

2010年度

博士学位請求論文

プロセス・イノベーションにおける生産性向上
のための自律的機能

名古屋大学大学院 経済学研究科

指導教員 高桑宗右エ門 教授

氏 名 市 川 英 孝

目次

1. はじめに.....	1
1. 1 本研究の位置づけ.....	1
1. 2 本研究の目的と概要.....	2
2. プロセス・イノベーション.....	4
2. 1 プロセス・イノベーションに関する考察.....	4
2. 2 欧米と日本におけるプロセス・イノベーションに関する考察.....	6
2. 3 TPS(トヨタ生産システム)に関する考察.....	8
2. 4 セル生産に関する考察.....	11
2. 5 自律的作業者に関する考察.....	15
2. 6 本章のまとめ.....	17
3. セル生産の分析(N社Y事業場における事例).....	19
3. 1 はじめに.....	19
3. 2 セル生産における生産性向上のねらい.....	19
3. 3 パソコン組立て工場におけるセル生産.....	19
3. 4 最適な区分の決定方法(3人セルを例として).....	20
3. 4. 1 現行3人セルの作業分析.....	20
3. 4. 2 生産性を高める作業区分・場数の決定方法.....	22
3. 4. 3 シミュレーションの実行と考察.....	23
3. 5 考察.....	26
3. 6 本章のまとめ.....	27
4. セル生産と部品供給(みずすまし)の最適化に関するシミュレーション.....	29
4. 1 はじめに.....	29
4. 2 最適な生産と部品供給の関係.....	29
4. 3 N社Y事業場におけるセル生産の特長と導入による効果.....	30
4. 4 N社Y事業場におけるセル生産のモデル.....	31
4. 4. 1 セル生産の作業分析.....	31
4. 4. 2 セル生産のシミュレーション.....	31
4. 5 N社Y事業場における部品供給(みずすまし)のモデル.....	33
4. 5. 1 現状モデル.....	33
4. 5. 2 みずすましの人数.....	33
4. 5. 3 現状モデルでの問題点.....	34
4. 5. 4 改善モデル.....	34
4. 6 改善モデルのシミュレーション結果.....	37
4. 7 本章のまとめ.....	37
5. 半導体加工におけるTPSの概念を用いたシミュレーション分析.....	39
5. 1 はじめに.....	39
5. 2 現行モデルのシミュレーション.....	39
5. 2. 1 現行モデルの分析.....	39

5. 2. 2	現行モデルのシミュレーション分析	42
5. 2. 3	現行モデルの改善案	43
5. 3	改善案のシミュレーション	44
5. 3. 1	3つの改善案	44
5. 3. 2	改善案の実行	45
5. 3. 3	作業内容解析	48
5. 3. 4	改善案の検討, 分析	49
5. 4	本章のまとめ	49
6.	セル生産における柔軟性が作業ならびに生産性に 及ぼす影響に関する考察	52
6. 1	はじめに	52
6. 2	企業でセル生産が普及する背景	52
6. 3	作業において柔軟性が必要とされる理由	53
6. 4	それ以前の生産方法に対するセル生産の柔軟性	54
6. 5	N社Y事業場での作業観測	56
6. 5. 1	N社Y事業場における生産現場の状況	56
6. 5. 2	N社Y事業場での現場改善の変遷	56
6. 5. 3	N社Y事業場での IT 活用による生産性向上	57
6. 6	観測結果の考察	58
6. 6. 1	N社Y事業場での生産の特徴	58
6. 6. 2	Worker2 の作業数値分析	59
6. 7	本章のまとめ	60
7.	セル生産における作業者の自律的な作業方法に関する考察	64
7. 1	はじめに	64
7. 2	多品種少量生産を志向した生産体制	64
7. 3	N社Y事業場でのアンケート調査	65
7. 3. 1	各作業者のタイプ分け	65
7. 3. 2	4タイプの作業者による, セル生産への評価	66
7. 3. 3	各タイプの作業者に対する分析	67
7. 3. 4	セル生産におけるもっとも優位性を持つ特徴	67
7. 4	現場作業期待される役割に関する考察	68
7. 4. 1	現場作業者が果たすことができるメタ機能に関する考察	68
7. 4. 2	アンケート調査から得られるメタ機能の評価	69
7. 5	人が主体となる生産システム	70
7. 6	本章のまとめ	71
8.	現場作業者の自律的機能の分析	72
8. 1	はじめに	72
8. 1. 1	本章の目的	72
8. 1. 2	問題提起	72
8. 2	商品開発過程を取り巻く現状	73
8. 2. 1	商品開発を取り巻く現状	73

8. 2. 2	製造部と R&D 部門, 営業部門との関係	74
8. 2. 3	現場作業者と R&D 部門との関係	74
8. 2. 4	現場作業者と営業部門との関係	75
8. 2. 5	現在の商品開発における問題点	75
8. 2. 6	現場作業者に期待される, 商品開発過程での役割	76
8. 3	商品開発における製造部, 現場作業者に関する先行研究	77
8. 3. 1	商品開発における製造部に関する先行研究	77
8. 3. 2	商品開発における特に, 現場作業者に限定した先行研究	77
8. 4	作業者の「インナー・コンシューマー」概念の説明	78
8. 4. 1	作業者の「インナー・コンシューマー」機能の説明	78
8. 4. 2	作業者の「インナー・コンシューマー」の定義	79
8. 5	臨床的面接を通じた作業者の分析	79
8. 5. 1	面接した作業者のタイプ別分類	79
8. 5. 2	各作業者の経歴, ならびに現在の職務内容	79
8. 5. 3	問題点の設定と, 質問に対する回答	80
8. 5. 4	設問 1 と各回答者の回答	80
8. 5. 5	設問 2 と各回答者の回答	81
8. 5. 6	設問 3 と各回答者の回答	82
8. 5. 7	商品開発に対するタイプ別の検討	83
8. 5. 8	タイプ別の作業者が考える今後の課題	83
8. 6	タイプ別の作業者に評価される「インナー・コンシューマー」の機能	84
8. 7	考察	85
8. 7. 1	作業者の「インナー・コンシューマー」としての重要な役割	85
8. 7. 2	「インナー・コンシューマー」の機能を持った作業者の育成	86
8. 8	本章のまとめ	86
9.	おわりに	89
付録 1	最適な作業区分に関する考察ならびに, アルゴリズム	92
付録 2	Worker2 の要素作業分析	106
付録 3	セル生産従事者への調査票	120
	参考文献	123

1. はじめに

1. 1 本研究の位置づけ

本研究は、プロセス・イノベーション（継続的改善活動）における生産性の向上を可能にする現場作業者の役割と機能について、シミュレーションを用い、定量的側面から研究を行う。さらにプロセス・イノベーションに対する現場作業者の心理面へも接近することを意図し、定性的側面からのアプローチを行い、それに対する動機付けについても研究を行う。

本研究における現場作業者とは、一般的な製造部門に所属し、製品を作出す作業、もしくはその作業に関与する担当者をいう。一般的な現場作業者は、生産計画で指示された製品を、指示された数量、日時の厳守を徹底し、製造することが求められている。しかし現在の市場状況下では、製造段階においてコスト削減はどの企業でも必須の課題であり、プロセス・イノベーションをたえず行う製造現場では、現場作業者は一人何役もこなす多能工となり、低コストでの生産を行うべく、日々の業務に従事している。これまでの製造企業では、現場作業者の役割としては十分であったと思われるが、現状や今後を見通したときに、企業における一プロセスを最適化したことによる意義では不十分である。

現場作業者がつくり出すモノは、市場からの需要により、その種類や数量、時期などが決定される。しかし、現場作業者は単なるものづくりを行う機械とは異なり、自ら考える工夫ができ、TPSの概念などによれば、製造現場におけるカイゼンにより多くのムダを省くことができ、生産性の向上を果たすことが実現できる。そこで本論文では、多能工化する現場作業者が、これまでに得た見識を製造プロセスのみではなく、企画・開発から販売までをひとつの流れとみなし、企業活動全体での最適化を実施するうえで、彼らの貢献を果たす可能性について論ずる。このような意識を持つ現場作業者は、全社的にも高い知識と知恵を持ち合わせており、企業プロセスの他分野においても非常に高い貢献を果たすと理解できる。

先行研究では、プロセス・イノベーションに関しては企業活動が先行するもので、既存の活動結果を提示するものがほとんどであった。しかし本論文では、シミュレーションソフトを使用することで、既存の活動結果について詳細な検討を行うことから、ムダを取り除くというプロセス・イノベーションの本来の趣旨にもとづき、さらに発展させたモデルを作成し、さらなる分析を行うことで、企業が行う改善活動以上の成果を提示する。

また、現場作業者への面接調査を行い、日常のプロセス・イノベーションに対してどのような意識を持ち、活動を行っているかを明らかにする。そしてその活動でこれまで得た知識を製品開発活動などの他分野でも活用できるかどうか調査することで、これまでの現場作業者が求められていた以上の意識と能力があることを明らかにし、製造段階だけではなく、企画などの段階にもそれらの知識が適切に活用される可能性について言及する。これらの要因が、これからの競争を勝ち抜く一つの要素になるのではないかという観点で、研究を進めていく。

1. 2 本研究の目的と概要

本研究の一つ目の目的は、企業におけるプロセス・イノベーションの現状を詳細に分析し、さらにその分析によって得たデータより、さらなるカイゼンを可能にする要素を見つけ出し、改善の余地を明示することである。

二つ目の目的は、企業の生産プロセスにおける全体最適を果たす役割としての現場作業者を取り上げ、単なるモノづくりのプロセスならびにプロセス・イノベーションに従事するだけでなく、その経験と知識を生産プロセス以外の他の企業のプロセスに活かす可能性について追究することである。

本研究の概要として、2章では国内企業におけるプロセス・イノベーションならびに、追従する海外企業のプロセス・イノベーションに関する先行研究、そして3章以降で取り上げるトヨタ生産システム（TPS）とセル生産、自律的作業者に関する先行研究を取り上げる。3～5章ではシミュレーションによる定量的分析を行い、3～4章ではノートパソコンを製造している工場の生産と、部品供給について、そして5章では半導体加工産業をモデルとして、生産ならびに供給に関して全体最適を主観におき、研究を行う。6～8章において、6章ではセル生産における柔軟性が作業や生産性に関してどのように影響を及ぼすか、7、8章では現場作業者へのインタビューとアンケートによる定性的分析による、現場作業者における自律的役割について追究を行う。

本論文で明らかにする内容は、生産現場でのプロセス・イノベーションの成功は、そこで働く現場作業者の関与が大きいということである。作業者の自律性を高めることで、生産性向上が達成され、企業業績への貢献が可能となる。よって企業の一リソースである現場作業者を十分活用すべきである点を主張する。

生産性向上を達成するためにはいろいろなアプローチがあるが、まず本論文においてシミュレーションによる生産性向上の研究を行う理由としては、まず本論文での研究対象となる生産システムの根本的な仕組みを解明することである。そして解明した仕組みに基づき、詳細な作業分析を行うことで、その中からさらに生産性が向上する要因を見つけ出し、カイゼン案を提示することである。シミュレーションで事前に生産性向上を果たす要因を提示することは、各製造現場においてまだまだすべきカイゼンが存在することが明確になる。生産現場の作業者は、絶えずムダを見つけ出そうとし、そしてそのムダをカイゼンする姿勢が求められるが、そのような作業者とはどのような要素を包含するのか、定性的側面も含めて本論文での研究を進めていく。

3章から9章の概要を以下に述べる。

3章ではノート PC を生産するセル生産の現場を取り上げ、そこでの改善活動ならびにセル生産の特徴を明らかにした上で、さらなる改善効果を明示する。

引き続き4章においても同じノート PC 生産現場を取り上げ、そこでの部品供給（みずすまし）の効果的供給方法についてシミュレーションで詳細な分析を行い、3章同様さらなる効率的方法の追究を目的とする。

5章では、装置産業といわれる半導体加工業を取り上げ、そこでも TPS の概念を用いることで、プロセス・イノベーションを果たすことは十分可能であり、積極的に活用すべきであることを明示する。

6章では、セル生産が有効に機能するために、重要な要素である柔軟性について、生産システム全体でも必要不可欠な要素であることを含めて、追究する。

7章では、セル生産に従事する作業者にアンケート調査を行った結果を、コンベヤを使用していた大量生産時と比較することで、その優位性を明確にし、これまで取り上げられなかった、セル生産における現場作業者のモチベーションの高まりが、生産の効率性とリンクしていることを明らかにする。

8章では、現場作業者が、生産プロセスだけでなく、その知識と経験が企業の他のプロセスである生産企画段階においても活用が可能である点について追究する。現場作業者がこれまでの単なるものづくりだけでなく、企業の一リソースとして生産性向上のために有効に機能し、企業活動における全体最適を目指す方向性を示す。

最後に9章では、本研究でのまとめとしての結論と今後の課題について述べる。

2. プロセス・イノベーション

2. 1 プロセス・イノベーションに関する考察

本章では、効果的な生産システムを可能にするために、その生産システムの有効性ならびに、生産システムでの作業者の自律的機能について検討する。企業にとってもっとも期待される生産システムは、その生産システムのみで可能になるものではなく、そこで働く作業者の役割に負うところも大きいと理解する。坂爪(2007)によれば、セル生産の導入がすべての企業にとって生産性向上を約束する万能薬ではないという。バブル経済崩壊後の日本経済の停滞を打破することができる生産システムとして、セル生産は注目を浴びるようになった。しかし、セル生産方式を導入した企業すべてが、当初期待した効果を得ることができていない。そのためセル生産を放棄する企業も見られるという。ではなぜそのような結果になるかという点、坂爪(2007)は、「セル生産方式の効果が発生するメカニズムには、導入それ自体によって効果が発生する直接的効果発生メカニズムだけではなく、セル生産方式導入によって間接的に製造現場でのカイゼン・学習が促進され、その結果効果が発生するという間接的効果発生メカニズムが存在するのではないかという着想である。ここで言う間接的効果発生メカニズムとは、セル生産方式の導入によって、副次的に生み出される効果発生メカニズムで、導入直後の経済効果ではなく将来の経済効果に結びつく効果発生メカニズムである」と述べている。この直接的効果発生メカニズムとは、本論文の3章で、セル生産による生産性上昇を示したような、その生産システムを導入することで果たすことができる効果、役割である。それに対し、間接的効果発生メカニズムとは、その導入後に蓄積される知識や経験などによって可能になる効果である。この点に関しては、6章でセル生産従事者へアンケート調査を行い、以前の大規模なベルトコンベヤを使用したライン生産との心理的差異を明らかにした点に関係する。この間接的効果発生メカニズムを可能にする要因には、そこで働く作業者の能力が大きく寄与する。なぜなら、この間接的効果発生メカニズムでは、セル生産導入による作業者のカイゼン・学習効果が促進するというように、現場における継続的カイゼン活動=プロセス・イノベーションが実現するかによるためである。

これまでのプロセス・イノベーションの研究においては、プロダクト・イノベーションと対比したプロセス・イノベーションの効果を述べる研究(Abernathy and Utterback 1978 ; Damanpour Fariborz 1996)が多く、事例研究として取り上げられるものでも、そのメカニズムについて詳述する研究は見られない。

プロセス・イノベーションについては、Abernathy and Utterback(1978)が、プロダクト・イノベーションと対比するイノベーションとして取り上げている。二人はプロダクト・イノベーションを『イノベーションの初期に起こる流動期のものとして捉え、どの技術が有力か分からず、多くの技術が乱立する』イノベーションと述べている。そしてプロセス・イノベーションを『市場が確立する段階で、有力な製品定義が決定し、生産工程の技術的カイゼンにより、コスト削減ならびに性能が向上する』イノベーションと説明している。そこで本研究では、技術開発の段階のイノベーションをプロダクト・イノベーションとし、技術開発が終わり、量産工程に移行した段階での生産技術ならびに製造部門でのイノベー

ションをプロセス・イノベーションと定義する。

また、Abernathy and Kim(1985)においては、技術と市場のマトリックスにより、Architectural(新規市場+新規技術)、Niche Creation(新規市場+既存技術)、Regular(既存市場+既存技術)、Revolution(既存市場+新規技術)の4つのイノベーションを類型化し、詳細に述べているが、本研究の対象となるプロセス・イノベーションの該当するものとしてはRegularとRevolutionイノベーションが該当する。

これらの前提にあるのは、プロセス・イノベーションの進化過程が生産を担当する組織の競争戦略、生産能力、組織構造に依存するためであり、本研究で取り上げるプロセス・イノベーションについては、製造段階における量産工程段階でのカイゼン活動に着眼する。今井(1988)は、カイゼン活動は継続的なプロセスであると述べている。このことはカイゼン活動継続が継続的な活動であり、作業者の絶え間ない努力により達成されることを意味し、本来継続を意味する。本研究では、製造サイクル短縮やコスト削減などの生産性向上に寄与する現場作業員によるカイゼン活動を取り上げているため、特にプロセス・イノベーション=継続的カイゼン活動ということで定義する。

つまりプロセス・イノベーションは、7、8章で述べているように、そこで働く現場作業員の資質、潜在的な能力も必要とし、プロダクト・イノベーションのように派手さはなく、地道な作業と作業員の経験と知識に裏打ちされた結果、可能になる。今日のように、大ヒット商品と呼ばれる商品が開発されることが困難になっている状況下、企業が生き残る道としてプロセス・イノベーションが注目されてきた。またトヨタ自動車の好業績が継続的カイゼン(プロセス・イノベーション)にあるという指摘(阿部和義 2005: 後藤康浩 2005: 日本経済新聞社編 2005: トヨタ生産方式を考える会編 2005: 山田日登志 2003: 小池和男他 2001: 藤本隆宏 2001a: 藤本隆宏 2001b: 都留康編著 2001: 小関智弘 1999: 橋本久義 1998: 小嶋健史 1994: James P. Womack 他 1991: 今井正明 1988)からも、それに習おうとする形でプロセス・イノベーションが注目されるようになった。このことは、モノづくりの原点回帰といえるものである。プロセス・イノベーションはプロダクト・イノベーションと比較すると効果が小さいため、そして継続的作業のため注目度が小さい。Damanpour(1996)が、「技術や製品のイノベーションは、他の優秀な組織や技術で先行する企業を模倣すればいいが、管理やプロセスのイノベーションは、その組織の構造、文化、システムなどについてかなりの修正がないと模倣することが難しい」と述べているように、プロセス・イノベーションは、プロダクト・イノベーションに比べてより直接的効果が少ないものであると相対的に理解されている。しかし、トヨタ自動車为好業績を挙げている一因にプロセス・イノベーション(継続的改善活動)があることは明らかであり、プロセス・イノベーションの重要性はますます高まると理解する。またRosanna Garcia and Roger Calantone(2002)はプロセス・イノベーションを「技術的に成熟市場では競争的武器となる。そして多くの企業の活動源となる」そして「現在の市場にある技術に新しい特徴、便益、改良を加えたもの」として捉えている¹⁾。以上、本研究で捉えているように、プロセス・イノベーションは企業の通常の生産活動に密接に関係すべきである。また木村(2009)が「ものを作るには、機構や仕掛けがすべて分かっているなくてもよい。別の言い方をすると、技術は常に未知の部分を作り出しそれを内部に未知のまま取り込みながら発展する。つまり技術は、制御出来る部分が制御できない部分を生み出しながら発展するのである。未知と既知の境界がはっ

きりしている自然科学とは大きく異なる。生産技術が必要とされる理由は、ここにある。生産技術はものを作り出すプロセスにおける未知との戦いであり、その目的は不確かさの克服にある。」と述べているが、本研究において、その未知である生産技術(=カイゼン活動)の一プロセスを明らかにすることは、大きな意義があると理解できる。そして現代の企業においては、コストと短納期における優位性を明確に打ち出す企業が増加し、生産システムの強化=プロセス・イノベーションに大きな焦点が向けられている(後藤康浩 2005)。

多くの企業が多品種少量生産へ移行しなければならなくなった最大の理由は、これまで述べたように、市場の要求の変化、すなわち消費者の嗜好の変化に迅速に対応するためであり、現代の多くの企業にとって、多品種少量生産は企業間競争を勝ち抜くため、そして「ゴーイング・コンサーン(継続的に存在する機関)」存立に必要な不可欠な要因となっている。多品種少量生産をはじめ、コスト削減、製品ライフサイクルの短縮などに対応することで、企業が持つ生産システムを強化し、他の企業に対して優位性を示す必要性が生じた。生産システムの強化=プロセス・イノベーションに関して藤本隆宏(2000, 2001a)は、生産システム=組織能力の競争機能を分析する場合、「表層のパフォーマンス」と「深層のパフォーマンス」⁽²⁾を区別し、後者に焦点を当てる必要がある、と述べている。企業は、最終的には「表層のパフォーマンス」の優劣を競い、顧客の支持率を競い、結果として相応の利益を得る。しかし、その水面下で、顧客が直接評価をしない生産性⁽³⁾や生産リードタイムといった指標に関しても、お互いにベンチマーキングしあって優劣を競うことが稀ではない。本研究において「表層のパフォーマンス」に関する研究は3~6章であり、「深層のパフォーマンス」に関するものは7, 8章である。藤本がいうところの「表層のパフォーマンス」と「深層のパフォーマンス」の両面からプロセス・イノベーションの解明へアプローチする点に、本研究の目的があるといえる。

2. 2 欧米と日本におけるプロセス・イノベーションに関する考察

プロセス・イノベーションが大きく注目されてきたのは1990年代からである。それまでのイノベーションに関する研究では、プロダクト・イノベーションが大勢であった。欧米と日本の研究を比較すると、1990年代まではイノベーションに関する欧米の研究は、Levitt(1960)やUtterback and Abernathy(1975), Merle(1984), Gupta 他(1985), Gupta and Wilemon(1988), Wesley and Daniel(1990), Cooper(1994), Steven and Kim(1994), Kathleen and Shona(1998), Swink(2000)などプロダクト・イノベーションがほとんどである。しかしこのようにプロダクト・イノベーションに関する研究の中にも、プロセス・イノベーションに関する記述は存在する。例えば、Levitt(1960)は「大量生産こそ絶対だと信じ、生産量が増えるにつれて急速に単位あたりコストが低下する利点に対する過信」に注意すべきと述べ、Wesley and Daniel(1990)は日本企業の成功は製造部門の役割が大きいと述べている。またHamel and Prahalad(1989)は具体的なプロセス・イノベーションについては述べていないが、ジャスト・イン・タイム生産や日本的資源慣習の重要性を述べており、製造現場の役割を重要視している。ジャスト・イン・タイムに関する研究は、

Sriparavastu and Gupta (1997)がジャスト・イン・タイムとTQMの関係性と、その優位性について詳述している。このように徐々に欧米の研究でもプロセス・イノベーションに関する研究が増えてきたが、その研究において代表的なものは、トヨタの事例を取り上げるものである。Womack and Jones(2003)やLiker(2003)などはアメリカにおけるトヨタの工場に関して詳細な研究を行っている。それらはアメリカの自動車メーカーが凋落していき、その一方堅実に業績を伸ばしていったトヨタ生産方式の仕組みに関して述べている。これらの中で、地道なカイゼン活動を通してムダを取除き、もしくはムダを価値に転換する活動を継続的に行い、非常に地道な活動ではあるが、その活動は全社において実施されているものであり、それを可能にするのは企業の文化、風土である。日本企業にはその地道な活動を重要視する文化があると述べる。このように欧米の研究では、プロダクト・イノベーションに関する研究が非常に多いが、1990年代後半以降、トヨタなど日本企業に関する研究が増えるにつれ、プロセス・イノベーションに関する研究も増えている。

欧米の研究に対し日本の研究では、プロセス・イノベーションに関する研究が盛んで、多くの企業を事例にプロセス・イノベーションによる企業の競争力向上について述べている(川上, 丹下 1980; 川瀬 1985; 今井 1988; 小嶋 1994; 信夫 1998; 小関 1999; 浅野 2000; 藤本 2000; 池田, 野原 2000, 2001ab; 宗像 2000; 中出他 2000; 小池他 2001; 都留 2001; 松井 2002; 那須野 2002a; 鈴木 2003; 奥田 2003; 山田 2003; 伊藤 2004; 後藤 2005; 坂爪 2006, 2007; 酒巻 2006; 市川 2007)。しかし、本論文3~5章におけるシミュレーションによる詳細な分析等はまだ日本での研究でも存在せず、詳細なデータならびに分析は非常に重要である。日本の製造業においては必ずしも製造部の地位は、その他の部署と比較して低いものではない。藤本(2001a)やHenderson and Clark(1990)で述べられるように、アメリカの製造現場の作業者は、労使協定で決められた作業しかやらないなど、非常に固定化された職務内容で、作業者は契約によって決められた仕事のみをこなせばよかった。このような状況では現場作業者の創造性が発揮されるような誘引はない。それに対して日本の現場作業者は、彼らの経験やカンなどの暗黙知を重視し、製品の良し悪しはその暗黙知に依存する形態であった。さらに現場作業者の活動として、小集団活動という名のもとに、いろいろなカイゼン提案を出し合い、自らが働く場を自らによって良くしていこうという土壌を作り出している。このように製造現場はその企業における製造の役割をしっかりと果たし、貢献することでその地位を高めた。ものづくりによって、その企業に多大な貢献を果たしてきたことと、日本においてプロセス・イノベーション(カイゼン活動)の役割が重要視されていることは、大きな相関関係があり、7, 8章での作業者のプロセス・イノベーションや作業に対する意識に関する研究は特に重要であると理解する。藤本(2000)は、このようなプロセスについて“日本型生産システム”と呼び、その特徴について欧米と比較することで詳細に述べている。藤本はパフォーマンスについて「表層のパフォーマンス」と「深層のパフォーマンス」とに分け、生産システム=組織能力の競争機能を分析する場合、後者に焦点を当てる必要がある、と主張している。藤本は「表層のパフォーマンス」とは、特定の製品に関して、消費者が直接観察・評価できる指標のことで、具体的には価格、納期、知覚された製品内容などである。これに対して、顧客は直接観察できないが、表層のパフォーマンスを背後で支え、かつ企業の組織能力と直接的に結びついている指標のことを「深層のパフォーマンス」とであると定義している。この藤本がいう「表層のパフォーマンス」は、

本研究で述べているプロダクト・イノベーションにあたり、「深層のパフォーマンス」はプロセス・イノベーションにあたるといえる。企業の活動の中で「深層のパフォーマンス」は、生産性、生産リードタイム(生産期間)、開発リードタイム、適合品質(不良率)、などがこれにあたる。企業は、最終的には「表層のパフォーマンス」の優劣を競い、顧客の支持率を競い、結果として相応の利益を得る。しかし、その水面下で、顧客が直接評価をしない生産性や生産リードタイムといった指標に関しても、お互いにベンチマーキングしあって優劣を競うことが稀ではない。こうした深層レベルの競争を、藤本は「能力構築競争」と呼ぶ。深層の競争力は組織能力に直結しており、組織能力のカイゼンはまずもって「深層のパフォーマンス」のカイゼンに表れるからである。このように“日本型生産システム”は氷山の一角のように、顧客が目にする事のない地道なカイゼン活動により可能になるといえる。カイゼン活動の根底にあるものを今井(1988)は、「ビジネスが存在し利益を上げるためには、顧客を満足させ、顧客のニーズに奉仕すべく努力を怠ってはならないという認識である。それには、品質、コスト、デリバリーなどの各分野におけるカイゼンが必要不可欠である。カイゼンとは、顧客志向の戦略」と根底にあるのは顧客志向の考えであって、「カイゼンは継続的なプロセスであり、組織内のすべての人が関わりあうものなので、すべての立場の人がカイゼンの何らかの側面に関係する」とその仕組みについて述べている。本研究においては、プロセス・イノベーションとカイゼンを同義として捉えているが、今井(1988)の研究では、「カイゼンはその実施に際して必ずしも多大な投資を必要としない代わりに、多大な継続的努力と献身を必要とする」という点において、区別を行っている。しかし、藤本(2000)が述べているように、深層の競争力は組織能力に直結しており、8章で取り上げるが、現場作業者の意識向上による組織能力のカイゼンはまずもって「深層のパフォーマンス」のカイゼンに表れるということからも、プロセス・イノベーションとカイゼンの持つ定義は同じだと理解でき、本研究でも同じ意味で用いる。

2. 3 TPS(トヨタ生産システム)に関する考察

TPS(トヨタ生産システム)はトヨタ自動車株式会社で生み出された生産システムである。TPSの生みの親である大野(1978)によると「トヨタ生産システムの基本姿勢は『徹底したムダの排除』である」と述べている。この点に関しては、5章でTPSの思想に基づいた生産性の向上を提示するが、この大野の考えに従ったものである。TPSに関する研究は、日本国内のみならず、アメリカでも盛んに行われている。TPSの本質に関しては、ジャスト・イン・タイムと自動化の二本柱とした、高品質で低コスト、ならびに作業員能力を重視することで可能になるといえる(大野1978;小嶋1994;小川1994;Liker2003;阿部2005;日本経済新聞社編2005;日経ものづくり2005;トヨタ生産方式を考える会編2005)。ジャスト・イン・タイムは、部品供給から完成品までの一連の生産を、継続的な流れを維持するために、カンバンを用いることでプルシステムを確立し、必要なものを必要なだけ必要なときに供給するシステムを可能にした。自動化は「不良品を後工程に流さない」仕組みであり、・自動停止 ・アンドン ・人と機械の分離 ・間違い防止 ・停止することによ

る品質管理・真因追求と、問題の視覚化によって可能になる。これらの根本にある要素が“ムダ取り”である。材料から作業にいたるまで、すべてにおいてムダを排除することで、“高品質”、“低コスト”、“短いリードタイム”を可能にする(Womack et al. 1991; Womack and Jones 1996)。これらの根底にあるのはムダ取りである。門田(1985, 2006)は「トヨタ生産方式は、ムダを排除して原価を低減させることを主眼としている」と述べており、TPS はムダを徹底的に排除し、コスト低減=生産性向上を目標とした生産システムであるといえる。TPS ではムダを体系的に捉えており、7つのムダとして取り除くことを徹底している。この7つのムダは①つくりすぎのムダ、②在庫のムダ、③運搬のムダ、④手直しのムダ、⑤動作のムダ、⑥加工のムダ、⑦手待ちのムダとして区分され、TPS ではこれらのムダを発見し、それを取り除き、競争力を高める。TPS について阿部(2005)は次のように整理する。①「ジャスト・イン・タイム」と「自動化」が基本である。顧客優先で徹底的なムダの排除。②市場優先のマーケット・プル方式。③生産の平準化が鉄則。「多品種少量生産」から「多品種一個生産」へ。ムダが少なくコストが安くなる。④生産量はあくまで市場の必要量。市場が求めている販売量にあうように生産していく。⑤生産現場は小ロット主義が原則。特に機械の金型の段取り替えは速やかにする。⑥生産の流れを作り、ジャスト・イン・タイムに生産するために運用手段として「カンバン」を使う。「カンバン」は情報である。⑦一人の作業員が受け持つ機械は「多数台持ち」であり、正確に言うと「多工程持ち」。単能工から多能工へ。⑧不良品を量産してムダを生まないために「ラインストップ」を恐れない。自動化が不可欠であり、自動停止装置付の機械を使う。不具合があれば機械を自動的に停止する。⑨「トヨタ式情報システム」は今現場に必要な情報は何かを絞り込み、それによって「作りすぎ」を抑える仕組みである。情報の流れが常に生産の流れに優先する。この仕組みを利用して5章での分析を進める。

TPS の起源は阿部(2005)によると、戦前トヨタ自動車の幹部がアメリカの自動車メーカーを視察に訪れた際、日本における自動車生産はアメリカで行われている大量生産方法にそぐわないという感想からだといわれる。そしてジャスト・イン・タイムはアメリカで見たスーパーマーケットにおける、売れた分だけ商品を補充する方式に影響を受けたといわれる。当時のアメリカは自動車の一部の金持ちの乗り物から、一般大衆にも手が届く製品となっていた。このことはフォードによる T 型フォードの大量生産により可能となった(Hounshell 1998)。しかし、そのころの日本では乗用車生産が確立されておらず、トラックなどの商用車がメインに生産されていた。当時のトヨタでも、月当たり数十台のトラックを生産できる能力しか持たず、アメリカの自動車メーカーのように大量生産できるような原材料を確保することも難しい状況であった。そのような環境の中で、トヨタ自動車が当時のフォードや GM などの大企業と同様の大量生産方式を真似ることは、企業体質に対して不可能であると判断した。そして自社に適合する生産方式を築き上げることを決定した。この TPS の起源と発展に関して、小嶋(1994)は現在までのトヨタの経緯を踏まえ整理して述べている。

アメリカにおける TPS の研究では、Hamel and Prahalad(1989)や Wheelwright and Clark(1992)や Clark and Wheelwright(1992), Sriparavastu and Gupta (1997), Liker(2003), Womack and Jones(2003)などがある。これらの研究においては、Liker(2003)や Womack and Jones(2003)などのトヨタがカリフォルニアにあった停止状態の GM のフリモント工場に、

NUMMI 工場をトヨタと GM の合弁で設立し、そこで TPS を導入した経緯、結果について追究している。GM 傘下の工場からトヨタの資本が入り、日本型生産システムである TPS を導入した後の、生産性の上昇、生産現場の作業者の作業意欲の変化など、TPS のメリットについて述べている。この研究では、アメリカの現場の常識が日本の現場では非常識であり、アメリカの現場で非常識であることが日本では常識であるというように、不況に陥ったアメリカ企業の原因が、TPS を導入しただけでまったく以前の工場とは別のような様子が描かれており、アメリカの生産システムと比較することで、TPS の優位性を明確にした研究だと評価できる。Hamel and Prahalad(1989)が、ジャスト・イン・タイムや日本的資源管理などの TPS を基盤とする、作業意欲の側面が企業間競争を高める要因であると述べている点は、1990 年以前に行われている数少ない TPS に関する研究である。この点に関しては、7 章でのセル生産従事作業員へのアンケート調査により明らかにする。

この時点で、日本の自動車メーカーのアメリカ自動車メーカーに対する生産システムの優位性は明確化されていたといえる。また Wheelwright and Clark(1992)や Clark and Wheelwright(1992), Womack and Jones(2003)などの研究においては、アメリカだけではなく、ヨーロッパの自動車メーカーも含めた、比較研究を行っている。Sriparavastu and Gupta(1997)は、JIT と TQM の相関関係を明らかにし、JIT と TQM は密接なつながりを持つことを示している。しかし、JIT と TQM は TPS の仕組みのひとつで、それらが重要であることは明らかであり、両者が順調に実行することができれば、企業にとっても良い影響が及ぼされることも明白である。この研究からいえることは、TPS の中にある数ある仕組みが、単体ごとに機能させるよりも、複数の TPS の要素に関連性を持たせることで、機能させたほうが企業の競争力を強化できる。要するに、TPS におけるジャスト・イン・タイムや自動化、ムダの排除などは、これまでのトヨタが競争力を築くために構築してきたシステムであり、それらの要素をばらばらに実行してきたものではない。そうであれば、Sriparavastu and Gupta(1997)がいうところの、JIT と TQM に正の相関関係が見られることは当然の理である。

アメリカの TPS に関する研究に対して、日本の研究ではトヨタの工場を直接調べ、その生産性などを定量的に調査、研究するというものはあまり見られない。どちらかというところ、TPS に関する定義を明確にし、作業員意欲などの定性的側面について明らかにする研究が大部分を占めている。特に作業員の能力と、その柔軟性を生産システムに関連付けて行っている。Isa and Tsuru(2002)は、大型機械を用いるベルトコンベヤシステムよりも、柔軟性を持つ人間の資質を利用した生産システムのほうが優れていると述べる。また「日本の多くの企業は、1980 年代の大型設備による自動コンベヤシステムを見直し、ローコストの自動化を使用し、多能工化した自律性を伴った“作業員中心”の作業システムを作り上げた」というように、日本は現場重視であり、作業員の能力を重視する生産システムは高い競争力を可能にする。本論文においては 6～8 章でこの点について述べていく。

伊藤(2004)は、トヨタの競争力のメカニズムに関してその組織文化を挙げている。そしてトヨタの競争力の源泉は、無形資産としての知識であり、それを生み出す知識創造活動であると述べる。これは、製造だけではなくトヨタ全体における仕組みである。全社的な改善活動が組織全体にいきわたっているということであり、継続的に改善が行われる仕組みづくりが TPS にはあると理解できる。また TPS をポスト・フォーディズムとして捉える

研究もあるが、そのなかで浅野(2000)は、フォーディズムが大規模な生産設備を用いて、同一規格の製品を大量に生産可能にした生産システムに対して、TPS は機械と人の結合により、生産に柔軟性を持たせ、多品種少量生産を可能にする生産システムであると述べている。この研究の中では労使関係の違いに重点が置かれているため、単純に生産システムの比較にはならないが、それでもグローバルな競争において TPS は大きな貢献を果たしていると結論付けている。

5章で半導体加工企業への TPS 導入によるシミュレーション分析を行い、TPS の概念の普遍的優位性について明らかにしているが、秋野(1996ab, 1997)は TPS を自動車製造以外で国際競争における優位性を示し、TPS の普遍性を論じている。この研究でも TPS がポスト・フォーディズムとしての生産システムであると述べ、海外進出する日本企業が TPS を導入する例を挙げている。この研究では 1980 年代の円高不況による日本企業のアジア各国へ、安い賃金を求めた進出した。結果、TPS 導入は日本の製造企業が生き残る最後の手段となり、アジア各国の工場での TPS 導入の成否を分ける要因について述べている。ここでは安い賃金を求めて進出したが、その国の賃金上昇により日本と同様の問題を抱え、そしてプロセス・イノベーションに行き着く様子を示している。この研究からいえることは、どのような環境の下で生産しようとも、企業の競争優位を確固とするためには、絶え間ない、継続的カイゼン活動が重要であることは明らかである。また、伊藤(2004)と同様 TPS が大量生産を確立したフォード生産システムに対して、ポスト・フォーディズムとして普遍性を持つ生産システムであると述べている。この点に関しては、TPS がポスト・フォーディズムとしての地位にあることは間違いないと理解できる。しかし生産システムはそのときのいろいろな状況に応じて変化するものであり、それが絶対ではないことを踏まえると、TPS は非常に有効な生産システムであることは明確であるが、絶対的なシステムではないといえる。

2. 4 セル生産に関する考察

セル生産に関して本論文では 3, 4, 6, 7 章で取り上げている。セル生産システムは 1990 年代後半に入り注目されるようになった。セル生産はコンベヤなどの大規模設備を使用した生産システムと対比される生産システムである。そのセル生産の定義を岩室(2003)は、「一人ないし数人の作業者がひとつの製品を作り上げる自己完結性の高い生産方式」、Isa and Tsuru(2002)は「セル生産は、生産性と柔軟性を改善する手段として取り込まれ、サプライヤーから小売の地点まで全体のバリューチェーンを統合、合理化するより広範な試みとして用いられ、ひとりもしくは少人数でのチームによる多能工生産で、作業者を中心に考えた生産システムである」とし、そして信夫(1998)は「脈絡に欠けた作業の組み合わせから機能的に完結している作業レベルに分け、作業者あるいは作業者集団が自律的に業務を行う生産ライン」とし、「その自己完結型生産システムは、脈絡のない要素作業を組み合わせた分業システムと比較すると、業務の意味を理解しやすく、生産効率化へ向けての改善活動にも発展しやすいシステムであると考えられ、顧客に対して果たす機能が明確

なほどラインの使命がはっきりし、個人の存在意義が明確になる」と、その機能を説明する。この点に関しては、特に3章でセル生産のシミュレーション分析を通して明らかにする。

セル生産のメリットとして、①1人もしくは少人数での作業完結(浅野和也 2000; 篠原司 1995; 山田日登志 2003) ②仕掛り在庫の削減(大野勝久 2003) ③段取り時間の短縮(篠原司 1995) ④小ロット生産(篠原司 1995) ⑤製品サイクルの短縮 ⑥品質の向上(山田日登志 2003; 鈴木良始 2003) ⑦生産性の向上(篠原司 1995; 鈴木良始 2003; 那須野公人 2002ab) ⑧省スペース, などが挙げられる。ここで特筆すべきことは①, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦が作業者の能力に大きく依存するという点で、セル生産は作業者の自律的意思により生産性、品質が向上する。なぜなら少人数完結ということで作った作業者が明確であり、1人あたりの生産性を意識することになり、責任も明確になる。そのためセル生産は多能化された少人数の作業員から編成される自律分散型生産方式(都留康 2001)といえる。

セル生産の経済効果として、製造過程の作業員を減らすことができる点であり、メリットは(1)作業時間、製造リードタイムの削減 (2)製品ミックスと量への柔軟性、仕掛り在庫の削減 (3)メンテナンス員、管理者の削減 である。デメリットとしては、(1)突然の注文の変更に対する対応 (2)訓練時間の増加 (3)作業ペースの管理 である(Isa and Tsuru2002)。実際セル生産を導入した経験から、酒巻(2006)はセル生産方式に見られる特徴として、「①セル生産はコンベア方式に比べ、頻繁なモデルチェンジに対応しやすく、市場が求める多品種少量生産に適している ②セル生産は製品在庫と仕掛り在庫を減少させ、キャッシュフローを増やす ③生産拠点の海外移転など、工場の新設・移転にあたってコンベア方式よりも設備投資が少なく済む ④働く人たちの意欲や責任感が高まり、生産性向上、品質向上に効果がある」点を強調している。それまでの生産方法と比較してセル生産は、大きな生産性向上に寄与している(小嶋 1994; NIKKEI NECHANICAL1995; 信夫 1998; 池田, 野原 2000; 鈴木 2003; 市川 2007)。これらの先行研究に関して、本論文では7章でセル生産従事者へのアンケート調査を行い、セル生産導入以前のコンベアを使用した生産との作業方法や取り組み姿勢への違いなどを含めて明らかにしている。以上より、セル生産が採用される背景としては、それまでの生産システム(主にコンベアを使用した大型のライン生産)では、変化の激しい市場環境に適応することが難しいと判断されたからであり、「セル生産の特徴がそれら問題点の解消を可能にする」と理解する(新郷 1981, 秋野 1997, 坪根・松浦 1995, 川上・丹下 1980, 後藤 2005)。

セル生産の歴史に関して、セル生産という言葉が使われ始めたのは、1990年代前半からといわれる。この生産形態は1990年以前においても多くの企業に取り入れられていた。しかし、それはセル生産として名づけられておらず、ムダを取除く一生産方法として導入されていた。セル生産は一人もしくは少人数で作業が行われ、作業員一人が請け負う作業領域が広範にわたり作業を完結するが、その人数や、作業領域、作業時間に関しては、製品や企業形態によって異なる。そのため、多くの研究でセル生産の発生に関して議論が行われるが、どれも確固たる証拠は存在しない。例えば、鈴木(2003)は、オリエンタル・モーターがその最初の導入企業だと述べる。その理由として、同社がセル生産を導入した経緯は、小型モーターの多品種化が進んだことで、従来の大ロット生産、長い生産リードタイ

ム、客先の納期に間に合わせるための過剰在庫などが、経営に悪い影響を及ぼすようになったためであった。

しかし、1980年代は生産システムの改善といった、プロセス・イノベーションへ企業が関心を向けることは少なかった。理由は人件費の安い韓国、東南アジア、中国への生産シフトに多くの企業は腐心した。その後1990年代に入ると、ソニーやNECなどの大手企業がプロセス・イノベーションを実行するようになり、セル生産もそのひとつとして普及していった。この背景として考えられる要因としては、バブル崩壊により、より一層市場の動向をつかむことが困難になったことが挙げられる。企業が消費者の嗜好を満たすために、新製品の目新しさを印象付けることで、彼らの購買意欲を増加させるため、製品ライフサイクルを短くすることで対応しようとした。このことは生産段階においてのこれまでの大ロット生産、つまり少品種大量生産を放棄することを意味する。

鈴木(2003)は、既存の組立て方式からセル生産へ移行した要因として“多品種化、需要量変動、製品寿命短縮”の三つを挙げ、その理由として、「それらへの市場変化は既存の量産型製品市場の変質を意味し、少品種大量生産に適合して進化してきた既存組立て方式に重い負担を強いるものであった。その影響は高度経済成長を終えた1970年代から次第に現れ、とりわけ1900年代以降、輸出市場の拡大が1980年代までのようには期待できず国内市場の長期停滞基調も鮮明になると、市場変化の既存組立て方式への影響は深刻度を増したのである。現代的市場の変化の度合いがより大きい部面ほど既存組立て方式がより大きな困難に遭遇し、そのようなところから既存組立て方式の放棄、セル生産方式への転換が起きた」と述べている。また坂爪(2006)は、セル生産導入が市場や組織内部の不確実性に対する調整負荷を減少させる効果を持つ、と述べている。

『NIKKEI NECHANICAL』(1995)では、明確な企業は挙げていないが、米コンパックにおいても1993年にセル生産を編み出していると述べている。このことは、セル生産が日本特有の生産方法ではなく、生産における効率性を上げようとする企業は試行錯誤を繰り返し、最適な生産方法を作り出すことの証左といえる。秋野(1997)は1993年のNECが最初の導入企業と述べる。また信夫(1998)は1987年に導入したKOA株式会社について記述している。

しかし、秋野(1997)でも述べているが、セル生産はTPSのU字型生産ラインと同様であり、その起源はTPSにあると主張する。またIsa and Tsuru(2002)も「セル生産やほかの作業改善はTPSに起源をもつものであり、TPSの連続的影響はかんぱんシステムやU字型ラインなどで反映されている」と述べる。この点に関しては、TPSの特徴にある、手待ちのムダや運搬のムダを排除する目的からこのような形になったと考えられ、まさにTPSにおける「少人数化」である。このような要因からも、1980年代から発生したというよりも、トヨタはTPSの下で、生産の過程においてセル生産の形態を生み出していったと考えるほうが自然である。少人数の作業員により完結する方法を“セル生産”と名づけたのはソニーであるのは間違いないが、セル生産の起源はトヨタでありTPSである。那須野(2002)も「バブル崩壊後、導入が遅れていたエレクトロニクス産業にもトヨタ生産方式が波及し、その応用・進化形態として誕生したセル生産方式が、90年代後半から広く普及する」というように、セル生産はこれまでの多くの中の一つの生産方式というより、TPSの一部の生産方式と判断するほうが理に適う。

1990年以前においても、少人数完結による生産方式は存在したことは間違いないが、なぜ1990年代に入らないと注目されなかったのか。その問いに対して鈴木(2003)は、「一つには、セル生産方式を必要とする経済的背景が強まった。すなわち、バブル経済崩壊による需要減少によって量産型組立方式のラインあたりの設備投資額の大きいことがコスト面で困難度を高めたこと、多品種化と新製品発売周期の短サイクル化がバブル経済崩壊後に一時的に弱まった後、再びいっそうの強まりを見せたこと、需要総量の減少ないし停滞の下で多品種少量化が進行したこと、総需要の停滞と競合企業同士の新製品導入による相互作用などで需要変動も激しくなったこと、などである。第二の要因は、ソニー、NEC、キヤノンなど、大手企業が大規模にセル生産を導入し、それらがマスメディアなどで広まったこと」が原因にあると述べている。これは、先述のオリエンタル・モーターの例からも理解できる。また秋野(1997)は、これまでの生産方式のムダを取り除く形がセル生産であると述べる。生産システムならびに生産方法の変遷に関して、フォードによる大量生産を可能にしたライン作業やフレデリック・テラーの科学的管理法、アダム・スミスによる分業理論などはその時代の要求に応える形で発生、展開されてきた。この現象と同じように、消費者の所得の上昇による嗜好の変化と要求に速やかに対応することが必須となったためであると考え(生駒 2002)。セル生産もこれまでの生産システムと同様、時代の変化に応じて必要とされ、発生したものと理解する。セル生産には消費者の要求に対して、企業が対象となる製品を臨機応変に生産できる柔軟性を備えている。本論文ではセル生産の作業柔軟性に関して6章で取り上げている。非常に短時間で工程を変更しており、これらの先行研究の考えならびに、市場に対して臨機応変に対応する生産システムとして非常に合致している。セル生産に包含する生産柔軟性は多くの企業が導入しようとする一つの要因である(浅野 2000)。また酒巻(2006)は「状況に合わせて臨機応変にラインを組み立てられるのがセル生産の強みであり、実際の製造ラインは改善の積み重ねで日々進化していく。決まった型に落ち着いてしまうのは、セル生産が本来持つフレキシビリティを損ない、進化を妨げることになる」とその柔軟性の重要性を述べている。本論文では、3章と5章でセル生産とTPSを利用した詳細な分析による、シミュレーション研究を行っているが、カイゼン活動への仕組みは非常に似通っており、時代背景を考慮すると、セル生産はTPSの一部であるといえる。

またセル生産で重要なもう一つの要素は、そこで従事する作業員であるといえる(坂爪 2007)。セル生産における真の生産革新をを実行するには「人間の学習」や「人間の知識が」を有効に活用すべきである(門田 2006)。そのためにも自律的作業員の役割、教育が重要である。生産システムの変更だけでは企業が期待する成果は得られない。

TPSでも述べたように、企業が競争力を維持、高めるためには継続したカイゼンが不可欠である。それを可能にするのは生産システムではなく、作業員の能力である。そしてこれを可能にする作業員を自律的作業員と定義する。次節ではその自律的作業員について考察する。

2. 5 自律的作業者に関する考察

「人づくりはものづくり」につながると、多くの企業にとって従業員教育の重要性が唱えられている。特に製造業では、作業者の力量が品質のみならず、納期、コストにも反映する。Hamel et al. (1989)は「製造現場にミッションに隠された本当の知識がある」と述べ、作業者が果たす役割は必ずしも小さくない。作業者の教育が重要なことは明白であるが、必ずしも企業が教育に時間とお金をかけるとは限らない。なぜなら、教育は成果がすぐに表れるものではなく、その費用対効果を明確にすることが困難なためである。さらに雇用したからにはすぐに生産に関与させなければ、その作業者を遊ばせておくことになり、企業の生産性に良い効果をもたらさない。しかしこれまで日本企業が、高い技術革新により高い品質で世界から賞賛されるような製品を提供できたのは、現場で働く作業者の力に寄与するところが大きい。

1970年代のオイルショック以降、企業は高騰する人件費を抑制するために、低コストを実現するために二つの方策を採った。一つは人件費の安いタイや韓国などのアジア諸国への工場立地。そしてもう一つは工場機械のオートメーション化である。これらの方策は大量生産、大量消費の時代背景により成立するものであった。そしてバブル崩壊以後、消費者の嗜好の変化に対応するため、多品種少量生産の要求が高まり、それまでの生産方法を抜本的に見直す必要に迫られた。秋野(1996ab, 1997)はこの時代の企業の流れを事例に挙げ、説明している。電子・電気産業においても、大量生産からJIT(ジャスト・イン・タイム)生産へ移行し、JITに限界を感じるようになると、アジア諸国への海外進出を進める。秋野(1996b)では、この行動を単に人件費の低さだけに訴求した進出ではなく、日本国内の消費の冷え込みと、アジア諸国での消費増大に誘引された結果でもあると説明している。しかしその後、アジア諸国での生産も限界となるにつれ、日本国内回帰の流れが発生する。そこにあるのは、コンベヤのような大規模設備を廃棄し、セル生産などの多品種少量生産に対応する生産システムの導入であった。3, 6章において述べているが、セル生産は作業員能力に高く依存するため、作業員が一人前になるまでに時間がかかる、作業員による不均衡が発生するなどのデメリットもある。しかし日本企業本来の強みである、作業員の自律的機能によってそのようなデメリットも解消し、日本製造業の原点回帰となる、作業員能力を発揮する生産システムへと移行していった。大量生産から個々の消費者ニーズに対応した生産への移行には、従業員の技能や創意工夫が欠かせない(奥田2003)。それを企業が高く評価して、従業員の意欲を引き出し、その結果として、生産性と品質の向上が同時に実現され、企業の収益構造が強化されていく。山形ケンウッドでは、マレーシアで生産していたポータブルMDプレーヤーを日本に移管した。マレーシアでは22人でひとつの製品を作業していたものを、日本では4人で完成品にする。これでマレーシアよりもコストを1割減とした。これは多能工が可能にした結果であるといえる(『日経ものづくり』2004)。まさにこのことは、日本企業の作業員がこれまでに培ってきた能力を生産に反映したものである。

この状況の下に、自律的作業者に関する研究は、最近10年で増加している。考えられる理由として、大型の専用機械による生産方法は柔軟性に欠けており、少品種大量生産では大きな効果を可能にするが、多品種少量生産の下では段取り替えに長時間を要し、生産性

を低下させる原因となる。この自律的作業者とセル生産の研究は深い関わりを持って進められている。なぜならセル生産は、作業者の能力に高く依存する生産方法であり、セル生産の作業性向上のメカニズムは、セル生産自体の生産システム(直接的効果発生メカニズム)よりも、作業者の経験によるカイゼン活動(間接的効果発生メカニズム)に高く寄与すると考えられているからである(坂爪 2007)。またセル生産における自律的作業者に関する研究では、そこでの作業領域は広範囲に及び、少人数完結の作業の場合は明確な作業領域を設定しないという。なぜならセル生産における各作業者の作業ペースはアド・ホックとなり、仕掛品を発生させず、製品の流れを重視するためである。その状況下では、作業者が前後の作業者の作業の進行具合を勘案しつつ、各自の作業領域を調節する(市川 2007)。7章ではこの先行研究に関連して述べていく。

日本型生産システムの強みとして、藤本(2000)は自動車産業をはじめとする擦合せ型(インテグラル型)アーキテクチャ製品に優れている点を挙げている。なぜならこの擦合せ型アーキテクチャ製品は、「まとめ能力」、「濃密なコミュニケーション」、「開発と生産の相互調整の能力」、「累積的な改善能力」などの要素により可能になるという。これらの要素は、安定雇用を重視する戦後日本の製造企業が得意としてきたものである。擦り合せ型製品の生産には、製品独自の特性だけではなく、作業者の調整機能などの役割も重要な要素となる。それに対して、パソコンのような組合せ型(モジュラー型)製品では、部品のインターフェースが重要になり、製造段階での作業における作業者の能力に依存する程度が低い。このため組合せ型製品の場合では、製造前段階においてその製品の価値が決定するといってもいい。本論文では7、8章に関連するが、このような日本型生産システムでは、自律的作業者の役割によって、製品の特性に大きな影響を与えることが可能であり、作業者の能力を高めることは生産性向上だけでなく、企業活動に重要な要因となりえる。

作業能力に高く依存する作業に対して、過度な肉体的疲労を引き起こすという批判がある(浅野 2000)。しかし、作業におけるモチベーションを高めることにより、自分の思い通り働きやすい環境を作り出す要因となり、さらに組織も個の力を発揮させやすいように変化し、それにより組織さえも活性化する結果も現れている(水口他 2002)。また、作業者がこれまでに蓄えてきた経験を活かすことは、作業者自身のモチベーションを上げることができ、更なる仕事への意欲を高めることが可能である。この点に関しては7章でのセル生産従事者へのアンケート調査で、作業能力への高い依存は必ずしも肉体的疲労は起こさないことを明らかにする。つまり組織としてこの能力を最大限に発揮させ、組織全体の最適を果たすことでその組織の目標を達成することができる。また8章で取り上げる、作業者の自律性を高めることで、作業者にやりがいや意欲、責任感、が芽生え、一人ひとりが常に改善に取り込もうとする「正のスパイラル」が構築できるという(『日経ものづくり』2006)点についても明らかにしている。

自律的作業者は、指示された品質や時間で作業する作業者とは異なる。他工程のみならず、他部門にまでその機能を果たすことが期待される。製造部門で得られた知識は製造部内で収束するものではなく、企業全体のみならず消費者にも受益される要素だと考える。多様なものづくりから得られたノウハウは、社内だけにとどめるものではない。うまくこの情報を技術に結びつけ、消費者が欲しがるとする製品に纏め上げることが重要である(林 2003)。自律的作業者は自工程や自部門だけのことを考えるのではなく、絶えず企業全体において

何をすべきかを考える姿勢を備える。そして絶えず成長し、得られた知識を企業、社会に還元すべく技能者から指導者へと立場を変化させ、企業の財産である知識となるよう情報を伝達していく役割を持つ作業員である。

2. 6 本章のまとめ

これまでにプロセス・イノベーションと TPS, セル生産, 自律的作業員に関して先行研究を踏まえつつ, 自己の主張を展開した。プロセス・イノベーションや TPS, セル生産の議論において, そこで働く作業員の役割についての議論を省くことは, 画竜点睛な議論となるのではないだろうか。たとえ生産設備が機械のみであったとしても, それを作り出すのも維持するのも作業員である。いかに効率よく生産設備が働くかどうかは作業員の力量しだいである。“ものづくり”の原点にあるのは“ひとづくり”であるといわれ, 生産プロセスの根幹を成すと理解する。しかし, そこで働く作業員についての議論が抜け落ちているのは, 生産プロセスを改善する上では不十分であるといえる。先行研究においても, 作業員の能力が生産プロセスの改善, 向上には不可欠であるとする研究も多い。また TPS やセル生産においても, 生産方法の変更などにおいて改善初期段階の効果は十分発揮されるが, 機械設備の改善活動による効果は時間が経過するにつれて薄れていく, もしくは機械設備の移行初期段階のみに限定される。その後も改善を実施していくためには, 作業員の能力に依存する。企業にとって継続的改善は, ゴーイング・コンサーン(企業の未来永続的繁栄)を実現するために不可欠な要素である。特に製造部においては, 人に依存する割合が高く, 継続的改善を実現するためにも, 自律的作業員がいかに効率的に改善を意識し, それを実行に移し, 効果を得るというプロセスが, 企業活動の成長に貢献する。

3～5章では, 生産プロセスにおけるカイゼンについて, TPS やセル生産などの生産システムならびに生産方法についてシミュレーション分析による定量的分析を行い, 6～8章では, 作業の柔軟性と現場作業員の作業意識や作業に対するモチベーションなどに関する定性的分析を進めていく。

注

- (1) Rosanna Garcia and Roger Calantone(2000)はイノベーションに関して、radical innovation と incremental innovation に分類し、radical innovation を“新しい産業を生み出し、それによって、新しい企業、新しい消費者を生み出し、認識している需要ではなく、消費者によってこれまで認識されていない需要を創造するイノベーションである”とし、incremental innovation を“現在の市場にある技術に新しい特徴、便益、改良を加えたもの、技術的な成熟市場において競争的武器となり、そして多くの企業にとっての活力源になる”と述べている。以上より、radical innovation はプロダクト・イノベーションの定義と同義であり、incremental innovation はプロセス・イノベーションと同義であるといえる。このことから本章においては、Rosanna and Roger がいうところの radical innovation をプロダクト・イノベーション、incremental innovation をプロセス・イノベーションと置き換えて使用する。また Geoffrey Moore(2006)はプロダクト・イノベーションに関しても、市場が新規な場合は破壊的イノベーション、既存市場では製品イノベーションと分類し、そして既存製品が新規市場の場合はアプリケーション・イノベーション、既存市場の場合をプラットフォーム・イノベーションに分類し、説明している。そこで本研究においてはプロダクト・イノベーションとプロセス・イノベーションの二つに分類し、検討を進める。このように、イノベーションの定義に関してはいろいろ先行研究等において挙がっているが、本章で用いるものは、主にR&D部門で行われる新製品開発としてのプロダクト・イノベーションと、製造部門で行われる工程改善としてのプロセス・イノベーションにおいて研究を進める。

3. セル生産の分析(N社Y事業場における事例)⁽¹⁾

3. 1 はじめに

セル生産はデルやソニー、キヤノンなどの日本を代表する大企業から中小零細企業まで、多様な製品、形態で採用されている。

セル生産の特徴として、作業者各自の作業領域が広範であることから作業集約型の生産体制といえ、作業者一人あたりの作業能力に大きく依存する。そのため作業者能力が生産性に与える影響は大きい(岩室 2003)。よって複数人で作業完結となるセルでは、各作業者間における均等な作業負荷の割当は、生産性向上に不可欠であると考えられる。

本章では、コンベヤを使用した大型のライン生産からセル生産移行し、どれだけの生産性を達成できるのか、そしてセル生産が本来持つ生産性向上を果たす仕組みを研究対象の現行モデルの事例から明らかにし、さらなる生産性向上が実現できる要素を見つけ出し、シミュレーションで明示する。

3. 2 セル生産における生産性向上のねらい

コンベヤラインによる生産では、最も遅い作業者のペースで作業サイクルが決定し、各作業者間での作業負荷のバラツキが大きくなる。そのため作業者によって手待ちの時間(=ムダな時間)が発生しやすい(篠原 1995)。しかしセル生産では、作業者一人あたりの作業領域拡大により、各作業時間における負荷のバラツキを抑える働きがある。これは作業のムラをなくし、ムダな待ち時間を省くことを意味する。つまり、ムダをなくすることにより製品(作業)の流れをスムーズにし、生産性の向上を可能にする。

また最もやりがいのある活動とは、目的と目標への進み具合が明確であり、自分のスキルがその活動をほぼ満たすものであるという(Womack and Jones 2003)。そしてセル生産では、作業者に自律的な役割を与えることで主体的に作業に関与し、効率的な作業を各々で追求する。つまりセル生産では、最適な作業方法を作業者各自が追求することで、問題意識を常に持ち続け、作業にやりがいを感じ、品質意識を高く持つことで、ムリな作業を防ぎ、不良率低下をもたらす。

本章では、これまでの多くのセル生産の研究において見られた定性的なアプローチではなく、現作業の要素作業分析を行い、定量的な側面からセル生産における大きな課題である作業ピッチにおける“ムダな作業”を取除き、生産性を最も高める条件を追求する(生駒 2002, Ittner and Larcker 1997, Vuxton and Gatland 1995)。

3. 3 パソコン組立て工場におけるセル生産

セル生産には大きく分けて1人方式、分割方式、巡回方式の3つがあるといわれる。こ

れら各方式それぞれに長所があり、そして短所がある。そのためどの方式を採用するかは企業の体質、それぞれの製品特性を考慮した上で、最も高い生産性をもたらすと期待される方式を選択する。今回の研究対象となるパソコン組立ての生産現場においても、トータルで2万機種ある中で1日に1個しか生産されない機種が全体の約半分を占め、そして組付け部品の多くを海外のベンダーから調達するため、1~2ヶ月の供給リードタイムを要す。よって、これらパソコンの性質を十分考慮したセル生産体制を構築している。

また、この研究対象となるパソコン生産現場における作業内容には、次のような特異性を有する。

①全作業の中間に位置する、約2~3時間を要するエージング検査(機械によるシステム検査)。

②エージング前後検査の中にある手待ち時間⁽²⁾(表3.1参照)。

この特異な条件の下、作業者はいかに①の前後で作業バランスを採るか。そして②の手待ち時間は作業者の手が停止する時間であり、この時間は付加価値を生み出さない。よって、この時間に他の作業を行うことで、手待ち時間(ムダ)を極力なくすような作業区分や作業場数の決定が高い生産性をもたらす要因だといえる(藤本 2001a)。

以後の検討を理解するために、表3-1を用いて現作業の進め方を説明する。手待ち時間が存在する作業区分を受け持つ作業者の作業内容として、表3.1の2-8から2-14までの要素作業を例とすると、2-8の要素作業を行った後に0.66(%)の手待ち時間が発生する。この手待ち時間が終わると2-9の要素作業へ入り、2-9~2-13までは手待ち時間がないので2-13まで要素作業を行う。そして2-14の作業終了後に1.30(%)の手待ち時間が発生する。この手待ち時間が進行している間に、他の作業場にある製品の要素作業を行う。そのため表3.1にあるように要素作業内容は多くあるが、この例をとると2-9~2-14が1つの作業範囲と考える。

3. 4 最適な区分の決定方法(3人セルを例として)

3. 4. 1 現行3人セルの作業分析

今回の研究対象となる生産現場での現状の作業内容は、組立・エージング前検査・エージング後検査・検査・梱包の4つの工程に大別される(図3.1)。

表3.2にある作業範囲が各作業者の作業となる。Worker2は作業途中にエージング検査を含む。

また、作業場に関しては表3.3で示すように、Worker2が一度に3台作業できるように設定されている。これは、Worker2の作業範囲の中に手待ち時間が存在し、手待ち時間が発生している間の作業者の作業待ち(=ムダな時間)を極力抑えるため、複数の作業場を設定する。(図3.2参照)

以上の設定で各作業者が作業を行うが、生産性を上げるためには、各作業者の作業負荷を均等に割り当てること。かつWorker2の作業がいかにスムーズに行われるかが重要になる。ちなみにWorker1とWorker3には手待ち時間は存在しない。

表 3.1 全作業に対する要素作業比率(手待ち時間を含めた総作業時間を1とする)

要素作業分析		要素作業比率	SuperYozenライン オペレーター		
			①	②	③
組立工程	1-1' ベースの取出し	0.003	↑		
	1-2' キーボード、キーボードカバー、スイッチボード、サーマルプレートの取外し	0.013			
	1-3' CPUの取付け	0.003			
	1-4' CPUのビス止め(1ヶ)	0.004			
	1-5'				
	1-6'	省略			
	1-7'				
	1-8'				
	1-9' ODDの取付け	0.004			
	1-10' LCDの取出し	0.005			
	1-11'				
	1-12'	省略			
	1-13'				
	1-14'				
	1-15' キーボードのほめ込み	0.004			
	1-16' キーボードカバーの取付け	0.005			
	1-17' LCDロゴプレートの貼付け	0.004			
	1-18'				
	1-19'	省略			
	1-20'				
	1-21'				
	1-22' 裏側にビス止め(2ヶ)	0.008			
	1-23' リップスイッチボードの取外し	0.004			
	1-24' リップスイッチボードの確認	0.008			
	1-25'				
	1-26'	省略			
	1-27'				
	1-28'				
	1-29' HDDカバーの取付け	0.003			
	1-30' ビス止め(2ヶ)	0.003			
	1-31' バッテリーを取付け、組立て終了	0.002			
エーシング前検査	2-1' 電源コードをの差込み	0.002	↑		
	2-2' 検査媒体を入れ、電源オン	0.003			
	2-3'				
	2-4'				
	2-5'				
	2-6'	省略			
	2-7'				
	2-8'				
	2-9'				
	2-10' LEDの点灯確認	0.005			
	2-11' LCDのクローズ確認	0.004			
	2-12' マウスポインタの動作確認	0.007			
	2-13'				
2-14'					
2-15'	省略				
2-16'					
2-17'					
2-18'					
2-19'					
2-20' エーシング検査FDを入れ検査終了	0.004				
エーシング後検査	3-1' CRT端子をつないでインターネットキーで電源を入れる	0.003	↑		
	3-2' RUNケーブルと、カードバス、オーディオケーブル、Sビデオ端子をつなぐ	0.004			
	3-3' テンキー、マウスの端子を差し込んで立ち上がり待つ	0.033			
	3-4'				
	3-5'				
	3-6'				
	3-7'	省略			
	3-8'				
	3-9'				
	3-10'				
	3-11' CDRWのメディアテスト	0.017			
	3-12' CDの取出し	0.001			
	3-13'				
	3-14'	省略			
	3-15'				
	3-16'				
	3-17' シリアルを確認し、下2桁の入力	0.002			
3-18' 型番号を確認し、次のテスト	0.021				
3-19' 日時と時間の確認	0.007				
3-20' マウスバットの動作確認	0.034				
3-21'					
3-22'					
3-23'					
3-24'	省略				
3-25'					
3-26'					
3-27'					
3-28' ねじの欠品チェック	0.011				
3-29' シリアルナンバーシールの貼付け	0.011				
梱包	4-1' 箱を出す	0.001	↑		
	4-2' ラベルを箱に貼る	0.010			
	4-3' 本体を袋につめる	0.004			
	4-4' 本体に緩衝材の取付け	0.002			
	4-5' 本体の箱詰め	0.003			
	4-6' ランプのついたところから添付品を取出し箱へ入れる	0.010			
	4-7' すべて入れ、ランプの消灯を確認後、終了	0.000			

実線が基本的な作業、点線が補助作業(応受援)



図 3.1 パソコン組立ての作業フロー⁽³⁾

表 3.2 3人セルでの作業区分

	作業区分 (表 3.1 の作業番号と一致)
Worker1	1-1 ~ 1-31
Worker2	2-1 ~ 3-23
Worker3	3-24 ~ 4-7

表 3.3 各作業者に対する作業場の数

	Worker1	Worker2	Worker3
作業場数	1	3	1

そこで現在の作業条件に基づいて、高い生産性を可能にする作業区分ならびに作業場数について検討する。

3.4.2 生産性を高める作業区分・場数の決定方法

現状の生産性に関しては、5年前にライン生産からセル生産に変更した時点から約4倍になったということで、現時点では最もよい作業区分ならびに作業場数であると考えられることができる。しかし、これらの作業区分、作業場数の決定に際しては、現場作業者ならびに現場管理者のこれまでの経験則により決定されている。そこで更なる生産性の向上を可能にする作業区分、作業場数を追及するため、作業区分の代替案を提示し、現行の作業区分との比較・検討を行う。



図 3.2 3人セルのアニメーション

最も生産性を高める作業区分、作業場数を決定する要因は、各作業者間の作業負荷を均等にする事と考える。つまり、各作業者が行う製品1個あたりの作業時間を同一にすることを意味する。

Worker1とWorker3は1個流しで作業完結となるために、製品1個あたりの作業時間の抽出は容易である。それに対し、Worker2は最大3個の作業を同時に行うため困難性が生じる。そこで作業時間を抽出するプログラムをExcel-VBA(付録1)にて作成した。

このプログラムの概要としては、Worker2の作業範囲、作業場数の入力でそれらの製品にかかる作業時間が計算される。表3.4がその結果である。

現行の3人セルについて検証すると、Worker2の負荷が大きく、それに対してWorker3ではその約半分の負荷しかない。そこで各作業者の値が1に最も近づく作業場数を求める。

表 3.4 現行3人セルでの作業時間比率
(Worker1の作業時間を1としたときの値)

Worker1	1.00
Worker2	1.26
Worker3	0.68

そこで候補となりえる作業区分を、表 3.5にある5つのパターンにて検討する⁽⁴⁾。そして作業場数は4と設定する⁽⁵⁾。

表 3.5の作業区分をもとに、Excel-VBAのプログラム(付録1でそのアルゴリズムを説明する)を使用し、作業時間を抽出する。その結果が図 3.3である。

表 3.5 各パターンでの各作業者の作業範囲

	作業区分		
	Worker1	Worker2	Worker3
現行	1-1~1-31	2-1~3-29	4-1~4-7
パターン1	1-1~2-4	2-5~3-16	3-17~4-7
パターン2	1-1~2-5	2-6~3-16	3-17~4-7
パターン3	1-1~1-31	2-1~3-20	3-21~4-7
パターン4	1-1~1-31	2-1~3-16	3-17~4-7
パターン5	1-1~2-4	2-5~3-20	3-21~4-7

図 3.3から現行も含めた6つの作業区分のうち、パターン1とパターン2がバランスのよく取れた作業区分であるといえる。そこでこれらの作業区分、4つの作業場数に基づいて生産性を確認するために、シミュレーション実験を行う。

3. 4. 3 シミュレーションの実行と考察

3.4.2項で求めた2つの作業区分に基づき、シミュレーションソフトArenaを使用し、シミュレーションモデルを作成、実行する。作業区分に関しては、表 3.5にあるパターン1とパターン2の作業区分により、また作業場数に関しては、エージング前後検査各2ヶ所にてモデルを構築する。8時間作業を50回反復実行し、95%信頼区間に基づきデータを収集した。また各作業のパラメータは、各作業時間において三角分布を使用する⁽⁶⁾。表 3.6にて本システムのパラメータを示す。図 3.4にて95%信頼区間の基づいた結果をグラフに表す。なお現行3人セルの結果を比較対象として併記する。

これらの結果より、パターン1のほうがパターン2よりも高い生産性を示す作業区分であることがわかった。しかし、このことは各作業者間ではスムーズに製品が流れていることが証明できるが、必ずしもセル全体でスムーズに流れているとは限らない。

そこで、2 つ目の検討要因として、先ほどのシミュレーションモデルのデータより、〔1〕の間隔（製品の発生からエージング検査に入るまで）と〔2〕の間隔（エージング検査を出てから完成品になるまで）の時間を抽出し、その結果を図 3.5 にて表す。

結果からパターン 1、パターン 2 両者とも産出間隔のバランスは取れている。現行と比較すると一目瞭然だが、合計の時間でも大きな違いが存在する。

3 つ目の検討要因として、各作業者の利用率を図 3.6 にてグラフで示す。

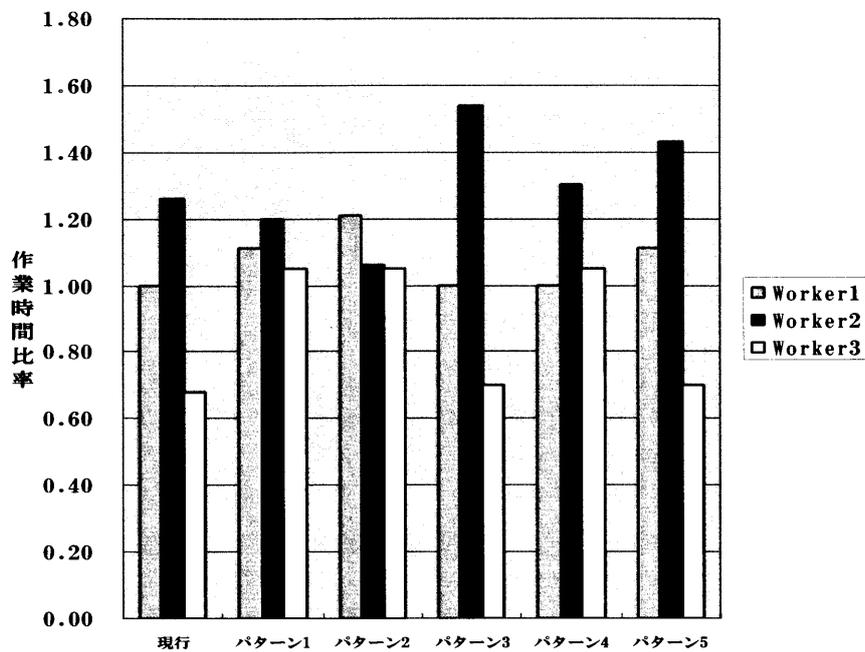
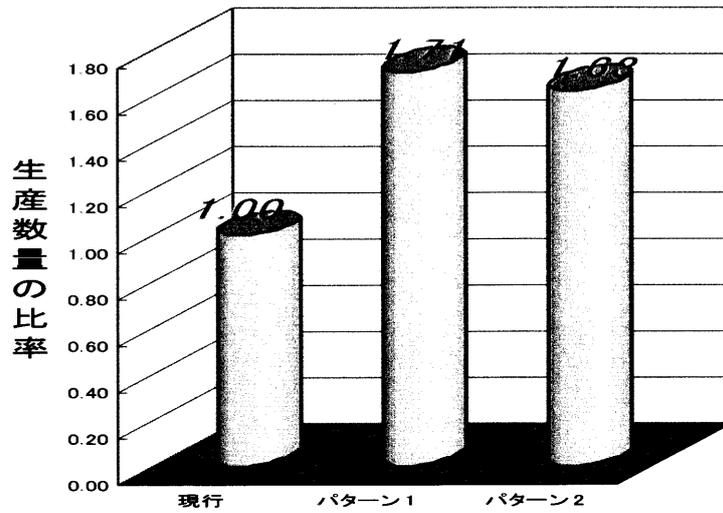


表 3.5 による現行モデルと候補となる作業区分

図 3.3 各作業者における作業時間比率のグラフ
(現行の Worker 1 の値を 1 としたときのそれぞれの値)

表 3.6 シミュレーションの条件とパラメータ

項目		現行モデル	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5
作業者	人	3	3	3	3	3	3
製品種類	個	1	1	1	1	1	1
Worker2の作業場所	箇所	4	4	4	4	4	4
作業時間	秒	表 3.1 の作業時間と表 3.5 の作業区分による三角分布により算出					
1日のシミュレーション時間	時間	8	8	8	8	8	8
シミュレーション期間	日	50	50	50	50	50	50

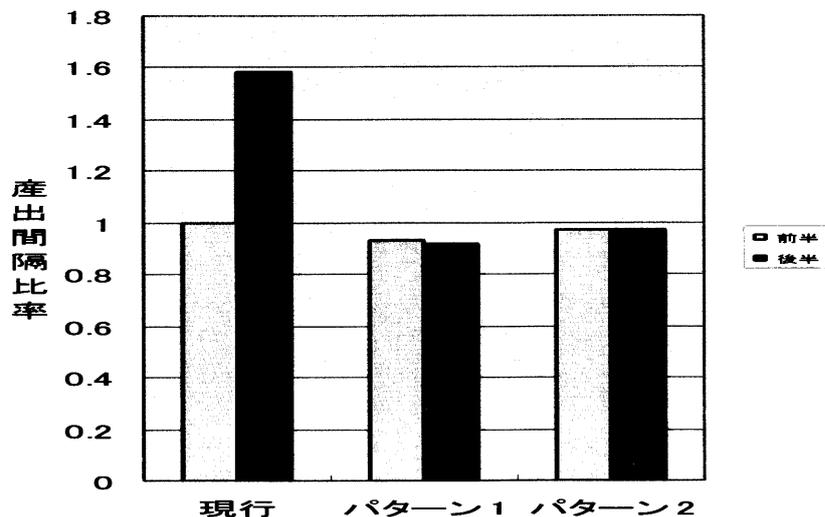


現行モデルとパターン1,2の作業区分

図 3.4 シミュレーションによる実行結果のグラフ
(現行の生産数を1としたときのそれぞれの値)

ここでも比較対象として、現行セルのデータを並べたが、現行では特に Worker3 の作業負荷が約 25%で、いかにも作業効率が悪い。それに対し、パターン 1 やパターン 2 では Worker3 において倍以上の上昇が見られた。これも生産性向上の1つの要因と理解できる。

今回結果を検討する上で、3つの要因を挙げたが、すべてが生産性を上げるために数値を上昇させる必要性のあるものとする。



現行モデルとパターン1,2の作業区分

図 3.5 1個あたりの産出間隔比率⁽⁷⁾のグラフ
(現行前半の数値を1としたときのそれぞれの値)

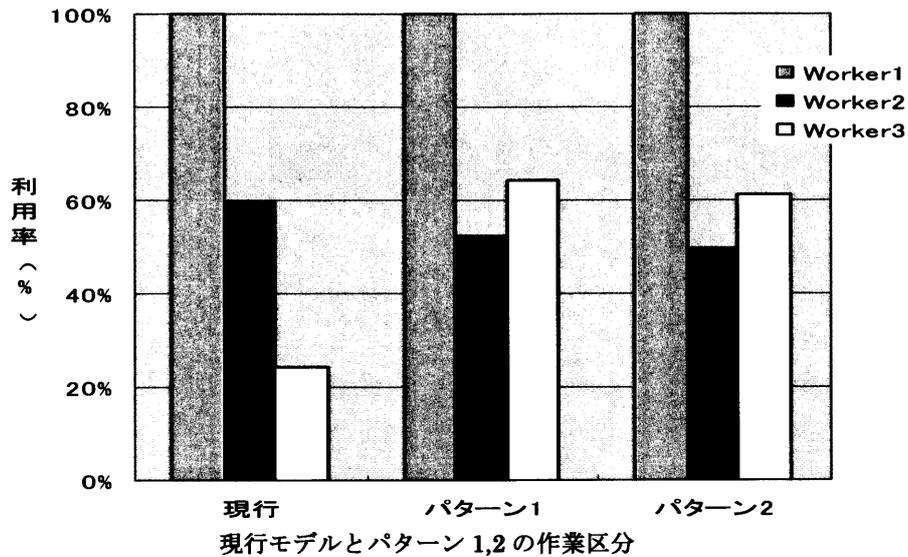


図 3.6 各作業者の利用率のグラフ
(各セルでの Worker1 を 100%とした時の他の 2 人の値)

3. 5 考察

生産性を 1セルに対する 1時間あたりの生産数という意味において、今回、パソコンの組立て現場をモデルに、より高い生産性を可能にする作業区分に関して検討してきた。特に注目すべきは、作業区分ならびに作業場数、つまり生産システムの変更のみに限定し、従来の生産方法より約 70%増という生産性の高さを示すことができた点である。

本章では、最適と考える作業区分でのシミュレーションの分析により、次に示す 3 要因について、高い生産性をもたらす作業条件として明らかにした。

- (1) 各作業者の作業負荷の均等を図る。
- (2) 製品発生からエージング検査に入る間隔と、エージング検査が終わってから完成品になるまでの間隔とのバランスを図る。
- (3) 各作業者の利用率の上昇を図る。

(1) では各作業者間での作業負荷時間のバランスを明らかにし、作業における時間のムダを極力排除することに努めた。その結果、現行で約 2 倍あった作業区分の差をほぼ均等にする作業区分を見つけた。そして (2) では全体の生産の流れを確認し、現行では前半 1 に対して、後半は約 1.6 倍の時間がかかっていた。それに対し、パターン 1, 2 それぞれにおいて、ほぼ同一の作業時間で製品が流れていくことがわかった。また (3) の作業者の利用率で、パターン 1, 2 の Worker3 の利用率が現行の利用率と比較して約 3 倍となり、作業性効率の上昇を示す。

3. 6 本章のまとめ

今回の検討により、作業区分の分割方法に関して現行の方法と比較し、さらなる高い生産性をもたらす要因を提示することができた。これは現状の生産の仕組みを十分考慮したうえで、現場作業者が実行可能な範囲に基づき導き出した。本章にて明らかにしたことは、作業者の能力に関与せず、システムの変更のみに限定したにもかかわらず、高い生産性を示す結果が得られたことである。

セル生産では、投入された製品がいかにスムーズに、加工途中で停滞することなく完成品になることが、生産性向上の条件である。セル生産を導入する企業(導入している企業も同様)は、経験や勘に頼ることなく、本章で明らかにしたように、作業を細かく分析し、作業の流れを重視することで、いっそう高い生産性の実現が可能である。

注

- (1) 本章は、市川英孝(2007) “セル生産における生産性向上をもたらす作業区分の研究” を加筆修正したものである。
- (2) 手待ち時間とは、作業の後に作業者の操作を必要としないシステム進行などのことをいい、生産上では欠かすことのできない必要な時間である。
- (3) 組立工程には 1-1~1-31, エージング前工程には 2-1~2-20, エージング後工程には 3-1~3-29, 検査・梱包工程には 4-1~4-7 の要素作業がそれぞれ存在する。
- (4) 3 節で述べたように、表 3.1 にある手待ち時間が発生する作業で区切るため、実作業時間を考慮しつつ、5 つのパターンを導き出した。
- (5) 現行の作業場数と比較し、1 人の作業者の目が届く作業が 4 台までが限界である。作業場数を増やせば手待ち時間をゼロに限りなく近づけることは可能だが、管理が困難になり、ムダな移動が増え、生産性に好影響を与えないと判断する。
- (6) 実作業のビデオ撮影を行うことによる実作業分析から、三角分布のパラメータとなる作業時間のデータを採取した。
- (7) 産出間隔比率、利用率の各データは、Arena を実行した上で得られる抽出データに基づく。産出間隔は製品が作業台に置かれ作業されている、もしくは手待ちの状態にある時間の合計であり、利用率はすべての時間に対する、作業者の実作業時間の比率である。

4 セル生産と部品供給(みずすまし)の最適化に関するシミュレーション⁽¹⁾

4. 1 はじめに

多くの製造業でセル生産を採用している。世界各国の製造企業が注目し、導入を検討している。導入が成功した企業では、セル生産のメリットを存分に享受しているが、そのメリットは製品の生産段階に限定されており、その前プロセスである部品供給に関しては、現場の経験知で対処し、最適化されていることが少ない。しかし、部品供給も適切に行われなければ、セル生産をいかに効率よく機能させようとも、その効果は十分なものにはならない。そこで本モデルでは、PC 組立のセル生産に連動した、適切な人数のみずすまし部品を供給するシステムについて考察を行う。

4. 2 最適な生産と部品供給の関係

消費者の嗜好、価値観の多様化により、個性に満ちた多様な製品が要求され、製品のライフサイクルは短くなる。また、企業における製品間の優位差が明確でないときには、消費者が購入を決定する要因は、すぐ手元へ消費者が望む商品が届けられるかどうか、すなわち即納期が重要になる。そうであれば、製造段階で要求されることは、生産リードタイムの短縮である。生産リードタイムは、受注から製品出荷までの時間の間隔である。しかし短納期を実現するために、余計に部品在庫を保有する、製造過程において仕掛品を多く抱えるという状況は、企業の財務状況を圧迫するものであり、好ましい手段とはいえない。特に、多品種少量生産を実施しなければならない状況においては、小ロット生産を可能にするためにも、頻繁な段取り替えを要求される。だからといって、段取りに数時間もかかっているのは本来の趣旨からかけ離れ、消費者の要求に応えることはできない。そうであれば、いかに段取り時間を短縮するか、例えばシングル段取りといわれるような、10分以内に段取りを完了できるような、生産システムが必要になる。多くの企業がグローバルな競争を勝ち抜くために、TPS やリーン・シンキング、日本的人的資源管理を利用している(Hamel and Prahalad 1989)。

上記の課題を克服する生産システムとしてセル生産が導入されている。日本においてセル生産の導入が活発になったのは1990年からといわれている。セル生産導入により多くの企業で、その成果が明確になっている。セル生産により明らかになる生産効率性は、

- ・生産量の変動に対応できる
- ・仕掛在庫が少ない
- ・作業者のモラルが高まる
- ・生産性の向上が図れる
- ・製造リードタイムの短縮
- ・品質意識の高まりの不良の低減
- ・設備投資が少なく済む

- ・改善の効果がすぐに反映される

本モデルのノート PC 組立工場(N 社 Y 事業場)においても、セル生産の導入により大幅な生産性の上昇を達成した。各プロセス間で整合性を高めることにより、競争優位を可能にしたといえる(Clark and Fujimoto1990)。しかし、本来の改善としては、生産システムを、部品の納入から製品出荷までをトータルで理解しなければならない。材料から作業、出荷にいたるまで、すべてのプロセスにおいてムダを排除することで、“高品質”、“低コスト”、“短いリードタイム”を可能にする(Womack et al. 1991 ; Womack and Jones 1996)。そこで Nomura and Takakuwa(2004, 2006)で生産性の効率化において、みずすましの部品供給の重要性を説明しているように、本章でもセル生産とみずすましの全体最適による効率化を追究する。

みずすましによる部品供給の最適化に関する研究では、野村(2004) や高桑, 三輪(2006)などがある。水すましによる部品供給においては、複数の前工程を指定された順に巡回し、決められた数だけ自工程の生産順序に必要な種類の部品を集め運搬する方法である。つまり、セット・定量・順序引き取りの組み合わせた運搬のことをいう。

一般的な部品供給の方法としては、定期発注方式や定量発注方式などがある。定期発注方式(Fixed Order Period system)とは、一定期間の生産計画から部品の必要量を算出し、その期間の必要量を、安全在庫を加味しながら部品発注する方法である。部品発注計画期間に生産計画の変更があった場合、部品の必要数を計算し直し、追加発注するなり、納期延期をしなければならない。安全在庫は生産計画の変更の時期と、生産開始までの期間の長さで部品調達時間の長さによって決まる。また定量発注方式(Fixed Order Quantity system)とは、発注点に達したら(安全在庫を切ったら)、定量発注する方法で、発注点方式と呼ばれている。そのため、発注時期は部品によってバラバラになる。安全在庫は、部品を発注して納品されるまでの期間に使用されるであろうと考えられる在庫である。カンバン方式はこの定量発注方式に基づいた方法である。カンバン方式が平準化を前提としているように、定量発注方式でも平準化が必要となる。つまり、使用量の変更すると安全在庫が早く使用され、欠品になる可能性がある。

本章における研究では、現状モデルの供給方法として、みずすましが自己判断により巡回する方式であり、その条件に基づいた最適化を目指す定量発注方式である。しかし改善モデルにおいては、IT 活用による生産状況の進捗に合わせた定量発注方式である。生産状況に基づいた IT 活用により、どのセルへ、どの部品を届けるか決定する。

4. 3 N 社 Y 事業場におけるセル生産の特長と導入による効果

N 社 Y 事業場でのノート PC 組立におけるセル生産の特長は、リレー方式、部品供給、混流生産の三つである。リレー方式は、作業工程間のバラツキを自律的に解消する。部品供給は、カンバン方式によりサプライヤーから納入され、みずすましにより組立工程へ供給される。混流生産は、多品種(BTO)、小ロットに対応する仕組みである。特に、約 2 万

点の品種から、少量生産を可能にする。受注生産は、余分な完成品在庫を避けやすい。

セル生産を導入してから4年後で以下の成果が得られた。

- ・部品在庫削減により、活フロア：約 10000 m²
- ・棚卸回転日数：半減
- ・生産性：6.5 倍，3～4 秒に 1 台のパソコン生産，日産 8 千台
- ・一つ当たりの生産エリア：22 m²から 8.6 m²へ。

セル生産の導入は、面積、時間の無駄を徹底的に省くことで、多品種少量生産を可能にし、必要となる段取り替えにかかる時間を極力ゼロへと思考した、生産効率を上昇させる生産方法である(Katsuhide Isa and Tsuyoshi Tsuru 2002；酒巻久 2006；信夫千佳子，森健一 2003)。

また、各工程が前後の工程の状況を観察することができ、それにより工程間のコミュニケーションも増加し、作業効率の上昇が可能となる(Xie et al. 2003；Leenders and Wierenga 2002；Sethi and Nicholson 2001)。

4. 4 N社Y事業場におけるセル生産のモデル

4. 4. 1 セル生産の作業分析

今回の研究対象となる生産現場での現状の作業内容は、組立・エージング前検査・エージング後検査・検査・梱包の4つの工程に大別される(図3.1)。

表3.1にある作業範囲が各作業者の作業となる。Worker2は作業途中にエージング検査を含む。

また、作業場に関しては図4.2で示すように、Worker2が一度に3台作業できるように設定されている。これは、Worker2の作業範囲の中に手待ち時間が存在し、その手待ち時間が発生している間の作業者の作業待ち(=ムダな時間)を極力抑えるため、複数の作業場を設定する。(図3.2参照)

以上のように設備と作業者は、効率的なレイアウトを確保するように配置されている。また最も効率的な生産工程編成は、利益を最大化する。そしてその設定で各作業者が作業を行うが、生産性を上げるためには、各作業者の作業負荷を均等に割り当てること。かつWorker2の作業がいかにスムーズに行われるかが重要になる。ちなみにWorker1とWorker3には手待ち時間は存在しない。また、表4.1は表3.1に基づいた各作業者の作業区分である。次項ではこれまでの作業分析に基づき、セル生産の現状をシミュレーションで分析する。Standridge and Marvel(2006)がリーン生産方式において、シミュレーションを用い分析することの重要性を明らかにしたように、本章でもシミュレーションを用いて、その効果を明らかにする。

4. 4. 2 セル生産のシミュレーション

Worker1, 2, 3の実際の作業時間はそれぞれ、222.8秒、364.8秒(手待ち時間608.7秒)、150.6秒である。そこで、Worker 1, 3に関しては、作業時間のパラメータをそれぞれ

TRIA(200.52,222.8,267.36), TRIA(135.54,150.6,180.72)とする。ただ Worker 2 の作業方法は、各工程を作業していく中で、手待ち時間が発生すると 3 つある作業台の他の 2 つの PC で作業できるものを見つけ、作業を継続する。そのため、モデルのモジュールを図 4.1 で示す。[wait time モジュール]では手待ち時間が経過しており、手待ち時間が 0 になった作業があると、[Seize モジュール]で Worker を確保、各作業が行われる[Delay モジュール]。その作業が終わると、[Release モジュール]で Worker 開放し、順次進められる他の作業工程へ移動する。このように、セル生産においては頻繁に作業を連続させていくが、モデルにおいては、この手待ち時間を反映するよう設定を行う。

また、N 社 Y 事業場において行われているように、ある作業場で作業が滞り、製品のフローが停滞する場合に備え、隣の作業場が応援できるようにパラメータを設定する。そしてこの工場では、一個流しの生産システムが実施されている。一個流し生産は、多品種少量生産に適した、信頼できる生産流れ化の方法でもある。

表 4.1 セル生産での作業区分

	作業区分 (表 4.1 の作業番号と一致)
Worker1	1-1 ~ 1-31
Worker2	2-1 ~ 3-23
Worker3	3-24 ~ 4-7

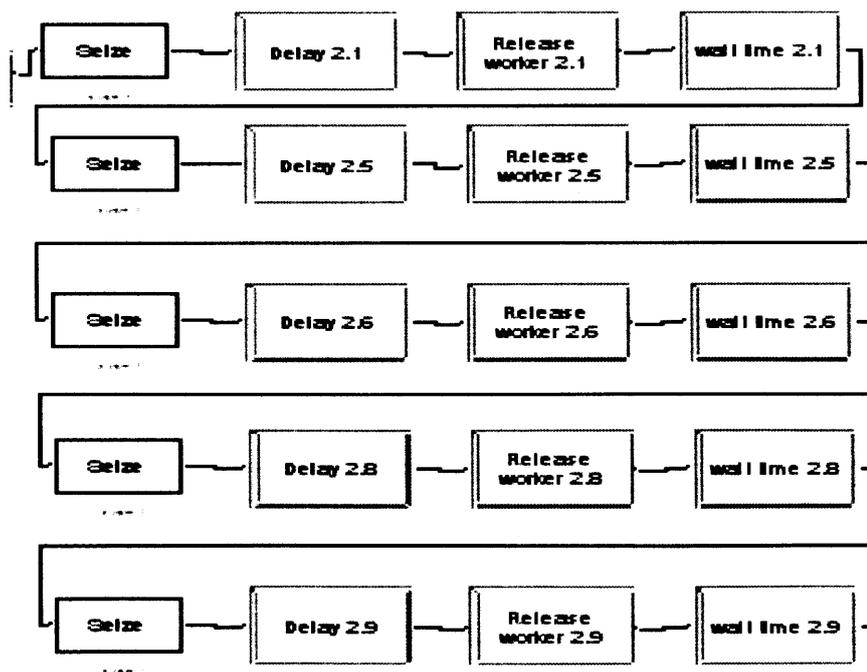


図 4.1 作業場 2 でのモジュールの流れ

4. 5 N社Y事業場における部品供給(みずすまし)のモデル

4. 5. 1 現状モデル

全体としては、図 4.5 にあるように、各部品納入業者(サプライヤー)がカンバンによりジャスト・イン・タイムで納入し、各部品置場へ部品を供給する。そして PC 生産に必要な部品をみずすましがピックアップしセルへ部品の供給を行う。組み立てられた PC は出荷場へ送られ、順次販売所へ出荷されていく。“ジャスト・イン・タイム”は「必要なものを、必要なだけ、必要なときに供給するためのシステム」であり、生産に関連したすべてのプロセスが同時に動くよう促す。そしてそれは (1) 継続的な製品フロー (2) プルシステム (3) すばやい段取替え (4) 統合された物流 によって可能になる(Liker 2003)。“ジャスト・イン・タイム”生産は、製品のリードタイムを短縮する。

上記の 4 項目についてまとめる。

(1) 継続的な製品フロー

この工場では、“ジャスト・イン・タイム”に基づいた生産の流れを構築しているところである。すべての工程は、生産の流れに従って作業を行う。そして、すべての作業者が工場の製品の継続的な流れに従って作業を行う。

(2) プルシステム

プル方式による生産では、部品が需要に見合うよう供給される。後工程の作業者は、必要な部品を取りに前工程へ行く。そして前工程は、後工程により使用された部品を取りに前工程へ行く。後工程は、前工程が後工程に送りたいものを受け入れるのではなく、むしろ欲しいものを引っ張って来る。プッシュ方式では、前工程で製造された装置が、自動的に後工程に移動する。プッシュ方式は、仕掛り在庫を蓄積しやすく、部品在庫が何日も工程間に滞留する。それと異なり、プル方式は生産のすべての工程で在庫レベルを引き下げることが可能である。

(3) 素早い段取り替え

素早い段取り替えがどのような点で重要か？素早い段取り替えにより、段取り替えの時間とコストが削減できる。コストの削減はお金を節約する。それでは時間の節約はどのような面で生かされるのか？ 時間の節約は多品種少量生産と混流生産を可能にする。この観点から、素早い段取り替えは、“ジャスト・イン・タイム”生産において不可欠となる。

(4) 統合された物流

すべての生産工程では、必要な数量の必要な部品だけを、必要とされた時間につくらなくてはならない。そのためには、しっかりとした受注情報と、適切な部品納入が不可欠となる。これらの要素が正確であることが、統合された物流に重要となる。

本章でのみずすましのモデルは、セル生産と部品供給の統合化された部品供給システムの完成度を図る。経験知により判断されているみずすましの人数を、統合された物流システムの観点から改善し、シミュレーション実験により最適なみずすましの数を導き出す。

4. 5. 2 みずすましの人数

現状においては、みずすまし一人が 2 台のセルへ部品供給を行い、合計 32 台のセルに

対して、計 16 人がみずすましとして機能する。

1 セルにおける部品置場での最大の部品数は 36 セットである。これは、筐体の置場のマックスの数に基づき決定している。

供給指示は通路横にある端末 (X) で行われる。そこで、生産する製品品種に対して必要とする各部品の指示があり、みずすましはそれぞれの部品をピックアップし、各セルに供給する。その際の決め事としては、1 PC に対して組み立てるために必要なすべての部品をピックアップする。

4. 5. 3 現状モデルでの問題点

現状モデルの問題点として、一人のみずすましは、部品を供給する 2 台のセルが決まっているため、供給した部品が生産されておらず、セルの部品棚に部品を置けない場合には待機しなければならない。しかも、その判断はみずすまし自身が担当するセルの部品置場を確認して供給するかどうかを決定する。そのため、場合によっては何回も確認しにいくムダが発生する。

また、二つのセルに一人のみずすましという設定も、現場監督者の経験知により決定され、ところどころ待機時間が発生しているので、セル生産の効果として、手待ち時間(=ムダ)の排除を考える。

4. 5. 4 改善モデル

4.5.3 での問題点を解消するために、以下の要素を改善モデルで組み込む。

- ①各みずすましを特定のセルに限定せず、32 すべてのセルを対象に、指示の出たセルへ、必要な部品を供給する。
- ②一回の供給ロットを 24 セットとする。
- ③部品供給のタイミングは、セルの部品在庫数が 12 を切ると供給指示が出る。

上記の 3 つの条件により、改善モデルを作成する。

①での設定を反映するために図 4.2 のようにモジュール設定を行う。まず[Hold モジュール]では、図 4.3 に示すように、そして各セルの部品在庫の数量が 12 を切ると供給指示が出るように、モジュールを設定する。在庫量が 12 を切ると[Request モジュール]で空いているみずすましへ指示を出し、[Transport モジュール]で 6 箇所の部品置き場で部品を収集し([Buzai Station モジュール]—[Buzai Process モジュール]— [Transport モジュール])、セルへ供給し、みずすましは作業から開放される[Free モジュール]、というようにカイゼンモデルでの条件を設定している。そして②と③の条件による在庫推移は図 4.4 になる。改善モデルの条件としては、セルに設置されている在庫置場の 36 を越えて部品を置くことはできない。また部品在庫数が 0 となり、欠品により生産に支障をきたすこともあってはならない。

そのため、最適なみずすましの人員は、各セルでの在庫数が 0 となり、部品欠品による生産停止の状況が発生させない最適数を、Arena を用いてシミュレーションで追究する。表 4.2 にシミュレーションで設定した条件とパラメータを示す。

現状モデルと改善モデルを比較することにより、改善モデルの優位点を明確にする分析方法を利用する。

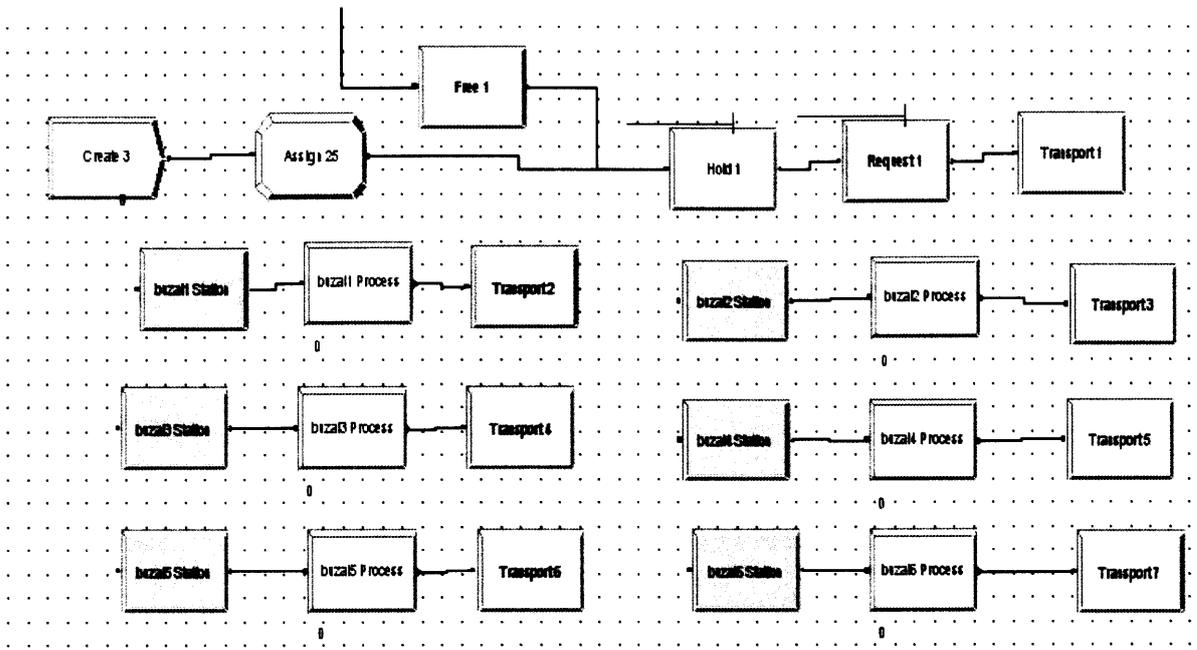


図 4.2 みずすましのモジュールの流れ

Hold ? X

Name: Type:

Condition:

Queue Type:

Queue Name:

図 4.3 部品供給指示のモジュール

表 4.2 シミュレーションの条件とパラメータ

項目		改善モデル
みずすましの人数 (X)	人	$9 \leq X \leq 14$
セルの数	個	32
みずすましが担当するセルの数	箇所	すべてのセル
一回の供給ロット	個	24
供給のタイミング		図 4.4 に従う
1日のシミュレーション時間	時間	8
シミュレーション期間	日	10

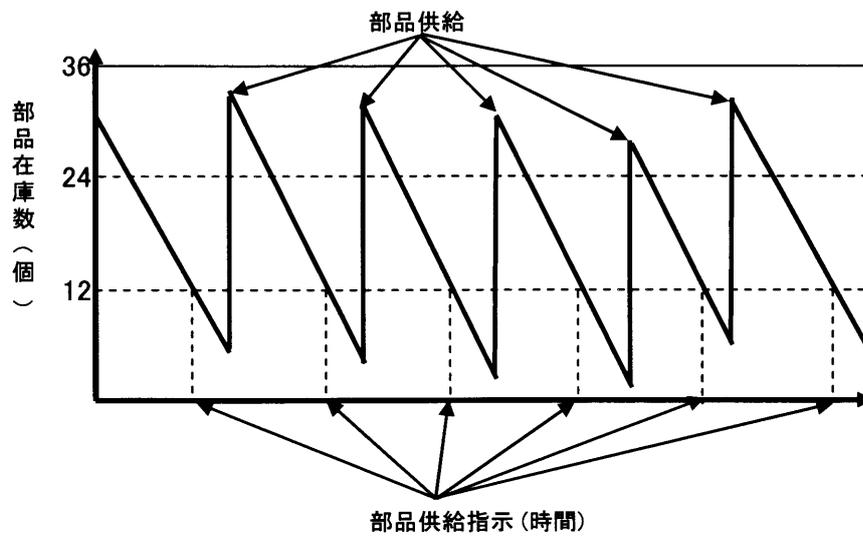


図 4.4 各セルにおける部品在庫数の推移

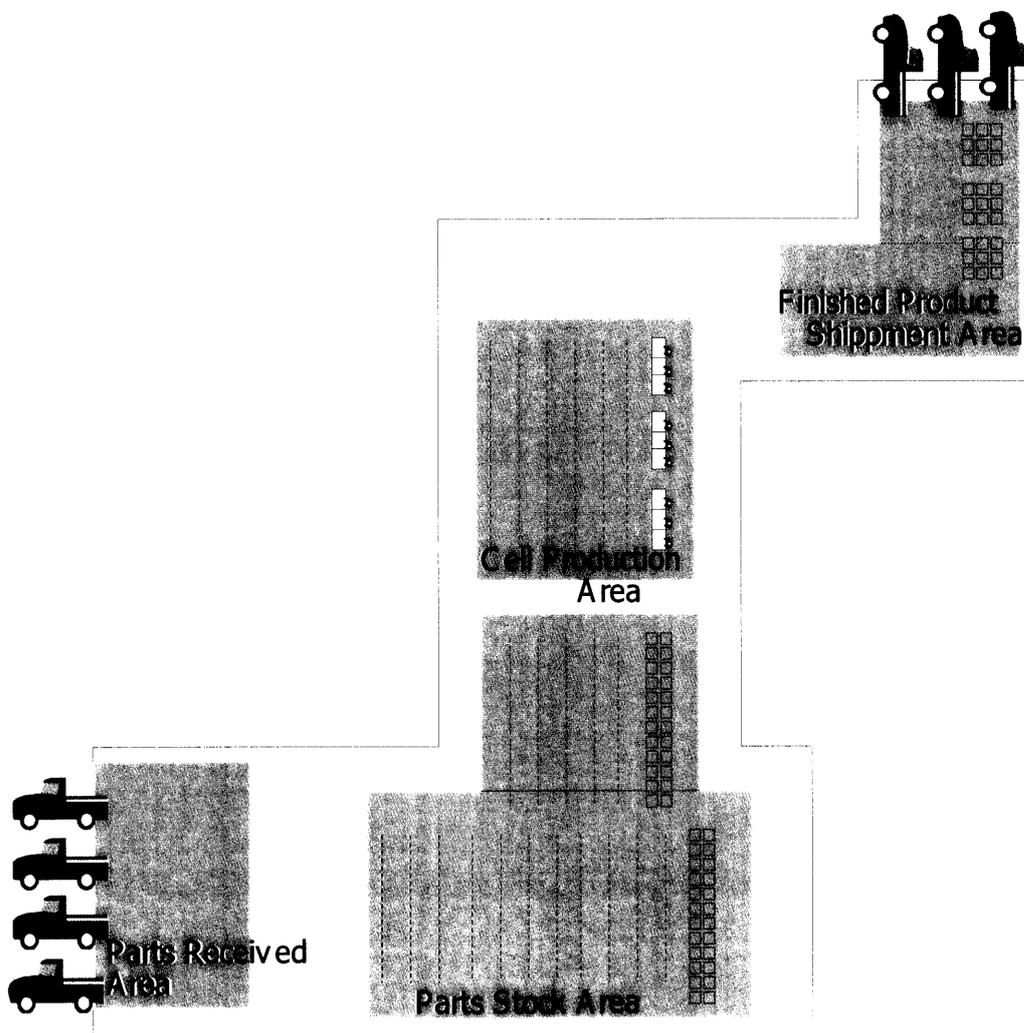


図 4.5 N 社 Y 事業場における生産システムのアニメーション

4. 6 改善モデルのシミュレーション結果

改善モデルのシミュレーションを行った結果、みずすましの人員が 11 人の場合では全体の 4.5%の部品欠品による作業ストップとなるセルが発生する（9 人では 23.0%，10 人では 11.8%の部品欠品による作業ストップが発生する）。しかし，12 人ではそのようなセルが発生せずに，適切に供給することが分かった(図 4.6)。現行モデルが 16 人であることから，4 人の削減が可能であり，みずすましの人員を $3/4$ で対応できることが分かった。そして，約 $1/4$ の人件費削減を可能にすることが分かった。

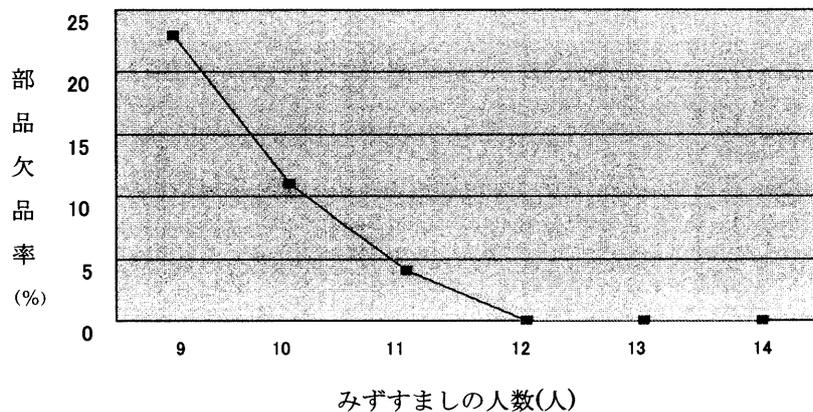


図 4.6 改善モデルのシミュレーション結果

4. 7 本章のまとめ

3 章で述べてきたように，セル生産に関しては試行錯誤により，ムダを省き，最も生産性が高くなるように作業改善が行われ，現在の形が作られてきた。それに対し，部品供給の役割を果たすみずすましに関しては，約 25%のムダがあることが分かった。日本型生産システムの改善例では，経験知が重要な役割を担っているが，シミュレーションにより明確な数値を出すことで，さらにリーン生産方式を追求することが可能であることを明確にした。

注

- (1) 本章は, Ichikawa. H(2009) “Simulating an Applied Model to Optimize Cell Production and Parts Supply (Mizusumashi) for Laptop Assembly” を加筆修正したものである。

5. 半導体加工における TPS の概念を用いたシミュレーション分析⁽¹⁾

5. 1 はじめに

多くの製造業にとって、TPS の概念は改善活動を実行する上で非常に効果があると理解される。しかし、必ずしも全ての企業に TPS が有効に活用することはない。例えば、トヨタに代表される、正確な内示情報が提供され、計画生産が可能な分野に限り有効であり、半導体などの市場の変化が激しい産業分野においては活用が難しい。なぜなら、市場の変化が激しい産業では、正確な受注予測を立てることが困難であるため、内示情報が不確実となり、長期的な展望を持つ改善活動ができないことが大きな要因の一つである。

また TPS を遂行するためには、企業レベルにおいて整合性を図り、成果を挙げることが重要である。なぜなら整合性をもつ企業は、ライバルが簡単には追いつけない競争優位を持つことができるからである (Kim and Fujimoto 1990)。TPS を利用した企業の競争力を高めるプロセスは、ムダを取除く⇒生産効率が上昇する⇒企業の競争力が上がる、この繰り返しである。多くの企業がグローバルな競争を勝ち抜くために、TPS やリーン・シンキング、日本的人的資源管理を利用している (Hamel and Prahalad 1989) が、必ずしも十分な成果を挙げているとはいえない。日本の企業でも TPS を活用できていない企業は多く存在する。この理由としては、TPS の起源が自動車産業にあるため、内示の精度が極端に低い、もしくは計画生産を実施できない産業(代表的なものには半導体産業)には不向きである (小嶋 1994)。生産工程において人的資源を必要としない装置産業では TPS の概念は適応が困難であるためだと理解する。しかし、TPS の根本的概念は“ムダ取り”である。この概念に関しては、どのような製品を製造しようが、どのような生産プロセスにおいても適応可能であると判断する。

本章では TPS の活用が困難であると考えられている企業を例にとり、この企業においても TPS の概念の活用は可能であることをシミュレーションによって示す。3, 4 章同様、本章でもシミュレーションによって TPS を活用することの重要性を示し、その可視性によって TPS の要諦を証明する。

5. 2 現行モデルのシミュレーション

5. 2. 1 現行モデルの分析

本章における対象となるモデルは半導体加工である。対象モデルの概要は、図 5.1 に示すように 7 種類の機械を経て (MachineE からは MachineBB を経る製品と直接 MachineF へ搬送する製品がある)、客先へ出荷される。

また、各 Machine における Worker の作業役割は図 5.2 に示す。

Worker は、Machine に製品をセットし(前半作業)、機械を稼働させ加工を行う。その間 Worker は手待ちの状態になる。Machine の加工が終了すると、Machine から加工済み製品が自動的に Machine 備え付けのコンベヤ上に並び、その製品を Worker が取り出し、次工程

へ運ぶ(後半作業)。表 5.1 は各 Machine における作業内容と、作業サイクルである。
この工場のレイアウトは図 5.3 に示す。

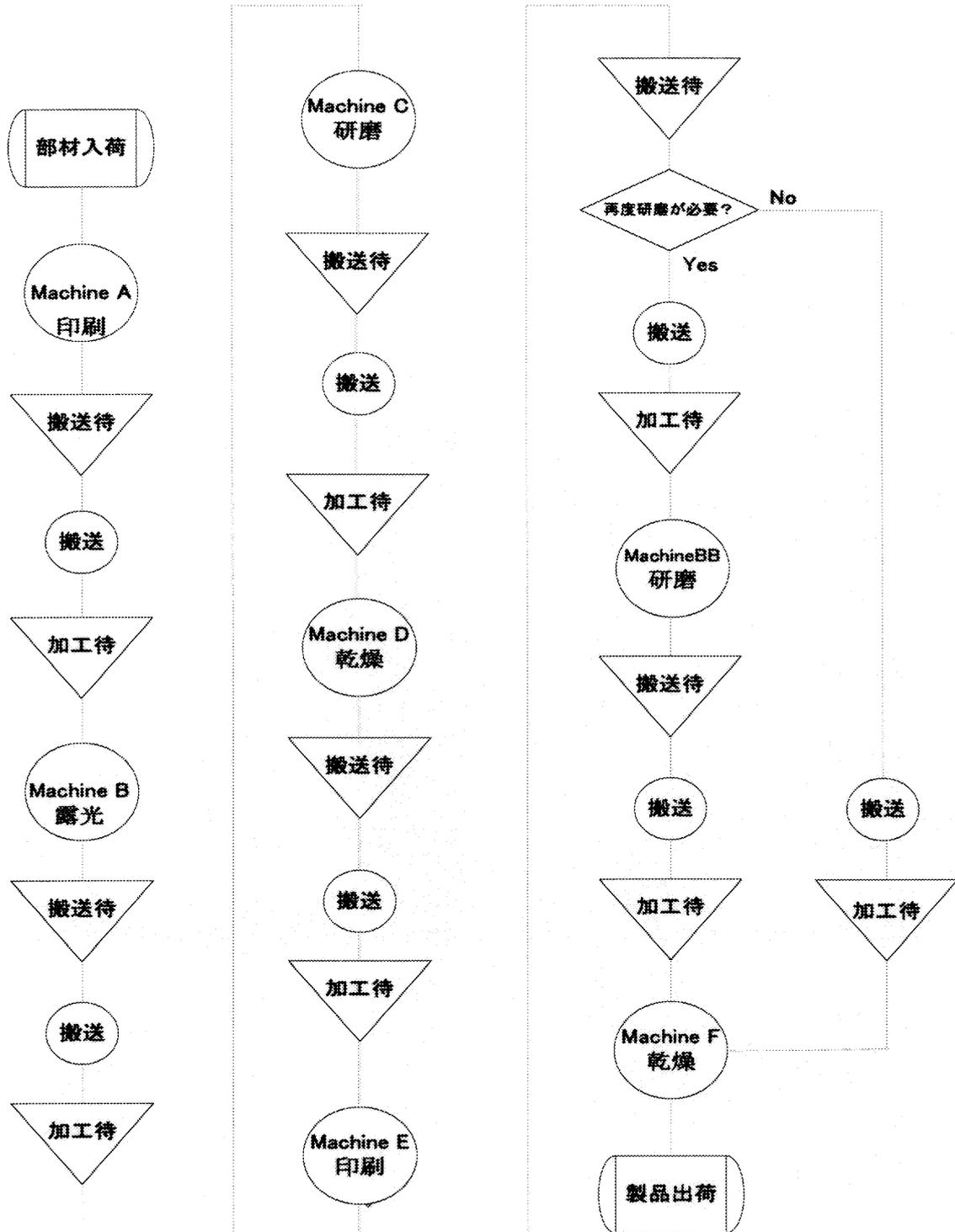


図 5.1 工程フローチャート

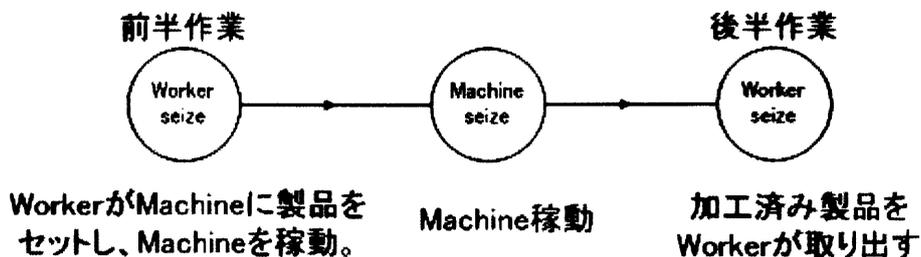


図 5.2 Worker の作業内容

表 5.1 各作業と Machine の作業内容と作業サイクル(秒)

機械	前作業	Machine Work		後作業
	サイクル	作業内容	サイクル	サイクル
A	60	印刷	40	60
B	60	露光	25	360
C	60	研磨	20	180
D	60	乾燥	38	240
E	60	印刷	22	120
BB	60	研磨	25	240
F	60	乾燥	33	120

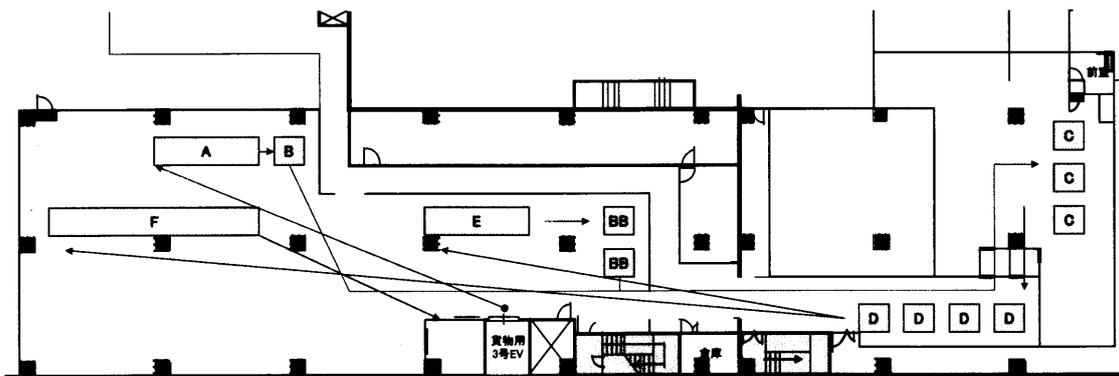


図 5.3 工場レイアウト

2章で記述したTPSの7つのムダに照らし合わせると、図5.3の工場レイアウトから機械の配置にムダがあると判断できる。例えば、Machine BからMachine Cまでの距離は約60mあり、Machine DからMachine Eまでは約40m、そしてMachine BBからMachine Fの距離は約40mがある(各Machine間の移動距離は表5.2)。その距離を台車で運搬するのは、7つのムダのなかの3. 運搬のムダに該当する。図5.1の工程フローチャートで明らかかなように、プロセスはlinerなので、各Machineを隣接させることで、運搬のムダを排

除できる。このように一連の作業をひとつの流れと理解することで、作業改善を実行する (Isa and Tsuru 2002)。また、前後工程が隣接することで、各工程が前後の工程の状況を観察することができ、それにより工程間のコミュニケーションも増加し、作業効率の上昇が可能と考える (Xie et al. 2003; Leenders and Wierenga 2002; Sethi and Nicholson 2001)。

5. 2. 2 現行モデルのシミュレーション分析

実際の作業に基づき、各機械の加工時間、作業者の段取り時間、そして運搬の時間から ARENA のシミュレーション言語を用いたプログラムからモデルを作成する⁽²⁾。半導体の場合、受注状況が不確定である。そのためシミュレーションでの比較を容易にするためにも、また受注上のノイズを取除くためにも、本モデルでは入荷する製品の供給量を、対象工場の 100% の処理能力を満たす数量に設定する。

対象工場の稼働時間が 22 時間であるので、同様に本モデルでも一日の稼働を 22 時間とする。また、統計的数値を得るために、10 回の反復実行を行う。

このシミュレーションで得られた結果は以下の通りである (表 5.3)。図 5.4 では表 5.3 の、各 Worker の占有率を図示する。

表 5.2 現行モデルにおける Machine 間の距離 (m)

To \ From	B	C	D	E	BB	F
A	1					
B		60				
C			9			
D				60		
E					4	
BB						60

表 5.3 現行の総生産数と Worker の占有率⁽³⁾

生産数(個)	218.2
Worker A	87%
Worker B	98%
Worker C	98%
Worker D	74%
Worker E	68%
Worker BB	48%
Worker F	51%

表 5.3 ならびに図 5.4 より、現行のモデルでの各 Worker の占有率に大きなばらつきがあることが分かる。Worker A と Worker C はほぼ 100%だが、Worker BB と Worker F は前者の半分以下である。これは 7 つのムダの中の、2. 手待ちのムダに該当する。この原因として考えられることは、工程のバランスの悪さ、各 Worker の負荷のばらつきによるといえる。そこで、このばらつきをなくすための方法としては、各 Worker が前後の工程も手待ちの間には作業を行うことによって、ある Worker に作業が集中して、製品の流れが滞らないように考慮する。

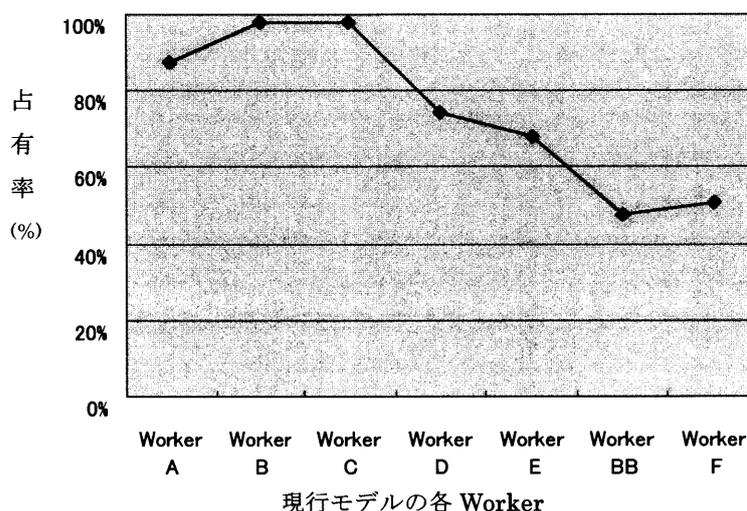


図 5.4 現行 Worker 占有率

5. 2. 3 現行モデルの改善案

これまでの議論を踏まえて、現行のモデルの生産性を上昇させるためには以下の点の“ムダ取り”を行うことが必要と考える。

1. 各 Machine を隣接させ、次の工程への運搬の距離を短縮する(改善モデルの Machine 間の移動距離は表 5.4)
2. 各 Worker が前後の作業も担当することで、作業負荷を均等にする

1 に関しては、図 5.5 にあるように、運搬に関して 1 分以内のレイアウトにする。これは TPS の考えを用いた生産方法のひとつである、セル生産のメリットを活用する。セル生産のメリットとしては、

- ① 同期化が進み製造リードタイムが短くなる
- ② 在庫・仕掛りが減少し、キャッシュフローが向上する
- ③ 生産性が向上する
- ④ 品質が向上し、不良が低減する
- ⑤ 多品種少量生産に柔軟に対応できる
- ⑥ 段取り替え時間が短縮する

などが挙げられる。これらの考えは、TPS と合い通じるものであり、根本には“ムダ取り”が存在している。

また 2 に関しては, Worker B, Worker BB, Worker F の作業負荷を上昇させることで, 作業負荷のばらつきを解消する。

5. 3 改善案のシミュレーション

5. 3. 1 3つの改善案

5.2.3 の改善案より 3つの作業方法を提案する。

Senario1 現行の作業方法で, 機械を隣接させ, 製品の運搬には 1分(運搬のムダ)

Senario2 各 Worker が手待ちの間には, 前後工程を助ける⁽⁴⁾(助ける範囲は, その Worker に対する前工程の後半作業, 後工程の前半作業を担当する)(手待ちのムダ)

Senario3 Senario1+Senario2

3つの Senario を実行し, 得られた統計数値を, 現行のモデルの数値と比較する。もちろん各 Worker, Machine で使用されるパラメータは同じものを使用する。(ただし Senario2 に関しては, 実際の作業を通した移動距離の制約を勘案し, 助け合うことのできる Worker は, それぞれ{A・B・F}, {C・D}, {E・BB}の三つに分ける)

表 5.4 改善案における Machine 間の移動距離(m)

To \ From	B	C	D	E	BB	F
A	1					
B		1				
C			1			
D				1		
E					1	
BB						1

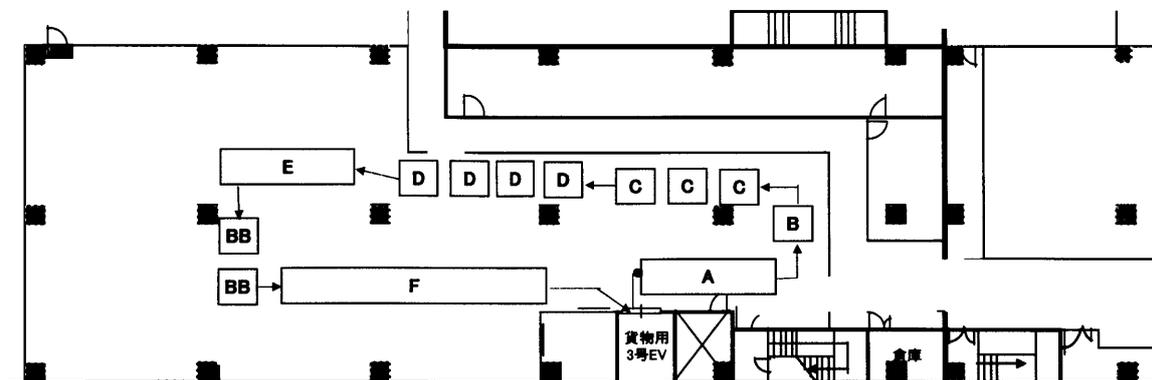


図 5.5 運搬のムダを考慮した工場レイアウト

5. 3. 2 改善案の実行

現行モデルを基に、3つの改善案のモデルを作成し、5.2.2で行った現行モデルのシミュレーションと同様に、一日22時間、10回の反復実行を行う。そして表5.5～7はシミュレーションにより得られた数値である。また本シミュレーションのパラメータを表5.8に示す。

表 5.5 Senariol の生産数と各 Worker の占有率

生産数(個)	259.2
Worker A	85%
Worker B	85%
Worker C	97%
Worker D	73%
Worker E	67%
Worker BB	45%
Worker F	19%

表 5.6 Senariol の生産数と各 Worker の占有率

生産数(個)	292.1
Worker A	100%
Worker B	85%
Worker C	100%
Worker D	95%
Worker E	90%
Worker BB	39%
Worker F	68%

表 5.7 Senariol の生産数と各 Worker の占有率

生産数(個)	569.6
Worker A	97%
Worker B	99%
Worker C	100%
Worker D	99%
Worker E	98%
Worker BB	83%
Worker F	96%

表 5.8 各モデルにおけるシミュレーションでのパラメータ

項目		現行モデル	改善モデル
各機械のワークタイム	秒	表 5.1 に従う	
前後作業時間	秒	表 5.1 に従う	
機械数	箇所	7	7
一回の供給ロット	個	36	36
機械間のマテハン時間	分	表 5.2 に従う	表 5.4 に従う
1日のシミュレーション時間	時間	22	22
シミュレーション期間	日	10	10

そして表 5.3, 5.5～7 の各総生産数と、表 5.5～7 の Senario 毎の Worker の占有率をグラフで図 5.6～5.9 表示する。

また、Worker の占有率の上昇と関連し、生産性の増加が可能となった現象を示すものとして、生産の産出間隔が挙げられる。表 5.8 にその結果ならびに現行モデルにおける産出間隔比率を示す。

産出間隔が短縮することによって以下の2点がいえる。

1. 産出間隔の短縮は、生産量の増加を意味する。
2. 産出間隔の短縮は、作業性の上昇を意味する。

現行モデルの産出と比較し、その減少率は Senario1~3 それぞれに対して、13%、11%、48%となる。ムダを取り除くことにより、作業性が上昇し、その結果生産性が増加する。

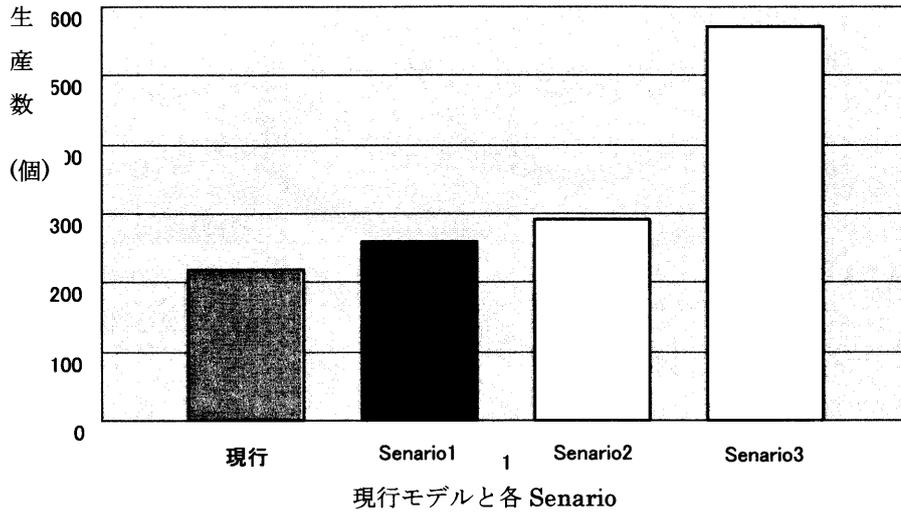


図 5.6 総生産数

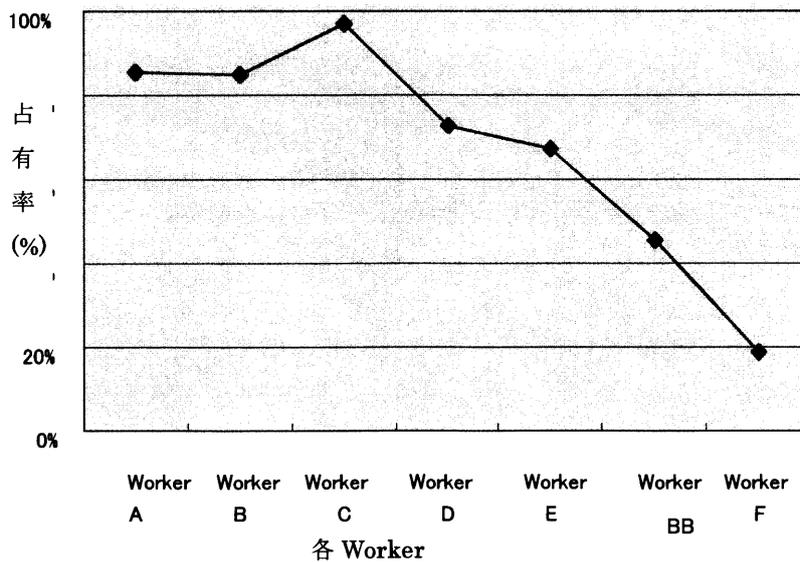


図 5.7 Senario1 の Worker 占有率

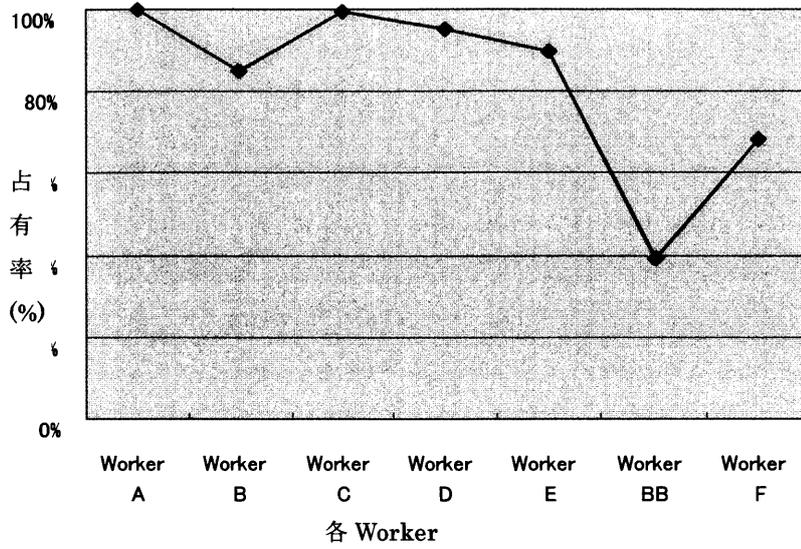


図 5.8 Senario2 Worker 占有率

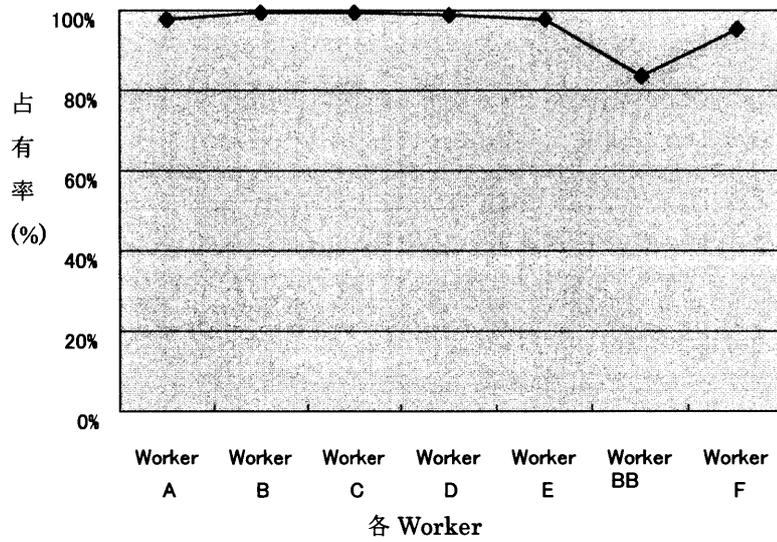


図 5.9 Senario3 Worker 占有率

表 5.8 生産の産出間隔(秒)とその現行モデルに対する比率

モデル	産出間隔(秒)	比率(%)
現行	235.68	
Senario 1	204.48	87%
Senario 2	209.07	89%
Senario 3	123.36	52%

5. 3. 3 作業内容解析

これまでのデータと改善モデルのシミュレーションの実行により、ムダを取除くことで大きな生産性の上昇が可能になることを明らかにした。そこで実際の作業にどのような変化が起こり、大幅な生産性向上の効果がもたらされたのかを明示する。

現行のモデルでは、各 Worker は図 5.2 に示してあるように、自工程の前半作業と後半作業のみを担当する。そのため、Machine が稼動している間、Worker は手待ちの状態になる。その時間は生産性を持たない、付加価値を生まないムダな時間である。また運搬に関しても、現行モデルの機械配置は研究対象企業の、塗料などを使用するための排気口の位置などの制約条件により、決定されている。その中で、運搬の作業は欠かすことのできない必要な作業である。そのため運搬時間は省くことができない時間である。この点においては、手待ち時間とは異なり、すぐに削除することができない作業になる。しかし、運搬の作業は必要かもしれないが、必ずしも付加価値を生まない。図 5.2 にある前半作業と後半作業は、付加価値を生む作業であり、正味作業時間にあたるが、運搬の作業は正味作業ではない。そのため、この時間を省くことで、正味作業である前半作業と後半作業に作業者が集中することができ、生産性が高まる要因であると理解できる。

そのため図 5.10 では本モデルの作業（正味作業時間である前半作業と、運搬を含めた後半作業、手待ち時間）が、現行モデル、Senario1,3 においてどのように推移していくかを示す。

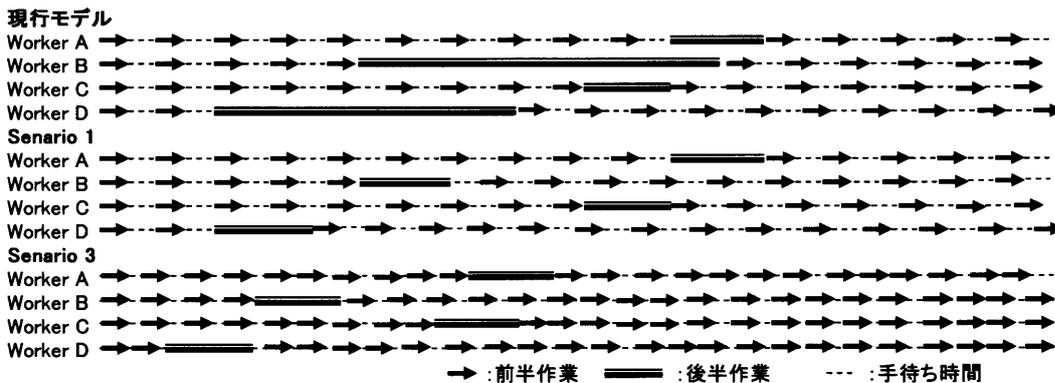


図 5.10 現行モデル，Senario 1,3 における作業推移

現行モデルでは、前半作業と手待ち時間が一定で交互に推移し、36ヶ製品の加工が終了すると、後半作業を行う。このサイクルは変わることはない。そのため、各 Worker は大きく作業改善を行う余地はないと考える。Senario1 では Machine を隣接させ、移動距離を縮めたことで、付加価値を生まない時間を短縮することを可能にしている。その分生産性が上昇すると理解できる。しかし、現行モデルと同様、前半作業と手待ち時間が交互に一定の時間で推移するために、削減された移動距離の時間が、正味作業時間に移行した分の作業性の上昇が可能になった。さらに Senario3 では各 Worker が前後工程の作業を手伝うようにした。その結果、現行モデルや Senario1 と比較すると、手待ち時間の削減が実現でき、

後半の作業のサイクルまで短縮した。

前後工程を手伝わせることにより、Senario3 の場合では Machine が稼動している間の手待ち時間を、正味作業時間に移行させることを可能にした。これにより、全作業時間における、付加価値を生む正味作業時間の比率を高めることが可能になった。表 5-7 にも表れているように、現行モデルならびに他の改善案と比較しても高い生産性を実現できた⁽⁵⁾。

以上より、ムダを省くことで、全作業時間における正味作業時間の比率を高めることができ、それによりスループットタイムは短縮し、高い生産性を実現した。この結果は、セル生産による生産性上昇と同じ仕組みである。セル生産における工程内のムダを排除するという基本概念が、生産性の上昇を可能にするプロセスと同様であるといえる(市川 2007)。

これらのことから、セル生産、ライン生産という生産方式の違いではなく、工程内のムダを排除するという目的での作業改善が、生産性向上を実現する。

5. 3. 4 改善案の検討、分析

機械を隣接させ、距離を縮めることで運搬のムダを取除いた改善案 Senario1 と現行モデルを比較すると、生産数も各 Worker の占有率においても、若干の数値の上昇が見られる。仕掛品の移動距離を短縮することにより、生産性の上昇は実現できる。次に、各 Worker が手待ちをしている間にそれぞれ前後の工程を応援する場合の Senario2 では、Senario1 同様生産数が上昇し、さらに図 5.9 を比較すると、各 Worker の占有率の割合が増加し、Senario1 よりもさらに改善の結果が現れている。さらに Senario3 では、生産数が大幅に増加し、Worker の占有率はほとんどにおいて 100%に近い値を記録し、作業効率の上昇が見られる。そして表 5-8 でも図示している通り、改善活動を行うことによって、完成品の産出間隔も短縮できた。この数値と生産数は必ずしも比例していないが、産出間隔の短縮と生産数の増加には相関が認められる。よって産出間隔の短縮は作業効率を高め、生産数を増加させる要因であると理解できる。表 5.9 では現行モデルを 100 とした、増加率を図示する。

表 5.9 現行モデルの生産数に対する、各 Senario の生産数の増加率

モデル	数量(個)	増加率(%)
現行	218.2	
Senario 1	259.2	119%
Senario 2	292.1	134%
Senario 3	1569.6	261%

以上の結果より、TPS の概念は効率化を達成することができた。これまで TPS の導入が難しいといわれていた企業においても、TPS の概念を用いた改善活動は可能である。

5. 4 本章のまとめ

現行モデルと改善案 3 つの比較・検討・分析により、従来 TPS の概念を導入することが

難しいとされていた半導体加工業においても、その概念を活用することで、大きな生産性の向上がもたらされることが明らかになった。作業においては多くのムダが存在する。それを一つ一つ取除くことで、地道ながらも改善は継続されていく。TPS の概念におけるムダは1. つくり過ぎのムダ 2. 手待ちのムダ 3. 運搬のムダ 4. 加工そのもののムダ 5. 在庫のムダ 6. 動作のムダ 7. 不良をつくるムダ が存在するが、本章での対象となる工場では“運搬のムダ”と“手待ちのムダ”に焦点を絞り、改善モデルを作成し、検討を行った。この二つのムダに絞った根拠は、表 5.1 にまとめた現行モデルの観察ならびにそれに基づいたシミュレーション実験を行った結果、これらのムダを削減することにより生産性の向上が可能と判断したからである。もちろんその他のムダの削減により、さらなる生産性の向上は可能であるが、本研究対象としての工場では特にこの二つのムダが特に大きく、それが一目瞭然だったからである。本章で明確になったことは、部分最適ではなく全体最適を思考することである。ムダを複合的に捕らえ、改善を実行することが、より企業の効率性により影響をもたらすといえる。

TPS における“ムダ取り”では、ムダの種類を体系化することで、改善を行う際の有意義な概念とした。この概念に照らしあわせることで、“ムダ取り”が容易になる。そして、これを実現できる企業こそが、激しい競争に勝ち抜く方法を得られる。TPS の概念を導入するために、シミュレーションを実行し、その結果得られる効果として以下の 4 点を列挙する。

1. 現行モデルを評価する際に、数値を分析することで問題点を浮き彫りにできる。
2. 実際にプロセス・イノベーションを実行する前に、多くの改善案を評価することができる。
3. 改善案を試すことで、その効果の“見える化”を実現し、企業がそれを採用しようというモチベーションが得られる。
4. TPS でいわれる、7 つのムダをひとつ改善するよりも、複数で“ムダ取り”を行う方がより高い改善結果が見られる。

シミュレーションの効果として、可視化を容易にすることを述べてきたが、この点に関しては TPS における“見える化”であり、このことからシミュレーションを使用することの優位点が明確になる。

注

- (1) 本章は、市川英孝(2009)“半導体加工における TPS の概念を用いたシミュレーション分析”を加筆修正したものである。
- (2) 本研究は Arena シミュレーション言語を用いた。
- (3) これらのデータは、Arena を実行した上でもたらされる生産数である。
- (4) Senario2 に関しては、現行モデルのレイアウトから実際の作業を通した移動距離の制約を勘案し、助け合うことのできる Worker は、それぞれ $\{A \cdot B \cdot F\}$, $\{C \cdot D\}$, $\{E \cdot BB\}$ の三つに分ける
- (5) ムダに関する分析は、必ずしも TPS に由来するものではなく、IE の分野において古くから研究が行われている(藤田 1973)。しかし TPS では、ムダを体系的に捉え、実践的な手法として確立しているため、本章においても、分析手法として用いる。

6. セル生産における柔軟性が作業ならびに生産性に⁽¹⁾ 及ぼす影響に関する考察

6. 1 はじめに

セル生産は、現在多くの企業で採用されている。特に組立てに関する作業においては、従来のベルトコンベヤを使用した、大規模な生産システムに代わるものとして活用されている。フォードを起とする大量生産システムでは⁽²⁾、同じ製品を同じ品質で、大量にかつ迅速に生産できる機能を重視した(David A. Hounshell 1998)。しかし、この大量生産システムが破棄されて、多品種少量生産を可能にするセル生産システムへ移行しつつある。この理由は、現在の市場のニーズに対する合致が困難になってきたためと考える。

近年、市場ニーズの把握は困難を極めているといわれる。理由の一つとしては、消費者のニーズの多様化がある。また企業間における技術レベルの差が小さくなり、他社の技術を容易に模倣することが可能になるなど、各企業における製品の差異化が困難になってきている。このことにより、製品購入決定の際の消費者への訴求要素において、製品機能の重要度が低下していることが理解できる。このような状況下では、それに対応するために企業は多様な製品ラインナップを揃える必要が生じる。そして企業は製品の購買決定において、消費者の欲しい製品を欲しいときに供給する、生産能力が必要になる。このためには、消費者の要求に対し柔軟に対応できる生産システムが不可欠になる。この柔軟性を実現するために、セル生産システムが多くの企業で採用されるようになったと理解する。

そこで本章では、大量生産システムからセル生産システムへ移行する過程において、作業柔軟性が重要視されるようになった背景を述べる。また、市場のニーズへの的確な対応を可能にする、セル生産が内包する柔軟性について、実際の作業を詳細に分析することでその特徴を示す。そして多くの企業がセル生産を採用する理由の明確化を試みる。

6. 2 企業でセル生産が普及する背景

消費者の嗜好、価値観の多様化により、個性に満ちた多様な製品が要求され、製品のライフサイクルは短くなる。また、企業における製品間の優位差が明確でないときには、消費者が購入を決定する要因は、すぐ手元へ消費者が望む商品が届けられるかどうか、すなわち即納期が重要になる。そうであれば、製造段階で要求されることは、スループットタイムの短縮である。しかし短納期を実現するために、余計に部品在庫を保有する、製造過程において仕掛品を多く抱えるという状況は、企業の財務状況を圧迫するものであり、好ましい手段とはいえない。特に、多品種少量生産を実施しなければならない状況においては、小ロット生産を可能にするためにも、頻繁な段取り替えを要求される。だからといって、段取りに数時間もかかっているのは本来の趣旨からかけ離れ、消費者の要求に応えることはできない。そうであれば、いかに段取り時間を短縮するか、例えばシングル段取りといわれるような、10分以内に段取りを完了できるような、生産システムが必要になるだろ

う。

セル生産は、以上のような要求を満たす生産システムと理解され、多くの組立産業において1990年代以降に普及してきた。このような環境下に企業が置かれているために、生産システムの強化＝プロセス・イノベーションを志向するようになったと考える。また多品種少量生産を実行するためには、段取り替えに要する時間を極力ゼロに近づける必要がある。企業に価値をもたらす作業は正味作業時間だけである。実際に製品の加工、組立てなどの作業以外の、段取り時間や手待ち時間などの価値を生み出さない作業が、企業に貢献することはない。そうであれば、多品種少量生産において必要となる、多くの段取り替えにかかる作業時間を極力ゼロに近づけ、正味作業時間を増やすことは企業活動にとって重要な要素である。多品種少量生産を可能にし、さらに必要となる段取り替えにかかる時間を極力省くことができる生産方法がセル生産である (Isa and Tsuru 2002 ; 酒巻 2006 ; 信夫, 森 2003)。

6. 3 作業において柔軟性が必要とされる理由

それまでのコンベヤなどを使用した大規模な生産システムから、セル生産が志向された理由は6.2にて詳述した。端的に言えば、それまでの生産システムでは、市場(消費者)の要求に対して迅速に対応することが困難であったこと、また他社との競争に勝ち抜くためには、プロセス・イノベーションでの優位性が必要であったこと、などがある。そしてこれまでの先行研究からも明らかなように、セル生産には他の生産方式よりも生産段階において発生する不確実な要因に対して、“柔軟”に対処できる機能に、その優位点があると理解される。

生産方法に“柔軟性”が必要とされる理由を考える。コンベヤなどを使用した大規模な生産システムが得意としていた製品群では、大量生産を前提とする生産方法であった (Hounshell 1998 ; 藤本 2001b)。フォードを起源とする大量生産システムでは、同一品種(例えばT型フォード)を生産し続けることで、効率性を追求した。それにより自動車の低価格化が実現でき、多くの一般市民にとって手の届く存在にした。このことは、革新的イノベーションの段階における生産システムでは、非常に有効な手段であると理解できる。しかしT型フォードがたどる道は、フォード社の歴史からも明らかなように、市場が成熟し、消費者の可処分所得が増加するなかで、市場(消費者)の嗜好を満足させるためには、単一品種を断続的に供給するよりも、多くのバリエーションの供給を可能にするもののほうが、より多くの市場(消費者)の満足を獲得できる。つまり企業は多くのシェアを獲得することになり、他社と比較して優位に立つ。このことは自動車産業における、大量生産方式のフォード生産方式に対する、GMが行ったフレキシブル生産方式(スローン方式)であると理解できる(藤本 2001a) ⁽³⁾⁽⁴⁾。

このフォードとGMの結果は、市場(消費者)の嗜好の変化に迅速に対応することが、企業にとっては必要不可欠な企業活動であることを示している。まさにフレキシブル(柔軟性)な生産システムが重要な要素であるといえる。現代では、消費者嗜好の変化が非常に速い

ため、GMが行ったフレキシブル生産方式よりもさらに柔軟な生産システムが必要とされている。多種の要因による不確実性に対処する生産能力が求められる中で、柔軟性を内包するセル生産は、その不確実性に対する高い対応力を持ち合わせている生産方法であるといえる。

本章では、「柔軟性」という単語が非常に重要な意味を持つ。「柔軟性」が持つ概念について坪根と松浦(1995)は、「柔軟性には、範囲の経済性 (Economics of scope), 小ロットサイズ (Small lot size), 多目的設備 (Multi-purpose facility), 多様な製品 (Product varieties), 多様化 (Diversification), 生産の質的能力 (Capability of Production), 量の変化 (Volume change), 工程変更の容易さ (Ease of process change) などの概念を含蓄する」と述べている。そこで本章では、この概念を踏襲しつつ、多品種少量生産に対するセル生産の柔軟性ということで、①小ロットサイズ・少数生産を可能にする、②生産の質・量的能力を向上させる、③量・種類の変化に対応できる、の3項目を概念として設定する。

また、坪根と松浦(1995)は、生産上必要不可欠な柔軟性のタイプとして、(1)機械の柔軟性、(2)突発の柔軟性、(3)作業の柔軟性、(4)工程の柔軟性、(5)搬送の柔軟性、(6)製品の柔軟性、(7)量の柔軟性、(8)多品種の柔軟性、(9)拡大の柔軟性、(10)計画/スケジューリングの柔軟性、を挙げている。本章では、10の柔軟性の中から(3)作業の柔軟性、(4)工程の柔軟性について検証する。その理由は、他の生産方式と比較してセル生産のメリットであり、上記で述べた柔軟性の概念を可能にするために必要な要素であると判断したためである。そして企業がセル生産を採用する上での重要な要素であることも包含する。また、これまでの先行研究においても、セル生産の特徴としてこの二つが取り上げられており、本章における検討の重要性を示すことができると理解する。

6. 4 それ以前の生産方法に対するセル生産の柔軟性

生産システムにおける柔軟性は、フォード生産方式以前から追求されていた。例えば、19世紀の自転車生産やマシン製造においても、工具やゲージ類などを用いることにより、部品の共通化や、多くの時間を要していた手直しの時間の削減を追求した⁽⁵⁾。しかし、フォードによる大量生産以降、柔軟性よりも生産性⁽⁶⁾が重要視されるようになった。フォードが大量生産を実現するためには、特定の熟練作業者がもつ経験と勘を必要とする作業方法ではなく、どのような作業でも同じ規格の部品を、停滞せずに生産できるように行う必要があった。そのために、各部品に対する専用機械を用いることで、それを可能にした。専用機械を使うことによって同一規格の部品を大量に生産することができ、規模の経済性は達成することができたが、異なる規格の部品を少量で生産することに対しては非常に難しくする原因となった。

アメリカでは「生産性のジレンマ」——生産性は低くても頻繁に生産物のモデルチェンジを行うのか、あるいはモデルチェンジをせずに生産性を上げるのか、このいずれかを選択するという問題——が今なお議論されている。このジレンマは、決して新しいものではない。これは1920年代末には大量生産のエートスと新しい消費パターンが確立される

とともに生まれたのである(Hounshell 1998)。ここで生産物の頻繁なモデルチェンジを，“柔軟性を持たせた生産”と置き換えれば⁽⁷⁾，アメリカでは生産性と柔軟性はトレード・オフの関係にあるといえる。同様にアメリカでは，生産性と高い品質がトレード・オフの関係にあるといわれる。しかし，藤本(2001a)が述べているように，戦後日本の製造業は高い生産性と，高品質を実現すると同時に高度な柔軟性も実現し，世界から賞賛を勝ち得てきた。非常に大きな消費者層を持つアメリカ市場と異なり，日本という小さな市場では，同じものを延々と生産し続けることは不可能であった。初期の自動車製造においても，企業の資本体力が十分でなかったこともあり，小ロット生産を強いられた。だからといって，生産性を低下させてしまえば，ただでさえ少ない企業体力を低下させ，生き残ることも難しくする。そのため，柔軟性を持ち，さらに生産性を低下させない，さらには高品質を維持する生産システムの構築が急務の課題であった。そのような背景において，トヨタ生産システム(TPS)などの日本企業独特な生産システムが企業ごとに考案され，現在の日本企業の基礎を作り上げるまでになった。つまり日本企業は，アメリカでは不可能と思われていた，高い生産性，高品質，高度な柔軟性を同時に可能にする生産システムを実現したことにより，プロセス・イノベーションにおいて欧米企業に対し圧倒的な優位な立場を築くことを可能にした。

このような柔軟性を持つ生産システムを構築するために，坪根(2000)は，

- 1) 環境の不確かさの内容に応じてどのようなタイプの柔軟性が必要か？
- 2) 柔軟性のタイプは生産性・品質・競争上の有利さにどのようなインパクトを与えるか？
- 3) 柔軟性を高めるためには，どのような方法があり，どのようにして達成するのか？
- 4) 柔軟性をどのようにして評価するのか？

以上の4点について明確にすることで，各企業がどのような柔軟性を持つ生産システムを採用するかが，はっきりすると述べている。

この指摘に対して，一般的に評価されているセル生産で上記4点の回答は，

- (1) 現代の消費者の嗜好を把握することの難しさから，製品のモデルチェンジを必要なときに行うことを可能にする柔軟性
- (2) セル生産の柔軟性は，小ロット多品種生産を可能にし，一個流しを行うことで品質に関しても作業者に高い意識を持たせる。よって柔軟性を持たない生産システムを採用する企業に比較し，明確な競争優位，ならびに製品の差別化をもたらす
- (3) 大量生産において主流だった見込み生産から，BTO(Built to Order)もしくは，MTO(Make to Order)を可能にすることで，市場の要求に対して的確に反応し，無駄な製品，材料を持つことをなくし，財務面においても柔軟性に欠ける企業に対して競争優位を果たす
- (4) 製品のスループットタイムを短縮し，仕掛品・材料・部品の量を削減し，作業者の正味作業時間の割合を増加させる

など，セル生産に関しては，以上の特質があると考えられる。次項以降では，実際のセル生産の作業を観測し，分析することでこれらの特質を可能とする要因を明確にする。

6. 5 N社Y事業場での作業観測

6. 5. 1 N社Y事業場における生産現場の状況

N社Y事業場では、2000年より受注から生産指示、調達、製造、出荷まですべての工程が自律的に動く仕組みを目指し、外部生産コンサルタントによる指示を仰ぎながら、トヨタ生産方式（TPS）を自社に適した形で取り込むことによって、現場改善を行ってきた。現場改善でのN社Y事業場においての特徴としては、以下の点を挙げる。

リレー方式・・・作業工程間のバラツキを自律的に解消する仕組み。作業が完了したら前工程の作業を取りに行く。後工程で作業が滞っていたら前工程が作業を手伝う（応援授）

部品供給・・・保税JIT調達（海外ODMから調達するベースユニットは保税のまま米沢近郊の倉庫に保管し、JIT納入）

キーコンポーネント（HDD、ODD、メモリ等）はVMI方式

国内一般部材はカンバン調達

部材ストアには約1時間分の在庫、みずすましがモノと情報の伝達

混流生産・・・多品種（BT0）、小ロットに対応する混流生産の仕組み。N社の現状は2万点の品種のうち、1ヶ/日の製品約4割、10ヶ/日以下約7割。この多品種少量生産の中、仕掛かり在庫を削減するため、また見込み生産ではなく受注後生産することを可能にするため、1つのセルで複数の機種を生産できる仕組みを作る。

パソコンの特性として、製品サイクルは3ヶ月。ライフサイクルを見極めた中で量産初期の中で作りこみ、徐々に生産量を減らしていく。また、ボーナス期、クリスマスなどの繁忙期には、閑散期の生産量の2倍以上になる。量の変動に対処するために生産数の平準化を行い、必要な時期に必要な量を調達し、生産することが重要となる。セル生産は混流生産を可能にする生産方法としてパソコン生産には最適であると考えられる。

6. 5. 2 N社Y事業場での現場改善の変遷

N社Y事業場では2000年8月より、外部コンサルタントを招き現場改善を開始し、以後2004年10月までに生産性6.5倍（00年度比）を達成した。変遷の概要を示す。

2000年8月 第一回指導会時

・コンベアを撤去し、N社独自のセル生産ライン

・ライン長：17m、構成人員：11人、一人当たりの生産量：8台/日

状況：組立て、エージング、検査がバラバラ。標準化されていない作業、動き

2001年

・組立て、エージング、検査ラインを一直線にレイアウト変更

・作業者を多能工化、リレー方式採用、柔軟にライン人員を変更可能にする。

・生産性2.5倍（00年度比）

2002年

・組立て/検査各3人の6人構成（45%減）ライン長：11m（35%短縮）、生産性：4倍（00年度比）

・みずしましによる部材供給化

2002年 デスクトップパソコン

- ・ 5箇所あった製造ラインを社内へ統合，ライン数：8本→20本
- ・ ライン長：7.5m（65%短縮），生産性：5倍（00年度比）

ノートパソコン

- ・ ライン数：6本→20本，ライン長：7.2m（68%短縮），生産性：5倍（00年度比）

自動化の改善（社内製の設備，ながら設備）

- ・ 9秒短縮（自動引き出し機，自動エアブロー装置）
- ・ 10秒短縮（ネジ締め装置）
- ・ 33秒短縮（昇降機構付き作業台，自動送り機構，添付品棚ランプ）
- ・ 6秒短縮（梱包工程自動化）
- ・ 1名の活人（エージング棚の超コンパクト化，インライン化，自働昇降機構）
- ・ 作業の問題の顕在化（アンドンの使用）

- 2004年
- ・ 活フロア：約10000㎡，棚卸回転日数：半減
 - ・ 生産性：6.5倍（00年度比），3～4秒に1台のパソコン生産，日産8千台
 - ・ RFIDシステムによる可視性向上

継続的な改善により，フロア22㎡から8.6㎡へ。3人構成，スペース1/3で，生産性3倍のトリプル・スリーを目指す。

また，生産部門の改善だけではなく，発注から納入までの期間を短縮するVCM(Value Chain Management)システムを導入し，IT活用による需給計画のスピードアップ化（1.5週→3日）を行っている。

6. 5. 3 N社Y事業場でのIT活用による生産性向上

研究対象となる作業現場においては，当初のみずすましによる部品供給では，みずすまし本人による確認によってのみ供給のタイミングが行われていた。さらなるカイゼンを志向することで，生産と部品供給のタイミングをマッチさせるよう工夫が重ねられている。

近年のIT(情報技術)の発展が，製造分野においての生産性向上に寄与しているといわれているが，当工場においてもそれを実現するためのITを実装することで，生産性向上を目指している。それがRFIDの利用である。RFIDとは，Radio Frequency Identification「電波による個体識別」の略であり，ID情報を埋め込んだRFタグから，電磁界や電波などを用いた近距離（周波数帯によって数cm～数m）の無線通信によって情報をやりとりするもの，および技術全般を指す。

RFIDは，既存のデータキャリアであるバーコードに比べデータの書き換えができるほか，個品レベルでのID管理が実現できるものとして期待されている。また，無線を利用しているため読み取りが柔軟で，同時に複数IDを一括して読み取ることも可能である。

本研究対象の工場ではRFIDの活用により，以下の点が変更されている。

1. RFID導入以前では，多くの生産仕様書で生産のスケジュールを判別していたが，RFIDによるデータ化により，作業場にある画面上で今後の生産スケジュールを確認できる。
2. RFIDにより部品管理が可能になり，どの部品を使うかが事前にわか

るようになった。特に多品種少量生産である生産現場においては、一つのパーツが異なるだけのこともあり、あらかじめどの部品を使用するかの“見える化”が実現できた。

3. どこで何を生産しているかは RFID 導入以前では、各セルに行かないと分からず、生産管理の現場では何が出荷でき、できないかを判別することが容易ではなかった。しかし RFID 導入により、セルにおける生産の進捗状況が“見える化”でき、出荷への調整もスムーズに行えるようになった。セル生産の現場では、予定生産状況が確認でき、現時点での進捗状況もわかるようになる。
4. 部品供給のみずすましへも、RFID 導入前では何を供給するかはみずすまし各人がセル生産の現場へ行き、次の供給する部品を調整していた。しかし RFID 導入により、供給先のセルで現在どの PC をいくつ生産しているかが判別でき、次に部品を供給するタイミングが明確になり、供給の確認をするというムダな作業がなくなった。

RFID の導入による生産性向上については、Takakuwa Ichikawa and Miwa(2006)が詳細に検討をしている。コンベヤによる PC 生産から RFID を使用したセル生産に移行することにより、約 4 倍の生産性が期待できる。RFID などの IT 技術の導入により、セル生産の効果をより増大させることが可能である。

以上から、情報の伝達やトレーサビリティを含めて活用可能である IT を生産性向上の目的で導入することは、今回の事例が明らかにするように、多くの製造企業が十分考慮すべきである。

6. 6 観測結果の考察

6. 6. 1 N社Y事業場での生産の特徴

N社Y事業場では、3人が一組となってパソコンを組立てている。表 3.1 にもあるように、Worker1 が組立作業、Worker2 がエージング前後検査、Worker3 がエージング後検査と梱包を担当する。工程範囲に関しては、厳格な分割は行われていない。表 3.1 にあるように、実線の部分が各 Worker の主となる工程範囲であるが、破線部も状況により担当する。この状況とは、隣の作業者の進行具合に合わせて、どこの段階で作業を引き継ぐか各 Worker が判断する。例えば、Worker1 が組立作業を終了した時点で、まだ Worker2 の作業が途中で、製品を引き継げない場合には、工程範囲の 2-20 まで作業を行うことがある。このような行為を“応援”と呼び、各 Worker の前後の工程を行うことで、前工程の Worker が作業待ちを避けることが出来る方法を採用している。この方法は、パソコン組立ての作業を通じて、工程の柔軟性を持たせることに主眼を置く。各 Worker 間に“のりしろ”の部分を設定することで、一人の Worker が忙しいときに、他の Worker が暇をもてあそぶという状況を極力排除できる。付録 2 で図示するように、必要に応じて各 Worker が他の Worker の作業工程を行っている。この行為によって、Worker の手待ちを防ぐことが出来、生産性

を上昇させ、ならびにスループットタイム短縮の短縮を可能にした。これは大規模な生産設備においても、すべての作業者の能力に合わせ、作業が適切に分割れていれば解決される問題であるといえる。しかし、なぜ大規模な生産設備を使用した生産システムが否定され始めたのかといえ、その作業分割を適切に行えなかったことに端を発するだろう。たとえ作業場は適切に分割できる作業であったとしても、実際の作業を行う上で、イレギュラーな要素まで排除することが出来ない。イレギュラーとは、製品や部品の不良品の発生、各作業者の日々の体調の善し悪しも含まれる。このような不確実性は発生がランダムなため、予測が非常に難しい。数字で明確にすることが難しい要因に対処するためには、N社Y事業場における工程間のように“のりしろ”の部分に工程を設定し、柔軟性を持たせることで対処することが最善な方法であると判断した。また、この“応援”の行為により、ただ自工程を行えばよいという気持ちも排除することを可能にし、各Workerが前後の作業も意識することにより、作業の流れをしっかりと把握するように努める。これらによって生産性の向上が可能になると理解できる。

もうひとつ、N社Y事業場での生産の特徴としてWorker2の作業について挙げる。付録2を見ると明らかであるが、Worker2の作業台が3つ存在する。この理由は、Worker2の作業内容に、多くの手待ち時間⁽⁸⁾が存在するためである。もし作業台が1つしかなければ、手待ち時間が終わるまでWorkerは作業を行わず、それにより生産性が低下する。そのため、作業台を3つ設置することにより、1つのパソコンで手待ち時間が発生したとしても、他に作業できるパソコンに取り掛かることによって、Worker2の実質の手待ちを防ぐ役割を持たせる。付録2で示すように、Worker2は頻繁に作業を行う台を替えている。これは、作業を行っていた製品に作業待ち時間が発生した。作業が可能となっている他の台にあるパソコンに取り掛かる。作業においてどうしても避けることの出来ない手待ち時間を極力排除するために、作業に柔軟性をもたせる意味がある。特にWorker2の作業範囲には手待ち時間が多く存在し、手待ち時間と正味作業時間の割合は、3：1である。もし作業台が一台しかなければ全作業時間の3/4の時間を、手を止めたまま待つだけで、生産性を高めることは出来ない。さらに大半の手待ち時間のため、Worker1とWorker3との工程分割の兼ね合いも不安定なものとなり、各Workerにマイナスの心理的要因が発生する。ここでの作業は、もっとも作業のバランスがとりにくいと理解できる、Worker2の作業状況をWorker1とWorker3が適宜確認しつつ、作業のバランスをとるために応援を行い、全体のバランスに注意しつつ生産性を高めるよう心がけている。

6. 6. 2 Worker2の作業数値分析

N社Y事業場でもっとも柔軟性を持たせている工程はWorker2の作業方法、つまり3台の製品を頻繁に入れ替え、一製品あたり短時間の作業を行っている点にあるといえる。6.6.1で述べたように、Worker2の作業時間の約3/4が手待ち時間になっていることから起因すると考える。Worker2の作業の柔軟性を明らかにするために、約5時間にわたる実際の作業をビデオに撮り、作業分析を行った。そこで採取したデータを図にしたものが付録2である。Worker1には手待ち作業はなく(応援では手待ち時間は存在する)、Worker3は一部に手待ち時間が存在するが、ほとんど作業には影響しない。そのため詳細な分析はWorker2のみとする。付録2の説明として、ページの頭のWorker2の真下にある四角囲み

の数字(1, 2, 3)は作業台を示している。作業台 1, 2 ではエージング前検査工程(2-1~2-20)を、作業台 3 ではエージング後検査工程(3-1~3-23)を行う。その下の図は、時間推移に従う作業内容である。丸囲みの数字は、表 3.1 の作業番号(ハイフン以降の数字)と一致する。Worker2 の作業推移は、作業が終わり手待ち時間が発生すると、他の作業台にある作業が可能となっているパソコンへ移る。そのため付録 2 を見て明らかのように、数秒の作業時間で他の台のパソコンへ移ることも頻繁に起こる。

Worker2 の一工程の平均の作業時間は、約 5.85 秒である。そして作業台の推移は 1 秒弱から 1 分前後である。1 つの作業台において作業する一回の作業時間(作業を始めて手待ち時間が発生し、他の作業台へ移行するまで)の各作業台での正味作業時間を表 6.1 に示す。表 6.1 での平均正味作業時間からも分かるように、Worker2 が 1 つの台で一回の作業を行う時間は短い。付録 2 からも、Worker2 が行う作業の時間は短く、作業工程は非常に狭い。この狭い工程を短い作業時間で行うことで、本研究におけるセル生産における柔軟性を達成することができた、と理解する。作業工程内に存在する手待ち時間も、このように 3 台の作業場を確保することで、ほとんど発生していない。作業台が 3 台あるために、作業するパソコンをめまぐるしく変えながら、生産性を低下させずに連続した作業にするため、Worker2 の持つ能力に高く依存すると考える。しかし、大規模な生産システムによる生産

表 6.1 各作業台における一回の平均正味作業時間(単位：秒)

作業台	1	2	3
作業一回における 平均正味作業時間	15.18	13.89	22.10
標準偏差	11.4	11.2	17.0

体制では、このような手待ち時間を排除するという仕組みは考慮されずに、作業の一部として組み込まれていた。そうであれば、Worker2 の作業時間の約 3/4 という時間を占めている手待ち時間を、ムダにしていたといえる。セル生産ではこのムダにしていた時間を、正味作業時間に転換することを可能にした。このことから、柔軟性を持たせることで、生産性を高めることが出来た。欧米では困難と理解されてきた、柔軟性を高めることと同時に、生産性を高めることは可能であることが明らかになった。

6. 7 本章のまとめ

本章において、これまでの大規模な設備を要した生産システムと比較し、セル生産における柔軟性が高いことを示した。特に工程の柔軟性と、作業の柔軟性についてセル生産では高いメリットをもつことが理解された。これまで多くの先行研究において、大規模な設備を使用した生産方式と比較して、多品種少量生産を有効に機能させるために、セル生産は非常に高い効果をもたらす生産システムとして評価されている。しかし、セル生産の研

究では、作業者のモチベーションを高めることや、セル生産に従事する作業者には高い技術を要する、などの定性的研究が非常に多く占めてきた。これだけセル生産に関する研究が多いのにも関わらず、定量的分析による研究は非常に少ない。また、柔軟性に関する研究においても、実証的な研究は少なく、特に生産においていかに柔軟性が必要とされ、その中でどのように柔軟性が機能するかという研究は稀有である。またセル生産は、クラフトマンシップによる生産からフォードによる大量生産方式を経て、生産システムの歴史の中でも非常に高い柔軟性を内包した生産方式といえると評価されるが、このことに関する記述も少ない。

本章は実際のセル生産を実施した工場において、詳細な作業分析を行い、そこに存在する高い柔軟性(頻繁な作業の切り替えや応援など)を明らかにし、高い生産性を可能にしているセル生産のメカニズムを明らかにしてきた。そして、セル生産が包含する高い柔軟性を示すことで、現在セル生産を採用している企業がさらに高い柔軟性を追求しようと、さらなる改善のきっかけともなると考える。またセル生産を採用していない企業が、生産において柔軟性を必要と感じ、セル生産を導入するきっかけになればと考える。コンベヤなどを使用したライン生産では製造現場の管理者により作業範囲が決められていた状況では、高い柔軟性を可能にする要素(頻繁な作業の切り替えや応援など)は発揮されることがなかった。これを可能にした要因は管理者から現場作業員への権限の移譲である。セル生産では、現場作業員が自己の判断で作業対象を変更、組立を行う。さらに周りの作業員による判断で、生産ラインのバランスをとり、ボトルネックの発生を防いでいる。このことこそ現場作業員の自律性を意味する。高い作業柔軟性による高い生産性を実現するためには、できる限り生産現場での権限を委譲し、現場作業員の自律性を発揮するような仕組みを作り上げることが重要である。次章ではN社Y事業部において、現場作業員の自律性がどのように植え付けられたかについて追究する。

また導入しようとする企業やその体質、製品が異なれば当然、採用するセルの仕組みも異なるということも非常に重要である。企業が採用する戦略に唯一の解がない(Mintzberg; 2005, Mintzberg 他; 2006)のと同様、生産方式にも同じことがいえると考えられる。この点に関しては、セル生産に対する批判の一つである、セル生産を導入しても生産性が上がらないということだ。セル生産の導入が高い生産性を実現するという安易な発想、意見により多くの企業がセル生産の導入を試みたにもかかわらず、期待した結果を得られなかったために、元の生産方法へ戻す例がある(日経ものづくり 2004a)。しかし、セル生産はその企業、製品に適合した仕組みを作り上げるとは言うまでもない。

本章で取り上げたセル生産の実例は、多くの中の1つであり、他の企業で採用しているセル生産における柔軟性とは異なるかもしれない。セル生産には明確な定義は存在しない。セル生産とは呼ばなくても、このような生産方式を取り入れている企業は存在する。しかし、それら全ての企業の取り巻く環境が非常に厳しいことに間違いはないだろう。そして生産システムにおいて柔軟性が緊要であることも確かである。市場のニーズの変化がいつ、どのように起こるか予測が難しくなっている環境下で、適切に市場のニーズに反応するためには、企業における生産方式、ならびに生産システムに高い柔軟性が備わっていることが必要不可欠な要素であることが分かる。そのためにも、仕組みはどうかであれ、柔軟性を内包した生産システムを構築することは重要である。その中で、セル生産は高い柔軟性を

理由に、現代の市場ニーズを把握しづらい環境において、非常に有効な生産システムであると評価できる。

注

- (1) 本章は、市川英孝(2008)“セル生産における作業柔軟性に関する考察—リレー方式によるパソコン組立を例に一”を加筆修正したものである。
- (2) フォード生産方式および大量生産についての歴史に関しては、David A. Hounshell(1998)が詳しい。T型フォードでの生産方法、考え方など詳細な記述がされている。
- (3) 藤本隆宏(2000, 2001a)では、「表層のパフォーマンス」とは、特定の製品に関して、消費者が直接観察・評価できる指標のことで、具体的には価格、納期、知覚された製品内容などである。これに対して、顧客は直接観察できないが、表層のパフォーマンスを背後で支え、かつ企業の組織能力と直接的に結びついている指標のことを「深層のパフォーマンス」と呼ぶ。生産性、生産リードタイム(生産期間)、開発リードタイム、適合品質(不良率)、などがこれにあたる。
- (4) 藤本隆宏(2001 a)は生産性を、「インプット(生産要素の投入)とアウトプット(経済的に有用な産出)の比率」と定義している。生産性を高めることでコスト競争力が増す。企業の競争力をアップさせるには、生産性向上が必要になる(高橋伸夫, 2005)。
- (5) この時代の製品は、一つ一つの精度が非常に悪く、組立てる製品ごとに熟練作業による手直しが必要とされていた。そのため、同じ部品であっても、組み付ける相手部品が異なれば、またその相手部品にあわせるように、熟練作業による手直しが必要になっていた。
- (6) ここで用いる生産性は、単純に各作業による1単位当たりの生産数のことであり、生産性が上昇するという事は、生産数が増加するという事である。
- (7) 本章における柔軟性を特に、作業の柔軟性と、工程の柔軟性に焦点を当てることにした。そのため、頻繁なモデルチェンジを可能にし、その際停滞を起こさないことは、作業の柔軟性ならびに工程の柔軟性によって可能にする。つまり頻繁なモデルチェンジを可能にする生産システム=柔軟性を持った生産システム、と理解する。
- (8) 手待ち時間は、パソコンの起動やシステム検査などの省略できない必要不可欠な作業であり、その間 Worker はそれらが終わるまで待機することを強制される。

7. セル生産における作業者の自律的な作業方法に関する考察

7. 1 はじめに

世界経済は第二次世界大戦後、豊かさを求め大量生産、大量消費の時代を謳歌した。大量生産の代表的な例が、ベルトコンベヤを使用したフォードの自動車生産ラインである(Hounshell 1998)。20世紀初頭にT型フォードを生産し、一般大衆でも低価格で自動車の購買を可能にし、自動車をより身近なものにした。しかし、大衆は所得水準の向上に伴って多様なニーズを持つようになり、T型フォードのみを生産していたフォードから離れていくことになる。この消費者の嗜好の変化に対して、車種のラインアップを増やしていたGMは消費者をひきつけることに成功する(Batchelor 1998)。この結果はフォードに、大量生産による低価格化だけでは消費者を満足させることが困難であり、車種のバリエーションによって、消費者の間においても心理的な差異化を感じさせることが、購入決定動機に重要な要素になることを理解させた。以降現在まで、多くの自動車メーカーによって多種の自動車をさらに市場にあふれる状態を作り出した。しかし各企業の技術力の均一化によって製品の差別化を難しくし、また量的な充足はさらなる顧客ニーズの多様化を招き、多品種少量化に応じた生産体制を余儀なくさせることとなった(信夫 1998 ; 生駒 2002)。

以上のことから現代の多様化した消費者ニーズを満たすためには、多品種少量生産、供給サイクルの短縮は企業の当然の活動である。生産性を重視するために、大量生産により必要ないものを生産することは、資源の無駄遣いや廃棄による環境への悪影響を及ぼす。そして現代の企業経営において、環境に対する配慮という面においても、消費者が必要なきときに必要なものを供給することを第一に考えた生産体制を、企業は構築すべきである。

7. 2 多品種少量生産を志向した生産体制

生産性を維持しつつ多品種少量生産を可能にするためには、機種の変更(段取り替え)にかかる時間を極力ゼロへ近づけることが重要になる。大型設備などを使用し、段取り替えに時間がかかる生産体制では、1日に多品種を生産することは合理的な行為とはいえない。つまり段取り時間が長いことは製品コストの面において、必然的に経済ロットサイズを大きくする必要が生じ、オーダーに迅速には対応することが難しくなる。その結果在庫を多く持つ必要が生じる、製造リードタイムが長くなるなどの、要因を発生させる。逆に経済ロットサイズが小さくなると、注文への対応が迅速になり、在庫も少なく済む(坪根 齊他 1995)。

経済ロットサイズを小さくするためには、一回あたりの生産数を極端に言えば、数個から数十個でも生産コストに見合う生産体制でなければならない。経済ロットサイズを最小単位にするために、1日に頻繁な段取り替えを可能にし、なおかつ生産性を落とさないためにはその生産体制に柔軟性が必要になる。ここで柔軟性とは、生産における種類、量、生産時間、生産のタイミングに関して環境条件の変化に速やかに適応できることであり、

早く、しかも経済的に生産できることを意味する(Carlsson 1992 ; 坪根他 1995)。

以上より、最小単位の経済ロットサイズで、頻繁な段取り替えを可能にする生産体制には、そこに柔軟性が内包される必要があると考える。そこで、多品種少量生産を可能にし、柔軟性を持つ生産体制としては、セル生産は最も適した生産体制の一つである。これは作業が細分化され、コンベヤ上にある製品を作業者が流れ作業で行う生産体制と対極にある。6章でも示したように、セル生産には生産性において多くのメリットが存在する。

ここで特筆すべきことは作業者の能力に大きく依存するという点で、セル生産は作業者の自律的意思により生産性、品質が向上する。なぜなら少人数完結ということで作った作業者が明確であり、1人あたりの生産性を意識することになり、責任も明確になる。そのためセル生産は多能化された少人数の作業員から編成される自律分散型生産方式(都留康 2001)といえる。このように作業員に大きく依存したセル生産は柔軟性を持ち、作業員にやる気を出させ、生産活動に対し責任意識をもたせることにより、さらなる成果をもたらすことが可能になる。次項以降で、実際にセル生産が採用され、生産性向上の効果を挙げた生産現場を例に挙げる。そこに従事する現場作業員へのアンケート結果より、大規模なコンベヤシステムを使った生産体制との比較を行い、セル生産が柔軟性を持ち、多品種少量生産に適合した生産システムであることを定性的に調査する。

7. 3 N社Y事業場でのアンケート調査

7. 3. 1 各作業員のタイプ分け

N社Y事業場では、2000年よりトヨタ生産システム(TPS)を導入し、生産性改善を目指している。成果としては2004年11月現在2000年度比

- ・ 生産性 6.5 倍,
- ・ 活フロア : 約 10000 m²,
- ・ 棚卸回転日数 : 半減

の改善を達成している。ここここでは、2004年11月17、18日両日にN社Y事業場を訪問した際に実施したアンケート調査を検討することにより、ライン生産方式よりセル生産方式のほうが従業員にとって「好ましい」評価を持つことができた。アンケート分析の結果を示す。表7.1はアンケート回答者19人を作業従事年数3年以上と未満で区別した(勤続年数平均20.17年、ライン生産従事年数平均8.645年〔17人〕、セル生産従事年数平均3.42年)。

タイプ① ; 「ライン、セル生産両を経験した年数が短い」人々

タイプ② ; 「ライン生産の経験が浅く、セル生産の経験年数が長く、浸透している」人々

タイプ③ ; 「セル生産よりライン生産のほうの経験年数が長い」人々

タイプ④ ; 「両生産を通じて製造部門に長年従事し、パソコンの組立てを熟知する」人々

表 7.1 ライン生産とセル生産に従事した経験年数別に見た従業員のタイプ化

		セル生産従事年数	
		3年未満	3年以上
ライン 生産 従事 年数	3年未満	①	②
	3年以上	③	④

以上のタイプから、セル生産に好ましい評価を持つ作業者のタイプとして、次のような仮説をたてた。

仮説 : タイプ②>タイプ④>タイプ③>タイプ①

4 タイプを検討した場合に、上の順序でタイプ②がもっとも「責任度」、「作業満足度」、「品質意識」、「生産性」において他のタイプよりも高く、逆にタイプ①は他のどれよりも「品質意識」、「生産性」において低いと予想された。このことは、ライン生産方式よりもセル生産方式を少しでも長く経験した作業者は、セル生産方式の「良さ」を理解するためと考える。しかし、タイプ①の作業者はライン生産の経験がほとんどない。よってセル生産と比較できるものがないために、評価は他のタイプよりも低くなる。

7. 3. 2 4 タイプの作業者による、セル生産への評価

それぞれ作業者を「責任度」「品質意識」「生産性」「作業満足度」の4次元についての回答を求めた。表 7.2 にライン生産と比較した4次元についての回答の傾向を示す。

表 7.2 タイプ別に見た「責任度」、「品質意識」、「生産性」、「作業満足度」の代表的意見

タイプ別 評価	タイプ①	タイプ②	タイプ③	タイプ④
責任度	ライン生産に比べて作業範囲の増加により責任度が增加する	目標が明確、清算に自分が参加しているので責任度は高い	ライン生産と比較し、自分の責任は増加した	少人数による作業になったため、責任の区分が明確になった
品質意識	特にライン生産と変わらない	セル生産は品質のフィードバックが不具合のたびに行われるため、高い	自分の作業範囲がはつきりしているため品質意識は高まっている	作業手順が決められているため、品質意識は高まっている
生産性	機種の変更などにより生産性が異なる	作業手順に関して自分の意思が大きく関係するため生産性が高まる	作業範囲拡大により、生産性は上がっている	完成まで少人数で団結して行うため、生産性が高まる
作業満足度	少人数完結なので、満足度は高い	作業を自分がやりやすいように変更できるため、作業満足度は非常に高い	生産台数への達成感があるから作業満足度は高い	セル内での目標台数が明確であり、少人数による生産のため作業満足度が高い

7. 3. 3 各タイプの作業員に対する分析

タイプ①の作業員は、ライン生産、セル生産に関しても経験が浅い。この層に属する作業員は、はっきりとセル生産の優位性が見られない。しかし作業満足度は高まったと答えているため、作業教育を実施するなどの環境をしっかりと整備すれば、各能力を発揮することが可能である。

タイプ②の作業員は、セル生産の経験年数が長く、ライン経験年数は短い。この層では、責任度、品質意識、生産性、満足度すべてにおいてセル生産の優位性が高く評価する。しかしライン生産と比較し、品質意識や責任度に関しては変化なしと言う人も見られる。ライン生産の従事年数が短いため、比較的容易にセル生産に移行できている。

タイプ③の作業員は、最近セル生産に移行した。この層では、責任度、品質意識、生産性、満足度すべてにおいてセル生産の優位性が高く見られたが、ライン生産が長かったためか、セル生産移行に関しては、できれば変わらないほうがよいと答えた作業員がいることに関しては注目すべき点と理解する。また、セル生産に慣れるまでの期間が2月以上かかっているのは、他が1～2月であるのに比べると、ライン生産に慣れていたことが影響していると考えられる。

タイプ④の作業員は、ライン生産、セル生産両方において経験がある。この層は、責任度、品質意識、生産性、満足度すべてにおいてセル生産の優位性が高く見られる。導入に関しても比較的スムーズに、短期間で行われている。特筆すべき点が、ライン生産に比べて少人数生産による責任の明確化、品質意識の向上、明確な目標、その達成などをすべての方が挙げている。作業員として経験のもっとも長いこの層が、セル生産を高く評価している点は、ライン生産と比較してセル生産では、作業員の自律的機能を必要とし、作業上の優位性を示している。

アンケート結果より全体的に肯定的な意見が聞かれた。ライン生産の従事年数が長い層でもセル生産に関して好意的に受け止められており、セル生産は作業員本位の生産方法であることがわかる。

以上から、すべての層においてライン生産と比較しセル生産が責任度、品質意識、生産性、作業満足すべてにおいて優位性のあることが理解される。ライン、セル生産両方で長い経験年数を有した層でも、少人数完結の作業方法によって責任度、生産性、品質意識、が上昇し、明確な目標（生産台数）を達成しようと、そのセル内の作業員が一致団結する結果、作業満足度が高まっていると答えている。この点は、セル生産が各作業員を尊重し、ライン生産に比べ各作業員のモノづくりへの意識が高まり、作業員が自律的な機能を果たそうと試みている。また、消費者をより意識できるようになっていると理解できる。しかし、セル生産がしっかり機能するかどうかは、ライン生産と比べて前後の人とのつながりが重要になる。よっていかに関係する作業員同士がうまくコミュニケーションを行うことが、高い生産性を可能にし、更なるセル生産の完成度を高める要因となる。この点に関しても、作業員が自律的な働きを行うことが重要になる。

7. 3. 4 セル生産におけるもっとも優位性を持つ特徴

以上のアンケート結果より、ライン生産と比較し、セル生産の最も効果のある特徴として2つの特徴を指摘した。全てのタイプの作業員が「責任性」と「生産性」を高く評価し

ている(表 7.3)。それぞれについて詳しく検討する。

この2つは、作業者がセル生産において最も優位性を持つ要素である。作業者の立場からも1人もしくは少人数で作業を行うことで、生産に対する目標が確立できる。アンケートの内容において、コンベヤ生産の時にはパソコンが完成品になるイメージがわからないと答えた人もいるが、セル生産では最長で約6メートルの作業台で、組立てから最終検査までを見通すことができ、完成品に対する意識が高まっていることがわかる。このように製品が完成品になるところを自分たちの目で実感できる生産現場の作業者は、作業に対してより意欲的に取り組むようになり、より高い目標を掲げるようになる。

表 7.3 「責任性」、「生産性」におけるセル生産の優位点

責任性	生産性
作業者一人の作業領域の拡大	完成品サイクルの短時間化
少人数完結による品質意識の向上	仕掛かり在庫の減少
一日の生産台数、品質などの目標が明確	前後工程による応援
品質などのフィードバックが速やかに行われる	自己による作業場改善
少人数完結により、自己成果への明確な反映	不具合などの明確化
	少人数完結による団結力の向上

セル生産は、作業者一人ひとりの能力に高く依存するといわれる。ライン作業では、作業者一人が担当する工程が少なく、その作業方法は細かく決められており工夫する余地が少ない。それに対しセル生産では、多工程を受け持つため、高い作業知識を必要とする。また、作業方法に関して、本研究対象であるセル生産現場では、基本的には作業者がもっともやりやすい作業方法を採用することが認められ、厳格な作業標準書は存在しない。そして作業者は改善活動として、作業方法や治具、検査機等の提案を行う際に、広い見識に基づいた改善活動が行われる。そのため作業を全体から俯瞰でき、作業の自由度が高いために、その改善内容も部分最適ではなく、全体最適を意識した改善を可能にする。セル生産では、少人数完結の生産方式により、高い「責任性」を持つようになり、その「責任性」が高い「生産性」をもたらす結果を導く。つまりセル生産は、大きな責任を持つ作業者が自律的な機能を果たすことで、高い生産性をもたらす。

7. 4 現場作業期待される役割に関する考察

7. 4. 1 現場作業者が果たすことができるメタ機能に関する考察

これまでライン生産と比較してセル生産が多くの方で優れていることが理解できた。優位であると示された内容は、主にこれまでの現場作業者に求められてきた、製造現場にお

ける製造プロセスについてである。しかし、これまでの検討を発展させる形で、高次の役割、つまり現場作業者が果たすメタ機能について考察する。ここで用いるメタ機能とは、従来の現場作業者が行ってきた、指示された製品を、指示された納期、数量、さらに高品質で作るというだけでなく、これまでの製造の過程において得た知識を、製品思想や製品設計、開発などの商品開発の段階で活用すべく、現在の役割を超越することを意味する。ここではその可能性について考察する。この概念の重要性に関しては、多くの企業では従来型の商品開発活動がうまく機能せず、競争優位を発揮しづらい状況になっている。この原因の1つとして考えられることが、製品ライフサイクルが早まることにより、開発期間を短縮せざるをえなくなる点である。開発段階で多くの試作が行われるが、開発期間が短いために、十分な検証を行うこともできず量産へ移行しなければならない状況が生まれることも起こりうる。また、量産移行段階の試作においても、実際の量産で使われているラインを使用するために、突発で量産ラインをストップする必要も発生する。しかしセル生産の特徴が、少人数による作業完結、一個流し、短いスループットを可能する点にあるため、量産工程を意識した試作が実施しやすい。量産移行段階においても、大規模なベルトコンベヤや工作機械を用いているラインでは、新商品投入において大掛かりな変更が必要となり、そのために必要になる日数も多くなる。それに対しセル生産では、部品を入れ替えるだけで機種変更が可能になるという特性からも、新商品投入でも機種変更と同じように、スムーズな量産移管が可能になると考える。

7. 4. 2 アンケート調査から得られるメタ機能の評価

表7.2の好意的に回答された各4次元から、現場作業者が果たすことが可能であると、評価されるメタ機能について表7.4で列挙する。(付録3が本章で使用したアンケートである。)

表7.4 表7.2の回答から各4次元がメタ機能を可能にすると推測できる貢献点

責任性	完成品への意識が高いために、作業者が量産からではなく企画段階から参画し、効率的な組立て方法などを提案し、商品コンセプトの構築に貢献する。
品質意識	試作品時から品質を高く意識し、より完成度の高い商品開発に尽力する。
生産性	生産に対して柔軟に対応するため、新機種が立ち上がっても従来機種と平行して生産性を落とすことなく、スムーズに量産へ移行できる。
作業満足	高い作業満足が機能や品質面でのフィードバックを可能にする。

「責任性」、「品質意識」、「生産性」、「作業満足度」の各特性が、メタ機能においてそれぞれ好ましい影響を与えると判断できる。このことに関する最も重要な要因は、作業者の製品に対する意識の高さにより可能になると考える。この4つの特性は単独で影響を与えるだけでなく、複数の特性による複合的な要因によって商品開発に影響をもたらすとも理解できる。現場作業者に期待されるこれからの役割は、量産品を指示された仕様で作り上げるという姿勢から、自らの経験から商品コンセプトにも反映できるような知識を持つ姿勢が必要になる。特にこの働きは、作業者に自律的機能を必要にすると考える。

このような自律的機能を作業者に持たせるためには、もちろん作業員自身が高いモチベーションを持つことが必要条件であると考え。そして、その意欲に対して企業が応えるべくシステムを作り上げることが十分条件となり、二つの要因によって理想的な生産システムを可能にする。この関係は、戦後日本の強いモノづくりを可能にした「日本的経営システム」と同じである(青木, 安藤 2006)。強いモノづくりは商品コンセプトや商品開発力、製造能力のどれかひとつが高いというのでは実現できない。市場のニーズを的確に掴み、それを商品コンセプトに反映し、商品機能に合うべく技術力を身につけ、速やかに量産化でき、必要なときに消費者の手元に届くまでの一連のプロセス、つまり全体最適を図るべきである。そのためにも、現場作業員が持つモノづくりの知識を、商品企画や技術開発の段階でも活用すべきだと考える。

アンケート調査から得られた、セル生産に従事することにより「責任性」、「品質意識」、「生産性」、「作業満足度」の4次元が高まったという意見は、まさしく作業員が自律的に作業に関与していることの表れであり、この機能を活用できる生産システムを企業は考えるべきである。これからは製造部門においても、積極的に他部門へ関与していくべきであり、そのためには量産を行う作業員が意欲的に関わるシステムが必要になる。よって生産現場において人が自律的に機能をするシステム、つまり人が主体となる生産システムが企業全体により影響を与える(村上 2006)。

7. 5 人が主体となる生産システム

今回のアンケート調査から、自律的な生産システムは各作業員に責任と自主性をもたせ、作業性を向上させることが理解できた。ここでは作業に意欲的に取り組むその他の企業について考察する。

岐阜県にある関ヶ原製作所は工作機械やトンネル掘削機などの受注生産品を基盤とするニッチ分野のモノづくり企業として経営の実践を行ってきたが、ほとんどの製品が特殊性を持ち、顧客ごとに仕様も異なることから、受注生産を主とする。このような姿勢を持つ理由は、関ヶ原製作所の理念経営「モノづくりのベースは、社員のモノづくりに対するプライド、マインドから生まれる」から発生している。さらに知創造の企業活動として人間主義を貫き、人が進化するための「学習」を重視している。顧客、経営者、従業員が主役で、能力を十分に発揮することで経営が進化するという信念により企業活動を行っている(林 2003)。

このように受注生産を行わざるを得ない生産体制では、より高い柔軟性が必要となる。段取り時間は生産に関わる要素であるが、何ら付加価値を生み出さないことは周知の事実であり、段取り時間の短縮が商品開発のスピードアップももたらす。そのためにも人が主体となる、作業集約的生産体制の構築が必要不可欠となるのである。

また後藤(2005)は、大企業においても現場作業員が商品企画の段階から参加し、彼らを持つ知識や経験を商品開発で活かすシステムについて例を挙げている。よくモノづくりは人づくりだといわれ、長いあいだ作業員教育や従業員教育の必要性が問われている。だが

多くの企業においては、目先の利益、売り上げを高めることに重点が置かれてしまい、教育は後回しになっているのが現状である。そして現場においても、コスト削減の趣旨から人に代えて高価な機械を導入することで、生産性を上げ、効率を追求した。しかし、これまでも述べてきたように、大規模なベルトコンベヤなどを使用した生産システムは柔軟性に乏しいという理由で見直しをされ、セル生産など人の資質に依存をするコンパクトな生産システムが評価を高めている。理由は前者の柔軟性の乏しさ、つまり後者の臨機応変に対応できる点にあるといえる。機械は指示されたとおりにしか働かない。それに対して人は学習し、よりよい方法を見つけ最善な選択をする能力を持つ。また機械は自律的な働きをしない。そのため突然停止するなど不確実性が高いといえる。それに対し人は自己調整機能を持つため、機械のような突発的なアクシデントを極力抑えようと機能する。これまでの機械には、人間のように動く多関節ロボットなど開発されてきたが、学習能力を要し、自律的機能を持つまでにはいたっていない。将来人間と同等な機能を持つ機械が開発されるかもしれないが、現状では人の能力に依存する生産システムに勝るシステムはないと考える。

7. 6 本章のまとめ

以上より、(1)現在の市場環境でのセル生産の優位性 (2)セル生産での4つの特性、とくに「責任性」と「生産性」の重要性 (3)多品種少量生産では自律的で、人が主体となる生産が不可欠、という三つの結論に至った。

人間は機械にはない「創意工夫」を持ち、あらゆる場合に柔軟に対処する能力を持っている。そして、どんなに技術が進化し自動化が可能になったとしても、高いモチベーションを持った作業者は応用力を持たない機械に劣ることはない。機械に知識を埋め込むことができても、そこから知恵に変える能力はないが、人はそれを持っている。アンケート調査から明らかになったように、期待されればそれに応えようという前向きな気持ちも人のみが持っている能力である。安易なリストラや安価な労働力を求めた海外移転などを行う前に、人をいかに活用するかを企業は考えるべきである。山田(2003)が「活人化して、より人間の能力を高め、より良い仕事につくことこそ仕事ととらえる」と述べているように、優れた製品を生み出すためにも、作る側の人間が自信の持てる製品を作り出す環境、消費者の喜びを感じられる生産現場を目指すべきである。人が主体となり、柔軟性を持つセル生産の現場では、絶えずミスの無いように、高い品質や更なる作業改善を作業者は心がけている。そこには消費者ニーズにマッチさせるような要因を多く含み、高い企業価値を生み出す可能性が潜在していると理解する。

8. 現場作業者の自律的機能の分析

8. 1 はじめに

8. 1. 1 本章の目的

近年、商品開発の成功を収めることの難しさについて議論されることが多い。企業が多くの新商品を開発するにもかかわらず、ヒット商品の数は必ずしも多くない。この数が減った原因はいろいろあるが、商品開発部門の機能低下だけにあるのではなく、消費者の嗜好の多様化がより複雑になり、それらを充分把握できないこともひとつの原因であるといえる。

そのため企業の取組む姿勢として、消費者の嗜好の多様化に対して受身になり、商品開発を進めていくのではなく、むしろ企業が商品を生み出す体制を見直すことにより、厳しい現状を打開する手段があるのではないかと考えた。

そこで商品開発が行われる企業の作業工程に着目し、ただ開発担当者に一任するのではなく、製造部門の作業者が商品開発の過程に関与することにより、商品開発部門に貢献する可能性について考察する。特に作業者の「インナー・コンシューマー」としての役割を求め、日々の作業によって得た経験と知識に裏打ちされた、「インナー・コンシューマー」機能を持つ現場作業者が果たす可能性について検討する。それにより、これまで企業が可能な限り経営資源を投入し、商品開発の作業に集中しても、ヒット商品の数が減少している状況を打開することを目指す。

また技術者については、『社会における重要かつ基本的要素である技術を対象とし、その開発、実践に携わる専門的職業従事者』（ビジネス・経営学辞典）という定義がなされている。ちなみに本章では、技術開発部門に所属し、企画開発を担当者とする。

8. 1. 2 問題提起

商品開発では、真に消費者やユーザーのニーズに基づき、望む素材、部品、商品を提供すべく、企画しなければならない。しかし「真のニーズ」の把握が困難なため、企業としては、それら消費者やユーザーに代わるべき人材を「インナー・コンシューマー」として育成、強化する。そして企業の側から主体的に消費者、ユーザーの望む製品、サービスを察知して、開発、提供していく体制が必要である。

現場作業者には、確かに加工技術のスキルの絶えざる向上が期待されるが、直接製品を生産するだけでなく、真に望まれる製品を企画、生産するために「インナー・コンシューマー」の役割さえ期待されて良いのではないかと、評価する。

理由は、現場作業者が“作りやすい”製品から、消費者に“使われやすい”、“利用しやすい”、“摂取しやすい”商品の生産に加担するようになったためである。

そのため現場作業者が、現場での作業を通して、消費者、ユーザーのニーズを意識しつつ、営業部門からは取引を通しての情報をもとに、「インナー・コンシューマー」としての提案を商品開発過程において果たす役割について考える。またその場合、どのようなタイプの現場作業者が好ましいかが、問題にする。そこで表 8.1 に示す、現場作業者を4つのタイプに分類し、どのタイプの作業者がもっとも商品開発過程に貢献するか、もし貢献しな

いのであれば何が要因であるかを明確にする。そしてこの分析結果は、幅広い企業における商品開発過程に有益に機能すると理解できる。

6章において例えば、セル生産における作業者が、カイゼンを継続的に推進し、よりよい生産システムを構築しようというモチベーションの高さがみられた。しかし、他の生産現場ではどのようになるのか。セル生産を導入することが、各作業者のモチベーションを高める要因となるのか、それとも生産システムの変更には限らず、生産現場の作業者のモチベーションは高められるのだろうか。インナー・コンシューマーとしての現場作業者は、自らの経験にもとづき、自主的にカイゼン活動を実行する。今井(1988)によると、「カイゼンの導入と指揮はトップダウン方式によらなくてはならない。しかし、カイゼンのための提案はボトムアップでなくてはならない」ということから、インナー・コンシューマーの活動は、アド・ホックであり、ボトムアップにより行われる。

表 8.1 現場作業者のタイプ別分類

		商品開発部門への関与に	
		能動的	受動的
営業部門への関与に	積極的	タイプ 1	タイプ 3
	消極的	タイプ 2	タイプ 4

8. 2 商品開発過程を取り巻く現状

8. 2. 1 商品開発を取り巻く現状

商品開発部門を取り巻く環境変化と同様、製造部門の環境もまた変化している。かつての消費者の嗜好はまだ発達しておらず、製品に関して専門的な知識を持っていなかった。そしてより安い製品が求められる状況での少品種大量生産の環境下では、製造部門が求められる体制は同一の製品をいかに速く、効率的に作るべきかが求められた。この状況においては、現場作業者の知識や経験が活かされる場はむしろ少なかった。

その後、消費者の嗜好が多様化し始めた段階においては、多品種少量生産体制が必要となる。さらに消費者が専門的な知識を持ち始め、それに対して企業が消費者のニーズに対応するために製品を高品質、希望のスペック、納期厳守の生産が求められるようになる。この過程で消費者の意向を反映させるために、製造ラインはある程度の柔軟性を持った能力が必要となる。そして、現状下では変種変量生産の採用が望まれている。この生産体制については、見込み生産では消費者のニーズに応えることができず、BT0(Built to Order)生産体制を採用し、安いことや高品質はもちろんのこと、さらに短納期も求められる。この短納期の意味するところは、消費者が欲しいと思う製品が即座に提供できる状況である。欲しい製品を欲しいときに購入できることを可能にし、それができない企業は、消費者の

信頼を失うことになる。そして他社の代替品によって、消費者は満足することになる。

また、多品種少量生産に対する変種変量生産の違いに関する議論は、熟慮を重ねた段取りの下、見込み生産で行われるか、完全な受注生産で一個でも消費者からの注文があれば段取りを行い、対応する生産体制を編成することになる。

変種変量生産を可能にする生産体制は、自律的な機能を持たなければならない。それを発揮する生産体制は商品開発部門から指示される製品内容を指示通り生産するだけでなく、また営業部門から入る注文にそって生産するのでもない。そのなかにいる作業者が、もっとも最適と判断する生産に取り組むことになる。

8. 2. 2 製造部と R&D 部門、営業部門との関係

これからの製造部門、現場作業者に期待される役割は、商品開発を成功に導くよう積極的に寄与することだと考える。革新的な技術を開発したとしてもそれをタイムリーに商品化できなければ、メーカーは生き残ることが困難である。仮に商品化できたとしても市場の需要に対応して量産できる能力がなければ、即需要に対応できなくなる。時間は製造業にとって競争力を構成する極めて大きな要素である(後藤 2005)。そのため従来のように量産へ移管されてから製造が動き始めるのでは遅い(図 8.1)。商品開発の段階から積極的に関与し(図 8.2)、それにより、顧客への商品提供のサイクルを短縮することは、顧客が欲しい製品を、欲しいときに即提供することを可能にし、結果として顧客満足を高めることになる。

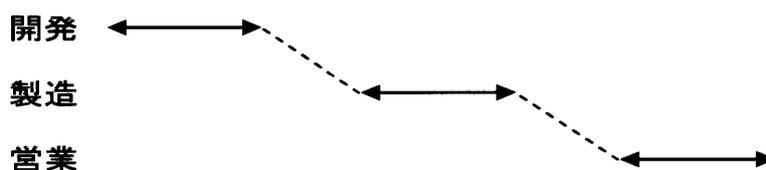


図 8.1 従来の商品開発のスタイル

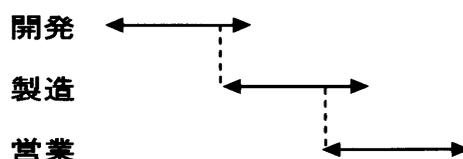


図 8.2 期待されるコンカレント商品開発のスタイル

8. 2. 3 現場作業者と R&D 部門との関係

開発担当者は企画した製品を早く製造部に移管し、量産させて自分たちの責任を果たしたいと考えるだろう。それに対して製造部では、十分試作段階において問題点が解消されて、量産に移管されてもスムーズに生産可能になる段階まで移管を拒否したいと考える。このことは、二律背反として多くの企業に発生している問題である。特に図 8.1 にある企業ではこの摩擦は非常に顕著に表われている。これらの原因は製造部門と開発部門間とのコミュニケーション不足が原因であると考えられる。生産に関する要望は現場の作業者からしか出されることはない。開発者が求める理想の設計と作業者から見たあるべき姿のギャッ

ブを埋めるのは、企画段階から相互に確固としたコミュニケーションを形成し、作業を進めていくことが重要であると理解する。まさしく図 8.2 で表わされる開発システムが期待される所以である。

これらの点に関しては、各部門の相互機能は新製品開発に有益であり、各部門間の相互機能のレベルが上がれば開発能力も上がるというように、相互に相乗効果が期待できる (Song and Pany 1997 ; Cooper 1979 ; Cooper and Kleninschmidt 1987)。

このことは、また商品開発のスピードという点においても、商品開発を通じて競争優位を達成する一つの手段であり、収益面でもそれがインパクトを与え、よい結果へと導くことを可能にするだろう (Fornell 1992 ; Itter and Larcker 1997 ; Necmi and Brown 1993)。

8. 2. 4 現場作業者と営業部門との関係

最も消費者の近くに存在するのが営業担当者である。そして消費者の意向を尊重するために、製造部門や商品開発部門と意見の対立がしばしば生じる。消費者の意向を尊重する姿勢は企業にとってもっとも重視しなければならない。しかし、そうはいうものの消費者が希望する意向が、製品に対して無理な性能、機能を要求したり、無謀な納期を要求したりするのであれば、それらは企業にとって好ましい状況ではない。その場合には、営業担当者は消費者に確実に納得してもらえよう情報提供をすべきである。

以上のことは営業担当者が果たすべきことであるが、製造部門でも同様に消費者に対して果たすべきことである。これまで述べてきたように、消費者の嗜好は多様化し、その変化のスピードも速くなっている。このことに対応できる生産体制を構築することは製造部門に課せられた課題といえる。

そのためには常時、絶え間なく、改善を行い、生産のリードタイムを短縮すること、そして製造コストを下げることの2点に集中すべきと考える。8.2.3 で述べたように上の2点を達成するには、企画段階で十分製品の機能にそれらに関する要素を組み込むよう配慮しなければならない。大きな成果を得るには商品開発の段階で作りやすさを考慮に入れ、原価低減を考えることは当然である。量産開始後にいくら作りやすさを追求しても、設計段階で考えられた作りやすさに比べれば、その効果が低いことは明らかである。

もちろん、量産段階になっても継続して改善に取り組むことは、製造部門が滞ることなく「継続的改善」すべき行動である。

8. 2. 5 現在の商品開発における問題点

各部門との関係としては図 8.3 にあるような、従来の製品が顧客に提供され、その意見が商品開発へフィードバックされていく順序を踏まえるのではなく、製品検討段階、もしくは試作段階から現場作業者が製品企画に関与し、自分が消費者の役割意識をもち、商品開発部門へ「顧客のニーズ」として製品の情報をフィードバックすることが重要であると理解する。

従来のようにフィードバックが (1) → (2) もしくは (1) → (3) へ展開するのではなく、本章の目的にあるように、顧客に提供される前に、製造部門の作業者によって、可能な限り顧客満足が最大になる形での製品を作り上げる役割を担うことも重要になる。なぜなら、好みが多様化し、嗜好の変化が頻繁に起こる現在の消費者にとっては、一回の購入

での不満足は、他メーカーの製品への買い替えへと結びつく可能性が高いためである。

それを防止する企業は、最初の購入で高い顧客満足を得られる製品づくりを目指すべきである。特にこの問題は、消費財において顕著な傾向を示していることが分かる。

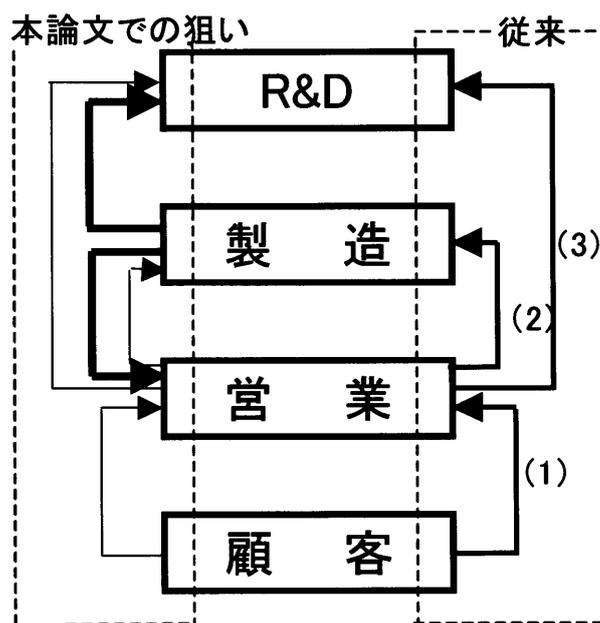


図 8.3 社内における新製品に関する情報のフィードバック図⁽¹⁾

8. 2. 6 現場作業者に期待される、商品開発過程での役割

商品開発の過程において、知識が無の状態から斬新なアイデアが出現することの可能性は、非常に低いと考えられる。これまでにどのような経験をしてきたかということが、その人が生み出す結果に大きく影響する(Christensen and Raynor 2003 ; Christensen, Anthony and Roth 2005)。そして新規性のある製品であっても、これまでの製品に関する知識と経験の積み重ねから生み出される(Thieme, Song and Shin 2003)。

本章では従来の、営業が顧客と密接な関係を築き、その情報が営業、製造、商品開発各部門へとフィードバックされ、商品開発が行われる過程ではなく、製品の企画段階において製造担当者が積極的な関与を行う(Olson, Walker Jr., Ruekerf and Bonnerd 2001)、「インナー・コンシューマー」としての現場作業者の機能に注目する。藤本(2001)によれば、「製品企画から発売までの短縮化により、不確実な市場ニーズの予測精度を上げ、少数精鋭なプロジェクトチームで、コンセプトの創造を行い、開発の生産性を高めることによって、優れた商品開発が可能である」と述べている。製品企画から販売までのスループットタイムの短縮を可能にするためには、製造部、特に現場作業者の力が十分に必要になる(Maltz 2000 ; Thomke and Fujimoto 2000)。また現場作業者は、現在まで多くの製品を観察し、組立て、加工に関しても多くの知識を持つ。さらに一般消費者としての側面を生かすことで、製品の企画、設計段階において商品開発に関する重要な助言が得られ、開発の生産性⁽²⁾を高める役割を担うことが可能(坂爪 2006)になる。

8. 3 商品開発における製造部、現場作業に関する先行研究

8. 3. 1 商品開発における製造部に関する先行研究

商品開発の過程における、製造部門に関する先行研究では、製造部の機能が商品開発の過程に肯定的な役割を行うと述べた研究と、他部門との協働が重要であると述べる研究に分けられる。

Narver, Slater and MacLachlan (2004)の研究では、「潜在的な市場志向は、新商品の成功に必要な要因を加える」と述べているが、消費者ニーズの理解が困難だといわれる現在に、組織内部にいる作業者の感覚を商品開発に活用することは、理解が難しいとされる消費者ニーズの明確化への橋頭堡になる。

商品開発部門の担当者は、製品やサービスに関する専門知識をもっとも多く持っている。しかし、Feldman and Page(1984)が、「技術者は最新技術に専念するために、市場の動向を見落とす傾向がある。その結果、技術リソースを無駄にし、新製品開発の努力を無駄にする」と指摘するように、専門性に対する過度な依存傾向のため、市場ニーズを無視した形で、技術者の自己満足を満たす商品開発が行われる可能性がある。商品開発担当者のそのような行動を防ぐためにも、企業内の各部門の協働は必要であると考えられる。そして、Kahn(1996)、Ottum and Moore(1997)、Olson, Walker Jr., Ruekerf and Bonnerd (2001)、Thieme, Song and Shin(2003)、Bij, Song and Weggeman(2003)他、多くの研究は商品開発を成功させるために、企業内部部門の柔軟かつ自律的な協働の重要性を強調しつつ、企業としての“統合”が商品開発に向けて必要であると述べている。

特に、Ottum and Moore(1997)の研究では、「商品開発の成功率を高めるには、製造部の効果的な関与がさらに重要である」と述べている。

8. 3. 2 商品開発における特に、現場作業に限定した先行研究

現場作業者が商品開発に関与したと言及する研究は少ない。このことは本研究の新規性を示す証左である。Griffin(1992)、Hamel and Prahalad(1989)の研究では、現場作業者が商品開発の成功に貢献する可能性について言及しており、本章の重要性を保証する研究である。

本章の理解を容易にする先行研究として、Feldman and Page(1984)の製品開発に関する研究がある。表 8.2 のように情報源が企業内部か外部か、また組織構造がフォーマルかインフォーマルかにより区分している。われわれが特に注目する点は、情報源が「企業内部」、組織構造では「インフォーマル」な状況下における、生産現場作業者の「アドホックな提案、助言」にある。

決まった形とは限らず、臨機応変に必要な段階で、必要な情報を提供することが本章において強調することであり、「インナー・コンシューマー」としての現場作業者が果たすべき役割もここに存在する。商品開発の成功を可能にするためにも、「商品開発室」は構造が「フォーマル」であるのは当然で、たとえ「インフォーマル」な形でも他部門から積極的に、自律的な関与を許容する方向が望ましい。

表 8. 2 新製品計画に必要な企業内部と外部からの情報源

情報源 組織構造	企業内部	企業外部
フォーマル	①R&D ②戦略的計画からの創造性技術	①マーケティング・リサーチ ②新製品コンサルタント
インフォーマル	社内のどの部門からであれ、 アドホックな提案, 助言	①顧客からの助言 ②ボランティア団体からのクレーム ③偶発的なインテリジェンス ④競合企業の企業活動

出典：Laurence P. Feldman and Albert L. Page(1984)より筆者作成

8. 4 作業者の「インナー・コンシューマー」概念の説明

8. 4. 1 作業者の「インナー・コンシューマー」機能の説明

池田, 野原(2000, 2001)と後藤(2005)は, 現場作業者が商品開発部門に關与している例を挙げている。その現場作業者はベテランとして全作業に深く通じており, 周囲からの信頼も厚く, リーダーとして機能している作業者である。このような作業者に共通する要素としては, 企業組織内で自律的に働いていることである。現場作業者が「インナー・コンシューマー」として商品開発において機能する利点の1つは, 量産段階においてスムーズに市場へ製品を送り出すフィルターの役割である。しかしそのような現場作業者は, 商品開発部門が持つ製品に関する情報を適切に獲得または保持しているとは限らない。特に自部門にとってマイナスとなる情報であれば, 現場作業者に伝達されない情報もあるとだろう。「インナー・コンシューマー」としての現場作業者は, 商品開発部門からの情報を受身で伝達されるのではない。自ら積極的に他部門に關与し情報を得て, さらに発信する, またはフィードバックするという。この点において本章で強調する「インナー・コンシューマー」としての現場作業者が持つ主要な機能である(McDonough 2000; Xie, Song and Stringfellow 2003)。そしてこの機能を果たすことができるかどうかの点において, 「インナー・コンシューマー」としての作業者と, そうでない作業者の差異が明確になる。

製造部もしくは現場作業者が自律的に機能することは, 商品開発での成功の可能性を高める要因であることは, 過去の研究からも理解される。しかし, どの作業者でもそれを可能にするとは考えられない。自律的に機能する作業者は, 表 8. 1 ではタイプ1の作業者である。タイプ4の作業者がどれだけ存在しても, その可能性を高めることは期待できない。そうであればタイプ1の作業者をいかに増やすか, タイプ4の作業者が存在するのなら, いかにタイプ1の作業者に向けてスキルの強化を行うかである。

8. 4. 2 作業者の「インナー・コンシューマー」の定義

現場作業者の「インナー・コンシューマー」の定義として、われわれは以下のように規定した。

1. 企業に勤務して、自社の製品の企画、生産、販売に直接間接関係している。
2. 消費者、ユーザーの製品に関するニーズ、ウォンツの代弁者である。
3. 市場の現状や変化に対し強い関心をもち、自社のみならず他社製品に関する情報収集、情報交換に積極的である。
4. 製品仕様書を重視するが、生産活動、販売活動を通して改善の余地があれば、それを指摘し、改善のための提案を行う。
5. 新製品開発、改良に積極的で、本人の感覚、知識、情報、技術を活用しようと、周囲に対して自律的に働きかける。

の5つの条件を設定する。

8.5以降では、表8.1に基づいたタイプ別の作業者に対して臨床的面接を実施し、「インナー・コンシューマー」として単なる現場作業者との差異を明確にする。

8. 5 臨床的面接を通じた作業者の分析

8. 5. 1 面接した作業者のタイプ別分類

表8.3に本研究の調査対象者の特徴を示す。

表 8.3 調査対象者

	年齢	企業名	勤続年数	表 8.1 によるタイプ分類
A	35	東洋化学(株)	14	タイプ1
B	44	東洋化学(株)	10	タイプ1
C	32	(株)野田スクリーン	6	タイプ2
D	34	(株)野田スクリーン	6	タイプ2
E	21	(株)坪井鉄工所	1	タイプ3
F	28	(株)坪井鉄工所	3	タイプ3
G	36	東洋化学(株)	1年2月	タイプ4
H	29	東洋化学(株)	9月	タイプ4

(年齢、勤続年数は面接時点の数値)

8. 5. 2 各作業者の経歴、ならびに現在の職務内容

作業者A: 21歳で入社し、勤続14年、技術開発部と生産技術部を各1年経験し、以後製造部に所属している。現在は昼の常勤で、仕事は、段取り(金型交換)、試作品のTRY⁽³⁾、機械のメンテナンス、取出しロボットの設定、簡単な金型修理、などである。

作業員 B：34歳の時に中途入社し、勤続10年、製造部一筋である。現在は昼の常勤で、仕事は、段取り(金型交換)、試作品の TRY、機械のメンテナンス、取出しロボットの設定、簡単な金型修理、などである。

作業員 C：入社以来製造部に所属し、研磨技術を通して、新規製品に関わる生産活動を担当している。

作業員 D：製造部門に所属、生産技術部と密接に連絡を取って、品質基準を確立することが主な職務内容である。

作業員 E：以前に広告代理店での営業の経験がある。現在、組立て加工および出荷を担当している。主な職務内容として、旋盤加工された製品の塗装、ネジ締め、パッキン挿入、検査、梱包、出荷を担当している。

作業員 F：入社以来、製造部資材担当であり、主な職務内容は、製品の納期管理・部品発注・内外製の決定・外注発注・外注管理。全工程を把握、生産日程の調整を行う。

作業員 G：前職はプラスチック加工業、作業員 A から段取りを習得中、一部の製品を1人で段取りができる。

作業員 H：前職は金型製造、作業員 B について段取りを習得中。まだ作業員 B の補助業務をしている。

8. 5. 3 問題点の設定と、質問に対する回答

各作業員へ臨床的面接を行うに際して、4つのタイプの現場作業員それぞれが、8.4.2で定義した「インナー・コンシューマー」としてどの程度必要条件を内包しているかを明確にするために、以下の3つの問題点を設定した。

- 1、他部門とのコミュニケーションが円滑に行われているか
- 2、所属する製造部内でのコミュニケーションが円滑に行われているか
- 3、絶え間ない作業改善を続けているか

そして、この問題点に沿った、各作業員への臨床的面接を行い、各タイプによる差異と、各タイプの作業員によって、どのように商品開発過程への関与がみられるかを明確にする。

8. 5. 4 設問1と各回答者の回答

設問1 「作業を進める上で、他部門との関係で、どのような点に困難を感じるか」

作業員 A：「TRYを行うとき、製品に関する仕様について明確な基準がないため、自分自身で判断することが難しい。時には技術部員でさえその場で判断できないこともある。」

作業員 B：「量産条件は技術部の承認されたものであるが、量産を行っている間に不具合が生じる。いつも技術部員が社内にいるわけではなく、自分が条件変更した製品が良品と判断つかないとき。微妙な色具合など判断が難しい。」

作業員 C：「生産技術部から大まかな条件の提示はあるが、条件が大まかで困っている。実際の機械での〈条件出し〉において、正確な数値を出すことが大変である。」

作業員 D：「作業員への教育、品質の維持である。特に、教育は繰り返し繰り返し、面倒からず丁寧に品質基準を教えることである。そのためには生産技術部と密に連

絡して、基準の確認をしている。」

作業員E：「出荷を担当するので、各製品の納期について細かく調べておく。加工製品について一覧表が資材から渡されるので、それに基づいて判断する。その中には、自分の作業にかかる日数から判断するとどうしても間に合わない製品も出てくる。そのときには、直接旋盤加工者に連絡する。どうしても間に合いそうもないときには資材担当者に連絡し、営業と納期についての調整を取る。自分はまだ入社して一年で、旋盤の手伝いをするくらいしかできないので、旋盤加工を代わりにすることもできず、自分の工程を短縮できるかどうかを最初に考える。それでも間に合いそうもないときには納期の調整をする。」

作業員F：「まず一番に注意することが、客先の納期に間に合うか。納期に間に合わない原因は2つある。1つは生産現場の工程に余裕がなく、加工が間に合わない恐れがある。このことについては、外注を利用することで対応が可能である。問題は2つ目で、部品の納入が間に合わないことである。部品の中には海外の企業に注文するものがある。そのような部品は納入まで1～2ヶ月を要するケースがある。使う頻度の高いものについては、在庫として持つこともするが、突発で入ってきた注文に関しては対処しきれない場合があるので、そのような時は営業に話をし、客と調整を取ってもらうこともある。」

作業員G：「現在はまだ自分が作業を行うことでいっぱい。他部門の人と何か調整などをする必要もない。」

作業員H：「作業員Bについて作業を行うだけなので、他部門と特に製品や作業に関して話をする機会はない。」

8. 5. 5 設問2と各回答者の回答

設問2 「所属する自部門で、最も重視する作業は何ですか」

作業員A：「一日に段取り数は約20回ある。企業の利益のためにも段取り時間の短縮が重要だと思う。また、TRYにおける条件出しはこれまでの自分の経験を活用し、量産時にスムーズに移管できるか意識する。」

作業員B：「量産が始まり、安定した品質を維持できる、不良品を出さない条件が重要である。TRYにおいても、できるだけ量産に即した製品形状となるように、技術担当者にはTRYの問題点といっしょに要望を出す。」

作業員C：「生産性が常に向上するような条件設定である。そのため常に心がけている。・・・生産性の向上は、ただ数多く生産することでよいとは思えない。品質を落とすようなことになりかねないからである。そうなれば顧客からの評価を下げる。そのためにも生産技術部に相談し、トラブルの発生を避ける努力を常にする。」

作業員D：「何と言っても品質である。自分の部署で責任回避できないので。うちは品質で相互に確認しあって牽制しあって、高品質の製品をとにかく最適数を生産するようにしている。」

作業員E：「現在の自分の仕事内容は、加工と検査、出荷です。加工については、塗装、ネジ締め、パッキン挿入などがある。自分が担当する作業に関しては、いかに早く作業を済ますことができるかなどを考えている。たとえばネジ締めに関して

も、どのようにやったら一番早く締め付けができるかなど、工夫するようにしている。パッキンの挿入に関しても、ただはめれば良いというのではなく、しっかりとハマっていないと油漏れの原因になってしまう。この油漏れというのは、社内の検査では判明しない。実際に機械を動かすことによって油漏れするかしらないかが判るので、特に注意を要する。この作業を雑にすれば直接顧客に迷惑をかけることになり、会社の信用を失うことになりかねないので。また、少し違っていたりという製品が多くて、似たような製品でもネジの数が違っていたり、場所が異なっていたり、パッキンを挿入する位置が異なっていたり、微妙に大きさが異なっていたりするの、部品の取り付け間違いに注意している。」

作業者F：「客先の納期を守ることである。そのためには全工程を把握しておく必要がある。受注した製品の図面を営業からもらって、それに必要な部品を手配する。部品の納入と工程の状況を確認して、納期に間に合うかどうか考える。もし間に合わないと思ったら、現場作業者に作業順序の変更を指示し、間に合わせるように努める。そのためには納期を短縮することのできる工程順序など考えたりする。営業に納期の変更をお願いするのは最後の手段だと考えている。」

作業者G：「とにかく一人で作業を行うようになること。作業者Aのやり方をみて、自分が作業を行う際にも、取り入れるようにしている。」

作業者H：「まず材料や機械の知識を増やす。そして作業者Bから学べることをすべて吸収したい。」

8. 5. 6 設問3と各回答者の回答

設問3 「作業を効率的に進めるために、必要と考える要因は何か」

作業者A：「商品開発において製造部門の関わりが少ないため、どうしても意見が反映されにくい。時には量産に不向きな場合もあるので、量産まで考えたモノづくりをしてほしい。技術へは、量産に至るプロセスをしっかりと欲しい。(段取り短縮のため、大きさ、パイプの配置など)金型の仕様を統一して欲しい。また、営業部門へは日程、製品仕様に関する知識をもって欲しい。」

作業者B：「技術部門へは、(TRYに関して)新規品の判定を出す人間がいない。立会いをして欲しい。また量産品に関して、できるだけ詳細な見本を作ってほしい。営業部門へは、製品に関する箱とか、その他の量産に関する要因をしっかりと考えてほしい。量産に関する付随的なことが十分検討されていないと、必ず量産時に製造現場が混乱するから。」

作業者C：「受注生産のために、注文のあるときないとき、あっても多い場合少ない場合と波が大きいため、ピーク時の負担が大きくて、作業員や機械配分がなかなかうまくいかず難しい。そのためわれわれのほうに一方的に責任をぶつけないで、もう少し生産管理部のほうで工夫してほしい。」

作業者D：「スペックが高度になるので、工程を極力短縮してほしい。」

作業者E：「すべての工程を把握するためにも、旋盤の作業を身につけることである。現在は段取りの補助としての役割しかしていないので、徐々に自分ひとりで旋盤加工ができるようにしていく。」

作業員F：「納期を守ることも、品質を維持することも、コストを抑えることも、製造部門の作業員が重要な役割を果たすと考える。製造部門の能力が高くなれば、営業もいろいろな仕事を受注してくることが可能になると思う。製造部門が活性化し、それが他部門へ波及することで会社の業績が上がることを期待する。そのためにも、ベテランの技術を早く身につけること。」

作業員G：「量産品の段取りを多く行い、それらの知識に基づいてTRYを行えば、的確な条件出しができるようになるのではないかと、TRYで条件出しができるようになれば、技術が身につくのではないかと。」

作業員H：「まだ1人で段取りができないので、できるだけ多くの量産品の段取りを行い、射出成型の知識を身につけること。」

8. 5. 7 商品開発に対するタイプ別の検討

タイプ1作業員：この作業員は多くの経験を通して、作業だけではなく、材料、機械に関する知識を持っている。TRYを行う際には必ず量産を意識し、不具合に関する情報を技術部へフィードバックを行う。その際には、今回の結果が次回以降の製品にも活かされるように、金型の仕様や材料の選定に関しても要求を出す。営業部門へは、客先が製品に対してどのような要望を出しているのか聞くことで、どこまで対応でき、どこからが対応できないかしっかり意見を述べる。製造部の意見をしっかり客先へ伝えることを果たすことができる。

タイプ2作業員：生産技術部(技術部)と密接な関係を築いているため、品質であったり、生産手段に関して注意を払っている。スムーズな量産移管を心がける。特に量産開始後に不具合が生じないように、しっかりと技術水準を確保できるよう、作業員教育を含め取り組むことができる。

タイプ3作業員：もっとも注意を払うことが商品開発での日程管理である。客先に対してすべての責任を負うので、各工程での日程を納期日から逆算し、工程管理を行う。そのため全工程を把握し、ボトルネックとなる工程を見つけ、改善を行う。また使用部品に関してもっと安価な部品や、作業のし易さを追求する。これらの行動は、コストを抑える結果となる。

タイプ4作業員：経験の短さから来る知識の不足により、他の部門や商品開発に貢献できる役割は少ない。しかし、早く一人前の作業員になろうと努力を怠らない。周りの作業員の作業方法を観察し、よい方法を身につけようとする。

8. 5. 8 タイプ別の作業員が考える今後の課題

タイプ1作業員：他社の製品や作業方法を学ぶことで、さらなる作業改善、製品に関するフィードバックが可能になると考える。

タイプ2 作業員：生産技術部門との接点が多いため、客先がどのように評価しているかなど外側に意識が向かない。製品品質に関して生産技術部門からいわれたように努めるだけなので、逆に製品や加工方法に関して提案できるようになれば、スループットタイムやコストの削減に関しても可能になる。

タイプ3 作業員：加工技術に関して知識を十分持っていないので、その加工方法がもっとも適合したものなのかどうか、判断がつかない。旋盤技術などの主要な加工方法を修得し、その技能を通してスループットタイムやコストの削減について検討する必要がある、と考える。

タイプ4 作業員：経験の日数が浅く、作業だけでなく材料、機械に関しても知識量が少ない。まず現在の作業を行うことで知識を増やすことが重要である。経験や知識を豊富に持つ、タイプ1の作業員を目指すことが重要であると理解する。

8. 6 タイプ別の作業員に評価される「インナー・コンシューマー」の機能

8. 4の「インナー・コンシューマー」機能の定義と比較した、各タイプの作業員の性質

タイプ1 作業員：4つのタイプの作業員の中で、もっとも「インナー・コンシューマー」に接近した作業員である。これまでの経験からも、商品に関する機能に関して意見を有する。しかし他部門に対して十分といえるほど自分の知識や感覚、情報、技術を活用していない。この点に関して考えられる原因は、商品開発の段階で作業員が積極的に関与できる環境ではないかもしれないが、自律的な働きをまだ果たす意識の低さにあるとことが理解できる。また自社の位置づけが市場や客先において、どのように理解されているのかあまり関心を持っていない。そのため、商品開発の過程において、どのように関与すべきかを認識できていない。

タイプ2 作業員：技術部門に対しては、積極的にコミュニケーションをとる姿勢を持っている。特に、品質、技術内容に関しては非常に関心を持つ。しかし、営業部門との接点が少ないこともあり、品質、技術内容以外に関心を持っていないように感じられる。どちらかといえば、社内における関心は高いが、社外の環境に関してはあまり関心を払わない。そのため、現状において必要最低限の品質、技術情報しか得ることができず、これから顧客が必要とする品質、技術情報を考えることができない。現状の顧客の維持は可能かもしれないが、新しい顧客の獲得など、新市場の獲得をする視点に欠けている。

タイプ3 作業員：タイプ2の作業員と対照的に客先がどのような要望を持っているかという点に関しては、多くの情報をもっている。しかし、技術

に関する知識が少ないので、製品機能の面では自律的な関与を行うことができない。より高度な技術的知識を持っていれば、顧客とも対等に意見交換が可能であり、顧客満足を高められる。そのため、製造段階で発生する問題点を技術部門と連携を取り解決することで、技術に関する知識を習得することが可能と考える。そのようにすることで、「インナー・コンシューマー」としての機能を持つ可能性が期待される。

タイプ4 作業員：このタイプは、もっとも「インナー・コンシューマー」に近い作業員である。原因は、経験した歳月の短さに起因する。また、多品種少量生産のため、材料や機械の特性など覚えることが非常に多く、この業種の作業員は7～8年要して、はじめて一人前になるということから、1、2年では現作業をこなすことでまだ知識、経験を増やす段階といえる。

8. 7 考察

8. 7. 1 作業員の「インナー・コンシューマー」としての重要な役割

消費者が求める機能を企業が充足しようとするれば、商品開発のプロセスは非常に複雑にならざるをえない。技術者が消費者志向の商品開発を行おうとするれば、技術者がその機能のために、生産を困難なものにしたり、生産性を無視することになる。結果、消費者のニーズを追求するという本来の目的から逸脱した行為になる。そして、多くの先行研究が述べているように、ときには技術者は自分の理想を追い求め、機能の付加に専心したり、製品形状において、製造段階での量産を無視した製品を企画、開発することになりやすい。高機能、高品質であるということと、作りやすいということは二律背反の性質となる可能性が高い。しかし、製品のライフサイクルが短くなり、多くの企業が新商品を市場に出すスパンが短縮している状況下においては、この2つの性質を同時に満たすことは必要不可欠である。ソニーは、消費者ニーズ調査を行わないことで、広く知られている。ただし、「弊社商品を購入された顧客の使用体験についての調査は行う」と断言している。このことは、一般消費者がソニーの技術水準や所有するノウハウを熟知していないという理由からである。この実態は、まさに現場作業員の資質や役割を十分評価している業務活動と理解する。つまり「一歩、消費者より先んじていることの重要性」を裏付けると同時に、「インナー・コンシューマー」の本来の機能を表現し、消費者ニーズを認識しているものである。確かに、有名なソニーの開発18条に「自分が買いたくなるものを、つくれ」からも理解できる。

製造現場において多くの製品に触れる作業員は時には消費者となる、現場作業員の知識を商品開発の過程で用いることは、この難題を解決するもっとも有効な手段であると考えられる。臨床的面接を通して、いろいろな作業員から意見を得たが、現場作業員が持つ知識や技術は、営業部員や技術部員が持つ知識や技術とは異なる。それだけに、それらは重要な

要素となりえる。失敗に終わる商品開発活動には、その過程をある一面からしか理解せず、いろいろな側面から検討していないからである。特に現場作業者が理解している側面は、日ごろ技術部員や営業部員が考えることのない領域である。また技術部員、営業部員、さらに商品開発担当者は、現場作業者の提案を積極的に受け入れ、市場のニーズから有効性を判断し、ときには修正して活用すべきである。

8. 7. 2 「インナー・コンシューマー」の機能を持った作業者の育成

8.6において「インナー・コンシューマー」と対比し、各タイプの作業者がどのような要因においてその要素を持ち、またそれを持っていないか検討した。企業にとっては「インナー・コンシューマー」への教育は、重要課題のひとつとなるであろう。4つのタイプを分析しても、「インナー・コンシューマー」に合致する作業者は存在しなかった。タイプ1の作業者のようにかなり「インナー・コンシューマー」に近い作業者は存在した。しかし期待したレベルの「インナー・コンシューマー」とは評価されなかった。まず修得しなければいけないスキルとしては、タイプ1で評価されるように、現在の職務に関する技能を修得し、生産に関する知識では他部門と対等に意見ができる。これは現場作業者として、製品に関する情報を技術担当者、営業担当者と同等に共有することが可能であることを意味している。この状態の作業者はタイプ1に該当するが、8.6でも述べたように、タイプ1の作業者に不足しているのは、「インナー・コンシューマー」機能の定義にある『2. 市場の現状や変化に対し強い関心を持ち、自社のみならず他社製品に関する情報収集、情報交換に積極的である』の属性である。この属性は作業者が関心を持ったとしても、社内の環境に大きく左右される。後藤(2005)が述べるように、キャノンにおけるスーパー・マイスターのような、製造現場の作業者が商品開発段階で関与させるような仕組みを構築するとか、他社の工場を見学に行くような、製造現場の作業者が部門外、社外に関する諸事象に関与する仕組みをシステム化することである。しかし、小池他(2001)の研究によれば、技能試験などはあまり作業者にとって、技能を修得するうえで役には立たないと述べている。このことに関連するが、作業員Aが「技能試験を獲得することで技能があがることはない」と述べている点は興味深い。これらのことから、各作業者がスキルを形成⁽⁴⁾していく段階で、部門外、社外に関わるような活動を体験させることも重要である。

8. 8 本章のまとめ

ヒット商品の開発に関しては、多くの書籍、論文で取り挙げられている。しかし、現実には期待したほど売上げに寄与しない製品は、ヒット商品の数と比較した場合、非常に多い。その状況を打開するひとつの手段として、われわれは現場作業者の持つ知識や体験を活用すべきである、と提案した。多くの企業では、現在でも現場作業者は、指示された作業内容の範囲で生産する手段として考えられている。また仕様書どおりに忠実に作業することが要求されている。企業は多くのリソースを所有するが、現場作業者もその中の重要なリソースのひとつである。現場作業者は日々の活動を通して、いろいろ考える機会に直面す

る。しかしこれまでは、その声が十分他の部門に反映する可能性は低かった。日本企業が現在のグローバル社会の中で生き残るためには、企業が持つすべてのリソースを十分活用すべきであることは、いうまでもない。機械とは異なり、考えて動くことのできる現場作業者の能力を、ひとつの重要なリソースと考えれば、それらを活用しないということは、ムダにリソースを浪費することになる。現場作業者は直接製品に接している。多くの種類の製品に接することにより、いろいろな比較点を見つけることも可能となる。現場作業者が持つ意見や不満を活用することは、企業にも有益になるだろう。

本章では、現場作業者が果たす役割について、指示された数量、納期、品質を守るといった従来の作業に限定するのではなく、作業を通して人材育成すると同時に、より高次に発展させた知識や体験を商品開発に活用すべき、と提案してきた。現場作業者を4つのタイプに分類し、各タイプにおいての役割、ならびに課題も示し、望まれる各作業者の機能についても提案してきた。そして所属する製造部だけではなく、営業部門や技術部門などの他部門へ積極的に関与する「インナー・コンシューマー」機能を明確にし、さらに望まれる現場作業員として、4タイプの作業員との比較を通じて、現場作業員の必要とする能力について言及した。その能力を補完することができれば、現場作業員といえども、「インナー・コンシューマー」としての作業員の機能をもつことができ、企業に大きな貢献をもたらすことが期待できる。現場作業員への臨床的面接に関しては、3つの問題点を設定し、それに基づく形で質問内容を決定した。この3点は、特に現場作業員が「インナー・コンシューマー」として機能するために、定義に則した重要な条件である。本章では、コミュニケーション能力について詳述することはなかったが、非常に重要な行為と評価できる。

これまでも作業員の能力について言及した研究はあったが、本章において行われた、現場作業員からの実作業に関する臨床的面接を通して、詳細なデータを用いた研究は稀である。各企業がさらに現場作業員の能力を発揮することのできる場を提供し、現場作業員がより自律的な働きをもち、企業に貢献できることを期待する。

注

- (1) 従来での製品の情報のフィードバックでは、製品を使用した顧客から企業内へ情報をもたらされるのに対して、本章では、図 8.3 の左側にあるように、消費者が製品を手にする前の段階で、製造部門から技術開発部門や営業部門へ製品に関する情報をフィードバックし、製品の改良に貢献する。
- (2) ここでの生産性は、商品開発のスピードと成功の確率を意味する。
- (3) TRY は、試作品の生産、量産への確認のために行われる。通常は量産の確認のため、量産時と同じ機械で行う。
- (4) 射出成型のケースでは、始めが材料の準備などの前段取り、金型取付け、条件呼出し、取出し機の設定、最終的には新規品の条件設定と、タイプ 1 の作業者が身につけている技能へ到達する、段階的な技能の修得を意味する。

9. おわりに

本研究において、最も明確にしたかった点は二つである。一つは、セル生産などのプロセス・イノベーションが行われている生産現場でも生産性の向上が可能であるということである。もう一つは、製造現場の作業者がこれまでに得てきた経験と知識により、単に生産プロセスのみではなく、企画段階から販売までの全体最適を果たすために企業活動の全プロセスにおいて、自律的に機能できる、ということである。前者への解としては、シミュレーションモデルを構築し、現状の作業を詳細に分析することにより、生産性向上の提案を行った。後者への解としては、アンケート調査やインタビューを行い、それぞれの特性を抽出し、応用可能性を示した。

2章では、プロセス・イノベーションなどに関する考察ならびに先行研究と本研究との関連性について述べた。プロダクト・イノベーションと異なり、プロセス・イノベーションは管理者が推進するものではなく、実際の作業にかかわる現場作業者が自ら考え、実行するものである。いかにムダを省き、生産性を上げるか。そしてその結果、製品あたりのコストを低下させ、企業の収益に貢献することが最大の目的となる。これらの作業者は自律的にプロセス・イノベーションへ関与する義務が発生するが、これまで日本の製造業においては、小集団活動などを利用して、地道に率先して行ってきた。それが日本製造業の強みであり、単に人件費が安い中国やアジア諸国に打ち勝つための非常に大きな武器である。プロセス・イノベーションの初期の段階では生産装置によりカイゼンの効果が実現できるが、継続的に効果を出すには作業者の自律性が重要である。

3, 4, 6, 7章においては、セル生産を題材に取り上げた。セル生産はトヨタ生産方式(TPS)に代表されるムダを省くことによって、生産サイクルを短縮し、生産効率を上げ、高品質かつ低コスト化を実現する生産システムである。多くの企業が採用し、実践している生産システムである。

3章ではシミュレーション分析により、カイゼンを果たすその根本となる要素を見つけ出し、さらなる生産性向上の可能性を示すことができた。これまでセル生産を導入している現場においては、実務的な経験からその生産システムを作り上げていく。その過程では、実務経験者の経験知をもとに導入が推進され、結果として生産性の向上が達成される。完全にムダが排除されているかは明確ではない。そこで、6章における作業分析を通じて、パソコン組立作業におけるセル生産の仕組みを明確にし、作業の流れからもわかるように作業に対する柔軟性が高く要求される生産方法であることが理解できた。そのため、簡単には人の目で作業の効率性を正確に判別することが困難であるが、シミュレーションモデルを構築することにより、作業内容にしたがって再現することで、さらなる効率の追究ができた。

また、4章では3章で取り上げた、セル生産へ部品を供給するみずすましの役割に関して研究を行った。ここでもみずすましの数、ならびに受け持つ台数は管理者の経験知に従ってカイゼン活動が行われ、もっぱら生産システムの最適化が行われている。しかし現状をシミュレーション分析した結果、みずすましの自律性を追求することで、ムダの削減が可能であることが明確となった。シミュレーション分析により、カイゼンの余地を示すことができた。特に、PC生産と部品供給を個別でカイゼンを行うのではなく、ひとつの流れ

としてカイゼンを行うことで、その効果が発揮される。本研究対象のような企業でも、まだムダの削減が可能であることが分かった。

そして5章では、3、4章で得たカイゼン手法を用いて、これまでTPSを十分活用してこなかった装置産業の代表格ともいえる半導体産業においてシミュレーション分析を行った。生産性向上のための、TPSの概念の利用は十分活用可能である。2章でも述べたが、プロセス・イノベーションは、プロダクト・イノベーションに比べるとそのインパクトが小さいという理由から、重要性が低いといわれている。しかし本論文でのシミュレーション分析で明らかにした結果から、十分その有効性を提示することができた。作業においては多くのムダが存在する。それらを一つ一つ取除くことで、地道ながらもカイゼンは継続されていく。そして5章で明確にしたことは、ムダを複合的に捕まえ、改善を実行することが、より企業の効率性により影響をもたらすということである。

3～5章の研究においては、シミュレーションによる分析が生産性向上に関して充分実用可能な分析手段であり、企業が今後のプロセス・イノベーションを行う上で貴重な手法となることが分かった。シミュレーション分析により、視覚的にその生産性向上が目に見えることは重要である。特に3章での研究結果に関しては、研究対象企業への結果報告の際、ボトルネックであると判断したエージング前後の作業を修正することでさらなる効率的な生産が可能であることを指摘した。ほぼ同時期で対象企業においても、エージング前後の作業をカイゼンすることで生産性向上を果たそうとしていた。このことから本研究の方向性は、実際のカイゼン活動と一致する。本研究の報告が対象企業にとっても、生産性向上の方向が正しいと認識でき、該当企業の生産技術管理者は本研究内容を参考にし、プロセス・イノベーションを継続していくことが可能となる。4、5章に関して、カイゼン方法について対象企業へのフォローアップは行っていないが、本研究内容に従ったカイゼンにより、さらなる生産性向上をはかることができる。

6章では、3章のシミュレーション分析の基礎となるセル生産の作業分析・動作分析を行った。ビデオで録画した作業内容を要素作業分析し、非常に細かい作業まで把握するというので、その柔軟性について述べた。これまでの先行研究で看過されてきたきわめて貴重なデータを収集でき、いくつかの先行研究で述べられているセル生産に包含する高度な柔軟性について実証できた。先行研究で多く取り上げられているものの、セル生産は作業者の能力に大きく依存する。しかし必ずしも作業者の身体的負担をかけているものではなく、作業意欲を大きく引き出す仕組みを持つ。この内容については7章にて述べている。

7、8章では、現場作業者のプロセス・イノベーションで得た知識を、企業の生産プロセス全体で活用すべく提案する可能性について、アンケート調査とインタビューにより明らかにしようとした。

7章ではセル生産に従事する作業者にアンケート調査を行い、従来の研究では行われてこなかった、現場作業員への心理的接近を試みた。またコンベヤ生産時と比較することで、その優位性を明確にした。そしてセル生産従事者のカイゼンの知識が開発段階でも利用できる可能性を示した。セル生産における現場作業員のモチベーションの高まりが、生産の効率性と密接に関係していることを明らかにした。さらに現場作業員がモノを作り上げるだけでなく、自らが考え、創意工夫をすることでさらなる生産効率を可能にする要因について述べた。この自律的作業員が、要求されたことのみを行うのではなく、自らカイゼンを

志向し、セル生産のような高精度な柔軟性が要求される生産方法に順応できる作業員である。

8章では、製造現場の作業員が日ごろの作業で学習した経験と知識の、生産プロセスだけでなく、商品開発・販売のプロセスへの活用可能性について追究した。8人の現場作業員へインタビューを行い、各作業への取組み等についての調査を行った。その結果、高い知識と経験を持った作業員は、他のプロセスへの関与も可能であることが分かった。現場作業員が果たす役割について、指示された数量、納期、品質を守るといった従来の作業に限定するのではなく、作業を通して人材育成すると同時に、より発展させた知識や体験を技術開発・販売のプロセスへ活用すべきであると提案した。

これまで企業の重要な経営戦略における一リソースである現場作業員が十分活用されてきたとはいえない。企業への貢献度が非常に大きいプロダクト・イノベーションを実現する研究・開発担当の技術者が重用される傾向がある。しかし本論文で明らかにしたように、プロセス・イノベーションでも大きな企業への貢献が可能であり、多くの企業がまだその余地を大きく残している。シミュレーションによりカイゼンの余地が十分あり、自律的に機能する作業員を育てることでプロセス・イノベーションの効果を増大させることが可能である。つまり、企業はものづくり現場の現状をしっかりと見極め、現場作業員の活用を積極的に進め、低コストによる企業間競争を勝ち抜く手段の一つとして位置づけることができる。

最後に、今後の課題として以下の二つを挙げる。

作業員の知識と経験を商品開発・販売のプロセスへ利用する可能性について追究したが、その実際の応用については取り上げることができなかった。そのため、本研究の内容に具体性を持たせるためにも、商品開発・販売のプロセスに関与している現場作業員を調査する必要がある。単に生産プロセスのみではなく、企業活動の一つの流れとしての商品開発から販売に関して、全体最適に関与する現場作業員を取り上げ、普遍化のための調査をすることが一つである。

またセル生産を事例として、その生産の柔軟性から高い生産性をもたらす仕組みを追究した。そして生産に適した部品供給の仕組みについても提案ができた。しかし、本研究ではセルへの部品供給からセル生産に関する研究であった。企業活動において全体最適という観点からは、受注からセルへの部品供給からセル生産さらに完成品の発送までがひとつの流れとなる。またITの利用により、企業の生産体制が大きく変わってきている。よってITを駆使した、さらなる生産性効率を高める生産システムのモデル化への取り組みについては、今後の課題としたい。

付録1 最適な作業区分に関する考察ならびに、アルゴリズム

現在、セル生産は多くの企業で採用され、すべての企業においてそのセル生産方法は一律ではなく、それぞれの企業体質に合わせた、それぞれの製品特性に関して最も適したセル生産方法が採用されている。今回の研究対象となったN社Y事業場の生産現場においても、トータルで2万機種ある中で1日に1個しか生産されない機種が全体の約半分を占め、組付け部品の多くが海外のベンダーから調達するため、1~2ヶ月の供給サイクルを考慮しなければならない、生産対象であるパソコンの性質を十分考慮した最適なセル生産体制を構築する。また、N社Y事業場におけるパソコンの生産においては、作業のほぼ真ん中に約2~3時間を要するエージング検査（機械によるシステム検査）と、表3.1の要素作業分析にもある、手待ち時間（それぞれシステム進行だけで、作業者は作業を一切行わない）があるため、作業を区分する際にエージング検査をまたいで作業を行う作業者が存在する可能性があり、その作業者に関してはいかに前後のバランスをとるかということ、また手待ち時間は作業者が製品を組立てていない時間であり、この時間を極力なくするような作業区分、作業場数の決定が高い生産性をもたらす要因であるため、その点に十分考慮する。N社Y事業場の作業者の傾向として、複数作業場があり、手待ち時間のある作業区分を受け持っている作業者の作業の特徴として、表3.1の2-9から2-14までの作業を例とすると、2-9~2-13までは手待ち時間がなく2-14にて34.9秒の手待ち時間が発生する。この場合作業者は2-9~2-13の途中において作業を中断することはなく、必ず手待ち時間が発生する2-14まで作業を行い、手待ち時間が進行している間に他の作業場にある製品の作業を行う。そのため表3.1にあるように作業内容は多くあるが、この例をとると2-9~2-14が作業内容の一つのまとまりとして、作業区分を決定していく（Takakuwa, Ichikawa and Miwa:2006）。

最適な作業分割の実行（3人セルを例として）

- ① 表3.1の要素作業分析にある、実作業の合計時間625.3（秒）を作業者数の3で割る。
($625.3 \div 3 = 208.43$ 秒)
- ② ①で求めた時間を表3.1の作業内容1-1から順番に切りのよいところで区切っていく。表3.1を208.43秒で順番に区切っていくと、1人目の作業区分は1-1~1-27（208.0秒）、2人目が1-28~3-17（203.4秒）、3人目が3-18~4-7（213.9秒）と分けられる。
- ③ 手待ち時間から手待ち時間を1つの作業の範囲として捉えるため、作業区分の微調整をする。
3-16で手待ち時間が98.3秒あるために、二人目の作業区分を1-28~3-17ではなく1-28~3-16（200.9秒）にし、3人目の作業区分を3-17~4-7（216.4秒）とする。
- ④ 手待ち時間のある作業区分において、手待ち時間を極力省くために複数の作業場設定する。
二人目の作業者においては、合計591.4秒の手待ち時間が存在する。そのため、作業場数 = (実作業時間 + 手待ち時間) ÷ 実作業時間 という式によって作業場数の決定を行う。すなわち $(200.9 + 591.4) \div 200.9 \approx 3.94$ となり、作業場数は4と決定される。

- ⑤ これまでで作業区分と作業場が決定したので、これに基づいて作業時間標準モデル⁽¹⁾を使用し、各作業者における平準化を測る。

作業時間標準モデルの使い方は

A	B	C	D	E	F	G
	組立作業	合計(秒)	手待時間	作業待時間	作業場	
1	1-1、ベースの取出し	4.0	0	0.0		
2	1-2、キーボード、キーボードカバー、スイッチキート、サーマルプレートの取外し	16.0	0	0.0		
3	1-3、CPUの取付け	3.1	0	0.0		
4	1-4、CPUのビス止め(1ヶ)	5.3	0	0.0		Step1
5	1-5、ヒートシンクの取付け	4.3	0	0.0		
6	1-6、ファンの取付け	1.5	0	0.0		
7	1-7、ヒートシンクのビス止め(5ヶ)	20.0	0	0.0		
8	1-8、ファンのビス止め(1ヶ)	6.9	0	0.0		
9	1-9、ODDの取付け					
10	1-10、LCDの取出し					
11	1-11、LCDケーブルとクローズオフケーブルの取付け					
12	1-12、スイッチキートの取付け					
13	1-13、サーマルプレートの取付け					
14	1-14、ビス止め(10ヶ)					
15	1-15、キーボードのはめ込み					
16	1-16、キーボードカバーの取付け					
17	1-17、LCDロゴプレートの貼付け					
18	1-18、CPUシールの本体貼付け					
19	1-19、LCDのヒンジカバー2個の取付け					
20	1-20、本体側面のビス止め(2ヶ)					
21	1-21、側面に目隠シールの貼付け					
22	1-22、裏側にこのビス止め(2ヶ)					
23	1-23、リップスイッチキートの取外し					
24	1-24、リップスイッチキートの確認					
25	1-25、メモリの取付け					
26	1-26、メモリカバーの取付け	4.0	0	0.0		
27	1-27、ビス止め(1ヶ)	3.4	0	0.0		

UserForm1

エージング前
作業番号 開始 作業番号 終了
(1-86)

28 50

エージング後
作業番号 開始 作業番号 終了
(1-86)

51 67

OK

二人目の作業者はエージング検査を前後した作業工程を行うので、画面の Step1 をクリックして出てきた UserForm1 に 1-28 から 3-16 に合う作業番号 28~50 と 51~67 を入力し、OK ボタンをクリック。(このとき入力する番号は列 A の番号)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
エー	エー		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		エー	製品		1
28	作業時間	40.4											Step2	51	作業時間	16.7	
	手待時間	20													手待時間	38.7	
36	作業時間	1.6												55	作業時間	64.5	
	手待時間	85													手待時間	34	
37	作業時間	16.7												61	作業時間	3	
	手待時間	33													手待時間	20.2	
39	作業時間	1.3												63	作業時間	3.8	
	手待時間	17.7													手待時間	40.6	
40	作業時間	27												65	作業時間	6.8	
	手待時間	34.9													手待時間	98.3	
46	作業時間	11.2															
	手待時間	78.3															
48	作業時間	4.6															
	手待時間	22															
49	作業時間	1.5															
	手待時間	23															
50	作業時間	1.8															
	手待時間	45.7															

UserForm2

エーエーエー
製品数(1-10)

エーエーエー
製品数(1-10)

OK

次に Step2 をクリックすると、UserForm2 が出てきてエーエーエー前後の作業場数をそれぞれ打ち込み、OK ボタンをクリック。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
エー	エー		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		エー	製品		1	2
28	作業時間	40.4	40.4	80.8									Step2	51	作業時間	16.7	97.5	114
	手待時間	20	60.4	100.8											手待時間	38.7	136	153
36	作業時間	1.6	116	117.4										55	作業時間	64.5	201	265
	手待時間	85	201	202.4											手待時間	34	235	299
37	作業時間	16.7	282	298.6										61	作業時間	3	302	305
	手待時間	33	315	331.6											手待時間	20.2	322	325
39	作業時間	1.3	316	332.9										63	作業時間	3.8	326	329
	手待時間	17.7	334	350.6											手待時間	40.6	366	370
40	作業時間	27	361	387.9										65	作業時間	6.8	395	402
	手待時間	34.9	396	422.8											手待時間	98.3	493	500
46	作業時間	11.2	413	434													19	20
	手待時間	78.3	491	512.3														
48	作業時間	4.6	496	516.9														
	手待時間	22	518	538.9														
49	作業時間	1.5	519	540.4														
	手待時間	23	542	563.4														
50	作業時間	1.8	544	565.2														
	手待時間	45.7	590	610.9														

そうすると、以上の図が出てきて、作業が終わるまでの時間が表示される。ここではこの作業者が終了する時間は 610.9 秒ということであった。

1 個の製品を生産するのに 1 人目の作業者は 208.0 秒、二人目が 2 個製品を組付けるのに 610.9 秒かかるので、1 個に換算すると、305.4 秒かかる。3 人目は 233.7 秒かかる。

これでは各作業者の負荷が平準化されていないので、作業区分を考え直す。

- ⑥ 作業区分について考え直すと、1人目の作業区分を1-1~1-31 (222.8秒)、2人目を2-1~3-16 (186.1秒)、3人目を3-17~4-7 (233.7秒)と設定する。この作業区分で⑤の手順を繰り返す。

A	B	C	D	E	F	G
	組立作業	合計(秒)	手待時間	作業待時間	作業場	6
1	1-1、ベースの取出し	4.0	0	0.0		
2	1-2、キーボード、キーボードカバー、スイッチヘッド、サーマルプレートの取外し	16.0	0	0.0		
3	1-3、CPUの取付け	3.1	0	0.0		
4	1-4、CPUのビス止め(1ヶ)					
5	1-5、ヒートシンクの取付け					
6	1-6、ファンの取付け					
7	1-7、ヒートシンクのビス止め(5ヶ)					
8	1-8、ファンのビス止め(1ヶ)					
9	1-9、ODDの取付け					
10	1-10、LCDの取出し					
11	1-11、LCDケーブルとクローズオフケーブルの取付け					
12	1-12、スイッチヘッドの取付け					
13	1-13、サーマルプレートの取付け					
14	1-14、ビス止め(10ヶ)					
15	1-15、キーボードのはめ込み					
16	1-16、キーボードカバーの取付け					
17	1-17、LCDロゴプレートの貼付け					
18	1-18、CPUシールの本体貼付け					
19	1-19、LCDのピンジカカバー2個の取付け					
20	1-20、本体側面のビス止め(2ヶ)					
21	1-21、側面に目隠シールの貼付け					
22	1-22、裏側にのビス止め(2ヶ)	7.8	0	0.0		
23	1-23、リップスイッチヘッドの取外し	4.6	0	0.0		
24	1-24、リップスイッチヘッドの確認	10.1	0	0.0		
25	1-25、メモリの取付け	2.4	0	0.0		

UserForm1

エージング前
作業番号 開始 作業番号 終了
(1-86)

エージング後
作業番号 開始 作業番号 終了
(1-86)

OK

2人目の作業範囲が32~67なので、Step1をクリックして出るUserForm1に入力し、OKボタンをクリックする。

A	B	U	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	U	P	U
	エージング前 製品数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		エージング後 製品数		
	32 作業時間	25.6												51 作業時間	16.7	
	手待時間	20												手待時間	38.7	
	36 作業時間	1.6												55 作業時間	64.5	
	手待時間	85												手待時間	34	
	37 作業時間	16.7												61 作業時間	3	
	手待時間	33												手待時間	20.2	
	39 作業時間	1.3												63 作業時間	3.8	
	手待時間	17.7												手待時間	40.6	
	40 作業時間	2.7												65 作業時間	6.8	
	手待時間	34.9												手待時間	98.3	
	46 作業時間	11.2														
	手待時間	78.3														
	48 作業時間	4.6														
	手待時間	22														
	49 作業時間	1.5														

UserForm2

エージング前
製品数(1-10)

エージング後
製品数(1-10)

OK

この画面のStep2をクリックし、UserForm2にエージング前後の作業場数を入力し、OKボタンをクリックする。

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	エーシング前	製品数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		エーシング後	製品数	1	2				
2		32	作業時間	25.6	25.6	51.2								Step2	51	作業時間	16.7	67.9	84.6		
3			手待時間	20	45.6	71.2										手待時間	38.7	107	123		
4				1																	
5		36	作業時間	1.6	86.2	87.8									55	作業時間	64.5	171	236		
6			手待時間	85	171	172.8										手待時間	34	205	270		
7				5																	
8		37	作業時間	16.7	252	269									61	作業時間	3	272	275		
9			手待時間	33	285	302										手待時間	20.2	292	295		
10				9																	
11		39	作業時間	1.3	287	303.3									63	作業時間	3.8	296	300		
12			手待時間	17.7	304	321										手待時間	40.6	337	340		
13				13																	
14		40	作業時間	27	331	358.3									65	作業時間	6.8	365	372		
15			手待時間	34.9	366	393.2										手待時間	98.3	463	470		
16				17																	
17		46	作業時間	11.2	383	404.4															
18			手待時間	78.3	461	482.7															
19				21																	
20		48	作業時間	4.6	466	487.3															
21			手待時間	22	488	509.3															
22				23																	
23		49	作業時間	1.5	490	510.8															
24			手待時間	23	513	533.8															
25				25																	
26		50	作業時間	1.8	514	535.6															
27			手待時間	45.7	560	581.3															
28				27																	

この画面にて作業時間の結果が表示される。そこでこの作業区分における作業時間は581.3秒ということになり、2人目の作業者は2個の製品の作業を行うことから、1個あたりの作業時間は290.6秒ということになり、1人目の製品一個に対する作業時間222.8秒、3人目の作業時間233.7秒と比較すると、まだ再考の必要性がある。

- ⑦ 次に提示する作業区分は1人目が1-1~2-4, 2人目が2-5~3-16, 3人目が3-17~4-7で作業時間を確認する。

A	B	C	D	E	F	G
	組立作業	合計(秒)	手待時間	作業待時間	作業場	6
1	1-1、ベースの取出し	4.0	0	0.0		
2	1-2、キーボード、キーボードカバー、スイッチヘッド、サーマルプレートの取外し	16.0	0	0.0		
3	1-3、CPUの取付け	3.1	0	0.0		
4	1-4、CPUのビス止め(1ヶ)					
5	1-5、ヒートシンクの取付け					
6	1-6、ファンの取付け					
7	1-7、ヒートシンクのビス止め(5ヶ)					
8	1-8、ファンのビス止め(1ヶ)					
9	1-9、ODDの取付け					
10	1-10、LCDの取出し					
11	1-11、LCDケーブルとクローズオフケーブルの取付け					
12	1-12、スイッチヘッドの取付け					
13	1-13、サーマルプレートの取付け					
14	1-14、ビス止め(10ヶ)					
15	1-15、キーボードのはめ込み					
16	1-16、キーボードカバーの取付け					
17	1-17、LCDロゴプレートの貼付け					
18	1-18、CPUシールの本体貼付け					
19	1-19、LCDのピンジカパー2個の取付け					
20	1-20、本体側面のビス止め(2ヶ)					
21	1-21、側面に目隠シールの貼付け					
22	1-22、裏面にビス止め(2ヶ)	7.8	0	0.0		

UserForm1

エーシング前
作業番号 開始 作業番号 終了
(1-86)

36 50

エーシング後
作業番号 開始 作業番号 終了
(1-86)

51 67

OK

Step1をクリックしUserForm1を出して、ここでは36~67を入力しOKボタンをクリックする。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
エーシング前	製品数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		エーシング後	製品数	
36	作業時間	1.6											Step2	51	作業時間	16.7
	手待時間	85													手待時間	38.7
37	作業時間	16.7												55	作業時間	64.5
	手待時間	33													手待時間	34
39	作業時間	1.3												61	作業時間	3
	手待時間	17.7													手待時間	20.2
40	作業時間	27												63	作業時間	3.8
	手待時間	34.9													手待時間	40.6
46	作業時間	11.2												65	作業時間	6.8
	手待時間	78.3													手待時間	98.3
48	作業時間	4.6														
	手待時間	22														
49	作業時間	1.5														
	手待時間	23														
50	作業時間	1.8														
	手待時間	45.7														

UserForm2 ✕

エーシング前
製品数(1-10)

エーシング後
製品数(1-10)

OK

Step2 をクリックし、UserForm2 に作業場を入力し、OK ボタンを押す。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
エーシング前	製品数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		エーシング後	製品数		1	2	
36	作業時間	1.6	1.6	3.2									Step2	51	作業時間	16.7	19.9	36.6	
	手待時間	85	86.6	88.2											手待時間	38.7	58.6	75.3	
37	作業時間	16.7	204	221										55	作業時間	64.5	123	188	
	手待時間	33	237	254											手待時間	34	157	222	
39	作業時間	1.3	239	255.3										61	作業時間	3	224	227	
	手待時間	17.7	256	273											手待時間	20.2	244	247	
40	作業時間	27	283	310.3										63	作業時間	3.8	248	252	
	手待時間	34.9	318	345.2											手待時間	40.6	289	292	
46	作業時間	11.2	335	356.4										65	作業時間	6.8	317	324	
	手待時間	78.3	413	434.7											手待時間	98.3	415	422	
48	作業時間	4.6	418	439.3															
	手待時間	22	440	461.3															
49	作業時間	1.5	442	462.8															
	手待時間	23	465	485.8															
50	作業時間	1.8	466	487.6															
	手待時間	45.7	512	533.3															

ここで二人目の作業者の作業時間は 533.3 秒ということになり、1 個あたりの作業時間は 266.6 秒となる。それに対して 1 人目の作業者は 248.4 秒。3 人目の作業者は 233.7 秒となり、かなり作業時間の平準化が図られていることが分かる。

- ⑧ 次に 1 人目の作業区分を 1-1~2-5, 2 人目を 2-6~3-16, 3 人目を 3-17~4-7 で作業時間を求める。

A	B	C	D	E	F	G
1	組立作業	合計(秒)	手待時間	作業待時間	作業場	6
2	1-1. ベースの取出し	4.0	0	0.0		
3	2 1-2. キーボード、キーボードカバー、スイッチヘッド、サーマルプレートの取外し	16.0	0	0.0		
4	3 1-3. CPUの取付け	3.1	0	0.0		
5	4 1-4. CPUのビス止め(1ヶ)					
6	5 1-5. ヒートシンクの取付け					
7	6 1-6. ファン取付け					
8	7 1-7. ヒートシンクのビス止め(5ヶ)					
9	8 1-8. ファンのビス止め(1ヶ)					
10	9 1-9. ODDの取付け					
11	10 1-10. LODの取出し					
12	11 1-11. LCDケーブルとクロスオフケーブルの取付け					
13	12 1-12. スイッチヘッドの取付け					
14	13 1-13. サーマルプレートの取付け					
15	14 1-14. ビス止め(10ヶ)					
16	15 1-15. キーボードのはめ込み					
17	16 1-16. キーボードカバーの取付け					
18	17 1-17. LCDロゴプレート取付け					
19	18 1-18. CPUシールの本体貼付け					
20	19 1-19. LODのピンジカバー2個の取付け					
21	20 1-20. 本体側面のビス止め(2ヶ)					
22	21 1-21. 側面に目隠しシールの貼付け					
23	22 1-22. 裏側のビス止め(2ヶ)	7.8	0	0.0		
24	23 1-23. 裏側のビス止め(2ヶ)	4.6	0	0.0		

User Form 1

エー징前
作業番号 開始 作業番号 終了
(1-86)

37 50

エー징後
作業番号 開始 作業番号 終了
(1-86)

51 67

OK

Step1 をクリックし UserForm1 を出して、ここでは作業番号 37~67 を入力し OK ボタンをクリックする。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1	エー징前	製品数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	エー징後	製品数			
2		37	作業時間	16.7										51	作業時間	16.7		
3			手待時間	33											手待時間	38.7		
4																		
5		39	作業時間	1.3										55	作業時間	64.5		
6			手待時間	17.7											手待時間	34		
7																		
8		40	作業時間	27										61	作業時間	3		
9			手待時間	34.9											手待時間	20.2		
10																		
11		46	作業時間	11.2										63	作業時間	3.8		
12			手待時間	78.3											手待時間	40.6		
13																		
14		48	作業時間	4.6										65	作業時間	6.8		
15			手待時間	22											手待時間	98.3		
16																		
17		49	作業時間	1.5														
18			手待時間	23														
19																		
20		50	作業時間	1.8														
21			手待時間	45.7														
22																		

User Form 2

エー징前
製品数(1-10)

2

エー징後
製品数(1-10)

2

OK

Step2 をクリックし、UserForm2 に作業場を入力し、OK ボタンを押す。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	エージング前	製品数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		エージング後	製品数		1	2	3
2		37	作業時間	16.7	16.7	33.4										51	作業時間	16.7	50.1	66.8
3			手待時間	33	49.7	66.4											手待時間	38.7	88.8	106
4				1	2													3	4	
5		39	作業時間	1.3	68.1	69.4										55	作業時間	64.5	204	269
6			手待時間	17.7	85.8	87.1											手待時間	34	238	303
7				5	6													9	10	
8		40	作業時間	27	113	139.8										61	作業時間	3	294	306
9			手待時間	34.9	148	174.7											手待時間	20.2	314	326
10				7	8													13	14	
11		46	作業時間	11.2	280	291.2										63	作業時間	3.8	318	330
12			手待時間	78.3	358	369.5											手待時間	40.6	359	370
13				11	12													15	16	
14		48	作業時間	4.6	363	374.3										65	作業時間	6.8	370	381
15			手待時間	22	385	396.3											手待時間	98.3	468	479
16				17	18													18	20	
17		49	作業時間	1.5	386	397.8														
18			手待時間	23	409	420.8														
19				21	22															
20		50	作業時間	1.8	411	422.6														
21			手待時間	45.7	457	468.3														
22				23	24															
23																				

ここで二人目の作業者の作業時間は 468.3 秒ということになり、1 個あたりの作業時間は 234.1 秒となる。それに対して 1 人目の作業者は 270.1 秒。3 人目の作業者は 233.7 秒となったが、⑦でもとめた作業区分における作業時間と比較すると、⑦のほうが適切であるといえる(表付 1.1)。

表付 1.1 作業時間の比較

	1 人目の作業時間	2 人目の作業時間	3 人目の作業時間
⑦の作業区分 (秒)	248.4	266.6	233.7
⑧の作業区分 (秒)	270.1	234.1	233.7

- ⑨ ⑤において各作業者における作業時間が平準化されていれば問題ないが、されていないのであれば②～④の作業を再度行い、⑤の作業で平準化を測るまで何度も繰り返す。ここでは 1 人目の作業者を 1-1～2-4, 2 人目が 2-5～3-16, 3 人目が 3-17～4-7 ということになる。
- ⑩ ⑥で決定した作業区分, 作業場数において Arena のシミュレーションモデルを作成する。
- ⑪ 8 時間のモデルを実行し, 生産性と製品が作業者間を流れる間隔を確認する。特に, エージング検査に入る感覚と, 完成品になる間隔が等しくなるように作業区分や作業場の調整を行う。
このモデルでのエージング検査に入る時間間隔と完成品になる時間間隔はそれぞれ 254.71 秒と 254.24 秒となる。
- ⑫ ⑧での時間間隔がほぼ同じになるのであれば, これが最適である作業区分と作業場数ということがいえ, 最適なモデルと理解できる。

以上が3人セルにおける最適なセル生産の作業区分、作業場数の決定手順ということになり、この方法を2人セルから6人セルまでに応用し、それぞれの最適な作業区分を決定し、モデルの作成、実行を行うことによって最適な作業人数の決定を行うことが可能である。

現状の生産現場と改善された生産方法との比較

現在のN社Y事業場におけるセル生産の現場では、1つのセルに関わる作業者の人数は3人と6人である。現状の作業範囲と作業場数に関しては表付1.2、1.3にて示す。(作業範囲は表3.1の要素作業分析の番号と一致)

表付 1.2 3人セル作業分析

作業者	作業領域	作業時間(秒)	手待ち時間(秒)	作業場数(箇所)
1	1-1~1-31	222.8	0.0	1
2	2-1~3-23	251.9	608.7	3
3	3-24~4-7	150.9	0.0	1

表付 1.3 6人セル作業分析

作業者	作業領域	作業時間(秒)	手待ち時間(秒)	作業場数(箇所)
1	1-1~1-18	154.8	0.0	1
2	1-19~1-31	68.5	0.0	1
3	2-1~2-20	96.4	359.6	3
4	3-1~3-15	87.1	133.5	2
5	3-16~3-29	181.3	115.6	2
6	4-1~4-7	37.7	0.0	1

以上の作業範囲、作業場数でのArenaによるシミュレーションを行う。
 現行の条件で8時間実行した結果は表付1.4に示す。

表付 1.4 現行セルにおける実行結果

	現行3人セル	現行6人セル
8時間あたりの出来高(個)	46	104
1人当たりの生産数(個)	15.33	17.33

現行の方法に対して、改善案として最適な作業分割を行い、Arenaによるシミュレーションを8時間実行する。その作業範囲を表付1.5、1.6に、結果を表付1.7に示す。

表付 1.5 改善案 3 人セル作業分析

作業者	作業領域	作業時間(秒)	手待ち時間(秒)	作業場数(箇所)
1	1-1~2-4	248.4	0.0	1
2	2-5~3-16	203.4	591.7	4
3	3-17~4-7	213.9	17.3	1

表付 1.6 改善案 6 人セル作業分析

作業者	作業領域	作業時間(秒)	手待ち時間(秒)	作業場数(箇所)
1	1-1~1-13	82.3	0.0	1
2	1-14~1-23	105.8	0.0	1
3	1-24~2-14	106.9	190.6	3
4	2-15~3-11	103.3	261.9	4
5	3-12~3-25	98.8	156.2	3
6	3-26~4-7	128.2	0.0	1

表付 1.7 改善案による 3 人と 6 人のセルの実行結果

	改善案 3 人セル	改善案 6 人セル
8 時間あたりの出来高 (個)	81	152
1 人当たりの生産数 (個)	27.00	25.33

現行と改善案のセル生産方法との実行結果

シミュレーション結果による現行のセル生産方法と、改善案として考察したセル生産方法の生産性を比較すると、現行方法のセル生産に対する改善案としてのセル生産方法は 3 人セルで 76%、6 人セルで 46%の増加率という結果であった。この結果に関しては、どのような要因によってここまで違いが出たのかということ考察することが非常に重要であると考えられる。そこで、シミュレーションを行った Arena のデータを使用し、現行と改善案を比較することによって、要因を推測し、検証することにする。

推測する要因⁽³⁾

- 1、各作業者の作業負荷
- 2、エージング検査に入る製品の時間間隔と完成品になる製品の時間間隔

1, 2 の数値を表にすると,

表付 1.8 各作業者の負荷率(%)

	現行 3 人セル	改善 3 人セル	現行 6 人セル	改善 6 人セル
Worker 1 の負荷率	100	100	100	100
Worker 2 の負荷率	60.22	53.15	94.82	99.71
Worker 3 の負荷率	24.50	65.77	60.50	80.03
Worker 4 の負荷率			32.63	61.05
Worker 5 の負荷率			65.95	52.84
Worker 6 の負荷率			13.61	67.91

表付 1.9 製品の時間間隔 (秒)

	現行 3 人セル	改善 3 人セル	現行 6 人セル	改善 6 人セル
エージング時	275.7	254.7	157.6	132.9
完成品時	441.7	254.2	196.0	133.3

表付 1.8, 付 1.9 の数値を考察すると, 各作業者の負荷率に関しては改善案のほうが現行の作業員よりもほぼ高い値を表している。特にそれぞれのセルにおける最終工程を担当する作業員の負荷率が大きく上がっている点が生産性の向上に寄与している。そして負荷の平準化をもたらしたことが生産性向上には必要だと考える。しかし, 6 人セルの Worker5 に見られる作業率の低下があるように, 前後の作業員の負荷率を増やすために減少する結果をもたらす。それでも各作業員の負荷率を平準化することは生産性向上をもたらすひとつの要因と理解できる。また, 各作業員の負荷率の向上よりも表付 1.9 で示されているエージング検査に入るまで (エージング検査前) の製品の時間間隔と, エージング検査が終わって完成品になるまで (エージング検査後) の時間間隔の平準化が生産性の向上をもたらす。なぜなら, 3 人セルの 2 人目の作業員や改善案の 6 人セルの 4 人目の作業員などはエージング前後の作業を担当することになり, 作業員の負荷時間よりも製品の流れを円滑にすることのほうが生産性を高める要因になることが分かる。各作業員の負荷時間だけではエージング検査前後を含む作業員が均等に作業を行っているかどうかは判断することは難しい。そのためにも製品の時間間隔を作業員の負荷時間よりも充分考慮し, モデル化することが高い生産性をもたらすシミュレーションを可能にする。

ここでの結論として, 改善案の作業分割を行いこれだけの優位差が出たということは, 現状の生産方法を変更し, 実行しても十分な改善をもたらすことは高い確率で可能であるだろう。

その他の作業人数での生産モデルの考察

今までに最適な作業モデルの作成方法と, それらにより作成された 3 人セルと 6 人セルでの現行セル生産方法と改善案としてのセル生産方法を比較した。ここまでは作業区分の

変更によって生産性が高まることを証明したが、作業人数に関しては現行と同じ3人と6人のみしか検証がされていない。ここでは作業人数を変更することで生産性が高まるかどうかを検証する。そこで2人、4人、5人の作業人数でモデルを作成し、先に検証した改善案の3人と6人モデルを含めて最も高い作業性をもたらす作業人数について検証する⁽²⁾。

また作業区分の決定手順を踏まえたうえでの2人、4人、5人の作業区分を表付1.10～12に示す。

表付 1.10 2人セルの作業区分

作業員	作業領域	作業時間(秒)	手待ち時間(秒)	作業場数(箇所)
1	1-1～2-20	319.2	359.6	6
2	3-1～4-7	306.1	249.1	3

表付 1.11 4人セルの作業区分

作業員	作業領域	作業時間(秒)	手待ち時間(秒)	作業場数(箇所)
1	1-1～1-18	154.3	0.0	1
2	1-19～2-17	156.5	290.9	3
3	2-18～3-20	159.1	317.8	6
4	3-21～4-7	155.4	0.0	1

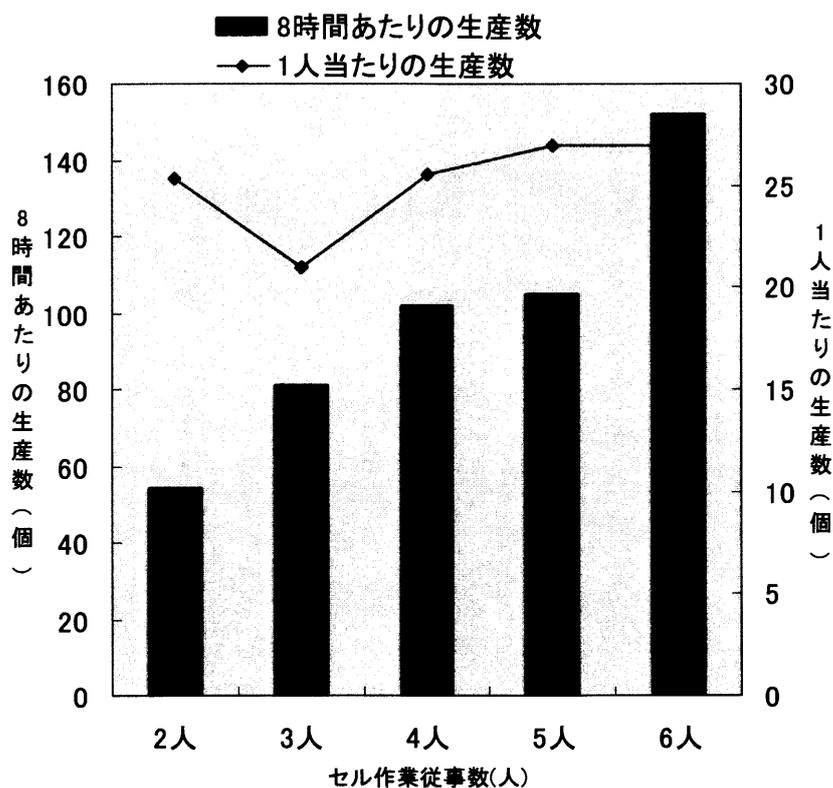
表付 1.12 5人セルの作業区分

作業員	作業領域	作業時間(秒)	手待ち時間(秒)	作業場数(箇所)
1	1-1～1-13	132.0	0.0	1
2	1-14～1-23	134.7	132.0	2
3	1-24～2-14	128.6	294.3	7
4	2-15～3-11	101.8	176.4	3
5	3-26～4-7	128.2	0.0	1

以上の作業区分において、8時間のArenaによるシミュレーションを実行する。結果を表付1.13に示す。

表付 1.13 2人～6人セルの実行結果

	2人	3人	4人	5人	6人
8時間あたりの生産数(個)	54	81	102	105	152
1人当たりの生産数(個)	25.33	21	25.5	27	27



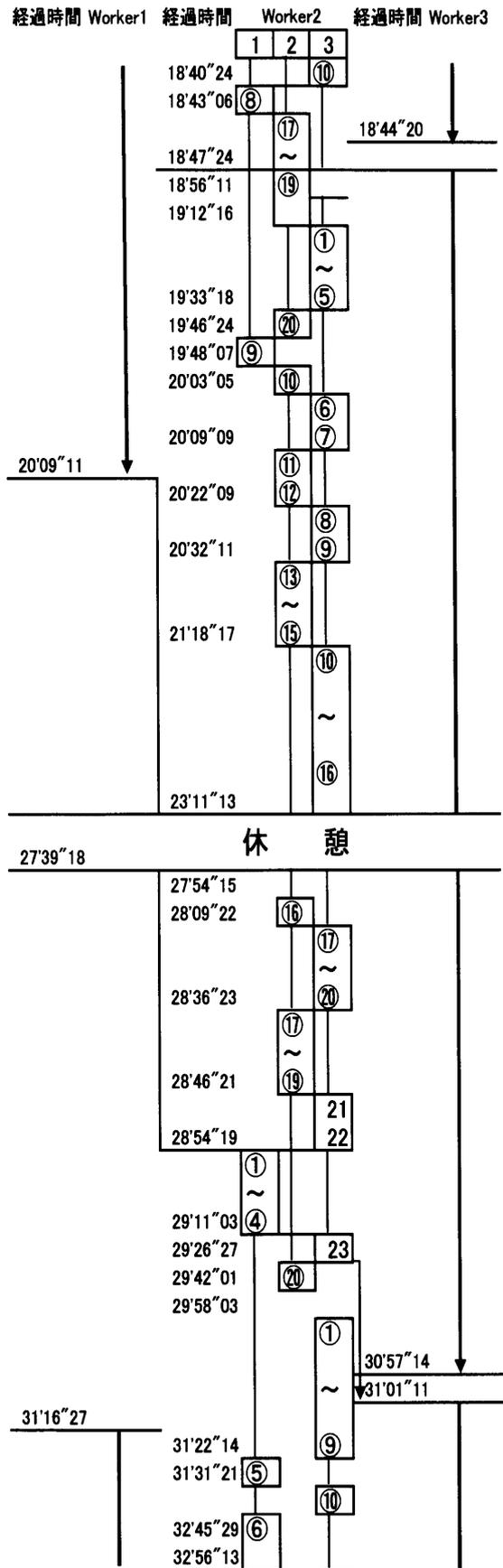
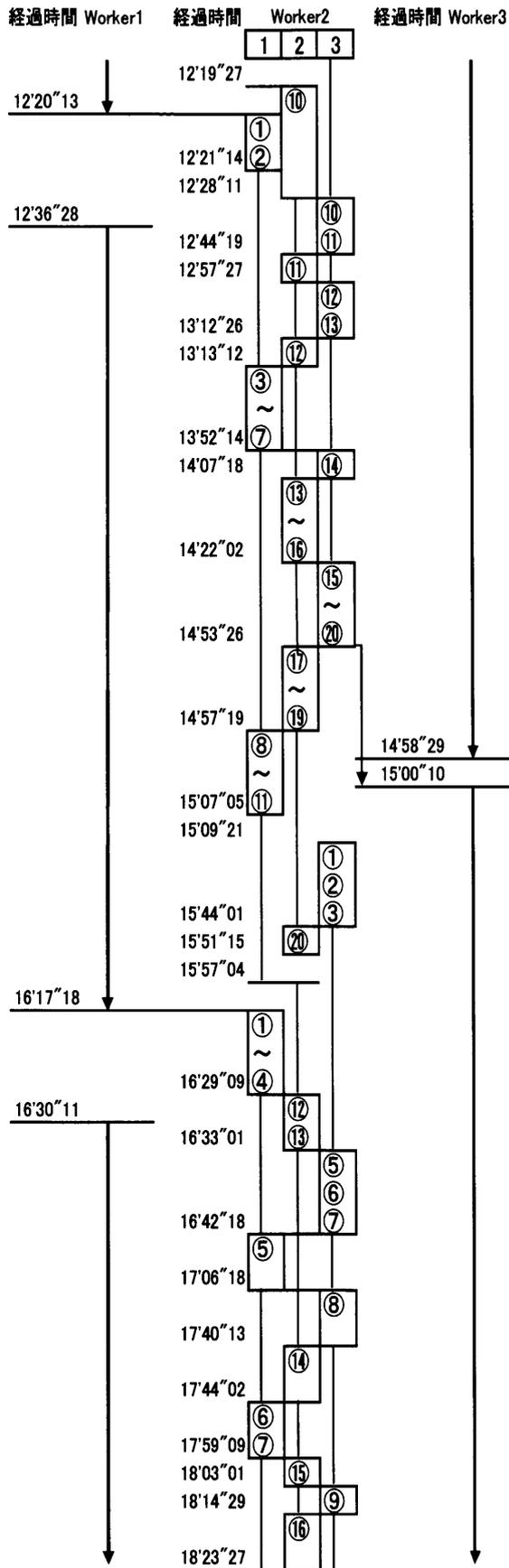
図付 1.1 各セルの生産性のグラフ

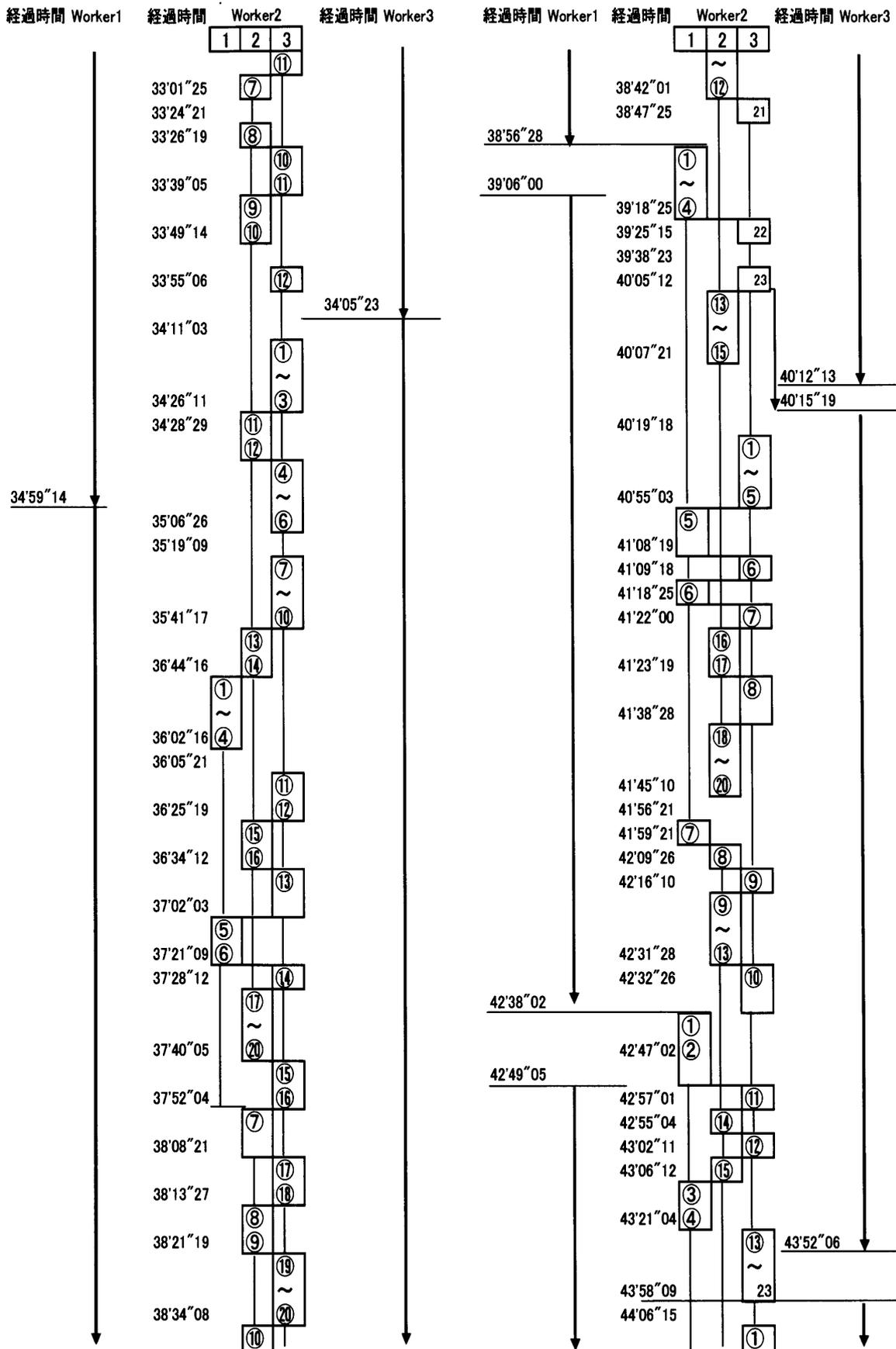
表付 1.13 に 5 タイプのセルの実行結果を示し、それをグラフ化した (図付 1.1)。2 人と 3 人セルにおいて作業員一人当たりの生産数が 27 個と最も高い生産性となった。しかし、他の 3 タイプも高い生産性を示している。5 人セルで 21 個であったが、現行のセル生産よりも高い生産数を示していることもあり、人数よりも作業内容を最適に区切ることが重要であると理解できる。

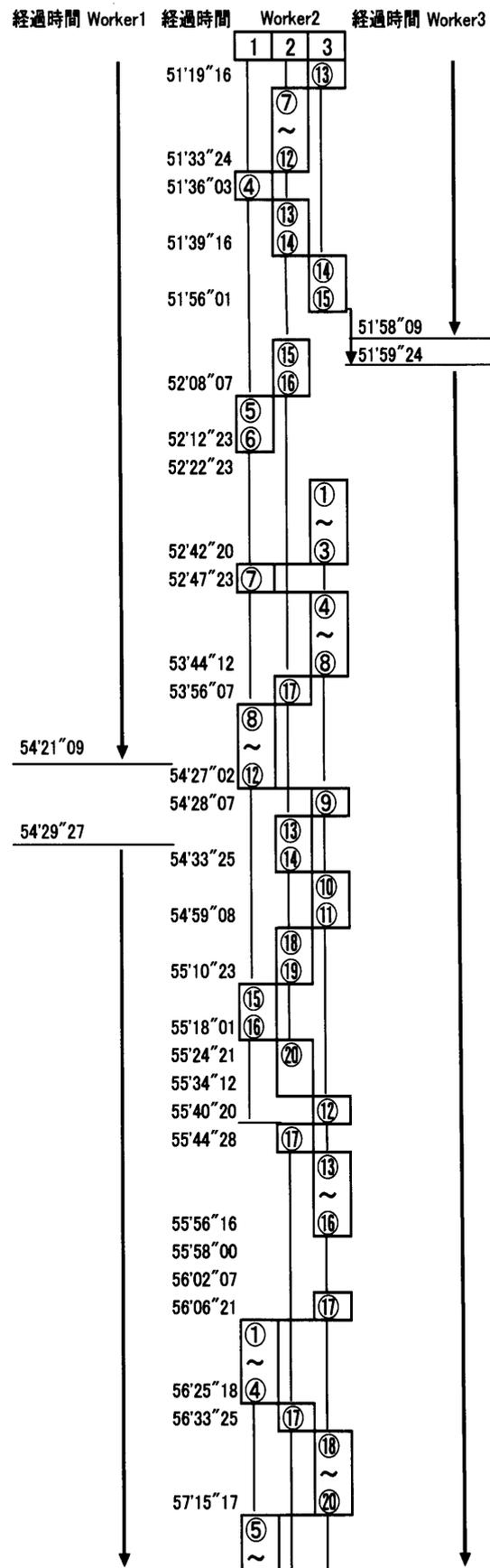
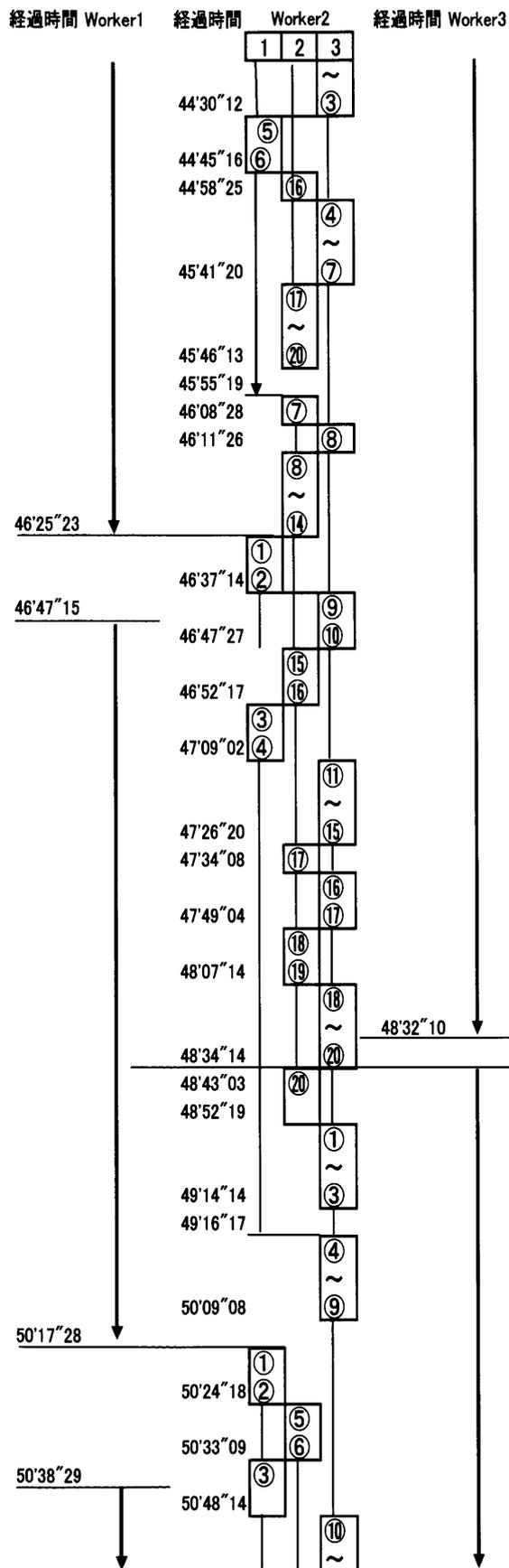
それでは、最も優れた作業人数ということになるが、それは 1 人当たりの生産数 27 個の 2 人と 3 人セルということになる。しかし、同じ数量になるのなら、コストの面から考えて作業場を 3 人セルより 2 人セルのほうが多く作成しなければならず、治具や、検査道具などの機器のコストを考慮すれば、3 人セルのほうが製品 1 つあたりの費用を抑えることができ、最も製品 1 つあたりの生産性が高いという結果を導き出すことができた。

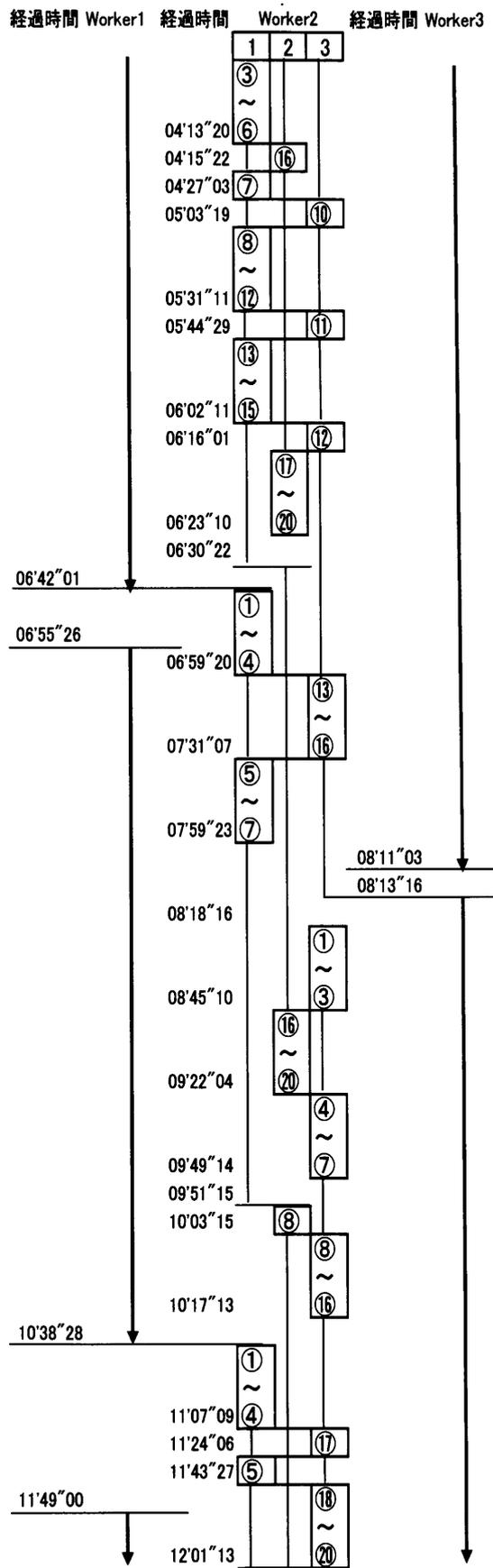
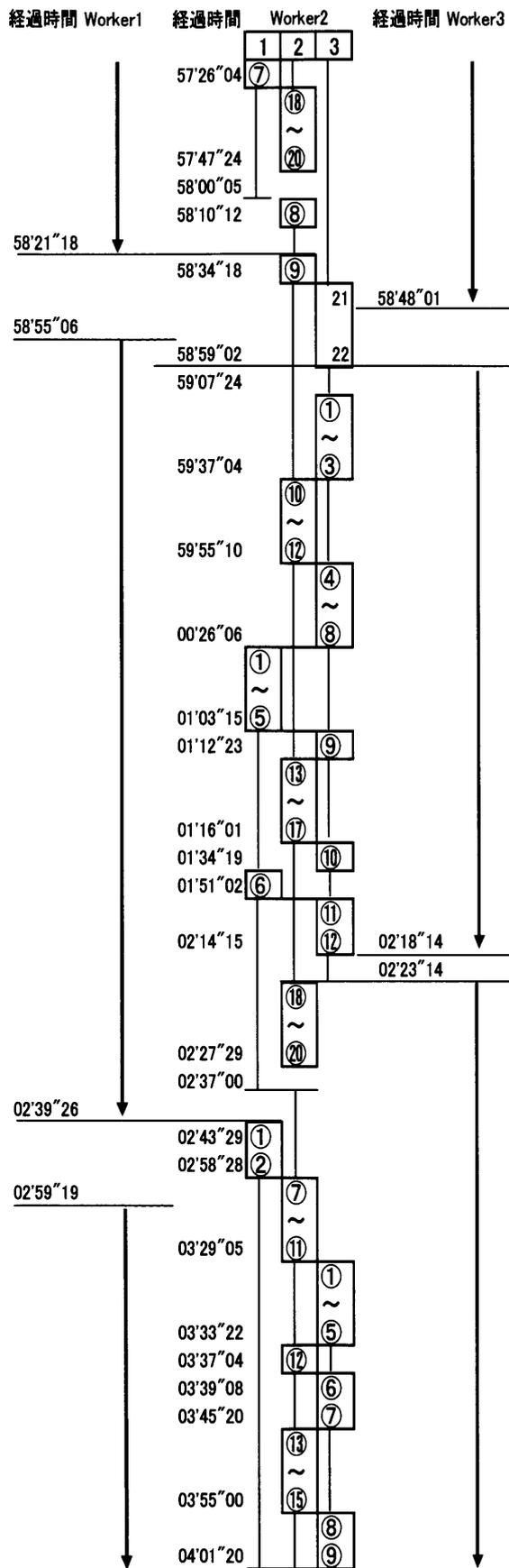
注

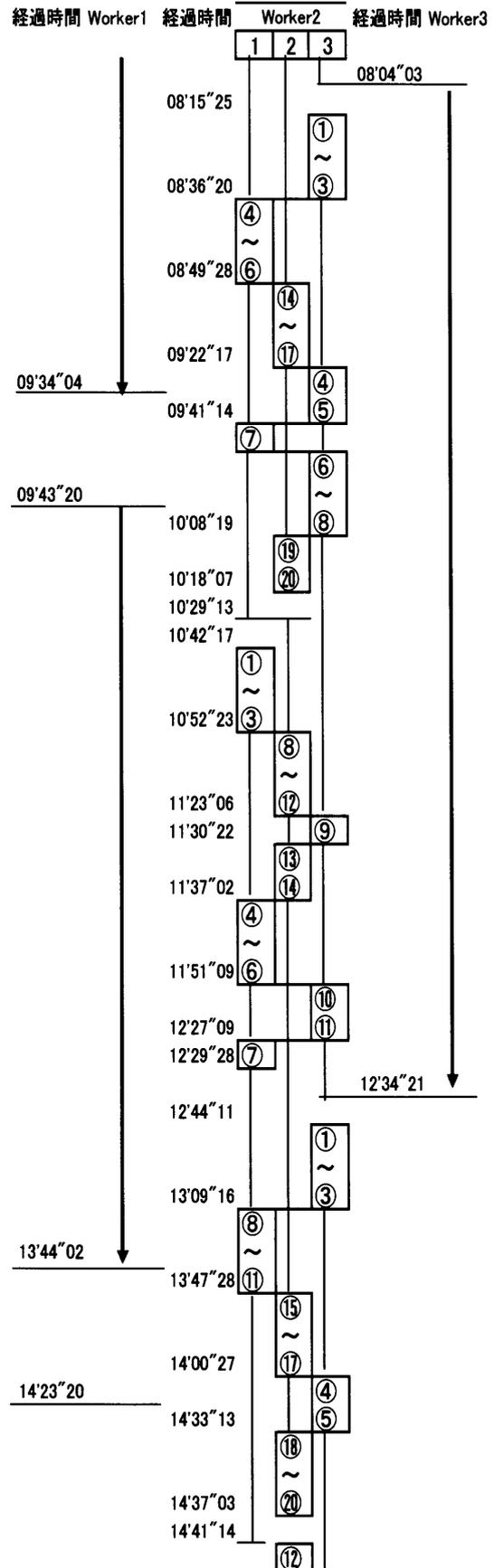
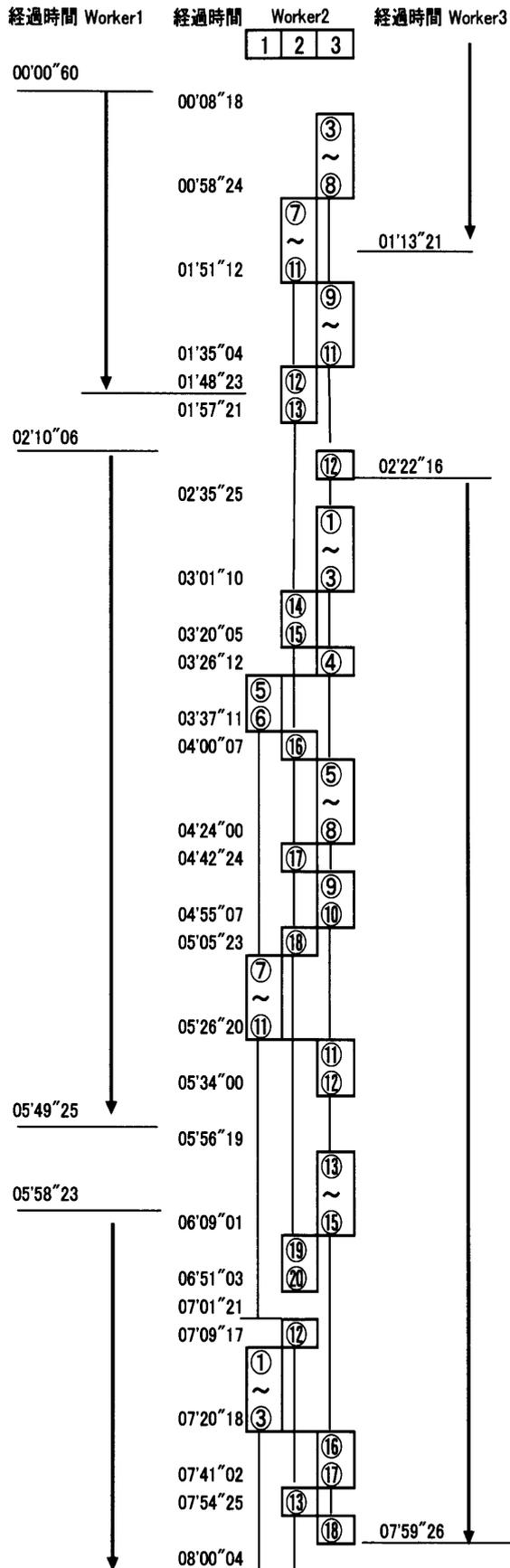
- (1) 作業時間標準モデルは、Excel-VBA によって作成された作業区分と作業場数を入力することによって、作業者が製品を作るのに必要とする作業時間が求められる。
- (2) 考察される数値は Arena のモデル上で設定された output データから採用。
- (3) 考察する作業員数に関して、1 人では作業の内容上作業場を 10 以上設定する必要があり、作業員にとって現実的ではないために除外した。また、7 人以上については作業区分がより細かくなり、セル生産の本質的な特性である、作業員各位が生産に自律的に関わる方向性が失われるため、また 6 人セルで充分検証可能であると判断した。

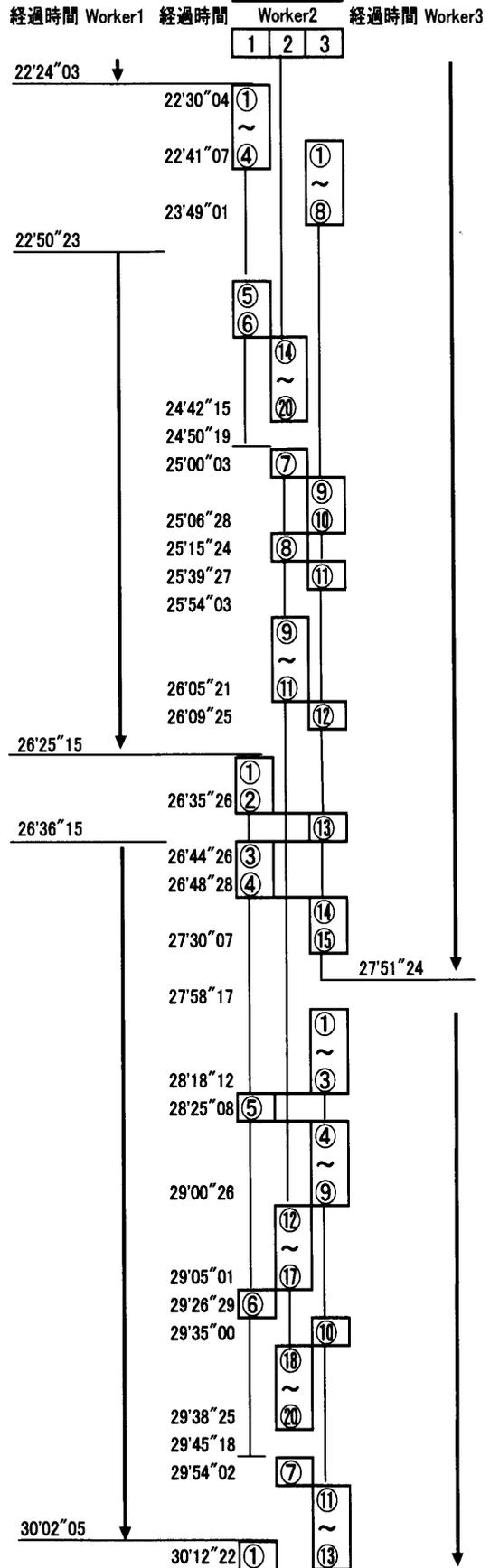
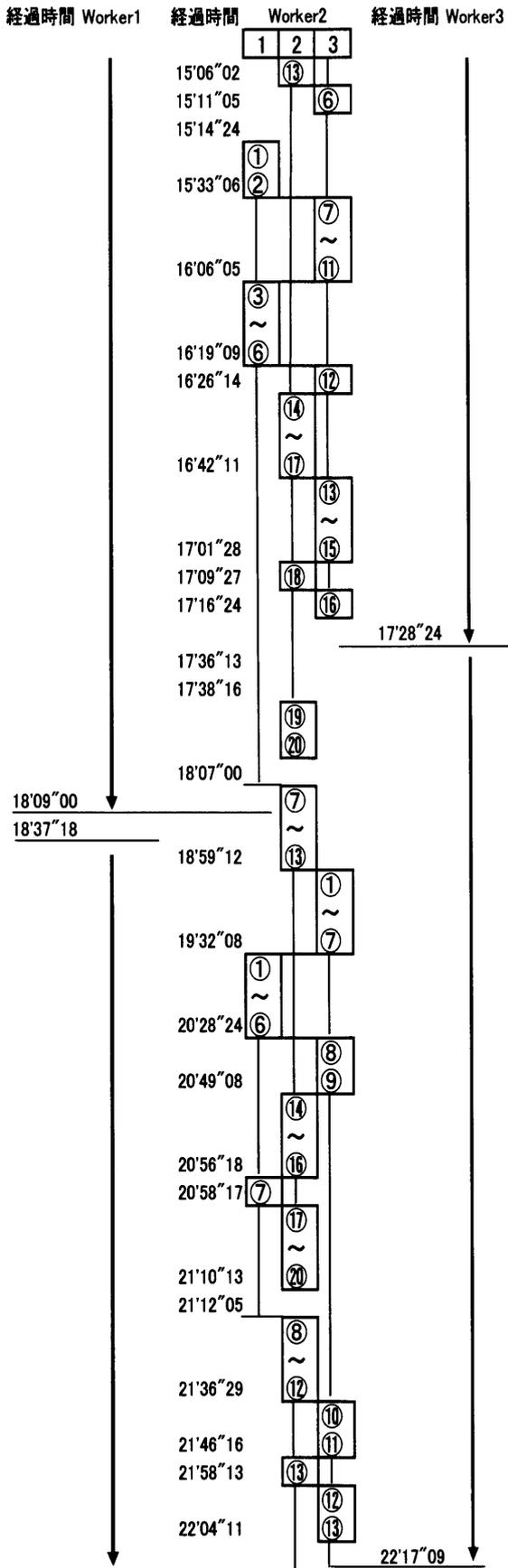


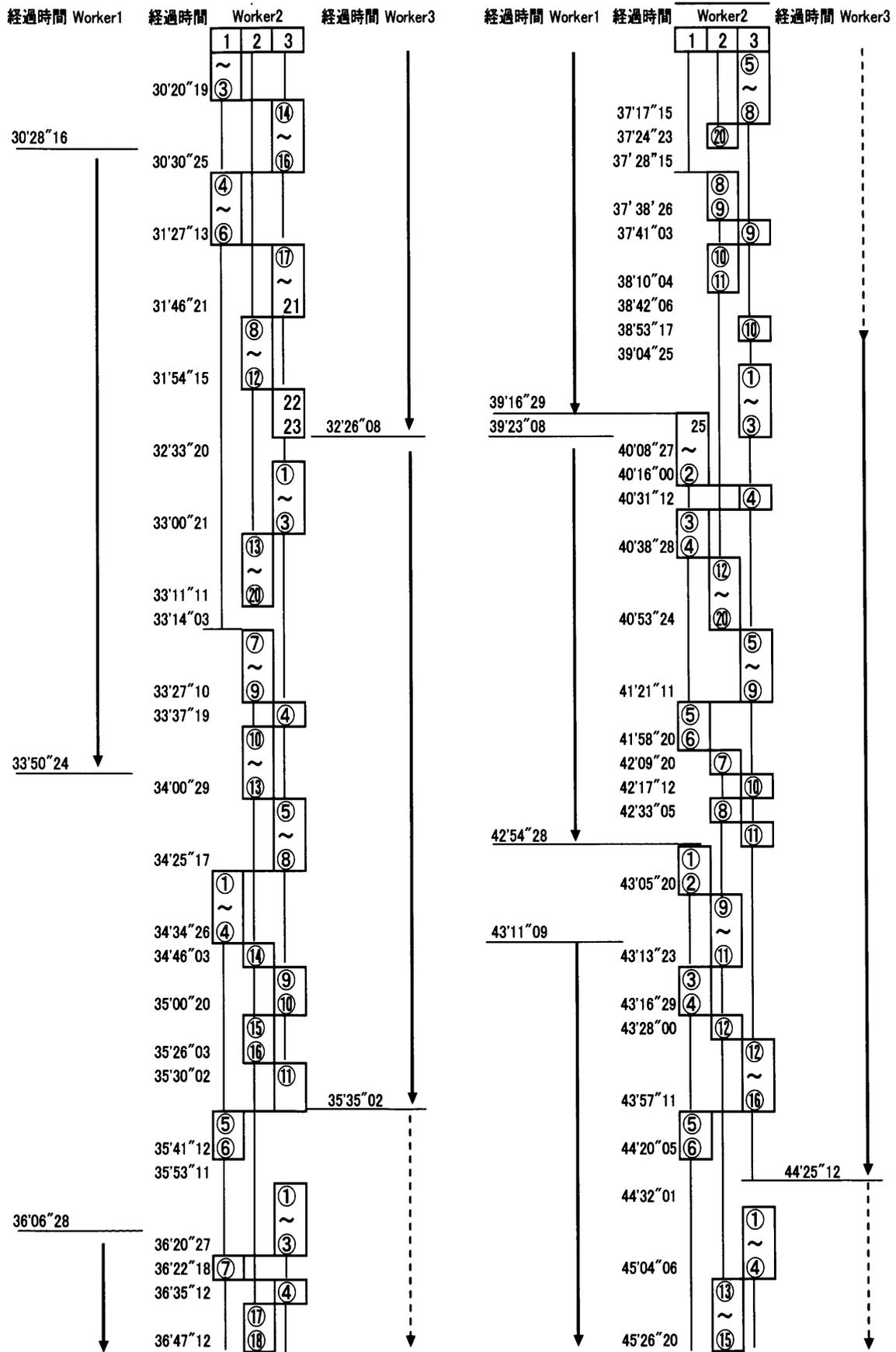


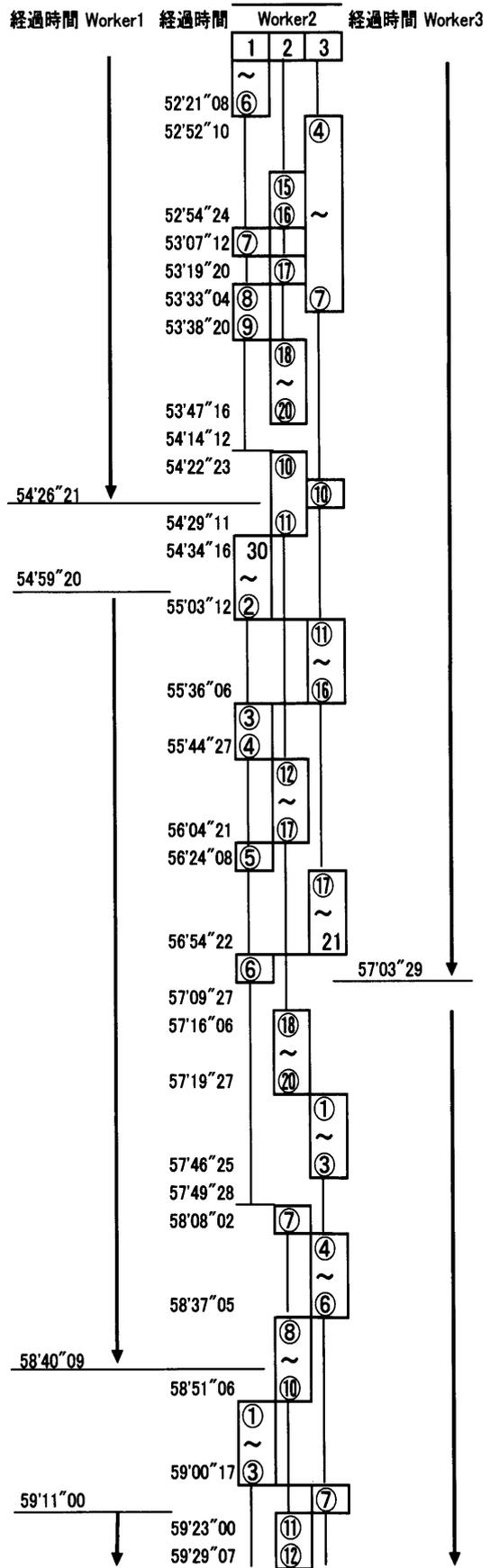
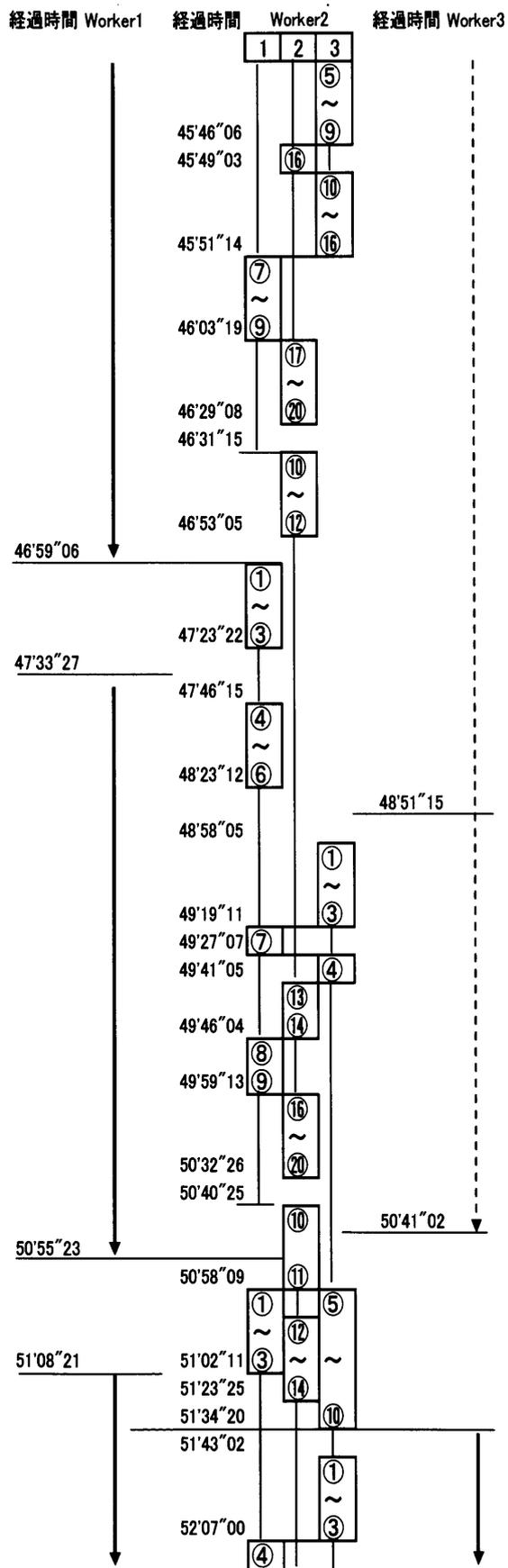


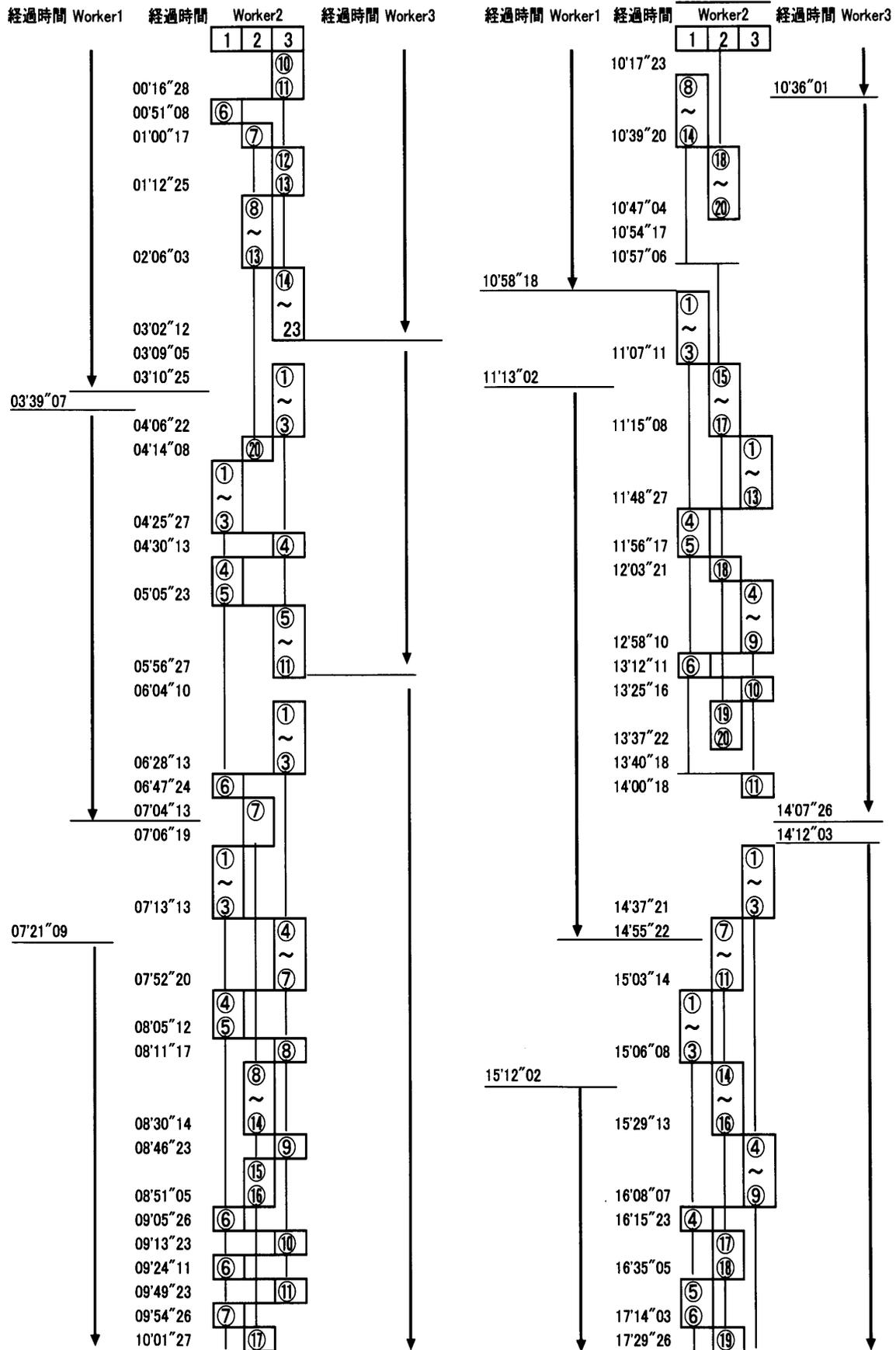




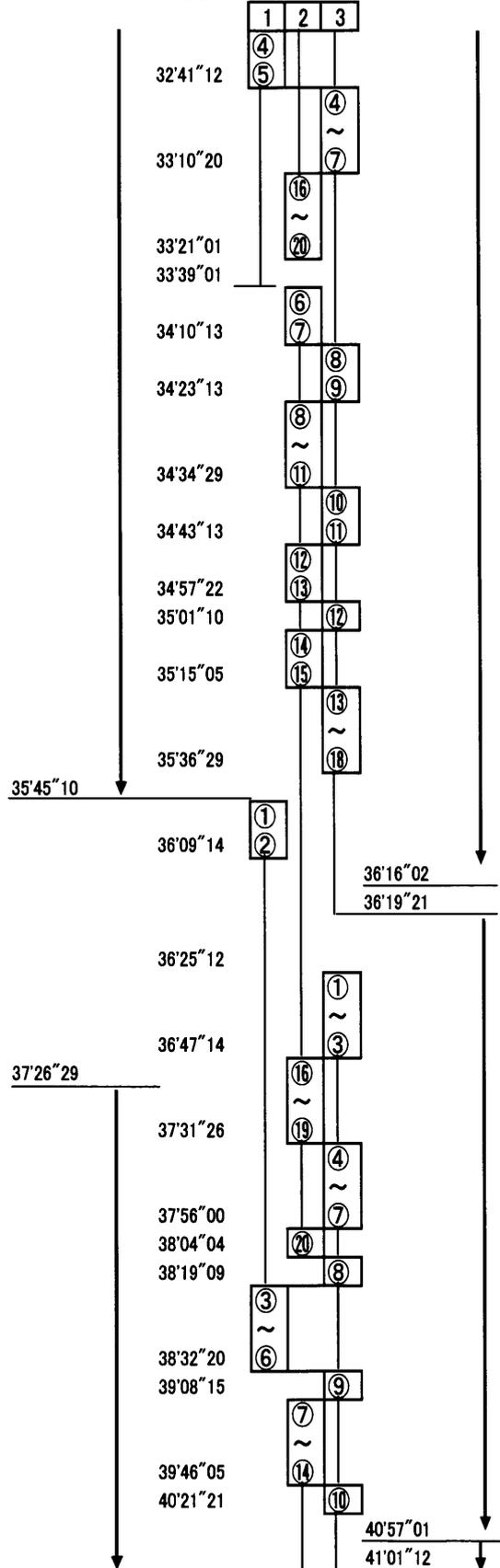




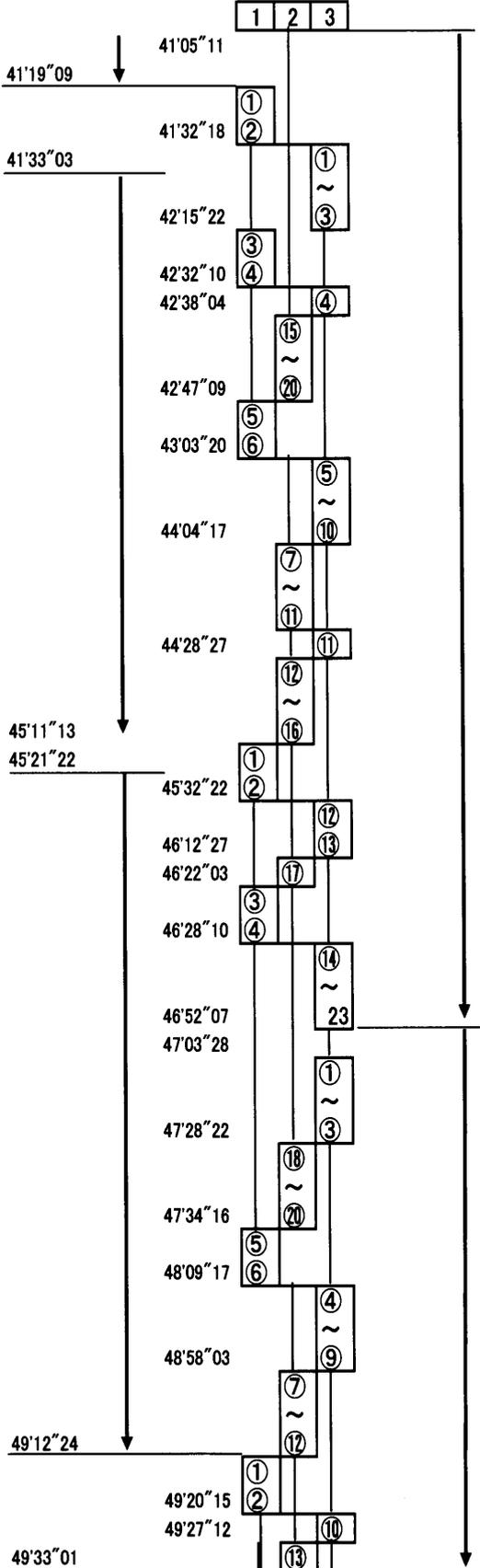


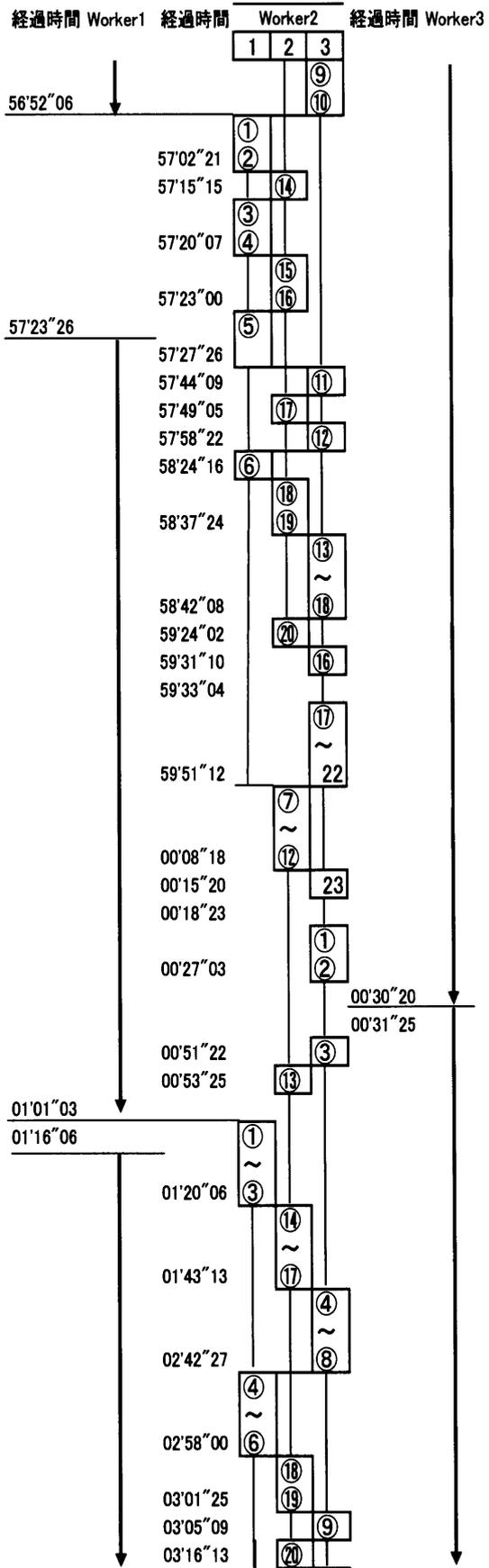
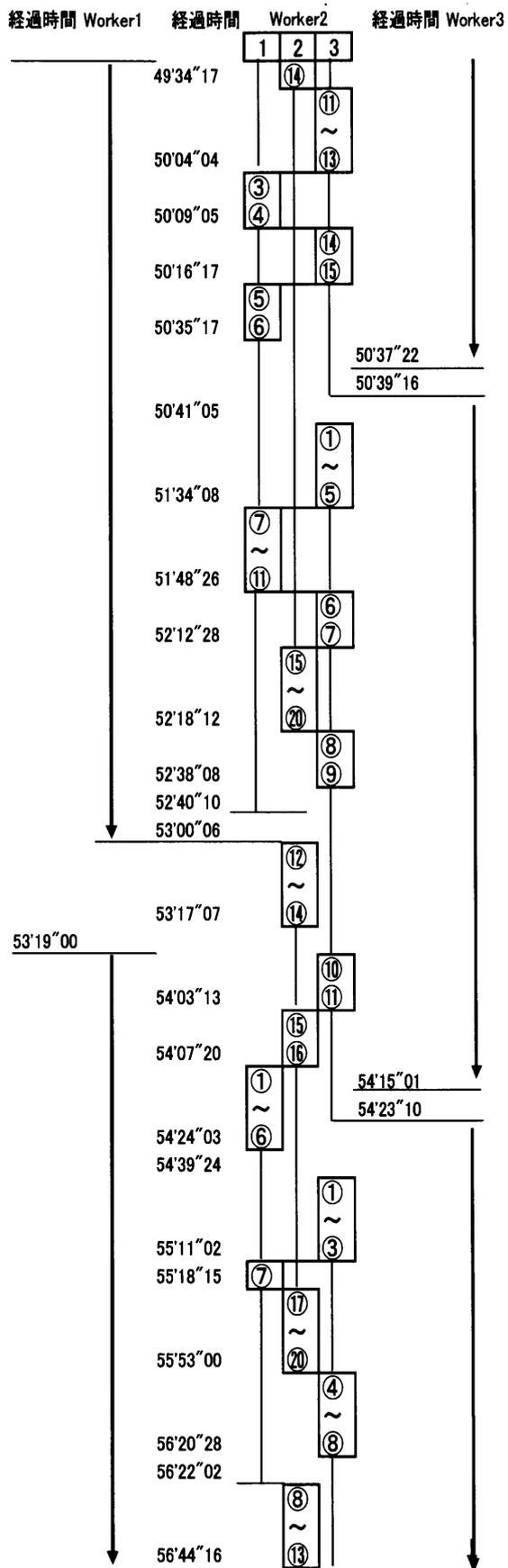


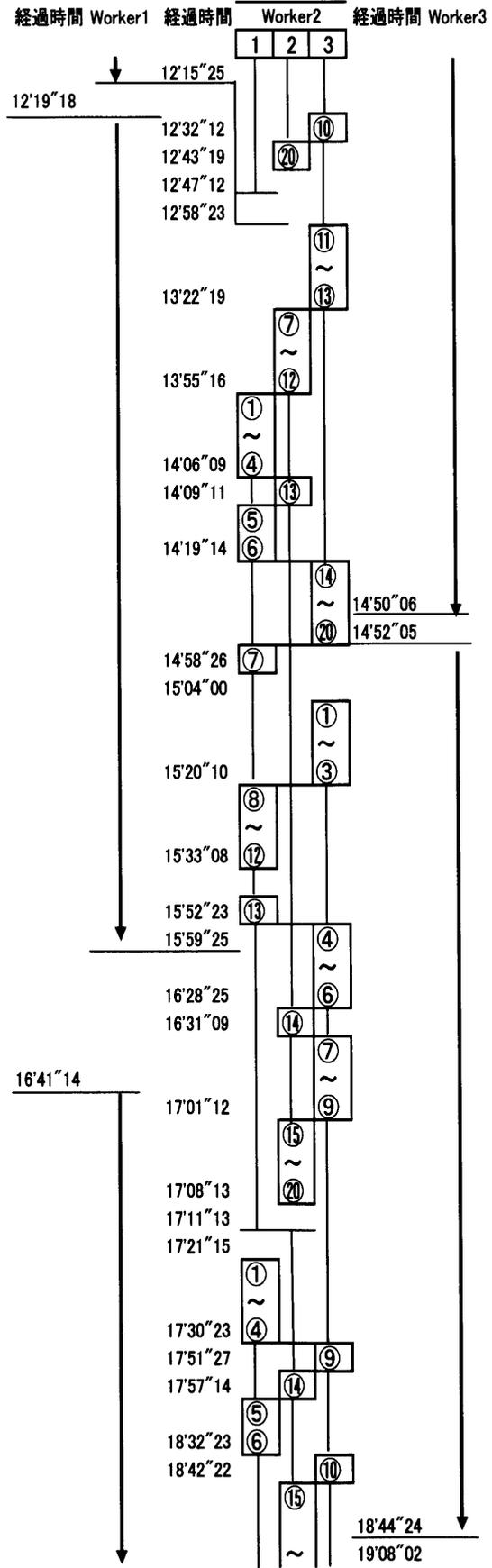
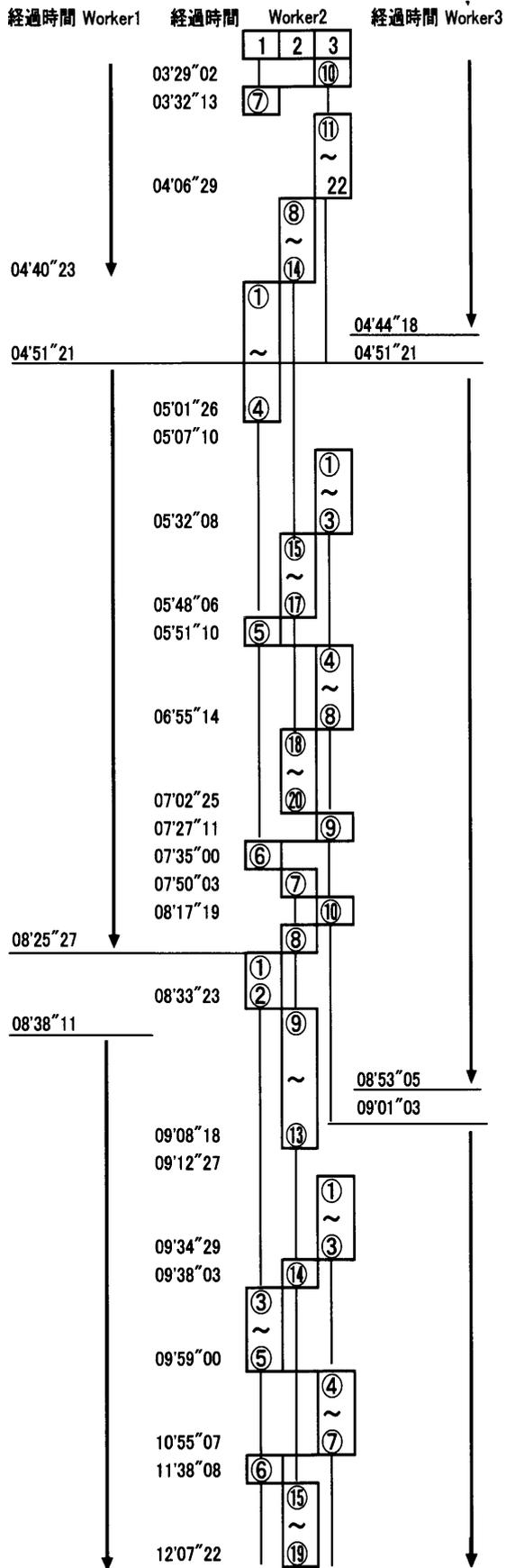
経過時間 Worker1 経過時間 Worker2 経過時間 Worker3



経過時間 Worker1 経過時間 Worker2 経過時間 Worker3







付録3 セル生産従事者への調査票

調査票

2004/11/17 実施

該当する項目に○をつけるか、簡単にお答えください

1、まずあなた自身についてお答えください

- i 性別 ① 男性 ② 女性
- ii 年齢 ① 25歳未満 ② 25歳以上35歳未満 ③ 35歳以上45歳未満
④ 45歳以上55歳未満 ⑤ 55歳以上

2、あなたの作業期間についてお答えください

- i 入社 () 年目
- ii ライン生産経験年月数 () 年 () 月
セル生産経験年月数 () 年 () 月

3、現在のセル生産方式についてお答えください

- i 作業に慣れるまでどれくらいかかりましたか () 年 () 月
- ii 現在、作業に関して困難と覚えることはありますか ① ある ② ない
- iii iiの質問で①あると答えた方、その内容をお答えください
()
- iv 作業に関する自由度を与えられていると思いますか(自由度に関しては、生産数、
時間、品質、生産方法など)
① かなりある ② まあまあある ③ ほとんどない ④ ない
- v ivの理由についてお答えください
()
- vi 生産改善案の提出頻度は
① 5件以上/月 ② 4~2件/月 ③ 1件以下
- vii 作業従事当初に比べて生産改善案の提出件数は
①倍以上増えた ②増えた ③変わらない
④半分以下に減った ⑤なくなった
- viii 作業従事当初に比べて生産意欲は
①増えた ②まあまあ増えた ③変わらない

5、セル生産に関してご意見、ご感想など、自由にお書きください

[]

以上です、ご協力ありがとうございました。

*注：本調査は、学術的研究以外の用いられることは決してありません。

参考文献

- 阿部和義(2005)『トヨタモデル』講談社。
- Abernathy, W.J. and J.M. Utterback (1978), "Patterns of Industrial Innovation," *Technology Review*, 80, pp.40-47.
- Abernathy, W.J. and K.B. Clark(1985), "Innovation:Mapping the Winds of Creative Destruction," *Research Policy*, 14(1): pp.3-22.
- Achrol Ravi S. and Philip Kotler(1999)"Marketing in the Network Economy", *Journal of Marketing*, Vol.63, pp.146-163.
- Ahluwalia Rohini, H. Rao Unnava, and Robert E. Burnkrant(2001) ,"The Moderating Role of Commitment on the Spillover Effect of Marketing Communications"*Journal of Marketing Research*, pp.458-470.
- 秋野晶二(1996a) "日本企業の国際化と生産システムの変容(上)", *立教経済学研究*, 第50巻, 第1号, 57-80頁.
- 秋野晶二(1996b) "日本企業の国際化と生産システムの変容(中)", *立教経済学研究*, 第50巻, 第2号, 51-65頁.
- 秋野晶二(1997) "日本企業の国際化と生産システムの変容(下)", *立教経済学研究*, 第51巻, 第1号, 29-55頁.
- Anderson Eugene W. and Claes Fornell and Donald R. Lehmann(1994)"Customer Satisfaction, Market Share and Profitability : Findings From Sweden",*Journal of Marketing* Vol.58, pp.53-66.
- Anthony Scott D. and Clayton M. Christensen(2003) "Performance, Convenience, Price: What's Your Brand About?" , *Strategy & Innovation*, November-December pp.1-6.
- 青木昌彦 安藤晴彦(2006)『モジュール化 新しい産業アーキテクチャの本質』東洋経済新報社。
- 有馬哲夫(2003)『ディズニーの魔法』新潮新書。
- 浅野和也(2000) "日本の生産システムの一考察—「ポストフォーディズム論争」の検証と今後の生産システムの方向—", *中京経営研究*, 第10巻第1号, 255-277頁.
- Atuahene-Gima Kwaku(1995)"An Exploratory Analysis of the Impact of Market Orientation on New Product Performance. A Contingency Approach", *Journal of Product Innovation Management*, 12(4), pp.275-293.
- Ayers Doug, Robert Dahlstrom and Steven J. Skinner(1997)"An Exploratory Investigation of Organizational Antecedents to New Product Success",*Journal of Marketing Research*, Vol.34, pp.107-116.
- Baldwin Carliss Y. and Kim B. Clark(1997)" Managing in an Age of Modularity", *Harvard Business Review*, Vol.Sept-Oct, pp. 84-93.
- Batchelor Ray 著 楠井敏朗訳 (1998)『フォーディズム—大量生産と20世紀の産業・文化—』, 日本経済評論。(原著名:『Henry Ford : Mass Production, Modernism and Design』, Manchester and New York, Manchester Univ. Press.)

- ベリングポイント編(2002)『ジャパニーズソリューション』ダイヤモンド社。
- Berger Suzanne and MIT Industrial Performance Center(2006)『グローバル企業の成功例』草思社。(原著名:『How We Compete: What Companies Around the World Are Doing to Make it in Today's Global Economy』, Crown Business.)
- Bernard Weiner(1986)“*An Attributional Theory of Motivation and Emotion*”, New York : Springer-Verlag.
- Bernoff Charlene Li Josh(2008)『グランズウェル——ソーシャルテクノロジーによる企業戦略』伊東奈美子訳 翔泳社刊 2008/11/17 (原著名:『Groundswell: Winning in a World Transformed by Social Technologies』, Harvard Business School Press.)
- Bij Hans van der, X. Michael Song, Mathieu Weggeman(2003)“An Empirical Investigation into the Antecedents of Knowledge Dissemination at the Strategic Business Unit Level”, *Journal of Product Innovation Management*, 20(2), pp.163-179.
- Brandenburger Adam M. and Barry J. Nalebuff(1995)“The Right Game : Use Game Theory to Shape Strategy” *Harvard Business Review*, July-August, 1995, pp.57-71.
- Burgelman Robert A., Andrew S. Grove(1996)“Strategic Dissonance”, *California Management Review*, Vol.38, No.2, pp.8-28.
- Burgelman Robert A. (2002)“Strategy as Vector and the Inertia of Co-evolutionary Lock-in”, *Administrative Science Quarterly*, 35(2002), pp.325-357.
- Calantone Roger. J and C. Anthony di Benedetto (1988)“An Integrative Model of The New Product Development Process : An Empirical Validation”, *Journal of Product Innovation Management* Vol.5, Iss..3, pp.201-215.
- Capan Noel, John V. Farley and James M. Halbert(1988)“*Corporate Strategic Planning*”, New York : Columbia University Press.
- Capon Noel and John U. Hoenig Scott(1990)“Determinants of Financial Performance: A Meta-Analysis”, *Management Science* Oct, Vol.36, Iss..10 pp.1143-1159.
- Carlsson, B(1992) “Management of Flexible Manufacturing :An International Comparison”, *OMEGA*, Vol.20, No.1, pp.11-22.
- Carr Nicholas G.(2009)『クラウド化する世界 ビジネスモデル構築の大転換』村上彩訳 翔泳社。(原著名:『The Big Switch : Rewriting the World, from Edison to Google』, W W Norton & Co Inc)
- Chernev Alexander and Gregory S. Carpenter(2001) ,“The Role of Market Efficiency Intuitions in Consumer Choice : A Case of Compensatory Inferences,” *Journal of Marketing Research*, Vol.38, pp.349-361.
- Chesbrough Henry(2007)『オープンビジネスモデル』栗林潔訳 翔泳社。(原題『Open Business Models ; How to Thrive in the New Innovation Landscape』, Harvard Business School Press.)
- Christensen Clayton M.(2001)『イノベーションのジレンマ』玉田俊平太監修 伊豆原弓

- 訳 Harvard Business Press。(原著名：『The Innovator's Dilemma: The Revolutionary Book that Will Change the Way You Do Business』, Harper Paperbacks.)
- Christensen Clayton M., Michael E. Raynor(2003)『イノベーションへの解』玉田俊平太監修 翔泳社。(原著名：『The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth』, Harvard Business School Press.)
- Christensen Clayton M., and Scott D. Anthony (2003) "Performance, Convenience, Price: What's Your Brand About?", *Strategy & Innovation*, September-October pp.1-5.
- Christensen Clayton M., Scott D. Anthony, Eric A. Roth(2005)『明日は誰のものか』宮本喜一訳 ランダムハウス講談社。(原著名：『Seeing What's Next: Using the Theories of Innovation to Predict Industry Change』, Harvard Business School Press.)
- Ciccantelli Susan and Jason Magidson(1993)"Customer Idealized Design : Involving Consumers in the Product Development Process", *Journal of Product Innovation Management* Vol.10, Iss.4, pp.341-365.
- Clark Kim B. and Takahiro Fujimoto(1990)"The Power of Product Integrity", *Harvard Business Review*, November-December, pp.107-118.
- Clark Kim B. and Steven C. Wheelwright(1992),"Organizing and Leading "Heavyweight" Development Teams", *California Management Review*, Vol.34, Iss..3, pp.9-28.
- Cohen Wesley M. and Daniel A. Levinthal(1990),"Absorptive Capacity :A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, pp.128-152.
- Coles Gary J. and James D. Culley(1986)"Not All Prospects Are Created Equal", *Business Marketing*, May, pp.56.
- Collins David J. and Cynthia A. Montgomery(2004)『資源ベースの経営戦略論』根来龍之 蛭田啓 久保亮一訳 東洋経済新報社。(原著名：『Corporate Strategy : A Resource-Based Approach』 Irwin/Mcgraw Hill.)
- Collins James C. and Jerry I. Porras (1995)『ビジョナリー・カンパニー』山岡洋一訳 日経 BP 社。(原題『Built to last ; Successful Habits of Visionary Companies』, Harper Business Essential.)
- Collins James C.(2001)『ビジョナリー・カンパニー2』山岡洋一訳 日経 BP 社。(原題『Good to Great ; Why Some Companies Make the Leap... and Others Don't』, Harper Collins Publishers Inc.)
- Cooper Lee G. and Akihiro Inoue(1996)"Building Market Structures From Consumer Preference", *Journal of Marketing Research*, Vol.33, pp.293-306.
- Cooper Robert G.(1979a)"Identifying Industrial New Product Success : Project Newprod", *Industrial Marketing Management*, Vol.8, Iss..2, pp.124-135.
- Cooper Robert G.(1979b)"The Dimensions of Industrial New Product Success and Failure", *Journal of Marketing*, Vol.43, pp.93-103.

- Cooper Robert G.(1984)“New Product Strategy : What Distinguishes the Top Performance ?”,*Journal of Product Innovation Management* Vol.1, Iss.3, pp.151-164.
- Cooper Robert G. and Elko J. Kleinschmidt(1986)“An Investigation into the New Product Process: Steps, Deficiencies, and Impact” , *Journal of Product Innovation Management*, Vol.3, Iss.2, pp.71-85.
- Cooper Robert G. and Eiko J.Kleininschmidt(1987a)“Success Factors in Product Innovation”,*Industrial Marketing Management*, Vol.16, Iss.3, pp.215-223.
- Cooper Robert G. and Elko J. Kleinschmidt (1987b) “New Products: What Separates Winners from Losers? ”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.4, Iss.3, pp.169-184.
- Cooper Robert G.(1994)“Third-Generation New Product Processes”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.11, Iss.1, pp.3-14.
- Cordozo Richard N(1993)“Situational Segmentation of Industrial Markets”,*European Journal of Marketing* Vol.14, Iss..5/6, pp.264-276.
- Crawford Merle C.(1984)“New Tool for Product Innovation ”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.1, Iss.2, pp.85-91.
- Curren Mary T., Valerie S. Folkes and Joel H. Steckel(1992)“Explanations for Successful and Unsuccessful Marketing Decisions : The Decision Maker’s Perspective”,*Journal of Marketing* Vol.56, pp.18-31.
- Curry David J. and Peter C. Riesz(1988)“Prices and Price/Quality Relations:A Longitudinal Analysis”,*Journal of Marketing* Vol.52, pp.36-51.
- Dahan Ely and V. Srinivasan(2000)“The Predictive Power of Internet-Based Product Concept Testing Using Visual Depiction and Animation”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.17, Iss.2, pp.99-109.
- Damanpour Fariborz(1996)“Organizational complexity and innovation: Developing and testing multiple contingency models”,*Management Science* May, Vol.42, Iss.5 pp.693-716.
- Danneels Erwin and Elko J. Kleinschmidt(2001)“Product innovativeness from the firm's perspective: Its dimensions and their relation with project selection and performance”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.18, Iss.6, pp.357-373.
- Danneels Erwin (2004)“Disruptive Technology Reconsidered: A Critique and Research Agenda” , *Journal of Product Innovation Management*, Vol.21, Iss.4, pp.246-258
- Day George S.(1981)“The Product Life Cycle : Analysis and Applications Iss.s”,*Journal of Marketing* Vol.45, pp.60-67.
- Day George S.(1986)“*Analysis for Strategic Market Decisions*”, St.Paul MN West Publishing Company.

- Day Georges S.(1994)“The Capabilities of Marketing – Driven Organizations”,*Journal of Marketing*, Vol.58, pp.37-52.
- DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー編集部(2006)『製品開発力と事業構想力』ダイヤモンド社。
- Dickson, Peter Reid(1992)“Toward a General Theory of Competitive Rationality”,*Journal of Marketing*, Vol.56, pp.69-83.
- Disney Institute(2005)『ディズニーが教えるお客様を感動させる最高の方法』 月沢李歌子訳 日本経済新聞社。(原著名：『BE OUR GUEST Perfecting the Art of Customer Service』,Hyperion Books.)
- 土井教之編(2001)『技術標準と競争』 日本経済評論。
- Drucker, Peter F.(1954)“The Practice of Management”, *New York* : Harper & Row Publishers, Inc p56-78.
- Dumaine Brian(1989)“How Managers Can Succeed Through Speed”, *Fortune February*, 13 pp.54-59.
- Economides Nicholas(1996)“The Economics of Networks”, *International Journal of Industrial Organization*, Vol.14, No.6, pp.672-699.
- Eisenhardt Kathleen M. and Shona L. Brown(1998)“Time Pacing : Competing In Markets that won't Stand Still”*Harvard Business Review*, March-April, 1998, pp.59-69.
- Feldman Laurence P. and Albert L. Page(1984) “Principals vs. Practice in New Product Planning”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.1, Iss.1, pp.43-55.
- Ford Henry with S. Crowther(1922) “*My Life and Work*”, London: William Heinemann
- Fornell Claes(1992)“A National Customer Satisfaction Barometer : The Swedish Experience”,*Journal of Marketing*, Vol.56, pp.6-21.
- Fornell Claes and Michael D. Johnson(1993)“Differentiation as a Basis for Explaining Customer Satisfaction Across Industries”,*Journal of Economic Psychology*, Vol.14, Iss.4, pp.681-696.
- Fornell Claes , Michael D. Johnson, Eugene W. Anderson and Barbara Everitt Bryant(1996)“The American Customer Satisfaction Index : Nature, Purpose, and Findings”,*Journal of Marketing*, Vol.60, pp.7-18.
- 藤本隆宏(2000)“20 世紀の日本型生産システム” 一橋ビジネスレビュー 2000 WIN
- 藤本隆宏(2001a)『生産マネジメント入門Ⅰ』 日本経済新聞。
- 藤本隆宏(2001b)『生産マネジメント入門Ⅱ』 日本経済新聞。
- 藤本隆弘(2006)『リサーチマインド 経営学研究法』 有斐閣。
- 藤田彰久(1973)『IEの基礎』 好学社。
- Frei Frances X.(2006)“Breaking the Trade-Off ; Between Efficiency and Service”*Harvard Business Review*, November, 2006, pp.92-101.
- Friedman Thomas L.(2000a)『レクサスとオリーブの木(上)』 東江一紀, 服部清美訳 草思社。(原著名：『The Lexus and the Olive Tree: Understanding Globalization』)

- Anchor Reprint.)
- Friedman Thomas L.(2000b) 『レクサスとオリーブの木(下)』東江一紀, 服部清美訳 草思社。(原著名:『The Lexus and the Olive Tree: Understanding Globalization』Anchor Reprint.)
- Garbarino Ellen and Mark S. Johnson(1999)“The Different Roles of Satisfaction, Trust, and Commitment in Customer Relationships”, *Journal of Marketing*, Vol.63, pp.70-87.
- Garcia Rosanna and Roger Calantone(2002)“A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.19, Iss.2, pp.110-132.
- Garud Raghu and Arun Kumaraswamy(1995)“Technological and organizational designs for realizing economies of substitution”, *Strategic Management Journal*, Vol.16, pp.93-109.
- Garud Raghu, Arun Kumaraswamy, and Richard N. Langlois(2003)“*Managing in the Modular Age: Architectures, Networks, and Organizations*”, Blackwell Publishing.
- Garvin David A.(1993)“Building a Learning Organization”, *Harvard Business Review*, July-August, 1993, pp.78-91.
- 源明典子(2009)『現場の「知恵」が働くチームイノベーション』日本経済新聞出版社。
- Girard Bernard (2009)『ザ・グーグルウェイ』三角和代 山下理恵子訳 ゴマブックス社。
(原著名:『The Google Way: How One Company is Revolutionizing Management as we Know it』, No Starch Pr)
- 後藤康浩(2005)『勝つ工場』日本経済新聞。
- Granger Charles H.(1964)“The Hierarchy of Objectives”,*Harvard Business Review* 42(May-June), pp.63-74.
- Grawer Annabelle and Michael A. Cusumano,(2005)『プラットフォーム・リーダーシップ: イノベーションを導く新しい経営戦略』小林敏男監訳 有斐閣。(原題『Platform Readership: How Intel, Microsoft, and Cisco Drive Industry Innovation』, Harvard Business School Press.)
- Griffin Abbie(1992)“Evaluating QFD's Use in US Firms as a Process for Developing Products”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.7, Iss.3, pp.171-187.
- Griffin Abbie and John R. Hauser(1996)“Integrating R&D and Marketing: A Review and Analysis of the Literature”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.13, Iss.3, pp.191-215.
- Gupta Ashok K., S. P. Raj and David Wilemon(1985)“The R&D-Marketing Interface in High-Technology Firms”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.2, Iss.1, pp.12-24.
- Gupta Ashok K. and David Wilemon(1988)“The Credibility-Cooperation Connection at the R&D-Marketing Interface”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.5, Iss.1, pp.20-31.

- 浜田和幸(2008)『石油の支配者』 文藝春秋社。
- Hamel Gary and C. K. Prahalad(1989)“Strategic Intent”, *Harvard Business Review*, May-June, pp.63-76.
- 橋本久義(2005)『町工場の底力』 PHP 研究所。
- Hassan Salah S. and Erdener Kaynak(1994)“*The Globalizing Consumer Market : Iss.s and Concepts*”in *Globalization of Consumer Markets : Structures and Strategies*, Erdener Kaynak and Salah S. Hassan, eds. New York : International Business Press.
- 林克謙(2003) “人を生かし、匠を育む、中小企業のものづくりモデル”, *経営システム*, Vol.13, No.4, 143-147 頁.
- Heilman Carrie M. , Douglas Bowman and Gordon P. Wright(2000)“The Evolution of Brand Preferences and Choice Behaviors of Consumers New to a Market”,*Journal of Marketing Research*, Vol.37, pp.139-155.
- Henderson Rebecca M., Kim B. Clark(1990)“Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms”, *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, pp.9-30.
- Herman Simon(1979)“Dynamics of Price Elasticity and Brand Life Cycle : An Empirical Study”,*Journal of Marketing Research*, Vol.16, pp.439-452.
- Heskett James L. 他(2004)『The Value Profit Chain』 山本昭二他訳 日本経済新聞社。
- Hippel Eric von (2001)“PERSPECTIVE: User toolkits for innovation”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.18, Iss.6, pp.247-257.
- 広谷大助, 森川克己, 高橋勝彦(2005) “自己バランスを備えた生産ラインの解析”, *日本経営工学会論文*, Vol.56, No.3, 155-163 頁.
- 一橋大学イノベーション研究センター編(2005)『イノベーション・マネジメント入門』 日本経済新聞出版社。
- Hofstede Frenkel Ter, Jan-Benedict E.M. Steenkamp and Michel Wedel(1999)“International Market Segmentation Based on Consumer-Product Relations”, *Journal of Marketing Research*, Vol.36, pp.1-17.
- 本田宗一郎(1994)『俺の考え』 実業之日本社。
- Hounshell David A.(1998)『アメリカン・システムから大量生産へ』 和田一夫他訳 名古屋大学出版会。(原著名 : 『From the American System to Mass Production, 1800-1932 : The Development of Manufacturing Technology』 ,Johns Hopkins University Press).
- Hunt Shellby D., Robert M. Morgan(1995)“Comparative Advantage Theory of Competition”, *Journal of Marketing*, Vol.59(April), pp.1-15.
- Iansiti Marco, Roy Levien(2007)『キーンストーン戦略』 杉本幸太郎訳 翔泳社刊 (原題『The Keystone Advantage : What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability』 , Harvard Business School Press.)

- 市川英孝(2007) “セル生産における生産性向上をもたらす作業区分の研究”, *日本経営システム*, Vol.23, No.2, 57-62 頁.
- 市川英孝(2008) “セル生産における作業柔軟性に関する考察—リレー方式によるパソコン組立を例に一” 名古屋大学経済学研究科 *経済科学*第 55 巻第 4 号, 49-69 頁.
- Ichikawa. H(2009) “Simulating an Applied Model to Optimize Cell Production and Parts Supply (Mizusumashi) for Laptop Assembly” *In Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference* M. D. Rossetti, R. R. Hill, B. Johansson, A. Dunkin and R. G. Ingalls, eds. 2272-2280. Piscataway, New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- 市川英孝(2009) “半導体加工における TPS の概念を用いたシミュレーション分析” *経済学論集* 鹿児島大学経済学会 第 73 号 2009 年 9 月 41-8 頁.
- 飯田史彦(1998) 『日本の経営の論点』 PHP 研究社。
- 池田綾子, 野原光(2000) 「脱ベルトコンベヤ生産システムの展開: 『セル』生産方式を実施する工場の調査報告(一)」, *廣島法学*, 24 巻, 2 号, 243-257 頁.
- 池田綾子, 野原光(2001a) 「脱ベルトコンベヤ生産システムの展開: 『セル』生産方式を実施する工場の調査報告(二)」, *廣島法学*, 24 巻, 3 号, 137-148 頁.
- 池田綾子, 野原光(2001b) 「脱ベルトコンベヤ生産システムの展開: 『セル』生産方式を実施する工場の調査報告(三)」, *廣島法学*, 24 巻, 4 号, 183-191 頁.
- 生駒昌章(2002) “セル生産とライン生産の問題”, *経営システム*, Vol.12, No.2 pp.81-85
- 今井正明(1988) 『カイゼン』 講談社。
- 稲垣公男(1998) 『アメリカ生産革命』 日本能率協会マネジメントセンター。
- Isa Katsuhide and Tsuyoshi Tsuru(2002) “Cell Production and Workplace Innovation in Japan: Toward a New Model for Japanese Manufacturing?” *Industrial Relations*, Vol.41, pp.548-578.
- 石井淳蔵(2000) 『ブランド 価値の創造』 岩波書店。
- 石井淳蔵 嶋口充輝 栗木契 余田拓郎(2004) 『マーケティング入門』 日本経済新聞社。
- 伊丹敬之 森健一(2006) 『技術者のためのマネジメント入門 —生きた MOT のすべて—』 日本経済新聞社。
- 伊藤賢次(2004) “トヨタの競争力の特質とメカニズム—組織文化と知識創造活動と創造的破壊—”, *岐阜聖徳学園大学*, Vol.5, No.1-2, 57-98 頁.
- 伊藤元重(2006) 『伊藤元重のマーケティング・エコノミクス』 日本経済新聞社。
- Ittner Christopher D. and David F. Larcker(1997) “Product Development Cycle Time and Organizational Performance”, *Journal of Marketing Research*, Vol.34, pp.13-23.
- 岩室宏(2003) 『セル生産システム』 日刊工業新聞社。
- 岩室宏(2004) 『とことんやさしいセル生産の本』 日刊工業新聞社。
- 泉井力, 森健一(1997) “新品開発部門における組織風土の知覚差とその影響要因”, *日本経営システム*, Vol.14, No.1, 1-8 頁.
- 泉秀樹(2008) 『商売繁盛老舗のしきたり』 PHP 新書。
- Jacoby Sanford M.(2006) 『日本の人事部・アメリカの人事部』 鈴木良始 伊藤健市 堀

- 龍二訳 東洋経済新報社。(原著名：『The Embedded Corporation : Corporate and Employment Relations in Japan and the United States』,Princeton University School Press.)
- Jinhong Xie, Michael Song, Anne Stringfellow(2003)“Antecedents and Consequences of Goal Incongruity on New Product Development in Five Countries: A Marketing View”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.20, Iss.3, pp.233-250.
- JIPM ソリューション編(2005)『日本のモノづくり 58 の論点』JIPM ソリューション刊。
- Kahn Kenneth B.(1996)“Interdepartmental Integration: A Definition with Implications for Product Development Performance”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.13, Iss.2, pp.137-151.
- Kaplan Jack M.(2003)” *Patterns of Entrepreneurship*” John Wiley & Sons Inc
- Karagozoglul Necmi and Warren B. Brown(1993)“Time-Based Management of the New Product Development Process”,*Journal of Product Innovation Management*, Vol.10, Iss.3, pp.204-215.
- 加藤志津子(2006)『市場経済移行期のロシア企業—ゴルバチョフ, エリツィン, プーチンの時代—』 文真堂。
- 川上満幸 丹下敏 (1980) “二つの異なる組み立てシステムの実験的比較”, *日本経営工学会誌*, Vol.31, No.2, 181-187 頁.
- 川上智子(2005)『顧客志向の新製品開発』 有斐閣。
- 川瀬武志(1985) “ライン中心型組織による生産性の向上”, *日本経営工学会誌*, Vol.35, No.6, 363-369 頁.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P. and Sadowski, D. A.,(2007) *Simulation with ARENA*(4th Edition), McGraw-Hill 高桑宗右エ門監訳(2007)『シミュレーション—Arena を活用した総合的アプローチ—』(第4版)コロナ社。
- Khanna Tarun., Krishna G. Palepu, and Jayant Sinha,(2005)“ Strategies That Fit Emerging Market ”, *Harvard Business Review*, June, pp.63-74.
- 菊池英雄(1997)『小さな大企業』東洋経済新報社。
- 木村元紀著 みずほ総合研究所編(2007)『世界を制するオンリーワン中小企業 手作りですが精度はミクロン単位です』洋泉社。
- 木村英紀(2009)『ものづくり敗戦』日本経済新聞社。
- 北原貞輔, 澤野雅彦(1991) “機能志向様式から関係志向様式へ”, *オフィス・オートメーション*, Vol.11, No.4, 48-59 頁.
- Kline Stephen J.(1985)“Innovation Is Not a Linear Process”, *Research Management*, Vol.28, Iss.4, pp.36-45.
- Knapp Duane E.(2000)『ブランド・マインドセット』 阪本啓一訳 翔泳社。(原著名：『THE BRANDMINDSET : How Companies Like Starbucks, Whirlpool, and Hallmark Became Genuine Brands and Other Secrets of Branding Success』, McGraw-Hill Press.)
- Kohli Ajay K., Bernard J. Jaworski(1990)“Market Orientation: The Construct,

- Research Propositions, and Managerial Implications”, *Journal of Marketing*, Vol.54, Iss.2, pp.1-18.
- 小池和男他(2001)『もの造りの技能……自動車産業の職場で……』 東洋経済新聞社。
- 小嶋健史(1994)『超リーン革命』 日本経済新聞社。
- 工場管理(2004a) “設備制約を乗り越えてセル化を敢行”, Vol.50, No.10, 28-33 頁.
- 工場管理(2004b) “受注型ロット生産における汎用・専用セル組み替えで利便性追求”, Vol.50, No.10, 34-39 頁.
- Kotler Philip(1988)“*Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation, and Control*” 6th ed. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, Inc.
- Kotler Philip (2000)『コトラーの戦略的マーケティング』 木村達也訳 ダイヤモンド社。
(原著名 : 『Kotler on Marketing: How to Create, Win, and Dominate Markets』, Free Press.)
- Kotler Philip (2004)『コトラーのマーケティング講義』 木村達也監訳 ダイヤモンド社。
(原著名 : 『FAQs on Marketing: Answered by the Guru on Marketing』, Cyan Books.)
- Kotter John P.(2008)『幸之助論』 金井壽宏監訳 ダイヤモンド社。(原著名 : 『MATSUSHITA LEADERSHIP』, Free Press New York.)
- 黒田充(1999) “製造業の全体最適化概念とその方法”, *経営システム*, Vol.9, No.3, 126-131 頁.
- Langlois Richard N. and Paul L. Robertson(1992) “Networks and Innovation in a Modular System: Lessons from the Microcomputer and Stereo Component Industries”, *Research Policy*, Vol.21, pp. 297-313.
- Leenders Mark A.A.M. and Berend Wierenga(2002) “The effectiveness of different mechanisms for integrating marketing and R&D”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.19, Iss.4, pp.305-317.
- Levitt Theodore(1960) “Marketing Myopia” *Harvard Business Review*, Vol.38(July-August), pp.24-47.
- Liker Jeffrey K.(2003) “*The Toyota Way*” McGraw-Hill.
- Loveman Gary(2003) “Diamonds in the Data Mine”, *Harvard Business Review*, May, pp.109-113.
- Lowenstein Roger(2009)『なぜ GM は転落したのか』鬼澤忍訳 日本経済新聞出版社。(原著名 : 『While America Aged : How Pension Debts Ruined General Motors, Stopped the NYC Subways, Bankrupted San Diego, and Loom as the Next Financial Crisis』, Penguin Press HC)
- Lucas George H. Jr. and Alan J. Bush(1988) “The Marketing-R&D Interface: Do Personality Factors Have an Impact? ”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.5, Iss.5, pp.257-268.
- 町田勝彦(2008)『オンリーワンは創意である』 文芸春秋社。
- Maltz Elliot(2000) “Is All Communication Created Equal?: An Investigation into the Effects of Communication Mode on Perceived Information Quality”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.17, Iss.2, pp.110-127.

- 益津力, 安達俊行(1994) “製品開発プロセスの革新を目指して——NECにおけるコンカレント・エンジニアリング——”, *経営システム*, Vol.4, No.3, 122-127 頁.
- 松井正之(2002) “組立環境変化と効率システム”, *経営システム*, Vol.12, No.2, 86-94 頁.
- McDonough Edward F. III(2000)“Investigation of Factors Contributing to the Success of Cross-Functional Teams”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.17, Iss.3, pp.221-235.
- McEwen William, Xiaoguang Fang, Chuanping Zhang, and Richard Burkholder(2006)“Inside the Mind of the Chinese Consumer” *Harvard Business Review*, March, pp.68-76.
- McGrath Michael E.(2005)『プロダクトストラテジー』菅正雄 伊藤武志訳 日経 BP 社。
(原著名:『Product Strategy for High-Techonology Companies: How to Achieve Growth, Competitive Advantage, and Increased Profits』, Irwin Professional Pub.)
- Merrill Harwood F.編 『経営思想変遷史』上野一郎監訳 産業能率短期大学出版社。
- Meyer Christopher and Andre Schwager,(2007)“Understanding Customer Experience”, *Harvard Business Review*, February, pp116 - 126.
- 峰如之介(2006)『なぜ、伊右衛門は売れたのか。』すばる舎。
- Mintzverg Henry(1994)“The Fall and Rise of Strategic Planning”, *Harvard Business Review*, January-February, pp.107-114.
- Mintzverg Henry 他(2006)『戦略サファリ』齋藤嘉則監訳 東洋経済新報社。(原著名:『Strategy Safari: A Guided Tour Through the Wilds of Strategic Management』,Free Press.)
- 三藤利雄(2007)『イノベーション・プロセスの動力学 共組織化する技術と社会』芙蓉書房出版社。
- 宮川公男編著(2005)『経営情報システム』中央経済社。
- 三宅菊子, 阿奈井文彦(1976)『商売繁昌』中央公論社。
- 水口将吾, 竹田司, 泉井力, 宮下文彬(2002) “ネットワーク組織の経年的得点吟味とモチベーション理論から見た有効性の検討”, *日本経営システム学会*, Vol.21, No.2, 25-32 頁.
- Moenaert Rudy K., William E. Souder(1990a)“An Information Transfer Model for Integrating Marketing and R&D Personnel in New Product Development Projects”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.7, Iss.2, pp. 91-107.
- Moenaert Rudy K., William E. Souder (1990b)“An Analysis of the Use of Extrafunctional Information by R&D and Marketing Personnel: Review and Model”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.7, Iss.3, pp.213-229.
- 門田安弘(1985)『トヨタシステム — トヨタ式生産管理システム』講談社。
- 門田安弘(2006)『トヨタプロダクションシステム』ダイヤモンド社。
- Montoya-Weiss Mitzi M., Roger Calantone(1994)“Determinants of New Product Performance: A Review and Meta-Analysis”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.11, Iss.5, pp.397-417.

- Moore Geoffrey(2001)『企業価値の断絶(英題: Living on the Fault Line)』 高田有現他
訳 翔泳社。(原著名:『Living on the Fault Line: Managing for Shareholder Value
in the Age of the Internet』, Harper Business.)
- Moore Geoffrey(2006)『ライフサイクルイノベーション』 栗原潔訳 翔泳社。(原著名:
『Dealing with Darwin: How Great Companies Innovate at Every Phase of Their
Evolution』, Portfolio Hardcover.)
- Morgan Swink(2000)“Technological Innovativeness as a Moderator of New Product
Design Integration and Top Management Support”, *Journal of Product
Innovation Management*, Vol.17, Iss.3, pp.208-220.
- 森一夫(2005)『中村邦夫「幸之助神話」を壊した男』 日本経済新聞社。
- Moriarty Rowland T. and David J. Reibstein(1986)“Benefit Segmentation
in Industrial Markets”, *Journal of Business Research*, Vol.14 Iss.6,
pp463-486.
- 宗像正幸(1991)“「日本経営型生産システム」の特性把握をめぐって”, *国民経済雑誌*, 第
163 卷, 第 2 号, 31-57 頁.
- 宗像正幸(1996)“「日本経営型生産システム」論議考;その含意をさぐる”, *国民経済雑誌*,
第 174 卷, 第 1 号, 63-84 頁.
- 宗像正幸(2000)“現代生産システム研究の理論的射程”, *国民経済雑誌*, 第 182 卷, 第 2
号, 1-20 頁.
- 村上豊(2006)『現場はもっと強くなる』 幸福の科学出版。
- 中出康一, 平尾周平, 大野勝久(2000)“U字型生産ラインの性能評価”, *日本経営工学会誌*,
Vol.51, No.3, 263-270 頁.
- 中村泰三(1994)“商品開発におけるコンカレント・エンジニアリング”, *経営システム*,
Vol.4, No.3, 134-140 頁.
- 中下貴勇(1996)“工場における快適性のコンセプト”, *経営システム*, Vol.6, No.3, 222-229
頁.
- 中田敦他著(2009)『クラウド大全—サービス詳細から基盤技術まで—』 日経 BP 社。
- Narver John C., Stanley F. Slater, Douglas L. MacLachlan (2004)“Responsive and
Proactive Market Orientation and New-Product Success”, *Journal of Product
Innovation Management*, Vol.21, Iss.5, pp.334-347.
- 那須野公人(2002a)“バブル崩壊後における日本的生産システムの特質とその課題”, *作新
経営論集*, 第 26 卷, 第 1 号, 67-75 頁.
- 那須野公人(2002b)“セル生産方式起源とその評価”, *創価経営論集*, 第 26 卷第 1 号, 131-140
頁.
- 日本経済新聞社編(2005)『トヨタ式 孤高に挑む「変革の遺伝子」』 日本経済新聞社。
- 日本経済新聞社編(2006)『会社とは何か』 日本経済新聞社。
- 『日経ものづくり』(2006)「セル生産導入で作業者の意欲が上がる」2006/03 72-75 頁.
- 『日経ものづくり』(2005)「トヨタ生産方式;停滞からの脱却」2005/04 50-73 頁.
- 『日経ものづくり』(2004a)「このままでは危ういセル生産」2004/7 38-61 頁.
- 『日経ものづくり』(2004b)「人づくり」2004/6 36-61 頁.

- 日経ものづくり編(2008)『日本, ものづくりの真髄』日経 BP 社。
- 『NIKKEI NECHANICAL』(1995)「コンベヤ撤去の衝撃走る: 一人完結の“セル生産”」
1995/ 20-39 頁。
- 西村克己 武田鏡村(2002)『戦略経営に活かす兵法入門』東洋経済新報社。
- 野村淳一(2004)「水すまし作業者を導入した生産システムの作業条件の最適化に関する研究」*経営システム学会誌* Vol.20, No.2, 21-27 頁。
- Nomura. J. and Takakuwa. S.(2006) “Optimization of a number of containers for assembly lines: the fixed-course pick-up system”, *International Journal of Simulation Modelling*, December, Vol.5, No.4, pp. 155-166.
- 野中郁次郎, 竹内弘高(1996)『知識創造企業』東洋経済新報。
- 野中郁次郎 嶋口充輝編(2007)『経営の美学 日本企業の新しい型と理を求めて』日本経済新聞社。
- 野村進(2007)『千年, 働いてきました——老舗企業大国ニッポン』角川書店。
- O'Connor Gina Colarelli(1998)“Market Learning and Radical Innovation: A Cross Case Comparison of Eight Radical Innovation Projects”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.15, Iss.2, pp.151-166.
- 小川英次(1994) “リエンジニアリングとトヨタ生産方式”, *オフィス・オートメーション*, Vol.15, No.3,4,
- 尾木直樹(2007)『ウェブ汚染社会』講談社。
- 岡野雅行(2006)『仕事が面白くなる発想法』青春出版社。
- 奥田碩(2003)『人間を幸福にする経済』PHP 新書。
- Olson Erik L., Geir Bakke(2001)“Implementing the lead user method in a high technology firm: A longitudinal study of intentions versus actions”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.18, Iss.6, pp.388-395.
- Olson Eric M., Orville C. Walker Jr., Robert W. Ruekerf, Joseph M. Bonnerd (2001)“Patterns of cooperation during new product development among marketing, operations and R&D: Implications for project performance”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.18, Iss.6, pp.258-271.
- 大谷和利(2008)『iPodをつくった男』アスキー社。
- 大野勝久(2003)“JIT 生産システムの進化に対する一考察”, *経営システム*, Vol.13, No.4, 134-139 頁。
- 大野耐一(1978)『トヨタ生産方式—脱規模の経営をめざして—』ダイヤモンド社。
- 大藪恵美 清水紀彦 竹内弘高(2008)『トヨタの知識創造経営』日本経済新聞出版社。
- 折口透(1997)『自動車の世紀』岩波新書。
- 小関智弘(1999)『ものづくりに生きる』岩波新書。
- Ottum Brian D., William L. Moore(1997)“The Role of Market Information in New Product Success/Failure”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.14, Iss.2, pp.258-273.
- Porter Henry(1975)“Manage your sales force as a system”, *Harvard Business Review*, March-April, pp.85-95.

- Porter Michael E.(1996),”What Is Strategy?”, *Harvard Business Review*,
Novemver-December, pp.61-78.
- Porter Michael E., 竹内弘高(2000)『日本の競争戦略』ダイヤモンド社。
- Prahalad C.K.他(2004)『価値共創の未来へ』 有賀裕子訳 ランダムハウス講談社。(原
著名 : 『The Future of Competition: Co-Creating Unique Value With Customers』,
Harvard Business School Press)
- Prahalad C. K., M. S. Krishnan(2008)『The New Age of Innovation』, Mc Graw Hill.
(邦訳『イノベーションの新時代』有賀裕子訳 日本経済新聞社刊 2009/6/10)
- Rangan Kasturi V. and Rowland T. Moriarty and Gordon S.
Swartz(1992)“Segmenting Customers in Mature Industrial Markets”,
Journal of Marketing, Vol.56(October), pp.72-82.
- Rashi Glazer, Joel H. Steckel and Russell S. Winer(1987)“Group Process
and Decision Performance in a Simulated Marketing
Environment”,*Journal of Business Research*, Vol.15, Iss.6, pp.545-557.
- Reinertsen, Donald G.(1992)“The Mythology of Speed”, *Machine Design*,
March 26, pp.47-50.
- R.M カンター他(1998)『イノベーション経営』堀出一郎訳 日経 BP 社。
- Rigby Darrell K. and Vijay Vishwanath(2006)“The Revolution in Consumer Markets”
Harvard Business Review, November, pp.92-101.
- 柳在圭, 清水良明(2003) “JIT 生産の拡張による生産システムの統括的効率化”, *日本経営
工学会*, Vol.54, No.3, 194-201 頁.
- 坂爪裕(2006)「セル生産方式と分業の新展開:導入企業 8 社の事例研究」,*日本経営学会誌*,
第 16 号, 95-110 頁.
- 坂爪裕(2007)「セル生産方式の間接的効果発生メカニズムとその促進要因」,*日本経営学会
誌*, 第 19 号, 51-64 頁.
- 榊原清則 香山晋編著(2007)『イノベーションと競争優位コモディティ化するデジタル機器』
NTT 出版社。
- 酒巻久(2006)『キャノン方式のセル生産で意識が変わる会社が変わる』日本能率協会マネ
ジメントセンター。
- Sanchez Ron and Joseph T. Mahoney(1996)“Modularity, Flexibility, and Knowledge
Management in product and Organizational Design”, *Strategic Management
Journal*, Vol.17, pp.63-76.
- 佐々木俊尚著(2008)『ウェブ国産力』 アスキー社。
- 関満博 富沢木実編著(2000)『モノづくりと日本産業の未来』新評論社。
- 施學昌(1996)“顧客満足における情報技術の役割に関する一考察”, *オフィス・オートメー
ション*, Vol.17, No.2-2, 58-61 頁.
- Schilling Melissa A.(2000)“Toward a General Modular System Theory and its
Application to Interfirm Product Modularity”, *Academy of Management Review*,
Vol.25, No.2, pp.312-334.
- Schmalensee Richard(1982)“Product Differentiation Advantages of Pioneering

- Brands”, *American Economic Review*, Vol.72, No.3, pp.349-365.
- Schoonhoven, Claudia Bird, Kathleen M. Eisenhardt and Katherine Lyman(1990)“Speeding Products to Market : Waiting Time to First Product Introduction in New Firms”*Administrative Science Quarterly*, Vol.35, pp.504-529.
- Schumpeter Joseph. A(1942)“*Capitalism, Socialism and Democracy*”, New York. Harper and Row.
- Sethi Rajesh, Carolyn Y. Nicholson(2001)“Structural and contextual correlates of charged behavior in product development teams”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.18, Iss.3, pp.154-168.
- Shapion Carl and Hal R. Varian(1999)“The Art of Standards Wars”, *California Management Review*, Vol.41, No.2, pp.8-32.
- 商品開発・管理学会編(2007)『商品開発・管理入門』 中央経済社。
- Simon Herbert A.(1962)“The architecture of complexity”, *Proceedings of American Philosophical Society*, 106, pp.467-482.
- 信夫千佳子(1998)“セル生産システムの構想について”関西大学商学論集, 第43巻, 第5号, 73-94頁.
- 信夫千佳子, 森健一(2003)“セル生産システムの設計フレームワーク”*日本経営工学会誌*, Vol.53, No.6, 491-495頁.
- 篠原司(1995) “コンベヤ撤去の衝撃走る——1人完結の「セル生産」”, *日経メカニカル*, No.459, 22-38頁.
- 白河桃子(2008)『跡取り娘の経営』 日経BP社。
- 白浜邦弘, 今井正文, 西川智登(1995) “個人の相互作用が組織に与える影響の一考察”, *日本経営システム*, Vol.12, No.2, 1-6頁.
- Song Michael X. and Mark E. Parry(1992)“The R&D-Marketing Interface in Japanese High-Technology Firms”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.9, Iss.2, pp.91-112.
- Song X. Michael and Mark E. Parry (1993)“The R & D Marketing Interface in Japanese High-Technology Firms”Hypotheses and Empirical Evidence“, *Journal of Accademy of Marketing Science*, Vol.21, Iss.2, pp.125-133.
- Song Michael X. and Mark E. Parry (1996)“What Separates Japanese New Product Winners from Losers” , *Journal of Product Innovation Management*, Vol.13, Iss.5, pp.422-439.
- Song Michael X. and Mark E. Parry (1997) ,“The Determinants of Japanese New Product Successes”, *Journal of Marketing Research*, Vol.34, pp.64-76.
- Song Michael X., Mitzi M. Montoya-Weiss, Jeffrey B. Schmidt(1997)“Antecedents and Consequences of Cross-Functional Cooperation: A Comparison of R&D, Manufacturing, and Marketing Perspectives” , *Journal of Product Innovation*

- Management*, Vol.14, Iss.1, pp.35-47.
- Song Michael X., Mitzi M. Montoya-Weiss(1998)“Critical Development Activities for Really New versus Incremental Products”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.15, Iss.2, pp.124-135.
- Souder William E.(1988)“Managing Relations Between R&D and Marketing in New Product Development Projects“, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.5, Iss.1, pp.6-19.
- Sriparavastu L. and Gupta T(1997)“An empirical study of just-in-time and total quality management principles implementation in manufacturing firms in the USA”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol 17, No.12, pp.1215-1232.
- Stalk George, Jr. and Alan W. Webber(1993)“Japan’s Dark Side of Time”, *Harvard Business Review*, July-August, pp.93-102.
- Steenkamp Jan-Benedict E.M., Frenkel Ter Hofstede and Michel Wedel(1999)“A Cross-National Investigation into the Individual and National Culture Antecedents of Consumer Innovativeness”, *Journal of Marketing*, Vol.63(April), pp.55-69.
- Stoner Ken Blanchard Jesse(2004)『ザ・ビジョン』田辺希久子訳 ダイヤモンド社刊。(原著名：『Full Steam Ahead! : Unleash the Power of Vision in Your Company and Your Life』, Berrett-Koehler Publishers.)
- Stross Randoll(2009)『プラネットグーグル』吉田晋治訳 日本放送出版協会。(原著名：『PLANET GOOGLE : One Company's Audacious Plan to Organize Everything We Know』, Free Press.)
- 鈴木修(2009)『俺は、中小企業のおやじ』日本経済新聞社。
- 鈴木良始(2003)“セル生産方式の普及と市場条件”*同志社商学* 第54号, 第4号, 52-72頁.
- Takakuwa S, Ichikawa H, and Miwa K(2006) “FUNCTIONAL ANALYSIS AND ADVANTAGES OF THE CELL PRODUCTION SYSTEM” *DAAAM International Scientific Book*, 2006, pp.583-592.
- 高桑宗右エ門, 三輪冠奈(2006)「セル生産・水すまし・かんぱん方式援用生産システムにおける部品在庫管理のシミュレーションの最適化」『オペレーションズ・リサーチ誌』 Vol.51, No.7 445-453頁.
- 高橋伸夫編(2005)『ものづくり経営講義』日経BP社。
- 高橋洋一(2008)『霞ヶ関埋蔵金男が明かす「お国の経済」』文芸春秋社。
- 竹内孝夫(1996)『メイド・イン・につぼん物語』実業之日本社。
- 田中章雄(2008)『事例で学ぶ! 地域ブランドの成功法則 33』光文社。
- Thieme R. Jeffrey, X. Michael Song, and Geon-Cheol Shin(2003)“Project Management Characteristics and New Product Survival”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.20, Iss.2, pp.104-119.
- Thomas Dana(2009)『墮落する高級ブランド』実川元子訳 講談社。(原著名：『Deluxe: How Luxury Lost Its Luster』, Penguin.)

- Thomke Stefan, Takahiro Fujimoto(2000)“The Effect of "Front-Loading" Problem-Solving on Product Development Performance”, *Journal of Product Innovation Management*, Vol.17, Iss.2, pp.128-142.
- Toffler Alvin, 田中直毅(2007)『「生産消費者」の時代』NTT 出版社。
- 所真理雄 由利伸子(2009)『天才・異才が飛び出すソニーの不思議な研究所』日経 BP 社。
- 遠山暁 村田潔 岸真理子(2003)『経営情報論』 有斐閣。
- トヨタ生産方式を考える会編(2005)『トヨタ生産方式の本』日刊工業新聞社。
- TR.パイパー他(1995)『ハーバードで教える企業倫理』 小林俊治他訳 生産性出版。(原著名:『CAN ETHICS BE TAUGHT? Perspectives, Challenges, and Approaches at Harvard Business School, Harvard Business Press.])
- 坪根斉, 松浦春樹(1995)“生産システムの柔軟性について”, *日本経営工学会論文誌*, Vol.46, No.1, pp.1-12
- 坪根斉(2000)“製造戦略としての柔軟性設計のためのフレームワーク” *日本経営工学会誌*, Vol.51, No.5, 503-517 頁.
- 都留康編著(2001)『生産システムの革新と進化』, 日本評論社。
- Tushman Michael L. and Charles A. O'Reilly(1996)“Ambidextrous Organizations : Managing Evolutionary and Revolutionary Change”, *California Management Review*, Vol.38, No.4(Summer), pp.8-30.
- Tushman Michael L. and Johann Peter Murmann(1998)“Dominant Designs, Technology Cycles and Organization Outcomes”, in B. Staw and L. L. Cummings, eds. *Research in Organizational Behavior*, Vol.20, pp.232-266.
- 上杉治郎(2001)『日産自動車の失敗と再生』 ベスト新書。
- Ulrich Karl(1995)“The role of product architecture in the manufacturing firm“, *Research Policy*, Vol.24, pp.419-440.
- 梅原勝彦(2008)『経常利益率 35%超を 37 年続ける町工場強さの理由』 日本実業出版社。
- Utterback James. M., and William. J. Abernathy.(1975), “A Dynamic Model of Process and Product Innovation,” *Omega*, Vol.3, Iss.6, pp.639-656.
- Utterback James M., Thomas J, Allen J. Herbert Holloman, and Marvin A. Sirbu,Jr.(1976)“The Process Innovation in Five Industries in Europe and Japan”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol.23, Iss.1, pp.3-9.
- Virginia Huck(1997)『スリーエム物語』 住友スリーエム株式会社。
- 和田充夫他(2009)『地域ブランドマネジメント』 有斐閣。
- Wade James(1995)“Dynamics of Organization Communities and Technological Bandwagons: An Empirical Investigation of Community Evolution in the Microprocessor Market”, *Strategic Management Journal*, Vol.16, pp.111-113.
- 若林秀樹(2009)『日本の電機産業に未来はあるのか』 洋泉社。
- Webster Frederick E. Jr.(1992)“The Changing Role of Marketing in the Corporation”, *Journal of Marketing*, Vol.56(October), pp.1-17.
- Wheelwright Steven C. and Kim B.Clark(1992)“Competing Through

- Development Capability in a Manufacturing-Based Organization”, *Business Horizons* Vol.35, Iss.4, pp.29-43.
- Wheelwright Steven C. and Kim B. Clark(1994)“Accelerating the Design-Build-Test Cycle for Effective New Product Development”, *International Marketing Review*, Vol.11, pp.32-46.
- Womack James P., Daniel T. Jones and Daniel Roos(1991)“*The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*” Harper Perennial.
- Womack James P., Daniel T. Jones(2003)『リーン・シンキング』稲垣公夫訳 日経 BP。
(原著名:『LEAN THINKING: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated』, Simon & Schuster.)
- 山田日登志(2003) “トヨタ生産方式の実践からの一考察—大量生産の行き詰まり—”, *経営システム*, Vol.13, No.4, 139-142 頁.
- 山田基成(2007) “日本のモノ造りと自動車産業の行方”, *産政研フォーラム*, No. 75, 33-41 頁.
- 山田基成(2007) “企業間連携による事業化のマネジメント”, *商工金融*, Vol. 57 No. 6, 5-22 頁.
- 山田善教(1993) “生産システムのフレキシビリティ”, *経営システム*, Vol.3, No.2, 81-87 頁.
- 山本一郎(2009)『情報革命バブルの崩壊』文芸春秋社。
- 山本孝(1998)“組立ラインにおける技能伝承型の生産システム研究”, *経営システム*, Vol.8, No.2, 52-60 頁.
- Yankelovich Daniel and David Meer,(2006)" Rediscovering Market Segmentation ",*Harvard Business Review*, February, pp.122-131.
- Yip George S.(1995)“*Total Global Strategy*”, Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- 余田拓郎(2006) “B2B ブランディングのすすめ”, *一橋ビジネスレビュー*, 2006, SUM, 70-83 頁.
- 米倉誠一郎(2005)『日本のスタートアップ企業』 有斐閣ブックス。
- Yoram Wind(1978)“Issues and Advances in Segmentations Research”, *Journal of Marketing Research*, Vol.15, No.3, pp.317-337.
- Younger Michael(1986)“Achieving Product Growth in a Mature Industry”,*Chief Executive*(March).
- 湯之上隆(2009)『日本「半導体」敗戦』 光文社。
- Zook Cris(2008)『コア事業進化論 成長が終わらない企業の条件』 山本真司, 牧岡宏訳ダイヤモンド社。(原著名:『Unstoppable : Finding Hidden Assets to Renew the Core and Fuel Profitable Growth』 ,Harvard Business School Press.)