ISSN 0917−6640

# 広島市工業技術センター年報

第18巻

# ANNUAL REPORTS

of

HIROSHIMA CITY
INDUSTRIAL TECHNOLOGY CENTER

VOL. 18

2004

平成 16 年度

広島市工業技術センター

# 発行によせて

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あたり多大なご支援、ご協力を賜り厚くお礼申し上げます。

最近、我が国経済には、設備投資や企業収益などに回復の兆しが見られますが、コスト削減・リストラといった企業努力による効果であったり、デジタル家電、輸送用機器など一部業種の好調な販売に頼っている傾向があります。依然として高い失業率や国際情勢の不安定など、先行きの不透明感が見られ、中小企業にとっては厳しい状況が続いています。

生産活動のグローバル化、高度情報化、高齢化などがすすむ環境の中で、地域経済を支える中小企業がより積極的な事業活動を展開していくには、市場のニーズを適格に把握し、機敏性・柔軟性を活かした新規事業や新製品の創出を行い、新顧客・新市場開拓を図ることが重要となります。そのためには、技術基盤の向上、情報収集能力の強化などが必要です。

当センターといたしましても、このような状況を踏まえ、地場産業の技術的課題に対応した研究開発機能の整備拡充に努めるとともに、中小企業の技術力の向上を支援するため、技術指導・相談、依頼試験、産学官共同研究等を中心に各種の事業を展開しているところです。

今後とも地元中小企業の技術支援拠点の公設機関として、産学官連携の推進、企業との共同研究等時代に即応した新技術･新分野開発を一層推進し､地域産業の活性化に努めてまいる所存であります。

ここに平成１６年度実施いたしました技術支援事業の概要をとりまとめましたので報告いたします。お気づきの点等ございましたら、ご一報いただければ幸いです。

関係各位のなお一層のご協力とご支援を賜りますよう心からお願い申しあげます。

広島市工業技術センター

所長　岸　本　信　治

# 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 ………………………………………… 11
（2）設備利用 ………………………………………… 11
（3）技術指導・相談 ………………………………………… 12
（4）産学官共同研究推進事業 ………………………………………… 13
（5）技術支援基盤整備事業 ………………………………………… 13
（6）新技術共同研究事業 ………………………………………… 14
（7）環境関連分野支援事業 ………………………………………… 18
（8）福祉関連分野支援事業 ………………………………………… 20
（9）産業デザイン振興事業 ………………………………………… 21
(10) 工業技術支援アドバイザー派遣事業 ………………………………………… 24
(11) デジタルエンジニアリング支援研修事業 ………………………………………… 24
(12) 技術者研修事業 ………………………………………… 25
(13) 発明考案奨励事業 ………………………………………… 26
(14) 広島市工業技術振興協議会 ………………………………………… 27
(15) 会議・研究会への出席 ………………………………………… 28
(16) 技術職員派遣研修 ………………………………………… 29
(17) 講師・委員の派遣 ………………………………………… 29
(18) 発表（誌上・口頭）………………………………………… 30

3　研究報告

# 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、併せ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<br>(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<br>※（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<br>(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ともない「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)<br>(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)<br>(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) |

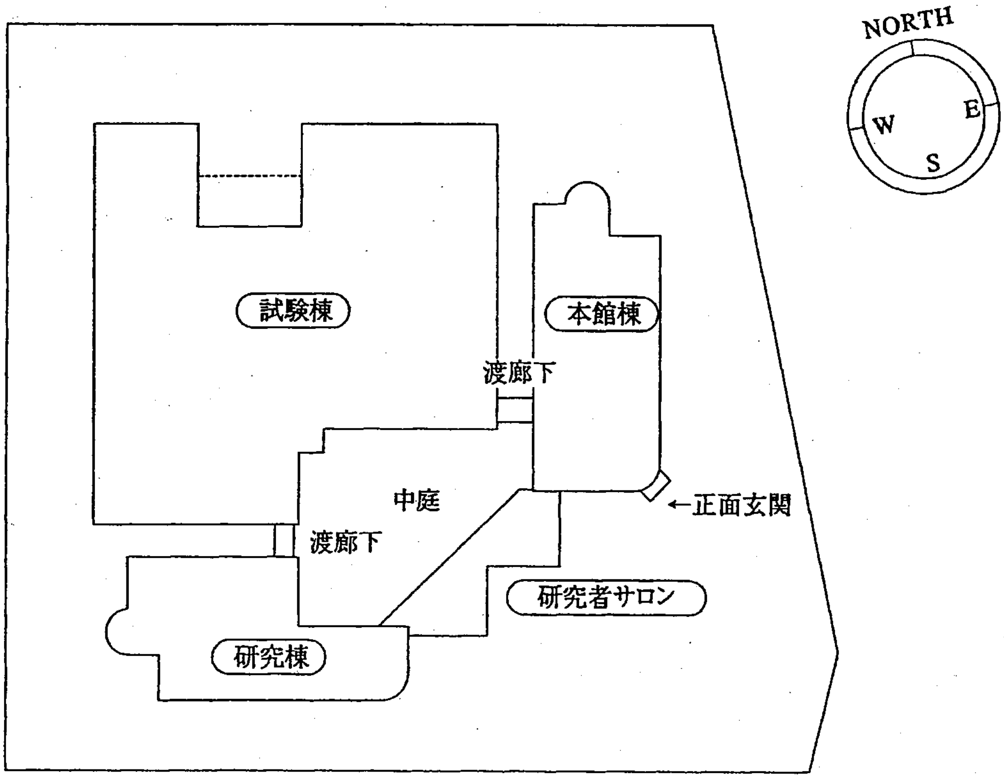
## （2）施設規模

① 土地建物

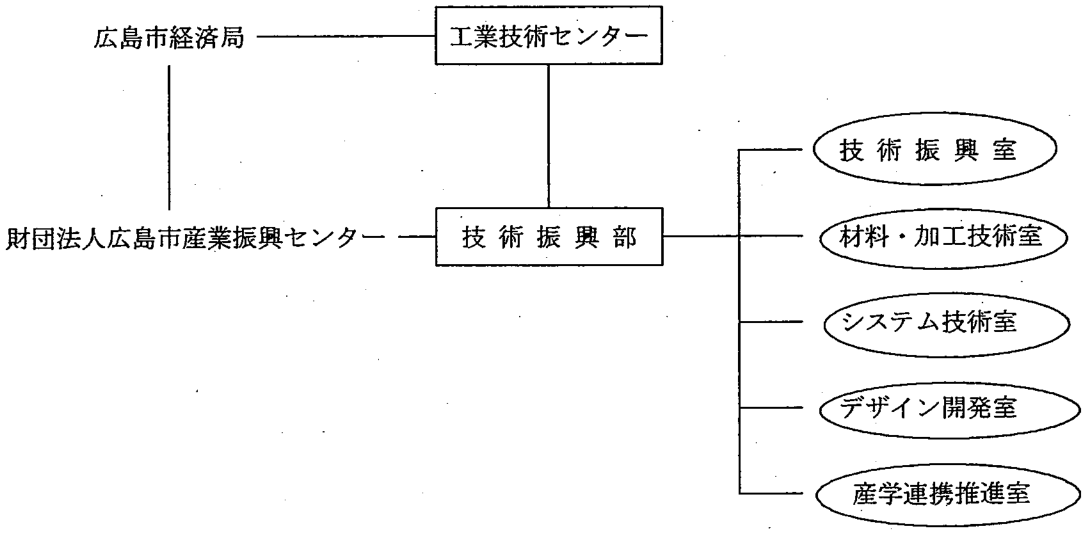
（単位　m²）

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| ＰＨ階 | 52.55 | | | | | | 52.55 |
| 計 | 1,795.85 | 246.32 | 1,763.58 | 2,890.33 | 19.16 | 73.86 | 6,789.10 |

② 配置図



## （3）組織及び業務




依頼試験・設備使用の受付及び手数料・使用料の収納

試験成績書の発行

各種工業材料の機械試験・物性試験及び化学分析

各種工業製品の試験・測定・検査

各種工業材料の利用技術に関する研究及び技術指導

機械加工技術及び成形加工技術に関する研究及び技術指導

表面処理・改質技術に関する研究及び技術指導

生産管理技術に関する研究及び技術指導

電気・電子応用技術に関する研究及び技術指導

コンピュータ支援技術・情報処理技術に関する研究及び技術指導

産業デザインに関する研究及び技術指導

公設試験研究機関との共同研究及び研究成果の普及

企業との共同研究

講習会・研修会・研究会の開催及び人材育成事業

技術交流事業の支援

発明考案に関する奨励事業

技術情報の収集・提供

定期刊行物等の企画・発行

産学官共同研究の推進に関する事業

## (4) 予　算

① 歳　入

(単位：千円)

| 科　　目 | 平成15年度予算額 | 平成16年度予算額 | 増　　減 |
|---|---|---|---|
| 商工使用料 | 2,902 | 3,802 | 900 |
| 商工手数料 | 34,203 | 33,077 | △1,126 |
| 商工費国庫補助金 | 9,509 | 3,345 | △6,164 |
| 雑　　入 | 4,321 | 2,086 | △2,235 |
| 合　　計 | 50,935 | 42,310 | △8,625 |

② 歳　出

(単位：千円)

| 科　　目 | 平成15年度予算額 | 平成16年度予算額 | 増　　減 |
|---|---|---|---|
| 報償費 | 192 | 70 | △122 |
| 普通旅費 | 675 | 498 | △177 |
| 消耗品費等 | 4,243 | 2,884 | △1,359 |
| 食糧費 | 12 | 11 | △1 |
| 通信運搬費 | 51 | 50 | △1 |
| 手数料等 | 48 | 48 | 0 |
| 委託料 | 164,154 | 149,475 | 14,679 |
| 使用料及び賃借料 | 57 | 40 | △17 |
| 備品購入費 | 25,620 | 9,762 | △15,858 |
| 負担金補助及び交付金 | 5,102 | 5,877 | 775 |
| 合　　計 | 200,154 | 168,715 | 31,439 |

## （5）主要設備機器

★中小企業庁補助対象機器　※日本自転車振興会補助対象機器

| 機器の名称 | 型　　式 | 購入年度 |
|---|---|---|
| １００ｋＮ万能試験機 | ㈱島津製作所 RH-10型 | ※昭和３６年度 |
| ロックウェル硬度計 | ㈱明石製作所 ORK型 | 昭和４１年度 |
| ビッカース硬度計 | ㈱明石製作所 AVK型 | 昭和４１年度 |
| 回転曲げ疲れ試験機 | ㈱東京衡機製造所 25180型 | 昭和４１年度 |
| 焼入試験機 | ㈱川崎製鉄 | 昭和４１年度 |
| 周波数測定器 | リオン㈱ SA-57型 | ★昭和４７年度 |
| 接触角精密測定機 | 協和科学㈱ CA-1型 | ★昭和４７年度 |
| 塩水噴霧試験機 | 東洋理化工業㈱ ST-J-2型 | ★昭和４７年度 |
| ﾛｯｸｳｪﾙ･ｽｰﾊﾟｰﾌｨｼｬﾙ硬度計 | ㈱明石製作所 ARK-S型 | 昭和５１年度 |
| 立型フライス盤 | 日立㈱ 3M型 | ※昭和５２年度 |
| 荷重変位測定装置 | ㈱シンコー工業 6505型 | ★昭和５４年度 |
| デジタル自動測色色差計 | スガ試験機㈱ AUD-CH-2型 | ★昭和５４年度 |
| サンシャイン式ウェザーメーター | スガ試験機㈱ WEL-SUN-HC型 | ★昭和５４年度 |
| 冷熱衝撃試験機 | タバイエスペック㈱ TSC-10型 | ★昭和５４年度 |
| 温湿度繰り返し試験機 | タバイエスペック㈱ PL-3E型 | ★昭和５４年度 |
| めっき処理装置 | 富士プラント工業㈱ プライスター1型 | ★昭和５５年度 |
| 恒温熱風乾燥機 | タバイエスペック㈱ HPS-222型 | ★昭和５５年度 |
| 燃焼性試験機 | スガ試験機㈱ FL-45MC型 | ★昭和５５年度 |
| ベルトサンダー | ㈱桑原製作所 KSB-70型 | ★昭和５５年度 |
| 万能投影機 | 日本工学工業㈱ V-20A型 | ※昭和５６年度 |
| 試料埋め込み機 | ビューラ社 SIMPLIMET2型 | ※昭和５６年度 |
| 原子吸光分析装置 | ㈱日本ジャーレルアッシュ AA-860型 | ※昭和５７年度 |
| １０００ｋＮ万能試験機 | ㈱島津製作所 UMH100型 | ※昭和５７年度 |
| 旋盤 | 森精機㈱ MS-650型 | ※昭和５７年度 |
| 直流アーク溶接機 | 大阪変圧器㈱ CPXGT-350型 | ★昭和５８年度 |
| ツィンロックウェル硬度計 | 松沢精機㈱ DRT-FA300型 | ※昭和５８年度 |
| マッフル炉 | ㈱亀井製作所 3513型 | ※昭和５８年度 |
| 高温真空炉 | ㈱島津製作所-DEGUSSA | ※昭和５８年度 |
| 平面研削盤 | 日興機械㈱ NSG-520型 | ※昭和５９年度 |
| マイクロロボット | 三菱電機㈱ RM-501型 | 昭和５９年度 |
| 炭酸ガスレーザー加工機 | ㈱日立製作所 HIL-500CSP型 | ※昭和６０年度 |
| 恒温恒湿低温槽 | タバイエスペック㈱ PL-4G | ★昭和６２年度 |
| Ｘ線マイクロアナライザー | ㈱島津製作所 EPMA8705QH型 | ※昭和６２年度 |
| 三次元座標測定器 | 日本工学㈱ トライステーション600型 | ※昭和６２年度 |
| 自己変歪測定装置 | さくら工業㈱ SFH-20S型 | 昭和６２年度 |
| アナライジングレコーダ | 横河電機㈱ 3655E | 昭和６２年度 |
| デジタルパワーメーター | 横河電機㈱ 2533 | 昭和６２年度 |
| デジタルストレージスコープ | 松下通信工業㈱ VP-5740A | 昭和６２年度 |

| 機 器 の 名 称 | 型　　　式 | 購 入 年 度 |
|---|---|---|
| 精密電圧電流測定機 | 横河電機㈱ 2723 | 昭和６２年度 |
| 標準電圧電流発生器 | 横河電機㈱ 2258 2253 2563 | 昭和６２年度 |
| 表面性測定器 | 新東洋科学㈱ 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㈱ HKC-12L型 | 昭和６２年度 |
| 複合サイクル試験機 | スガ試験機㈱ ISO-3CY型 | ★昭和６２年度 |
| 湿潤試験機 | スガ試験機㈱ CT-3型 | ★昭和６２年度 |
| 屋外暴露試験機 | スガ試験機㈱ OER-PG型 | ★昭和６２年度 |
| 静電粉体塗装装置 | ㈱ランズバーグゲマ EPE 700型 | 昭和６２年度 |
| スプレー式前処理装置 | ㈱日本パーカーライジング KU-42型 | ★昭和６２年度 |
| プラズマ溶射装置 | プラズマダイン社 40型 | 昭和６２年度 |
| 木工用油圧プレス | ㈱セイブ ONK-1000x2000型 | 昭和６２年度 |
| 高周波加熱装置 | 富士電波㈱ FDY-320型 | 昭和６２年度 |
| ボーリングマシン | 新前田工業㈱ SAD-120B型 | 昭和６２年度 |
| ダブテールマシン | 庄田鉄工㈱ DV-131型 | 昭和６２年度 |
| 帯鋸盤 | 日立工機㈱ CB100F型 | 昭和６２年度 |
| コーナーロッキングマシン | 庄田鉄工㈱ CLA-132型 | 昭和６２年度 |
| ルーターマシン | 庄田鉄工㈱ ROA-113型 | 昭和６２年度 |
| 超仕上げかんな盤 | 丸仲鉄工所㈱ ロイヤル3型 | 昭和６２年度 |
| 軸傾斜横切丸鋸盤 | 東海製作㈱ SFJ-1300型 | 昭和６２年度 |
| レーザー測長機 | 和泉電気㈱ MG-1000型 | ※昭和６３年度 |
| Ｘ線応力測定器 | ㈱リガク MSF-2M型 C-120型 | ※昭和６３年度 |
| カラーシミュレータ | 日本色研事業㈱ 678RC-SA-101型 | ★昭和６３年度 |
| 写植機 | ㈱写研 SPICA-AH型 | ★昭和６３年度 |
| 多光源測色色差計 | スガ試験機㈱ MSC-IS-2B型 | ★昭和６３年度 |
| 精密ハードネステスター | プロセス社 エコーチップC型 | ★昭和６３年度 |
| サーマルショック試験機 | タバイエスペック㈱ TSR-103型 | ★昭和６３年度 |
| 冷間静水圧プレス（ＣＩＰ） | 三菱重工業㈱ MCT-100型 | ※昭和６３年度 |
| 立型マシニングセンター | ㈱遠州製作所 VMC530型 | ※昭和６３年度 |
| 万能工具研削盤 | ㈱松沢製作所 MZ-8BG型 | ※昭和６３年度 |
| 低荷重精密万能試験機 | ㈱島津製作所 AGS-1000A型 | ★昭和６３年度 |
| 高速度手押しかんな盤 | ㈱桑原製作所 KP-300LDX型 | 昭和６３年度 |
| 自動一面かんな盤 | ㈱大洋製作所 CP-500型 | 昭和６３年度 |
| 木工ロクロ | シンポ工業㈱ WRA-075-AN型 | 昭和６３年度 |
| 木工旋盤 | 北産興業㈱ WL-S1型 | 昭和６３年度 |
| ５０Ｊ計装化シャルピー | ㈱米倉製作所 CHRAPC-5C型 | 平成　元年度 |
| 接着耐久性試験機 | 東洋精機㈱ NO-537型 | 平成　元年度 |
| 電子回路試験装置 | ㈱ノイズ研究所 EMC-5000S | ※平成　元年度 |
| 摩耗試験機 | テスター産業㈱ AB101型 | 平成　元年度 |

★中小企業庁補助対象機器　※日本自転車振興会補助対象機器

| 機器の名称 | 型　　　式 | 購入年度 |
|---|---|---|
| 紫外線ウェザーメーター | スガ試験機㈱ WEL-SH-2HCB型 | 平成　元年度 |
| 紫外線フェードメーター | スガ試験機㈱ FAL-SP-H型 | 平成　元年度 |
| 熱風式焼付乾燥装置 | タバイエスペック㈱ HLKS-3A型 | 平成　元年度 |
| 塗料用退色試験機 | スガ試験機㈱ FM-1型 | 平成　元年度 |
| 手吹静電塗装装置 | ㈱ランズバーグゲマ エレッペR-E-AN | 平成　元年度 |
| 熱間静水圧プレス(ＨＩＰ) | 三菱重工業㈱ 02-Labo HIP型 | ※平成　元年度 |
| ＮＣワイヤカット放電加工機 | 三菱電機㈱ DWC90H型 | ※平成　元年度 |
| 真空加圧含浸装置 | サンワエンジニアリング㈱ VPI-2PW型 | 平成　元年度 |
| 定荷重精密プレス | 東洋テスター産業㈱ SA-901型 | 平成　元年度 |
| 刃物研削ラップ盤 | ㈱丸仲鉄工所 GH-50型 | 平成　元年度 |
| 軸傾斜丸鋸盤 | ㈱桑原製作所 KS-TZ400型 | 平成　元年度 |
| ３００Ｊシャルピー衝撃試験機 | ㈱東京衡機製造所 IC型 | 平成　２年度 |
| 走査型電子顕微鏡 | ㈱日立製作所 S-2400型 | ※平成　２年度 |
| 超音波探傷機 | 日本クラウトクレーマーウェルター㈱ HIS-2 | ※平成　２年度 |
| 表面粗さ輪郭形状測定機 | ㈱小坂研究所 SEF-30D | ※平成　２年度 |
| 集塵装置 | サンエス工業㈱ ﾊﾞﾛｰｽﾞﾌﾞｰｽ NB-2S型 | 平成　２年度 |
| ガス溶射装置 | 日本ユテク㈱ テロダインシステム2000型 | 平成　２年度 |
| ＮＣ放電加工機 | 三菱電機㈱ M35KC7型 | ※平成　２年度 |
| 走行丸鋸盤 | 田中機械工業㈱ パネルソー 2500型 | 平成　２年度 |
| ５００ｋＮ万能試験機 | ㈱島津製作所 UH-500KNA型 | ※平成　３年度 |
| 低温型示差走査熱量計 | セイコー電子工業㈱ DSC-220C型 | ※平成　３年度 |
| 熱機械分析装置 | セイコー電子工業㈱ TMA-SS120C型 | ※平成　３年度 |
| 切削動力計 | 日本キスラー㈱ 9257B型 | ※平成　３年度 |
| 蛍光Ｘ線微小膜厚計 | セイコー電子工業㈱ SFT-3200型 | ※平成　３年度 |
| 歪検出システム | ㈱共和電業 E-SPIRAS8型 | ★平成　３年度 |
| プラズマ溶射ロボット | プラズマ技研工業㈱ モトマンK6SB型 | ※平成　３年度 |
| 難削材料切断研削装置 | ㈱マルトー セラミクロン MX-833型 | ★平成　３年度 |
| ガスクロマトグラフ質量分析装置 | ㈱島津製作所 TGA-GC/MSシステム | ※平成　４年度 |
| 疲労試験機 | ㈱島津製作所 EHF-UD | ※平成　４年度 |
| 摩擦摩耗試験機 | 神鋼製造㈱ ファレックス型 | ★平成　４年度 |
| デジタイザシステム | ㈱ミツトヨ BHN710/MPK2900 | ★平成　４年度 |
| 加硫試験機 | 日合商事㈱ キュラストメーター VD型 | ※平成　５年度 |
| 実体顕微鏡システム | オリンパス㈱ PMG3 | ※平成　５年度 |
| 騒音・振動データー処理装置 | エミック㈱ VC-061DAMX-31-PIR | ※平成　５年度 |
| 混練装置 | ㈱小平製作所 RⅢ-2-CC | ※平成　５年度 |
| カプセリング装置 | 三菱重工業㈱ Laboｶﾌﾟｾﾘﾝｸﾞ 100型 | 平成　６年度 |
| ５０Ｊシャルピー衝撃角度検出システム | ㈱米倉製作所 CCP-60P型 | ※平成　６年度 |
| 横型バンドソー | ㈱ニコテック SCH-33FA型 | ※平成　６年度 |

| 機 器 の 名 称 | 型　　　式 | 購 入 年 度 |
|---|---|---|
| 蛍光Ｘ線分析装置 | セイコー電子工業㈱ SEA2010L型 | ※平成　６年度 |
| 投影機用データー処理装置 | ㈱ニコン DP-302型 | ※平成　６年度 |
| ギヤー式老化試験機 | スガ試験機㈱ TG-100 | ★平成　７年度 |
| 反ぱつ弾性試験機 | 高分子計器㈱ Lupke方式 | ★平成　７年度 |
| Ｘ線回折装置 | ㈱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㈱ Herschel FT/IR-350 | ★平成　７年度 |
| バーチャルリアリティシステム | 旭エレクトロニクス㈱ TDZ-400DS | ★平成　８年度 |
| 非接触粗さ検出ユニット | ㈱小坂研究所 PU-OS100 | ※平成　８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㈱ WEL-SUN-DCH.B.BR | ※平成　８年度 |
| 塗膜定量測定装置 | ㈱キーエンス VH-6200C | ※平成　８年度 |
| 熱遮蔽温度記録装置 | 安立計器㈱ AM-7002 | ※平成　８年度 |
| 油分濃度計 | ㈱堀場製作所 OCMA-300 | ※平成　８年度 |
| 電解着色電源・実験用システム | ㈱高砂製作所 PEC40-2 | ※平成　８年度 |
| 繰り返し荷重試験装置 | ＪＴトーシ㈱ TE-03-AFS01 | 平成　８年度 |
| 大型恒温恒湿低温室 | タバイエスペック㈱ TBE-4HW2GEF | ☆平成　９年度 |
| 振動計測システム | ㈱小野測器 DS-9110 | ★平成　９年度 |
| 炭素・硫黄分析装置 | ㈱堀場製作所 EMIA-820 | ※平成　９年度 |
| 工具顕微鏡 | ㈱トプコン TUM-220EH | ※平成　９年度 |
| 示差熱熱重量同時測定装置 | セイコーインスツルメント㈱ TG/DTA6300 | 平成　９年度 |
| 紫外線可視分光光度計 | ㈱島津製作所 UV-2500PC | 平成　９年度 |
| 超音波硬さ計 | 川鉄アドバンテック㈱ SONOHARD SH-75 | 平成　９年度 |
| 光学顕微鏡用デジタルカメラ | 富士写真フィルム㈱ HC-300 | 平成　９年度 |
| ビデオプロジェクター | ㈱東芝 TLP510J | 平成　９年度 |
| 高温顕微硬度計 | ㈱ニコン QM-2 | ☆平成１０年度 |
| 放電焼結機 | ㈱中国精工 プラズマンCSP-Ⅳ-A | ☆平成１０年度 |
| 真円度円柱形状測定機 | ㈱ミツトヨ ラウンドテストRA-H426 | ※平成１０年度 |
| 大越式迅速摩耗試験器 | ＪＴトーシ㈱ OAT-U | ※平成１０年度 |
| 高速ビデオカメラ | ㈱ナック コダック SR500C | ※平成１０年度 |
| 万能混練攪拌機 | ㈱ダルトン 25AMV-rr | ※平成１０年度 |
| 非破壊検査開発システム | 日本ルックス㈱ RN-001 ㈱イノテック NT-25 | ★平成１１年度 |
| 超音波振動ユニット | ㈱岳将 ULTRA-700 | ★平成１１年度 |
| シミュレーションシステム開発装置 | MathWorks MATLAB | ★平成１１年度 |
| ＣＡＤデジタルモックアップ | シリコングラフィックス社 OCTANE/SE | ※平成１１年度 |
| 分光式色差計測システム | 日本電色工業㈱ SQ-2000 | ※平成１１年度 |
| 変角光沢計測システム | スガ試験機㈱ UGV-6P | ※平成１１年度 |
| 恒温振盪水槽 | タイテック㈱ XP-80 | 平成１１年度 |
| 色彩輝度計 | ミノルタ㈱ CS-100 | 平成１１年度 |
| 撹拌機 | 特殊機化工業㈱ T.K.ホモディスパー2.5型 | 平成１１年度 |

☆経済産業省補助対象機器　★中小企業庁補助対象機器　※日本自転車振興会補助対象機器

| 機器の名称 | 型式 | 購入年度 |
|---|---|---|
| 大変形構造解析システム | 中外テクノス㈱ CFM-9 | ★平成１２年度 |
| 精密加工機 | 牧野フライス精機㈱ MSJ25-16 | ★平成１２年度 |
| センシングデータ診断ソフトウェア | The MathWorks MATLAB | ★平成１２年度 |
| 雰囲気炉 | 島津メクテム㈱ VHLgr25/18/23型 | ※平成１２年度 |
| 非接触三次元形状入力システム | ミノルタ㈱ VIVID700 | ※平成１２年度 |
| ボールミル回転架台 | 東京硝子器械㈱ AV-2 | 平成１２年度 |
| 木材水分計 | ケット㈱ HM-520 | 平成１２年度 |
| クレイオーブン | 新日本造形㈱ 20L型 | 平成１２年度 |
| 上皿天びん | ㈱島津製作所 BW4200H | 平成１２年度 |
| マイクロスコープ用デジタル撮影システム | アイ・ディ・エス㈱ IDS-300VH-L250 | 平成１２年度 |
| 三次元造形システム | Stratasys社 PRODIGY | ☆平成１３年度 |
| 高周波プラズマ発光分光分析装置 | ㈱島津製作所 ICPS-7500 | ※平成１３年度 |
| 真空乾燥装置 | アドバンテック東洋㈱ VO-320 | 平成１３年度 |
| 精密万能試験機 | ㈱島津製作所 AG-250kNI | ☆平成１４年度 |
| 微小硬度計 | ㈱フーチュアテック FM-ARS7000 | ※平成１４年度 |
| メカニカルＣＡＥシステム | ADINA社 ADINA7.5　SDRC社 I-DEAS9 | ※平成１４年度 |
| 騒音計 | リオン㈱ NL-32 | 平成１４年度 |
| キセノンアークランプ式耐候性試験機 | スガ試験機㈱製 KL75 | ☆平成１５年度 |
| ＮＣ旋盤 | ㈱滝澤鉄工所製 TC-200 | ※平成１５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製 Power Mac G5 | ※平成１５年度 |

平成16年度の主な新設機器

| 機器の名称 | 用途 | 備考 |
| --- | --- | --- |
| 接触角測定装置<br>協和界面科学㈱製 Drop Master700 | 液体の表面張力を測定し、固体表面の粗さ評価や、液体の吸収性評価を行う。 | 経済産業省<br>補助対象機器 |
| 遊星型ボールミル<br>フリッチュ社製　P-6型 | 金属、セラミックス等の粉末材料の混合、粉砕、MA処理等を行う。 | 日本自転車振興会<br>補助対象機器 |
| 温湿度計測システム<br>㈱キーエンス製　GR-3500 | 住宅資材、自動車部品等の温度、湿度に関する環境試験において、製品の多点における温度・湿度データを計測、処理する。 | 日本自転車振興会<br>補助対象機器 |

# 2 事　　業


(1) 依頼試験 ……………… 11
(2) 設備利用 ……………… 11
(3) 技術指導・相談 ……………… 12
(4) 産学官共同研究推進事業 ……………… 13
(5) 技術支援基盤整備事業 ……………… 13
(6) 新技術共同研究事業 ……………… 14
(7) 環境関連分野支援事業 ……………… 18
(8) 福祉関連分野支援事業 ……………… 20
(9) 産業デザイン振興事業 ……………… 21
(10) 工業技術支援アドバイザー派遣事業 ……………… 24
(11) デジタルエンジニアリング支援研修事業 ……………… 24
(12) 技術者研修事業 ……………… 25
(13) 発明考案奨励事業 ……………… 26
(14) 広島市工業技術振興協議会 ……………… 27
(15) 会議・研究会への出席 ……………… 28
(16) 技術職員派遣研修 ……………… 29
(17) 講師・委員の派遣 ……………… 29
(18) 発表（誌上・口頭） ……………… 30

## 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 | 36 | 78 | 159,900 |
| | 物理試験 | 7 | 14 | 25,080 |
| | 接着試験 | 1 | 2 | 3,340 |
| | 製品性能試験 | 20 | 600 | 315,900 |
| | 小計 | 64 | 694 | 504,220 |
| 金属・非金属 | 機械試験 | 3,265 | 12,807 | 22,270,780 |
| | 物理試験 | 223 | 505 | 1,631,830 |
| | 分析試験 | 309 | 972 | 3,071,320 |
| | 小計 | 3,797 | 14,284 | 26,973,930 |
| 表面処理 | 塗料試験 | 0 | 0 | 0 |
| | 皮膜試験 | 204 | 15,651 | 4,406,820 |
| | 小計 | 204 | 15,651 | 4,406,820 |
| 電子・電気 | 電子計算機による解析 | 9 | 12 | 55,320 |
| | 電気試験 | 20 | 51 | 66,320 |
| | 小計 | 29 | 63 | 121,640 |
| 試験用試料作成 | 木材・木製品 | 0 | 0 | 0 |
| | 金属・非金属 | 60 | 162 | 334,860 |
| | 塗装・皮膜 | 4 | 4 | 19,520 |
| | 電子・電気 | 0 | 0 | 0 |
| | 小計 | 64 | 166 | 354,380 |
| 意匠図案の作成 | | 9 | 17 | 65,620 |
| 工業製品の試作 | | 0 | 0 | 0 |
| 試験・検査に関する証明 | | 36 | 80 | 28,800 |
| 合計 | | 4,203 | 30,955 | 32,455,410 |

### (2) 設備利用

| 区分 | 件数 | 数量 | 歳入額(円) |
|---|---|---|---|
| 工作設備 | 45 | 272 | 324,180 |
| 試験設備 | 280 | 7,038 | 2,836,170 |
| 合計 | 325 | 7,310 | 3,160,350 |

## （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　化学機械<br>流体機械　産業機械　電子機械　医療機械 | 85 |
| B | 電子・電気 | 電力機器　電気応用機器　電子応用機器 | 104 |
| C | 化　　学 | セラミックス　無機化学製品　有機化学製品<br>高分子製品　燃料/潤滑油　科学装置/設備 | 215 |
| D | 金　　属 | 鉄・非鉄冶金　非鉄材料　鉄鋼材料　表面技術<br>加工技術　接合　熱処理 | 573 |
| E | 木材･木質材 | 材料　加工技術　表面技術　改質技術 | 159 |
| F | 情報処理 | 情報管理　情報数理　コンピュータシステム | 71 |
| 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<br>視覚デザイン　環境デザイン | 71 |
| 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<br>CIM　TPM | 1 |
| I | 資　　源 | 金属鉱業　石灰・石油鉱業 | 1 |
| J | 建　　設 | 鋼構造　コンクリート製品 | 12 |
| K | 衛　　生 | 環境　公害防止技術　廃棄物利用技術 | 9 |
| L | そ の 他 | | 177 |
| 合　　計 | | | 1，478 |

### （4）産学官共同研究推進事業（担当　田邊、菅原、大林、山嵜）

#### 産学連携セミナー

地域の理工系大学の保有する研究シーズ（バイオマス・環境・リサイクル関連技術）を紹介し、産学の共同研究への結びつけを行った。さらに、パネル展示を行った。

開催日：平成１６年９月１５日（水）

参加者：１１１名（産７４名、学９名、官２８名）

| 区　分 | 講　　　師 |
|---|---|
| 研究シーズ紹　介 | ・広島工業大学工学部　教　授　今岡　務　氏<br>「酸素透過膜を用いた余剰汚泥低減型無動力排水処理システム」<br>・広島国際学院大学工学部　教　授　遠藤 敏郎　氏<br>「リサイクル技術の考え方」<br>・広島大学大学院工学研究科　助教授　松村 幸彦　氏<br>「有機廃棄物のバイオマスエネルギーとしての有効利用技術」<br>・広島市立大学情報科学部　教　授　矢野 卓雄　氏<br>「含油厨房排水の微生物処理」<br>・近畿大学工学部　教　授　井原 辰彦　氏<br>「粉体状酸化鉄廃材の燃焼補助剤としての機能化とその応用技術の開発」<br>・早稲田大学　教　授　藤田 敏三　氏<br>「高特性熱電材料の探索と熱電効果の利用」 |

#### 産学官共同研究専門委員会

産学官連携の現状について意見交換を行った。

開催日：平成１６年９月１７日（金）

委員長：広島市立大学　情報科学部長　浅田　尚紀　氏

【出席者】

・「産」側：東友会協同組合、広島金属熱処理協同組合、広島県鋳物工業協同組合、中国ゴム工業協同組合、社団法人広島県情報産業協会の理事等５名

・「学」側：広島大学産学連携センター、広島市立大学、近畿大学工業技術研究所、広島工業大学共同研究機構の教員4名

・「官」側：広島市工業技術センター所長、（財）広島市産業振興センター常務理事、同技術振興部長

### （5）技術支援基盤整備事業

#### 中小企業技術開発産学官連携促進事業（担当　金行）

研究テーマ　クリヤー塗膜の染色による加飾技術の開発と実用化研究

透明（クリヤー）塗装後に、表層面から染色を行い、色むらのない均一な着色を可能とする塗膜染色技術により、ステンレス・黄銅等の光輝金属面の加飾について研究を行った。

#### 技術職員大学派遣研究事業（広島大学）（担当　清水）

研究テーマ　クロムモリブデン鋼と鋳鉄を組み合わせたハイブリッド歯車の振動・騒音特性

歯車による動力伝達は滑りがなく、大きな力を確実に伝達できるため、自動車や工作機械等の多くの産業機械に用いられている。しかし、装置の振動や騒音を発生するという欠点を有している。

そこで本研究では、歯車装置の低振動・低騒音化を目的として、歯車本体のリム部には高強度材料であるクロムモリブデン鋼を、ハブ部には減衰特性の優れる鋳鉄を用いたハイブリッド歯車の設計、製作を行った。その後、歯車運転試験機を用いて歯車本体、歯車箱の振動加速度および歯車装置から放射される騒音を測定し、従来の一体構造歯車との比較を行った。

**中国四国地方公設試験研究機関共同研究「情報電子分野」（担当　田中(秀)）**

研究テーマ　ニューラルネットワークを用いた多次元データ分析に関する研究

機器の運転を決定するパラメータは複数存在するため、そのパラメータの中から最適な運転を行う要素の分類が必要不可欠である。本研究では、目標とする機器の性能に影響を及ぼすパラメータをニューラルネットワークなどを利用して自動抽出する手法について検討した。

**中国四国地方公設試験研究機関共同研究「精密加工分野」（担当　桑原）**

研究テーマ　小径ドリル加工の電力評価に関する研究

小径ドリル加工において、安価に加工状態を観察するため、モータの電力を測定して加工を観察する方法について検討した。加工に小型モータを用いることにより、モータ電力による加工の観察が可能となった。

**大学との共同研究（担当　倉本、隠岐）**

共同研究相手先：広島大学大学院工学研究科

研究テーマ　Al-Si合金の耐磨耗特性に与えるSi相の空間分布の影響

複相材料では第2相の空間分布の違いが機械的性質に影響を及ぼすものと考えられるが、空間分布と機械的性質の関係について評価された報告は少ない。そこで本研究では、耐磨耗材料として知られるAl-Si合金の第2相粒子であるSi粒子の空間分布が材料の機械的性質に与える影響について調べることとした。今年度は、放電焼結法によって、Si粒子の平均粒径がほぼ同じで、粒径分布および空間分布の異なるAl-Si合金を作製し、大越式磨耗試験機による磨耗試験を行い、粒径分布および空間分布が磨耗特性に与える影響について検討した。

## （6）新技術共同研究事業

**物づくりの機能性評価研究会（担当　桑原）**

この研究会は品質工学の手法を利用した技術開発の研究会である。品質工学ではデータのバラツキを評価することが重要と考える。バラツキを評価することによって、安定した製品の設計や安定した加工技術の確立を行うことが出来る。

本研究会では、会員それぞれで自社の課題・研究テーマを設定し、研究会内で経過報告の発表を行う形で開催する。本年度の研究会は８回開催し、講師に矢野先生を招へいした。研究会を通じて講師・会員同士の積極的な意見交換や指導を行うことにより、良い製品や技術の開発を目指す。

【会員企業】

㈱あじかん、喜多設計研究所、㈱アイメックス、㈱キーレックス、㈱テラルキョクトウ、マツダ㈱、三菱重工業㈱、リョービ㈱、鳥取大学、広島県立西部工業技術センター、広島県立東部工業技術センター

| 開催月日 | 内　　容 | 講師等 |
|---|---|---|
| 第１回<br>5月20日 | 平成15年度成果発表会 | 東京電機大学<br>客員教授　矢野 宏　氏 |
| 第２回<br>6月23日 | 平成16年度の研究計画の協議 | — |
| 第３回<br>7月23日 | 各事例の研究・討議（基本機能について） | 東京電機大学<br>客員教授　矢野 宏　氏 |
| 第４回<br>8月25日 | 各事例の研究・討議（基本機能について） | — |

| 開催月日 | 内容 | 講師等 |
|---|---|---|
| 第５回<br>9月16日 | 各事例の研究・討議（SN比について） | 東京電機大学<br>客員教授　矢野 宏　氏 |
| 第６回<br>11月18日 | 各事例の研究・討議（結果の再現性） | 東京電機大学<br>客員教授　矢野 宏　氏 |
| 第７回<br>12月16日 | 各事例の研究・討議（結果の再現性） | — |
| 第８回<br>1月27日 | 各会員による研究事例報告 | 東京電機大学<br>客員教授　矢野 宏　氏 |

**材料・設計技術融合研究会（担当　隠岐、倉本）**

本研究会は、機械あるい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な機械・モジュールの開発を目的に活動した。

【会員企業】

エムジープレシジョン㈱、㈱音戸工作所、㈱北川鉄工所、㈱木下製作所、㈱シンコー、㈱ナガト、㈱日本製鋼所、㈱日本パーカーライジング広島工場、広島アルミニウム工業㈱、広島シンター㈱、豊国工業㈱、マツダ㈱

【アドバイザー】

広島大学大学院工学研究科　教授　柳沢　平　氏

教授　永村　和照　氏

| 開催月日 | 内容 | 講師等 |
|---|---|---|
| 第１回<br>6月30日 | 1)講演 「機械分野における新材料・プロセスの開発」<br>2)研究会活動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<br>教授　柳沢　平　氏 |
| 第２回<br>9月 6日 | 1)「強度，性能に優れた新歯形歯車の開発」<br>2)研究会活動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<br>教授　永村　和照　氏 |
| 第３回<br>12月21日 | 1)平成15年度研究会成果発表<br>「温間成形法による高強度焼結品の製造」<br>2)平成16年度研究テーマの紹介<br>3)研究会活動テーマに関するディスカッション | 1)広島シンター㈱<br>専務　河迫　重孝　氏<br>2-1)豊国工業㈱技術部<br>課長代理　江田　保正　氏<br>2-2)㈱木下製作所　笹木 正嗣 氏 |
| 第４回<br>3月16日 | 1)講演<br>「チタン材料の諸性質と応用事例」<br>2)研究会活動テーマに関するディスカッション | (有)チタンのNTC<br>代表取締役　西村　孝　氏 |
| 個別開催<br>(10回) | 高強度焼結品の製造、薄肉球状黒鉛鋳鉄の開発等について | 広島大学大学院工学研究科<br>教授　柳沢　平 氏<br>教授　永村　和照　氏 |

**新めっき技術開発研究会（担当　植木、金行）**

本研究会は、表面処理業者が抱える新技術の導入、後継者育成、事業の多方面への展開、環境問題などに対応するため、経営者並びに技術・生産責任者を中心とした会員構成により、企業の継続的成長を遂げるための情報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い、企業の一層の発展を図ることを目的としている。

平成１６年度は、「環境」に関わる六価クロメート代替技術・排水処理技術、スラッジの減量化及びめっき関連技術の情報提供並びに先進地視察研修等によりめっき技術の向上を目指した。

【会員企業】

㈱井川製作所、㈱オート、㈱音戸工作所、柿原工業㈱、関西金属工業㈱、㈲黒川鍍金工業所、山陽鍍金工業㈱、㈲三和ユニーク、新和金属㈱、泰洋工業㈱、㈱中村製作所、㈱日本アート、日鋼テクノ㈱、㈱日本パーカーライジング広島工場、日本バレル工業㈱、㈲広鍍金工業所、福山メッキ工業㈱、㈲富士金属、富士金属工業㈱、藤田クローム工業㈱、マツダ㈱、㈱ワイエスデー

| 開催月日 | 内　　容 | 講師等 |
|---|---|---|
| 第１回<br>4月23日 | 総会<br>平成１５年度第２回役員会・事業・決算の各報告<br>平成１６年度事業計画・事業予算・役員改選<br>その他 | |
| 第２回<br>5月27日<br>28日 | 先進地視察研修（埼玉県）<br>埼玉県鍍金工業組合、㈱古河電鍍、㈱黒澤加工、<br>日本ミクロ工業㈱、㈱ケーエムケー<br>表面処理総合展－ＭＥＴＥＣ’０４－視察 | |
| 第３回<br>6月18日 | 研修会<br>テーマ「ボロンフリー塩化浴の特徴」 | ユケン工業㈱<br>岡本　達裕　氏<br>飯島　正幸　氏 |
| 第４回<br>8月19日 | 役員会<br>研究会の今後の進め方について | |
| 第５回<br>9月16日 | 企業見学研修<br>デルタ工業㈱本社工場 | |
| 第６回<br>10月20日 | 研修会<br>テーマ「[生産技術]中心にめっき企業再生を考える」 | 内田ﾌﾟﾚｰﾃｨﾝｸﾞ技術事務所<br>内田　大　氏 |
| 第７回<br>11月24日 | 企業見学研修<br>㈱日本パーカーライジング広島工場 | |
| 第８回<br>12月17日 | 研修会<br>テーマ「排水処理剤[ミラグレース]の開発について」 | ㈱ワイエスデー<br>大栃　喜八　氏 |
| 第９回<br>2月17日 | 研修会<br>テーマ「国内及びＥＵのめっきに関する環境対策技術」 | ディップソール㈱<br>田中　茂実　氏 |
| 第10回<br>3月18日 | 役員会<br>平成１６年度事業報告<br>平成１７年度事業計画 | |

**ラピッドデザイン研究会（担当　尾崎、上杉、田中(秀)、清水）**

自動車、電機産業を中心に製造工程のデジタル化が進んでおり、関連企業や他の製造業においても導入の必要性は高まっている。この研究会では、その要素技術となるCAD/CAM/CAE、RP(Rapid Prototyping)、PLM(Product Lifecycle Management)などデジタルエンジニアリングについて、企業の先進事例、大学の研究事例などの紹介および会員企業の個別課題に対する技術指導相談などを行うことにより製品開発期間の短縮やデザイン開発、設計技術の高度化を支援する。今年度は4回のセミナー、個別課題に対する技術指導を行った。

【会員企業】

㈱石崎本店、㈱中央電機、㈱ジェイ・エム・エス、南条装備工業㈱、㈱東洋シート、東プレ㈱、テンパール工業㈱、㈱今西製作所、㈱日本クライメイトシステムズ、㈱明光堂、㈱カンサイ、㈱キョウエイ、眞工金属㈱、日鋼設計㈱

| 開催月日 | 内　　容 | 講　師　等 |
|---|---|---|
| 第1回<br>7月23日 | 製品モデルを中心としたIT武装化戦略への取組み | ペンタックス㈱<br>ビジネスセンター情報システム部<br>部長　松田　淳　氏 |
| 第2回<br>9月7日 | 商品開発プロセスへのRP (Rapid Prototyping) の応用事例 | マツダ㈱<br>試作部試作技術グループ技術係<br>ｱｼｽﾀﾝﾄﾏﾈｰｼﾞｬ　小勝負　賢次　氏 |
| 第3回<br>12月21日 | 日本電子の3D-CADを中心とした業務改革の取組み | 日本電子㈱<br>第1設計技術本部　第1グループ<br>グループ長　千葉　聡　氏 |
| 第4回<br>2月25日 | PDMの全社的構築には何が必要か？<br>～横河電機における構築事例～ | 横河電機㈱　技術開発本部<br>開発基盤支援センター<br>開発環境ｸﾞﾙｰﾌﾟ長　森　康一朗　氏 |

**オープンソース・ソフトウェア活用研究会（担当　田中(秀)、尾崎）**

インターネットやLANの普及に伴い、ワークステーションクラスのコンピュータが増加している。このクラスのコンピュータにはOSとしてUNIXの流れをくむLinuxが搭載されることが多くなっており、さらに、パーソナルコンピュータクラスにもLinuxを搭載した機器が市販されるなど、Linux関連の事業は拡大している。そこで、この研究会では、Linuxの活用事例を紹介する情報提供、Linuxを用いた実習、およびLinuxを活用した製品開発を行うことにより、広島市域のIT産業の活性化を支援した。

【会員企業】

㈱ITサービス、㈱アングルソフト、㈱伊奈商会、㈱インテック、㈱NTTドコモ中国、㈱キーレックス、㈲栗田、㈱呉電子計算センター、㈱サンエー、産業機電㈱、㈱システムワン、㈲セレンディップ、㈱大興、㈱タイセイ、田中電機工業㈱、㈱中央電機、中外テクノス㈱、㈱中国新聞システム開発、㈱中国データサービス、中国電力㈱技術研究センター、㈱中電工　技術センター、デジタルソリューション㈱、㈲ディエスアール、㈱TSSソフトウェア、デルタ工業㈱、㈱ネクストビジョン、NEXTREN、㈱日立製作所、専門学校広島工学院大学校、㈱広島情報シンフォニー、広島ダイヤシステム㈱、ミヨシ電子㈱、ワークショップKomichi

【アドバイザー】

広島市立大学　情報科学部　助手　市村　匠　氏

| 開催月日 | 内容 | 講師等 |
| --- | --- | --- |
| 第１回<br>5月28日 | ・研究会の概要説明<br>・規約の協議<br>・今年度の活動計画 | |
| 第２回<br>7月14日 | 講演<br>「組込Linuxの基礎としての1DVD Linux構築」 | 広島市立大学　情報科学部<br>助手　市村　匠　氏 |
| 第３回<br>10月1日 | 事例紹介<br>「Edy（電子マネー）の活用法」<br>「LinuxによるWebデータベースシステム構築法」<br>「Linuxを用いた事業展開事例」 | <br>㈱ﾄﾞｺﾓﾓﾊﾞｲﾙ中国　大下　真由美　氏<br>広島市工業技術センター　田中秀樹<br>広島市立大学　市村　匠　氏 |
| 第４回<br>11月19日 | 講演<br>「データとデータベースとデータマイニング」 | 公立はこだて未来大学ｼｽﾃﾑ情報科学部<br>講師　新美礼彦　氏 |
| 第５回<br>1月13日 | 技術実習<br>「RPMパッケージ作成技術」 | 広島市立大学　情報科学部<br>助手　市村　匠　氏 |
| 第６回<br>1月14日 | 講演<br>「ソフトウェアにおける知的財産権」 | 社団法人発明協会<br>広島県支部　吉岡　洋治　氏 |
| 第７回<br>1月26日 | 講演<br>「オープンソース・ソフトウェアを活用したビジネス事例紹介」 | 東芝ソリューション㈱<br>ｼｽﾃﾑ機器ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ事業部<br>参事　石井　正悟　氏 |
| 第８回<br>3月25日 | 広島市立大学産学官研究発表会への参加<br>「Linuxによる情報セキュリティ研究会」 | 広島市立大学　情報科学部<br>市村　匠　氏　ほか |

## （7）環境関連分野支援事業

**鋳物砂等産業廃棄物利用技術研究会（担当　隠岐、倉本）**

本研究会は、産業廃棄物の最終処分場の不足と処理コストの高騰並びに循環型社会の形成のためのリサイクル問題等から課題となっている鋳物工場から排出される鋳物廃砂、集塵ダスト等の廃棄物の減量化及び有効利用を目的として調査・研究を行った。研究結果としてフラン系ダストを原料とする、レンガ、タイルおよび錆止め塗料を試作することができた。

【会員企業】

㈱今西製作所、㈱大田鋳造所、㈱木下製作所、㈱クリタ、㈱坂本重工、草野産業㈱広島支店、㈱シンコー、眞工金属㈱、大銑産業㈱広島支店、大和重工㈱、㈱ツチヨシ産業、友鉄工業㈱、豊田実業㈱、新居浜高等専門学校、西村黒鉛㈱広島支店、㈱日鋼マテリアル、二宮産業㈱、広島アルミニウム工業㈱、広島県鋳物工業協同組合、広島市立大学、三菱重工業㈱広島製作所、三菱重工業㈱広島研究所、三原菱重機工㈱、山川産業㈱、㈱横田製作所、ヨシワ工業㈱

| 開催月日 | 内容 | 講師等 |
| --- | --- | --- |
| 第1回<br>9月 2日 | 1)「鋳物工場における廃棄物の分別状況について」<br>2)実験報告「フラン系ダストの有効利用に関する実験経過について」 | 1)ヨシワ工業㈱　業務部業務課<br>課長　高松　修　氏<br>2)広島市工業技術センター　隠岐　貴史 |
| 第2回<br>12月13日 | 「廃鋳型のプラスチック充填剤へのリサイクル」<br>「鋳物廃砂減量抑制における処理装置の開発」 | 広島県立東部工業技術センター<br>材料技術部<br>部長　中司　建一　氏 |
| 第3回<br>3月24日 | 1)「鋳物工場をめぐる環境問題と消失模型鋳造法」<br>2)実験報告「フラン系ダストの有効利用に関する実験結果報告」 | 1)独立行政法人産業技術総合研究所<br>サステナブルマテリアル研究部門<br>主任研究員　阪口　康司　氏<br>2)広島市工業技術センター　隠岐　貴史 |

**木質資源利用技術研究会（担当　三宅、福原、金行）**

深刻化する環境問題を背景に、木材資源の有効利用および再資源化技術の開発が強く求められている。また、木材は天然物であり、金属やプラスチック等の人工材料には無い快適性をも有しているため、効果的な利用が期待されている。本研究会は、地域企業が互いに木材利用技術の知見を広め、未利用木質資源を幅広く有用な製品に変換するための技術開発および研究を行うことを目的に活動した。

平成１６年度は、具体的な研究として「木材の加熱処理技術」および「木質ープラスチック混合成形技術」に取り組むことを決め、これらの研究を充実させるために、大学および企業から講師を招聘した勉強会を３回開催した。そして、事務局を中心として、スギ材やメープル材の加熱実験、クスノキ緑葉とポリエチレンから得る混合体の試作実験などを行い、技術課題や用途開発についての意見交換を行った。

【会員企業】（平成17年3月31日現在）

アオイ化学工業㈱、㈱オービス、協和木工㈱、㈱キーレックス、串井木材㈱、㈱清水木工、新ダイワ工業㈱、㈱ティー・イー・エフ、㈱ニイダ、㈱西日本イノアック、㈱広島環境研究所、広島炭化工業㈲、豊穣技建工業㈱、㈱マルニ、㈱マルヨ木材、安田金属㈱、㈱ＬＡＴ環境設計事務所

| 開催月日 | 内　容 |
|---|---|
| 第１回<br>5月26日 | ・総会（役員改選および研究会規約について）<br>・平成15年度活動報告<br>・平成16年度活動計画の協議 |
| 第２回<br>7月21日 | ・勉強会<br>テーマ：木材とプラスチックとの複合体開発の現状<br>講師：近畿大学大学院農学研究科　教授　岡本　忠　氏 |
| 第３回<br>9月24日 | ・勉強会<br>テーマ：環境にやさしい木材保存剤の種類と特徴<br>講師：株式会社ザイエンス中央研究所　課長　須貝与志明　氏 |
| 第４回<br>12月 2日 | ・勉強会（木材高機能化技術講習会への参加）<br>テーマ：木材の圧密加工技術、薬剤注入技術、木質接合具<br>講師：京都大学生存圏研究所　助手　井上雅文　氏 |
| 第５回<br>1月31日 | ・木材の加熱処理条件と物性、用途（実験報告および研究課題の意見交換）<br>・木質ープラスチック混合体の試作、用途（実験報告および研究課題の意見交換）<br>・今後の取り組みについて |
| 第６回<br>3月14日 | ・木材の加熱処理条件と物性、用途（実験報告および研究課題の意見交換）<br>・木質ープラスチック混合体の試作、用途（実験報告および研究課題の意見交換）<br>・今後の活動計画について |

## （8）福祉関連分野支援事業

### 福祉用具開発研究会（担当　山口、田中(秀)）

福祉用具開発研究会は、旧福祉関連製品開発研究会と車いす技術開発研究会が統合し、新たに発足した組織である。

当研究会は、身体障害者、高齢者、介護者の労力軽減と個々に適合する用具開発、及び社会生活の向上を支援することをめざして活動を行った。

また、車いす走行支援警報システム、障害者をもつ児童生徒のための教材・自助具の開発を行っている。

【会員企業】

協和レジナス㈱、㈲技研、ＭＴＲＣ、丸善工業㈱、寺戸産業㈱、畑林工業㈱、平和機械㈱、㈱テオス、後藤鉄工㈱、シグマ㈱、広島市社会局障害福祉課、㈱システム電子設計、㈲であい工房、広島市身体障害者更生相談所、広島情報シンフォニー㈱、㈱ミカミ

（1）定例会

| 開催月日 | 内　　　容 |
|---|---|
| 第１回<br>4月20日 | (1)昨年度の研究会実施報告<br>(2)新年度の事業計画について |
| 第２回<br>6月11日 | (1)福祉用具相談会実施案の検討<br>(2)傾斜角、段差検出音声誘導システムの試作について<br>(3)新規会員加入の承認について<br>(4)ストレッチ用具の開発について |
| 第３回<br>7月23日 | (1)第３回ビジネスフェア中四国への出展について<br>(2)第３１回国際福祉機器展への出展について<br>(3)リハビリテーション機器の開発要望について<br>(4)同上の緊急開発案件への対応について<br>(5)訪問相談会の開催について<br>(6)広島国際大学坊岡ゼミナールとの技術交流会の実施について<br>(7)センサー感知警報システムの開発について<br>(8)意見交換会「リフトについて語ろう会」への参画について |
| 第４回<br>8月21日 | 「移動用リフトを語ろう会」意見交換会への参画<br>開催場所：広島県健康福祉センター<br>(1)「電動補助動力付床走行リフト」開発経緯発表<br>(2)展示及び実演 |
| 第５回<br>9月13日 | 「福祉用具訪問相談会」の実施<br>開催場所：広島県立広島北養護学校<br>(1)粘土伸ばしのための支援具の開発について<br>(2)粘土を円形にきる支援具のの開発について<br>(3)椎茸栽培に使用する玉きりの切断用具について<br>(4)縫い物をするときの補助具の開発について<br>(5)給食時に使用する児童個々のスプーンの開発について<br>(6)描画に使用できるフレキシブルアーム付筆の工夫について<br>(7)パソコン使用の際の支援具の開発について |
| 第６回<br>9月24日 | (1)訪問相談会の個別相談内容及び対応状況について<br>(2)福祉用具試作開発助成について |
| 第７回<br>11月26日 | 開催場所：広島国際大学坊岡研究室<br>(1)リハビリテーション機器の開発状況について<br>(2)危険予知システムの開発状況について<br>(3)身体障害者用自助具の開発状況について |
| 第８回<br>1月21日 | (1)車いす走行支援警報システムの実証実験実施（御幸橋付近）<br>(2)実証実験結果の検証について<br>(3)今後の対応について |
| 第９回<br>2月15日 | (1)身体障害者用駐車システムの開発について<br>(2)同上の特許出願について |

（2）技術交流会等への参加

| 実　施　日 | 内　　　　容 |
|---|---|
| 4月26日 | 広島県福祉関連産業創生プロジェクト推進協議会総会<br>開催場所：八丁堀シャンテ |
| 6月30日 | 広島大学医学部保健学科浦辺教授によるリハビリ機器開発のプレゼンテーション<br>開催場所：広島大学医学部総合研究棟 |
| 7月 5日 | 第１回バリアフリー住宅改修ワーキンググループ例会<br>開催場所：八丁堀シャンテ |
| 7月 9日 | 第１回福祉用具ネットワーク工房例会<br>開催場所：広島県庁東館 |
| 9月11日 | 自助具・教材開発検討会<br>開催場所：広島県立広島北養護学校 |
| 10月18日 | 自助具・教材開発検討会<br>開催場所：広島県立広島北養護学校 |
| 11月 5日 | 「学校へ行こう週間」への出張相談会及び作品展示<br>開催場所：広島県立広島北養護学校 |
| 11月29日 | 第２回福祉用具ネットワーク工房例会<br>開催場所：広島県庁東館 |
| 2月26日 | 福祉用具の工夫・改良を語ろう会<br>開催場所：広島市南区民文化センター |

**生活環境製品開発研究会（担当　寺戸、田中(志)）**

本研究会は、参加会員企業が製造する製品にユニバーサルデザインの視点を盛り込み製品化することを目指して、平成１５年度より２ヶ年計画で実施した。

【会員企業】　４社
㈱オガワ、岸工業㈱、協和木工㈱、㈱ミカサ

＜全体会議＞　１回
開催日　平成１７年２月１８日（金）
場　所　山口県産業技術センター
内　容　・ユニバーサルデザインの講演会、研究会への参加
＜個別会議＞
・各会員企業へ直接訪問し、開発課題について製品化の打ち合わせを行った。
訪問回数　１７回

## （9）産業デザイン振興事業

**新製品デザイン開発研究会（担当　田中(志)、寺戸）**

本研究会は、市内の若手デザイナーを中心に既存商品にとらわれない「あったらいいな」商品の開発提案を行い、商品化を目指した製品試作の開発を行うとともに、平成16年度のイベント事業である産業デザイン展の展示コーナーに２点の試作モデルを発表した。

【参加会員】９名
石田あさきトータルファッション専門学校　２名、フリーデザイナー　１名、
遠藤建築スタジオ　１名、㈱千鳥　１名、穴吹デザイン専門学校　１名、ドリームベッド㈱　１名、
広島市立大学　２名

| 開催月日 | 内　　容 |
|---|---|
| 第１回<br>6月24日 | ・デザインモデルの作成のための加工方法や素材、デザインの検討 |
| 第２回<br>8月27日 | ・試作に向けたデザイン検討（色、形など） |
| 第３回<br>9月28日 | ・試作に向けたデザイン検討、設計図面の作成 |
| 第４回<br>10月26日 | ・試作に向けたデザイン検討、試作の見積もり |
| 第５回<br>11月 9日 | ・試作に向けての最終検討、三次元造型機による一次試作づくり |
| 第６回<br>11月16日 | ・試作モデルの塗装、試作の発注 |
| 第７回<br>1月 7日 | ・プレゼンテーションに向けてのまとめ<br>・試作模型による機能性評価、最終の形状チェック<br>・展示会に向けてのパネル作成 |
| 第８回<br>2月11日 | ・産業デザイン展での展示<br>場所：広島市総合展示館 |

**注文洋服縫製技術講習会（担当　谷本）**

| 開催月日 | テ　ー　マ | 講　　師 | 参加者 |
|---|---|---|---|
| 2月18日 | ①「Modern Harmony」－近代からの着想－<br>② 2005'秋冬パリオートクチュール情報 | 杉野学園ドレスメーカー学院<br>教授（院長補佐）相場千枝氏 | 135 名 |

**産業デザイン振興研究会（担当　宮田、谷本）**

本研究会において産業デザインの振興策を検討してきた中で、デザインネットワークを構築することが必要であるとの結論に至ったことから、平成15年度に続き平成16年度も、デザインネットワークの拡充を図ることを目的として「デザインセミナー」を開催しながら、デザイン開発室を中心とするデザイン振興拠点機能の整備について検討を行った。

デザインセミナー開催状況

| 開催月日 | テ　ー　マ | 講　　師 | 参加者 |
|---|---|---|---|
| 第１回<br>6月 9日 | 場所を読む | サポーズデザインオフィス<br>代表　谷尻　誠 氏 | 42名 |
| 第２回<br>7月21日 | デザイナーが田舎に住むという発想の転換 | 美土里の森<br>代表　森　一紘　氏 | 26名 |
| 第３回<br>12月16日 | レトロバス復元事業を終えて<br>－遊びは仕事のように、仕事は遊びのように－ | 雑談法人おやカツ委員会<br>事務局長　いくまさ鉄平 氏 | 19名 |
| 第４回<br>3月24日 | ①自動車のデジタルデザイン<br>②広島市のデザイン振興活動 | マツダ㈱デザイン本部<br>副本部長　林　浩一　氏<br>(財)広島市産業振興センター<br>主任技師　寺戸　毅 | 33名 |

研究会の開催

| 開催月日 | 内　　容 |
|---|---|
| 3月17日 | ・１６年度事業の実施状況について<br>・１７年度事業の計画について<br>・今後のネットワークづくりについて |

**産業デザイン展の開催（担当 宮田）**

産業の国際化が進むなか、企業活動におけるデザインの果たす役割は重要になっていることから、デザインとビジネスの融合とその可能性を考える「産業デザイン展広島'05」を開催した。

開催日　平成１７年２月１０日（木）～１１日（祝）
場　所　＜展　示　会＞　広島市総合展示館（西区商工センター1-14-1）
※「第３回ビジネスフェア中四国」と同時開催
＜シンポジウム＞広島サンプラザ（西区商工センター3-1-1）
主　催　産業デザイン展実行委員会
構成：（財）広島市産業振興センター、広島デザイン振興機構
広島商工会議所、広島県中小企業団体中央会
協　賛　中国経済連合会、(財)中国産業活性化センター
後　援　中国経済産業局、広島県、広島市、（財）日本産業デザイン振興会、中国新聞社、
NHK広島放送局、中国放送、広島テレビ、広島ホームテレビ、テレビ新広島、広島エフエム放送、
ひろしまPステーション

内　容

1　展示会

＜展示コーナーの内容＞

・ 第８回ひろしまグッドデザイン賞を受賞した商品の紹介
・ 広島のデザイン事務所の紹介
・ デザイン相談会の開催

＜来場者数＞

約４０００人

2　シンポジウム　２月１０日（木）14:00 ～ 17:00

基調講演「デザインをカギとした新しい市場づくり」
講師　黒川 雅之氏（プロダクトデザイナー/建築家）

パネルディスカッション「デザイン＆ビジネスの未来」
コーディネーター　錦織 亮雄氏（株式会社新広島設計 代表取締役会長）
パネリスト　黒川 雅之氏（プロダクトデザイナー/建築家）
池亀 拓夫氏（九州産業大学大学院教授/デザインプロデューサー）
山中　武氏（株式会社マルニ木工 代表取締役社長）

＜来場者数＞

１３５人

## （１０）工業技術支援アドバイザー派遣事業（担当　田中(真)）

企業からの要請により、生産現場へ分野別の登録アドバイザーを派遣し、技術課題について現地指導（診断指導）を行った。

平成16年度は実施回数30回、指導企業数は30社、指導分野は11分野にわたった。

■指導分野

| 指導分野 | 回数 |
|---|---|
| 新製品開発 | 3 |
| 樹脂成形 | 4 |
| 品質管理 | 1 |

| 指導分野 | 回数 |
|---|---|
| 情報処理技術 | 7 |
| 商品デザイン | 2 |
| 鋳造技術 | 3 |

| 指導分野 | 回数 |
|---|---|
| 熱処理技術 | 2 |
| 騒音・振動 | 2 |
| 流　体 | 1 |

| 指導分野 | 回数 |
|---|---|
| 省エネルギー | 0 |
| 廃水・廃液処理 | 2 |
| リサイクル | 3 |

## （１１）デジタルエンジニアリング支援研修事業（担当　田中(真)）

自動車関連産業をはじめとする設計・製造工程に係るデータのデジタル化に対応するための技術者育成を支援する研修事業を行った。広島県からの補助金を受けて、機材並びにソフトウェアなどの整備を行い、自動車業界で採用が拡大している３次元ハイエンドCAD　CATIA　V5の操作研修を行った。

平成１６年度は、初心者研修を１１回（受講者４０名）、基礎研修１０回（受講者３７名）、応用研修１２回（受講者４１名）並びに実践研修２回（受講者２名）を実施した。

○研修カリキュラム

| 研　修　名 | 日数 | 内　　　容 |
|---|---|---|
| 初心者研修（全３日間） | 0.5 | CATIA概要（ウインドウ操作、モデリング手順など） |
| | 0.5 | スケッチャーによる断面形状プロファイルの作成 |
| | 1.0 | プロファイルを使用したソリッド化のための操作 |
| | 1.0 | ソリッドモデルの編集、ボディ同士の演算や流用パーツの使用による複雑形状の作成 |
| 基礎研修（全３日間） | 1.0 | CATIAの基礎、ワイヤーフレーム・サーフェスの作成方法 |
| | 0.5 | ジェネレイティブシェイプデザイン（より高度なワイヤーフレーム及びサーフェスの作成） |
| | 1.0 | アセンブリーデザイン（パーツの組み立て） |
| | 0.5 | 形状表示の変更や干渉解析、ドラフティング（２次元図面の作成） |
| 応用研修（ﾓﾃﾞﾘﾝｸﾞ応用）（全２日間） | 1.0 | 基礎１研修で紹介した以外の機能やより有効的な活用方法の紹介 |
| | 1.0 | モデル作成を中心としたソリッドモデルの作成・修正・編集 |
| 応用研修（ｻｰﾌｪｽ応用）（全２日間） | 1.0 | ソリッドモデリングの復習並びにワイヤーフレーム及びサーフェスのモデル作成方法と、数種類の自由曲面の作成方法 |
| | 1.0 | アセンブリの応用的な利用方法の説明と演習 |
| 実践研修（３時間程度） | | 初心者研修のフォローアップ（紹介しきれなかった機能の紹介やより有効的なモデリング方法など） |

## （１２）技術者研修事業

各種材料、加工技術、システム技術などに関する講習会を実施し、企業の技術力向上を支援した。

| 講習会名称 | 開催月日 | テーマ | 講師 | 参加者 |
|---|---|---|---|---|
| 工具鋼材料技術講習会 | 2月16日 | 最近の表面処理応用事例について | トーヨーエイテック㈱<br>ﾋﾞｼﾞﾈｽｲﾝｷｭﾍﾞｰｼｮﾝ室<br>主任　岡本　圭司　氏 | 103名 |
| 高分子材料講習会 | 6月 4日 | ナノテクノロジー材料とナノ構造解析 | 京都大学大学院工学研究科<br>高分子化学専攻<br>助教授　長谷川　博一　氏 | 35名 |
| | 9月 3日 | エコマテリアルとしての天然ゴムとその改質 | 岡山県工業技術センター<br>特別研究員　児玉　総治　氏 | 40名 |
| | 10月28日 | 植物由来プラスチック、ポリ乳酸の役割と成長の方向 | 三井化学㈱　ﾎﾟﾘﾏｰ事業開発室<br>LACEAｸﾞﾙｰﾌﾟ<br>ｸﾞﾙｰﾌﾟﾘｰﾀﾞｰ　川島　信之　氏 | 46名 |
| 木材高機能化技術講習会 | 12月 2日 | 木材の圧密加工技術、薬剤注入技術、木質接合具 | 京都大学生存圏研究所<br>助手　井上　雅文　氏 | 22名 |
| CAE応用技術関連講習会 | 7月22日 | 設計者による解析活用 | ㈱富士通長野ｼｽﾃﾑｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ<br>産業流通ｿﾘｭｰｼｮﾝ本部　ﾃﾞｼﾞﾀﾙｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ事業部設計ｼｽﾃﾑ部<br>ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ　和田　嘉一　氏 | 25名 |
| システム技術関連講習会 | 7月22日 | ３次元データの活用 | 富士通㈱　産業流通ｿﾘｭｰｼｮﾝ本部<br>ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞｿﾘｭｰｼｮﾝ部<br>ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ課長　武田　幸治　氏 | 28名 |
| ＩＳＯマネジメントシステム実践講習会 | 10月15日 | ＩＳＯ９００１マネジメントシステムをベースにした企業の活性化 | ときふじオフィス<br>代表　時藤　哲正　氏 | 42名 |

## （１３）発明考案奨励事業

### 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・社団法人発明協会広島県支部・中国新聞社・広島市PTA協議会

①応募及び表彰結果

| 区分 | 応募状況 | 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 | 発明協会広島県支部長賞 | 中国新聞社賞 | 広島市ＰＴＡ協議会長賞 | 増本賞 熊平賞 山本賞 木曽賞 竹林賞 不破賞 | 優秀賞 | 学校賞 |
| 小学生の部 | １７５点 | １点 | １点 | １点 | １点 | １点 | １点 | ４点 | ２０点 | １点 |
| 中学生の部 | ７３点 | １点 | １点 | １点 | １点 | １点 | １点 | ２点 | ９点 | １点 |
| 高校の部 | ６点 | ― | ― | ― | ― | ― | ― | ― | １点 | ― |

②発表展示会の開催

平成１６年１１月６日～１１月１４日までの９日間、出品作品を広島市こども文化科学館において実施した広島県・広島市児童生徒発明くふう展に展示した。

### 広島県未来の科学の夢絵画展入賞者表彰

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。

・開催時期　平成１６年１１月６日～１１月１４日

・開催場所　広島市こども文化科学館

①応募及び表彰結果

| 区　分 | 応募状況 | 表彰結果 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 特別賞 | 金賞 | 銀賞 | 佳作 | 努力賞 | 学校賞 |
| 小学生の部 | ６９６点 | １７点<br>（　６） | ２０点<br>（１０） | １９点<br>（　４） | ３３点<br>（　７） | ２１点<br>（１０） | ３校<br>（　２） |
| 中学生の部 | ３４５点 | ７点<br>（　０） | １０点<br>（　４） | １１点<br>（　３） | ２７点<br>（　２） | ９点<br>（　１） | ２校<br>（　０） |

上段：広島県　（　）：うち広島市

広島市優良発明功績者表彰

優秀な発明考案を広く奨励することなどを目的に、優れた発明考案を創作し、その実用化が本市産業の発展に寄与した方を表彰した。

平成１６年度は、３月２２日（火）に市長公室において表彰式を行った。

| 表彰名 | 表彰者 | 成果の内容 |
|---|---|---|
| 優良発明功績賞 | 塩本　千榮造氏<br><br>（アオイ化学工業株式会社） | 対象となったのは、「コンクリート舗装用ソケット付きタイバー」である。<br>温度変化によるコンクリート自体の膨張・収縮現象や上部からの荷重によるコンクリート版同士の段差から起こる割れの解消等を目的に、これらの継ぎ目に金属製の「タイバー」と呼ばれる金属棒を埋め込むが、従来のタイバーでは、最も荷重を受ける版同士の継ぎ目直下に強度的に弱いネジ部分があたるという問題を抱えていた。<br>この発明により、継ぎ目部分に高強度のソケット部を配置することができ、これまでの課題を解決することができた。<br>本発明品は、中部国際空港や神戸空港などに採用され、広く実績を上げている。 |
| 優良発明功績<br>女性奨励賞 | 清水　多恵子氏<br><br>（マツダ株式会社<br>技術研究所） | 対象となったのは、「脱臭用組成物とそれを用いた脱臭装置及びフィルタ並びに脱臭方法」である。<br>車両内部には、内装材やたばこ、排ガスなどを由来としたｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ類悪臭成分が発生するが、従来の活性炭などの物理的吸着剤では消臭しにくい化合物である。<br>この発明では、化学反応によりｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ類を無色・無臭成分に変える除去用薬剤を提案し、さらに、その反応を助ける触媒とを混合した脱臭用組成物を開発した。この組成物と従来の活性炭とを組み合わせた脱臭装置は、一般汚染ガスを含む臭気全体の浄化に対応できた。<br>本装置は、同社の乗用車に使用されている。 |

## （１４）広島市工業技術振興協議会

地域企業の技術支援、産学官の連携促進を目的に業界団体、産業振興機関、関係大学の代表者に出席を頂き、地場産業の現況や課題、広島市の工業技術振興に対する提言や要望について意見交換を行った。平成１６年度は、産業界から１６団体、技術振興機関４団体のほか、地域の関係大学から５人の先生方をアドバイザーに招き、７月７日(木)に開催した。

【参加団体等】

東友会協同組合、協同組合三菱広島協力会、広島金属プレス工業会、広島金属熱処理協同組合、協同組合広島県鉄構工業会、広島県鍍金工業組合、広島機械木型工業組合、全国地域映像団体協議会、広島県プラスチック工業会、中国ゴム工業協同組合、広島家具工業協同組合、

広島宗教用具商工協同組合、(社)日本塗装工業会広島県支部、(社)インテリア産業協会中国支部、

(社)広島県情報産業協会、(社)広島県食品工業協会、広島県中小企業団体中央会、

(財)中国技術振興センター、(財)ひろしま産業振興機構、(社)発明協会広島県支部、

広島大学、広島工業大学、広島国際学院大学、近畿大学工学部、広島市立大学

（１５）会議・研究会への出席

| 会議等の名称 | 出席者 | 出張先 | 出張日 |
|---|---|---|---|
| 公立鉱工業試験研究機関長協議会総会 | 岡本 | 和歌山市 | 6/10～11 |
| 産業技術連携推進会議総会 | 岡本 | 東京都 | 3/24 |
| 中国地域産業技術連携推進会議 | 中尾 | 山口市 | 2/15～16 |
| 全国公設鉱工業試験研究機関担当者会議 | 林 | 横浜市 | 10/28～29 |
| 産業技術連携推進会議機械・金属部会中国地域部会 | 桑原 | 松江市 | 11/25 |
| 産業技術連携推進会議機械・金属部会生産情報システム研究会 | 清水 | 宮崎市 | 7/8～7/9 |
| (社)日本金属学会・日本鉄鋼協会　第25回材質制御研究会 | 倉本 | 岡山市 | 10/22 |
| 中国四国九州公設試験研究機関機械技術担当者会議 | 岡田 | 呉市 | 1/28 |
| 産業技術連携推進会議物質工学部会表面技術分科会 | 植木 | 秋田市 | 6/2～4 |
| 産業技術連携推進会議物質工学部会中国地方部会（製品科学） | 川本、三宅 | 鳥取市 | 7/1～2 |
| 産業技術連携推進会議物質工学部会デザイン分科会(春期) | 寺戸 | 富山市 | 6/24～25 |
| 産業技術連携推進会議物質工学部会デザイン分科会(秋期) | 田中（志） | 川口市 | 10/14～15 |
| 産業技術連携推進会議物質工学部会木質科学分科会 | 金行 | 宇都宮市 | 9/30 |
| 産業技術連携推進会議物質工学部会高分子分科会 | 福原 | 高知市 | 10/14～15 |
| 産業技術連携推進会議機械・金属部会素形材技術担当者会議 | 倉本 | 名古屋市 | 11/25～26 |
| 産業技術連携推進会議情報電子部会中国四国地域部会 | 田中(秀) | 岡山市 | 1/27～28 |
| 産業技術連携推進会議情報電子部会情報技術分科会 | 田中(秀) | 東京都 | 7/6, 7 |
| 産業技術連携推進会議情報電子部会組込み技術研究会 | 尾崎 | 東京都 | 7/6, 7 |
| (社)自動車技術会２００４年春期大会学術講演会 | 西山 | 横浜市 | 5/19～21 |
| (社)日本機械学会２００４年度年次大会 | 清水 | 札幌市 | 9/6～9/8 |
| (社)粉体粉末冶金協会秋季講演大会 | 隠岐 | 広島市 | 11/8～11 |
| (社)日本金属学会秋期講演大会 | 隠岐 | 秋田市 | 9/28～30 |
| 全国デザインセンター会議 | 宮田 | 東京都 | 3/14～15 |
| 中四国公設試共同研究企画担当者会議 | 隠岐 | 徳島市 | 2/17～18 |
| 中国四国地方公設試験研究機関共同研究（電子分野） | 田中(秀) | 福山市 | 7/16 |
| 中国四国地方公設試験研究機関共同研究（電子分野） | 田中(秀) | 岡山市 | 1/28 |
| 中国四国地方公設試験研究機関共同研究（精密加工分野） | 桑原 | 米子市 | 7/16 |
| 中国四国地方公設試験研究機関共同研究（精密加工分野） | 桑原 | 高松市 | 2/24 |

## （１６）技術職員派遣研修

| 氏　名 | 研　修　名 | 研修先 | 期　間 |
|---|---|---|---|
| 三宅裕行 | 中小企業支援担当者研修課程<br>（製品開発） | 中小企業大学校東京校 | 平成16年 9月29日～<br>10月27日 |
| 清水功史 | 中小企業支援担当者研修課程<br>（製品開発） | 中小企業大学校東京校 | 平成16年 9月29日～<br>10月27日 |

## （１７）講師・委員の派遣

| 開催日 | 名　称 | 派遣内容 | 開催場所 | 派遣者 |
|---|---|---|---|---|
| 4月15日 | （社）日本鋳造工学会中四国支部常任理事会 | 常任理事 | 広島市 | 桑原 |
| 4月28日 | 基礎２級技能検定実技試験<br>（広島県職業能力開発協会） | 検定委員<br>（溶融亜鉛めっき作業） | 因島市 | 植木 |
| 6月11日 | 品質工学会評議員会 | 評議員 | 東京都 | 桑原 |
| 6月17日 | （社）日本鋳造工学会中四国支部理事会 | 常任理事 | 広島市 | 桑原 |
| 7月18日 | 前期技能検定実技試験<br>（広島県職業能力開発協会） | 検定委員<br>（金属塗装） | 広島市 | 山嵜 |
| 7月19日 | 技能検定実技試験 | 主席検定委員 | 広島市 | 谷本 |
| 7月24日 | 前期技能検定実技試験<br>（広島県職業能力開発協会） | 検定委員<br>（金属塗装） | 広島市 | 植木 |
| 7月25日<br>31日 | 前期技能検定実技試験<br>（広島県職業能力開発協会） | 検定委員<br>（噴霧塗装） | 広島市 | 山嵜、植木 |
| 7月28日 | 基礎２級技能検定実技試験<br>（広島県職業能力開発協会） | 検定委員<br>（溶融亜鉛めっき作業） | 三原市 | 植木 |
| 8月 8日 | 電気めっき技能検定学科試験準備講座 | 講師 | 広島市 | 植木 |
| 9月21日 | （社）日本鋳造工学会中四国支部常任理事会 | 常任理事 | 広島市 | 桑原 |
| 9月27日 | 第25回広島県未来の科学の夢絵画展審査会 | 審査員 | 広島市 | 中尾、谷本 |
| 10月28日 | 第30回宮島特産品振興大会審査会 | 審査員 | 宮島町 | 谷本、寺戸 |
| 2月23日 | 基礎２級技能検定実技試験<br>（広島県職業能力開発協会） | 検定委員<br>（溶融亜鉛めっき作業） | 三原市 | 植木 |

（１８）発表（誌上・口頭）

■誌上発表

| 時　期 | 誌　　　名 | テ　ー　マ | 氏　名 |
|---|---|---|---|
| 9月30日刊 | DESIGN PROTECT No.63 | 地域・業界のデザイン振興・保護活動紹介<br>「ひろしまグッドデザイン賞」の取り組み | 寺戸　毅 |

■口頭発表

| 時　期 | 学会・協会等 | テ　ー　マ | 氏　名 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| 2005年1月 | 中国四国九州公設試験研究機関機械技術担当者会議 | ステンレス鋼および耐熱鋼材のエンドミル切削 | 岡田　邦彦 | 呉 |
| 2005年2月 | 中国四国地方公設試験研究機関共同研究（精密加工分野） | 小径ドリル加工の電力評価に関する研究 | 桑原　修 | 香川 |

# 3 研 究 報 告

（1） β型チタン合金の引張性質に及ぼす時効処理の影響
隠岐　貴史、倉本　英哲、柳沢　平・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・31

（2） モータ電力変化による小径ドリル加工負荷の観察
桑原　修・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・36

（3） 放電焼結法で作製したAl-Si複相合金の乾式摺動特性に及ぼす
Si粒径と体積率の影響
倉本　英哲、隠岐　貴史、松木　一弘、柳沢　平・・・・・・・・・・・・・・・・38

（4） 加熱ロール機を用いた木質－プラスチック複合体の試作
三宅　裕行、世良　英美・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・44

（5） クリヤー塗膜の染色による加飾技術の開発と実用化研究（第２報）
金行　良隆・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・52

（6） 電子制御による駆動方式切替装置の開発
西山修二、原田　伸、原田　國男・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・57

# Research Report

( 1 ) **Effect of Aging Treatment on Tensile Properties for Beta Ti Alloy**
Takashi OKI, Hideaki KURAMOTO and Osamu YANAGISAWA · · · · · · · · · · · · · · 31

( 2 ) **Observation of Micro Drill Processing Load by Change of Moter Electric Power**
Osamu KUWABARA · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · 36

( 3 ) **Influence of Si-particle diameter and volume fraction on dry wear Properties of spark sintered Al-Si composite**
Hideaki KURAMOTO, Takashi OKI, Kazuhiro MATSUGI and Osamu YANAGISAWA · · · · · 38

( 4 ) **Trial Production of wood-plastic composites using hot roller**
Hiroyuki MIYAKE and Hidemi SERA · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · 44

( 5 ) **A Study on Decorating Technology by Dyeing Clear Coating Films (2nd report)**
Yoshitaka KANEYUKI · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · · 52

( 6 ) **Development of Drive System Changing Device by Electronic Control**
Shuji NISHIYA, Shin HARADA and Kunio HARADA · · · · · · · · · · · · · · · · · · · 57

# β型チタン合金の引張性質に及ぼす時効処理の影響

隠岐貴史　倉本英哲　柳沢　平*

# Effect of Aging Treatment on Tensile Properties for Beta Ti Alloy

Takashi OKI, Hideaki KURAMOTO and Osamu YANAGISAWA*

Effect of the solution treatment and the aging treatment (STA) on the tensile properties for the vacuum sintered plus HIP'ed Ti-13mass%V-11mass%Cr-3mass%Al alloy which are produced by blending elemental powder method has been investigated. The HIP'ed material showed the remarkable embrittlement, and the equivalent high strength by the aging in short time with the heat treatment ingot material, when STA condition equal to the ingot material alloy was carried out. It was proven that the processing which combined the HIP treatment with the STA processing was possible for this material produced from the element powder.

***Keywords*** : Ti-13mass%V-11mass%Cr-3mass%Al alloy, HIP, tensile properties, STA, precipitation

素粉末混合法により作製した Ti-13mass%V-11mass%Cr-3mass%Al 合金の引張性質に及ぼす溶体化時効処理の影響を検討したところ、本材料の溶製材と同じ条件の溶体化時効処理を施した場合、著しい脆化を示すが、短時間の時効処理により熱処理溶製材と同程度の高強度が得られた。また、素粉末から作製した本材料はHIP処理とSTA処理を組み合わせた処理が可能であることを明らかにした。

キーワード：Ti-13mass%V-11mass%Cr-3mass%Al alloy, HIP, 引張性質, 溶体化時効, 析出

## 1 緒　言

チタンの結晶構造は、変態点温度以下の低温域では稠密六方晶(hcp)構造を持ち、変態点温度以上の高温域では体心立方晶(bcc)構造へと同素変態する。一般に、hcp構造をα相、bcc構造をβ相と呼び、この変態温度をβ変態点（βトランザス）と言う。一方、チタン合金においては、種々の合金元素が添加されβトランザスが変わる。チタン合金は室温における構成相の種類に応じて、α型、（α＋β）型およびβ型の各チタン合金に大別され、β安定化元素の種類と量により室温で安定に存在する構成相が変わる。チタン合金のうち、純チタンとα型チタン合金はα単相からなり、（α＋β）型チタン合金はα相とβ相の2相が共存する合金系で、マルテンサイト変態点が室温以上にある組成の合金である。また、β型チタン合金は準安定β型チタン合金と安定β型チタン合金に分けられ、このうち準安定β型チタン合金は室温において、（α＋β）2相を示すが、マルテンサイト変態点が室温以下にある組成の合金であり、安定β型チタン合金はβトランザスが室温以下にあり室温でβ単相からなる合金である。

これまでの研究で、α型チタン材として純チタン、（α＋β）型チタン合金としてTi-6mass%Al-4mass%V（特に断らない限り組成はmass%である）およびβ型チタン合金としてTi-13V-11Cr-3Al合金について、CIP→真空焼結→HIPプロセスからなる焼結法を適用し、組織と引張性質に及ぼす真空焼結温度とHIP処理温度について検討した。その結果、同じように真密度を示す材料であっても、これらの組織を制御することにより、引張性質の最適化が図れることを報告した(1)~(3)。

β型チタン合金は、（α+β）型合金と比べて加工性

*広島大学大学院工学研究科

に富み、熱処理による組織調製により、強度と延性の最適化が図られ[(4)~(7)]、高強度材料が作られている。しかしこれらのほとんどは溶製材が主であり、β型チタン合金の多くは粉砕が可能な母合金が少ないため粉末法による試みはほとんどなされていない[(8)~(12)]。

そこで本研究では、素粉末混合法により、実用β型チタン合金の基礎材料である Ti-13V-11Cr-3Al 合金の製造を試みるため、HIP 処理を施した後、引張性質の優れた材料に対し溶体化時効処理を行い、溶製材と比較した。

## 2 実験方法

### 2.1 試料の作製

供試粉末は **Table 1** に示すような水素化脱水素法により製造された 150μm 以下の粒径(平均粒径約 40μm)のチタン粉末(住友シチックス㈱製)、325μm メッシュ以下の粒径のバナジウム粉末(三津和化学薬品㈱製)、200μm メッシュ以下の粒径のクロム粉末(三津和化学薬品㈱製)および 75μm 以下の粒径の Al-42V 合金粉(福田金属箔粉工業㈱製)である。各粉末を重量比 Ti:V:Cr:Al=73:13:11:3 になるように秤量し、V 型混合機およびボールミルにより乾式混合した。混合した粉末を CIP により成形(392MPa 下で 240s 間保持)した後、この圧粉体を $1\times10^{-4}$Pa 下で 1458～1678K の 3 温度で 10.8ks 間焼結した(真空焼結材と呼ぶ)。さらに、この真空焼結材に、196MPa で、βトランザス(993K[(13)])の上下(973K、1073K および 1273K)の 3 温度において 7.2ks 間 HIP 処理を施した(HIP 処理材と呼ぶ)。これらの HIP 処理材に、溶体化処理後時効処理[(4),(13)~(17)]を施した(STA と呼ぶ)。溶体化処理は、1073K で 2.4ks 間アルゴン雰囲気中にて保持した後水冷(w.q.)した。この溶体化した材料を、753K で 3.6ks、64.8ks および 270ks 間真空中で時効処理した。

また、HIP 処理と STA 処理を同時に行うことを目的として 1073K-7.2ks の HIP 処理を行った後、753K まで炉冷し、28.8ks 間保持した材料を作製した(HSTA 材と呼ぶ)。

### 2.2 試験方法

密度測定は、JIS に準拠したアルキメデス法によって行った。ここで、光学顕微鏡あるいは走査型電子顕微鏡(SEM)レベルで、空洞が観察されない HIP 処理材で得られた値(4.817Mg/m$^3$、文献値:4.816Mg/m$^3$[(14)])を真密度として用いた[(3)]。また、焼結組織の観察には、光学顕微鏡および SEM を用いた。合金元素の拡散状況および結晶構造の確認にはX線マイクロアナライザ(EPMA)およびX線回折装置(XRD)を用いた。

直径が約 16mm、長さが約 55mm の円柱形状の真空焼結材および HIP 処理材から直径が 6mm、平行部長さが 25mm の引張試験片を旋盤により切出し、引張試験に供した。引張試験は、ひずみ速度 $4.3\times10^{-4}s^{-1}$ の条件で行い、ひずみゲージ式の伸び計を用いて破壊に至るまでの伸びを測定した。引張破面の観察には SEM を用いた。

### 2.3 真空焼結材と HIP 処理材

これまでの研究[(3)]で得られた各焼結材の相対密度を **Fig. 1** に示す。真空焼結温度が 1458K 以上の真空焼結材に対して HIP 処理を施すことにより、ほぼ 100%の相対密度を有する材料を得ている。また、**Fig. 2** に焼結組織の概略を整理した。図中に示した黒丸は各材料において延性の優れた製造条件であり、未拡散(imperfect diffusion)と示したのは、EPMA でクロムやバナジウムの未拡散部分が観察された材料を意味する。βトランザス以下の低温 HIP 処理材の場合、真空焼結温度が 1403K 以下の真空焼結材で示された元素の未拡散組織は、99%以上の相対密度を有する低温 HIP 処理材にも観察された[(3)]。

**Table 1** Chemical compositions of received powders (mass%)

| Powder | Fe | Si | Cl | Mn | Mg | N | C | H | O | Ti | V | Al | Cu | P | Pb | S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Titanium | 0.016 | <0.010 | <0.010 | 0.001 | <0.003 | 0.005 | 0.009 | 0.015 | 0.20 | Bal. | — | — | — | — | — | — |
| Vanadium | 0.012 | 0.025 | — | — | — | 0.068 | 0.024 | 0.006 | 0.504 | — | Bal. | 0.034 | — | — | — | — |
| Chromium | 0.028 | 0.010 | — | — | — | 0.002 | 0.002 | — | 0.07 | — | — | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.0008 |
| Al-V | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 41.75 | Bal. | — | — | — | — |

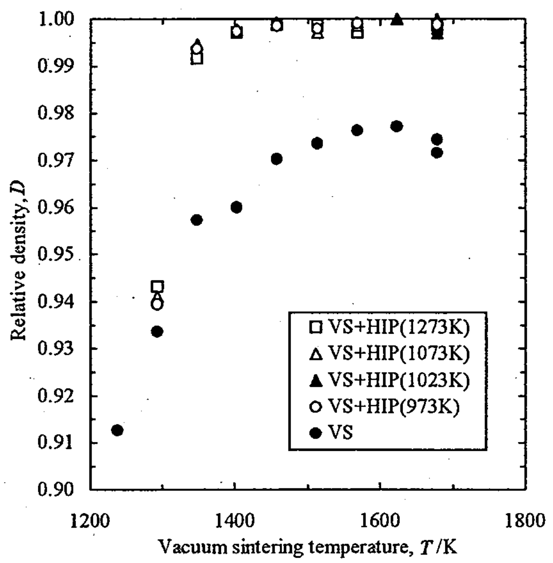



**Fig. 1** Effect of vacuum sintering temperature on relative densities of vacuum sintered and vacuum sintered + HIP'ed Ti-13V-11Cr-3Al alloys.

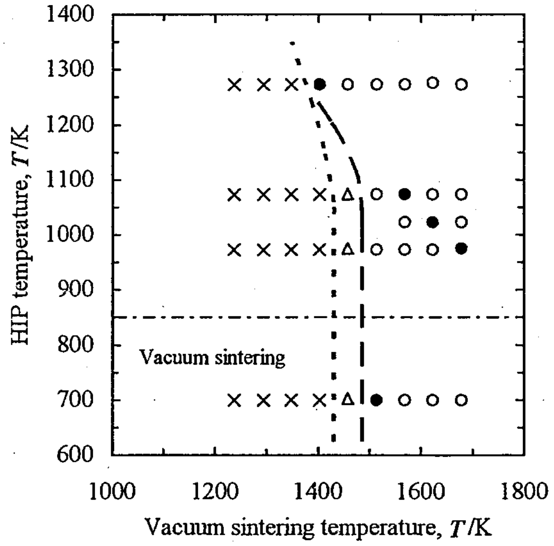



**Fig. 2** Effect of vacuum sintering temperature on the microstructures of vacuum sintered and vacuum sintered + HIP'ed Ti-13V-11Cr-3Al alloys. ○:diffusion, ×: imperfect diffusion (V,Cr), △: imperfect diffusion (Cr), ●: the material of highest ductility.

## 3 結果と考察

### 3.1 相対密度の変化及び組織

ほぼ100%の相対密度を示す各HIP処理材ではSTA処理後の密度の変化は見られなかった。また、STA処理を施したHIP処理材の組織は、真空焼結材とHIP処理材の組織と同様に、等軸結晶粒組織を示した(**Fig. 3**)。図中に示される黒色部がα相で、白色部がβ相である。一部の低温HIP処理材で観察された不均一組織[3]は見られず、バナジウム等の添加元素の拡散が進行しているものと思われる。

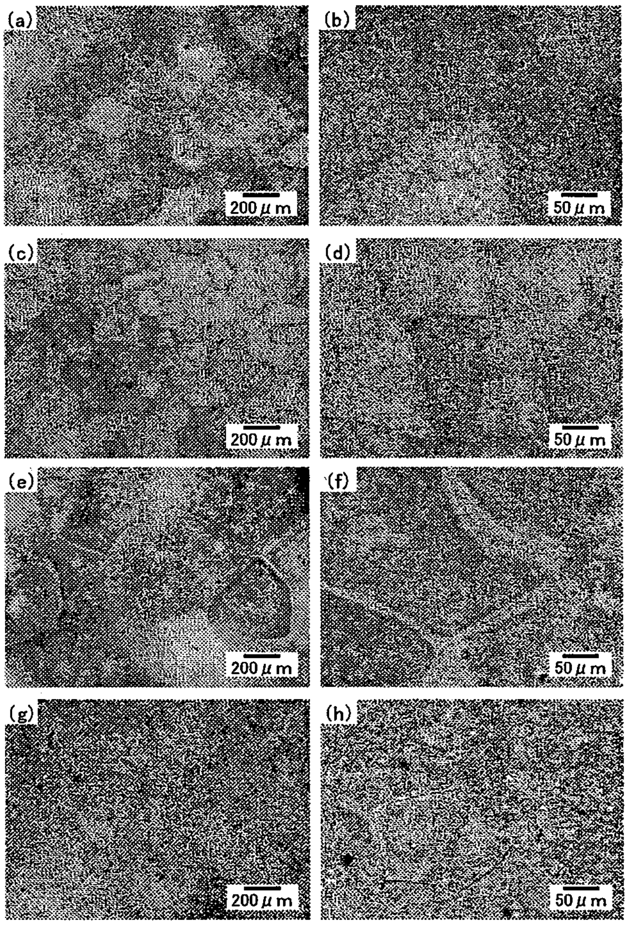



**Fig. 3** Typical optical micrographs of STA'ed (aging time, t=270Hr, except for (g),(h)) Ti-13V-11Cr-3Al alloy compacts, vacuum sintered at (a),(b)1678K + HIP'ed at 973K, (c),(d) 1568K + HIP'ed at 1073K, (e),(f)1458K + HIP'ed at 1273K and (g),(h)1568K + HIP'ed at 1073K (aging time, t=18Hr).

### 3.2 引張強さ

STA処理したHIP処理材の引張性質を**Fig. 4**に示す。このときSTA処理を施すHIP処理材は、それぞれ添加元素の拡散が十分で、延性に優れているもの[3]を選択した。1568Kで真空焼結した後1073K-7.2ksでHIP処理を施した材料にSTA処理（HIP(1073K)+STA）を行ったところ、時効時間64.8ksで1424MPaの引張強さが得られ、さらに、270ks間の時効処理を行うと引張強さは低下した。このSTA処理材における引張強さの増加は時効処理の時間とともに大きくなり、析出α相

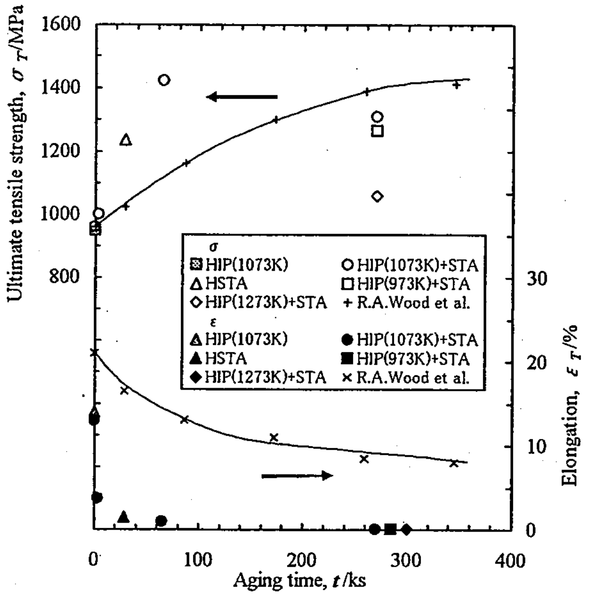



**Fig. 4** Effect of aging time on ultimate tensile strength and elongation of Ti-13V-11Cr-3Al alloys. The experimental alloys were HIP'ed and STA'ed after vacuum sintering.

の量と大きさによるものと考えられ、α相の析出間隔に依存する[3),(10)]。その後の強度低下は過時効によるものと思われる。さらに、1273Kの温度でHIP処理を行ったSTA処理材には、as-HIP処理材と同様にPFZ（無析出帯、Fig. 3 (f)）が観察されることと、973Kおよび1073Kの温度でHIP処理を行ったSTA処理材より析出α相の量が少ないことから、これらの強度より低かったと考えられる。一般的にβ型チタン合金の強度は、ホール・ペッチ則に従わずα相の析出間隔に依存する[(18)]ことが明らかにされており、粉末材では著者らも確認している[(3)]。

また、HSTA材の引張強さは、HIP(1073K)+STA材のそれと滑らかな同一曲線で表すことができる。HIP(1073K)+STA 材は前述したように、真空焼結後1073K-7.2ksでHIP処理した材料を1073Kで溶体化後水冷し、753Kで時効処理を行った材料であり、HSTA材は1073K-7.2ksでHIP処理した後そのままHIP処理状態で753Kまで炉冷し時効処理を行った材料である。本材料のようにβ相が安定な材料では、溶体化後必ずしも急冷を必要としないことからHIP処理とSTA処理を組み合わせた処理が可能であった。これとほぼ同じ温度でSTA処理された溶製材では、1129〜1489MPaの引張強さが報告[(4),(13)〜(17),(19)]されている。本材料は一般に252〜360ksの時効処理が行われるが、素粉末から作製したHIP処理材では短い時効時間で引張強さの増加が見られる。HIP効果によりα相の析出サイトの空孔が均一で多く生じたためと考えられる。

### 3.3 破断延性

STA処理を行ったHIP処理材の伸びをFig. 4に示す。HIP(1073K)+STA材の伸びは、時効処理時間が3.6ksで4%まで急激に低下し、さらに、270ks間時効処理を行うとほとんど延性を示さなくなる。973Kおよび1273KにおけるHIP処理材を270ks間時効処理した材料においても同様に延性の向上は見られない。また、HSTA材は引張強さと同様にHIP処理温度の同じSTA（HIP(1073K)+STA）材と同一傾向を示した。STA処理された溶製材では、約8%[(16),(19)]、2〜4%[(17)]が報告されており、as-HIP材への本条件でのSTA処理は著しい脆化をもたらす。また、A.DeLeon等[(4)]は1073K-3.6ks, w.q. +773K-360ksのSTA処理を行うことによりσ = 1489MPa, ε <2%の引張性質を報告している。この脆化は、ω脆性、β脆性、$TiCr_2$金属間化合物が生じていることとクロムが粒界を優先的に拡散することから粒界強度が低下した（後述のとおり、本STA処理材の引張破断面はほとんど粒界破壊している。**Fig. 5** 参照）ことが考えられるが詳細は不明であり、今後の検討を必要とする。

各材料の引張り試験後の破断面をFig. 5に示す。引張り試験後の試料には、すべて延性破面が示されている。高温HIP処理材およびSTA処理材では粒界破断が多く、特にSTA処理材はほとんど粒界破断を示す。真空焼結温度の高い低温HIP処理材では、粒内破断が増え、ディンプルの直径が小さい平面的な破面を呈している。ディンプルの直径が小さくなるのはα相の析出が増加することでボイドの析出サイトが増加するためである[(6)]。また、破断面および破断面近傍の組織観察から、亀裂の進展は黒色部（α相）の多い低温HIP処理材においては析出α相を介して見られ、白色部の多い高温HIP処理材およびSTA処理材では粒界に沿って進行している様子が見られた。STA処理材の内、低温およびβトランザス近傍の温度でHIP処理を施した材料では粒界近傍へのα相の析出が多く見られ、一方高温HIP処理材ではPFZが見られたことから、STA処理材はともに粒界破断を示したものと考えられる。

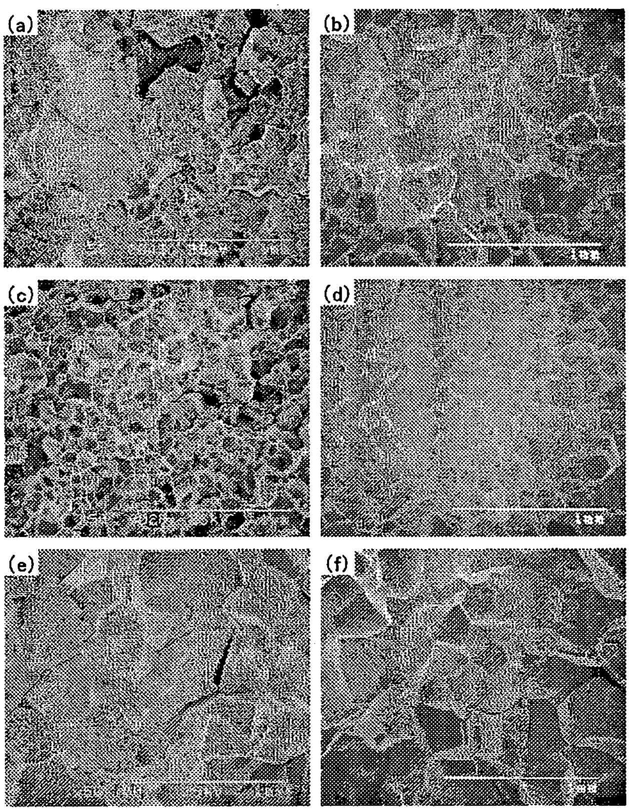


**Fig. 5** SEM fractographs of tensile test specimens,
(a),(b) vacuum sintered at 1678K + HIP'ed at 973K,
(c),(d) vacuum sintered at 1568K + HIP'ed at 1073K and
(e),(f) vacuum sintered at 1458K + HIP'ed at 1273K, and
(b),(d),(f) STA'ed after HIPing.

## 4 結　言

素粉末混合法により作製したHIP焼結Ti-13V-11Cr-3Al合金に溶体化時効処理を施し、室温における引張性質を調べ以下のような結果を得た。

(1) STA処理材は真空焼結材とHIP処理材の組織と同様に等軸結晶粒を示した。STA処理した低温（973K）HIP処理材では粒界近傍へのα相の析出が多く、STA処理した高温（1273K）HIP処理材にはPFDが観察され、引張試験後のSTA処理材では粒界破壊が主に観察された。

(2) as-HIP材では溶製材と同じ条件のSTA処理を施す場合、著しい脆化を示し、短時間の時効処理により熱処理溶製材と同程度の高強度が得られた。さらに、素粉末から作製した本材料ではHIP処理とSTA処理を組み合わせた処理が可能である。

おわりに、本研究を実施するに際して使用したHIP装置（三菱重工業㈱製，Labo HIP）、遊星型ボールミル（フリッチュ社製, P-6型）等は日本自転車振興会の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の意を表します。

## 参 考 文 献

(1)隠岐貴史，松木一弘，畑山東明，柳沢 平：日本金属学会誌，59(1995),746
(2)隠岐貴史，松木一弘，畑山東明，柳沢 平：軽金属，Vol.46,No.8(1996),371
(3)隠岐貴史，松木一弘，畑山東明，柳沢 平：広島市工業技術センター年報，14(2000),44
(4)A.DeLeon and D.O.Northwood : Microstructural Science, 11(1983)29
(5)新家光雄,小林俊郎,本田弘之：材料とプロセス,3(1990),345.
(6)G.Terlinde,H.J.Rethjen and K.-H.Schwalbe : Metall. Trans. A, 19A(1988), 1037.
(7)岡田稔,西川富雄：日本金属学会誌, 50(1986),555.
(8)菅谷光司，池田保之，高木節雄：粉体および粉末冶金，第41巻，第8号(1994)，964
(9)萩原益夫,高橋順次,江村聡,河部義邦,海江田義也,川周治,鈴木洋夫：金属材料技術研究所研究報告集，17(1995),73.
(10)萩原益夫,三浦伸,高橋順次,海江田義也,河部義邦：材料とプロセス, 3(1990),1621
(11)葭谷慎也,黒田大介,新家光雄,福永啓一,斉藤卓,古田忠彦：軽金属学会大会講演概要, 96th(1999),341
(12)古田忠彦：材料とプロセス, 2(1993)618
(13)鈴木洋夫，原田健一郎：チタンテクニカルガイド，内田老鶴圃(1993)63
(14)K.H.Miska : Materials Engineering, 7(1974),61
(15)丹羽直毅，郡司牧男，新井聖，伊藤邦夫：東京大学工学部総合試験場年報，第47巻(1988),241
(16)R.A.Wood and H.R.Ogden : "The All-Beta Titanium Alloy",Battelle Memorial Institute,DMIC Report 110, April(1959),25
(17)H.W.Rosenberg : "Ti-13V-11Cr-3Al Data Sheet," Beta Titanium alloys in the 1980's, R.R.Boyer and H.W. Rosenberg, eds., TMS-AIME Publications, Warrendale, PA, (1980), 397-400
(18)宗木政一，阿部義邦，貝沼紀夫，高橋順次：日本金属学会誌,55(1991),158
(19)日本金属学会：非鉄材料，日本金属学会(1987),138

# モータ電力変化による小径ドリル加工負荷の観察

桑原　修

**Observation of Micro Drill Processing Load by Change of Motor Electric Power.**

Osamu KUWABARA

Motor electric power was measured in micro drill processing. In case small motor was used for drilling, the change of motor electric power could be measures and the cutting resistance was able to be valuated.

***Keywords***: micro drilling, DC brushless motor, power evaluation

小径ドリル加工におけるモータ電力の測定を行った。加工に小型モータを用いることにより、加工負荷をモータ電力の変化で評価することができた。

キーワード：小径ドリル,DCブラシレスモータ，電力評価

## 1．はじめに

小径ドリルを用いた穴加工は、工具径が小さいため、加工状態や工具状態の観察が困難である。この加工は工具折損が多いため、加工状態を観察する必要性が高い。しかし、小径加工の観察には高価な機器が必要となるため行われないのが現状である。切削加工では、加工エネルギの計測方法として加工機主軸モータの電力を測定し、その変化で加工を評価する研究が多く行われている。しかし、小径加工では主軸電力に対し加工負荷が小さいため、主軸モータ電力変化で加工を評価する事は困難となる[1]。

本研究では、加工機の代わりに小型モータを使用して穴加工を行い、モータの電力の変化から加工状態の観察を行った。

## 2．小型モータの利用

モータ電力の変化で小径加工を観察するためには、加工負荷に対し主軸モータサイズを適切なものにする必要がある。今回の研究では、工作機械の代わりにハードディスクドライブ（HDD）の小型モータを用いて穴加工を行った。

使用するモータは3相4線タイプのDCブラシレスセンサレスモータであり、図1のように電圧を正弦波で制御している。モータ回転数は5400rpmである。電流電圧計測の概略を図2に示す。HDDを分解し、制御基盤とモータを取り出す。図3に示す工具チャッキング冶具を製作しモータに取り付け、制御基盤とモータをリード線でつなぐ。そのリード線に流れる電流と電圧を計測し電力を算出した。電流の測定には電流センサ(JB15-05V41 NEC/TOKIN)を用い、それらのデータをデータレコーダ(DL-750 横河電機)を用いて100kS/sでサンプリングを行った。

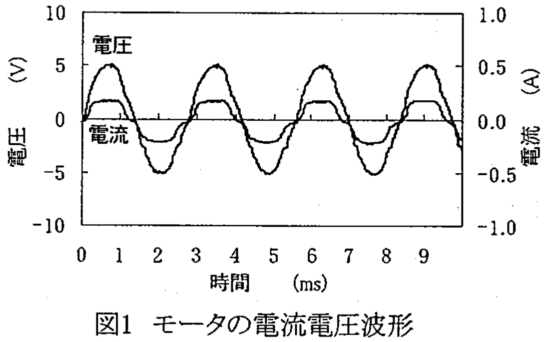



図1 モータの電流電圧波形

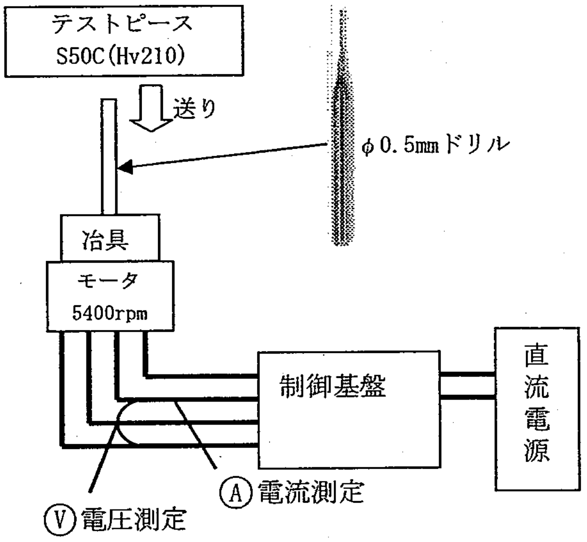


図2　加工実験装置の概略

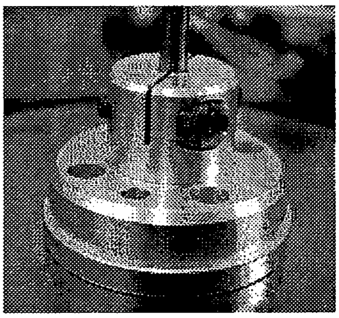


図3　ドリル取り付け冶具

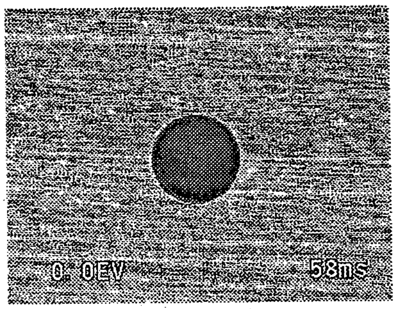
### 3．加工実験

加工実験は直径0.5mmの超硬ドリルを用いて炭素鋼S50C(Hv210)の穴加工を行うこととした。加工送りには油圧サーボ式強度試験機（EHF-UD 100kN ㈱島津製作所製）を用い、試験機のロードセル負荷をドリル軸方向の切削抵抗として測定した。

実際に穴加工を行い、その加工穴の観察結果を図4に示す。写真から良好な穴形状が観察される。

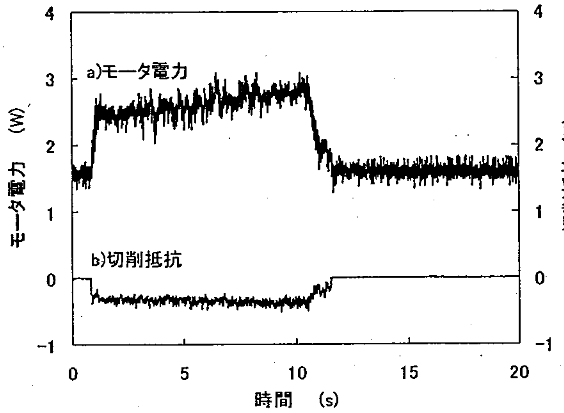
### 4．結果及び観察

電力は3相分の電流電圧データから求めるため、200万点×6列のデータ量となった。電力の計算は、数値演算ソフトScilabを用いて計算を行い、各相の電流電圧データの積と和から瞬時電力値を算出した。この時、モータのインダクタンスの関係で電気エネルギが一時的に蓄えられるため[2] 1ms間隔で瞬時電力を平均するようにし、サンプリングした電流電圧データから電力を計算した。穴加工時のモータの電力波形と工具軸方向の切削抵抗の波形を図5に示す。



d:0.5mm, l=4mm, 被削材, S50C, 5400rpm, f=0.4mm/sec

図4　加工穴写真



d:0.5mm, l=4mm, 被削材:S50C, 5400rpm, f=0.4mm/sec

図5　穴加工電力波形

切削抵抗と電力の波形がほぼ同じ傾向を示し、電力変化で加工負荷の変化を観察できることがわかる。

### 5．おわりに

小径ドリル加工において、小型モータを用いて加工することにより、加工を電力で評価する事ができた。これにより高価な切削動力計を用いなくても小径加工の評価が可能になる。今後は、得られた電力データの解析と小径工具の折損検知を行う。

本研究において、工具チャッキング冶具の製作に使用したNC旋盤および、データレコーダ、油圧サーボ式強度試験機は日本自転車振興会の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の意を表します。

### 参考文献

1) 高松 喜久雄, 微小径ドリルによる難削材穴あけ加工の最適化, 第12回品質工学発表大会論文集, pp156-159, (2004)

2) 谷腰 欣司, 役に立つモータ制御の技術アラカルト, トランジスタ技術Special, No73, p149, (2001)

# 放電焼結法で作製したAl-Si複相合金の乾式摺動特性に及ぼすSi粒径と体積率の影響

倉本英哲　隠岐貴史　松木一弘*　柳沢　平*

## Influence of Si-particle diameter and volume fraction on dry wear properties of spark sintered Al-Si composite

Hideaki KURAMOTO, Takashi OKI, Kazuhiro MATSUGI and Osamu YANAGISAWA

In order to investigate the influence of Si-particle diameter and volume fraction of Al-Si composite on dry wear properties, specific wear rate and friction coefficient, the composites with various Si-particle diameters and volume fractions were made by spark sintering, and dry wear tests of the composites were performed. The results obtained were summarized as follow :

It was confirmed that specific wear rate and friction coefficient decreased with increasing Si- volume fraction and average particle diameter, and influence of Si- volume fraction tends to become stronger, as Si-particle average diameter was smaller. However, in case Si-particle diameter is too large, specific wear rate increases with increasing Si-volume fraction under the influence of Si-particle's crack.

*Keywords* : Al-Si composite, spark sintering, specific wear rate, friction coefficient,

Al-Si 複相合金において、乾式摺動特性(比摩耗量、摩擦係数)に与える Si 粒径および体積率の影響を明らかにするために、放電焼結法によって Si 粒径および体積率の異なる Al-Si 複相合金を作製し、乾式での摩耗試験を行った。得られた結果は以下のように要約される。

Si 粒径および体積率は大きくなるほど、摩擦係数および比摩耗量ともに小さくなり、また、Si 粒径が小さいほど Si 体積率の増加の影響が強くなることが分かった。ただし、Si 粒径が大きすぎる場合、粒子の割れ等の影響により比摩耗量は Si 体積率の増加に伴い増加する。

キーワード：Al-Si 複相合金、放電焼結、比摩耗量、摩擦係数

### 1　緒言

近年、自動車をはじめとする機械や装置では、省エネルギーおよび高効率化を目指して、大幅な軽量化が望まれている。このような情勢の中、非鉄金属、特に代表的な軽金属として挙げられるアルミニウム合金の需要が高まってきている。このように、アルミニウム合金製の機械装置構成部品の多様化が求められる中で、耐摩耗性能が求められる部分も多い。しかし、摩耗に関して、アルミニウム合金は凝着を起こしやすく、その耐摩耗特性は十分なものとはいえない。ここで、耐

*広島大学大学院工学研究科

摩耗用のアルミニウム合金の代表としてAl-Si複相合金が挙げられる。Al-Si合金は鋳造性がよく、一般的には鋳造によって作製される材料で、自動車エンジンなどの内燃機関のピストン、シリンダボア、軸受け用メタルなどに利用されている材料である[(1)-(4)]。

鋳造によって作製されたAl-Si合金の金属組織は、Alマトリックスと共晶および初晶Si粒子よりなる2相材料である(過共晶)。2相材料では、その第2相粒子の体積率(面積率)、粒径分布が機械的性質や熱的性質に大きく影響を及ぼすことが知られている[(5)-(9)]。鋳造法によって作製した2相材料の第2相粒子の空間分布と粒径について、添加元素や冷却速度の制御によってある程度は制御することができる。しかし、任意にとは言えず、ある程度の自然現象の制約を受けることとなる。特にAl-Si合金の凝固では、まず初晶のSiが析出し、その後、成長と微細な共晶Siの析出が起こる。このため、Si粒子の粒径は大粒子と微細粒子から構成され、その粒径や体積率を自由に設計することは難しい。本研究では、Si粒子の粒径と体積率の影響についての調査を行うことから、これらを自由に設計することが望まれる。そこで、本研究での試料作製には、用いる粉末の粒径や形状を制御することで比較的自由に第2相粒子の粒径や体積率を制御することが可能である粉末冶金法を用いることとし、Si粒子の粒径および体積率を制御して、種々の粒径および体積率をもつAl-Si複相合金を作製した。用いる粉末冶金法としては、低温、短時間での緻密化が可能である放電焼結法[(10)]を用いることとした。

前述のように、第2相粒子の体積率などが機械的性質に与える影響についての報告は種々あるものの、摩耗特性に与える影響、特にAl-Si合金の場合についての詳細な研究は少ない。そこで、本研究では、種々のSi粒径および体積率をもつAl-Si合金を摩耗試験に供し、摩耗特性に及ぼすSi粒径および体積率の影響を明らかにすることを目的とした。

## 2　実験方法

### 2.1 試料作製

供試粉末は、㈱福田金属箔粉工業製の純アルミニウムおよび純シリコン粉末である。それぞれの粉末のSEM像をFig. 1に示す。用いた純アルミニウム粉末は、その平均粒径が約23μmのアトマイズ粉末であり、また、シリコン粉末は、遊星型ボールミルで粉砕した粉砕粉で角ばった形状をしており、これを目開きが25μm、53μm、90μmおよび180μmの金属ふるいによって、25μm以下、25〜53μm、53〜90μmおよび90〜180μmの4種類の粒径に篩分けを行った。平均粒径は、それぞれ2.3μm、11μm、55μmおよび110μmであった。この平均粒径は後述の組織観察結果より画像解析によって二次元における粒子面積から求めた平均粒径を測定した結果である。ここで、篩の目と粒径が一致していないのは、本研究で用いたSi粒子が、Fig.1に示すような縦横の比率が大きく異なる粒子を含んでいるためであろう。以後、試験片の分別はこの平均粒径($d_a$)を以って行うこととした。

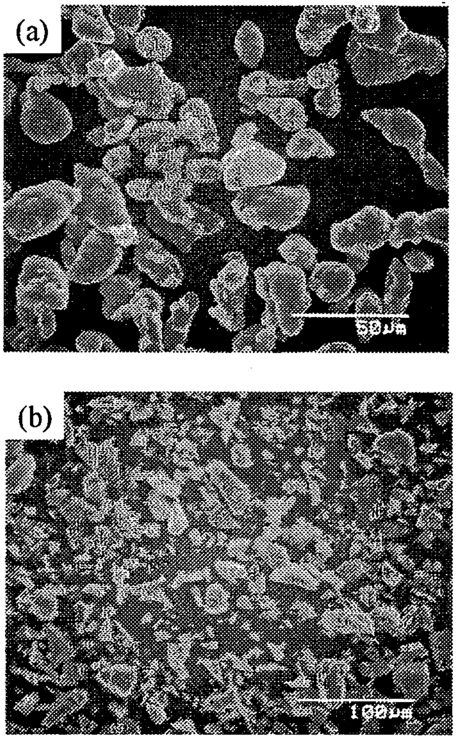



**Fig. 1** SEM images of as-received (a)aluminum powder and (b)silicon powder.

Si粒子体積率($V_p$)が0.1、0.2および0.3となるように秤量したアルミニウム粉末とシリコン粉末をV型混合機によって混合し、その後放電焼結法によって試験片(縦×横×厚さ：32mm×32mm×6mm)を作製した。用いた放電焼結機は計装化されたものであり、電源は

矩形波パルス通電を行うモード1および連続パルス通電を行うモード2の2系統を有する。型およびパンチはグラファイト(ISO63)製である。焼結は、粉末粒子間の酸化膜の絶縁破壊など(11),(12)による圧粉体比抵抗の減少を目的としたモード1の電源での on/off 比が1:1、パルス幅が 100ms、電流値が 200A の矩形波パルス通電を 600s 行い、その後、圧密化を目的として、モード2による連続パルス通電を行った。このとき、温度によって制御を行い、その温度は Al-Si 合金の溶融温度(約 850K)以下の 773~820K となるように設定し、等温保持を 3000~3600s 行い、相対密度(D)が 0.98 以上となるようにした。加圧力は 28.6MPa で一定とした。

Fig.2 に $V_p$=0.2 で $d_a$=2.3μm、11μm、55μm、110μm および $V_p$=0.1 および 0.3 で $d_a$=11μm の試験片断面の顕微鏡観察結果を示す。図から、$d_a$=11μm、55μm、110μm の場合、Si 粒子はほぼ均一に分散していることが確認される。しかし、母相の Al 粉末に比較して、極端に $d_a$ が小さい試料、つまり、$d_a$=2.3μm の場合は Si 粒子の分散はクラスタリング(凝集)の分布傾向を示すこととなった。また、$V_p$=0.3 のとき、特に Si 粒子が凝集する部分において、空隙が確認された。これは、$V_p$ が大きくなることで、筆者らが以前報告(13)したように、Si 粒子同士の接触部が増加し、埋められることのない空隙の割合が増えたためであろうと考えられた。

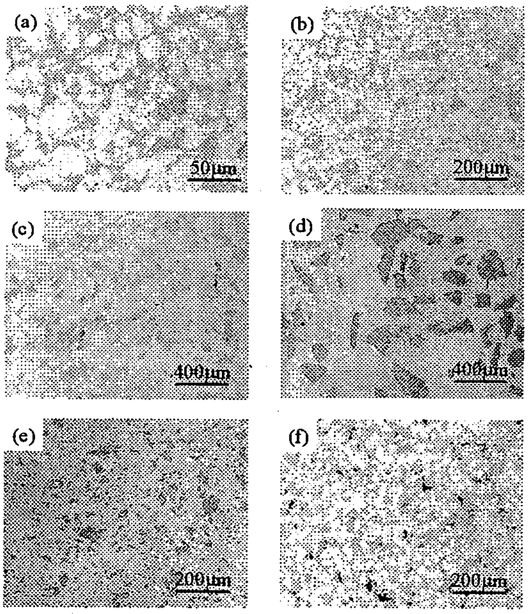



**Fig. 2** Optical micrographs of Al-Si composite which Si-average particle diameter, $d_a$, and volume fraction, $V_p$, are (a)$d_a$=2.3μm, $V_p$=0.2, (b)$d_a$=11μm, $V_p$=0.2, (c)$d_a$=55μm, $V_p$=0.2, (d)$d_a$=110μm, $V_p$=0.2, (e)$d_a$=11μm, $V_p$=0.1, (f) $d_a$=11μm, $V_p$=0.3.

### 2.2 試験方法

試験は硬さ試験および摩耗試験を行った。

硬さ試験は JIS に規定するブリネル硬さ試験によって行った。試験条件としては圧子直径 10mm、試験荷重 4.903kN を選択した。

本研究での摩耗試験方法としては、大越式摩耗試験選択した。大越式摩耗試験は回転円盤(SUJ3 製)を平板試験片に押し付けて摩耗させるリング-オン-ディスクタイプの摩耗試験であり、最大の特徴としては圧力を一定としての定圧摩耗試験を行うことができる点が挙げられる。この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)を幾何学的近似によって算出することができ、さらに、比摩耗量($W_s$)を以下の近似式によって算出することが可能である。このとき、摩耗速度(V)は一定である必要がある。

$$W_s = \frac{Bb^3}{8rF_0 l} = \frac{1.5W}{F_0 l} \quad (1)$$

ここで、$F_0$、l、r および B は、それぞれ最終試験荷重(N)、摩耗距離(mm)、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=30、B=3.0 である。

次に、摩擦係数(μ)に関しては、回転円盤の軸トルク(T)が分かれば、一般的な摩擦係数を求める以下の式によって表すことができる。

$$\mu = \frac{T}{Fr} \quad (2)$$

ここで、F は定圧式摩耗試験においては刻々と変化する試験荷重である。

大越式摩耗試験では、$W_s$ の算出のための理論展開において、多くの近似を行っており、これらの近似を最も満たす条件として、試験後の b は 1~3mm 程度が適当であるとされている。そこで、本研究では上述の条件を満たすような試験条件として、l=66.6m、$F_0$=22N、V=0.063m/s を設定した。なお、試験はすべて乾式で行うこととした。

## 3　実験結果および考察

### 3.1　ブリネル硬さ

Fig.3 に $V_p$ とブリネル硬さ(HBW)の関係を示す。図から、$V_p$ は大きくなるほど、また、$d_a$ は小さくなるほど、HBW は大きくなることが分かる。また、$V_p$ の増加に伴い直線的に HBW が増加していることが確認される。$d_a$ が大きくなるほど HBW が小さくなる原因としては、Si 粒子が大きくなるほど、圧子を押し付けた場合の試料変形時の Si 粒子の破壊(割れ)が起こりやすくなり、割れを起点として材料強度の低下を引き起こしたためであろうと考えられえる。ただし、$d_a$ が 55 と 110μm の場合には、試験結果はほとんど変わらず、上述の割れの影響は $d_a$≒55μm が上限と考えられる。$d_a$=約 55μm 以下の Si 粒径においては、$d_a$ が小さくなるほど $V_p$ 増加の HBW 増加への影響が顕著になることが確認された。以上の結果は、一般的なセラミックス系粒子添加型複合材料における、粒径、粒子体積率と材料強度との関係と同じである。

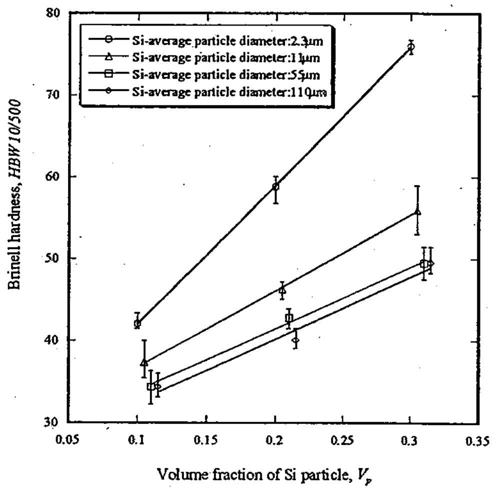



Fig. 3 Effect of volume fraction and particle diameter on Brinell hardness.

### 3.2　摩耗特性

#### 3.2.1 比摩耗量

Fig.4 に $V_p$ と $W_s$ の関係を示す。図から、$W_s$ は $10^{-7}$ オーダーの値を示すことが分かる。これは、無潤滑下において、ちょうどアブレシブ摩耗($W_s$=$10^{-5}$～$10^{-7}$)(14) と凝着摩耗($W_s$＝$10^{-6}$～$10^{-10}$)(14) で得られる $W_s$ の値の

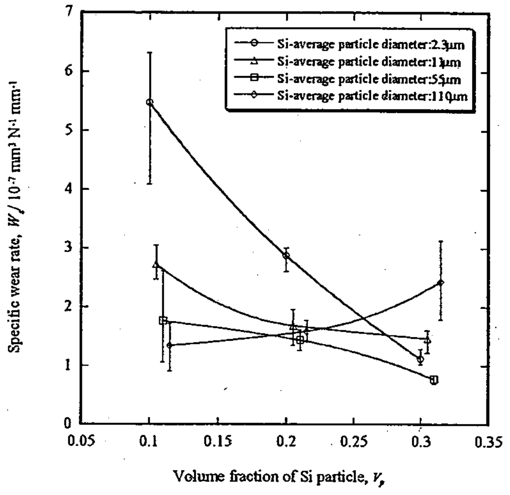



Fig. 4 Effect of volume fraction and particle diameter on specific wear rate.

境界に位置し、本研究の条件においては、上記の両方の摩耗形態で摩耗が進行しているものと考えられる。また、凝着摩耗としては、シビア摩耗($W_s$＝$10^{-7}$～$10^{-8}$)(14) の形態であろうと推測され、試料にとって、厳しい摩耗条件下での試験であったものと考えられる。$d_a$ が 110μm の場合を除いて、$V_p$ は大きくなるほど、また、$d_a$ も大きくなるほど、$W_s$ は小さくなる傾向を示すことが分かった。$V_p$ が 0.3 の場合、$W_s$ は $d_a$ に関係なくほぼ一定の値を示した。ただし、$d_a$ が 110μm の場合、$V_p$ の増加に伴い $W_s$ は大きくなる傾向を示す。これは、3.1 項で硬さが小さいことの理由を説明したと同様に、$d_a$ が大きくなりすぎると、摩耗試験においてもその接触圧力による Si 粒子の割れが積極的に起こるようになってしまい、これが元で摩耗形態において、アブレシブ摩耗が占める割合が増加するためではないかと考えた。一般には、材料硬さの増加に伴い摩耗量は減少することが予想されるが、本実験結果においては異なる結果を示した。つまり、本研究における摩耗試験において、硬さ以外の要因が働いていることが示唆される。$W_s$ に関しては、特に $V_p$ が小さい場合、$d_a$ は大きくなるほど有利であることが分かった。ただし、$d_a$ 増加の $W_s$ 減少への効果は $d_a$≒55μm が上限であり、これ以上大きくなると Ws は大きくなることが分かった。

### 3.2.2 摩擦係数

Fig.5 に $d_a$が 11μm および 55μm での試験時間(t)とμとの関係を示す。これは、時間軸に対して、実際に実験中に測定したTと最終荷重より算出した刻々のFの値を式(2)に代入することで求めた値である。図から、試験開始直後にμは大きな値を示し、その後は、ほぼ一定の値を示すことが確認される。初期でμが高い値を示す部分については、初期摩耗を示す部分で、その後、定常摩耗へと移行するものと思われる。図の比較から、$d_a$は大きい方が、初期摩耗の状態において比較的小さい値を示すことが分かる。つまり、$d_a$が大きい方が、短時間で安定した摩耗状態になるものと思われる。また、$d_a$が 11μm と 55μm の場合を比較したところ、$d_a$が 11μm の場合の方が $V_p$ 増加に伴う、μの減少率が大きいことが分かる。

Fig.6 に $V_p$ とμの関係を示す。ここでのμの値は、Fig.5 で示したμの摩耗試験終了直前の値である。$d_a$に関係なく、Vp の増加に伴いμは小さくなることが分かった。$d_a$が 55μm、110μm の場合、$V_p$ とμの関係はほぼ同じであり、また、$V_p$が 0.3 の場合には、$d_a$に関係なくμの値はほぼ同じ値を示した。$d_a$が 2.3μm、から 55μm までは、$d_a$が小さいほど、$V_p$が小さくなるときのμの増加率は大きくなった。3.2 項の結果と合わせて、$d_a$が 55μm までは、μと $W_s$の間に密接な関係が成り立っている。しかし、$d_a$が 110μm の場合には、両者の関係は一致しておらず、この原因として、先にも説明したように摩耗形態の違いが挙げられる。

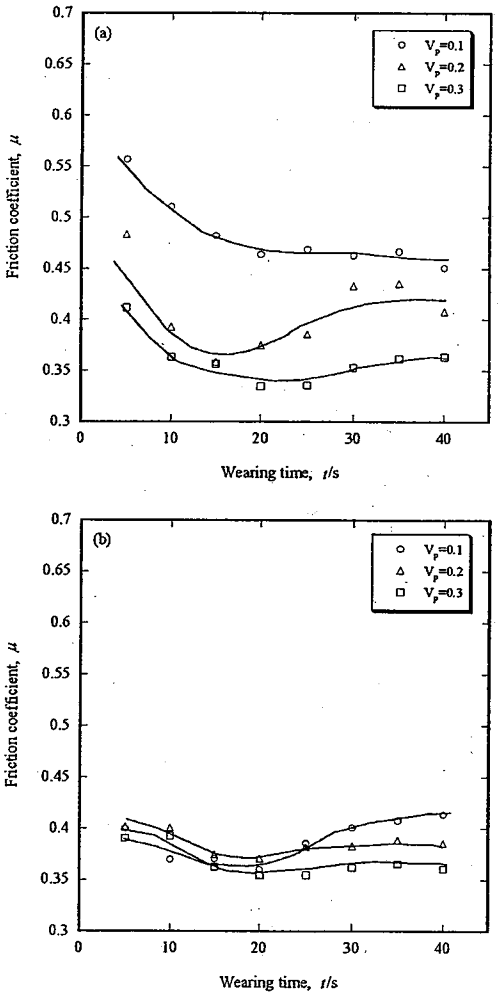



**Fig. 5** Behavior of friction coefficient of Al-Si composite which Si-average particle diameter are (a)11μm and (b) 55μm during wear test.

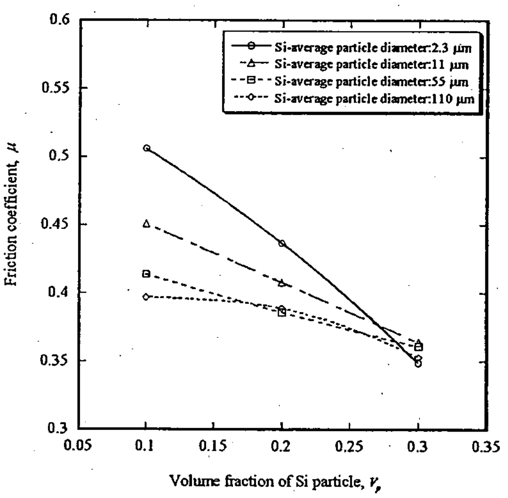



**Fig. 6** Effect of volume fraction and particle diameter on friction coefficient.

### 3.2.3 摩耗形態

これまでの結果から、$d_a$の大小でその摩擦の機構が異なることが予想され、以下のように考えた。摩擦機構の概略図を Fig.7 に示す。$d_a$が小さい場合、Fig.7(a)に示すように、主に母相の破壊と表面層での剥離が起こり、Si 粒子を含んだ母相が摩耗粉として輩出される事で摩耗が進行するものと考えた。一方、$d_a$が大きい場合には、Fig.7(b)に示すように、主に硬い Si 粒子が摩耗を受け持つように作用するため、摩耗粉としては主に Si の微粉が排出されるような機構ではないかと考えた。このように考えた場合、$d_a$が大きいほどμは

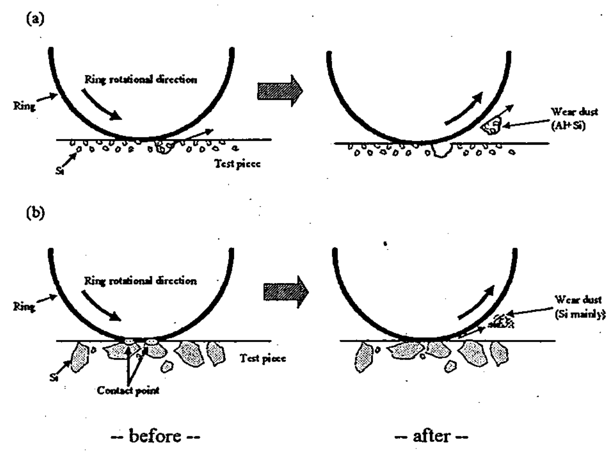



Fig. 7 Schematic drawing of wear form of spark sintered Al-Si composite in case (a)Si-average particle diameter is small and (b)large.

小さくなり、また、摩耗量も小さくなる。

## 4　結言

放電焼結法によって、Si粒子の粒径および体積率の異なるAl-Si複相合金を作製し、乾式での大越式摩耗試験およびブリネル硬さ試験を行い、以下の結果を得た。

(1)　ブリネル硬度は、Si体積率が大きくなるほど、また、Siの平均粒径が小さくなるほど、大きくなった。このとき、Si体積率増加に伴う硬度の増加率はSiの平均粒径が小さいほど大きくなることがわかった。

(2)　摩擦係数は、粒径が大きくなるほど、また、Si粒子体積率が大きくなるほど、小さくなることが分かった。

(3)　比摩耗量の値は$10^{-6}$～$10^{-7}$の値を示し、これより摩耗形態として、凝着摩耗とアブレシブ摩耗の組み合わせによって摩耗が進行しているものと推測することができた。Si粒径が55μmまでは、Si体積率がおおきくなるほど、また、Si粒径が大きくなるほど、比摩耗量は小さくなった。これは、Si体積率とSi粒径の変化に対する摩擦係数の変化と同様であり、以上のことから、Si粒径が小さい場合、母相の破壊そしてSi粒子を含む表面層での剥離が起こる摩耗形態が考えられ、一方、Si粒子が大きい場合、主としてSi粒子が摩耗を受け持つような摩耗形態になっているのではないかと考えた。Si粒径が110μmの場合、Si体積率が大きくなると、比摩耗量は大きくなった。これは、Si粒径が大きくなりすぎると、摩擦中にSi粒子の割れが積極的に起こるようになり、割れたSi粒子によるアブレシブ摩耗が摩耗形態として支配的になったためではないかと思われる。

おわりに本研究を実施するに際して、摩耗リングの加工等に使用したNC旋盤および試料調整に用いた遊星型ボールミルは、日本自転車振興会競輪機械工業資金補助により整備したものであり、また、試料作製に用いた放電焼結機は、経済産業省地域産業集積活性化対策補助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)С.Л.Потанин、Б.Н.Брагин、А.В.Гунин、Е.А.Лунев : Litejnoe Proizvodstvo (2002) p.18-20.
(2)С.Л.Потанин、Л.С.Авлентов : Avtomob Prom-st' 41(1975) p.34-36.
(3)A Ge'rard : Rev. Alum. (1976) p.325-330.
(4)神谷荘司：トライボロジスト 46(2001) p.129.
(5)隠岐貴史、松木一弘、清水功史、柳沢　平：軽金属 52(2002) p.243-249.
(6)野口　徹、宮城一裕、成田利勝、長岡金吾：鋳物 56(1984) p.683-689.
(7)炭本治喜、中村幸吉：鋳物 55(1983) p.609-614.
(8)塩田俊雄、小松眞一郎：材料 30(1981) p.387-393.
(9)柳沢　平、諸隈真嗣、畑山東明、松木一弘：鋳造工学 73(2001) p.733-740.
(10)T.Sakamoto and H.Miura：材料技術 15(1994) p.19.
(11)松木一弘、畑山東明、柳沢　平：日本金属学会誌 59(1995) p.740-745.
(12)倉本英哲、松木一弘、畑山東明、柳沢　平：日本金属学会誌 65(2001) p.868-873.
(13)倉本英哲、松木一弘、畑山東明、柳沢　平：日本金属学会誌 67(2003) p.528-537.
(14)山本雄二、兼田楨宏：トライボロジー、理工学社、(1998) p.188-195.

# 加熱ロール機を用いた木質ープラスチック複合体の試作

三宅 裕行　　世良 英美

## Trial production of wood-plastic composites using hot roller.

Hiroyuki MIYAKE, Hidemi SERA

For the purpose of effective use of pruning twigs and leaves, wood-plastic composites which consist of non-dried pruning twigs, leaves and polyethylene were prepared using a hot roller. As the result, by mixing the materials for 20 minutes and adjusting a roll gap, the composite boards which contain non-dried pruning twigs and leaves about 50 weight % was obtained, and the strength and the thickness of the boards were uniform. The method of preparation and the characteristics of the composites were shown in this report.

*Keywords*: Pruning Twigs and Leaves, Polyethylene, Wood-Plastic Composite, Hot Roller, Mixture

剪定枝葉の有効利用方法を模索する試みの一環として、未乾燥の剪定枝葉とポリエチレンとを加熱ロール機を用いて混練し、木質ープラスチック複合体を試作した。実験の結果、原材料を20分間混練してロールギャップを調整することで、剪定枝葉の重量比が50重量％で厚さと強度が均一な板状の複合体を得ることができた。本報では、試作した複合体の成形条件および物性試験結果を述べる。

キーワード：剪定枝葉、ポリエチレン、木質ープラスチック複合体、加熱ロール、混練

### 1．はじめに

木材は、炭酸ガスと光で再生可能な資源であり、材内に地球温暖化の原因となる炭素を大量に固定できること、廃棄時にサーマルリサイクルが可能なこと、腐朽すれば自然界に還ることなどから、地球環境保全の見地からもより効果的な利用が期待されている。

近年、木質資源を有効利用する方法の１つとして、木粉と熱可塑性プラスチックを熱と力で物理的に混練し、両者の性質を併せ持った機能性材料を得る研究および製品開発が進められている[1][2]。この木質とプラスチックの複合化は、その利点に①プラスチックの生産性を木質材料に導入可能、②未利用資源が活用可能、③原材料が非毒性、④原材料のリサイクルが可能なことなどが挙げられ、資源循環型社会に貢献できる技術として注目されている。しかし、既存の木質ープラスチック複合体の製造方法は、プラスチック製品の製造方法を応用した圧縮成形、押出成形、射出成形が主流となっており、製造工程では木質原料の粉砕、異物の除去、乾燥などが不可欠で、原料に多くの制約がある。そのため、市販製品は緻密かつ高性能なものに限られ、非常に高価なものとなっているのが現状である。

未利用木材資源を、これまでに無い安価な方法で木質ープラスチック複合体に変換し、有用な製品を創製することができれば、新しい資源活用の道を拓くことができると考えられる。

そこで、本研究では、剪定枝葉の有効利用方法を模索する試みの一環として、加熱ロール機を用いた混練によって、未乾燥の剪定枝葉とポリエチレン（以下ＰＥと称す）を原料とする薄板状の木質ープラスチック複合体（以下複合体と称す）を試作し、

成形可能な条件と試作した複合体の諸物性を調べ、製品化の可能性を検討した。

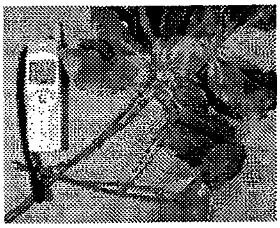
## 2．実験方法

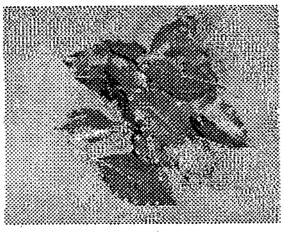
### 2.1　原材料

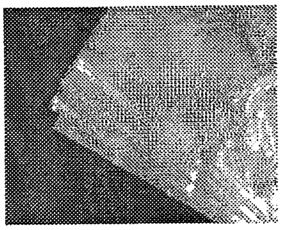
剪定枝葉は、市内の緑地に植栽されている健全なクスノキの枝先から直径4mm以下の細枝部分を採取して使用した。採取した枝葉は、乾燥を防ぐために業務用ポリ袋に入れて冷暗所で保存し、採取後5日間以内（含水率が120 %以上）の剪定枝葉または葉のみを供試した。

ＰＥは、低密度ＰＥである透明の業務用ポリ袋（三井化学プラステック株式会社 K-17）および黒色のゴミ袋（福助工業株式会社 コスモス No. 45）を使用した。

図１に使用した原材料の外観を示す。


剪定枝葉


葉のみ


業務用ポリ袋

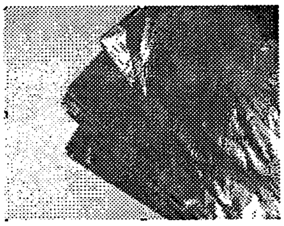

ゴミ袋

図１　原材料

### 2.2　使用機器

加熱ロール機は、ゴム及びその他化合物、各種合成樹脂を練り合わせてシート状の試験片を作るための熱媒加熱式テストロール（株式会社小平製作所 RⅡ-2-CC型）を使用した。同装置は、混練部、駆動部、加熱部で構成されており、混練部において、2本の鋼製ロールが互いに内向きに回転することで、投入された原材料を挟み込み、熱と力によって混練する仕組みとなっている。表１に装置の基本仕様、図２に装置の外観を示す。また、図３に装置の混練部を示す。

表１　加熱ロールの基本仕様

| 構成 | 概要 |
|---|---|
| 混練部 | ロール数：2<br>ロール外寸：φ150×L347(mm)<br>ロール材質：S45C<br>ロール表面：HCrメッキ鏡面研磨<br>ロールギャップ：0～5(mm)<br>幅寄せ：左右移動式ガイド板<br>幅寄せ材質：MCナイロン |
| 駆動部 | ロール回転数：10～40(rpm) |
| 加熱部 | 加熱方式：オイル循環方式<br>最大加熱温度：200(℃) |

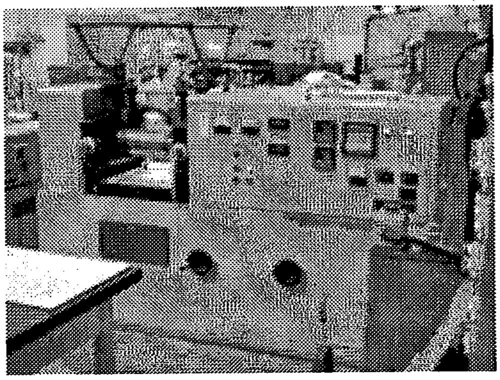


図２　装置の外観

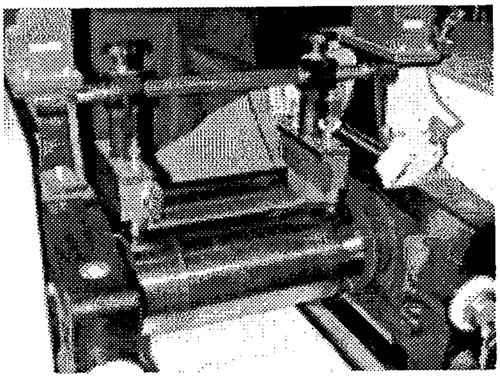


図３　装置の混練部

### 2.3　複合体の試作方法

未乾燥の剪定枝葉とＰＥの混練、および成形物の作製は以下の手順で行った。

#### 2.3.1　加熱ロール機の運転

換気装置を備えた屋内で、前側ロールの回転速度を20.8 r.p.m.、後ろ側ロールの回転速度を17.8 r.p.m.、両ロールの表面温度を155±5 ℃に設定にして運転した。また、ロールギャップを0.5 mm、幅

寄せギャップを270 mmに設定した。

2.3.2　原材料の秤量

未乾燥の剪定枝葉とＰＥが所定の配合となるように、電子天秤を用いて原材料を秤り採った。本実験では複合体に含まれる剪定枝葉の量を明確にするため、剪定枝葉の重量比は水分を含まない値で示した。

2.3.3　原材料の投入

所定量のＰＥを1分間かけて少しづつ加熱ロールに投入し、その後、3分間かけてロール表面に均一に溶着させた。続いて、所定量の剪定枝葉をロール上に少しづつ投入した。剪定枝葉の投入量が急激に増すと、ロールに溶着しているＰＥがロールから剥落するため、剥離が生じないように溶着状態を観察しながら、剪定枝葉の投入量を調節した。また、ロールから剥落した剪定枝葉およびＰＥは再びロール上に投入した。このようにして、剪定枝葉の投入は10分間かけて行った。図４に溶着しているＰＥ、図５に投入された剪定枝葉の様子を示す。

2.3.4　原材料の混練

原材料を加熱ロール上に全て投入した後、5分間以上の混練を行った。その際、ロールによる混練をより効率的に行うため、鋼製へらを用いて手作業で混練補助を行った。混練補助は、ロール端部から複合体を一部切り出し、それをロールの中央部に巻き込ませる操作を繰り返し行った。併せて、混練している複合体がロール表面から剥離しないように、ロールギャップを0.5～2.7 mm の範囲で適宜調節した。図６にロール表面に溶着している複合体を、図７に手作業による混練補助の様子を示す。

2.3.5　複合体の切り出し

加熱ロールに溶着している複合体の切り出しは、左手に持った鋼製へらで複合体の左端から右端へ水平方向へ一気に切り込みを入れ、端部に跳ね上がった複合体の一部を右手で掴み、そのまま、加熱ロールから離れる方向へゆっくりと複合体を引っ張ることにより行った。

2.3.6 複合体の成形および冷却

加熱ロールから切り出した複合体は、すぐに水平な台の上に置き、合板を用いて両面から168 Pa の圧力で挟み込んだ状態で常温冷却した。

2.4　複合体の物性試験方法

原材料および試作した複合体の物性測定・評価は、

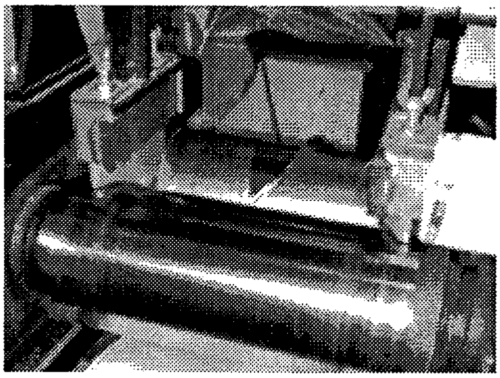


図４　溶着しているＰＥ

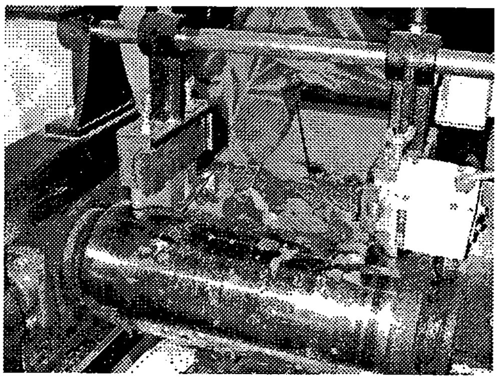


図５　投入された剪定枝葉

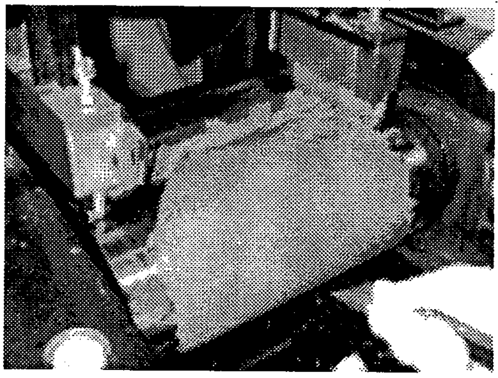


図６　溶着している複合体

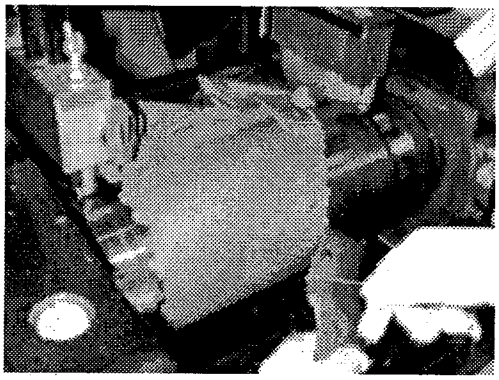


図７　手作業による混練補助

以下の試験方法で行った。

2.4.1　密度

JIS Z 2101の3.3に準拠。

2.4.2　含水率

JIS Z 2101の3.2に準拠。

2.4.3　吸水率

JIS Z 2101 5に準じて48H水中浸漬し、次式により求めた。

$$吸水率(\%) = \frac{吸水後の重量(g) - 全乾時の重量(g)}{全乾時の重量(g)} \times 100$$

2.4.4　吸水膨張率

JIS Z 2101の5に準じて48H水中浸漬し、次式により求めた。

$$吸水膨張率(\%) = \frac{吸水後の寸法(mm) - 全乾時の寸法(mm)}{全乾時の寸法(mm)} \times 100$$

2.4.5　引張強さ

JIS K 7162の5A形に準拠。

2.4.6　促進耐候性

キセノンアークランプ式ウェザーメーターを用い、JIS K 5600の7.7に準じて表２に示す条件で行った。

表２ ウェザーメーターの設定条件

| 項目 | 設定 |
|---|---|
| キセノンアークランプ | 550 W/m$^2$ [波長290-800 nm] |
| 降雨サイクル | 18/120分 |
| インナーフィルター | 石英 |
| アウターフィルター | ＃275 |
| B.S.T | 65℃ |

## ３．結果および考察

3.1 複合体の様相

図８にロールギャップを1.5 mm として切り出した４種類の複合体の外観を示す。剪定枝葉とＰＥを合わせた500 g の原材料から、厚さ2×幅270×長さ800 mm 前後の複合体が得られた。冷却後の厚さが2 mm 以下の複合体であれば、工作用のはさみを用いて切断することが可能であった。

また、複合体は、従来の製品には無い色彩、触感、木質分に由来する香りを有していた。複合体を身近な製品に使用することができれば、人にやすらぎと親しみを与えうると考えられる。

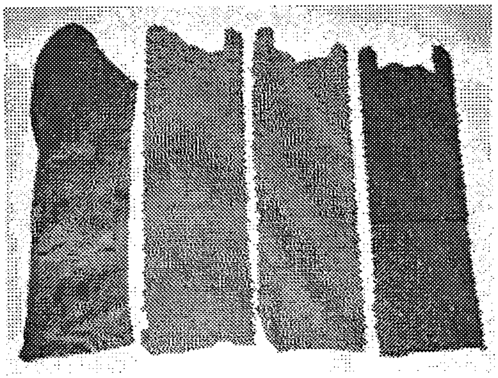


図８　切り出した複合体

3.2 複合体の成形可能な条件

3.2.1　原材料の配合が混練状態に与える影響

加熱ロール機を用いて原材料の混練を行うためには、原材料のロール表面への溶着が不可欠である。溶着が不十分な場合には、原材料がロールから剥離または剥落し、均一な複合体を効率的に作製することはできない。図９に原材料がロールに溶着してスムースに混練が行われている様子、図１０にロールから原材料が剥離してロールが空回転している様子を示す。

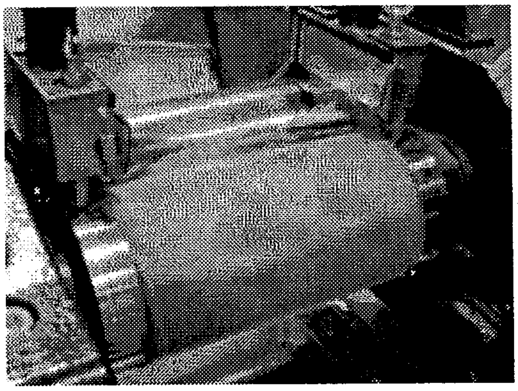


図９　スムースな混練

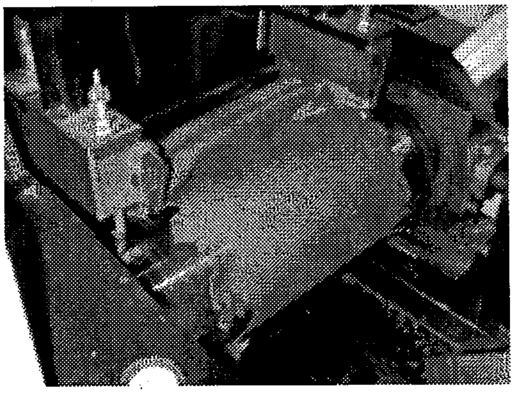


図１０　ロールの空回転

実験では、ロールギャップを1.0 mm に設定した上で、剪定枝葉とＰＥ（業務用ポリ袋）の重量比を変えて複合体を試作し、原材料の重量比が加熱ロール表面における複合体の溶着・混練状態に及ぼす影響を調べた。

表３に試作した複合体の原材料の重量比、総重量、加熱ロール表面における複合体の溶着・混練状態を示す。剪定枝葉の重量比が29～51 wt ％の時はロールに複合体が適切に溶着して混練がスムースに行えるが、54 wt ％の時は複合体がロールから部分的に剥離して混練がやや困難となった。また、剪定枝葉の重量比が62 wt ％の時は、ロール表面から複合体が全面的に剥離して混練が困難となった。このことから、ロールギャップが一定の時、複合体のロールへの溶着力は剪定枝葉の重量比が高いほど低下することがわかった。剪定枝葉を有効利用する観点からは複合体に含まれる剪定枝葉の重量比をより高くすることが望まれるが、ロールギャップを1.0 mm に設定した場合には、添加可能な剪定枝葉は約50 wt ％が上限と推察考えられる。一方、剪定枝葉の重量比をそれより低くすれば、複合体のロールへの溶着力が高くなるため、ロールギャップを1.0 mm 以上に設定しても複合体の混練が可能であった。

**表３ 原材料の重量比と混練状態**

| 原材料の重量比 (wt %) | | 原材料総重量 (g) | 加熱ロール表面における複合体の溶着・混練状態 |
|---|---|---|---|
| 剪定枝葉 | ＰＥ | | |
| 29 | 71 | 423 | 複合体が表面に適切に溶着し、混練がスムース |
| 38 | 62 | 484 | |
| 51 | 49 | 368 | |
| 54 | 46 | 581 | 複合体が表面から部分的に剥離し、混練がやや困難 |
| 62 | 38 | 477 | 複合体が表面から全体的に剥離し、混練が困難 |

### 3.2.2 ロールギャップと成形物の厚さの関係

得られる成形物の厚さは、複合体を切り出す時点のロールギャップの設定により変わる。ロールギャップを小さくするほど得られる成形物は薄くなり、ロールギャップを大きくするほど得られる成形物は厚くなる。実験では、ロールギャップによる成形物の厚さの変化と、ロールギャップを一定にして得た複数の成形物の厚さの均一性を調べた。

表４にロールギャップと得られた成形物の厚さを示す。剪定枝葉の重量比を29～54 wt ％に変えて実験を行った結果、得られた成形物の厚さは、ロールギャップの設定に対していずれも大きくなった。これは、ロールギャップ部分において原材料が大きな圧縮応力を受けているためと考えられる。設定したロールギャップと得られた成形物の厚さは異なっているが、成形物の厚さはロールギャップに比例して大きくなるため、ロールギャップを適宜に設定すれば、所定の厚さの成形物を得ることが可能と考えられる。

**表４ ロールギャップと得られた成形物の厚さ**

| 原材料の重量比 (wt %) | | 混練・切出時のロールギャップ (mm) | 切出・成形・冷却後の厚さ (mm) |
|---|---|---|---|
| 剪定枝葉 | ＰＥ | | |
| 54 | 46 | 0.5 | 1.0 |
| 51 | 49 | 1.0 | 1.5 |
| 51 | 49 | 1.7 | 2.2 |
| 38 | 62 | 2.7 | 3.7 |
| 29 | 71 | 2.5 | 3.7 |

続いて、図１１に原材料の重量比とロールギャップを一定条件にして試作した20枚の成形物の冷却後の厚さを示す。原材料の重量比を剪定枝葉50 wt ％、ＰＥ50 wt ％とし、ロールギャップを1.0 mm に設定して得られた成形物の厚さは、1.5～1.6 mm の範囲にあって安定した。このことから、ロールギャップを一定に設定することで、ほぼ同じ厚さの成形物を繰返し作製できると考えられる。実験における若干の厚さのばらつきは、複合体を手作業で切り出し、成形することに伴う作業ムラが原因の一つと推察されるため、切り出しおよび成形の方法を改善す

ることで、より寸法精度の高い成形物が安定的に作製できると考えられる。

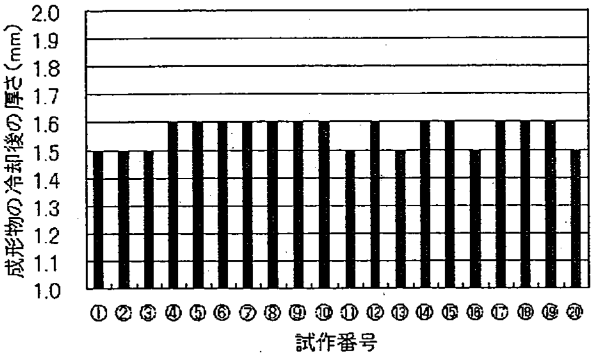



図１１　試作した成形物の冷却後の厚さ

## 3.3 複合体の物性測定・評価

### 3.3.1 密度、含水率、吸水率および吸水膨張率

原材料の重量比を変えた厚さ2 mm の複合体を４試料作製し、密度、含水率、吸水率、吸水膨張率を測定した。表６にそれらの結果を示す。各試料の物性値は3試験片の平均値であり、吸水膨張率については、ロールの回転方向に対して平行方向の値を左欄に、垂直方向の値を右欄に示す。

各試料の密度は、いずれも0.8 g/cm$^3$前後であった。低密度ＰＥの密度が0.914～0.925 g/cm$^3$であることから、成形物の密度は低密度ＰＥ単体よりも小さいことがわかった。

含水率は、いずれも1.0 %前後であった。複合体の原材料には多量の水分を含む剪定枝葉を使用しているにもかかわらず、その成形物中には僅かな水分しか含まれていないことから、原材料の水分は加熱ロール上でほとんど蒸発することがわかった。

吸水率は、2.7～24.0 %であった。低密度ＰＥの吸水率が0.015 %以下であることから、成形物の吸水率は剪定枝葉の混入により高くなることがわかった。試料①と②は、原材料を葉および業務用ポリ袋とし、原材料の重量比を変えたものである。試料①が吸水率2.7 %であるのに対して試料②が吸水率21.8 %であることから、葉の重量比が大きいほど成形物の吸水率は高くなると考えられる。試料②と③は、剪定枝葉と業務用ポリ袋の重量比が等しいが、剪定枝葉の内訳が異なる。試料②は葉のみ、試料③は葉および細枝を原材料に含んでいる。両試料の吸水率は21.8 %および24.0 %でほぼ等しいことから、葉と細枝の配合の違いにより吸水率が大きく異なることは無いと考えられる。

各試料の吸水膨張率は、吸水率の場合と同様の傾向が見られた。試料①が0.1～0.2 %に対して、試料②～④が1.3～2.9 %で10倍以上の数値になっており、剪定枝葉の重量比が大きいほど成形物の吸水率膨張率が高くなると考えられる。また、試料②と③は剪定枝葉の内訳が異なっているが、両試料の吸水膨張率はほぼ等しいことから、葉と細枝の配合の違いにより吸水膨張率が大きく異なることは無いと考えられる。なお、吸水膨張率については、ロールの回転方向に対して平行方向と垂直方向で値が異なり、値は平行方向より垂直方向の方が大きくなった。これは、成形物中の木質の繊維方向（長手方向）が、ロールの回転作用によって、回転方向とほぼ平行方向に並んでいるためと推察される。

### 3.3.2 促進耐候性

表６に示す原材料の重量比で厚さ2 mm の複合体を４試料作製し、幅65×長さ145 mm の試験片を採取して促進耐候性試験を行った。図１２に試験結果を示す。図中の記号１～４は試料①～④を示し、Ａは試験前、Ｂは暴露時間192時間後、Ｃは暴露384時

表６　物性測定の結果

| | 原材料の重量比 | | 密度 | 含水率 | 吸水率 | 吸水膨張率 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 剪定枝葉(wt %) | ＰＥ(wt %) | (g / cm$^3$) | (%) | (%) | (%) | |
| 試料① | 葉のみ(15) | 業務用ポリ袋(85) | 0.77 | 0.4 | 2.7 | 0.1 | 0.2 |
| 試料② | 葉のみ(50) | 業務用ポリ袋(50) | 0.82 | 1.4 | 21.8 | 1.4 | 2.0 |
| 試料③ | 葉および細枝(50) | 業務用ポリ袋(50) | 0.84 | 0.8 | 24.0 | 1.3 | 2.9 |
| 試料④ | 葉および細枝(50) | ゴミ袋(50) | 0.83 | 0.9 | 22.5 | 1.6 | 2.7 |

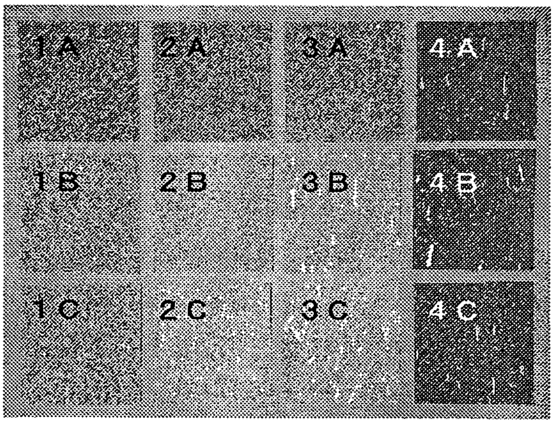



図１２　促進耐候性試験の結果

間後の試験片であることを示す。

試験前である1A ～3A の試験片は、原材料に透明な業務用ポリ袋を使用しているため、剪定枝葉に由来した鮮やかな濃緑色をしている。ところが、192時間暴露後の試験片は、1B ～3B に示すとおり大きく変化して枯れ葉色になった。また、384時間暴露後の試験片は、1C ～3C に示すとおり1B ～3B と比較して大きな違いは見受けられなかった。原材料に透明なＰＥを使用すれば、緑葉の原色が生きた色彩の成形物が得られる。その色彩は、光と水によって、やがては枯れ葉色に変化するが、一度枯れ葉色に変化してからは、以後、光と水による色の変化は小さいことがわかった。このことから、成形物を工業材料として利用する場合、屋内外における短時間の用途であれば、緑葉の原色を活かすことができると考えられる。また、屋内外における長時間の用途であれば、枯れ葉色に変化した後の成形物が活用できると考えられる。

一方、原材料に黒色のゴミ袋を使用したした成形物は4A に示すとおりゴミ袋と同様の色をしている。この試料を192時間および384時間暴露した後の試験片は、4B および4C に示すとおりであり、4A と比較して色の変化がほとんど見受けられなかった。濃色の顔料を含んだＰＥを原材料に使用した複合体は、光と水による色の変化が小さいため、色むらや退色を長期間避けたい用途に活用できると考えられる。

なお、3A および4A は原材料に細枝を含んでおり、細枝が砕けた小木片が偏在している。暴露後192 時間、384時間経過後の3B、4B、3C、4C の試験片においては、これらの小木片が劣化し、白色化している。3B、3C の試験片に示されるように、特に透明なＰＥを使用した成形物では、光と水によって原材料全体が劣化することで、小木片の存在が目立つようになることがわかった。一方、1A、2A のように細枝を原材料に含まない成形物においては、1B、2B、1C、2C の試験片に示されるように、部位的に小木片の白色化は目立たなかった。加熱ロールの粉砕能力には限度があるため、もし、成形物中の粒子の緻密さを求めるのであれば、原材料を加熱ロールに投入する前に、原材料の粉砕処理を行うことが必要と考えられる。

### 3.3.3　引張強さ

剪定枝葉の重量比を0～51 wt %に変えた厚さ2 mm の複合体を４試料作製して、各試料5試験片の引張試験を行い、剪定枝葉の重量比と引張強さの関係を調べた。表７に加熱ロールの回転方向に対して平行方向と垂直方向の引張強さ（平均値±標準偏差）を示す。

各試料の平均値は、平行方向、垂直方向ともに、剪定枝葉の重量比が大きくなるほど小さくなった。これは、剪定枝葉が親水性天然高分子であるのに対しＰＥが疎水性合成高分子であるため、界面の極性が非常に異なり、剪定枝葉とＰＥの接着性が悪いことが原因と考えられる。既存の木質・プラスチック複合化技術においては、木質とプラスチックの界面の接着性を向上させるため、ごく一般に、親水性と疎水性の両方の極性をもった相溶化剤と称される化学物質が使用されている(3)。加熱ロール機で得られる成形物を工業材料として利用する場合、強度が要求される用途であれば、既知の相溶化剤の活用など改質方法の研究がさらに必要である。一方、強度があまり要求されない用途であれば、剪定枝葉の重量比を減らして強度を保ち、用途に供することも可能と考えられる。

剪定枝葉の重量比が同じ場合の、平行方向と垂直方向の平均値を比較すると、平行方向より垂直方向の方が値が小さくなった。これは、成形物中の木質の繊維方向（長手方向）が平行方向に並んでいることに起因すると考えられ、剪定枝葉の重量比が増すほど、異方性は大きくなると推察される。

なお、各試料の平均値の標準偏差は、平行方向、垂直方向ともに、剪定枝葉の重量比が増すほど少し

ずつ大きくなっている。しかし、最もバラツキの大きい剪定枝葉51 wt %の場合でも、平均値に対するバラツキの程度は約8～9 %で5試験片の引張強さはほぼ等しい値となっており、得られる成形物は強度面においてもほぼ均一な材料であることがわかった。

表7　引張試験の結果

| 剪定枝葉の重量比(wt %) | 引張強さ(MPa) | |
|---|---|---|
| | 平行方向 | 垂直方向 |
| 0 | 9.98 ± 0.04 | 9.88 ± 0.11 |
| 29 | 6.10 ± 0.07 | 5.34 ± 0.15 |
| 38 | 5.74 ± 0.21 | 4.60 ± 0.22 |
| 51 | 4.06 ± 0.31 | 2.76 ± 0.24 |

## 4. おわりに

本実験では、加熱ロールを用いた混練によって、未乾燥の剪定枝葉とPEを原材料とする木質・プラスチック複合体を試作し、成形可能な条件と試作した複合体の諸物性を調べ、製品化の可能性を検討した。

今回の試みは、原材料および加熱ロールの仕様を限定した検討にすぎないが、試験研究の結果、以下のことが明らかになった。

(1) 未乾燥の剪定枝葉とPEを、加熱ロールで20分間混練することにより、見かけ上均一な木質・プラスチック複合体を得ることができた。

(2)複合体の厚さは、ロールギャップと原材料の重量比を変えることにより、1～4mm の範囲で調節可能であった。厚さが 2mm までの複合体であれば、剪定枝葉の重量比を50 wt %まで高めることができた。

(3)剪定枝葉の重量比が大きいほど、複合体の吸水率および吸水膨張率は高くなった。複合体の光と水による外観の変化は、初期に著しいが、一定時間経過後は緩慢となった。引張強さは、剪定枝葉の重量比が大きいほど低下した。

剪定枝葉と透明なPEから得られる複合体は、従来製品には無い色彩、触感、木質分に由来する香りを有しており、人に親しみと安らぎを与え得るような材料であった。また、剪定枝葉と黒色のPEから得られる複合体は、光や水の影響に伴う退色が少ない材料であった。これらの複合体は、厚さや強度をほぼ均一にして作製できるため、精度がそれほど要求されない土木建築資材などの分野に、何らかの用途が見出せるのではないかと期待している。なお、原材料に使用するPEについては、廃プラスチックの活用も可能と考えられる。未乾燥の剪定枝葉と廃プラスチックを複合化することで、両者を多段階的に利活用することができれば、資源循環型社会の構築に貢献できる。

今後は、剪定枝葉とPEを原材料に、防草シートを想定した複合体サンプルを作製し、防草の効果、耐候性、耐朽性などを調べる予定である。また、木質やプラスチックの種類を変えた複合体の試作・物性評価を行い、加熱ロールを用いて得られる複合体の製品化の可能性を更に追求していきたいと考えている。

## 参考文献

(1)岡本　忠：日本木材学会誌 Vol.49,No.6,401－407,(2003).
(2)日本木材加工技術協会関西支部：木材工業 Vol.60,No.8,382－387,(2005).
(3)原口隆英ほか：木質新素材ハンドブック,62－67,719-720,技報堂出版(1996).

# クリヤー塗膜の染色による加飾技術の開発と実用化研究(第2報)

金行　良隆

# A Study on Decorating Technology by Dyeing Clear Coating Films (2nd report)

Yoshitaka KANEYUKI

A color clear coating technology is widely spread as technology of high transparent coating on the surface of glittering metals. If not color clear coating technology but decorating technology by dyeing clear coating films are used, uneven coloring will be hard to be caused. In this study, reserch and development if the decorating technology by dyeing clear coating film were performed for practical use.

*Keywords: Dyeing Clear Coating Films*

光輝金属面を活かしながら透明感の高い着色を行うための技術として、現在はカラークリヤー技術が広く普及している。しかし、カラークリヤーは複雑な形状において色むらが出る可能性が高い。これを解決する手法としてクリヤー塗膜の染色による加飾技術の研究を行った。

キーワード：塗膜染色

## 1. 緒言

近年では製品の性能・機能はもちろんのこと、デザイン・カラーリングといった意匠性・美粧性への消費者の関心の高まりがある[1]。よって、耐食性の高いステンレス・アルミニウム等の金属素材表面や、防食のために施したニッケルめっき面に対しても、素材の光輝金属面を活かしながら着色するという技術が広く使用されている[1]。

この光輝金属面への着色には、現在では通常、カラークリヤーという技術が使用されている。これは、透明塗料(クリヤー)に染料を混合することにより透明感の高いカラーリングを行う技術であり、手軽な着色方法として広く普及している。しかし、カラークリヤーは、クリヤーに染料を混合して塗装するため、膜厚のバラツキがそのまま色の濃淡となり、凹凸面や複雑な形状ほど色むらとなりやすい。

そこで、クリヤー塗装後に染料液に浸漬し、クリヤー表層面から染色するという新しい加飾技術を開発した。この手法によれば、上記のようなカラークリヤー塗膜の色むらなどが起こりにくい。

前報[2]では、塗膜染色条件の設定や染色クリヤー塗膜の促進耐候性及び物理的な塗膜特性等について報告した。今回は主に製品の試作等を中心として行った。

## 2. 実験概要

### 2. 1 染料溶液の改善と12色の染料溶液の調製

前報[2]における塗膜染色では、当初塩基性染料を用いていた。その後、これよりも一般的に堅ろう度が高いといわれているカチオン染料を用いて試験片の作製等を行い、促進耐候性試験等を行った。しかし、予想に反して低い耐候性を示したため、今回の試作等については塩基性染料に戻して染料溶液を調

製しなおした。また、赤、青、黄の各染料に対してそれぞれの染料を3:1、2:2、1:3と配合することにより合計12種類の染料溶液を作成した。これらの染料の濃度は各染料の合計で10g・dm$^{-3}$として調製後、吉野紙により濾過を行い、染料溶液とした。図1に、これらの染料溶液により試作した試験片を示す。

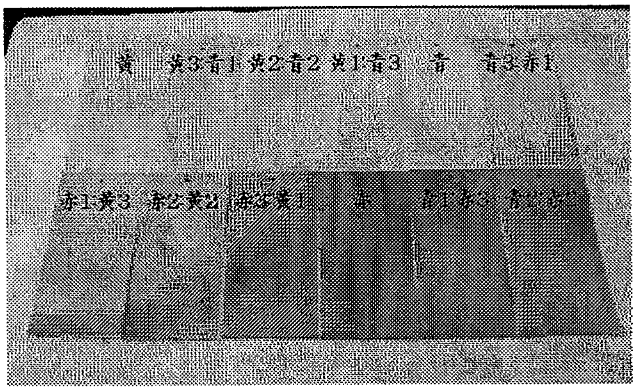



図1 12色の染料溶液による試作試験片
(素材：SUS304、塗料：焼付アクリルクリヤー塗料)

### 2.2 ガラス表面に対する塗膜染色

ガラスへの適用例として、バイアル瓶の上に焼付アクリルクリヤー塗料をスプレー塗装し、塗膜染色を行った。前処理としてガラス瓶の脱脂を行った。染色時間は2分間とした。

### 2.3 木材に対する塗膜染色

木材への適用例として、試験片にマカバを用いて塗膜染色を行った。試験片をペーパー(180番)で研磨し、木工用常温乾燥型ポリウレタンクリヤー塗料(全ツヤあり及び全ツヤ消し塗料を使用)を5回ずつスプレー塗装して、常温で2日間乾燥後、5分間の塗膜染色を行った。

### 2.4 金属めっき面(アクセサリー)に対する塗膜染色

実製品への適用例のひとつとして、めっき品のアクセサリーの塗膜染色を行った。試料は株式会社梅本鍍金提供で、真鍮(ゴールド色)、ロジウム、ニッケル、ソフトニッケル、シルバー、ソフトシルバーの6種類のめっき品である。なお、シルバー及びソフトシルバーめっきは、変色防止のためにめっき後塗装をしてあったので、塗装前に2-ブタノンを1割程度混合したラッカーシンナーに数時間浸漬することにより、塗膜を剥離して実験に供した。なお、ネジ部分については、浸漬塗装前にマスキングテープによりマスキングを施している。

塗料は焼付アクリルクリヤー塗料ならびに常温乾燥型ウレタンクリヤー塗料(乾燥時間は2日間とした)を用い、ウレタンシンナーにより粘度を岩田カップで約10秒に調整して、浸漬塗装法を用いた。

染色については、なるべく淡いパステル調の色調を目指したため、染色時間は10秒である。図2には、常温乾燥型ウレタンクリヤー塗料の塗膜染色作業中の試験片の様子を示す。

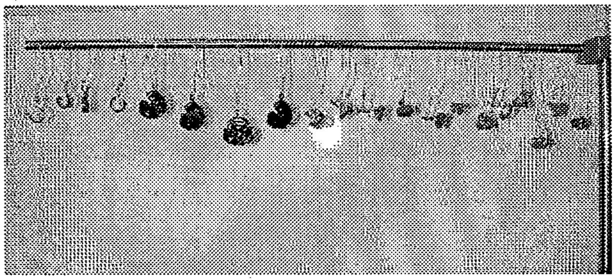


図2 常温乾燥型塗料による塗膜染色直後の様子

## 3. 実験結果

### 3.1 改善した染料溶液による着色塗膜の試験結果

図3にキセノンウェザーメーターによる促進耐候性試験結果を示す。評価は前報[2]と同じく、同時間試験したクリヤー塗膜との色差により評価を行っている。今回の染料溶液の変更により、促進耐候性については明らかな向上が見られた。

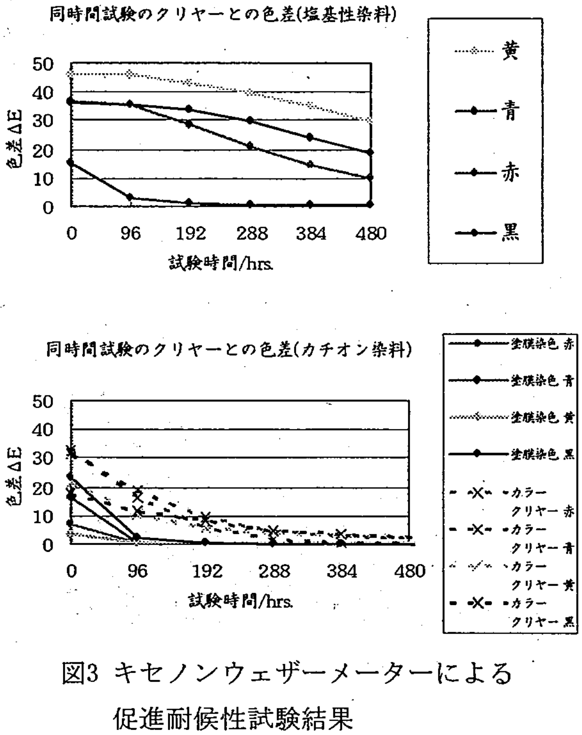



図3 キセノンウェザーメーターによる
促進耐候性試験結果

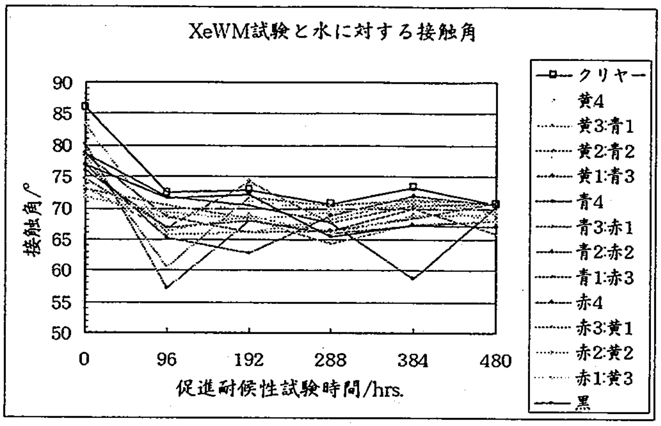



図4 促進耐候性試験による接触角の推移

図4には、上記試験における塗膜の純水に対する接触角の経時変化を示す。接触角は低いほど水との親和性が高く、塗膜については劣化していることを示している。この試験結果から、試験前の試験片と比較したときは劣化しているが、その度合いは今回の試験時間の限りではほぼ横ばいで、寧ろ、試験時の表面状態により値がばらつくことがわかった。接触角についてはあまり大きな劣化はないものと考えられる。

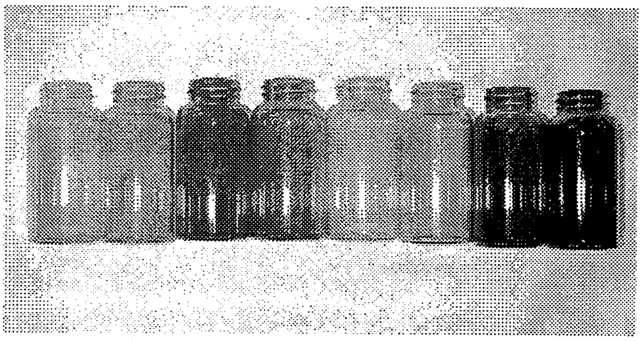


図5 ガラス製バイアル瓶の塗膜染色

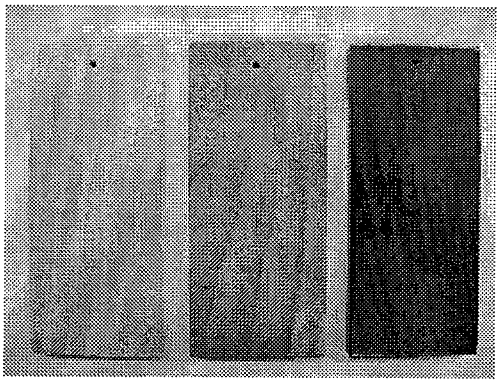


図6 木材の塗膜染色(全ツヤありクリヤー)

### 3.2 ガラス及び木材の塗膜染色結果

図5及び図6にはそれぞれ、ガラスのバイアル瓶と木材試験片との塗膜染色結果を示す。それぞれ塗膜染色技術により、ガラスの透明感や木材の木目を活かした着色が可能である。なお、茶色の染料は黄：赤＝2:2の染料溶液に、黒の染料を1割程度混合して得た。

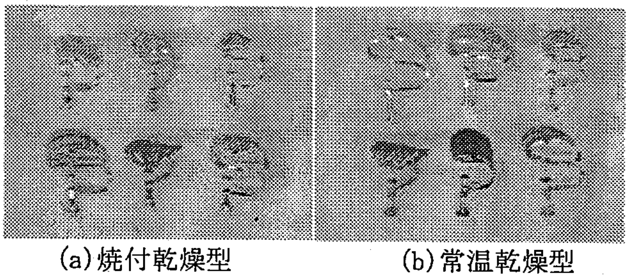
ガラス瓶については数百℃で焼いて塗膜を焼失させることにより、元の透明な瓶に戻すことが可能である。このため、リサイクル性の高い着色ガラス瓶の開発などの可能性がある。

木材については、塗膜染色時に染料溶液に浮くため、おもりを付けるなど、何らかの方法で染料溶液に安定して浸漬する方法が必要である。

### 3.3 アクセサリーの塗膜染色結果

図7にアクセサリー品の塗膜染色例を示す。これらの品はスプレー塗装ならびに浸漬法によるカラークリヤー着色が大変困難であるため、透明感のあるカラーリングを行う場合は、本研究で示す塗膜染色技術が最も有効であると考えられる。特にシルバーなど、光沢のある白色系の光輝金属表面には高級感のある着色が可能である。

こういった小物のアクセサリーなどは、必要な染料溶液の量やその作業性から考えて、塗膜染色技術が最も有用である対象物のひとつである。



(a)焼付乾燥型　　(b)常温乾燥型

図7 アクセサリー(シルバーめっき)の塗膜染色

## 4. 塗膜染色技術による応用例

これらの試験結果から、本研究の試作は促進耐候性にすぐれる結果となった塩基性染料を用いて行うこととした。

### 4.1 花のモニュメントの制作

図8に株式会社研創制作の花のモニュメントを示す。塗膜染色部分に常温乾燥型のクリヤーを用いた。各部の仕様は表1のとおりである。

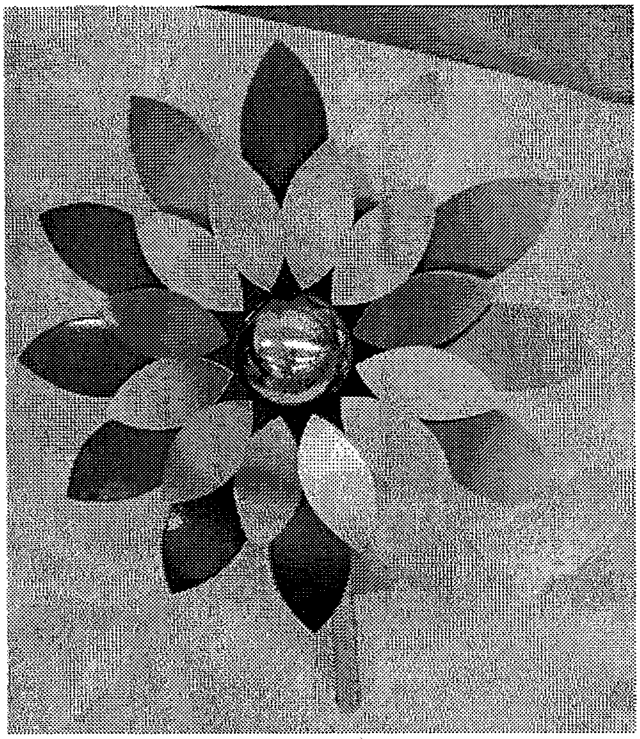


図8 花のモニュメント
(外側花びら部分全直径：400mm)

表1 花のモニュメント各部の仕様

| | 素材及び表面仕様 | 塗装及び着色の仕様 |
|---|---|---|
| 中央ｷｬｯﾌﾟ | SUS磨き | 常温乾燥型ｸﾘﾔｰ→<br>３日後10秒間染色→<br>ﾌｯ素樹脂系ｸﾘﾔｰ |
| 内側花びら | SUSﾍｱﾗｲﾝ | 常温乾燥型ｸﾘﾔｰ→<br>３日後１分間染色→<br>ﾌｯ素樹脂系ｸﾘﾔｰ |
| 外側花びら | SUSﾍｱﾗｲﾝ | 常温乾燥型ｸﾘﾔｰ→<br>２日後10分間染色→<br>ﾌｯ素樹脂系ｸﾘﾔｰ |
| 花びらの台 | SUSﾍｱﾗｲﾝ | 黒色ｽﾃｲﾝ＋<br>ﾂﾔ消顔料入焼付ｸﾘﾔｰ<br>(ｶﾗｰｸﾘﾔｰ仕上) |
| 足部分 | SUS磨き | ﾂﾔ消顔料入焼付ｸﾘﾔｰ |

塗膜染色部分は全て、耐候性ならびに対汚染性に比較的優れるフッ素樹脂系クリヤー塗装で仕上げているが、常乾塗膜上に溶解力の強い溶剤を含む塗装を行うこととなるので、実際には避けた方が良い。

また、花びらの台部分の仕様はいわゆる黒色カラークリヤー仕上げである。

足部分の表面は、当初SUS磨きであったが、ツヤを抑え、塗膜染色部分を強調するために敢えてフラットベース(ツヤ消顔料)を混合した焼付クリヤーによりツヤを消している。

塗膜染色部分については、常温乾燥型塗料を塗装して２日及び３日乾燥後、塗膜染色を行った。

途中、外側と内側の花びらの対比をつけるため、外側の花びらを濃く染色する目的で10分間染色した関係で、一部に塗膜の膨潤が見られた。濃い色を得ようとする場合はある程度仕方ないともいえるが、できる限りの染色時間の短縮が求められる。

花びらの色は、内側とすぐ外側(半枚分左回り)のものとが同じ染料溶液による着色であり、同じ仕様の素材に同じ染料を用いても、着色仕様の違いによって異なった色調が得られることがわかる。

中央キャップ部は黄色に染色を行っているのだが、鏡面仕上げの上に黄色の塗膜染色を行うことにより金色に近い色調を得ることが可能である。特に被塗物が曲面の場合、カラークリヤーでこのような着色を行うのは困難である。

また、黄色の染料に適当量の赤の染料を混合することにより、実際の金(18Kや24K)の色を出すことも可能であると考えられる。これらのことにより、用途や被塗物によっては、コストや作業性の面において塗膜染色技術がカラークリヤーを凌駕する可能性についても期待できる。

### 4.2 装飾銘鈑の制作

図9に株式会社オガワ制作の装飾銘鈑を示す。塗膜染色部分に焼付乾燥型のクリヤーを用いた。各部の仕様は表2のとおりである。なお、ベースと枠については花のモニュメントと同様の理由によりツヤを消している。また、対比のため、各英単語の頭文字部については各色(顔料入り)の塗料(ソリッドカラー)を塗装している。

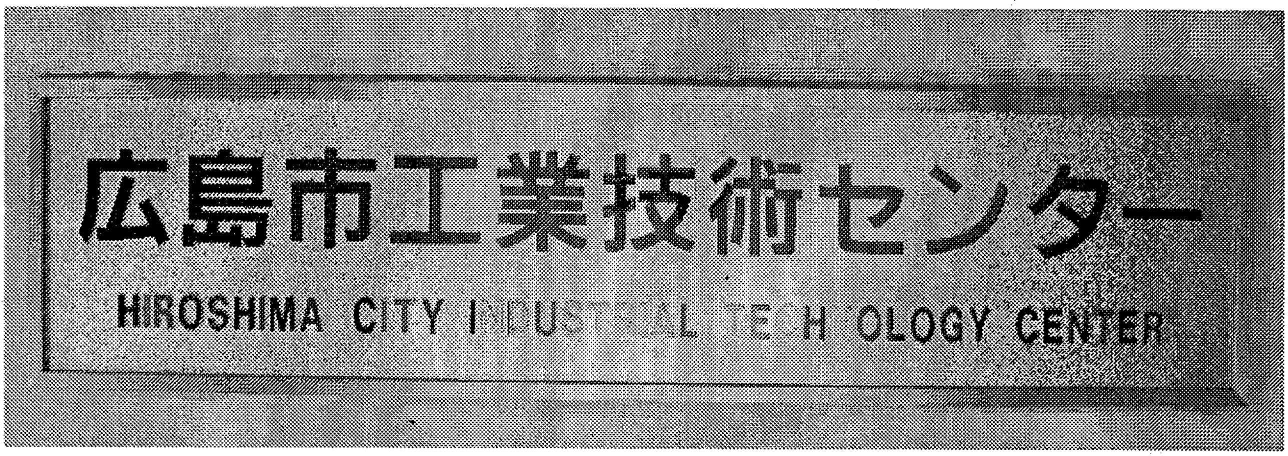



図9　装飾銘鈑(寸法：縦250×横1000mm)

表2 装飾銘鈑各部の仕様

| | 素材及び表面仕様 | 塗装及び着色の仕様 |
|---|---|---|
| 和文 | SUS磨き | 焼付乾燥型ｸﾘﾔｰ→<br>半焼付→２分間染色→<br>本焼付 |
| 英文 | SUSﾍｱﾗｲﾝ | 焼付乾燥型ｸﾘﾔｰ→<br>半焼付→２分間染色→<br>本焼付 |
| ﾍﾞｰｽ | SUS梨地仕上 | ﾂﾔ消顔料入焼付ｸﾘﾔｰ |
| 枠 | SUSﾍｱﾗｲﾝ | ﾂﾔ消顔料入焼付ｸﾘﾔｰ |

多彩な着色を行う場合を例に取れば、ソリッドカラーやカラークリヤーにおいて多くの色を塗ろうとする場合、色替えを行うたびにスプレーガンを洗浄する必要がある。一方、塗膜染色の場合は、塗装を行うのはクリヤー塗装の一度だけである。このことは作業性や経済性(使用するシンナー等を少なくできる)といった面での大きなメリットがある。

また、銘鈑等に使用する箱文字や切文字は、厚み部分も含めての均一な塗装が困難であることが多い。このため、カラークリヤーによる着色では、色の不均一がしばしば問題になっている。塗膜染色技術は、こういった問題にも対応し得る新しい着色技術として、将来的には屋内用案内板などへの適用などが期待できる。

## 5. 結言

クリヤー塗装した光輝金属面に塗膜染色を施す研究を行い、以下の研究成果を得た。

(1) カラークリヤーによる着色が事実上不可能である小物(アクセサリー等)の浸漬塗装において、塗膜染色技術は最も威力を発揮できる。

(2) 染色液を高濃度にし、染色時間を秒単位に抑えることにより、塗膜の膨潤を避けての着色が可能である。

(3) 塗膜染色による着色皮膜は、カラークリヤーとは異なる色調も出せるため、光輝金属面の新しい着色方法として考えられる。

本研究は、中小企業技術開発産学官連携促進事業(経済産業省補助)の一環として実施した。株式会社梅本鍍金、株式会社研創、株式会社オガワほか、関係各位に謝意を表する。

## 参考文献

(1) 山嵜勝弘，野村孝雄，斉藤文二，広島市工業技術センター年報，Vol. 9，pp. 53-57 (1995).

(2) 金行良隆，広島市工業技術センター年報，Vol. 17，pp. 99-103 (2003).

# 電子制御による駆動方式切替装置の開発

西山修二，原田　伸*
・　原田國男*

# Development of Drive System Changing Device by Electronic Control

Shuji NISHIYAMA, Shin HARADA* and Kunio HARADA*

This paper relates to a drive system changing device of a four wheel drive vehicle enhanced running stability in emergent operations such as sudden braking and sharp turning. Weight of many automobiles are lighter at their rear portions in their structures with engine, thereby the front portion being heavier, so adopt a system by driving rear wheels and another system by driving front wheels. In this reason, many sports utility vehicles adopt four wheel drive system. Because the ordinary vehicle is heavier at the front portion and is lighter at the rear portion. A phenomenon in which the rear portion of a vehicle is swung by inertial force in a front or lateral direction making at a base point of front wheels of the vehicle is difficult to occur even in emergent operations even if the rear portion is lighter than that of front.

*Key Words:*　Drive System Changing Device, Running Stability, Sudden Braking, Sudden Handling

本研究は、四輪駆動方式で走行する自動車の緊急操作時に、車両後部が振られる現象を解明し、一時的に前輪駆動方式又は後輪駆動方式に切り替える駆動方式切替装置を提案し、その原理について明らかにする。車両前部が重く、車両後部が軽い構造の自動車では、緊急操作を行った場合であっても、後部が軽い状態であれば、車両の前輪を基点として車両の後部が慣性力によって前方向や横方向に振られるような現象は起き難い。しかし、搭乗者人数が多い場合や積載貨物重量が重い場合は、車両後部が重くなるので緊急操作を行った場合に車両の前輪を基点として車両後部が慣性力によって前方向あるいは横方向に振られるという現象が起き易い。そして、これがスピンやロールオーバーの要因の一つとなっている。

キーワード：駆動方式切替装置、走行安定性、急ブレーキ、急ハンドル

## 1. 緒　言

自動車の急ブレーキや急ハンドル等の緊急操作時や、事故の際の安全性向上のために、例えば、アンチロックブレーキシステム(ABS)や、エアバッグ等の安全対策がなされている。これら安全対策が施されているにもかかわらず、交通事故による死亡者は後を絶たない。特に、四輪駆動方式(4WD)のスポーツ多目的車(SUV)は、普通自動車に比べて横転（ロールオーバー）事故の割合が高く、SUV の事故の 6 割以上が横転を伴っている。さらに、横転事故によって搭乗者が死亡する割合については普通自動車の約 3 倍も高いことが米国高速道路交通安全局(NHTSA: The National Highway Traffic Safety Administration)によって指摘されている。

多くの自動車は車両前部にエンジン等が配置され、車両前部が重く、車両後部が軽い構造となっている。後輪で駆動する方式(FR)や、前輪で駆動する方式(FF)

* (株) ハラダクニ(〒739-0046　広島市西区観音町 17-3)

が採用されるほか、上記のSUVでは4WDが多く採用されている。

車両前部が重く、車両後部が軽い構造の自動車では、緊急操作を行った場合であっても、後部が軽い状態であれば、車両の前輪を基点として車両の後部が慣性力によって前方向や横方向に振られるような現象は起き難い。しかし、搭乗者人数が多い場合や積載貨物重量が重い場合は、車両後部が重くなるので緊急操作を行った場合に車両の前輪を基点として車両後部が慣性力によって前方向あるいは横方向に振られるという現象が起き易い。そして、これがスピンやロールオーバーの要因の一つとなっている。

本研究は、四輪駆動方式で走行する自動車の緊急操作時に、車両後部が振られる現象を理論的に解明し、一時的に前輪駆動方式又は後輪駆動方式に切り替える駆動方式切替装置を提案し、その原理について明らかにする。

### おもな記号

$m$ ：車両の質量

$r$ ：車両の重心位置とタイヤ間の距離

$\phi$ ：車両の重心位置の回転角度

$v_y$ ：横滑り速度

$h_{CG}$ ：車両の重心高さ

$g$ ：重力加速度

$b$ ：トレッドの幅

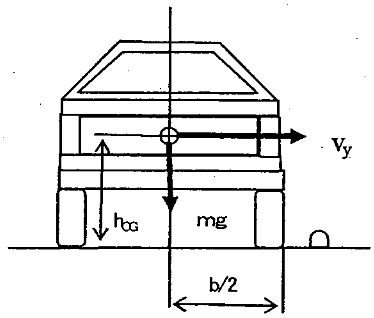
$a_y$ ：車両の横滑り加速度

## 2. ロールオーバー

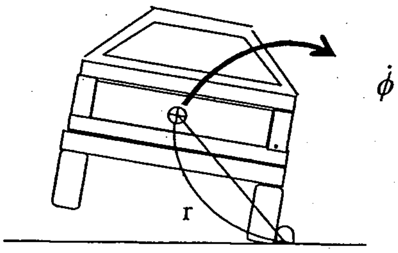
ロールオーバーはいったん起きると車両のダメージが大きい。乗員が車両内に留まればまだしも、車外に放出されると最悪の事態を招きかねない。ロールオーバーしても安全な車両や、ロールオーバーしにくい車両の研究はもちろん重要であるが、ロールオーバーに至る走行条件を明らかにすることも重要である。

ロールオーバーは、大きく分けると、トリップトロールオーバー（tripped roll over）と、ハンドリングロールオーバー（handling roll over）に分けられる。これらのロールオーバーについて特徴および発生原理などについて述べる。

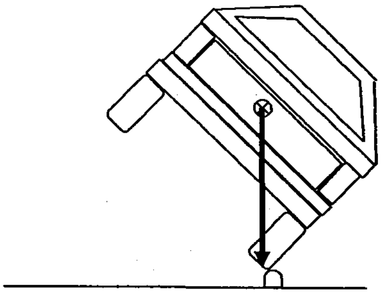
**2・1 トリップトロールオーバーの力学**　トリップトロールオーバーは、図1に示すように、横速度をもった車両が縁石などの障害物にタイヤを引っかけたときに、衝撃力が角運動量に変わることにより発生する。




(a)車両が横滑りしている状態




(b)障害物にタイヤが衝突した瞬間



(c)横転の瞬間

図1　トリップトロールオーバーの力学

図1(a)は車両が右側に$v_y$で横滑りしている様子を示す。図1(b)に示すように、車両のタイヤが縁石などに引っかかるとその点を支点として、横方向の力が角運動量に変換される。変換された角運動量が車両重量によるモーメントより大きくなると、図1(c)に示すように車両は横転してしまう。

図1(a)に示すように、速度$v_y$で横滑りする重心高さ$h_{CG}$である質量$m$の車両の衝撃力が角運動量に変換された場合、その角運動量は式(1)で表すことができる。

$$mr^2 \cdot \dot{\phi} = mv_y h_{CG} \qquad \cdots(1)$$

また、この場合のロールオーバーの条件は式(2)で表すことができる。

$$mg(r - h_{CG}) \prec \frac{1}{2} mr^2 \cdot \dot{\phi}^2 \qquad \cdots(2)$$

ここに、$r = \sqrt{h_{CG}{}^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$

トリップトロールオーバーに関しては、事故、雪道、泥道など種々の発生要因が存在するため、これを防止することは非常に困難である。

**2・2 ハンドリングロールオーバー**　ハンドリングロールオーバーは、乾燥平坦路上で非常に大きく速い操舵を行った場合や、緊急操作を行った場合に起こるロールオーバーである。ハンドリングロールオーバーは比較的重心が高いSUVに多く、高速道路などでの高速走行時にダブルレーンチェンジやJターン（操舵角、角速度の大きいステップ操舵）などを行ったときに発生し易い。

これらロールオーバーに関係する車両諸元としては、トレッドの幅と車両の重心高さの比（$b/h_{CG}$）があり、この場合のロールオーバーの条件は式(3)で表すことができる。

$$\frac{b}{2h_{CG}} \prec \frac{ma_y}{mg} \qquad \cdots(3)$$

従って、ロールオーバーに至る初期横速度の条件は次式となる。

$$v_y{}^2 \geq 2g \cdot h_{CG} \left\{ 1 + \left( \frac{b}{2h_{CG}} \right)^2 \right\} \left\{ \sqrt{1 + \left( \frac{b}{2h_{CG}} \right)^2} - 1 \right\} \qquad \cdots(4)$$

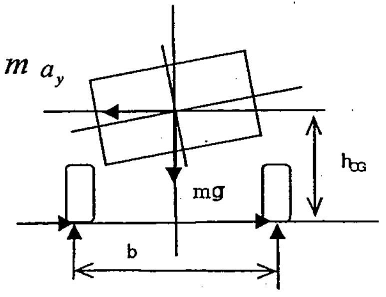



図2　ハンドリングロールオーバーの力学

すなわち、上記の式(2)および(3)において、左辺の値が右辺の値よりも大きい場合にはロールオーバーとはならないが、右辺の値が左辺の値を超えたとき、それぞれロールオーバーを起こす。

**2・3　発生原因**　ここで、4WDのSUVにおけるハンドリングロールオーバーの発生原因の一つについて考察する。通常、自動車が旋回するときは、4本のタイヤ間において回転差が生じるので、この回転差を解消し、各タイヤへの負担を軽くするために差動装置が装備されている。差動装置には前輪間の回転差を解消するためのフロント・デフ、後輪間の回転差を解消するためのリア・デフがある。また、特に4WD車においては、旋回時や悪路走行時等において前-後輪間で回転差が生じるので、これを解消するためセンター・デフが採用されている。

各差動装置が作動するためには、タイヤと路面間において抵抗が発生していなければならない。センター・デフを備えて前-後輪間の回転差を解消し、タイヤの負担の軽減を図っている。高速で走行する1 tonを超える車体と、その回転差を解消しなければならない差動装置内部の抵抗は、タイヤにとって大きな負担となる。

また、フルタイム4WDにおいては、機械的に駆動系が繋がっているために制動時においてもエンジンからの駆動力が各タイヤに伝達してしまう。

特にSUVではタイヤのサイドウォール部分SWの高さの高いタイヤを装着している場合が多いため、前述してきたタイヤへの負担や駆動力などにより、急制動及び急操舵操作を伴う緊急操作を行った場合、旋回時の外側のフロントタイヤに大きな負担がかかる。この負担が旋回外側フロントタイヤのサイドウォール部SWの強度を超えた場合には、瞬間的にタイヤの形状が大きく歪み、異常変形状態となる。

図3はフロントタイヤの異常変形の様子を示す。このような異常変形状態に至ると車両は操縦不能状態となり、最悪の場合には前記したハンドリングロールオーバーとなってしまう。

しかし、このようなSUVであっても、搭乗者が少ない状態や積載貨物重量が軽いときであれば、高速走行時から緊急操作を行った場合であっても、車重が比較的軽いために、旋回外側フロントタイヤに対する負担が比較的軽くなるので、図3に示すような、異常変形状態とはなり難い。そのため、比較的ハンドリングロールオーバーによる横転事故が発生しないことが統計上知られている。すなわち、搭乗者が多い状態や、

積載貨物重量が重いときに高速走行時から緊急操作を行った場合においてハンドリングロールオーバーとなり易い。

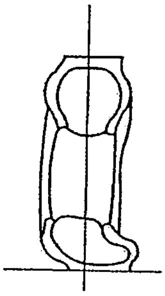


図3　フロントタイヤの異常変形

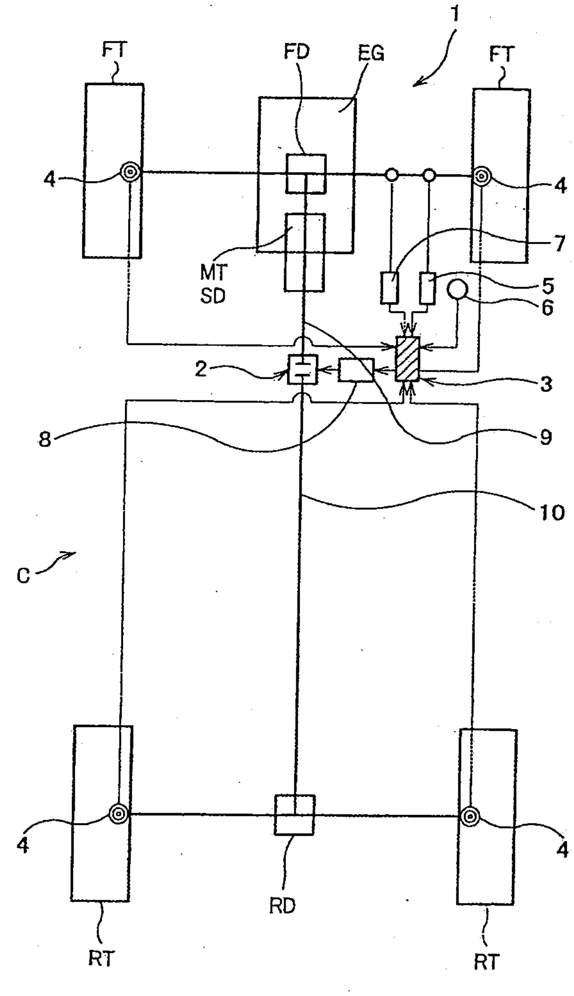
一方、FF 車や FR 車においては、前－後輪間において駆動力が連動していないために前記 4WD 特有の問題は発生せず、上記旋回外側フロントタイヤの異常変形を起こし難い。搭乗人数が多い場合や、積載貨物重量が重い場合であってもハンドリングロールオーバーによる横転事故は少ない。

すなわち、搭乗者人数が多い場合や、積載重量が重い場合であっても、緊急操作時に 4WD と前輪又は後輪の二輪駆動方式を一時的に切り替えれば安全性が向上すると考えられる。ハンドリングロールオーバーについては、このように対策を講ずることにより、発生を抑制することが可能であると考えられる。

## 3. 駆動方式切替装置の開発

ここで、四輪駆動方式と前輪または後輪駆動形式を一時的に切り替える方法としては、手動によって切り替える、いわゆるパートタイム方式の 4WD システムや、電子制御により切り替える方式[1]が知られている。しかし、この方式は、普段は FR もしくは FF の二輪で駆動し、駆動輪以外のフロントタイヤまたはリアタイヤがスリップしそうなときに、前後輪の一方を駆動ベースとし、他方の車輪への伝達トルクを制御する四輪駆動車の駆動力配分制御装置である。この方式は、2WD での走行中に加速旋回等を行い、車両の運動状態が限界警戒領域に達したとき、駆動方式を 4WD とし、路面摩擦係数の変化に関わらず限界予知性の向上及び限界コントロール性の向上を図るものである。緊急操作時に 4WD を FR 又は FF の 2WD に切り替えるものではない。緊急操作時に短時間の間に 4WD を FR または FF の 2WD に切り替える装置は調査する限りまだないようである。

**3･1 ハードウエア**　四輪駆動方式で走行する自動車の緊急操作時に、一時的に前輪駆動方式又は後輪駆動方式に切り替える駆動方式切替装置を開発する。本研究により開発した駆動方式切替装置を図 4 に示す。ショックアブソーバーに取り付けられた車重検知装置 4、車速を検知するための車速検知装置 5、減速度を検出する減速度検知装置 6、タイヤの操舵角度を検出する操舵角度検知装置 7、各検知装置から得られた情報を基に駆動方式切替装置を作動させるか否かの演算処理を行う電子制御装置 3、駆動力伝達部の一部を切離し及び連結を行う駆動力切離装置 2、駆動力切離装置 2 を作動するための油圧ユニット 8 などから構成される。




1 : 駆動方式切替装置　2 : 駆動力切離装置
3 : 電子制御装置　4 : 車重検知装置
5 : 車速検知装置　6 : 減速度検知装置
7 : 操舵角度検知装置　8 : 油圧ユニット
9 : 前側ドライブシャフト　10 : 後側ドライブシャフト
FT : フロントタイヤ　RT : リアタイヤ
FD : フロント・デフ　SD : センター・デフ
RD : リア・デフ　TM : ミッション
EG : エンジン

図4　駆動方式切替装置の概念図

さらに、図4において、9は前側ドライブシャフト、10は後側ドライブシャフトを示す。FT、RTはフロントおよびリアのタイヤを示す。FD、SD、RDはフロント・デフ、センター・デフおよびリア・デフをそれぞれ示す。また、TMはトランスミッション、EGはエンジンを示す。

**3.2 ソフトウエア** 図5は駆動方式切替方法のフローチャートを示す。今回開発した駆動方法切替方法では、車重検知ステップによって、搭乗者や積載貨物重量による車重の増加分を検知する。次いで、駆動方式切替作動判断ステップによって、その車重の増加分が、「車重が予め記録されている警戒範囲に達しているか否か」を判断する。軽い(No)と判断された場合においては、駆動方式切替作動判断ステップ以降のステップには移行せず、「不作動」とする。本発明の駆動方式切替装置を実行しないこととなる。一方、重い(Yes)と判断された場合には、車速検知ステップによって、その走行時における車速を随時検知する。

そして、緊急操作時の急制動による減速度を減速度検知ステップによって検知する。また、同時にフロントタイヤの操舵角度を操舵角度検知ステップによって検知し、これら減速度と操舵角度の関係から、予め記録媒体に記録させた情報を基に演算処理を行い、フロントタイヤの状態が警戒範囲に達しているか否かを判断ステップの電子制御装置によって判断する。判断ステップによる判断の結果、「駆動方式を切り替える必要があるか否か」を判断し、駆動方式を切り替える必要がない場合(No)においては、再び車速検知ステップにループし、車両状態を監視し続ける。一方、駆動方式を切り替える必要がある(Yes)と判断された場合には、駆動力切離ステップを作動させ、4WD方式で走行していた車両を前輪あるいは後輪の二輪で駆動する方式に切り替える。

そして、上記電子制御装置による判断ステップにおいて「緊急操作が終了したか否か」を判断し、緊急操作が終了した「Yes」と判断された場合は、駆動方式復帰ステップによって駆動方式を4WD方式に戻し、その後はまた、車速検知ステップにループし、フロントタイヤの状態を監視し続ける。一方、緊急操作が終了していない(No)と判断された場合においては、緊急操作が終了するまで判断ステップにループし、緊急操作が終了するまで確認が行われる。なお、上記駆動方式切替方法においては、車速検知ステップ、減速度検知ステップおよび操舵角度検知ステップを順を追って処理していく駆動方式切替方法として説明したが、これらの処理を平行して同時に処理することとしてもよいことは言うまでもない。

また、図6に示すフローチャートを参照して、駆動方式切替装置のシステムについて説明する。
図6では、車重検知手段および駆動方式切替作動判断手段に関するプログラムを含むものであるが、このプ

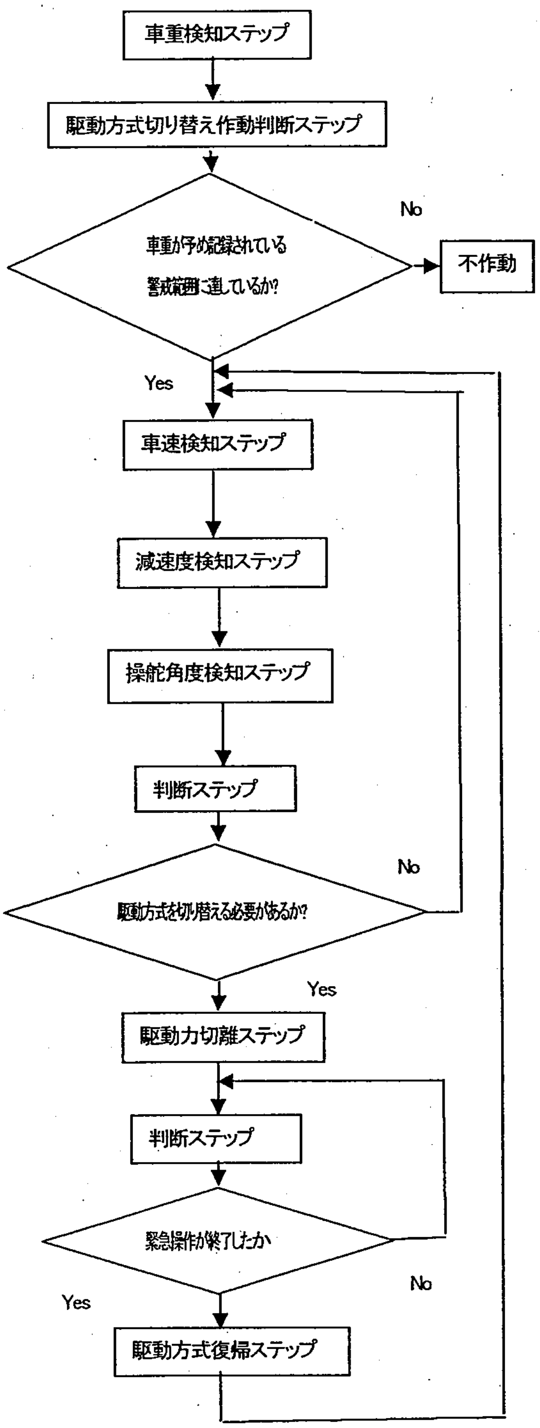



図5　駆動方式切替方法のフローチャート

ログラムが実行されると、電子制御装置は、車重検知手段から車重のデータを取得する。そして、本プログラムは、得られた前記車重のデータから、電子制御装置に「車重が予め記録されている警戒範囲に達しているか否か」を演算処理により判断する。

車重の増加分が少ないときは、このプログラムは電子制御装置に、駆動力切離装置へ「不作動」とする旨の信号を発信させる。

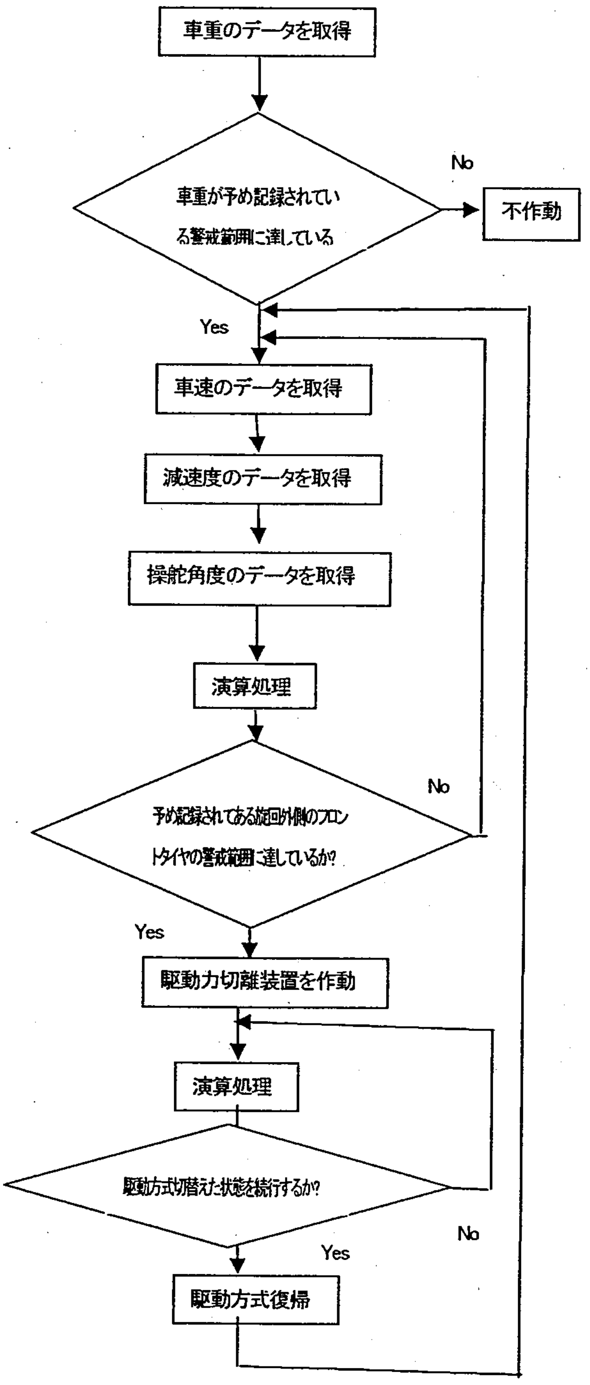



図6　システムのフローチャート

一方、車重の増加分が多いときは、プログラムは電子制御装置に、走行時の車速検知手段から車速のデータを取得させ、急制動時には減速度のデータを取得させ、また、その時の急操舵角度のデータを取得させる。そして得られた各データを基に電子制御装置に演算処理させ、予め記録させてある旋回外側のフロントタイヤの「警戒範囲に達しているか否か」の判断する。警戒範囲に達している(Yes)場合には、駆動力切離装置を作動させる旨の信号を発信させる。また、演算処理の結果、警戒範囲に達していない(No)と判断されたときは、プログラムは、電子制御装置によって駆動方式を切り替える旨の信号を発信させず、再び車速検知手段等のデータを取得させる。駆動力切離装置を作動させた場合、電子制御装置に演算処理させ、「駆動方式を切り替えた状態を続行するか」を判断させ、続行する必要がある(Yes)と判断された場合には、継続して切り替えた状態を維持し、駆動方式を切り替えた状態が必要でなくなるまで演算処理を繰り返させる。また、続行する必要がない(No)と判断された場合は、プログラムは電子制御装置に、駆動方式を 4WD 方式に復帰させるとともに、再び車速検知手段等のデータを取得させる。なお、車重増加分を検出しない場合であれば、車速のデータを取得させるところからプログラムが開始する。

**3･3　作動原理**　四輪駆動方式で走行する自動車の緊急操作時に、電子制御によって一時的に前輪駆動方式又は後輪駆動方式に切り替えることにより、ハンドリングロールオーバーによる横転事故を防ぐことができる。なお、本論において「緊急操作」とは、急制動操作及び急操舵操作を行うことをいい、緊急操作を行ったときの速度、時間、操舵角度等で規定することができる。また、「急制動」とは、ブレーキにより急な制動操作を行うことをいう。「急制動時」とは、急制動操作により加速度が負の閾値（例えば、−0.8 g ～−1.0 g）を超えた時をいう。この値を検出するには、例えば加速度センサーや、自動車の速度計から検出することができる。

さらに、「急操舵」とは、速度との関係によって操舵操作によるフロントタイヤの操舵角度が一定の角度以上になる操作をしたことをいう。ある速度において急操舵操作を行ったときにフロントタイヤが異常変形する操舵角度を上限として、実験等によって速度毎に計測することにより、その角度を警告範囲として定めることができる。

さらに、「緊急操作後」とは、急制動操作及び急操舵操作を行ったと判断された後に、この操作の両方、あるいは、いずれか一方が解消された状態をいう。ま

た、「規定の車重」とは、例えば車検証に記載されている車重の乾燥重量をいう。「走行時の車重」とは、エンジン始動時に認識された車重や、走行中に随時認識される車重、すなわち、前記規定の車重に、搭乗者の体重や積載貨物重量、燃料、その他の装備が付加された車重をいう。

自動車、特にSUVの急ブレーキ及び急ハンドルによる緊急操作時において、急制動直前の車速を検知する。次いで急制動による負の加速度を検知し、さらに、その急制動時においてハンドルを操作したときの操舵角度を検知する。前記の各操作を検知した結果から、予想される緊急操作における警戒レベルに達しているか否かを判定する。その判定において、緊急操作において予想される警戒レベルに達していると判定された場合に、駆動力切離装置が作動する。4輪に伝達している駆動力伝達部の一部を切離すことにより、4WDで走行している自動車をＦＲ又はＦＦのいずれかに切り替えることができる。また、これにより緊急操作時の旋回外側のフロントタイヤの異常変形を防ぐことができるので、結果的にロールオーバーの発生予防、および緊急操作時の走行安定性の向上を図ることができる。また、緊急操作後には切離した駆動力伝達部を繋げることによって、再び四輪駆動方式に復帰することができる。

## 4.開発した装置の効果

駆動方式切替装置によれば、自動車、特にSUVの急ブレーキ及び急ハンドルによる緊急操作時において、急制動直前の車速を検知する。次いで急制動による負の加速度を検知し、さらに、その急制動時においてハンドルを操作したときの操舵角度を検知する。前記の各操作を検知した結果から、予想される緊急操作における警戒レベルに達しているか否かを判定し、その判定において、緊急操作において予想される警戒レベルに達していると判定された場合に、駆動力切離装置が作動し、4輪に伝達している駆動力伝達部の一部を切離す。4WDで走行している自動車をFR又はFFのいずれかに切り替えることができる。また、これにより上記緊急操作時の旋回外側のフロントタイヤの異常変形を防ぐことができるので、結果的にロールオーバーの発生予防、および緊急操作時の走行安定性の向上を図ることができる。また、緊急操作後には切離した駆動力伝達部を繋げることによって、再び四輪駆動方式に復帰することができる。

駆動方式切替装置の制御を電子制御装置によって行うので、正確かつ迅速な駆動方式切替装置の制御を行うことが可能となる。

## 4. あとがき

駆動方式切替装置を開発した。本研究で明らかとなった事柄をまとめると次のとおりである。
(1)ロールオーバーの発生メカニズムを明らかにした。
(2)急ハンドル、急旋回などの時に発生する各タイヤに発生する力の不均一を解消するために、駆動方式切替装置を開発しデータ処理方法について明らかにした。

今後の課題として、次のことが考えられる。
ハードウエアと直結したソフトウエアを開発し、性能評価および信頼性などについて検討することが必要である。

## 参考文献

(1) 特開平5-131856号公報(［0010］・［0024］)

(2) 景山克三, 自動車の操縦性・安定性, pp.10-18, 山海堂

(3) 安部 正人, 自動車の運動と制御［第二版］, 山海堂, 2003年4月.

(4) 亘理 厚, 自動車の運動に関する研究, 東京大学生産技術研究所報告

(5) 酒井 秀男, タイヤ工学 入門から応用まで, グランプリ出版, 2002.

(6) 宇野 高明, 車両運動性能とシャシーメカニズム, 2001, グランプリ出版.

(7) 近藤 政市, 基礎自動車工学 前編・後編, 1993, 養賢堂.

(8) 山本 真規, ホイールアライメントと操安性, 自動車技術 Vol.54,No.11, 2000, 10-15.

(9) Raymond J. Hughes, Lance K. Lewis and Barry M. Hare et al, A Dynamic Test Procedure for Evaluation of Tripped Rollover Crashes, SAE Technical Paper Series 2002-01-0693.

(10) 本宮嘉弘, 車高の高いRV車の横転危険性,

(11) 自動車技術会学術講演会前刷集 No.7309. pp.17-19.

(12) J. W. Zellner, S. A Kebschull and R. M. Van Auken, Analysis of Vechicle Tri Stability in Side Impact Tests, SAE Transactions (Society of Automotive Engineers) pp.2186-2197.