

CIRJE-J-6

リーン生産方式の比較分析に関する試論的ノート  
——自動車ボディ・バッファ管理の事例——

藤本隆宏  
東京大学大学院経済学研究科

1998年9月

このディスカッション・ペーパーは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある論文草稿である。著者の承諾なしに引用・複写することは差し控えられたい。

リーン生産方式の比較分析に関する試論的ノート  
-自動車ボディ・バッファ管理の事例<sup>注1</sup>

1998年9月

藤本隆宏

東京大学大学院経済研究科助教授

目次

1. はじめに
2. 研究の動機：リーン・ボディ・バッファ管理に関するいくつかの論点
3. ボディ・バッファの定義と分析枠組み：機能的アプローチ
4. バッファ水準の決定要因：塗装完了ボディの事例に対する仮説
5. 研究の将来展望

---

<sup>注1</sup> 本稿は“A Preliminary Note on Comparative Lean Production - Revisiting the Case of Automobile Body Buffer Management”（東京大学経済学部ディスカッションペーパー97-F-16）をベースにしている。翻訳にあたっては東京大学経済学研究科博士課程の呉在恒氏の協力を得た。なお、本研究にあたっては学術振興基金および安倍フェローシップの支援を受けたことを記す。

## A Preliminary Note on Comparative Analysis of Lean Production Systems

- A Case of Automobile Body Buffer Management -

Takahiro Fujimoto

Faculty of Economics, Tokyo University

**Abstract**

This paper is a preliminary note on an empirical analysis that compares different interpretations and implementations of so called lean production system, by different automobile manufacturers in the world. The paper outlines an analytical framework and hypotheses by which the author tries to explain why significant inter-firm differences in manufacturing activities exist among the firms that are apparently all moving toward a similar manufacturing paradigm, generally called "lean production". The present research focused on a specific area in manufacturing management where a large quantitative and qualitative differences have been actually observed in recent years: body buffers that the auto assembly makers carry at their assembly plant, including welding, painting, and final assembly processes. This research attempts to introduce a framework by which we compare different logic or policies (i.e., a set of logically consistent routines) in manufacturing among the firms that are apparently oriented to the same paradigm, such as lean production.

For example, several different patterns of activities for body buffer management have been identified among the European assembly plants, including some Japanese transplants in Europe: Random sequence assembly, Random paint sequence, Emphasising keeping planned sequence, Emphasising Levelization (Very low painted body buffer levels); Lot assembly sequence, Lot paint sequence, Emphasising keeping planned sequence, De-emphasising levelization, Keeping sequence between the upstream and downstream (Relatively low painted body buffer levels); Random assembly sequence, Small lot paint sequence, Deviation from planned sequence allowed, Emphasising levelization, Emphasising avoidance of assembly line stops, Emphasising product variety (Relatively low painted body buffer levels); Random assembly sequence, Lot paint sequence, Deviation from planned sequence allowed (Relatively large painted body buffer levels); Random assembly sequence, Random paint sequence, Emphasising keeping planned sequence, De-emphasising levelization, Keeping sequence between the upstream and downstream (Moderate painted body buffer levels), and so on.

## 1. はじめに

### 1.1 本稿の目的

本稿は、世界(欧州、日本など)の各自動車メーカーに広まりつつある、いわゆる「リーン生産方式」に対する解釈(interpretation)と具体的な実行パターン(implementation)の違いを、実証分析に基づいて比較分析するための仮説構築的な試論である。より具体的に言うと、本論文の目的は、いわゆる「リーン生産方式」(一部日本の自動車メーカーにみられる、生産性・品質・納期・フレキシビリティなどの面で優れた生産システムを抽象化した理念型; Womack, et al., 1990, 参照)という、同じ製造パラダイムを指向している企業の間で、なぜ具体的な製造活動のパターンに違いが観察されるのかを説明するための、分析枠組と諸仮説を概略提示することにある。ただし、この研究はまだ初期段階にあるので、本論文では仮説の厳密な検証ではなく、仮説と分析枠組の構築に取り組むことにする。とはいえ、現段階でのケース・スタディの暫定的な結果は、すでに本稿に織り込まれている。

上記の研究目的のため、本稿では、近年、企業間・工場間で量的にも質的にも顕著な差異が観察されてきた製造管理の一領域として、自動車メーカーの組立工場(溶接・塗装・最終組立工程を含む)における「ボディ・バッファ」に焦点を当てた。ここでいうボディ・バッファとは、組立工場の各工程の内と間に存在する車体(ボディ)の仕掛り在庫のことである。これには、塗装前ボディおよび塗装済ボディ、そして部品組付前および組付後のボディなどが含まれる。本研究では特に、塗装工程と最終組立工程の間にある「ペイント・ボディ・ストレージ」(PBS)に注目する。著者の予備的な調査において、この部分で企業の間で大きな違いが確認されたからである。分析の単位は、分析目的に応じて、生産ライン、工場、あるいは企業とする。

学術的な問題意識の面から言うならば、本研究は「リーン生産方式」(Womack, et al., 1990)という同一のパラダイムを指向している企業の中にみられる、具体的な製造ポリシーすなわち管理方針(論理的・一貫性のある一連のルーチンの組み合わせ)の違いを比較検討するための分析枠組を提示しようとする試みである。いいかえれば、本稿の主な問題関心は次の通りである：

「同じくリーン生産方式を指向している企業なのに、なぜそれらの企業のボディ・バッファ管理において、具体的な活動パターンの違いが観察されるのか？」

より長期的な課題としては、本研究は、上記のような静態的比較分析からさらに一歩進み、同じ技術パラダイム(Dosi, 1982)の中にありながら、製造の管理方針や組織能力が、なぜ企業によって異なる進化経路を辿るかを動態的に説明することを目指す。本論文

はこの点で、企業論・戦略論における動態能力パースペクティブや組織進化論的アプローチ（Penrose,1959;Chandler,1990;Teece,et al.,1992）と、技術・生産管理論における詳細な実証分析とを結合しようとしてきた、著者のこれまでの研究（Fujimoto,1994,1995,藤本,1997 など）の延長線上にある。その意味で、自動車メーカーのボディ・バッファ―管理方針の進化は、組織学習および組織能力構築に関する企業間の違いが顕著に観察される、興味深い事例である。こうした動的なテーマを詳細に論じることは本稿の範囲を超えるものであるが、結論のところでもう一度簡単に触れることにしたい。

## 1.2 背景：「リーン生産方式」ブームにおける収斂化と多様性

ボディ・バッファ―管理の分析を始める前に、まず研究の背景として、近年の世界自動車産業の動向について論じることにしよう。本研究の実践的な課題の一つは、1980年代後半以来、世界自動車産業における明らかな趨勢となった、いわゆる「リーン生産方式」の欧米自動車メーカーへの伝播のプロセスをどのように説明するかにある。欧州メーカーのほとんどは1990年半ばまでリーン生産方式の何らかの要素を導入してきたという意味で、それに続く1990年代後半という時期は、世界中のさまざまな「リーン生産企業」の比較分析を開始する上で適切なタイミングといえる。言い換えれば、「リーン生産方式の国際比較分析」という研究テーマは、90年代後半になって初めて、本格的な実証分析が可能になってきたのである。ボディ・バッファ―管理およびボディ・フロー管理方針を対象とする本研究は、そうした試みの一部だと位置付けられる。

収斂化：一般的に言って「リーン生産方式」とは、日本の高業績の自動車メーカー、特にトヨタ自動車に関する実態観察とデータ収集をもとにモデル化された理念型である（Womack,et al.,1990）。実際、1970年代後半以来、トヨタ生産方式および日本的製造手法のさまざまな構成要素は、英語その他の言語で海外に紹介されてきた（大野,1978;Monden,1983;Schonberger,1982;Hall,1983;Hays and Wheelwright,1984、など）。しかしながら、自動車産業内外の多くの人々が、生産性・品質・スピード・フレキシビリティなどの面で競争優位を生み出す日本の製造・開発・購買システムを、はじめてトータルな視点で捉えるようになったのは、「リーン生産方式」という概念を通じてであったといえよう。

IMVP（International Motor Vehicle Program; MITの国際自動車プログラム）が1990年に発表した「リーン生産方式」に関する解説書（womack, et al.,1990）は、トヨタなど日本の高業績の自動車メーカーを多少誇張して描き、その処方箋も単純すぎる傾向があった（「生き残るためには例外なくリーン生産方式を導入しなければならない」など）が、この本やIMVPの活動が発信するメッセージはきわめて強力かつ刺激的

であったため、欧米の自動車・自動車部品メーカーの間で、「リーン生産方式」の導入は一種のブームとなった。また、このブームは他の産業や地域（南米や中国など）にも広がった。その結果、1990年代前半期、少なくとも基本概念、パラダイム、あるいはスローガンのレベルにおいては、自動車製造方式が国際的に収斂化していく傾向が明らかにみられたのである。

**多様性**：しかし、同時に注目すべきことは、これと同じ時期に、具体的な実践のレベルにおいてはかなりの多様性が観察された、ということである。一般的に、ある複雑なシステムが、基本システム構想のレベルでは収斂し、具体的なサブシステムの実践というレベルでは多様化する、という現象が同時並行的に起こるのはそれほど珍しいことではない。そうした多様性は、各企業の背景にあるコンテキストや歴史の違いを反映したものであるが、それを促進する別の要因もまた存在していたようにみえる。

まず、「リーン生産方式」という概念は、登場した当初から、かなり曖昧かつ多義的であったため、実践レベルでは多様な解釈を生み出したようである。良好な製造パフォーマンスを示す日本企業（たとえばトヨタ自動車）の具体的な諸慣行に関しては、出版物、セミナー、コンサルティング、日本企業との提携による直接的経験などを通じて、欧米の専門家にもよく知れわたっていた。しかしその反面、一体どの慣行（ルーチン）をリーン生産方式の概念に含むべきか、どの要素をより重視すべきか、また何を修正し、何を模倣すべきか、そしてトータルシステムとしての統合性をどう維持すべきかなどの問題については、参考になる情報が不足していた。IMVPのリーン生産の本（Womack, et al., 1990）も、そうした具体的な処方箋については明確に示していなかったのである。

第二に、リーン生産方式について「言われていること」と、企業で実際に「行われていること」とが、多少異なっていた可能性がある。たとえば、ある慣行（たとえば、塗装完了バッファ管理のルーチン）に対して、トヨタ自動車の関係者が一般的な原則として記述してしていること、外部の専門家が説明していること、そして実際に起こっていることは、時として微妙に異なり、そのことがシステムに対する多様な解釈をもたらす要因となっていたかもしれないのである。

第三に、1980年代から1990年代にかけて、競争環境や目的の優先順位が変化するにしたがい、日本の製造優良企業（トヨタ自動車など）の生産システムそれ自体も、実態として絶えず変化してきた。したがって、観察者によって、そうした企業から情報を収集した時点が異なれば、データやその解釈も違ってくるわけであり、そのことがリーン生産方式の概念をさらに多義的なものにしていくのである。

こうした結果、多くの欧米自動車メーカーでリーン生産システムの導入が進展するにつれ、その導入パターン自体に関しても多様性が観察されるようになったのである。例えばある欧州企業は、現実的アプローチをとり、トヨタの生産現場で発見される多くの手法（たとえば、カンバン、アンドン、ラインストップ・ボタン、U字型機械加工ライン、自

働化、平準化など)をきめ細かく導入した。一方、別の欧州企業はリーン・システムの思想的な側面を重視し、場合によってはそれをさらに純化し、日本企業で実際に行われているよりも極端的な慣行をも自ら創り出した。さらに別の企業は、「リーン」という言葉を「企業をスリム化すること」だと受け止め、「リーン・システム化」の名のもとに労働力の削減によるコスト低減を押し進めたのである。

このように、「リーン生産」という概念の多義性ゆえに、「よりリーンになった」と主張するメーカーの間でも、具体的な解釈や実行パターンにおいては多様性が生じたのである。

収斂化と多様性をどう説明するか：製造システムの収斂化と多様性がこのように並存することを反映して、社会科学の分野でも、この現象に対する解釈が分かれるようになった。例えば一つのアプローチは、「リーン方式 = 唯一最善の方法」という公式をあくまで前提に、「純粹リーン・システム」からの距離を基準に各企業の生産システムを比較評価しようとした。そこでは、多様性は単に「製造能力」の企業間の高低を反映するものとみなされ、したがって、企業の存続のためには除去されなければならないギャップと考えられた。実際、企業やIMVPその他の研究者によって、製造パフォーマンス比較のベンチマーキング調査が続けられている。

しかし、他の研究者は、「企業は意識的であれ無意識的であれ、異なるバージョンのリーン生産方式を導入する可能性があり、それは単純な『唯一最善の方法』という図式では説明できない」と主張する。つまり、同等の競争力を持ちながら、かなり異なるバージョンの「リーン生産方式」が並存する可能性があるとみる。異なる外的環境や内的制約に直面している企業、あるいは異なる歴史や伝統をもつ企業は、異なる方法で、それぞれ自身に最適なバージョンの「リーン生産方式」を見つけ出す可能性がある、と考えるわけだ。

こうしたバージョン間の違いが大きくなると、それらは異なる「産業モデル」と呼ばれるようになるかもしれない(Boyer and Freyssenet, 1994)。しかし、それらがリーン・モデルの中の諸バージョンであるのか、あるいはリーン・モデルとは異なる産業モデルであるのか、という問題に関する、概念的な論争は本稿では展開しない。上記の解釈論争は、確かに理論的には興味深い問題であるが、ここでは、とりあえず実証研究に集中することにする。

以上を要約すると、「リーン生産方式」に関する国際比較研究における、中心テーマの一つは、システムの応用と実行の段階で観察される多様性をどのように説明するか、にあるといえよう。そして、本稿で取り上げるボディ・バッファ管理に関する事例は、このテーマとの関連で、興味深い材料を提供すると考えられるのである。

## 2. 研究の動機：リーン・ボディ・バッファ管理に関するいくつかの論点

さて、分析に立ち入る前にもう一つ、本研究の主たる動機について簡単に述べておくことが必要であろう。そもそも、いわゆる「日本的生産管理」の文献において、「バッファーおよび在庫管理」は1970年代末以来、中心的課題の一つであった。それにもかかわらず、1990年代後半という時点で、なぜこのトピックを再び取り上げねばならないのか。筆者の答をごく簡単にいうと、この点で企業間あるいは工場の間で観察された大きな違いは、実務家にとっても学界にとっても重要な論点を提供すると確信したからである。そこでこの節では、議論の出発点として、「リーン生産方式におけるボディ・バッファ管理」に関連した三つの異なる論点について考察することにしよう。

### 2.1 実務家に対する論点：今、なぜリーン・バッファ管理を研究するのか

筆者は、1990年代半ばの時点で、「リーン生産方式における在庫管理」という課題に対して、欧米の実務家の間に大きく三つの異なる反応が存在することを確認してきた。まずこれらを説明しよう。

反応1：「日本企業はもはや脅威ではない。それなのに、なぜバッファやJITのような古い問題に惑わされる必要があるのか。これは時代遅れの問題設定だ」—この種の反応は主に大衆向けのビジネス雑誌や本を通じて情報を得ている人々からよく聞かれる。このような意見はビジネス界の短期的な雰囲気や不安を正確に反映しているものの、幾つかの混乱も看取できる。第一に、この意見は「競争の脅威」と「学習機会」とを混同しているようである。第二に、全体として圧倒的に競争力をもっているとは決して言えない日本企業一般と、長期にわたって高い製造能力をもっている少数の日本企業を混同しているようにみえる。第三に、その結果として、「目先の市場パフォーマンスの改善」という短期的問題と「製造能力の構築」という長期的問題との混同が見られるのである。

確かに、円高や欧米勢の「逆キャッチアップ」もあって、1980年代に比べれば、欧米企業からみた、90年代日本の製造企業一般の競争脅威は低下したとは言えよう。しかしこれは、「日本の優良製造企業の生産システムから学ぶべきものはもう何もない」ということを直ちに意味するものではない。組織学習と能力構築は通常、長期にわたる粘り強い取り組みを必要とする。これに対して、目先の競争の脅威は短期間に変動しやすい。ビジネス・ジャーナリズムや大衆書は、その出版ビジネスとしての性格ゆえに、このような浮沈を誇張する傾向をもつ。かくして、長期的に組織学習を継続している欧米企業と、目先の脅威が減少するにしたがいそうした学習努力を中断した欧米企業とは、かなり異なる競争行動をとるようになり、その結果、仮に日本からの競争圧力が弱まったとしても、今度は欧米企業の間で大きな競争力ギャップが生じる可能性がある。こうした理由から、



本研究では、優良製造企業からの長期的学習は（それが日本企業であるか否かにかかわらず）目先の競争的脅威の短期的な浮沈にあまり影響されてはならない、と主張する。

反応2：「われわれは、日本へのキャッチアップが依然として現在進行中であることは知っている。たしかに、それは長期にわたって努力すべきものだ。しかし、競争の焦点は製品開発や情報技術といったものへと変化している。バッファー在庫やフローの管理はすでに十分に議論してきた問題であり、我々が何をすべきかは既によくわかっている」—この種の反応は、実際にベンチマーキング研究に関わっている産業内部の人々、あるいはそうした分析に関与している自動車産業専門家からよく聞かれる。たとえば、前述の国際自動車プログラム（IMVP）の90年代に入ってからの研究によると、欧米メーカーがかなりキャッチアップしてきたとはいえ、組立生産性や製造品質において、1990年代前半の日本企業の平均値は、依然として欧米企業に対し相当の優位性を維持していた（MacDuffie and Pil, 1996）。たとえば、著者は1996年の春にある欧州自動車メーカーの組立工場に掲示されていたスローガンを見たことがあるが、それは「1台当たり17人・時/台の組立生産性水準の達成を目指そう」というものであった。それはまさに、IMVPの1990年の本で公表された、日本企業の組立生産性の平均値に他ならないのである。

このように、第2のグループの人々は、いわゆる日本的製造慣行（Schonberger, 1982など）を部分的にでも導入することにより、製造パフォーマンスを改善する努力を継続してはいる。彼らは社内・社外でのベンチマーキング研究を続けている。しかしながら、時間とともに、関心の的となる分野そのものは変化する。その意味では、在庫およびフロー管理は（De Meyer and Pycke [1996] が欧州のあるサーベイ調査で指摘したように）製造部門のマネージャーの間では関心が低下している分野である。彼らの数年間のサーベイによると、調査した欧州の製造担当役員の間で「生産および在庫管理」への関心は（依然として水準は高いものの）低下していた。そもそも在庫管理（たとえば、カンバン方式）は、1970年代末以来、書物などの形で欧米に紹介されてきた日本的製造システムの中でも、最初に注目された要素のひとつであった（Ohno, 1978; Schonberger, 1982; Monden, 1983, など）。それゆえ、少なくとも「知的な収穫逦減」という現象は不可避かもしれない。著者もまた、90年代に入って欧米の実務家の関心が在庫管理のような伝統的生産管理から離れ、製品開発、製品開発と生産のインターフェース、情報技術などのトピックへと移っているという印象を受けたものである。

このように在庫管理の問題から製造担当マネージャーの関心が離れる傾向は、国際的な競争環境の実際的な変化を反映してはいる。しかしながら、こうした見解は、少なくとも次の二つの点を見逃している。第一に、バッファーや在庫一般に関する書物や文献は数多くあるが、ボディのバッファー在庫やフローの管理に関する文献は（自動車のボディがいわば

自動車の最も大きなコンポーネントであるにもかかわらず) 驚くほど少ない。たとえば、門田(1983)は一つの章でボディ順序計画の手法を扱ってはいるが、ボディ・バッファ管理全般については直接には論じていない。また、トヨタ生産方式に関する標準的な教科書(Toyota Motor Corporation, 1987など)も、ボディ・バッファ管理に関しては直接的には論じていない。トヨタの公式の社史にもまた、このトピックに関する記述はほとんどない(トヨタ自動車, 1978など)。つまり、文献をみる限り、この問題に関する研究は意外に少ないのである。

第二に、リーン方式を学ぶ多くの実務家は、日本的製造管理において「実際に行なわれていること」と「書かれたこと」との間に往々にして存在するギャップに必ずしも十分な関心を払ってこなかったようである。例えばそうした生産方式の教科書は、諸慣行の背後にある「もの作りの哲学」を強調するあまり、誇張した表現をとることがある(たとえば「在庫ゼロ」「欠陥ゼロ」「全工程において完全に同じタクトタイム」などの表現)。また、書き手自身が企業人である場合、社内での対立などを背景に、政治的な効果をねらった「宣言」として極端な表現を選択することがある。したがって、このような書物をもっぱら読む読者は、システムの概念や哲学については正確に理解するであろうが、それを実践する現実的な方法については十分に正確な情報は入手できていないおそれがある。この意味で、ボディ・バッファ管理は、「原則はよく知られているが、実行方法に関する実際の情報が意外に少ない」という上記のパターンの典型的な一例だと考えられる。

反応3：「その通り、ボディ・バッファ管理は依然として重要な問題だ」。—1996年に行った著者の先行的調査においても、幾つかのヨーロッパ自動車企業の製造マネージャーや役員は筆者の問に対して直ちにこう答え、ボディ・バッファ管理が、少なくともこれらの企業では依然として重要なトピックであることを明らかにした。もちろん、このことが、すなわちボディ・バッファ問題が他の製造上の問題より重要であることを意味するものではないが、少なくとも重要問題の一つであることは間違いない。また、ボディ・バッファの改善を重視する企業は、概してトヨタ生産方式をより効果的に実践している欧州企業としても知られていることを特記しておきたい。いずれにしても、ボディ・バッファ管理の面で真剣に問題解決活動を行っている欧州企業が少なくとも幾つかは存在していた、ということである。リーン生産方式の目標の一つが、他の面での副作用を最小化しつつ、できるだけバッファ在庫を削減することであることは明らかだが、この一般的な枠組のなかで、これらの企業は、彼らなりの固有の最適解を探そうと努力しているのである。

とはいえ、リーン生産に関する知識のレベルは、欧米企業の間でもかなりの格差が存在するようである。実際、本調査における生産担当マネージャーとのインタビューのなかでも、いわゆる「リーン生産的なボディ・バッファ管理」に関する知識のレベルは、企業

により工場によりかなり異なっていた。たとえば、「どのパラメーターを見ればいいかわからない」「どのパラメーターを見るべきかは分かっているが、他の企業がやっていることがわからない」「ベンチマーキングしている他の企業がやっていることは大体分かっているが、その数値の違いの背後にある意味がわからない」「重要ライバル企業がやっていることは大体分かっており、なぜその企業の行動が異なるかの理由も分かっている」など、様々なレベルのコメントが得られたのである。

また、組織のどのレベルの人がこの問題を深く知っているかに関しても、企業の間で顕著な違いが見られた。ある企業では、工場スタッフのみならず、生産担当役員や工場長までがボディ・バッファ問題の性格についてかなり深く理解していた。しかし他の企業では、工場の製造スタッフのみがこの問題解決のプロセスに取り組んでいた。著者の印象では、リーン製造管理の導入において先進的な欧州企業には、ボディ・バッファ管理の問題を深く理解している役員が存在する場合は、概して多かったようである。

以上のように、上記の先行的調査から著者は、1990年代後半現在、幾つかの欧州自動車メーカー（相対的に成功している企業を含む）において、ボディ・バッファ管理およびフロー管理は依然として重要問題と理解されている、と確信するに至ったのである。

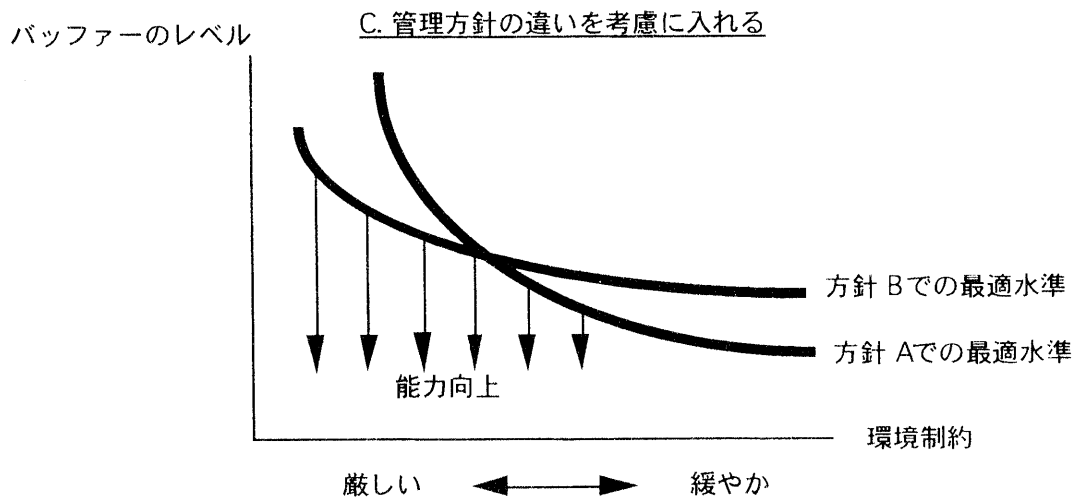
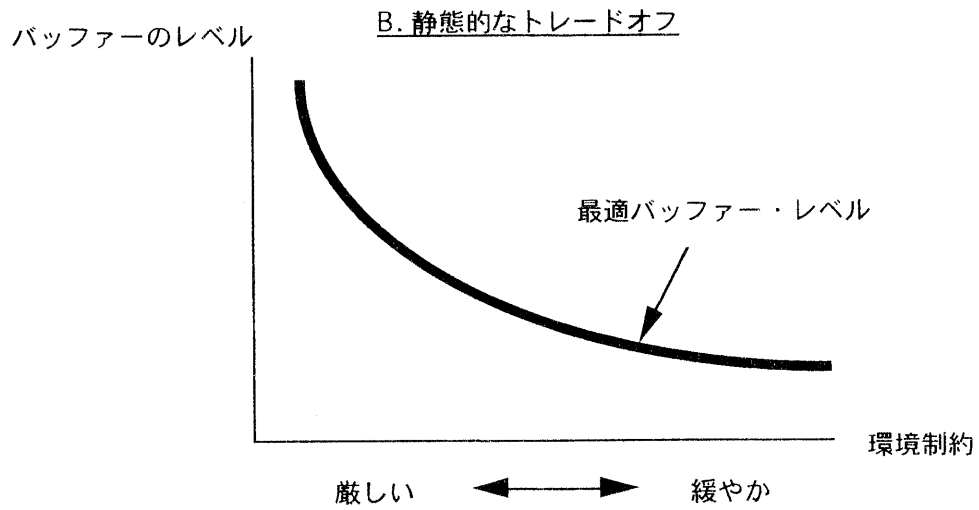
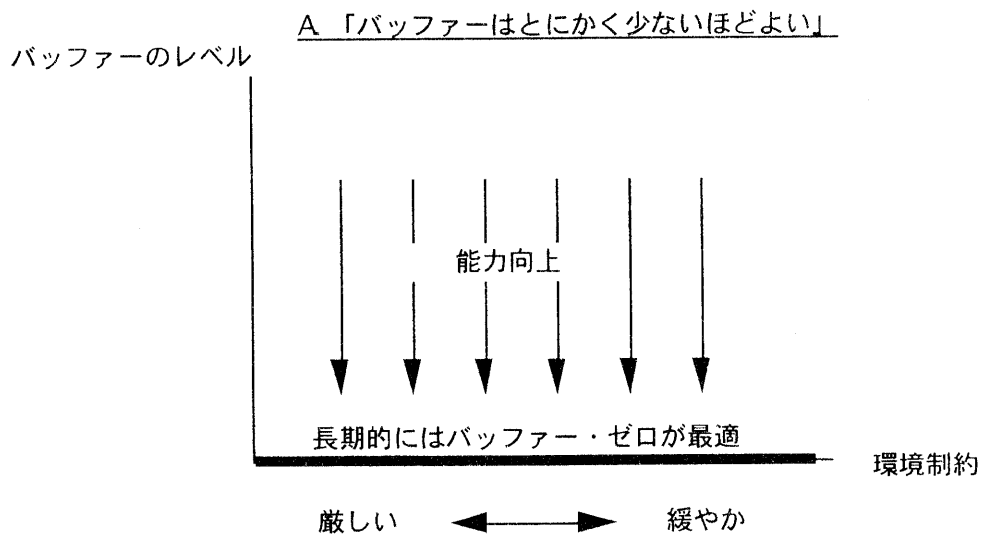
## 2.2 ベンチマーキング上の問題：生産管理方針の比較

次に、製造管理の研究者の側に目を転じてみよう。この点において本研究は、1980年代初期以来、自動車産業や他の産業で大きく発展してきた「ベンチマーキング」（競争企業のパフォーマンスと慣行に関する体系的かつ厳格な比較）に関連した実証研究の流れ（Abernathy et al., 1983; Womack et al., 1990; Miller, De Meyer and Nakane, 1992, など）と密接に関連しているといえる。一般に、製品に対する顧客の評価に密接に関係する競争力パフォーマンス・パラメーター（生産性、製造品質など）の比較においては、他のパフォーマンスにマイナスの影響を及ぼさない限り、製造パフォーマンスは高ければ高いほど望ましい。このことに関しては、研究者も実務家も一般的に合意している。しかしながら、実際の管理方針や制約条件の違いも勘案するならば、こうした比較データの解釈はそれほど単純ではない。ボディ・バッファにおける活動と慣行に焦点を当てている本研究は、この点に着目するのである。

たとえば、世界の自動車組立工場の間で、「塗装完了ボディ在庫」の実際の数に大きな違いが観察されたと想定してみよう。この場合、そうした違いをどのように解釈すれば良いのだろうか。次の三つのタイプの解釈枠組に分けて論じることができよう（図1参照）。

解釈A：ゼロ・バッファが唯一最善の方法だ。言い訳無用。バッファは少なければ

図1 ボディ・バッファ関連データの解釈



少ないほど良い。 --- この解釈は非常に単純である。すなわち、この解釈をとるリーン生産企業にとっては、バッファー在庫は、いかなる条件のもとにあっても、少なれば少ないほど良い。バッファー在庫の最も少ない企業は他の企業の目標となるべきだ。そうした目標企業との間に格差が存在するのは、単に自社の学習過程が遅いからだ。そうした企業の効果的キャッチアップを妨げる要因としては、組織の硬直性や過去の埋没投資による足かせなどが挙げられる。いずれにしてもこの解釈は、いかなる制約条件をも乗り越える企業の潜在的な能力を重視する。反面、企業ごとの戦略や歴史の違い、環境制約、その他の条件の違いはすべて無視される。その結果、このような極端に単純な見解は、現実実践上の問題に直面している実務家から「それができれば苦労はしない」といった類の反発を受けることになりやすい。

とはいえ、「言い訳は無用。とにかくバッファーを削減せよ」という単純なメッセージには、それなりの力強さがある。それは長期にわたって持続的改善の推進力として働き、通常は企業のパフォーマンスにプラス効果をもたらす。以上の見解は、基本的にジャストインタイム(JIT)の教科書によくみられるメッセージである。

解釈B：単純なデータ比較だけからはどの企業がより優れたリーン生産企業かは分からない。最適バッファー水準というのは制約条件の違いに依存するので、それぞれの工場において異なるものである。 --- 理論的には、このような状況依存（コンティンジェンシ）的な見解は、少なくとも静態的分析のレベルにおいて研究者や実務家を納得させるものである。結局、バッファー在庫削減というのは目標ではなく、生産性や品質といった上位の目的を達成するための手段なのだ、との見解である。そして、各工場は異なる戦略目標や制約条件に直面しているのであるから、工場の全体的なパフォーマンスを最大限に引き出すバッファー在庫の最適水準も、おのずと異なってくると考える。

しかし、実際にこの見解を採用することは、「言い訳の種を与える」というリスクを伴う。多くのリーン生産論者が主張するように、このような「静態的最適理論」は動的な改善や能力構築を妨げる恐れがあるのである。しかも、バッファー在庫の最適水準を決める問題は、一般に複雑すぎて、分析的方法により最適解を事前に見つけ出すのは事実上不可能である。大多数の企業は、思考実験、コンピュータ・シミュレーション、あるいは工場での実際の実験などを通じて、試行錯誤を繰り返しているのが現状である。到達した解が最適であるかについては、静態的な意味でさえよくわからない。何が最適かについての正確な知識が無い場合、上記のような状況依存的な見解（相対主義）は、工場の実務担当者には、現在の状態に安住する口実を与え、また、改善によって制約条件を乗り越え、長期にわたって組織能力を構築していく意欲を減退させてしまいがちである。それゆえ、この2番目の見解は、理論的には妥当であっても、何が最適かについての現場の人々の知識がそもそも不足している場合、実践上はむしろ問題があるかもしれない。

以上を要約すると、見解Aも見解Bも、どちらか一方だけではデータをバランスよく解釈することはできないようである。前者の見解は改善のダイナミクスと組織能力を重視する。対照的に、後者の見解は静態的なトレードオフや制約条件を強調する。しかし、生産現場における優れた実務家は、バランス感覚をもってこの二つの見解を併用しているように見えるのである。

解釈C：在庫などの製造活動データは、制約条件や動態的側面だけではなく、製造管理方針、あるいはその背後にあるロジックの違いも考慮しつつ評価しなければならない。 --  
この見解は、前述の解釈Aの改訂版、あるいはAとBとを折衷したものである。本論文はこの第3の見解を重視する。

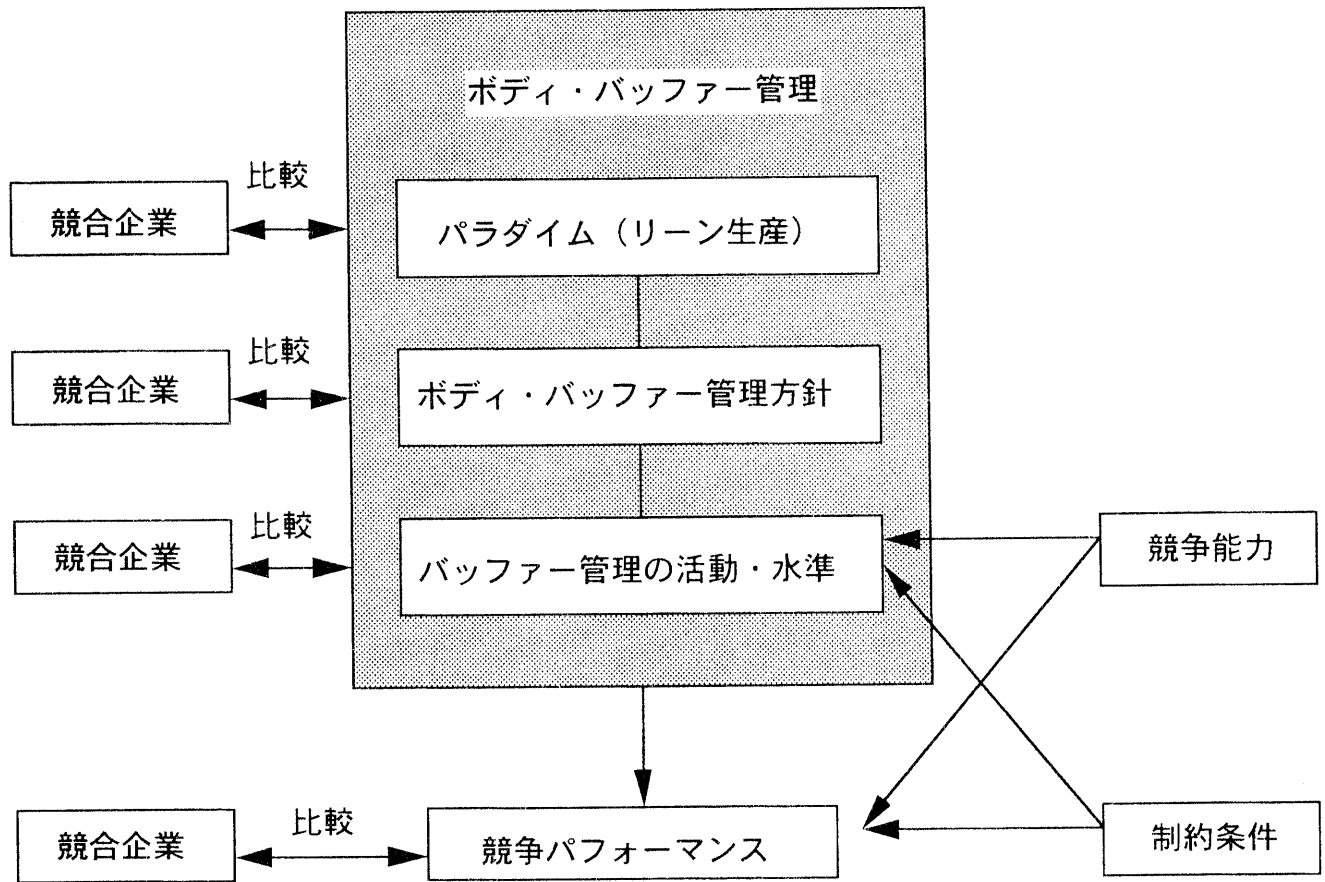
この見解によると、実際の製造活動のデータは、二つのレベルで解釈しなければならない。第一に、これら製造活動データは、各工場ごとに採用された「ポリシー」すなわち「管理方針」（内的一貫性のある一連のルーチンの組み合わせ）との関連において評価されなければならない。第二に、そうした管理方針そのものが、静態的かつ動態的な面でその工場の総合的な競争力パフォーマンスにどれほど貢献したか、という基準によって比較・評価されなければならない。

この見解の背後にある論理は、単純に言えば「製造システムは多層化しており、したがって比較も複数のレベルで行われる必要がある」ということである。一般に企業は、バッファ水準決定のような複雑な問題に対しては、ある種のヒエラルキー（階層的な秩序に従って何をすべきかの意思決定を行うことが多い（Mishina, 1995）。すなわち、(1) 基本的な製造パラダイムをまず決め、(2) 次に管理方針あるいはプログラム（一連の内的一貫性のあるルーチンの組み合わせ）を選択し、(3) それを前提にそれぞれの関連パラメーターに対して特定の活動水準を設定するのである（図2）。それゆえ、工場間の比較は少なくともこの三つのレベルで行わねばならない。この場合、結果としての数値（製造活動の水準）を単純に比較しても、それは限られた意味しか持たないかもしれないのである。

したがって、同じパラダイム（たとえば、リーン生産方式の思想）を追求する企業の間であっても、個別活動の水準（たとえば、塗装完了ボディ在庫の数）においてかなり大きな違いが観察された時、この現象を2層モデル、すなわち「活動」と「パラダイム」のみによって解釈すると混乱が発生する可能性がある。むしろ、その二つの層の間に「管理方針」（ポリシー）というもう一つの層を入れることにより、観察された比較データをより現実的に解釈することができるようになるかもしれないのである。

再びボディ・バッファ在庫の例をとってみよう。仮に、実態調査したすべての企業が、少なくともパラダイムのレベルではリーン生産方式へと収斂していることが明らかであると仮定しよう。しかし、リーン製造の達成を目指す管理方針は、山の頂上にいたる道

図2 ボディ・バッファ管理の比較研究のための基本枠組



がいろいろ存在するように、一つではなく、複数存在しうる。たとえば「ボディ・バッファ管理方針A」と「ボディ・バッファ管理方針B」は、それぞれ内的に一貫した方法でリーン生産パラダイムを指向するが、個別活動のパラメーターに対しては、異なる優先順位を与える可能性がある。たとえば、方針Aは変数1を厳格に監視・コントロールするが、方針Bは変数2の方を重視するかもしれない。このような状況で、方針Aを採っている企業と方針Bを採っている企業とを、結果としての活動変数のみで単純比較し、どちらの企業がより優れたリーン生産企業かを性急に決めるのは、あまり意味のあることとはいえないだろう。

むしろ、必要なのは次の手順を踏むことであろう。まず第一に、それらの企業すべてがリーン生産パラダイムを追求しているかを確認すること。第二に、それらの企業の下部ユニット（例えば工場）が採用している管理方針の違いを識別すること。第三に、上記の管理方針を考慮に入れた上で、実際に測定された個別活動の水準を比較し評価すること。第四に、環境条件や戦略を所与とした場合、静態的かつ動態的に上位の製造パフォーマンス指標にどれほど貢献したかを基準に、管理方針そのものを比較・評価すること。この4番目の問題について答えることはやや難しい。現在のパフォーマンスだけではなく、環境の変化や動態的な能力構築の側面をも評価しねばならないからである。どの管理方針がより優れた方針かについて評価を下すことが難しいときには、その判断はとりあえず留保し、管理方針の違いを明確に念頭に置いた上で、活動変数を暫定的に評価しなければならないだろう。

以上の議論を前提に、ボディ・バッファ管理に関する本研究は、この第三番目のアプローチをとり、同じくリーン生産パラダイムを目指す企業の間での管理方針（ポリシー）の違いを識別し、測定された数値（活動変数）それ自体だけではなく、その数値の背後にある管理方針の違いを比較しようと試みる。また本研究は、長期にわたって他の方針より優れたパフォーマンスを示すドミナントな方針が存在するか否かについても探求していくことにする。

### 2.3 動態能力に関する論点

前節では、同じ製造パラダイムのなかで活動水準にかなり大きな違いが観察されるときに比較分析の枠組について論じた。ここでは、この現象の動態的な側面に注目してみることにしてしよう。一般的に言って、ある複雑で安定したシステム（すなわち構造）に関して多様性が観察されるとき、その多様性の原因を説明するためのアプローチは、大きくいって少なくとも二つ存在する（藤本、1997）。一つは「機能論的な分析」である。このアプローチでは、意図したかにせよ意図しなかったかにせよ、それぞれのバリエーションはそれぞれのシステムを存続させる一連の「機能」（Merton, 1968）を持っていることを示そうとするのである。もう一つは「発生論的な分析」である。このアプローチは、歴史的に



辿ってきた経路の違いによって、システムのそれぞれのバージョンの違いを説明しようとする。それぞれの発達経路は、変化する環境に対するシステムの一連の適応行動の累積的結果であるが、環境変化に対して短期的には最適とは言い難く、また各バージョンごとに特殊的である。こうした「機能論的分析」による説明と「発生論的分析」による説明は、一致することもあるが、必ず一致するとは限らない。いずれにせよ、この二つのアプローチは多くの場合、相互補完的な関係にあり、ある現象をより完全に理解するためには、この2つを統合した進化論的枠組が必要である(Fujimoto,1994,1995; 藤本, 1997)。

本稿は、ボディ・バッファ管理に関する「機能論的分析」アプローチから出発する。すなわち、本稿の段階では、ボディ・バッファ在庫の持つさまざまな「機能」の全体像を示す分析枠組、および、ボディ・バッファ管理において企業間・工場間で観察される多様性を説明するための、一連の仮説を提示することにする。しかしながら、今後の課題としては、管理方針の多様性を進化論アプローチによって説明することを考えたい。すなわち、ボディ・バッファ管理方針の動態的側面を探ることにする。それぞれの企業がどのような経路で異なる解決策に至ったか、またその理由は何かを探るため、組織学習、問題解決、環境への適応、組織能力構築などのパターンについて、企業間・工場間の発展経路の比較分析を行っていきたい。

このような研究動向の背景を考えてみよう。社会科学や経営戦略・組織問題に対する動態的アプローチの応用は、特に1980年代以来ますます注目を集めるようになった。経済システム・企業システムのレベルにおいては、進化経済学や経営戦略に関する、動態的アプローチによるさまざまな研究が行われてきた(Penrose,1959;Nelson and Winter, 1982; Dosi,1982; Chandler, 1990; Teece,et al.,1992)。そうした研究の多くは、標準的な経済分析方法や経営戦略論における、静態的あるいは事前合理的パースペクティブに対する批判がその出発点となっている。

他方、製造管理における動態的アプローチは、生産管理論 (production and operations management) の主導的な研究者によって主張されてきた (Jaikumar and Bohn,1984;Hayes and Wheelwright, 1985; Hayes et al,1988, など)。この方向での研究は、部分的にはいわゆる「日本的製造管理」の登場の影響を受け、また部分的には1970年代までの伝統的なアメリカ型大量生産方式に対する批判をその出発点としている。

しかしながら、こうした戦略論と生産管理論における二つの研究の流れは、その動機の違いや分析単位のレベルの違いから、これまで緊密に統合されることはなかった。こうした従来の流れを踏まえ、著者は、一方における経済学や経営戦略論に対する進化論アプローチと、他方における技術・生産管理論の詳細な実証研究とを、より強く結びつけようと試みてきた(Fujimoto,1994,1995)。本研究のボディ・バッファ管理に対する歴史的な部分は、経営学研究のこうした趨勢に沿った、一つの試みと見なすことができるのである。

これまで、自動車のボディ・バッファ管理に関わる幾つかの実践的・学術的問題につ

いて論じてきた。そこで以下では、上記の論点に答えるための分析枠組と仮説を提案することにしよう。

### 3. ボディ・バッファ管理の定義と分析枠組：機能的アプローチ

#### 3.1 ボディ・バッファ在庫分析の基礎

ボディ・バッファ・フロー管理方針（ポリシー）の定義： 一般にボディ・バッファ管理方針は、「ボディの投入順序やロット・サイズ、様々な場所にあるバッファの水準、ボディの流し方のパターンなどをどう決めるか、などに影響を与える工場の管理方針、すなわち相互関連した一連のルーチン」と定義できる。また、ボディ・バッファ・フローに関する意思決定は大日程生産計画（aggregated production plan）、作業時間（交替パターン）、工場レイアウトなどに関する意思決定とも密接に関連している。つまり、ボディ・バッファ・フロー管理方針は組立工場における伝統的な生産計画および工程管理の大部分の側面と結びついているのである。

「小宇宙」としてのボディ・バッファ管理：本研究は、ある種の「小宇宙」として自動車組立工場のボディ・バッファという研究テーマを選択した。「小宇宙」とは、トータルシステムの一部でありながら、研究者に全体システムの特性に関する多くの示唆を与えてくれる事象のことを意味する。

(i)中核要素である：ボディ・バッファはトヨタ生産方式、あるいはリーン生産方式の中核的な要素である。それを削減することがリーンになるための重要な経路の一つであることは明らかである。他の条件が同じであれば、どのボディ・バッファであれ、可能な限りその水準を削減すべきだと、リーン生産企業は共通に考えている。

(ii)処方箋の教科書はない：それにもかかわらず、リーン生産の文脈において、ボディ・バッファとボディ・フローをどのように管理すべきかを明確に説明した文献はほとんどない。門田（1983）のように、品種別数量の平準化という観点からボディ着工順序について論じている研究はあるが、ボディ・バッファの持ち方そのものについてはトヨタ生産関連の教科書では意外に論じられていない。

(iii)自主学习：したがって、リーン生産方式を採用している会社は、試行錯誤を通じて、自らの経験や哲学、あるいは歴史的制約に基づいてこの問題の解決策を見つけないといけない。ここでは教科書は役に立たないので、ボディ・バッファ分野における意思決定には、その会社の製造に対する基本的な思想が反映されやすい。このことがボディ・バッファ管理に関する工場間の多様性を生み出すのである。

(iv)相互依存：ボディ・バッファに対する意思決定は生産管理のさまざまな側面、

たとえば、組織能力、事業戦略、環境制約などと密接に関連している。たとえば、基本的な工程能力、自動化の水準、手直しや設備保全の能力、サプライヤーの製造能力、工場レイアウトおよび立地、製品のカスタム化および多様化に関する戦略、製品設計思想（たとえばモジュール化の度合）、などといった多くの要因が、この意思決定に影響を与える。

上記のような特徴をもつ結果、企業ごとのボディ・フローとボディ・バッファーに関する管理方針を研究することができれば、トータルな製造システムのレベルにおける組織学習や問題解決のパターンが企業間でどう違うかを明らかにすることもできると考えられるのである。

### 3.2 ボディ・バッファーの機能

前節ではボディ・バッファーの基本的特性について述べた。この節以降では、まず分析枠組を提示し、そこから一連の諸仮説を引き出すことにする。まず、在庫をタイプ分けする枠組から出発することにしよう。

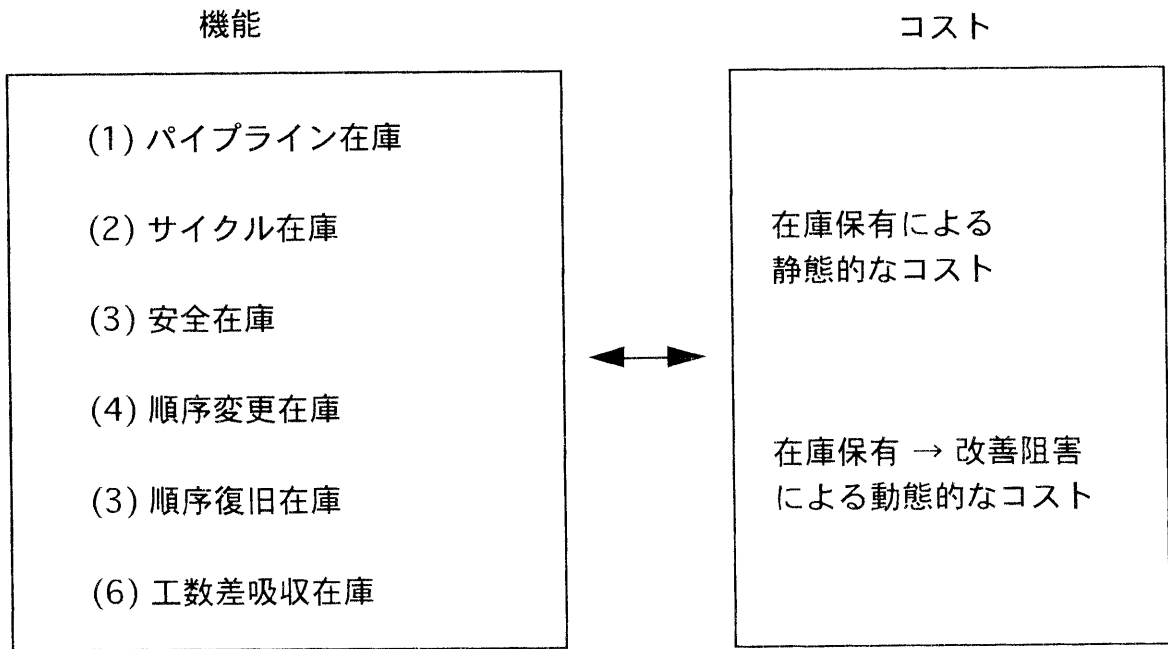
一般的に言えば、在庫というのは原材料、仕掛品、完成品などが消費者にとっての価値を吸収していない状態である（藤本、1997）。したがって、トヨタ生産方式に関する教科書では、在庫は除去すべき、あるいは可能な限り削減すべき「ムダ」、すなわち価値を生み出していない活動と見なされている。これが在庫に対する原則的な考え方である。

しかしながら、実際には在庫は広範に存在するし、そこには、ジャストインタイムの最も積極的な信奉者ですら認めざるを得ない、ある種の「機能」、あるいは少なくとも「理由」が存在する。一言で言うと、バッファー在庫の機能は、流れ工程の二つの作業ステーションとそれらに関連したパラメーターにおけるある種の違い、特にリードタイムの違いを吸収することである。在庫は、その機能に基づいて幾つかのタイプに分類することができる。この点に関しては、生産管理の標準的な教科書に出ている在庫の基本的概念と分類体系をほぼ直接にボディ・バッファー在庫のケースにも適用することができる（たとえば、Chase and Aquilano, 1985）。

これに従い、ボディ・バッファー在庫、あるいは一般的に製造工場の在庫は、次のように機能別に分類できる（図3参照。以下においては、ステーションAとBの間に在庫が存在すると仮定しよう）。

(i) パイプライン在庫：これは、ステーションAとBの場所の違い、すなわち距離によって発生する最も単純な形の在庫である。いいかえれば、パイプライン在庫は距離を吸収するためにリードタイムを生み出す。バッファーのサイズはAとBの距離と仕掛品在庫の輸送スピードに依存する。たとえば、塗装工場と組立工場が何らかの理由で500m離れているとしよう。前者から出た塗装完了ボディは、「チューブ」（チェーン・コンベヤー、

図3 バッファ在庫の機能とコスト



あるいはトラックなど他の輸送手段に載せられたボディが通過していく空間)を通じて後者の工程へ輸送される。そのチューブ内での輸送スピードがたとえば、1分当たり5メートル(1分当たりボディ1台分)で、組立ラインと同期化されているとすると、そのチューブには100台のボディ在庫が存在することになる。

こうしたパイプライン在庫に他の機能がまったくない場合においても、単なる距離のために、工場はこの在庫を保有しなければならない。しかし、パイプライン在庫は「リードタイムかせぎ」のような他の機能をもつこともある。たとえば、ある組立メーカーが、ボディがステーションAに来た段階で、サプライヤーにボディ順序の確定情報を流して、ある部品をステーションBにボディ順序通りに納入するように指示するとしよう。この場合、その組立メーカーは、サプライヤーが時間内に順序納入できるよう、ステーションAとBの間に十分な時間を確保しておく必要がある。もしも現状でAとBの間の時間が短すぎるならば、組立メーカーのリードタイムとサプライヤーのリードタイムの格差を埋め合わせるため、その組立メーカーは意図的に追加的なパイプライン・バッファ在庫を持たなければならない。このように、パイプライン・バッファの存在に関して距離以外の理由がある場合、このタイプの在庫は「意図的なパイプライン在庫」と呼ぶことができるだろう。

(ii) サイクル在庫：二つ目の在庫タイプは、生産ペースの違いと、またその結果生じる稼働時間の違いを吸収するために設けられている。原材料の輸送が関連する場合には、サイクル在庫は輸送バッチによって発生されるが、その原理は前者と同じである。たとえば、塗装工程は時間当たり75台のボディの塗装能力を、組立工程は時間当たり50台の組立能力を持っているとしよう(ここでは単純化のためダウンタイムすなわち設備停止時間は無視する)。両工程のバランスを維持するための解決策の一つは、組立ラインの稼働時間を塗装稼働時間の2/3に制限することである(たとえば、塗装は2交替で1日16時間、組立は3交替で1日24時間にすれば、各ステーションは1日当たり1200台ずつを作ることになる)。この場合、塗装完了ボディは2交替の間、時間当たり25台(75-50)のペースでたまり、400台でピークに達するが、塗装ショップの作業が止まった最後の交替の間は時間当たり50台のペースでボディ在庫はなくなっていく。このように、ボディ在庫水準は1日を通じて規則的に上がったたり下がったりする。このようなサイクル在庫は、設備上の技術的制約が工程間の能力のアンバランスを生み出す程度に応じて必要となるが、また、過去におけるバランスの悪い生産能力計画の結果、歴史的に作り出されたといえる場合もある。

(iii) 安全在庫：このタイプの在庫はあるステーションでの設備の運転停止、あるいはその他のライン・ストップを吸収するために作り出される。本質的に、安全在庫の機能は、工程上にあるそれぞれのボディの間のリードタイムの格差を吸収することである。たとえば、機械の故障で塗装ラインが1時間止まったとしよう。バッファがなければ、下流工程(組立)と上流工程(溶接)もただちにストップすることになる。しかし、塗装ラ

インの末端に1時間分の塗装完了ボディ・バッファがあり、また塗装ラインの入り口にあるホワイト・ボディ・ストレージに1時間分の在庫収容能力があるとすれば、組立と溶接の両工程はライン・ストップせずに作業を続けることができる。この場合、塗装着工と組立着工の間のリードタイムがバッファなしならば5時間であると想定しよう。塗装工程が止まったとき、その工程にあるボディは $5+1=6$ 時間を必要とするが、1時間分の塗装完了ボディ・バッファはこのリードタイム格差を吸収することができ、塗装ラインがストップしてもすべてのボディは6時間という同じリードタイムを持つことになる。同様の原理はその他の工程にも当てはまる。

さらに分解してみると、ステーションAとBの間の安全在庫水準は、二つの要因によって決まることが分かる。第1に、AとBの間のリードタイムの分布パターン。それはステーションAでの設備故障の頻度と、故障した場合のライン復旧時間の分布によって決まる。第2に、在庫保有コストと、ステーションBのラインストップの機会費用、そして、バッファを減らすことによる改善活動への圧力という動的効果などを考慮した上での、下流工程（ステーションB）におけるラインストップの最適水準。

また、安全バッファは、コントロールできないシステム故障だけではなく、意図的な（あるいはコントロールされた）ラインストップに利用されることもある。たとえば、ある組立ラインの監督者は、新しい組立方法を試すため、5分間のラインストップを要する小規模の実験を組立ライン上で実施しようとするかもしれない。この場合、5時間分のボディ・バッファ在庫とボディ・ストレージがこのラインの両端にあれば、他のラインをストップさせずにその実験を行うことができる。広い意味での安全バッファは、そうした意図的なラインストップのためのディカップリング・バッファを含むのである。

(iv) 順序復旧在庫：このタイプの在庫は、工程内にある異なるボディ間の、リードタイムの格差を吸収するという点では上記の安全バッファと同じ機能を持っている。違う点は、リードタイム格差の原因が、上記のような設備故障や工程ストップにあるのではなく、ある特定ボディの不具合を手直しするところにある、ということである。したがって、リードタイムの計画からの逸脱は、故障により停止されたシステム上にあるすべてのボディではなく、ある特定のボディにおいて起こり、それによって工程内のボディの順序が変わるのである。いいかえれば、順序復旧在庫の機能は、ボディ手直しやその他のノイズによって乱れたボディの順序を元の計画順序に復旧させることにある。たとえば、塗装の手直しがかなり頻繁に行われ、その手直しに最大2時間かかると想定してみよう。その工場が2時間分の塗装完了ボディ・バッファのスペースをライン末端で持っていれば、手直しされたボディがやって来るまで良品のボディを待機させ、元の計画通りの順序に復帰させることにより、最終組立工程は計画順序通りに着手することができるのである。

したがって、最適のライン・バランスや部品納入の同期化などの理由で、元々の計画通りのボディ順序に復帰させる必要が大きいほど、順序復旧在庫の機能は重視されるのであ

る。

(v) 順序変更在庫：このタイプのボディ在庫は、異なるボディ間のリードタイム差を生させるといふ点において、それを吸収する機能をもっている順序復旧在庫とは異なる。いいかえれば、この在庫は工程Aと工程Bの間で、ボディ順序を変更するために利用される。たとえば、塗装ラインでの最適ボディ順序と組立ラインでの最適ボディ順序が異なるため、ボディ順序計画は両工程で別々に作られると想定してみよう。例えば塗装ラインは、塗色の切り替えのため生じる段取替時間の浪費や、そのたびに浪費される原料やシンナーなどを最小化するため、同じ色を一定のバッチとしてまとめて生産しようとする。これに対して、組立ラインは、ライン・バラシングや資材・部品の消費ペース均等化のため、品種別数量の平準化に固執する。こうした場合、塗装完了ボディ・バッファは、ボディ間でのリードタイムの差を意図的に作り出し、それによって塗装ラインと組立ラインの間でボディの順序を変更するために利用されるのである。

(vi) 工数差吸収在庫：このタイプの在庫はそれほど目立つものではないが、例えばボディごとの所要組立工数（製品の複雑さ）に大きな違いがある場合、組立ラインなどにおけるステーションAとステーションBの間のリードタイムを一致させるためによく利用される。たとえば、フルオプション装着の工数を多く要する車（組立工数が多い）と、それらのない標準モデル（組立工数が少ない）を比較してみよう。前者の場合には、組立工程で付加される価値を吸収するためにより多くの時間が要され、その結果、そのリードタイムは後者より長くなることになる。そうした所要組立工数の違いを吸収する方法のひとつは、所要工数の多い車のために、二つ以上の組立作業を同じステーション上で空間的にオーバーラップさせることである（平準化の考え方）。しかし、もう一つの方法は、工数の少ない車はバッファ（空の）工程を通過させることである。たとえば、組立ライン上にサン・ルーフ装着のステーションがあるとすると、フルオプションの車種はこのステーションでサン・ルーフが組み付けられるが、スタンダードの車種はこの工程を単に通過させる。この場合、スタンダード車種のボディはこの工程においては一種の在庫に他ならない。

しかし、この種の工数差吸収在庫は通常、各工程の内部にあるので、この機能は塗装完了ボディ・バッファのような工程間在庫には直接的には影響しない。

在庫のコスト：前項では、機能的に異なる在庫タイプについて論じた。しかしながら、言うまでもなく、それぞれのケースにおいて、在庫の機能から得られる利得は、在庫保有のコストと慎重に比較されなければならない。伝統的な分析では、上記した機能から得られる利得は静態的な在庫保有コストと比較されていた（たとえば、経済的発注量公式＝ $EOQ$ ）。しかし、ジャストインタイムやトヨタ生産方式の文脈においては、むしろ在庫の動態的コストを重視する。すなわち、在庫は、それがなければ顕在化される問題を隠蔽

し、継続的改善への圧力を減少させると考えるのである。しかし、トヨタ方式の教科書では、この動態的側面があまりにも強調されるため、読者は在庫の動態的コストが途方もなく高いという印象を持ちやすい。すなわち、在庫はその機能や理由が何であれ、問答無用で限りなくゼロに近く削減していかねばならないものと仮定されるのである。

原則においては、これは正しい考え方である。しかし、実際には、このことが、トヨタ自動車のような企業が在庫の持つ機能を無視していることを意味するのではない。たとえば、トヨタ自動車は、安全在庫を貯めておくという考え方には原則的に反対する。それが改善への推進力を妨げるからである。しかしそれは、実際に安全バッファを常にゼロにすることを意味しない。実践のレベルにおいては、企業は上流での自動化水準や工程能力、保全能力、その他の制約条件を考慮に入れて、安全バッファの最適水準を慎重に探し求めているように見える。その上で、こうした能力や環境条件を改善することによって、安全バッファ水準の持続的な削減に取り組むのである。繰り返しになるが、原則は厳格に守るが、現実の実行パターンは多少は柔軟なのである。

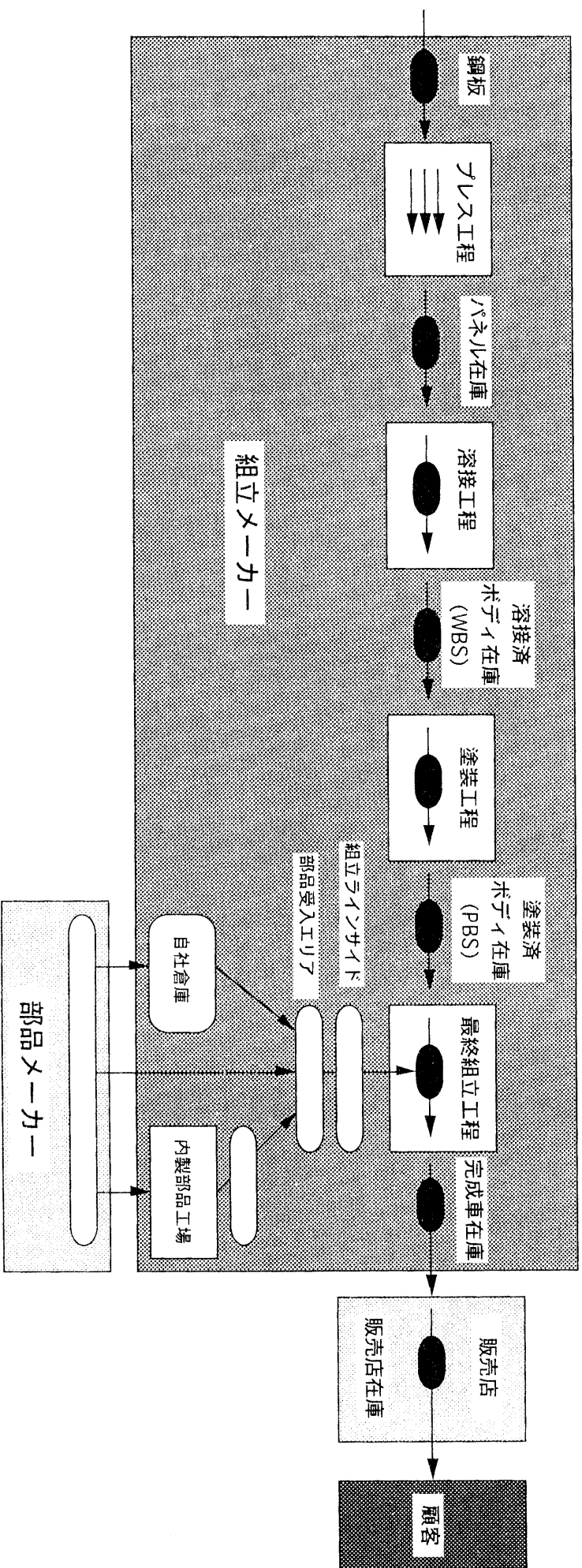
### 3.3 ボディ・バッファの所在：どこをリーンにしたいのか。

バッファシステムの管理：これまでステーションAとステーションBの間の単一の在庫エリア（たとえば、塗装ステーションの末端と組立ステーションの入口の間にある塗装完了ボディ・バッファ）を想定して、ボディ・バッファの潜在的な機能およびコストについて論じてきた。しかし、実際の状況においては、組立には多数の工程段階があり、さまざまな加工段階のボディ・バッファ在庫が組立工場のさまざまな場所に配置されていることは言うまでもない。したがって、ボディ・バッファ管理は単一地点においての在庫管理のみならず、互いに関連したボディ・バッファのネットワークの管理をも意味する。また、仕掛かりボディ在庫は、上流のプレスショップでの資材や仕掛かり在庫、組立ラインでの部品在庫、組立ラインから出た完成品の在庫（メーカーおよびディーラーの在庫）など、他の在庫とも相互依存している（図4参照）。こうした在庫を場所によって分類してみよう。

場所による分類：今日の多くの自動車メーカーの組立工場は、広い意味で、次の四つの工場（ショップ）で構成されている。すなわち、プレス工場、溶接工場、塗装工場、最終組立工場である（もっとも、例えばアメリカではプレスショップは他の工場に分離されている場合も多い）。また、4つの工場はそれぞれ幾つかの工程からなり、さらにその工程はライン・セグメントや作業ステーションへと分解することができる。さまざまなタイプのボディ・バッファ在庫は、これらの工場、工程、セグメント、ステーションの間に存在している。これらは次のように整理することができる。以下は、量産組立工場の標準的な工程構成のケースである：



図4 在庫の配置：どこをリーンにするか？



● ボディ系在庫

○ その他の部品在庫

(1) 工場（ショップ）の間の在庫（ボディ・バッファーは下線してある）

プレス工場の前：鉄板コイル在庫

プレス工場と溶接工場の間：パネル在庫

溶接工場と塗装工場の間：ホワイト・ボディ・ストレージ/在庫塗装工場と最終組立工場の間：ペイント・ボディ・ストレージ/在庫

最終組立工場の後：完成品在庫、ディーラー在庫

(2) 工場内・工程間の在庫（ボディ・バッファーは下線してある）

プレス工場…… ブランキングとプレスの間：鉄板在庫

溶接工場…… アンダーボディ工程とメインボディ仮付け工程の間

メインボディ仮付け工程とメインボディ増打ち工程の間メインボディ増打ち工程とボディ建付工程の間ボディ建付工程とボディ仕上げ工程の間

塗装工場…… 前処理工程と電着塗装（下塗り）工程の間

電着塗装工程と下塗り工程の間下塗り工程と中塗り工程の間中塗り工程と上塗り工程の間上塗り工程と塗装仕上げ工程の間最終組立工場…… トリムラインとシャシー（メカニカル）ラインの間シャシーラインとファイナルラインの間ファイナルラインと最終検査ラインの間(3) 工程内ボディ・バッファー … 上記したそれぞれの工程内(4) 部品在庫 …… 組立ラインサイド

塗装ショップの受け入れ部品の置き場

工場内部の倉庫

工場外部の倉庫

サブ組立ラインとメイン組立ラインの間

バッファー間の相互関係：異なる場所のバッファーは在庫システム管理の全体的な枠組の中で互いに関連している。長期的には、工場はその製造能力を向上させることにより、また内的・外的制約を乗り越えることにより、バッファーの全体的な水準を削減することができる。ジャストインタイムやトヨタ生産方式関連の文献では、こうした長期的側面が重視されている。しかし、ある特定時点においては、異なる場所にあるバッファー間のトレードオフ関係を回避することはできない。

たとえば、最終顧客の注文（ディーラーの注文やメーカーの販売予測ではなく）に基づ

いて車を生産している工場は、組立ラインの後には完成車在庫はほとんど持っていないが、最終顧客の注文そのものの不確実性（たとえば、最終的なオプション内容の変化）を吸収するために、多くの部品在庫を保有しなければならない傾向がある。また、サプライヤーからの順序納入方式（ボディ順序に合わせて部品を生産・納入する）を多く採用することによって、低水準の部品在庫を目指す他の工場は、サプライヤーに納入リードタイムを十分に与えるために、組立工場内あるいは塗装工場と最終組立工場間のボディ・バッファを増やしておく必要があるかもしれない。さらに、トヨタ生産方式を推進する別の工場は、品種別の数量を平準化することによって、部品納入にカンバン方式（すなわち、後工程引き取り方式）を導入し、また部品を多頻度で発注しようとするが、この方法では、ボディ順序を塗装と組立の間で変更するために、一定量の塗装完了ボディ・バッファを保有しなければならないかもしれない。この場合、その在庫水準は塗装工場のフレキシビリティに依存するだろう。

このように、長期的にリーン生産を目指す企業の場合でさえ、短期的には、所与の製造能力や制約条件、そして方針選択を前提とした上で、そうしたバッファ間のトレードオフ関係を考慮に入れ、「どこをリーンにしたいのか」という問題に答えねばならない。異なる企業、あるいは同じ企業内であっても異なる工場は、全体として同じ程度のリーンさ（例えば仕掛品在庫回転率のレベル）を獲得するのであっても、具体的なボディ・バッファの配分に関しては異なる解答を持つかもしれないのである。

他の製造管理方針との相互関係：前節では、異なる場所にあるボディ・バッファは互いに関連しているから、同時に管理されなければならないと主張した。これに加えて、ボディ・バッファ管理それ自体は既に述べたように、他の製造管理や技術管理の要素に影響を与えとともに、その影響も受ける。

たとえば、工程管理において、長期および短期の生産計画は、バッファ管理に対する意思決定と関連している。工場全体の立地やレイアウトに関する計画は、ボディのパイプライン在庫の水準に影響を与える。長期の生産能力計画は、サイクル在庫の水準に影響を与える。他方、ロットサイズ（たとえばプレス工程における）の決定やボディ順序の決定（溶接・塗装・組立における）は、ボディの順序変更在庫の水準とパターンに直接的に影響を与える。また、生産形態の選択、たとえば、最終顧客注文に応じた生産か、あるいはディーラー在庫、またはメーカー在庫に対応した見込生産かの選択は、部品在庫および完成品在庫の水準に直接に影響を与える。

品質管理においては、それぞれの工程での不具合の手直し能力のみならず、「品質作り込み」の工程能力、品質検査の標準などが順序復帰在庫などの水準に影響を与える。また、不具合をどう処理するかに関する管理方針（たとえば「手直しエリアへ跳ね出し」「ラインをストップして手直し」「ライン末端まで流してから手直し」など）は、安全バッファや順序復帰在庫の水準に影響を与える。

設備管理においては、各工程の自動化水準は安全バッファの水準、ダウンタイム率、故障からの回復時間などの影響を受ける。そして、それらは工程能力、保全専門要員の能力、TPM (Total Productive Maintenance) における自主保全の能力などの影響を受けるのである。

購買管理においては、部品納入方式のタイプ、すなわち、定時によるバッチ納入、順序納入、カンバンによる後補充（プル）式の納入などの間での選択は、順序復帰在庫、順序変更在庫、あるいはパイプライン在庫などの水準やパターンに影響を与える。また、こうした納入方式の選択は、部品設計のモジュール化や部品共通化、製品多様性、オプション・パッケージ政策などに影響される。

人的資源管理においては、生産現場の基本作業グループの教育訓練や権限移譲の程度に関する工場の選択が、各グループで発生する、計画的あるいは非計画的なラインストップの影響を吸収する安全バッファの水準をどの程度持つかに関する意思決定に影響を与える（藤本、1997）。

以上のように、ボディ・バッファ管理は製造管理の他の多くの要素と絡み合っている。したがって、前述のように、この問題に焦点を当てるならば、結局は、自動車工場の組立工場管理全般に対する分析が必要となる。その意味で、ボディ・バッファ管理は、いわば「小宇宙」なのである。

#### 4. バッファ水準の決定要因：塗装完了ボディに関する諸仮説

##### 4.1 塗装完了ボディに関する幾つかの基本的事実

ボディ・バッファ問題の基本的な性格について論じたので、次に、ボディ・バッファの意思決定に影響を与える要因に関する一連の仮説を提案することにする。バッファシステム全体に関する意思決定はかなり複雑であるので、この節では再び、塗装工場と組立工場間の塗装完了ボディ・バッファに焦点を絞り込む。しかしながら、ここでの議論は他のバッファ在庫の分野にもほぼ直接的に応用できると考えられる。

1990年代においてほぼ定型化された事実、すなわち、欧州、米国、日本において事実上すべての量産車メーカーが、少なくとも主観的には「リーン製造企業」を指向しているという事実から議論を始めよう。この事実は、経営幹部やマネージャーの発言、社内資料、雑誌や新聞記事、企業の実践的な行動プログラム、その企業のパフォーマンス改善等を見れば容易に確認される。この事実を前提として設定した、本研究の核心的な問題関心は、「リーン生産という同じ製造パラダイムを共有する製造メーカーの間でなぜ塗装完了ボディ・バッファの水準は大きく異なるか」である。

塗装完了ボディ・バッファの水準が地域間・企業間・工場間でかなり異なるということは、既存研究でも既に指摘されてきた。たとえばMacduffie and Pil(1996)が収集・分

析した前記IMVPのデータによると、ペイント・バッファ・ストレージ（一交替当たり生産台数に対する％で測定された在庫スペース）の平均水準は、日本17%、米国28%、欧州61%であった。

塗装完了ボディ・バッファそのものにおける企業間の違いは一層より大きい。体系的なデータ分析は本稿の範囲を超えるものであるが、1996年に行った先行的なフィールド調査によると、塗装完了ボディ・バッファの違いは相当大きいことが既に明らかになっている。欧州にある組立工場約10社（欧州の日系工場を含む）のケースにおいて、そのバッファ水準はほぼゼロから数百（二交替での約1日分の生産量に匹敵）まで幅広く分布していたのである。

非常に興味深いことに、最も低い水準の塗装完了バッファをもつ企業は、日本の工場でもなければ、日系現地工場でもなかった。また、同じ会社の組立工場の間でも塗装完了バッファの管理方針や在庫水準は大きく異なることがあった。こうした予備的なデータは、企業間・工場間での塗装完了ボディ・バッファ管理の違いが相当に大きいことを示唆していると言えよう。

#### 4.2 仮説導出の前提となる一般分析枠組

塗装完了ボディ・バッファの水準に関する、工場間のこうした違いはどのように説明することができるのだろうか。一般的にいうと、ボディ・バッファの水準は該当工場の製造能力、工場の内的・外的な制約条件、ボディ・バッファと関連した管理方針・戦略の選択などによって決まる。この場合、そうした管理方針には、ボディ・バッファの全体水準、さまざまな場所へのバッファの割り当て方（「どこをリーンにするか」に関する選択）、そして、それぞれのバッファ・エリアに持たせる機能などに関する意思決定が含まれる。また、前述のように、他の製造管理方針も塗装完了バッファの水準に影響を与える。

より具体的には、3.2節で論じた一般分析枠組みを適用することができる。すなわち、塗装完了ボディ・バッファ在庫およびストレージのサイズとパターンに影響を与える要素は、その機能面から次のようなカテゴリーに分類することができる。

(1) パイプライン在庫として塗装完了ボディに影響を与える要因：

(1a) 塗装工場と最終組立工場間の距離

(1b) 順序引き納入者の納品リードタイム

(2) サイクルタイム在庫として塗装完了ボディに影響を与える要因：

(2a) 塗装工場と組立工場の生産能力の違い

(2b) 両工場の交代パターンと作業時間の違い

(3) 安全在庫として塗装完了ボディに影響を与える要因

(3a) 塗装工場のライン故障の頻度

(3b) 塗装工場のライン故障から回復にかかる時間の分布

(3c) 塗装工場の故障による組立ラインストップのコストおよび組立ラインストップ率に影響を与える他の要因

(3d) バッファーがもたらすより高い工程自律性による期待便益

(4) 順序復旧在庫として塗装完了ボディに影響を与える要因

(4a) 塗装工場での塗装手直しの頻度

(4b) 塗装手直し時間の分布

(4c) 最終組立工場での実際のボディ順序が組立順序計画から逸脱することによって生じるコスト

(5) 順序変更在庫として塗装完了ボディに影響を与える要因

(5a) 組立工場での大ロットでボディを流すことのコスト

(5b) 塗装でランダム(ロットサイズ=1)順序でボディを流すことのコスト

(5c) オーダーエントリーシステム (注文順序と着工順序の関係)

(6) 企業が見積もる在庫コスト

(6a) 静態的な在庫保有コスト

(6b) 改善圧力が低下することによる動態的在庫コスト

こうした因果関係をさらに掘り下げていくことによって、塗装完了バッファー在庫の水準や動きを説明するための一連の仮説に至ることができるが、それは後段(4.4節)で論じることにする。繰り返しになるが、多くの場合、他のボディ・バッファー分野にもこれと同じロジックを応用することができる。

いずれにしても、数値の背後にある管理方針や制約条件を吟味することもなしに、ボディの台数を単純に比較評価することはあまり意味がなく、誤解を招く恐れさえある。そうした数値は常に、各組立工場でなされた方針選択の歴史的な文脈の中で解釈されなければならないのである。

#### 4.3 ボディ順序方針の諸類型

具体的な諸仮説を引き出す前に、ボディ順序に関する二つの異なる基本管理方針を明確に区別しておかなければならない。前述したように、「ボディ順序の設定」という問題はボディ・バッファー管理と最も密接に関連している分野であり、それゆえ、特に注目する必要がある。再び、塗装工場と最終組立工場に絞って考えてみよう(溶接のような他の工程にもほぼ同じ議論をすることができる)。

(1) 固定順序方針: この方針は、塗装ボディ順序(すなわち上流での順序)と組

立ボディ順序（すなわち下流での順序）を、少なくとも計画段階においては同じ順序にする方針である。

固定順序方針は主に次の三つの状況において追求される傾向がある。第一に、ある企業が塗装工場と組立工場の制約条件と目標を総合的に考慮して全体的として最適な統一的ボディ順序を算出しようとする場合、両工場は同じ順序（いわば折衷案）を共有することとなる。しかしながら、この場合、その順序は、両工場それぞれにおいては、最適の解ではなく次善の解である。第二に、塗装工場に考慮すべき制約条件がなく全体的にフレキシブルであるが、組立工場はある特定の順序パターン（たとえばランダム化）を必要とする場合、塗装工場は単純に組立順序に従うことになり、その結果、両工場におけるボディの順序は同じになる。第三はその逆のケースである。

固定順序方針には幾つかの利点がある。第一に、生産管理および在庫管理を単純化することができる。たとえば、計画された順序に実際の順序を合わせることがより容易になる。第二に、組立メーカーが多くのサプライヤーからの順序納入を行おうとする場合には、両工程を通じて同じ順序が維持されるのが有利である。このことによって、サプライヤーが十分なリードタイムをもってその順序納入部品を生産できるように、組立メーカーが最終的な順序情報を早期に発信できるようになるからである。

（2）可変順序方針：この方針では塗装工場と組立工場のそれぞれにおいてローカルな最適順序が追求される。両工程における制約条件や目標が異なるほど、企業はこの可変順序方針を選択する傾向がある。たとえば、組立工場はボディのランダム化（すなわち、ロットサイズ=1）を重視するが、塗装工場は段取り替えコストや環境問題の要因となるような塗装色の切り替え回数を縮小するため、塗装色のロットサイズを大きくしようとする場合、それぞれの工程は異なる最適ボディ順序を追求することになる。結果的にこの場合は、順序変更ボディ・バッファが重視されることになるのである。

図5には異なるボディ順序方針が要約されている。組立工程において相対的に大ロットを指向する企業がある一方、ランダム順序（ロット=1）での組立に取り組む企業もある。この図の各セルにおいて、工場はさらに塗装完了ボディ・バッファのサイズを選択するのである。著者の欧州での先行調査によると、実際に各企業の方針は、この図の異なるセルに分類することができた。すなわち、実態調査によって、ボディフロー管理・バッファ管理方針のレベルで、組立工場の間にかかなりの多様性があることが確認されたのである。

#### 4.4 塗装完了ボディ・バッファの決定要因に関する諸仮説

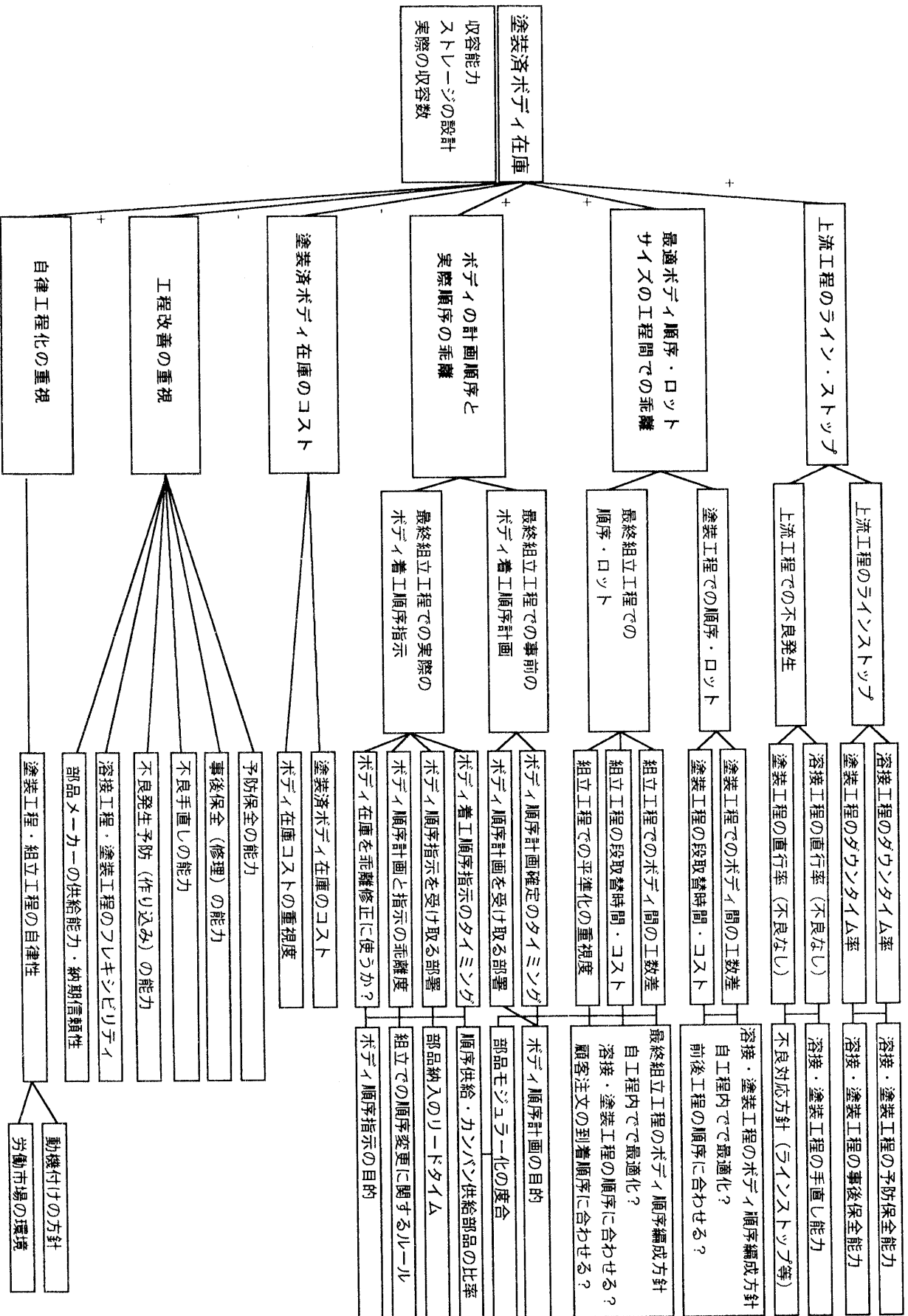
これまでの議論を総合し、また図6のような因果関係ツリーを利用することによって、塗装完了ボディ・バッファの決定要因に関するいくつかの仮説を引き出すことができる。一般的な形式でいうと、この仮説は、バッファ在庫水準を、管理方針選択、製造能

図5 ボディ順序管理方針の諸類型

	ランダム順序組立方針	ロット組立方針
固定組立順序 方針	塗装済ボディ在庫： 多 ⇔ 少	塗装済ボディ在庫： 多 ⇔ 少
可変組立順序 方針	塗装済ボディ在庫： 多 ⇔ 少	塗装済ボディ在庫： 多 ⇔ 少



図 6 塗装済ボディ在庫水準の決定要因



力、制約条件などの関数として規定する。これらの仮説は4.2節で示した一般的な分析枠組みにしたがってリストアップされている。以下、順次説明しよう。

## H1. パイプライン在庫に関する仮説（距離あるいは必要に応じてリードタイムを追加）

### H1.1 歴史的にプロセス・フォーカス型（Skinner, 1985）であった工場は、他の条件が一定であれば、パイプライン在庫をより多くもつ傾向がある。

その工場が歴史的にプロセス・フォーカス型（工程別に専門化・集中化した工場）であるか、プロダクト・フォーカス型（製品別に専門化した工場）であるかは通常、その工場建物のレイアウト、ボディ・フローのパターン、工場拡張のパターンなどを見れば判断することができる。この仮説に関しては少なくとも二つのケースがありうる。第一に、プロセス・フォーカス型工場は塗装工場の建物と最終組立の建物を分離する傾向にあり、両建物はプロダクト・フォーカス型組立工場の場合より離れて立地する傾向がある。

第二に、プロセス・フォーカス型工場は塗装、組立、その他の工程別専門工場をそれぞれ別々に拡張してきていることが多く、その結果、さらに生産能力を拡大したり製品や工程を増やそうとする場合に、その空き地がないというケースが多く出てくる（プロダクト・フォーカス型工場の場合は、すべての工程を備えた第二工場を建てることが多い）。このため、建物を高層化したり、ある工程を分離してその工程の建物を他の工程から離れたところに建てたりせざるをえず、これが建物間の距離を生み出す傾向にある。いずれにしても、歴史的にプロセス・フォーカス型工場は工程間でボディ（塗装完了ボディを含む）の複雑な動線を生みだし、それが、より長いパイプライン在庫をもつ傾向につながるものである。

### H1.2 順序納入を重視する組立工場は、特に順序供給サプライヤーが相対的に長い納入リードタイムを必要とする時には、パイプライン塗装ボディ在庫を多く持つ傾向にある。

順序納入を重視する組立工場において、ひとつの管理ポイントは、企業内外のサプライヤーに対して、いつ確定した組立順序情報を通知するかである。早く通知することができれば、順序納入サプライヤーは十分なリードタイムをもって、より効果的に順序納入部品をその順序で生産することが可能となる。しかし、通常、その順序を乱す塗装工程での手直しが多いため、多くの場合、確定した組立順序情報は塗装工程が終わった後にはじめて得られる。したがって、多くの企業は、実際に最終組立が始まる時点においてはじめて、この確定組立順序情報を通知するのである。しかし、比較的組立ラインの上流に位置す

る作業ステーションにはすぐボディが到達するので、そうしたステーション（たとえばワイヤハーネスやヘッドライニング）に部品を供給するサプライヤーにおいては、リードタイム不足の問題が発生する。この場合、組立メーカーは、これらのサプライヤーのリードタイムをかせぐために、組立ラインの直前のエリアに意図的に追加的なパイプライン在庫を置くことがある。

たとえば、組立ライン上の最も早い順序納入地点は第30ステーションにあるワイヤハーネスであり、ラインスピードはステーション当たり1分だと想定しよう。パイプラインがないと、ワイヤハーネスの供給者には発注から納入まで30分の時間しかなく、その時間に順序納入を間に合わせることは難しい。コスト効率の面からみて順序納入に90分が必要だとすれば、組立メーカーはその時間差(90分-30分)を吸収するために、60分相当のパイプライン・ボディ在庫を意図的に増加させるのである。

したがって、そうした「意図的パイプライン在庫」のサイズは、その工場が順序納入方式を重視する程度、順序納入が適用される最初のステーションの位置、そしてサプライヤー自身の素早い順序納入能力などの関数となる。

## H2. サイクル在庫に関する仮説(設備能力のばらつき、交替パターンのばらつき)

### H2.1 歴史的にプロセス・フォーカス型工場は他の条件が同じであれば、より多くのサイクル在庫を持つ傾向にある。

この仮説の背後にあるロジックは、H1.1のそれと似通っている。第一に、プロセス・フォーカス型工場は、各工程の個別設備の稼働率を上げることに焦点を当てる傾向をもち、その結果、設備の固有能力にばらつきがある場合、プロダクト・フォーカス型工場のケースに比べ設備能力の工程間不均衡を生み出しやすい。また、工場規模が成長しているときには、工程間のこうした生産能力の不均衡は持続する傾向にある。第二に、プロセス・フォーカス型工場には、工程ごとに専門化し、分断された強力な組織単位が存在する傾向があるので、各工程（たとえば組立・塗装・溶接など）は、それぞれ異なる交替パターンや作業時間体制を設定することになりやすい。その結果、プロダクト・フォーカス型工場よりプロセス・フォーカス型工場において、上記の原因によるサイクル在庫がより多く観察される傾向がある。

### H2.2 何らかの技術的・経済的・経営的・制度的な理由で生産量の変化に対するフレキシビリティに欠ける工程では、他の条件が一定であれば、より多くのサイクルタイム在庫が存在する傾向がある。

この仮説についてはほとんど説明は要しないだろう。この仮説は、塗装完了ボディ・バッファのケースにはあまり適用されないが、プレスなど他の工程におけるバッファ在庫を説明するのには有効である。たとえば、プレス機械の場合、技術的・経済的な理由から、その生産スピードを落としてボディ溶接のサイクルタイムと同期化することが難しいため、常にプレス工程の末端にサイクル在庫が存在することになる。また塗装工程は、他の工程が2交替で作業する場合にも、エネルギー節約のためオープンを24時間稼動することを望むかもしれない。労働組合との厳格な取り決めがあるために、生産量の変化に応じて組立ラインのスピードを自由に変更することができない場合もある。こうした制約条件はすべて、サイクル在庫を発生させる要因となる。

### H3. 安全在庫に関する仮説（上流工程の故障、自律性など）

H3.1 塗装(すなわち上流)工程における設備のダウタイム率が高ければ高いほど、また、故障からの最長復旧時間が長ければ長いほど、他の条件が一定であれば、塗装バッファ水準は高くなる傾向をもつ。

この仮説は、事実上は、安全在庫の機能そのものに関する定義に他ならない。より正確には、安全在庫の水準は、塗装工程から組立工程へのボディの移動にかかるリードタイムの分布パターンによって決まり、その分布パターンはダウタイム頻度と復旧時間の分布によって影響を受ける。とはいえ、リードタイムの分布に対して完全な実証データを入手することは難しいので、ダウタイム率と故障からの最長復旧時間を代理変数として選択したわけである。

他の条件が一定であれば、ダウタイム率と復旧時間は上流工程における全体自動化率（+）、工程技術の新奇性（+）、上流設備の稼働年数（当初は－、後に+）、保全能力（－）、そしてTPM（トータル・プロダクティブ・メンテナンス）の能力（－）などの影響を受ける。

また、塗装工程が溶接やプレスなどの上流工程の作業と緊密に結び付いているほど、ダウタイム率と回復時間はペイント・ボディ・ストレージの水準に影響を与える。たとえば、今日のような量産組立工場においては、自動化率の高い車体溶接工場のダウタイム率は通常、塗装工程や組立工程より相当高く、それゆえ、溶接工程と塗装工程とがほとんど在庫を持たずに緊密に結び付いているときには、溶接工程の設備故障をかなり考慮に入れなければならない。

H3.2 工場が上流工程の故障による組立（下流）工程のラインストップ率を低い水準に抑えようとする何らかの強い理由をもつ場合には、他の条件が一定であれ

ば、塗装完了ボディ・バッファの水準は高くなる傾向をもつ。

この仮説もまた、安全在庫の機能に関する別の側面からの定義に他ならない。組立工程は自動車製造において最も労働集約的な工程の一つであるので、組立ラインストップの機会費用は相対的に高いと見なされている（販売機会の喪失、労働生産性の低下など）。他方、工場スタッフは、塗装完了ボディの在庫コストを算出し、これに対して、塗装工程改善への圧力を縮小させてしまうバッファの動的マイナスイテ効果を見積もり（従来からのJITの議論）、一台分の安全在庫を追加する場合のトータルの限界費用および限界便益を比較・評価することによって、上流工程の故障を原因とする下流工程のラインストップ率の望ましい水準を決めようとするかもしれない。

たしかに、上流工程の故障パターンを所与とすれば、熱烈なJIT擁護者はボディ・バッファの動的コストが長期的には極めて高いと見積もり、組立工程の頻繁なライン・ストップにもめげず、塗装ボディ・バッファを完全に無くそうとするかもしれない。しかし、トヨタを含む日本の自動車企業が、そこまで極端な方針を持っていると見えない。動的な工程改善効果をねらったバッファ在庫の削減を重視しているとはいっても、工場管理者は依然として、短期においては、ある均衡点を探索しているように見える。

**H3.3 企業が自律的グループ作業組織を通じて 職場での分権化プログラムを推進するときには、各作業グループの自律性を促進するために、ある程度のバッファが増加される傾向がある。**

1990年代を通じて、従業員への権限委譲（職場での分権化）プログラムは、欧州（De Meyer and Pycke, 1996）や日本において、自動車産業の製造マネージャーが特に関心を高めていった問題である。1990年代におけるそうした試みの多く（たとえばフィアットやルノーなど）は、自律的グループ作業あるいはチーム作業を重視しているが、1970年代から1980年代における組立ラインそのものを廃棄しようとした幾つかの試み（例えばボルボ方式）とは対照的に、コンベア組立ラインという方式それ自体は維持している。例えばトヨタ九州は、新しい組立ラインの物理的レイアウトを変更し、各ライン・セグメントを受け持つ作業グループがより大きい自律性を享受できるように、組立ラインを多くの短いセグメントに分割し、そうしたセグメントの間に小規模のバッファ・エリアを設けたのである（藤本、1997）。

このように、職場集団の自律化を目的として、いくつかのボディ・バッファ・エリアが組立工程に追加されてきた。これは本質的に安全バッファあるいはディカップリング・バッファである。このバッファは、コントロールできぬ故障であれ、コントロールされた実験であれ、一つの作業グループにおける組立ラインストップが他の作業グルー

プに及ぼす影響を小さくするためのものである。また、組立ラインの自動化がより進むことにより、組立工程のダウンタイムがより大きくなり、それが組立工程のセグメント間にこのようなバッファを設けるもう一つの理由となっている。

かくして、権限委譲（自律化）という要素は、塗装完了ボディ・バッファの水準にこそ直接的に影響を及ぼさないが、組立など他のエリアのバッファに一定の影響を与えているのである。

#### H4. 順序復旧在庫に関する仮説（手直し時間、不良率など）

H4.1 塗装工程での手直し率が低く、塗装手直しの最長リードタイムが長い時には、塗装完了ボディ・バッファの水準は、他の条件が一定であれば、高くなる傾向をもつ。固定順序方針をとっている工場の場合には特にそうである。

この仮説は、前述の順序復旧在庫の定義から直接的に引き出すことができる。手直し率（1－直行率）と手直し所要時間の分布パターンによって、塗装工程から組立工程へ移動する各ボディのリードタイムの分布が決まる。また、繰り返しになるが、手直し率（あるいはその逆の直行率）と最近における最長手直し時間は、リードタイム分布パターンの代理変数とみなすことができる。特に、ボディ・フローに対して固定順序政策をとっている企業は、個々のボディの塗装・組立間のリードタイムをできるだけ均等化しようとする。そして、塗装ボディ・バッファがこの目的のために利用されるのである。

一般に、車体の塗装工程は、不良発生による手直し率が高いことがよく知られている。たとえば、溶接工程と比べると、塗装工程での直行率（すなわち、手直しのためラインから外されることなしに通過したボディの比率）は通常、溶接工程よりもかなり低い。その反面、溶接工程のダウンタイムは通常、塗装工程より高い。

いずれにしても、塗装工程の手直しのパターンは、塗装工程の品質作り込み能力、塗装検査の厳しさ、そして素早く正確な塗装手直しの能力、といったさまざまな要因の影響を受ける。そして、順序復旧のための塗装完了バッファ・ストレージの最適水準は、こうした手直し能力その他の要因により変化する。

H4.2 工場が実際の組立順序と計画された組立順序との適合率を高くしようとする要求度が高い場合には、他の条件が一定であれば、順序復旧のためより多くの塗装完了ボディ・バッファを必要とする。固定順序方針をとっている工場は特にそうである。

この仮説もまた、前述した順序復旧バッファの機能面での定義から直接的に引き出さ

れる。塗装手直しの能力と不良発生のパターンが所与であれば、組立ショップにおいての計画されたボディ順序と実際の順序を100%近く適合させようとする動機を強く持つ工場は、この目標の達成のため、バッファーをある程度増加させることもいとわないだろう。また、この工場は、上記のような「計画順序と実際順序の一致」という目標のもつ重要性和、そうしたバッファーのもつ静態的コスト（通常の在庫保有コスト）と動態的なコスト（改善阻害コスト）とのバランスを考えなければならない。

かくして、他の条件が一定であれば、部品の順序納入方式と固定順序方針に同時に取組んでいる企業は、より高い計画・実際適合率を達成することに対してより強いインセンティブを持つ。なぜならば、それによって、この工場は実際の組立着手より早い時点でサプライヤーに正確な確定組立順序情報を通知して、順序納入部品を効率的に生産して納入するための十分なリードタイムを与えることができるからである。順序納入サプライヤーのすべてが組立工場の近くに立地してはいない場合、これが特に重要である。

興味深いことに、いわゆる「モジュール供給方式」を指向している工場が、より適合率を高めることに対してより大きなインセンティブを持ち、結果的に、より多くの順序復旧バッファーを持つ可能性がある。ここで、モジュール納入とは、サプライヤーが単品部品より大きいサブ・アセンブリー部品を組立工場に直接納入する方式である。この方法で組立メーカーは、サプライヤーの数を削減し、相対的に少数の有能なシステム・サプライヤーと緊密なパートナーシップ関係を確立することができるかもしれない。こうしたモジュール・アプローチは、幾つかの欧米（特に欧州）の自動車メーカーにより推進され、一部の日本の自動車メーカーもまた、このコンセプトに興味を示してきた。

しかし、今日のような、基本的にクローズドで統合的な自動車の製品アーキテクチャ（設計思想）を所与とすれば、サブアセンブリー・モジュール部品を納入するということは、各モジュールが大きいので扱いにくく、また車の個々のバージョンごとに異なる傾向があることを意味する。シートやコックピット・モジュールの例でもわかるように、このようにかさばり、かつバージョンごとに特殊な部品は、順序納入方式で供給されるのが適当である。したがって、モジュール納入コンセプトに取り組んでいる工場は順序納入にも取り組む傾向があり、その結果、他の条件が一定であれば（またすべてのモジュール・サプライヤーが組立工場のすぐ隣に立地しているのでなければ）、順序復旧バッファーを重視することになる。

固定順序政策をとっている工場が、計画順序と実際順序との高い適合率を追求するのには、もう一つの理由がある。一般的に言えば、計画された順序が実際に最適解だと仮定すると、低い適合率は最適順序からの逸脱を意味する。したがって、高い適合率を重視する程度は、各工場がそうした最適順序からの逸脱から生じるペナルティー・コストをどの程度に見積もっているかに左右される。幾つかの企業ではその計算に、コンピュータ・シミュレーションを利用しているようであるが、この分野はまだ実態調査があまりされたこ

とがなく、今後、実証研究が必要である。

#### H5. 順序変更在庫に関する仮説（塗色バッチ、組立の平準化）

H5.1 ある工場が塗装色の切り替えによるコストや他のマイナス結果を重く評価するときには、この工場は より大きい塗色バッチ を指向し、その結果として、他の条件が一定であれば、より大きな順序変更バッファを選択する傾向をもつ。この工場が組立工程で ランダム順序方針（品種に関する平準化の方針） を採っているときには特にそうである。

高度に自動化された今日の量産塗装工程においては、上塗り（最終塗装）は、ロボットやレシプロ塗装機などによって自動的に行われている。塗色の切り替えは一つのサイクルタイムの範囲内で瞬時に行われるものの、この段取り換え時間の累積効果は、幾つかの製造企業にとっては依然として重要なものと見なされている。また別の企業は、その時間損失については心配しないが、色の切り替えのたびに浪費される塗料の原料コストについては神経を使っている。また別の企業は、特に厳しい環境規制のある国に立地した工場では、塗装ノズルの洗浄の際に発生するシンナーの使用が環境にもたらす影響について神経を使っている（もっとも、最新の水性ペイントやパウダーペイントを利用している企業はこの問題に惑わされることはより少ない）。さらに、別の企業は塗装品質がまだかなり不安定なことから、塗装品質問題の原因となりやすい塗色切替えを減らし、より大きな塗色バッチを選択するかもしれない。このように、その理由はさまざまであろうが、近年いくつかの企業では、塗装の切替えの頻度を低減し、塗色のバッチサイズ（同じ色でまとめて流すボディの数）を大きくする傾向がある。しかしその難点は、塗色がますます多様化している状況（多い場合には20色以上）で、それを行わなければならないということである。

この結果、大バッチの色ロットを追求する工場が、同時に組立工場においてはランダム順序方針（すなわち、ロットサイズ1の平準化方式）を採用するとすれば、塗装工程と組立工程の間でのボディ順序の大幅変更は不可避である。

しかしながら、ロット組立方針（同一バージョンのモデルをまとめて組立ラインを流す）を採用する企業にとっては、これはあまり問題にならない。ロット組立方針のメーカーは、単に組立順序を塗装順序に一致させればよく、順序変更の必要はあまりない。

H5.2 組立ラインにおいて品種別数量の 平準化政策、すなわちロットサイズ1台のランダム順序方針を採用する工場は、他の条件が同じであれば、順序変更のためより多くの塗装完了ボディ・バッファを必要とする傾向をもつ。より大きな塗色



バッチを指向する企業の場合には特にそうである。

この仮説はボディ順序における塗装と組立のギャップという問題のもう一方の側面に他ならない。たとえば、トヨタ生産方式の中心原理の一つである「品種別数量の平準化」に熱心に取り組む企業が、他方で大きな塗色ロットを追求する場合、塗装と組立の間でボディ順序を変更する必要性に直面する。この企業にとっては、順序変更バッファの役割は他の企業より重要となる。

標準的なジャストインタイム原理にしたがうならば、品種別数量の平準化は、(i)組立工数の異なる車を同一ラインで混流させる際の作業負荷の均等化と、(ii)カンバン型方式のサプライヤーがスムーズに作業を行えるために部品発注頻度を均等化する、という二つの理由で正当化される。このことから、次の二つの命題を引き出すことができる。

第一に、同じ組立ライン上において、組立作業内容（組立工数）の違いが、最も複雑なバージョン（たとえば、フル・オプションでサンルーフやエアコンなどを備えた4ドアの大型モデル）と、単純なモデル（たとえば、どのオプションも付いていない2ドアの小型モデル）の間で大きい場合には、組立ラインの計画担当者は重装備バージョンと軽装備バージョンをうまく混ぜて流さなければならない。多くの重装備モデルを次々と下流工程に流せば、そのオプション部品を担当する組立作業者は作業負荷の増大に対処しきれず、文字どおり、次の作業ステーションへ流されてしまい、組立ラインをストップせざるを得なくなる。ボディ間の作業内容（組立工数）のそうした違いを吸収する方法は他にも幾つかあるが（たとえばサブアセンブリー・ラインの拡大、モジュール部品による工数差の吸収、オプション部品組み付けのための特別作業ステーションの設置など）、平準化ルールに従う企業は、特に重装備車と軽装備車との組立工数差がかなり大きいときには、ボディ順序のランダム化を重視するのである。

第二に、JITの教科書では、組立メーカーがバージョン特殊な部品を作るサプライヤーに対して発注頻度を均等化できるという理由で、品種別数量の平準化あるいはボディ順序のランダム化が望ましいと指摘している。こうした発注頻度の平準化は、カンバン型納入、あるいは後工程引き取り方式においては特に重要なわけである。したがって、仮に組立作業内容（組立工数）におけるバージョン間の違いが大きな問題ではない場合でも、カンバン方式の納入が選択されている場合には、平準化は依然として重視されると推定することができる。以上のように、他の条件が一定であれば、塗装の大ロット化とともに、平準化は、順序変更のため塗装完了バッファを大きくする方向での圧力を作り出すのである。

#### H6. 企業が認識する在庫コストに関する仮説

H6.1 企業が認識する 在庫保有コストが工場にとって高いほど、その企業にとって望ましいバッファの水準は低くなる傾向がある。

これは、経済的発注量(EOQ)の公式のような、伝統的な生産管理および工程管理のアプローチにおいては、極めて一般的な命題である。仮説H1～H5で述べたプラスの在庫機能は、この在庫保有コストとの比較において評価されるのである。

H6.2 問題を隠蔽し、継続的改善を妨げる、という意味での、企業が認識する 動態的在庫保有コストがその企業にとって高いほど、その企業にとって望ましいバッファの水準は低くなる傾向がある。

これは現在、ジャストインタイムやトヨタ生産方式に関する教科書に出ている標準的な命題であり、さらなる説明は要しないだろう。JITの熱心な推進者が、こうした動態的コストを重視し、それゆえ「在庫ゼロ」という窮極目標をめざしているということは明らかであろう。

ここまで、バッファの機能に関する概念的な分析の枠組みに基づいて13の暫定的な仮説を提示してきた。これらの仮説は、考えられるすべての仮説を含む完全なリストとは決して言えない。また、これらの仮説は必ずしも十分に操作化されているものでもない。このリストは、実証研究が進むにつれ、さらに洗練化・明確化しなければならない。しかしながら、上記の仮説リストは、さらなる理論的分析と実証研究のための一つの基礎となると考えられるのである。

また、本論文では、従属変数としては、塗装完了ボディ・バッファに焦点を絞り込んで仮説を構築したが、上記した論議に幾つかの修正を加えれば、他のバッファ・エリアに関する仮説の構築も同じような方法で可能だと考えてよいだろう。

## 5. 研究の将来展望

### 5.1 データ収集に関する展望

本稿では、同じ製造パラダイム（例えばリーン生産方式）を指向する企業間・工場間における、より具体的な管理方針や活動パターンの違いを比較分析するための枠組を考え、その一例として、リーン生産パラダイムを目指す自動車組立工場におけるボディ・バッファ在庫管理の問題をとりあげた。まずボディ・バッファ在庫の機能を分析するための一般的な枠組を提示し、その枠組に基づいて、塗装完了ボディ・バッファ水準の決定要

因に関する、幾つかの具体的な仮説を引き出した。また、初期段階の実証研究から得られた試論的なアイデアと実態調査の結果を、補足的データとして本稿の各所で示した。トヨタなど日本のリーン生産企業におけるバッファー在庫管理の慣行が欧米に紹介されてから既に20年以上になるが、一見分析しつくされたかにみえるこのトピックも、生産現場での実践という面からみる限り、依然として多くの新しい洞察や論点を提供してくれる重要な研究対象だといえよう。

最後に、この実証研究がまだ初期段階にあることをふまえ、今後の研究の展望について述べることにしよう。実証分析の側面からみれば、アンケート調査を通じたデータ収集が次の段階で必要となることは明らかであろう。また、本稿で提示した諸仮説は、実際に検証できるように操作化・明確化しなければならない。このように、アンケート調査を通じたデータ収集、工場見学を通じた現場の実態調査、そして作業仮説の洗練化などを並行して行ない、この現象の静態的・動態的側面、また定量的・定性的側面を同時に探っていく必要がある。

そうしたデータ分析を通じて、少なくとも次の点についてより体系的に分析することができるようになるだろう。

- (i) それぞれの在庫ポイントにおけるバッファーの水準
- (ii) 異なる場所へのバッファーの割り当て（各バッファー間の潜在的なトレードオフ）
- (iii) それぞれのバッファー・エリアの機能
- (iv) バッファーの決定要因
- (v) 明確に異なるバッファー管理方針の識別
- (vi) 方針を所与とした場合の、実際に観察されるバッファーの比較と評価
- (vii) バッファー管理方針そのものの比較と評価

## 5.2 バッファー管理方針の違いの識別

上記のリストのなかで、とりわけ難しい課題の一つは、何らかの定性的な判断もまじえつつ、バッファー管理方針の違いをいかにして識別し比較分析するか、ということである。

一般的にいうと、製造上の管理方針（ポリシー）は、内的一貫性のあるルーチンあるいは慣行の集合として定義できる。複数の組立工場から収集したデータに基づいて、我々はボディ・バッファー管理に対する複数の明確に異なる管理方針を識別できるかもしれない。そうした管理方針の中には、短期的にも長期的にも、他の方針より明らかに優れたパフォーマンスを示す、唯一のドミナントな管理方針があるかもしれないが、むしろそうではなく、長期にわたって複数の有効な方針が並存する可能性もあるだろう。

しかし、実際に、さまざまなボディ・バッファー方針を識別・評価するのは、簡単なこ

とではない。少なくとも次の二つのステップが必要である。

- (i) バッファ関連の諸活動・諸慣行の内的一貫性を評価すること：つまり、一貫した一つの管理方針と呼べるものが存在するかどうかのチェック。
- (ii) 競争力に対する有効性を評価すること：つまりその管理方針が他の方針より優れたパフォーマンスを示しているか否かのチェック。

筆者の予備的なフィールド調査によれば、ボディ・バッファ管理に対する、次のような幾つの相異なるパターンが、欧州の組立工場（欧州日系工場も含む）の間で確認されている（ちなみに、欧州企業の工場と欧州の日系現地工場を比較するのは、サプライヤーベースの条件といった外的条件と制約が互いに類似しているという点で、欧州工場と日本企業の比較より適切と考えたからである）。

方針A:ランダム組立順序、ランダム塗装順序、計画された順序の維持を重視、平準化の重視→かなり少ない塗装完了ボディ・バッファ水準

方針B:ロット組立順序、ロット塗装順序、計画された順序の維持を重視、平準化の軽視、上流と下流の間で同一順序を維持→相対的に低い塗装完了ボディ・バッファ水準

方針C:ランダム組立順序、小ロット塗装順序、計画された順序からの逸脱を許容、平準化の重視、組立のラインストップの回避を重視、製品多様性の重視→相対的に低い塗装完了ボディ・バッファ水準

方針D:ランダム組立順序、ロット塗装順序、計画された順序からの逸脱を許容→相対的に高い塗装完了ボディ・バッファ水準

方針E:ランダム組立順序、ランダム塗装順序、計画された順序の維持を重視、平準化の軽視、上流と下流の間で同一順序を維持→中程度の塗装完了ボディ・バッファ

繰り返すが、これらはいくまでも暫定的な分析であり、決して考えられるすべてのバッファ管理方針を取り上げた完全なリストではない。しかしながら、著者の第一印象にしたがえば、方針Bと方針Cは安定しており、また一貫しており、相当な競争力も持っているように見える。方針Aは潜在力はあるが、まだその持続力は堅固ではないように見える。方針Dと方針Eは、方針BやCほどの競争力はないようである。本論文はこうした管理方針間の比較分析を今後も継続し、充実させていくことにする。

### 5.3 歴史的分析：ボディ・バッファ政策の進化

検討すべきもう一つの研究分野は、組立工場の組織学習や動態的能力に焦点を絞った生産システムの進化経路分析である。この研究分野は定量的なフィールド調査だけではなく、ある種の歴史研究を必要とする。

詳細な歴史分析：たとえば、著者は、相対的に高業績を示す日本のある自動車メーカーにおける、40年間のボディ・バッファ政策の歴史について調査した。その要点は次のようにまとめることができる。

1950年代：大ロット組立と非常に少量の塗装ボディ・バッファ。この段階ではボディ・バッファの機能は重要視されていなかった。

1960年代：ある程度の塗装完了ボディ・バッファが安全在庫として作り出された。これは、上流工程(プレス、溶接、塗装)の機械化が大きく進み、上流工程のダウンタイムが増加したことを反映している。この会社は塗装完了バッファを増やすことによってそれに対応せざるを得なかったのである。

1970年代：製品の多様性の増加と、それによる組立作業内容における品種間の工数差の拡大に対応するために、塗装完了ボディ・バッファがさらに増加した。すなわち、品種別数量の平準化が重視されることになったのである。これは同時期に、おもに輸出車両が急激に増えたことによる。その結果、塗装工程と組立工程の間に順序変更ボディ・バッファが増加したのである。

1980年代～：以上の管理方針は基本的に不変であるが、製造能力の改善によって塗装完了ボディ・バッファ水準の削減が追求されている。

この事例からは、組織学習によるバッファ方針の修正、環境変化への累積的な適応、そして新しい製造能力の構築といったダイナミックな進化プロセスをみてとることができる。上述したこと以外にも、この事例企業は、バッファ水準を変えてその結果を生産現場で確認することにより、さまざまなボディ・バッファ管理方針について幾つかの重要実験を行ってきたようである。つまり、この企業は、ある安定した解（管理方針）に到達するために試行錯誤を繰り返してきたようにみえる。ちなみに、この種の試行錯誤に関するデータは、公式の社史には出ていないことが多いことも留意する必要がある。したがって、社史等の文献サーベイと直接のインタビュー調査などを組み合わせて行う必要がある。

組織学習パターンの比較：もう一つの動態的分析はボディ・バッファ管理に対する組織学習パターンを工場間および企業間で比較することである。たとえば、これまでの予備的なフィールド調査では、多くの工場も持つ企業がどのようにしてそれぞれの製造経験が

ら学習しているかについて、少なくとも二つのパターンがあることが確認された。

(i) 迅速な学習と迅速な普及：ある企業は、異なるバッファ管理方針に関して迅速に実験を行い、より良い解を素早く決定し、その時期における最善の解だと確信したものを迅速に他の工場に伝播している。したがって、特定の一時点においては、この種の企業は社内の工場間で類似したボディ・バッファ管理方針を採用する傾向にあるが、実際には多くの実験を行っているのである。

(ii) 多様性からの同時並行的学習：ある別の企業は、同一の期間において、社内の別々の工場でさまざまな異なるボディ・バッファ方針を実施し、そうした実験から同時に学習し、そこから、次の段階におけるより良い解を見つけ出そうとする。したがって、同じ企業のなかであっても工場間でボディ・バッファ方針が大きく異なる可能性がある。

上記の二つの学習戦略の有効性を比較することは、本論文の範囲を超えるものである。しかし、将来、こうした方面で研究がさらに進められる必要があるだろう。

#### 5.4 暫定的結論

本稿は、世界(特に欧州)の自動車産業を事例として、リーン生産を指向する製造企業における、ボディ・バッファ管理方針および実際の活動パターンの比較に関する分析枠組と仮説を提示することを試みた。現段階ではあくまでも暫定的な結論ではあるが、この初期段階での研究を通じて、リーン製造メーカーにおけるバッファ管理が、理論や概念という点では既に古いトピックであるにもかかわらず、実践のレベルでは、1990年代後半においてさえ、決して分析しつくされたトピックではないということが明らかになったと確信する。

現実のボディ・バッファ管理に対する、活動パターンおよび管理方針レベルでの詳細な分析は、実務家に対しても研究者に対しても、リーン生産方式の解釈と実践に関する豊富な洞察を提供するであろう。この研究によって、我々が概念を通じて知っていることと実際活動を通じて知っていることはかなり異なっているかもしれないということ、また言われていること(言説)と実際に行われていること(活動のパターン)とはかなり異なっている可能性があることが明らかになるであろう。そして、現実の工場や企業がそうした違いをどのように理解するかによって、彼らの今後の競争パフォーマンスは、長期的には大きく異なってくるかもしれないのである。

## 文献

- Abernathy, W.J, Clark, K.B. and Kantraw, A.M. (1983). "The New Industrial Competition." Harvard Business Review September - October: 68-81.
- Boyer, R. and Freyssenet, M. (1994). "The Emergence of New Industrial Models," working paper for GERPISA, December, Paris.
- Chandler, A.D., Jr. (1990). Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Competition. Harvard University Press, Cambridge U.S.
- Chase and Aquilanno (1985) Production and Operations Management (4th edition)
- De Meyer, A., and Pycke, B. (1996) "Separating the Fads from the Facts: Trends in Manufacturing Action Programs and Competitive Priorities from 1986 Till 1994." INSEAD Working Paper Series 96/21/TM.
- Dosi, G. (1982) "Technological Paradigms and Technological Trajectories." Research Policy 11, 147-162.
- Fujimoto, T. (1994) "Reinterpreting the Resource-Capability View of the Firm: A Case of the Development-Production Systems of the Japanese Auto Makers." Paper Presented to Prince Bertil Symposium, Stockholm, June.
- Fujimoto, T. (1995) "Note on the Origin of the 'Black Box Parts' Practice in the Japanese Auto Industry." in Shiomi, H., and Wada, K., ed., Fordism Transformed: The Development of Production Methods in the Automobile Industry. Oxford University Press.
- 藤本隆宏 (1997) 『生産システムの進化論』有斐閣。
- Hall, R.W. (1983) Zero Inventories. Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois.
- Hayes, R.H., Wheelwright, S.C. (1985) Restoring Our Competitive Edge. Wiley, New York.
- Hayes, R.H., Wheelwright, S.C., and Clark, K.B. (1988) Dynamic Manufacturing. The Free Press, New York.
- Jaikumar, R., and Bohn, R. (1984) "Production Management: A Dynamic Approach." Harvard Business School Working Paper 9-784-066.
- MacDuffie, J.P., and Pill, F. (1996) "Presentation on IMVP Assembly Plant Study" International Motor Vehicle Program, Annual Sponsor meeting, Sao Paulo, Brazil, June 10, 1996.
- Merton, R. (1968) Social Theory and Social Structure. Free Press, New York.
- Miller, J.G., De Meyer, A., and Nakane, J. (1992) Benchmarking Global Manufacturing. Irwin, New York.
- Mishina, K. (1995) "What is the Essence of Toyota's Manufacturing Capability?: Self-Manifestation by the Transplant in Kentucky, 1986 - 1994." Paper presented at GERPISA Third International Colloquium, Paris, June 1995.
- Monden, Y. (1983). Toyota Production System. Industrial Engineering and Management Press, Norcross, GA.
- Nelson, R.R., and Winter, S.G. (1982) An Evolutionary Theory of Economic Change. Belknap, Harvard University Press, Cambridge, U.S.
- 大野耐一 (1978) 『トヨタ生産方式』ダイヤモンド。
- Penrose, E.T. (1959) The Theory of the Growth of the Firm. Basil Blackwell, Oxford.
- Schonberger, R.J. (1982). Japanese Manufacturing Techniques. Free Press, New York.
- Skinner, W. (1985) Manufacturing: The Formidable Competitive Weapon. Wiley, New York.
- Teece, D.J., Pisano, G., and Shuen, A. (1992) "Dynamic Capabilities and Strategic Management." University of California at Berkeley working

paper.

トヨタ自動車株式会社 (1978), 『トヨタのあゆみ』。

Toyota Motor Corporation (1987). An Introduction to the Toyota Production System.

Womack, D., D. Jones, and D. Roos. (1990) The Machine that Changed the World, Rawson / MacMillan , New York.