

次世代生産システム開発への展望

中根 甚一郎

日本の製造企業での生産性が欧米のそれに比べ10分の1とかいわれ、劣悪な品質というレッテルをはられた時代は、それほど遠い昔のことではない。しかし、欧米の先進企業に追いつくことを目標に努力を重ねた結果、生産性、品質とも大きく改善され、国際的にも競争力を強めた。

これには国、企業が一体となって取り組んだ施策、努力や激しい企業競争などによる成果もあるが、それらを支えるインフラストラクチャ的要素も大きく貢献していたと考えられる。

確かにわが国の製造企業は、ほぼ成熟した製品、製造技術のものを、ある程度量的にまとまりのある範囲で生産していける状況下では、特にその強味を発揮し得る。しかし、将来とも、この強味だけに依存してよいのであろうか。すなわち、

- これまで生産性、品質向上は高度成長下での設備更新によること大であった。低成長下では従来のような設備更新は期待できない。事実、最近では生産設備の使用年数が徐々に長くなり、欧米、およびN I E S 諸国に比べて必ずしも優位ではなくなっている。
- 売上高、生産量では伸びていても利益が減少している企業が増えている。これは総生産量に占める小ロット品の比率が大きくなってきたことが主な原因である。将来、さらに多種少量化が進んでいくであろうことを考えると従来の延長上での改善努力だけでは対処できないのではなかろうか。
- 製品のソフト化、多種少量生産化に伴い製造原価に占める間接費が増大してきている。これまでわが国における生産の効率化は主として物の流れ、製造現場を中心に展開されてきた。確かに生産システムにおいて物を扱う製造の部分は重要であるが、それを計画、管理する仕組み、すなわち製造活動のマネジメント・システム

は放置されたまま、少なくとも製造システムの改善と同等の精力を注いできたとはいえない。これまで、日本の企業で国際的に優位性を発揮し得た企業をみてもマネジメント・システム（管理システム）の部分がネックとならないような比較的大量繰返し生産に多いのは、この弱点を露出させないですんだからではなかろうか。

以上、今後のわが国企業での生産性向上や原価低減は従来のように高度成長に支えられ、量的拡大に伴う設備更新に頼ることはむずかしい。さらに21世紀に向かい、経済、社会環境の変化や種々の摩擦、需要の個別化、製品のライフサイクルの短縮化などの需要構造の変化、N I E S 諸国を含め各国、各企業との競争の激化などに対し敏速、的確に対応していかなければならない。しかも、それらの諸問題への対処は従来われわれの強味であった行動様式の延長線では達成し得ないものではなかろうか。そのためには、パラダイム・シフトを伴う変革のための陣痛を必要とするのではなかろうか。ここでは、そのための方向をさぐってみることにする。

1. 工業化社会における生産システム

従来の、少なくとも第2次大戦後から1970年代までの産業社会、特に第2次産業に共通に流れていた原則はトフラーがその著書“第3の波”の中で指摘している第2波の特徴に該当すると考えて差支えなかろう。彼は第2の波の特徴（原則）を6つの項目にまとめている。注1) すなわち、

① 規格化 (standardization)

生産にさいして生産品目の規格化をはじめ、業務の手順、管理システムまでを規格化していった。いわゆるテイラーイズムである。特に規格化の促進は製品、作業、工程、機械設備の標準化をもたらした大量生産方式を確立していった。

② 分業化、専門化 (specialization)

仕事の単純化と分業化により仕事の反復性が促進さ

なかね じんいちろう 早稲田大学システム科学研究所
〒160 新宿区大久保3-4-1

れ、大量生産の効率の遂行を可能にした。

③ 同時化 (synchronization)

分業化と専門化は同時に、そこに働く人々に“時間”という観念の重要性を認識させ、時間で行動を律することが必要不可欠になった。大規模な労働の同時化(同期化)が要求され、これはまた労働という範囲だけにとどまらずに産業社会に組み込まれた人々の行動の画一化をもたらしたのである。

④ 集中化 (concentration)

第2の波は生産者と消費者を分離させ、市場を形成した。市場で強化するにつれ集中化の原則がでてきた。労働の集中化は大規模工場を生みだし、資本の集中化と相まって巨大企業をつくりだした。1960年代~70年代にかけ先進諸国においては各業種分野で大手3~5社の手に市場を握られるまでになった。

⑤ 極大化 (maximization)

生産と消費の分類、市場の巨大化は産業界に極大化偏執狂症候群をもたらした。すなわち、やみくもに大きさと成長を求める傾向である。人々はGNPや企業規模の拡大に血まなこになり、極大化は規格化(標準化)、分業化、専門化の原則とともに進行していったのである。高度成長は自然生態系の破壊や公害をもたらしたが、同時に大量生産の技術を最高のレベルまで引き上げた。

⑥ 中央集権化 (centralization)

規模の拡大と大量生産、巨大市場の形成は中央集権化された組織、ラインとスタッフ機能の分離をもたらした。情報はすべて中央集権化された命令系統を通じて上部に流れ、そこで決定が下されて下部へ命令を伝える仕組みができてきた。

トフラーによれば、第2の波では以上6つの原則が工業化社会を律するものであり、これらの6原則は生産者と消費者が決定的に分離し、市場の役割が拡大することによって必然的に発生したものと主張している。また、これら6原則は相互に強化作用をし、その結果、中央集権的、巨大な官僚的組織を出現させた。

以上、工業化社会に流れている特徴および原則をトフラーの主張する第2の波に代表させてきたが、これはまた、従来の生産システム、すなわち、工業化社会での生産システムの特徴でもあり、そこに共通に流れている原則でもある。生産者と消費者の明確な分離、巨大市場の形成は生産システムに上述の6原則をもたらし、いわゆるマスマプロダクション・パラダイムを生成させた。そこでは売れるものだけ作るというよりも、生産したものを

売るというプロダクトアウトの考え方を蔓延させた。

特にわが国の場合には、マスマプロダクション・パラダイムを促進し、大量生産をより効率的に、優位に展開するためのキャタリスト要素が充実しており、それらが他の先進国に比べて有利に働いていたのである。すなわち、

- 産業振興のための教育の充実
- 良質の労働力の確保
- 社内、外の従業員の同質性の確保
- 外注、下請、購買を包含した強力なネットワーク
- 新技術の積極的の吸収、消化
- 現場技術の積極的の開発と蓄積
- 技術進歩の積み重ね型革新
(Incremental Innovation)
- 技術、生産重視の戦略
- 積極的な先行設備投資とそれを可能にした環境
- カンパニーワイドの改善活動 (Small Steps アプローチ)
- マスマプロダクション・パラダイム遂行に適した人的資源の管理システム(終身雇用、企業内組合、年功序列等)

2. 変貌する製造環境

前述したように工業化社会での生産システムの特徴は大量生産方式であり、それはマスマプロダクション・パラダイムに支えられたものであった。

そこには市場形成と市場拡大を促進する諸基盤があり、それが大量生産方式および大量生産のための技術を高めていったのである。しかし、今後21世紀へ向かって、それらマスマプロダクション・パラダイムを支えてきた諸要素に大きな変革の兆しがみえはじめている。すなわち、

① 脱マスマメディア²⁾

市場拡大、巨大市場の形成にはマスマメディアによる大量、規格化した需要を助長してきたことが大きく寄与している。しかし、1980年代後半に入り、各種コミュニケーションの手段も従来の不特定多数の大衆を対象としてきたものから、次第に特定化、専門化(Focus化)してきている。この傾向は今後ますます顕著になり、メディアも脱画一化、多様化、個別化へ向かっていくであろう。しかもこれはまた情報、通信のネットワーク技術の進展により加速されていく。この傾向は従来のような市場拡大、巨大市場形成からミニ市場化、より細かくセグメントされた市場、さらには市場そのものの概念をも覆すことになるであろう。

② プロシューマー (prosumer) 化³⁾

トフラー（第3の波）がいつているように、第1の波では人々は自ら生産したものを自ら消費していた。産業革命以降、生産者と消費者の分離が行なわれ、市場、流通経路の形成（パイプライン）、拡大が生じた。第3の波（21世紀へ向かって）では再び生産者と消費者の接近が生じてくると考えられる。つまり、従来に比べて消費者が生産活動に入り込んでくる。ただし、第1の波のときとは違いハイテク、高度情報化インフラストラクチャーに裏づけられた生産者と消費者の接近である。

21世紀に向け、業種によって若干の違いはあるが、生産形態はますます受注生産化の傾向を示すことになろう。そうなればなるほど消費者は必然的に生産の過程により深く関与するようになる。少なくとも21世紀には、消費者は生産のアウトサイダーとしてではなく、インサイダーとしての地位を強める。

③ 市場拡大の終焉

大量生産の時代をつくり上げてきたのは、何といても市場という網を世界中に張りめぐらせたことが大きい。しかしマクロ的にみれば市場はすでに成熟段階にあり、流通コストも限界に近い。この傾向は21世紀に向かってますます加速されるであろう。

したがって、将来の商品流通経路は情報ネットワークの発達にも支えられ、より簡素化されていくだろう。プロシューマー化（prosumer化）は商品がサービス市場を通らずに直接消費者に供給されるようになり、市場の発達に終止符が打たれ、脱市場社会ともいうべきものが出現してくるのではなかろうか。

④ 脱マスプロダクション

上述のように脱規格化、プロシューマー化、脱市場化などにより従来に比べ生産に反復性がますます失われ、かつ大量生産化の時代は過去のものになる。少なくとも第2の波による産業は先進国からN I E S、開発途上国へ移転されるか、移転せざるを得なくなるであろう。しかしながら先進国にも製造業を全面的に後進国に譲るほどの余裕はないし、先進国も純粋な意味で“サービス社会”とか“情報社会”になるなどということは現実にはあり得ない。すなわち、先進国が知的、精神的生産だけに依存して生存し、開発途上国や後進国の物的生産に従事するという見方もきわめて短絡的に過ぎる。正しくは先進国ではサービス・セクターに比べ製造業に従事する労働人口は少なくなっていくが、先進国も開発途上国などと棲み分けをしながら

製造業を分担していくということであろう。ただし、そこでの生産は従来のマスプロダクション方式によるのではなく、これを脱却した新しい方式に変わることになる。

⑤ ソフト化^{注4}

21世紀は工業化社会からソフト化社会への移行の世紀ともいわれているが、ソフト化を推進する要因としては、価値観の多様化、情報化、ハイテク化、グローバル化、高学歴化、高齢化などが挙げられる。

以上、21世紀へ向かって製造企業をとりまく環境変化の特徴を5つの項目で総括してみた。製品に対してはソフト化、個別化が強まり、市場については、ますます差別化が進み、しかも長期的にはプロシューマー化が出現してくるであろう。さらに、市場のグローバル化が促進されることも間違いない。技術（テクノロジー）面ではハイテクに加えて異種技術の複合化も考えられ、ブレークスルーが行なわれる確率も高まるであろう。また、現在でも進展しつつある情報、通信技術およびそれらを支えるソフト技術も大きく飛躍し、新しい生産システム開発へのインフラストラクチャーを確立すると思われる。また、円高、資源の枯渇、労働人口の高齢化、豊かさの享受による労働意欲の減退、若人の製造企業ばなれ、さらに貿易摩擦の激化、N I E Sの追い上げなど、製造企業をとりまく環境は悪化するであろう。そんな中で企業は世界規模で開発、生産、販売の最も効率の良い態勢を整え、生産する製品も、他ではできない高度な商品を、特色のある個性豊かな顧客に提供していくことになるであろうし、また、そうしなければ国が成り立っていかないであろう。

3. 脱工業化社会における生産

前節で21世紀へ向かって製造企業内および製造企業をとりまく主要な環境要素の変化を概観してみた。そこでも述べたように“脱マスメディア”からは需要の脱画一化、個別化の方向を読みとることができる。また“プロシューマー化”によりハイテク、高度情報化インフラストラクチャーに支えられた“新しい受注生産方式”の出現が期待される。さらに“市場拡大の終焉”は脱市場社会ともいえるべき新しい生産—流通形態を生み出すことになろう。その兆しはすでにはじまっている。

さらに“ソフト化”の進展による大きなインパクトは要求される労働力の違いとなって現われてくるであろう。すなわち、従来のハード中心の生産では労働の中で

肉体労働の部分が重要であったが、ソフト化により労働力の主体が“知力”になり、そこでは知的労働の質が企業の成否を左右する。労働力には、より高い創造力が求められよう。

以上のことから21世紀へ向かっての製造企業およびここでの生産システムに求められる要件は、広い意味での“フレキシビリティ”である。すなわち、

- 経営諸資源のフレキシブルな能力(ability, capacity)の確保とそれらの活用体制
 - 顧客要求、市場への素早い対応
 - 環境変化への迅速かつ効率的対処
 - テクノロジーの変化への素早い対応
 - 経営戦略の変化への素早い対応
- などである。

このような要件をグローバルな見地から展開し充足させていくために生産システムに要求されるカギは、従来の生産システムに支配的であったマスプロダクション・パラダイムを乗り越えた生産システムの

- “小規模化”
- “ネットワーク化”
- “知力労働力の活性化”

ではなからうか。

特に、インフラストラクチャとしての情報ネットワークの整備、進展は企業に大きな変革をせまるであろう。すなわち、注5)

- (1) 物（ハードウェア）の生産とソフトウェアおよびサービス供給とが有機的に一体化される。
- (2) 異種産業の融合が促進される
- (3) 経営資源の輻輳の活用

自社の現有資源だけではなく世界規模で多重な経営資源の活用が積極的に行なわれるようになる。

- (4) 低くなる参入障壁

規模の経済性が小さくなり、分業化（専門化）と協業化が促進されるようになる。また、ハイテク、情報産業においては埋没原価（sunk cost）の相対的比率が低くなり、かつ技術情報の共有化も進む。このような条件下では事業への新規参入が容易になる。

- (5) 小規模分散型の生産を可能にする

マイクロエレクトロニクス技術、生産と消費者の相互依存度の高まり（近接）は前述のような条件とも相まって小規模分散型生産の優位性を高める。

- (6) 組織の自律化の促進

創造性（力）の発揮と環境変化への適応をフレキシ

ブルに、かつ効率的に行なえる組織が生存のための基本的要件になる。そのためには、個々の事業体が自己組織化されている必要がある。

次世代での生産工場の形態として錯綜する情報ネットワークで結ばれたホロニック型の自律分権（分散）型工場の出現は新生産システムとして有力な1つの方向であろう。

4. イノベーションへの道^{注6)}

これまで21世紀へ向かっての製造企業をとりまく環境の変化とそれら変化に対処していくための生産システム革新の方向を概括した。

ここでは、そのような方向に沿って生産システムを革新していくさいに留意すべき事項を指摘しておく。

(1) 労働力の変化への対応

次世紀における製造企業、特に先進諸国での製造企業では、生産活動の主体が、従来の製造部門（製造現場）から開発、生産準備に移ってくるといわれる。つまり、従来のライン・スタッフという概念が逆転するであろう。それにつれ、知的労働力（知力）の活性化、クオリティアップをどう促進していくかが重要である。そのためには従来のヒューマン・リソース・マネジメント（HRM）システムの見直しからはじめる必要があろう。従来のHRMシステムはグループイズムの育成、増殖には有効であったと思われるがイノベーションを促進する土壌づくりや創造的な知力発揮には必ずしも適しているとはいえない。知的労働の活性化と量的向上およびそれらの生産性向上のための施策は、製造企業に課せられた生死をかけた今後の大きな課題である。

(2) グローバルな企業展開

何らかの姿でのグローバル化は、21世紀へ向かっての製造企業に共通したテーマであろう。グローバルな企業展開にさいしてのカギは、従来の同質的なインフラストラクチャ（人を含めての）に対し、いかに異質性に対処していくかであろう。従来は従業員（外注、購買先も含めて）の同質性が故に“マネージ・バイ・ピープル”で過ごすことが可能であった。しかしグローバル化は、それぞれの地域におけるインフラストラクチャをとり込んだ中で異質の人々に対し、どのように“マネージ・バイ・システム”を達成するかが、ポイントであり、またグローバルな見地からの経営資源の開発、活用のための戦略、戦術策定の仕組みも重

要である。

(3) マスプロダクション・パラダイムに代わりうる新しいパラダイムの創出

従来のスケール・メリット追求型、大量生産、量的拡大志向に代わって、いかにスモール・イズ・ビューティフルを実現するかである。

現在、多種少量生産に対応してのフレキシビリティを確保するためにJIT(トヨタ生産方式)をはじめとしていろいろの試みがなされている。しかし、それらは、やはり突っ込んで考えてみればマスプロダクション・パラダイムの中で、いかに効率的に対応するか、という方法として行なわれていると思われる。ハイテク技術、情報、通信技術、知力を総合したうえでの新しいパラダイムの創出が課題である。

(4) 従来の改善アプローチの補完

TQCやJIT展開にみられるように、従来わが国製造企業の強さの原動力になっていた改善アプローチ(small steps approach)は今後ともさらにみがきをかけていく必要はあるが、前述したように、21世紀へ向かっての環境変化への対応に必要な要件からは従来のスモール・ステップ・アプローチだけでは成り立っていかない。したがって、これを補完するアプローチ、すなわち従来の帰納的改善アプローチに加えて演繹的アプローチ(strategic leaps approach)が必要であろう。ストラテジック・リープスにより次世代への企業のあるべき姿、生産システムを描き出し、その姿にどうやって近づけていくか、というシナリオ作りが必要である。

〈注〉

- 注1.2.3) アルビン・トフラー・徳山、鈴木、桜井訳、第3の波、NHK、S55
- 注4) ソフト化経済センター刊、ソフト化経済と企業内社会(17章)、1988
- 注5) 今井賢一、情報ネットワーク社会、岩波新書285、1984
- 注6) 中根、生産システム革新へのキーワード、工場管理、Vol.35, No.3, 1989

〈引用／参考文献〉

新生産システムの開発に関する調査、研究、報告書
日本機械工業連合会、平成元年3月、p.31-39

1989年12月号

●最新刊●

情報処理システム 入門

浦 昭二・市川照久共編/A5/予価2200円
コンピュータシステム全体を概観し、数多くの図版でわかりやすく解説したテキスト。
コンピュータについて初めて学ぶ人はもちろん、今までの知識の再整理のためにも最適である。
主要目次 情報処理システムとコンピュータ
ハードウェア ソフトウェア データベースシステム データ通信システム 情報処理システムの利用と評価

基礎暗号学 I・II

加藤正隆著/A5/定価各5150円
暗号理論の本格的な解説書としては唯一ともいえる待望の書。雑誌『数理学』連載中、各方面より多くの反響を呼んだ力作にさらに加筆、数学や最新の情報理論・符号理論などの基礎理論が縦横に綿密に組み立てられており、今日話題となっているDES,FEAL暗号についても論及している。著者は、戦前・戦後を通してこの分野の第一線で活躍している斯学の権威であり、本書はその通曉した知識の集大成ともいえる。

新時代のコンピュータ総合誌

隔月刊

Computer Today

90年1月号/12月15日発売/定価930円

ファジィとニューロの融合

ファジィコンピュータとニューロコンピュータを組み合わせる最前線における試みを紹介する

月刊誌

数理学

12月号発売中/定価960円

どこへでも顔を出す 微分幾何

定価は税込みです。

サイエンス社

東京都千代田区神田須田町2-4 安部徳ビル
☎03(256)1091 振替 東京7-2387