

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

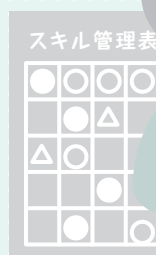
職務再設計



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)

電気機械器具製造業における高齢者のための 作業負荷軽減と人事制度及び教育訓練制度の 見直しに関する調査研究

日本電産シバウラ株式会社

所在地 福井県小浜市駅前町 13-10

設立 平成 10 年

資本金 10 億円

従業員 467 名

事業内容 家電用モーター、ポンプ、電動工具等
の製造販売

研究期間 平成16年4月～平成17年3月

研究責任者	石田 光雄	日本電産シバウラ (株) 取締役副会長
	津田 直昭	(株)環境コンサル代表取締役
	松田 聡浩	(株)プレディクションテクノロジー代表取締役
	山本 和男	日本電産シバウラ (株) 監査役
	櫻井 靖也	日本電産シバウラ (株) 開発第2部長
	藪本 行雄	日本電産シバウラ (株) 小浜事業部製造部長
	島谷 豊	日本電産シバウラ (株) 管理本部総務部長
	清水 豊	日本電産シバウラ (株) 管理本部経理部長

目 次

I. 研究の概要

- 1. 研究の背景・目的 83
 - (1) 事業の概要 83
 - (2) 高齢者雇用状況 83
 - (3) 研究の背景・課題 83
 - (4) 研究のテーマ・目的 83
 - (5) 研究体制と活動 84
- 2. 研究成果の概要 84
 - (1) ハード面 84
 - (2) ソフト面 84

II. ハード面に関する研究の内容と結果

- 1. 重量型給水ポンプ組立工程における職務再設計 85
 - (1) 給水ポンプについて 85
 - (2) 現状の調査・分析 85
 - (3) 問題点と改善の指針 87
 - (4) 改善案の策定 88
 - (5) 改善案の試行・効果測定 89
- 2. 高齢者対応型新型モーター組立職場の創出 91
 - (1) 現状分析 92
 - (2) 問題点と改善の指針 92
 - (3) 改善案の試行・効果測定 92

III. ソフト面に関する研究の内容と結果

- 1. 重量型ポンプ組立工程における教育・研修ツール開発 94
 - (1) 現状調査・分析 94
 - (2) 問題点と改善の指針 95
 - (3) 改善案の策定 96
 - (4) 改善案の試行・効果測定 100

IV. 高齢化社会に向けた人事・賃金制度の見直し

- 1. 現行の人事・賃金制度の分析及び問題点の把握 101
- 2. 見直し案の検討 101
 - (1) スキル調査表とスキル手当について 101
 - (2) グローバル社員新制度 101

V. まとめ

1. ハード研究面の総括	102
(1) 重量型給水ポンプ組立工程における職務再設計	102
(2) 高齢者対応型新型モーター組立職場の創出	102
2. ソフト研究面の総括	102
(1) ソフト面での取り組みについて	103
(2) ポンプ組立工程職場における高齢者の反応について	103
(3) 研究の成果について	103

I. 研究の概要

1. 研究の背景・目的

(1) 事業の概要

当社は日本電産（株）、芝浦メカトロニクス（株）および（株）東芝の三社にて、小型モータ・モータ応用機器、電動工具及び給水システムの芝浦の既存の事業を継承して、平成10年10月に設立された。

その後、日本電産（株）の100%出資会社となり、今日ブラシレスモーターや省資源・省エネルギー用分野等成長が期待される家電用モータ・ポンプに特化している。当社の海外会社を含めた総従業員数は約5,000名である。小浜市の本社をマザー工場として中国（浙江省平湖市）・タイ（バンコク）に製造拠点を持っている。国内小浜マザー工場は技術開発部門を含めて約350名である。

(2) 高齢者雇用状況

当社の定年は60歳である。現在本人の希望と会社の要請が一致すれば、毎年見直し方式で63歳くらいまでの再雇用を実施している。総人員約450名。再雇用者を含めて45歳以上の中高年者比率は45%と高率である。殊に55歳以上は83名、18%と割合が多い。

(3) 研究の背景・課題

イ. 深刻な高齢化・少子化による労務確保難

当社はその事業の特性や小浜地域周辺の労務事情から、中高年者中心の従業員構成となっており、さらに近年少子化傾向が益々進展し、労務確保が事業に与える影響が懸念されている。給与体系も年功序列型の従来方式から中々脱却できず、厳しい経営環境の中、総労務費の上昇が問題視されている。高齢者の継続雇用が必要不可欠の状況から、高齢者の新規雇用機会の創出を含めて企業経営上の重要課題である。

ロ. 旺盛なグローバル競争

当社は量産小型モーター及びポンプについて、低廉な賃金・労務を求めて中国とタイに既に生産移管している。一方、小型モータ・ポンプの当社の客先である日本の家電・住設メーカー（主として小型家庭用エアコン、洗濯機・給湯器等）は、中国を中心にチープ・レーバアのアジア地域にその生産を日本から移転しており、未だこの傾向が続いている。

小型モータ・ポンプについてみると、在来商品では中国メーカーが品質・技術面でも飛躍的な成長を遂げて、特に家電用小型交流モータ・ポンプでは中国国内のマーケットを獲得するところまで来ている。ローコストの家電分野では日本メーカーと充分対抗している。

従って当社はこれに対して、交流モーターから半導体回路を使った環境対応型直流小型モータ・ポンプを数年前から国内外の市場に送り出し、基幹事業としての中国・タイ生産品で積極的防衛策を講じている。

ハ. 新しい高齢者雇用機会の創出・継続

以上述べたように、小浜地域労務の質・量の変貌と海外小型モータメーカーとのグローバル競争に対抗して、高齢者の働きやすい現場の再構築と雇用機会の創出が時代の背景から急務となっている。

以上の背景を念頭において研究を進めることとした。

(4) 研究のテーマ・目的

前述の背景を踏まえて、高齢者の働きやすい職場づくりを小型モータ・ポンプのグローバル競争で生き残るため、「電気機械器具製造業における高齢者のための作業負荷軽減と人事制度及び教育訓練制度の見直しに関する調査研究」をテーマとして取り上げ、ハード面とソフト面について研究を実施する。

イ. ハード面に関する研究

「重量型給水ポンプ」の高齢者に優しい製造ラインを再構築する。新しい「セル生産方式・設備ライン」を設置し、重量型ポンプを工程内で半自動搬送することで、作業姿勢・疲労部位の改善に取り組む。また、「給水ポンプライン」に於ける「ネジ締め付け工具」について高齢者に優しい新型電動工具導入の実験開発研究に取り組む。一方、高齢者の新規職場の創出のために「新型モーター組立ライン」を整備して、高齢者が従事しやすい開発現場づくり研究に挑戦する。

ロ. ソフト面に関する研究

グローバル競争に打ち勝つため、小浜特有の「高齢者技能者及び技術者の高度技術の伝承」と時代にマッチした技能・技術の習得のための「給水ポンプ工程の高齢者マルチメディア教育訓練支援ソフトウェアの開発」略称 SPEED (Shibaura Pump Engineer Education Development) を実施する。

(5)研究体制と活動

本研究に進めるに当たり、研究テーマとして取り上げた作業の製造現場と関係する設計・生産技術の内部研究者を選定し、外部研究者2名と合わせて総勢10名にて研究活動を行った。研究活動の進展を受けて「特別外部研究」を追加した。

2. 研究成果の概要

(1)ハード面

イ. 重量型ポンプ組立工程における職務再設計

重量型ポンプ組立工程を対象とした職務再設計では、支援機器等を導入したことによって、特に作業負荷の高い「本体組立工程」、「検査工程」及び「梱包工程」の作業負担を軽減することができた。また同時に職場レイアウトもセル生産方式に組替え、あわせて作業手順も見直したことにより、生産性を落とすことなく高齢者に優しい職場に改善することができた。

ロ. 高齢者対応型新型モーター組立職場の創出

既存のモーター組立職場では、熟練技術者に高度に依存した職場となっていたが、本研究を通じて創り出した新しいモーター組立職場は、高度な新型モーターの組立に対応しており、高齢者活用のためにさまざまな支援機器等を導入した。熟練作業者にとっては作業負担の小さな職場となり、また新規に配属される高齢者にとってもモーター組立技術をいち早く習熟することを可能にした。

本研究で創出したモーター職場では、高齢者対応型電動工具に組み込まれるモーターを製造することが計画されており、高齢者対向型職場において高齢者対応型工具のための要素部品を製造することが可能になる、という魅力ある成果が得られた。

(2)ソフト面

イ. 人事制度

(スキル手当、グローバル社員制度の創設)

業務遂行に必要な国家資格及び技量の目安となる国家検定等取得時における難易度により、技能や技術を客観的に評価できるスキル手当を定めた。また、中国・タイへ海外生産進出した際に対応できる「グローバル社員新制度」を新たに創設した。

ロ. 教育訓練制度

(重量型ポンプ組立工程における教育・研修ツールの開発)

従来は「作業指導票」という形式で技能を伝承してきたが、本研究でマルチメディア化が可能になり、例えばエアードライバーで締める音や部品の材質(同じ形でも、材質が違うもの)についてよりきめ細かく理解することが可能になった。また高齢者だけでなく作業員全員に対しての教育が容易にできようになった。

Ⅱ. ハード面に関する研究の内容と結果

本研究では、ハード面について大きく二つの課題に取り組むこととした。ひとつ目の課題として、すでに高齢者が多数就業している重量型給水ポンプの組立工程における作業負荷軽減を選定した。またもうひとつは、熟練者の勘と経験に依存し、かつ作業負担の高いモーター組立作業に注目し、新型モーターの組立工程を新規に設計することによって、高齢者にとって作業負担が軽減された職場を新規に創出した。

1. 重量型給水ポンプ組立工程における職務再設計

(1) 給水ポンプについて

当社で生産している給水ポンプには大きく分けて浅井戸用ポンプと深井戸用ポンプの2種類に分別される。完成品の重量は機種により異なり、約15kg～約45kg、寸法は直径330mmから400mm、高さ500mm～700mmである。

当社の給水ポンプ製造部門についてもラインが完成してからほぼ40年以上が経過しており、従事する作業員も高齢化が進展して、作業対象である給水ポンプの完成品の重量は平均的に15kgを超えるものが多い。高齢作業員の継続雇用の面から、さらに技能・技術の伝承の観点から重量物組立作業の抜本的改善のため、職場レイアウト、設備に数次にわたる検討を加えた。

(2) 現状の調査・分析

イ. 作業工程分析

重量型のポンプ組立工程・作業の手順を図表1に示す。重量型ポンプ組立工程は、主に4つの工程と部品供給作業の5つの工程及び作業から成り立っている。作業工程分析では、図表1に示したそれぞれの作業員が担当する組立工程をさらに要素作業単位に分解し、分解された要素作業ごとに、作業内容、作業時間、搬送方法、作業員、作業姿勢、部品、重量、搬送距離、負荷指数、使用工具を記入して整理した。

作業姿勢の分析法はできるだけ簡便に利用

できる方法として「作業姿勢区分表」を用いた。本研究で使用した「作業姿勢区分表」を図表2に示す。「作業姿勢区分表」は、作業姿勢をA～Jまでの10段階に区分することによって、現場作業観察およびビデオ映像を通じて簡便かつ迅速な作業姿勢評価を可能にしている。

図表1 重量型ポンプ組立工程・作業

手順	工程・作業	作業の特徴
1	前組立工程 (作業員 A)	ポンプに使用するモーター部分の組立。 羽当たりの調整等、微妙な調整が必要。
2	本組立工程 (作業員 B)	ポンプ台に各部品を取り付け完成品にする。 色々な高さ、角度にて部品の取り付けが必要。
3	検査工程 (作業員 C)	製品の揚水検査を行う(流量、揚程、電流他)完成品(重量物)の持ち運び作業が入る。
4	梱包工程 (作業員 D)	最終検査を行い、梱包箱に包装する。 完成品(重量物)の箱詰め作業。
適宜 作業	部品供給作業 (作業員 E)	各部品の予備組立及び部材投入作業。 製品全体の予備知識が必要。

区分	評価点	姿勢	区分	評価点	姿勢
J	10		E	5	
I	4		D	4	
H			C	3	
G	3		B	1	
F			A		

図表2 作業姿勢区分表

搬送重量は、作業対象のポンプの部品重量、及び完成品重量を勘案して 0.0～1.0kg 以下を 1 点、25kg～を 8 点として図表 3 に示した点数化を行った。

図表 3 搬送重量の点数化について

重量 (kg)	評価点
0.0～1.0 以下	1
1.0～3.0 以下	2
3.0～5.0 以下	3
5.0～10.0 以下	4
10.0～15.0 以下	5
15.0～20.0 以下	6
20.0～25.0 以下	7
25.0～	8

搬送距離は、人間が直接手作業で関与するものについて、人間の平均的な歩幅は男性で 70cm 程度、女性で 60cm 程度とされていることから、おおよそ 1 歩以内の動きについては 1 点、2 歩から 3 歩以内の移動については 2 点、それ以上の移動については 3 点とした。

各作業工程において、要素作業ごとの作業負担を定量的に把握するため、次式で定義する負荷指数を各々の要素作業ごとに計算した。

$$\text{負荷指数} = \text{姿勢評価点} \times \text{重量評価点} \times \text{搬送距離評価点}$$

ポンプ組立工程の作業工程ごとに作業分析を行った結果を、全作業時間、全姿勢評価点、全重量評価点、全搬送距離評価点、負荷指数合計を一覧にまとめたものを図表 4 に示す。

ここで、全作業時間は要素作業ごとに計測した作業時間の合計値、全姿勢評価点は要素作業ごとに判定した姿勢評価点の合計値、全重量評価点は要素作業ごとに判定した重量評価点の合計値、全搬送距離評価点は要素作業ごとに判定した搬送距離評価点の合計値、負荷指数合計は要素作業ごとに算出した負荷指数の合計値である。右端の列は図表 4 の全作業時間と負荷指数合計を掛け合わせた値である。

負荷指数合計及び全作業時間×負荷指数合計の値から、特に本組立工程、検査工程及び梱包工程において作業負担が大きいことがわかった。

ロ. 自覚症しらべ

疲労自覚症状の調査には産業疲労研究会（日本産業衛生学会）が作成したものを使用した。本調査票は、多くの事例調査に基づき疲労感を分析した上で、疲労感をあらゆる因子を 5 つに集約し、各因子に 5 項目ずつ、全 25 項目からなる調査票である。作業の開始前後で数時間程度の間隔で時点を追って疲労自覚症状の訴えの変化を調べるのに適している。ここで疲労の 5 因子は、I 群が「ねむけ感」の因子、II 群が「不安定感」の因子、III 群が「不快感」の因子、IV 群が「だるさ感」

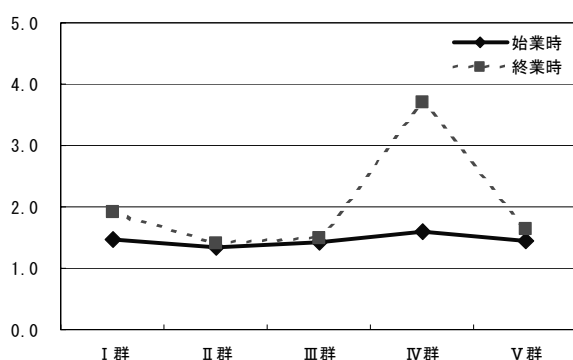
作業工程	全作業時間 (秒)	全姿勢 評価点 (点)	全重量 評価点 (点)	全搬送距離 評価点 (点)	負荷指数 合計	全作業時間 × 負荷指数合計
前組立 (作業員 A)	180	76	76	47	138	24,840
本組立 (作業員 B)	236	83	70	38	184	43,424
検査 (作業員 C)	193	84	72	41	243	46,899
梱包 (作業員 D)	134	80	57	42	358	47,972
部品供給 (作業員 E)	129	43	33	30	89	11,481
合計	872	366	308	198	1,012	174,616

図表 4 ポンプ組立工程の作業工程ごとの評価点一覧

の因子、V群が「ぼやけ感」の因子と考えられている。

ポンプ組立工程において、a. 前組立工程、b. 本組立工程、c. 検査工程、d. 梱包工程、e. 部品供給作業の5つの工程・作業に注目し「自覚症しらべ」を実施した。調査は、6営業日に渡って実施し、1日につき始業時（概ね午前8時ごろ）及び終業時（概ね午後5時ごろ）の2回実施した。

次に「本組立工程」の作業員Bを例に説明する。改善前ポンプ本組立工程の作業員Bの「自覚症しらべ」結果を図表5に示す。



図表5 作業員B(本組立工程)の自覚症しらべ結果(改善前)

図表5から、ポンプ本組立工程では始業時から終業時にかけて「IV群・だるさ感」のスコア増加が極めて顕著であった。

ポンプ本組立工程は、前工程のポンプ前組立工程からモーターを受取り（約10kg）、タンク部、ケーシング等を組み付ける作業である。構成部品は数kg、完成品（次の検査工程への投入段階でポンプとして完全に組み上がった状態）で数十kg程度である。このため、極めて筋負担の高い作業工程である。したがって本工程の作業員が感じる主な疲労自覚症状が、主に身体的な疲労である「IV群・だるさ感」であることは極めて妥当である。本組立工程は、特に身体的な作業負担を軽減しなければならない箇所であることがわかった。

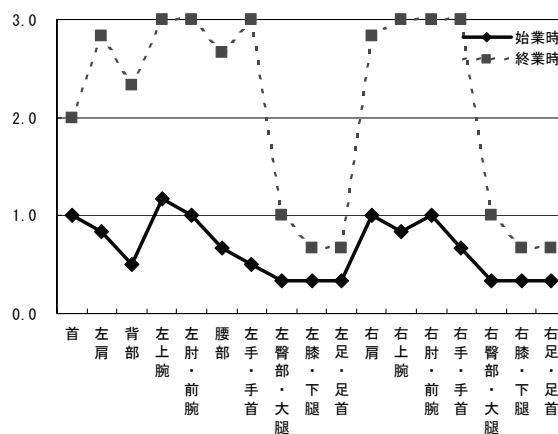
ハ. 疲労部位しらべ

「疲労部位しらべ」についても前述の「自覚症しらべ」と同様に、産業疲労研究会（日本産業衛生学会）が作成したものを利用した。

本調査票は、2002年に日本産業衛生学会によって従来調査票から改良・提案されたものであり、作業条件改善のための基本的なツールとなっている。

「疲労部位しらべ」についても、a. 前組立工程、b. 本組立工程、c. 検査工程、d. 梱包工程、e. 部品供給作業を対象に実施した。具体的には、前述の「自覚症しらべ」の調査票を記入してもらった後、引き続き「疲労部位しらべ」の調査票にも記入する手順であった。

次に「本組立工程」の「疲労部位しらべ」結果を例として説明する。改善前ポンプ本組立工程の作業員Bの疲労部位しらべ結果を図表6に示す。



図表6 作業員B(本組立工程)の疲労部位しらべ結果

図表6から、始業時から終業時にかけて上半身のすべての部位においてスコア増加が極めて顕著であった。上半身、両腕、両手、背部まで、広範囲に疲労部位が分布していることがわかった。

(3)問題点と改善の指針

イ. 問題点

これまでの作業員は、現状の生産設備、工具等の環境の中で工夫を重ね、また長年の作業経験から最も適切だと思われる方法によって生産活動を行ってきた。しかしながら、現状の作業員にとっても作業負担の軽減が図られる職場作り、さらに今後、新規の作業員がポンプ組立作業に容易に携わることができるような職場作りを考える上で、さらなる改善が必要となる。ここでは、先に調査した作業

分析・工程分析から問題点を抽出するとともに、改善の指針を決定した。ここでは作業負担の高い主要3工程について考察した。

①ポンプ本組立工程

a. タンクの部品収集

- タンク重量 8kg 直径 330mm
- 姿勢 ひざを曲げて前かがみ（低い場所からのタンクの持ち上げ）
- 姿勢区分 E（⇒不良姿勢）
- 移動距離 片道6歩の移動（⇒歩行距離 過大）

図表7にタンクの部品収集作業の様子を示す。



図表7 タンクの部品収集

その他の問題点を次に示す。

- b. 各部品の取り付け
- c. ポンプ本組立終了品の移動(横へスライド)

以下、同様に各工程・作業に問題点が発見された。

②検査工程

- a. ポンプ半製品の検査機へのセット及び取り外し
- b. 水抜きホースのセット、ポンプの傾け
- c. 検査作業全体の移動距離

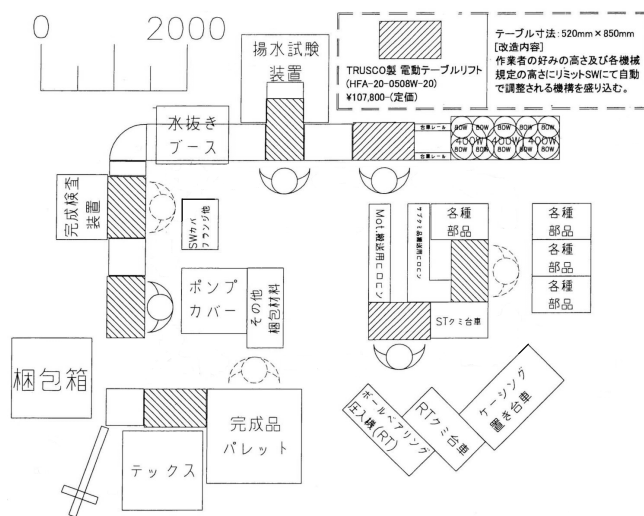
③梱包工程

- a. 部品取り付け
- b. ポンプ完成品の移動（スライド）
- c. ポンプの搬送、箱入れ

(4)改善案の策定

「作業工程分析・自覚症しらべ・疲労部位しらべ」の結果から、できるだけポンプを抱える作業の排除を行うことをまず念頭におくこととした。また高齢者の作業負担の軽減と同時に、生産性の面からも経営側が満足できるアプローチとして、セル生産（U字型・屋台型・作業集約型）方式に基づくレイアウトの見直しを行った。特にレイアウトに関しては多品種少量生産にマッチする1個作りに徹することとした。実際の改善案の立案作業は、ビデオ・写真撮りを参照しながら高齢作業者の負担を軽減する支援設備等を新規設計することとした。

以上の点から、ステップ1からステップ6まで順じ検討を重ねて改良をした。図表8に、本研究で採用したステップ6のレイアウト案「高齢者対応重量型給水ポンプ組立レイアウト」を示す。



図表8 採用した改善案ステップ6

採用した改善案の特徴は、高齢者・障害者対応ラインであること、工程ごとに電動リフターにて作業高さの調整を行うことを可能にした、移動はパレットに載せた製品をラインのレール上を移動させ重量物の持ち運びにも対応している、U字ラインであり一個流し生産にも対応できる、省スペースのため、部材投入はマーシャラー（部品供給担当者）が直接ラインに供給する、等が挙げられる。

(5)改善案の試行・効果測定

イ. 改善案の試行

これまでに検討された重量型給水ポンプ組立工程の高齢者対応型職場への改善として、職場レイアウトとしては前述のステップ6を採用し、また各々の工程における作業についても各種支援機器を導入することによって職場全体を再設計した。次にポンプ本組立工程で説明する。

①ポンプ本組立

a. タンクの部品収集

本組立作業台の横までタンク専用台車にて、タンクを投入。タンク台車には、2段積みで運搬するように変更。ラインの高さまで電動リフターにてタンクを持ち上げ、ラインに投入する。

(効果)

・組立作業台横までタンクを投入することにより、作業者の移動距離の削減

改善前 移動距離6歩⇒改善後 移動距離 1歩

・ライン高さまで電動リフターにてタンクを持ち上げる

タンク収集時の作業姿勢の改善

作業姿勢区分 E ⇒ Bに改善



図表9 改善後のタンク部品収集作業（図表7と比較）

b. 各部品の取り付け

電動テーブルリフターの採用により、作業箇所、高さに合わせて自由に高さ調整ができるよう改善。

(効果)

部品取り付け時の作業姿勢の改善

作業姿勢区分 D ⇒ Bに改善

c. 組立終了後のポンプ（半製品）の移動

ポンプを専用ベースの上で組立、移動時はベースごとローラー作業台の上を滑らすことにより、力をかけずに次工程への移動が可能となった。

(効果)

移動重量

改善前 約5kg ⇒ 改善後 約1kg

以下、②検査工程、③梱包工程についても支援機器の導入が行われた。

ロ. 作業工程の負担分析

作業分析の例として図表10に改善後のポンプ本組立工程の分析結果を示す。ここでは、改善前工程への分析で、特に負荷の高い工程と同定された「本組立」、「検査」及び「梱包」の3工程を対象として、作業工程の分析を行った。作業分析の項目は改善前工程に対して実施した項目と同一である。

改善後ポンプ組立工程の作業工程ごとに、全作業時間、全姿勢評価点、全重量評価点、全搬送距離評価点、負荷指数合計をまとめた結果を図表10に示す。

設備改善前と改善後を比較検討するために、図表4で示した改善前工程の評価点一覧、及び図表10に示した改善後工程の評価点一覧から、改善前・後の各評価点の変化量を百分率表示したものを図表11に示す。

作業工程	全作業時間(秒)	全姿勢評価点	全重量評価点	全搬送距離評価点	負荷指数合計	作業時間×負荷指数
本組立 (作業員 B)	233	66	56	36	113	26,329
検査 (作業員 C)	215	54	54	37	122	26,230
梱包 (作業員 D)	253	66	42	37	140	35,420
合計	701	186	152	110	375	87,979

図表 10 ポンプ組立工程の作業工程ごとの評価点一覧

作業工程	全作業時間(秒)	全姿勢評価点	全重量評価点	全搬送距離評価点	負荷指数合計	作業時間×負荷指数
本組立 (作業員 B)	▲1.3%	▲ 20.5%	▲ 20.0%	▲ 5.3%	▲ 38.6%	▲ 39.4%
検査工程 (作業員 C)	11.4%	▲ 35.7%	▲ 25.0%	▲ 9.8%	▲ 49.8%	▲ 44.1%
梱包 (作業員 D)	88.8%	▲ 17.5%	▲ 26.3%	▲ 11.9%	▲ 60.9%	▲ 26.2%
合計	24.5%	▲ 24.7%	▲ 23.6%	▲ 9.1%	▲ 52.2%	▲ 36.4%

(▲は減少)

図表 11 改善前・後における各評価点の変化率

図表 11 から改善後工程では、重量型給水ポンプ組立工程において特に作業負担の高い主要 3 工程において、全姿勢評価点、全重量評価点、全搬送距離評価、及びこれら 3 種の評価点から算出される負荷指数合計のすべてについて顕著に低下していることがわかった。

特に、レイアウトや作業改善支援装置の導入によって各工程の作業時間も変化したが、「負荷指数×作業時間」の指標で各工程について改善前・後を比較しても、30%から 40%程度、負担が軽減していることがわかる。例えば「梱包」工程は、取り扱う対象物の重量に注目しバラマン等を導入したことによって、作業時間は増大したものの支援機器導入による負担軽減効果によって、作業時間を考慮に入れた指標（作業時間×負荷指数）を用いても、改善効果を明確に認めることができた。

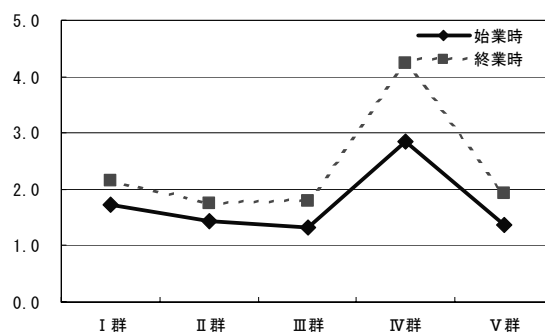
ハ. 自覚症しらべ

改善後ポンプ組立工程において、a. 前組立工程、b. 本組立工程、c. 検査工程、d. 梱包工程の 4 つの工程に注目し「自覚症しらべ」を

実施した。

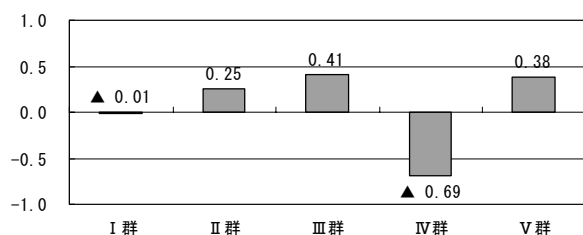
なお改善前工程では「部品供給作業」があったが、改善後工程では受注減により作業量も少なかったため割愛した。改善後のポンプ組立工程を対象とした「自覚症しらべ」調査条件は、改善前工程に実施した際と同一である。

次に作業員 B「本組立工程」の改善後の結果を説明する。改善後ポンプ本組立工程の作業員 B の疲労部位しらべ結果を図表 12 に示す。



図表 12 作業員 B(本組立工程)の各群別平均スコア(改善後)

図表 13 に改善後の始業時－終業時のスコア変化量から、改善前の始業時－終業時のスコア変化量の差を示す。



図表 13 作業員 B(本組立工程)の改善前・後のスコア変化量の差

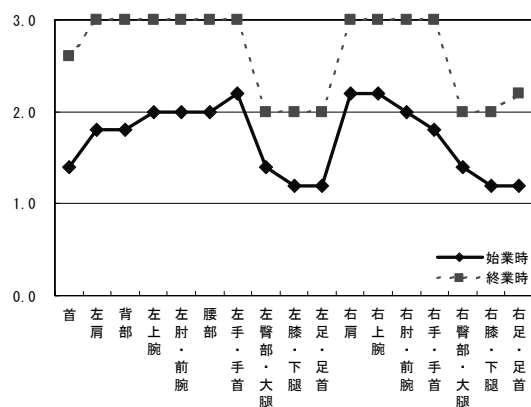
改善前工程では「IV群・だるさ感」が顕著な疲労因子であったが、図表 13 から改善後工程では、極めて「IV群・だるさ感」の始業時－終業時のスコア変化量は低減されている。したがって、改善後工程における本組立工程の重筋作業負担は、極めて軽減されたとみなすことができる。一方、その他の疲労因子 II 群、III 群及び V 群は改善後工程ではむしろ始業時－終業時の変化量は増しており、改善後設備への不慣れさに原因があると推察される。

二. 疲労部位しらべ

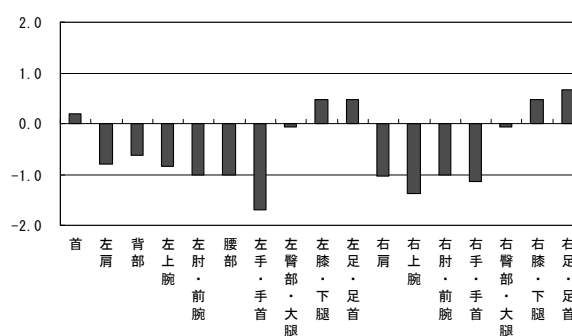
改善後ポンプ組立工程において、a. 前組立工程、b. 本組立工程、c. 検査工程、d. 梱包工程の 4 つの工程・作業に注目し、「疲労部位しらべ」を実施した。改善後のポンプ組立工程を対象とした「疲労部位しらべ」調査条件は、改善前工程に実施した際と同一である。

次に作業員 B「本組立工程」の改善後の結果を例に説明する。改善後ポンプ本組立工程の作業員 B の疲労部位しらべ結果を図表 14 に示す。

図表 15 に改善後の始業時－終業時のスコア変化量から、改善前の始業時－終業時のスコア変化量の差を示す。



図表 14 作業員 B(本組立工程)の改善後疲労部位しらべ結果



図表 15 作業員 B(本組立工程)の改善前・後のスコア変化量の差

以上の結果から、特に改善前工程では上半身のあらゆる部位において始業時－終業時のスコア増加が極めて顕著であったものの、改善後工程では始業時－終業時スコア増加量を極めて低減させることができた。

ただし、改善前工程に比べて、始業時のスコアが全体に高かったことに留意しなければならず、改善後設備及び作業手順に十分な習熟後に再度調査を行う必要があると考えられる。

2. 高齢者対応型新型モーター組立職場の創出

当社では、高齢者に優しい製造ラインの再構築に取り組んでいる重量型ポンプ組立工程に使用するためのネジ締め付け工具について、締め付け時の反発力、振動、音等を抑えた高齢者に優しく、またブラシレスモーターの使用による粉塵等の発生を極限まで抑えた環境にもやさしい新型電動工具の実験開発研究に取り組んできた。

この種の電動工具は、各工具メーカーとも小型、軽量化が進み、使用材料、組立方法等も小型かつ複雑に変化してきている。

本研究では、組立製造業において高齢者雇用を促進するための、作業負担の小さい電動工具への利用を目的とした新型モーターを開発するにあたり、小さい部品の組立方法等を考慮した設計を行ってきており、モーター組立作業についても新規設備の導入により、高齢者でも簡単に作業できるモーター組立職場の構築を行った。

(1)現状分析

モーターの巻線工程を例にとり現状分析について述べる。手巻線機で巻線すると、線径が太く、手が痛くなりつらい作業である。また、巻線カウンターを見続ける作業であり、目が疲れる。図表16に従来型の巻き線作業の様子を示す。



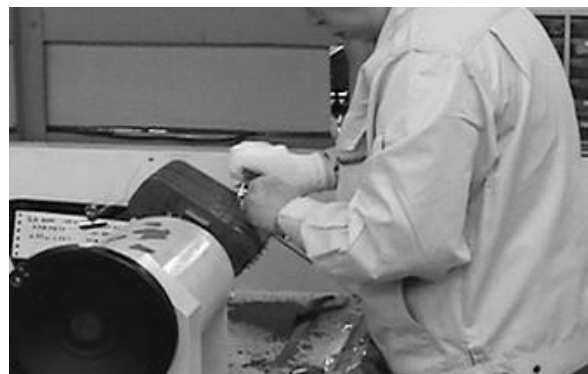
図表 16 従来型の巻線作業

従来型巻き線作業の特徴として、

- ・セッティングは何枚もの巻線治具をセットしなければならないと時間がかかる。
- ・銅線を巻く時は、手で銅線を引っ張る。
- ・銅線を引っ張る力は作業者の感覚により決まり品質のバラツキを生じる。
- ・巻線時には、銅線を均一に巻くため、微妙な左右の動きが必要であり、作業者の勘に頼るところが大きい。
- ・常に銅線を手で引っ張っているため、手、腕の負担が大きい。
- ・品質が作業者により変化する。
- ・治具のネジ止め作業、巻線の縛り、巻線カウ

ンターの確認等、巻線作業の途中で細かい作業を行わなければならない、目が疲れる。を挙げることができ、高齢者が本作業に従事するための困難な点となっていた。

図表 17 に巻線したものの縛り作業の様子を示す。



図表 17 巻線したものの縛り作業

(2)問題点と改善の指針

これまでの類似モーター組立作業では、長年モーター組立作業に従事してきた作業者の勘と経験によるところが大きく、さまざまな他の電気製品の組立作業に従事したことのある作業経験者であっても、モーター組立作業に新規に従事することは難しかった。また、前述のとおり高齢者対応型の低負荷の電動工具用のモーターは、これまでにない小型化・軽量化が図られており、このためモーター内部の部品は小さくなり、また組立作業は容易に習熟できるものではなくなってしまっていた。

以上の背景のもとで、「新型モーター組立ライン」では、従来の類似モーターの組立作業ではハンド作業中心で生産していたものに、高齢作業でも対応可能な組立支援設備を導入することにより、高齢作業への負担の軽減を図ることを目的とした。なお、生産性・多品種少量生産への対応も万全にすべく、セル生産方式の中からU字レイアウトを選定し、1個作りを想定したレイアウトとする。

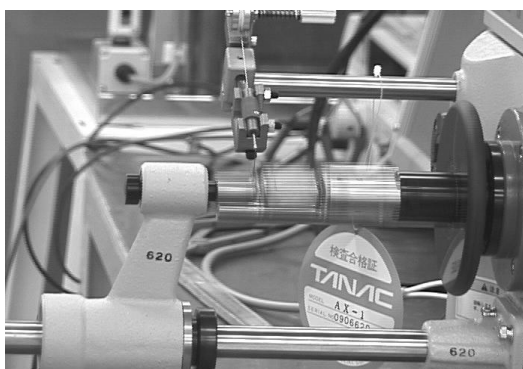
(3)改善案の試行・効果測定

モーターの巻線工程を例に試行・効果測定について述べる。半自動巻線機の試作・導入し、作業者の負担を軽くした。装置には巻数終了と

同時に自動停止させる機構を組み込み、巻線中の巻線数カウンターを目視で確認しながら人手によって停止させる作業を廃止した。具体的な改善ポイントは次のとおりである。

- ・専用治具にインシュレーター（部品）を差込、巻線機に取り付け、アームで固定する。
- ・銅線を部品の所から巻線機の所定の位置に引っ掛け、セットを行う。
- ・セット後は始動ボタンを押すと、自動的に巻線を開始する。
- ・細かい作業がなく作業姿勢も楽な状態で作業を行う事ができる

支援機器導入後のモーター巻線工程の様子を図表 18 に示す。



図表 18 巻線支援機によって巻きつけられていく様子

以下、新型モーター組立職場に必要なモーター組立工程として、上記「巻線工程」に続き、「巻線納め工程」、「圧入工程」、「接着工程」について現状分析を行い、改善案を立案・導入することによって実際に高齢者対応型の新型モーター組立職場を構築した。

Ⅲ. ソフト面に関する研究の内容と結果

1. 重量型ポンプ組立工程における

教育・研修ツール開発

当社の雇用環境の変貌

当社の事業環境としては、①小浜地域周辺の労務事情から深刻な高齢化・少子化による労務確保難が今後も厳しくなること。②小型モータ・ポンプの在来型商品は中国メーカ等海外品が品質・技術面で飛躍的な成長を遂げ、ローコスト分野のグローバル競争が益々活発化が予想されること。③当地の対抗策は小浜本社工場をマザー工場として新製品・新市場も視野に入れ、メイドインジャパン多品種少量型商品を工場内に残して、技術・技能の温存・伝承を戦略的に取り組むこと。等々の経営的課題を抱えている。

新しい高齢者雇用機会の創出の必要性

当社の雇用環境の変貌に伴い、グローバル競争に打ち勝つため、当社小浜特有の「高齢者技能者及び技術者の高度技術の伝承」や「時代にマッチした技能・技術」をいかに習得するかが経営上大きな役割を担う。

そのためには、現存の教育・研修ツールだけでは残念ながら十分とは言えない。

そこで新たに「給水ポンプ組立工程の高齢者マルチメディア教育訓練支援ソフトウェアの開発」略称 SPEED (Shibaura Pump Engineer Education Development) が急務であると考え。今回の共同研究においては、「重量型給水ポンプ」の製造工程を取り上げ、「部品構成が複雑・多岐に亘り」かつ「部品点数が多い特殊作業」について、語り部的・職人的作業を高齡化対応でプラモデル化して「目で見える」しかもタッチパネル方式のソフトウェア開発を指向することになった。

(1)現状調査・分析

教育・研修ツールを開発する必要性は冒頭で述べた通り、「高齢者技能者及び技術者の高度技術の伝承と時代にマッチした技能・技術の習得方法の確立」である。

そして現状調査・分析を行うためにまず、イ～ハマまでの3つの側面から現状の調査を行うことにした。その上で、ソフトウェア開発に着手することにした。

【 図表 19 現状調査・分析の項目 】		
	調査内容	調査・分析方法
イ. ポンプ組立工程における作業手順の把握	現時点において、高齢者の従業員に作業の仕方(作業手順)はどのような方法で教えているのか?	作業指導票を分析する
ロ. 高齢者・従業員からのヒアリング	教育・研修ツールについて、どのような方法が技能・技術を習得するのに必要なのか?	作業に従事している高齢者からのヒアリングを行う
ハ. 作業手順を動画で分析	作業手順をわかりやすくするために、どのように表現したらよいか?	ポンプ組立工程をビデオ撮影する

(2)問題点と改善の指針**問題点**

その問題点については、以下項目が挙げられる。

- ・技能の伝承
- ・多能工化
- ・グローバル化
- ・作業指導票の改善
- ・部材の明確化
- ・ペーパーレス化の問題
- ・職長等によるマンツーマンの教育

改善の指針

「高齢者技能者及び技術者の高度技術の伝承」と時代にマッチした技能・技術の習得のための「給水ポンプ組立工程の高齢者マルチメディア教育訓練支援ソフトウェア」を活用し、「部品構成が複雑・多岐に亘り」かつ「部品点数が多い特殊作業」について、語り部的・職人的作業を高齡化対応でプラモデル化する方法を取り入れる。

しかもタッチパネル方式のソフトウェアで、高齢者にもやさしい管理の方法も取り入れる。

【 図表 20 改善の指針 】

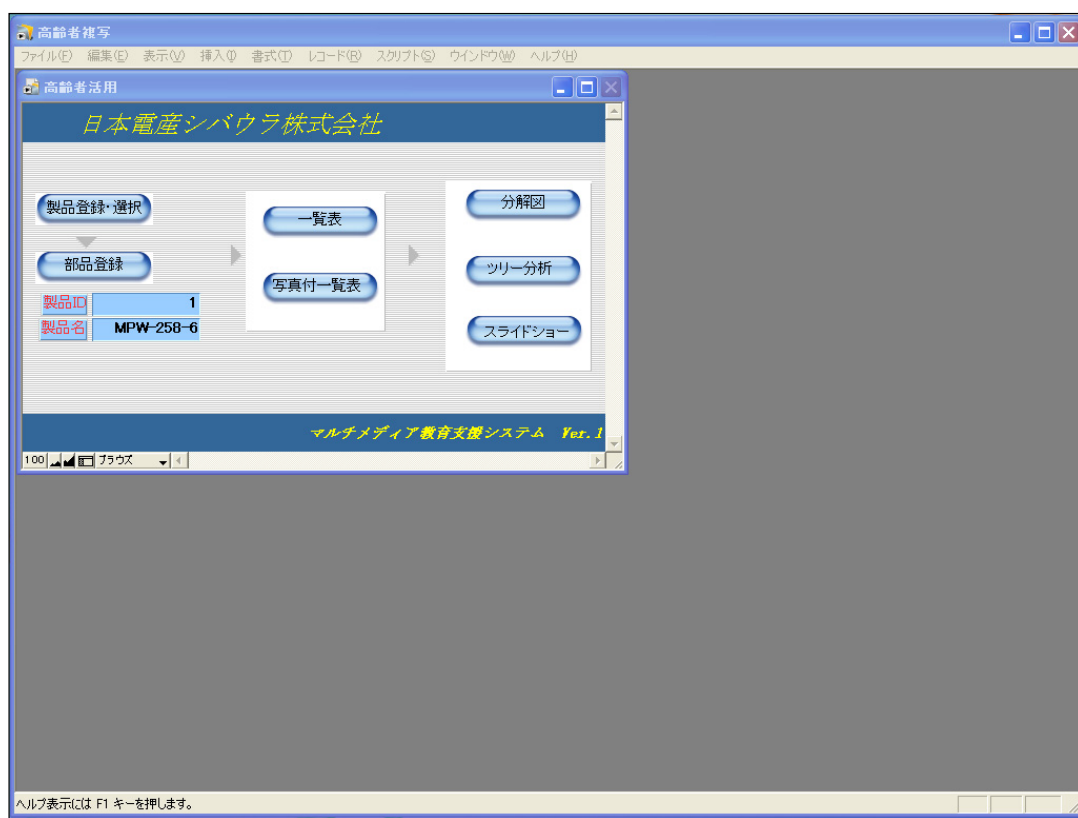
項目	分析結果・ヒアリング内容	改善内容
技能の伝承	<ul style="list-style-type: none"> ・技能の伝承がスムーズにできるようにしたい(特に、ポンプ組立はネジ締め時のトルク、締付角度など) ・SWの配線等細かい部分でノウハウがあり教えるにくい ・多機種で材料点数が多く、簡単に覚えられない 	<ul style="list-style-type: none"> ・語り部的・職人的作業についてプラモデル化する方法を採用する ・高齢者の視点(高齢者にとってわかりやすい視点)からの映像化を行う
多能工化	<ul style="list-style-type: none"> ・多能工化が言われている中で、高齢者でも作業のローテーション化がしやすいようにしたい ・また一個作りラインの推進を行いたい 	<ul style="list-style-type: none"> ・どの機種、どの工程でも作業できるようにポンプ組立工程の情報をデータベース化し、多能工に対応できるようにする
グローバル化	<ul style="list-style-type: none"> ・海外展開が進む中で、グローバル化に対応した設備、指導票が必要である 	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプ組立工程の作業・部品情報を1枚のDVD ディスクに収めることとし、いつでもどこでも活用できるようにする
作業指導票の改善	<ul style="list-style-type: none"> ・作業指導票のメンテナンスがしやすくなる ・作業のポイントを明確に表せるよう改善する ・問題点、これまでの失敗事例等を明確にしていく 	<ul style="list-style-type: none"> ・作業指導票をマルチメディア化することによりメンテナンスを容易にする 例)記号化、用語の統一化 定量化(例 トルク管理) ・作業のポイント(ネジ締め教育)や危険(重要)作業などもより多く取り入れる
部材の明確化	<ul style="list-style-type: none"> ・部材点数が多すぎ覚えられない為、目で見える管理ができるものを作り、部品の組立の間違いをなくす ・部品ツリーのわかりやすいものを作成し、部品調達を容易にできるようにしたい ・高齢者がこの職場で新たに働くことになったときにまず必要なのは「どんな部品があって、どのように組立なければならないか」を容易に理解できるようにしてほしい 	<ul style="list-style-type: none"> ・部品については、階層別到大・中・小に分類し、ツリー展開を設計する ・部品コード(図表番ではないため)部品を図表番に置き換えて部品の説明をする ・作業工程順の番号を記入した分解図表を作成する
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ペーパーレス化の問題 ・職長等によるマンツーマンの教育 	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル化する ・タッチパネルを採用し、インタラクティブに行え、作業一人でも教育できるようにする

(3)改善案の策定

イ. ファイルメーカーの選定

当社では、「ファイルメーカー」というデータベースソフトを使用し、「高齢者技能者及び技術者の高度技術の伝承」と時代にマッチした技能・技術の習得のための「給水ポンプ組立工程の高齢者マルチメディア教育訓練支援ソフトウェア」を開発することにした。

ロ. 基本フレームの設計



【図表 21 入力画面】

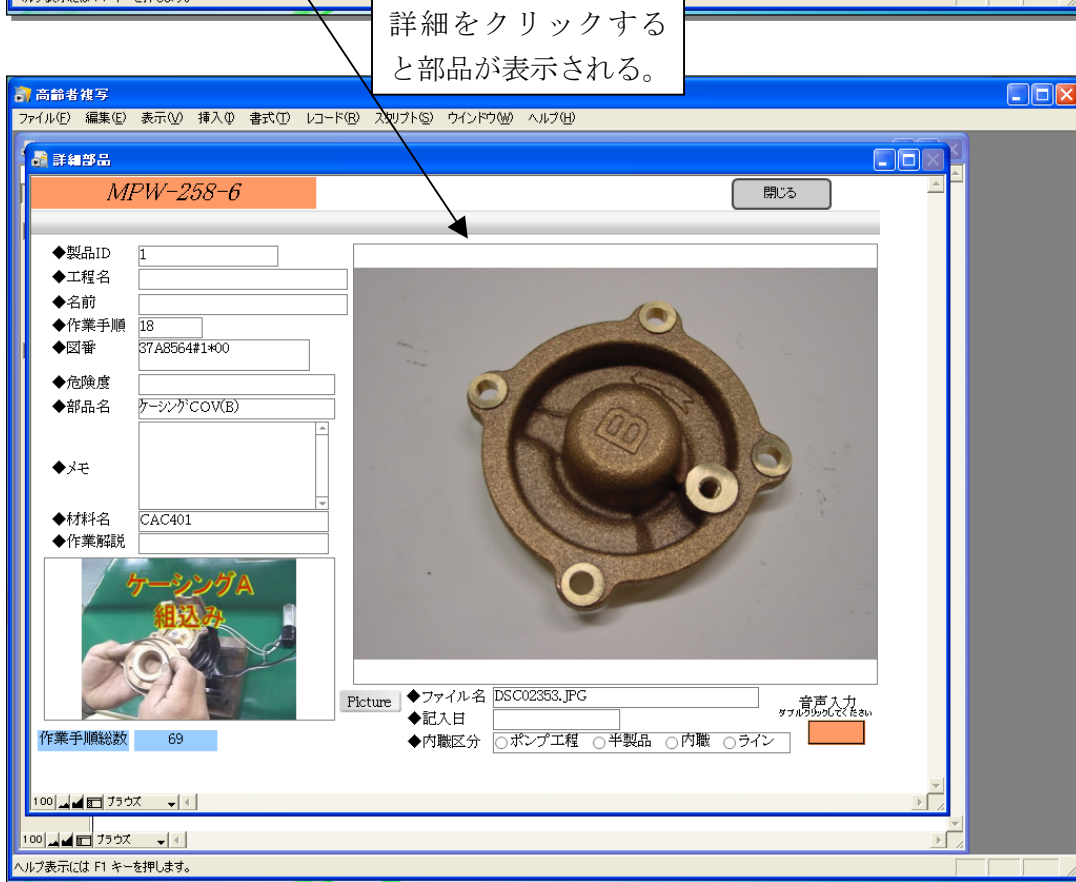
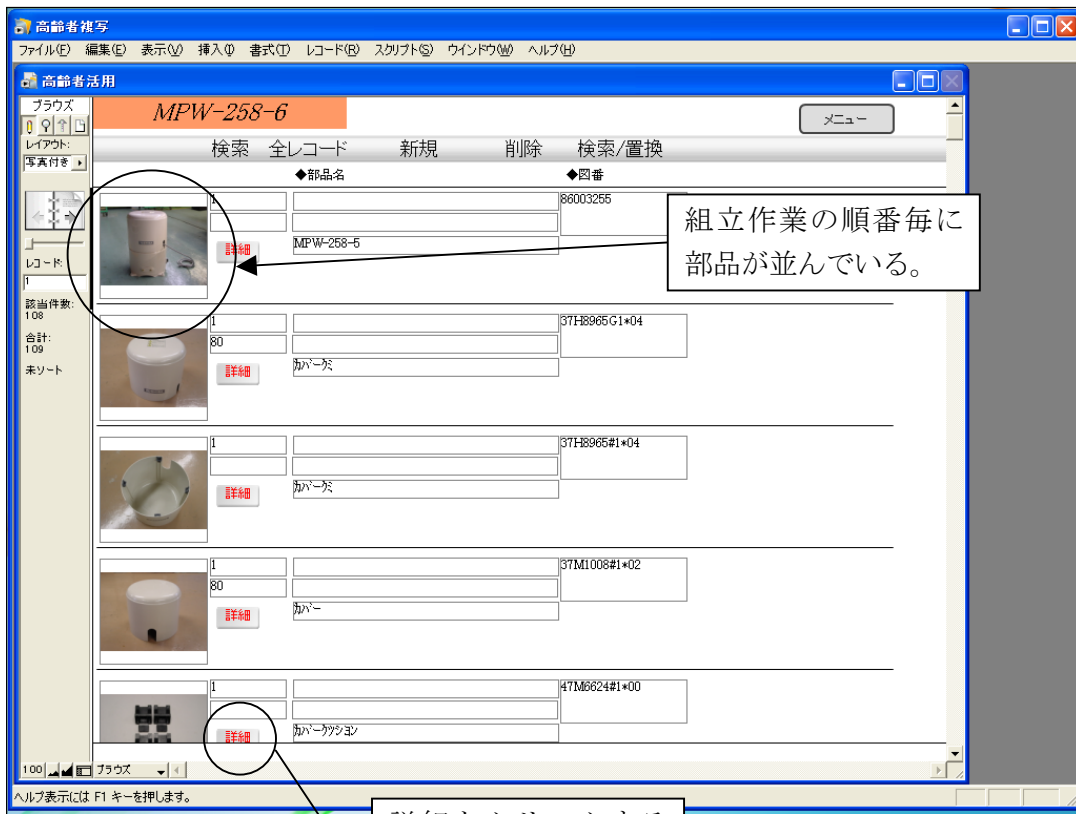
入力画面においては、「ポンプ組立の製品」－「部品」－「作業手順」の順に登録できるように設計した。

ハ. アウトプット

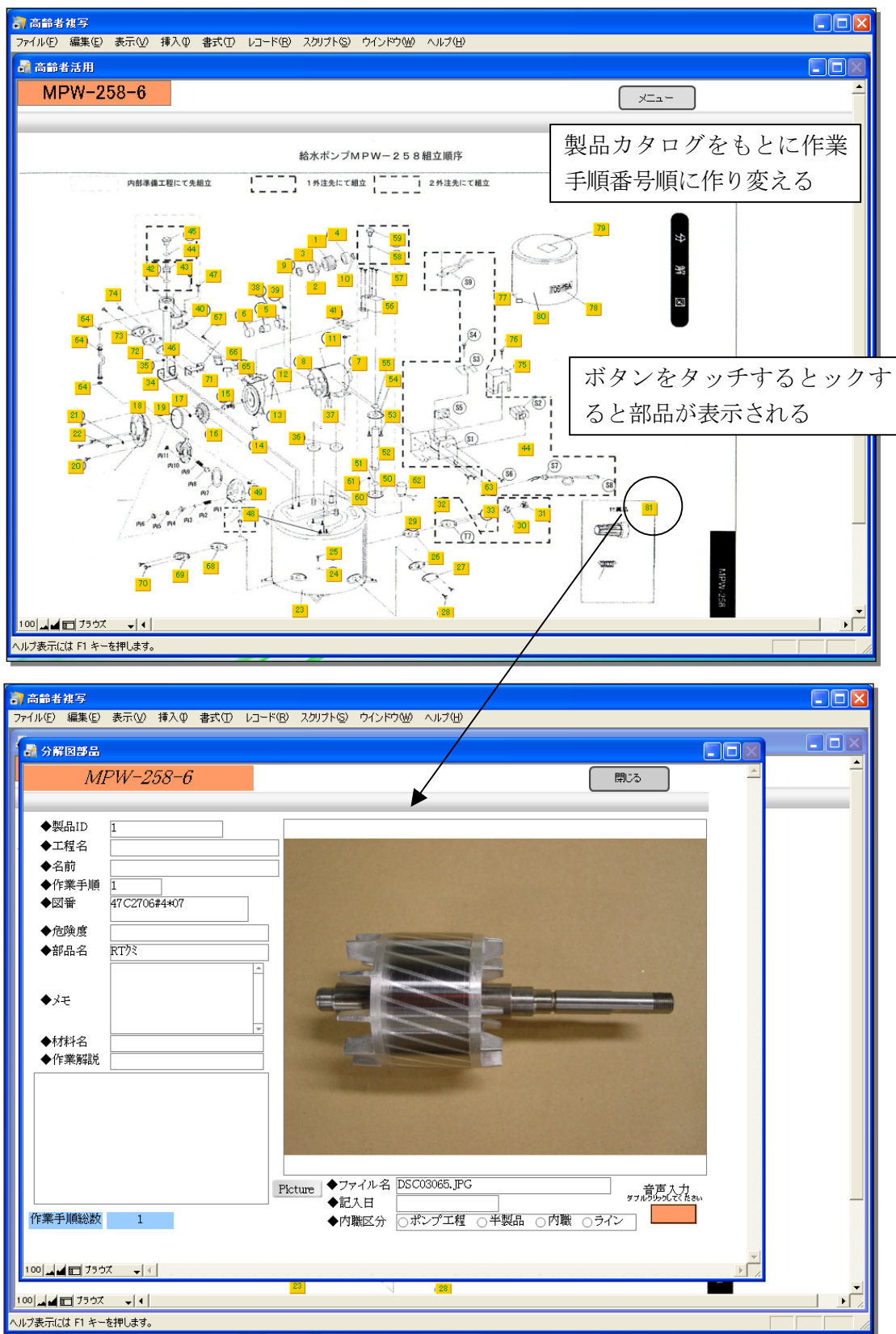
ポンプ組立工程で重要な作業や組立に注意を要する部品については、組立方法の動画を見ながら部品を理解し、作業の仕方を理解することができるようになっている。

ニ. 分解図表についての設計

高齢者が部材を明確かつ理解しやすい方法として分解図表を設計することにした。



【図表 22 写真付作業手順一覧表】



【図表 23 分解図表】

ホ. タッチパネルの導入

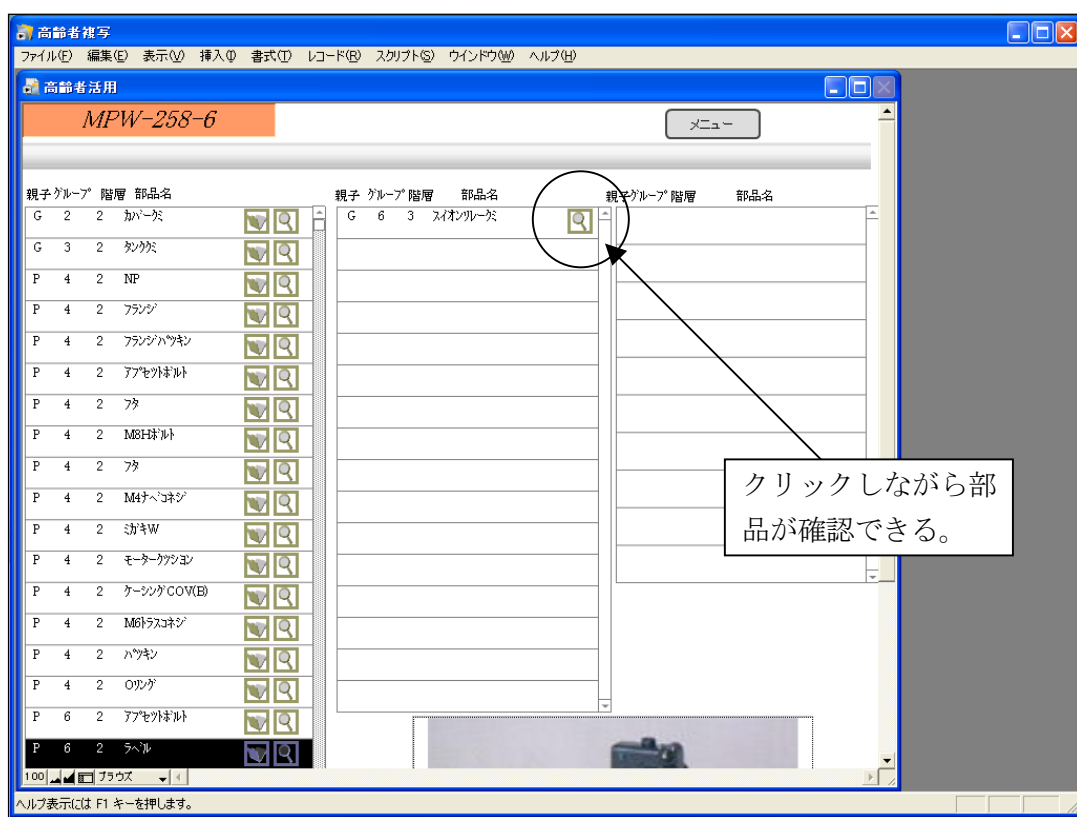
一般的に若年者に比べ高齢者の多くは、キーボードを使うのが苦手、マウスを使うのが苦手を感じる者が多い。

そこでキーボードを使うのが苦手、マウスを使うのが苦手な高齢者でもこの「給水ポンプ組立工程の高齢者マルチメディア教育訓練支援ソフトウェア」略称 SPEED が「取っ付きやすく、見てみる、使ってみる気にさせる、幅広く誰でも使う」ことができるためにタッチパネルを導入した。

ヘ. ツリー分析への展開

部品については、階層別にツリー展開する考え方を「給水ポンプ組立工程の高齢者マルチメディア教育訓練支援ソフトウェア」略称 SPEED に取り入れることにした。

そして部品展開ツリーがマルチメディア化できるようになり、ポンプ製品のどの部分に、どの部材が使用されているか一目でわかり、またインタラクティブに取り扱うことが可能になり、部材のフォロー時に非常に役立つようになった。



(4)改善案の試行・効果測定

- ・ポンプ組立工程の教育・研修オリジナルプログラムを製作することができた。

当社の当初の目的である教育・研修ツールの開発について、試行錯誤しながらオリジナルのシステムを構築することができた。

この研究開発により、ポンプ組立工程の作業現場で活用されることは言うまでもなく他の現場においても活用の道を開くことが可能になった。

- ・ポンプ組立工程におけるマルチメディア化ができた。

従来は「作業指導票」という形式で技能を伝承してきたが、マルチメディア化ができるようになったため、エアードライバーで締める音や部品の材質（同じ形でも、材質が違うもの）についてよりきめ細かく理解することが可能になった。

- ・教育訓練として、教育が容易にできるようになった。

ポンプ組立工程のラインに備え付けることにより、作業者全員（新入社員などの初心者も含め）がこのシステムを活用することが可能になった。



【図表 25 タッチパネルでの教育風景】

IV. 高齢化社会に向けた人事・賃金制度の見直し

1. 現行の人事・賃金制度の分析及び問題点の把握

イ 当社の本社・小浜地域周辺の労務事情から中高年者中心の従業員の構成となっており、更に近年少子化傾向が益々進展し、労務確保が事業に与える影響が大きく懸念される場所である。

かかる状況下で当社の人事・賃金制度を直視すると、給与体系も年功序列型の従来方式から脱却できず、厳しい経営環境の中、総労務費の上昇が問題視されている。いわば高齢者の継続雇用が必要不可欠の状況から高齢者の新規雇用機会の創出を含めて経営上の重要課題である。

ロ 人事・賃金制度を見ると徐々にではあるが、実力・実績・成果主義に改善しているが、新体系の構築を求めて、教育訓練・能力開発・訓練評価制度の確立が必要である。

ハ 一方新製品・新規分野進出が会社存立の基本条件である昨今、新人・中途入社者の採用のための賃金体系見直し、中高年者活用や教育訓練システムの高揚が求められている。

以上の視点から「社員のスキル調査」「グローバル社員制度」の見直し検討を継続しているところである。

改善対策の例として

- ・スキル調整による従業員モチベーションの仕組み
- ・事業のグローバル化に伴う継続者確保を中核とする。「グローバル社員新制度」について検討状況を述べる。

(1)スキル調査表とスキル手当について

業務遂行に必要な国家資格及び技量の目安となる国家検定等取得時における難易度によりスキル手当（仮称）を定める。社内で適用開始した例として次の通り。

主な資格・検定項目	ランク	手当
作業環境測定士ほか難度の高い国家資格	3	-----円
難度中級以下の国家資格・国家検定	2	-----円
乾燥設備作業主任者等講習会で与えられる資格	1	-----円

2. 見直し案の検討

今後 2007 年の団塊世代の 60 才定年を境にして、一般的に「働き手」とされる生産年齢人口（15～64 才人口）が減少していくと考えられる。当小浜地域についても、労働者の勤労に対する意識の変化に伴い、「技術・技能の伝承」が益々困難視される。

一方で中国を初めとするアジア地域の企業競争力の向上と共に日本国内での「労務の質と量」の確保は容易でない状況下にある。

かかる事情を勘案して特に「技能者のスキル」の維持・向上等を意識的・戦略的にはかることは製造メーカーにとっての重要な生命線である。一方アジア地域に生産移管を既に展開し、海外と日本国内との工程分業化の進んだ当社にとって「スキルを保有した技術・技能者」の「グローバル派遣とローテーション」は企業の継続性の観点からも重要戦略である。

(2)グローバル社員新制度

地域会社が中国・タイへ海外生産進出した後日本人後継者育成は会社の生死に関わる、個人的な理由で海外転勤を拒否されると計画倒れとなるため計画的に後継者の認定と育成は当社においても当然最重要の人事制度である。

当社内での「グローバル社員新制度」（現行導入し実施中）における制度の定義を紹介する。

- ・グローバル社員とは「国内海外に通用する技術・技能を有し会社が指示する国内（自社内は除く）海外への転勤・異動を事前に承諾する者」であって、会社が定める手続きによってグローバル社員であると「認定」した者を言う。
- ・内容については社内の機密上、今回は触れないこととさせていただきます。

V. まとめ

1. ハード研究面の総括

本研究では、電気器具製造業における重量型給水ポンプの組立工程に注目し、高齢者の就労にネックとなる作業負担の軽減の一助となる支援機器を開発・導入した。また、高齢者対応型職場の新規創出の取り組みとして、新型モーター組立職場の新規に作り上げた。しかしながら、限られた研究期間にすべての課題が解決されたわけではなく、さらなる研究・開発・改善が望まれる。本研究を通じて得られた成果と今後の課題を次にまとめる。

(1) 重量型給水ポンプ組立工程における職務再設計

重量型給水ポンプ組立工程を対象とした職務再設計では、支援機器等を導入したことによって、特に負担の高い「本体組立工程」、「検査工程」及び「梱包工程」の作業負担を軽減することができた。また同時に職場レイアウトもセル生産方式に組替え、あわせて作業手順も見直したことにより、生産性を落とすことなく高齢者に優しい職場に改善することができた。

とはいえ、熟練作業者にとっては、作業場レイアウト、作業手順、作業用の機器（工具配置や支援機器）などの複数の要素が一気に変更されたため、今後は改善後の職場に習熟してから再度、効果測定を行うことで効果を確認することが望まれる。さらに、作業の方々からは、新レイアウトや新設備、及び治具の不備を指摘されているので、これらの指摘・要望も積極果敢に取り入れていることも必要であろう。

(2) 高齢者対応型新型モーター組立職場の創出

既存のモーター組立職場では、熟練技術者に高度に依存した職場となっていたが、本研究を通じて創り出した新しいモーター組立職場は、高度な新型モーターの組立に対応しており、なおかつモーター組立の各工程を詳細

に検討した結果を反映した支援機器等を導入した。このため、熟練作業者にとっては作業負担の小さな組立職場となり、また新規に配属される高齢者にとってもモーター組立技術を早く習熟することが可能な職場となった。

本研究で創出したモーター職場では、高齢者対応型電動工具に組み込まれるモーターを製造することが計画されており、高齢者対向型職場において高齢者対応型工具のための要素部品を製造することが可能になる、という魅力ある成果が得られた。

新型モーター組立職場では、今後本格的な製造に移行するに伴い、レイアウト面、設備・工具への改善への要望等も出てくるのが想定されるので、さらなる改善のヒントとしていく必要がある。

今回の共同研究を通じて「電気機械器具製造業」において、支援機器の導入及び作業工程の再設計を通じて高齢者の就労にネックとなる作業負担を軽減することが可能となった。電気機械器具製造業は、製造業立国である我が国の重要な産業分野のひとつであり、非常に社会的重要性の高い事業分野である。今後とも、当社においては、共同研究を通じて獲得した作業負担軽減のノウハウや職務再設計の方法をますます発展させていただき、企業原理の基本である経済性の追求と同時に高齢者雇用の維持・拡大という課題を克服していくことを願っている。

2. ソフト研究面の総括

ソフト面での共同研究については、全体として、研究当初の計画に従いほぼ実施され、そして一定の成果が得られたと考えている。

その理由について考えてみると、高齢者の教育訓練ツールとしてマルチメディアに対応したソフトウェアが開発され、ポンプ組立工程の現場において実際に活用されていることから容易にわかる。

次にソフト面での共同研究についての以下の

項目についての詳細を述べさせていただくことにする。

- ・ソフト面での取り組みについて
- ・ポンプ組立工程職場における高齢者の反応について
- ・研究の成果について

(1)ソフト面での取り組みについて

共同研究が始まり、ソフト面で本格的に取り組みはじめたのは9月になってからである。そこで研究者全員が一致団結して約半年かけて開発に成功し、ポンプ組立工程の職場において活用できるようになったことは共同研究の成果であり、またこの研究を通して社内のマンパワーを活用できたことは会社全体のレベルアップにつながり有意義であった。

今回のシステム開発についてはかなりの時間を費やし納得できるプログラムを開発することができた。

(2)ポンプ組立工程職場における高齢者の

反応について

ポンプ組立工程の高齢者からの側面から考えてみると、この組立工程で長年働いている高齢者にとって「給水ポンプ組立工程の高齢者マルチメディア教育訓練支援ソフトウェア」略称 SPEED (Shibaura Pump Engineer Education Development) についての内容（作業手順や材料の識別）についてはこのソフトウェアを活用しなくても既に理解、熟知していることがある。

そのため、画期的な教育訓練ツールまでには、至らなかった感もある。

しかし、「技能の伝承」の面から言うと、ポンプ組立工程の熟練者である高齢者の技能の伝承は、今まさに始まったばかりで、今回の共同研究においてはそのきっかけづくりを援助したにすぎない。

今後、このシステムが高齢者の職場開発、作業負担の軽減のための一躍を担うことは言うまでもないと実感する。

(3)研究の成果について

今回の共同研究をし、これからはまさに技能の伝承のために、会社側、従業員側である高齢者が活用することによって有意義なものになったと思う。今後はポンプ組立工程のみならず、他の職場においても活用されることを望む。

また、賃金・人事制度について考えてみると今回の共同研究では、「グローバル社員制度」についての運用の研究を行った。この制度については、地元地域の特性からユニークな制度だと考える。今回の共同研究において、今後の成果を期待したい。