

日本的生産システムの歴史的背景とその現代的展開

下川, 浩一

<https://doi.org/10.15017/4492996>

出版情報：経済學研究. 56 (5/6), pp.1-16, 1992-04-10. 九州大学経済学会
バージョン：
権利関係：

日本の生産システムの歴史的背景と その現代的展開

下 川 浩 一

1. はじめに

日本の生産システム、いわゆるジャストインタイム生産システムは、硬直化してしまったアメリカ的大量生産システムのハイボリューム・ハイスピード至上主義の行きづまりを打破するフレキシブルで状況適応的な生産システムとして世界的に大きな注目を集めている。いわゆるJIT革命とかりーン生産革命と称される形でそれは世界の製造業の生産現場に静かに浸透しつつある⁽¹⁾。今日までこの日本の生産システムは、現場の技能を最大限に駆使し、TQC活動や企業グループや系列部品メーカーすべてに浸透するジャストインタイムの物作りを集団的組織的に取り組むやり方として日本独特のものという点が強調されてきた。これは日本の工場現場の従業員の教育水準や知識水準が高いことや、民族的同一性と集団主義的行動様式になじみ易い社会システムの存在、終身雇用制による従業員の定着率の高さと愛社精神の強さ、といった日本企業のもっている体質的特性がジャストインタイム生産システムのような全員参加型の生産方式の追求と不可分のものというふうと考えられていたからである。

しかしながらジャストインタイム生産システ

ムは、いろいろな現場の改善活動やTQC活動の集大成の中から生まれるべくして生まれたということもできるが、同時にそれは生産システムにおける大量生産による作りだめを是とする既成観念を打破し、必要なものを必要な時に必要なだけ作るという新しい発想の転換がその根底には存在している。この新しい発想を体現したものが生産の平準化であるが、この発想そのものまでがはたしてまったくの特殊日本的なものかどうかとなるとにわかには断ずることはかならずしも妥当ではない。この発想そのものは歴史的な経過をたどれば、ヘンリー・フォードの生産ライン同期化の思想の中にその源流を見出すことができるし、この点からすると国際的な普遍性を有しているといえるのである。この観点にたつと日本ではただこの発想を生産システムの中に生かしていく活動のスタイルそのものが日本的なやり方や社会的特性を反映したものとなっただけであるとみることもできる。とはいえこの日本的な取り組みそのものが極めて効果的であったが故に、それは日本の生産システムと称されるに至ったということもできよう。

このようにジャストインタイムの生産システムの基本発想と生産思想には、国際的普遍性があるという理解に立てば、海外におけるJIT革命の進行や日本の現地工場においてのこの生産システムの移転といった現実の事態の進行をそ

(1) D. Roos, J. P. Womack and D. Jones *The Machine that Changed the World* Macmillan, 1990.

れなりに評価することもできる。またその国際的普遍性は、市場需要のニーズの多様化と変化の加速化、製品開発のリードタイムの短縮化傾向の定着にもとづく多品種少量生産の広がり世界的にみられることによっても裏打ちされているのである。そして近年自動車工場の自動化が進み、とくに残された労働集約的工程である最終組立ラインの自動化が進むとともに、ジャストインタイム生産システムを自動化やハイテク情報化技術と結合しようとする試みがいろいろな形で進行している。曰くFMS (Flexible Manufacturing System), 電子カンバン, C. I. M (Computer Integrated Manufacturing) 自動搬送モデューライン等々、トータルシステムの自動化への試みが進行する中で、多品種少量生産とそれに対応したフレキシブルな生産システムの原理を生かそうとする試みがなされているのである。元来日本の生産システムは、工場の生産工程における生産技術のノーハウの蓄積をベースにして労使一体、TQC的な全員参加による徹底したムダの排除と品質の工程でのつくりこみを進める中でジャストインタイムの生産思想を現場の中に徹底する形で進められてきた。このような生産システムは人間の技能や知恵をベースにするとはいえず、すこぶる人海戦術的要素をも帯びており、今日のように構造的労働力不足が表面化した中であっては、いつまでもこのやり方だけに頼っているわけにはいかない。しかしながら究極的には無人化ラインを志向するかに見える現代の自動化の潮流の中であって、ロボットやハイテク情報機器などのハード面の自動化だけでなくソフト面の自動化とそのソフトウェアのバックアップを人間の技能と結びつけてどのようにつくり上げていくかということが、ジャストインタイムの生産思想を

現代的に生かす道である。

ここでは国際的普遍性をもつ日本の生産システムの歴史的背景をたどりつつ、最近の日本では、その生産思想の延長と現代的展開の上に現在の構造的労働力不足のもとでの自動化の進展がみられることを明らかにし、自動化と結合した日本の生産システムの抱える問題点を考察することにしたい。

2. 日本の生産システムの源流としてのライン同期化と生産の平準化

ジャストインタイム生産システムは、その源流をたどると、フォードシステムにおけるライン同期化の原則にぶつかる。大量生産方式は、J. B.レイも指摘する如く、精密性 (Precision), 標準化 (Standardization), 互換性 (Interchangeability), そして同期化 (Synchronization), 継続性 (Continuity) の五つの原則の統合の上に成りたっているが、このうち精密性や標準化、互換性の三つの原則は、フォードシステムが登場する以前からすでにアメリカの19世紀の工業史に出現している⁽²⁾。しかし自動車のように複雑で高度な製品は、19世紀末までは殆んど存在せず、あってもそれは大量生産されなかったから、同期化の原則は徹底して追求されたことはなかった。そもそも分業による生産方式には、加工生産方式と組立生産方式があるが、使用される原料や素材の材質と加工方式の異なる多くの部品を組付けて完成品を作り出すのが、組立生産方式である。この組立生産方式は、製品が高度なものになればなるほどその部品の素材から機械加工に至るまでの精密性が要求されるとともに、それぞれの要素部品

(2) J. B. Rae, *The American Automobile Industry*, Twayne Publishers 1984 p. 35.

をつくり、いろいろな加工を規則的にこなすとしても、それぞれの部品や工程ごとの加工や運搬の時間的なアンバランスがあるために工程間の滞留、すなわち加工待ちや運搬待ちといったアイドルタイムが発生することは避けられない⁽³⁾。このような工程間滞留を極力なくしていくには、一つには機械や設備の加工精度と効率を上げ設備の加工能力のアンバランスを減らす努力が必要である。それとともに部品から最終組立に至るまでの製品の加工手順や工程間の時間配分を適正化する生産工程のスケジュール化、すなわち生産管理技法の活用が不可欠である。そのような努力を誰がどのような手法で進めるかについては、現場の熟練工といっしょになってこれを行うか、テイラー主義的にIE専門家や能率技師といったエリート集団が行うか、大まかにいって二つの道がある。とはいえこの二つの道を厳密に分かつことは、生産管理技術が一つのシステムとしてその体系を確立するまではむづかしい。どんなにすぐれたIE専門家や能率技師といえどもその生産管理技術を確立するまでは現場の熟練工のもっているノーハウや知識を借りることなしには生産管理システム的前提となる適正な工程分割と工程ごとの作業標準を確定することはむづかしいからである。フォードシステムの成立期は、まさにこのような問題が存在し、フォードシステムそのものはそれが一つのトータルシステムとして完成して後は、エリート主義の道をたどったのであるが、その成立期においては、むしろ前者の道、多くの熟練工と一体となって生産工程のスケジュール化を進めたのである。フォードシステムにあっては、生産技術者と熟練工が一体となったス

ケジュール化の努力をつみ重ねる中でシステム化した工程分割と統合の上に、一定の予定されたスピードで一糸乱れぬ生産の規則性と連続性を流れ作業の形で実現し、原料加工や部品の生産と組立から最終組立に至るまでのトータルシステムの同期化生産を実現した。

このライン同期化こそ、ジャストインタイム生産システムの原点であり、ジャストインタイム生産方式それ自体も生産の平準化と一般に称されるライン同期化のより徹底したものであって、市場動向と生産ラインの稼働状況に応じて変化する生産動向に関する情報、すなわちいつでもどこで誰がどれだけのロットを生産しどこに納入もしくは搬入したかという情報を記載したカンバンを使用することによって、この生産情報を職場の末端に至るまで伝えて生産の量的質的变化に柔軟に適應できる体制を作り上げたのである。

しかしながらここで大きな問題として浮び上がってくるのは、フォードシステムが完成したライン同期化とジャストインタイム生産システムの生産思想の核心をなす生産の平準化には互いに相通じるアナロジーがありながら、それでいてライン同期化を達成して後のフォードシステムが生産のフレキシビリティという点においてジャストインタイム生産システムとおよそ似つかないいわば同根異種の生産システムとなってしまったのはなぜかという問題である。

ライン同期化とは、生産の規則性と連続性を実現するために、部品から構成部品の加工や組み立て、そしてシャシー、ホイール、足まわり、エンジン、ボディーなど自動車の主要工程の加工や組み立てが同時平行的にムラなく進行せしめられ、メイン組立ラインからサブ組立ラインなどすべての工程のラインスピードのバランス

(3) 馬場克三『経営経済学』税務経理協会 1966年 49～53頁。

を一定に保つことである。生産の平準化とは、全生産工程における、部品や仕掛品の後工程での時期や量の面でのバラついた引き取りを避けるため、最終組立ラインにおける生産のバラつきを極力小さくする努力の中で実現されるものであって、それぞれのサブアッセンブリーラインで生産される部品の引き取り量におけるバラつきを最小限に抑え、これによって各サブアッセンブリーラインがそれぞれの部品を一定速度、ないしは一時間当たり一定量という形で生産していけばよいようにするを言う⁽⁴⁾。ライン同期化が主要工程のムラのない同時進行と工程間のラインスピードのバランスを追求するという限りでは、部品の引き取り量のバラつきを抑えることに相通じるものがあるからその点では両者にはアナロジーが成立する。ところがライン同期化を達成するまでの歴史的経過の中では明らかに同義性がジャストインタイム生産システムとの間に見られたものが、フォードシステムにおいてライン同期化が完成し、固定化された生産管理のもとでトータルシステム化した単一の生産計画がすべての工程に提示されるようになると、製造工程は前工程が後工程に部品を供給していくいわゆる「押し出し方式」で生産計画にのっとった生産を中断なく続けることになる。この方式になってくるといずれかの工程でのトラブル発生や、需要の変動に起因する状況の変化に、迅速に対応するのは難しい。もしこのような変化に適応しようと思えば、各工程に提示された生産計画を変化に対応して変えるしかないが、計画をそのように頻繁に変えるのはすこぶる困難である⁽⁵⁾。ただし工程でのトラブルや

需要変動が少ない場合には、生産計画は容易に達成され、いわゆる量産効果とスケールメリットによる単位コストの削減効果は目に見えて実現するし、ラインスピードを上げてハイボリュームでの生産が絶対化され易い。とはいえトラブルの発生や需要変動が皆無ということはないから、各工程には余分の在庫をバッファーとしてもつことになるが、しばしば各工程間で在庫量のアンバランスが生じ、不良在庫や過剰設備、過剰労働力を抱えこむことになるのである⁽⁶⁾。

このように原点として共通のものを有しながらフォードシステムがジャストインタイム生産システムと完全に道を分つに至った大きな理由は、ライン同期化を追求していた段階と違って、トータルシステムのライン同期化が完成してしまった後では、フォードシステムそのものがライン同期化の原点から乖離していったからである。この乖離がどのようにして生じたかを明らかにする前に、ライン同期化実験が進行した頃のフォードの工場生産システムに何が起りライン同期化がどのように定着するに至ったかを取上げてみよう。このことによってライン同期化の原点とは何であったかがまず明らかになるからである。まずライン同期化実験が進行した1910年から13年にかけてのフォードのハイランドパーク工場での実験以前に、フォードの工場ではライン同期化の前提となるべき工程配置の点で品種別加工ラインの導入や専門的工作機械の導入による工程間の待時間を少なくする実験が先行している⁽³⁾。そして実用的標準大衆車として登場したモデルT型車は、その部品、工具から生産工程に至るまで徹底した標準化を前提

(4) 門田安弘『トヨタシステム』講談社 1985年 58～59頁。

(5) 同上 74頁。

(6) 同上 75頁。

とする製品として、生産の同期化によるトータルシステム化を実現するきっかけを与えたことは事実である。しかしこの全面的なライン同期化を完成させるためには、生産ラインの運搬の自動化連続化となって結実することになる主要生産工程ごとの作業の標準化と生産の連続化によるスケジュール化が試行錯誤的に進行する必要がある。例えば最終組立でシャシーの組立ラインの実験は、1908年ピケット・アヴェニュー工場モデルN型（モデルT型のベースになった先行モデル）を生産している段階ですでに試行的に始まっているが、全面的な流れ作業の体系化は、ハイランドパーク工場が建設されT型車の生産が開始されてから5年たってから完成するのである。（移動組立そのものはマグネット組立ラインを手始めに1913年4月スタートし、ほぼ同年末で流れ作業の体系化は完了する⁽⁷⁾）これは最終組立ラインだけでなく、プレス、溶接、機械加工、鋳造などあらゆる工程と必要な機能部品から小物部品に至るまでのあらゆる生産を連続化し体系化するのにそれだけの時間と試行錯誤的実験の積み重ねが必要だったからである。また部品や資材調達の面でも計画的な発注と納入のシステムをつくる必要もあった⁽⁸⁾。ハイランドパーク工場は流れ作業ができるような機械配置がいちおうなされていたが、当初は完全に同期性ある稼働ができるようになっていなかったのであり、完全な生産の同期性を達成するために必要な新しい特殊専門工作機械を入れ、工程ごとに最終組立ラインを同期化できるよう実験をくり返す必要があった。そしてこのような実験の積み上げが進む中で、1912年にな

ってT型車の需要の急速な拡大がみられたことが直接的な契機となって、1913年に鋳造からプレス加工、機械加工、モーター、フェンダー、磁石発電機、トランスミッション、エンジン、ブレーキなどの部品や材料加工、機能部品のサブアッセンブリラインと最終組立ラインを結ぶ完全に同期化された一貫生産体制によるトータルシステムの流れ作業体系が完成することになる。こうしてフォードシステムは、テイラーの科学的管理法が力点を置いた労働者の個別的な作業能率の向上だけでなく、すべての生産工程の同期化によるトータルシステムの合理化を実現するとともに、生産工程における無駄な原材料や部品、仕掛品などの工程内滞留、つまり余剰在庫を極力少なくして資本の回転率を早め、トータルなコスト切下げと収益性向上に大きな貢献をすることになった⁽⁹⁾。ここでとくに注意すべき点は、フォードシステムがその完成した時点においてラインの同期化と無駄な工程在庫の徹底した削減を結びつけていたということである。ヘンリー・フォード自身も工程における余分な在庫を排除することが、ラインの同期化の前提でなくてはならないことを、無駄を排除する意義とも結びつけて説いている⁽¹⁰⁾。

このようにして数多くの試行錯誤の上に達成した生産ラインのトータルシステムの同期化は、工程の在庫を必要な時に必要なだけ充足するという意味においての無駄な在庫を削減しつつ、大量生産による量産効果＝大幅なコスト低減を実現することに成功した。このように見えてくると、フォードシステムには、その原点として部

(7) Rae, op. cit., p. 37.

(8) Charles Sorensen, *My Forty Years with Ford*, 1956. 高橋達男訳『フォード・その栄光と悲劇』ダイヤモンド社 1968年。

(9) 拙稿「フォードシステムからジャストインタイム生産システムへ」中川敬一郎編『企業経営の歴史的な研究』岩波書店 1990年所収 119頁。

(10) Henry Ford, *My Life and Work*, Garden City Publishing Co, Inc, 1922 p. 83.

品や工程仕掛品の在庫を必要最小限で生産の同期化を実現し、そのために必要な部品納入の同期化を進めるというジャストインタイム生産システムの発想と同じものが存在することが理解される。少なくともトータルシステム的な生産ライン同期化を達成するまでのハイランドパーク工場では、全体のラインの同期性を達成するための各工程やマグネット発電機のような部品組立工程それぞれの作業進行の平準化を追求し、工程内および工程間の滞留をなくするために、生産スケジュールに合せた必要なだけの材料や部品、そして工程仕掛品の供給と流れを保証することにまず力点がおかれ、自己目的的に量産規模を上げるためにスピードアップをいきなり追求したり、ハイボリューム生産のための大量在庫を許容するようなことはなかったのである。モデルT型が登場して2～3年後に爆発的な需要の増加がみられ、営業サイドから強い増産のプレッシャーがかかっていたのに、ソレンセン等工場幹部はそのプレッシャーを押えて単純な生産規模の拡大よりもトータルな生産の同期化を優先した⁽¹¹⁾。そしてトータルな生産の同期化を達成するために、生産管理体制の確立に向けて、マテリアル・ハンドリング、工程管理データ作成、品質検査などの体制を整備しつつ、ライン生産を、それぞれの工程別ライン内およびライン相互間においてシステムの運営によって一糸乱れぬ全体的連続性にもっていく努力がなされた⁽¹²⁾。このような生産ラインのトータルな同期化の前提となるべき工程管理データの集計や送付のやり方をみると、次のような注目すべき傾向がみられる。すなわち現場の各部門の

生産日程の完了が報告されると工程管理部から伝票係と計数係が現場に向かうが、計数係が完成品の数量を数えて適当な容器に入れると、伝票係がその数量と送り先の次部門などを記入した「工程管理部伝票」(Cleaning House Tag)をこれに取り付ける。この伝票はふつう上下同じものが切取線で二つに分かれ、上半分は部品について次部門にゆき、下半分は工程管理部にもち帰られ、全部門における生産量がその日のうちに正確に把握されたという。これに加えて現場の各部門における各労働者は、各自が「個別カード」(Individual Card)をもち、自分のその日の作業の記録をつけることになる。この記録が集計され「生産時間カード」(Production Time Ticket)という各労働者の作業記録となり、これをもとに、個人生産記録カード(Workman's Individual Production Record)と「加工部品カード」(Record of Stock Machined)という二種類の記録が作成される。この「個人生産記録カード」には日付、作業名、労働者名、作業時間、生産量が記載されており、「加工部品報告カード」にも日付、加工部品名、生産量が記載され、それが三つの関連部署に提出され、集計活用される⁽¹³⁾。

このような同期化の前提となるべき工程管理のデータの集計や送付のやり方をみると、「工程管理部伝票」がのちのジャストインタイム生産システムにおけるカンパンの作成と運用の仕方と類似の役割をすでにもっていたこと、また現場の労働者が記録の作成に直接タッチすることで、自らいつどこで何をどれだけ作ったかの作業確認を兼ねた記録を行っていることが分る。少なくともこの記録でみる限り、ジャストイン

(11) Sorensen, op. cit., 前掲訳書147-148頁。

(12) 塩見治人『現代大量生産体制論』森山書店 1976年 260頁。

(13) 塩見『前掲書』 263-264頁。

タイム方式の管理が実施されている場合と共通した生産工程の平準化へ向けてのたえざる努力が行われているということはいいであろう。そしてこのような努力は最終工程のライン同期化に結実するという意味では、後工程の作業スピードに合わせて必要なだけのロットの必要な部品や仕掛品を前工程が供給するというジャストインタイムの生産平準化の原理はそれなりに貫かれていたといえるであろう。とくに二片式の工程管理部伝票が片や工程管理部の記録データとして集約されながらも、もう一つの上半分は部品について回るということは、少なくとも生産指示カンパンの役割をそれが果たしていたということを意味する。問題はそれぞれの工程ごとの労働者が引取りカンパンのもので自工程がその都度引取るロットやワークの種類をどのように確認して自らの標準作業を遂行していたかということであるが、この点は「個別カード」への各労働者による作業記録で一種の自己確認がなされていたとみるべきであろう。

このようにフォードシステムにおけるライン同期化実験が進行する過程では、絶えず生産時間と作業条件が変化していたから、それに伴っての工程管理データの収集と平行した工程管理伝票の生産指示カンパンの活用と各労働者の自らの受持工程での作業確認のための「個別カード」への記入は、生産時間や作業条件の変更にあたらず対応して生産の平準化を進めることを保証したといえるかも知れない。その意味でもフォードシステムがライン同期化を目指した時の生産システムの原点は、後工程が必要な時に必要な物を必要なだけ引取って工程在庫を必要最小限に止めるというジャストインタイム思想そのものであったとみることができる。

3. フォードシステムにおける原点からの乖離とその意味するもの

以上のようにフォードシステムがその完成を目ざしてライン同期化を進めている段階では明らかに、その後ジャストインタイム生産システムが追求した生産の平準化と相通じる要素が存在していた。そこには工程在庫を最小限に止めながら生産工程の進行のバラツキを極力少なくして工程間の平準化を実現して生産体系全体の同期化をはかろうとする全員参加型の工程設計への努力がみられたのであった。しかしながら1913年にトータルシステム的な流れ作業体系が確立して以降は、生産の平準化よりもトータルシステム的な合理化メリットを追求するために、生産工程の細分化と作業の単能化を極度に追求しかつラインのスピードを上げることによって量産規模を拡大してハイボリューム生産による規模の経済性を追求する典型的なハイボリュームハイスピード生産システムに重点移行していくのである。このようなフォードシステムにおけるライン同期化の原点からの乖離はどのようにして起ったのであろうか。

フォードシステムのトータルシステム的な流れ作業体系の確立は、そこで生産されるモデルT型の大量需要の発生に対応するため、モデルチェンジはおろか設計変更を極力少なくして単一車種でいかにしてハイボリュームの生産を拡大するかということにすべての努力が集中されるという傾向をもたらした。そのためにラインスピードをいかにして上げるかということに関心が集まり、その一番の早道は工程の細分化と単能化である。工程の単能化はそれまでとは違って変って多くの単能工をラインに配置し、工程管理データは工程管理部とその出先が完全に掌握するところとなり、現場ラインの単能工達に

はマニュアル化され作業指示が一元的に与えられるようになっていく。かつてのライン同期化実験が進行した段階でも単能工の数は増大したわけであるが、それでもこの段階では生産管理部門と現場の職長や多能工型の熟練工がいっしょになって工程分析や作業の標準化のデータ収集や同期化のための工程レイアウトの変更や工程改善や作業改善などを協力して行っており、全員参加型の工程設計が進められていたのである。その結果工程間のラインバランスの確立のみならず、後工程の加工速度にマッチする前工程の工程編成や必要最小限の部品及び仕掛品在庫での生産も可能になっていた。しかしトータルシステムの流れ作業体系の確立以降は、単能化作業の圧倒的増大と単能工化のテンポの急速な高まりは、全員参加型工程設計からのけつ別をもたらし、IE スペシャリストによるエリート主義的管理を不可避なものとした。とくにこの生産システムのトータルシステム化による予想を上回る量産効果の高まりによって、当初はT型車の需要増加に追いつくことが目的であったが、この絶大なる量産効果の追求それ自身が自己目的化し、終局的には需要を越えたハイボリュームハイスピードの生産が絶対化されるに至った。そのためにそれぞれの工程で必要なものを必要なだけ必要最小限の在庫で生産するというライン同期化の原点が見失われ、トータルシステム的全生産ラインの同期化が進んでいくほどハイボリュームハイスピードの生産による規模の経済性の追求が絶対化され、作りだめは正当化されて生産体系全体が硬直化するというパラドックスが生まれたのである⁽¹⁴⁾。最大限のハイボリューム生産の追求のもとでの生産

管理は固定化され、前工程が後工程に押し出し方式で生産し、ラインを中断したりすることのないよう工程での部品、仕掛品の在庫のバッファをもつことは正当化されることになる。固定化された生産計画のもとで工程管理はデータ収集からその一元的管理に至るまでIE 専門家集団だけが統括するところとなって、テイラー主義的管理が完全に定着する。多能工はごく一部の例外を除いて不用となり、彼等はベテラン職長ともども自らIE 専門家の仲間入りするか、そのライン同期化推進のノーハウを買われて社外流出することにならざるをえない。また同期化実験の進行中は、品質問題は検査工だけの責任ではなく工程現場がそれぞれ品質に責任を自主的に負っていたのが、ハイボリューム生産の拡大と単能工の増加により品質検査部門の拡大と品質問題のスペシャリストによる管轄化が徹底されるに至った。

このような見込生産によるハイボリューム生産を安定化させるために、それまで外注に頼る部分の多かった部品の生産も極力内製化して垂直的統合のメリットを引出すべく、部品生産の内部化とハイボリューム生産体系へのリンケージが徹底して追求されるようになった。ハイランドパーク工場の後に完成するリヴァールージュ工場の一貫生産体系は、原料—部品—コンポーネント—最終組立という垂直的統合のメリットを加味しながら、いっそうの工程の細分化と部品サテライト工場の内部化と巨大工場コンプレックスの徹底した同期化を桁違いの規模の経済性の追求に結びつけたのである⁽¹⁵⁾。かくして見込生産によるハイボリュームの製品の作りだめの固定化傾向は、その量産効果が余りに

(14) 前掲拙稿 293頁。

(15) 前掲拙稿 293～294頁。

も大きかったためにフォードだけでなく GM、クライスラーなど他の自動車メーカーにもそれが浸透し、以来今日に至るまでアメリカの大量生産産業とそこでの工場管理を特徴づける基本的体質となってしまったのである。そしてこのアメリカの生産システムの基本体質は今日における工場自動化の展開の中にも今なお影を落しているのである。

4. 日本の生産システムの源流とその史的展開

日本の生産システムの発端をなすトヨタのカンバン方式は、その源をフォードシステムがやがて没却していったジャストインタイムのライン同期化という生産思想の原点に学んだトヨタ自動車の創業者、豊田喜一郎にさかのぼることができる。喜一郎がどのようにしてジャストインタイムの物作りを構想するに至ったかこの思想を受け継いだ大野耐一等によって発展せしめられたトヨタのカンバン方式の発展については、すでに別稿で取上げたのでここでは繰り返さないが、問題はその歴史的展開の中から何が生まれ、それが現代の自動化や世界的なジャストインタイムの生産革命にどのような影響を及ぼすことになるかということである。

比喩的に表現すれば、ジャストインタイム生産システムは、フォードのトータルシステムの一貫流れ作業体系によるハイボリュームハイスピードの見込生産の固定化の段階からもう一度歴史を引き戻して、ライン同期化実験の段階にみられた必要な物を必要な時に後工程が必要なだけ前工程が引取ることによって必要最小限の工程在庫で生産し生産計画を固定化しない生産システムに再び脚光を浴びさせたともいえる。それは工程管理の問題や品質管理、そしてマテ

リアルハンドリングなどを一部の IE 専門家集団や品質検査の専門家だけに委せず、工程の絶えざる改善活動と結びつける現場ワーカーの全員参加によって問題解決を進める行き方を復活させたのである。勿論このように言うことは、IE や品質管理の専門家の役割を軽視することではない。むしろ彼等専門家の役割はより高度な生産管理と生産技術の発展、同じく高密度の品質管理水準達成のためにより大所高所から管理することに重点が移るようになるのである。例えばそれは市場環境や経済環境の変化と工場側の生産条件や制約条件の変動に対応して、問題解決のために何が重大なポイントとなり、解決のための方向づけが何であるかを明確にしていくことに通じるようになってくる。

いずれにせよジャストインタイム生産システムは、フォードのライン同期化実験当時の生産思想の原点に着目し、限定された量産規模の中での生産合理化に着手したトヨタの試行錯誤の努力の歴史的つみ上げの中で完成されていったのである。戦時生産による中断の後に戦後になって大野耐一等の指導のもとでジャストインタイム生産システムの試行錯誤的実験は始まるのであるが、戦後のトヨタの経営が直面した市場環境というのは、かつてのフォードのように単一車種であっても見込生産で作れば量産効果でコストが下がり、作りさえすればあとは大量販売の力でいくらかでも売れるという情況とはまったく違っていた。経済情勢が流動的で好不況の波があり、1950年代半ば以降になると高度成長で自動車需要は伸びるがその需要構造が複雑でしかも絶えず変動する情況であった。しかも1950年に大争議を経験し倒産の危機をやっとまぬかれたトヨタには設備投資や工場の新增設を行なう財政的余裕も殆どなかった。したがって

設備投資をやたらに増やさずに売れる車を売れるだけ作ることの必要性が絶えず認識され、そこから生産を需要変動に合わせていくための生産の平準化が進められることになった。その間生産される車種も生産量が限られている中で絶えず変化し、大型トラックから小型トラック、大型乗用車から小型大衆乗用車へといった重点車種の変化が次々とおこり、のちには同じタイプの車の中でも異なるヴァージョンのものが市場ニーズの多様化に対応して登場してきたのである。このような状況の下では生産は一定の生産計画でスタートする見込生産の形をとってはいても、絶えずその生産計画を微修正しつつ多品種変量生産もしくは多品種少量生産の方向にもっていかざるをえない。そのために鍵を握るものこそ生産の平準化でなければならなかった。

かくしてトヨタでは1955年頃に生産の平準化が始まったのであるが、この生産の平準化を進めるためには工程のレイアウトの生産の量と品質に応じた変更や作業手順の変化に現場の作業員が対応できるようにするために多工程持ちを拡大し多能工化の推進がはかられた。このような形で開始された生産の平準化の原則の下では、機械はフル稼働をかならずしも前提せず、稼働率というのは注文量に対応したものであり、注文しだいで仕事がなかったら機械を止めることを見込んだものとなっている。この稼働率の考え方に対応して、止めた機械でもこれをいつでも動かせるようにしておく可動率の考え方がセットになっており、注文量の変動に応じたフレキシブルな生産がなされることになる。要するに必要な時に必要なだけしか作らないし、いつでも必要が生ずれば作れるようにし、そのための生産工程のバラツキを完全に排することができるようにしたのである。そのために職場で

の多工程持ちが広がり、プレス工程のように見込みで大ロットで打つ傾向の強い職場では、生産ロットを小さくしてプレス型の段取り替え時間を短縮することが課題となり、やがてかつて何時間もかかったのを2～3分でやるシングル段取りが実現するようになるのである。またこのような生産の平準化を進める中で工程在庫が大幅に減ったために中間倉庫は不用となり、セット生産が実現した⁽¹⁶⁾。またトヨタ生産システムの有力手段としてのカンバンの生産情報としての活用が、1954年頃からいわゆる「スーパーマーケット方式」といわれる生産方式の展開の中で始まることになる。この生産方式では、必要とする製品の数と生産順序をまず最終工程に示し、順次必要なものを後工程で前工程に取りにいき、前工程は後工程に引かれたものだけを作るというやり方で組立から材料まですべて連鎖的に生産を同期化できる方式がスタートし、その中でそれまでは作業手順を書いたものをカンバンと称していたのを、生産指示カンバンと引取カンバンに分けて、ここに後工程が前工程に引取りにいく生産情報としてのカンバンの有効活用が実現した⁽¹⁷⁾。

カンバン方式は機械加工や組立工程から始まりやがてすべての工場と工程に及び、終極的には関連部品メーカーにも及んだ。その結果、工程において品質を作り込むいわゆる工程での品質保証の考え方が広がり、工程におけるダウンタイムを極小化する努力となって大きな合理化効果をもたらした。また工程で品質を作り込む体制づくりの中で大きな欠陥作業があればそれを摘発する自動ライン停止装置やボカよけなど

(16) 大野耐一『トヨタ生産方式』ダイヤモンド社 1978年 24頁。

(17) 同上 300頁。

によるいわゆるニンペンの自動化や電光標示板「あんどん」による目で見る管理も採用されていく。これらの合理化努力の結果として工程における在庫量の生産指示に合わせた最適極小化と工程における品質保証とそのフォローアップによる品質向上と生産性向上の両立も実現することになった。

5. ジャストインタイム生産システムの現代的展開と工場自動化

冒頭にも触れたようにジャストインタイム生産システムの成功は、世界的に大きな反響を呼び、J.I.T革命が世界的に広がっているといわれている。本来工程における改善活動やQCサークル活動など現場の全員参加によるどちらかという人間の泥くさい日常的な努力と問題発見やチームワークなどが主体となって展開されたジャストインタイム生産システムではあったが、最近のハイテク時代の自動化や合理化の中にもその思想は生きている。とくに近年、円高合理化の折にはいろいろなハイテク機器や情報機器をつかった自動化やトータルシステムの合理化が進められ、そこでもジャストインタイムの物作りの考え方をどう生かすかが問題となった。その中では電子カンバンの利用や、LAN (Local Area Network) を活用したハイテクジャストインタイムシステムが出現し、また開発のスピードアップとも関連し、CAD/CAMのネットワーク化によって開発システムと連動したトータル・ジャストインタイムシステムが展開する。しかしその中にも多能工の熟練ソフトをいかにしてFA自動化のソフトに伝えるかが大きな問題である。さらに加えて円高対応だけでなく構造的な労働力不足が顕在化するに及んで、どのような自動化を進めるかをめぐ

って、ここでもフォードシステムが原点から乖離しハイボリュームマスプロ方式を固定化してしまった基本的発想と、原点に着目してフレキシブルな物作りの思想を追求したジャストインタイム生産システムの発想をあくまで生かそうとする立場という二つの潮流が今日なお尾をひいた構図となっている。

今日構造的な労働力不足が定着するに及んで、その強固な国際競争力の基盤となっていた現場の熟練の集積にもとづく製造技術と生産技術を誇ってきた日本の製造業の工場現場にも大きな変革が起こりつつある。端的に言ってそれは、徹底した省人化を目的とする無人化工場、無人化ラインの相次ぐ建設ないしそれに向けての本格的な実験の始まりに象徴的であり、とくに半導体、電子機器、家電製品などの場合に顕著である。無人化工場を目指しての自動化の進展は、工場現場を支えてきた熟練工や多能工の存在そのものを否定し、生産技術者だけで生産工程が運用されるようになるのではないかという憶測すら生むに至っているのである。

現在進みつつある自動化は、それまでの自動化がそれぞれの工程にロボットやNC工作機を導入して省人化と省力化の効果をあげることに焦点をおいたいわば点と線の合理化を旨とする自動化だったのに比べ、面全体の合理化効果を狙ったトータルシステムの自動化である。このような自動化は、CIMや工場LANなどのコンピュータ情報システムを導入し、それまで独立した島のような存在だった工程ごとの自動化を、共通の情報ネットワークで結ぶことによって可能になる。このことが前提となって、一見したところ現場には熟練工らしい姿をまったく見かけない無人化ラインが出現するといわれている。

このように一見無人化ラインを志向しつつあ

るかにみえる現在の自動化を論ずるに当って重要なことは、同じように見える自動化においても、どのような自動化を目指すかという点でその基本的発想に大きな違いがあり、それによって熟練工の持っていた技能を自動化システムの中にどう取り入れるかが大きく違ってくるという点である。

現在人手不足は、日本では勿論のこと欧米でも形態や動機は異なれ構造的な労働力不足はいろいろな形で存在するかもしれない。あるいは将来発生すると考えられるようになり、非常に労働集約的といわれてきた自動車の最終組み立てラインの自動化率では、ドイツ、フランス、イタリアなどのメーカーがはるかに先行するという事態が発生している。日本では半導体やVTRなど電子メーカーの工場の無人化や自動化は進んでいても、自動車の最終組み立てラインの自動化はむしろ欧州を追いかける状況にある⁽¹⁸⁾。

これは日本では組み立てラインでの熟練工が文字通り多能工として多様な職務遂行能力をもち、かつ組み立てラインでの複雑かつ多様でたえず変化する物作り、いわゆるフレキシブルでジャストインタイムの物作りに対応する能力と、絶えず発生する工程での異常事態への対応力が極めて高く、このような能力をそのままロボットに置き換えることはすこぶる困難だったからである。いうなれば、日本では自動化システムは極めてフレキシブルなシステムとしてジャストインタイム生産システムの伝統を継承し、かつ現場の熟練工＝多能工が培った技能と判断力を完全に吸収できるものでなくてはならないのである。その意味ではプレス型のひんばんな段取り替えの迅速な対応が可能となり、そのノー

ハウをソフト化できたプレスと溶接工程が、トランスファープレスの導入と相まって自動化率が90%近くにまで上っているのは、組み立て工程の自動化率のおくれと比べて対称的であるが、それにはこのような背景があることを銘記する必要がある。

これに対して欧米の自動化システムのあり方は、その根本思想が自動化以前の現場の熟練工の存在をできるだけ少なくし、単能工ですべての工程の作業をこなすやり方をベースにしたマスプロハイボリューム生産方式—いわばフォード主義生産システム—の延長の上に立ち、大量見込み生産を効率よくやっていくことと、品質はあくまで検査に頼る考え方の延長の上に成り立っている。従って欧米方式の自動化では製品設計の変更や段取り替え、小ロットで多品種の製品をつくり出すような工程のフレキシビリティは少なく、ハイボリュームの少品種大量生産による生産体系の硬直化はどうしても避けられないのである。少品種大量生産で大ロットの加工や組み立てを効率よくやり、かつそれに合わせて品質の検査をきちんとやることはできるが、設計変更や段取り替えにはどうしても設備の大幅な変更や特定の専門家グループを動員したりして、時間とコストがかかりすぎるといった難点がある。少品種での量産が継続できる条件が与えられれば、自動化率を上げることが即省人化に直結するが、この場合省人化で要らなくなるのは、熟練工でなく単能工である。なぜなら、元来欧米のシステムでは極力多能的な熟練工を排除してきており、自動化システムの設計や運用は、生産エンジニアやIE技術者の手に委ねられ、彼らの自動化の目的動機は、単能工の多くの人手がかかっていたのを徹底的に排除し、省人化することだったからである。

(18) 坂本俊治, 星野俊彦「車輛組立の自動化への展望」『自動車技術』1990年 第44巻5号。

これに比べ日本で発展しつつある自動化の考え方は、製品開発のリードタイムの短縮と、それに結びつく複雑で多様、かつ品種的にも量的にもいろいろな変化に耐えられるフレキシブルな物作りに、現場の多能工的熟練の技能や判断能力を極力生かして、自動化を進めるものである。確かに工場の自動化は、FA 機器や NC 工作機的设计やメカに強く、コンピュータシステムの設計や操作に習熟している自動化のハードに強い生産エンジニアや工程分析の手法をよくマスターした IE 技術者など特定専門家の主導で進めることは可能である。

しかし高度にシステムの的に統合された自動化システムになればなるほど、フレキシブルな切り替えに対する素早い対応には、現場の生産工程のあらゆる問題点を知りつくし、マシンレイアウトや段取り替え、治工具の入れ替えや刃具類の交換のやり方、加工内容の変更などについて敏速な判断が下せる熟練工の存在と、その熟練工の技能や判断力のコンピューターソフトへの伝承移転が不可欠である。また高度に統合された自動化システムにおいて、その工程のどこかで何らかの故障や異常が発生することは不可避である。このような異常に対して迅速に対応できる能力、また異常の発生の原因をあらかじめ予見し、事前にどのような対策を講じておけばよいか判断できる能力というのは、熟練工が永年培ってきた多能工的熟練に求めるしかない。コンピュータープログラマーは、与えられたデータによるマシンの自動制御や工作物に対する工具の位置決め、切削の順序、テーブルの送り速度などの加工情報をプログラムに組んで入力させることはできる。しかしどのような位置決めや速度が最適であり、加工手順や工具類の選択をどうするかといったデータをどんな形で判

断し、決めていくかということは、プログラマーには手に余る仕事である⁽¹⁹⁾。

金型設計、溶接、機械加工、組み立てといった仕事は、10年、20年の熟練がものをいう世界であることが多く、そのような熟練を無視しては自動化ラインの工程設計と日常的運用は成り立ちえないのである。またロボットに一定の動作をマイコンに入力するティーチングの仕事は熟練工がやる方がより正確である。すでに述べたように無人化ラインへ向けての自動化の進展は近年目ざましいものがある。それはコンピューターシステムとロボットに用いられるマイコンなどの発達普及が著しいことによることは事実である。しかしそれだけではなく、最終組み立てラインのような極めて複雑で多能工的熟練がものをいう工程でも自動化が進みつつあるのは、ロボットの性能や機能が高度化し、テレビカメラやセンサー、AI などの視覚、知覚など人間のこれらの機能を代替できる装置や機器の信頼性が飛躍的に高まったことに負うところが大きい。そして組み立てや加工の精度、信頼性に対する高い要求水準は自動化を進めれば進めるほど高まるが、どれほど高度に自動化、無人化されたラインでも、それを動かしているのは熟練工によって培われた技能と熟練のソフトであり、とくに体験によって形成された判断力や知能が重要である。この判断力や知能は、どんな高度な知能ロボットでも完全には代替することはできない。この意味ではすべての工程を完全無人化ラインに置き換えることはできない。従って高度な自動化が進めば進むほど熟練工はライン現場そのものからは一見姿を消すが、その技能と知能はラインを動かすバックアップする

(19) 松島克守『CIM・製造業の情報戦略』工業調査会 1987年 83頁。

役割を演じているのである⁽²⁰⁾。

6. 日本の生産システムの歴史的教訓とその工場自動化への伝承 — むすびにかえて —

日本の生産システムが提起した問題、すなわちジャストインタイムの物作りの思想には、明らかにフォードシステムのライン同期化実験の原点にまでさかのぼることのできる生産思想とのアナロジーがあり、その後のフォードシステムや欧米メーカーが陥っていったハイボリュームハイスピードの大量見込み生産の絶対化に対するアンチテーゼが存在する。そこではかつてライン同期化実験の進行するプロセスで追求された生産変動や工程設計の変化と改善に合わせた作業標準や工程分割と工程管理の技法は、生産エンジニアだけでなく現場の職長や熟練工が広く参画する行き方がとられていたのを、もう一度再現しかつそのシステムをより徹底化し、欧米型のハイボリューム見込み生産の絶対化とそれによる硬直化した生産システムと工場管理におけるエリート主義を排することの重要性を事実で示したといえる。このようなジャストインタイムの生産システムを評してMITの国際自動車産業研究チームは、リーン生産方式と称し、今やリーン生産革命が世界的に広がりつつあることを指摘している⁽²¹⁾。確かにジャストインタイムの生産システムには、日本企業の体質とくに集団主義的ビヘイビアになじみ易い社会システムの存在といった全員参加で物事を進められる日本的な土壌がこれをここまで発展させてきたという日本の要素が根底にあることは事

実である。その意味ではこれを日本の生産システムと呼ぶことは正当性をもつが、これを単なる日本固有のシステムとしてのみみることはこの生産システムのもっている国際的普遍性やその歴史的にみた原点のもつ普遍性とその現代的意義をかえって見失わせることになりかねない。MITのレポートの指摘にまつまでもなくジャストインタイム生産システムの国際的普遍性は日本の海外現地生産工場での実験を通じて次第に実証されてきつつある⁽²²⁾。また日本においても構造的労働力不足と労働市場の国際化に直面し、より高度なシステムの自動化を進めるに当たっても、ジャストインタイムの生産思想はいろいろな形で継承されていくことになることもすでに見た通りである。しかしながらジャストインタイム生産システムというのは、絶えざるフレキシブルな物作りの思想のそれぞれの製品なり現場の状況に対応した追求のプロセスであり、絶対化された固定的な結果というものはありえない。それはつねに工場で働く多くの人々、生産エンジニアと職長や多能工化した現場ラインの労働者の一体となった絶えざる問題発見と問題解決への取組みによって可能となるのである。この点に関連して高度な例えば無人化ラインを志向するようなシステムの自動化にも、かつてフォードシステムがその原点から乖離しシステムとしてハイボリューム見込み生産一辺倒の硬直化に陥ってしまった落とし穴がないとはいえない。ロボットの性能や機能の高度化やセンサーやAI、エキスパートシステム、CIMなどのコンピュータ情報システムの発展と信頼性の増大により、人間の機能代替が可能となり、さらにト

(20) この節の記述は、ほぼ拙稿「熟練工はどこに — 自動化の行き着く先 —」日本経済新聞 1991年4月29日号によった。

(21) Roos et al, op. cit., 訳書 319頁。

(22) 安保哲夫, 河村哲二, 板垣博, 上山邦雄, 公文博 『アメリカに生きる日本の生産システム』東洋経済新報社 1991年。

ータルシステム化の利益が大きいと、その華々しい技術的成果に目を奪われて、無人化に走るばかり考え現場の改善活動などを軽視してしまっ、結果においてかってフォードシステムが原点を見失って陥ったのと同じ落とし穴にはまってしまう危険性がないわけではない。もっとも現在進行中の自動化も、昔ながらの人海戦術的改善活動だけで対応できるものでもない。現在進行中の無人化ラインのような高度な自動化の進展は、熟練工にこれまでのような単なる多能工から多能的熟練をも包摂した知能工となることを要求するようになる。この場合の知能工に必要なことは、多能的熟練のノウハウに加えてマイコンソフトについての知識をもち、自らのもつ技能のソフトを実際にプログラム化したりデータベース化する能力がまずあげられ、生産エンジニアとの緊密な協力関係の下で、その能力は発揮されていくであろう。最近の事例としては、本田技研では高級スポーツカーNSXを作っている栃木工場に、他の量産ラインをもつ他の組立工場から熟練工の志願者を募集し、熟練工としてのいろいろな修練の後的一定期間を経てまた元の工場に彼等に戻して高度な自動化ラインを作り上げる現場の中核的存在として活用している。

さて高度な自動化の進展にあたってもう一つ重要なことは、高度な自動化は当然、工程における故障や異常の発生を極力事前に防止するため設備と工程のメンテナンスを必須条件とするが、それにも現場の技能を生かした迅速かつきめ細かい予防保全能力を高めるために、知能工化した熟練工の役割が大きくなるということであろう。

最近日本の製造業では、自動車の組み立てラインに限らず、構造的な労働力不足に対処する

ため思い切った自動化を進め、それが可能な工程では無人化ラインの実現に向けて新しい動きが見られ、その中でもジャストインタイム生産システムを生かしそれに対応して熟練工を知能工化していく動きが顕著である。換言すると脱三Kに向けての高度な自動化のために知能工化した熟練工が今やその鍵を握る存在となろうとしているのである。そこでは欧米型の単なる人減らしのための自動化ではなく、人を育て人間らしい職場をつくるための自動化が進行しようとしているといえよう。

近代の工場マネジメントを歴史的に考察するとき、テイラーシステムやフォードシステムのなした絶大なる貢献は、改めて強調するまでもないことである。それは工場の労働に動作及び時間研究をベースとしたシステムティックな管理の原則を持ち込み、絶大な生産能率の向上をもたらし、その延長の上にトータルシステム的な生産の同期化による大量生産革命を実現して飛躍的な生産性の向上と量産効果を実現した。しかしながらテイラーの科学的管理法には、熟練の管理者側への集中制奪という大前提の上に管理のエキスパートだけですべての管理を進めるというエリート主義的歪曲が潜んでいたのである⁽²³⁾。ライン同期化実験において多くの現場の職長や熟練工など従業員の提案や改善、参加がみられたフォードシステムも、トータルシステムの流れ作業体系の自己完結性の確保とともにテイラーのエリート主義に戻ってしまっている。日本の生産システムがこのような歪曲と盲点をついたものであることは、これまで見てきたところであるが、自動化がいつそう進むこれからの工場の生産システムに日本の生産システ

(23) 副田満輝「テイラーシステムの原理」九州大学『経済学研究』21巻1号 14～18頁。

ムが示した歴史的教訓が日本でもまた国際的にも生かされることになれば、それはまさに人間的な生産革命ということになるかもしれない。

(追記) この拙い論文を今は亡き馬場克三、副

田満輝両先生に捧げる。両先生は原田教授と筆者の若き時代からの生涯の恩師である。

(法政大学経済学部教授)