

ANNUAL REPORT  
OF  
THE  
INDUSTRIAL  
RESEARCH  
CENTER  
OF  
SHIGA  
PREFECTURE

平成26年度 業務報告

滋賀県工業技術総合センター

ANNUAL REPORT  
OF  
THE  
INDUSTRIAL  
RESEARCH  
CENTER  
OF  
SHIGA  
PREFECTURE

平成26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	17

## 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	18
(2) 技術普及講習会	19
(3) 主な技術相談事例	20
2. 試験・分析	
(1) 開放試験機器の提供	30
(2) 依頼試験分析	34
(3) 生産品受払	36
3. 研究開発・産学官連携	
(1) 研究概要	38
(2) 共同研究	39
(3) 研究発表等	41
(4) 重点研究の評価委員会	43
(5) 研究会活動の推進	45
(6) 産業財産権	52
(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	56

(2) 学外実習生の受け入れ	57
(3) 信楽窯業技術試験場研修生OB会	58
5. 情報提供等	
(1) 刊行物の発行	59
(2) 研究成果報告会	60
(3) 全国陶磁器試験研究機関作品展「陶&くらしのデザイン展2011」	61
(4) ホームページによる情報提供	62
(5) 産業支援情報メール配送サービス	62
(6) 工業技術情報資料等の収集・提供	62
(7) センター一般公開の開催	62
(8) 見学者等の対応	63
(9) 報道関係機関への資料提供	63
6. その他	
(1) 技術開発室の管理運営	64
(2) 企業・大学等訪問事業	65
(3) 信楽焼生産実態調査結果	66

### III 研究報告

平成26年度研究報告一覧	68
渦電流探傷法による薄物鉄鋼円筒体の欠陥定量化に関する研究 －薄物鉄鋼円筒体における欠陥検出と定量化への展望について－	69
CAEによる低コスト設計・開発支援に関する研究	74
機械騒音低減の評価手法に関する研究（第2報）	77
光機能性薄膜の創製に関する研究（第2報）	79
電極の密着強度評価の確立	83
高分子素材の破断形状に関する研究	87
新規導電性高分子粒子の開発（第2報）	90
清酒製造における酒母（しゅぼ）の安定製造法の開発 －分離硝酸還元菌および乳酸菌の緒性質の検討と同定－	94
多孔質材料を生かした生活陶器の開発（第2報）	100
陶磁器釉薬の安定化に関する研究 －油滴天目系鉄釉薬について（2）－	107
低膨張セラミックスの開発研究（第1報）	110
多孔質素材およびその評価技術に関する研究 －各種吸着素材による不快臭ガスの吸着性能について－	113

# 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。こうした状況の中にあつて、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：「(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。

他方、信楽町（現：甲賀市信楽町）には古く明治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徴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いきます。

## 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

### 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）

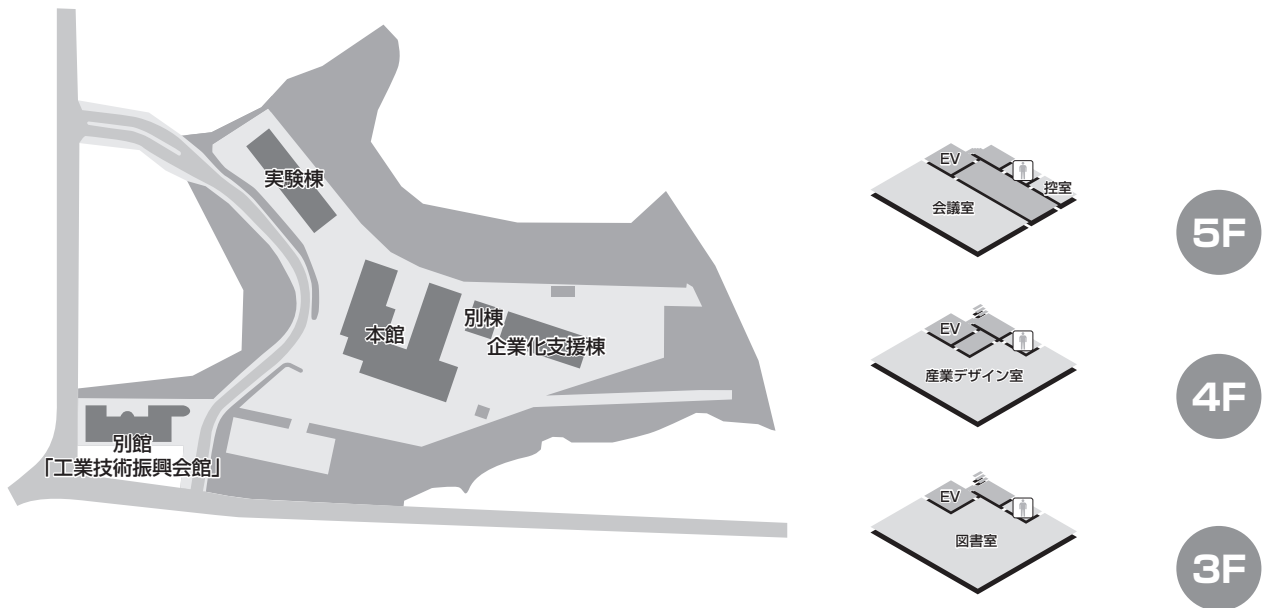
### 3. 敷地および建物

所在地 〒520-3004 滋賀県栗東市上砥山232番地

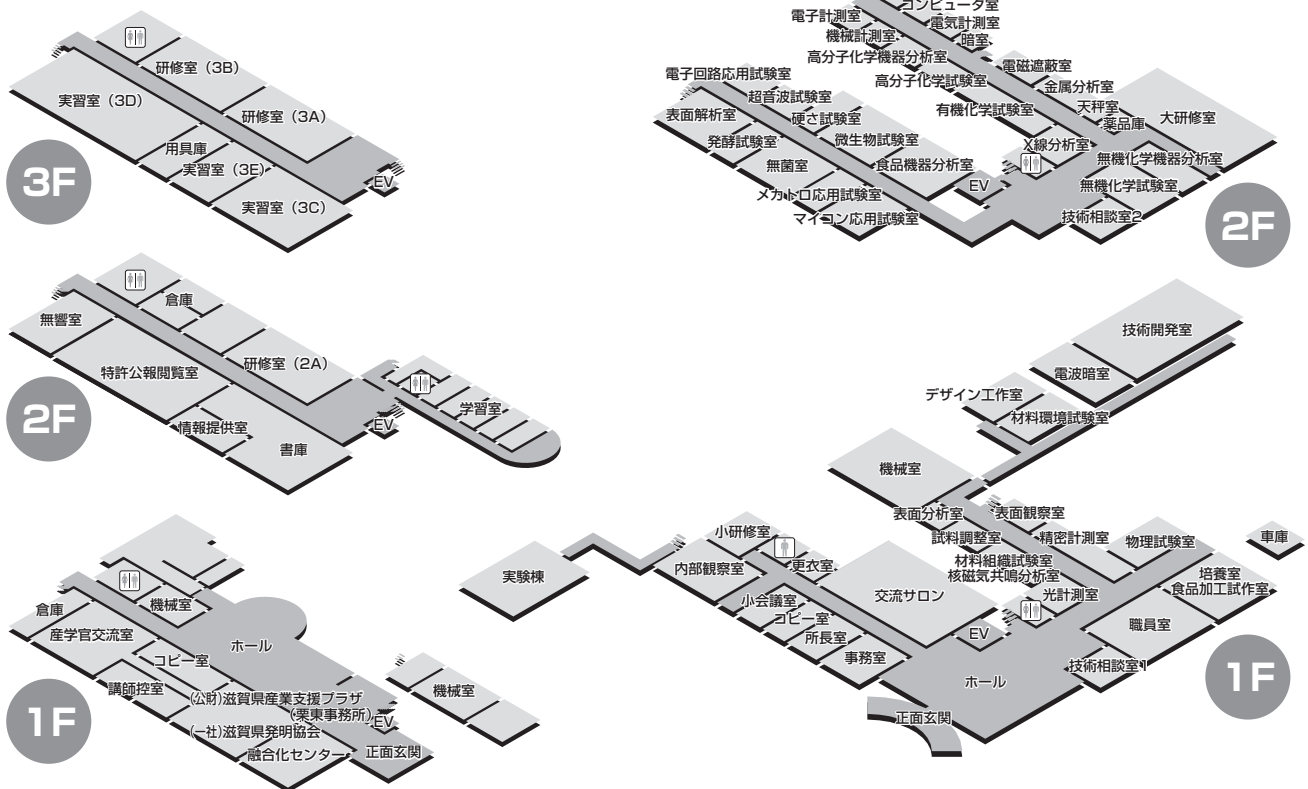
土地 35,350.14m<sup>2</sup> (登記面積) (実測面積 36,610.88m<sup>2</sup>)

建物 8,822m<sup>2</sup>

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



#### ▼別館



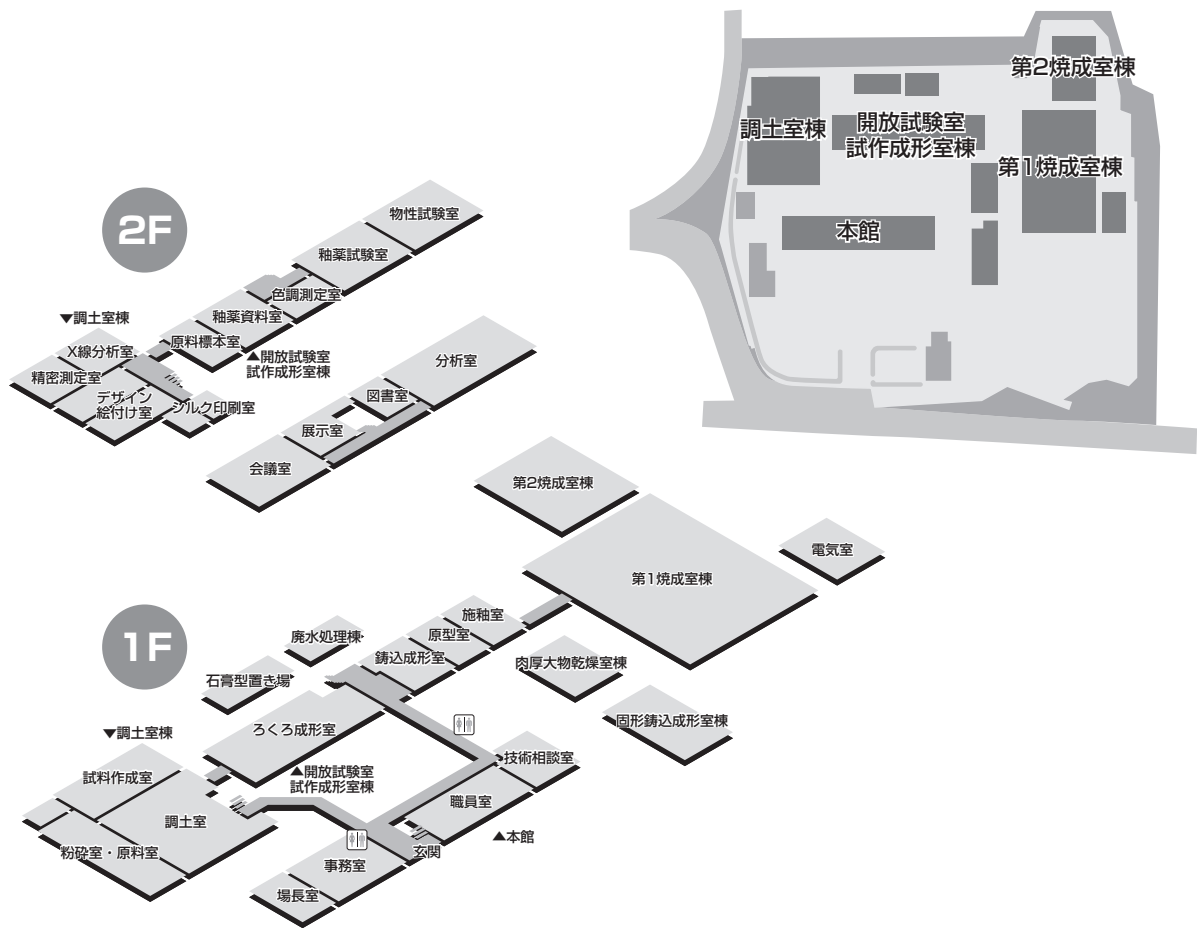
・信楽窯業技術試験場

所在地 〒 529-1851 滋賀県甲賀市信楽町長野 4 9 8 番地

土地 7,561.23m<sup>2</sup>

建物 3,244m<sup>2</sup>

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

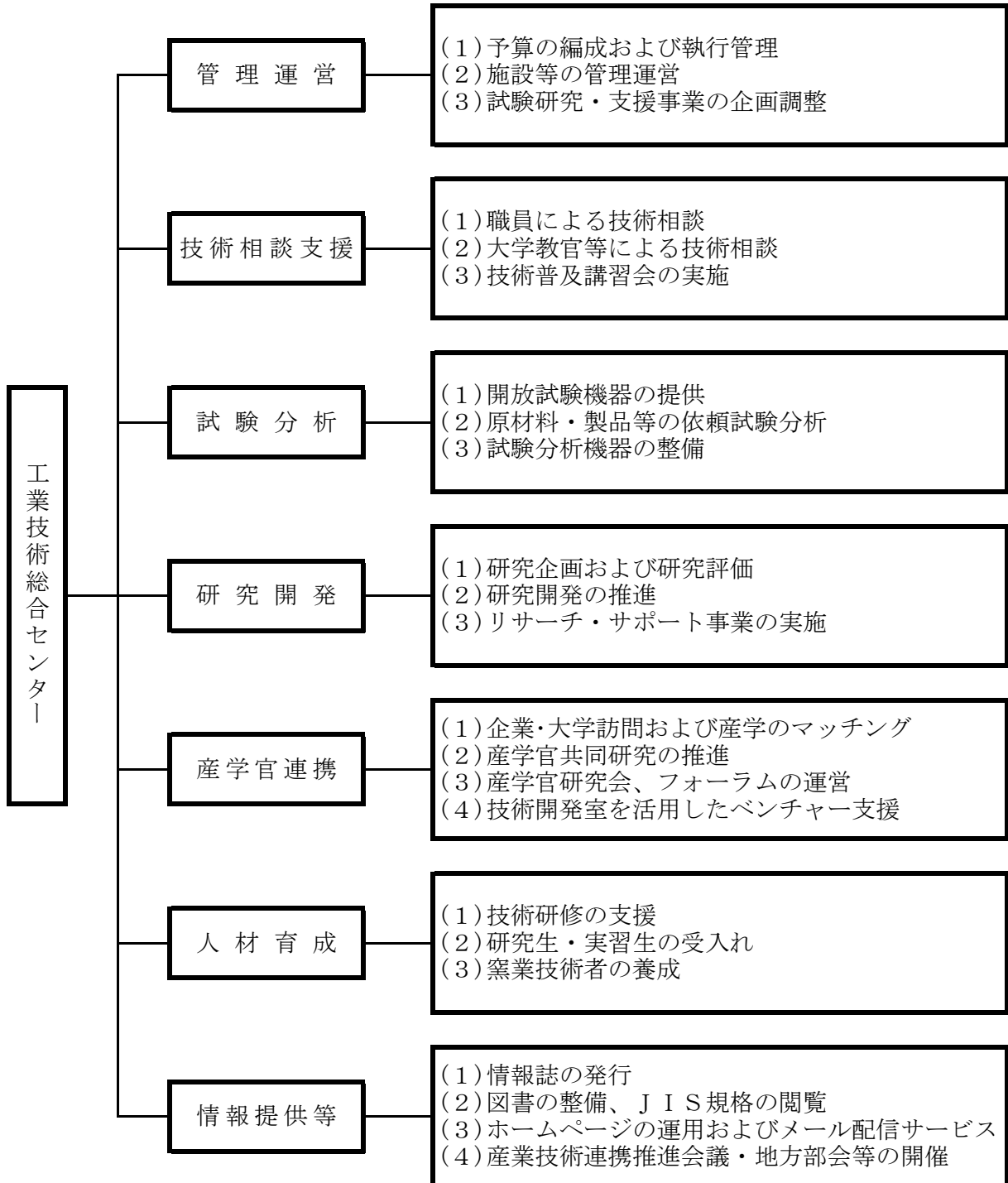




## 4. 組織および業務内容

### (1) 機能と事業

(平成27年3月31日現在)

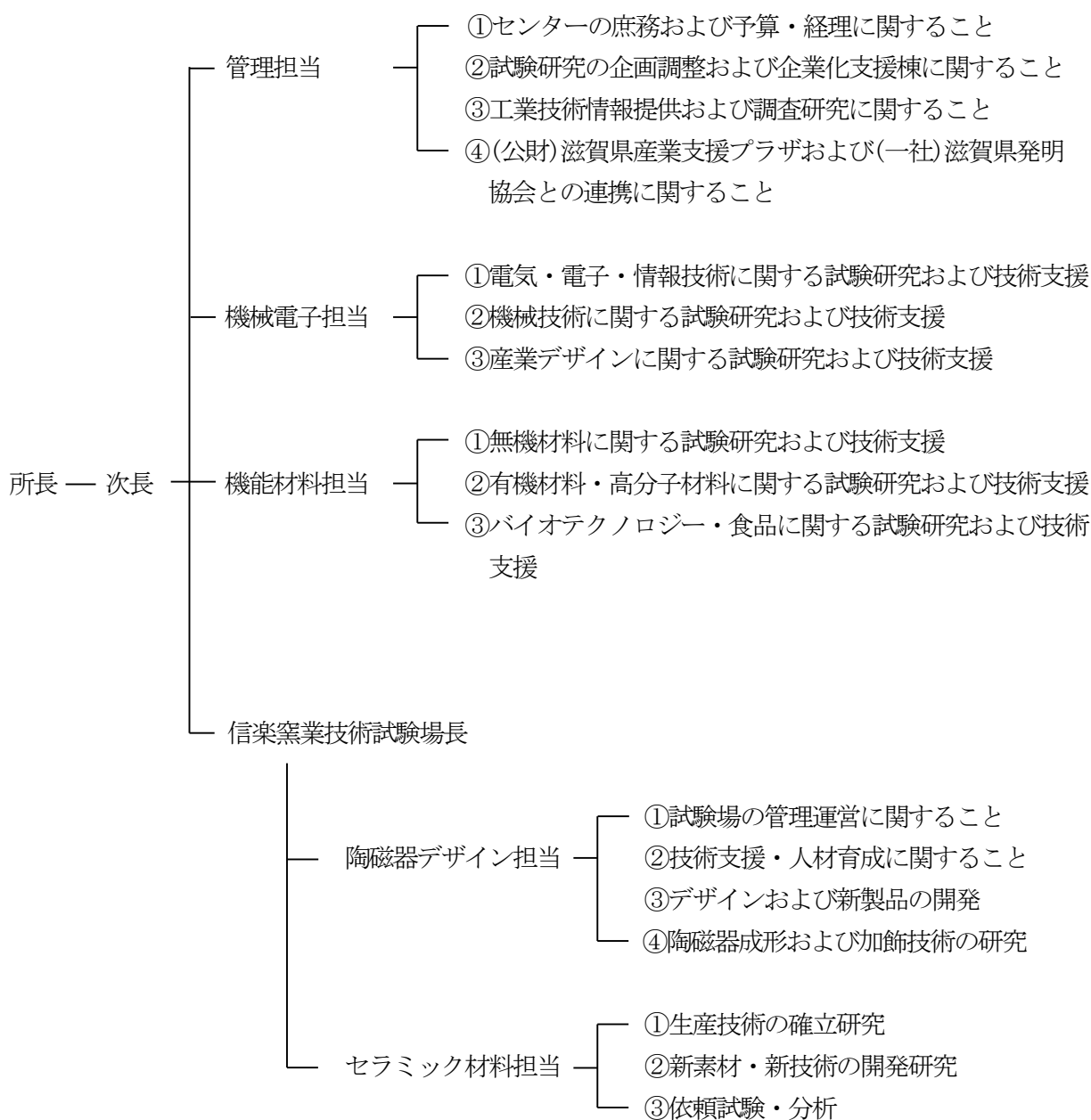


## (2) 機構および業務内容

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、技術研修等を実施するため、管理担当、機械電子担当、機能材料担当、陶磁器デザイン担当およびセラミック材料担当を設けています。

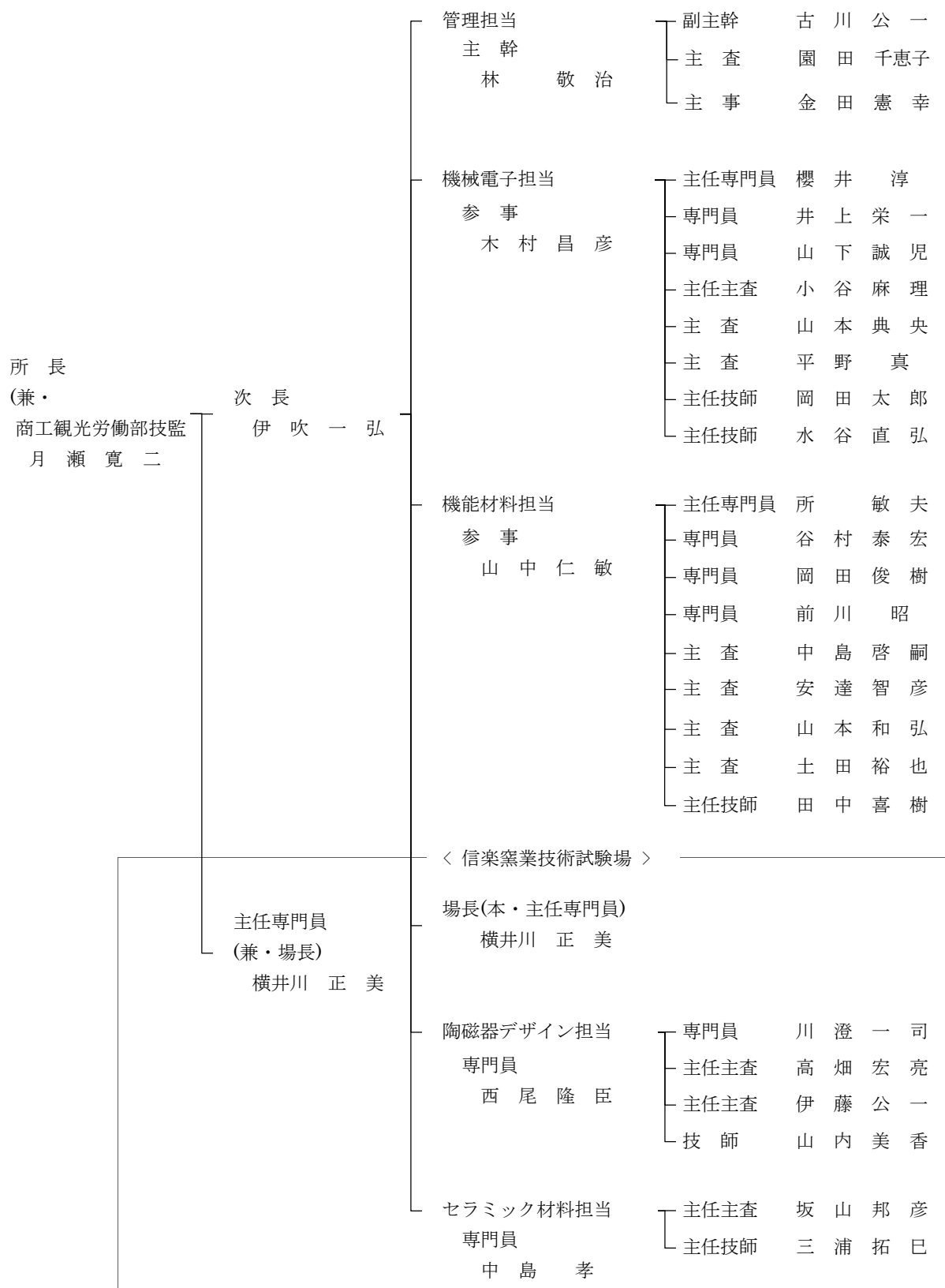
そして、(公財)滋賀県産業支援プラザおよび(一社)滋賀県発明協会と連携を図りながら、効果的な活動を推進しています。

(平成27年3月31日現在)



(3) 職員

(平成27年3月31日現在)



職員数 34名  
 事務 5名  
 技術 29名

## 5. 決算（平成26年度）

### （1）事業別決算

（単位：円）

概		要	決 算 額
工 業 技 術 総 合 セ ン タ ー 費	職員費		281,148,301
	運 営 費	企業化支援棟推進費	6,090,000
		庁舎整備事業費	3,611,280
		無体財産(特許権)維持管理費	580,030
		庁舎管理費	50,393,053
		小 計	60,674,363
	試 験 研 究	ものづくり支援開放機器整備推進事業	48,004,000
		技術相談指導事業費	835,960
		共同研究プロジェクト事業費（研究連携推進法）	145,727
		”（過電流探傷法）	327,000
		”（キャパシタ用炭素材料）	624,000
		”（伝統食品の機能性評価に関する研究）	2,146,000
		窯業技術研究開発事業（多孔質材料を生かした生活陶器の開発）	1,781,000
		”（低膨張セラミックスの開発研究）	768,670
		地域連携型モノづくり人材育成事業	273,760
		外部競争的資金導入型研究開発事業（経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業） （高機能化複雑形状加工に対応可能な汎用プレス機を用いた精密3次元形状プレス複合化技術の開発）	734,894
	指 導	”（経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業） （国民病「顎関節症」の治療に最適な革新的次世代型開口訓練システムの開発）	795,702
		”（経済産業省課題解決型医療機器等開発事業） （老眼鏡のように気軽に使用できる補聴器の開発）	665,891
		”（NEDO新エネルギーベンチャー技術革新事業） （全個体電池・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）	6,469,200
		技術情報サービス事業費	3,625,740
費	開放機器維持管理事業	31,994,270	
	学会連携事業費	522,300	
	一般研究事業費	2,915,637	
	地域産業育成指導事業費	4,806,296	
	小 計	107,436,047	
工業技術総合センター費合計			449,258,711
そ の 他 経 費	そ の 他 経 費	中小企業技術指導員研修事業等	586,633
		中小企業技術支援情報ネットワーク推進事業	1,414,800
		モノづくりナビゲーション企業創出事業	112,360
		電池産業支援拠点形成事業	696,223
		重点研究事業	1,972,080
		地方営繕工事	486,000
		その他事業(産休・育休代替職員の報酬・賃金、政策研修センター旅費、各種返還金)	2,473,887
	小 計	7,741,983	
合 計			457,000,694

## (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	74,758,027	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 別館使用料 自動販売使用料 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	62,964,490 5,541,120 3,925,890 608,373 430,991 1,213,366 25,313 46,984 1,500
	手数料	商工観光労働手 料	4,226,730	試験等手数料(栗東) 試験等手数料(信楽)	3,949,150 277,580
財産収入	財産運用収入		157	無体財産権	157
	財産売却収入	生産物売却収入	262,530	生産物売却収入(栗東) 生産物売却収入(信楽)	100,500 162,030
諸収入	受託事業収入	商工観光労働受託 事業収入	7,869,985	戦略的基盤技術高度化支援事業 課題解決型医療機器等開発事業 新エネルギーベンチャー技術革新事業	734,894 665,891 6,469,200
	雑入	雑入	31,747,242	JKA機械工業振興事業費交付金 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 複写サービス	30,000,000 172,200 776,960 795,702 2,380
合 計			118,864,671		

## 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	12,142,745
			給料	143,509,490
			職員手当	86,077,278
			共済費	53,235,178
			災害補償費	287,940
			賃金	1,613,700
			報償費	505,300
			旅費	1,948,146
			需用費	56,767,988
			役務費	4,851,510
			委託料	27,210,300
			使用料および賃借料	117,251
			工事請負費	3,338,280
			原材料費	1,752,127
			備品購入費	55,101,794
			負担金補助および交付金	503,484
			公課費	23,200
			設計管理費	273,000
				(中小企業費) 小 計
		商工業費	工業振興費	報償費
			旅費	244,760
			需用費	566,356
			役務費	1,414,800
			委託料	1,972,080
			原材料費	100,000
			負担金補助および交付金	370,000
		(商工業費) 小 計		4,782,096
		(商工観光労働費) 小 計		454,040,807
総務費	総務管理費	人事管理費	報酬	1,760,724
			共済費	308,745
			賃金	404,418
		小 計		2,473,887
土木交通費	建築費	建築総務費	需用費	486,000
合 計				457,000,694

### (3) 年度別決算

年度別歳入一覧表

(単位 ; 円)

年度	歳 入						計
	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	
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
元	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	338,136,023	457,000,694

注 1. 財産収入・・・工業技術振興基金運用収入他

3. 諸収入・・・日本自転車振興会（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

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

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
元	-	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	-	*3 102,768,614	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	-	*4 36,696,464	55,452,808	10,468,804	-	53,621,382	296,810,128	453,049,586
23	-	*5 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

注 1. 建設費・・・・・・調査等事務費を含む

3. 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

\*3 翌年度繰越工事請負費 14,490,000円を含む

\*5 前年度繰越工事請負費実績額 12,176,850円を除く

2. 平成9年度分には、平成9年度繰越分を含む

\*2 平成9年度以降は、信楽窯業技術試験場との合計額

\*4 翌年度繰越工事請負費 14,000,000円を含む

## 6. 工業技術総合センター運営懇話会結果概要

当センターが、効果的・効率的に運営を行うため、平成26年度に開催しました運営懇話会の概要は次のとおりです。

【開催日時】 平成27年2月18日(水) 14:00～17:00

【開催会場】 工業技術総合センター 別館産学官交流室

### 【委 員】

座長

中谷吉彦 立命館大学 グローバル・イノベーション研究機構 教授

委員

和田隆博 龍谷大学エクステンションセンター長 理工学部 教授

稲垣篤郎 センカ株式会社 執行役員技術部門部長 (新任)

清水貴之 日伸工業株式会社 代表取締役社長 (新任)

大原耕造 信楽陶器工業協同組合 理事長

上田知彦 近畿経済産業局 地域経済部 産業技術課長

中村吉紀 公益財団法人滋賀県産業支援プラザ 常務理事

### 【次 第 等】

- (1) 開会あいさつ
- (2) 出席者紹介・座長選出
- (3) 座長あいさつ (中谷委員)
- (4) センターの運営、業務等の説明
  - ①センターの概要
  - ②業務別の説明
    - ・機械電子担当業務
    - ・機能材料担当業務
    - ・信楽窯業技術試験場の業務
- (5) 前回の評価に対する対応状況
- (6) 施設の視察
- (7) 委員からの評価、意見、提言等 [質疑応答]
- (8) 座長からの総括
- (9) その他
- (10) 閉会あいさつ



【委員からの意見・提言に対する対応状況報告】

1. 支援体制

	意見・提言	対応状況
1	<p>センターには中小企業の技術力向上だけでなく、大企業や、川下企業との橋渡しをしていただきたい。</p> <p>顧客は世界中に散らばっており、そういう中で滋賀県内の企業間で、一緒にやろうというような、繋げるチャンスを提供できないか。</p>	<p>県では「近江技術てんびん棒事業」で大企業と県内企業との商機メイクを狙ったマッチング事業を毎年開催しており、当センターは技術的サポートを担っています。</p> <p>また、産業支援プラザには県内企業のいろいろな情報が集積されており、県内企業間のマッチングに活かされています。</p>
2	<p>分析業務を進めるためには、担当職員のキャリアアップをどうして行くかが重要です。</p> <p>特に、滋賀県は、企業支援の方に特化しているので、職員のキャリアアップはどうされているか。</p> <p>また、大学などに派遣するのではなく、企業に一年間くらい派遣するスキームはありますか。</p>	<p>全国の公設試の集まりである「産業技術連携推進会議」に設置されている「分析分科会」による化学分析の持ち回り測定や、「電磁環境分科会」による同一標準測定物の各公設試間測定により、職員のレベルアップを図っています。</p> <p>また、職員の派遣研修については、民間企業への派遣は現在はありません。大学や国の研究所、あるいは研修機関へ毎年派遣し、職員のキャリアアップを図っています。</p>
3	<p>センターでは建設的な役割、プロジェクトメーカー的な役割を期待したい。</p> <p>国の補助事業も積極的に活用してほしい。</p>	<p>日々の設備使用対応業務の中で、産業界のニーズや動向をつかんでいます。</p> <p>これらを背景に、県内企業と共同体を組み合わせながら、研究開発の実施にブラッシュアップを重ねています。この研究開発に対しては、国の補助金の獲得ができるよう進めています。</p> <p>また、公設試間の連携として、関西広域連合の枠組みのなか公設試の連携をしており、広域連合内での密な連携を進めています。</p>

4	<p>公設試の情報発信のあり方について、例えば、冊子やパンフ、展示会への出展など考えはありますか。例えば、滋賀銀行のマッチングフェアに滋賀県がブースを持つ、パネル説明するとか、情報発信の方法があるのかと思います。</p>	<p>県内企業と共同開発した製品や研究成果などについては県の広報課を通じて報道機関向けに資料提供しています。今後更に、報道機関の目に留まるように業績のPRをしていきます。</p> <p>マッチングフェアでは、健康創生特区ブースにおいて県としても広報しているところです。</p> <p>公設試としての広報としては、近畿経済産業局と近畿の公設試がビジネスエンカレッジフェアを共同で開催したり、環境ビジネスメッセに出展しており、今後も積極的に広報活動を行いたいと考えています。</p>
5	<p>設備使用は大切です。企業が必要としている証であり、注視していただきたい。</p> <p>件数が下がってきていたら企業のニーズと乖離しているのではないかと考え、努力していただきたい。技術相談の件数の変化も注視してほしい。</p>	<p>設備使用は、センターとしても積極的に取り組んでいます。職員の減少や機器の老朽化のため近年はほぼ現状維持の状態です。設備使用は、単に機器を貸すだけでなく、企業ニーズも把握できる点が特色であり、今後も企業ニーズに則した機器の整備に努力していきます。</p> <p>また、技術相談の件数は、統計の仕方が途中で変わっていることや、職員の減員、異動が大きな要因と考えますが、今後も相談件数に注視し、企業に頼りにされるセンターを目指していきます。</p>
6	<p>10年間での伸び率、例えば自動車関係ではどうなのか、などの傾向の変化を見られたら解析していただきたい。注意していると今後の考え方に繋がっていくものとする。</p> <p>いろんな変化に対して公設試もマクロな変化や、企業のニーズを的確につかんでおられるので、それに応じた公設試のあり方みたいなものを合わせて、ひとつの強みとして考えていただけたらいいのではないかと。</p>	<p>センターでも今後大きな産業発展が見込める電池(2次電池、太陽電池など)産業に注目して機器を整備し、中小企業の支援事業を行ってきました。</p> <p>今後も設備使用や技術相談の状況などにより企業のニーズを的確につかみ、成長が期待できる産業分野の支援強化に努めていきます。</p>

2. 製品開発

	意見・提言	対応状況
7	<p>センターには新宿OZONEでのT・E・I・B・A・N展を含めて、照明器具、屋上緑化と企画してもらっている。開催した時は人が集まるが、だんだん減っていきます。</p> <p>信楽の間屋の力が弱く、このためメーカーが直接消費者に売っているのが現状です。</p> <p>消費者は、問屋が売るより、メーカーの匂いがするものを好みます。工業組合とは、販路も含めて情報交換し、より多くの事業者が参加できるようにターゲットをしばり、懇話会などを開催していただきたい。</p>	<p>各種展示会や研究会に参加されている企業の参加メリットを向上させるための方策が必要であり、今後は新たな販路や有益な情報を得るための異業種交流を積極的に進めていきます。</p> <p>焼き物の流通については、問屋が製品企画をしてメーカーは製造に専念する構図が理想です。</p> <p>信楽焼振興協議会において、信楽焼のあるべき姿、将来構想について議論したいと考えます。また、工業組合との懇話会についても開催し意見交換を図りたいと考えます。</p>
8	<p>滋賀県には伝統的な信楽焼をはじめとしたいい素材があります。それをもっと積極的に宣伝してもらったら滋賀の人たちももっと幸せになれるのではないのでしょうか。自分たちのオリジナリティのものを宣伝して頑張ってもらいたい。</p>	<p>信楽焼は滋賀県を代表する地場産品ですが、全国的には「たぬきの焼き物で有名な」という前書きが付きます。</p> <p>今後はいかなる製品、いかなるイメージで広報すれば、消費につながるかなどを戦略的に検討し、海外も視野に入れながら関連団体と連携して進めていきます。</p>

## 7. 設備・機器

平成26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	規格	金額	取得日	摘要
栗 東	熱物性測定システム	NETZSCH社 LFA447 LFA457	—	H26. 4. 16	経済産業省近畿経済産業局から借入
	蒸気圧測定装置	NOVASINA社 LabMaster-aw STANDARD	1,749,600円	H26. 8. 19	
	大変位振動衝撃試験機	エミック F-22000BDH/SLS型	—	H27. 1. 19	一般財団法人大阪科学技術センターから借入
	X線光電子分光分析装置	アルバック・ファイ PHI 5000 VersaProbe II	47,952,000円	H27. 2. 24	自転車等機械工業振興事業
信 楽	防塵・防水デジタル台はかり	エー・アンド・ディー SW-150KL	158,760円	H26. 6. 4	
	マイクロスコープ	(株)松電舎 TG500PC2	391,370円	H26. 6. 24	
	三次元CADシステム	デル Inspiron3847 アプリクラフト Rhinoceros5 他	347,760円	H26. 7. 1	

## II. 業務概要

### 1. 技術相談支援

平成26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	6,363件	757件	7,120件
リサーチサポート制度の利用	7件	9件	16件
技術普及講習会（講義・実技）	8コース	0コース	8コース

#### (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：7件

実施日	分野	内容
H26. 4.15 H26. 9.16 H27. 2. 6	技術工学	パラメータ設計と直交表の利用について 技術の基本機能と目的機能について 品質工学の基礎とものづくり設計について
H26. 8.19 H27. 2.26	材料	陽極酸化被膜の高機能化について 天然素材からの香りの放出評価について
H27. 1.29	機械	シャフトの疲労測定方法について
H26. 9. 1	デザイン	工芸品のデザイン指導について

[信楽] 件数：9件

実施日	分野	内容
H26. 7. 8 H26. 9. 8 H26.11.18 H27. 1.19 H27. 3.16 H27. 3.24	窯業 (デザイン)	試験場展の指導について 試作品のデザイン指導について インテリア製品のデザイン指導について 新製品開発デザイン指導について 研究の講評と指導について インテリア製品のデザイン指導について
H26.12. 4 H27. 1.16 H27. 2.23	窯業（製造）	耐熱素地の技術動向について 機能性ガラスの基礎等について ガラスの結晶化機構について

(2) 技術普及講習会（講義・実習）

講習会名称		実施日	内 容	参加者
栗東	いまさら聞けない電子計測 ～オシロスコープマスターになるために～	26. 9. 18	オシロスコープを用いた波形観測の実習（1～2人につき1台のオシロを使用して実施）	9名
	熱の伝わりやすさを測定しよう ～フラッシュ法による熱物性測定の技術習得～	26. 11. 5	レーザーフラッシュやキセノンフラッシュに代表されるフラッシュ法による材料の熱拡散率、熱伝導率の測定技術の講演と実習	14名
	促進耐候試験と屋外曝露の相関性、試験機の活用法	26. 12. 11	促進耐候・耐光性試験の現状と活用方法についての講演	24名
	走査型電子顕微鏡による観察およびEDXによる元素分析の原理と実習 （公財）JKA・競輪補助機器	27. 1. 23	走査型電子顕微鏡SEMによる拡大観察および、付属の元素分析装置を上手に活用するための原理の説明と実習	20名
	疲労試験機講習会 ～センター所有の3台でできること～	27. 2. 3	工業技術総合センターで保有する3台の疲労試験機の利用方法の解説と実際の試験機の操作実習	14名
	表面粗さ測定解析技術講習会	27. 2. 20	表面粗さ測定に関する技術の講演と実習 講演：表面粗さ測定のコツと基本的な表面性状パラメータおよび新しく制定された3次元表面性状パラメータについて 実習：表面粗さ測定機を用いた簡易な実習	12名
	IEC61000-4-3放射イミュニティ試験をお考えの方へ ～規格の概要及び試験の実演講習会～ （公財）JKA・競輪補助機器	27. 2. 26	電磁耐性評価室における放射イミュニティ試験で新たに規格が追加された1GHz以上の試験についての講演と実習	3名
	X線光電子分光法（XPS、ESCA）を用いた、試料表面分析の原理と実習 （公財）JKA・競輪補助機器	27. 3. 11	試料表面（～数nm）における分析手法として利用されているX線光電子分光法の基礎となる光電効果など現象の原理説明、分析手法としての応用例の紹介と装置を使用した実習	26名
栗東計	8コース		122名	
信楽	信楽計	-		-
技術普及講習会 合計		8コース		122名

### (3) 主な技術相談事例

分野	機械
課題	表面粗さの公差合否の判定方法
表面粗さの公差合否の判定方法を教えて欲しい。	
<p>対 応</p> <p>粗さ等、表面性状の許容限界値の決め方には「16%ルール」「最大値ルール」の2つの方法があり、前者が標準ルールとなっている。16%ルールでは要求される公差が上限値で決められている場合には、1つの評価長さから切り取った全部の基準長さを用いて算出したパラメータの測定値のうち指示された公差より小さくなる数が16%以下であればよいとされる。したがって、基準長さの5倍を評価長さとした場合には、基準長さは、評価長さの20%であるので1つも越えてはならない。一方、7倍の評価長さを考えると、基準長さは、評価長さの14.3%となっているため1か所は越えても問題ないとされる。</p>	

分野	機械
課題	ISO6892 について
ISO6892 の閲覧が工業技術総合センターで可能か。	
<p>対 応</p> <p>当所に所蔵がないので次項を助言。一般に ISO の閲覧情報は、国立国会図書館のサーチ・ナビが詳しい。また、NDL-OPAC では、閲覧可能な場所も表示され、「ISO 6892」で検索すると同図書館の関西総合閲覧室でも閲覧可能なことがわかる。</p>	


分野	金属
課題	熔融亜鉛めっきされたアンカーボルトの疲労強度試験
標準品と強化品の実際の強度差を比較したい。	
<p>対 応</p> <p>新規製品となるアンカーボルトについて、従来の製品との強度比較のために疲労試験を行った。その際に、同じく熔融亜鉛めっきされたナットがアンカーボルトよりも早期に破損することが判明し、ダブルナットにすることでようやくアンカーボルトの疲労試験を行うことができた。この結果を受け、今回のアンカーボルトを実用する際にも、ダブルナットで取り付けるように指導した。</p>	

分野	金属
課題	陽極酸化処理を施したチタン合金の用途相談
<p>自社開発した表面処理を施したチタン合金が航空産業に使用できそうか。</p>	
<p>対 応</p> <p>チタン合金表面に、簡単な処理で従来より厚くかつ硬度の高い陽極酸化皮膜を得る処理を確立した企業からの用途開拓についての相談。通常チタンは700°以上の環境では著しく耐酸化性が落ちるが、これを皮膜によって防ぐことができれば航空機の高温部に使用できる。期待を持って炉内にて酸化による重量増を調べたところ、従来品との性能差は見られなかった。別分野での応用を模索することになった。</p>	

分野	電子・情報
課題	放射エミッション（EMI）測定系について
<p>EMI測定系のフロアノイズを低減したい。</p>	
<p>対 応</p> <p>EMI測定系のフロアノイズは、使用する受信器（スペクトラムアナライザおよびEMIテストレシーバ）の暗ノイズ、プリアンプの利得と雑音指数、アンテナ係数、測定ケーブルの挿入損失等により決定される。したがって、EMI測定系のフロアノイズを低減するためには、暗ノイズの低い受信器や高利得かつ低雑音指数のプリアンプ、アンテナ係数が小さな受信アンテナ、また挿入損失の小さなケーブルを使用することでフロアノイズを低減することが可能である。</p> <p>現在使用中のEMI測定系があり、そのフロアノイズの低減をしたい場合には、まず現在使用中のプリアンプの低雑音指数の値を調べ、その値が高ければ低雑音指数のものに変更することで大幅にフロアノイズの低減が図れる。さらに低減を図りたい場合は、測定ケーブルを低ロスのものに変更するとともに、ケーブル長を極力短くなるようにケーブルの取り回し方法を変更することで実現可能である。</p> <p>なお、1GHz以上でのEMI測定の場合は、測定系のフロアノイズを低減するためには、受信器を電波暗室内に持込み、受信アンテナの傍に配置する等して測定ケーブル長を極力短くすることが有効である。</p>	



分野	電気・電子
課題	医療用器具に使用する製品の表面抵抗の測定
絶縁性を高めるために表面にコーティングを施した製品の表面抵抗率の評価を行いたい。	
<p>対 応</p> <p>材料の絶縁性能を評価する方法としては、熱硬化性プラスチック一般試験方法（JIS K6911）の抵抗率に定められた環状電極を用いて測定を行うことが一般的である。</p> <p>しかし、今回の様に製品形状に加工された部品では、形状の制約により上記の測定が実施できないため、簡易的に2点間の抵抗測定により製品ごとの測定値を比較する方法で実施した。その結果、製品の種類により測定値に明らかな差が現れ、求められている仕様を満足するには更に絶縁性能を高める必要があることが分かった。</p>	

分野	デザイン
課題	公益財団法人のマークデザイン
財団法人のシンボルマークのデザインをしたい。	
<p>対 応</p> <p>英文表記の略称をモチーフにデザインを展開し、円形で水色のマークを提案。円は「柔らかさ」、「和」、「つながり」を表し、水色は琵琶湖の美しい水を表した。</p> 	

分野	デザイン
課題	展示会ブースデザイン、ディスプレイの検討
展示会出展にあたり、素材の特長をPRしつつ記憶に残るブースデザインにしたい。	
<p>対 応</p> <p>展示会のブースは見やすく明確にその内容が伝わるのが原則であるが、出展者数の多い展示会では、まず来場者の目に止まることが次への発展につながる。ただ目立つだけではなく、出展品および企業のイメージをより高めるブースデザイン、ディスプレイの必要性を助言。展示品の特長をふまえ、展示会動向やトレンドカラー情報を参考にしたアイデア提案、デザインシステムにてデザインの検討を行った。ブースは好評で、メディア等の取材を受け、展示会をきっかけとして新たなビジネスが開始された。</p>	

分野	無機材料
課題	粘着シートとセパレーター表面における転写残渣の分析
粘着シートを積層するにセパレーターからの成分が転写していないか確認したい。	
<p>対 応</p> <p>粘着シートは粘着シートとセパレーターが交互に積層されるタイプが多く、使用する場合にはこのセパレーターを剥がして使用することになるが、その際、セパレーター表面の成分が粘着層に転写することで粘着力に影響を及ぼすことがある。この転写される成分は極表面の薄い層であるため赤外分光などでは評価することが困難な場合が多い。そこで当センターのX線光電子分光分析装置（XPS）を利用することで極表面（～数 nm）の分析を行い、粘着力に影響を及ぼす成分を定量することができた。</p>	

分野	無機材料
課題	合金薄膜の作製
多成分系合金薄膜をスパッタ法により作製し、その膜特性を評価したい。	
<p>対 応</p> <p>多成分系の合金薄膜は組成比を様々に変更することで、その特性が大きく変化することがある。今回は当センター所有のマグネトロンスパッタリング装置を使用して、目的の物性を有する薄膜の試作条件を検討した。ガス圧、投入電力などを最適化するとことで試供用サンプルを作製することができた。さらに当センターで作製したサンプルと製造用装置で作製したサンプルのX線回折測定による結晶相の確認、および ICP 発光分光分析装置に組成分析を行うことで、実際に製造用装置で得られた試料の作製条件に指針を得ることができた。</p>	

分野	無機材料
課題	薄膜試料の膜厚測定について
フィルム上に成膜した薄膜の厚さを測定したい。	
<p>対 応</p> <p>薄膜の厚さの測定方法は数種類あるが、波長分散型蛍光X線分析装置を用いた測定は、基準試料をもとに検量線法で実施するが、今回は基準試料がないため、FP 法を用いた測定を行った。基材、膜の条件を適正化することにより、精度よく膜厚が測定でき製品の品質向上に貢献できた。</p>	

分野	無機材料
課題	熱物性（熱伝導率）の測定
セラミックス材料の熱物性（熱伝導率、比熱）を測定したい。	
<p>対 応</p> <p>セラミックスは高温での断熱材や断熱コーティングの素材として利用されている。この断熱性能の評価のため、材料が熱をどのくらい伝えやすいかを表す「熱伝導率」を求めることが不可欠である。</p> <p>当センターの「熱物性測定システム（レーザーフラッシュ法）」を使用すると、室温域から 1000℃までにおける広範囲の熱拡散率と比熱を測定できる。断熱材料のように使用温度が決まっている場合は、実際の使用温度での熱伝導率を算出できるので、さまざまなセラミックスのどれが断熱材料に適しているかを判断できる。</p> <p>本事例では、複数のセラミックス材料に対して、所定の温度における熱物性を測定し、断熱材料として適したセラミックス材料の選定に役立つことができた。</p>	

分野	無機材料
課題	鋳鉄加工による工具摩耗について
ねずみ鋳鉄用切削工具の寿命が短い場合があり、鋳鉄が正常かどうか調査したい。	
<p>対 応</p> <p>ねずみ鋳鉄品の切削加工を行なっているが、ある部品を加工すると工具の摩耗が激しく寿命が短くなる。</p> <p>工具摩耗が激しい鋳鉄部材は、通常よりはるかに高硬度となっていたため、工具寿命が低下したものと考えた。原因を調査するため、試料を鏡面研磨後ナイタルエッチングし鋳鉄部材の組織観察をおこなった。その結果、高硬度部分の組織は加工しやすいねずみ鋳鉄と高硬度で加工しにくい白鋳鉄が混ざった斑鋳鉄であった。</p> <p>対策としては、C、Si 量の適正化（C、Si 量が少ないと白鋳鉄になりやすい）や冷却速度の適正化（冷却速度が速いと白鋳鉄になりやすい）などが考えられる。</p>	

分野	無機材料
課題	表面皮膜の健全性評価について
表面皮膜にクラックがあるかどうか、調査したい。	
<p>対 応</p> <p>アルミニウム部材の耐食性・耐摩耗性の向上あるいは装飾を目的に表面にアルマイト処理（陽極酸化皮膜）が行われる。</p> <p>アルマイト処理を施した部材が使用中に腐食した。腐食したNG品と腐食されないOK品との違いを見つけるため、試料断面を鏡面研磨し、電子顕微鏡で皮膜断面を観察した。その結果、OK品とNG品で膜厚はほぼ同等であったが、NG品は皮膜にクラックが多数発生していた。そのためNG品はクラックが原因による腐食であると推定された。</p>	

分野	無機材料
課題	食品中の異物の混入原因
食品中に混入した異物の混入原因を調査したい。	
<p>対 応</p> <p>最近社会問題となっている食品中の異物については、製造企業がそのクレーム対応として混入原因の明確化を求められており、当センターでは主に赤外分光装置 (FT-IR) と蛍光 X 線分析装置 (EDX) を用いている。</p> <p>当所での蛍光 X 線分析装置 (EDX) を用いた分析事例では、1. 鉄やクロムなどの金属元素、2. ケイ素、3. カルシウムやリン、4. 金などが検出された。これらの結果から、混入原因としては1. の場合、製造ラインで用いられている装置が摩耗したことにより混入、2. の場合、原料に付着した土壌、3. の場合、魚の骨や貝殻などの混入、4. の場合、食品を摂食したときに歯の詰め物が混入したなどの原因が推定できた。</p>	

分野	無機材料
課題	銅管のろうづけ不良
銅管のろうづけに外国産のろうづけ剤を使用すると、ろうづけ不良が発生する場合と発生しない場合があり安定しない。その原因を知りたい。	
<p>対 応</p> <p>蛍光X線分析装置(EDX)で銅管表面とろうづけ剤を分析したところ、銅管表面からは銅以外は検出されず、ろうづけ剤はリンと銅が検出されたが、ろうづけ剤の表面と表面をはがした内部では、組成に違いが生じていた。このため、ろうづけ時に組成の違いにより不良の発生の有無が生じていたと推察された。</p>	

分野	有機材料
課題	無機粒子表面に付着している有機物の定量試験
粒子表面に付着させた有機物量を把握し、品質管理を行いたい。	
<p>対 応</p> <p>無機粒子に有機酸塩をコーティングした後、加工助剤として用いている。有機酸塩の付着量の違いが原因と思われる加工不良が生じたので、無機粒子表面に付着している有機酸塩量を把握して品質管理をしたい、とのことであった。</p> <p>付着している有機酸塩をエステル化剤により化学処理し、ガスクロマトグラフ質量分析装置により定性・定量分析を行った。ロット間での付着量の違いが確認され、不良が生じたロット品では許容範囲を超えた有機酸塩が含まれていることもわかった。</p>	

分野	有機材料
課題	湿度変化によるフィルムの寸法安定性について
樹脂フィルムについて、雰囲気湿度により寸法がどのように変化するか知りたい。	
<p>対 応</p> <p>25℃雰囲気におけるフィルム寸法について、湿度が与える影響を把握する必要があった。湿度コントロール機能付きの熱機械分析装置により評価を行い、十分な寸法安定性を有することを確認できた。また、フィルム縦方向(MD)とフィルム横方向(TD)において、異なる挙動を示すことも確認された。</p>	

分野	有機材料
課題	有機材料の定性評価
樹脂製品の白化原因を調べたい。	
<p>対 応</p> <p>PP（ポリプロピレン）樹脂成形品表面が一部白化する現象が生じ、実体顕微鏡で観察したところ成形品表面に塗膜状のものが観察された。塗膜を剥離し IR による表面分析を実施した結果、塗膜の外側は PP、成形品面は PA（ポリアミド）樹脂であることがわかった。また、剥がした塗膜の下側にも膜状の部位があり、これは PA であることがわかった。したがって、この白化は、成形後に異物として膜状のものが付着したためではなく、原料への PA ペレットの混入、あるいは金型内の残留 PA が原因であると推察した。</p>	

分野	有機材料（繊維加工）
課題	染色素材の色移りについて
樹脂製品に汚れが発生したが、その原因を調査したい。	
<p>対 応</p> <p>繊維素材でできているパッケージに樹脂製品を納めて保管していたところ、樹脂製品に汚れが多数発生したと相談があった。発生箇所を観察してみると、パッケージの縫製糸が密着されているところに汚れが発生しており、縫い目形状が移っているようであった。縫製には染色されたポリエステル素材の糸が使用されており、この染料が移染したと考えられる。染料の洗浄不良により未固着染料が製品に移染したと考えられることから、縫製糸について洗浄工程を十分行うように指導を行った。</p>	

分野	食品
課題	食品の日持ち（賞味期限）試験について
食品の賞味期限はどのように設定したらよいか。また、どのような試験を行えばよいか。	
<p>対 応</p> <p>賞味期限は、未開封で指定した条件で「おいしく食べられる期間」を補償するものである。通常、次の試験項目を実施する。①食品の品質劣化を化学的および物性的変化で捉えて試験する理化学試験。②食品の腐敗や劣化の原因となる微生物の存在と増殖量を試験する微生物学試験。③食品を人間の視覚や味覚、臭覚等の感覚を利用して評価する官能評価試験である。これらの試験を行い、可食期間に安全係数として 1 以下をかけて設定する。また、具体的な試験項目は、食品毎に異なるので個別に説明した。</p>	

分野	窯業
課題	植物の炭化焼成について
植物の炭化物を作りたい。	
<p>対 応</p> <p>試料を耐火物容器に入れ蓋をする。次に資料を入れた耐火物容器を一回り大きなサイズの耐火物容器に入れる。さらに容器と容器の間にコークスを入れて蓋をする。こうすることにより焼成時と冷却時に酸素が試料に入らず炭化物が作れると指導した。</p>	

分野	窯業
課題	湿式プレス成形の方法について
過去に経験したことがない成形方法なので指導してもらいたい。	
<p>対 応</p> <p>気密性の高い型枠の作り方、型内へのガラス繊維製チューブの配管方法、石膏型の取り方を指導した。一軸式のプレス成形機に雄型・雌型を取付け、配管を真空ポンプ及びコンプレッサと接続し、圧縮成型と水膜脱型により半磁器製の石鹼置きを作成した。</p>	

分野	窯業
課題	陶器製スツールの評価について
陶器製スツールの強度試験を行いたい。	
<p>対 応</p> <p>JIS S1203(家具-いす及びスツール-強度と耐久性の試験方法)を参考にして、万能試験機を用いて座面に2kN(約200kg)以上の負荷を10秒間加えた。これを10回繰り返し行い、製品に破損が発生しないかどうか確認した。</p>	

分野	窯業
課題	顔料の評価について
顔料が何か知りたい。	
<p>対 応</p> <p>エネルギー分散型蛍光X線分析装置とX線回折装置で対応した。三酸化クロムであることがわかり、6価のクロムであるので使用を中止するように説明をした。</p>	

分野	窯業
課題	陶製食器に発生した亀裂の原因と対策について
板皿に発生した亀裂を解消したい。	
<p>対 応</p> <p>亀裂発生品の素地について、センター所有の熱分析装置により、熱膨張特性を測定したところ、素地にクリストバライト結晶特有の200℃付近の膨張変化を確認した。素地の調合原料を見直し、クリストバライトの発生しにくい、やや長石成分の多い原料の組み合わせにより解決した。</p>	

分野	窯業
課題	上絵の転写について
過去に経験をしたことがないので指導してもらいたい。	
<p>対 応</p> <p>円柱状の大物製品に直径300mmの上絵シートを貼り付けた。この時に注意することは、シートの糊が水に溶けてなくならないように長時間水に浸さないこと、次にシート面積が広いと水や気泡が残らないように注意して張るように指導した。また、低温の乾燥時間を長くするよう指導した結果、きれいに焼きあがった。</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。平成27年4月1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

<平成26年度設備機器利用状況>

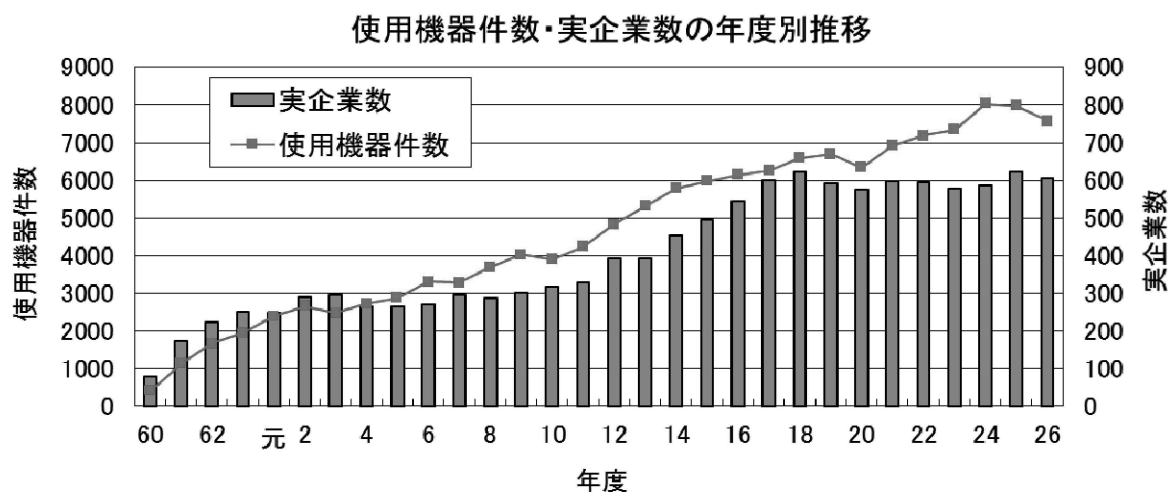
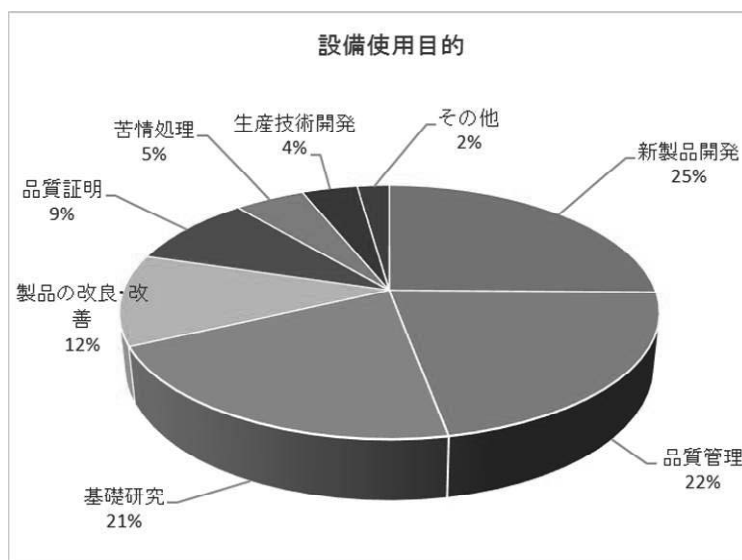
使用機器件数	7,574 件
延使用時間数	51,076 時間
実企業数	607 社

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	1,912	1,650	1,594	880	695	376	296	171	7,574
	25.2%	21.8%	21.0%	11.6%	9.2%	5.0%	3.9%	2.3%	

主な利用機器

No	平成26年度		昭和60年度～平成26年度	
	機器名	件数	機器名	件数
1	赤外分光光度計 (F T - I R)	623	赤外分光光度計 (F T - I R)	8,808
2	走査型電子顕微鏡	432	電界放出型走査型電子顕微鏡	6,583
3	S E M用分析装置	399	万能材料試験機 (50 k N)	5,192
4	エネルギー分散型蛍光X線分析装置	375	イオンコーティング装置	5,097
5	前処理装置	288	振動試験機	4,611
6	イオンコーティング装置	253	走査型電子顕微鏡	4,446
7	電子天びん	221	三次元測定機	3,942
8	万能材料試験機 (50 k N)	217	I C P 発光分析装置	3,749
9	熱分析装置	217	熱分析装置	3,448
10	I C P 発光分析装置	177	S E M用分析装置	2,967
11	三次元測定機	160	波長分散型蛍光X線分析装置	2,793
12	振動試験機	145	電子天びん	2,506
13	熱分析ガスクロマトグラフ質量分析装置	138	万能材料試験機 (500 k N)	2,367
14	放射電磁界測定システム	137	試料研磨機	2,057
15	電波暗室	136	X線回折装置	2,023
16	動的粘弾性測定装置 (常温)	113	表面粗さ測定機	1,955
17	X線光電子分光分析装置	105	恒温恒湿槽	1,910
18	低荷重物性試験機	103	X線光電子分光分析装置	1,746
19	酸化還元雰囲気制御炉	102	エネルギー分散型蛍光X線分析装置	1,711
20	恒温恒湿槽	99	放射電磁界測定システム	1,703



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	1137	6,991	175
62	1685	10,529	224
63	1952	14,825	251
元	2399	17,066	250
2	2656	23,003	291
3	2487	19,135	297
4	2733	19,502	265
5	2884	21,006	266
6	3311	26,447	272
7	3287	18,338	296
8	3694	22,061	288
9	4032	25,194	302
10	3909	24,357	317
11	4239	27,485	330

年度	使用機器件数	延使用時間数	実企業数
12	4,834	30,501	394
13	5,324	28,025	394
14	5,791	30,140	455
15	5,987	46,320	495
16	6,157	45,946	545
17	6,267	38,776	601
18	6,598	52,808	624
19	6,696	46,625	593
20	6,348	38,069	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
合計	139,885	906,110	-

## B 信楽

機械設備名	件数	単位数	機械設備名	件数	単位数
ロールクラッシャ	5	23	気孔径分布測定装置	10	41
デシター (中型)	1	2	ガス吸着量測定装置	25	783
スタンプミル	1	1	原子吸光分析装置	5	6
ボールミル (100kg)	2	7	シャルピー衝撃試験機 (窯業用)	1	2
ボールミル (30kg)	5	22	貫通孔測定装置	16	105
振動ミル	17	62	デザインシステム	9	10
ポットミル回転台	22	151	カラープリンタ	1	1
振動フルイ	26	85	自記分光光度計	14	16
万能混合かくはん機	1	2	エネルギー分散型蛍光X線分析装置	42	50
ハイスピードミキサ	1	1	スクリーンテンショナー	4	5
可搬かくはん機	1	2	光硬化装置	5	5
フィルタープレス	2	6	ラックドライヤー	23	55
真空土練機	5	23	前処理装置	123	314
かくはんらいかい機	12	44	大判プリンタ	3	3
ラクネール	10	16	精密切断機	5	10
循環式混練機 (150kg)	18	67	カッティングプロッター	6	6
インペラー粉碎機	6	17	電気炉9キロワット素焼	23	24
循環式混練機 (30kg)	3	14	電気炉9キロワット本焼	25	26
土練機	3	9	電気炉20キロワット素焼	17	24
遊星脱泡かくはん機	1	1	電気炉20キロワット本焼	11	11
遊星ポットミル	10	47	電気炉45キロワット素焼	18	18
フレットミル	16	50	電気炉45キロワット本焼	1	1
スラブローラー	11	30	シリコニット電気炉	28	28
真空脱泡かくはん機	14	33	ガス窯0.4立方メートル素焼	10	10
石こう用平面研削盤	8	37	ガス窯0.4立方メートル本焼	25	26
サンドブラスター	29	70	ガス窯2.0立方メートル素焼	2	2
硬質物切断機	7	7	ガス窯2.0立方メートル本焼	2	2
50トン油圧プレス	2	8	ガス窯6.0立方メートル素焼	2	2
卓上型顆粒製造機	2	3	ガス窯6.0立方メートル本焼	3	3
pHメータ	2	3	ガス窯0.2立方メートル素焼	9	9
電子天びん	66	96	ガス窯0.2立方メートル本焼	17	17
万能材料試験機 (1000 k N / 100 k N)	1	1	高温用電気炉	1	1
摩耗試験機	2	5	雰囲気式高速昇温電気炉	18	106
デジタル粘度計	3	6	ロータリーキルン	10	72
熱伝導率計	7	22	ガス窯6.0立方メートル素焼燃料費	2	2
熱分析装置	21	107	ガス窯6.0立方メートル本焼燃料費	3	3
走査型電子顕微鏡	101	238	ガス窯2.0立方メートル素焼燃料費	2	2
粒度分析装置	141	249	ガス窯2.0立方メートル本焼燃料費	2	2
スクリーン印刷装置	23	46	ガス窯0.4立方メートル素焼燃料費	10	10
乾燥機	61	229	ガス窯0.4立方メートル本焼燃料費	25	26
波長分散型蛍光X線分析装置	1	2	ガス窯0.2立方メートル素焼燃料費	9	9
X線回折装置	21	32	ガス窯0.2立方メートル本焼燃料費	17	17
万能材料試験機 (5 k N)	21	63			
SEM用元素分析装置	72	145	合計	1,368	3,949

平成9年度～平成26年度 主な利用機器

No	機械設備名	件数
1	粒度分析装置	1,264
2	走査型電子顕微鏡	735
3	エネルギー分散型蛍光X線分析装置	553
4	X線回折装置	519
5	波長分散型蛍光X線分析装置	494
6	電気炉9キロワット素焼	451
7	SEM用元素分析装置	408
8	電気炉9キロワット本焼	383
9	シリコニット電気炉	383
10	サンドブラスター	340
11	電子天びん	304
12	電気炉20キロワット本焼	275
13	ポットミル回転台	274
14	万能材料試験機(5kN)	259
15	熱分析装置	257
16	前処理装置	241
17	ガス窯0.4立方メートル本焼	235
18	振動フルイ	233
19	万能混合かくはん機	210
20	電気炉45キロワット素焼	203

参考 年度別使用機器件数・延使用時間数・実企業数

年度	件数	時間	実企業数
9			
10			
11			
12			
13	402	1,090	85
14	571	1,623	96
15	513	1,104	107
16	604	1,327	140
17	594	1,316	130
18	761	1,890	136
19	849	1,783	156
20	940	1,798	167
21	1,180	2,372	173
22	967	1,922	175
23	914	1,738	166
24	1,103	2,313	204
25	1,003	2,346	195
26	1,368	3,949	195

## (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

#### <平成26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	23	208	試料
	疲労試験	4	700	時間
	硬さ試験	0	0	試料
環境試験	振動試験	23	220	試料条件時間
定量分析	成分	2	23	
デザイン指導	デザイン指導	56	454	時間
合 計		108	1605	

#### 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)
計	106 (1,219)	1,206 (9,039)	13 (143)	428 (6,065)	573 (4,669)	55 (163)	276 (3,465)	168 (420)	2,815 (25,183)

## B 信楽

### <平成26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	2	3	時間
曲げ強度試験	2	8	試料
摩耗試験	1	2	試料
オートクレーブ試験	4	12	試料
凍害試験（1試料10回まで）	1	1	試料・10回
耐薬品試験	3	29	試料
耐圧試験	2	8	試料
吸水率試験	4	10	試料
熱膨張試験	1	1	試料
熱衝撃試験	2	3	試料
比重測定	1	7	試料
定性分析	1	1	全成分
Pb、Cdの溶出試験	2	4	試料
合計	26	89	

### 年度別依頼試験分析実施件数・単位

年度	件数	単位数
17	76	262
18	37	64
19	97	207
20	107	233
21	56	110
22	25	46
23	41	109
24	19	31
25	49	128
26	26	89

### (3) 生産品受払

当所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、改善を図っています。

#### A 栗東

##### <平成26年度生産品受払状況>

##### ■清酒

生産品	受払件数	単 位
滋賀県酵母 A	2	4
滋賀県酵母 B	15	54
滋賀県酵母 C	3	9
滋賀県酵母 D	4	8
合 計	24	75

##### 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
17	41	148	13
18	23	83	10
19	33	94	11
20	35	90	9
21	33	78	11
22	28	73	8
23	21	67	9
24	26	88	9
25	28	95	9
26	24	75	7

## B 信楽

### <平成26年度生産品受払状況>

#### ■製版印刷

生産品	受払件数	実企業数
フィルム出力	30	16
感光性樹脂製版	20	6
スクリーン製版	19	14
合計	69	36

#### 参考 年度別生産物受払件数・実企業数

年度	件数	実企業数
17	32	12
18	31	21
19	96	40
20	92	35
21	62	28
22	43	28
23	76	27
24	71	31
25	79	38
26	69	36



### 3. 研究開発・産学官連携

#### (1) 研究概要

当センターでは、平成22年度に策定された「滋賀県産業振興戦略プラン」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。平成26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。

#### 平成26年度研究テーマ

研 究 テ ー マ	研 究 者
渦電流探傷法による薄物鉄鋼円筒体の欠陥定量化に関する研究 －薄物鉄鋼円筒体における欠陥検出と定量化への展望について－	井上栄一
CAEによる低コスト設計・開発支援に関する研究	水谷直弘
機械騒音低減の評価手法に関する研究（第2報）	平野 真 山本典央
光機能性薄膜の創製に関する研究（第2報）	山本和弘 安達智彦
電極の密着強度評価の確立	田中喜樹 所敏夫
高分子素材の破断形状に関する研究	谷村泰宏
新規導電性高分子粒子の開発（第2報）	土田裕也
清酒製造における酒母（しゅぼ）の安定製造法の開発 －分離硝酸還元菌および乳酸菌の緒性質の検討と同定－	岡田俊樹
多孔質材料を生かした生活陶器の開発（第2報）	西尾隆臣 川澄一司 高畑宏亮 伊藤公一 桑田朋衣 宮本ルリ子
陶磁器釉薬の安定化に関する研究 －油滴天目系鉄釉薬について（2）－	中島 孝 三浦拓巳 高畑宏亮
低膨張セラミックスの開発研究（第1報）	坂山邦彦 中島 孝 三浦拓巳
多孔質素材およびその評価技術に関する研究 －各種吸着素材による不快臭ガスの吸着性能について－	三浦拓巳 中島 孝 坂山邦彦

## (2) 共同研究

	機 関 名	区分	共 同 研 究 テ ー マ	予定研究期間	担当
1	(公財)滋賀県産業支援プラザ 企業1社	継続 産官	切削加工プロセスと電気分解を組み合わせた人工骨表面への多孔質加工法の開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	H23. 4. 1～H30. 3. 31	岡田太郎 井上栄一
2	(公財)滋賀県産業支援プラザ 企業1社	継続 産官	次世代絆創膏に不可欠な軟質複合化フィルム成形技術の開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	H24. 2. 24～H30. 3. 31	土田裕也
3	企業1社	継続 産官	清酒製造過程から分離した微生物（乳酸菌）の選抜と新製品の開発	H24. 7. 2～H27. 3. 31	岡田俊樹
4	企業1社	継続 産官	清酒製造過程から分離した微生物（硝酸還元菌）の選抜と新製品開発	H24. 7. 2～H27. 3. 31	岡田俊樹
5	企業1社	継続 産官	リチウムイオン2次電池電極（負極）用バインダーの開発 【電池産業支援拠点整備事業】	H24. 4. 24～H27. 3. 31	所敏夫 田中喜樹
6	龍谷大学 東北部工業技術センター 企業3社	継続 産学官	新規低温拡散表面処理による高耐久性アルミニウムダイカスト用金型の開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	H23. 9. 13～H27. 3. 31	山本和弘
7	(公財)滋賀県産業支援プラザ 企業2社	継続 産官	高機能化複雑形状加工に対応可能な汎用プレス機を用いた精密3次元形状プレス複合化技術の開発 【戦略的基盤技術高度化支援事業】	H24. 9. 19～H27. 3. 10	井上栄一 櫻井淳 木村昌彦
8	企業1社	継続 産官	陶器製蓄熱式薪ストーブに関する研究	H25. 4. 25～H27. 3. 31	川澄一司 伊藤公一
9	企業1社	継続 産官	菓子類の超高压処理による滅菌方法の開発と発酵促進の条件の開発	H25. 5. 1～H27. 3. 31	岡田俊樹 谷村泰宏
10	企業1社	継続 産官	電気二重層キャパシタ（二次電池含む）用固体電解質の研究開発 【電池産業支援拠点形成事業】	H25. 6. 6～H28. 3. 31	田中喜樹
11	企業1社	継続 産官	全固体リチウムイオン二次電池の作成および評価に関する研究 【電池産業支援拠点形成事業】	H25. 7. 2～H27. 3. 31	山本典央 平野真 所俊夫 山本和弘 田中喜樹
12	企業1社	継続 産官	ラミネート型リチウムイオン電池の構造信頼性に関する研究【電池産業支援拠点形成事業】	H25. 11. 1～H27. 3. 31	岡田太郎 水谷直弘 田中喜樹
13	東北部工業技術センター 企業1社	継続 産官	水中放電殺菌技術の性能向上および殺菌性能・水質安全性の評価方法に関する研究	H25. 12. 12～H27. 3. 31	山本典央 平野真 安達智彦 山中仁敏 岡田俊樹
14	企業1社	継続 産官	画像処理検査用の強制空冷型超輝度LED照明の開発に関する研究	H26. 1. 22～27. 3. 31	水谷直弘 山本典央

	機 関 名	区分		共 同 研 究 テ ー マ	予定研究期間	担当
15	東北部工業技術センター 企業 1 社	継 続	産 官	蒸留等などに用いるプラスチック製充填物の開発	H26. 2. 3～H28. 3. 31	土田裕也
16	企業 2 社	継 続	産 官	ペーパーヤーンを使用した高付加価値テキスタイルの開発	H26. 2. 3～H27. 3. 31	小谷麻理 谷村泰宏 土田裕也
17	東北部工業技術センター 企業 1 社	継 続	産 官	口腔粘膜貼付フィルムの開発	H26. 1. 9～H28. 3. 31	中島啓嗣 谷村泰宏 土田裕也
18	東北部工業技術センター 企業 1 社	新 規	産 官	磁界励起型IP法の薄膜を用いた電池ケース成型用高離型金型の開発	H26. 8. 10～H27. 3. 31	田中喜樹
19	企業 1 社	新 規	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【NEDO新エネルギーベンチャー技術革新事業】	H26. 8. 10～H27. 3. 31	山本典央 平野真
20	東京医科歯科大学 企業 1 社	新 規	産 学 官	国民病「顎間接症」の治療に最適な革新的次世代型開口訓練システムの開発【戦略的基盤技術高度化支援事業】	H26. 9. 24～H27. 3. 10	木村昌彦 櫻井淳 山下誠児
21	成安造形大学 滋賀県立成人病センター 企業 2 社	新 規	産 学 官	老眼鏡のように気軽に利用できる補聴器の開発【課題解決型医療機器等開発事業】	H26. 8. 8～H27. 3. 10	木村昌彦 櫻井淳 山下誠児
22	企業 1 社	新 規	産 官	二次電池の高容量化を実現する負極の開発【電池産業支援拠点形成事業】	H26. 10. 1～H27. 3. 31	所敏夫 田中喜樹
23	滋賀大学 企業 1 社	新 規	産 学 官	和紙とエレクトロニクスの融合による新商品創出に関する研究	H26. 11. 15～H27. 3. 31	岡田俊樹 谷村泰宏
24	企業 1 社	新 規	産 官	調理用陶器製品の開発研究	H26. 12. 1～H27. 11. 30	中島孝
25	企業 1 社	新 規	産 官	超低EMIディスプレイシステムの実用化および商品化	H27. 1. 5～H27. 3. 31	山本典央 平野真
26	(独)産業技術総合研究所 他公設試	新 規	官 官	分析技術共同研究会（円柱形ステンレス鋼、Si、Mn、Ni、Cr）	H25. 6. ～H27. 3.	安達智彦 山本和弘 田中喜樹

### (3) 研究発表等

#### ① 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
廃液からの貴金属回収を目的としたリユース可能な新規吸着材	独立行政法人科学技術振興機構 新技術説明会	長浜ドーム	H26.10.23	中島啓嗣

#### ② 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
塩浴表面処理による高耐久性金型の開発	兵庫県立工業試験センター・関西広域連合 「兵庫県工業技術センター&関西広域連合公設試験研究機関研究成果発表会」	兵庫県民会館	H26.10.27	山本和弘 他
3Dプリンタ特集 製作現場から実例紹介	近畿経済産業局「地域オープンイノベーション促進事業シンポジウム」	キャンパスプラザ京都	H26.11.21	山下誠児
全固体 Li イオン二次電池向け固体電解質用交流インピーダンス測定治具の開発	池田泉州ホールディングス 池田泉州銀行 「ビジネスエンカレッジ・フェア2014」	大阪国際会議場(グランキューブ大阪)	H26.12.9	山本典央 他
アルミダイカスト金型の高耐久性表面処理技術	池田泉州ホールディングス 池田泉州銀行 「ビジネスエンカレッジ・フェア2014」	大阪国際会議場(グランキューブ大阪)	H26.12.9	山本和弘 他

### ③ その他職員派遣

派遣先	講座名等	年月日	派遣者
滋賀県品質工学研究会	QE講座	H26.5.19 H26.6.17 H26.7.15 H26.8.19 H26.9.16 H26.11.18 H26.12.16 H27.1.20 H27.2.17 H27.3.17	井上栄一
滋賀医科大学	文部科学省グローバルアントレプレナー育成促進事業 iKODEプログラム	H26.12.18	山下誠児
大阪国税局	平成26年度 全国市販酒類調査における品質評価	H27.2.18 -H27.2.19	岡田俊樹
滋賀大学／社会連携研究センター(大津プリンスホテル)	第5回地場産業再生MOTフォーラム「地域産業におけるデザインの活用～滋賀小紋の事例より～」	H27.2.20	小谷麻理
滋賀県酒造組合	新酒きき酒評価会	H27.3.17	岡田俊樹
大阪国税局	平成26年度 大阪国税局新酒研究会	H27.3.19	岡田俊樹

#### (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、外部評価委員会を開催し、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。

平成26年度に評価対象となった研究テーマは、次の4テーマです。なお、東北部工業技術センターの研究テーマは除いています。

##### ① 研究企画

- ・リチウムイオン2次電池電極用バインダーの開発 田中 喜樹
- ・信楽焼の特性を生かした坪庭用資材の開発 川澄 一司

##### ② 研究終了

- ・耐熱性素地の高品位化の研究 坂山 邦彦
- ・地域ブランド確立のための伝統発酵食品の食品機能性評価と製品開発 岡田 俊樹

#### 部内評価委員会

開催日	平成26年8月27日（水）滋賀県庁東館 2A会議室
委員 (敬称略)	福永 忠克 商工観光労働部・次長 千代 博 商工政策課・課長 谷口 義博 モノづくり振興課・課長 月瀬 寛二 モノづくり振興課・主席参事 宮川 栄一 東北部工業技術センター・所長 阿部 弘幸 東北部工業技術センター・参事 木村 昌彦 工業技術総合センター・参事 山中 仁敏 工業技術総合センター・参事

#### 外部評価委員会

開催日	平成26年10月9日（木）滋賀県庁東館 2A会議室
委員 (敬称略)	和田 隆博 龍谷大学 理工学部物質化学科教授(無機化学) 廣野 順三 (独)産業技術総合研究所 関西産学官連携センター総括主幹 西村 清司 高橋金属(株) 執行役員 商品企画部長 林 義夫 (株)ヒラカワ 常務取締役 中村 吉紀 (公財)滋賀県産業支援プラザ 常務理事

外部評価委員会で出された指導改善事項について以下に示します。

### リチウムイオン2次電池電極用バインダーの開発・・・研究企画

- (1) バインダー開発における差別技術での知財検討を図ってください。
- (2) バインダーは県内企業が開発、センターはそれのお手伝いと言う形で評価試験の方法を検討するという研究に見えます。バインダーその物の開発には企業側の機密があるとは思いますが、その状況も把握して、逐一評価を加えながら開発を進めて行く必要があります。普及効果は大きいと思う研究だけに、より連携を密にして研究を進めて下さい。
- (3) 競争の激しい分野なので、1つの材料に限るとリスクが大きいので、幅広い材料に広げる余地を残した方が良くと思います。

### 信楽焼の特性を生かした坪庭用資材の開発・・・研究企画

- (1) 坪庭用資材における技術（特許）構築を含めて展開をお願いします。
- (2) 坪庭用資材は、日本国内の需要だけでなく、海外展開を期待できます。以前、京都清水焼の花瓶を利用したランプがアメリカにて評判になっていました。今後は利用上におけるセンスやデザイン性について検討して下さい。  
滋賀県には、地方活性化の一つとして、工場内には坪庭設置を義務付けるとかの条例への発展を期待します。
- (3) この分野は機能性も大事ですが、まずはデザイン性がより優先されると思います。
- (4) 専門家の提案に依存するだけでなく、客観的なマーケティングの視点が必要です。
- (5) 造園業界や造園材料の流通業界について十分調査する必要もあります。

### 耐熱性素地の高品位化の研究・・・研究終了

- (1) 目標値に達する良い成果を出されている。成果利用目標の一つである「原料種、調合割合、プロセスでの出願」を進めていただきたい。
- (2) 耐熱性素地における特性向上を含めて知財の検討をお願いします。
- (3) 高品位化をするという目的は良いと思いますが、その物をどう展開して行くかなどの計画性を持って取り組んでほしい。1年度で目標を達成したのなら、2年度の試験に入る前にもっと目標値を高めるという見直しが必要です。これにより、製品技術を違う分野に使えるものをやろうという意識が出て来ます。1年度で達成された内容において幾種類かの成分を混合されていますが、コスト分析の面が欠けているようにも感じます。

### 地域ブランド確立のための伝統発酵食品の食品機能性評価と製品開発・・・研究終了

- (1) 伝統発酵食品における知財面の確立をお願いしたい。
- (2) 伝統発酵食品としての鮎鮓を取りあげて、それに含まれている微生物資源でヨーグルト、味噌等々への展開はかなり期待できると思います。イモ臭くないイモ焼酎の開発で焼酎がブームになったように、臭みのない鮎鮓を作る努力された方もおられます。ただ、鮎鮓の味わいもあるわけですから、二次製品では鮎鮓本来の味も残しながら、鮎鮓のイメージを変えることが大事だと思います。

## (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。

平成26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。

#### [主催事業]

月日	事業名	事業内容	参加者	会場
5月22日	第95回運営委員会	議題：25年度事業・決算報告(案)、26年度事業計画・予算(案) 役員の改選、運営委員について 上半期事業について	16名	龍谷大学
	H26総会 第82回例会 (講演会)	内容：25年度事業・決算報告(案)、 26年度事業計画・予算(案)、役員改選等 講演：「高分子ゲルの機能性とその応用」 滋賀県立大学 工学部長 廣川 能嗣 氏 「特異反応場創出によるセラミックスナノ粒子の高次構造制御 と機能創製」 大阪大学 接合科学研究所 特任准教授 大原 智 氏	総会 15名 講演会 31名	龍谷大学
8月7日	第83回例会※★ (県内見学会)	見学会：第一セラモ(株)、ダイキン工業(株)、 大日本スクリーン製造(株)	27名	見学先
9月19日	第96回運営委員会	内容：26年度上半期事業報告・下半期事業計画	11名	龍谷大学
	第84回例会 ※ (技術講演会)	講演：「パルスパワー産業応用の為の事業化」 (株)パルスパワー技術研究所代表取締役 徳地 明氏 「機能性導電バインダの開発とLIBへの応用とその市場要求」 パイオトレック(株) 技術開発部長 奥井 一 氏 「全固体Liイオン二次電池向け固体電解質用交流イオン導管測定治具」 (株)クオルテック 技術部長 中島 稔 氏 「高耐食性無電解Niめっき液の開発」 (株)クオルテック 研究開発部 小野 由加利 氏	21名	
9月18日～ 11月12日 (全8回)	第67回研修会 (技術研修)	研修：「プラスチック材料の基礎講座」 ※滋賀県プラスチック工業会・龍谷大学BIZ-NETとの共催 ※当セカ開催(10/15)内容「材料の評価方法および実習」	9名 (うち当会より0名)	龍谷大学 当センター
11月13日 ～14日	第27回FC関連団体 交流会議	内容：関係団体の活動状況と地域賞の表彰 講演：「耐火物のはなし」 (一財)岡山セラミックス技術振興財団 理事 高長 茂幸 氏 見学先：(株)三石ハイセラム など	運営委員長 事務局	岡山セラミ ックスセン ター
12月1日	第68回研修会※★ (若手会員による 研修会)	見学先：住友電気工業株伊丹製作所 講演：「硬い素材のお堅くないものづくりのお話」 住友電気工業(株)アドバンスマテリアル研究所 無機材料研究部 部長 大原 久典 氏 見学先：大阪大学接合科学研究所 講演：「微粒子ペースト素材を用いたステレオリソグラフィ」 大阪大学 接合科学研究所 准教授 桐原 聡秀 氏 「先進レーザーによるスマートビームプロセッシング～金属の3Dプ リンターから微細加工技術まで～」 大阪大学 接合科学研究所 特任研究員 佐藤 雄二 氏 「熊本大学での研究準備-産学連携の取組み事例」 熊本大学大学院 自然科学研究科 准教授 橋新 剛 氏	23名 (他会より1 名)	見学先
2月4日	第66回研修会※★ (県外見学会)	見学会：(株)安永、TOTO(株)、淀川ヒューテック(株)	29名(他会より1名)	見学先
3月17日	第97回運営委員会	議題：26年度事業について、次年度事業について 等	16名	龍谷大学

※当会の25周年記念事業 ★共催事業(ものづくりIT研究会、デザインフォーラム SHIGA)への開放事業

#### [共催事業]

月日	主催団体	事業内容
8月4日	ものづくりIT研究会	講演：「村田製作所が取り組む電子部品製造工程のビックデータ活用による品質・業務改善」 「ビックデータから見える生産現場-村田草津工場におけるものづくりビックデータ分析-」
11月12日	ものづくりIT研究会	見学会：(株)モリタ、極東開発工業(株)、エスペック(株)
2月20日	ものづくりIT研究会	見学会：(一社)KEC関西電子工業振興センター、大和ハウス工業(株)
3月16日	ものづくりIT研究会	講演：「EVカートを使ったPBL (Project Based Learning) 研修」 「離れていても「会える」、「伝わる」オンライン研修会」



## 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。

平成 26 年度も、「草の根研究会」を目標に取り組み、QE 講座や特別講演会、関西地区品質工学シンポジウム等を開催しました。

実施日	事業名	事業内容	出席者	場所
4月15日	平成 26 年度総会 第 1 回品質工学特別講演会 (兼 第 238 回定例会)	平成 25 年度事業&決算報告、監査報告 平成 26 年度事業計画、予算、役員会員異動 講師：鶴田明三氏（三菱電機株式会社） 『品質工学基礎講座—倍返し!挫折から救う品質工学—』	16 名 40 名	センター
5月9日	第 239 回定例会 (関西地区合同研究会)	滋賀県品質工学研究会、京都品質工学研究会 および関西品質工学研究会の合同研究会 招待講演、事例発表	52 名 滋賀 10 名	京都府中小企業技術センター
5月19日	品質工学入門集中講座	『開発現場で役立つ品質工学の考え方』他	3 名	センター
6月17日	QE 講座/QE 相談室 第 240 回定例会	『よくわかる実験計画法』他 会員企業の取り組み等紹介事例、全体討議	4 名 14 名	センター
7月15日	QE 講座/QE 相談室 第 241 回定例会	『よくわかる実験計画法』他 会員企業の取り組み等紹介事例、グループ討議	5 名 18 名	センター
8月19日	QE 講座 第 242 回定例会	『ベーシックオフライン品質工学』 会員企業の取り組み等紹介事例、グループ討議	6 名 16 名	センター
9月16日	QE 講座 第 243 回定例会	『ベーシックオフライン品質工学』他 会員企業の取り組み等紹介事例、全体討議 講師：原和彦氏『MT 法、欠番直交表』他	4 名 15 名	センター
10月3日	第 244 回定例会 (第 12 回関西地区 品質工学シンポジウム)	滋賀県品質工学研究会、京都品質工学研究会 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	73 名 滋賀 18 名	コラボしが 21
11月18日	QE 講座 第 245 回定例会	『ベーシックオフライン品質工学』他 会員企業の取り組み等紹介事例、全体討議	4 名 10 名	センター
12月16日	QE 講座 第 246 回定例会	『ベーシックオフライン品質工学』他 会員企業の取り組み等紹介事例、全体討議	6 名 14 名	センター
1月20日	QE 講座 第 247 回定例会	『入門 MT システム』他 会員企業の取り組み等紹介事例、全体討議 齊藤会長との懇談会	5 名 12 名	センター
2月6日	第 2 回品質工学特別講演会	講師：原和彦氏（品質工学会名誉会員） 『品質工学はなぜ必要か—時間の壁を乗り越える 「ものづくり設計」とは—』	57 名	フェリエ南草津 5 階 大会議室
2月17日	QE 講座/QE 相談会 第 248 回定例会	『入門 MT システム』他 会員企業の取り組み等紹介事例、グループ討議	5 名 17 名	センター
3月17日	QE 講座/QE 相談会 第 249 回定例会	『入門 MT システム』他 会員企業の取り組み等紹介事例、全体討議	3 名 17 名	センター

### ③デザインフォーラム SHIGA

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15名、法人会員3社の計18名となっています。

#### <活動内容>

平成26年度は以下の活動を行いました。

開催日	内容	参加者	場 所
4月11日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3Dプリンタ実演・取り扱いセミナー</li> <li>複数プリンタメーカー協力による実演・取り扱いや映像を交えたセミナーを実施。</li> </ul> 	60名	工業技術総合センター
4月18日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第1回運営委員会</li> </ul>	8名	
6月27日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヤンマーミュージアムを視察</li> </ul> 	10名	ヤンマーミュージアム (長浜市)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・例会（総会）および交流会</li> </ul>	9名	ふじ石亭（長浜市）
11月13日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第2回運営委員会</li> </ul>	7名	工業技術総合センター
3月19日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3Dプリンタ講習会</li> </ul> <p>デザインフォーラムSHIGAで購入した3Dプリンタの操作活用の講習を行いました。</p> 	6名	工業技術総合センター

#### ④ものづくりIT研究会

当研究会は、ものづくりを担う企業、大学、行政関係者相互のネットワークを形成し、密接な連携の下、製造分野へのITの導入を推進し、本県製造業の競争力を向上させることを目的として、平成13年6月に設立しました。

平成26年度は、下記の講演会、見学会、技術分科会などを実施しました。

時期	事業	内容	場所
6月12日	第40回運営委員会	H25事業報告・決算報告 H26事業計画(案)・予算(案) 第45回例会、第6回3Dデータ活用分科会、第11回検査・計測・モニタリング分科会の企画 その他	草津市市民交流プラザ 小会議室3
8月4日	総会	H25事業報告・決算報告 H26事業計画(案)・予算(案)	草津エストピアホテル 25名
	第45回例会	テーマ：「モノづくり現場でのビッグデータの活用」	
	講演1	「村田製作所が取り組む、 電子部品製造工程のビッグデータ活用による品質・業務改善」 株式会社村田製作所 生産本部 モノづくり技術統括部 モノづくり強化推進部生産革新2課 課長 宮森誠 氏	
	講演2	「ビッグデータから見える生産現場 ～オムロン草津工場におけるものづくりビッグデータ分析～」 オムロン株式会社 オートメーションシステム統括事業部 草津工場 製造部 製造1課 水野伸二 氏	
	交流会		
11月12日	第1回見学会	株式会社モリタ 極東開発工業株式会社 エスペック株式会社	兵庫県三田市、三木市、神戸市 8名
11月28日	第11回 検査・計測・ モニタリング技術分科会	「超長作動焦点レンズ」 株式会社 セルミック 吉浦 克彦 氏 「インテリジェントCameraLinkケーブル」 ランウェイブ 株式会社 代表取締役社長 苧玉 真哉 氏 フリーディスカッション・交流会	守山駅前コミュニティホール 第一ホール 11名
2月20日	第2回見学会	一般社団法人 KEC関西電子工業振興センター 大和ハウス工業株式会社 総合技術研究所	京都府相楽郡、奈良市 12名
3月26日	第46回例会	テーマ：「“進んで受けたくなる?! 新しい形のIT研修!”」	ピエリ守山ピエリホール 11名
	講演1	「EVカートを使ったPBL(Project Based Learning)研修」 株式会社ヴィッツ 組込制御開発部 Safety & Security PF開発室 杉山歩 氏	
	講演2	「離れていても「会える」、「伝わる」オンライン研修会」 株式会社ブイキューブ 営業本部 大阪営業所 所長 船津 宏樹 氏	
	交流会		

## ⑤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11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>

平成26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
4月17日	第28回 運営企画委員会	平成25年度事業と決算報告および 平成26年度事業計画、予算案作成等	6名	センター
5月29日	第57回例会	勉強会の開催 研修テーマ：「きょうかい酵母について」講師：公益財団法人日本醸造協会 稲橋正明氏	23名	センター
5月29日	平成26年度 総会 (第14回)	平成25年度事業・会計報告、 平成26年度事業・予算計画、役員の改正等	23名	センター
9月7日	「第8回滋賀地酒の祭典」	一般参加による滋賀の地酒のきき酒（評価）会を開催 滋賀県酒造組合主催、滋賀県酒造技術研究会主幹	31名 一般参加	大津市
9月14日	「第8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	32名 一般参加	大津市
10月13日	「第8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	32名 一般参加	大津市
2月16日	第29回 運営企画委員会	平成26酒造年度新酒きき酒会の開催について協議、平成27年度事業計画、役員の改正等	6名	センター
3月17日	新酒きき酒会 (第58回例会)	平成26酒造年度新酒きき酒評価会開催	77名	大津市
3月23日	新酒品質検討会 (第59回例会)	平成26酒造年度新酒品質検討会開催	4名	大津市

・例会の開催は、研究会会員が4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。

## ⑥屋上緑化用陶製品開発研究会

近年、大都市圏において局地的に気温が上昇する「ヒートアイランド現象」が大きな問題となっています。この現象の緩和策としてビル屋上の緑化が提案され、大きな市場が見込まれています。そこで信楽焼をはじめ、県内関連企業や大学、行政の連携により「屋上緑化用陶製品開発研究会」を平成15年に設立しました。研究会では、屋上緑化に求められる陶磁器製品を開発することにより、産地業界の活性化と県内の環境関連産業の競争力の向上に寄与することを目的とし情報交換、講演会、見学会、製品開発等を行っています。

これまでの実績としては、平成17年には、東京農業大学名誉教授近藤氏が設計された東京都目黒区役所屋上庭園「目黒十五庭」事業に参加しました。また、平成25年3月には、首都高速大橋グリーンジャンクション「目黒天空の庭」の施工においてにも研究会メンバー3社の製品が採用されました。

東京都目黒区役所屋上庭園



首都高速大橋グリーンジャンクション  
屋上庭園



屋上緑化用陶製品開発研究会の今後の活動としては、信楽焼における屋上緑化陶製品の可能性が確認できたことから市場化に向けて各企業が事業化を進めています。また、本年から新たに研究会の中で分科会として信楽焼における坪庭用陶製品の開発を進めるため準備を行っています。坪庭用陶製品については、東京農業大学名誉教授近藤氏より、これからの国内外において市場性がありまた、信楽産地の大物技術が十分に活用できるとの指導をいただいています。信楽窯業技術試験場においても、平成27年度から重点研究として坪庭用陶製品の開発を行うことから、連携を図り事業を実施します。

## ⑦信楽陶製照明器具開発研究会

本研究会は、LEDを使用した照明に関連する陶製品の開発を目的としています。平成19年8月に信楽窯業技術試験場と信楽陶器工業協同組合により立ち上げられました。

事業内容は専門家によるデザイン指導や講演会、見学会などの勉強を中心とした活動を行っています。今年度はLED照明メーカーと共同で新製品の開発に取り組みました。

また、11月15日から30日まで「石山寺 信楽灯源郷」にて試作品の展示を行いました。現在の会員は、陶器メーカー7社、陶土メーカー2社の計9社です。



共同で開発した試作品（筒型）



共同で開発した試作品（丸型）



「石山寺 信楽灯源郷」の様子

## (6) 産業財産権

平成26年度末現在の保有状況は次のとおりです。

特許権 17件（内、平成26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	締結具	H22. 12. 10	4639291	藤井利徳、月瀬寛二、他
2	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
3	リグノセルロース分解作用を有する白色腐朽菌及びその利用	H23. 8. 5	4793781	白井伸明、岡田俊樹、他
4	ポリマーブレンドを含んで成る液中物質移動材料	H24. 4. 27	4981671	中島啓嗣、他
5	掲示具	H24. 10. 26	5114613	野上雅彦、他
6	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
7	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
8	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
9	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
10	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
信楽				
11	電磁波吸収体及びその製造方法	H15. 7. 4	3448012	宮代雅夫*、他
12	持続的泡模様を液面に形成する容器	H16. 8. 13	3584976	中島孝、高畑宏亮、高井隆三*、他
13	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
14	水琴窟装置	H22. 5. 21	4514129	西尾隆臣
15	断熱容器及びその製造方法	H22. 12. 10	4644435	横井川正美、中島孝、高畑宏亮
16	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*
17	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	

特許出願中の件数 6 件（内、平成 26 年度中新規出願件数 0 件）

発明の名称	出願日	出願番号	発明者	備考
栗東				
1 蛍光一粒子検出方法および検出システム	H22. 9. 27	215882	白井伸明、岡田俊樹、他	審査請求中
2 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	H24. 2. 21	34840	平尾浩一、那須喜一、他	審査請求中
3 リグノセルロース含有材料からの機能材料の製造方法	H24. 9. 6	196271	白井伸明、松本正、他	
4 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	H24. 11. 30	261928	平尾浩一、那須喜一、他	
5 インプラントおよびその製造方法	H25. 2. 25	35185	岡田太郎、他	
6 制振合金を基盤に用いた研磨用回転砥石及びその製造方法	H25. 3. 26	83356	山本典央、平野真、他	

特許権の実施許諾 2 3 件（内、平成 26 年度中新規契約件数 2 件）

発明の名称	契約者数	実施料	備考
栗東			
1 締結具	1	2,580円	
2 掲示具	1	885円	
信楽			
3 持続的泡模様を液面に形成する容器	4	12,194円	
4 セラミックス多孔質体	1	46,656円	
5 水琴窟装置	2	0円	
6 多孔表面陶磁器	2	13,857円	
7 透光性陶磁器用練り土及び透光性陶磁器	1 2	56,009円	
— 多孔質軽量陶器素地	—	2,561円	実施料は契約中のものおよび終了後の在庫販売を含む。
計	2 3	134,742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
繊維強化複合材料のモデリングおよび強度解析	龍谷大学工学部 機械システム工学科	26. 4. 1～27. 3. 31 (週 2 日)	水谷 直弘

### ② 中小企業大学校派遣研修、その他

研 修 テ ー マ	期 間	派遣者名
公設試験研究機関研究職員研修 (座学)	27. 1. 13～27. 1. 16	田中 喜樹
公設試験研究機関研究職員研修 (現場実習)	27. 1. 19～27. 1. 23	三浦 拓巳
研究開発マネジメント	27. 2. 2～27. 2. 6	川澄 一司
公設試研究者研修会 (兼・地域オープンイノベーション促進事業第 1 回スキルアップ研修会)	26. 10. 30	井上 栄一
公設試研究者研修会 (兼・地域オープンイノベーション促進事業第 2 回スキルアップ研修会)	27. 1. 29～27. 1. 30	山下 誠児

## (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
中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業審査委員会	中小企業 団体中央会	4月9日 6月10日	川崎 木村
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15日 7月17日	川崎 木村
低炭素化技術開発・実証化補助金審査会	モノづくり振興課	5月21日 7月23日 9月16日	川崎 木村 月瀬
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	5月22日 11月12日	川崎 月瀬
地場産業支援補助金審査会	中小企業 団体中央会	5月26日	川崎 木村
経営革新計画承認審査会	中小企業支援課	5月29日, 7月11日 9月2日, 11月20日 1月27日, 3月16日 3月23日	川崎 木村 月瀬 月瀬
民間企業事業者省エネ設備整備モデル 事業補助金審査会	地域エネルギー 振興室	6月25日, 11月12日 1月5日	川崎 月瀬
県立テクノファクトリー入居審査会	産業支援プラザ	6月26日, 1月20日 2月23日	川崎 月瀬
中小企業知的財産戦略支援事業選考委員会	産業支援プラザ	7月14日	川崎
研究評価委員会部内評価委員会	モノづくり振興課	8月27日	木村 山中
研究評価委員会外部評価委員会	モノづくり振興課	10月9日	月瀬
産業立地助成金交付審査会	企業誘致推進室	10月9日, 2月2日	月瀬
伝統産業弟子入り体験補助金審査	モノづくり振興課	11月11日	月瀬
低炭素社会づくり賞表彰候補調査委員会	温暖化対策課	1月22日	月瀬
低炭素社会づくり審査会	温暖化対策課	2月19日	月瀬
パイオニア認定審査会	中小企業支援課	3月6日	月瀬

## 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ます。これまでに516名（練習生を含む）の研修生が県内窯業関連業者に就業し、企業の中核的人材として活躍しています。

#### ○平成26年度研修生選考について

平成25年11月 1日	平成24年度滋賀県窯業技術者養成研修実施広告
平成26年 1月14日～1月31日	願書受付
2月 6日	選考試験
2月20日	選考委員会
3月 1日	合格通知発送

平成26年度は、8名の応募があり8名が受験し試験の結果7名を合格としました。研修については、6名が研修を修了しました。

研修生氏名	研修科目	修了後の進路
今西 泰赴	大物ロクロ成形	他県公設試験研究機関(研修生)
森 千祐	大物ロクロ成形	県内企業(製陶業)
芦田 太郎	小物ロクロ成形	県内自営業(製陶業)
榎 涼子	小物ロクロ成形	平成27年度研修生
谷村 仁美	素地釉薬	県内企業(製陶業)
山本 雅則	素地釉薬	県内自営業(製陶業)

#### 研修生の進路状況

6名中4名が産地内で自営および製陶業社に就職し、1名は他県公設試験研究機関を受講した、1名は当試験場における研修を受講しています。

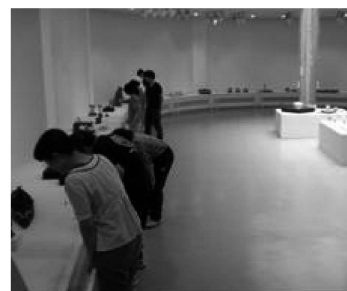
(2) 学外研究生、実習生の受け入れ

	実習テーマ	所属	期間
栗 東	疲労試験機による機械計測の補助	龍谷大学 理工学部 3 回生	H26. 8. 25 ～H26. 9. 5
	有機材料の観察および評価	龍谷大学 理工学部 3 回生	H26. 8. 25 ～H26. 9. 5
	有機材料の観察および評価	福井工業高等専門学校 物質工学科 4 年生	H26. 8. 25 ～H26. 9. 5
信 楽	陶器製薪ストーブの試作	龍谷大学 理工学部 3 回生	H26. 8. 25 ～H26. 9. 5
	低膨張セラミック素材の開発	龍谷大学 理工学部 3 回生	H26. 8. 25 ～H26. 9. 5

### (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、情報交換など年に一回展示会を行っています。

今年度も甲賀市の協力のもと8月9日から9月2日までの期間、信楽伝統産業会館にて展示会を開催しました。出展者23名、28点のオブジェや器、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、その結果を今後の活動に活かしています。



「もらってうれしい  
おくりもの展」の様子



講習会の様子



小学生への指導の様子

## 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 1 0	平成26年 7月	2, 0 0 0部
1 1 1	平成26年11月	2, 0 0 0部
1 1 2	平成27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
2 9	平成27年 2月	1, 0 0 0部

#### ② 業務報告書

平成24年度の工業技術総合センター業務活動の年報として、第28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
2 8	平成26年10月	6 5 0部

## (2) 研究成果報告会

### ① 栗東

平成25年度に滋賀県工業技術総合センターが取り組んできた研究開発の成果について、県内企業の方々に広く知っていただくとともに、新たな連携を図るため、研究成果4テーマの報告と製品開発等事例2テーマの紹介を行いました。

また、初の試みとして、センター一般公開と同時開催とし、報告会終了後、センター見学ツアーを実施しました。

日 時：平成26年12月2日（火）13：00～15：15

場 所：滋賀県工業技術総合センター 2階 大研修室

参加者：33名

#### ○研究発表

(1) オープンCAE（無料で使えるCAEきること

機械電子担当 主任技師 水谷 直弘

(2) 非破壊検査って何ですか？何ができるんですか？にお答えします！

－渦電流探傷法による薄物鉄鋼円筒体の欠陥定量化に関する研究－

機械電子担当 専門員 井上 栄一

(3) 新規低温拡散表面処理による高耐久性アルミニウムダイカスト用金型の開発

機能材料担当 主査 山本 和弘

(4) 絹製品のフィブリル化評価に関する研究

機能材料担当 専門員 谷村 泰宏

#### ○製品開発事例紹介

(1) 滋賀県ならではの特色をデザインに活かした製品開発の紹介

機械電子担当 主任主査 小谷 麻理

#### ○導入機器活用事例紹介

(1) 最近導入した材料分析・特性評価機器の紹介

－熱物性測定システム、X線光電子分光分析装置、X線分析顕微鏡－

機能材料担当 主任専門員 所 敏夫

### ② 信楽

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しました。また、関連技術の講演会ならびに関係団体の事業紹介もあわせて実施しました。

日 時：平成26年12月4日（木）13：30～16：05

場 所：信楽窯業技術試験場 2階会議室

参加者：31名（23社）

#### ○特別講演

「耐熱陶器の技術動向」

三重県工業研究所 窯業研究室 伊藤 隆 氏

#### ○事業紹介

「しが新事業応援ファンド助成金ほか」

滋賀県産業支援プラザ 参与 植野 善丈 氏

#### ○研究報告

「多孔質材料を生かした生活陶器の開発」

陶磁器デザイン担当 主任主査 高畑 宏亮

#### ○研究報告

「耐熱性素地の高品位化の研究」

セラミック材料担当 主任主査 坂山 邦彦

#### ○研究会報告

「多孔質素材およびその評価技術に関する研究」

セラミック材料担当 主任技師 三浦 拓巳

### (3) 全国陶磁器試験研究機関作品展「陶&くらしのデザイン展 2014」

全国の公設試験研究機関の多様な研究の中から、主に陶磁器による生活用品のデザイン・試作研究ならびに技術開発研究の成果を一堂に集め、全国の主要陶産地4ヶ所で巡回展示を行いました。

この作品展は、試験研究機関が発信するデザインや技術が生活を潤し、かつ産業の活性化に寄与している姿を関係業界だけでなく、広く一般にも知らせることを目的として毎年開催されています。併せて陶磁器デザイン担当者会議を併催し、担当者相互の技術情報等の交流・研修会も開催しています。

#### ○ 参加機関

全国窯業関連公設機関・関係団体 12 機関

#### ○ 会期・会場

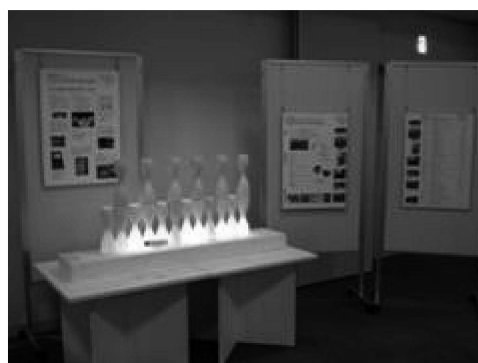
本展	平成26年 7月 3日 ~ 7月 9日	瀬戸蔵 (瀬戸市)
京都展	平成26年 7月31日 ~ 8月 2日	京都市産業技術研究所
岐阜展	平成26年 9月27日 ~ 9月29日	セラトピア土岐



本展の様子



信楽窯業技術試験場出展作品



信楽窯業技術試験場出展作品



#### (4) 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・技術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。

#### (5) 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、平成27年3月末の登録数は1,207となっています。

#### (6) 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
	日本工業規格(J I S)	全 部 門

#### (7) センター一般公開の開催

センターでは平成20年度より夏休み期間中の小学生やその家族を対象に一般公開を開催してきました。平成26年度は、より多くの県民の方々にセンターの役割や機能を知ってもらうことを目的に研究成果報告会と同時開催とし、企業関係者をはじめ多くの一般県民の方々に参加いただきました。

開 催 日 参加者 (のべ/実人数)	内 容
H26年12月2日  104名/72名	○主要機器紹介 ○センター見学ツアー ○研究成果報告会 ○特許相談会 ( (一財) 滋賀県発明協会)

## (8) 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。平成26年度の見学者数は延べ158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
(一社) 滋賀経済産業協会	17	H26. 8. 4
彦根商工会議所	24	H27. 2. 27
合 計	41	

〈信 楽〉

所 属	見学者数(名)	見学日
甲賀市立信楽小学校 六年生	51	H26. 12. 2
甲賀市立雲井小学校 四年生	18	H27. 1. 29
その他	48	
合 計	117	

## (9) 報道関係機関への資料提供

### 1. 報道関係機関への取材対応

〈栗東関係分〉

媒 体	内 容	掲載紙等	掲載日等
新 聞	「キッチンに絆創膏がスタンバイ」について	滋賀報知新聞	26. 4. 11
新 聞	「キッチンに絆創膏がスタンバイ」について	中日新聞	26. 4. 20
新 聞	新デザイン扇子の開発について	京都新聞	26. 7. 25
新 聞	F社との共同研究の内容について	日本産経新聞	26. 10. 8

〈信楽関係分〉

媒 体	内 容	掲載紙等	掲載日等
新 聞	伝統工芸活性化へ新製品開発	京都新聞	26. 4. 20
	「想いをカタチに」展開 信楽陶器まつり	陶業時報	26. 11. 5

## 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、たくましい経済県づくりを県政の柱に、活力に満ちた新産業の創出支援に取り組んでいますが、その一環として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を促進するため、平成11年2月に当センターに企業化支援棟を設置しました。

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。

平成26年度の入居率は、89.6%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
LPG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 <sup>2</sup> (1000kgf/m <sup>2</sup> )
	2階 4.9kN/m <sup>2</sup> (500kgf/m <sup>2</sup> )

#### 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 <sup>2</sup>	92,310円
4号室	2階	51m <sup>2</sup>	92,310円
5号室		50m <sup>2</sup>	90,500円
6号室		50m <sup>2</sup>	90,500円

(平成27年3月31日現在)

## (2) 企業等訪問事業

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」とされていますので、昨年度同様、県内事業所への積極的な訪問事業を行いました。

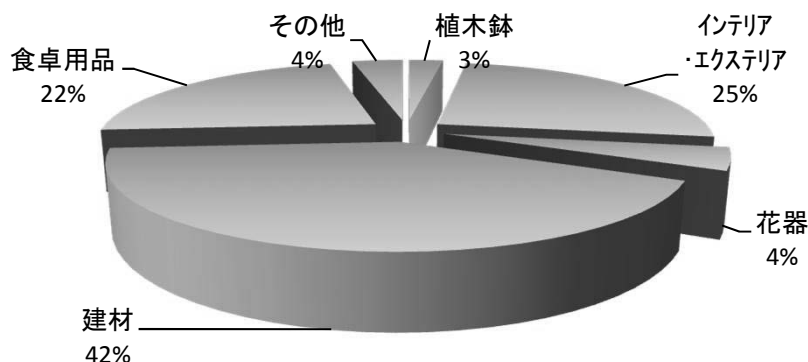
地域	市町	件数
大津地域	大津市	7
	草津市	3
南部地域	守山市	2
	野洲市	1
甲賀地域	甲賀市	6
	湖南市	3
東近江地域	東近江市	1
	日野町	2
合計		25

### (3) 信楽焼生産実態調査結果

	平成26年	前年比(%)	平成25年
生産額 (万円)	345,043	91.1	378,565
調査回収企業数	83	101.2	82
調査対象企業数	84	101.2	83
回収率	99%	100.0	99%

調査期間：平成26年1～12月 調査対象：信楽陶器工業協同組合員

品目	平成26年	前年比(%)	平成25年
植木鉢	8,601	87.1	9,878
インテリア・エクステリア	86,426	104.9	82,389
花器	15,005	91.2	16,449
建材	144,793	84.5	171,400
食卓用品	77,448	91.9	84,295
その他	12,770	90.2	14,154



※構成比は小数点以下第1位を四捨五入しているため、合計しても必ずしも100とはならない。

#### 従業員数 (人)

	平成26年	前年比(%)	平成25年
男	268	100.4	267
女	95	101.1	94
パート・その他	119	115.5	103
計	482	103.9	464

#### 窯の種類・数 (基)

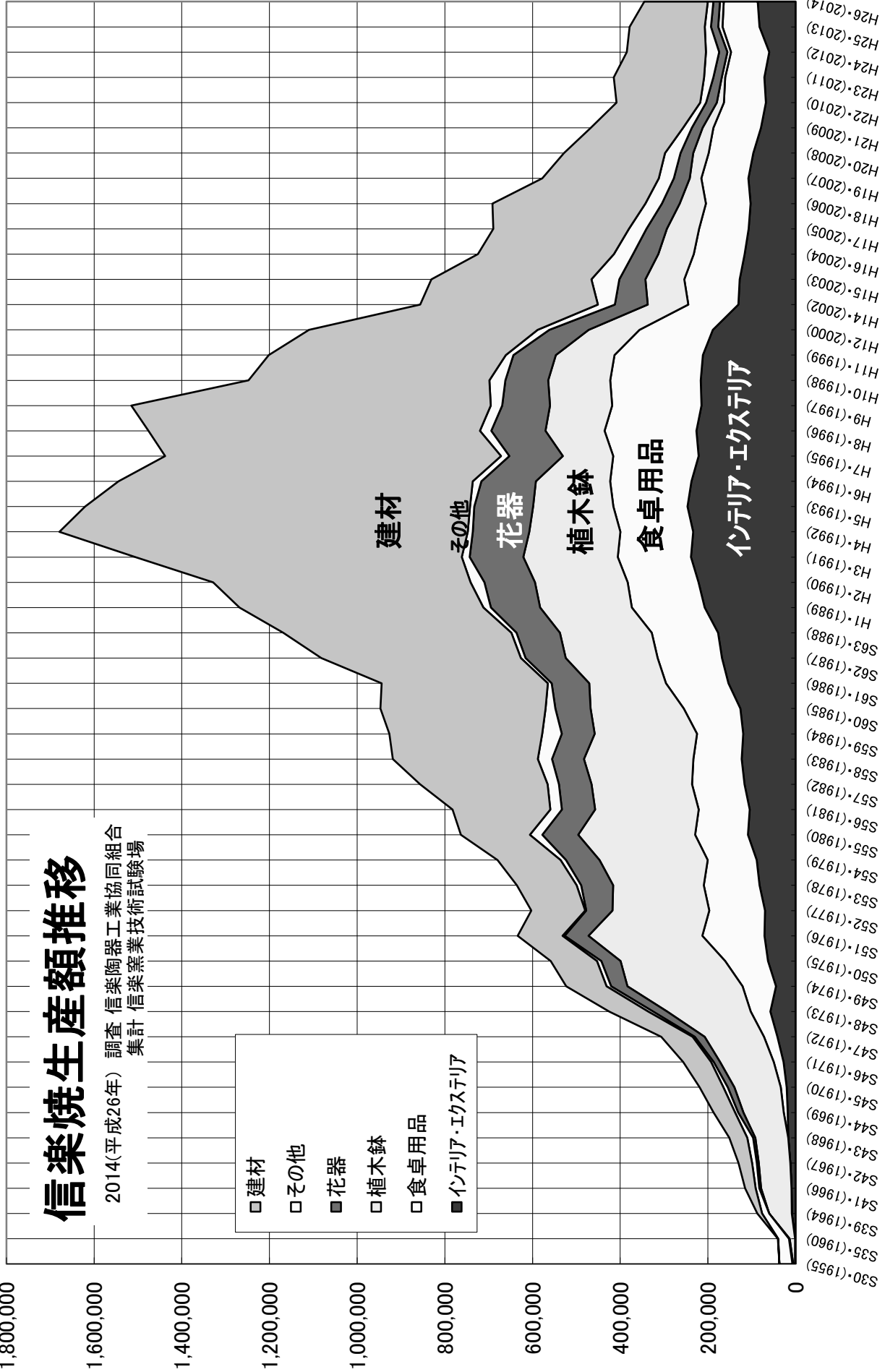
	平成26年	前年比(%)	平成25年
灯・重油単	10	111.1	9
トンネル	3	100.0	3
ガス	168	100.0	168
電気	50	96.2	52
登窯	3	100.0	3
穴窯	26	104.0	25
その他	1	100.0	1
計	261	100.0	261

調査 信楽陶器工業協同組合  
集計 信楽窯業技術試験場

(万円)

# 信楽焼生産額推移

2014(平成26年) 調査 信楽陶器工業協同組合  
集計 信楽窯業技術試験場





# 平成26年度 研究報告





## 平成 26 年度研究報告一覽

No	研究内容	報告者	頁
1	渦電流探傷法による薄物鉄鋼円筒体の欠陥定量化に関する研究 －薄物鉄鋼円筒体における欠陥検出と定量化への展望について－	井上栄一	69
2	CAEによる低コスト設計・開発支援に関する研究	水谷直弘	74
3	機械騒音低減の評価手法に関する研究（第2報）	平野 真 山本典央	77
4	光機能性薄膜の創製に関する研究（第2報）	山本和弘 安達智彦	79
5	電極の密着強度評価の確立	田中喜樹 所敏夫	83
6	高分子素材の破断形状に関する研究	谷村泰宏	87
7	新規導電性高分子粒子の開発（第2報）	土田裕也	90
8	清酒製造における酒母（しゅぼ）の安定製造法の開発 －分離硝酸還元菌および乳酸菌の緒性質の検討と同定－	岡田俊樹	94
9	多孔質材料を生かした生活陶器の開発（第2報）	西尾隆臣 川澄一司 高畑宏亮 伊藤公一 桑田朋以 宮本ルリ子	100
10	陶磁器釉薬の安定化に関する研究 －油滴天目系鉄釉薬について（2）－	中島 孝 三浦拓巳 高畑宏亮	107
11	低膨張セラミックスの開発研究（第1報）	坂山邦彦 中島 孝 三浦拓巳	110
12	多孔質素材およびその評価技術に関する研究 －各種吸着素材による不快臭ガスの吸着性能について－	三浦拓巳 中島 孝 坂山邦彦	113

# 渦電流探傷法による薄物鉄鋼円筒体の欠陥定量化に関する研究 —薄物鉄鋼円筒体における欠陥検出と定量化への展望について—

井上栄一\*  
INOUE Eiichi

**要旨：**本研究は、電磁誘導試験により渦電流の信号変化を解析することで、薄物鉄鋼円筒体の試験体内部の欠陥検出を行う検査技術の開発とその欠陥定量化を目的として、自己誘導型単一方式による貫通コイルを用いて、薄物鉄鋼円筒体の例として S45C 材にスリット加工による模擬欠陥を施した試験片を試験した。試験片のスリット深さは、0.1mm から 2.0mm まで変化させ、その際の試験結果を記録した。その結果、欠陥検出と定量化への道筋を示せたので報告する。

## 1. はじめに

渦電流探傷試験は、コイルを用いて導体に時間的に変化する磁場を与え、導体に生じた渦電流分布がきずなどによって変化することを利用して、その検出を行う非破壊試験方法である<sup>1)</sup>。

昨年度導入した渦流探傷器は、専用センサに対応した 16pinLEMO の、BNC コネクタを有している。

本研究では、薄物鉄鋼円筒体の欠陥検出対象として、材質 S45C 材のピンを選定し、スリット深さを 0.1mm から 2.0mm まで変化させ、スリット無しのものとの違いを確認し、欠陥検出と定量化への道筋を示せたので報告する。

## 2. 実験装置

### 2.1 渦流探傷試験器

渦流探傷器は、Nortec500D（オリンパス株式会社）、渦流探傷プローブは、写真 1 の貫通コイルセンサ（信明ゼネラル株式会社）を BNC 接続で使用した。



写真 1 渦流探傷プローブ

### 2.2 試験片

試験片は、ヒンジピン軸端形状組み合わせタイプ（株式会社ミスミ）を使用した。試験片の概要を図 1 に示す。

No.	Type	材質	表面処理
1	FCLDGD4L16T4H10NC4 KC2.0 YC0.1	S45C	Fe3O4
2	FCLDGD4L16T4H10NC4 KC2.0 YC0.2	S45C	Fe3O4
3	FCLDGD4L16T4H10NC4 KC2.0 YC0.3	S45C	Fe3O4
4	FCLDGD4L16T4H10NC4 KC2.0 YC0.4	S45C	Fe3O4
5	FCLDGD4L16T4H10NC4 KC2.0 YC0.5	S45C	Fe3O4
6	FCLDGD4L16T4H10NC4 KC2.0 YC0.75	S45C	Fe3O4
7	FCLDGD4L16T4H10NC4 KC2.0 YC1.0	S45C	Fe3O4
8	FCLDGD4L16T4H10NC4 KC2.0 YC1.5	S45C	Fe3O4
9	FCLDGD4L16T4H10NC4 KC2.0 YC2.0	S45C	Fe3O4

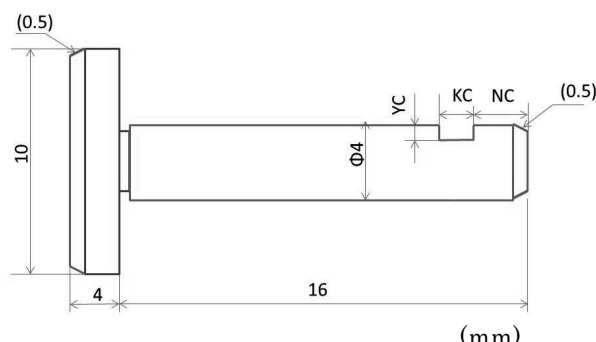


図 1 試験片

### 2.3 実験システム

実験のシステム概念図を図 2 に示す。試験片を上下駆動させる Z 軸ステージは、SGSP80-20ZF（シグマ光機株式会社）、ステージコントローラは、SHOT-102（シグマ光機株式会社）を使用した。

渦流探傷プローブは、治具により高さを調整し、試験前に試験片のツバに接する様にセットし、その位置を基準高さとした。そして、PC から 2 軸コントローラへ所定数のパルスを送信し、ステージを試験に必要な分だけ下降させて、その間に得られた渦流探傷の試験波形を USB 経由で PC に取り込んだ。

\* 機械電子担当

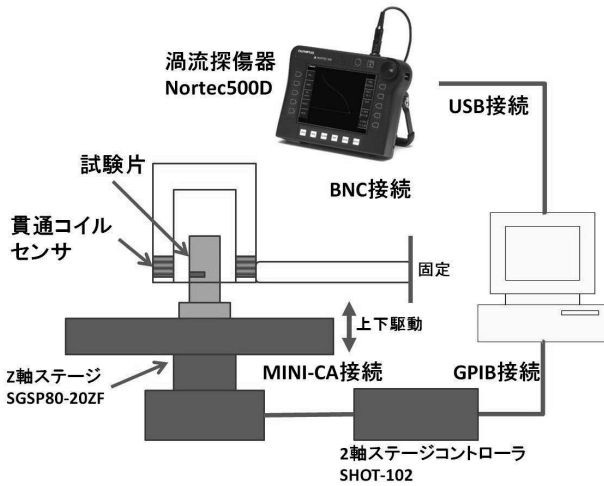


図 2 実験システム概念図

### 3. 実験方法および考察

#### 3.1 探傷理論<sup>3)</sup>

渦流探傷器の試験方法や条件を決定するため、試験方法について事前に理論的検討を行った。

##### 3.1.1 試験周波数

試験周波数は、渦電流の大きさや浸透深さに関係している。浸透深さは、正規化渦電流の値が  $1/e$  となる深さを示し式(1)で示されるので、浸透深さと試験周波数の関係式は式(2)となる。

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \quad \text{式(1)}$$

(但し、 $f$ : 周波数、 $\mu$ : 透磁率、 $\sigma$ : 導電率)

$$f = \frac{1}{\pi \mu \sigma \delta^2} \quad \text{式(2)}$$

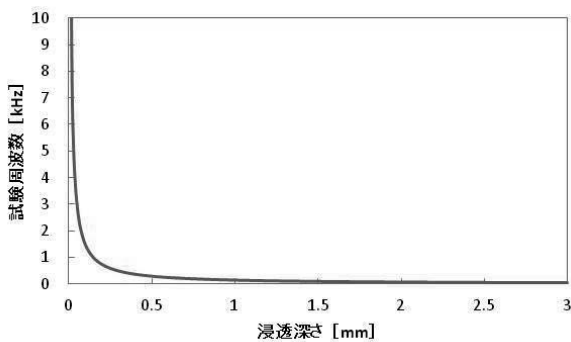


図 3 浸透深さと試験周波数の関係

今回の試験片について、炭素鋼の透磁率を  $1.49 \times 10^{-4}$  [H/m] と仮定すると、今回の試験片の導電率が実測で 17.09 [%IACS] であったので浸透深さと試験周波数の関係は、図 3 の様になると考えられるため、試験周波数は 1kHz 程度で 0.14mm の浸透深さとなり、通常の傷に焦点を当てた探傷方法ではかなり厳しいと考えられた。

#### 3.1.2 試験体形状変化による試験

一方、今回の試験片では、最大 2.0mm 深さまで形状寸法が変化するので、形状変化でのインピーダンス変化が大きいことから、欠陥を検出しやすいと考えられた。そこで、まずは、インピーダンス変化を重視した実験を行うことにした。

#### 3.1.3 貫通コイルセンサ

また、貫通コイルセンサの内径は  $\phi 4.2\text{mm}$ 、試験体は  $\phi 4.0\text{mm}$  であり試験片の外径は大きくなることはないことから、インピーダンス変化による実験には有効であると考えられた。

### 3.2 実験方法

#### 3.2.1 実験条件

今回用いた探傷器の設定条件を表 1 に示す。また、Z 軸ステージの速度設定を表 2 に示す。

表 1 探傷器の設定条件

Frequency	Angle	Gain		Filter		Others	
		kHz	Degree	H	V	HI pass	Low pass
20	55.0	42.0	60.0	OFF	Wideband	OFF	82 $\mu$ H

表 2 Z 軸ステージの速度設定

Low	High	Acceleration
pps	pps	ms
20	55.0	42.0

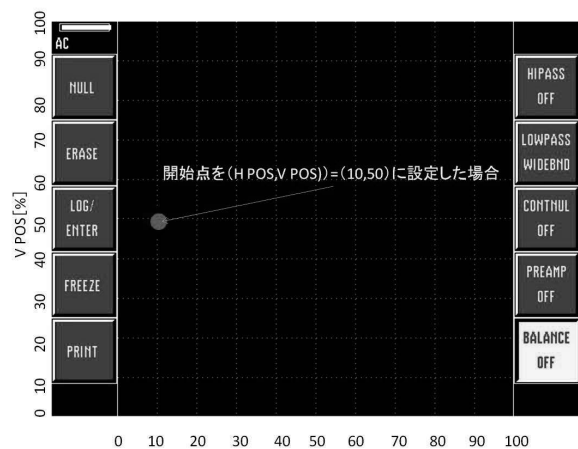


図 4 探傷記録画面

### 3.2.2 実験手順

最初、試験片をZ軸ステージの所定の位置に置く。

次に、ステージをマニュアル操作で、貫通コイルセンサが試験のツバに接する位置まで上昇させ、その位置を原点とし、図4に示すように探傷器の記録

開始点 (H POS,V POS) = (10,90) に設定する。

そして、即座に PC から、ステッピングモータ駆動用のパルス数 (140,000 に設定) を発生させ、表2 の速度でステージを下降停止させ、その間の探傷画面を PC に取り込み記録した。

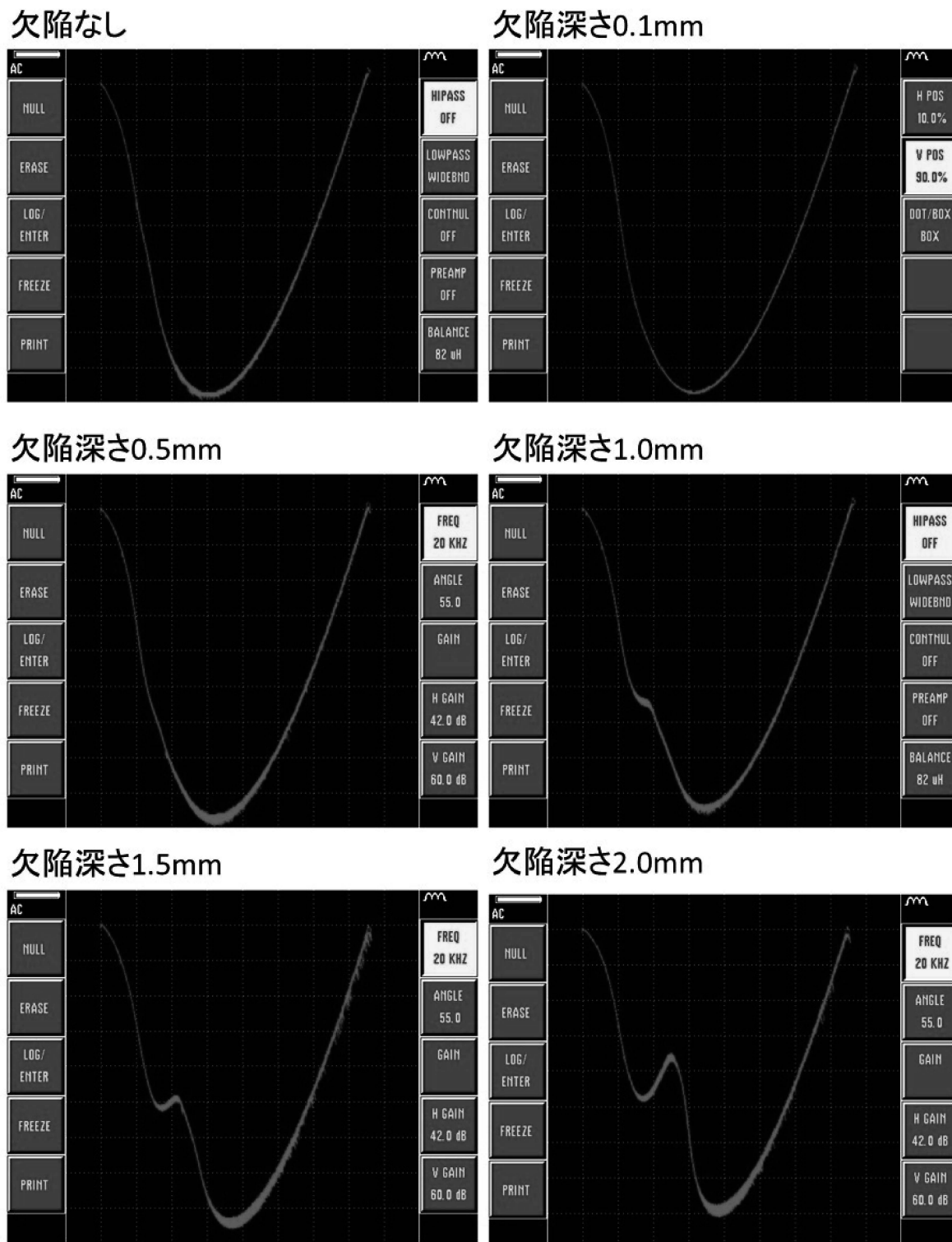


図5 欠陥深さによる探傷試験の結果

### 3.3 実験結果

試験片の欠陥深さ無し、欠陥深さ 0.1mm、0.5mm、1.0mm、1.5mm および 2.0mm を有するものを同様の条件で探傷した結果を図 5 に示す。

この結果欠陥なしと欠陥深さ 0.1mm ではあまり大きな変化は見られないが、欠陥深さ 0.5mm 深さの (H POS, V POS) = (23,40) 付近で変化が僅かに確認でき、以下欠陥深さが大きくなるにつれて曲線が大きく変化していることが分かる。

### 3.4 考察

3.3 実験の結果から、欠陥深さ 2.0mm の探傷画像情報を考察する。図 6 に示した欠陥深さ 2.0mm の探傷画像には、変曲点が 3 つ読み取れる。

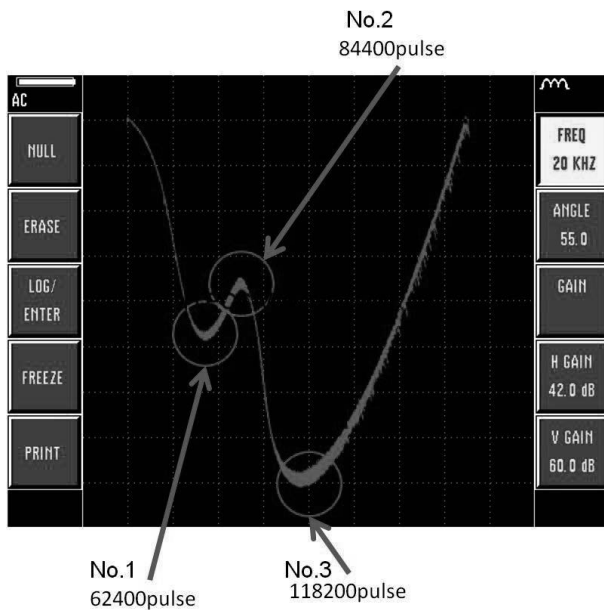


図 6 欠陥深さ 2.0mm の探傷画像

各変曲点の座標とステージコントローラのパルスカウンタ値を表 3 に示す。

また、センサの内部構造を図 7 に示す。表 3 の結果と図 7 から、センサのコイル中央部分は端面からほぼ 2.0mm のところにあると推定されるので、各変曲点でのコイル中央部の推定値は表 4 となり、試験片との関係を図 8 に示す。変曲点は、スリット開始前後の情報得られていると考えられる。

また、図 5 より曲線の変化に応じて、スリット深さに応じた情報も得られていると考えられる。

表 3 変曲点

変曲点No.	H POS %	V POS %	パルスカウンタ PPS
1	27	42	62,400
2	35	55	84,400
3	48	10	118,200

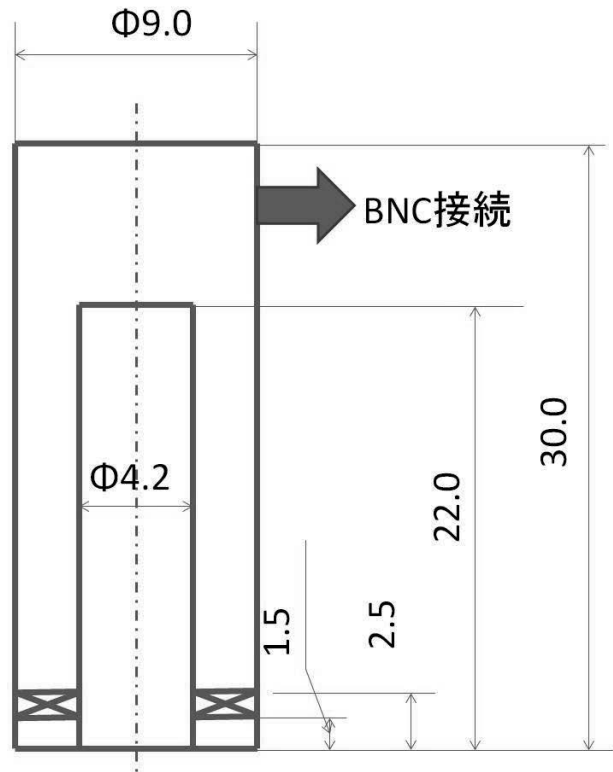


図 7 コイルセンサ内部構造

表 4 原点からのコイル中央部推定距離

変曲点No.	原点からセンサ端面の距離 mm	原点からコイル中央部の推定距離 mm
1	6.24	8.24
2	8.44	10.44
3	11.8	13.8

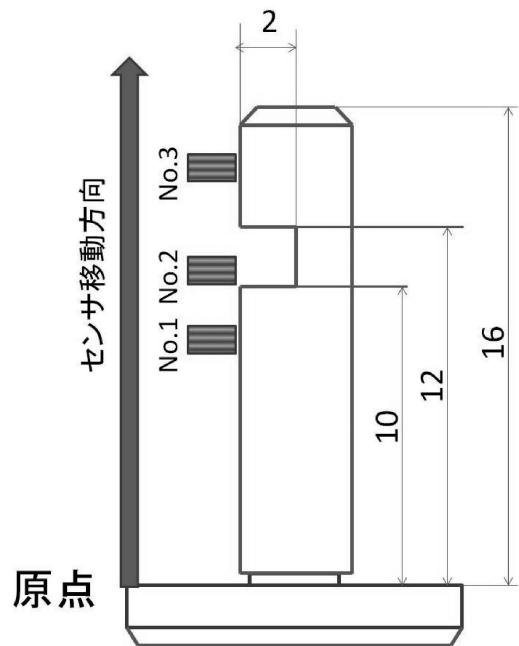


図 8 変曲点時のセンサ中央部の推定位置

## 4. まとめ

本研究では、下記の2点が明らかになった。

- (1) 材質 S45C 材のヒンジピンに長さ 2.0mm のスリット傷を加工した試験片では、0.5mm 深さの傷を有する記録波形から変化が生じ始めた。
- (2) 探傷記録波形は、欠陥深さが大きくなるにつれ、変化が大きくなった。また、変曲点の位置は、試験片上のコイル中央部の位置関係と関係があることが分かった。

以上の結果、探傷画像には、コイルの位置情報由来と欠陥の深さ由来の情報から構成されているため、欠陥の位置や定量化ができる可能性が高いと考えられる。

## 5. 今後の課題

本研究では、探傷画像から欠陥情報を読み取った。その結果、探傷画像からは欠陥の位置情報と欠陥の大きさ情報が読み取れると考えられた。従ってこの探傷画像情報を利用すれば欠陥の位置情報と定量化の実現が可能と考えられた。現在、探傷画像の H POS と V POS 座標の外部アナログ出力を利用して探傷信号を PC 上に記録するシステムを構築中である。そして、これにより波形自体のデジタル化が可能になり、先に研究で応用した MT システム等を利用することで欠陥定量化への道筋が見えると思われる。

その一方で、現在は、試験片の形状変化によるインピーダンス変化を利用した計測となっており、傷そのものでの変化については未検討である。

今後は、探傷画像による探傷信号のデジタル化を進め、欠陥定量化を実現し、傷そのものでの探傷についても展開したい。

## 参考文献等

- 1) 非破壊試験用語 JIS Z2300 : 2003
- 2) OLYMPUS、渦流探傷器 Nortec500 取扱説明書、PN7720140-JA p.53- p 58 (2007)
- 3) 社団法人日本非破壊検査協会編、渦電流探傷試験 I、社団法人日本非破壊検査協会 p.27-p.29 (2008)

## CAE による低コスト設計・開発支援に関する研究

水谷 直弘\*  
MIZUTANI Naohiro\*

**要旨** プレス加工の解析に必要な要素(接触・大変形)を含む最も単純なモデルとして型曲げ試験を例に取り、オープン CAE(Salome-meca)を用いて解析した。また、その解析結果を市販 CAE(simufact.forming)の解析結果と比較した。これまでの研究結果から、曲げ荷重についてはオープン CAE と市販 CAE で同等の解析結果となることが確認できたため、さらにスプリングバックについても解析を行った。その結果、これまでの解析条件をそのまま用いると、オープン CAE のスプリングバック量は摩擦係数に大きく依存し、低摩擦係数において解析精度が低下することがわかった。

## 1 はじめに

近年、無償で利用できるオープン CAE<sup>1)</sup>(Computer Aided Engineering)が注目されている。強度解析<sup>2) 3) 4)</sup>や流体解析<sup>5) 6)</sup>が可能なオープン CAE も数多く存在し、設計・開発業務や人材育成に活用されることが期待されている。

オープン CAE は無償で利用できるという大きな特徴があり、これまで CAE を利用していなかった企業にとっては、低コストで導入可能な CAE として一度試してみる価値がある。また、すでに CAE を利用している企業にとっても、市販 CAE ではオプション追加しなければならない複雑解析や並列化が可能であるなど、メリットは多い。

しかし実際には、オープン CAE が企業の設計・開発に利用されている例はほとんど見かけず、普及しているとは言い難い。それは、使いやすい GUI(Graphic User Interface)が存在せず操作性が悪いこと、メーカーサポートが存在しないこと、など運用面での不安材料が主な原因であると考えられ、これらの欠点を補うことさえできれば、コスト・機能の面で優れているオープン CAE が設計の現場で利用される可能性は高い。

本研究ではこれまでに、オープン CAE であっても市販 CAE と同様に接触・大変形解析などの複雑解析が可能であることを示した。そこで次に、塑性変形を伴う大変形解析時に重要となるスプリングバックについても市販 CAE と同等の結果が得られるか確認し、実用に耐えうるツールであることを示す。

## 2 実施内容

これまでと同様に、接触・大変形の要素を含む最も単純なモデルとして平板の型曲げ試験を例に取り、D EXCS2012-Salome 64bit<sup>7) 8) 9) 10)</sup>を用いてスプリングバ

※機械電子担当

ックを解析した。また、得られた結果を市販 CAE である simufact.forming 10.0.1(NTT データエンジニアリング)の結果と比較した。

## 2.1 解析条件

図 1 に、解析に用いた 3D モデルと、上下型および試料の主要寸法を示す。この 3D モデルを用いて、上型を下方へ 50mm ストロークさせたときのスプリングバックを解析した。なお、解析は表 1 の環境で実施した。

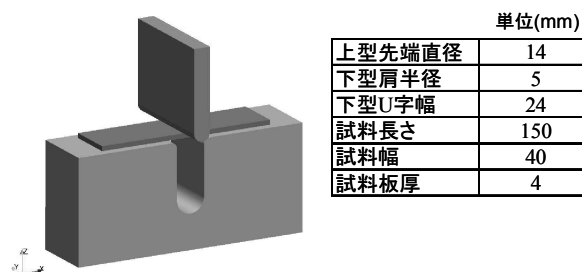


図 1 型曲げ試験の 3D モデル

表 1 解析環境

VirtualPC	VirtualBox 4.3.24
guest OS	ubuntu 12.04 64bit
CAE	Salome-meca 2013.1 (CODE-ASTER 11.3.0)

Salome-meca および simufact.forming それぞれの解析結果を比較するため、物性値・解析メッシュは同じ設定で解析した。表 2、表 3 に、それぞれの CAE で用いた物性値を示す。上下型は工具鋼(SKD61)、試料は炭素鋼(S45C)とし、simufact.forming のライブラリの物性値を用いた。なお参照したライブラリでは、塑性域の応力-ひずみ関係は  $n$  乗硬化則( $\sigma = C \varepsilon^n$  C:塑性係数、n:加工硬化指数)で表されるが、Salome-meca では適当なプロットの直線補間により近似した(図 2)。



表 2 材料物性 (Salome-meca)

	型 (SKD61)	試料 (S45C)
ヤング率 (MPa)	210000	203395
ポアソン比	0.3	0.29
塑性係数 (MPa)	-	図2参照
加工硬化指数	-	

表 3 材料物性 (simufact. forming)

	型 (SKD61)	試料 (S45C)
ヤング率 (MPa)	210000	203395
ポアソン比	0.3	0.29
塑性係数 (MPa)	-	1019.7
加工硬化指数	-	0.11

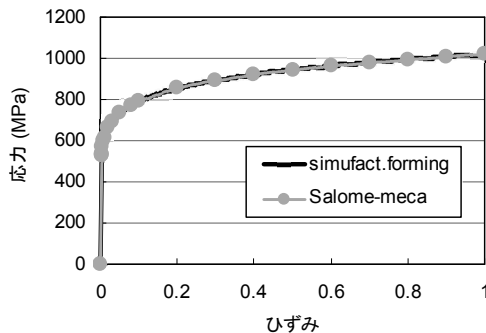


図 2 炭素鋼 (S45C) の応力-ひずみ曲線

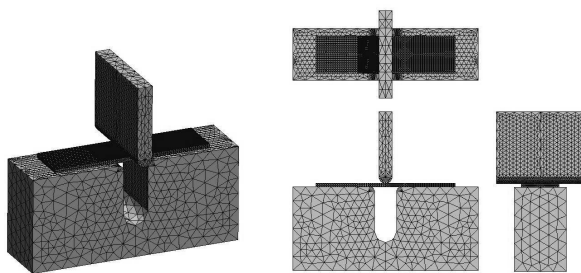


図 3 解析メッシュ (Salome-meca)

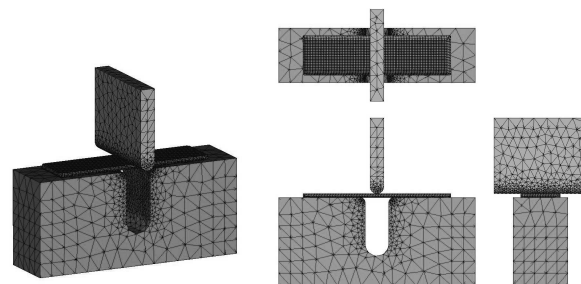


図 4 解析メッシュ (simufact.forming)

図 3、図 4 にそれぞれの CAE で用いた解析メッシュを示す。Salome-meca では 1 辺 2mm の 6 面体 2 次要素とし、simufact.forming でも 1 辺 2mm の 6 面体 (2 次要素の指定なし) とした。

## 2.2 解析結果

接触解析では一般に接触部の摩擦係数が結果に大きく影響するため、これまでと同様に接触部の摩擦係数

は 0.05、0.10、0.20 の 3 条件でスプリングバック量を解析した。

図 6 に、型 - 試料間の摩擦係数  $\mu=0.05\sim 0.20$  のそれぞれの場合における試料の変形 (ストローク 50mm 時および、型取り外し後) を示す。なお試料の変形は、幅方向中央の断面外形上の節点座標を用いて確認した (図 5)。

Salome-meca では、 $\mu=0.05、0.10$  のときにほとんどスプリングバックが起こらないという結果が得られた。

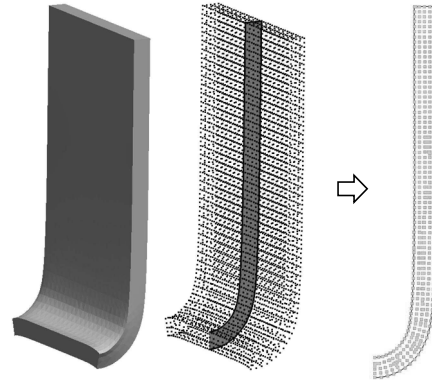


図 5 試料変形量の計算位置

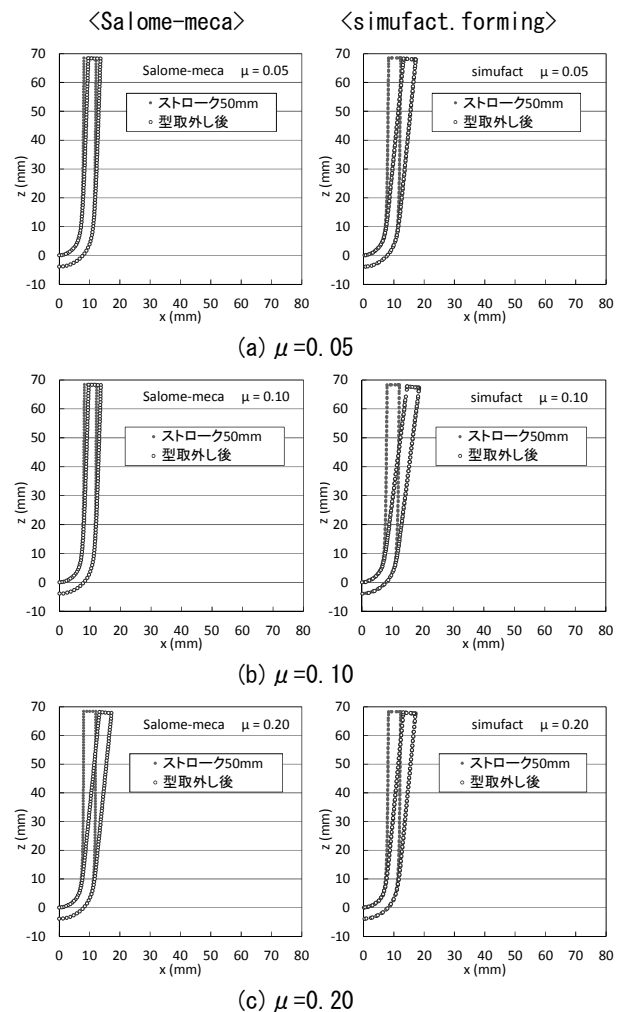


図 6 各摩擦係数における試料の変形

次に、各 CAE における型取外し後の試料形状を比較した(図 7)。これより、 $\mu=0.20$  のときには試料形状はよく一致していることがわかる。

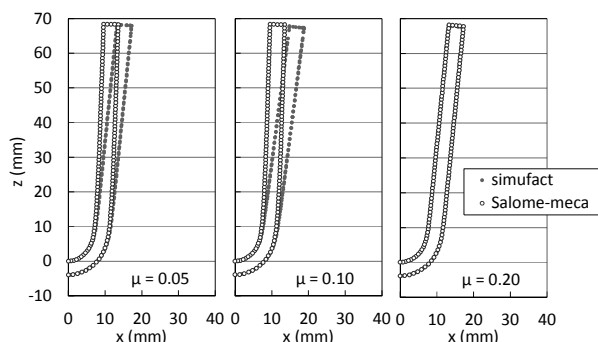


図 7 各摩擦係数におけるスプリングバックの比較

これまでの検討より、ペナルティ法(PENALISATION)を用いた接触解析において、試料-金型間の食い込みを回避するために接触解析用のパラメータ(COEF\_PENA\_CONT)の調整は行ってきたが、解析時間短縮および収束性向上のため摩擦解析用のパラメータ(COEF\_PENA\_FROT)はデフォルト値(100)をそのまま使用してきた。すべりが大きくなるような低摩擦係数の条件ではデフォルト値では不十分であり、摩擦影響の解析精度が低下していると考えられる。しかし、COEF\_PENA\_FROT を大きな値にすると解析精度は向上するが計算が不安定になるため、メッシュ粗さも同時に細かくする必要があり、解析精度向上には解析マシンのスペックも要求される。そのため、実用的には計算時間と解析精度のトレードオフを両立する解析条件の妥協点を探ることになる。

また、Salome-meca では計算負荷低減のために静解析(STAT\_NON\_LINE)として計算しているが、曲げ速度を考慮する場合には動解析(DYNA\_NON\_LINE)を行う必要がある。解析精度を向上させるため、曲げ速度についても今後検討していく予定である。

### 3 まとめ

オープン CAE を用いて平板の型曲げ試験におけるスプリングバック量を解析し、市販 CAE と比較した。その結果、以下のことがわかった。

同じ条件(物性値・メッシュ)で解析すると、

- (1) 低摩擦係数( $\mu=0.05, 0.10$ )のとき、スプリングバックはほとんど起こらない
- (2)  $\mu=0.20$  のとき、スプリングバック量は市販 CAE とよく一致する

低摩擦係数におけるスプリングバック量の解析精度が低く、摩擦解析用のパラメータ(COEF\_PENA\_FROT)を適切な値に修正する必要がある。

また、曲げ速度なども解析精度に影響すると考えられるため、今後検討していく予定である。

#### 参考文献

- 1) 一般社団法人オープン CAE 学会, <http://www.opencae.jp/>
- 2) 設計用大規模計算力学システム開発プロジェクト, <http://adventure.sys.t.u-tokyo.ac.jp/jp/>
- 3) FrontISTR 研究会, <http://www.multi.k.u-tokyo.ac.jp/FrontISTR/>
- 4) Code\_Aster and Salome-Meca, <http://www.code-aster.org/V2/spip.php?rubrique2>
- 5) CODE\_SATURNE, <http://code-saturne.org/cms/>
- 6) OpenFOAM-The Open Source Computational Fluid Dynamics(CFD) Toolbox, <http://www.openfoam.com/>
- 7) DEXCS Official Wiki, <http://dexcs.gifu-nct.ac.jp/pukiwiki/index.php>
- 8) DEXCS-Salome 活用, <http://opencae.gifu-nct.ac.jp/pukiwiki/index.php?DEXCS-Salome%B3%E8%CD%D1>
- 9) 柴田良一, はじめてのオープン CAE, 工学社, (2011)
- 10) 柴田良一, オープン CAE 「Salome-Meca」ではじめる構造解析, 工学社, (2014)

## 機械騒音低減の評価手法に関する研究(第2報)

平野 真\*      山本 典央\*  
HIRANO Makoto\*    YAMAMOTO Norio\*

**要旨** 製品を開発する上で音による評価は非常に有効である。従来は人の聴覚を模擬したA特性フィルタを用いた騒音レベルや周波数解析により評価を行う手法が一般的であった。ところが騒音レベルや周波数解析では、マイクロホンなどの測定位置や測定環境に依存する場合や、異なる二音に対して明確な違いが出ないため有効に評価できない場合があるなど、評価手法としては必ずしも有効であるとは言えない。そこでこれまでの手法に代わり、機械の持つ総エネルギー値を示す音響パワーレベルや音質評価パラメータの一種であるラウドネスを用いることで、騒音低減効果の評価として利用できないかを検討した。また事前に騒音低減効果を確認するためのシミュレーションソフトの開発を行った。

### 1 まえがき

製品の騒音を測定する際には、従来、任意の位置における音圧レベルを測定し、評価していた。しかし、距離や周囲環境に大きく依存するため、測定条件を詳細に記載しなければ再現性が難しく、また他条件で測定した製品との数値比較が困難だった。一方、音響パワーレベル[1]は、製品全体が放射する音の総量を評価するもので、近年では製品の騒音評価として利用されている。この音響パワーレベルは、国内では建設機械が法規制により測定を義務付けられ、また家電製品においてはEUへの輸出に際して法規制により測定を行わなければならない。近年では、2013年のJIS改正によりルームエアコンの運転音表示が、従来の音圧レベルから音響パワーレベルに変更になった。音響パワーレベルの測定にはマイクロホン配置が複雑なため、環境整備と熟練した技術が必要となる。

音響パワーレベルの測定には、測定環境の補正用に基準音源が必要となる。標準的にはシロッコファンを利用したB&K Type 4204が用いられることが広く利用されている。この基準音源は大変高価な上、大風量であるため、小スペースの測定環境には不向きである。そこで本研究では、少風量のシロッコファンを利用した音源を作製し、音響パワーレベルの基準音源としての妥当性を評価する。

ところで、騒音低減については、闇雲に騒音対策をして騒音レベルを低減できたとしても、必ずしも人間の聴感的に効果が得られるとは限らない。効率的に低減効果を得るためには、どの帯域の音が「うるささ」「耳障り」の原因かを知る必要がある。そのために、特定の周波数帯域の音だけを抽出、または除去し、その時の音を聞くことのできるソフトウェアを作成した。「うるささ」「耳障り」の音のみに注目し、その原因を特定することができれば、効率的に騒音対策を行うことができる。

### 2 音響パワーレベル

音響パワーレベルの測定には、値が既知である基準音源が用いられる。シロッコファンを利用した構造であることから、測定の際に風の影響を受けるため、半径2m以上の測定エリアが必要となり、比較的大きな半無響室で測定しなければならない。しかしながら弊所に設置している無響室は半径1m程度しか測定エリアを確保できないため、標準的な基準音源を使うことはできない。そこで小型の無響室でも利用可能な音源を製作する。

#### 2.1 B&K Type4204

世界で標準的に、基準音源としてB&K Type4204が利用されている。構造はシロッコファンで、羽の数が42枚である。回転数は60Hzで約3350rpmであり、電源周波数によって変化する。

#### 2.2 音源の製作

シロッコファンを利用して独自の基準音源の製作を行う。図1に使用するシロッコファンを示す。羽の数は47枚である。また図2に使用する誘導モーターを示す。



図1 シロッコファン

\* 機械電子担当



図2 誘導モーター

### 2.3 モーターの測定

ファンを取り付けない無負荷状態では、100V、60Hzでモーターの回転数を測定したところ約1750rpmであった。次にファンを取り付けた状態では、100V、60Hzで約1735rpmであった。今後周波数を上げることで回転数の変化を調べる予定である。

## 3 音色フィルタ

特定の周波数帯域の音だけを抽出、または除去し、その時の音を聞くことのできるソフトウェアを作成した。

### 3.1 ソフトウェア

作成したソフトウェアを図3に示す。NI社のLabVIEWを用いて開発した。収録した音源ファイルの波形およびスペクトルをグラフ表示し、音を再生することができる。

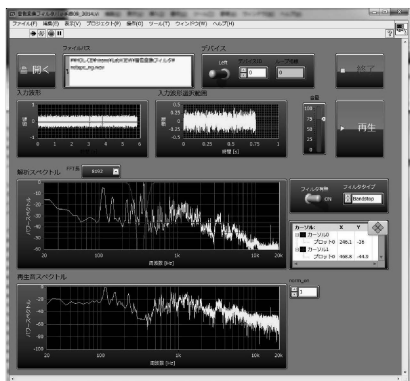


図3 ソフトウェア画面

### 3.2 音の抽出と除去

ノートパソコンのファンが故障したときに発生する異常音を収録し、その音源ファイルを音色フィルタで読み込んだ。そのときに耳障りな音の周波数を選択したソフトウェア画面のワースペクトルを図4に示す。またこの周波数帯域を抽出したときのソフトウェアのワースペクトル画面を図5に、除去したときのソフトウェアのワースペクトル画面を図6に示す。

このフィルタの処理の有無による違いを再生音として繰り返し聞くことができ、耳障りな音の低減を確認することができる。

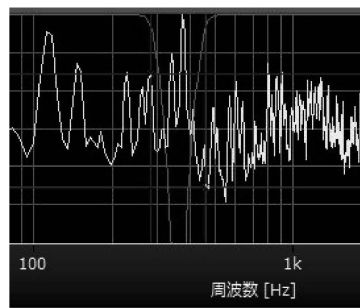


図4 周波数選択

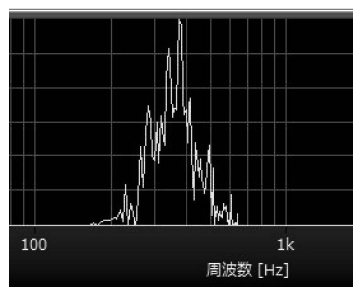


図5 音の抽出

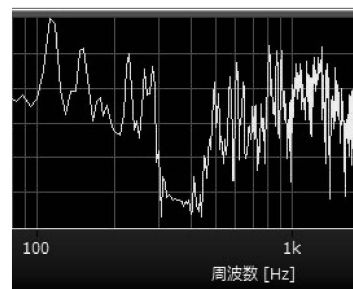


図6 音の除去

## 4 まとめ

本研究は、騒音の低減効果を評価するための指標として、音響パワーレベルの適用および音色フィルタの利用を試みるものである。

- (1) 標準的な基準音源の特性を調査した。
- (2) シロッコファンおよび誘導モーターを使用して基準音源の一部を作成した。
- (3) 今後はラウドネスの算出プログラムの作製および基準音源を完成させ、音響パワーレベルの測定を行う予定である。

### 参考

1. 橘 秀樹, 矢野 博夫, “環境騒音・建築音響の測定,” コロナ社, pp.26-37, 2004.

## 光機能性薄膜の創製に関する研究（第2報）

山本和弘\*  
YAMAMOTO Kazuhiro\*安達智彦\*  
ADACHI Tomohiko\*眞田智衛\*\*  
SANADA Tomoe\*\*小島一男\*\*  
KOJIMA Kazuo\*\*

**要旨** 本研究では、赤色の発光材料の作製を目的として、液相法により前駆体を使用することで、従来法よりも低温で熱処理を行い、Mn を発光中心とした赤色発光体粉末の作製条件を検討し、その発光特性や粒子径などを評価した。ホスト材料に MgO-GeO<sub>2</sub> 系を用い発光中心として Mn イオンをドーピングした試料の作製を行った。原料をそれぞれ液相に溶かし込んだ後に攪拌することで、均質性の高い前駆体を得た。得られた前駆体は各熱処理温度で加熱を行い、熱処理条件および Mn 添加量による発光特性の評価を行った。その結果、1200℃付近での熱処理により蛍光強度が最大となり、最適な Mn 添加量を見出すことができた。

## 1 緒言

照明、ディスプレイ、表示灯、夜光塗料などは様々な場面で使用されており、その分類としては白熱灯、蛍光灯、LED、冷陰極管、無機 EL、有機 EL などが挙げられる。これらの中で使用される部材で無機蛍光材料が使用されることがあり、特に重要な材料となる。

無機蛍光材料はホストとなる材料と発光中心となる材料により構成させることが一般的であり、これまでにマンガンを発光中心とした MgO-GeO<sub>2</sub> 系ホスト材料の赤色発光体について報告がなされている<sup>(1,2)</sup>。光の三原色のひとつである赤色の発光体の発光中心にはユウロピウムなど高価で希少な元素が使用されることがあるが、コスト、資源的な理由からマンガンが注目されている。

今回試料の作製方法としてゾル-ゲル法を使用するが、ゾル-ゲル法の利点として出発原料が粉末であっても溶媒に溶かし込むことができれば、原子・分子レベルで混合ができることが挙げられる。原料としては各種の塩やアルコキシドなどが用いられ、溶液中での加水分解や重縮合を経て連続ネットワークを形成することができる<sup>(3,4)</sup>。また、溶液が反応場となるため、試料形態を制御（微粒子化）できる可能性もある。

これまでにゾル-ゲル法により作製された Mn 含有 MgO-GeO<sub>2</sub> 系ホスト材料では結晶構造、結晶子サイズ、マンガンの配位状態などによる発光特性の変化が報告されているが、その主な結晶相は MgGeO<sub>3</sub> である。こ

のホスト材料中ではマンガンは 2 価で 6 配位の局所構造をとっており、その発光波長は 660nm 付近であるため、演色性が高い。一方、マンガンは 2 価以外にも 4 価も広く知られており、この場合の発光波長は 620～680nm の範囲にあるとされている。Mg<sub>4</sub>GeO<sub>6</sub> 結晶中でマンガンは 4 価で存在すると考えられているが、固相反応による Mg<sub>4</sub>GeO<sub>6</sub> 結晶の作製には 1400℃程度の高温が必要とされている。

本研究では材料作製に必要なエネルギーとしてより低エネルギーかつ均一に作製できる可能性のあるゾル-ゲル法によって、4 価マンガン含有 Mg<sub>4</sub>GeO<sub>6</sub> 結晶の作製条件を検討し、得られた蛍光材料の結晶構造、粒子形状、発光強度などを評価することで、粉体としての赤色発光材料の応用展開を検討する。

## 2 実験

## 2.1 蛍光体粉末作製

出発原料としてテトラエトキシゲルマニウム、硝酸マンガン六水和物、酢酸マンガン四水和物、エタノールを用いた。MgO-GeO<sub>2</sub> 系において MgO リッチなゾル溶液および粉体を作製するためには、原料となる酢酸マグネシウムの添加量を増加させる必要があるため、エタノールの比率をこれまでよりも増加させた<sup>(1)</sup>。

また、GeO<sub>2</sub> の原料となるテトラエトキシゲルマニウムはアルコキシドの一種であるが、加水分解速度が非常に速い。今回の目標としている材料系では、これまでと比較して GeO<sub>2</sub> の含有量が少なくなるため、作製過程における大気および溶媒の影響によって脱水重合が進んでしまう可能性があるが、大気中でのゾル溶液作製が可能であった。出発原料のカチオン (Ge, M

\* 機能材料担当

\*\* 立命館大学 生命科学部

g)、エタノール (EtOH)、H<sub>2</sub>O の比率を Ge : Mg : EtOH : H<sub>2</sub>O=1 : 4 : 200 : 1 となるように秤量した。また、Mn の添加量はホストに対して 0.05~1mol%とした。

作製手順は、エタノールに硝酸マンガン六水和物を加え、そこにテトラエトキシゲルマニウムを加えて攪拌した。別途エタノールに酢酸マグネシウム四水和物を加えて攪拌した溶液と前述の溶液を合わせて攪拌を行った。得られた溶液を 80℃、100℃でそれぞれ乾燥を行い、各温度 (1000~1400℃) で熱処理を行った。

## 2.2 評価測定

作製した粉末の結晶構造、形状観察、発光特性を評価するために、X 線回折装置 (リガク製、RINT2500VHF)、走査型電子顕微鏡 (株式会社日立サイエンスシステムズ製、SEMEDX3TypeN)、蛍光光度計(日立ハイテクノロジーズ製、F-7000sp)を用いた。

## 3 結果および考察

### 3.1 蛍光体粉末の作製 と結晶構造評価

試料の作製手法はこれまでの作製方法と同様に酢酸マグネシウム四水和物、テトラエトキシゲルマニウム、硝酸マンガン六水和物、アルコール溶媒、H<sub>2</sub>O を使用した。仕込みの組成は MgO : GeO<sub>2</sub>=4 : 1 となるように秤量を行った。100℃で 3 時間乾燥、1000℃で 5 時間熱処理、1400℃で 5 時間熱処理を行った試料の X 線回折結果を図 1 に示す。なお、これらの試料には Mn を含有させていない。また、比較用に ICDD に記載の MgO-GeO<sub>2</sub>系のピークも上部に併せて示す。

100℃で乾燥を行った試料では回折のピークが多数観測されているが、すべて有機物に由来するピークと考えられる。一方、1000℃で 5 時間熱処理を行った試料は、メインの結晶相として Mg<sub>2</sub>GeO<sub>4</sub> 相が生成していた。この結晶相以外にも MgO 相とピーク強度は弱い MgGeO<sub>3</sub> 相が観測された。この試料では Mg<sub>4</sub>GeO<sub>6</sub> 相は確認されなかった。1400℃で 5 時間熱処理を行った試料ではメインの結晶相が Mg<sub>4</sub>GeO<sub>6</sub> 相であり、弱い強度ではあるが MgGeO<sub>3</sub> 相および Mg<sub>2</sub>GeO<sub>4</sub> 相が生成していた。1400℃で熱処理を行った試料でも MgO 相は観測された。これらの測定結果から 1000℃から 1400℃の間で熱処理することにより Mg<sub>4</sub>GeO<sub>6</sub> 相がメインの結晶相として生成することが予想される。また、MgO が 1100℃、1400℃の両方の熱処理において観測されていること、および 1400℃の熱処理時に若干の MgGeO<sub>3</sub> 相および Mg<sub>2</sub>GeO<sub>4</sub> 相が生成していることから、仕込み組成に対して MgO が過剰であることが予想される。そのため、今後は試料の仕込み組成を検討する必要があると考えられるが、ほぼ単相の Mg<sub>4</sub>GeO<sub>6</sub> 相が本作製法により実現できることが確認された。熱処理条件については、「3.3 Mn

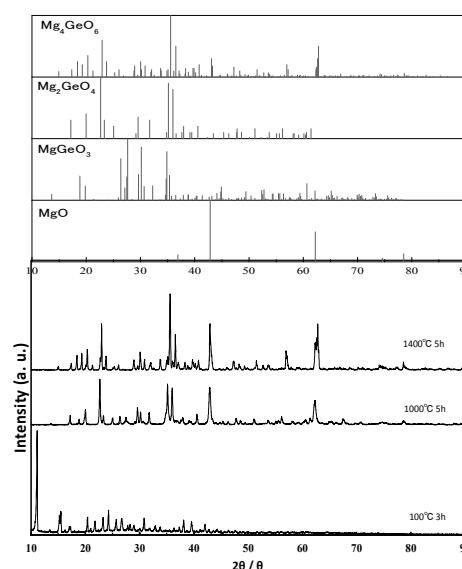


図 1 熱処理後の X 線回折測定結果と ICDD データ

添加量と蛍光強度」の項でさらに検討する。

### 3.2 粒子形状

熱処理後の試料の粒子径を確認するために SEM 観察を行った。まず Mn を 0.1mol%含有させたゾル溶液を室温にて攪拌を行って得られた乾燥ゲルを、1200℃で 1 時間熱処理を行った試料の SEM 観察像を図 2(a)に示す。

1200℃で熱処理を行った試料は凝集しており、二次粒子としては 10 μm 前後のものがほとんどであったが、一次粒子としては数 μm 程度の粒子が確認された。(a)の画像では有機物が過熱により分解・揮発している様子がうかがえる。一次粒子としては目標となる 10μm 以下のものであるが、将来的に蛍光材として塗布する際には分散性も重要な要素であるため、凝集をさけるためにゾル溶液の段階で加熱攪拌を行い、その効果を検討した。

ゾル溶液を攪拌する際に温度をかけて攪拌して作製した乾燥ゲルを図 2(a)と同条件で熱処理した試料の画像を図 2(b)に示す。図 2(b)では図 2(a)と比較して粒子の凝集が抑制されている。ゾル溶液時に熱を加えることにより粒子の凝集を抑える効果があることが確認され、分散性の向上に寄与することが分かった。

### 3.3 Mn 添加量と蛍光強度

図 3(a)に各 Mn 濃度で 1200℃、5 時間で熱処理を行った試料に対して、254nm での励起光による蛍光スペクトルを示す。測定時は L-37 フィルターを用いた。各 Mn 濃度において 600~700nm の範囲で蛍光ピークが観測された。特に 630nm および 660nm 付近に鋭いピークが観測されており、これらのピーク

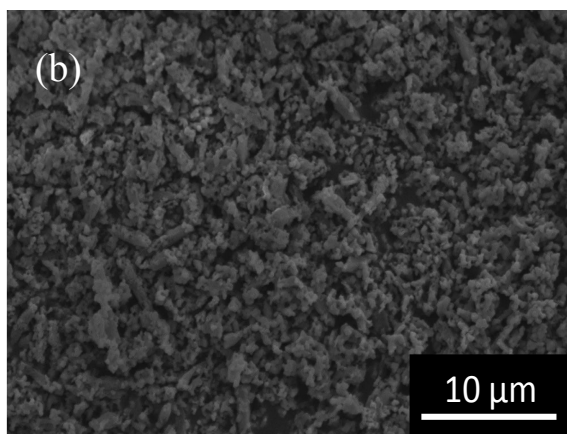
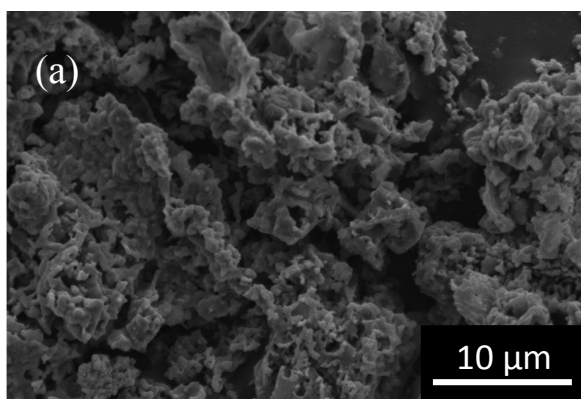


図 2 1200°C、1 時間熱処理した試料の SEM 画像  
(a)加熱攪拌なし (b)加熱攪拌あり

クは  $Mn^{4+}$  イオンからの発光 ( ${}^2E \rightarrow {}^4A_2$ ) に帰属されると考えられる<sup>(2,5)</sup>。蛍光強度は Mn 濃度が 0.1mol% 付近で最大を示し、それよりも濃度が増加すると発光強度は低下した。これは濃度消光によるものと考えられる。濃度消光とは発光中心となるイオン間の距離が縮まったため、交差緩和確率の増加などのために起きる。

また、図 3(b)に図 3(a)と同一の試料に対して 660nm を観測光とした励起スペクトルを示す。全てのスペクトルで 270nm および 410nm 付近にピークを示した。これらのピークはそれぞれ  ${}^4A_2 \rightarrow {}^4T_1$  および  ${}^4A_2 \rightarrow {}^4T_2$  のスピン許容遷移に帰属される<sup>(2,5)</sup>。最大蛍光強度を示す励起波長は 270nm であり、ブラックライトや水銀灯が示す発光波長である 254nm に近い波長であった。

熱処理による蛍光強度の影響を調査するために、各 Mn 濃度において種々の熱処理条件で処理を行った試料に対して蛍光強度をプロットしたものを図 4 に、また Mn 濃度が 0.1mol% で各熱処理を行った試料の X 線回折測定結果を図 5 に示す。蛍光強度は蛍光スペクトルの横軸を波数に変換後、固定した範囲内を積分することで求めた。図 4 より、1200°C で 5 時間熱処理した試料が最も強い蛍光強度を示す傾向にあり、1200°C で

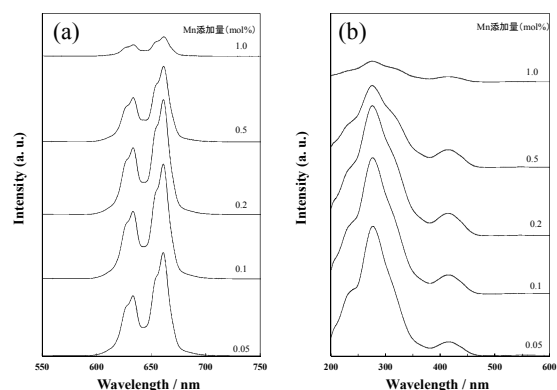


図 3 各 Mn 濃度で 1200°C、5 時間熱処理を行った試料の(a)蛍光スペクトル(EX. 250nm)、および(b)励起スペクトル(EM. 660nm)

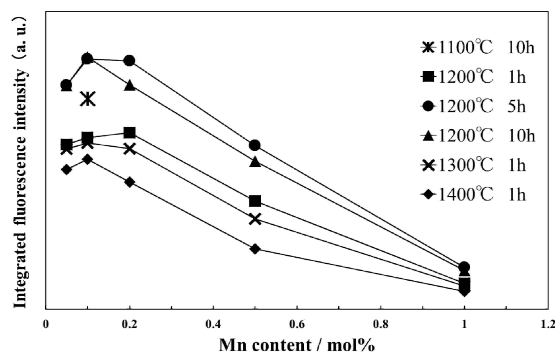


図 4 各熱処理条件における蛍光強度の Mn 濃度依存性

10 時間熱処理した試料もほぼ同等な蛍光強度を示した。これらの熱処理条件で得られた試料の結晶相のメインは図 5 の X 線回折測定の結果から  $Mg_4GeO_6$  であった。1400°C、1 時間の熱処理は今回の条件の中で最も低い蛍光強度を示す傾向にあり、これは高温熱処理を行っているために  $Mg_4GeO_6$  の結晶性が高くなり、Mn イオンが格子間や粒子表面に押し出されることや、酸素欠損により Mn イオンの価数が四価から還元されることなどが影響していると考えられる。実際、この熱処理条件時には全ての試料で  $Mg_4GeO_6$  結晶相がメインで生成しており (図 5)、その結晶性も 1200°C で熱処理した試料よりも高かった。一方 1200°C で 1 時間の熱処理条件も低い蛍光強度を示している。図 5 より、この時の結晶相は  $Mg_4GeO_6$  および  $Mg_2GeO_4$  相の二つがメインであった。そのため、Mn の占有サイトが  $Mg_4GeO_6$  および  $Mg_2GeO_4$  の複数に存在すること、さらに  $Mg_2GeO_4$  中では Mn は四価で存在していないと考えられるため、蛍光強度が低かったと考えられる。結果として、本研究の試料作製条件においては、Mn を 0.1mol% 程度含有させ、1200°C で 5

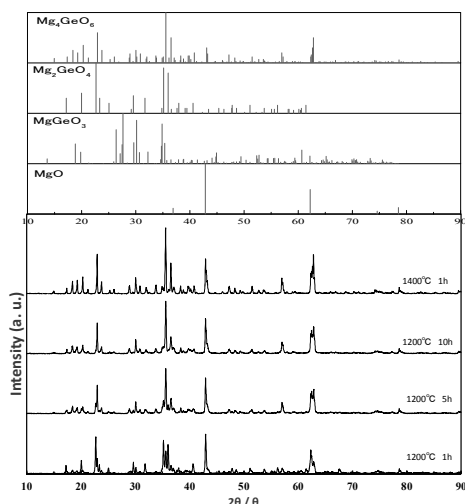


図5 Mn 濃度 0.1 mol%の試料の熱処理後の X 線回折測定結果と ICDD データ

時間熱処理した試料が最も強い蛍光強度を示したが、これは Mn が占有するサイトが結晶性の高い宿主材料では、発光効率が低下することを示しており、わずかに歪んだサイトを Mn が占有することが望ましいと考えられる。また、Mn 濃度 0.1mol%の試料を「3.2 粒子形状」の項で検討した、ゾル溶液作製時に加熱処理を行う手法で作製した試料の蛍光強度の測定を行ったが、どの熱処理温度においても蛍光強度には大きな影響を与えておらず、粒子形状を制御できる可能性を確認している。ただし、乾燥ゲルの状態がゾル溶液作製時に熱を加えることで変化し、その後の熱処理時に結晶性に変化を与えることも予想される。

## 4 まとめ

赤色発光材料として Mn 含有  $Mg_4GeO_6$  の作製条件および蛍光特性の検討を行った。

試料の作製にはゾル - ゲル法を採用し、一般的な固相反応による作製温度 (1400°C 程度) よりも低温 (1200°C) で蛍光体を得ることができた。また、ゾル溶液の作製過程を改良することによりさらなる低温化および粒子形状の制御ができる可能性が示唆された。また、Mn の添加量が 0.1 mol% 付近で蛍光強度の最大値を示した。

ゾル溶液の作製条件が粒子形状および蛍光特性に与える影響、発光効率などの検討を行う予定である。

本研究の一部は、科学技術振興機構の研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム フィージビリティスタディの助成を受けております。

## 参考文献

- 1) T. Sanada, et al., J. Sol-Gel Sci. Techn., 41, 237 (2007).
- 2) M. Iwasaki, et al., Sci. Technol. Adv. Mater., 4, 137 (2003).
- 3) 作花 済夫：ゾルゲル法のナノテクノロジーへの応用, (2005).
- 4) 作花 済夫：ゾルゲル法の応用, (1997).
- 5) M. H. Du, J. Maer. Chem. C, 2, 2475 (2014).



## 電極の密着強度評価の確立

田中 喜樹\* 所 敏夫\* 脇坂 博之\*\* 佐々木 宗生\*\*  
 TANAKA Yoshiki\* TOKORO Toshio\* WAKIZAKA Hiroyuki\*\* SASAKI Muneo\*\*

**要旨** リチウムイオン二次電池に用いられている電極の密着強度評価には、現在はピール剥離試験を用いるが、試験者によって結果がばらつきやすいためより精度のよい試験方法が求められている。本研究ではスクラッチ法を用いて電極の密着強度評価の確立を目指した。

### 1 緒言

リチウムイオン二次電池は、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。

電池の構造は図1のように電極(正極、負極)、セパレータにより構成されている。電極は集電体(Cu、Al等の金属箔)上に、電極合剤(活物質や導電助剤、バインダーを混合したもの)を塗布した構造である。多くの電池パックは電極とセパレータが重ねて巻き付けられている。そのため、曲げにより電極へ負担がかかり、集電体と電極合剤間が剥がれやすくなる。そのため、新規に電極部材を開発した際には電極の密着強度など機械的の評価が必要となる。

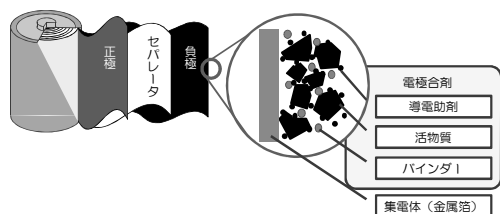


図1 リチウムイオン二次電池の構造

電極の密着強度の評価方法として、ピール剥離試験<sup>2)</sup>が用いられている。この方法は電極にテープを貼り、テープを剥がした際に、電極合剤のテープへの付着状態により評価を行う。この方法では、試験者によって結果がばらつきやすいため、密着強度差の小さい試料での評価が難しい。

薄膜での密着強度評価方法としては、スクラッチ試験、プルオフ試験などがある。これらの試験は今まで金属上のDLC処理等、硬い薄膜の評価に用いられているが、電極での評価に用いられたことが無い。

スクラッチ試験は図2のように、ダイヤモンド製で先端が丸く加工された円すいの圧子(ロックウェル圧子)を用いており、荷重を変化させながら試料表面上を移動し、膜の状態の変化点(圧子侵入深さ、摩擦力、AEセンサ、顕微鏡観察像 等)とそのときの荷重により評価する。

本研究では電極の密着強度評価の確立を目的とし、スクラッチ試験機を用いて実施した。

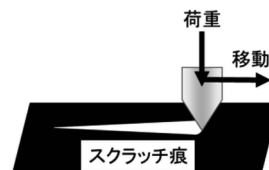


図2 スクラッチ試験概要図

### 2 実験

スクラッチ試験機はCSEM Instruments社(現Anton Paar)のAEセンサ付き自動スクラッチ試験機、Micro Scratch Tester(図3)を用いた。



図3 自動スクラッチ試験機

#### 2.1 試料固定方法の検討

市販の電極(負極、電極合剤厚:50μm)を用いて試料の固定方法を検討した。集電体が薄いため、そのまま試料ステージに固定し測定することができない。そこでガラス板に試料を固定するが、その接着方法として以下の方法を検討した。

- ①テープ
- ②水+テープ
- ③エタノール+テープ
- ④瞬間接着剤
- ⑤エポキシ系接着剤(2液タイプ)

①～③はスクラッチ開始側にテープを貼り、②～⑤はガラス板上に滴下し、その上に電極を載せ、さらにキムワイブを載せて上から押さえることで余分な液を除去した。固定できた方法に関してはスクラッチ試験を実施し測定の容易さも評価した。測定条件を表1に示す。

固定の容易さおよび測定の容易さから、最適な固定方法を検討した。

\* 機能材料担当

\*\* 東北部工業技術センター

表1 測定条件

圧子先端径	200 μm
測定荷重	0.03~1.0 N
測定距離	10 mm
移動速度	10 mm/min
負荷速度	0.97 N/min

### 2.2 密着強度の異なる電極を用いたスクラッチ試験

バインダー添加量の異なる電極を用いて、スクラッチ試験を行った。測定条件は前項と同様である。

これらの電極は事前にセロハンテープを用いたテープ剥離試験(図4)により、バインダー添加量が多くなると密着強度が大きくなることを確認している。

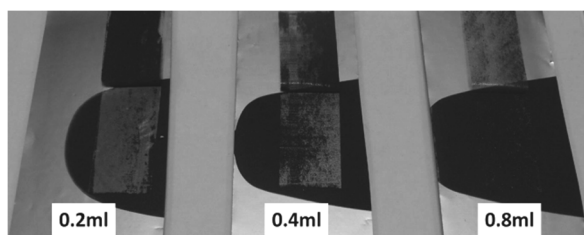


図4 テープ剥離試験結果

### 2.3 異なる先端径の圧子を用いたスクラッチ試験

圧子と試料の接触面積を大きくすることで大きな荷重をかけることができ、試料間の比較が容易になると考えられるため、ロックウェル圧子の先端径が、スクラッチ試験結果に及ぼす影響を検討した。

先端径が200μmと800μmのロックウェル圧子を用い、市販電極の測定と2.2で用いた電極を用いて測定を実施した。測定条件を表2に示す

表2 測定条件

測定荷重	0.03~5.0 N
測定距離	10 mm
移動速度	10 mm/min
負荷速度	4.97 N/min

## 3 結果と考察

### 3.1 試料固定方法の検討

#### ①テープ

固定は容易だが、電極のソリ等で測定の位置調整が難しい。

評価 … ×

#### ②水+テープ

薄く均一に広がり固定しやすく、スクラッチ試験でも良好。

評価 … ◎

#### ③エタノール+テープ

滴下するとガラス上で薄く広がり接着しやすかったが、すぐに乾燥してしまった。

評価 … ○

#### ④瞬間接着剤

薄く接着できるが、全体に接着剤が広がりにくい。

評価 … △

#### ⑤エポキシ系接着剤(2液タイプ)

接着剤が均一な厚さに塗布できず、多少凹凸が見られた。

評価 … ×

以上の結果より、水とテープを併用した固定方法を採用した。

この固定方法を用いた測定結果およびスクラッチ圧痕を図5に示す。測定結果として得られるデータは、摩擦力、摩擦係数、圧子侵入深さ等である。

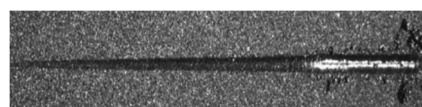
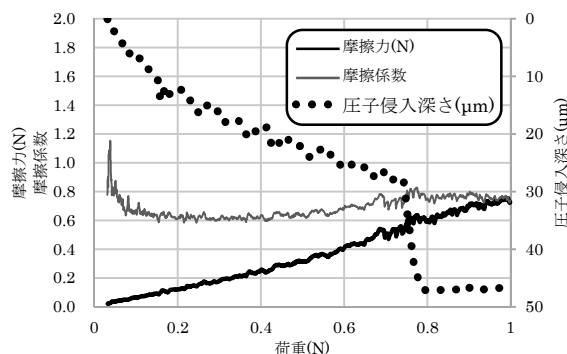


図5 市販電極のスクラッチ試験結果および圧痕

スクラッチ圧痕と試験結果を比較すると、圧子侵入深さが大きく変化した位置と、圧痕の電極剥離箇所(図中、色が白っぽい色に変化する位置)が一致していた。その際の荷重は0.75 Nであった。電極合剤厚50μmの電極に対して、銅箔到達時の圧子侵入深さは約47μmであった。これらの差は、圧子侵入深さの値に試料自体の傾きから生ずる深さの変化もが含まれている点と、測定荷重の開始点での設定が0.03Nであるため測定開始時に電極材料表面に圧子が接触し、ある程度電極に侵入している点が考えられる。

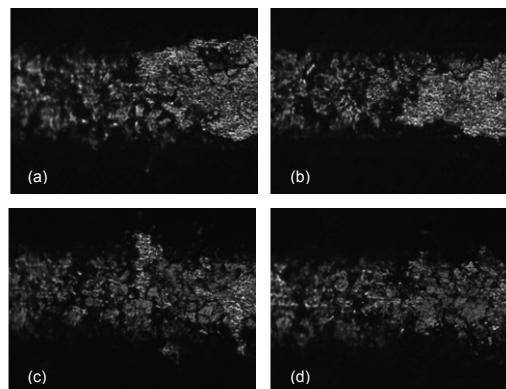


図6 電極剥離箇所の実体顕微鏡像

電極剥離箇所の実体顕微鏡像を図6に示す。複数回測定を実施すると、圧子侵入深さが大きく変化した位置での

電極剥離状態は異なっていた。図6の(a)、(b)のように銅箔が多く観察された試料と、(c)、(d)のように銅箔が少し観察された試料があったが、どちらでも圧子侵入深さが大きく変化していたので、そのときの荷重を電極剥離荷重とみなした。摩擦力と摩擦係数には特徴的な変化は見られなかった。

### 3.2 密着強度の異なる電極を用いたスクラッチ試験

バインダー添加量と電極剥離荷重の結果を図7に示す。バインダー添加量の増加に応じて剥離荷重も増加しており、相関がみられる。この結果から電極の剥離強度評価方法としてスクラッチ試験を用いることができると考えられる。

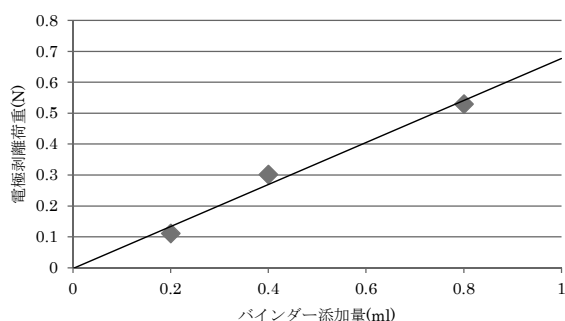


図7 バインダー添加量と剥離荷重

### 3.3 異なる先端径の圧子を用いたスクラッチ試験

圧子先端径が200 $\mu\text{m}$ および800 $\mu\text{m}$ での市販電極のスクラッチ試験結果を図8に示す。

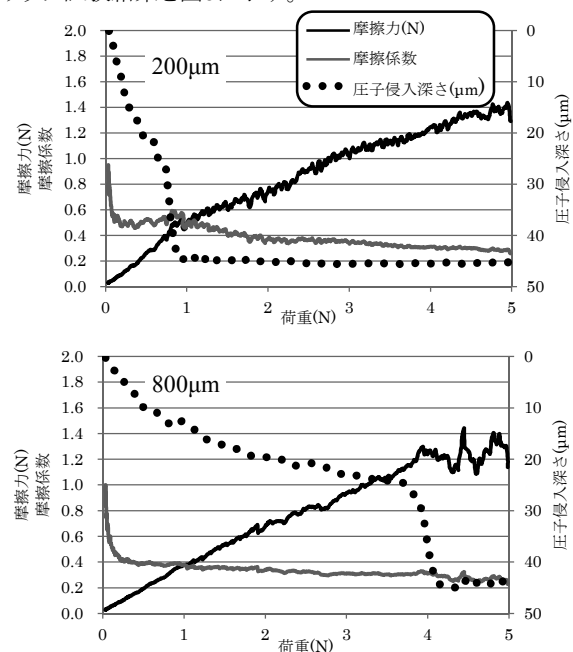


図8 異なる圧子先端径でのスクラッチ試験結果

それぞれの電極剥離荷重は、200 $\mu\text{m}$ 圧子では1.01N、800 $\mu\text{m}$ 圧子では4.16Nで、800 $\mu\text{m}$ 圧子は200 $\mu\text{m}$ 圧子の剥離荷重の約4倍であった。ここで、スクラッチ試験での薄膜密着強さを求める式<sup>3)・4)</sup>は次の通りである。

$$F = k \sqrt{\frac{WH}{\pi R^2}}$$

- $F$  : 薄膜密着強さ
- $W$  : 薄膜破壊荷重(電極剥離荷重)
- $H$  : 基板の硬さ
- $R$  : 圧子先端径
- $k$  : 補正係数である。

上記の式より電極剥離荷重は圧子先端径の二乗に比例するが、文献には、圧子先端径の0.8~1.6乗とばらつくため、今回の測定結果は妥当と言える。また、図9に示したスクラッチ圧痕の実体顕微鏡像、および測定中の圧子先端の拡大写真より、電極合剤の破片が観察された。電極合剤が圧子側面に押されて破壊されることで、電極剥離荷重に影響を及ぼしていると考えられる。

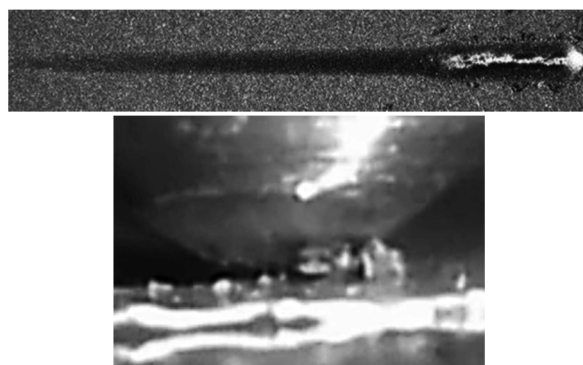


図9 800 $\mu\text{m}$ 圧子でのスクラッチ圧痕および先端拡大写真

密着強度の異なる電極を用いたスクラッチ測定、バインダー添加量と電極剥離荷重の結果を、図10に示す。圧子先端径が異なってもバインダー添加量と剥離荷重に相関が見られた。圧子先端径が200 $\mu\text{m}$ よりも800 $\mu\text{m}$ では差が大きくなるため、密着強度差が小さい試料間でも比較可能であると考えられる。

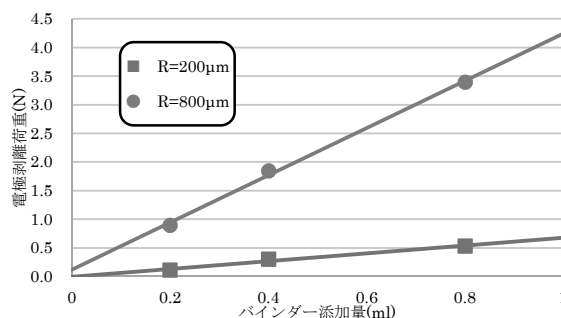


図10 バインダー添加量と電極剥離荷重

## 4 まとめ

以上の結果より、スクラッチ法を用いて電極の剥離強度評価が可能で、特に圧子先端径が大きいほど比較しやすくなることがわかった。

### 参考文献

- 1). 芳尾真幸 小沢昭弥 編、リチウムイオン二次電池  
第二版—材料と応用—、日刊工業新聞社(2011)
- 2). JSR TECHNICAL REVIEW No.114(2007)30-33
- 3). 榎本佑嗣 三宅正二郎、薄膜トライボロジー、東京  
大学出版会(1994)
- 4). 社団法人日本トライボロジー学会編、摩擦・摩耗試  
験機とその活用、養賢堂(2007)

# 高分子素材の破断形状に関する研究

谷村泰宏\*

TANIMURA Yasuhiro\*

**要旨** 市場に出回っている商品の大半は樹脂素材が使用されている。その中で製造工程から消費者までの使用を含め様々な原因によって、樹脂部分に破壊に関連したトラブルが発生し、原因究明の相談が多く寄せられる。この研究ではその指導に用いる樹脂の破断に関するデータベースを構築する。本年度は基本的な樹脂3種類、衝撃破壊、引張り破壊、曲げ破壊について報告を行う。

## 1 はじめに

市場に出回っている商品の大半は樹脂素材が使用されている。その中で製造工程から消費者までの使用を含め様々な原因によって、樹脂部分に破壊に関連したトラブルが発生し、原因究明の相談が多く寄せられる。金属素材の破断面については多くの知見が公開されているが、樹脂の破断面については知見が少なく、これらの相談に対応するために、多くの破断面を観察し、傾向把握することで、十分な対応ができる体制を構築することが必要である。

今回行った実験は、成形材料として一般的な樹脂を用い、衝撃的な破壊や、緩やかな応力で破壊させた樹脂の破断形状を観察し、その形状についてデータベースを構築する。

基本的に破断形状には以下の形状がある。

### <脆性破壊>

プラスチックに瞬間的な力が加わった場合に発生。

破断面は割れ発生の起点から放射状に広がるパターンが見られる。

### <延性破壊>

プラスチックがゆっくりと変形し、塑性変領域で破壊された時に発生。破断面には大きな凹凸見られず、比較的平滑な面となる。

### <疲労破壊>

材料に繰り返しの負荷が加わり、徐々に割れが広がっていく場合に発生。破断面にはストライエーションパターンと呼ばれる縞模様が観察される。

### <環境応力破壊>

何らかの原因によりクラックが発生し、これを起点として破壊が起こる場合を環境応力破壊といいます。溶剤クラックはこの一種であり、材料の応力発生箇所薬品や油が付着した時、材料内部にこれが浸透することで分子内に滑りが起こり、クラックが発生する。

## 2 試験方法

### 2.1 樹脂

市販射出グレードの以下の樹脂を用いた。

- ・アクリル (PMMA) (非結晶性樹脂)
- ・ABS樹脂 (非結晶性共重合樹脂)
- ・ポリプロピレン (結晶性樹脂)

### 2.2 試験試料作製

日精樹脂工業(株) ES1000に、JIS2号ダンベル、シャルピー試験用、アイゾット試験用試料金型を用い、各種樹脂で射出し試料を作成した。

#### <衝撃試験>

シャルピー衝撃試験

東洋精機製作所製シャルピー衝撃試験にてエッジワイズ(ノッチ有)試料の破壊を行った。

アイゾット衝撃試験

東洋精機製作所製アイゾット衝撃試験にてエッジワイズ(ノッチ有)試料の破壊を行った。

#### <引張り試験>

インストロンジャパンカンパニイリミテッド 5569型試験機を用い、つかみ間隔120mm、引張り速度50mm/minにてJIS2号ダンベルの引張り破壊を行った。

#### <3点曲げ試験>

株式会社島津製作所 EZ-Sを用い 支持間隔40mm、圧縮速度 20mm/minにてJIS2号ダンベルの3点曲げ破壊を行った。

### 2.3 破断面の観察

日立製作所 S-4200を用い、倍率40倍および1000にて観察を行った。

## 3 結果と考察

### 3.1 衝撃試験による破断面

\* 機能材料担当

《シャルピー衝撃試験》

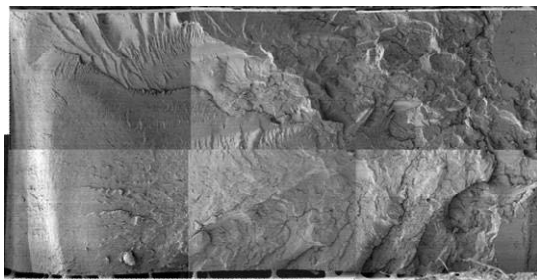


図1. アクリル(シャルピーによる破壊)

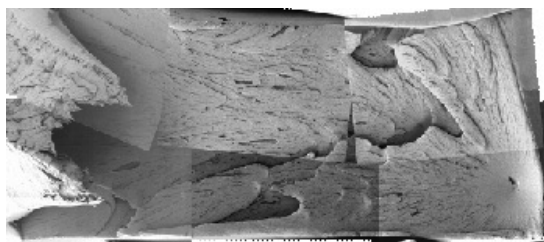


図2. ABS(シャルピーによる破壊)

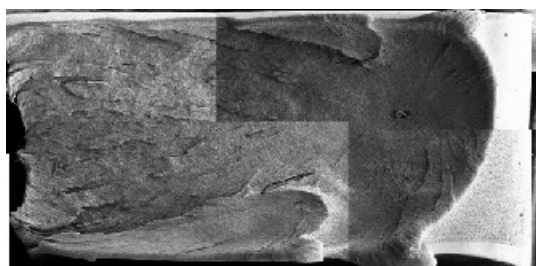


図3. ポリプロピレン(シャルピーによる破壊)

シャルピー衝撃試験においては図1～3に示すとおりである。それぞれ左から振り子に打たれ、右から亀裂が入り破壊されている。

アクリルは非晶性樹脂で固くもろい性質があり、右を起点に脆性破壊が観察される。左は圧縮によるものと考えられる丸みを帯びつるりとした段差が見受けられる。ABS、ポリプロピレンは柔らかい素材で衝撃には強い素材とさせている。共に右に起点になったとみられる欠点(気泡、異物)が見受けられ、そこを起点とし全体に延性破壊が見受けられる。

《アイゾット衝撃試験》

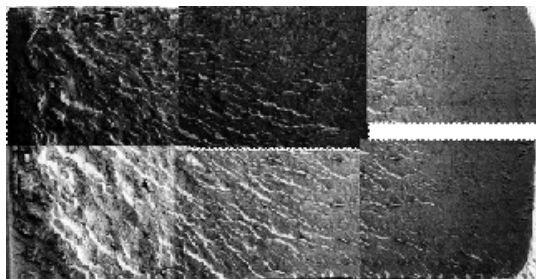


図4. アクリル(アイゾットによる破壊)

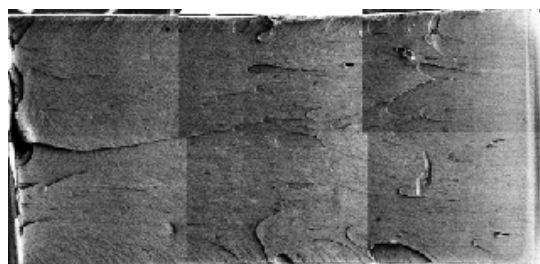


図5. ABS(アイゾットによる破壊)

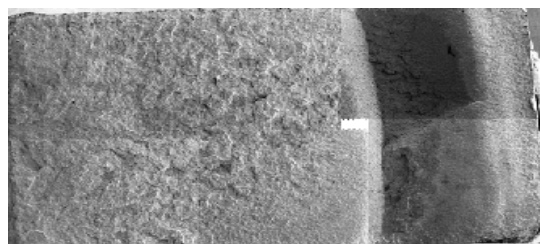


図6. ポリプロピレン(アイゾットによる破壊)

アイゾット衝撃試験においては、左から振り子に打たれ左から亀裂が発生し破壊される。アクリルは左から脆性破壊が見受けられる。ABSは左から延性破壊が見受けられる。またポリプロピレンは、左から細かな凹凸の脆性破壊が見受けられ、右に圧縮が原因とみられる滑らかな大きな起伏が見受けられる。

《引張り試験》

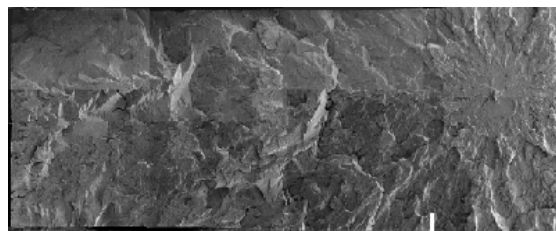


図7. アクリル(引張りによる破壊)

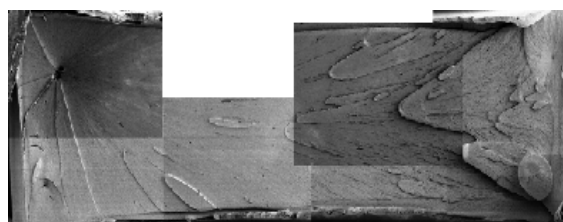


図8. ABS(引張りによる破壊)

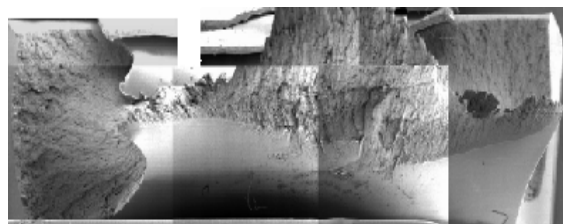


図9. ポリプロピレン(引張りによる破壊)

引張り試験による破断面については、基本引張りのみで、シャルピー衝撃試験やアイゾット衝撃試験のような圧縮の発生はない。

アクリルは図7に示すとおり、異物とみられる起点となる個所から脆性波面が広がり、その後劈開状のゴツゴツした破面が広がっている。

ABSは図8に示すとおり、起点となっている箇所付近が大きくくぼみ、その後劈開状の延性破壊が見受けられる。起点となるところがくぼんだ形状になるのは、起点が最初に切断され、その後周りが延伸されながら切断されるため、このような形状になったものと推察される。

ポリプロピレンは図9に示すとおり、延伸しくびれた形状の引きちぎられた延性破面が見受けられる。

#### 《3点曲げ試験》

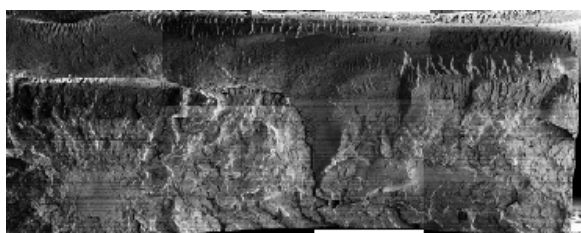


図10. アクリル(3点曲げによる破壊)

3点曲げによる破断面試料は、アクリルで作成できた。他のABS、ポリプロピレンについては樹脂が柔軟であるため破断できなかった。

アクリルは図10に示すとおりで、図の上部から圧支され左下方の起点から脆性破壊が発生し破断している。圧縮された上部は下方の脆性破壊面と違い、表面が比較的つるりとした脆性波面が見受けられる。

## 4 今後の方針

本研究では樹脂の種類、成形条件、破断条件によって破断面は異なってくることから、様々な樹脂、条件について観察を行う必要がある。しかし現時点では、代表的な樹脂、破断条件で観察を行い、今後時間の許す限り様々な条件でデータの蓄積を行っていきたいと考えている。

#### 謝辞

本研究にあたりデータ収集を行っていただいた、龍谷大学 田中彬智様、福井工業高等専門学校 木村康誠様に感謝します。

## 新規導電性高分子粒子の開発(第2報)

土田 裕也\*  
TSUCHIDA Yuya\*

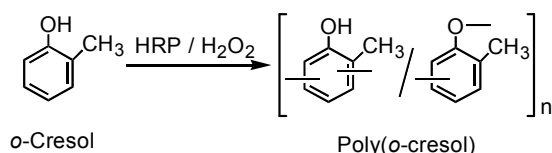
**要旨** 電子機器およびその周辺部品、搬送用保護材等において、帯電防止目的で導電性材料が添加されるが、電子機器に用いられる材料の多様化に伴い、成型時の加工性や熱安定性、耐薬品性なども備えた次世代導電性粒子が求められている。本研究では酸化カップリング法によるフェノール類の重合条件を検討することで、粒子状ポリマーが得られることがわかった。その基本骨格から導電性を示す可能性を持つため、上記性能を有する導電性粒子状添加剤としての応用について今後検討する。

## 1 はじめに

導電性材料は電子材料分野を中心に様々な分野で広く使用され、今日の産業にとって欠くことの出来ない材料の1つである。この材料はインク状にしてプリント基板に使用したり、樹脂に添加して、帯電防止効果や導電性、電磁シールド性などを付与する目的で用いられる。現在は無機系導電材料が主流であるが、有機系導電性材料は官能基を比較的容易に導入できるため、相溶性や接着性をコントロールできること、軽量で比較的柔軟であること、懸濁液や溶液にすることで、プリントなどへの応用が容易であること、インジウム等の希少金属を必要としない、などの特徴を有しており、今後期待される材料の1つである。

一方、電子機器およびその周辺部品、搬送用等保護材について、製品を保護するために帯電防止性能を付与する必要があり、より少量で効果があり、より持続性が高い(耐ブリードアウト)帯電防止材が求められている。また、電子材料に用いられる材料が多様化していることから、樹脂成型時の加工性や熱安定性、耐薬品性なども備えた、次世代導電性粒子の期待が高まっている。

本研究では、このような要求を満たす新規の導電性高分子粒子の開発を目指し、本研究では、フェノール類を「酸化カップリング法」による高分子粒子の合成を検討した(Scheme 1)。



本法により得られる高分子は、分子構造中にπ共役構造を有しており、高分子化することで共役系を成長させるため、導電性を示す可能性を有するため、この高分子を用いて導電性高分子粒子を得ることを目的としている。重合系を検討することで粒子径やその分布を制御でき<sup>1)</sup>、射出成形時等に成形樹脂に添加して用いる際にも、加工性

を損ねないように設計できると期待される。また、フェノール骨格の樹脂であるため、耐熱性や耐薬品性・機械物性に優れ、更に官能基を付与することで、添加する樹脂に応じて相溶性を向上させることが期待できる。これらの性能を有することで、これまでは十分に対応できなかったエンブレタ等にも、十分な加工性を保ったまま導電性や帯電防止効果を付与でき、電池や電気材料の付加価値向上に資する材料となることを期待し検討を行った。

## 2 試験方法

## 2.1 溶媒・試薬

西洋わさび由来ペルオキシダーゼ,HRP (和光純薬工業(株)製)、0.1mol/Lリン酸緩衝液 (pH 7) (ナカライテスク(株)製)、30%過酸化水素水 (ナカライテスク(株)製)、エタノール,EtOH (和光純薬工業(株)製)、ジメチルホルムアミド,DMF (和光純薬工業(株)製)、塩化リチウム,LiCl (和光純薬工業(株)製)、フェノール (和光純薬工業(株)製)、*o*-クレゾール (和光純薬工業(株)製)、これらは全て市販品を精製せずにそのまま用いた。

## 2.2 酸化触媒重合条件

<水(緩衝液)系での重合>

HRPは西洋わさびから抽出され、基質特異性を持つ酵素である(基質として過酸化水素)。これを緩衝液もしくは緩衝液と有機溶媒の混合溶媒中に分散させ、フェノール系モノマーも重合検討を行った。モノマーとしてフェノールと*o*-クレゾールを用いた。なお、本触媒による重合は複雑な工程や有機溶媒を必要とせず、容易に進行することが知られており、近年グリーンケミストリーとして注目され<sup>2)</sup>、様々な方面での応用が検討されている<sup>3,4)</sup>。

例として緩衝液を媒体に用いた*o*-クレゾールの酵素触媒重合について述べる。*o*-クレゾール (0.324 g, 3mmol)をリン酸緩衝液10 mlに分散させ、HRP (10 mg, 1000unit)と混合した。この懸濁液をスターラーチップにより400rpmで攪拌しながら、酸化剤として30%過酸化水素水67μlを添加することにより反応を開始した。開始後、系内は速やかに茶褐色に変化し、重合が進行した。過酸化水素は10分ご

\* 機能材料担当



とに合計5回添加した。また、反応は室温、大気下で2時間行った。反応終了後、50mlの純水を投入し、懸濁状のポリマーを遠心分離(3000rpm, 30min)により回収したあと、終夜減圧乾燥した。なお、エタノールを20%,40%それぞれ含む混合溶媒と、アセトン10%,20%,40%,60%それぞれ含む混合溶媒を用いた場合も、同様の操作によりポリマーを得た。

### 2.3 測定

分子量測定、GPC

ゲル浸透クロマトグラフHLC-8220 (GPC, 東ソー(株)製)を用いた。溶離液に0.1 M LiCl含有 DMFを用い、流速1.0 ml/min、温度40℃で測定した。検出はRIにて行った。カラムはPLgel 5 μm MIXED-C(ポリマーラボラトリー製)を用いた。校正曲線の標準物質にはポリスチレンを用いた。

走査型電子顕微鏡観察、SEM

Au-Pdターゲットによりスパッタリングを行った後、S-3000N (日立ハイテクノロジーズ製)により、加速電圧25kVにて観察した。

熱分析、TGA

熱重量/示差熱分析 TG-DTA Smart Loader(桐リガク製)を用い、窒素雰囲気中、100~500℃(10℃/min)で行った。

## 3 結果と考察

### 3.1 緩衝液/EtOH混合溶媒での重合

結果を表1に示す。フェノールと*o*-クレゾール両モノマーにおいて、速やかに反応が進行し、系内は生成したポリマーにより濁った。得られた懸濁液は遠心分離により重合物が概ね沈降し、デカンテーションにより単離できた。

両モノマーにおいて、混合溶媒に占めるEtOHの割合が高くなると、より高収率となった。また、ほとんどの場合においてDMFに可溶であった。本重合法では、フェノール部のオルト位とパラ位で優勢的にカップリングが起こることが知られている<sup>5)</sup>。したがって、その重合物は三次元網目を形成しやすく、一般に可溶性ポリマーを得ること困難である。*o*-クレゾールの重合物は、置換基による立体障害や、生成ラジカルの安定性・反応性への影響などによりポリマーの三次元化がある程度抑制されたために、DMFに可溶であったと考えられ、分子量分布も比較的狭かった(図1)。一方、フェノールの重合物は、三次元網目の形成によりDMFに不溶であると考えられるが、EtOHの割合が少ない場合においては重合が安定して進行せず、分子量の小さなポリマーが生成したために一部溶解したと思われる。

なお、HRPによる酵素重合において、*p*-位に置換基を持つフェノール類は、成長反応が数量体で止まる傾向があることが知られている<sup>5)</sup>。

表1 緩衝液/EtOH混合溶媒での重合性

モノマー	緩衝液/EtOH	遠心分離上澄み液	収率, %	Mw <sup>a</sup> , ×10 <sup>-4</sup>	分散度	溶解性 <sup>b</sup>
フェノール	10/0	不透明	37	15	4.0	○
	8/2	透明	88	8.4	3.3	△
	6/4	透明	≤100	5.8	2.1	×
<i>o</i> -クレゾール	10/0	不透明	57	2.1	1.3	○
	8/2	半透明	90	2.1	1.3	○
	6/4	透明	≤100	2.9	1.5	○

a DMF可溶分のみ測定

b ○:可溶、△:一部不溶、×:ほぼ不溶

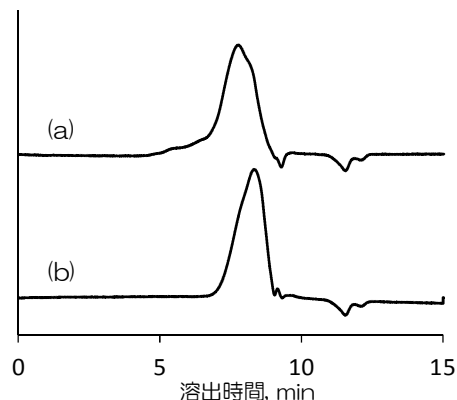


図1 緩衝液/EtOH溶媒中で得られたポリマーのGPCチャート  
(a)モノマー:フェノール、溶媒:緩衝液/EtOH=8:2  
(b)モノマー:*o*-クレゾール、溶媒:緩衝液/EtOH=8:2

次に、得られたポリマーの一例のSEM観察画像を図2、3に示す。いずれの場合においても粒子もしくは不定形の塊が凝集している様子がわかる。条件により、粒子径のばらつきに違いが見られるが、*o*-クレゾールにおいては比較的粒子の大きさが揃っていた。結果のまとめを表2に示す。生成するポリマーと混合溶媒の溶解性により粒子形状や粒子径が変化すると考えられるが、多くの条件で凝集してしまい、目的とする粒子は得られないことがわかった。

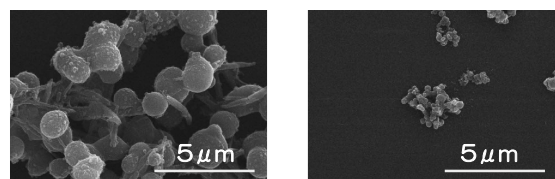


図2 フェノールを重合して得られたポリマーのSEM画像  
(左)緩衝液/EtOH=8:2 (右)緩衝液/EtOH=6:4

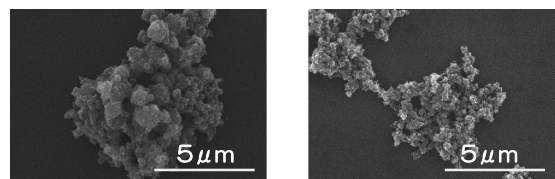


図3 *o*-クレゾールを重合して得られたポリマーのSEM画像  
(左)緩衝液/EtOH=8:2 (右)緩衝液/EtOH=6:4

表2 緩衝液/EtOH混合溶媒で得られたポリマーの形状比較

モノマー	緩衝液/EtOH	形状	粒子径, nm	RSD	凝集
フェノール	10/0	粒子	100	13	有
	8/2	一部粒子	1380	29	有
	6/4	一部粒子	250	41	有
o-クレゾール	10/0	粒子	400	94	有
	8/2	粒子	180	32	有
	6/4	一部粒子	160	36	有

本研究における粒子の用途の1つとして、エンブラなど加工温度が高い樹脂への添加を考えるにあたり、その耐熱性を評価した。熱重量分析装置を用いた本測定において、5%の重量減少が起こる温度を耐熱温度とした。その結果を図4に示す。水(緩衝液)単独の場合に比べて、混合溶媒を用いた場合には耐熱性が向上する傾向にあった。これは混合溶媒において、溶媒に対するポリマーの溶解度が増加したことにより、安定して重合反応が進行し、モノマーは定量的に消費されてオリゴマー等の低分子量物の生成も抑制されていることを示唆するものである。一方、緩衝液単独の系で得たポリマーは、低分子量のものが多く含まれていたために耐熱性が低くなったと考えられる。

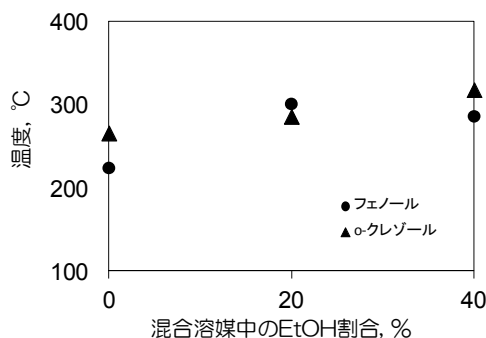


図4 緩衝液/EtOH溶媒中で得られたポリマーの5%重量減少温度

一般に、汎用エンブラの成形温度は250~300°C、スーパーエンブラにおいては300~400°Cであり、本条件で得られたポリマーを添加剤として用いる場合、より高い耐熱性が必要となる。合成したポリマー中の低分子重合物を除去することで耐熱性の向上が見込まれるが、混合溶媒の選定や共重合等での重合検討を行う必要がある。

### 3.2 緩衝液/Aセトン混合溶媒での重合

結果を表3に示す。EtOH混合溶媒の場合と同様に、フェノールとo-クレゾール両モノマーにおいて、速やかに反応が進行し、系内は生成したポリマーにより濁った。得られた懸濁液は遠心分離により重合物が概ね沈降し、デカンテーションにより単離できた。

両モノマーにおいて、混合溶媒に占めるアセトンの割合が高くなるほど、より高収率となったが、その割合が60%の

場合は収率が極端に低下した。両モノマーにおいて、アセトンの割合が高いほど重合されたポリマーは安定して溶媒中に存在し、成長するものと思われるが、一方、アセトンによりHRPが変性して重合の進行が阻害されることも想定されるため、ポリマーの成長に最適なアセトンの割合があると考えられる。本条件において、フェノールをモノマーとした場合は、アセトンの割合が20%もしくは40%、o-クレゾールをモノマーとした場合は、40%の場合において最も収率が高く、効率よく重合が進行する条件であることがわかった。

また、アセトン10%以上含む系で得られるポリマーは多くがDMFにほぼ不溶であった(一部は溶解するので、溶液は褐色)。本重合では、フェノール部のオルト位とパラ位で優勢的にカップリングが起こることが知られている<sup>5)</sup>。したがって、その重合物は三次元網目を形成しやすく、一般に可溶性ポリマーを得ること困難である。o-クレゾールの重合物は、置換基による立体障害や、生成ラジカルの安定性・反応性への影響などによりポリマーの三次元化がある程度抑制されたために、フェノールの重合物に比較して、比較的DMFに可溶であったと考えられる。しかし、アセトンの割合が20%以上になると、図5のGPCチャート形状からもわかるように、三次元網目を形成しやすくなるために、DMFに可溶性重合物だけに注目しても非常に複雑な構造になっていることが推測される。

表3 緩衝液/Aセトン混合溶媒での重合性

モノマー	緩衝液/Aセトン	遠心分離上澄み液	収率, %	MW <sup>a</sup> , ×10 <sup>-4</sup>	分散度	溶解性 <sup>b</sup>
フェノール	10/0	不透明	37	15	4.0	○
	9/1	不透明	52	3.7	1.4	×
	8/2	透明	96	2.3	1.3	×
	6/4	透明	99	1.9	1.3	×
	4/6	透明	30	1.6	1.2	×
o-クレゾール	10/0	不透明	57	2.1	1.3	○
	9/1	不透明	69	4.6	1.9	○
	8/2	半透明	71	2.6	6.7	△
	6/4	透明	90	2.2	1.4	×
	4/6	透明	50	1.5	1.4	×

a DMF可溶分のみ測定  
b ○:可溶、△:一部不溶、×:ほぼ不溶

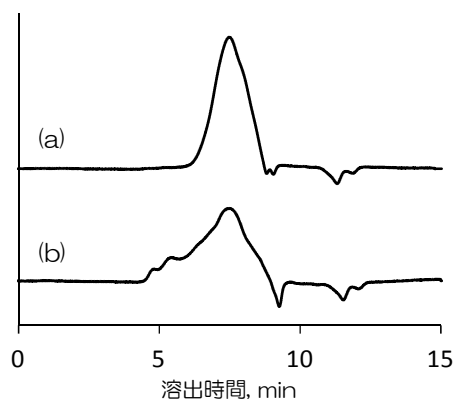


図5 緩衝液/Aセトン溶媒で得られたポリマーのGPCチャート  
(a) モノマー: o-クレゾール、溶媒: 緩衝液/Aセトン=9:1  
(b) モノマー: o-クレゾール、溶媒: 緩衝液/Aセトン=8:2

次に、得られたポリマーの一例のSEM観察画像を図6、7に示す。全条件での結果を表4に示す。フェノールにおいては、全ての条件で凝集が観察され、アセトンの割合が40%以上では不定形の塊の凝集体となっていることがわかる。一方、*o*-クレゾールにおいては凝集傾向にあるものの、比較的ばらつきの少ない粒子が得られることがわかった。特に、アセトンの割合が20%以上の場合では凝集が抑えられ、条件により、径が異なる粒子を選択的に得られることを見いだすことが出来た(ただし、アセトンの割合が60%のときに得られるポリマーは、その収率が比較的低い)。EtOHの場合と同様、生成するポリマーと混合溶媒の溶解性により粒子形状や粒子径が変化すると考えられる。

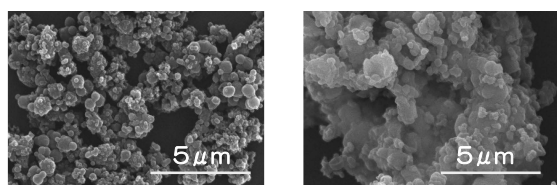


図6 フェノールを重合して得られたポリマーのSEM画像  
(左)緩衝液/アセトン=9:1 (右)緩衝液/アセトン=4:6

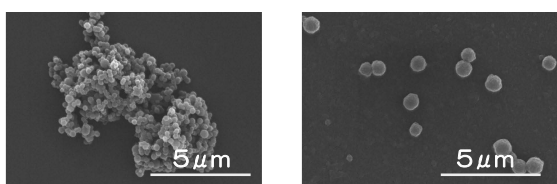


図7 *o*-クレゾールを重合して得られたポリマーのSEM画像  
(左)緩衝液/アセトン=6:4 (右)緩衝液/アセトン=4:6

表4 緩衝液/アセトン混合溶媒で得られたポリマーの形状

モノマー	緩衝液/ アセトン	形状	粒子径, nm	RSD	凝集
フェノール	10/0	粒子	100	13	有
	9/1	粒子	230	54	有
	8/2	粒子	180	25	少し有
	6/4	一部粒子	140	57	有
	4/6	一部粒子	370	75	有
<i>o</i> -クレゾール	10/0	粒子	400	94	有
	9/1	一部粒子	170	49	有
	8/2	粒子	260	30	少し有
	6/4	粒子	180	23	少し有
	4/6	粒子	720	24	ほぼなし

アセトン混合溶媒で得られたポリマーについても耐熱温度を検討し、その結果を図8に示す。フェノールと*o*-クレゾール、それぞれの場合において、アセトンの割合が20~40%の場合に耐熱温度が高くなり、緩衝液単体とアセトンの割合が60%で得られたポリマーでは耐熱温度が低い傾向にあった。これは適当な量のアセトン混合溶媒において、溶媒に対するポリマーの溶解度が増加したり、HRPが効率的に作用したことにより安定して重合反応が進行し、モノマーは定量的に消費されてオリゴマー等の低分子量物の生成も抑制されていることを示唆するものである。一

方、緩衝液単独もしくはアセトンを過剰に含む系で得られたポリマーは重合度が低く、低分子量のものが多く含まれていたために耐熱性が低くなったと考えられる。

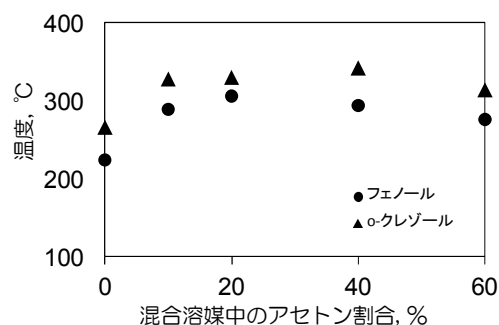


図8 緩衝液/アセトン溶媒中で得られたポリマーの5%重量減少温度

EtOHで得られたポリマーと同様、本条件で得られたポリマーを添加剤として用いる場合、より高い耐熱性が必要となる。合成したポリマー中の低分子重合物を除去することで耐熱性の向上が見込まれるが、混合溶媒の選定や共重合等での重合検討を行う必要がある。

## 4 今後の方針

共役系が発達した構造を持つポリマーにおいて、ドーパントとよばれるアクセプター分子(アルキル金属、アルキルアンモニウム等)、もしくはドナー分子(ハロゲン類、酸類、電子受容性有機化合物等)をドーピングすることで導電性を示す<sup>6)</sup>ことが知られており、今回得られたポリマーを中心に導電性の付与を検討し、その際のポリマー形状の検討も併せて行う。また、エンジニアプラスチック等への添加を前提に、より高耐熱性を付与した粒子状ポリマーを目指す必要があるため、モノマーの選定および共重合の検討、重合溶媒の検討を行う予定である。

## 参考

1. 土田裕也: 滋賀県工業技術総合センター研究報告, (2014) 99-102
2. 小林四郎, 酵素触媒重合—新しい高分子合成手法, 万有シンポジウム(2004)
3. 特開2006-304708
4. 特開2008-285458
5. Matthias Reihmann, Helmut Ritter, *Advanced Polymer Science* (2006) 194, 1-49
6. 月刊ディスプレイ 別冊, (2009.7) 232-237

# 清酒製造における酒母（しゅぼ）の安定製造法の開発

## 一 分離硝酸還元菌および乳酸菌の緒性質の検討と同定一

岡田 俊樹\*  
OKADA Toshiki

**要旨** 清酒製造において、酵母の大量培養に硝酸還元菌と乳酸菌を利用してアルコール発酵酵母を醸成する製法（生もと系酒母）がある。これは微生物を自然界から寄せ付け、自然に微生物を増殖させるため製造は不安定である。そこで、製造過程から分離した微生物を利用し製造が可能となれば安定した製造が可能となり、新製品開発へ繋げることができる。本試験は、分離微生物を利活用して実際に清酒製造が可能か検証する。今年度は、製造で利用可能な硝酸還元菌および乳酸菌の取得ができた。

## 1 はじめに

清酒製造において、本仕込みの前に純粋な酵母を大量に培養するため酒母が製造される。現在、酒母の大半の製法は、雑菌の抑制に市販の乳酸が用いられ、約2週間程度で製造される（速醸系酒母）。

一方、明治頃までの酒母の製法は、硝酸還元菌や乳酸菌を自然界から寄せ付け、自然に微生物を増殖させるため製造は約1ヶ月を要した（生もと系酒母）。しかしながら、この製法は、多くの経験が必要で、不安定なことから安定した製法の開発が求められている。

清酒業界においても、個性的で、差別化がされた清酒が求められている。生もと系酒母は、芳醇で濃厚な清酒の製造が可能なることから、製造企業は、生もと系酒母での製品開発に期待している。また、製造企業は、自社に棲み付いた微生物で製造する要望がある。そのため、当センターでは、実際の製造現場から硝酸還元菌および乳酸菌を分離、収集を行い、製造に活用できないか検討した。

## 2 実験方法

### 2.1 微生物の分離

#### 2.1.1 硝酸還元菌の分離

##### 1) 分離試料

県内2製造所の仕込水、麹、製造過程中的の酒母を用いた。

##### 2) 分離培地と操作

0.1%硝酸カリウム含有のボーム3に調整した麹汁液体培地(pH6.0, 115℃, 15min. 殺菌)10mlに、仕込水は0.5ml、麹は5粒、醪は0.1gを接種して、8℃で7日間培養した。

培養液は、亜硝酸反応試薬<sup>1)</sup>(A:スルファニル溶液0.5ml, B:α-ナフチリン溶液0.5ml)の混合溶液に、培養液1ml混

合)で確認して、亜硝酸反応が確認できた培地からN寒天培地(組成:0.1%硝酸カリウム、0.1%ポリペプトン、1.5%寒天)に画線、あるいは塗抹して10℃で培養してコロニーを出現させた。次いで、純粋分離をN寒天培地およびN液体培地で行い、単菌と思われる菌株を収集した。

#### 2.1.2 乳酸菌の分離

##### 1) 分離試料

県内2製造所の製造過程中的の酒母を用いた。

##### 2) 分離培地と操作

麹汁培地(ボーム8.3)に0.5%炭酸カルシウム、1.5%寒天、10ppmシクロヘキシミド、10ppmアジ化ナトリウム(121℃, 10min. 殺菌)に酒母を画線、あるいは塗抹して28℃で培養してコロニーを出現させた。出現コロニーは、コロニーの周辺のクリアゾーンから現時点では乳酸菌と仮定した。次いで、Lactobacilli MRS液体培地(DIFCO)およびこの寒天培地で純粋分離を行い、単菌と思われる菌株を収集した。

### 2.2 分離微生物の緒性質

#### 2.2.1 硝酸還元菌

##### 1) N培地培養後の亜硝酸反応

N液体培地10mlに、予め同培地で培養した培養液を0.2ml接種し、15℃で48時間培養した。この培養液1mlを別の試験管に移し、亜硝酸反応<sup>1)</sup>液1ml:(A:スルファニル溶液0.5ml, B:α-ナフチリン溶液0.5ml)を加え、発色の度合いで判定(濃い赤:+4, 赤:+3, 薄い赤:+2, ピンク:+1, 着色あり:±, 着色無し:-)した。

##### 2) 高糖濃度培地での増殖抑制

10mlの液体培地(組成:0.1%硝酸カリウム、0.1%ポリペプトン、20%グルコース、殺菌条件:115℃, 15min.)に、予め上記1)のN液体培地で培養した培養液を0.2ml接種し、15℃で10日間培養して増殖の有無を確認した。なお、結果の符号は増殖無し(-)

\* 機能材料担当

～良く増殖(+2)で示した。

### 3) 硝酸入り培地での亜硝酸生成量

10ml の N 液体培地に、予め同培地で培養した培養液を 0.2ml 接種し、15℃で 48 時間培養した。この培養液の亜硝酸生成濃度を測定した。測定は、ダイオネクス社製イオンクロマトグラフ装置 DX-100[方式：サプレッサー、検出器：電気伝導度]で行った。

### 4) 生育温度

10ml の N 液体培地に、予め同培地で培養した培養液を 0.2ml 接種し、5℃, 7℃, 10℃, 20℃で 6 日間培養した。なお、結果は、増殖終了時の日数で示した。

### 5) 簡易同定

分離硝酸還元菌の簡易同定は、シスメックス・バイオメリー株式会社製同定キット (API 20 NE) を使用し常報<sup>2)</sup>のとおり実施した。

### 6) 16SrRNA 塩基配列

前述の緒性質の検討から、13 菌株の 16SrRNA の塩基配列による同定を行った。

PCR による 16S rRNA の増幅は、供試菌のコロニーの一部を採取し、プライマー (10F:5' -GTTTGATCCTG GCTCA, 800R:TACCAGGGTATCTAATCC-3' ) を用いて目的領域 (16S rRNA 遺伝子、増幅鎖長=約 800bp) を増幅した。PCR 後、PCR 産物の検出は、反応液をアガロースゲル電気泳動に供して目的領域の増幅を確認した。

塩基配列の解析は、DNA オートシーケンサーにて塩基配列の読み取りを行い、10F プライマーで読み取り得られたデータを、データベース (MicroSeqID:ABI 社) と照合し、一致率 (%) の高い上位をリストアップした。

## 2.2.2 乳酸菌

### 1) YAS 培地による酸生成量

細菌酸度測定培地 (YAS 培地<sup>3)</sup>、殺菌条件：121℃, 15min.) 10ml に、予め乳酸菌用培地 (MRS 液体培地、殺菌条件：121℃, 20min.) で培養した培養液を 50ul 接種して、25℃で 3 日間培養した。その後、常報のとおり、酸度<sup>1)</sup>として N/10 水酸化ナトリウム溶液で pH7.1 までの中和滴定量 (ml) を測定して乳酸生成量の指標とした。

### 2) アルコール感受性試験

2 倍希釈の MRS 培地 10ml にアルコール濃度 2.5%, 7.5%, 10.0% に調整して、予め MRS 液体培地で培養した培養液を 200ul 接種した。培養は、25℃で 7 日間行い増殖の確認をした。なお、結果の符号は、増殖無し(-)、薄濁り程度の増殖(±)、増殖(+)で示した。

### 3) 高糖濃度耐性

MRS 液体培地 10ml にグルコース濃度 2%, 10%, 20%, 25%, 30%, 35% に調整して、予め MRS 液体培地で培養した培養液を 100ul 接種し、20℃で 7 日間培養して増殖の確認した。なお、結果は、増殖の度合いを濁り

(±)～増殖(+3)で示した。

### 4) 火落性試験

火落菌検出培地<sup>1)</sup>に、予め MRS 培地で培養した培養液を 100ul 接種し、30℃で 18 日間培養して増殖の確認をした。なお、結果の符号は、増殖無し(-)、増殖有り(+)で示した。

### 5) 生育温度

MRS 液体および寒天培地、麴汁液体および寒天培地に、予め MRS 液体培地で培養した培養液を液体培地は 100ul 接種して、寒天培地は画線接種し、10℃, 15℃, 20℃, 25℃, 30℃, 35℃, 40℃で 10 日間まで培養して増殖の確認をした。なお、結果は、増殖終了時の日数で MRS 寒天培地を示した。

### 6) 簡易同定

分離乳酸菌の簡易同定は、シスメックス・バイオメリー株式会社製同定キット (API 50 CHL) を使用し常報<sup>2)</sup>のとおり実施した。

### 7) 16SrRNA 塩基配列

前述の緒性質の検討から、9 菌株の 16SrRNA の塩基配列による同定を行った。方法は、前述同様行った。

## 2.3 選抜微生物を用いての小規模製造試験

### 2.3.1 総米 100g での小仕込み試験 (硝酸還元菌単独添加)

500ml のトルビーカーに、 $\alpha$  化米 (徳島精工製) 70g、乾燥麴 (徳島精工製) 30g、蒸留水 (硝酸カリウムを蒸留水 1L あたり 0.1g 添加) 190ml を混合して、各硝酸還元菌を接種した。接種は、蒸留水の一部に N 液体培地の培養液 1ml を混合して行った。その後、9℃で 9 日間、亜硝酸反応を確認した。なお、攪拌は、1 日 2 回行った。供試菌株は、緒性質試験で選出され、易同定試験で *Pseudomonas* 属とされた 10 菌株実施した。また、ブランク試験として、硝酸還元菌を添加しない区分を併せて実施した。

### 2.3.2 総米 100g での小仕込み試験 (乳酸菌単独添加)

500ml の三角フラスコに、 $\alpha$  化米 (徳島精工製) 70g、乾燥麴 (徳島精工製) 30g、蒸留水 190ml を混合して、各乳酸菌を接種した。接種は、蒸留水の一部に MRS 液体培地の培養液 1ml を混合して行った。その後、9℃で 8 日間、酸の生産 (酸度) を確認した。なお、攪拌は、1 日 2 回行った。供試菌株は、緒性質試験で選抜された 11 株を実施した。また、ブランク試験として、乳酸菌を添加しない区分を併せて実施した。

## 3 結果と考察

### 3.1 微生物の分離

#### 3.1.1 硝酸還元菌の分離

2 製造場から 34 菌株 (A 酒造場：13 菌株、B 酒造場：21 菌株) の硝酸還元菌と考えられる菌株を分離した。

### 3.1.2 乳酸菌の分離

2製造場から40菌株(A酒造場:28菌株、B酒造場:12菌株)の硝酸還元菌と考えられる菌株を分離した。

## 3.2 分離微生物の緒性質

### 3.2.1 硝酸還元菌の緒性質

分離した硝酸還元菌と考えられる34菌株の緒性質を検討した。

生もと酒母で用いられる硝酸還元菌の条件は、①15℃以下の低温で増殖すること、②糖濃度20%以上で増殖しないこと、③硝酸から亜硝酸の生成が5ppm以上あること、④*Pseudomonas*属であること等である。結果を表1に示す。

#### 1) N培地培養後の亜硝酸反応

亜硝酸反応では、着色が様々なことから生成量は菌株ごとに異なるものと考えられバラエティーがあった。

#### 2) 高糖濃度培地での増殖抑制

供試した34株のうち、増殖した菌株は12株、増殖無しは22株だった。なお、高糖濃度培地で増殖しないことが望ましい理由は、清酒製造過程で初期に増殖し亜硝酸を生成させ、その後、米の澱粉質が糖化するに従い、消失することを期待しているからである。

#### 3) 硝酸入り培地での亜硝酸生成量

発色が強かった菌株と高糖濃度培地で増殖しなかった21菌株の亜硝酸量を測定した。結果、100ppm程度を超える6菌株と5ppm程度までの12菌株、その中間の3菌株に分かれた。

#### 4) 生育温度

生育温度を検討したところ、10℃では24時間で増殖が可能で、7℃で3日程度と清酒製造の初期温度8~12℃と低温下でも十分増殖が可能であるものと考えられた。

#### 5) 簡易同定および6) 16SrRNA塩基配列

全34菌株のキット(API KIT)を用いた簡易同定試験と13菌株の16SrRNA塩基配列による同定の結果を表2に示した。亜硝酸測定で、100ppm程度を超えた菌株の全ては、未同定で清酒製造で利用できる*Pseudomonas*属ではなかった。しかし、その他*Pseudomonas*属は4株あり、これらを以後の小仕込み製造試験に利用することにした。

### 3.2.2 乳酸菌の緒性質

分離した乳酸菌と考えられる40菌株の緒性質を検討した。

生もと酒母で用いられる乳酸菌の条件は、①15℃以下の低温で増殖すること、②生成乳酸が3ml以上あること、③アルコール感受性であること、④*Leuconostoc*属または*Lactobacillus*属であること等である。結果を表3に示した。

#### 1) YAS培地による酸生成量

酸生産量は、ほとんどの菌株で4ml以上だった。

#### 2) アルコール感受性試験

アルコール感受性は、10%濃度で3株に増殖が見られた以外は感受性が無かった。これは、清酒醸造において十分な乳酸が生成された後は、アルコール耐性があつて腐敗性の乳酸菌とならず、死滅することが望ましいためである。

#### 3) 高糖濃度耐性

高糖濃度培地では、グルコース濃度25%程度を境に増殖が抑制されていた。

#### 4) 火落性試験

火落性試験は、清酒の腐敗の原因菌となりうるかの試験である。2)の試験と共通性は見られなかったが2株で可能性があることが判明した。

#### 5) 生育温度

生育温度は、ほとんどの菌株と同様の結果だった。

#### 6) 簡易同定および7) 16SrRNA塩基配列

結果を表4に示した。9菌株は、*Leuconostoc*属(4菌株)または*Lactobacillus*属(5菌株)で、これらは、清酒製造で用いることが可能な属種名だった。

## 3.3 選抜微生物を用いての小規模製造試験

### 3.3.1 総米100gでの小仕込み試験(硝酸還元菌単独添加)

本試験は、実際の酒米を用いて、硝酸還元菌として亜硝酸反応(硝酸を亜硝酸へ変換)が確認できるか試験した。結果を表5に示す。10菌株とも4日目には亜硝酸反応が検出され、比較的KBSの符号の菌株は亜硝酸発色が強かった。同定試験の結果と併せて、KAS-3、KBS-3、UCS-11の3菌株を選出株とした。

### 3.3.2 総米100gでの小仕込み試験(乳酸菌単独添加)

本試験は、実際の酒米を用いて、乳酸菌による酸生成が確認できるか試験した。結果を表6に示す。酸生成は遅れ、予定より半分程度と少なかった。これは、初発接種量が少なかったためと考えられた。同定試験の結果と併せて、*Leuconostoc*属からKAL-20、UAL-5、*Lactobacillus*属からUAL-26、UCL-101の酸生成が高い4菌株を選出株とした。

表 1 分離菌の緒性質

	1) 亜硝酸反応	2) 高糖濃度培地での増殖					3) 亜硝酸生成量 (ppm)	4) 生育温度				判 定	16SrRNA塩基配列 同定試験選出
		1	2	5	7	10(日)		5	7	10	20(°C)		
KAS-2	+4	-	-	-	-	-	178	4	3	1	<1		○
KAS-3	+3	-	-	-	-	-	3	4	3	1	<1		○
KAS-4	+2	-	-	-	-	-							
KAS-5	+1	-	-	-	-	-	0	4	3	1	<1		
KAS-6	±	-	-	-	-	-	0	4	3	1	<1		
KAS-7	+4	-	-	-	-	-	118	6	5	1	<1		○
KBS-1	+2	-	±	±	+1	+1	0					×	
KBS-2	+4	-	-	-	-	-	103	6	5	1	<1		○
KBS-3	+4	-	-	-	-	-	4	4	3	1	<1		○
KBS-4	+4	-	-	-	-	-	2	4	3	1	<1		
KBS-5	±	-	-	-	-	-	1	4	3	1	<1		○
KBS-6	+4	-	-	-	-	-	133	4	3	1	<1		○
KBS-7	+4	-	-	-	-	-	138	4	3	1	<1		
UCS-1	+3	-	-	-	-	-	0	4	3	1	<1		○
UCS-2	+2	-	-	-	-	-							
UCS-3	±	-	-	-	-	-		4	3	1	<1		
UCS-4	±	-	-	-	±	+1						×	
UCS-5	±	-	-	-	+1	+1						×	
UCS-6	±	-	±	±	+2	+2						×	
UCS-7	±	-	±	±	+2	+2						×	
UCS-8	-	-	±	±	+1	+1						×	
UCS-9	-	-	±	±	+1	+1						×	
UCS-10	+3	-	-	-	-	-	25	6	5	2	<1		○
UCS-11	+2	-	-	-	-	-	2	4	4	2	<1		○
UCS-12	+1	-	-	-	-	-							
UCS-13	+4	-	-	-	-	-	299	4	4	1	<1		○
UCS-14	+3	-	±	±	+2	+2	0					×	
UCS-15	+2	-	±	±	+2	+2	0	5	5	2	<1		×
UCS-16	+1	-	±	±	+2	+2						×	
UCS-17	±	-	±	±	+2	+2						×	
UCS-18	+4	-	-	-	-	-	97	5	5	2	<1		○
UCS-19	+3	-	±	±	±	±	0	6	5	2	<1	×	
UCS-20	+2	-	-	-	-	-							
UCS-21	+4	-	-	-	-	-	60	6	4	2	<1		○

1) 判定(濃い赤:+4, 赤:+3, 薄い赤:+2, ピンク:+1, 着色あり:±, 無し:-) 2) 符号は、増殖無し(-) ~ 良く増殖(+2)  
 3) イオンクロマトグラフ装置で測定 4) 生育した日数

表 2 分離菌の同定結果

	5) 簡易同定 (API KIT)	6) 16s rRNA 塩基配列より	判定 (選抜)
KAS-2	unidentified	unidentified	×
KAS-3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Pseudomonas sp.</i>	○
KAS-4	unidentified		
KAS-5	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		
KAS-6	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		
KAS-7	unidentified	unidentified	×
KBS-1	unidentified		
KBS-2	unidentified	unidentified	×
KBS-3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Pseudomonas rhodesiae, P fluorescens</i>	○
KBS-4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		
KBS-5	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Pseudomonas sp., P fluorescens</i>	○
KBS-6	<i>Pseudomonas luteola</i>	unidentified	×
KBS-7	<i>Pseudomonas luteola</i>		
UCS-1	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	unidentified	×
UCS-2	unidentified		
UCS-3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		
UCS-4	unidentified		
UCS-5	unidentified		
UCS-6	unidentified		
UCS-7	unidentified		
UCS-8	unidentified		
UCS-9	unidentified		
UCS-10	unidentified	unidentified	×
UCS-11	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Pseudomonas sp., P fluorescens</i>	○
UCS-12	Unidentified		
UCS-13	Unidentified	unidentified	×
UCS-14	unidentified		
UCS-15	<i>Pseudomonas luteola</i>		
UCS-16	unidentified		
UCS-17	unidentified		
UCS-18	unidentified	unidentified	×
UCS-19	<i>Pseudomonas luteola</i>		
UCS-20	unidentified		
UCS-21	unidentified	unidentified	×

表3 分離菌の緒性質

	1) 酸生成量 (ml)	2) アルコール感受性			3) 高糖濃度耐性					4) 火落性試験		5) 生育温度					判定	16SrRNA塩基配列 同定試験選出		
		2.5, 7.5, 10 (%)			2, 10, 20, 25, 30, 35 (%)				10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 (°C)											
KAL-8	5.1	±	±	—	+3	+3	+2	+2	+1	+1	+	5	3	2	1	1	1	—	x	
KAL-9	4.4	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-10	5.3	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-11	5.5	±	±	—	+3	+2	+1	+1	±	±	—	5	3	2	1	1	1	—		○
KAL-12	5.4	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-13	5.1	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-14	5.2	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-15	5.3	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-16	5.2	±	±	—	+3	+3	+2	+2	+1	+1	—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-17	5.3	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-18	5.3	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-19	5.1	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-20	4.9	±	±	—	+3	+2	+1	+1	±	±	—	5	3	2	1	1	1	—		○
KAL-21	5.1	±	±	—							+	5	3	2	1	1	1	—	x	
KAL-22	4.7	±	±	±							—	5	3	2	1	1	1	—	x	
KAL-23	4.3	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-24	4.9	±	±	±	+3	+3	+2	+2	+1	+1	—	5	3	2	1	1	1	—	x	
KAL-25	4.3	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KAL-26	4.3	±	±	—	+3	+2	+1	+1	±	±	—	5	3	2	1	1	1	—		○
KBL-9	5.1	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KBL-10	5.0	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KBL-12	4.7	±	±	—	+3	+3	+2	+2	+1	+1	—	5	3	2	1	1	1	—		
KBL-13	5.0	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KBL-15	5.3	±	±	—	+3	+2	+1	+1	±	±	—	5	3	2	1	1	1	—		○
KBL-16	5.0	±	±	—	+3	+2	+1	+1	±	±	—	5	3	2	1	1	1	—		○
KBL-17	4.6	±	±	—	+3	+3	+2	+2	+1	+1	—	5	3	2	1	1	1	—		
KBL-18	6.0	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
KBL-19	4.9	±	±	—							—	5	3	2	1	1	1	—		
UAL-5	5.6	±	±	—	+3	+3	+2	+2	±	±	—	5	2	2	1	1	1	—		○
UAL-6	5.5	±	±	±							—	5	2	2	1	1	1	7	x	
UAL-8	5.1	±	±	—	+3	+2	+1	+1	±	±	—	5	2	2	1	1	1	7		
UAL-12	3.6	±	±	—	+3	+3	+2	+2	+1	+1	—	5	2	2	1	1	1	—		
UAL-13	5.8	±	±	—	+3	+3	+2	+2	+1	+1	—	5	4	2	1	1	1	7		
UAL-18	2.9	±	±	—							—	5	2	2	1	1	1	—		
UAL-19	5.8	±	±	—	+3	+2	+1	+1	±	±	—	5	2	2	1	1	1	—		
UCL-101	6.5	±	±	—	+3	+3	+2	+2	±	±	—	5	2	2	1	1	1	—		○
UCL-111	5.5	±	±	—							—	5	2	2	1	1	1	4		○
UCL-121	3.6	—	—	—	+3	+2	+1	+1	±	±	—	5	2	2	1	1	1	—		
UCL-151	6.4	±	±	—	+3	+3	+2	+2	+1	+1	—	5	2	2	1	1	1	—		○
UCL-132	1.1	—	—	—							—	—	—	—	2	1	1	4	x	

1) YAS培地での滴定酸度(ml) 2) 麹汁培地およびMRS培地にEtOHを添加(2.5%,7.5%,10%)して培養した生育状況  
 3) 麹汁培地およびMRS培地にグルコースを添加(2~35%)して培養した生育状況 4) 火落菌検出培地 5) 生育日数

表4 分離菌の同定結果

	6) 簡易同定 (API KIT)	7) 16s rRNA 塩基配列より	判定 (選抜)
KAL-8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-10	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-11	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	○
KAL-12	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-13	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-14	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-15	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-16	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-17	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-18	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-19	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-20	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	○
KAL-21	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-22	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-23	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-24	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-25	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KAL-26	<i>Lactobacillus curvatus</i>	<i>Lactobacillus curvatus</i>	○
KBL-9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KBL-10	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KBL-12	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KBL-13	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
KBL-15	<i>Lactobacillus curvatus</i>	<i>Lactobacillus curvatus</i>	○
KBL-16	<i>Lactobacillus curvatus</i>	<i>Lactobacillus curvatus</i>	○
KBL-17	<i>Leuconostoc citreum</i>		
KBL-18	<i>Leuconostoc citreum</i>		
KBL-19	<i>Lactobacillus curvatus</i>		
UAL-5	<i>Leuconostoc citreum</i>	<i>Leuconostoc citreum</i>	○
UAL-6	<i>Lactobacillus curvatus</i>		
UAL-8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
UAL-12	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
UAL-13	<i>Leuconostoc brevis</i>		
UAL-18	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		
UAL-19	<i>Lactobacillus curvatus</i>		
UCL-101	<i>Leuconostoc brevis</i>	<i>Leuconostoc citreum</i>	○
UCL-111	<i>Leuconostoc brevis</i>	<i>Leuconostoc sakei</i>	○
UCL-121	<i>Leuconostoc brevis</i>		
UCL-151	<i>Leuconostoc brevis</i>	<i>Leuconostoc sakei</i>	○
UCL-132	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>		



表5 総米 100g での小仕込み試験(硝酸還元菌単独)

	亜硝酸反応				選出株
	4日	5日	7日	9日	
KAS-3	+1	+1	+1	+1w	○
KAS-5	+1	+1	+1	+1s	
KAS-6	+1	+1	+1	+1s	
KBS-3	+2	+2	+2	+2	○
KBS-4	+2	+2	+2	+2	
KBS-5	+1	+1S	+1S	+2	
UCS-3	±	+1	+1	—	
UCS-11	±	+1S	—	—	○
UCS-15	+	+1W	+1W	—	
UCS-19	±	±	—	—	
Blank	—	—	—	—	

表6 総米 100g での小仕込み試験(乳酸菌単独)

		酸生成量 (ml)		選出株
		3日	8日	
KAL-11	<i>Leu. mesenteroides</i>	0.5	2.4	
KAL-20	<i>Leu. mesenteroides</i>	1.2	2.8	○
KAL-26	<i>L. curvatus</i>	0.6	3.3	○
KBL-15	<i>L. curvatus</i>	0.3	2.9	
KBL-16	<i>L. curvatus</i>	0.3	2.8	
UAL-5	<i>Leu. citreum</i>	0.5	3.0	○
UAL-8	<i>Leu. mesenteroides</i>	0.7	2.4	
UAL-19	<i>L. citreum</i>	0.9	3.0	
UCL-101	<i>L. sakei</i>	0.8	3.6	○
UCL-121	<i>L. sakei</i>	0.3	1.5	
UCL-151	<i>Leu. brevis</i>	0.7	3.3	
Blank		0.1	0.2	

#### 4 まとめ

生もと系酒母の安定製造や製造日数の短縮を目的に、製造過程中的生もと酒母から硝酸還元菌と乳酸菌の分離を試みた。次いで、分離菌の緒性質や同定を行った。その結果、製造で利用可能な硝酸還元菌および乳酸菌の取得ができた。今後は、さらに小仕込み試験を実施して製造現場で利用できるか検討を行う。これにより、酒造企業の新製品開発へ繋げることが可能になるものと期待している。

なお、本研究の一部は、JST の研究成果最適展開支援プログラム フィージビリティスタディ FS ステージ探索タイプの支援を受け取り組んだものである。

#### 参考文献

- 1) 第四回改訂国税庁所定分析法注解 日本醸造協会 p119 (1993)
- 2) <http://products.sysmex-biomerieux.net/industry/n006.php>
- 3) 菅間誠之助、井口琢郎：醸協，65，(6)，526-529 (1970)

## 多孔質材料を生かした生活陶器の開発(第2報)

西尾隆臣\*  
NISHIO Takatomi\*

川澄一司\*  
KAWASUMI Kazushi\*

高畑宏亮\*  
TAKAHATA Hiroaki\*

伊藤公一\*  
ITOU Kouichi\*

桑田朋以\*\*  
KUWATA Tomoi\*\*

宮本ルリ子\*\*  
MIYAMOTO Ruriko\*\*

**要旨** 毎年秋に当試験場は試作展を開催しており、会場において来客を対象にアンケートを実施しています。調査票の「使ってみたい試作品」という質問に対して、福島の原子力発電所の事故以来、電気を使わない品目が人気を集めるようになりました。また、「試験場に期待すること」という項目については、「環境対応技術の開発」と回答する人が増えています。このような動向をふまえ、多孔質材料の性質を生かした、環境負荷の少ない生活陶器の開発をしました。

### はじめに

本事業は平成25～26年度にわたり実施し、本年度は2年目です。重点研究として多孔質陶器の吸水・断熱・吸着性を生かした下記の三つの試作品を開発しました。信楽焼業界に対する新製品の提案を目的としています。

1. 陶器製加湿器
2. 陶器製薪ストーブ
3. 陶器製野菜保存容器

#### 1-1 陶器製加湿器

エアコンによる暖房が普及するにつれ、加湿器に対する需要が高まっています。従来の加湿器は電気を使うものと使わないものに大別され、電気を使うものには蒸気式・超音波式などがあります。蒸気式は電気の消費量が多く、超音波式は装置内にカビが繁殖しやすいという欠点があります。一方、電気を使わない加湿器は不織布の毛細管が水を吸い上げて蒸発させる構造ですが、耐用期間が長くありません。

陶器製加湿器の開発に当たっては、多孔質材料の吸水性を生かした耐用年数が高い製品を目指しました。通常の陶器は緻密にすると強度は高くなるものの吸水率が下がり、多孔質にすると吸水率は上がるものの強度が低くなります。そこで素地そのものは緻密で、表面に連続気孔を有する化粧土の層を設けた多孔表面陶器<sup>1)</sup>により試作を実施しました。加湿器は上部と下部の水容器と中間の蒸発部から構成されています。

\*信楽窯業技術試験場陶磁器デザイン担当

\*\*同嘱託職員

上部容器に入れた水はサイフォンにより下降し多孔質層を移動しながら蒸発します。蒸発しきれなかった水は下部容器に溜まりますが、蒸発部には毛細管が形成されているため、下部容器に溜まった水もやがて上昇し蒸発します。下部容器には水が漏れない素地を用いています。

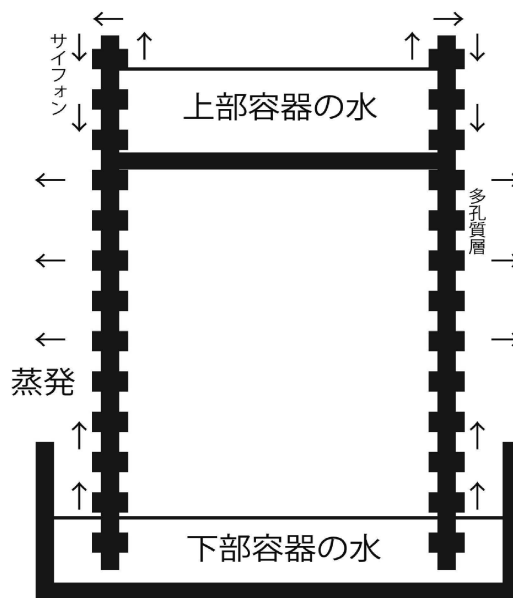


図1 陶器製加湿器の構造

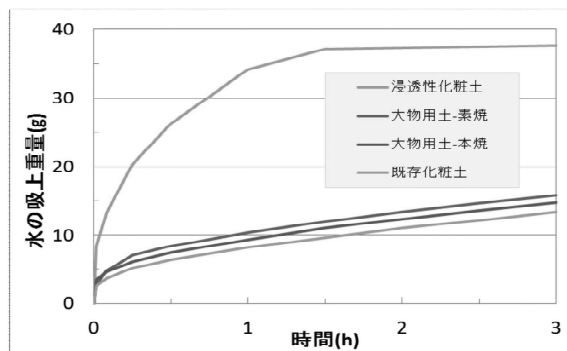


図2 水を吸い上げる能力の比較

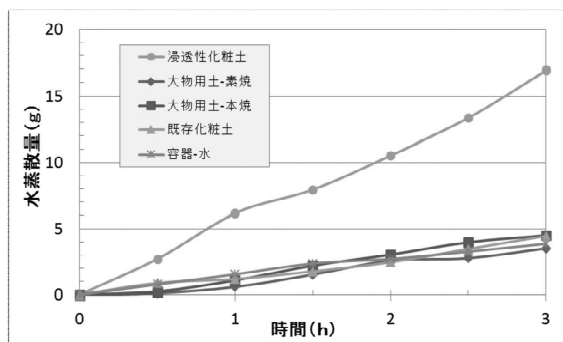


図3 多孔表面陶器による水の蒸発量

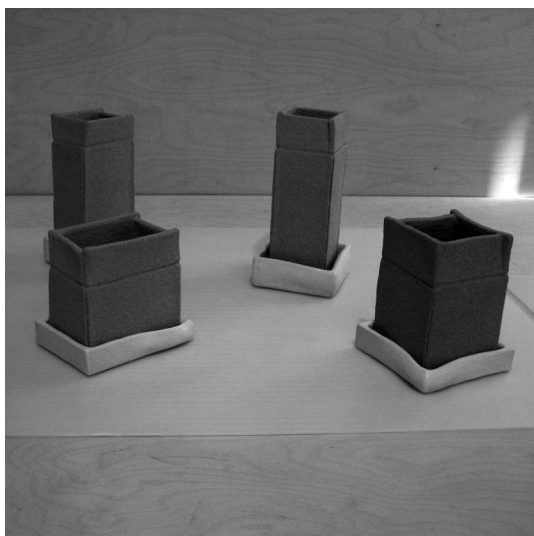


図4 箱型の陶器製加湿器 高さ24~34cm

冬季における加湿には肌や喉の乾燥防止だけではなく、インフルエンザの予防効果があります。インフルエンザウイルスは相対湿度が45%以上になると死滅すると言われています<sup>2</sup>。直径17cm、高さ50cmの陶器製加湿器に水および湯を供給し、気温を一定にした六畳の和室の湿度を測定したところ、1時間で45%以上となりました。



図5 卓上型水琴竈を兼ねた加湿器 高さ34cm

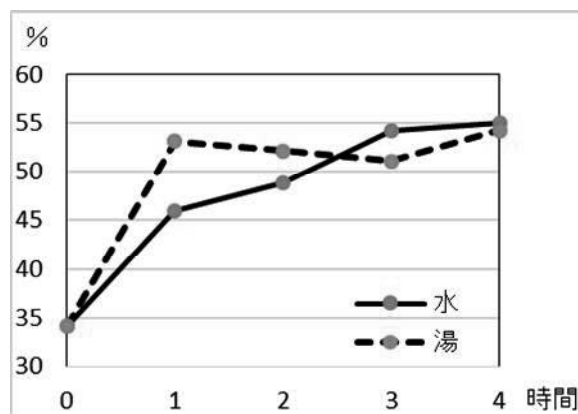


図6 加湿器を設置した六畳の和室の湿度

## 1-2 陶器製薪ストーブ

従来の薪ストーブは铸铁製が主流でした。しかし铸铁製薪ストーブには下記の問題があります。

1. 火が消えると数十分で部屋が寒くなります。ペチカなどのレンガ製の暖房と比べると鉄の熱容量が小さいためです。
2. 針葉樹を燃料とすることができません。広葉樹と比べると針葉樹は油脂分が多いため、燃焼時急激に高温となり、鉄が軟化変形してしまうためです。高温にならないように薪を焚いたとしても、針葉樹に多く含まれる木酢の酸性成分により鉄が錆びてしまいます。安価に入手が可能なスギ間伐材が使えないのも残念です。また、ホームセンターなどで売られている中国製の铸铁製薪ストーブにより広葉樹を燃焼させると煙突から米国の環境基準<sup>3</sup>を上回る煤塵が発生します。

上記の問題を解決するため当场では陶器をはじめとする窯業系材料を用いた蓄熱式薪ストーブを民間企業と共同研究しました。今年度の試験場展ではその一部を展示しました。

図7の薪ストーブは施釉後焼成した耐火レンガを積み上げたものです。鉄骨を使っていないため組み立てと分解が容易です。燃焼ガスが内部を螺旋状に上昇し、図10のように個々のレンガを加熱する構造です。燃焼の初期においては煙突への距離が近い左側の焚口を使用し、燃焼ガスの引きが良くなり次第、右側の焚口を使用します。右側の焚口の使用時には左側の焚口の内部でオープン調理が可能です。

このストーブは床の上に設置する形式ですが、底部に多孔質な耐火断熱レンガを使用しているため熱が床に伝わりにくくなっています。

スギ間伐材(17.2MJ/kg以下)20kgを2時間焚くと表面温度が最高85℃となります。燃焼の10時間後でもレンガにぬもりがあります。

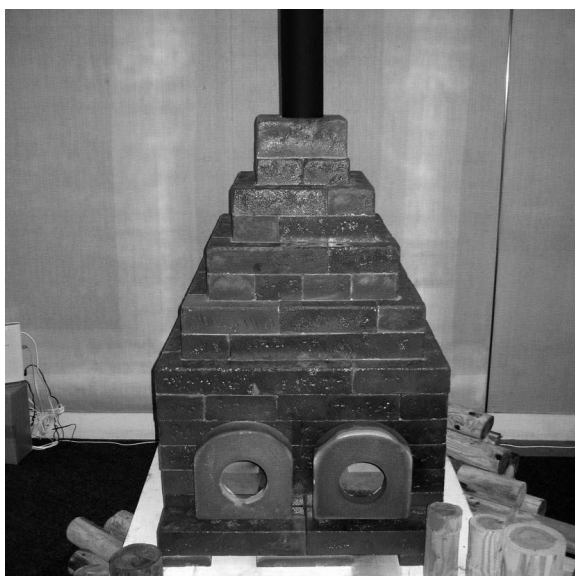


図7 耐火レンガ製薪ストーブ 高さ95cm



図9 陶板を外装とする薪ストーブ 高さ95cm

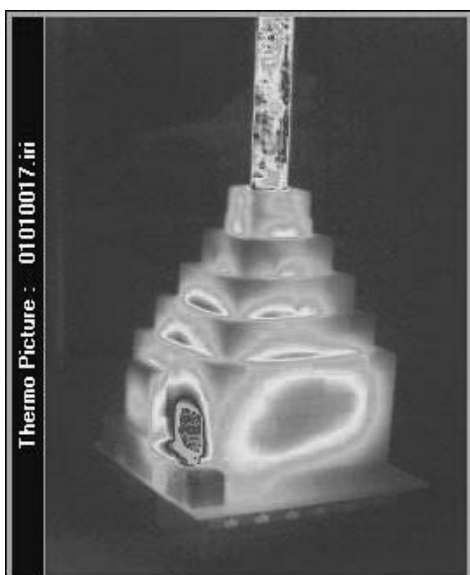


図8 耐火レンガ製薪ストーブの赤外線画像



図10 陶板を外装とする薪ストーブの赤外線画像

図9はイッテコイ窯と呼ばれる薪窯で焼成した陶板を外装とするストーブです。内装は窯業系の不定形耐火物をアルミニウム製の型に鋳込んで成形しています。燃烧ガスは燃烧室の上部から両側面を下降し、背面を上昇してから煙突に抜けます。燃烧ガスの流れを複雑にすることにより蓄熱性を高めています。図11のような赤外線画像をもとに過熱する部分を見出し、内部に多孔質な断熱材を貼ることにより改良を進めています。性能については現在試験中<sup>4</sup>ですが、燃烧効率95%以上、暖房効率85%以上を実現しています。また外気温6~1℃の夜間、床面積12m<sup>2</sup>、容積28.4m<sup>3</sup>の和風民家の板間において、17kgの針葉樹の薪を焚き終えてから、20℃の室温が10℃まで下がるまで6時間以上かかっており、蓄熱性の高さが実証されています。さらに煤塵に含まれるpm2.5の年間平均は米国基準の15 μg/m<sup>3</sup>以下です<sup>5</sup>。



図11 陶板を外装とする薪ストーブの背面

### 1-3 陶器製野菜保存容器

図12は野菜の鮮度を冷蔵庫外で保つことができ、冷蔵庫のドアポケットにも納まる容器です。熔融石英の粉末を主原料とする多孔質な冷却棒が容器内の水を吸い上げ、気化熱を奪うことにより温度上昇を抑え、野菜の鮮度を保ちます。容器には吸水性が低い信楽透器<sup>6</sup>を用いているため手入れが簡単です。図13で白く写っている多孔質な棒の効果により、湿度50%に設定した恒温恒湿器内において容器内の28℃の水温が20℃前後まで下がりました。



図12 野菜保存容器 高さ11～17cm

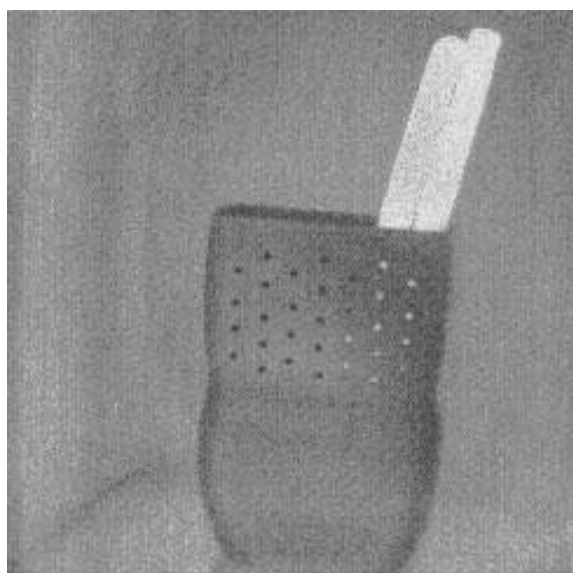


図13 野菜保存容器と冷却棒の赤外線画像

図14は炭のガス吸着能力を生かした野菜保存用多孔質陶器です。粉炭を粘土と混ぜて成形し水分が多い条件で還元焼成し活性化したチップを中に詰めて使用します。使用済みのチップは土壌改良剤としても使用可能です。



図14 野菜保存器具 直径10cm

### 試験場展

試験場展においては上述した重点研究の試作品の他にも新製品を提案しました。

会期:平成26年10月11日～11月9日

場所:滋賀県陶芸の森産業展示館

アドバイザー:元京都女子大学教授 出井豊二氏

以下、個々の品目について説明します。

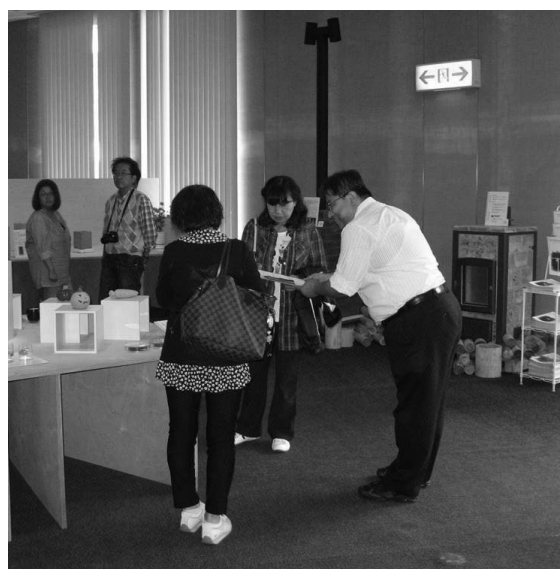


図15 試験場展の会場の様子

### 2-1 水やりを軽減する植木鉢

多孔質陶器製の鉢が下部容器の水を吸収します。下部容器を水で満たせば一週間程度は水やりが不要です。



図16 水やりを軽減する植木鉢 高さ18cm

## 2-2 水を吸い上げる小型植木鉢

これも多孔質陶器製の鉢が下部容器の水を吸い上げる構造です。下部容器が透明なアクリル樹脂製なので、水の減り具合がわかります。



図17 水を吸い上げる小型植木鉢 高さ16cm

## 2-3 靴用脱臭剤

多孔質でガス吸着性に優れた鉱物であるゼオライトを主原料とする素地により靴用の脱臭剤を試作しました。ゼオライトの機能を発現させるため素焼の温度で焼成していますが、耐火度が低い特殊な粘土鉱物を添加しているため本焼された素地と同等の曲げ強さを有しています。茶色の着色にも吸着性に優れたリモナイトを用いています。アンモニアなどの不快臭を除去し、水で洗うことにより繰り返し使うことができます。



図18 靴用脱臭剤 長さ9.5cm

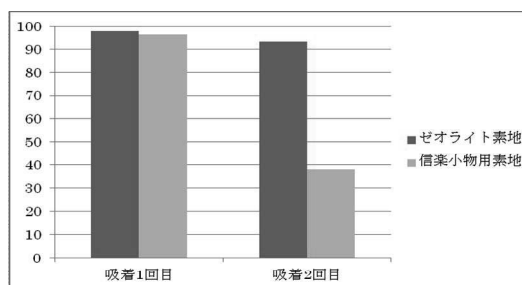


図19 ゼオライト素地によるアンモニアの吸着性能(%)

## 2-4 信楽透器製照明

熔融石英の粉末を骨材とする透光性陶器、「信楽透器」によりスタンドライトとペンダントライトを試作しました。スタンドライトの透光性素地には雲母を添加しロクロ成形しました。ペンダントライトは鑄込みにより成形し、焼成後サンドブラストにより加飾しています。

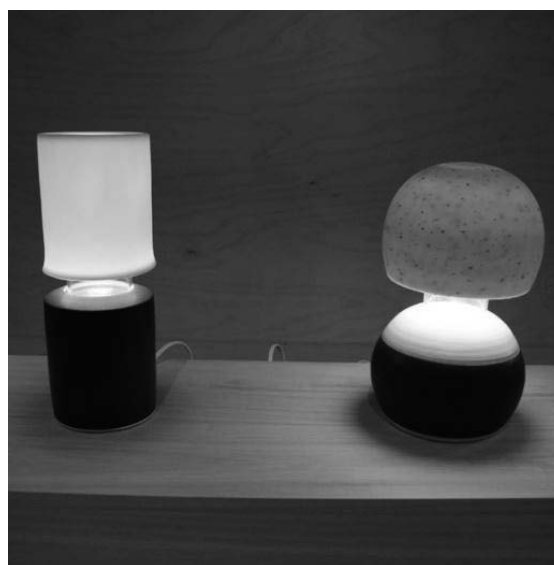


図20 スタンドライト 高さ27cm



図21 ペンダントライト 高さ30cm



図23 酒器 高さ6~9cm

## 2-5 陶器製碾き臼

乾燥・焼成収縮率が低く、肉厚でも亀裂が生じにくいという信楽透器の特性を生かし、碾き臼の摺動面を試作しました。蕎麦打ちを趣味としている人を対象としています。

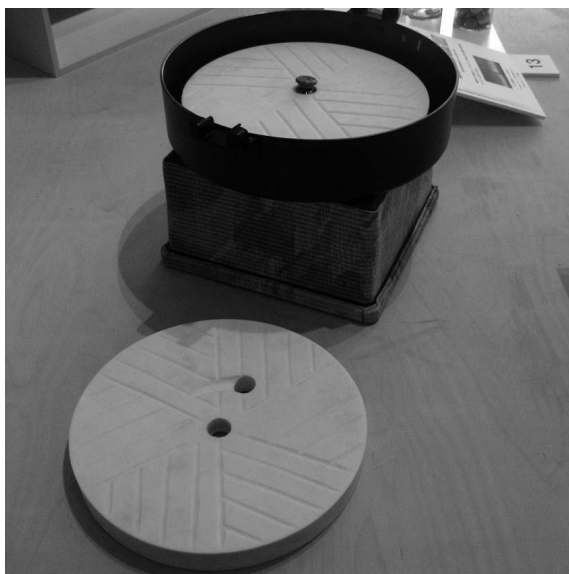


図22 陶器製碾き臼 摺動面直径23cm

## 2-6 酒器

リュトン(角杯)をイメージした酒器です。不安定に見えますが、底が厚く作られており重心が低くなっています。乾燥時、底に亀裂が生じないように、しっかりと土殺しをしてからロクロ成形しています。

## 2-7 油滴天目系鉄釉

準長石と合成灰に酸化鉄を添加した鉄釉に、信楽産長石と合成灰を組み合わせた透明釉を二重掛けし、冷却還元焼成することにより金属光沢と油滴模様という二つの表情が同時に表れる器を試作しました。油滴模様の安定した生成が可能です。



図24 油滴天目系鉄釉 高さ8~10cm

## 2-8 柚子肌状発泡釉

柚子肌とは天目釉などの表面に現れる細かな凹凸で、酸化鉄の分解による酸素の泡が模様を作ると考えられます。本研究においては化粧土に炭化ケイ素(SiC)の粉末を配合し、炭化ケイ素が高温で分解する際に発生する二酸化炭素により釉表面に凹凸模様を作りました。炭化ケイ素を含む化粧土を部分的に施して焼くことにより、任意の

部分に柚子肌を作ることができます。黒い天目釉以外でもさまざまな色彩の柚子肌を安定して作ることができます。



図25 柚子肌状発泡釉 高さ8~9cm

## 2-9 多孔質発泡陶器

滋賀県産の長石を主原料とし、炭化ケイ素の粉末を発泡材に使用した陶土により、比重が約0.7の水に浮く軽石状陶器を作りました。表面に光触媒をコートすることにより、浮遊しながら太陽光により水の浄化をすることができる資材を作ることができます。



図26 多孔質発泡陶器

## 3 まとめ

年度末において陶器製加湿器は数社が独自のデザインにより商品化しています。

陶器製薪ストーブは製品化が実現しています。ただし設計を見直すことにより部品点数を減らし生産を効率化するという課題があります。

野菜保存容器にはさらなる実証試験が必要です。

試験場展の会期中、見学者230人を対象にアンケートを実施しました。調査項目は以下の通りです

年代 性別 住所 職業 窯業関係者か否か  
興味がある・使ってみたい試作品  
興味がある・使ってみたい試作品を選んだ理由  
試験場に期待すること 感想

県外から来られた50歳代の女性が多く、会社員・公務員・主婦の比率が高い傾向にありました。「興味がある・使ってみたい試作品は「靴用脱臭剤」が好評であり、女性からは「水を吸い上げる小さい植木鉢」、男性からは「陶器製薪ストーブ」が支持されました。

## 参考文献等

1. 滋賀県特許4976010 多孔表面陶磁器
2. Survival test with four viruses. G.J Harper 1961
3. Revised air quality standards for particle pollution and updates to the air quality index EPA 2014
4. 立命館大学理工学部 吉原福全研究室
5. 針葉樹を主燃料にできる純国産セラミック製蓄熱式薪ストーブの開発 前出産業株式会社 2014
6. 滋賀県特許5352035 透光性陶磁器用練り土及び透光製陶磁器 滋賀県商標5351665 信楽透器



# 陶磁器釉薬の安定化に関する研究

## －油滴天目系鉄釉薬について（2）－

中島 孝\*

三浦 拓巳\*

高畑 宏亮\*\*

NAKAJIMA Takashi\*

MIURA Takumi\*

TAKAHATA Hiroaki\*\*

**要旨** 油滴天目系鉄釉薬は、特有の金属調の色合いや斑点模様を示すとともに多彩な変化があり不安定なことから、茶陶の分野でも尊ばれており、製造条件の面で安定化するための技術ニーズの高い釉薬のひとつである。

そこで本年度は、シリカ成分の少ないカナダ産準長石を使用し、三角座標を用いた比較的単純な調合と釉薬の二重掛けにより、油滴天目調の調合焼成試験と製品試作を実施した。

### 1 まえがき

油滴天目系鉄釉薬については、国宝の油滴天目茶碗に代表されるように非常に重宝ものとして扱われており、特有の金属調の色合いや斑点模様を示すとともに多彩な変化があり不安定なことから、茶陶の分野でも尊ばれており、製造条件の面で安定化するための技術ニーズの高い釉薬のひとつである。

そこで昨年度は、滋賀県産長石質原料（アプライト）の活用と、油滴天目調釉薬の調整条件を検討し、冷却還元焼成では金属光沢を持つ油滴模様の発生は認められたが、十分な結果ではなかった。<sup>1)</sup>

そこで本年度は、当场で実施した基礎調合試験および横山、土谷らの研究<sup>2)3)</sup>を参考にシリカ成分の少ないカナダ産準長石を使用し、三角座標を用いた比較的単純な調合と釉薬の二重掛けにより、油滴天目調の調合焼成試験と製品試作を実施した。

使用した長石質原料の化学式は次のように示される。

- ・準長石  
 $0.23\text{K}_2\text{O} \cdot 1.00\text{l}_2\text{O}_3 \cdot 4.59\text{SiO}_2$   
 $0.74\text{Na}_2\text{O}$   
 $0.03\text{CaO} \quad \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \cong 4.60$
- ・滋賀県産長石  
 $0.47\text{K}_2\text{O} \cdot 1.10\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 11.64\text{SiO}_2$   
 $0.48\text{Na}_2\text{O}$   
 $0.05\text{CaO} \quad \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \cong 10.54$

### 2 調合焼成試験と試作

#### 2.1 使用原料について

今回は、シリカ成分が少なくナトリウム成分が多いカナダ産準長石を主原料として検討を行った。今回使用した原料の一部について、波長分散型蛍光 X 線分析により測定した化学分析値を表 1 に示す。

#### 2.2 調合焼成試験

調合方法は、図 1 の三角座標の①～⑦のポイントで表 2 の N-1～9 により、準長石と合成土灰または金剛カオリン、合成ワラ灰の基礎原料に、酸化鉄（Ⅲ）とベントナイトを添加した。また、各調合に対して、二重掛けの上釉として、S-0 の釉薬を約 2 倍の水量で調整し薄掛けした。素地は信楽の粗目の赤土（SA-02：信楽陶器工業協同組合）を使用した。

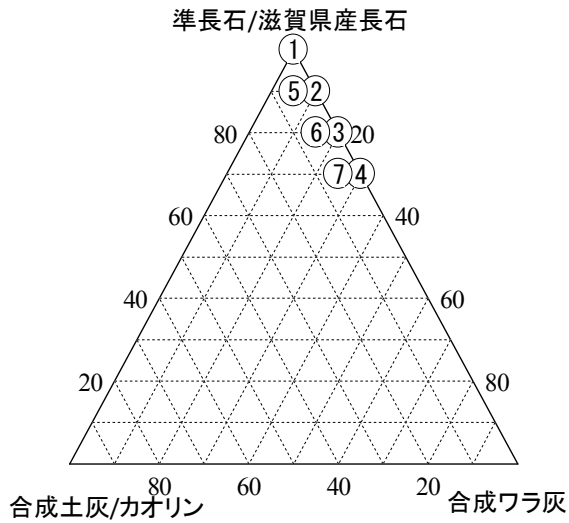
表 1 各原料の化学分析値

原料	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ig.loss	Total
準長石(カナダ産)	61.26	22.60	0.06	0.36	—	4.90	10.15	—	0.44	99.76
滋賀県産長石	78.34	12.61	0.11	0.34	—	4.91	3.33	—	0.38	100.02
合成土灰	20.07	2.30	0.08	33.92	6.55	0.24	0.05	3.00	33.67	99.88
合成ワラ灰	81.26	6.31	0.07	2.90	1.07	3.22	1.19	2.73	1.48	100.23
金剛カオリン	46.75	36.93	0.39	0.06	—	0.37	0.11	—	13.09	97.69

\*セラミック材料担当

\*\*陶磁器デザイン担当

焼成は、電気炉（13KW）による酸化雰囲気（O F）と LPG（プロパン・ブタン）のガスバーナーの燃焼ガスを炉の下部より導入し還元雰囲気（RF）とし、次の5パターンの焼成条件で行った。



添加原料：酸化鉄 6%、ベントナイト 2%

図 1 調合の三角座標ポイント

表 2 基礎原料の調合割合とゼーゲル式

	(重量%)										
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8	N-9	N-10	S-0
座標ポイント	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
準長石	100	90	80	70	90	80	70	90	80	70	
滋賀県産長石											70
合成土灰					5	5	5				30
合成ワラ灰		10	20	30	5	15	25	5	15	25	
カオリン								5	5	5	
酸化鉄	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
ベントナイト	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5

	(モル%)										
	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8	N-9	N-10	S-0
K <sub>2</sub> O	0.23	0.24	0.24	0.24	0.20	0.20	0.20	0.24	0.24	0.24	0.12
Na <sub>2</sub> O	0.74	0.70	0.66	0.62	0.61	0.57	0.53	0.72	0.68	0.63	0.12
CaO	0.03	0.05	0.08	0.10	0.16	0.18	0.21	0.04	0.07	0.09	0.60
MgO	0.00	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05	0.07	0.01	0.02	0.04	0.16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.00	0.97	0.93	0.89	0.83	0.80	0.76	1.07	1.04	1.00	0.30
SiO <sub>2</sub>	4.59	4.94	5.32	5.74	4.09	4.39	4.71	4.95	5.34	5.78	3.27
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.60	5.12	5.72	6.44	4.92	5.51	6.22	4.64	5.16	5.78	10.9

パターン① (酸化焼成)		
経過時間(h)	温度	雰囲気
0.00	0	OF
4.50	900	OF
8.00	<b>1275</b>	OF
8.25	<b>1275</b>	OF
8.50	<b>1275</b>	OF
	炉冷	OF

パターン② (冷却還元)		
経過時間(h)	温度	雰囲気
0.00	0	OF
4.50	900	OF
8.00	<b>1275</b>	OF
8.25	<b>1275</b>	RF
8.50	<b>1275</b>	RF
10.50	<b>1050</b>	RF
10.75	<b>1050</b>	RF
11.00	1050	OF
	炉冷	OF

パターン③ (冷却還元)		
経過時間(h)	温度	雰囲気
0.00	0	OF
4.50	900	OF
8.00	<b>1275</b>	OF
8.25	<b>1275</b>	RF
8.50	<b>1275</b>	RF
11.00	<b>1000</b>	RF
11.25	<b>1000</b>	RF
11.50	1000	OF
	炉冷	OF

パターン④ (冷却還元)		
経過時間(h)	温度	雰囲気
0.00	0	OF
4.50	900	OF
8.00	<b>1275</b>	OF
8.25	<b>1275</b>	RF
8.50	<b>1275</b>	RF
10.00	<b>1100</b>	RF
10.25	<b>1100</b>	RF
10.50	1100	OF
	炉冷	OF

パターン⑤ (冷却還元)		
経過時間(h)	温度	雰囲気
0.00	0	OF
4.50	900	OF
8.00	<b>1250</b>	OF
8.25	<b>1250</b>	RF
8.50	<b>1250</b>	RF
10.50	<b>1050</b>	RF
10.75	<b>1050</b>	RF
11.00	1050	OF
	炉冷	OF

焼成の結果、調合の違いでは、合成ワラ灰の影響は少なく、合成土灰と金剛カオリンの影響が大きかった。合成土灰の添加により全体的に油滴模様は少なくなり、大きさも小さくなった。これは合成土灰の添加により高温での釉の粘性が低くなり、気泡が抜けやすくなるためと考えられる。また、金剛カオリンの添加では全体的にマット傾向が強くなった。

焼成条件の違いでは、パターン①の酸化焼成では全体的に茶から黒色の地に茶色の油滴模様を示し、パターン②～⑤の冷却還元では、全体的に黒から金属光沢の地に金属光沢の油滴模様を示した。最高温度の違いでは、1250℃より1275℃の高いほうが釉面が平滑で、油滴模様もはっきりしていた。冷却還元の終了温度による違いは本調合では少なかった。

しかし、釉薬の厚さは色調および油滴の大きさなどに大きく影響した。

また、二重掛けについては、上層の透明釉薬により、表面層での結晶生成が抑制され、大きな油滴模様のみが残り、油滴模様がはっきりとする傾向がある。

### 2.3 試作

調合焼成試験の結果をもとに、例年10月に滋賀県立陶芸の森の産業展示館で実施している試作展に参考品として試作展示した。試作条件はN-4の調合にS-0の透明釉薬を施し、パターン⑤で焼成したものである。

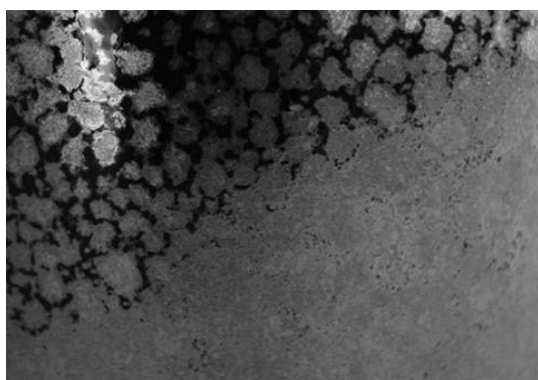


図2 試作品（上）および二重掛けによる変化による表面の拡大（下）

## 3 まとめ

本研究では、カナダ産準長石を使用することで、比較的単純な原料の組み合わせと調合割合、焼成条件、透明釉薬の二重掛けにより、比較的安定して光沢系からマット系の油滴天目系鉄釉を作ることができた。

しかしながら、発色機構については十分な検討を行うことができなかった。今後は更なる調合の検討と分析評価方法の検討が課題である。

### 参考文献

- 1) 中島孝, 三浦拓巳：滋賀県工業技術総合センター研究報告（2013）
- 2) 横山直範：京都市工業試験場研究報告 No26（1998）66-72「含鉄系釉薬の結晶生成と焼成について—禾目系天目釉の研究—」
- 3) 土谷徹, 浅見薫：京都市工業試験場研究報告 No.16（1988）81-85「含鉄系釉薬に関する研究（第5報）二重掛け天目釉について」
- 4) 信楽窯業技術試験場情報誌「陶」第29号

## 低膨張セラミックスの開発研究(第1報)

坂山 邦彦\*                      中島 孝\*                      三浦 拓巳\*  
SAKAYAMA Kunihiko\*      NAKAJIMA Takashi\*      MIURA Takumi\*

**要旨** 平成24～25年に実施した「耐熱性素地の高品位化の研究」で熱膨張係数 $2.0 \times 10^{-6}$ 以下、吸水率3%以下の耐熱素地を開発した。本研究では、より利用分野が広がることを目指し限りなく熱膨張係数、吸水率がゼロに近い素地の開発を目的とした。

本年度は、ペタライトとフリットをメインに調合による違いを検討した。

### 1 はじめに

一般にセラミック材料は耐熱性があり、高温での使用に優れているが、一方でその脆い性質から熱衝撃に弱い。その中でも陶磁器分野では調理用食器としてペタライト(リチウム長石)を使った土鍋などがあり一定の耐熱衝撃性をもっている。しかし、吸水性のためニオイ移りや焦げ、カビなどの課題があり、平成24～25年度の「耐熱素地の高品位化の研究」では、吸水率3%以下で熱膨張係数 $2.0 \times 10^{-6}$ 以下を目標に研究を行い、ある程度の目処が立ちつつある。今後は、さらに熱膨張係数ゼロ、吸水率ゼロの低膨張セラミックスを目指すことで、より安心安全な調理用耐熱食器が可能で、耐熱性や耐熱衝撃性を持った機械部品、熱処理器具、触媒担体などにも応用展開でき、信楽焼業界のみならず県内関連企業の技術向上ならびに産業振興に繋がるものと考えている。また、本研究では素地だけでなく加飾や補強、防汚のために、釉薬についても検討していく。

本年度は、低膨張原料であるペタライトと可塑材であるベントナイトを母材とし、フリットを添加してそれぞれの物性を比較検討した。

### 2 実験方法

#### 2.1 素地の調製および試験片の作製

表1に示した割合で各原料を混合し硬度計(CRAY HARDNESS TESTER: 日本ガイシ製)で硬度が5～6になるように水を加えて練土とした。これらの練土を金型プレスで $100 \times 15 \times 5$  mmの短冊状に成形し、それぞれ1120℃、1150℃、1180℃、1210℃、1240℃で焼成し試験片とした。

#### 2.2 評価方法

試験片の吸水率(2h煮沸)および熱膨張係数、曲げ強度、焼成軟化変形、収縮率、かさ比重の測定および結晶相の同定をおこなった。熱膨張係数は熱膨張率測定装置TD5000S(マックサイエンス社製)で、曲げ強度はAG-5kNI(島津製作所製)、結晶相の同定はX線回折装置RINT2500VHF(理学電機製)で測定した。

表1 原料の混合割合(重量比:wt%)

試料番号	1	2	3	4	5	6	7	8
ペタライト#80	70	80	90	90	80	70	80	70
木節粘土	30	20	10					
ベントナイト SB				10	10	10	10	10
フリット 802					10	20		
フリット MG-A							10	20

\*信楽窯業技術試験場 セラミック材料担当

### 3 結果

#### 3.1 熱膨張係数と焼成温度の関係について

図1に各温度で焼成した試験片の熱膨張係数を示した。

No.5とNo.6のフリット802を使用した素地では、熱膨張係数 $1.0 \times 10^{-6}$ 前後を示し、1210℃以上で焼成すると急に軟化し棚板にくっついてしまった。

No.1、No.2とNo.3は、ペタライトと木節粘土だけでありペタライトを多く含むこともあってマイナス域で推移している。No.2とNo.3は、焼成温度が高い方が熱膨張係数0に近くなった。

No.4、No.7とNo.8は、ペタライトとベントナイトの素地にフリットMG-Aの添加量を変えて調製したものである。どちらの結果も熱膨張係数0近傍で推移しており、No.8は1210℃で軟化してしまった。

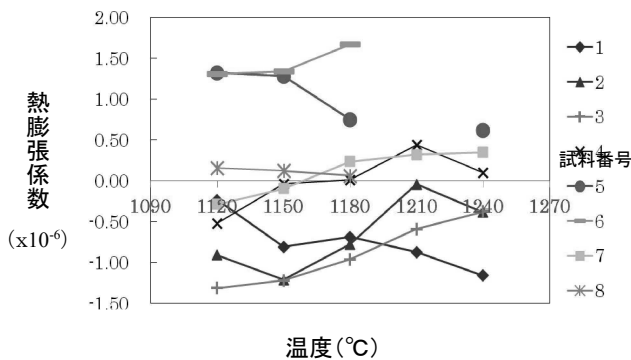


図1 各温度で焼成した試験片の熱膨張係数

#### 3.2 吸水率と焼成温度の関係について

図2は各温度で焼成した試験片の吸水率を示した。

熱膨張係数はNo.3を1120℃で焼成したものが、 $-1.31 \times 10^{-6}$ と一番小さい値となり、No.6を1180℃焼成したものが $1.67 \times 10^{-6}$ と最も大きくなり、全体的には小さい値であった。このことから、想像ができるように吸水率はほとんどが10%以上を示す大きい値であった。この中で、No.6が1.0% (1180℃)で最も小さい値を示した。また、No.7も1.4% (1240℃)と小さい値であった。No.8は、3%前後の比較的小さい値であった。

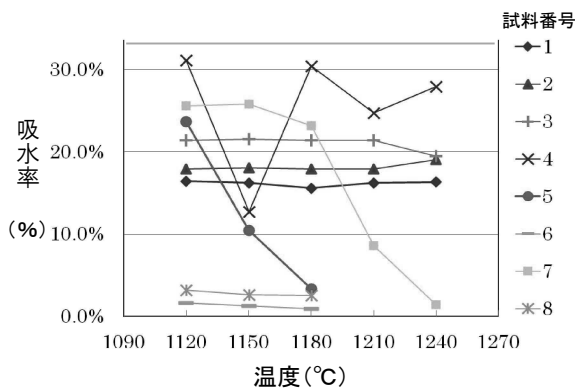


図2 各温度で焼成した試験片の吸水率

#### 3.3 結晶相の同定

基本的な調合例となるNo.1(ペタライト70wt%と木節粘土30wt%)のX線回折結果を図3に示す。

1120℃の低温では、virgilite(β-石英固溶体)が確認できるが、焼成温度上昇とともにvirgilite(β-石英固溶体)のピークは小さくなっていき、β-スποジューメンのピークが大きくなっていくことが確認できる。

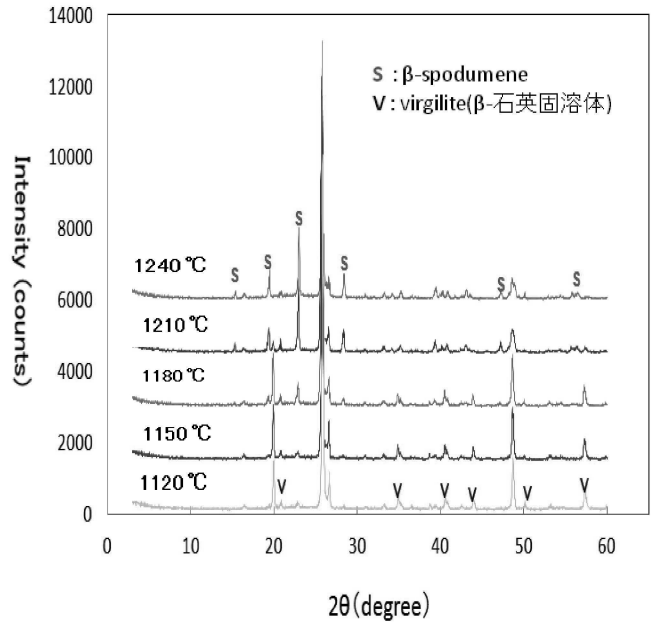


図3 No.1のXRDチャート結果

図4には、No.7(ペタライト80wt%、ベントナイト10wt%、フリットMG-A 10wt%)のXRD測定結果を示す。

1120℃での焼成ではβ-スποジューメンとvirgilite(β-石英固溶体)が共存しているが、焼成温度の上昇にともないvirgilite(β-石英固溶体)のピークは消失した。

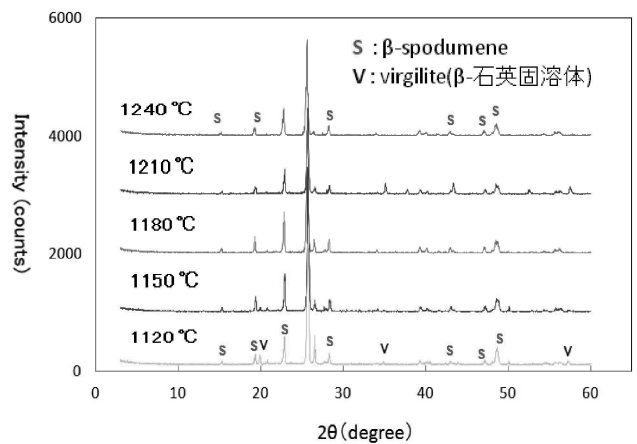


図4 No.7のXRDチャート結果

## 4 まとめ

ペタライトに可塑原料としてベントナイトもしくはベントナイトとフリットの組み合わせで熱膨張係数がゼロ膨張に近い値をとることを確認した。またこのとき吸水率は大きな値となることが一般的であるが、No.8で3%前後、No.7を1240℃で焼成した場合は1.4%の吸水率となった。

今回の研究では、ゼロ膨張、低吸水の素地の開発を目指し可能性があることを確認したが、来年度は釉薬についても検討し、素地と釉薬を総合的に評価していく予定である。

# 多孔質素材およびその評価技術に関する研究

— 各種吸着素材による不快臭ガスの吸着性能について —

三浦 拓巳\*                      中島 孝\*                      坂山 邦彦\*  
MIURA Takumi\*                  NAKAJIMA Takashi\*          SAKAYAMA Kunihiko\*

**要旨** 日常の生活で発生する汗臭、加齢臭やたばこ臭といった不快臭ガスには、アンモニア、酢酸やイソ吉草酸などといった成分が含まれている。

本研究では、珪藻土、ゼオライト、水酸化アルミニウムや活性炭といった吸着素材と粘土を調合し、不快臭の原因成分であるアンモニアと酢酸について吸着性能の検討を行った。

## 1 はじめに

住環境で発生する汗臭、加齢臭やたばこ臭といった不快臭ガスには、アンモニア、酢酸やイソ吉草酸などといった化学成分が含まれている。

これらの臭い成分を除去する方法として、活性炭といった多孔質材料に物理的・化学的に吸着させて除去する方法(脱臭)や、薬剤を用いて中和することで不揮発性の化合物にして除去する方法(消臭)などがある。

ただし、吸着材を用いた除去では不快臭ガスの吸着が次第に飽和することで吸着効果の低下や、室温の上昇により吸着物が脱離し、吸着材から不快臭ガスが発生する問題もある。

そこで、本研究では珪藻土、ゼオライト、活性炭や水酸化アルミニウムといった吸着材素材と粘土を調合し、基礎特性および不快臭ガスとしてアンモニアや酢酸ガスの吸着性能を評価した。また、最も吸着効果を確認できた試験体について、水の浸漬による吸着材の再生化についても検討を行った。

## 2 実験内容

### 2.1 使用原料および試験体の作製

吸着素材として、珪藻土、結晶構造の異なる2種類のゼオライト(C:クリノプチロライト、M:モルデナイト)や活性炭、水酸化アルミニウムを選択した。各原料を表1に示す重量比になるようにそれぞれ1kg調合し、袋内で10分間混合した。混合した原料粉末を万能混合攪拌機に投入し、水を加え練土状にした。また比較として、信楽焼で使用されている小物用陶土を使用した。得られた練土を厚さ6mmに伸ばし、各物性試験に適した大きさに切断し成形体を作製した。成形体を室温で十分乾燥した後、電気炉で800℃まで100℃/時間で昇温し30分保持後、炉内放冷して焼成した。また、活性炭については焼成中に焼失する恐れがあるため、燻炭の中に埋めこみ、焼成を行った。

表1 試験体の調合条件

No	1	2	3	4	5	6
珪藻土	60					
C-ゼオライト		60				
M-ゼオライト			60			
信楽小物用陶土				100		
水酸化アルミニウム					60	
活性炭						60
木節粘土	40	40	40		40	40

### 2.2 試験体の特性評価

試験体の特性評価として、曲げ強度、吸水率および比表面積の測定し、X線回折により結晶構造を確認した。

曲げ試験は、万能試験機AG-5kNI(株島津製作所製)を用いて3点曲げ法により支点間距離30mmクロスヘッドスピード1mm/minで測定した。

吸水率は煮沸法により測定した。まず、試験体を110℃で一晩乾燥後、デシケーター内で放冷し乾燥重量を測定した。乾燥した試験体を2時間煮沸後、室温まで一晩放冷し飽水重量を測定し、吸水率を算出した。

比表面積はガス吸着量測定装置AUTOSORB-1-C/VP(カンタクローム製)を用いて、窒素ガス吸着法(BET法)により測定した。

### 2.3 アンモニアおよび酢酸ガスの吸着性能の評価

2mm以下に粉砕した試験体2gを3リットルのガスバッグに入れ、真空ポンプでガスバッグ内の空気を脱気し、ガス濃度を調整したアンモニアガスもしくは酢酸ガスをガスバッグに導入した。なお、アンモニアもしくは酢酸のガス濃度は検知管(株ガステック製)を用いて定量した。

### 2.4 吸着材の吸着性能の再生化に関する評価

容量2.4Lのデシケーター内にアンモニア水と試験体を入れ、室温で24時間アンモニアガスを接触させ、試験体にアンモニアガスを十分に吸着させた。引き続いて、100ccの常温の水もしくは2%の食塩水に24時間浸漬させた。浸漬終了後、水を取り替え、再度水の浸漬を行い、これを3回繰り返して行った。浸漬後、室温で24時間乾燥させ、2.3に示すアンモニアガスの吸着性能の評価を行った。

\*信楽窯業技術試験場 セラミック材料担当

### 3 結果と考察

#### 3.1 各種試験体の物性特性

表2は各種試験体の物性特性を測定した結果である。炭素系材料である活性炭や水酸化アルミニウムは難焼結性であるため、800℃での焼成温度では強度は低い値を示した。一方、モルデナイト型ゼオライトは一部ガラス化が進むことで、他の試験体と比較して高い強度を示した。また、活性炭を調合した試験体は、燐炭による埋焼きにより活性炭の消失が抑えられ、高い比表面積を維持した。

表2 試験体の調合条件

No	1	2	3	4	5	6
曲げ強度(MPa)	4.8	4.8	7.5	4.6	2.4	1.6
吸水率(%)	40.22	24.63	28.08	19.39	34.19	85.92
BET比表面積(m <sup>2</sup> /g)	90.3	33.9	43.2	22.7	80.1	807.2

#### 3.2 アンモニアおよび酢酸ガスの吸着特性

図1および図2はアンモニアおよび酢酸ガスの3時間後の除去率を示す。また、同じ試験体を用いて吸着試験を3回繰り返し行い、吸着効果の持続性の確認を行った。

アンモニアガスの吸着試験について、1回目の吸着試験ではどの試験体もアンモニアガスを80%以上吸着除去した。また、珪藻土およびゼオライトは繰り返しアンモニアガスの吸着試験を行っても高い吸着効果が確認され、特にモルデナイト型ゼオライトは3回繰り返し試験を行っても、90%以上のアンモニアガスを吸着除去できることが確認できた。一方、信楽小物用陶土および活性炭は2回目の吸着試験で吸着効果が大幅に低下し、その除去率がほぼ一致することから、活性炭はアンモニアガスの吸着に効果はなく、可塑性に用いた粘土にアンモニアガスが吸着されていると考えられる。

一方、酢酸ガスの吸着試験については、どの試験体も酢酸ガスの高い吸着除去率を示した。また、繰り返しの酢酸ガスの吸着試験についても、どの試験体も高い吸着効果を持続した。これは、酢酸はアンモニアと比較して気化しにくく、初期ガス濃度がアンモニアガスの吸着試験時と比較して薄いことが影響しているかもしれない。

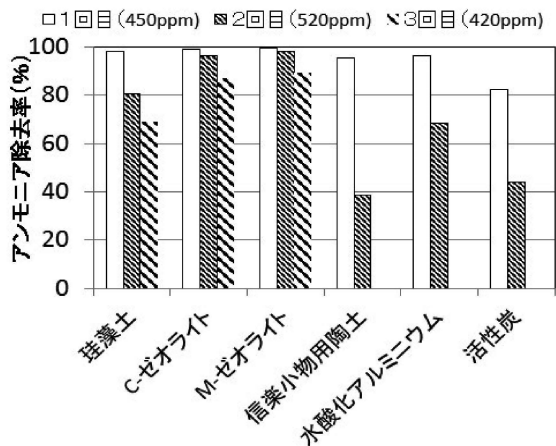


図1 3時間後のアンモニアガス除去率

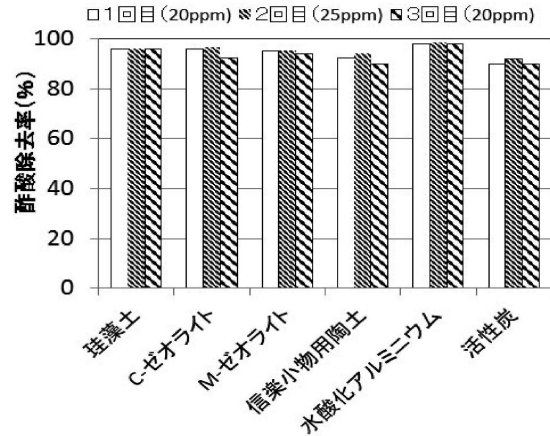


図2 3時間後の酢酸ガス除去率

#### 3.3 吸着材の吸着性能の再生化

アンモニアガスの吸着効果に最も効果の高かったモルデナイト型ゼオライトについて、吸着性能の再生化に関する検討を行った結果を表3は示す。水の浸漬のみで、アンモニアガスを3時間で90%以上吸着除去できるまで吸着材が再生化されていることが確認された。2%食塩水の浸漬でも同等の効果が確認された。空気中では、アンモニアはゼオライト表面にイオン交換によって吸着しているのではなく物理的に吸着しているため、食塩水によるイオン交換による再生をしなくても、吸着したアンモニアが水中に溶け込み再生化できると考えられる。一方、未処理のものは吸着したアンモニアが、吸着試験中に吸着材から脱着し、濃度が高くなったと考えられる。

表3 試験体の調合条件

再生処理方法	水浸漬3回	2%食塩水浸漬3回	未処理
初期アンモニアガス濃度(ppm)	400	400	400
3時間後のアンモニアガス濃度(ppm)	30	35	>1000
アンモニアガス除去率(%)	92.5	91.3	

### 4 まとめ

珪藻土、クリノプチロライト型ゼオライト、モルデナイト型ゼオライト、水酸化アルミニウムおよび活性炭を吸着素材として、不快臭(アンモニア、酢酸)の吸着試験を検討したところ、どれも吸着効果は確認された。特にモルデナイト型ゼオライトは高濃度のアンモニアを3回繰り返ししても高い除去率(80%以上)を示した。モルデナイト型ゼオライトについて、アンモニア吸着性能の再生化に検討を行ったところ、水の浸漬のみで吸着効果が再生されることが確認できた。





## 滋賀県工業技術総合センター業務報告

第29号

平成27年10月 印刷発行

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 株式会社ヒコハン