃.プロンプトエンジニアリング入門.  
第1版,秀和システム,2023年11月26日

# 令和6年度 業務報告書

発行：令和7年(2025年)6月  
編集・発行：滋賀県東北部工業技術センター

<<長浜庁舎>>

- 管理係
- 有機環境係
- 繊維・デザイン係

〒526-0024 長浜市三ツ矢元町27-39

TEL 0749-62-1492, FAX 0749-62-1450

<<彦根庁舎>>

- 機械システム係
- 金属材料係

〒522-0037 彦根市岡町52

TEL 0749-22-2325, FAX 0749-26-1779