

自動車部品製造業における作業員の高齢化に備えた 人間工学的手法による職場改善及び全社的作業改善 チェック体制の構築に関する調査研究

株式会社ワイテック

所在地	広島県安芸郡海田町曾田3番74号
設立	昭和35年2月
資本金	8,960万円
従業員	1,013名
事業内容	自動車部品製造

研 究 期 間 平成22年 7 月 5 日～平成23年 3 月10日

研究責任者	佛円 一雄	株式会社ワイテック 常務取締役
	長町 三生	有限会社国際感性デザイン研究所 代表取締役
	西野 達夫	広島国際大学 教授
	石原 茂和	広島国際大学 教授
	南澤 栄治	株式会社ワイテック 第2生産技術部 部長
	江村 弘章	株式会社ワイテック 第1生産技術部 部長
	堀尾 光彦	株式会社ワイテック 総務部 部長
	上原 隆	株式会社ワイテック MPS推進部 部長
	田中 庸三	株式会社ワイテック 石見工場 (MPS推進部) 主幹
	中本 圭樹	株式会社ワイテック MPS推進部 MPS支援Gr
	大前 優	株式会社ワイテック MPS推進部 MPS支援Gr
	花田 郁也	株式会社ワイテック 石見工場 第1製造Gr 班長
	小玉 定弘	株式会社ワイテック 石見工場 第2製造Gr 職長
	佐々木 祐輝	株式会社ワイテック 防府工場 第1製造Gr 班長
	青柳 鎮一郎	株式会社ワイテック 防府工場 第2製造Gr 主任
	竹田 正義	株式会社ワイテック 中野工場 (MPS推進部)
	小笠原 純	株式会社ワイテック 生産管理部
	得能 友彰	株式会社ワイテック 第1生産技術部
	岡本 裕	株式会社ワイテック 第2生産技術部
	朝居 由香里	株式会社ワイテック 総務部
	澤村 章子	株式会社ワイテック MPS推進部
	松崎 洋道	株式会社ワイテック 経営企画部 財務Gr マネージャー

目 次

I	研究の背景、目的	105
1.	事業の概要	105
2.	高齢者雇用状況	105
3.	研究の背景、課題	105
4.	研究のテーマ・目的	106
(1)	高齢化に備えた人間工学的手法による職場改善	106
(2)	全社的作業改善チェック体制の構築	106
5.	研究体制と活動	107
II	研究成果の概要	108
1.	高齢化に備えた人間工学的手法による職場改善	108
(1)	プレス職場の改善	108
(2)	溶接職場の改善	108
2.	全社的作業改善チェック体制の構築	109
(1)	人間工学的職場診断システムの構築	109
(2)	作業姿勢記録分析システムの構築	110
(3)	全社的作業改善チェック体制の構築	110
III	研究の内容と結果	112
1.	高齢化に備えた人間工学的手法による職場改善	112
(1)	現状調査・分析	112
(2)	問題点と改善の指針	117
(3)	改善案の策定と試行	118
(4)	改善案の効果測定	120
2.	高齢者対応人間工学的職場診断システムの構築	120
(1)	人間工学的職場診断システム構築の目的と指針	120
(2)	評価診断項目の構成	121
(3)	診断システムの構成	122
(4)	システムの使用法	122
(5)	診断評価項目の作成	122
(6)	評価シート（評価尺度）の構成	123
(7)	Excelベース診断システムの作成	125
(8)	診断システムの活用	126
(9)	まとめと課題	127
3.	作業姿勢記録分析システムの構築	127
(1)	作業姿勢記録分析システムの概要	127
(2)	作業姿勢記録分析システムの構築	127
(3)	作業姿勢記録分析システムの活用	127
4.	全社的作業改善チェック体制の構築	128

IV	まとめ	129
1.	本研究のまとめ	129
(1)	作業員の高齢化に備えた人間工学的手法による職場改善	129
(2)	全社的作業改善チェック体制の構築	129
2.	今後の課題	130

I 研究の背景、目的

1. 事業の概要

当社は、1952年1月の創業以来業容を拡大し1992年2月にヤマコー株式会社と社名を変更した。2001年3月に三葉工業株式会社を合併して同時に社名を株式会社ワイテックと変更した。

当社は主として自動車のサスペンションを中心としたシャーシ部品とアンダーボディー部品の設計・解析・実験から、金型や治具・設備などの生産準備、部品の量産までを一貫して行っている。

この一貫体制を活かし培ってきた開発・加工技術力が評価され、地元マツダを中心に、系列の枠を超えてトヨタ、ダイハツ、ホンダ、日産などにも製品や金型・治具を供給。海外メーカーとの取引や引き合いも増加している。とはいえ、グローバル化の先頭を走る自動車業界だけに技術革新のスピードは速く、これまでの実績に安閑としていることは許されない。このため競争力強化の要となる人材、とりわけ専門知識・経験に発想力をあわせ持つ技術者の育成には特に力を注いでいる。

2. 高齢者雇用状況

全従業員1,013人のうち102人が55歳以上の高齢者であるが、高齢者として別個に扱うことなく適材適所の配置により、自動車部品のプレス加工業務や組立業務に従事させている。定年は60歳であるが、60歳を超えても雇用の継続を希望する社員に対しては一定の条件を満たすことを条件としているが雇用の継続している。

一定の条件とは「①原則として、満60歳定年退職者で継続雇用を希望する社員」「②心身ともに健康で、新しい職務に適応していく意欲を有する」「③会社が提示する職務を遂行するために必要な能力を有する」「④業務を通して、会社に貢献できる」の4項目としている。

3. 研究の背景、課題

昨今の少子高齢化という時代背景もあり、当社では従業員に長く健康的に作業を続けてもらえる仕組みの構築は今後に向けての重要な課題としている。

当社の生産品の多くは形状・重量が大きく、生産過程において従事する作業員、とりわけ高齢作業員にとって作業負担が大きくなる傾向があることや、生産性向上の推進によって作業員への負担が増加していたことから、2005年より、“職場を疲れにくく、高齢者でも働けるように改善する”こととし、専門家の指導の下、人間工学の考え方を取り入れた改善活動に取り組み始めた。

5年間にわたって、トヨタ生産方式と人間工学的作業改善方法の導入により、「誰でも、どこでも楽に仕事ができる」職場の構築を目指して、負担度の高い職場の改善を実施してきた。その結果、効果的な改善を行い作業員への負担が少ない職場が生まれるとともに、担当8名がその学習と改善経験により、日本人間工学会「人間工学専門資格審査部会」から“CPEJアシスタント”資格者(CPEJ:Certification of Professional Ergonomist=人間工学/経営工学の知識を持ち、安全で働きやすい職場改善能力があると認定された者)として認定されるなど、高齢者が長く働ける職場づくりを目指して日常的に改善を行うことのできる組織体制が築かれつつある。今後さらに、作業員の高齢化の進行と生産の増加の見込みから、作業負担要素を作業から排除し、高齢者のみならず、全ての作業員がムリなく、長続きがして、しかも生産性の高い職場づくりが課題となっている。

また、こうした状況下において、作業員への負担が少なく、高齢者の技術、知識、経験を有効活用しながら、楽に働くことのできる職場の開発には、各従業員が各職場で仕事をムリなくしかも生産性を向上するための自主

的改善活動を展開することが望ましいと考えた。そのためには、人間工学からの職場改善を誰もが容易にやさしく取り組める改善支援ツールの開発と、その利活用による“従業員全員参加の職場改善のチェック体制”を全社的に迅速に整備することが課題になってきている。

4. 研究のテーマ・目的

当社では、2010年から始まる職場改善の第2ラウンドにあたり、(1)各工場への専門的改善グループの設置と、石見工場における高齢者が働きやすい軽作業化のための職場改善を実施する、(2)これまでに工夫を重ねながら活用してきた“人間工学的作業改善チェックリスト”及び“作業姿勢記録分析システム”の完成とシステム化、及びこれらの改善チェックシステムの情報共有化による“全社的作業改善チェック体制”の整備を実施する。各項目を実行し、効果的な改善を展開し、高齢者雇用環境の整備促進を図ることを研究目的とする。

本研究では、以上の経緯から、以下の2つの研究のテーマを設定した。

(1) 高齢化に備えた人間工学的手法による職場改善

5年間の全社的人間工学的な改善活動により、突出した負荷の高い職場の改善が成果を伴って終了し、“誰でも（高齢者でも）どこでも就労できる職場づくり”の第2ラウンドではすべての作業を軽量化する活動がテーマとなる。その最初として、プレス職場と溶接職場の高齢化に備えた職場改善に取り組んだ。プレス職場は現在最高年齢53歳の作業者が作業している職場であり、かつ、フォークリフトの運転操作、重量のある治具の筋力負担等の負担のある作業を行っている。溶接職場は、最高年齢54歳の作業者が重量物運搬など作業負担の大きい作業を行っている。両職場とも今後数年で作業者が55歳以上となり、現状のままでは従事できない可能性もあるため、本研究の対象としたものである。

プレス職場と溶接職場の作業を人間工学の

手法を用いて分析し、作業負担の高い作業とその作業負担要素を明確化し、負担要素を排除しながら、生産性も確保できるような、今後の職場の高齢化に備えた職場改善を実施する。CPEJアシスタント資格者認定に係わる社内研修としての要件(講義20時間、実習80時間、合計100時間)を念頭に置き、研修生8名がこの対象職場で新しい“人間工学的職場改善システム”と“作業姿勢記録分析システム”を用いてデータを取り、外部研究者及び社内CPEJ資格者からの適切なアドバイスの下、改善案を検討して職場改善を実施する。

(2) 全社的作業改善チェック体制の構築

高齢者でも無理なく、疲れが少なく、働きやすい職場の開発には、作業者自身が自分の所属する職場と作業を分析して、改善することができるような、参加的人間工学方式による“全社的作業改善チェック体制の構築”が課題となっている。しかし、高齢者の能力・技術・経験を活用できる職場への改善を行うに当たり、何をどのように改善すれば効果的な改善となるのか、高齢者にとって作業負担となる要因は何かについて、理解することが難点となっている。

これまで工夫を重ねながら利用してきた作業姿勢チェックリストでは、作業姿勢の分析・改善に留まっており、その他の作業負担要因(重量、歩行、動作、認知、作業環境)に関しての多角的な視点からの作業負担のチェック及び評価にまで進んでいないこと、および作業負担の少ない作業へと改善を進めるにはIE・人間工学の専門知識・技術を要し、これまで、主に作業改善グループにより推進されてきており、一般の製造作業者が人間工学的作業改善に取り組むには難点があった。

そこで、重量物取り扱い負担度、作業姿勢負担度、動作困難負担度、認知的負担度、作業環境負担度、モチベーション等を総合的に評価するチェックリストを新たに考案し、人間工学的な視点から職場をチェックして作業改善を支援する“人間工学的職場改善システム”と、作業姿勢の頻度を作業現場においてオンラインで記録・分析できる“作業姿勢記

録分析システム”の開発をすることにした。これらの支援システムは作業者が容易に、楽しく自分の作業と職場を分析し、改善のヒントが得られ、改善活動を自主的に進めることを支援することを狙いとしている。

各職場でこれらのツールを利活用することで、改善活動を促進し、高齢者の作業改善の全社的な水平展開を効果的に推進できると見込んでおり、開発終了後はこれらのツールを各工場に配布し、日常的な作業改善に活用させる計画である。

開発ツールの配布対象者（各現場監督者）に対する運用方法の指導を行うとともに、評価の結果洗い出された要改善事項への対処フローを検討し、製造部門の各職場間、各部門間での情報共有化により、高齢者作業改善の全社的な水平展開を効果的に推進できる“全社的な作業改善チェック体制”を構築する。

5. 研究体制と活動

本研究を進めるに当たり、生産本部担当役員を研究責任者とし、各部門の業務に精通した従業員から研究者を選出し、外部研究者3名と合わせて22名で研究活動を行った。

研究活動としては、共同研究会・プロジェクト研究活動、人間工学専門家資格者(CPEJ)と製造職場の各班長による改善実践検討会を開催し実施した。プレス職場と溶接職場をモデル職場として選定し、第1の研究テーマである高齢化に備えた職場改善に向けた研究を行うとともに、それと並行して、改善プロジェクトチームにより、人間工学的作業改善支援ツールとしての人間工学的作業改善診断システム及び作業姿勢記録分析システムの開発と全社的な作業改善チェック体制の確立方策の研究を行った。

Ⅱ 研究成果の概要

当社の研究テーマ、「高齢化に備えた人間工学的手法による職場改善と全社的作業改善チェック体制の構築」における、2つの研究テーマの研究成果の概要は以下のとおりである。

1. 高齢化に備えた人間工学的手法による職場改善

分析によって顕在化した問題箇所に対し、外部研究者から適切なアドバイスを受けて、効果的な改善を実施した。基本的に支援機器は内製で行い、最小限の費用で最大限の効果を目的の一つとした。

(1) プレス職場の改善

プレス職場の各作業について、人間工学的作業工程分析、JDLC分析、疲労感調査、現場作業観察記録、工程分析などのIE・人間工学的手法を用いて、高齢作業員にとってムリがあり作業負担の高い作業と、その負担要因を明らかにした。調査・分析結果からの問題作業と従来から高齢者には負担が大きく、困難な作業であるとされていたフォークリフトを用いた運搬作業について改善し、高齢者でも楽にムリなく作業ができるように、作業の軽作業化改善を実施した。

イ. 治具の改良によるマガジン調整作業の改善

改善前のマガジン調整作業は、しゃがみ姿勢や深い前屈中腰姿勢で、床面に近い位置にある留め具のボルトをレンチで8箇所締め付けるといふ、作業時間のかかる筋力負担の大きな作業であり、作業員からも辛いとの声も上がっており、高齢者が継続的に作業を行うことが困難であった。分析の結果、この作業は作業姿勢と動作困難度の2つの作業負担度が高いことが分かった。

そこで、これらの負担軽減のために、レンチを用いることなく、腰のあたりでワンタッチで留め具を固定するクランプ方式に改めた作業負担軽減対策用支援機器を製作・導入することで、作業姿勢はやや前屈

した作業姿勢となり、腕のレンチ操作による回転動作が排除されたことから、作業時間が30%も短縮された。また、作業員からは“仕事が楽になった”、“手、腕、腰が楽になった”という評価を得ることができ、作業負担の少ない、ムリのない作業に改善できた。高齢作業員でもこの作業は楽に行うことができるようになった。

ロ. フィンガーの改良によるプレス段取り作業の改善

フィンガー（材料送り装置）調整作業は、1回の金型交換で6つのフィンガーを取り付けていた。フィンガーの重量が大きく（12～16kg/個）、高齢者にとってはかなりの負担となっていたことから、フィンガーを分割して半分に（6～8kg/個）、軽量化設計したフィンガーを製作した。これにより、取り付け作業は12回に増えたが、作業時間は14%短縮できた。また作業姿勢も改善され、高齢者も“楽になった”と肯定的な意見であった。

ハ. AGV製作によるパレット搬送作業の改善

パレット搬送作業はフォークリフトによる運搬を行っているが、従来、高齢者には“きつい”ので改善を考えていた。運転作業を分析した結果、小径のハンドルと3本の操作レバーの素早い操作とバック確認などのため、動作困難負担度、認知的負担度、作業姿勢負担度が高いことが明らかとなった。そこで、自動走行可能な牽引車（AGV）に代替させた。これにより、フォークリフト走行からAGVのリモコン制御等、作業負担の少ない、高齢者が作業可能な環境へと改善できた。

以上の改善により、プレス職場を高齢者でも楽に、ムリなく働くことのできる環境に一步近づけることができた。

(2) 溶接職場の改善

溶接職場の各作業について、(1)と同様のIE・人間工学的手法による作業分析を実施

し、作業負担の高い要素と負担要因を明らかにした。調査・分析の結果から作業負担が高いと判明した作業と、作業者の体に負担が大きくて、高齢者が継続して働くには辛いとコメントしてきた作業に対して軽作業化の改善を実施した。

イ. 搬送シュート・検査作業台の改良による工程間運搬作業の改善

チェック作業の工程は工程間移動距離が長く、歩行数も多く、このことが作業負担の大きな部分であることが分析から分かった。また、改善前は搬送用に重力スライダを用いていたために、部品の滑りが悪く作業者は部品を押すか、スライダを用いなくて、次工程に自分で部品(8.3kg)を運ぶ場合もあった。また、スライダの傾斜が、部品を取る場合に深い前屈の作業姿勢を強いていた。そこで、チェック作業台の位置を変更するとともに、スライダに替えて平行な電動ローラーを用いることで、部品の“つまり”をなくすとともに、前屈姿勢も無くなった。結果、作業時間の短縮、作業負担の軽減の作業改善ができた。

ロ. 溶接作業の重量物ハンドリングの改善

溶接作業の最終工程では溶接ロボットから部品(8.3kg)を取り出して、次のチェック工程へ送るが、冷却用の搬送ローラーが短く部品の滞留のトラブルが生じていた。また、ローラーまで重量物を作業者が運搬するという、荷重歩行の作業負担があった。そこで工程間ローラーの改造を行った。ローラーの長さを部品1個分長くして溶接側に近づけることで、荷重歩行負担が軽減するとともに、冷却部品の数を増やすことができた。作業者の筋力・歩行負担を軽減するとともに、作業性も向上することで、作業者は楽に作業ができて、高齢者でも就労できる作業に改善された。

ハ. パレット昇降装置によるパレタイズ作業の改善

溶接職場の最後の工程は溶接職場の完成品をパレットに積み込むパレタイズ作業であるが、この工程の部品の重量は8.3kgと

重く、パレットの下と上の位置に積み込む作業は、深い前屈中腰姿勢と腕が上がるという動作困難負担度があった。そこで、パレットの下に油圧リフトを置き、ボタンでパレットの高さを調節する昇降装置を開発した。結果、パレタイズ時の深い前屈中腰姿勢は大幅に改善され、作業負担が軽減されるとともに、大幅な時間短縮を実現できた。

2. 全社的作業改善チェック体制の構築

(1) 人間工学的職場診断システムの構築

従来から、当社では、作業姿勢・重量物ハンドリング・歩行困難性などの改善には取り組んできたが、動作困難性・認知困難性など他の要因の分析が充分でなかった。また、専門的知識を有する作業改善グループがIE・人間工学の分析・改善手法を駆使して、高齢者にとって作業負担の大きい作業要因を抽出し、改善を行ってきたのであるが、これには高度な人間工学とIEの知識・分析手法の習得が要求され、職場の責任者、作業者が取り組むにはやや難点があった。

そこで、“全社的作業改善チェック体制の構築”に取り組むには、現場の作業人や責任者が高齢者の作業負担要因とそれに関わる要因を一目で分かり、評価診断項目に基づいてチェック・評価することで改善ポイントが明確化できるツールの開発が一つの課題であった。このようなツールを利活用することで、職場の改善ポイントが誰でもわかり、改善の促進を期待できること、また、得られた評価・改善事例を部門間で共有することで、職場間、部門間での水平展開ができ、全社的な改善チェック体制の促進が期待できることから、“人間工学的職場診断システム”を作成することにした。

職場の作業改善では、様々な負担要因を多角的に明確化できて、改善ポイントが示される改善支援システムが有用であると考えた。本研究ではこのような視座から、①できるだけ様々な作業負担要因を多角的に分析できること、②作業負担の細部までチェックでき、改善案の創案が易しいこと、を目標とし

てExcelベースシステムとして作成することにした。

作業・職場の現場観察もしくはVTR記録から、作業負担度、モチベーション向上条件、高齢者対策促進度の合計49の診断項目についての評価シートを当社の作業分類を考慮して作成し、要因の“見える化”のためのレーダーチャート作成システム、問題要因とリンクした過去事例参照システムを構成した。本システムを活用しての作業負担要因の発見と改善を試行した。結果、これまで見逃していた負担要素の発見とそれに基づく改善案を作成することが容易にできた。高齢者職場への改善において少しの教育で誰もが改善活動に取り組むための役立つツールができた。課題としては、評価シートの評価法に関する改良がある。

(2) 作業姿勢記録分析システムの構築

本システムは現場の責任者・作業者が、自分の職場の作業姿勢をリアルタイムに記録分析することで、良くない作業姿勢を抽出し、作業改善ポイントを明らかにして、改善活動に取り組むためのツールとして開発した。

作業姿勢の観察法は、これまで主にされてきた方法では、まずビデオで作業を撮影し、そのビデオをプレイバックしてあらかじめ定めた姿勢のカテゴリーに当てはめ、姿勢の持続時間から作業負荷を測定するという手順をとっていた。この方法は長時間のビデオを細かくプレイバックしながら姿勢を逐一チェックする必要があり、分析に大変時間がかかることが問題である。

これを解決するために、PDA（個人向け携帯情報端末）で作業姿勢をその場でリアルタイムに入力し、作業姿勢と持続時間を計算して、作業負荷を知るプログラムが作成されている。

これらのシステムは非常に使いやすく、現場でのデータ収集、記録に強力なツールとなった。便利である一方、記録されたデータをPCに引き上げたり、コピーしたりすることに手間がかかり、データの収集、管理が問題として残った。従来のシステムでは、PDAというものの自体が未発達であり、複数件の記

録が残せないこと、記録データをPCにコピーすることがほぼ不可能であり、PDAの中でグラフを出して終わりにすることが問題であった。

今回作成したシステムは、作業姿勢をリアルタイムに入力、記録し、そのデータをインターネット上の大規模データベース（クラウド）に置くシステムである。記録されたデータは“終了”ボタンを押すと自動的にクラウド上に置かれ、そのデータは通常のブラウザからいつでもどこでも見たりコピーしたりできる。また簡易な分析は記録終了と同時に終わるので、現場ですぐに分析結果を見て考察することができる。

このシステムを構築するに当たり、当初はデータ収集用のサーバーを社内に置くことを考えた。しかしIT担当者の負荷、サーバの信頼性、バックアップの手間、トラブルやアップデートなどで停止時の周知の必要性などを考慮し、汎用性の高いエンジンを用いて構築することにした。

今回作成したクラウド型姿勢記録・分析システムは、ウェブアプリケーションとして開発した。手元で使うクライアントには、最新のwebブラウザが動くものであれば、何を用いても良いように設計されている。つまり、手元のマシンで動く部分は全てブラウザのなかで動作していて、ブラウザの外では何も動いていない。故にソフトウェアのインストールも一切不要である。データは記録後直ちに、クラウドへ送信され、手元には記録されない。これにより、パーソナルコンピュータ、スレート型（タブレット）コンピュータ、スマートフォンのいずれでも使用することができる。

(3) 全社的作業改善チェック体制の構築

当社では、“高齢者だけでなく誰でもが無理なく長続きする仕事”ができ、生産性も高く、働きやすい職場づくりを目指して、人間工学を取り入れた改善活動に取り組んでいる。これには、人間工学的改善のデータを社内の各職場で相互に共有することにより、改善のヒントが得られ、各職場での自主的な改善活動が行われるような仕組みを構築することが大切になる。社内情報共有化の方策とし

て、次の3点について進めている。

第1に、この仕組みづくりに、本研究で開発した、“人間工学的職場改善システム”と“作業姿勢記録分析システム”の改善ツールを活用することである。まず、改善活動においてツールを用いることで、具体的に作業分析ができることから、改善活動の特別な専門知識がなくても取り組み易くなる。各職場でツールを活用することで、自分の職場や仕事を分析し改善提案を考えるのである。すでに、当社の幾つかの職場ではこの取り組みを行っている。当社では人間工学専門家資格(CPEJ)養成教育も実施しており、数十名のCPEJ資格を有する社員が誕生していることから、CPEJによるツール活用による改善活動を実施し成果をあげている。各職場の分析データと改善事例データが改善サークルと社内メールシステムを通じて共有されることで、改善活動がさらに高度化することを目指している。今後は、一般の作業者にもツールが活用できるような教育をして、社内の“誰もが人間工学マン”として改善活動を展開することになっている。

第2に、このツールが提供する製造現場の作業負担の分析データを生産技術部門、設備部門、設計部門等の関連部門にフィードバックすることである。それにより、作業負担の少ない、働きやすい製造工程、設備、部品の設計・開発を源流段階で行うことができるようになる。設計段階から作業負担のデータを考慮して、製造工程の作業、工程、設備を設計することで、より生産性の高い、無理な動作や作業姿勢、重量物ハンドリングなどの作業負担の軽い、働きやすい職場が実現できる。現段階では、各部門に必要な人間工学的分析・改善データの整理とその共有化について検討を始めたところである。このような部門間の情報共有化についても、共通データを提供するツールの役割は大きい。本研究で開発したツールはいずれもコンピュータベースシステムであることから、情報共有は社内メールシステムの活用を考えている。

第3に、これらの社内情報共有化を促進す

るための組織づくりである。人間工学的改善プロジェクトチームを構成し、このプロジェクトチームのもとに、改善推進部門や関係部門の代表が参加して、人間工学的改善データの情報共有化の方法や改善活動を推進する。製造部門では責任者、作業者による人間工学的改善活動サークルを構成してCPEJと改善推進部門の支援のもとに推進する。

なお、全社的に作業改善を展開するには、専門知識を持った社員の養成が不可欠である。当社では外部専門家による人間工学専門家資格者の養成に取り組んでいる。すでに当社は10名の資格者が誕生し、人間工学作業改善に取り組んでいる。教育の内容は、生産の仕組み、改善の原則、工程分析や動作分析、作業簡素化等のIE手法、人間の感覚・生理機能、作業環境測定と改善、作業域・作業姿勢の人間工学、セル生産システム、作業負担分析、職務再設計、安全等の専門知識・技術の習得とともに、現場作業の人間工学改善実践を行っている。改善部門と製造部門の人間工学専門家資格者を中心として改善活動に取り組み、作業改善の成果を上げている。ここでも、本研究で開発した改善ツールは、現場での作業負担の高い作業の発見と改善の教育に大いに役立っている。今後、全社的な改善チェック体制の構築の一環として、さらに人間工学知識・技術を持つ人材の養成に取り組んでいく。

Ⅲ 研究の内容と結果

本研究では当社がこれまで取り組んできた人間工学的な職場改善手法を取り入れ、1.作業員の高齢化に備えた職場改善、2. 当社の工場における人間工学的作業改善を全社的に促進・展開するための人間工学的作業改善チェック体制の構築を研究課題に設定した。1の課題は作業員の高齢化に備えて、高齢者が無理なく楽に作業ができ、しかも生産性を向上するための職務再設計である。これまでも当社では人間工学的職場改善には積極的に取り組んでおり成果を上げてきているが、本研究ではここで培ったIE(Industrial Engineering)・人間工学的(Ergonomics)手法を用いて職場の作業を調査・分析し、高齢者が働きやすい作業・職場への改善案を考案し実施する。2. の課題は、IE・人間工学的手法は多大な労力と時間を要することから、工場の全職場での人間工学的改善を促進・展開するのが困難な点があった。そこで、比較的簡易な作業分析・診断により作業改善を実施することのできる改善ツール、つまり“人間工学的改善診断システム”と“作業姿勢記録分析システム”を開発して、改善ツールを作業改善に活用することで改善自主活動を促進するとともに、システムから得られる改善情報の社内共有化を図りながら、全社員が“誰でも（高齢者でも）どこでも就労できる職場づくり”に取り組むことのできる全社的な改善チェック体制を構築する。

1. 高齢化に備えた人間工学的手法による職場改善

本研究では、プレス部品の材料供給作業からプレス機によって加工された完成品を部品置き場に収めるまでのプレス職場と、部品をロボット溶接により組み付けて、機械加工、検査をしてパレットに収めるまでの溶接職場をモデル対象職場とした。作業員はプレス職場4名、年齢は54歳、46歳、43歳、35歳と溶接職場2名、年齢は39歳、55歳の男性で

ある。

(1) 現状調査・分析

職場の作業を評価・分析するために、人間工学的手法とIE手法を用いることにした。人間工学的手法により、対象職場のどのような作業のどのような要素が高齢者の作業負担となっているのか、作業員の疲労の状態はどうであるか、さらにはどのような作業環境が負担要因となっているか、さらに、IE手法により、モノ・人の流れの視点から、生産性を低下させる部分は何か、などを明確化することにした。

イ.プレス職場

①プレス職場の概要

この職場では大型トランスファープレス機械(1500t)を用いて、自動車のシャーシ部品とボディ部品の成形を行っている。トランスファープレスは複数の金型を一台のプレス機内に配列し、プレス本体と同期した搬送機構により、連続自動加工を行うプレス機である。プレスによって加工された製品のパレタイズ（容器に詰める作業）を行う作業員とプレス加工を行うために必要な段取りや完成品の運搬を行う作業員の2名で稼働させている。また、昼夜の2直体制で生産を行っているため、合計4名の作業員が従事する職場である。段取り作業は金型交換、材料の型枠設定のためのマガジン調整(鋼板を模型に合わせプレスに搬入する装置の調整)、フィンガー取り付け（取り外し）、フロータ調整（マガジンに入れられた鋼板を搬送機に送る装置）、完成品の部品置き場へのフォークリフト搬送が主な作業である。本研究では、マガジン調整作業、フロータ調整作業、フィンガー取り付け作業、パレタイズ作業、フォークリフトによる搬送作業について調査・分析した。

②各作業に関する調査・分析内容

a.人間工学的作業員工程分析

作業工程分析は作業をその要素作業単位に分解し、それぞれの要素作業毎に作業工程の種類（運搬、加工、検査、停滞）、運搬距離、要素時間を数値化し、作業の効率を向上して、ムリ、ムダ、ムラを軽減するためのIE手法である。この手法は要素作業単位で分析するので、要素作業レベルでの作業負荷評価ができる点では精巧である。

しかし、作業者の作業負荷の評価分析には十分でないことから、本研究では作業のVTR記録から、高齢者にとって負担となる作業要因を明確化するために、従来手法の分析項目に加えて作業負担評価のための人間工学的な作業分析項目を付加した“人間工学的作業工程分析(Ergonomic Worker Process Analysis)”を考案して用いた。主要な分析項目は、歩行距離、作業の方向転換、作業姿勢タイプ、最大姿勢負荷指数、重量物、作業負荷指数、動作困難負担度、認知負担度である。この方法の利点は要素作業のレベルで作業負担の評価ができることであることから、具体的な改善ポイントの発見がし易いことである。

難点は調査・分析に技術と時間を要することである。方向転換は作業の方向を90度または180度変えるような動作である。作業姿勢は長町式の姿勢分析表を元に作業姿勢のつらさを指数化している（図表1）。最大作業姿勢は要素作業中で最もつらさ指数の高い作業姿勢である。重量物は作業で扱う部品の重量である。作業負荷指数は部品重量と作業姿勢の条件から実験によって得られた計算式により求める。

作業負荷指数 (WLI) = $0.59 \times \text{重量(W)}(\text{kg}) + 0.18 \times \text{作業姿勢負荷指数 (P)} + 1.71$ 。

動作困難負担度および認知負担度はそれぞれ困難度レベルをA、B、Cの3段階で評価することとした。評価記号は、A: 動作、認知が困難でない、B: 普通である、C: 動作、認知がかなり困難、である。

これらの作業負担要因が単独であるいは複合して作業負担を構成するという仮定に基づくものである。従来の作業負担分析よりも、負担要因を多角的に要素作業レベルから分析できるので、より具体的な作業負担の発見と改善に結びつくと考えられる。

姿勢	A	B	C	D	E	F	G	H	I
つらさ指数	1	3	4	5	5	5	6	6	10
動作内容	立ち姿勢	立ち姿勢で背伸び（かかとが深い）	膝を軽く曲げ上体を軽く前屈	膝を伸ばし上体を軽く前屈	しゃがんだ姿勢（踵はついていない）	膝を伸ばした中腰で上体を前屈	膝を曲げた中腰で上体を前屈	膝を伸ばした中腰で上体を深く前屈	膝を深く曲げた中腰で上体を前屈
注意点	上体の角度 0° ~ 30°	眼より高い位置のモノを取る格好	上体の角度 0° ~ 50°	上体の角度 30° ~ 45° ※無理な姿勢に見えたらF	踵が浮く場合は（I）	上体の角度 45° ~ 90°	上体の角度 45° ~ 90° 膝の角度 0° ~ 45°	上体の角度 90° 以上 膝が曲がっていても同じ	踵の浮いた状態

図表1 作業姿勢つらさ指数一覧

写真1はパレタイズ作業を示している。

図表2はプレスされた部品を機械から受け取ってパレットに入れるまでのパレタイズ作業をVTR記録から人間工学的作業工程分析（エルゴ作業工程分析）により分析した表である。この作業では、部品を重ねて保持してパレットに入れる要素作業が、

作業時間、作業姿勢、重量物、動作困難負担度において共に負担が高いことが分かった。特に重量物は部品5枚で20kgであり、相当に重く、作業負荷指数は14とかなり高い。特に、プレス機の加工速度に合わせた作業速度を要求されることから、高齢者には負担の大きい作業となっている。



写真1 パレタイズ作業

要素作業	記号	人員 (人)	時間 (sec)	歩行 距離	方向転換		姿勢No.	最大姿勢 負荷指数	重量物 (kg)	作業負荷 指数	動作困難 負担度	認知負担 度
					90°	180°						
トランスファーフレスから出てきた部品を受け取	○	1	1	0			A	1	4	4	A	A
目視検査を行う	◇	1	0.5	0			A	1	7	4	A	C
部品を5つに重ねパレットHに入れる	○	1	12	0.5	●		F	5	20	14	C	B

図表2 パレタイズ作業 人間工学的作業工程分析結果

写真2はマガジン調整作業を示している。図表3は材料見本の金板をマガジンにセットするマガジン調整作業の分析結果である。高い作業負荷指数6の要素作業は“ボルトを緩める”と“レンチで叩きながら、マガジンを調整してボルトを締め付ける”作業である。重量物はレンチの重量であるが、

前屈の中腰姿勢で腕の回転作業でボルトを締め付ける作業は、重量、作業姿勢、動作負担、認知負担の負担要因が複合しており、作業時間も長く(36.5sec)作業負担が高い。その他のボルト締め作業でも負担が高くなっている。



写真2 マガジン調整作業

作業	記号	人員 (人)	時間(sec)	歩行距離 (m)	方向転換		姿勢No.	最大姿勢 負荷指数	重量物 (kg)	作業負荷 指数
					90°	180°				
レンチで8箇所のボルトを緩める	○	1	18	0			F	5	5.1	6
マガジンの固定具をとって、材料見本直線の下に置く	○	1	3	0			F	5	0	3
材料見本をマガジンにセットする	○	1	5	0			F	5	0	3
マガジンのガイドを調整してボルトを締める	○	1	36.5	0			F	5	5.1	6
材料見本を取り出す	○	1	2	0.5	●		F	5	0	3
置いてある固定具をもってマガジンにセット	○	1	7	0	●		H	6	0	3
材料見本を持って反対側の材料見本直線に移動	○	1	7	6.5		●	A	1	0	2
使用済みの材料見本をしまう	○	1	5	0			A	1	0	2
合計			83.5	7	2	1				

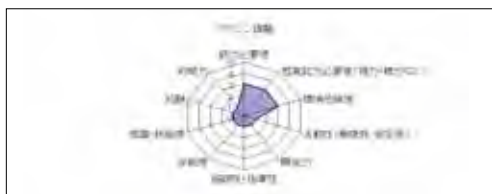
図表3 マガジン調整作業 人間工学的作業工程分析結果

b. JDLC分析

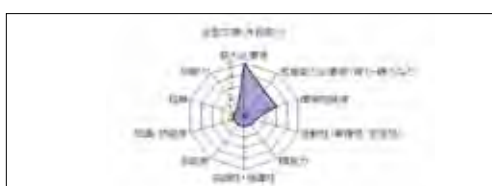
JDLC(Job Redesign for Life Cycle)分析は作業に要求される能力と作業者の有する能力を突き合わせて、高齢者や若者に合わせて、各年齢に適した職務を設計するための手法であるが、本研究では、この手法を用いて作業遂行に必要な要求能力を分析することで、作業が高齢者に向いているかどうか検討し、高齢者が楽に働けるための改善点を抽出する。評価項目は筋力必要度、感覚能力必要度、環境危険度、活動性、瞬発力といった一般的に若者に備わった要求能力と協調性・指導性、多能度、知識・技能度、経験、判断力といった一般的に高齢者に備わった要求能力である。これらの評価項目を5段階尺度で評価する。

プレス職場のマガジン調整、金型交換（外段取り）、の各作業の結果を図表4、5に示す。図表4、5はJDLC分析結果をレーダーチャートに示したものである。5段階の評価尺度で各要求能力を示していて、評点の高い方が高い要求能力を示している。マガジン調整作業は他の項目と比較し、筋力必要度、環境危険度、感覚能力必要度が高いので、これらの要求能力を低くすることで、高齢者でも楽に仕事ができると思われる。しかし、高齢者の知識・技能、経験の活用の工夫も必要である。

金型交換の外段取り作業は重量物の持ち上げなど筋力必要度が高く高齢者には困難であるが、重量物の軽量化などの改善により高齢者用に作業を再設計できる。



図表4 マガジン調整作業JDLC分析結果



図表5 金型交換（外段取り）JDLC分析結果

c. 作業意識調査

作業を熟知している作業者の意見を聞くことで、作業負担の要素を明らかにするとともに、改善ポイントのヒントを得ることができる。そこで、“つらい作業”、“やりにくい作業”、“危険を感じる作業”、“改善が必要と感じる作業”について自由記入方式の質問紙を用いて調査した。調査者は3名である。

結果から、“つらいと感じる作業”は重量部品の扱い、悪い作業姿勢が主に関係しているが、温熱環境も関係している。“やりにくいと感じる作業”は材料の反転、ボルト締め付け作業、取り付け作業、位置の調整など、細かい手先動作、感覚能力を要求する作業が関係しているようである。“危険に感じる作業”はクレーンでの運搬における、異形の部品の扱いで顕著である。“改善が必要と感じる作業”は、作業時間のかかる、やりにくい作業である。これらの作業要因は高齢者だけでなく、誰もが楽に作業をするために重要であることが分かる。

d. 疲労調査

作業者の疲労感を調査・分析することで、作業負荷の高い作業要素を明確化し、作業負荷の軽減のための改善案に反映させることができる。本研究では日本産業衛生学会・産業疲労研究会作成の疲労自覚症状調査及び身体疲労部位調査用紙を用いて作業の主観的な疲労感を作業前と作業後に調査した。段取り作業では、全体的に、“腰が痛い”、“全身がだるい”、“腕がだるい”という項目の訴え数が高くなっている。これらの訴え項目は作業姿勢、重量物扱いによる作業負担が関係していると思われる。

パレタイズ作業では、“腰が痛い”、“足がだるい”、“やる気に乏しい”という訴え項目がやや高くなっていることから、重量物扱いと繰り返し反復作業に対する対策に取り組むことが大切であることが分かった。パレタイズ作業では“腰部”の訴えが多い。次に、“左右の膝・下腿”の訴えが散見される。

e. 快適性調査

快適性調査は高齢者が快適に働ける環境づくりができていのかどうかを総合評価して、快適性向上のための改善ポイントを明確にするために実施した。作業環境、作業負荷・作業姿勢、やる気条件・職務内容、中高齢者作業対策の項目により調査した。

全体的には良い評価であり、高齢者にふさわしい知識技能の要素の高い作業であると評価されているが、作業環境の塵埃・騒音、温度・湿度等の評価が低い。作業姿勢、作業負荷、中高齢者作業対策の項目において今後の改善方向が示された。この点の改善によりさらに高齢者が無理なく、働きやすい職場を創出できる。

f. 現場観察記録

これは職場の現場観察をすることで、改善ポイントを見つけ出すための基本的手法である。VTR 記録の繰り返し観察も併用して実施した。

従来、作業が困難であり問題もあるとされたフォークリフトの運転作業(写真3)は、小径のハンドルを片手でしかも左手で回転させながら、右手で3本の操作レバーを操作し、パレットの積み込みと積下ろしをする作業である。小径のハンドル操作の素早い回転(手首の回転動作)、レバーの微妙な操作(つかみ動作、指先の動作)、バックの際の振り向き動作(ねじれ姿勢)、狭い作業空間での運転などの動作困難負担度の高い、高齢者では負担の高い作業であることが分かった。

ロ. 溶接職場

①溶接職場の概要

溶接職場は溶接ロボット6台、機械加工機2台、自動チェック装置2台によりプレス加工された部品を組み付け、品質検査(チェック)を行いパレットに積み込む作業を行っている職場である。ロボットにより部品をセットし、部品を組み付ける溶接作業を行う作業者と、組み付けられた部品の機械加工機により、面取りを行い、自動チェック装置と手作業による品質検査を行い、パレットに積み込む作業をする作業者の合計2名により行われている。

②各作業に関する調査・分析内容

対象作業は部品を溶接ロボットにセットし組み立てる組み付け作業と、溶接された部品の機械加工、品質チェックを行い、パレットに入れるチェック作業の2種の作業とし、調査・分析した。調査・分析内容はプレス職場と同様に実施した。分析により負担が大きいと分かった箇所を写真4、5に示す。



写真3 フォークリフト運転作業



写真4 溶接職場チェック作業



写真5 溶接職場パレタイズ作業

(2) 問題点と改善の指針

イ. プレス職場

現状調査・分析結果のまとめを図表6示す。この結果から図表7に示した段取り作

業のマガジン調整作業、フィンガー取り付け（取り外し）作業、およびフォークリフトによる完成品搬送作業を改善対象作業として選定し、改善指針を示した。

調査職場		現場観察記録	作業負担・疲労	JDLC分析	作業環境 快適性分析	作業者意識調査
プレス職場	マガジン調整作業・フロータ調整作業	しゃがみ姿勢とレンチ等の工具の重量が重く、手首、腕の回転動作に作業負担はかなり大きい	しゃがみの作業姿勢、手と腕の回転動作	筋力、感覚能力とともに要求しレベルが中程度であり、他の作業と比較して高齢者向きになっている。	床面、騒音、照明	作業姿勢、重量物、知覚－運動作業
	パレタイズ作業	複数の部品をまとめてパレタイズする作業は、上腕への筋力負担が大きい。パレットの乗せ換え作業は筋力を要する。	ひねりのある作業姿勢、筋力	筋力を要し、あまり高齢者向きになっていない。	騒音	作業姿勢、重量物、知覚－運動作業
	フィンガー取り付け作業	フィンガーが重く、筋力負担が大きい。	重量物取り扱い負担、動作困難性	重量物扱いの筋力負担がやや高く、高齢者向きになっていない。	照明、騒音	重量物取り扱い負担
	完成品運搬作業	作業のスピードが要求され、しかも、片手のハンドル操作により、高齢者では負担が大きい。	瞬発力、知覚－運動	瞬発力、認知能力を要し、高齢者向きになっていない。	運搬経路	知覚－運動作業

図表6 プレス職場現状調査・分析結果まとめ

改善対象作業	問題点	改善方向
1. マガジン調整作業	マガジン調整作業時において前屈中腰の作業姿勢とまたナットをレンチで締め付ける作業が腕の負担となっており、作業時間が長くなっている。	前屈中腰の作業姿勢を改善するとともに、腕の回転動作の負担を軽減するための装置の工夫
2. フィンガー取り付け作業	プレスのフィンガーアームの取り付け時に重量物のフィンガーアームを高い位置に持ち上げ設置するという重筋作業の改善が必要	フィンガーの軽量化による重量物持ち上げ作業の作業負担の軽減化
3. 完成品搬送作業	フォークリフトによる運転困難さの改善	フォークリフトに代わる搬送機（AGV）の製作と設置

図表7 プレス職場改善対象作業及び改善指針

ロ. 溶接職場

現状調査・分析結果から、この職場の作業と作業負担の関係は、図表8のようにまとめられる。このことから、図表9に示すように、

溶接チェック作業における部品運搬作業と工程間搬送作業、および完成品パレタイズ作業を改善対象作業として選定し、改善指針を示した。

調査職場		現場観察記録	作業負担・疲労分析	JDLC分析	作業環境・快適性分析	作業者意識調査
溶接職場	組み付け作業	歩行距離が長い、部品セット時の前屈姿勢	作業姿勢、歩行距離	瞬発力、活動力、筋力を必要とし、あまり高齢者向きになっていない。	温度、騒音、臭い	作業姿勢、重量物
	溶接作業・チェック作業	品質チェック作業の認知、動作困難性、工程間搬送の負担と作業性	重量物を抱えた歩行、重量物扱い、歩行距離	瞬発力、活動力、筋力を必要とし、あまり高齢者向きになっていない。	温度、騒音、床面（段差）、臭い	作業姿勢、重量物、歩行
	パレタイズ作業	重量物のパレタイズの負担が大きい。	前屈の作業姿勢、歩行距離	瞬発力、活動力、筋力を必要とし、あまり高齢者向きになっていない。	温度、騒音、床面（段差）、臭い	重量物、作業姿勢

図表8 溶接職場現状調査・分析結果まとめ

改善対象作業	問題点	改善指針と方向性
1. チェック作業	溶接チェック作業において、工程間の歩行距離が長く、歩行負担になっている。スライダーによる搬送は作業性が悪く、作業姿勢を悪くしている。	職場レイアウトおよび作業台の工夫により、工程間移動の歩行距離を短縮するとともに、部品搬送機を電動ローラーに変更することで、作業性と作業姿勢の改善を行う。
2. 溶接作業	重量物運搬と重量物取り扱いの負担の高い工程間移動がある。	工程間の部品の搬送装置の工夫・改善を行い、荷重歩行負担を軽減する。
2. 完成品パレタイズ作業	重量のある完成品のパレットへ入れる作業において、作業姿勢が前かがみとなり、腰、腕への負担が大きい。	重量物のパレタイズ作業の負担軽減化のための昇降装置の開発重量物を運搬する装置の工夫をする。

図表9 溶接職場改善対象作業及び改善指針

(3) 改善案の策定と試行

イ. プレス職場

①治具の改良によるマガジン調整作業の改善

改善前のマガジン調整作業は、しゃがみ姿勢や深い前屈中腰姿勢で、床面に近い位置にある留め具のボルトをレンチで8箇所締め付けていた。分析から、この作業は作業姿勢と動作困難度の2つの作業負担度が高いことが分かった。この問題を改善するために留め具を改良するアイデアが出された。結果、これらの負担軽減のために、レンチを用いることなく、腰の位置でワンタッチで留め具を固定するクランプ方式に改めた。床面から20mmの箇所にあったボルト留め具の操作位置を、ボルトに485mmの操作棒を被せることで、腰の位置で作業ができるようにし、さらに、操作棒に回転用のハンドルを取り付けることでレンチを用いることなく、ワンタッチ操作で留め具を固定することができるようになった。

その結果、作業姿勢、腕のレンチ操作による回転動作の改善により、作業時間が30%も短縮された。また、作業者からは“仕事が楽になった”、“手、腕、腰が楽になった”という評価を得ることができ、高齢者でもこの作業は楽に行うことができるようになった。写真6、7に改善前後の作業を示す。



写真6 マガジン調整作業(改善前)



写真7 マガジン調整作業(改善後)

②フィンガーの改良によるプレス段取り作業の改善

フィンガー(材料送り装置)調整作業は、1回の金型交換で左右6個のフィンガーを取り付けていた。フィンガーの重量が重く(12～16kg/個)、かなりの重量物扱い負担となっていたことと、フィンガーを半分にしても機能的には問題はないことから、フィンガーを分割して半分にして(6～8kg/個)、軽量化設計したフィンガーを製作した。具体的な改善内容は、①フィンガーを2分割にする。②分割されたフィンガーの取り付け部位を2つにした。③フィンガーアームに新たな取り付け部位に対応するネジ穴、基準ピンを追加した。

このことにより、取り付け作業は12回に増えたが、作業時間は14%短縮できた。作業姿勢も改善され、作業者も“楽になった”と肯定的な意見であった。写真8、9に改善前後の作業を示す。



写真8 フィンガー取り付け作業(改善前)



写真9 フィンガー取り付け作業(改善後)

③AGV製作によるパレット搬送作業の改善

パレット搬送作業はフォークリフトによる運搬(写真10)を行っているが、従来、高齢者から“きつい”という意見もあり改善を考えていた。運転作業を分析した結果、小径のハンドルと3本の操作レバーの素早い操作とバック確認などのため、動作困難負担度、認知的負担度、作業姿勢負担度が高いことが明

らかとなった。そこで、自動走行可能な牽引車(AGV)(写真11)に代替させた。これにより、従来のフォークリフト走行時の作業者の負担を軽減させ、フォークリフト走行からAGVのリモコン制御等、作業負担の少ない、高齢者が作業可能な環境へと改善できた。以上の改善により、プレス職場を高齢者でも楽に、ムリなく働くことのできる環境に一步近づけることができた。



写真10 フォークリフトによるパレット搬送(改善前)

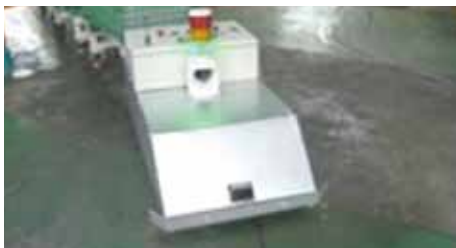


写真11 AGVによるパレット搬送(改善後)

ロ. 溶接職場

①搬送シュート・チェック台の改良による工程間運搬作業の改善

チェック作業の工程は工程間移動距離が長く、歩行数も多く、このことが作業負担の大きな部分であることが分析から分かった。また、改善前(写真12)は搬送用に重力シュートを用いていたために、部品の滑りが悪く作業者は部品を押すか、シュートを用いなくて、次工程に自分で部品(8.3kg)を運ぶ場合もあった。また、シュートの傾斜が部品を取る場合に、深い前屈の作業姿勢を強いていた。そこで、チェック作業台の位置を変更するとともに、シュートに替えて傾斜のない平行なエアシリンダー方式の搬送機(写真13)を用いることで、部品の“つまり”をなくするとともに、低い位置での部品の持ち上げ動作が無くなり、前屈姿勢も無くなった。結果、作業時間の短縮とともに、作業負担を軽減する改善ができた。



写真12 工程間運搬作業(改善前)



写真13 工程間運搬作業(改善後)

②溶接作業の重量物ハンドリングの改善
溶接作業の最終工程では溶接ロボットから部品(8.3kg)を取り出して、次のチェック工程に送るのであるが、冷却コンベアまで重量物を作業者が運搬するという、荷重歩行の作業負担があった。改善前の作業者移動の距離は3.6mであったが、改善後は2.4mに縮まった。工程間の冷却コンベアの長さを部品1個分長くして溶接側に近づけることで、歩行数を少なくして、荷重歩行負担が軽減した。

③パレット昇降装置によるパレタイズ作業の改善

溶接職場の最後の工程は溶接職場の完成品をパレットに積み込むパレタイズ作業であるが、この工程の部品の重量は8.3kgと重く、パレットの下と上の位置に完成品を積み込む作業(写真14)は、深い前屈中腰姿勢と腕を伸ばすという動作困難負担度があった。そこで、パレットの下に油圧リフトを置き、操作ボタンでパレットの高さを3段階に自動調節する昇降装置(写真15)を開発した。結果、作業者はパレットへの完成品の積み込みに際して、パレットを昇降装置のボタン操作で適切な高さに調節できるようになった。結果、パレタイズ時の深い前屈中腰姿勢は大幅に改善され、作業負担が軽減

されるとともに、大幅な時間短縮を実現できた。改善後のパレタイズ作業を写真16に示す。



写真14 パレタイズ作業（改善前）



写真15 支援機器 パレット昇降装置



写真16 パレタイズ作業（改善後）

（４）改善案の効果測定

プレス職場と溶接職場での改善実施内容とその効果の一覧を図表10に示す。改善効果は作業負担、作業性・作業時間、作業者意見により評価した。

職場	改善	作業負担	作業性 作業時間	作業者意見
プレス職場	① 治具の改良によるマガジン調整作業の改善	作業姿勢負担の軽減 動作負担度の軽減 作業姿勢 タイプH→タイプC つらさ指数 6→4	作業時間：42%短縮 作業性：ワンタッチ操作	腰の前屈の必要がなくなり非常に楽になった。作業が簡単に速くできるようになった。
	② フィンガーの改良によるプレス段取り作業の改善	重量物取り扱い負担の軽減 作業負担指数 10.7→6	作業時間：14%短縮 作業性：フィンガーの左右バランスが取れ、扱い易くなった。	重量が軽くなったことで腕が疲れにくくなった。重量のバランスが良くなり取り付けやすくなった。
	③ AGV製作によるパレット搬送作業の改善	動作困難度負担の軽減 認知負担の軽減	作業性：リモコンによるAGV操作による軽作業化、安全性の向上	リフト運転作業が少なくなり、作業が楽になった。
溶接職場	① 搬送シュート・検査作業台の改良による工程間運搬作業の改善	作業姿勢負担の軽減 歩行負担の軽減 重量物取り扱い負担の軽減	作業時間（サイクル当たり）：1%短縮 作業性：搬送”つまり”の減少	水平搬送機で部品がスムーズに流れ、持ち上げる必要もなくなって楽になった。
	② 溶接作業の重量物ハンドリングの改善	重量物取扱負担の軽減 歩行負担の軽減	作業時間（サイクル当たり）：1%短縮	重量物を持った歩行が軽減化され、腕と足が楽になった。
	③ パレット昇降装置によるパレタイズ作業の改善	作業姿勢負担の軽減 重量物取り扱い負担の軽減	作業時間（サイクル当たり）：1%短縮	パレットの高さが調節できるようになり、姿勢が楽になった。

図表10 プレス職場、溶接職場での改善実施内容及び効果一覧

2. 高齢者対応人間工学的職場診断システムの構築

（１）人間工学的職場診断システム構築の目的と指針

全社的に作業改善を診断（チェック）する体

制を構築するためには、社員が改善に楽しく、易しく取り組めることが大切であることから、改善のポイントやその改善のヒントが分かるツールの開発が課題となった。

全社的に高齢者が働きやすい職場づくりを促

進するためには、高齢者にとって負担となる作業要因を明確化して、社員の誰でもが改善ポイントが容易に分かることが重要な条件である。しかし、いざ改善に取り組もうとすると何を改善ポイントとするかについて理解することが容易でなく、どこから手をつけていいのかわからないことも多い。こうした経緯から、本研究では、第1に、誰もが使えて、職場のどのような作業をどのように改善すべきかを分かり易くするツールとして“人間工学的職場診断システム”の開発を研究テーマとした。

従来、当社では、作業姿勢、重量物ハンドリング、歩行困難性などの改善には取り組んできたが、動作困難性、認知困難性など他の要因の分析が十分でなかった。また、専門的知識を有する作業改善グループがIE・人間工学の分析・改善手法を駆使して、高齢者にとって作業負担の大きい作業要因を抽出し、改善を行ってきたのであるが、これにはIEと人間工学の高度な知識・分析手法の習得が要求され、職場の班長、作業者が取り組むにはやや難点があった。

そこで、“全社的作業改善チェック体制の構築”に取り組むには、現場の作業や班長が高齢者の作業負担要因とそれに関わる要因が一目で分かり、評価診断項目に基づいてチェック・評価することで改善ポイントが明確化できるツールの開発が一つの課題であった。このようなツールを活用することで、職場の改善ポイントが誰でもわかり、改善の促進を期待できること、また、得られた評価・改善事例を部門間で共有することで、職場間、部門間での水平展開ができて、全社的な改善チェック体制の促進を期待できることから、“人間工学的職場診断システム”を作成することにした。

職場改善システムには既存のもので利用できるものが幾つかある。まず、どのような職場にも適用できるような一般的な項目により改善ポイントの評価するものがある。これらは目的により有効に活用できるのであるが、チェックポイントが一般的すぎて職場の具体的な改善ポイントの発見と改善案の作成を行うことには難点があった。また、OWAS法などの作業姿勢分析システム、動作分析システムなどの特定の作業

負担要因を評価するものがある。これらの分析ツールは特定の負担分析には有用であるが、今回の職場の作業改善では、様々な負担要因を多角的に明確化できて、改善ポイントが示される改善支援システムが有用であると考えた。

本研究ではこのような視座から、①できるだけ様々な作業負担要因を多角的に分析できること、②作業負担の細部までチェックでき、改善案の創案が易しいこと、を目標としてシステムを作成することにした。

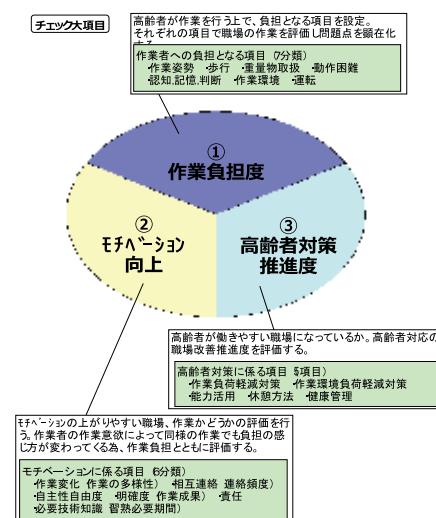
システム作成の指針としては、図表11とした。なお、診断と情報共有の簡易性の点からExcelベースのシステムを構築することとした。

1	作業姿勢、重量物、ねじり姿勢、疲労、モチベーション等を総合的に判断し指数化する。
2	職場の管理監督者（職長・班長）や作業者が簡易に職場を診断でき、高齢者への負担の大きい改善ポイントを“見える化”し、容易に改善ポイントが理解できる。
3	過去の改善事例とリンクさせ、評価結果から改善方法のアドバイスを分析者に与えることで、具体的な改善案の作成を支援できる。
4	問題点の項目を生産技術部門等にフィードバックすることで、次期車種へ向け源流段階からの改善を行える。

図表11 人間工学的職場診断システム作成の指針

(2) 評価診断項目の構成

作業負担度、モチベーション向上条件、高齢者対策推進度をトップ診断項目とし、さらにこれらの細目の評価を診断する。図表12にこれを示す。



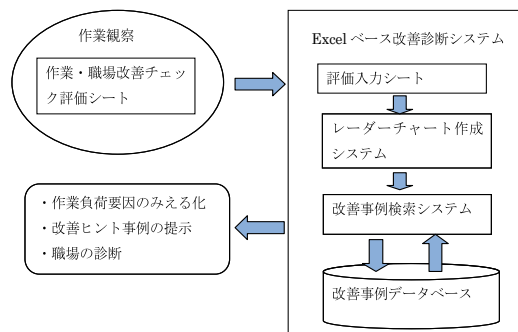
図表12 人間工学的職場診断システム評価診断項目の構成

(3) 診断システムの構成

図表13に人間工学的職場診断システムの構成を示している。各サブシステムの機能内容は以下のとおりである。

- ① 作業・職場改善チェック評価シート：作業負担、モチベーション向上条件、高齢者対策推進度について、作業及び職場の状態を数値化するための質問項目リスト。溶接作業、部品供給作業、段取り作業、パレタイズ作業、運転作業の5種の評価シートを用意している。直接観察及び職場の現状に基づいて評価する。
- ② 評価入力シート：チェック評価シート結果のExcel診断システムへの入力シート。
- ③ レーダーチャート作成システム：各診断項目の評価点の計算とレーダーチャート作成。
- ④ 改善事例検索システム：作業改善の事

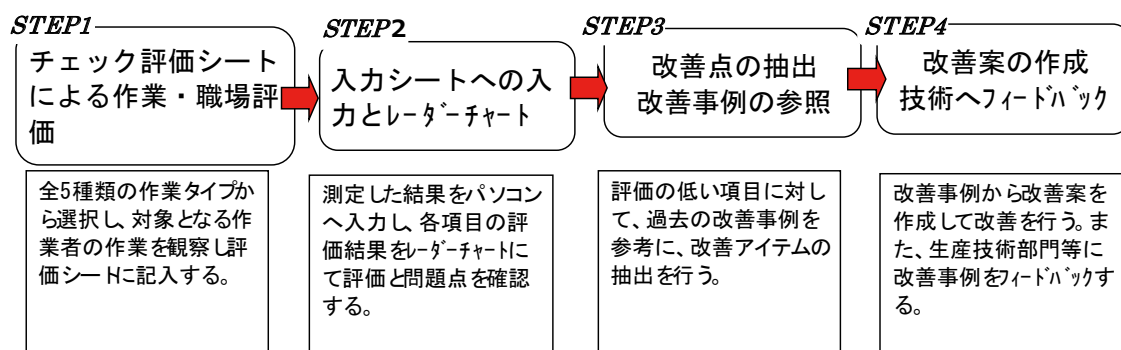
例を、作業姿勢負担度、歩行負担度、重量物取り扱い負担度、動作困難負担度、認知負担度、モチベーション向上条件、高齢者対策推進度等の要因別に改善事例データベースから検索する。



図表13 人間工学職場診断システムの構成

(4) システムの使用方法

図表14に本システムの基本的な使用方法を示している。



図表14 人間工学職場診断システム基本的使用方法

(5) 診断評価項目の作成

当社の工場におけるほとんどの製造作業の診断ができるように、これらの作業に共通する作業負担要因を人間工学（作業、作業域、職務再設計など）とIEの作業負担・困難度理論（動作研究、WF法など）から抽出するとともに、現場作業を繰り返し観察して分析することにより、共通の作業負担要因を抽出することができた。診断項目を作成してトライアルを実施した結果、一般的すぎて、診断がやや困難なこと、診断項目が分かりにくいことなどが分かった。

全作業に共通する負担要因の評価項目の設定では、用語が抽象的になり個々の現場の作業には分かりにくいということから、各作業分類別の作業の特殊性を考慮し、各職場に即した用語を用いて評価項目を作成することにした。当社の製造作業を作業負担の種類の類似性から、

溶接作業、段取り作業、パレタイズ作業、部品供給作業、運転作業に分類した。そして、その作業分類における評価用語を用いて診断項目を作成した。再度、トライアルをして診断のし易さを評価し、作業負担度を評価するための7つの作業負担項目と2つの職場評価項目を作業分類毎に設定した。5種類の作業分類別に評価診断シートを用意していることから、現場作業に密着した、作業者に分かり易い評価項目になっている。

これらの診断大項目を中項目、小項目に分解して、5種の各作業分類における評価項目を設定し、評価・診断システム作成のための評価項目のツリー構造を設定した（図表15）。●は当該評価項目が関係していることを、●のないところは評価に関係しないことを示している。

(6) 評価シート（評価尺度）の構成

診断小項目の評価レベルを3～5段階に尺度化した評価シートを5種の作業分類について作成した。図表16は段取り作業用の評価シートの一例である。

て作成した。図表16は段取り作業用の評価シートの一例である。

人間工学的職場診断システム（チェック項目ツリー構造）

大項目	中項目	小項目	チェック項目一覧				
			溶接・組立・仕入	部品供給	段取り	バラタイズ	運転
作業負担度 7分類（49項目）	作業姿勢負担度 5分類（7項目）	良くない作業姿勢	●	●	●	●	●
		同一姿勢の持続	●	●	●	●	●
		ねじり姿勢	●	●	●	●	●
		振り向き姿勢	●	●	●	●	●
		片足立ち姿勢	●	●	●	●	●
	歩行負担度 4分類（4項目）	歩行距離	●	●	●	●	●
		荷重歩行	●	●	●	●	●
		方向転換	●	●	●		●
		歩行環境	●	●	●		●
	重量物取り扱い負担度 4分類（4項目）	最大重量	●	●	●	●	
		取り扱い頻度	●	●	●	●	
		持ち上げ作業	●	●	●	●	
		保持状態	●	●	●	●	
	動作困難負担度 7分類（7項目）	腕の伸ばし	●	●	●	●	●
		手首の回転動作	●	●	●	●	●
		腕の回転動作	●	●	●	●	●
		つかみ動作	●	●	●	●	●
		指先の動作	●	●	●	●	●
		作業ペースのムラ	●	●	●	●	●
		作業空間の広さ	●	●	●	●	●
	認知負担度 5分類（5項目）	表示・文字の見やすさ	●	●	●	●	●
		品質チェック項目	●	●	●	●	●
		部品・工具等を探す	●	●	●	●	●
		作業手順の変化	●	●	●	●	●
		定常外作業の有無	●	●	●	●	●
	※運転作業のみに適用						
	運転負担度 5分類（5項目）	運転回数					●
		運転時間					●
		昇降回数					●
		切り返し回数					●
		走行環境					●
	作業環境負担度 11分類（17項目）	照明	●	●	●	●	●
		騒音	●	●	●	●	●
		空気の汚れ	●	●	●	●	●
		温湿度	●	●	●	●	●
		振動	●	●	●	●	●
		熱	●			●	
		床面	●	●	●	●	●
		アーク光線	●	●	●	●	
		前方障害	●	●	●	●	
		危険物への接触	●	●	●	●	
		引っ掛かり	●	●	●	●	●
モチベーション向上条件 6分類（7項目）		作業変化	●	●	●	●	●
		相互連絡	●	●	●	●	●
		自主性自由度	●	●	●	●	●
		明確度	●	●	●	●	●
		責任	●	●	●	●	●
		必要技術・知識	●	●	●	●	●
高齢者対策推進度 5分類（5項目）		作業負荷軽減	●	●	●	●	●
		作業環境負荷軽減	●	●	●	●	●
		能力・経験活用	●	●	●	●	●
		休憩対策	●	●	●	●	●
		健康管理対策	●	●	●	●	●

図表15 人間工学職場診断システム評価項目ツリー構造

人間工学改善診断システム（段取り作業用）

作成日： 年 月 日 作成者名：
 職場名： 1日の作業回数：
 サイクルタイム：
 1サイクルの定義：1人の作業者を対象にして、その作業者が作業を開始した工程から一巡してその工程に戻ってくるまで

※①～④は対象作業者の1サイクルを観察してチェック

①作業姿勢負担度

評価点	負荷が高い → 負荷が低い									
	1	2	3	4	5					
良くない作業姿勢	作業の中で発生する最も困難な作業姿勢のタイプに○を記入してください。									
	姿勢	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	つらさ指数	1	3	4	5	5	5	6	6	10
	動作内容	立ち姿勢	立ち姿勢で背伸びがかかっている	膝を軽く曲げ上体を軽く前屈	膝を伸ばし上体を軽く前屈	しゃがみ姿勢（踵はついていない）	膝を伸ばした中腰で上体を前屈	膝を曲げた中腰で上体を前屈	膝を伸ばした中腰で上体を深く前屈	膝を深く曲げた中腰で上体を前屈
	注意点	上体の角度 0°～30°	眼より高い位置のモノを取る格好	上体の角度 30°～45°	上体の角度 30°～45° ※無理な姿勢に見えたらF	踵が浮く場合はI	上体の角度 45°～90°	上体の角度 45°～90° 膝の角度 0°～45°	上体の角度 90°以上 膝が曲がっていても同じ	踵の浮き状態
	I=1		G,H=2		D,E,F=3		B,C=4		A=5	
	最も困難な作業姿勢は何回ありますか。									
	5回以上				2～4回				1回	
	姿勢の持続時間	同じ姿勢を長時間続けることがありますか。								
かなり長い時間ある（5分以上）		やや長い時間ある（2～5分未満）		少しの時間ある（1～2分未満）		あまりない（1分以下）		ない		
その姿勢のタイプを選んでください。										
	I		G～H		D～F		B～C		A または ない	
ねじり姿勢	体をねじることが何回ありますか。 ※ねじりとは腰が回転している状態を指す									
	6回以上		4、5回		2、3回		1回		全くない	
振り向き	工具を取るときやマガジン・フローターを調整するときなどに体を振り向く必要がありますか。 ※振り向きとはその場で後ろに体を向けること									
	6回以上		4、5回		2、3回		1回		全くない	
片足立ち姿勢	片足立ちになることが何回ありますか。									
	6回以上		4、5回		2、3回		1回		全くない	

②歩行負担度

評価点	負荷が高い → 負荷が低い				
	1	2	3	4	5
距離	全部で何歩歩いていますか。				
	81歩以上	41～80歩	21～40歩	6～20歩	5歩以下
荷重歩行	重量物を手で持って歩く回数は何回ですか。				
	6回以上	4、5回	2、3回	1回	全くない
方向転換	体の進む向きを90度以上変えることは何回ありますか。（例：次工程に移動するときなど）				
	非常に多い（10回以上）	かなり多い（6～9回）	やや多い（3～5回）	少ない（1、2回）	全くない
歩行環境	歩行ルート内に歩きにくいような箇所がどのくらいありますか。（段差や凸凹、滑りやすい箇所など）				
	5箇所以上	3、4箇所	2箇所	1箇所	全くない

③重量物取り扱い負担度

重量物は両手で5キログラム以上の物を指す。（片手の場合は2.5キログラム以上で重量物）

評価点	負荷が高い → 負荷が低い				
	1	2	3	4	5
最大重量	両手で扱う最も重い重量物は何kgですか。（ ）内は片手のみで扱う場合				
	15kg以上（7.5kg以上）	10～15kg未満（5～7.5kg未満）	5～10kg未満（2.5～5kg未満）	3～5kg未満（1.5～2.5kg未満）	1～3kg未満（0.5～1.5kg未満）
取り扱い頻度	重量物（フィンガー、マグネットなどを含む）を手にとってから置く回数は何回ありますか。				
	10回以上	7～9回	6～4回	1～3回	全くない
持ち上げ	重量物（フィンガー、マグネットなどを含む）を肩より上に持ち上げることが何回ありますか。				
	6回以上	4、5回	2、3回	1回	全くない
保持	重量物（フィンガー、マグネットなどを含む）を5秒以上、持ったまま動かない状態が何回ありますか。				
	4回以上	3回	2回	1回	全くない

図表16 人間工学的職場診断システム段取り作業用評価シート（一部抜粋）

(7) Excelベース診断システムの作成

上記の評価シートの数値から、具体的な改善点を明確化するために、評価シートの数値を入力して、評価項目毎のレーダーチャートを表示して、負担度の高い項目を明確化する。次に、明確化された項目の改善に取り組むためのヒントを与えるものとして、これまでの改善事例データベースとリンクして、改善の

着眼点を分かり易く示すことにした。

図表17は入力シート及び出力表示画面の例を示している。図表18はレーダーチャート画面からリンクして表示される過去の改善事例の画面である。分析者はこの事例から改善のためのヒントを得ることができる。このケースでは作業姿勢負担と動作困難負担度の改善事例が表示されている。



図表17 人間工学的職場診断システム入力シート及び出力表示画面例

改善事例	工程名	海田工場 KDライン	作 業	組 み 替 え	品 質	レイ アウト	設 備	物 流	情 報	その他
	テーマ	作業姿勢の改善								
	着眼点	パレット昇降装置								
改 善 前			改 善 後							
										
腰を深く曲げた体勢、パレットの 中に足を入れている。			・パワーリフターでパレットを上昇させ 腰への負担が無くなる。							
実 施	平成 17年 10月									
効 果	作業姿勢つらさ 6⇒1									

図表18 作業姿勢負担、動作困難負担度改善事例

(8) 診断システムの活用

以下に作成した診断システムを活用した例を示す。対象の作業は人間工学的作業改善を目標としているので、作業負担度の診断と改善について説明する。作業環境、モチベーション向上、高齢者対策推進度の診断は直接的には関係ないので省略する。

イ. 評価チェックシートの記入

作業現場においてプレスマガジン調整作業を数回観察し評価する。

ロ. Excel入力シートに評価結果の入力(図表19)

このケースでは作業の診断であるので、

大項目	中項目	小項目	質問項目	改善前	改善後
作業負担度	作業姿勢	良い作業姿勢（作業姿勢タイプ）	作業の中で発生する最も困難な作業姿勢のタイプに○を記入してください。	2	
		良い作業姿勢（頻度）	最も困難な作業姿勢は何回ありますか。	1	
		姿勢の持続時間	同じ姿勢を長時間続けることがありますか。	2	
		姿勢の持続時間（作業姿勢タイプ）	その姿勢のタイプを選んでください。	3	
		ねじり姿勢	体をねじることが何回ありますか。 ※ねじりとは腰が回転している状態を指す	2	
		振り向き	部品を取るときやパレットに部品を入れるときに体を振り向く必要がありますか。 ※振り向きとはその場で後ろに体を向けること	5	
		片足立ち姿勢	片足立ちになることが何回ありますか。	3	
	歩行			2571429	
		距離	全部で何歩歩いていますか。	4	
		荷重歩行	重量物を手で持って歩く回数は何回ですか。	5	
		方向転換	体の進む向きを90度以上変えることは何回ありますか。 例 次工程に移動するときなど	3	
		歩行環境	歩行ルート内に歩きにくそうな箇所がどのくらいありますか。 段差や凸凹、滑りやすい箇所など	3	
	重量物取扱			3.75	
		最大重量	両手で扱う最も重い重量物は何kgですか。（ ）内は片手のみで扱う場合	4	
		取り扱い頻度	重量物を手に取ってから置く回数は何回ありますか。	4	
		持ち上げ	重量物を肩より上に持ち上げることが何回ありますか。	5	
		保持	重量物を5秒以上、持ったまま動かない状態は何回ありますか。	5	
				45	
	動作困難	腕の伸ばし	フィンガーの取り付けなどで上下・左右に腕を思い切り伸ばすことがありますか。	1	
		手首の回転動作	ネジモハン、タッピング等細かな回転動作が必要な箇所がありますか。	1	
		腕の回転動作	レンチの使用、フィンガーの取り扱いなどで腕を大きく回す動作が必要な箇所がありますか。	2	
つまみ動作		小さな部品や複雑な形状の部品、もしくは工具などで、掴みにくいものがありますか。	3		
指先の動作		マガジン・フローターなどで細かな位置決め・微調整を必要とする箇所がありますか。	1		
作業ペース		作業ペースが急に速くなったり、遅くなったりムラがありますか。	3		
判別・認識	作業空間	作業空間が狭く動作が制限されて作業がやりにくい箇所がありますか。	3		
			2		
	表示・文字	作業をする上で車種掲示板・設備の操作盤・生産指示板などの表示、文字が見えにくい作業がやりにくい箇所がありますか。	5		
	チェック項目	品質チェックで手順書・要領書にあるチェック項目はどのくらいありますか。	5		
	探す	材料・金型・工具を探す必要がありますか。	5		
	作業変化	使用する材料が変わったり、作業の手順が変わったりすることがありますか。	3		
	定常外作業	設備の不良、作業トラブルなどの定常外作業がどのくらいありますか。	5		
			46		

図表19 人間工学的職場診断システム段取り作業用評価シート(一部抜粋)

ハ. 項目別レーダーチャートで負担の高い評価項目の確認

入力シートに評価シートから数値を入力すると、自動的に図表20のようなレーダーチャートが作成され、作業負担の状態が“見える化”される。これによって改善ポイントの明確化が可能である。

二. 負担項目からの改善事例の検索と検討

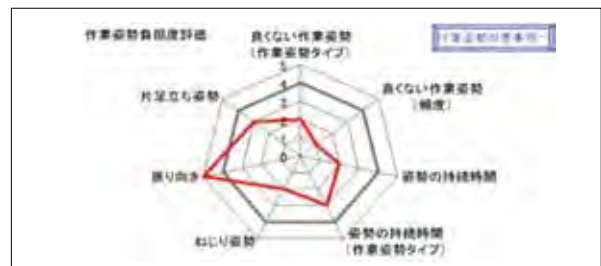
高い負担項目のレーダーチャートの右肩のリンクをクリックすることで、過去の当該負担項目の改善事例が参照できる、これを参考にして改善案を考案できる。

ホ. 作業改善の創案と改善

以上の分析と改善事例によるヒントから

単位作業の作業負担度の評価が中心となる。そのため、職場単位の評価項目の作業環境、モチベーション向上条件、高齢者対策推進度の評価は除外している。

入力シートの値は数値が大きいほど作業負担の小さいことを示している。この評価シートの記入については、作業をある程度熟知していること、作業負担の基本的な事柄と知識を前提にしているのみで、数時間の教育により誰でも評価入力できるし活用できる。ただし、対象作業の繰り返し観察もしくはVTR記録の観察が大切である。



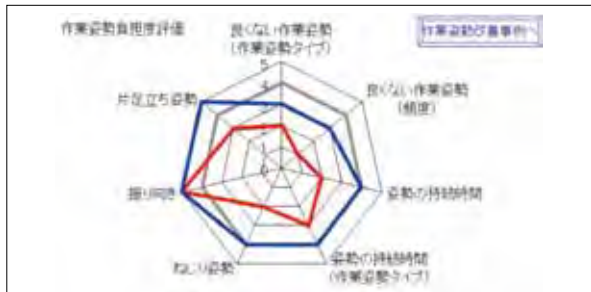
図表20 人間工学職場診断システムレーダーチャート

問題に合った改善の実施が可能となる。

ヘ. 改善効果の確認

改善効果は作業者の作業負担感、生産性、部品品質、作業動作など多角的に評価することが大切であるが、この診断システムを用いて作業負担度の面からの評価を確認できる。

改善後の評価を入力シートに入れて、改善前と改善後のレーダーチャートを比較することで改善効果の確認をする。改善後のレーダーチャートを図表21に示す。赤線が改善前、青線が改善後である。



図表21 人間工学的職場診断システムレーダーチャート(改善後)

(9) まとめと課題

“人間工学的職場診断システム”構築についてまとめる。作業負担のポイントと改善ポイントを多角的に示す評価項目を作業の特殊性も取り入れたものにするすることで、職場での評価を具体的で実情に即したのものにする負担項目による診断システムが構築でき、そして、会社の改善スタッフ、作業者がシステムを使用して作業負担と改善ポイントを発見して、改善を進めることが容易になった。

改善ツールとしてだけでなく、様々な作業負担の要因を理解する改善教育ツールとしても活用できる。今後さらに、この改善ツールが多く職場で活用されて、改善活動が活性化すると期待できる。

今後の課題としては、この改善ツールを活用しながら、作業負担項目のさらなる洗練化を継続して行い、より分かり易く改良を進めていく。特に、開発システムの職場レベルの診断、つまり、作業環境負担、モチベーション向上条件、高齢者対策推進度の評価・診断については、今後さらに検討する必要がある。

3. 作業姿勢記録分析システムの構築

(1) 作業姿勢記録分析システムの概要

本システムは、製造現場の班長、作業者が自分の職場の作業姿勢を記録・分析し、高齢者に負担となる作業姿勢を発見し、作業改善を自主的に推進するためのツールである。このシステムは、作業姿勢をリアルタイムに

入力、記録し、そのデータをネット上の大規模データベース（クラウド）に置くシステムである。記録されたデータは“終了”ボタンを押すと自動的にクラウド上に置かれ、そのデータは通常のブラウザからいつでもどこでも見たりコピーしたりできる。また簡易な分析は記録終了と同時にされるので、現場ですぐに分析結果を見て考察することができる。

(2) 作業姿勢記録分析システムの構築

このシステムは、ウェブアプリケーションとして開発した。最新のwebブラウザが動くものであれば、何を用いても使用できるように設計されている。ソフトウェアのインストールも一切不要であり。データは記録後直ちにクラウドへ送信され、手元には記録されない。これにより、インターネットへのアクセスが可能な端末全てで使用が可能である。

(3) 作業姿勢記録分析システムの活用

イ.記録済みデータの表示と分析の方法

本システムはネットワーク上のシステムにアクセスすることで使用できる。システム使用時の入力画面を図表22に示す。

使用者は入力画面の表示された端末を使用して、作業姿勢をリアルタイムで記録することができる。使用法は、記録対象の作業者が図表22の1～12の姿勢を取ったときに該当するボタンを入力するだけである。入力されたボタンは使用者が異なる作業姿勢のボタンを押すか、終了ボタンを押すまで入力され続ける。この時の入力時間が作業者がその姿勢を取っていた時間として記録される。記録後、データは図表23に示すように各姿勢の割合をグラフとして表示される。加えて、使用者がボタン入力した時刻が1000分の1秒単位で記録される。このデータはPCで使用することが可能であり、より詳細な分析用のデータとしての使用が可能である。



図表23 作業姿勢記録分析システム結果

4. 全社的作業改善チェック体制の構築

弊社は、“職場を疲れにくく、高齢者でも働けるように改善する”というテーマを掲げ、高齢者が楽に、しかも生産性も向上するような職場の開発に取り組んでいることから、全社的な取り組みの方向性として、“全社的作業改善チェック体制の構築”に取り組むこととした。

本研究の第2の課題の全社的作業改善チェッ

ク体制の構築については、本研究で開発した改善ツールを活用した人間工学的作業分析・改善データに基づく、社内情報の共有化と各職場での改善活動の推進、及び改善活動の高度化と能力育成の観点から取り組んでいる。

当社では、“高齢者だけでなく誰でもが無理なく長続きする仕事”ができ、生産性も高く、働きやすい職場づくりを目指して、人間工学を取り入れた改善活動に取り組んでいる。これには、社内情報共有化の仕組みを構築することが大切になる。社内情報共有化の方策として、3点について進めている。

第1に、この仕組みづくりに、本研究で開発した、“人間工学的職場改善システム”、と“作業姿勢記録分析システム”の改善ツールを活用することである。まず、改善活動においてツールを用いることで、具体的に作業分析ができることから、改善活動の特別な専門知識がなくても取り組み易くなる。各職場でツールを活用することで、自分の職場や仕事を分析し改善提案を考えることが容易になり、各職場の分析データと改善事例データが改善サークルと社内メールシステムを通じて共有されることで、改善活動がさらに高度化することを目指している。

第2に、このツールが提供する製造現場の作業負担の分析データを生産技術部門等の関連部門にフィードバックすることである。それにより、作業負担の少ない、働きやすい製造工程、設備、部品の設計・開発を源流段階で行うことができるようになる。現段階では、各部門に必要な人間工学分析・改善データの整理とその共有化について検討を始めたところである。本研究で開発したツールはいずれもコンピュータベースシステムであることから、情報共有は社内メールシステムの活用を考えている。

第3に、これらの社内情報共有化を促進するための組織づくりである。人間工学改善委員会のようなものを構成し、これに関係部門の代表が参加して、人間工学改善データの情報共有化の方法や改善活動を推進する。製造部門では班長、職長、作業者による人間工学改善活動サークルを構成してCPEJと改善推進部門の支援のもとに推進する。

IV まとめ

1. 本研究のまとめ

(1) 作業員の高齢化に備えた人間工学的手法による職場改善

本研究の第1の課題は高齢者が無理なく、働きやすくしかも生産性も向上するような作業の再設計である。プレス職場と溶接職場をモデル職場として、人間工学的作業工程分析、疲労調査、JDLC分析、作業意識調査、作業環境測定、工程分析、レイアウト分析などのIE・人間工学を駆使して、各種作業において高齢者にとって負担を高くする要因を明らかにした。調査分析結果から、プレス職場では、特に作業姿勢負担度と動作困難負担度の高いマガジン調整作業と、重量物取り扱い負担度の高いフィンガー取り付け作業、及び動作困難負担度の高い完成品のフォークリフト運転作業を選定し改善指針を示した。溶接職場では、作業姿勢負担と重量物取り扱い負担度の高いパレタイズ作業と重量物取り扱い負担度と歩行負担度の高い部品運搬作業・工程間搬送作業を選定し改善指針を示した。

次に、各作業の改善案を創出し試行した。マガジン調整作業についてはマガジン留め具の締め付け機構の工夫により、動作困難負担度、作業負担を大幅に軽減することで、作業時間の大幅な短縮につながった。また、フィンガー取り付け作業については、フィンガーの軽量化による重量物扱い負担を大幅に軽減することで、作業時間の短縮にもつながった。完成品パレットの運搬作業はこれまでのフォークリフト搬送に代えて、3台の自動搬送機(AGV)を用いることで、運転作業の負担を軽減するとともに、搬送時間の短縮を図った。パレタイズ作業は本研究の直接のテーマではないが、AGVの導入に合わせて、作業場レイアウトについて検討して作業負担の低い作業を工夫した。

溶接職場ではチェック作業の重量物移動について、作業レイアウトの変更、作業台の工夫、及び搬送機を重力スライダーから電動

ローラーに変更し、その高さを作業員の作業点に合わせることで、部品の移動がスムーズになり、重量物保持動作が軽減されるとともに、作業姿勢も改善され、作業負担の軽減と作業時間の短縮ができた。

工程間搬送作業の改善では重量部品の運搬距離を短縮するために、搬送機の延長により重量物運搬の軽減化を図ることにより、作業性も向上した。

パレタイズ作業は部品の重量も重く、重量物扱い負担と作業姿勢負担の高い作業であったが、パレット昇降装置の設置により、パレットの高さをボタン操作で昇降できるようになり、中腰前屈の作業姿勢が無くなり、作業負担が大幅に軽減され、作業時間も短縮された。

これらの改善に対する効果確認を作業時間・作業性、作業負担度、及び作業員評価によって評価、確認した。その結果、いずれの改善もすべての評価項目において改善効果の向上が見られた。

(2) 全社的作業改善チェック体制の構築

次に、本研究の第2の課題は、高齢者が無理なく、働きやすく、しかも生産性を低下させない作業の再設計を全社的に実施するための全社的作業改善チェック体制の構築である。これを実施するには、作業現場の責任者や作業員が人間工学やIEの専門知識と技術を持つことが望ましい。この面については、当社は過去5年間にわたり、モデル職場における人間工学改善活動に取り組むとともに、人間工学専門家(CPEJ)の養成教育を実施して、10名の準専門家及び専門家アシスタントの資格を持つ社員を誕生させている。これはわが国でも先端的な試みである。人間工学専門家資格を有する社員を中核として現在、人間工学的改善を進めているところである。

一方で、作業現場の誰もが自主的に作業改善に取り組むことができようにするためには、簡易的な改善支援ツールを用いることが有効である。このことから本研究では全社的

な改善展開のための改善支援ツール、“人間工学的職場診断システム”及び“作業姿勢記録分析システム”を開発した。作業負担となる要因として、IE・人間工学の知識と現場作業の繰り返しの観察から、作業姿勢負担、重量物扱い負担、歩行負担、動作困難負担度、認知・記憶・判断負担、運転作業負担・作業環境負担の7つの負担要因を抽出した。さらに、モチベーション向上条件と高齢者対策推進度の評価を加えて、Excelベースのシステムとして構成し、レーダーチャートによる要因の“見える化”と改善事例から改善ヒントを提供するシステムを開発した。このツール開発により、作業の人間工学的な負担要因が“見える化”され、作業負担要因に基づく改善ポイントと改善ヒントが作業種別に得られるようになった。このことにより、特別な人間工学やIEの専門知識を要することなく、現場の責任者や作業者が高齢者への負担要因を多角的に評価し改善を進めることができるようになった。システムの有効性を検証するために、本研究の第1の課題の作業に適用し、改善に有効につながることを確認した。

“作業姿勢記録分析システム”はクラウドベースのアプリケーションとして開発した。現場の作業を観察しながらオンラインで作業姿勢を分析し、作業姿勢の種類別割合を明確化することができる。クラウドサーバを利用することで、工場の各職場で利用することができ、職場の作業姿勢改善に広く活用している。これらのツールは、システムに対する基本的な教育を受けた現場作業であれば、有効に改善を進めることができると考えられることから、高齢作業が無理なく働きやすい職場の改善や開発に広く活用することにしていく。

全社的作業改善チェック体制の構築には、これらの作業負担分析ツールを、工場の各職場で広く活用しながら、改善活動を工場の全職場に水平展開するとともに、ツール活用によって得られる作業負担や作業姿勢データと改善事例情報をネットワークで統合化して、広く共有することを考えている。こうするこ

とで、高齢者職場開発への改善活動をより効果的に進める。

さらに、製造部門、生産技術、生産管理、設備開発部門に情報をフィードバックし、部門間の作業負担情報を共有しながら、製造の源流段階で、高齢者の作業負担を考慮した生産システム、作業、製造設備等の設計開発をすることで、高齢者が働きやすくしかも生産性が向上する製造システム設計や作業設計への取り組みと体制づくりを進めている。

また、全社的な作業改善チェック体制づくりには、作業者の改善知識・技術が基本となることから、改善能力の啓発のために、人間工学専門家(CPEJ)の養成に取り組んでいる。当社ではこれまで10名以上のCPEJ資格者を養成していることから、彼らを中心とした人間工学改善研究グループ活動を実施して、全工場の各職場での自主的改善活動の浸透と活性化を図っている。

2. 今後の課題

高齢者が継続的に就業するためには、本研究で取り組んできた高齢者の働きやすい職場づくりにできるだけ多くの職場で取り組む機運をつくることが不可欠である。今後も、作業負担の高い作業の継続的改善を進めていくことが肝要である。高齢者にとっての作業負担となる要因について、現場の作業者自身が多角的に理解し、改善案を創出する能力を向上することが基本であることから、今後、人間工学手法による職場改善については、高齢者負担の要因と作業改善案の案出方法を簡易な形式に整理して、誰もが改善に取り組めるような方法の開発を進める。

また、人間工学的作業改善診断システムと作業姿勢分析システムのツールは、作業改善に活用しながら、さらに有効性を高めていく。全社的な作業改善チェック体制の整備は今後も継続的に整備していく必要がある。本研究では、作業改善ツールの開発と活用に重点を置いたが、今後、人間工学作業改善プロジェクトチームと製造職場の自主改善グループを中心とした社内組織づくりと作業改善ツール

を利活用した社内情報の共有化ネットワークの構築を継続的に進めることで、全社的な作業改善チェック体制の構築を進めていく予定である。

