

# 共同研究年報

高齢者の継続雇用の条件整備のために

平成15年度

職務再設計



能力開発



健康管理



人事・賃金管理



独立行政法人

高齢・障害者雇用支援機構

Japan Organization for Employment of the Elderly and Persons with Disabilities (JEED)

職務再設計・能力開発

# 水廻り・トイレサニタリー製品製造業における 中高年女性パート従業員にやさしい生産方式の 構築及び教育訓練のIT活用に関する調査研究

株式会社 折原製作所

所在地 東京都荒川区西日暮里 1-3-3  
設立 平成13年  
資本金 3,000万円  
従業員 38名  
事業内容 住宅衛生設備機器の製造・販売

---

研究期間 平成15年6月～平成16年3月

---

【研究責任者】	木村 新	(株)折原製作所	企画室長
【外部研究者】	三澤 哲夫	千葉工業大学	教授
	松田 文子	武蔵野大学	非常勤講師
	水野 有希	武蔵野大学	非常勤講師
【内部研究者】	折原 征一	(株)折原製作所	代表取締役社長
	清藤 良人	(株)折原製作所	工場長
	増淵 進一	(株)折原製作所	特販部長
	沢村 道孝	(株)折原製作所	製造部長
	安部 潤二	(株)折原製作所	生産管理室
	中山 毛卜	(株)折原製作所	製造部組立課
	滝沢 正子	(株)折原製作所	製造部組立課
【事務担当者】	木村 新	(株)折原製作所	企画室長
【経理担当者】	折原 幸代	(株)折原製作所	総務部

---

## 目 次

．はじめに	
1．企業概要	268
2．共同研究の背景	268
3．共同研究のテーマ	269
．方法	
1．研究の流れ	270
2．対象製品・作業・対象者	271
(1) 対象製品と作業の概略	271
(2) 対象者の概略	271
3．調査方法	271
(1) 作業動作分析	271
(2) 自覚症しらべ	272
(3) フリッカー値測定	272
(4) 上体傾斜角度の測定	272
4．セル試作1号機の試作検討及び設計、評価	273
5．ヒアリング調査	273
6．セル試作2号機の試作検討及び設計	273
．結果及び考察	
1．セル生産方式の有効性について	274
(1) 生産方式の変更がもたらした生産性の側面から見た考察	274
(2) 生産方式の変更にもなう作業者の負担に関する考察	276
2．中高年女性パート及び高齢者への適応	280
(1) 中高年女性パート及び高齢者に対するやさしさの面から見た考察	280
．セル試作2号機の開発結果	283
．結論	285
．次年度(平成16年度)への課題	
1．テーマ1：工程組替支援システムの構築	286
2．テーマ2：ITを活用した教育訓練体制の構築	286

## はじめに

### 1. 企業概要

株式会社折原製作所（以下、当社）は、昭和13年、現会長折原辰雄により個人企業として設立され、東京都荒川区で水洗トイレの木製シスタンク（水タンク）製造を目的に事業を開始した。昭和28年には株式会社となり、その後も木製シスタンクを中心として木製の便座などトイレアクセサリ等を製造、昭和40年代には木製シスタンクの保温性や軽量性を、プラスチック樹脂メーカーとの共同開発でプラスチック製タンクでも実現し、それを機に木工業からプラスチック成形加工業への業種転換に成功した。

その後も様々な製品を開発し、現在のよう  
な「各種水タンク」や「暖房便座」「紙巻器」  
「水周り接続パーツ」等々、プラスチック製  
品の成形加工を主業務として、水廻りの住宅  
衛生設備機器を製造・販売する業界の中堅企  
業となった。

また、トイレ廻り製品の開発で蓄積された  
ノウハウと古くからの業界での信用とを背景  
に、昭和50年代後半からはOEM（相手先ブ  
ランド）製品の製造にも取り組みはじめ、昭  
和60年代にはさらに輸出需要が大きく膨ら  
んだ。そのため、東京の限られた敷地内での  
生産では限界に達し、平成元年に、栃木県氏  
家町に工場部門を移転し、以降、折原製作所  
栃木工場（以下、当工場）が当社の生産拠点  
として今日に至っている。

当工場がある栃木県氏家町の蒲須坂工業団  
地は、氏家町が誘致を進めていた工業用地で、  
従業員もスタート当初から現地採用者、とり  
わけ、中高年の女性パートの構成比重が高い、  
というところに当工場の特徴がある。

現在の当社の従業員数は、全体38名で、う  
ち55歳以上は11名で約3割を占めている。ま  
た、現業系で見た場合も、全員の人数が18名、  
うち55歳以上は6名となっており、やはり3  
割を占めている。定年年齢は60歳で、継続雇

用制度については現在、会社の認めるものを  
65歳まで再雇用している。

### 2. 共同研究の背景

当社では、12年前の平成3年に、「プラス  
チック成形企業における地域の主婦パート活  
用と職務充実に関する研究」と題して、(財)  
高年齢者雇用開発協会（当時：現(独)高齢・  
障害者雇用支援機構）との共同研究を行い、  
女性パート作業員の作業負担軽減を課題とし  
て、充実した  
職場作りと雇用の継続維持を狙って取組まれ  
た。

その結果、荷物移動補助機の開発、段ボー  
ル保管倉庫の出し入れに伴う安全昇降装置の  
開発、ワンタッチ式部品箱の改善、高さ調節  
機能付作業台の改善、作業マニュアルの改善、  
など独自の開発・改善が行われ、有効な職務  
再設計がなされた。

しかし、生産現場を取り巻く状況はこの10  
余年で一変し、比較的数量の多かった生産ロ  
ットも、多品種少量へ、そしてさらに厳しい  
多品種微量へと変化し、その中でコスト低減  
が企業として生き残る条件となっている。こ  
うした状況の中、日本の生産現場全体が、か  
つての少品種多量生産を前提としたライン生  
産方式では立ち行かなくなっており、大型の  
生産設備を持つ企業は次々とラインを生産現  
場から撤去し、新たな作業形態を模索してい  
った。

従来のような、量産効果が期待できるコン  
ベアシステムによる組立作業は、多品種少量  
生産では、頻繁に起こる工程の組み替えや準  
備・段取り作業の頻発、さらに途中仕掛品が  
増える、など様々な問題が顕在化した。さら  
に、作業者にとっても、既存ラインに無理や  
り部品をレイアウトするために不良姿勢が発  
生して、作業負担の増加が見られた。

こうした背景の中、大規模工場を導入され

始めたのがセル生産方式である。セル生産方式では、一人の作業者の周りに複数の作業工程が配置され、自己完結的に一人の作業者に委ねられ、基本的に単一セルで組付けが完了する。そのため、自由度の高い作業レイアウトが可能で、それにより不良率の減少や生産性の向上が図られ、また一人で全工程を担うことにより責任意識や意欲の向上なども導かれ、さらに設備の簡素化によりその都度その都度の柔軟な改善ができる、等々の優位性を持っている。

そこで当社でも、現状の生産方式を検討しなおし、作業員個々のモチベーションを活かす作業レイアウトや作業形態の変更を急ぐ必要から、また、同時に、疲労感や作業効率を評価しつつ、中高年女性パートに特化した生産方式を構築するために、セル生産方式の導入をきっかけとして、職務の再設計を検討するに至った。

### 3 . 共同研究のテーマ

本研究は、もの造り企業にとって急務であるコスト低減をめざして、作業負担の改善や生産性の向上及び効率化の実施のために中高年女子パート作業員個々のモチベーションを活かせる新たな生産方式をめざし、「工程組替支援システムの構築」と「ITを活用した教育訓練体制の構築」という2大テーマを設定して、平成15年度・16年度の2カ年にわたり、取り組むものである。本稿は、そのうちの平成15年度の分についての報告である。

イ . 「テーマ1 : 工程組替支援システムの構築」

まず初めに、現状調査を実施して、「工程組替支援システム」の在り方を検討した。その後、それをどのように構築していくかという検討を加えた。

その結果、平成15年度は、「工程組替支援システムの構築」には、組立作業自体の手段を見直して機器開発をする「ハード的な開発」と、さらに情報ツールを活用して組立作業支援を行うプログラム開発をする「ソフト的な開発」の2つをもって実施する、という結論に至った。

そこでまず、「ハード的な開発」として機器開発を行った。具体的には、従前のライン生産方式中心の作業が抱えている課題点を克服する形態として、セル生産方式を採用し、それに供する(フレキシブル・ワーク・ステーション : FWS = セル台)の試作を行った。

ロ . 「テーマ2 : ITを活用した教育訓練体制の構築」

一方の「ITを活用した教育訓練体制の構築」では、現状調査から、煩雑な多品種少量生産を、高齢作業員や新人パートでも容易にできるように、作業の仕方や作業のコツをIT機器を活用してOJT式に作業員に提供するプログラム開発(ソフト的な開発)が必要である、という結論に至った。

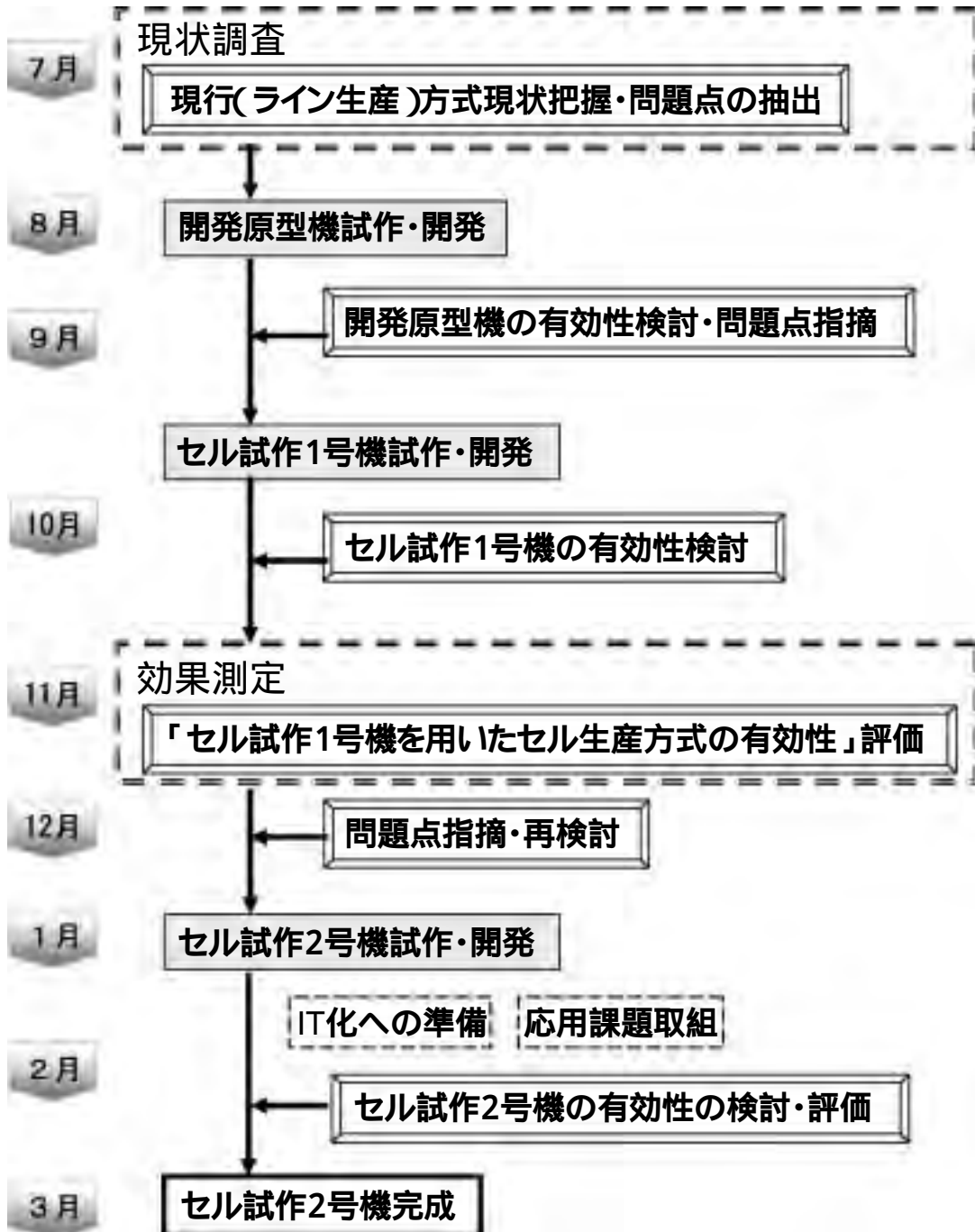
そこで、平成15年度は、画像やタッチパネル表示を活用し電子(作業)マニュアルの構想を具体的に検討し、一つの見本の電子マニュアルを試作した。

## 方法

### 1. 研究の流れ

図表 1 に、研究全体の構成及び、調査時期との関連を示す。

図表 1 研究の流れ



## 2. 対象製品・作業・対象者

### (1) 対象製品と作業の概略

対象製品は、トイレやユニットバスなどの配管に用いられる、便器と排水パイプを結合する「フランジ」といわれる部品で、プラスチック成形品数点と取付ビスなどの付属品からなっている。本調査では当社の代表的なフランジとして、袋詰め梱包されるフランジを2種類（略称：CH、OP）と、箱詰め梱包されるフランジを2種類（略称CX、LF）の計4種類の製品について、その組立梱包作業を対象した。

作業は、フランジにゴムパッキンやリングを組み合わせ、ボルトセットやキャップセットなどの部品（写真1）と一緒に、袋詰めもしくは箱詰めする。箱詰め製品の中には、箱の側面に『はんこ』を押すものもある。その後、出荷用の段ボール（以下：外箱）に各製品を入れる。外箱に入る個数は製品ごとに決まっており、指定個数を入れた後、ガムテープで封を行い、エアリフタ等を用いてパレットに置く。ここまでの作業内容である。



写真1 対象製品の部品例（写真はCH）

### (2) 対象者の概略

当工場の組立・検査工程に携わっている作業者は、女性8名、男性1名の計9名で、平均年齢は37.8（±13.44）歳、45歳以上の中高年齢作業者が2名、45歳未満の作業者が7名であった。

身長はマルチン式人体計測器を用いて測定したが、平均身長は156.2（±5.96）cmであり、作業員間の身長差は、最大20cmであった。そこで、現状調査時では高さが調整できない作業台に補助台やつけ足（写真2）を取付け、また効果測定ではセル台自体を上下稼働機構を使って調整し、作業台の高さを作業員の身長を考慮して作業の妨げにならないようにした。



写真2 高さの調節をした作業台の例

## 3. 調査方法

現状調査及び効果測定は、いずれも以下の調査方法により行われた。

### (1) 作業動作分析

作業動作分析に関しては、作業員（被観察者）に一人の観察者が追隨して行うタイムスタディ法により作業を観察し、ストップウォッチを用いて1秒単位で作業動作を記録した。集計は、記録された各作業を「フランジの組立梱包作業（以下、組立梱包）」と「外箱梱包及び出荷準備作業（以下、外箱）」に分け、次のように行った。

フランジの組立梱包は「主作業」と「補助作業」に分類した。

各工程の平均時間から1製品あたりの主作業時間を算出した。

上流、中流、下流それぞれで製品製造に必要な作業である主作業と補助作業を用い、各工程のフランジ組立梱包時間に



おける100個あたりの生産時間を算出した。

セル生産方式導入前後の生産性を比較するために、「組立梱包」の主作業と補助作業の時間と「外箱」、それぞれを用いて1製品あたりの「フランジを組み立ててから出荷準備するまで」の一連の生産時間を算出した(ここでは段取作業や不良品の対応時間は除いた)。

## (2) 自覚症しらべ

作業による主観的な「疲労感」を調べるために、日本産業衛生学会産業疲労研究会撰の自覚症しらべ(2002年改訂版)を用いた。調査は、作業に伴う疲労状況の経時的変化をとらえることを目的とし、始業時、昼休憩前、昼休憩後、終業時の4時点について行った。

質問項目は25項目あり、それぞれの質問に

対して「まったくあてはまらない」、「わずかにあてはまる」、「すこしあてはまる」、「かなりあてはまる」、「非常によくあてはまる」の5段階で評価させる。作業者には、調査時の状態を、全項目について回答させた。

## (3) フリッカー値測定

作業による疲労の程度を客観的に調べるために、フリッカー値の測定を行った。調査は、自覚症しらべ同様、作業に伴う疲労状況の経時的な変化をとらえることを目的とし、測定は、始業時、昼休憩前、昼休憩後、終業時の4時点について行った。

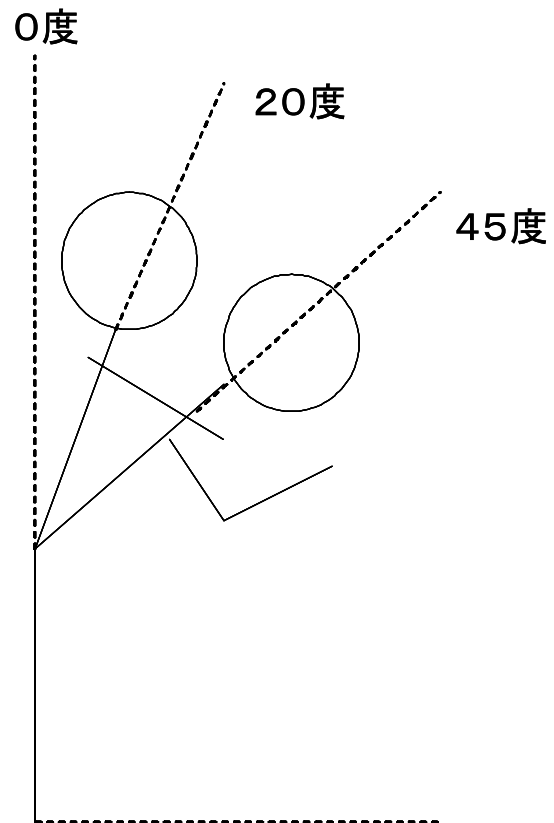
## (4) 上体傾斜角度の測定

不良作業姿勢の発生頻度を把握するため、作業中の上体の曲げ角度を調べた。



写真3 上体傾斜角度の測定風景

図表2 上体傾斜角度の区分



測定には作業姿勢モニターを用いて1秒ごとの上体傾斜角度を記録した。上体傾斜角度は、直立の姿勢を0度とし、そこから、前に傾いた角度をもって定義した。

上体傾斜角は、センサーを用いて作業者の上体傾斜角を検出したデータ保存装置に経時的に連続記録し、その後パソコンを介してデータ処理を行った。

上体傾斜角度の分析にあたっては、得られたデータを、先行研究を基に、腰痛の発症要因とされる20度、さらに強い要因であるとされる45度を基準に、20度未満、20度以上45度未満、45度以上の3区分(図表2)に分け、製品、作業者、作業の種類ごとに、その比率を算出した。

#### 4 . セル試作1号機の試作検討及び設計、評価

当工場における生産方式の変更、すなわち、ライン生産方式からセル生産方式への移行は、多品種少量生産時代への対応から、必要不可欠なことであった。よって、FWS(セル台)の試作・開発を行うことは当初より計画に盛り込まれた。しかしながら、その構造や具備すべき機能については、未検討だった。したがって、試作・開発にあたっては、まず、対象製品を、工場の製品の中から、前項の現

状調査でも取り上げたフランジ4種に限定し、その組立・梱包作業への適用を検討した上で、段階的に他の製品に広げていくことをめざした。

#### 5 . ヒアリング調査

FWS(セル台)について、実際に製品を作る立場からの意見の抽出を行うことを目的に、組立作業者に対してヒアリング調査を実施した。今回は、個人面接形式を採用し、1人20分程度行った。

聞き取りは、「作業に関すること」を中心に、作業者の意識やモチベーションに配慮して、工場全体に関して現在感じていること全般も聞いた。

#### 6 . セル試作2号機の試作検討及び設計

試作1号機で挙げられた問題点を検討した結果、いくつかの問題点が明らかになった。効果の高い生産方式の移行のためには、その問題点を克服し、新たな試作機の設計が必要であるとの結論に達した。そこで、試作1号機の中間報告ならびに、その後の効果測定時に浮かび上がった問題点を見直し、試作2号機の試作を行った。

## 結果及び考察

### 1. セル生産方式の有効性について

#### (1) 生産方式の変更がもたらした生産性の側面から見た考察

イ. 主作業時間、及び生産時間から見た比較  
 ここではまず、タイムスタディを基にしてライン作業とセル作業のそれぞれの工程を、フランジ4製品のうち、OPを例に比較してみた(図表3)。

図表3 ライン型作業とセル生産方式の作業工程の比較

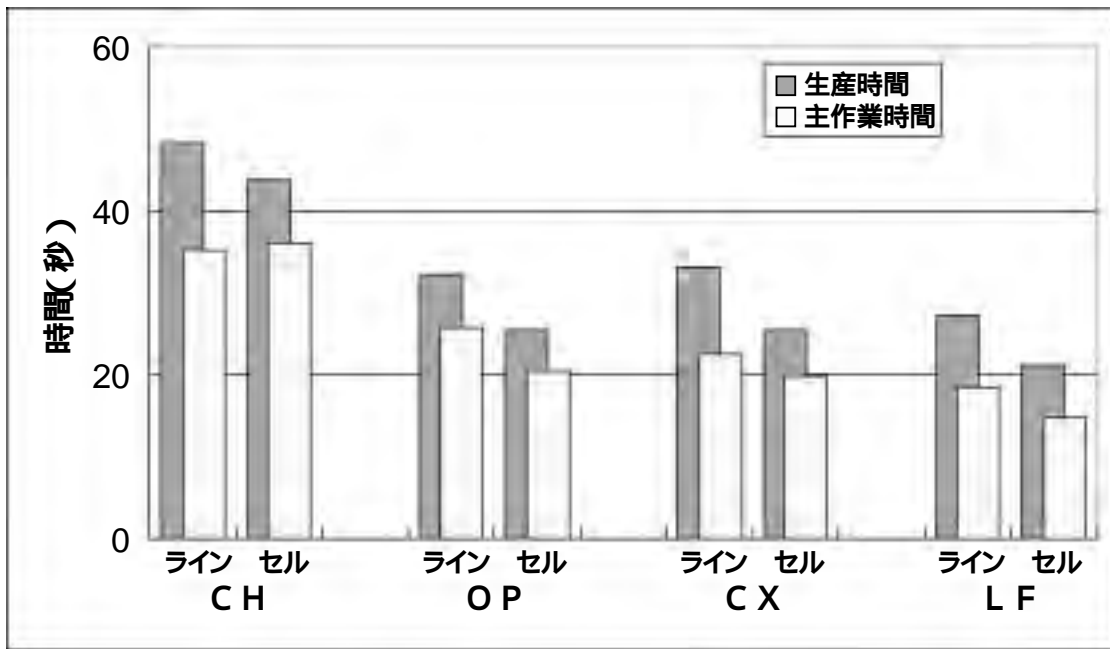
ライン生産方式		セル生産方式	
上流	部品の上に説明書を置く	組立梱包	部品と説明書を取り、袋に入れる
	部品と説明書を袋に入れる		
	フランジを袋に入れる		
下流	部品を入れ、下流側に置く		フランジと部品を入れる
	受け取り、中身を確認する		袋を閉じる
	袋を閉じる		
	中身を確認する	袋を外箱へ入れる	
袋を外箱へ入れる			
外箱を梱包する		外箱を梱包する	
補助作業		補助作業	

その結果、ライン生産方式では作業工程が細かく分割されていたものが、セル生産方式ではまとめられる傾向になった。これは、セル生産方式では、部品をセル台周囲の作業域に配置することが可能になったため、動作がスムーズに行うことができるようになったこと、また一人で初めから終わりまでの工程を行うので人から人への受け渡しがなくなったこと、などの理由からである。当然、このような工程の集約化や減少は、ライン生産方式とセル生産方式における作業時間の差となって現れてくるものと思われる。

そこで、タイムスタディの結果から、1製品あたりの主作業時間及び生産時間につ

いて、ライン生産方式とセル生産方式で比較したものを図表4に示した。ここでの主作業時間とは、フランジの組立梱包作業そのものに要した時間であり、生産時間とは、その主作業時間に部品の補充や個数の確認などの補助作業、及び外箱を梱包し出荷の準備をするまで、を総合した時間である。なお、セル生産方式は、本来、作業員個々のペースで作業が行われるのでそれぞれの作業時間を取り上げるべきだが、比較の対象となるライン生産方式では作業員のペースはむしろ相殺され作業時間は全体として平均化されるので、ここではセル生産方式も3人の作業員の平均時間を算出して比較した。

図表4 製品1個あたりの主作業時間と生産時間の比較



比較の結果、CHの主作業時間だけは逆転しているが、それ以外の全ての主作業時間も生産時間も、ライン生産方式からセル生産方式へ移行したことにより作業時間が短縮しているのが分かる。これは前述したように、ライン生産方式の場合では、前工程から流れてきた製品の部品・付属品点数の確認を必ず行っていたが、セル型ではその作業が必要なく、ライン型生産では必然のように発生する工程間の確認作業などの無駄な時間が短縮され、それが主作業時間の短縮につながったためである。

また、補助作業についても、ライン生産方式では、作業者の背後においた部品を、回転椅子の使用によって座ったまま補充していたため、無理な姿勢が多く発生し、動作範囲も長かった。それがセル生産方式では、立位化され作業者自身が前後左右へ容易に動けるようになり、また部品の設置位置もより作業域に近くかつ作業がスムーズにできるよう工夫したりできるようになった。結果として、補助作業時間が短縮され、生産時間の短縮につながった。その他にも、部品の入れ忘れを防ぐため、ライン生産方

式では全部品を同じ個数だけ作業台上に並べて行っていた確認作業は、セル生産方式では両手で同時に部品をつかむことにより、入れ忘れを防ぐことができるようになった。それも補助作業時間の短縮につながったと考えられる。

外箱の梱包作業も、従来は、フランジを組立梱包した箱や袋を外箱に詰めるまでが座位作業であったため、外箱の梱包の度に、立つ座るの動作が繰り返されていた。それがセル型になって作業全体が立位化したことにより、その部分の動作が排除された。このことも、生産時間の短縮につながっていると思われる。

以上のように、ライン生産方式からセル生産方式へ移行したことにより、作業時間が短縮されたことが分かった。図表5に、実際にセル生産方式によって1個あたりの主作業時間と生産時間がどれ位短縮されたかを示した。なお、前述したように、フランジCHの主作業時間だけは、逆にセル生産方式で長くなっているが、この点は、次項で述べる。

図表 5 主作業時間及び生産時間の比較からみたセル作業の時間短縮

	袋詰め		箱詰め	
	C H	O P	C X	L F
主作業時間の差分 * ( ) : ライン型を基準にした減少率	+ 1.1秒 ( + 3.0%)	5.1秒 ( 19.8%)	2.8秒 ( 12.4%)	3.5秒 ( 18.7%)
生産時間の差分 * ( ) : ライン型を基準にした減少率	5.7秒 ( 11.6%)	6.2秒 ( 19.3%)	7.6秒 ( 22.9%)	5.9秒 ( 21.6%)

ロ . 不良品や作業ミスから見た比較

前項の作業時間の比較で、唯一、フランジ C H でセル生産方式の主作業時間がライン生産方式のそれよりも長くなっていた。そこで、3人の作業員それぞれの作業時間を見てみると、中高年作業員一人がライン生産方式より長く掛かっている、それが3人の平均値に影響したことが分かった。しかし、他の二人の若年者も、ライン生産方式より若干短いだけであった。

そこで、その主作業時間の中身をより細かく検討したところ、C H のセル生産方式では、最初の工程である「フランジ本体を目視する」という時間が、ライン生産方式の2倍以上の時間が掛かっていることが分かった。これは、ライン生産方式では、中流で作業時間が掛かり過ぎると、下流へ部品が流れず下流工程が停滞するため、どうしても「確認」などの作業が短縮または省略されやすい。その一方で、セル生産方式では、自分のペースで作業ができるので、目視に十分時間が割くことが可能であることから、このような結果になったのである。つまり、C H では、セル生産方式へ移行しても作業時間が短縮されない、ということではなく、むしろ、本来必要な工程時間が確保されるようになったために、主作業時間がほとんどライン生産方式と変わらないが、作業員によっては長くなったのである。そしてそれが、けっしてセル生産方式そのものの効率アップを否定しないのは、前項で見たように、C H でも生産時間はライン生産方式よりも短縮されていたからである。

現状調査でも、中流作業時に部品の入れ

忘れが起き、下流作業員が梱包した製品全てを再度開封して中身を確認したり、上流で不良品が発生し、その処理判断に時間がかかってしまい、次工程の作業員が手待ち状態になっていたことが数回観察された。これらは、前工程もしくは次工程の作業員の確認作業が不十分であったためである。すなわち、ライン作業では確認に十分な時間が費やされていなかった、ということがわかる。

以上のように、セル生産方式では、すべての工程を1人で行うことにより、作業ミスの減少や作業ミス時の精神的なプレッシャーの緩和が期待される。それは、ヒアリングの結果からも、自分のペースで作業ができることを作業員自身がメリットであると回答しており、ライン生産方式の「追われ作業」よりも、精神的負荷が少ないことを裏付けていた。

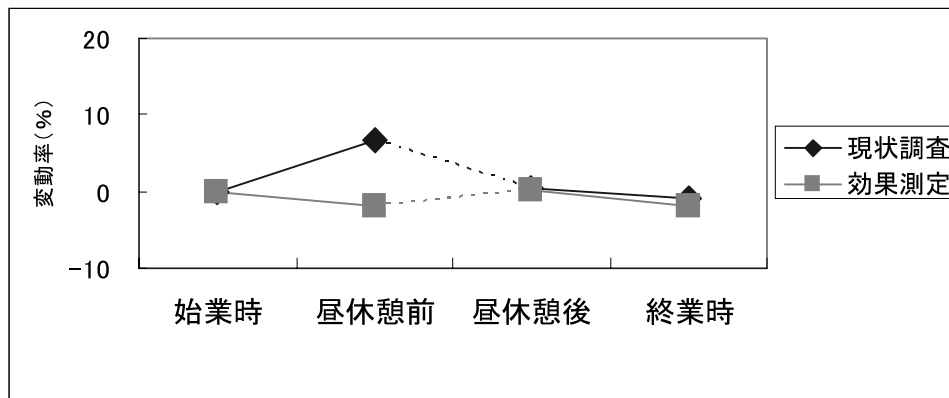
( 2 ) 生産方式の変更にもなう作業員の負担に関する考察

生産方式の移行に伴い、作業効率が上昇したことは、前項で述べた通りである。ただし、たとえ、作業効率が上がっても、その分、作業員への負担が増加したのでは、問題が残る。そこで、本項では、生産方式の移行によって、作業員への負担がどのように変化したのかを述べる。

イ . フリッカー値測定の結果から見た負担の比較

図表 6 に、ライン生産方式での作業と、セル生産方式での作業に共通する3人の作業員について、フリッカー値(3人の平均)を示す。

図表6 フリッカー値の比較



(現状調査；ライン生産方式、効果測定；セル生産方式) n=3

フリッカー値は、前回の調査研究においても単調労働型の傾向を示していたが、今回のライン生産方式はそれに近く、作業の進行と共に、徐々に低下し、休憩効果も見られないという結果であった。それに比して、セル生産方式導入後は、作業開始後、昼食休憩前までの約4時間で、値が約2%下降するが、その後、昼食休憩の休憩効果で作業開始時点と同水準まで回復し、作業の再開に伴って、ふたたび約2%下降するというメリハリのある結果に変わった。このことから、セル生産方式導入により、大脳の活性水準に影響するような要素が増えたと考えられる。

また、ライン生産方式よりも、やや、値の下降が見られるが、これは、作業が比較的短く区切られ、場面の切り替えが多く、自分の分担だけを淡々と作業していた従来に比べ、自分の判断で作業を管理することなどが増えたため、と思われる。したがって、必ずしも、負担が増えたということではなく、作業と作業、作業と休憩の区別が、はっきりしたことによるものと解釈できる。

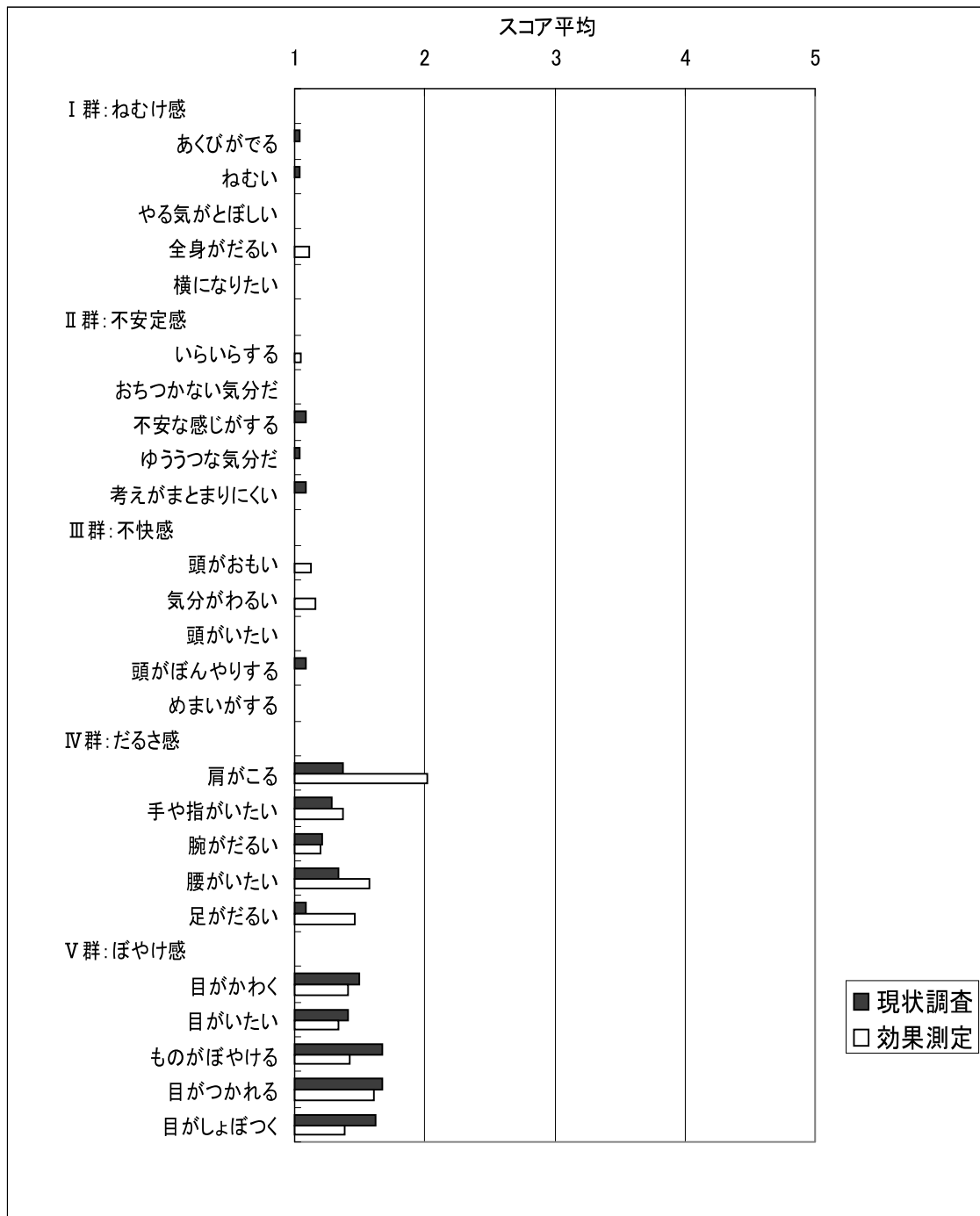
#### □．自覚症しらべの結果から見た負担の比較

自覚症しらべの結果に関しては、前回の調査当時から、肩が痛い、目が疲れるといった身体的な訴えが顕在化していた。当時の調査結果によれば、「肩がこる」は約6割、「目が疲れる」は約5割、「腰が痛い」は約4割の作業者が訴えており、座位による長時間の単調繰り返し作業を続ける結果、上肢に負担が集中し、肩がこり、目が疲れ、腰がしだいに痛くなっていくようであった。

セル生産方式導入により、作業は座位から立位へと転換が行われた訳だが、そのことによって上で挙げたような作業負担がどのように軽減されているか、自覚症の面からみた結果が図表7である。セル生産方式導入後の疲労の感じ方は、現状調査のそれと比べてほとんど変化がなく、総合的にみれば、軽減もされていないが増加もしていないことが分かった。

よって、作業負担に関しては、依然として、未解決の問題も存在している。これらを解決する方向性の1つとして、作業時の姿勢の問題を次項で取り上げる。

図表 7 自覚症項目別のべ訴えスコアの比較 (現状調査と効果測定) n=3

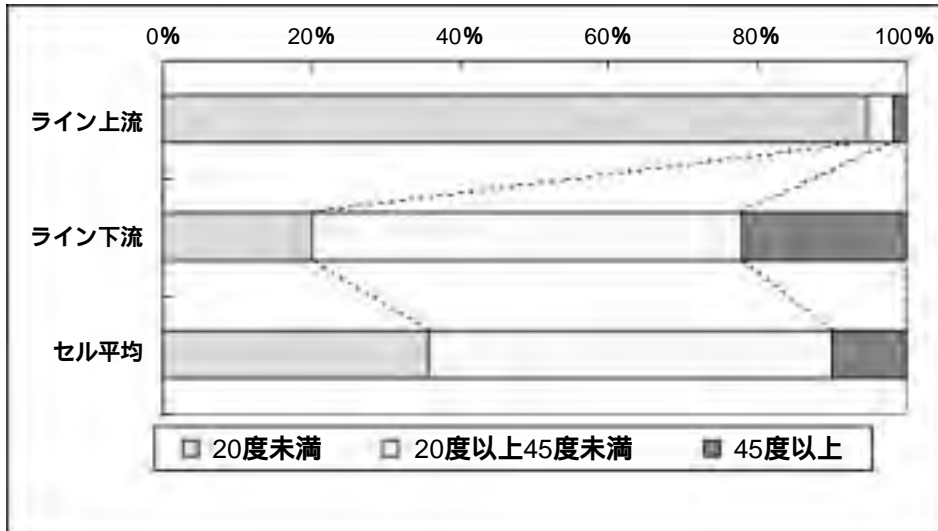


八．上体傾斜角度の測定結果から見た負担の比較

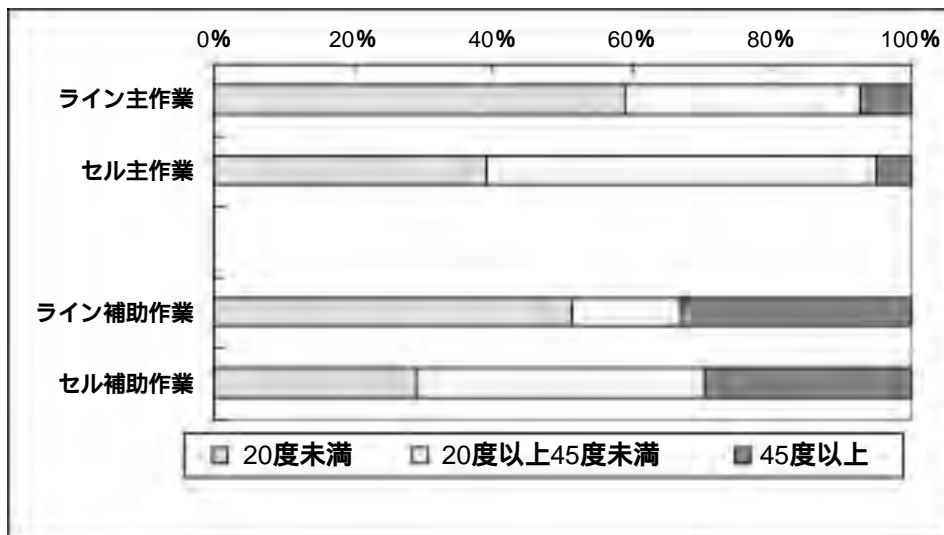
ライン生産方式とセル生産方式で、大きく変わったことの一つに姿勢がある。ライン生産方式では座位であったものが、セ

ル生産方式では立位に変わった。上体傾斜角度のみの比較からは、座位と立位の直接的な負担感の比較は困難であるが、ここでは、あくまで、前傾姿勢の出現割合について、OPを例にして、両者の比較を行った。

図表 8 上体傾斜角度の分類の比較 (OP・工程別)



図表 9 上体傾斜角度の分類の比較 (OP・作業種別)



この結果、ライン生産方式では、準備作業的な上流は別として、主たる生産に関わる下流では、従来からあるラインをそのまま用いて部品を配置するため、作業のしにくいレイアウトでの作業が行われ、その結果、深い前傾姿勢（45度以上）が度々出現していた。今回のセル生産方式導入では、それが相当に改善され、作業への負担は大幅に軽減されている。ただし、一方で、セル作業台の高さ調節いかんによっては、浅い前傾姿勢が増加して固定化する傾向もみられ、セル化や立位作業化のメリットを充分に出すためには、高さ調節機構の改良

が今後の課題となろう。

二．ヒアリングによる意見抽出の結果から見た負担の比較

立位作業への抵抗は、意外なほどなく、むしろ取り入れて欲しいとの希望が多かった。座位作業では、姿勢や動作が固定されてしまい、動きにくい場合があるという認識は、作業も持っており、この点はスムーズに受け入れられたと言えよう。ただし、一日中、立位では足が疲れるので、腰を掛ける椅子（プロップチェア）を導入するなど、工夫が必要である。



## 2. 中高年女性パート及び高齢者への適応

### (1) 中高年女性パート及び高齢者に対するやさしさの面から見た考察

当工場の作業者は、中高年女性パートにより構成されており、共同研究の課題も、そこに重点が置かれている。すなわち、中高年女性パートにとってやさしい、そして彼女らの継続雇用あるいは、高齢作業者の新規雇用に備え、高齢者にとっても「やさしい」生産方式、ならびにそれにふさわしい作業台が求められている。

この項では、客観的な指標として上体傾斜角度、フリッカー値を、主観的な指標として自覚症しらべ、ヒアリングの結果を用いて、中高年と若年の2つのグループを比較するこ

とにより、中高年女性パート及び高齢者へのやさしさについて考察したい。

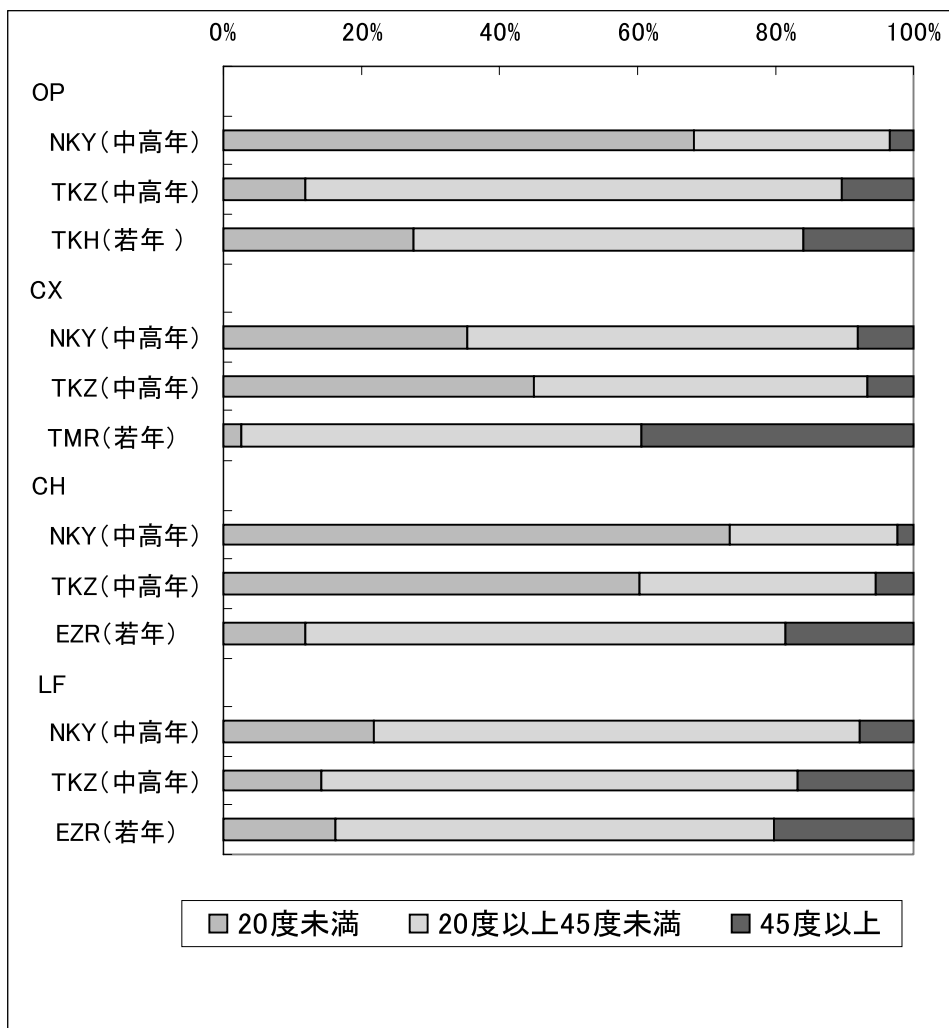
イ. 姿勢及び生産効率にみるセル生産方式の中高年者への適用

効果測定時には、4つのフランジ製品(OP、CX、CH、LF)について、それぞれ3名の作業者による作業が行われた。この3名の内訳は、熟練度の高い中高年の作業者2名、未熟練の若年者1名であった。この総計12ケースについて、それぞれの上体傾斜角度を比較した(図表10)。

セル生産方式の導入及びそのために開発されたFWS(セル台)の使用時における中高年者の上体傾斜角度は、総じて、若年者のそれに比べ前傾姿勢の発生比率が低かった。

上体傾斜角度が深い状態が続くと、腰痛

図表10 上体傾斜角度の分類比較(製品別・年代別)



発症の危険がある。45度以上の前傾姿勢は、この危険性が特に強いことが知られており、こうした危険因子は極力排除することが望まれている。とくに高齢者の場合は、加齢により筋力や体力が低下することから前傾姿勢による身体への負担も、若年者と比べて大きいと考えられ、この点からみても、むしろ中高年者の方が、セル生産方式のメリットである、自分のペース、自分にあったレイアウト、自分にあった作業工程を上手に活用して、前傾姿勢による負担を少なくしていることが分かる。

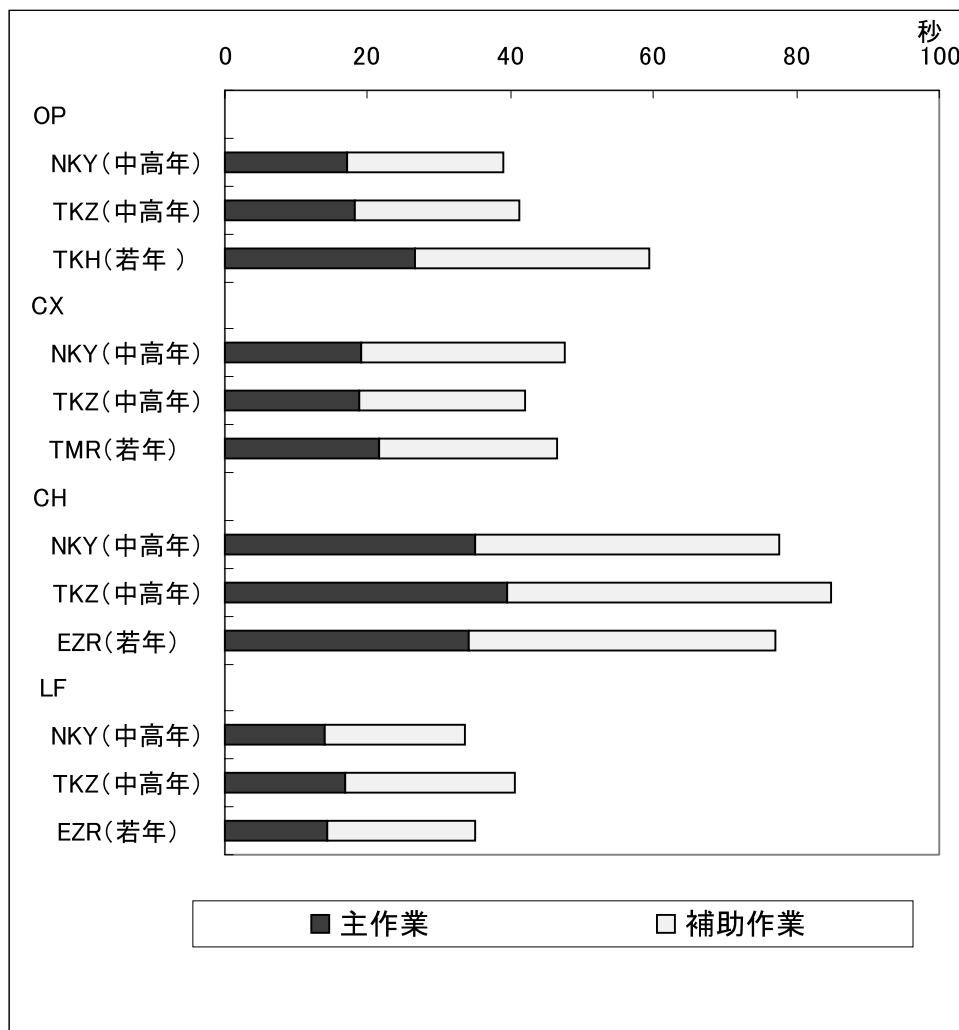
また、生産効率の点からみても、4種の製品について、若年者と同様かそれ以上のパフォーマンスを発揮している（図表11）。この点は、まさに、利便性と効率性が、マッチングした結果であり、中高年者の独自

の知恵や技能を、FWS（セル台）上でうまく具体化して、作業を行っている結果と言えるよう。

□ . フリック値の変動にみるセル生産方式の中高年者への適用

図表12に、セル生産方式でのフリッカー値の経時変化について、中高年者と若年者の比較を行った結果を示した。フリッカー値の比較をみると、あまり大きな差ではないものの、若年にくらべ、中高年者のほうが、やや値の下降の仕方が顕著であることが分かった。このことから、中高年者のほうが若年者に比べ疲労しやすい傾向にあり、この面では注意が必要と言えそうである。ただし、休憩効果が認められたことも事実で、適度な休憩が、活性水準の上昇もしくは維持に貢献していることから、休憩

図表11 作業効率の比較（製品別・年代別）



図表12 フリッカー値の経時変化 (年代別比較)

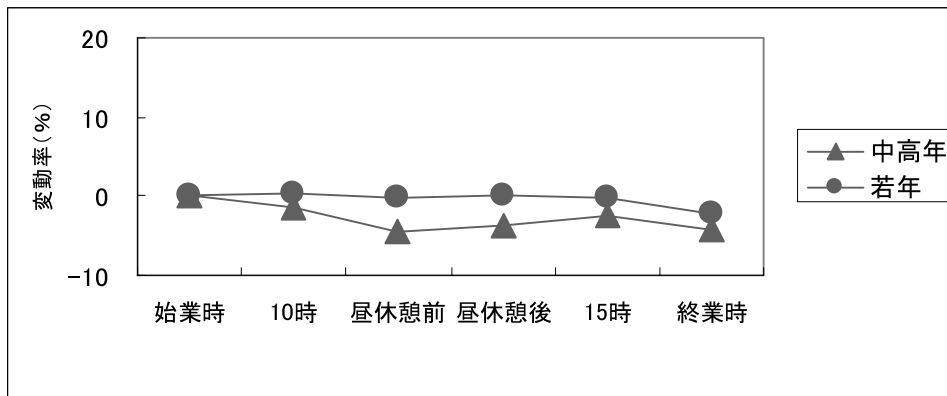
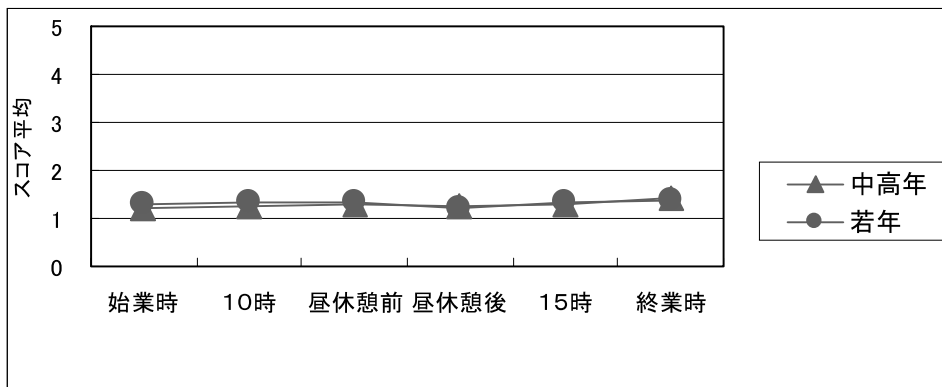


図13 自覚症しらべ 訴えスコアの経時変化 (年代別比較)



の重要性も中高年者あるいは高齢者の場合は、改めて認識すべきである。

#### 八．主観的な疲労症状にみるセル生産方式の中高年者への適用

図表13には、セル生産方式での自覚症しらべの経時的変化について、中高年者と若年者の比較を行った結果を示す。

主観的な疲労感は、中高年者と若年者の間でほとんど差が見られず、セル生産方式に移行したことが、中高年者に特に負担になっている様子は伺えない。少なくとも、自覚している疲労感は、若年者と同レベルに留まっており、この点からも、セル生産方式が、中高年者にとって、負担の少ない生産方式であることが示唆された。

#### 二．ヒアリングによる意見抽出にみるセル生産方式の中高年者への適用

中高年者も若年者も総じて、セル生産方式の導入にはよい印象を持っている。中高年者を含む作業員全員が座位作業から立位作業へ変更となることについては抵抗を感じていない。また、作業員自身、「ライン生産方式では1人がミスをする流れが止まり、作業が進まなかった」「複数人で作業を行い部品の入れ忘れが発生すると、犯人探しや罪のなすり合いになる」などの問題点も、認識しており、こうした問題点を解決する手段としても、セル生産方式への期待は高い。

1人で作業することについても、責任感が生まれてよいなど、前向きな意見が多く、作業員の意見を取り入れながら、段階的に進めてきたことが、功を奏したと言えよう。

## セル試作 2 号機の開発結果

完成したセル試作 2 号機の斜視図、各部名称、機能規格表を次に示す。

図14 セル試作 2 号機の斜視図

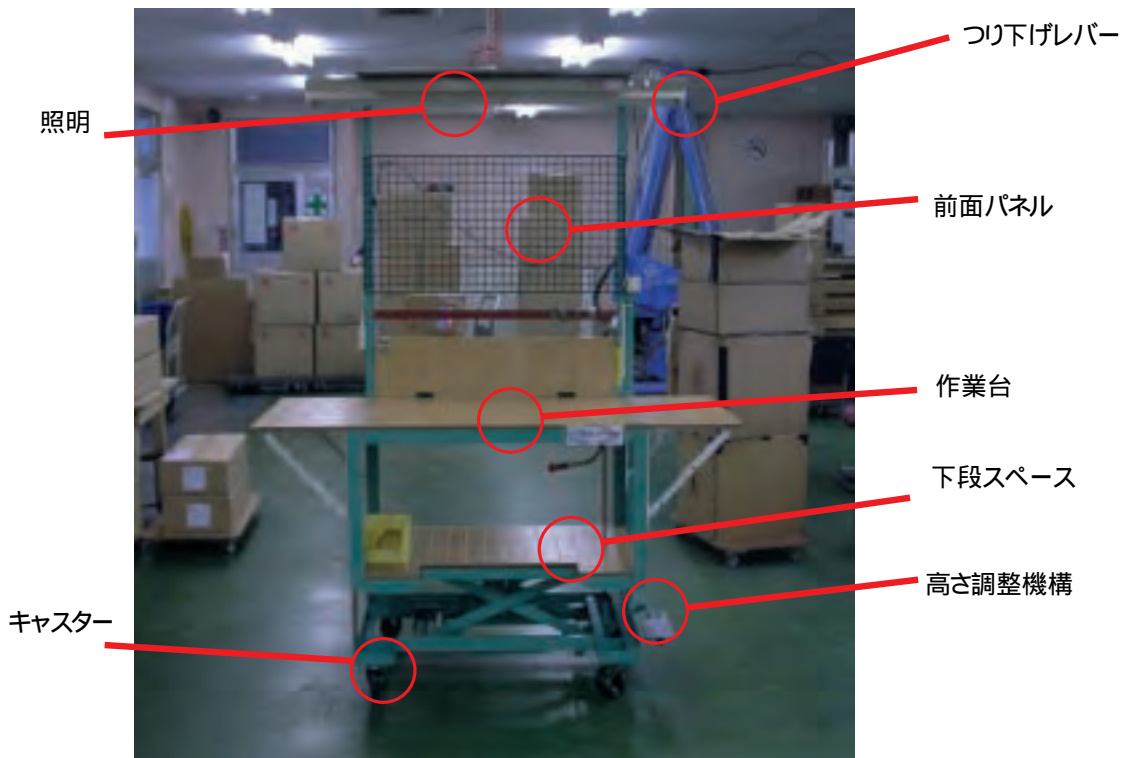
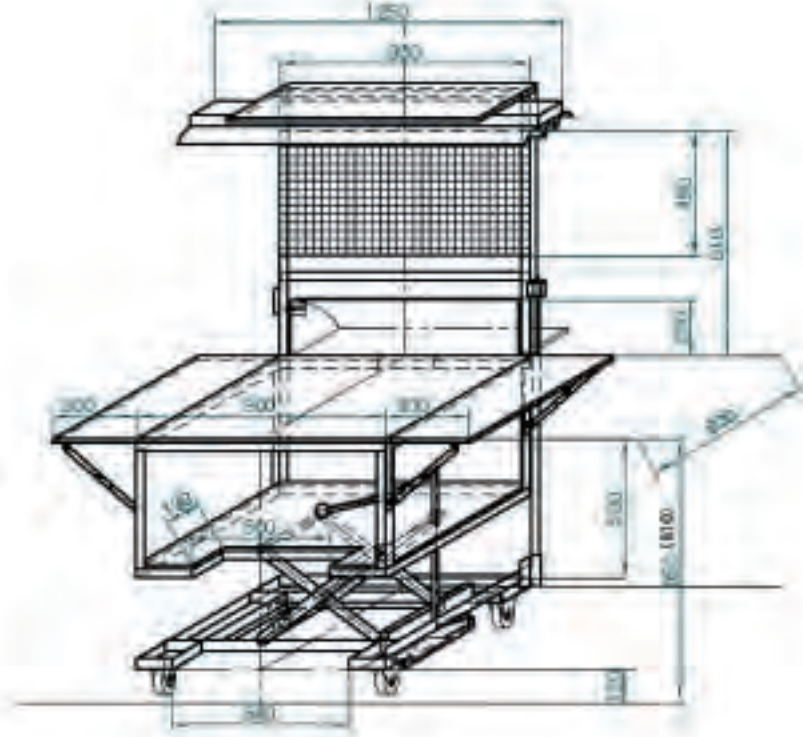


写真 4 セル試作 2 号機の各部名称

図表15 試作2号機の機能規格表

機能部位	改良案	実行内容
つり下げバー	<ul style="list-style-type: none"> <li>両側に設置する, 先端部を保護するドライバー、はんだごて等をかける</li> </ul>	<p>作業者案で充電式ドライバーであれば、吊り下げは不要（吊り下げは、製品キズ・作業の邪魔になる）</p>
作業台	<ul style="list-style-type: none"> <li>奥行き拡大（5cm程度） 5cm以上上げると部品が取りづらい</li> </ul>	<p>補助フラップを取り付け、+200（トータルで奥行800）出せるようにした</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>可能であれば、奥行きサイズ可変にする</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>事務マット等を敷く 作業面が固い、滑る</li> </ul>	<p>クッション材を貼った</p>
下段スペース	<ul style="list-style-type: none"> <li>AC電源の確保</li> </ul>	<p>確保した</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>前面枠撤去（強度配慮） 足がぶつかる</li> </ul>	<p>強度用の枠（前面側）を後退させえた</p>
キャスター	<ul style="list-style-type: none"> <li>私物や仕掛品を置けるように配慮する</li> </ul>	<p>下段スペースに、棚を設けた</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>径を大きくする</li> <li>全車輪ストッパー付&amp;全方向可動型にする</li> </ul>	<p>改良案に従い車輪を変更した</p>
照明	<ul style="list-style-type: none"> <li>適性照度確保の為高さ可変にする（作業台部分と同期）</li> </ul>	<p>可変にした</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>直接、光源が目に入らないようにフード等をつける</li> </ul>	<p>フードをつけた</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>照明のon-offスイッチは手元操作可能位置に設置する</li> </ul>	<p>手元操作可能にした</p>
前面パネル	<ul style="list-style-type: none"> <li>書類を磁石、テープ等で添付可能にする</li> </ul>	<p>磁石の使用を可能にした</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>パネルを網目にする 工場の天井照明、自然光の活用、 使用していない工具をかける</li> </ul>	<p>改良案に従い、網目にした</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>他者から、丸見えにならないようにする 網目を2重にするなど</li> </ul>	<p>打ち抜きのアルミ合板製の網目に改良した</p>
高さ調整機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>可能であれば、足踏み式にする（ジャッキアップ方式）</li> </ul>	<p>ジャッキでは調整に時間が掛かるので、ガスバネ式にした。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>操作方法のガイドを作る 工具をはめる向き、回す向きが分かりにくい</li> </ul>	<p>工具は不要になった</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業者個々の適正な高さに印を付ける</li> </ul>	<p>ゲージを取り付けた</p>

## ・ 結 論

本研究では、中高年女性パート作業者のモチベーションの向上と作業負担の軽減、及び生産性の向上を図るうえで、各人の能力を發揮できるセル生産方式の採用とITを活用した支援システムの構築が有用であると考えた。

セル生産方式は、基本的には一人の作業員で自己完結的に作業を完了させるため、従来のライン生産方式と比較して不良率の減少や生産性の向上が図られ、また全工程を担うことによる責任意識や意欲の向上なども導かれるが、その一方で、作業員の技能の高さの影響を強く受けるという特徴を持っている。したがって、セル生産方式の導入に際しては、まず作業員の職能マップと言われる技能やスキルの詳細な評価がなされ、より技能の高い作業員のみがセル生産へ配置される、ということが多くの事業所で行われている。そのため、技能レベルが均一でないパート作業員の構成比率が高い事業所では導入が困難となる場合がある。

今回は、作業の経験が少ない中高年女性パート作業員でも対応できるセル生産方式の構築を試みることにした。また、多品種少量生産に対応して工程の組み替えを迅速に行うための機器・システムの開発・試作等も試みた。

まず、現在の作業の実態を把握するための調査から始まり、その結果に基づいて問題点を特定し改善策を検討した。改善案は、今後、セル生産方式に従事する高齢者や女性パートの特性や特徴にあった作業設備を開発することから始めた。さらに、現在のIT技術を活用して、教育などの面で作業員を支援する手段を開発することも試みた。

結果については、それぞれの項に記したとおりであるが、ライン生産方式からセル生産

方式に変更したことにより、無駄な確認作業や手待ち時間の減少がもたらされ、作業時間が短縮されたことが明らかになった。また、作業面の高さを任意に調節できるFWS（セル台）の開発・試作・導入により不良作業姿勢を低減することが可能になることも明らかになった。さらに、この生産方式の導入により作業姿勢や手順の自由度が高まったことから、中高年女性パート作業員は「自分に適したやり方」を見いだすことが可能になるとともに、各人が有する「技能」を發揮できる機会が増えたことも明らかになった。

FWS（セル台）の効果が確認されたことをふまえて、今後さらに本共同研究を進展させるための提案も、合わせて触れておく。それは、未経験な初心作業員でも容易にセル生産方式による作業が行えるように、作業員が手軽に参照できる「電子マニュアル」等の機能を、上記のFWSに組み込むことがである。

「電子マニュアル」等については、これまでの多くの研究で試みられており、その効果については実証されている。また、高年齢作業員が有する技能をITを活用したシステムの中に組み込んで、判断力や記憶力の低下を補完する試みもすでに行われている。

そこで、これらの知識や技術を応用することが生産性の向上に大きく貢献することは明らかである。今回の支援システムは、未熟な初心作業員にやさしい作業環境を構築するために、ITを活用したOJT方式の教育訓練体制を構築してこそ、本当の支援システムとして完成するのである。そのために、単に作業員の技能向上や熟練者作業員の技能伝承を求める機能だけでなく、「電子作業指示書」や「部品管理指示書」などの、生産管理全体を把握する機能を組み込むことも必要であることを述べておく。

## ．次年度（平成16年度）への課題

### 1 ．「テーマ1：工程組替支援システムの構築」

平成15年度は、「ハード的な開発」によって、不良姿勢が大幅に除去され、また、多品種少量生産への適用については、作業区分の不明確さからくる無駄な確認作業がなくなり、手待ち時間が減少した。また、入れ間違い等のミスが発生しても、一連の組立が一人の作業員でためられるため組立担当者が明確になり、フォローがしやすくなった。作業負担の面からも、生産性の面からも、そして高齢作業員や女子パート作業員へのやさしさの面からも、有意義な機器開発ができたと言える。

そこで、平成16年度での課題としては、ミス発生低減や、より望ましい作業動線、部品供給の簡便化、より工程組み替えがしやすい仕組みづくり、生産管理部門との連携などが挙げられる。

### 2 ．「テーマ2：ITを活用した教育訓練体制の構築」

平成15年度は、セル生産方式の導入により、以前に比べ、責任感や主体性が強まり、パート作業員全体にモラルに向上が見られたが、依然として教育訓練体制は未整備である。そこで、個々人の能力を十分に引き出すための、ITを活用した電子マニュアルの試作を試みた。

平成16年度の課題としては、実際に生産現場へITを活用した教育訓練体制を実現化し、そのために教育訓練支援システムプログラムの構築を図り、必要に応じ改良を加え、他の企業でも普及可能なシステムの構築を求める。