

共同研究年報

高齢者の継続雇用の条件整備のために

平成15年度

職務再設計



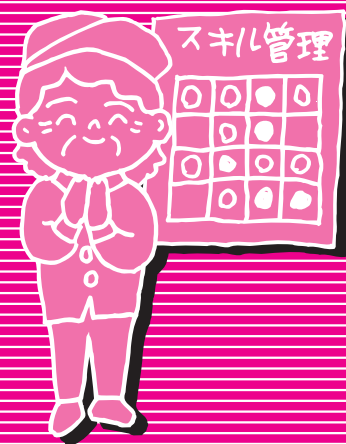
能力開発



健康管理



人事・賃金管理



独立行政法人

高齢・障害者雇用支援機構

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

共同研究番号 [共 - 15 - 07]

能力開発・職務再設計

ネジ製造業における高齢者の金型段取り替え 技術の移転システムの開発に関する調査研究

株式会社 神山鉄工所

所在地 大阪府東大阪市高井田西5-4-8
設立 昭和30年
資本金 1,000万円
従業員 41名
事業内容 各種ネジ類及びネジ用生産設備等の設計・
製造及び販売

研究期間 平成15年4月～平成16年3月

【研究責任者】	神山 博史	(株)神山鉄工所	桜井工場工場長
【外部研究者】	久米 靖文	近畿大学教授	
	佐藤 望	近畿大学講師	
【内部研究者】	峯山 國晴	(株)神山鉄工所	桜井工場 製造部長
	増田 満	(株)神山鉄工所	桜井工場 生産管理課長
【(兼)事務担当】	朱山 祝浩	(株)神山鉄工所	技術開発課長
【経理担当者】	松本 繁	(株)神山鉄工所	経理課 係長

目 次

． 研究の背景・目的	
1． 事業の概要	152
2． 高齢者の雇用状況	152
3． 研究の背景・課題	152
4． 研究のテーマ・目的	152
5． 研究体制と活動	152
． まえがき	153
． 長ネジ加工作業における金型段取り替え技術伝達方法の確立	
1． はじめに	154
2． 研究の対象と方法	154
3． 段取り替え作業の分析	155
（1）サーブリック分析による動作分析	155
4． マニュアル作成	155
（1）プロトコル分析によるエキスパートからノービスへ技術伝達	155
（2）マニュアル文を書く場合の留意点	155
（3）マニュアル作成方法	156
5． 初心者の金型段取り替え作業におけるメンタルモデルの構築過程	156
（1）考察	156
（2）まとめ	159
6． 完成マニュアル（資料）	162
． 高齢者の重筋作業の軽減	
1． はじめに	165
2． 対象作業工程の現状分析	165
（1）仕事と健康に関する質問票調査	165
3． 改善案の検討	169
4． 改善案の実施	169
5． 改善効果の測定	171
（1）調査概要	171
（2）調査結果および考察	171
6． まとめ	172
（1）考察	172
（2）結論	173

・ 研究の背景・目的

1 . 事業の概要

当社は、昭和30年より東大阪市において各種ネジの設計・製造及び販売を行っている従業員約40名の企業である。昭和37年に奈良県桜井市に工場を新設、平成2年に増設の上全面移転した。製造品目も、小ネジ、タッピングネジの生産を主に行ってきたが、昭和52年以降ドリルネジの製造を開始し、現在は70%を越えている。ドリルネジは主に建築関係に用いられ、近年長ネジの要求が増加しつつある。

2 . 高齢者雇用状況

高齢従業員の割合が非常に高く（約32%）、継続雇用制度についても、60歳定年の後約1年毎に契約を繰り返しながらも65歳まで再雇用で働ける制度を有している。

3 . 研究の背景・課題

作業の過剰負担が原因と思われる高齢者の欠勤が多い。また、少子化・3K職場・立地などの要因により、若年者の確保が難しく、確保できても定着性は悪い。さらに、当社が扱うネジの製造には、長年培った勘やコツといった知識・技術が不可欠なため、高齢者の

労働力に頼らざるを得ない状況になっている。

4 . 研究のテーマ・目的

研究テーマは、「ネジ製造業における高齢者の金型段取り替え技術の移転システムの開発に関する調査研究」とした。今後の生産性や品質を維持していくには、この機会にぜひ、作業環境の見直しを行い、過剰負荷をなくし、高齢者もつ知識・技能・経験等を十分活用してできるだけ長く働ける環境を作り、形式だけでなく真の継続雇用を実現したい。具体的には、以下の研究を実施するとともに、その成果を総合的に分析・評価し、とりまとめる。

長ネジ加工作業における金型段取り替え技術伝達方法の確立（ソフト面）

中高年者用エキスパートシステムの適用及びメンタルモデルの伝達

高齢者の重筋作業の軽減（ハード面）

5 . 研究体制と活動

桜井工場工場長を責任者とし、工場管理職を中心にプロジェクトチームを編成した。これに、外部研究者2名の協力を得て、研究会を組織した。

．まえがき

中高年者が持つ勘やコツ、蓄積された知識や経験に基づいた総合判断力を活かす技術伝達の方法を開発し、中高年者が働きがいのある職場環境をつくり、できるだけ長い継続雇用を実現する。中高年者は識別能力や瞬時判断力の低下等の問題はあるが、勘やコツ、蓄積された知識や経験に基づいた総合判断力は勝っているといわれている。この能力を活かした技術伝達の方法、すなわち、中高年齢の専門家の金型段取り替え技術を取り上げる。加齢工学（gerontechnology）の分野に寄与することを目的とする。さらに中高年者が働きやすい環境の職場のために支援機器の開発や導入を行う。中高年者用エキスパートシステムの適用を試みる。以下のような研究を実

施するとともに、その成果を総合的に分析・評価し、つぎに示す項目がまとめられている。

長ネジ加工作業における金型段取り替え技術伝達の方法の確立（ソフト面）

金型段取り替え作業の分析

前加工品の金型取り外し、金型の取り付け、調整作業等の分析

時間の分析と作業姿勢の分析を行う

金型段取り替え技術のマニュアル作成

金型段取り替え技術マニュアル作成による技術伝達の時間的効果の測定

高齢者の重筋作業の軽減（ハード面）

長ネジ加工作業全体の作業分析

中高年者が働きやすい職場環境の整備

や軽減化機器の開発や導入

・長ネジ加工作業における金型段取り替え技術伝達方法の確立

1 . はじめに

ネジ工場の金型の段取り替えの作業をエキスパート(玄人)はノービス(素人、初心者)に教える際に言葉で説明している。エキスパートの発話していることをマニュアル化し、エキスパートの支援がなくてもノービスに技術伝達ができるマニュアルを作成する。ノービスに理解しやすく技術伝達することができる方法、また写真や図を掲載しているマニュアルならば理解しやすいのは当然であるが、写真や図は最小限にしたマニュアルを作成する。技術伝達の方法としてマニュアルを作成してノービスに伝達する方法を採用し、マニュアルが完成されるまでの過程を比較検討し、よりよい技術伝達(マニュアル作成)の方法を検討する。

つぎに中高年者用エキスパートシステムの適用およびメンタルモデルの伝達を検討した。企業は特定の機械を稼働できるエキスパート(熟練者)の数が少なく、ノービス(初心者)を教えるにもエキスパートが必要である。そこで、この研究では段取り替え作業をノービスがエキスパートの不在の間でも習得できるマニュアル、また図を使わず、マニュアルを作成することを目的とする。知識は、内面化されているがゆえに、「暗黙知」と「形式知」という2つのタイプの知に分けられる。暗黙知は、言葉や文章で表すことの難しい主観的で身体的な知のことで、具体的には、思い(信念)、視点、メンタル・モデルや、熟練、ノウハウなどである。一方、形式知は、言葉や文章で表現できる客観的で理性的な知のことで、コンピュータ・ネットワークやデータベースなどのように、情報技術(IT)を活用して容易に組換えや蓄積ができる。組織的知識創造の源泉は、この暗黙知と形式知の動的統合プロセス、すなわち相互補完的循環運動にある。メンタルモデルは「人間と対象物における知識の統合をモデル化したも

の」と定義され、自分自身、他者や環境、人が関わりをもつことに対して人が実際に頭で何を考えているかまた何を行おうとしているかを検討する。人間は感覚器によって得られた知覚とそれまでの経験の知識によって外界を表象し、思考し、行動する。人間の認知する表象は外界そのものではなくシミュレーションモデルである。これをメンタルモデルと呼ぶ。メンタルモデルは個人の脳内に存在し、肉眼で観察する形での表現はとうてい不可能であり、他者との知識の伝達、共有化などを行う場面で問題が発生する。

特殊ネジ製造機の金型の段取り替え作業において、作業者が機械を駆動させるには、脳内の「このようにする」という作業方法についてのメンタルモデルを利用している。メンタルモデルと実際の機械の扱い方との間に差異があれば、作業能率、安全面などに影響する。作業をすでに習得している作業者(熟練者)から未体得の作業者(初心者)へ技術を伝達する場合、初心者に誤ったメンタルモデルが構築されやすい。また、工場内の複数の機械を駆動させる騒音により、口頭での伝達は困難である。熟練者は如何に技術伝達するか、熟練者のメンタルモデル構造をふまえ、検討する。

2 . 研究の対象と方法

前記の目的を達成するために、次のような研究を実施する。

- 1) 対象 桜井工場
- 2) 現状調査 段取り替え作業工程を調査・分析する。

ネジの段取り替え作業工程はつぎのようになる。

- 1 . 連結ロッドの取り外し
- 2 . フィーダの取り外し

- 3 . 金型の取り外し
- 4 . 金型のはめ込み
- 5 . 角胴の押し具合の調整
- 6 . 金型のあたり具合の調整
- 7 . ブランクの試し打ち
- 8 . フィーダの取り付け

3 . 段取り替え作業の分析

マニュアルを作る際、段取り替え作業に無駄な作業が存在すればマニュアルの質の低下があるので段取り替え作業の分析を行う。

(1) サブリック分析による動作分析

イ . サブリック分析

サブリックは、動作研究 (motion study) を創案した米国の技術者ギルブレス (1868 ~ 1924) によって提唱された18種類からなる動作の最小分解要素である。サブリックの記号は18種類から成り、これで人間の動作すべてが表現される。仮に、それは組み立て作業、加工作業であってもよく、また設計作業にも十分に適用でき、作業と動作の改善が可能となる。

ロ . まとめ

作業分析で、仕事の動きが動作レベルで文字になって明確になる。現場作業者はもちろん、とくに現場の管理職にとっては改善の過程で一挙手一投足にわたって現場の動きも問題点も手に取るように理解できる。したがって、その職場な最適な改善にむすびつけられる。しかし、今回の分析では無駄な作業が見あたらなかったのでこのままマニュアルを作成してもよいと考える。

4 . マニュアル作成

ノービスでも理解できるようにマニュアル

を作成するため以下のようなモデルや分析方法を使いマニュアル作成する。

(1) プロトコル分析によるエキスパートからノービスへ技術伝達

プロトコル分析を行いその結果をSECIモデルを利用することにより、エキスパートからノービスへ技術伝達されるとして以下のように行う。

イ . プロトコル分析

プロトコル (protocol) は、人が自分自身の知的営みについて発話すること (発話させられたこと) であり、その記録である (行動の記録を含む場合もある) 。認知心理学の成立期 (1960年前後) 、思考研究の新しいスタイルの研究として起こったのがプロトコル分析 (protocol analysis) である。すなわち、ある目的・課題達成のために思考したことすべてを発話してもらい、その記録をとり、分析することである。ここでプロトコル分析をマニュアル作成による技術伝達方法に応用する。

(2) マニュアル文を書く場合の留意点

マニュアルを作成する際、以下の点に注意して作成した。

イ . 読みやすい文

マニュアルに書く文は、初心者向けのものであるから分かりやすく、読みやすい文を書くようにする。分かりやすい文とは、内容のレベルを落としたものではない。また読みやすい文とは、やさしい表現を用いればよいのではない。マニュアルには新しいことがらを伝える目的と、一定以上のレベルの内容を伝える必要がある。一定以上の難しい表現 (用語、専門用語) を理解できなければ、所期の目的を果たすことができない。マニュアルを読み終わった人が、以前と同じレベルの知識で満足するとは思えない。むしろ難解な内容をいかに分かりやすく、分かってもらうように書くか、難解な表現をいかにかみくだいて書き表すかがポイントになる。

(3) マニュアル作成方法

1. 図表1のような配置につく。
2. 記録者はビデオカメラ(2台)、テープデッキ(2台)、デジタルカメラを使い記録し始める。
3. エキスパートはノービスに説明しながら教えているという条件で発話しながら作業を行う。
4. 作業が終わったら記録者は、分析のためにデータ化として「書き起こし」をする。
(補足)「書き起こし」とは、記録したものを文字などにして形式化することをいう。
(注意) プロトコル分析をする際にいきなりビデオカメラで撮影した映像をみながらエキスパートの発話している言葉を文章に書き出すと映像のイメージが頭にはいつてしまうためにうまく文章に書き出すことができない。そこで最初はテープデッキを使用し文章に書き出したうえで補足的にビデオカメラを見ることにする。
「書き起こし」の手順
 - ・テープデッキに録音した音声を紙に書き起こす。
 - ・書き起こした文章をいくつかのパートに分け、番号をつける。
 - ・音声を紙に書き起こした内容にビデオカメラで撮影したものを参考にしながら深く書き起こす。
5. データを解析する。
6. 野中のSECIモデルを基礎としたモデルを使用
エキスパート、ノービス互いにスパイラルアップされるのでエキスパートからノービスへ技術伝達される。

5. 初心者の金型段取り替え作業におけるメンタルモデルの構築過程

(1) 考察

作業をビデオやテープで解析したらわかるように、初心者へ技術を直接口頭で伝えるのを諦め、指を指す、身振りで表す、というように足りない部分は動作で表した。熟練者自身が扱う機械、工具の名称を完全には記憶していないからでもある。作業中の喧騒により、正確な聴覚からの情報獲得は困難であり、初心者は視覚から情報を獲得するように感覚が集中していることがわかる。技術伝達時の騒音が与える影響を考える。音は大まかに必要な音、それ以外の音(不必要な音、不快な音、邪魔な音など)の2つに区分される。それ以外の音が一般に騒音と呼ばれる。騒音は「望ましくない音」と定義され、一般的に明らかな影響を及ぼすもの、大多数の人間が不快と感じるものが騒音である。しかし騒音であるかは聞く人間の主観的な判断による。同一の音でも快、不快の評価に個人差があり、受け取る人間によって騒音にもなり、耳に入っても全く意識しない、聞いていない音にもなる。経験の違いから、如何なる騒音に対するメンタルモデルが構築されているかで個人の騒音への対応は異なる。一般に作業時に騒音が与える影響として予想されるものが図2に示されている。騒音により作業の量が減り、誤りが増加し、注意力の低下、反応時間の延長などをきたし、作業能率が低下すると考えられる。作業現場の騒音は作業に必要なく、用いる機械の作動により発生するが、機械自体から音を減らすことは困難である。したがって、作業者本人による防音対策が必要になる。しかし実験時、聴力障害を起こすほどの大きな音ではなかった。耳は大きな音を聞いた直後は感度が下がり、一時的な聴力低下現象をきたすが、通常は時間が経つにしたがって回復する。不快に感じるかは個人の主観的な判断になるが、その場にいた学生はほとんど不快に感じていなかった。作業の集中力、能率、

正確度はその環境への慣れが関係する。初心者は伝達、習熟初期に騒音が影響するが、時間の経過によって連続音、不連続音に限らず、適応できるようになる。熟練者は経験によってほぼ影響なく作業をこなす。最も影響するのは会話が聞き取りにくくなることである。騒音によって必要な音が聞き取りにくくなる現象が起こっていた。1つの音が他の音によって聞こえにくくなる現象を音の隠蔽作用（マスキング）と呼ばれる。音声のレベルが65dBでは80%以上分かって差し支えないが、75dBなら単語の了解度は60%位になり、95dBでは全く聞き取れない。技術伝達時、騒音が影響するのは会話の時であり、他の影響は熟練者へは少なく、初心者は初期に影響するが、すぐに適応できるようになる。

作業の世界は本質的に「手の言葉」で構成された世界と考える。熟練者として実験に参加していただいた方は年輩の作業者であった。熟練者は口ではほとんど何も説明できないが、作業を完全に理解していないわけでも、うまく説明するだけの能力を持ってないわけでもない。また、年齢により説明する能力が低下しているわけでもない。こういう時には如何に手を使うか、こういう状況には如何なる方法を選ぶか、こういうことを知りたい時には何を手掛かりにするか、丹念に聞き出しながら熟練者の手の言葉を翻訳していくと豊かな対象についての知識、自然の認識が含まれている。金型の段取り替え作業はそれほど複雑には感じられなかったが、一見単純な作

業も、複雑な思惑や判断が隠されている。その分野の専門家でない我々が、眼前に展開される活動について、どこに焦点を当てるべきか、その場では理解できない。持続して行われる具体的な技術的活動を中断し、現場では聞くわけにはいかないという問題を解決する手段を検討しなければならない。

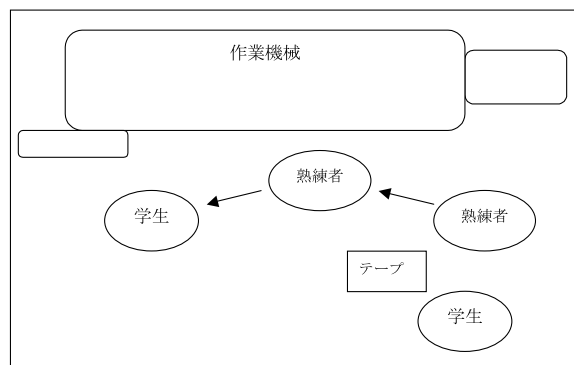
初心者が段取り替え作業においてメンタルモデルを構築する過程が図表3、図表4に示されている。騒音の有無に関わらず、作業における重要な手続き的情報は視覚から獲得する。作業時の微妙なサジ加減のようなテクニックの情報は、今後の経験で習得するものであり、この時点では受け継がれない。初心者が教えられたあたり前の方法通りに行うのに対して、熟練者は判断がより大局的で直観的に見える。初期の方法にしたがった形式的で硬直した対応から、徐々に経験を積むことによって、作業方法の拘束を離れ、状況の判断がより柔軟になると同時に直観的になる。最終的には、個別の作業に対して、毎回脳での分析が行われなくなり、状況と一体化したような感覚の中で、作業を行うようになる。多くの研究が指摘するように、手続きが明示的に示された、形式的な知識は、あくまで認知的習熟化の初期の段階に表れるにすぎず、熟練化が進むにつれ、明示的な理解は背景に退いていく。

如何なる感覚器で情報を獲得すれば、情報を正確に獲得し、より適切なメンタルモデルの構築が可能になるかを検討する。実験結果としては、初心者は、騒音が存在すれば視覚

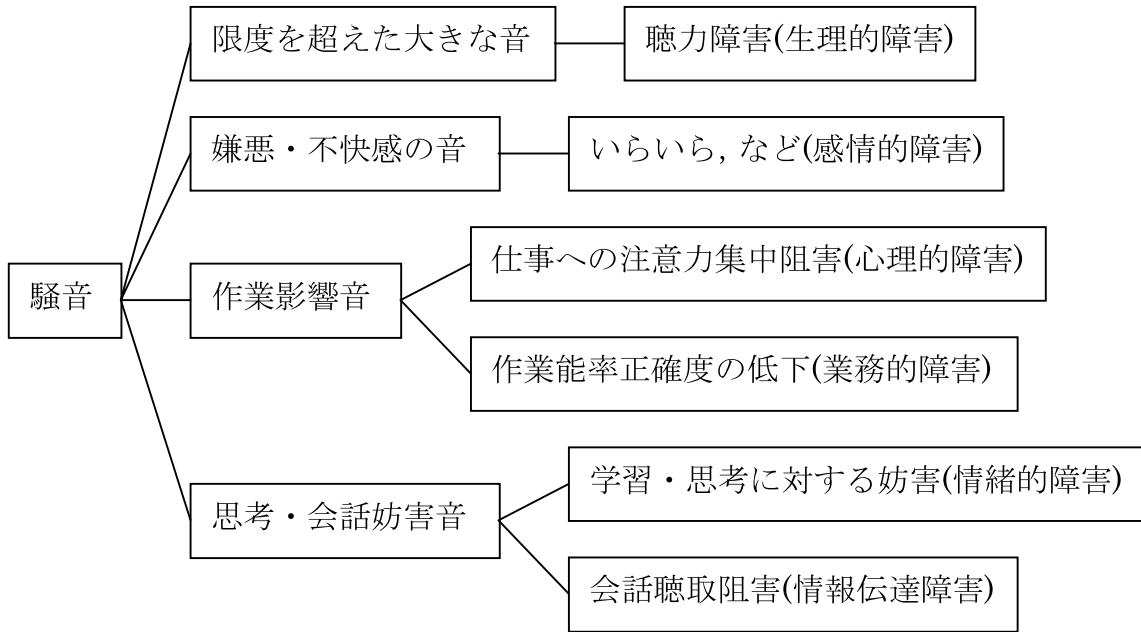


写真1

図表1 実験のレイアウト



図表 2 騒音の種類と障害



から情報を、存在しなければ視覚、聴覚から情報を獲得した。聴覚からの情報は、マスキングなどの影響で聞き間違いがあり、誤ったメンタルモデルが構築されやすい。それに対し視覚からの情報は、誤ったメンタルモデルが構築されにくい。普通人間は、「見る」ことによって目を向け、何が何処にあるかを知る。直接に対象、物を見て、記憶しようとする。視覚から獲得する情報は光から得ている。色・形・美しさが神経を伝って脳へと導かれ、メンタルモデルを構築する。「百聞は一見に如かず」と言うように視覚から情報を得ることが望ましいのかもしれない。しかし、「目に入る」というのは「見る」と大きな違いが生じる。日常生活の中で「目に入る」ということは意識しなくてもあたり前である。歩いていれば風景や雰囲気などは感じるはずである。風景、雰囲気などをただ見るのと同じでは、漠然としていてすぐ忘れてしまうか、全く覚えていないのでメンタルモデルは構築されない。教え方を工夫しても「目に入る」ようなものでなく「見る」ことに集中できるようなものでないと工夫は見かけだけのものになってしまい、初心者の頭の中に適切なメンタルモデルを構築できない。したがって、認知過程が重要になる。

メンタルモデルの構築は知識の増加を意味し、人間には不可欠であるが、脳が自発的、自然的に行い、自分自身の力での抑制、調整は不可能に近い。また、脳内に存在し、個人の経験によって獲得するものであり、実際メンタルモデルを見ることは不可能なため、詳細を明らかにすることは困難である。しかし、明示する意義はある。何を伝える時も、伝えられる時もメンタルモデルを使用している。重要なのは経験であり、経験によってメンタルモデルの数も増加し、間違ったメンタルモデルの所有も減少する。しかし経験だけでは不可能であり、各個人の能力が大きな割合を占める。また記憶力が重要であり、記憶しようとする集中力の差によってもメンタルモデルに差が出る。

熟練者の「手の言葉」で技術を伝達する。初心者は聴覚から情報を獲得しにくいために、視覚から情報を獲得し、知識を構築したが、反対に騒音によって技術伝達を行いやすい状況が創りあげられているとも言える。人間の認知、および熟練においての明示的な手続き化は、明らかにその習熟の過程の初期にあたるもので、それを如何にモデル化しても、人間の認知のレベルには到達しない。

熟練者のメンタルモデル構造が図表 5 に示

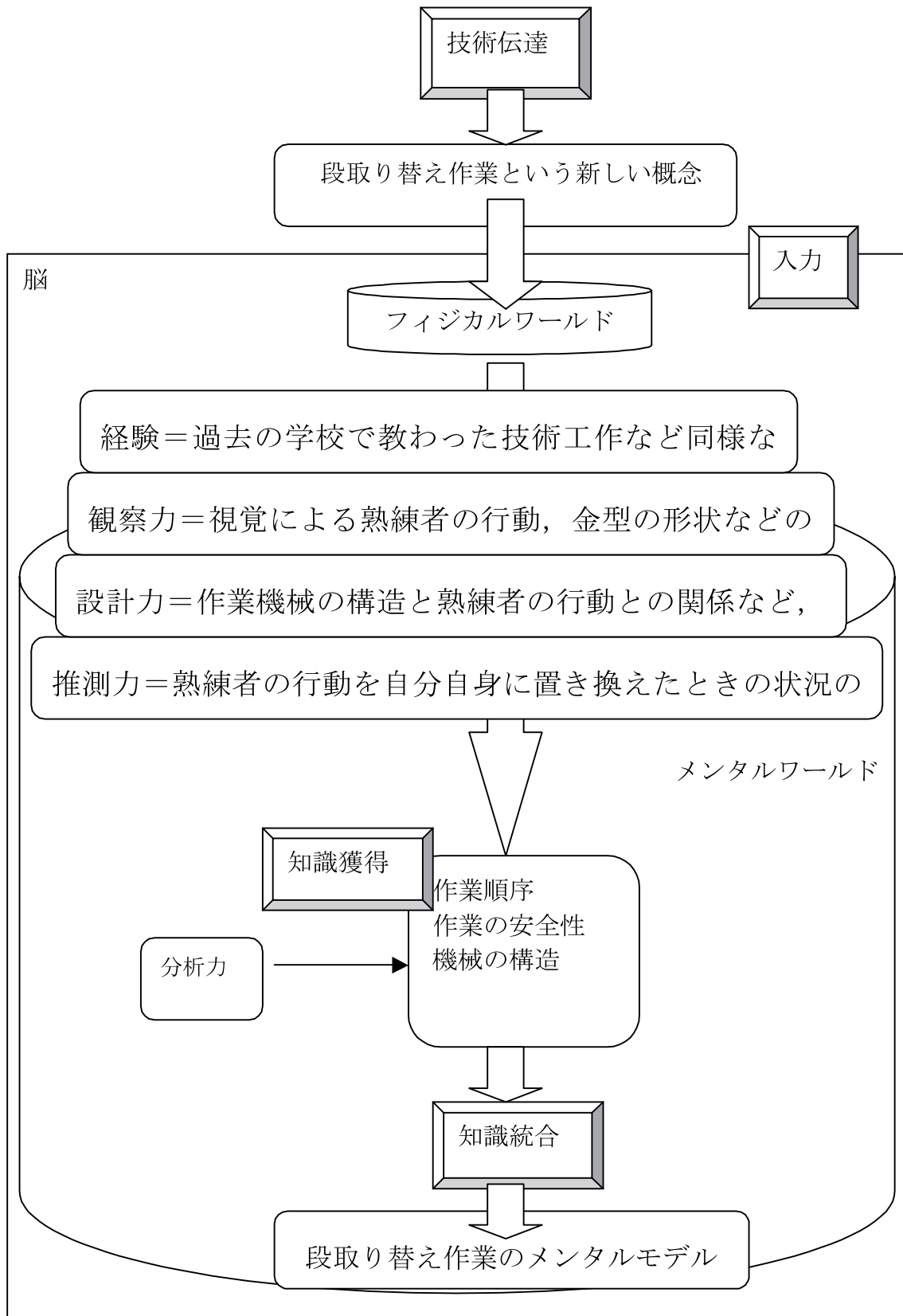
されている。作業者は記憶を探り、知識を想起させ、放出している。図の記憶は長期記憶を指す。長期貯蔵庫には宣言的記憶（エピソード記憶、意味記憶）、手続き的記憶が保存されている。宣言的記憶に含まれる知識は意図的に想起することができるため、状況に応じて変化する。エピソード記憶は熟練者個人の出来事の記憶であり、過去に作業で負傷した記憶があれば、作業は慎重になる。意味記憶は一般的な作業の知識としての記憶で、言葉についての知識も貯蔵され、対応する語の表象も存在しているが、実験の結果より、ほとんど作業中表れることはないと考えられる。一連の手続きや、技能に関する記憶である手続き的記憶には手続き的知識が含まれる。手続き的知識は実際に作業を遂行することで意図的に想起する。熟練者はその作業を自分のものにした時点で、毎回の作業時に脳で分析しない。したがって手続き的知識が特にメンタルモデルとして構築されていると考えられる。経験から結果を予測できているか、シミュレートすることができ、問題点があれば問題の箇所だけでなく他の箇所やその関係をも考慮し、エラーに気づき、新規のエラーでも臨機応変に対応できる。注意力、集中力になり、他には作業の減少させる。初心者にはない状況を判断できる能力がある。この能力から手続き的知識の表象の度合いが変わってくる。実験では、作業工程という視覚から

情報を取り入れやすい場面が状況的に創り上げられていた。したがって、必ずしも聴覚から情報を獲得するより、視覚から情報を獲得するほうが適切なメンタルモデルが構築できるというわけではない。逆に言葉にしやすいが、動作では表しにくい状況にもなり得る。状況に応じて知識の表象の大きさは変化する。状況を把握して、状況に合致した意思疎通、技術伝達を行い、適切なメンタルモデルを構築するように導く必要がある。

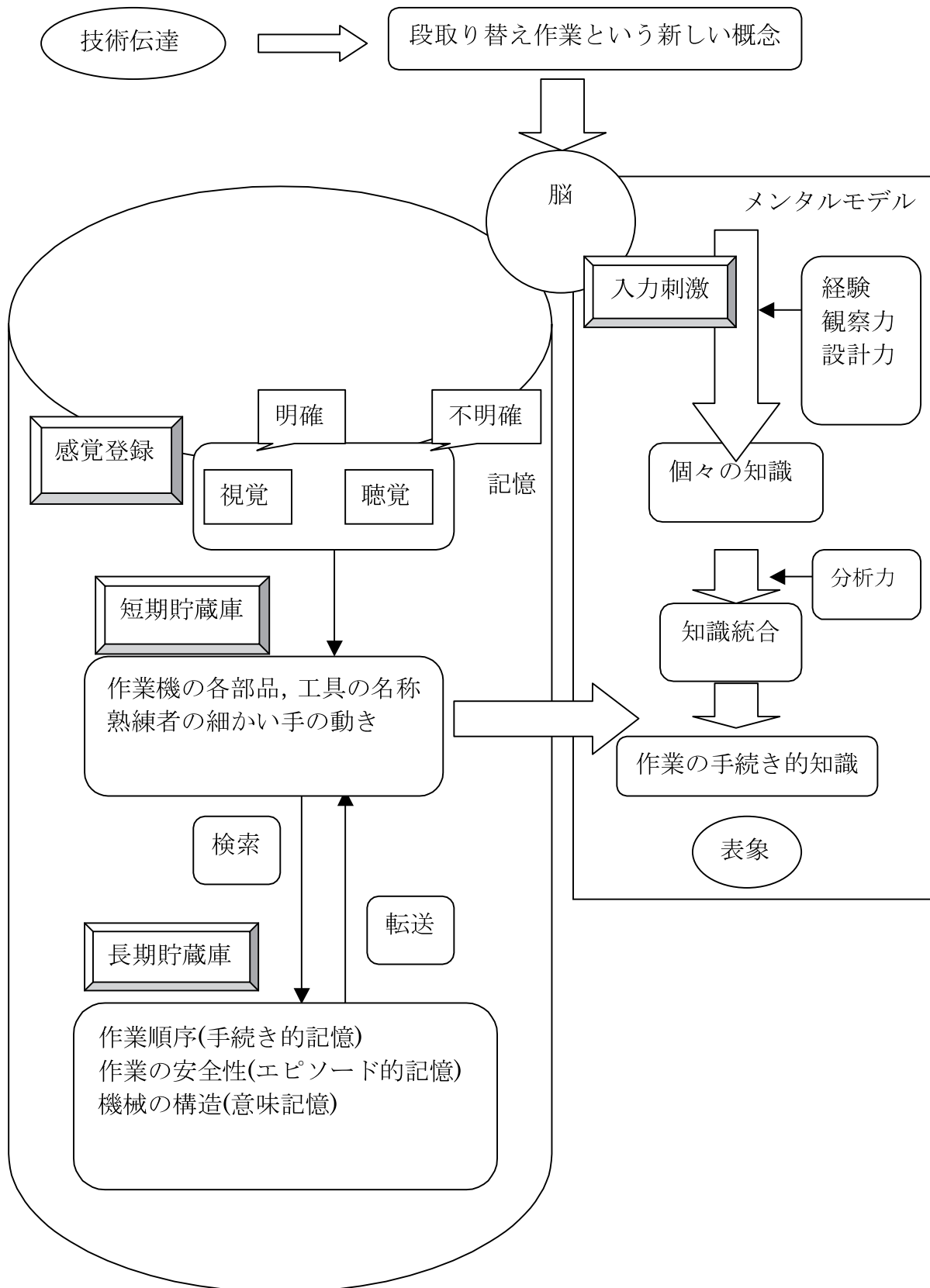
(2) まとめ

マニュアルを作る際、ビデオにとってビデオに文字など入れたほうが誰にでも分かる形にし見せたほうが効率も理解力もよい。しかし、ビデオにすると作業現場で見るとテレビやビデオデッキなどあるので合理的ではない。よって、文字で伝達したほうが合理的である。文字だけだと一見分かりにくく理解しにくかったりするが、頭で考えたりするので覚えが早くなると考える。また、実際現場では騒音がひどくエキスパートがノービスに声をだして伝えても伝わらない。しかし、作業現場では内容は伝わっていた。それは作業者の手の言葉が口や言葉で説明するよりノービスに理解しやすいと考える。よって、エキスパートはこのマニュアルを棒読みするのではなくできるだけ作業を手振りで伝えた方がノービスに早く伝わると考える。

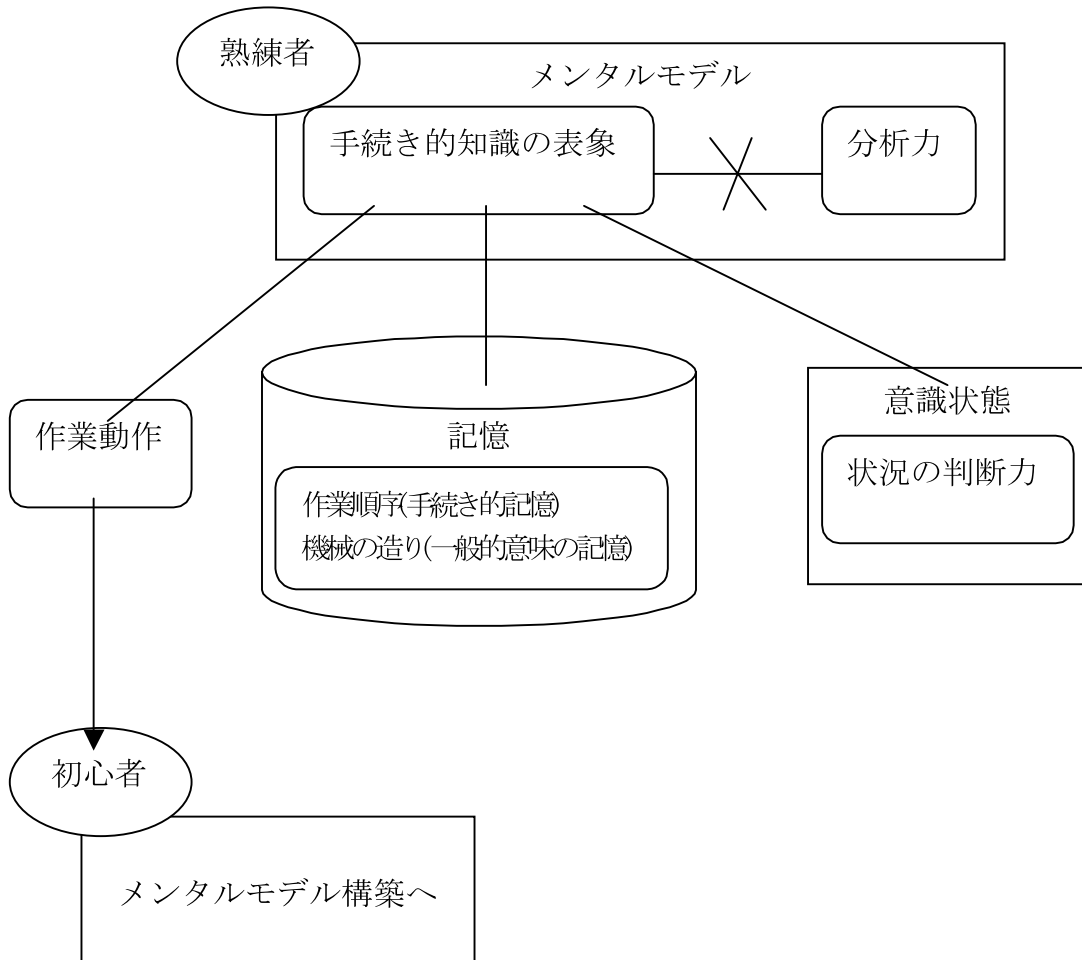
図表3 初心者の金型段取り替え作業におけるメンタルモデルの構築過程1



図表4 初心者の金型段取り替え作業におけるメンタルモデルの構築過程2



図表5 熟練者のメンタルモデル



6 . 完成マニュアル (資料)

道具の名称

10mm六角レンチ、クサビ、モンキーレンチ、8mm六角レンチ、ノギス、マイクロメーター、8～10mmスパナ、17～19mmスパナ、ニッパ、ハンドルの六角レンチ、金型1、金型2、金型3、金型4、金型5、金型6、フィーダ、ネジ、試し打ちしたネジ

フィーダ連結ロッドを外し

1 . フィーダ連結ロッドの両端のピンをはずします。

2 . フィーダ連結ロッドを本体上部カバーの上に置きます。

フィーダを外し

1 . 10mm六角レンチで時計回りに1 / 4回しフィーダ固定ボルトをゆるめます。

(*注 左手でフィーダを支えること)

2 . フィーダ固定ボルトを手でゆるめます。

(*注 左手でフィーダを支えること)

3 . 17・19mmのスパナを使い、フィーダ調節ボルトを時計回りに2回転まわします。

4 . フィーダが取れるので工具箱に入れます。

金型を取り外し

1 . 8・10 mmのスパナを使い、止まりナットをゆるめておきます。

2 . 固定側金型上方にある突き出しプレートを手で後ろに下げ、止まりナットをストッパーで固定します。

3 . 移動側金型上方にある位置決めプレートを手で後ろに下げ、ストッパーで固定します。

4 . ハンドル六角レンチを使って、左右の締め付けボルトを反時計回りにゆるめます。

5. 金型取りはずし用のクサビを押工金具とフォルダの間にできている空間に入れます。

(図表 6)

6. プーリーを時計回りにまわし角胴を移動させ、クサビの後ろ側に角胴をあてます。

5. 6. で金型が浮くので金型を取ります。

7. 4 ~ 6 を移動側と固定側繰り返し金型を取ります。

金型のはめ込み

1. テーパーが手前になるように固定側金型と移動側金型をフォルダに入れます。

(*注 テーパー...金型の勾配の付いた面のことです)

2. フォルダよりも金型が手前に出るようにします。

(*注 手前に出していない場合はかまし板をフォルダの中に入れ金型を出します。金型がフォルダより手前に出す目安は固定側が3、4ミリ程度、移動側が5ミリ程度前に出します)

3. 移動側金型、固定側金型の締め付けボルトをハンドル六角レンチを使って時計回りに締めます。

4. 電球の光で両金型の先端があたらない程度に隙間があることを確認しながら、プーリーを時計回りにまわして角胴を金型のあたりがあるまで前進させます。

補足 移動側、固定側金型の間に隙間のない場合

1. 固定側金型フォルダ取り付けボルトを2本ゆるめます。

2. 8・10mmのスパナを使い横方向調整ボルト、10mm六角レンチを使い固定ボルトもゆるめます。

3. 横方向調整ボルトで金型先端があたらないように電球の光の見え具合を見ながら調整します。

4. 固定側金型フォルダを取り付け、8・10mmのスパナを使い横方向調整ボルト、固定ボルトを締めて固定します。

おし具合の調整

1. 17・19mmのスパナを使い、かるく型があたるくらいにスライドウェッジとウェッジ調整ボルトを調整します。

2. プーリーの内側のメモリを見ます。

3. 2. の値から15~20メモリ程度プーリーを反時計回りにまわして戻します。

4. このとき金型間に隙間ができるので、17・19mmのスパナを使いスライドウェッジを上げて金型のあたり部があたる程度にします。

5. 金型があたるまでスライドウェッジが上がったらモンキーレンチを使いウェッジ固定ボルトを締めて固定します。

金型のあたり具合の調整

1. トレッシングペーパーを金型の間にいれ、プーリーを時計回りに回してトレッ



写真2 全体図

シングペーパーにはさみます。

2. 均一で紙がやぶれない程度になっているかを確認します。

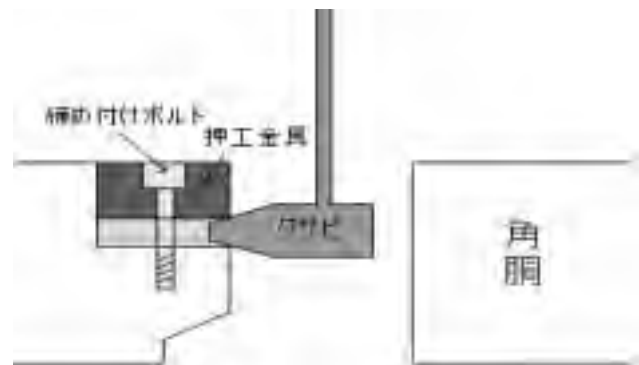
注) トレッシングペーパーが均一にならない場合は金型のあたり部を修正します。
品物の試し打ち

1. 固定側の金型にブランクをあて、制御盤の寸動ボタンを押し成形し、成形後ボタンを離し直ちにブレーキを踏みます。
2. 成形したブランクを取りニッパを使い、ばりをとります。
3. マイクロメーターを使い、外径寸法を測りブランクの先の上下のずれを見ます。
4. 上下のずれがある場合、低いほうの金型の下に適当な寸法のゲージ鋼板(薄い鋼板)を入れます。
5. 外径寸法が適当でない場合は、8・10mmのスパンを使い固定金型横方向調整ナットで調整します。
6. 固定側金型の上にある突き出しプレートを型の最前面よりやや下めに調整します。
7. 移動側金型の上にある位置決めプレートを型の最前面より10～15ミリ程度前に出します。

フィーダの取り付け

1. フィーダを取り付け、上下調整ボルトで寸法を調整します。
2. 17・19ミリのスパンを使いフィーダ調整ボルトを2回転反時計回りにまわします。
3. フィーダ取り付けボルトを10ミリ六角レンチでしめます。

図表6 真横から見たイメージ図



金型取りはずし用のクサビを押工金具とフォルダの間にできている空間に入れます。

・高年齢者の重筋作業の軽減

1. はじめに

高齢化にともない、労働資源として高齢者を積極的に活用していかなばならない。そのためには、高齢者の就労問題を高齢者の就労意欲、雇用者側の体制、年金制度などから多角的に検討していく必要がある。その1つとして加齢工学的アプローチがある。

加齢工学（ジェロンテクノロジー）は、高齢者のための人間工学と考えることができる。

高齢者の就労問題を加齢工学的側面から考える場合、高齢者の身体的、生理的、心理的特性に適合した作業環境の設計・構築を取り扱うことになる。

本研究では、加齢工学的アプローチにより、資材補給作業に従事する中高年作業者の身体的負担を軽減化することを目的とした。そのために1) 重筋作業における中高年作業者の身体的・精神的負担を把握し、2) 負担を軽減するための改善案を検討・実施し、3) 改善案実施後の効果を検討する。

2. 対象作業工程の現状分析

材料補給作業等における身体的負担の現状を把握するために、下記のような研究を実施した。

(1) 仕事と健康に関する質問票調査

イ. 調査目的

当該事業所では主力工場における長ネジ加工作業の過程で、主に中高年者が身体的負担の高い作業に従事している。改善案実施前に、作業者は、写真3のピンチポインターを用いて以下のような作業を行っていた。

床に置かれた約20kgの材料箱（写真4）を持ち上げ（写真5）、腰の高さ程度の台に一旦置く。

箱に入っている材料の一部を熊手で掻き混ぜて掬い（写真6）、それらを肩部よりも高い位置にあるパーツフィーダに注入する。あるいは箱から直接、パーツフィーダに注入する（写真7）。

パーツフィーダは約20分で空になるため、作業者は材料補給作業を1時間あたり約3回繰り返す。写真8には資材が投入された状態のパーツフィーダを示す。

作業者は、写真5～6から明らかなように、低い位置からの持ち上げ作業を強いられ、また、その作業を繰り返し行っていた。また、資材投入時のひねり姿勢も観察された。このことから、作業による腰背部、頸肩腕部への悪影響が危惧された。そこで、作業者の身体的・精神的負担の現状を把握するために質問票調査を実施し、改善案実施後の結果と比較することによって改善効果を検討した。



写真3 ピンチポインター（対象機器）



写真4 床に置かれた材料箱



写真5 床からの持ち上げ姿勢



写真6 熊手で掬った資材をパーツフィーダに移す作業



写真7 箱から直接パーツフィーダに資材を投入する作業

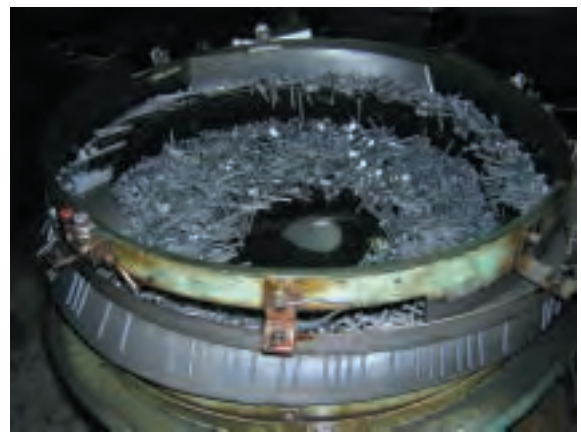


写真8 資材が投入された状態のパーツフィーダ

ロ . 調査方法

調査対象者

調査対象者は対象事業所に勤務する従業員33名であった。このうち、11名が対象作業に従事する者であった。

調査日時

調査は、まず、事業所全体を対象として、平成15年7月18日に第1回目の調査を実施し、仕事と健康に関する調査を実施した。対象作業に従事する者には疲労自覚症状しらべ、および身体疲労部位調査も併せて実施した。

調査票の概要

本研究では下記の項目について調査を実施した。

a. 対象者の属性

対象者の属性として、性別、年齢、職務年数、勤務時間、残業時間等について質問した(計7項目)

b. 生活習慣、職場生活の満足度

睡眠時間、食習慣、喫煙の有無、職場生活や家庭生活の満足度等について質問した(計16項目)

c. 蓄積疲労症候調査(81項目)

越河らによって開発された質問票を用いて蓄積的な疲労の自覚症状を調査した。この質問票は、不安徴候(10項目)、抑うつ状態(11項目)、一般的疲労感(11項目)、イライラの状態(8項目)、労働意欲の低下(11項目)、気力の減退(11項目)、慢性疲労(6項目)、身体不調(9項目)の計6種類の特性群から構成されている。

d. 疲労自覚症状しらべ(25項目)(対象作業者のみ実施)

作業前後の疲労感を調べるために日本産業衛生学会・産業疲労研究会によって開発された質問票を用いた。この質問票は 群(ねむけ感:5項目)、 群(不安定感:10項目)、 群(不快感:5項目)、 群(だるさ感、5項目)、 群

(ぼやけ感、5項目)から構成されている。対象者はこれらの項目について作業前、昼食前、昼食後、作業後の計4回、回答を行った。

e. 身体疲労部位調査票(96部位)(対象作業者のみ実施)

日本産業衛生学会・産業疲労研究会によって開発された質問票を用い、作業前後に頭部18部位、体幹部16部位、下肢30部位、上肢32部位の計96部位における疲れ、こり、痛み、だるさの有無を調べた。

ハ . 調査結果および考察

事業所全体の調査結果

対象者33名の平均年齢は 45.6 ± 13.5 歳であり、このうち女性は3名であった。勤続年数は 13.2 ± 13.1 年、現在の職種についてからの年数は 11.7 ± 11.5 年、一日あたりの勤務時間は 8.6 ± 1.3 時間であった。月平均残業時間は 23.9 ± 16.7 時間であり、標準偏差から個人差が大きいことが窺われる。

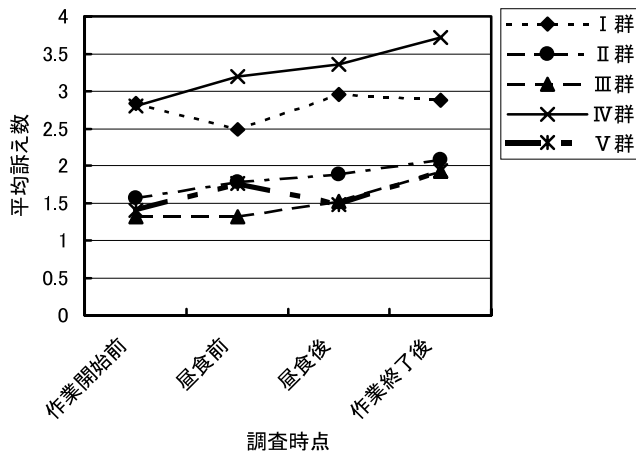
生活の満足度、家庭の雰囲気、仕事の満足度、物理的作業環境、職場の人間関係、収入の満足度、職場のストレス)について年齢層別に検討したが、年齢層による著しい分布の違いは認められなかった。また、これらの項目間で相関分析を行った結果、生活の満足度と仕事の満足度、仕事の満足度と家庭の雰囲気との間に高い相関が認められた(生活の満足度と仕事の満足度; $r=0.87$, 仕事の満足度と家庭の雰囲気; $r=0.71$)。

全対象者における蓄積的疲労徴候調査(CFSI)の結果を示す。特性別平均訴え率(%)は当該特性における訴え総数/(各特性の項目数×対象人数)×100として算出している。解析には男性のデータのみを用いている。いずれの項目も越河らによって示されている男性における平均的な訴え率(標準値)よりも高い値を示しているが、とくにF2の一般的疲労感、F6の慢性疲労における値が高くな

っている。F2の特性群は「動作がぎこちなく、よく物を落としたりする」、「全身の力が抜けたようになることがある」、「しばしばめまいがする」、「このごろ全身がだるい」、「腰が痛い」、「体のふしぶしが痛い」、「目がかすむことがある」、「目が疲れる」、「よく肩がこる」、「眠りが浅く、夢ばかりみる」、「このごろ足がだるい」といった項目から構成されており、F6の特性群は「朝、起きた時でも疲れを感じる事が多い」、「くつろぐ時間がない」、「仕事での疲れがとれない」、「横になりたいぐらい仕事に疲れる事が多い」、「家に帰っても仕事のことが気にかかって困る」、「毎日の仕事でくたくたになる」といった項目から構成されている。これらの症状は慢性的な身体的疲労が蓄積されていることを示している。したがって、作業量、作業密度、一連続作業時間などを適正化し、身体的・精神的に過負荷にならないような作業システムを検討する必要があると考えられる。

対象者を20～30歳代、40～60歳代に分け、それぞれのCFESIの特性別平均訴え率については、20～30歳代の訴え率は各特性群いずれにおいても標準値より高く、特に慢性疲労群（F6）の値が高くなっている。一方、40～60歳代では一般的疲労感群（F2）の値が標準値よりも20%程度高くなっているが、他の特性群

図表7 機器導入前の疲労自覚症状 (n=5)



における訴え率は標準値より低いか、あるいはわずかに高い。越河らはF1A（不安徴候）、F1B（抑うつ状態）、F3（イライラの状態）、F4（労働意欲低下）、F5（気力減退）、F7（身体不調）の6特性では年齢段階が上がるに伴ってこれらの傾向が低くなっていくこと、また、F2（一般的疲労感）では年齢傾向が認められないことを示唆している。本調査でも越河らの指摘と同様の傾向が認められた。この理由として、職務経験を重ねるにつれてストレス耐性が強くなる、あるいはストレス対処能力など社会的スキルが身につくといった心理社会的要因の関与が考えられる。また20～30歳代における仕事量の多さあるいは作業密度の高さなどの要因が予測されるが、この点については今後、職務分析等を実施して検討する必要がある。

対象作業者の疲労自覚症状および身体疲労部位

図表7は改善案実施前・後ともに回答が得られた対象作業者4名における改善案実施前の疲労自覚症状しらの結果である。経時的には大きな変動は認められないものの、作業前と比較して作業終了後に疲労感が上昇する傾向が窺われる。

図表8 機器導入前の身体疲労部位 (n=4)

身体部位	作業前	作業後
首	1	1
右肩	3	4
左肩	2	4
右上腕	4	4
左上腕	0	4
右肘・前腕	5	5
左肘・前腕	1	5
右手・手首	1	2
左手・手首	0	2
背部	0	2
腰部	1	3
右臀部・大腿	0	1
左臀部・大腿	0	2
右膝・下腿	0	3
左膝・下腿	1	3
右足・足首	1	2
左足・足首	1	2

群別に比較すると、群（だるさ感）の値が他群と比較して高くなっている。この項目群は「腕がだるい」、「腰がいたい」、「手や指がいたい」、「足がだるい」、「肩がだるい」といった項目から構成されており、作業者に身体的疲労感が蓄積していることが示唆される。

図表 8 は身体疲労部位調査において、改善案実施前・後ともに回答が得られた作業員 5 名について改善案実施前の結果を示したものである。作業後は作業前と比較すると、肩、腕、肘、腰部、膝などでの疲労感が高まる傾向が窺われる。

3 . 改善案の検討

現状分析の結果、作業員は、写真 5 ~ 7 に見られるように資材投入作業において不良作業姿勢を強いられていた。特に低い位置からの持ち上げ作業を繰り返し行うことにより、疲労自覚症状しらべや身体疲労部位の結果に示されたように、腰背部、頸肩腕部、膝・下腿部への身体的負担が高まっていることが示唆された。

このような身体的負担を軽減するためには以下のような不良作業姿勢をなくすことが必要である。

- 1) パーツフィーダに資材を投入する際の、上腕を肩より高く上げる姿勢
- 2) パーツフィーダに資材を投入する際の、上体をひねる姿勢
- 3) パーツフィーダに資材を投入する際の、腕を前方に伸ばす姿勢
- 4) 床から資材を持ち上げる際の前傾姿勢

1) 2) 3) の不良作業姿勢をなくすために、改善案として次のような方法が検討された。

イ. パーツフィーダと作業員との位置関係の改善

- ・ パーツフィーダの位置を下げることにより、腕を曲げた状態で作業ができるようにする。

- ・ パーツフィーダと作業員との水平距離を短くする。

ロ. 材料補給作業の機械化

- ・ ホイストやクレーンなどの機器を使ってパーツフィーダまで資材を運搬し、投入する。

イの案についてはパーツフィーダの改造（設置面の高さの変更、排出装置の角度の変更など）が必要となり、コスト、安全性などへの配慮を要する。また、パーツフィーダと作業員との水平距離を短くするためには、作業員は排出装置の据付位置以外の箇所から立って作業をすることになり、作業空間の再レイアウトが必要となる。しかし、これらが実現されても、資材投入時の上体をひねる不良作業姿勢は解消されない。

ロの案についてはホイスト、クレーンなどを安全に操作できる空間が必要となる。そのためには現状の作業空間のレイアウトを大幅に見直す必要があり、時間的、金銭的コストがかかる。また、ホイスト、クレーン操作者のみならず、他の作業員の安全教育も必要となる。

以上の点から、ホイスト、クレーンに替る、下記のような条件を満たす支援機器の導入が改善案として提案され、実施された。

- ・ 省スペースである。
- ・ 安全性が高い。
- ・ 高齢作業員にとって操作が容易である。

4 . 改善案の実施

支援機器は写真 9 のような状態でパーツフィーダの右側に設置された。また、機器の仕様を図表 9 に示す。

作業員は、機器導入後、床から材料箱（約 20kg）を持ち上げ、機器前方部に設置されているホッパーに資材を投入する作業（写真 10）のみを行うことになった。ホッパーに投入された資材は磁気により上方に搬送される（写真 11）、パーツフィーダに投入される。



写真9 支援機器の設置状況

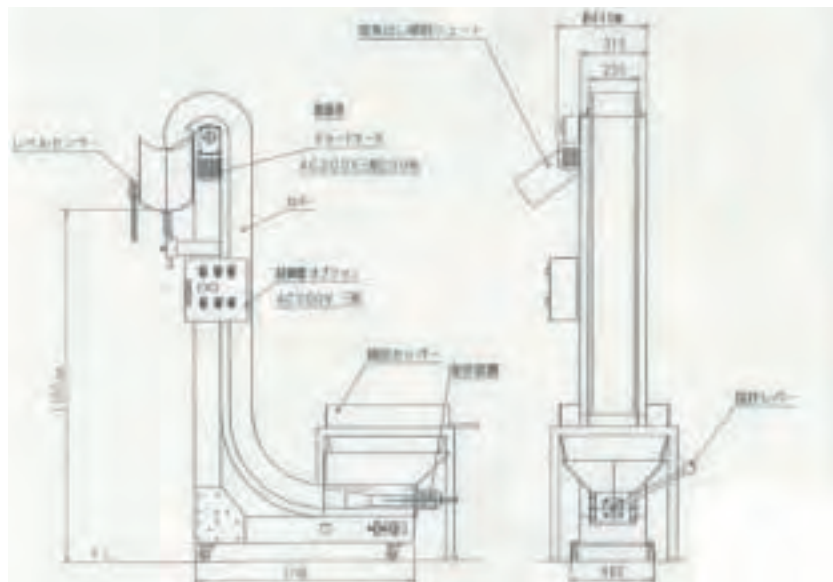


写真10 資材をホッパーに投入する作業



写真11 磁気により上方に搬送される資材

図表9 支援機器の仕様



5 . 改善効果の測定

(1) 調査概要

支援機器導入により身体的負担が軽減されているかどうかを検討するために、疲労自覚症状しらべおよび身体疲労部位調査を実施した。調査は平成15年11月7日に実施した。

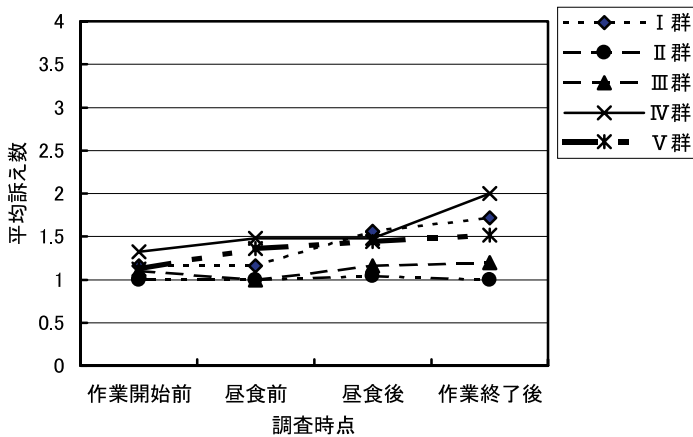
(2) 調査結果および考察

図表10に機器導入後の疲労自覚症状しらべの結果を示す。対象作業に従事する作業員11名のうち、改善案実施前、実施後ともに回答の得られた者5名の結果を示している。経時的变化では 群、 群では全体を通して大きな変動は認められない。群（ねむけ感）、群（だるさ感）、群（ぼやけ感）は作業前と比較すると作業後に値が上昇している傾向が窺われる。機器導入前と比較して、全ての

群において導入後の値が低くなっている。このことは機器導入による疲労の軽減効果を示すとも考えられるが、対象者が少ないこと、あるいは調査実施日当日や調査日前における仕事量や作業密度などの影響も考えられる。

図表11に機器導入後の身体疲労部位調査の結果を示す。対象作業に従事する作業員11名のうち、改善案実施前、実施後ともに回答の得られた者4名の結果を示す。作業前と作業後の値の間に大きな差異は認められない。機器導入前と比較すると、機器導入後では作業前も作業後も全体的に値が低く、疲労感が軽減されていることが示唆される、特に腕、肘において疲労感が軽減している。しかし、疲労自覚症状しらべと同様に、対象者が少ないこと、調査実施日当日や調査日前における仕事量や作業密度などの影響も考えられる。

図表10 機器導入後の疲労自覚症状 (n=5)



図表11 機器導入前の身体疲労部位 (n=4)

身体部位	作業前	作業後
首	0	0
右肩	1	2
左肩	1	2
右上腕	0	0
左上腕	0	0
右肘・前腕	0	0
左肘・前腕	0	0
右手・手首	1	1
左手・手首	0	0
背部	0	1
腰部	1	1
右臀部・大腿	0	0
左臀部・大腿	0	0
右膝・下腿	1	1
左膝・下腿	1	1
右足・足首	0	1

6 . ま と め

本調査の結果から、機器導入による身体的負担の軽減化の傾向が窺われた。しかし、本調査では対象者の人数が少ないこと、調査実施当日の仕事量、作業密度などが機器導入前後で必ずしも同等ではないといった問題点もある。今回の支援機器導入により、資材投入時における上腕を肩より高く上げる姿勢、および、腕を前方に伸ばす姿勢がなくなり身体的負担が軽減されたと考えられる。しかし、資材を投入時における上体をひねる姿勢と床から資材を持ち上げる際の前傾姿勢は依然として解消されていない。今後は、これらの不良姿勢をなくすための改善案を検討するとともに、継続的に負担評価を実施し、さらなる負担の軽減化を図っていく必要がある。

益田は高齢者自身のペースで、高齢者自身のストラテジーを用い、高齢者がやりがいを持てる仕事を、高齢者が働きやすい職場で行うことで、高齢者が十分な仕事の達成度を維持することができると述べている。本調査では高齢作業員の身体的負担を中心に検討したが、今後は高齢者における機能低下を補うといった視点のみならず、高齢者の特性を引き出し、それを積極的に活かすことが可能な職務設計が望まれる。

(1) 考 察

音声テープを書き起こしたものは発話した内容であり、マニュアルとしては適当でないが、作業を時間順に並べたものは作業が明確化にされ、マニュアルに近づく。テープの音声だけを聞いてマニュアルを作成しようとすると、何をしているのかイメージすることが困難であり、どの工具を使用しているか理解できない。次にビデオを見てマニュアルを作成すると音声テープだけでは理解できなかった工具の種類が理解できるようになる。それでも理解できなかったところをメールでエキスパートに質問し、マニュアルを作成すると理解できていなかった機械の名称などが明確になり理解が深まる。最後にマニュアル講座

を参考にすることにより説明の仕方を適切にすることで、ノービスに理解しやすいマニュアルを作成できる。初めにビデオを解析しマニュアルを作成したが、全く意味がわからないマニュアルができ、順序もあいまいである。ビデオだけで判断することは困難であり、作業および動作が影になって見えない部分が出現し、わかりにくい場面が出現する。つぎにエキスパートに作業しながら説明してもらった場合では、難しい言葉などが出現したが、説明の言葉を自分の頭の中で形式知を暗黙知に取り入れ、作業工程が理解できるようになる。質問をエキスパートにした場合、わかりやすい返信内容が返ってきて、作業工程が理解できるようになる。ノービスは機械を使用することが初めてで、知らない場面が多い。またノービスはエキスパートが当然分かっていることと、見逃している点を見逃さずに疑問にできる。その疑問をノービスがエキスパートに質問することによって暗黙知を引き出すことができ、ノービスに理解しやすいマニュアルが作成できる。エキスパート同士で議論しあっている場合は、ノービスの感覚が理解できない。このマニュアルはノービスが読み手であるから、エキスパートにはノービスでも分かる説明の仕方が必要である。つまり、マニュアルの書き手は読み手が分からない部分をよく分かってから書くのがよい。ノービスがマニュアルを作成するので、内容のレベルが落ちている可能性がある。

メンタルモデルの構築は知識の増加を意味し、人間には不可欠であるが、脳が自発的、自然的に行い、自分自身の力での抑制、調整は不可能に近い。また、脳内に存在し、個人の経験によって獲得するものであり、実際メンタルモデルを見ることは不可能なため、詳細を明らかにすることは困難である。しかし、明示する意義はある。何を伝える時も、伝えられる時もメンタルモデルを使用している。重要なのは経験であり、経験によってメンタルモデルの数も増加し、間違ったメンタルモデルをもつことが減少する。しかし経験だけでは不可能であり、各個人の能力が大き

な割合を占める。また記憶力が重要であり、記憶しようとする集中力の差によってもメンタルモデルに差が出る。熟練者の「手の言葉」で技術を伝達する。初心者は聴覚から情報を獲得しにくいために、視覚から情報を獲得し、知識を構築したが、反対に騒音によって技術伝達を行いやすい状況が創りあげられているとも言える。人間の認知、および熟練におけるの明示的な手続き化は、明らかにその習熟の過程の初期にあたるもので、それを如何にモデル化しても、人間の認知のレベルには到達しない。したがって、熟練者のメンタルモデルは習熟初期の初心者のメンタルモデルとは内容が異なる。熟練者のメンタルモデル構造が図に示され、作業者は記憶を探り、知識を想起させ、放出している。図の記憶は長期記憶を指し、長期貯蔵庫には宣言的記憶（エピソード記憶、意味記憶）、手続き的記憶が保存されている。宣言的記憶に含まれる知識は意図的に想起することができるため、状況に応じて変化する。エピソード記憶は熟練者個人の出来事の記憶であり、過去に作業で負傷した記憶があれば、作業は慎重になる。意味記憶は一般的な作業の知識としての記憶で、言葉についての知識も貯蔵され、対応する語の表象も存在しているが、実験の結果より、ほとんど作業中表れることはないと考えられる。一連の手続きや、技能に関する記憶である手続き的記憶には手続き的知識が含まれる。手続き的知識は実際に作業を遂行することで意図的に想起する。熟練者はその作業を自分のものにした時点で、毎回の作業時に脳では分析しない。したがって手続き的知識が特にメンタルモデルとして構築されていると考えられる。経験から結果を予測できているか、シミュレートすることができ、問題点があれば問題の箇所だけでなく他の箇所やその関係をも考慮し、エラーに気づき、新規のエラーでも臨機応変に対応できる。初心者にはない状況を判断できる能力があり、この能力から手続き的知識の表象の度合いが変わってくる。作業現場では、作業工程という視覚から情報を取り入れやすい場が状況的に

創り上げられていた。したがって、必ずしも聴覚から情報を獲得するより、視覚から情報を獲得するほうが適切なメンタルモデルが構築できるというわけではない。反対に言葉にしやすいが、動作では表しにくい状況にもなり得る。状況に応じて知識の表象の大きさは変化する。状況を把握して、状況に合致した意思疎通、技術伝達を行い、適切なメンタルモデルを構築するように導く必要がある。

作業負担軽減のための機器の開発および導入については、機器導入後の疲労自覚症状しらの結果は機器導入前と比較して、全ての群において導入後の値が低くなっている。このことは機器導入による疲労の軽減効果を示すとも考えられるが、対象者が少ないこと、あるいは調査実施日当日や調査日前における仕事量や作業密度などの影響も考えられる。

機器導入後の身体疲労部位調査は作業前と作業後の値の間に大きな差異は認められない。機器導入前と比較すると、機器導入後では作業前も作業後も全体的に値が低く、疲労感が軽減されていることが示唆される。特に腕、肘において疲労感が軽減している。しかし、疲労自覚症状しらべと同様に、対象者が少ないこと、調査実施日当日や調査日前における仕事量や作業密度などの影響も考えられる。

(2) 結論

技術伝達は手振りや言葉を使って技術伝達されてきた。文字にし形式化しても技術伝達できるか検討した結果以下ようになる。

- イ. ノービスへの技術伝達の方法としてプロトコル分析を適用し、マニュアルを作成する際に写真や図を最低限載せない場合文章だけの説明になり、さらに文章だけで伝える理解しやすい表現に直す場合に文章が長くなり読みづらいマニュアルになることが判明した。
- ロ. マニュアル作成にプロトコル分析を適用した場合の有用性はエキスパートが自分なりに解釈している部分を理解しやすい表現することができる。

- 八. マニュアルを作成は、エキスパート、そしてノービスも必要であることが分かった。エキスパートは情報提供の場合が必要であり重要である。またマニュアルを仕上げるのは情報が皆無であるノービスが重要である。
- 二. ノービスからスタートするSECIモデルの場合でも、スパイラルアップすることによって個人の暗黙知を引き出すことが可能であることが分かった。そして暗黙知を形式知に変換させ、またその形式知を自分の暗黙知にできることが分かった。それによりノービスにとって理解しやすいマニュアルが作成できた。
- ホ. 全体図などの図がないので文章だけでは分かりにくいところが出てきた。図が最低限必要であることが分かった。
- へ. 技術伝達時、熟練者のメンタルモデルは、経験によって獲得した記憶内に存在している手続きに関する知識を実際の作業の遂行に伴って想起させ、伝達する状況に影響し、知識の表象の大きさは変化することが明らかになった。
- ト. メンタルモデルの詳細を明示し、内容

の伝達、共有化は困難であるが、重要である。

ある程度技術伝達は文字（形式化）でもできるが、人それぞれメンタルモデルが違うために文字だけの技術伝達は難しいと考える。また、ある一定レベルまではレベルが上がるがプロとしての技レベルになるには今回作ったマニュアルでは通用しないと考え、マニュアルはそれぞれのレベルにあった人にしか効果が表れないと考える。

作業負担軽減のための機器の開発および導入については、今回の支援機器導入により、資材投入時における上腕を肩より高く上げる姿勢、および、腕を前方に伸ばす姿勢がなくなり身体的負担が軽減されたと考えられる。しかし、資材を投入時における上体をひねる姿勢と床から資材を持ち上げる際の前傾姿勢は依然として解消されていない。今後は、これらの不良姿勢をなくすための改善案を検討するとともに、継続的に負担評価を実施し、さらなる負担の軽減化を図っていく必要がある。