JIT 生産システムの特質と方法

由 井 浩*

最近の技術

1. はじめに

近年、我国製造業の国際競争力が強くなり、大幅な貿易黒字を計上してきた。これに関連して日本企業の生産システムが海外から関心を集めている^{1,2)}。トヨタ生産方式³⁾、ストックレス生産⁴⁾など日本の企業が開発した生産システムは、今日国の内外で「ジャストインタイム (JIT) 生産システム」と総称されるようになった。本稿は、生産システムの発展を素描し、JIT 生産システムの考え方及びストックレス生産のすすめ方などを検討する。

2. 生産システムとその発展

JIT 生産システムを取上げるに先立って、生産システムの概要をみておくことにする。

2.1 生産システム概念

長谷川⁵⁾によれば、生産システムは図1のように、(1)変換システムと(2)管理システムとから構成される。このうち(1)は、原材料を製品に変換することに直接関係する人々や機械設備によって構成される、物的システムあるいは作業システムである。(2)は変換の場を管理する人事管理・設備管理などのシステムと、変換される対象を管理する日程管理・品質管理などのシステムから成り立っている。

次に Garret と Silver⁶⁾ は、より広義に解し、製品設計や資金計画なども生産システムに含めている

図1 生産システムの構造図⁵⁾

(図2)。このように我々が生産システムというとき、それには生産手段のみならず生産対象や管理の問題も含まれるのである。

図2 生産システム

2.2 生産システムの発展

上記のような生産システムは、18世紀後半のイギリスにおける産業革命による工場制度の確立とともに萌芽した。すなわち、機械制工場生産への移行と、それに伴う管理方式の変革である⁷⁾。それ以降の生産システム全般の発展を取上げる余裕はないので、ここではごく簡単にみておくことにする。

村松⁸⁾は、企業がその時々当面した問題を解決するために開発した生産システムに関して、フォードの流れ作業方式 (1917年) 以降を表1のように要約している。フォードシステムは革新的な低コストと短生産期間を同時に実現した。フォードT型のシェアは1909年の9.38%から1921年には55.45%へと上昇し、他社を圧倒した。このことを可能にしたのは、単一製品・多量生産であったからである。しかし、消費者ニーズをとらえたGMは、複数の車種・年々のモデルチェンジなどによって1927年にフォードを抜き、以後今日まで自動車販売高の第1位を不動のものにしている。フォード対GMのケー

*H. Yui, 阪南大学商学部

表 1 各種生産方式と特徴

方 式	年代	特 徴
フォードの 流れ作業	1917	3 S (標準化 専門化 単純化) と 3 M (大量消費 大量販売 大量生産)
P E R T C P M	1955	個別生産の大型プロジェクトの管理
フォードの 混合ライン	1962	多品種で需要変動に対処
Volvo方式 カルマ	1970	アブセンティズムと環境改善
M R P方式	1970	複雑な部品構成の生産で変動への対処を押し出し方式とコンピュータ管理
トヨタ方式	1970	複雑な部品構成の生産で変動への対処を引取り方式と自己調整と改善
F M S	1977	多品種の部品加工を段取・移動時間最少に、かつ自動化する
新日鉄ナゴ ヤ生産方式	1977	装置工業で流れの異なる多品種注文を多目評価のもとに生産するシミュレータを用いた

(村松林太郎, I E レビュー, 1982・No.4)

ス是多品種化が不可避なことを示している。
ところで、生産の目的を平易に言えば、必要な(多品種の)ものを、早く、安く作ることである。生産は図3のように「作業」と「工程」の網目構造になっている。作業の立場では、できるだけ量をまとめて各工程における加工費を下げようとする。一方、工程の立場からは、ロットを小さくして生産期間を短縮しようとする。この両者は一般には二律背反の

関係にあるが、フォード以後の生産システムは生産設備の進歩を中心にして低コストを追求してきたといえよう。すなわち、作業重視の立場である。表1におけるトヨタ方式は「ポストフォードの低加工費志向を崩すことなく、その上にフォードシステムの流動化(=短生産期間)原理を甦らせたのである⁹⁾」。このトヨタ生産方式は、ジャストインタイムと自動化を2本柱として成立つが、最近では前者が同生産方式を表す言葉としてよく使われるようになってきている。なお、略語の“JIT”を言い始めたのは Schonberger¹⁰⁾である。

2.3 JIT と経営成果

周知のように資本利益率は経営成果の測定に際して、最重視される指標である。それは売上高利益率と資本回転率の積であり、

資本利益率 = $\frac{\text{利 益}}{\text{売上高}} \times \frac{\text{売上高}}{\text{資 本}}$ (1)

で表される。従って、利益の増大(=低コスト)と回転のスピード化(=生産期間の短縮)が資本利益率を高めることになる。前節でみたように、トヨタ生産方式が喧伝されるまでは生産システムは低コス

図3 「工程」と「作業」の網目構造

トに重点が置かれた。

2.3.1 高度成長と生産システム

日本の経済成長は、諸外国と比べてみたとき、まことに驚異的であった。この高度成長を支えた要因として、社会的・経済的・技術・地理など様々な性質のものを考えることができる¹¹⁾。それらのうち、ここでは技術革新と管理技術の2つを取上げてみよう。

1960年代に日本の労働生産性は年率11.1%も上昇した。この主因は設備投資を中心とした技術進歩である。同時に、多くの管理技術の導入がコストダウンを推進した。これら2つの要因は、先の(1)式との関連でいえば、どちらも低コスト、すなわち生産におけるポストフォードの立場の追求にその重点があったといえよう。

2.3.2 管理の尺度としての回転率

工場の場合、

$$\text{資本の回転期間} = \text{購入期間} + \text{製造期間} + \text{販売期間} + \text{与信期間}$$

である。資本回転に関して生産が主として関与するのは、原材料の在庫期間と製品の生産期間である。これらの回転を早くするため生産管理が実施される。つまり、材料や仕掛品の回転率は生産管理の優劣の尺度とみることができる。このうち、仕掛品の回転率は次式で表される。

$$\text{仕掛品回転率} = \{(\text{製造原価} + \text{材料費}) \div 2\} \div \text{仕掛品在庫高} \quad (2)$$

又、

$$\text{生産期間} = 360 \div \text{仕掛品回転率 (日)} \quad (3)$$

である。このように仕掛品を中心とした在庫の削減は資本の回転を早める。ポストフォードの生産システムが(1)式の右辺第1項(=低コスト)を追求したのに対し、JIT生産システムは右辺の第1項と第2項を同時に向上しようとするものであるということができよう。

3. トヨタ生産方式、ストックレス生産、JIT生産システム

3.1 トヨタ生産方式¹²⁾

本生産方式の主要目的は、コストの低減と資本回転率の増大により会社全体の生産性を向上させることである。このためには次の副次目標が同時に達成される必要がある。

- (1) 量と種類の両面にわたる日次ならびに月次の

需要変動に適応しうるような数量管理

- (2) 各工程が後工程に良品だけを供給しうるような品質保証
- (3) コスト低減目標を達成するために人的資源を利用する限りは、同時に人間性の尊重が高められなければならないこと

図4は上記のような目標と達成手段の関係を表している。

3.1.1 トヨタ生産方式の主要コンセプト

必要なものを、必要な時に、必要な量だけ作ることを意味するジャストインタイムと、不良品を前工程から後工程に流さないようにする自動化、この2つの概念がトヨタ生産方式の2本柱である。さらに加うるに需要の変化に対応して作業員数を弾力的に変化させる「劣人化」と、作業員の提案を通じて改善活動を進める「創意工夫」の2つもトヨタ方式の重要な概念であるとされている。

3.1.2 目標実現のための手段

上記4つの概念を実現するため、以下の方式と手段が構じられる。

- (1) カンバン方式
- (2) 生産の平準化方式
- (3) 段取り替え時間の短縮
- (4) 作業の標準化
- (5) 機械レイアウトと多能工(作業員数の弾力化)
- (6) 改善活動と提案制度
- (7) 目で見える管理方式
- (8) 機能別管理方式

3.1.3 トヨタ方式による成果

表2はトヨタ方式を採用した企業のうち、Bクラスの成果を示したものである。採用及び実施の方法・内容の違いはあろうが、Bクラスの企業においても相当の成果を納めていることがわかる¹³⁾。熊谷教授(名工大)はトヨタ方式が低加工費と流動化原理の双方を実現させたとして、生産管理史上に世界的な位置づけをしている¹⁴⁾。しかし、一方、この方式に対して国会における議論や、公正取引委員会の指摘など、種々の批判も行われた^(註1)。

3.2 ストックレス生産

ストックレス生産という名称は、関西経営システム協会(Kansai Institute of Management & Systems Engineering: KIMS)の第1次IE応用研究会(昭和53年7月～54年10月、主査 福田龍二)によって案出されたものである。ストックレス生産は「必要なものが、必要な時に、必要なだけ作られること」を理想とし、そのために行う計画や統制・諸改善、現

図4 トヨタ生産方式の体系：コスト・数量・品質・人間性とその諸手段の関係（門田3より）

表2 トヨタ方式採用による成果例

企業	期間	在庫削減 (改善前比)	生産期間短縮 (改善前比)	労働生産性 (向上率)
A	3年	45%	40%	50%
B	3	16	20	80
C	4	30	25	60
D	2	20	50	50

(資料：Hall¹³⁾)

場での活動全般を総称して呼んだものである。

ストックレス生産システムでは、目的達成のために8つの方法論と、諸改善の推進、パソコンによる支援システムなどを準備している。しかし、このシステムの導入に際しては画一的な方法をとらない。各企業、工場の個有の状況を重視し、「ストックレス生産は個性的」という立場を強調している。前述のIE応用研究会は現在も継続されている。

3.3 JIT生産システム

Hall, R. W. は著書 *Zero Inventories* (1983) のなかで前節のKIMSとは全く独立に、偶然にもストックレス生産という語を使った。同書はトヨタ生産方式を考察するとともに、さらに製品設計・製造戦略にも敷衍している。ところが現在では、国内および海外においても、トヨタ生産方式、ストックレス生産システムなどの総称としてジャストインタイム生産システムという語が用いられることが多くなっている^(注2)。

4. スtockレス生産システム

本章では、今日JIT生産システムと総称されるもののうち、筆者が参加させていただいた前述のIE応用研究会の開発になるストックレス生産をやや詳しくみてみよう^{15,16)}。

4.1 スtockレス生産のねらい

仕掛品を減少し、生産期間を短縮することにより次の成果を期待することができる。

- (1) スtockを圧縮することにより、生産上の諸問題及び弱点を顕在化させる(図5)。
- (2) 生産管理に起因するむだの排除と生産管理コストの削減をする
- (3) 需要の変動への対応力の向上が可能になる
- (4) 小ロット化、短納期化に応じて納期体質の改善ができる

4.2 スtockレス生産のすすめ方

(1) 達成目標の決定

ストックレス生産の達成目標は、生産部門の責任者が設定する。在庫量、ロットサイズ、能率など多

図5 仕掛りの量と生産上の問題点

くの項目が考えられるが、総合的には納期管理体制指標(DC値)とフロー指標(F値)を用いる。

$$DC \text{ 値} = \frac{(\text{納期達成評点}) \times (\text{納期管理評点})}{100} \quad (4)$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{納期達成評点} = 100 - P \\ \text{ここで、} P \text{ は期遅れ率 (\%) であり、} \\ P = \frac{\text{納期遅れ件数}}{\text{納入件数}} \times 100 \end{array} \right)$$

又、

$$\left(\begin{array}{l} \text{納期管理評点} = 100 - \frac{\sum |\text{実際納入日} - \text{約束納期}|}{\text{納入件数}} \\ \times \frac{100}{\text{級の幅} \times \text{片側の級の数}} \end{array} \right)$$

なお、図6、7及び表3を参照されたい。

$$F = \frac{S}{T} = \frac{\text{素材投入から完成までの平均生産期間}}{\text{素材投入から完成までの正味加工時間}}$$

F値が100というのは、正味加工時間1に対し、停滞時間が99であることを示す。

(2) 全員参加の工程管理を目指す。

(3) 先ず仕掛量を減らしにかかる。そのため、現状での各工程ごとの許容仕掛量の基準を定め、仕掛量を減らしていく。その基準はさらに減少させていく。

(4) 品種別ライン化と小ロット生産への切り替えを行う。

(5) 日程計画立案のサイクルを短縮すると共に、

(注1) 門田教授は『トヨタシステム』初版において、このような批判に対する本格的な考察は次回以降の版で行うことになると述べている。同生産方式に対する評価・考察を行うには多面的・総合的な検討が必要であり、筆者自身のこの作業は他日に期することにする。

(注2) 例えば、今年8月に米国のシンシナティ大学で開催された第9回 International Conference on Production Research のなかでも「Just-In-Time 方法論」のセッションが設けられた。又、Harvard Business Review, 1986年3/4月号に「JIT導入をこぼむ7つのいいわけ」というWalleigh, R. C. の論文が掲載されている。

図6 G工場の納期進遅ヒストグラム

図7 G工場の納期進遅累積曲線

目で見る生産管理板・現品管理によるコントロールを行う。

(6) 諸改善の推進

段取替時間の短縮，多能工化をはかり，機動的な生産ができるようにする。

(7) 評価 (前述の DC 値, F 値)

以上の手段の相互関連は図8のように示すことができる。

3.3 ストックレス生産の推進日程

ストックレス生産では画一的な進め方は考えないが，モデルとして図9と図10を示しておこう。

3.4 ストックレス生産の効果

ストックレス生産の効果をみるとき，導入方針，組織，活動内容，日程などを併せみる必要があるが，ここでは数社の実施効果のみを示すにとどめる (表4)。

5. おわりに

本稿ではトヨタ生産方式，ストックレス生産など，日本企業が開発した生産システムが，今日 JIT 生産システムと総称され，国の内外で実施され，又，関

表3 判定基準の一例

ランク	点 数	判 定
A	80~100	良 好
B	60~79	かなりうまく管理されているが，もう一歩
C	40~59	管理意識はあるが，統制面や生産能力面に不備あり
D	20~39	管理もしている品物もある，という程度
E	0~19	無管理状態

表4 ストックレス生産の効果例

企 業	仕 掛 量	納 期	能率(改善前比)
D 社	12日分→6日分	遅 延 件 数 9%→2%	168 %
N	—	50 % 短 縮	156 %
S	56 % 減 少	4.5日→2.5日	—
K	60 % 減 少	43 % 短 縮	181 %

図8 ストックレス生産達成手段の相互関連図

参考文献

- 1) Hall, R. W.: Zero Inventories, Dow Jones-Irwin (1983).
- 2) Schonberger, R. J.: Japanese Manufacturing Techniques, The Free Press (1982)
- 3) 門田安弘:「トヨタシステム」, 講談社 (1985)
- 4) 関西経営システム協会, 「ストレックス生産」, 日刊工業新聞社 (1986)
- 5) 長谷川幸生:「多品種少量生産システム」, 日刊工業新聞社 (1970)
- 6) Garret, L. J. and Silver, M.: Production Management Analysis, Harcourt Brace Jovanovich, Inc., (1973)
- 7) 木村達二稿:「生産管理ゼミナール」, 古川, 高宮編, 「生産管理の理論と方式」, 有斐閣 (1964)

心を集めていることをみた。企業は環境に適応した全社戦略、さらに競争戦略を定めて、業界での競争優位を得ようとする。さらにそれら各戦略に、下位レベルの機能別戦略が適合している必要がある。JIT生産システムやTQCを企業がどのように位置づけるかは、機能別戦略の一部である生産戦略の構成要素である。今後、JIT生産システムの導入、展開に際して、生産戦略の検討が重要になるであろう¹⁷⁾。

図9 ストックレス生産の実施スケジュール (試案)
(本図は、検討を始めるための簡素化したスケジュール案である。何をなすべきかは、各ケースや予見できない問題の性質に応じて決めるべきである)

図10 ストックレス生産研究会活動計画 (日新電機の例16より)

8) 村松林太郎：欧米にみる工場マネジメントとトヨタ生産方式，「IEレビュー」，Vol.22, No.4, 155—163 (1982)

9) 熊谷智徳：WILL 9月号，166 (1985)

10) op. cit. (2)，17

11) 林直道：「現代の日本経済」，青木書店，68 (1976)

12) 前掲書 (3)

13) op. cit. (1)，24

14) 熊谷智徳：前掲 (9)

15) 関西経営システム協会，「ストックレス生産」，関西経営システム協会 (1980)

16) 前掲書 (4)

17) 由井浩：生産戦略分析フレームワークの拡張，「日本経営工学会春季大会予稿集」，(1987)