Title	フォードシステムと分業の機能の科学化(2)
Author	坂本, 清
Citation	経営研究. 63(4); 113-147
Issue Date	2013-02
ISSN	0451-5986
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学経営学会
Description	

Osaka City University

In April 2022, Osaka City University and Osaka Prefecture University marge to Osaka Metropolitan University

フォードシステムと分業の機能の科学化 (2)

坂　本　　清

1　はじめに
2　先行研究とフォードシステム研究の意義
3　フォードシステム形成の論理
　3.1　フォードシステムの目的
　3.2　T型フォードの製品競争力
　3.3　フォードシステムの論理と展開
　3.4　コスト削減の諸方法（以上前号）
4　フォードシステムと生産原理の革新
　4.1　フォードシステムの展開
　4.2　フォードシステムのシステム原理（以上本号）
5　フォードシステムと分業の機能の科学化（以下次号）
6　フォードシステムの歴史的意義

4　フォードシステムと生産原理の革新

4.1　フォードシステムの展開

フォードシステムの生産システムとしての歴史的評価はその生産原理の革新にある。マックアベニュー工場に始まり、ピケットアベニュー工場段階を経て、ハイランドパーク工場へと発展するフォードシステムの進化は、いわば万能作業組織段階、機種別作業組織段階、そして品種別作業組織段階への進化の過程であった。そして、品種別作業組織への転換こそ、大量生産の原理を生みだしたフォードシステムの質的飛躍であった。

ところで、組立加工型生産システムは、製品を構成する部品の生産とこれら部品の組立の工程から構成されるが、個々の部品の生産は、鋳造、熱処理、鍛造、機械加工の各工程を、部品の組立は、構成部品の組立と構成部品の組付による完成品の組立の工程から構成される。ハイランドパーク工場は、ピケット工場の全設備を移して1910年に操業が開始され、1913年に一応完成するが、その過程で、1911年に買収したカイム製作所の鍛造（プレス）工程が追加され、また1913年には熱処理工場が完成し、世界最大といわれる鋳造工場の大拡張が行われた。1913年のハイランドパーク工場のレイアウトを見れば、鋳造工場、熱処理工場、2棟の主工場、それに、2カ所の発電所、事務棟、倉庫などから構成されており、資材の搬入、完成品の搬出

キーワード：フォードシステム、生産原理の革新、無駄の排除、分業の機能

のための鉄道の引き込み線が工場の目前まで引かれ、工場全体が、クレーン、モノレール、コンベアなどの機械式搬送装置で結合されている。また、主工場は、1棟がシャシーおよび車体の部品生産のための機械工場であり、他の1棟がユニット部品の組立と製品の最終組立の工場である（Arnold, p. 24)。組立工場は4階建てになっており、1階がシャシーの部品組立と総組立、4階が車体用部品の組立、3階が車体塗装、2階が車体組立、そして2階からの車体と1階からのシャシーが建屋の外で組み合わされるという生産工程である（塩見、220頁、Arnold, p. 151)。ではフォードシステムは、このような工場体制の下でどのように大量生産の原理を構築していったのであろうか。まず、具体的な生産工程の展開を工程順に見ることにしよう[13)]。

4.1.1 鋳造工程

鋳造工程は、元来きわめてコストのかかる工程である。それは、木型製作および鋳型製作に熟練を必要とするだけでなく、何よりも長い時間のかかる労働集約型工程であるからである。したがって、この木型製作および鋳造工程の熟練と時間とをいかに削減できるか、フォードにとって鋳造工程のコスト削減は、生産工程におけるコスト削減の重要な課題であった。まず、木型製作にどの程度の熟練が必要であったのか、木型工ソレンセンが次のようにのべている。「木型製作の仕事は、知的職業でもまた商業でもなく、両方の調和を必要とする正確かつ高度に熟練した技能である。木型工は、きわめて複雑な設計図を読み取らねばならず、また家具師以上に、のこぎりや、かんな、サンドペーパーや、にかわについて、細部にわたって精通しかつ無限の忍耐力を持っていなければならない。同時にまた、設計者や製図者の考えを木を使って正確に表現することが必要である。更にそれ以上に、その木型は、鋳造場の鋳型工の、特に正確な要求にあわなければならないのだ」（Sorensen, 邦訳73頁）と。このように、木型の製作は、習熟によって労働者に蓄積された熟練技能の世界であった。それは、大量生産を目指すフォードの大きな桎梏であったことは間違いない。また、鋳造工程については、フォードの説明も、アーノルドの説明も、ましてや日本の諸論者の説明でも、熟練という点からは明確ではない。

そこで、筆者の経験が一般化できるかどうかは分からないが、かつて零細企業において硬鉛のバルブ鋳造作業にわずかながら関わった経験があるので、そのプロセスについて考えてみたい。高度経済成長期、硫安生産に不可欠の硫酸製造工場では、鉛製品が使用されていた。鉛のパイプ・配管、鉛を張ったタンク、ミストの様に鉛で内張りされた塔、等々。この硫酸製造工程において多用されていたのが鉛のバルブである（後にステンレス製のバルブが市販されるが高価であった)。その工程について説明しよう。

①原型（木型）は外注していたが、硬い素材で製作されており、かなりの重量物であった。複雑な外形が美しささえ感ずるほどの工芸品のようなものであった。型は上型と下型、すなわ

ち一つの原型を半分に割ったものである。2つを合わせれば製品と同じ外形になる。多種類の注文に対しては多種類の木型を持っていなければならない。新規注文には、新規に型を作らなければならない。

②鋳型作りに使用する砂は特定の産地の砂である。砂に若干の水分を与え、鋳型づくりに適切な鋳型砂にする。湿り気の状態を判断する能力がいる。

③平面の台の上に四角の型枠を置く。その中に木型の一方を、平面部分を下に置く。そして上から②の砂を入れ、しっかりと固め、平面にならす。その硬さも重要な判断。

④鋳型を静かにひっくり返す。型の切り口部分をきれいに拭き取り、他方の木型（上型）をぴったりと載せる。

⑤上から型枠を載せ、全面に乾いた細かい砂を薄く振りかける（上下型を分離し易いようにするためである）。そして②の砂を入れて固める。その際に型に接するように湯口棒を立てる。砂を固めた時点でその棒はゆっくり引き抜き丁寧に補修する。

⑥上下鋳型を慎重にはがす。白砂が蒔いてあるのでわりに簡単に分離できる。砂の欠落があった場合は補修する。

⑦それぞれの鋳型から木型を抜く。木型の面に金具を打ち込み、木型をわずかに動かしながら引き上げる。これは結構難しい作業で慎重にやらなければならない。引き抜くときに木型が縁に触れると砂を崩す。そこで、和筆に水を含ませ木型の縁全体に水滴を垂らす。木型が砂から離れやすくし、抜き易くするためである。木型をはずしたのち、鋳型のでき具合をみながらへらで補修する。一方の湯口穴もしっかりと固める。

⑧鋳型を乾燥させる。ストーブの周りに鋳型の表面を内側に並べ一晩置く（乾燥型）。

⑨乾燥した鋳型（下型）に中子をセットする（中子は内部の形状を決めるので、正確に動かないように）。中子は、別のところで同様のプロセスで製作する。下型に上型をぴったり合わせる（湯口が上に来る）。重しを載せる、粘土で上下鋳型をとめる、固定具をつけるなど、上下鋳型がずれないように工夫する。湯が鋳型の間から漏れないためでもある。これで鋳型の完成である。

⑩湯（この場合は溶けた硬鉛）は、鉛のインゴットを溶解鍋で溶かしたものである。通常、鉄の鋳物工場の場合、鋳鉄溶解炉（キューポラ）で溶解する。さて、この湯を鋳型に注ぐのだが、大きさにもよるが、注湯鍋または鉄のひしゃくで湯口にあふれるまでいっぱいに注ぐ。直ぐにわずかに湯の面が沈む。そこで押し湯（減った分追加）をする。製品に鬆（す）が入らないための重要な作業である。実に体力のいる作業である。

⑪湯はまもなく固まるので、しばらくして鋳型をばらす。バリ取り、湯口切り、その他傷や鬆の状態を点検する。補修が必要な場合がある。鉛の場合、補修は酸素と水素の混合ガスで小さな火口を使って鑞（ろう）を盛る。

⑫砂および型枠は再利用する。製品を機械加工に回す。

以上が鋳造工程であるが、鋳造職場は、湿度・温度が高く換気が常に必要となるような作業条件にあり、砂や湯をスコップやひしゃくで運ぶなどの重筋労働が求められる、きわめて危険をともなう作業環境にあった。そして、鉛と鉄とでは技術的あるいは方法的に若干の相違があるかもしれないが、基本的には鋳造工程の条件や方法は同じである。

初期のフォードの工場における鋳造職場についても同様の環境が想像される。アーノルドによれば、1910年5月10日、最初のT型車のシリンダーは木型でつくられたが、当時は、まだスコップとねこ車で、すべての作業が人手で行われていたと説明されている（Arnold, p. 331)。T型車の大量生産のためには、鋳造工程が大きなボトルネックになっていたことは間違いない。ソレンセンが「溶融工程をもっと改良し、研究所で原材料を分析し、金属鋳型および砂込めに機械を使わねばならないということがハッキリわかってきた」(Sorensen, 邦訳93頁）とのべるように、当時の旧式の鋳造方法の改革は、T型車の大量生産を実現するためのフォードの最大の課題の1つであったのである。フォードでの改革は次のように行われた。

第1に、木型から金型への転換である。木型は単品生産で、壊れれば作り直さなければならない。ソレンセンは、当時の状況を次のように書いている。「その当時シリンダー・ブロックの鋳造には、マホガニー材の木型を使い、消耗の激しい部分を真鍮で補強していた。どんな熟練した鋳物工でも．鋳造中に木型を乱暴にとり扱うので、ダメになることが多かった」(Sorensen, 邦訳91頁)。このため「木型部は1日10時間稼働しており、それ以上残業することも多く、それでも仕事を家に持って帰ることさえあった」(Sorensen, 邦訳92頁）と。そこでソレンセンは、「自動車を大量生産するというヘンリー・フォードの夢に刺激されて、私は鋳物工と、シリンダー・ブロックの木型を金属製のものに替え、これを鋳造機の上にすえられないかと議論した」(Sorensen, 邦訳91頁)。木型から金属型に変更できれば、型の寿命が延び、同じ型でより多くの鋳造が可能となる。熟練労働者も少なくてすみ、当然コストが削減できる。こうして彼は、「木型の代わりに金型を作成してこれを機械にかけ、正しく寸法を出した」(Sorensen, 邦訳121頁）ところ、「この同じ鋳型で何回も鋳造したが驚くほど正確なものができた。これで鋳物の問題は解決した」(Sorensen, 邦訳122頁）とのべている。ただし、この場合の金型は、木型に代わる金属製の型であって、後にアルミニウムの鋳造に採用された金型に直接注湯する方式（ダイカスト方式）ではない（Ford, 1926, 邦訳88頁)。しかし、金型は、機械加工が容易で、精密な鋳造が可能であり、大量生産に向いているといわれる。

第2に、鋳型の製作工程の改革である。鋳型の製作は、上述のように、長い時間を要し、またかなりの熟練を要する工程である。鋳型製作工程の最大の改革は、砂づめ工程の機械化と鋳型製造機（the moulding machine）の導入であった（Arnold, p. 332)。ただし、鋳型製造機については、当時の鋳型製造機が鋳型製造プロセスのどこをどのように機械化しているのかの説明がないので詳細は不明であるが、鋳型製作から熟練の機能の多くを機械が代替したことだけは確かである。また、砂づめ工程は、生砂混合と砂づめの自動工程が1913年に採用された

ことによって、鋳型製造機での砂処理の労働がなくなった。この砂処理工程は、鋳型砂の混合工程から個々の鋳型に砂を供給する工程(生砂をホッパーからコンベアで送り出し、生砂供給シュートによってそれぞれの鋳型製造機に供給する)、鋳込み後の鋳型をばらして砂の回収を行う工程を循環工程として自動化したものである (Arnold, pp. 332-333)。鋳型製造機の導入とともに、鋳型砂の作成・砂づめ・砂回収処理工程の一体的機械化は、実に鋳型工の作業のきわめて多くの時間節約と労働の削減を実現したのである。このような鋳型製作の状況については、1926 年著の中でフォード自身による鋳型製作職場の様子がのべられているので、これを見ることにしよう。

「鋳型工には、作業を迅速かつ能率的にするのに役立つものはすべて与えてある。型の上へ手で砂をふりわける代わりに、電気ふるいが用いられている。これによればボタンを一押しするだけで仕事が行なわれる。砂は固くてがっちりした鋳型になるようふりわけられ、固められる。ここでも、やはり機械は、どんな労働者よりはるかにすぐれた仕事をする。金属板の下にある電気コイルがこの鋳型を加熱するのだが、その鋳型は暑い日でも作業員に無用な熱気をあてることなしに作られている。同じ考えにそって、各作業員の近くには、冷えた空気を送る冷却空気の送風器システムが設置されている」(Ford, 1926, 邦訳 93 頁)。また、「型を取り除くためには、鋳型は、2 つの部分がぴったりと合い、しかも容易に割ることができるようになっていなければならない。この 2 つの部分の間に、以前はロシア産のライコポウジャム (ロシアにしかない花の花粉からつくられる細かな粉末) を敷くことが慣習となっていた。これは非常に高価なものであった。だがわれわれは今では、それと効果が同じで、しかもずっと安価な代替品を調整して使用している。また空気振動装置と簡単なギア機構によって、鋳型の上半分をもちあげることができる。したがって、この過程で傷がつくことはない」(Ford, 1926, 邦訳 93 頁)。

以上の説明によって明らかなことは、鋳型製造機が鋳型を自動的に作るのではないが、鋳型工が鋳型製造機を使用して、砂込め作業、上下鋳型のはがし作業、乾燥作業を行い、前記③④⑤⑥⑧の工程を単純化したことである。ただし、⑦ の工程についてはその方法についての言及がない。⑨の工程に関しては、締め付け具の開発によって簡素化されたとしている (Ford, 1926, 邦訳 93-94 頁)。

第 3 に、鋳込みの工程である。まず、当時旧式鋳造方式を行っていたシリンダー・ブロックの鋳込み工程の作業場について、アーノルドの説明を見てみよう。「シリンダーの鋳造は、注湯鍋を運搬しながら東西に移動する 3 機の並行クレーンの下で行われる。シリンダー鋳造は、13 グループで行われている。各グループには、上型砂詰め係と 1 人の助手各一人、下型砂詰め係と助手各一人、1 人の下型完成係 (下型検査、3 つの中子のセット)、1 人の上型完成係 (上型検査と水ジャケットのセット)、1 人の円筒中子セット係 (円筒中子のセットと最終検査と確認、型合わせ助手の助けをかりて鋳型を合わせる)、2 人の型合わせ助手 (型合わせの手

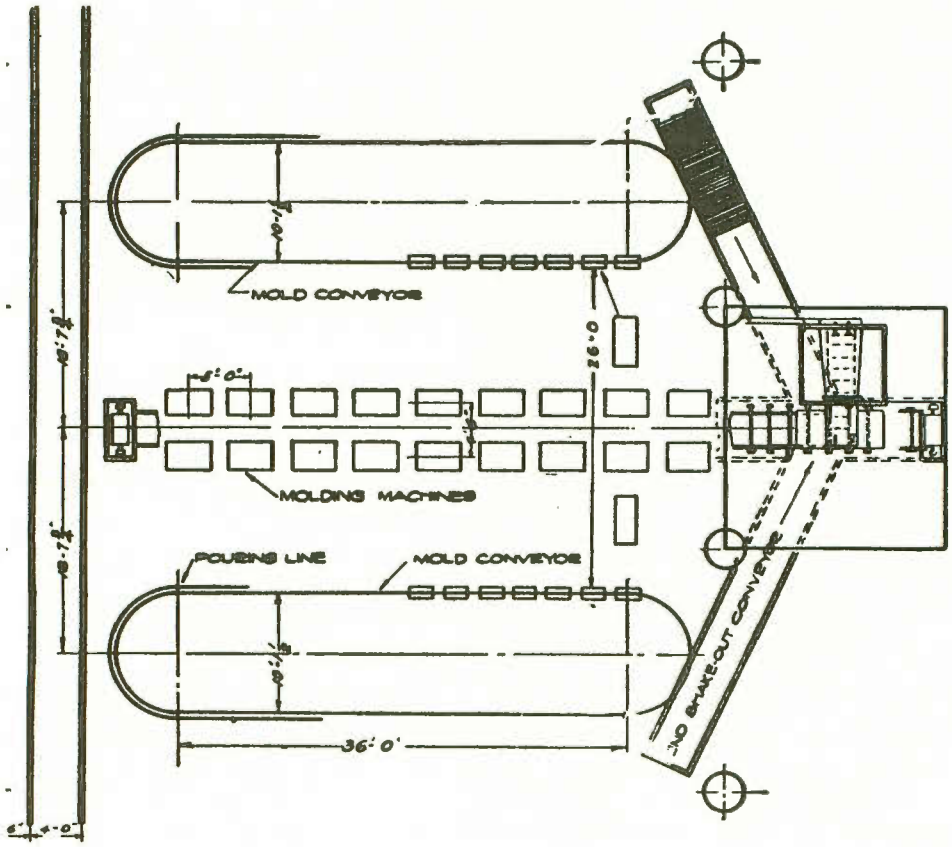
伝い、湯口製作）によって行われる。北側のNo. 1、No. 2クレーンは、それぞれ4つの鋳型製造グループ用、No. 3クレーンは5つの鋳型製造グループ用である。各クレーンを1つの注湯グループが運転し、その中にはクレーンを操作する1人の注湯係と1人の助手、1人の湯膜とり係が担当する。また、3つのクレーンには、1人の職長と25人の作業者からなる鋳型ばらし係がついている。そして、この重量物の鋳込み工程についても自動化の設計はなされているとアーノルドは書いている（Arnold, p. 356)。以上であるが、ここでの説明でも型抜きを（上下の鋳型完成係だと思われるが）誰がどのように行うのかの言及は見られない。それにしても、著書の中に挿入された写真（Arnold, p. 355, p. 356）にあるように、鋳造作業は、多くの労働者が、蒸気が充満した労働環境の中で重筋労働を余儀なくされる危険な職場であった。

さて、シリンダー・ブロック以外の鋳込み工程の変革は、機械式鋳型搬送装置の導入によって実現した。同様の搬送工程の自動化方式は、すでにウェスティングハウス社に導入されており（Arnold, p. 336, Hounshell, 邦訳305頁)、それ自体は新規の技術開発ではないが、それが鋳型製造工程と一体化された自動化工程として構築されたところにフォード社の独創性がある。すなわち、鋳型を置く台が循環チェーンにつり下げられた状態で移動する。その台の上に鋳型をセットすると、鋳型は移動してキューポラの前で注湯され、そのまま移動する間に固まり、それがコンベアの上に移される。チェーンはそのまま動き、鋳型はコンベア上で鋳物・枠・砂がばらばらにされ、分別回収されるというものである[14)]。アーノルドによって、ある1つのユニットの例を見てみよう。それは、機械駆動式の2つの鋳型搬送循環ラインの真ん中に2本の鋳型製造機ラインが配置され、それぞれに生砂供給シュートがついている。鋳型が完成すると、そこにいる作業者は、①鋳型組立係が鋳型製造機から鋳型をはずし、循環ラインのぶら下がり式の台の上に置くか、すでに台に置かれた下型の上に上型としてセットする。②重し係がセットされた鋳型の上に重しをのせる。③注湯係が手に持ったひしゃくで溶湯を注ぐ。④ばらし係が鉄格子の上で鋳型を揺すってばらし、枠を積み上げる（Arnold, p. 335)。

アーノルドは、中子の砂づめの自動化、中子乾燥の連続化、そして鋳型の移動の連続化をもって「これらが低コストを実現するフォード鋳造工場の3大要素である」（Arnold, p. 334）とのべている。ただし、ぶら下がり台式の鋳型搬送装置は、特に明白な利点を有するものではないとも言っている。すなわち、鋳型搬送の機械化および自由に揺れるぶら下がり式鋳型台の難しさ、歯型屋根からの採光を妨げること、そしてとりわけ重大な欠点、すなわち、搬送装置が稼働している間は広い床スペースが無駄になるなどの問題点を明らかにしている（Arnold, pp. 338-339)。

以上、1914年前後の鋳造工程革新の状況を見てきたが、鋳造工程の改革の特徴は次の2点にあると考えられる。1つは、作業の機械化である。砂型鋳造に必須の生砂の混合・運搬・砂づめ・回収までの機械化・自動化、鋳型製造工程の機械化、そして注湯工程への循環式鋳型搬

図1　ハイランドパークの自動鋳造工場のレイアウト



出所）Arnold, H. L. and F. L. Faurote, *Ford Methods and the Ford Shops*, 1915, p. 338.

送装置の導入。鋳造工程のこのような全面的な機械化によって、鋳造作業に必要な多くの熟練を不要にし（熟練の機能の機械による代替）、それに関わる重労働の多くを削減したことである。フォードいわく。「今では、約5％の熟練鋳型工と心型工とがいるだけで、残りの95％は不熟練工、もっと正確にいえば、最もできの悪い労働者が2日間で学びうる程度の1つの作業を覚えた工員である」と（Ford, 1922, p. 87）。

いま1つは、鋳造作業を流れ作業化したことである。すなわち、工程の分業化は行われていたが、それぞれの係が移動しながら担当作業を行っていたのに対して、鋳型搬送循環ラインの導入によって、鋳型が作業者の所に順次運ばれ、作業者は流れてくる鋳型に注湯し、コンベアに移動した鋳型は、振動によって砂・枠・鋳物が分別回収されるというものである。いわば、機種別作業から品種別作業への作業転換によって、注湯作業の簡素化、ばらし係の削減、砂回収作業の排除など、流れ作業による作業の効率化と人員削減によるコストの削減はきわめて大きなものがあったと考えられる。

4.1.2 鍛造工程

鋳造工程の改革は、前述のように鋳造工程そのものの改革とともに、鋳造の鍛造化によってなされた。技術的に見れば、鋳造（ダイカスト型）と型鍛造とは、金型を用いて金属を加工する点では同じである。一方は溶解金属の圧入であり、鍛造は、上型・下型の間に金属（熱間・冷間）を挟んで圧縮・打撃成型するする技術である。技術的に見れば、労働者の熟練の機能に全面的に依存する金敷と手ハンマーによる自由鍛造法から、1800年頃には水車駆動のはねハンマーが開発され、1827年に金型と落とし鍛造機による鍛造法が、そして1840年代初頭にジャンパー機構（上下金型）によって型鍛造法が完成された。これにより、鍛造部品は、機械加工によって生産できるようになった。

ネヴィンスによれば、当時すでに、自動車メーカーでは木製フレームの補強材として鋼プレス材が使用されていたが、1909年までには鋼材フレームが一般化するなど、鋼プレス部品は、急速に自動車メーカーに不可欠の技術的要素となっていた。1907年頃には、はじめてフィアット社が後車軸ケースのプレス化を導入し、その後ブレーキ・ドラムやフライホイール・カバーなどのプレス化が行われるようになっていたのである（Nevins, 1954, p. 458）。

鍛造によって部品が製作されるとなれば、砂型鋳造工程で必要となる時間と熟練の諸作業がなくなり、素材の加熱炉とアプセット機による据え込み加工およびトリミング機による成形加工をそれぞれ担当する労働のみとなる。また、その工程の搬送を自動化すれば労働者の作業は素材の脱着のみとなる。コスト削減と大量生産を目指すフォードが、部品生産のプレス化を目指すのは当然の成り行きであった。ソレンセンは、その辺の事情を次のように語っている。「われわれがクランクケースのふたの金型と鋳物を試作していたとき、私はジョーにでこぼこのないカバーを鋳造でなくプレスを用いて製作することを提案した。つい最近、バッファローからの訪問者が、自動車部品とフレームの製作にプレスが使えることを教えてくれた。この訪問者とは、当時使用されていた電話機のボール型ケースをプレス加工していた、ジョン・R・カイム製作所の経営者であり、共同経営者であったウィリアム・H・スミスであった。スミス氏は自分の工場でやっていることを大規模にすれば、自動車の車軸ケースの製造にも使うことができると考えた。フォード氏は直ぐに、T型車の開発コストばかりでなく、現在製造している型の車の生産コストの切り下げのためにもこれがピッタリのものだと見てとった」（Sorensen, 邦訳123頁）のである。鋳造品の鍛造化の重要性を認めたフォードは、直ちにカイム製作所に資金をつぎ込み、工場の大規模化と機械の更新をはかってT型車のクランクケースと変速装置を作らせた。そして、1911年6月カイム製作所を買収し、ウィリアム・H・ヌードセンなどの技術者とともに機械類をハイランドパークの新工場に移転させ、「できる限り鋳物の代わりにプレス鋼を使うこととなった」（Sorensen, 邦訳124頁）のである。

鍛造作業の実態については、フォード自身が詳細に論じている（Ford, 1926, 邦訳85-88）。鍛造部品の製造には、2種類の鍛造法が使用される。プレス機によるアブセッティング（据え

込み）加工と蒸気ハンマーによるハンマー加工である。プレス加工では、上下の金型の圧縮によって据え込み、整形、穴あけ、縁の切断（トリミング）、成型品の切り取りなどを行う。ハンマー加工では、上の金型（ハンマー）が下の金型（鉄床）に激しい打撃を与え、下の金型の上におかれた鋼材を成型する。

「車軸についていえば、まずアブセッティング・マシンにかけられる。ここで、車軸としての大ざっぱな形がつくられ、その端が拡げられ、割られて、ハンマーへ送られる。ハンマー加工に際して車軸は半分ずつ処理される。車軸はあまりに長すぎて、一度に全部をハンマーの下に入れることができないのである。ハンマー加工が終わると、次にはそれらにひだのようになって付着している金属片を取り除くために、80台のトリミング・プレスが使用される。このプレス加工の大部分はベルト・コンベアの上で行われるので、鍛造物から削り取られた金属くずはすぐに運び去られる。小さな鍛造物もまた、コンベアの上に落ちるようになっている。これらの鍛造物は建物の出口でコンベアからはこの中に移され類別される。また金属くずはコンベアにより、外部の転轍器上の貨車へと投げ込まれる」（Ford, 1926, 邦訳87）。

以上のように、鍛造工程においても、単に鋳造の鍛造化のみでなく、鍛造工程の自動化と連続化がはかられ、作業の単純化・高速化によって、コスト削減と大量生産を実現したのである。

4.1.3　機械加工工程

鋳造（熱処理）された粗形材は、機械加工によって部品として完成するが、機械加工工程も、鋳造工程と同様きわめて時間のかかる工程である。エンジンブロックなどのような多種類の機械加工を必要とする部品の場合、機械への脱着時間、加工時間、次の機械への搬送時間と、完成するまでに長い時間を要する。しかも、T型車はボルト・ナットを含めれば5,000もの部品から構成されており、大量生産体制を構築するためには、機械加工作業をいかに効率化するかということが不可欠の課題となった。したがって、カイム社の買収による鍛造工程の拡大は、鋳造工程の負担を少なくするのみでなく、機械加工の負担を軽減するという意味でも重要な戦略であった。

ハイランドパーク工場の機械加工工程の再編は次のように展開した。第1に、工作機械の高速化・精密化である。フォード社では、機械の設計・試作はフォード社で行い、それを機械メーカーに発注するという調達方式をとっていた。ソレンセンの次の逸話は、工作機械の高速化が厳しく追及されたことを物語っている。「わが社の需要を満たすために新機械を設計した際、チャーリー・モーガナは、機械メーカーに対し仕様書を示し、1時間に何百個も作り出せる機械を要求したものだ。メーカーは、時間当たり多量の生産を要求する、チャーリー・モーガナの仕様書を読んでは、われわれがまちがえているのだといつも思ったものだ。『1時間に何百個作るということでなく、1日に何百個作るということなんですね。』すると、設計者が席について、われわれがまさにそのとおりの機械を作ったのだから、われわれが正しいのだ、と照

明しなければならなかった。われわれが購入した数千台の機械についてこうしていったのである」(Sorensen, 邦訳 63 頁)。

工作機械の高速化は、まず機械の単能化・専用化によって行われた。フォードが「1つの機械は1つの作業のみを行うのである」(Ford, 1926, 邦訳 105 頁) とのべるように、特定の加工目的1つに特化した工作機械が採用された。しかし、機能の単能化は、それ自体は高速化するが、それぞれの機能に専用化した機械を多数必要とする。その結果、ハイランドパーク工場では 15,000 台もの工作機械を部品ユニット別に配置した。エンジンブロックの機械加工工程についていえば、28 の工程それぞれに専用の工作機械が配置された。工作機械の単能化によって、作業が単純化し、熟練が不要になり、コストの削減に大いに寄与したことは間違いない。また、工作機械の高速化は単能機能をマルチ化した特殊機械の製作として実現した。エンジンブロックの4面に一度に 49 の穴を同時に開ける多軸ボール盤、4個の気筒を同時に削る多軸中ぐり盤、3面に 24 個のねじ穴をあけるタッピング機、多頭フライス盤など、加工のマルチ・ステーション化がはかられ、単機能の同時加工によって機械加工の高速化を実現したのである (Arnold, pp. 77-83)。こうした機械の設計は、社内の設計部が担当し、「増産になるものならどんな機械でも使ってみた」(Sorensen, 邦訳 146 頁) とソレンセンは述懐している。しかも、重要な改善は、このような機械に素材をセットする取付装置を同時に開発したことである。ハウンシェルの表現をかりれば、「フォード社のチームは、15 個のエンジン・ブロックを同時に乗せ、簡単にピタリと位置決めができ、しっかりと保持するフライス盤用取付具と作業台、それに一度に 30 個のシリンダー・ヘッドを保持できるといった類の装置」(Hounshel, 邦訳 292 頁) をつくるなど、機械のマルチ化に対応する治具・取付具を開発し、機械加工の高速化を推進したのである。ただし、作業者による素材の脱着・起動・監視作業は基本的にそのままで、単能機の連続化、したがって自動シーケンス制御による脱着・起動作業を廃止したトランスファーマシンの導入は、1920 年代以降のことである (本格的には第2次大戦後)[15]。

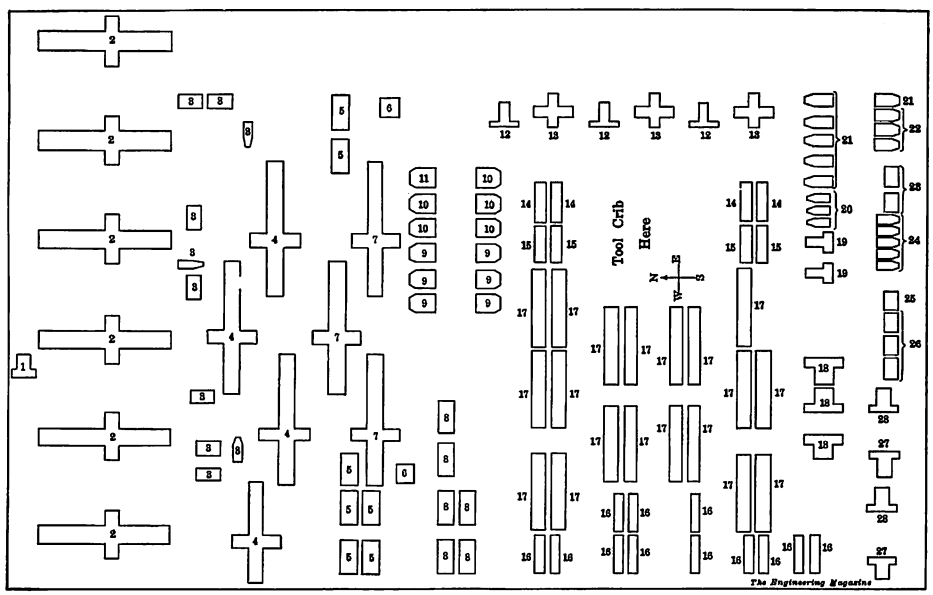
つぎに、工作機械の精密化であるが、精密機械である自動車の互換性部品は、その精度を基本とする。フォードは、1926 年著において、「部品が互換性をもつことは、経済的な生産を行ううえで絶対に必要である。・・・われわれが作っているのは部品であり、完成車はそれが使用される地方で組み立てられる。こうしたことをするためには、過去において考えられていたよりはるかにきびしい正確さが製造に要求される。もし各部品が正確に適合しないならば、結局その組立品は動かなくなり、ディザインしたときにせっかく考慮した経済的効果は大部分失われるであろう。こうした事情により、われわれは製造上の絶対的な精密さが不可欠のものとなり、ある場合には、1万分の1インチまでの正確さを必要とするようになった」(Ford, 1926, 邦訳 102-103 頁) と、部品の精度を強調しているが、ハウンシェルは、「この精度がT型車の大量生産の基盤になった」(Hounshel, 邦訳 295 頁) としたうえで、「この時期における工作機械の精度と速度の改善は、もっぱら冶金技術の発展と硬度の増加によるものであり、この改

善がフォード社における—そして自動車産業全体の—生産能力を急速に上昇させた決定的な要因となったということである。シンガー製造会社では精度の低い機械加工部品によって組立上の問題が生じたことを考えれば、フォード社が精度にこだわったことは強調しても強調しすぎることはない」(Hounshel, 邦訳 294 頁）としている。

フォードは、工作機械のこの精密さを確保するために、世界で最も精密な測定器具ヨハンソン・ゲージ・ブロックスを採用した。表面を手でこすった 2 枚のブロックを合わせると、物理的現象によって 210 ポンドの牽引力に絶えるというほどの平面を持つ測定器具である。このような「異常な性質」—10 万分の 1 インチという高精度測定—を、部品生産に適用したのである（旋盤の精度は、送り台の平面の精度とボールネジの精度にかかっている)。フォードがいかにこの精度を重視したかは、制作者のカール・E・ヨハンソンをスウェーデンから呼び寄せてフォード社の一員とし、アメリカでの製造権を購入して製作じ、アメリカ中の工作機械製造者に販売したことでわかる（Ford, 1926, 邦訳 103-104 頁)。こうして、フォード社は、当時アメリカで最も品質のすぐれた大衆車 T 型自動車を生産し続けたのである。

第 2 に、品種別ライン作業すなわち流れ作業への工作機械と作業者の再配置である。ピケット工場においては、小規模とはいえ、各種の工作機械が、加工タイプに応じて、それぞれ機種別にまとめて配置されており、加工順序や運搬作業のために作業進行が交錯することも少なくなかった。ハイランドパーク工場では、品種別作業組織への変更に対応して、工作機械の単能化・専用化とともに、専用機と作業者とを素材の加工順に並べ、一連の機械加工を順次行う流

図 2　ハイランドパークの工作機械工場のレイアウト



出所）Arnold, H. L. and F. L. Faurote, *Ford Methods and the Ford Shops*, 1915, p. 74.

れ作業方式に転換したのである。図2は、ハイランドパークの機械作業工場の1913年の機械配置を示しているが、1つの建屋内に機種別かつ加工工程順に配置されていることがわかる。

しかしながら、塩見が指摘するように、「当時のハイランド・パーク工場の機械加工工程においては、機械的搬送手段がなく、・・・加工対象の部門内搬送の機械化とレイアウトの再整備は、機械加工工程の重大な課題となっていたのである」(塩見、226頁)。こうして、1914年、レイアウトの再配置とともに自動式の搬送手段が導入された。重力滑り台、ローラー滑り台、そしてベルトコンベアなどである。これらの搬送手段は、それまで手押し車で次の工程に運んでいた労働を排除した。とりわけ、機械式搬送手段であるベルトコンベアは、加工品の自動搬送だけでなく、切削屑をも自動回収する手段となった。また、これら自動式搬送手段は、機械の近接化と機械加工の連続化を可能とした。フォードは「これらの機械類は作業の順序に従って配置されているのみでなく、各作業者と各機械とが要すべき平方インチを与えるべく科学的に配置されており、しかも可能ならば、必要な広さよりも1平方インチでも、また、もちろん1平方フィートでも余分には与えないように配置してある」(Ford, 1922, pp. 113) とのべている。

しかしながら、このような流れ作業組織への再編を可能にしたのは、何よりも工程明細表の作成であったとハウンシェルはのべている。「この工程表には、さまざまな部品の機械加工工程や必要な資材投入量、それに必要な工作機械、取付具、ゲージ（これらすべてに番号が付され、部品設計図と対照されていた）の詳細が記載されている。この紙の上に描かれた加工工程順の構造が、工場の配置をどのようにすべきかを示していた。この工程表を用意することで、混沌としかねない新モデルの生産に秩序と明晰さがもたらされた。工作機械に必要な条件が工程明細表に詳細に記され、この明細表は全く新たな工作機械の設計の可能性も示唆した」と(Hounshel, 邦訳285頁)。

以上のように、ハイランドパークの機械加工工程の再編は、流れ作業方式、すなわち工程明細書に基づいて加工順に機械を配置したことと、機械式搬送手段の採用によって、レイアウト・スペースの縮小、機械の近接化と機械式搬送手段の使用による搬送労働の排除、間断のない作業の連続、作業の不熟練化による労働コストの削減など、加工リードタイムの短縮および加工コストの削減に非常に大きな革新をもたらしたのである。

4.1.4　組立工程

フォードは、組立作業の作業方式の変遷について次のように説明している。「我が社の最初の組立工場では、自動車を作業場の一ヶ所に置いて、ちょうど人が家を建てるのと同じように、作業者がそこに必要な部品を持ってきて組み立てていた」(Ford, 1922, pp. 79-80)。いわば、このマックアベニュー段階のフォード社は、設計をフォード自身が担当し、部品生産を外部業者に委託するという、ほぼ組立のみを行う工場であった。つぎのピケットアベニュー工場につ

いては、工場の一部に部品製造部門を設け、「通常一人の作業者が車のある一部分に必要なすべての作業を担当した。しかし、生産の急速な増加のため、作業者相互の仕事が重複しないように生産計画を工夫する必要が生じた。指揮を受けていない作業者は仕事をするよりも材料や工具を探し歩くことに多くの時間を費やしていた」(Ford, 1922, p. 80) とのべているが、ハイランドパーク工場の当初の状況も、こうした作業方式に基本的な変化はなかったようである。エンジン、前後車軸、ダッシュボードなどユニット部品は、組立台の上で1人作業として組み立てられていたし、シャシーの総組立についても、一カ所で専門作業集団による部品の組み付けが行われていた（以上は、Hounshell, 邦訳 298-301 頁の掲載写真説明による)。こうした状況について、ハウンシェルは、コルヴィン, F. H. の観察記録として、「労働者が必要な部品を各々の組立台に配送する。部品の配送時間は、組立台で必要となる直前には部品が組立台に届いているように設定されていた。自動車のフレームは脚立のうえに静止したままであった。他方、組立チームつまり集団が動き回り、組立台から組立台へと次々に移動していた。・・・全体の調整が注意深くなされている場合には、この方法はうまく機能した。しかし、正確な資材配送の問題や、集団が制限時間を守らない（したがって、お互いの集団が邪魔になる）問題にフォード工場は悩まされていたと想像される」(Hounshell, 邦訳 298-299 頁) と説明している。すなわち、部品配送係を置いていたとはいえ、台上静止組立において、特定の作業に集中・専門化した作業集団が、作業場を動き回ることによる混雑した状況の中で、専門化した作業間の調整、工程管理の問題が大きな課題になっていたことがわかる。しかしながら、「部品の配送時間は、組立台で必要となる直前には部品が組立台に届いているように設定されていた」ことは、きわめて重要な観察であり、現場在庫の最小化をはかるフォード式ジャストインタイムがすでに指向されていたことがうかがえる。

こうして、このコルヴィンの観察のわずか後日のことであるが、「1913 年 4 月 1 日頃であったか、われわれは組立ラインの実験を初めて行った。われわれは、フライホィール磁石式発電機の組立作業においてそれを行った」(Ford, 1922, p. 81) とフォードはのべている。実験の内容は後述するとして、ここにおいて組立工程にライン生産を導入する初めての実験が行われたのである。組立工程へのライン生産導入の発端については、工場建設の責任者ソレンセンがフォードの説明を真っ向から否定しており[16]、またハウンシェルも、もと作業員の回想録を引用して、「移動式ライン方式を実施したのは発電コイル組立が最初だったということ、また、永久磁石のフライホィールへの組付けを移動式ラインで行ったのは、実際にはエンジン組立や変速機ギア・クラッチ組立部門における移動式ライン組立の後だったということである」(Hounshell, 邦訳 310 頁) としているが、そのいきさつはともかく、当時の精肉や缶詰工場、製粉工場あるいは前述のウェスティングハウス社の自動鋳造の例にも見られるように、自動搬送装置を使った流れ作業工程の事例を参考にすることは難しいことでなかったことは確かであろう。

フォードの説明を続けよう。「組立作業の最初の改善は、作業者が作業の場所に行くのでなく、作業を作業者のところへ移動させることから始められた」(Ford, 1922, p. 80) というように、それまでのような作業集団が移動する作業方式を、作業者が動かずに加工対象が移動するという作業の発想の根本的な転換が行われたのである。そして、フォードは、組立作業について、次の3つの原則を提起した。(1) 組立作業の順番にしたがって工具と作業員を配置し、各作業完了まで構成部品の移動を最小限にすること。(2) 滑り台やその他の搬送具を使って、一人の作業員が作業を完了したときに、その部品を常に同じ場所—手の届く最も適切な場所—に置き、出来れば重力で次の作業者のところに運ぶこと。(3) 組み立てられる部品が便利な距離で引き渡されるようにスライド式の組立ラインを使用することである (Ford, 1922, p. 80)。しかも、「今では、われわれは2つの一般原則をすべての作業に適用している。それは、必要でないならば、作業員は1つの作業しかしないこと、そして、誰も腰をかがめて仕事はしないということ」(Ford, 1922, p. 80) である。これらをまとめてみれば、新たな作業方式は、加工対象の加工 (組立) の順序にしたがって機械・労働者が配置され、作業者は、流れてくる加工対象に対して決められた1つの加工を加え、次の作業者にそれを送るというものである。加工対象の次工程への搬送は、次の作業者に手でスライドさせる方法、重力を利用して滑らせる方法、そしてコンベアのような搬送機械によって移動させる方法など諸方法があるが、「要は、あらゆるものを動かしておいて、人を仕事のあるところへ行かせる代わりに、仕事を人のところへもってくることである。これがわれわれの生産における真の原則である。そしてコンベアは、この目的のための多くの手段の一つにすぎない」(Ford, 1926, 邦訳125頁) のである。この品種別ライン作業すなわち流れ作業と自動搬送システムこそ「大量生産の2要素」であるとハウンシェルはのべている (Hounshell, 邦訳301頁)。

では、磁石式発電機の組立工程への移動式組立ライン導入はどのように行われたのであろうか。フォードの説明は、実はアーノルドの観察記録が原典となっていると考えられ、またアーノルドの説明が詳細であるので、アーノルドの説明によってそのプロセスを見てみよう。

①「この移動式の磁石発電機組立ラインの導入以前は、フォード社のフライホイール磁石式発電機は1人組立方式であった。この仕事に就いている各作業者は、フライホイール磁石式発電機1個の組立作業をすべて行い、1日9時間作業で35個から40個の完成品を生産していた。経験豊富な作業者がその仕事を担当していたが、均一性という点では望ましい結果は得られていなかったし、すべての1人組立作業の宿命として、当然のことながらコストが高くなった。1日9時間で40個の組立といえば、1人の作業者で行う最短時間だが、その場合で、1個につきほぼ20分要したことになる」(Arnold, p. 112)。

②「(スライド式) 移動組立ラインが29名の作業者の作業に導入され、各人の作業が29の作業に分割されると、その29名の作業者は、1時間に132個、9時間で1,188個の磁石発電機を組み立てた。各人が1個のフライホイール磁石式発電機の組立を13分10秒で行ったことにな

る。それは、1個の組立につきほぼ7分の節約、以前の方式の最短時間の3分の1以上の節約になる」（Arnold, p. 112）。

③「1914年3月1日ごろ、磁石発電機組立にチェーン駆動の高架式新規ラインが導入されたが、その時すでにフォード社の1日の労働時間は8時間に短縮されていた。当時、磁石発電機組立の生産力は、人員交替や経験蓄積から改善されており、18名の作業者が8時間に1,175個の磁石発電機を組み立てていた。1人1個当たり7分強の組立時間となる」（Arnold, p. 114）。

④チェーン駆動のスピードが試行され、最初1分5フィートにしたが、これはかなり速すぎた。つぎに1分18インチにしたが、これではきわめて遅いことが判明した。第3の試行では1分44インチ（3フィート8インチ）にしたが、この速度で落ち着いた。ただ職長はさらに効果的に速度を速めることが出来ると信じている。このように、チェーン駆動方式が、遅い作業者の作業を速くさせ、速い作業者には前もって作業を抑制させる、いわば全般的な調整器ないし等化器として機能するという、きわめて大きな改善をなしたことは明らかである」（Arnold, p. 114）。

⑤作業者たちが自動的に移動する組立作業に馴れるとすぐに、4人の作業者がラインから除かれたが、生産量は以前の実績を160個越え、14名の作業者が8時間に1,335個の磁石式発電機の組立を行った。かつて1人当たり20分で1個であったのに対して、1人当たり5分で1個組み立てたことになる」（Arnold, pp. 114-115）。

以上、アーノルドの計算を確認すると、1人1個当たり組立時間は、① 20分、② 13.18分、③ 7.35分、⑤ 5.03分となる。フォードは、「科学的研究の助けをかりて、1人の作業者が、つい数年前の4倍以上の仕事をすることができるようになった」（Ford, 1922, p. 81）と、その結果を高く評価している。確かに、アーノルドの説明によって1人1個生産時間を見れば、①が20分であり、組立ラインの導入によって、それが② 13.18分となるから、ここに重大な生産性の飛躍があったことになる。また、チェーン駆動の移動組立ライン導入によって、② 13.18分が最終的に⑤ 5.03分になったことを見れば、チェーン駆動の移動組立ラインの生産性向上効果が著しいこともわかる。すなわち、そこには2段階の生産性の飛躍が見られる。スライド式移動組立ラインを導入した段階とチェーン駆動式移動組立ラインの導入の段階である。

しかし、ここに少々厄介な問題がある。それは、①の段階、熟練労働者1人が1日9時間で最高40個を生産する場合、1個当たり組立時間は、20分なのであろうか。筆者の計算違いであれば良いのだが、9時間で40個組立てるならば、1個あたり組立時間は13.5分（13分30秒）である。言いかえれば、1個20分の組立時間の場合には、1時間で3個、9時間で27個しか生産できない。それゆえ、②の段階、スライド式移動組立ラインの導入によって、1個あたり組立時間が13.18分になったとするならば、そこには実はほんのわずかの時間短縮しか認められないのである。この計算が正しいとするならば[17]、次のことがいえる。フライホイー

ル磁石式発電機の組立工程への品種部作業方式の導入の場合、たとえ組立順に作業分割して作業者を配置したとしても、作業者の作業速度に依拠するスライド方式では大きな生産性の飛躍は認められなかったということである。動作研究による加工時間の均一分割化がなされ、それを機械式搬送手段によって作業速度を強制することによってはじめて生産性は大きく飛躍したということである（当初の2.7倍、スライド式移動組立方式の2.6倍）。加工時間に対する搬送時間の比率が大きいこの事例の場合、ハウンシェルがのべるように、流れ作業方式は機械式搬送手段によってその意味をもったということである。フォードは、コンベアを流れ作業方式の単なる手段だとのべるが、ベルトコンベアの導入が、作業の時間的規則性と作業の連続性、作業の強制性を特徴とする完全な流れ作業方式に結びつき、それが作業時間の削減、したがってコストの削減に重大な貢献をなしたことは間違いないのである。

ところで、このアーノルドの説明は、これまで何の疑問もなく多くの研究資料に採用されてきた。本稿で参照している文献についても同様である。当のフォードすらこのまま採用している（Ford, 1922, p. 81）。ハウンシェルも、アーノルドの説明の「混乱」を指摘しつつも（Hounshell, 邦訳310頁）、この点については疑問を持っていない（Hounshell, 邦訳313頁）。したがって、これを出発点とする立論があれば、修正されねばならないであろう。

フォード社における組立作業への最初の移動式ライン生産の導入といわれる磁石式発電機の事例は以上の通りであるが、ソレンセンによれば、「モーター、フェンダー、磁石発電機、変速装置の組立（に）コンベヤー・システムを導入するにあたり、作業予定表を作りあげた。これらの作業工程を1つ1つ改造して、組立を完了した部品を常時動いているコンベヤーで、最終組立ラインのある階へと運ぶようにした。時間の節約はめざましいものがあった—組立時間がそれまでの6分の1になった部品もある。1913年の8月までに、動く生産ラインは完成した。ただし、最終段階の最も華々しい部分—5年前のる日曜日の朝われわれが初めて実験した組立ライン—はまだだったが」（Sorensen, 邦訳150-151頁）と、最終組立への移動組立ラインの導入は、これら部品生産の革新を待って行われたと説明している。

因みに、ユニット部品生産への移動組立ラインの導入による展開過程についてアーノルドの説明を見ておこう。まず、エンジン組立である（Arnold, p. 116）。

①1913年10月　静止組立台の上で、1,100人の組立工が、1日9時間労働で1,000台を組み立てた。1台当たり594分（9時間54分）である。前述のハウンシェルの説明と同様、フォードも「エンジンの組立は、以前は1人の作業者が全てをやっていた」（Ford, 1922, p. 81）といっているが、塩見は組作業を想定している（塩見、230頁）。

②同11月、全工程に組立ライン導入の試行が行われ、その後改良がなされて、手動滑り軌道を全工程に配備したエンジン組立ラインが導入された。1914年8月現在、472名の組立工が1日8時間労働で1,000台を組み立てている。1台当たり約226分（3時間46分）に短縮した。生産性は2.6倍になった。

この事例の場合、84の生産工程の各作業時間を見ると、作業内容によって1秒から355秒まで、きわめて大きなばらつきがある（Arnold, pp. 118-127）。このため、磁石式発電機の組立の場合と異なり、機械式搬送手段を使用することはできず、各作業終了とともに次の工程に手でレールの上を平面移動させる手押し式の滑り台が用いられたのである。この方式で生産性が2.6倍になったということは、加工対象の搬送時間が加工時間に比較してきわめて短いことによるもので、適切な時間研究を前提とした流れ作業方式による分業の機能の利益であるといえよう。

次に、前車軸の例を見よう（Arnold, pp. 193-194）。

①1913年1月　各自の万力を与えられた全部で125人の組立工が、長い組立台の前に配置され、1日9時間で450個の前車軸を組み立てた。1個の組立時間は、150分（2時間30分）である。

②1914年1月1日　いくつかの改善がなされ、90人の組立工が1日8時間で650個生産した。1個の組立時間は、66.46分（1時間6分28秒）。組立時間は半分以下になった。

③1914年6月1日　チェーン駆動の移動組立ラインが導入された。直後の6月13日。44人の組立工が、8時間に800個組立、塗装、乾燥した。1個の生産時間は26分24秒である。当初の約5.7倍の生産性である。この場合には、流れ作業工程への機械式搬送手段の導入効果が大きいことが分かる。

最後に、トランスミッション・ケースの事例を見よう（Arnold, p. 115）。

従来方式では、1人組立方式で、組立工1人1日9時間労働で20～30個を組み立てた。1個当たり18分である。現在方式は、23に分割された組立工程に、23名の組立工が配置され、それぞれ1つの工程を担当して、1日8時間労働で1,200個のトランスミッション・ケースを組み立てる。1個あたり9分12秒である。従来方式の約半分である。

こうして、いよいよ、最終組立工程であるシャシー組立への移動組立ラインの実験が1913年の8月に開始されたのである。（以下、Arnold, pp. 135-139による観察記録）

①1913年8月まで　一カ所に全ての部品を手で運んで静止組立を行っていた。全長600フィートの床面にそって2列、12フィート間隔に一列50カ所、合計100カ所の静止組立場が配置され、通常500人の組立工と100人の部品運搬工、合計600人の作業者が働いていた。

②同年8月（暇な月）　250人の組立工と80人の部品運搬工で、1日9時間労働、26日間で6,182台のシャシーを組み立てた。1台12時間28分である。一方、暇な月を利用し、ロープとウィンチを使ってシャーシを引っぱる250フィートの移動組立ラインの実験が行われた。6人の組立工がシャーシとともに移動しながら、ラインの横に積まれた部品を組付けるのである。これで、シャーシ組立の時間は5時間50分に短縮した。50%以上の短縮である。

③同年10月7日　全長150フィートの移動組立ラインが設置され、部品を適切な位置に積むことによって、部品運搬工なしに、140人の組立工が1日9時間で435台を組立てた。1台

当たり2時間57分である。

④同年12月1日　組立ラインを300フィートに延長し、組立工を177人に増やした結果、1日9時間に606台を生産した。1台当たり2時間38分となった。

⑤同年12月30日　手押し式の搬送方式とし、組立ラインを2本にした結果、191人の組立工が1日9時間で642台を生産した。1台2時間40分である。

⑥1914年1月14日　1本の組立ラインにチェーン駆動搬送方式を導入し、良好な結果を得た。

⑦同年1月19日　組立ラインを4本とし、1本をチェーン駆動搬送方式とした。

⑧同年2月27日　チェーン駆動高架式移動組立ラインを3本設置した。1本を床上263/4インチにレールを設置した結果、1台組立時間が最高84分から最低120分とばらつきが出た。そこで、残りの2本のラインを、作業者の身長に合わせて、一方は263/4インチ、もう一方は241/2インチとした。

⑨同年4月30日　これら3本の移動組立ラインで、1日8時間に1,212台を生産した。1台当たり1時間33分となった。当初の12時間28分に比較して、実に8倍強の生産性向上である。フォードは、これを「腰の高さでの作業や作業の細分化によって作業員の動作を削減した結果」(Ford, 1922, p. 82) であるとしている。

こうして、シャシー組立工程は、1914年の半ばまでには一応移動組立法の導入を完了するが、その時の組立工場の様子について、フォードは次のように描いている。

「シャシー組立ライン速度は毎分6フィート、・・・シャーシー組立工程は45作業に分けられている。最初の工員は、シャーシーのフレームに4個の泥よけ板を取り付け、10番目の作業はエンジンの取り付けるという具合である。ある工員たちは1つか2つの細かい作業を行い、他の工員たちは、今少し多くの作業を行う。部品を一定の場所に置く工員は、それを組み付ける作業はしない。その部品はいくつかの作業が終わるまでは完全には組み付けられない場合もあるからである。ボルトを取り付ける工員はナットをつけない。ナットをつけた人がそれを締めつけることはない。34番目の作業は、前もってオイルを入れてあるエンジンにガソリンを注入する作業、44番目の作業でラジエーターに水が注入され、そして45番目の作業で完成車がジョン・アール街に走り出す」(Ford, 1922, pp. 82-83)。

なお、シャシーの上に載せるボディについて付け加えると、当時のボディは、木骨を鉄板で覆ったもので、手作業の多い工程であったが、チェーン駆動のコンベア導入により、コストを大幅に削減したとアーノルドはのべている (Arnold, p. 153)。

以上、部品生産への移動組立法の導入とともに、最終組立ラインへの移動組立法の導入が大成功したことによって、ハイランドパーク工場は、品種別ライン作業すなわち流れ作業あるいは流動作業と機械式搬送システムという大量生産の2要素を確立した。こうして、「普通の組立ラインと大量生産の組立ラインとの相違は、完全なる同期性があるかないかということであ

る。」(Sorensen, 邦訳 145 頁）とソレンセンがのべるように、部品組立工程と最終組立工程とがジャストインタイムに統合され、システム化されることによって、信じられぬほどの生産性の向上とコスト削減をもたらした[18]。それは、フォーディズム実現のための技術的基盤の確立であったといえるのである。

4.1.5　生産の集中と分散

ハイランドパーク工場の完成は、大量生産と生産コストの削減というフォードの目標を実現した。それは、ほとんど全ての部品を外部に依存していたマックアベニュー工場段階から、部品の内製化を進め、生産の集中化をめざしたピケットアベニュー段階、そして資源・エネルギーから完成品までの垂直統合化をめざし実現したハイランドパーク工場段階への、いわば生産の集中化と規模の経済への発展過程であった。しかしながら、生産の大規模化・集中化は、他方で重要な問題点を生じ始めた。1 つは労働者の過密化の問題である。労働者の数が過大になると、過密通勤や住宅・物流・健康・子供の教育など、諸問題が集中することである（Ford, 1926, p. 169)。1914 年からの最低賃金の倍増による工場周辺への人口増加がこれに拍車をかけた。2 つに、消費（販売）市場が、国内市場のみでなく海外市場へも拡大することによって、生産の大規模化への圧力がさらに強くなると、資源および製品の輸送量・コストの増加、いわば輸送コストをいかに削減するかが大きな課題となる。以上の問題を回避するために、フォードは、2 つの大きな改革に乗り出した。いわば、ものづくりの第 3 の命題「誰がつくるのか、どこでつくるのか」ということである。

第 1 に、部品生産の農村地域への分散化である。フォードは、生産の集中化のメリットを発見したが、「その後われわれはいま一つの新発見をした。それは、全ての部品を一つの工場で造る必要はないということである。実のところこれは発見というものではなかった。エンジンや部品の 90%を購入していた創業時に行われていたやり方であったからである。部品の内製を始めたときから、全ての部品が一つの工場の中で造られる事を当然のことと考えてきた」(Ford, 1922, p. 84)。しかし、大規模な生産の増加が起こると、部品の生産量・工場規模が過大になる。「かようなわけで、我々は今では最初に出発したところに逆戻りしている。ただ、異なるところは、外部から部品を買う代わりに自ら所有する外部の工場で生産を始めたことである。このことはとりわけ重要な意味を持つ発展なのである」(Ford, 1922, p. 84)。すなわち「高度に標準化され細分化された工業では、大規模工場で問題となる輸送や住居の不便さを工場に集中化する必要はないということである。一工場には 1,000 人もしくは 500 人いれば十分で、それならば、工員を移動させる問題もなくなれば、工員が大規模工場の近くに住む場合に生じる過密化に付随するスラム化その他の不自然な生活方法も起こらない」(Ford, 1922, pp. 84-85）からである。

そして、フォードは、この分工場を近隣の農村に求めた。農民出身のフォードが、経済活動

の根本として、農業と工業そして運輸の結合をあげていることについては別稿で論じたが（坂本、2008)、フォードは、農業地域に労働市場を求め、雇用機会を提供し、農業者の所得を増加させ、顧客として成長させるという、農業と工業の結合を実践したのである。「農場には閑散期がある。その時こそ農民が工場に入り、農場の耕作に必要な物の生産に助力する時である。工場もまた暇な時期がある。その時こそ労働者が農場に赴き食料の生産に助力するときである」(Ford, 1922, p. 189)。こうして、「工業と農業とが完全に再編成されたときには、両者は相互補完的なものとなる。つまり、両者は結合し分離できないものとなる。事例として、我々のバルブ工場を例に挙げよう。我々は、その工場を街から18マイル離れた田舎に建設したが、そこでは労働者が同時に農民なのである。機械を使用することによって、農業は現在消費する時間のわずかな部分しか使用する必要がなくなる。自然が生産するに要する時間は、人間が種をまき、耕し、収穫するのに要する時間よりもはるかに長いものとなる。また．多くの産業において、生産する部品がかさばったものでない限り、それがどこで製作されようと大差ない。水力の利用によって、農業地帯においても十分に生産することができるのである。こうして、我々は通常知られているよりもはるかに大きな程度で、最も科学的かつ健康的な条件の下で農業と工業の双方で働く農工労働者（farmer-industrialist）を育成することができる」(Ford, 1922, p. 133）のである。フォードは、このバルブ工場建設に35人の生産担当者と機械類を送り込み、バルブ製造作業を21工程に分割して、近辺から労働者を300人雇用した。その結果、ハイランドパークでは、1個当たり8セントのコストであったが、そこでは日産15万個、1個当たり3.5セントで生産できたという（Ford, 1926, 邦訳173頁)。

このような農村分工場の事例をフォードはいくつかあげている（Ford, 1926, pp. 173-177)。それらは、ルージュ川やヒューロン川の水を利用して水力発電を行い、その一部の電力で小物部品を生産するのである。作業者は農村地域からのみ採用し、賃金はハイランドパーク工場と同じ額を支払い、しかも、生産コストはハイランドパークで作るより安い。こうして、フォードは、一方でのハイランドパーク工場における集中化の利益と、他方での農村分工場への分散化の利益とを組み合わせることによって、農工の結合という持論の実践とコストの削減という一石二鳥の利益を獲得したのである。

第2に、消費市場への組立工場の分散化である。販売が全国各地で増加してくると、ハイランドパーク工場での生産の増加・集中化はますます激しくなる。それは、生産資源の安定確保をいかにするか、それにも増して、生産地と消費地との距離が長くなることによる製品の輸送コストの増加にいかに対処するか、フォードは、これらの問題に対応するために、2つの改革に乗り出した。1つが輸送手段・方法の改革であり、いま1つが大消費地に組立分工場を建設することである。まず、輸送手段の改革は、鉄道事業と船舶事業によって行われた。鉄道は、デトロイト・トレド・アンド・アイアントン鉄道であるが、ケンタッキー州およびウェストバージニア州の炭鉱とハイランドパーク工場（および後のリバールージュ工場）を結び、また多く

の東西の幹線と交差することによって、ハイランドパーク工場の初期から資源輸送・製品輸送の最も重要な輸送手段であった。このため、フォードは私営のこの鉄道経営を支えてきたが、1921年にはこれを買収して、輸送網の改革を行った。また、後には、ルージュ川を改修・浚渫して、運河を通じて五大湖に結びつけ、大型船によって東部地域への輸送に結びつけた。このような輸送手段の改善によって、フォードは、自動車の生産・配給リードタイムを20日から14日に短縮した。すなわち、「原料購入から製造、そして完成品が販売店に達するまでの時間が、以前よりおおよそ33%短縮した。われわれは、製造の中断を避けるために、ほぼ6,000万ドル分の在庫を保有してきたが、輸送時間を3分の1短縮したために、在庫を2,000万ドル分、年利息で120万ドル分節約した」（Ford, 1922, p. 174）とのべている。輸送方法の改善については、たとえば、ほんの2、3年前には、7台の大型乗用車（ツーリングカー）用ボディで、標準型36フィート貨車はいっぱいになった。今では、このボディをばらばらのまま出荷し、各分工場で組み立て、仕上げをするようにしており、この同じ大きさの貨車で130台分の大型乗用車用ボディを出荷する—すなわち、以前なら18台の貨車を使っていたところを、1台の貨車ですましている」（Ford, 1926, 邦訳141頁）というように、ノックダウン生産を開始したことである。もちろん、これは海外工場の場合にも適用された。

次に、組立分工場の消費地建設である。フォードは、戦略消費地域に販売・サービス支社を設け、1910年10月のカンサスシティの組立工場建設を初めとして、支社に現地組立工場の併設を開始した。フォードは、1926年著において、「現在われわれは、完成車を出荷しないで、合衆国全土の商業の中心地に31の組立工場を設け、そこで製造工場からきた標準化部品を組み立て、完成車として出荷している。このためには、シャーシー組立て、ボディ製造およびいっさいの塗装・仕上げ、車内装飾作業が必要となる。こうした分工場には、クッション、スプリング、および箱形ボディを製造しているものもある。これらの工場は、まったく同一のシステムの下で作業し、同一の標準工具を使用し、同一の方法で自動車を作っており、総計約2万6千人の人々に職を与えている」（Ford, 1926, p. 140）とのべているが、塩見によれば、組立工場を持つ支社の数は、1910年2社、1911年3社、1912年3社、1913年18社、1914年23社、1915年28社、1916年28社、1917年28社と増加しており（塩見、197頁）、こうした支社の供給体制の充実とともに、フォード社の売上高は支社の販売体制に依存するようになった。ネヴィンスによれば、フォード社の売上高に占める支社売上の割合は、1909年62.2%、1910年66.6%、1911年69.4%、1912年72.7%、1913年78.8%、1914年79.6%、1915年86.4%、1916年87.8%と年々増加している（Nevins, p. 652）[19]。

戦略地域での組立・販売の比重が大きくなることは、完成車をディーラー、顧客に届ける輸送の時間とコストを削減する、ディーラーに対する部品供給をスムーズに行えるなどの顧客サービスの充実とともに、ハイランドパークでの在庫スペースを削減できるという利点も追加された。他方、ハイランドパーク工場は、部品供給基地としての比重が高まることによって、部品

の輸送時間・コストの問題が大きくなる。いわば、主工場と分工場の間の部品輸送の時間管理をいかに行うかが問題となる。なぜなら、「主工場と分工場との間の輸送時間は平均して6.16日で、このことは平均6日分の必要量よりもやや多い部品が輸送中であることを意味する。これは『浮荷（フロート）』と呼ばれている。もし生産が日産8千台なら、4万8千台の完成車の組立てに十分な部品が輸送中であることになる。かくして、運輸部門と生産部門は、必要部品が各分工場に全部同時に到着するように、密接な協力関係を保っていなければならない」(Ford, 1926, 邦訳142頁）からである。この調整は、貨車の積載量の標準化によって行われた。これによって、「浮き荷」の測定が可能となり、いちいち出荷量を記入する必要がなくなった。印刷された出荷量が「出荷命令書」になるからである（Ford, 1926, 邦訳142-143頁)。さらに、貨物の輸送管理は、全国の各接続駅や特定地点に係員を配置し、各地点間の時間測定を行うことによって、遅延が管理されたのである（Ford, 1926, 邦訳143頁)。こうした輸送管理によって、資源の出荷から完成車生産に至るまでの生産リードタイムを14日から3日9時間にまで短縮したのである。

4.1.6 資材供給の改善

生産の効率化とコストの削減をめざすハイランドパーク工場の生産システム改革は、直接的な生産工程の自動化・連続化・システム化とともに、それを支える諸工程の改革によって行われたが、最後に、資材供給の改善について見てみよう。

生産の同期化は、各工程・作業ステーションに置かれた資材・部品の在庫を最小限にすることによって最も効率的となる。フォードは、「我々は、資材を仕入れるに当たり、すぐに必要となる以外のものを購入する価値がないことを発見した。我々は、その時点における運送状態を考慮して、生産計画に必要な量だけを購入した。輸送が完全で、資材の流れが確実ならば、いかなる在庫ももつ必要がない。原材料を積んだ貨車が時間通りに到着し、計画通りの順序と数量で貨車から降ろされ、生産に送り込まれる。それは大いに資金を節約するであろう」(Ford, 1922, p. 143）と。ハイランドパーク工場の改革以前にも、すでに「部品の配送時間は、組立台で必要となる直前には部品が組立台に届いているように設定されていた」と先に引用したが、この資材の配給がジャストインタイムになることを追求していたことは間違いない。

フォードの工場管理を1つの資料としてまとめられたAlford, L. P., *Laws of Management applied to Manufacturing*（1928）における『資材管理の法則』によれば、①資材使用の最高能率は、必要な品質および状態の資材を、必要な量、必要なときに、必要な場所に供給することによって得られる。②資材、工具、消耗品の在庫の最高の効率は、すべての品物について、決められた場所の、指定された箇所に保管し、かつそれの適切な記録をとることによって得られる。③資材の回転が速くなれば、資材管理費用は減少する。とりわけ、資材が製造工場で加工される場合は、工程と工程の間隔が最短になるときがもっとも経済的である（Alford, pp.

143-159)。フォードはこれら3点を重視していたと考えられる。①について見れば、投入資材のコスト削減は、必要な資材を、必要な時に、必要な量だけ投入するという徹底した投入在庫の調整、すなわち、ジャストインタイム方式によって行うことが、投入資源の無駄を最小限にする方法であるということを発見したのである。その結果、「計画部門は、その日までは全速力で生産を遂行させ、しかもその日がくれば、手持ち材料をすべて使い切って生産を中止することのできるよう、材料の量を見積もらねばならなかった。32の提携工場と42の分工場のためにも同じ見積もりをしなければならなかった」（Ford, 1926, 邦訳109頁）のである。ただし、「他方、突発事故があれば生産が中断するほど、在庫を少なくすることもまた一種の無駄である。この間のつりあいをとることが必要であって、それは輸送の発達に大いに依存している」（Ford, 1926, 邦訳138頁）と、手持ち在庫の削減追求と同時に、最適在庫をいかにするかという、現代でも重要な課題となる在庫問題にも対応していたのである。また、②についても、工具についていえば、フォードは、工具の標準化、工具室の整理整頓を徹底し、また「フォード工具標準書」を作成して、工具の標準的な使用方法を明記し、新入社員教育に使用したのである[20]。

4.2　フォードシステムのシステム原理

4.2.1　システム原理としての標準化、機械化、システム化

以上のように、フォードシステムの展開は、生産原理の革新、すなわち、品種別ライン作業すなわち流れ作業と搬送の機械化とによる、全ての生産工程における労働様式の根本的革新であった。それでは、こうした生産原理の革新を実現したフォードシステムのシステム原理、すなわち、フォードシステムをシステムとして組織化する基本原理をどのように捉えればよいだろうか。宮田喜代蔵は、ゴットルに依拠して、①製品の定型化、②経営の総合的組織化、③コンベアを伴う流動作業をもって、フォードシステムの「原理的特質」としている（宮田、372頁)。宮田は、製品の定型化において大量生産の原則を、経営の総合的組織化において高速度生産の原則および調和的生産の原則を、そしてコンベアを伴う流動作業において分業的生産の原則、機械的生産の原則をあげる。そして、これらの諸原則は「別々に無関係に把握すべきできなく、原理的体系の統一性のうちにおいて、それぞれの意味關聯において把握せねばならぬ。すなわち製品の定型化は総合的組織化の前提的意味において、コンベーヤーを伴う流動作業はかかる綜合的組織化の手段として」（宮田、373頁）捉えなければならないとしている。また、藻利重隆は、フォードシステムを「生産の総合的同時化」と規定し、その前提として①標準化を、その手段として②移動組立法を位置づけたことは前述した。標準化を前提条件としてコンベアシステムを手段とする捉え方は、フォードの見解を忠実に理解するものであり、また多くの論者の一致するところであるが、フォードシステムを構成する必要条件として生産諸要素の標準化を、その十分条件としてコンベアシステムを位置づけるという意味で首肯できるもので

ある。

このように、宮田は「経営の綜合的組織化」に、そして藻利は「生産の総合的同時化」にその基本原理を求めている。フォードシステムは、高能率・低コストで大量生産するための革新的生産システムである。その革新性の基軸となる原理がシステム原理なのである。それは、「何を、どのように作るか」というものづくりの命題における新たな次元を画するものでなければならない。本稿では、以上の展開過程の分析から、①標準化、②機械化、③システム化として、フォードシステムのシステム原理の革新性を検討する。製品の標準化を出発点とする生産諸要素の標準化、労働様式の革新と生産工程の機械化、そして生産諸要因の個別最適化を全体最適化に統合するシステム化である。宮田、藻利は「総合的」という用語で「システム化」を表現していると考えるならば、同様の意と解することができる。ドラッカーがこの「システム」の原理をフォードシステムの新たな原理として評価したことは先にのべた。そして、この3つのシステム原理こそ、アメリカ産業が構築した「組織された能力」(Abernathy, 邦訳76頁)の集大成、すなわち、生産システムの進化に革新をもたらしたものと考えることができるのである。

4.2.2　標準化の原理

はじめに、製品(Product)の標準化である。標準化とは、同一製品を大量に生産するための諸要因の最適な組織化の原理であるといえるが、アメリカ産業革命における生産システムの進化は、生産諸要因の標準化の歴史であったといえる。イーライ・ホイットニーを出発点とする互換性部品方式は、銃火器、ミシン、時計などの組立加工型産業における「部品の標準化」を、そしてその互換性部品を製作するための「工具・機械の専門化」を促進した。F. W. テイラーは、これらを標準的作業条件とする「作業の標準化」を追求し、時間・動作研究の方法を開発した。標準化は、品質を安定させ、労務費を削減し、規模の利益を獲得する、言い換えれば、大量生産とコスト削減の基本条件であった。

しかしながら、5,000点もの精密部品から構成される自動車、しかも技術的に発展途上にある自動車生産の場合、部品や工具・機械の標準化、また作業方法を標準化することは、余りに困難な課題であった。多様な部品や製品を熟練労働者が個別的に製作する万能作業型のもとでは、均一で、品質にムラのない同一製品の大量生産は不可能である。そこに、フォードが、大衆車として圧倒的な高品質機能を有するT型車を開発することによって標準として固定し、これに対応する互換性部品、工具・機械などの生産諸要素を標準化することによって、T型車に生産を集中した意義がある。「私は、12年かけて、今日フォード・カーとして知られるモデルTに到達した」(Ford, 1922, p. 17)「一度型が決定されたなら、その後その型に施すいかなる改良も、旧型と互換性を持ち、自動車が決して時代遅れにならないことである」(Ford, 1922, p. 57)とフォードがのべるように、A型車から始まるT型車開発へのプロセスは、ま

さに「真の製品」「ユニバーサル・カー」（Ford, 1922, p. 67）の探求に苦闘した製品の標準化に至る12年であった。単一製品に標準化されるということは、それに必要とされる部品、工具・機械の多様性が削減されること、すなわち、生産諸要素の開発・製造のコストが削減されること、単一製品に生産を集中することによって、規模の利益を獲得できるということを意味した。製品の標準化によって、大量生産の必要条件が確立したのである。藻利は、この製品の標準化をゴットルに依拠して「単一製品の原則」と規定している（藻利、125頁）[21]。こうして、フォードは、1909年、シャシーをT型一車種に標準化したのである（シャシーの固定化以外は毎年改良されている）。

第2に、製品の標準化に対応する生産工程（Process）の標準化である。フォードはいう。「標準化という用語は、とかく問題のもとになりがちである。というのは、それはデザインと方法とをある程度固定化して、生産者が最も容易に生産できる商品を選択し、かつ最も高い利益で販売できるように生産することを意味するからである。・・・私の理解する意味でその言葉を用いれば、標準化とは、単にある最も売れる製品を取り出して、それに全力を集中することではない。それは、毎日毎夜、おそらく何年にもわたって、初めは何か公衆に最も適した製品について、次にそれがいかに製造されるべきかについて計画化すること」（Ford, 1922, pp. 48-49）なのであると、標準化のプロセスについて述べている。こうして、標準化は、製品の標準化にはじまり、機械・工具、資材・部品、作業方法、生産工程、搬送方法の標準化、いわば製造工程の標準化に至るのである。アバナシーによれば、「コア・コンセプト」、たとえば自動車でいえば蒸気か、電気か、ガソリンかということであるが、このコア・コンセプトが市場競争の中で序列が安定化し、製品デザインの標準化が達成されると、次に生産工程の標準化が開始されるとのべている（Abernathy, 邦訳45-49頁）。

それでは、生産工程の標準化はどのように展開したのであろうか。まず、製品の標準化には、それを構成する部品の標準化＝規格化が求められる。互換性部品＝規格部品の生産は、アメリカン・システムの伝統であるが、フォードは、この互換性部品の精度の向上に努力した。部品の精度が製品の精度を決定するからである。精密な互換性部品の開発とその標準化によって、品質の安定とコスト削減の両立をはかるとともに、製品組立の分工場への水平的展開を可能としたのである。

また、この部品の精度を保証するのが工作機械の精度である。フォードは、機械・部品の絶対的精密性を確保するために、前述のヨハンソン・ゲージ・ブロック（最高100万分の1インチの精度を持つ測定器）を導入したのである。また、生産の高速化のために、この精密な工作機械の単能化＝標準化をはかった。精密な専用工作機械による単一部品の集中生産を行ったのである。すなわち、「1つの機械は1つの作業のみを行うのである。・・・われわれの設備の約90%は標準品であり、単一目的機械への転換は容易である。・・・標準的機械は、まず250種に大分類され、そのおのおのは、さらにさまざまな形や種類によって細別され、最後にはそ

のリストは数千にものぼるようになる。・・・1日8千台をこえる車の生産を継続している今日、わが社の生産限度が1日3千台であった時代よりも機械の破損から生じる損失は少なくなっている。その理由は標準化にある。・・・同じことが工作機械の製造に使用される工具や備品についてもいえる。ギア、鍵、シャフト、把手、ペダル等々の機械を構成する各部品は、すべて標準化されており、非常に特殊な機械でさえ、これらの標準化された部品のいろいろな組み合わせによって製作されている」(Ford, 1926, 邦訳105-106頁）と。

さらに、このような生産諸要素の標準化とともに、工程作業についても綿密な標準化がなされた。「こうした標準化の制度は、すべての分工場や製造工場において、設備だけでなく工場の作業方式にも適用されている。さまざまな分工場で使用されているコンベアと、その製作に用いられるチェーンは、すべて規格品である。仕入れ品もすべて標準寸法ではいってくる。また青写真は一定の標準形式により作製され、各種の情報は常にその紙面上の同一の位置に記載されているので、それをさがすために無駄な時間を費やす必要はない。『フォード工具標準書』という名の一連の冊子は、必要な資料をすべて網羅し、われわれのなしとげた標準的実施方法を、末端の詳細な点に至るまで、余すところなく明らかにしている。これらの冊子は、新入社員を訓練する際に、数千ドルも節約をしてきたが、その真の重要性ははかりしれないものがある。なぜなら、この一連の冊子は、全組織を通じて仕事の企画を保持する際に、まず第1に頼りとされるからである」(Ford, 1926, 邦訳107頁)。このように、作業工程の分析と工程の細分化・単純化そして専門化、各工程作業の内容を確定するための時間研究・動作研究によって、はじめて生産技術の標準化に対応する最適な工程作業が確定できる。フォードは、「1913年頃になってはじめて、工場内の数千の作業すべてについて時間研究がなされた」(Ford, 1922, p. 125）としているが、それはハイランドパーク工場への自動搬送システムが本格的に導入されるプロセスであり、それに伴う時間・動作研究であった[22]。その成果の1つは、「真の成果は、作業者がいろいろ考える必要が無くなったこと、および動作を最小限にまで減少させたことである。すなわち、彼はほとんど唯一の作業を唯一の動作ですることになった」(Ford, 1922, p. 80）とフォードはのべる。しかしながら、ここで重要なことは、それは、単に作業者が「機械的」に労働するということではなく、単工程反復労働による単純化・空洞化された作業を労働者が強制されるということである。この点については後述する。いま1つの成果は、作業内容の確定によって各工程の要求する熟練度別分類が可能となり、雇用、賃金の合理的管理基準が明確化したことである。賃金についていえば、前述の熟練度別賃金表（別表1）によって、コストの削減とともに原価の標準化が容易になったのである。

以上のように、フォードは、製品の標準化に対応する徹底した作業の標準化を含む生産工程の標準化を実現した。標準化の利益について、フォードは次のようにのべる。「工作機械と設備についてのこの標準化の制度の利益は、莫大なものである。工作機械の問題は、単純な金物類の問題になってしまい、しかも金物類以上に費用がかかることはほとんどない。標準機械と

特殊機械の製作においては、はかりしれない費用の節約が可能である。・・・分工場や製造工場に設備をすえることは非常に簡単になり、緊急の事態がおきても、特別の努力なしにそれに対処することができる。さらに、機械と工具の保全・修理は、より単純化され容易になっている。したがって一年間に、これによってどれだけの節約がされるかは、推測しかできない」（Ford. 1926, 邦訳 107-108 頁）と。

しかしながら、製品の標準化（単一製品）を頂点とする生産システム全体の標準化は、大いにコストを削減し、大量生産システムを実現したのであるが、他方、それは、生産システムを固定化させたこと、製品を単一化＝固定化し、機械設備を単能化＝固定化し、柔軟な労働能力を単純化＝固定化しすることによって、生産システムから柔軟性を奪ってしまった。フォードは、この点を率直に明らかにしている。1925 年、T 型車に「全金属製ボディ」への変更（Hounshell, 邦訳 345 頁）を含む大小 81 の変更を行ったが、「すべてこれは非常に簡単なように思えるが、わずか 81 の変更をすることがどのような意味をもっているかを以下に示すことにする。われわれは 4,759 の孔抜具（パンチ）とダイス、4,243 の治具と備品の設計をせねばならなかった。また 5,622 の孔抜具とダイス、6,990 の治具と備品をつくらねばならなかった。それに必要な労務費は 5,682,387 ドルにのぼり、原料費は 1,395,596 ドルであった。また分工場 13 カ所にエナメル炉を新たに建設するのに 371,000 ドルを費やし、29 の分工場の設備を変えるのに 145,650 ドルかかった。要するにこれらの変更には、生産段階で失われた時間を計算に入れないでも、正味 800 万ドル以上の費用がかかったのである」（Ford, 1926, 邦訳 109-110 頁）と。こうして、「柔軟な大量生産」（flexible mass production）を拒否したフォードは、1927 年の T 型車の生産停止と新型車への生産移行のために、工作機械や治具・取付具の再整備や調達に 1,800 万ドルを使用しなければならなかったのである（Hounshell, 邦訳 365 頁）。そして、この生産システムの固定性こそ、1920 年代半ばに GM に逆転を許す最大の要因となったのである。

4.2.3　機械化の原理

次に、機械化の原理である。鋳・鍛造工程、機械加工工程、組立工程の展開から明らかなように、機械化はフォードシステムの主要なシステム原理であった。それは、大量生産と生産コストの削減というフォードシステムの目的を実現する科学の恩恵であった。「握りこぶしよりもハンマーのほうが強く打つことができる。人間の力はハンマーの把手のてこによる特別な力の利用によって、増幅が可能となる。そして、ハンマーの頭が損傷するとしても、人間の手には傷がつかないですむ。動力ハンマーは手動ハンマーよりさらに進んでいる。それは労働者の働きをいっそう効果的にする。」（Ford, 1926, 邦訳 170 頁）とのべるように、フォードは、労働手段の本質を正しく理解していた。

そもそも、労働手段の発見と応用は、人類の生産活動の質と量の拡大をもたらした最大の要

因である。それは、人間労働の様式を変化させ、また人々の生活様式を変化させてきた。道具は人間の手足の機能を延長するものとして、機械は手足の機能を新たな仕組みをもって手足に代置するものとして、その機能を自立的に発展させてきた。そして、人間は、その労働の機能の一部を機械に移転させつつも、機械を労働手段として、自らの意志の下に制御してきた。人間は、機械のおかげで過酷な労働から解放され、多くの時間をより高度な労働に振り向けることができるようになったのである。フォードの次の言葉は、この機械の積極的機能を正しく表現している。「機械の機能は、人間を肉体的な重圧から解放し、その精力を、思考とより高度な行動の分野での征服に必要な知力と精神力の形成へと振り向けることにある。機械は、人間による環境支配の象徴である」(Ford, 1926, 邦訳 204 頁)。

フォードは、「過酷な労働は労働のうちで最も非生産的なものである」(Ford, 1926, 邦訳 183 頁) として、生産の質と量の拡大という機械技術の積極的側面、そしてコスト優位がある場合はいかなる労働をも機械化しようとした。「手作業は機械作業よりもすぐれているかのように、今までよくいわれてきた。しかし現在では、適当な機械を使用すれば千分の 1 インチまでの精度で、また必要ならさらにどんな精度ででも仕事ができるし、しかもいつでもそれが可能なのである。もし、機械や機械系列で作業していながら、手でしなければならないところが残っているとすれば、そのあやまちは管理にある」(Ford, 1926, 邦訳 170 頁) と、作業を機械によって代置することが、大量生産の主要因であることを確信し、機械化を徹底したのである。

フォードシステムの機械化の特徴は、前述のように、第 1 に、機械の単能化と精密化にある。単能化が加工の高速化を保証し、精密化が部品の互換性を約束した。そして第 2 に、搬送手段の機械化である。それは作業と作業、工程と工程とを直線的に結びつけ、生産の連続化を約束した。こうして、これらの機械化は、生産工程再編の技術的条件となり、生産工程全体を躍動する恐竜に変貌させたのである。大量生産とコストの削減が雇用の大量増加と賃金増加に結びつき、大衆の所得の増加がひいては国家経済の拡大をもたらした。

しかしながら、その機械化は、「単に人間の手の代わりに機械を用いるというものではなく、全作業を機械によって行ない、人間は機械の単なる付添人にするというものであり、この方式はその実現の可能性をあらかじめ確信しないことには生まれないのである。これこそ産業における、手作業概念に対立するものとしての機械作業概念である」(Ford, 1926, 邦訳 67-68 頁) とフォードが率直にのべるように、機械の主人であった人間は、機械の「付添人」になるということを意味した。すなわち、フォードシステムにおいては、機械は機械の所有者フォードの意志の下に運用され、賃金労働者は、単なる機械の使用者として生産工程に配置される。労働者は、もはや機械の主人ではなくなる。それゆえ、労働者は、自らの意志・意欲とはかかわりなく、生産計画に基づく機械作業を行わなければならない。ましてや、生産工程が機械の連鎖的工程として組織化されると、そこに働く作業者は、自らが機械の連鎖的工程の一部に組み込

まれ、労働者は機械の運動の単なる付属物になる。しかも、その連鎖的工程が細分化され単能化されるにつれて、労働者の作業内容は無内容化された単一作業を反復することになる。もはや、機械工の熟練も、作業意欲も、加工の喜びも、すべて単能機械の内部に移転して、作業者は、機械の命ずるままに、単純労働の立ち作業をしなければならない。この労働様式の根本的変化は、フォードシステムがもたらした人間労働の新たな苦悩となったのである。

いうまでもなく、「利潤動機」でなく「賃金動機」に基づいて大衆のために自動車を生産するフォードにとって、機械化のこのような状況を望んでいたわけではない。「誰でも、動力や機械、産業などの拡大について語るときには、冷たい金属的な世界を描くのであるが、それは、巨大な工場が樹木も草花も鳥たちや青々とした畑などがことごとく追い払われた世界である。そうであるならば、われわれは、そこに金属製の機械、人間機械から構成された世界を見るであろう。私はそうした世界にはどうしても賛成できない。・・・動力や機械も、金銭や商品も、我々の生活を自由にさせるために存在する場合にのみ有用なのである」（Ford, 1922, p. 2）と、フォードは、労働者の、大衆の利益を望んでいたことは間違いない。また、労働内容についても、「人間の代わりに機械に仕事をさせることから派生する1つの興味ある新事実は、それが機械や工具を修理し、また新しい機械を製作する熟練労働者の需要を増加させることである。多くの人々は、機械生産は生産者の技倆を無用のものにするであろうと考えた。しかしながらまったく逆の事態が現出したのである。われわれはいまや、かつてないほど多くの熟達した機械技師を必要としている」（Ford, 1926, 邦訳134頁）と、機械化の進展が、過酷な単純労働よりも、機械製作および保守の熟練労働者を増加させると強調している。しかしながら、フォードが、「モダンタイムス」の世界を批判したとしても、フォードシステムの機械化は、実態として、大量生産とコスト削減を実現し、それを大衆に還元するという積極的側面とともに、そこに「労働の機械的化」（藻利、143ページ）と「疎外化された労働」という消極的側面をシステム原理として内包していたことは疑う余地がないのである。

4.2.4　システム化の原理

最後に、システム化の原理である。システムとは、これを構成する諸手段の有機的な組み合わせによって特定の目的を達成するための手段体系である。言いかえれば、生産システムとは、技術や労働力などの生産過程を構成する諸要素を手段として、これらを有機的に組み合わせ、生産の量的・質的拡大という目的を実現するために統合された機能体系である。機械の発達や作業方法の改善はその要素であり、これらの要素機能が統合的視点から有機的に統合された機能体系が生産システムである。

フォードシステムを、このような意味におけるシステムとしてその機能体系を考えた場合、これまでのべた展開過程の中に、生産機能方式すなわち生産原理の根本的な革新を認めることができる。

第1に、生産システムを、作業原理でなく工程原理に基づいて再編成したことである。その内容については、展開過程で十分説明したところである。テイラーシステムは、後述するように、労働者の熟練の機能を時間・動作研究によって要素機能に分解し、その要素機能の最適化（最速化）をはかり、最適化された要素機能を標準として再結合し、この標準化された熟練の機能を、人的管理組織を通じて労働者に強制する生産システムであった。これに対して、フォードシステムにおいては、労働者の作業工程が動作研究によって要素機能に細分化され、この細分化された要素機能の連鎖工程として、いわば作業機能が工程機能に置き換えられることによって、自立化した客観的・技術的な機能連鎖工程、しかも、機械機能の連鎖工程として再現される。その結果、熟練の機能は工程に吸収され、労働者は、自立化した工程での機械の「付添人」になる。労働における主客逆転である。作業者は、素材を集めに歩き回ることもなく、工具すら運ばれてくる。作業速度は、工程機能が決定し、労働者は、工程の進行速度に合わせた加工対象の脱着、すなわち細分化され時間的に規則化された単純作業（単一作業）を強制される。これが、フォードシステムにおける品種別ライン作業すなわち流れ作業である。その上、コンベアなどの機械的搬送手段の導入が、流れ作業におけるわずかに残された主観的な作業速度を排除し、搬送手段の速度に規制される作業速度の強制的進行性を必然化するのである[23]。労働者は、作業の内容からのみでなく、作業の速度からも疎外されたのである。

こうして、機械的搬送手段を付与された工程機能は、その技術的論理性の下に、個々の生産工程、部門の生産工程を同期化し、遂には自動車生産の全工程をシステムとして同期化するのである。塩見は、この点を適切に表現している。「生産力構造にとって機械的搬送手段の意義は、2重である。それは、本来的には搬送手段であるが、またそれが加工対象に強制進行性を付与して個々の作業と作業を結びつける場合は、個々の作業を時間的に強制し、個々の作業の1系列全体を同期化する手段ともなる」（塩見、221頁）と[24]。

以上のように、フォードシステムにおける生産原理の革新は、作業原理から工程原理へのシステム原理の転換にあった。それは、標準化、機械化の原理に対して最大限の効率化を保証することによって、フォードシステムを最高の大量生産システムに飛躍させ、労働者には高賃金と雇用を、社会には低価格を実現して見せた。しかしながら、それはまた反面、労働者をシステムの一要素として組み込み、労働の質・量をシステム強制するという、「疎外された労働」と引き替えに構築された矛盾的システムであった。

第2に、生産工程の垂直的統合（川上から川下までの集中統合）および水平的統合（国内および海外への分散統合）である。宮田は、フォードシステムの本質は「全生産の連携」にあるとし、作業工程の機械および労働者が、製品の純粋技術的な生成の順序に従って配置され、コンベアという一本の紐によって連携（同期化）される。さらに生産諸部門が1つの紐で連携される。そして「最初は細流が集まって小河をなし、多数の小河が支流に注ぎ、遂に多数の支流は一本の本流に合流し、ここに自動車組立作業の流動作業が悠々と流れてゆく」（宮田、393頁）

と、「全生産の連携（同期化）」が技術的必然性の下に展開するとのべている。さらに、宮田は、このような生産の「単流化」「連携化」は、統一された経営体系構築の「基礎条件」であって、経営全体の合理性は、「経営体系総合化の原理」に集約されるとしている（宮田、397 頁）。その「経営体系」とは、自動車製造の経営はもちろんのこと、鉄鉱山、炭坑、木材、製鋼、ガラス、発電などの「全階的産業」経営、鋳型、機械、器具などを製作する「準備的産業」経営、セメント、製紙などの「廃物利用のための副業」経営、鉄道、船舶などの「補助的産業」、資材購入、販売などの経営のことである（宮田、399-401 頁）。そして「かかる経営体系は、外形的に見れば、経営の『垂直的結合』と解釈することができるが、内容的に見ればフォード産業体に包括されるいっさいの完全経営がさらに一つの紐で連携化されてゐると見ることができる。しかもかかる有機的な関係において一切の経営が垂直的に結合される場合には、経営体系の完成は実質上益々進化して行き、出来上がった綜合的な産業体はいよいよ内部的な生活力を増加する」と、フォードシステムは、その垂直的・水平的統合を技術的必然としていると論じている。中西も、同様に、「フォードに於ける経営の合理化は単に経営の内部に於ける作業の単流化、機械化に極限せられるのではない。経営内部の合理化は更に夫々の経営を合目的的に結合する事に依って、必然に一の統一的なる産業体の最高構成に迄到達する。それは各経営の生産の範囲、速度、並に形式を調和せしめる事であり、外部的には経営の『垂直的結合』となって現れる」（中西、146 頁）と、生産システムの垂直的統合の必然性を論じている。

フォードシステムは、大量生産と低コストを実現するために、新たな生産原理の下に、技術機能および労働機能を体系化したアルゴリズムである。したがって、論理的にも技術的にも、システムを構成する諸要因の最適化を求めることはいうまでもない。またそれは、フォードの経済理念であった農・工・輸の統合を実現するという目標と整合するものでなければならない。フォードシステムの垂直的・水平的統合は、これら 2 つの経営原理の統合である。技術・労働システムとしてのフォードシステムを、資源開発から生産、そして流通過程に至るまで適用し、生産システムの垂直的・水平的拡大をアルゴリズムとして統合することは、フォードシステムの論理的・技術的必然であったのである。

第 3 に、コンベア式流れ作業方式の技術的必然としての単工程反復労働への労働システム原理の革新である。フォードは、単工程反復的労働について次のように書いている。「反復的労働－1 つの仕事を常に同一の方法で繰り返し行うこと－は、ある種の心の持ち主には誠に恐ろしい感情を起こさせるものである。それは私にも恐ろしく思える。確かに私には朝から晩まで同じ仕事をすることはできないであろう。・・・しかし、おそらく大多数の人々には反復的作業が恐ろしいとは感じられないのである」（Ford, 1922, 103）と、反復労働を嫌悪するタイプと、むしろ頭脳や体力を使うことを嫌うタイプの 2 種類の人間がいるとのべ、「個々の労働者の仕事が反復的なものになるのはやむをえない－そうでなければ、低価格と高賃金を生み出し、しかも無理のない作業速度を得ることは不可能である。われわれの作業のうちには・・・極端

に単調なものもある。だがしかし、多くの人々の心もまったく単調である。大多数の人々は頭を使わないで生計を立てることを望んでいるのであって、これらの人たちにとって頭脳の働きを必要としない仕事は恩恵なのである。われわれには頭脳を必要とする仕事がたくさんある。われわれは常に頭脳を求めている。そして頭脳ある人々は、このような反復作業に長くとどまったりはしない。・・・われわれの諸工場での長年にわたる経験では、反復作業が労働者に害を与えるという事実は見いだされていない。実際それは、反復的でない仕事よりも、肉体的にも、精神的にも、健康によいように思える」(Ford, 1926, 邦訳 195-196 頁)。それゆえ、反復的労働をする人たちに対して無用の同情をする必要はない (Ford, 1922, 103) と、単工程反復的労働の必然性を擁護している。

しかしながら、日給5ドル制以前の異常な離職率の高さは何を意味するのであろうか。フォードシステムのシステム要因として「個々の労働者の仕事が反復的なものになるのはやむをえない」のであり、またその単工程反復労働に必要とされる熟練度は、前述のように、43%が1日以内、36%が1週間以内で習得できるのであり、習得に1年以上かかる熟練労働者はわずか1%にすぎない。8,000 に近い作業数の大半が単工程反復労働から構成されるわけで、その労働は、フォードが「私にも恐ろしく思える」と感ずるほどの、単調で、無内容な単一労働の繰り返しであった。それは、工場労働習慣さえない移民労働者には、おそらく精神的にも肉体的にも忍耐と疲労とあきらめを伴うきわめて過酷な労働であったに違いない。バチェラーは、日給5ドル制導入後の組立ラインで働く労働者の妻のフォードへの手紙を紹介している。「あんたがもっているチェーン・システムは奴隷監督だ! 忌ま忌ましい! フォードさんよォ。亭主は帰宅すると横になって夕食を食べようともしないんだ。そうなっちまったんだ! 直る見込みでもあるのかい。・・・あの日給5ドルの計画は祝福もんさ。あんたにわかっている以上に大きい祝福さ。だけど、ああ、労働者がそれをどうやって稼いでいると思ってんのかよォ」(Batchelor、邦訳 83 頁)。

「モダンタイムス」の世界は、必ずしも誇張ではなかった。単工程反復労働は、まさに「必要悪」として、高賃金は単工程反復労働の忍耐料として、これらはセットとしてシステム化されたのである。反復的労働に耐えられる労働者は少なからずいたであろうが、反復的労働を好む労働者が多くなかったことだけは確かである。それにもかかわらず、フォードが、こうした労働を「肉体的にも、精神的にも、健康によい」などと弁解するのは、およそフォードシステムの目的をみずから放棄するものと解することさえできるのである。

注

13) ハイランドパーク工場は、1913 年に完成したが、その工場は、鉄道で搬入された原料・資材が機械化された搬送装置を介して、鋳造・熱処理工程、鍛造工程、機械加工工程、部品組立、完成品組立、発送という自動車製造の全工程を自動化・連続化する一貫工場であった。

14) 筆者は、以前に同様の自動化鋳造ラインを岩手の南部鉄器製造会社で見たことがある。この場合は、

鋳型の製造、鋳込み工程がともに流れ作業で行なわれ、さらに最後の鋳型のばらし工程が自動化され、網のコンベアの振動により、その上にある鋳型が飛び跳ねるようにばらけて、砂は回収用のコンベア上に下に落ち、残った鋳物と枠はコンベアの最後で分別回収されていた。

15）オートメーションの魁である単能機の連続化としてのトランスファーマシンは、1923年にモリスモーターズ社が初めて導入したが、その制御が難しく廃棄された。1928年、A.O.スミス会社が本格的な自動車フレーム製作用のトランスファーマシンを製作した（Lilly, 1957, 邦訳20−21頁）。フォードも、独自のトランスファーマシンを製作したが、フィードバック制御式のマルチ・ステーション＝マルチ・サイクル化のオートメーションの採用は、第2次大戦後のことである。

16）ソレンセンによると、「フォード氏は組立ラインの創造、計画、実施には何の関係もなかった」（Sorensen, 邦訳150頁）のであって、それは、「大量生産方式に必須の機械類や多数の材料供給ラインのついた最終組立ラインは、増産をめざして絶え間なく実験を繰り返した部門から生まれたのである。種々の部品の組立時間を短縮し、車を組み立てる一階の大部屋に部品を早く届けるためには、工場を改造しなければならないことが明らかとなった。私が初めてコンベヤー・システムを導入したのはこのためであった」（Sorensen, 邦訳148頁）と、コンベア式流れ作業は、ソレンセンの業績であることを強調している。しかしながら、フォードの文章は、すべて 'We' で始まっており、自分が何かをしたということでなく、フォード自動車として何かをしたという文章になっている。それは、おそらくソレンセンの業績も含んでいるのであろう。

17）アーノルドの観察記録からちょうど100年。あまりに単純な計算なので、後の引用者たちがアーノルドの計算を再確認せずに引用したと考えるが、多くの論者の立論との関係でいえば、むしろ筆者に何か見落としがあり、あるいは計算違いがあり、アーノルドが正しいことを望みたい。その場合には全面的にお詫びしたい。

18）ハイランドパーク工場の組立工程の改革完了でコスト削減のための改革が完了したわけではもちろんない。例えば、その後の塗装工程と仕上げ工程への移動組立法の導入である。塗装工程の場合、塗料タンクを各工程に配置し、車体の移動にしたがってノズルのついたホースで吹き付けた。また内装工程についてもコンベア作業の導入により、「作業の分割と標準化が進められ、作業員の配置と作業時間の秩序ある規則性が確立した」（下川、76頁）のである。

19）フォードによれば、1922年時点で、組立分工場は35工場あり、その内22工場は部品生産も行っていた（Ford, 1922, p. 173）。なお、和田によれば、組立分工場の比重は年々高まり、「1914年にはハイランド・パーク工場が全体の9割を、各地の組立分工場は1割を組み立てていたが、23年にはその比率は完全に逆転し、全社で200万台を組み立てたうち、ハイランド・パーク工場は6％を組み立てていたにすぎなかった」という（和田、58頁）。

20）フォード社の新入社員教育用の工具・機械の標準とその使用方法については次を参照。The Shop Theory Department of Henry Ford Trade School ed., *Shop Theory*, McGraw-Hill Book Co., 1934 (Reprited by Lindsay Publications Inc., 1989)

21）Schlusselprodukt を「単一型製品」と翻訳したのは宮田である（宮田、381頁）

22）綿密な時間研究によって、1914年1月、ハイランドパーク工場の全職務構成が確定された。「私は、工場内のすべての仕事を機械仕事と手仕事の種類別に分類させた。すなわち、その仕事は肉体的に軽度のものか．普通のものか、大変なものか、あるいは、それは濡れる仕事か乾いた仕事か、もし乾いていないとすればいかなる液体を使うのか、あるいは、それはきれいな仕事か汚い仕事か、熱室に近いかどうか、空気の状態とどうか、片手でできる仕事か両手を使う仕事か、立ち仕事か座ってするのか、騒音の程度はどうか、精密さを必要とする仕事か、明かりは自然のものか人工のものか、時間当たりの取扱

量はいくらか、取り扱う材料の重量、作業者にかかるストレスの程度などについて分類した」(Ford, 1922, pp. 107-108)。その結果、「工場には7,882種類の仕事があった。その内、949種は肉体的に完璧な強い体力を必要とする重労働と区分され、3,338種は普通の体力でできる仕事であり、残りの3,595種は、肉体的な力を必要とせず、最も軽く弱そうな人間でもできる仕事であった。実際、これらの仕事の多くは婦人か年高の少年で十分にこなせる仕事であった。この最も軽度の仕事をさらに必要とされる能力の程度から分類したところ、次のことが発見された。670種の仕事は両足を失った人間でもでき、2,637種は片足の人間、2種は両腕をなくした人間、715種は片腕の人間、そして10種の仕事は盲目の人間でできる仕事であった。」(Ford, 1922, p. 108)

23) 藻利は、「品種別職場作業組織」と「流れ作業組織」とを区別する。「流れ作業組織」は、作業進行の時間的規則性・強制性を伴う「コンベヤー・システムとしての流れ作業組織」であるとしている(藻利、154-158)。

24) 塩見は「フォードシステムの本質的意義は、機械工業史上はじめてこの専用的搬送手段を部門内へ全面的に導入したことにある」(塩見、221頁)と、フォードシステムにおけるコンベアなどの機械的搬送手段の意義を高く評価している。

参照文献

Abernathy, W. J., et. al., *Industrial Renaissance*, 1983(『インダストリアル・ルネサンス』日本興業銀行産業調査部訳、TBSブリタニカ、1984年)

Alford, L. P., *Laws of Management applied to Manufacturing*, Ronald Press Co., 1928.

Arnold, H. L. and F. L. Faurote, *Ford Method and the Ford Shops*, The Engineering Magazine Company, 1915.

Batchelor, R., *Henry Ford*, Manchester Univ. Press, 1994(『フォーディズム』楠井敏朗・大橋陽訳、日本経済評論社、1998年)

Ford H., *My Life and Work* (with S. Crowther), 1922, Reprint Edition, Arno Press Inc., 1973(『我が一生と事業』加藤三郎訳、文興院、1923年。ただし、訳書の文体が古風なため、原著を使用。)

Ford H., *Today and Tomorrow* (with S. Crowther)、William Heinemann Ltd., 1926(『フォード経営』稲葉襄監訳、東洋経済新報社、1968年。『藁のハンドル』竹村健一訳、中央公論新社、2002年。ただし、竹村訳は技術過程を省いている。本稿では、『フォード経営』を使用。)

Gottl-Ottlilienfeld, F. v., *Fordismus, uber Industrie und technishe Vernunft*, 3. Aufl., Jena 1962.

Hounshell, D. A., *From the American System to Mass Production, 1800-1932*, The Johns Hopkins University Press, 1984(『アメリカン・システムから大量生産へ』和田一夫他訳、名古屋大学出版会、1998年)

Lilly, S., *Automation and Social Problem*, Lawrence and Wishhart, Ltd., 1957(『オートメーションと社会進歩』鎌目恭夫訳、みすず書房、1957年)

Nevins A. and F. E. Hill, *Ford: The Times, The Man, The Company*, Chales Scribner's Sons, 1954.

Sorensen C. E., *My Forty Years with Ford*, A. Watkins, Inc., 1956(『フォード:その栄光と悲劇』高橋達男訳、産業能率短期大学、1965年)

坂本清「フォーディズムと社会的責任論」『企業社会責任の研究』(鈴木・百田編)、中央経済社、2008年。

塩見治人『現代大量生産体制論』森山書店、1978年。

下川浩一『フォード』東洋経済新報社、1972年。

中西寅雄『經營經濟學』日本評論社、1931 年。
宮田喜代蔵『經營原理』春陽堂、1931 年。
藻利重隆『經營管理総論』（第 2 新訂版）千倉書房、1965 年（初版は 1948 年）。
和田一夫『ものづくりの寓話』名古屋大学出版会、2009 年。

The Ford System and the Scientification of the Function of Division of Labor (2)

Kiyoshi Sakamoto

Summary

The 20th century was the age of mass production which began with the Ford system. The principle of mass production brought about the second industrial revolution and raised economic and cultural living standards. After the Second World War, mass production led to sustained prosperity in developed countries. The Ford system was followed by many production systems that involved the principle of mass production. What was the principle of mass production then?

This paper attempts to clarify the principle of mass production from the viewpoint of the function of division of labor. First, we review the Ford production system, its logic and practices. Second, we analyze the characteristics and clarify the principles of the Ford system. Finally, we discuss the essence of the system, the principle of mass production, and its significance in the evolution of the production system.