

5 高齢者活用モデルの構築

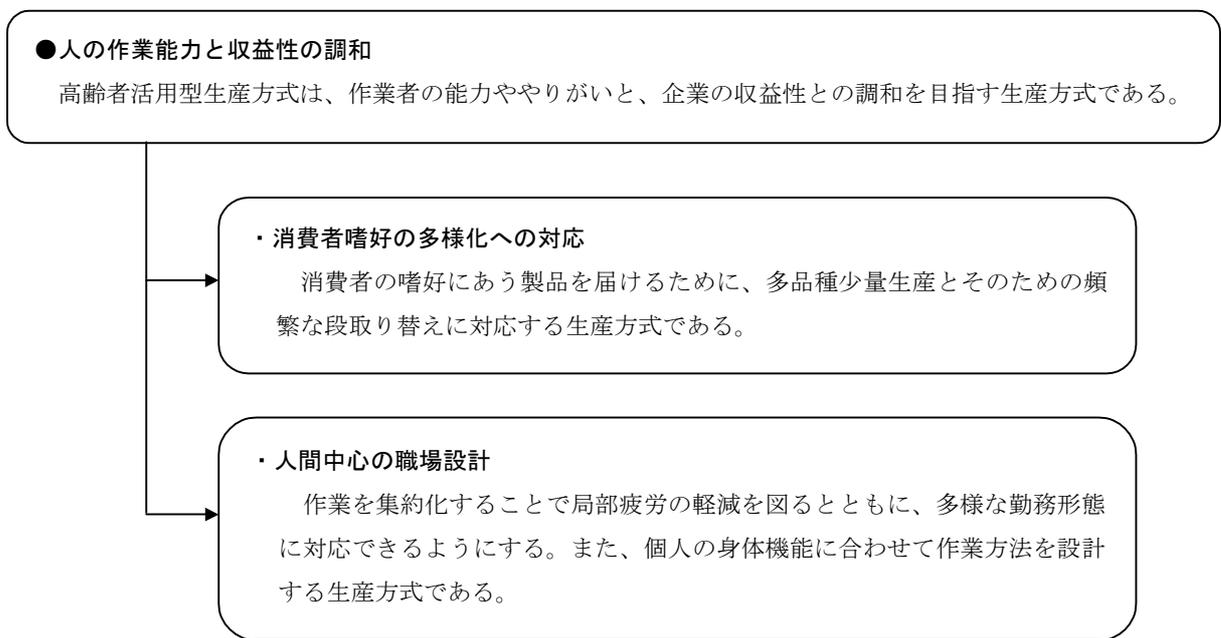
5-1 設計の基本的な考え方

5-1-1 高齢者活用型生産方式の基本方針

(1) 基本方針

わが国の高齢化の進展や製造業の現状等を背景として、2カ年の本研究から、高齢者活用型生産方式として次の基本方針を導き出した。基本的な視点は「人の作業能力と収益性の調和」であり、その2つの要素として「消費者嗜好の多様化への対応」と「人間中心の職場設計」をあげることができる。

図 5-1-1 「高齢者活用型生産方式」の基本方針



(2) 「新しい生産システム」の構築の考え方

以上の方針をもとに、高齢者がその力を発揮できる生産方式として、次のような特徴を持つ生産方式を創出することを目指した。

従来の生産方式（従来型の流れ作業）は、生産ラインの自動化が中心であり、機械にあわせて作業員が動いており、1人当たりの作業工程は少なく、工程設計も自動化を前提としている。

一方、1人あるいは数人のチームで製造の全工程を受け持つ作業集約化方式は、工程設計が非常に柔軟であり、作業工程の組替えが容易であるため、さまざまな生産計画に柔軟に対応できる生産方式である。このような特徴を有する作業集約化方式に、人間中心の工程設計を基本とした高齢者活用の視点を盛り込んだ生産方式を本研究では提案し、「新しい生産システム」と呼ぶこととした。

表 5-1-1 従来の生産方式と「新しい生産システム」

	着眼点	1人当たり担当作業量
従来の生産方式 (従来型の流れ作業)	自動化・機械中心	1人当たりの担当作業工程は少ない
新しい生産システム (作業集約化方式に高齢者活用の視点を導入)	手作業・人間中心	1人当たりの担当作業工程は多い

5-1-2 高齢者の特徴

人はある年齢に達すると（平均的に男性 20 歳、女性 19 歳）、身体の諸機能が低下し始める。しかし、たとえ加齢にともない、心身機能の低下がみられるとしても、それは個人差が大きく、職務遂行上支障があるほどの機能低下は少なく、その多くはさまざまな工夫により補うことが可能である。

また一層重要なのは、高齢者は豊富な経験を有しており、熟練によって培われた、優れた技術、多能工としての技術を持っている場合が少なくない点である。「企業ヒアリング」でもみたとおり、企業サイドも、高齢者の熟練や技能に大きな期待を寄せている。

高齢者の活用を考える際には、身体機能の低下を補う方策も求められるが、それ以上に高齢者の優れた技能をいかに引き出し、最大限にその能力を発揮できるようにしていくかがポイントである。

表 5-1-2 中高年齢者の特徴

	問題点	利点
体力・感覚機能面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 視力、聴力などが低下する ・ 体力・持久力・気力が低下する ・ 敏しょう性・柔軟性などが低下する ・ 重量物取り扱い等により腰痛が発生しやすい ・ ラインスピードについていけない ・ 位置決め動作などが困難になる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日常生活が規則正しくなる ・ 体力の維持・増進に努力する
知識・技能等能力面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 記憶力・判断力が低下する ・ 新技術・新知識の修得が困難になる ・ 個人の作業能力等の差が大きくなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蓄積された知識・技能を有している ・ 突発的事態の処理技術を有している ・ 仕事上の問題点の把握が的確である ・ 作業動作に無駄の少ない作業方法を修得している ・ 若年者の指導・育成が可能である
経験・適性面	<ul style="list-style-type: none"> ・ けがの発生率が高くなる ・ 職種転換が困難になる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 与えられた仕事に対する責任感が強い ・ 遅刻・欠勤が少ない ・ 愛社精神が強く、忍耐強い ・ 保全・試作など経験を要する仕事に適している

表 5-1-3 は、企業ヒアリングの結果からの事例として、高齢者に対する企業の「身体的・精神的な配慮」「積極活用の取り組みや意向」を抜粋したものである。身体面・精神面で各社さまざまな工夫を行っており、また高齢者の利点としての経験や優れた技能を十分に活用するための取り組みがみられる。

表 5-1-3 企業の高齢者活用の事例（ヒアリング調査結果による）

身体的・精神的な配慮	
体力・持久力	<ul style="list-style-type: none"> 作業点を、本人の最もやりやすい位置に調節する。(A社) 作業者の歩行距離を短縮する。(G社) 筋負担を少なくするため、同じ姿勢で同じ筋肉を使い続けるのではなく、複数の違う作業を組み合わせる工程編成にする。(I社)
視力	<ul style="list-style-type: none"> 作業モニターを活用する。(B社) 目の疲労を少なくするため、作業ポイントと周りの照度を変える。(I社) 作業標準・検査シートなどの書類の文字を大きくする。(N社)
メンタル	<ul style="list-style-type: none"> 作業の進捗（出来高・品質）を数字で常に見えるようにする（I社） 助け合い方式を導入する（遅れ作業者を前後の作業者が助け合う）(N社)。
積極活用の取り組みや意向	
<ul style="list-style-type: none"> 中高年従業員の知恵を結集して生産現場の設計を行っている。(A社) 中高年者の技術伝承のため、若年者といっしょの製造グループを編成する。(B社) 多能工であることに加え、製品の企画にかかる営業から納品までの各段階に対応できる多能者が養成できれば、高齢になっても継続雇用可能である。顧客折衝や経験知の活用を中心に活用の場を整えられれば、高齢者の積極活用は十分可能である。(C社) 即戦力としての多能工が必要であり、視力の低下は問題でも、手先の器用さ・粘り強さ・やる気などは経験を積んだ高齢者が優れている場合もある。(F社) 	

5-2 高齢者活用のための生産方式

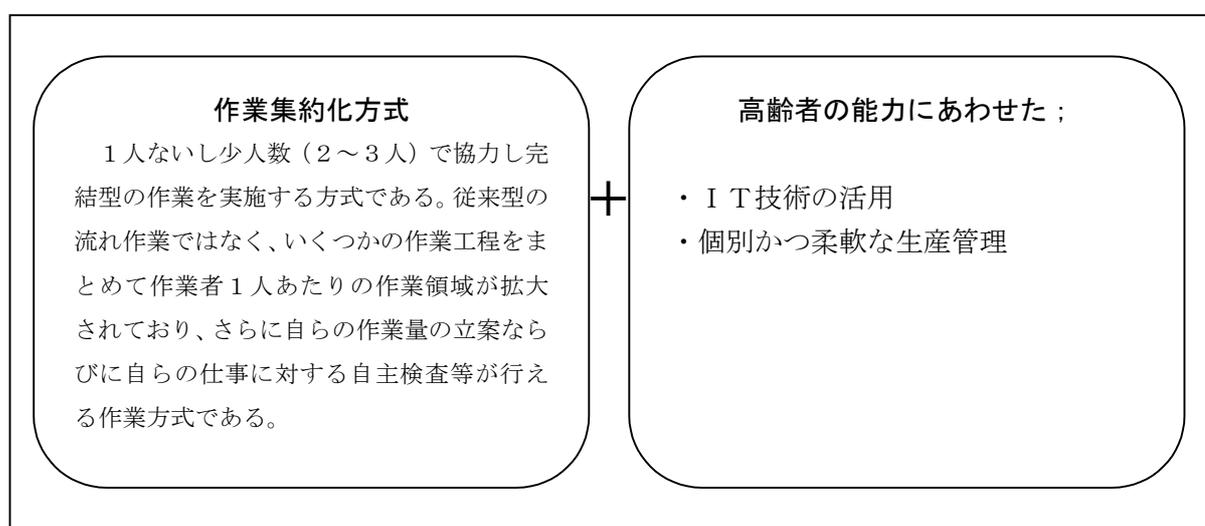
5-2-1 新しい生産システム

(1) 新しい生産システムの概念

本研究では、作業集約化方式に高齢者活用の視点を取り入れた生産方式を「新しい生産システム」と位置づける。

新しい生産システムは、作業集約化方式に高齢者の能力の活用を盛り込み、実施改善や職場の環境改善を重ねながら、1970年代の初めから川上満幸等によって提案された理論¹をベースにした人間性と生産性の調和を目指した生産方式である。

図 5-2-1 新しい生産システムの概念



(2) 新しい生産システムのベースとなる作業集約化方式の特徴

高齢者を活用するには企業毎に、人、設備、製品に関する条件に適した生産方式を選択する必要がある。作業集約化方式と流れ作業方式とは、それぞれ効果を発揮できる条件が異なる。

従来型の流れ作業と比較した場合、作業集約化方式における生産性については、「稼働率が高く出来高も高い」「設備投資額が少なく済む」などの特徴がある。また、作業者の意識面では、「作業計画・作業速度などの自由度が高い」「責任感が高い」などの特徴を持っている。

¹ 川上満幸他

日本経営工学会誌 Vol.31.No.21, Vol.36.No.4, Vol.40.No.64

日本機械学会論文集C編 Vol.52.No.481

による。

表 5-2-1 作業集約化方式と流れ作業方式の比較²

－ものづくり－

比較内容	作業集約化方式	流れ作業方式
出来高	機種切替ロスが少なく、流れ作業ラインに見られる他工程の作業員または自動機械の不具合の影響を受けないために、作業集約化方式の方が出来高数において有利。	少品種多量生産ならば出来高は安定しているが、設備と人のそれぞれのバランスロスに左右される点が多い。
稼働率	設備稼働ロスや機種切替ロスを極限まで低減できるため安定する。	設備のチョコ停・機種切替が全工程に影響し大幅なロスの要因となる。
設備投資額	手作業中心で比較的小額投資を狙える。	大投資を伴う場合が多く、設備償却と商品の寿命がマッチしない。
作業（動作）リズム	破壊されにくい。	破壊されやすい。
取置作業時間	流れ作業方式よりも少ない。	分割した工程数に比例して増える。
作業負担（フリッカー値）	流れ作業方式よりもフリッカー値が高くなり、作業員は高進の状態にある。	フリッカー値は作業集約化方式に比較して低い。
自分たちの仕事の仕方の改善や他チームのやり方からの学び	円滑。	個人で仕事内容が異なるため、他者のやり方を学ぶことが難しい。
作業員への時間的規制	コンベア流れ作業方式よりも自由度が大きい。	作業集約化方式に比較して作業そのものが単調で拘束感が強い。

－作業員の意識－

比較内容	作業集約化方式	流れ作業方式
作業中の作業速度を作業員が調節できるようにする	対応可能（肯定的意見多い）。	自動機械のペースに規定される。
作業の中に検査の機能を組み入れる	高価な検査機器を各人に持たせることは困難（肯定的意見多い）。	1台の検査装置をライン内に設置できるので対応可能。
作業の中に計画（量、方法）の機能を組み入れる	組み入れ可能。	裁量の余地少ない。
あきが来る	流れ作業方式よりも少ない。	作業集約化方式よりも顕著（単調感）。
作業に対する責任感	流れ作業方式よりも高い。	作業集約化方式よりも低くなりがち。
作業員に与えられる責任分担の範囲や自由裁量の余地のある作業方式	責任と権限の大幅な委譲の可能性を持つ生産方式である（肯定的意見多い）。	単一・固定作業のため、前後作業のみの部分責任になりがちである。
作業実績・対策を作業員にスピーディにフィードバックできる	対応可能（すぐにフィードバックできる）（肯定的意見多い）。	フィードバックされた時点では既に多くの製品が生産されてしまっていることが多く、スピーディさに欠ける。
作業員に作業目標（量、質）を与える	対応可能（自己管理・自己完結できる）（肯定的意見多い）。	対応可能。ただし単一工程に留まりがち。
グループで作業ができるようにする	グループ意識が高まる。	比較的グループ意識が低い。

² 川上満幸他

日本経営工学会誌 vol.40.No.6 421-426, vol.36.No.4 275-280, vol.31.No.2 181-187
 神奈川大学工学研究所所報 1号.86-90

による。

5-2-2 新しい生産システムの評価

生産性や作業負担に関し、従来型の流れ作業と比較すると新しい生産システムでは次のような効果が期待できる。

(1) モデル企業調査結果から

①モデル企業1

大手家電メーカー。対象はアイロン組立職場。従来は流れ作業による作業工程であったが、今回の研究に合わせて作業集約化方式を取り入れ、流れ作業方式との比較を行った。

新しい作業方式のレイアウトを次ページの図 5-2-2 に示す。

この作業方式は、量的分業の形態をとっており、作業集約化方式のワンマン完結型であり、さらに I T 技術を適用した、自主管理システム (Plan-Do-Check-Action の機能が含まれている) から構成される内容である。

①-1 生産性

- 1) 組立作業においては、主作業時間割合が 8.9 ポイント増加し、取置作業時間割合が 8.8 ポイント (取置回数では 44%減) 減少した。
- 2) 単位時間当たりの出来高が 1.6 倍に増えていると考えられる。
- 3) 製品総移動距離が 94m (160%の効果) 短縮した。
- 4) ビス締め付け作業においては、位置決め動作が速くなり、作業効率が上がっている。

①-2 作業負担

- 1) 組立作業者は、作業開始時から作業終了時まで、フリッカー値が低下していない。これは、作業者が組立作業に単調感を感じていないことを示しており、大脳の中枢機能の活性水準が高いレベルを維持可能な作業環境で作業を遂行しているといえる。
- 2) 疲労自覚症状、身体疲労部位調査結果から、高齢者にも適用可能な作業負担であることから、適正な作業負荷 (条件) といえる。
- 3) 心拍数の変化から、作業者は自分の生産リズムを自由にコントロールすることが可能なシステムである。

②モデル企業2

中堅メーカー。対象は液晶パネル製作職場。従来から作業集約化方式を採用しており、今回の研究では照明色、香り等、作業環境の改善を実施し、その効果を評価・検討した。

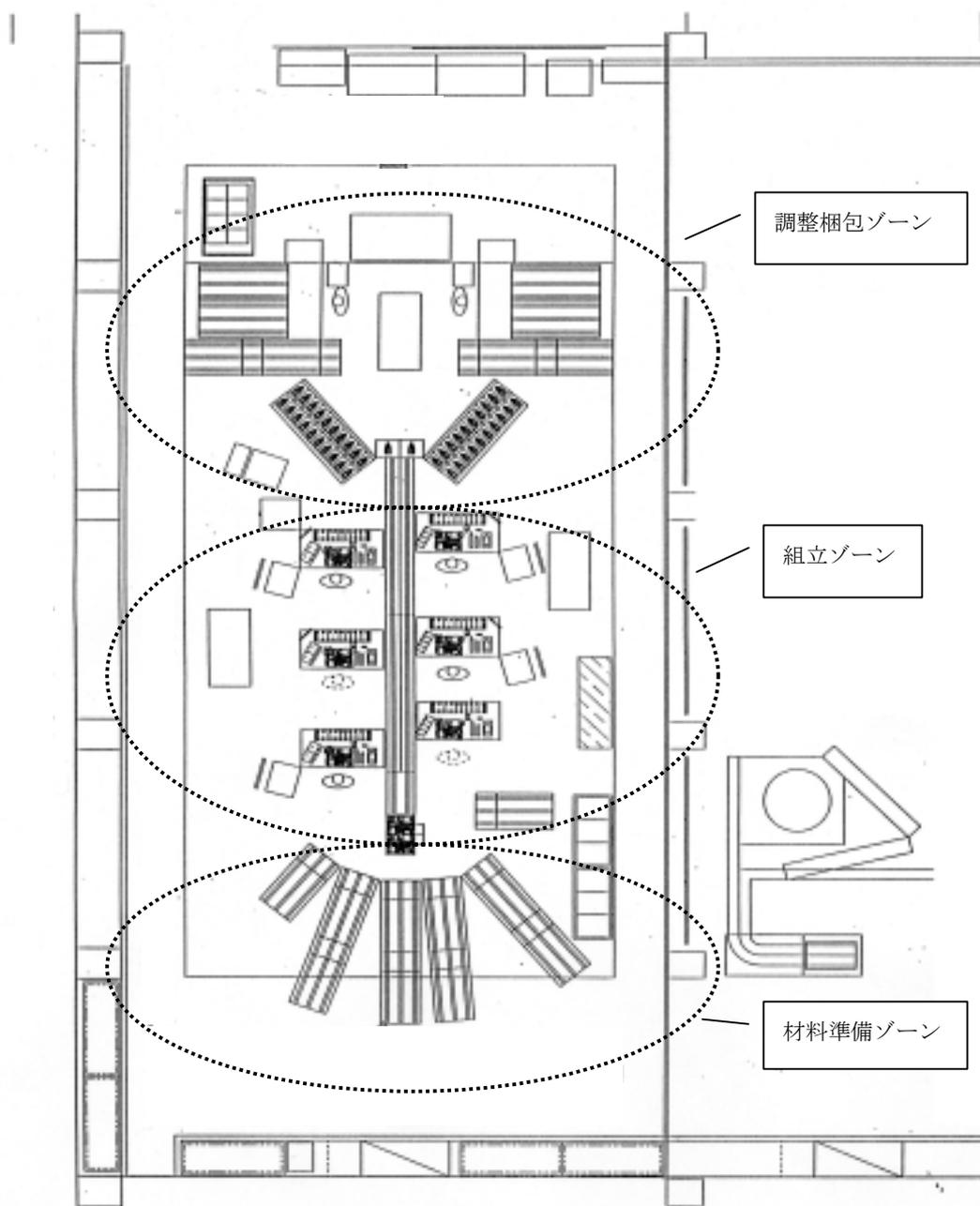
高年齢作業支援のための作業環境を次のとおり設定した。

- 1) 条件 1 : 白色照明を使用し、香りを与えない、通常の作業環境
- 2) 条件 2 : 黄色照明を使用し、香りを与えない作業環境
- 3) 条件 3 : 黄色照明を使用し、香りを与えた作業環境

これらの環境を適用した結果、次の環境要因が適正である。

作業者は黄色の照明条件において作業の高進を維持し、かつ精神的に作業活動に集中している状態といえる。また、疲労自覚症状訴え率および身体疲労部位調査の両調査において、黄色の照明条件では白色の照明条件に比べ、作業前との訴え率の差異はおおむね減少している。特に、条件1で訴え率の高かった「目のつかれ」、「肩こり」、「足のだるさ」の項目において顕著に減少していることから、黄色の照明条件では、これらの疲労を抑制する効果が期待できる。

図 5-2-2 モデル企業1の作業場イメージ図



(2) 企業ヒアリング調査、従業員アンケート調査結果から

ヒアリング調査でも作業集約化方式の効果として多くの企業から、「生産性の向上、収益向上」「設備投資額の顕著な低下」「リードタイム短縮、小回りのきく仕事への対応」などが指摘されている。表 5-2-2 は、企業ヒアリング結果からの抜粋である。

ヒアリング企業は「新しい生産システム」のベースとなる作業集約化方式導入の成功例といえるが、その導入効果として、生産性向上・設備投資の減少など、効率性に関する改善が期待できる。

表 5-2-2 「新しい生産システム」のベースとなる作業集約化方式の導入効果例

(ヒアリング調査結果による)

<p>①生産性向上、収益向上</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 作業集約化のメリットは生産性向上と品質の安定であり、生産性は従来より 1.5 倍から 2 倍に向上した。(A 社) ・ 段取り替えをなくしたことにより、200%生産性が向上した。(J 社) ・ 導入前に比べ生産性は 50%向上し、人の無駄、スペースの無駄、設備の無駄を排除することができた。(N 社)
<p>②設備投資額の顕著な低下</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 従来の生産方式から作業集約化方式への移行コストはほとんどかからず。大きな投資をしても回収は難しいと考え、手作りのラインをつくった。(A 社) ・ 従来は大型の設備を導入せねばならず、導入期間も 4～5 カ月かかり、その間に製造状況が変わっても、急な変化に対応できない欠点があった。作業集約化方式ではパイプなどで自作するため、職場改善もすぐで済むコストもかからない。(D 社) ・ 設備投資額は従来の 7 割程度 (L 社)
<p>③リードタイム短縮、小回りのきく仕事への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 導入当時は生産品数の数だけセルを用意して切り替えなしというコンセプトだったが、現在は 1,200 種もの製品に対応しており、流動性が高い (C 社)。 ・ 発注がばらついたり急な製造依頼があっても、耐え得るようになった。発注側の影響を大きく受けにくい強さを得ることができた。(G 社) ・ リードタイムが短くなり、部品を仕入れて出荷するまで 3 カ月だったものが 1 カ月単位になった。(J 社)

ヒアリング調査では多くの企業から「新しい生産システム」のベースとなる作業集約化方式の導入により、効率性の改善ばかりでなく作業者の責任感ややりがいの向上につながっている点があげられている。表 5-2-3 は、「作業者の意識の向上」に関する例である。

他方、従業員アンケートの結果をみても、作業集約化方式では従来型の流れ作業に比べ、達成感・責任感・やりがいの向上は明らかである。疲労感に関しては作業集約化方式の方が若干高くなっているが、高年齢作業者 (45～54 歳) についてみると従来型流れ作業とほとんど変わらない。

表 5-2-3 「新しい生産システム」のベースとなる作業集約化方式による作業員の意識

(ヒアリング調査結果による)

作業員の意識の向上	
・	従来、製品の1カ所の製造に関わっていただけだったのに対し、完成まで見ることができることからものづくりをしているという意識が高まり、やりがいや達成感を感じる作業員が多い。(J社)
・	一人ひとりが責任を持って、「残業しても納期を守る」という意識に変わった。製品の全体像が見えることで、達成感を持てるようになった。(K社)
・	作業工一人ひとりの能力が発揮できるようになったため、競争心を持つようになり能力も向上した。(N社)

表 5-2-4 従来型流れ作業から作業集約化方式への作業員意識の変化 —平均スコア—

(従業員アンケート結果による)

	従来型流れ作業		作業集約化方式
作業効率がよい	0.3	<	0.7
生産性が高い	0.4	<	0.7
職場に活気がある	0.3	<	0.4
不良品が少ない	-0.2	<	0.2
達成感がある	0.1	<	1.0
責任感がある	0.6	<	1.4
やりがいがある	0.1	<	0.9
肉体的疲労が少ない	-0.3	>	-0.5
精神的疲労が少ない	-0.3	>	-0.4

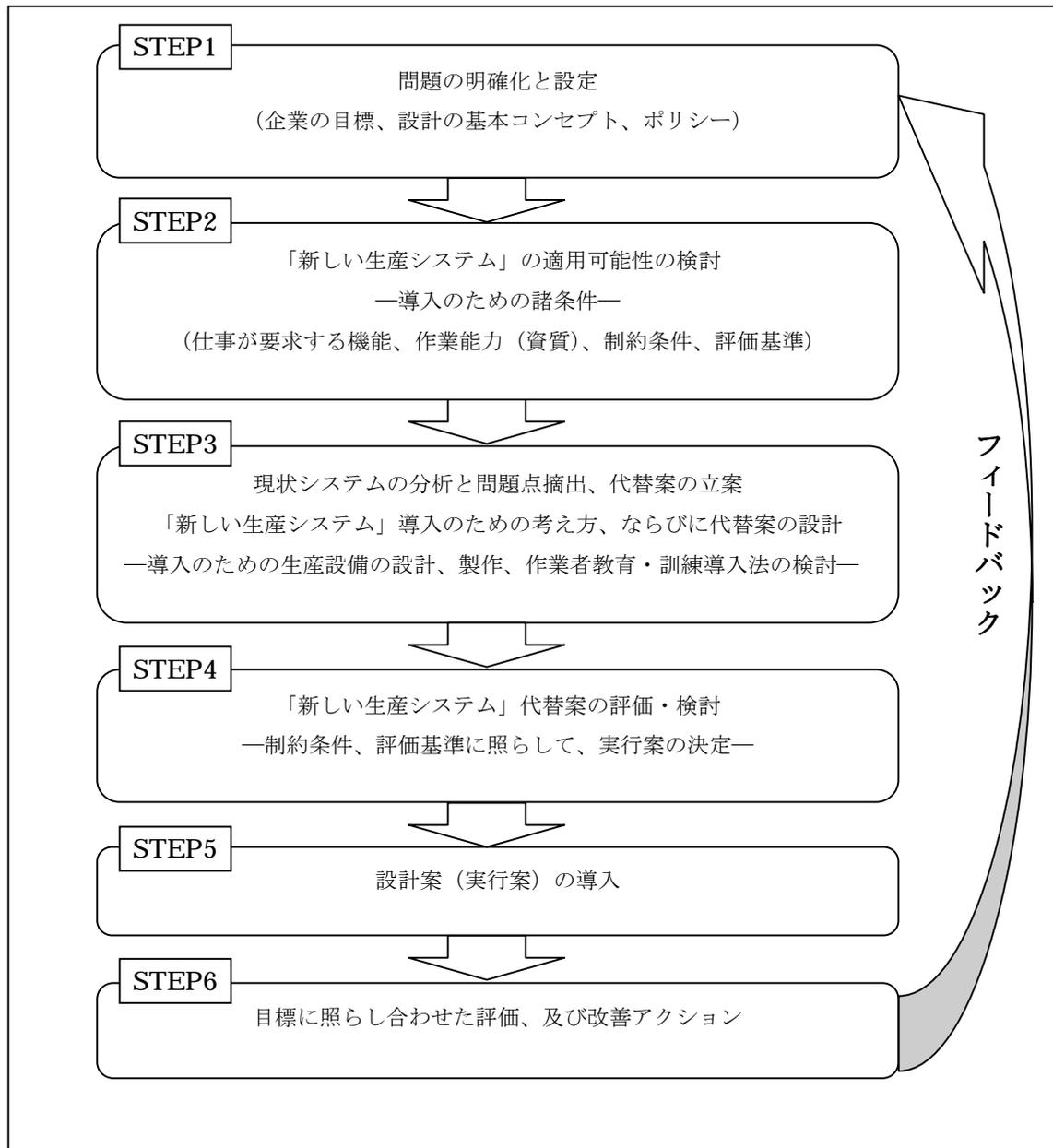
- * 平均スコア:「そう思う」=+2、「まあそう思う」=+1、「どちらでもない」=0、「あまりそう思わない」=-1、「全くそう思わない」=-2 のスコアを与え、その平均を求めたもの。全員が「どちらでもない」であれば平均スコアは「0」。「そう思う」「まあそう思う」が多いほど+2に近づく。
- * 「肉体的疲労が少ない」「精神的疲労が少ない」の2項目は従来型流れ作業に比べ作業集約化方式の平均スコアが若干低い、「45～54歳」ではほとんど変わらない(P167参照)。

以上の結果から、「新しい生産システム」のベースとなる作業集約化方式は、生産性のみならず作業員の意識向上という観点でも非常に有効な生産方式である。

5-3 設計のための考え方と手順

本研究において実施した、実際に「新しい生産システム」の導入を目指す設計のための考え方と手順を図5-3-1に示す。

図5-3-1 「新しい生産システム」設計のための考え方と手順



5-3-1 STEP1：問題の明確化と設定

一般的にシステム設計を行う場合、問題解決型の考え方を採ることが重要である。すなわち、システム設計を必要とする問題（目標と現実のズレ）を明確にし、設定しなければならない。また、問題解決を行う際には、その設計プロセスの第1段階で、その基本コンセプトとポリシーを企業組織の構成員の合意をベースに、明確に構築することが必要にして十分なる条件であり、重要なポイントになる。

5-3-2 STEP 2 : 「新しい生産システム」の適用可能性の検討

新しい生産システムを自社に適用する場合には、「①製品や製造作業に規定される要素」、「②勤務形態や就労条件に帰属する要素」、「③制約条件と評価基準」の3点に関し、十分な検討を行う必要がある。

(1) 製品や製造作業に規定される要素

①手作業中心であること

「新しい生産システム」のベースとなる作業集約化方式は、「人」に依存する方式である。最終組立工程を有し、重量物運搬など一部は機械に依存しながらも、「人」による手作業が中心の製造業において適用可能性を検討されるべき生産方式である。

②ひとりで複数の部品、あるいは1台の製品すべてを組み立てることに向いていること

1人で複数の部品、あるいは1台の製品全ての部品を組み立てる。そのため、組立工程では並行して複数の製品機種を生産できる。また、機種切替のための段取り替えは流れ作業方式よりも少ない。

表5-3-1は、ヒアリングした企業の平成13年11月における「最大の製品」「標準的な製品」の例である。扱う製品によって「最大の製品」では450kgの製品もある。新しい生産システムの軸となる作業集約化方式では、事例のように広範なサイズ・重量の製品がつくられており、作業内容の設計次第でさまざまな製品に対応することが可能である。

表5-3-1 製品サイズや重量の事例（ヒアリング調査結果による）

		サイズ(cm)	重量(kg)	部品点数	部品の平均重量(g)	稼働時間/人 (分)
			①	②	①/②	
A社	最大の製品	80×60×15	10.0	130	76.9	60
	標準的な製品	20×25×5	0.5	12	41.7	4
C社	最大の製品	25×10×10	3.0	50	60.0	240
	標準的な製品	4×25×5	0.2	30	6.7	5
D社	最大の製品	158×150×38	185	692	267.3	900
	標準的な製品	52×144×23	46.0	82	561.0	60
F社	最大の製品	40×20×10	12.0	120	100.0	60
	標準的な製品	20×10×10	4.0	80	50.0	15
G社	最大の製品	13×13×20	7.1	20	355.0	4.8
	標準的な製品	12×15×13	1.5	18	83.3	1.2
I社	最大の製品	38×28×26	3.0	85	35.3	24
	標準的な製品	14×23×9	0.7	130	5.4	24
N社	最大の製品	70×140×100	450.0	1200	375.0	144.3
	標準的な製品	70×80×100	210.0	430	488.4	15.0

*平成13年11月に各社が作業集約化方式で生産している製品例

③高齢者各人の身体機能を考慮した作業域³を設計できること

高齢者の特徴については、P173のとおりである。身体機能の低下を補うことばかりでなく、高齢者の熟練や優れた技術をいかに活用していくかというベクトルで設計を検討することが重要である。

身体機能の低下は個人差も多いことから、「新しい生産システム」導入可能性の検討にあたっ

3 胴体を動かさずに、肩関節を軸として、左右・上下方向に手が届く距離で構成される作業領域

ては、個人の身体機能を十分に把握し、個人に適した作業域および作業量を設定することが求められる。

(2) 勤務形態や就労条件に帰属する要素

高齢者の継続雇用を図るには、個々の高齢者の雇用形態や就業条件に即した作業環境を確保することが必要となる。採用形態も、フルタイム、パートタイム等、多様な形態が想定されるのであり、また、身体機能の状況に応じて、休憩時間等にも柔軟性・多様性を持たせることが必要となってくる。

表 5-3-2 勤務形態に関する決定項目

	内 容
共通項目	労働時間の長さ（1日あたり労働時間、週あたり労働時間） 就労する時刻（フレックスタイム制など） 勤務態勢（交代制など） 休憩時間（定時の休憩時間、小刻みの休憩時間） 休日（週休2日制など）
個人に対する決定項目	フルタイム勤務、パートタイム勤務（週あたりの勤務日数、2交代制、1日の労働時間の違いにより数種類の勤務形態に分かれる）
疲労低減に関する決定項目	一斉にとる休憩時間（例 1時間毎に5分） 任意にとる休憩時間（例 2時間働いて10分）

なお、勤務形態に関する決定項目を設定する際には、

- ・雇用される高齢者の安定した収入の保証
- ・福利厚生制度の充実

など、自社で勤務することに魅力を感じられる施策を実施することが求められる。

(3) 制約条件と評価基準

新しい生産システムの自社への適用可能性の検討に当たっては、作業者の機能年齢、設備投資額、工場の有効面積などの制約条件を検討するとともに、生産性（作業能率、作業品質）、作業負担（精神的、肉体的作業負担）、安全性、製造コストなどを評価基準として設定し、評価検討を加えることが必要である。

5-3-3 STEP3：現状システムの分析と問題点抽出、代替案の立案

問題解決のためには、現状の姿を把握し、問題点を抽出する必要があり、それを解消するための改善代替案を立案することが不可欠になる。代替案を立案するに際し、一般的に Eliminate(排除)、Combine(結合)、Rearrange(交換)、Simplify(簡素化)、すなわち ECRS の原則などの考え方をもちいるとよい。また、目標達成のための生産設備の検討、作業者の教育・訓練の検討などもこの段階で行う必要がある。また作業集約化方式は、作業者1人当たりの担当作業工程数が流れ作業方式に比べて相対的に増えることになるので、仕事の目的と作業習熟を中心にした作業者の教育・訓練システムを確立する必要がある。

5-3-4 STEP4 : 「新しい生産システム」代替案の評価・検討

新しい生産システムの工程設計に必要な基本要素は、大きく3つの手順に分類することができる。以下、本研究において開発し提案する設計手法を、手順を追いながら説明する。

手順-1 工程設計

必要な生産量を確保できるように、作業員数、工程数、レイアウト、作業手順を計画する。その際、基本は作業集約化方式を軸とした「新しい生産システム」を考えるが、他のフリーフローコンベア方式についても高齢者側及び収益性の視点から十分に検討を行う。

表 5-3-3 検討する生産方式の種類

作業集約化方式		
	ワンマン固定型	1人で1台の製品を全て組み立てる。
	グループ巡回型	数人からなるグループを作り、各人が定位置に置いてある部品を順番に取って行き、組立作業を行う。
フリーフローコンベア方式		
	FFコンベア型	作業者のみによりフリーフローコンベア方式で生産を行う。
	自動FFコンベア型	多くの自動組立機械を導入し、人と自動機械によりフリーフローコンベア方式を形成する方式。

高齢者の身体機能やものづくりの視点から、生産方式ごとに評価し、評価点の最も高くなる生産方式を選択する。

以下に示したのは、その評価項目例である。評価項目に沿って各生産方式を評価・選択する。さらに、選択された方式について工程数及びレイアウトを計画する。なお、評価項目は、業種、その他の事情によって適宜書き加えることができる。

表 5-3-4 高齢者の身体機能からみた各生産方式の評価項目例

加齢による身体機能の低下	
運動能力、運動速度の低下	
重量作業、作業力の適正化	
・補助器具の使用	
・搬送重量の適正化（男女別上限値）	
作業姿勢の適正化	
・座位姿勢の継続は、上肢・腰への負担が大きい	
・歩行を伴う作業は避ける	
適正な作業スピードの保持	
作業進捗を確認できるパネルの設置	
適正な休憩をとる	
・刻々みな休憩	
快適職場づくり	
・床の滑り止め	
・最適な高さの作業机	
平衡感覚の低下	
段差の吸収	
・床面のフラット化	
・配線・配管は天井から	
視覚機能の低下	
：	
聴覚機能の低下	
：	
個人差の拡大	
：	

表 5-3-5 製品・ものづくりからみた各生産方式の評価項目例

製品からの条件	
製品重量 ○kg	
部品点数 ○個	
組立工数 ○分/台	
ものづくりからの条件	
生産台数 ○台/日	
生産変動 ○台/日	
機種切替 ○回/月	
搬送作業のムダ	
取り置き作業のムダ	
設備投資	
搬送系	
加工機、検査機	
技能の必要な工程	
官能検査	

手順-2 シミュレーション⁴

生産方式を選択した後、生産性や高齢作業者の負担を把握するためにシミュレーションを行う。

①作業シミュレーション

生産方式を選択した後、設備、作業者、部品のすべてが仮想の段階で、高齢者の身体機能に適した作業域を設計するために作業シミュレーションを行う。

表 5-3-6 作業シミュレーションの内容

- 作業域の概略設計
- 作業時間の推定
- 作業負担の推定（筋負担、消費カロリーなど）
- 作業手順の確認

本研究で行った作業シミュレーションの例

図 5-3-2 本研究で行った、3Dシミュレータを用いた作業シミュレーションの例

高齢者に合わせて作業中の筋負担の上限値を設定し、上限値を超える作業を予め分析する。分析結果を基に、部品配置やジグの改善を行う。このシミュレーションにより、作業手順の計画、標準作業時間の推定、作業負荷および1日の消費カロリーの推定などを行うことが重要である。



⁴ 本研究の作業シミュレーション及びプロセスシミュレーションにおいては、3次元グラフィックスシミュレーションツール“Envision”及び“QUEST”（米国デルミア社製）を用いた。

②プロセスシミュレーション

作業シミュレーションにより作業工程の概略設計を行った後、生産工程全体のシミュレーションを行う。

表 5-3-7 プロセスシミュレーションの内容

- 1日の総生産量の推定
- 隘路工程の把握

本研究で行ったプロセスシミュレーションの例

図 5-3-3 本研究で行ったプロセスシミュレーションの例

プロセスシミュレーションにより、人数と生産量との関係の分析、作業者の消費カロリーの推定、作業者の作業時間のばらつきが生産量に及ぼす影響、作業員の熟練が生産量に及ぼす影響などを把握する必要がある。



③詳細作業シミュレーション

次に、設備がまだ無い段階で、実際の作業者に対して詳細に作業のシミュレーションを行う。

本研究では、詳細シミュレーションを行うために、岡山大学工学部が開発したバーチャルリアリティ (VR) システムに、本研究のために一部機能を追加した。この装置により、次の4項目を実施できるようにした。

表 5-3-8 詳細作業シミュレーションの内容

- 作業時間の正確な推定
- 実際の作業者による作業手順の確認
- 実際の作業者への作業訓練
- 筋電位などによる作業負担の計測

本研究で行った詳細作業シミュレーションの例

図 5-3-4 本研究で行ったバーチャルリアリティによる組立工程シミュレーションの例

作業工程における部品のレイアウトを計画するためのシミュレーションである。部品棚、治工具などのレイアウトを変更して、作業者が作業しやすい配置を決定する。また、作業域のレイアウトを決定することにより、部品を組み立てる手順の作成、及び詳細な作業時間の推定を行う。このシミュレーション結果をもとに、各作業者に適した作業工程が決定される。



図 5-3-5 本研究で行った作業時間及び作業姿勢のシミュレーション例

組立作業のために作業者に要求される作業負担を筋電位により測定する。図中の上部の球は筋電位の大きさを表し、球の直径が大きいほど筋電位も大きいことを意味する。また、球の位置はそれぞれ、左右の肩、前腕、および腰の位置に対応している。このシミュレーションにより、作業負担の大きくなる作業を見出し、治工具の計画等に反映させる。



手順－3 ITを活用した運用システム

高齢者は個人差はあるものの若年者よりも身体機能が低下するが、一方、高齢者は豊富な経験やこれまで培ってきた、優れた技術を持っている。そこで、身体機能の低下した部分を補うとともに、高齢者がその熟練した能力を最大限発揮できるよう、IT技術によるサポートを行う必要がある。

①進捗管理

生産現場においては、目標生産量が達成されることが必要不可欠である。そこで、各人の作業の進捗をリアルタイムに把握する。実績値と計画値とを時々刻々把握することにより、進捗状況を作業者に知らせ、作業が計画どおり・計画値以上・計画値以下のいずれであるのかをフィードバックする。

本研究で行ったITサポートの例

図5-3-6 本研究で行ったITサポートによる進捗管理の例



①製品を一台作り終えた後、ディスプレイの実績台数部分に指を触れる



②実績台数の数値が1つ増え、サイクルタイムが実績タクトに表示される。

②健康管理

作業を続けることで、足腰や肩などに疲労が蓄積する。そのため、作業量と各人の疲労との関係を予め調査しておき、疲労の程度を予測しながら休憩を促すなどの情報を提示する。疲労の測定方法には、筋電位、心拍を用いる方法が考えられる。

③緊張感の維持

疲労が蓄積するのにもなって、作業者は緊張感を維持することがむずかしくなる。緊張感が低下すると、生産性が低下し、ヒヤリハットや事故が増加するため、緊張感を維持するための工夫を行う必要がある。そのため、作業量と緊張感との関係を調査しておくことが大切である。

5-3-5 STEP 5 : 設計案(実行案)の導入

STEP 4 で決定した生産方式を実際に現場に導入する。

5-3-6 STEP 6 : 目標に照らし合わせた評価、及び改善アクション

(1) 評価

導入された設計案を、目標に照らして評価を行う。その際、次のような視点に基づいて評価する。

①生産性

QCD（品質、コスト、納期）それぞれについて、評価を行う。

②作業負担

作業者の作業負担について、次のような指標から評価する。

表 5-3-9 作業負担を評価する指標

客観的指標	作業能率、姿勢 等
主観的指標	疲労自覚症状訴え率、疲労部位訴え率 等
生理的指標	心拍数の変化、使用筋電量、眼精疲労、フリッカー値の変化率 等

③作業者の意識

新しい生産システムの導入によって、従来の流れ作業に比べ、作業者の達成感・責任感・やりがいなどが向上していることは、管理者ヒアリングの対象となった企業のほとんどが認識していることである。

また、従業員調査の結果においては、身体的疲労や精神的疲労については、従来型の流れ作業と比較して大きな差は見られなかったものの、達成感・責任感・やりがいに関しては顕著に上昇している。

新しい生産システムの導入による生産性の向上とともに、従業員サイドのこうした自立や覇気など副次的効果に着目することが重要である。従業員調査では、やりがいの向上と充実のための工夫として「管理者と作業者の間に信頼関係があること」「チームワークをよくすること」などが多くあげられている。新しい生産システムの軸となる作業集約化方式が「人」に依存する生産方式であることから、それを円滑に運用していくうえでは、管理者・作業者あるいは作業者間の十分なコミュニケーションや、定期的な従業員満足度調査などにより、意識を把握することも重要である。

(2) 改善アクション

「新しい生産システム」は「人」に依存する生産方式である。仏像をつくっても魂が入らなければ十分な成果は期待できない。「新しい生産システム」の導入はスタートであり、その後の日々の運営が成功の鍵を握っている。表 5-3-10 は、ヒアリング企業の取り組み例である。「新しい生産システム」が十分に機能するためには、日常の改善活動を積極的に進めより効果的な方法を模索していくアプローチが重要である。

表 5-3-10 実施改善のための企業の取り組み例（ヒアリング調査結果による）

<p>作業効率の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 作業現場の改善については提案するのではなく、各自思いついたことを実行し、後日内容を記入。改善内容については社員誰でも見ることが可能。（C社） ・ 1週間に1回に会議を開き、改善するべきところを話し合う。独自のポカよけシステムを開発。（H社） ・ 担当工程が多いため「手順書」を配備。（L社） ・ 無駄だと思ったものには赤札をつけ、1週間たってやはり無駄であれば無駄なものを排除。（N社）
<p>作業環境の整備・働きやすい職場づくり</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 低コストでできるようなもので、工夫をして、作業環境を日々改善。（I社） ・ 足場や作業台などの改善は作業工に依存。（M社）
<p>従業員のモラル</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 足場、部品の置き場所など、業務改善を推進し、改善の多い人を評価。（C社）

5-4 普及啓発ツールの作成

5-4-1 ツール作成の目的と本研究での取り組み

(1) 目的

わが国の製造業が活性化していくためには、高齢者の活用は欠かせない要素であり各企業それぞれの取り組みが重要である。本研究では、その成果を広く一般へ普及啓発していくことを目的のひとつとしており、研究成果のエッセンスをまとめた普及啓発ツールを作成した。

高齢者活用モデルとして提案する「新しい生産システム」は、これまで本章で述べてきたとおりである。その標準的な導入手順や実施例を写真や動画を用いてビジュアル化し、企業における検討の端緒となるよう、主に企業経営者や生産管理者向けに研究の成果および提案に関して情報発信を行うものである。

(2) 本研究における普及啓発ツール検討の取り組み

普及啓発ツール作成のため、今年度、研究会に「研究成果のビジュアル化ワーキング・グループ」を設置した。合計5回のワーキング・グループ会議を開催し、検討を重ねながら内容の作成にあたった。

高齢者活用モデルのより詳細を知りたい場合や研究の全体像を知りたい場合は、本報告書を参照するものとし、普及啓発ツールでは主にモデルの概要と導入手順を紹介することとしている。

(3) 普及啓発ツールの概要

本研究の普及啓発ツールの構成としては、まず、「新しい生産システム」について、その特徴や導入に当たっての背景などについて紹介し、次いで、その導入の検討から実際の導入までの一連の流れ及び導入後の実施改善に至るまでを、手順に沿って解説している⁵。また、本研究で得られた資料や知見をもとに、導入の具体例を掲載し、わかりやすく解説している（表 5-4-1、図 5-4-1 を参照）。

⁵ 但し、「新しい生産システム」の導入を考えている生産現場の全てが、このすべてのステップを踏まえてはならないというわけではない。本研究の「研究成果のビジュアル化ワーキング・グループ」においては、むしろ、自社（工場）に合った手法やプロセスを見出して適用してもらうことに、この普及啓発ツールの意義があると考えている。

表 5-4-1 本研究における普及啓発ツールの構成

<p>○新しい生産システムとは</p> <ul style="list-style-type: none"> ・なぜ高齢者活用が求められるのでしょうか ・新しい生産システムの基本方針 ・新しい生産システムのベースとなる作業集約化方式の特徴
<p>○新しい生産システムの設計のための考え方と手順</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新しい生産システム設計の基本的なステップ ・導入検討手順
<p>○新しい生産システムの導入例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新しい生産システムの導入にあたって ・導入手順 ・新しい生産システムの導入とその効果 ・新しい生産システムの改善＝問題点と課題への対応

図 5-4-1 本研究を紹介するホームページ（トップページ）

(財団法人 高齢者雇用開発協会 URL <http://www.assoc-elder.or.jp/>)

