

# 広島市工業技術センター一年報

第38巻

ANNUAL REPORTS

of

HIROSHIMA CITY  
INDUSTRIAL TECHNOLOGY CENTER

VOL.38

2024

令和6年度

公益財団法人広島市産業振興センター

## 目 次

		頁
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	12
	(2) 設備使用	13
	(3) 技術指導相談	14
	(4) 技術研究会事業	15
	(5) 環境・エネルギー関連分野支援事業	16
	(6) デザイン関連分野支援事業	17
	(7) 工業技術支援アドバイザー派遣事業	18
	(8) 技術者研修事業	18
	(9) 発明考案奨励事業	20
	(10) 工業技術振興事業	21
	(11) インターンシップ及び所内見学の受入れ	21
	(12) 会議・研究会への出席	21
	(13) 講師・委員の派遣	23
	(14) 縣市工業系技術センターの連携	23
	(15) 情報の発信	23
	(16) EVプロジェクト	24
	(17) 表彰	25
3 事例報告	(1) Fe-C合金めっきを加工した軽量ピストンの耐摩耗性評価	26
	(2) AISi9合金への添加元素の影響について	31
	(3) Bi系高温はんだの特性評価及び実用性調査	38
4 成果事例	(1) ネイル用小筆のキャップに用いる樹脂部品の開発(関西金属工業株)	46
	(2) ペット用水洗トイレの特注品製造(株)曾根川施工)	47
	(3) クロム含有銅鋳物の開発(平賀金属工業株)	48
	(4) 刻印金型の刻印不良の原因解明(中国化薬株)	49
	(5) 医療用酸素ボンベバッグの商品開発(有)野村自動車)	50
	(6) 低糖プリンのパッケージリニューアル(SWEETS LABO Laugh&Rough)	51
	(7) 「やまめ」の加工商品のパッケージデザインやロゴデザイン等の作成(滝ヶ谷養魚場)	52
	(8) 歯科医用タイマーの開発(合同会社エム・プラス)	53

# 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
平成30年 4月	広島市経済観光局産業振興部工業技術センターを組織廃止 （公財）広島市産業振興センター技術振興部を廃止し、工業技術センターを新設（材料・加工技術室を材料技術室に名称変更、デザイン開発室をデザイン支援室に名称変更）

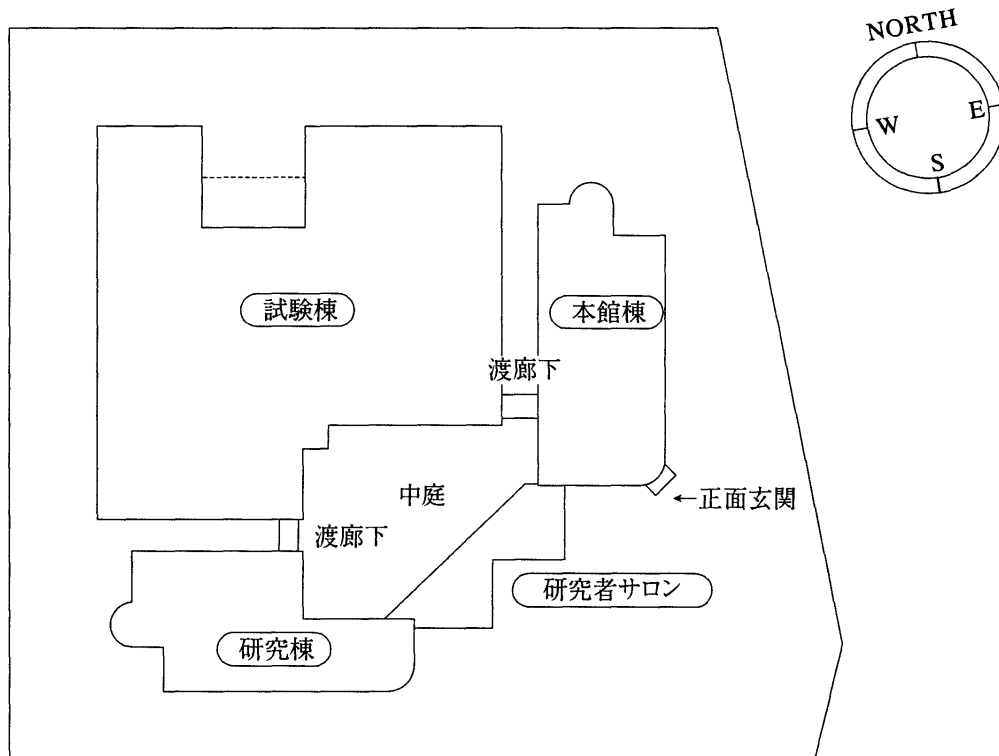
## (2) 施設規模

### ア 土地建物

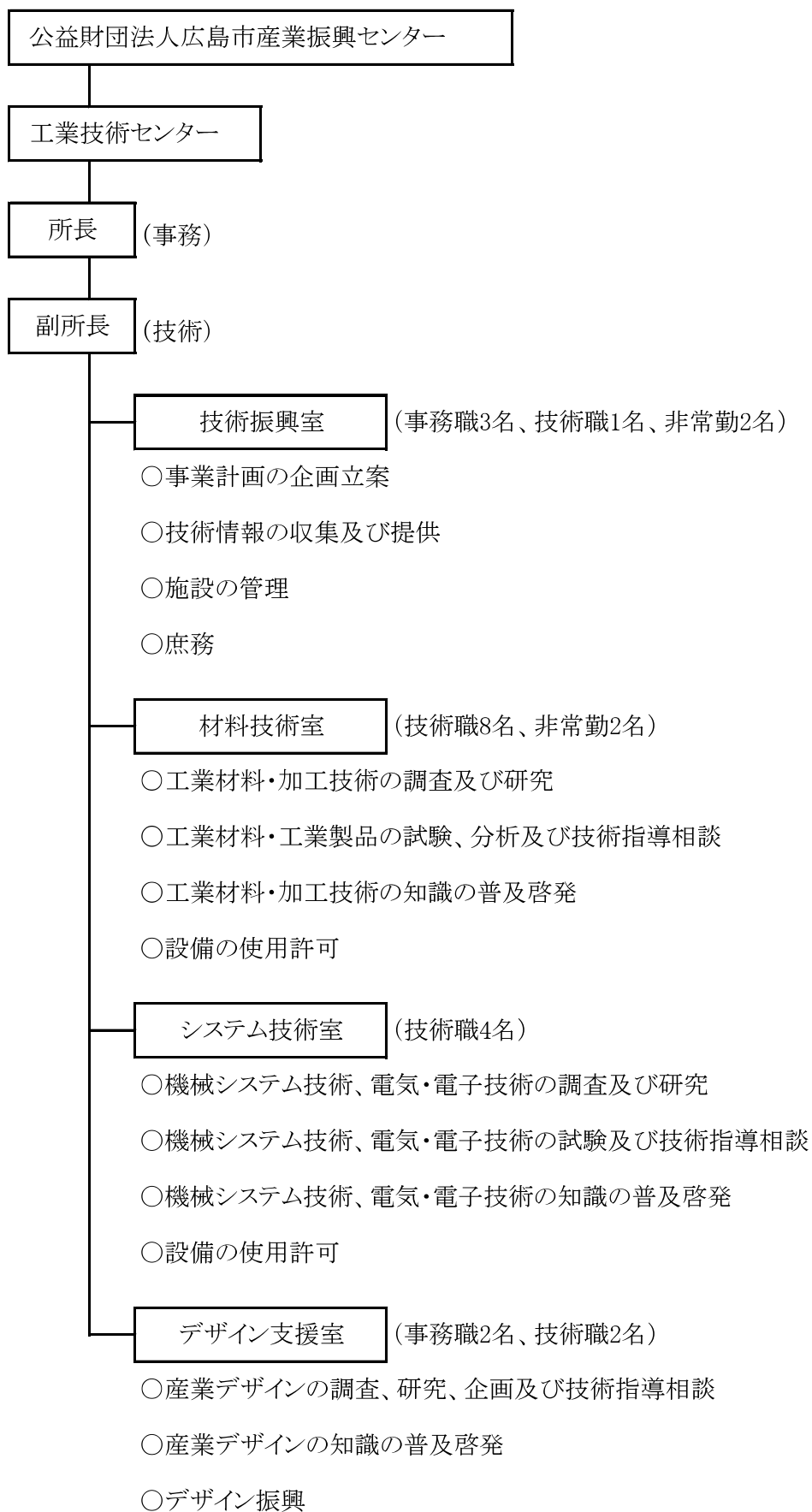
(単位：m<sup>2</sup>)

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



#### (4) 予算

(単位：千円)

内 訳	令和6年度	令和5年度	増 減
広島市工業技術センターの指定管理	249,161	232,595	16,566
技術研究会	1,458	1,452	6
技術者の研修	1,473	1,465	8
技術指導推進	13,217	12,445	772
工業技術センターの運営	233,013	217,233	15,780
指定管理以外の支援事業	4,776	9,313	△ 4,537
環境・エネルギー関連分野の支援	338	341	△ 3
デザイン関連分野の支援	3,757	8,304	△ 4,547
ひろしまデザインネットワーク	276	275	1
ひろしまグッドデザイン賞	1,380	5,916	△ 4,536
デザイナーマッチングサイトの運営	2,101	2,113	△ 12
広島市児童生徒発明くふう展	681	668	13
合 計	253,937	241,908	12,029

## (5) 設備機器

### ア 設備機器の紹介

【凡例】 ※JKA：(公財)JKA補助対象機器 ※中企庁：中小企業庁補助対象機器  
 ※経産省：経済産業省補助対象機器 ※総務省：総務省補助対象機器

#### A 分析・物理測定機器（一般利用できる機器）

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
紫外可視分光光度計 (UV-Vis)	(株)島津製作所 UV-2500PC	H9	-
赤外分光光度計 (FT-IR)	日本分光(株) FT/IR-6600FV(本体部) IRT-5200(顕微鏡部)	H30	※JKA
示差熱重量同時測定装置 (TG/DTA) (示差熱分析装置)	セイコーインスツルメンツ(株) TG/DTA6300	H9	-
示差走査熱量計 (DSC) (示差熱分析装置)	パーキンエルマー(株) DSC8000	H26	※JKA
温湿度計測システム (温湿度測定装置)	(株)キーエンス GR-3500	H16	※JKA
分光式色差計測システム (分光測色計)	日本電色工業(株) SQ-2000	H11	※JKA
変角光沢計測システム (光沢度計)	スガ試験機(株) UGV-6P	H11	※JKA
色彩輝度計	ミノルタ(株) CS-100	H11	-
接触角測定装置	協和界面科学(株) DropMaster700	H16	※経産省
天びん	(株)島津製作所 UW1020H	R1	-

#### AX 分析・物理測定機器（一般利用できない機器）

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
X線回折装置 (XRD)	(株)マック・サイエンス MXP3VA/DIP320	H7	※JKA
高周波プラズマ発光分光分析装置 (ICP)	(株)島津製作所 ICPS-7500	H13	※JKA
蛍光X線分析装置	(株)島津製作所 EDX-720	H21	※JKA
電子線マイクロアナライザー (EPMA)	(株)島津製作所 EPMA-1720H	H23	※総務省
酸素・窒素分析装置	(株)堀場製作所 EMGA-820H	H27	-
炭素・硫黄分析装置	(株)堀場製作所 EMIA-EXpert	R2	※JKA
pHメーター	(株)堀場製作所 F-72S	R1	-

## B 加工機器（一般利用できる機器）

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
高速カッター	三菱電機(株) 8B-A 型	S52	—
横型バンドソー (金切帯のこ盤)	(株)ニコテック SCH-33FA	H6	※JKA
湿式試料切断機 (金属試片切断機)	ニップラ(株) SKY-4-H型	H22	※JKA
精密切断機	ハルツォク・ジャパン(株) MICRACUT 202-AX	R2	※JKA
精密マシニングセンター (マシニングセンター)	牧野フライス精機(株) MSJ25-16	H12	※中企庁
電気炉	(株)亀山製作所 3513 型	S57	—
電気炉	(株)モトヤマ SB-2035	H1	※JKA
冷間静水圧プレス(C I P)	三菱重工業(株) MCT-100 型	S63	※JKA
熱間静水圧プレス(H I P)	三菱重工業(株) 02-Labo HIP 型	H1	※JKA
放電焼結機	(株)中国精工 プラズマン CSP-IV-A 特型	H10	※経産省
雰囲気炉 (高温真空炉)	島津メクテム(株) VHLgr25/18/23 型	H12	※JKA
万能混練かくはん機	(株)ダルトン 25AMV-Qr	H10	※JKA
試料粉碎機 (粉碎機)	フリッチュ・ジャパン(株) ロータースピードミルP-14	H10	—
遊星型ボールミル	フリッチュ社 P-6型	H16	※JKA
試料埋込機	ビューラー社 シンプリメット 1000	H21	※JKA
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	H27	—
研磨機 (高速鏡面仕上機)	ITW ジャパン(株) エコメット-30i 型	R1	※JKA
塗装排気装置	益田機械製作所 ハイメッカー	S62	—

C 材料・組織試験機器（一般利用できる機器）

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
ブリネル硬度計 (硬度計(ロックウェル硬度計、ビッカース硬度計を除く))	東京衝機製造所 油圧式	S40	-
マイクロビッカース硬度計 (ビッカース硬度計)	(株)フューチュアテック FM-ARS7000	H14	※JKA
超微小押し込み硬さ試験機 (微小硬さ試験機)	(株)エリオニクス ENT-1100a 型	H19	※JKA
ロックウェル硬度計	(株)ミットヨ HR-430MS 型	H27	※JKA
ビッカース硬度計	(株)フューチュアテック FV810ARS 型	H29	※JKA
高温顕微硬度計	(株)ニコン QM-2	H10	※経産省
500kN万能試験機 (万能試験機)	(株)島津製作所 UH-500kNIR型	H3	※JKA
1000kN万能試験機 (万能試験機)	(株)島津製作所 UH-F1000kNI	H17	※JKA
回転曲げ疲労試験機	(株)東京衝機 25180 型	S41	-
テーバー摩耗試験機	(株)安田精機製作所 101-H-1 型	R4	※JKA
往復しゅう動式摩擦摩耗試験機 (ヘイドン摩擦摩耗試験機)	新東科学(株) トライボギア TYPE:14FW 型	R4	※JKA
スクラッチ試験機 (スクラッチテスター)	ナノビア社 CB-500 型	R4	※JKA
ファレックス式摩擦摩耗試験機 (摩耗試験機)	神鋼造機(株) No.1030 号機	H4	※中企庁
大越式迅速摩耗試験機 (摩耗試験機)	JT トーシ(株) OAT-U	H10	※JKA
高温摩耗試験機	(株)アントンパール・ジャパン THT1000° C	R3	※JKA
反ばつ弾性試験機 (弾性試験機)	高分子計器(株) リュプケ式	H7	※中企庁
万能投影機 (実体顕微鏡)	ニコン(株) V-20A	S56	※JKA
倒立型金属顕微鏡 (実体顕微鏡)	ライカマイクロシステムズ(株) DMi8 型	R1	※JKA
デジタルマイクロスコープ (デジタル測定顕微鏡)	(株)ハイロックス KH-7700	H24	※JKA
走査電子顕微鏡	日本電子(株) JSM-7200F	H28	※JKA

**CX 材料・組織試験機器（一般利用できない機器）**

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
50J計装化シャルピー衝撃試験機	(株)米倉製作所 CHRAPC-5C 型	H1	-
300Jシャルピー衝撃試験機	(株)東京衡機製造所 IC 型	H2	-
疲労試験機	(株)島津製作所 EHF-UV200kN-40L	R6	※JKA
繰り返し荷重試験装置	JTトーシ(株) TE-03-AFS01	H8	-
250kN 精密万能試験機 (精密万能試験機)	(株)島津製作所 AG-250kNI	H14	※経産省
10kN精密万能試験機	(株)島津製作所 AGS-10kNX	H25	※JKA

**D 精密測定機器（一般利用できる機器）**

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
工具顕微鏡	(株)トプコン TUM-220EH	H9	※JKA
真円度円柱形状測定機	(株)ミトヨ ラウンドテスト RA-H426	H10	※JKA
CNC 三次元測定機	(株)ミトヨ CRYSTA-Apex V9106-571 (徐振台仕様)	R5	※JKA
表面粗さ輪郭形状測定機	(株)小坂研究所 DSF900K31	H27	※JKA

**DX 精密測定機器（一般利用できない機器）**

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
切削動力計	日本キスラー(株) 9257B 型	H3	※JKA

**E 電気測定機器（一般利用できる機器）**

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
高速ビデオカメラ	(株)ナック コダック SR500C	H10	※JKA
電力計(パワーアナライザ)	日置電機(株) 3390	H22	※JKA

#### EX 電気測定機器（一般利用できない機器）

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
標準電圧電流発生器	横河電気(株) 2258 ,2553, 2563	S62	-
デジタルオシロスコープ	松下通信工業(株) VP-5740A	S62	-
雑音総合評価試験機	(株)ノイズ研究所 EMC-5000	H1	※JKA
インピーダンスアナライザ	YHP(株) 4194A	H1	※JKA
振動計測システム	(株)小野測器 DS-9110	H9	※中企庁
騒音計	リオン(株) NL-32	H14	-

#### F デジタルエンジニアリング機器（一般利用できる機器）

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
熱溶解式三次元造形機	Stratasys 社 PRODIGY	H13	※経産省
インクジェット式三次元造形機	(株)キーエンス AGILISTA-3100	H26	※JKA
非接触式三次元測定機	Steinbichler(スタインベクラー社) COMET L3D 5M	H24	※JKA

#### FX デジタルエンジニアリング機器（一般利用できない機器）

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
三次元曲面作成システム	3D Systems社 Geomagic Design X	H17	※JKA
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/TetraVer.7 CADthru Ver.4	H20	※JKA
三次元 CAD システム	Siemens Digital Industries Software 社 Solid Edge Simulation Advanced. Simcenter FLOEFD for Solid Edge Solid Edge Classic	R2	※JKA

#### G 環境・耐久性試験機器（一般利用できる機器）

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
振動試験機	エミック(株) (株)小野測器 振動試験装置 F050BM 恒温槽 VC061DAMX FFT アナライザ CF-350Z	H5	※JKA
大型振動試験機	IMV(株) I240/SA3M Syn-3HA-40	H29	※JKA

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
ギヤー式老化試験機 (老化試験機)	スガ試験機(株) TG-100型	H7	※中企庁
大型恒温恒湿室 (大型恒温恒湿低温槽)	エスペック(株) TBE-4E20A6PT'L	R3	※JKA
熱風式焼付乾燥装置 (恒温恒湿低温槽)	タバイエスペック(株) HLKS-3A	H1	-
恒温恒湿槽 (恒温恒湿低温槽)	エスペック(株) PL-4KPH	H22	※JKA
冷熱衝撃試験機 (サーマルショック試験機)	エスペック(株) TSA-102EL-A	H25	※JKA

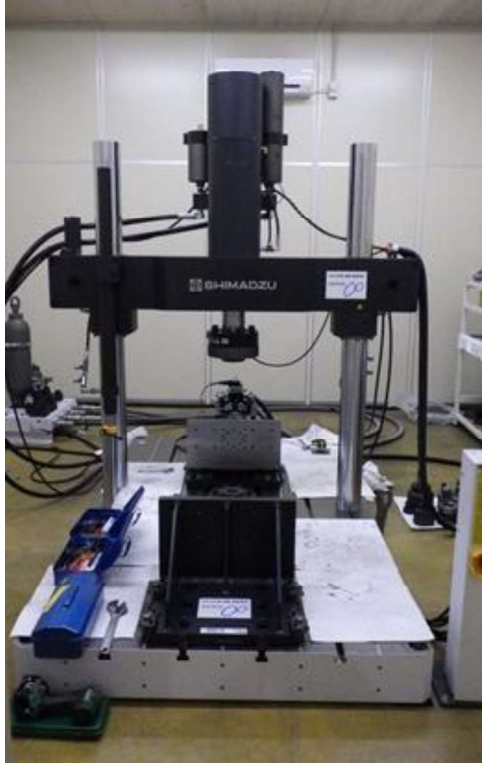
#### GX 環境・耐久性試験機器（一般利用できない機器）

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
屋外暴露試験機	スガ試験機(株) OER-PG型	S62	※中企庁
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-DCHBBR型	H8	※JKA
恒温振盪水槽	タイテック(株) XP-80	H11	-
複合サイクル試験機	スガ試験機(株) CYP-90L	R1	※JKA
キセノンウェザーメーター	スガ試験機(株) XL75(特)	H15	※経産省

#### HX デザイン機器（一般利用できない機器）

機器	メーカー・型式	購入年度	補助
大型インクジェットプリンタ&カッティングプロッタ	ローランド ディー・ジー(株) SP-540i	H24	※JKA

イ 新規導入機器

項 目	内 容
機器名	疲労試験機
メーカー・型式	(株)島津製作所 EHF-UV200kN-40L
用 途	製品、部品又は金属やプラスチックなどの工業材料に任意の荷重を繰り返し負荷し、破壊に至るまでの負荷回数を計測することで、耐久性や疲労強度を測定・評価するための機器
主な仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>○動的荷重容量 垂直方向：±200kN / 水平方向：±50kN</li> <li>○ストローク量 垂直方向：±50mm / 水平方向：±50mm</li> <li>○試験可能空間(最大) X 軸：±500mm / Y 軸：±500mm / Z 軸：1000mm</li> </ul>
現物写真	

## 2 事業

### (1) 依頼試験

#### 令和6年度依頼試験実績

区分	項目	試験名	件数	手数料収入 (円)
木材等又は 木製品関係	機械試験	圧縮試験	124	264,120
	機械試験	曲げ試験	15	31,950
	物理試験	比重測定	3	6,000
	物理試験	含水率測定	3	6,000
	物理試験	吸水量測定	3	6,000
	製品性能試験	繰返し荷重試験	24	24,480
金属又は 非金属等関係	機械試験	引張試験	1,642	2,447,650
	機械試験	圧縮試験	27	42,930
	機械試験	曲げ試験	98	161,070
	機械試験	せん断試験	28	44,520
	機械試験	精密万能試験機による試験	1,614	4,350,120
	機械試験	硬さ試験	346	332,160
	機械試験	高温硬さ試験	291	893,370
	機械試験	微小硬さ試験	5	15,850
	機械試験	衝撃試験	172	275,200
	機械試験	スクラッチ試験	3	6,750
	機械試験	疲労試験	732	1,431,460
	機械試験	回転曲げ疲労試験	184	70,080
	機械試験	大型振動試験	98	345,020
	物理試験	電子顕微鏡写真	171	613,890
	物理試験	顕微鏡写真	175	577,500
	物理試験	マクロ写真	466	1,537,800
	物理試験	寸法測定	105	145,040
	物理試験	質量測定	72	27,360
	物理試験	熱分析	8	31,520
	物理試験	黒鉛球状化率判定試験	16	51,200
	分析試験	定量分析	181	526,460
	分析試験	状態分析	137	859,080
分析試験	赤外分光分析	207	958,410	
分析試験	蛍光X線分析	128	430,080	
塗料又は 被膜関係	皮膜試験	耐おもり落下性試験	49	77,910
	皮膜試験	引っかき硬度試験	15	30,000
	皮膜試験	耐液体性試験	336	672,000
	皮膜試験	耐汚染性試験	75	150,000
	皮膜試験	付着性試験	68	136,000
	皮膜試験	促進耐候性試験	1,524	626,820
	皮膜試験	恒温恒湿試験	1,387	540,930
	皮膜試験	塩水噴霧試験	2,424	1,139,280
	皮膜試験	複合サイクル試験	2,454	1,177,920
電子電気関係	電子計算機による解析		55	275,550
試験用試料の作成			206	570,560
意匠図案の作成			1	4,040
試験又は検査に関する証明			2	740
合 計			15,674	21,914,820

(2) 設備使用  
令和6年度設備使用実績

区分	機器名称	件数	使用料収入 (円)
分析・物理測定機器	示差熱分析装置	103	78,280
	赤外分光光度計	59	87,320
	温湿度測定装置	5	900
	接触角測定装置	98	9,800
	天びん	10	1,000
加工機器	冷間静水圧プレス	20	26,000
	熱間静水圧プレス	56	155,680
	金属試片切断機	24	4,800
	高速鏡面仕上機	4	1,680
	高温真空炉	103	280,160
	電気炉	14	7,280
	粉砕機	1	450
	万能混練かくはん機	7	1,750
	塗装排気装置	32	18,560
	試料埋込機	6	600
	材料・組織試験機器	万能試験機	57
高温摩耗試験機		1	710
摩耗試験機		42	8,400
テーバー摩耗試験機		47	13,630
往復しゅう動式摩擦摩耗試験機		128	48,640
スクラッチ試験機		49	48,510
硬度計		1	100
ロックウェル硬度計		8	1,920
ビッカース硬度計		97	29,100
微小硬さ試験機		74	69,560
高温顕微硬度計		193	275,990
走査電子顕微鏡		148	318,200
実体顕微鏡		30	13,200
デジタル測定顕微鏡		10	6,100
精密測定機器	CNC三次元測定機	208	361,920
	表面粗さ輪郭形状測定機	40	16,800
デジタルエンジニアリング機器	非接触式三次元測定機	6	1,560
	熱溶解式三次元造形機	4	9,320
	インクジェット式三次元造形機	41	147,190
環境・耐久性試験機器	大型振動試験機	921	2,403,810
	サーマルショック試験機	3,800	1,558,000
	恒温恒湿低温槽	1,174	422,640
	大型恒温恒湿低温槽	4,327	3,158,710
	老化試験機	50	9,500
	熱風式焼付乾燥装置	29	13,340
合 計		12,027	9,635,050

(3) 技術指導相談  
令和6年度技術指導相談実績

(件)

相談分野 相談者の業種	機械	電気・電子	化学	金属	木材・ 木質材	情報処理	デザイン	経営工学	資源	建設	衛生	その他	合計
農業・林業・漁業	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
鉱業・採石業・砂利採取業	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
建設業	11	14	100	39	6	0	3	0	0	41	0	1	215
食料品製造業	1	4	17	1	0	0	15	0	0	0	0	0	38
繊維工業	0	0	10	0	0	1	8	0	0	0	0	0	19
木材・木製品製造業(家具を除く)	0	0	0	2	6	0	1	0	0	0	0	0	9
家具・装備品製造業	12	1	9	15	18	2	3	0	0	0	0	0	60
パルプ・紙・紙加工品製造業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
印刷・同関連業	1	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8
化学工業	3	11	45	54	0	0	2	0	0	0	0	0	115
プラスチック製品製造業	19	25	57	11	0	0	0	0	0	0	0	0	112
ゴム製品製造業	0	5	29	0	0	3	1	0	0	0	0	0	38
窯業・土石製品製造業	2	0	6	5	0	0	2	0	0	1	0	0	16
鉄鋼業	10	0	0	24	0	0	2	0	0	1	0	0	37
非鉄金属・金属製品製造業	57	16	28	322	0	7	8	0	0	2	0	0	440
はん用・生産用・業務用機械器具製造業	34	25	49	55	0	4	6	0	0	0	0	0	173
電気機械器具等製造業	34	51	46	33	0	6	1	0	0	0	0	0	171
自動車・同附属品製造業	57	61	65	25	0	5	8	0	0	0	0	0	221
その他輸送用機械器具製造業	4	0	2	12	0	0	1	0	0	0	0	0	19
その他製造業	1	3	21	6	2	19	10	0	0	1	0	0	63
電気・ガス・熱供給・水道業	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
情報通信業	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
卸売業・小売業	9	5	34	18	1	0	15	0	0	0	0	0	82
金融業・保険業	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4
デザイン業	0	0	1	0	0	0	17	0	0	0	0	0	18
その他学術研究・専門・技術サービス業	24	17	3	3	0	0	8	1	0	0	0	1	57
教育・学習支援業	8	5	64	39	0	0	4	0	0	2	0	0	122
その他サービス業	27	23	22	40	4	2	41	0	0	0	0	2	161
公務	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	6
その他	7	0	1	0	7	0	20	0	0	0	0	0	35
合計	324	267	624	704	44	49	189	1	0	48	0	4	2,254

#### (4) 技術研究会事業

##### ア 広島表面処理技術研究会【県市連携】（担当：中島、池田(直)）

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】

元(公財)広島市産業振興センター 植木 邦夫 氏

###### 【会員企業等】

植田産業、(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、(株)サタケ、山陽マーク(株)、山陽鍍金工業(株)、新中央工業(株)、新和金属(株)、(株)テクニスコ、西日本レジコート(株)、日鋼テクノ(株)、(株)日本アート、(株)日本製鋼所、(株)日本パーカーライジング広島工場、日本バレル工業(株)、広島工業大学、(株)広鍍金工業所、福山メッキ工業(株)、富士金属工業(株)、(有)府中メッキ工業所、マツダ(株)、(株)ミットヨ、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 5月10日	総会 (1) 令和5年度事業報告について (2) 令和6年度事業計画について (3) 役員改選について 研修会 「無電解ニッケルめっきでニッチ・トップを目指す(株)光洋金属防蝕の取り組み」	(株)光洋金属防蝕 工場長 秋本 孝志 氏
第2回 6月14日	企業見学 見学先：ダイキョーニシカワ(株) 本社及び本社工場	—
第3回 6月22日	電気めっき技能検定試験準備講座（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	中国表面処理工業組合 組合員 広島県立総合技術研究所西部工業技術センター 職員
第4回 8月17日	電気めっき技能検定試験準備講座（学科）	元（公財）広島市産業振興センター 植木 邦夫 氏
第5回 10月7日	役員会 (1) 令和6年度下半期の活動内容について (2) 令和7年度の研究会活動について ほか	—
第6回 11月15日	企業見学 見学先：(株)淀川製鋼所 呉工場	—
第7回 12月13日	研修会 「めっき業界における環境規制強化への取り組み」	全国鍍金工業組合連合会 事務局 技術顧問 飯野 恭朗 氏
第8回 2月14日	研修会 「湿式めっきの基礎と非水電解液を用いる電気めっき」	京都大学 名誉教授 平藤 哲司 氏
第9回 3月10日	役員会 (1) 令和6年度事業報告について (2) 令和7年度事業計画について ほか	—

## イ 省エネルギー材料研究会（担当：倉本(英)、城戸）

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、または、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】

梶原技術士事務所、(株)木下製作所、シーティール・パートナーズ(株)、新中央工業(株)、(株)テクノクラーツ、友鉄工業(株)、西日本レジコート(株)、(株)日本製鋼所広島研究所、日本バレル工業(株)、広島アルミニウム工業(株)、(株)ミカサ、ヨシワ工業(株)

開催月日	内 容	講 師 等
第1回 7月19日	(1) 講演 「DLC (Diamond Like Carbon) 膜の製法、特性および最新適用事例」	日本アイ・ティ・エフ(株) 三宅 浩二 氏
	(2) 令和6年度研究会の活動内容について	—
第2回 3月6日	(1) 講演 「自動車のマルチマテリアル化技術と異種材料接合技術について」	大阪大学 名誉教授 中田 一博 氏
	(2) 令和6年度研究会の活動内容について	—

## (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：田中(真)）

パリ協定が求める水準と整合した企業の温室効果ガス排出量削減目標「SBT」認定について、概要や取得の意義や効果、目標設定に必要な温室効果ガス排出量の考え方などを解説するとともに、広島地域でSBT認定を取得した企業の取り組み内容や成果などを紹介した。

【開催日】 令和7年2月7日（金） 【参加者】 54人

プログラム	内 容	講 師 等
講演1	「温室効果ガス削減の必要性和中小企業向け SBT について」	環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 脱炭素ビジネス推進室 課長補佐 峯岸 律子 氏
講演2	「中小企業の環境経営と企業価値の創造」	岡山大学 学術研究院 社会文化科学学域 准教授 天王寺谷 達将 氏
講演3	「持続可能な社会のために！脱炭素経営に向けた SBT 認証取得について」	(株)ますやみそ 代表取締役社長 舛本 知己 氏
意見交換会	ファシリテーター 岡山大学 学術研究院 社会文化科学学域 准教授 天王寺谷 達将 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：田中(真)）

船舶燃料や水素キャリアとして、日本でも注目されるようになってきているメタノールを大きなテーマとして取り上げ、セミナーを開催した。大学の専門家からは、カーボンニュートラル社会の実現を目的とした研究成果や最新技術について解説があった。また、企業技術者から、CO2を原料に製造でき、エネルギーキャリアとしても期待されているメタノールの最新技術について紹介があった。

開催月日	内 容	講 師 等	参加者
3月13日 (対面+オンライン 開催)	「エネルギーシステムからみる エネルギーキャリアの将来展 望」	東京大学 大学院 工学系研究科 教授 小宮山 涼一 氏	85人
	「様々なエネルギーキャリアの 比較と、それらを支える水素 製造技術」	広島大学 大学院 先進理工系化学研究科 教授 A-ESG 科学技術研究センター センター長 市川 貴之 氏	
	「メタノールを介したカーボン ニュートラル社会構築への取 り組み～環境循環型メタノ ール『CarbopathTM』について ～」	三菱ガス化学(株) C1 ケミカル事業部 カーボンニュートラルプロジェクトグループ GM 松川 将治 氏	
	ファシリテーター	広島大学 大学院 先進理工系化学研究科 教授 A-ESG 科学技術研究センター センター長 市川 貴之 氏	

## (6) デザイン関連分野支援事業

### ア ひろしまデザインネットワーク【広島広域都市圏】（担当：林）

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】34 機関

マツダ(株)、(株)マツダ E&T、南条装備工業(株)、仲子盛進総合環境デザイン(株)、(株)中四国博報堂、(株)サンポークリエイト、(公社)日本インダストリアルデザイン協会、(公社)日本グラフィックデザイン協会、(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、公認・石田あさきトータルファッション、広島市立大学、広島工業大学、穴吹デザイン専門学校、広島経済大学、広島大学、広島市立基町高等学校、安田女子大学、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、広島市都市整備局、広島市経済観光局、呉市、(公財)くれ産業振興センター、三原市、廿日市市、安芸高田市、府中町、海田町、大崎上島町

開催月日	内 容	参加者
会議 7月10日	(1) これまでのひろしまデザインネットワークについて (2) 今後のひろしまデザインネットワークについて (3) 会員からの活動報告等	21人

開催月日	内 容	参加者
勉強会 3月18日	場所：広島市役所 2階講堂 講師①：合同会社 TSUGI 代表/クリエイティブディレクター 新山 直広 氏 講師②：UMA/design farm 代表/デザイナー 原田 祐馬 氏 ファシリテータ：(株)GK デザイン総研広島 代表取締役社長 彌中 敏和 氏	93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：林、田中（志）、武田）

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、これを顕彰することにより、圏内の産業界や住民等のデザインに対する理解と関心を深め、デザイン関連企業の育成、商品の販売促進、デザインのブランド化を通じた圏内産業の振興を図った。

### （ア）アンケート調査

第18回ひろしまグッドデザイン賞受賞者へのアンケート調査（受賞後の販売動向等）  
回答 受賞37社中27社（回答率73%）

### （イ）広島空港での第18回ひろしまグッドデザイン賞受賞商品の展示・販売会

日時 令和6年12月6日（金）～12月7日（土）午前9時～午後5時  
場所 広島空港2階 出発ロビー 陶板画前広場  
参加企業 10社

## 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：田中（志）、武田）

中小企業等が自社にふさわしいデザイン企業を探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た、デザイナーマッチングサイト「と、つくる」を運営した。

【登録デザイン企業数】98社

## （7）工業技術支援アドバイザー派遣事業（担当：森本）

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等に派遣し、技術課題について指導を行った。令和6年度は実施回数14回、指導企業数は10社、指導分野は9分野であった。

指導分野	回数
企画・マーケティング	3
化学	2
金属	2

指導分野	回数
衛生工学	2
機械	1
電気・電子	1

指導分野	回数
建設	1
環境	1
省エネルギー	1

## （8）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
金属加工技術 講習会	11月15日	「産学連携で展開する AM 技術の軌跡と今後の展望」	慶應義塾大学 理工学部 准教授 小池 綾 氏	31人
		「金属積層造形ハイブリッド機による工程集約：部品製造革新の最前線」	DMG 森精機(株) R&D 執行役員 AM 部 部長 廣野 陽子 氏	
広島高分子材 料研修会 【縣市連携】	第1回 6月14日	「ゴム練り技術の進歩と未来への展開」	(一社) 化学物質評価研究機構 名古屋事業所 常勤技術顧問 隠塚 裕之 氏	44人
	第2回 7月24日	プラスチック材料技術者研修	広島県立総合技術研究所西部工業技術センター 職員	7人
	第3回 10月31日	「カーボンニュートラルとサーキュラーエコノミーの中での次世代車とプラスチック」	大庭塾 大庭 敏之 氏	30人
		「将来のモビリティと高分子複合材料」	金沢工業大学 大学院工学研究科 高信頼ものづくり専攻 教授 影山 裕史 氏	
第4回 2月21日 (対面+オンライン開催)	「事例に学ぶゴム・プラスチック接着剤の事故原因究明」	長岡技術科学大学 技学研究院材料工学 特任教授 大武 義人 氏	65人	
新素材技術 講習会	10月22日	「ハイエントロピー合金の基礎と casting 合金としての実用化に向けた研究開発事例」	兵庫県立大学大学院 工学研究科 材料・放射光工学専攻 教授 永瀬 丈嗣 氏	23人
自動車のEV化 に向けた講習会	9月10日	「各国の電動車用インバータ分解解説とそこから読み解く2030年へ向けて日本の産業界が執るべき技術戦略」	名古屋大学 未来材料・システム研究所 未来エレクトロニクス集積研究センター システム応用部 教授 山本 真義 氏	44人
軽金属材料講習会 【共催】 (一社) 軽金属学会中国四国支部	12月17日	「モビリティの熱マネジメントを支える熱交換器の製造技術動向」	日本軽金属(株) 堀 久司 氏	22人
		「カーボンニュートラルのためのサステナブル軽金属蓄電池用負極材料」	富山大学 都市デザイン学部 附田 之欣 氏	
デジタルエンジニアリング講習会	11月14日 (対面+オンライン開催)	「音データを活用した異常検知」 ○講演1 「音の測定の基礎と測定方法」 ○講演2 「音による異常検知」	講演1 リオン株式会社 環境機器事業部 営業技術課 課長 馬屋原 博光 氏 講演2 同志社大学 文化情報学部 准教授 井本 桂右 氏	37人
解析・シミュレーション研修会	2月27日 ～28日	「実習しながら学ぶ強度解析と熱解析の進め方、構造及び熱流体の連成解析に必要な知識」	(株)計算力学研究センター 第四技術部 次長 三輪 健治 氏 課長 岡田 光代 氏	13人
製品の振動評価技術に関する基礎研修会	第1回 9月20日 第2回 9月26日	「振動と振動評価技術の基礎、振動対策の進め方」	(公財)広島市産業振興センター システム技術室職員	10人

名 称	開催月日	内 容	講 師 等	参加者
データサイエンス研修会	11月7日 ～8日 (対面+オンライン開催)	「Pythonによる画像データの機械学習」	データアナリスト 足立 悠 氏	8人
デザイン講習会	3月18日	「福井県におけるデザイン思考を取り入れた産業観光イベントなどの事例」 「佐賀県におけるデザイン活用プロジェクトの事例」 パネルディスカッション	合同会社 TSUGI 代表/クリエイティブディレクター 新山 直広 氏 UMA/design farm 代表/デザイナー 原田 祐馬 氏 (株)GK デザイン総研広島 代表取締役社長 彌中 敏和 氏	93人
デザインマネジメントセミナー	10月18日	「ロングライフデザインの視点で“広島らしさ”を考える」	d design travel 編集長 神藤 秀人 氏	29人

### (9) 発明考案奨励事業（広島市児童生徒発明くふう展）（担当：堀江、池田(涼)）

児童生徒の創意工夫を啓発し、発明意欲の向上を図るとともに、企業の知的財産に対する関心を高め、技術・製品開発を促すことにより、産業教育及び産業の振興に寄与することを目的として、児童生徒が自由な発想で作製した科学的、独創的でアイデアに富んだ作品を募集・審査し、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、広島市PTA協議会、広島市こども文化科学館、広島市工業技術センター、中国新聞社

### ア 応募及び表彰結果

(単位：点)

区 分		小学校	中学校	合計
応募総数		46(9校)	39(6校)	85(15校)
特賞	広島市長賞	1	1	2
	教育長賞	1	1	2

区 分		小学校	中学校	合計
特賞	広島商工会議所会頭賞	1	1	2
	広島県発明協会会長賞	1	1	2
	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	4	2	6
モビコン特別賞		7	8	15
優秀賞		7	8	15
学校賞		1	1	2

## イ 表彰式等

開催月日	表彰式等	開催場所
9月26日	審査会	広島市工業技術センター
10月20日	表彰式	5-Days こども文化科学館
10月18日～20日	展示会	

## (10) 工業技術振興事業

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、業界団体に対してアンケート調査を実施した。

## (11) インターンシップ及び所内見学の受入れ

月 日	概 要	参加者
6月19日	広島女学院大学実験実習受け入れ	10人
6月28日	広島広域都市圏産業振興研究会見学受け入れ	30人
11月13日	広島県総務局研究開発課及び広島県立総合技術研究所見学受け入れ	7人
12月20日	産業技術連携推進会議中国地域部会機械・金属技術分科会見学受け入れ	15人
1月30日	名古屋市会産業・歴史文化・観光戦略特別委員会視察受け入れ	15人
2月17日	マツダ工業技術短期大学校施設見学受け入れ	52人

## (12) 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	日程
中国地域公設試機関長・所長会議 及び第1回中国地域連携推進企画分科会	谷、隠岐 田中(真)	オンライン開催	5月30日
中国地域産業技術連携推進会議 及び第2回中国地域連携推進企画分科会	谷 田中(真)	オンライン開催	1月14日
総会	谷	東京都	1月21日
ライフサイエンス部会 第34回デザイン分科会	田中(志) 武田	坂井市、越前市	6月27日 ～28日
ライフサイエンス部会 第35回デザイン分科会	田中(志) 武田	宮崎市 (オンライン開催)	10月25日

会議等の名称	出席者	開催場所	日程
ナノテクノロジー・材料部会 総会	村野	東京都 (オンライン参加)	1月28日
ナノテクノロジー・材料部会 高分子分科会	瀧口	札幌市	10月31日 ～11月1日
ナノテクノロジー・材料部会 素形材分科会	倉本(英)	名古屋市	6月19日 ～20日
		オンライン開催	11月5日
製造プロセス部会 表面技術分科会	中島	岡山市	11月28日 ～29日
製造プロセス部会 精密微細加工分科会・積層造形研究会	桑原	福島市 (オンライン参加)	11月21日
知的基盤部会 計測分科会 形状計測研究会	桑原	大分市	12月11日 ～13日
製造プロセス部会 IoTものづくり分科会	上杉	刈谷市 (オンライン参加)	12月10日
知的基盤部会 総会及び分析分科会	池田	青森市	12月5日 ～12月6日
中国地域部会 機械・金属技術分科会	谷 村野 倉本(英) 城戸 吉川	広島市	12月20日

## イ 学会出席等

会議等の名称	出席者	開催場所	日程
日本金属学会 2024年秋期(第175回)講演大会	城戸	豊中市	9月18日 ～20日

## ウ その他会議・研究会

会議等の名称	出席者	開催場所	日程
公立鉦工業試験研究機関長協議会総会	谷	神奈川県海老名市	7月18日 ～19日
中国・四国地域公設試験研究機関研究者合同研修会	吉川	高知市	11月13日 ～14日
中国・四国地方公設試験研究機関企画担当者会議	田中(真)	松山市	11月27日 ～28日
中国四国地方公設試験研究機関共同研究(精密加工分野)推進協議会	桑原	オンライン開催	2月6日

### (13) 講師・委員の派遣

名 称	派遣役職	派遣者	開催場所	派遣月日
(一社)広島県発明協会理事会等	常任理事	谷	広島市	5月23日 6月20日 3月27日
令和6年度広島県児童生徒発明くふう展第一次審査	審査員	谷	広島市	10月7日 ～14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	隠岐	広島市	10月25日
(公財)ひろしま産業振興機構 ものづくり革新委員会	委員	谷	広島市	10月25日 3月7日
広島少年少女発明クラブ企画運営委員会	企画運営委員 会計監事	隠岐	広島市	4月19日 1月17日
(公財)ひろしまベンチャー育成基金 第31回ひろしまベンチャー助成金二次審査委員会	審査委員	隠岐	広島市	10月18日
広島ゴム技術員会幹事会	オブザーバー	中島	広島市	6月14日
		吉川 中島	広島市	2月21日
広島大学大学院博士課程後期学生の学位論文の指導及び審査	副指導教員 審査員	倉本(英)	東広島市	9月11日～

### (14) 県市工業系技術センターの連携（担当：田中(真)）

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。 ・広島表面処理技術研究会 ・広島高分子材料研修会

### (15) 情報の発信

#### メールニュースの配信

工業技術センターが実施する事業及び他機関が募集する各種研究開発補助制度や講習会等の情報提供を行った。

- ・ 産学官連携ネットワークニュースの配信 55回

## (16) EVプロジェクト

世界的なカーボンニュートラルの流れの中、自動車業界で車両のEV(Electric Vehicle:電動車両)化へのシフトチェンジが加速している。自動車部品関連企業の多い広島地域には大きな影響があると予想され、EV関連の技術相談に対応できるセンター職員の人材育成と、自動車部品関連企業やEV分野の新事業展開に関心のある企業に対する技術支援を目的としてプロジェクトを発足した。

プロジェクトは令和4年度から3年の計画として開始し、まずはEVの知見を深めるため、平成23年式の日産LEAFをセンター職員自らの手で分解するところからスタートし、分解した部品の中でEV特有のもの、例えばモーターコア等の要素部品を優先に、詳細な材質調査等を実施した。併せて、部品や関連技術開発を見据え企業参加の分科会「EV分解調査プロジェクト」を発足し、また、情報収集のために「軽金属材料講習会」及び「自動車のEV化に向けた講習会」を開催した。

EVは重いバッテリーを載せていることから、航続距離の改善のために車体の軽量化を図る必要がある。分科会では、特に中小規模の製造業において、今後の部品開発に資するものは何かとの観点から検討し、1つの軽量化の例として、ブレーキマスターシリンダーのピストン軽量化を考え、分科会参加企業の保有技術を活用して、共同で開発、試作した。実施結果の一部を、後述事例報告の「Fe-C合金めっきを加工した軽量ピストンの耐摩耗性評価」に掲載する。

### ア EV分解調査プロジェクト（担当：隠岐、藤田、田中(真)、村野、倉本(英)、瀧口、城戸、吉川四辻、世良、松井）

プロジェクト発足当初に分解した平成23年式の日産LEAFについて、分解後は調査を行うとともに展示を行った。3年間の展示期間において、延べ222団体836名(令和4年度：106団体409名、令和5年度：91団体294名、令和6年度：25団体133名)の見学者があった。

### イ 軽金属材料講習会（担当：城戸、吉川）（再掲）

航続距離の向上はEVの重要な課題である。この課題解決方法の一つとして車体の軽量化が挙げられ、これを実現するためにはアルミニウム合金等の軽金属材料の利活用が不可欠である。そこで、(一社)軽金属学会中国四国支部との共催で講習会を開催し、軽金属材料に関する最新の技術情報の提供を行った。

開催月日	内 容	講 師 等	参加者
12月17日	「モビリティの熱マネジメントを支える熱交換器の製造技術動向」	日本軽金属(株) 堀 久司 氏	22人
	「カーボンニュートラルのためのサステナブル軽金属蓄電池用負極材料」	富山大学 都市デザイン学部 附田 之欣 氏	

### ウ 自動車のEV化に向けた講習会（担当：倉本(英)、瀧口）（再掲）

今後、自動車部品関連企業を中心に取り組みが活発化することが予想される中、EV化の見通しや、対応に必要な技術動向等の情報が重要である。こうした背景を踏まえ、各国の電動車の分解調査に基づく詳細な技術分析と、分野別の戦略的提言を盛り込み、最新技術に関する情報提供を行った。

開催月日	内 容	講 師 等	参加者
9月10日	「各国の電動車用インバータ分解解説とそこから読み解く2030年へ向けて日本の産業界が執るべき技術戦略」	名古屋大学 未来材料・システム研究所 未来エレクトロニクス集積研究センター システム応用部 教授 山本 真義 氏	44人

## (17) 表彰

### ア 2024年度グッドデザイン賞グッドデザイン・ベスト100受賞

デザイナーマッチングサイト「と、つくる」が、2024年度グッドデザイン賞（公益財団法人日本デザイン振興会主催）において、「グッドデザイン・ベスト100」を受賞した。

### イ 中国地域公設試験研究機関功績者表彰受賞

月 日	受 賞 者	内 容
11月26日	田中 志保	試験研究功労賞(公益財団法人中国地域創造研究センター会長賞)

### 3 事例報告

#### (1) Fe-C 合金めっきを加工した軽量ピストンの耐摩耗性評価

城戸 竜太、倉本 英哲、小原 峰司\*、鶴田 健二\*、道下 雅巳\*

ブレーキマスターシリンダーのピストンの軽量化を図る目的で、A5052 材を素材とし、表面処理に Fe-C 合金めっきした軽量ピストンを試作した。この試作品の耐摩耗性について、実使用の状況を考慮した摩耗試験方法を考案し、耐摩耗性を評価した。試験片は試作品、純正ピストンの他、硬質アルマイト加工したアルミニウム合金及び無電解ニッケルめっき処理した鋼を比較対象として用いた。無電解ニッケルめっきは、中リンタイプで、めっき加工後熱処理をしたもの(以下、Ni-P(H))としていないもの(以下、Ni-P)を用意した。純正ピストンは、実車両に搭載されているものである。結果は以下の通りである。

摩耗試験結果から、おおむね、表面処理なし、Ni-P、純正ピストン、Ni-P(H)、硬質アルマイト、Fe-C 合金めっき(試作品)の順に摩耗量が小さくなり、試作した Fe-C 合金めっきは、実用に耐える耐摩耗性を有するものと考えられる。

試験後の摩耗形態は大きく 2 つに分けることができ、純正ピストン、Ni-P(H)、Ni-P、表面処理なしについては、摩耗試験開始直後より摩耗が始まり、硬さが大きいものほど、摩耗量は小さかった。一方、Fe-C 合金めっき及び硬質アルマイトについては、他の試験片と比較して、硬さと摩耗量の関係は成立しておらず、また、初期の段階でほとんど摩耗しない。この原因として、表面処理被膜の性質や素材との密着性に起因した挙動ではないかと考えられる。

キーワード：耐摩耗性、アブレシブ摩耗、鉄めっき、硬質アルマイト、無電解 Ni-P めっき

#### 1. 緒言

当センターでは、EV 化に対応するために必要な基礎的知識及び新技術の習得並びに新製品開発のきっかけづくりに寄与することを目的とし、広島地区の製造業者を会員とする EV 分解調査プロジェクトを立ち上げ、活動を行ってきた。プロジェクトでは、職員自らの手で実際の EV を分解し、使用されている部品の内、特に EV 特有のものを優先して、材質調査などの詳細な調査を行った。

EV において、航続距離の延伸が課題とされており、課題解決のための重要な要素技術として軽量化が挙げられる。分解調査を行う過程で、中小規模の製造業において、今後の部品開発に資するものは何かとの観点から検討し、軽量化を実現できる要素部品の 1 つの例として、図 1(ブレーキ機構部品)中に示すブレーキマスターシリンダーのピストンの軽量化をターゲットに部品開発を行うこととした。実際に分解した車両から得られたピストン(以下、「純正ピストン」)は鋼製で、

表面に無電解 Ni-P めっき加工されており、表面のビッカース硬さが 900HV を超える硬さであった。高硬度であったことから、表面に加工された無電解 Ni-P めっきは、熱処理されていたと考えられる。これは、ピストンに耐摩耗性が求められているために加工されたものと推測した。

軽量化の手法として軽合金への材料置換を考え、ピストン本体の材質を鋼から代表的な軽合金であるアルミニウム合金(A5052)へと変更することとした。一般的に、アルミニウムの耐摩耗性は鋼よりも劣っているため、しゅう動部に使用する場合は、アルマイトやめっき等の表面処理加工がされる。

今回の試作における具体的な方法は、まずリバースエンジニアリングにより純正ピストンの三次元 CAD 図面を作成した後、切削加工により A5052 製ピストンを作成した。最終的にプロジェクトのメンバー企業である日本バレル工業(株)が開発した耐摩耗用の Fe-C 合金めっきで表面加工し、試作品とした。

表面処理材の耐摩耗性の評価方法には、砂落し摩耗

\*日本バレル工業株式会社

試験、噴射摩耗試験、往復運動摩耗試験等<sup>(1)(2)(3)(4)</sup>があるが、本試作品の使用状況を考慮した試験方法はない。そのため、本報告では、試作品について、使用状況を考慮した摩耗試験方法を考案し、実際の使用に耐え得る耐摩耗性能の有無について評価を行い、実用に耐えることができるか考察した結果を報告する。

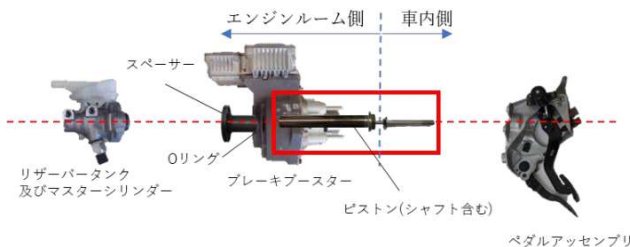


図1 ブレーキ機構部品の展開図



図2 純正ピストンの外観写真

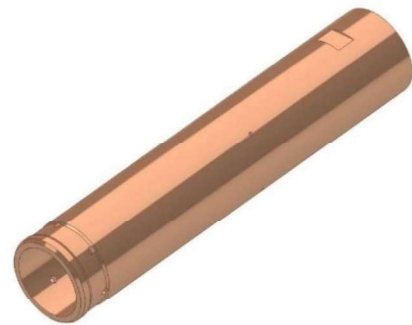


図3 純正ピストンの三次元CAD

## 2. 試験方法

### 2.1 ピストンのCADモデル

図2に、実車両から分解した純正ピストン(図1中赤四角部)の外観写真を示す。純正ピストンのCADモデルの作成にあたっては、接触式三次元測定機(株東京精密製SVA fusion 9/10/6)で形状測定を行い、三次元CADシステム(Siemens Digital Industries Software社製)によって図面化を行った。図3に得られた純正ピストンの三次元CADモデルを示す。

### 2.2 摩耗試験用試験片の作製

表1に、試験片の材種、表面処理及び表面のビッカ

ース硬さを示し、図4に各試験片の外観写真を示す。

ピストン用の素材として、SCM435及びA5052を用意した。図3のCADモデルをもとに、NC旋盤(株TAKISAWA製TC-200型)で加工し、ピストンのレプリカを試作した。その後、レプリカに表1の表面処理を加工し、(a)～(f)の摩耗試験用試験片とした。このとき、表面処理被膜の膜厚は、純正ピストンの膜厚(約7μm)と同程度にした。なお、ビッカース硬さは、JIS Z 2244による試験方法で、(株)フューテュアテック製FM-ARS-7000型を用いて測定した。試験荷重は、0.09807N(HV0.01)とした。

表1 摩耗試験用試験片の素材と表面処理の組み合わせ

試験片名	素材の材種	表面処理	ビッカース硬さ (HV)
(a) Fe-C 合金めっき	A5052	Fe-C 合金めっき	534
(b) 硬質アルマイト	A5052	硬質アルマイト	409
(c) Ni-P	SCM435	6%P 量の無電解 Ni めっき	550
(d) Ni-P(H)	SCM435	6%P 量の無電解 Ni めっき+熱処理したもの <sup>*</sup>	949
(e) 純正ピストン	SCM435	10%P 量の無電解 Ni めっき+熱処理したもの	929
(f) 表面処理なし	A5052	無	85

<sup>\*</sup>無電解Ni-Pめっきの熱処理は、高温真空炉(島津メクテム(株)VHLgr25/18/23型)を用いて、真空環境下で400℃、2時間の条件で実施した。

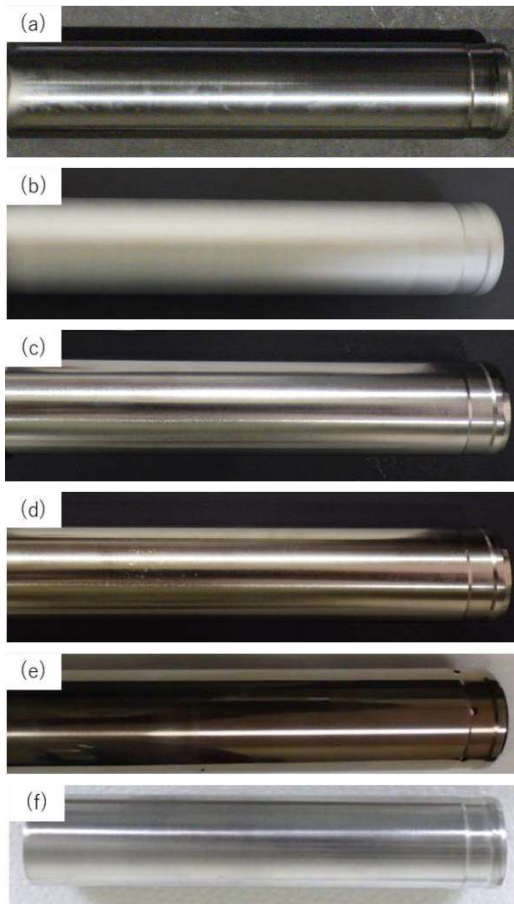


図4 各表面処理試験片の外観写真

- (a) Fe-C 合金めっき
- (b) 硬質アルマイト
- (c) Ni-P
- (d) Ni-P(H)
- (e) 純正ピストン
- (f) 表面処理なし

### 2.3 摩耗試験

ブレーキ機構部品の内、実際のスペーサー内部には O リングが備えられており、これによってピストンは支えられ、ブレーキを踏むことにより、ピストンがしゅう動する。このとき、ピストン表面と O リング間で摩擦が発生する。単純に O リングが相手であれば、表面処理加工していないアルミニウム合金であっても摩耗は発生しないと考える。しかし、純正ピストンには耐摩耗性を考慮した無電解 Ni-P めっきが加工されていたことから、しゅう動部で摩耗が発生することを想定していると考え。摩耗につながる原因としては、しゅう動部への硬質異物の混入が考えやすく、今回の

場合では、外部からの砂や漏れたブレーキフルードなどの混入が想定される。そこで、これらの影響を極端な状況で再現する形として、以下の試験方法を考案した。

ブレーキ構造部品のスペーサーと同じ内部構造(内径、O リング溝のサイズと設置位置)を有する鋼製の治具を作成し、疲労試験機(株島津製作所製 EHF-UD-100KN 型)によりピストンの繰り返ししゅう動を再現した。図 5、6 に摩耗試験の外観写真及び試験断面図を示す。ピストンを試験治具内部の O リング (EPDM 製、型式 P25.5) で保持するようにセットし、試験治具上部の隙間にけい砂 (JIS 試験用粉体 1 の 3 種) とブレーキフルード (日産製 PART NO. KN100-30005) を混ぜたものを入れ、ピストンを図中の両矢印方向に往復運動させた。往復運動にともない、けい砂とブレーキフルードがしゅう動部に供給される仕組みである。しゅう動距離は  $\pm 5\text{mm}$ 、しゅう動速度は  $1.5\text{Hz}$  とし、けい砂とブレーキフルードの重量比は  $1:4$  とした。

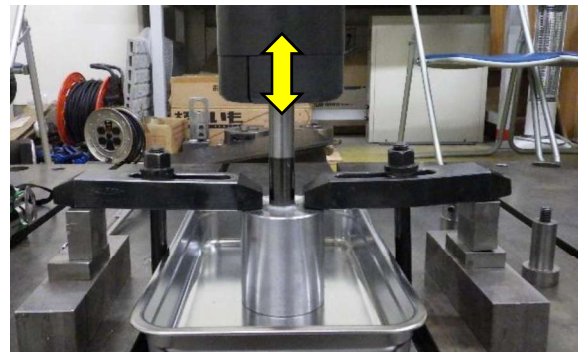


図5 摩耗試験の外観写真

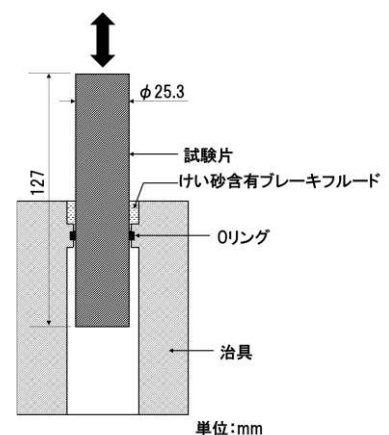


図6 摩耗試験の断面概要図

## 2.4 摩耗部の形状測定(摩耗量の測定)

摩耗試験後の試験片をスクラッチ試験機(ナノピア社 CB-500 型)の形状測定機能により、図7に示す方法で摩耗部の形状測定を行った。図8は、形状測定で得られた結果の例である。摩耗量は、下式(1)、(2)により求めることとした。摩耗試験により摩耗した部分(図中赤斜線部)を摩耗断面積(A)とし、ピストンの周囲長(L)との積を、摩耗量(V)とした。

$$V(\text{mm}^3) = A(\text{mm}^2) \times L(\text{mm}) \quad (1)$$

$$L(\text{mm}) = \pi \times D(\text{mm}) \quad (2)$$

ここで、Dはピストン直径である。

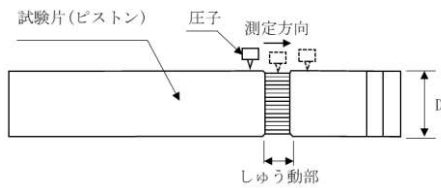


図7 摩耗断面の形状測定方法

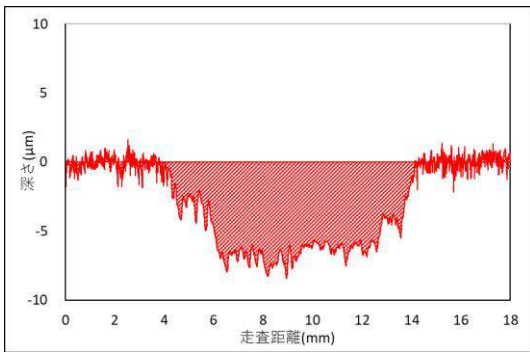


図8 形状測定結果(例)

## 3. 試験結果

しゅう動回数と摩耗量の関係を図9に示す。

同じしゅう動回数に対して、おおむね、表面処理なし、Ni-P、純正ピストン、Ni-P(H)、硬質アルマイト、Fe-C合金めっきの試験片の順に摩耗量が小さくなった。このうち、Ni-P(H)、Ni-P、表面処理なしは、しゅう動開始直後からしゅう動回数の増加に伴い、摩耗量が増加していく傾向が見られたが、Fe-C合金めっき及び硬質アルマイトは、それぞれ、15万回及び7.5万回程度までは、ほとんど摩耗せず、その後、徐々に摩耗量が増加した。

本報告における摩耗試験の摩耗形態は、しゅう動するピストンとOリングの隙間に硬質粒子であるけい砂が入り込み、表面(表面処理被膜)を削るアブレシブ摩耗が主であると考えられる。一般的に、耐アブレシブ摩耗性と硬さの間には相関性があり、硬さが増加するにつれて、耐摩耗性が高くなることが知られている<sup>5)</sup>。ここで、Ni-P(H)、Ni-P、表面処理なしの三者を比較すると、硬さが大きくなるほど、摩耗量は小さくなっていることが確認できる。しかし、Fe-C合金めっき及び硬質アルマイトを含めた場合は、硬さと摩耗量の関係は成立していない。特に、Fe-C合金めっき及び硬質アルマイトに関しては、初期の段階では、ほとんど摩耗しておらず、この理由として、Fe-C合金めっき及び硬質アルマイト被膜の性質や素材との密着性に起因した挙動ではないかと考える。Ni-P被膜については、ある一定の負荷を被膜表面に受けるとき、割れ(クラック)による破壊が生じることが考えられる。これは、硬さが大きいほど発生しにくいものの、一旦クラックが発生すると、密着性が劣る場合は大きな摩耗粉として脱落することが考えられる。Fe-C合金めっき及び硬質アルマイトについては、密着性が良いために、たとえ割れが発生してもすぐに剥離せず、摩耗の進行は大きくなりにくいと考える。図10(a)、(b)に、しゅう動回数30万回におけるFe-C合金めっき及びしゅう動回数15万回における硬質アルマイトのしゅう動部顕微鏡写真を示す。図から、どちらの被膜についても部分的な皮膜の剥離しか見られないことが分かる。

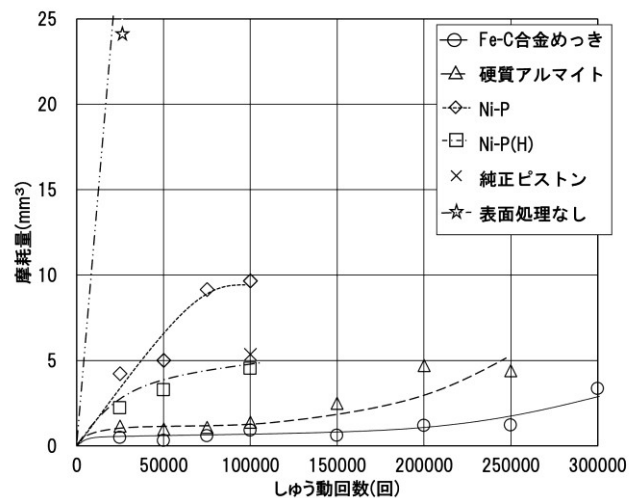


図9 しゅう動回数と摩耗量の関係

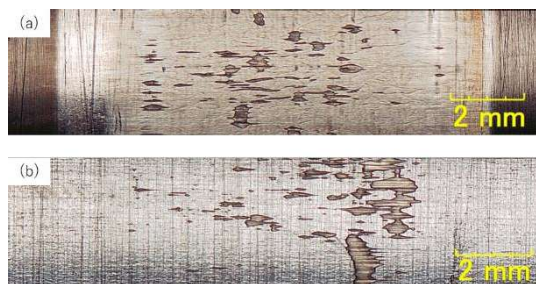


図 10 しゅう動部の顕微鏡観察結果

- (a) Fe-C 合金めっきのしゅう動回数 30 万回後の表面状態
- (b) 硬質アルマイトのしゅう動回数 15 万回後の表面状態

#### 4. 結言

ブレーキマスターシリンダーのピストンの軽量化を図る目的として、A5052 材を素材とし、表面処理に Fe-C 合金めっきした軽量ピストンを試作した。この試作品の耐摩耗性について、実使用の状況を考慮した摩耗試験方法を考案し、耐摩耗性を評価した。試験片は、試作品、純正ピストンの他、硬質アルマイト加工したアルミニウム合金及び無電解ニッケルめっきで処理した鋼を比較対象として用いた。無電解ニッケルめっきは、中リンタイプでめっき加工後、熱処理をしたもの (Ni-P(H)) としていないもの (Ni-P) を用意した。純正ピストンは実車両に搭載されているものである。結果は以下の通りである。

- (1) 摩耗試験の結果から、おおむね、表面処理なし、Ni-P、純正ピストン、Ni-P(H)、硬質アルマイト、Fe-C 合金めっき (試作品) の順に摩耗量が小さくなり、Fe-C 合金めっきについて、実用に耐える耐摩耗性を有するものと考えられる。
- (2) Ni-P(H)、Ni-P、表面処理なしの三者間の比較で

は、摩耗試験開始直後より摩耗が始まり、硬さが大きくなるほど、摩耗量は小さくなった。

- (3) Fe-C 合金めっき及び硬質アルマイトについては、硬さは中程度であるものの、摩耗量は非常に小さく、また、初期の段階でほとんど摩耗しない。この理由として、表面処理被膜の性質や素材との密着性に起因した挙動ではないかと考えられる。

#### 5. 謝辞

おわりに、本報告の実施に際して、使用した CNC 三次元測定機、高温真空炉、精密万能試験機、疲労試験機、スクラッチ試験機は、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。また、表面処理には日本バレル工業株式会社に協力していただいた。その他、研究への御協力、御支援いただいた関係各位に深く感謝する。

#### 参考文献

- (1) JIS H 8503 めっきの耐摩耗性試験方法 (1989)
- (2) JIS H 8682-1 アルミニウム及びアルミニウム合金の陽極酸化皮膜の耐摩耗性試験方法—第 1 部：往復運動平面摩耗試験 (2013)
- (3) JIS H 8682-2 アルミニウム及びアルミニウム合金の陽極酸化皮膜の耐摩耗性試験方法—第 2 部：噴射摩耗試験 (2013)
- (4) JIS H 8682-3 アルミニウム及びアルミニウム合金の陽極酸化皮膜の耐摩耗性試験方法—第 3 部：砂落し摩耗試験 (2013)
- (5) 木村 好次、野呂瀬 進：普及版トライボロジーの解析と対策 株式会社テクノシステム (2003)、p290.

## (2) AlSi<sub>9</sub>合金への添加元素の影響について

吉川 拓実、倉本 英哲、木村 康幸\*、松木 一弘\*

AlSi<sub>9</sub>合金の機械的性質向上を目的とする添加元素について、Mo、V、Zr、Tiのいずれかを0.2mass%添加したときの、諸特性に及ぼす効果を調査した。結果は以下に要約される。なお、それぞれの元素を添加した合金を「Mo合金」、「V合金」、「Zr合金」、「Ti合金」とする。

組織形態は、Base合金と比較して、元素の添加により初晶が粗大化していることが確認された。また、初晶の大きさは、Mo合金とV合金、そしてZr合金とTi合金が良く似ており、Base合金<(Mo合金、V合金)<(Zr合金、Ti合金)の順に大きくなっていった。

ビッカース硬さは、Base合金と比較して、Zr合金が最も高い値を示し、V合金が最も低い値を示した。これは、引張試験結果の引張強さの関係と良く一致した。

初晶 $\alpha$ -Al相の中心部近傍の微小硬さは、Base合金と比較して、Mo合金とV合金が高い値を示し、Zr合金とTi合金が同程度の値を示した。また、Base合金を含めた全ての合金で晶出したSiと初晶 $\alpha$ -Al相の境界近傍で、微小硬さが低下する傾向が見られた。

ZrとTiは初晶 $\alpha$ -Al相へ固溶し、このうちZrは微小な化合物も生成して、全体に分散している。また、MoとVはFe-Mn-Mo系、Fe-Mn-V系として化合物を生成している。これら化合物の晶出形態が機械的性質に影響を及ぼしていると考えられ、Zrでは強化として働き、反対にMoとVでは弱化として働いたのではないかと考える。

キーワード：AlSi<sub>9</sub>合金、添加元素

### 1. 緒言

近年、世界的にエネルギー需要の増加や地球温暖化をはじめとする環境問題が深刻化しており、その中でも二酸化炭素排出量に関しては、運輸部門が直接・間接の排出を合わせて高い割合を占めている。自動車の二酸化炭素排出量を削減するには、燃費向上が極めて重要であり、その手法の一つとして軽量化が挙げられる。アルミニウム(Al)の比重は鋼の約1/3であり、自動車用部品の材料として、Al合金を使用することは、軽量化に大きく寄与するものと考えられる。

Alに約9%のシリコン(Si)を添加したAlSi<sub>9</sub>合金はシルミンとも呼ばれ、耐食性、伸び及び衝撃値が良く<sup>1)</sup>、また、湯流れ性も良いことから鋳造用Al合金として広く用いられている。先行研究<sup>2)</sup>では、AlSi<sub>9</sub>合金に焼き付き防止のための鉄(Fe)とマンガン(Mn)を添加したものをBase合金とした。今回、鋳放しでの合金使用を想

定して、添加元素の選定及び添加量を決定し、作製した試料を用いて引張試験を行った。Feは添加量0.4~0.6%程のときに、大きな板状の金属間化合物が晶出することによる強度及び伸びの低下の発生が報告<sup>3)</sup>されているため、Base合金のFeの添加量を0.3%とした。MnはFeの量の半分程度添加することで、これらFeによる悪影響を防ぐことができると報告<sup>3)</sup>されていることから0.15%とした。

Base合金への添加元素について、モリブデン(Mo)は微量添加によって再結晶温度が上昇し、また、結晶粒が微細化することが報告<sup>4)</sup>されており、組織改善が期待される添加元素である。また、バナジウム(V)、ジルコニウム(Zr)、チタン(Ti)、は、典型的なAl合金への微量添加元素であり、鋳造組織の結晶粒を微細化することは良く知られている<sup>5)、6)</sup>。

各元素の添加量は、DV-X $\alpha$  クラスタ法<sup>7)</sup>によって算出し、添加効果の挙動が確認できると推測される

\*広島大学大学院先進理工系科学研究科

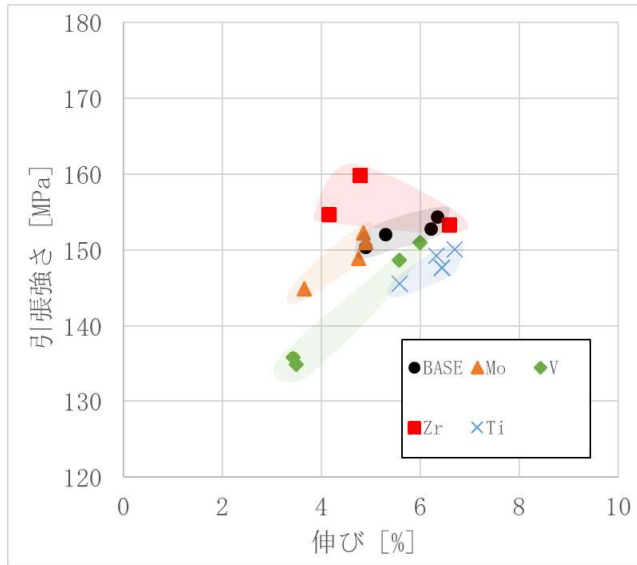


図1 各合金の引張強さと伸びの関係

0.2%とした。各合金は重力金型鋳造法で作製し、鋳込み温度は1009~1015K、金型温度は463~477Kとした。

先行研究<sup>2)</sup>で報告した各合金の引張試験結果を図1に示す。図1より、引張強さはBase合金と比較して、Zr合金でわずかに向上し、他は低下傾向であり、伸びについては、全体的に同じか低下傾向であった。

上記先行研究では添加元素が与える組織形態への影響や、機械的性質との関係性については、確認できていない。そこで、本研究では、Mo、V、Zr、Tiの各添加元素が組織形態に及ぼす影響と、組織形態と引張特性との関係について調査した。

## 2. 実験方法

### 2.1 組織観察

組織観察は、倒立型金属顕微鏡(ライカマイクロシステムズ(株)製DMi8型)を用いて行った。試験片は、作製した試料を切断、樹脂包埋した後、研磨、琢磨し試験片として供した。

### 2.2 EPMAによるマッピング分析

電子線マイクロアナライザー(株式会社島津製作所 EP-MA-1720H型(以下「EPMA」))を用いてマッピング分析及びライン分析を行った。分析条件は、加速電圧15kV、ビーム電流約30nAとした。

### 2.3 ビッカース硬さ試験

試料の組織ごとではなく、全体の平均的な硬さを測定するため、ビッカース硬さ試験を行った。JIS Z 2244-1(ビッカース硬さ試験—第1部:試験方法)により試験を行った。試験装置は(株)フューチャテック製マイクロビッカース硬度計(FM-ARS7000)を用い、試験荷重は49.03Nとした。

### 2.4 微小硬さ試験

初晶 $\alpha$ -Al相の硬度分布を測定するため、微小硬さ試験を行った。

微小硬さ試験は、ISO14577-1に準拠して実施、解析を行った。試験装置はエリオニクス(株)製超微小硬さ試験機(ENT-1100a)を使用した。圧子は、ダイヤモンド製の先端陵角が $115^\circ$ の三角錐圧子(バーコピッチ圧子)である。試験温度は $25^\circ\text{C}$ 、試験力の保持時間は10sとし、試験力は1mNの条件で試験を実施した。なお、試験結果は、澤らが提案する方法<sup>8)</sup>により、圧子先端長さ( $\Delta hc$ )及び試験機を含む剛性(Cf)の影響を補正した。 $\Delta hc$ 及びCfを求めるにあたっては、標準試料として溶融石英ガラスを使用した。0.5、2、5、8及び12mNの5種類の試験力での試験結果をもとに、補正係数を算出し、その値は、 $\Delta hc = 14.630\text{nm}$ 、 $Cf = 1.099$ となった。なお、微小硬さ試験を行うにあたり、試験片表面に生成したと予想される加工硬化層<sup>9)、10)</sup>を除去するため、試験前に試験片表面の中央部近傍に、イオンミリング装置で面ミリング加工したものを試験片として供した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 組織観察結果

図2に、各合金の金属組織観察結果を示す。図2(a)~(e)は、全て典型的な鋳放しの金属組織であり、デンドライトの成長に沿って晶出した初晶 $\alpha$ -Al相とデンドライトアームの間隙への微細なAl+Siの二元共晶から成る組織形態である。

Base合金と比較して、図2の組織観察結果より、元素添加により初晶 $\alpha$ -Al相が粗大化していることが確認される。Mo合金とV合金、そしてZr合金とTi合金

の組織形態は良く似ており、初晶  $\alpha$ -Al 相の大きさは Base 合金 < (Mo 合金、V 合金) < (Zr 合金、Ti 合金) の順に大きくなっている。Mo、V、Zr、Ti それぞれの元素添加によって、各合金の共晶点が Si 側に移動し、また融点降下したのではないかと考える。

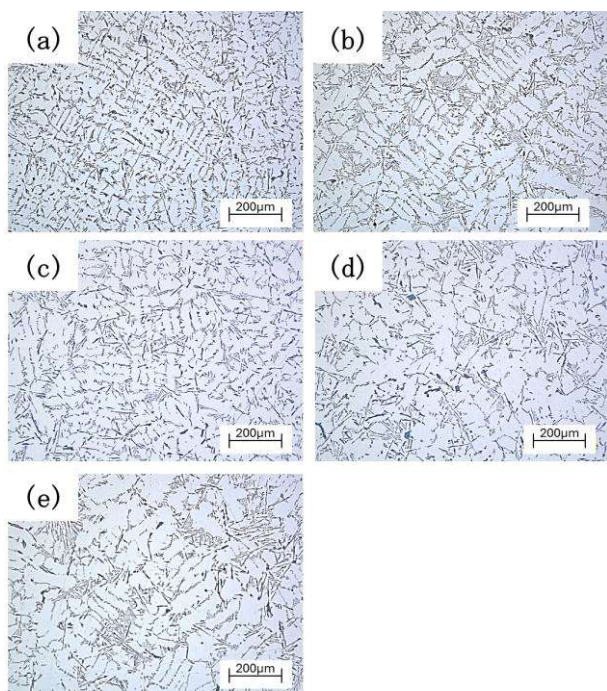


図2 (a) Base 合金、(b) Mo 合金、(c) V 合金  
(d) Zr 合金、(e) Ti 合金

### 3.2 EPMA によるマッピング分析結果

図3に、各合金のEPMAによるマッピング分析結果を示す。図3(a)より、図2で観察された初晶  $\alpha$ -Al 相の周りで、デンドライトアームに沿って晶出した相が主に Si であることが確認される。また Fe と Mn については、ほとんどが同じ位置に存在しており、これは西らの報告<sup>11)</sup>にあるように、Fe と Mn の添加により Fe が Mn に固溶することで、金属間化合物である  $\alpha$  相 ( $\text{Al}_5\text{FeSi}$ ) ではなく、 $\text{Al}_{15}(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{Si}_2$  相が晶出しているものと考えられる。添加元素のうち、Mo と V は Fe-Mn と共に生成し、Zr は一部固溶し、更に微小な化合物を分散して生成し、また、Ti は初晶  $\alpha$ -Al 相へ固溶したものと考えられる。

### 3.3 ビッカース硬さ試験結果

表1にビッカース硬さ試験結果を示す。表1より、Base 合金と比較して、Zr 合金が高い値を示し、V 合金

が低い値を示した。これは、引張試験結果の引張強さの関係と良く一致しているが、初晶の大きさとの関係性は確認できない。

表1 ビッカース硬さ試験結果

合金名	(HV5)
Base合金	57.5
Mo合金	57.4
V合金	52.2
Zr合金	59.9
Ti合金	57.0

### 3.4 微小硬さ試験結果

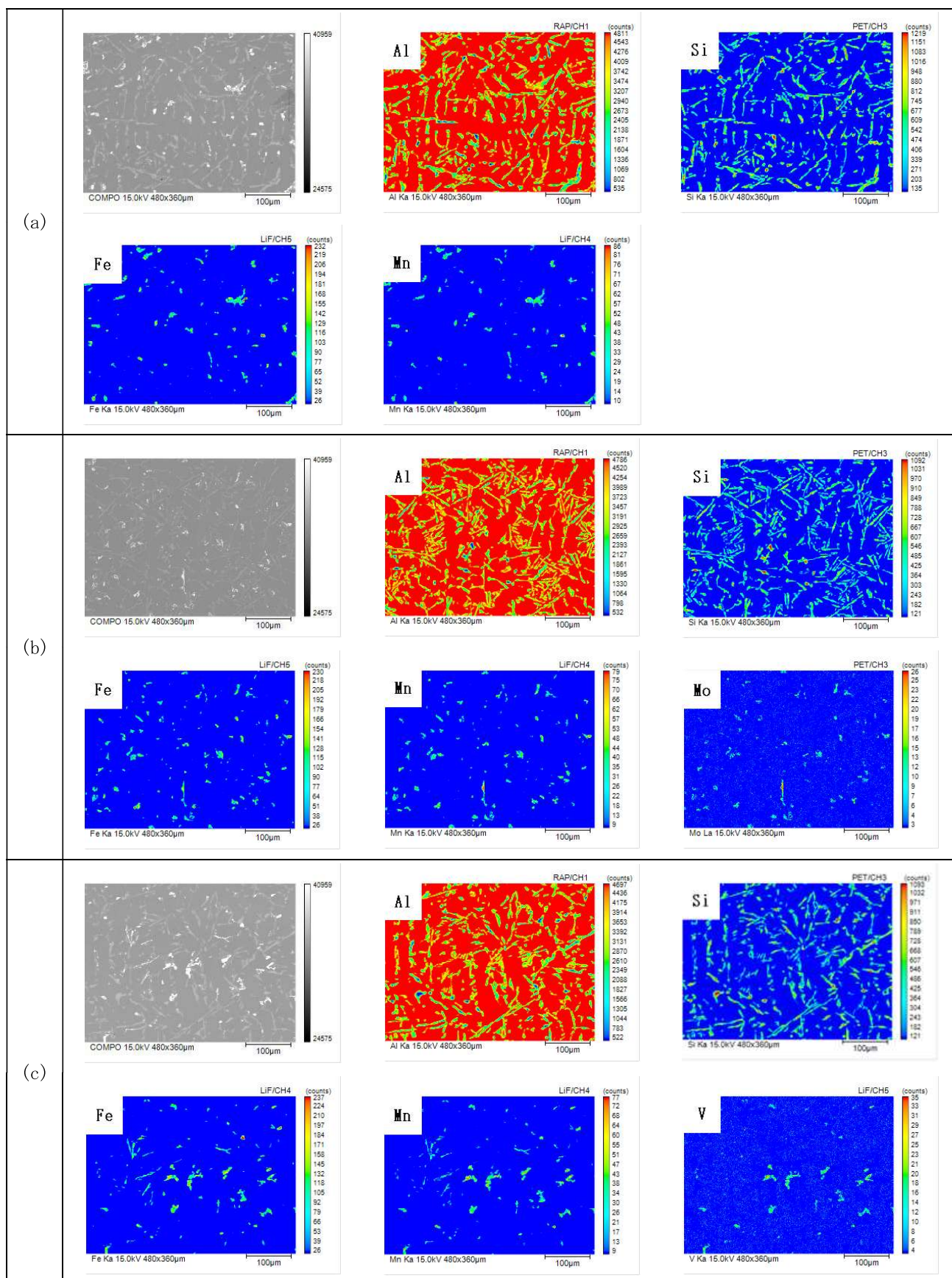
試験は初晶  $\alpha$ -Al 相を中心に、晶出した Si に囲まれた部分で行った。図4に初晶  $\alpha$ -Al 相の微小硬さ分布、図5に図4(b)中赤破線で示す部位の、EPMAによるライン分析結果を示す。図4(a)~(e)のそれぞれの左側は試験後の実体顕微鏡による観察結果で、右側は試験箇所を押込み硬さ(HIT)の硬度分布である。また、表2に各合金の初晶  $\alpha$ -Al 相中心部近傍(図4中の青口部で囲む部分)の平均値を示す。

表2 微小硬さ試験結果

合金名	HIT ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
Base合金	838
Mo合金	956
V合金	931
Zr合金	826
Ti合金	839

図4(a)~(e)右図より、全ての合金で、晶出した Si と初晶  $\alpha$ -Al 相の境界近傍で、硬度が低下する傾向が見られる。ここで、図5中に示す黒破線四角部より、境界近傍で Si 濃度の低下も確認されている。表2より、初晶  $\alpha$ -Al 相中心部近傍の硬さは、Base 合金と比較して、Mo 合金と V 合金が高い値を示し、Zr 合金と Ti 合金が同程度の値を示した。

前項までの結果と合わせて、添加元素の固溶について、Mo と V ではほとんど無く、Zr と Ti では認められるものの、機械的性質への影響はほとんど無いと言える。次に、Zr は共晶近傍を始めとし、微小な化合物が



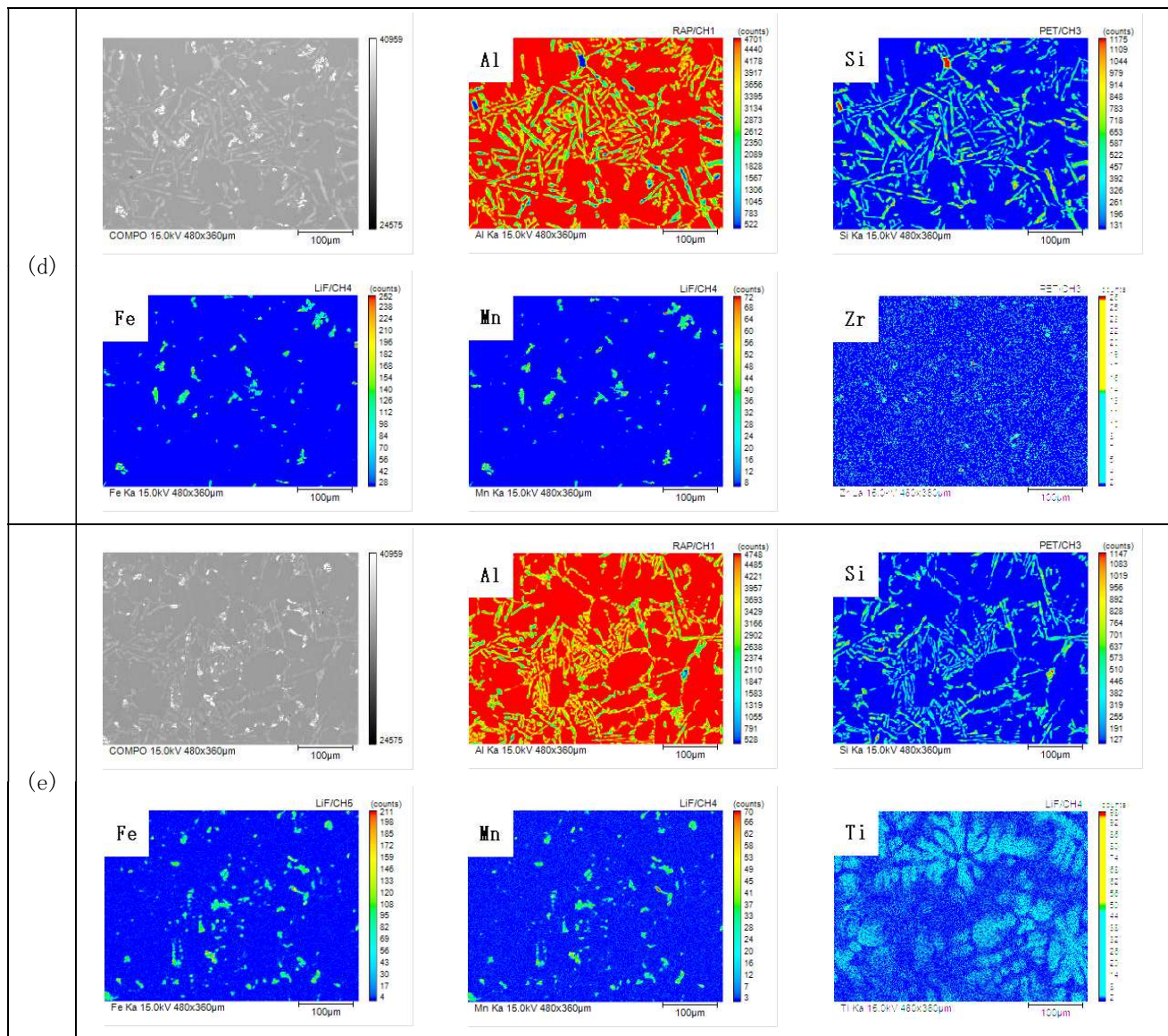


図3 EPMAによるマッピング分析結果

(a)Base合金、(b)Mo合金、(c)V合金、(d)Zr合金、(e)Ti合金

晶出しており、粒子分散強化による機械的性質の向上へ繋がっていると考える。MoとVは、Base合金に対して引張強さが減少しており、この原因として粗大で脆い金属間化合物(Fe-Mn-Mo系、Fe-Mn-V系)が生成したためと考える。

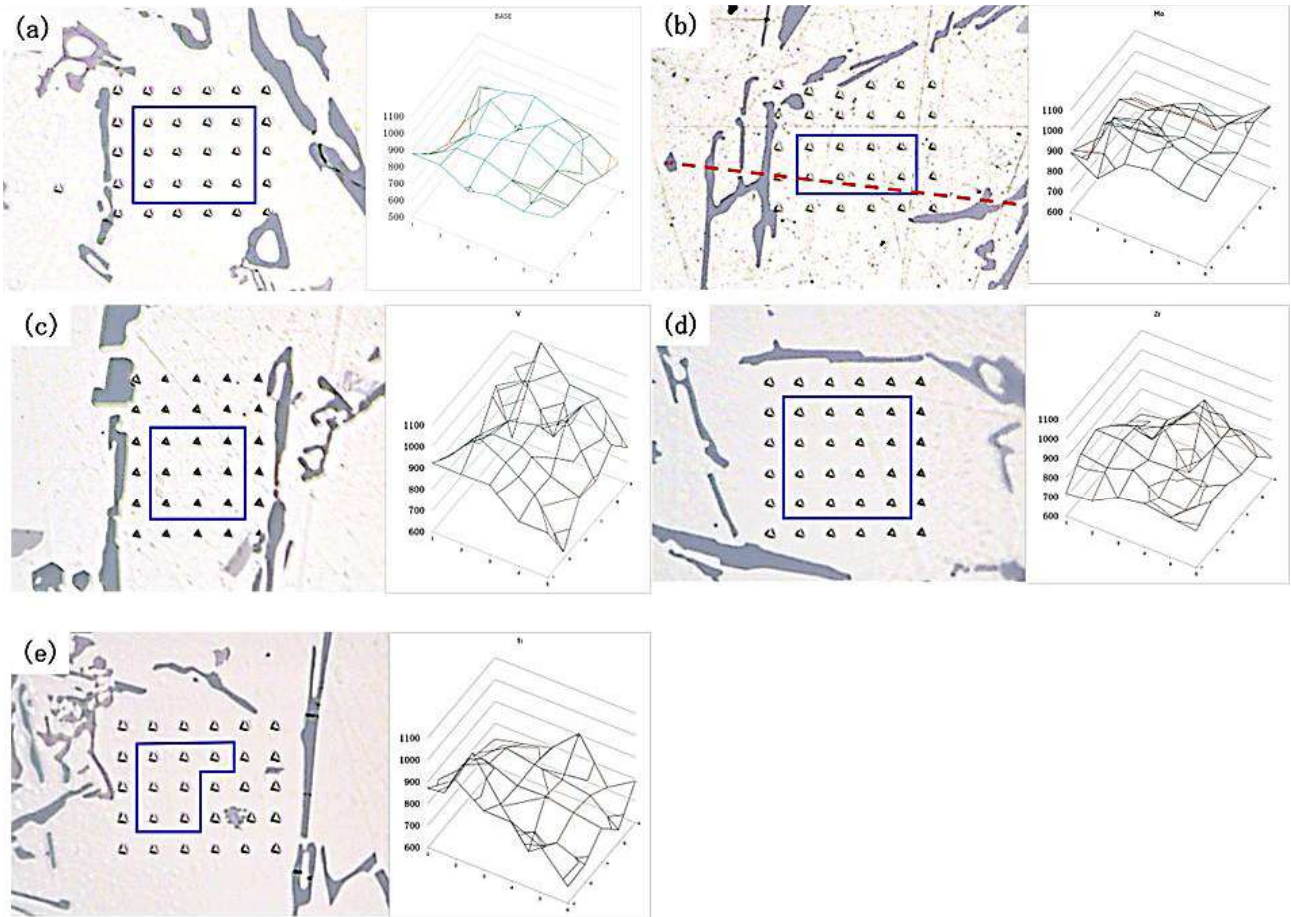


図4 初晶 $\alpha$ -Al相の微小硬さ分布

(a)Base合金、(b)Mo合金、(c)V合金、(d)Zr合金、(e)Ti合金

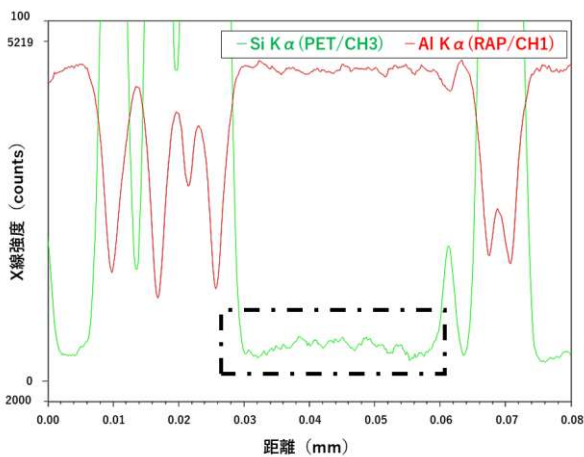


図5 図4中赤破線部箇所のEPMAによるライン分析結果

#### 4. 結言

本研究では、Mo、V、Zr、Tiのいずれかを0.2mass%

添加した鋳放しのAlSi<sub>9</sub>合金(Mo合金、V合金、Zr合金、Ti合金)について、組織観察及び硬さ試験を行い、先行研究<sup>2)</sup>の引張試験結果との関係性を調査した。結果は以下に要約される。

(1) 組織形態は、Base合金と比較して、元素の添加により初晶が粗大化していることが確認された。また、初晶の大きさは、Mo合金とV合金、そしてZr合金とTi合金が良く似ており、Base合金<(Mo合金、V合金)<(Zr合金、Ti合金)の順に大きくなっていた。

(2) ビッカース硬さは、Base合金と比較して、Zr合金が最も高い値を示し、V合金が最も低い値を示した。これは、引張試験結果の引張強さの関係と良く一致した。

(3) 初晶 $\alpha$ -Al相の中心部近傍の微小硬さは、Base合金と比較して、Mo合金とV合金が高い値を示し、Zr合金とTi合金が同程度の値を示した。Base合金を含めた全ての合金で晶出したSiと初晶 $\alpha$ -Al相の境界近傍

で、微小硬さが低下する傾向が見られた。

(4) Zr と Ti は初晶  $\alpha$ -Al 相へ固溶し、このうち Zr は微小な化合物も生成して、全体に分散している。また、Mo と V は Fe-Mn-Mo 系、Fe-Mn-V 系として化合物を生成している。これら化合物の晶出形態が機械的性質に影響を及ぼしていると考えられ、Zr では強化として働き、反対に Mo と V では弱化として働いたのではないかと考える。

おわりに、本研究は広島大学との機関連携の一貫として行ったものである。本研究を実施するに際して使用した走査電子顕微鏡、超微小押し込み硬さ試験機は公益財団法人 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、研究への御協力、御支援をいただいた関係各位に深く感謝する。

#### 参考文献

- (1) JIS H 5302 アルミニウム合金ダイカスト  
3. 種類及び記号.
- (2) 魚見知志、松木一弘、XU Zhefeng、小田信行、小湊裕允：日本鉄鋼協会中国四国支部・日本金属学会中国四国支部講演大会講演概要集 62nd-59th(2019)、p. 72.
- (3) E. Van Erkelens: Metall Erz 20(1923)、p. 206.
- (4) 軽金属学会：アルミニウムの組織と性質(1991)、p. 235.
- (5) 寺井士郎：軽金属 24(1974)、p. 42-52.
- (6) 久笠敏：日本金属学会誌 25(1961)、p. 703-707.
- (7) 湯川宏、森永正彦：まてりあ 37(1998)、p. 578-582.
- (8) T. Sawa、K. Tanaka: Journal of Materials Research 16(2001)、p. 3084.
- (9) 倉本英哲、伊藤良子、隠岐貴史：広島市工業技術センター年報 26(2012)、p. 31-38.
- (10) 倉本英哲：広島市工業技術センター年報 33(2019)、p. 23-27.
- (11) 西直美、神重傑：鑄造工学 70(1998)、p. 648-654.

### (3) Bi 系高温用はんだの特性評価及び実用性調査

吉川 拓実、倉本 英哲、岩男 広飛\*、松木 一弘\*

松木らが開発した Bi 系高温用鉛フリーはんだ<sup>1)、2)、3)</sup>について、実用化を想定して、DBC 基板に SiC チップを接合することを模した試験片を作製し、高温強度と熱疲労による性状変化を調査した。比較用のはんだとして、高温用はんだとして実績のある Pb 系はんだ、そして、室温用として実績のある SAC 系はんだを準備し、接合強度を調査するためのせん断強度試験及び熱疲労特性を調査するための熱サイクル試験を行った。得られた結果は以下のとおりである。

開発した Bi 系はんだの室温下及び 473K での接合強度は、Pb 系はんだとほぼ同等であった。SAC 系はんだは、室温下では Pb 系及び Bi 系はんだと比較して 2 倍以上の接合強度であったものの、473K では半分以下となった。

Bi 系はんだの場合、DBC 基板にバリア層として加工した無電解 Ni めっき (Ni-P) の Ni が、リフロー及び熱サイクルにより、はんだ側に拡散して合金化することがわかった。また、熱による膨張収縮、合金化による体積変化、はんだ合金の脆化を起因とする割れが、界面近傍より発生した。

キーワード：はんだ、めっき、接合、熱サイクル

#### 1. 緒言

古くから鉛はんだは、様々な部品の接合に用いられてきた。鉛はんだは融点が低く、また濡れ性が高く、加工が容易であるため、優れたはんだとして、電子機器等の基板材料に長年広く使用されてきた。しかし、電子機器の廃棄、粉砕埋立処理により溶けだした鉛 (Pb) が地下水へ混入することによる、健康被害が問題となっている<sup>4)</sup>。また、EU では 2006 年施行の RoHS 指令による Pb を含む電気・電子機器の販売の禁止により、Pb の使用が制限されている。

このような状況の中、鉛フリーはんだの開発が行われてきたが、高温用のはんだについては、現在も Pb 系のはんだが多く使用されている。高温用鉛はんだは、半導体部品の内部接合に用いられ、半導体チップや電子機器のコイル、車載用電子回路基板など、多くの電気・電子機器に利用されているため、高温用鉛フリーはんだの開発は急務であるが、高温用鉛はんだの適切な代替材料で実用化されたものが無い。そうした中、近年、代替材料として、ビスマス (Bi) 系合金が有望視されている<sup>5)、6)</sup>。Bi は他の重金属と比べ、人体への影

響が少なく、また、すず (Sn) 系はんだ合金の塩浴剤として使用されてきた実績がある。

現行のパワー半導体動作温度の上限は 448K 程度と報告されており、近年は、473K 以上でも動作可能なパワー半導体の開発、実用化が進められている<sup>7)、8)</sup>。

本研究では、開発した Bi 系高温用鉛フリーはんだの実用性を調査するため、室温から 473K までの温度条件下における接合強度及び熱疲労特性を評価し、その結果を報告する。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 試験片の作製

###### 2.1.1 合金の溶製及びはんだ用薄板の作製

試料用合金として、3 種類のはんだ (Pb-Sn 系、Sn-銀 (Ag)-銅 (Cu) 系、Bi-Ag-Cu-ゲルマニウム (Ge) 系) を準備した。

各試料用合金 (3 種類のはんだ) を各々グラファイト製の坩堝 (容量 0.86L) の中に装填し、縦型電気炉 (200V、5.5kWss) を用いて 773K まで昇温後、攪拌しながら 1 時間保持した。その後、十分に溶解したものを金型 (φ 15

\*広島大学大学院先進理工系科学研究科

×L116(mm))に流し込んだ後、空冷を行い、最後に溶製した合金を、各々厚さ 100 μm のはんだ用薄板に加工した。

### 2.1.2 はんだ試験片の作製

Direct Bonded Copper 基板（以下「DBC 基板」）と炭化けい素(SiC)チップの接合を想定し、2.1.1 項で作製したはんだ用薄板を用いて、はんだ試験片の作製を行った。試験片の層構成を図 1 に示す。図 1 で示すように、DBC 基板側には、バリア層としての無電解ニッケル(Ni)めっき (Ni-P) を膜厚 5 μm、また、SiC チップには下地に電気 Ni めっきを膜厚 1 μm で加工した。これら両者に濡れ性改善のために膜厚 0.1 μm の金(Au)蒸着を行った後、基板と SiC チップの間にはんだ用薄板を配置し、リフローを行った。リフロー条件は、603K、60 秒で、リフロー過程の温度履歴を図 2 に示す。

以降、Pb-Sn 系合金から作製したはんだ試験片を「Pb 系はんだ」、Sn-Ag-Cu 系合金から作製したはんだ試験片を「SAC 系はんだ」、Bi-Ag-Cu-Ge 系合金から作製したはんだ試験片を「Bi 系はんだ」とする。

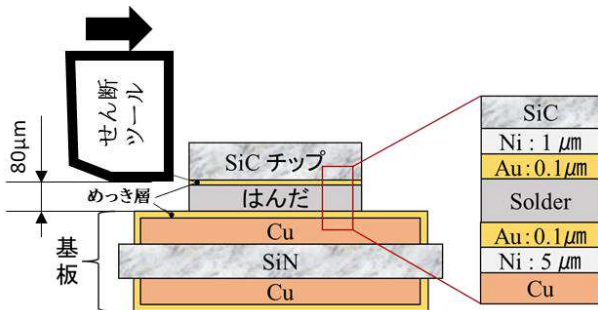


図 1 はんだ試験片の層構成

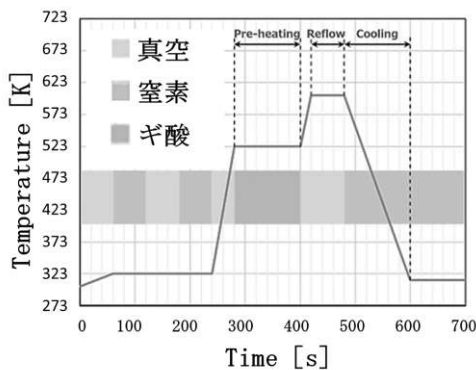


図 2 リフロー過程の温度履歴

### 2.2 せん断強度試験

はんだ試験片の接合強度について、図 1 中に示すようにせん断ツールを用いて、せん断強度試験を行った。試験条件は、せん断ツールの移動速度 0.5 μm/s、せん断ツールの高さを基板めっき層から 80 μm、試験温度は室温(298K)及び 473K とした。なお、試験結果は、単位面積当たりのせん断応力として、評価することとした。

### 2.3 EPMA 分析

リフロー直後のはんだ試験片について、電子線マイクロアナライザー((株)島津製作所 EPMA-1720H)により、マッピング分析を行った。分析位置は、はんだ試験片断面とし、前処理として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)によるCP加工を行った後、導電性を得るために白金(Pt)コーティングを蒸着した。分析条件は、加速電圧 15kV、ビーム電流約 30nA とした。

### 2.4 熱サイクル試験

はんだ試験片の熱疲労特性の調査をするために、熱サイクル試験を行った。試験条件は、サイクル数 1000 回、温度範囲を 233K から 498K とした。また、熱サイクル試験後のはんだ試験片について、EPMA によるマッピング分析を行った。なお、分析条件は 2.3 項と同様とした。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 せん断応力

各はんだ試験片の、試験温度ごとの最大せん断応力を表 1 に示す。

表 1 せん断応力

試料名	最大せん断応力 [MPa]	
	室温 (298K)	473K
Pb系はんだ	26.7	10.5
SAC系はんだ	57.6	5.0
Bi系はんだ	29.9	11.7

室温及び 473K のどちらの場合でも、Pb 系はんだ及び Bi 系はんだは同程度のせん断応力であった。SAC 系はんだは、室温では Pb 系はんだ及び Bi 系はんだの約 2 倍のせん断応力であったが、473K では、Pb 系はんだ及び Bi 系はんだの約半分のせん断応力であった。このことより、Bi 系はんだは、高温用鉛はんだの代替材料の候補として期待できる。

## 3.2 EPMA 分析

### 3.2.1 リフロー直後

リフロー直後の各はんだ試験片における、EPMA によるマッピング分析結果を図 3(a)、(b)及び(c)に示す。分析対象元素は、Pb 系はんだでは、Pb、Sn、Ni、Au とし、SAC 系はんだでは、Sn、Ag、Cu、Ni、Au とし、Bi 系はんだでは、Bi、Ag、Cu、Ni、Au とした。

図 3(a)より、Pb 系はんだでは、Pb と Sn の分布は濃淡が逆となり、Pb の存在する領域には Sn は存在せず、また、Au と Sn の分布は一致している。なお、Au は Pb 系はんだの合金成分として含まれておらず、DBC 基板及び SiC チップ最表面に加工した金蒸着皮膜である。図 5(a)に Au-Sn の二元系状態図を示す。Sn が 19wt%程度で 525K、82wt%程度で 490K の 2 つの共晶点が存在しており、603K のリフロー温度で共晶反応により熔融する可能性は高い。このことから Au がはんだ中に熔融して分散し、最終的に凝固過程において Au-Sn の化合物、主には AuSn<sub>4</sub> を生成したと考える。

図 3(b)より、SAC 系はんだの、主成分の内、Sn は全体的に均一に存在しており、Ag と Cu の分布は濃淡が逆となり、Ag の存在する領域には Cu は存在していない。また、ここでも Au のはんだ中への分散が確認される。Au は SAC 系はんだの合金成分として含まれていないことから、前述 Pb 系はんだと同様に、金蒸着皮膜が Sn と共晶反応し、熔融して分散し、最終的に Au-Sn の化合物を生成したと考える。

図 3(c)より、Bi 系はんだでは、Bi と Ag の分布は濃淡が逆となり、Bi の存在する領域には Ag は存在せず、また、Ag と Au の分布が一致している。図 5(b)に Ag-Au、(c)に Au-Bi、(d)に Ag-Bi の二元系状態図を示す。図 5(b)より、Ag と Au は典型的な全率固溶型であり、リフロー温度以下では共晶点等も含めて融点は存在しな

い。ここで、図 5(c)、(d)より、各々 Bi が 89wt%程度で 514K、96wt%程度で 555K に共晶点が存在している。Ag、Au について、Bi との共晶反応により熔融し、一部が浮揚と凝集を起こし、その後の凝固の際に Ag に Au が固溶しているのではないかと推測する。なお、Au については、やはり前述の Pb 系はんだ及び SAC 系はんだと同様に、DBC 基板及び SiC チップの金蒸着皮膜であり、はんだの合金成分として含まれていない。また、図 3(c)より、Ni がはんだ合金中に分布していることが分かる。Ni は Bi 系はんだの合金成分として含まれておらず、DBC 基板及び SiC チップに加工した無電解 Ni めっき(Ni-P)と電気 Ni めっきに存在する。図 5(e)に Ni-Bi の二元系状態図を示す。これを見ても、Ni が熔融するようなことは考えにくく、はんだ中の Ni の分布は DBC 基板及び SiC チップ界面に近いところで多く見られていることから、リフローの熱によりはんだ中にめっきの Ni が拡散したものとする。Ni の拡散は、DBC 基板側、つまり無電解 Ni(Ni-P)めっき側からの方が著しいことが確認できる。また、二元系状態図より Bi<sub>3</sub>Ni または BiNi の金属間化合物が生成されていると推測される。

### 3.2.2 熱サイクル試験後

熱サイクル試験後の各はんだ試験片における、EPMA によるマッピング分析結果を図 4(a)、(b)及び(c)に示す。分析対象元素は、3.2.1 項と同様である。

リフロー直後と熱サイクル試験後のはんだ試験片における、外観の観察結果によると、Pb 系はんだ及び Bi 系はんだに変化がほとんど無かった。SAC 系はんだは、熱サイクル試験後において、SiC チップが盛り上がり、はんだが割れて剥離しかかっていた。

図 4(a)より、Pb 系はんだでは、DBC 基板側の無電解 Ni めっき(Ni-P)及びはんだ合金に割れが発生している。DBC 基板側のみで割れが生じていることを考慮すると、この原因が熱膨張と無電解 Ni めっき(Ni-P)の変質にあるのではないかと考える。熱膨張は、SiC チップ側の SiC と比較し、DBC 基板側の Cu の方が大きい。また、無電解 Ni めっき(Ni-P)については、めっき後はアモルファスであるが、加熱によって結晶化し、主に Ni<sub>3</sub>P を生成する<sup>9)</sup>。熱膨張差を原因とし、Ni<sub>3</sub>P は硬く脆性的

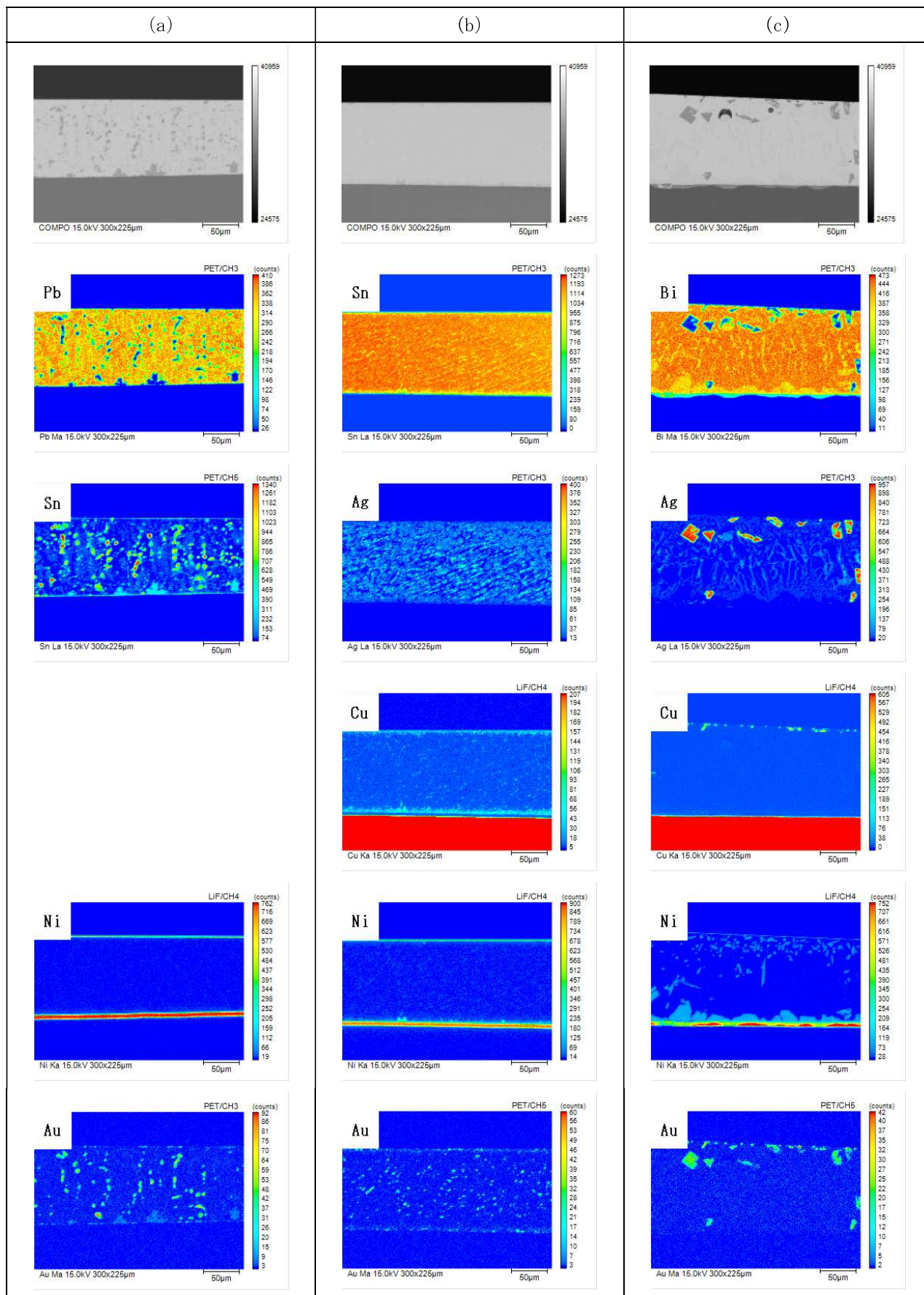


図3 リフロー直後のEPMAによるマッピング分析結果  
 (a) Pb系はんだ、(b) SAC系はんだ、(c) Bi系はんだ

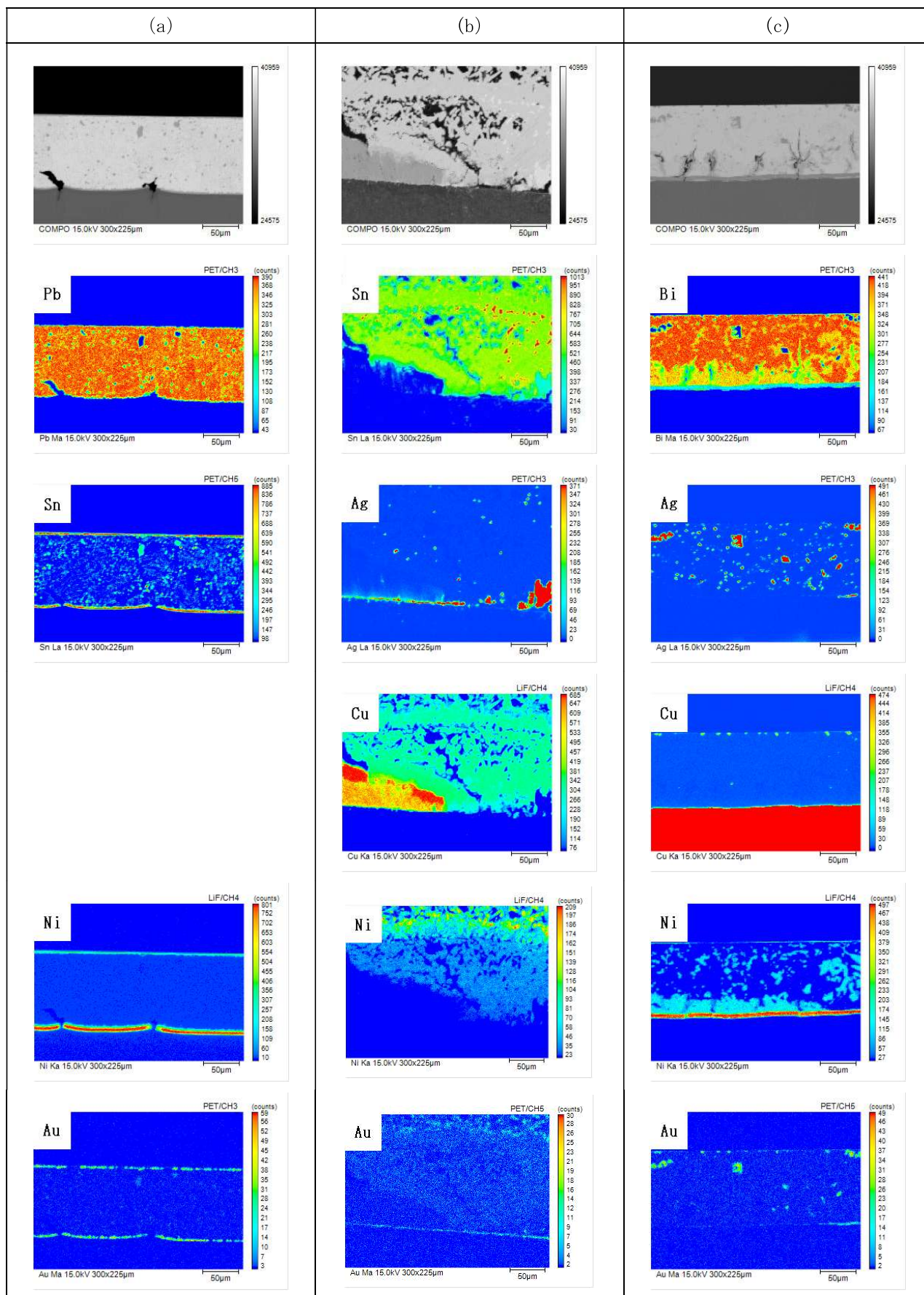


図4 熱サイクル試験後のEPMAによるマッピング分析結果  
 (a) Pb系はんだ、(b) SAC系はんだ、(c) Bi系はんだ

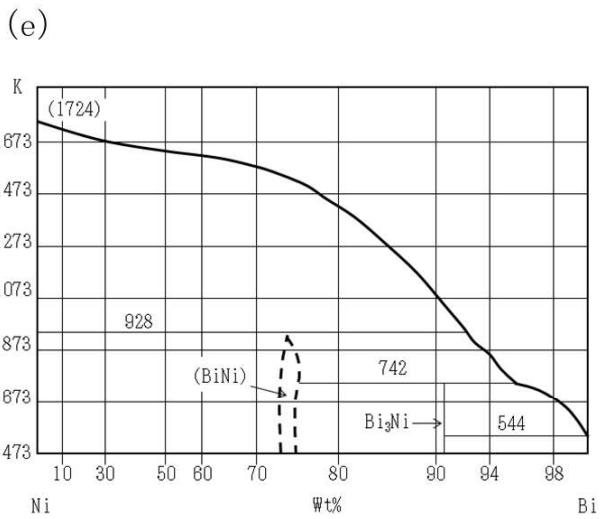
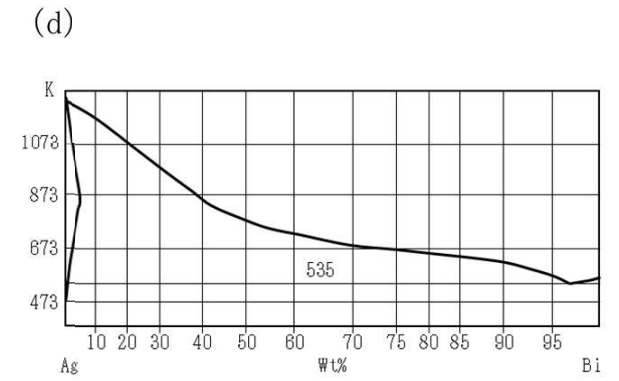
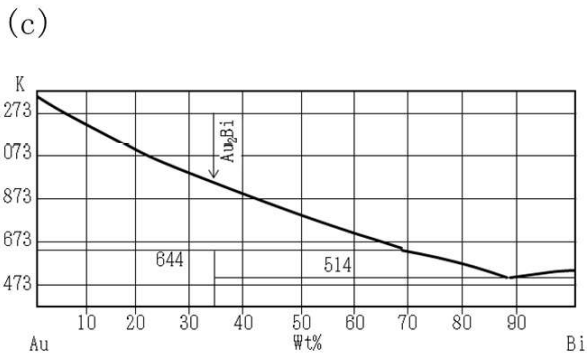
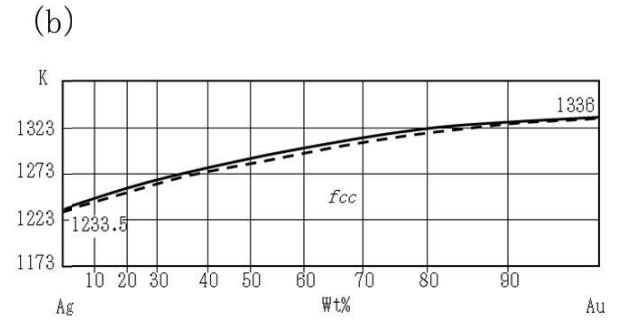
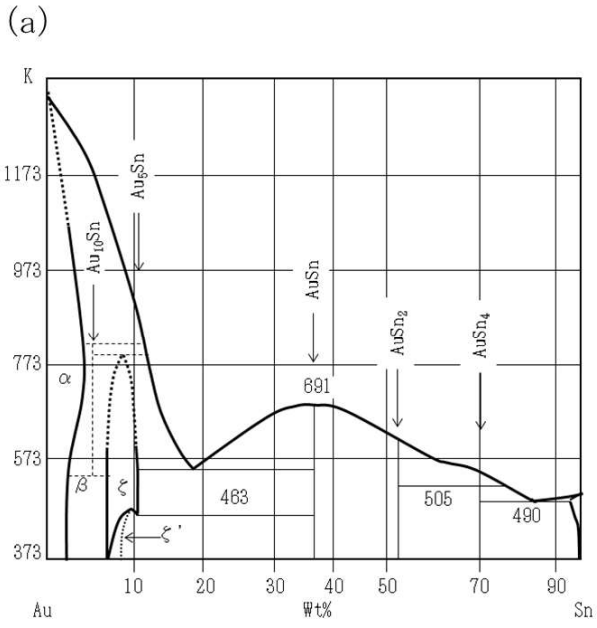


图5 二元系状态图<sup>(10)</sup>

(a) Au-Sn、(b) Ag-Au、(c) Au-Bi、(d) Ag-Bi、(e) Ni-Bi

であることで、めっき層に割れが生じ、これが進展して、はんだ合金の割れに発展したと考える。

図 4(b)より、SAC 系はんだでは、バリア層である Ni 層は既になく、また、DBC 基板の Cu もはんだ側に大量に拡散している。SAC 系はんだは、接合時に生成される、 $\eta$  層 ( $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ ) と  $\epsilon$  層 ( $\text{Cu}_3\text{Sn}$ ) の合金層が硬く脆いため、合金層が成長して厚くなると、わずかな振動や衝撃でクラックが発生しやすくなることが知られている<sup>11)</sup>。今回も同様で、割れの発生は、合金層の生成と成長によるものであると考える。このような状態では、電気的な特性のみならず、機械的な強度において、全く期待することができない。このことは外観の観察結果でもうかがえる。

図 4(c)より、Bi 系はんだでは、Pb 系はんだと同様に、DBC 基板側の無電解 Ni めっき (Ni-P) 及びはんだ合金に割れが生じており、図 3(c)と比較して、Ni のはんだ側への拡散はリフロー直後と比較して大きくなっていることがわかる。また、今回生成が推測される  $\text{Bi}_3\text{Ni}$  は、柔らかく脆いとされ<sup>12)</sup>、これがリフロー直後に比べ、成長していることが確認できる。割れは、DBC 基板側への Ni 拡散の著しい部分に沿って生じており、これも Pb 系はんだと同様に熱膨張差を原因とし、Ni の拡散の進行による脆化によってはんだ合金の割れに発展したと考える。

上記のように、全てのはんだ合金で、DBC 基板側に割れが発生しており、これが電気特性と強度低下、つまり耐熱性低下の原因であると考えられる。SAC 系はんだについては、各元素の反応と合金化が著しく、体積変化が大きく、脆化することで、これまで多くの報告があるように、高温下での使用が制限されることがわかった。開発した Bi 系はんだについて、実績のある Pb 系はんだと比較して、はんだ合金自体の性能については問題ないことを報告<sup>1), 2), 3)</sup>していたものの、バリア層として加工した DBC 基板側の無電解 Ni めっき (Ni-P) と SiC チップ側の電気 Ni めっきが、Bi 系はんだではバリア層として働かず、むしろはんだの変質要因となっていたことがわかった。これにより、開発した Bi 系はんだは、Pb フリーの高温用はんだとして実用化するためには、バリア層として有用な無電解 Ni めっき (Ni-P) の代替品を選定する必要がある。

## 4. 結言

開発した Bi 系高温用鉛フリーはんだについて、実用化を想定して、DBC 基板に SiC チップを接合することを模した試験片を作製し、高温強度と熱疲労による性状変化を調査した。比較用のはんだとして、高温用はんだにおいて実績のある Pb 系はんだと、室温用において実績のある SAC 系はんだを準備し、接合強度を調査するためのせん断強度試験及び熱疲労特性を調査するための熱サイクル試験を行った。得られた結果は以下のとおりである。

(1) 開発した Bi 系はんだの室温下及び 473K での接合強度は、Pb 系はんだとほぼ同等であった。SAC 系はんだは、室温下では Pb 系及び Bi 系はんだと比較して 2 倍の接合強度であったものの、473K では半分以下となった。

(2) Bi 系はんだの場合、DBC 基板にバリア層として加工した無電解 Ni めっき (Ni-P) の Ni が、リフロー及び熱サイクルにより、はんだ側に拡散して合金化することがわかった。また、熱による膨張収縮、合金化による体積変化、はんだ合金の脆化を起因とする割れが、界面近傍より発生した。

おわりに、本研究は広島大学との機関連携の一貫として行ったものである。その他、研究への御協力、御支援をいただいた関係各位に深く感謝する。

## 参考文献

- (1) M. Yu, Z. Xu, Y. B. Choi, T. Konishi, K. Matsugi, J. Yu, S. Motozuka and K. Suetsugu : Mater. Trans. 58. 2(2017)、p. 140-147.
- (2) K. Matsugi, K. Terada, S. Furukawa, Y. B. Choi, G. Sasaki and K. Suetsugu : J. JFS. 86(2014)、p. 216-222.
- (3) Z. F. Xu, Y. B. Choi, T. Niimi, M. Yu, S. Motozuka, K. Matsugi, K. Suetsugu : Mater. Trans. 57(2016)、p. 553-557.
- (4) 河野英一 : 表面技術 55(2004)、p. 846-851.
- (5) K. Suganuma、S. J. Kim、K. S. Kim : まてりあ

- 61(2009)、p. 64-71.
- (6) T. Iseki、M. Takamori : エレクトロニクス実装学会誌 15(2012)、p. 153.
- (7) Daisuke Hiratsuka、Akihiro Sasaki、Tomohiro Iguchi : Toshiba review 70(2015)、p. 46-49.
- (8) Megumi NAGANO、Noboru HIDAHA、Hirohiko WATANABE、Masayoshi SHIMODA、Masahiro ONO : エレクトロニクス実装学会誌 9[3](2006)、p. 171-179.
- (9) 渡辺克人、大和弘之、小池宏侑 : 栃木県産業技術センター研究報告(2018)、p. 62-64.
- (10) 長崎誠三、平林眞 : 二元合金状態図集(2001).
- (11) 中澤優人、矢澤歩 : 群馬県立産業技術センター研究報告(2018)、p. 27-30.
- (12) Clarissa Cruz、Thiago Lima、Rafael Kakitani、André Barros、Amauri Garcia、Noé Cheung : Journal of Materials Research and Technology 9(2020)p. 4940-4950.

## 4 成果事例

### (1) ネイル用小筆のキャップに用いる樹脂部品の開発

樹脂部品の樹脂種・形状選択の支援



#### 関西金属工業株式会社

金具製造・表面処理を主体とする金属部品の各種加工を行っています。

「切断」「バレル研磨」「スウェーピング加工」「表面処理(メッキ・電着塗装・アルマイト)」などの加工技術やノウハウに強みがあり、多種多様なカラーバリエーション、後加工に適する製品を柔らかく仕上げる技術には自信を持っています。

所在地: 広島県安芸郡熊野町出来庭七丁目 17-20

URL <https://kansai-kk.jp/>



#### 相談内容

金属パイプと樹脂部品とを組み合わせたネイル用小筆のキャップを企画開発し、樹脂部品は 3D プリンタでの量産を目指し、自社で試作段階までこぎつけた段階で、客先から、除光液の成分であるアセトンに強いことが求められたため、どのような種類の樹脂を選ばよいか、また、その評価方法についても相談がありました。

#### 支援内容・成果

まずは、工業技術支援アドバイザー派遣事業により、アドバイザーから樹脂製品の製造方法、形状、耐薬品性について指導を受け、その内容を元に、6種類の樹脂部品を 3D プリンタ等で作成しました。当工業技術センターからは、樹脂部品の耐薬品性の評価方法として、JIS に準じた耐薬品性試験を提案し、依頼試験として実施しました。

試験の概要は、6種類の樹脂部品を図 1 のようにアセトンに浸漬し、図2の精密天びんで 1 週間後と2週間後の重量変化を合計 36 サンプルについて測定するというものです。

その結果を元に、アセトンへの耐性が最適な樹脂種及び形状を決定し、図3に示すような「化粧筆キャップ」の製品化に繋がりました。



図1 試験状況



図2 精密天びん



図3 化粧筆キャップ

## (2) ペット用水洗トイレの特注品製造

塩化ビニル硬質材の熱軟化処理と冷却温度制御の支援



### 株式会社曾根川施工

昭和50年に有限会社曾根川設備を設立。管工事業として、住宅のリフォームから冷暖房設備・空調工事、水道設備工事、衛生設備工事など多岐にわたる製品・サービスの提供をしています。

所在地: 広島市安佐北区口田四丁目8-2

URL <http://www.sone-x.jp/company.html>



### 相談内容

以前から、注文住宅やリフォーム住宅向けのペット用自動水洗トイレの製造及び設置を行っているが、塩化ビニル硬質材での型成形による特注品を作製したいと考えられました。しかし、加熱温度等をどのように設定すればよいか分からないので指導してほしいと相談がありました。

### 支援内容・成果

塩化ビニル硬質材を熱軟化させて型成形する場合、成型前の加熱温度及び成型後の冷却速度を制御することで、材料を硬質(結晶)化して強度を確保します。試作には成型前の塩化ビニルシートの加熱に熱風式焼付乾燥装置(図1)を用い、型成形を行った後の冷却は水冷により行うことを提案しました。その結果、うまく制御でき、ロータスタイプ(図2)とステップタイプ(図3)と名付けられた2種類の水洗トイレを希望したとおりに型成形することができました。現在、自社で販売されているペット用特注水洗トイレは、試作の際に得られたデータをもとに製造されています。

(※ペットの糞尿の処理は、お住まいの自治体のルールを確認する必要があります。)



図1 熱風式焼付乾燥装置



図2 ロータスタイプ水洗トイレ



図3 ステップタイプ水洗トイレ

### (3) クロム含有銅鑄物の開発

銅鑄物の成分分析と製造方法の技術支援



#### 平賀金属工業株式会社

銅合金鑄物製造、機械加工・組立、アルミニウム鑄物製造等を行っています。

船舶用ポンプ用部品、産業機械用部品、工作機械用部品の他に、街の景観や商業施設を彩るモニュメントやプレート等、幅広い製品の製造に対応しています。

所在地: 広島県安芸高田市吉田町吉田 1489-29

URL <https://hiragakinzoku.com/>



#### 相談内容

自社で開発中のクロム含有銅鑄物について、想定どおりに成分調整ができているかを確認するために、成分分析をしてほしいとの相談がありました。

#### 支援内容・成果

銅鑄物を酸によって分解し、ICP 発光分光分析装置で銅鑄物中の元素含有量を定量分析しました。その結果、クロムの含有量が想定より非常に低くなっていることが分かりました。その後、依頼者からクロム含有量低下の原因について相談があり、製造条件の詳細を確認しました。製造条件の中で、クロムについて高融点の純クロムを添加していることが判明し、その状態ではクロムがうまく溶け込んでいない可能性があり、これがクロム含有量低下の原因であると推測しました。そのため、解決法として、低融点の銅クロム合金を添加する方法に変更することを提案しました。

その結果、クロム含有量を想定どおりに調整できるようになり、クロム含有銅鑄物の製品化に至りました。



銅鑄物の分析試料



ICP 発光分光分析装置

## (4) 刻印金型の刻印不良の原因解明

断面観察及びマッピング分析による不良原因の調査



### 中国化薬株式会社

中国化薬株式会社は、爆薬製造から発展した数々の技術により、国内唯一の製品を提供し社会に貢献しています。高い専門性と安全性が求められる防衛火工品、産業火薬品、工業薬品等の製造・販売を行っています。

所在地: 広島県呉市天応塩谷町 1-6

URL <https://www.chugokukayaku.co.jp/>



### 相談内容

金属製品を製造する際に製品に文字を刻印しているが、想定よりも短い期間で刻印が不鮮明になる不良が発生するため、原因を調査してほしいとの相談がありました。

### 支援内容・成果

文字を刻印するための刻印金型には、長期間使用しても変形・摩耗が発生しないよう強度・硬度をもたせるための熱処理を行います。

まず、刻印不良の原因が、熱処理不良による硬度不足により変形・摩耗したのではないかと疑い、表面の観察を行いました。図 1 は刻印文字部表面、図 2 は刻印文字部断面の顕微鏡観察結果です。観察結果より、刻印文字部に変形・摩耗した様子は見られず、熱処理不良によるものではないと考えました。

次に、刻印文字部表面近傍断面をより詳細に観察したところ、図 3 の左図に示すように付着物が存在しており、EPMA による元素マッピング分析(図 3 の右図)の結果、付着物は亜鉛を主とするものであることが分かりました。刻印対象の製品の材質が亜鉛メッキした鋼板製であることから、刻印時に鋼板表面から剥離した亜鉛(粉)が、刻印表面に堆積付着したものであると考えました。

そこで、定期的なメンテナンスを行い、付着物を除去することを助言し、問題は解決しました。

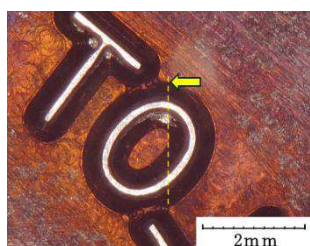


図 1 刻印文字部の表面観察

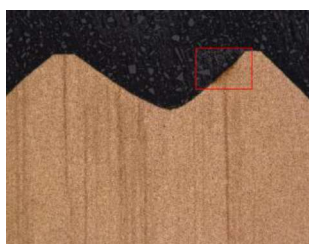


図 2 図 1 中黄色破線部断面の組織観察

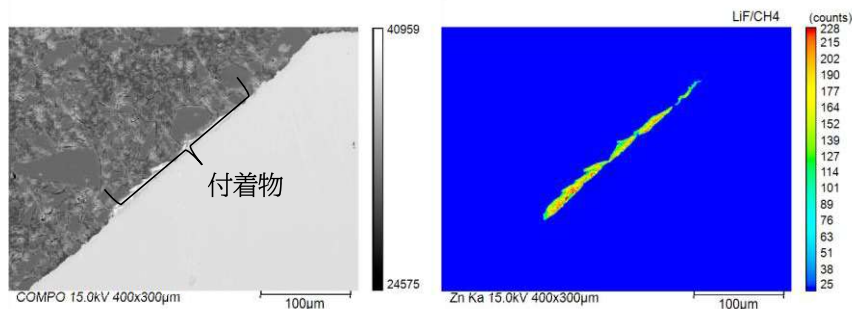


図 3 図 1 中黄色破線部断面の EPMA による元素のマッピング分析結果

## (5) 医療用酸素ボンベバッグの商品開発

医療用酸素ボンベバッグの振動耐久試験条件の検討と耐久性評価



### 有限会社野村自動車

野村自動車は、自動車整備(自動車板金塗装)、車両販売などを手掛けています。最近では、ハンドメイドバッグや福祉用品の製作販売もっており、「福祉用具であっても可愛く」、「家にあるもので手軽に作れる」といった視点で商品開発を進め、SNSを通じてさまざまな情報を発信しています。



所在地:広島市安佐北区亀山南二丁目 20-6

URL <http://www.nomuji.net/>

### 相談内容

自動車で医療用酸素ボンベを安全に持ち運ぶためのバッグを開発するにあたり、乗車中は助手席の背もたれに掛けて使用する方法を検討されていました。そこで、走行中の振動によってバッグに破損や不具合が生じないかを確認するため、振動耐久試験の実施について相談がありました。

### 支援内容・成果

当工業技術センターの大型振動試験機を用いて、実使用に即した条件で振動耐久試験を実施しました。試験に先立ち、主に次の2点について検討・提案を行いました。

一つ目は、実際の使用状況を再現するため、バッグを取り付けた状態を模擬できるように検討し、自動車用シートを改造して試験治具として採用しました(図1)。試験治具については、治具が十分な剛性を持つよう検討を行い、治具の構造の提案を行いました。

二つ目は、運転中にバッグごと酸素ボンベが脱落する場合も想定し、試験条件を検討しました。通常の舗装路走行を想定した条件に加え、安全性に万全を期するため、実際にはほとんど想定されない悪路走行に相当する厳しい条件でも試験を実施しました。

複数の試作品に対して試験を繰り返し、ベルト等の取り付け方法の改良を重ねた結果、最終的な試作品(図2)は、走行中の振動に対して十分な耐久性と信頼性を備えていることが確認できました。

現在は、医療用酸素ボンベの利用者の方々に試作品を提供し、使用感の評価が進められています。今後はさらなる改良やカラーバリエーションの展開を経て、商品化が予定されています。



図1 振動耐久試験時の様子



図2 酸素ボンベバッグの最終的な試作品

## (6) 低糖プリンのパッケージリニューアル

贈りたいと思ってもらえる商品にするための支援



### SWEETS LABO Laugh&Rough

砂糖・保存料を使用せず、厳選した材料で低糖プリンをメインに製造・販売を行う店として平成 28 年に開業。糖尿病をはじめ糖質制限の必要な方、血糖値が気になる方にもスイーツを楽しむ喜びを提供しています。

所在地:広島市安佐南区安東二丁目 8-15 1 階

URL <https://laugh-rough.com>



### 相談内容

低糖プリンである「やさしみプリン」は、商品の特徴から目上の方へのギフトとして購入されることが多く、大人っぽさや高級感を感じるデザインのパッケージを作りたいと考えられ、パッケージリニューアルについて相談がありました。

### 支援内容・成果

まずは、店主の商品に対する思いやイメージするパッケージについて技術指導相談を行いました。その後、デザイナーマッチングサイト「と、つくる」に登録されているデザイナーと協業し、ロゴとパッケージデザインのリニューアルに取り掛かりました。贈る相手のことを思いながら、選んでもらえるパッケージにするためにはどうしたらよいか打ち合わせを重ねた後、優しい手触りのパステルカラーの色紙と、「やさしみプリン」の「や」を赤箔のリボン仕立てにしたロゴを重ねた新しいパッケージが完成しました。

リニューアル後、ギフトやお礼として贈りやすいという嬉しい声が購入者から届いています。「やさしみプリン」と一緒に通常の砂糖を使った「うれしみプリン」もパッケージリニューアルを行い、誰もが一緒に食べられるおやつとして、販路拡大に取り組まれています。



やさしみプリン



うれしみプリン



やさしみプリンの詰合せ

## (7) 「やまめ」の加工商品のパッケージデザインや ロゴデザイン等の作成 やまめの認知度向上に向けた支援



### 滝ヶ谷養魚場

安芸高田市の山奥を流れる桑田川源流でやまめの養殖、販売をしている養魚場。祖父の代から 50 年以上続く養魚場は、二代目に引き継がれ、現在は養殖だけではなく、釣り堀の運営、炭火焼きややまめ串などの商品の販売を行っています。

所在地: 広島県安芸高田市美土里町桑田188-2  
URL <https://shop.takigatani-yamame.com>



### 相談内容

養魚場では、これまでやまめの炭火焼きややまめ串などの販売をしていましたが、新たなやまめの加工商品を手掛けるにあたり、養魚場とやまめの認知度向上及び販路開拓のため、商品パッケージデザインやロゴデザイン等を作成してくれるデザイナーを紹介してほしいと依頼がありました。

### 支援内容・成果

やまめにかける思いと今後の展望についてヒアリングを行い、グラフィックデザインのみならず、EC サイトの構築や販売促進を得意とする「と、つくる」に登録されているデザイナーと協業しました。デザイナーは、まずやまめを知ってもらうこと、次にやまめの美味しさや美しさを伝えることを軸にして、商品パッケージやロゴデザイン、パンフレット、写真を活かした EC サイトの制作を行いました。新たな加工商品の燻製には、やまめのイラストが印象的なラベルを使用し、パンフレットには、川の流れをイメージしたスリットの奥にやまめのイラストを覗かせることで、やまめに興味をもってもらう狙いが込められています。

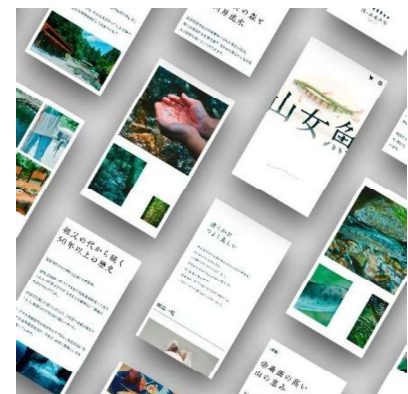
デザイナーとの協業により、商品の問い合わせや販売増加につながっています。最近、首都圏の展示販売会に参加し、さらなる認知度向上に取り組まれています。



やまめの燻製



パンフレット



EC サイト

## (8) 歯科医用タイマーの開発

歯科治療の質の向上を目指した商品の開発支援



### 合同会社エム・プラス

歯科治療の質の向上や歯科医院の負担軽減に資する技術・最新機器情報の提供や、関連製品の開発に取り組んでいます。

患者さんに喜んでいただける医院、歯科医と医院スタッフがやりがいを持って楽しく働ける医院となる支援を目指しています。

所在地: 広島市中区幟町 11-5 アーバン幟町ビル403号室

URL <https://www.m-pls.com/>



歯科用タイマーMizni

### 相談内容

歯科治療には、麻酔後の放置、型どり、硬化のための光照射など、時間を計測する場面が多数あります。歯科材料本来の物理的特性を発揮させ、質の高い治療をするためには、メーカーから指示された時間を守る事が大変重要になります。

そのため、歯科治療の現場ではタイマーが頻繁に使われています。しかし、現在使われている一般的なタイマーは、計測時間の設定やブザーの停止などで煩雑な作業を伴うことから正確な計測に不安があるほか、手指で頻繁に触れることから感染予防面でも良くありません。そこで、計測精度と衛生面の向上を目的として、歯科医院向けのタイマーを開発したいと相談がありました。

### 支援内容・成果

相談者は製品開発が未経験であったことから、まず、専門家のサポートを受けて事業計画を立案しました。補助金(国、広島市)を活用して試作品を製作し、広島大学歯学部等でモニターを行って改良を重ねました。

当工業技術センターでは、工業技術支援アドバイザー派遣による商品開発計画の指導、タイマー筐体の形状設計、強度検証及び 3D データ作成(依頼試験)、操作パネル及び商品ロゴのデザイン(「と、つくる」でのデザイナーマッチング)による試作支援のほか、試作品評価や試作・量産の仕様決定における伴走支援を行いました。

開発した商品「歯科用タイマーMizni」は、歯科治療でよく使う時間をプリセットしてあるため、時間を選択するだけで計測がスタートし、報知音も自動停止します。最低限の操作で測定が可能となり、計測精度が向上しました。また、凹凸のないフラットパネルは消毒が簡単で、清潔を維持しやすいようになっています。

令和7年7月に販売を開始し、購入者からは高い評価を得ています。



試作1号機



操作パネルデザインと筐体の設計