

ANNUAL REPORT
OF
THE
INDUSTRIAL
RESEARCH
CENTER
OF
SHIGA
PREFECTURE

令和元(2019)年度
業務報告
滋賀県工業技術総合センター

目次

I 運営概要

1. 設置の目的	1
2. 沿革	2
3. 敷地および建物	4
4. 組織および業務内容	
(1) 機能と事業	6
(2) 機構および業務内容	7
(3) 職員	8
5. 決算	
(1) 事業別決算	9
(2) 科目別決算	10
(3) 年度別決算	11
6. 工業技術総合センター運営懇話会結果概要	13
7. 設備・機器	14

II 業務概要

1. 技術相談支援	
(1) リサーチサポート制度の利用	15
(2) モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業	16
(3) 中国や東南アジアへの海外展開技術支援事業	17
(4) 主な技術相談事例	18
2. 試験・分析	
(1) 開放試験機器の提供	28
(2) 依頼試験分析	31
(3) 生産品受払	33
3. 研究開発・産学官連携	
(1) 研究概要	35
(2) 共同研究	36
(3) 研究発表等	38
(4) 重点研究の評価委員会	42
(5) 研究会活動の推進	45
(6) 産業財産権	51
(7) 職員の研修	54
(8) 審査会等への出席	55
4. 人材育成	
(1) 窯業技術者養成事業	57
(2) 学外実習生の受け入れ	58
(3) 信楽窯業技術試験場研修生OB会	59

5. 情報提供等	
(1) 刊行物の発行	60
(2) 研究成果報告会	61
(3) ホームページによる情報提供	63
(4) 産業支援情報メール配送サービス	63
(5) 工業技術情報資料等の収集・提供	63
(6) センター一般公開の開催	64
(7) 見学者等の対応	65
(8) 報道関係機関への資料提供	66
6. その他	
(1) 技術開発室の管理運営	69
(2) 企業・大学等訪問事業	70
(3) 産地振興「NHK連続テレビ小説『スカーレット』への陶芸技術指導	71
(4) 信楽焼生産実態調査結果	72

Ⅲ 研究報告

令和元年度研究報告一覧

・ 微細金型加工技術の高度化に関する研究	
－左ねじれ工具の底面形成時における切削現象－	74
・ 金属 3D プリンタを用いた積層造形技術および材料開発に関する研究	
－DED方式を用いた材料開発－	78
・ 金属3Dプリンタを用いた積層造形技術および材料開発に関する研究	
－DED方式を用いた積層造形技術－（第1報）	83
・ 高感度蛍光検出技術を応用したタンパク質状態を評価する技術開発	
－タンパク質変性の有無を簡便に評価できる新測定法開発－（第1報）	87
・ 水生植物からのセルロースナノファイバー創製と	
複合材料化に関する研究（第3報）	90
・ プラズマを用いた窒化炭素系金属表面処理技術の開発（第1報）	94
・ 電池デバイスの評価技術の検討	
－内部抵抗評価およびその活用について－	97
・ 3D プリンタの活用方法の調査	99
・ 滋賀県オリジナル清酒醸造用酵母の改良	102
・ 信楽焼坪庭製品の市場開拓に向けた開発研究（第2報）	105
・ 生物由来合成ハイドロキシアパタイトを用いたセラミックスの開発研究	107
・ 窯業廃棄物を利用した園芸土木資材の開発	110

I 運営概要

1. 設置の目的

本県の工業は、昭和30年代後半から新規工場立地の進展に伴い大きく発展し、従来は繊維工業が中心でしたが、一般機器、輸送用機器、電気機器等の加工組立型産業が中心を占めるようになり、産業構造は大きく変化してきました。こうした状況の中であって、本県進出企業と在来中小企業間では技術水準の格差が大きく、また、企業間の連携・協力体制が十分でないこともあり、中小企業の技術力向上がますます重要な課題となってきました。

このように、本県産業の主要な部分が高度で先端・先進的な技術を必要とする電子、機械、精密加工等に転換してきたことや、これら業種や複合技術に関連する協力企業群の技術水準の向上が不可欠となってきたことから、中小企業を中心とした技術力向上を支援する体制を充実することが求められてきました。また、企業相互、産学官の連携により、各分野に蓄積されてきた技術ポテンシャルを結集することの重要性も増してきました。

これまで、本県には繊維や窯業など地場産業の発展を支える機関はありましたが、県内工業の基盤的な分野に深くかかわり、先導的な役割を果たす機関は未整備でした。

こうした時代背景の中で、産業界からの強い要請もあり、工業技術振興の様々な課題に応えるため、電子、機械、化学、食品、材料、デザインなど、広範な分野を対象とする総合的な試験研究指導機関として、また本県工業技術振興の拠点として、昭和60年4月に「滋賀県工業技術センター」が栗東町（現：栗東市）に設置されました。

また、急速な技術革新に対応し、今後、技術立県としての地位を確立するため、「滋賀県工業技術センター」の整備に合わせて、人材育成、技術・人的交流、情報の収集・提供といったソフト部門を受け持つ「(財)滋賀県工業技術振興協会」（現：「(公財)滋賀県産業支援プラザ」）が昭和60年3月に設立されました。

一方、信楽町（現：甲賀市信楽町）には明治36年創設の「信楽陶器同業組合」の模範工場を前身とする「滋賀県立信楽窯業試験場」が昭和2年に創設されて以来、信楽焼をはじめとする県内窯業の拠点として研究開発や技術支援等を行ってきました。

平成9年4月には、近年の時代の要請や本県の特性を踏まえた行政課題に即応した試験研究を進め、県内大学や他の試験研究機関、地場産業を含む産業界との連携・交流を推進し、その成果を県内産業に移転・普及することを目的として、「滋賀県工業技術センター」と「滋賀県立信楽窯業試験場」を統合し、「滋賀県工業技術総合センター」として業務を開始しました。

今後とも、効率的で質の高い組織運営を心がけ本県産業支援の中核機関としての役割を果たしてまいります。

2. 沿 革

平成 9年 4月	工業技術センターと信楽窯業試験場を統合し、工業技術総合センターと改称
平成 9年 6月	知的所有権センターを併設（～平成19年3月）
平成10年 3月	ISO14001規格審査登録取得(栗東地区)（～平成22年3月）
平成10年 3月	信楽窯業技術試験場 福祉環境整備工事により身障者用施設整備
平成11年 2月	「企業化支援棟」竣工
平成11年 4月	企業化支援棟技術開発室の入居開始
平成11年 4月	研究評価制度導入
平成11年 4月	(財)滋賀県工業技術振興協会を(財)滋賀県中小企業振興公社等と統合し、(財)滋賀県産業支援プラザ設立
平成12年 4月	グループ制導入
平成12年 4月	(財)日本発酵機構余呉研究所の解散にともない、食品部門を強化
平成12年 8月	産業支援情報メール配送サービス開始
平成13年 3月	ISO14001規格審査登録取得（信楽地区）（～平成22年3月）
平成18年 7月	工業標準化法による登録試験事業者として認定（～平成26年12月）
平成28年 4月	係制導入
平成30年 3月	「日本酒醸造試験施設」を別館（工業技術振興会館）に設置
平成31年 3月	実験棟を改装し、「高度モノづくり試作開発センター」を設置

付記

*工業技術センター

昭和55年 9月	草津商工会議所会頭から「県立工業技術センターの設置について」の要望書の提出
昭和57年 2月	県立工業技術センター設計・調査予算計上
昭和57年 5月	滋賀県工業技術センター基本計画検討部内ワーキンググループの設置
昭和57年 5月	「滋賀県工業技術センター基本計画検討会議」の設置および第1回検討会議開催
昭和57年 6月	第2回検討会議
昭和57年 7月	第3回検討会議
昭和57年 8月	第4回検討会議
昭和58年 2月	工業技術センターの施設、規模、用地面積等の方針および予算を内定
昭和58年 3月	「滋賀県工業技術試験研究所施設整備基金条例」制定
昭和59年 1月	栗東町「県立工業技術センター建設用地の造成工事」起工
昭和59年 4月	「工業技術センター開設準備室」設置(室長以下6名)
昭和59年 7月	栗東町「県立工業技術センター建設用地の造成工事」完工
昭和59年 7月	「県立工業技術センター建物建設工事」着工
昭和60年 3月	(財)滋賀県工業技術振興協会設立

昭和60年 3月	「滋賀県工業技術振興基金条例」制定
昭和60年 3月	「県立工業技術センター建物建設工事」完工
昭和60年 4月	工業技術センターおよび（財）滋賀県工業技術振興協会業務開始
平成 2年 1月	融合化開放試験室設置
平成 2年 1月	融合化センター設置
平成 4年11月	別館「工業技術振興会館」竣工、(財)滋賀県工業技術振興協会および(社)発明協会滋賀県支部が入居
平成 6年 1月	インターネット(SINET)接続
平成 6年 8月	ホームページ開設

* 信楽窯業試験場

大正15年	県議会において滋賀県窯業試験場 甲賀郡信楽町設置の件決議され、昭和2年度予算に経常費 13,022円 臨時建設費 51,223円を計上
昭和 2年 4月	商工大臣により設置の件認可
昭和 2年 5月	滋賀県告示175号をもって信楽町長野に位置を決定
昭和 3年 5月	新築竣工
昭和21年10月	信楽窯業工補導所を併設
昭和22年12月	信楽窯業工補導所を滋賀県信楽窯業工公共職業補導所と改称
昭和25年 4月	滋賀県窯業試験場を滋賀県立信楽窯業試験場と改称
昭和33年 7月	滋賀県信楽窯業工公共職業補導所を滋賀県信楽職業訓練所と改称
昭和37年 3月	固形鑄込成形室新築
昭和38年 3月	併設の滋賀県信楽職業訓練所廃止
昭和39年 9月	乾燥試験室新築
昭和42年 2月	本館改築（総工費18,360,000円 RC造2階建）
昭和46年 3月	開放試験室ならびに試作成形室新築(総工費28,562,000円 RC造2階建)
昭和48年 4月	滋賀県窯業技術者養成制度制定（昭和48年告示第129号）
昭和50年 3月	調土棟、物品倉庫および車庫新築（総工費69,430,000円）
昭和54年 3月	第1・第2焼成開放試験棟新築
昭和55年 9月	第1焼成開放試験棟2階増築（総工費2,950,000円）
平成 7年12月	調土棟、物品1・2階改修（総工費 8,137,000円）
平成 9年 1月	本館相談室改修（総工費 8,858,000円）
平成 9年 3月	渡廊下新築（総工費 4,635,000円）

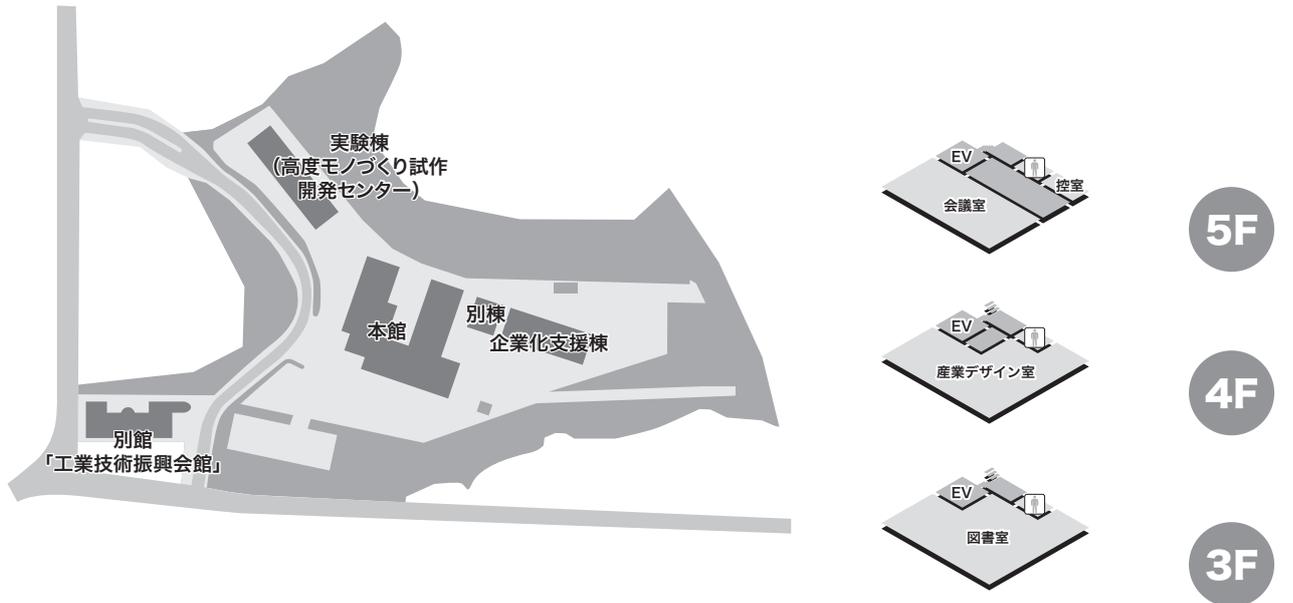
3. 敷地および建物

所在地 〒520-3004 滋賀県栗東市上砥山232番地

土地 35,350.14m² (登記面積) (実測面積 36,610.88m²)

建物 8,822m²

本館 (研究管理棟)	(鉄筋コンクリート2階建・一部5階)	4,296m ²
実験棟	(鉄筋コンクリート平屋建: 日本自転車振興会補助)	693m ²
別棟 (開放試験室)	(鉄筋コンクリート平屋建: 国庫補助)	154m ²
別館 (工業技術振興会館)	(鉄筋コンクリート3階建)	2,483m ²
企業化支援棟	(鉄筋コンクリート2階建: 国庫補助)	837m ²
その他	(渡廊下、排水処理機械室等)	359m ²



▼別館



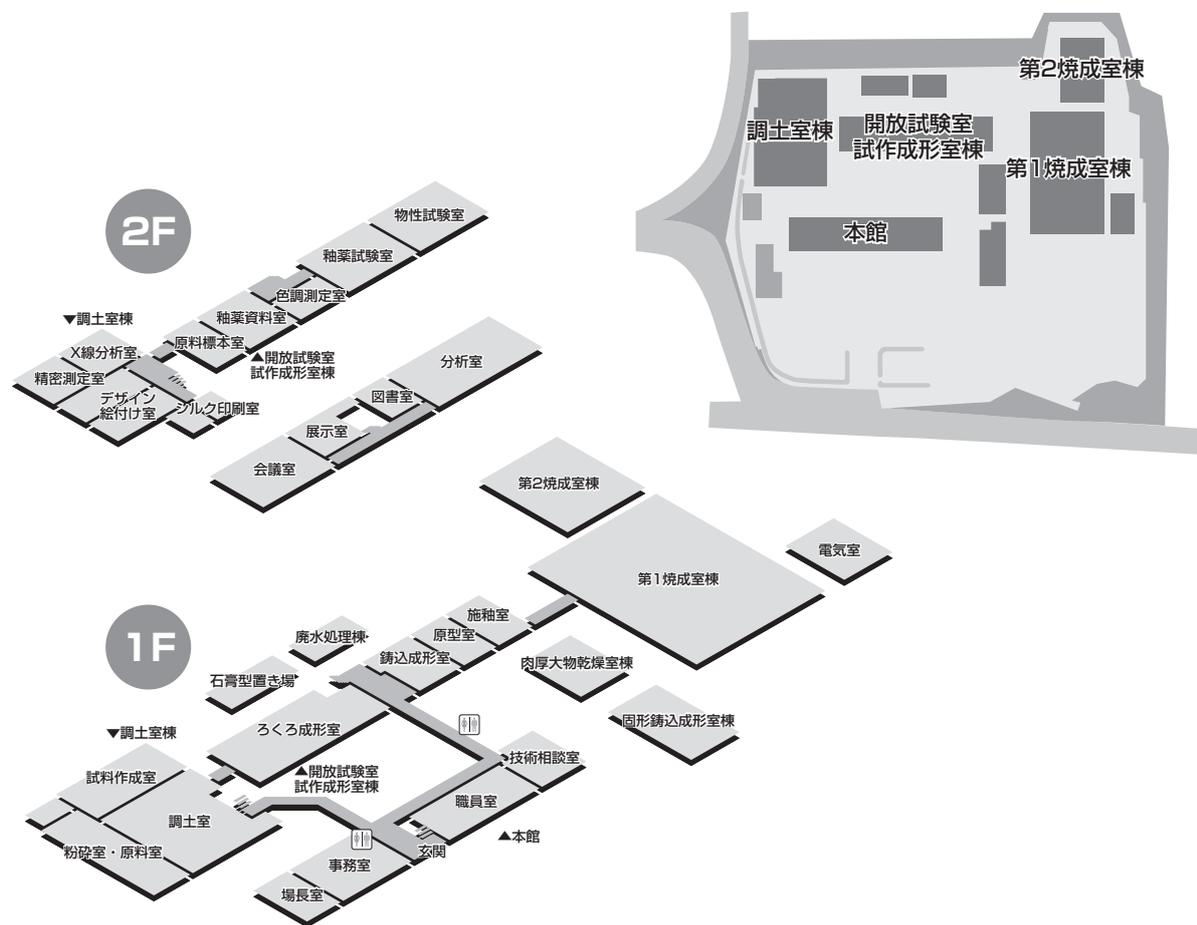
・信楽窯業技術試験場

所在地 〒 529-1851 滋賀県甲賀市信楽町長野 4 9 8 番地

土地 7,561.23m²

建物 3,244m²

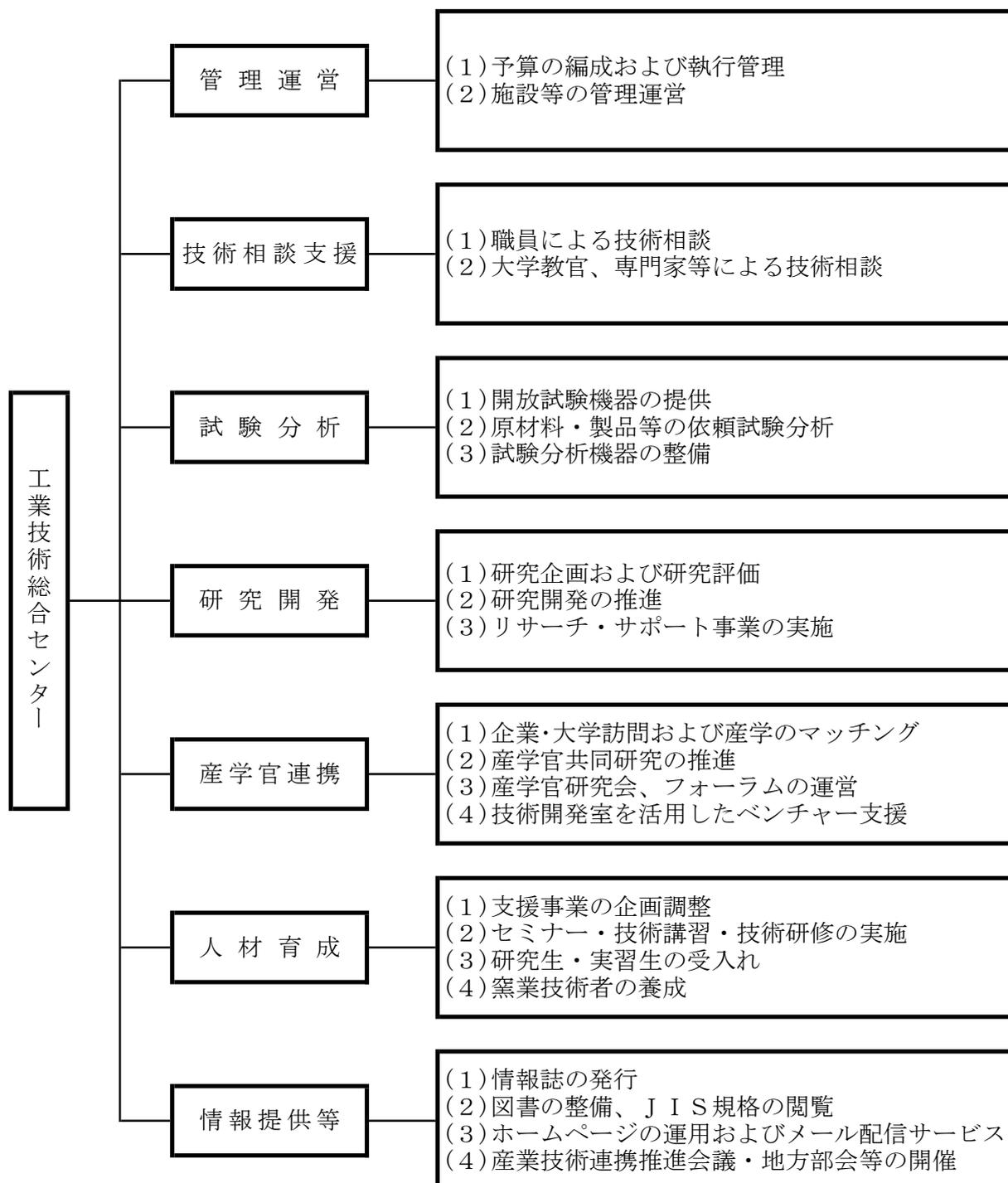
本館	(鉄筋コンクリート 2 階建)	608m ²
開放試験室・試作成形室棟	(鉄筋コンクリート 2 階建)	576m ²
固形鑄込成形室棟	(鉄筋コンクリート平屋建)	91m ²
肉厚大物乾燥室棟	(鉄骨スレート平屋建)	63m ²
調土室棟	(鉄筋コンクリート 2 階建)	698m ²
第 1 焼成室棟	(鉄骨スレート平屋建：国庫補助)	612m ²
第 2 焼成室棟	(鉄骨スレート平屋建：国庫補助)	201m ²
その他	(車庫、電気室等)	395m ²



4. 組織および業務内容

(1) 機能と事業

(令和2年3月31日現在)

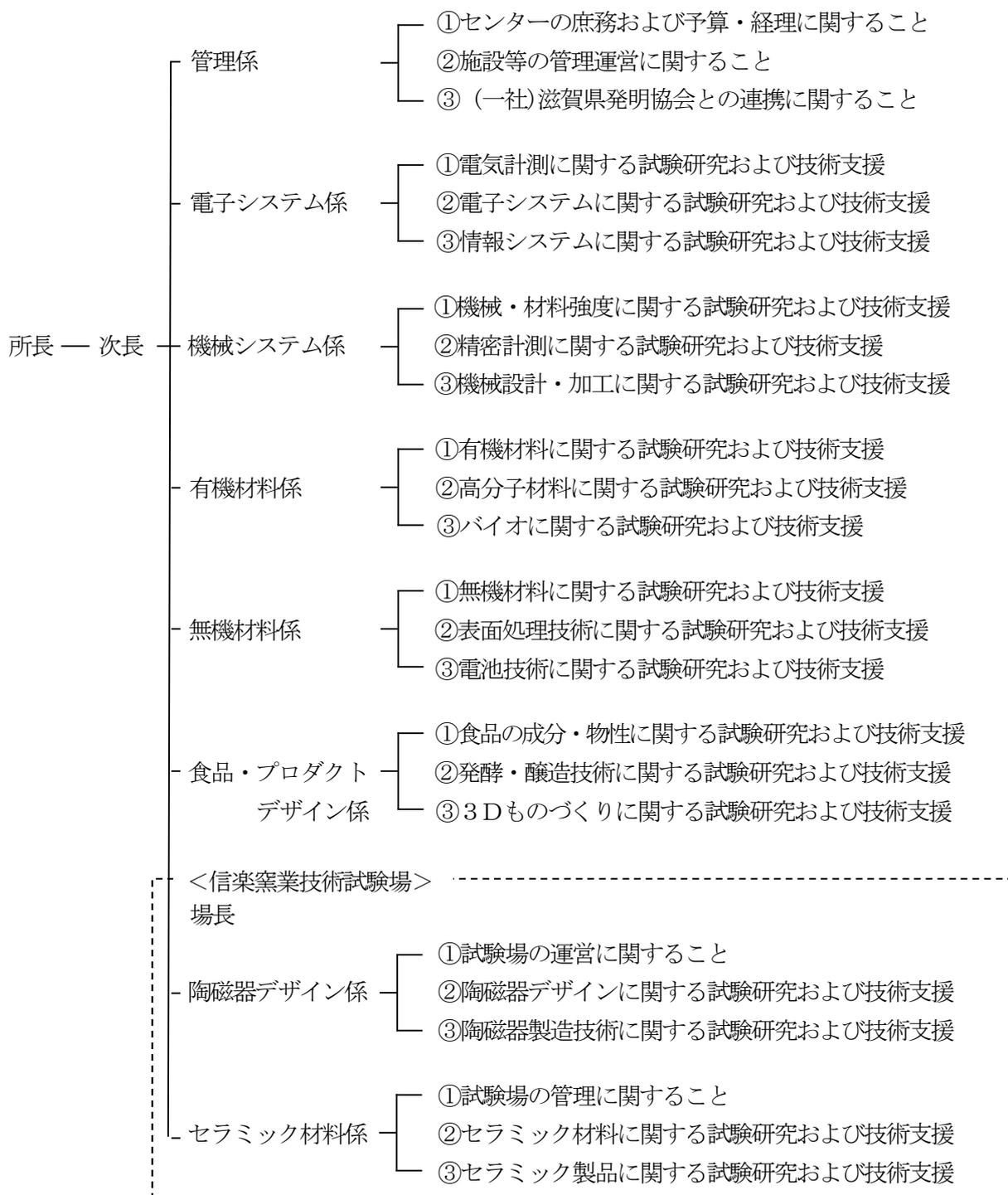


(2) 機構および業務内容

工業技術総合センターは、総合的な試験研究、技術支援・指導、技術研修などを実施するため、管理係、電子システム係、機械システム係、有機材料係、無機材料係、食品・プロダクトデザイン係、陶磁器デザイン係およびセラミック材料係を設けています。

そして、(公財)滋賀県産業支援プラザ、(一社)滋賀県発明協会、各経済団体などと連携を図りながら、効果的な活動を推進しています。

(令和2年3月31日現在)



5. 決算（令和元年度）

（1）事業別決算

（単位：円）

		概 要	決 算 額	
工業 業 技 術 総 合 セ ン タ ー 費	職員費		293,803,005	
	運 営 費	企業化支援棟推進費		6,164,000
		庁舎整備事業費		22,339,000
		無体財産(特許権)維持管理費		1,435,000
		庁舎管理費		53,828,071
			小 計	83,766,071
	試 験	個性ある「近江の地酒」開発・発信事業費		13,632,000
		ものづくり支援開放機器整備推進事業費		12,302,000
		技術相談指導事業費		3,215,000
		共同研究プロジェクト事業費（研究連携推進事業）		298,000
		〃（水生植物からのセルロースナノファイバー創製と複合材料化に関する研究）		220,000
		〃（「近江の地酒」の酒質向上に向けた小規模試験醸造による実証実験）		2,378,000
		窯業技術研究開発事業費（陶磁器デザイン指導）		712,000
		〃（信楽焼坪庭製品の市場開拓に向けた開発研究）		1,016,000
		〃（窯業系廃棄物を活用した園芸土木資材の開発）		2,137,000
		地域連携型モノづくり人材育成事業費		1,086,000
	研 究	外部競争的資金導入型研究開発事業費（経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業） （世界一の超低NOx・低CO2高運転効率を実現するAI運転制御機能付SDGs達成小型蒸気ボイラ(スーパー10JAFIボイラ)の研究開発）		792,220
		〃（睡眠時無呼吸症候群治療用 持続的気道陽圧ユニットの静音・長寿命・高追従性を実現するプロア・システムの研究開発）		725,400
		〃（極限環境でも高強度と耐衝撃性を持続する世界発の革新的FRP素材の研究開発）		7,560,000
		〃（リチウムイオン電池の高容量化、長寿命化に寄与する超薄片化黒鉛を用いた画期的な導電ペーストの研究開発）		260,000
		〃（世界初の新超硬素材を使用した高剛性・長寿命・リサイクル可能なダイヤモンド電着工具の研究開発）		5,858,703
		〃（セラミックス製高精度ステーターを用いた次世代二次電池電極塗工用ポンプの開発）		1,028,038
		〃（NEDO）		100,000
		〃（マクロモノマー法を用いたリチウムイオン二次電池用バインダーの開発）		160,000
		〃（透明樹脂導光体高機能化のための加飾切削技術を活用した光環境デザイン設計支援システムの開発）		160,000
		〃		2,066,000
	指 導 費	モノづくり技術力向上のための技術研修事業費		2,066,000
イノベーション推進設備整備事業費			12,399,000	
中国や東南アジアへの海外展開技術支援事業費			477,920	
技術情報サービス事業費			3,628,000	
ものづくり支援開放機器維持管理事業費			30,950,770	
学会連携事業費			536,000	
一般研究事業費			3,024,000	
地域産業育成指導事業費			4,849,000	
3Dイノベーション創出推進事業費			2,461,000	
		小 計	113,872,051	
工業技術総合センター費合計			491,441,127	
そ の 他 費	中小企業技術指導員研修事業費		591,624	
	中小企業技術支援情報ネットワーク推進事業費		859,580	
		小 計	1,451,204	
合 計			492,892,331	

(2) 科目別決算

歳 入

(単位 ; 円)

款	項	目	収入額	摘 要	
使用料および手数料	使用料	商工観光労働使用料	64,522,784	試験分析機器等設備使用料(栗東) 試験分析機器等設備使用料(信楽) 技術開発室使用料 技術開発室電気料金 別館共益費 自動販売機使用料 自動販売機電気料金 ケーブルテレビ線用コンクリート柱使用料	54,015,480 5,435,000 4,423,800 410,507 205,588 18,633 12,276 1,500
	手数料	商工観光労働手数料	2,088,870	試験等手数料(栗東) 試験等手数料(信楽)	1,411,440 677,430
国庫支出金	国庫補助金	商工観光労働費国庫支出金	14,244,845	地方創生推進交付金	14,244,845
財産収入	財産運用収入	財産貸付収入	1,620	無体財産許諾料	1,620
		生産物売払収入	35,620	生産物売払収入(栗東) 生産物売払収入(信楽)	35,620 0
繰入金	基金繰入金	産業廃棄物発生抑制等推進基金	18,595,120	製品部材等リサイクル推進支援事業(産廃税充当事業)	3,939,000
		工業技術振興基金繰入金		イノベーション推進設備整備事業ほか	14,178,200
		中小企業活性化推進基金		中国や東南アジアへの海外展開技術支援事業費	477,920
諸収入	受託事業収入	商工観光労働受託事業収入	260,000	試験研究事業費受託事業	260,000
	雑入	雑入	19,627,946	自動販売機納付金 借受機器使用料(栗東) 試験研究事業費補助金 窯業技術者養成受講料 広告掲載料	38,775 2,734,310 16,224,361 620,500 10,000
合 計			119,376,805		

歳 出

款	項	目	節	支出額
商工観光労働費	中小企業費	工業技術総合センター費	報酬	13,759,740
			給料	132,962,369
			職員手当	113,872,051
			共済費	49,450,274
			賃金	3,388,082
			報償費	442,500
			旅費	2,328,690
			需用費	66,492,686
			役務費	5,260,104
			委託料	42,119,250
			使用料および賃借料	462,888
			原材料費	1,514,767
			備品購入費	58,691,026
			負担金補助および交付金	662,900
			公課費	33,800
(中小企業費) 小 計			491,441,127	
商工業費	工業振興費	旅費	152,340	
		役務費	859,580	
		負担金補助および交付金	439,284	
(商工業費) 小 計			1,451,204	
(商工観光労働費) 小 計			492,892,331	
合 計				492,892,331

(3) 年度別決算

年度別歳入一覧表

(単位 ; 円)

年度	歳 入						
	使用料および手数料	国庫支出金	財産収入	繰入金	諸収入	一般財源	計
59	-	13,897,000	-	350,189,350	58,585,000	2,120,427,000	2,543,098,350
60	1,397,100	12,950,000	-	241,353,330	40,845,000	196,987,904	493,533,334
61	6,818,350	-	16,012,633	261,292,980	33,165,000	218,562,326	535,851,289
62	6,919,850	-	16,656,532	99,886,246	-	226,806,293	350,268,921
63	10,325,100	5,709,000	17,884,599	97,444,000	20,597,000	249,350,601	401,310,300
H1	12,599,050	27,319,000	47,035,361	112,937,776	14,910	*1 563,805,758	763,711,855
2	15,298,300	7,750,000	87,251,224	106,709,703	33,267,995	262,587,852	512,865,074
3	13,941,100	10,400,000	72,563,529	109,026,776	55,874	*2 553,087,119	759,074,398
4	15,552,050	20,125,000	39,589,382	81,776,284	28,183,260	*3 760,733,237	945,959,213
5	17,323,050	-	23,470,114	65,932,463	55,940	*4 349,292,414	456,073,981
6	20,293,650	13,283,000	18,502,868	50,815,200	17,878,270	*5 362,601,330	483,374,318
7	16,278,950	13,448,000	8,273,082	9,986,507	14,567,266	*6 546,326,863	608,880,668
8	18,200,650	21,485,000	6,843,746	-	-	620,168,916	666,698,312
9	25,480,780	*7 301,144,950	161,581	-	30,694,760	*7 859,608,099	*9 1,217,090,170
10	25,144,960	28,336,300	273,705	-	211,498,523	546,685,087	811,938,575
11	35,901,920	48,791,750	178,999	*8 3,000,000	18,290,240	552,321,896	658,484,805
12	39,157,390	47,688,890	196,125	*8 8,033,000	36,668,871	547,965,238	679,709,514
13	39,420,710	23,662,971	114,195	*8 8,008,000	23,215,419	539,138,192	633,559,487
14	41,706,710	14,017,500	144,470	*8 12,660,000	21,420,209	476,393,052	566,341,941
15	40,934,500	5,076,750	101,805	*8 5,653,000	21,187,218	475,868,519	548,821,792
16	46,616,980	-	189,415	*8 10,455,177	23,602,663	511,442,888	592,307,123
17	46,339,430	-	251,595	*10 5,555,000	25,602,430	481,076,549	558,825,004
18	53,789,503	-	179,075	*10 4,408,000	31,828,710	452,483,532	542,688,820
19	51,722,530	-	340,680	*10 4,030,000	30,723,646	438,840,873	525,657,729
20	50,072,697	-	393,805	-	62,816,839	446,733,965	560,017,306
21	56,906,267	*11 29,624,000	249,150	*12 1,711,000	45,967,174	368,235,401	502,692,992
22	62,276,469	14,000,000	239,799	*12 10,478,859	18,745,441	351,525,702	457,266,270
23	61,354,027		268,489	*12 12,537,628	20,159,797	360,510,990	454,830,931
24	*13 65,104,105		291,090		18,001,317	326,338,985	409,735,497
25	74,592,190	21,319,450	312,015	*12 6,621,401	19,702,391	319,033,309	441,580,756
26	78,984,757		262,687		39,617,227	330,394,040	449,258,711
27	76,885,869	*14 1,942,000	249,054	*15 28,107,800	27,543,480	343,376,881	478,105,084
28	71,516,708	*14 13,506,000	238,700	*15 16,000,000	28,983,071	*16 337,346,237	467,590,716
29	63,997,521	*14 13,416,000	267,588	*15 17,067,000	29,787,533	*17 419,395,164	543,930,806
30	62,651,977	*14 360,723,918	353,142	*15 12,558,720	55,000,112	*18 373,602,392	864,890,261
令1	66,611,654	*14 14,244,845	37,240	*15 18,595,120	19,887,946	372,064,322	491,441,127

注 1. 財産収入・・・工業技術振興基金運用収入他

3. 諸収入・・・公益財団法人JKA補助金、外部競争的資金他

*1 寄付金 5,100,000円を含む

*3 寄付金 9,000,000円、県債 270,000,000円を含む

*5 寄付金 360,000円を含む

*7 平成9年度分には平成9年度繰越分を含む

*9 平成9年度以降は信楽窯業技術試験場との合計額

*11 地域活性化・経済危機対策臨時交付金

*13 関西広域連合に係る減免の適用開始

*15 工業技術振興基金、県産業廃棄物発生抑制等推進基金
中小企業活性化基金 (H28、H29、H30、R1)

*16 県債 11,300,000円を含む

*18 県債 36,900,000円を含む

2. 繰入金・・・工業技術センター施設整備基金取崩 他

*2 寄付金 700,000円を含む

*4 寄付金 5,100,000円を含む

*6 寄付金 360,000円、県債 90,000,000円を含む

*8 緊急雇用特別対策基金繰入金

*10 県産業廃棄物発生抑制等推進基金

*12 緊急雇用創出事業臨時特例基金繰入金

*14 戦略産業雇用創出プロジェクト補助金

地方創生推進交付金 (H28、H29、H30、R1)

地方創生拠点整備交付金 (H29、H30)

*17 県債 44,900,000円を含む

年度別歳出一覧表

(単位：円)

年度	歳 出							
	建設費	施設整備費	普及指導費	研究開発費	振興協会助成	運営費	職員費	計
59	2,188,909,000	350,189,350	-	-	4,000,000	-	-	2,543,098,350
60	-	295,149,000	22,757,930	4,086,000	29,581,481	49,491,557	92,468,366	493,534,334
61	-	301,307,984	34,221,520	9,020,000	30,770,881	50,503,872	110,027,032	535,851,289
62	-	109,987,607	30,549,100	9,192,500	28,807,124	54,414,818	117,317,772	350,268,921
63	-	123,231,000	45,049,000	11,734,000	29,366,778	54,756,318	137,173,204	401,310,300
H1	-	109,991,759	73,718,000	11,780,000	30,812,163	390,510,761	146,899,172	763,711,855
2	2,953,440	110,473,684	84,235,516	14,423,000	30,128,061	108,521,510	162,129,863	512,865,074
3	292,064,790	82,728,956	76,017,591	13,231,000	31,524,168	91,674,784	171,833,109	759,074,398
4	448,900,754	96,191,391	83,229,609	12,441,000	36,760,705	81,326,940	187,108,814	945,959,213
5	-	36,520,813	87,319,210	13,155,000	37,205,434	85,540,268	196,333,256	456,073,981
6	-	64,452,632	81,478,987	15,005,000	37,797,950	85,589,872	199,049,877	483,374,318
7	123,502,270	45,212,721	69,313,996	38,249,726	38,282,681	83,255,664	211,063,610	608,880,668
8	-	131,527,781	129,260,652	53,954,499	47,225,504	83,429,093	221,300,783	666,698,312
9	451,360,350	242,841,391	63,188,639	38,000,533	*1 -	93,946,369	328,752,888	*2 1,218,090,170
10	-	290,327,728	52,822,893	45,611,212	-	90,433,773	332,742,969	811,938,575
11	-	142,975,492	54,514,531	25,366,277	-	91,243,661	344,384,844	658,484,805
12	-	145,175,564	58,272,588	31,453,835	-	98,023,064	346,784,463	679,709,514
13	-	91,676,504	53,246,218	38,102,625	-	96,987,690	353,546,450	633,559,487
14	-	64,299,000	62,421,948	21,975,202	-	89,736,095	327,909,696	566,341,941
15	-	45,251,750	57,032,250	26,285,512	-	89,850,371	330,401,909	548,821,792
16	-	81,500,972	66,058,831	30,577,446	-	78,556,520	336,162,694	592,856,463
17	-	62,837,486	55,783,378	32,582,531	-	77,095,205	330,526,404	558,825,004
18	-	73,300,315	54,990,906	27,187,301	-	71,958,271	315,252,027	542,688,820
19	-	54,774,450	56,713,475	27,150,556	-	66,571,449	320,447,799	525,657,729
20	-	102,768,614	48,120,204	21,882,574	-	71,914,719	315,331,195	560,017,306
21	-	69,618,841	51,071,307	20,730,002	-	56,860,112	298,717,089	496,997,351
22	-	36,696,464	55,452,808	10,468,804	-	53,621,382	296,810,128	453,049,586
23	-	24,699,790	55,643,694	10,406,612	-	52,163,112	302,901,905	445,815,113
24	-	41,583,149	36,927,996	12,301,568	-	56,800,908	262,121,876	409,735,497
25	-	56,193,033	47,266,926	9,591,919	-	57,357,355	271,171,523	441,580,756
26	-	58,765,074	41,722,146	10,560,107	-	57,063,083	281,148,301	449,258,711
27	-	69,283,547	53,268,777	11,371,630	-	59,630,981	284,550,149	478,105,084
28	-	50,996,000	49,943,417	24,069,775	-	69,721,781	272,859,743	467,590,716
29	87,885,000	41,256,160	51,669,478	26,156,092	-	65,979,528	269,315,382	542,261,640
30	355,012,740	24,485,440	45,730,383	57,889,790	-	111,287,203	270,484,705	864,890,261
R1	-	24,701,000	49,269,690	39,901,361	-	83,766,071	293,803,005	491,441,127

注 1. 建設費・・・調査等事務費を含む

2. 施設整備費・・・庁舎整備を含む

*1 平成9年度以降は、新産業振興課執行

*2 平成9年度以降は、信楽窯業技術試験場との合計額

6. 工業技術総合センター運営懇話会結果概要

当センターの運営および業務等に関して適切な評価および意見ならびに提言を得て、センターの効果的、効率的な運営に資するため、滋賀県工業技術総合センター運営懇話会を設置しています。

令和元年度においては、3月18日（水）に運営懇話会の開催を予定していましたが、新型コロナウイルス感染拡大防止のため書面開催としました。

【運営懇話会委員】

座長

中谷吉彦 立命館大学 産学官連携戦略本部副本部長・教授

委員

和田隆博 龍谷大学 理工学部教授

岩崎啓一郎 三菱重工工作機械株式会社 代表取締役社長

北村嘉英 草津電機株式会社 代表取締役会長

大原耕造 信楽陶器工業協同組合 理事長

伊藤恵美子 近畿経済産業局 課長補佐（産学官連携推進担当）

月瀬寛二 公益財団法人滋賀県産業支援プラザ 常務理事

【送付資料】

- ・令和元年度滋賀県工業技術総合センター運営懇話会概要説明資料
- ・電子システム係、機械システム係の業務
- ・有機材料係、無機材料係、食品・プロダクトデザイン係の業務
- ・信楽窯業技術試験場の概要
- ・平成30年度業務報告
- ・テクノネットワーク

【委員からの意見・提言等】

- ・これからも関係部局と協働して、サポイン事業をはじめ外部資金導入に取り組んでほしい。
- ・中小企業にとって ICT、AI 等デジタルツール活用は結構ハードルが高い。すでに取り組んでおられる事例発表等も含め滋賀県内での裾野拡大に尽力願いたい。
- ・限られた予算の中ではあるが、分析機器等の更新をお願いしたい。
- ・信楽窯業技術試験場の施設更新を楽しみにしている。
- ・滋賀県のモノづくりが大きく発展できるように3Dプリンタの紹介を更に強化されたい。

7. 設備・機器

令和元年度に取得した主な機器は次のとおりです。

試験研究機器類

	機器名	メーカー型式/規格	金額	取得日	摘要
栗	旨味成分分析装置 高速液体クロマトグラフ	(株)島津製作所 ProminenceLC-20A、LC-2030	11,826,000	R 1. 9. 5	地方創生推進交付金
	電子天秤	島津製作所 UW4200HV	121,000	R 2. 2. 18	産業廃棄物税関連事業
	録音用マイクロホン (ショートシヨットガンマイクロホン)	ゼンハイザー MKH8060	124,740	R 1. 6. 27	戦略的基盤技術高度化支援事業
	計測用マイクロホン	1インチ音場型エレクトレットマイクロホンUC-35P、音響校正器	464,940	R 1. 7. 16	戦略的基盤技術高度化支援事業
	スクラッチ試験機	(株)レスカ CSR1000他	5,740,200	R 1. 9. 9	戦略的基盤技術高度化支援事業
	FFT解析処理ユニット プログラマブルコントローラ+ソフト	キーエンスKV7500KV-SAD0 4VT5S1L KV-SAD	237,600	R 1. 9. 18	戦略的基盤技術高度化支援事業
	超音波探傷装置	超音波探傷映像化装置 KJTD(株)D-view,SDSIII-2300他	7,398,000	R 1. 9. 24	戦略的基盤技術高度化支援事業
	オーディオインターフェース	タスカム SERIES102i	34,430	R 1. 10. 1	戦略的基盤技術高度化支援事業
	精密電子天びん	ザルトリウス MCA324S-2S01-1	609,400	R 1. 12. 11	戦略的基盤技術高度化支援事業
	レンオビーム分光光度計	U-5100形(石英セル3個付属) (株)日立ハイテクサイエンス	486,000	R 1. 8. 1	
	高圧蒸気滅菌器/フタ自動開閉式ハイクレープ	HG-80 IILB	636,120	R 1. 8. 1	
	小型冷却遠心機一式	CF6RN一式 工機ホールディングス(株)	906,120	R 1. 8. 21	
	エネルギー分散型蛍光X線分析装置	島津製作所 蛍光X線分析装置 EDX-8100他	5,281,200	R 1. 9. 13	
	伝導イミュニティ試験システム	信号発生器、パワーアンプ、スペクトラム・アナライザ、他	7,020,000	R 1. 9. 30	
定温乾燥器	ヤマト科学 DVS602 架台OB61	214,500	R 2. 3. 2		
信楽	全自動多目的X線回折装置	SmartLab SE 他(株)リガク	12,398,400	R 1. 9. 27	地方創生推進交付金
	蒸留水製造装置 オートスチル	ヤマト科学(株) WG-251	395,280	R 1. 7. 16	産業廃棄物税関連事業
	卓上型切削加工システム(CNCフライス旋盤ほか)	CNCフライス旋盤、Fusion360 ハンドヘルド3Dスキャナ	870,264	R 1. 9. 20	産業廃棄物税関連事業
	検定付取引証明用電子天びん	新光電子 ALE623H	79,200	R 2. 3. 3	産業廃棄物税関連事業
	製版フィルムシステム	旭製版工業(株) RIP1one、エプソンカラープリンタ EW-M970AT	302,400	R 1. 6. 20	
	分析用天秤	(株)島津製作所 AP224W	299,160	R 1. 8. 29	

II 業務概要

1. 技術相談支援

令和元年度実績の概要は、次のとおりです。

事業名	実施件数等		
	栗東	信楽	合計
職員による技術相談	7, 144件	2, 212件	9, 356件
リサーチサポート制度の利用	1件	7件	8件
モノづくり技術人材育成事業	16コース	2コース	18コース

※新型コロナウイルス感染症対策のため、栗東（2コース）を中止した

(1) リサーチサポート制度の利用

県内企業や当センター等の実施する技術開発や研究会事業に、大学等の専門家をリサーチサポーターとして招聘し、適切な指導助言を得て課題解決を図り、技術開発や研究会事業等を円滑にすすめる事業です。

[栗東] 件数：1件

実施日	分野	内容
R1. 11. 19	品質工学	品質工学研究会の運営指導について

[信楽] 件数：7件

実施日	分野	内容
R1. 7. 16	窯業 (デザイン)	信楽焼坪庭製品の市場開拓に向けた研究開発
R1. 9. 30		信楽焼坪庭製品の市場開拓に向けた研究開発
R1. 11. 8		新製品開発（照明器具等）に関するデザイン指導
R1. 11. 20		商品開発およびブランド構築について
R2. 1. 23		新製品開発・京都伝統産業（工芸）について
R2. 2. 25		製品開発および展示販売に関するデザイン指導
R2. 3. 26		技術講演および製品開発に関するデザイン指導

(2) モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業（講習・実習）

講習会名称		実施日	内 容	参加者
栗 東	講習【やってみよう！初めての射出成形】 実習【縦型精密射出成形機】	1. 7. 12	射出成形の基本を学んだ後、きれいな成形品を作製するためのコツを実機を用いて習得	26名 6名
	講習【基礎・原理から学ぶ技術セミナー～いまさら聞けない 粒径・ゼータ電位・分子量 編～】 実習【ゼータ電位・粒径測定システム・ダイナミック光散乱光度計】	1. 7. 25	粒子径および絶対分子量の測定方法を基礎から学び、それぞれの装置のデモンストレーション	18名 17名
	講習【最新の3Dプリンタで何ができるのか？】 実習【金属粉末積層造形装置（DED方式）・大型樹脂3Dプリンタ】	1. 8. 6	3Dプリンタの概要や活用法に関する講習会と実習（デモンストレーション）	59名 29名
	講習【樹脂や塗装、各種材料の耐候性・劣化とその評価方法】 実習【キセノンウェザーメータ】	1. 10. 24	プラスチック製品などを太陽光近い光を照射する耐候性試験の基礎から試験条件設定の考え方、評価方法の重要性についてコツを含めて習得	24名 13名
	講習【X線の基礎知識、透視装置の構造と取扱方法】 実習【マイクロフォーカスX線透過装置】	1. 10. 31	原理・技術に直結する内容の学習と、観察の実演・実習	5名 5名
	講習【疲労強度と残留応力】 実習【X線残留応力測定装置】	1. 12. 5	金属をはじめとする材料の強度や破壊の講習とX線残留応力のデモンストレーション・実習	19名 19名
	講習【3D プリンタ活用の基礎～金属積層造形における原料粉末とその評価ポイント～】 実習【金属粉末積層造形装置（DED方式）】	1. 12. 10	金属3Dプリンタを製造手法として活用するために必要な、品質管理に直結する造形条件や材料評価に関する講習会と実習（デモンストレーション）	26名 26名
	講習【3Dスキャナ活用の基礎～非接触形状測定と非接触ひずみ測定～】 実習【3Dスキャナ】	2. 2. 7	3Dスキャナを活用した測定や解析の講習および実習（デモンストレーション）	21名 21名
	栗東計	16コース		334名
信 楽	講習【X線回折の基礎】 実習【X線回折装置】	1. 12. 9	新規導入するX線回折装置のデモンストレーション・実習	12名 6名
	信楽計	2コース		18名
モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業 合計		18コース		352名

(3) 中国や東南アジアへの海外展開技術支援事業

■国際規格

企業の皆様が自社製品を世界に販売するとき、安全性や品質を販売先の規格へ適合させる必要があります。

- ・販売先はどんな規格なのか。
- ・どこで評価するのか。
- ・どうやって製品を評価するのか。
- ・どんな手続きがあるのか。

このような課題を解決するため、主に中国、韓国、東南アジアへ輸出しようとする企業に対して以下の支援を実施しました。

<セミナー>

開催日	テーマ名	受講
R1.9.2	◆「中国へ製品を輸出販売する」 ～これだけは知っておこう 中国の製品品質規制～ 株式会社 PS Farm 代表取締役 奥野 克幸 氏	11名
R2.2.27	◆「CEマーキング対応のための考え方と進め方」 ～予備知識がなくても全体像がつかめるCEマーキング勉強会～ 講師:テュフラインランドジャパン(株) 製品部 産業機器課 穂原 一真 氏	11名

<個別相談会>

登録相談員:5名

相談員	技術分野
石井 満 氏	CE マーキング、機械指令、低電圧指令、EMC 指令、RE 指令
佐々木 宏 氏	国際規格適合設計(白物家電)、IEC 国際規格対応、製品安全試験所の品質マニュアル
古谷 武徳 氏	RoHS 指令、REACH 規則
川北 日出夫 氏	RoHS 指令、REACH 規則、CE マーキング
今井 俊和 氏	RoHS 指令、REACH 規則、グリーン調達

相談会:5社に対し5回実施、内容:各指令への適応対応について

(4) 主な技術相談事例

分野	電子
課題	FFTによる周波数解析について
突発音の周波数解析を行いたい。	
<p>対 応</p> <p>FFTアナライザの一般的なグラフ表示では、常にスペクトルが更新されるため、瞬間的な情報しかわからないが、グラフを三次元表示にすることで、時間情報も含めて可視化することができるため、時間軸上のどの時点で突発音が発生しているかを容易に目視することができる。グラフでは選択した周波数に対する音圧の時間変化も同時に表示されるため、音圧が最大となる正確なタイミングを知ることができ、その際のスペクトルを即座に知ることができる。</p>	

分野	電子
課題	輸送振動試験の最新規格について
梱包物の輸送振動試験の JIS 改正について知りたい。	
<p>対 応</p> <p>振動試験の輸送に関する JIS 規格が 2020 年に改正された。2016 年に周波数範囲が「3～200Hz」から「2～200Hz」に変更された国際規格 ISO13355 に合わせる形で、JIS Z0232:2004 が改正された。同じく JIS Z0200:2013 についても追補として整合性がとられた。この改正にともない、低周波数領域の振動レベルが高くなり、実効加速度は 0.59Grms から 0.604Grms へと大きくなった。なお JIS の最新規格については弊所 3 階の図書室にて閲覧可能である。</p>	

分野	電子
課題	高電圧絶縁破壊試験時の電圧測定について
高電圧回路に直接メータが接続できない場合の電圧測定はどのようにするのか。	
<p>対 応</p> <p>セラミックスや高分子材料等の絶縁破壊（絶縁耐力）を試験する場合、交流数万Vの測定が必要になる。一般的には試験用変圧器の3次巻線で測定するが、さらに精度を要する場合は計器用変圧器を並列に入れて測定を行う。当センターのものは1.0級。なお、過去には球ギャップでスパークオーバ電圧を読み、気圧変動による相対空気密度および絶対湿度の変化による湿度補正係数から電圧校正（IEC60060 または JISC1001）を行っていたが現在は一部設備の故障で実施していない。</p>	

分野	電子
課題	IEC61000-4-6 における補助機器のインピーダンスについて
伝導妨害イミュニティ試験時の補助機器の電源の取り方について知りたい。	
<p>対 応</p> <p>IEC61000-4-6 の「伝導妨害イミュニティ試験」を実施する際に、供試品 (EUT) と併用する補助機器 (AE) がある場合、AE は EUT と同様に基準グランド面上の高さ 10cm の絶縁支持台の上に配置し、さらに、終端した結合減結合回路網 (CDN) を通して基準グランドに接続しなければならない。例えば、EUT と別に AE にも電源供給しなければならない場合、電源線に用いる CDN を終端することで AE がグランドに接続することが実現できる。なお、CDN を通して基準グランドに接続するということは、試験周波数において基準グランドに対する AE とのインピーダンスを 150Ω に維持するということであり、AE を基準グランドに直結する (グランドに落とす) という意味でないことに注意されたい。</p>	

分野	電子
課題	インピーダンスアナライザの測定電圧について
インピーダンス測定時に測定試料に印加される電圧値について知りたい。	
<p>対 応</p> <p>多くのインピーダンスアナライザや LCR メータの場合、設定した信号源電圧値と実際に測定試料 (DUT) に印加される電圧値とは異なる。信号源は一定の出力インピーダンス (例えば 50Ω) を持つため、DUT に印加される電圧値は信号源の出力インピーダンス値と DUT のインピーダンス値で分圧された値となる。そのため、DUT のインピーダンス値が周波数によって変化する場合、それに伴って DUT に印加される電圧値も変化する。なお、測定器によっては、DUT の印加電圧値を常にモニタリングしながら一定にする機能を有する機種もあるが、その場合、測定周波数を変化させて DUT のインピーダンスが低くなった場合に、DUT に過大な電流が流れる場合もあるため注意が必要である。また、測定器毎に信号源の出力インピーダンス値が異なっていることがあるため、同一 DUT を異なる測定器で測定・評価する場合、信号源の出力インピーダンス値を考慮して信号源電圧を設定する必要がある。</p>	

分野	機械・計測
課題	3次元形状測定について
製品の形状が設計通りに出来ているかを調べたい。	
<p>対 応</p> <p>どのようなことを調べたいのか詳細な聞き取りを行ったところ、樹脂製品が設計どおりに出来ているかを全体的に調べたいという内容であった。例えば製品の反りなど。</p> <p>そこで、設計データ（CAD）との誤差照合が可能な3Dスキャナによる測定を提案した。3Dスキャナで製品全体の3D形状データを撮影し、そのデータとCADデータとを重ね合わせ、設計と比べてどの程度誤差が生じているかをカラーマップで表示した。これにより、一目でどのような変形が生じているかが分かった。</p>	

分野	機械・計測
課題	輪郭形状測定について
金属板上の傷の深さを調べたい。	
<p>対 応</p> <p>金属板上の微小な傷の深さを調べたいという内容であった。先端が$R2\mu m$の針を接触させ、それを形状に沿わせて高さの変化を測定する表面粗さ測定機による測定を提案した。この装置の形状測定モードを使用することにより、微小な傷の深さを測定することが出来た。</p>	

分野	機械・計測
課題	新規開発大型金属製品の疲労試験
使用環境を想定した疲労試験と併せてひずみ計測による耐久性評価を行いたい。	
<p>対 応</p> <p>定盤が床置き式である疲労試験機の特徴を活かして、大型金属製品を安定かつ安全に試験機定盤上に組み上げ、製品の複数個所にひずみゲージを適切に貼り付けた。データ収集用のロガーにひずみゲージの配線を接続するとともに、試験機コントローラーより負荷荷重および変位計測値を外部出力し、ロガーでリアルタイムに測定値を収集可能となるよう設定した。</p> <p>この試験により、疲労試験より得られる負荷荷重と変位の測定経過の他、大型製品各所のひずみ変化も精度良く得られ、新規開発製品の市場化への一助となった。</p>	

分野	機械・計測
課題	焼入れ部材の耐摩耗試験
<p>自社で各種方法により焼入れした部材の耐摩耗性評価を行いたい。</p>	
<p>対 応</p> <p>センターでは様々な方式の摩擦摩耗試験機を所有している。実環境では高荷重が負荷される金属材料であること、また、効率よく安定した加速試験状況を実現させるために、摺動方式が回転式である高荷重高速摩擦摩耗試験機を用いた。各種方法において複数の条件下で焼入れを行った金属試験片同士を高速で摺動させ、摩擦係数や摺動時の発熱状況を示す温度データなどの収集を行った。</p> <p>摩耗量その他、摩擦摩耗試験により得られたデータより、焼入れ方法や条件が摩擦摩耗特性に及ぼす影響が明らかとなり、実製品への焼入れ加工条件検討の指針となった。</p>	

分野	機械・計測
課題	管状物の3Dスキャナによる形状評価
<p>管状物のゆがみや曲がりなどを数値化したい。</p>	
<p>対 応</p> <p>長さ約1mの管状物の曲がりやゆがみを定量的に評価するため、まず、接触式三次元測定機を用いて10mmピッチで断面円をならい測定し、全体形状の点群データを取得した。次に3Dスキャナの解析ソフトを使用し、この点群データと3D-CADデータとを誤差照合することで、管状物の形状変化をカラースケールで評価できることを提案した。</p>	

分野	機械・計測
課題	万能材料試験機を用いたひずみ計測による製品への負荷荷重の推定
<p>搬送用製品の動作中におけるシャフトへの負荷荷重を把握したい。</p>	
<p>対 応</p> <p>実際の製品でシャフトに係る負荷荷重を直接計測することができないため、ひずみゲージを用いて評価する手法を提案した。まず、シャフトと同材料の圧縮試験片を作製し、ひずみゲージを貼り付け、万能材料試験機(50kN)を用いて、荷重とひずみとの関係を取得した。その後、実際の製品のシャフトにひずみゲージを張り付け、先ほどの圧縮試験によるひずみデータから荷重を推定することを提案した。</p>	

分野	有機材料
課題	熱硬化性接着剤の挙動評価について
<p>製造工程で用いる熱硬化性接着剤に起因する不良が生じているので、その硬化挙動について評価したい。</p>	
<p>対 応</p> <p>動的粘弾性測定装置を用い、熱硬化性接着剤のロットごとに G' と G'' の交点から材料のゲル化点を求め、そのばらつきを評価した。その結果、特定のロットにおいてゲル化点に差があることが判明した。赤外分光光度計の測定を行ったところ、異常が発生するロットのスペクトルに正常のものと差があったことから、不良の原因が異物の混入や原料組成の変化などに起因することが分かった。</p>	

分野	有機材料
課題	精密加工工場のクリーン度の管理方法について
<p>金属加工部品へのオイル残渣を一定量以下に抑えたい。管理する方法を提案してほしい。</p>	
<p>対 応</p> <p>有機物の微量分析は、通常クロマトグラフ法が使われることが多い。しかしながら、1検体あたりの分析時間が30分から1時間程度かかるだけでなく、前処理が煩雑になることが多い。そこで、精密天秤（0.1mg レベルで秤量できる天秤）を用いた手法を提案した。</p> <p>製造された加工部品を精密天秤で繰り返し測定し、部品重量の信頼限界（A）を求めた。次に、同一の金属加工部品を有機溶媒で洗浄・乾燥し、同様に、繰り返し測定後、洗浄後部品重量の信頼限界（B）を求めた。その結果、（A）と（B）に有意差が見られたことから、$\{(A) - (B)\} / (A)$ から付着物残渣を重量管理するよう提案を行い、要求されるスペックを満たすことができた。</p>	

分野	有機材料
課題	脂溶性化合物の蛍光特性の詳しい評価について
<p>水に溶けない化合物の光吸収と蛍光発光の波長特性を詳しく測定したい。</p>	
<p>対 応</p> <p>蛍光物質の多くは、溶けている溶媒（化合物分子の環境）により、蛍光発光する強度や色（波長）がことなることが知られている。そこで、対象となる蛍光物質を相談者が実際に使用する環境に近い炭化水素溶媒を中心にいくつかの溶液を選定して溶解性の確認と蛍光測定を行った。結果、蛍光発光の強度と色を希望に近いものに調整することが可能であることが分かった。</p>	

分野	有機材料
課題	プラスチックフィルムの加熱時の寸法変化について
プラスチックフィルムの加熱時の寸法変化を、MD 方向（フィルムの成形方向）・TD（MD と垂直方向）方向で調べたい。	
<p>対 応</p> <p>引張方向に一定荷重をかけ一定速度で加熱した際の変位量を調べる熱機械測定（TMA）で評価を行った。温度上昇に伴い、MD 方向はガラス転移温度付近から収縮したのち膨張したのに対し、TD 方向は単調に膨張した。また、検出される収縮の程度は荷重の大きさによって異なった結果となるため、目的に応じた荷重を選定する必要があることがわかった。</p>	

分野	無機材料
課題	炭素成分の分析について
塗膜中に分散した炭素成分の分布を調べたい。	
<p>対 応</p> <p>炭素材料の分析手法の一つとしてラマン分光分析がある。炭素材料にレーザー光を照射すると、ラマン散乱スペクトルに炭素特有のピークが現れる。このようなピークは、炭素材料の構造の評価に用いられる。本件では、マッピング測定を行って炭素由来のピークを検出することにより、塗膜中の炭素成分の分布を測定した。</p>	

分野	無機材料
課題	金属の残留応力測定について
金属材料内部の残留応力測定が行いたい。	
<p>対 応</p> <p>金属の残留応力は金属材料の評価手法として、よく出るキーワードである。残留応力は、当所では平成 30 年度導入の残留応力測定装置で測定可能であり、表面から 10 μ m 程度の深さの情報が得られる。</p> <p>100 μ m までの深さ方向に残留応力の分布が測定したいとの事だったため、電解研磨を実施し、一定の深さごとの残留応力を測定し、内部の残留応力の分布を把握することができた。</p>	

分野	無機材料
課題	金属表面の酸化物層の分析について
金属製品の酸化物層の状態を比較したい。	
<p>対 応</p> <p>表面の酸化物層を分析する方法として、ナノメートル深さの極表面の元素分析や結合状態の評価が可能な X 線光電子分光分析が有効である。深さ方向の変化についても調べたいとのことであったため、本方法を用いて試料をスパッタしながら深さ方向の分析を行うことにより、製品間での酸化物層の成分や厚みの比較を行うことができた。</p>	

分野	無機材料
課題	微小部の元素分析について
製品中の微小異物の元素分析と原因特定をしたい。	
<p>対 応</p> <p>近年、検査機器（金属探知機、カメラ等）の進歩で、製品から発見される異物のサイズが小さくなってきている。今年度、エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置（EDX）を更新し、最小 0.3mm φ の分析領域の元素分析が測定可能となった。</p> <p>製品から発見された約 0.5mm の異物を EDX にて分析したところ、主成分元素に加えて 0.1% 程度の微量元素を数種類検出した。この微量元素の種類とおおよその含有量を決め手に、異物の発生源（製造工程）を割り出すことができた。微小異物は電子顕微鏡付属のエネルギー分散型 X 線分析装置（EDS）でも観察・分析が可能だが、微量成分の検出が苦手であり、新たに導入した EDX により、それぞれの異物に適した分析が可能となった。</p>	

分野	無機材料
課題	めっきの変色について
めっきの変色原因を知りたい。	
<p>対 応</p> <p>めっきの工程で熱処理を行うが、炉を変更すると光沢度合いが変わって、少し黒ずんだ見え方になるため、その状態を確認したいとの相談があった。いくつかの表面の分析手法を検討した結果、今回はラマン分析を用いて測定を行った。その結果、黒ずんだ見え方の製品は、めっき成分の酸化ピークが確認され、正常品との比較ができた。</p>	

分野	無機材料
課題	表面層の硬さ測定について
シャフトの表面熱処理層の硬さを測定したい。	
<p>対 応</p> <p>鉄製シャフトの耐摩耗性・耐久性を改善する目的で、シャフトの表面付近に熱処理（浸炭、窒化含む）を施し硬さを向上させることがある。このような硬さは硬さ試験機で測定するのが一般的で、目的に応じて複数ある硬さ試験方法を使い分ける。鉄鋼材料では、ブリネル硬さ、ロックウェル硬さ、ビッカース硬さが一般的である。</p> <p>シャフト表面での硬さ試験では、熱処理層の下側の母材の硬さの影響を受けた硬さとなり、低めの硬さ値となる。熱処理層の硬さを測定するためには、熱処理層の厚さを知る必要がある。シャフトを切断して樹脂包埋と研磨を行い、エッチングにより熱処理層の厚さを確認すると、熱処理層の厚みは約 100 μmであった。幅 100 μmの処理層内での硬さ試験が必要となるため、微小な測定領域で硬さ測定が可能なマイクロビッカース硬さ試験機を用い、熱処理層自身の硬さを測定することができた。</p>	

分野	食品・バイオ
課題	清酒の酸度について
清酒の酸度が高い傾向にあるので低くしたい。酸の生成要因や低くする対策等をしりたい。	
<p>対 応</p> <p>清酒製造において酸（主に有機酸）は、大部分は醪での酵母による発酵中に生成され、その他に酒母からの持ち込み、蒸米と麴からである。酵母に関しては、酸生成の少ないものやアルコール耐性の強いものを使用する。醪の経過温度やアルコール添加と上槽の時期に注意する。</p> <p>また、酸を少なくするには、精米歩合の低い高度精白米の使用や、麴では若くて乾燥した麴（文献）等が考えられる。さらには環境や取扱器具等の衛生状態によるところにも注意が必要である。</p>	

分野	食品・バイオ
課題	清酒もろみの品質管理について
清酒もろみの上槽（搾り）や火入れ（殺菌）のタイミングを計りたい。	
<p>対 応</p> <p>もろみ中のグルコース濃度を酵素法で分光光度計により測定した。測定値を目安に上槽や火入れの判断をすることが可能になった。</p> <p>また、実験用の簡易グルコースセンサーを用いて蔵元がその場で調べることができるような手法について説明した。</p>	

分野	デザイン
課題	照明器具の造形について
ガーデン照明のデザイン形状を確認するため、3Dプリンタで造形をしたい。	
<p>対応</p> <p>ガーデン照明は、直径が約300mm、高さが約400mmあった。形状確認の造形としては費用が高額すぎるので、1/4にあたる90度の造形を提案した。また3Dプリンタが造形できる最小の薄さにすることを提案し、さらに費用が抑えられた。</p>	

分野	窯業
課題	原料の粒度分布測定について
造粒粉の粒度分布を測定したい。	
<p>対応</p> <p>微細な粒子が集まってできた造粒粉の粒子径分布を測定したいという相談があった。通常既設の粒度分布測定では試料を水などの液体に分散させる湿式測定を行う。しかし今回は分散媒中で攪拌することにより造粒粉が破壊されたため、圧縮空気により分散させて測定する乾式測定を行った。</p>	

分野	窯業
課題	切削加工による鋳込み成形用石膏型の作製について
手作業での作製が難しい形状の石膏型を試作したい。	
<p>対応</p> <p>既設の切削加工機による石膏ブロックの削り出し加工により、鋳込み成形用の石膏型が作製できるよう支援した。細かな模様が規則正しく並ぶデザインや、球体などの石膏型を作製するためには、熟練した技術と時間を必要とする。切削加工機は3DCADおよびCAMを用いて作成したデータに基づき、正確な加工ができる。本技術により正確で規則正しい模様や形であっても、短時間で試作型を作製することができた。</p>	

分野	窯業
課題	上絵転写シートの細線のカスレについて
細線をきれいにスクリーン印刷したい。	
<p>対 応</p> <p>陶器製ピンバッヂに上絵転写したところ、上絵転写シートの細線部がカスレてしまっていた。ロゴマーク等を縮小して細線をプリントする必要がある場合には、上絵具の粒子径を均一に小さくするために混合調整時間を長くすることや、カスレやすい細い線を太らせるように指導することで、対応することができた。</p>	

分野	窯業
課題	鋳込み泥しょうの消泡について
鋳込み成形用の泥しょうの攪拌により発生した泡を無くしたい。	
<p>対 応</p> <p>陶磁器の鋳込み泥しょうでは、添加剤などの条件により攪拌時に泡が発生することがある。静置や篩を通すことによって、泡は減少するが、エタノール等をスプレー容器に入れ表面に噴霧することにより、表面張力が低下し消泡することを提案した。</p>	

2. 試験・分析

(1) 開放試験機器の提供

新製品の開発や生産技術の改良などに必要な試験分析機器を開放し、地域企業のものづくり活動に利用していただいております。令和2年3月31日現在で、300種余りの設備機器が利用でき、利用時には、職員が試験分析機器の操作方法の説明や分析方法・データ解析方法の相談に応じております。

A 栗東

<令和元年度設備機器利用状況>

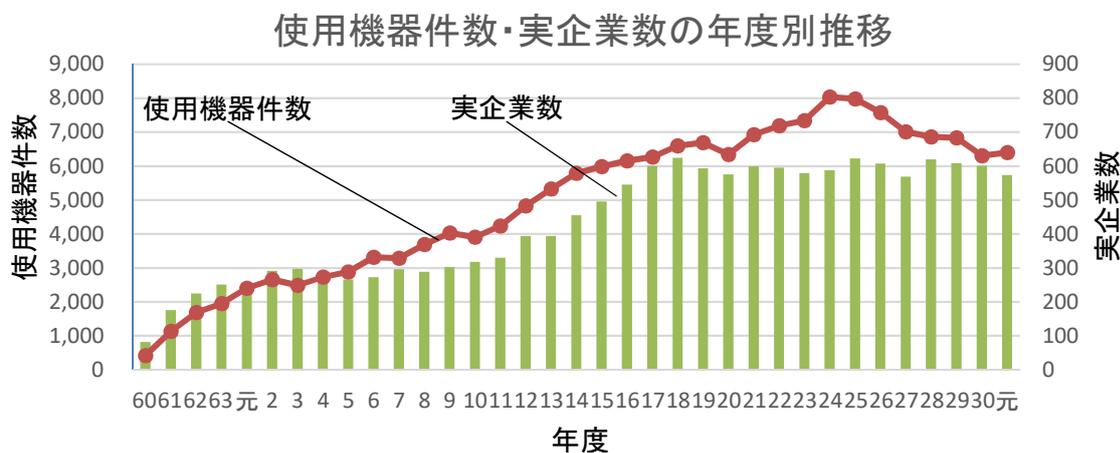
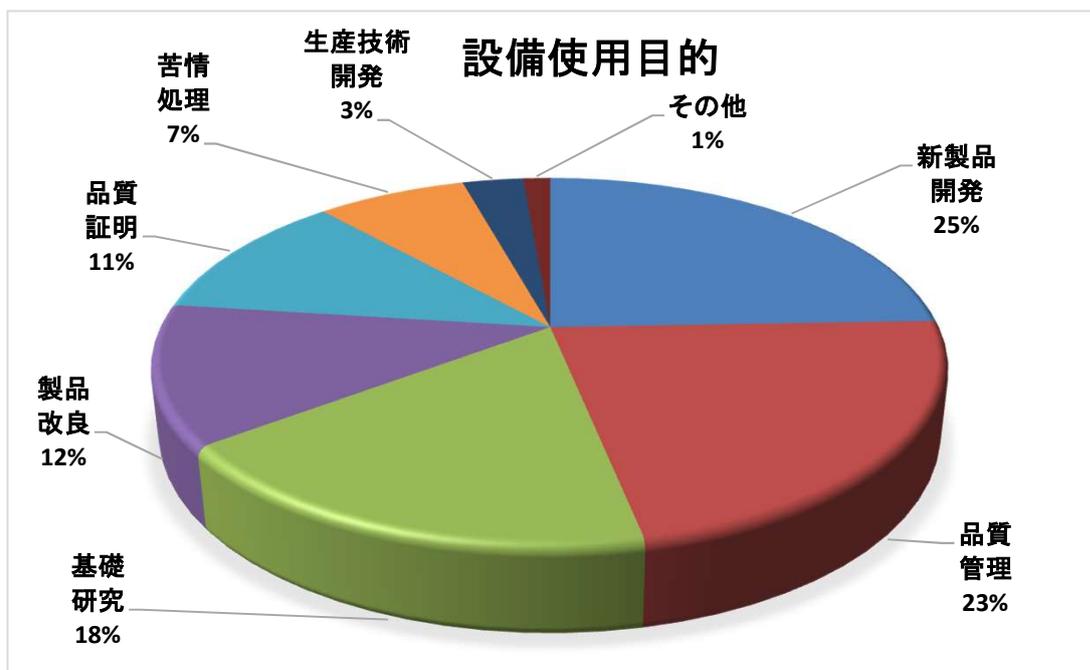
使用機器件数	6,398 件
延使用時間数	44,530 時間
実企業数	573 社

使用目的別件数

使用目的	新製品開発	品質管理	基礎研究	製品改良	品質証明	苦情処理	生産技術開発	その他	合計
件数	1,563	1,432	1,146	787	726	469	191	84	6,398
	24.4%	22.4%	17.9%	12.3%	11.3%	7.3%	3.0%	1.3%	

主な利用機器

No	令和元年度		平成22年度～令和元年度	
	機器名	件数	機器名	件数
1	赤外分光光度計 (FT-IR)	379	赤外分光光度計 (FT-IR)	5,546
2	走査型電子顕微鏡	344	走査型電子顕微鏡	3,996
3	万能材料試験機 (50 kN)	324	SEM用分析装置	3,569
4	SEM用分析装置	309	前処理装置	2,588
5	前処理装置	254	エネルギー分散型蛍光X線分析装置	2,574
6	イオンコーティング装置	228	万能材料試験機 (50 kN)	2,463
7	大変位振動衝撃試験機	205	イオンコーティング装置	2,068
8	電子天びん	182	熱分析装置	1,772
9	マイクロフォーカスX線透視装置	168	電子天びん	1,742
10	エネルギー分散型蛍光X線分析装置	163	三次元測定機	1,728
11	三次元測定機	159	ICP発光分析装置	1,558
12	ICP発光分析装置	145	放射電磁界測定システム	1,300
13	顕微鏡システム	128	振動試験機	1,222
14	熱分析装置	123	電波暗室	1,195
15	万能材料試験機 (50 kN) 用恒温槽	97	熱分析ガスクロマトグラフ質量分析装置	1,047
16	電波暗室	96	X線光電子分光分析装置	997
17	放射電磁界測定システム	95	大変位振動衝撃試験機	981
18	高速X線回折装置	80	万能材料試験機 (500 kN)	964
19	疲労試験機 (20 kN)	78	動的粘弾性測定装置 (常温)	940
20	動的粘弾性測定装置 (常温)	78	非接触三次元測定機	940



参考 年度別使用機器件数・延使用時間数・実企業数（実企業数は、各年度末時点で集計した件数）

年度	使用機器件数	延使用時間数	実企業数
60	422	1,721	81
61	1,137	6,991	175
62	1,685	10,529	224
63	1,952	14,825	251
元	2,399	17,066	250
2	2,656	23,003	291
3	2,487	19,135	297
4	2,733	19,502	265
5	2,884	21,006	266
6	3,311	26,447	272
7	3,287	18,338	296
8	3,694	22,061	288
9	4,032	25,194	302
10	3,909	24,357	317
11	4,239	27,485	330
12	4,834	30,501	394
13	5,324	28,025	394
14	5,791	30,028	455

年度	使用機器件数	延使用時間数	実企業数
15	5,987	32,418	495
16	6,157	36,821	545
17	6,267	34,083	601
18	6,598	39,626	624
19	6,696	37,672	593
20	6,348	37,937	575
21	6,927	36,664	599
22	7,191	39,792	595
23	7,343	36,301	579
24	8,038	46,119	587
25	7,983	61,288	622
26	7,574	51,076	607
27	7,009	56,241	569
28	6,865	50,115	619
29	6,833	41,453	608
30	6,307	44,809	601
元	6,398	44,530	573
合計	173,297	1,093,159	-

B 信楽

主な利用機器

No.	令和元年度		平成22年度～令和元年度	
	機器名	件数	機器名	件数
1	粒度分析装置	147	粒度分析装置	1348
2	走査型電子顕微鏡	116	走査型電子顕微鏡	858
3	S E M用元素分析装置	99	前処理装置	825
4	電子天びん	79	S E M用元素分析装置	676
5	前処理装置	67	エネルギー分散型蛍光X線分析装置	589
6	エネルギー分散型蛍光X線分析装置	45	電子天びん	464
7	シリコニット電気炉	41	乾燥機	324
8	振動フルイ	36	シリコニット電気炉	302
9	スラブローラー	34	電気炉9キロワット素焼	289
10	マッフル雰囲気路	24	サンドブラスター	266
11	ポットミル回転台	21	電気炉9キロワット本焼	231
12	波長分散型蛍光X線分析装置	20	熱分析装置	223
13	電気炉20キロワット素焼	19	万能材料試験機（5 k N）	223
14	ガス吸着量測定装置	19	X線回折装置	199
15	乾燥機	18	ポットミル回転台	193
16	熱分析装置	18	ガス窯0.4立方メートル本焼	190
17	ガス窯0.4立方メートル本焼	18	電気炉20キロワット本焼	183
18	フレットミル	16	振動フルイ	176
19	循環式混練機（150kg）	15	電気炉20キロワット素焼	164
20	サンドブラスター	14	ガス吸着量測定装置	156
20	電気炉9キロワット素焼	14		

参考 年度別使用機器件数・延べ使用時間数・実企業数
 （実企業数は、各年度末時点で集計した件数）

年度	使用機器件数	延使用時間数	実企業数
17	594	1,316	135
18	761	1,890	140
19	849	1,783	160
20	940	1,798	169
21	1,180	2,372	173
22	967	1,922	176
23	914	1,738	166
24	1,103	2,313	204
25	1,003	2,241	195
26	1,368	3,674	195
27	1,528	3,762	205
28	1,374	3,067	229
29	1,263	2,657	211
30	1,195	3,261	190
元	1,202	3,111	221
合計	16,241	36,905	-

(2) 依頼試験分析

材料や製品などの成分分析や各種試験について、特に公的機関の証明が必要な場合等に対応するため、企業や団体から依頼を受け分析や測定を行っています。これらの業務に迅速的確に対応できるよう試験機器の整備を図るとともに、試験方法について新しい技術の習得に努めています。

A 栗東

<令和元年度依頼試験分析実施状況>

区分	項目	件数	単位数	単位名
材料試験	強度試験	14	104	試料
定量分析	成分	3	14	成分
デザイン指導	デザイン指導	21	275	時間
その他	成績書の英文作成	2	2	通
合 計		40	395	

年度別依頼試験分析実施件数・単位

件数（単位数）

年 度	電 気 電子試験	材料試験	精密計測	環境試験	化学分析	食品物性 微生物試験	デザイン 指 導	その他	合 計
S60	-	16(45)	1(16)	12(21)	20(202)	5(11)	-	7(9)	61(304)
S61	10(39)	63(252)	-	33(2,457)	119(784)	14(45)	-	11(23)	250(3,600)
S62	-	38(170)	1(10)	8(168)	45(491)	15(47)	-	1(1)	108(887)
S63	6(31)	58(202)	-	31(714)	51(433)	9(29)	-	16(45)	171(1,454)
H1	2(83)	72(258)	1(4)	28(421)	42(430)	5(10)	3(106)	18(60)	171(1,372)
H2	7(22)	68(277)	-	18(111)	38(244)	1(2)	7(193)	19(47)	158(896)
H3	12(80)	42(146)	4(27)	23(74)	22(201)	2(9)	7(142)	10(27)	122(706)
H4	8(16)	40(220)	-	11(68)	29(176)	2(4)	6(186)	11(15)	107(685)
H5	17(683)	79(476)	-	33(169)	23(117)	1(4)	9(218)	18(117)	180(1,784)
H6	15(64)	35(83)	-	17(75)	14(93)	-	11(227)	3(3)	95(545)
H7	10(57)	39(269)	1(1)	33(484)	17(124)	-	4(114)	5(10)	109(1,059)
H8	4(31)	39(219)	-	11(42)	17(119)	-	3(64)	6(8)	80(483)
H9	6(71)	46(212)	-	7(313)	7(70)	-	4(67)	7(7)	77(740)
H10	1(4)	20(105)	-	18(127)	8(53)	1(2)	2(13)	1(2)	51(306)
H11	2(3)	37(295)	-	12(55)	5(46)	-	2(4)	2(3)	60(406)
H12	1(10)	27(202)	1(10)	3(26)	7(58)	-	3(55)	2(4)	44(365)
H13	-	32(197)	-	1(2)	15(82)	-	1(1)	1(1)	50(283)
H14	-	39(493)	2(40)	-	6(46)	-	7(62)	4(6)	58(647)
H15	1(10)	32(152)	2(35)	3(7)	2(17)	-	5(28)	3(3)	48(252)
H16	-	32(139)	-	3(13)	-	-	7(182)	1(4)	43(338)
H17	-	24(96)	-	6(89)	5(35)	-	5(79)	-	40(299)
H18	-	36(153)	-	-	5(31)	-	6(92)	1(2)	48(278)
H19	-	46(396)	-	3(3)	2(125)	-	2(9)	3(3)	56(536)
H20	1(2)	64(833)	-	2(10)	15(211)	-	2(27)	13(15)	97(1,098)
H21	-	32(273)	-	9(23)	8(123)	-	2(65)	3(3)	54(487)
H22	2(12)	40(358)	-	6(18)	13(166)	-	4(26)	2(2)	67(582)
H23	1(1)	31(250)	-	15(34)	29(125)	-	20(118)	-	96(528)
H24	-	16(95)	-	39(229)	7(44)	-	41(392)	-	103(760)
H25	-	36(1,265)	-	20(92)	-	-	57(541)	-	113(1,898)
H26	-	27(908)	-	23(220)	2(23)	-	56(454)	-	108(1,605)
H27	-	30(557)	-	-	-	-	52(449)	-	82(1,006)
H28	-	30(240)	-	-	-	-	49(361)	1(1)	80(602)
H29	1(1)	31(144)	-	-	-	-	45(640)	3(3)	80(788)
H30	-	17(159)	-	-	3(59)	-	22(361)	-	42(579)
R1	-	14(104)	-	-	3(14)	-	21(275)	2(2)	40(395)
計	107 (1,220)	1,328 (10,243)	13 (143)	428 (6,065)	579 (4,742)	55 (163)	465 (5,551)	174 (426)	3,149 (28,553)

B 信楽

<令和元年度依頼試験分析実施状況>

試験名称	件数	単位数	単位
デザイン指導	16	35	時間
曲げ強度試験	2	2	試料
オートクレーブ試験	5	32	試料
耐薬品試験	5	112	試料
吸水率試験	1	1	試料
熱衝撃試験	2	24	試料
定性分析	3	3	成分
Pb、Cdの溶出試験	3	9	試料
合計	37	218	

年度別依頼試験分析実施件数・単位数

年度	件数	単位数
H22	25	46
23	41	109
24	19	31
25	49	128
26	26	89
27	38	142
28	42	237
29	18	61
30	37	91
R1	37	218

(3) 生産品受払

当センターの研究開発品等を県内企業に提供し、滋賀県独自のものづくりに貢献しています。時代の流れに即応するため、研究開発を通じ、品種改良、改善を図っていきます。

<令和元年度生産品受払状況>

A 栗東

■ 清酒

生産品	受払件数	単位
滋賀県酵母 A	5	13
滋賀県酵母 B	2	8
滋賀県酵母 C	0	0
滋賀県酵母 D	2	5
合計	9	26

参考 年度別生産品受払件数・単位・実企業数

年度	件数	単位	実企業数
H22	28	73	8
23	21	67	9
24	26	88	9
25	28	95	9
26	24	75	7
27	21	80	7
28	13	62	5
29	18	71	6
30	4	14	2
R1	9	26	3

B 信楽

■ 製版印刷

生 産 品	受 払 件 数	実 企 業 数
フィルム出力	0	0
感光性樹脂製版	0	0
合 計	0	0

参考 年度別生産物受払件数・実企業数

年度	件数	実企業数
H22	43	28
23	76	27
24	71	31
25	79	38
26	69	36
27	56	28
28	43	32
29	62	25
30	2	1
R1	0	0

3. 研究開発・産学官連携

(1) 研究概要

当センターでは、平成27年3月に策定された「滋賀県産業振興ビジョン」に基づき、産学官連携体制の構築と創造型・自律型産業構造への転換を図ることを目的に各種の研究開発を実施しており、特に、産学官の連携に基づく新事業創出を主眼とする共同研究をすすめています。令和元年度は、県内企業、県内大学との共同研究プロジェクト事業等に積極的に取り組みました。

令和元年度センター単独研究テーマ

研究テーマ	担当者
製品動作音の音質評価技術に関する研究	平野 真
CAEを活用したモノづくり技術に関する研究	今道 高志
金属3Dプリンタを用いた積層造形技術および材料開発に関する研究 －DED方式を用いた材料開発－	斧 督人 柳澤 研太
金属3Dプリンタを用いた積層造形技術および材料開発に関する研究 －DED方式を用いた積層造形技術－	柳澤 研太 斧 督人
超高感度蛍光検出法の応用技術開発 －食品分析などに活用するためのFCS測定法の応用技術開発－	白井 申明 岡田 俊樹
プラズマを用いた窒化炭素系金属表面処理技術の開発	佐々木 宗生
蓄電デバイスの評価技術の検討	田中 喜樹 山本 典央
「近江の地酒」の酒質向上に向けた小規模試験醸造による実証研究 醸造試験施設を活用した小規模醸造試験1	岡田 俊樹 川島 典子
3Dプリンタの活用方法の調査	山下 誠児
大物陶製品用陶土の開発 －県内リサイクル原料による陶土の改良－	西尾 隆臣
信楽焼坪庭製品の市場開拓に向けた開発研究	高畑 宏亮 中島 孝 野上 雅彦 西尾 隆臣
窯業系廃棄物を活用した園芸土木資材の開発	神屋 道也 植西 寛 坂山 邦彦

(2) 共同研究

	研究機関名	区分		共同研究テーマ	予定研究期間	担当
1	企業1社	新規	産官	滋賀県オリジナル清酒醸造用酵母の開発にかかる実地試験醸造	R2. 1. 10~R3. 3. 31	岡田 俊樹 川島 典子
2	龍谷大学 企業1社	新規	産学官	プラズマ窒化処理による新規炭素材料の創生と応用研究	R1. 11. 8~R3. 3. 31	佐々木 宗生
3	滋賀県立大学 企業1社	新規	産学官	グラファイト粉末のプラズマ窒化処理による新規磁性材料の創生と応用研究	R1. 10. 31~R3. 3. 31	佐々木 宗生
4	企業1社	新規	産官	清酒醸造用酵母の醸造特性評価と新製品開発	R1. 10. 1~R3. 3. 31	岡田 俊樹 川島 典子
5	企業1社	新規	産官	ゆるみ止めワッシャの開発に関する研究	R1. 10. 1~R3. 3. 31	柳澤 研太
6	企業1社	新規	産官	滋賀県オリジナル清酒醸造用酵母の開発	R1. 10. 1~R3. 3. 31	岡田 俊樹 川島 典子
7	立命館大学 企業2社	新規	産学官	IoTのためのテララーメードセンサ技術開発とその製造業への応用 【滋賀県次世代技術リーディングプロジェクト構築事業】	R1. 7. 12~R3. 3. 31	山下 誠児 岡田 俊樹 川島 典子
8	(国研)産業技術総合研究所 全国公設試	新規	官官	持ち回り測定（接触式座標測定器(CMM)による幾何形状測定-測定点配置の選択基準-	R1. 10. 21~R2. 6. 5	柳澤 研太 今田 琢巳
9	龍谷大学 東北部工業技術センター 企業1社	新規	産学官	バルブの耐久性、信頼性の向上に資する炭素系薄膜の表面処理技術に関する研究開発 【滋賀県次世代技術リーディングプロジェクト構築事業】	R1. 7. 8~R2. 3. 31	佐々木 宗生 所 敏夫 今道 高志
10	関西大学 東北部工業技術センター 企業1社	新規	産学官	世界一の超低NOx・低CO2高運転効率を実現するAI運転制御機能付SDGs達成小型蒸気ボイラ(スーパー10JAFIボイラ)の研究開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	R1. 7. 3~R4. 3. 31	佐々木 宗生 所 敏夫
11	大阪府立大学 龍谷大学 東北部工業技術センター 企業1社	新規	産学官	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ホール形成技術の研究開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	R1. 7. 3~R4. 3. 31	今田 琢巳
12	滋賀県立大学	新規	学官	新規ゲル材料の各種物性改質に関する研究	R1. 7. 1~R2. 3. 31	大山 雅寿 神澤 岳史
13	企業1社	新規	産官	大型植木鉢の製造技術に関する開発研究	R1. 6. 1~R3. 1. 31	中島 孝 野上 雅彦 高畑 宏亮 西尾 隆臣
14	(国研)産業技術総合研究所 全国公設試	新規	官官	同一発信器による持ち回り測定	R1. 6. 1~R2. 2. 29	山本 典央
15	(国研)産業技術総合研究所 全国公設試	新規	官官	分析技術共同研究 I. 無機分析：チタン合金 II. 材料評価：ナノ粒子の粒径8	R1. 5. 24~R1. 12. 13	田中 喜樹 山田 雄也 安達 智彦 神屋 道也
16	企業1社	新規	産官	粘膜貼付フィルム製品の上市に向けた研究	H31. 4. 1~R4. 3. 31	中居 直浩 白井 伸明 神澤 岳史 大山 雅寿
17	企業1社	新規	産官	二次電池の高容量化を実現する負極を有する電池開発	H31. 4. 1~R2. 3. 31	田中 喜樹 佐々木 宗生 山田 雄也
18	企業1社	継続	産官	新規負極活物質を用いた高容量円筒型リチウムイオン電池の開発 【市村清新技術財団 新技術開発助成】	H31. 2. 1~R2. 1. 31	田中 喜樹 佐々木 宗生 山田 雄也
19	企業1社	継続	産官	バイオアパタイトを活用した陶磁器製品の開発研究	H31. 1. 4~R4. 3. 31	植西 寛
20	企業2社	継続	産官	あおばな色素の安定で高品質な工業的生産技術に関する研究開発	H30. 12. 25~R3. 3. 31	白井 伸明
21	龍谷大学 企業1社	継続	産学官	透明樹脂導光体高機能化のための加飾切削技術を活用した光環境デザイン設計支援システムの開発 【JST-研究成果展開事業 A-STEP機能検証フェーズ】	H30. 9. 3~R1. 8. 31	今田 琢巳 山下 誠児

22	企業1社	継続	産官	マクロモノマー法を用いたリチウムイオン二次電池用次世代バインダーの開発 【NEDO助成事業課題設定型産業技術開発費助成金 ベンチャー企業等による新エネルギー技術革新支援事業】	H30. 8. 16～R2. 3. 31	田中 喜樹 佐々木 宗生 神澤 岳史 山田 雄也
23	企業1社	継続	産官	極限環境でも高強度と耐衝撃性を持続する世界初の革新的FRP素材の研究開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	H30. 8. 1～R3. 3. 31	神澤 岳史 白井 伸明 大山 雅寿 佐々木 宗生
24	企業1社	継続	産官	リチウムイオン電池の高容量化・長寿命化に寄与する超薄片化黒鉛を用いた画期的な導電ペーストの研究開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	H30. 8. 1～R3. 3. 31	田中 喜樹 佐々木 宗生 山本 典央
25	企業1社	継続	産官	世界初の新超硬素材を使用した高剛性・長寿命・リサイクル可能なダイヤモンド電着工具の研究開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	H30. 8. 1～R3. 3. 31	今道 高志 佐々木 宗生 今田 琢巳 斧 督人 柳澤 研太
26	龍谷大学 企業2社	継続	産学官	セラミックス製高精度ステーターを用いた次世代二次電池電極塗工用ポンプの開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	H30. 8. 1～R3. 3. 31	今田 琢巳 田中 喜樹
27	滋賀県立大学 東北部工業技術センター 企業1社	継続	産学官	ポリマーアロイによる樹脂の高機能化	H30. 4. 1～R2. 3. 31	神澤 岳史
28	企業1社	継続	産官	レンズ成型用金型ダイヤモンド被膜表面加工技術の開発	H30. 2. 18～R2. 3. 31	佐々木 宗生
29	企業2社	継続	産官	マイクロフロー連続攪拌槽反応器（以下、CSTR）の設計・作製とそれを用いた化合物合成、CSTRの改良に関する研究	H30. 2. 1～R2. 3. 31	中居 直浩
30	企業1社	継続	産官	多孔質ガラス素地を用いた製品の開発研究	H29. 10. 1～R3. 3. 31	植西 寛
31	龍谷大学 企業1社	継続	産学官	ファインバブルクーラント液を用いた機械加工に関する研究	H29. 9. 1～R3. 3. 31	今田 琢巳
32	企業2社	継続	産官	睡眠時無呼吸症候群治療用 持続的気道陽圧ユニット（CPAP）の静音・長寿命・高追従性を実現するプロア・システムの研究開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	H29. 8. 28～R2. 3. 31	平野 真 木村 昌彦 山本 典央
33	滋賀県立大学 東北部工業技術センター	継続	学官	省エネルギーイノベーション創出に向けた革新的軽量化部材の研究開発 【エネルギー技術開発オープンイノベーション促進事業】	H29. 7. 12～R2. 3. 31	大山 雅寿 神澤 岳史 中居 直浩
34	龍谷大学 東北部工業技術センター 企業2社	継続	産学官	マイクロエンドミル工具を用いた微細金型加工技術の高度化に関する研究	H28. 4. 1～R3. 3. 31	今田 琢巳
35	東北部工業技術センター 企業2社	継続	産官	未利用樹脂または再利用樹脂を活用した機能性プラスチックの開発	H29. 4. 1～R2. 3. 31	神澤 岳史
36	滋賀県立大学 東北部工業技術センター	継続	学官	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	H29. 4. 1～R2. 3. 31	神澤 岳史 大山 雅寿 中居 直浩 安達 智彦 田中 喜樹 斧 督人 柳澤 研太 木村 昌彦
37	企業1社	継続	産官	ブルーベリー果実からの有用微生物の分離と利用に関する研究	H27. 5. 1～R3. 3. 31	白井 伸明 岡田 俊樹
38	滋賀医科大学	継続	学官	新規化合物の作成によるMRイメージング等の画像診断技術、体外診断技術、および治療効果確認に関する基礎研究および応用研究	H27. 4. 1～R3. 3. 31	白井 伸明
39	企業1社	継続	産官	全固体電池・燃料電池向け固体電解質の交流インピーダンス測定治具・システムの開発	H26. 8. 10～R2. 7. 31	山本 典央 田中 喜樹 平野 真 佐々木 宗生

(3) 研究発表等

① 学会誌等発表

発表題名	学会誌等	発表者
Micro-End-Milling with Small Diameter Left Hand Helical Tool for High Quality Vertical Wall Machining	International Journal of Automation Technology, Vol.13, No.5, (2019) pp.639-647	T. Imada et al.
Experimental Investigations on Cutting Phenomena in Shoulder Cutting of Hardened Die Steel with Small Diameter End Mill: Effects of Left Hand Helical Tool	International Journal of Automation Technology, Vol.14, No.1, (2020) pp.26-37	T. Imada et al.
「信楽の釉についての研究史」「窯業技術試験場の歴史と役割」「窯業技術試験場の収蔵品」「型屋の歴史と現状」「機械ろくろ成形用の型の作り方」「奥田富次窯業手帳について」	甲賀市文化財報告書 第35集 信楽焼の製造技術民族文化財調査報告書2020 甲賀市教育委員会	川澄一司

② 学会等研究発表

発表題名	主催機関・名称	会場	年月日	発表者
短パルスレーザを用いたファインセラミックス部品の表面テクスチャリングーデフォーカスによる微細ディンプル形状制御ー	精密工学会 2019年度関西地方定期学術講演会	大阪大学	R1. 6. 28	今田琢巳他
新規導入“金属3Dプリンタ”を活用した事業紹介	(公財)滋賀県産業支援プラザ 第16回(令和元年度第1回) マッチングフォーラム	コラボしが21	R1. 7. 19	斧 督人
透明樹脂導光体の加飾切削加工に関する研究ーストライプ模様での基礎的検討ー	砥粒加工学会 2019年度学術講演会ABTEC2019	埼玉大学	R1. 9. 5	今田琢巳他
左ねじれ小径エンドミルを用いた高能率立壁加工ー底面形成時における切削現象に関する考察ー	精密工学会 2019年度秋季大会学術講演会	静岡大学	R1. 9. 5	今田琢巳他
地域課題解決の視点からのセルローズナノファイバー複合材料開発	滋賀県立大学 2019年度工学部研究交流会	滋賀県立大学	R1. 9. 25	大山雅寿
セルローズナノファイバーの繊維長が粘弾性挙動に与える影響について	日本レオロジー学会 日本バイオレオロジー学会 第67回レオロジー討論会	滋賀県立大学	R1. 10. 16	大山雅寿他

信楽焼の特性を活用した坪庭用陶製品の開発と市場開拓の取り組み	滋賀県試験研究機関連絡会議 びわ湖環境ビジネスメッセ2019共催セミナー びわ湖、産業、人をささえる滋賀県試験研究機関研究発表会2019	長浜バイオ大学ドームセミナー室2	R1.10.18	中島 孝
固体電解質向け広い周波数帯域でのインピーダンス測定～測定器の立場から見た要望・制約にも言及～	電気化学会関西支部 第59回電気化学セミナー	関西大学梅田キャンパス 大ホール	R1.10.29 -30	山本典央
短パルスレーザーを用いたファインセラミックス部品の表面テクスチャリングー微細ディンプル形成に関する基礎的検討ー	日本機械学会 第13回生産加工・工作機械部門講演会	熊本大学	R1.10.4	今田琢巳 他
固体電解質のインピーダンス測定に及ぼす要因	電気化学会 電池技術委員会 第60回電池討論会	国立京都国際会館	R1.11.13 -15	山本典央 他
温度応答性ヒドロゲルの空気中での熱応答特性：重合誘起自己組織化を利用した架橋ドメイン構造の構築とゲルの機能化	高分子学会 高分子ゲル研究会 第31回高分子ゲル研究討論会	産業技術総合研究所 臨海副都心センター	R2.1.17	大山雅寿 他
精密研削アルミナセラミックスローターの開発	日本機械学会関西支部 第95期定時総会講演会	同志社大学	R2.3.11	今田琢巳 他
マイクロスケールCSTRを使用した「一般的な反応の連続フロー化」	日本化学会 第100春季年会（2020）	東京理科大学 野田キャンパス	R2.3.22 -25	白井伸明 中居直浩 他

③ 産業技術連携推進会議等発表

発表題名	主催機関・名称	会場	年月日	発表者
マイクロスケールCSTRとその合成例開発	(国研)産業技術総合研究所、(地独)大阪産業技術研究所 産業技術支援フェア in KANSAI	難波御堂筋ホール	R1.7.17	中居直浩
CAEを用いた小型ゆるみ止めナットの開発に関する研究	関西広域連合産業振興局公設試連携部会 令和元年度地域産業技術セミナー～関西広域連合公設試研究成果発表会～	徳島県立工業技術センター	R1.10.10	柳澤研太

各機関サイトの「同一発振器による持ち回り測定」について	産業技術連携推進会議 知的基盤部会 第24会 電磁環境分科会及び第 29回EMC研究会	北海道立総合 研究機構 法 人本部セミナー 一室	R1. 10. 10 -11	山本典央
合成雲母の釉への応用	産業技術連携推進会議 ナノテクノロジー・材 料部会 セラミックス 分科会	多治見市役所 北庁舎	R1. 10. 17	川澄一司
左ねじれ小径エンドミルを用いた微細金型加工技術	産業技術連携推進会議 製造プロセス部会 精 密微細加工分科会 第 59回金型・材料研究会 精密微細加工分科会 第15回MEMSものづくり 研究会	山形テルサ	R1. 11. 14	今田琢巳
海外産粘土鉱物を用いた新陶土の開発	産業技術連携推進会議 近畿地域部会 セラミ ックス分科会 第23回 窯業研究会	(地独)京都市 産業技術研究 所	R1. 12. 2	植西 寛
・超低EMIディスプレイシステムの開発、実用化および商品化 ・高度モノづくり試作開発センターの紹介	産業技術連携推進会議 令和元年度近畿地域部 会 情報・電子分科会 研究交流会	滋賀県工業技 術総合センタ ー 大研修室	R1. 12. 3	山本典央

④展示会

展示会等名称	出展内容	会場	日程
(国研)産業技術総合研究所、(地独)大阪産業技術研究所 産業技術支援フェア in KANSAI	・固体電解質向けインピーダンス測定システム ・マイクロスケールCSTRとその合成例開発	難波御堂筋 ホール	R1. 7. 17
令和元年度地域産業技術セミナー ～関西広域連合公設試研究成果発表会～ポスターセッション	CAEを用いた小型ゆるみ止めナットの開発に関する研究	徳島県立工 業技術セン ター	R1. 10. 10
びわ湖環境ビジネスメッセ2019	<当センターブース> ・信楽焼の坪庭	長浜バイオ 大学ドーム	R1. 10. 16 -18
「2019青少年のための科学の祭典」滋賀大会	色々なモノの温度をカメラで見よう	びわ湖大津 館	R1. 10. 27

⑤ その他職員派遣

派遣先	講座名等	年月日	派遣者
大阪国税局	令和元年度 全国市販酒類調査における品質評価	R2.2.14	岡田俊樹

<表彰・感謝状>

- ・滋賀県工業技術総合センター 他 9 機関：

産業技術連携推進会議 令和元年度感謝状 (R2.1.20)

[業績] 近畿酒造機関連携による地域資源活用開発WG

- ・今田琢巳 他 5 名：

日本機械学会 2019年度関西支部賞 技術賞 (R2.3.11)

[業績] 精密研削アルミナセラミックスローターの開発

(4) 重点研究の評価委員会

当センターおよび東北部工業技術センターでは、商工観光労働部試験研究機関研究推進指針（平成11年3月制定）に基づき、重点研究の内容についての部内評価委員会、外部評価会議を開催し、新規の研究企画および終了した研究内容に対するアドバイスをいただいています。

① 部内評価委員会

・研究企画

金属3Dプリンタを用いた積層造形技術の高度化に関する研究

斧督人、柳澤研太、今田琢巳、所敏夫

・研究終了

CAEを用いたゆるみ止めナットのワッシャ形状最適化に関する研究

柳澤研太、今田琢巳、（東北部工技）深尾典久、水谷直弘、
（モノ振課）岡田太郎

海外産粘土鉱物を用いた新陶土の開発

安達智彦、神屋道也、中島孝、川澄一司、
（東北部工技）三浦拓己、（モノ振課）山本和弘

開催日	令和元年7月18日（木）滋賀県庁東館 2A会議室
委員 (敬称略)	笹井 仁治 商工観光労働部・次長 小川 栄司 商工観光労働部・技監 望月 敬之 商工政策課・課長 天川 隆男 モノづくり振興課・課長 那須 喜一 工業技術総合センター・参事 所 敏夫 工業技術総合センター・参事 山中 仁敏 東北部工業技術センター・所長 三宅 肇 東北部工業技術センター・参事

② 外部評価会議

・研究企画

金属3Dプリンタを用いた積層造形技術の高度化に関する研究

斧督人、柳澤研太、今田琢巳、所敏夫

・研究終了

CAEを用いたゆるみ止めナットのワッシャ形状最適化に関する研究

柳澤研太、今田琢巳、（東北部工技）深尾典久、水谷直弘、
（モノ振課）岡田太郎

海外産粘土鉱物を用いた新陶土の開発

安達智彦、神屋道也、中島孝、川澄一司、
(東北部工技) 三浦拓己、(モノ振課) 山本和弘

開催日	令和元年10月29日(火) 滋賀県庁東館 2A会議室
委員 (敬称略)	<p>山根 浩二 滋賀県立大学 工学部教授(機械) (欠席)</p> <p>和田 隆博 龍谷大学 理工学部物質化学科教授(無機化学)</p> <p>亀井 且有 立命館大学 情報理工学部知能情報コース(情報)</p> <p>石川 泰史 成安造形大学 空間デザイン領域教授(プロダクトデザイン)</p> <p>石川 一彦 国立研究開発法人 産業技術総合研究所関西センター 産学官連携推進室 連携主幹</p> <p>西村 清司 高橋金属(株) 執行役員</p> <p>饗庭 徹 草津電機(株) 常務取締役</p> <p>月瀬 寛二 (公財) 滋賀県産業支援プラザ 常務理事</p>

外部評価会議で出された指導改善事項、総評について以下に示します。

<p>金属3Dプリンタを用いた積層造形技術の高度化に関する研究・・・研究企画</p>
<p>指導改善事項</p> <p>①目標の明確化が重要。</p> <p>②必要性は納得できる。</p> <p>③研究会前提での公開性と個々の企業のニーズ等の公開できない事柄の切り分けが重要。</p> <p>④日本初導入の機器であっても、1年後は普及もあり得る。お金とマンパワーの投入が勝敗を分けるため、開発にスピード感が必要。</p>
<p>総評</p> <p>①DED方式におけるプロセスマップの作成化を図り基盤技術の構築を図ってほしい。</p> <p>②材料変更による耐久性評価検証も計画に入れ推進してほしい。</p> <p>③新規導入機器に関する研究への取り組みなので、今後3D造形に習熟し、研究会などの議論を経ることによって、初期の段階で目標の明確化を図ってほしい。</p>

<p>CAEを用いたゆるみ止めナットのワッシャー形状最適化に関する研究・・・研究終了</p>
<p>指導改善事項</p> <p>①今後CAE技術をアピールすることが必要である。</p> <p>②ナット形状の最適化を行うにあたり、2次元・各3サンプルは少なすぎる。</p>
<p>総評</p> <p>①CAE活用によるゆるみ止めナットワッシャー形状とゆるみ止め効果の検証が良くできている。</p> <p>②小型(M3～M5)ゆるみ止めナットの技術的優位性を今後はアピールしてほしい。</p>

- ③特許出願及び論文提出等も検討してほしい
- ④小型のゆるみ止めナットに対し、CAEを用いその形状を確立した成果は大きい。ただ、NAS振動試験のN数が少なく、ゆるみ止めの信頼性が高いとは言えないのではないかと思う。今後の追加試験が望ましい。

海外産粘土鉱物を用いた新陶土の開発・・・研究終了

指導改善事項

- ①目標を達成した。
- ②インパクトは大きいと思えない。
- ③データベース化したものを検索法や検索クエリの提示法を検討することにより新陶土の開発に繋げることは可能か。データ数と変量数はどれぐらいか。

総評

- ①新陶土の低吸水性、低温焼成（1125℃（一般品より100℃低い））、白色度が高い点までを検証できた点はすばらしく感じた。
- ②技術移転、成果発表までの展開は良いと感じた。
- ③当然のことかもしれないが、外国産粘土鉱物といっても特殊なものではなく、産地つまり産出された地層の違いであり、陶土をブレンドする過程で調整し、求められる成形性や焼成温度などを十分にコントロールできることを示せたと思う。

(5) 研究会活動の推進

① 滋賀材料技術フォーラム

当フォーラムは材料技術の向上と関連産業の振興等を目的として、材料関連メーカーとユーザー、および大学・公設試等が各種の情報を交換し、相互の連携を図るために産・学・官が一体となって運営されている組織です。

令和元年度は次の講演会、見学会、研修会および情報交流会等を実施しました。

月日	事業名	事業内容	参加者	会場
6月13日	第110回運営委員会	議題：30年度事業報告・決算報告(案)、30年度事業計画・予算(案)、役員等の変更、上半期事業について	20名	当センター
	平成31年度総会 第94回例会 (講演会)	内容：30年度事業報告・決算報告(案)、令和元年度事業計画・予算(案)、役員等の変更について 等 「センター新規設備紹介」 3D・疲労試験機・3Dプリンタ・摩擦摩耗試験機 動的粘弾性測定装置・堅型精密射出成形機 「レーザー焼入れの高度化に関する研究」 滋賀県立大学工学部機械システム工学科 教授 田邊 裕貴氏 見学：センター新規導入機器の見学	総会 27名 例会 28名	当センター
7月3日	第80回研修会 (企業見学会)	見学先：(株)ヒラカワ 滋賀事業所 山科精器(株)	17名	見学先
10月4日	第111回運営委員会	議題：上期の事業報告、下期の事業計画	17名	龍谷大学
	第95回例会 (技術セミナー)	内容：「電気化学の基礎と測定法およびその応用」 龍谷大学理工学部物質化学科 教授 青井 芳史氏	29名	龍谷大学
10月24日 25日	第32回FC関連団体 連絡協議会交流会議	内容：協議会決算・予算、地域賞の表彰式 等 講演：「京都の歴史と理化学陶磁器-ファインセラミック前史」 立命館大学文学部 教授 木立 雅朗氏 見学：(株)松風	事務局	ザ・パレス サイドホテル (京都)
12月5日	第81回研修会 (技術研修) (工業技術総合センター モノづくり技術講習 会と同時開催)	内容：「溶接継手の疲労強度に及ぼす影響因子」 龍谷大学機械システム工学科 教授 菅田 登氏 「2次元検出器を活用したX線残留応力測定装置の 原理と活用事例」 パルステック工業株式会社 技術部 内山 宗久氏	19名	当センター
2月17日	第82回研修会 (企業見学会)	見学先：(株)ナカサク 本社・湖南工場 大塚電子(株) 滋賀工場	15名	見学先
3月31日	第112回運営委員会	議題：令和元年度事業報告(案)・決算報告(案)、令和2年度事業計画(案)・予算(案)、役員等の変更について、	16名	書面開催
その他の事業・後援事業		立命館大学SRセンター研究成果報告会 (6月22日)	事務局	立命館大学

②滋賀県品質工学研究会

本研究会は、産学官が連携して品質工学による技術開発の研究およびその普及を図り、滋賀県および周辺地域産業の振興に寄与することを目的とし、地域企業の技術開発能力の向上、複合要因の絡む技術的課題の解決、品質の向上とコストの低減、異業種間の技術交流等の事業を実施しています。

令和元年度も、「草の根研究会」を目標に取り組み、特別講演会や品質工学シンポジウムinおおさか等を開催しました。

実施日	事業名	事業内容	出席者	場所
4月16日	令和元年度総会 品質工学特別講演会 (兼 第 298 回定例会)	平成 30 年度事業&決算報告、監査報告 令和元年度事業計画、予算、役員会員異動 講演会：講師・福井 郁磨氏 (MOSHIMO 研) 『従来開発方法がかかえるコスト・品質・開発生産性悪化リスクと、解決策としての品質工学』	10 名 計 43 名 (滋賀 11 名)	センター
5月21日	第 299 回定例会	会員企業の取り組み等事例紹介、全体討議 ・品質工学研究発表大会予稿集掲載の論文紹介	10 名	センター
6月11日	第 300 回定例会	諸事情により中止	—	—
7月16日	第 301 回定例会	会員企業の取り組み等事例紹介、全体討議 ・RQES2019S参加報告 ・関西品質工学研究会合宿研修参加報告	13 名	センター
8月2日	三研究会合同研究会 (兼 第 302 回定例会)	滋賀県品質工学研究会、関西品質工学研究会および 中部品質工学研究会での合同開催	計 45 名 (滋賀 13 名)	フェリエ南 草津
9月18日	第 303 回定例会	会員企業の取り組み等事例紹介、全体討議	9 名	センター
10月4日	品質工学シンポジウム 2019 in おおさか (兼 第 304 回定例会)	滋賀県品質工学研究会、中部品質工学研究会、 広島品質工学研究会および関西品質工学研究会合 同シンポジウム 招待講演、招待事例、事例発表、交流会	計 130 名 (滋賀 8 名)	C I V I 研 修センター 新大阪東
11月19日	第 305 回定例会	会員企業の取り組み等事例紹介、全体討議 ・講師・芝野 広志氏 (TM実践塾) による指導	11 名	センター
12月17日	第 306 回定例会	会員企業の取り組み等事例紹介、全体討議 ・品質工学研究発表大会予稿集掲載の論文紹介 ・品質工学誌掲載の論文紹介	9 名	センター
1月21日	第 307 回定例会	会員企業の取り組み等事例紹介、全体討議 ◆ミニセミナー「機能による設計・開発の重要性」: 講師・鶴田 明三氏 (榊ジェダイト)	11 名	センター
2月18日	第 308 回定例会	講師・研究会幹事による相談企業への指導 会員企業の取り組み等事例紹介、全体討議 ◆ミニセミナー「品質工学の原点と最近の研究」: 講 師・芝野 広志氏 (TM実践塾)	1 社 13 名	センター
3月17日	第 309 回定例会	会員企業の取り組み等事例紹介、全体討議	5 名	草津商工会 議所会館

③デザインフォーラム SHIGA (DFS)

工業技術総合センターおよび東北部工業技術センターのデザイン担当者と、県内デザイン系大学および県内デザイン関連事業所による相互の交流と技術力の向上を図り、併せて県下のデザイン産業の振興を目的として、平成8年に組織化しました。現在の会員数は、個人会員13名、法人会員3社の計16名となっています。

<活動内容>

令和元年度は以下の活動を行いました。

開催日	内容	参加者	場所
1月11日	<ul style="list-style-type: none"> ・見学会 	5名	アサヒビール大山崎山荘美術館：清宮質文 限りなく深い澄んだ空気 サントリー京都ブルワリー：天然水のビール工場見学 (大山崎町、長岡京市)
	<ul style="list-style-type: none"> ・交流会 	5名	ニューみよし (京都市)
2月7日	<ul style="list-style-type: none"> ・最終講義受講  <p>図 印南研究室より</p>	2名	滋賀県立大学：面矢慎介教授 最終講義 (彦根市)

④滋賀県酒造技術研究会

県内の清酒製造業者の酒造技術および酒質の向上を図るため、平成13年6月に設立しました。本会は、清酒製造業者および関連する公設試などの機関で組織し、会員相互の研究・技術交流、市場情報の交換の場として勉強会、技術研修会を開催しています。

現在の会員数は、企業会員27社、公設試関係者10名（工業技術総合センター、農業技術振興センターの職員）です。

<活動内容>

令和元年度は次の研修会や情報交流会等を実施しました。

実施日	事業名	事業内容（概要）	出席者数	場所
5月17日	第36回 運営企画委員会	平成30年度事業と決算報告および 平成31年度事業計画、予算案作成等	9名	センター
6月18日	第72回 例会	研修会の開催 テーマ1：「醸造用酵母開発の経過報告と日本酒醸造試験室の利用について」 滋賀県工業技術総合センター 岡田俊樹 テーマ2：「酒米の品種育成について」 滋賀県農業技術振興センター 中川淳也	32名	センター
6月18日	令和元年度 総会 (第19回)	平成30年度事業・会計報告、 令和元年度事業・予算計画、役員の改正等	28名	センター
8月21日	第73回 例会	テーマ：「平成30酒造年度全国新酒鑑評会金賞受賞蔵元の講話」 講師：松瀬酒造株式会社・浪乃音酒造株式会社・喜多酒造株式会社	35名	大津市
9月1日	第13回 滋賀地酒の祭典	一般参加による滋賀の地酒のきき酒と需要促進ピーアールイベント等を開催 滋賀県酒造組合主催、滋賀県酒造技術研究会主幹	33社 一般参加 200名	大津市
9月16日	第2回 滋賀地酒の祭典 IN 東京	一般参加による滋賀の地酒のきき酒と需要促進ピーアールイベント等を開催 滋賀県酒造組合主催、滋賀県酒造技術研究会主幹	33社 一般参加 1,000名	東京都
2月	第37回 運営企画委員会	令和元酒造年度新酒きき酒会の開催について協議	—	ネット開催
3月	新酒きき酒会	令和元酒造年度新酒きき酒評価会（開催中止）	—	—

・例会の開催は、研究会会員が部会に所属して各部会で研修内容等を計画し開催運営しています。

⑤滋賀3Dイノベーション研究会

センターでは、平成30年度に最新鋭の指向性エネルギー堆積法（DED方式）金属3Dプリンタ（三菱重工工作機械（株）製 型式LAMD A 200）を「生産性革命に資する地方創生拠点整備交付金」（平成29年度内閣府補正予算）により整備しました。

これを活用し、金属3Dプリンタなどを活用した3Dものづくりに関連する技術について、情報共有や先行試作などの活動を通じて、県内企業の3Dものづくり技術の向上を図ることを目的に、令和元年度、本研究会を設立しました。

令和元年度は次の研究会および関連講習会等を実施しました。

月日	事業名	事業内容	参加者	会場
8月6日	第1回 滋賀3Dイノベーション研究会	研究会役員などの選出および今後の活動内容について	65名	当センター
	関連講習会 モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業 『最新の3Dプリンタで何ができるのか?』	内容：講習会 「3Dプリンター「Fortus450mc」の概要 －樹脂材料の特徴と活用方法－ 講師：丸紅情報システムズ（株） 製造ソリューション事業本部 スペシャリスト 丸岡浩幸氏 「金属3Dプリンタの市場、技術動向と DED方式金属3DプリンタLAMD Aのご紹介」 講師：三菱重工工作機械（株） 技術本部 副本部長 二井谷春彦氏 見学・実習：大型樹脂3Dプリンタ、金属3Dプリンタ（DED方式）		
12月10日	第2回 滋賀3Dイノベーション研究会	内容：報告 ①「金属積層造形条件およびその評価方法について」 センター職員 ②研究会での取り組みについて センター職員 見学：金属3Dプリンタ（DED方式）装置デモ見学	26名	当センター
	関連講習会 モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業 『3Dプリンタ活用の基礎～金属積層造形における原料粉末とその評価ポイント～』	内容：講習会 「金属積層3Dプリンタの使用材料（AM用金属粉末について）」 講師：株式会社金属積層造形サポートシステム 技術部部長 西田元紀氏 「金属積層造形サポートシステム（MAMSS）についてご紹介」 講師：株式会社金属積層造形サポートシステム 技術部部長 西田元紀氏		
2月7日	第3回 滋賀3Dイノベーション研究会	内容：報告 ①「独3Dプリンタ展示会Formnextへの出展、 視察結果の紹介」 講師：三菱重工工作機械（株） 微細加工グループ 倉本博久氏 ②「金属3Dプリンタを用いた造形と形状評価について」 センター職員 ③「研究会1年目のまとめ」 センター職員	21名	当センター
	関連講習会 モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業 『3Dスキャナ活用の基礎～非接触形状測定と非接触ひずみ測定～』	内容：講習会 「光学式非接触3次元計測技術の紹介と活用事例」 講師：丸紅情報システムズ株式会社 岡田薫氏 見学・実習：3Dスキャナのデモンストレーション 講師：丸紅情報システムズ株式会社 岡田薫氏		

⑤屋上緑化用陶製品開発研究会

○会員数：企業 14・大学 1・公設試 1

屋上緑化用陶製品開発研究会では、平成 28 年度から信楽窯業技術試験場と信楽陶器工業協同組合が進める海外展開支援事業に参加し、東京農業大学名誉教授 近藤三雄氏の指導の下、信楽焼による坪庭製品「信楽坪庭」の開発を行ってきました。

今年度の新たな事業展開として、2020 年に開催される東京オリンピックに向け、近藤氏の提案により様々な競技場が集中する東京臨海副都心に、おもてなしガーデン「夢の広場」が施工されました。広場のデザインは、和風モダンをイメージとし信楽焼を多く採用いただきました。展示内容としては、「信楽坪庭」で開発を行った信楽焼大型植木鉢を中心に、研究会メンバーの製品（灯籠・タイル等）が採用されています。また、東京オリンピックに向けた近藤氏のもう一つの提案として、日本を代表する公園「日比谷公園」の入り口にも、近藤氏の監修による和風モダンをイメージとした「信楽坪庭」が展示される予定となっています。



夢の広場（東京臨海副都心）



五葉松が植栽された信楽焼大型植木鉢

⑦ TEIBAN商品開発研究会

本研究会は平成28年6月、信楽焼産地および関連業界の定番商品の開発支援と振興に寄与することを目的として設立されました。活動として会員相互の技術交流や勉強会、講演会、展示会等を実施しています。

今年度も専門家の指導のもと、ブランド構築や空間づくりの勉強会（9回開催）を重ねました。そして東京都市部におけるファンを獲得するため、松屋銀座（9月25日～10月8日）と新宿のリビングデザインセンターOZONE（2月20日～23日）において展示会「TEIBAN展」を開催しました。官民協働により会員個々のブランド化を図っています。



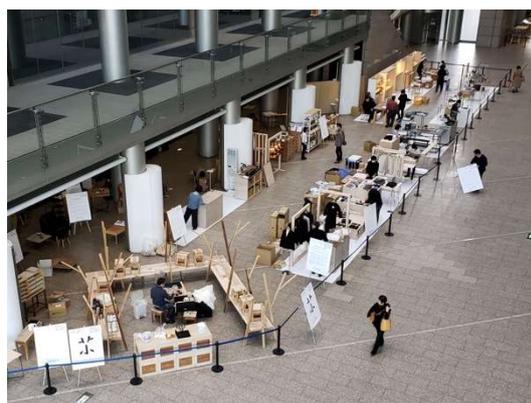
勉強会（月1回程度）



空間づくりの実験



松屋銀座（東京）（9/25-10/8）



OZONE（2/20-23）

(6) 産業財産権

令和元年度末現在の保有状況は次のとおりです。

特許権 16件（内、令和元年度中新規登録件数 1件）

名称	登録日	登録番号	発明者	備考
栗東				
1 試料中のウイルスを検出する方法およびシステム	H23. 6. 10	4757103	白井伸明、岡田俊樹、他	
2 締結具	H22. 12. 10	4639291	藤井利徳、月瀬寛二*、他	
3 神経難病の画像診断薬	H25. 1. 25	5182747	白井伸明、岡田俊樹、平尾浩一、他	
4 試料中の蛍光性物質を検出する方法およびシステム	H26. 2. 14	5473202	白井伸明、岡田俊樹、他	
5 生分解性エラストマー及びその製造方法	H25. 5. 10	5263471	平尾浩一、山中仁敏、那須喜一、他	
6 柔軟性に富む生分解性材料とその製造方法	H25. 9. 20	5366068	平尾浩一、山中仁敏、那須喜一、他	
7 神経難病の画像診断薬及び対外診断薬	H27. 2. 27	5699286	白井伸明、平尾浩一、他	
8 蛍光一粒子検出方法および検出システム	H27. 5. 1	5737704	白井伸明、岡田俊樹、他	
9 リグノセルロース含有材料からの機能材料の製造方法	H29. 3. 31	6114935	白井伸明、松本正、他	
10 曲げ変形を受ける対象物に貼付して用いる貼付材用フィルム	H28. 9. 23	6009777	平尾浩一、那須喜一、他	
11 曲げ変形を受ける対象物に被覆して用いる被覆材用複合フィルム	H28. 11. 25	6045892	平尾浩一、那須喜一、他	
12 測定システムおよび測定方法	R2. 3. 13	6685679	山本典央、平野 真、他	
信楽				
13 電磁波吸収体及びその製造方法	H15. 7. 4	3448012	宮代雅夫*、他	
14 セラミックス多孔質体	H19. 8. 17	3997929	高井隆三*、宮代雅夫*、中島孝、他	
15 多孔表面陶磁器	H24. 4. 20	4976010	川澄一司、高畑宏亮、中島孝、西尾隆臣、高井隆三*	
16 透光性陶磁器用練り土および透光性陶磁器	H25. 8. 30	5352035	川澄一司	

*は元職員

商標権 1件

名称	登録日	登録番号	考案者	備考
信楽				
1 信楽透器	H22. 9. 10	5351665	川澄一司	

意匠権：バタフライバルブの弁体2件（281616077、281616078）は、H30.9.28に登録され、東北部工業技術センター管理

特許出願中の件数 10件（内、令和元年度中新規出願件数 3件）

発明の名称		出願日	出願番号	発明者	備考
栗東					
1	リチウムイオン二次電池負極用バインダー、リチウムイオン二次電池負極用スラリー組成物、リチウムイオン二次電池負極及びリチウムイオン二次電池	H29. 12. 12	217331 548733	田中喜樹、所敏夫、 中島啓嗣、脇坂博之 佐々木宗生、他	
2	神経難病の画像診断薬及び体外診断薬	H29. 3. 10 H30. 3. 7	046350 041055	白井伸明、平尾浩一、 他	国内優先権 主張
3	樹脂組成物	H29. 11. 14 H30. 11. 13	218720 41970	神澤岳史、他	国内優先権 主張
4	口腔内粘膜保護フィルム	H30. 1. 19	006890	中居直浩、那須喜一、 白井伸明、中島啓嗣、 大山雅寿、谷村泰宏、 土田裕也、平尾浩一他	
5	バタフライバルブ	H30. 3. 7	040274	深尾典久、今道高志、 山下誠児、井上栄一、 藤井利徳、水谷直弘、 酒井一昭、他	東北部工業 技術センタ ーで出願
6	生物由来合成ハイドロキシアパタイトを用いた陶磁器及びその製造方法	H31. 2. 7	21019	植西寛、他	
7	樹脂組成物	H31. 3. 28	62918	神澤岳史、平尾浩一 脇坂博之、上田中隆 志、他	東北部工業 技術センタ ーで出願
8	インピーダンス測定のための標準試料	R1. 6. 21	046350	山本典央、他	
9	粘膜粘着フィルム	R1. 7. 22	134762	白井伸明、神澤岳史、 大山雅寿、中居直浩、 他	
10	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	R2. 3. 10	40743	神澤岳史、平尾浩一、 脇坂博之、上田中隆 志、他	東北部工業 技術センタ ーで出願

特許権の実施許諾 13 (内、令和元年度新規契約件数 1件)

発明の名称		契約者数	実施料	備考
栗東				
1	締結具	1	1,462 円	
2	測定システムおよび測定方法	1	56,640 円	
3	インピーダンス測定のための標準試料	1	0 円	
信楽				
4	セラミックス多孔質体	1	32,400円	
5	多孔表面陶磁器	2	16,098円	
6	透光性陶磁器用練り土及び透光性陶磁器	7	107,475 円	
計		13	214,075 円	

(7) 職員の研修

企業への技術支援力強化のため、職員の資質向上、スキルアップを目指し、外部機関へ派遣研修を実施しました。

① 大学派遣研修

研 修 テ ー マ	派 遣 先	期 間	派遣者名
フロー合成における条件最適化法に関する研究	龍谷大学 科学技術共同研究センター	H31.4～R2.3 (週1日)	中居 直浩

② 中小企業大学校派遣研修、その他

研 修 テ ー マ	派 遣 先	期 間	派遣者名
販路拡大のためのメディア戦略支援(1)	(独法)中小企業基盤整備機構 中小企業大学校	R1.5.22～R1.5.24	野上 雅彦
公設試験研究機関研究職員研修	(独法)中小企業基盤整備機構 中小企業大学校	R1.10.8～R1.10.11	神屋 道也
小規模企業の目利き力アップ(ものづくり)	(独法)中小企業基盤整備機構 中小企業大学校	R1.11.6～R1.11.8	安達 智彦
B型粘度計ワークショップ	英弘精機(株) JEC 日本研修センター 江坂	R1.11.1	植西 寛
CNC基本(マシニングセンター系)コース	ファナックアカデミ	R2.1.14～R2.1.17	柳澤 研太

(8) 審査会等への出席

経営革新計画承認審査会等へ委員として職員を派遣しました。

審査会等名称	所管	開催日	職員
陶業後継者育成修学資金貸与審査会	甲賀市	4月24日	川澄
「発酵産業」成長促進化プロジェクト事業業務委託 公募型プロポーザル審査会	商工政策課	5月14日	山下
第1回滋賀県経営革新計画承認審査会	中小企業支援課	5月28日	小川
滋賀県小規模事業者新事業スタートアップ支援補助 金審査会	中小企業支援課	5月30日	所
滋賀県市場化ステージ支援事業補助金審査会	中小企業支援課	5月31日	小川
滋賀県市場化ステージ支援事業補助金審査会	中小企業支援課	6月5日	小川
滋賀県工業技術総合センター企業化支援棟技術開発 室（レンタルラボ）使用計画審査会	モノづくり振興課	6月11日	小川
ものづくり・商業・サービス生産性向上促進補助金 滋賀地域採択審査委員会	滋賀県中小企業団体 中央会	6月11日	小川
滋賀県中小企業新技術開発プロジェクト補助金審査会	モノづくり振興課	6月12日	小川
滋賀県次世代技術リーディングプロジェクト構築事 業審査会	公益財団法人滋賀県 産業支援プラザ	6月28日	小川
ものづくり現場のIoT改革モデル事業助成金審査会	公益財団法人滋賀県 産業支援プラザ	7月5日	小川
中小企業等外国出願支援事業補助金審査会	公益財団法人滋賀県 産業支援プラザ	7月11日	小川
滋賀県商工観光労働部試験研究機関研究部内評価委 員会	モノづくり振興課	7月18日	小川 所
第2回滋賀県中小企業新技術開発プロジェクト補助金 審査会	モノづくり振興課	8月6日	佐々木
第2回滋賀県経営革新計画承認審査会	中小企業支援課	9月4日	小川
滋賀県児童生徒発明くふう展予備審査会 滋賀県未来の科学の夢絵画展予備審査会	一般社団法人滋賀県 発明協会	9月20日	山下

滋賀県児童生徒発明くふう展審査会 滋賀県未来の科学の夢絵画展審査会	一般社団法人滋賀県 発明協会	9月25日	小川
信楽陶器総合展審査会	信楽陶器工業協同組 合	10月10日	川澄
ものづくり・商業・サービス生産性向上促進補助金 滋賀地域採択審査委員会	滋賀県中小企業団体 中央会	10月15日	所
滋賀県技能者表彰（おうみの名工）に係る懇話会	労働雇用政策課	10月15日	小川
信楽伝統産業会館館蔵品委員会	甲賀市	10月16日	川澄
滋賀県産業廃棄物減量化支援事業補助金審査会	循環社会推進課	10月25日	所
滋賀県立テクノファクトリー工場棟使用資格等承認 審査会	公益財団法人滋賀県 産業支援プラザ	10月28日	小川
滋賀県商工観光労働部試験研究機関研究外部評価会 議	モノづくり振興課	10月29日	小川
滋賀県工業技術総合センター企業化支援棟技術開発 室（レンタルラボ）使用計画審査会	モノづくり振興課	10月31日	小川
第3回滋賀経営革新計画承認審査会	中小企業支援課	11月18日	小川
信楽伝統産業会館館蔵品委員会	甲賀市	12月17日	川澄
「ここ滋賀」チャレンジアート展作品選考会	UDS株式会社	12月20日	川澄
第4回滋賀県経営革新計画承認審査会	中小企業支援課	1月27日	小川
滋賀県産業立地促進助成金等交付審査会	企業誘致推進室	2月10日	小川
滋賀県工業技術総合センター企業化支援棟技術開発 室（レンタルラボ）使用計画審査会	モノづくり振興課	2月13日	小川
滋賀県次世代技術リーディングプロジェクト構築事 業審査会	公益財団法人滋賀県 産業支援プラザ	3月16日	小川
滋賀県立テクノファクトリー工場棟使用資格等承認 審査会	公益財団法人滋賀県 産業支援プラザ	3月23日	小川
第5回滋賀県経営革新計画承認審査会	中小企業支援課	3月26日	小川

4. 人材育成事業

(1) 窯業技術者養成事業

本事業は、県内窯業技術の振興を図り、陶器業界の経営改善に資するために必要な窯業技術者の養成を目的としています。これまでに延べ554名の研修修了し、県内窯業関連企業に就業し、重要な人材として活躍しています。

○平成31年度研修生の選考について

平成30年6月6日 平成31年度滋賀県窯業技術者養成研修選考試験実施公告

秋試験

平成30年10月 5日（金）～10月31日（水） 願書受付
 平成30年11月 6日（火） 選考試験
 平成30年11月13日（火） 選考委員会
 平成30年11月15日（木） 結果発表

冬試験

平成31年 1月 9日（水）～ 1月31日（木） 願書受付
 平成31年 2月 5日（火） 選考試験
 平成31年 2月 7日（木） 選考委員会
 平成31年 2月15日（金） 結果発表

令和元年度は、15名の応募のうち15名が受験し、試験の結果13名を合格としました。研修については、11名が修了しました。そのうち8名が県内陶磁器関連企業に就職し、2名は他科目の研修を受講しています。1名は陶磁器関連以外への就職活動を行っています。

○過去5年間の進路状況

年度	研修修了	陶磁器関連企業就職		次年度研修	その他
		県内	県外		
H27	5	3	0	1	1
H28	6	3	0	3	0
H29	8	5	0	3	0
H30	8	6	0	2	0
R1	11	8	0	2	1



ロクロ実習



他産地見学（九谷焼）

(2) 学外研究生、実習生の受け入れ

	実習テーマ	所属	期間
栗東	樹脂3Dプリンタによる造形試験と評価	龍谷大学 理工学部3回生	R1.8.26 ～R1.9.6
	高分子材料の抵抗率評価	龍谷大学 理工学部3回生	R1.8.26 ～R1.9.6
信楽	陶磁器デザイン成形及び素地釉薬の調合評価（職場体験）	甲賀市立信楽中学校 2年生（3名）	R1.6.24 ～R1.6.28
	透光性陶磁器素材の物性評価	龍谷大学 理工学部3回生	R1.8.26 ～R1.9.6
	蛍光X線分析用試料の成形条件の検討	龍谷大学 理工学部3回生	R1.8.26 ～R1.9.6
	陶磁器デザイン成形及び素地釉薬の調合評価（職場体験）	滋賀県立信楽高等学校2 年生（2名）	R1.11.6 ～R1.11.8

(3) 信楽窯業技術試験場研修生OB会

本会は、窯業技術者養成事業研修を修了した者によって構成され、信楽焼の技術や歴史の勉強、情報交換、作品展などを行っています。

今年度は、9月24日～27日の期間、滋賀県庁県民サロンにおいて「信楽窯業技術試験場で学んだ女性陶芸家展」を開催。また甲賀市の協力のもと10月12日から11月10日までの期間、甲賀市立信楽産業展示館にて「研修生OB展」を開催しました。OB展には出展者21名、31作品のオブジェや食器、花器などが展示されました。また、期間中には来場者からアンケートを取り、OB賞を選定するとともに、その結果を今後の活動に生かしています。



女性陶芸家展（滋賀県庁）



信楽窯業技術試験場 研修生OB展



OB展会場風景（信楽産業展示館）



OB賞受賞作品（栗田千弦作）

5. 情報提供等

(1) 刊行物の発行

① 技術情報誌

『テクノネットワーク』

工業技術総合センターの「産学官研究会活動」、「試験研究機器紹介」をはじめ、技術解説や研究紹介をする「テクノレビュー」、そのほか「研修・セミナーのお知らせ」、「センターニュース」などの企業に役立つ新しい情報の提供に努め、県内企業、関係機関および団体等に配布しました。

号 数	発 行 月	発行部数
1 2 5	令和元年 7月	2, 0 0 0部
1 2 6	令和元年1 0月	2, 0 0 0部
1 2 7	令和2年 2月	2, 0 0 0部

『陶』

信楽窯業技術試験場が実施している事業の成果や様々な窯業関係情報を県内の窯業関係企業、関係機関・団体へ配布しました。

号 数	発 行 月	発行部数
3 4	令和2年 2月	1, 0 0 0部

② 業務報告書

平成30年度の工業技術総合センター業務活動の年報として、第33号を発刊しました。内容は、業務概要（技術支援、研究開発等）と運営概要（施設、設備、組織、決算額等）を中心にまとめたもので、主に県内外の行政・試験研究機関、関係団体等へ配布しました。

号 数	発 行 月	発行部数
3 3	令和元年1 1月	6 5 0部

(2) 研究成果報告会

①栗東(所内)

平成30年度までに取り組んできた研究成果について、県内企業の方々に広く知っていただき、技術移転や新たな連携を図るため、研究成果報告会とポスター発表を開催しました。令和元(2019)年度は、センター一般公開に合わせて研究成果報告会を開催しました。また研究発表も、2019年4月にオープンした「高度モノづくり試作開発センター」に関連したテーマで開催しました。

- ・日 時：令和元年11月26日(火)
研究成果報告会(大研修室)
14:40~15:25
ポスターセッション(ロビー)
15:00~17:00
- ・場 所：滋賀県工業技術総合センター
- ・参加者：55名



○研究発表

- 「コンピュータシミュレーションを用いた3D設計」
機械システム係 柳澤 研太
- 「合わせガラス中間膜シート用材料を活用した革新的リサイクル技術の開発」
有機材料係 神澤 岳史
- 「樹脂3Dプリンタによる試作と強度測定」
食品・プロダクトデザイン係 山下 誠児

○ポスターセッション

- 「固体電解質向けインピーダンス測定システムの開発」
電子システム係 山本 典央、平野 真
- 「電磁波ノイズを出さないディスプレイの開発」
電子システム係 山本 典央、平野 真
- 「透明樹脂導光体の加飾切削加工技術の開発」
機械システム係 今田 琢巳
- 「CAEを用いた小型ゆるみ止めナットの開発に関する研究」
機械システム係 柳澤 研太
- 「合わせガラス中間膜シート用材料を活用した革新的リサイクル技術の開発」
有機材料係 神澤 岳史
- 「水生植物から作製したセルロースナノファイバー」
有機材料係 大山 雅寿
- 「海外産粘土鉱物を用いた新陶土の開発」
無機材料係 安達 智彦
- 「新規リチウムイオン2次電池電極用バインダーの開発 ―電極接着強度評価方法の検討―」
無機材料係 田中 喜樹
- 「3Dプリンタ 造形物の強度試験」
食品・プロダクトデザイン係 山下 誠児

「清酒醸造用酵母の開発と小規模試験醸造による実証研究」

食品・プロダクトデザイン係 岡田 俊樹、川島 典子

「信楽焼坪庭製品の市場開拓に向けた開発研究」

陶磁器デザイン係 高畑 宏亮、西尾 隆臣、植西 寛、山内 美香、宮本 ルリ子

「信楽焼坪庭製品の市場開拓に向けた開発研究Ⅱ」

陶磁器デザイン係 高畑 宏亮、中島 孝、野上 雅彦、西尾 隆臣、宮本 ルリ子

「生物由来合成ハイドロキシアパタイトを用いたセラミックスの開発研究」

セラミック材料係 植西 寛

「窯業系廃棄物を活用した園芸用土木資材の開発-信楽焼製造時の汚泥廃棄物の活用-」

セラミック材料係 神屋 道也

②信楽（所内）

信楽窯業技術試験場が実施した研究開発の報告会を以下のとおり開催を予定していましたが、新型コロナウイルス感染拡大の予防措置として実施できませんでした。

日 時：令和2年3月5日（木）

13：30～16：10

場 所：信楽窯業技術試験場

2階会議室

○講演会

「京都市の広告景観づくりと京町家」

—信楽の陶器とまちづくりのヒントに—

京都女子大学 生活デザイン研究所

副所長 出井 豊二 氏

○研究報告

「生物由来合成ハイドロキシアパタイトを用いたセラミックスの開発研究」

セラミック材料係 植西 寛

「信楽焼の特性を生かした坪庭用資材の開発Ⅱ」

陶磁器デザイン係 中島 孝

○事業紹介

「スカーレット」への取り組み

陶磁器デザイン係 高畑 宏亮

「滋賀県産業支援プラザの事業説明」

公益財団法人滋賀県産業支援プラザ 経営相談室
プロジェクトマネージャー 杉本 憲史 氏

(3) ホームページによる情報提供

当センターの事業内容の紹介をはじめ、各種セミナー・講習会等の案内をホームページにて提供しました。また、情報検索サービスとして整備した試験研究用設備機器のデータベースを随時更新して、最新の情報を提供しました。

(4) 産業支援情報メール配送サービス

当センター、東北部工業技術センター、(公財)滋賀県産業支援プラザ、(一社)滋賀県発明協会および県商工観光労働部内の関係3課が共同で、平成12年8月からサービスを開始しています。従来から県内の企業に対しては、技術情報誌やダイレクトメールにより各種の情報を届けていましたが、このサービスはこれまでの方法と並行して、セミナー・研修および講習会などのイベント情報や、産業振興施策に関する情報を、予め登録されたメール配送希望者に電子メールでタイムリーに届けるサービスです。随時登録を受け付け、令和2年3月末の登録数は1,348件となっています。

(5) 工業技術情報資料等の収集・提供

工業技術に関する図書、雑誌および資料を備えています。

日本産業規格(旧日本工業規格)〔JIS〕を公開しています。

所有図書	図 書 (開架)	約10,500冊
	雑 誌	約50種類
	日本産業規格(旧日本工業規格)〔JIS〕	全部門

(7) センター一般公開の開催

センターが保有する設備や技術を、県内企業の方や一般の方々に広く知っていただくことを目的に、平成20年度よりセンター一般公開を開催しています。令和元(2019)年度は、3D造形などの高度なモノづくりの支援を目的に、2019年4月にオープンした「高度モノづくり試作開発センター」をメインテーマに一般公開を開催しました。

3D造形に関連した招待講演(2題)や、試作開発センターの概要紹介を兼ねた見学ツアー、センターの研究開発の紹介(ポスターセッション)、展示ブースなどのプログラムを実施しました。

また、センターが取り組む研究を広く県内企業の方々に知っていただき新たな連携を図るため、一般公開に合わせて研究成果報告会を開催しました。報告会では、3D設計・造形に関連する研究成果(2題)、試作開発センターの新装置を用いた研究成果(1題)の紹介を行いました。

参加登録が必要な講演会と見学ツアー、研究成果報告会は、のべ164人の参加がありました。



開催日	令和元年11月26日
参加者 (のべ人数)	164名
内容	<ul style="list-style-type: none"> ○講演会(招待講演) <ul style="list-style-type: none"> ・「Kansai-3D実用化プロジェクト」について～3D積層造形による実用化&2025年大阪・関西万博に繋がる未来の技術開発に挑戦～ 経済産業省近畿経済産業局 次世代産業・情報政策課 総括係長 谷川 淑子 氏 ・3Dプリンターに適した山陽特殊製鋼のガスアトマイズ粉末と開発事例 山陽特殊製鋼(株) 粉末事業部 粉末技術部 西面 由夏 氏 ○見学ツアー(高度モノづくり試作開発センター) ○ポスターセッション ○展示ブース(一般社団法人滋賀県発明協会) (三菱重工工作機械(株): 金属3Dプリンタ造形サンプル) ○研究成果報告会(同日開催)

(7) 見学者等の対応

センター開設以来、施設、機器、運営等について、海外を含め、県内外から、技術者、経営者、行政関係者等の多数の視察、見学があります。この他にも、県内外の企業からの試験機器の見学対応を行っています。令和元年度の見学者数は延べ334名で、主な見学者の内訳は下表のとおりです。

〈栗 東〉

所 属	見学者数(名)	見学日
立命館大学理工学部	3	R1. 5. 13
奈良県産業振興総合センター	3	R1. 5. 16
滋賀材料技術フォーラム	15	R1. 6. 13
茨城県産業技術イノベーションセンター	1	R1. 6. 20
湖南省商務庁団	5	R1. 7. 4
(一財)滋賀経済産業協会 技術委員会	36	R1. 7. 8
滋賀県立大学	1	R1. 8. 6
滋賀3Dイノベーション研究会	27	R1. 8. 6
龍谷大学 理工学部	2	R1. 8. 26
立命館大学理工学部	2	R1. 9. 24
産業技術連携推進会議近畿地域部会 情報・電子分科会	11	R1. 9. 27
石川県工業試験場	1	R1. 10. 3
監査法人トーマツ	3	R1. 11. 19
(公財)滋賀県産業支援プラザ	1	R1. 11. 27
(公社)砥粒加工学会 関西地区部会	47	R1. 11. 29
産業技術連携推進会議近畿地域部会 情報・電子分科会 研究交流会	8	R1. 12. 6
合 計	166	

〈信 楽〉

所 属	見学者数(名)	見学日
茨城県立笠間陶芸大学校	24	R1. 8. 21
上海市同済大学	7	R1. 8. 21
やきもの文化と芸術振興協会	22	R1. 10. 3
レイカディア大学	5	R1. 11. 12
甲賀市立信楽小学校	45	R1. 12. 2
甲賀市立佐山小学校	36	R2. 2. 6
鹿児島大学	10	R2. 2. 14
三重県窯業研究室	5	R2. 3. 12
甲賀経済クラブ	14	R2. 3. 26
合 計	168	

(8) 報道関係機関への資料提供

	掲載 等	内容	日付	媒体
1	滋賀銀行 「かけはし」	知の泉 滋賀の研究最前線 水素ボイラの開発でCO2削減を目指す	H31.4.1	雑誌
2	関西ラボねっと	高度モノづくり試作開発センター（実験棟）オープンのお知らせ	H31.4.2	WEB
3	日刊産業新聞	「滋賀県3Dイノベーション創出推進研究会」始動	H31.4.4	新聞
4	TRAFAM ニュース&イベント	TRAFAM金属3Dプリンタ初号機納入	H31.4.16	WEB
5	マイナビニュース	MHI, レーザー金属積層造形技術を採用した金属3Dプリンタを製品化	H31.4.16	WEB
6	三菱重工 PRESS INFORMATION	レーザービームによる”金属3Dプリンター”の商用モデルを製品化 初号機を滋賀県工業技術総合センターに納入	H31.4.16	WEB
7	3D Printing industry	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES COMMERCIALLY LAUNCHES LAMDA DED METAL 3D PRINTER	H31.4.16	WEB
8	日刊工業新聞	高速造形レーザー式 金属3Dプリンター開発	H31.4.17	新聞
9	OPTRONICS ONLINE	三菱重工工作機械、堆積方式金属3Dプリンターを発売	H31.4.17	WEB
10	3DPrint.com	Mitubishi Heavy Industries Machine Toolcompany Commercializes New Metal 3D Printer	H31.4.20	WEB
11	滋賀報知新聞	県工業技術総合センター 高度モノづくり試作開発センターを開設	H31.4.21	WEB
12	Metal AM magazine	MHI Machine Tool delivers its first Directed Energy Deposition system	H31.4.23	WEB
13	近畿経済産業局 イベント・セミナー情報	「産業技術支援フェア in KANSAI」を開催します！	R1.5.16	WEB
14	産業技術支援フェア in KANSAI	産業技術支援フェア in KANSAI お知らせ	R1.5.16	WEB
15	MONOist	”量産”に使える金属3Dプリンタ、カギとなる技術を三菱重工工作機械が開発	R1.5.17	WEB
16	関西ラボねっと	産業技術支援フェア in KANSAIの開催のおしらせ	R1.5.23	WEB
17	関西ラボねっと	モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業「基礎・原理から学ぶ技術セミナー」	R1.5.27	WEB
18	関西ラボねっと	モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業「やってみよう！初めての射出成形」	R1.5.30	WEB
19	日経ものづくり	ニュースの深層 「三菱重工工機とニコンが金属AM装置に参入 造形品質高める2つの新技术が登場」	R1.6.1	雑誌
20	産経新聞	「なつぞら」超えるか 次期朝ドラ主人公の波乱万丈	R1.6.6	WEB
21	京都新聞	滋賀県施設入場料10月値上げ	R1.6.10	WEB
22	関西ラボねっと	モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業「最新の3Dプリンタで何ができるのか？」	R1.7.4	WEB
23	関西ラボねっと	滋賀3Dイノベーション研究会 会員募集のお知らせ	R1.7.4	WEB
24	環境緑化新聞	五輪会場周辺を彩る「夏花」と「大型信楽焼盆栽」	R1.7.15	新聞
25	関西ラボねっと	令和元年度モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業のお知らせ	R1.7.16	WEB
26	びわ湖放送	技術支援の拠点～滋賀県工業技術総合センター	R1.7.28	テレビ
27	関西ラボねっと	第10回海外展開技術支援セミナー9/2（月）「中国へ製品を輸出販売する」	R1.7.29	WEB
28	関西ラボねっと	テクノネットワークNo.125（2019/夏号）発行のお知らせ	R1.8.8	WEB

	掲載 等	内容	日付	媒体
29	関西ラボねっと	レンタルラボ入居者募集のお知らせ	R1.8.28	WEB
30	関西ラボねっと	滋賀材料技術フォーラム主催セミナー「続 電気化学の基礎と測定法およびその応用」開催のご案内	R1.8.30	WEB
31	環境緑化新聞	五輪会場や空港の玄関口に「大型信楽鉢盆栽」でおもてなし	R1.9.15	新聞
32	びわ湖放送	地方創生・ブランド推進対策特別委員会 県内行政調査	R1.9.15	テレビ
33	NHK	もうすぐ！連続テレビ小説「スカーレット」 三郷山粘土鉱山の現地における紹介	R1.9.20	テレビ
34	NHKウイークリーステラ	スカーレット	R1.9.25	雑誌
35	NHK	おうみ発630 知りたがり 「深化する信楽焼」	R1.9.25	テレビ
36	滋賀県中小企業団体中央会 「中小企業しが」	組合訪問レポート（酒造組合）	R1.9.26	雑誌
37	関西ラボねっと	料金改定のお知らせ	R1.9.27	WEB
38	NHKウイークリーステラ特別編集版	信楽焼を知る	R1.9.27	雑誌
39	NHK	連続テレビ小説「スカーレット」 陶芸指導（オープニング字幕）	R1.9.30	テレビ
40	NHKドラマ・ガイド	連続テレビ小説 スカーレット Part1 陶芸指導	R1.9.30	雑誌
41	NHK	ぐるっと 「深化する信楽焼」	R1.9.30	テレビ
42	NHK	あさいチ 「信楽界限-スカーレットの舞台」	R1.10.3	テレビ
43	関西ラボねっと	モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業「X線の基礎知識、透視装置の構造と取扱方法」	R1.10.7	WEB
44	関西ラボねっと	モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業「樹脂や塗装、各種材料の耐候性・劣化とその評価方法」	R1.10.7	WEB
45	関西ラボねっと	製品部材等リサイクル推進支援事業「製品・部材の活用・再利用に適した有用・有害元素の分析」開催のご案内	R1.10.15	WEB
46	関西ラボねっと	工業技術総合センター 一般公開、研究報告会	R1.10.16	WEB
47	関西ラボねっと	ホームページ停止のお知らせ	R1.10.16	WEB
48	京都新聞	最先端の環境技術PR	R1.10.17	新聞
49	中日新聞	湖東麻織物、信楽焼とコラボ	R1.10.23	新聞
50	産経新聞	信楽「緋色」でPR 特産の麻織物商品化	R1.10.23	新聞
51	滋賀報知新聞	滋賀の「ひいろ」商品誕生	R1.10.27	新聞
52	朝日新聞	天声人語 信楽焼の歴史・生産高の推移と内訳	R1.10.28	新聞
53	甲西高校新聞	信楽窯業技術試験場を訪れて	R1.10.28	新聞
54	関西ラボねっと	モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業「疲労強度と残留応力」	R1.10.31	WEB
55	関西ラボねっと	テクノネットワークNo.126（2019/秋号）発行のおしらせ	R1.11.6	WEB
56	関西ラボねっと	モノづくり技術力向上のための「技術研修」事業「X線回折の基礎」	R1.11.14	WEB
57	NHK	BSプレミアム「イッピン」 滋賀 焼きもの ～料理が楽しくなる器～	R1.11.19	テレビ

	掲載 等	内容	日付	媒体
58	Solid State Ionics	Microstructure and conductivity of Al-substituted Li7La3Zr2O12 ceramics with different grain sizes	R1.12.1	査読付論文
59	関西ラボねっと	レンタルラボ入居者募集のお知らせ	R1.12.2	WEB
60	中日新聞	「緋色の肖像」古窯を拓く女性たち 5	R1.12.8	新聞
61	滋賀県立大学人間文化学部 研究報告	「地域企業の海外展開に向けた経営戦略」	R1.12.10	雑誌
62	中日新聞	信楽高生「スカーレット」体感	R1.12.19	新聞
63	公益財団法人JKA イベント情報	ラマン分析の基礎から分析事例について	R1.12.27	WEB
64	滋賀銀行 「かけはし」	滋賀人 陶人形作家 葛原準子	R1.12.27	雑誌
65	自治労滋賀県職員労働組合 新春特集号	スカーレットの舞台を訪ねて	R2.1.1	新聞
66	NHK	BSプレミアム「美の壺」 鑑賞マニュアル	R2.1.10	テレビ
67	中日新聞	「緋色の肖像」古窯を拓く女性たち 7	R2.1.12	新聞
68	中日新聞	紫香楽宮跡を発信「都あかり」始まる	R2.1.13	新聞
69	京都新聞	光通す「信楽透器」作る	R2.1.24	新聞
70	中日新聞	ランプシェード作り10年	R2.1.24	新聞
71	滋賀県会議員 角田航也 県政レポート	滋賀県工業技術総合センター 日本酒醸造試験室訪問	R2.1.26	チラシ
72	中日新聞	「緋色の肖像」古窯を拓く女性たち 8	R2.1.26	新聞
73	まいどなニュース	俳優なんかやめてさ、信楽においでよ♪ 朝ドラ「スカーレット」陶芸の指導者が、戸田と松下を絶賛	R2.1.27	WEB
74	中日新聞	「緋色の肖像」古窯を拓く女性たち 9	R2.2.9	新聞
75	テレビ東京	出沒！アド街ック天国 「信楽」(3/21 BBCで再放送)	R2.2.22	テレビ
76	中日新聞	「緋色の肖像」古窯を拓く女性たち 10	R2.2.23	新聞
77	メディカルジャパン	出展機関	R2.2.26	パンフレット
78	滋賀プラスワン	滋賀を支える研究機関	R2.3.1	雑誌
79	近畿経済産業局「はじめての産学 官金連携ハンドブック」	「産学官ネットワーク」参画機関（公的研究機関）	R2.3.3	パンフレット / WEB
80	NHK	プラタモリ 「甲賀・信楽～歴史は甲賀で動いた！？～」	R2.3.7	テレビ
81	中日新聞	「緋色の肖像」古窯を拓く女性たち 11	R2.3.8	新聞
82	中日新聞	「緋色の肖像」古窯を拓く女性たち 12	R2.3.22	新聞
83	中日新聞	レガシープロジェクト	R2.3.25	新聞

6. その他

(1) 技術開発室『レンタルラボ』の管理運営

本県では、「滋賀県産業振興ビジョン 2030」の下、「変化への挑戦 (Challenge for Change)」をキーメッセージに、県内中小企業が行う新製品の開発や新事業への展開を促進する様々な支援策を展開している。その一環として、平成11年2月に当センターに設置した企業化支援棟を活用し、企業の技術力の向上、新産業分野の開拓、さらにはベンチャー企業等の起業化の促進に努めています。

この企業化支援棟には、技術開発室4室と電波暗室(3m法)とがあり、県内企業の技術開発と産業の振興を目的としています。特に、技術開発室は研究スペースを賃貸することにより、独自技術の開発や新製品開発に積極的なフロンティア企業や新規開発業者を育成支援しています。

令和元年度の入居率は、100%で、延べ4者の入居利用がありました。

なお、下記の室については、技術開発室から使用形態を変更し、機器利用のための室として開放しています。

2号室……成膜試験室

3号室……試作開発室

7号室……ものづくり高度分析支援室

① 技術開発室設備

電気設備	単相 100V・3相 200V
給排水設備	各室内に流し台設置
L P ガス	各室内に取付口設置
電話設備	各室内に端子盤(外線2、内線1回線)設置
空調設備	個別エアコン設置
防犯設備	警備保障会社連動による防犯方式
昇降装置	機器搬入エレベータ1機
床荷重	1階 9.8kN/m ² (1000kgf/m ²)
	2階 4.9kN/m ² (500kgf/m ²)

② 使用者の要件

県内において事業を既に行っている者あるいは開業をしようとする者であって、創業、新分野進出または新技術開発を志向し、具体的な研究開発計画を有する者および知事が適当と認めた者

③ 使用料

技術開発室	階	面積	使用料/月
1号室	1階	51m ²	93,840円
4号室	2階	51m ²	93,840円
5号室		50m ²	92,000円
6号室		50m ²	92,000円

(令和2年3月31日現在)

(2) 企業・大学等訪問事業

当センターでは、県内企業の実情および技術課題やニーズを正確に把握し、事業の効率的な推進や見直しに活用するため、平成14年度から計画的に企業訪問調査を実施しています。平成19年度からはさらに広く皆様の意見を伺うため、広報誌等を通じて、訪問事業所を随時募集しています。

平成25年度からは、平成25年4月1日に施行された『滋賀県中小企業の活性化に関する条例』第12条で「中小企業活性化施策の策定および実施にあたっては、中小企業等の意見を反映することができるよう必要な措置を講ずるもの」とされ、当センターへの要望やモノづくり現場のニーズの聞き取りの強化を行ってきました。令和元年度は、従来 of 目的に加え、新たな研究シーズの探索および職員のスキルアップの狙いも込めて、訪問対象を県内外の大学等の研究機関まで拡大し、より積極的な訪問事業を実施しました。

訪問先	地域	市町	件数
大学等研究機関 (11件)	県内		4
	県外		7
企業・事業所 (30件)	大津・南部地域	大津市	3
		草津市	3
		野洲市	2
		栗東市	4
	甲賀地域	甲賀市	7
		湖南市	1
	東近江地域	近江八幡市	1
		東近江市	2
		日野町	2
		竜王町	1
	湖東地域	彦根市	1
		多賀町	1
		豊郷町	1
	湖北・高島地域	長浜市	1
合計			41

(3) 産地振興「NHK連続テレビ小説『スカーレット』への陶芸技術指導」

2019年1月より、NHK連続テレビ小説「スカーレット」のドラマ制作に対し信楽焼地場産業の振興を図るため、役者さんへの陶磁器成形技術はもとより、陶磁器作業の所作や文言も指導しました。また、ドラマ中に使われる陶磁器製品のデザインから製作も支援しました。

朝ドラは全150話と長編作品で、1年以上前からNHKのスタッフは信楽焼の調査やロケ地についての調整を信楽焼き業界や甲賀市、滋賀県の協力を得て、4月から100名近いスタッフと役者さんとで県内各地や東映太秦映画村、NHK大阪放送局スタジオ内において撮影が行われました。



陶芸講習会（NHK大阪放送局）

項目	時期	場所	対象者	内容
撮影用陶磁器製品	2019年1月～ 2020年2月	試験場 NHK大阪	スタッフ	茶碗、火鉢、タイル、食器、受賞作品などの製作
時代検証	2019年1月～ 2020年2月	試験場 NHK大阪	スタッフ	昭和時代の設備や原料、道具について
成形技術	2019年6月～ 2020年2月	試験場 NHK大阪 東映太秦	役者	土練りから手びねり、電動ロクロ成形の指導
陶芸作業および文言	2019年7月～ 2020年2月	試験場 町内 NHK大阪	スタッフ 役者	釉薬の調合、釉掛け、窯詰、窯焚きなどの所作と、専門用語の指導



陶芸指導（撮影スタジオ）



穴窯の焼成指導（信楽町内）

(4) 令和元年 信楽焼生産実態調査結果

令和2年2月27日

調査: 信楽陶器工業協同組合

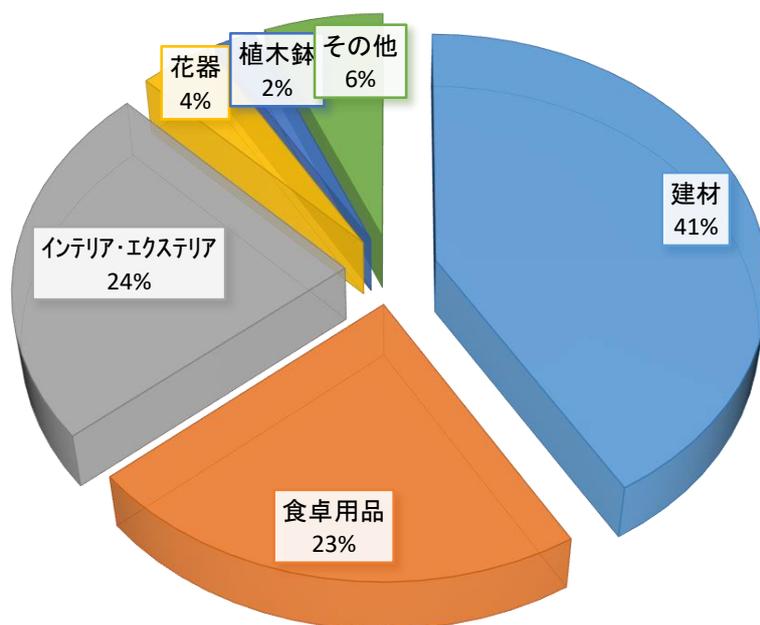
集計: 信楽窯業技術試験場

対象期間: 令和元年(平成31年、2019年)1~12月

調査対象: 信楽陶器工業協同組合員(陶器製造業者のみ)

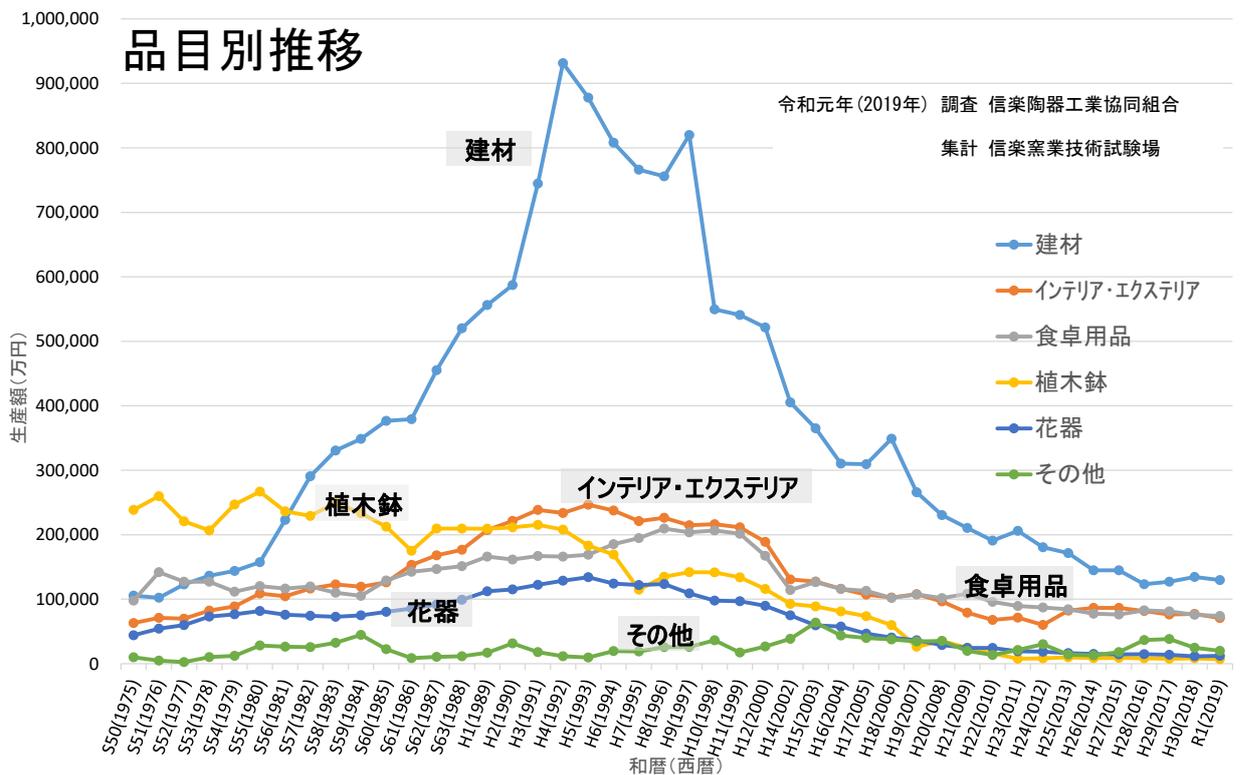
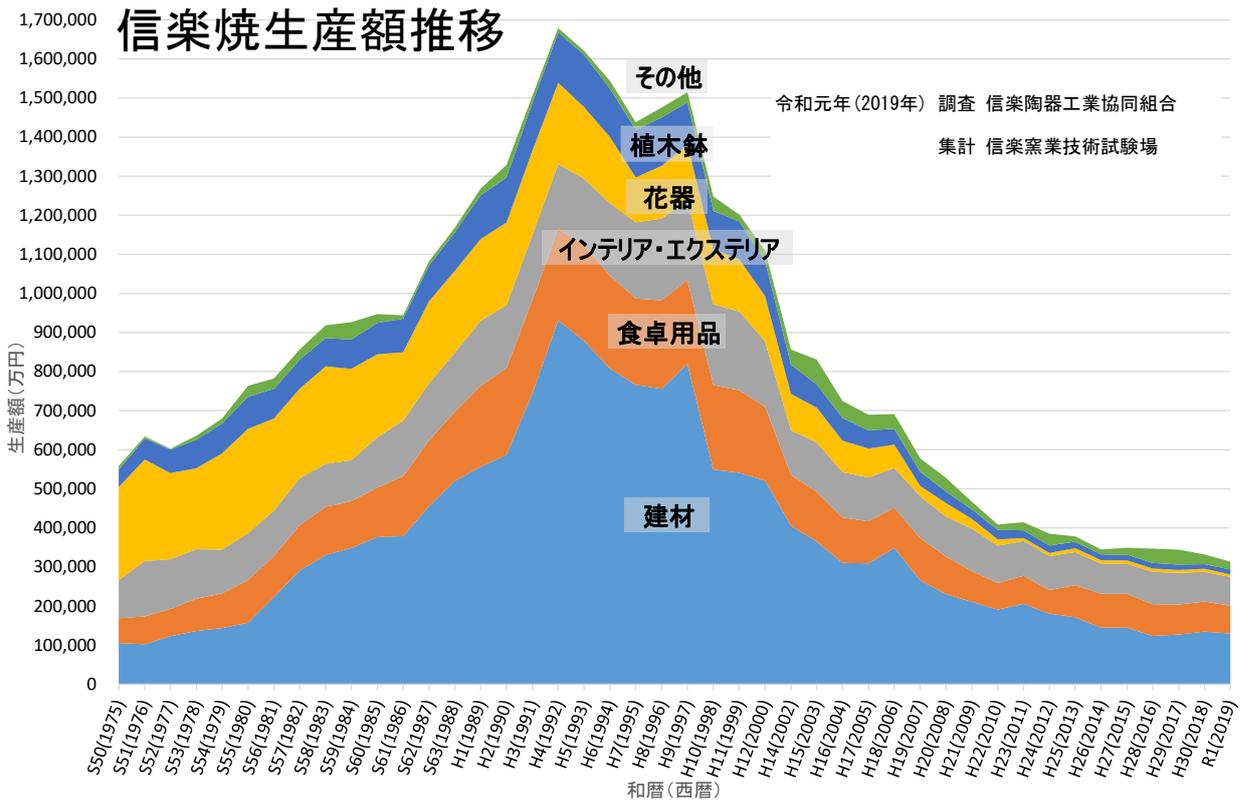
生産額(万円)	平成30年	令和元年(平成31年)	前年比
	331,883	313,380	94%
調査回収企業数	69	67	97%
調査対象企業数	76	75	99%
回収率	90.8%	89.3%	98%

品目(万円)	平成30年	令和元年(平成31年)	前年比
建材	134,409	129,545	96%
食卓用品	75,787	70,805	93%
インテリア・エクステリア	77,118	73,888	96%
花器	11,394	12,230	107%
植木鉢	8,315	6,932	83%
その他	24,860	19,980	80%



従業員数(人)	平成30年	令和元年(平成31年)	前年比
正社員	350	324	93%
パート・その他	98	104	106%
計	448	428	96%

窯の種類・数(基)	平成30年	令和元年(平成31年)	前年比
ガス	148	148	100%
電気	55	49	89%
灯・重油	7	7	100%
トンネル・ローラー	3	3	100%
穴窯	11	15	136%
登窯	4	4	100%
計	228	226	99%



III 研究報告

令和元年度研究報告一覧

No	研究内容	報告者	頁
1	微細金型加工技術の高度化に関する研究 －左ねじれ工具の底面形成時における切削現象－	今田 琢巳	74
2	金属3Dプリンタを用いた積層造形技術および材料開発に関する研究 －DED方式を用いた材料開発－	斧 督人 柳澤 研太	78
3	金属3Dプリンタを用いた積層造形技術および材料開発に関する研究 －DED方式を用いた積層造形技術－（第1報）	柳澤 研太 斧 督人	83
4	高感度蛍光検出技術を応用したタンパク質状態を評価する技術 開発 －タンパク質変性の有無を簡便に評価できる新測定法開発－（第1報）	白井 伸明 岡田 俊樹	87
5	水生植物からのセルロースナノファイバー創製と複合材料化に関する研究（第3報）	大山 雅寿	90
6	プラズマを用いた窒化炭素系金属表面処理技術の開発（第1報）	佐々木宗生	94
7	電池デバイスの評価技術の検討 －内部抵抗評価およびその活用について－	田中 喜樹 山本 典央	97
8	3Dプリンタの活用方法の調査	山下 誠児	99
9	滋賀県オリジナル清酒醸造用酵母の改良	岡田 俊樹 川島 典子	102
10	信楽焼坪庭製品の市場開拓に向けた開発研究（第2報）	高畑 宏亮 中島 孝 野上 雅彦 西尾 隆臣 宮本ルリ子	105
11	生物由来合成ハイドロキシアパタイトを用いたセラミックスの開発研究	植西 寛	107
12	窯業廃棄物を利用した園芸土木資材の開発	神屋 道也 植西 寛 坂山 邦彦	110

微細金型加工技術の高度化に関する研究

—左ねじれ工具の底面形成時における切削現象—

今田 琢巳*
IMADA Takumi

小川 圭二**
OGAWA Keiji

中川 平三郎***
NAKAGAWA Heisaburo

木野 晴喜****
KINO Haruki

藤井 利徳*****
FUJII Toshinori

要旨 微細金型の高精度化や工具寿命の向上等を目的に、直径 0.5mm のマイクロエンドミルを用いた、金型焼入れ鋼の加工技術の高度化に取り組んでいる。軸方向に比較的大きな切込みを与え半径方向切込みを小さくするような加工条件にて、高精度な立壁加工の検討を進めてきた。一般的な右ねじれ工具（右刃）は、比較的強度が低い底刃で工作物に切込みを開始するため、その衝撃により切削初期に底刃が損傷しやすく、加工精度や工具寿命が悪化する問題があった。そこで、ねじれ方向のみを左ねじれに変更した左ねじれ工具（右刃）の検討を進めている。左ねじれ工具は仕上げ加工における効果として、バリレス加工、形状精度の向上効果、底面品質の向上効果について確認している。本報では、軸方向に大きな切込みを与えた段切削において、体積除去率 MRR が一定となるように半径方向切込みと切削送り速度を調整しつつ、これらの切削加工条件の組み合わせが加工特性に及ぼす影響について検討を行い、底面形成時の切削現象について考察する。

1 はじめに

近年、医療分野や電子デバイス分野において、部材の集積化や微細化が進み、大きさが数百マイクロメートルオーダの部材を製造する微細金型が求められている。これらの微細金型は、今後さらなる微細化や高精度化、複雑形状化、難削化など、将来的な金型ニーズへの対応が必要となっている。

微細金型の製造には直径 1mm 以下の工具が用いられるが、工具剛性が低いため工具の欠損を招きやすく、加工能率を下げ非効率な加工を行っている現状がある。また、工具たわみや工具摩耗の影響により切残しが発生しやすく、寸法誤差や形状誤差の要因となっている。また、工作物の弾性変形の影響なども考慮する必要があり、加工メカニズムも不明な点が多いとされている。さらには、微細金型に残存した数 μm の微小なバリは後処理による除去が困難であり、切削加工時にバリレス加工が望まれている。また、光学分野用途向けの金型などは、切削加工後に精密研磨により表面の凹凸を平滑にするための後処理が必要となっており、研磨加工時間の短縮も求められている。

我々は、従来から金型用焼入れ鋼の極小径エンドミル加工における切削現象について基礎的研究を進めて

きた^{1)~12)}。これまでの研究で、外周刃のみ切削に關与する側面切削において、切削速度の高速化とアップカット加工の採用により、工具の長寿命化や仕上げ面品質が向上することを示した^{3)~5)}。次に、より実践的な切削手法として、外周刃と底刃の両方が切削に關与する段切削（肩切削とも称す）について検討した結果、右ねじれ工具は、工具底刃先端が早期に損傷し、加工面品質が悪化した。そこで、ねじれ方向のみ左ねじれに変更した左ねじれ工具（すくい角 $\alpha = 6^\circ$ ）を試作し検討を開始した。その結果、左ねじれ工具は、寸法精度の向上やバリレス加工の実現など仕上げ用工具として有効であることが分かった⁹⁾。しかしながら、左ねじれ工具では切りくずが工具底刃に向かって生成するため、切りくず排出性が悪く、工具底刃で切りくずが連回り、工具欠損する問題が見られた⁷⁾。そこで、左ねじれ工具の切りくず排出性を改善させるため、すくい角を変更しすくい角が切りくず排出性に及ぼす影響について検討した結果、すくい角を鈍角化することで切りくず排出性が向上することを確認した¹²⁾。

本報では、軸方向に大きな切込みを与えた段切削において、体積除去率 MRR が一定となるように半径方向切込みと切削送り速度を調整しつつ、これらの切削加工条件の組み合わせが加工特性に及ぼす影響について検討を行い、右ねじれ工具と対比し、左ねじれ工具の底面形成時の切削現象について考察する。

* 機械システム係
** 龍谷大学
*** 中川加工技術研究所
**** 三菱日立ツール株式会社
***** 東北部工業技術センター

2 実験方法

2.1 供試工具

供試工具には、 $\phi 0.5\text{mm}$ の TiSiN コーティング超硬合金製スクエアエンドミル (2 枚刃 (右刃)、ねじれ角 30° 、すくい角 6°) の右ねじれ工具 (図 1(a)) と、右ねじれ工具のねじれ方向のみ左ねじれに変更した左ねじれ工具 (図 1(b)) の 2 種類の工具を準備した。なお、図 1 の上段は工具側面から観察した工具外周刃、中段および下段には工具底面から観察した工具底刃を示す。なお、右ねじれ工具は、工具底刃から工作物への切込みを開始するが、左ねじれ工具は、比較的剛性の高い工具刃元側から切込みを開始する。

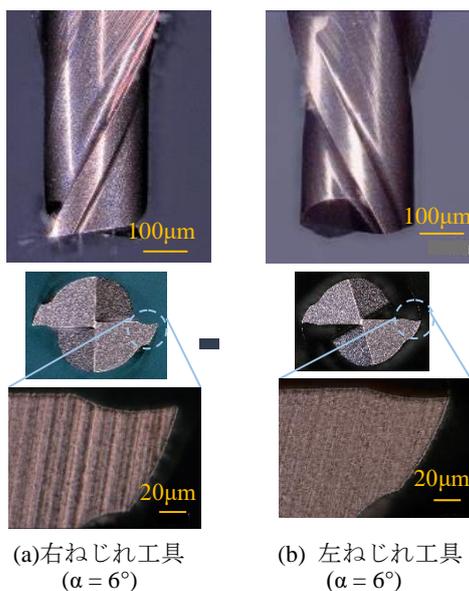


図 1 供試工具

2.2 実験内容

工作機械には超精密マシニングセンタ YMC325 (安田工業製) を使い、主軸に高速エアタービンスピンドル RBX12 (大昭和精機製) を取付け、高速切削条件下 (回転数 $100,000\text{min}^{-1}$) で実験を行った。

図 2 に加工物 ($W8.0\text{mm} \times D6.0\text{mm} \times H2.0\text{mm}$) の形状および加工後の立壁形状 ($W8.0\text{mm} \times D1.0\text{mm} \times H0.5\text{mm}$) を示す。なお、図には加工パスを破線で示している。被削材は金型用焼入れ鋼 SKD61 (HRC53) とした。加工誤差を正確に評価するため、図に示す通り、立壁形状の一方の面を基準面とし、もう一方の面を評価面とした。表 1 に各種切削加工条件を示す。標準切削条件の加工能率を維持するため、各種切削条件の体積除去率 MRR (mm^3/min) ($= F \times R_d \times A_d$) が同じになるように、半径方向切込み量 R_d (μm) と切削送り速度 F (mm/min) を調整した。基準面の生成は、標準条件にて端面から 0.2mm の位置まで段切削し、さらに切込み量ゼロのゼロカットを 2 回実施した。次に、もう一方の面を表 1 に示す各種切削加工条件にて段切削を実施した。なお、実験では、三成分切削動力計 9265C (キ

スラー製) を用いて、平均切削抵抗の切削送り方向成分 \bar{F}_x 、半径方向切込み方向成分 \bar{F}_r 、軸方向成分 \bar{F}_z を測定した。仕上げ加工後の側面及び底面の表面粗さ、加工面の断面形状は、表面性状測定機 CS-5000H (ミツトヨ製) を用いた。

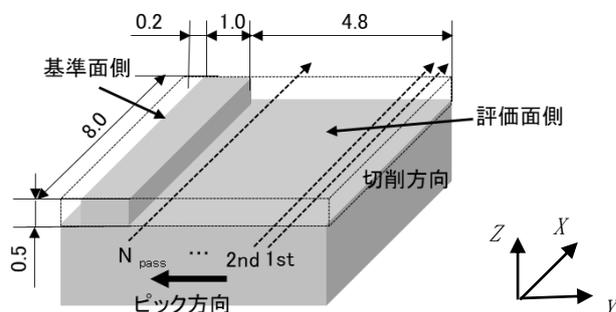


図 2 立壁形状モデル及び加工パス

表 1 各種切削条件

工具	$\phi 0.5\text{mm}$, TiSiN コーティング超硬合金製スクエアエンドミル, 2 刃 (右刃) ①右ねじれ ②左ねじれ		
	No. 1 (標準条件)	No. 2	No. 3
主軸回転数 N_s min^{-1}	100,000		
1 刃当たりの送り速度 f_t $\mu\text{m}/\text{tooth}$	15	7.5	3
送り速度 mm/min	3,000	1,500	600
半径方向切込み量 R_d μm	10	20	50
軸方向切込み量 A_d μm	500		
切削距離 L m	4.3	1.9	0.8
除去体積 mm^3	19.2		
切削方向	Up-cut		
冷却方法	Dry air		

3 実験結果および考察

3.1 MRR 一定条件下における切削加工実験結果

図 3 に各種切削条件にて立壁形状の評価面側を段切削した際の底面のマイクロSCOPE 観察写真を示す。図 3 (i) より、左ねじれ工具の底刃で形成した底面は、体積除去率が一定である場合においても、半径方向切込み量が大きく、1 刃当たりの切削送り量が小さくなるにつれ、ピック間隔で切削送り方向に筋状の切削痕 (図中の横筋) が顕在化する傾向が見られた。一方、右ねじれ工具で加工した底面 (図 3 (ii)) は、半径方向切込み量を大きく、切削送り量を小さくしても、加工痕が発生する向きが変化する以外は、ピック間隔での切削痕も見られず表面状態に大きな違いは見られなかった。

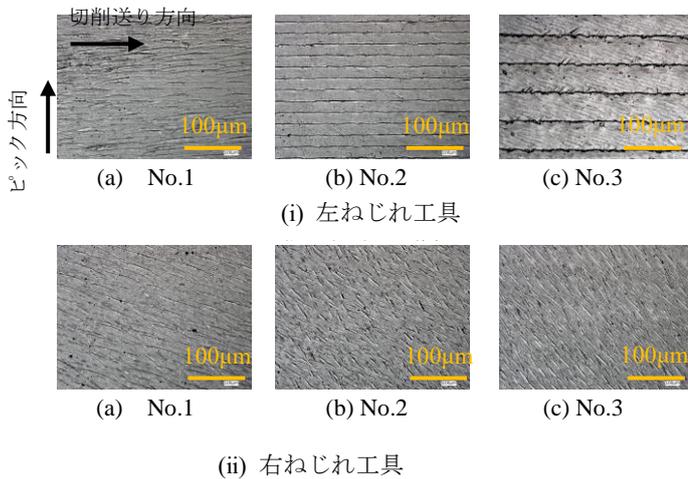


図3 加工底面のマイクロソープ写真

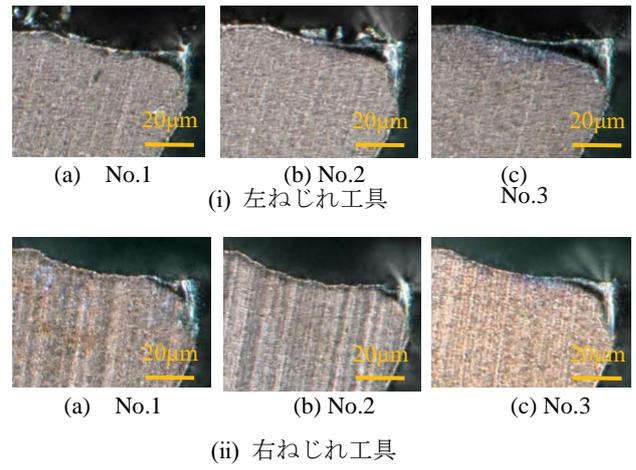


図5 各種工具底刃のマイクロソープ写真

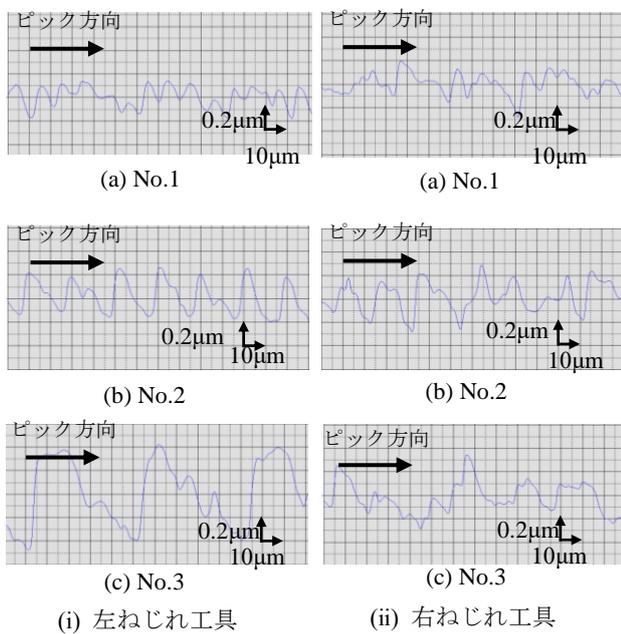


図4 加工底面の表面粗さ曲線

図4に各種切削加工条件で加工した底面のピック方向における表面粗さ曲線を示す。図より、左ねじれ工具により標準条件で加工した底面(図4(i-a))は、表面の凹凸が最も小さく良好な加工面が得られている。一方、半径方向切込み量が大きく、1刃当たりの切削送り量が小さくした切削条件2(図4(i-b))および切削条件3(図4(i-c))では、半径方向切込み量(ピック送り量)の間隔で表面には凹凸が発生し、最大の凹凸高さが約 $0.9\mu\text{m}$ と最も大きい。なお、切削送り方向における表面粗さは右ねじれ工具に比べ左ねじれ工具の方が良好であった。また、半径方向切込み量の増加による表面粗さへの影響はほとんどなかった。

図5に各種切削条件にて加工した後の工具底刃のマイクロソープ写真を示す。図5(i)より、左ねじれ工具の底刃は、半径方向切込み量が大きいほど、底刃の中心付近まで広範囲に磨耗している。一方、右ね

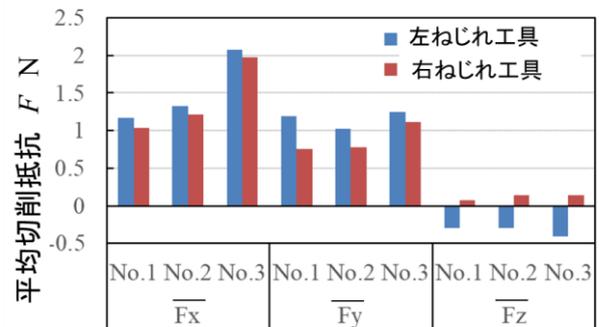


図6 各種条件の平均切削抵抗の比較

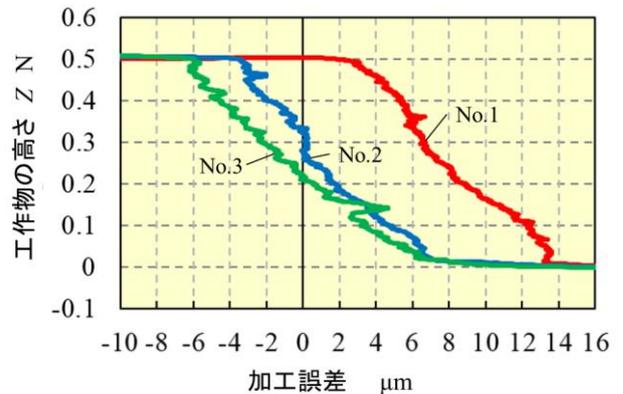


図7 各種条件の工作物の断面プロファイル

じれ工具(図5(ii))は、切削条件の違いによる底刃への工具磨耗の影響は比較的小さい。また、図6には、右ねじれ工具および左ねじれ工具を用いて除去体積約 10mm^3 切削後における平均切削抵抗 $\overline{F_x}$ 、 $\overline{F_y}$ 、 $\overline{F_z}$ を示す。図より、半径方向の切込み量を増加し、切削送り速度を遅くするに従って、左ねじれ工具および右ねじれ工具は共に切削抵抗 $\overline{F_x}$ 、 $\overline{F_y}$ が増加する傾向が見られた。切削条件2および3の幾何学的な切りくず形状は、標準条件に比べ、最大切りくず厚さが大きくなるため、切削抵抗が増大し、加工中の工具たわみが大きくなっていると想定される。したがって、左ねじ

れ工具では、切りくずが刃元側から底刃に向かってねじれ角に沿って生成しており、半径方向切込み量を大きくした場合、工具が大きいたわんだ際に底刃が底面と干渉し、ピック間隔に筋状の加工痕が発生した可能性がある。一方、右ねじれ工具の場合は、アップカット加工により切込み量ゼロで底刃から切込みを開始するため、底刃が切込み時には工具たわみが小さくピック間隔で筋状の加工痕は発生しにくい、工具たわみにより切削送り方向前方に加工痕が残ったと考えられる。図7には、左ねじれ工具を用いて各種切削加工条件で加工した際の加工誤差を示している。図より、標準条件に比べ切削条件2および3の方が、加工誤差が小さい。したがって、底面品質が求められる加工には半径方向切込みを小さく、切削送り量を大きくし、側面方向の加工誤差が求められる加工には、半径方向切込みを大きく、切削送り量を小さくする方が適していると考えられる。

4 まとめ

左ねじれ工具の底面形成時の切削加工条件が加工特性に及ぼす影響について検討を行った結果、底面形成時には工具たわみの影響により底刃先端が底面と干渉することで切削痕が発生し、左ねじれ工具の場合はピック間隔で筋状の切削痕が発生しやすく、右ねじれ工具の場合は、工具送り方向前方に加工痕が発生しやすい。したがって、底面品質が求められる加工においては、半径方向切込み量を小さく、切削送り量を大きくする方が適している。

参考文献

- 1) 西村智史ほか:極小径エンドミルの摩耗機構、2010年度精密工学会春季大会学術講演会公演論文集、(2010)235
- 2) 今田琢巳ほか:極小径エンドミル加工における側面切削現象、2012年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集、(2012)153
- 3) 今田琢巳ほか:極小径エンドミル加工における側面切削現象、2012年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集、(2012)161
- 4) H.Kino、 K.Ogawa、 H.Nakagawa、 H.Kojima and T.Imada : A Fundamental study of cutting phenomena in the micro-end-milling process: In case of the side milling operation 、 Procs. of ICPMT (2012)、187
- 5) 今田琢巳ほか:極小径エンドミル加工における側面切削現象、2013年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集、(2013)441

- 6) 今田琢巳ほか:極小径エンドミル加工における切削現象、2013年度日本機械学会関西支部第89期定時総会講演会論文集、(2014)407
- 7) 今田琢巳ほか:極小径エンドミル加工における切削現象について、2014年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集、(2014)221
- 8) 今田琢巳ほか:極小径エンドミル加工における切削現象について、2015年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集、(2015)167
- 9) 今田琢巳ほか:極小径エンドミル加工における切削現象について、2017年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集、(2017)1003
- 10) 今田琢巳ほか:極小径エンドミル加工における切削現象について、2018年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集、(2018)385
- 11) 今田琢巳ほか:小径エンドミル加工における切削現象について、第12回生産加工・工作機械部門(2018)
- 12) 今田琢巳ほか:微細金型加工技術の高度化に関する研究、平成29年度滋賀県工業技術総合センター業務報告書 P85-88
- 13) 今田琢巳ほか:微細金型加工技術の高度化に関する研究、平成30年度滋賀県工業技術総合センター業務報告書 P82-85
- 14) 今田琢巳ほか:極小径エンドミル加工における切削現象について、2019年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集、(2019)44

金属3Dプリンタを用いた積層造形技術および材料開発に関する研究 —DED方式を用いた材料開発—

斧 督人*

ONO Masato

柳澤 研太*

YANAGISAWA Kenta

要旨 金属素形材産業の企業が、例えば補修や高機能化を目的とした既存の製品への追加積層造形に活用可能な、指向性エネルギー堆積法を用いた金属3Dプリンタをセンターに整備した。運用初年度である本年度は、企業の活用を促進させるために、プロセスマップを利用した積層造形条件の評価および当該方式の特徴を活かした傾斜機能材料の積層造形を検討した。

その結果、レーザー出力と走査速度がビード形成におよぼす影響、積層断面観察評価によるビードの形成状態、傾斜機能材料の積層造形手法としての有用性が明らかとなった。

1 はじめに

樹脂や金属の3Dプリンタを活用した製造業の「3Dものづくり革命」や「積層造形」に関するトピックスを、メディアや展示会で目にするようになって久しい。これら3Dプリンタが実現する積層造形技術は、Additive Manufacturing (付加製造、以下、AM) 技術と呼ばれるものであり、3次元造形物を作るために一層一層積み上げていく加工法としてASTM (American Society for Testing and Materials: 米国試験材料協会) において定義されている。このように、AM技術 (付加製造技術) は、切削加工に代表される従来の加工法 (除去加工) と対をなす、新しい加工法として知られている。

金属3Dプリンタにおいては、世界的な流れもあり、2014年の工作機器展示会開催頃から装置市場が活況を帯びてきている。我が国においても、三次元造形等の高度な生産技術を地域のものづくり産業に適用し、新たなものづくり産業の創出を目的に、素材や機械制御技術等の日本の強みを活かした三次元造形システムの研究開発を国家プロジェクト (例えば、技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構: TRAFAMや戦略的イノベーション創造プログラム: SIPなど) として推進されてきた。

図1および表1に主要な金属3Dプリンタ造形方法の模式図と特徴を示す。金属3Dプリンタを用いた主な金属積層造形方法には、粉末床溶融結合法 (以下、PB方式) と指向性エネルギー堆積法 (以下、DED方式) の二つが挙げられる。これら方式は、各々の特徴を活かした用途に応じた使い分けがなされるべきものであり、どちらも後処理 (熱処理や切削加工など) は必要である。

従来から一般的なPB方式は、コーターを用いて粉末を一層ならし後にレーザー照射による溶融というプロセスを繰り返し、造形を行う。一方のDED方式は、レーザー照射と同時に同じノズルから粉末を吐出し、肉盛り溶接のように一層一層積層造形を行う手法である。このように、PB方式のゼロからの造形に対し、DED方式は肉盛り溶接に類似することから、より高速に追加造形が行える。

大きな特徴として、PB方式はより細かい粒径を要求することやサポートが付与可能であるため、複雑形状の造形に適している。ただし、溶融時に発生した金属蒸気が凝集して微細な粒子となったヒュームが、レーザー光を散乱させる、付着によりレーザーのレンズを曇らせるなど、レーザー出力の低下や不安定化を招くなど課題があり、それによる再現性の低下などが問題となっている。

一方、DED方式は前述のように肉盛り溶接のような方式であるため、PB方式とは異なる異種材料の積層造形、複数の粉末供給部 (パウダーフィーダー) の同時稼働により実現する複合材料や傾斜機能材料 (接合) の造形などが行えることが大きな特徴として挙げられる。

以上のことから、各方式の特徴をまとめると、PB方式は製品の形状設計の自由度が大きい、DED方式は製品の材料設計の自由度が大きいことが明らかである。

本研究ではDED方式の金属3Dプリンタを活用した材料開発および評価について検討を行ったので、報告する。

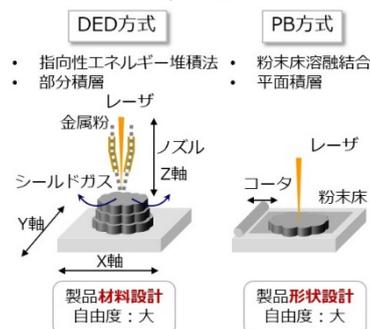


図1 主要な金属3Dプリンタ造形方法

表1 金属3Dプリンタ造形方法の特徴

	DED方式	PB方式
造形の特徴	追加	ゼロから
造形速度	○ (高速)	△
原料粉末コスト	○	△
形状自由度 (複雑形状含む)	△	○
精度 (形状)	△	○
精度 (再現性)	○	△
メンテナンス性	○	△
異種材料複合	○	×
接合・傾斜機能材料	○	×

*機械システム係

2 実験方法

2.1 金属3Dプリンタ装置の概要

センターでは、技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構 (TRAFAM) より開発された三菱重工工作機械株式会社製のパウダDED方式3次元金属積層造形機 LAMDA200の商用初号機を、平成30年度に「生産性革命に資する地方創生拠点整備交付金」(平成29年度内閣府補正予算)により整備した。本研究では、このDED方式の金属3Dプリンタを用いて、実験を行った。

図2に装置外観写真、表2に主な仕様を示す。装置は、造形部本体、粉末供給部(パウダーフィーダー)、レーザー発振器、チラー、集塵装置より構成されている。積層時は、造形物を静置させるテーブルがXおよびY軸方向に稼働し、レーザー照射や粉末が吐出されるノズルがZ軸方向に稼働する。最大造形サイズは200 x 200 x 200mm、レーザー出力の最大値は2000W、パウダーフィーダーは2つ備えている。

2.2 使用材料および主な積層造形条件

積層造形に用いた金属材料は、全てガスアトマイズ法で作製された粉末であり、本研究ではマルエージング鋼粉末(山陽特殊製鋼株式会社製 QM300 粒径45~150 μ m)、ステンレス316L相当粉末(山陽特殊製鋼株式会社製 PS316L 粒径45~150 μ m)およびステライトNo.6(山陽特殊製鋼株式会社製 PS6 粒径45~150 μ m)を用いた。

また、積層造形はSS400材のベースプレート(厚み約6mm)上で行った。

レーザー出力は600~1600W、ノズルの稼働速度(以下、走査速度)は200~1400mm/min、ビードの幅に影響をおよぼすスポット径は ϕ 2mmとし、粉末のキャリアガスおよび積層箇所のシールドガスはArガスを用いた。

2.3 評価方法

積層造形物の観察・評価は、デジタルマイクロスコープ(株式会社キーエンス製 VHX-6000)を用いた。また、成分分析は、エネルギー分散型蛍光X線分析装置(株式会社堀場製作所製 XGT-5200WR)を用いた。硬さ測定は、マイクロビッカース硬さ試験機(株式会社ミツトヨ製 HM-221)を用いた。

3 実験結果

3.1 プロセスマップを利用した積層造形条件の検討

プロセスマップを利用した積層造形条件の検討は、マルエージング鋼を用いた。ノズルからの粉末吐出量は、安定して約12g/minとなるよう、パウダーフィーダーおよびキャリアガス流量を制御した。図3に検討した条件、図4~図6に各々走査速度200、500および800mm/minにおけるライン造形後のビード表面観察例を示す。



図2 金属3DプリンタLAMDA200の装置概略

表2 金属3Dプリンタの主な仕様

稼働軸	XY (テーブル), Z (ノズル)
最大造形サイズ	200 x 200 x 200mm
レーザー出力	最大2kW
粉末供給部 (パウダーフィーダー)	数量: 2つ (2種材料混合可能)
粉末粒径	約45~150 μ m
材種	SUS, マルエージング鋼, チタン合金, インコネルetc

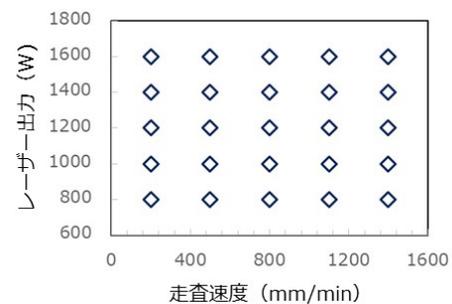


図3 検討した条件(走査速度vsレーザー出力)

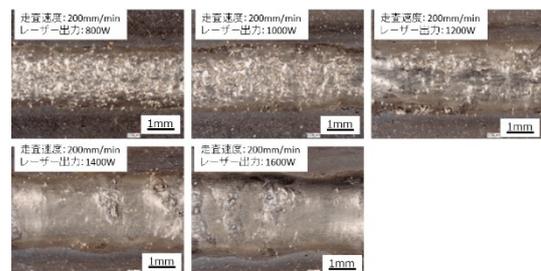


図4 ライン造形外観写真(走査速度200mm/min)

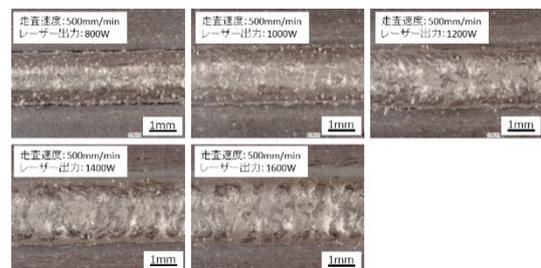


図5 ライン造形外観写真(走査速度500mm/min)

例えば、図4において、一例として走査速度200および500mm/minにおける各レーザー出力により造形したビード表面観察写真に注目すると、ビード幅は図5に示した走査速度800mm/minの場合よりも全体的に太かつ幅も不均一であり、表面の凹凸も大きいことが分かる。以上のことから、各走査速度において、同じ粉末吐出量のもと造形を行った影響も考えられるが、走査速度がビード表面状態に大きな影響をおよぼすことが明らかとなった。

図7に走査速度200mm/minにおけるレーザー出力ごとの断面観察写真を示す。母材への溶け込みは、レーザー出力の小さい800Wにおいては十分ではなく、出力の増加とともに溶け込み深さが大きくなっていくことが分かる。また、オーバーラップやブローホールなど溶接同様の内部欠陥が散見される。

一方、図8に走査速度800mm/minでのビード中央の断面観察写真を示す。レーザー出力の増加と共に溶け込み深さは大きくなるが、低速である200mm/minのような不十分な溶け込みや内部欠陥は特に見受けられなかった。同様に、検討した走査速度1100および1400mm/minにおいても溶け込み不良や内部欠陥は観察されなかった。

今回検討した条件をとりまとめるために、パウダーベッド方式の金属3Dプリンタにおけるプロセスマップ評価において一般的に用いられている、式(1)に示すエネルギー密度Eを用いた評価を検討した。

$$E \text{ (J/mm}^2\text{)} = P/Dv \quad \text{式(1)}$$

ここで、Pはレーザー出力(W)、Dはスポット径(mm)、vは走査速度(mm/s)を示す。

各条件におけるライン造形より得られた、ビード表面の均一さおよび断面観察における内部欠陥の発生や溶け込み状態と併せて、エネルギー密度を考慮した条件の検討を行った。図9に各条件におけるエネルギー密度と断面観察より得られた造形条件検討結果(×印は要再検討、○印は積層造形に適していると考えられる条件)を示す。図9において、ライン造形の表面および断面観察より得られた造形条件の指針として、積層造形を行う際に検討すべき条件領域は、走査速度800~1400mm/min、レーザー出力800~1600Wの範囲であることが明らかとなった。

ここで、式(1)によるエネルギー密度を利用した評価においては、PB方式とは異なるDED方式の特徴である粉末吐出が造形におよぼす影響が明らかとならない。粉末吐出量と走査速度の関係は造形に大きな影響をおよぼすと考えられるので、プロセスマップを用いた積層造形条件検討においては、粉末吐出量との関係性を明らかにする必要がある。

3.2 積層造形について

前節で得られた知見をもとに、図10に示すような小径リングの造形を行った。積層材料とベースプレートは、前節プロセスマップによる検討と同様に、それぞれマルエージング鋼とSS400材である。

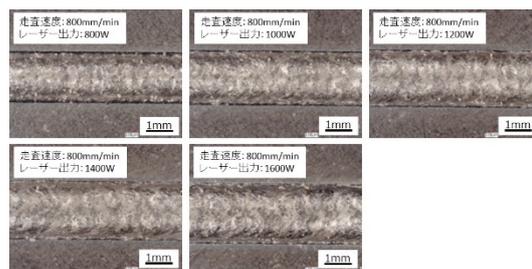


図6 ライン造形外観写真(走査速度800mm/min)

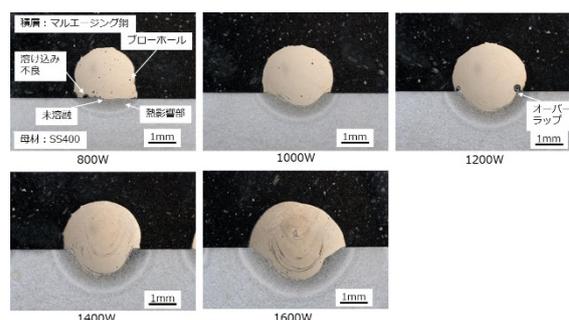


図7 ビード断面観察写真(走査速度:200mm/min、レーザー出力:800~1600W)

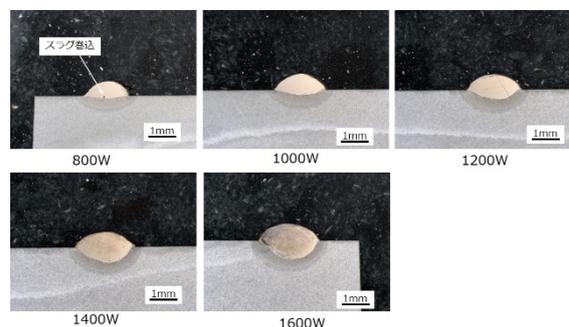


図8 ビード断面観察写真(走査速度:800mm/min、レーザー出力:800~1600W)

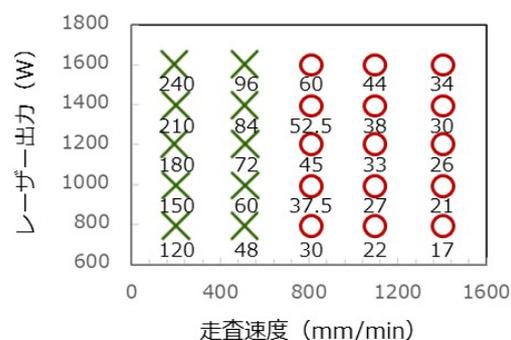


図9 プロセスマップ(図中の数値はエネルギー密度:単位J/mm²)

図10に造形手順の概要を示す。平面上の走査ピッチは、検討した条件のビード幅の約50%であり、約50%を重ねた(オーバーラップさせた)1mmとした。また、高さ方向の積層ピッチについては、ビード高さと同様である0.7mmに設定した。

図11に、積層造形サンプルである小径リングの断面マクロ観察写真を示す。白色の点線は、観察された各積層の境界を示している。ベースプレートと接する平面方向において、スタート時の造形におけるベースプレートへの溶け込みと中心方向の他層の溶け込みに着目すると、ベースプレートへの溶け込みが少ない層が見受けられる。これは、走査方向へオーバーラップさせながら積層したことによるものと考えられ、ビード幅の約50%を重ねながら造形を行ったことにより母材の熔融状態がスタート時とは異なること、さらに、積層時の熔融金属が前層のビードに沿って流れたことにより大きな溶け込みに至る前に冷却され可能性も考えられる。また、高さ方向に着目すると、積層を重ねるたびに熔融金属の流れが確認され、造形物全体としてもダレが見受けられる。積層条件として平面方向・高さ方向のピッチの調整もさることながら、積層造形の場合はライン造形と異なり、レーザーによる蓄熱の影響を検討する必要があることが明らかである。

3.3 金属3Dプリンタを用いた傾斜機能材料の開発

装置概略でも触れたが、整備したDED方式金属3Dプリンタは、その方式の特徴を活かし、同種金属や異種金属の追加による積層造形が可能である。また、整備した装置は、図12に示すようにパウダーフィーダーを2つ備えている。これらを活用することで、傾斜機能材料の積層造形を検討した。用いた粉末はSUS316LおよびステライトNo.6であり、耐腐食性とステライトの耐摩耗性を活かした高温腐食環境中での摺動材料を想定した。

図13に本研究において検討した傾斜機能材料各層の概略と造形後の外観写真を示す。ベースプレート上に、SUS316L単体を積層し、さらにSUS316LとステライトNo.6の割合が設計通りとなるようパウダーフィーダーのディスク回転数をプログラムで調整し、混合粉末として吐出しながら複合材料として積層を繰り返した。最後に、耐食性および耐摩耗性に優れたステライト単体を積層した。このような傾斜機能材料は、同種・異種材料接合技術および複合材料の開発をはじめとするDED方式金属3Dプリンタの特徴を最大限活かした積層造形と言える。

ここで、造形した傾斜機能材料サンプルを切断し、材料特性および材料成分分析による評価を行った。図14に各層のビッカース硬さを測定した結果を示す。SUS316L単体からステライトの比率の増加と共に硬度は向上しており、材料特性である硬度の傾斜が確認された。また、複合則より求めた計算値ともよい一致を示した。

図15に蛍光X線分析を用いた元素マッピングおよびライン分析結果を示す。SUS316Lとステライトの含有成分より、ステンレスの主成分であるFeおよびステライトの主成分であるCoに着目して分析を行った。ステライトの比率増加とス

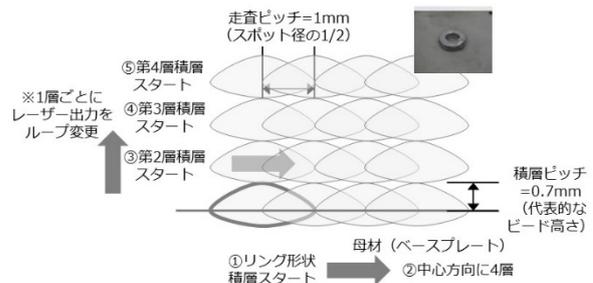


図10 造形サンプルおよび造形手法の概要

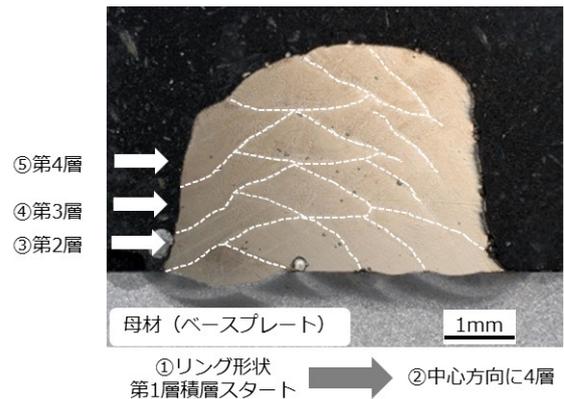


図11 造形サンプルおよび造形手法の概要

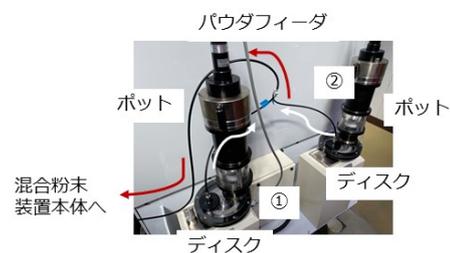


図12 材料粉末供給部であるパウダーフィーダー

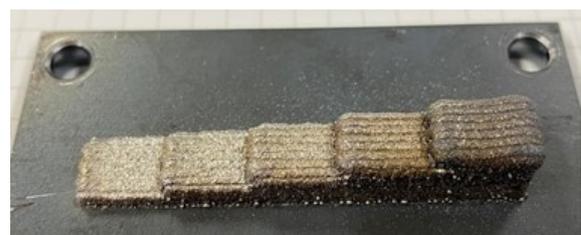


図13 傾斜機能材料各層の概略および造形サンプル

テンレスの比率低下がCoおよびFeの濃淡で示され、またライン分析の各元素の強度傾向より、材料組成の傾斜構造が確認された。

以上のことから、傾斜機能材料積層造形において、積層方式の特徴を活かしたDED方式金属3Dプリンタ活用の有用性が明らかとなった。

4 まとめ

新たに整備した最新鋭のDED方式金属3Dプリンタを用いた材料開発技術の検討において、プロセスマップを用いた積層造形条件の検討手法およびDED方式の特徴を活かした材料開発技術として傾斜機能材料の積層造形の検討を行った。

- (1) マルエージング鋼のライン造形を用いたプロセスマップ(条件: 走査速度vsレーザー出力)の作成および検討した条件を用いて小径リングの積層造形を行った。その結果、表面および断面観察を経て検討したプロセスマップを活用したリング形状積層造形において、形状の崩れを可能な限り防ぐためには、平面方向の走査ピッチおよび高さ方向の積層ピッチの調整もさることながら、レーザーによる蓄熱の影響を検討する必要があることが明らかとなった。
- (2) 同種・異種材料接合技術および複合材料の開発をはじめとするDED方式金属3Dプリンタの特徴を最大限活かしたSUS316Lとステライトの傾斜機能材料の積層造形を行った。硬さ特性と材料組成分析結果より、設計通りの傾斜構造が確認された。このことから、傾斜機能材料積層造形において、積層方式の特徴を活かしたDED方式金属3Dプリンタ活用の有用性が明らかとなった。

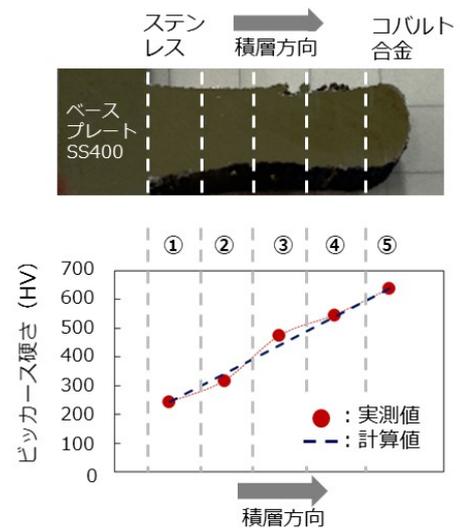


図14 傾斜機能材料のビッカース硬さ分布

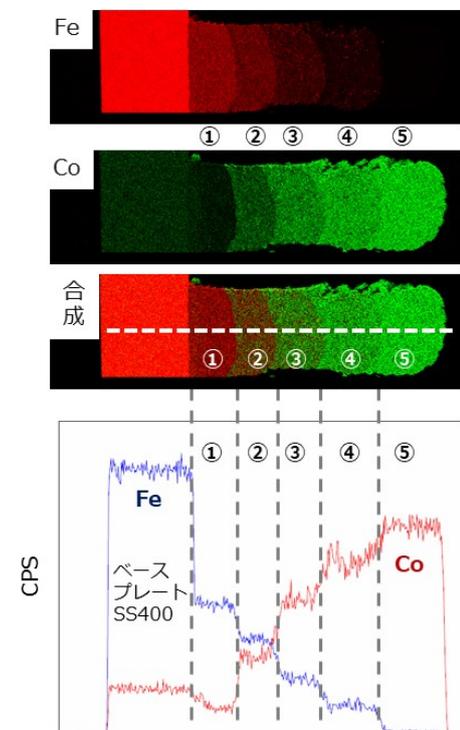


図15 傾斜機能材料のFeおよびCoでの元素マッピング結果

金属3Dプリンタを用いた積層造形技術および材料開発に関する研究 —DED方式を用いた積層造形技術—(第1報)

柳澤 研太*
YANAGISAWA Kenta*

斧 督人*
ONO Masato*

要旨 本研究では次世代のAM (Additive Manufacturing)技術であるDED (Directed Energy Deposition)方式の金属3Dプリンタを用いた積層造形技術を確立し、県内企業への技術普及を目指している。本年度は、簡易形状の造形を行い、造形精度等を調査した。

1 はじめに

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、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。

金属3Dプリンタの中で現在主流となっているPB (Powder Bed)方式に対し、当センターで平成30年度に導入したDED方式の金属3Dプリンタは次世代のAM技術であり、技術の蓄積等がPB方式と比べるとまだ多くない。本研究において他県に先駆けてこの技術を確立することにより、機械・金属系の産業への波及効果が期待される。各企業からの要望に応えられるような機械部品等の造形の前段階として、本年度は簡易形状の積層造形を対象とし、造形条件による違いを造形精度等の面から調査した。

2 DED方式の概要

当センターで導入したDED方式の金属3Dプリンタの仕様を表1に示す。この装置では、ガスで噴射した金属粉末をレーザーで熔融させて積層造形していく構造となっている。特徴としては、「造形速度が速い・既存の製品や機械部品に追加造形することが可能・異なる材料の接合が可能」といったこと等が挙げられる。一から造形するだけでなく、製品・部品の補修や、部分的に材料・形状を変更することも可能であるため、既存の製品の機能向上としての用途も期待される。

表1 装置仕様

メーカー	三菱重工工作機械(株)
型式	LAMDA200
稼働軸	XY(テーブル)、Z(ノズル)
最大造形サイズ	200×200×200mm
最大レーザー出力	2kW
パウダフィーダ	2か所
金属粉末粒径	約45~150 μm

* 機械システム係

3 円筒形状の積層造形

3.1 目標とする造形

今回目標とした造形は図1のような円筒形状である(底の角板は積層のためのベースプレート)。厚み方向は1ビードのみで螺旋状の走査パスで造形を行った。

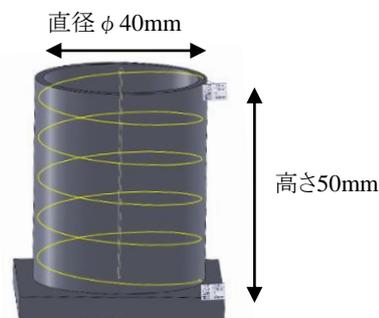


図1 円筒形状積層イメージ

3.2 デフォーカスの許容値の調査

積層にあたり、高さ方向のピッチ(zピッチ)を事前に決めておく必要がある。また螺旋状の走査パスであるため、レーザーの焦点距離がわずかにずれる。焦点距離はノズル先端から12mmの位置であるが、螺旋を1周すると、zピッチ分焦点距離がずれる。そのイメージを図2に示す。

螺旋状のパスでは焦点距離がzピッチ分ずれるため、焦点距離からのずれ量と積層可能範囲(デフォーカスの許容値)との関係を調査した。その調査方法は、一本線の造形(ライン造形)で、焦点距離から-3mm~+3mmまで変化させ、そのビード高さを測定した。ビード高さの定義は図3に示すように、ベースプレートからビードの頂点までとしている。材料等の条件については表2のとおりである。これらの測定結果を図4に示す。

この結果から、表2の条件において、±1mmの範囲までは焦点から外れていてもビード高さの変化量は0.1~0.2mmと小さく、積層への影響が小さいと考えられる。



図2 zピッチのずれ発生イメージ

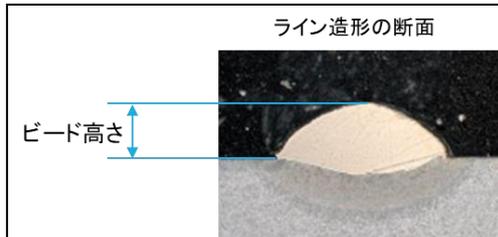


図3 ビード高さ

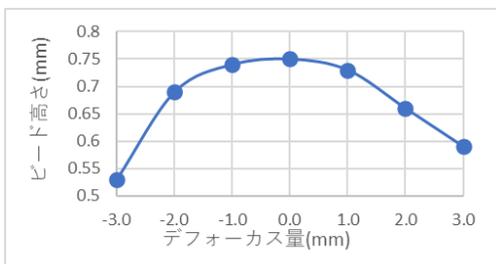


図4 デフォーカス量とビード高さの関係

表2 造形条件

材料	SUS316L
レーザースポット径	φ 2.4mm
走査速度	800mm/min
粉末吐出量	約12g/min
粉末粒径	45~150 μm
レーザー出力	1000W

3.3 zピッチの調査

図4の結果から±1mmまではデフォーカスしても影響が小さいことが分かったため、この範囲内でzピッチを決定する必要がある。

表2の積層条件でライン造形を5層積み重ね、その高さを測定し、平均値を導出することで適切なzピッチを調査した。その結果を表3に示す。なお、平均値を導出するときは、一番上の層は除いて計算している。その時の一番上の層のビード高さは、1層のライン造形時の高さと同じと仮定している。そのイメージを図5に示す。

この結果よりzピッチは0.5mmとすることとした。

表3 層数とビード高さ

層数	5	1	平均
高さ(mm)	2.88	0.75	0.53

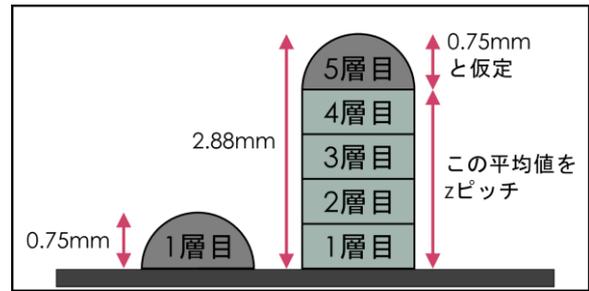


図5 zピッチ導出イメージ

3.4 造形実験内容

図1のような円筒形状の積層造形にあたり、適切な積層条件を調査するために、異なる造形条件での比較を行った。なお、今回はレーザー出力のみ調整を行った。その他の条件は表2のとおりで、zピッチは0.5とした。なお、直径はノズル中心が描く円の直径とし、高さは螺旋の終点の高さとしている。

3.5 円筒の積層造形(パターン1)

レーザー出力を1000W一定で積層したものをパターン1とする。その造形結果を図6に示す。この円筒の表面の状態を見ると、ベースプレートから15mm弱程度までの積層初期(以降、下層)は積層ラインが綺麗に見えるが、それ以降は層がはっきり見えず、表面がだれているような感じになっている。ラインがはっきり見える方が安定した積層が出来ていると考えられ、表面がだれている部分(以降、上層)では各層の形状が崩れ、他の層と混ざり合っているような状態と考えられる。

上層と下層で積層状態の違いを調べるため、積層造形の途中経過を下層と上層で比較した。その結果を図7に示す。この結果を見ると熱の蓄積の違いが見られることが分かる。つまり、上層では熱の蓄積が過剰であったために形状が崩れたと考えられる。熱の蓄積を抑えるためには、レーザー出力を下げる事が考えられる。パターン2でそれを確認する。

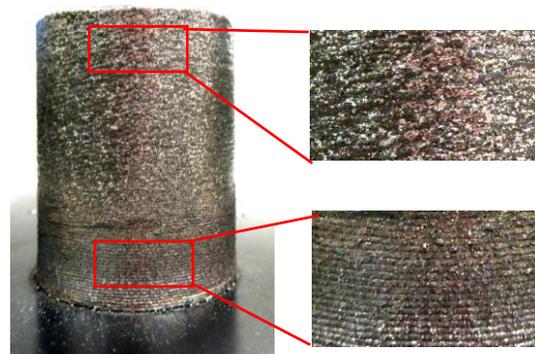


図6 円筒の表面状態

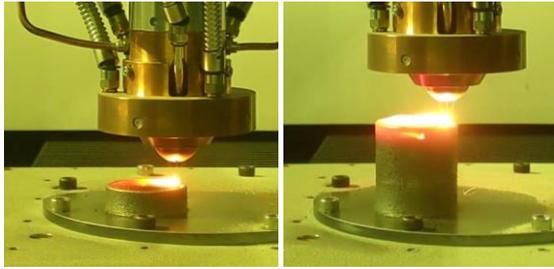


図7 円筒造形中の熱の蓄積比較
(左:下層、右:上層)

3.6 円筒の積層造形(パターン2)

パターン1のように1000W一定ではベースプレートに近い下層では安定した積層が出来ていたが、上層では蓄熱が過剰になっていることが分かった。そのため、レーザー出力を表4のように調整した。これをパターン2とする。

これにより積層造形した結果を図8に示す。この結果から上層まで積層ラインがはっきり見えており、安定した積層が出来ていることが分かる。

レーザー出力調整前後での積層造形途中を比較した結果を図9に示す。この結果より、レーザー出力調整後は蓄熱の状態が改善されていることが分かる。

表4 調整後のレーザー出力

層数	レーザー出力
1~10層目	1000W
11~30層目	800W
31層目以降	700W

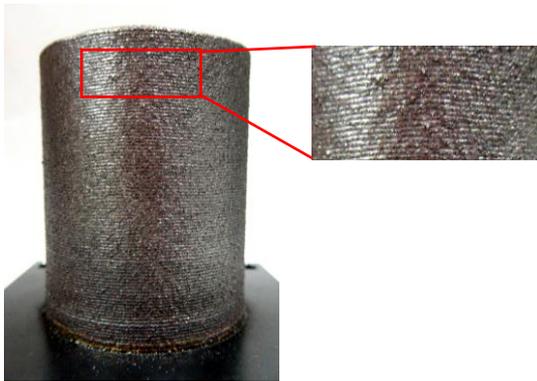


図8 円筒の表面状態

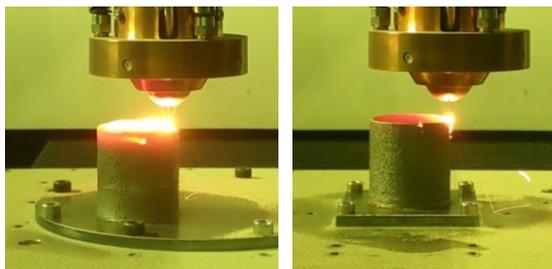


図9 円筒造形中の熱の蓄積比較
(左:パターン1、右:パターン2)

4 造形物の形状評価

4.1 3Dスキャナを用いた形状評価

今回造形したパターン1とパターン2の円筒について、3Dスキャナを用いて測定を行い、これにより、造形精度等について数値的な比較・評価を行った。用いた装置及び測定項目は表5のとおりである。なお、ベースプレートから5~45mmの範囲を5mm刻みで評価した。

表5 使用装置および測定項目

測定装置	ATOS core 200
解析ソフト	GOM Inspect
測定項目	外径、内径、厚み

4.2 各測定項目について形状評価

それぞれの結果を図10~12に示す。外径、内径は設計値よりも小さく仕上がっていることが分かる。その要因の一つとして熱変化による収縮が考えられるが、今後調査の必要がある。狙った径に造形するためには寸法をオフセットすることで対応可能と考えられる。そのため、誤差の大きさよりもバラつきの大きさの方が重要となる。そのバラつきを評価した結果を表6に示す。

厚みについては、それぞれのパターンでの平均厚みと設計値(ライン造形時の幅)との誤差を比較すると、表7の結果よりパターン2の方が良いことが分かる。

これらの結果より、パターン2の方が精度良く造形出来ていることが分かり、レーザー出力は適切な値に調整することが重要であることが分かった。

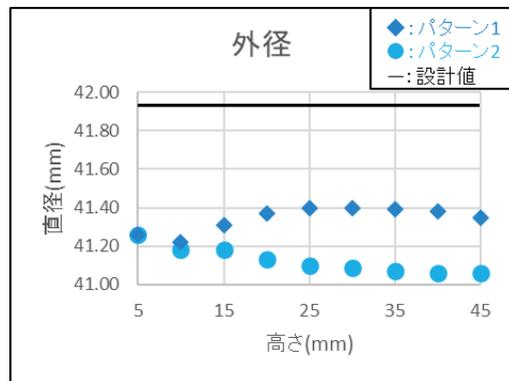


図10 各高さでの外径

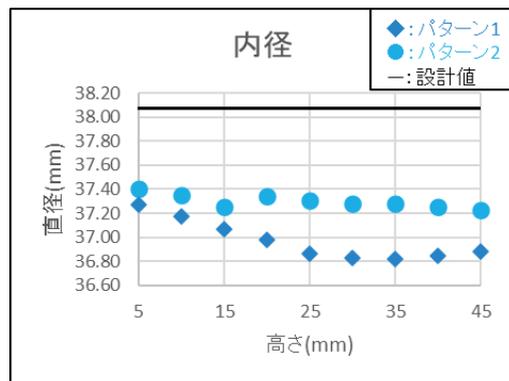


図11 各高さでの内径

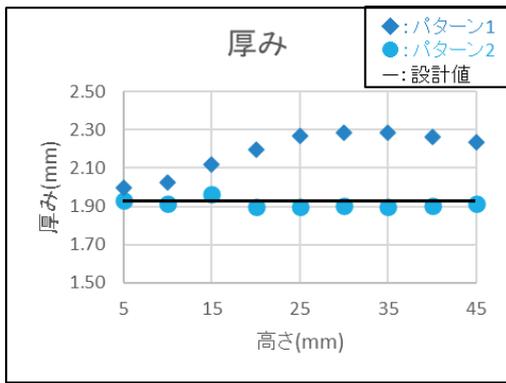


図12 各高さでの厚み

表6 各高さの径のバラつき(標準偏差)

	パターン1	パターン2
外径	0.06	0.06
内径	0.16	0.05

表7 厚みの平均と設計値との誤差

	パターン1	パターン2
誤差	+0.26mm	-0.02mm

5 まとめ

本年度は簡易形状として円筒の造形を行い、その形状評価を行った。その結果、以下のことが分かった。

- (1) z ピッチはデフォーカスの許容範囲内で決定することが必要でビード高さよりも小さな値となる。
- (2) 円筒造形時に蓄熱が過剰になると、造形物の表面がだれたようになり、不安定な造形となる。
- (3) レーザー出力を適切に調整した場合、安定した造形が可能となり、精度やバラつきが改善する。

参考文献

- 1) 三菱重工技報 Vol.55 No.3 (2018) インダストリー & 社会基盤特集

高感度蛍光検出技術を応用したタンパク質状態を評価する技術開発 タンパク質変性の有無を簡便に評価できる新測定法開発(第1報)

白井 伸明*

SHIRAI Nobuaki*

岡田 俊樹**

OKADA Toshiki*

要旨 食品中のタンパク質は、加熱や酸・アルカリによるpH変化などにより立体構造・状態が変化し、加工、栄養、アレルギー性に影響がある。タンパク質構造を調べる研究手法、技術は電気泳動法を初め様々なものがあるが、測定評価には長時間を要したり、手技が複雑であったりと簡便なものではない。そこで、抗原-抗体の特異的な結合反応と蛍光相関分光(FCS)測定法を利用して比較的簡単・短時間で調べることができる方法の開発を目指した。まずは、従来から確立されている方法で牛乳タンパク質の状態を調べ、モデル材料として扱う条件検討を行った。

1 はじめに

これまで、食品の微生物検査や環境分析などの分野での利用を目的に、高感度蛍光検出技術を応用する研究開発を行ってきた。過去の研究では、蛍光分子を1分子単位で検出ができる小型の蛍光相関分光(FCS; Fluorescence correlation spectroscopy)測定装置の測定方法とデータ解析法を工夫する超高感度蛍光分子検出技術の開発に取り組んできた。デスクトップPCサイズの装置を使い 10^{-12} Mまでの定量検出¹⁾やウイルス1粒子検出法の開発に成功してきた²⁾や。その後、食品衛生検査や環境分析で利用できるように微生物が生産するタンパク質やペプチドを検出することで、比較的簡便で短時間に微生物の検査にも技術が応用できることを示し、コストや操作性について実用化を評価するために測定キットの試作を行った³⁾。しかし、実用化について研究開発の協力企業や技術導入に関心が持つ企業からの意見では、遺伝子検査法であるPCR法との競合において、時間と操作性の簡便さの優位点があっても、実用化について比較されることがあった。そこで、遺伝子を増幅して細菌やウイルスの存在を調べるPCR法と競合しない用途の検討を行うこととした。ここで、食品産業界での近年の市場、研究開発の実態に目を移すと、「機能性食品」について研究開発が活発で市場の急速な拡大が見て取れる。機能性食品については、製品に機能性の表示ができる「保険機能食品」として以下の3つのカテゴリーに分類される。1「特定保健用食品」いわゆるトクホ、2「栄養機能食品」、と3「機能性表示食品」に分類されるが、3の機能性表示食品は、平成27(2015)年に登録受付が開始されてから短期間に登録受理される製品の種類・品数が増え⁴⁾、売り上げも毎年が増加がみられ、これが機能性食品の市場拡大をけん引している。ここで、「保険機能食品」についての分類や登録・制度面での解説には触れないが、表示制度を所轄する消費者庁HPなどを参照して頂くと非常に分かりやすい説明と現状の製品リストの

紹介から最新情報を入手できる。これまで急速に市場を伸ばしている「機能性表示食品」に注目したところ、2019年10月でも消費者庁による受理数は約2200件、そのうち生鮮食品は39件と極めて少なく、温州みかんに集中していることが見て取れる⁵⁾。これは、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構の杉浦らの研究報告が論文文献データとしてまとまっており、 β -クリプトキサンチンの機能性を科学的に証明し、さらに機能性発揮のために必要な量がみかん果実中に含まれることを簡便測定シバラつきを評価する方法も確立されていることが他の生鮮食品、農産品との違いと考えられる。つまり、新しい機能性食品が世に出て制度面からも認められるためには、機能性成分の測定技術は、あまり複雑であると企業などが実用化に取り組むためのハードルとなる。

本研究の計画段階で、牛乳や鶏卵などの農産品は、日本では、価格・栄養価とも安定優良なタンパク質源となる食品として長期にわたり君臨しているが、これは小規模の生産者や付加価値の面からは、非常に厳しい状況であるとの声を聞いた。例えば、地域の小規模牧場では、市場で流通する大手乳業メーカー製品との価格競争には、まったく歯がたたないことから味や風味により消費者への訴求を行うことができる低温殺菌乳や自家製のヨーグルト、チーズ、アイスクリームなど加工品の開発、牧場での生産現場での体験と製品加工・製造と販売を組み合わせ、いわゆる6次産業化に活路を求めている事業者がある。

さらに小規模事業者には、自分たちが非常に手間暇かけた、こだわりの逸品であることを“美味しさ”や“風味”という官能評価による説明以外に、科学的で客観的な製品評価を行いたいという要望がある。本研究では、最終的には、タンパク質の構造や状態が熱や酸・アルカリなどpH変化などで容易に変性することに注目した。新鮮さ、あるいは本来のタンパク質が持つ機能性が構造とともに変性しているか否かを評価するためには専門的な研究者でなくてもタンパク質の構造を食品会社などの現場で測定ができる評価法が必要として本研究に取り組むこととした。

* 有機材料係 **食品・プロダクトデザイン係

まず、本年度は、簡便な評価方法の開発の前に牛乳を材料として加熱によるタンパク質の構造や状態の変化をいくつかモデル変性条件を定めること、次に構造変化の有無をタンパク質化学の研究では、従来から利用されてきた電気泳動法などにより調べることでモデル材料として扱うための条件検討を行った。

2 実験材料・操作

2.1 生乳と加熱変性条件検討

加熱前の牛乳である生乳は、販売されることがないため、滋賀県畜産技術振興センター(蒲生郡日野町)と、山田牧場(甲賀市信楽町)の好意により少量の試験サンプルとして分与いただいた。生乳中に含まれるタンパク質の変性には、加熱処理をおこなった。牛乳の殺菌条件として厚生労働省通知により定められ、具体的には以下のような区分があることを参考に、1.5mLのエッペンドルフチューブあるいは、0.2mLのPCR用チューブを用いて条件検討を行った。日本の牛乳の殺菌方法は、「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令」により、保持式により63°Cで30分間加熱殺菌するか、又はこれと同等以上の殺菌効果を有する方法で加熱殺菌することが定められており、以下のような分類があるが、市場に流通するほとんどの牛乳が低温長時間殺菌と超高温瞬間殺菌による。

牛乳の加熱殺菌条件の分類

低温長時間殺菌(LTLT) 63~65°C 30分以上
高温短時間殺菌(HTST) 72°C以上 15秒以上
高温長時間殺菌(HTLT) 75°C以上 15分以上
超高温瞬間殺菌(UHT) 120~150°C 1~3秒

2.2 光学顕微鏡による乳中脂肪球の観察

生乳あるいは、その加熱処理乳、市販牛乳は、光学顕微鏡による脂肪球の分布の様子を観察した。観察対象は、基本的には、未希釈で観察し、必要がある場合は、1×PBS(phosphate buffered saline, Sigma-Aldrich, Co., 米国Mo))により希釈した。試料は、3.5 μLをスライドグラスに滴下し、カバーグラスとマニキュア液で封じた後、流動がおさまるまで数分間静置し、光学顕微鏡(オリンパス製BH-2)での観察(位相差法、対物×40、接眼×10)を行った。

2.3 電気泳動

実験に用いた試薬として、緩衝液の調整にはNa₂HPO₄、NaH₂PO₄、Triton X-100(富士フィルム和光純薬(株), 大阪)、Tween®20(東京化成工業(株), 東京)、SDS(sodium lauryl sulfate)とNaCl(ナカライテック(株), 京都)を使用した。電気泳動に供するPAGEゲルは、基本的にLaemmliらの方法に準じたゲル調製と泳動を行った⁶⁾が、濃度勾配ゲルは、プレキャストゲル4-15%(Mini-PROTEAN® TGX™, Bio-Rad社, 米国CA)を使用した。泳動用緩衝液には、25 mM トリス、192 mM グリシン、

0.1% SDS、pH 8.3を基本として、泳動条件検討の必要に応じて成分濃度を変更した。

3 結果と考察

3.1 生乳の加熱変性条件の検討

本研究では、まず牛乳に含まれるタンパク質の構造、状態が殺菌や調理のための過熱により構造あるいは状態が変化することを未加熱の生乳から実験室での加熱を行いモデル材料として扱う条件検討を行った。エッペンドルフチューブに少量のサンプルを分注し、ウォータバスで加熱した際の温度変化を応答速度の早い熱電対を挿入して温度変化を調べたところ、1min以内にチューブ内サンプル温度も2°C以内に達することを確認した。そこで、低温長時間殺菌法をモデルとした条件として、ウォータバスで63°C×30minの処理を行い、高温加熱殺菌のモデルとして、73°C×2min15secの処理を行った。より強い加熱条件のモデルとして、PCR用の0.2mLチューブを使用し100°C×2minの煮沸処理を行った。市販の低温長時間加熱殺菌乳、超高温瞬間加熱殺菌乳は、冷蔵保存から加熱を行わずに電気泳動などの試験に使用した。

3.2 牛乳中脂肪球の光学顕微鏡像

生乳あるいは、その加熱処理乳、市販牛乳の観察には、染色などの処理を行わずに、位相差観察をおこなった。生乳あるいは、その加熱処理乳、低温殺菌牛乳ともに観察像は非常に似たものであり(図3)、分別をすることはできない。一方、市販牛乳の一般製品である超高温短時間殺菌を行われた牛乳は、加熱殺菌に加えて、乳脂肪が分離してクリーム層を形成させないようにホモジナイズ処理も行われている。これは、顕微鏡像からも明確に見て取ることができる。

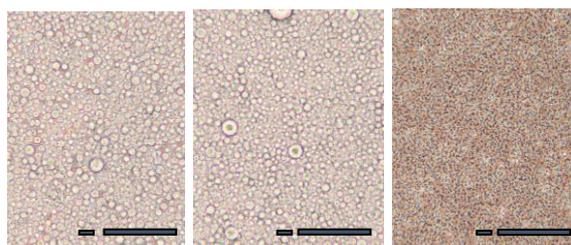


図1 牛乳中脂肪球の光学顕微鏡観察像

位相差像(対物レンズ×40倍)では、生乳(左)とホモジナイズ処理を行っていない低温殺菌牛乳(中)は、区別ができないが、超高温瞬間殺菌とホモジナイズ処理したもの市販牛乳(右)は、明確に脂肪球のサイズ、分布が異なる。(スケールバーは、10、50 μm)

3.2 加熱条件の異なる牛乳の電気泳動

牛乳中のタンパク質の構造・状態の変化を加熱殺菌条件の異なる牛乳を用いて調べるため電気泳動による分子量による分離をおこなった。基本的に生乳も牛乳の加熱殺菌の条件にちがいがあっても、同じような電気泳動像と

なった(図3泳動像左側1-3レーン)。そこで、先に顕微鏡観察から脂肪球のサイズや分布の違いがあることから、遠心分離処理後に電気泳動を行うことで差を見出す試みをおこなった。遠心分離(10,000g×5min)は、1.5mLのエッペンドルフチューブを用いた。

しかし、遠心分離処理後の泳動像を見ても差はわずかであった(図3泳動像右側4-6レーン)。その原因は、乳中タンパク質の主成分であるカゼイン以外は、電気泳動のバンドとして小さく見えるため差が出にくいことが考えられる。さらに、今回、電気泳動は、従来から一般的であり、タンパク質を分子サイズ順に分離するLaemmliらの方法⁶⁾に従い、ゲル電気泳動前にサンプルの構造変性作用をもつ界面活性剤SDSとともに煮沸処理を行っていることから。熱変性などによるタンパク質の天然-変性構造に一定の状態があったとしてもSDS分子がタンパク質分子の構造を完全に“くずした”様にして泳動試験を行っていることが原因と考えられる。そこで、SDS濃度と煮沸処理の条件など前処理法を変更して、電気泳動での差が表れやすいよう検討を行っている。さらに、乳中のタンパク質には、存在量が少ないが加熱などの変性の影響を受けやすい種類も含まれると想定し、酵素処理や電気泳動後に抗体を利用したウエスタンブロッティングなど免疫法による染色を行い、タンパク質の構造・状態の変化をわかり易く検出する方法を検討する予定である。

乳中タンパク質の構造を特異的に認識する抗体を選定できれば、次の目標となるFCS測定による、迅速・簡便な検査法の開発にも利用できる。

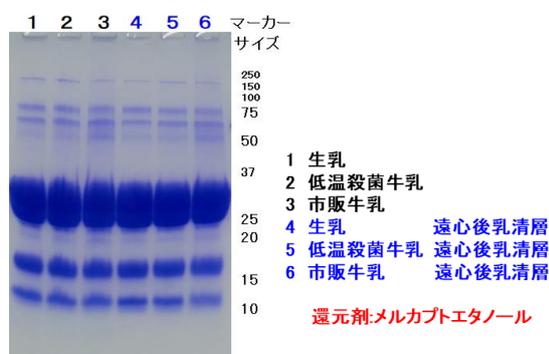


図2 加熱殺菌条件の異なる牛乳の電気泳動

生乳、低温長時間殺菌牛乳、市販牛乳(超高温瞬間殺菌)は、加熱殺菌の有無、温度・時間およびホモジナイズ処理の有無にちがいがあがるが、電気泳動像を見る限りは、ほとんど差を見出すことは出来ない(レーン1-3)。遠心処理により、クリーム層を除いた乳清層でも同様であった(レーン4-6)。

参考文献

1) 白井伸明、岡田俊樹、西矢芳昭、長谷川慎etal
小型測定装置 FCS を用いた高感度蛍光1分子検出のための測定法の検討 BMB2008(第31回日本分子生物学会年会・第81回日本生化学会大会合同大会、神戸市)

2) 白井伸明、武居修、伊藤正恵、長谷川慎etal.
検疫用迅速高感度なインフルエンザウイルス検査技術の開発 第85回日本生化学会大会2012(福岡)

3) 白井伸明、岡田俊樹:滋賀県工業技術総合センター
平成30年度(2018年度)業務報告

4) 第2回機能性表示食品等に関するアンケート調査最終報告書、(一社)健康食品産業協議会 令和2年(2020年)6月

5) 機能性表示食品の届出情報検索<https://www.caa.go.jp>
消費者庁HP

6) Laemmli UK, Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4,Nature 227, 680-685 (1970)

水生植物からのセルロースナノファイバー創製と 複合材料化に関する研究(第三報)

大山 雅寿*
OYAMA Masatoshi*

要旨 琵琶湖に大量繁殖する水生植物(水草)の高付加価値化を目的に、水草を原料として用いて作製したセルロースナノファイバー(CNF)および当該CNFをフタル酸により化学修飾したCNFについてナイロン樹脂との複合化を試みた。これらの複合材料は市販CNFを複合化したものより力学特性が低かった。これは、水草由来CNFの耐熱性の低さに加え、ナイロンとの相互作用が市販CNFより小さいことに起因することが分かった。

1 緒言

琵琶湖では、平成6年度に発生した大渇水以降、主に南部湖域において水生植物(水草)が大量発生している。水草は琵琶湖の水質改善や水生動物の住処の役割を果たすなど、琵琶湖の環境保全に本来不可欠なものである。しかし、大量に発生した水草は湖底環境の悪化や船舶航行の障害、腐敗による悪臭の発生などの諸問題を引き起こすことから、水草繁殖の適正管理および大量発生対策のほか、刈り取った水草の有効活用が地域課題となっている。ここで水草の有効活用に関し、古来より琵琶湖の水草は農作物の肥料や土壌改良材として用いられてきた。ところが化学肥料等の登場によってこのような用途が激減した結果、現在大量の水草が不要物として処理されている。そこで工業技術総合センターでは、「水草が植物である」という点に着目し、水草の高付加価値化、具体的にはセルロースナノファイバー(以下「CNF」と称す)への変換および工業的用途への利用を目指し研究を進めてきた。

CNFはセルロース単繊維(マイクロフィブリル)の束より構成される天然素材である。地球上に広く存在する植物は、主にセルロース、ヘミセルロース、リグニンより構成されている。植物の40%を占めるセルロースは β -グルコース分子が直鎖上に重合した高分子であり、数十本の分子鎖が水素結合によって並列に配置することで、幅数ナノメートルのマイクロフィブリルを形成する。このマイクロフィブリルがさらに幅数十ナノメートルに集合したものがCNFである。CNFは我々の身近にある植物材料から製造可能である一方で、鋼鉄の5倍の比強度を持ちながら5分の1の軽さという工業素材として特筆すべきポテンシャルを有することから、国土の65%以上が森林である日本にとって極めて有望な素材である。これまでの研究の結果、琵琶湖から採取したコカナダモから抽出したセルロースからCNFを作製することに成功することに加え、ポリプロピレンとの複合化による複合材料としての可能性調査を行った。本報では、水草由来CNFを適用する可能性を調査することを目的に、複合化する樹脂をナイロンに変更して同様に物性評価を行い、複合材料としての可能性を調査したので報告する。

2 実験

2.1. CNFの作製

2.1.1. 水草からのセルロース抽出

水草は既報と同様にコカナダモを用いた。また、セルロース採取も既報と同様の手法で行った。なお、水草から抽出したセルロースは純粋なセルロースのみではなく、リグニンなどが一部残存している点について赤外分光光度計を用いて確認している。

2.1.2. CNFの作製

2.1.1で抽出したセルロースについて、イオン交換水を添加し、0.5wt%水溶液とした。これをグラインダー式粉碎機(増幸産業株式会社 スーパーマスコロイダー KCA6-2)にかけてCNF化を行った。まず#24の砥石を用いて10回処理を行い、次に#48の砥石を用いて10回処理した。その後、#80の砥石で20回処理することで、0.5wt%の水草由来CNF(以下、MCNFとする)水溶液を調製した。なお、それぞれの工程において砥石の回転数は1,200rpmとし、砥石同士の接触運転(-50 μ m)を行った。

2.1.3. 化学修飾CNFの作製

2.1.1で抽出したセルロースについて、金属バット上に広げてドラフト内で自然乾燥後、80 $^{\circ}$ Cに設定した熱風オーブンで12時間した。その後、乾燥物をカッターミル(ラボネクト株式会社 ミンスピードミル MS-05)を用いて破碎することで水草由来セルロース粉末を得た。次に、136 $^{\circ}$ Cに設定した加熱ラボネーター(株式会社トーション ラボネーターミル TDR-100-3)に18.83gの水草由来セルロースを加え、ローターを30rpmで回転させながら無水フタル酸(和光純薬工業株式会社)3.77gを加え、20分後反応させた。得られた反応物をアセトン(和光純薬工業株式会社 特級)で吸引ろ過洗浄し、水草由来の無水フタル酸修飾セルロースを得た。その後、2.1.2と同様の手法を用い水草由来フタル酸修飾CNF(以下、MPCNFとする)を得た。

* 有機材料係

2.1.4. CNFの熱分解重量減少測定

2.1.2及び2.1.3で得られた各CNFについて、熱分解挙動確認のためTGA (TA instruments株式会社 TGA Q500SR)を用いて加熱時の重量減少を測定した。各試料とも窒素雰囲気下で測定を行い、室温から105℃まで20℃/minで昇温後、20分間保持して水分を除去した。その後20℃/minで500℃まで昇温し、105℃からの昇温開始時における重量を100%と設定して昇温時における重量減少割合を求めた。また比較として、市販のCNF(ダイセルファイナケム株式会社 セリッシュKY100G 以下市販CNFとする)も同様に測定を行った。

2.2. CNF複合材料の作製

マトリックス樹脂はナイロン6-66 (DMG株式会社 Noavamid 2420J 以下N6-66とする)を用いた。ペレット状のN6-66について、凍結粉碎機(SPEX 6750)を用いて粉体化した。条件は初期冷却時間を10分とし、粉碎時間3分、インターバル時間2分、サイクル4回、一度の仕込み量を5.5g程度とした。

次に、2.1.2、2.1.3で得られたMCNF、MPCNFおよびCNFをそれぞれ300mlの軟膏容器に入れ、イオン交換水を追加後、各CNFとN6-66の重量比が2:8となるようにN6-66粉末を加えた。これを真空脱泡攪拌機(株式会社シンキー あわとり鎌太郎 ARV-310)を用い常圧下2000rpm、10分間の条件で攪拌を行った。得られた混合物をテフロンバットに広げ、ドラフト中で自然乾燥することでCNF重量濃度が20wt%のN6-66/CNFマスターバッチを作製した。

得られたマスターバッチおよびペレット状のN6-66を熱風オープン80℃で8時間乾燥後、二軸押出機(株式会社テクノノベル ULTnano KWZ15TW-25MG)を用い複合化を行った。スクリュー回転数は60rpm、バレル各ゾーンのヒーター温度を200℃とし、樹脂のバレル内平均滞留時間が3分間となるように流路切り替えを調整した。なお、熱履歴による物性差をなくすため、N6-66単体も同条件で処理し、続く成形品を作製して物性評価を行った。

2.3. CNF複合材化フィルムの作製

2.2で得たペレットについて、真空乾燥機(ヤマト科学株式会社 真空定温乾燥機 DP33)にて80℃で10時間乾燥を行った。その後、卓上熱プレス機(株式会社テクノサブライ G-12型)を用いてシート厚み200μmとなるようシート化した。成形温度は200℃とし、余熱2.5分、成型2分で行った。

2.4. CNF複合材料の物性評価

2.4.1. 引張強度測定

複合材料の力学特性を調べるために、2.3で得た各フィルムを幅5mmの短冊状に切り出し、低荷重物性試験機(株式会社島津製作所 EZ-S)を用いて測定を行った。引張速度20mm/min、つかみ間距離20mmとし、50Nのロードセルを用いた。また、破断伸度はつかみ治具間の距離をもって求めた。

2.4.2. DMA測定(温度分散)

複合材料の力学特性を解析するために、2.3で得られた各フィルムを短冊状に切り出し、動的粘弾性測定装置(TA instruments株式会社 DMA Q850)を用いて測定を行った。測定は引張モード、歪0.05%、昇温速度2℃/minで行い、昇温を行いながら1、4、8、16、32Hzの周波数分散測定を実施した。また、測定した結果を用いて緩和マップを作成し、その傾きから式(1)を用いて活性化エネルギーを計算した。

$$\Delta E = -2.303 R \frac{\partial \log f_{\max}}{\partial T^{-1}} \quad \dots\dots (1)$$

ここで、 ΔE は活性化エネルギー、 f_{\max} はある温度で $\tan \delta$ が極大を示す周波数、 T は温度、 R は気体定数である。

2.4.3. CTE測定

複合材料の熱特性を調べるために、2.3で得た各フィルムを幅5mmの短冊状に切り出し、TMA (TA instruments株式会社 TMA Q400SR)を用いて測定を行った。測定はフィルム/ファイバーモードで行い、サンプル長8mm、荷重0.025N、昇温速度5℃/min、温度範囲rt.~200℃の条件で実施した。その後、サンプル長変位データの移動平均を取り、これを用いて各温度における熱線膨張係数を算出した。次に、各CNFとN6-66との相互作用の大きさを確認するために、2.4.2で測定した貯蔵弾性率を用いて以下の式(2)から複合材料のCTE温度曲線をプロットした。

$$\alpha_C = (1 - \phi)\alpha_A + \phi \frac{\alpha_A(1 - \lambda)E_A + \alpha_B \lambda E_B}{(1 - \lambda)E_A + \lambda E_B} \quad \dots\dots (2)$$

ここで、 α_A 、 α_B 、 α_C はそれぞれN6-66、CNF、複合材料のCTE、 E_A 、 E_B はN6-66およびCNFの弾性率、 ϕ はCNFに分子運動を拘束されたN6-66の体積分率、 λ はCNFの体積分率である。今回の計算では、 $\alpha_B = 0.17 \text{ppm} \cdot \text{K}$ 、 E_A は2.4.2で測定したN6-66の貯蔵弾性率、 $E_B = 138 \text{GPa}$ を用いた。その後、2.4.4で測定した実測のCTE曲線とフィッティングすることで、 ϕ の値を求めた。

3 結果および考察

3.1. 複合材料の外観

2.3. で作製した複合材料を図1に示す。外観を確認すると、CNFを用いたものと比較してMCNF系およびMPCNF系は茶色に変色しており、濃度が高いほどどの傾向が顕著であった。ここで、熱重量減少測定を行った結果を図○に示す。CNFは250℃近傍まで重量減少が生じていないのに対し、MCNFおよびMPCNFは100℃を超えたところか

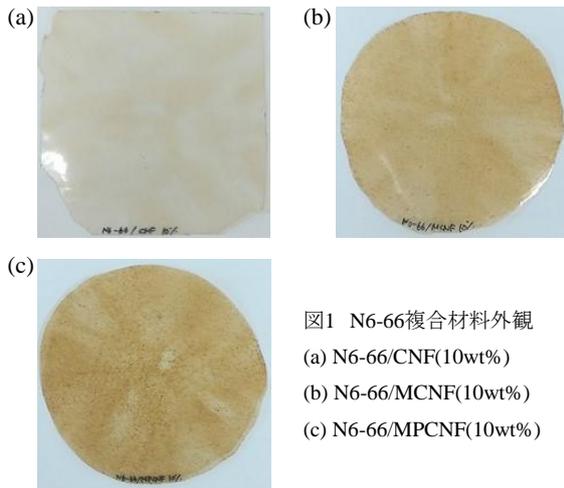


図1 N6-66複合材料外観
(a) N6-66/CNF(10wt%)
(b) N6-66/MCNF(10wt%)
(c) N6-66/MPCNF(10wt%)

ら連続的に重量が減少し、220℃あたりから急激に重量減少が始まっている。二軸押出機による処理においては、スクレッチャップ間およびスクリュとバレルの間隙を樹脂が通過するときに加わるせん断によって、分散・混練が促進されると同時にせん断による発熱が生じる。このため、混練物には局所的に押出機の温度設定を超える温度が加わっているものと考えられる。MCNFおよびMPCNFの急激な分解開始温度と外観の変色から考えると、両者に残存する抽出操作で除去しきれなかったヘミセルロースやリグニンといった耐熱性の低い成分が混練時に発生するせん断熱によって分解した結果、複合材料の変色に繋がったものと予想できる。

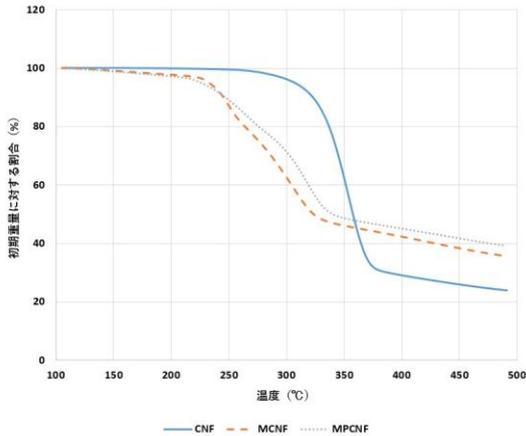


図2 各CNFのTGA測定結果

3. 2. 複合材料の力学特性

2.4.1で測定した結果を図3に示す。N6-66単体と比較し、CNFを複合化したものはCNFの濃度が増加するにつれて弾性率および降伏強度が増加するとともに破断伸度が低下するという、典型的な複合材料の挙動を示している。MCNFおよびMPCNFは弾性率の改善効果は一定程度見られるものの、降伏応力はN6-66単体と大きく変わらず、破断伸度が全体的に20%程度低下するという結果となった。また、MCNFとMPCNFでの大きな物性差はみられなかった。繊維強化複合材料では、変形が加わった際、繊維の硬さが繊維/樹脂界面を通じて樹脂に伝わることで変形

に対する抗力となって強度が高くなる。その一方、界面破壊や繊維の欠陥によって生じる間隙に応力が集中してクラックが進展する結果、破断伸度が低下する。つまり、繊維と樹脂の界面接着性が変形時の挙動に影響を及ぼす一因となる。これを踏まえて引張試験の結果を見ると、MCNFおよびMPCNF複合材料はN6-66との界面接着性が低いために力学強度の改善が見られない一方で、CNF複合材料は前者に比べ界面接着性が良いと考えられる。また、MCNFおよびMPCNF複合材料は変形に対し界面が滑り徐々に応力が開放されるのに対し、界面接着性が良いCNFは変形に対する抗力が一気に開放される結果、クラックが進展しやすい。これが破断伸度の差に繋がっているものと考えられる。

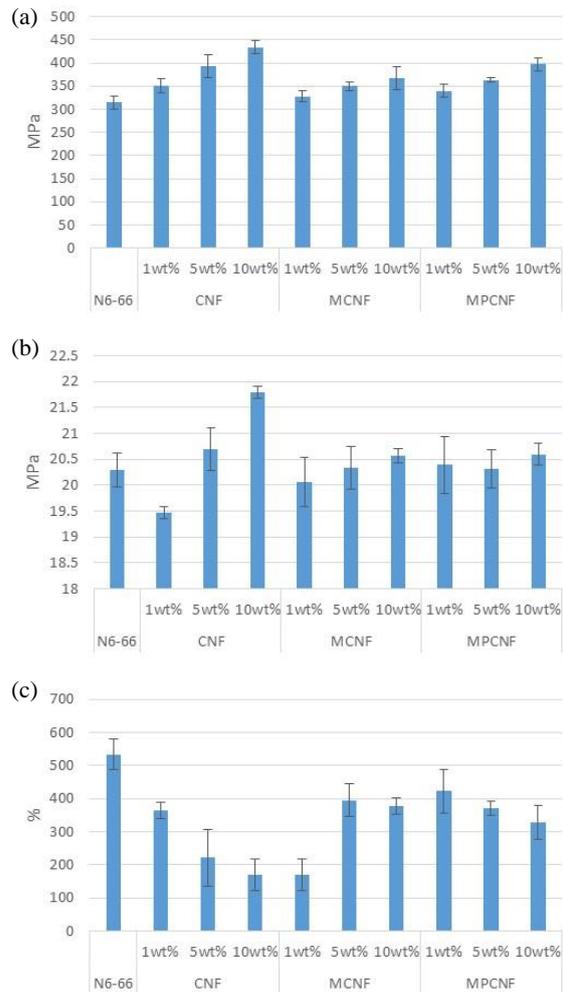


図3 N6-66複合材料の引張試験測定結果
(a)弾性率 (b)破断強度 (c)破断伸度

3. 3. 複合材料の動的粘弾性測定

2.4.2でDMA測定を行ったところ、フィラーの濃度が上昇するに従いN6-66と比較して貯蔵弾性率(E')が増加する傾向がみられ、この傾向は温度上昇と共に大きくなっていった。またtan δ (図4)を見ると、N6-66と比較して1wt%ではほとんど変化がないものの、10wt%になるとCNF複合材料ではピーク高さが減少する一方、MCNFおよびMPCNF複

合材料ではほとんど変化がみられない。以上より、MCNFおよびMPCNFはCNFほどN6-66と界面接着性が高くないと考えられる。図5(a)はDMAから求めた緩和マップであり、その結果から得られた各フィラー濃度に対するガラス転移温度における活性化エネルギーの値をプロットしたグラフを図5(b)に示す。いずれのフィラーも添加量の増加と共に活性化エネルギーが増加傾向にあるものの、その増加量はCNF > MCNF > MPCNFとなっている。この結果からも、N6-66に対するMCNFおよびMPCNFの界面接着性が小さいことが伺える。

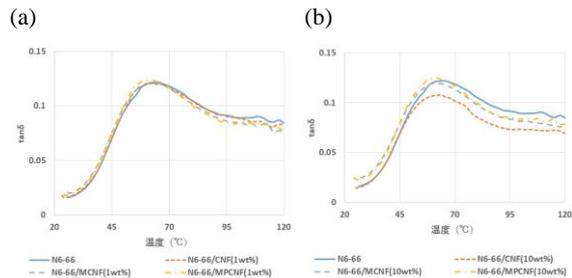


図4 CNF複合材料のDMA測定結果 (tan δ)
(a) 1wt% (b) 10wt%

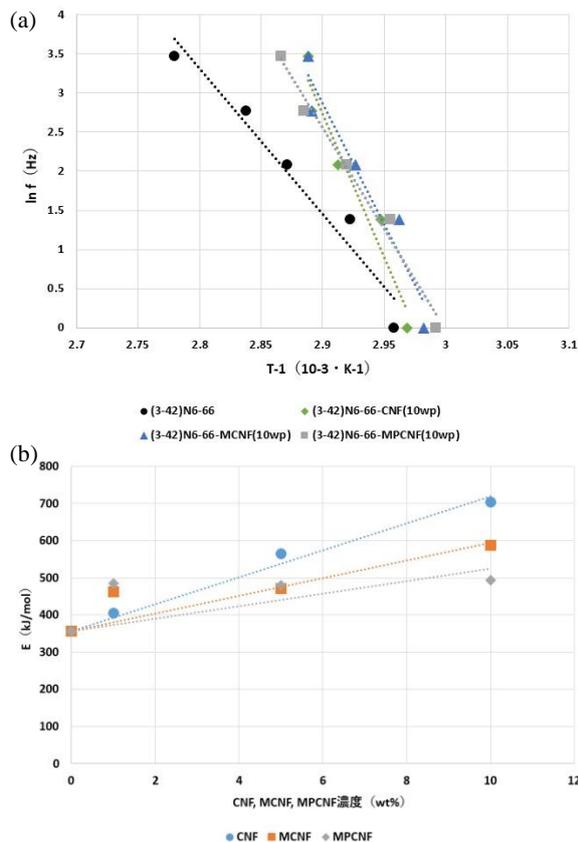


図5 DMA測定による活性化エネルギー算出
(a) $\ln f$ vs $1/T$ プロット (b)各CNF濃度に対する活性化エネルギー

3. 4. CTE測定と複合力学モデルへのフィッティング

2.4.3で測定した結果を図○に示す。MPCNFは測定中の試料切断が起こり途中で測定が中止となったものの、全体的にフィラーの添加によってCTEが改善されていることが

確認できた。この結果を元に、式(2)中の ϕ を変数として100~160°C付近においてフィラー濃度ごとにフィッティングを行い、各フィラー濃度に対するフィラーと相互作用するN6-66成分をプロットした結果を図6に示す。その結果、いずれも添加量が増えるほど相互作用するN6-66成分が増え、その増加量はCNF > MCNF > MPCNFとなっていた。このことから、3.3で示したものと同じく、MCNFおよびMPCNFの界面接着性が小さいことがわかる。

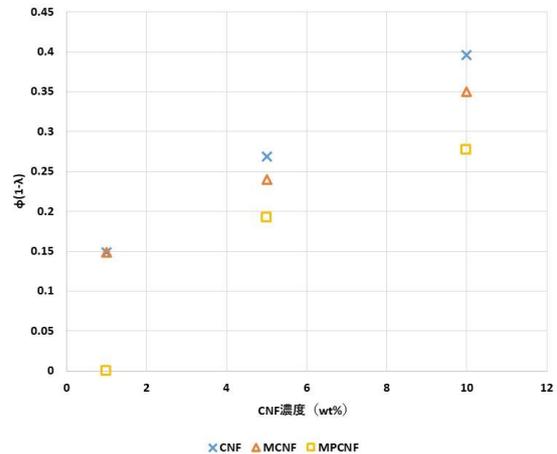


図6 各CNFと相互作用するN6-66の体積割合

以上より、水草から作製したCNFは市販のCNFと比較して大きな力学特性の改善効果が得られない結果となった。この原因として、3.1のとおり耐熱性が低いMCNFおよびMPCNFが複合化時に発生する熱によって劣化した結果、N6-66との界面接着性が低下し、強度の低下につながったものと考えられる。また、MPCNFの相互作用が低い理由としては、その耐熱性の低さに加え、ナイロンとフタル酸との相溶性がそもそも低いという点が挙げられる。

4 まとめ

水草から作製したセルロースを用い、グラインダー式粉碎機を用いてCNF(MCNF)を作製した。また、加熱ニーダーを用いて水草由来セルロース表面にフタル酸を修飾し、同様にグラインダー式粉碎機を持ちいてフタル酸修飾CNF(MPCNF)を作製した。その後、N6-66をマトリックス樹脂として二軸押出機を用いて複合化を行い、卓上熱プレス機を用いてプレスシートを作製し、各種物性評価を行った。引張試験を行ったところ、市販のCNFと比較して力学特性の改善効果がみられなかった。動的粘弾性測定およびCTEフィッティングの結果から、MCNF、MPCNFとN6-66は相互作用が低く、界面接着性が低いことが示唆された。この理由として、両者の耐熱性の低さに起因する複合化時の繊維の劣化が考えられる。

プラズマを用いた窒化炭素系金属表面処理技術の開発(第1報)

佐々木 宗生*
SASAKI Muneco*

坪田 輝一**
TSUBOTA Terukazu**

上島 康嗣**
UESHIMA Yasutsugu**

要旨 グラファイトやDLCと比較して機械的特性やガスバリア性の向上が期待される窒化炭素材料の開発を行う。今年度はパルス浸炭窒化技術を中心に窒素含有量の向上を目指し、窒化炭素形成技術の確立に取り組んだ。バレル式パルス浸炭窒化法により、N/C ≒ 0.8の窒素量を含有する炭素粉末の形成に成功し、ラマン分光分析の結果からa-CNが形成されている可能性を見出した。

1 はじめに

炭素系材料はダイヤモンドやグラファイトなどの同素体が多く、パワーデバイスや工具など目的に応じて様々な用途で活用されている。最大の特徴である高硬度、高摺動性を活かして工具や金型、自動車部品への表面処理などに多く用いられてきた。近年ではリチウムイオン二次電池の負極材料としても着目され、電子部材への活用が広がるとともに、医療分野への展開も行われている。またダイヤモンドドライカーボン(DLC)の水素バリア性を用いて水素エネルギー関連部材に応用する研究も進められている。

滋賀県では、金属表面処理技術や電池関連技術を扱っている企業が数多く集積しており、炭素系材料に注目している企業も多い。しかし炭素系材料の現在の開発スピードは非常に早く、今後これらの分野で成長していくためには、新しい機能を持たせた炭素系材料の開発が早急に求められる。

本研究では、グラファイトやDLCと比較して機械的特性やガスバリア性、電池容量の向上が期待される窒化炭素膜の開発を行う。主に金属表面への被膜処理技術を開発することにより、金型や治工具に応用し、高強度長寿命金型への応用を図る。また二次電池材料や各種バリア処理(パッシベーション処理)技術へ応用することにより、表面処理および部材関連企業のシェアを拡大し、今後発展が見込まれるエネルギーに関連した電子部材分野での県内産業の競争力向上に寄与することを目的とする。

本年度は、グラファイトやDLCと比較して機械的特性やガスバリア性、電池容量の向上が期待される窒化炭素膜の開発を行う。特に、パルス浸炭窒化技術によるグラファイト材料の窒素含有量の向上に取り組んだ。

2 実験方法

2.1 炭素粉末の窒化技術

図1. にバレル式プラズマ浸炭窒化処理の概観図と図2. に窒化処理中のプラズマ状態を示す。図3. にパルスプラズマ処理の概念図を示す。パルスプラズマ浸炭窒化



図1 バレル式プラズマ浸炭窒化処理装置の概観図



図2 窒化処理中のプラズマ状態

技術は、プラズマによる浸炭窒化と熱処理による拡散現象を用いて、難浸炭窒化材料への処理を容易にする技術である。表1. に炭素粉末への窒化条件の条件を示す。窒化条件は、粉末の飛散防止や加熱状態を検討し、決定した。

2.2 窒化炭素粉末の評価

2.1で窒化した粉末試料を電界放出型走査型電子顕微鏡(FE-SEM)、ラマン分光法(Raman)およびX線回折法(XRD)を用いて評価した。FE-SEMは日立製作所S-4200

* 無機材料係

** 國友熱工株式会社

を用い、窒素と炭素の比率は付属のエネルギー分散型X線分析システム(EDS)を用いて分析した。RamanはナノフotonRAMANtouch VIS-ICS-Sを用い、炭素および窒化状態の評価に用いた。XRDはRigaku Smart Lab IIIを用いて、粉末の構造解析を行った。

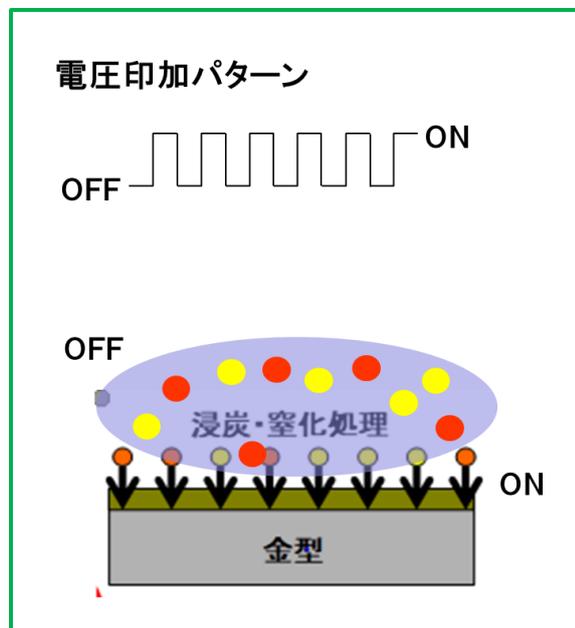


図3 パルスプラズマ処理の概念図

表1 パルスプラズマ処理条件

電圧	430V
パルス幅	50 μs
ガス圧	160Pa
H ₂ :N ₂ 比	50:150sccm
処理時間	15時間
処理温度	350~450°C
処理容器材質	ステンレス

3 結果と考察

図4.、5. に窒化処理した炭素粉末のFE-SEM像を示す。窒化処理した試料は図に示すとおり、試料表面に細かに成長した粒状析出物が観察される。窒化処理では、窒化とプラズマによるエッチングおよび熱処理が同時に並行して発生するため、窒化による炭素の成長とエッチングにより最終的に細かな粒状生成物が析出すると考えられる。像中の粒状に観察される部分を分析したEDSスペクトルを図6. に示す。図6. より分析部分には窒素が非常に多く含まれている方がわかる。表2. にEDS分析による構成元素の含有率を示す。原子数濃度で炭素と窒素の比率がほぼ1:1であることが示される。窒化炭素が形成されている目安となるN/C = 1であることから、成分として窒化炭素が形成されている可能性が示される。一般的に実施される成

膜技術(化学的気相蒸着法や物理的気相蒸着法)や金属表面処理法ではN/C = 1近くまで窒素が導入されることができていないことから、本窒化法は窒化炭素の形成法として有力な方法であると考えられる。

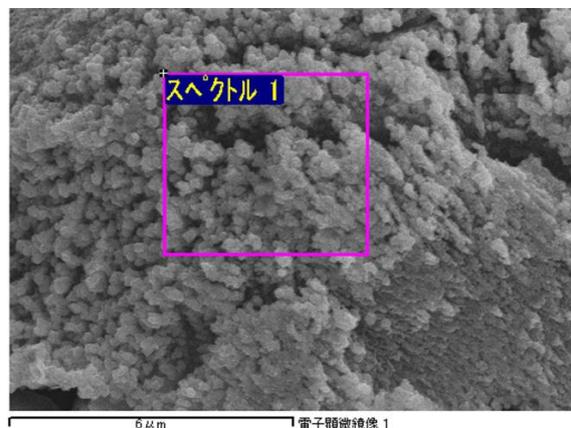


図4 パルスプラズマ窒化処理を行った炭素粉末表面状態

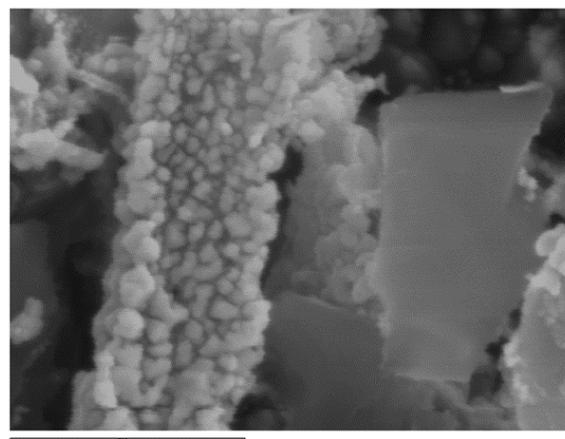


図5 パルスプラズマ窒化処理を行った炭素粉末表面の拡大像

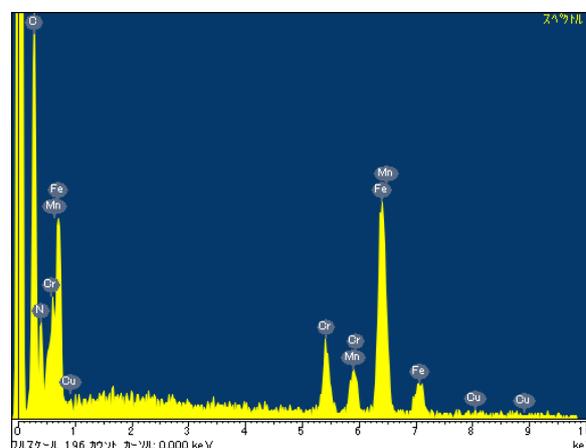


図6 図4で囲われた部分のEDS分析スペクトル

4 まとめ

表2. EDS分析による構成元素の含有率

元素	概算濃度	強度補正	質量濃度[%]	質量濃度[%] σ	原子数濃度[%]
C K	51.99	0.9169	29.48	2.10	43.90
N K	14.62	0.2178	34.90	3.61	44.57
Cr K	7.49	0.9304	4.18	0.65	1.44
Mn K	6.15	0.8154	3.92	0.88	1.28
Fe K	43.53	0.8222	27.52	2.04	8.81
Cu K	0.00	0.7650	0.00	0.00	0.00
トータル			100.00		

今年度研究でプラズマ窒化処理による炭素粉末中への窒素の導入技術を確立した。窒化炭素膜の形成に必要な窒素含有量の向上を目指して、基本技術となるパルス真空浸炭窒化技術の確立に注力した。その結果、粉末試料の各粒子において窒素含有量が目標とする量に到達することが可能となった。この技術をもとに、センターで開発した遷移金属を積層する窒化炭素薄膜形成技術と融合することにより、来年度以降さらに窒素含有量を増加した窒化炭素膜形成技術を開発する。

図7. に窒化処理した炭素粉末のRamanスペクトルを示す。図中の矢印で示す波数に α 窒化炭素を示すピークが示される。

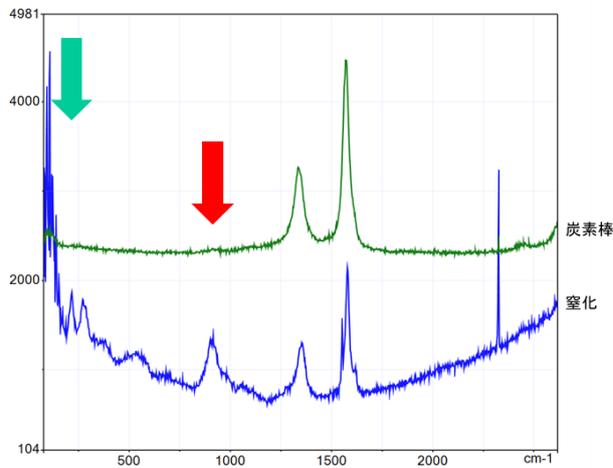


図7. 窒化処理炭素粉末のRamanスペクトル

謝 辞

本研究は平成27年度JKA公設工業試験所等における機械設備拡充補助事業で導入しましたラマン分光システムを活用して実施しました。

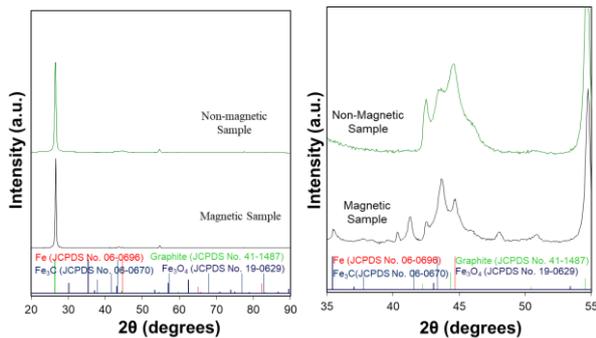


図8. 窒化処理炭素粉末のXRDパターン

図8. に窒化処理炭素粉末のXRDパターンを示す。図からは窒化炭素を示すピークは確認できず、グラファイトおよび鉄のピークのみであった。図7および8の結果から、プラズマ窒化処理を行った炭素粉末には非晶質または微結晶の α 窒化炭素が形成されていることがわかる。

電池デバイスの評価技術の検討 —内部抵抗評価およびその活用について—

田中 喜樹*
TANAKA Yoshiki*

山本 典央**
YAMAMOTO Norio**

要旨 インピーダンス測定は、リチウムイオン電池の評価方法の一つとして用いられるが、測定環境の影響により誤った判断をする恐れがある。本研究では、適切な測定環境の形成を目指した。

1 緒言

リチウムイオン二次電池(LIB)は、軽量で高容量という特徴を持っている。この特長を生かして携帯電話等のモバイル機器や電気自動車など幅広い製品に用いられている。また、それらの部材開発は盛んに行われている。

電池部材の評価方法として、電池容量を評価する充放電測定などがあり、その一つとして電池内部の抵抗評価に用いるインピーダンス測定がある。LIBは図1に示すように、正・負極、セパレータ、電解液などで構成され、電池の内部抵抗は、電子やイオンの移動に関する過程での抵抗の集合体である。また、イオンや電子が電荷を運ぶ速度はそれぞれの過程によって様々である。インピーダンス測定では、周波数を変えながら交流信号を印加し、周波数に対する応答をみる。得られた結果は、複素数平面で示すコールコールプロット(ナイキスト線図)や、横軸を周波数の対数に縦軸をインピーダンスの絶対値および位相差で示すボード線図で表される。ナイキスト線図を視覚的にとらえる(図中円弧の実線から点線のずれや大きさ)定性的な解析方法や、電池構造から抵抗やコンデンサなどを用いて電気回路(等価回路)として置き換えて表現し、フィッティングを行いそれぞれの値を導き出す定量的な解析方法を用いて、内部抵抗の大きさの評価を行う。

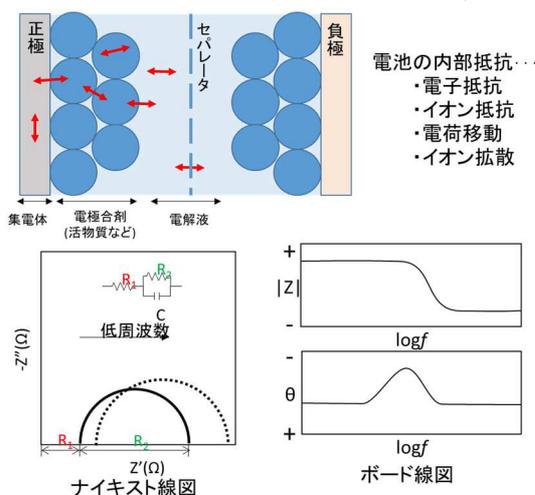


図1 インピーダンス測定について

インピーダンス測定では、特に高周波領域ではケーブル

や材料評価時に使用する電池セルの形状などの測定環境で結果に影響すると言われている。影響を受けたままの測定結果で解析を行うと、電池材料の優劣など性能評価に誤った判断をする恐れがあり、測定環境を把握することはとても重要である。測定環境の現状把握として、基準試料を用いて測定するのが理想的だが、コインセルのような材料評価で用いる測定セルを使った基準試料が存在しなく、測定環境の把握が難しい。山本ら²⁾は幅広い周波数で精度の良い値を示すチップ抵抗などの電子部品を用いた等価回路を作製し基準試料とすることで、固体電解質のインピーダンス測定治具・システムの開発につながった。本研究では電子部品で作製した等価回路をコインセルなどの材料評価に実際に用いる電池セルに組み込むことで、実測定の基準試料とし測定環境の把握、適切な測定環境の形成を目指した。本年度は適切な測定環境の形成を検討した。

2 実験

測定環境の形成の一つとして、コインセルの接続方法による接触抵抗について検討した。現在、電池材料の評価に用いる2032型コインセルについて、装置に接続する方法として図2のようにコインセルホルダに接続端子とせずめっき線を半田付けした測定治具と、ワニ口クリップの接続ケーブルで接続している。

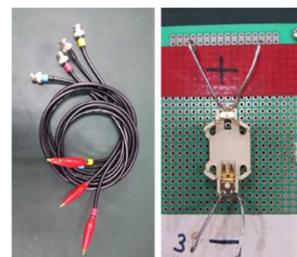


図2 従来の測定治具と接続ケーブル

すずめっきの酸化皮膜が接触抵抗の原因と考えられるため、その低減方法として酸化膜の発生が低いと考えられる金めっきのバナナジャック端子を用いた。コインセル測定治具と接続ケーブルを作製(図3)し、内部をショート状態にさせたコインセルを用いインピーダンス測定結果への閉胸を確認した。

* 無機材料係、** 電子システム係



図3 試作した測定治具と接続ケーブル

方法としては、測定ごとにホルダとケーブルの接続をやりなおし、インピーダンス測定を行った。測定は電気化学測定装置(Solartron 1287)およびインピーダンスアナライザ(Solartron 1260)の組合せを用い、恒温槽の中で測定セルをセットし、測定し実際の測定環境を再現した。測定条件は、掃引電圧を10mVとし、走査範囲を0.1Hz~1MHzとした。

3 結果と考察

図4に従来のコインセルホルダと接続ケーブルを、図5に試作したコインセルホルダと接続ケーブルのインピーダンス測定結果を示す。

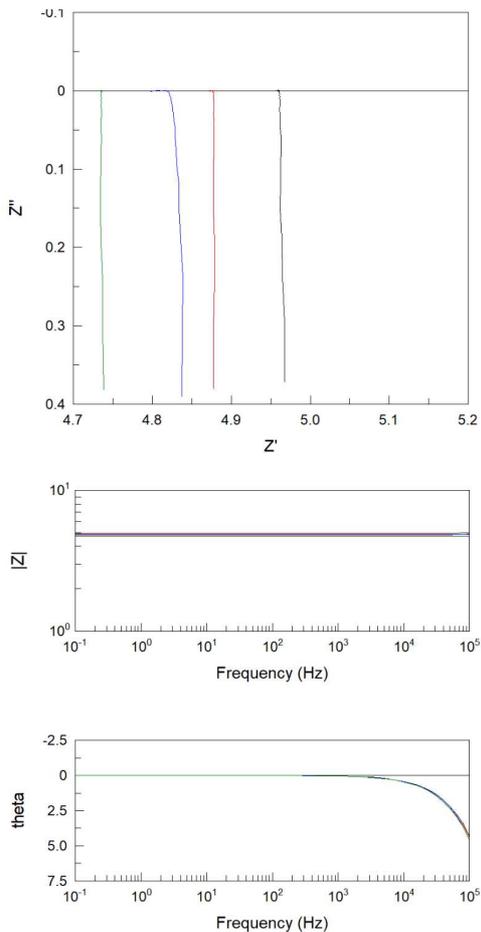


図4 従来の測定治具と接続ケーブルのインピーダンス測定結果

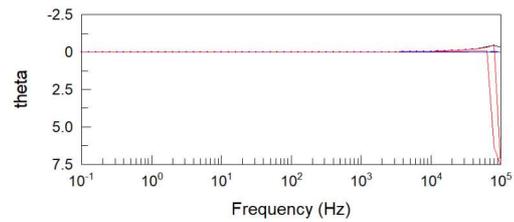
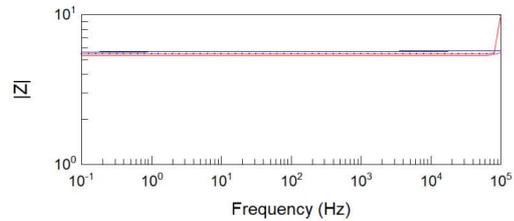
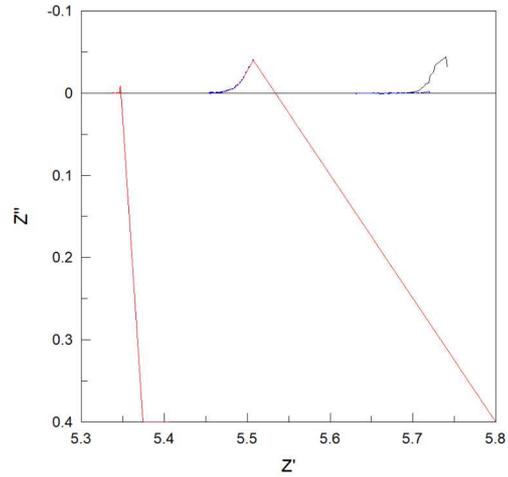


図5 試作した測定治具と接続ケーブルのインピーダンス測定結果

接触抵抗の改善がみられなかったが、ボード線図の位相差(theta)が $\pm 4.5^\circ$ (測定精度 $\pm 5\%$ 以内)から外れる領域が、従来だと100kHzからであったのが、試作品は1MHz付近までとなった。接続ケーブル長を短くすることでインダクタンス成分が低減されたため、測定精度が向上したものと考えられる。

4 まとめ

試作したコインセルホルダと接続ケーブルではインピーダンス測定で測定可能な走査範囲が1MHzまで広がった。次年度は接触抵抗低下を狙う。

参考文献

- 1). 第44回電気化学講習会テキスト 電気化学測定の切り札—交流インピーダンス法の基礎から実例まで—(2014)
- 2). 平成28年度業務報告(2018)90-102

3Dプリンタの活用方法の調査

山下誠児*
YAMASHITA Seiji

要旨：工業技術総合センターでは、平成30年度に新型の熱溶融式3Dプリンタを導入し、インクジェット式3Dプリンタと合わせて2種類の3Dプリンタが利用できるようになった。この機会に、3Dプリンタの造形方式ごとの利用方法を調査、造形精度や強度を測定し、3Dプリンタの新たな利用技術の普及を行い、県内企業の利用促進の向上を目指すこととした。

令和元年度は、熱溶融式とインクジェット式3Dプリンタで引っ張り試験用の試験片を造形し、造形精度と強度を測定したので報告する。

1. はじめに

一般に3Dプリンタは製品開発の時間短縮、費用削減を目的に、製品や部品の形状確認に利用され、近年は部品そのものや、製造ラインのジグや射出成形の型に使うなど利用範囲が広がっている。

工業技術総合センターのインクジェット式3Dプリンタの利用件数は、平成22年度から平成30年度まで282件あり、その内形状確認のための造形が全体の70%、部品そのものに利用する造形が20%、ジュエリーの鋳造型や焼物の石膏型への利用が10%であった。

工業技術総合センターでは、平成30年度に新型の熱溶融式3Dプリンタを導入し、平成22年度に導入されたインクジェット式3Dプリンタと合わせて2種類の3Dプリンタが利用できるようになった(平成14年度の同方式の3Dプリンタを導入していたが、故障で利用されていなかった)。この機会に、3Dプリンタの造形方式ごとの利用方法を調査、造形精度や強度を測定し、3Dプリンタの新たな利用技術の普及を行い、県内企業の利用促進の向上を目指すこととした。



写真1 インクジェット式3Dプリンタ ((独) 科学技術振興機構補助、平成22年度導入)



写真2 熱溶融式3Dプリンタ (平成29年度内閣府補正予算、平成30年度導入)

表1 3Dプリンタのスペック

インクジェット式3Dプリンタ	
メーカー名	Stratasys (Objet)
型式	Connex500
造形サイズ	最大幅 490×奥行 390×高さ 200mm
積層ピッチ	0.016/0.03mm
解像度	幅 600×奥行 600×高さ 1600dpi
モデル材料	アクリル系樹脂
入力データ	STL
熱溶融式3Dプリンタ	
メーカー名	Stratasys
型式	Fortus 450mc
造形サイズ	最大幅 406×奥行 355×高さ 406mm
積層ピッチ	0.127/0.178/0.254/0.330mm
モデル材料	ASA、ABS-M30、PC、Nylon12、ULTEM9085、ULTEM1010等
入力データ	STL

2. 造形の精度

造形の精度を評価するため、図1のような造形物 (CADデータ:X方向4mm、Y方向20mm、Z方向190mm) の大きさを測定した (この造形物は引っ張り試験用の試験片として造形した)。各造形物について、X方向とY方向は5カ所、Z方向は2カ所を測定し、その平均を求めた。その結果を表2に示す。

*食品・プロダクトデザイン係

<p>語句の説明：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PC、ASA、ULTEM は熱溶融式 3D プリンタの材料 ・ PC はポリカーボネート、耐衝撃性が高い ・ ASA は ABS 樹脂に似た特性、ABS 樹脂より耐候性が高い ・ ULTEM はポリアーテルイミド、耐薬品性に優れる ・ T10 はノズルの大きさ、積層ピッチ 0.127mm ・ T12 はノズルの大きさ、積層ピッチ 0.178mm ・ T16 はノズルの大きさ、積層ピッチ 0.254mm ・ Fullcure720 はインクジェット式 3D プリンタの材料 ・ Fullcure720 は積層ピッチ 0.016mm と 0.03mm で造形 ・ x 方向、y 方向、z 方向は造形方向（図 3 参照）
--

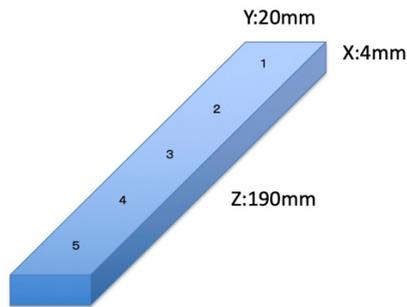


図 1 測定物と測定の位置

表 2 測定結果（単位 mm）

	X 平均	Y 平均	Z 平均
PC T12 x 方向	20.00	4.19	190.07
PC T12 y 方向	20.10	4.03	189.94
PC T12 z 方向	20.06	4.02	190.27
PC T16 x 方向	20.01	4.26	190.04
PC T16 y 方向	未測定	未測定	未測定
PC T16 z 方向	20.25	4.01	190.49
ABS 全て	未測定	未測定	未測定
ASA T10 x 方向	20.02	4.12	190.51
ASA T10 y 方向	20.17	4.04	190.37
ASA T10 z 方向	20.06	3.98	190.68
ASA T12 x 方向	20.01	4.20	190.32
ASA T12 y 方向	20.18	4.02	190.53
ASA T12 z 方向	20.22	4.01	190.22
ASA T16 x 方向	19.97	4.17	190.23
ASA T16 y 方向	20.17	3.99	190.11
ASA T16 z 方向	20.07	4.02	190.50
ULTEM x 方向	20.03	4.21	190.36
ULTEM y 方向	20.15	4.02	190.40
ULTEM z 方向	20.36	4.15	190.39
Fullcure720 0.016mm x 方向	20.00	4.11	190.18
Fullcure720 0.016mm y 方向	20.06	4.05	190.21
Fullcure720 0.016mm z 方向	未測定	未測定	未測定
Fullcure720 0.03mm xyz 方向	未測定	未測定	未測定

3. 造形の強度

造形の強度を評価するため、JIS K 7139 の引っ張り強度測定用の試験片（図 2）を造形した。造形の強度は積層方向によって違うことが分かっている¹⁾ので、図 3 のように 3 方向（x 方向、y 方向、z 方向）に造形し、その強度を測定した。造形した試験片の種類と数を表 3 に示す。

引っ張り試験は、最大秤量が 50kN の万能材料試験機（図 5）を用いて実施した。その結果を表 4 に示す。

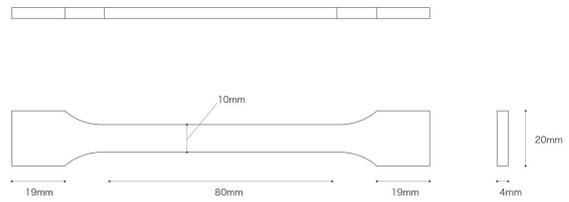


図 2 引っ張り強度評価用の試験片

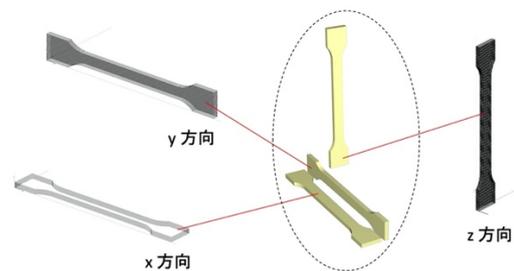


図 3 試験片の造形方向

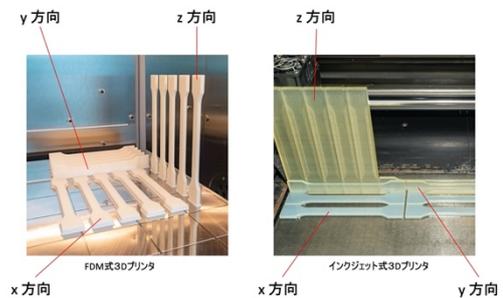


図 4 3D プリンタで造形

表 3 造形した試験片の種類と数

熱溶融式 3D プリンタ			
積層ピッチ	T10/0.127mm	T12/0.178mm	T16/0.254mm
PC	-	xyz 方向 各 5 本	xyz 方向 各 5 本
ABS	xyz 方向 各 3 本	xyz 方向 各 3 本	xyz 方向 各 3 本
ASA	xyz 方向 各 5 本	xyz 方向 各 5 本	xyz 方向 各 5 本
ULTEM	-	-	xyz 方向 各 5 本
インクジェット式 3D プリンタ			
積層ピッチ	0.016mm	0.03mm	-
Fullcure720	xyz 方向 各 5 本	xyz 方向 各 5 本	-
板材から切り出し			
PC	5 本	-	-
ABS	5 本	-	-
アクリル	5 本	-	-



万能材料試験機(50kN)



図5 引っ張り試験機

表4 引っ張り試験の測定結果 (単位 MPa)

	x 方向	y 方向	z 方向
PC T12/0.178mm	37.77	61.55	36.32
PC T16/0.254mm	45.30	64.02	41.08
旧型機器 PC T16/0.254mm	47.90	54.50	37.10
PC 板材		61.20	
ABS T10/0.127	29.69	32.93	20.01
ABS T12/0.178	27.23	27.20	20.50
ABS T16/0.254	29.39	31.99	29.38
旧型機器 ABS T16/0.254	19.30	20.40	7.56
ABS 板材		42.00	
ASA T10/0.127	25.91	31.88	17.90
ASA T12/0.178	36.56	38.64	26.22
ASA T16/0.254	37.12	37.88	30.15
ULTEM T16/0.254	73.46	99.90	51.78
Fullcure720 0.016mm	52.90	56.35	42.06
Fullcure720 0.03mm	51.21	57.75	31.54
アクリル板材		66.20	

4. まとめ

造形の精度(寸法)は、熱溶融式、インクジェット式共に大きめに造形される傾向になった。これにより、造形品を嵌合させたり取り外したりするには少し小さめ(0.2mm程度)に造形する必要があることがわかった。

造形の強度は、造形方向ではy方向が高く、z方向が低い傾向となった。積層ピッチでは、ピッチが大きい方が高い傾向となった。熱溶融式の材料では、ULTEM、PC、ASA、ABSの順に強度が高かった。

旧型プリンタで造形した部品の強度データとの比較では、PCに大きな差はないが、ABSは50%程度向上していることもわかった。

この結果を設備利用や企業支援に活用していくこととする。

表5 引っ張り強度の傾向

造形方向	y 方向 > x 方向 > z 方向
積層ピッチ(熱溶融式)	0.254mm > 0.178mm > 0.127mm
積層ピッチ(インクジェット式)	0.03mm > 0.016mm
材料(熱溶融式)	ULTEM > PC > ASA > ABS

参考文献等

- 1) RP(ラピッドプロトタイピング)手法の利用技術研究(第1報), 野上雅彦, H15(2003)

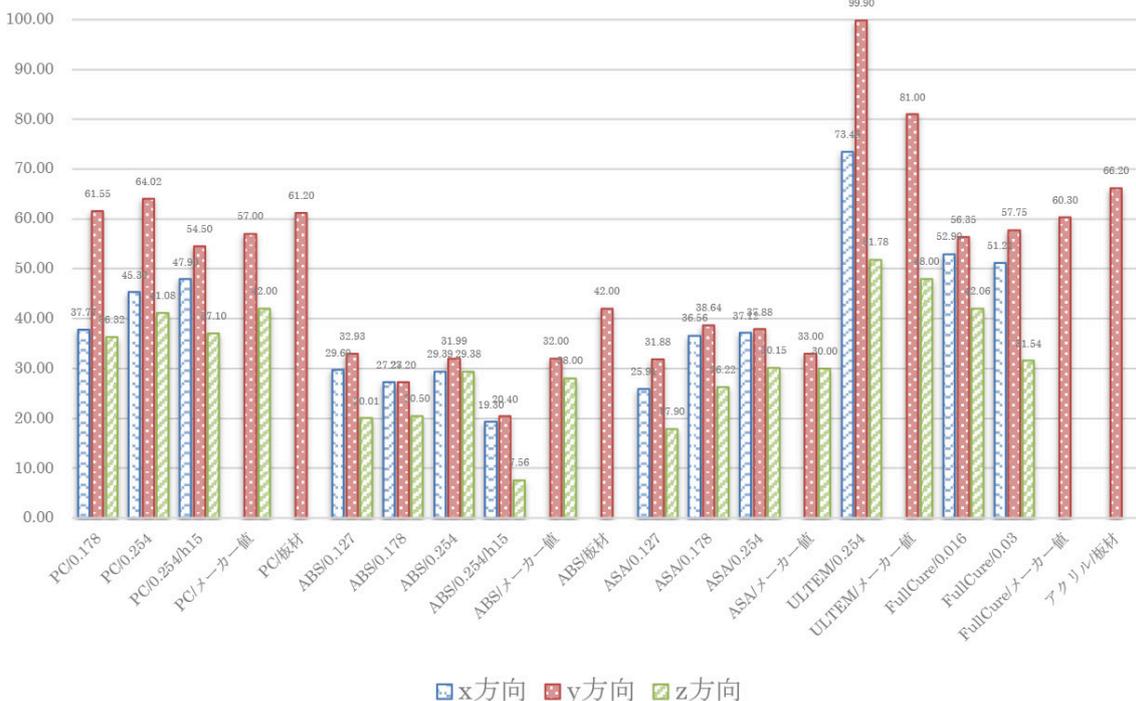


図6 測定結果のまとめ (単位 MPa)

滋賀県オリジナル清酒醸造用酵母の改良

岡田 俊樹*
OKADA Toshiki

川島 典子*
KAWASHIMA Noriko

要旨 県内清酒醸造所の新規県酵母の開発ニーズに対応するため、現在、吟醸酒製造で主流であるカブロン酸エチルを高生産する酵母の開発を行った。県オリジナル酵母のIRCS-YS003, KKK-S からセルレニン耐性株を取得し小規模試験醸造で選抜を実施したところ変異処理前の株より 2~5 倍カブロン酸エチルが高い菌株を選出した。次いで小仕込醸造試験を行い、実地醸造へ進められる酵母の取得ができた。

1 はじめに

吟醸酒等の製造は、吟醸香である酢酸イソアミルよりもカブロン酸エチルを主に生産する酵母の使用が多い。県内の清酒生産量は、このところ吟醸酒を含めた特定名称酒の製造数量が増加している。これは多様な食生活に消費者の本物志向や探索志向、差別化商品への要望によるものと考えている。造り手も消費者も味や香りに特徴や個性が豊かな商品の開拓は活発で、新製品開発の動きはますます加速するものと思われる。

しかしながら、県内の清酒生産量は、特定名称酒よりもこれ以外の比率が高い点が挙げられる。そこで、滋賀県の特徴・オリジナル性を活かした清酒の開発が県内清酒醸造所の課題となっている。

このような背景から、当センターが保有している県オリジナル酵母は、低温やアルコール耐性に強いが、カブロン酸エチル生産量が少なく、主要香气成分は酢酸イソアミル主体の酵母である。そのため、現在の酒質傾向に合った県産酵母の開発が望まれている。本研究は、カブロン酸エチルを高生産する清酒用酵母の開発を試みた。

2 実験方法

2.1 供試菌株

県オリジナル酵母である、IRCS-YS003¹⁾およびKKK-Sの変異株²⁾(IRCS-YS003C18, KKK-SC9, 10, 13)を用いた。また、参考に現在酒造で利用されている醸造用酵母を使用した。

2.2 小仕込醸造試験 1 (総米 1kg)

前報²⁾のスクリーニングで選出した菌株を用いて、各菌株を YPD 液体培地で前培養を行い、酒母省略の 3 段小仕込醸造試験を行った。仕込配合は表 1 に示した。

掛米は α 化米 (精米歩合 60% 白米、徳島製麹株式会社

会社製)、麴は乾燥麴(精米歩合 50% 山田錦 徳島製麹株式会社製)を使用した。仕込容器は、市販の 4 リットル容量の梅酒製造用瓶を用いた。仕込温度は、環境温度で初添 13℃、仲添 10℃、留添 8℃とし、留添翌日から 1 日 1℃ずつ昇温して、外気温度 13℃に達してから発酵終了まで保持した。アルコール発酵に伴い炭酸ガスの発生による重量減少を測定して発酵経過を観察した。発酵の終了は重量減少が少なくなった 29 日目とし、上槽は遠心分離機(3000rpm, 20min.)を用いて行い製成酒を得た。製成酒の分析は、酒類総合研究所標準分析法注解³⁾に従って行い、香气成分は常法³⁾に従いヘッドスペースガスクロマトグラフで測定した。

2.3 小仕込醸造試験 2 (総米 10kg)

小仕込醸造試験 1 で選出した菌株を用いて、各菌株を YPD 液体培地で前培養を行い、普通速醸酵母製造後 3 段の小仕込醸造試験を行った。仕込配合は表 2 に示した。酒米は、精米歩合 70% の山田錦を使用した。

仕込容器は、66 リットルのサーマルタンクを用いた。仕込温度は、初添 12℃、仲添 10℃、留添 8℃とし、留添翌日から 1 日 1℃ずつ昇温し、外気温度 12℃に達してから保持し、後半に 9℃まで降温した。経過および製成酒の分析は、前述のとおり測定した。発酵管理は、日本酒度、アルコール濃度、酸度、アミノ酸度の測定値を見ながら行い、アルコール濃度 17%以上、日本酒度+3 以上、カブロン酸エチル 7ppm 以上の純米酒の製造を試みた。なお、上槽は、2℃の環境で専用の酒用袋に入れ、人力で緩やかに加圧して 24 時間程度で製成酒を得た。

2.4 小仕込醸造試験 3 (総米 10kg)

試験は、前述の小仕込醸造試験 2 同様行った。なお、酒米は、精米歩合 60% の吟吹雪(滋賀県奨励品種)を使用した。

* 食品・フロンティアデザイン係

表1 総米 1kg 醸造試験 仕込み配合

	初添	仲添	留添	合計
総米(g)	175	350	475	1,000
蒸米(g)	100	300	375	775
麴米(g)	75	50	100	225
汲水(ml)	275	370	700	1,345
乳酸(ml)	1	-	-	1
酵母(ml)	10	-	-	10

表2 総米 10kg 醸造試験 仕込み配合

	酒母	初添	仲添	留添	合計
総米(kg)	0.65	1.40	2.80	5.15	10.00
蒸米(kg)	0.45	1.00	2.20	4.35	8.00
麴米(kg)	0.20	0.40	0.60	0.80	2.00
汲水(L)	0.7	1.3	3.3	7.4	12.7
乳酸(ml)	9	-	-	-	9
酵母(ml)	30	-	-	-	30

3 結果と考察

3.1 小仕込醸造試験 1 (総米 1kg)

これまでに選抜した4株を用いて総米1kgの小仕込醸造試験を行い、29日間の発酵試験の上槽時の成分結果を表3に示した。カブロン酸エチル生産量は、最も高いもので10.6ppm(KKK-SC9)、低い株でも元の株のYS003に比べ2倍程度以上生産した。発酵能は、経過分析値を示していないが、炭酸ガスの重量減少、アルコール生産量、日本酒度の値から検討して、YS003C18株はよく発酵した。一方、KKK-Sを変異処理した3株の発酵経過は、YS003C18株よりも2、3日程度遅い経過だった。

官能評価では、カブロン酸エチルの香りは、香氣成分分析の数値のと通りの華やかさを示した。KKK-SC10は香りと味に違和感があった。

これらの結果からYS003C18, KKK-SC9, C13の3株を選出し次のステップに進めた。

表3 小仕込醸造試験結果 1 (総米 1kg)

	IRCS-YS 003C18	C9	KKK-S C10	C13	IRCS -YS003	高カブロン酸 エチル酵母
重量減少(g)	246	191	195	215	262	238
アルコール濃度(%)	17.6	13.3	13.5	15.2	17.6	16.2
日本酒度	+9	-22	-23	-5	+10	0
エキス	4.1	8.7	9.0	6.1	4.0	5.5
酸度(ml)	2.2	1.9	2.3	2.4	1.9	1.8
アミ/酸度(ml)	2.0	2.1	2.4	1.7	1.5	1.9
カブロン酸エチル(ppm)	3.4	10.6	4.3	3.8	1.8	7.5
酢酸イソamil(ppm)	3.1	0.9	1.2	3.4	4.5	1.1
イソamilアルコール(ppm)	115	67	87	104	124	101
酢酸エチル(ppm)	45	14	15	29	65	32

3.2 小仕込醸造試験 2 (総米 10kg)

先の選出株を用いて、精米歩合70%の山田錦で総米10kgの醸造試験をおこなった。上槽後の分析結果を表4に示した。25日間の発酵で、アルコール濃度は17%前後で、16.2%と低かったKKK-SC9は、他の2株より発酵経過が2、3日遅れていた。カブロン酸エチル生産量は、発酵経過が遅いKKK-SC9が9.4ppm、他の2株は3ppm台と差が開いていた。生産者による官能評価では、3試験酒ともカブロン酸エチルの華やかさがあり味は様々でバラエティーがあるとの意見だった。

3.3 小仕込醸造試験 3 (総米 10kg)

引き続き精米歩合60%の吟吹雪で醸造試験を実施した。上槽後の分析結果を表5に示した。

YS003C18は、留時の品温10.8℃で発酵を開始し、7日目に最高ボーメが8.4、アルコールが4.4%になった。追水は早めから行き、品温が12℃を超えないように管理した。15日目頃から徐々に温度を下げていき34日目に上槽した。アルコール濃度は15.5%と目標より若干低く、カブロン酸エチル生成量は4.4ppmだった。

KKK-SC9は、6日目に最高ボーメが6.2、アルコールが4.5%になった。15日目頃から徐々に温度を下げていき34日目に上槽した。アルコール濃度は13.6%と低く、カブロン酸エチル生成量は8.7ppmと高かった。

KKK-SC13は、7日目に最高ボーメが6.8、アルコールが3.7%になった。アルコール濃度は16.2%、カブロン酸エチル生成量は5.6ppm低度だった。

生産者による官能評価では、KKK-SC9は、カブロン酸エチルを強く感じ、KKK-SC13はほどほどの香りを使い分けができそうとの意見だった。味は、荒々しさはあるものの、現時点では渋みや苦みは特に感じず、酸味も多くはないとの評価だった。

一方、YS003C18は、酢酸イソamilの香りも感じ取れて、また味は、酸味をやや多く感じ他の2種類の酵母とは様子を異にした。

表4 小仕込醸造試験結果 2 (総米 10kg)

	IRCS-YS 003C18	C9	KKK-S C13	高カブロン酸 エチル酵母
アルコール濃度(%)	17.3	16.2	17.3	17.5
日本酒度	0	-8	2	1
エキス	5.7	7.0	5.4	5.6
酸度(ml)	2.6	2.5	2.1	2.0
アミ/酸度(ml)	2.3	2.4	2.2	2.1
カブロン酸エチル(ppm)	3.0	9.4	3.5	4.5
酢酸イソamil(ppm)	2.8	0.8	2.1	1.3
イソamilアルコール(ppm)	117	90	126	121
酢酸エチル(ppm)	49	19	29	70

表5 小仕込醸造試験結果3 (総米10kg)

	IRCS-YS 003C18	KKK-S C9	C13	高カブロン酸 エチル酵母
アルコール濃度(%)	15.5	13.6	16.2	16.0
日本酒度	-5	-10	7.3	8.8
エキス	6.0	6.4	4.0	3.7
酸度(ml)	2.0	1.6	1.5	1.6
アミノ酸度(ml)	2.9	2.6	2.3	2.0
カブロン酸エチル(ppm)	4.4	8.7	5.6	6.3
酢酸イソamil(ppm)	2.0	0.4	1.1	1.2
イソamilアルコール(ppm)	104	69	94	103
酢酸エチル(ppm)	31	9	14	24

4 まとめ

当センター保有の県オリジナル酵母を用いて変異処理をおこない、現在主流の吟醸香であるカブロン酸エチルを高生産する株を取得後、小仕込醸造試験を実施した。

今後は、県内醸造所での実地試験を進め製造現場で利用できる酵母なのか、この酒造期に2社で4試験の実地醸造試験を進めている。

参考文献

- 1) 岡田俊樹：滋賀県工業技術総合センター研究報告, p46-50(2006)
- 2) 岡田俊樹：滋賀県工業技術総合センター研究報告, p116-118(2018)
- 3) 公益財団法人日本醸造協会：酒類総合研究所標準分析法注解(2017)

信楽焼坪庭製品の市場開拓に向けた開発研究(第2報)

高畑宏亮*
TAKAHATA Hiroaki*

中島孝*
NAKAJIMA Takashi*

野上雅彦*
NOGAMI Masahiko*

西尾隆臣*
NISHIO Takatomi*

宮本ルリ子**
MIYAMOTO Ruriko**

要旨 近年、和風文化に対する関心が高まっている中、冷却効果もある坪庭作りに対する需要が期待されている。そこで産地の大物屋外用陶器と試験場の開発技術である多孔質や透光性陶器等の製造技術を生かし、市場開拓に向けた坪庭製品として、昨年引き続き合計6種類を開発提案した。

1 はじめに

近年は国際的に日本庭園や盆栽などの和風文化に対する関心が高まっており、特に都市部における冷却効果もある坪庭作りに対する需要が期待されている。

そこで本研究は、産地の大物屋外用陶器と試験場で開発した特許技術である多孔質や透光性陶器等の素材や製造技術を生かし、市場開拓に向けた和モダンな坪庭製品として、多孔質素材による壁面や床面冷却装置、坪庭の装飾用製品を開発し、平成30年度から3年計画として実施している。

2 冷却効果のある陶製タワー

坪庭は眺めて楽しむだけでなく、夏場の気温を下げる冷却装置である。さらにそこで使用する陶製品においても、多孔質素材による水の気化熱の冷却効果を利用し、植物と組みあわせることのできる製品を開発した。昨年度に開発を行った角柱状陶製ブロックに比べ、今年度は生産コストが低い円柱状の製品を試作した。

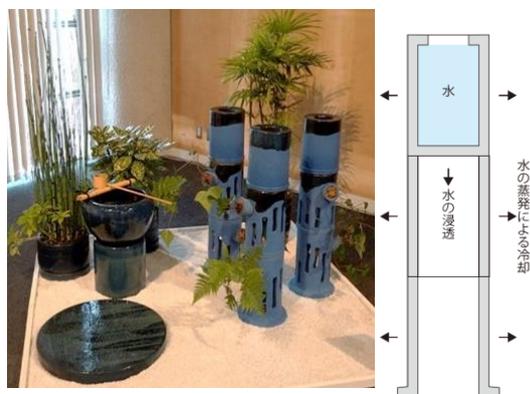


図1 陶器製タワーと構造

吸水性を持つ多孔質素材に加えて、表面に多孔質化粧を施すことにより、円柱の内部および外部で水の蒸発時の効果的な冷却機能を付加した。

また、昨年度に試作した角柱状陶製ブロックについて、その冷却効果を赤外線温度分布測定装置(日本アビオニクス型式 InfReC R500Pro)により、観察したところ、上段のブロックより多孔質素材を水が浸透し、測定環境にもよるが表面温度に4℃程度の低下を確認した。

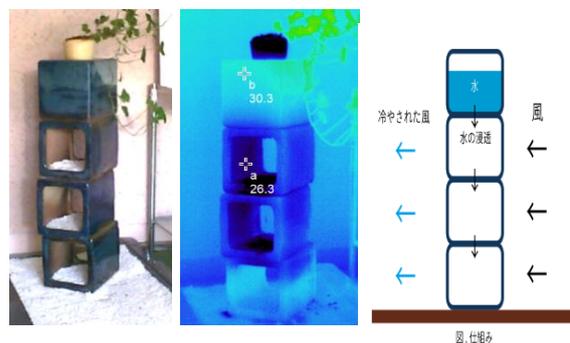


図2 角柱状ブロックの冷却効果(サーモグラフ)

3 枯山水タイル

枯山水様式の庭園で用いられる水を表した多孔質装飾タイルを試作した。表面には白砂の風合いの表現に粒状に縮れる釉薬を施した。



図3 枯山水タイル表面

*陶磁器デザイン係 **同嘱託職員

4 陶製向月台

また、陶製向月台の表面には冷却効果と苔などによる自然な経年変化が期待できる多孔質化粧を施した。



図4 枯山水タイルと陶製向月台

5 たたら明かり

たたら成形した陶板を重ね合わせた隙間から光が漏れる間接照明で、重ね合わせ方は、使い手が工夫できる。光源にはLEDを利用し、表面には波模様を施し、光の反射に変化を与えることができる。また、散水ユニットとの組み合わせにより、冷却機能を付加することも可能であり、素地には吸水性を高めた多孔質素材、表面の一部に浸水性の高い化粧を施し、波模様との組み合わせにより、一層の冷却効果が期待できる。



図5 たたら明かり

6 砂あかり -自分で描く信楽透器-

信楽透器の透光性を利用した盤と、その土を砕いて砂状にしたあかり。箱庭になっており、半透明の砂はその重なるの厚さの違いから光りの濃淡が生まれ、ミニチュアの熊手や指を使って自由に模様を楽しめる。



図6 砂あかり

7 システム睡蓮鉢

睡蓮鉢ビオトープは、小さな自然を簡単に楽しむことができる癒しのアイテムとして、近年人気が高まっている。様々なサイズ・高さの角鉢を重ねて組み合わせることにより、立体的で統一感のあるデザインのビオトープが簡単に構築できる。



図7 システム睡蓮鉢

8 試験場展

下記の内容により試作展を開催した。

会期：2019年10月12日(土)～11月10日(日)

会場：滋賀県陶芸の森 信楽産業展示館

アドバイザー：元京都女子大学教授 出井豊二氏



図8 試験場展の会場の様子

9 まとめ

今年度は、多孔質素地を使い壁面・床面冷却装置、装飾および照明製品として4種類、透光性素地を使い照明製品として1種類、大物用素地による装飾製品を1種類、合計6種類を開発提案した。

次年度も、市場化に向けた技術移転を目指し、冷却性能評価試験や屋内外での耐候性試験を行うとともに、坪庭用陶製品の開発提案を実施する予定である。

参考文献等

1. 滋賀県、特許4976010 多孔表面陶磁器
2. 滋賀県、特許5352035 透光性陶磁器用練り土及び透光性陶磁器
3. 高畑ら、滋賀県工業技術総合センター業務報告 第33号、119-121 (2018) .

生物由来合成ハイドロキシアパタイトを用いたセラミックスの開発研究

植西 寛*
UENISHI Hiroshi*

要旨 生物由来合成ハイドロキシアパタイトは鶏の卵殻由来の炭酸カルシウムを用いて合成された低結晶性ハイドロキシアパタイトである。安全性の高い無機原料である生物由来合成ハイドロキシアパタイトを陶磁器・セラミックス分野で活用できる可能性を調査すべく研究をおこなった結果、生物由来合成ハイドロキシアパタイトを主原料とした光の透過率および白色度に優れ、リン酸三カルシウム含有率が50%を超える素地を開発した。

1 はじめに

令和元年の日本国内での鶏卵の生産量は2,639,733 tであり、卵殻の重量を鶏卵の10%と仮定すると、年間で約26万もの卵殻が発生している。卵殻はその一部が肥料や土壌改良剤、チョーク、グラウンド用白線やサプリメントとしてリサイクルされているが、多くは産業廃棄物として処理されている。

生物由来合成ハイドロキシアパタイトはこれまで産業廃棄物として処理されてきた鶏の卵殻由来の炭酸カルシウムを用いて合成される低結晶性ハイドロキシアパタイトである。鉱物である燐灰石や歯の表面のエナメル質は結晶型ハイドロキシアパタイトである。低結晶性ハイドロキシアパタイトは生体組成により近い構造を持ち、分子一つひとつは凝集しているだけで、固く結びついているわけではないため、他の物質に対して柔軟な反応を示し、吸着力も結晶型に比べ優れている。卵殻のミネラル分を含み、人間の骨や歯の組成成分に非常に近く、生体親和性の高い素材で、医療・化粧品・繊維・有毒物除去など健康で安全な生活に大きく貢献できる原料として、様々な業界から注目を集めている²。

これらの特徴をもつ安全性の高い無機原料である生物由来合成ハイドロキシアパタイトを陶磁器・セラミックス分野で活用できる可能性を調査すべく研究をおこなった。

2 実験方法

2.1 試料の作製

リン酸カルシウム系素地であるボーンチャイナの調査³を参考に、生物由来合成ハイドロキシアパタイト(0および30~70 wt%)、NZカオリン、福島長石、本山木節粘土からなる素地を調整した。

生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量が吸水率、焼成収縮率、透過率および白色度にあたる影響の調査には、所定量を秤量した原料をボールミルにより湿式粉碎混合し、乾燥後、粉碎したものをΦ65 mmの金型を用いてプレス成形したものをを用いた。焼成温度の影響の調

査には、所定量を秤量した原料を解膠剤とともにボールミルにより湿式粉碎混合し、調整した泥漿を石膏型を用いた鑄込み成形により棒状(Φ12×120 mm)に成形した。成形体は乾燥後、電気炉にて800~1320℃で焼成した。

2.2 評価

試料の吸水率測定はJIS A 1509-3に準拠した方法でおこなった。透過率および白色度(WH)は分光色差計(カラーアナライザーTC-1800、有限会社東京電飾)により測定した。焼成後の素地の鉱物相は粉末X線回折装置(Smart Lab SE、株式会社リガク)により同定をおこなった。同じく、焼成後の素地のリン酸三カルシウムの濃度はJIS S 2401に準拠した方法および波長分散型蛍光X線分析装置(ZSX Primus IV、株式会社リガク)により測定したP₂O₅の値からJIS S 2401に定める方法で算出した。波長分散型蛍光X線分析装置を用いた方法では、あらかじめ素地と本山木節粘土のそれぞれの粉末を1:9で混合した試料に、融解剤として四ホウ酸リチウムを加えてガラスビードを作製し、JRRM 121-135により各成分の定量分析をおこなった。

3 結果と考察

3.1 生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量と吸水率、焼成収縮率の関係

図1に1240℃、1260℃、1280℃の各焼成温度における生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量と吸水率、図2に焼成収縮率との関係を示す。なお、添加量0%の試料は一般的な磁器素地を参考にした組成の素地である。生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量が30%の素地を1280℃で焼成したものは棚板に融着したため、測定はできなかった。各試料ともに焼成温度が高くなるにつれて、吸水率は低下した。1280℃では吸水率は0.5%以下となり、磁器化したことが確認できた。また、焼成収縮率に関しては生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量が増えるにつれて、収縮率も大きくなった。

* セラミック材料係

3.2 生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量と透過率および白色度の関係

前項の結果から、1240℃では磁器化しなかった組成があるため、本項では1240℃の焼成温度に関しては除外した。図3に1260℃、1280℃の各焼成温度における生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量と透過率、図4に白色度との関係を示す。光の透過率に関しては1260℃焼成の場合、生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量が増えても変化は少なかったが、1280℃焼成の場合においては、生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量が増えるにつれて光の透過率も大きくなった。白色度に関しては1260℃焼成の方が1280℃焼成のものよりも高くなる傾向にあった。各焼成温度とも生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量が50%の素地が最も優れた白色度を示した。生物由来合成ハイドロキシアパタイト添加素地は一般的な磁器素地よりも透過率、白色度ともに大幅に向上することが確認できた。

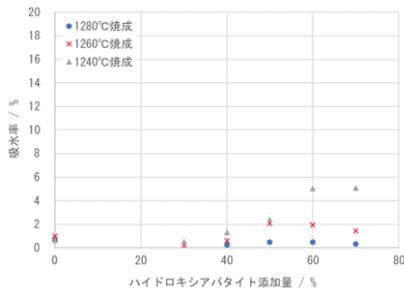


図1 各焼成温度における生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量と吸水率の関係

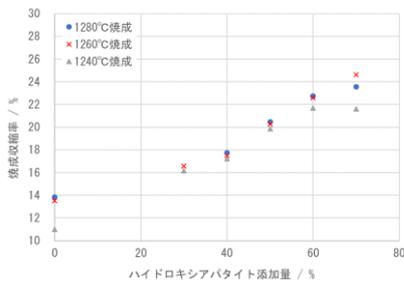


図2 各焼成温度における生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量と焼成収縮率の関係

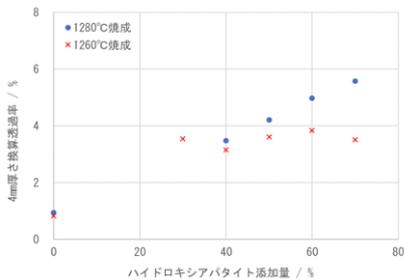


図3 各焼成温度における生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量と4 mm厚さ換算透過率の関係

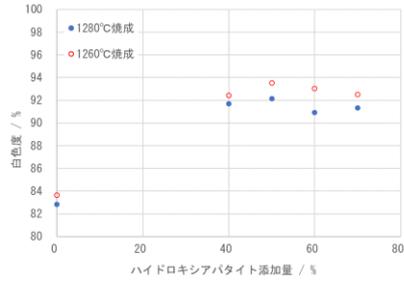


図4 各焼成温度における生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量と白色度との関係

3.3 焼成温度の影響

前項の結果から、透過率と白色度の両方が優れていた生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量60%の組成について、鑄込み成形した試験片の焼成温度と吸水率の関係を示す。吸水率は1100℃まではなだらかに下降し、1100℃を超えると急激に減少した。焼成収縮率に関しては吸水率の減少と対応するように、1100℃を超えた温度から急激な収縮が起こったが、1240℃から1320℃の範囲ではあまり変化がみられなかった。1240℃および1260℃における吸水率に関して、3.1項にあるプレス成形体の結果と本項の鑄込み成形体の結果に差が見られたが、この原因に関しては今後の試験において明らかにしていきたい。

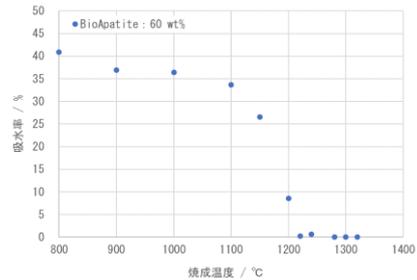


図5 生物由来合成ハイドロキシアパタイトを60%添加した試料における焼成温度と吸水率の関係

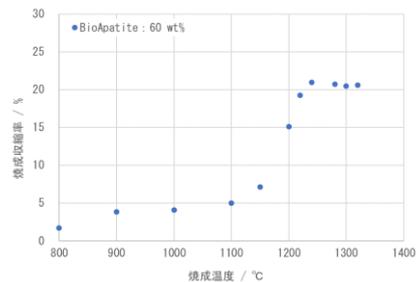


図6 生物由来合成ハイドロキシアパタイトを60%添加した試料における焼成温度と焼成収縮率の関係

3.4 焼成後の素地の鉱物相について

1280℃で焼成した各素地のX線回折測定結果を図7に示す。生物由来合成ハイドロキシアパタイトを含まない素地ではムライトと石英のピークが確認された。今回測定した生物由来合成ハイドロキシアパタイト添加率40~70%の範囲では、全ての素地でアノーサイトとリン酸三カルシウム

(β -TCP)のピークが確認されたが、ムライトと石英のピークは確認できなかったことから、生物由来合成ハイドロキシアパタイトを用いた素地中で SiO_2 及び Al_2O_3 成分はアノサイトもしくはガラス相として存在していると推測できる。図7において、生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量が増えるにつれてアノサイトの鉱物相の割合が減少し、リン酸三カルシウム(β -TCP)の割合が増えていることが確認できる。生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量が増えると、素地中の SiO_2 及び Al_2O_3 成分の割合が減少するため、自ずとアノサイトの割合が減少することになる。

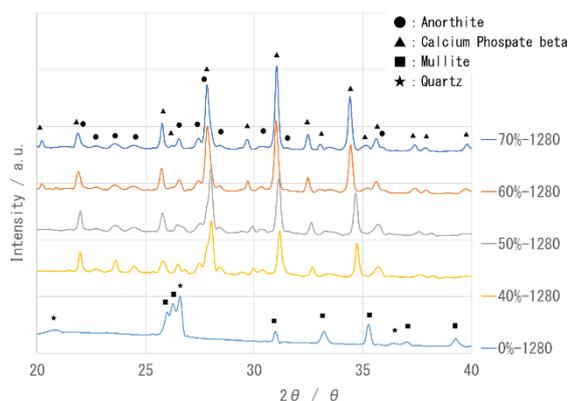


図7 1280°Cで焼成した生物由来合成ハイドロキシアパタイト添加(0および40~70%)素地のX線回折測定結果

3.5 焼成後の素地のリン酸三カルシウム含有率について

表1に生物由来合成ハイドロキシアパタイトを60%添加し、1280°Cで焼成した素地の P_2O_5 の含有率をJIS R 2401のりんバナドモリブデン酸吸光法と波長分散型蛍光X線分析装置による定量分析により求めた結果と、JIS S 2401に定める方法で算出したリン酸三カルシウム含有率を示す。併せて、調合計算から求めた P_2O_5 の理論値およびリン酸三カルシウム含有率も示す。

表1 生物由来合成ハイドロキシアパタイトを60%添加し、1280°Cで焼成した素地の P_2O_5 含有率とリン酸三カルシウム含有率

%	JIS R 2401	蛍光X線	調合計算値
P_2O_5	24.3	25.3	25.2
リン酸三カルシウム	53.0	55.2	54.9

生物由来合成ハイドロキシアパタイトを60%添加した素地はリン酸三カルシウムを50%以上含有することが分かった。 P_2O_5 含有率を理論値と比較すると、JIS R 2401による方法はやや低くなった。これは、JIS R 2401に定める方法は蛍光X線分析と比較して、試料の調整が煩雑で操作が多いため、誤差を生んだ可能性がある。今後、生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量が異なる試料を同様の方法で分析し、両者の差異を検証していきたい。

3.6 鋳込み成形

3.3項の生物由来合成ハイドロキシアパタイトを60%添加した素地の泥漿を用いて石膏型による排泥鋳込み成形をおこなった。これを1280°Cで焼成した試作品を図8に示す。なお、着肉、脱型とも特に問題となる点はみられなかった。



図8 生物由来合成ハイドロキシアパタイトの添加量60%の素地の鋳込み成形による試作品(1280°C焼成)

左: Light Off、右: Light On

4 まとめ

生物由来合成ハイドロキシアパタイトを陶磁器・セラミックス分野で活用できる可能性を調査すべく研究をおこなった結果、光の透過率および白色度に優れ、リン酸三カルシウム含有率が50%を超える素地を開発した。この含有量はボーンチャイナとしてJIS規格で定められる30%を大きく上回っており、今後、ボーンチャイナ素地としての活用も期待できる。

次年度、光の透過率、白色度などの諸物性について、市販の磁器土などと数値による比較をおこなう予定である。また、生物由来合成ハイドロキシアパタイトの吸着特性を活用したフィルター用多孔質材料の開発にも取り組む予定である。

参考

1. 鶏卵流通統計調査(令和元年)、農林水産省HP、https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/tikusan_ryutu/keiran/r1/index.html
2. 株式会社バイオアパタイトHP、<https://bioapatite.jp/>
3. 社団法人窯業協会編、窯業工学ハンドブック、技法堂出版(1966)

窯業系廃棄物を活用した園芸土木資材の開発

神屋 道也*
KAMIYA Michinari *

植西 寛*
UENISHI Hiroshi*

坂山 邦彦*
SAKAYAMA Kunihiko *

要旨 本研究は信楽焼をはじめとする窯業関連企業から出た廃棄物を陶磁器の原料として活用し、園芸土木資材を開発することを目的とする。今年度は県内企業から得られる窯業系廃棄物の発生状況と信楽焼の釉薬汚泥について成分変動を調査した。

さらにアルミナ系砥石汚泥を市販土に添加したところ、曲げ強度の増加と吸水率の低下、全収縮率の低下が認められた。

1 はじめに

本研究では窯業関連企業から出た廃棄物を陶磁器原料として再利用し、その特性を生かした材料を開発するとともに、廃棄物のイメージのために食器などには使い難いため、土止めブロックなどの園芸土木資材を提案する。

また、昨年度の「窯業系汚泥を用いた凍害に強い土止ブロックの開発」⁽¹⁾を活用する廃棄物や開発する製品の範囲を広げ検討を行うものである。

今年度は県内企業の廃棄物の発生状況や成分の変動などに加えて、市販の坏土に廃棄物を添加し、曲げ強度や吸水率、全収縮率などの物性値に与える影響を調査検討した。

2 窯業系廃棄物の発生状況

2.1 県内で発生している窯業系廃棄物

県内で発生している窯業系廃棄物について、主に相談で持ち込まれた廃棄物を調査した結果を表1にまとめた。

これらの廃棄物が陶磁器原料として利用可能か検証するために次の検討を行った。

3 釉薬汚泥の成分変動について

3.1 釉薬汚泥の成分の定期分析

2019年9月から2020年2月の6か月間、信楽町内の釉薬製造業者の釉薬汚泥を毎月採取分析し、その成分の変動を調査した。

成分分析はガラスビード法による蛍光X線分析により行った。四ホウ酸リチウムと試料を10:1の割合で混合し、1250℃で加熱することによりガラスビードを作製し、波長分散型蛍光X線分析装置（ZSX Primus IV 株式会社リガク）を用いて測定した。SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、TiO₂、MgO、Na₂O、K₂O、Cr₂O₃、ZrO₂については日本耐火物協会の標準試料による検量線法、その他の成分はファンダメンタルパラメーター法により解析定量した。

表1. 窯業系廃棄物の発生状況

	窯業系廃棄物	主成分	発生元	特徴
	釉薬汚泥	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Na ₂ O, K ₂ O, CaO, Fe ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , CoO	洗浄時の廃水	有色金属を多く含む。
	砥石汚泥	Al ₂ O ₃ , SiO ₂	砥石原料の分級	アルミナ87%以上
	ソーダガラス	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Na ₂ O, CaO	冷蔵庫の棚板	アルカリ分が多い。
	ホウケイ酸ガラス	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , B ₂ O ₃ , Na ₂ O	ドラム式洗濯機扉	ソーダガラスに比べ、熱膨張が小さい。

*セラミック材料係

表2. 釉薬汚泥の成分の変動調査結果

	分析値 平均 (wt%)	標準偏差	標準偏差/ 平均	最大- 最小
SiO ₂	56.1	1.2	0.02	3.7
Al ₂ O ₃	14.5	1.3	0.09	4.0
CaO	9.3	0.7	0.07	2.1
BaO	4.0	0.6	0.14	1.6
K ₂ O	3.3	0.1	0.03	0.3
Fe ₂ O ₃	2.1	0.1	0.05	0.3
Na ₂ O	1.9	0.2	0.13	0.7
MnO	1.6	0.1	0.07	0.3
ZnO	1.6	0.5	0.31	1.6
ZrO ₂	1.2	0.1	0.11	0.4
MgO	1.2	0.2	0.17	0.5
その他	3.6	1.0	0.27	2.9

3.2 成分分析結果

6か月間の成分分析結果の平均・標準偏差・標準偏差/平均・最大値-最小値を求めた。結果を表2に示す。平均値が0.5%以下のものに関してはまとめてその他とした。最大時と最小時の含有量の差はSiO₂, Al₂O₃に関しては4%程度、CaO, BaO, ZnOなどが1~2%程度であった。そのほかの元素の変動は0.5%以内であった。この程度の変動は調合を工夫することにより、製品に影響が出ないようにすることができると考えており、来年度以降は園芸土木資材として利用可能な調合を検討する予定である。

4 砥石汚泥の活用について

4.1 砥石汚泥の成分

砥石汚泥の分析は釉薬汚泥の分析と同様の方法で行った。結果を表3に示す。

成分分析の結果、Al₂O₃の含有量が多いことがわかった。Al₂O₃を陶土に加えることで強度が向上することが知られており²⁾、砥石汚泥を加えることにより同様の効果があることが予想された。信楽で市販されている陶土に砥石汚泥を0, 5, 15, 30%の内割で配合した。試料を1250℃で焼成後、曲げ強度、吸水率、全収縮率を測定した。

表3. 砥石汚泥成分分析結果

成分	分析値 (wt%)
Al ₂ O ₃	87.0
SiO ₂	9.7
TiO ₂	1.4
SO ₃	0.3
CaO	0.3
MgO	0.2
Fe ₂ O ₃	0.2
ZrO ₂	0.2
Na ₂ O	0.1
K ₂ O	0.1
その他	0.2

4.2 市販の坏土への砥石汚泥添加の影響

市販の坏土へ砥石汚泥を添加し焼成したテストピースの物性測定結果を図1に示す。砥石汚泥添加率とともに曲げ強度が大きくなり、最大で3倍程度になった。添加率の増加とともに吸水率・全収縮率は低下した。比較のために市販の坏土に磁器強度の向上を目的として添加される易焼結性アルミナを30%配合した試料のデータをバツ印で示している。易焼結性アルミナを30%添加した結果と砥石汚泥を30%添加した結果を比較すると、曲げ強度や吸水率に関しては同程度の効果があることが分かった。ただし、易焼結性アルミナ添加では全収縮が増大しているのに対し、砥石汚泥添加では全収縮が低下していた。この違いは粒子径の違いや粒子の形状の違いによるものと考えているが、今後の調査が必要である。

以上のように砥石汚泥添加は強度の増加および吸水率・全収縮率の低減につながった。

結果を表4にまとめた。強度の増大は陶磁器の破損防止につながる。また、吸水率の低減は汚れや凍害の低減につながる。さらに、全収縮率の低減は製品の寸法精度の向上につながる。このように砥石汚泥は屋外で使用する園芸土木資材に適した原料である。

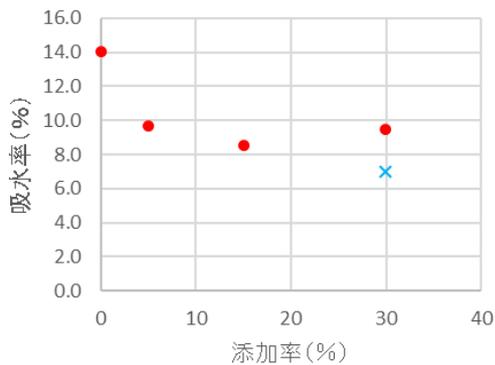
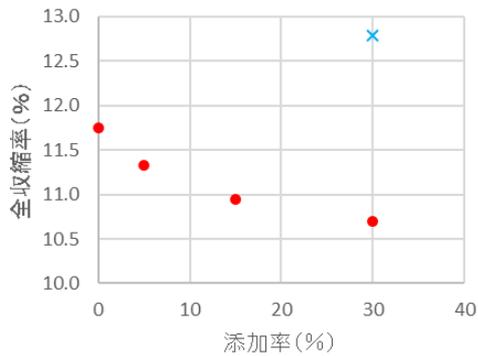
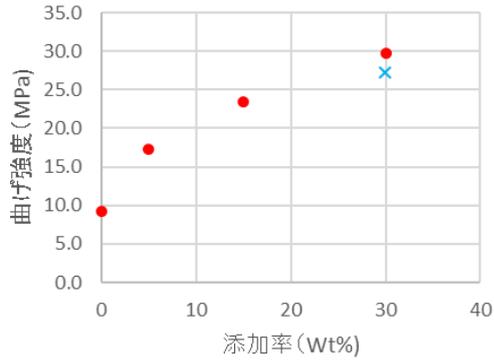


図1 砥石汚泥添加の物性測定結果

表4. 砥石汚泥添加効果

物性への添加の効果	製品への効果
曲げ強度増加	破損の防止
吸水率低減	汚れ・水漏れ低減
全収縮率低減	寸法精度の向上

5 まとめ

県内企業で発生している窯業系廃棄物を調査したところ、釉薬汚泥・砥石汚泥・洗濯機の扉ガラス・冷蔵庫の棚板などの廃棄物が存在することが分かった。

成分の変動が大きいことが予想されたため、釉薬汚泥については月ごとに採取し成分を調査した。調査の結果、成分の変動はSiO₂、Al₂O₃に関しては最大4%程度、CaO、BaO、ZnOなどが1~2%程度であることがわかった。この程度の変動であれば製品に与える影響は小さいと考えられ、陶磁器原料として利用可能である。

アルミナ系の砥石汚泥を市販の陶土に添加したところ、曲げ強度が最大で市販土の3倍程度まで増大することなどから、窯業原料として利用可能であることが示唆された。

来年度からは今年度の調査結果を利用して、園芸土木資材に適した配合を検討する予定である。

参考

1. 神屋ら、滋賀県工業技術総合センター業務報告 第33号 136-137(2018)
2. 原田隆介・杉山紀幸・進博人・石田秀輝 Journal of the Ceramic Society of Japan 104 [12] 1151-1155 (1996)

滋賀県工業技術総合センター業務報告

第34号

令和2年10月発行

発行 滋賀県工業技術総合センター

〒520-3004 滋賀県栗東市上砥山232

TEL 077-558-1500

FAX 077-558-1373

(信楽窯業技術試験場)

〒529-1851 滋賀県甲賀市信楽町長野498

TEL 0748-82-1155

FAX 0748-82-1156

印刷 モリワキ印刷