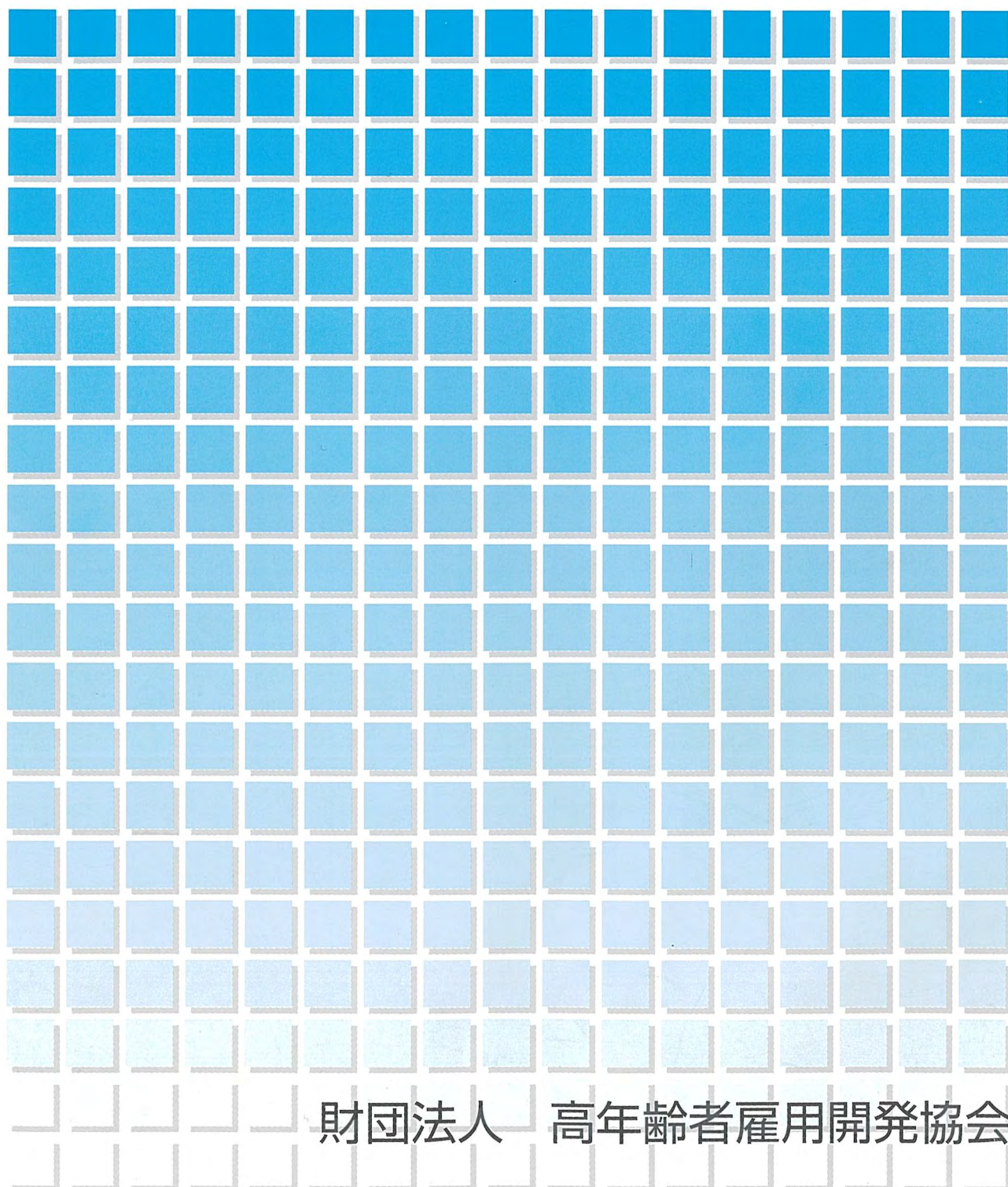


共同研究年報

—高齢者の継続雇用の条件整備のために—

平成13年度



財団法人 高年齢者雇用開発協会

職務再設計

酪農用機械器具製造業における 65歳までの雇用確保のための 職場改善等の条件整備に関する調査研究

株式会社 土谷特殊農機具製作所

所在地 北海道帯広市西21条北1-3-2
設立 昭和8年
資本金 6,000万円
従業員 87人
事業内容 酪農機械、器具の製造販売及びそれらに伴う畜舎等施設の建設

指定研究員

土谷特殊農機具製作所
の技術的発展の促進
に関する研究の推進
に関する研究の推進
に関する研究の推進

研究期間	平成13年4月～平成14年3月		
研究責任者	土谷 雅明	(株)土谷特殊農機具製作所	専務取締役
	三上 行生	北海道工業大学	教授
	飯田 憲一	北海道立工業試験場	科長
	畑沢 賢一	北海道立工業試験場	研究員
	岩田 昭夫	帯広市産業技術センター	技術アドバイザー
	渡邊 茂行	(株)土谷特殊農機具製作所	工場長
	池田 徳次	(株)土谷特殊農機具製作所	製造課係長
	根本 嘉和	(株)土谷特殊農機具製作所	製造課係長
	高砂 博	(株)土谷特殊農機具製作所	製造課係長
	大久保雅透	(株)土谷特殊農機具製作所	製造管理課主任
	古谷 喜徳	(株)土谷特殊農機具製作所	製造管理課

目 次

研究の概要

1. 研究の背景・目的	160
(1) 事業の概要	160
(2) 高齢者雇用状況	160
(3) 研究の背景	160
(4) 研究目的	160
2. 研究成果の概要	160

研究の内容と結果

1. “KAIZEN” アプローチ法の立案	162
2. エルゴマアプローチによる高齢者対応型職場の創出－その1－	162
(1) エルゴマ分析	162
(2) 「牛用不凍給水器製造ライン」における稼働率	163
(3) 「牛用不凍給水器製造ライン」におけるピッチダイヤグラム	165
(4) 各工程の加工時間の算出と作業姿勢負担評価指数の算出	165
(5) 作業負担分析	166
(6) エルゴマ分析の“指摘項目と改善の方向”分析	168
3. 製造業高齢者雇用に関わる経済的基盤作りのための生産管理教育の実施	170
(1) ロット生産から流れ生産へ改善した場合のシミュレーションの実施	170
4. エルゴマアプローチによる高齢者対応型職場の創出－その2－	170
(1) 「牛用不凍給水器製造ライン」の改善の実施	170
(2) 改善効果の測定	178
(3) 製造業高齢者雇用に関わる経済的基盤作りのための生産管理教育システムの確立	180
5. 高齢者継続雇用に対する企業コンセプトの再確認及び健康診断フォローアップ制度活用法ならびに継続雇用制度の確立	186
6. 作業標準書の作成	186

ま と め	190
-------	-----

研究の概要

1. 研究の背景・目的

(1) 事業の概要

当社は、北海道十勝地区および我が国の食料供給にも深く関わる酪農業を対象とした酪農機械・器具の製造販売及びこれらに伴う畜舎等施設の建設（自動搾乳機、牛用給水器等）を行っている企業である。

(2) 高齢者雇用状況

当社は、87人（男性71人、女性16人）の従業員からなり、継続雇用の制度は無いが、これまで運用で会社が認めるものに対しては64歳までの勤務延長を行ってきた。今後、「超高齢・少子社会」も鑑み継続雇用を制度として明文化し、さらに最終的には高齢者を戦力として活用できる条件を整えば定年延長を行うことも検討したいと考えていた。

(3) 研究の背景

当社製品は酪農業への知識や経験をノウハウとするところが多く、製品・施設製作にあたってはこれらノウハウを基盤とした経験や熟練・技能が不可欠となっている。そのため、働く意欲がある高齢者に対して、積極的にこれまで培った技能・経験を活かして活躍してもらいたいと考えている。しかし、高齢者は豊富な技能・経験を有するという長所がある反面、同一職種（作業）に長く従事していたことにより、近年の多様化する製品群に対して個人としてフレキシブルに対応することが困難であるという短所も感じられた。また、当社製造工程においては高齢者にとって負担の大きい作業が多く含まれているため、現状においては、高齢者は若年者の補助的な業務に携わることも多く、高齢者を戦力として必ずしも十分に活用できていなかった。

(4) 研究目的

「超高齢・少子」社会において高齢者が明る

く元気で働きつづけてもらうためにその障害となる作業負担を軽減し、かつ、生産性の高い職場づくりを実現する手段の一つに“KAIZEN^{*}”がある。

そこで本研究では、生産現場における高齢者の能力活用と継続雇用に資するため、「人間性と生産性の融合」を原点とした高齢社会に生き残れる企業づくりを目指した“KAIZEN”を中心とした実践的研究に取り組むこととした。

本研究では、本研究結果により当社での従業員の65歳現役雇用の実現化を図ることを第一目的として、次いで、高齢者雇用の条件整備の一助として本研究で用いた“KAIZEN”アプローチ法の有用性を提示することを第二の目的とした。

(*なお、本報告書では全員思考の集団活動として企業体質のレベルアップを図ろうとする日本式“改善”の意で、国際学会等で本研究の外部研究者である三上氏（北海道工業大学教授）等が用いている“KAIZEN”を使用している。）

2. 研究成果の概要

本研究では、「酪農用機械器具製造業における65歳までの雇用確保のための職場改善等の条件整備に関する調査研究」のテーマを掲げ、高齢社会に生き残れる企業づくりを目指し、生産現場における高齢者の能力活用と継続雇用に資する「人間性と生産性の融合」を原点とした“KAIZEN”を中心とした実践的研究を実施した。

得られた成果の概要は次のとおりである。

- ① 当工場の主力製品に「牛用不凍給水器」がある。本研究では、これまで“ロット生産”で生産されていた「牛用不凍給水器製造ライン」を対象として、作業負担の軽減と生産性向上を実現し高齢者にと

って容易に製造可能な“流れ生産”を基本とした高生産性ラインを実現した。具体的改善項目は以下のものであった。

- ・ 「スポット溶接作業」のための自動昇降機能付きスポット溶接用治具の開発
- ・ 「ウレタン注入前作業」の改善
- ・ 「ウレタン注入作業」の改善
- ・ 「ウレタン注入前作業及びウレタン注入作業」のための治工具開発
- ・ 「製品箱入れ及び製品積み上げ作業」へのバランスターの導入
- ・ 「流れ作業」実施のためのレイアウトの改善
- ・ 「ウレタン注入温度条件安定化」のための作業場の設置

- ② 高齢者を当社の戦力として活用できることを明らかにした研究成果から、65歳現役雇用の可能性を提示し、当工場の継続雇用制度を確立した。

- ③ 本研究の実施結果により作業負担の低減と生産性の向上の両立が企業及び従業員に具体的に認識され“KAIZEN”の有効性が明らかとなり、生産管理教育システムの確立等を含めて継続的“KAIZEN”への基盤作りが実現した。

- ④ 高齢者雇用のための個人及び企業の条件整備に関する好例となる“生産性と人間性の融合”からなる職務再設計のあり方を提示でき、本研究で用いた“KAIZEN”アプローチの他企業への展開を可能とした。

- ⑤ 外部研究者である三上氏（北海道工業大学教授）がこれまでの共同研究において適宜使用している“作業姿勢負担評価システム”を利用した非接触型の負担把握法が、改善の特定化及び改善評価に有用に機能することを現場調査を通し再度明らかにした。

研究の内容と結果

1. “KAIZEN”アプローチ法の立案

本研究を実施するにあたり下記に示すアプローチ内容を考えた。

- ① エルゴマアプローチ（人間性と生産性の融合）による高齢者対応型職場の創出
- ② 製造業高齢者雇用に関わる経済的基盤作りのための生産管理教育の実施
- ③ 高齢者が戦力として活用できる企業コンセプトの再確認及び健康診断フォローアップ制度の活用法と継続雇用制度の確立

2. エルゴマアプローチによる高齢者対応型職場の創出—その1—

(1) エルゴマ分析

本研究ではまず、エルゴマ手法（人間性と生産性の融合を目指した改善手法）を用い順次実施した（図表1）。

- イ. ステップ1の【狙い：長期的テーマ】は、“65歳までの雇用制度の導入、” 短期的テーマは、“負担の軽減と生産性の向上”とした。
- ロ. ステップ2、3を通して、ステップ4の【問題職場及び問題点の発見】から、本研究の職場創出改善対象ラインを「牛用不凍給水器製造ライン」とすることとした。

「牛用不凍給水器」とは、牛の飲み水を自動給水する装置で、中の水が減少すると、減った分の水が地下の配管を通り補給される仕組みになっている（写真1, 2）。

改善対象ラインを「牛用不凍給水器」とした理由は、この製品は当社の主力製品であり、製造はベテランの中高齢者によって行われている。しかし、ベテラン中高齢者は、施設関係の仕事が受注されると現場で設置業務をするため長期間現場に赴かなければならないことから、当社では「牛用不凍給水器」を施設関係の仕事が少ない工場の閑散期に見込み生産で、ロットでこの製



写真1 牛用不凍給水器



写真2 牛と不凍給水器

品を製造していた。そのため、倉庫には出荷まで大量の製品が在庫されている状況があった。幸いにもこれまでこの製品に関しては大幅な死蔵品になるケースは無かったが、これからの多品種少量生産時代の顧客需要に対応するためには、工場全体がフレキシブルな生産体制へ移行することが不可欠と考えた。また、この「牛用不凍給水器製造ライン」を構成する、“スポット溶接”、“ウレタン注入前作業”、“ウレタン注入作業”等のメインの作業工程は、作業者が固定されており、担当作業員以外は加工ができない現状があり、それがネックとなりロット作業にもなり、また、重量物運搬、物の持ち上げが頻回に発生する負担の大きい作業により構成されていた。そこで、

ハ. ステップ5の【現状分析】では、

- ① 作業員行動調査（含むVTR撮影）

② 身体的負担検査

③ 作業環境調査

を実施した。これら調査結果を基に、

ニ. ステップ6の【指摘項目と改善の方向】

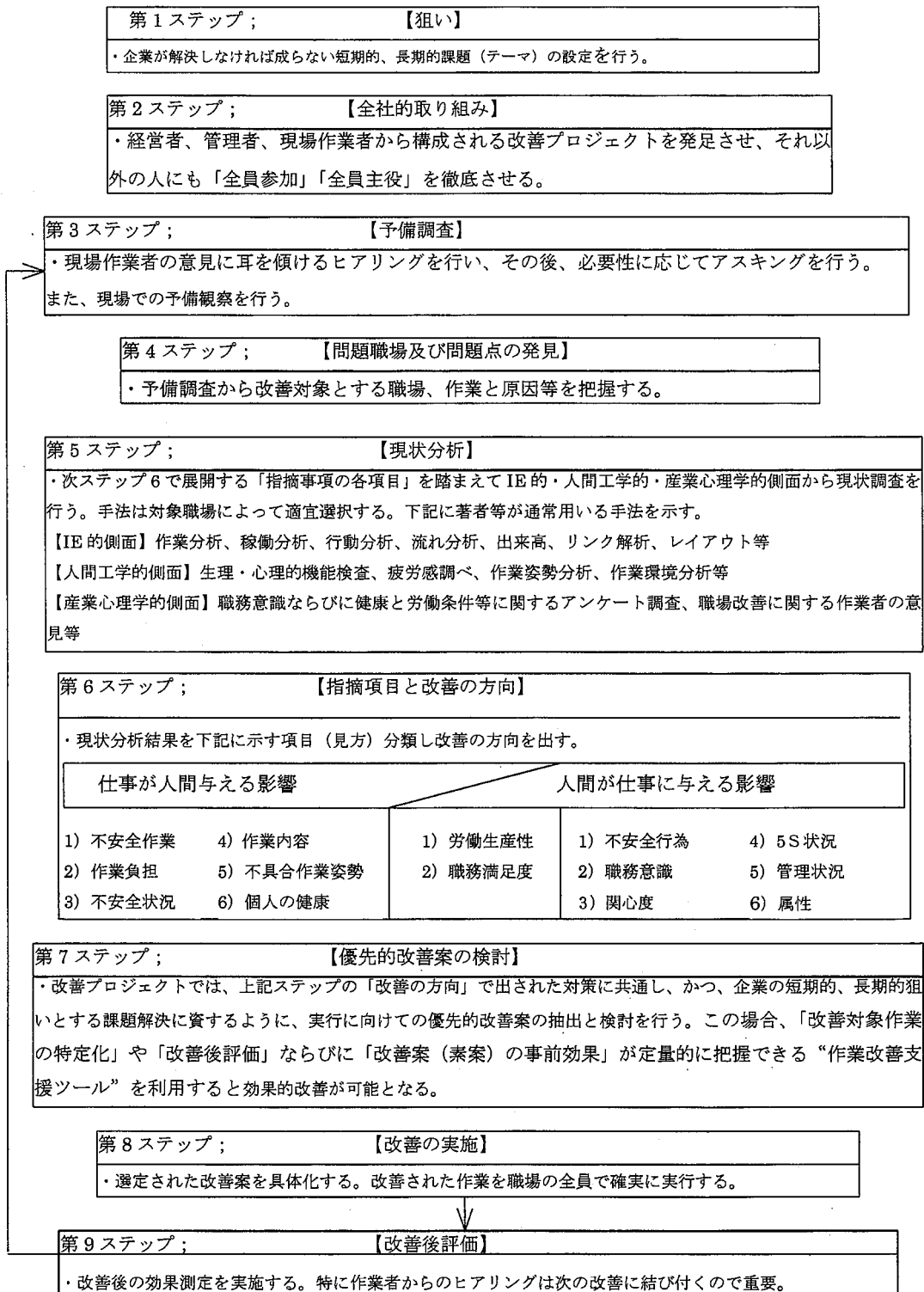
からの指摘項目を利用して問題点の把握を

実施した。

(2)「牛用不凍給水器製造ライン」における稼働率

作業者行動分析から、各工程における作業者の作業内容を把握するとともに稼働率を求めた。「牛用不凍給水器製造ライン」は大きく6つの作業で行われている。

図表1 エルゴマアプローチ概念図



- ① スポット溶接作業
不凍給水器のハカマと開口部とのスポット溶接作業
- ② ウレタン注入前作業
・ 給水器のハカマに、断熱のための注入するウレタンがビス穴から飛び出さないための目張り作業とラップ巻き作業
・ 不凍給水器挿入用型枠（中子）の準備と組付を行う段取り作業
- ③ ウレタン注入作業
ウレタン注入機を用いてハカマと中子の断熱用隙間内にウレタンを注入する作業
- ④ ウレタン注入後作業
硬化したウレタンの端材を取る作業
- ⑤ 電気ボックス・ヒータ組み付け作業
断熱された内部に電気ボックス・ヒータを組み付ける作業
- ⑥ 組立・梱包作業
フロート組み付けと検査及び完成品の箱詰め作業

当ラインでは本研究の調査時、ロット数を30個としたロット生産を実施していた。30個を作るために調査時の延べ作業人数は18名であった。

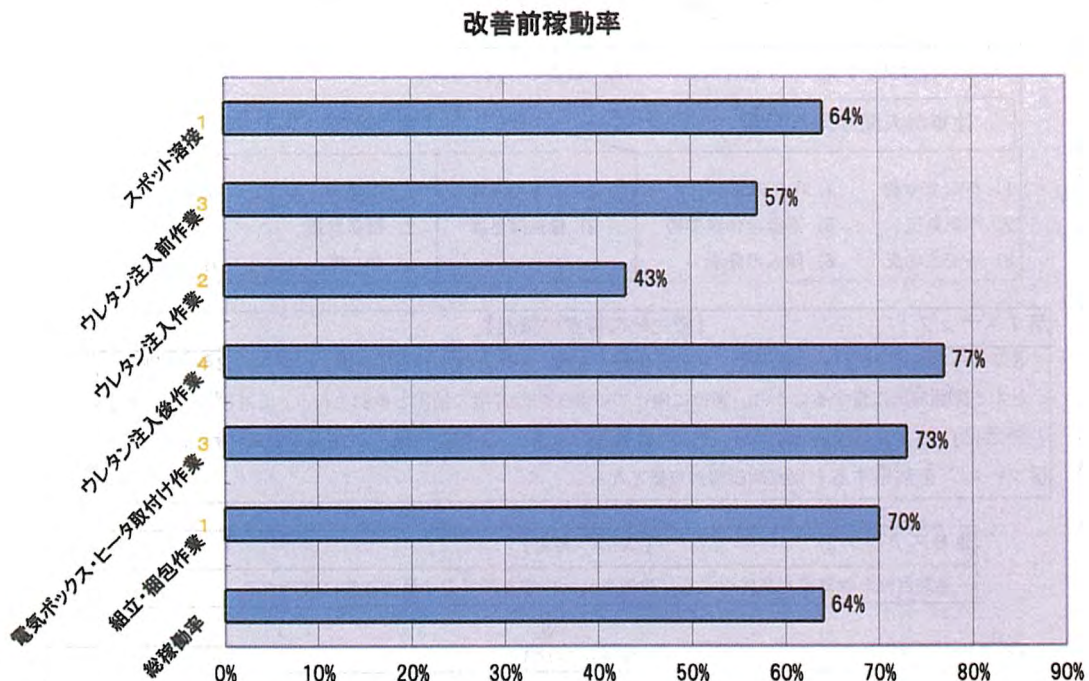
図表2に、“主作業”と“付随作業”を合計した“主体作業”（付加価値の加わっている時間）を用いた稼働分析結果を示す。

ライン全体の総稼働率は64%。稼働率が最も低い工程は、ウレタン注入作業の43%であった。ウレタン注入作業は、不凍給水器の内部を断熱するためにハカマと中子の隙間にウレタンを注入し自動硬化させ断熱させる方法を

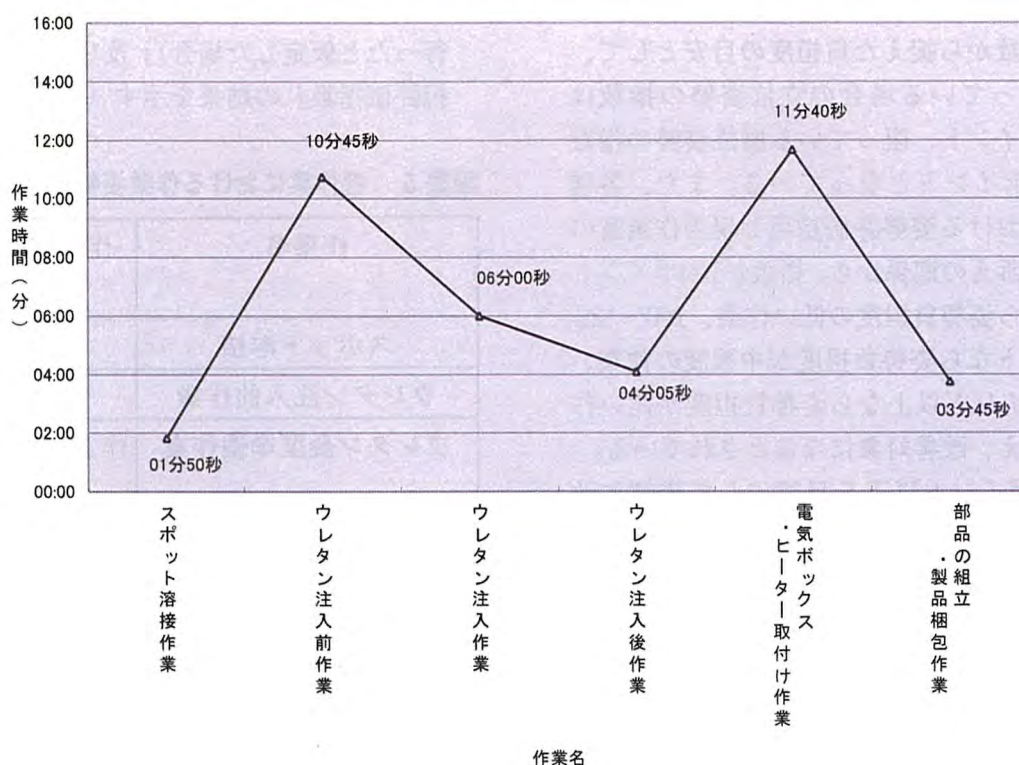


写真3

図表2 工程ごとの稼働分析結果



図表3 「牛用不凍給水器製造ライン」におけるピッチダイヤグラム



とっている。

稼働率が低いのは写真3で示すように注入後ウレタンが均等にまんべんなく不凍給水器ハカマの内部に付着せず、不良が発生し作業者が注入機のノズルを何度も修理していたためであった。

(3)「牛用不凍給水器製造ライン」におけるピッチダイヤグラム

作業者行動分析から、現状作業において製品1個当たりの加工に要する時間のピッチダイヤグラムを作成した。その結果を図表3に示す。

ピッチダイヤグラムにより、本ラインでは「ウレタン注入前作業」と「ウレタン注入作業」及び「電気ボックス・ヒーター取付け作業」の3つの作業がネック工程となっていることが明らかとなった。

(4)各工程の加工時間の算出と作業姿勢負担評価指数の算出

作成したピッチダイヤグラムから30個製造した場合の「製造時間（並行作業は時間が人

数分短縮される）」と「延べ工数（1人で行ったと仮定した場合）」を算出した。

また、ビデオ分析から外部研究者の三上研究室（北海道工業大学）で開発した“作業姿勢負担評価システム”を用いて現状作業の“作業姿勢負担評価指数”を算出した。

イ. “作業姿勢負担評価システム”の概要

このシステムは、機能低下が否めない高齢者の最大のウイークポイントとなる身体的（筋的）作業負担を軽減するため、“1作業姿勢ごと身体各部位の筋負担（筋電図使用）値を利用し、現場で発生する作業姿勢とその作業姿勢に対応する負担評価指数のデータ（2005姿勢の筋電値を登録）を照合し、各種作業時における作業姿勢負担度を定量化（指数を算出）し、算出された負担指数の比較によって改善対象の特定化を可能とする”システムとなっている。

現場で生ずる作業姿勢とその出現頻度（%）を入力することで簡単に負担評価指数を算出することができるので、「改善の計画」段階での改善ポイントの指摘及び「改善の評価」での改善効果測定に有効に利用

し得るものである。

これまでの研究結果から、作業姿勢負担評価指数から捉えた負担度の目安として、単に立っている場合の立位姿勢の指数は62.8ポイント、座っている座位姿勢の指数は46.3ポイントとなっている。また、各種作業における姿勢評価指数と現場作業者の自覚的訴えの関係から、指数が100ポイント以下なら姿勢負担度の低い作業、100～120ポイントなら姿勢負担度が中程度の作業、120ポイント以上なら姿勢負担度が高い作業といえ、改善対象になるとされている。

100ポイント以下を目標にして継続的改善を行うことが望ましいとされている。

ロ. 対象工程の加工時間と作業姿勢負担評価指数の算出

対象工程において30個製造した場合の

図表 4

作業名	作業者の延べ人数	延べ工数	製造時間(時間)
スポット溶接	1人	$1.83 \times 30 = 54.9$ 分 =0.915時間	0.915
ウレタン注入前作業	3人	$10.75 \times 30 = 322.5$ 分 =5.375時間	1.792
①ウレタン金型準備作業	1人	$2.0 \times 30 = 60.0$ 分 =1.0時間	1.5
②ウレタン金型組付け作業	1人	$1.0 \text{分} \times 30 \text{個} = 30 \text{分} = 0.5 \text{時間}$	
③ウレタン注入作業	2人	$3.0 \times 30 = 90.0$ 分 =1.5時間	
端材取り作業	4人	$4.08 \times 30 = 122.4$ 分 =2.04時間	0.51
電気BOX・ヒーター取付	3人	$11.67 \times 30 = 350.1$ 分 =5.835時間	1.945
組立・梱包作業	3人	$3.75 \times 30 = 112.5$ 分 =1.875時間	0.625
	18人	19.04時間	7.29時間

「作業人数」「製造時間（並行作業は時間が人数分短縮される）」と「延べ工数（1人で行ったと仮定した場合）」及び「作業姿勢負担評価指数」の結果を示す（図表4, 5）。

図表 5 各作業における作業姿勢負担評価指数

作業名	作業姿勢負担評価指数
スポット溶接	102.89
ウレタン注入前作業	113.57
ウレタン金型準備作業	作業者 A : 123.40 作業者 B : 125.89
ウレタン注入作業	125.14
端材取り作業	107.68
型枠の持ち上げ	159.17
箱詰め作業	156.61

ロット生産で30個製造する場合の作業人数は18名、延べ工数は19.04時間、製造時間は7.29時間であった。

(5) 作業負担分析

調査期間中「牛用不凍給水器製造ライン」を担当する作業員に対して負担に関する測定を実施した。実施した項目は、作業前・後に“疲労感を調べる疲労自覚症状しらべ”、“手指機能を調べるタッピング(20秒間)”、“大脳皮質の活動レベルを調べるフリッカー検査(CFF)”、“下肢の負担度を調べる下腿周長”、“上腕の筋力負担を調べる握力”の5つの測定を実施し、作業時間中には“身体的負担度を調べる心拍メモリー(60秒ごとの心拍数をメモリー)による心拍数”、“行動量を把握する歩行数と消費カロリーを算出するための万歩計”を装着した。下記に機能検査風景を示す。また作業中の作業姿勢は“作業姿勢負担評価システム”で解析できるようVTR撮影を実施した。また、騒音、照度に関する作業環境測定も実施した。

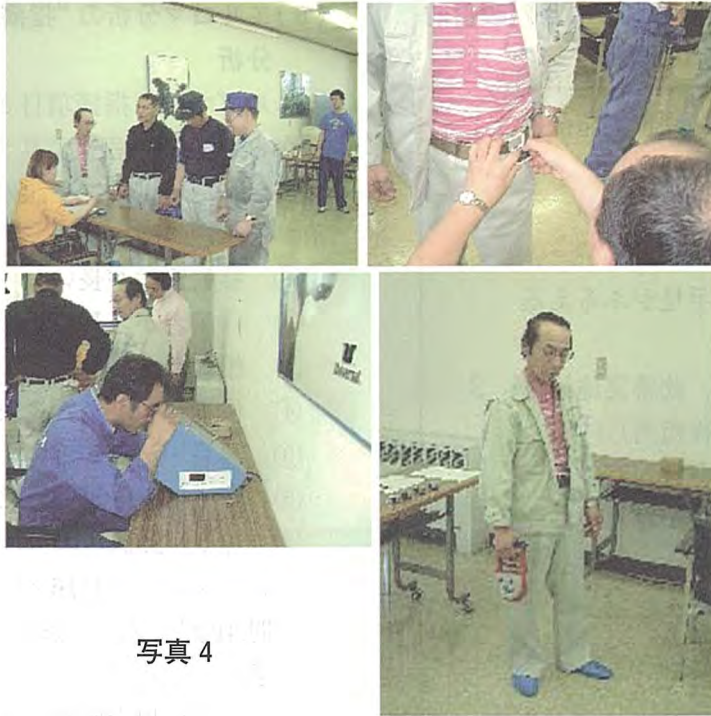


写真 4

イ. 機能検査結果

タッピング、握力、CF Fに関する機能検査結果では、作業後に機能亢進を示し、作業前に比較して作業後に筋力系、大脳皮質系の機能低下は認められなかった。

しかし、下肢の負担度を示す下腿周長では、作業後に機能低下を示す作業者が出現した。

ロ. 疲労自覚症状しらべ

改善実施後の新ラインでの作業と改善前の現状作業を共通して担当した作業者の改善前の訴え率を図表6にまた、訴え項目を図表7に示す。

図表6から、作業後の作業員別症状群の訴えでは、スポット溶接担当者はⅢ>Ⅰ>Ⅱの肉体型作業で多く認められる訴えを示し、ラップ巻き・端材取り作業担当者は一般型の訴え、ウレタン注入でノズルのつまりが発生し、不良品のつど修理を余儀なくされた担当者はⅡ>Ⅰ>Ⅲの“注意集中の維持困難”のⅡ群が高い「へばり」を示す症状群を呈した。

図表7の訴え項目からもウレタン注入作業の注入に起因する負担の大きさが窺われた。

図表 6 疲労自覚症状の作業員ごとの訴え

疲労自覚調査			改善前ロット生産	
			実測値	作業前・後の比較
根本	Ⅰ群	作業前	10%	—
		作業後	10%	
	Ⅱ群	作業前	0%	増加
		作業後	10%	
	Ⅲ群	作業前	10%	増加
		作業後	30%	
高砂	Ⅰ群	作業前	40%	増加
		作業後	55%	
	Ⅱ群	作業前	15%	増加
		作業後	45%	
	Ⅲ群	作業前	35%	—
		作業後	35%	
宮田	Ⅰ群	作業前	0%	増加
		作業後	15%	
	Ⅱ群	作業前	0%	—
		作業後	0%	
	Ⅲ群	作業前	0%	増加
		作業後	10%	

図表7 作業員別に訴えられた項目（改善前
ロット生産の現状）

作業員：根本（なお、改善実施後は、1・2工程担当）	
全身がだるい	足がだるい
物事が気になる	肩がこる
口が乾く	手足がふるえる
作業員：高砂（なお、改善実施後は、3・6工程担当）	
頭が痛い	全身がだるい
足がだるい	頭がぼんやりする
目が疲れる	動作がぎこちなくなる
足元がたよりない	
考えがまとまらない	
話をするのが嫌になる	
いらいらする	物事が熱心になれない
ちょっとしたことが思い出せない	
物事が気になる	
きちんとしてられない	
根気がなくなる	頭が痛い
肩がこる	腰が痛い
息苦しい	口が乾く
手足がふるえる	
作業員：宮田（なお、改善実施後は、2・4工程担当）	
目が疲れる	
口が乾く	

ハ. 作業姿勢負担評価システムから捉えた作業姿勢分析

前記でも示したがVTR分析から作業姿勢に問題があると考えられる作業を抽出し作業姿勢負担評価指数を算出した。

作業員の作業姿勢の負担の観点からはすべての作業が100ポイント以上を示し、中でも「ウレタン金型準備作業」「ウレタン注入作業」「型枠の持ち上げ」「箱詰め作業」の改善の必要性が明らかとなった。

(6)エルゴマ分析の“指摘項目と改善の方向”分析

エルゴマの“指摘項目と改善の方向”の分析から外部研究者によりライン全体に対して指摘された項目は、下記のものであった。

イ. 生産性の観点から、

- ① 移動距離が長い
- ② 作業員が工具部品を探すことが多い
- ③ 相談が多い
- ④ 作業台が可動式になってない
- ⑤ 製品・治具が重い
- ⑥ レイアウトが流れになってない
- ⑦ 加工（30個）中、“オシヤカ1台”、“ウレタン注入不良16/30”“ウレタン修正時間20分”“ノズル修理47回”であり不良が多い
- ⑧ 不良が出た時点でわかる仕組みになっていない”、“不良が出たらラインを止める教育ができていない”

ロ. 作業方法の観点から

- ① ロット生産による作りすぎのムダが発生している
- ② ウレタン注入作業の段取り作業を無くせないか

ハ. 作業負担の観点から

- ① 作業姿勢の悪い作業が多い
- ② 重量物運搬が多い
- ③ 手作業によるウレタン段取り作業、特に“型清掃（注入機→運搬→清掃→ビニール被せ）”“型込め作業（型を製品の中に入れる）”は20kg以上の物の持ち上げを伴う負担の大きい作業と判断された。

これらを含み、本ラインの各工程ごと、加えて調査時に実施した「牛用不凍給水器」の部品加工に関する作業に対して指摘された問題点をまとめたものを図表8に示す。

図表 8 「牛用不凍給水器」に関する問題点

【組立作業】

No	問題点
1	工場内が広いので移動距離が多い。
2	作業者が工具部品等を捜す時間が多い。また、相談時間も長い。
3	作業台にキャスターが付いていない。(組立作業台等)
4	製品、部品箱の重量があり、積み降ろしが大変。
5	レイアウト(作業配置)が悪いので、作業効率が悪い。 →作業域の検討。
6	床が平らでないため台車が製品に衝突し、製品が不良になりそうになった。(ゴミ運搬台車)
7	ウレタン注入作業の不良が多い。 →原因究明、ラインを停止するシステム作り。
8	作業姿勢が悪い。(ウレタンノズル修理作業、型枠清掃作業等)
9	点検口上部(継ぎ)の変形が次工程で発見された。 →工程内の検査体制(後工程に不良を流さない)
10	型枠(21kg)の運搬が大変。
11	不良品の処理方法が不明確。 →部品の補填はどうするか、在庫管理は?
12	梱包バンド結束機の移動が大変。
13	ウレタンの回りが悪い。
14	ウレタン注入終了の目安がはっきりしていない。 →注入量の管理、外気温の管理。
15	ウレタン型枠離型用ポリ袋は作業性、コスト面で問題有り。→型枠離型剤、型枠表面処理(テフロン)の検討。
16	ウレタン注入作業のガンは重量もあり、負担が大きい。→2人作業から1人作業化を含めた機器の検討。
17	作業手順、作業方法が作業者に周知していない。
18	ネジ類の種類が多く、保管場所も整理がされていない。
19	組立場は全体的に暗い。(天井が高く、明るくない。)

20	ウレタン注入作業の各人の作業分担が平準化されていないため、手持ちが発生している。
21	ウレタン注入不良品のウレタン除去作業で包丁を使っており危険である。

【電気品組立作業】

No	問題点
1	碍子のボルト部コーキング作業においてガンの保持に負担が掛かる。
2	作業台の高さが低く、作業姿勢が悪い。
3	手力締めでは圧着力が不安定。

【板金作業】

No	問題点
1	70tプレスの安全SWがはずされており危険。
2	プレス作業の耳栓の装着が徹底されていない。
3	SWがONのまま連続作業をしていて危険。
4	金型取付位置が悪いので製品に傷が付いていた。 →取付位置の管理必要。
5	第二プレス工場金型置場の改善が必要。 ・整理整頓→不要品の整理、表示。 ・照度が低い(150Lx)→蛍光灯の取付位置工夫必要。 ・出入れを手運搬していた→台車の活用。(床の段差の解消?)
6	段取用の治具を捜すムダが見られる。
7	工程数が多く、効率が悪い。(点検口)
8	半製品置き場が一定していない。→集中化
9	半製品(製品)の運搬の多くはフォークリフトを使用しており待ち時間が発生していた。
10	プレス金型交換用の作業台の高さが低いためプレス取付時の負担が大きい。
11	NCブレーキプレスの制御部が故障しており、寸法を一回一回入力する手間が掛かる。
12	タレパン加工品置場が通路をまたいだ所にあるため、歩行が多い。→作業中は通路を閉鎖できないか。

13	スポット溶接作業の場所が狭い。
14	スポット溶接機が固定式のため作業性が悪く、負担が大きい。
15	段取りに時間が掛かりすぎる。(30~60分)

【その他】

No	問題点
1	ロット生産から流れ生産化の検討必要。
2	多能工化、多工程持ちの検討。
3	作業標準書の整備必要。
4	TPMの推進。(Total Productive Maintenance: 総合生産保安、現在の生産設備を見直し、能率が上がるように改善すること。)
5	作業者同士の打合せ、雑談が多々見られる。
6	フォークリフトの駐車場所が一定でないため探すムダが見られる。
7	治工具管理必要。
8	作業指示、目標時間(標準時間)が不明確。

3. 製造業高齢者雇用に関わる経済的基盤作りのための生産管理教育の実施

(1) ロット生産から流れ生産へ改善した場合のシミュレーションの実施

イ. 効率的でムダがなく、かつ、不良を出さないJIT製造方法の基本の1つに“流れ生産”がある。本研究では現状分析結果を

基に外部研究者と現場関係者が一緒になり対象ラインに流れ生産を導入した場合の改善効果に関するシミュレーションと、現状分析結果を再度確認し、改善実行のための生産管理に関わる勉強を実施した。図表9にシミュレーション結果を示す。要望及び問題点を聴き取り調査した。

4. エルゴマアプローチによる高齢者対応型職場の創出—その2—

(1) 「牛用不凍給水器製造ライン」の改善の実施

シミュレーション結果を踏まえ、また、調査結果から出された問題点を解決するためプロジェクトチームが中心になって「牛用不凍給水器製造ライン」の改善を順次実施した。

イ. 「スポット溶接」作業の改善案の検討

① 改善目的

現状作業(写真5)では、据え置き型のスポット溶接機を使用して、治具に取り付けられたハカマを移動させながら溶接していた。溶接時には腰をかがめた足腰への負担を伴う作業姿勢をとり、また、大型サイズの製品では2人の作業者による組作業を行わなければならない、大型サイズであってもスポット溶接作業を、1人で楽な作業姿勢で行えるようにしたいと考えた。

② 改善案の内容

a. 改善案1

改善案1として、重たい治具とハカ



写真5 溶接作業

図表9 流れ生産を実施した場合のシミュレーション結果

1個流し生産（工程の分割、統合、再編成）			
作業名	1個当たり製造時間(分)	作業人数	製造時間(分)
① スポット溶接	1.83	2	6.29
②-1 ウレタン注入前作業	10.75		
②-2 ウレタン金型準備作業	6.0	1	6.0
③ ウレタン注入作業	4.08	1	4.08
④ 電気BOX・ヒーター取付	11.67	2	5.83
⑤ 組立・梱包作業	3.75	1	3.75
合計	38.08	7名	

【工程・作業の編成法】

ア. 上記作業①と②は現状では離れていた工程を寄せ、①の担当者が製造ピッチタイム6.29分の中で②の工程をも担当する。

イ. ④の担当者は2名で並行作業を行うことで製造時間11.67分の中で2台完成することになるのでピッチタイムは5.83分になる。

【30個流した場合の製造時間】

ア. $38.08 \text{ 分} + 6.29 \text{ 分} \times 29 \text{ 個} = 220.49 \text{ 分} = 3.675 \text{ 時間}$
 （38.08分は最初の1個目が完成するまでの時間、以降はネック工程となる①②の6.29分間隔で製品ができてくる。）
 $7.29 \text{ 時間} - 3.675 \text{ 時間} = 3.6 \text{ 時間短縮}$ でできることとなる。
 （7.29時間はロット生産の場合の製造時間）
 生産性は1.98倍

イ. 作業人数
 延べ人員は18名から7名に少人化できる。

マを移動させないで溶接する方法を検討した。具体的には、図表10に示すようにハンディータイプのスポット溶接機を回転式アームに取り付けられたバランスに接続して、作業者が溶接機を溶接ポイントへ移動させることを考えた。

写真6に示すようなハンディータイプの溶接機のダミー（大きさと重さを再現したもの）で、写真7に示すよう



写真6 溶接機ダミー

図表10 改善案1のイメージ図

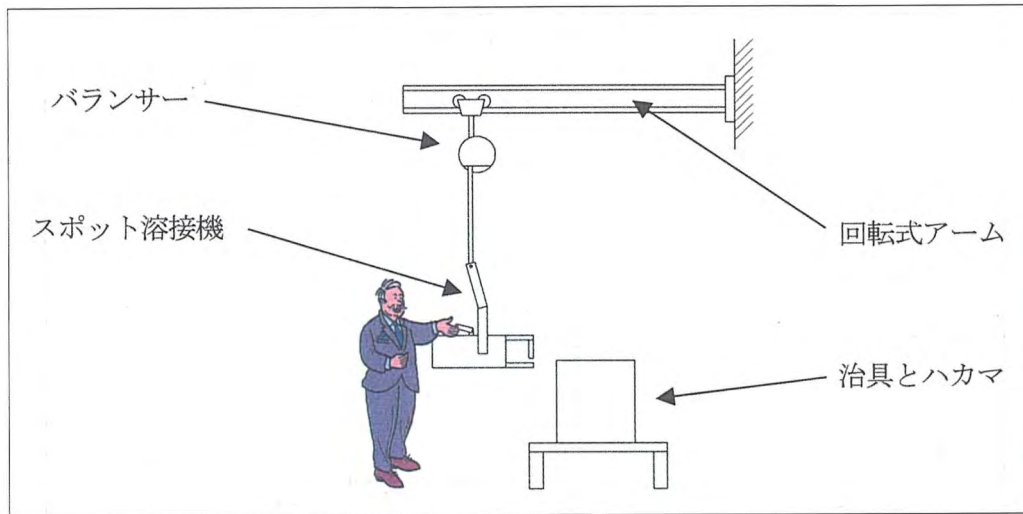


写真7 溶接実験風景



写真8 自動昇降機能付きスポット溶接治工具

に実験を試みた。

その結果、使用作業員から下記の意見が出された。

- 上下方向の重さは、バルンサーによって無負荷になっているが、スポット位置に合わせるための微調整が難しい。

○大きいサイズの製品では、反転作業をせずに溶接できるので楽である。

○小さいサイズの製品では、現状の治具を見直したほうが効果的である。

以上の内容から、溶接作業に関しては、1種類の方法（ハンディータイプ）で行うには更なる工夫が必要であり、「製品サイズごとの対策でも効果がありそう」との意見もあることから、次の改善案を検討することとした。

b. 改善案2

改善案1の結果を受けて、出荷量の多い小型タイプの溶接については、従来法をベースに“製品の持ち上げ”と“位置決め”を楽におこなえる仕組みを持つ「自動昇降機能付きスポット溶接治工具」を考えることとした。

写真8に“新型溶接治工具”を示す。開発した治工具には、

- X-Y方向への移動と180度回転が可能
- スポット溶接の位置決めが可能
- 溶接端子を乗り越えるための昇降機能

があり、これを使用することで誰で

も容易に作業できるようになり、従業員の多能工への前提ができると共に負担軽減につながる効果を持つものとなった。

ロ. 「ウレタン注入前作業」の改善案の検討

① 改善目的

ウレタンを注入する際のビニールをかぶせる前作業は、重量物の型枠を扱う作業で、作業員への負担が大きいものであった。また、ビニールも工程途中で破棄されるものでコスト的なムダが発生していた。そのため、この高負担作業の軽減と資材の削減を目的として、「型枠処理」によるビニールかぶせ作業の削除を検討した。

写真9, 10は、ウレタン注入前に行われるビニールかぶせ作業の様子である。

この作業は、型枠へのウレタン付着防止のために行われるが、20kg以上の型枠

を持ち上げる作業も行われるため、作業員にとっては非常に辛い作業の1つとなっていた。また、ビニール袋の値段が1枚40円で、工程途中で剥がされて廃棄されるため、コスト的にも削除したい作業となっていた。

② 改善案の内容

a. 改善案1

離型剤と表面処理による付着防止方法の検討

型枠へのウレタン付着防止のために行われているので、離型剤と表面処理による付着防止方法を検討した。検討したのは、離型剤とテフロンコーティング（市販のフライパン使用）である。写真11に試験材料、写真12にウレタン塗布状況、写真13に実験結果を示す。

剥離後の表面状態からも明らかのように、



写真9 ビニールかぶせ作業



写真11 実験試料



写真10 型枠組み込み作業



写真12 ウレタン塗布状況



写真13 剥離後の比較

- 離型剤とテフロンコーティング共に効果が確認できた。
- 離型剤とテフロンコーティングの比較では、離型剤の方が剥離し易い結果となった。

製造コストを考えると、離型剤はランニングコストが掛かるので、できれば表面処理で対処したいと考えた。テフロンコーティングには成分によって幾つか種類があるようなので、テフロンコーティングに関する資料を検討し、試料を作製して再度確認実験を行い、方法を決定することとした。

b. 改善案2

表面処理の違いによる付着防止方法の検討

フライパンを用いたテフロンコーティングの実験では離型剤仕様に比べ効果が薄かったため、表面処理業者から別のテフロンコーティングの試料を入手し、再度剥離実験を行った。その結果、テフロンコーティングと離型剤塗布仕様の最適なものを確認できた。

しかし、今後の課題として、離型剤一回の塗布で、何回ウレタン注入が可能かどうかの検討が残された。

ハ. ウレタン注入作業の検討

① 改善目的

現状調査においてウレタン注入でのトラブルが多く不良品が発生し、作業者が注入機等を常に修理している状態が観察

された。不良の発生しないスムーズなウレタン注入作業を目的とした改善案について検討することとした。

本研究ではまず、当社で使用している硬質ウレタンフォーム、ウレタン発泡施工技術について調査し順次改善を進めることとした。

② 改善案の内容

不良を削減するため2つの実験を実施した。

a. ガス穴確認実験

b. ウレタン注入機及びウレタン原料の検討

実験結果を踏まえ、注入機（発泡機）は写真14で示すものに、原料は写真15で示す現状のものを導入することとした。

ニ. 「ウレタン注入前作業及びウレタン注入作業のための治工具開発」



写真14



写真15

① 改善目的

下記の目標を達成するため、新しい方式のウレタン注入治工具の検討を実施した。

- a. 仕上げ作業の大幅時間短縮（ウレタン漏れをなくす）、ウレタン付着防止用ラップ巻きの廃止。
- b. 注入作業の作業者を2人から1人へ。
- c. 型枠（中子）ポリ袋かぶせ、及びセット作業（25kgの型枠運搬）の廃止。
- d. 点検口部型枠取り付け作業の簡略化。
- e. 脱型時の製品固定方法の改善（製品変形対策）。

② 改善案の内容

- a. 型枠（中子、点検口）と固定治具の一体化の検討

上記の改善目的を満たすため写真16に示す従来型から、写真17に示す“型枠（中子、点検口）と固定治具の一体化”タイプの治工具を試作した。型枠は、テフロン加工を行ったものを使用した。

③ 試作結果

試作品を用いて注入作業を行ったところ、写真18で示すように型枠と製品の離型性については5回まで離型剤を塗布しなくてもウレタンの付着はないこと確認し、良好な結果が得られた。

試作機による注入作業の結果、検討事項として下記の問題が発生したので順次改善を実施した。

- 問題1. ウレタンがハカマの全域に充填されない。→最適注入時間（約6秒）、脱型待ち時間（2分30秒）で解決。
- 問題2. ウレタン注入終了時からの注入口の噴出しがある。→ゴムを利用した逆止弁タイプの注入口の採用で解決
- 問題3. 上部コーナ部の漏れが発生した。→天板板厚を12mmとし強度を



写真16 従来（型枠別体）



写真17 型枠一体化タイプ



写真18 テフロン加工を行った
型枠一体化タイプ

もたせ、治具上部シール材VA（エチレン酢酸ビニール共重合樹脂）シートを従来のゴムシートの上に挟むことで解決。

- 問題4. 外側板がふくらんだ（排水パイプが抜けそうになった）。→注入時外側からの製品おさえ構造とし解



写真19 製品持ち上げ、積み上げ風景

決

問題5. 天板と中子取り付け部にウレタンが詰まった。→天板と中子取付部に逆Rをつけて解決。

問題6. ウレタン注入型枠の下部シール材（発泡剤）が剥がれ、ウレタン漏れが発生した。→粘着性が強く、ウレタンが付着しにくいシール材を捜すこととした。

ホ. 製品箱入れ及び製品積み上げ作業の検討

① 改善目的

完成品の製品箱入れ作業は、製品CPE-400の小型サイズで25kgあり、運搬用取っ手がないため写真19で示すように作業者は上蓋とハカマの数ミリの境に指をかけ持ち上げるといふ不自然でかつ腰や腕に相当な負担がかかる作業となっていた。また、梱包後の製品積み上げ作業も3段重ねを行う重量物持ち上げ作業であった。これら担当者の意見は次のとおりであった。

- 取っ手がないので、箱詰めが大変である。
- 皿の縁をつかんでいるので、手を切ってしまう恐れがある。
- 背の高い作業者は段ボールを包装機の上に置いたまま製品を入れることができるが、背の低い作業者は段ボールを床の上に置いて製品を入れ、その後、包装機に載せて包装し、積み上げている。
- 以前は積み上げの段数が3段だった

が、今は2段が精一杯である。

- 1日に70台製造すると、次の日、足が痛くなる。

そこで作業者の負担を軽減し誰でも可能な作業とするため、エアーを用いて吸い上げるバルンサーの導入を検討することとした。

② 改善案の内容

バルンサーの対象となる作業内容から要求仕様を考え導入可能な機器を検討した。図表11に要求仕様を示す。

図表11 導入バルンサーへの要求仕様

- CPE-400（約25kg）の箱詰め作業→吸盤使用
- CPE-400（約25kg）のパレット積み重ね（2段）作業→フック使用
- ウォータカップ（約11kg）のパレット積み重ね（4段）作業→吸盤使用
- 塗装ハンガーへの引っ掛け作業→オーバーハングのフック使用
- CPE-2000ハカマ（約25kg）のスポット作業（スポット後の移動）→吸盤使用

その結果、本体移動式の低床タイプ、圧空リジェクター方式（真空発生装置）バルンサーを採用することとした（写真20）。

ヘ. 流れ作業化のためのレイアウトの改善

① 改善目的

現状のバッチ式生産方式では製造時間、不良も発生する等生産効率の悪いも

ト. ウレタン温度条件安定化のための作業場の設置

① 改善目的

ウレタン原料の性質として、前記ウレタンで、「外気温度が低い場合は使用薬液のフリー発泡密度が高くなり吐出時間が増加する」ことが確認された。このことは温度が発泡密度に影響しウレタン注入の不良品発生の有無に大きく関わってくることを推測させた。

当社のウレタン注入担当者からも注入時における温度管理の大切さが指摘されていたこともあり、当社立地の帯広市の



写真21 新設したウレタン温度条件安定化のための作業場

冬場での作業を考えた場合ウレタン温度条件安定化のための作業場の設置が大切と考えた。

② 改善内容

そこで、本研究ではウレタン作業を中心として、また、冬場でも充分な作業を実行できるよう“ウレタン前組・発泡ライン”は図表13で示すようなレイアウトとし、暖房施設を兼ね備えた作業場とした（写真21）。

(2)改善効果の測定

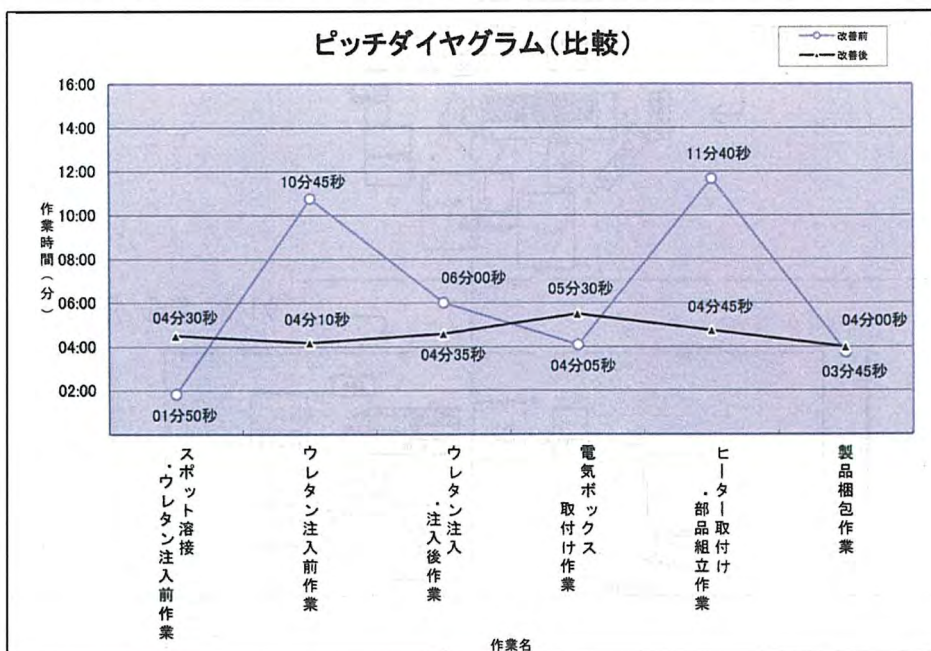
対象ラインの「牛用不凍給水器製造ライン」では、従業員一丸となって“作業負担の軽減”と“流れ生産”に向けての改善に取り組んだ。

本研究で実施された対象工程での改善項目を要約すると以下のものとなる。

イ. 対象工程の改善項目

- ① 「スポット溶接作業」の改善
 - 自動昇降機能付きスポット溶接用治具の開発
- ② 「ウレタン注入前作業」の改善
 - a. 型枠面処理方法の検討：テフロンコーティング（FEP）+離型剤塗布仕様
- ③ 「ウレタン注入作業」の検討
 - a. ガス穴確認実験

図表14 改善実施後の流れ生産ラインでのピッチダイヤグラム



- b. ウレタン注入機及びウレタン原料の検討
- ④ 「ウレタン注入前作業及びウレタン注入作業」のための治工具開発
- ⑤ 「製品箱入れ及び製品積み上げ作業」の検討
- ⑥ 「流れ作業」実施のためのレイアウトの改善
- ⑦ 「ウレタン注入温度条件安定化」のための作業場の設置
- ロ. 改善効果の測定

このような改善実施後の“流れ作業”新ラインで同製品を30個製造した。新ラインでのピッチダイヤグラムを図表14に示す。改善効果測定時このラインでは、作業員3名を用いて1工程～3工程までの“前組・発泡ライン”において30個製造し、次いで、同一作業員3名を用いて“組立・梱包ライン”の4工程～6工程を実施する製造方式をとった。

① 労働生産性の比較

a. “前組・発泡ライン”

1～3工程（スポット溶接、ウレタン注入前作業、ウレタン注入作業）までの、ピッチタイム、延べ工数、製造時間、延べ人数は下記のようになった。

☆ ピッチタイム：4.58分
☆ 延べ工数：6.63時間
☆ 製造時間：13.25分 + 4.58分 × 29個 = 146.07分 = 2.44時間
☆ 延べ人数：3名

b. “組立・梱包ライン”

4～6工程（ヒーター取付け、絶縁・消費電力検査、梱包作業）までの、ピッチタイム、延べ工数、製造時間、延べ人数は下記のようになった。

☆ ピッチタイム：5.5分
☆ 延べ工数：7.13時間
☆ 製造時間：14.25分 + 5.5分 × 29個 = 173.75分 = 2.90時間
☆ 延べ人数：3名

以上により、図表15に改善前（ロット生産）と改善後（流れ生産）の生産性の比較を示す。

図表15 改善前(ロット生産)と改善後(流れ生産)の生産性の比較

	改善前	改善後	生産性
延べ工数	19.04 時間	13.75 時間	1.38 倍
延べ人数	18 名	6 名	3 倍
製造時間	7.29 時間	5.33 時間	1.37 倍

改善後の労働生産性は、延べ工数で1.38倍、延べ人数が3分の1、製造時間は1.37倍となったことが明らかとなった。

② 稼働率の比較

図表16に、流れ生産を導入した場合と改善前のロット生産の稼働率の比較を示す。

改善後いずれの工程においても稼働率が80.0%以上となり、ライン全体では84.0%を示し、付加価値時間が極めて高くなったことが明らかとなった。

③ 不良率の比較

a. 改善前のロット生産の場合

改善前では30台に対してウレタンを注入したところ、16台の不良が発生した。不良率は

$$\text{不良率} = 16 \text{台} / 30 \text{台} = 53.3\%$$

生産性の面から見ると53.3%もの不良を出しており、1台の不良を修理するのに20分かかっていたので合計で16台 × 20分 = 320分 = 5.3時間ものロス時間が生じていた。

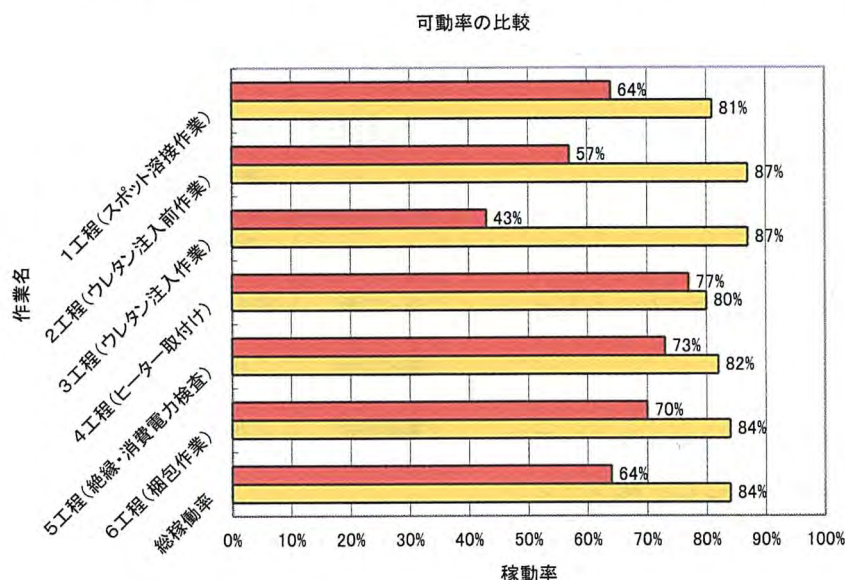
b. 改善後の流れ生産の場合

30台に対してウレタンを注入したところ、1台しか不良が発生しなかった。

$$\text{不良率} = 1 \text{台} / 30 \text{台} = 3.3\%$$

生産性の面からみても不良率が3.3%

図表16 流れ生産を導入した場合とロット生産の稼働率の比較



と改善前に比べて50.0%も向上し、修正ロス時間も1台×20分=20分=0.3時間で、改善前に比べて5時間もの時間削減が可能となった。

④ 作業負担の比較

改善前のロット生産と改善後の流れ生産での作業者の疲労自覚症状の訴え率と訴え項目の比較を図表17に示す。作業改善後、作業者の疲労感の訴えが顕著に低減していることがわかり、改善効果が極めて大きかったことが明らかとなった。

⑤ 作業姿勢負担評価指数の比較

改善前のロット生産と改善後の流れ生産の作業姿勢負担評価指数の比較を写真22~25に示す。

改善後、作業姿勢負担評価指数はすべて100ポイント以下となり、“要改善工程”は認められなくなった。

⑥ 作業歩行数及び消費カロリーの比較

改善前のロット生産と改善後の流れ生産の作業者の歩行数と消費カロリーを比較を図表18に示す。

第6工程担当作業者が、職務拡大により作業域が広がったため歩行数が多くなり増加を示したが、その他、すべての工程で減少を示し、ムダな動きが無くなったことが明らかとなった。

⑦ 機能検査結果の比較

改善前のロット生産と改善後の流れ生産での機能検査結果の比較を図表19に示す。

改善前・後ともに機能検査に出出するような顕著な低下は認められなかった。

(3) 製造業高齢者雇用に関わる経済的基盤作りのための生産管理教育システムの確立

本研究から“KAIZEN”は「生産性と人間性の融合」の観点から極めて大きな効果を持つことを明らかとした。

本研究ではこれまでの改善成果を従業員に提示すると共に、1工程から6工程までに作業者を配置し“前組・発泡・組立・梱包”までの完全流れ化を実施した場合の改善効果の内容についても生産管理教育の一環として説明を行った。ちなみに、完全流れ化を実施した場合は下記のようになり、改善前と比較すると生産性は2.34倍となる(図表20)。

- ★ ピッチタイム：5.5分
- ★ 延べ工数：13.75時間
- ★ 製造時間：27.5分+5.5分×29個=187分=3.12分
- ★ 延べ人数：6名

図表17 疲労自覚感の改善前・改善後の比較一覧

○:改善後良くなった ▲:改善後悪くなった -:変化なし

疲労自覚調査			ロット生産		流れ生産		改善前・後の比較	実測値の比較	
			実測値	作業前・後の比較	実測値	作業前・後の比較			
作業者	根本	I群 作業前	10%	-	0%	-	-	10%低減	改善後の訴えは無くなった。
		I群 作業後	10%	-	0%	-	-	10%低減	
		II群 作業前	0%	増加	0%	-	○	-	改善後の訴えは無くなった。
		II群 作業後	10%	増加	0%	-	-	10%低減	
		III群 作業前	10%	増加	0%	増加	-	10%低減	改善後の訴えは無くなった。 腰が痛いのみ訴えがあった。
		III群 作業後	30%	増加	10%	増加	-	20%低減	
	高砂	I群 作業前	40%	増加	0%	増加	-	40%低減	改善後の訴えは無くなった。 足がだるいのみ訴えがあった。
		I群 作業後	55%	増加	10%	増加	-	45%低減	
		II群 作業前	15%	増加	0%	-	○	15%低減	改善後の訴えは無くなった。
		II群 作業後	45%	増加	0%	-	-	45%低減	
		III群 作業前	35%	-	0%	増加	▲	35%低減	改善後の訴えは無くなった。 肩がこるのみ訴えがあった。
		III群 作業後	35%	-	10%	増加	-	25%低減	
宮田	I群 作業前	0%	増加	0%	-	○	-	改善後の訴えは無くなった。	
	I群 作業後	15%	増加	0%	-	-	15%低減		
	II群 作業前	0%	-	0%	-	-	-	-	
	II群 作業後	0%	-	0%	-	-	-		
	III群 作業前	0%	増加	0%	-	○	-	改善後の訴えは無くなった。	
	III群 作業後	10%	増加	0%	-	-	10%低減		

○訴えられた項目
【改善前のロット生産での訴え】
作業者:A 改善後の1工程・2工程担当
 全身がだるい
 足がだるい
 物事がきになる
 肩がこる
 口が乾く
 手足がふるえる

作業者:B 改善後の3工程・6工程担当
 頭が痛い
 全身がだるい
 足がだるい
 頭がぼんやりする
 目が疲れる
 動作がぎこちなくなる
 足元がたよりない
 考えがまとまらない
 話をするのが嫌になる
 いらいらする
 物事が熱心になれない
 ちょっとした事が思い出せない
 物事が気になる
 きちんとしていられない
 根気がなくなる
 頭がいたい
 肩がこる
 腰が痛い
 息苦しい
 口が乾く
 手足がふるえる

作業者:C 改善後の2工程・4工程担当
 目が疲れる
 口が乾く

○訴えられた項目
【改善後の流れ生産での訴え】
作業者:A 1工程・4工程担当
 腰がいたい

作業者:B 3工程・5工程担当
 足がだるい
 肩がこる

作業者:C 2工程・6工程担当
 訴え無し

改善前作業姿勢負担評価指数：102.89



改善後作業姿勢負担評価指数：81.28



写真22 スポット溶接の改善前・改善後

改善前作業姿勢負担評価指数：107.68



改善後作業姿勢負担評価指数：93.23



写真24 端材取り作業の改善前・改善後

改善前作業姿勢負担評価指数：125.14



改善後作業姿勢負担評価指数：85.61



写真23 ウレタン注入作業の改善前・改善後

型枠の持ち上げ

改善前作業姿勢負担評価指数：159.17



型枠の持ち上げ作業は削除された。

作業姿勢負担評価指数：0

改善前作業姿勢負担評価指数：156.62



改善後作業姿勢負担評価指数：86.02



写真25 箱詰め作業の改善後

図表18 作業者歩行数・消費カロリー

○：改善後良くなった ▲：改善後悪くなった -：変化なし

歩行数・消費カロリー		改善前の ロット生産	改善後の 流れ生産	改善前 後の比 較	実数値の比較
		実数値	実数値		
1 工程	歩行数	4546歩	2222歩	○	2324歩(51.1%)低減
	消費カロリー	116.1kcal	45.6kcal	○	70.5kcal(60.7%)低減
	人員	1名	1名	-	-
2 工程	歩行数	12874歩	2608歩	○	10266歩(79.7%)低減
	消費カロリー	240.7kcal	44.6kcal	○	196.1kcal(81.5%)低減
	人員	4名	1名	○	3名減
3 工程	歩行数	6311歩	3723歩	○	2588歩(41.0%)低減
	消費カロリー	121.6kcal	57.0kcal	○	64.6kcal(53.1%)低減
	人員	2名	1名	○	1名減
4 工程	歩行数	2104歩	1768歩	○	336歩(16.0%)低減
	消費カロリー	39.6kcal	26.4kcal	○	13.2kcal(33.3%)低減
	人員	1名	1名	-	-
5 工程	歩行数	7955歩	1989歩	○	5966歩(75.0%)低減
	消費カロリー	191.8kcal	21.1kcal	○	170.7kcal(89.0%)低減
	人員	2名	1名	○	1名減
6 工程	歩行数	4510歩	6116歩	▲	1606歩(35.6%)増加
	消費カロリー	98.6kcal	107.0kcal	▲	8.4kcal(8.5%)増加
	人員	2名	1名	○	1名減

図表19 機能調査の改善前・改善後の比較一覧

○：機能が良くなった ▲：機能が悪くなった -：変化なし

タッピング		改善前のロット生産		改善後の流れ生産		改善前後 の比較	
		実測値	作業前後の比較	実測値	作業前後の比較		
作業者	A	作業前	98回	亢進	88回	亢進	-
		作業後	107回		100回		
	B	作業前	90回	亢進	84回	亢進	-
		作業後	91回		92回		
	C	作業前	81回	亢進	75回	亢進	-
		作業後	87回		88回		

機能調査項目 ○：機能が良くなった ▲：機能が悪くなった -：変化なし

フリッカー(GFF)		作業改善前		作業改善後		改善前後 の比較	
		実測値	作業前後の比較	実測値	作業前後の比較		
作業者	A	作業前	35.8Hz	亢進	36.4Hz	亢進	-
		作業後	37.4Hz		37.4Hz		
	B	作業前	41.5Hz	亢進	41.6Hz	亢進	-
		作業後	43.9Hz		42.7Hz		
	C	作業前	36.6Hz	亢進	37.2Hz	亢進	-
		作業後	38.1Hz		38.6Hz		

機能調査項目 ○：機能が良くなった ▲：機能が悪くなった -：変化なし

下腿周長		作業改善前		作業改善後		改善前後 の比較	
		実測値	作業前後の比較	実測値	作業前後の比較		
作業者	A	作業前	35.0cm	増加	35.0cm	-	○
		作業後	35.4cm		35.0cm		
	B	作業前	34.2cm	増加	34.1cm	増加	-
		作業後	34.4cm		34.5cm		
	C	作業前	36.6cm	-	36.5cm	-	-
		作業後	36.6cm		36.5cm		

機能調査項目 ○：機能が良くなった ▲：機能が悪くなった -：変化なし

握力		作業改善前		作業改善後		改善前後 の比較	
		実測値	作業前後の比較	実測値	作業前後の比較		
作業者	A	作業前	44.4kg	亢進	44.2kg	亢進	-
		作業後	52.6kg		49.6kg		
	B	作業前	42.4kg	亢進	40.1kg	亢進	-
		作業後	45.9kg		47.0kg		
	C	作業前	33.3kg	亢進	38.8kg	低減	▲
		作業後	36.2kg		37.7kg		

このような、改善効果測定結果を提示することで生産性の向上、負担の低減が具体的に従業員に明らかになり“KAIZEN”の有効性を認識してもらうことができた。

「超高齢・少子」社会において高齢者が明るく元気で働きつづけてもらうためにその障害となる作業負担を軽減し、かつ、生産性の高い職場づくりを実現するためには、この「牛用不凍給水器ライン」で実施した“点”の改善を“線へ”そして“面”へ展開することが

大切であり、これが企業の強い体質を生むことになる。そのためにも当社では生産管理教育システムの確立は今後重要と考えた。本研究ではエルゴマで“指摘された問題点”の改善を他職場へも展開するために勉強会を継続的に実施することとし、指摘問題点については「改善の担当責任者」「実施期限」を決め順じ改善を試みることにした。

本研究期間中に実施した内容を以下に示す。

製造現場に関する問題点及び改善提案と実施結果（組立作業）

◎：すぐ実施できる ○：検討実施する（投資必要） △：検討する（具体案なし） ×：そのまま

No	問題点	改善案	改 善		備 考
			済	未	
1	工場内が広いため移動距離が多い。	◎ レイアウトの見直し。	○		レイアウトを見直し、改善した。
2	作業者が工具部品等を捜す時間が多い。また、相談時間も長い。	◎ 部品リストの整備、作業標準の整備。工具棚の整備、部品はジャストインタイムで購入し置き場を決める。	○		工具棚等の整備により、工具部品等の保管場所がはっきりした。部品はジャストインタイムで購入し、保管場所に置く。
3	作業台にキャスターが付いていない。（組立作業台等）	○ 今回の共同研究の製品運搬装置試作で改善をする。	○		キャスターを取り付けることにより、移動が楽になった。
4	製品、部品箱の重量があり、積み降ろしが大変。	○ 2. に準じ棚の整備、製品部品の表示。仮棚	○		工具棚等の整備をし、キャスター付きの移動式にした。
5	レイアウト（作業配置）が悪い、作業効率が悪い。→作業域の検討。	◎ 部品、半製品、製品置き場の適正化。		○	レイアウトを見直し、改善した。
6	床が平らでないため台車が製品に衝突し、製品が不良になりそうになった。（ゴミ運搬台車）	◎ 1. レイアウトの見直しと共に改善をする。	○		製作数を決めて作業し、半製品をなくす。
7	ウレタン注入作業の不良が多い。→原因究明、ラインを停止するシステム作り。	○ 作業レイアウトの見直しと共にゴミの出る所に違う運搬台車を導入し使用する。床の凸凹の改善。	○		改善した。
8	作業姿勢が悪い。（ウレタンノズル修理作業、型枠清掃作業等）	○ 不良注入の原因であった部品は、交換済み。原因の究明と、ラインを停止するシステム（教育）作りをする。（作業標準の整備に準ずる）		○	新しいウレタン注入システムの導入により、注入不良は極端に少なくなった。
9	点検口上部（継ぎ）の変形が次工程で発見された。→工程内の検査体制（後工程に不良を流さない）	× 型枠清掃作業は、型枠離型剤、型枠表面処理（テフロン）の試験をする。		○	型枠清掃は、テフロン加工により極端に少なくなり、治工具の改善により清掃しやすくなった。ノズルの清掃は、新しいウレタンシステムにより、清掃が楽になった。
10	点検口上部（継ぎ）の変形が次工程で発見された。→工程内の検査体制（後工程に不良を流さない）	◎ 作業者1人1人が検査員（教育の徹底）（作業標準の整備に準ずる）		○	教育の徹底。
11	型枠（21kg）の運搬が大変。	○ 支援機器の導入及び型枠の軽量化検討。	○		ウレタン注入型枠治工具の改善により運搬作業なし。
12	不良品の処理方法が不明確。→部品の補填はどうか、在庫管理は？	◎ 使用できる部品は、次回の製造時に使用し、その部品製造数をその分少なくする。作業標準の整備。		○	保管場所は造りました。次回の製作数で合わせる。
13	梱包バンド結束機の移動が大変。	× レイアウトを見直ししてから。当面はそのまま使用。			
14	ウレタンの回りが悪い。	◎ ガス抜き穴の検討（不織布にて試験）。	○		ガス抜き穴よりウレタンが出るまで注入する。
15	ウレタン注入終了の目安がはっきりしていない。→注入量の管理、外気温の管理。	◎ 注入はタイマーで設定する。ウレタン使用時の外気温、室内温度等データを取る。ウレタン注入作業場の改善を検討中（作業場を囲い暖房を設備する）。		○	注入量は、タイマーで設定し、脱枠時間もタイマーで回転灯で知らせる。外気温は、作業小屋の温度を暖房機で管理。
16	ウレタン型枠離型用ポリ袋は作業性、コスト面で問題有り。→型枠離型剤、型枠表面処理（テフロン）の検討。	◎ 型枠離型剤、型枠表面処理（テフロン）の試験をする。13. の試験結果にて検討。		○	研究活動で試験を行なった。テフロン離脱剤の効果があつた。
17	ウレタン注入作業のガンは重量もあり、負担が大きい。→2人作業から1人作業化を含めた機器の検討。	○ 型枠の検討に準ずる。		○	スプリングバランサーの導入により、1人で作業ができるようになった。
18	作業手順、作業方法が作業者に周知していない。	△ 作業標準書の整備。		○	作業者にあわせていく。
19	ネジ類の種類が多く、保管場所も整理がされていない。	◎ ネジをパーツBOXに入れ、わかりやすくする。保管場所（棚）を整理する。		○	パーツBOXを購入し、わかりやすく、管理場所も整理した。
20	組立場は全体的に暗い。（天井が高く、明るくない。）	× 現在別の支援基金に申請中。		○	
21	ウレタン注入作業の各人の作業分担が平準化されていないため、手持ちが発生している。	◎ 作業分担を平準化し、手持ちを発生しなくする。作業時間の見直し。作業標準書の整備。		○	作業者にあわせていく。
22	ウレタン注入不良品のウレタン除去作業で包丁を使っており危険である。	× カッター等の薄刃の物では折れてしまい危険。		○	ウレタン注入治具の改善で端材処理が極端に少なくなり、包丁の使用はなくなった。

(板金作業)

◎：すぐ実施できる ○：検討実施する（投資必要） △：検討する（具体案なし） ×：そのまま

No	問題点	改善案	改善			備考
			済	途中	未	
1	70tプレスの安全SWがはずされており危険。	○ 安全スイッチの取り付け。 金型の改良時、変更時に改善。		○		安全SWの取付けの徹底。 金型の改良時、変更時に改善する。
2	プレス作業の耳栓の装着が徹底されていない。	◎ 耳栓の装着を徹底する。		○		耳栓の装着を徹底。
3	スイッチONのまま連続作業をしていて危険。	○ 金型の改良時、変更時に改善。		○		金型の改良時、変更時に改善する。
4	金型取付位置が悪いため製品に傷が付いていた。 →取付位置の管理必要。	○ 金型の改良時、変更時に改善。		○		金型の改良時、変更時に改善する。
5	第二プレス工場金型置場の改善が必要。 ・整理整頓→不要品の整理、表示。 ・照度が低い(150Lx)→蛍光灯の取付位置工夫必要。 ・出入れを手運搬していた→台車の活用。 (床の段差の解消?)	◎ 3年間使用しないものは、破棄する。 ○ 取付位置を改善する。 ○ 織板を敷く。		○		グレパンの導入により、不要金型があると 思われるので、実施している。 蛍光灯の取付け位置を改善。1月末まで。 床の段差を解消させる。 台車を活用する。
6	段取用の治工具を捜すムダが見られる。	○ 検討中。			○	治工具台車の整備する。1月末まで。
7	工程数が多く、効率が悪い。(点検口)	○ 工程の集約化。(投資効果要検討) ○ バッチ→1個流し。 ○ 新規金型の導入金型の改良時、更新時に改善			○	新規金型の導入金型の改良時、変更時に改善。
8	半製品置き場が一定していない。→集中化	レイアウトの改善、製造計画を含めて検討。		○		半製品をなくす。
9	半製品(製品)の運搬の多くはフォークリフトを使用しており待ち時間が発生していた。	◎ フォークリフト置き場を決める。 レイアウトの改善、製造計画を含めて検討。		○		フォークリフト置場を決め、戻す事を徹底した(1台のみ)。
10	プレス金型交換用の作業台の高さが低いためプレス取付時の負担が大きい。	○ ハンドリフト使用の徹底。		○		ハンドリフトの使用を徹底。
11	NCブレーキプレスの制御部が故障しており、寸法を一回一回入力する手間が掛かる。	△ メーカーに再確認。		○		メーカー(アマダ)の操作説明を受けた。
12	タレパン加工品置場が通路をまたいだ所にあるため、歩行が多い→作業中は通路を閉鎖できないか。	△ 作業標準書の整備、パレット等移動の検討。		○		置き場所を検討中。
13	スポット溶接作業の場所が狭い。	レイアウトの改善含め検討。		○		レイアウトの見直し、改善した。
14	スポット溶接機が固定式のため作業性が悪く、負担が大きい。	検討中。 レイアウトの改善含め検討。		○		レイアウトの見直しと改善、スポット溶接機具の製作により作業性の改善と負担を軽減した。
15	段取りに時間が掛かりすぎる。(30~60分)	○ 金型の改良時、変更時に改善。		○		金型の改良時、変更時に改善する。

(電気品組立作業)

◎：すぐ実施できる ○：検討実施する（投資必要） △：検討する（具体案なし） ×：そのまま

No	問題点	改善案	改善			備考
			済	途中	未	
1	端子のボルト部コーキング作業においてガンの保持に負担が掛かる。	○ 治具の製作検討。				外注。
2	作業台の高さが低く、作業姿勢が悪い。	× 前回(指摘前)の作業は実際の作業台とは違うため。				×
2	手力シメでは圧着力が不安定。	△ 治具製作検討。				外注。

(その他)

◎：すぐ実施できる ○：検討実施する（投資必要） △：検討する（具体案なし） ×：そのまま

No	問題点	改善案	改善			備考
			済	途中	未	
1	ロット生産から流れ生産化の検討必要。	△ レイアウトの改善含め検討。 勉強会等教育の中で検討実施。		○		実施する。
2	多能工化、多工程持ちの検討。	△ レイアウトの改善含め検討。 勉強会等教育の中で検討実施。		○		実施中。
3	作業標準書の整備必要。			○		作業者にあわせていく。
4	TPMの推進。 (Total Productive Maintenance: 総合生産保安、現在の生産設備を見直し、能率が上がるように改善すること)	勉強会等教育の中で検討実施。		○		実施中。
5	作業者同士の打合せ、雑談が多々見られる。	作業標準書の整備。 勉強会等教育の中で検討実施。		○		実施していく。
6	フォークリフトの駐車場所が一定でないため探すムダが見られる。	駐車場所の徹底。 勉強会等教育の中で検討実施。		○		フォークリフト置場を決めた。
7	治工具管理必要。	治工具管理の徹底。		○		管理の徹底をしていく。
8	作業指示、目標時間(標準時間)が不明確。	× 作業指示に関しては、通常は行われている。 目標時間(標準時間)は工場内に明示。		○		新設備を元に明示していく。

図表20 完全流れ化を実施した場合の
生産性の比較

	改善前	改善後	生産性
延べ工数	19.04 時間	13.75 時間	1.38 倍
延べ人数	18 名	6 名	3 倍
製造時間	7.29 時間	3.12 時間	2.34 倍

5. 高齢者継続雇用に対する企業コンセプトの再確認及び健康診断フォローアップ制度活用方法ならびに継続雇用制度の確立

当社の製造対象は、酪農業への知識や経験をノウハウとする施設建築や製品であり、前述のごとく働く意欲がある高齢者が積極的にこれまで培った技能・経験を活かして活躍してもらいたいと考えている反面、高齢者は多様化する製品群に対して個人としてフレキシブルに対応することが困難であったり、負担の大きい製造工程には向かないとも考えていた。しかし、本研究を通して高齢者の有効活用と生産性向上が“KAIZEN”により可能となることが明らかとなった。

当社では、今後継続雇用を制度として明文化し、さらに最終的には定年延長を行うことも予定している。

人間である以上、加齢による機能低下は否めない。「超高齢・少子」社会における若年者の数の低下は質の低下につながる懸念がある。企業はこれまで以上に個人の健康を考慮しつつ優れた経験をもつ高齢者を活用するために継続的“KAIZEN”を実施することが大切でこれが企業自身の体質強化・健康管理にもつながる。当社はこのようなコンセプトを持ち前進することが大切なことと考え、65歳現役雇用実現にあたっては作業員個人の健康診断結果にも積極的に配慮しつつ高齢者活用のフレキシブルな生産体制を目指すこととした。

6. 作業標準書の作成

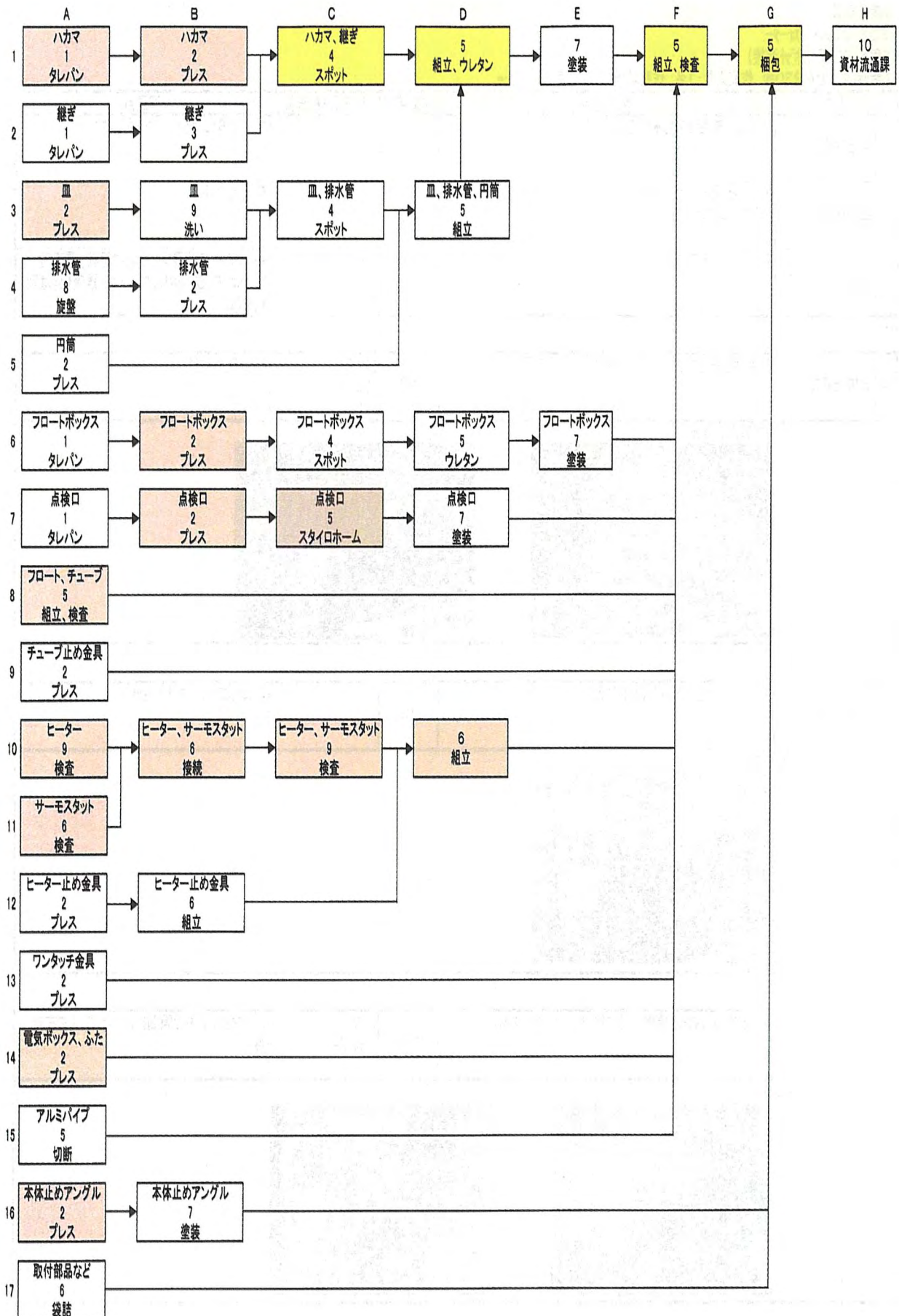
本研究の改善を通して、生産期間の短縮、加工方法の単純化が可能となった。本研究により工場長が懸念していたベテラン中高齢者の施設関係仕事での長期間の不在でも対応が可能で、かつムダな在庫を持たなくて済む“作りすぎのムダの排除”にもつながるフレキシブルな生産体制へ移行する素地ができたと考えられた。

このような、フレキシブルな生産体制の人的側面では当社が高齢者にとって困難と考えていた多能工化が重要な要因となる。

そこで本研究では、多能工化への移行及び高い品質づくりに不可欠な“作業標準書（誰が見てもわかりやすいことを指向した）”を作成することとした。

図表21で示す「牛用不凍給水器」加工工程図の“カラーシェードで示した作業内容”が本研究で作成した作業標準書の対象である。改善実施後の流れ生産における「牛用不凍給水器製造ライン」の作業標準書は“黄色”で示している。

図表21 「牛用不凍給水器」加工工程図



参考 作成した作業標準書の一部

作業標準書

作業名: フレッシュウォーター

工程名: 1工程 (スポット溶接)

工程時間: 1台4分30秒 作業人員: 1名 作業場所: 定温環境work place

手順	作業要領	作業時間	治工具・検査具	留意点
1 準備作業1	作業台、部品台の移動及び工具のセット。	2分		所定位置にセット。(マーキング)
2 準備作業2	プレスが終わったハカマを載せたパレットをハンドリフトを使いスポット溶接機横へ移動する。	3分		荷崩れ注意。
3 溶接前準備作業	スポット溶接機の調整。	3分	ハンマー ドライバ 8mm六角レンチ	スポットアームの位置は、治具に記載。電流値No.1はOP、SUSはNo.2を使用。電流セットは別紙参考。

4 溶接状態確認	溶接状態を見て、スポットの先端の高さを調整する。	1分	鉄ヤスリ 残材	打点の大きさ4mm~5mm。
----------	--------------------------	----	------------	----------------

溶接状態確認作業



5 溶接作業1	溶接用治具台に継ぎを取り付ける。	10秒		治具開口部の中央にセット。
---------	------------------	-----	--	---------------

溶接作業1



6 溶接作業2	パレットからハカマを溶接用治具に取付け、調整をする。	30秒	ハンマー ドライバ	ハカマとツナギの隙間を合わせる。(左右対称)
---------	----------------------------	-----	--------------	------------------------

溶接作業2



7	溶接作業3	足元のペダルでスポットの開閉のタイミングを計り、ハカマの片方の溶接を行う。	35秒		12箇所。 位置決めのスッパ-を確実に行う様注意。
8	溶接作業4	溶接作業3と同様に、もう片方の溶接を行う。	25秒		6箇所。 位置決めのスッパ-を確実に行う様注意。

溶接作業3・4



9	溶接直後作業	溶接が終わったハカマを溶接用治具から外して、作業台へ置く。	10秒		開口部を次作業者の手前に向けて置く。
---	--------	-------------------------------	-----	--	--------------------

溶接直後作業



10	ネジ留め作業	ネジ穴にフラインドナットを入れて、電動具で固定する。	1分	電動ネジ留め機	8箇所。 ナッターのマントレルにタビソグオイルを塗る。
----	--------	----------------------------	----	---------	--------------------------------

ネジ留め作業



11	テープ張り作業	ウレタン注入時にウレタンが漏れないように点検口の角及びネジ穴にテープを張り、次工程へ送る。	1分40秒	マスキングテープ30mm	27箇所張る。
----	---------	---	-------	--------------	---------

テープ張り作業



12	後片付け	溶接機の電源を切り、作業台・部品台などを元の場所に戻し、作業場の清掃を行う。	5分	清掃用具	ゴミの分別に注意。
----	------	--	----	------	-----------

まとめ

急速な高齢化の進展の中で、我が国経済の活力を維持していくためには、高齢者の能力の活用を図ることが重要な課題で、高齢者等の雇用環境が深刻化している現状に的確な対応を図りながら、将来的には、高齢者が健康で、意欲と能力がある限り年齢にかかわらず働き続けることができる現役社会の実現を図る必要がある。

本研究では、当社の生産現場における高齢者の能力活用と継続雇用に資するため、「人間性と生産性の融合」を原点とした高齢社会に生き残れる企業づくりを目指した“KAIZEN”を中心とした実践的研究を実施した。

本研究の目的は当社における65歳現役雇用確保のための職場改善等の条件整備と本研究で用いた“KAIZEN”アプローチ法の有用性の提示とした。

得られた結果は次のものである。

1. 当社の「牛用不凍給水器製造ライン」の生産性向上と作業負担の軽減を“KAIZEN”により実現し高齢者にとっての高生産性ラインを実現した。
2. 研究成果を通して当社での65歳現役雇用の可能性を提示し、継続雇用を確立した。
3. 高齢者雇用のための好例として“生産性と人間性の融合の観点”からの職務再設計の有効性を提示でき、本研究のアプローチ法の他企業への一般展開を可能とした。
4. 本研究で用いられた“作業姿勢負担評価システム”を利用した非接触型負担把握法は、従業員を煩わせることなく改善の特定化及び改善評価に有用に機能することが現場調査を通し明らかとなった。
5. 本研究の実施結果により作業負担の低減と生産性の向上の両立が具体的に従業員に認識され“KAIZEN”の有効性が明らかとなり継続的改善の基盤作りが実現した。

当社には、本研究期間中にできなかった他職場でも実施しなければならない“KAIZEN”課題がある。本研究実施後“組立・梱包ライン”を繁忙期に作業員1名でも適宜生産可能とするセル生産方式が現場から提案され継続的改善活動が行われている。また、生産管理教育から、在庫の低減に関するプロジェクト活動が進んでいる。本研究を契機として、高齢者を活用した元気で躍動感のある高齢者対応型の企業にしたいと考えている。