

# 広島市工業技術センター一年報

第30巻

**ANNUAL REPORTS**

of

**HIROSHIMA CITY  
INDUSTRIAL TECHNOLOGY CENTER**

**VOL. 30**

**2016**

平成 28 年度

広島市工業技術センター

## 発刊によせて

関係各位におかれましては、日頃より当センターの運営に多大なるご支援、ご協力を賜り厚くお礼申し上げます。

さて、我が国経済は政府の大型経済対策の効果などを背景として、景気の拡大が続いています。しかし、多くの中小製造業においては、人手不足やI o Tが進展する中で、技術の高度化、魅力ある製品づくりなどが求められており、依然として厳しい経営環境にあります。中小製造業の皆様がこうした社会経済環境の変化に対応していくためには、変化をチャンスと捉えた新製品・新技術の開発、人材育成、製品のブランド力向上への積極的な取組が重要となります。

当センターでは、技術指導・相談、依頼試験をはじめとする各企業様の個別のニーズに応じた技術支援を行うとともに、高性能な試験研究機器の導入、製品開発や技術開発を目指した研究会の開催、技術者研修の実施、アドバイザーの派遣などを通して地域の中小製造業の技術力やデザイン力の向上に取り組んでおります。

また、平成28年度は新たにデザイナー紹介サイト「と、つくる」を立ち上げ、企業の皆様がものづくりや販売などで「デザイン」を取り入れるためのサポートを始めました。さらに、デザイン関連分野と環境・エネルギー関連分野の支援では、本市と周辺23市町で構成する広島広域都市圏を対象として圏域全体の発展を図るよう事業に取り組みました。

ここに平成28年度に当センターで実施した事業の概要を取りまとめましたのでご報告いたします。

当センターは本年5月、現在地に新築移転して30年を迎えました。これからも中小製造業の技術に関するパートナーとして、皆様方に頼りにされるよう着実に取組を進めてまいりますので、関係各位のなお一層のご協力とご支援を賜りますよう心からお願い申し上げます。

平成29年12月

広島市工業技術センター  
所長 柏田幸範

# 目 次

## 1 概 要

(1)	沿 革	1
(2)	施設規模	2
(3)	組織及び業務	3
(4)	予 算	4
(5)	設備機器	5

## 2 事 業

(1)	依頼試験	8
(2)	設備利用	8
(3)	技術指導相談	9
(4)	技術研究会事業	10
	ア 広島品質工学研究会（縣市連携）	
	イ 省エネルギー材料研究会	
	ウ 広島表面処理技術研究会（縣市連携）	
	エ 新商品デザイン開発研究会	
(5)	環境・エネルギー関連分野支援事業	14
	ア 環境経営実践講習会（広島広域都市圏）	
	イ 次世代エネルギー産業創出セミナー （広島広域都市圏）	
(6)	福祉関連分野支援事業	14
	福祉用具開発研究会	
(7)	産業デザイン振興事業	17
	ア ひろしまデザインネットワーク（広島広域都市圏）	
	イ ひろしまグッドデザイン顕彰事業（広島広域都市圏）	
	ウ デザイナーマッチングサイト運営事業 （広島広域都市圏）	
(8)	工業技術支援アドバイザー派遣事業	19
(9)	技術者研修事業	19
	ア 広島高分子材料研修会（縣市連携）	
	イ 広島木材加工技術講習会（縣市連携）	
	ウ 金属加工技術講習会	
	エ 情報・電子技術講習会	
	オ 3Dプリンター活用技術研修会	
	カ デジタルエンジニアリング講習会	
	キ 解析・シミュレーション研修会	
	ク デザイン講習会	
	ケ 商品企画・開発講習会	

(10)	発明考案奨励事業	21
	ア 広島市児童生徒発明くふう展	
	イ 広島市優良発明功績者市長表彰	
	ウ 広島県未来の科学の夢絵画展入賞者表彰	
(11)	工業技術振興事業	22
	ア 工業技術振興調査	
	イ 産学官共同研究等の工業技術相談	
(12)	ものづくり基盤技術高度化会議	23
(13)	インターンシップ及び所内見学の受入れ	23
(14)	会議・研究会への出席	23
(15)	講師・委員の派遣	25
(16)	発表	26
(17)	表彰	26
(18)	県市工業系技術センターの連携	26

### 3 研究報告

(1)	タンパク質の濃度測定手法の研究	27
(2)	デジタルカメラを用いた木材の色の測定	32
(3)	鉄鋼材料の摩耗試験	37
(4)	赤外吸収スペクトルデータベースの構築	43
(5)	試作したプロペラを用いた流体解析の事例研究	48

### 4 事例報告

(1)	図柄入りナンバープレートに係る試験について	50
(2)	庵治石の分析（分析分科会分析技術共同研究）	53
(3)	デザイナーマッチングサイト「と、つくる」の取組	57

# 1 概 要

(1)	沿 革 .....	1
(2)	施設規模 .....	2
(3)	組織及び業務 .....	3
(4)	予 算 .....	4
(5)	設備機器 .....	5

# 1 概 要

## (1) 沿 革

昭和13年 8月	市議会の決議を経て工業指導所の創設に着手
昭和13年10月	「機械工訓育所」が、大手町七丁目4番広島電気学校内仮校舎で開所したのち、工業指導所創設事務を開始
昭和14年12月	東雲町671番地に工業指導所及び機械工訓育所用建物が完成し、広島電気学校より移転
昭和15年10月	「工業指導所」を開設
昭和17年11月	「機械工訓育所」を「機械工養成所」に改称
昭和18年 4月	工業指導所に木工部設置
昭和21年 3月	機械工養成所の閉鎖
昭和27年 4月	「工業指導所」を「工芸指導所」に改称 (組織：庶務係、木工係、金属1係、金属2係)
昭和34年11月	組織改正(組織：庶務係、意匠係、塗装係、金属係)
昭和37年 6月	加工技術係を設置(※広島工芸指導所敷地内に(財)広島地方発明センター及び広島県理科教育センターが開設)
昭和39年 4月	分析科を設置(庶務係、デザイン科、加工技術科、塗装科、金属科、分析科)
昭和42年 4月	金属材料開放試験室の開設
昭和42年 8月	本館落成 (財)広島地方発明センターが(財)広島地方工業技術センターに改称
昭和44年 3月	木工試作試験室の開設
昭和55年 8月	(財)広島地方工業技術センターの解散に伴い、建物(別館及び金属試作試験室)及び各種機器の譲受
昭和59年 4月	電子技術担当部門新設
昭和62年 3月	広島県理科教育センターが東広島市へ移転
昭和62年 5月	広島市工業技術センターの落成に伴い「広島市工芸指導所」を「広島市工業技術センター」に改称、中区千田町三丁目8番24号へ新築移転
平成元年 4月	技術振興科を設置(庶務係、技術振興科、材料科、加工技術科、生産技術科)
平成 4年 4月	広島市工業技術センターを組織改正(企画総務係、研究指導係) (財)広島市産業振興センター技術振興部を新設(広島市工業技術センターから一部分離・創設)(組織：第一研究室、第二研究室、第三研究室、第四研究室)
平成11年 4月	広島市工業技術センターを組織改正(企画総務係、研究指導係の廃止) (財)広島市産業振興センター技術振興部を組織改正(組織：技術振興室、産学官共同研究推進担当、材料・加工技術室、システム技術室、デザイン開発室)
平成13年 4月	(財)広島市産業振興センター技術振興部を組織改正(組織：技術振興室、材料・加工技術室、システム技術室、デザイン開発室)
平成15年 4月	(財)広島市産業振興センター技術振興部を組織改正(組織：技術振興室、産学連携推進室、材料・加工技術室、システム技術室、デザイン開発室)
平成18年 4月	(財)広島市産業振興センター技術振興部を組織改正(組織：技術振興室、材料・加工技術室、システム技術室、デザイン開発室、先端科学技術研究所)
平成22年 4月	(財)広島市産業振興センター技術振興部を組織改正(先端科学技術研究所を廃止し、業務を広島市立大学へ移管(組織：技術振興室、材料・加工技術室、システム技術室、デザイン開発室))
平成24年 4月	(財)広島市産業振興センターが公益財団法人に移行

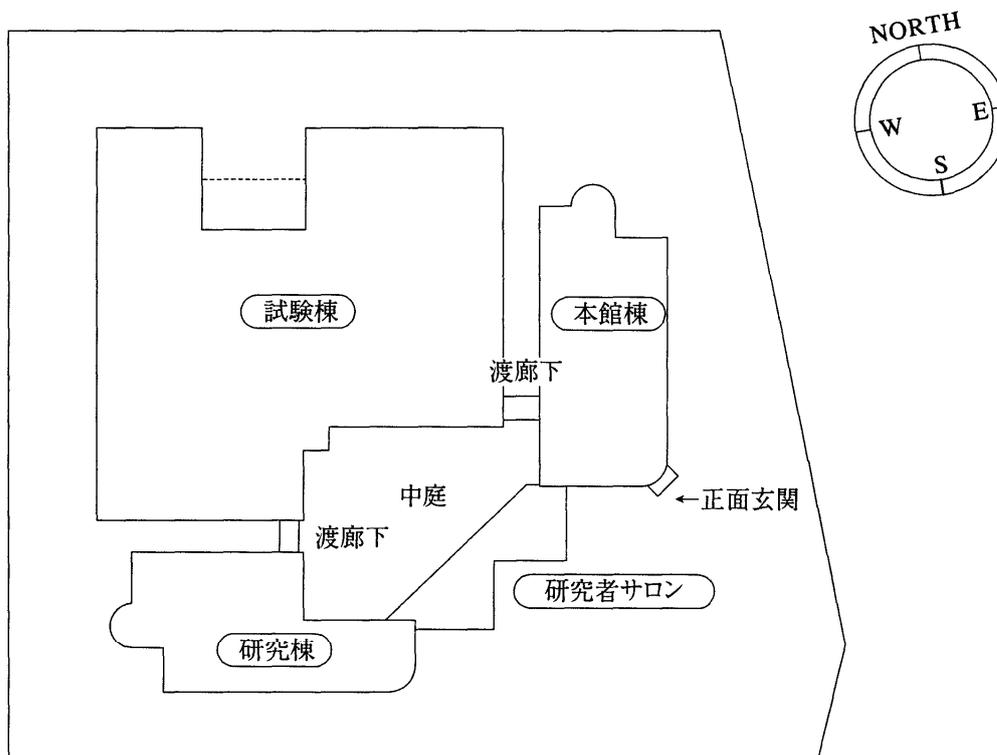
## (2) 施設規模

### ア 土地建物

(単位：m<sup>2</sup>)

所在地	広島県広島市中区千田町三丁目8番24号						
敷地面積	10,117.20						
総建築面積	3,808.99						
総延床面積	6,789.86						
建築概要	鉄筋コンクリート造						
	本館棟	研究者サロン	研究棟	試験棟	渡り廊下	その他	計
地階				45.82		14.62	60.44
1階	587.49	180.66	541.03	2,404.20		60.00	3,773.38
2階	459.21	65.66	541.03	440.31	19.16		1,525.37
3階	562.34		535.26				1,097.60
4階	134.26		146.26				280.52
P H 階	52.55						52.55
計	1,795.85	246.32	1,763.58	2,890.33	19.16	74.62	6,789.86

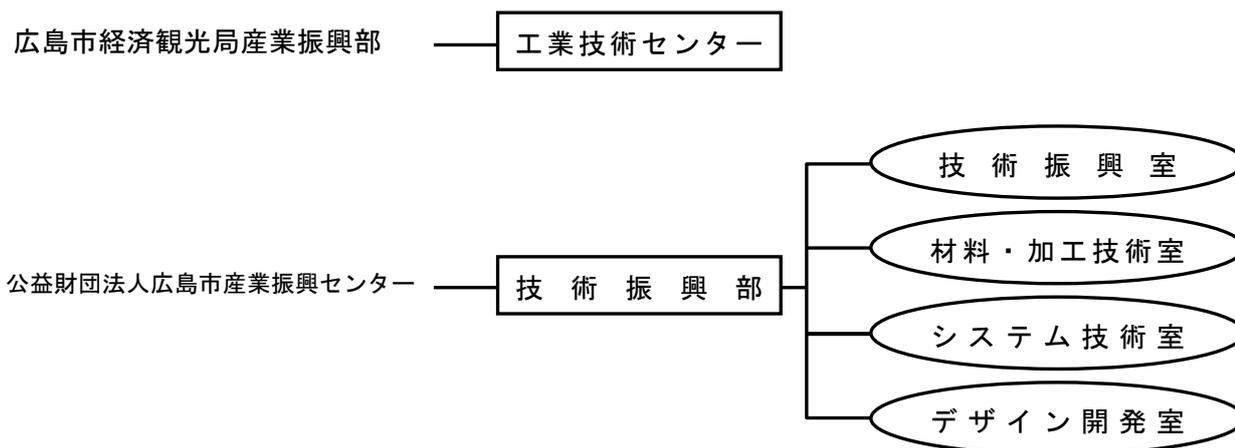
### イ 配置図



### (3) 組織及び業務

広島市工業技術センターは、工業技術の指導、人材の育成等を行うことにより、中小企業の技術力の向上を図り、中小企業の振興及び発展に寄与することを目的に設置されている。また、平成4年4月に財団法人広島市産業振興センター（現、公益財団法人広島市産業振興センター）が企業の経営基盤の強化、技術の向上、市内産業の振興・発展に資する事業を行い、地域経済の活性化に寄与することを目的に設立され、工業技術センター内に同財団の技術振興部を併設している。

なお、広島市工業技術センターは、平成18年度から指定管理者制度を導入し、同財団を指定管理者として業務を実施している。



- 技術振興室
- (1) 技術振興部の事業計画の企画立案に関すること。
  - (2) 技術情報の収集及び提供に関すること。
  - (3) 情報化に関する知識の普及啓発に関すること。
  - (4) 施設の管理に関すること。
  - (5) 産学官共同研究の推進に関すること。
  - (6) 未利用特許の活用に関すること。
  - (7) センターの印の管理に関すること。
  - (8) 部の庶務に関すること。
  - (9) 室、材料・加工技術室、システム技術室及びデザイン開発室の庶務に関すること。
- 材料・加工技術室
- (1) 工業材料に関する調査及び研究に関すること。
  - (2) 工業材料に関する試験、分析及び技術指導に関すること。
  - (3) 工業材料に関する知識の普及啓発に関すること。
  - (4) 加工技術に関する調査及び研究に関すること。
  - (5) 工業製品に関する試験及び技術指導に関すること。
  - (6) 加工技術に関する知識の普及啓発に関すること。
  - (7) 設備の使用許可に関すること。
- システム技術室
- (1) 機械システム技術、電気・電子技術に関する調査及び研究に関すること。
  - (2) 機械システム技術、電気・電子技術に関する試験及び技術指導に関すること。
  - (3) 機械システム技術、電気・電子技術に関する知識の普及啓発に関すること。
  - (4) 設備の使用許可に関すること。
- デザイン開発室
- (1) 産業デザインに関する調査、研究及び企画に関すること。
  - (2) 産業デザインに関する情報の収集、加工及び提供に関すること。
  - (3) 産業デザインに関する技術指導に関すること。
  - (4) 産業デザインに関する知識の普及啓発に関すること。
  - (5) 設備の使用許可に関すること。

#### (4) 予 算

##### ア 歳 入

(単位：千円)

科 目	平成27年度予算額	平成28年度予算額	増 減
商 工 使 用 料	5,435	6,586	1,151
商 工 手 数 料	34,623	36,191	1,568
雑 入	17,259	21,469	4,210
市 債	6,400	8,000	1,600
一 般 財 源	140,473	143,725	3,252
合 計	204,190	215,971	11,781

##### イ 歳 出

(単位：千円)

科 目	平成27年度予算額	平成28年度予算額	増 減
報 償 費	56	101	45
普 通 旅 費	209	336	127
消 耗 品 費 等	661	495	△166
燃 料 費	20	16	△4
食 糧 費	7	7	0
修 繕 料	47	93	46
通 信 運 搬 費	11	38	27
手 数 料 等	46	44	△2
保 険 料	0	28	28
委 託 料	176,637	172,214	△4,423
使用料及び賃借料	0	0	0
工 事 請 負 費	0	10,140	10,140
備 品 購 入 費	26,010	32,210	6,200
負担金補助及び交付金	486	232	△254
公 課 費	0	17	17
計	204,190	215,971	11,781

## (5) 設備機器

### ア 主要設備機器

☆経済産業省補助対象機器 ★中小企業庁補助対象機器 ※(公財)JKA補助対象機器 ©地域活性化交付金

#### (ア) 分析機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
低温型示差走査熱量計	セイコー電子工業(株) DSC-220C 型	※平成 3 年度
X線回折装置	(株)マック・サイエンス MXP3VA/DIP320	※平成 7 年度
赤外分光光度計	日本分光(株) Herschel FT/IR-350	★平成 7 年度
炭素・硫黄分析装置	(株)堀場製作所 EMIA-820	※平成 9 年度
示差熱重量同時測定装置	セイコーインスツルメント(株) TG/DTA6300	平成 9 年度
紫外可視分光光度計	(株)島津製作所 UV-2500PC	平成 9 年度
高周波プラズマ発光分光分析装置	(株)島津製作所 ICPS-7500	※平成 13 年度
接触角測定装置	協和界面科学(株) DropMaster700	☆平成 16 年度
蛍光 X 線分析装置	(株)島津製作所 EDX-720	※平成 21 年度
電子線マイクロアナライザー	(株)島津製作所 EPMA-1720H	©平成 23 年度
示差走査熱量計	パーキンエルマー(株) DSC8000	※平成 26 年度
酸素・窒素分析装置	(株)堀場製作所 EMGA-820H	平成 27 年度

#### (イ) 加工機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
冷間静水圧プレス(C I P)	三菱重工業(株) MCT-100 型	※昭和 63 年度
熱間静水圧プレス(H I P)	三菱重工業(株) O2-Labo HIP 型	※平成 元年度
定荷重精密プレス	東洋テスター産業(株) SA-901 型	平成 元年度
混練装置	(株)小平製作所 R II-2-CC	※平成 5 年度
横型バンドソー	(株)ニコテック SCH-33FA	※平成 6 年度
放電焼結機	(株)中国精工 プラズマン CSP-IV-A	☆平成 10 年度
試験用粉砕機	フリッチュ・ジャパン(株) ロータースピードミルP-14	平成 10 年度
超音波振動ユニット	(株)岳将 ULTRA-700	★平成 11 年度
精密加工機	牧野フライス精機(株) MSJ25-16	★平成 12 年度
雰囲気炉	島津メクテム(株) VHLgr25/18/23 型	※平成 12 年度
NC 旋盤	(株)滝澤鉄工所 TC-200	※平成 15 年度
遊星型ボールミル	フリッチュ社 P-6 型	※平成 16 年度
湿式試料切断機	ニップラ(株) SKY-4-H 型	※平成 22 年度
イオンミリング装置	ライカマイクロシステムズ(株) EM TIC 3X	平成 27 年度

(ウ) 材料・組織試験機器

機器の名称	型 式	購入年度
ビッカース硬度計	㈱明石製作所 AVK 型	昭和 41 年度
50J 計装化シャルピー	㈱米倉製作所 CHRAPC-5C 型	平成 元年度
300J シャルピー衝撃試験機	㈱東京衡機製造所 IC 型	平成 2 年度
走査型電子顕微鏡	㈱日立製作所 S-2400 型	※平成 2 年度
500kN 万能試験機	㈱島津製作所 UH-500KNA 型	※平成 3 年度
熱機械分析装置	セイコー電子工業㈱ TMA-SS120C 型	※平成 3 年度
疲労試験機	㈱島津製作所 EHF-UD-100kN	※平成 4 年度
加硫試験機	日合商事㈱ キュラストメーター VD 型	※平成 5 年度
実体顕微鏡システム	オリンパス㈱ PMG3	※平成 5 年度
反ばつ弾性試験機	高分子計器㈱ Lupke 方式	★平成 7 年度
繰り返し荷重試験装置	JT トーシ㈱ TE-03-AFS01	平成 8 年度
高温顕微硬度計	㈱ニコン QM-2	☆平成 10 年度
大越式迅速摩耗試験器	JT トーシ㈱ OAT-U	※平成 10 年度
マイクロスコープ用デジタル撮影システム	アイ・ディ・エス㈱ IDS-300VH-L250	平成 12 年度
精密万能試験機	㈱島津製作所 AG-250kNI	☆平成 14 年度
微小硬度計	㈱フューチュアテック FM-ARS7000	※平成 14 年度
1000kN 万能試験機	㈱島津製作所 UH-F1000kNI	※平成 17 年度
超微小押し込み硬さ試験機	㈱エリオニクス ENT-1100a 型	※平成 19 年度
デジタル計測顕微鏡	㈱ハイロックス KH-7700	※平成 24 年度
10kN 精密万能試験機	㈱島津製作所 AGS-10kNX	※平成 25 年度
ロックウェル硬度計	㈱ミツトヨ HR-430MS	※平成 27 年度

(エ) 精密測定機器

機器の名称	型 式	購入年度
万能投影機	日本光学工業㈱ V-20A 型	※昭和 56 年度
レーザー測長機	和泉電気㈱ MG-1000 型	※昭和 63 年度
切削動力計	日本キスラー㈱ 9257B 型	※平成 3 年度
工具顕微鏡	㈱トプコン TUM-220EH	※平成 9 年度
真円度円柱形状測定機	㈱ミツトヨ ラウンドテスト RA-H426	※平成 10 年度
接触式三次元測定機	㈱東京精密 SVA fusion 9/10/6	※平成 18 年度
表面粗さ輪郭形状測定機	㈱小坂研究所 DSF900K31	※平成 27 年度

(オ) 電子応用試験機器

機器の名称	型 式	購入年度
標準電圧電流発生器	横河電機㈱ 2258 2253 2563	昭和 62 年度
アナライジングレコーダ	横河電機㈱ 3655E	昭和 62 年度
デジタルストレージスコープ	松下通信工業㈱ VP-5740A	昭和 62 年度
電子回路試験装置	雑音総合評価試験機 ㈱ノイズ研究所 EMC-5000S インピーダンスアナライザ YHP㈱ 4194A	※平成 元年度
振動試験機	振動試験装置 エミック㈱ F050BM 恒温槽 エミック㈱ VC-061DAMX-31-PIR FFT アナライザ ㈱小野測器 CF-350Z	※平成 5 年度
振動計測システム	㈱小野測器 DS-9110	★平成 9 年度
高速ビデオカメラ	㈱ナック コダック SR500C	※平成 10 年度
騒音計	リオン㈱ NL-32	平成 14 年度
マイコン開発システム	㈱ルネサステクノロジー E10A-USB	※平成 17 年度
パワーアナライザ	日置電機㈱ 本体 3390 電流センサ CT6863	※平成 22 年度

(カ) デジタルエンジニアリング機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
非接触三次元形状入力システム	ミノルタ(株) VIVID700	※平成 12 年度
三次元造形機	Stratasys 社. PRODIGY	☆平成 13 年度
三次元曲面作成システム	INUS 社. RAPIDFORM XOR	※平成 17 年度
三次元CAD	Dassault Systemes CATIA V5 ED2	平成 19 年度
三次元設計支援システム	デジタルソリューション(株) NEiNastran for Engineers (株)ソフトウェアクレイドル SCRYU/Tetra Ver.7 CADthru Ver.4	※平成 20 年度
非接触式三次元測定機	Steinbichler (スタインベクラー社) COMET L3D 5M	※平成 24 年度
インクジェット式三次元造形機	(株)キーエンス AGILISTA-3100	※平成 26 年度

(キ) 表面性・環境試験機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
表面性測定器	新東洋科学(株) ヘイドン-14 型	★昭和 62 年度
ガス・塩水腐食試験機	スガ試験機(株) HKC-12L 型	昭和 62 年度
複合サイクル試験機	スガ試験機(株) ISO-3CY 型	★昭和 62 年度
屋外暴露試験機	スガ試験機(株) OER-PG 型	★昭和 62 年度
摩耗試験機	テスター産業(株) AB101 型	平成 元年度
ギヤー式老化試験機	スガ試験機(株) TG-100	★平成 7 年度
デューサイクルサンシャインウェザーメーター	スガ試験機(株) WEL-SUN-DCH.B.BR	※平成 8 年度
大型恒温恒湿低温室	タバイエスペック(株) TBE-4HW2GEF	☆平成 9 年度
分光式色差計測システム	日本電色工業(株) SQ-2000	※平成 11 年度
変角光沢計測システム	スガ試験機(株) UGV-6P	※平成 11 年度
恒温振盪水槽	タイテック(株) XP-80	平成 11 年度
色彩輝度計	ミノルタ(株) CS-100	平成 11 年度
キセノンアークランプ式耐候性試験機	スガ試験機(株) XL75	☆平成 15 年度
恒温恒湿低温槽	エスペック(株) PL-4KPH	※平成 22 年度
サーマルショック試験機	エスペック(株) TSA-102EL-A	※平成 25 年度

(ク) デザイン機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
大型インクジェットプリンタ&カッティングプロッタシステム	ローランド ディー・ジー(株) SP-540i	※平成 24 年度
CADデジタルモックアップシステム	HP Z440 workstation	平成 26 年度
コンピュータグラフィックシステム	Mac Pro	平成 27 年度

イ 平成28年度 新設機器

機器の名称	用 途	備 考
走査電子顕微鏡 型式：日本電子(株) JSM-7200F	細く絞った電子線を用いることで、試料表面の状態を観察することができる装置です。特に、凸凹のある試料を立体的に観察することが可能です。金属部品の破壊原因の究明(破面観察)や表面処理被膜の観察などに使用します。	(公財) JKA 補助対象機器

## 2 事 業

(1)	依頼試験	8
(2)	設備利用	8
(3)	技術指導相談	9
(4)	技術研究会事業	10
(5)	環境・エネルギー関連分野支援事業	14
(6)	福祉関連分野支援事業	14
(7)	産業デザイン振興事業	17
(8)	工業技術支援アドバイザー派遣事業	19
(9)	技術者研修事業	19
(10)	発明考案奨励事業	21
(11)	工業技術振興事業	22
(12)	ものづくり基盤技術高度化会議	23
(13)	インターンシップ及び所内見学の受入れ	23
(14)	会議・研究会への出席	23
(15)	講師・委員の派遣	25
(16)	発表	26
(17)	表彰	26
(18)	県市工業系技術センターの連携	26

## 2 事業

### (1) 依頼試験

区 分	項 目	件 数	数 量	歳 入 額 (円)
木材・木製品	機 械 試 験	44	139	291,900
	物 理 試 験	6	9	16,250
	接 着 試 験	3	5	8,550
	製 品 性 能 試 験	4	16	16,160
小 計		57	169	332,860
金属・非金属	機 械 試 験	1,838	8,560	15,389,560
	物 理 試 験	181	630	1,967,050
	分 析 試 験	508	1,483	5,198,720
小 計		2,527	10,673	22,555,330
表面処理	塗 料 試 験	0	0	0
	皮 膜 試 験	237	16,216	9,374,820
小 計		237	16,216	9,374,820
電子・電気	電子計算機による解析	6	7	33,180
	電 気 試 験	3	3	3,840
小 計		9	10	37,020
試験用試料作成	木 材 ・ 木 製 品	0	0	0
	金 属 ・ 非 金 属	73	192	425,940
	塗 装 ・ 皮 膜	18	67	335,640
	電 子 ・ 電 気	0	0	0
小 計		91	259	761,580
意匠図案の作成		10	47	186,590
工業製品の試作		28	52	50,960
試験・検査に関する証明		20	33	12,210
合 計		2,979	27,459	33,311,370

### (2) 設備利用

区 分	件 数	数 量	歳 入 額 (円)
工 作 設 備	7	20	19,760
試 験 設 備	606	11,592	6,790,210
合 計	613	11,612	6,809,970

(3) 技術指導相談

	分野	内容	件数
A	機械	加工機 原動機 精密機械 輸送機械 化学機械 流体機械 産業機械 電子機械 医療機械	256
B	電子・電気	電力機器 電気応用機器 電子応用機器	108
C	化学	セラミックス 無機化学製品 有機化学製品 高分子製品 燃料・潤滑油 化学装置・設備	876
D	金属	鉄・非鉄冶金 鉄鋼材料 非鉄材料 表面技術 加工技術 接合 熱処理	746
E	木材・木質材	材料 加工技術 表面技術 改質技術	107
F	情報処理	情報管理 情報数理 コンピュータシステム	62
G	デザイン	インテリアデザイン クラフトデザイン 工業デザイン 視覚デザイン 環境デザイン	144
H	経営工学	工場管理 生産管理 品質保証 作業管理 包装・物流 CIM TPM	0
I	資源	金属鉱業 石灰・石油鉱業	1
J	建設	鋼構造 コンクリート	38
K	衛生	環境 公害防止技術 廃棄物利用技術	2
L	その他		48
合 計			2,388

#### (4) 技術研究会事業

##### ア 広島品質工学研究会【県市連携】（担当：桑原）

本研究会は、広島県立総合技術研究所、広島市産業振興センター及び参加企業の技術者が取り組む研究に対して、アドバイザーから指導・解説を受けるとともに会員同士の議論を行うことにより、参加者が品質工学を基礎から理解することを目的に開催した。

###### 【アドバイザー】

福山大学工学部機械システム工学科 教授 内田 博志 氏

###### 【会員企業等】

(株)あじかん、喜多設計研究所、(株)久保田鐵工所、(公財)くれ産業振興センター、三光電業(株)、(株)三光電子製作所、眞工金属(株)、トーヨーエイテック(株)、鳥取大学、西日本レジコート(株)、(株)日本パーカーライジング広島工場、(株)橋川製作所、広島県立総合技術研究所、品質経営創造研究所、(株)ブロードリーフ、マツダ(株)、マツダエース(株)、(株)やまびこ、(株)マルニ木工、三菱重工コンプレッサ(株)、リョービ(株)

開催月日	内 容	講 師 等
第 1 回 5 月 18 日	講演「産学公連携による広島クオリティづくり －新たな不確実性の時代を乗り切るために－」 平成 28 年度会員による研究討論 「各種微生物制御因子の組み合わせによる芽胞菌の発育制御」 「樹脂製カキ採苗器の開発」 「マガキの成長制御技術の開発」 ほか	福山大学工学部 機械システム工学科 教授 内田 博志 氏ほか
第 2 回 6 月 15 日	基礎講座「品質工学の基礎（静特性のパラメータ設計）」 平成 28 年度会員による研究討論 「木材の色評価について」 「マガキの成長制御技術の開発」 「樹脂製カキ採苗器の開発」 ほか	
第 3 回 9 月 12 日	基礎講座「品質工学の基礎（動特性のパラメータ設計）」 平成 28 年度会員による研究討論 「デジタルカメラを用いた色測定のパラメータ設計（木材の色評価について）」 「タンパク質濃度測定法の機能性評価 －電気泳動画像の定量化手法の開発－」 「各種微生物制御因子の組み合わせによる芽胞菌の発育制御」 ほか	
第 4 回 12 月 14 日	基礎講座「品質工学の基礎（標準 S/N 比によるパラメータ設計）」 平成 28 年度会員による研究討論 「樹脂製カキ採苗器の開発Ⅲ」 「デジタルカメラを用いた色測定」 「タンパク質濃度測定法の機能性評価 －電気泳動画像の定量化手法の開発－」 ほか	

## イ 省エネルギー材料研究会（担当：倉本、瀧口、桑原）

本研究会は、省エネルギーに貢献する素形材技術の内、軽量化と摺動に係る技術をターゲットとし、この技術分野の技術力向上を支援し、また、産学官の連携等による技術補完もしながら、製品、部品開発の実施と関連技術開発を行うとともに、会員企業間の技術交流を図ることを目的として開催した。

### 【アドバイザー】

広島大学大学院工学研究科 名誉教授 柳澤 平 氏

### 【会員企業】

(株)エイシン、(株)木下製作所、新中央工業(株)、(有)セクトコンサルタント、(株)テクノクラーツ、友鉄工業(株)、西日本レジコート(株)、(株)日本製鋼所、日本バレル工業(株)、ユテクジャパン(株)、ヨシワ工業(株)、大和重工(株)

開催月日	内 容	講 師 等
第 1 回 7 月 7 日	(1) 講演 「薄膜の圧力/温度/距離センサの機械しゅう動面及びエンジンの熱効率向上研究への応用」	東京都市大学工学部 教授 三原 雄司 氏
	(2) 平成 28 年度活動内容について	—
	(3) 開発テーマに関するディスカッション	—
第 2 回 2 月 8 日	(1) 講演 「ここまで簡単！残留応力測定 評価技術と活用事例」	パルステック工業(株) 技術部 X 線応用設備課 課長 内山 宗久 氏
	(2) 平成 28 年度活動内容について	—
	(3) 開発テーマに関するディスカッション	—

## ウ 広島表面処理技術研究会【県市連携】（担当：奥田、森山、山名）

本研究会は、表面処理に関する研究・調査、情報の提供・交換等を行うとともに、会員相互の技術交流・連携を通して、県内企業の表面処理技術の向上を図ることを目的として、広島県立総合技術研究所と連携して開催した。

### 【アドバイザー】

植木 邦夫 氏

### 【会員企業】

(有)宇品鍍金工業所、栄光工業(株)、(株)エフテックス、(株)オート、柿原工業(株)、関西金属工業(株)、(有)黒川鍍金工業所、(株)呉英製作所、山陽マーク(株)、山陽鍍金工業(株)、(有)三和ユニーク、新中央工業(株)、新和金属(株)、西日本レジコート(株)、日鋼テクノ(株)、(株)日本アート、(株)日本パーカーライジング広島工場、日本バレル工業(株)、(株)広鍍金工業所、福山メッキ工業(株)、富士金属工業(株)、マツダ(株)、三菱重工業(株)、ライブワーク(株)、(株)ワールド・アルマイト、(株)ワイエスデー

開催月日	内 容	講 師 等
第 1 回 6 月 10 日	総会 (1) 平成 27 年度事業報告 (2) 平成 28 年度事業計画 (3) 研究テーマ (4) 役員改選 (5) その他	—
	研修会 「パルス電解法の現状とその将来」	名古屋市工業研究所 材料技術部 金属・表面技術研究室 主任研究員 三宅 猛司 氏
第 2 回 8 月 3 日	企業見学 見学先：コベルコ建機(株)五日市工場	—
第 3 回 7 月 2 日	実技講習 「電気めつき技能検定試験実技試験準備講座（実技）」 会場：広島県立総合技術研究所西部工業技術センター	広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター 主任研究員 本多 正英 氏 主任研究員 倉本 恵治 氏 ほか
第 4 回 8 月 20 日	学科講習 「電気めつき技能検定試験実技試験準備講座（学科）」 会場：広島市工業技術センター	アドバイザー 植木 邦夫 氏
第 5 回 9 月 15 日～ 16 日	先進地視察（福岡県直方市、北九州市、福岡市） 視察企業：アスカコーポレーション(株)、福岡県工業技術センター 機械電子研究所、(株)正信、(株)九州電化	—
第 6 回 10 月 6 日	企業見学 見学先：(株)山陽レック	—
	役員会	—
第 7 回 10 月 27 日	広島大学革新的ものづくり研究拠点との合同セミナー (1) 高機能難加工材の製造・先端加工システム開発による革新的ものづくり研究拠点(Hi-NoM)の紹介 (2) 広島表面処理技術研究会の紹介 (3) 発表「コールドスプレー技術の開発（衝突時の界面挙動に基づく付着効率向上検討）」 (4) 金型工具向けPVD、CVDコーディングの最前線 (5) 表面改質による部品の高機能化技術について (自己潤滑性アルマイト皮膜並びにS・E・P処理の紹介) (6) ナノ突起を利用する新しい表面処理技術、低摩擦薄膜、膜密着力評価事例 (7) レーザークリーニングに関する最新の話題	広島大学大学院工学研究院 教授 (Hi-NoMリーダー) 篠崎 賢二 氏 広島表面処理技術研究会会長 新谷 哲章 氏 トヨタ自動車(株) 小崎 智子 氏・柳本 博 氏 トーヨーエイトック(株) 岡本 圭司 氏 新中央工業(株) 萬 宏己 氏 広島大学大学院工学研究院 准教授 加藤 昌彦 氏 広島大学大学院工学研究院 客員教授 真鍋 幸男 氏

開催月日	内 容	講 師 等
第 8 回 12 月 16 日	研修会 「亜鉛及び亜鉛系合金めっきと水素脆性並びにアルミへのめ っきと水素脆性」	広島工業大学工学部 教授 日野 実 氏
第 9 回 2 月 2 日	研修会 (1) 「新規C o フリー 3 価クロム化成処理剤の紹介」 (2) 「めっき技術の新しい展開ープリント配線板・エレクトロ ニクス実装から太陽電池までー」	ディップソール(株) 研究技術開 発本部 取締役本部長 井上 学 氏 (地独) 大阪市立工業研究所 電子材料研究部 藤原 裕 氏
第 10 回 3 月 2 日	役員会 (1) 平成 2 8 年度活動報告 (2) 平成 2 9 年度活動計画 (案)	—

## エ 新商品デザイン開発研究会（担当：田中（志））

本年度の研究会は、産学官連携による新商品の開発・研究を行った。

### 【会員企業等】

(株)みづま工房、安田女子大学

### (ア) 研究会

開催月日	内 容	講 師 等
第 1 回 9 月 28 日	ワークショップ 1 基本計画 オリエンテーション・概要説明	—
第 2 回 10 月 11 日	ワークショップ 2 基本デザイン アイデアスケッチ検討	—
第 3 回 11 月 30 日 12 月 6 日	ワークショップ 3 デザイン検討・選考 学生によるプレゼンテーション発表会	—
第 4 回 2 月 7 日	ワークショップ 4 デザイン制作・量産現場見学会 見学先：(株)みづま工房本社、大洲シルク印刷工場、宇品スタジ オ	—
第 5 回 3 月 23 日	ワークショップ 5 最終デザイン案 最終試作品検討	—

### (イ) セミナー

開催日時	内 容	講 師 等
11 月 25 日	産学官連携によるものづくり	武蔵野美術大学デザイン情報学科 教授 井口 博美 氏

### (ウ) 調査研究等

内容	日 時	場 所
デジタルコンテンツ EXPO2016 及び武蔵野美術 大学D-LOUNGE他調査	10 月 27 日～28 日	東京都特別区

## (5) 環境・エネルギー関連分野支援事業

### ア 環境経営実践講習会【広島広域都市圏】（担当：田村）

環境経営の先進企業の取組み状況と化学物質のリスクアセスメントに関する講習会を開催した。

開催月日	内 容	講 師 等	参加者
9月9日	(1) 講習1 「コニカミノルタの環境経営への取り組み」	コニカミノルタ(株) 環境経営・品質推進部 環境経営グループリーダー 部長 高橋 壮模 氏	98人
	(2) 講習2 「やさしい化学物質のリスクアセスメント」	(一社)産業環境管理協会 国際化学物質管理支援センター 技術参与 田島 晴彦 氏	

### イ 次世代エネルギー産業創出セミナー【広島広域都市圏】（担当：田村）

次世代エネルギーの有力候補の一つである水素エネルギーの利活用事例紹介と、広島地区でも展開可能な再生可能エネルギーからの水素製造の情報提供を実施した。

開催月日	内 容	講 師 等	参加者
1月17日	(1) 講習1 「東広島市への水素ステーションの開設」	広島トヨベツ(株) 代表取締役副社長 藤川 龍三 氏 岩谷産業(株)水素本部水素エネルギー部 シニアマネージャー 梶原 昌高 氏	206人
	(2) 講習2 「中国工業(株)のガス用超高压複合容器への挑戦」	中国工業(株) 顧問 山本 睦也 氏	
	(3) 講習3 「太陽光からの高効率水素製造」	東京大学大学院工学系研究科 電気系工学専攻 教授 杉山 正和 氏	
	ファシリテーター	広島大学大学院総合科学研究科 准教授 市川 貴之 氏	

## (6) 福祉関連分野支援事業

### 福祉用具開発研究会（担当：田中（真）、藤井）

本研究会は、高齢者・障害者向けの福祉用具の開発、自助具製作支援に取り組み、社会生活の向上支援と企業の新分野展開を支援することを目的に、パーティション・描画台開発分科会等の活動を行うとともに、特別支援学校での教材・教具開発支援等に取り組んだ。

#### 【アドバイザー】

広島国際大学総合リハビリテーション学部リハビリテーション支援学科 教授 坊岡 正之 氏

#### 【会員企業】

(株)エフォートシステム、協和レジナス(株)、(有)ケイ・ワイ技研、後藤鉄工(株)、(株)システム電子設計、(有)であい工房、畑林工業(株)、(株)広島情報シンフォニー、(協)福祉・環境ラボ、平和機械(株)、丸善工業(株)、(株)ミカミ、(株)三幸ホームズ

#### 【オブザーバー】

広島市健康福祉局障害福祉部身体障害者更生相談所

## (ア) 全体会議

開催月日	内 容
第1回 6月20日	(1) 平成28年度研究会規約の承認、会長選出 (2) 平成27年度の活動報告 (3) 平成28年度活動計画の検討
第2回 8月25日	広島市立広島特別支援学校での教員を対象とした教材教具製作指導 (筆記具を持つときの自助具・鉛筆の芯を折れにくくする自助具)
第3回 3月8日	(1) 平成28年度の活動報告 (2) 各分科会の進捗状況報告 (3) 新しい開発テーマに関する協議 (4) (株)エフピコ(福山市)見学

## (イ) 分科会

### a パーティション・描画台開発分科会

開催月日	内 容
第1回 6月20日	パーティションの特許に関する協議
第2回 6月28日	パーティションの特許に関する協議

### b 車いす用空気圧インジケータ開発分科会

開催月日	内 容
第1回 6月20日	特許登録と補助金事業に関する協議
第2回 6月24日	ロストワックスでの試作に関する協議
第3回 7月12日	試作品の改良に関する協議
第4回 7月25日	試作品の改良に関する協議
第5回 8月9日	精密鋳造による試作品製作に関する協議
第6回 9月5日	樹脂製の試作品に関する協議
第7回 9月7日	試作品の加工方法に関する協議
第8回 9月23日	試作品の加工方法に関する協議
第9回 12月19日	試作品の加工方法に関する協議
第10回 1月23日	試作品の製造に関する協議
第11回 2月2日	モニター評価に関する協議
第12回 2月20日	鍛造による試作に関する協議

開催月日	内 容
第 13 回 3 月 6 日	鍛造による試作に関する協議
第 14 回 3 月 23 日	鍛造による試作に関する協議

### c ほうきの自助具開発分科会

開催月日	内 容
第 1 回 6 月 20 日	小規模事業者持続化補助金に関する協議
第 2 回 8 月 4 日	販促活動に関する協議
第 3 回 8 月 25 日	商品紹介サイトと動画の制作に関する協議
第 4 回 9 月 8 日	商品紹介動画の作成とサンプル配布に関する協議
第 5 回 9 月 27 日	特許審査結果に関する協議
第 6 回 10 月 12 日	サンプル配布に関する協議
第 7 回 11 月 2 日	チラシの制作に関する協議
第 8 回 11 月 17 日	商品紹介動画の制作に関する協議
第 9 回 12 月 15 日	今後の販促活動とビジネスフェアでの展示に関する協議

### d マンションドアリフォームサービス開発分科会

開催月日	内 容
第 1 回 6 月 20 日	ドアの開閉制御に関する協議
第 2 回 7 月 12 日	ドアの開閉制御に関する協議
第 3 回 7 月 28 日	消防法に配慮した設計の見直しに関する協議
第 4 回 9 月 21 日	国交省認定試験に関する協議
第 5 回 10 月 24 日	手動開閉機構に関する協議
第 6 回 11 月 25 日	国交省認定試験に関する協議

開催月日	内 容
第7回 1月6日	消防庁への仕様確認に関する協議
第8回 1月27日	自動閉鎖装置に関する協議
第9回 2月22日	日本建築総合試験所との面談に関する協議
第10回 2月27日	日本建築総合試験所との面談に関する協議

### (ウ) 展示会等への出展

展示会名	日 時	場 所
福祉用具展示会&セミナーin 広島 2016	7月15日～16日	広島県立広島産業会館
ビジネスフェア中四国 2017	2月3日～4日	広島市中小企業会館総合展示館

### (エ) 調査研究等

内容	日 時	場 所
国際福祉機器展 2016 調査	10月13日～14日	東京ビッグサイト

## (7) 産業デザイン振興事業

### ア ひろしまデザインネットワーク【広島広域都市圏】（担当：森本）

広島広域都市圏のデザイン関連団体・デザイン教育機関・企業及び行政機関とデザイン振興に関する会合を開催するとともに、勉強会を通じて会員の相互連携を深め、広島におけるデザイン振興を図った。

#### 【会員企業等】33 機関

マツダ(株)、ドリームベッド(株)、(株)マツダ E&T、広島銀行、南条装備工業(株)、仲子盛進総合環境デザイン(株)、(株)ミカサ、(公社)日本インダストリアルデザイナー協会、(公社)日本グラフィックデザイナー協会、(公社)日本サインデザイン協会、(一社)日本商環境デザイン協会、広島アートディレクターズクラブ、広島パブリックカラー研究会、(公社)日本建築家協会、広島市立大学、広島工業大学、広島国際学院大学、公認・石田あさきトータルファッション専門学校、穴吹デザイン専門学校、中国経済産業局、広島県商工労働局、広島県立総合技術研究所西部工業技術センター、(公財)ひろしま産業振興機構、広島市経済観光局工業技術センター、広島市都市整備局、呉市、三原市、東広島市、廿日市市、府中町、海田町、大崎上島町、安芸高田市

### (ア) デザイン振興に関する会議等

開催月日	内 容	参加者数
第1回 6月29日	会議 (1) 平成28年度新規約について（連携中枢都市圏制度への対応） (2) 平成28年度事業計画の説明・意見交換 (3) 会員からの活動等報告	21人

開催月日	内 容	参加者数
第 2 回 9 月 30 日	勉強会 「もがく、かき混ぜる、地域クリエイター」 ～場所を問わない働き方が新たな場所を生む～ 講師：株式会社えんがわ 代表取締役 隅田 徹 氏	23 人
第 3 回 1 月 24 日	会議 (1) 会員からの活動報告 (2) デザイナーマッチングサイトのデザイナー登録状況 (3) 第 15 回ひろしまグッドデザイン賞について	24 人
第 4 回 3 月 23 日	会議 (1) 会員からの活動報告 (2) デザイナーマッチングサイトのデザイナー登録状況 (3) 第 15 回ひろしまグッドデザイン賞について	13 人

### (イ) 分科会の開催

開催月日	内 容	参加者数
第 1 回 6 月 29 日	ひろしまデザインネットワーク分科会（酒蔵社中） 開催場所 徳の風 サカナ屋 講演 株式会社ミカサ デザイン室 高田 厚 氏 ミカサのデザインについて	23 人
第 2 回 8 月 5 日	ひろしまデザインネットワーク分科会（酒蔵社中） 開催場所 ひろしま美術研究所 4 階 講義室 講演 広島市立大学芸術学部 教授 吉田 幸弘 氏 猿猴橋復元について（雁木タクシーに乗船し川から夜の猿猴橋を観賞）	20 人
第 3 回 2 月 21 日	ひろしまデザインネットワーク分科会（酒蔵社中） 開催場所 穴吹デザイン専門学校 6 階 教室 講演 穴吹デザイン専門学校 教務課 課長代理 平田 卓也 氏 最新 VR（バーチャルリアリティ）体験	19 人

### イ ひろしまグッドデザイン顕彰事業【広島広域都市圏】（担当：森本）

デザインに対する市民の理解と関心を深め、販売の促進やデザイン関連産業の振興を図ることを目的に、広島広域都市圏内の企業が開発したデザイン面・機能面で優れた商品及びパッケージを「ひろしまグッドデザイン商品」として選定し、これを顕彰する。平成 28 年度は、平成 29 年度以降の広島広域都市圏への事業展開に向けた準備作業を行った。

- ・選定方法等の検討
- ・圏内の 23 市町への説明
- ・圏内の企業等への賞の PR

### ウ デザイナーマッチングサイト運営事業【広島広域都市圏】（担当：大川、田中（志））

中小企業等が自社にふさわしいデザイン企業を探することができるよう、広島広域都市圏内のデザイナーに関する情報を発信するとともに、中小企業等への指導・相談、コーディネートを行うことにより、中小企業等によるデザイン活用を支援することを目的として、デザイナーマッチングサイト「と、つくる」を新規に構築した。

【登録デザイン企業】40 社

### (8) 工業技術支援アドバイザー派遣事業（担当：永岡）

企業からの要請により、各分野の登録アドバイザーを製造現場に派遣し、技術課題について指導を行った。平成28年度は実施回数20回、指導企業数は14社、指導分野は7分野であった。

指導分野	回数
新製品開発	5
塗装	2
ソフトウェア	1

指導分野	回数
デザイン	9
知的財産	1
販路	1
事業化	1

### (9) 技術者研修事業

中小企業の製品開発、設計、製造、評価・解析等の技術力の向上を図るため、材料・加工技術、システム技術、デザイン技術に関する基礎的知識及び専門的知識を体系的に習得できる研修会及び最新の情報を提供する講習会を開催した。

名称	開催月日	内容	講師等	参加者
広島高分子材料研修会 【縣市連携】	第1回 5月13日	水素機器用エラストマー材料	九州大学大学院工学研究院機械工学部門 教授 西村 伸 氏	34人
	第2回 6月22日・23日	プラスチック材料の破壊破面の見方 熱劣化させたプラスチック材料の分析、評価	元東京都立産業技術研究センター 藤木 榮 氏 広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター 職員	14人
	第3回 9月9日	現象観察とチームゲームの解析	(株)久留米リサーチ・パーク 研究開発部人材育成コーディネータ 藤 道治 氏	34人
		最新のゴム・エラストマーの押出機・射出機の紹介と実用例	(株)日本製鋼所 藤井 勝裕 氏	
第4回 10月14日	ゴム製品の耐久性と評価方法	一般財団法人化学物質評価研究機構 名古屋事業所 隠塚 裕之 氏	63人	
	有機ゴム薬品を中心とした化学物質管理規制	大内新興化学工業(株) 研究開発第3グループ 小松 智幸 氏		
広島木材加工技術講習会 【縣市連携】	3月3日	木製品等の製品企画とデザイン	近畿大学 産業理工学部 教授 松本 誠一 氏	21人

名 称	開催月日	内 容	講 師 等	参加者
金属加工技術講習会	2月15日	高硬度金型材の高効率切削加工	三菱マテリアル(株) 加工事業カンパニー開発本部加工技術センター センター長補佐 平川 喜朗 氏	43人
		タッチプローブでの機内計測による生産性・品質向上の提案	レニショー(株) MTアプリケーション&テクニカルグループ 檀上 尚宏 氏	
情報・電子技術講習会	2月23日	ディープラーニングの基礎とハンズオン(体験学習)	(株)KSKアナリティクス データアナリスト 足立 悠 氏	38人
3Dプリンター活用技術研修会	8月25日～ 9月16日	(1) 非接触式三次元測定機による形状測定 (2) リバースエンジニアリングソフトによるCADモデルの作成 (3) 3Dプリンターによる造形 (4) 造形後の後処理 (研修会は1人1日で10日実施)	(公財) 広島市産業振興センター システム技術室職員	12人
デジタルエンジニアリング講習会	1月26日	(地独) 大阪府立産業技術総合研究所におけるX線CTの活用事例	(地独) 大阪府立産業技術総合研究所 加工成形科 科長補佐 足立 和俊 氏	23人
		高エネルギーX線CTの紹介と今後の可能性	(株)日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット分析システム事業部汎用分析システム技術部X線CT設計課 課長 佐藤 克利 氏	
解析・シミュレーション研修会	第1回 8月9日	流体解析における基礎事項 専門用語のレビュー	広島大学大学院工学研究科 准教授 尾形 陽一 氏	22人
	第2回 9月21日	各業界での解析事例 数値流体力学での解析手法の概要説明と要点 流体解析ツールでの解析手順と設定 流体解析ツールで解析できる物理現象	(株)IDA J 技術部 部長 中嶋 達也 氏	24人
	第3回 11月2日	層流 気液二相流	広島大学大学院工学研究科 准教授 尾形 陽一 氏	23人
	第4回 1月19日	混相流機能を使用した解析事例紹介 混相流の解析手法紹介 各混相流に対する解析手法の使い分け	(株)IDA J 技術部 部長 中嶋 達也 氏	19人
	第5回 3月8日	熱流体の基礎 流体-構造連成解析の基礎	広島大学大学院工学研究科 准教授 尾形 陽一 氏	19人
	第6回 3月23日	乱流モデルを使用した解析事例の紹介 品質工学を利用した解析事例の紹介	(株)IDA J 解析技術6部 相羽 俊輝 氏 解析技術3部 山戸田 武史 氏	14人

名 称	開催月日	内 容	講 師 等	参加者
デザイン講習会	2月10日	デザインの領域を越える・これからのデザイナーの役割	(株)ミンナ 代表取締役 長谷川 哲士 氏	28人
商品企画・開発講習会	11月9日	経験価値でユーザーの心をつかむ商品企画	(株)グラグリッド 取締役 三澤 直加 氏	25人

## (10) 発明考案奨励事業

### ア 広島市児童生徒発明くふう展（担当：梅本）

児童生徒の創意くふう、発明等に対する意欲の高揚と教育及び産業の発展を図るため、科学的でアイデアに富んだ作品を募集・審査をし、入賞作品の表彰、展示を行った。

主催：広島市

共催：広島市教育委員会、広島商工会議所、(一社)広島県発明協会、中国新聞社、広島市PTA協議会、広島市こども文化科学館

#### (ア) 応募及び表彰結果

(単位：件)

区 分	応募総数	表 彰 結 果										
		特 別 賞								モビ コン 特別賞	優秀賞	学校賞
		広島市長 賞	教育長 賞	広島商工 会議所 会頭賞	広島市 PTA 協議会長 賞	中国 新聞社 賞	広島県 発明協会 会長賞	竹林清三賞 山本正登賞 増本量賞 不破亨賞 木曾武男賞 熊平源蔵賞				
小学校	112	1	1	1	1	1	1	1	4	6	8	1
中学校	193	1	1	1	1	1	1	1	2	5	7	1

#### (イ) 表彰式及び展示会

開催月日	表彰式及び展示会	開催場所
10月8日	表彰式	広島市こども文化科学館
10月8日～16日	展示会	

### イ 広島市優良発明功績者市長表彰（担当：梅本）

奨励事業を通して市民の発明意欲の高揚を図るとともに、新技術・新製品の開発を促し技術水準の向上を図ることを目的に、特許発明等を創作し、その実用化により本市産業の振興に寄与した方を表彰した。

**(ア) 優良発明功績賞**

氏名：竹井 恒夫 氏、馬場 堅治 氏、石川 武 氏  
所属：三島食品㈱  
発明考案の内容：赤紫蘇シロップの製造方法

**(イ) 優良発明功績女性奨励賞**

氏名：田中 ゆかり 氏  
所属：中国電力㈱  
発明考案の内容：バックアップ装置、バックアップシステム及びバックアップ方法

**ウ 広島県未来の科学の夢絵画展入賞者表彰（担当：梅本）**

児童生徒の創意くふう発明等に対する意欲の啓発を図るため、広島県未来の科学の夢絵画展を後援し、広島市長賞として賞状及び記念品を贈呈した。

**(ア) 応募及び表彰結果**

(単位：件)

区 分	応 募 総 数	表 彰 結 果						
		特 別 賞		金 賞	銀 賞	佳 作	努 力 賞	学 校 賞
		広島市長賞						
小学校	991	15	1	12	11	12	12	2
中学校	678	9	—	8	9	8	8	3

**(イ) 表彰式及び展示会**

開催月日	表彰式及び展示会	開催場所
11月19日	表彰式	広島市こども文化科学館
11月17日～20日	展示会	

**(11) 工業技術振興事業**

**ア 工業技術振興調査**

企業ニーズを広島市の工業振興施策に反映させることを目的に、業界団体に対しアンケート調査を実施した。

**イ 産学官共同研究等の工業技術相談**

メール配信登録者に対して、共同研究に関する情報及び各種補助制度の紹介を「産学官連携ネットワークニュース」として61件配信し、情報提供を行った。

## (12) ものづくり基盤技術高度化会議

技術力を向上する上で有効な方策である人材育成について、広島地域のものづくりの基盤技術を支える鋳物、金属熱処理、表面処理業界の現状と課題を整理し、川上と川下の業界が連携して各々の技術を高度化する取組を協議した。

### 【アドバイザー】

福山大学経済学部教授 中沢孝夫氏

### 【参加企業】

(株)今西製作所、(株)大田鋳造所、(株)木下製作所、坂本重工(株)、ヨシワ工業(株)、(株)横田製作所、(株)ナガト、(株)日本パーカーライジング広島工場、広島日本電子工業(株)、(株)エフテックス、新和金属(株)、日本バレル工業(株)、(株)ワイエスデー、広島県鋳物工業協同組合、広島金属熱処理協同組合、中国表面処理工業組合

【会議開催】 3回

## (13) インターンシップ及び所内見学の受入れ

実施月日	概要	参加者
8月25日～10月27日 (うち10日間)	広島国際大学臨地実習	1人
10月28日	安田女子大学実習	26人
11月10日	広島女学院大学実習	14人
2月28日	マツダ工業技術短期大学校所内見学	54人

## (14) 会議・研究会への出席

### ア 産業技術連携推進会議

会議等の名称	出席者	開催場所	出席日
産業技術連携推進会議 総会	松田	東京都	2月24日
第2回中国地域産業技術連携推進会議	松田	鳥取市	1月18日～19日
ライフサイエンス部会 デザイン分科会	田中(志)	広島市	6月9日～10日
ライフサイエンス部会 デザイン分科会	田中(志)	甲府市 甲州市	10月13日～14日
情報通信・エレクトロニクス部会 情報技術分科会 音・振動研究会	上杉	奈良市	10月13日～14日
情報通信・エレクトロニクス部会 情報技術分科会 組込み技術研究会	尾崎 上杉	広島市	11月29日～30日
ナノテクノロジー・材料部会 高分子分科会	林	松江市	11月17日～18日
ナノテクノロジー・材料部会 素形材分科会	倉本	名古屋市 東海市	11月15日～16日
製造プロセス部会 表面技術分科会	森山	仙台市	9月29日～30日

会議等の名称	出席者	開催場所	出席日
製造プロセス部会 3Dものづくり特別分科会、設計・製造支援技術分科会及び精密微細加工分科会	黒口	那覇市	11月21日～22日
知的基盤部会 計測分科会 形状計測研究会	田中(真)	高松市	12月1日～2日
知的基盤部会 総会及び分析分科会	瀧口	高松市	12月1日～2日
中国地域部会 中国地域連携推進企画分科会	山岡	広島市	5月31日
中国地域部会 機械・金属技術分科会	桑原	松江市	1月19日
中国地域部会・四国地域部会 ダイバーシティに関する懇談会	田中(志)	岡山市	7月6日

## イ 学会出席等

会議等の名称	出席者	開催場所	出席日
第24回品質工学研究発表大会	桑原	東京都	6月23日～24日
日本金属学会 2016年秋期講演(第159回)大会	倉本	豊中市	9月21日～23日
2017年腐食防食学会中国・四国支部「材料と環境研究発表会」 中国・四国支部総会	隠岐 倉本	広島市	3月3日

## ウ その他会議・研究会

会議等の名称	出席者	開催場所	出席日
全国公設鉦工業試験研究機関事務連絡会議	小林	水戸市	9月29日～30日
中国地域公設研所長会議	松田	東広島市	10月7日
中国・四国地方公設試験研究機関企画担当者会議	山岡	松山市	11月28日～29日
第4回公設研・産総研連携推進企画会議(中国地域)	河合	岡山市 真庭市	7月7日～8日
第5回公設研・産総研連携推進企画会議(中国地域)	山岡	松江市	12月5日～6日
第6回公設研・産総研連携推進企画会議(中国地域)	田村	東広島市	3月3日
中国地域産学官コラボレーション会議第15回全体会議及び地域イノベーション創出2016inおかやま	藤本	岡山市	7月22日
産業技術総合研究所地域連携戦略予算プロジェクト「3D計測エボリューション(3D3プロジェクト)」平成28年度説明会兼第1回地域分科会	黒口	鳥栖市	6月17日
産業技術総合研究所地域連携戦略予算プロジェクト「3D計測エボリューション(3D3プロジェクト)」平成28年度第2回西分科会	黒口	呉市 東広島市	10月13日～14日
産業技術総合研究所地域連携戦略予算プロジェクト「3D計測エボリューション(3D3プロジェクト)」平成28年度第3回西分科会	黒口	熊本市	2月7日～8日
産業技術総合研究所地域連携戦略予算プロジェクト「3D計測エボリューション(3D3プロジェクト)」平成28年度第2回全体研究会	黒口	つくば市	3月6日～7日

(15) 講師・委員の派遣

名 称	派遣役職	派遣者	開催場所	派遣月日
中国地域公設試験研究機関功績者表彰選考委員会	選考委員	松田	広島市	10月4日
(公財) ひろしまベンチャー育成基金審査会	審査委員	國司	広島市	11月11日
				11月16日
広島市児童生徒発明くふう展書類審査会	審査員	草本	広島市	9月9日
広島市児童生徒発明くふう展審査会	審査員	松田	広島市	9月27日
	審査員	尾崎		
広島市児童生徒発明くふう展表彰式	表彰者	松田	広島市	10月8日
広島県児童生徒発明くふう展審査会	審査員	松田	広島市	10月19日
広島県未来の科学の夢絵画展審査会	審査員	松田	広島市	10月12日
広島県未来の科学の夢絵画展表彰式	表彰者	松田	広島市	11月19日
広島少年少女発明クラブ企画発足式	副会長	松田	広島市	5月14日
	委員	柏田		
広島少年少女発明クラブ修了式	副会長	松田	広島市	2月11日
	委員	柏田		
広島少年少女発明クラブ企画運営委員会	副会長	松田	広島市	4月22日
	委員	柏田		
	副会長	松田		2月3日
	委員	柏田		
(一社) 広島県発明協会理事会等	常任理事	藤原	広島市	5月30日
	常任理事	松田	広島市	6月23日
				3月22日
中国電力(株)広島地区代表アドバイザー会議	アドバイザー	國司	広島市	9月13日
(公社) 日本鑄造工学会中国四国支部常任理事会	常任理事	桑原	広島市	4月14日
				7月4日
				9月13日
				11月29日
				1月26日
(公社) 日本鑄造工学会中国四国支部理事会	常任理事	桑原	広島市	4月21日
(一社) 広島県シルバーサービス振興会運営委員会	オブザーバー	藤本	広島市	5月11日
				11月25日
広島ゴム技術員会幹事会	オブザーバー	林	広島市	4月22日

名 称	派遣役職	派遣者	開催場所	派遣月日
広島ゴム技術員会幹事会	オブザーバー	林	広島市	5月13日
				9月9日
				10月14日
				2月17日
ひろしま自動車産学官連携推進会議地場サプライヤ活性化委員会	委員	松田	広島市	6月20日
				12月20日

**(16) 発 表  
誌上発表**

誌 名	テ ー マ	氏 名
Materials Transactions	Consolidation Behaviors of FeB-25Ni Powders in Spark Sintering and Mechanical Properties of Their Compacts	Shaoming Kang 他 材料・加工技術室 倉本 英哲

**(17) 表 彰**

月 日	受 賞 者	内 容
6月23日	広島品質工学研究会	品質工学会 日本規格協会 理事長賞
6月24日	山岡 誠司	品質工学会 貢献賞

**(18) 県市工業系技術センターの連携（担当：山岡）**

企業の利便性とセンター運営の効率性の向上を図るため、広島県の工業技術センターと一体的運営を具体化する取組を実施した。

項 目	内 容
窓口のワンストップ化	企業からの技術相談を迅速かつ的確に解決可能な県市の技術担当者につなぐ体制として、合同窓口を運営した。
共通ポータルサイトの運営	広島県・広島市の工業系技術センターが保有する機器や技術の一覧を掲載し、これらの検索が可能な共通ポータルサイトを運営した。
研究会・研修会の共催	以下の研究会・研修会を連携して実施した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 広島品質工学研究会</li> <li>・ 広島表面処理技術研究会</li> <li>・ 広島高分子材料研修会</li> <li>・ 広島木材加工技術講習会</li> </ul>

### 3 研究報告

- |     |                         |    |
|-----|-------------------------|----|
| (1) | タンパク質の濃度測定手法の研究……………    | 27 |
|     | 山岡 誠司、桑原 修、塩野 忠彦        |    |
| (2) | デジタルカメラを用いた木材の色の測定…………… | 32 |
|     | 桑原 修                    |    |
| (3) | 鉄鋼材料の摩耗試験 ……………         | 37 |
|     | 倉本 英哲                   |    |
| (4) | 赤外吸収スペクトルデータベースの構築…………… | 43 |
|     | 林 貴寛、森山 友絵              |    |
| (5) | 試作したプロペラを用いた流体解析の事例研究   | 48 |
|     | 黒口 新                    |    |

# タンパク質の濃度測定手法の研究

山岡 誠司、桑原 修、塩野 忠彦<sup>1</sup>

## 1. はじめに

タンパク質は、医農食など多岐の分野で重要な物質であり、特定の分子量のタンパク質を定量することは、これらの分野の品質管理や研究において重要である。

特定の分子量のタンパク質の簡易的な定量方法として、Sodium Dodecyl Sulfate (以下:SDS)-ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (以下:PAGE) が知られている。

この方法は、SDS 分子が目的タンパク質分子の高次構造を変性して分子量の違いにより分離する手法であり、操作が簡便で再現性が高いことを特徴とする。

分子量ごとに分離されたタンパク質の定量は、画像処理で行われる。本研究は、最適なタンパク質の定量手法を調査したので、これを報告する。

## 2. 実験計画

### 2.1 SDS-PAGE の作業手順

SDS-PAGE においてタンパク質の分子量による分離作業は①タンパク質試料を電気泳動の装置に添加②通電による分離③染色④水洗工程により行われる (図 1)。

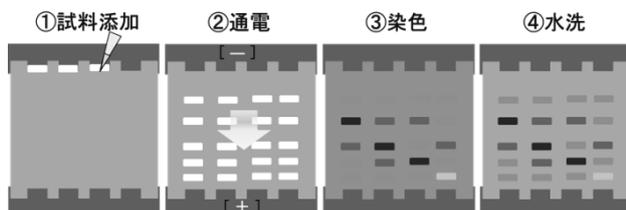


図 1. SDS-PAGE におけるタンパク質の分離作業

このように得られた試料を用いて、定量を行う。画像処理による定量方法の一例<sup>1)</sup>を以下に記す。

- ① スキャナで RGB データ (R、G、B:各 0~255) を取得
- ② ①の結果を NTSC 加重平均法によりグレースケール輝度値に変換  
輝度値:  $Y = 0.2989 \times R + 0.5866 \times G + 0.1145 \times B$
- ③ ②のデータを光学濃度に変換  
光学濃度:  $OD = -1 \times \gamma \times \log_{10}(Y / 255)$   
 $\gamma$ : スキャナ取込時のガンマ補正值、Y: 輝度値
- ④ ③を特性値として定量を実施

このようにして得られた特性値とタンパク質濃度の関係を図 2 に示す。

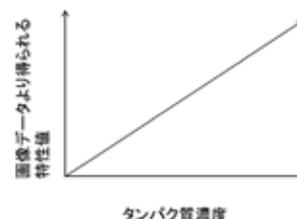


図 2. タンパク質濃度と特性値の関係

### 2.2 目指す定量方法に関して

検量線の精度向上のためには、多点で作成することが望ましい。しかし、SDS-PAGE の性質上、同時に分離測定可能な試料数に制限がある。検量線作成のための既知濃度試料を増やすと、測定可能な未知試料の数が減少する。そのため、できるだけ少ない既知濃度試料で校正したい。

本研究では、ブランク試料 (濃度 0) と既知濃度試料の 2 点から検量線を作成し、これから未知濃度試料を定量することを目標とした (図 3)。

<sup>1</sup> 広島県立総合技術研究所

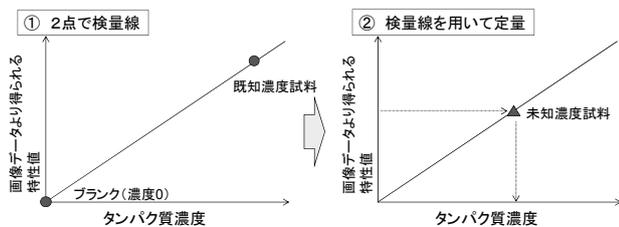


図 3. タンパク質定量方法の概略

画像処理に関する知見が多くないため、本研究では、まず、多元配置分散分析を用いた機能性評価を実施し、画像処理の傾向を調査した。その後、これを踏まえて、L18 パラメータ実験を実施した。

### 3. 多元配置実験による検討

#### 3.1 画像処理用試料の作成

分子量 10、15、20、30、40、50、60、80、100、150、250kDa の既知濃度タンパク質混合試料(30、80kDa は他のタンパク質の 4 倍の濃度)を、任意の濃度比率に調整し、これらに対して「2.1 SDS-PAGE の作業手順」に記載した方法によって試料を調整した。タンパク質を分離するための電気泳動装置と電気泳動により分離した試料を図 4 に記した。

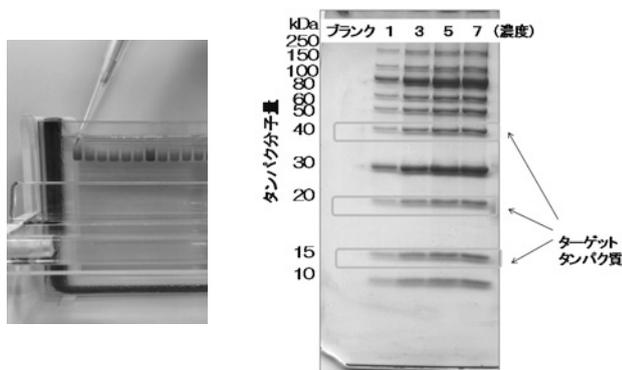


図 4. 電気泳動装置と画像処理用試料

この試料からスキャナ(セイコーエプソン(株)製 GT F520、画質優先、24bit カラー、300dpi、色補正なし)を用いて画像データの取込を実施した。なお、画像の処理は、得られた画像ファイル(24bit ビットマップ形式)のバイナリデータを Microsoft Excel を用いて直接読み込み、これを利用して行った。

#### 3.2 画像処理の条件

表 1 に記した因子を組み合わせた条件で画像処理

を、既知濃度のタンパク質を表 2 のように濃度調整した試料に対して実施した。

画像処理対象として、「2.1 SDS-PAGE の作業手順」④水洗工程の洗浄レベル(洗浄時間)を変化させた 2 試料(因子 D)のタンパク質の分子量が異なる 3 か所(因子 E)に対して行った。詳細は、表 3 に記載した。

表 1. 画像処理条件(制御因子)

因子	水準	内容
A.輝度種類	1	赤(RED)の輝度(赤)
	2	緑(GREEN)の輝度(緑)
	3	NTSC 加重平均法によるグレースケール輝度(灰)
B.光学濃度変換	1	光学濃度変換あり(あり)
	2	光学濃度変換なし(なし)
C.定量手法	1	中心を通る断面ピーク高さ(a)
	2	中心を通る断面積(b)
(図 5 参照)	3	体積(範囲小)(c)
	4	体積(範囲中)(d)
	5	体積(範囲大)(e)

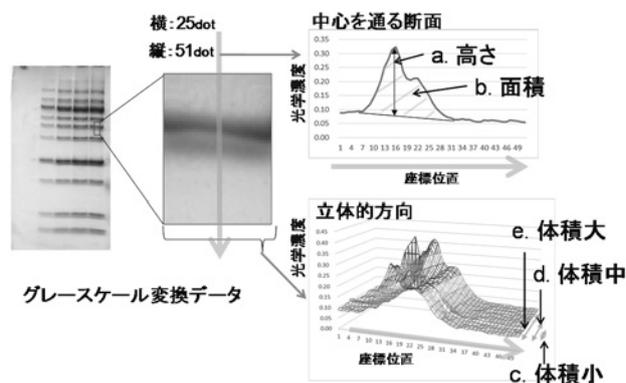


図 5. 定量手法の説明図

表 2. 画像処理を実施した試料の濃度(信号因子)

タンパク質濃度比	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
	0	1	3	5	7

表 3. 画像処理を実施した対象(標示因子)

因子	水準	内容
D.試料洗浄時間	1	標準
	2	長時間
E.タンパク質分子量	1	15kDa
	2	20kDa
	3	40kDa

表 1 の因子 A、因子 B、因子 C は制御因子に該当し、表 2 の M<sub>1</sub>~M<sub>4</sub> は、信号因子に該当する。なお、M<sub>0</sub> は、後述するが基準点としてデータの校正に使用する。

因子 E.タンパク質分子量は、本染色手法では分子量が変われば発色レベルが変化すると考えられ、標示因子となる。また、因子 D.試料洗浄時間は、作業工程としては制御が可能な項目であるが、画像処理を対象とする

本検討では標示因子として扱った。

洗浄時間が異なる2試料(因子D)、3種類のタンパク質分子量(因子E)の各信号因子(5水準)に対して、30種類の手法が異なる画像処理(3水準(因子A)×2水準(因子B)×5水準(因子C))を実施した。

この検討では、直交表への割り付けを行わず、すべての組み合わせの画像処理を実施した。これは、制御因子間の交互作用が大きいと予測したこと及び画像処理の大部分をエクセルのマクロ機能で自動化しているため、労務量が、ほとんど増加しないためである。

このようにして得られた画像処理の結果を元に、機能性評価を実施した。ここで使用した SN 比は、各信号因子の特性値に対してブランク(M<sub>0</sub>)の特性値を差し引き、基準点比例の SN 比を求めて、これを活用した。

なお、定量性の評価は SN 比が重要であり、ブランクと既知濃度試料を用いて都度校正を行うことを想定している本検討では、感度は意味をなさない。そのため、以下においては、SN 比に関してのみ論じる。

表 4. 多元配置実験による結果

No	A 輝度	B 光学濃度変換	C 定量手法	SN 比 (db)						平均 (db)
				D. 洗浄: 標準			D. 洗浄: 長時間			
				E15 <sub>nm</sub>	E20 <sub>nm</sub>	E40 <sub>nm</sub>	E15 <sub>nm</sub>	E20 <sub>nm</sub>	E40 <sub>nm</sub>	
1	赤	あり	a 高さ	2.03	2.39	2.17	5.79	2.57	7.30	3.71
2	赤	あり	e 体積大	1.02	1.14	4.03	3.49	2.38	5.80	2.98
3	赤	あり	c 体積小	0.86	2.06	2.24	2.33	3.62	6.72	2.97
4	赤	あり	d 体積中	0.77	1.11	3.11	2.91	2.80	5.95	2.78
5	緑	あり	a 高さ	3.33	0.01	-1.56	6.45	0.92	2.78	1.99
6	灰	あり	a 高さ	2.33	0.54	-1.10	5.22	1.58	2.54	1.85
7	赤	あり	b 面積	-0.58	0.71	0.73	2.62	2.09	5.22	1.80
8	緑	あり	e 体積大	0.51	0.28	2.17	2.67	1.51	3.21	1.73
9	灰	あり	e 体積大	0.21	0.14	1.90	2.17	1.29	3.22	1.49
10	灰	あり	c 体積小	0.36	-0.10	0.17	1.58	2.24	3.41	1.27
11	緑	あり	d 体積中	0.22	-0.29	0.41	2.27	1.82	2.87	1.22
12	灰	あり	d 体積中	0.01	-0.11	0.63	1.70	1.62	3.09	1.16
13	緑	あり	c 体積小	0.65	-0.62	-0.34	2.41	1.82	2.98	1.15
14	灰	あり	b 面積	-0.35	-0.85	-1.37	2.82	0.86	3.79	0.82
15	緑	あり	b 面積	-0.38	-1.07	-1.88	4.17	-0.39	4.03	0.75
16	緑	なし	e 体積大	-0.93	-1.35	-0.16	0.81	-0.12	0.68	-0.18
17	緑	なし	a 高さ	1.04	-1.68	-3.65	2.76	-1.01	-0.49	-0.50
18	灰	なし	e 体積大	-1.29	-1.54	-0.58	0.20	-0.43	0.48	-0.53
19	灰	なし	c 体積小	-1.12	-1.72	-1.72	-0.32	0.53	0.84	-0.58
20	緑	なし	c 体積小	-0.76	-2.14	-2.06	0.52	0.26	0.65	-0.30
21	赤	なし	c 体積小	-1.85	-0.98	-1.65	-1.00	0.57	1.31	-0.60
22	緑	なし	d 体積中	-1.17	-1.83	-1.67	0.42	0.18	0.33	-0.62
23	灰	なし	a 高さ	0.00	-1.56	-3.43	1.72	-0.61	-0.85	-0.79
24	灰	なし	d 体積中	-1.45	-1.72	-1.61	-0.24	-0.12	0.33	-0.80
25	緑	なし	b 面積	-1.47	-2.49	-3.57	2.02	-1.73	1.58	-0.94
26	赤	なし	e 体積大	-1.78	-1.86	-1.28	-0.17	-0.70	-0.01	-0.97
27	灰	なし	b 面積	-1.60	-2.42	-3.19	0.77	-0.71	1.11	-1.01
28	赤	なし	d 体積中	-1.94	-1.81	-1.73	-0.61	-0.29	0.13	-1.04
29	赤	なし	a 高さ	-2.11	-1.71	-3.36	0.17	-1.23	-0.86	-1.52
30	赤	なし	b 面積	-3.13	-2.23	-2.82	-0.82	-0.79	-0.07	-1.64

### 3.3 SN 比の結果

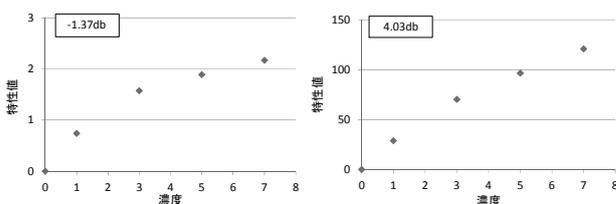
表 4 に解析結果を記載する。標示因子に関係なく高い SN 比を示す画像処理の条件が理想である。そのため、

この表は、標示因子の SN 比を平均し、これが高い順に記載した。また、各因子間の交互作用を調べるため、分散分析を実施し表 5 に示した。なお、ここにおいて 3 項間以上の交互作用は誤差として扱った。

図 6 に、因子 D. 洗浄時間 標準、因子 E. タンパク質分子量 40kDa における結果の一部を記す。ここでは、「2.1 SDS-PAGE の作業手順」に記載した画像処理の条件に近い条件である実験 No14 と、SN 比が高い実験 No2 の結果を記した。

表 5. 分散分析結果

要因	f	S	V
A(輝度種類)	2	10.481	5.241
B(光学濃度変換)	1	319.176	319.176
C(定量手法)	4	16.241	4.060
D(試料洗浄時間)	1	210.885	210.885
E(タンパク質分子量)	2	25.361	12.681
A×B	2	40.274	20.137
A×C	8	2.766	0.346
A×D	2	0.388	0.194
A×E	4	28.696	7.174
B×C	4	7.518	1.880
B×D	1	3.851	3.851
B×E	2	12.136	6.068
C×D	4	12.232	3.058
C×E	8	54.348	6.794
D×E	2	18.497	9.248
e(3 項間以上の交互作用を含む)	132	44.870	0.340
T	179	807.720	



No14(A: 灰 B: 変換あり C: b 面積) No2(A: 赤 B: 変換あり C: e 体積大)

図 6. 40kDa の実験 No14、実験 No2 の結果

### 3.4 考察

多元配置実験の結果より、以下の傾向がわかる。

- ① 光学濃度変換 (因子 B) の実施は重要。
- ② 輝度種類 (因子 A) と光学濃度変換 (因子 B) の交互作用が大きく、A 輝度種類: 赤 B 光学濃度変換: ありの条件で結果が良好となる。因子 A と因子 B を組み合わせた各水準の SN 比の平均を図 7 に示す。

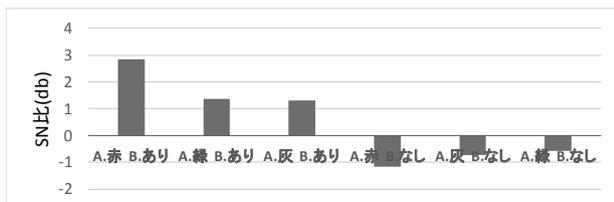


図 7. 因子 A、B の組み合わせの平均 SN 比

#### 4. 直交表実験による検討

##### 4.1 直交表実験における目的と各種因子

良好なタンパク質の定量手法の調査を目的として、L18(6×3<sup>6</sup>)直交表実験を実施した。

制御因子を表 6 に示す。多元配置実験で、輝度種類と光学濃度変換の交互作用が大きかったため、本検討では、光学濃度変換は「あり」の場合のみを検討した。また、多元配置実験の C. 定量手法は、本検討においては、ア. 範囲とイ. 処理方法に分けた。イ.処理方法の水準である誤圧に関しては後述する。

表 6. 制御因子

制御因子	1	2	3	4	5	6	多元配置実験での因子
ア. 範囲	狭	→				広	C. 定量手法
イ. 処理方法	高さ	体積	誤圧				C. 定量手法
ウ. 輝度種類	赤	緑	灰				A. 輝度種類
エ. フィルタ処理	なし	平均	ガウシア				追加項目
オ. 洗浄時間	標準	長時間					D. 洗浄時間
カ. 誤差列 (e)							
キ. 誤差列 (e)							

新たな制御因子として画像処理の手法処理であるエ. フィルタ処理を加え、さらに画像処理の傾向を探る多元配置実験では標示因子扱いにしていたオ. 洗浄時間も、良好な定量手法を求める本検討では制御因子とした。

また、信号因子は多元配置実験と同じとし、タンパク質の分子量の違いは、表示因子として扱った。

誤差因子として、図 8 に示すように定量箇所を中心位置とした。真ん中と思わる位置を N<sub>1</sub>、左寄りを N<sub>2</sub>、右寄りを N<sub>3</sub> とした。これは、定量を行う上で、画像処理の中心位置は、画像処理時に中心と思わる位置を任意に決めている。そのため、人ごとや同じ人であっても処理ごとに、中心とする位置が変動するためである。

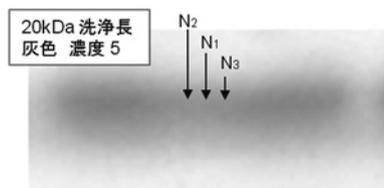


図 8. 誤差因子の図(既知濃度試料の定量箇所を拡大)

##### 4.2 誤圧法による処理方法

本研究は画像のパターン認識である。そこで、品質工学のパターン認識手法である MT システムの誤圧法<sup>2)</sup>を利用する方法を検討した。式 2 に誤圧の式を示す。

$$(式 2) \quad D_{i,6} = \sqrt{\frac{1}{2} \left( \frac{Sm'_i}{V_0} + \frac{Vx'_i}{V_0} \right)}$$

$V_0$  : 単位空間の誤差分散  
 $Sm'_i$  : 信号データの一般平均  
 $Vx'_i$  : 信号データの誤差分散

誤圧に使用する項目は、図 9 に示した X 軸方向 25 ドットの光学濃度変換を実施した輝度値とし、メンバーは Y 軸方向 51 データとした。

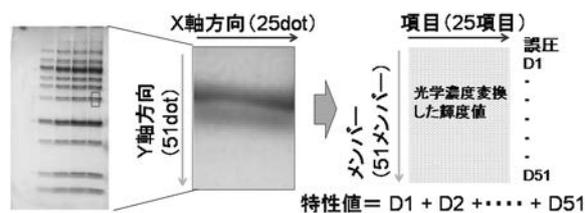


図 9. 誤圧に使用する項目、メンバー

単位空間は、ブランク試料(濃度 0)の 51 メンバーとした。信号データは、各濃度(0、1、3、5、7)の Y 軸方向 51 メンバーとした。単位空間と信号データの光学濃度を高さとする立体図を図 10 に示す。なお、この誤圧の計算において、項目の基準化や結果の標準化は実施していない。各信号データの 51 メンバーの合計を特性値とした。

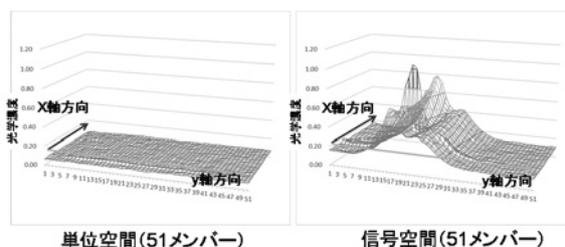


図 10. 変換後輝度値を高さとする単位空間と信号空間

### 4.3 直交表実験の結果

直交表実験の結果を図 11 に示した。また、この結果からSN比が高くなると考えられる水準を良条件、一般的な画像処理手法と考えられる条件を比較条件として確認実験を行い、この結果を表 7 に示した。また、40kDa の確認実験のグラフを図 12 に示した。

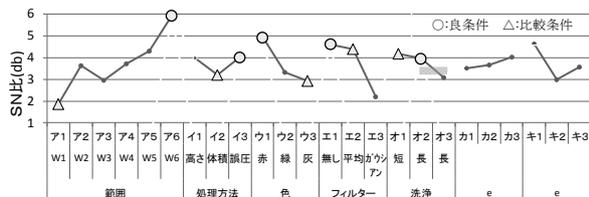


図 11a 分子量 40kDa



図 11b 分子量 20kDa

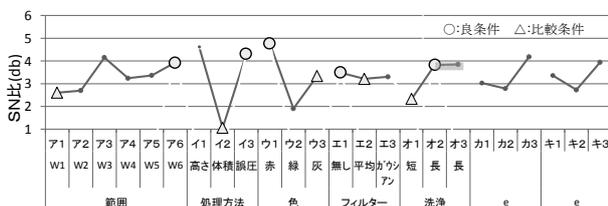


図 11c 分子量 15kDa

図 11. 直交表実験の結果

表 7. 確認実験の結果

	40kDa		20kDa		15kDa	
	推定	確認	推定	確認	推定	確認
良条件(db)	7.83	9.19	5.38	4.77	6.73	5.21
比較条件(db)	1.86	2.49	0.58	-0.84	-0.49	1.31
利得(db)	5.97	6.70	4.80	5.61	7.22	3.90

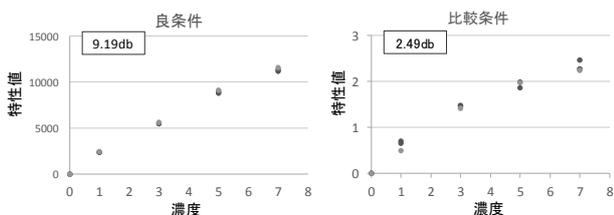


図 12. 確認実験の結果(分子量 40kDa)

### 5. まとめ

多元配置実験と直交表実験でタンパク質の定量手法

に関して調査した。その結果、以下の傾向が判明した。

- ① 定量に用いる特性値は、RGB データの赤色の輝度データを光学濃度変換するものが良い。
- ② 定量に用いる特性値としては、従来のある特定範囲の濃度の合計等を用いる手法よりも、誤圧を活用する手法が優れている。

研究結果より得られた定量手法により、簡易的ではあるが、精度の高いタンパク質の定量が可能である。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり、助言をいただいた広島品質工学研究会及びその会員に感謝の意を表す。

### 参考文献

- 1) アイメジャー(株)ホームページ「ImageJ による CBBSDS-Page ゲルの検量線の作成」  
([http://www.imeasure.co.jp/report/ImageJ\\_CBB.html](http://www.imeasure.co.jp/report/ImageJ_CBB.html))
- 2) 矢野耕也:標準化誤圧を応用した RT 法、品質工学、vol.18、No.5pp73-80(2010)

- 出典 本稿は第 25 回品質工学研究発表大会 予稿集 (2017 年 6 月 22 日発行) 掲載。品質工学会の承諾を得て本誌に掲載。

# デジタルカメラを用いた木材の色の測定

桑原 修

## 1 はじめに

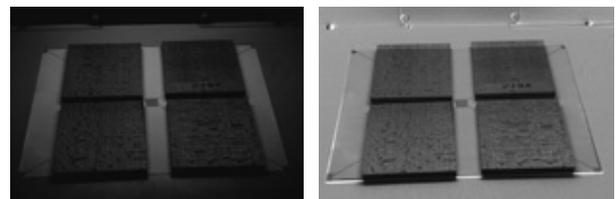
木材は身近な製品に用いられており、様々な色味や種類のもが存在する。こうした木材の色について、定量的な評価が求められているが、木目があるため測定・評価が困難である。

工業系の色の測定においては、日本工業規格で測定方法が定められており、色差計などの機器で測定することができる。しかし、この方法は単一色としての評価しかできず、木材の色測定に向かない。

デジタルカメラは、対象物の色の情報を2次元で記録することができる機械であり、それを利用した木材の色測定について検討する。伊與田らのデジタルカメラを用いた食品の色を測定する方法<sup>1)</sup>を参考にし、デジタルカメラを用いて木材の色の測定を以下のように行う。

- D65標準イルミナント（光源）の準備
  - ・ 自然光に近い合成昼光の色温度6500度K
- デジタルカメラで撮影
  - ・ sRGB色空間で撮影
  - ・ Raw画像で記録
- RGB毎にデータを抽出
- シェーディング補正係数算出
  - ・ 白色標準を撮影し、標準の絶対色との比から各座標のRGB毎の補正係数を算出する。
- 対象物（木材）の撮影
- シェーディング補正
- RGB毎の色データを得る

ここで、シェーディング補正とは、デジタルカメラのレンズなどにより光量が減衰し周辺が暗くなる現象を補正し、全体に明るさが均一となる画像を得るための補正であり、図1の効果がある。事前に、色情報が既知の白色標準を撮影し、そのデータを元に撮影画像の補正を行っている。今回の実験では、白色標準は事務用のコピー用紙で代用した。



a) 補正前                      b) 補正後

図1 シェーディング補正の効果

## 2 木材の色評価のシステム選択

木材の色評価についてのシステムを図2のように考える。システム全体としては、色の測定後に特徴量の算出とMTシステムでの評価までとなるが、今回は第一段階として色の測定をシステムとしてとらえ、その研究を行った。

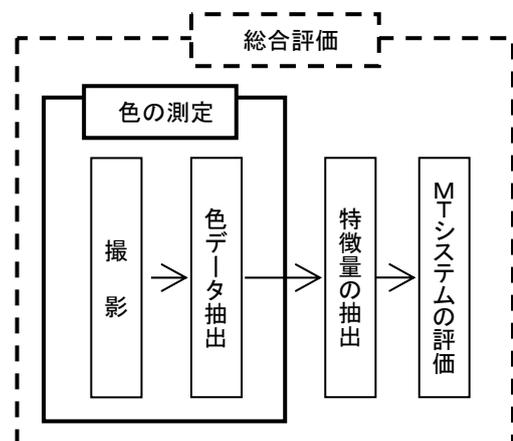


図2 木材の色評価のシステム

### 3 デジタルカメラによる色測定のパラメータ設計

デジタルカメラは写真撮影を目的とした機械であるため、正しい色測定ができるとは限らない。デジタルカメラを用いた色測定において、撮影に影響する各種条件を対象にパラメータ設計を行い、正しく色を測定する条件について検討する。

評価は計測の機能とし、図3に示す。標準として準備したグレースケールについて、工業用の色測定機である色差計で測定した値を信号Mとし、デジタルカメラで測定した値を出力Yとした。色評価ではL\*a\*b\*の表色系により評価されることが多いが、今回はデジタルカメラのRGBセンサーのデータを直接評価することとし、色差計で測定した値をRGB値に変換して用いた。RGB値は255階調とした。

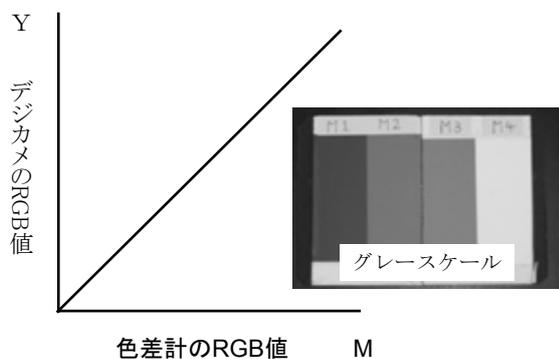


図3 色測定の評価

実験装置の概略を図4に示す。光源装置にグレースケールをセットし、デジタルカメラを用いて画像を撮影した。デジタルカメラはRaw画像での保存が可能で一眼レフタイプのものを用いた。

制御因子を表1に示す。拡散反射はすりガラス状のプラスチックの板を光源の直下にセットし光を拡散させるものである。光源種類はD65及びD50であり、数字は色温度を示す。撮影明るさはデジタルカメラの撮影設定であり、撮影した画像の明るさを示し、シャッタースピードで調整した。光源種類や拡散反射など他の多数の因子が明るさに影響するが、最終的に撮影明るさで調整している。

外乱光は実験室の撮影条件であり、誤差因子の候補でもあるが、今回はその影響を調べるために、あえて制御因子に割り付けた。e (実験順番) は、基本的に因子の割り付けていない列であるが、実験を

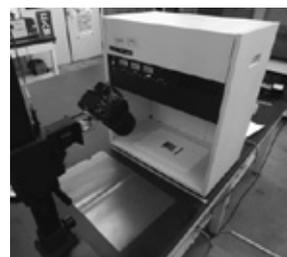


図4 実験の様子

この水準に従って行っており、機器の劣化などがあった場合に、この列に影響が表れるようにしている。

誤差因子は、図5のように撮影場所の中心と端にし、グレースケールを置く位置で調整した。

表1 実験条件(実験1)

項目	水準		
	1	2	3
A 拡散反射	なし	あり	—
B 光源種類	D65	D50	D65+D50
C 撮影明るさ	-1	0	+1
D 白色標準の種類	再生紙	カラー用	光沢紙
E 外乱光	暗室	蛍光灯	太陽光
F 撮影角度(カメラ高さ)	300	400	500
G e	-	-	-
H e(実験順番)	1	2	3

デジタルカメラの固定条件

ホワイトバランス：自動、ISO感度：400

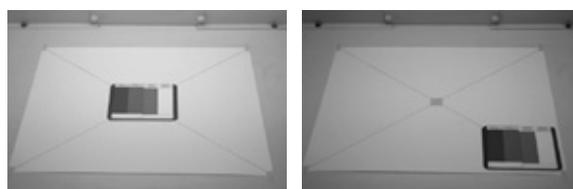


図5 誤差因子 (撮影位置)

### 4 確認実験方法

実験は執務室で行い、半日程度で終了させることができたが、部屋を暗室にするなどを繰り返すため頻繁に実験を行うことができない。サツマイモの実験<sup>2)</sup>では、予め確認実験条件を準備し、直交表実験と確認実験を同時に行った。今回も確認実験を同時に行うこととし、確認実験条件の選定にもL<sub>18</sub>直交表を用いることとした。具体的には、水準を入れ替えた制御因子の表を作成し、それをL<sub>18</sub>直交表に当てはめた。確認実験の条件表を表2に示す。

多水準で確認実験を行った場合の評価は、確認実験の推定値と実験値をグラフに表し、45度の角度の直線に乗るかで評価できる。また、確認実験も直交表を使っているため、こちら側でも要因効果図を描くことができ、2つの要因効果図が同じ傾向を示すか

どうかでの評価もできる。

表2 確認実験条件(実験1)

	項目	水準		
		1	2	3
A	拡散反射	あり	なし	-
B	光源種類	D50	D65+D50	D65
C	撮影明るさ	0	+1	-1
D	白色標準の種類	カラー用	光沢紙	再生紙
E	外乱光	蛍光灯	太陽光	暗室
1F	撮影角度(カメラ高さ)	400	500	300
G	e	-	-	-
H	e(実験順番)	2	3	1

### 5 実験結果と考察

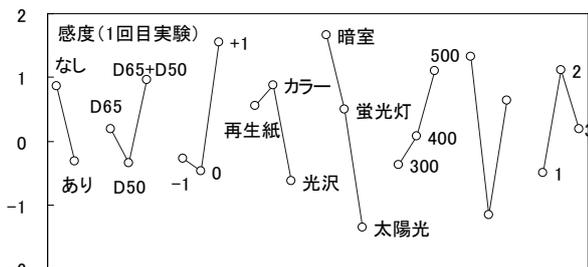
測定結果の一部を表3に示す。RGBのセンサー毎にデータが得られる。これらのセンサーについての調整を行うことはできないため、計算上の誤差因子として扱い、感度とSN比を算出した。

こうして得られた要因効果図及び確認実験結果を図6～図9に示す。2つの要因効果図比較及び再現性評価から、再現性が得られていないことがわかる。

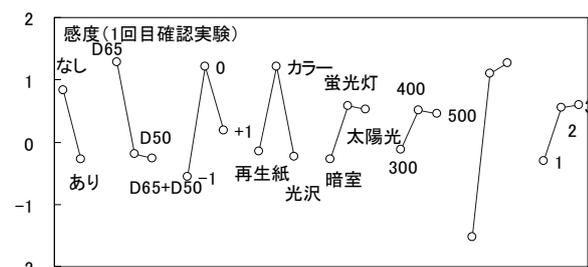
実験結果が再現しないのは何らかの問題点が含まれているためである。こうした問題点を修正し、再現性のある結果が得られたので、その時の実験条件

表3 測定結果(実験1, No.1)

信号	R				G				B			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
29	57	70	213	31	60	72	214	35	63	75	208	
N1	35	98	120	247	40	105	125	252	54	224	252	255
N2	45	94	123	255	50	103	126	255	121	254	255	255



a) 感度 (1回目実験)



b) 感度 (1回目確認実験)

図6 要因効果図(実験1)

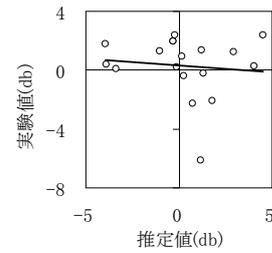
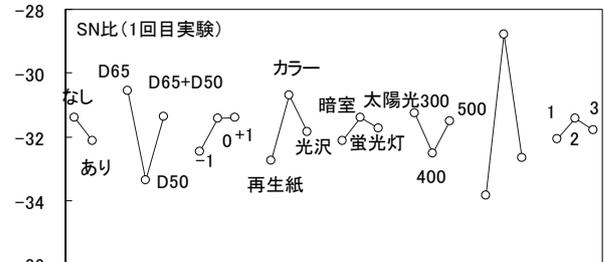
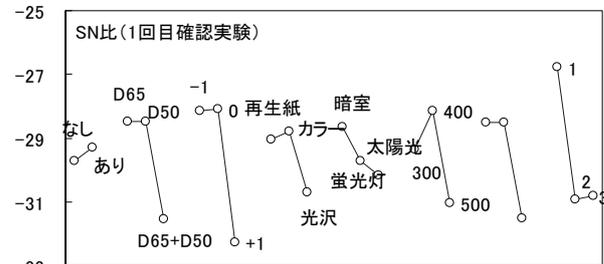


図7 再現性評価(実験1, 感度)



a) SN比(1回目実験)



b) SN比(1回目確認実験)

図8 要因効果図(実験1)

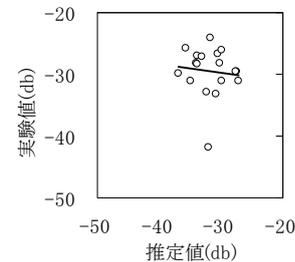


図9 再現性評価(実験1, SN比)

を表4に、要因効果図及び再現性評価を図10～図13に示す。確認実験の条件は実験1と同様に水準を入れ替えたものを用いた。3回目の実験で再現性が得られたため3回目との名称を付けている。1回目の実験から変更した主な点は以下の撮影に関する要因である。

○ カメラのISO感度を400→100

撮影時のシャッタースピードが速すぎ、蛍光灯の点滅の影響を受けていたため、シャッタースピードを抑えた。

○ ホワイトバランス (WB) を自動→手動

デジタルカメラのWB設定を自動から手動に変更し、色合いが勝手に変わらないようにした。

変更した条件で実験を行い、得られた要因効果図と確認実験の結果を図10～図13に示す。結果は、2つの要因効果図は同じ傾向を示し、再現性評価も45度の直線に乗っており、高い再現性が得られた。

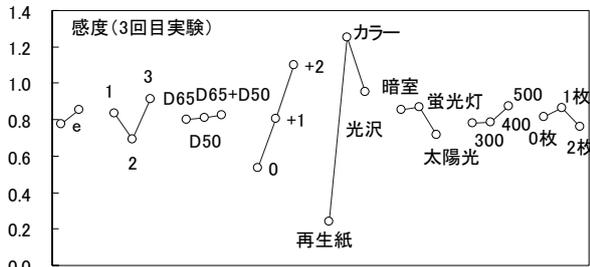
再現性が得られていない実験1の要因効果図をみると、連続量に対して山谷が存在することや、ブランク列eに大きな変動が表れていることが観察でき、これらが再現性を評価するための指標になることがわかる。

表4 実験条件(実験3)

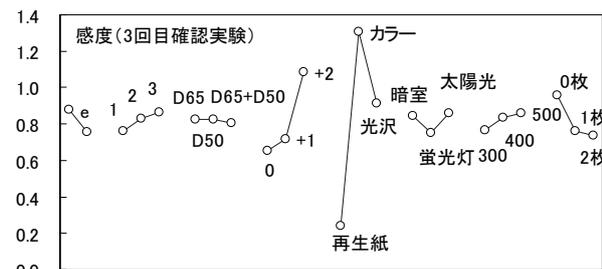
項目	水準		
	1	2	3
A e	—	—	—
B e(実験順番)	1	2	3
C 光源種類	D65	D50	D65+D50
D 撮影明るさ	0	+1	+2
E 白色標準の種類	再生紙	カラー用	光沢紙
F 外乱光	暗室	蛍光灯	太陽光
G 撮影角度(カメラ高さ)	300	400	500
H 拡散反射板の枚数	0	1	2

デジタルカメラの固定条件

ホワイトバランス:手動、ISO 感度:100



a) 感度 (3回目実験)



b) 感度 (3回目確認実験)

図10 要因効果図 (実験3)

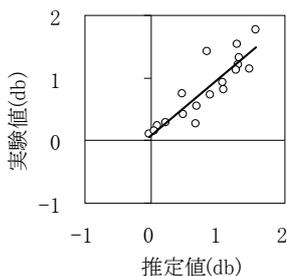
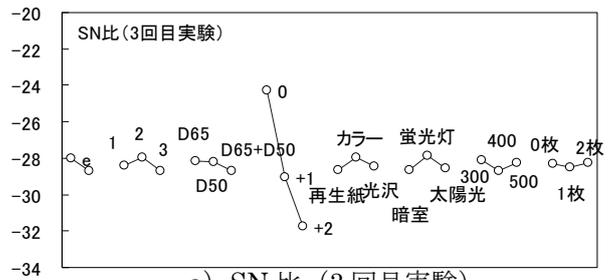
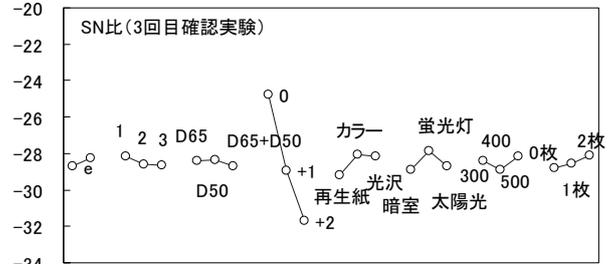


図11 再現性評価 (実験3, 感度)



a) SN比 (3回目実験)



b) SN比 (3回目確認実験)

図12 要因効果図 (実験3)

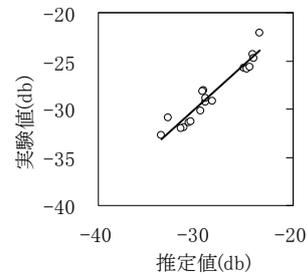


図13 再現性評価 (実験3, SN比)

## 6 おわりに

木材の色を測定するための第1段階として、デジタルカメラを用いた色測定のパラメータ設計を行い、測定に影響する撮影条件がわかった。

直交表と確認実験を同時に行い、確認実験条件の決定にもL<sub>18</sub>直交表を用いた。多水準の確認実験により再現性評価がわかりやすくなり、2つの要因効果図を比較することでも再現性の確認ができた。

また、再現性が得られない場合の要因効果図の傾向も確認できた。

今後は、システムを総合評価まで広げた研究を行う予定である。

## 参考文献

- 1) 伊與田浩志, 酒井英樹, 高砂裕行, 島田秀弥: デジタルカメラを用いた食品の焼き色評価装置の開発, 日本食品工学会誌, Vol. 11, No. 4, pp. 203 - 213 (2010)
- 2) 金築利旺, 原田真介, 桑原 修, 岩垂邦秀, 奥 展威, 矢野 宏: サツマイモ栽培への品質工学の適用, 品質工学, Vol.21, No.1, pp21-28 (2013)

- 出典 本稿は第25回品質工学研究発表大会 予稿集  
2017年6月22日発行)掲載。品質工学会の承諾  
を得て本誌に掲載。

# 鉄鋼材料の摩耗試験

倉本 英哲

ビッカース硬さが 200HV、400HV、600HV に調質された炭素工具鋼鋼材(SK5)の板状試験片について、リング(側面)オンディスク型の摩耗試験機で摩耗試験を行い、硬さが摩耗特性に及ぼす影響について、調査を行った。このとき、相手材料であるリングの材質は、すべてベアリング鋼(SUJ2)をロックウェル硬さ HRC60(700HV)に調質したものとした。摩擦速度は 200mm/min とし、また、試験力(F)は、34.3N、60.0N、85.8N の内から選択し、それぞれ試験中は一定とした。得られた結果は、以下のように要約される。

定常摩耗の領域で、試験力と滑り距離の積(F×L)と摩耗量(W)は比例関係を示し、試験結果は、凝着摩耗の摩耗式で、下式(1)で表される Holm の摩耗式で整理することができた。

$$W = (Z / H) \times F \times L = W_s \times F \times L \quad (1)$$

ここで、Z は摩耗係数、H は押し込み硬さ、W<sub>s</sub> は比摩耗量である。

W<sub>s</sub> は、400HV と 600HV の試験片と比較して、HV200 の試験片で 10 倍以上の非常に大きな値を示した。摩耗痕観察の結果から、HV200 の試験片のみ摩耗形態が異なっており、このことから、W<sub>s</sub> は摩耗形態などに依存して変化する因子の影響を強く受ける係数のためであると考えられた。

キーワード：摩耗試験、摩耗係数、比摩耗量、ビッカース硬さ

## 1. 緒言

摩耗とは、ある物体同士が接触し、その接触部が摩擦によって表面損傷することで、減量していく現象のことである。機械装置において、その構成される部品同士の接触が無いということは皆無であり、この接触部の摩耗現象自体が機械の耐久性を左右するといっても過言ではない。

摩耗現象は、機械装置のみならず日常生活の場においても広く見られるもので、この現象自体は、恐らく有史以前から知られているに違いない。しかし、その基本機構において不明な点が多く、大きく科学技術の発展した現代においても、蓄積された経験に立脚した設計活動がなされている。このことは、材料の摩耗試験による特性評価の現場においても同様であり、「どんな摩耗試験を行ったとしても、摩耗は

実際に装置に組み込んで使ってみなければ分からない。」といったような声が聞かれる。

二つの物体の接触の形態は多数存在し、このため多数の摩耗試験方法と摩耗試験機が存在する。例えば、ピンオンディスク型、リング(底面)オンディスク型、リング(側面)オンディスク型、ボールオンボール型などである。これらの摩耗試験方法には、それぞれメリットとデメリットが存在し、デメリットが全く無く、すべての摩耗現象を再現できるような試験方法は存在しない。

本報告では、リング(側面)オンディスク型の摩耗試験機を用い、機械部品での基本材料となる鉄鋼材料を対象として摩耗試験を行い、その基本特性を調査することを目的とした。

## 2. 試験方法

### 2.1 摩耗試験

本研究に用いた摩耗試験機の概略図を図1に示す。

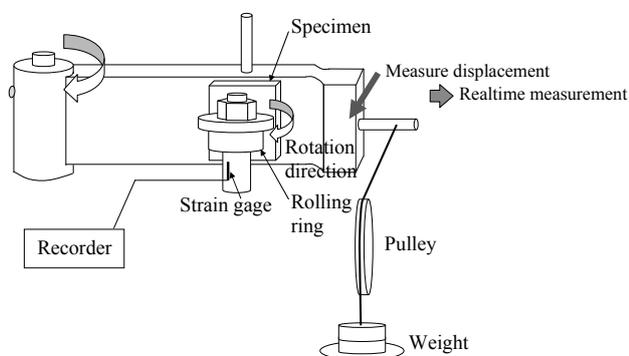


図1 摩耗試験機の概略図

リング(側面)オンディスク型の摩耗試験機であり、回転円盤(リング)の側面を板状試験片に押し付けるようになっている。リングの材質は、ベアリング鋼(SUJ2)をロックウェル硬さ HRC60(700HV)に調質したもので、リングの幅は 3mm、直径はφ30mmのものを使用し、すべての試験で摩擦速度は 200mm/min とした。なお、試験は、すべて乾式で行い、リングの試験面は、試験前に#100の回転砥石によって研磨を行った。

試験力(F)は、おもりによって負荷される機構で、試験面に 34.3N、60.0N、85.8N が負荷されるようにし、試験中は一定とした。

### 2.2 摩耗量

摩耗量(W)の評価は、体積によって行うこととし、試験によって出来た円弧状摩耗痕を正面から見た時の摩耗痕幅(b)を測定することで、幾何学的に式(1)によって算出することができる。

$$W = (B \times b^3) / (6 \times D) \quad (1)$$

ここで、Bはリングの幅(3mm)、Dはリングの直径(30mm)である。

本研究では、図1に示すように、試験中に板状試験片がリングに近づいていく変位量を測定するよう

にした。この変位量は、リングが摩耗しないと仮定した場合に、板状試験片にできた円弧状摩耗痕の深さ変位に等しいものとして、この深さ変位から幾何学的に摩耗痕幅を求め、試験中の刻々の摩耗量を算出できるようにした。

### 2.3 摩擦係数

摩耗試験中に、図1に示すように、刻々のリング取り付けシャフトの軸トルク(T)を測定し、式(2)より摩擦係数( $\mu$ )を求めた。

$$\mu = (2 \times T) / (F \times D) \quad (2)$$

### 2.4 試験片

板状試験片の材質は、炭素工具鋼鋼材(SK5)とし、200HV、400HV、600HVに調質したものをを用いた。この試験片の試験面を摩耗試験前にエメリー紙での研磨と3 $\mu$ mのダイヤモンド砥粒での琢磨を行い、鏡面状態にして試験に供した。

## 3. 試験結果および考察

金属の滑り摩擦に関して、基本的には凝着摩耗形態によって摩耗進行することが考えられている<sup>(1),(2)</sup>。このとき、WはHolmの摩耗式<sup>(3)</sup>によって式(3)で表される。

$$W = (Z / H) \times F \times L \quad (3)$$

また、 $W_s = (Z / H)$ とすると、式(4)で表すことができる。

$$W = W_s \times F \times L \quad (4)$$

ここで、Zは摩耗係数、Hは押し込み硬さ、Fは試験力(N)、Lは滑り距離(mm)、 $W_s$ は比摩耗量( $\text{mm}^2/\text{N}$ )である。

式(3)、(4)ともに、Wは、その仕事量( $F \times L$ )に比例することを表している。図2に、 $F \times L$ に対するW及び $\mu$ の関係を示す。

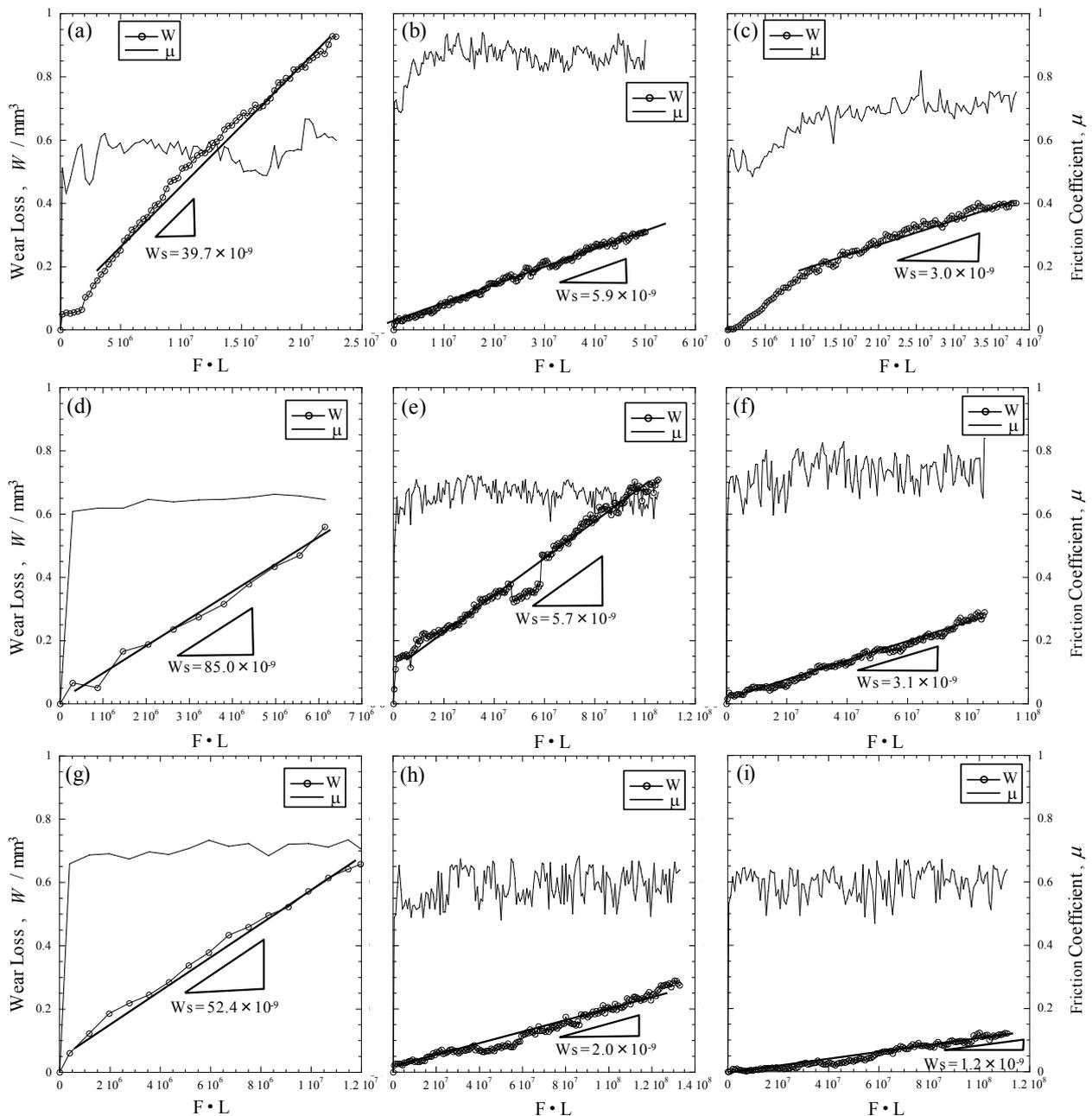


図2 摩耗試験結果(W及び $\mu$ に対する $F \times L$ の影響)

- (a) 200HV 試験片( $F=34.3\text{N}$ )、(b) 400HV 試験片( $F=34.3\text{N}$ )、(c) 600HV 試験片( $F=34.3\text{N}$ )、  
 (d) 200HV 試験片( $F=60.0\text{N}$ )、(e) 400HV 試験片( $F=60.0\text{N}$ )、(f) 600HV 試験片( $F=60.0\text{N}$ )、  
 (g) 200HV 試験片( $F=85.8\text{N}$ )、(h) 400HV 試験片( $F=85.8\text{N}$ )、(i) 600HV 試験片( $F=85.8\text{N}$ )

すべての試験結果において、摩耗試験開始直後では、それらの長短はあるものの、不安定な摩擦係数を示しているが、その後、いわゆるなじみが起こり、摩擦係数が安定して定常摩耗の状態になる。このとき、 $F \times L$ と $W$ は比例関係を示しており、図2中に

直線を示す。この直線の傾きが、式(4)における $W_s$ を表すことから、それぞれの試験条件において求めた $W_s$ と摩擦係数の平均値をまとめたものを表1に示す。

表 1 摩耗試験結果から求めた比摩耗量と摩擦係数

Test Force, N	Vickers Hardness, HV		
	200HV	400HV	600HV
34.3	$39.7 \times 10^{-9}$ (0.6)	$5.9 \times 10^{-9}$ (0.85)	$3.0 \times 10^{-9}$ (0.7)
60.0	$85.0 \times 10^{-9}$ (0.65)	$5.7 \times 10^{-9}$ (0.65)	$3.1 \times 10^{-9}$ (0.73)
85.8	$52.4 \times 10^{-9}$ (0.71)	$2.0 \times 10^{-9}$ (0.6)	$1.2 \times 10^{-9}$ (0.6)

上段は  $W_s$ ( $\text{mm}^2/\text{N}$ )、下段( )内は摩擦係数を示す。

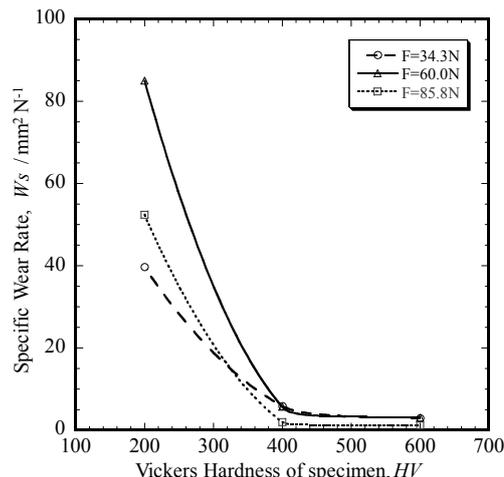


図 4 ビッカース硬さと  $W_s$  の関係

図 3 に  $F$  と  $W_s$  の関係を示す。

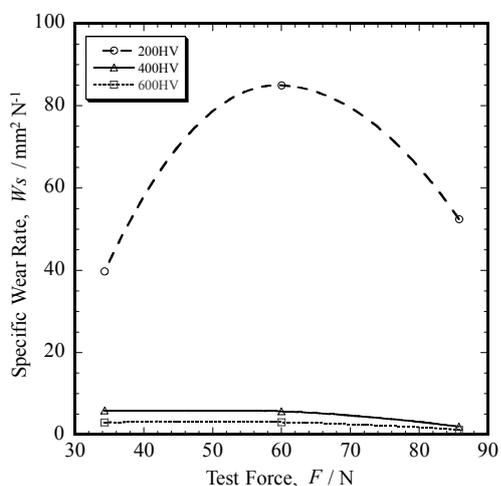


図 3  $F$  と  $W_s$  の関係

400HV と 600HV の試験片と比較して、200HV の試験片で、 $W_s$  が 10 倍以上と非常に大きな値を示している。200HV の試験片では、 $F$  に依存した挙動であるか、試験におけるばらつきによるものかの判断が困難であるが、 $F=60.0\text{N}$  の時に  $W_s$  が最も大きくなっている。400HV と 600HV の試験片では、わずかであるが  $F$  が大きくなるほど、 $W_s$  は小さくなる傾向を示した。

図 4 に板状試験片のビッカース硬さ( $H$ )と  $W_s$  の関係を示す。

200HV の試験片で  $W_s$  が非常に大きな値を示していることが分かる。ここで、式(3)と(4)から、 $W_s = (Z / H)$  であり、もし  $Z$  が材料、材質等により決定されるような定数であるとするれば、 $W_s$  は  $H$  に対して反比例の関係を示すはずであるが、図 4 では、その関係は成立していない。

図 5(a)、(b)、(c)に摩耗試験後の摩耗痕の実体顕微鏡観察結果を示す。図から、200HV の試験片で、摩耗痕は非常に荒れた摩耗面のように見られる。また、試験片に付着、残存した摩耗粉を見てみると、400HV と 600HV の試験片では赤い摩耗粉となっているのに対して、200HV の試験片では黒い摩耗粉となっている。赤い摩耗粉は、主として  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  からなり、黒い摩耗粉については、 $\text{FeO}$  や  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  等の可能性が考えられる。いずれにしても、200HV の試験片について、その摩耗形態が他と比較して大きく異なる可能性が考えられる。

図 5(d)、(e)、(f)に図 5(a)、(b)、(c)の摩耗痕の走査電子顕微鏡(SEM)観察した結果を示す。図から、400HV と 600HV の試験片では、レール状の非常にきれいな滑り痕跡とえぐれた様になっている部分とが交互に存在している。これに対して、200HV の試験片については、ほとんどの部分で、えぐれた様になっており、その上で摩耗粉が固まったような状態と、さらにその上を押しつぶすようになっている滑り痕跡を見ることができる。レール状のきれいな滑り痕跡については、安定で、非常に微小な酸化摩耗粉

を排出するような滑り摩耗の痕跡ではないかと考え、また、えぐれた様になっている部分については、一部の強い凝着挙動から試験片表面がめくれるような挙動があつて、大きく表面が損傷しているような状況ではないかと考える。

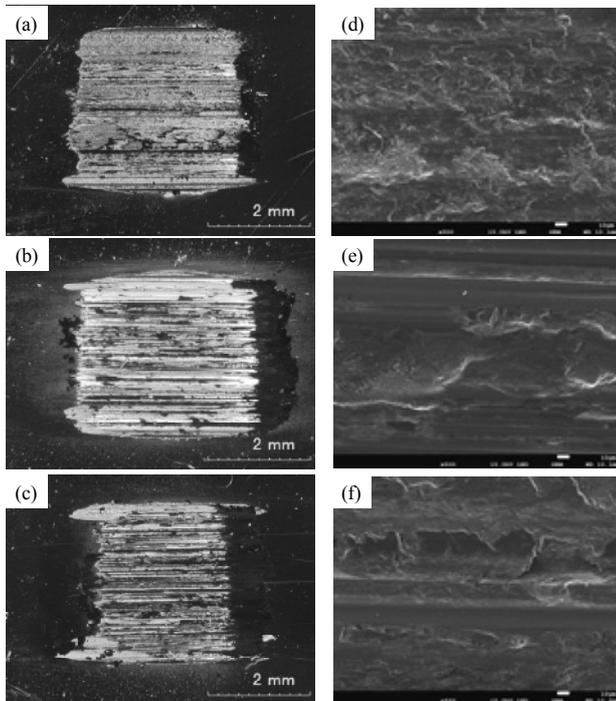


図 5 摩耗痕の観察結果

- (a)、(d) 200HV 試験片(F=60.0N)、  
 (b)、(e) 400HV 試験片(F=60.0N)、  
 (c)、(f) 600HV 試験片(F=60.0N)

(ここで、(a)、(b)、(c)は実体顕微鏡による観察結果であり、(d)、(e)、(f)は SEM による観察結果である。)

図 6 に摩耗粉の SEM 観察結果を示す。図から、200HV の試験片では、図 6(a)中に白矢印で示すような、角部が残る大きな摩耗粉を確認することができる。また、図 6(b)、(d)、(f)の比較において、微粉の摩耗粉を比較すると、200HV 試験片で大きい。

このことから、摩耗粉の色が 200HV 試験片だけ異なることについて、摩耗粉が比較的大きいため、完全に酸化していない状態で排出されていたと考える。

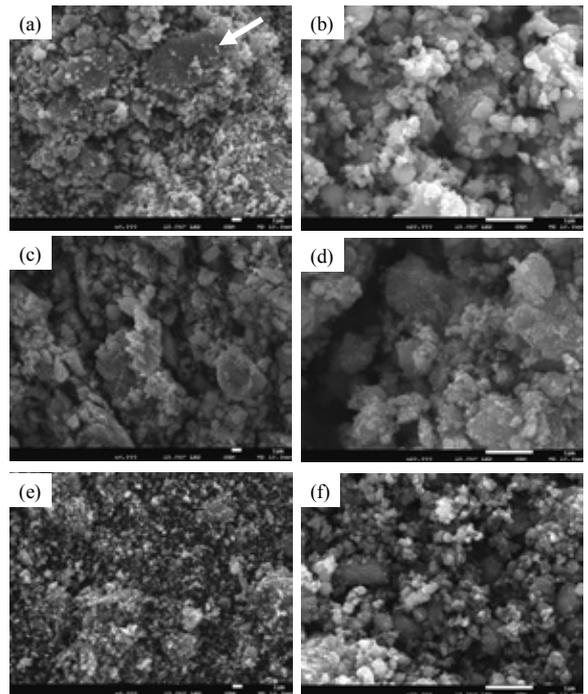


図 6 摩耗粉の観察結果

- (a)、(b) 200HV 試験片(F=60.0N)、  
 (c)、(d) 400HV 試験片(F=60.0N)、  
 (e)、(f) 600HV 試験片(F=60.0N)

#### 4. 結言

ビッカース硬さが 200HV、400HV、600HV に調質された炭素工具鋼鋼材(SK5)の板状試験片を、リング(側面)オンディスク型の摩耗試験機で摩耗試験を行い、硬さが摩耗特性に及ぼす影響について、調査を行った。このとき、相手材料であるリングの材質は、すべてベアリング鋼(SUJ2)をロックウェル硬さ HRC60(700HV)に調質したものとした。摩擦速度は 200mm/min とし、試験力(F)は、34.3N、60.0N、85.8N の内から選択し、それぞれ試験中は一定とした。得られた結果は、以下のように要約される。

- (1) 摩擦係数が安定する定常摩耗と考えられる領域で、試験力と滑り距離の積(F×L)と摩耗量(W)は比例関係を示し、試験結果は、凝着摩耗の摩耗式として知られ、下式(1)で表される Holm の摩耗式で整理することができた。

$$W = (Z / H) \times F \times L = W_s \times F \times L \quad (1)$$

ここで、 $Z$  は摩耗係数、 $H$  は押し込み硬さ、 $W_s$  は比摩耗量である。

- (2)  $F$  によらず、 $W_s$  は、400HV と 600HV の試験片と比較して、HV200 の試験片で 10 倍以上の非常に大きな値を示した。なお、400HV と 600HV の試験片では、 $F$  が大きくなるほど  $W_s$  は小さくなる傾向を示した。
- (3) 式(1)では、 $W_s$  と  $H$  の関係は反比例の関係となるが、試験結果において、この関係は示さなかった。摩耗粉の観察では、200HV の試験片の摩耗粉は黒色で、他の摩耗粉より大きくなっていった。なお、他の試験片での摩耗粉は赤色であった。また、摩耗痕の観察で、200HV 試験片では単純すべり摩耗したと思われる部位はほとんど見られず、摩耗面が捲れて、捲れた上に摩耗粉が堆積し、堆積した摩耗粉の上をリングが押しつぶしたような状態であった。他の試験片では、単純すべり摩耗の部分と捲れが生じて摩耗粉が堆積したようになっている部分の混在状態になっていた。このような摩耗形態の違いが、 $Z$  の値に大きく影響していると考えられ、 $Z$  の値は、材料固有の係数といったものではなく、摩耗形態等の影響を強く受ける係数であると考えられた。

おわりに、本研究を実施するに際して使用したデジタル計測顕微鏡及び走査電子顕微鏡は、公益財団法人 JKA の自転車等機械工業振興事業に関する補助金により整備したものである。

その他、研究へのご協力、ご支援をいただきました関係各位に深く感謝します。

#### 参考文献

- (1) Bowden, F.P. and Tabor, D., The friction and lubrication of solids, Pt.1, Oxford(1950).
- (2) Bowden, F.P. and Tabor, D., The friction and lubrication of solids, Pt.2, Oxford(1964)
- (3) R.Holm, "Electric Contacts", Stockholm (1946) p.214.

# 赤外吸収スペクトルデータベースの構築

林 貴寛、森山 友絵<sup>1</sup>

有機化合物を中心とした化学物質の分析において、物質固有の情報を得ることが出来る赤外分光分析は非常に強力なツールである。しかし、当該分析法によって得られる赤外吸収スペクトルの解析は、分析担当者の知識や経験に大きく左右される。

当センターには、日々様々な分析試料が持ち込まれ、赤外分光分析を行っているが、分析装置を高度に活用できているとは言えない。そこで、新任担当者等への技術継承も意識し、様々な物質の赤外吸収スペクトルを収集すると共に、前処理方法や蛍光 X 線分析等の他分析の結果を含めた総合的なライブラリを作成した。

キーワード：赤外分光分析、FTIR、ライブラリ、異物、ゴム

## 1. 緒言

製品に付着・混入した異物分析をはじめとした成分が不明な物質の分析依頼は比較的多く、有機物と疑われる試料については、赤外分光光度計を用いた定性分析を主に行っている。依頼試験による赤外分光分析の試料数は、年間約 350 件であり、プラスチック、ゴム、潤滑剤、天然由来物質、無機物質等、様々な種類の試料が持ち込まれる。これらの試料は、食品混入異物の材質調査、製品表面に析出した物質の特定、製品不良の原因調査等の様々な目的で分析の依頼がされる。

赤外分光分析とは、物質に赤外線を照射し、物質を透過又は反射した光を検出することにより、分子の固有振動と同じ周波数の赤外線吸収を測定する手法である。フーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR) に赤外顕微鏡を組み合わせることで微小試料の分析が可能となり、さらに、試料表面の情報が比較的容易に測定できる ATR 法と呼ばれる分析手法が普及したことにより、広範な分野で利用されている。

分析によって得られる赤外吸収スペクトルは、簡単な分子であれば理論的な解析が可能だが、複雑な有機分子では基準振動の数も増え、倍振動や結合振動に基づく吸収も現れるため、その全てを理論的に解析する

ことは困難である<sup>(1)</sup>。したがって、試料の同定作業では、置換基特有の赤外吸収ピークの確認や蛍光 X 線分析等の他の分析により得られた情報を総合して判断していくことになるが、この同定作業は分析担当者の知識や経験に大きく左右される。そのため、異物等の分析を行う機関では、分析方法のマニュアル化や異物ライブラリの構築等が行われている<sup>(2),(3)</sup>。

そこで、筆者らは、同定作業をより確実・迅速に行えるように、筆者らが収集した試料等を測定した赤外吸収スペクトルのライブラリを作成した。また、新任担当者等への技術継承を意識し、試料の外観、前処理方法や蛍光 X 線分析等の他の分析による情報を追記した。

## 2. 実験方法

### 2.1 試料

筆者らが収集した標準品や試料等を対象とした。

### 2.2 使用機器

赤外分光分析は、日本分光株式会社製 FT/IR-350 (赤外顕微鏡 MICRO-20 付属) を使用し、蛍光 X 線分析は、株式会社島津製作所製 EDX-720 を使用した。なお、本蛍光 X 線分析装置では、ナトリウムより軽い元素の測定は出来ず、本報告で記載した測定結果は、FP (ファンダメンタルパラメータ) 法による半定量値である。

(現) 広島市健康福祉局衛生研究所

## 2.3 分析手順

試料は、まず目視や実体顕微鏡で形状や色等を観察した後、その一部を採取して赤外吸収スペクトルを測定した。赤外吸収スペクトルは、透過法、顕微透過法、顕微反射法及び1回反射 ATR 法のうち、試料に適した方法を選択し、少なくとも  $4000\text{cm}^{-1}$ ~ $650\text{cm}^{-1}$  の波数範囲において測定した。なお、試料は、必要に応じて、水、アセトン、ヘキサン等の溶媒による洗浄や抽出等の前処理を行った。

また、試料によってはニンヒドリン反応やフロログルシン塩酸反応等の定性分析を行い、試料内に金属原子及び塩素等のヘテロ原子を含むことが疑われる試料やガラス繊維等を含む複合材料が疑われる試料については蛍光 X 線分析による元素分析を行った。

## 2.4 ライブラリ作成方法

ライブラリの作成に当たっては、測定した赤外吸収スペクトルを登録すると共に、分析年月日、試料外観、前処理方法、測定手法、他分析による結果、特記事項等の情報を追記した。なお、同定作業の一助となるよう、混合物や同定できなかった試料についても登録した。

## 3. 分析事例

### 3.1 プラスチック

赤外分光分析の分析依頼として最も多いのがプラスチックである。工場に限らず、身の回りのありとあらゆる場所でプラスチックは使われており、異物の原因等となりやすい。依頼試験により分析したプラスチックとしては、容器包装をはじめ幅広く使用されるポリエチレンやポリプロピレン、ペットボトル等に使用されるポリエチレンテレフタレート、配管等に使用されるポリ塩化ビニル等の代表的なプラスチックから、ポリテトラフルオロエチレンやポリフェニレンサルファイド等の使用用途が限られるプラスチックまであり、その種類は幅広い。分析事例として、透明性が高く、ガラス片と誤認しやすいプラスチックであるポリカーボネートの写真を図 1 に、赤外吸収スペクトルの測定結果を図 2 に示す。

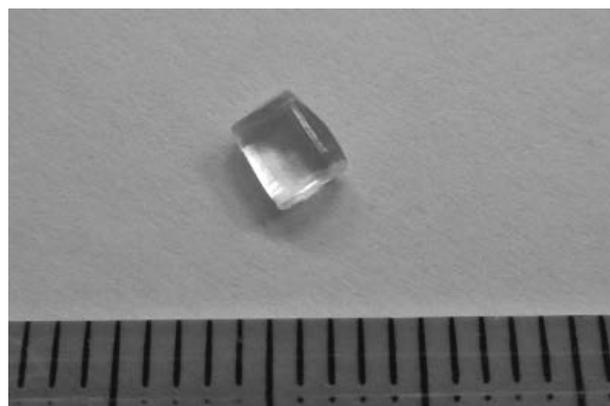


図 1 ポリカーボネート外観

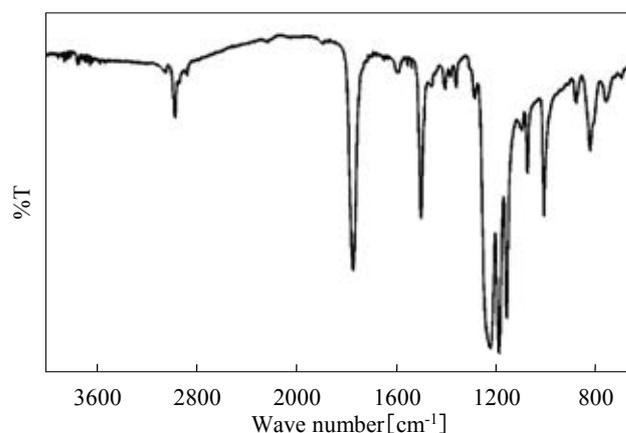


図 2 ポリカーボネートの赤外吸収スペクトル測定例

### 3.2 ゴム

カーボンブラックの添加により黒色を呈しているゴムは、赤外光を吸収するため赤外分光分析は難しいとされているが、ゲルマニウムプリズムを用いた ATR 法による分析が有効な場合もある<sup>(4),(5)</sup>。当センターにおいても、同法を用いて  $2240\text{cm}^{-1}$  付近のシアノ基の吸収ピークの存在から、NBR（ニトリルゴム）を同定した例があるが、JIS K 6230 によるゴム熱分解物等の赤外分光分析を併せて行うことで更に同定しやすくなる。また、JIS K 6230 では、附属書に各種ゴムの特性吸収帯表及び標準スペクトルが示されていることも参考となる。そこで、EPDM（エチレンとプロピレンとジエンとの共重合体）、NBR、CR（クロロプレンゴム）等の各種ゴムについて、1回反射 ATR 法によるゴム内部の赤外吸収スペクトル及び透過法による熱分解物の赤外吸収スペクトルをそれぞれ測定・登録した。

分析事例として、EPDM の赤外吸収スペクトルの測定結果を図 3 及び図 4 に示す。1回反射 ATR 法による

測定では吸収ピークが少ないが、熱分解物の測定では800~1000 cm<sup>-1</sup> 付近に不飽和結合由来と推定される吸収ピークが確認できた。

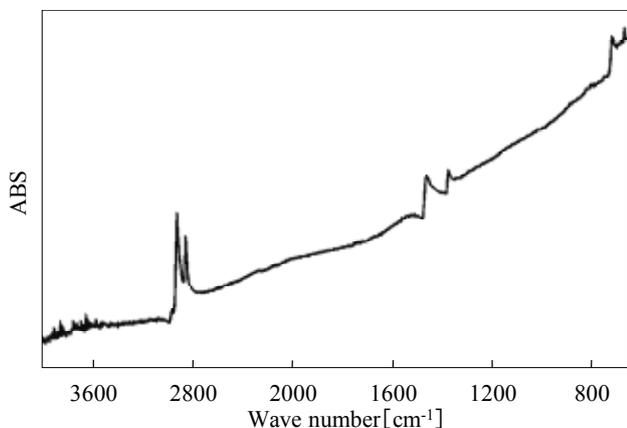


図3 1回反射ATR法によるEPDMの赤外吸収スペクトル測定例

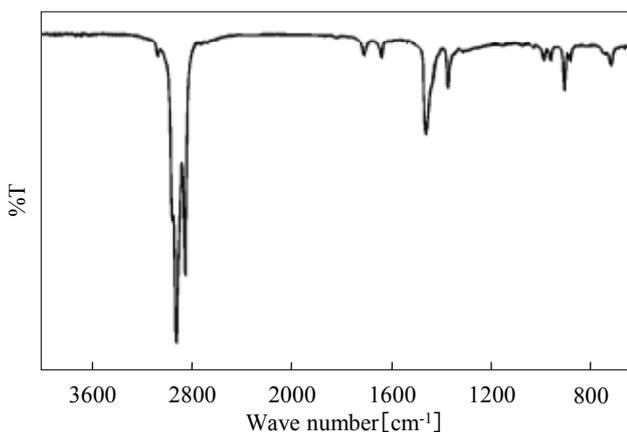


図4 透過法によるEPDM熱分解物の赤外吸収スペクトル測定例

### 3.3 潤滑剤

潤滑剤は、工業製品をはじめ、製品を加工する機械自体にも多用されている。相談例としては、製品表面に異物として付着している潤滑剤がどの工程で使用されている潤滑剤か特定して欲しいなどがある。潤滑剤の成分は、基本となる鉱油等の基油と酸化防止剤等の添加剤からなり、構成成分の8割以上は基油である<sup>(6)</sup>。基油は単純な炭化水素であることが多く、試料の状態によって違いが分かり難い場合があり、添加物のみを分離した後分析した例もある。

図5にグリスの赤外吸収スペクトルの測定結果を示

す。赤外吸収スペクトルからは、1570 cm<sup>-1</sup> 付近にカルボン酸塩由来と推定される吸収ピークが確認でき、蛍光X線分析によりカルシウム(約99%)が検出されたことから、増ちょう剤としてカルシウム塩を金属石けんとして含むグリスと推定された。

その他、リチウム塩等の他の金属石けん系グリス、ウレア系グリス、シリコンオイル等を測定・登録した。

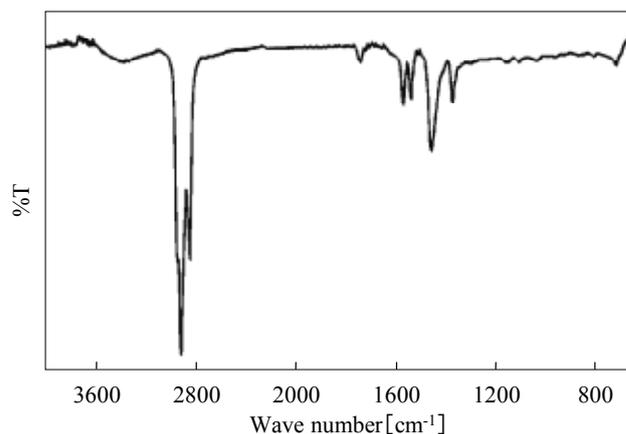


図5 グリスの赤外吸収スペクトル測定例

### 3.4 天然由来物質

天然由来物質として多い分析事例は、多糖類のセルロースである。食品異物としては、野菜片や割り箸等、製品異物としては、ウエス繊維や梱包材料等が原因物質となる。リグニン由来の1600cm<sup>-1</sup> 付近の吸収ピークにより、木材かどうか確認できる<sup>(7)</sup>が、一般的にセルロースの赤外吸収スペクトルのみでは、混入経路の特定が難しいことが多いため、実体顕微鏡による観察等、他の分析法との併用が重要となる。例えば、図6に示

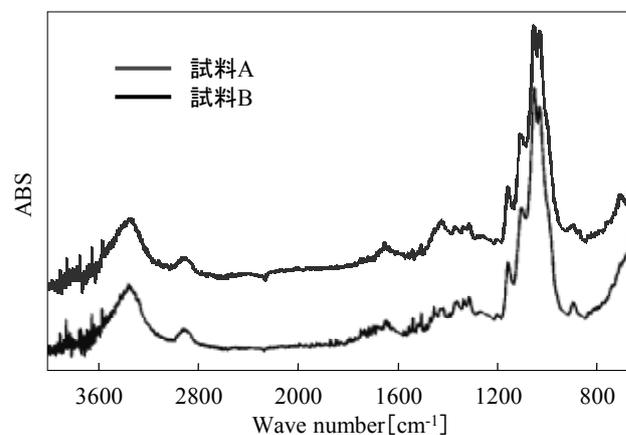


図6 セルロースの赤外吸収スペクトル測定例

す二つの赤外吸収スペクトルは、異なる試料由来のセルロースの1回反射ATR法による測定結果であるが、非常に良く似ており、判別が困難であった。しかし、実体顕微鏡による観察を行うと、異なる色の繊維が見られるなどの違いがあり、容易に判別できた(図7)。

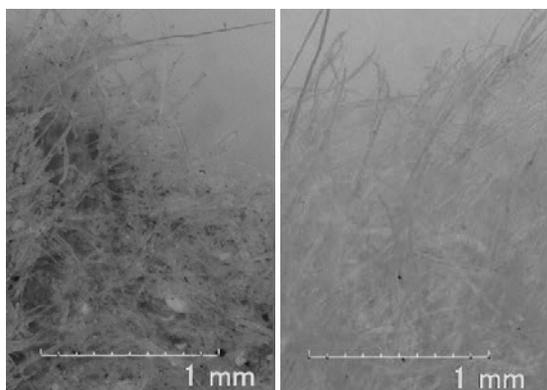


図7 顕微鏡写真(左:試料A、右:試料B)

また、目視ではプラスチックフィルムと誤認しやすいトマトの皮について、外観及び顕微鏡写真を図8に、赤外吸収スペクトルの測定結果を図9に示す。なお、

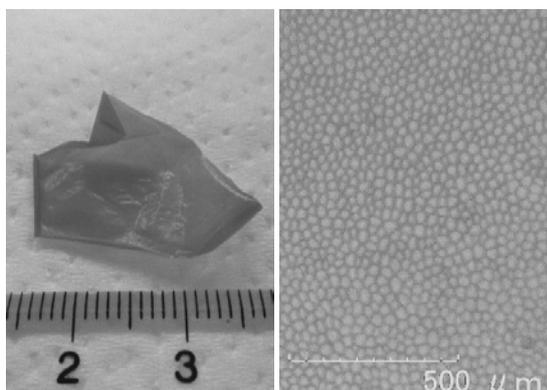


図8 トマトの皮の外観(左)と顕微鏡写真(右)

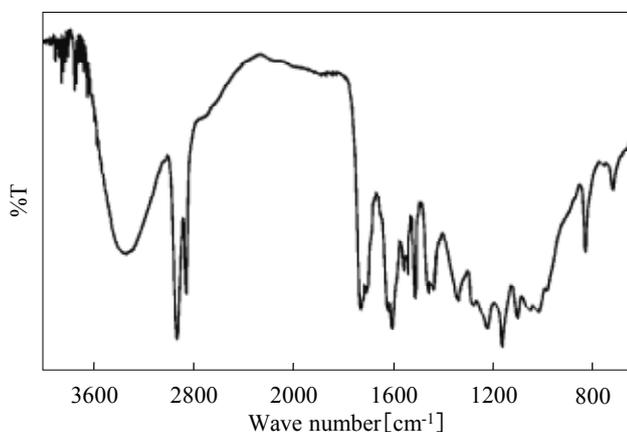


図9 トマトの皮の赤外吸収スペクトル測定例

このトマトの皮の蛍光X線分析の結果は、おおよそカリウム(約44%)、カルシウム(約42%)、リン(約5%)、塩素(約4%)等であった。

セルロース以外の天然由来物質としては、髪や皮膚等のタンパク質やでんぷん等を測定・登録した。

### 3.5 無機材料

無機材料として、プラスチック・ゴム等に添加されることの多い炭酸カルシウム、タルク、カオリン等の無機添加剤や、コンクリート粉末、ガラス等を測定・登録した。無機添加剤の赤外吸収スペクトルは、試料表面のブルーミング等の製品異常調査や試料に配合されている成分を分析する際に有用である。例として、タルクの赤外吸収スペクトルの測定結果を図10に示す。無機物に多く見られる幅広い吸収ピークが1020 cm<sup>-1</sup>付近に見られ、蛍光X線分析の結果は、ケイ素(約72%)、マグネシウム(約26%)等であった。

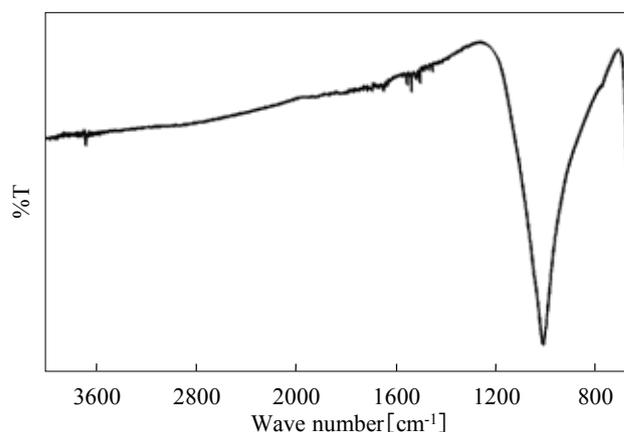


図10 タルクの赤外吸収スペクトル測定例

## 4. 結言

今回作成した赤外吸収スペクトルデータベースは未知試料を同定する際の一助となっている。また、他の分析担当者にも情報共有が可能であるため、今後得られた分析データも追加し、データベースの充実を図りたい。

### 参考文献

- (1) 社団法人日本分析化学会高分子分析研究懇談会

- 編、新版 高分子分析ハンドブック（1995）、  
p127-128、株式会社紀伊國屋書店
- (2) 中田絵梨子、石原那美、瀬見井純、有機系異物の  
素材別同定マニュアルの作成、あいち産業科学技  
術総合センター研究報告（2016）、p116
- (3) 三宅由子、谷口洋子、日比野剛、長谷川正樹、異  
物ライブラリーの構築—医薬品等及び食品への  
異物混入防止のために—、三重県科学技術振興セ  
ンター工業研究部研究報告（2004）、p58
- (4) 柏谷智、塗装技術第 54 巻第 13 号（2015）、p49、  
株式会社理工出版社
- (5) 原田美奈子、日本ゴム協会誌第 88 巻第 6 号（2015）、  
p192、一般社団法人日本ゴム協会
- (6) 社団法人日本ゴム協会「ゴム試験法」編集委員会  
編著、ゴム試験法第 3 版（2006）、p398、丸善株  
式会社
- (7) 山脇良平 企画編集、微小異物の分析技術／デー  
タ集（2012）、p483、株式会社技術情報協会

# 試作したプロペラを用いた流体解析の事例研究

黒口 新

3D CADで設計したプロペラを3Dプリンタで造形し、プロペラの性能を確認するために、風速測定実験と流体解析の比較を行った。

キーワード：流体解析、3Dプリンタ

## 1. はじめに

流体解析は、製品周辺の流体の流れをコンピュータ上でシミュレーションする技術である。そのメリットは、試作品を作らずに、製品性能の確認ができることである。

また、3Dプリンタは、CADデータがあれば試作品を容易に造形することができるため、開発期間の短縮が可能である。

本報では、3D CADで設計したプロペラを3Dプリンタで造形し、風速測定実験と流体解析を行った結果を報告する。

## 2. プロペラの作製

### 2.1 CADデータの作成

造形用に作成したプロペラのCADデータを図1に示す。

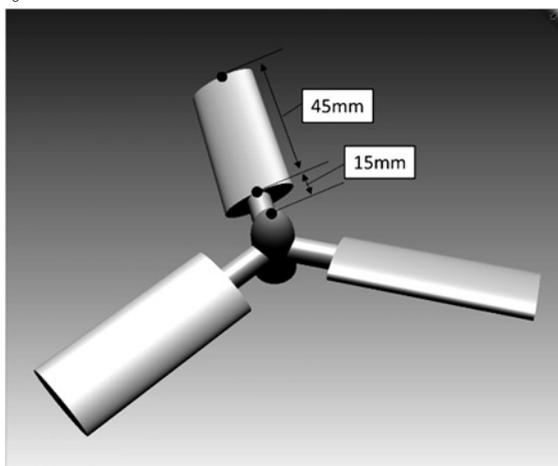


図1 プロペラのCADデータ

### 2.2 3Dプリンタによる造形

作成したCADデータを基に3Dプリンタで造形を行った。使用した3Dプリンタはキーエンス社製AGILISTA-3100であり、造形時間は3時間20分であった。

## 3. 風速測定実験

### 3.1 実験準備

造形したプロペラと模型用モータを使用して、風速測定実験を行った。モータはW30mm×D27mm×H593mmの木製台に取り付けた。図2に外観を示す。



図2 外観

### 3.2 測定

プロペラを3500rpmの速度で回転させ、プロペラの中心軸から100mm及び150mm離れた各点での風速を測定した。測定には、熱線風速計を使用し、各点で10秒間隔で5分間、風速測定を行った。測定時の様子を図3に示す。また、5分間測定し、平均化した結果を表1に示す。

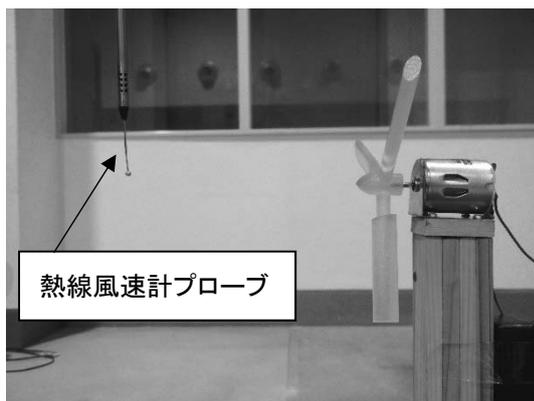


図 3 風速測定実験の様子

表 1 風速測定実験の結果

距離 (mm)	100	150
風速 (m/s)	3.34	3.24

#### 4. 流体解析

##### 4.1 解析方法

解析モデルを図 4 に示す。主な解析条件は、以下のとおりである。

- ・非圧縮の乱流解析
- ・メッシュ数 998,652 個
- ・乱流モデル k-ε モデル
- ・解析モデルの上端、右端、左端、正面及び背面での圧力規定(p=0)
- ・解析モデルの下端及び台は壁面
- ・プロペラの回転速度 3500rpm

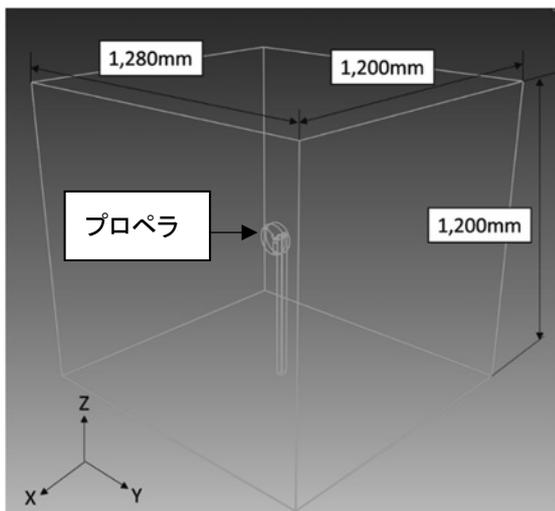


図 4 解析モデルの全体

##### 4.2 解析結果

図 5 に解析結果を、表 2 に各測定点での風速を示す。いずれの場所でも、実験の結果とシミュレーション結果の差は 5%以内であった。

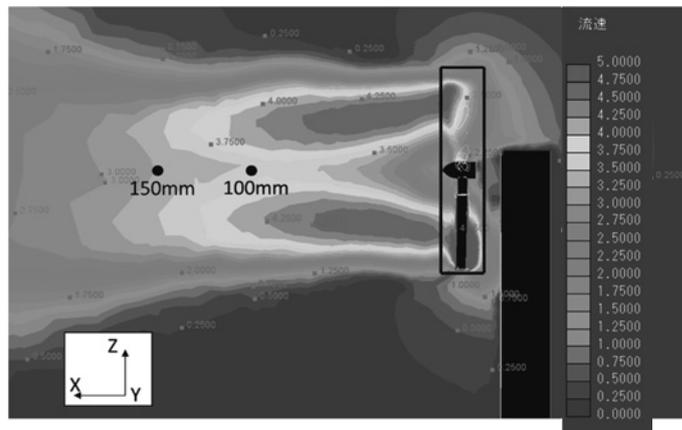


図 5 解析結果 (風速のコンター図)

表 2 各測定点での解析結果

距離 (mm)	100	150
風速 (m/s)	3.50	3.25

#### 5 まとめ

3D CAD で設計したプロペラを 3D プリンタで造形し、風速測定実験と流体解析の比較を行った。実験結果と流体解析結果の差は 5%程度であった。今後、プロペラを風洞内に設置するなど、解析条件を実験条件により近似させてシミュレーションすることにより、解析精度は向上すると考える。

##### 参考文献

- (1) (株)アドライズ編、3次元 CAD「SolidWorks」練習帳(2009)、p88 日刊工業新聞社

## 4 事例報告

- (1) 図柄入りナンバープレートに係る試験について 50  
奥田 学、森山 友絵、山名 正史
  
- (2) 庵治石の分析…………… 53  
(分析分科会分析技術共同研究)  
瀧口 由佳理、山名 正史
  
- (3) デザイナーマッチングサイト「と、つくる」の  
取組…………… 57  
大川 泰明

# 図柄入りナンバープレートに係る試験について

奥田 学、森山 友絵<sup>1</sup>、山名 正史

平成 29 年 4 月 1 日から、図柄入りナンバープレートが導入されることとなり、広島市及び周辺のナンバープレート製造事業者から、一般社団法人全国自動車標板協議会が新たに定めた「非反射シート式自動車番号標の品質基準の点検方法」に基づく試験依頼があり、当センターにおいて、試験を実施した。

キーワード：図柄入りナンバープレート、非反射シート式

## 1. はじめに

平成 28 年 12 月 28 日付けで、道路運送車両施行規則が改正され、平成 29 年 4 月 1 日から、図柄入りナンバープレートが導入されることとなった（図 1）。



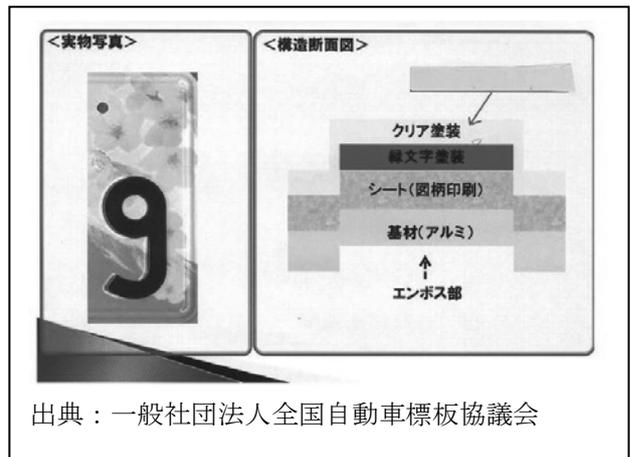
図 1 道路運送車両施行規則等の一部改正について

これに伴い、同年 4 月 1 日から、「ラグビーワールドカップ 2019」を PR するナンバープレート（図 2）が交付されることとなった。



図 2 図柄入りナンバープレートの見本

当該ナンバープレートの構造としては、図 3 に示すように、基材の上に図柄印刷を施したシートを張り、当該シートの上に文字の緑塗装が施されている。



出典：一般社団法人全国自動車標板協議会

図 3 図柄入りナンバープレート構造概略

ナンバープレートの交付に当たり、広島市及び周辺の製造事業者から、一般社団法人全国自動車標板協議会（以下「協会」という。）が新たに定めた「非反射シート式自動車番号標の品質基準の点検方法」（以下「基準」という。）に基づく試験依頼があり、当センターにおいて、当該試験を実施した。

## 2. 試験の概要

協会が定めた基準のうち、塗装・塗膜・シート等に係る点検項目を以下に示す（表 1）。

16 種類の点検項目のうち、当センターで実施した検査は、「③標準限界色票と塗色見本との検認」及び「⑯

1 (現)広島市健康福祉局衛生研究所

接着性」を除く 14 項目について、試験を行った。

表 1 非反射シート式自動車番号標の品質基準の点検方法における塗装・塗膜・シート等の点検項目

点検項目	点検項目
①外観	⑨耐汚染性
②文字、数字の塗色	⑩耐溶剤性
③標準限界色票と塗色 見本との検認	⑪耐揮発油性
④塗膜の厚さ	⑫耐塩水性
⑤亀裂及び硬度	⑬耐酸性
⑥耐衝撃性	⑭耐アルカリ性
⑦耐屈曲性	⑮促進耐候性
⑧密着性（付着性）	⑯接着性

①外観については、照度 1000Lx 以上の室内で目視により、「①表面にひび、割れ、ふくれ、しわ又ははがれがないこと。②塗装に濃淡のむら、塗料のとび又は流れがないこと。③塗装が平滑で、ごみ等が著しく混入していないこと。」を確認した。

②文字、数字の塗色については、照度 1000Lx 以上のもので、番号標（試料）の文字部分及び数字部分と標準限界色票を目視により比較し、「当該色票に定められた範囲内であること。」を確認した。

④塗膜の厚さについては、渦電流色膜厚計等により測定することとなっているが、今回は、塗膜の厚さを視覚的に観測し確認することも含め、「JIS K 5600 1-7 5.4.4 測定法 6A 断面法」により測定した。

⑤亀裂及び硬度については、図 4 に示すように試料をイソプロピルアルコールに顔料系インク朱で着色した 0.5wt%着色液に 10 分浸せき後、イソプロピルアルコールを染みこませたウェスで拭き取り、外観を確認し、親指で表面を 500gf 程度の力により擦り、軟化の有無を確認した。

その際、「①シート部に着色がないこと。②表面に著しい軟化がなく、指紋が残らないこと。」を確認した。



図 4 着色液による浸漬試験

⑥耐衝撃性については、デュポン衝撃変形試験機（図 5）を使用し、500g(±1g)のおもりを高さ 50cm の位置から落下させ、JIS Z 1522 に規定する幅 24mm のテープを指で強く押しながら貼り付け、テープを付着して 5 分以内にテープをはがし、表面の状態を目視により確認した。

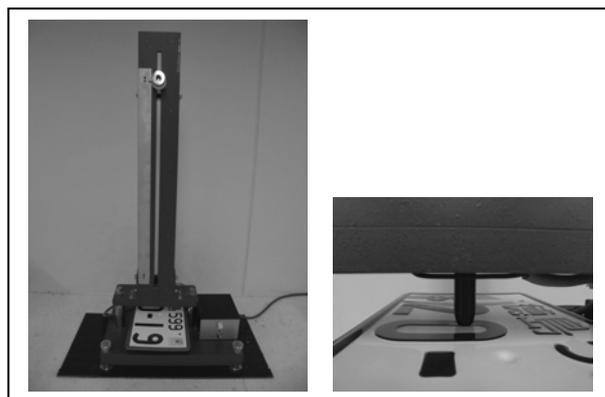


図 5 デュポン衝撃変形試験機による試験

⑦耐屈曲性試験については、屈曲試験機（図 6）を使用し、表面が外側になるように折り曲げた後、試料を取り出し、JIS Z 1522 に規定する幅 24mm のテープを指で強く押しながら貼り付け、テープを付着して 5 分以内にテープをはがし、表面の状態を目視により確認した。



図 6 屈曲試験機による試験

⑧密着性（付着性）については、「JIS K5600-6-1999 塗料一般試験方法 付着性（クロスカット法）」により、シートを貫通して素地に達する切り傷を付けた後、JIS Z 1522 に規定する幅 24mm のテープを指で強く押しながらか貼り付け、テープを付着して 5 分以内にテープをはがし、表面の状態を目視により確認した。その際、「JIS K 5600-5-6 8.3 の表 1 試験結果の分類において分類 2 以上であること。」を確認した。

⑨耐汚染性については、図 7 に示すように、潤滑油とグラファイトを重量比 1/1 で混合して汚染物質を調整し、当該汚染物質で非エンボス部分等を汚染し、24 時間放置した後、汚染物質を拭き取り、n-ヘプタンで洗浄し、乾燥後、表面の状態を目視で確認した。



図 7 汚染物質による耐汚染性試験

⑩耐溶剤性については、n-ヘプタン 70%及びトルエン 30%の混合液（容積比）に試料を 1 分間浸漬させ後、試料を取り出し、表面をウエスで拭き乾燥させ、表面の状態を目視及び指でこすって軟化の有無を確認した。

⑪耐揮発油性については、「JIS K5600-6-1999 塗料一般試験方法 浸せき法」に従い、自動車ガソリン 2 号（レギュラ）を容器に入れ、その中に試料を浸せきし、30 分間放置した後、試料を取り出し、室内に立て掛けた直後、表面の状態を目視により確認した。

⑫耐塩水性については、「JIS K5600-6-1999 塗料一般試験方法 浸せき法」に従い、ガラス製又はポリエチレン製の容器に、濃度 3w/v%の塩化ナトリウム水溶液を入れ、その中に試料を浸せきし、96 時間放置した後、試料を取り出し、室内に立て掛けた直後、表面の状態を目視により確認した。

⑬耐酸性について、「JIS K5600-6-1999 塗料一般試験方法 浸せき法」に従い、ガラス製又はポリエチレン製の容器に、濃度 5w/v%の硫酸液を入れ、その中に試料を浸せきし、24 時間放置した後、試料を取り出し、

流水で静かに洗い、水を切った後、室内に立て掛けた直後、表面の状態を目視により確認した。

⑭耐アルカリ性について、試料に濃度 5w/v%の炭酸ナトリウム液を 2~3ml 滴下し、ガラス製のふた等で揮発しないようにした状態で 24 時間放置後、試料を流水で静かに洗い、水を切った後、室内に立て掛けた直後、表面の状態を目視により確認した。

⑮促進耐候性について、サンシャインカーボンアーク灯促進耐候性試験機で、ブラックパネル温度 63±3°C、水の噴霧 60 分間中 12 分間の条件下、500 時間照射後、目視により外観を確認するとともに、「JIS K 5600-8-6 白亜化の等級（テープ法）」により、白亜化の等級が 3 以上であることを確認した。

### 3. 試験結果

7 社からの依頼試験を実施したところ、点検項目①~⑭については、全ての試料において適合であったが、⑮の項目については、一部の試料において、シート部に黄色の変色が見られた。この原因としては、変色のあった試料では、図 3 に示す構造において、クリア塗装がされていないもの全てで生じていたことから、クリア塗装がされていないのであれば、シート部を保護するものがないために、光により変色したものではないかと考えられている。

### 4. おわりに

図柄入りナンバープレートについては、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会特別仕様のもも交付されることになり、さらに今後、ナンバープレートの多角的利用の観点から地方独自の図柄入りのナンバープレートの交付も考えられることから、図柄入りナンバープレートに係る試験の依頼が増えてくるのではないかとと思われる。

# 庵治石の分析 (分析分科会分析技術共同研究)

瀧口 由佳理、山名 正史

産業技術連携推進会議知的基盤部会分析分科会（以下「分析分科会」という。）が実施した、平成 28 年度分析技術共同研究に参加した。本年度は庵治石の分析を行い、参加した全国の公設試験研究機関の分析結果及び分析方法の比較を行った。その結果、試験研究機関間の比較において当センターの分析結果は、z スコア法による技能評価で、すべての分析項目において z スコアが 1.0 以下の良好な結果となった。また、強熱減量の温度は JIS M 8853<sup>(1)</sup>「セラミックス用アルミノけい酸塩質原料の化学分析方法」の通り 1025℃が適当であり、アルカリ溶解と酸分解併用法により溶解した定量分析では、酸化ケイ素は 71.36 質量%、酸化アルミニウムは 14.47 質量%、酸化鉄は 2.787 質量%及び酸化マンガンは 0.04949 質量%が得られた。さらに、ケイ素の分析では脱水重量法より凝集重量法が適していること、アルミニウムの分析に当たっては滴定の終点判別に注意を要すること、ICP 発光分光分析ではマトリックスの影響を考慮することが必要であること、エネルギー分散型蛍光 X 線分析は、主成分元素のピークに近いエネルギーピークが現れる元素が影響を受けやすいことを考慮すれば、事前材料評価としては十分利用できることが分かった。

キーワード：庵治石 ICP

## 1. はじめに

分析分科会では、公設試験研究機関の分析精度と技術向上を目的として、分析技術共同研究を 1957 年より毎年実施している。この分析技術共同研究では、全国の公設試験研究機関が同じ試料を分析対象として、それぞれが選択した各種分析方法で成分分析を行い、会議の場において分析結果を比較検討することで、分析手法の問題点を協議している。平成 28 年度は 39 機関、73 名が参加し、分析試料は庵治石とされた。岩石の精度を求める分析において必要とされる溶解等の前処理方法にも注意が求められ、強熱減量の測定と、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化鉄及び酸化マンガンの 4 成分について定量分析を実施し、それらの分析結果と蛍光 X 線分析による簡易測定との分析結果の比較を行った。

庵治石は、香川県高松市にある五剣山で産出される花崗岩で、日本三大花崗岩の一つとしても知られ、墓石などに利用される高級石材であり、広島平和記念公園の原爆慰霊碑などでも使用されている。主成分は石

英と長石で、その他に黒雲母が含まれ、これが小さな塊として現れる「フ（斑）」と呼ばれる独特の模様を示す。また、花崗岩の中でも特に庵治石はモース硬度 7 で水晶と同等の硬さと化学変化に強い特徴を持つ。

なお、本報では、他の公設試験研究機関の分析結果及び具体的な比較については触れない。

## 2. 試料

分析分科会から統一試料として、100µm 以下に粉砕された庵治石が配布され、これをホウケイ酸ガラス製の秤量瓶に入れ、自然循環式乾燥機で 110℃120 分間乾燥後、シリカゲル入りのデシケーター内で 60 分間放冷を 2 回繰り返したものを分析試料とした。



図1 庵治石試料

### 3. 分析項目および試験方法

分析項目は、強熱減量並びに酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化鉄及び酸化マンガンの4成分に係る重量法、滴定法及びICP発光分光分析法による定量分析を行った。強熱減量及び定量分析はJIS M 8853「セラミックス用アルミノけい酸塩質原料の化学分析方法」（以下、JIS M 8853とする。）に準拠し分析した。また、それらの分析結果と蛍光X線分析による簡易測定の結果との比較を行った。

#### 3.1 強熱減量

(1) 強熱減量は、JIS M 8853により、試料1.0gを1025℃で60分強熱した前後の質量差から算出した。

(2) セラミックスの強熱減量に関する温度について、タルクでは強熱温度をJIS M 8853による温度より100℃上昇させることを推奨している報告<sup>(2)</sup>がある。このことから、強熱温度を1125℃とした実験を行い、温度の影響について、(1)と比較した。

#### 3.2 定量分析

分析試料中のケイ素、アルミニウム、鉄、マンガンの4元素について、重量法、滴定法及びICP発光分光分析法により定量分析を行い、それぞれの元素について、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化鉄及び酸化マンガンの酸化物として成分濃度を算出した。また、分析に用いた装置は、島津製作所㈱製ICPS-7500（シーケンシャル型）であり、その時の分析方法は、イットリウムによる内標準法によった。

##### (1) 酸化ケイ素、酸化鉄及び酸化マンガン

試料0.50gをアルカリ融解、酸分解併用による溶解後、主酸化ケイ素は凝集重量分析法にて、溶存酸化ケイ素、酸化鉄及び酸化マンガンはICP発光分光分析法にて分析した。なお、凝集剤としてのポリエチレンオキシド溶液は、アルコックス®(明成化学工業株式会社)を使用した。

##### (2) 酸化アルミニウム

試料0.50gをアルカリ融解、酸分解併用後、シクロヘキサンジアミン四酢酸(CyDTA)－亜鉛逆滴定法により分析した。

#### 3.3 エネルギー分散型蛍光X線分析

試料は、粉末状態のまま、測定部にポリプロピレン

フィルムを取り付けた小径容器に詰め測定に用いた。測定には、島津製作所㈱製のエネルギー分散型蛍光エックス線装置EDX-720を用いた。測定条件は、X線管球はルビジウム(Rb)、管電圧は15kVと50kV、測定時間はそれぞれ100秒、測定雰囲気は真空、及びX線照射径は3mmとし、分析方法はFP法による半定量分析とした。

## 4. 結果および考察

### 4.1 zスコアによる評価

JIS Q 17043 : 2011<sup>(3)</sup>「適合性評価-技能試験に対する一般要求事項」及びJIS Z 8405<sup>(4)</sup>「試験所間比較による技能試験のための統計的方法」によれば、試験所間比較は、様々な目的で広く採用されており、その使用は、国際的に増加している。試験所間比較の代表的な目的は、次のようなものである。(a)特定の試験又は測定に関する試験所のパフォーマンスの評価、及び試験所の継続的なパフォーマンスの監視、(b)例えば、不適切な試験若しくは測定手順、職員の教育・訓練及び監督の有効性、又は機器・設備(equipment)の校正に係るような試験所における問題点の特定及び改善処置の開始、(c)試験又は測定方法の有効性及び同等性の確立などである。技能試験(proficiency testing)とは、「試験所間比較による、事前に決めた基準に照らしての参加者のパフォーマンスの評価。」のことで、試験所間比較(interlaboratory comparison)とは「事前に定めた条件に従って、二つ以上の試験所が、同一品目又は類似品目で行う、測定又は試験の企画、実施及び評価。」のことになる。測定値(又は分析値)が真値と比較できれば測定値の評価も可能となるが、この場合真値は明らかではない。そこで、分析分科会では評価基準の一つのzスコアを技能の満足度を評価する基準としている。zスコアとは、単位の異なるデータを標準化することで比較することを可能とする統計的手法を言い、次式で表される。

$$z = (x - \mu) / \sigma$$

ここで、xは測定値、 $\mu$ は付与値(全平均値)、 $\sigma$ は標準偏差となる。

z スコア法による技能評価により、当センターの測定値（分析結果）を参加した公設試験研究機関の分析結果と比較したところ、すべての分析項目において z スコアが 1.0 以下の良好な結果となった。

#### 4.2 強熱減量

分析結果は表 1 に示す。

主成分が庵治石と類似のタルク（水酸化マグネシウムとけい酸塩からなる鉱物： $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ）は、強熱減量の温度を試料の水酸基の脱水が完全ではないことを理由に、 $1025\pm 25^\circ C$ から  $1125\pm 25^\circ C$ へ上げた経緯<sup>(2)</sup>から、庵治石にも適用したところ、 $1025^\circ C$ での強熱減量に比べ  $1125^\circ C$ の方がばらつく結果となった。強熱後の試料が温度により肉眼的に色、および粒子の結合具合に違いがみられた。これは、強熱温度が  $100^\circ C$ 高いことにより、試料に含有されている酸化鉄の温度による色の変化<sup>(5)</sup>と、主成分の酸化ケイ素がガラス化したためではないかと考えられた。

表 1 強熱減量結果

測定数	強熱減量（質量%）	
	1025℃	1125℃
1	1.176	1.177
2	1.150	1.169
3	1.229	1.107
4	1.099	1.118
5	1.129	1.259
6	1.129	1.230
平均	1.152	1.177
RDS	3.96	5.09
強熱後の試料		

#### 4.3 定量分析

酸化物換算した 4 成分の分析結果を表 2 に示す。それぞれの値は、2 回測定を行った結果の平均値であり、酸化ケイ素は 71.36 質量%（以下、特に断らない限り%で表す。）、酸化アルミニウムは 14.47%、酸化鉄は 2.787%及び酸化マンガンは 0.04949%が得られた。

表 2 定量分析結果

成分	分析結果 (質量%)	蛍光 X 線 (質量%)
酸化ケイ素	71.36	68.754
酸化アルミニウム	14.47	19.851
酸化鉄	2.787	3.146
酸化マンガン	0.04949	0.059

#### (1) 酸化ケイ素、酸化鉄及び酸化マンガン

JIS M 8853 では酸化ケイ素の定量法について凝集重量法と脱水重量法の二通りの記載があったが、脱水重量法ではアルカリ融解後の酸分解中に塩類が突沸し完全乾固が困難であったため、凝集重量法を選択した。凝集重量法では、アルカリ融解酸分解により、けい酸がゼリー状になるまでかき混ぜて溶解する必要があり、白金蒸発皿がないと作業が困難であった。

また、ICP 発光分光分析法ではマトリックスの影響を考慮する必要があるため、検量線溶液には、事前に含有量の多いアルミニウムの分析を行い、含有率に応じたアルミニウム溶液をマトリックス溶液（アルカリ融解および酸分解に使用した、炭酸ナトリウム、ほう酸、塩酸、硫酸混合水溶液）とともに添加した。

#### (2) 酸化アルミニウム

滴定の終点の色が溶液の黄色から赤味を帯びる点となっており、劇的な色変化がないため、判定に苦慮した。

#### 4.4 蛍光 X 線分析

試料の蛍光 X 線分析結果を図 2 及び表 2 に示す。図 2 に示された分析スペクトルの内、上側が管電圧 15kV のときの分析結果で、同じく下側が 50kV のときの結果である。軽元素は 15kV の結果、重元素は 50kV の結果を基に算出されている。表 2 に示した算出された 4 成分の分析値は、酸化ケイ素が 68.754%、酸化アルミニウムが 19.851%、酸化鉄が 3.146%及び酸化マンガンが 0.059%である。主成分ある酸化ケイ素は、定量分析値とほぼ同じ値が得られたが、酸化アルミニウムは、+37%の乖離を生じた。主成分である酸化ケイ素の分析線  $SiK\alpha$  ピークのすぐ隣に  $AlK\alpha$  ピークが存在するため、この影響を受けプラス側に誤差が生じたものと推測される。その他の元素については、定量分析値に対して

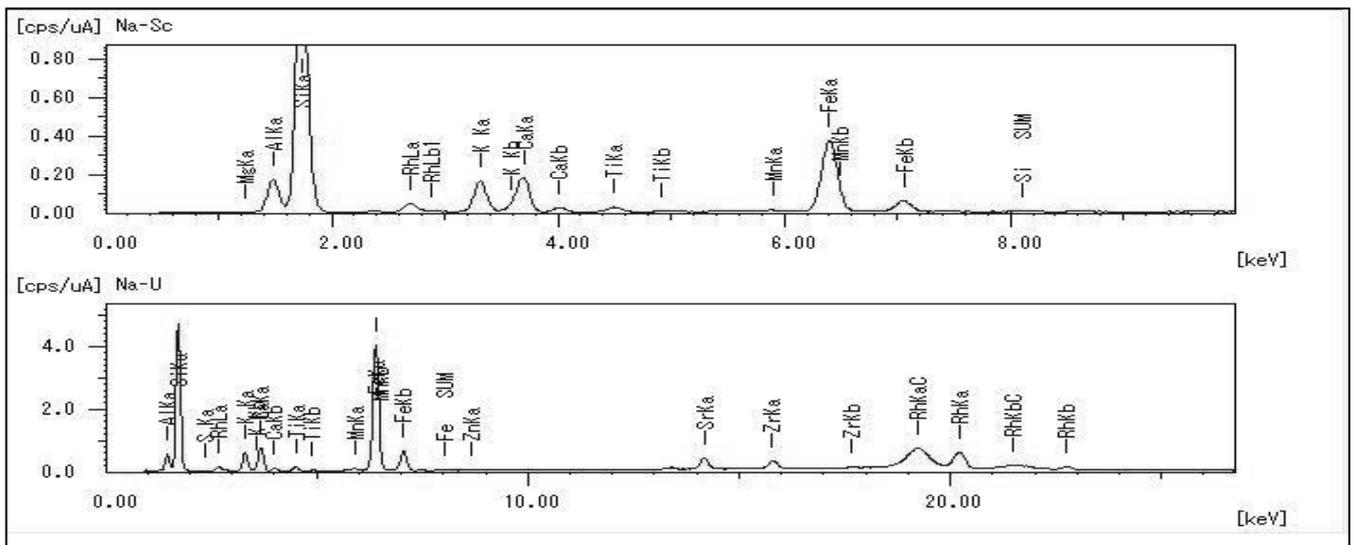


図2 エネルギー分散型蛍光X線分析スペクトル

+10%強の誤差を示しているが絶対量からみればほぼ同じ値が得られていると考えられる。ただし、ある程度の再現性を示す傾向はあると思われるが、本蛍光X線分析結果はFP法による半定量分析によるものであることを考慮する必要があり、分析目的に注意することは当然である。しかし、エネルギー分散型蛍光X線分析は、主成分元素のピークに近いエネルギーピークが現れる元素が影響を受けやすいことを考慮すれば、事前材料評価としては十分利用できることが分かった。

## 5.まとめ

分析分科会が実施した平成28年度分析技術共同研究に参加し、共通試料の「庵治石」の分析を行ったところ以下の結論を得た。

- (1) 試験研究機関間の比較において当センターの分析結果は、zスコア法による技能評価で、すべての分析項目においてzスコアが1.0以下の良好な結果となった。
- (2) 強熱減量は1.152%が得られ、この時の強熱減量の温度はJIS M 8853の通り1025°Cが適当である。
- (3) アルカリ融解、酸分解併用により溶解した定量分析では、酸化ケイ素は71.36質量%、酸化アルミニウムは14.47質量%、酸化鉄は2.787質量%及び酸化マンガンは0.04949質量%が得られた。

- (4) ケイ素（酸化ケイ素）の分析では、脱水重量法より凝集重量法が適している。
- (5) アルミニウム（酸化アルミニウム）の分析では、滴定の終点判別に注意を要する。
- (6) ICP発光分光分析では、マトリックスの影響を考慮する必要がある。
- (7) エネルギー分散型蛍光X線分析は、主成分元素のピークに近いエネルギーピークが現れる元素が影響を受けやすいことを考慮すれば、事前材料評価としては十分利用できる。

## 参考文献

- (1) JIS M 8852「セラミックス用アルミノけい酸塩質原料の化学分析方法（1998）」
- (2) 小塚 祥二、小沼 雅敬、林 勝、分析用標準物質及び規格分析法作成における当社の取組、東芝レビューVol57 No11（2002）、p51-54
- (3) JIS Q 17043：2011「適合性評価-技能試験に対する一般要求事項」
- (4) JIS Z 8405「試験所間比較による技能試験のための統計的方法」
- (5) 尾畑 成造、水野 正敏、高山 定次、棚橋 英樹、タイルの色彩評価に関する研究、岐阜県生産情報技術研究所研究報告

# デザイナーマッチングサイト「と、つくる」の取組

大川 泰明

デザイナーマッチングサイト「と、つくる」は広島広域都市圏域（以下「圏域」という。）のデザイナーを紹介するサイトである。このサイトを通じて中小企業等への指導・相談、コーディネートを行うことにより、中小企業等が自社製品に相応しいデザイン企業を探すことを可能にし、デザイン人材の活躍の場の創出等によるデザイン産業の振興並びにデザイン企業と中小企業の協業の促進による圏域内企業の競争力強化を図るものである。当事業は広島広域都市圏事業として広島市から委託を受け、(公財)広島市産業振興センターが運営している。平成28年度の当事業の実施状況について報告する。

キーワード：デザイナー、マッチング、デザイン活用

## 1. はじめに

圏域の中小企業等は、厳しい経済環境の下で、製品の付加価値化や自社製品の開発等を進め、競争力の強化を図ることが求められている。その手法として、デザインの活用によるブランド化が注目されており、全国的にもデザイン振興や地域発のブランド構築の取組が進められている。

圏域内の中小企業等の競争力を強化するには、デザイン産業の振興とデザイン企業と製造業との協業が有効であるが、デザイン企業を利用したことのない中小企業等がデザインを導入しようとしても、情報が少ないため適切なデザイナーを見つけることができないという課題がある。

このため、圏域内のデザイナーに関する情報を提供するサイトを構築・運営し、中小企業等とデザイナーのマッチングを図ることで中小企業等のデザイン活用を促進することがこの事業の目的である。本稿では実施の経緯とサイトの概要について報告する。

## 2. 実施経緯

サイトの構築及び保守・運用業務を行う業者を平成28年10月7日（金）から平成28年10月17日（月）の期間に募集し、公募プロポーザル方式により選定し

た。

また、圏域内のデザイン事業者を対象に、平成28年11月17日（木）から平成28年12月26日（月）の期間にサイトに登録を希望するデザイン事業者（プロダクトデザイン、グラフィックデザイン、ウェブデザイン、映像の4分野）の募集を行った。40の募集定員に対して、42の応募があった。

平成28年12月8日（木）から平成29年2月14日（火）までの約3ヶ月にわたり、デザイナー40組の取材を行った。取材は職員自らが行い、その内容をテキストにまとめ、記事としてサイトに掲載した。（サイトに使用した写真は委託先のカメラマンが撮影。）

平成29年3月1日（水）よりサイトの試験稼働を行い、平成29年3月27日（月）より一般公開した。



図1 取材の様子

### 3. サイトの概要



図2 サイトのトップページ

主なユーザーとして、デザイナーとの協業経験に乏しい中小企業の経営者や商品開発担当者を設定し、そのユーザーにとって分かりやすいにサイトになるよう、掲載する情報に配慮した。難しいデザイン用語の使用は避け、デザインに馴染みのないユーザーでもすぐに理解できるような表現を心がけた。掲載する写真や、テキストのレイアウトもシンプルで見やすいものとなるよう工夫した。

他のマッチングサイトによく見られる、デザイナーの作品を集めて掲載しただけのサイトにならないよう、サイトのコンテンツは利用する中小企業の視点に立ち、必要となる情報を掲載している。

「デザイナーと企業がともに、つくる」ことが今以上に一般的になり、協業により新しい商品やサービスが生まれてくるようにという想いを込め、「と、つく

る」というネーミングにした。

サイトの主なコンテンツは以下の通り。

- ①HOME
- ②「と、つくる」のこと
- ③デザイナーと、つくった事例 / デザイナー一覧
- ④企業の声
- ⑤相談・サポート

誌面の関係でこのうち③～⑤について説明する。

③デザイナーと、つくった事例 / デザイナー一覧  
 デザイナー紹介の一覧ページでは、デザイナーがどの業種の企業と協業して何を作ったかを、シンプルな写真構成で伝え、一目でわかる一覧ページのデザインとした。プロダクトデザイン、グラフィックデザイン、ウェブデザイン、映像の4つのカテゴリーからデザイナーを検索できるようにしている。



図3 デザイナーと、つくった事例 / デザイナー一覧

「デザイナーと、つくった事例」では、協業事例についてのデザイナーのインタビューを掲載している。デザインした商品ができるまでにどのような経緯で進んでいったかなどをデザイナー自らに語ってもらい記事にした。デザインの表現的な部分よりも、協業に至った経緯や企業とのやり取り、デザインを決定していくプロセスなどを重点的にインタビューし、これを読まれる企業が欲しい情報を盛り込めるよう心がけた。またしっかりとデザイナーの顔やオフィスを写真で示して、企業が仕事を依頼する際に安心して依頼できるように配慮した。

これらにより、企業がデザイナーを選ぶ際に重要な情報をサイトから集めることが可能となり、よりデザイナーを選びやすい状況をつくるようにしている。



図4 デザイナーと、つくった事例

デザイナーと並行して、協業した企業側の担当者のインタビューも掲載している。これからデザインを活用しようしている企業が、以前発注した同じ立場の人の声を読むことで、発注時の参考にできると考えた。



図5 企業の声

#### ⑤相談・サポート

「ご利用の流れ」としてこのサイトを見てから実際にデザイナーに発注するまでの流れや「デザイナーとの仕事の進め方」といった、発注後にどのようにデザイナーとの契約等があるかを示したコンテンツを掲載している。

「と、つくる」の特徴として、デザイナー紹介サイトに終わることなく、デザイン開発室の技術指導・相談の一部とも位置づけているため、デザイナーを探すこと以外にも、企業が抱える課題を相談できる無料の窓口としても機能する。

#### ④企業の声

## 5. おわりに

「と、つくる」の立ち上げを通じ、圏域の多数のデザイナーとのネットワークの構築や、デザインを活用して生まれた広島の商品を多く知ることができた。このネットワークや知見を活かして、新しい協業事例の誕生に繋がるよう「と、つくる」の今後の運営に努めたい。



図6 利用の流れ

その際に企業とデザイナーを繋ぐ窓口となるデザイン開発室のスタッフも顔写真入りで掲載し、企業がより安心して相談できるようにしている。

## 4. 今後の展開

平成28年度はサイトに40組のデザイナーを紹介した。平成29年度以降も継続して紹介するデザイナーを増やし、サイトの内容をより充実させていく予定である。

また「と、つくる」を広く企業へ広報する広報アイテムの作成も予定している。冊子やチラシ、フェイスブックページ等を作成して、企業はもちろん、他の支援機関等にも広報しつつ、事業の周知を図ることになっている。

登録番号	広J1-2017-335
発行	<b>広島市工業技術センター</b> 〒730-0052 広島市中区千田町三丁目8番24号 TEL (082) 242-4170 FAX (082) 245-7199
編集	公益財団法人 広島市産業振興センター
発行年月	平成29年12月
印刷所	株式会社 タカトープリントメディア