

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16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 Elderly and Persons with Disabilities (JEED)

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丁目3番3号

設立 昭和13年

資本金 3,000万円

従業員 41名

事業内容 住宅衛生設備機器の製造・販売

研究期間 平成16年5月～平成17年3月

研究責任者	木村 新	㈱折原製作所	企画室長	博士 (医学)
	三澤 哲夫	千葉工業大学	教授	医学博士
	松田 文子	武蔵野大学	講師	博士 (工学)
	水野 有希	武蔵野大学	講師	博士 (工学)
	大林 亮	東海ソフト開発㈱		
	西當 忠史	東海ソフト開発㈱		
	折原 征一	㈱折原製作所	代表取締役社長	
	清藤 良人	㈱折原製作所	工場長	
	増渕 進一	㈱折原製作所	特販部長	
	三井 広喜	㈱折原製作所	製造部資材課	
	安部 潤二	㈱折原製作所	生産管理室	
	大野 諭	㈱折原製作所	製造部成形課	
	滝沢 正子	㈱折原製作所	製造部組立課	
	折原 幸代	㈱折原製作所	総務部	

目 次

I. はじめに

1. 企業概要 9
2. 共同研究の背景 9
3. 共同研究のテーマ 9
 - (1) 「テーマⅠ：工程組替支援システムの構築」 10
 - (2) 「テーマⅡ：ITを活用した教育訓練体制の構築」 10

II. 方法

1. 研究の流れ 11
2. 対象製品・作業・対象者 12
 - (1) 対象製品と作業の概略 12
 - (2) 対象者の概略 12

III. 工程組替支援システムによる新たな生産方式の開発・導入

1. 問題点と改善の指針 13
 - (1) 作業動線について 13
 - (2) 準備作業・片付作業について 13
 - (3) 工程計画作成および生産指示・進捗把握について 14
2. 改善案の実施 16
 - (1) 作業動線の改善——部品調達と使用機器調達の簡便化 16
 - (2) 準備作業・片付作業の改善
——見て分かる全体配置・部品配置・片付作業 17
 - (3) 工程計画作成および生産指示・進捗把握の改善——簡便な工程の組替 19

IV. IT機器搭載型のFWS（セル台）の開発・導入

1. 問題点と改善の指針 20
 - (1) FWS（セル台）の寸法および耐過重について 20
 - (2) タッチパネル寸法、グレア、照度について 20
 - (3) タッチパネル設置位置、可動範囲の問題 20
2. 改善案の実施 20
3. 開発・導入されたFWS（セル台）の仕様 21

V. ITを活用した教育訓練支援システムの構築・導入

1. 問題点と改善の指針 23
 - (1) 作業ミスの低減について 23
 - (2) 教育訓練について 23

(3) 技能の伝承について	23
2. 改善案の実施 (1) ——電子マニュアルの作成	23
(1) 作業者意見の集約	23
(2) 電子マニュアルの作成	24
3. 改善案の実施 (2) ——電子マニュアルの評価	25
(1) ヒアリング調査	25
(2) 質問紙調査	25
(3) 電子マニュアル改訂版の評価	26
4. 改善案の実施 (3) ——教育訓練支援システムの効果	27
VI. IT活用の効果と2つのシステムの交互作用	28
VII. 結 論	29

I. 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ック（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ックを中心として木製の便座などトイレアクセサリ一等を製造、昭和40年代には木製シスタッ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を実現し、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。以来、「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、蓄積されたノウハウと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）製品にも取り組み、その後の輸出需要拡大等もあって、平成元年に栃木県氏家町に工場部門を移転した（折原製作所栃木工場：以下、当工場）。

当工場の従業員は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く、現在の従業員数は、全体38名で、内55歳以上は11名で約3割（現業系で見た場合も、全体；18名、内55歳以上は6名でやはり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、13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み、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、比較的数量が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。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、頻繁に起こる工程の組み替えや準備・段取り作業の頻発、途中仕掛品の増加、さらには作業員にとって、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。など様々な問題が顕在化した。

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、一人の作業員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員に委ねられ、基本的に単一セルで組付けが完了する。その為、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、「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年度及び16年度の2年間に渡って研究しようとするものである（具体的な2年間の取組み区分を図1-1に示した）。

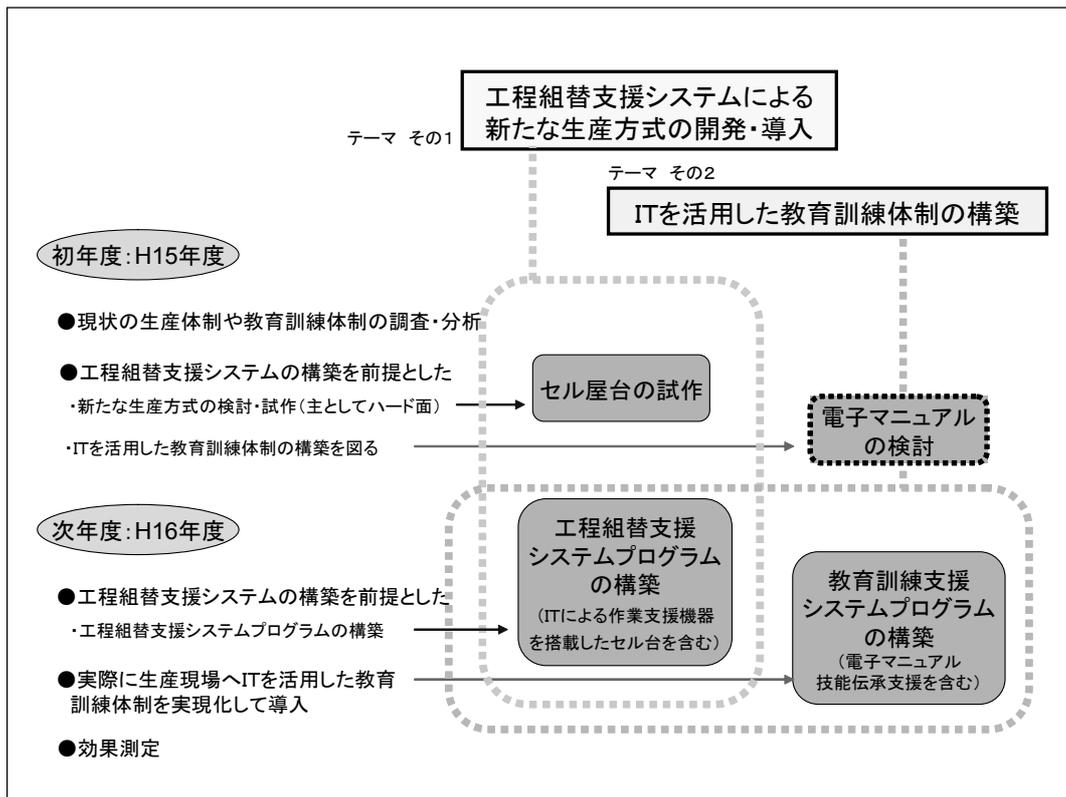


図1-1 2年間の研究の取組区分

(1)「テーマ1:工程組替支援システムの構築」

平成 15 年度の現状調査により「工程組替支援システムの構築」では、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、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つを実施することになった。

平成 15 年度の研究では、従前の流れ作業ラインや座位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、それに供するセル台（フレキシブル・ワークステーション：FWS）の試作を行った。その結果、不良姿勢が大幅に除去され、作業区分の不明確さからくる無駄な確認作業もなくなり、手待ち時間が減少した。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、有意なハードの開発ができた。

そこで今年度は、導入されたセル生産方式に対して、生産情報や作業情報を作業員に逐次提供したり、生産管理部門が作業員から生産進捗情報や結果情報を吸上げたり、等々の情報の入

出力をFWS（セル台）上で可能にするプログラム開発（ソフト開発）を行った。また同時に、IT機器による作業支援を可能にする新たなFWS（セル台）の試作開発も行った。

(2)「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出来るように、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。結果として、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煮詰め、具体的に検討し、一つの見本の電子マニュアルを作ることができた。

そこで今年度は、具体的な検討段階まで進められた「電子マニュアル」を完成させ、さらに熟練者の技能を未経験者、とりわけ高齢の新人パート作業員に伝承する手段も加味して、教育・訓練支援システムプログラムの開発（ソフト開発）を実施した。

Ⅱ. 方法

1. 研究の流れ

図2-1に、研究全体の構成及び、調査時期との関連を示す。

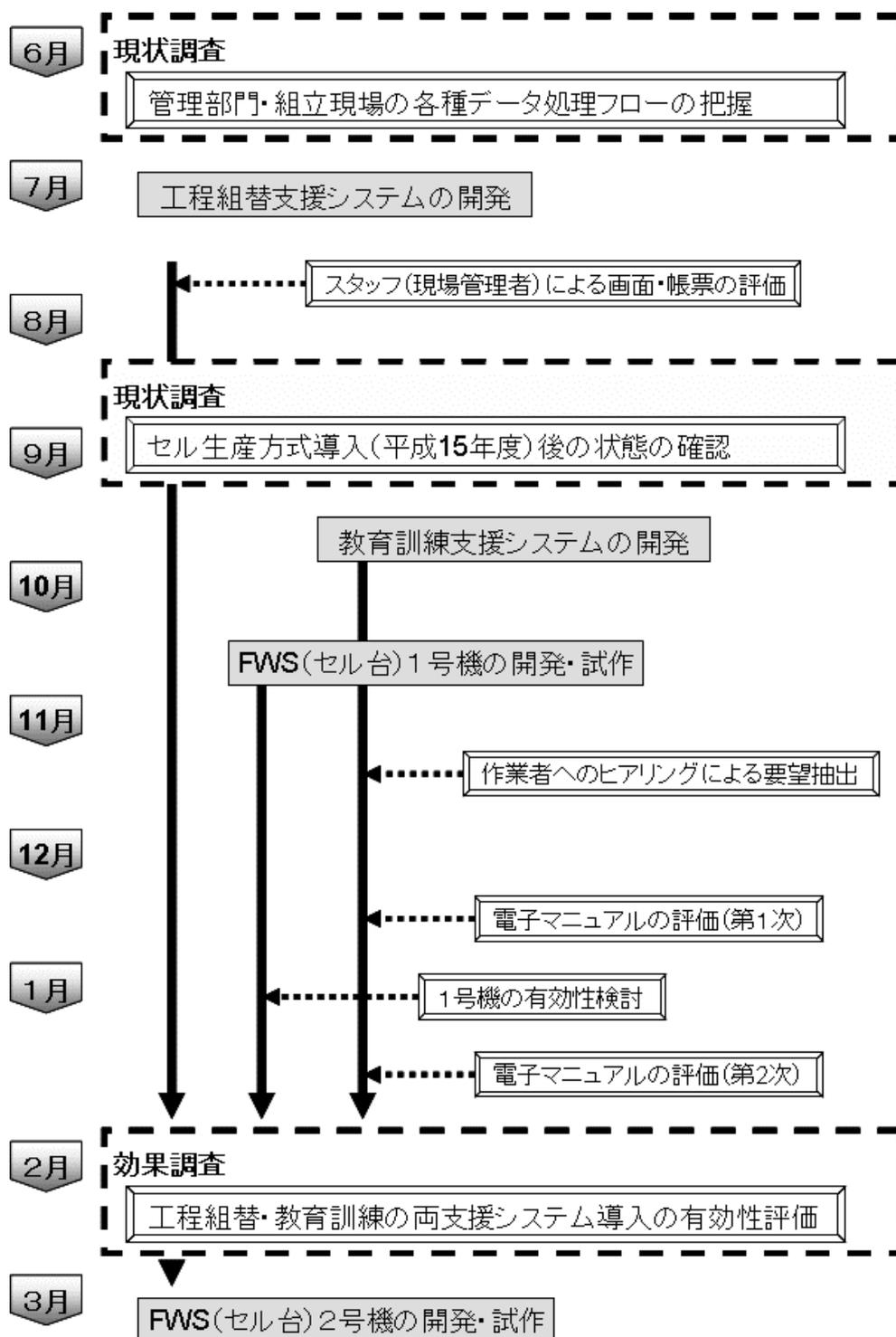


図2-1 研究の流れ

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、便器とパイプを結合する部分の「フランジ」といわれるプラスチック成形品である。本調査では、袋詰めフランジの一種でOPタイプ（以下、OPと表記、図2-2）と箱詰めフランジの一種でLFタイプ（以下、LFと表記、図2-3）の計2種類の組立梱包作業を調査した。



図2-2 部品構成【OP】



図2-3 部品構成【LF】

作業は、フランジにゴムパッキンやリングを組み合わせて、ボルトセットやキャップセットなどの部品を入れて、袋詰めもしくは箱詰めを行う。箱詰め製品の中には、側面に検印を押すものもある。その後、出荷用の外箱に各製品を入れる。外箱に指定個数を入れた後、クラフトテープで封を行い、パレットに置く。これらの作業を平成15年度に開発したFWS（セル台）を使用して行った。

(2) 対象者の概略

FWS（セル台）を使った組立作業の現状調査と効果測定の対象作業者のプロフィールを以下に示した。

表2-1 対象作業者のプロフィール

	性別	年齢	身長	雇用形態
高年作業者 OFS	女性	40代	149.5 cm	パート
若年作業者 TMR	女性	20代	168.0 cm	パート

また、パート作業者を対象に行ったヒアリング調査は、表2-2に全パート作業者の性別、年齢、勤続年数、担当作業部署など、作業者の属性を示したうち、作業者TKZ、作業者TSM、作業者OFS、作業者EZR、作業者TMR、作業者TKHの6名について行った。

表2-2 作業者の属性

作業員氏名	性別	年齢	勤続年数	担当作業部署
NKY	女	50代	17年4ヶ月	組立
TKZ	女	50代	15年4ヶ月	組立
TSM	女	40代	10年10ヶ月	組立
TKY	女	40代	10ヶ月	成形
OFS	女	40代	11ヶ月	組立・成形
SIT	女	40代	9ヶ月	組立・事務
KWN	男	30代	11年4ヶ月	組立
EZR	女	20代	1年	組立
TMR	女	20代	10ヶ月	組立・成形
TKH	女	20代	1年	組立

*2004年8月現在

Ⅲ. 工程組替支援システムによる新たな生産方式の開発・導入

前年度に導入されたセル生産方式に対して、作業員へ「生産情報」を伝達したり作業員から「進捗状況や結果の情報」を吸上げたり、生産管理全体を把握する機能をプログラム開発（ソフト開発）し、工程組替支援システムの完成を目指した。また同時に、セル化だけでは改善されない準備・片付作業の生産性やそれに伴う作業動線などの改善も視野に入れて取り組んだ。

1. 問題点と改善の指針

(1) 作業動線について

準備作業や片付作業における作業員の移動パターン（以下、作業動線）を考えた場合、できるだけ同一倉庫にある部品をまとめてピックアップしてくる、倉庫から倉庫を周遊してピックアップしてくる、などにより作業台への往復回数を減らすことが考えられる。

図3-1は、中高年作業員OFSのOP準備作業時の動線分析結果を示した（経由した場所や行った回数が分かりやすいように、●印でプロットしている。図中の●記号の数はその場所に行った回数を表している）。

これを見れば、「FWS（セル台）を起点として部品を取りに行き、その後FWS（セル台）に戻る」という単純な往復行動が、ほぼ部品や使用機器の点数分観察されており、移動距離が

長じたり準備時間が多くかかる原因となっていることが分かる。

そこで、これを解決するためには保管場所の在り方（保管場所の数や保管場所での棚の配置、或いは部品の積み方等）やその情報をどのように作業員へ提供するか、という点の改善が必要であることが分かる。

(2) 準備作業・片付作業について

セル生産方式の導入は、主作業のやり方が大幅に見直され、生産性の向上がみられたが、準備作業や片付作業においてはセル生産方式への移行だけでは解決できない。

表3-1には若年作業員TMRにおけるLFの準備作業の作業時間分析結果を示したが、準備作業全体（29分57秒）に占める『移動』時間は21.1%、『準備』時間36.6%を占めていた。また、OPの準備作業に比して『検索』と『相談』の回数が11回と多いことも分かった。『相談』や『検索』は、部品の調達時に多く発生しており、保管場所が明確でなかったことが要因であると考えられる。さらに、準備作業が標準化されていないことが、途中まで移動して何もせず引き返したり、部品棚の部品名表記を目で追ったり、など無駄な動作が観察された。

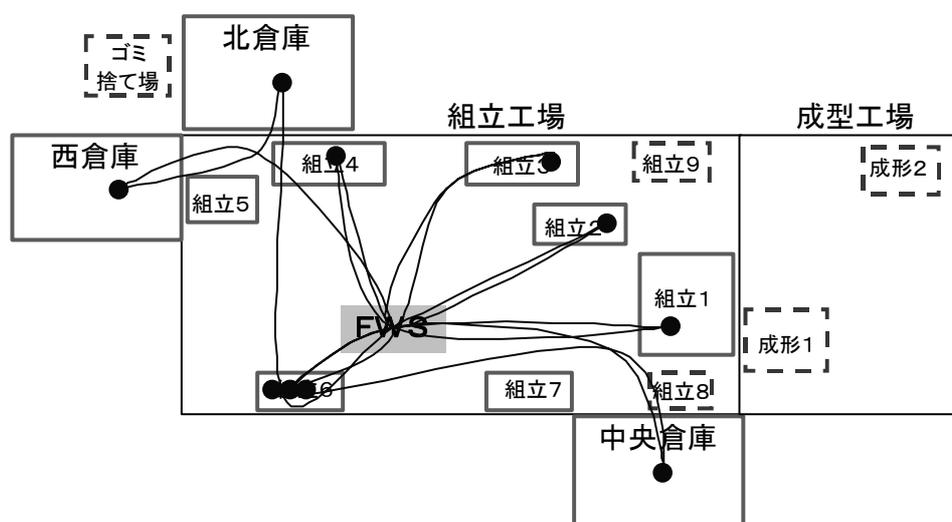


図3-1 中高年作業員OFSにおける作業動線【OP準備作業】

表3-1 若年作業者TMRの作業分析結果
【LF準備作業】

項目 \ 作業内容	移動	準備	片付	部品数確認	書類記入	相談	検索	ミス対応	合計時間
作業回数	25	14	0	12	0	6	5	0	
作業時間(s)	378	656	0	507	0	92	160	0	1793

そこで、今年度の研究では、準備作業における、部品や使用機器の調達に関して、電子マニュアルを活用し、準備作業と片付作業の生産効率も挙げていくことを目指す。作業負担の面から見た問題点では改善指針FWS（セル台）の高さ調整機能により不良姿勢は大幅に改善されたが、心理的な負担の面では、ライン生産方式よりも自分で「考える」ことが増えた分、負担の増加につながる恐れがある。そこで、IT活用による情報提供や教育訓練支援が不可欠なものとなる。

(3) 工程計画作成および生産指示・進捗把握について

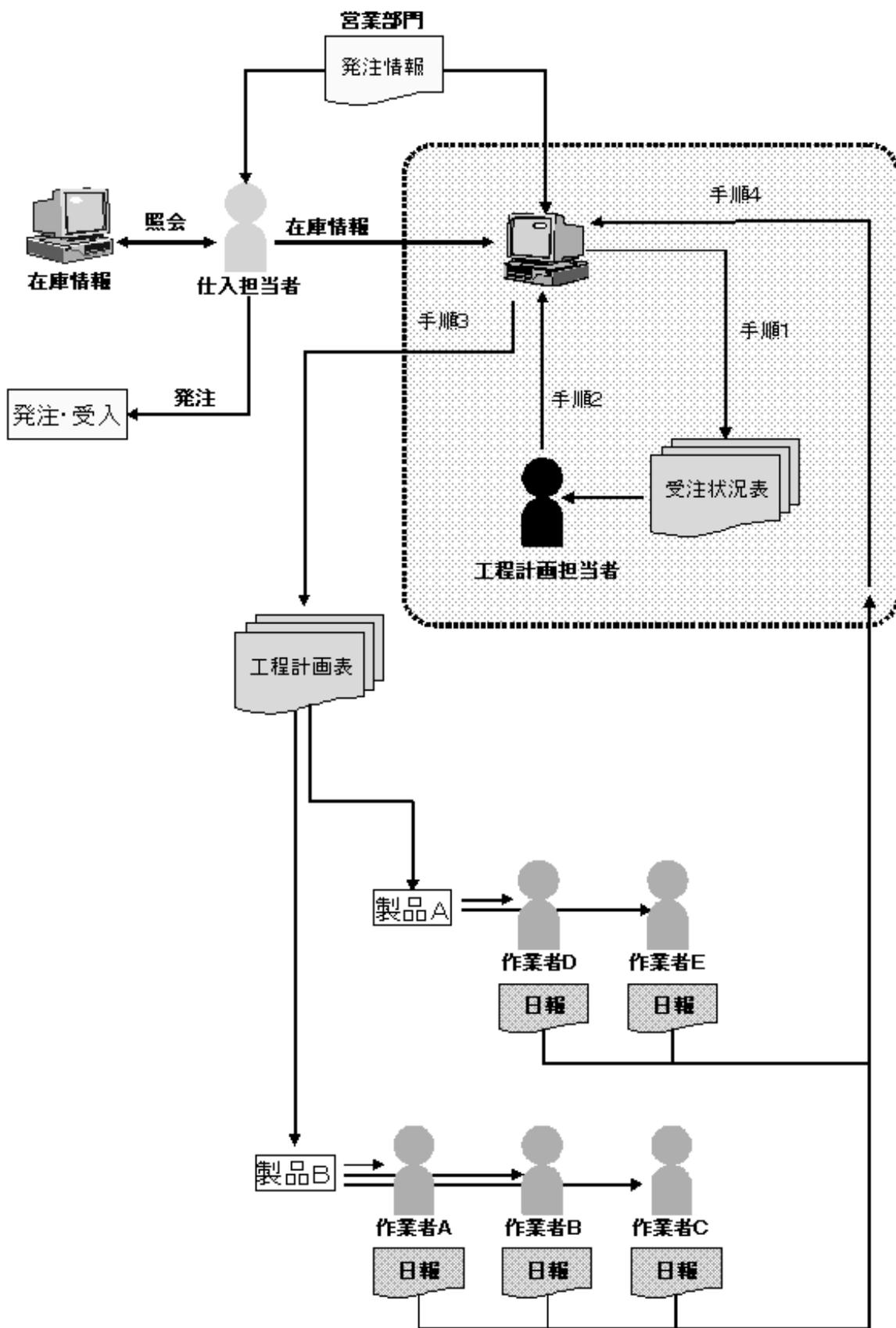
作業者の負担軽減や作業のしやすさが改善されると同時に、管理部門での工程管理が効率化・適正化されることが、本研究の工程組替支援システムの完成に欠かせない要因である。

工程計画担当者は、営業部門が管理する「受注情報（製品名、数量、納期）」や「在庫情報（在庫の確認）」、さらには納期を元にした「出荷予定（出荷のスケジュール）」などの情報をもとに工程を計画する。これが従来のシステムでは各情報が一元化されておらず、「工程計画表」を作業効率や生産の優先順位、作業者の作業負担を十分に考慮した上での確に組み、また当該作業の進捗状態を即座に把握することが難しかった。

さらに従来のシステムでは、セル化後も従来のライン制で行っていた製品単位ごとに作業が割り振られていて、個々人の能力や経験活かすセル作業の利点が十分に活かされていない。このことは、作業員から発信される情報のフィードバックが「作業日報」という書面で提出されていることと相まって、急ぎの別の製品を割り当てたり、早く終わった作業員に別の作業を割り当てたり、と作業員単位が基本であるセル作業のメリットを活かせていない（図3-2）。

そこで、これらの問題点を解決するキーポイントとして、「情報の一元化およびリアルタイム参照」と「工程計画を各個人単位で割当る」ことを開発指針として工程組替支援システムを完成させた。

図3-2 従来のシステムのイメージ



2. 改善案の実施

(1) 作業動線の改善——部品調達と使用機器

調達の簡便化

作業者がFWS（セル台）上の端末から作業指図を受け取る際に、部品名と保管場所、必要であれば型番なども含め部品リストとして表示できるようにし、また工場見取り図を用いて該

当する場所を電子マニュアル上で確認（図3-3）できるようにもした。さらに、これまでは部品を正確に調達できたかを確認する手段がなかったため、部品リスト、保管場所、数量、確認欄を設けた書面（図3-4）を添付し、容易に調達ができるようにした。

図3-3 部品保管場所の図示【LF】

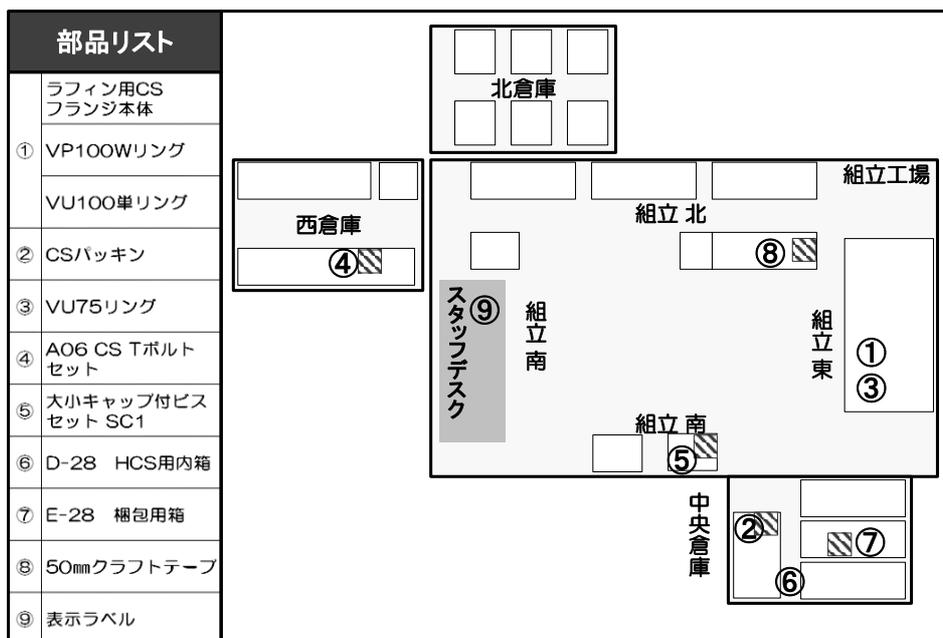


図3-4 部品を確認するための部品リスト

部品リスト					
製品番号 9999-9999	製品名 XXXXXXXXXXXX	数量 9999	工程 NNNN		
作成日 2004/12/1	セル台 9番	作成者 NNNNNNNNNN			
製品番号	製品名	倉庫	棚	数量	チェック欄
9999-9999	XXXXXXXXXXXXXXXX	NNN	NNN	9999	

使用機器に関しても同様に、使用機器や補助台の手配（確認）も写真や注意事項を表記して明示し、またり図を用いて該当する場所を電子マニュアル上で確認できるようにした。

効果測定の結果、準備作業では作業台への往復回数はむしろ増加する傾向が見られたが、仔細にその行動を分析すると、作業台上に表示されている電子マニュアルを確認するために作業台を往復する回数が増えていることがわかった。これは、「ミス防止策としての確認作業の徹底」という点で必ずしもマイナスな行動とは言えない。部品在庫とピッキング順番との関係や部品リストの記載順番、あるいは一部の情報をFWS（セル台）から切り離して持ち歩けるようにするなど、さらに改善を進めていくと作業動線上の無駄も省かれ生産効率にもつながることは間違いない。

一方の片付作業では、片付場所の明示により目的の場所に向かって片付けながら歩くといった工夫も生まれ、結果的には作業動線や片付時間の減少につながった。

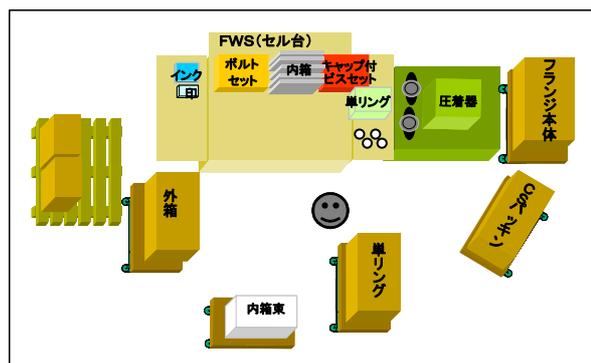
(2)準備作業・片付作業の改善

——見て分かる全体配置・部品配置・片付作業

準備作業として行われる部品や使用機器の調達に関して、前項(1)による改善はピッキング行為における作業動線の改善だけでなく、部品や使用機器が合っているか否かという判断や確認に費やす時間の短縮にもつながっていた。

さらに、ピッキングした部品や使用機器をFWS（セル台）中心にどう配置し、組立作業前に行う下準備をどのようにしておくとか、などの改善が準備作業の生産効率を高めることになった。具体的には、全体配置（セル台上や補助台を使って部品や使用機器を置くおき方）は、セル生産方式の利点である「自分に適したやり方で作業ができること」を阻害しないよう配慮しつつ、あくまでも“例示”ということを示した（図3-5）。

図3-5 全体配置例【LF】



部品配置に関しては、どの段階で、どの程度の確認作業を行うかも含めて、写真を使って部品配置の例示および確認や注意事項を記載することとした（図3-6）。

一方の片付作業についても、同様に片付方法や片付場所を説明文の写真や図3-3に準じた工場見取り図を用いて、マニュアル上で確認できるようにした（図3-7）。

図3-6 準備作業における部品配置【LF】

<p style="text-align: center;">CSパッキン</p>  <p>CSパッキンは1個ずつばらし、圧着器の上に置くとよい。</p>	<p style="text-align: center;">キャップ付ビスセット</p>  <p>材料箱1箱に40個ずつ入れると、個数の確認がしやすい。中身とキャップ色の確認を必ずする！</p>	<p style="text-align: center;">ボルトセット</p>  <p>材料箱1箱に40個ずつ入れると、個数の確認がしやすい。中身の確認を必ずする！</p>
<p style="text-align: center;">単リング</p>  <p>材料箱1箱に20個ずつ入れると、個数の確認がしやすい。</p>	<p style="text-align: center;">外箱の表示ラベル貼り</p>  <p>ゲージを使って、表示ラベルを貼る。</p>	<p style="text-align: center;">パレットの準備</p>  <p>パレット中央部に“上”と書いてある方を上面にする。</p>

図3-7 片付作業における指示【LF】

<p style="text-align: center;">圧着器</p>  <p>エアースーツを抜き、ビニールカバーをかける。</p>	<p style="text-align: center;">フランジ・単リングの空箱</p>  <p>成形の101号機前に置く。または成形の作業者に聞く。</p>	<p style="text-align: center;">フランジのカバー キャップ付ビスセットの袋</p>  <p>成形出入り口付近（組立側）に置く。</p>
<p style="text-align: center;">ボルトセットの空箱</p>  <p>置んだ状態にし、北倉庫脇の小屋に置く。</p>	<p style="text-align: center;">フランジ製品シート</p>  <p>ヘキサゴンとトイレトペーパーを使って文字を消し、成形のフランジカット台に返す。</p>	<p style="text-align: center;">フランジ補助台</p>  <p>台車は、中央倉庫奥に立てかける。</p>

(3) 工程計画作成および生産指示・進捗管理の改善——簡便な工程の組替

新しいシステムの開発ポイントは、「情報の一元化」および「工程計画を各個人に割当てて管理すること」であった。

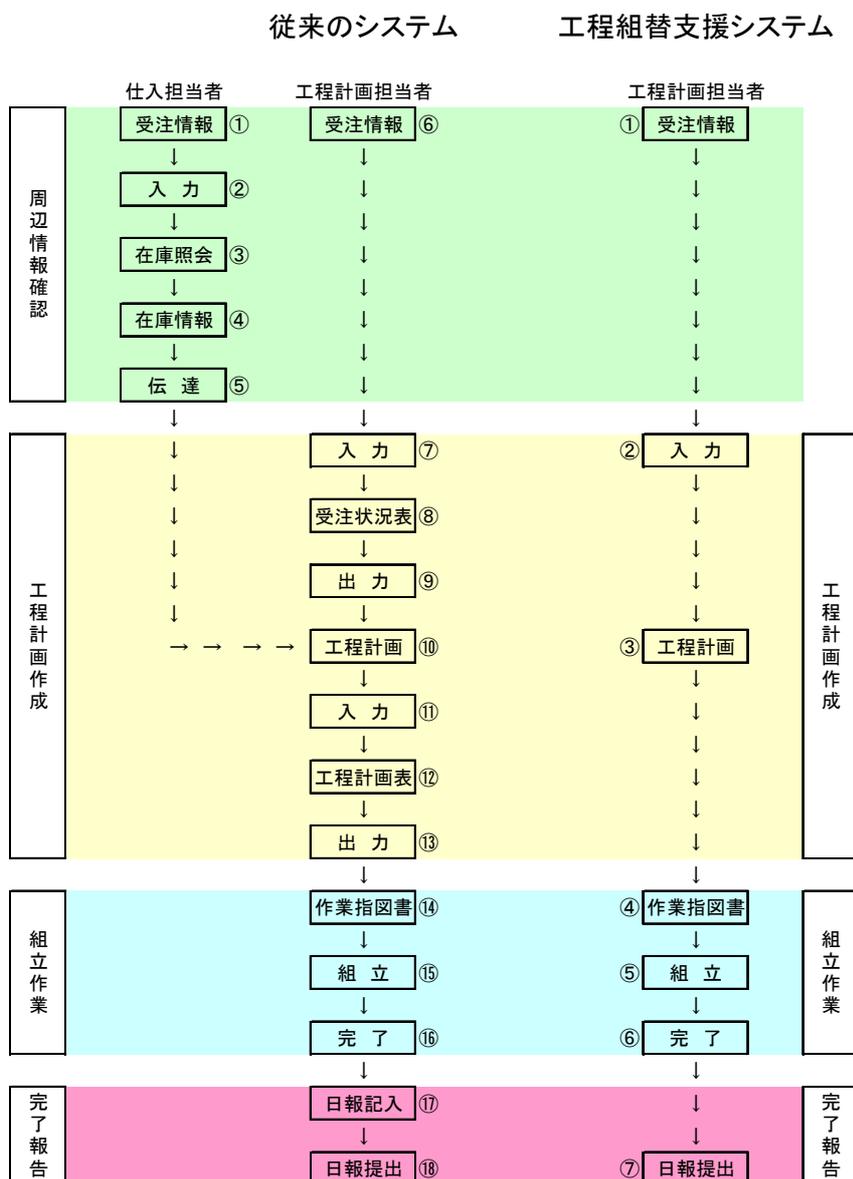
「情報の一元化」に関しては、工程計画担当者が従来は自分の管理下になかった「在庫情報」を随時参照できるようにして、簡便に工程を組んだり組替えたり出来るように設計した。さらに作業員への作業指図や作業員からの日報報告について電子化して他のデータと統合化をはかり、この面でも情報を一元化することにした。

「工程計画を各個人単位で割り当てる」こと

については、工程の割り当てを作業や製品によるのではなく、作業員個人単位で行うよう工夫した。これにより、至急の受注など優先度の高い生産が入ってきた場合でも、他の作業員の組立作業とは独立して、実行中の作業を中断して工程を組み替えられる。また、欠勤が出た場合でもすぐに工程を組み替えられる。以上のように、工程の組替が簡単にできるようにシステム設計された。

開発された工程組替支援システムは、工程計画担当者が処理すべきステップは従来のシステムと比較して大幅に減少し、工程組替の迅速化に大変役立つシステムが出来上がった（図3-8）。

図3-8 工程計画における新旧の工程組替方法の比較図



IV. IT機器搭載型のFWS(セル台)の開発・導入

「工程組替支援システム」および「教育訓練支援システム」を具体的に用いる場合、作業者が使うFWS（セル台）上にIT機器を設置し、そこで生産管理部門と作業員間の情報のやり取りが行われる。そこでIT機器を搭載したセル屋台（FWS）の開発・導入を目指した。

1. 問題点と改善の指針

(1) FWS(セル台)の寸法および耐荷重について

タッチパネルや、PC本体、無線LAN機器他、必要機器を搭載することで、FWS（セル台）の作業台および下段スペース等が制約を受ける。そこで、平成15年度開発のFWS（セル台）に比べやや大きめの寸法を確保したり、奥行きフラップの強度を高めてその部分にも部品を置くことができるようにする、などの改善が必要と思われる。

また耐過重については、機器全体の重量を支えられることが第一、次にタッチパネルを固定するFWS（セル台）前面パネル部分の強化、さらにタッチパネルを搭載することで重心が高くなることに配慮する、といった改善が必要である。

(2) タッチパネル寸法、グレア、照度について

中高年者が使用することを十分に考慮し、工場内の全体照明およびFWS（セル台）に付加された個別照明のグレア対策、作業台上の適正照度の維持、などに努める必要がある。

(3) タッチパネル設置位置、可動範囲の問題

タッチパネルの設置位置については、眼の高さよりも上にならない、作業員の身長等を考えて上下に稼動する、などの必要があるが、その際に、部品や使用機器の配置に障害がないよう、上下の高さ調整のみならず、左右方向にも移動できることが望ましい。画面についても、見やすい角度に調整できるよう垂直方向および水平方向に回転できることが望ましい。

2. 改善案の実施

表4-1には、前項で示された問題点と改善の指針に従って検討された、FWS（セル台）の機能について示した。ここでは、平成15年度に開発・導入されたFWS（セル台）の設計思想も引き継いでいる。

表4-1 開発するFWS(セル台)2号機の設計指針

機能部位	仕 様
作業台	<ul style="list-style-type: none"> ・奥行き→→→トータルで900mmとする。 ・補助フラップ方式で600mm+300mmとはせずに1枚板で製作し、重い部品を置いても不安定にならないようにする。 ・クッション材を敷いて、適度に柔らかく滑らないようにする。 ・AC電源の確保
下段スペース	<ul style="list-style-type: none"> ・前面の間口は、障害となるようなアングル等は一切排除。 ・足が全面にぶつからないようにする。
キャスター	<ul style="list-style-type: none"> ・部品や仕掛品のほか、手提げ等の作業員個人の小物を置けるように配慮する。
照明	<ul style="list-style-type: none"> ・大きい径のキャスターを使い、セル台の運搬を容易にする。 ・建屋内の環境調査から、照度データを元にセル台の個別照明の検討をした結果、40WのFL灯1本とする。 ・直接、光源が目に入らないようにフード等をつける
前方壁面	<ul style="list-style-type: none"> ・IT支援システムの端末として、タッチパネルを設置する。 ・タッチパネルは次のような稼働可能とする。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 水平方向の移動（部品置き場や作業域と干渉を避ける） 2) 垂直方向の移動（作業員の身長差をカバーする） 3) 水平・垂直方向へ可動する角度（全体照明からの映り込みやグレアを解消） ・作業台のすぐ上の壁面に、部品箱が設置できるようにする。
高さ調整機構	<ul style="list-style-type: none"> ・足踏み式にする（ジャッキアップ方式） ・操作方法が分かるように、セル台自体に表示をする。 ・台がふら付かない様に、歯車式の昇降機構とする

3. 開発・導入されたFWS(セル台)の仕様

検討したことを踏まえ、FWS (セル台) を以下のように設計した。



図4-1 2号機全体図

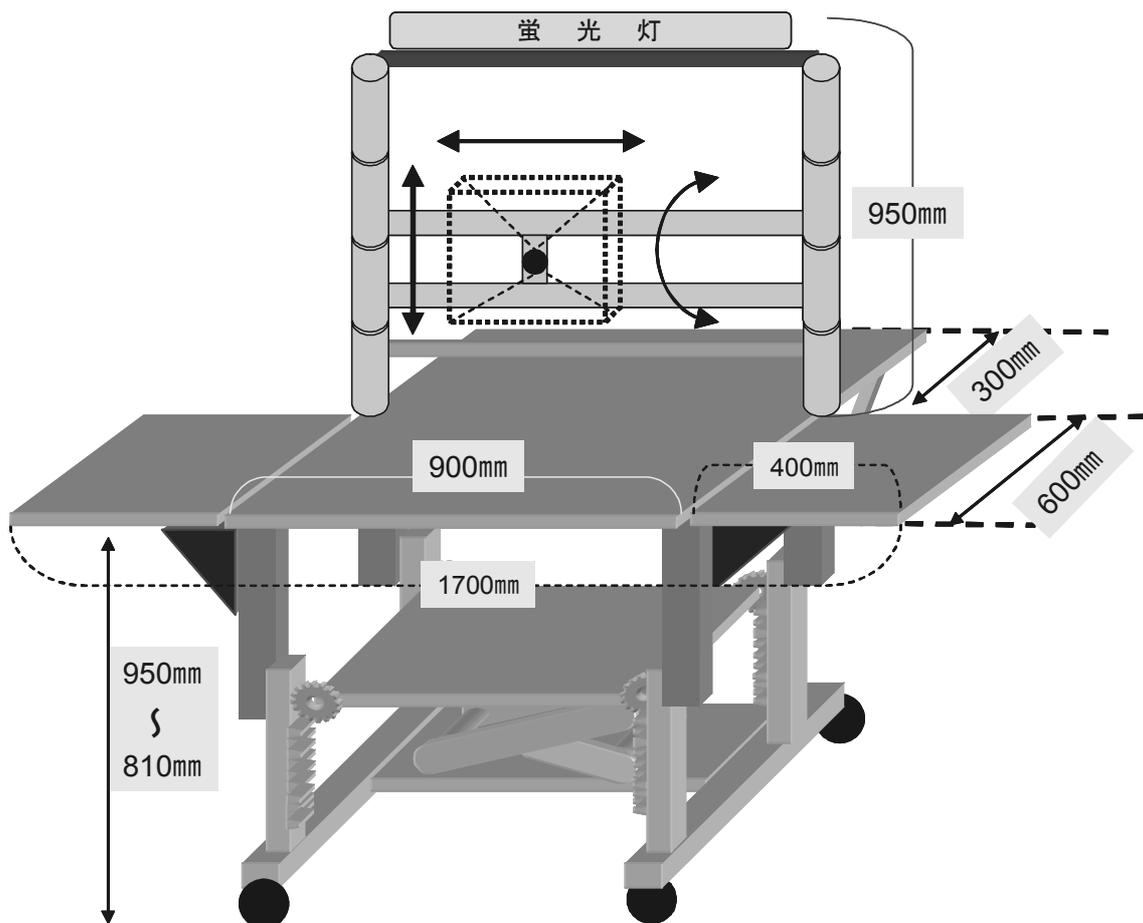


図4-2 2号機タッチパネル部分の可動の様子(背面および正面)

図4-3 下段スペースの様子(間仕切りを背面からみたところ)



図4-4 2号機完成寸法



V. ITを活用した教育訓練支援システムの構築・導入

教育訓練体制の中心になる「電子マニュアル」は、前年度に具体的な検討段階まで進められた。今年度はさらに、熟練者のコツや未経験者が直面する作業の困難さや分かりにくさ、といった作業自身の声も反映させて電子マニュアルの完成を目指した。そして、最終的にはITを活用したOJT方式の教育訓練体制の構築を視野に入れて開発・導入に取り組んだ。

1. 問題点と改善の指針

(1) 作業ミスの低減について

セル生産方式の導入により作業ミスはかなり減少したが、ミスそのものを減らす工夫は不十分である。そこで、今年度の開発については、電子マニュアルを活用して、さらなるミスの低減に向け取り組む。その際、以下の点にポイントを置く。

「部品・使用機器の準備方法」

「組み付けミスが起こりにくい部品レイアウトや作業手順」

「各種確認方法の明確化」

「注意事項の例示」

「更新情報の例示」

電子マニュアルでは、フールプルーフ、フェイルセーフの考え方を取り入れ、ミス防止のため「確認」という行為を重視することとする。

(2) 教育訓練について

セル生産方式の構築により「自分に適したやり方」を見いだすことが可能になり、各人が有する「技能」を發揮できる機会が増えたが、一方で技能レベルが均一でないパート作業者を支援する手段が必要である。

新人の時は覚えることが多く、聞き逃したり覚え切れなかったりなど、教育訓練体制が未整備であったために不安を感じていた作業者が多かった。また、スタッフ（現場管理者）によって、教え方にムラがあり、統一されていないことが不満として挙げられた。

これらのことを受け、教育訓練支援のための

ツール——具体的には、未経験な初心作業でも容易にセル生産方式による作業が行えるように、作業者が手軽に参照できる「電子マニュアル」——を開発し、FWS（セル台）に組み込むことで問題を解決する。

(3) 技能の伝承について

現状として技能伝承は十分に行われていなかった。また、コミュニケーションの取り方にも問題があり、未熟練者は熟練者よりも聞きやすい人に確認を取ることが多く、熟練作業者の技能を獲得する機会はほとんどない。

そこで電子マニュアルの開発に当たり、熟練作業者の作業手順を記録し、さらに作業のコツや作業ミスを防ぐ工夫なども聞き取り電子マニュアルに取り入れた。そうすることで、未熟練作業者が感じている「作業のやりにくさや問題点」に対して、間接的にはあるが熟練作業者が持つ技能を未熟練者が学ぶことが可能になり、実質的な教育・訓練効果が期待できる。具体的には、部品調達、部品や使用機器の配置、作業手順、片付作業で必要と思われる「コツ」、「やりにくさ」、「注意事項」等を抽出して電子マニュアルに取り入れた。

2. 改善案の実施(1)——電子マニュアルの作成

(1) 作業者意見の集約

教育訓練のあり方や指針に関するヒアリングやアンケートの結果から電子マニュアルの枠組み、指針に合った表示や配列を検討した。次に、作業のコツ・やりにくさ・注意事項を抽出したヒアリングの結果から、電子マニュアルに取り入れる情報を取りまとめ、情報の切り出し方を検討した。

その後、電子マニュアル用写真（静止画）の絵コンテ作成の参考とするために、熟練作業者の作業風景をビデオ取りし、指針を踏まえた電子マニュアル案の作成と静止画撮影を実施した。

(2)電子マニュアルの作成

①指針に合った表示や配列等の検討

現状調査で検討した電子マニュアルの指針に従い、どのような情報をどのタイミング(画面)で、どのような見せ方をするのかを検討しツリー図を作成した。

②熟練作業者のビデオ撮影

作業手順例やレイアウト例に使用する素材を得るため、熟練作業者の作業をビデオに収め、必要と思われる画面を静止画でキャプチャした。それを、「準備作業」「主作業」「片付作業」の3つに分類し、電子マニュアルのおおよその構成を見通した。

③電子マニュアル用写真撮影

熟練作業者のビデオからキャプチャした静止画を、電子マニュアルの静止画素材を取得していく上での撮影見本として活用した。その上で、改めて、構図や実際のマニュアルに使用する際、必要と思われる場面も追加して、素材の撮影を行った。

④電子マニュアルの構成の検討

取得した素材を元に、絵コンテを作成した。これは、画像と説明文で構成されたシナリオである。特に、説明文については、ヒアリングの結果も踏まえ、内容や表現方法を検討した。以下に、作成した絵コンテ例を示す(図5-1)。

- 作業手順 (1)内箱を組立てる。
 (2)内箱にガスケットを入れる。
 :
 (9)外箱の上段と下段は、並びを反対にして載せるようにする。

主作業(1)



<作業>
 内箱を組立てる
 <注意事項>
 ・箱の正面上のふたは、閉めておき、フランジ類は下から入れるようにする。

図5-1 絵コンテの一例

⑤電子マニュアルの作成

電子マニュアルの作成にあたっては、更新のしやすさを考慮し、一般的に広く知られているプレゼンテーションソフト MS-PowerPoint(以下、PPT)を使用することとし、そのファイルを教育訓練支援システムおよび工程組替支援システムに、組みこんでいく形式をとった。以下、電子マニュアルの一部を示す(図5-2、5-3)。

更新情報(フランジ:ラフィン200床フランジセットPF)

1999年3月17日更新
 ・パステルアイボリー色の色表示印の変更。PF印のサイズが拡大(その他については従来通り、キャップ色のカタカナ印)

これから準備作業を始める方は、必ず
 ↓
下(矢印先)のボタンをクリックして下さい
 * 作業中の方はサブメニューを利用して下さい

図5-2 更新情報画面

部品リスト(フランジ:ラフィン200床フランジセットPF) ※部品場所見取り図は次のページ

部品名	場所(置場)	製品の主な部品写真
ラフィン用CSフランジ本体	組立 東	<p>(部品:①,②,③,④,⑤,⑥)</p>
① VP100Wリング(黒)	組立 東	
VU100単りリング(黒)	中央倉庫	
② CSパッキン	中央倉庫	
③ VU75単りリング(黒)	組立 東	
④ A06 CS Tボルトセット	西倉庫	
⑤ 大小キャップ付ビスセット SC1	組立 南	
⑥ D-28 HCS用内箱	中央倉庫	
⑦ E-28 梱包用箱	中央倉庫	
⑧ 50mmクラフトテープ	組立 北	
⑨ 表示ラベル	スタッフより	

<注意事項>

①フランジに2つのリング(VU100W単りリングとVU75単りリング)がはまっている
 ②ボルト2、ナット2、ワッシャー2、ネジ4
 ③キャップの色の確認「ハステルアイボリー」(=PF)
 ④表示ラベルの確認

図5-3 部品リスト画面

3. 改善案の実施(2)——電子マニュアルの評価

(1)ヒアリング調査

組立工場作業員5名を対象に、電子マニュアルの改善および要望を聞いた。作業員にはマニュアルツリー図を配布し、ログオンから日報入力・ログオフまでの作業員が行う一連作業を、プロジェクターを用いて調査者が説明を行った。その後、実際に機器の操作をさせて、各画面について、わかりにくい箇所や使いづらい箇所などの意見を収集した。

結果として、電子マニュアルの流れについて理解はしたものの、部品リストや作業手順など複数ページに渡っている場合の次ページに移るボタンや次の項目に進むための決定ボタンが、探しにくいとの意見が多く、作業員から挙げられた。決定ボタンは目立つようにしてほしいとの要望があり、決定を促すような重要なボタンは赤色に統一し、見つけやすく、その操作の重要性を認識させるようにした。また、中高年作業員は次に操作するボタンがわからなくなった場合や間違っって押した場合などへの対応から、I

T機器操作への不安を抱いており、電子マニュアルの内容よりも操作性への抵抗がみられた。このため、操作を分かりやすくするとともに誤操作を防ぐための手段として確認画面を新たに挿入した。

(2)質問紙調査

上記のグループ討議の後、以下の内容について、質問紙調査を行った(表5-1:一部)。

質問紙はSD法(スケールはVisual Analog Scaleを使用)によるもので、調査者がアンケートの内容と回答の仕方について説明した。評価項目は「文字」「ボタン」「リスト」「写真」「図」「注意事項」などの見易さであった。また、電子マニュアルの静止画について、候補となっている複数の画面について、順位付けを行ってもらった。

質問紙調査の一部を表5-2に示した。評価は「よく分かる」や「おおむね分かるに」に集中しており、改善が必要な項目には多くのコメントが挙げられた。

表5-1 質問内容の一部

<p><更新情報></p> <p>I-1 マニュアルに変更があった場合の対応について</p> <p><部品調達・使用機器調達></p> <p>I-2 部品や道具の表示方法(名前や場所の文字情報)について</p> <p>I-3 部品や道具の注意事項について</p> <p>I-4 部品や道具の工場見取り図について</p> <p>I-5 部品のチェックリストの印刷について</p> <p>I-6 必要な作業台や補助台、使用機器の種類や個数について</p> <p><全体配置・部品配置></p> <p>I-7 作業に必要な作業台や補助台の表示方法(写真・イラスト)について</p> <p>I-8 作業手順例の表示について</p> <p><作業手順></p> <p>I-9 作業の手順(表示される順番)について</p> <p>I-10 作業手順の表示方法(写真とその説明)について</p> <p>I-11 作業手順の表示方法(注意事項)について</p> <p>I-12 作業手順の表示方法(動画)について</p>
--

表5-2 質問紙の回答の一部

	よく分かる	おおむね分かる	改善が必要	大幅な改善が必要	コメント
I-1	1	4	0	0	・変更があったら、工場スタッフが対応を忘れないようにしてほしい
I-2	2	2	1	0	・リストと見取り図の番号同士に色をつけてほしい ・場所が的確ではない
I-3	2	2	1	0	・もっと詳しくしてほしい
I-4	1	2	0	1	・一番解りにくい（北倉庫、中央倉庫など）ところを書いていない。
I-5	2	1	0	1	・紙の印刷はどこでやるのか ・サイズが大きすぎる。もったいない。
I-6	1	3	0	1	・物がないのに、設備してからにしてほしい
I-7	3	1	1	0	・写真をとる前に、周りを片付けたほうがよい ・いつも同じのものが使えない ・台に番号をつけてはどうか？
I-8	3	1	0	1	・昔の情報ではなく、標準的で、早く作るやり方を参考にしたほうが良いと思う
I-9	2	2	0	0	・標準な作業なのか、疑問におもう
I-10	2	2	0	1	・作業者にやり方を聞いていないので、わかりにくい部分がある ・見たいところが見られるようにする
I-11	2	2	0	1	・「注意事項」と「ポイント」では意味がちがう
I-12	0	0	2	3	・画面を大きくしてほしい ・手元をアップしてほしい・・・（3名） ・いろいろな角度から見たい・・・（2名） ・再生や巻き戻しのボタンがわからない

(3) 電子マニュアルの改訂版の評価

効果測定で改訂版の電子マニュアルを用いて実際の組立作業を行わせ観察した結果、作業者が部品の調達時に画面を何度も確認する場面が見られた。電子マニュアルがあることにより、十分な確認行為がなされており、作業への不安感の排除やミスの防止などに役立っていた。また、作業者によっては見る画面が異なり、作業者が欲しい情報を必要に応じて確認していたことがわかった。これは、作業者が普段困難と感じていた部分を、電子マニュアルを見ることによって補うことができ、作業者個々のスキルを補完し、熟練作業者の技能伝承にもつながるこ

とも考えられる。

以上のことから、電子マニュアル作成にあたっては、多くの作業者の意見を取り入れることが重要であり、以下のことに留意して作成することで、有用なマニュアルができると結論づけた。

- ・作業者が必要とする情報の整理
- ・作業困難の排除のため工夫
- ・効率的な作業方法や作業ミスの未然防止などの技能獲得
- ・高齢作業者にとってもわかりやすい表記
- ・操作ミスを考慮した確認画面の挿入
- ・電子マニュアルの更新方法の簡便化

4. 改善案の実施(3)――

教育訓練支援システムの効果

効果測定においては、作業者によって電子マニュアルの活用方法に違いがあることが観察された。マニュアルのどの画面を重点的に見るかという点にも違いがあり、作業者によっては、全く見ない、つまりは完全にスキップするマニュアル画面があることが分かった。これは、教育訓練支援システムが、当初の期待した役割を果たしていることに他ならない。

マニュアル画面が必要に応じて任意に表示可能であるということは、作業者にとって、今、必要な情報を簡単に検索して入手することが可能

であるということである。このことは、個々の作業者のウィークポイントをサポートする上でも、作業の効率アップのためにも、また、ミスのない作業をする上でも、重要なポイントと言える。

作業者の能力は、作業速度や作業の正確さによって規定されるものであるが、教育訓練支援システムは、こうした能力の向上について大いに発揮し、教育効果が期待できる。また、教育訓練支援システムを用いれば、未熟練な新人作業者にも、高齢者にも、OJT方式で教育訓練を施す体制が構築でき、ITを活用した教育訓練体制が実現された。

VI. IT活用の効果と2つのシステムの交互作用

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、および生産性の向上を図るための手法の開発と導入について検討した。

まず、作業者各人の能力に応じて作業を行える生産方式を模索することから始め、ライン型からセル型の生産方式に転換した。セル型生産方式は、作業者の裁量に委ねられる部分が多くなる一方で、技能レベルが低い作業者には適用が難しいという特徴を有している。そこで、新人作業者など未熟練な作業者でも作業手順や作業方法を容易に理解し生産を行えるように、ITを活用した支援ツールの開発を試みた。

今日、熟練作業者の技能を電子的な画像情報として保存し、必要に応じて参照することができる電子マニュアルを取り入れる試みが多くの事業所で行われている。

電子マニュアルは、熟練作業者の技能を伝承するための手段としては有用であると考えますが、新たな作業内容・手順の出現や未熟練作業者の教育訓練には十分に対応できていないのが現状である。

そこで、本研究では、技能の伝承だけでなく作業遂行に必要な情報まで提示し教育訓練まで行える、電子マニュアルを基調とした教育訓練支援システムを構築した。

このシステムは、作業の準備から終了までの過程のすべてがFWS（セル台）に設置されたタッチパネル上で把握・処理できるようになっている。すなわち、未熟練な作業者でも自身の操作により、作業指示や作業内容・手順および必要な部品・機器等の数量や場所を容易に知ることができるように設計されている。さらに、電子マニュアルがオン・デマンド型であることから、作業遂行に関わる詳細情報を必要に応じて繰り返し何度でも参照して、自分に合った作業方法・手順を工夫することもできるようになっている。これにより、新人作業者に対する教育訓練のレベルが均整化されるとともに、能力に応じた効果的な習得が期待できる。

また、作業者同士がよりよい作業方法・手順を見いだしたときの現場での検討結果が迅速に反映されるように、電子マニュアルの改訂が柔軟かつ容易にできるように設計されている。このような対応は、個々の作業者の「やる気」を向上させるのに役立つだけでなく、作業者間の連帯意識を高めるのにも役立つと考える。

従来型の電子マニュアルでは情報の流れが「提示・参照」の一方向のみであったが、このシステムでは、「応答」を加えた双方向型の電子マニュアルを構築した。その結果、前述のごとく、作業者が作業指示を確認して準備を始めてから作業終了を報告するまでの過程のほとんどすべてがほぼ自動的に管理されるようになった。これにより、作業日報の作成もほぼ自動化され、記銘力の低下などによる誤りも大幅に低減することが期待できる。

本研究では、教育訓練支援システムに加えて工程組替支援システムを構築した。このシステムは、工程計画など生産管理面の電子情報化を図ることを主たる目的として設計されたものであり、本来、現場の作業者から情報を直接受け取る機能を組み込むことの必要性は高くない。しかし、作業者の負担を軽減しミス発生を抑制するためには、教育訓練支援システムから得られる情報を活用することが望ましいとの検討結果から、2つのシステムを連携して運用することにした。具体的には、作業完了報告をはじめとする電子マニュアル上での発生源入力データを転用した。その結果、煩雑な入力作業が簡単な入力作業に転換され、作業日報の作成に関わる業務量やミスの発生が大幅に低減・抑制されることが明らかになった。

将来、2つのシステムの連携が、情報を蓄積することにより、個々の作業者の能力・特性に応じた作業指示や工程計画の立案を可能にし、生産管理面でのきめ細やかな対応も簡単かつ適正にできるようになると考える。

Ⅶ. 結論

本研究は、プラスチック成形部品の組み立て作業をハード／ソフト両面から改善して中高年者にもやさしい生産方式のあり方を究明することを主たる目的として、2カ年にわたって行われた。

まず、初年度は生産方法をライン型からセル型に変更する上での問題点の把握とFWS（セル台）の開発に重点を置いた。2年目は、セル生産の有用性をさらに向上させるための支援ツールの開発とその効果を評価することに重点を置いた。

それぞれの成果についてはすでに述べられているので、ここでは、本研究の進め方の特徴について2年間を振り返って述べてみたい。

通常、職場の改善は問題点の把握から始まり、改善策の立案・実施、評価・見直し、の順に行われる。本研究でも現場の実態を調べることから始めたが、その結果、生産方式の転換とそれを支援するツール（システム）の開発が必要との結論を得た。次いで、改善策の立案・検討に移行したが、ここでは新しい生産方式の作業で使用する機器や道具の開発とそれらを支援するシステム作りをブート・ストラップ型で行うことが決められた。ブート・ストラップとは「編み上げ」を意味し、ソフトウェア開発でとられる方法である。本研究では、ハード面（セル台）の開発を先行させて、現場での試行・評価の過程をふまえてシステム化に必要な事項の整理・検討を繰り返して行った。ソフト面の開発方針として、生産全体を管理する「工程組み替え支援システム」と作業性の向上とOJTに関与する「教育訓練支援システム」の2つのシステムを構築することとしたが、システム運用に必要なタッチパネル等をFWS（セル台）に搭載するための検討をハード面の開発に並行して行った。システムの基幹となる部分はシステム・エンジニアやプログラマーの協力が必要となるが、システム・ポリシーなどの部分については、生産全体について熟知している現場の管理者の参加が欠かせない。そうすると、ハード面とソ

フト面を連携させて開発するためには1年間という研究期間では相当の無理が生じる。

本研究も、当初は1年間の期間内で成果を上げるべく計画を立案したが、比較的早い時期に2年間での完成へと計画の大幅な修正を行った。この結果、開発スケジュールに余裕が生じ、2つのシステムを連携させるために必要な事項について十分な検討をすることができた。これにより、双方向型の電子マニュアルを含めて、相当きめ細かなシステム運用が期待できるようになった。

本研究では、ハードとソフト両面の開発が軌道に乗り始めた頃から、IT化に向けた環境作りと作業者の意識改革を促進するために、マン・マシン・インタフェースとしてのFWS（セル台）および画面表示と操作性について現場の作業者の意見を収集する作業を開始した。とくにFWS（セル台）については、作業者の評価を開発に反映させるために、実際に作業を行わせて使用後の感想や不具合点、改善要望等の意見を直接聴取した。電子マニュアルについても同様に、画面内のボタンの位置や画像情報が正しく手順を網羅しているかどうかの確認を行わせた。この結果は、以後のFWS（セル台）開発やシステム開発に十分盛り込まれ、P-D-C-Aサイクルの考え方に基づく改善が有効に機能していることが確認できた。

わが国では、小集団活動やQCサークルなどを活用して職場を改善する活動が古くより行われている。改善に向けた意識が高い職場では、作業者の参加を得ることにより効率的に改善活動ができる。

本研究による成果の最大の特徴は、作業者自らが電子マニュアルに盛り込む情報を比較的簡単に用意することができる点にある。作業者同士がデジタルカメラなどを活用してより良い作業方法を考案・検討・選択して画像情報を作成し、標準化された作業手順として教育訓練支援システムの中に組み込むことができるようにシステム全体が設計されている例はほとんどなく、参

加型改善を目指す今後の電子マニュアル作りあるいは類似のシステム構築の参考になると考える。

今日、多くの職場でITを活用したシステム構築が行われている。本研究の成果が参考になれば幸いである。