

# 制約条件の理論とトヨタ生産方式 —ものづくり復権のために見習うべきは—

榎垣田 勉 彦

## I はじめに

長引く低迷に苦しんできた日本経済であるが、このところようやく明るさが見え景気は回復傾向にあると言われている。バブル崩壊以降苦しめられてきた3つの過剰（債務、人員、設備）が解消されつつあるが、これは、日本の優良企業が情報化社会に適合するために、経営革新を断行し続けたたまものであるといえよう。

1980年代、日本の製造業は世界一の生産性を誇り、向かうところ敵なしの状況であった。大量生産に適した品質管理、原価低減など「カイゼン」への地道な取り組みが強みの源泉であったわけである。しかしながら、市場の激しい変化に対応するための多種少量生産時代においては、かつての日本の製造業の強みは、通用しなくなったわけである。この状況を克服するための手本として脚光を浴びたのが、「トヨタ生産方式」とエリヤフ・ゴールドラットがビジネス小説「ザ・ゴール」で解説した「制約条件の理論（TOC）」である。

自動車産業は、多くのメーカーが経営不振に陥り、相次いで外資の参加に入ることによって再建を図ったわけであるが、その中であって、トヨタ自動車とホンダは好調な業績を続け、中でもトヨタ自動車は2003年度の決算で純利益が1兆円を超え、いまや世界で最も強い製造業の一つであるといえる。トヨタ自動車の経営については多くの書籍が発行されているが、その根源となっているのは、トヨタ自動車の元副社長である故大野耐一が推進したトヨタ生産方式である。

一方、制約条件の理論は米国の物理学者エリヤフ・ゴールドラットが1980年代初めに編

み出し、1984年に出版されたビジネス小説「ザ・ゴール」で解説している。1980年代半ば米国製造業は日本企業との競争に敗れ瀕死の状態であった。「ザ・ゴール」は全米で100万部以上売れ、米国メーカーが日本メーカーに対抗するための教科書として用いたといわれている。エリヤフ・ゴールドラットは当時、日本企業がTOCを学べば日本の貿易黒字が2倍に拡大するとして日本語訳の出版を2001年まで認めなかった。

大量生産時代における日本企業の「カイゼン」は企業の各部門・部署がそれぞれの立場で最善をめざす「部分最適」であった。これに対し、トヨタ生産方式とTOCはサプライチェーン全体の最善を目指す「全体最適」を重視している。張富士夫トヨタ自動車社長は「『ザ・ゴール』は面白く読みました。私たちとやり方こそ違いますが、「全体最適」が重要だという考え方はまったく同じです<sup>1)</sup>」と述べている。

製造業においては、近年中国への生産のシフトが進み、空洞化が憂慮されている。しかしながら、安価な労働力に依存する中国における生産は大量生産に適した生産方式であり、部分最適に主眼がいつているのではないか。日本の製造業が、激しく変化する市場に対応する全体最適を目指せば、新たな発展が期待できるはずである。ここでは、トヨタ生産方式と制約条件の理論を比較検討することにやり、日本の製造業が進むべき道を提言したい。

<sup>1)</sup> 小栗正嗣・深澤献 2001『週間ダイヤモンド』  
「ザ・ゴール」に学ぶ」ダイヤモンド

## II 国際自動車研究プログラム (IMVP)

1980年代半ば欧米の自動車産業は日本企業の攻勢にさらされ軒並み厳しい経営状況となった。IMVPは1985年から5年間にわたって、米国マサチューセッツ工科大学 (MIT) で展開された日本の自動車企業の新しい生産方式を研究し、欧米企業の進むべき道について提言を行うプロジェクトである。IMVPの成果は論文としてではなく著書としてまとめられている<sup>2)</sup>。その著書は翻訳されており、概要を以下に説明する<sup>3)</sup>。

### 1 IMVPの背景

ダニエル・ルース他は欧米の自動車産業はいまだにヘンリー・フォード時代とほとんど代わらない大量生産システムに依存しており、新たな生産方式(当時はまだ決まった呼び方もなかった)を開拓した日本企業にはとても太刀打ちできないという悲観的な考えを持っていた。1985年にダニエル・ルースを初代所長としてMITに設立された技術・政策・産業開発センターにおいて、日本企業の生産方式を詳細に研究するためのIMVPプロジェクトが発足した。研究者は欧米のみならず日本人も参加する世界的混成チームであり、日本自動車工業会、日本自動車部品工業会を含む世界の企業・団体が後援した。

### 2 フォード以前の手作り生産方式

フォード生産方式を分析するにあたっては、それ以前、20世紀初頭の手作り生産について振り返る必要がある。当時は、同じ設計で生産する自動車はせいぜい数十台以下であり、徒弟制度により修練したきわめて熟練度の高い労働者に支えられていた。また、その生産システムは1つの組織ですべてを行うの

ではなく、自営業者の請負による分散的組織であった。当時の部品はばらつきが大きく、組み立てるためにはやすりがけによって寸法を合わせるなどの熟練工による高度な調整作業が必要であった。このような、多用途の工具による手作り作業では、量産効果は見込むことができず、したがって、独占的企業が発生する余地はまったくなかったといつてよい。当時の自動車は、一部特権階級のみが大変高価なものであったため、求められるのは価格やメンテナンス性でなく、スピード(とはいっても、当時は20km以下であった)や自分だけのオーダーメイドの車であり、メーカーは買い手の注文どおりに作っていた。また、出来上がった自動車がちゃんと走るかどうかの最終検査は購入ユーザーが行うのが常であった。

### 3 フォードによる革新的手法

フォードが確立した大量生産方式は、コストを劇的に低減させ、それまで一部特権階級しか手に入れることができなかった自動車を一般市民が手に入れることができるようにした革新的手法である。

#### (1) 革新的手法の構成

##### ① 標準化：部品の互換性と作業の容易性

フォードの大量生産方式では、測定方法を統一し、標準寸法に合わせて作業することにより部品の標準化を実現化し、やすりがけや調整作業を不要にした。さらに、1人の組立工は1つの作業のみを行うため、熟練取付工が不要となった。

##### ② 移動組立法

手作り生産方式では作業員は、行う作業によって作業台から作業台へと移動していた。

移動組立法では作業進行順に道具と人を配置し、ある担当者の作業が終わると、滑走台・運搬道具等(後にはベルトコンベア)により、組立中の自動車を、次の作業員の場所へ移動させることにより、作業員の移動による無駄をなくすこととした。

#### (2) 作業の細分化を極限まで推進

標準化と作業の細分化は、移民などの未熟練労働者でも就労可能とした。1人1作業を

<sup>2)</sup> James P. Womack・Daniel T. Jones・Daniel Roos, *The Machine That Changed the World How Japan's select weapon in the global auto wars will revolutionize western industry*, U.S.A Rawson Associates, 1990

<sup>3)</sup> James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos 澤田博訳『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 1990年

行えばよく、労働者同士のコミュニケーションは必要ない。1915年のフォード工場では7,000人の工員が話す言葉は50以上あったともいわれ、隣が何をすることも知らない状況であった。

### (3) 細分化した間接作業要員

単純労働者を管理して生産システムを運営するため必要な間接作業も単純化・細分化した。例えば次のような間接要員がいた。

#### ① 機能ごとの生産管理技師

部品手配、組立工への作業分担手配、ベルトコンベア管理、部品のラインへの供給など

#### ② 清掃作業員

工員は作業場の清掃は行わず、専任の清掃作業員が行う。

#### ③ 熟練修理工：工具の手入れを行う。

#### ④ 検査専門職工

組立ラインの最後で品質検査を行う。

さらにエンジニアリング部門も細分化され、現場を知らない状況にあった。

## 4 大量生産方式とリーン生産方式

IMPVではトヨタをはじめとする日本企業の新しい生産方式（IMVPでは後にリーン生産方式と名づけられた）を比較して分析した。

### (1) 多種少量生産

トヨタ生産システムは故大野耐一元トヨタ自動車副社長が戦後、日本の自動車産業を自立させるために推進したものである。その詳細については後に説明するが、その根本は多種少量生産である。自動車ボディの生産では約300種の金属部品をプレス機で打ち抜き、溶接を行う。従来の1台の巨大プレス機で1種の金型を打ち抜く方式では数百台のプレス機が必要となる。採算を得るための年間100万台以上の生産は、戦後の日本の市場規模では到底考えられない状況であった。1台のプレス機で複数の部品を打ち抜くために、中古プレス機で改善実験を繰り返えし、3分間で金型の交換を行えるまでになった。

小ロット生産を実現してみると、その方がコストを安くすることがわかった。その要因

は、大量生産時に必要であった在庫維持管理費用が不要になる。プレス後すぐに組み立てるため、打ち抜きミスをすぐに発見でき、膨大な仕損費の発生を防ぐことができたり、プレス工程担当者の品質意識の向上が図れたなどである。

### (2) 組立ラインの比較

大量生産方式の組立ラインでは作業員は1～2の単純作業を繰り返すため、作業は単調となりモラルが低下しがちである。そのため、従業員の欠勤率が高く、それを補うために複数の作業を行うことができる便利屋を配備しておく必要がある。組立ラインの評価の基準は生産効率であるため、ラインの稼働は至上命令であり、絶対に必要なとき意外はラインを止めることはない。生産効率のみを追求すると、作業員は品質の向上には気を使わず、不良の手直しは後回しということになる。そのため、ラインの最終には広大な手直しエリアと人員が必要となり、最後に時間と金の皺寄せがもたらせられることとなる。

リーン生産方式では、作業者を班にグループ化し、班のメンバーが協力して一定の範囲の作業を担当する。そこでは、直接の組立作業のみならず、職場管理、機械の修理、品質管理など広範な範囲が班の仕事となる。作業者はチームワークを重視し、モラルが高く製品の品質向上のためにたゆまぬ努力を行う。作業により不良はその場で発見し、後工程にまわさないという姿勢を持つとともに、ミスの根本的原因を徹底的に追究するため、出荷前の手直しは非常に少ない。

### (3) 典型工場の比較

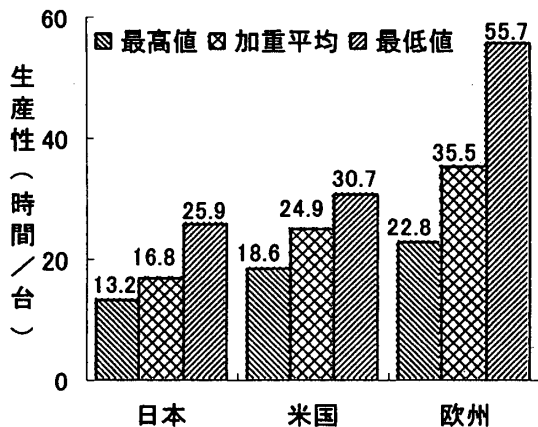
IMVPでは、大量生産の典型例としてGMのフレミングハム工場を、リーン生産の典型工場の典型としてトヨタの高岡工場を上げて比較をした。その結果は表1のとおりである。

また日本、米国、欧州の自動車メーカーの生産性と品質の比較を図1に示す。

表1 大量生産とリーン生産

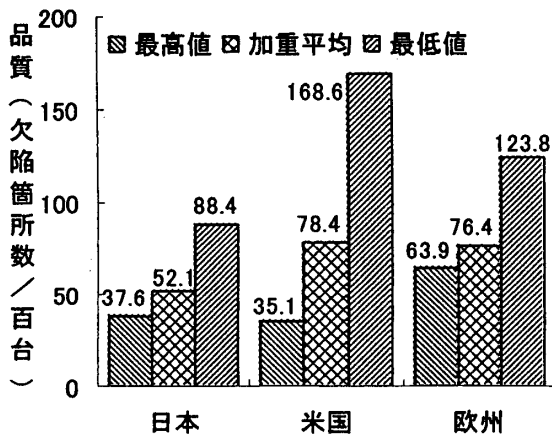
	GM フレミンハム工場	トヨタ高岡工場
生産方式	大量生産方式 (フォード方式)	リーン生産方式 (トヨタ生産方式)
通路	間接要員で混雑している 価値を生まない労働者が多い	通路はせまい 通路には人がほとんどいない
組立ライン	各作業員の持ち場に大量の在庫 (部品・仕掛品) がある	1時間分に満たない在庫 部品の流れがスムーズ
ライン最後部	手直し用の巨大作業場があり、欠陥のある大量の完成車	手直しエリアがないといってよいラインから直接出荷
塗装ブース	塗装待ち、塗装後組立ラインへの移動待ちの多量のボディ	ライン簡易在庫が少なく塗装ブースにも部品在庫は少ない
労働者	モラルが低い (やる気がない) 6回のレイオフを経験	モラルが高く、目的意識がある終身雇用で職が保証されている。

図1 量販車メーカーの生産性 ('89年)



出典：IMVP World Assembly Plant Survey

図2 量販車メーカーの品質 (1989年)



出典：IMVP World Assembly Plant Survey

### III トヨタ生産方式

トヨタ方式生産方式による企業革新の方法論は公表されていないが、トヨタ生産方式の海親である大野は企業革新の体験を著書にあらわしている<sup>4)</sup>。「公開された「トヨタ生産方式」は、システムを「刻々と変化させ続ける」トヨタ方式の結果、新しく生まれた生産システムに過ぎない。……それゆえ一度として文書化されたことはなく、トヨタの従業員ですら理路整然と説明できる人はあまりいない<sup>5)</sup>という著書もあるが、大野の著書を基にトヨタ生産方式の特徴を以下に説明する。

終戦語、トヨタ自動車社長の豊田喜一郎は「3年でアメリカに追いつけ」と叱咤激励した。しかし、「昭和24年の国産車の生産台数をみると、トラック25,622台、乗用車は4,116台に過ぎなかった」。大野は、このように自動車生産規模の圧倒的な日米間格差がある状況においては、米国と同じ大量生産を行うのではなく、多種少量生産方式を追求する以外に道はないと考え、トヨタ生産方式を推進した。

トヨタ生産方式の基本思想は「徹底した無

<sup>4)</sup> 大野耐一『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 1978年

<sup>5)</sup> 柴田昌治・金田秀治『トヨタ式最強の経営 なぜトヨタは変わり続けるのか』日本経済新聞社 2001年

駄の排除」である。その2本柱はジャスト・イン・タイムと自動化である。

(1) JIT (Just in Time) : チームプレー

ジャスト・イン・タイムとは必要なものを必要なときに必要なだけ準備したり、生産することである。これにより、物理的にも財務的にも経営を圧迫する「在庫」をゼロの近づけることができる。「後工程が前工程に、必要なものを、必要なとき、必要なだけ引き取りに行く」、「前工程は引き取られた分だけ作ればよい」として1953年ごろからはじめた「かんばん方式」はトヨタ生産方式をスムーズに動かす手段である。

① 製造量は後工程が決めるプル方式

- \* ラインはカンバンによって製造の指令を受ける。
- \* 後工程は仕掛品を使うとカンバンを前工程に戻す。
- \* 前工程はカンバンを受け取らない限り製造できない。
- \* カンバンは引取情報、生産指示情報、作りすぎの防止の役割を持つ

② 前工程にとっては日程計画表の否定

従来製造現場は与えられた日程計画表に従って、作業を行うことに慣れ親しんできた。これを後工程の引取量に従って生産するように変えるには従業員の意識改革が必要であった。

③ 後工程はまとめて引き取ってはならない  
まとめて引き取ると、在庫となり、在庫をゼロに近づけるといふジャスト・イン・タイムの目的に反する。

④ 外注に適用するのは社内の整備後

トヨタ自動車は外注部品の納入にカンバン方式を適用したのは社内での適用開始の10年後である。社内の作り方を変えずに、外注部品お引取りに適用すると、カンバンは「凶器」に変わってしまう。高度成長期、いくつかの企業がジャスト・イン・タイムを下請企業に強要した問題が国会で取り上げられたため、日本国内では良い印象が持たれず、その後日本企業の改革の遅れにつながったことは残念である。

(2) 自動化

自動化ではなくニンベンの付いた自動化である。これは、機械に人間の知恵を与え、異常発生時に自動停止する機能を持たせることである。トヨタの社祖である豊田佐吉は糸が切れたときに自動的に停止する自動織機を発明した。大野はこの考え方を自動車の製造機械に適用したわけである。

① 高性能で高速な自動機械

一寸した異常が発生した場合に停止しないと、機械の中に異材が混入したりスクラップ詰まりをすると、設備や方が破損してしまう。また、タップなどが破損すると大量のネジなし不良品を作り出して大損失となる。

② 自動停止装置付きの機械

自動停止装置付きの機械は人の管理方法も変える。人は機械が正常に動いているときには不要で、異常でストップしたときに初めてそこへ行けばよい。そのため、一人で何台もの機械を扱うことができる。

また、機械を止めることにより、問題を明らかにすることができる。トヨタ生産方式では、作業員自身が異常発生時にラインを止めることができ、問題の早期発見につながる。

(3) 徹底した無駄の排除

① 現場の自主的判断：自律神経

トヨタ生産システムの真髄は変わり続ける企業風土にある。大野はジャスト・イン・タイムとはチームプレーを発揮することであり、自動化とは一人一人のスキルアップであると述べているが、他から見れば、順調に見える状況であっても、現状に満足せず、企業目的の根幹とも言うべき原価低減を実現するために「カイゼン」(効率の追求)し続ける姿勢である。

改善を行うに当たって、トップが日々指示を行っていても、末端にまで徹底させることは困難であるし、時間がかかる。機動力を発揮するには、現場の自主的判断機能をジャスト・イン・タイムの思想浸透とルール徹底により情勢する必要がある。これにより、作業の順番や一寸した計画変更は現場で行うこと

ができるようになる。一般企業では生産管理部が細部まで指示をおこなうため、反応が遅くなってしまう。

## ② 意識改革

トヨタ生産システムは従業員の意識改革がなければ成り立たない。日本人は元来農耕民族であるため、飢饉や災害に備え蓄える習慣がある。また、勤勉さのため、例えば午前中に、当日の生産量を作ってしまった場合、午後なにもせずにいることに罪悪感を覚えて翌日の生産予定のものを作ってしまう。しかしながら、作りすぎの無駄はもっとも恐ろしいといえる。売れない在庫を抱え込むことは、大きな経営圧迫要因である。必要数だけしか作らないために次のような無駄を徹底的に排除する。

- \* つくりすぎのムダ
- \* 手待ちのムダ
- \* 運搬のムダ
- \* 加工そのもののムダ
- \* 在庫のムダ
- \* 動作のムダ
- \* 不良のムダ

## ③ なぜ (Why) を5回繰り返す

ムダを発見したり、問題が発生した場合の原因追求において、トヨタ生産方式の場合はなぜ (Why) を5回繰り返すことにより、真の原因をつかんで友好的対策を打つというように徹底的な追及を行う。大野は機械が動かなくなった場合を例として、次のように説明している。

- 1) 「なぜ機械は止まったか」  
「オーバーロードがかかって、ヒューズがきれたからだ」
- 2) 「なぜオーバーロードがかかったのか」  
「軸受部の潤滑が十分でないからだ」
- 3) 「なぜ十分に潤滑しないのか」  
「潤滑ポンプが十分くみあげていないからだ」
- 4) 「なぜ十分くみ上げないのか」  
「ポンプの軸が磨耗してガタガタになっているからだ」
- 5) 「なぜ磨耗したのか」  
「ストレーナー (濾過器) がついていな

いので、切粉が入ったからだ」<sup>6)</sup>

この例の場合、通常は、原因はたまたまオーバーロードがかかったためとして、対策として単位ヒューズを交換するだけにとどまることが多い。これでは、再び故障が起こってしまう。なぜを5回繰り返すことによって、真因はストレーナー (濾過器) がついていないことだということ突き止めることができ、根本的な対策を実施することができる。

トヨタ生産システムはともすればカンバンシステムのような方策が目まぐるしく注目されがちであるが、真の強さの要因は、意識改革、徹底力などの「ひと」すなわち企業風土にあるといえる。

## IV TOC：制約条件の理論

TOC (Theory of Constraint：制約条件の理論) について、Eliyahu M. Goldratt は著書により閉鎖を言い渡された工場を3ヶ月で立て直した物語として解説している<sup>7)</sup>。その著書は2001年に日本語訳が出版されているが、その概要を以下に説明する<sup>8)</sup>。

ここでは、まず、ロボットの導入を例にあげて、設備の稼働率を上げてコストを低減するという従来の部分最適を目指す考え方に疑問を投げかけている。稼働率を上げることにより在庫が増加すればそれは生産性が向上したとはいえない。生産的であるとは目標 (ゴール) と照らし合わせて何かを達成したことであるとしている。その上で、企業の目標は効率を上げることでなくてもマーケットシェアをあげることでなく、お金をもうけることであるという目標を導き出している。

### (1) 制約条件

制約条件とは「企業などの組織が目指す目標 (ゴール) の達成を妨げている要素」のことである。図3に示すようにサプライチェーンにおいてこの業務は鎖の輪で表すことが

<sup>6)</sup> 大野耐一『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 1978年 33~34ページ

<sup>7)</sup> Eliyahu M. Goldratt・Jeff Cox *The goal: a process of ongoing improvement* (North) River Press, 1992

<sup>8)</sup> Eliyahu M. Goldratt 三本木亮訳『ザ・ゴール』ダイヤモンド社 2001年

できる。このとき鎖全体に強度は最も弱い部分の強度と同じ強度となる。すなわち、サプライチェーンのアウトプットはもっとも能力の低い活動の制約を受ける。

図3 制約条件：ボトルネック

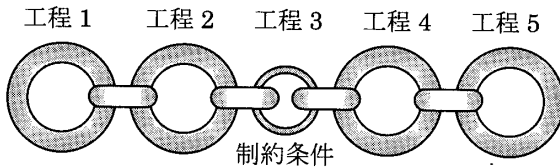


図3に例示する工場において製品が工程1から工程5まで順に製造される場合個々の工程が鎖の輪に相当する。その鎖の輪の中で最も弱い部分(工程3)が制約条件(ボトルネック)である。工程順に流れて生産する場合、最終製品単位あたりの生産能力が最も低い工程が制約条件である。図3では工程3の生産能力が最も低い。このとき各工程が最大限の生産をおこなおうとすれば、工程3の前は在庫の山となり、工程4と工程5は工程3の出来上がり待ちとなる。

(2) DBR (ドラム・バッファ・ロープ)

制約条件に着目して提唱された解決策が図4に示すドラム・バッファ・ロープである。

TOCでは制約条件(ボトルネック)を最大限に稼働させることにより、全体の能力向上を目指す。制約条件をフル稼働させるために時間的余裕(在庫)を持つ。一方、制約条件以外の工程の強化は在庫増を招き、損失に結びつくため、資材投入を制約条件の能力に合わせる(ロープ)ことにより、制約条件以外の工程のペースをコントロールする。このように、ボトルネックとなる工程をフル稼働させ、全体のスピードを維持するために、ゆるみ(時間的余裕:在庫)をもつロープによりコントロールするDBR(ドラム・バッファ・ロープ)により、組織の能力を短期間に、かつ最大限に高めることができるとしている。

図4 DBR (ドラム・バッファ・ロープ)



(3) 改善のためのステップ

DBRにより、制約条件のもとで最大のアウトプットをできるようになると、次には制約条件そのものの改善が必要となる。さらに、制約条件である工程が改善されれば、その工程はもはや制約条件でなくなり、新たな制約条件を対象とした改善が求められる。このようなTOCでの継続的改善プロセスを図5に示す。

「ザ・ゴール」では各ステップの改善例として次のような項目をあげている。トヨタ生産システムでの自動化において述べた「カイゼン」と同じように、これら1つ1つの努力が生産性の向上につながるのである。

① ステップ1：制約条件の発見

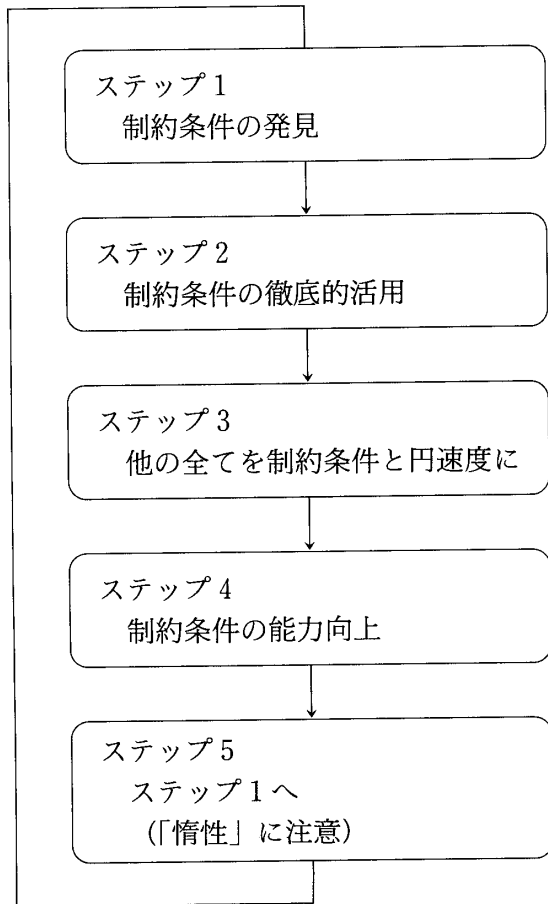
- \* 加工機械 NCX-10 p. 226
- \* 熱処理センター p. 228

② ステップ2：制約条件の活用

- \* NCX-10のセットアップ要員が固定的な休憩時間をとっていたため、アイドルタイムが生じていたのを休憩時間を変更することにより稼働率を上げた。p. 238
- \* 熱処理を行う部品に優先順位をつけ、製品の出荷につながる部品を優先処理する。p. 244
- \* 制約条件の工程後に行っていた部品の品質検査を工程前に行うことによって、制約条件の負荷を軽減する。P. 245
- \* 熱処理センターで処理完了後も作業員が他の業務を行っていて次に進まなかったの

を、作業員を常時大気させて次の処理にすぐ取り掛かるようにした。P. 290

図5 鎖の強度を高めるためのプロセス



③ ステップ3：制約条件にあわせる

- \* NCX-10に供給する部品供給をスムーズにする。P. 272
- \* 熱処理センターで処理中に次の熱処理のための事前準備をする。P. 295
- \* 制約条件でない工程の効率アップのためにおこなっていた熱処理をやめる（非制約条件の工程の効率アップは意味がない。P. 298

④ ステップ4：制約条件の能力を高める

- \* NCX-10と同じ作業を行うことができる使われなくなった旧式設備を活用する。P. 283

⑤ ステップ5：ステップ1へ

ステップ4までによりボトルネックが解消したらステップ1に戻る。ただし、惰性を

原因とする制約条件を発生させてはならない。

- \* ボトルネックに適正に資材を投入するために、非制約条件の工程の作業においてボトルネックに供給する部品の作業を優先させた。p. 275

(4) 評価するための指標

工場が生産的であるか否かについて、古典的な財務会計では原価がもっとも重要な指標である。設備はその減価償却費が固定費として賦課される。そのため、生産量が多くなるほど単位あたりに賦課される固定費が小さくなり、設備の稼働率はできるだけあげるべきだという考えにつながった。しかしながら、これは、部分最適であって、不要な在庫が増加すれば製造原価以外の在庫費用、廃棄損などのコストは増大し経営悪化の大きな要因となる。

制約条件の理論では、企業が改善に注力すべき項目は「スループット」、「在庫」、「作業経費」の3点としている。その中では、売上高から直接材料費を引いたスループットが最も重要な評価基準とするスループット会計が基本となっている。会計上の利益は採用する会計制度に変化する。したがって、従来のコスト削減ではなく、スループットの最大化を目指すことにより、真の儲けを示すキャッシュの増加につなげるとしている。

① スループット

販売を通じてお金を作り出す割合のことである（生産を通じてではない。生産しても売らなければ、それはスループットではない）。

スループット = 売上 - 資材費（仕入）

② 在庫

販売しようとする物を購入するために投資したすべてのお金。

③ 作業経費

在庫をスループットに変えるために費やすお金。

V トヨタ生産方式と TOC の比較

1 部分最適と全体最適

先に述べたように、トヨタ生産方式も TOC もともにめざすものは全体最適である。一方、



1980年代前半に日本の製造業はコスト・品質・納期などにおいて圧倒的な競争力を誇っていたが、多くの企業は部門ごと、組織ごとに改善を行う部分最適をめざしていたといえる。当時の競争力の大きな原動力となっていたのが、ZD (Zero Defect: 欠点ゼロ) 活動、QC (Quality Control: 品質管理) サークルなどの製造現場における小集団活動である。現場作業員がチームを作り、改善積み上げていくことにより、日本の製造現場労働者は世界でもトップクラスの生産性を実現したわけである。当時、多くの企業は売上拡大・シェア拡大をめざす大量生産方式を追求していた。市場の変化は緩やかで製品寿命が長かったため、生産開始後の細かい改善が大きく役立つわけである。原価については、製品単位あたりの固定費の配賦額少なくするために設備をできる限り稼働させるなどの努力が払われた。これは、製造したものはいつかは売れるという考えに基づくものであった。

製造現場と異なり、ホワイトカラーの場合は日本の生産性は欧米に比べかなり見劣りしていたといわれる。そのため、OA (オフィスオートメーション) により、ファックス、コピー機、ワープロ、パソコンなどの導入による事務作業の効率化の必要性が話題になった。しかしながら、当時のOAは主に文書の作成・配布の効率化にとどまった。パソコンの使い方でも、文書作成のためのワープロ機能がキラーアプリケーションであった。従来、印刷屋に頼まなければ作成できなかったきれいな文書がワープロにより職場でできるようになったことに大きなありがたみを感じたわけである。一方、米国の場合はタイプライターの存在により、ワープロソフトのありがたみは日本ほど大きくなかった。米国でパソコンのキラーアプリケーションとなったのは表計算ソフトである。表計算ソフトにより情報の収集・集計・分析が簡単に行えることにより、米国のホワイトカラーは意思決定能力を高めることができるようになり、日本との生産性の格差を大きく広げたわけである。

また、当時の日本式経営の一つである稟議制度をはじめとする集団による意思決定シス

テム下で、企業全体としてのビジョン・戦略を明確にし、徹底する企業は少なかった。QC活動が現場の活動に偏りがちであることを反省してTQC (total quality control) が生まれた。TQCとは、製造業において、製造工程のみならず、設計・調達・販売・マーケティング・アフターサービスといった各部門が連携をとって、統一的な目標の下に行う品質管理活動のことであるが、TQC活動が成功したという企業は少ないといえる。

## 2 ボトムアップとトップダウン

トヨタ生産方式は全員参加方式で、業務に関わる全員が常に現状に満足せず徹底的にムダを排除するという企業風土に支えられた、どちらかというボトムアップ方式である。トヨタ生産方式は大野の強力なリーダーシップの下に推し進められたのであるがその基本は何故を5回繰り返せなど現場の意識改革である。現場の自律神経による長年の改善・改革の積み重ねが成果を出すというものである。このように企業風土の改革が大前提であるため、浸透には時間が必要である。トヨタ生産方式を形だけ真似るだけでは成果が期待できず、外注に対するカンバン方式の導入など場合によっては大きな弊害をもたらすことになる。

一方、TOCは制約条件を見つけ、それに焦点をあてて改革するものである。どちらかといえばマネジメントが牽引するトップダウン方式と言える。「ザ・ゴール」のなかで紹介されている改善例はほとんどが、マネジメントが工夫するものであり、現場が発案した工夫は熱処理中に次の処理のための準備を行う (p. 296) のみである。その意味では、TOCは即効性があり、3ヶ月で不採算工場を立て直したように短期間で劇的な改善を期待することができる。

## 3 資材投入

製造を行うために必要な資材投入を管理する方式として代表的なものに、MRPとJITがある。TOCでは資材投入管理方式について特には述べていないが、制約条件にあわせて

資材投入量を決めたり、制約条件の工程にバッファとしての在庫を持たせることからMRP方式が適している。一方、トヨタ生産方式は言うまでもなくJITがベースである。

(1) MRP (Material Requirements Planning)

日本語では資材所要量計画と訳される。部品表と在庫情報により必要な資材発注量を求め、生産日程計画に基づいて発注計画を決めるものである。需要予測と情報システムの活用により、在庫の圧縮と不足の解消を同時実現できるとして普及した。その後、MRP II (Manufacturing Resource Planning: 製造資源計画)、ERP (Enterprise Resource Planning: 企業資源計画) へと発展している。MRPはコンピュータにより資材投入量を決めるという意味でプッシュ方式であるといえる。

(2) JIT (Just in Time)

前述のように後工程が引き取っただけ生産するという意味でプル方式であるといえる。

4 在庫と平準化

TOCでは制約条件を最大限に活用するためにバッファとしての在庫を持つ考え方である。スループットを最重要の評価指標とするため制約条件の最大限の活用を在庫削減よりも優先するわけである。

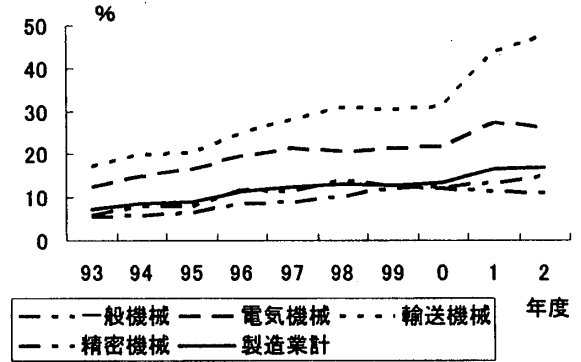
それに対し、JITではカンバン方式により在庫をできるだけ削減させようとする考え方である。ただし、カンバン方式を成功させるためには平準化が大前提である。必要なものを、必要なときに必要なだけといっても、時によって生産量が大きく変わるようではスムーズな生産はできない。需要を正確に読み取って、生産量を平準化できなければ看板方式は導入することはできない。

VI 日本の製造業の強さの再確認

わが国の製造業は、安価な労働力と市場開拓を求めてアジアを中心とする現地生産比率を高めている。図6に示すように製造業の中でも、出荷額が1位と2位である電気機械工業と輸送機械工業(合せて全製造業の33%を

占める)の2002年度海外生産比率はそれぞれ26.5%、47.6%と生産拠点の海外移転が進んでいる。

図6 製造業の海外生産比率



出典：経済産業省

「平成14年度海外事業活動基本調査」

近年では、現地法人への輸出ばかりでなく、逆輸入(現地法人からの日本向け輸出)も増加している。このように日本の製造業の空洞化が憂慮されているが、資源のない島国である日本が頼るべき道はものづくりしかない。1980年代前半日本の製造業は世界一の生産性を誇り、向かうところ敵なしであった。日本能率協会は過去の成功要因を改めて見直し、その強化を図るために、国内優良製造企業15社の事例を通して、5つの提言を行っているが、そのうち2つを次に紹介する<sup>9)</sup>。

1 日本の製造業の強さの徹底的追及

① 現場主義の徹底

経営者・管理者・技術者の現場的感覚を強くし、現場と一体感を強く持って仕事をする。

② 人づくりへの情熱

人の和・チームワークを尊重する。全員が考える集団になることが競争力を高める。

③ 生産技術・設備の開発

設備の自社開発により製品や生産のユニーク製・差別化を図る。

<sup>9)</sup> 日本能率協会編『競争優位をめざす モノづくり経営革新』日本能率協会マネジメントセンター 2001年

④ モノづくり指標の活用

従来からあるコスト・品質・納期などの生産性指標にCS/エコロジーなどの視点からの評価を加える。

⑤ 現場経営者（第一線監督者）の重点育成  
モノづくりに対するこだわり、コミュニケーション能力、現場状況を的確に把握する力、トラブル予知力、スピードある問題解決力、活気ある職場づくりの能力などの能力育成。

2 戦略的な IT 活用

① 幹部の問題解決能力が IT 活用の大前提

IT を真に活用するには幹部のマネジメント能力とリーダーシップの強化が必要。

② IT によるビジュアル化で改善活動活性化

見える管理により、共通の情報・課題認識を持つことができ、現場改善につなげる。

③ デジタル化による知力・情報の高度化

情報のデジタル化により暗黙知を形式知に、個人知を組織知に変換する。

④ IT を活用したモノづくりプロセス革新

CAD・CAE・CAM 活用による開発・生産のリードタイム短縮と高品質化を実現する。SCM によりトータルリードタイムの短縮や在庫削減を行う。

⑤ 経営トップの IT リテラシー向上

経営トップの IT リテラシー不足では、経営戦略と IT 活用の一体化を実現することができない。

VII まとめ

企業が生産を中国に移行する最も大きな理由の一つが、労働者の賃金が安いことによるコストを大幅に下げることができることである。労働集約型産業である繊維工業は、戦前わが国の主要な産業であり、戦後もいち早く復興して貴重な外貨の収入源となったが、その大きな要因は優秀で、米国に比べ圧倒的に安価な労働力であった。1970年代になるとニクソンショック（'71）、日米繊維協定（'72）、石油危機と変動相場制移行（'73）に加えて賃金上昇により国際競争力を急速に低下させた。繊維

製品の輸入は当初の加工度の低い糸や織物から徐々に衣類などにも広がり、衣類の輸入量は1980年から20年余りで10倍以上も増加している。家電産業においても、1990年代以降東南アジアなどへの工場進出が拡大し、いまやカラーテレビや冷蔵庫をはじめ多くの家電製品が入超となり産業の空洞化が進行している。しかしながら安価な労働力によるコスト低減にのみ着目して生産を海外シフトするのは部分最適をめざすといえるのではないか。確かに従来の財務会計の観点では日本の20分の1以下の安価な労働力は大幅な原価低減をもたらす。しかしながら市場の変化が猛烈に速くなった現在、キャッシュフロー会計やスループット会計など新しい基準で評価を見直す必要がある。UNIQLOのフリースで大ブレイクしたファーストリテイリングはその後、大量の不良在庫を抱え経営が急速に悪化した。これは、本社の増産に継ぐ増産の指示により、中国の生産会社を統制できなくなったためである。市場が変化したため本社が生産停止を指示したにもかかわらず、現地生産会社は生産を続け不良在庫につながった。中国における生産は大量生産方式の生産である。従って、比較的製品寿命の長い製品や急拡大する中国市場向けの製品の生産は確かに海外生産が適している。しかしながら、激しく変化する市場に的確に対応しなければならない製品においては、コストよりもリードタイムが重要である。リードタイムの観点では、情報伝達や製品の輸送に時間がかかる海外生産は大きな問題が残る。

情報化が進展し価値観の多様化が進む現在市場の変化はますます激しくなるばかりである。コンビニエンスストアを例にとると3000種類弱の製品を品揃えしているが、定番商品を除き、1年間でその7～8割が入れ替わるといわれる。激変する事業環境に対応するにはSCM（Supply Chain Management）などにより全体最適を目指す経営が不可欠である。その一方で、全体最適の必要性が高まるほど、日本企業にとってチャンスが大きくなるといえる。ものづくりに対する技能・技術の蓄積、優秀な労働力、80年代日本の製造業

のコスト・品質・納期の圧倒的な競争力をもたらしたQC活動をはじめとするかチームプレーなどは全体最適をめざす経営にとって大きな強みとなる。

それでは、日本企業が全体最適をめざすにはトヨタ生産方式とTOCのいずれを手本とすればよいのであろうか。TOCは劇的な改善に結びつける即効性が高い。従って、小説のように企業が存続の危機にさらされている場合はTOCの導入は非常に有効である。経営者や管理者は制約条件を見つけそれに焦点を絞った経営改善を目指すべきであろう。しかしながら、TOCはどちらかというトップダウン方式である。日本の経営者や管理者のマネジメント力は国際的に見て決して高いとはいえない。長年、集団による意思決定に慣れてきた日本企業の管理組織は責任体制が不明確であり、意思決定のスピードが遅いという大きな弱点を持っている。TOC導入による改善後さらに発展するには、傑出した経営者による企業改革への強い指導力が必要であろう。

一方、トヨタ生産方式は大野の強い指導力の下に進化したといえるが、基本的には現場主義であり、変わり続ける企業風土に支えられるボトムアップ方式といえる。トヨタ生産方式は従業員一人一人に徹底的にムダを追求しようという心意気を醸成しなければその成功はおぼつかない。ただし、従業員の意識改革には大きな努力と時間を要するために、TOCほど短期間で大きな成果を期待することは困難な場合が多い。しかしながら日本企業の大きな強みは優秀な労働力にある。現場主義を徹底し考える集団として変化への対応力を高めることが長期的な経営革新につながるという。近年、人件費の流動化を進めるために、正社員を削減し、派遣社員や嘱託社員などに切り替えたり、安易にアウトソーシングを図る企業が見受けられるが、これは近視眼的な経営ではなかろうか。ひと・もの・かねに加えて情報が経営資源と言われるが、ものやかね、情報が有り余っている今、もっとも重要な経営資源はひとそれも単なる労働力としての人材ではなく、考える集団の基と

なる人財である。その意味で、今、経営者に求められるのは改革を通じての人づくり企業風土の醸成にあると言えるであろう。