

## 日本的生産システムの効率的な海外移転のあり方

—— FA 視点からトヨタ系部品メーカーの戦略を読む ——

唐 旭 中

### ・要 約

本研究では、自動車産業におけるグローバル競争の激化の中、完成車メーカーに比べて相対的に資源が不足している日本自動車部品メーカーが如何にして、完成車メーカーの海外進出ペースに応じて、日本的生産システムの効率的な海外移転をするかという課題に注目している。これまでのほとんどの既存研究がシステム移転の全過程を見渡すことと違って、生産工場の準備段階におけるハード的なシステムに焦点を当て、「日本的生産システムの特徴が組み込まれている日本的「FA」システムを、生産準備段階におけるハード的なシステムの標準化を図る形で移転する」という方法を提示した。トヨタ部品メーカー A 社の事例を取り上げて、A 社における日本的「FA」システムと日本的生産システムに対する各構成要素の機能分析を通じて、その有効性を明らかにした。この方法によって、多発的な海外拠点におけるハード的なシステムに対する全過程の設計・製作といった作業を修正だけですむというように、設計・工事工数の削減を図ることを通じて、人材節約と生産準備リードタイムの短縮の実現が図られ、日本的生産システムの効率的な海外移転の実現につながると考えられる。またその実用性も A 社の中国現地法人 K 社に対する考察によって、部分検証した。

### ・目 次

序 章 研究課題と分析視点

第1章 理論的枠組の提示

第2章 日本的生産システムと「FA」

第3章 事例研究 (1) —— A 社における FA システムグローバルスタンダード化戦略

第4章 事例研究 (2) —— A 社の中国現地法人 K 社の組立工程におけるシステム現状

終 章 総括及び今後の課題

・キーワード：日本的生産システム、日本的 FA システム、機能要素分析、標準化、グローバルスタンダード化、修正設計、モジュール化

## 序章 研究課題と分析視点

### 1. 研究の背景と研究課題

グローバル化、ボーダレス化が進む今日、自動車産業においても、グローバル・モータリゼーションの飛躍的な進展につれて、国際競争が激化している。日本国内市場の成熟化に直面した日本自動車メーカーは、熾烈な地球規模での市場争奪戦の中、必死にグローバル生産体制を構築・拡大し、あらゆる潜在市場において、一日も早く競争優位を獲得するために全力を尽くしている。日本自動車メーカーにとって、この戦いの中の勝組になるには、これまで低コスト・高品質と評価されていた日本車を世界において、ほぼ同一基準で製造・提供できることであろう。それを実現するためには、長年完成車メーカーの競争力を下支えてきた自動車部品メーカーが特に、一次・二次の中堅部品メーカーが如何に完成車メーカーの海外進出ペースに応じて、急テンポにグローバル生産体制を構築・拡大できるかが重要である。

しかし、多くの国で、急速に、場合によって、同時に生産工場を立ち上げるには多大な人力、財力が必要とされている。そのみならず、日本本社とほぼ同質的な商品を完成車メーカーの生産ペースに応じて提供できる効率性の良い生産工場を作らなければ、意味はないであろう。この効率性の良い生産工場を作るカギは日本自動車部品メーカーにおける「日本的生産システム」の着実な移転である。完成車メーカーに比べると相対的に限られた資源を持っている部品メーカーはこれまでない試練に直面しているといえる。そこで、如何に、日本的生産システムの効率的な海外移転を工夫するかはむしろ、日本自動車部品メーカーにとって肝心なものといえよう。

生産システム、とりわけ日本的生産システムの海外移転については、これまで、多くの研究がなされてきた。特に、生産システムの「技術」と「ヒト」という二側面の視点から、生産システムの移転の全過程に対する事例調査、検証を通じて、大きな研究成果が挙げられていたといえよう（詳細第1章参照）。中に、移転先によって、欧米先進国の議論を中心とするもの（安保他 [1990]、林 [1998] 等）とアジア、中国等の発展国の議論を中心とするもの（小川他 [1987]、曹 [1994]、欒 [2001] 等）が挙げられる。これらの研究により、生産システムの移転の成否が①移転側としての日本本社の現地進出意志・戦略と②受入側における環境およびそのシステムに対する受容能力という二側面の多くの要因によって大きく左右されるという重要な分析視点が示唆された。

したがって、日本的生産システムの移転とはいえ、本社の海外現地生産戦略と海外現地環境に応じて、生産システムの形は必ず同一化されるにはいかない。如何に、本社の戦略と現地環境に沿って、日本本社の日本的生産システムの機能要素を分析し、必要な部分だけを現地「適用」させ、不必要な部分を取り除いて、或いは現地「適応」させることができるかは、現地生産工場を迅速かつ順調に立上げるための重要なポイントといえよう。

しかし、いままでの先行研究の視点および示唆されたポイントは、以上の限られた資源制限のもとでの日本自動車部品メーカーが効率的に現地に見合った生産システムの海外移転を工夫する方法の提示までには、十分至っているとはいえない。そこで、本研究では、海外進出に当たって、「資源不足」特に「人材不足」に直面する日本本社が如何にして「日本の生産システムの効率的な海外移転」を実現できるかという課題に対して、敢えて新しい分析視点の提示を試みる。

## 2. 分析視点

いままでのほとんどの先行研究が生産システムの海外移転の全過程を見渡しているのに対し、本研究では生産工場を立ち上げる前の生産準備段階に焦点を合わせる。生産体制の構築に当たって、まず、生産準備におけるハード的なシステム<sup>(1)</sup>(工程・設備・治工具・ライン制御装置等)をどのような形にするのかは重要であろう。生産工場を立ち上げて後、生産活動を如何に効率良く遂行できるかは、このハード的なシステムの使い良さ・適切さによって決まると考えられる。ハード的なシステムの構成、動きの流れによって、作業方式、組織管理様式の形成も影響を受けるであろうと思われる。清(1999)は、労使関係、下請関係、労働組織や企業の管理機構、マネジメント手法から日本的(型)生産システムの評価を行うことは困難であって、生産方式のコンセプトを明らかにするためには、何より、まず生産技術の変化・発達を基軸に据え、次いでこれに伴う管理機構や管理技術の展開を考察するという手順が必要であると示した。同氏はまた、現代における生産技術革新の基軸はフィードバック機構を組み込んだ自動機械体系の発展になり、それは必然的に労働組織や企業間取引関係と、その管理様式に変更を求めると指摘した(p.61)。したがって、生産システムの移転において、まず、このハード的なシステムをどのように移転して行くのが肝心になってくる。

現実に、日本企業が海外進出する際、このハード的なシステムの設計に対し、現地の環境に応じて個々に行い、またそれらの国へ、生産技術者・工程設計者・工事者を派遣し、場合によって、駐在させるのが一般的なやり方となっている。無論、このようなやり方はシステムの現地での有効性を果すために、その適合性を高める一番有効な方法といえよう。しかし、多発的な生産拠点で、国別に応じて個々に設計を行い、また多くの人材を派遣するのは、資源制限のある自動車部品メーカーは勿論、財力・人力に富むと言われている巨大な完成車メーカーにとっても、決して容易なことではない。

そこで、筆者は標準化・スタンダード化の概念を導入したい。標準化(Standardization)とは、多様化、複雑化、無秩序化する事柄を少数化、単純化、秩序化することである。よって、いままでの現地環境に応じた多様化されているハード的なシステムを少数の標準パターンに整理・分類することを通じて、これから多発的な拠点におけるハード的なシステムの移転に対して、本来それぞれ全過程工数を必要とする設計作業を修正するだけですむというように、設計・工事工数の削減を図

ることができるのである。

問題は、その標準パターンの現地における適合性を高めるために、このハード的なシステムに対して、構成要素<sup>(3)</sup>の機能<sup>(4)</sup>分析を必要としていることである。システムの中の構成要素は、どのような日本の生産システムの機能を果しているのか、その機能は現地で必要であるのか、或いは不必要であるのかという、体系的な分析が必要である。そこで、日本の生産システムの機能要素が一番多く組み込まれていると言っても良い日本本社のハード的なシステムを、このような体系的な分析の対象とすることは、むしろ有効な方法であろう。

今日の日本自動車関連産業の多くの大手企業においては、このハード的なシステムは高度に自動機械体系化され、「FA」<sup>(5)</sup>システムまでに進化されている。「FA」システムというと、大型マシンニングセンター、無人車などから構築された「無人化工場」に連想する方が多いと思われるが<sup>(6)</sup>、今日の日本の「FA」システムは決して単に「無人化」を目的とするものではない。日本の「FA」システムは①競争力強化の手段として考えられており、②システム全体最適化を目指しており、③改善の積み上げで対処できる拡張性等を持っている自動化装置によって構成されたもの<sup>(9)</sup>と言ってもよい。1970年代、大野耐一氏は「機械に人間の知恵を授ける」という理念を提示した。当時、その「自動化」という理念を機械に置き換える試みで、「ポカヨケ」、「定位置停止ライン」、「アンドン」また「もろもろの安全装置」などの「知的自動化装置」が工夫された<sup>(10)</sup>。今日、これらの装置がさらに進化され、多種のセンサー、コントロールユニット、コンピュータを組み込んだ一貫した自動制御の生産ラインが生み出されてきた<sup>(11)</sup>。これらの体系的な装置の形成は、生産システム機能を全体としてより効率的にするため、工学技術、管理経験、保全技能と作業ノウハウ等の知識が継続的にビルトインされ、また新たに生成され、またビルトインされるというスパイラルアップ<sup>(12)</sup>の過程である。したがって、日本の「FA」化の過程は、日本的自動化生産設備の合理化・進化、日本の生産システムの形式知化の過程でもある。言い換えれば、日本の生産システムの移転過程は、それが溶け込んでいる日本の「FA」システムの移転過程でもあるのである。

では、日本の生産システムの移転のために、その必要な手段として、日本の「FA」システムの移転を考える必要がある。この日本的FAシステムの移転を考慮する際に、現地環境に応じて、この日本的FAシステムのどの部分（機能要素）を必要とし、どの部分（機能要素）を不必要にすることの決定を通じて、現地に見合ったハード的なシステムまでに作り上げることは、日本の生産システムの海外移転の適用・適応に関する重要な課題であるといえよう。そのためには、日本の「FA」システムの中の装置の機能・役割を分解し、日本の生産システムの有効性を果す機能要素と対応させる必要がある。

そこで、本研究の事例調査の対象であるトヨタ系部品メーカーA社は、海外展開する際に、人材不足の問題を解決するために、「システムのグローバルスタンダード化」戦略を提出した。本研究ではまず、その戦略の一環とするA社日本豊橋工場に導入している「グローバルFAシステム」

を題材にして、その構成装置（要素）の機能・役割を分析し、日本的生産システムの諸要素と対応させてみる。そして、A社のグローバルスタンダード化戦略の内容から、最初提起した課題の「資源不足・人材不足している日本自動車部品メーカーは如何に日本的生産システムの効率的な海外移転を行うか」に対する答えを模索する。なお、A社の中国現地法人K社に実際移転されているハード的なシステムをA社のグローバルFAシステムと比較分析することで、前述のA社のグローバルFAシステムを通じた「システムのグローバルスタンダード化」戦略が現地に見合った日本的生産システムの移転において有効な手段になり得ることを検証する。

### 3. 論文の構成

本研究は以下の6章から構成されている。

まず、序章においては、研究の背景、研究課題、及び分析視点を述べてきた。

第1章では、本研究と相関するいくつかの既存研究を検討し、本論文の具体的な研究の理論的枠組を提示する。

第2章では、1章で提示した理論的枠組に基づいて、また事例分析の準備作業として、まず、本研究における日本的生産システムの捉え方とその有効性を果す機能要素の摂取作業を行う。次に、日本のFAの発展過程から、日本的生産システムとFAとの深い関係を明らかにする。

第3章においては、A社の事例を取り上げる。その中、A社は海外展開する際に、システムのグローバルスタンダード化戦略を提出した。その内容に対する調査を通じて、日本的生産システムの効率的な海外移転プロセスのメカニズムを明らかにする。

第4章では、A社のグローバルスタンダード化戦略の実用性を検証するため、A社の中国現地法人K社のシート組立工程におけるFAシステムの実態を考察する。その結果に基づいて、A社戦略の実用性を検証する。

最後、終章として、まず、理論分析と事例分析の結果に基づいて、本論文の論旨をまとめる。そして、残された課題を検討することによって、今後の研究方向を展望する。

## 第1章 理論的枠組の提示

本章では、序章で提起した研究課題と分析視点を踏まえて、日本的生産システムの海外移転に関するいくつかの既存研究を検討することを通じて、より、具体的な研究の理論的枠組を提示することにしたい。

### 1. 日本的生産システムの海外移転に関する既存研究

これまで、日本的生産システムの海外移転に関して、多くの研究がなされてきた。その中のいく

つかの代表的なものを取り上げて、本研究と相関する部分について、分析の検討を試みたい。研究の内容と対象によって、以下のように分類した。

(1) 欧米先進国を中心とする適用適応問題アプローチ

これらの研究は日本企業の立場において、日本の生産システムの普遍性と特殊性を焦点に当てて、とりわけ、日本的経営・日本の生産システムの諸要素をどのように適用適応されているのかをベースに検討を行った。

安保・板垣・上山・河村・公文(1991)は日本的経営・日本の生産システムの国際移転可能性について、「23項目・6グループ評価」という基本的な構成要素に沿った評価方法に加え、ヒト、モノを対象に、「四側面評価」という違う角度からの評価軸を立てて、アメリカにおける40社を越えた日系企業と現地企業に対し、調査を行った。その発見事実の中、電機・半導体産業と比べ、自動車関連産業、特に自動車部品産業の適用度が断然に高いということが明らかになった。その中、「適用・適応」度の判断指標の一つとなる「生産設備」については、全面的に日本からの持込に依存している実態であったと、同氏たちは指摘した。その理由は「そもそも現在まで組立メーカーがアメリカで生産している車種は基本的には日本で開発されたものであるため、部品メーカーが納入する部品は日本の親会社が何年もかけて開発し、度々の設計変更を経てきたものであるという事情が指摘できよう。それゆえ、それを生産する設備には、日本で生み出されたノウハウがこめられているため、それをアメリカで調達することは困難で、基本的には日本から持ち込まざるを得なかったのである」(安保他、1991、p142)。これは、本研究での自動車部品メーカーにおける生産システムの効率的な海外移転という課題に対し、設備を基軸にした移転方法が特に重要であることを示しているといえよう。

一方、林(1993)は「日本の生産システム」とそれを裏付ける日本の文化、社会的風土等々日本企業の経営全般に及んで論議されている「日本的経営」に関して、閉鎖的な「系列」取引、企業別労働組合と協調的労使関係、経済の「二重構造」にもとづく下請け支配等々、日本の企業・経営・社会の伝統的性格、という①「日本の特殊性」(非合理性)と「JITシステム」や「多品種少量生産システム」あるいは「フレキシブルな生産システム」と特徴づけられるような最近の高度化された生産システムであるという②「国際的普遍性」(合理性)との二側面があることを指摘した。なお、この二側面は必ず分離できないものであるとしている(林、1993、<http://c-faculty.tamacc.huo-u.ac.jp/~hmasaki/transfer.html>)。これに対し、林(1998)は1980年代末、フランスの自動車関連産業に対し、調査を行った。その調査結果に基づいて、林は、日本的「管理方式」<sup>(13)</sup>と経営の「論理」が一体不可分のものとして生まれ発展してきたが、ある条件の下で、「管理方式」は日本企業の「論理」から分離されて、手段として、他の国の企業の経営の「論理」のもとで利用可能であったと指摘した。また、生産の自動化への取り組みが早かった企業ほど、日本的「管理方式」

による「合理化」、具体的には JIT、QC サークル、多能工、段取り替え時間の短縮技法などの導入が進んでいるという傾向が見られるという事実も発見された（林、1998、pp.294～308）。したがって、日本的生産システムを競争力の構築する手段として、その移転を図る過程の中、積極的に現地で生産の自動化を取り組むことがその移転を加速させるのではないかといえよう。ここでいう「生産の自動化を取り組む」ことについて、筆者は日本的自動化（日本的「FA」）の導入と表現した方がより正確ではないかと考えている。

## （2）中進国、発展途上国を中心とする技術移転プロセスアプローチ

（1）と違って、この類の研究は現地企業の立場に立って、日本本社側と現地側の二側面の要因を分析し、技術を議論の中心にし、日本的生産システムの移転プロセスのメカニズムを解明するものである。

小川（1990）は、アジアの多くの中進国、発展途上国における日系企業に対し、調査を行った。同氏は現地企業の技術導入について、「吸収・適応・創造」モデルを提出した。つまり、技術劣位にある現地企業が技術の導入を図る際、自社技術として定着し、また更なる新技術の創造を出発点に立つことが重要であることを意味する。この技術は製造に関する技術を指す。小川氏は、この「技術」について、①作業技術、②保全技術、③現場作業管理、④生産技術（IE）、⑤設計技術、⑥研究開発に関する技術と分類した。作業から、保全、管理、IE、設計、研究開発への展開は工場における技術の進化過程の順序となっている。いずれの技術も固有の技術つまり固有の「ものごとを進める方法」を持っていると指摘した。技術移転の進化は、同一技術分野の水準向上を図ると同時に、違う技術分野を追加するという技術移転を図る必要がある。つまり、作業技術→保全技術→作業管理→生産技術→設計技術→研究開発に関する技術の獲得のプロセスである。また、それぞれの分野の技術の移転は人材の育成を伴わなければならないと示した（小川、1991、pp.27～30）。いきなりの高いレベルの技術の移転は現地企業にとって受容能力以外となるため、逆効果をもたらす恐れがあるといえよう。したがって、技術の移転は現地企業の受容能力に合わせて漸進的な導入が効果的であろう。特に、人材資源不足している自動車部品メーカーが生産システムの移転、とりわけ設備移転を図る際、現地の技術環境を考慮しなければならない。

欒（2001）は小川他（1990）が提出した「吸収・適応・創造」モデルに基づいて、「適合的な技術移転・中核能力形成」の視点から、中国における数多くの日系アパレル企業と自動車部品企業に対し、全般的な調査を行った。その調査結果から明らかになったことは、技術移転が順調にできるかどうかは日本本社の戦略・意志、製品市場、現地側経営環境および日系企業成立の初期条件等の要因によって大きく左右されるという。中国における日系アパレル企業については、日本本社の強い進出意志、保証された製品市場があったから、その技術移転が順調にでき、高い国際競争力が構築された。それに対し、一部の自動車部品企業の場合には、日本本社の進出意志が弱く、製品市場

も限られていて、また、設立前身となる現地企業が国有企業で、従業員の意識も低いため、技術移転が比較的遅かったという。

一方、曹（1994）は、日本的生産システムを実質的な範囲まで収縮し、つまり、日本国内で蓄積された競争優位のある経営資源を「技術」という側面から捉え、韓国・台湾進出した日本企業の事例調査を通じて、「段階的な技術移転」の論理を導いた。まず、経営方式（管理方式）の導入に関して、その難易度によって、段階的に進めるのが無難であり、すなわち、比較的最も導入しやすい方式からスタートし、その定着度を見守りながら、より高度な方法を入れるというのが順当なやり方であることを述べた。また、一つの技術の具体的な導入について、「学習・定着・改良・イノベーション」という四つの進展プロセスの順に進まなければならないと指摘した。現地企業はほぼ例外なしに、各段階を一つひとつ踏んだ上で前に進み、各段階をスピーディでクリアしたり、或いは二つの段階を同時にクリアしたり、上の段階へ上るのはありうるが、如何なる現地企業であっても、ある段階を省略して能力向上を図ることは不可能であると指摘した（曹、1994、pp.59-65）。これも、さらに、小川の「吸収・適応・創造」という理論に重要な支えとなるといえよう。また、その延長線として、「技術の継続的な移転」を提示した。すなわち、ある特定の技術の価値を最大限に利用するため、一つの現地子会社における技術の漸進的な導入だけでなく、さらに多数の子会社間の技術の継続的な移転・利用することが考えられる（曹、1994、pp.65-73）。

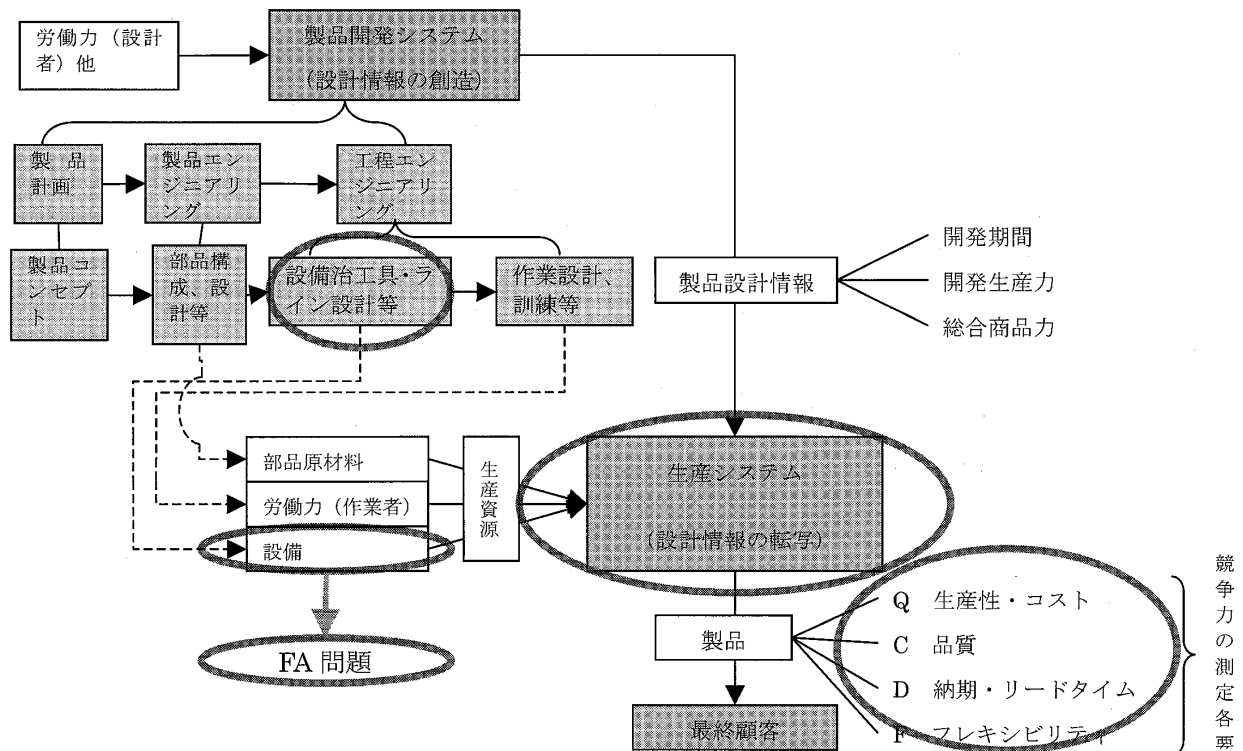
以上の研究は、いずれも、大量な事例調査に基づいて、日本的生産システムの海外移転の全過程を見渡し、実証的な研究成果をもたらした。日本企業の海外展開には、生産システム諸要素の現地適用性、現地の環境要因、そして、移転プロセスモデル等といった重要な分析ツールを提示したといえよう。しかし、本研究が提示した課題、つまり、迅速な海外展開を図る自動車部品メーカーが、深刻な経営資源不足の問題を抱えている中、いかにして、競争力の源泉とされた日本的生産システムを効率的に海外移転するのかに対する具体的な方策の提示には、まだ、十分検討する余地があるといえよう。それゆえ、次節では、序章で提起した新たな分析視点に基づいて、具体的な分析の枠組を提示する。

## 2. 理論的枠組の提示

序章の分析視点では、効率的な生産システムの移転の方法として、生産工場を立ち上げる前の生産準備段階におけるハード的なシステムを如何に効率的に現地に見合った形をとるのかは重要なポイントであると示した。では、この生産準備段階のハード的なシステムの構築が生産システムの機能有効性に対し、如何なる重要な意味を持つのかを見てみよう。まず、生産という基本的な概念から見ていくことにする。

生産とは、基本的には生産要素（原材料、労働力、設備）を有用な財（有形、無形）に変換する過程（プロセス）である。生産される財は、有形ならば製品、無形ならばサービスと呼ばれる（藤





出所：藤本（2001）より筆者変更作成

図 1.1 製品開発、生産システムの仕組み

本、2001a、pp.4-5)。製造業においては、この有形な製品を扱う対象とするであろう。ここでの製品については、藤本（2001a）は、情報<sup>(14)</sup>を書いたモノという観点を提出した（製品＝情報＋モノ）。生産活動の前に、まず「製品開発」という活動がある。「製品開発」は、「製品設計情報」そのものを創造し、生産現場の工程にこの情報を配備するまでの、広義の情報創造・情報伝達活動である（藤本、2001a、p.10）。製品開発活動は、製品計画段階（製品コンセプトの形成）、製品エンジニアリング（詳細部品構成、設計等）段階と工程エンジニアリング（工程設計による設備、治工具設計等と作業設計等）の順からなる。現代の大量生産とは、出来上がった「製品設計情報」を、工程から製品へと繰り返し転写することである（藤本、2001a、pp8-14）。

したがって、生産システムは「設計情報の転写」の仕組みである（図 1.1 参照）。生産システムを評価するのは如何に情報を効率的かつ正確に「製品」へ転写していくかをみることである。つまり、アウトプット側における製造パフォーマンスの各側面「QCDF」（品質、コスト、納期、フレキシビリティ、第 2 章参照）の測定・管理・改善することである。それらを追求する必要条件は、インプット側に「部品原材料」・「労働力」・「資本設備」の最適化を図ることであるといえよう。生産システムがうまく機能するかどうかは、このインプット側の工夫が大変重要な意味を持ってい

るのであろう。

さらに、インプット側の「部品原材料」・「労働力」・「資本設備」を如何に最適化するかについては、製品開発段階の「部品構成、設計」、「設備治工具・ライン設計等」と「作業設計、訓練等」を如何に工夫するかが重要であろう。順番としては、「部品構成、設計」→「設備治工具・ライン設計等」→「作業設計、訓練等」のようになる。

海外進出の場合、「部品構成、設計」はほとんど、日本本社の既存モデルを修正するのが多いと思われる。問題は次の段階の「設備治工具・ライン設計等」と「作業設計、訓練等」である。特に、まず、「設備治工具・ライン設計等」というハード的なシステムの設計が現地に見合わないと、生産工場を立ち上げた後、生産活動の遂行も難しいであろう。現実、その状況を防ぐため、このハード的なシステムの設計はそれぞれの現地にあわせて個々に行っている。

しかし、急速なグローバル展開が要請されている中、自動車部品メーカーにおいては、設計者や技術者が世界各国に駆け回ることは限界となる。そこで、如何にして設計品質、すなわち、現地での適合性を損なわない前提で、設計・工事工数を削減することができるかは、人材不足の問題を軽減できるキーポイントであろう。

序章の分析視点において、筆者は、「標準化」の概念を提示した。ここで、繰り返す必要はないが、もっと明確に言うと、ハード的な生産システムの標準化を通じて、生産準備段階におけるハード的なシステムの設計・工事工数を削減することと、このシステムの設計品質（システムの現地での適合性）を両立させることができるのではないかと言うことである。

本研究では、そのような可能性を検証するために、まず、日本本社のハード的なシステム、すなわち、本社の日本的 FA システムに対し、「機能要素分析」を行い、それらと日本的生産システムとの対応性を明確にすることから始める。なお、移転先である現地の環境要因による日本的生産システムの諸要素の必要性および移転可能性を検討していく。そのために、次章においては、まず、本研究における日本的生産システムの捉え方とその機能要素の考察項目を明確にする。次に、「FA」の概念、それと日本的生産システムとの関係を明らかにする。また、本研究の分析視点によって、FA システムへの影響要因を提示する。

## 第2章 日本の生産システムと「FA」

本章は、本研究の分析視点に基づいて提起した、効率的な海外移転のプロセスメカニズムの中で、まず、日本の生産システムの構成要素を考察する項目を整理する。次に、「FA」とは何か、その内容を確認した上で、日本の「FA」の発展過程から、日本の生産システムとの関係を明らかにする。また、現地生産体制を構築する際、考慮すべく「FA」システムへの影響要因も提示する。

## 1. 日本的生産システムとは——「競争力」視点から

日本的生産システムとは何か。これを見るには、まず日本的（型）とは何かを定義する必要がある。藤本（2003b）は、ここで「日本」としているのは「日本企業」、正確には「日本にある日本企業に多く見られる」ということであり、更に、「日本企業の競争優位に繋がっている」という含意が付け加わると指した（pp.4-5）。

「競争優位」を確立するためには、競争力の構築が不可欠といえよう。1970年代から1980年代にかけて、「高品質・低コスト」を武器とした日本製造企業の競争力が、国際的に注目されていた。特に、自動車産業においては、アメリカのフォード大量生産方式に対し、日本自動車メーカー、例えばトヨタは、長年間にわたり一貫して、「ムダ、ムリ、ムラ」の排除を基本コンセプトとする、トヨタ生産方式を追求し、実践してきた。その結果、低コストの下で高品質の自動車を完成させ、主としてアメリカ市場を席卷した。

アメリカ自動車メーカーはこれを脅威と覚え、80年代末にトヨタの「クルマづくり」を真剣に学び始めた。トヨタの「クルマづくり」は、「リーン生産方式」として特徴づけられ、アメリカ自動車メーカーはまき返しのために、その導入を図った。このように、日本の自動車産業の競争力のカギとなる「リーン生産方式」が、アメリカをはじめ世界的に研究され、導入される過程で、自動車以外の日本の産業競争力の強化にも関心が持たれた。そして、これを生み出している「日本的（型）生産システム」論のブームが生じた。「日本的（型）生産システム」は、日本製造業の競争力の源泉として認識され、研究されていた。

では、「競争力」の源泉と見られる日本的生産システムは、「競争力」と一体どのような関係があるのかを、見ていく必要がある。「競争力」について、藤本（2001a）は、企業が提供する製品群ないし個別製品が、既存の顧客を満足させ、かつ潜在的な顧客を購買へ誘引する力と定義した（p.96）。今日の企業においては、「顧客指向」の経営の必要性が強調されている。特に日本企業の場合、顧客満足を企業目標として最重視する傾向は、むしろ一般的といえる（藤本、2001a、p.12）。どんなによい生産システムでも、「顧客」のニーズが満足できない場合は、生き残ることは困難であろう。

従来から、製造業においては、生産システムを評価するキーワードとして、QCDが用いられているように、「C(Cost)=コスト」以外に、「D(Delivery)=納期」、そして「Q(Quality)=品質」といった「顧客」満足にかかわる要素は、その「競争力」の源泉となりうるものである。

これに対し、藤本（2001a）は更に、生産管理の面において、静態的な環境に適応する競争力の測定要素とする従来の「QCD」に、ダイナミックな環境に適応する能力とする「F」（フレキシビリティ flexibility）を加えて、「QCDF」を生産・開発システムの実力を示す四つの競争力要素まで拡張した（p.95）。

フォード大量生産方式の誕生は、大衆価格車の製造を可能（「Cost」あるいは生産性の追求）に

することで、アメリカ自動車産業を世界の頂点にまで押し上げた。しかし、市場の成熟による消費者の選択肢が多くなることによって、フォードの「少品種大量生産」はすでに時代遅れといっても過言ではない。代わりに、いつも変化する「顧客」、「市場」のニーズに合うフレキシブルな生産システムがますます要求されつつある。

そこで、ジェームズ他(1990)は「リーン生産方式」の強さの一つとして、消費者のニーズを満足させている点にあると指摘した(p.88)。今日、年経常利益1兆4,140億円を達成したトヨタは創業以来、「お客様第一主義」の考えに基づいて、以上の「QCDF」に対応するために、生産現場において、「徹底したムダの排除」を基本思想とし、「ジャスト・イン・タイム」、「自働化」をそれにつながる二本の柱とし、「カンバン」、「小ロット混流生産」、「平準化」、「在庫を持たない」、「品質作りこみ」、「目で見える管理」、「改善」などの手法や概念を作り出した。

また、このような手法や概念を実現するために、自社に浸透させるだけでなく、車一台あたり4万点とも言われる部品の7割近くを造っている、多くの部品メーカーまで、浸透させた。これにより、これらの部品メーカーの競争力も強化され、トヨタの「クルマづくり」を実現させた。また、トヨタのこれらの手法や概念が日本の他の自動車メーカーまでも広がり、「日本的生産システム」の一部の特徴として定着していったのである。

これまでみてきて明らかなように、日本的生産システムとは、顧客ニーズを満足することを目標とし、上記の「QCDF」といった生産現場における「競争力」の測定要素の管理や改善を図るために、日本で長年間にわたり、形成された生産ルーチンや、各概念や手法(知識)の複合体<sup>(15)</sup>であるといえよう。

## 2. 「QCDF」から見る日本的生産システムの諸要素の考察項目

本節では、前節で日本的生産システムに対する見方、つまり、競争力を構築するためのツールであるという捉え方に基づいて、日本的生産システムが生産現場における競争力の要素「QCDF」をマネジメントするために使う典型的な手法(「機能的な有効性」を果す諸要素)を整理していくことにする。

### (1) 「Q」品質マネジメントの手法

品質は一般に、「設計品質」と「製造品質」に分けられている。「設計品質」とは、製品や工程の設計段階で意図された製品の機能や性能、外観などである。これに対して、「製造品質」とは、設計品質を狙って製造した製品の実際の品質である<sup>(16)</sup>。「製造品質」はまた、製品設計情報が材料、掛品に転写する際の「転写精度」のこととも解釈できる<sup>(17)</sup>。

本研究では、生産システムを中心に議論するため、この「製造品質」という「狭義な品質」概念を主要な対象とする。ここで主に挙げられる日本的生産システムの要素は、「自動化」と「自働化」

の概念である。

①「自動化」

今日の日本自動車関連企業において、上述の「転写精度」を実現するために、むしろ、高度な精度を持つ自動化機器が、重要な役割を果たしているであろう。稼働率を保証されている高度「自動化」ということも、日本の生産システムの特徴といえよう。

②「自働化」

品質を効率的に確保ために、従来の大量流れ作業の出荷検査重視に対し、トヨタは生産の最初の工程から、不良品を流さないようにいろいろな工夫がなされている。なぜならば、何千工程の車商品として、最初の工程から、品質問題をそのまま留保にすると、最終段階の検査において、発見して手直しをするためにかけたコストは非常に高いからである。日本の生産システムにおいては、一般に、「自働化」<sup>(48)</sup>という手法が用いられている。

(2) 「C」コストマネジメントの手法

ここでいうコストとは、製品一単位当りのコスト、すなわち製品原価のことである。コスト削減方法としては、単位投入要素価格（時間当たり賃金、設備単価、部品単価）を削減することと、生産性を高めることという方法があるが、長期的なコストダウンの切り札は、生産性向上である（藤本、2003a、p.38）。

生産性を高める方法としては、以下のフォーミュラーを用いて、計算することができる。

$$\text{労働生産性} = \text{正味作業スピード} \times \text{正味作業時間比率}^{(49)}$$

以上のフォーミュラーにより、正味作業スピードアップの方法と正味作業時間比率拡大の方法が考えられる。

この「正味作業」は、情報をモノに転写する作業、いわゆる「主作業」である。正味作業時間は、その主作業を行う時間（情報の転写時間）という。これに対し、正味作業以外の作業について、例をあげてみよう。

例えば、ボトルを工作物に締めるという作業がある。まず、生産指示によって決められた型番によって対応するボトルを、そのボトルが保管されている場所まで取りに行く。仮に、その場所で、色々な型番のボトルが混じっているとすると、その中から、自分が必要とするボトルを探して取り出す。そして、そのボトルを持って帰り、工程において、工作物に締める。やや複雑であるが、このように情報をモノに転写する「主作業」、つまり「正味作業時間」は工程において、工作物に締めることだけである。しかし、これを実現するには、「生産指示を受ける」、「ボトルが保管されている場所へ行く」、「色々な型番が混じっているボトルの中から必要な一つを探す」、「見つけたボトルをその場所から取り出す」、「持って帰る」という一連の作業が終わってから、はじめて行うことができるのである。

ところが、この一連「主作業」以外の作業は、いわゆる「情報転写していない作業」である。しかしながらその中において、「付加価値を生まない作業」と「無駄」に分けることができる。ここでいう「付加価値を生まない作業」は省略できない作業である。「無駄」は省略しても良い作業である。したがって、「生産指示を受ける」と「見つけたボトルを取り出す」という作業はいずれも必要で、「付加価値を生まない作業」である。これらに対し、「ボトルが保管されている場所へ行く」、「色々な型番の混じっているボトルの中から必要な一つを探す」、「持って帰る」という作業は「無駄」である。

では、どのようにして、この一連の作業を改善し、生産性を向上させることができるかを考えてみよう。

まず、「ボトルが保管されている場所へ行く」、「色々な型番の混じっているボトルの中から必要な一つを探す」、「持って帰る」という「無駄」を排除するため、「ボトルを型番によってきれいに整理する」、「ボトルを保管する場所を工程付近に変更する」ということを通じて、解決できるであろう。これにより、「生産指示を受ける」と「必要なボトルを取り出す」という、二つのばらばらの作業を「生産指示を受けて、すぐにボトルを取り出す」という一連の作業に圧縮することができる。さらに、「ボトル締める回数」を覚え、また熟練の動作によって、「工作物に締める」という「正味作業」を、スピードアップすることができる。

フォミュラーの労働生産性を高めるには、第1に正味作業をスピードアップさせるために「工作物に締める」作業をスピードアップする方法、第2に正味作業時間の比率を拡大するために「ボトルを型番によってきれいに整理する」、「ボトルをしまう場所を工程のそばに変更する」ということを通じた「付加価値を生まない作業」を圧縮することと「無駄」を排除することの同時実現すると、いう正味作業時間以外の作業時間を削減する方法がある。

一般にフォード大量生産方式においては、単に正味作業スピードアップを図ることを強調した。単品種への熟練と設備の専用化によって、生産性を画期的に高めた反面、車種変更には対応できなかったというフレキシビリティに欠けるという弱点が見られた。これに対し、トヨタは「正味作業時間比率拡大」を強調している。「標準作業の徹底実行」による「正味作業スピードアップ」を図ると同時に、「徹底的に無駄を排除する」ことを基に、「改善」、「ジャスト・イン・タイム方式」、「カンバン方式」、「在庫なし」、「平準化」（による無駄の浮上）、アンドン等の目で見える管理（作業遅れ・機械故障・ライン停止等による問題、無駄の顕在化）などを提唱した。

#### ① 「改善」

「改善」はトヨタの基本精神とも言う。作業現場において、ほとんどどこでも用いられている。ここを中心とするものは、作業サイクルの中の「付加価値を生まない作業の圧縮」、「無駄排除」による人間操作性の改善や運搬の合理化（上記の例のボトルの型番の整理とそれを保管する場所の変更）、と「正味作業スピードアップ」による標準作業の改善や自動化機械の改善を指す。

② 「在庫なし」「ジャスト・イン・タイム方式」「カンバン」

「在庫なし」は、情報を転写していない時間（寝る時間）を削減することによって、生産性を高めると同時に、キャッシュフローが早く回転には効果をもたらす。そのため、必要などころに必要な量だけを必要な時間で提供するという、「ジャスト・イン・タイム方式」（以下「JIT」）を用いる。そのため、プル方式といわれる前工程より後工程へ、必要な量のものをとりにいくために、情報が書かれているカンバンが用いられている。

③ 「平準化」

市場の時期による量の不均等性をもたらすばらつきを防ぐ前提で、上記の「在庫なし」や「ジャスト・イン・タイム方式」を実現するためには、「平準化」の概念がある。そのため、人（標準作業の下で）や設備各生産諸要素を必ずピークに合わせて順序良く生産の流れを作る。これを実現するため、後述の「小ロット混流生産」が不可欠である。

④ アンドン等の目で見える管理

「ライン・ストップ表示板」ともいう（大野、1978、p218）。生産の流れを中断するラインの故障問題（作業遅れ・機械故障）を顕在化して、迅速な解決を図ることを通じて、停止時間を短くする。

(3) 「D」納期マネジメントの手法

短納期を実現するためには、生産リードタイムを如何に短縮するか、そして、生産計画や生産統制を如何に順調に進めるかという方法がある。

生産リードタイム短縮は、基本的に生産性を向上すると同時に、達成できる。しかし、フォード大量生産方式の「見込生産」に対し、日本の生産システムにおいては「受注生産」と「見込み生産」の組合せの形がとられているケースが多い。スピードを損なわないように、「在庫」を細かく分別管理している。典型的な手法は前述の「カンバン方式」などである。

生産計画や生産統制を、如何にして順調に進めるかという点については、膨大な議論となる。他の専門著作に譲りたい<sup>(20)</sup>。ここでは「現場主義」重視の特徴に含まれる「進捗管理」（ライン状態リアル管理、ディリ実績管理、目で見える管理等）、下請け協力関係重視とする今日の「サプライチェーンマネジメント」（SCM：Supply Chain Management）、「同期化生産」等を挙げたい。

① 「進捗管理」「リアルタイム管理」「ディリ実績管理」

ラインの生産状況を一目瞭然に把握するため、色々な工夫がされている。上述の緊急問題に素早く対応するためのアンドンを使う以外に、現時点の生産量を把握するための「生産実績盤」も使っている。また、作業者の就業状況も把握される。

② 「サプライチェーンマネジメント」「同期化生産」

「サプライチェーンマネジメント」は、1980年代欧米で提起された概念で、企業の枠を超えて

モノ・サービス・カネ・ナリッジの流れを最適化することにより、顧客に対する価値を最大化する経営手法である<sup>(21)</sup>。今日、IT技術の高度な発展によって、自動車産業においても、顧客情報の迅速伝達のために、すでに完成車から部品メーカー、素材メーカーなどの一連の関連企業において、「サプライチェーンマネジメント」が実現されており、これにより、「同期化生産」もより迅速かつ効率的に行うようになってきた。

#### (4) 「F」フレキシビリティマネジメントの手法

高い生産性（低コスト）と高いフレキシビリティの両立は難しいとされるが、特に、今日の日本車市場に見られる消費の成熟化、多様化、個性化によって、多品種モデルの同時生産や迅速なモデルチェンジが要求されている。トヨタがその両立に成功した（藤本、2001、p104）。典型的な手法として、「段取り替えコスト削減」、「多能工」、「小ロット混流生産」、「工程汎用化」、「レイアウト迅速改善」などがあげられる。

##### ① 「段取り替えコスト削減」

多品種モデルの同時生産と迅速なモデルチェンジを実現するため、頻繁な段取り替えを行い、標準作業を作業者に訓練させ、熟練工を養成する。これにより、コスト削減を図ると同時に、フレキシビリティを実現する。一方、多品種生産、モデルチェンジによる機械の治工具変更や工程の変更に対応するために、柔軟な自動化・システム化が図られている。

##### ② 「小ロット混流生産」

上記の「段取り替えコスト削減」の実現によって、「小ロット混流生産」も実現された。これにより、「平準化」と「同期化」生産も確保される。コスト・納期マネジメントを損なわない前提で、自動車関連企業にフレキシビリティをもたせた。

##### ③ 「多能工」

一人の作業者に多種類の作業を覚えさせ、先の「小ロット混流生産」を実現する。それ以外として、ラインにおいても、お互いに手伝うこともでき、より円滑なラインの流れの順調に確保することもできる。

### 3. 「FA」とは

FAは、1970年代において日本の機械産業界が世界先駆けて提唱した、和製英語（Factory Automation 工場自動化）である（通商産業省機械情報産業局、1989、p13）。

FAという言葉は、むしろ1980年代中頃前後に話題となっていた。当時、ME革命がもたらした自動制御技術は急速に発展し始めていた。そして、日本ではバブル経済の下で、人手不足の対応策として、無人化の実現を目標とするFAシステムが多くの企業によって追求されていた。しかし、バブル崩壊によってもたらされた日本の長期不況と、グローバル化による事業の国際分業体制の構



築の中で、かつて無人化を追求していたFAは、工場全体的な自動化から変化しつつある。つまり、グローバルな生産環境を構築し、企業が競争優位を獲得するための必要な手段として、知的な工場レベルでの自動化へと変化している。

このような流れの中で、自動化の実現を必要としないような傾向も見られる。自動化装置の代わりに、人が対応すべき場合、或いは人がさらにうまく対応できるケースも認識されつつある。このような現象は、FAの逆流というより、FAの内容の変質であると言えよう。したがって、最適な生産情報システムの構築を支えるFAの内容も、改めて検討する必要がある。

本研究では、FAについて、通商産業省機械情報産業局（1989）が定義した内容を捉えたい——FA（FAシステム）とは、工場のフレキシブルな自動化を基礎として生産活動全体を統合し、生産性の向上を実現するものである（通商産業省機械情報産業局産業機械課、1989、p16）。なお、本研究において、「FA」の内容を言及する際、プロセス産業は対象外にする。

#### 4. FAの内容とFA関連産業

工場自動化機器やソフトウェアおよびそれらを連携した運用、ネットワーク化、エンジニアリングは、FAの内容といえよう。

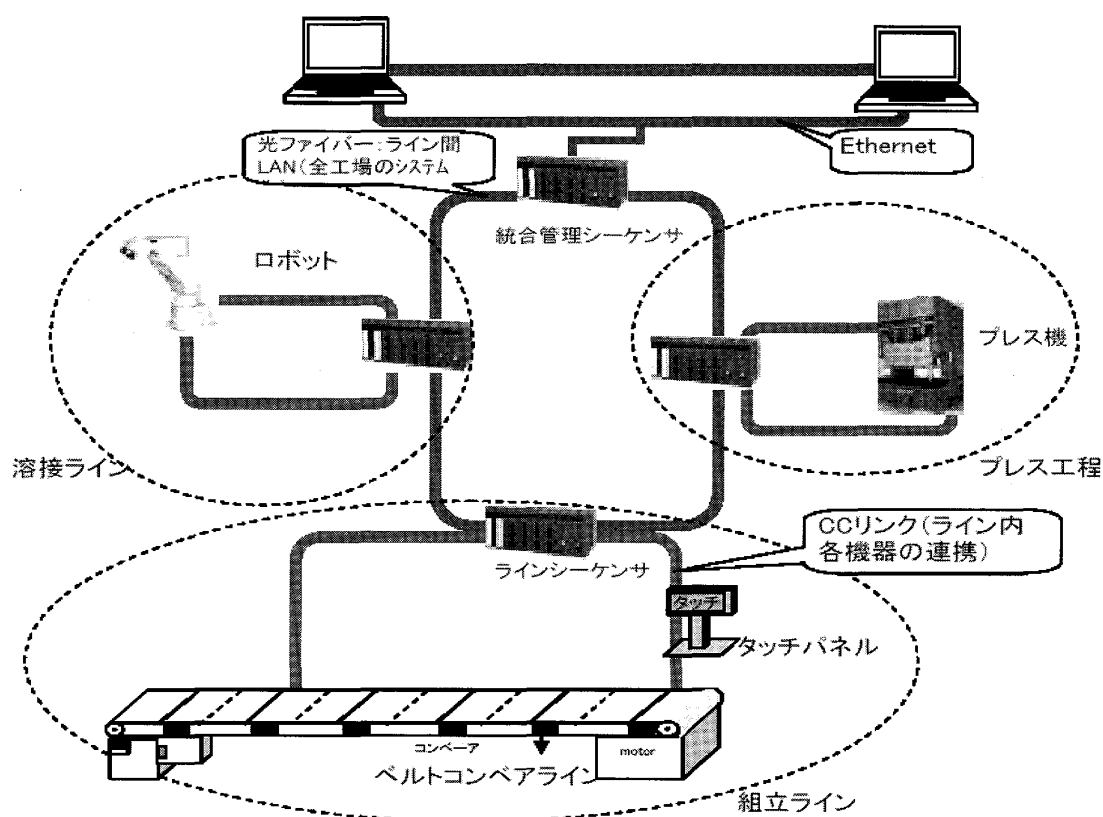
工場自動化機器として、NC（数値制御）旋盤やマシンニングセンターが代表するNC工作機械、産業用ロボット、無人搬送車、さらには自動倉庫などが代表する搬送及びマテリアルハンドリングといった目に見えられる自動化機器の他に、検査・監視・診断用のセンサーなどが代表する計測機器、PLC（プログラマブルコントローラ）、リレーが代表する制御機器などの目に見えない自動化機器がある。

ソフトウェアには、CAD（コンピュータ援用設計）やCAM（コンピュータ援用生産）、CAE（コンピュータ援用エンジニアリング）があり、他には、近年ERP（Enterprise Resource Planning 企業資材計画）やJIT（ジャスト・イン・タイム）手法に代表される生産管理ソフトなどがある。

自動化機器を連携させた運用には、FAネットワークを構築することが必要である。一般に事務で応用されているEthernet規格、CC-Link、光ファイバーなどの工場内LANの規格が上げられる。

FAシステムエンジニアリングとは、人・材料・設備・機械などの統合されたシステムを対象とし、その設計・要素調達・工事・運用を行う場合に生ずる結果が、FAに対して最適な形（FAシステムの形成）で実現するように行う「一連の活動」である（通商産業省機械情報産業局産業機械課、1989、p.37）。（図2.1参照）

欧米流の「大艦巨砲主義」<sup>(23)</sup>に対し全体工場の平準化・全体システムの最適化を図る日本の「FA」においては、FA機器の連携運用とするネットワーク化、FAシステムエンジニアリングが特に重



出所：筆者変更作成

図 2.1 FA システム概念図

視されている。

FA 関連産業は、FA 機器産業と FA システムエンジニアリング産業に大別することができる（通商産業省機械情報産業局産業機械課、1989、p.25）。

自動化機器やソフトを扱う産業は、FA 機器産業という。FA システムエンジニアリングを扱う産業は、FA システムエンジニアリング産業という。FA 機器産業には、大企業が非常に多い。それに対し、FA システムエンジニアリングを専業とする会社のほとんどが、中小企業である。しかし、このような中小 FA システムエンジニアリング企業は、日本大企業の FA 化には大きな役割を果たしている。（後の事例で詳しく見ることにする）

## 5. 日本の FA の発展過程とその変容

図 2.2 のように、日本での FA の発展はおおよそ五段階にまとめることができる<sup>(24)</sup>。

### (1) 第一段階：部分的な自動化（1955～1973 年）

1955 年初め頃、NC 工作機械が出始めたが<sup>(25)</sup>、汎用機械がまだ主流であった。組立工程において

日本の生産システムの効率的な海外移転のあり方（唐）

図2 FAの発展過程

		1955	1965	1975	1985	1995	2005
社会環境	社会環境		第一次オイルショック 高度成長 人手不足	第二次オイルショック 低成長	ドルショック 円高進行 バブル経済 雇用問題深刻化	グローバル化 環境問題、地球との共生 知能・情報化社会	
	市場動向					ニーズの多様化 ニーズの高質化 ニーズの個性化	
技術環境	技術環境			ME産業、半導体事業の急成長		ソフトウェア技術、IT(情報技術) パソコンネットワーク、インターネット	
生産形態	生産形態	大量生産				多品種少量生産・変量生産	
生産方式	生産方式	単種大ロットコンベア生産			小ロット温流コンベア生産 一箇流しセル生産		新製品量産立ち上げ (見込み生産主導より受注生産主導へ変身しつつある)
	現場対応			IE、現有設備改善 柔軟な自動化	高精度微細加工、組立、調整	ロジスティクス総合情報ネットワーク化、再構成性、知的制御	
FAの内容	マシン		専用機 トランスファマシン		CNC工作機械 マシンニングセンタ、ロボット		微細加工用知的 メカトロ機器、ロボット
	制御機器		モータ、電磁開閉器 変圧器、リレー		シーケンサ、CNC ACサーボ、インバータ スイッチ、センサー、表示器		ネットワーク対応、知的FA制御機器(小型 大容量PLC、プログラマブル表示器、CCD、 カメラ、高感度センサー等)
	ソフト				CAD・CAM・CAE		CAD・CAM・CAEの3D化が進む ERPソフト、MESソフトウェア
	システムエンジニアリング				社内FAエンジニアリング、システム		FAエンジニアリング、システムサービス化
FAの段階	FAの段階	第一段階:部分自動化 (機械化、自動化、メカトロ)		第二段階:システム連携化 第三段階:FMS化	第四段階:量産FA化	第五段階:知的なFA化(IMS)	
FA特徴	FA特徴	自動化の島		お金かけない合理化 お金かける設備改善	無人化を目標とするFA化	人と機械のコラボレーションを重視するFA化	
日本の生産システム	日本の生産システム			日本の生産システム特徴形成	発展、進化		

出所：諸資料より筆者作成

出所：三菱電機技報 12月号/2000年&三菱電機技報 4月号/1987年報より筆者作成

図 2.2 FAの発展過程

は、家電も含め、伝統的なベルトコンベヤーラインが主導であった。

1965年頃における高度成長の日本経済の中、人手不足が明らかとなり、自動化への要請が出始めた。その結果、トランスファマシンや金型加工用放電加工機などの、最初の専用メカトロ機器が導入され、ベルトコンベヤーラインの延長が図られた。しかし、IE<sup>(26)</sup>技術やME<sup>(27)</sup>技術がまだ発展していなかったため、自動化機械を工程間において効率的に連携して作動させるというシステム化は図られなかった。この時期の自動化特徴は、自動化が部分的に導入されることが多く、その導入もただ機械による正味作業スピード<sup>(28)</sup>を高めることと、人手不足対策として、「自動化の島」<sup>(29)</sup>となっているため、部分的な自動化といっても良いであろう。

## (2) 第二段階：システム連携化（1973～1978年）

70年代に入り、第一次オイルショックを受けながら、日本は国際的な経済摩擦が激化し、経済不況と失業の増大というように、国際的にも国内的にも厳しい諸困難に直面していた。厳しい国際環境の中、「減量経営」と称する「金をかけない合理化」が進んだ（清、1999、p.71）。このような中で、存続していける体制の再構築をめざして、徹底した合理化やあくなき生産性の向上の追求が進められていった。

トヨタにおいては、最小限設備の高稼働率と品質管理が重視され、全生産過程において改善活動が展開され、シングル段取りやポカヨケなどが普及した（清 1999、p.71）。

この時期の自動化は主に、工程間の連携作動が重視され、既存設備の使いこなし・改善、または設備に対する様々な工夫（ポカヨケ・アンドン）等が行われ、設備の導入や運用に対しても「システム全体最適化」の考え方が適用されてきた。この時期から、はじめて、欧米の自動化と違って、日本の生産システムの特徴が形成し始め、日本的「FA」（十分といえないが）の原型もでき上がってきた。このため、FA制御機器のセンサーやリレーに対する活発な運用がなされていた。したがって、この時期のFAへの段階は、システム連携化といえよう。

## (3) 第三段階：FMS化（1978年～1985年）

1970年、インテル社によりマイクロコンピュータが開発され、多様な領域に衝撃的な影響を与えた。FA業界においては、これまで減量経営で蓄積された膨大なノウハウが次第に設備機械にビルトインされ、NC工作機械やロボット、制御機器（PLCが大容量化され）が進化していた。

また、80年代に入って、マイクロプロセサーをはじめとする半導体事業が急成長を続け、同時に市場のニーズは多様化、高度化していった。ユーザーニーズの多様化に対応して、多品種少量生産の要請も出てきた（大西、1987、pp.103～105）。1個流し、小ロットといった新しい生産方式の理念は日本でブームとなっていた。U字型ラインの開発を盛んに行うとともに、NC工作機械を組み合わせて、各種マシニングセンター・セルが次から次へと開発され導入されていた。

この時期の FA の段階は、NC 工作機械・マシニングセンタを中心とする FMS (Flexible Manufacturing System) といった柔軟な自動化といえよう。

#### (4) 第四段階：量産 FA 化 (1985～1993 年)

80 年代中頃から 90 年代はじめまでに、バブル経済が進行し、また高齢化が進み、若年労働力の雇用不足が深刻になった。また同時に、円高も進行して、市場競争が激化し、企業においてキーパーツ内製化と新製品の短期間量産立ち上げの要請がでてきた。

自動搬送機やトランスファマシンを通じて、大型マシニングセンターと NC 工作機械をつなぎ、更に CAD や CAM、CAE を応用した無人化工場全体の自動化をはかる量産 FA の構築が進み、設備投資も活発に行われ、無人化を目標とする FA 化ブームが生じた。そのような中で、トヨタの田原工場は、組立ラインの自動化が図られ、当時の新世代のトヨタ組立工場の代名詞な存在であった (藤本、1997、p.331)。

しかし、バブル時期が終わり日本国内の生産が低迷に入り、この工場の高い固定費負担と低い稼働率に直面することとなり、過剰自動化とも言われていた (藤本、1997、pp.331-332)。

この時期の FA の特徴は、少子化とバブル経済が重ねた特別の時期における見込み生産を中心とする、多量多品種生産を図る FA であるといえよう。

#### (5) 第五段階：知的 FA 化 (1993～2005 年)

1990 年以降、日本はバブル崩壊による長期不況下にある。バブル時期に無人化を目標とする工場全体の FA 化を追求したため、多数の大型機器の導入によって、業績が急激に悪化してきた製造企業数は、少なくなかった。

この時期、アメリカでは IT ブームとなり、日本国内においては、多くの商品が市場飽和状態になってきている一方、パソコン、携帯電話、インターネットの普及による情報化・グローバル化が進んでいた。成熟しつつある市場の中で、新商品の開発におけるリードタイムの短期化と間接費用削減が要請され、トータルシステムとしての効率化が求められていた。また、ユーザーのニーズに機敏に対応できる生産システムを構築し、量から質への転換やハードからソフトウェアへの移行、さらには日本国内から世界の最適な場所での国際分業体制を進める必要があるとされた。

今日、消費者ニーズの多様化、高度化、個性化に応じて、より「高品質」、「低価格」、「高付加価値」のモノづくりが求められている。また、地球との共生が言われており、省エネルギーをはじめとする環境配慮のモノづくりも、益々要求されてきている。

また、ME 技術・IT 技術の更なる急速な発展に伴って、これまでの FMS 化、量産 FA 化が蓄積してきた FA 機器と、システムエンジニアリングのノウハウがさらに進化し、製造現場に絶えずなく、応用され、ビルドインされていく。

2003年、東京ビッグサイトで開催されたシステムコントロールフェアで展示されていたFA機器の内容は、柔軟かつ知的で省エネに対応でき、さらにリサイクルに対応できるものであり、エネルギーセーブ対応無停電電源装置、ACサーボ・インバータ、感知シーケンス制御／モーション制御／画像処理など異なる制御機能を統合できる小型大容量シーケンサ、ネットワークと親和性の良いパソコンCNC、プリント基板の微細穴あけ用レーザー加工機、電子部品などの移送・組立て用マイクロロボットなどであった。ソフトには、従来のCAD・CAM・CAEの3D化以外、それらと連動するERP生産管理システム、MES（Manufacturing Executive System：製造実行システム）ミドルウェアなどがあった。また、これらの機器の連携運用や生産の遠距離支援、リアルタイム管理などに対応し、IT・ネットワーク・オープン化がキーワードとなる機械制御から情報制御に発展したFAの中核であるPLC（シーケンサ）と、PLC周辺を繋ぐネットワークの標準化技術の更なる推進することが検討されていた。

製造業の生産現場においては、かつて無人化を目標とする大型メカトロ機器などを主要な内容とする機械制御のFAから、変化に対応する小型で知的制御、ロジスティックス総合情報化・オープンネットワーク化対応、再構成性機能を有するFAソリューションへ変容しつつある。通商産業省機械情報産業局産業機械課は、かなり前の時期において、すでにこうした人と機械の融合を図った知的FA化に対しIMS（Intelligent Manufacturing System: 知的生産システム）を提唱したという（通商産業省機械情報産業局産業機械課、1989、p63）。

## 6. FA と日本的生産システム

以上の日本のFAの発展の流れから見ると、以下のような点に分かる。

第一段階では、欧米と同じように、単に個別工程における正味作業スピードを高めるために自動化が図られた。その結果、欧米より、自動化機械の稼働率が低かった。

第二段階では、低成長のもとで、トヨタをはじめとする日本の製造企業において、合理化運動を取り組み始め、トヨタ方式のカンバン、QCD、現場改善などの概念が形成された。また、製造現場においては、センサーやリレー等のFA機器が活用され、「ポカヨケ」、「定位置停止ライン」、「アンドン」また「もろもろの安全装置」などの「知的自動化装置」が工夫された。清（1999）によると、その本質的意義は、日本的労働慣行と企業間取引慣行を最大限に利用しながら、生産過程の分析・研究を通じた日本の生産システムの基本要素が確立されたという（p.73）。

第三段階以降、それらの基本要素確立の上にならって、生産技術部門を中心とする生産現場における合理化がさらに進められ、新鋭設備の導入とともに、U字型等のラインの全体の改善に投資するように、本格的なシステム構築の時代に移行しつつあった（清、1999、pp.71-73）。さらに、近年、多品種少量生産向きの一個流しの生産理念をもととするセル方式の自動化へのアプローチもマニュアルの3D画像化としたタッチパネル表示器と多種のセンサーによる組み合わせで実現された

という<sup>(30)</sup>。

このように発展されてきた日本の「FA」システムを、筆者は敢えて「日本的FAシステム」と定義した。また、日本的生産システムの確立・発展・進化の過程も日本的FAシステムの発展過程ともいえよう。したがって、日本的生産システムを海外移転することはこの日本的FAシステムの現地における導入の過程であろう。

では、現地生産体制を構築する際、最初の生産準備段階において、現地環境に見合うために、この日本的FAシステムがどのような形になるか、つまり、どのようにして現地に適合するハード的なシステムに変身するのかについて、まず、その影響要因は何かを分析の要素として考える必要がある。

## 7. 本研究の分析視点によって重視されるFAシステムへの影響要因

以下は、本研究の分析視点に基づいて、FAシステムの移転に、影響される要因を提示する。

### (1) 日本本社側の現地生産戦略及び製品市場

これは、おそらく日本企業が海外進出する際の一番中心となるものであろう。現地工場がどのような姿になるかは、この段階においては、ほぼ決まってしまうと考えられる。まず、この現地生産工場をどう位置づけるのか、輸出基地にするか、現地市場向きにするか、どういう規模体制にするかを考慮しなければならない。特に、前述のように、多くの日本自動車部品メーカーの場合、日本完成車メーカーの海外進出ペースに合わせて生産体制を構築しなければならない。したがって、日本完成車メーカーの生産戦略も重要な要因となる。それ以外、現地日系部品メーカーにとって、親完成車以外の地元完成車メーカー、他の外資完成車メーカー等へ部品を供給することもありうる。

### (2) 製品市場

以上の生産戦略のもとで、販売対象の違う市場における具体的な量、品種の問題はむしろ重要な分析要因となる。例えば、量と品種によって、多品種少量生産の対応要求が違っているので、コストと品質マネジメントの手法（本章第2節参照）も多少変わってくるので、現地のハード的なシステムの内容も必然的に違う。それ以外、消費者の消費意識（例えば、品質要求・多様化・個性化傾向等）なども考慮に入れなければならない。例えば、日本市場では、消費者の品質に対する厳しさは日本車の不良率を世界最高レベルまでに押し上げた。また、消費者の多様化・個性化傾向の消費意識は日本自動車関連企業における頻繁なモデルチェンジによる工程汎用化の工夫も絶えずなく行っていた。

### (3) 労働力環境

現地の労働力賃金レベル、労働資源の豊富さ等を考慮の対象にする。日本のFAの発展過程から見られるように、人不足、特に高学歴、高齢化、サービス産業等第三次産業の雇用の拡大による加工組立業の若労働者層の不足はかなりFAの高度発展に拍車をかけた。では、もし現地では、良質の労働力の確保はできるとしたら、膨大な固定費を抱える必要もなくなる。しかしその一方、人手で到底不可能で微細・精密製品製作を可能にする、均一品質の確保によるFA機器の必要、そして、(2)に述べた量、品種による人間判断ミスを防ぐ自動化装置がどうしても必要になる等々の場合も考慮しなければならない。

### (4) 技術環境

技術環境は現地企業内と企業外に分けられて考慮することが必要である。

まず、現地企業外の環境は、移転設備のメンテナンスにかかわる、現地設備メーカーの技術能力(例えば、電気ノウハウ、機械ノウハウ、ITノウハウ等)、地元関係企業(顧客、現地サプライヤー)における技術能力(例えば、ネットワークが構築されているか)を考えなければならない。

企業内環境をいうと、特に合弁の場合、現地パートナーの管理者における生産管理知識や従業員における作業知識(例えば、5Sへの理解度、品質意識、保全意識等の浸透)等は重要な要素であろう。

## 第3章 事例研究(1)

### —— A社におけるFAシステムグローバルスタンダード化戦略

#### 1. 事例対象選定の理由

本章では、トヨタ系部品メーカーA社を事例とし、とりわけ、A社におけるシート組立工程のFAシステムグローバルスタンダード化戦略の内容に対する調査を通じて、本研究で提起した日本的生産システムの効率的な海外移転の方法を探るという課題に対し、回答とするプロセスのメカニズムを提示してみる。

A社を事例調査の対象に選定した理由は、次のとおりである。

- ① 「日本的生産システム」の源流となる「トヨタ生産方式」は、トヨタによって、部品メーカーまで、徹底的に実行されていることは、世界中で評価を受けている。トヨタ系部品メーカーA社に対する「日本的生産システム」の実態を考察することは、トヨタ生産方式の典型性を見出すことができる。
- ② A社は親完成車メーカートヨタの海外進出ペースに応じて、急速な海外展開を図る際に、人材不足の問題を抱えている。その対応策として、システムのグローバルスタンダード化の概



念を提出して、グローバル戦略の一部として、実施されている。そのシステムのグローバルスタンダード化戦略の内容に対す考察は、本研究で提出した日本的生産システムの効率的な海外移転プロセスのメカニズムを解明するためのふさわしいケーススタディーとなる。

- ③ また、A社は、トヨタの海外進出について、中国をはじめとする多くの国で、すでに現地拠点を作った。A社の現有中国現地法人K社（第4章参照）を調査することを通じて、A社における日本的生産システムがどのような形で現地拠点へ適用・適応されているのかを、明らかにすることができる。K社の考察によって明らかになったものも、また、A社これからのグローバル展開におけるシステムのグローバルスタンダード化戦略の実用性を検証するには、有力な判断材料となる。
- ④ 一方、A社のシステムグローバルスタンダード化戦略の中、シート組立工程を分析対象とする理由は次のとおりである。

自動車関連産業には、生産工程別にFAの特徴がそれぞれ違う。ロボットを用いる溶接や塗装工程、プレスを用いるプレス工程において使用されるFAは、欧米と同じように、大型自動化機器が使われているため、「日本的」の特徴を見出すのは難しいと思われる。システム全体の最適化を図る日本的な「FA」を、より効果的に見るには、組立工程における裏側にある目に見えない「FA」システムがより有効な方法であると考えられる。

## 2. A社概況

A社は、1947年トヨタの子会社として創立され、資本金31億8,814万円（2003年時点）、シートを中心とした内装品を主要な生産品としている。同社の従業員は6,115名、2002年の売り上げは4,083億円、単独決算経常利益は97億2,800万円を達したという。日本に四工場を持つ以外に（2003年時点）、アメリカ、ヨーロッパ、中国、オーストラリアなど世界各地へ進出して、生産拠点を持っている。（表3.1）

中国への進出は1995年に、天津でシート組立工場の合弁会社K社を作った。1999年には四川

表 3.1 A社の概要（2003年現在）

設	立	1947年
資	本	31億8,814万円
従	業	6115名
売	上	4,083億円（2002年時点）
国	内	4
生	産	シート、ドアトリムなど
海	外	北米（9）、欧州（3）、豪州（1）、中国（4）、アジア他地域（4）

出所：A社資料より筆者作成

表 3.2 T社の概要（2003年現在）

設	立	1956年
資	本	4,000万円
従	業	56名（内電気技術者26名、技能者18名）
従	事	工業自動化設備システム設計、FA機器販売
海	外	北米（1）

出所：T社資料より筆者作成

省、2002年上海、寧波にも進出した。

### 3. A社のシステム設備メーカーT社について

第2章において、中小FAシステムエンジニアリング企業が大きな役割を果たしていたと述べたが、事例のFAシステムの主役のひとつとして、T社を挙げなければならない。この後紹介するA社の豊橋工場の組立工程に導入されるグローバルFAシステムは、このT社の傑作である。T社の概況は、表3.2のとおりである。

### 4. A社におけるFAシステムのグローバルスタンダード化戦略の背景

世界巨大自動車メーカー各社が必死に海外生産体制を拡大する過程の中、A社の親完成車メーカートヨタ自動車は2003年時点の24カ国42拠点の生産体制を2010年ぐらいに約2倍までに拡大していくという目標を立てている<sup>(31)</sup>。その中、中国でのフルラインアップ体制、IMVプロジェクト<sup>(32)</sup>、「カムリ」、「カローラ」などのワールドカーの世界生産体制を整えるように、各部品メーカーの急テンポな海外進出を促している。

A社はその中の中堅部品メーカーとして、トヨタのこういったプロジェクトを順調に進めるため、極力海外生産体制を拡大している。急速な海外展開の中に、日本的な車作りを海外でも実現するため、できるだけ、日本本社と同じような生産システムを海外へ持っていくことも要求されている。A社を含む多くの部品メーカーにおいては、日本本社の生産技術部部員の大量海外派遣の同時、本社の設備メーカーの多くの保全者・工事者も世界各国へ出まわしている。しかし、多発的な拠点の急速な立上げには、日本国内の海外への支援部隊と技術者の派遣は限界となっている。このような人材不足の問題を抱えている中、A社は、生産システムのグローバルスタンダード化という対応策を提出した。

## 5. FA システムのグローバルスタンダード化戦略の内容

### 5.1. 「シミュレーション」と「グローバルシステム」の概念

一般的に設計には、「図面作成→シミュレーション→製作→修正」といった段階がある。シミュレーションというのは、図面上設計した内容を検証する段階である。機器、設備などに対し、シミュレーションを行うには、3D CAE（コンピュータ支援分析ツール）を使って、その機器の適用性、合理性を検証するのが有効かつ経済的である。

しかし、ラインにおけるハード的なシステムの適用性を机上で検証するのは非常に難しい。現実には、ラインのシステムエンジニアリングの効果を検証するには、実際の現場での試運転に頼るしかない。したがって、システムの設計は、「図面作成→製作→現場試運転→修正」となる。しかし、これから、A社が多くで、生産工場を立ち上げ、それぞれの国に合うシステムを個別に設計するとなると、労働と費用の面での消耗が非常に大きいと考えられる。

そこで、A社は、「グローバルシステム」の概念を提出した。その内容としては、それぞれの国でシステムを設計することの代わりに、A社日本各工場における現有のハード的なシステム（以下「FA」システムをいう）のすべての機能要素を一つのFAシステムに凝縮して、一つの究極な標準モデルシステムを開発する。つまり、設計の「図面作成→製作」を日本で集中して行う。そして、「現場試運転」を日本と海外のそれぞれ一個の工場現場という少数の拠点で行って、試験応用して、その適用性を検証することを通じて、事前「シミュレーション」を図る。検証した結果に基づいて、複数の国での生産工場の立上げする際に応用してゆく。

シート組立工程に関して、A社は日本で機能が一番高いとされる同社豊橋工場のラインをプラットフォームとし、「グローバルシステム」の開発をT社に依頼した。2003年8月、A社はT社が開発した「グローバルシステム」を豊橋工場へ試験導入した。また、10月に、そのFAシステムをA社オーストラリア現地工場へ試験導入した。

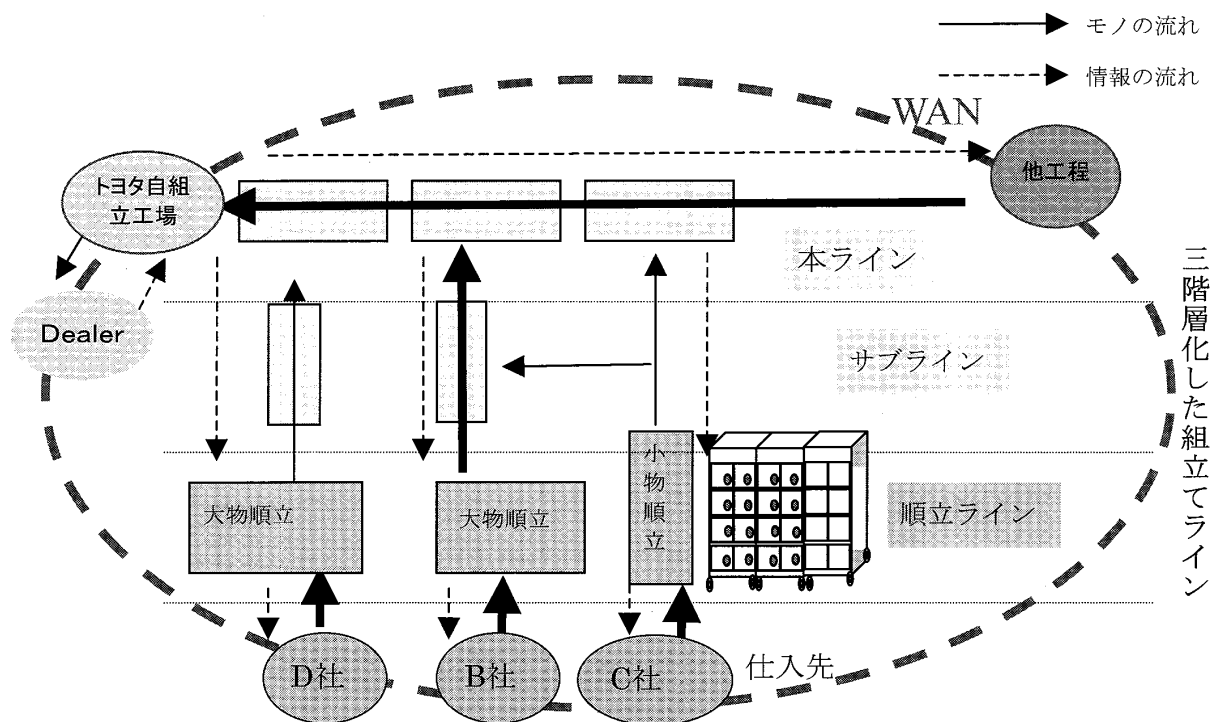
### 5.2. グローバルシステム——A社豊橋工場の組立工程

#### (1) ラインの全体概況

A社豊橋工場では、6車種のシートを毎月合計4~5万台生産している。HとRとの2車種のラインには、グローバルシステムを導入したという。

HとRの2車種は、合計140グレードあまりあり、それぞれ部品が異なるため、人間にとって、それを一つずつ分別するのは大変な作業である。前述の「QCDF」マネジメントを順調に行うために、日本的生産システムをどのように実現されているのかを念頭に置きながら、筆者は特にラインのそのFAシステムに注目した。

HとR車種シートについて、フロント、セカンド、リアそれぞれ合計3つの本ラインが設けられている。一つのラインは7工程から9工程ぐらいで、一工程のタクト時間は60秒ぐらいであるとい



出所：A社見学、T社よりヒアリング調査に基づいて筆者作成

図 3.1 A社の三階層化シート組立ライン概念図

う。ラインの長さは、大体 50M ぐらいとなる。本ライン以外に、サブラインと順立ラインが設けられ、3階層化された（図 3.1 参照）。

サブラインは、本ラインで作業者の振り向き作業を防ぐため、一部の作業をモジュール化して、ある程度シート或いはシートの一部を組み付けしたラインである。

順立ラインは、部品を車種やグレード別、ロット別を一定の順序に従って、本ラインとサブラインで組立の順序を間違いなく、リズムよく進むことができるように設けた補助作業ラインである。

本ライン、サブライン以外の順立ラインで、事前に重要な部品の順番を決め、荷台に乗せる。そして、本ラインとサブラインに送り、本ラインとサブラインでその荷台に乗せた部品を、順次にシートに組み付けることができる。

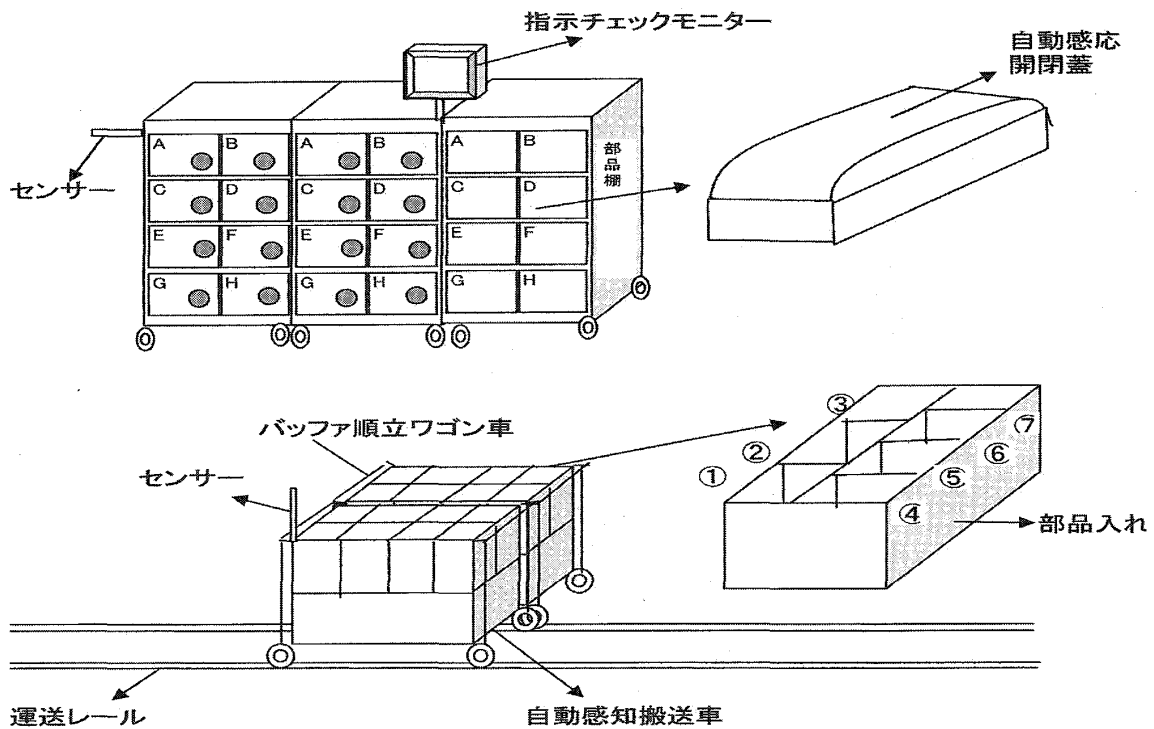
A社豊橋工場では、本ライン、サブライン、順立ラインでの作業はすべて、トヨタの組み立てる頻度にしたがって同期化されている。ディーラからの情報が電子化データとして、トヨタの組立工場を通じて、A社の各工程へ流され、更に、サプライヤーへ流れ、リアルタイムで生産が行われている。そして、順立ラインでは、それぞれの部品メーカー或いは同社の他製造部門から直接部品をその場で受け取り、順立で作業を進めている。所謂、サプライチェーンマネジメントにおける、情報一元化の一貫管理の実現である。

(2) ラインの作業仕組み

本節では、具体的に A 社の組立工程における作業が、どのように「FA」システムを通じて進んでいるかをみていくことにする。前節で見てきた A 社の 3 階層化した組立ラインの中で、本ラインとサブラインにおけるラインの長さは違うが、基本的にその FA システムの原理には大きな違いがないため、本ラインと順立ラインだけ例を取り上げて詳しく説明する。

図 3.2 と図 3.3 は、筆者が A 社での見学と、T 社でのヒアリング調査に基づいて書いたシート部品順立てラインと、シート組立本ライン概念図である。

まず、図 3.2 の部品順立てラインを見ていこう。部品順立て工程は、部品の整理をして、本ラインに順番を決めた部品を送る工程である。メインの作業機構は、部品棚と輸送荷台である。図のように、部品棚はたくさんの指示ランプ、或いは自動開閉蓋（貴重品の遺失、組付けの間違いを防ぐポカヨケ装置）がついている番号分類の間口に構成されている。横の始業終業サークルセンサーと、上の指示チェックモニターがついている。一方、輸送荷台には部品入れをのせている自動感知搬送車と、バッファ順立てワゴン車がある。この自動搬送車とバッファワゴン車は同容量のカンバン単位である。中に、幾つの部品入れがのっている。シート 1 セットには部品入れ一つが対応している。部品入れは、例えば 7 つの間口を設けている、本ラインでの 7 つの動作工程に対応している。工場内には、自動感知搬送車が移動するルート of 運送レールを設けている。



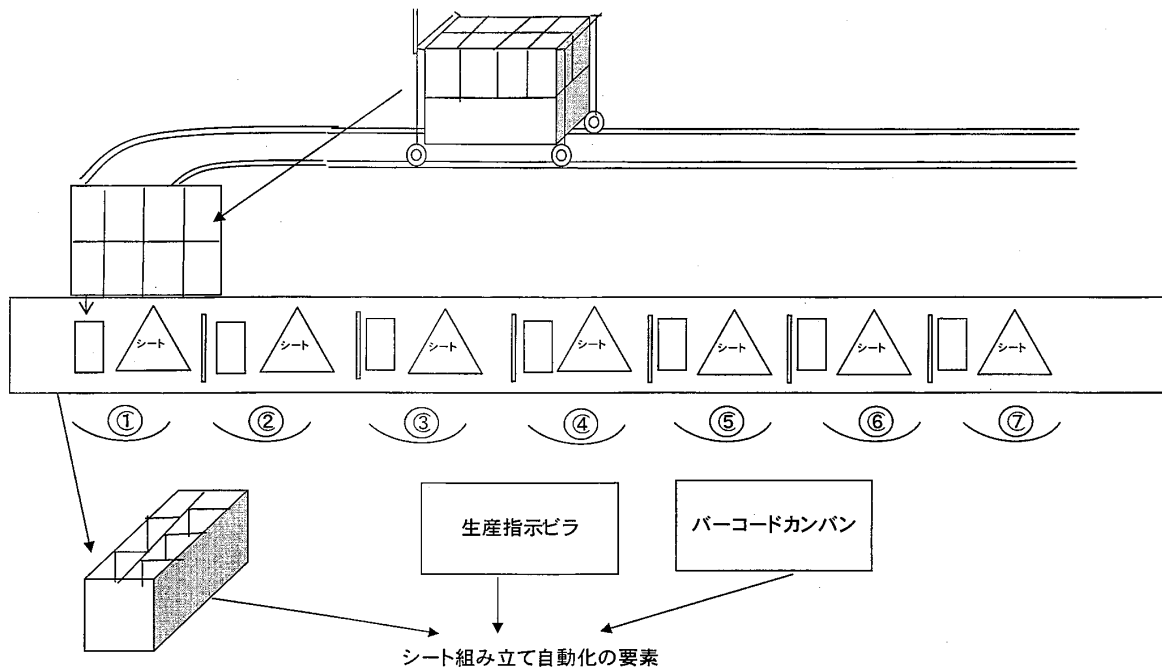
出所：A 社見学、T 社よりヒアリング調査に基づいて筆者作成

図 3.2 A 社シート順立てライン概念図

順立ての作業が始まると、まず、作業者が部品棚の横の始業終業サークルセンサーに触れ、事前に登録された、今回組み立てるシートの情報が流れてきて、指示モニターから、今回組み立てるシートの必要な部品が入っている部品棚の間口番号と、バッファワゴン車の部品入れ間口番号の対応表が表示される。同時に、対応する間口のランプがつく。また、貴重部品の場合、自動開閉蓋が開くこととなっている。作業者がランプのついている間口あるいは自動開閉蓋の開いている間口から、部品を取って、順番にバッファ順立ワゴン車に部品を入れる。一サークル終わったら、始業終業サークルセンサーに触れ、システムのデータが、次の循環にシフトされる。それから、最初から始業終業サークルセンサーに触れ、次のサークル順立て作業を進める。バッファ順立ワゴン車にあるすべての部品入れに部品を入れたら、部品入れが自動搬送車に自動的にシフトされる。そして、自動搬送車のついている運送ボタンを押し、自動搬送車が自動に運送レールを沿って、本ラインに行く。

次に、図 3.3 のシート組立本ライン概念図を見ていこう。本ラインでは、コンベヤー式のやり方で進行している。例えば、本ラインのコンベヤーには 7 工程があって、一工程には一人の作業者がいる。順立てラインからきた搬送車から、順番を決めた部品が入っている部品入れがコンベヤーに送り込まれ、シートとともに 1 工程から 7 工程まで流れていく。

シートには必ず生産指示ビラとバーコードカンバンがついている。その中には、このシート of 車種、ロット番号、つける部品の情報が書いてある。バーコードは読み取り機（後節参照）により、情報がリードされ、シーケンサ（後節参照）へ転送される。指示ビラは、同じ情報を作業者によ



出所：A 社見学、T 社よりヒアリング調査に基づいて筆者作成

図 3.3 A 社シート本ライン概念図

てチェックされる。その情報に従って、送られた部品入れから、作業員1が間口1番から、部品を取って、チェックし、間違いがなかったら、シートへ組み付ける。終わったら、シートが作業員2へ移動して、作業員1が次のシートの同じ作業をする。作業員2が送り込まれたシートと部品入れから、部品入れ間口2番から部品をとって、チェックをして、シートへつける。こうして、作業員7番まではシート一セットの組立が完成する。

### (3) グローバル「FA」システムの構成要素と日本的生産システム

前節では、A社豊橋工場組立工程の作業がどう進んでいるのかについて、その仕組みを紹介した。本節では、A社豊橋組立工程におけるグローバルFAシステムには、どのような構成要素があるのか、またこれらの要素は、どのように日本的生産システムサポートしているのかを見ていくことにする。

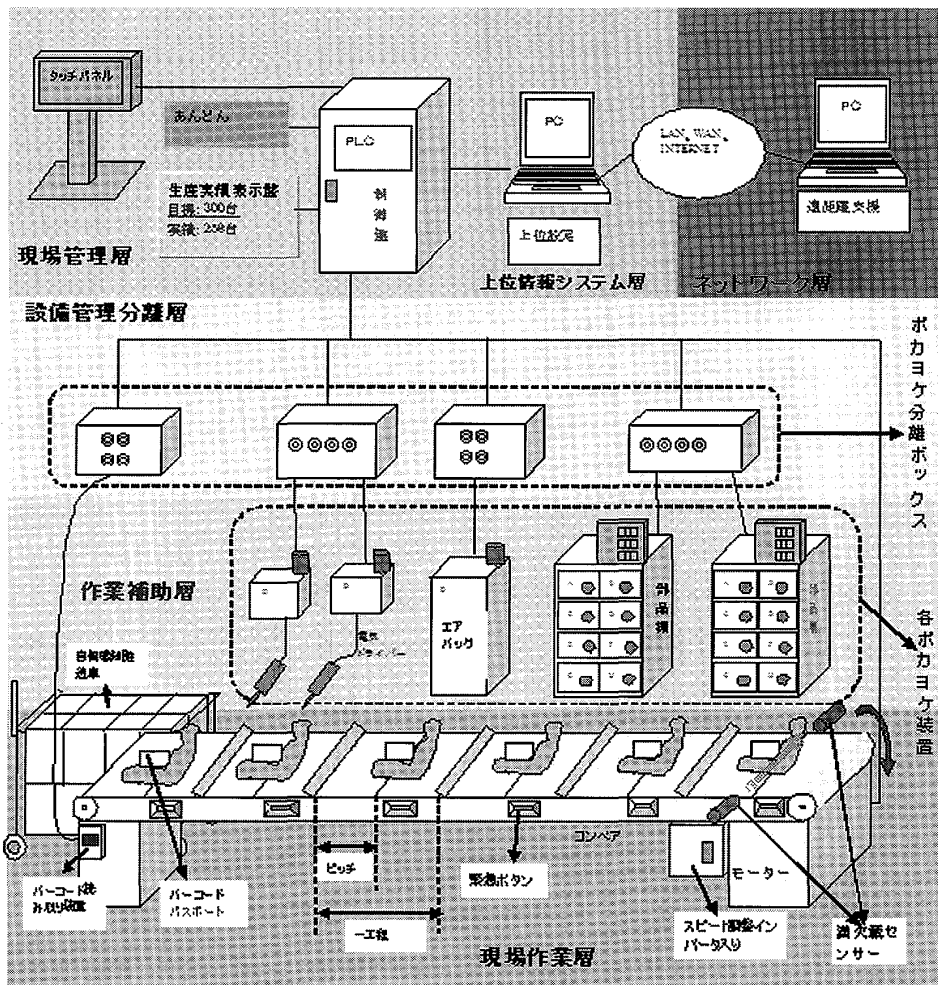
図3.4は、A社組立工程本ラインのFAシステム仕様概念図を描いたものである。目安のため、システムを下から順に（一）現場作業層、（二）作業補助自動化層、（三）設備管理分離層、（四）現場管理層、（五）上位情報システム層、（六）ネットワーク層という六階層に分割した。

#### （一）現場作業層

##### ① コンベヤー制御（速度制御と工程数変更制御をタッチパネルによって実現）

図の下に示したように、数工程（イメージ）を含むコンベヤーラインがある。コンベヤーのモーターが、事前に設定した一定のタクトスピードで動いている。作業員はこの一定のタクトに基づいて、標準作業を行う。しかし、車種によって、シートの作業の複雑さが違うので、その標準作業時間も違う。違うシートごとの正味作業時間を減らさないような標準作業も徹底的に追求すると同時に、平準化を追求する「小ロット混流生産」を実現しなければならない。そのため、コンベヤーのスピードと工程数を頻りに調整するという段取り替え作業を行う必要がある。そこで、如何にして早くコンベヤースピードと工程数の調整作業をおこなうことができるかは、段取り替え作業コストを削減するポイントである。従来はコンベヤー調整方法には、インバータ手動調整とスイッチ調整がある。インバータ手動調整するには、専門的な電気知識が必要である。一般には、季節による量の変更がある場合に、設備メーカーの技術者（或いは、社内専門電気技術者）を呼んで調整してもらう。作業現場における頻りにスピード変更は不可能である。一方、スイッチ調整は作業現場によるコンベヤー速度変更は可能であるが、スイッチ操作による速度の微調整が難しい。A社豊橋工場では、コンベヤースピード微調整を、誰でも操作ができる簡単な作業に変更することを図った。

ここに、まず、ピッチの概念がある。標準では、一工程に対し、2ピッチが含まれている。そこで、コンベヤーのスピードと工程数の変更は、このピッチのスピード変更と一工程に対するピッ



出所：A 社見学、T 社よりヒアリング調査に基づいて筆者作成

図 3.4 A 社シート組立ラインのグローバル FA システムの概念図

チ数の変更ができればよいといえよう。A 社の場合は、この具体的なピッチの指標に対す変更は、(四) 現場管理層のタッチパネルにて行うことを通じて、実現された。現場作業者にとって、無論、インバータ手動調整より、タッチパネルの可視化・数字化にした操作がはるかに便利且つ簡単といえよう。

② バーコード読取装置・バーコードパスポート

図に示したように、コンベヤーの最初にバーコード読み取り装置が設けている。流れてきているシートについている、バーコードパスポートの情報をバーコード読み取り装置を通じて、読み取られる。読み取った情報を図の上の (3) 現場管理層にある PLC (シーケンサ) を通じて、各 FA 装置 (ここで、主に各種ポカヨケ、センサーを指す。詳細後述) に流れる。機械に人間の判断力を与える。いわゆる各 FA 装置に知能化・「自動化」させる。昔の人間による煩雑の作業を単純化させる。また、それにより、人間の熟練動作を保つことができ、作業者の作業スピードを



高める。FA 装置による「標準作業の徹底」にも当てはまるであろう。また、作業スピードが高めるため、更なる「省人化」も図られる。

### ③ 緊急ボタン

作業員より、作業遅れ等の問題があったら、緊急ボタンを押して、コンベヤーラインを止める仕組みである。後工程に不良品を与えないような、「品質の作り込み」を実現できる重要な装置である。

### ④ 満欠載センサー（一種の簡単なポカヨケ）

コンベヤーの末端には、満欠載センサーが設けられている。これは、コンベヤーの上に、一定のワーク数を保持するため、または、ワークが追突したりすることを防止するための装置である。これにより、工程間の不均等作業を防ぎ、工程間全体の流れを保つことができる。こうして、日本の生産システムの「流れを作る」という要素を、FA 装置によって強制的に測られる。

### ⑤ 自動感知搬送車（前節参照）

「省人化」装置である。「カンバン」の役割を果たしている。サブラインから運んできた部品やパーツがなくなった時、人なしに前工程へとりに行く<sup>(33)</sup>。

## （二）作業補助層

コンベヤーの上には、各種ポカヨケ装置が設けられている。ポカヨケという言葉はもともと「ばかよけ」という意味で、作業ミスを防ぐシステムである。これらのポカヨケは大きな意味も持っている。

### ① 電気ドライバー締め付けポカヨケシステム

生産する時、ネジが場合によっては、ゆるく締められる可能性がある。対策として、電気ドライバーの締める規定トルク数を、事前にポカヨケ装置によって決める（情報が PLC に蓄積される）。設定されたトルク数以下に回ったら、PLC が判断して、エラー信号を出す。電気ドライバーのついているポカヨケボックスに装置されたランプと、アラームを通じて作業員に与えるとともに、コンベヤーが自動的に止まる。こういう FA 装置は、「自動化」の役割を果たし、強制的に「品質作り込み」を機能させる。

### ② 「部品棚」「エアバック」ポカヨケシステム

この部品棚ポカヨケシステムは、前節の順立てラインにある部品棚はほとんど同じである。一点を補充すると、電気ドライバーポカヨケシステムと同じく、作業員が違う間口からものを取ると、エラー信号が出るとともに、ラインが止まる。「エアバック」も同じく、付け忘れがあることによって、エラー信号が出て、ラインが止まる。こういったポカヨケシステムは、140 あまりのグレード数のシートを、それぞれ違うパーツを正確に組み付けるため、著しい役割を果たしている。多品種モデルの同時生産を実現するための「小ロット混流生産」「平準化」が図られる。また、バーコードシステムと協働して、装置の補助による人間の「標準作業の徹底」がより効果的に実現される。

### (三) 設備管理分離層

図のように、この層には、いくつかの電気ボックスが各ポカヨケシステム及びバーコード読取装置と接続されている。A社及びその設備メーカーT社は、これらの電気ボックスをポカヨケ分離ボックスと名づけた。筆者はこれらのポカヨケ分離ボックスを、A社が迅速なモデルチェンジ対応できる秘密ツールと考えている。

これらのポカヨケ分離ボックスを中継装置として、上のPLCを通じて、パソコンとタッチパネルの画面上において、各ポカヨケ、バーコード読取装置といったサブシステムに対し、作動状態の監視、指標数字の変更・設定を行うことができる。また、各サブシステムの分離ボックスへの接続方法はコネクターワンタッチ方式とされている。今後、モデルチェンジ等によるラインアウト変更で、各サブシステムに対する変更や増設がある場合、煩雑な配線の代わりに、分離ボックスにコネクターを差し込むこととパソコン上での設定変更をするだけですみ、非常に便利である。このような分離ボックスを用いるFAシステムは、各サブシステムといった機能要素をモジュール化された工程であろう。

### (四) 現場管理層

#### ① PLC (シーケンサ)

これは、全システムの中核となるものである。人間の脳と同じように、情報を収集して、システムの各装置(要素)に命令をだして、機械を知能化・自働化させる日本的「FA」システムの、最も重要な統合要素といえよう。上位パソコンからの生産指示を受け、各装置や設備に流し、各装置や設備を一定の順序で運転するように指示をする。また、各装置や設備から情報を収集して、全工場内の動きをアンドンや実績表示盤をつうじて表示させる。

PLCの前身はリレーである。リレーは、機械作動の順序制御に用いられている。かつて、大野耐一が提出した「もろもろの自働化装置」の実現には、リレーが大きな役割を果たしていた。PLCは、アメリカで誕生した。PLCはハード的なリレー制御電気図をソフト化し、そのプログラムがラダー図という。MEが急速に発達したアメリカにおいて、コンピュータを活用する傾向があった。

リレー制御になれてきた日本技術者は、PLCとの相性は非常に良い。また、全体システム重視の日本企業も機械の稼働率を高めるため、その連携運用を図るための小さい仕組づくりの工夫に一生懸命力を入れた。したがって、日本の「FA」システムの中、PLCを活用する傾向があった。

コンピュータの複雑なプログラムと比べ、PLCのプログラムは電気技術者が簡単に理解できるラダー図であるため、そのメンテナンスが比較容易であり、信頼性も高い。また、要素(装置)点数の多寡によって、大容量・中容量・小容量のPLCを自由に選択することができる。また、装置を増設する場合、PLCのメモリの増加も簡単にできるというようなメリットがある。

したがって、PLCはすべてのFA装置(要素)を効率よく果せるため、まとめ役として働い

ている。

## ② 生産実績表示盤

生産の計画数量と実際の生産数量の表示盤であって、工場内のすべての関係者に目標の達成具合を知らせるものである。

## ③ アンドン

ポカヨケシステムやセンサー等を通じた自働的なライン停止は、ミス防止や品質確保の重要な装置であると述べてきた。しかし、ラインが止まったら、生産活動が中断され、大きな損害が出ることは想像に難しくない。特に部品メーカーにとって、完成車の生産ペースに間に合わないことと、仕入れ先の生産活動を影響する恐れがある。したがって、ラインが止まったら、ライン停止の場所や原因を早く発見するのは非常に重要であろう。アンドンはその役割を果たしている。

システムのどの要素に、どのような問題にあったかということを表示できれば、迅速な対応もできる。したがって、「アンドン」という言葉は古いかもしれないが、良いアンドンを工夫するのが大きな意味はあるといえよう。

A社においては、作業員からのライン停止情報を知らせる工程番号がついているマス表示盤、管理者から作業員への職制呼び出しランプと、部品補充通知用ランプとの三種類のアンドンが設けられている。

以上②③項目は、いわゆる「目で見える管理」の実現であろう。

## ④ タッチパネル

ここで、前述のコンベヤー速度と工程数の設定や変更（「平準化」の実現につながる）ができるように、また、他の装置に対しても、設定や変更（例えば、ドライバ回数設定等）もできるようになっている。また、いつでもライン内の生産実績や問題状況を示すことなどの、監視機能も果たしている。「ラインのリアルタイム管理」「ティリ実績管理」が図られる。

## (五) 上位情報管理システム (六) ネットワーク層

PLCには、また、上位コンピュータにつながっている、細かい設定やPLCに対するソフト変更、またPLCを通じてシステム全体の装置の作動状況を監視することが出来る。生産実績データが収集され、「ティリ実績管理」が図られる。

さらに社内LANや社外WAN（本章5.2(1)参照）によって、他社と情報の共有することで、「サプライチェーンマネジメント」や他社との「同期化生産」が図られる。また、インターネットを通じて国別に遠方の管理者や研究者に情報が伝えることができ、遠距離支援システムが実現されている。

以上の六階層におけるA社のグローバル「FA」システム諸要素は、日本の生産システムの機能要素（第2章の考察項目参照）との関係は表3.3のとおりである。

表 3.3 FA システムと日本的生産システムの機能要素対照表

QCFD 向上		日本的生産システムの手法 (機能要素)	FA システムでの対応		
			FA システム各構成要素	FA システムエンジニアリング総合要素	
品質 (製造品質)	設計情報転写精度を高める	自動化・機械化	高精度機械 (A 社の事例にはないが、日本での一般的な FA 要素)	左の各個別構成要素、個別システムに用いる装置の点数、複雑程度によって、システム統合シーケンス制御機器の選定 (大容量 PLC、中容量 PLC、小容量 PLC、リレーシーケンス制御)	
	品質コスト削減	品質の作り込み、「自動化」	各種ポカヨケシステム (センサー、リレー等を用いたシステム、例: ボトル締付ポカヨケ、部品棚ポカヨケ)、アンドン、ランプ、メロディーアラーム、緊急停止ボタン		
コスト (生産性)	情報転写している時間	正味作業スピードアップ	標準作業の徹底、自動化・機械化		PLC の下での各種ポカヨケシステム、速度可調整コンベア
	情報転写していない時間	付加価値を生まない作業を圧縮	人間操作性改善、合理化、省人化		作業補助装置 (ポカヨケ付部品棚、見やすい指示ディスプレイ・生産指示ビラ等)、自動感知搬送車
		無駄 (手持ち等) 排除	流れを作る		満欠載センサー
		在庫削減	JIT (カンバンを使う)、平準化		タッチパネルによるタクト速度と工程数可調整コンベアライン
	機械故障、ライン停止	アンドン	アンドンの見やすさ (原因顕在化)、緊急停止ボタン、操作盤/タッチパネル等		
納期	上記生産性向上達成するための諸手法による生産リードタイム短縮の実現で、納期短縮の効果ももたらす				
	生産計画・統制を順調に進める	進捗管理	ライン状態管理 (リアルタイム)	アンドン、緊急停止ボタン、操作盤/タッチパネル等	
			ディリ実績管理	生産実績盤、タッチパネル・パソコンによるデータ統計、監視	
		サプライチェーンマネジメントによる同期化生産	社内・社外ネットワーク構築 (LAN・WAN の形成)		
フレキシビリティ	多品種モデルの同時生産	小ロット混流生産、平準化、多能工	部品棚ポカヨケシステム、タッチパネルによるコンベア速度、工程数調整		
	迅速なモデルチェンジ	工程汎用化、レイアウト迅速改善	ポカヨケ分離ボックスシステム (PC での設定、コネクタ接続方式)		

出所: A 社、T 社資料より筆者作成

### 5.3. 「修正設計」と「グローバルシステム」の変形

前述した究極の「グローバルシステム」は、A 社豊橋工場で見事に導入された。しかし、それは、あくまでも原型モデルである。違う国において、現地工場の生産規模、生産車種内容、立地、出資形態なども違うので、まったく同等なシステムの導入は難しいと思われる。そこで、A 社は、また、「修正設計」の概念を提出した。つまり、各国のシステムを作る時に、「グローバル FA システム」をベースにして、設計の「図面作成→製作→現場試運転→修正」との 4 段階を最後の「修正」という 1 段階だけに集約する。

表 3.4 「FA システムのグローバルスタンダード化」の五段階モデルランク付け

階層別	FA 装置	生産システム特徴要素	S (Special)	A (Middle)	B (Basic)	E (Economic)	T (Small Scale)
①現場作業層	コンベヤー	平準化 (C)	速度タッチ パネル調整	速度タッチ パネル調整	スイッチ 調整	インバータ 手動調整	手押し台
	満欠載センサー	流れを作る (C)	あり	あり	あり	あり	なし
	バーコード読 取装置	混流生産 (F)	あり	あり	なし	なし	なし
	緊急ボタン		あり	あり	あり	あり	なし
②作業補助層	部品棚ポカヨ ケ	品質作りこみ、小ロット 混流生産等 (Q、F)	あり	あり	ポカヨケ なし	ポカヨケ なし	ポカヨケ なし
	エアバックポ カヨケ	品質作りこみ (Q)	あり	あり	なし	なし	なし
	電機ドライバ ポカヨケ	品質作りこみ (Q)	あり	あり	あり	なし	あり
③設備管理分 離層	ポカヨケ分離 ボックス	工程汎用化、レイア ウト迅速改善 (F)	あり	なし	なし	なし	なし
④FA 現場管 理層	制御盤	装置点数の多寡によ る (QCDF 総合)	小型大容 量 PLC	小型大容 量 PLC	中小容量 PLC	小 容 量 PLC	リレー制 御
	アンドン	ライン状態 (C)	マス盤	マス盤	ランプ	ランプ	なし
	実績表示板	ディリ実績 (C、D)	あり	あり	あり	なし	なし
	タッチパネル	操作性 (C、F)	あり	あり	操作盤	操作盤	なし
⑤情報システ ム管理層	上位パソコン	進捗管理 (D、F)	あり	あり	なし	なし	なし
⑥ネットワー ク層	ネットワーク	会社間同期化 (D)	あり	あり	なし	なし	なし

注 : C-コストマネジメント、Q-品質マネジメント、D-納期マネジメント、F-フレキシビリティ  
出所 : A 社、T 社よりヒアリング調査に基づいて筆者作成

A 社の「修正設計」の具体的な内容としては、海外各地の環境要素を考慮して、「グローバル FA システム」を原型として、必要に応じて、簡素化していく。S (Special:最高級→豊橋工場の「グローバル FA システム」)、A (Middle)、B (Basic)、E (Economic)、T (Small Scale) というように大まかに、5 段階の応用モデルランクをつけた (表 3.4)。これらのモデルシステムはどのように応用していくのかについて、第 2 章で提示した影響要因を参照しながら、以下のように、筆者の推測を提示してみる<sup>(34)</sup>。

(1) S (Special) と A (Middle)

Sモデルは豊橋工場に導入されるグローバルFAシステムである。ほとんどの日本の生産システムの手法が組み込まれているといえよう。QCDFという競争力のすべての測定要素のパフォーマンス向上を、極力FA装置を通じて強制的に確保する。

考えられる応用パターンは、まず、製品市場は、量と品種が多く、部品点数も多くて煩雑で中上ランクの車種に向いている。迅速なレイアウトの変更に対応できるポカヨケ分離ボックスは、他のモデルにはないため、消費意識がかなり成熟化・多様化・個性化した厳しい顧客が多く占めている市場に向いている。例えば、日本、ヨーロッパ等の品質やスタイルに対する要求が高い国の市場が考えられる<sup>(35)</sup>。

次に、労働力環境をみると、装置が多く応用されている場合、労働力を極力削減する傾向がある。賃金がかかなり高い、または良質な労働者が集められにくい国や地域での応用が考えられる。

技術環境においては、親完成車メーカー、サプライヤーという関連会社との間に、社外ネットワークが構成されている以外に、高度なメンテナンスできる技術者の存在が必要である。

Aモデルは迅速なモデルチェンジの迅速な対応がSモデルより、やや劣っている（ポカヨケ分離ボックスがない）が、ほとんどSモデルと同じ機能要素を持っている。したがって、Sモデルとの応用パターンは、大きく変わらない。その唯一の区別とするポカヨケ分離ボックス（2003年8月導入）はまだ新しいものであるため、それに対応するセッティングソフトは言語の問題で、まだ多くの国において、汎用が難しい現実となっている。これから、ソフトの言語の問題が克服すれば、Aモデルの必要はなくなるであろう。

(2) B (Basic) と E (Economic)

まず、Bモデルには、FA装置によるフレキシビリティを追求する、すべての要素と一部の品質、納期マネジメントの要素がなくなっている。それは、人による対応が十分だと考えられる。

コンベヤー速度スイッチ調整や原始的なランプアンドン<sup>(36)</sup>、生産実績盤を使っていることは、少数の品種のもとでの量産体制が図られている。電気ドライバーだけ利用されていることは、肝心部分の品質確保がどうしても必要とされるという日本の生産システムの精神が変わらない。したがって、ローエンドユーザー向きの大量生産方式を取るコンパクト車のシートが考えられる。

装置が全体的に少なく、装置のランクもS、Aと比べて下がっているため、低賃金の国或いは地域での生産に向いている。また、技術メンテナンスも簡単にできる。

EモデルはBと比べ、アンドン、生産実績盤、電気ドライバーポカヨケシステムという要素がなくなっている。インバータ手動可調整コンベヤーラインという大量生産の基本的な要素しか残っていない。したがって、Eモデルは、とにかく量産製品に向いている。季節によって、量に対する要求が異なるため、インバータ手動調整が専門保全技術者によって実施される。ポカヨケシステムはすべてなくなることは、このモデルが向いている製品の複雑度がかなり低いと思われる。

### (3) S (Small Scale)

コンベヤーラインがないことは、少量生産向きであろう。電気ドライバーボカヨケシステムを使っていることは製品に対する品質要求が重視されているということである。試作品等に向いていると考えられる。

以上は、A社の「FAシステムのグローバルスタンダード化」戦略の内容である。すなわち、日本の生産システムの機能要素をできるだけ、ひとつのハード的なシステムに反映させ、究極なグローバルFAシステムを作り出す。それに対し、機能分析を行い、既存現地から、ある程度フィードバックされた情報に応じ、「修正設計」を行うことを通じて、幾つの標準パターンを作っておき、「適地適用」を図る。これは、まさに筆者が最初提起したハード的なシステムに対して、「標準化」を図るという概念と合致するのではないか。

では、A社の以上のような「システムのグローバルスタンダード化」の実用性はどうなるのか。実際の現地拠点においては、これらのモデルシステムはすでに存在しているのか、もし、存在しているとしたら、現地生産に適合しているのか。その影響要因は何か。次章では、A社の中国現地法人K社の事例をあげて、以上の疑問を明らかにする。

## 第4章 事例研究 (2)

### —— A社の中国現地法人K社の組立工程におけるシステム現状

#### 1. K社について

##### 1.1. K社概況及び設立経緯

K社の前身は、1965年設立の天津での国营服飾工場であった。天津自動車メーカーX社の設立によって、1972年同社への車のシートの供給を始めた。1980年代に、日本自動車メーカーD社がX社へ技術供与し、当時の新型乗用車「夏利」車種の生産が始まった。X社へシートを提供し続けるK社の前身会社も「夏利」車種の販売が好調で、急成長していた。1993年に他の自動車部品メーカーを買収し、シートを始め、ドアトリム、ルーフライニング、カーペットなどの自動車内装部品を製造する総合自動車内装部品メーカーとなった。1995年A社が資本参加し、A社48%、K社前身会社48%（現物出資）、日本総合商社S社4%（物流、設立手続きなどの支援）の総資本金約30億円によって合弁企業K社が設立された。技術は、100%A社提供となっていた。（表4.1）

##### 1.2. 生産品目及び従業員の変遷

K社は、設立当初から、1997年まで、「夏利」、「コースター」、「大発」<sup>(37)</sup>と言う3車種へシートを提供していた。1998年X社の夏利車販売の好調で、売上げが282百万元に上がった。1999年よ

表 4.1 K社設立経緯、概況

設 立	1995年10月
資 本 金	30億円
出 資 形 態	日本側は現金、現地側は現物（建物、設備、在庫商品）
合 弁 形 態	A社48%、K社前身会社48%、日本総合商社S社4%
従 業 員	1203名
事 業 内 容	シート、ドアトリム、ルーフライニング、カーペット等の自動車内装品

出所：K社資料により、筆者作成

り政府によるX社ミニバン「大発」の生産禁止令と、「コースター」のバスシートの四川工場への移管で売上高が落ち込んだ。

2000年、トヨタのX社への技術提供で「夏利2000」<sup>(38)</sup>車種の生産が開始された。それとともに、2002年10月より、トヨタが正式に中国へ進出して、天津一汽トヨタ自動車有限公司を設立し、同社の新車種「VIOS」及び同社がX社へ技術提供して生産される「VITZ」という二車種へのシートの提供生産によって、売上げが上昇し、2003年には、一気に382百万元までに上った。さらに、2004年2月、トヨタ現地工場における有力コンパクト車「カローラ」のラインオフによって、2004年3月現在、生産シート品目は5車種となった。2004年3月現在のシート年産能力は、約12万台である。

K社設立当初、ほとんど合弁する前の人員が受け継がれている。K社は合弁当初以来、毎年人員減少を図っている。表4.2のように1997年の1892人から、早期退職、自宅待機などを通じて、ようやく2003年12月現在1203名となった。<sup>(39)</sup>（表4.2）

表 4.2 K社1997～2003年の売上高、生産シート品目、従業員数

年	売上高（百万元）	従業員数（人）	生産シート車種（数）
1997年	264	1892	夏利、コースター、大発（3）
1998年	282	1880	夏利、コースター、大発（3）
1999年	282	1837	夏利、コースター、大発（3）
2000年	169	1737	夏利、夏利2000（2）
2001年	148	1653	夏利、夏利2000（2）
2002年	184	1236	夏利、夏利2000、VITS、VIOS（4）
2003年	382	1203	夏利、夏利2000、VITS、VIOS（4）
2004年3月	N/A	N/A	夏利、夏利2000、VITS、VIOS、カローラ（5）

出所：K社ヒアリング調査に基づく筆者作成



### 1.3. 立地、工場レイアウト

K社は本社工場、津南工場、紅橋工場という3つの工場を持っている。それぞれの工場の距離は図4.1のようになっている。今回の調査はK社本社工場で行ったが、図4.1のK社本社工場を中心とする立地概念図が示すように、完成車メーカー中国国有X社とトヨタ天津第一工場（2002年10月立ち上げ）へ内装部品を納めている。

K社からX社、トヨタ天津第一工場までは10kmであり、トヨタ新拠点まで55kmである。A社及びトヨタ自動車の中国戦略によって、基本的にK社はX社とトヨタ天津第一工場へ内装品を納入し、トヨタの新拠点第二工場へのシート納入は、A社新拠点I社が行うということになっている。

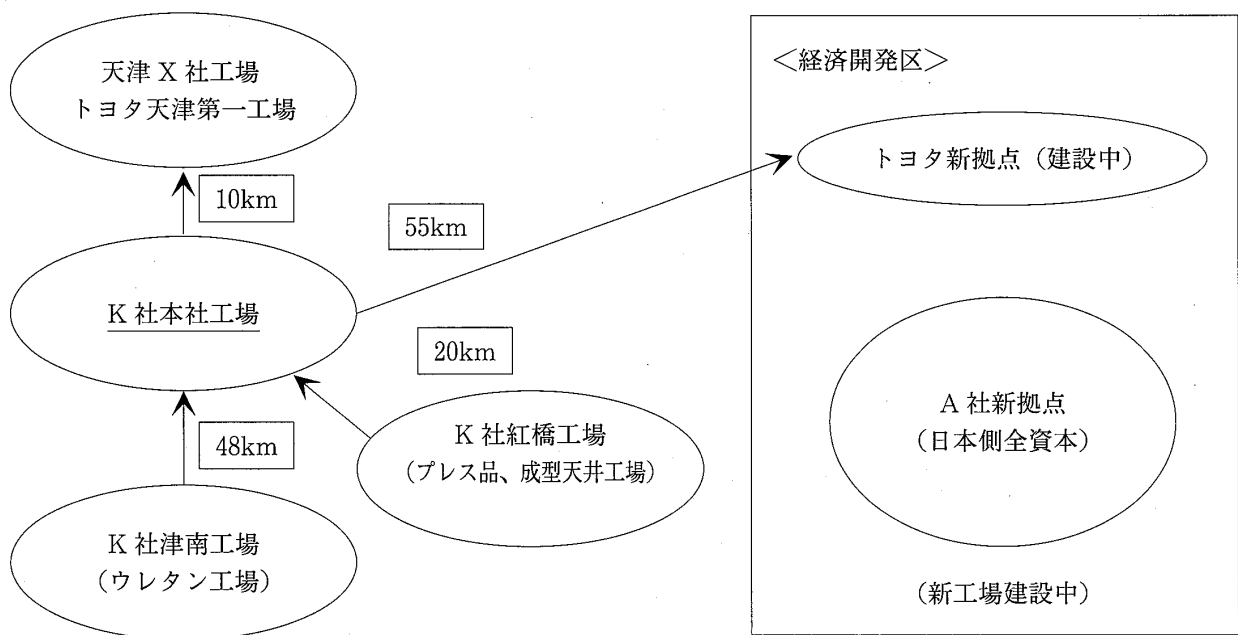
K社の本社工場のレイアウトは図4.2に示したように、全社敷地面積29,500平方メートルであるが、その中に、第1工場、第2工場、第3工場、南工場と新工場がある（2002年2月より生産開始）。

第1工場ではX社への「夏利」車のシートの製造工場であり、カバーの裁断、縫製、ウェルドからシートの組み立てはここで行う。

第2工場は現在倉庫となっている。

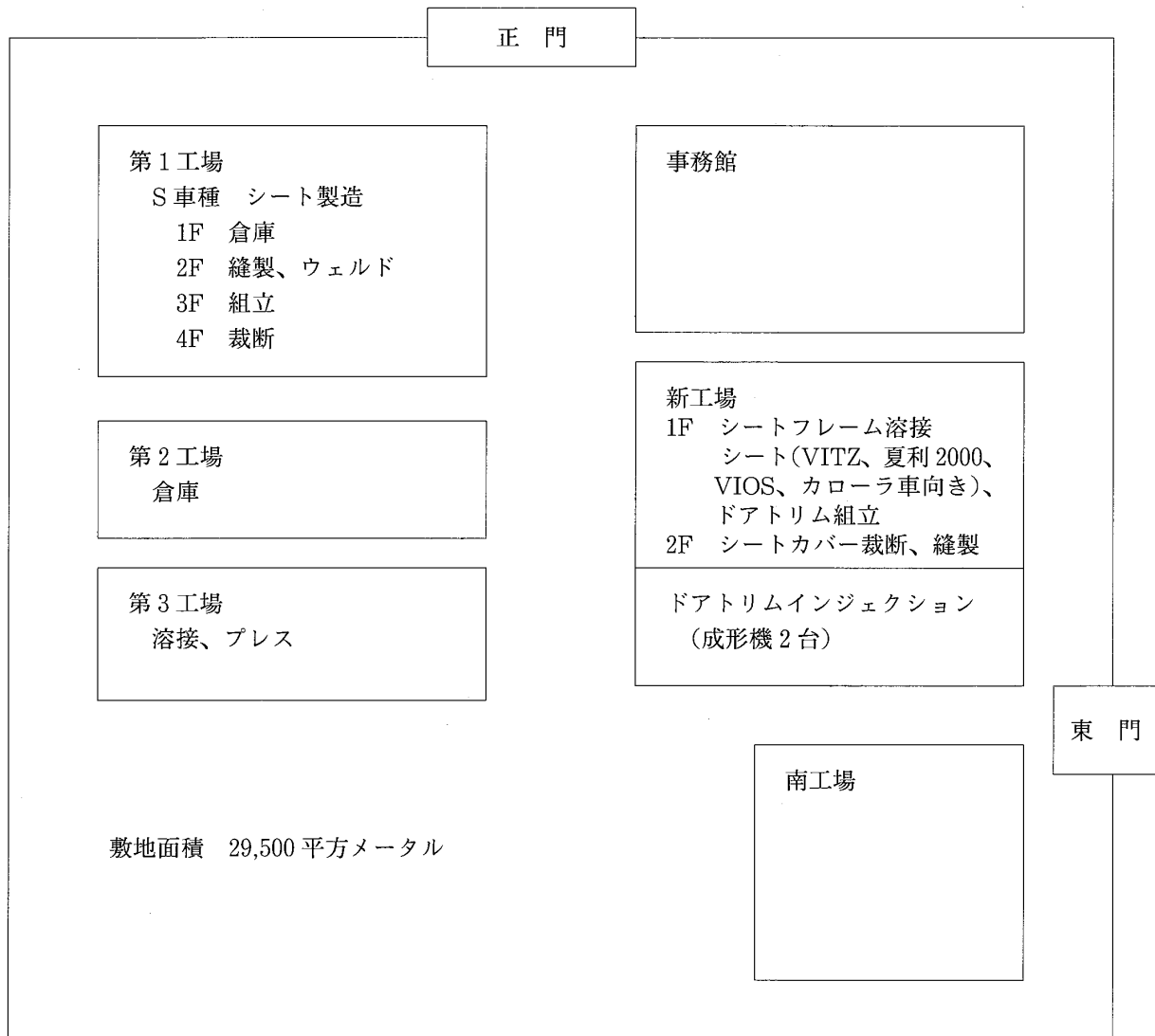
第3工場は、S車のプレスと溶接工程となって、南工場はシート以外の車内装軟製品製造工場となる（2001年11月現在）。

新工場は2002年2月に生産が開始され、2003年3月現在、一階には、シートフレームの溶接工



出所：K社ヒアリング調査に基づく筆者作成

図4.1 K社立地図（2004年3月現在）



出所：K社見学、ヒアリング調査より、筆者作成

図 4.2 K社本社工場レイアウト

程と夏利 2000、VITS、VIOS、カローラ四車種のシートの組み立て工程（これについての詳細は、本章 2.1 において、紹介する予定である）とドアトリムの組み立て工程がある、二階には、シートカバーの裁断、縫製、サンバイザーウェルド工程がある。南に隣接している建物には、射出成型機二台が並び、ドアトリムインジェクション工程となっている。

#### 1.4. 経営組織

K社の経営陣は、表 4.3 と表 4.4 のとおりである。日本側は、総経理 1 名、財務・営業・調達担当副経理 1 名、品質担当副経理 1 名、生産管理担当副経理 1 名合計 4 名である。これに対し、中国側は非常勤董事長 1 名、副総経理 1 名、人事担当副経理 1 名、製造担当副経理 1 名合計 4 名である。また、高級職員として、日本側の生産技術顧問と製造顧問 2 名と中国側の総会計士 1 名と工会主席

表 4.3 K 社経営陣（ボード・メンバー）

日本側（4名）	中国側（4名）
総経理 副経理 3名 ー 財務・営業・調達 ー 品質 ー 生産管理	董事長（非常勤） 副総経理 副経理 2名（人事（党書記）・製造）

表 4.4 K 社高給職員待遇メンバー

日本側	中国側
顧問 2名 ー 生産技術 ー 製造	総会計士 1名 工会主席 1名

出所：K 社ヒアリング調査に基づく筆者作成

1名がいる。

設立当初は、製品の 100%を X 社へ納入するため、中国側が意思決定において、主導権を持っていた。しかし、2002 年より、A 社の親会社であるトヨタの中国進出により、工程改善、技術革新を行い、また製品の 4 割を天津トヨタへ納入するため、意思決定の主導権が日本側へ移された。

### 1.5. K 社工場設備、自動化全般

K 社本社工場は裁断自動機 1 台、ミシン 115 台、プレス 6 台、溶接 1 ライン 5 機、組み立て 2 ライン、天井、ドアトリム製造用の成形機 4 台、射出成型機 2 機などの設備を持っている。

A 社日本工場において、プレス順送ラインとなっていること<sup>(40)</sup>に対し、K 社のプレス機は単発機となっている。

ドアトリムの成形工程では、日本の場合、自動搬送システムが利用されていることに対し、K 社の場合は人海戦術となっている。一つの成形機に 5~6 人が張り付いている。何人かがパネルを持って、ジグに設置するという方法を採用している。

溶接工程においては、日本の場合、ほとんどロボットを設置しているのに対し、K 社では、リアシートの背もたれ部分の骨格の溶接は半自動化されている。方法としては、まず、ジグを用いて、シートを固定する。そして、小型クレーンを使って、溶接機器をある程度固定して、人がその溶接機器を持って、溶接作業を行う。

K 社の日本駐在員は、現在の K 社の自動化レベルが日本の 10 年前と同じぐらいであると語った。

## 2. K 社組立工程におけるハード的なシステム

前節において触れたように、2002 年 10 月、トヨタが正式に中国へ進出して、天津一汽トヨタ自

動車有限公司を設立し、同社の新車種「VIOS」及び同社が X 社へ技術を提供して生産される「V ITZ」という二車種へのシートがK社において、生産し始められた。これにより、K 社の売上は、2003 年に一気に 382 百万元までに上ったとともに、従業員数も大幅に減少された。無論、これは、K 社がトヨタ現地工場の新車種のシート生産体制を構築できたことの、有力な証拠といえよう。

では、この成功したといえる現地生産体制の中で、重要な一部である組立工程において、どのようなハード的なシステムが使われているのか。これはむしろ、本研究における K 社事例調査の焦点である。

したがって、本節では、K 社本社新工場での夏利 2000、VITS、VIOS、カローラ 4 車種のシートの組み立て工程におけるハード的なシステムを中心に、その導入経緯、ラインの状況、システム仕様を見ていく。これを通じて、まず、A 社本社が提出した「システムのグローバルスタンダード化」戦略の中にある、「S、A、B、E、T」5 段階応用モデルと比較して、どのモデルと類似しているのか、A 社の戦略で提起した 5 段階モデルの実用性を検証する。次に、A 社日本豊橋工場の F A システムと比較して、それぞれにおける環境による日本的 F A システムに対する影響要因を分析する。

## 2.1. K 社設備メーカー J 社について

上記のシートの組み立て工程におけるハード的なシステムは 2002 年に、K 社の設備メーカー J 社によって製作され、2002 年 9 月末に K 社へ導入された。システムを見る前に、やはりシステムの技術環境として、重要な存在とするシステムメーカーを見る必要はあるであろう。

J 社は 1998 年、日本 S 社より 50%、台湾 C 社 35%、中国機械部 F 設計院元設計員李氏個人 15% の共同出資で設立された合弁会社である。資本金 60 万 US ドルで、社長は李氏である。2004 年 3 月現在、従業員 100 名で、設計者 30 名の中で、自動化制御技術者は 3 名となっている。

設立当初は日本 S 社から SV 派遣により、技術支援を受けたが、少しずつ、自社設計ができるようになってきた。2000 年より、天津トヨタをはじめ、広州ホンダ、K 社、X 社などの大手メーカーからジグ製作、溶接、組み立てラインのシステム設計、施工の受注をしている。(表 4.5)

表 4.5 J 社概要

設 立	1998 年
資 本 金	60 万 US ドル
出 資 形 態	日本 S 社より 50%、台湾 C 社 35%、中国機械部 F 設計院元設計員李氏個人 15%
従 業 員 数	100 名 (設計者 30 名の中、電気技術者 3 名)
事 業 内 容	ジグ製作、溶接、組み立てラインのシステム設計、施工
得 意 先	天津トヨタ、広州ホンダ、K 社、X 社等

出所：J 社資料により、筆者作成

## 2.2. K社新工場組立工程におけるハード的なシステムの導入経緯

K社は2000年まで、「夏利」、「コースター」、「大発」3車種のシートを生産している。納入先はX社である。K社日本駐在員とJ社の社長李氏の話によると、当時の組立工程では、コンベヤーもなく、手押し台で組付け作業を進めていた。生産も完全にロット計画がなかったという。それでも、「夏利」車の好調販売による大量生産の要求に答えていた。

しかし、2000年以降、X社が、トヨタより、技術支援を受け、「夏利2000」車の生産を始める。2002年、トヨタの中国への進出計画があり、その具体的な内容は、「VIOS」車を年産3万台規模の体制の天津一汽トヨタ自動車有限公司の設立とX社における「VITZ」車の生産開始である。トヨタのこれらの中国戦略計画を順調に進行させるために、中国における既存部品メーカーの増産態勢と新規工場の立上げが必須なものとなる。その中で、既存部品メーカーK社は増産態勢が要請されていた。

2002年9月末をめどにトヨタ天津現地工場とX社の合計4車種を同時生産しなければならない。2001年末に、K社の新工場の建設が始まった。それとともに、A社は生産技術者を派遣し、新工場の設置、工程エンジニアリングの計画等を現地で行うようにさせた。A社から派遣された生産技術者は、K社の設備メーカーJ社と共同で、K社に適合できるシステムの開発に取り組んでいた。その中に、三車種のロット制の混流をできるような組立工程システムも重要な一項目となっていた。2002年9月までに、現在のK社の新工場の生産が順調に立ち上がった。

## 2.3. K社新工場組立工程におけるハード的なシステム

では、具体的に、K社新工場組立工程におけるハード的なシステムを見ていこう。

夏利2000、VITS、VIOSを生産していたこの組立工程は、2004年2月より、カローラのラインオフによって、合計4車種のシートを生産するようになってきた。

全体的に、規模とラインの長さは日本豊橋工場のラインと比較にならないが、工程番号を明示するマス盤行灯、生産実績表示板、ポカヨケシステムが設置されている。一見、A社日本豊橋工場のミニラインのように見えるが、豊橋のラインと違って、サブラインや順立てラインもなく、ただ二つのラインが並んでいる。前の工程より、ある程度順番化されたパーツを、ラインの横に並べ、作業員はそのパーツを取って組付けを進めている。ラインの横には、バーコード読み取り機が見られない。豊橋工場と同じように、コンベヤーラインの工程ごとに、緊急ボタンがついている。ポカヨケシステムは、ねじの締め付け工程にしか設置されていない。電動ドライバーの回すトルクN数のデータが事前に入っているため、締め付ける際、規定されているN数に達しないとランプがつき、ラインが止まる。また、タッチパネルの代わりに、普通の操作盤を設けている。コンベヤーに対する調整等は、ここでスイッチ操作によって行われるという。J社によると、コンベヤーラインの状況をアンドンや実績表示盤にて表示させるため、集中情報コントロール装置のPLCが使われ

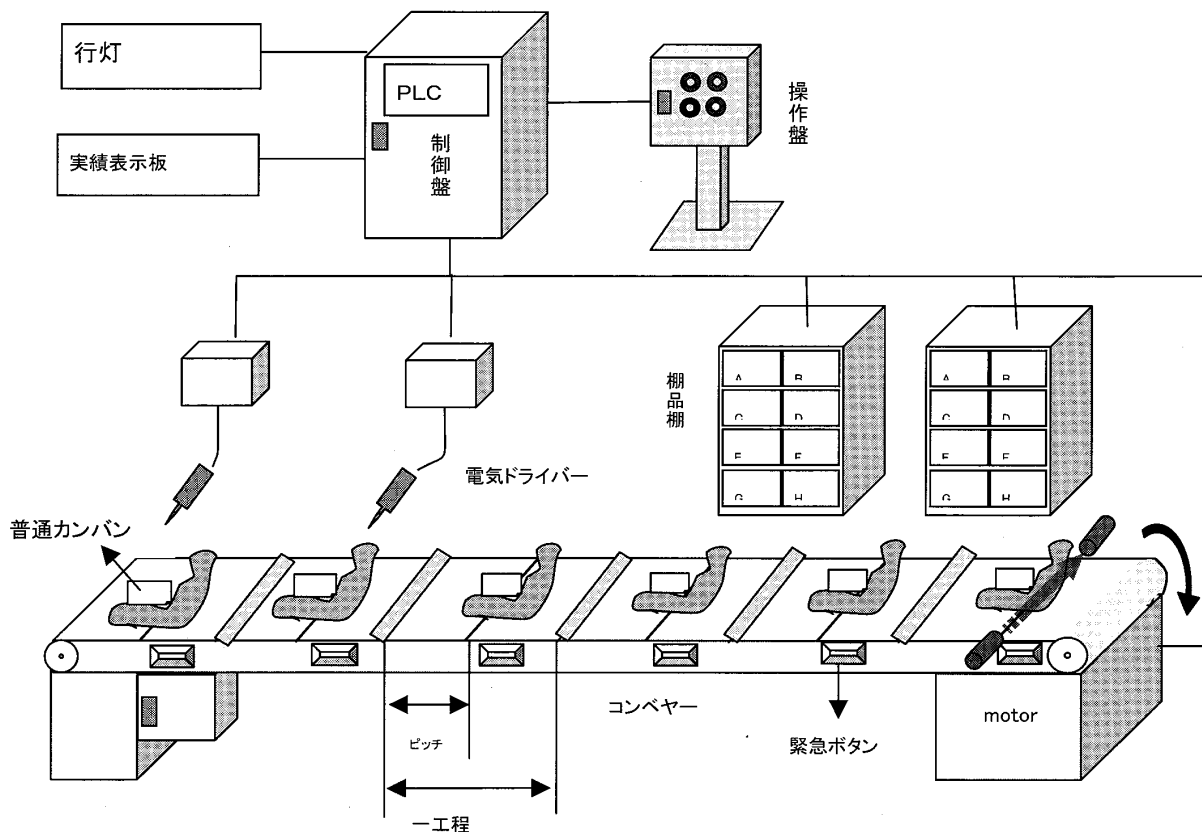
ている。またコンベヤーの流れを確保するため、満欠載センサーもついているという。(図 4.3 参照)

この二つの組み立てラインでは、ともに混流生産が行われている。一つのラインではカロラ、VIOS 車種シートを合計 240 台/日のペースで、もう一つのラインでは、VITZ、夏利 2000 車種シートを合計 90 台/日のペースで生産をしている。情報の仕組みがされていないため、完成車メーカーと同期化されていない。現実にトヨタ天津第一工場と X 社から、

ファックスで納入情報ももらっている。

K 社社内においては、仕掛けカンバン方式が導入されている。納入情報に応じて、2 時間ロット分を混流生産して、1 直分の在庫を保持して、完成車メーカー両社へ 30 分ごとに 6 回納入を行っている。

以上のように、K 社新工場シート組立工程においては、全体的に人頼りとなっているが、工程内不良率が日本と変わらないという。



K 社のヒアリング調査及び見学に基づいて筆者作成

図 4.3 K 社 組立工程のシステム概念図

表 4.6 BモデルとK社システムの比較

FA 装置	生産システム機能要素	B	K社システム
コンベヤー調整	平準化 (C)	スイッチ調整	スイッチ調整
満欠載センサー	流れを作る (C)	あり	あり
緊急ボタン	安全、問題顕在化 (C)	あり	あり
ボトル締め付けボカヨケ	品質作りこみ (Q)	あり	あり
制御盤	装置点数の多寡による (QCDF 総合)	中容量 PLC	中容量 PLC
アンドン	ライン状態 (C)	ランプ	マス盤、ランプ
実績表示盤	ディリ実績 (C、D)	あり	あり
タッチパネル/操作盤	操作性 (C、F)	操作盤	操作盤

出所：A社、K社ヒアリング調査より筆者作成

#### 2.4. K社組立工程におけるハード的なシステムと五段階応用モデルの比較

では、上記のこのK社の組立工程におけるハード的なシステムは、A社のグローバル戦略における五段階応用モデルの中の、どのシステムと類似しているのか。前章の表 3.4 を参照した結果、その中の B モデルと一番類似していることが分かった。以下はK社のシステムと B モデルの比較表である。(表 4.6 参照)

表 4.6 に示したように、K社のシステムには、Bモデルより、マス盤アンドンが付いており、要素がやや多いが、ほとんど B モデルの仕様と同じとなっている。また、K社のこのシステムが現地環境に適合していると評価されていることは、A社日本本社にて集中的に考案された五つのモデルシステム (S、A、B、E、T) のなかに、少なくとも、Bモデルの実用性が検証された。こういう抽出的な検証方法から、A社のFAシステムのグローバルスタンダード化戦略の実用性があるのではないかという結論をいってもよいであろう。

それでは、K社におけるFAシステムがBモデルまでにスペックダウンされた要因を探ってみることにする。

#### 2.5. 5段階モデルランクの導入判断基準に関連つけられる現地での影響要因

A社の「システムのグローバルスタンダード化」戦略の中の5段階モデルランクのそれぞれのシステムの導入判断基準に関連つけられる現地での影響要因は何か、また、どのように作用しているのかを探るには、まず、A社日本豊橋工場 (Sモデル) と中国天津現地法人K社 (Bモデルと相当する) との組立ラインの比較をしなければならない。

表 4.7 のように、A社豊橋工場で考査した3ラインにて生産されている、H、R車種 140 グレードに対し、K社工場の2ラインには、夏利 2000、VITS、VIOS、カロラの4車種合計 10 グレードしかない。日産 900 台の規模を持っている豊橋の3ラインと比べ、K社工場の生産規模は 330

表 4.7 A 社日本豊橋工場と中国天津現地法人 K 社との組立ラインの比較

	日本豊橋工場 (グローバル FA システムが導入されたライン)	K 社 (本社新工場ライン)
生産車種	H、R との 2 車種 140 グレードあまり	夏利 2000、VITS、VIOS、カローラ といった 4 種類 10 グレードあまり
日生産高	900 台あまり	330 台あまり
ライン数	50 メートル長さの 3 ライン	25 メートル長さの 2 ライン
サブライン	メインライン、サブラインと順立ラインという 3 階層 となっている	なし
タクトタイム	60 秒 (トヨタと同期生産)	N/A (同期生産されていない)

出所：A 社、K 社ヒアリング調査より筆者作成

台でしかない。

また表 4.8 のように、日本的生産システムの機能要素を達成するために、A 社豊橋工場での対応と K 社工場のそれを比較すると、それぞれの環境影響要因を以下のようにまとめることができる。

#### (1) 日本本社側の生産戦略の影響

A 社豊橋工場の FA システムと比べて、K 社組立工程におけるハード的なシステムの構成要素は格段少ないが、K 社における現在のシステム導入前（手押し台）のそれと比べたら、質的な違いがある。おそらく、2002 年トヨタの本格的な中国進出は、A 社の現地への技術移転も惜しみなくされていた。トヨタの本格的な進出は A 社の本格的な中国進出を促していたといえよう。それにより、A 社の生産戦略として、トヨタの中国現地法人の生産を確保できるように、生産体制を拡大・工夫した。その中では、K 社の組立工程におけるハード的なシステムのエンジニアリングを行う際、かなりの日本的生産システムな要素（例えば、「品質作り込み」に対応するボトル締め付けポカヨケシステム、「平準化」に対応する可調整コンベヤーシステム、「流れを作る」満欠載センサー、アンドン等）が含まれるように要求されていたであろう。しかし、トヨタ現地法人の生産規模はまだ、中国市場において、かなり小さいので、それに対応する K 社の生産体制は A 社日本工場のそれと比べられない。

#### (2) 製品市場（量、品種、品質）の影響

市場の要請に対応するため、A 社の豊橋工場の H、R の 2 ラインでは、日産 900 台の量と 140 グレードの品種に及ぶ生産規模が要求されている。同時に、品質確保も要求されている。日本的生産システムの下で、在庫を持たないように 140 グレードを混流し、平準化生産して、しかも一定の量を達成しないと採算が合わない。高速で多種の物を間違いのないように分別するには、人間の能力が対応できなくなる。したがって、部品棚ポカヨケシステム、バーコード読み取り装置を使用して作業することで、人の意思決定負担が装置によって分担され、人間による疲労判断ミスが防がれる。それにより、品質の確保ができる。また、作業員だけでなく、管理者にとっても、量と品種が



膨大となっているため、生産状況の把握が非常に難しくなる。そこで、便利な進捗管理ツールとするタッチパネルや上位パソコンによる監視、データ収集が必要となる。これらのツールのおかげで、順調に生産計画を進めることができる。

一方、現段階においては市場の要請に対応するため、K 社工場の 2 ラインの生産規模は日産 330 台、10 グレード品種である。数種類のをを分別するのは、部品棚ポカヨケシステムやバーコード読み取り装置の代わりに、人間が十分対応できると考えられる。管理者もタッチパネル、上位パソコンといった監視ツールを使わなくても、現場のアンドン、生産実績盤、また手書のものを使って、十分対応できる。

また、K 社の場合、330 台、4 車種の 10 グレードといっても、ある程度、量と品種の要求がされている。まず、一定なスピードを保つ流れを確保するため、「満欠載センサー」や「コンベヤー」は使われている。次に、品種ごとの量はばらつきがあるので、在庫削減には「平準化」、「混流生産」は不可欠な手段であるため、スピード可調整制御コンベヤーシステムが必要となる。

### (3) 製品市場における消費者意識

日本では、消費者の品質、納期に対する要求は非常に厳しい。無論、高品質のモノづくりによる多くの高品質の商品を、消費者たちに提供することは、日本の消費者の高品質商品の選択余地を大きくする。より、高品質で高精度な製品を早期に提供できることは、企業にとっての義務であるとともに、生き残る条件である。したがって、高度化された FA システムの導入も、その手段のひとつである。

品質に厳しいこと以外に、日本車市場では、消費者の消費意識もかなり成熟化・多様化・個性化している。それを対応するために、スピーディな開発とともに、頻繁なモデルチェンジは日本自動車産業において、日常茶飯事となっている。生産現場において、頻繁なモデルチェンジを楽に実現するために、A 社のポカヨケ分離ボックスシステムのような装置がどんどん工夫されてきたし、今後もまたされていくであろう。

一方、過去、中国で超低コストの偽物が氾濫したのは、多くの中国の消費者が低い収入であるため、品質や価格を鑑定するときに、価格に重心を置いてきたためである。現在、中国において消費者の品質意識が高まってきているが、まだ日本と比べて距離がある。急成長している中国自動車産業が、まだ未成熟であることは現実である。中国市場では、高品質・低価格の自動車を選ぶ余地がまだ少ない。K 社のシート作りは日本と比べて、スペックダウンしていることも、K 社日本派遣生技管理者によって認められている。

しかし、中国市場へ、多くの世界自動車トップメーカーが進出することで、ユーザーの自動車の選択余地が益々大きくなり、競争がますます白熱化になっていく。日本自動車メーカーは、本格的に高品質・低価格の生産体制を現地で立ち上げることを、益々真剣に考慮しなければならない。

#### (4) 労働賃金の影響

日本では、70年代までの高成長による人手不足と80年代後半のバブル経済による労賃の上昇が、FAを高度化した重要な要因の一つである。現在では、単純作業の賃金が下がり、FAの高度化による機械装置のコストも下がりつつある。ヒトと自動化を選別する際に、自動化を選ぶ傾向がある。それゆえ、A社日本工場では、ポカヨケ、バーコード読み取り装置、自動感知搬送車、ポカヨケシステム、タッチパネルなど品質の確保に効果があるFA機器を積極的に進めている。

一方、中国経済の急発展がもたらした市場の拡大と、中国の労働資源の豊富さは、多くの外資企業が中国へ投資する主要な原因となっている。生産工場を作るには、やはり、中国の安い労賃を十分利用しようとしている。

K社の場合も同じく、人間の範囲でできる仕事であれば、人を選ぶ傾向がある。例えば、組立システム以外でも、5、6人が一つの成形機に貼り付けるケースが見られる。また、溶接工程において、ロボットの変わりに、半人半自動化されている。変化に対応するため、膨大な減価償却費用も持たないのは企業にとって有利であろう。

#### (5) 技術環境における生産管理意識

日本では、ラインが止まるのは品質造りこみや問題発見の手段である。当然、部品メーカーにとって、同期化する要請で、ラインが止まったときに迅速に対応することが必要となっている。ラインが止まったら、迅速的にその根本的な処理方法を探って、今後同じことを発生させないような対策を採ることは、大野氏のいう「トヨタ生産方式」の真の意義であろう。

現実には、日本においても、ラインの止まることに正確な対応が十分なされていない。そのポカヨケシステムに慣れていない中国の作業者にとっては、対応はなおさら困難であろう。したがって、頻繁な「縁切り」（自動化のプログラムをカットすること）によって、システムがぼろぼろとなって、システムの本래の意義が失われたことの例もあった（A社台湾現地工場）。それゆえ、K社生産管理者にとって、高級なFAシステムの導入は好ましくないということである。

#### (6) 技術環境における設備メーカーの能力、周囲関係会社の技術・管理レベル

FAシステムを支えるのは、技術者である。技術者がいないと、どんな高級なFAシステムを導入しても、効果がない。A社の日本工場の場合、A社自社内の生産技術者が揃っている以外、援軍となるFAシステムエンジニアリング業者としてのT社は、何十年に及んで蓄積されたノウハウを生かして、A社の生産システムのエンジニアリングに、大きな役割を果たしてきた。また、T社のようなシステムエンジニアリング業者は、皆中小規模であるため、「アリ効果」といわれている日本中小企業の役割と利点が顕著といえよう。

現段階の中国では、T社のような複雑なFAシステムの構築に対応できる業者が極めて少ない<sup>(41)</sup>。実際、日本的FAシステムを構築するために、「もろもろの装置」の設けることとPLCのプログラミングには、裏技が多くあるという。J社といっても、自動化制御技術者は3名しかいない。J

表 4.8 A 社豊橋工場の FA システム及び K 社のシステムに影響する要因対照表

QCFD 向上		日本的生産システムの手法（機能要素）		FA システムの構成要素の違い		本社側		影響要因	
		A 社豊橋工場での対応		K 社での対応		生産戦略		受け入れ側の現地環境、受容能力	
品質 (製造 品質)	設計情報転写精度を高める	自動化・機械化	高精度機械（ロボット、NC 工作機械等）	半人半自動化溶接機	半人半自動化溶接機	本格的に進出による益	製品市場	製作技術、保全ノウハウ、作業ノウハウ	労賃コスト
	品質コスト削減	品質の作り込み、「自動化」	各種ポカヨケシステム（ポトル締付ポカヨケ、部品棚ポカヨケ、エアバッキングポカヨケ）、アンドン、ランプ、メロディーアラーム、緊急停止ボタン	ポトル縁付ポカヨケ、マス盤アンドン、ランプ、メロディーアラーム、緊急停止ボタン	ポトル縁付ポカヨケ、マス盤アンドン、ランプ、メロディーアラーム、緊急停止ボタン	顧客の意思決定権の変更、顧客内の容の更	製品市場	生産管理知識	労賃コスト
コスト (生産 性)	情報転写している時間	標準作業の徹底、自動化・機械化	PLC の下での各種ポカヨケシステム、速度可調整コンベヤー、高速自動機械、ロボット、プレス搬送ライン、自動搬送成形	速度可調整コンベヤーライン、人による単発プレス機器、成形機等	速度可調整コンベヤーライン、人による単発プレス機器、成形機等	顧客の更	製品市場	製作技術、保全ノウハウ	労賃コスト
	付加価値を生まないう作業を圧縮	人間操作性改善、合理化、省人化	作業補助装置（ポカヨケ付部品棚、見やすい指示ディスプレイ・生産指示ヒラ等）、自動感知搬送車	ポトル締付ポカヨケ以外、人間が主導	ポトル締付ポカヨケ以外、人間が主導	右の製品市場も影響される。	製品市場	生産管理知識	労賃コスト
納期	情報転写していない時間	流れを作る	満欠載センサー	満欠載センサー	満欠載センサー		製品市場	生産管理知識	
	無駄（待ち等）排除	無駄排除、改善	ラインタクト設定、変更できる装置、ライン定位置制御装置（作業担当範囲変更可）、アンドン、ポカヨケ	速度可調整コンベヤーライン、アンドン	速度可調整コンベヤーライン、アンドン		製品市場	生産管理知識、製作技術、保全ノウハウ	労賃コスト
納期	在庫削減	JIT（カンバンを使う）、平準化	タッチパネルによるタクト速度と工程数可調整コンベヤーライン	操作盤スイッチによる速度可調整コンベヤーライン	操作盤スイッチによる速度可調整コンベヤーライン		製品市場	製作技術、保全ノウハウ	労賃コスト
	機械故障、ライン停止	アンドン	アンドンの見やすさ（原因顕在化）、緊急停止ボタン、タッチパネル等	アンドン、緊急ボタン	アンドン、緊急ボタン		製品市場	生産管理知識	
納期	上記生産性向上達成するための諸手法による生産リードタイム短縮の実現で、納期短縮の効果ももたらす	進捗管理（リアルタイム）	アンドン、緊急停止ボタン、タッチパネル等	アンドン、緊急ボタン	アンドン、緊急ボタン		製品市場	上記コストの棚の諸要因と同じ	
	生産計画・統制を順調に進める	ディリ実績管理	生産実績盤、タッチパネル・パソコンによるデータ統計、監視	生産実績盤	生産実績盤		製品市場	生産管理知識、製作技術、保全ノウハウ	
フレキシビリティ	多品種モデルの同時生産	サブライチエメンマナジメントによる同期化生産	社内・社外ネットワーク構築（LAN・WAN の形成）	同期化されていない	同期化されていない		製品市場	周囲関係者（顧客、サプライヤー）の技術、管理レベル	
	迅速なモデルチェンジ	工程汎用化、レイアウト迅速改善	部品棚ポカヨケシステム、タッチパネルによるコンベヤー速度、工程数調整	操作盤スイッチによるコンベヤー速度調整	操作盤スイッチによるコンベヤー速度調整		製品市場	生産管理知識、製作技術、保全ノウハウ	
			ポカヨケ分離ボックスシステム（PC での設定、コネクタ接続方式）	対応しない	対応しない		製品市場	消費意識（多様化、個性化）	

出所：A 社、K 社、T 社、J 社ヒアリング調査により、筆者作成

社の技術者たちが、それらの裏技を把握するには、時間は掛かるであろう。

また、A社の親完成車メーカーのトヨタ、そして一部サプライヤーにおいては、生産情報システムが導入され、技術・管理レベルもかなり高い。これらの会社とビジネスをつづけるため、ネットワークの構築が必須となっている。会社間の生産同期化の実現は、簡単にできる。

一方、K社の場合、親完成車メーカーとしてのX社自身も、生産の平準化が達成されていない、トヨタ現地法人を含め、K社への生産指示はファックス情報であるため、K社における複雑な一元化情報システムとネットワークの構築による会社間の生産同期化の実現は難しいであろう。

## 終章 総括及び今後の課題

### 1. 総括

本研究では、自動車産業におけるグローバル競争が激化する中で、資源が不足している日本自動車部品メーカーが如何にして、完成車メーカーの海外進出ペースに応じて、日本的生産システムの効率的な海外移転をするかという課題に対し、「日本的生産システムの特徴が組み込まれている日本的「FA」システムを、生産準備段階におけるハード的なシステムの標準化を図る形で移転する」という方法を提示した上で、トヨタ部品メーカーA社の事例を取り上げて、A社における日本的「FA」システムと日本的生産システムに対する各構成要素の機能分析を通じて、その有効性を明らかにした。この方法によって、多発的な海外拠点におけるハード的なシステムに対する全過程の設計・製作といった作業を修正だけですむというように、設計・工事工数の削減を図ることを通じて、人材の節約と生産準備リードタイムの短縮の実現が図られ、日本的生産システムの効率的な海外移転の実現につながると考えられる。

以下では、これまでの理論分析及びA社とK社の実態の考察と分析の結果を踏まえて、各章の論点を項目別に要約することを通じて、本論文の論旨をまとめる。

(1) まず、第1章の理論的枠組では、これまでのほとんどの既存研究がシステム移転の全過程を見渡しているのに対して、なぜ本研究が生産工場の準備段階におけるハード的なシステムに焦点を当てるかということの理由について説明した。それは、まず、生産システムのパフォーマンスのよさはそのインプット側の「部品材料」・「労働力」・「資本設備」を、いかに最適化するかにかかわる。これらの要素の最適化を図るために、生産システムの枠を超えて、開発活動における製品エンジニアリングの「部品構成・設計等」及び工程エンジニアリングの「設備治工具・ライン設計」と「作業設計・訓練等」を工夫必要があることを示した。しかし、自動車部品メーカーは多発的な拠点における海外生産体制を構築する際、まず、「設備治工具・ライン設計」において、人材不足という問題を抱えている。

したがって、日本的生産システムの効率海外移転を順調に進めるために、まず、この「設備治具・ライン設計」というハード的なシステムに対する工夫を緊急に考慮に入れなければならない。このハード的なシステムを効率的に構築するために、「標準化」という概念を提示し、なおそのハード的なシステムに対する「機能要素分析」の必要性を説明した。つまり、日本的生産システムを移転するために、導入するハード的なシステムであるため、日本的生産システムの機能要素との関係を明らかにする必要がある。それを実現できるのは日本的生産システムの機能要素が一番多く組み込まれている日本本社の「FA」システムと日本的生産システムの対応性を見出す必要はある。

(2) 1章で提示した「FA」システムと、日本的生産システムの対応性を見出すために、2章においては、まず、日本的生産システムが競争力的手段であるというスタンスを捉え、製造業における競争力の各測定要素「QCDF」（品質、コスト、納期、柔軟性）を実現するための日本的生産システムの機能要素の考察項目を整理している。そして、「FA」の概念と内容を述べ、日本のFAの発展過程から、それと日本的生産システムが深い関係を持っていることを明らかにした。つまり、FAの発展の中で、日本的生産システムの要素がFAに組み込まれ、最終的に、今日の日本的生産システムが溶け込んだ日本的「FA」システムが出来上がったのである。したがって、日本的生産システムを海外移転することは、この日本的FAシステムの現地における導入の過程であるともいえる。また、具体的に日本的「FA」システムの構成要素を見るための事例分析に入る前、この章の最後において、準備作業として、「FA」システムへの影響要因を提示した。すなわち、日本本社の現地生産戦略、製品市場、労働力環境、技術環境といった要因があることを提示した。

(3) 1章と2章の議論をふまえて、3章ではA社の事例分析を行っている。A社は親完成車メーカートヨタ自動車の海外進出ペースに応じて、急速な海外展開を図る際に、人材不足の問題を抱えていた。その対応策として、システムのグローバルスタンダード化の概念を提出して、グローバル戦略の一部として、実施している。筆者はその中の組立工程に対し、全般的な調査を行った。

具体的に、日本で一番機能が高いとされる同社豊橋工場の組立ラインのシステムをプラットフォームとし、各機能要素が凝縮された究極なグローバルFAシステムという原型モデルを開発した。システム設計の「図面作成→製作→現場試運転→修正」の中の「図面作成→製作」を日本で集中して行う。そして、「現場試運転」を日本と海外のそれぞれ一個の工場現場という少数の拠点で行って、試験応用して、その適用性を検証することを通じて、事前「シミュレーション」を図る。筆者は、このA社のグローバルFAシステムに対して「機能要素分析」を行い、その中に1章リストアップした日本的生産システムの諸要素がほとんど組み込まれていることを明らかにした。

しかし、違う国において、現地工場の生産規模、立地、出資形態なども違うので、まったく同等なシステムの導入が難しい。そこで、A社は「修正設計」の概念を提出した。環境に応じて、

グローバルFAシステムを簡素化してゆく。つまり、海外工場への展開の際、本来求められる「図面作成→製作→現場試運転→修正」の4つの段階のうち、海外では最後の「修正」のみ行えばよいという考え方である。具体的に、原型モデルとするグローバルFAシステムに対し、仕様のスペックダウンすることによって、S、A、B、E、Tという5段階ランクをつけた応用モデルを作り出した。海外での新しい生産設備を導入する際に、海外の具体的な環境に応じて、その五つの応用モデルを当てはめて、状況に応じて、再度少しの修正を加えてすむというのがA社のグローバル戦略の内容であった。これは、いわゆる多くのハード的なシステムを、少数の標準パターンまでに整理するという「標準化」の概念そのものである。

(4) 日本的FAシステムの「標準化」が試みられているA社のこの戦略の実用性を検証するため、4章においては、A社中国の現地法人K社の組立工程におけるハード的なシステムに対する考察を行っている。その結果、K社が現在使っているシステムが5段階ランクのBモデルとほとんど同じであることが明らかになった。また、A社とK社がそれぞれおかれている環境の比較分析を通じて、K社のこのシステムが、①日本本社側の生産戦略、②製品市場における量、品種、品質、③製品市場における消費者意識、④労働賃金、⑤技術環境における生産管理意識、⑥技術環境における設備メーカーの能力、周囲関係会社の技術・管理レベルといった影響要因に適合していることも明らかにすることができた。

今後、中国などの発展途上国のモータリゼーションの到来に連れて、グローバル産業としての自動車産業の競争が益々激化し、多くの国で、効率性のある生産工場を短期間で立上げ、短時間で生産準備を行うことが益々競争優位を早く手に入れ、勝組になるためのキーワードとなってきている。また、自動車産業だけでなく、電機、半導体産業など、世界で高い競争力を有しているそれらの日本製造業の、更なるグローバル展開も進行しつつある。世界規模での広範的な知識や技術の移転は、多領域の産業においても、益々重要となってきている。本研究でのFA視点からA社の戦略を読むことでメカニズムが明らかになった「標準化」といった手段を通じたシステム移転プロセスモデルは、一種の知識・技術の「形式知化」する過程であり、日本的生産システムの迅速かつ広範囲に移転するアプローチとして有効であるといえよう。日系企業が海外展開する際、日本から生まれたノウハウを有力武器として素早く活用してゆく上での、示唆を与えるのではないかと考えられる。

## 2. 今後の研究課題

日本的生産システムの効率的な海外移転のあり方の研究として、筆者は生産の準備段階におけるハード的なシステムに焦点を当てて、自動車部品メーカーA社の事例を取り上げて、日本的FAシステムの「標準化」を通じた方法があることを提示した。しかし、この方法は理論モデルとして、その実用性について、まだ、十分検討されていない。したがって、最後に日本的生産システムの効

率的な海外移転との関連で、今後の研究課題をあげておきたい。

第1に、本論文で提示した効率的な移転方法の実用性を検証するために、A社に対する更なる考察の必要がある。

本論文で提示したこの効率的な移転プロセスモデルについて、部分的にしか検証しなかった。例えば、本研究では事例の中で、A社のグローバルFAシステムの「シミュレーション」の検証を図るためのA社オーストラリアでの導入状況、そして、A社のシステムスタンダード化戦略の五段階応用モデルのS、Bモデル以外のランクのモデル（A、E、T）への研究アプローチはなかった。これらに対する実態的な考察は、今後の研究課題として、取り組んでいきたい。

第2に、プロセスモデルの理論形成には、概念的精緻化が必要である。

つまり、単に、「機能分析」を通じて、「標準化」を図るという表面上での意図することだけでなく、「機能分析・標準化」というプロセスモデルを、より、効果的にまわせる具体的な有効策を提案することである。そこで、ハード的なシステムの「モジュール化」という概念を入れて、試論してみる。「モジュール化」とは、一つの複雑なシステムまたはプロセスを一定の連結ルールに基づいて、独立に設計される半自立的なサブシステムに分解することである（青木、2002）。

現実では、工程における日本のFAシステムを製品として考えたら、まだ、摺り合わせ型の特徴が多い。ある機能を実現するために、機器と機器を連携させるための接続手段は電線である。電線の型式、機器への接続本数は全体システムの要求に合わせて、決められている。同じ機器の利用も、システムごとに接続される電線の本数、場所が違う。システムの「標準化」といっても、簡単に実現できるとは言えない。

そこで、A社豊橋工場におけるグローバルFAシステム（五段階モデルのS）の中に、ポカヨケ分離ボックスが使われている。そのボックスと機器の接続方法は、コネクタワンタッチ方式である。一つの機能要素に対して、その接続方法が標準化されている。これは一種のシステム「モジュール化」といえよう。このようなシステムの「モジュール化」を図ることは、システムにおける構成要素の増減を単純化し、システムの「標準化」が容易に実現される。これにより、日本の生産システムのより効率的な移転が図られる。

したがって、本論文において提起した移転プロセスのモデルは、「モジュール化」の概念を導入することで、よりその含意が深まると思われる。

今後、グローバル競争の更なる激化により、生産システムの迅速な移転の要求が高まるであろう。そして、製品のモジュール化が進んでいる欧米企業と対抗するため、以上で提示したシステムのモジュール化を図ることを通じた、生産システムの効率的な移転プロセスモデルは、長年間に渡って創発的にイノベーションを通じて進化してきた、日本的「統合型ものづくり」の一部とする日本の生産システムを地球規模で、効率的に移転することに活用できるであろう。

そのために、A社本社の工程におけるシステムモジュール化の動きに関する考察は不可欠であ

る。また、日本企業の海外でのシステムモジュール化の運用状況の観察も必要であろう<sup>(42)</sup>。

第3に、日本的FAシステムの導入に関する重要な影響要因となる、技術環境における現地の設備メーカーの能力に対して、更なる深い検討の必要がある。

その中で、まず、上記のプロセスモデルが海外で順調に応用するために、その重要な要因である現地の技術環境における設備メーカーの、技術レベルに関する考察が必要である。特に、最初の生産準備段階において、現地の設備メーカーの協力はおそらく、現地受容能力が一番重要な要因であろう。

システムを導入する際、現地設備メーカーの工事が必要である。日本で設計したシステムの内容は現地設備メーカーにおいて、理解できるかどうか、それに対する保全もできるかどうかは、まず、判断の第一条件といえよう。

以上、日本的生産システムを移転するためのハード的な側面を強調してきた。しかし、日本的生産システムの強さがその人的・組織的な能力構築であることはいうまでもない。どんな良いハード的なシステムでも、使う人がいないと、意味がないであろう。ハード的な側面に焦点を合わせながら、同時に中国現有の日系自動車関連企業における人材の育成は、どのようになされているのか、現実には、どんな問題を抱えているのかについても考察する必要があると思われる。

#### 注

- (1) ハード的なシステムに対し、ソフト的なシステムは労務組織・人的組織である。
- (2) 日本工業標準調査会 (<http://www.jisc.go.jp/std/>)
- (3) 要素：事物の成立・効力などに必要不可欠な根本的条件（広辞苑）。
- (4) 機能：物のはたらき（広辞苑）。
- (5) FA：Factory Automation、工場自動化という日本の機械産業界が世界先掛けて提唱した和製英語。
- (6) これまでの「FA」に対する研究はほとんど「無人化」を最終実現目標として採られていた。小川（1984）、通商産業省産業政策局企業行動課（1984）、木上（1988）、栗原他（1985）、岩井（1987）、高桑（1995）等参照。これらの研究における時期は、ほとんどバブル経済時期の1980年代中頃から1990年代中頃までであるため、無人化を目標とする量産化のFAといえよう。
- (7) これについては、藤本（2001b）は日本の自動化が欧米のハイテク指向のオートメーションと異なって、ローコストオートメーションの概念を提出した。システム全体最適化を考えるトータルシステム指向していることを特徴とする（藤本、2001b、p.102参照）。筆者は欧米企業の自動化と区別するため、日本で生まれた言葉FAを使って、日本の工場現場におけるトータルシステム指向とする自動化を指す（詳細は、本論文の第2章におけるFAの概念、内容、発展過程を参照されたい）。
- (8) 自働化の概念については、詳しく大野、1978、pp.14-15に参照されたい。
- (9) 清、1999、pp.73-74。または、後述のA社の本社工場の事例の組立ラインが見られる。



- (10) これについては、知識の機械への置換えの過程ともいう。知識の機械への置換えについては、詳しく浅井、2002、pp.40-42、p.69、p.105、に参照されたい。また、小川（1984）は、企業における究極の設備、システムを開発力と設備の進化に取り組む技術力は、(1) 設備の使いこなし、(2) 設備の保全と改良、(3) 設備の計画と管理、(4) 工程・部品の設計、(5) 設備自体の設計、(6) 技術開発といった技術力の蓄積の段階を経てから、始めてあるようになる（小川、1984、pp.99-107 参照）。
- (11) ここの日本的「管理方式」は日本的生産システムの一部として理解しても良いであろう。
- (12) ここの情報は、藤本（2001）によると、コンピュータが処理するデジタル電子情報のみならず、鉄の塊に刻まれたアナログ形状の情報、人に蓄積された知識・熟練、紙に書かれた文字や記号など、およそ「他の何かを表象する形やパターン」である限り、すべてが含まれる「広義の情報」を指す。
- (13) 藤本、2001、p106 より若干修正を加えた。
- (14) 藤本、2001a、p.246、また藤本、2003a、p.37 によると正確な言い方は「適合品質」である。
- (15) 藤本（2001a）は生産システムに関して、「モノ」と「情報」の二側面から、説明を試みた。製品自体も情報を書いたモノと考えられている。「製品開発」については、「製品設計情報」そのものを創造し、生産現場の工程にこの情報を配備するまでの、広義の情報創造・情報伝達活動と定義した。（p.10）
- (16) ポカヨケ等を用いて、不良品が出たら、設備・ラインを自動的に停止させる仕組みである。
- (17) 詳しくは藤本、2003a、p.115 参照されたい。
- (18) 詳しくは、藤本（2001a）参照されたい。
- (19) 詳しくは、IBM (<http://www-6.ibm.com/services/bcs/jp/solutions/scos/index.html>) 参照されたい。
- (20) PLC：programmable controller の略語である、シーケンサともいう。FA システムの中核存在である。
- (21) 欧米においては、大型自動化設備を使う傾向があるという。（池田、1990、p.88）
- (22) FA の発展過程について、多くの研究著作においては、いろいろな段階分類説があるが、ほとんどは、「無人化」を最終段階としていた（小川 [1984]、伊藤他 [1991] 等参照）。
- (23) NC 工作機械は、1952 年米国の MIT で NC フライス盤が開発された。1958 年米国のクロスアンドトレッカー社により、マシニングセンタが開発された（通商産業省機械情報産業局産業機械課、1989、p.17）。
- (24) IE：Industry Engineering の略語、工程エンジニアリング
- (25) ME：Micro Electronic の略語、マイクロコンピュータの開発によって、ME 技術が進んできた。
- (26) 前章参照。
- (27) 個々のプロセスにて自動化が図られたが、プロセス全体としてみると、それぞれ鳥のように独立して存在し、それぞれの作動スピード・ピーチも不一致のため、それらのシステムの間では手による補助作業が多く発生し、全体としての効果は不十分である。
- (28) これについては、松下電器など大手家電メーカーを中心に取り入れられている自動化屋台方式が見られる、詳しくは、[http://tenshoku.inte.co.jp/saishin/gyokai/3/news\\_007/](http://tenshoku.inte.co.jp/saishin/gyokai/3/news_007/) 参照されたい。
- (29) これについての詳細の情報は、[http://www.toyota.co.jp/jp/pdf/2005\\_semi/keiei.pdf](http://www.toyota.co.jp/jp/pdf/2005_semi/keiei.pdf) を参照されたい。

- (30) IMV : Innovative International Multi-Purpose Vehicle の略語、世界 140 カ国で導入するピックアップトラック・多目的車の意味である。その車の生産・輸出基地化するため、世界規模での生産拠点化と相互供給網の構築を確実にしている。(http://www.toyota.co.jp/jp/pdf/2005\_semi/keiei.pdf 参照)
- (31) これは、A 社豊橋工場のオリジナルなもので、グローバルシステムとして、他の国へ応用されないという。
- (32) A 社によると、この 5 段階のモデルの決定はまだ完成形ではないため、それらの応用は明言しにくい。
- (33) 実際 A 社のオーストラリアへ応用されているが、あくまでも試験基地であるため、過剰設計の疑いがあるのではないかと考えている。これについては、まだ、実態を考察する必要がある。
- (34) 大野 (1978) で述べたアンドンと同じであろう。
- (35) 夏利はシャレート中国語訳名で、大発はダイハツ中国語訳名である
- (36) 夏利 2000 はプラッツの中国版である。
- (37) 現在の従業員数について、いまの K 社の生産高とすれば、日本だと 700 名あれば、十分だと K 社日本駐在員の生産技術管理者は述べている。
- (38) K 社の日本駐在員に対するインタビューによる。
- (39) 2004 年 3 月と 11 月に、筆者は中国の自動車関連の設備メーカー 5、6 社を訪問したが、ほとんどのメーカーにおいては、自動化制御技術者は 2、3 しかいない。システムエンジニアリングの経験も少なく、複雑なシステムを設計するのができない現状である。
- (40) モジュール化に関する最新の研究成果として、藤本 (2003)、新宅・加藤・善本 (2004) をあげておく。

## 参考文献

### 日本語文献

- 青木昌彦 (2002) 「産業アーキテクチャのモジュール化」青木昌彦、安藤晴彦『モジュール化——新しい産業アーキテクチャの本質——』第 1 章 東洋経済新報社
- 浅井紀子 (2002) 『スキルの競争力—強いモノづくり継承のために』中京大学経営学部
- 安保哲夫、板垣博、上山邦雄、河村哲二、公文溥 (1991) 『アメリカに生きる日本的生産システム——現地工場の「適用」と「適応」——』東洋経済新報社
- 池田正孝 (1990) 「多品種少量生産の自動化が完成へ——下請けは親メーカー依存から脱却」『エコノミスト』第 68 巻 41-47 号 2920-2926、1990.11.6、pp.86-89
- 居城克志、服部健治 (1990) 『中国産業技術調査報告書』日中経済協会
- 伊藤伸一、三上徹、難波田愈 (1991) 『発展する生産システム——FA から CIM へ』C&C 文庫
- 岩井正和 (1987) 『日立・東芝・松下 [FA] の最前線——「市場対応型」生産現場を行く』(第 3 版)ダイヤモンド社
- 大島卓 編著 (1987) 『現代日本の自動車部品工業』日本経済評論社

- 大西勝明（1988）「FA（Factory Automation）をめぐる諸問題」『専修商学論集』第45号、1988.3、pp.103-138
- 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
- 小川英次（1984）『FAの経済性』日刊工業新聞社
- 小川英次（1990）「技術移転の理論モデル形成に向けて」小川英次、牧戸孝郎『アジアの日系企業と技術移転』第2章、pp.21-49 名古屋大学出版会
- 木上進（1988）『FA・ロボット技術革新と人材育成』海文堂
- 岸本英八郎（1957）『オートメーションと経営管理』ダイヤモンド社
- 栗原正巳、小川正博、森沢孝喜（1985）『FA戦略』同文館
- 穴戸寿雄（1961）『日本のオートメーション』有斐閣
- 佐藤康男（1987）『FAと原価管理』中央経済社
- 島田晴雄（1988）『ヒューマンウェアの経済学 —— アメリカの中の日本企業 ——』岩波書店
- 下川浩一（1985）『自動車産業脱成熟時代』有斐閣
- 下川浩一（1999）「アジアにおける日本自動車産業の国際分業の再評価」『国際ビジネス研究会年報1999年』、pp.50-73
- CIM開発研究会（1989）『CIM戦略－IBM藤沢工場の挑戦』工業調査会
- 新郷重夫（1980）『トヨタ生産方式のIE的考察』日刊工業新聞社
- 清响一郎（1999）「日本的生産システムの歴史的位相と基本要素の確立——トヨタ方式の意義について——」三井逸夫編著『日本的生産システムの評価と展望——国際化と技術・労働・分業構造——』ミネルヴァ書房
- 総合技研株式会社（1996）『'96年版 2010年における自動車産業予測』
- 曹勤（2000）「上海A社自動車企業における精益生産管理」『産業学会研究年報』第16号（2000）、pp.93-104
- 高桑宗右エ門（1995）『FA/CIMの経済性分析』中央経済社
- 曹斗燮（1994）「日本企業の多国籍化と企業内技術移転」『組織科学』27(3)、pp.59-74.
- 通商産業省産業政策局企業行動課（1984）『FAが工場をどう変えるか——生産革新の実態と展望』日本能率協会
- 通商産業省機械情報産業局産業機械課（1989）『21世紀に向けてのFAビジョン——FAからIMSへ』ケイブン出版
- 電気書院編集部（1987）『コストダウンのためのFAプランニング』（発行者 田中久雄）電気書院
- 林正樹（1998）『日本的経営進化——経営システム・生産システム・国際移転メカニズム——』税務経理協会
- 潘志仁（2001）『生産システムの海外移転——中国の事例を中心に——』東京白桃書房
- 藤本隆弘（1997）『生産システムの進化論——トヨタ自動車にみる組織能力と創発プロセス——』有斐閣

- 藤本隆弘 (2001a) 『生産マネジメント入門』 I 日本経済新聞社  
藤本隆弘 (2001b) 『生産マネジメント入門』 II 日本経済新聞社  
藤本隆宏 (2003a) 『能力構築競争』 中公新書  
藤本隆宏 (2004) 『日本のもの造り哲学』 日本経済新聞社  
森田統一郎 (1997) 『オートメーションと労働組織』 税務経理協会  
樊斌 (2001) 「技術移転・発展と中核能力形成に関する研究 —— 中国の日系製造企業を中心として ——」  
『2001年度中京大学大学院経営学研究科博士論文』 中京大学図書館所蔵  
李春利 (1995) 『現代中国自動車産業 —— 企業システムの進化と経営戦略』 信山社出版  
株式会社 FOURIN (1992) 『1992 北米自動車部品産業』 (宮地修 担当) 株式会社 FOURIN  
株式会社 FOURIN (2003年9月号) 「中国自動車調査月報」 (周政毅 担当) 株式会社 FOURIN

#### 英文和訳

- Friedrich Pollock(1956). Automation —— Materialien zur Beurteilung der ökonomischen und sozialen Folgen. Europzische Verlagsanstalt GmbH., Frankfurt Am Main, Goethestrasse 29 • Herstellung: Druckerei- Und Verlags-Gesellschaft Mbh., Mannheim 邦訳、日本生産性本部 (1958) 『オートメーションの社会学』 文祥堂  
John Diebold (1952). Automation. New York: D. Van Nostrand Co., Inc. 邦訳、中島正信、渡辺真一 (1957) 『オートメーション』 中央経済社  
ヤン・アウエルハン (1960). Abtomatn3aunr N oowectbo. 邦訳、日本共産党中央委員会宣伝教育部 (1961) 『オートメーションと社会』 日本共産党中央委員会出版部  
ジェームズ・P・ウオマック、ダニエル・ルース、ダニエル・T・ジョーンズ (1990). The Machine That Changed The World. 邦訳、沢田博 (1990) 『リーン生産方式が、世界の自動車産業をこう変える』 経済界  
Clark, K. B., & Fujimoto, T. (1991). Product development performance. Boston: Harvard Business School Press. 邦訳、藤本隆宏、キム・B・クラーク (1993) 『製品開発力』 田村明比古訳。ダイヤモンド社。

#### オンライン資料

- 林正樹 (1993) 「日本的生産方式の競争力と国際移転可能性」『商学論纂』 Vol.34, No.5~6、中央大学出版部、抄録 (<http://c-faculty.tamacc.chuo-u.ac.jp/~hmasaki/transfer.html>)  
佐武弘章 「トヨタ生産方式と日本的生産システムーその共通性と異質性をめぐって」 大原社会問題研究所雑誌 No.498/2000.5 (<http://oohara.mt.tama.hosei.ac.jp/oz/498/498-1.pdf>)  
藤本隆宏 (2003b) 「「日本型プロセス産業」の可能性に関する試論 —— そのアーキテクチャと競争力 ——」

『東京大学 COE ものづくり経営研究センター』ディスカッションペーパー MMRC-J-1。2004年12月10日検索、[http://www.ut-mmrc.jp/DP/PDF/MMRC1\\_2003.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/DP/PDF/MMRC1_2003.pdf)

新宅純二郎、加藤寛之、善本哲夫（2004）「中国モジュール型産業における日本企業の戦略」『東京大学 COE ものづくり経営研究センター』ディスカッションペーパー MMRC-J-2。2004年12月10日検索、[http://www.ut-mmrc.jp/DP/PDF/MMRC2\\_2004.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/DP/PDF/MMRC2_2004.pdf)

延岡健太郎、藤本隆宏（2004）「製品開発の組織能力 —— 日本自動車企業の国際競争力 —— 」『東京大学 COE ものづくり経営研究センター』ディスカッションペーパー MMRC-J-9。2004年12月10日検索、[http://www.ut-mmrc.jp/DP/PDF/MMRC9\\_2004.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/DP/PDF/MMRC9_2004.pdf)