

広島市工業技術センター年報

第24巻

ANNUAL REPORTS

of

**HIROSHIMA CITY
INDUSTRIAL TECHNOLOGY CENTER**

VOL. 24

2010

平成 22 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当たり多大なご支援、ご協力を賜り厚くお礼申し上げます。

さて、広島県内の経済状況は、平成 22 年末から緩やかに持ち直していましたが、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災で多くの製造業者が被災したことから、広島においても部品供給不足が生じ、生産ラインの停滞を余儀なくされるなどの影響を受けました。これを期に、中小製造業が部品を供給する重要な役割を担っていたことが再認識されるとともに、東京電力福島第一原子力発電所の事故による電力不足は、今後のエネルギー利用のあり方を問うものであり、中小製造業においてもより一層の省エネルギー化が求められることが予想されます。

そのような状況のもと、地域経済の担い手である中小製造業がより積極的に事業活動を展開していくためには、付加価値の高い製品の創出を行うことがますます重要となります。当センターにおいても、技術指導相談、依頼試験をはじめ各種講習会の開催や研究会の活動といった技術的支援を通して、地域中小製造業の発展に貢献してまいります。

ここに、平成 22 年度に当センターで実施いたしました事業の概要を取りまとめたので報告いたします。お気付きの点などがございましたら、ご一報いただければ幸いです。

関係各位のなご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。

広島市工業技術センター
所 長 藤 原 成 幸

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)	主要設備機器	5

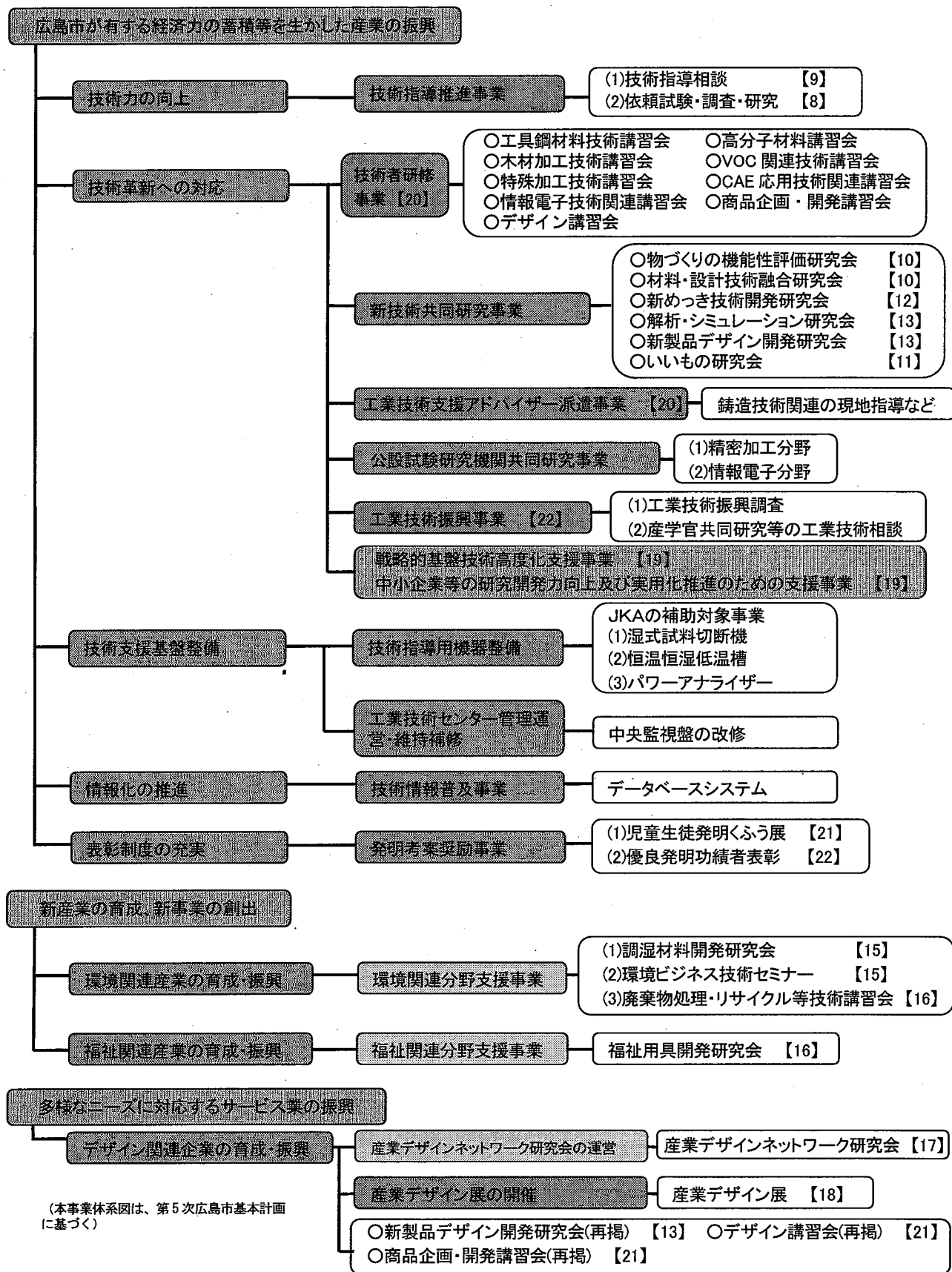
2 事 業

(1)	依頼試験	8
(2)	設備利用	8
(3)	技術指導相談	9
(4)	新技術共同研究事業	10
	物づくりの機能性評価研究会 材料・設計技術融合研究会 いいもの研究会 新めっき技術開発研究会 解析・シミュレーション研究会 新製品デザイン開発研究会	
(5)	環境関連分野支援事業	15
	調湿材料開発研究会 環境ビジネス技術セミナー 廃棄物処理・リサイクル等技術講習会	
(6)	福祉関連分野支援事業	16
	福祉用具開発研究会	
(7)	産業デザイン振興事業	17
	産業デザインネットワーク研究会 産業デザイン展	
(8)	外部資金導入事業	19
	戦略的基盤技術高度化支援事業 平成22年度中小企業等の研究開発力向上及び実用化推進のための支援事業	
(9)	工業技術支援アドバイザー派遣事業	20
(10)	技術者研修事業	20
	工具鋼材料技術講習会 高分子材料講習会 木材加工技術講習会 特殊加工技術講習会 VOC関連技術講習会 CAE応用技術関連講習会 情報電子技術関連講習会 デザイン講習会 商品企画・開発講習会	

(1 1)	発明考案奨励事業	21
	広島市児童生徒発明くふう展	
	広島市優良発明功績者表彰	
	広島県未来の科学の夢絵画展入賞者表彰	
(1 2)	工業技術振興事業	22
(1 3)	インターンシップ・見学等の受入れ	23
(1 4)	会議・研究会への出席	23
(1 5)	講師・委員の派遣	24
3 研 究 報 告		
(1)	太陽電池用シリコン切削屑の再資源化について	27
(2)	無電解NiめっきしたWC粉末を用いて作製したWC-(Fe-Ni)合金の摩 耗特性	32
(3)	竹炭などの天然素材を使用した調湿材料の試作・評価	39
(4)	リバーズエンジニアリングの事例研究	42
(5)	Linux を利用した小規模組込みシステムの事例研究	46
4 事 例 報 告		
(1)	広島市における産業構造に関する研究.....	49
(2)	鉄イオンが植物に与える影響の確認方法について	67
(3)	間伐材を利用した学校用教室机の天板の現地調査結果	71
(4)	識別パターン穿孔機の開発	74

平成 22 年度 事業体系図

※【 】内は掲載ページ



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) 主	要	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
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))

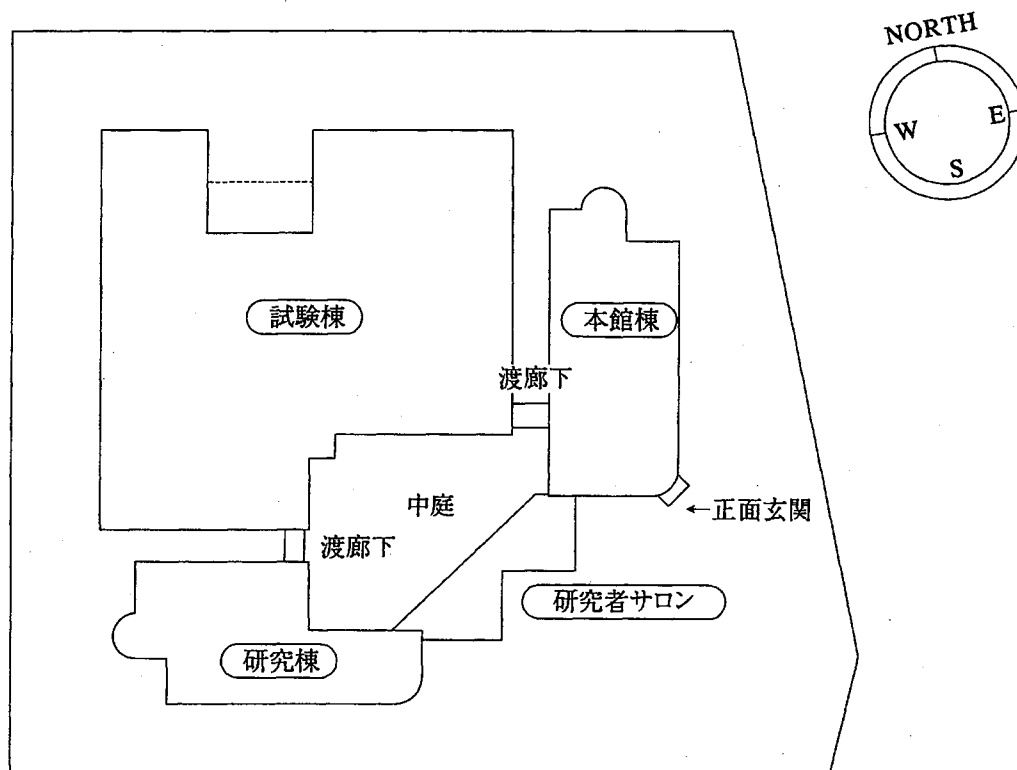
(2) 施設規模

ア 土地建物

(単位: m²)

所 在 地	広島県広島市中区千田町8-24						
敷地面積	10,117.20						
建築面積	総 建 築 面 積		3,816.55				
	総 延 床 面 積		6,789.10				
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			45.82
1 階	587.49	180.66	541.03	2,404.20		73.86	3,787.24
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	73.86	6,789.10

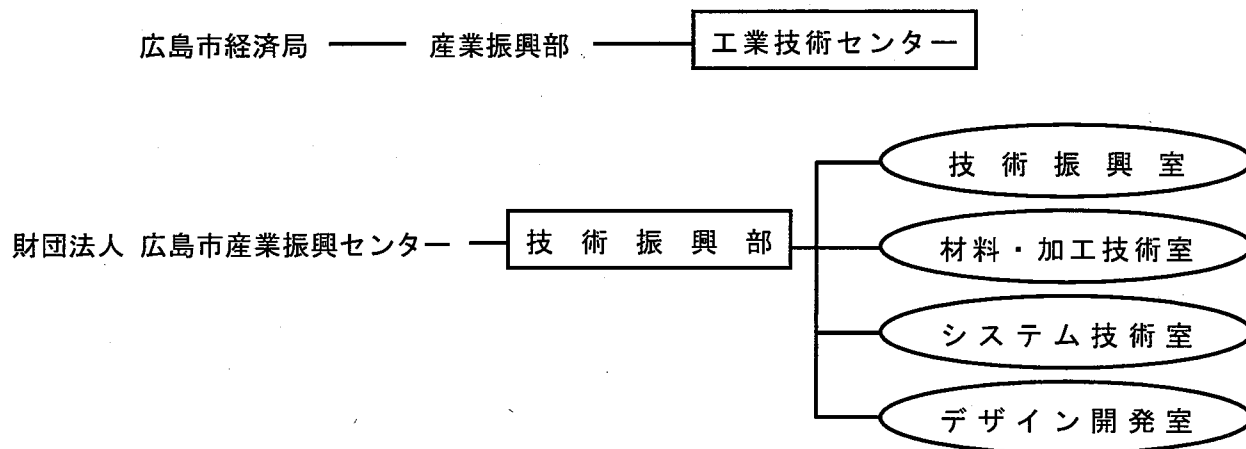
イ 配置図



(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。



主な業務

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) 施設の管理に関すること
- (4) 産学官共同研究の推進に関すること
- (5) 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

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

(4) 予 算

ア 歳 入

(単位：千円)

科 目	平成21年度予算額	平成22年度予算額	増 減
商 工 使 用 料	3,602	4,216	614
商 工 手 数 料	39,387	31,337	△ 8,050
商工費国庫補助金	0	0	0
雑 入	4,298	3,803	△ 495
合 計	47,287	39,356	△ 7,931

イ 歳 出

(単位：千円)

科 目	平成21年度予算額	平成22年度予算額	増 減
報 償 費	50	50	0
普 通 旅 費	249	283	34
消 耗 品 費 等	1,208	919	△ 289
食 糧 費	8	7	△ 1
通 信 運 搬 費	47	36	△ 11
手 数 料 等	55	55	0
委 託 料	152,983	169,732	16,749
使用料及び賃借料	40	21	△ 19
備 品 購 入 費	8,668	7,668	△ 1,000
負担金補助及び交付金	64,923	1,644	△ 63,279
合 計	228,231	180,415	△ 47,816

(5) 主要設備機器

分析機器

☆経済産業省補助対象機器

★中小企業庁補助対象機器

※(株)JKA補助対象機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
X線マイクロアナライザー	(株)島津製作所 EPMA8705QH 型	※昭和 62 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
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

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 RII-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
試験用粉碎機	フリッツユ・ジャベ(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
ボールミル回転架台	東京硝子器械(株) AV-2	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	フリッツユ社 P-6 型	※平成 16 年度

材料・組織試験機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
100kN万能試験機	(株)島津製作所 RH-10 型	※昭和 36 年度
ビッカース硬度計	(株)明石製作所 AVK 型	昭和 41 年度
低荷重精密万能試験機	(株)島津製作所 AGS-1000A 型	★昭和 63 年度
50J計装化シャルピー	(株)米倉製作所 CHRAPC-5C 型	平成 元年度
300Jシャルピー衝撃試験機	(株)東京衡機製造所 IC 型	平成 2 年度
走査型電子顕微鏡	(株)日立製作所 S-2400 型	※平成 2 年度
500kN万能試験機	(株)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(株) TMA-SS120C 型	※平成 3 年度
疲労試験機	(株)島津製作所 EHF-UD-100kN	※平成 4 年度
加硫試験機	日合商事(株) 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(株) PMG3	※平成 5 年度
反ばつ弾性試験機	高分子計器(株) Lupke 方式	★平成 7 年度
繰り返し荷重試験装置	JT トーシ(株) TE-03-AFS01	平成 8 年度
工具顕微鏡	(株)トプコン TUM-220EH	※平成 9 年度
高温顕微硬度計	(株)ニコン QM-2	☆平成 10 年度
大越式迅速摩耗試験器	JT トーシ(株) 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(株) IDS-300VH-L250	平成 12 年度
精密万能試験機	(株)島津製作所 AG-250kNI	☆平成 14 年度
微小硬度計	(株)フューチュアテック FM-ARS7000	※平成 14 年度
1000kN万能試験機	(株)島津製作所 UH-F1000kNI	※平成 17 年度
超微小押し込み硬さ試験機	(株)エリオニクス ENT-1100a 型	※平成 19 年度

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(株) V-20A 型	※昭和56年度
三次元座標測定器	日本光学工業(株) トライステーション 600 型	※昭和62年度
レーザー測長機	和泉電気(株) MG-1000 型	※昭和63年度
表面粗さ輪郭形状測定機	(株)小坂研究所 SEF-30D	※平成 2 年度
切削動力計	日本キスラー(株) 9257B 型	※平成 3 年度
FFTアナライザ	(株)小野測器 CF-350Z	※平成 5 年度
真円度円柱形状測定機	(株)ミットヨ ラウンドテスト RA-H426	※平成10年度
三次元測定機	(株)東京精密 SVA fusion 9/10/6	※平成18年度

電子応用試験機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
アナライジングレコーダ	横河電機(株) 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(株) VP-5740A	昭和62年度
標準電圧電流発生器	横河電機(株) 2258 2253 2563	昭和62年度
電子回路試験装置	(株)ノイズ研究所 EMC-5000S	※平成 元年度
インピーダンスアナライザ	THP(株) 4194A	※平成 元年度
騒音・振動データー処理装置	エミック(株) VC-061DAMX-31-PIR	※平成 5 年度
振動計測システム	(株)小野測器 DS-9110	★平成 9 年度
高速ビデオカメラ	(株)ナック コダック SR500C	※平成10年度
騒音計	リオン(株) NL-32	平成14年度
マイコン開発システム	(株)ルネサンステクノロジ E10A-USB	※平成17年度

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
三次元造形システム	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	※平成20年度

表面性・環境試験機器

機器の名称	型 式	購 入 年 度
めっき処理装置	富士プラント工業(株) プライスター1 型	★昭和55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
サーマルショック試験機	タバイエスペック(株) TSR-103型	★昭和63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
標準光源	(株)ケンコー KD-DL4	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) KL75	☆平成15年度

デザイン機器

機 器 の 名 称	型 式	購 入 年 度
クレイオープン	新日本造形(株) 20L 型	平成 1 2 年度
コンピュータグラフィックシステム	アップルコンピュータ Power Mac G5	※平成 1 5 年度
CAD デジタルモックアップシステム	日本 HP(株) HP xw6400 Workstation	※平成 1 8 年度

平成 2 2 年度の主な新設機器

機 器 の 名 称	用 途	備 考
恒温恒湿低温槽 ESPEC(株) PL-4KPH	試料を任意の温湿度環境に暴露させ、温湿度変化による形状の変化や、各種電気機器の作動確認等に用いる。	(財)JKA 補助対象機器
パワーアナライザ 日置電機(株) 本 体 3390 電流センサ CT6863	電気製品(家電製品、電動機、太陽光パネル等)の電圧、電流及び消費電力の測定に用いる。 省エネ性能の評価、製品・システムの動作確認等に使用する。	(財)JKA 補助対象機器
湿式試料切断機 ニップラ(株) SKY-4-H 型	材料から顕微鏡組織観察用試料、硬度測定用試料、化学分析用試料等の試験片を切断するのに用いる。 本装置は、冷却水を噴霧しながら切断するため、切断に伴う発熱がほとんど無く試験片の変質を抑えた加工ができる。	(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)	新	技	術	共	同	研	究	事	業	.....	10	
(5)	環	境	関	連	分	野	支	援	事	業	.....	15
(6)	福	祉	関	連	分	野	支	援	事	業	.....	16
(7)	産	業	デ	ザ	イ	ン	振	興	事	業	.....	17
(8)	外	部	資	金	導	入	事	業	.....	19		
(9)	工業技術支援アドバイザー派遣事業										.....	20
(10)	技	術	者	研	修	事	業	.....	20			
(11)	発	明	考	案	奨	励	事	業	.....	21		
(12)	工	業	技	術	振	興	事	業	.....	22		
(13)	インターンシップ・見学等の受入れ										.....	23
(14)	会議・研究会への出席										.....	23
(15)	講師・委員の派遣										.....	24

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	22	62	127,100
	物 理 試 験	0	0	0
	接 着 試 験	8	100	98,880
	製 品 性 能 試 験	19	198	195,980
小 計		49	360	421,960
金属・非金属	機 械 試 験	1,579	7,955	14,715,410
	物 理 試 験	240	983	2,252,190
	分 析 試 験	460	1,280	4,213,400
小 計		2,279	10,218	21,181,000
表 面 処 理	塗 料 試 験	0	0	0
	皮 膜 試 験	127	14,907	5,963,720
小 計		127	14,907	5,963,720
電 子 ・ 電 気	電子計算機による解析	3	5	23,050
	電 気 試 験	6	20	25,800
小 計		9	25	48,850
試験用試料作成	木 材 ・ 木 製 品	1	3	4,680
	金 属 ・ 非 金 属	56	139	342,680
	塗 装 ・ 皮 膜	3	3	14,640
	電 子 ・ 電 気	0	0	0
小 計		60	145	362,000
意匠図案の作成		3	3	11,580
工業製品の試作		9	18	17,280
試験・検査に関する証明		1	3	1,080
合 計		2,537	25,679	28,007,470

(2) 設備利用

区 分	件 数	数 量	歳 入 額 (円)
工 作 設 備	23	118	227,310
試 験 設 備	392	4,442	2,433,760
合 計	415	4,560	2,661,070

(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	169
B	電 子・電 気	電力機器 電気応用機器 電子応用機器	147
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	630
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	616
E	木 材・木 質 材	材料 加工技術 表面技術 改質技術	66
F	情 報 処 理	情報管理 情報数理 コンピュータシステム	20
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	2
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	45
K	衛 生	環境 公害防止技術 廃棄物利用技術	0
L	そ の 他		62
合 計			1,902

(4) 新技術共同研究事業

ア 物づくりの機能性評価研究会（担当：桑原）

本研究会は、品質工学の手法を利用した設計開発力の強化と技術研究課題の解決を行うことにより、製品開発力を強化し市場の活性化を図ることを目的に、参加各社がそれぞれ独自の研究テーマを設定して製品設計や製造技術に関する研究開発を行った。

【アドバイザー】

財団法人日本規格協会 参与 矢野宏 氏

【会員企業等】

(株)あじかん、喜多設計研究所、カウテックスジャパン(株)、倉敷ボーリング機工(株)、三条製作所、食協(株)、ダイキョーニシカワ(株)、(株)東洋シート、デルタ工業(株)、西川ゴム工業(株)、(株)ヒロテック、日本ブレーキ工業(株)、(株)広島テクノプラザ、マツダ(株)、三菱重工業(株)、三菱重工コンプレッサ(株)、(株)ユーシン、ヨシワ工業(株)、リョービ(株)、鳥取大学、広島県立総合技術研究所

開催月日	内 容
第1回 5月20日	平成21年度会員による研究事例発表及び各事例の研究討議
第2回 7月15日	各事例の研究・討議
第3回 9月3日	各事例の研究・討議
第4回 11月11日	各事例の研究・討議
第5回 1月20日	各会員による研究事例発表

イ 材料・設計技術融合研究会（担当：倉本、桑原、隠岐）

本研究会は、機械又はモジュールの性能とこれらの重量の両者を考慮しながら、材料技術と機械設計技術の積極的な融合によって高性能で軽量の機械・モジュールの開発を行うことを目的に研究開発を行った。

【アドバイザー】

広島大学 名誉教授 柳沢平 氏

広島大学大学院工学研究科 教授 永村和照 氏

【会員企業】

(株)エイシン、(株)音戸工作所、(株)木下製作所、(株)シンコー、(株)テクノクラーツ、(株)日本製鋼所、(株)日本パーカーライジング広島工場、広島シンター(株)、豊国工業(株)、(株)明光堂

開催月日	内 容	講 師
第1回 9月29日	(1) 平成22年度研究会の活動内容について	
	(2) 講演会 「従来のアンダーカット成形機構の常識を打ち破る画期的な新機構！」	株式会社テクノクラーツ 代表取締役 反本正典 氏
	(3) 開発テーマに関するディスカッション	広島大学大学院工学研究科 名誉教授 柳沢平 氏 教授 永村和照 氏

開催月日	内 容	講 師
第2回 1月21日	(1) 講演会 「TRIP鋼と接着接合体におけるひずみ速度依存性挙動の研究」	広島大学大学院工学研究科 准教授 岩本剛 氏
	(2) 開発テーマに関するディスカッション	広島大学大学院工学研究科 名誉教授 柳沢平 氏
第3回 3月30日	(1) 講演会 「ブレーキ材及びその軽量化の現状について」	株式会社曙ブレーキ中央技術研究所 堀谷貴雄 氏
	(2) 開発テーマに関するディスカッション	広島大学大学院工学研究科 名誉教授 柳沢平 氏

ウ いいもの研究会（担当：桑原）

本研究会は、(社)日本鑄造工学会中四国支部と連携し、鑄造技術の向上や技術者育成を目的に鑄造の現場技術改善に関する研究及び企業見学等を行った。

【会員企業】

エムジープレシジョン(株)、(株)太田鑄造所、大阪特殊合金(株)、(株)北川鉄工所、(株)クロス、(株)シンコー、大銑産業(株)、大和重工(株)、(株)ツチヨシ産業、友鉄工業(株)、日本銀砂(株)、日本鑄造(株)、山川産業(株)、広島アルミニウム工業(株)、ヨシワ工業(株)、日鋼マテリアル(株)、近畿大学、広島工業大学、広島県立総合技術研究所

開催月日	内 容	講 師
第1回 8月5日	(1) 接種効果の確認について	日鋼マテリアル株式会社 広藤朋一 氏
	(2) アルミナ系球状人工砂の冷却能評価事例	山川産業株式会社 小楠竜也 氏
	(3) フラン鑄型からのSOx発生低減策	群栄化学工業株式会社 馬場和明 氏
	(4) Chunky Gr.の文献レビュー「対策編」	株式会社宇部スチール 糸藤春喜 氏
第2回 1月17日	(1) Co基自溶合金溶射皮膜の組織制御	富士岐工業株式会社 坂田一則 氏
	(2) APKライン生産性向上活動	武田鑄造株式会社 野見祐一 氏
	(3) 取鍋用コーティング耐火物の開発	大和重工株式会社 豊田茂 氏
	(4) ステンレス鋼の微細化材としての高Nb鑄鉄の新しい応用	長崎大学 香川明男 氏
	工場見学 昭和鉄工株式会社 古賀工場	
第3回 3月17日	(1) REフリー球状化剤使用の現状	株式会社宇部スチール 糸藤春喜 氏
	(2) 鑄物ホーロー浴槽について	大和重工株式会社 大前弘幸 氏
	(3) 大和重工における現場改善事例	大和重工株式会社 真野誠之 氏

開催月日	内 容	講 師
第3回 3月17日	工場見学 大和重工株式会社 吉田工場	

エ 新めっき技術開発研究会（担当：植木、山岡）

本研究会は、表面処理企業の経営者及び技術・生産責任者を中心に、新技術の導入、後継者育成、事業の多方面への展開、環境問題への対応といった課題に対して、企業の一層の発展を図ることを目的に、技術情報の提供や活動基盤の連携、新しい防錆・防食、加飾技術等の研究を行った。

本年度は、「環境」をキーワードに5つのテーマで研修会を行った。また、先進地視察、企業見学等の研修も実施し、合金めっき技術、排水処理、めっき基本技術等の技術情報を提供した。

【アドバイザー】

元マツダ株式会社 技術研究所 山本侃靖 氏

【会員企業】

(株)井川製作所、(有)宇品鍍金工業所、(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、山陽鍍金工業(株)、(有)三和ユニーク、(有)ジオテック広島、新和金属(株)、泰洋工業(株)、(株)日本アート、日鋼テクノ(株)、(株)日本パーカーライジング、日本バレル工業(株)、(有)広鍍金工業所、福山メッキ工業(株)、(株)フジキン、富士金属工業(株)、マツダ(株)、(株)ワイエスデー

開催月日	内 容	講 師
第1回 4月16日	総 会 (1) 平成21年度 役員会報告 (2) 平成21年度 事業報告・決算報告 (3) 平成22年度 事業計画（案）・予算（案） (4) 研究テーマ (5) 役員改選 (6) その他	
第2回 5月20日	研修会 「凝集剤を主体とした排水処理」	多木化学株式会社 工業薬品営業部 営業開発課 課長代理 大西啓太 氏 営業開発課 課長代理 長谷川和也 氏 営業開発課 前本陽平 氏 加古川営業所 係長 金納英俊 氏
第3回 6月24日	企業見学研修 見学先：広島市下水道局 千田水資源再生センター	
第4回 7月29・30日	先進地視察研修 (1) 横浜市 (株)大協製作所 (2) 日本マクダーミッド(株)本社研究所 (3) 「SURTECH 2010」東京ビックサイト	
第5回 8月19日	役員会 (1) 企業見学研修について (2) 研究会の今後の進め方 (3) その他	
第6回 10月14日	研修会 「水質規制強化に伴う新しい排水処理技術」	株式会社三進製作所 研究開発室 阿部裕士 氏 大阪支店長 河野吉成 氏
第7回 11月11・12日	11月11日 企業見学研修 見学先：富士機械工業株式会社 11月12日 京都府鍍金工業組合 広島視察団との交流 特別参加 東北・北海道表面処理工業組合 視察先 株式会社ワイエスデー 新和金属株式会社	

開催月日	内 容	講 師
第8回 12月10日	研修会 「新しい環境規制の対応について」	全国鍍金工業組合連合会理事 環境委員会委員長 神谷文吾 氏
第9回 2月10日	研修会 (1) 「環境型社会と限りある資源の有効活用」	アサヒプリテック株式会社広島営業所 主任 平山賢太 氏 宮崎裕介 氏
	(2) 「脱脂液の清浄化で品質向上、コスト削減」	株式会社アメロイド日本サービス社 神戸支店長 高木賢二 氏 技術部機械設計 芳本竜太 氏
第10回 3月10日	役員会 (1) 平成22年度 活動報告・決算報告（案） (2) 平成23年度 活動計画（案）・予算（案） (3) 平成23年度 研究課題・講師の人選	

オ 解析・シミュレーション研究会（担当：上杉）

製造現場では、更なる品質向上・コスト削減・開発期間短縮が要求されているが、その要求にこたえるための手段として、CAD、CAEなどデジタル化された製品情報を利用した製品設計技術の導入が必須となってきている。本研究会は、シミュレーション技術により会員企業の製品開発手法の高度化を図ることを目的に、構造解析の基礎理論と演習を中心とした活動を行った。

【会員企業】

(株)シンコー、南条装備工業(株)、広島アルミニウム工業(株)、(株)ヒロテック、(株)モルテン、日鋼設計(株)、(株)ワイテック

開催月日	内 容	講 師
第1回 6月24日	連続体要素を用いた解析演習	広島大学大学院工学研究院 准教授 岩本剛 氏
第2回 7月29日	連続体要素、はり要素を用いた解析演習	
第3回 9月28日	非線形構造解析の概要説明と解析演習	
第4回 10月29日	延性金属材料の塑性についての理論解説と解析演習	
第5回 12月2日	超弾性材料の理論解説と解析演習	
第6回 1月28日	接触解析の理論解説と解析演習	

カ 新製品デザイン開発研究会（担当：寺戸）

パッケージデザインは、近年装飾性だけでなくエコ・リサイクル、運搬コストなども評価の対象となってきたが、現状ではパッケージデザインをアイキャッチのみとして捉えている企業が多い。

本研究会は、パッケージデザインを改善したい企業を対象に、現状のパッケージデザインの課題を抽出し、改善策を導き出すことで、会員企業の商品開発の一環として活用し、実際の商品化に役立ててもらうことを目的に、アドバイザーによる会員企業へのアドバイス・評価等を行った。

【アドバイザー】

有限会社ROCKETS 代表取締役 納島正弘 氏

【会員企業】

(株)中国L・C・C、(有)高崎塗装店、チューリップ(株)

開催月日	内 容
第1回 7月1日	(1) 昨年度からの継続活動内容について (2) 今後の計画
第2回 7月14日	(1) 講師紹介 (2) 自社商品の課題のまとめ (3) 講師による評価・アドバイス
第3回 7月28日	(1) 現状課題の整理 (2) 今後の方針とデザイン方向性検討 (3) 意見交換
第4回 8月19日	
第5回 9月15日	(1) 進捗状況報告 (2) 基本デザイン検討 (3) 意見交換
第6回 9月29日	(1) 進捗状況報告 (2) 意見交換
第7回 10月14・ 27日	(1) 進捗状況報告 (2) 開発方向性の検討 (3) 意見交換
第8回 11月9日	(1) 課題の再確認 (2) 基本デザインの検討 (3) 意見交換 (4) 今後の検討
第9回 11月30日	(1) 提案及び意見交換 (2) 今後の検討
第10回 12月14日	(1) パッケージデザインの検討 (2) 意見交換 (3) 今後の検討
第11回 12月27日	
第12回 1月12日	
第13回 2月9日	
第14回 2月16日	(1) 進捗状況の説明 (2) 講師による評価・改善アドバイス (3) 改善計画・スケジュール確認
第15回 3月2日	(1) パッケージデザインについて討議 (2) 今後の検討 (3) ブランド構築の検討
第16回 3月16日	(1) 進捗状況の説明 (2) 講師による評価・改善アドバイス (3) 改善計画 (4) 研究会のまとめ

(5) 環境関連分野支援事業

ア 調湿材料開発研究会（担当：西澤）

天然素材を利用した調湿材料の開発を目的に、炭製造業者、室内環境整備業者、木材加工業者等の異業種の会員による研究会を発足させ、調湿材料に関する技術情報の提供及び試作品の作製・評価等を行った。

【アドバイザー】

広島国際学院大学工学部総合工学科 准教授 山寄勝弘 氏

【会員企業】

アクトインテリア㈱、今井物流㈱、㈱クンジョウ、テラル化成㈱、㈱博洋、㈱広島環境研究所、日の丸産業㈱、フジ・エコテック、㈱テオス、㈱堀田木工所、㈱マルニ木工、㈱マルヨ木材、エコ・ターミナル、国興産業㈱、㈱くれ産業振興センター

開催月日	内 容	講 師
第1回 7月29日	(1) 規約の改正 (2) 平成22年度の活動について	
第2回 2月4日	講習会 水と建物	京都大学大学院工学研究科建築学専攻 教授 鉾井修一 氏
第3回 3月23日	(1) 試験結果の報告 (2) 研究会のまとめ	

イ 環境ビジネス技術セミナー（担当：末盛、桑原）

環境ビジネスの動向・成功事例の紹介及び新規参入のポイントを情報提供するとともに、環境関連の新産業の創出を支援することを目的に講習会及び個別相談を実施した。

開催月日	テ ー マ	講 師	参加者
11月26日	1 講習会 (1) 環境ビジネスの動向・成功事例・新規参入のポイントについて エコ技術、廃棄物処理、リサイクル技術、コスト低減化に関する最新の環境技術の開発や成功事例・情報・動向について (2) 広島市の環境施策（地球温暖化対策）について	株式会社船井総合研究所 環境ビジネスコンサルタントグループ チーフコンサルタント 貴船貴宣 氏 広島市環境局企画課 安部肇 氏	46人
	2 事例発表（5社） (1) ㈱グリーンテクノロジー 代表取締役 森下兼年 氏 (2) ㈱テムス 代表取締役 伊藤良晃 氏 (3) ㈱テックコーポレーション 総務部課長 横溝昌徳 氏 (4) シャープ㈱中四国法人営業部 部長 橋本計三 氏 (5) アドバンステクノロジー㈱ 主任 西江圭司 氏		
	3 展示（10社） ㈱グリーンテクノロジー、㈱テムス、㈱テックコーポレーション、シャープ㈱、大和ハウス㈱、アドバンステクノロジー㈱、パナソニック電工㈱、イシノ物産㈱、㈱IAI、㈱マックスブロッグTS		

ウ 廃棄物処理・リサイクル等技術講習会（担当：桑原）

鑄造技術は、環境負荷の高い製造方法である一方で、ものづくりには欠かせない技術である。

本講習会は、鑄造品製造業における環境関連技術の向上及び業界の発展を支援することを目的に環境に関する最新の技術や動向等について情報を提供した。

開催月日	テーマ	講師	参加者
4月27日	講習会 (1) 亜鉛メッキ鋼板からの脱亜鉛処理技術開発	環境・エネルギー工場改善コンサルタント K2 Ecology 代表 木崎勉 氏	48人
	講習会 (2) 鋼板の機能化に伴う鋳鉄の材質への影響	近畿大学理工学部 非常勤講師 米田博幸 氏	48人

(6) 福祉関連分野支援事業

ア 福祉用具開発研究会（担当：上杉）

本研究会は、福祉用具の開発及び福祉関連団体とのネットワーク構築等を通して、身体に障害を有する方々や高齢者の社会生活向上と企業の新たな事業創生を目的に、車いす開発分科会、回転テーブル分科会等の活動を行うとともに特別支援学校等での教材・教具開発支援等に取り組んだ。

【アドバイザー】

広島国際大学医療福祉学部医療福祉学科 教授 坊岡正之 氏

【会員企業等】

協和レジナス(株)、(有)技研、MTRC(株)、(有)ウィット、(有)ケイ・ワイ技研、後藤鉄工(株)、寺戸産業(株)、(株)システム電子設計、(有)であい工房、(株)テオス、畑林工業(株)、平和機械(株)、丸善工業(株)、(株)ミカミ、(株)広島情報シンフォニー、広島市総合リハビリテーションセンター

(7) 定例会

開催月日	内 容
第1回 6月10日	(1) 研究会規約の承認 (2) 平成21年度活動報告 (3) 平成22年度活動内容の検討
第2回 8月24日	教材・教具の開発に関する相談会 開催場所：広島県立広島北特別支援学校 (1) 児童生徒、担当教諭との個別相談 (2) アドバイザーによる総括
第3回 10月28日	(1) 広島市立広島特別支援学校での教材・教具相談会の開催結果 (2) 各分科会の活動状況
第4回 12月24日	教材・教具の製作に関する報告会 開催場所：広島県立広島北特別支援学校 (1) 担当教諭からの成果報告 (2) 教材・教具の製作に関する指導 (3) アドバイザーによる総括
第5回 3月16日	(1) 広島市社会福祉事業団皆賀園での福祉用具相談会の開催結果 (2) 教材・教具（パーティション、描画台）の試作状況及び新規分科会の立ち上げ (3) 福祉用具開発研究会の開発製品に関するプレゼンテーション

(イ) 車いす開発分科会

開催月日	内 容
第1回 8月6日	平和記念式典での車椅子ボランティア活動への参加（平和記念公園での体験試乗）
第2回 1月19日	広島市長公室での体験会実施

(ウ) 回転テーブル分科会

開催月日	内 容
第1回 10月28日	試作品に対する検討会議

(エ) 広島市立広島特別支援学校での教材・教具開発支援

開催月日	内 容
第1回 8月5日～28日	研究会で開発した教材・教具の展示 （広島市立特別支援学校 第5回教材・教具展示会）
第2回 10月13日	教材・教具の開発に関する相談会
第3回 1月26日	研究会で開発した教材・教具の展示 （広島市立特別支援学校 公開授業研究会）
第4回 3月3日	教材・教具試作品（パーティション、描画台）のプレゼンテーション

(オ) 社会福祉法人広島市社会福祉事業団 皆賀園での福祉用具相談会の実施

開催月日	内 容
2月16日	(1) 担当教諭との個別相談 (2) アドバイザーによる総括

(7) 産業デザイン振興事業

ア 産業デザインネットワーク研究会（担当：林）

産業デザインの一層の振興を図ることを目的に、広島市の各デザイン団体、関連学校、企業などのデザイン関係者の連携を図り、検討会議、デザイン作品展示会、デザイン体験学習、デザインセミナーを実施した。

【会員企業等】

マツダ㈱、ドリームベッド㈱、(社)日本建築家協会中国支部、(社)日本インダストリアルデザイナー協会西日本ブロック、(社)日本グラフィックデザイナー協会広島地区、(社)日本サインデザイン協会中国地区、広島アートディレクターズクラブ、公認・石田あさきトータルファッション専門学校、広島芸術専門学校、広島市立大学、広島工業大学、中国経済産業局、広島県西部工業技術センター、広島市都市整備局

(7) 検討会

開催月日及び参加者： 第1回 7月21日 11人
第2回 10月13日 13人
第3回 3月23日 8人

内 容：各団体からのデザイン関連活動に関する状況報告
意見交換「各デザイン団体の連携による事業展開の可能性について」

(イ) デザイン作品展示会

第1回 ヒロシマ平和ポスター展の学生作品の展示会

開催期間：8月18日～9月7日

- 開催場所：広島市工業技術センター 1階ロビー
- 第2回 広島市中央図書館手塚治虫展示会
開催期間：2月10日～3月6日
開催場所：広島市中央図書館
- 第3回 デザインウィーク展示会
開催期間：2月10日～2月15日
開催場所：旧日本銀行広島支店

(ウ) デザインセミナー

「デザインウィークセミナー」

開催月日：2月13日

開催場所：旧日本銀行広島支店

参加者：83人

講師：建築家 谷尻誠 氏

建築家 前田圭介 氏

(エ) デザイン技術体験学習

「ヒロシマ平和ポスター展の学生出品作品の講評会」

開催月日：8月10日

開催場所：広島市まちづくり市民交流プラザ

参加者：53人

講師：社団法人日本グラフィックデザイナー協会 会員（6人）

イ 産業デザイン展（担当 林）

産業の国際化が進むなか、企業活動でデザインの果たす役割は重要になってきている。そこで、産業界へのデザインに対する理解を深めるとともに、デザインをビジネスチャンスに活かすため、デザイナーや産業界、教育界などのデザイン関係者間による展示会、シンポジウムを開催し、産業とデザインの融合を図ることを目的に開催した。

(ア) 産業デザイン展広島'11・シンポジウム

主催：産業デザイン展実行委員会（財）広島市産業振興センター、広島商工会議所、広島県中小企業団体中央会）

日時：平成23年1月18日（火）14:00～17:00

場所：広島国際会議場

参加者：150名

内容：＜基調講演＞「スポーツ用品とデザイン」

講師：辰野勇 氏（モンベルグループ会長）

＜パネルディスカッション＞「スポーツとデザインの関係」

コーディネータ：迫 勝則 氏（広島国際学院大学 教授）

パネリスト：達川光男 氏（プロ野球解説者）

福元哲郎 氏（トライアスリート）

山田晃三 氏（㈱GKデザイン総研広島 代表取締役社長）

(イ) 産業デザイン展広島'11・展示会

（同時開催：ビジネスフェア中四国2011）

主催：産業デザイン展実行委員会

日 時：平成23年2月4日（金）10:00～17:00

2月5日（土）10:00～16:00

場 所：広島市総合展示館

来場者：約3,800名

内 容：・第11回ひろしまグッドデザイン賞受賞商品の展示販売
・受賞賞品を手掛けたデザイン事務所の紹介
・デザイン相談会の開催

（８） 外部資金導入事業

ア 戦略的基盤技術高度化支援事業（担当：隠岐、倉本）

【研究テーマ】

溶湯精錬（リファイニング）による鋳鉄の高品質化及び低コスト化技術の開発

【研究の概要】

溶湯金属中の懸濁化合物は、鋳鉄製品の内部欠陥、熱疲労特性の低下といった機能低下の原因となる。そこで、溶湯金属から懸濁化合物を除去し鋳鉄製品の不良低減、薄肉軽量化、コスト低減等を達成することを目的に、溶湯金属から懸濁化合物を除去する溶湯精錬技術の開発を行った。

なお、この事業は「中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律」により研究開発計画の法認定をうけた㈱木下製作所の研究計画で、これに㈱広島産業振興センターが共同研究者として参画しているものであり、平成21年度から23年度までの予定である。

【研究組織】

事業管理者：公益財団法人ひろしま産業振興機構

研究実施者：株式会社木下製作所

財団法人広島市産業振興センター

株式会社ナニワ炉機研究所

広島大学

三重県工業研究所

イ 平成22年度中小企業等の研究開発力向上及び実用化推進のための支援事業（担当：隠岐、倉本）

【研究テーマ】

廃棄処理されている太陽電池用シリコン切削屑の再資源化技術の立証研究

【研究の概要】

太陽電池に使用するシリコン系薄板をインゴットから切り出す際に発生する切削屑の再資源化を図るために、切削屑の乾燥方法及び切削屑中のシリコンと切削砥粒剤等の微粒子から純シリコンや合金生成物を抽出する再資源化技術の研究・開発した。

なお、この事業は経済産業省公募の「平成22年度中小企業等の研究開発力向上及び実用化推進のための支援事業（新規産業創造技術開発費補助金）」に採択され、㈱木下製作所を事業管理者とする研究体に㈱広島市産業振興センターが共同研究者として参画したものである。

【研究組織】

事業管理者・研究代表者：株式会社木下製作所

共同研究者：財団法人広島市産業振興センター

東洋電化工業株式会社

外部協力機関：広島大学

(9) 工業技術支援アドバイザー派遣事業(担当:田中)

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22年度は実施回数40回、指導企業数は30社、指導分野は11分野であった。

指導分野	回数
新製品開発	13
鋳造	5
リサイクル	3
樹脂	3

指導分野	回数
塗装	3
溶接	3
流体	3
振動	2

指導分野	回数
燃焼	2
CAE	2
デザイン	1

(10) 技術者研修事業

中小企業の技術者の技術水準向上を図るため、材料、加工技術、システム技術及びデザイン技術に関する最新技術情報の提供を行った。

名 称	開催月日	テ ー マ	講 師	参加者
工具鋼材料技術講習会	11月19日	(1) JIMTOF2010最新高能率加工用工具によるコスト低減の提案 (2) 超硬工具の低抵抗加工、スローアウェイ工具の基礎&上手な使い方	(1) ダイジェット工業株式会社 切削工具技術部 浜田知宏 氏 (2) オーエスジー株式会社 町田昭一 氏	52人
高分子材料講習会	第1回 6月18日	ゴムの評価方法と国際標準化活動 — 摩擦・摩耗、疲労評価を中心として —	バンドー化学株式会社 R&Dセンター シニアスタッフ 和田法明 氏	40人
	第2回 9月10日	燃料電池・水電解などの固体高分子形プロセスの開発経緯と実用化への事例紹介	近畿大学次世代基盤技術研究所 特任教授 竹中啓恭 氏	23人
	第3回 10月29日	C4酸化法によるMMA(メタクリル樹脂)製造プロセスの開発と工業化 — 技術立国日本の進むべき道 —	徳富技術士事務所 代長 徳富隆 氏	19人
木材加工技術講習会	3月9日	人を快適にする木材利用 wood/human relations	東京大学大学院農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 准教授 信田聡 氏	15人
特殊加工技術講習会	7月2日	MSコーティング処理技術について	三菱電機株式会社名古屋製作所 放電製造部 FMDプロジェクト グループマネージャー 後藤昭弘氏	23人
VOC関連技術講習会	3月8日	(1) 木質建材に関する4 VOC基準適合の自主表示制度について (2) 半導体の熱活性を利用したVOC分解装置の研究開発	(1) YKK AP株式会社技術開発部 環境評価技術担当リーダー 松田俊一 氏 (2) 横浜国立大学大学院工学研究院 教授 水口仁 氏	15人
CAE応用技術関連講習会	10月27日	CAE(コンピュータ支援工学)の研究開発への応用	富山県立大学工学部 機械システム工学科 教授 森孝男 氏	31人
情報電子技術関連講習会	11月12日	Androidをベースにした組込みシステムについて	アイ・ピー・ビジョン株式会社 取締役最高技術責任者 三浦雅孝 氏	21人

名 称	開催月日	テ ー マ	講 師	参加者
デザイン講習会	12月17日	地場産業とデザイナーとのマッチングによる商品化＜救護・介護用ベルト式担架「ベルカ」の商品開発＞	有限会社インターデザイン研究所 代表 上田幸和 氏	29人
商品企画・開発講習会	1月26日	モノをつくる前に価値をつくろう	トレード・ネットワーク・ソリューションズ 大高申一 氏	42人

(11) 発明考案奨励事業

ア 広島市児童生徒発明くふう展

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、科学的でアイディアに富んだ作品を募集し、審査して入賞作品の表彰、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、広島市PTA協議会、中国新聞社、広島市こども文化科学館、
(協)発明協会広島県支部

(7) 応募及び表彰結果

○自由作品部門

区分	応募総数	表彰結果								
		広島市長賞	広島市教育長賞	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 発明協会 広島県 支部長賞	木曾武男賞 竹林清三賞 不破亨賞	増本量賞 熊平源蔵賞 山本正登賞	優秀賞	学校賞
小学校	138	1	1	1	1	各1	各1	—	9	1
中学校	208	1	1	1	1	各1	—	各1	11	1

○課題作品部門（モビコン部門）

区分	応募総数	表彰結果	
		特賞	入賞
小学校	61	5	8
中学校	9	2	3

(4) 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2日～6日	展 示 会	広島市こども文化科学館
11月20日	平成22年度広島市児童生徒発明くふう展 表彰式	

イ 広島市優良発明功績者表彰

奨励事業をとと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。

(7) 優良発明功績賞

氏名：塩本崇公 氏
所属：アオイテクノサービス株式会社
主たる発明考案：「防水シートの現場貼り付け機械」

(4) 優良発明功績女性奨励賞

氏名：屋敷絵理子 氏
所属：マツダ株式会社
主たる発明考案：「エンジンの排気微粒子処理装置」

ウ 広島県未来の科学の夢絵画展入賞者表彰

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。

(7) 応募及び表彰結果

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	1,405	20	1	17	17	16	17	3
中学校	302	4	—	3	3	4	3	2

(4) 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20日	第31回広島県未来の科学の夢絵画展 表彰式	広島市こども文化科学館
11月20日～23日	展 示 会	

(12) 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、業界団体に対し訪問調査（アンケート）を実施するとともに、業界団体と意見交換会を行った。

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研究開発補助制度等の紹介を「産学官連携ネットワークニュース」として 86 件配信し、指導相談を行った。

(13) インターンシップ・見学等の受入れ

実施日	概 要	人数
10月14日	所内見学(株式会社久保田鐵工所)	1人
10月15日	所内見学(安田女子大学)	41人
12月8日～3月31日	インターンシップ(広島国際学院大学)	1人
12月20日	インターンシップ(広島公務員専門学校)	2人
1月20日	所内見学(東友会協同組合)	38人
1月26日	インターンシップ(古田中学校)	2人
2月24日	所内見学(株式会社)	3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
製造プロセス部会 表面技術分科会	植木	盛岡市	6月10日～11日
ライフサイエンス部会 デザイン分科会	寺戸	福井市	7月8日～9日
製造プロセス部会 塗装工学分科会	山岡	徳島市	9月16日～17日
ナノテクノロジー・材料部会 木質科学分科会	西澤	旭川市	9月30日～10月1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	西田	高松市	9月30日～10月1日
情報通信・エレクトロニクス部会 情報技術分科会 情報通信研究会	島本	熊本市	10月7日～8日
製造プロセス部会 設計支援技術分科会	田中	鹿児島市	10月20日
知的基盤部会 計測分科会	島本	浜松市	10月20日～21日
ナノテクノロジー・材料部会 高分子分科会	中島	山口市・宇部市	10月21日～22日
ライフサイエンス部会 デザイン分科会 研究発表会	寺戸	静岡市	11月4日
中国地域部会 物質工学分科会	西澤	鳥取市	11月19日
知的基盤部会 総会及び分析分科会	山岡	岡山市	11月25日～26日
情報通信・エレクトロニクス部会 情報技術分科会及び組込み技術研究会	島本	東京都・横浜市	11月30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	12月2日～3日
中国地域部会 機械・金属技術分科会	桑原	松江市	12月13日
ナノテクノロジー・材料部会 総会	片山	つくば市	2月3日～4日
中国地域産業技術連携推進会議	大原	松江市	2月17日～18日
産業技術連携推進会議 総会	上杉	東京都	2月28日

イ 学会出席等

会 議 等 の 名 称	出席者	開催場所	出席日
日本鑄造工学会 第156回全国講演会	桑原	東大阪市	5月22日～23日
品質工学会 第18回品質工学研究発表大会	桑原	東京都	6月7日～8日
日本鑄造工学会 第157回全国講演会	桑原	札幌市	10月2日～3日
粉体粉末冶金協会 平成22年度秋季大会	隠岐	京都市	11月9日～11日
品質工学会 第3回品質工学技術戦略研究発表大会	桑原	東京都	11月19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
第83回公立鋳工業試験研究機関長協議会 総会	外和田	京都市	7月22日～23日
不燃化等高機能化木材加工技術研究会（第1回）	西澤	廿日市市	9月24日
第101回全国公設鋳工業試験研究機関事務連絡会議	永井	長野市	10月28日～29日
ものづくりデザインセミナー及び中国四国地区デザイン分野担当者会議	林	山口市	11月10日
水素エネルギー利用開発研究会役員会	國司	東広島市	11月25日
中国・四国地方公設試験研究機関企画担当者会議	佐竹	高知市	2月22日～23日
不燃化等高機能化木材加工技術研究会（第2回）	西澤	三次市	3月28日

(15) 講師・委員の派遣

名 称	派 遣 内 容	派遣者	派遣月日	開催場所
(公財) ひろしま産業振興機構技術委員会	委員	外和田	10月26日	広島市
			3月17日	
広島少年少女発明クラブ 運営委員会等	委員	外和田、土佐	5月11日	広島市
		外和田	5月15日	
			1月19日	
		外和田、土佐	2月9日	
			2月19日	
			3月22日	
(社)発明協会広島県支部 新法人移行に係る検討会	常任理事	外和田	6月10日	広島市
			10月7日	
(社)発明協会広島県支部 理事会等	常任理事	外和田	6月24日	広島市
		土佐	10月28日	
		外和田	2月23日	

名 称	派 遣 内 容	派遣者	派遣月日	開催場所
中国電力（株） アドバイザー会議	広島地区代表アドバイザー	國司	5月25日	広島市
地域ものづくり技能伝承支援業務 推進会議	委員	國司	7月14日	広島市
（財）ひろしまベンチャー育成基金	審査委員	國司	2月4日	広島市
			2月10日	
水素エネルギー利用開発研究会	幹事	國司	7月28日	広島市
			11月25日	
			3月16日	
（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	4月13日	広島市
			7月12日	
			9月17日	
			1月25日	
基礎級技能検定試験（電気めっき作業）	基礎級技能検定委員	植木	6月12日	広島市
			7月24日	呉市
			7月31日	府中市
			9月25日	東広島市
			12月11日	広島市
			12月25日	呉市
			1月22日	福山市
			1月29日	東広島市
基礎級技能検定試験（溶融亜鉛めっき作業）	基礎級技能検定委員	植木	5月8日	三原市
			6月19日	三原市
			6月29日	尾道市
			7月8日	呉市
			2月19日	尾道市
広島県未来の科学の夢絵画展 審査会	審査委員	大原	9月27日	広島市
広島県未来の科学の夢絵画展 審査会	審査委員長	谷本	9月15日	広島市
			9月27日	
広島県未来の科学の夢絵画展 表彰式	賞状授与	外和田	11月20日	広島市
中国地域公設試験研究機関功労表彰審査会	審査員	外和田	10月27日	広島市
広島市児童生徒発明くふう展書類審査会	審査員	土佐・河野	9月10日	広島市
広島市児童生徒発明くふう展審査会	審査員	外和田・國司	9月30日	広島市
広島県児童生徒発明くふう展審査会	審査員	外和田	10月21日	広島市
（社）広島県シルバーサービス振興会運営委員会	運営委員	柏田	5月25日	広島市
		片山	2月15日	

名 称	派 遣 内 容	派遣者	派遣月日	開催場所
経営者「環境力」大賞シンポジウムin広島	パネリスト	外和田	10月28日	広島市
(社)日本鑄造工学会全国講演大会	実行委員	桑原	12月21日	三次市
企業の社員研修会 (切削加工における不具合対策と品質管理)	講師	末盛	9月8日	広島市
			11月10日	
			2月9日	
			3月9日	
企業の社員研修会 (モノづくり・人づくりの基本と品質の改善活動)	講師	末盛	3月4日	東広島市
			3月18日	

3 研究報告

- (1) 太陽電池用シリコン切削屑の再資源化について
隠岐 貴史、倉本 英哲、柳沢 平、木下 潔、笹木 正嗣 27
- (2) 無電解Ni めっきしたWC粉末を用いて作製したWC-(Fe-Ni) 合金の摩耗特性
倉本 英哲、隠岐 貴史、安保 弘利、松木 一弘 32
- (3) 竹炭などの天然素材を使用した調湿材料の試作・評価
西澤 永恵、山寄 勝弘 39
- (4) リバースエンジニアリングの事例研究
西田 修 42
- (5) Linux を利用した小規模組込みシステムの事例研究
島本 裕介 46

太陽電池用シリコン切削屑の再資源化について

隠岐 貴史、倉本 英哲、柳沢 平¹、木下 潔²、笹木 正嗣²

太陽電池に用いるシリコンウェハを切り出す際に多量に発生する切削屑には、シリコンのみでなく水、切削材としての炭化珪素の微粒子等の混合物を含んでいる。これらを分離することは困難であり、現在その多くは廃棄処分されている。そこで、本研究は切削屑中のシリコンと炭化珪素にアーク放電を利用した再資源化方法を検討したところ、切削屑より純度98%以上のシリコンを再生することができた。

キーワード：シリコン、再生、切削屑、アーク炉、産学官共同研究

1. はじめに

本研究は、経済産業省公募の「平成22年度中小企業等の研究開発力向上及び実用化推進のための支援事業（新規産業創造技術開発費補助金）」に採択された研究事業の一環である。本市域内の企業とともに広島市工業技術センター・財団法人広島市産業振興センターが、「廃棄処理されている太陽電池用シリコン切削屑の再資源化技術の立証研究」をテーマに実施したものである。

近年、低炭素社会の実現などの環境問題やエネルギー問題から太陽光発電の普及が急速に進んでいる。この太陽光発電に用いられている太陽電池には、主に高純度のシリコン系材料が使用されている。シリコンを太陽電池に使用するためには高純度シリコンのインゴット（シリコンを精製してできた塊）からシリコンウェハと呼ばれる薄板を切り出す必要があるが、その際にインゴットの約60%は切削屑として排出されている。この多量に生じる切削屑には、シリコンのみでなく、水や切削砥粒材としてのSiC（炭化珪素）などの微粒子を多く含んでおり、切削屑の中からシリコンと炭化珪素等の微粒子を分離することは難しく、さらにシリコン表面は酸化されているため、高純度なシリコンの回収は容易ではない。このことから現状ではその切削屑の多くは廃棄処分されている。そこで、本研究は株式会社木下製作所の保有技術である特殊なアーク炉を用いた

手法により、切削屑中のシリコンとSiCから高純度シリコンや合金生成物を抽出する再資源化技術を開発するものである。

2. 実験方法

2.1 再資源化方法

特殊なアーク炉を用いて、アーク放電とスラグ反応により乾燥後の切削屑を溶解、再生させた。図1に再生シリコンのインゴットを示す。なお、本手法に関しては特許出願の都合上詳細については割愛する。このため、本報告は分析結果を中心に述べる。

特殊アーク炉に投入するシリコン切削屑に対するシリコン回収率に影響する因子としては、投入するシリコン切削屑の組成とアーク処理炉の操作条件が挙げられる。



図1 再生シリコンのインゴット

1 広島大学名誉教授 2 株式会社木下製作所

2.2 分析方法

図1に示すような再生シリコンより分析・解析用試料を粉碎、分級、研磨等により作成し、組織観察、元素分析、状態分析及び構造解析を行った。

おおよその組成はエネルギー分散型蛍光X線分析装置（株式会社島津製作所製 EDX-720、以後 XRF という）により求め、再生シリコン中に含まれる炭素の定量分析を炭素・硫黄分析装置（株式会社堀場製作所製 EMIA-820）により行い、不純物元素の存在形態（元素マッピング）をX線マイクロアナライザー（株式会社島津製作所製 EPMA-8705QH、以後 EPMA という）により行った。また、X線回折装置（株式会社マック・サイエンス製 MAX3VA/DIP320、以後 XRD という）によりシリコンやその他の不純物材料の結晶構造の解析を行った。

3. 結果及び考察

3.1 切削屑中の粒子形態

シリコンのインゴットをスライスする方法の違いは、シリコン切削屑の組成、さらに再生シリコンの組成に大きく影響すると思われる。そのスライス方法は大きく分けて2種類あり、鉄製のワイヤーに切断砥粒のSiCを固定させた固定砥粒方式とワイヤーにフリーのSiC粒子を流し込みながら行う遊離砥粒方式がある。切削屑中には不純物元素が多く含まれており、特に、遊離砥粒方式により生じた切削屑中の不純物元素としてFe（鉄）が非常に多く検出される（XRFの結果による）ことがあるが、これは切削ワイヤーの芯線が削り取られて混入するものと思われる。切削屑中でこれらのFe屑粒子がシリコン切削屑やSiC砥粒と完全な分離状態であれば、電磁分別などの方法で分離可能と思われる。しかし図2に示すようなSEM像やEPMAによるC（炭素）、Fe、Si（ケイ素）のマッピングの結果から、Feはシリコン切削屑やSiC砥粒に挟まれて強く凝着した様相が観察され、切削面の微視的局部で高温が発生していることが推察される。なお、EPMA分析中にアウト・ガスが発生するのを防ぐため、切削屑を予め真空中において1200℃で1時間加熱処理を施した。

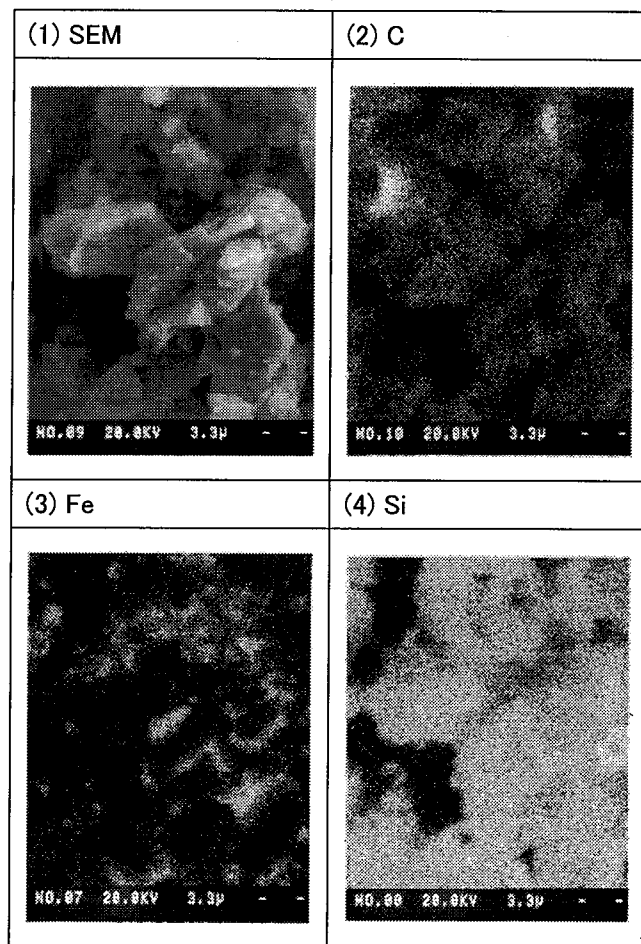


図2 遊離砥粒方式切削屑中のFe屑粒子の存在形態

3.2 X線を用いた元素分析

切削屑及び再生シリコンの分析をXRFにより行った。得られた分析結果はFP法のノンスタンダード分析による半定量結果である。なお、後述する組成は特に断らない限りmass%で表している。

固定砥粒方式により生じた切削屑のおおよその組成は、Si=96.9%、Fe=2.8%、Ca（カルシウム）=0.06%、Cu（銅）=0.07%、Mn（マンガン）=0.07%、Zn（亜鉛）=0.03%であり、遊離砥粒方式により生じた切削屑のそれは、Si=79.6%、Fe=17.9%、Ca=0.2%、Cu=0.8%、Mn=0.2%、Zn=0.3%である。両者を比較すると、Siを主成分とし、前述のとおりFeの含有量が大きく異なり、遊離砥粒方式により生じた切削屑が多い。ただし、本分析装置の測定元素範囲はNa（ナトリウム）～U（ウラン）までの元素の定性・半定量分析が行える装置であるため、Naより小さな原子番号の元素は検出できていない。このため、主元素であるSiの存在形態が、金

属 Si、SiC、SiO₂ またはその他の化合物であるかの判断はこれからはできない（後述する EPMA と XRD により評価した）。また、再生シリコンについても切削屑と同様に、Si が主成分元素で、Fe (0.7~56.1%)、Mn (0.02~0.4%)、Cu (0.09~0.2%)、Ca (0.02~15.8%)、Zn (0.02~0.04%)、さらに Al (アルミニウム、1.6~4.7%) と Mg (マグネシウム、0.1~3.5%) 等が検出されている。これについても金属 Si、SiC、SiO₂ 等の区別は付かない。後述する XRD の解析結果及び EPMA 分析から、再生シリコンには、Fe シリサイド、Ca シリサイド、Mg シリサイド等のシリサイドが生成していると思われる、本アーク処理法により切削屑中の SiC 及び SiO₂ は金属 Si に還元されたものと考えられる。

また、固定砥粒方式による切削屑に Fe は約 3% 含有し、遊離砥粒方式による切削屑では Fe は約 18% 含まれている。前述したように、切削屑中の Fe は固定砥粒方式による切削屑よりも遊離砥粒方式による切削屑に多く検出される。一方で、固定砥粒方式の切削屑を用いた再生シリコン試料には Fe が 1% 程度含まれ、遊離砥粒方式の切削屑を用いた再生シリコン試料には 3~10% の Fe が含まれている。このように再生シリコンにおいても切削屑と同様に遊離砥粒方式による切削屑を用いた再生シリコンで Fe 濃度が高くなっており、最初に削り取られたワイヤーの芯線が、最終的に再生シリコンを生成させた場合においても残留しているものと思われる。このため、再資源化を試みるとき、高純度シリコン化には Fe 濃度の小さい固定砥粒方式を用いた切削屑が適していると考ええる。また、再生シリコンに含まれる炭素は固定砥粒方式の切削屑と遊離砥粒方式の切削屑の種類によらず、約 10ppm~1% との濃度範囲にあり、試料の分析位置や処理条件による影響を強く受けている。

一方、再生シリコンの試料に検出されている Al (1.6~4.7%) は、主元素である Si (約 40~97%) の検出ピークに隣接して検出される元素であるため、Si の検出ピークの影響を強く受け、正確な定量化は困難である。一般的に、エネルギー分散型 XRF においては、隣接する元素の分離は難しく、特に、今回のように軽元素の濃度差が大きい場合にはその傾向は顕著である。EPMA による微小領域における Al 濃度は 0.05~0.1%

が得られ、ICP による再生シリコンの定量分析結果では 0.05~0.69% が得られている。

3.3 EPMA による元素マッピング

図 3 にさほど高純度ではない再生シリコン (Si=約 74%) の SEM 像及びその元素マッピングを示す。図中の (1) 及び (2) の SEM 像から 2 相組織が確認される。また、(2) の領域における元素マッピングを (3) ~ (8) に示す。図中の (3) と (4) の元素マッピングより、両組織ともに Si (図中の (3)) と Fe (図中の (4)) が存在するが、それぞれの濃度は逆転している様子が観察される。Si リッチな基地組織に楕円形状の Fe リッチ相が析出していると思われる。XRD の解析結果より基地組織は FeSi₂ 等の Si リッチ相が考えられ、析出組織は FeSi もしくは Fe₃Si の Fe リッチ相が考えられる。また、Al、Ca 及び Mg は基地組織側の界面に多く存在しており、特に Al は濃淡があるものの基地組織全体に存在し、その Al が多く存在する領域と Ca と Mg の分布が重なっている様子が認められる。それぞれの元素の重なりと XRD 解析により、Fe シリサイド、Ca シリサイド、Mg シリサイドの各シリサイドが析出していることが予想される。

一方、実験を行った中で高純度シリコンが得られた再生シリコン (Si=約 97%) の破面における元素マッピングを図 4 に示す。本領域は再生シリコンの結晶粒界を含んだ領域であり、図中の (2) に示す SEM 像がマッピングを行った領域を示す。Si の結晶粒界に Fe、Ca、Al 及び Mg が存在することが認められる。これらの不純物元素は、前出の低純度再生シリコンと同様に XRD による解析から、Al を除いてシリサイドを形成している。Al については、Ca 及び Mg の分布に一部重なることから、これらとともにオキサイドを形成している可能性もあるが、O (酸素) の分布が不明瞭なため確認はできていない。また、(1) に見られる比較的平坦な領域 (結晶粒内) においては Ca や Mg 等の不純物元素が存在しないことを EPMA により確認している。

3.4 再生シリコンの純度

研究の結果、固定砥粒方式のワイヤーソーでシリコンの切り出しを行う場合、シリコンの回収率は 98% 以

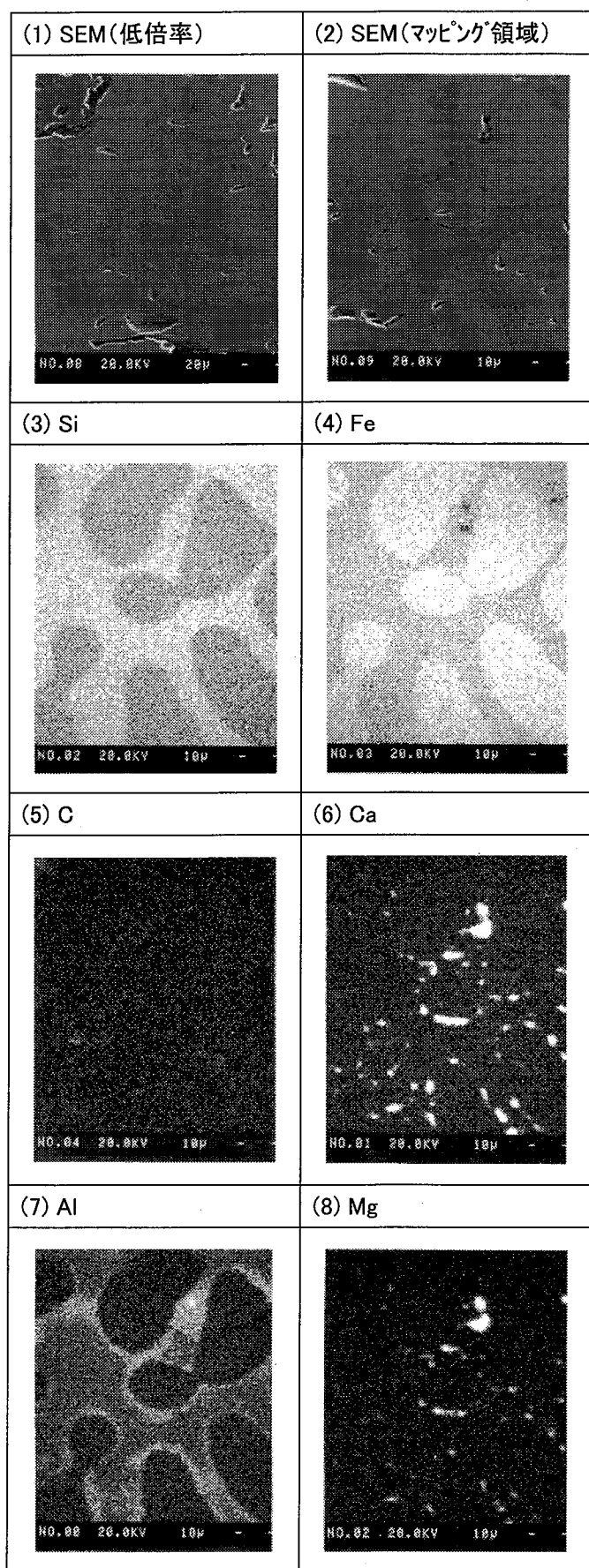


図 3 EPMA による低純度再生シリコンの元素マッピング

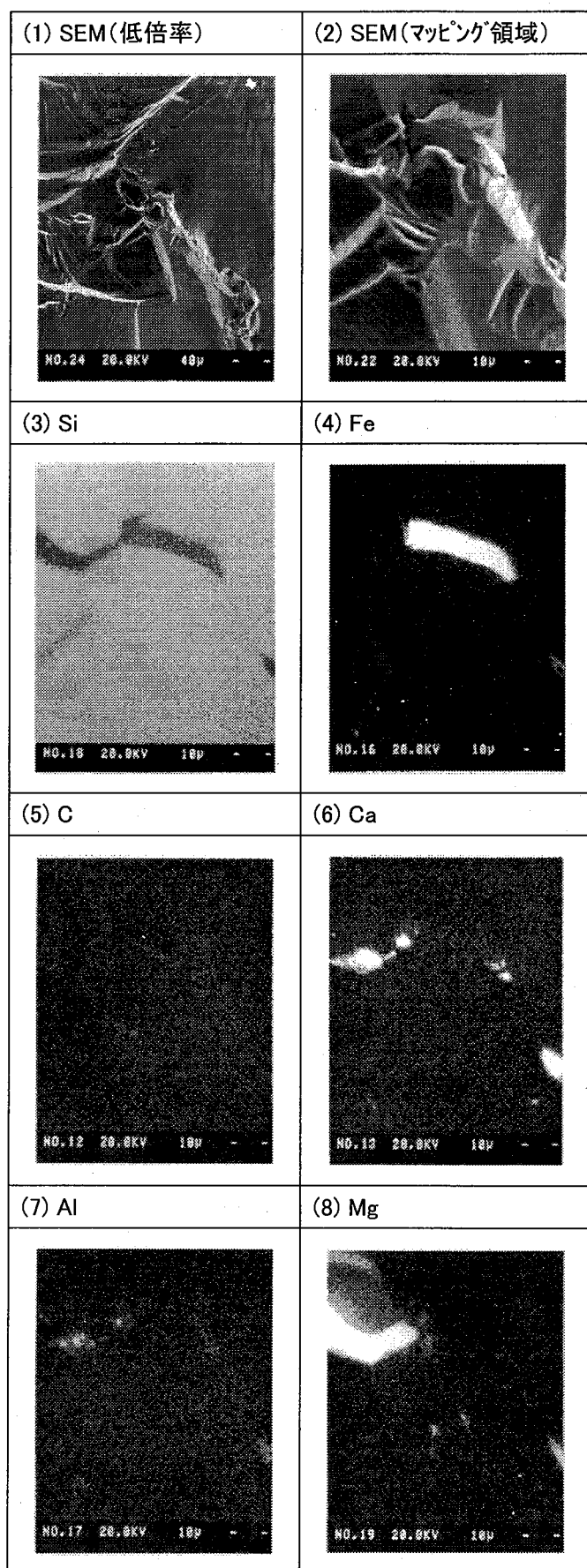


図 4 EPMA による高純度再生シリコンの元素マッピング

上のシリコン純度が得られており、固定砥粒方式のものには劣るものの遊離砥粒方式のワイヤーソーにおけるシリコンの回収においても、純度 90%以上のシリコンの抽出が可能となった。太陽電池用のシリコンの純度は最終的に 99.9999%以上が必要とされているが、太陽電池や半導体に用いる高純度シリコン製造用の金属 Si は JIS 2 号種で $\text{Si} > 97\%$ 、 $\text{Fe} < 0.2\%$ 、 $\text{Al} < 0.2\%$ 、 $\text{Ca} < 0.02\%$ の組成であり、本研究で抽出したシリコン含有量はそれを上回ることが可能である。また、再生シリコン中に存在する不純物元素は主にシリサイドを形成していることを確認しており、これは他の精製により取り除くことが可能である。

4. まとめ

切削屑からアーク処理により製造した再生シリコンについて、分析・評価したところ、以下のような結果を得た。

- (1) シリコン切削屑から、純度が 98mass%以上の Si を再生することができ、太陽電池用の金属 Si 原料に利用可能と思われる。
- (2) 遊離砥粒方式の切削屑には固定砥粒方式の切削屑より Fe が多く存在し、これは再生シリコンの組成にも影響する。
- (3) 不純物元素は金属 Si の粒界に主に存在し、シリサイド化合物を形成している。
- (4) 固定砥粒切削屑から回収した再生シリコンは Al、Ca、C、P および Ti の含有率が低いので、高純度フェロシリコンの主原料として利用できるグレードである。

5. おわりに

今後は、シリコンインゴットを粗加工する前処理工程で発生する切削屑の再利用についても研究を進めていくとともに、再生シリコンの付加価値を上げるために不純物成分を除去する等、さらに純度の向上に取り組んでいく予定である。

本研究を実施するに際して使用した蛍光 X 線分析装置、炭素・硫黄分析装置、熱間埋込装置、実体顕微鏡システム、X 線回折装置及び EPMA (X 線マイクロアナライザー) 等は、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ことを記し、関係各位に深く感謝致します。

無電解 Ni めっきした WC 粉末を用いて作製した WC-(Fe-Ni)合金の摩耗特性

倉本 英哲、隠岐 貴史、安保 弘利¹、松本 一弘¹

無電解Niめっきを施したWC粉末（WC/Ni粉末）と純鉄粉末の混合粉を放電焼結することで作製したWC/Ni- x vol.%Fe（x=0～50）超硬合金の乾式摺動特性を調査した。摩耗試験はリングオンディスクタイプで行い、試験中の押し付け荷重(F)は一定とし、F=98Nと19.6Nの2種類の試験条件とした。得られた結果は以下のとおりである。

定常摩耗の領域で、比摩耗量（ W_s ）はリングの押し付け荷重に関係なく、材料ごとで一定の値を示した。得られた比摩耗量について、結合相およびWC粒子それぞれのマルテンズ硬さ（ H_1 および H_2 ）とWC粒子体積率 $V_{f(WC)}$ を用いることで、下式によって整理することができた。

$$W_s = \frac{C_1}{H_1}(1 - V_{f(WC)}) + \frac{C_2}{H_2} V_{f(WC)}$$

ここで、 C_1 および C_2 は、それぞれ結合相およびWC粒子の摩耗係数であり、単純には小さいほど耐摩耗特性に優れることを示す。本研究において得られた C_1 と C_2 の間には1オーダーの差があり、WC粒子の方が優れるものであった。

キーワード：WC系超硬合金、放電焼結、Fe-Ni結合相、比摩耗量

1. 緒言

周期表IVa～VIa族に属する9種類の金属の炭化物粉末を鉄、コバルト、ニッケルなどの鉄族金属を結合相として焼結結合した合金を総称して超硬合金という。超硬合金は常温において高硬度であり、優れた耐摩耗性を示す。このような特性から、軸受けやメカニカルシールおよび機器の摺動部等に使用される。

一般に実用化され、流通している超硬合金は、Coをバインダー相とするものが多い。これは、Coをバインダーとした超硬合金の機械的性質をはじめとする諸特性や材料としての信頼性において優れるためである。しかし、Coはその価格や流通の不安定さから、代替えの結合相の登場が望まれており、結合相をNiやFe等に代替えする試みが多くの研究者によって行われている⁽¹⁾⁻⁽⁸⁾。

前報⁽⁹⁾で、無電解NiめっきしたWC粉末とFe粉末の混合粉を用い、焼結温度を一度923Kで2時間保持し、その後1273Kに昇温して30分保持するという放電焼結プロセスによって、非常に均質な組織形態で、最大抗折力が1.9GPaになるWC-(Ni-Fe)系超硬合金の作製が可能となった。作製したWC-(Ni-Fe)系超硬合金は、Feの添加量を体積率で10～50vol.%の範囲でコントロールしており、最大抗折力は鉄の添加量が30vol.%のときに最大となった。これは、ちょうど延性脆性遷移の境界となる体積率であった。

炭化物系サーメット等は、鉄等の一般的な金属と耐摩耗性を比較した場合はるかに優れている。一般的超硬合金も含めて、炭化物系サーメット等を金属系の結合相で焼結結合したものは、基本的に金属-セラミックス系複合材料として考えることができ、このとき、炭化物系サーメットの体積率が、その合金系の耐摩耗特性に直接的に影響すると考えられる。

¹ 広島大学大学院工学研究科

前報において作製した WC-(Ni-Fe)系超硬合金で、Fe の添加量を変化させると、結果として WC の体積率 が変化することになる。本報告では、作成した WC-(Ni-Fe)系超硬合金について、バインダー相の特性に注目しながら、その乾式摺動特性について調査した。

2. 実験方法

2.1 試験片

純度 99.9%、粒径 6.4 μ m のアライドマテリアル(株) 製 WC 粉末に無電解 Ni メッキを施したもの（以下 WC/Ni と表す）と純度 99.9%、粒径 3-5 μ m の高純度 化学研究所製純鉄粉末を使用した。無電解 Ni メッキ は奥野製薬製の低 P タイプめっき浴のトップニコロ ン LPH を用いた。メッキはバッチ処理とし、膜厚が 0.2～0.3 μ m となるように調整し、WC に対して 14wt.% (22vol.%) の Ni (-P) 量になった。なお、 施工したメッキの Ni に対する P 量は 5wt.% であった。

WC/Ni 粉末および純鉄粉末を所定の配合比で湿式 混合、秤量し、放電焼結によって 12×52×t4 (mm) の板状焼結体を作製した。放電焼結は、均質焼結促 進を目的とする予備焼結として、焼結圧力 40MPa、 on/off 時間 100ms、電流値 100A の矩形波パルス通電 焼結を 900 秒間行った後、焼結圧力はそのままとし て、焼結温度 923K で 120 分、引き続いて 1273K で 30 分の連続パルス通電焼結を行うプロセスとした。 作製した板状試験片の両表面はダイヤモンド砥石に よる研削加工を施した。

本研究において、純鉄粉末の体積比は、0～50vol.% とした。作製した試料の標記名とその配合比（体積 比および重量比）を表 1 に示す。

図 1 に作製した合金 WNF (0～50) の顕微鏡組織 観察結果を示す。Fe の添加量が増えることで、相対 的な WC 粒子の量は減っていき、また、WC 粒子同 士の接触の数は小さくなっていることが確認される。

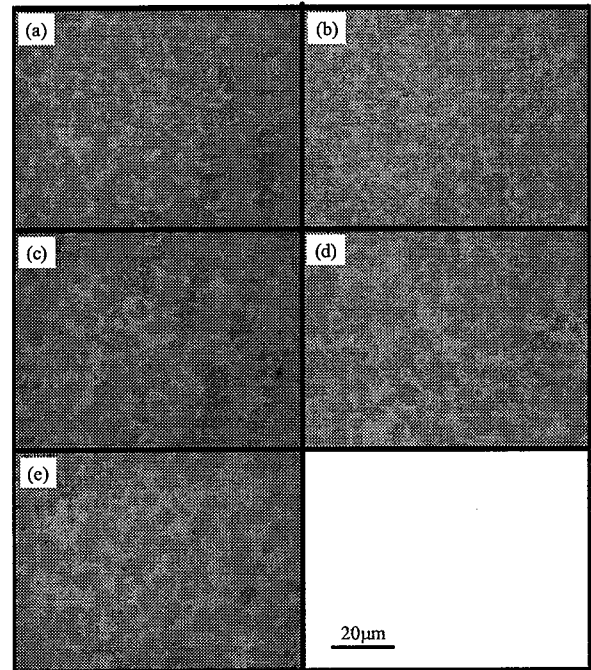


図 1 作製した試験片の顕微鏡観察像
(a)WNF10、(b)WNF20、(c)WNF30、
(d)WNF40、(e)WNF50

表 1 試料成分の体積比と重量比(%)

Representation	Samples	Volume Ratio (vol.%) WC : Ni : Fe	Weight Ratio (wt.%) WC : Ni : Fe
WNF0	WC/Ni	78 : 22 : 0	86 : 14 : 0
WNF10	WC/Ni-10vol.%Fe	70 : 20 : 10	80.8 : 13.3 : 5.9
WNF20	WC/Ni-20vol.%Fe	62.4 : 17.6 : 20	75.5 : 12.2 : 12.3
WNF30	WC/Ni-30vol.%Fe	54.6 : 15.4 : 30	69.4 : 11.2 : 19.4
WNF40	WC/Ni-40vol.%Fe	46.8 : 13.2 : 40	62.7 : 10.1 : 27.2
WNF50	WC/Ni-50vol.%Fe	39 : 11 : 50	55.2 : 8.9 : 35.9

2.2 摩耗試験

摩耗試験方法は、リングオンディスク方式の大越式摩耗試験機を用いて行った。大越式摩耗試験は回転円盤（SUJ2製）を平板試験片に押し付けて摩耗させる摩耗試験である。なお、回転円盤は熱処理を行わず、鋼棒より切り出したままのもの（焼きなまし材）を用いた。その硬度はHRC10相当である。この摩耗試験機と試験方法の概略図を図2に示す。

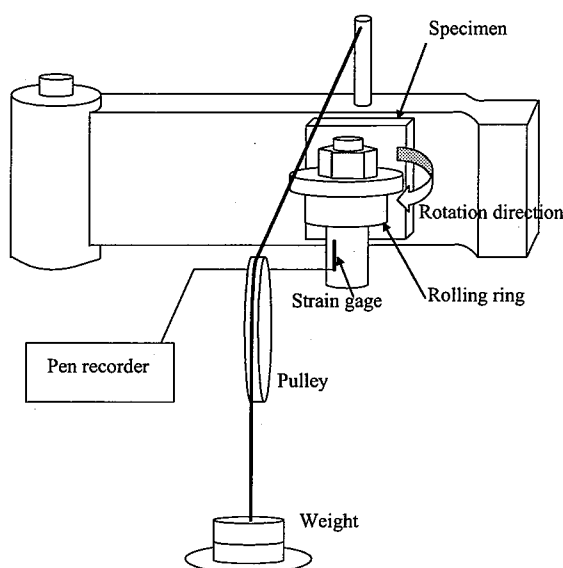


図2 摩耗試験機と試験方法の概略図

本研究では、図2に示すようにおもりを用い、リングを平板試験片に押し付ける荷重を一定とした一定荷重条件での試験とした。このときの押し付け荷重（F）は98Nおよび19.6Nとした。また、摩耗速度は0.59m/sを選択し、試験片に関わらず一定とした。なお、試験はすべて乾式で行った。

本摩耗試験においては、試験終了後の摩耗痕幅（b）の測定を行うことで、摩耗量（W）を以下の幾何学的近似式によって算出することができる。

$$W = \frac{Bb^3}{12r} \quad (1)$$

ここで、rおよびBは、それぞれ回転円盤の半径（mm）および回転円盤の厚さ（mm）である。本研究において、r=15、B=3.0である。本報告における摩耗量は試験終了後に摩耗痕幅を測定し、式（1）によ

って算出した値である。

3. 実験結果および考察

図3に実際に行った摩耗試験における摩耗距離（L）と摩耗量（W）の関係を示す。

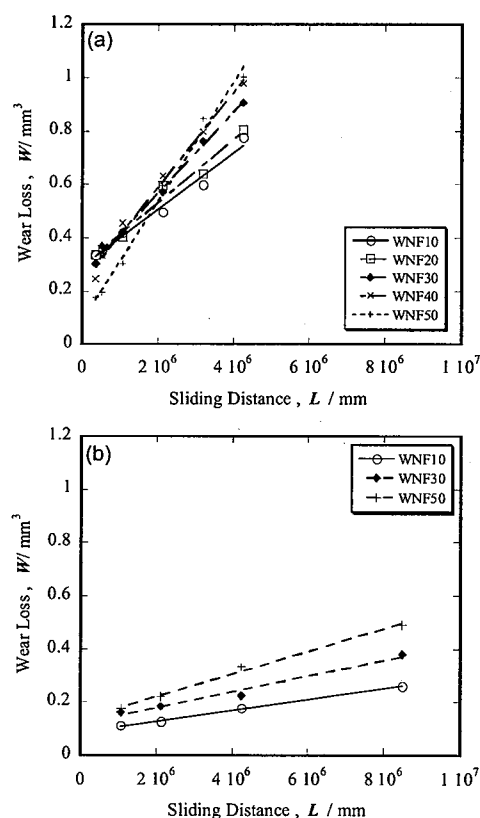


図3 摩耗距離と摩耗量の関係
(a)F=98N, (b)F=19.6N

図3から、摩耗距離の増加に伴い、摩耗量は増加し、また、押し付け荷重が大きくなると、摩耗距離に対する摩耗量が増加することが分かる。このとき、それぞれの試験片、試験条件ごとに、摩耗量は、摩耗距離に対して比例関係を示している。

図4は、図3（a）よりWNF40の試験結果のみを抜粋したものである。一般的に、摩耗量（W）と摩耗距離（L）および押し付け荷重（F）の間には、以下の関係が成り立つことが知られている⁽¹⁰⁾。

$$W = W_s \cdot F \cdot L \quad (2)$$

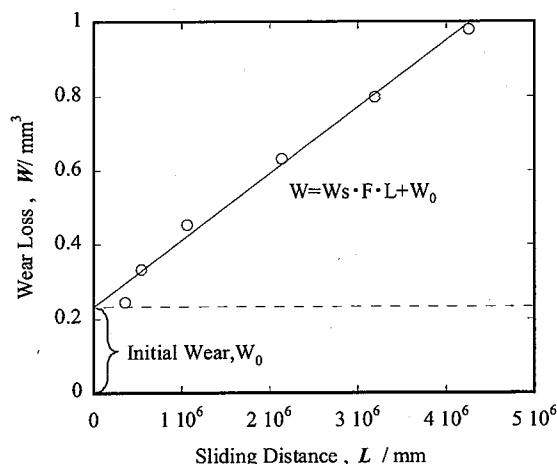


図4 比摩耗量と初期摩耗量
(図は WNF40, F=98N の試験結果)

ここで、 W_s は比摩耗量である。図3、図4に示される実験結果において、 $L=0$ の時に $W=0$ となっていない。物理現象としては $L=0$ の時に $W=0$ となるはずであり、実験結果において、このことが達成されていないことは、本磨耗試験方法においては、試験開始直後の非常に短い時間内に一気に摩耗が進行する過程があることを示している。これは $L=0$ の時の試験片(板)とリングとの接触方法において、断面で見たときには点接触となっており、その接触圧力は無限大となっている。また、試験開始からまもなくは非常に接触応力が大きい状態となっていることが考えられ、このようなとき接触面においては、摩耗というよりも破壊が起こっているのではないかと推測する。ただし、この瞬間的な破壊の後には、定常的な摩耗状態となっていると考えることができ、初期の破壊現象による一気の摩耗増加量を初期摩耗量(W_0)として、式(1)を本研究においては式(2)に置き換えて、実験結果を整理することとする。

$$W = W_s \cdot F \cdot L + W_0 \quad (3)$$

なお、定常摩耗過程においては、式(1)と式(2)の W_s は同じ値になる。また、 W_0 の物理的な意味は、接触圧力が非常に大きな範囲における表面層近傍での破壊の量を表しているもので、試験片の強度に依存する定数となる。

図5に $F \cdot L$ と W の関係を示す。やはり、 $F \cdot L$ と W の間に直線関係が成立していることが確認される。このとき、式(2)より、直線の傾きは W_s に相当し、また、 $F \cdot L=0$ の時の W は W_0 になる。求めた W_s および W_0 を表2に示す。

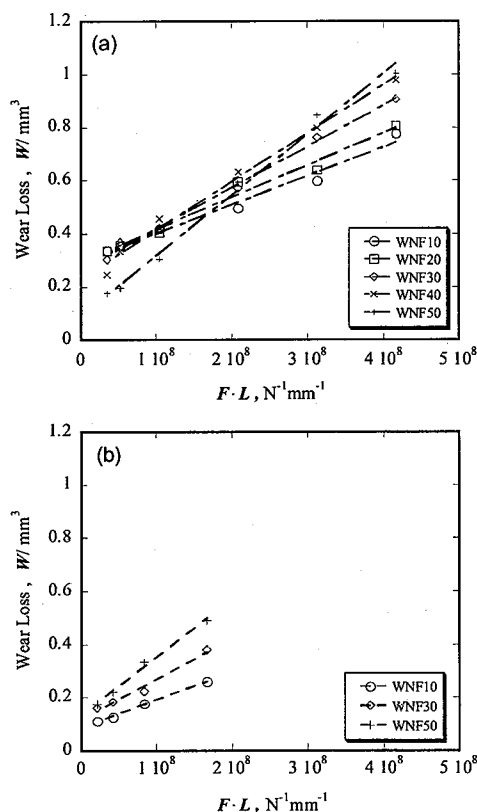


図5 $F \cdot L$ と摩耗量の関係
(a) $F=98N$, (b) $F=19.6N$

図6に W_s と WC 粒子体積率の関係を示す。

リングの押し付け荷重に関わらず、比摩耗量は WC 粒子体積率のみに依存して一定の値を示し、また、WC 粒子体積率の増加に伴い比摩耗量は減少した。

W_s は、ブリネル硬さやビッカース硬さの値を用いて、式(4)の形で表される。

$$W_s = C / H \quad (4)$$

ここで、 C は摩耗係数、 H はブリネル硬さもしくはビッカース硬さの値である。式(4)は、降伏応力に関連する形で、相対的な表現による押し込み硬さを使用

表 2 比摩耗量と初期摩耗量

Samples	F=98N		F=19.6N	
	W_s ($\times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{N}$)	W_0 (mm^3)	W_s ($\times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{N}$)	W_0 (mm^3)
WNF10	1.085	0.294	1.038	0.089
WNF20	1.211	0.292	—	—
WNF30	1.555	0.263	1.515	0.119
WNF40	1.830	0.231	—	—
WNF50	2.289	0.085	2.162	0.136

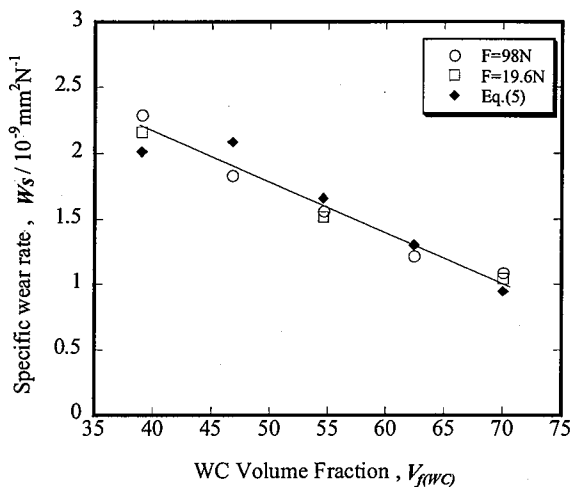


図 6 WC 粒子体積率と比摩耗量の関係

することで、比摩耗量を標準化しようとしていると考えることができる。ここで、本研究における試験片は、大まかには WC 粒子と金属結合相からなる二相の複合的な材料であり、それぞれの相は異なる硬さを示す。

ここで、式 (4) において、それぞれの体積率を考慮する形で、比摩耗量についての複合側を考え、式 (5) を提案する。ただし、この式においては、各相における硬さの値が必要である。ブリネルもしくはビッカース硬さについては、他の影響を排除した形で各相単体の硬さの値を示すことは不可能である。そこで、硬さの値について、超微小硬さ試験によるマルテンズ硬さを用いることとする。マルテンズ硬さについても、やはり押し込み硬さ試験であり、これも材料の降伏応力と関係し、相対的硬度値を示すものである。

$$W_s = \frac{C_1}{H_1} (1 - V_{f(WC)}) + \frac{C_2}{H_2} V_{f(WC)} \quad (5)$$

C_1 および C_2 は、それぞれ結合相および WC 粒子の摩耗係数であり、 H_1 および H_2 はそれぞれ結合相および WC 粒子単体のマルテンズ硬さである。下表に前報⁽⁹⁾で報告したそれぞれの試験片の結合相および WC 粒子のマルテンズ硬さを示す。

表 3 結合相および WC 粒子のマルテンズ硬さ⁽⁹⁾

sample	HM (MPa)
WC powder	16910
Binder phase of WNF0	4695
Binder phase of WNF10	4340
Binder phase of WNF20	3491
Binder phase of WNF30	3254
Binder phase of WNF40	3164
Binder phase of WNF50	3789

このマルテンズ硬さと式 (5) によって、 W_s を算出した結果を図 6 に示す。結合相および WC 粒子の摩耗係数を、それぞれ $C_1 = 1.16 \times 10^{-5}$ および $C_2 = 0.28 \times 10^{-5}$ とするとき、式 (4) は実験結果とよく一致することが確認される。 C_1 および C_2 の物理的な意味合いについては、今後の検討課題であるが、式の展開から、単純には小さいほど耐摩耗特性に優れると言え、WC 粒子と Fe-Ni 系の金属結合層を比較したとき、1 オーダーの差があった。なお、本研究における

C_1 、 C_2 は、実験結果より重回帰分析を用いて算出したものである。

図7にWC粒子体積率と初期摩耗量(W_0)との関係を示す。

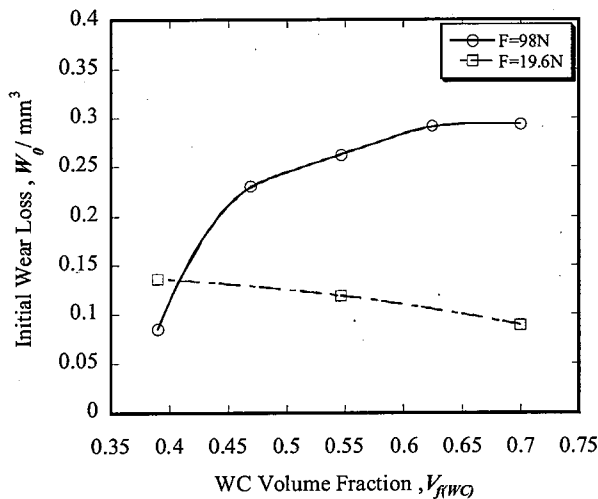


図7 WC粒子体積率と初期摩耗量の関係

WNF50 ($V_{f(WC)}=0.39$)の試験片以外では、リングの押し付け荷重(F)が大きいときに W_0 は大きくなっている。 $F=19.6N$ のとき、WC粒子体積率($V_{f(WC)}$)が大きくなるほど、 W_0 は小さくなっている。しかし、 $F=98N$ の場合には、 $V_{f(WC)}$ が大きくなるに従い、 W_0 も大きくなっている。

ここで、前報⁽⁹⁾の実験結果より、曲げ弾性率(E_b)は、 $V_{f(WC)}$ が大きくなるほど、大きくなる。試験片自体の破壊が発生しない場合、 E_b は大きくなるほど圧縮強度は大きくなると考えられる。前述のように、 W_0 が試験片強度に依存すると考える場合、特に圧縮強度に依存するものであり、これは接触部とその近傍が、接触によって変形し、これとリングの相対運動によって、破壊していくことが考えられる。このとき、単純には $V_{f(WC)}$ は大きくなるほど圧縮強度が大きくなるために、変形と破壊による初期の摩耗量については小さくなると考えられる。 $F=19.6N$ の場合には、この傾向が実験結果として表れている。

押し付け荷重が大きい場合に、その接触圧力は大きくなり、WC粒子については、粒子割れ等が起こることが考えられる。このとき、WC粒子が多いほ

ど、粒子割れの起こる可能性は大きくなり、割れた粒子については、摩耗粉として排出されることで摩耗量が大きくなる。また、WC粒子が多いほど、WC粒子同士の接触部の数は多く、これはクラック伝播のサイトとして働き、発生したクラックが伝播しやすいことが考えられる。本研究において、 $F=98N$ の場合、初期摩耗領域において、粒子割れの起こってしまうような負荷領域とクラックの伝播促進するような組織条件で、摩耗量が大きくなっていたと考える。実際に、図8に示す摩耗粉のSEM像において、定常摩耗状態においては微粉状の摩耗粉が排出されていたが、初期摩耗領域においては、ブロックのような状態で非常に大きな摩耗粉が排出されていることが確認される。

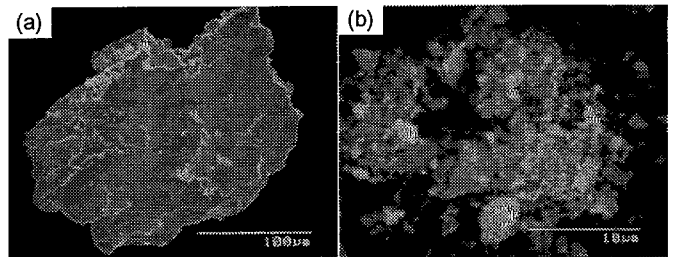


図8 WNF30を $F=98N$ の条件で摩耗試験した際に排出された摩耗粉のSEM観察像

- (a)摩耗距離が 0.02×10^6 mm時(初期摩耗)
- (b)摩耗距離が 1.77×10^6 mm時(定常摩耗)

4. 結言

無電解Niめっきを施したWC粉末(WC/Ni粉末)と純鉄粉末の混合粉を放電焼結することで作製したWC/Ni- x vol.%Fe ($x=0 \sim 50$)超硬合金の乾式摺動特性を調査した。得られた結果は以下のとおりである。

(1) 定常摩耗の領域で、比摩耗量(W_s)はリングの押し付け荷重(F)に関係なく、材料ごとで一定の値を示した。このとき、摩耗量(W)は、以下の式(1)によって整理された。

$$W = W_s \cdot F \cdot L + W_0 \quad (1)$$

ここで、 L は摩耗距離であり、 W_0 は定常摩耗状態

になるまでの短時間の不安定摩耗領域で起こる摩耗による初期摩耗量と定義した。

(2) 結合相およびWC粒子それぞれのマルテンズ硬さ (H_1 および H_2) とWC粒子体積率 $V_{f(WC)}$ によって、本研究におけるWC/Ni- x vol.%Fe ($x=0\sim50$) 超硬合金の比摩耗量を下式 (2) によって整理することができた。

$$W_s = \frac{C_1}{H_1}(1 - V_{f(WC)}) + \frac{C_2}{H_2} V_{f(WC)} \quad (2)$$

ここで、 C_1 および C_2 は、それぞれ結合相およびWC粒子の摩耗係数であり、単純には小さいほど耐摩耗特性に優れることを示している。実験結果よりそれぞれの値を求めたところ、 $C_1=1.16 \times 10^{-5}$ および $C_2=0.28 \times 10^{-5}$ となり、WC粒子と結合相の間には1オーダーの差があった。

おわりに、本研究を実施するに際して使用した超微小押込み難さ試験機 (ナノインデンテーションテスター)、摩耗リングの加工に使用したNC旋盤および湿式試料切断機は財団法人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ことを記し、関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) H.Kim, I. Shon, J.Yoon, J.Doh and Z.Munir : Int. J. Refract Met & Hard Mater **24**(2006) p.427-431.
- (2) S.Kursawa, P.Pott, H.G.Sockel W.Heinrich and M.Wolf : Int. J. Refract Met & Hard Mater **19**(2001) p.335-340.
- (3) 藤崎和弘、落合宏、高田寿明、鵜飼隆好、但野茂 : 日本機学会北海道支部講演会概要集 **41**(2001) p.2-3.
- (4) 福永稔、町田正弘、小林慶三、尾崎公洋 : 粉体および粉末冶金**48**(2001) p.616-620.
- (5) 坂村勝、兼広二郎、鈴木寛、藤井敬二、水成重順、矢田貝稔 : 広島県立東部工業技術センター研究報告 **13**(2000) p.29-33.
- (6) 宮崎邦彰、伊藤滋、小浦延幸、米田登、浅香一夫 : 粉体および粉末冶金**37**(1990) p.219-224.
- (7) H.Sheinberg : Int. J. Refract Met & Hard Mater **2**(1983)17-26.
- (8) 貞廣孟史、満田哲也、高津宗吉 : 粉体および粉末冶金**29**(1982) p.222-226.
- (9) H.Kuramoto, T.Oki, K.Matsugi and O.Yanagisawa : Annual Reports of Hiroshima City Industrial Technology Center **23** (2009) p.30-38.
- (10) 山本雄二、兼田禎宏 : トライボロジー、理工学社、p.189.

竹炭などの天然素材を使用した調湿材料の試作・評価

西澤 永恵、山寄 勝弘¹

竹炭などの天然素材を使用した調湿材料を試作・評価した。調湿材料は、新聞紙と各種多孔質材料を水で攪拌し乾燥させて製作し、調湿機能と脱臭機能について評価を行ったところ、新聞紙と竹炭粉末の混合物に両機能が低い結果となった。

キーワード：調湿、脱臭、竹炭

1. 緒言

住宅の高断熱化・高气密化に伴い、壁材内部や居住空間において結露やカビの繁殖が起こりやすく、この防止対策として調湿機能を有する材料開発が求められている。当センターでは、環境への低負荷、省エネルギー、かつ健康志向を考慮し、竹炭などの天然素材を使用した調湿材料の開発研究を目的とした「調湿材料開発研究会」を設置し、会員企業と研究を行ってきた。研究会を進めていくなかで、クローゼットやシューズボックスのように住宅のなかの狭く区切られた空間において、調湿機能や脱臭機能が強く、取り扱いやすい形状の材料の試作・評価を行った。

2. 試作物作製

試作物は、日常生活の中で簡易的に調湿材料として使用され、かつ取り扱いしやすい材料であるものとして新聞紙を選定し、これを基材として、表1の①～⑪の11種類を製作した。これらは、表1の材料に蒸留水を加え、家庭用ジューサーで10分間攪拌し、泥状にしたものを底面に網戸の網を張った正方形の木枠箱（内径100mm×100mm）に流し込み、水分を底部より自然落下させて適度に脱水させた後、熱風式定温乾燥機で80℃、24時間乾燥させ製作した。

図1に試作物の一例を示す。

表1 試作物

番号	試作物内訳
①	新聞紙 40 g
②	新聞紙 20g+シラスパルーン粉末 20g
③	新聞紙 20g+発泡ガラス粉末 20g
④	新聞紙 20g+活性炭粉末 20g
⑤	新聞紙 20g+シリカゲルB型粉末 20g
⑥	新聞紙 20g+カキ殻粉末 20g
⑦	新聞紙 20g+ゼオライト粉末 20g
⑧	新聞紙 20g+珪藻土粉末 20g
⑨	新聞紙 20g+木粉粉末 20g
⑩	新聞紙 20g+木炭粉末 20g
⑪	新聞紙 20g+竹炭粉末 20g

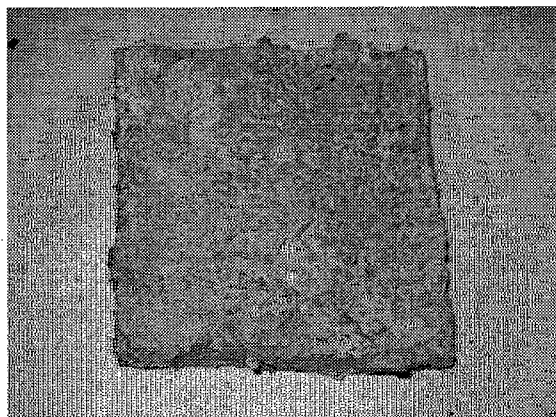


図1 試作物の例(試作物⑥)

3. 試作物の評価

3.1 調湿性能試験

調湿性能試験は、試作物を23℃、50%の雰囲気の中で恒量になるまで養生（試験開始時質量）し、試

¹ 広島国際学院大学工学部

験1～3の3条件で実施した。試作物の試験開始時質量を基に各経過時間での質量増減割合（試験開始時質量1g当たり）に換算）で評価した。試験機は、恒温恒湿低温槽（エスペック（株）製PL-4KPH）を使用した。

3.1.1 試験1(サイクル3時間×2)

試作物を23℃、75%の雰囲気気で1.5時間放置し質量を測る。その後、23℃、50%の雰囲気気で1.5時間放置し質量を測る。これを2サイクル行う。結果を図2に示す。

3.1.2 試験2(サイクル6時間×2)

試作物を23℃、75%の雰囲気気で3時間放置し質量を測る。その後、23℃、50%の雰囲気気で3時間放置し質量を測る。これを2サイクル行う。結果を図3に示す。

3.1.2 試験3(サイクル12時間)

試作物を23℃、75%の雰囲気気で6時間放置し質量を測る。その後、23℃、50%の雰囲気気で6時間放置し質量を測る。結果を図4に示す。

3.1.4 結果

3種類の試験を行ったが、いずれも、新聞紙のみの場合（試作物①）よりも、竹炭粉末との混合物（試作物⑪）、シリカゲルB型粉末との混合物（試作物⑤）のほうが吸湿性能および放湿性能とも優れていた。また、この試験1と試験2における1サイクル時の吸湿過程の質量変化割合を比較すると図5のようになり、吸湿過程3時間までは、竹炭粉末との混合物（試作物⑪）の吸湿性能が最も優れるが、それ以後は飽和状態となった。

3.2 脱臭性能試験

脱臭性能試験は、測定用容器（ポリエチレン製ペール型容器：内径245mm、高さ275mm、容積約12.9ℓ）に試作物と有臭物質を入れ密閉し、室温で24時間放置した後、容器上部に15mmの穴を開け、穴から100mmの位置でおいセンサーを使用し濃度を測った。なお、有臭物質として、ホルムアルデヒドは

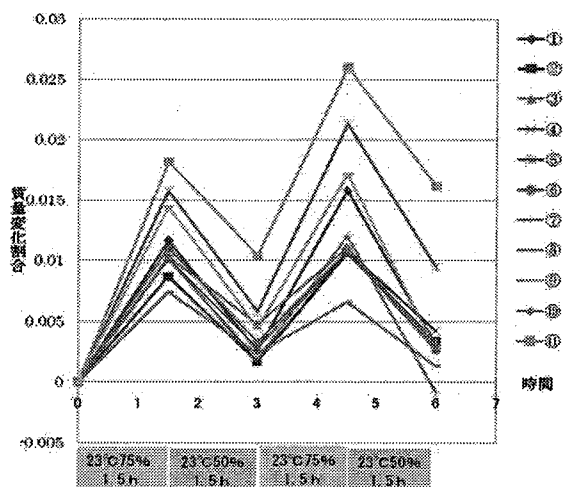


図2 試験1における吸放出量の経時変化

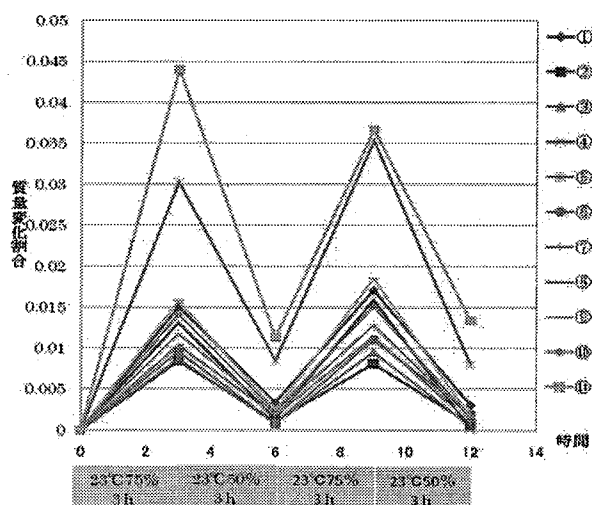


図3 試験2における吸放出量の経時変化

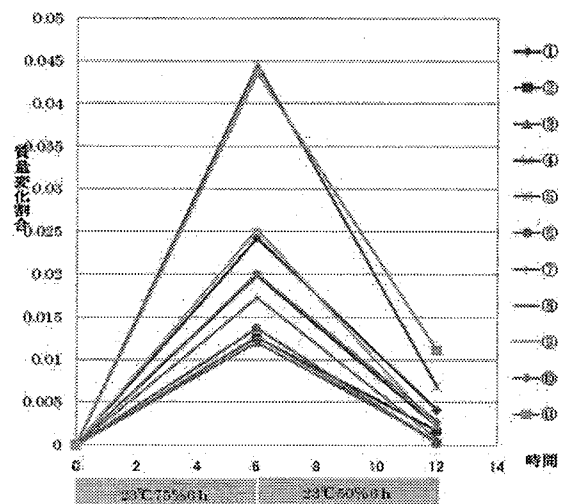


図4 試験3における吸放出量の経時変化

4. 結言

この度の調湿性能及び脱臭性能試験において、竹炭粉末との混合物、シリカゲルB型粉末との混合物が優れている結果となった。この試験を実施したことは、研究会の目的であった「環境への低負荷、省エネルギー、かつ健康志向を考慮し、竹炭などの天然素材を使用した調湿材料の開発研究」において、リサイクル材である新聞紙や天然素材である竹炭を使用した試作で高性能な結果を得ることができたことは、利用の道筋が見え今後の活動につながるものであった。

参考文献

- (1) JIS A 1470-1:2008
- (2) 栗本康司、鹿野厚子、高妻洋成、則本京、澤辺攻、木材工業Vol.57、 No.9、2002、P392～394

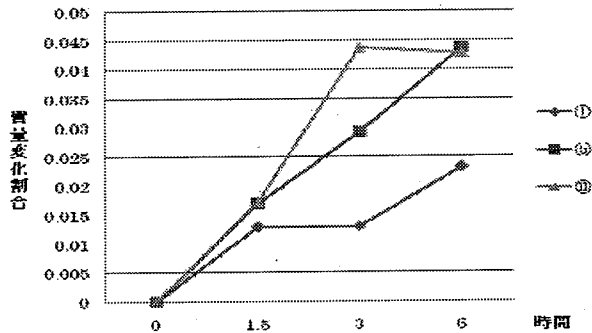


図5 試験1及び試験2における1サイクル時の吸湿過程の質量変化

試薬原液（約37％）を10倍に希釈したものを1ml、アンモニアは試薬原液（約28％）を10倍に希釈したものを1ml、トルエンは試薬原液（99％）を0.3ml、イソ吉草酸は試薬原液を2.4g/100mlに溶解させたものを1mlそれぞれ試験容器に入れた。においセンサーによる結果を図6に示す。においセンサーは、新コスモス電機（株）製XP-329ⅢRを使用した。

4種類の有臭物質について、いずれも、竹炭粉末との混合物（試作物⑩）、シリカゲルB型粉末との混合物（試作物⑤）が優れていた。

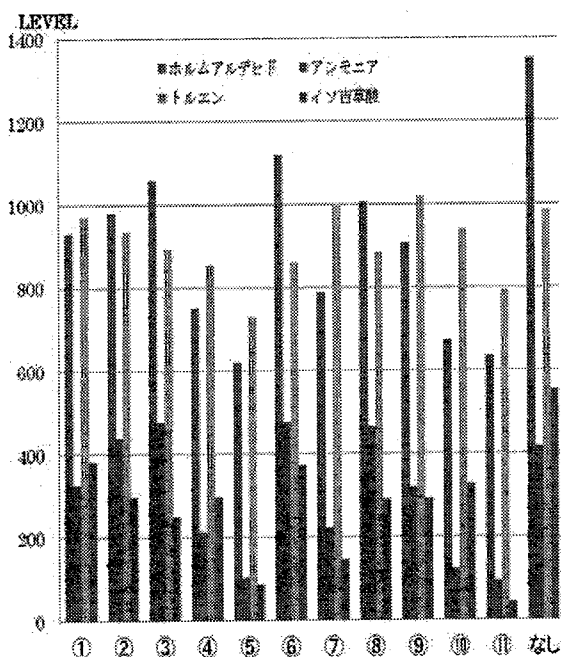


図6 においセンサーによる測定結果

リバースエンジニアリングの事例研究

西田 修

接触式三次元測定機を用いてパソコン用マウスの形状測定を行い、得られた測定データから三次元曲面作成システムを用いて CAD モデルを作成した。また、CAD モデルを視覚的に評価するために三次元造形機を用いて試作を行った。

キーワード：リバースエンジニアリング、接触式三次元測定機、CAD

1. はじめに

製品を作る場合、デザイン（設計）から新規に行うことが一般的である。しかし、天然物や既存モデルを参考にする場合など、実物の形状を設計に反映させたい場合がある。そのためには、実物の形状を計測、数値化するだけでなく、そのデータを基に CAD モデルとして表現する必要がある。

本報では、中小企業のデジタルエンジニアリングを支援することを目的とし、当所の設備を利用したリバースエンジニアリング手法の確立に取り組んだ事例について報告する。

式でも出力した。なお、二次元カーブ測定では、溝の部分等は測定することができなかったため、測定対象から除外した。実物モデルのパソコン用マウスを図 1 に、接触式三次元測定機を図 2 に、形状測定の様子を図 3 及び図 4 に示す。

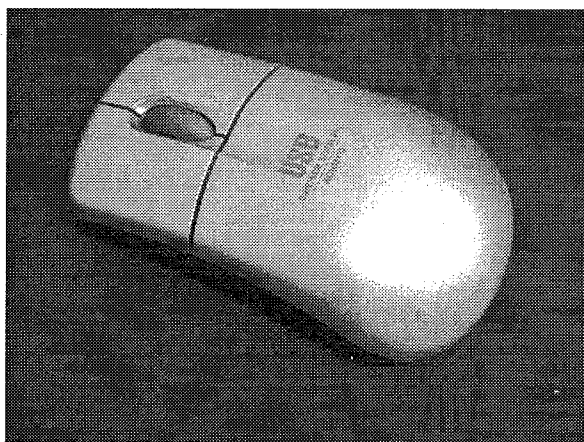


図 1 実物モデル(パソコン用マウス)

2. リバースエンジニアリングの事例

2.1 形状測定

実物モデルには、主に自由曲面で構成されているパソコン用マウスを選定した。

形状測定は、接触式三次元測定機（株式会社東京精密 XYZAX SVAfusion 9/10/6）の二次元カーブ測定機能を用いて、次の条件で行った。

- ・縦方向の測定間隔：1mm
- ・横方向の測定間隔：5mm
- ・二次元カーブの座標取得間隔：1mm

また、モデルのマウスは左右対称の形状であったため、左半分のみを測定対象とした。測定した二次元カーブは 154 本であり、点群データとして座標値を ASCII 形式で出力するとともに、曲線データとして IGES 形

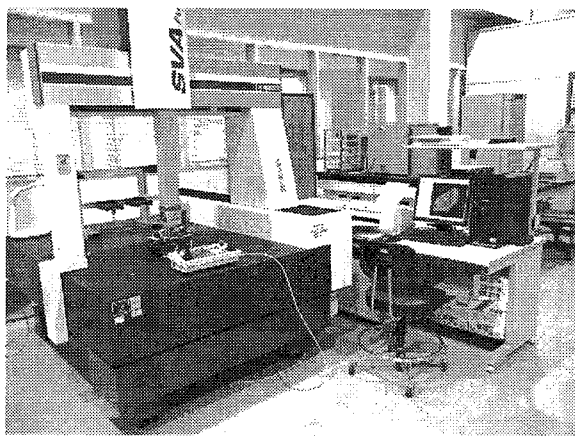


図 2 接触式三次元測定機

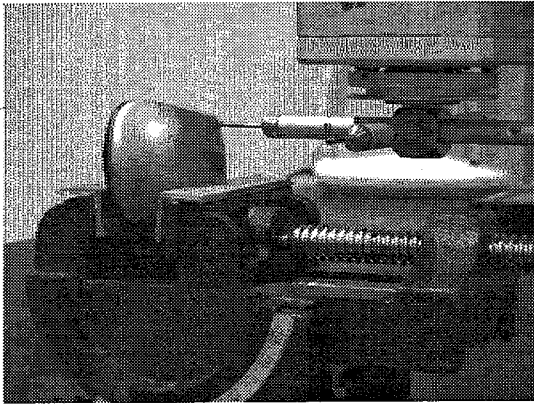


図3 接触式三次元測定機による形状測定

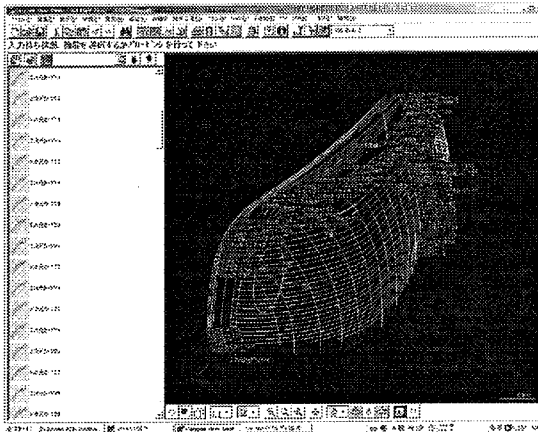


図4 形状測定中の画面

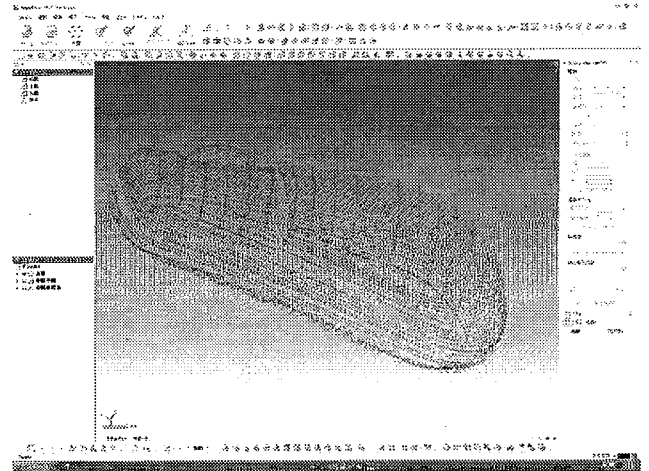


図5 三次元曲面作成システムに読み込んだ点群データ (ASCII 形式)

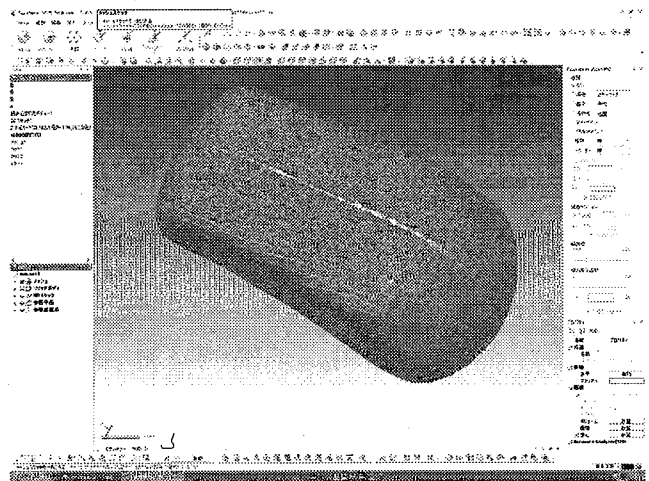


図6 点群データから作成したポリゴンモデル

2.2 CAD モデル作成

CAD モデルの作成は、三次元曲面作成システム (INUS Technology, Inc. Rapidform XOR) を用いて2つの方法で行った。

方法1は、点群データを読み込み、ポリゴンモデルを作成した後に自由曲面 (Nurbus 曲面) に変換するという方法である。三次元曲面作成システムで読み込んだ点群データを図5に、点群データから作成したポリゴンモデルを図6に、サーフェイスモデルを図7に示す。

方法2は、曲線データを読み込み、曲線間にロフト機能を用いて面を貼り、サーフェイスモデルを作成する方法である。全ての曲線を利用して面を貼ることは多くの時間を要し、実用的でないことから、縦方向に5mmの間隔で測定した曲線34本を用いて曲面を作成した。三次元曲面作成システムで読み込んだ曲線データを図8に、曲面作成に利用した曲線を図9に、曲面作成途中の画面を図10に、曲線から作成したサーフェイスモデルを図11に示す。

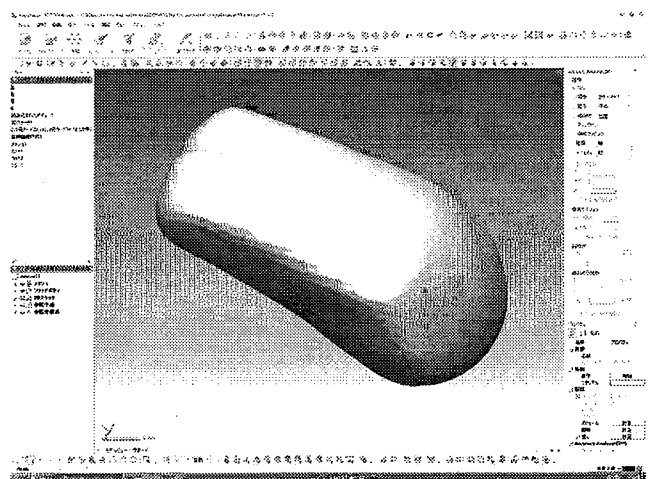


図7 サーフェイスモデル(方法1)

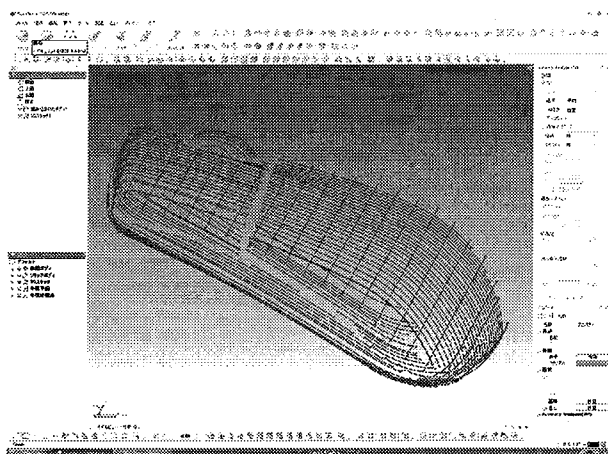


図 8 三次元曲面作成システムに読み込んだ
曲線データ(IGES 形式)

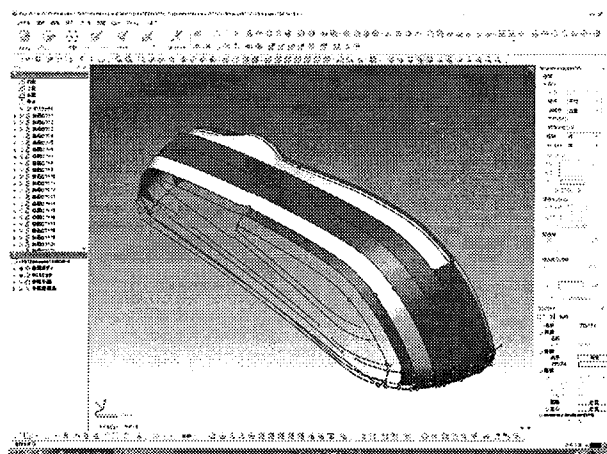


図 10 曲面作成途中の画面

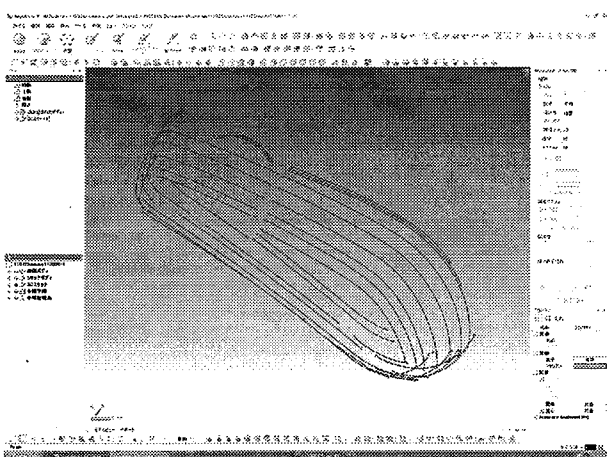


図 9 曲面作成に利用した曲線

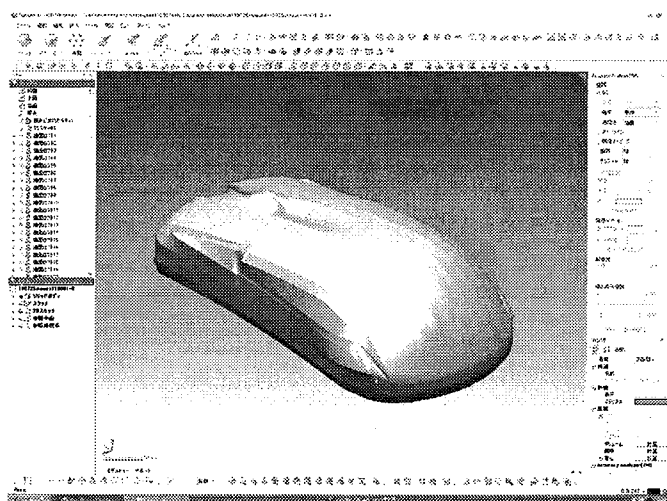


図 11 サーフェイスモデル(方法2)

いずれも、マウスの左半分から作成したモデルからミラーリング機能を用いて右側のモデルを作成し合成した。

さらに、三次元造形機による試作を行うために、サーフェイスモデルを STL 形式として出力し、STL 修正ソフトウェア (Materialise 社 Magics) を用いて不具合を修正した。

2.3 試作

視覚的な評価を行うため、作成した CAD モデルから三次元造形機 (Stratasys, Inc. PRODIGY) を用いて、試作を行った。

三次元造形機を図 12 に、方法 1 の点群データから作成した試作品を図 13 に、方法 2 の曲線データから作成

した試作品を図 14 に示す。

2.4 評価

方法 1 により作成した試作品は、全ての点群データから自動曲面作成機能により曲面作成を行ったため、全体的に滑らかな曲面になっている。

方法 2 により作成した試作品は、曲面間の接続部分の曲率が不連続なため、滑らかさに欠けたものとなっている。

いずれの方法も実物モデルと比較すると細部の再現性に課題があるため、今後、より詳細に実物モデルの測定方法や曲面の作成方法について比較検討する必要がある。

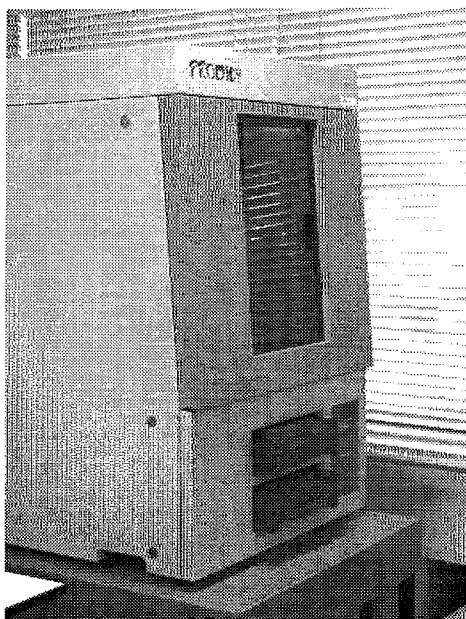


図 12 三次元造形機

3. おわりに

今回の接触式三次元測定機による形状測定は、二次元カーブ測定機能を用いて、曲線 1 本ごとに測定を繰り返す方法により行ったが、測定には多くの時間を要した。また、滑らかな曲面や平面、円筒といった単純な面しか測定できず、凸凹した面、複雑な形状、柔らかいものなどは測定できないといった欠点がある。しかしながら、接触式三次元測定機は非接触式三次元測定機と比較して精度がよいことやノイズがないといった長所もあり、実物モデルによってはリバースエンジニアリングに有効に活用できる可能性がある。今回得られた知見を基に、今後、さらに調査・研究を進め、当所の設備を利用したリバースエンジニアリング手法を向上させることにより、中小企業の技術課題に応えていきたい。

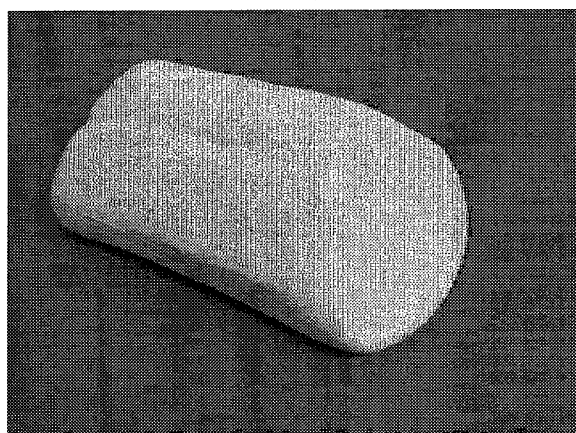


図 13 方法1の点群データから作成した試作品

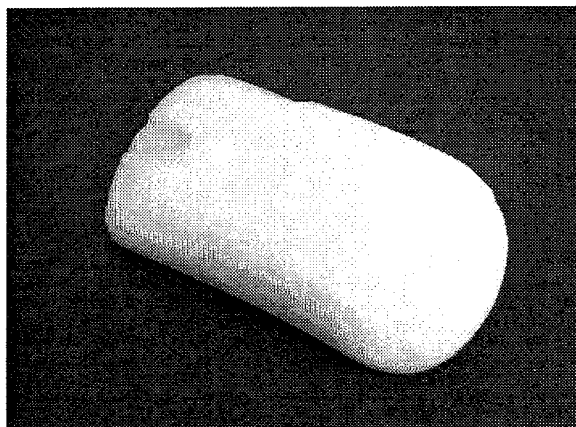


図 14 方法2の曲線データから作成した試作品

Linux を利用した小規模組み込みシステムの事例研究

島本 裕介

組み込みシステムの要素技術は幅広い分野の産業を支える重要な技術である。Linux は高性能なオープンソースソフトウェアであり、組み込みシステムにも利用可能である。本研究では、組み込み Linux システムの開発手順および開発環境構築方法について調査を行い、ターゲットボード上の LED を制御するプログラムを試作した。

キーワード：組み込み Linux、オープンソースソフトウェア、CGI

1. はじめに

組み込みシステムとは産業機器や家電製品などに内蔵され、特定の機能を実現するためのコンピュータシステムのことをいう。その要素技術は自動車、家電、工作機械など、幅広い分野の産業を支える極めて重要な技術となっている。

オープンソースソフトウェアとは、ソフトウェアの設計図にあたるソースコードを、インターネットなどを通じて公開し、誰でもその改良、再配布が行うことができるようなソフトウェアをいう。

本研究ではオープンソースソフトウェアを組み込みシステムに利用することを目的に、組み込み Linux システムの開発手順及び開発環境構築方法について調査をおこない、Linux を搭載したターゲットボード上の LED を制御するプログラムを試作した。以下、これらについて報告する。

2. 組み込み Linux

Linux とは、一般的には Unix のようなコンピュータ一用オペレーティングシステムの一群を指し、厳密にはその内の OS カーネルのことをいう。現在ではパーソナルコンピュータに限らず、携帯電話のような組み込みシステムからメインフレームや HPCC (High Performance Computing Cluster) 等のスーパーコンピュータ

まで、幅広く応用されている。

Linux はソースコードが入手可能でロイヤリティーフリー、またデバイスドライバ、ネットワークプロトコルスタック等のミドルウェアが豊富で動作が安定していることなどの特徴がある。最近、スマートフォンに搭載され、話題となっている Android も Linux をベースにしており、組み込みシステムの OS としても可能性を秘めていることから注目を集めている。

3. 開発環境

一般的に組み込み Linux システムの開発では、プログラムを開発する環境（以下、ホストと呼ぶ）と動作させる環境（以下、ターゲットと呼ぶ）が異なっており、作成したプログラムをホスト側からターゲット側へ転送して実行する、いわゆるクロス開発という手法が用いられる。今回使用した開発環境のターゲットを表 1、ホストを表 2 に示す。また、開発環境の概要を図 1 に示す。

表 1 ターゲット

ターゲットボード (ターゲット)	
μST-SH2 (株式会社 ALPHA PROJECT)	
CPU	SH7619
OS	μCLinux

表 2 ホスト

開発用 PC (ホスト)	
デスクトップ PC (パソコン工房)	
OS	Windows XP
Linux 専用エミュレータ	coLinux

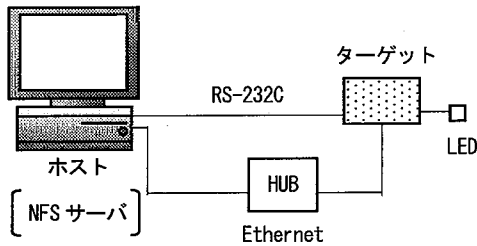


図 1 開発環境の概要

4. 制御プログラム

ターゲットボード上の LED を制御するプログラムは C 言語で記述した。これは CGI (Common Gateway Interface) プログラムと呼ばれるものである。

CGI とは Web サーバ上でユーザプログラムを動作させるための仕組みである。LED 点灯を ON にする CGI プログラムを図 2 に示す。

また、ホスト上で LED 制御を行う Web 画面は HTML で記述した。Web 画面のプログラムを図 3 に示す。

```
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<fcntl.h>
#include<sys/ioctl.h>
#include<asm/mach/led.h>
int main(void){
    int fd;
    if((fd = open("/dev/led", O_RDWR))==-1){
        printf("Content-type:text/html\n");
        printf("<html><head></head><body>\n");
        printf("Decive file open error<br>\n");
        printf("</body></html>\n");
        exit(1);
    }
```

```
ioctl(fd,LED_IOC SWITCHON,LED1);
printf("content-type: text/html\n\n");
printf("<html><head></head><body>");
printf("LED1 ON<br>\n");
printf("<Paling=¥\"center¥\"></P>\n");
printf("<Ahref=¥\"../sample_test.html¥\"></A>\n");
printf("<script type=¥\"text/javascript¥\">\n");
printf("<!--¥\n");
printf("location.href=¥\"../sample_test.html¥\";\n");
printf("// --¥\n");
printf("</script>\n");
printf("</body></html>\n");
return 1;
}
```

図 2 CGI プログラム

```
<html><head>
<title>shisaku</title>
<meta
http-equiv="Content-Type"content="text/html;charset=Shift_
JIS">
<meta http-equiv="Content-Style-Type"content="text/css">
<style type="text/css"></style>
</head>
<body>
<form action="cgi-bin/shi01.cgi"method=get>
<input style="WIDTH: 200px; HEIGHT: 44px"type=submit size=44
value=" LED1 ON ">
</form>
<form action="cgi-bin/shi02.cgi"method=get>
<input style="WIDTH: 200px; HEIGHT: 44px"type=submit size=44
value=" LED1 OFF ">
</form>
</body>
</html>
```

図 3 Web 画面のプログラム

試作したプログラムを検証した結果、Web 画面上のスイッチボタンで LED の点灯を制御できることを確認した。また、ネットワーク経由で他の PC から遠隔操作ができることを確認した。他の PC から行う LED 制御の概要を図 3、LED 点灯動作のアクセス概要を図 4、Web 画面を図 5 に示す。

5. おわりに

組込み Linux システムの開発手順および開発環境構築方法について調査を行い、ターゲットボード付属の LED の制御プログラムを試作、検証した。今後は、温湿度計センサをターゲットボードに取り付け、測定した温湿度データをネットワークで接続されたパソコン上にグラフを表示するシステムを作成する予定である。

参考文献

- (1) 岡田賢治、川井義治、宮原徹、佐久間伸夫、Linux 標準教科書
- (2) Michael K.Johnson、Erik W.Troan、アスキー出版局 プログラミング Linux
- (3) Web liberty (<http://www.web-liberty.net>)
- (4) RENESAS (<http://japan.renesas.com>)
- (5) C 言語で作る CGI 入門 (http://www.kinet.or.jp/hiromin/cgi_introduction/index.html)

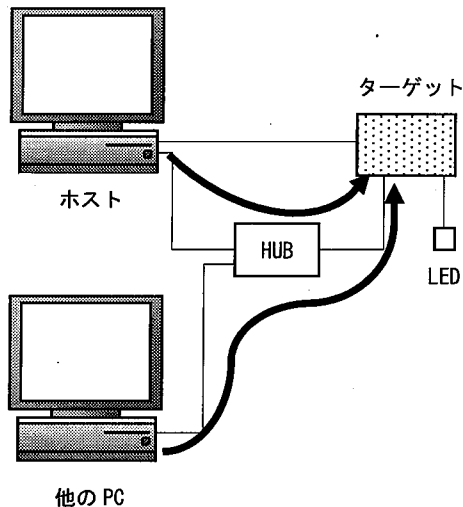


図3 他のPCから行うLED制御の概要

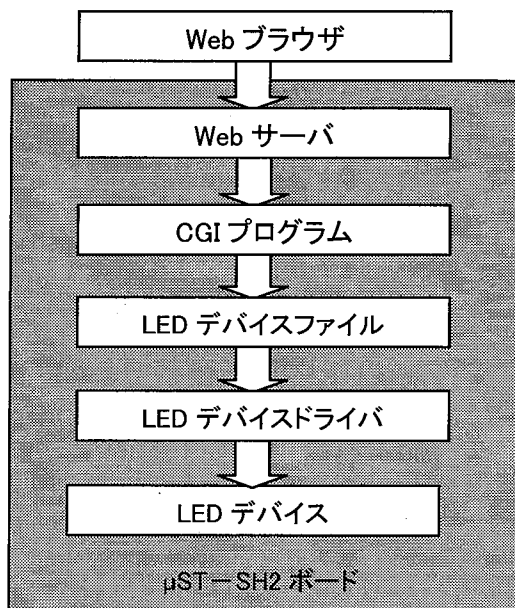


図4 LED点灯動作のアクセス概要

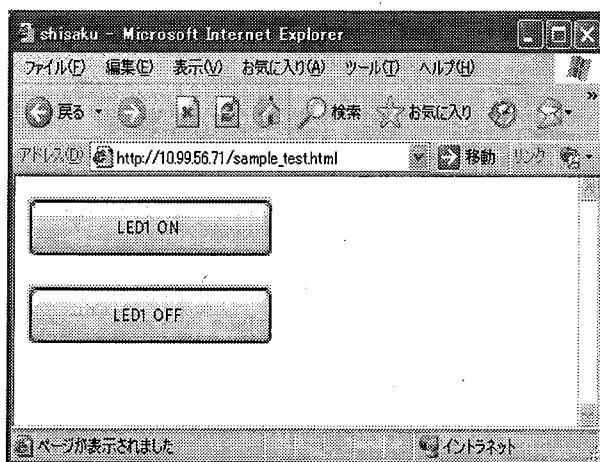


図5 LEDを制御するWeb画面

4 事例報告

- (1) 広島市における産業構造に関する研究
佐竹 優、藤原 成幸 49
- (2) 鉄イオンが植物に与える影響の確認方法について
桑原 修 67
- (3) 間伐材を利用した学校用教室机の天板の現地調査結果
西澤 永恵 71
- (4) 識別パターン穿孔機の開発
尾崎 清、後藤 幹雄 74

広島市における産業構造に関する研究

佐竹 優、藤原 成幸

広島市は自動車産業に特化した製造業が中心都市であると考えられているのではないだろうか。しかしながら、広島市の産業構造を明らかにした最新の資料は見当たらず、実際に各産業がどの程度の割合を占め、広島市の中心都市産業となっているのかは示されていない。そこで、本稿では事業所・企業統計調査結果報告書に基づき広島市の産業構造に従業者数ベースで整理し考察を行った。その結果、広島市は第3次産業が中心都市であり、また第3次産業の中でも(1)都市型の産業と(2)製造業に関連した産業に分類される業種が発達していることが広島市の産業構造の特徴であることが分かった。

キーワード：事業所・企業統計調査、日本標準産業分類、都市型産業

1. はじめに

広島市はマツダ㈱を中心とする自動車産業に特化した製造業が中心都市と考えられているのではないだろうか。しかしながら、広島市の産業構造を明らかにした最新の資料は見当たらず、実際に各産業がどの程度の割合を占め、広島市の中心都市産業となっているのかは示されていない。また、産業構造を明らかにすることは、新たな産業の創出や既存産業の振興に対して必要な基本情報となり、各産業がどのような状況に置かれているのかを推察する上で必要であると考えられる。そこで、本稿は広島市の産業構造を明らかにすることを目指す。

本調査は、「事業所・企業統計調査結果報告書」を用い従業者数を分析することで実施した。具体的には、日本標準産業分類に従った産業分類(大分類、中分類、小分類)ごとの従業者数を整理した。また、事業所・企業統計調査結果報告書は直近の大規模調査の結果である平成18年のものを使用し、広島市との比較対象として広島県と全国のデータも整理した。

本稿の構成は、まず「1. はじめに」で本調査の背景、目的及び全体の構成について述べる。次に、「2. 平成18年における広島市の産業構造」において、広島市の産業構造を産業の大分類、中分類、小分類で区分けした場合の整理・分析を行う。最後に、「3. おわりに」

で全体のまとめと今後の課題を述べる。

2. 平成18年における広島市の産業構造

本章では広島市がどのような産業構造になっているのか分析を行った。分析には平成18年の事業所・企業統計調査を用いたが、この統計調査における産業の分類は平成14年改定の日本標準産業分類である。また、分析項目は従業者数とし、広島県と全国の産業構造と比較を行った。なお、今回の分析で用いる用語の定義は、特段の説明をしない限り、事業所・企業統計調査のものを使用する。

まず、今回の分析で事業所・企業統計調査を使用したのは、本統計調査が日本の全事業所を対象とした指定統計調査であるためである。指定統計は統計法^{注1)}に基づき総務大臣が指定し、公示を受けた統計調査のことであるが、事業所・企業統計調査は個人経営の農林漁業など一部の事業所を除き、全国のすべての事業所(民営事業所及び公的事業所)を対象として行われる指定統計調査である。

次に、平成18年の調査結果を用いたのは、当年が直近で大規模な本調査が行われた年のためである。なお、事業所・企業統計調査には5年ごとに民営事業所と公的事業所の両方を調査対象として行われる本調査の他

注1) 統計法 第2条(昭和22年法律第18号)

「この法律において指定統計とは、政府若しくは地方公共団体が作成する統計又はその他のものに委託して作成する統計であつて総務大臣が指定し、その旨を公示した統計をいう。」

表 1 日本標準産業分類(大分類(平成 14 年改定版))

分類記号	分類名	分類記号	分類名
A	農業	J	卸売・小売業
B	林業	K	金融・保険業
C	漁業	L	不動産業
D	鉱業	M	飲食店、宿泊業
E	建設業	N	医療、福祉
F	製造業	O	教育、学習支援業
G	電気・ガス・熱供給・水道業	P	複合サービス事業
H	情報通信業	Q	サービス業(他に分類されないもの)
I	運輸業	R	公務(他に分類されないもの)

に、3 年ごとに行われる民営事業所のみを対象とした簡易調査がある。

次に、分析対象に従業者数としたのは、事業所・企業統計調査では主に産業別の事業所数と従業者数の 2 項目が調べられているが、事業所数はそこに所属する従業者の人数によらず 1 事業所として計上されているため、産業別の事業所数の大小が産業構造を反映しているとは言えないことから、雇用ベースの従業者数を用いることとする。

次に、事業所・企業統計調査に用いられている産業分類は日本標準産業分類に基づいている。日本標準産業分類とは総務省が日本の各種統計における産業分類を定めたものであり、産業の大きなくくりの方から大分類、中分類、小分類、細分類（事業所・企業統計調査では大分類から小分類までの分類でデータが整理されており、細分類については使用されていない）がある。参考として、平成 14 年改定版の日本標準産業分類（大分類）を表 1 に示すが、大分類は A～R までの 18 分類（例えば、E 建設業、F 製造業など）、中分類は A 01 から R 96 までの 95 分類（例えば、E 06 総合工事業、E 07 職別工事業など）、小分類は A 0101 から R 962 までの 419 分類（例えば、E 061 一般土木建築工事業、E 062 土木工事業など）が定められている。

最後に、今回使用する統計資料としては広島市、広島県及び全国の事業所・企業統計調査の結果を使用した。各資料は広島市、広島県及び独立行政法人統計

センターのホームページ^{注 2)}で公開されているものを用いた。

2.1 平成 18 年における広島市の産業構造(産業別比較)

産業を第 1 次産業（表 1 の A～C）、第 2 次産業（D～F）、第 3 次産業（G～R）に大別して従業者数の構成比を求めたものを図表 1 に示す。

まず、広島市は第 1 次産業が 0.1%（714 人）、第 2 次産業が 17.7%（101,587 人）、第 3 次産業が 82.2%（473,494 人）であった。

次に、広島県は第 1 次産業が 0.5%（6,511 人）、第 2 次産業が 24.8%（334,032 人）、第 3 次産業が 74.7%（1,005,464 人）である。

最後に、全国は第 1 次産業が 0.5%（284,476 人）、第 2 次産業が 24.0%（14,065,922 人）、第 3 次産業が 75.5%（44,283,917 人）であった。

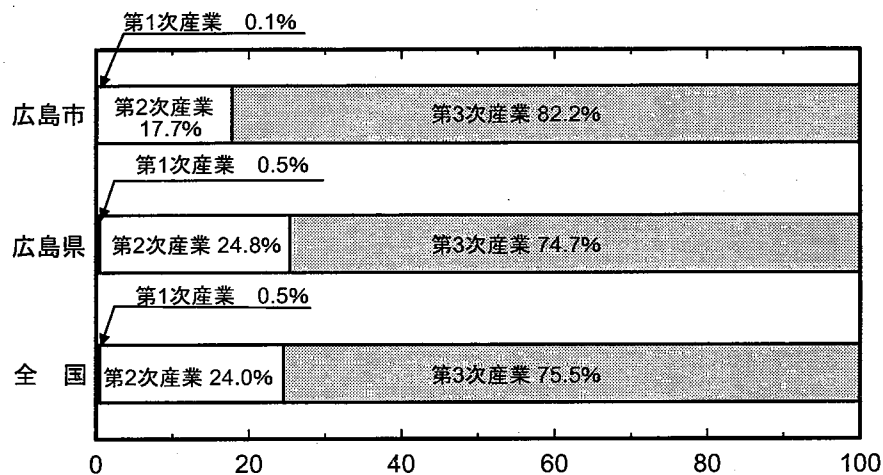
以上のことから、広島県と全国の構成比は比較的似かよっているが、広島市の第 3 次産業は広島県、全国よりも約 7 ポイント大きく、また第 2 次産業は 7 ポイント程度小さくなっており、広島市の産業は全国、広島県と比べてより第 3 次産業が主になっていることが分かる。

2.2 平成 18 年における広島市の産業構造(大分類比較)

前節 2.1 の産業内の構成を詳しく見ていくために、大分類における従業者数の多い上位 5 業種が産業全体

注 2) 広島市の事業所・企業統計調査の結果は広島市のホームページ (http://www.city.hiroshima.lg.jp/kikaku/joho/toukei/22_jigyuu/h18/index_jigyuu18.html) で公開されている。また、広島県及び全国の事業所・企業統計調査の結果は広島県のホームページ (<http://db1.pref.hiroshima.jp/Folder11/Folder1103/Frame1103.htm>) 及び独立行政法人統計センターのホームページ (<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL02010101.do> (政府統計の総合窓口)) で公開されている。

図表 1 平成 18 年における広島市の産業構造(産業分類別)



	第 1 次産業		第 2 次産業		第 3 次産業		合計
	従業者数	構成比	従業者数	構成比	従業者数	構成比	従業者数
広島市	714	0.1%	101,587	17.7%	473,494	82.2%	575,795
広島県	6,511	0.5%	334,032	24.8%	1,005,464	74.7%	1,346,007
全国	284,476	0.5%	14,065,922	24.0%	44,283,917	75.5%	58,634,315

出所)注 2 の各種統計資料より筆者が作成。

なお、構成比は小数第 2 位を四捨五入している(以降の表も同様)。

に占める割合(構成比)を整理したものを図表 2 に示す。なお、広島市の産業構造を比較するために広島県及び全国のデータも併記している。

まず、広島市において従業者数の多い上位 5 業種は、①卸売・小売業の 24.5% (141,127 人)、②サービス業(他に分類されないもの)の 16.5% (95,002 人)、③製造業の 10.2% (59,005 人)、④医療・福祉業の 9.7% (55,610 人)、⑤飲食店・宿泊業の 8.3% (47,758 人)の順となっており、これら構成比の合計は 69.2%である。

次に、広島県において従業者数の多い上位 5 業種は、①卸売・小売業の 22.0% (296,054 人)、②製造業の 17.5% (235,212 人)、③サービス業(他に分類されないもの)の 13.8% (185,953 人)、④医療・福祉業の 10.4% (139,485 人)、⑤建設業の 7.3% (98,275 人)の順となっており、これら構成比の合計は 70.9%である。

最後に、全国において従業者数の多い上位 5 業種は、①卸売・小売業の 21.1% (12,400,519 人)、②製造業

の 16.9% (9,921,885 人)、③サービス業(他に分類されないもの)の 14.8% (8,690,128 人)、④医療・福祉業の 9.5% (5,588,153 人)、⑤飲食店・宿泊業の 8.3% (4,875,468 人)の順となっており、これら構成比の合計は 70.6%である。

この分析から明らかになったことは以下のとおりである。

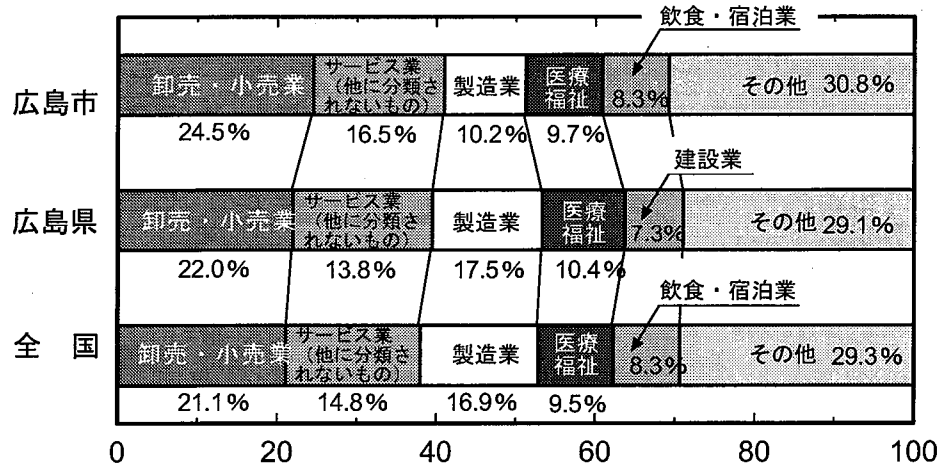
①広島市の上位 5 業種の構成比の合計は広島県及び全国とほぼ同じであり、上位 5 業種が全体の約 7 割を占めている。

②広島市の上位 5 業種は、順位の違いはあるものの、全国と同じ業種構成であり、広島県も建設業が入っている以外は広島市や全国と同様である。

③広島市で最も従業者数の多い業種は J 卸売・小売業であり、このことは広島県と全国でも同じであるが、広島市の卸売・小売業の構成比は広島県、全国よりも 2~3 ポイント大きくなっている。

④広島市は産業構造として F 製造業に特徴があると言われているが、製造業は広島市では第 3 位の 10.2%

図表 2 平成 18 年における広島市の産業構造(大分類比較)



広島市		従業者	
順位	大分類	従業者数	構成比
①	J 卸売・小売業	141,127	24.5%
②	Q サービス業(他に分類されないもの)	95,002	16.5%
③	F 製造業	59,005	10.2%
④	N 医療、福祉	55,610	9.7%
⑤	M 飲食店、宿泊業	47,758	8.3%
	その他 (⑥E 建設業)	177,293 (42,507)	30.8% (7.4%)
	合計	575,795	100.0%

広島県		従業者	
順位	大分類	従業者数	構成比
①	J 卸売・小売業	296,054	22.0%
②	F 製造業	235,212	17.5%
③	Q サービス業(他に分類されないもの)	185,953	13.8%
④	N 医療、福祉	139,485	10.4%
⑤	E 建設業	98,275	7.3%
	その他 (⑥M 飲食・宿泊業)	391,028 (97,068)	29.1% (7.2%)
	合計	1,346,007	100.0%

全国		従業者	
順位	大分類	従業者数	構成比
①	J 卸売・小売業	12,400,519	21.1%
②	F 製造業	9,921,885	16.9%
③	Q サービス業(他に分類されないもの)	8,690,128	14.8%
④	N 医療、福祉	5,588,153	9.5%
⑤	M 飲食店、宿泊業	4,875,468	8.3%
	その他 (⑥E 建設業)	17,158,162 (4,144,037)	29.3% (7.1%)
	合計	58,634,315	100.0%

出所)注 2 の各種統計より筆者が作成

を占めるが、広島県及び全国の製造業の占める割合は広島市よりも約7ポイント以上高く、第2位で17%前後を占めている。

⑤広島市では第2位にQ サービス業(他に分類されないもの)^{注3)}があり、16.5%を占めているが、広島県

及び全国のサービス業(他に分類されないもの)の占める割合は広島市よりも約2.5ポイント低く、第3位で約14%を占めている。

以上のことから、広島市の産業構成は広島県、全国と比較して卸売・小売業及びサービス業(他に分類さ

注3) Q 専門サービス業(他に分類されないもの)とは、専門サービス業(法律事務所等)、その他の事業サービス業、娯楽業、廃棄物処理業、自動車整備業、物品賃貸業等である。

れないもの)の占める割合が大きく、この2つの構成比の合計は広島市の方が約5ポイント大きい。一方、製造業は広島県、全国の全体に占める割合の方が約7ポイント大きくなっている。一般的に広島市は自動車産業等の製造業が中心的といわれるが、産業構成を広島県、全国と比較してみると、広島市は製造業よりも卸売・小売業やサービス業といった第3次産業が中心的な都市であると言える。

2.3 平成18年の広島市における産業(中分類)の従業者数の多い順位

前節では従業者の多い大分類上位5業種の産業を示したが、ここでは大分類の区分に関係なくすべての中分類(95業種)を順位付けし、広島市の各産業の順位と広島県及び全国の順位を比較することで広島市の産業構造の特徴を明らかにする。

広島市の産業(中分類)において従業者数の多い上位10業種を抜き出したものが表2である。なお、広島市の上位10業種について、広島県及び全国の産業(中分類)の構成比を併記し、それらの業種の広島県と全

国における順位も示している。以下では広島市において従業者数の多い産業(中分類)の順に説明する。

まず、第1位で5.8%を占めたN73医療業は、広島県では6.1%で第1位であったが、全国では5.6%で第2位となっている。広島市及び広島県は全国と比べて順位も高く、構成比は0.2~0.3ポイント大きくなっている。

次に、第2位で5.8%を占めたQ90その他の事業サービス業^{注4)}は、広島県では4.2%で第5位であり、全国では4.8%で第4位であった。構成比は広島県と全国はほぼ同程度であるが、広島市は広島県及び全国より1.0~1.5ポイント大きく第2位であり、Q90が占める割合が大きくなっているのが特徴的である。

次に、第3位で5.4%を占めたJ57飲食料品小売業は、広島県では5.7%で第2位であり、全国では5.9%で第1位であった。広島市のJ57飲食料品小売業は広島県と全国よりも順位が低く、構成比も0.3~0.5ポイント低くなっている。

次に、第4位で4.7%を占めたM70一般飲食店は、広島県では4.2%で第4位であり、全国では4.9%で第

表2 平成18年の広島市における従業者数の多い産業(中分類)の順位

中分類		広島市			広島県				全国			
		順位	従業者数	構成比	順位	従業者数	構成比	県-市 (ポイント)	順位	従業者数	構成比	国-市 (ポイント)
N-73	医療業	①	33,214	5.8%	①	82,069	6.1%	0.3	②	3,266,367	5.6%	-0.2
Q-90	その他の事業サービス業	②	33,112	5.8%	⑤	56,682	4.2%	-1.5	④	2,789,286	4.8%	-1.0
J-57	飲食料品小売業	③	30,948	5.4%	②	76,301	5.7%	0.3	①	3,435,930	5.9%	0.5
M-70	一般飲食店	④	27,301	4.7%	④	57,145	4.2%	-0.5	③	2,870,766	4.9%	0.2
J-60	その他の小売業	⑤	24,562	4.3%	③	62,879	4.7%	0.4	⑤	2,559,099	4.4%	0.1
N-75	社会保険・社会福祉・介護事業	⑥	21,204	3.7%	⑥	55,036	4.1%	0.4	⑥	2,221,692	3.8%	0.1
O-76	学校教育	⑦	20,058	3.5%	⑦	49,065	3.6%	0.2	⑦	2,014,492	3.4%	0.0
J-53	機械器具卸売業	⑧	20,043	3.5%	⑪	27,991	2.1%	-1.4	⑩	1,067,093	1.8%	-1.7
E-06	総合工事業	⑨	18,959	3.3%	⑨	46,136	3.4%	0.1	⑧	2,014,046	3.4%	0.1
Q-80	専門サービス業	⑩	17,155	3.0%	⑬	28,076	2.1%	-0.9	⑬	1,247,612	2.1%	-0.9
合計			246,556	42.8%		541,380	40.2%	-2.6		23,486,383	40.1%	-2.8
その他			329,239	57.2%		804,627	59.8%			35,147,932	59.9%	
(F-30)	(輸送用機械器具製造業)	(⑮)	(12,933)	(2.2%)	(⑧)	(47,932)	(3.6%)		(⑪)	(1,073,533)	(1.8%)	
(I-44)	(道路貨物運送業)	(⑯)	(12,844)	(2.2%)	(⑩)	(37,074)	(2.8%)		(⑨)	(1,530,488)	(2.6%)	
(R-96)	(地方公務)	(⑰)	(12,472)	(2.2%)	(⑭)	(28,941)	(2.2%)		(⑩)	(1,304,187)	(2.2%)	

所)注2の各種統計資料より筆者が作成

注4) Q90 その他の事業サービス業とは、建物サービス業、計量証明業、速記・ワープロ入力・複写業、商品検査業、警備業、労働者派遣業等企業を対象とした事業サービスを行う事業所が分類される。

3 位であった。広島市の構成比及び順位は広島県及び全国とほぼ同じ程度であるが、広島県と比べると構成比は 0.5 ポイント高い。

次に、第 5 位で 4.3% を占めた J60 その他の小売業^{注 5)}は、広島県では 4.7% で第 3 位であり、全国では 4.4% で第 5 位であった。広島市の構成比及び順位は全国とほぼ同程度であるが、第 3 位の広島県と比べると構成比は 0.4 ポイント小さい。

次に、第 6 位で 3.7% を占めた N75 社会保険・社会福祉・介護事業^{注 6)}は、広島県では 4.1% で第 6 位であり、全国では 3.8% で第 6 位であった。広島市の構成比及び順位は広島県及び全国とほぼ同じとなっている。

次に、第 7 位で 3.5% を占めた O76 学校教育^{注 7)}は、広島県では 3.6% で第 7 位であり、全国では 3.4% で第 7 位であった。広島市の構成比及び順位は広島県及び全国とほぼ同じとなっている。

次に、第 8 位で 3.5% をしめた J53 機械器具卸売業は、広島県では 2.1% で第 17 位であり、全国では 1.8% で第 18 位であった。広島市の構成比と比べて、広島県及び全国は 1.4~1.7 ポイント小さく順位も大きく下回っている。なお、広島県において第 8 位は 3.6% を占める F30 輸送用機械器具製造業（広島市では第 15 位で 2.2%）であり、全国では 3.4% を占める E06 総合工事業（広島市では第 9 位で 3.3%）となっている。

次に、第 9 位で 3.3% を占めた E06 総合工事業は、広島県では 3.4% で第 9 位であり、全国では 3.4% で第 8 位であった。広島市の構成比及び順位は広島県及び全国とほぼ同じとなっている。

最後に、第 10 位で 3.0% を占めた Q80 専門サービス業^{注 8)}は、広島県では 2.1% で第 16 位であり、全国では 2.1% で第 13 位であった。広島市の構成比と比べて、広島県及び全国のそれは 0.9 ポイント小さく順位も大きく下回っている。なお、広島県において第 10 位は 2.8% を占める I44 道路貨物運送業（広島市では第 16 位で 2.2%）であり、全国では 2.2% を占める R96 地方公務（広島市では第 17 位で 2.2%）となっている。

また、全体の順位を見てみると上位 10 業種うち 8 業種は順位が異なるものの広島市、広島県、全国で同じ

業種が入っている。異なるのは J53 機械器具卸売業と Q80 専門サービス業の 2 業種であるが、これらの順位は広島県及び全国の順位の方が大きく下回っており、これら 2 つの業種の順位が大きいことは広島市の特徴といえる。

ところで、大分類で見た場合、広島市の産業の中で従業者数の多い第 3 位には F 製造業が入っていたが（図表 2 参照）、表 2 より分かるように製造業は上位 10 業種には入っておらず、製造業の中で最も多くを占める業種は、第 15 位の F30 輸送用機械器具製造業の 2.2% である。このように、広島市の製造業の中で最も従業者数の多い F30 輸送用機械器具製造業も第 15 位であった。一方、広島県では輸送用機械器具製造業は第 8 位で 3.6% を占めており、輸送用機械器具製造業の中心は広島市外にあることがわかる。なお、当業種には、自動車製造業の他に鉄道車両、船舶、航空機製造業等が含まれている。

さらに、上記 10 業種の構成比の合計を見ると、広島市は 42.8%、広島県は 40.2%、全国は 40.1% であり、広島市と比べて広島県及び全国の構成比は小さくなっている。これより、広島市では広島県及び全国と比べて業種の構成に若干の偏りがあるといえるが、これは主に表 2 に網掛けで示した Q90 その他の事業サービス業、J53 機械器具卸売業、Q80 専門サービス業が広島市では広島県及び全国と比べて約 1.0~2.0 ポイント大きく上回っていることによると考えられる。このうち、Q80 専門サービス業と Q90 その他の事業サービス業は、都市部に多く立地する都市型産業であると考えられるため、人口の密集した広島市では比較的大きな構成比となったと考えられる。J53 機械器具卸売業や Q90 その他の事業サービス業の一部については、広島市の製造業の中で最も多くの従業者を抱える F30 輸送用機械器具製造業との関連が考えられる（これらの詳細については 2.4 及び 2.5 節で述べる）。

前節の図表 2 では明らかではなかったが、中分類で業種を順位付けしてみると、広島市で従業者が多い業種は N73 医療業や Q90 その他の事業サービス業であることが分かる。このように、広島市では上位 10 業種のほとんどがサービス業や卸売・小売業といった第 3 次

注 5) J60 その他の小売業とは、医薬品・化粧品小売業、農耕用品小売業、燃料小売業、スポーツ用品・がん具小売業等である。

注 6) N75 社会保険・社会福祉・介護事業とは、社会保険事業団体、福祉事務所、児童福祉事業、老人福祉・介護事業等である。

注 7) O76 学校教育とは、小学校、中学校、高等学校、高等教育機関（大学等）、幼稚園等である。

注 8) O80 専門サービス業とは、法律事務所、特許事務所、税理士事務所、土木建築サービス業、デザイン・機械設計業、公認会計士

産業であり、それ以外では第9位のE建設業のE06総合工事業のみである。このように、前節2.2でも述べたが、広島市では製造業等の第2次産業よりも、第3次産業が中心となって構成されていることが分かる。

2.4 平成18年における広島市の産業構造(中分類比較)

ここでは、広島市における大分類の中をさらに中分類で順位付けし、より詳細に広島市と広島県及び全国の産業構造の差を明らかにしていくことにする。

広島市の上位5業種(大分類)の中をさらに中分類で分け、その中から従業者数の多い上位5業種を抜き出したものが表3である。なお、広島市の上位5業種について、広島県及び全国の産業(中分類)の構成比を併記し、それらの業種の広島県と全国での順位も示している。また、広島県と全国の構成比の欄には広島県(又は全国)と広島市の構成比の差を併記している。さらに、中分類は従業者数の多い上位5業種のみを抜き出しているが、上位3業種のみしか記述のない大分類は、中分類が3業種のみで構成されている業種である。

る。

まず、大分類で第1位であったJ卸売・小売業内の中分類による上位5業種は、①J57 飲食料品小売業が21.9%(30,948人)、②J60 その他の小売業17.4%(24,562人)、③J53 機械器具卸売業14.2%(20,043人)、④J54 その他の卸売業9.7%(13,635人)、⑤J51 飲食料品卸売業8.1%(11,372人)の順になっている。上記の順位は広島県と全国でも同じであるが、構成比は異なり、①J57 飲食料品小売業と②J60 その他の小売業は広島市より広島県及び全国の方が約3~6ポイント大きくなっている。一方で、③J53 機械器具卸売業の構成比は広島市の方が約5~6ポイント大きい。このように、広島市のJ卸売・小売業の中分類による構成は、広島県及び全国と比較して、J53 機械器具卸売業の構成比が大きくなっている特徴がある。

次に、大分類で第2位であったQサービス業(他に分類されないもの)内の中分類による上位5業種は、①Q90 その他の事業サービス業^{注4)}34.9%(33,112人)、②Q80 専門サービス業18.1%(17,155人)、③Q82 洗濯・理容・美容・浴場業13.7%(13,022人)、④Q84 娯楽業7.9%(7,497人)、⑤Q88 物品賃貸業3.9%(3,677人)の順になっている。

表3 平成18年における広島市の産業構造(中分類比較)

大分類	中分類	広島市			広島県			全国		
		順位	従業者数	構成比	順位	構成比	県-市 (ポイント)	順位	構成比	全国-市 (ポイント)
J 卸売・小売業	57 飲食料品小売業	①	30,948	21.9%	①	25.8%	3.8	①	27.7%	5.8
	60 その他の小売業	②	24,562	17.4%	②	21.2%	3.8	②	20.6%	3.2
	53 機械器具卸売業	③	20,043	14.2%	③	9.5%	-4.7	③	8.6%	-5.6
	54 その他の卸売業	④	13,635	9.7%	④	7.0%	-2.7	④	7.1%	-2.6
	51 飲食料品卸売業	⑤	11,372	8.1%	⑤	6.9%	-1.2	⑤	6.8%	-1.2
Q サービス業 (他に分類されないもの)	90 その他の事業サービス業	①	33,112	34.9%	①	30.5%	-4.4	①	32.1%	-2.8
	80 専門サービス業	②	17,155	18.1%	③	15.1%	-3.0	②	14.4%	-3.7
	82 洗濯・理容・美容・浴場業	③	13,022	13.7%	②	16.0%	2.3	③	14.2%	0.5
	84 娯楽業	④	7,497	7.9%	④	9.4%	1.5	④	10.2%	2.3
	88 物品賃貸業	⑤	3,677	3.9%	⑧	3.5%	-0.4	⑧	3.3%	-0.6
F 製造業	30 輸送用機械器具製造業	①	12,933	21.9%	①	20.4%	-1.5	③	10.8%	-11.1
	09 食料品製造業	②	11,561	19.6%	③	12.2%	-7.4	①	12.6%	-7.0
	26 一般機械器具製造業	③	8,284	14.0%	②	13.7%	-0.3	②	11.5%	-2.6
	25 金属製品製造業	④	5,619	9.5%	④	8.3%	-1.3	④	8.0%	-1.5
	16 印刷・関連業	⑤	3,833	6.5%	⑩	3.2%	-3.3	⑧	4.7%	-1.8
N 医療、福祉	73 医療業	①	33,214	59.7%	①	58.8%	-0.9	①	58.5%	-1.3
	75 社会保険・社会福祉・介護事業	②	21,204	38.1%	②	39.5%	1.3	②	39.8%	1.6
	74 保健衛生	③	1,192	2.1%	③	1.7%	-0.4	③	1.8%	-0.4
M 飲食店、宿泊業	70 一般飲食店	①	27,301	57.2%	①	58.1%	0.9	①	58.9%	1.7
	71 遊興飲食店	②	15,541	32.5%	②	22.4%	-10.1	②	25.6%	-6.9
	72 宿泊業	③	4,916	10.3%	③	19.5%	9.2	③	15.5%	5.2

出所)注2の各種統計資料より筆者が作成

濯・理容・美容・浴場業 13.7% (13,022 人)、④Q84 娯楽業 7.9% (7,497 人)、⑤Q88 物品賃貸業 3.9% (3,677 人) となっている。上記の順位は広島県と全国のものとは異なるが、Q90 その他の事業サービス業は広島県、全国でも第 1 位であり、第 2 位の業種の約 2 倍の構成となっている点は同じである。ただし、広島市において Q90 が占める割合は、広島県及び全国よりも約 3~4 ポイント大きくなっている。また、Q80 専門サービス業^{注 8)}も広島市の方が広島県及び全国より約 3~4 ポイント大きい。ところで、広島市では第 5 位に物品賃貸業が入っているが、広島県、全国ではその業種は第 8 位になっており、広島県の第 5 位は廃棄物処理業、全国はその他の生活関連サービス業（旅行業、衣服裁縫修理業、葬儀場、結婚式場業等）となっている。このように、広島市の Q サービス業（他に分類されないもの）内の中分類による構成は、広島県と全国と比較して、Q90 その他の事業サービス業及び Q80 専門サービス業の構成が大きくなっている特徴がある。

次に、大分類で第 3 位であった F 製造業内の中分類による上位 5 業種は、①F30 輸送用機械器具製造業 21.9% (12,933 人)、②F09 食料品製造業 19.6% (11,561 人)、③F26 一般機械器具製造業 14.0% (8,284 人)、④F25 金属製品製造業 9.5% (5,619 人)、⑤F16 印刷・同関連業 6.5% (3,833 人) となっている。

上記の順位は広島県と全国のものとは異なるが、広島県の第 1 位が F30 輸送用機械器具製造業で約 20% を占める点は広島市と同様である。一方、全国の第 1 位は F09 食料品製造業であり、広島市及び広島県で第 1 位であった F30 輸送用機械器具製造業は 10.8% で第 3 位となっており、広島市と全国の約半分の構成比となっている。また、F16 印刷・同関連業は広島市では第 5 位であるが、広島県は第 10 位、全国は第 8 位となっており、構成比も広島市の約半分である。このように、広島市の F 製造業内の中分類による構成は、F30 輸送用機械器具製造業については広島市、広島県の構成比は全国の約 2 倍と大きく、また F09 食料品製造業及び F16 印刷・同関連業は広島市が広島県及び全国よりも大きいという特徴がある。

次に大分類で第 4 位であった N 医療、福祉業内の中分類による上位 3 業種は、F73 医療業 59.7% (33,214 人)、②N75 社会保険・社会福祉・介護事業 38.1% (21,204

人)、③N74 保険衛生 2.1% (1,192 人) となっている。

上記の順位は、広島県及び全国と同じであり、構成比もほぼ同程度となっている。

最後に、大分類で第 5 位であった M 飲食店、宿泊業内の中分類による上位 3 業種は、F70 一般飲食店が 57.2% (27,301 人)、②M71 遊興飲食店 32.5% (15,541 人)、③宿泊業 10.3% (4,916 人) となっている。上記の順位は、広島県及び全国と同じである。ただし、広島市では M71 遊興飲食店（料亭、バー、酒場等）が広島県及び全国よりも約 7~10 ポイント大きくなっているが、M72 宿泊業は広島県及び全国の方が約 5~9 ポイント大きくなっている。

このことから、広島市において各大分類内の中分類による構成は、(1) 飲食料品小売業、その他の事業サービス業、専門サービス業、食料品製造業、印刷・同関連業、医療業、一般飲食店、遊興飲食店といった都市部に立地する産業、いわゆる一般的に都市型の産業といわれる業種が上位に入っている。また、(2) 広島市の J53 機械器具卸売業（一般機械器具卸売業、自動車卸売業（自動車部品を含む）、電気機械器具卸売業等）や Q90 その他の事業サービス業の構成が広島県や全国と比べて大きくなっていたが、これは広島市の F 製造業内の F30 輸送用機械器具製造業が全国よりも著しく大きな構成比となっていたことに関連していると予想されるが、この詳細については後述する。

以上のことから、2.3 節及び 2.4 節から広島市の産業構造の特徴として、広島市では卸売・小売業やサービス業といった第 3 次産業、とくに都市部に多く立地する産業（都市型産業）が中心的な産業となっていることが挙げられる。また、J53 機械器具卸売業、Q90 その他の事業サービス業の一部は輸送用機械器具製造業と関連があると考えられるが、これについては次節で述べる。

2.5 平成 18 年の広島市における産業（小分類）構造

本節では 2.3 及び 2.4 節において広島市に特徴的であるとみられた業種（中分類）、すなわち (1) 都市型の産業と考えられる業種と (2) 製造業（その中でも輸送用機械器具製造業）に関連すると考えられる業種に注

目し、これらが実際にどのような特徴をもった産業であるのかを、小分類による産業構造を整理することで検討する。具体的には、広島市において従業者数の多い上位5業種（小分類）を抜き出し、大分類に占める小分類の割合を構成比として示した。また、上位5業種について広島県及び全国の構成比と順位も併記している。なお、構成比を大分類の割合で示す理由は、中分類とした場合、広島市、広島県及び全国の小分類の構成比に差が出てこないため、特徴が見いだせないためである。

2.5.1 都市型の産業と考えられる業種について

前節 2.3 及び 2.4 より (1) 都市型の産業と考えられる業種（中分類）として Q80 専門サービス業、J60 その他の小売業、N73 医療業、Q90 その他の事業サービス業、J57 飲食料品小売業、M70 一般飲食店、F09 食料品製造業が挙げられたが、この中で中分類による分類ではその業種の内容が把握しにくい Q80 専門サービス業、J60 その他の小売業、N73 医療業、Q90 その他の事業サービス業について小分類による分析を行った。

まず、Q80 専門サービス業については表 4 のとおり

である。

広島市において第1位で7.6%を占めた Q805 土木建築サービス業は、広島県では5.6%、全国でも4.9%でいずれも第1位であった。順位は広島市と広島県及び全国は同じであったが、構成比は広島市が広島県及び全国よりも2.0～2.7ポイント大きくなっている。また、Q805 土木建築サービス業はさらに 80E 建築設計業、80F 測量業、80G その他の土木建築サービス業^{注10)}の3つの業種に分けられているが、この中で80E 建築設計業の構成比が広島市、広島県、全国において最も大きくなっている。このように、広島市において建築設計業の構成比が広島県、全国よりも大きくなっていることは特徴的である。

第2位で3.8%を占めた Q809 その他の専門サービス業^{注11)}は、広島県では3.2%、全国では3.5%を占め、いずれも第2位であった。順位は広島市、広島県、全国において同じであり、また構成比は広島市、広島県、全国でほぼ同じであった。

第3位で3.0%を占めた Q806 デザイン・機械設計業は、広島県では2.7%、全国でも1.9%でいずれも第3位であった。Q806 デザイン・機械設計業は 80H デザ

表 4 Q80 専門サービス業(小分類)の構成

Q80 専門サービス業				広島市			広島県			全国		
中分類				17.9%			15.1%			14.4%		
小分類				順位	従業者数	構成比	順位	構成比	県・市 (ポイント)	順位	構成比	全国・市 (ポイント)
805	土木建築サービス業			①	7,193	7.6%	①	5.6%	-2.0	①	4.9%	-2.7
	(80E 建築設計業)				(6,079)	(6.4%)		(4.6%)	(-1.8)		(3.7%)	(-2.7)
	(80F 測量業)				(692)	(0.7%)		(0.8%)	(0.1)		(0.9%)	(0.2)
	(80G その他の土木建築サービス業)				(422)	(0.5%)		(0.3%)	(-0.2)		(0.2%)	(-0.3)
809	その他の専門サービス業			②	3,645	3.8%	②	3.2%	-0.6	②	3.5%	-0.3
	(80K 興信所)				(112)	(0.1%)		(0.1%)	(0.0)		(0.1%)	(0.0)
	(80L 他に分類されない専門サービス業 ^{注9)})				(3,533)	(3.7%)		(3.1%)	(-0.6)		(3.4%)	(-0.3)
806	デザイン・機械設計業			③	2,861	3.0%	③	2.7%	-0.4	③	1.9%	-1.1
	(80H デザイン業)				(731)	(0.8%)		(0.5%)	(-0.3)		(0.5%)	(-0.3)
	(80J 機械設計業)				(2,130)	(2.2%)		(2.2%)	(0.0)		(1.4%)	(-0.8)
803	公認会計士事務所、税理士事務所			④	1,546	1.6%	④	1.7%	0.0	④	1.9%	0.2
	(80C 公認会計士事務所)				(322)	(0.3%)		(0.2%)	(-0.1)		(0.4%)	(0.1)
	(80D 税理士事務所)				(1,224)	(1.3%)		(1.4%)	(0.1)		(1.5%)	(0.2)
808	写真業			⑤	681	0.7%	⑤	0.7%	0.0	⑥	0.6%	-0.1
	その他				1,229	1.2%		1.2%	0.0		1.6%	0.4
	(法律事務所、特許事務所)			(⑥)	(509)	(0.5%)	(⑥)	(0.3%)	(-0.2)	(⑤)	(0.7%)	(0.2)

出所)注2の各種統計資料より筆者が作成

注9) 80L 他に分類されない専門サービス業とは、社会労務士事務所、経営コンサルタント業、翻訳業、不動産鑑定業等である。

注10) 80G その他の土木建築サービス業とは、地質調査業、試すい業、建築積算業である。

注11) Q809 その他の専門サービス業とは、興信所、社会保険労務士事務所、経営コンサルタント業、広告作成業、行政書士事務所等である。

イン設計業と 80J 機械設計業の 2 つを含んでいるが、これらの構成比は広島市と広島県を比較するとほぼ同じであるが、全国と比較すると 80J 機械設計業は広島市が 0.8 ポイント大きくなっている。

第 4 位で 1.6% を占めた Q803 公認会計士事務所、税理士事務所は、広島県では 1.7%、全国でも 1.9% でいずれも第 4 位であった。順位は広島市、広島県、全国において同じであり、また構成比もほぼ同じであった。

第 5 位で 0.7% を占めた Q808 写真業は、広島県では 0.7% で広島市と同様に第 5 位、全国では 0.6% で第 6 位であった。

以上のことから、Q80 専門サービス業の中で広島市において特徴的なのは Q805 土木建築サービス業のうちの 80E 建築設計業である。この業種は広島市が広島県及び全国よりも 1.8～2.7 ポイント大きくなっており、広島市のように人口の密集した地域に見られる都市型の産業と考えられる。

次に、J60 その他の小売業の構成は表 5 のとおりである。

広島市において第 1 位で 4.9% を占めた J604 書籍・文房具小売業は、広島県では 5.7%、全国でも 5.2% でいずれも第 1 位であった。順位は広島市、広島県、全国で同じであったが、構成比は広島市が広島県よりも 0.8 ポイント小さくなっている。

第 2 位で 4.2% であった J609 他に分類されない小売業は、広島県では 5.2%、全国でも 5.0% でいずれも第 2 位であった。順位は広島市、広島県、全国で同じであったが、構成比は広島市が広島県及び全国よりも 0.8

～1.0 ポイント小さくなっている。J609 他に分類されない小売業は、60D 花・植木小売業、60E 中古品小売業、60F 他に分類されない小売業（煙草、建築材料、ペット・ペット用品等小売業）を含むが、この中でもとくに 60F 他に分類されない小売業の構成比は広島市が広島県及び全国よりも小さくなっている。

第 3 位で 3.9% であった J601 医薬品・化粧品小売業は、広島県では 4.3%、全国でも 4.3% でいずれも第 3 位であったが、順位、構成比とも広島市と広島県及び全国でほぼ同じであった。

第 4 位で 2.4% であった J603 燃料小売業は、広島県では 3.4%、全国でも 3.3% でいずれも第 4 位であった。順位は広島市と広島県及び全国で同じであったが、構成比は広島市が広島県及び全国よりも 0.9～1.0 ポイント小さくなっている。

第 5 位で 1.1% であった J605 スポーツ用品・玩具等小売業は、広島県では 1.3%、全国では 1.4% でいずれも第 5 位であり、順位、構成比とも広島市と広島県及び全国でほぼ同じであった。

以上のことから、J60 その他の小売業の中で J604 書籍・文房具小売業や J603 燃料小売業は広島市が広島県及び全国よりも約 1 ポイント小さくなっており、この業種（小分類）は都市型の産業というよりも都市外に立地する産業と考えられる。

次に、N73 医療業の構成は表 6 のとおりである。

広島市において第 1 位で 31.3% であった N731 病院は、広島県では 32.4%、全国でも 32.5% でいずれも第 1 位であった。順位は広島市と広島県及び全国で同じ

表 5 J60 その他の小売業(小分類)の構成

J60 その他の小売業		広島市			広島県			全国		
中分類		17.4%			21.2%			20.6%		
小分類		順位	従業者数	構成比	順位	構成比	県-市 (ポイント)	順位	構成比	全国-市 (ポイント)
604	書籍・文房具小売業	①	6,923	4.9%	①	5.7%	0.8%	①	5.2%	0.3%
609	他に分類されない小売業 (60D 花・植木小売業) (60E 中古品小売業) (60F 他に分類されないその他の小売業*)	②	5,967 (923) (560) (4,484)	4.2% (0.7%) (0.4%) (3.2%)	②	5.2% (0.7%) (0.4%) (4.1%)	1.0% (0.0%) (0.0%) (0.9%)	②	5.0% (0.8%) (0.5%) (3.7%)	0.8% (0.1%) (0.1%) (0.5%)
601	医薬品・化粧品小売業	③	5,443	3.9%	③	4.3%	0.4%	③	4.3%	0.5%
603	燃料小売業	④	3,444	2.4%	④	3.4%	1.0%	④	3.3%	0.9%
605	スポーツ用品・がん具等小売業 (60A スポーツ用品小売業) (60B 玩具・娯楽用品小売業) (60C 楽器小売業)	⑤	1,576 (885) (341) (350)	1.1% (0.6%) (0.2%) (0.2%)	⑤	1.3% (0.6%) (0.4%) (0.3%)	0.2% (0.0%) (0.2%) (0.1%)	⑤	1.4% (0.7%) (0.4%) (0.3%)	0.3% (0.1%) (0.2%) (0.1%)
	その他		1,209	0.9%		1.3%	0.4%		1.4%	0.5%

出所)注 2 の各種統計資料より筆者が作成

表 6 N73 医療業(小分類)の構成

N73 医療業		広島市			広島県			全国	
中分類		59.7%			58.8%			58.5%	
小分類		順位	従業者数	構成比	順位	構成比	県-市 (ポイント)	順位	構成比 全国-市 (ポイント)
731	病 院	①	17,404	31.3%	①	32.4%	1.1	①	32.5%
732	一般診療所	②	10,001	18.0%	②	16.5%	-1.5	②	14.3%
733	歯科診療所	③	3,719	6.7%	③	6.3%	-0.4	③	6.7%
735	療術業	④	1,443	2.6%	④	2.5%	-0.1	④	3.4%
736	医療に付帯するサービス業	⑤	479	0.9%	⑤	0.8%	0.0	⑤	1.2%
	(73C 歯科技工所)		(267)	(0.5%)		(0.4%)	(0.0)		(0.4%)
	(73D その他の医療に付帯するサービス業)注12)		(212)	(0.4%)		(0.4%)	(0.0)		(0.8%)
	その他		168	0.3%		0.4%	0.1		0.3%
	(734 助産・看護業)	(⑥)	(168)	(0.3%)	(⑥)	(0.4%)	(0.1)	(⑥)	(0.3%)

出所)注2の各種統計資料より筆者が作成

表 7 Q90 その他の事業サービス業(小分類)の構成

Q90 その他の事業サービス業		広島市			広島県			全国	
中分類		34.9%			30.5%			32.1%	
小分類		順位	従業者数	構成比	順位	構成比	県-市 (ポイント)	順位	構成比 全国-市 (ポイント)
909	他に分類されない事業サービス業	①	18,486	19.5%	①	16.9%	-2.5	①	18.1%
	(90A 労働者派遣業)		(13,310)	(14.0%)		(11.3%)	(-2.7)		(11.3%)
	(90B 分類されない事業サービス業)注12)		(5,176)	(5.4%)		(5.6%)	(0.2)		(6.8%)
904	建物サービス業	②	8,480	8.9%	②	7.9%	-1.0	②	8.8%
906	警備業	③	4,812	5.1%	③	4.1%	-1.0	③	3.9%
903	計量証明業	④	508	0.5%	⑤	0.4%	-0.1	⑥	0.2%
905	民営職業紹介業	⑤	302	0.3%	⑥	0.4%	0.1	④	0.5%
	その他		524	0.5%		0.7%	0.2		0.6%
	(902 商品検査業)	(⑦)	(234)	(0.2%)	(④)	(0.5%)	-0.3	⑤	(0.2%)

出所)注2の各種統計資料より筆者が作成

であったが、構成比は広島市の方が広島県及び全国よりも約1ポイント小さくなっている。

第2位で18.0%であったN732 一般診療所は、広島県では16.5%、全国でも14.3%でいずれも第2位であった。順位は広島市と広島県及び全国で同じであったが、構成比は広島市が広島県及び全国よりも1.5~3.6ポイント大きくなっている。上記、N731 病院において広島市の構成比は広島県及び全国よりも小さくなっているが、一方N732 一般診療所は広島市の構成比の方が大きい。N731 病院は20人以上の患者を入院させる施設を有する一般病院と精神病院を含み、N732 一般診療所は19人以下の患者を入院させることのできる施設を有する有床診療所と入院施設を有さない無床診療所を含むが、広島市では病床数の少ない、または病床を有さない一般診療所の構成が高くなっている特徴がある。

第3位で6.7%であったN733 歯科診療所は、広島県

では6.3%、全国でも6.7%でいずれも第3位であったが、順位、構成比とも広島市と広島県及び全国でほぼ同じであった。

第4位で2.6%であったN735 療術業は、広島県では2.5%、全国でも3.4%でいずれも第4位であった。順位は広島市と広島県及び全国で同じであったが、構成比は広島市と広島県がほぼ同じ、一方で広島市と全国では広島市の方が全国よりも0.8ポイント小さくなっている。

第5位で0.9%であったN736 医療に付帯するサービス業は、広島県では0.8%、全国では1.2%でいずれも第5位であったが、順位、構成比とも広島市と広島県及び全国でほぼ同じであった。

以上のことから、N73 医療業の中で広島市において特徴的なのはN732 一般診療所である。この業種は広島市が広島県及び全国よりも1.5~3.6ポイント大きくなっており、広島市のように人口の密集した地域に見

注12) 73D その他の医療に付帯するサービス業とは臓器の幹旋、臨床検査業等である。

られる都市型の産業と考えられる。

最後に、Q90 その他の事業サービス業については表7のとおりである。

第1位で19.5%を占めたQ909 他に分類されない事業サービス業（労働者派遣業、分類されない事業サービス業）は、広島県では16.9%、全国でも18.1%でいずれも第1位であった。順位は広島市、広島県、全国で同じであったが、構成比は広島市が広島県及び全国よりも1.4～2.5ポイント大きくなっている。また、当業種は90A労働者派遣業と90B分類されない事業サービス業^{注13)}の2つが含まれるが、その構成比は広島市において労働者派遣業が14.0%、分類されない事業サービス業は5.4%である。広島県では労働者派遣業は11.3%、分類されない事業サービス業は5.6%であり、全国では労働者派遣業は11.3%、分類されない事業サービス業6.8%であった。このように、他に分類されない事業サービス業の半分以上は労働者派遣業で占められており、その構成比は広島市が広島県と全国よりも2.7ポイントも大きく、特徴的である。

第2位で8.9%を占めたQ904建物サービス業は、広島県では7.9%、全国でも8.8%でいずれも第2位であった。順位は広島市、広島県、全国で同じであったが、構成比は広島市と全国はほぼ同じであり、広島市と広島県では広島市が1.0ポイント大きくなっている。

第3位で5.1%を占めたQ906警備業は、広島県では4.1%、全国でも3.9%でいずれも第3位であった。順位は広島市、広島県、全国で同じであったが、構成比は広島市が広島県及び全国よりも概ね1.0～1.2ポイント大きくなっている。

第4位で0.5%を占めたQ903計量証明業は、広島県では0.4%で第5位、全国では0.2%で第6位であった。順位は広島市、広島県及び全国で異なるものの、構成比はほぼ同じである。

第5位で0.3%を占めたQ905民営職業紹介業は、広島県では0.4%で第6位、全国では0.5%で第4位であった。順位は広島市、広島県、全国で異なるものの、構成比はほぼ同じである。

以上のことから、Q90 その他の事業サービス業の中で広島市において特徴的なのはQ909 他に分類されない事業サービス業のうちの90A労働者派遣業、Q904建物サービス業、Q906警備業である、これらの業種は広

島市が広島県及び全国よりも1.0～2.7ポイント大きくなっている。

このように、(1)の業種をまとめると表8のとおりである。すなわち、Q80 専門サービス業、J60 その他の小売業、N73 医療業、Q90 その他の事業サービス業のうち、都市型の産業（小分類）と考えられるのはQ80 専門サービス業のQ805 土木建築サービス業（とくに建築設計業）、N73 医療業のN732 一般診療所、Q90 その他の事業サービス業のQ909 他に分類されない事業サービス業、Q904建物サービス業及びQ906警備業である。また、Q806 デザイン・機械設計業のうち80J機械設計業とQ909 その他の事業サービス業のうち90A労働者派遣業については都市型の産業であるとともに、機械等の製造業の立地と深く関連する業種と予想される。

2.5.2 製造業に関連すると考えられる業種について

ここでは、前節2.3及び2.4において(2)製造業（中でもF30輸送用機械器具製造業）に関連すると考えられる業種（中分類）に挙げられたJ53機械器具卸売業について小分類による分析を行った。また、2.5.1において製造業との関連が指摘されたQ806 デザイン・機械設計業及びQ90 その他の事業サービス業についても考察している。

まず、(2)の業種の構成についてみていく前にF30輸送用機械器具製造業について小分類による分析を行

表8 (1)都市型の産業に分類される業種

記号	中分類	小分類
N732		一般診療所
Q909 90A		労働者派遣業
Q904		建物サービス業
Q906		警備業
Q805		土木建築サービス業
Q806 80J		機械設計業
J57	飲食料品小売業	
M70	一般飲食店	
F09	食料品製造業	

注13) 90B分類されない事業サービス業とは、電気保安協会、プラントエンジニアリング業、集金業、レッカー車業等

うことで、広島市、広島県、全国の輸送用機械器具製造業の特徴を明らかにし、次に（２）の業種について分析を行う。

F30 輸送用機械器具製造業については表 9 のとおりである。

広島市において第 1 位で 20.6%を占めた F301 自動車・同附属品製造業は、広島県では 14.9%、全国でも 9.1%でいずれも第 1 位となっている。順位は広島市、広島県、全国において同じ第 1 位であるが、構成比は広島市が広島県及び全国よりも 5.6～11.4 ポイント大きくなっている。このように、広島市において特に自動車・同附属品製造業の構成比が大きくなっているのは特徴的である。

第 2 位で 1.0%を占めた F303 船舶製造・修理業、船用機関製造業（以下、船舶製造業と略称）は、広島県では 4.7%、全国では 0.8%でいずれも第 2 位となっている。順位は広島市、広島県、全国において同じ第 2 位であるが、船舶製造業の構成比は広島県がとくに大きくなっている。ところで、F30 輸送用機械器具製造業はほとんどが第 1 位の F301 自動車・同附属品製造業

と F303 船舶製造業により占められており、第 1 位、2 位を合計した構成比は広島市が 21.6%、広島県が 19.6%、全国が 9.9%となっている。

第 3 位で 0.2%を占めた F304 航空機・同附属品製造業は、広島県では 0.4%、全国では 0.3%でいずれも第 3 位であった。順位は広島市、広島県、全国において同じであり、構成比は広島市、広島県、全国でほぼ同じである。

第 4 位で 0.1%を占めた F305 産業用運搬車両・同部分品等製造業は、広島県では 0.0%で第 6 位であったが、全国では 0.1%で第 6 位であった。順位は広島市の方が広島県、全国よりも大きくなっているが、構成比はほぼ同じである。

第 5 位で 0.1%を占めた F302 鉄道車両・同部分品製造業は広島県では 0.3%で第 4 位であったが、全国では 0.2%で第 5 位であった。順位は広島市より広島県及び全国の方が高いが、構成比は広島市、広島県、全国でほぼ同じである。

このように、F30 輸送用機械器具製造業の中で F301 自動車・同附属品製造業の占める割合は広島市、広島

表 9 F30 輸送用機械器具製造業(小分類)の構成

F30 輸送用機械器具製造業				広島市			広島県			全国		
中分類				21.9%			20.4%			10.8%		
小分類				順位	従業者数	構成比	順位	構成比	県-市 (ポイント)	順位	構成比	全国-市 (ポイント)
301	自動車・同附属品製造業			①	12,133	20.6%	①	14.9%	-5.6	①	9.1%	-11.4
303	船舶製造・修理業、船用機関製造業			②	609	1.0%	②	4.7%	3.7	②	0.8%	-0.2
304	航空機・同附属品製造業			③	90	0.2%	③	0.4%	0.2	③	0.3%	0.2
305	産業用運搬車両・同部分品等製造業			④	64	0.1%	⑥	0.0%	-0.1	⑥	0.1%	0.0
302	鉄道車両・同部分品製造業			⑤	36	0.1%	④	0.3%	0.2	⑤	0.2%	0.2
	その他				1	0.0%		0.1%	0.1		0.2%	0.2
	(306 その他の輸送用機械器具製造業)			(⑥)	(1)	(0.0%)	(⑤)	(0.1%)	-0.1	(④)	(0.2%)	-0.2

出所)注 2 の各種統計資料より筆者が作成

表 10 J53 機械器具卸売業(小分類)の構成

J53 機械器具卸売業				広島市			広島県			全国		
中分類				14.2%			9.5%			8.6%		
小分類				順位	従業者数	構成比	順位	構成比	県-市 (ポイント)	順位	構成比	全国-市 (ポイント)
533	電気機械器具卸売業 ※14			①	7,756	5.5%	①	3.2%	-2.3	①	3.1%	-2.4
531	一般機械器具卸売業 ※15			②	6,068	4.3%	②	3.1%	-1.2	②	2.7%	-1.6
539	その他の機械器具卸売業 ※16			③	3,602	2.6%	④	1.5%	-1.0	③	1.4%	-1.1
532	自動車卸売業			④	2,617	1.9%	③	1.6%	-0.2	④	1.4%	-0.5

出所)注 2 の各種統計資料より筆者が作成

注 14) J533 電気機械器具卸売業とは、家庭用電気機械器具、家庭用以外の電気機械器具（電子機器、通信機器、配線器具等）卸売業

注 15) J531 一般機械器具卸売業とは、農業用機械器具、建設・鉱山機械、金属加工機、事務用機械器具（パソコンは除く）等卸売業

注 16) J539 その他の機械器具卸売業とは、輸送用機械器具（自動車を除く）、精密機械器具、医療用機械器具卸売業

県、全国のいずれにおいて最も大きい、その中で広島市の構成比がとくに大きくなっており、特徴的である。

次に、J53 機械器具卸売業については表 10 のとおりである。

広島市において第 1 位で 5.5% を占めた J533 電気機械器具卸売業^{注 14)} は、広島県では 3.2%、全国でも 3.1% でいずれも第 1 位であった。順位は同じであるが、構成比は広島市が広島県及び全国よりも 2.3~2.4 ポイント大きくなっている。

第 2 位で 4.3% を占めた J531 一般機械器具卸売業^{注 15)} (農業用機械器具、建設・鉱山機械、金属加工機、事務用機械器具 (パソコンは除く)、その他の一般機械器具卸売業) は、広島県では 3.1%、全国でも 2.7% でいずれも第 2 位であった。順位は広島市、広島県、全国で同じであり、構成比は広島市が広島県及び全国よりも 1.2~1.6 ポイント大きくなっている。

第 3 位で 2.6% を占めた J539 その他の機械器具卸売業^{注 16)} は、広島県では 1.5% で第 4 位であったが、全国では 1.4% で第 3 位であった。順位は、広島市、広島県、全国でほぼ同じであり、構成比は広島市が広島県及び全国よりも約 1 ポイント大きくなっている。

第 4 位で 1.9% を占めた自動車卸売業 (自動車、自動車部分品・附属品卸売業) は、広島県では 1.6% で第 3 位であったが、全国では 1.4% で第 4 位であった。順位、構成比ともに広島市、広島県、全国でほぼ同じであった。

以上のことから、広島市において第 1 位の J533 電気

機械器具卸売業及び第 2 位の J531 一般機械器具卸売業が広島県及び全国よりも 1 ポイント以上大きくなっていることは特徴的であるが、これら業種の内、F30 輸送用機械器具製造業と関連があると考えられる業種は、第 2 位の J531 一般機械器具卸売業である。広島市の製造業は上述のように F301 自動車・同附属品製造業が特徴的であるが、ここへ金属加工機等の工作機械を供給する役割を J531 一般機械器具卸売業が担っていると考えられる。

最後に、2.5.1 において製造業との関連が指摘された Q806 デザイン・機械設計業及び Q909 他に分類されない事業サービス業についても考察する。

まず、Q806 デザイン・機械設計業の中でも 80J 機械設計業は広島市と広島県において全国よりも構成比が約 1 ポイント大きくなっているが、これは F30 輸送用機械器具製造業と関連があると考えられる。すなわち、表 9 より広島市においては F301 自動車・同附属品製造業が、広島県においては F301 輸送用機械器具製造業と F303 船舶製造業の構成比が比較的大きくなっているが、これらの業種に対して 80J 機械設計業は事業を行っていることが予想される。

次に、Q909 他に分類されない事業サービス業の中でも 90A 労働者派遣業は広島市が広島県及び全国よりも 2.7 ポイント大きくなっているが、これは 90A 労働者派遣業から F30 輸送用機械器具製造業に労働力が比較的多く供給されているためと考えられるため、本業種は広島市の F30 輸送用機械器具製造業と関連があると

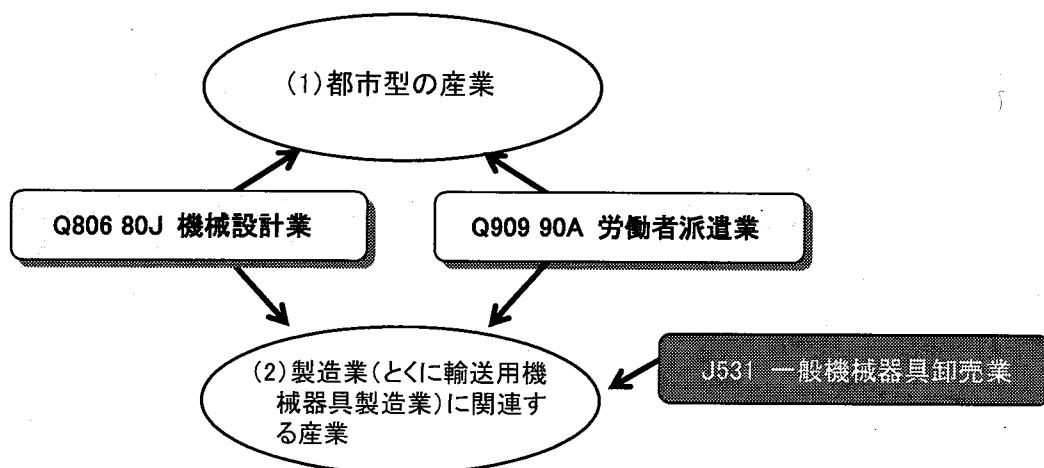


図 1 (2)製造業(とくに輸送用機械器具製造業)に関連する産業

考えられる。ただし、事業所・企業統計調査では労働者派遣業の派遣先がどのような業種について行われているのかについては不明であるため、実際にどの程度F30 輸送用機械器具製造業と関連があるのかは明らかではないが、輸送用機械、とくに自動車製造業において派遣労働者の解雇が大きな問題となったことから、比較的多くの派遣労働者が自動車製造業に派遣されていることが予想される。

このように、J53 機械器具卸売業、Q806 デザイン・機械設計業、Q90 その他の事業サービス業のうち、(2)の業種として考えられる業種は図1に示すとおりである。図中には(2)の業種であると考えられるJ531 一般機械器具卸売業、Q806 デザイン・機械設計業内の80J 機械設計業、Q909 他に分類されないサービス業内の90A 労働者派遣業を表示し、またそれらの関連を矢印により表している。つまり、これらの業種のうちQ806 デザイン・機械設計業、Q90 その他の事業サービス業は(1)の業種であるとともに、製造業に対してサービスを提供する業種でもある。また、J53 機械器具卸売業も(2)の業種であり、製造業に対して工作機械等の供給を行うものと考えられる。

2.6 まとめ

これまでの整理・分析により、広島市の産業構造を従業者数ベースでまとめると図2のとおりであり、その結果を左から順に説明する。

まず、第1次産業（農林水産業）、第2次産業（鉱業、建設業、製造業）及び第3次産業（第1次、第2次産業以外のもの）の分類で整理した結果は次のとおりである。

①広島市の第3次産業は82.2%で広島県や全国と比べて7ポイント程度大きい。

②広島市の第2次産業は17.7%で広島県や全国と比べて7ポイント程度小さい。

このことから、広島市は第3次産業の都市と言える。

次に、【大分類】で整理した結果は次のとおりである。

①第1位はJ 卸売・小売業の24.5%であり、その構成比は広島県や全国と比べて2～3ポイント大きい。

②第2位はQ サービス業（他に分類されないもの）の16.5%であり、これも広島県及び全国より2～3ポイント大きくなっている。

③第3位はF 製造業の10.2%であり、その構成比は広島県、全国よりも約7ポイントも小さくなっている。

④第4位はN 医療・福祉の9.7%であり、その構成比は広島県、全国とほぼ同じであった。

⑤第5位はM 飲食店・宿泊業の8.3%であり、その構成比は全国と同じであり、広島県より約1ポイント大きい。

⑥従業者数の多い上位5業種が占める割合は広島市では約7割で広島県、全国とほぼ同じであった。

このことから、広島市はJ 卸売・小売業、Q サービス業（他に分類されないもの）、N 医療・福祉業及びM 飲食店・宿泊業といった第3次産業が中心的な都市であることが明らかとなった。

次に、【中分類】の場合、広島市において特徴的な業種は次のとおりである。

①このうち、J57 飲食料品小売業、Q90 その他の事業サービス業、Q80 専門サービス業、N73 医療業、M70 一般飲食店、M71 遊興飲食業、F09 食料品製造業、F16 印刷・同関連業は都市型の産業に分類される業種と考えられる。

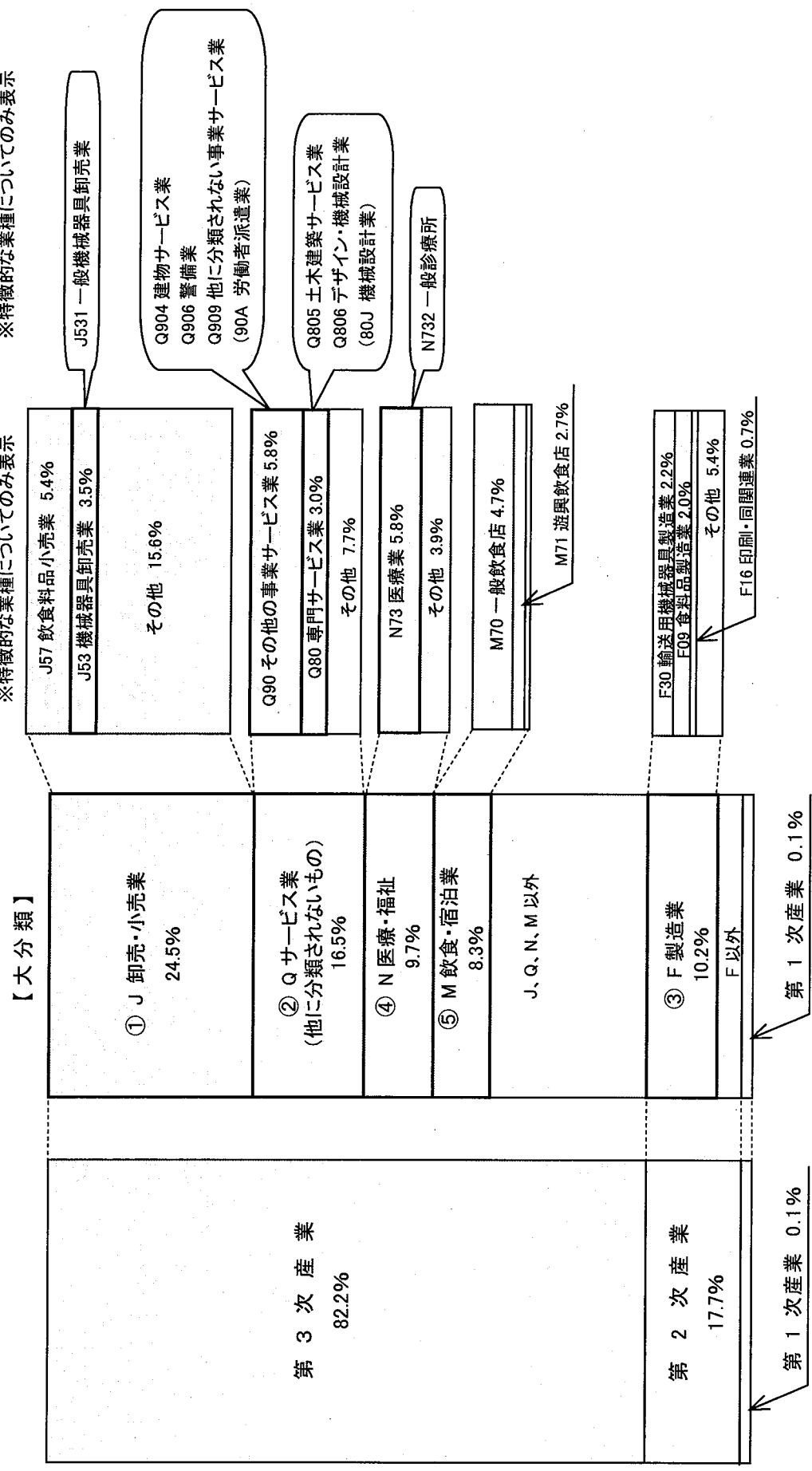
②J53 機械器具卸売業、Q90 その他の事業サービス業は、製造業（特に輸送用機械器具製造業）に関連すると考えられる業種である。

このことから、広島市の産業は(1)都市型の産業と(2)製造業に関連すると考えられる産業の2つに大別できることが特徴であることが明らかとなった。

最後に、【小分類】では(1)都市型の産業として特徴的な業種と(2)製造業(F30 輸送用機械器具製造業)に関連すると思われる産業について、さらに詳しく検討を行ったが、その結果は次のとおりである。

【中分類】 ※特徴的な業種についてのみ表示

【小分類】 ※特徴的な業種についてのみ表示



(注) 各業種における○付きの数字は順位を表す

図2 広島市の産業構造 (従業者数ベース)

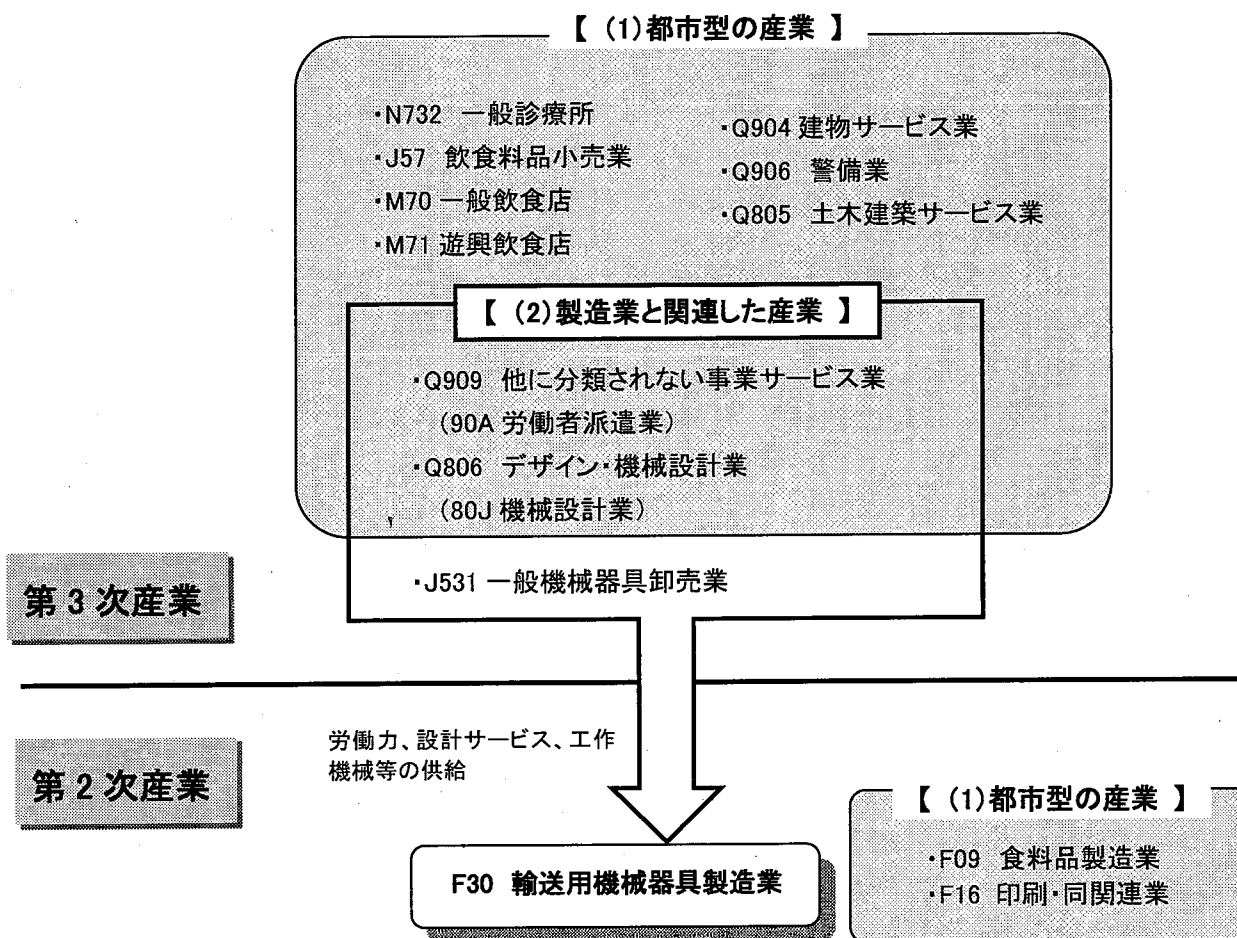


図3 広島市の産業構造と業種間の関連

① このうち、Q904 建物サービス業、Q906 警備業、Q909 他に分類されない事業サービス業、Q805 土木建築サービス業、Q806 デザイン・機械設計業、N732 一般診療所は都市型の産業に分類される業種と考えられる。

② このうち、J531 一般機械器具卸売業、Q806 デザイン・機械設計業の中の80J 機械設計業、Q909 他に分類されない事業サービス業の中の90A 労働者派遣業は製造業に関連すると考えられる業種である。

このことから、中分類と同様に小分類においても広島市の産業は(1) 都市型の産業と(2) 製造業に関連する業種に大別できることが特徴であることが明らかとなった。

以上のことから、広島市の産業構造は図3のようにまとめることができる。

まず、広島市の産業は(1) 都市型の産業と(2) 製造業に関連する産業に大別することができる。

第3次産業の中で(1) に分類されるのは、図に示すようにN732 一般診療所、J57 飲食料品小売業といったものが挙げられる。また、第2次産業においてはF09 食料品製造業とF16 印刷・同関連業が(1) に当たる。(2) に分類される業種は第3次産業であるQ909 他に分類されない事業サービス業内の90A 労働者派遣業、Q806 デザイン・機械設計業内の80J 機械設計業、J531 一般機械器具卸売業である。なお、Q909 の90A 労働者派遣業とQ806 の80J 機械設計業

は(1)の業種であると同時に(2)の業種でもある。

次に、(2)に分類される業種と大きな関わりがあるのは製造業の中でも特に構成比の大きいF30輸送用機械器具製造業(全製造業の22%を占める)であると考えられる。すなわち、(2)に分類される業種はこれに対して労働力や設計サービス、工作機械等の供給を担うものであり、広島市の場合、第3次産業の中にも第2次産業と密接に関連した産業が発達していることが明らかとなった。

これより、広島市において特徴的な業種は(1)都市型の産業と(2)製造業と関連する産業の2つに分類され、また第3次産業の(2)に分類される業種は、第2次産業のF30輸送用機械器具製造業に対してサービス等を行っていることが明らかとなった。

3. おわりに

本稿では、広島市の産業構造を明らかにするために「事業所・企業統計調査」を用いて、産業別及び分類別に従業者数ベースで整理・分析した結果、次のことが考察できた。

- ① 広島市の産業の8割以上が第3次産業であり、中心的な産業となっていることが分かった。
- ② 大分類の上位5業種はJ卸売・小売業、Qサービス業(他に分類されないもの)、F製造業、N医療・福祉業、M飲食店・宿泊業であり、この内4業種が第3次産業であり、これらの第3次産業が広島市の中心的な産業となっていることが分かった。
- ③ 第3次産業の中は大きく(1)都市型の産業と(2)製造業に関連した産業により特徴づけられる。
- ④ (2)の業種については第2次産業の特にF30輸送用機械器具製造業に対してサービスを提供する業種であり、このような産業が発達していることも広島市の産業構造の特徴であると言える。

なお、今回は広島県及び全国との比較を行い、広島市と同程度の規模を持つ他都市の産業構造との比較は行っていない。

また、今回の調査は平成18年のみで行ったが、過

去からのデータを整理し、産業構造の移り変わりやどのような産業が成長してきたのかを示すことも、広島市の産業構造の特徴を考える上で有効でないかと思われる。さらに、時系列分析を用いて今後の産業構造について考察することも有意義ではないかと考える。

以上のことから、引続き広島市の産業構造を考察していくことは重要であり、今後の本市産業施策を考える上でも極めて重要であることから、地域的、時系列的等の分析を進めていきたい。

参考文献

- (1) 広島市「平成18年事業所・企業統計調査結果報告」(http://www.city.hiroshima.lg.jp/kikaku/joho/toukei/22_jigyoku/h18/index_jigyoku18.html) 広島市
- (2) 広島県「事業所・企業統計調査」(<http://db1.pref.hiroshima.jp/Folder11/Folder1103/Frame1103.htm>)
- (3) 経済産業省「平成18年事業所・企業統計調査」(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL02010101.do>)
- (4) 総務省政策統括官(統計基準担当)(2008) 日本標準産業分類 財団法人全国統計協会連合会

鉄イオンが植物に与える影響の確認方法について

桑原 修

鉄の添加が植物の成長に与える影響を調査するために、品質工学による直交表を用いた実験を行い、鉄の添加による効果を抽出した。そして、直交表以外の条件での実験結果と抽出した各因子の効果の加法性を比較することにより、因子が与える効果について検討をした。

その結果として、妥当性のある実験結果を得ることはできなかったが、その理由として実験因子の相互作用の影響が大きかったことが推定できた。

キーワード：品質工学、農業実験、鉄イオン

1. はじめに

鉄という材料は非常に身近な金属であり、構造材料として多く用いられてきた。しかし、最近になって鉄の生物に対する効果が注目されてきており、鉄イオンによる海洋環境の改善などの話を新聞等で目にする機会が増えてきた。しかし、このような場合において鉄イオンの効果を実証することは難しい。実際に鉄を添加した実験をしても、その結果が鉄イオンの影響が大きかったのか、その他の要因が影響しているのかを判別することは難しい。

こうした実験に直交表を用いれば、様々な因子を変化させた中で、それぞれの因子の効果を抽出できるため、鉄の添加の影響も抽出できることになる。また、その結果の妥当性についても、品質工学における確認実験⁽¹⁾により評価することが可能である。

2. 直交表を用いた実験についての検討

植物などを対象にした実験では、一つの因子を変化させた実験を行ったとしても、それ以外の条件が自然と変化してしまうため、実験の結果がどの要因の影響なのか判別し難くなる。そこで、直交表を用いた実験により、その他の実験条件も同時に変化させ、計算に

よりそれぞれの実験条件の効果を推定する。この方法は、品質工学におけるパラメータ設計の実験手順で行える。実験の方法は以下になる。

- ①実験条件を直交表に割り付けて実験を行う。
- ②実験条件の効果を抽出する。
- ③別条件の実験において、効果の推定と実際の実験の結果の比較を行う。

3. 実験の概要

鉄の添加の影響についての実験を行うのだが、海洋植物に対する実験は困難であるため、今回の実験対象は、比較的实验が容易なトウモロコシとした。また、実験条件の制御を容易にするため、プランターを利用した実験とし、苗の段階での成長を評価した。プランターを利用した実験の場合、その結果が現場（畑）で再現するかどうかの問題となるが、今回は鉄の機能性の確認に主眼を置き、現場での再現性は次の実験に持ち越すこととした。また、実験条件についても、肥料の種類など相互の影響の大きい要因を多数入れることは行わず、できるだけ相互の影響の小さいものを選定し、それ以外のものは次回以降に持ち越し、複数回の実験を繰り返しながら完成を目指した。

プランターには発泡スチロール製の小型飲料コッ

プを利用し、これを恒温の栽培庫に入れて冬でも実験が行えるようにした。このプランターを用いた実験システムで最も制御が困難であったのは給水の方法である。常時、適切な水分の補給が出来るように、毛細管現象を利用した下部からの給水システムを採用した。実験装置の概略を図1～3に示す。

実験因子を表1に示す。A、Bに鉄の添加に関する条件を割り付けた。Aのカーボン電極とは、鉄イオンが発生しやすいように電池を作製するためのものである。種の大小と光源の位置とは、実験時に生じるばらつきであり、これらを直交表の内側に配置することにより、誤差分散への影響を小さくすることを試みた。発芽促進処理として、種への電気通電とお湯浸漬によるショックを与えた。

表1 実験因子と水準

	項 目	水準1	水準2	水準3
A	カーボン電極	なし	あり	—
B	鉄の添加	小	中	大
C	肥料の量	30	15	なし
D	種の大小	大	中	小
E	発芽処理(通電)	なし	15秒	30秒
F	発芽処理(お湯浸漬)	なし	50℃	60℃
G	水分量	少	中	多
H	光源の位置	直下	中間	外部

その他の条件

光の種類：LED照明、光の点灯：12時間ごとに点灯・消灯、栽培庫温度：28℃、お湯浸漬：30秒、通電：10V

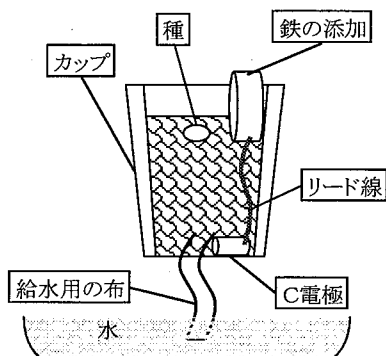


図1 プランター実験装置の概略

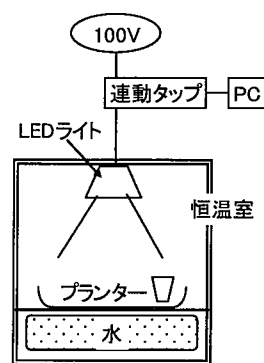


図2 実験装置全体の概要

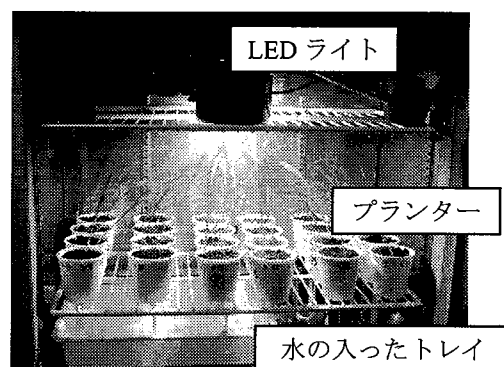


図3 実験の状況

因子の効果の妥当性を検証するための確認実験は、事前に表2の条件を準備し、直交表実験と同時進行した。この実験結果と、直交表実験から推定した因子の効果について比較し、確認実験とした。

表2 最初に設定した確認実験の水準表

実験	A	B	C	D	E	F	G	H
No19	2	3	3	1	2	2	1	1
No20	2	1	1	1	2	3	3	1
No21	1	2	1	3	3	3	2	2
No22	1	3	2	2	3	2	3	3
No23	1	1	3	3	1	1	1	3
No24	2	2	2	2	1	1	2	2

4. 評価方法

この実験では、発芽から1週間程度の苗の成長状態を評価した。その時の成長の様子を図4に示す。成長

の測定方法は、栽培中の苗の写真撮影し、画像計測ソフトを使って長さを測定した。そして、栽培期間と苗の成長の関係をゼロ点比例の動特性⁽²⁾で計算した。ゼロ点は、発芽した時と、種を植えた時との2つ考えられるが、植えた時点で栽培が始まっているので、植え付け時をゼロとした。発芽後の成長では、葉が2枚に分かれる。この2枚の葉を適切に評価する必要があるが、2つの葉は重なったまま成長し、一気に2枚に分かれるため、画像観察では適切に評価できない。そのため、最大長さを苗の成長とした。

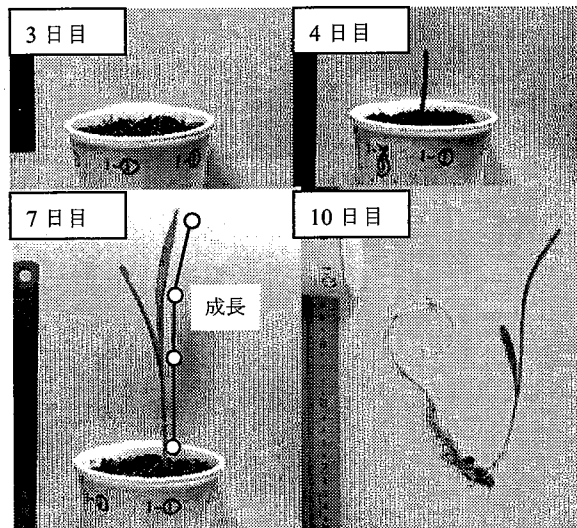


図4 トウモロコシの苗の成長と根の写真

今回の実験データの一部を表3に、全てのデータのグラフを図5に示す。発芽時期が一定でなく、成長にも大きな差があることがわかる。この差は、実験因子の効果と実験誤差が混合したものである。この中から、実験誤差を除き因子の効果を抽出するために、動特性の計算を行い、因子ごとの効果を抽出した。

表3 実験データの一部 (mm)

実験	3日目	4日目	7日目	10日目
No1	7.8	38.8	143.9	209.5
No2	0	0	17.7	42.3
No3	0	10.1	42.1	62.1
No4	0	0	0	1
No5	3.8	28.4	130.1	220.3
No6	4.7	27.9	116	189.7
No7	0	0	0	6.7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

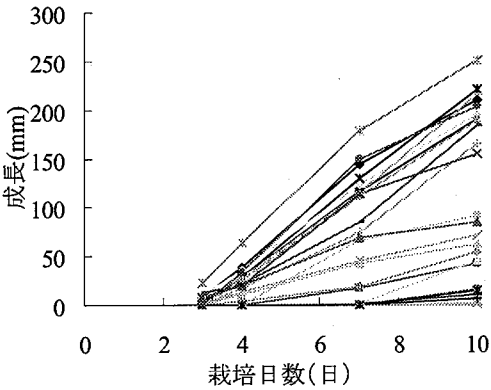


図5 全ての苗の成長

5. 実験結果と考察

トウモロコシ苗の成長に対する実験因子の要因効果図と確認実験の結果を表4～5および図6に示す。横軸が因子の効果を抽出し計算した推定値、縦軸が実際に実験した結果である。これが比例関係にあれば、実験が再現することになり、因子の効果が抽出できたことになる。それにより、鉄添加の植物への影響が分かる。

確認実験の結果を見ると、推定値と実験値の比例性が低く、今回の実験では鉄添加の影響は抽出できなかった。

表4 トウモロコシの成長に対する因子の効果(db)

	項目	水準1	水準2	水準3
A	カーボン電極	3.2	17.8	-
B	鉄の添加	16.5	10.7	4.3
C	肥料の量	8.7	16.4	6.5
D	種の大小	1.4	12.2	18.0
E	発芽処理(通電)	18.3	1.0	12.2
F	発芽処理(お湯浸漬)	15.2	5.1	11.3
G	水分量	12.9	11.7	7.0
H	光源の位置	15.6	9.8	6.1

表5 確認実験結果

実験	推定値	実験値	差
No19	-9.2	11.6	20.8
No20	5.8	23.9	18.1
No21	12.1	18.2	6.2
No22	-7.1	22.8	29.9
No23	23.0	-2.8	-25.8
No24	38.5	25.2	-13.2

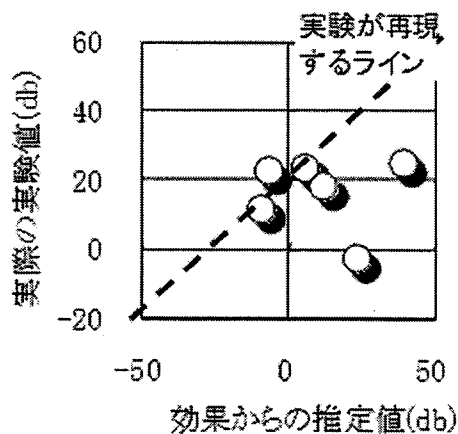


図6 確認実験結果

確認実験の結果が比例しなかった要因として考えられることは、実験因子の制御ができていなかったことが考えられる。図7に実験条件で設定した水分と、実際の土中の水分率を示す。ここでの水分率の測定は、実験後の土を乾燥させ、乾燥前の重量と乾燥後の重量から計算した。この図7のa) から分かるように、設定した実験条件に対し、実際の結果は大きくばらついている。これを肥料の設定ごとに分類すると、b) ~d) のようになりばらつきは小さくなる。これらは、毛細管現象を利用した水分供給のため、肥料の量によって土質が異なり、それによる水分吸い上げ量に違いが生じていた。土質によって水分調整用の布の幅を変更しなければならなかったことが分かる。

こうした実験条件の整理が、確認実験での再現性向

上につながるのので、実験前に条件を良く考察しなければならない。

6. おわりに

鉄の添加が植物の成長に与える影響を調べるために、直交表を使った実験を行った。結果としては思わしくないものとなったが、実験条件を適切に整理しなければならないことが分かった。直交表を用いた実験の場合、こうした実験条件の整理が重要であり、結果を大きく左右するものとなる。

謝辞

二価鉄イオンの効果について教授いただいた無有産研究所の杉本幹夫氏に感謝します。

参考文献

- (1) 矢野宏：品質工学概論，pp.53-59
- (2) 矢野宏：品質工学計算法入門，pp.154-160

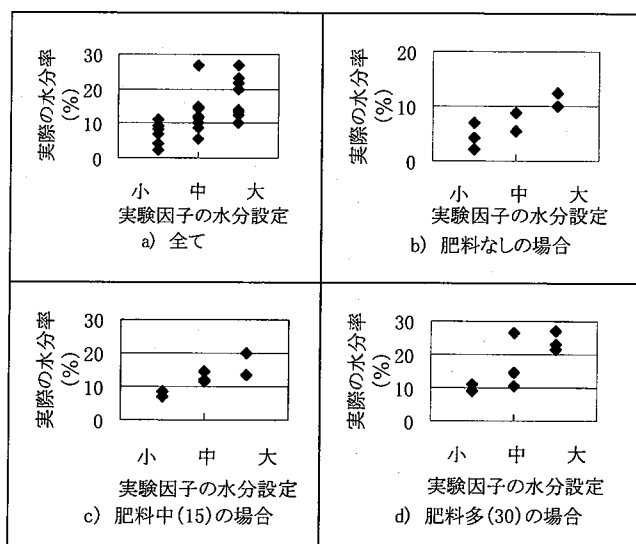


図7 水分の設定と実際の水分の違い

間伐材を利用した学校用教室机の天板の現地調査結果

西澤 永恵

平成19年度から実施されている「ひろしまの森づくり県民税」による取り組みとして、広島市では市内の小学校5年生の教室で使用する机の天板を太田川流域のヒノキまたはスギの間伐材で製作した。この間伐材を利用した学校用教室机の天板の使用経過に伴う状況を調査したところ、剛性及び耐久性が不足していることが判明した。

キーワード：間伐材、教室机

1. 緒言

広島市では、平成19年度に広島県が導入した「ひろしまの森づくり県民税」による取り組みとして、市内の小学校5年生が教室で使用する机の天板を、広島市内を流れる太田川流域のヒノキまたはスギの間伐材で製作した。当センターは試作品製作の仕様にかかる規格及び性能試験に携わった。「ひろしまの森づくり県民税」の実施期間（5年間）のうち4年間に140校中107校で9,150枚の天板が配布されている。間伐材で製作した天板が地域企業にとって新しい製品分野に成り得る可能性を探ることを目的に、配布した天板の現地調査を行った。

2. 調査方法

2.1 調査対象

平成19年度から21年度の3年間に天板を配布した市内小学校107校のうち、各年度から1校を調査対象に選んだ。各年度に配布した天板の仕様等は表1のとおり。

2.2 調査期間

平成22年7月13日～16日

2.3 調査内容

- ①天板の様子
- ②使用者の意見（児童、担任の先生）
- ③学校長及び教頭先生の意見

表1 天板の仕様等

配布年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
仕 様	ヒノキ材 さね加工及び接着剤接合 ウレタン塗装	ヒノキ材 さね加工及び接着剤接合 ウレタン塗装	スギ材 さね加工及び接着剤接合 表面：PET樹脂板貼りにUV塗装 縁・裏面：ウレタン塗装
サイズ [mm] (幅×奥行き×厚さ)	650×450×23 (JIS S 1021 :1999に対応)	650×450×23 (JIS S 1021 :1999に対応)	650×450×20 (JIS S 1021 :1999に対応)
製作会社	A	B	C
調査枚数:	5年生2クラス61枚	5年生2クラス65枚	5年生4クラス109枚

3. 調査結果

3.1 平成19年度配布の天板について

- ① 天板表面全体に、触ると凹凸が確認でき、へこみ傷がひどく下敷きがないと字が書きにくい机もあるが、大半は鉛筆で字を書くことに支障はない。掃除時に椅子の座面を天板に当てて載せるため、椅子座面の金具が天板に当たる所にへこみ傷がある。天板の前縁及び後縁の面が削れている天板があり、椅子背もたれの金属部分が当たるためと考えられる。また前縁については、児童が触れる、物入れの教科書等の出し入れの際に面に当たるためとも考えられる。
- ② 先生・児童とも、使いにくい旨の意見であった。先生からは「従来の机（基材が合板の天板の机）に比べやや重いが、天板の色調が明るいので教室が明るくなった。」との意見もあった。
- ③ 新品の1年間はヒノキの香りが教室に漂っていたが、現在では感じられない。地域の木を使用している、木を感じることができることに関しては賛成だが、小学校の現場で使用するには耐久性に欠けている。表面が堅くできれば、または使用が難しくなった時にメンテナンスや取り替えができれば良いと思う。現状の学校現場では木の肌触りについてあまり意識されていないと感じる。「地域の本材を使用している」ということで木材の利用促進、地産地消の普及啓発は可能と思う。間伐材の学校での使用については、学校に板材の配布があれば、例えば学校内の壁に取り付けて児童が木に触れる機会をもちつつ学校の修繕も兼ねるという方法もあると思う。

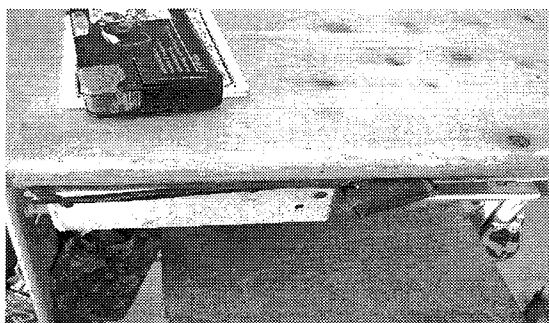


図1 平成19年度配布の天板(木目が浮き出ている)

- ① 天板表面全体に、19年度配布分と比べとなめらかな凹凸が触ると確認できるが、鉛筆で字を書くことに支障はない。材の接合部分にすき間のあるもの、さね加工の部分に段差のあるものがある。掃除時の椅子座面の金具が天板にあたる所にへこみはみられない。19年度配布分と同様に天板の前縁及び後縁の表面が削れている天板がある。
- ② 先生・児童とも、使いにくい旨の意見であった。先生からは「傷みがひどいので従来の天板にかえてほしい。机が大きくなったこと（従来品はJIS S 1021:1991 対応で、奥行き400mm、幅600mm）、明るい色調になったことはよかった。」との意見があった。児童からは「ペンで書くと天板に跡がつくが、でこぼこは下敷きをすれば大丈夫。」との意見があった。また、新品同士で比較するなら従来使用していた合板の天板よりヒノキ集成材の天板が良いという意見があった。新品の状態を知らない児童がこの意見を述べたのは、新品の状態でない天板からも感じられる木の軟らかさやあたたかさからの心地よさからのようである。
- ③ 天板が配布された時、5年年の児童は喜び、他学年は羨ましがっていた。大事に使用しているが、天板として使用するにはヒノキは軟らかい。反面、ものを大切に扱う教育になるとも考えられる。板が大きいので児童は使いやすいと思うが、教室内に圧迫感があり、机間の通りが狭くなった。間伐材の使用方法として、例えば階段の手すりといった、どの学校にも共通に設置されている部分に使用する方法もあると思う。

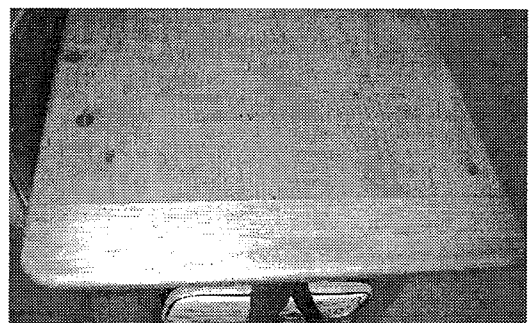


図2 平成20年度配布の天板(前縁が削れている)

3.3 平成21年度配布の天板について

- ① 天板表面に凹凸は確認できない。19年度及び20年度配布分と同様に天板の前縁及び後縁の表面が削れている天板がある。表面に浅く割れの入った天板が数枚みられた。
- ② 先生・児童とも使用には支障ない旨の意見であった。しかし、使用を初めて半年経たない内に表面に欠けが発生していること、軽すぎる（20年度・19年度と21年度で基材等仕様を変更したためと考えられる）ことから、「従来の天板のほうが使いやすい。」との意見もあった。
- ③ 天板のサイズが大きくなったので、授業中教室で先生が机の間を移動するとき狭くなり、移動しにくい。

直し等、次回の製作に活かすこととしている。

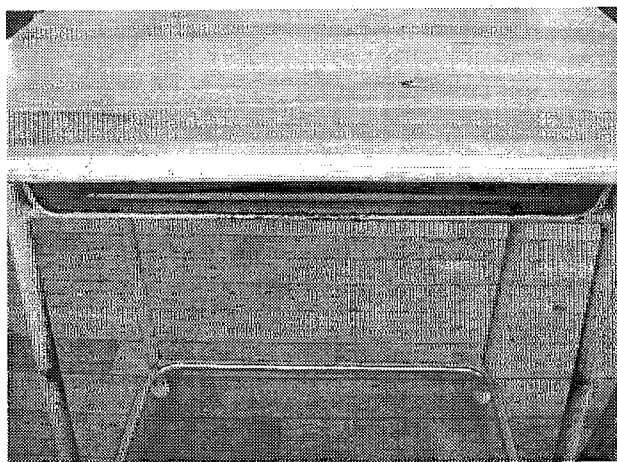


図3 平成21年度配布の天板(前縁が削れている)

4. 結言

平成19年度及び20年度に製作した、軟らかいヒノキ材を基材にウレタン塗装をした天板が、剛性及び耐久性不足であることが明白な結果となった。広島市では、香りの良いヒノキ材の使用をすすめるためヒノキ材を圧縮して基材の硬度を上げることを考えたが、予算の制約で難しい状況にある。平成21年度に製作したスギ材とPET樹脂とUV塗装の天板も、半年間で欠けが発生している現状である。間伐材を利用した天板製作は今年度も実施予定であり、今回の結果を踏まえ仕様の見

識別パターン穿孔機の開発

尾崎 清、後藤 幹雄¹

農産物にトレーサビリティを付加することを目的として、包装袋やシートに生産者ごとのパターン化した孔をあける方法を考案するとともに、実用化のための穿孔機を試作した。この穿孔機は小規模、零細農家でも利用できるように、安価で操作が簡単なことが特徴である。また、農産物のみならず他の用途にも応用可能である。

キーワード： 識別、パターン、トレーサビリティ、穿孔

1. はじめに

食品の賞味期限、産地、内容物の偽装や有害物質の混入などが明らかになり、食の安全・安心に国民の関心が高まっている。農産物についても生産者情報を積極的に明示することにより商品の信頼性を高める、あるいはブランド化により付加価値を高めることなどが行われている。

一方、小規模・零細農家においては生産者情報の付加にコストがかかることや、トレーサビリティが義務化されていないことなどから取組みが遅れている。しかし、消費者ニーズによりトレーサビリティの重要性は今後ますます高まっていくことが予想される。

本報では、農産物や工業部品などを包装する袋やシートに識別パターンを付加し、生産者などのトレーサビリティに用いる機具を開発した事例について報告する。

2. 開発目的

小規模、零細農家が生産する「ひろしまそだち」（広島市内の農林漁業者が生産した農林水産物及びその加工品に表示できるシンボルマーク 図1参照）の生産者を袋単位で特定できる方法を開発する。

機具に要求される仕様は以下のとおりである。

① 識別数

地域数：20 地域

生産者数：600 戸（1 地域当たり）

② 生産者や流通・販売関係者だけが識別できればよい（数字、記号、模様など）。

③ 特別な知識や技術を必要とせず、単純な操作であること。

④ メンテナンスが容易であること。

⑤ 1 束（100 枚）を一度に作業できること。

⑥ 価格は1万円未満であること。

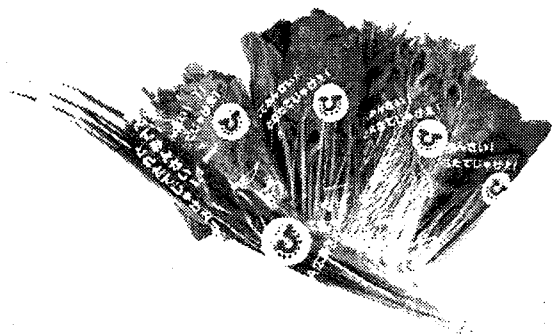


図1 ひろしまそだちの例

¹ 後藤鉄工株式会社

3. 識別方法の検討

3.1 識別方法の付加

ひろしまそだちの袋に何らかの識別方法を付加する方法としては、英数字やバーコードを袋に直接印刷する、印刷したラベルを貼るなどが考えられるが、いずれもパソコンや専用印刷機が必要となるため安価にはできないこと、インク、ラベルなどの消耗品が必要になり、ランニングコストがかかること、さらに袋1枚づつ作業をしなければならず手間がかかることなどの欠点がある。次に、袋を直接加工する方法としては、例えば、英数字を刻印する方法があるが、均一に刻むための力加減が難しいことや、一度にせいぜい2、3枚しか作業できないなどの欠点がある。これら既存の方法の一部をまとめたものを表1に示す。

3.2 2値表現を用いた識別パターン

穴が有る場合を1、無い場合を0とする2値表現を用

いて、縦m列の穴で2のm乗を表し、横n列の穴でn桁を表すことにより、2の(m×n)乗とおりのパターンを表す方法を考案した。この方法を今回の要求仕様にあわせると次のようになる。

(●穴あり、○穴なし)

① 縦3列(1桁)で0～7の8とおりを表す。

○	○	○	...	●	●
○	○	●	...	●	●
○	●	○	...	○	●
0	1	2	...	6	7

② 横2列(2桁)で地域を64、横4列(4桁)で戸を4096まで識別可能。

○	●			○	○	●	●
○	○			●	●	○	●
●	○			●	○	●	●
1	4			3	2	5	7

(地域番号14、戸番号3257)

表1 識別方法の例

方法	種類	必要物品	特徴	市販価格
袋へ直接印刷	英数字 記号	専用印刷機 (ただし市 販品はなし)	セロファン製包装袋に印刷するには専用機を開発するか、袋に加工する前のシートに印刷する必要がある。	開発費は 不明
ラベルに印刷し袋に貼る	英数字 記号	パソコン プリンタ ラベル	パソコンの操作が必要 袋1枚ごとに作業する必要がある。	8万円～
	バーコード	パソコン プリンタ ラベル	パソコンの操作が必要 袋1枚ごとに作業する必要がある。	8万円～
		専用印刷機	袋1枚ごとに作業する必要がある。	12万円～
刻印機による打ち抜き	英数字	手動式ナン バリング刻 印機	数字5桁 数字の差替え不要 均一に打刻することが難しい 1度に打刻できるのは数枚程度	8万円～
		刻印工具	数字5桁 数字の差替え必要 均一に打刻することが難しい 1度に打刻できるのは数枚程度	4万円～

この方法を具体化するために穴あけ機具を試作し、検証を行った。試作した1号機を図2、図3に示す。

1号機の検証を行ったところ、次のような課題が判明した。

- ① パンチとダイによる穴あけ機構では、束ねてある袋が滑るため一度に100枚をあけることが難しい。また、レバーを倒し、てこの構造で100枚を一度に穴をあけるには非常に大きな力が必要になる。
- ② 製作費が3万円を超える。

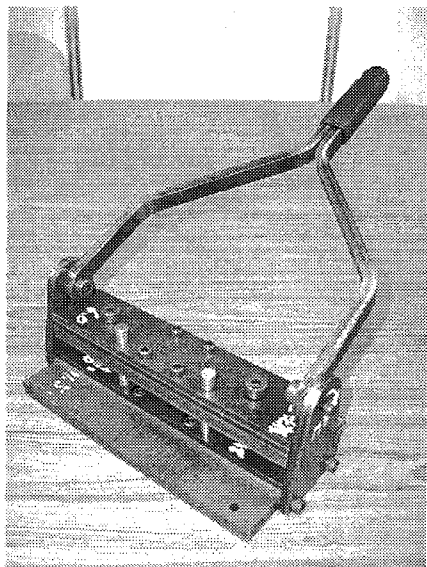


図2 1号機(全体)

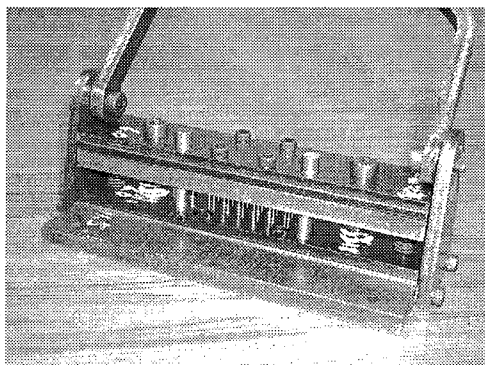


図3 1号機(穿孔部)

次に、1号機の課題を踏まえて穴あけ機構および使用部材の見直しを行ったものが2号機である。1号機は丸い穴をパンチであける構造であったが、2号機は釘で穴をあける構造にしたため、小さい力で100枚を一度にあけることができた。また、あけた穴が時間

経過とともに塞がっても充分、認識が可能であった。2号機を図4、図5に示す。

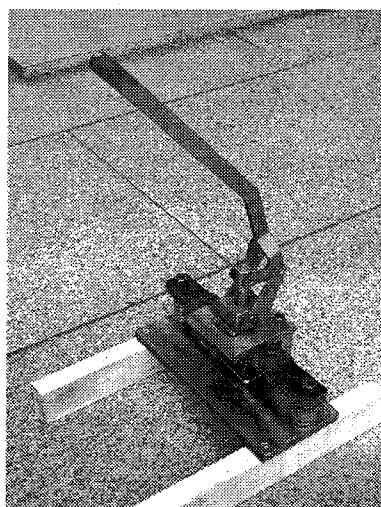


図4 2号機(全体)

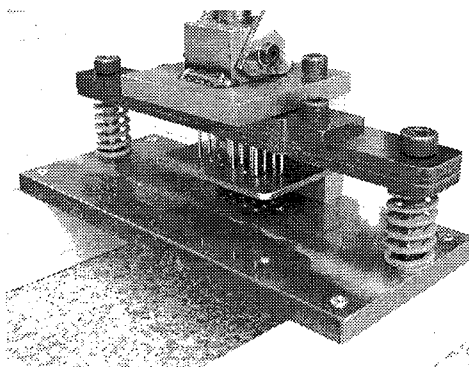


図5 2号機(穿孔部)

4. おわりに

生産量の少ない小規模、零細農家でも導入しやすいように、安価で操作やメンテナンスが簡単な識別パターン穿孔機を開発した。この方法により農産物にトレーサビリティを付加することが容易になり、生産者の意識啓発とあわせて普及することにより、食の安全・安心が一層進むことが期待される。なお、この識別パターン穿孔機は後藤鉄工株式会社との共同研究により開発したもので、実用新案登録を行っている（登録第3154308号）。

今後は、農産物の流通・販売を担うJA、その他、トレーサビリティを必要とする分野において、開発した識別方法の導入に向けPRしていく予定である。