

経済と経営 25-2 (1994. 9)

< 紹介と研究ノート >

アメリカ型生産システムの源流 (4)

森 良 始  
鈴木 和 秀  
中 本 和 秀

IV. フォードシステム成立史考

—D. A. ハウンシェルの所説を中心に—

フォードシステムあるいは大量生産システムは、アメリカ型生産システムの源流といかなる関係にあるのだろうか。言い換えれば、フォードシステムの成立過程は、それまでの先行する諸発展とどのような脈絡をもって描かれるべきなのか。

既に本稿(1)においてその序章を紹介したD. A. ハウンシェルの研究<sup>(1)</sup>は、その題名『アメリカンシステムから大量生産へ』にその含意が示されているように、まさにこの点を主たる問題意識としていたといえる。

そして如上の問題の核心にハウンシェル自身が迫ったのが、今回とり上げるその著書の第6章である。それはハウンシェルの著書のハイライトをなす部分ともいえるものであり、そこでハウンシェルは通説をのり超えることを明確に意識して、ネヴィンズ、メイヤー<sup>(2)</sup>という従来の代表的論者に果敢に挑戦を企てている。

ここでは1908-1915年の期間のフォード自動車会社における大量生産の

興隆を検証し、大量生産システムにおいてフォードに起源を発するものと、フォードが依拠した先行する諸発展の区別と関連性を問題としている。さらに言えばハウンシュェルの姿勢は明確に一貫して次のようなものである。従来の通説は、アメリカンシステムやテイラーシステムの基礎のうえに自然にフォードシステムが成立したかのような論調であったのに対して、ハウンシュェルはとりわけフォードの革新性を強調する。例えばその章の冒頭で引用されているギーディオンの「フォードは——機械化の初期ではなく最終局面に登場した」という主張に対して、ハウンシュェルは「この説明は、——1913年と1914年にフォード工場でなされた諸変化のまれにみる重要性を——過小評価している」と批判する。

この章は技術史からフォードシステム成立史を描写し、フォードの革新性を強調することによってこそフォードシステムをアメリカの「技術発展の文脈」に正当に位置づけることができると主張する。この姿勢は、この著作のなかの前章までにおいて、アメリカンシステム＝ニューイングランド兵器廠方式が、ミシン、木工製品、刈り取り機、自転車といった民間産業に伝播していった過程をたどった後をうけて、しかしそれにとどまらない「一段階を画す」ものとして、フォードシステムを位置づけるものである。まさにタイトルどおりに「アメリカンシステムから大量生産へ」の飛躍が一貫して強調され、従って随所で従来の通説に異が唱えられている、ポレミックな章である。

もちろん、先行する諸発展との関連にも強調がおかれている。アメリカンシステムを代表する諸産業からフォードへの技術伝播が、シンガーやインターナショナルハーベスター、自転車部品製造のカイム社等からの人（機械工）の移動を通してなされたことが注意深く描写されている。そうしたアメリカンシステムからの技術継承を確認したうえで、さらにフォードシステムの飛躍性を強調する点にハウンシュェルの特徴がある。ハイランドパーク工場において「あの」フォードシステムが成立してくる過程において、コンベア

と移動式組み立てラインのいずれが先に導入されたか、という一見些末に思える事柄を問題として立て、ネヴィンズの説と自説の区別を強調する。その含意は、どちらが先かという問題そのものではなく、移動式組み立てラインがもつ飛躍性の強調にある。これによりアメリカンシステムから培われてきた「既存観念」が一掃されたのである。最初のラインが敷かれてから一年以内に実質上フォードのあらゆる組み立て作業が移動式ライン基調になり、フォードの初期の作業工程は根本的に修正されたというのである。

また、ハウンシュエルは、フォードシステムに対するテイラリズムの影響を強調するネヴィンズとメイヤーの主張にも明確な異を唱える。ハイランドパーク工場＝「テイラーなきテイラー化」説ともいえるメイヤーの主張<sup>(3)</sup>に対して、ハウンシュエルはテイラリズムとフォーディズムの基本的相違を強調する。

すなわち、テイラリズムは、生産工程を所与として時間・動作研究と差別的出来高賃金による労働生産性向上をめざしものである。つまり生産ハードウェアを所与とする労働過程と労働組織の修正である。それに対してフォーディズムは、機械による労働の除去、労働過程の機械化、機械による作業ペースの決定などによって特徴づけられる。その基礎においてテイラリズムの一定の要素に依拠しながらも、フォードの組み立てラインはテイラーやその後継者たちの考えとは根本的から異なっているというのである。

ハウンシュエルのこうした議論は、明らかに技術史家の技術に偏重した狭量さがみられる。人間労働を機械の部品のように動作・時間に分解するテイラーと、人間労働を機械におき替えようとするフォードの問題意識は、ともに当時のアメリカ社会の労働問題<sup>(4)</sup>、熟練労働の希少性と高移動率、不熟練労働者＝移民労働者の存在、といったものと無関係に生まれたとは考えられないであろう。そうであるならば、フォーディズムがテイラリズムから生まれたというのは言い過ぎであっても、両者が共通のアメリカに特有の社会的コンテクストから相次いでそして手法において継承関係をもちながら生じたことを否定することは出来ない。

ここにおいて、コンベアと移動式組み立てラインのどちらが先かという先の議論とも似て、ハウンシェルが強調すべきだったのは、共通の基盤から生じつつも、テイラリズムを超えてフォードの解決方法がもった画期的意義であったろう。まさにフォーディズムは「高賃金・低価格」という理念をフォードシステム＝機械化を通して実現し「世界を動かす挺子」<sup>(5)</sup>となり、アメリカ社会を農業社会から工業社会＝大量生産・大量消費社会へ変貌させた。ハウンシェルはフォードの独自の意義を強調するに急であったが故に、アメリカ型生産システムの源流のよりひろい社会的コンテクストを辿ることに示唆は与えているが成功していない。

しかしながら本章がフォードシステム成立史研究に大きな貢献をしていることは疑いのないところである。我々はこの章の展開から、アメリカ型生産システムの源流からフォードシステムへの大量生産システム展開を理解するための大きな示唆を得ることができる。

すなわち、ヘンリー・フォードがT型車構想を発表すると、潜在需要がディーラーへの注文殺到という形で顕在化する。そうした需要の急膨張に引っ張られる、いわば「ダイヤモンドプル」が動力となってフォードは製造工程の様々な隘路を矢継ぎ早に改革していく。それは伝統的なアメリカンシステムの技術の継承にとどまらず、コンベアと移動式組み立てラインなど一連の、それを乗り越える飛躍を生み出しつつ、フォードシステムを成立させていく、といった脈絡が読み取れるのである。

このような展開を、ハウンシェル自身は技術史家の視野の限界から充分には描いていないが、しかしそれは次のような含蓄を我々に想起させるのである。つまり、アメリカ社会に潜在した大量需要をT型車という製品コンセプトによって顕在化させ、製造をそれに追いつかせていくというストーリーは、アメリカ型生産システムが何より最終製品、消費財の大量生産システムとして発展してきたことと関係する。T型が顧客として農民をイメージしていたこと<sup>(6)</sup>、それは中産階級社会、農民社会の性格を有したアメリカ社会を色濃く

映しだしている。そうしたアメリカ社会に特有のダイヤモンドこそは、消費財そして前稿で紹介したホークが強調する民間セクターにおいてアメリカンシステムが根つきひろがっていったことの基礎になっていたのであろう。こうして、アメリカに特有のダイヤモンド、それを顕在化させようとする企業家のエートス、そしてその基礎にあるアメリカの経営風土を、ハウンシェルのこの章は我々に予感させるのである。

## 注

(1) David A. Hounshell, *From the American System to Mass Production 1800–1932 : The Development of Manufacturing Technology in the United States*, 1984, The Johns Hopkins University Press.

(2) Allan Nevins with Frank E. Hill, *Ford : The Times, the Man, the Company*, 1954, New York.

Stephen Meyer, III., *The Five Dollar Day : Labor Management and Social Control in the Ford Motor Company, 1908–1021*, 1981, State University of New York Press.

(3) Meyer, *op. cit.*, pp. 11, 20–21.

(4) *Ibid.*, pp. 67–94.

(5) Nevins, *op. cit.*, Chap. 18.

(6) この点を指摘しているのは、大河内暁男『経営構想力』東大出版会、1979年、54頁。A. Jardim, *The First Henry Ford : A Study in Personality and Business Leadership*, Cambridge (Mass.), 1970., p. 63. A. Nevins, *op. cit.*, pp. 396–397.

## [紹介]

(以下は、David A. Hounshell, Chapter 6 : The Ford Motor Company and the Rise of Mass Production in America, in *From American System to Mass Production 1800–1932, the Development of Manufacturing*

*Technology in the United States*, The Johns Hopkins University Press, 1984. からの抜粋紹介である。前回同様、注はここに訳出していない。なお、われわれが便宜上、本文にはない小見出しをつけた。そしてハウンシェルがネヴィンズとメイヤーに論争を挑んでいる箇所に対しては、\*印をつけて、ネヴィンズとメイヤーの文献から該当する部分の抜粋引用を随時付した。ハウンシェルの主張と対比するためである。また、この章に対する多数の論者からの書評は、メイヤーからのそれを含めて、次の機会に紹介したい。）

デイビッド・A・ハウンシェル『アメリカン・システムから大量生産へ』

## 第6章 フォード自動車会社とアメリカにおける大量生産の興隆

大量生産はたんなる量産ではない。なぜなら量産は大量生産の必要条件のいずれとも関連がないのだから。それはたんなる機械生産でもないのだ、機械生産は大量生産と何の似たところもなくとも存在するのだから。大量生産は、動力、正確性、経済性、システム、継続性、そしてスピードといった原理からなる製造事業に焦点をすえたものなのである。(ヘンリー・フォード、「大量生産」『エンサイクロペディア・ブリタニカ』1926年)

ヘンリー・フォードは大量生産について何の考えも持っていなかった。彼はたくさんの車を建造することを望んでいた。彼は決心したが、当時の他の誰もと同じに、そのノウハウは知らなかった。後年、彼は大量生産のアイディアの創始者として賞賛されるようになった。そんなことはちっともないのであって、彼は、他の我々と同様に、まさに創始者に成長していったのだ。必須の工具、そして数多くの統合された搬送機を持った最終組み立てラインは、生産を改良するための絶えざる実験と即興を繰り返した組織の成果であった。

(チャールズ・ソレンセン, *My Forty Years with Ford*, 1956年)

フォードは、オリバー・エバンスのように、同時代人たちがつかみ得なかったアイディアを進めることに、自分の人生を費やす必要はなかった。彼は同じように不屈のエネルギーを持ち合わせていた。しかし彼にはまた機械化の初期

ではなく最終局面に登場したという有利さもあった。成功は、才能やエネルギーにのみ依っているのではなく、過去に成し遂げられてきたものによってその人の同時代人がどれだけ準備されていたかにも依存しているのだ。（ジグフリード・ギーディオン, *Mechanization Takes Command*, 1948年）

## はじめに

おそらくジグフリード・ギーディオンは、他のどの歴史家よりも、ヘンリー・フォード、より正しくはフォード自動車会社の業績を、技術発展の文脈に適切に位置づけている。ギーディオンは、互換性部品生産、継続的流れのアイデア、効率的動きの発展、シカゴの屠殺場の「解体」ラインの大きな示唆といった、重要な先行する諸発展を認識していた。ギーディオンの視野からは、フォードは長い歴史的過程の最後に登場したのであった。それはヘーゲル的な意味での歴史的過程の最後であって、かつて展開してきた歴史の意味それ自体はその最終局面においてわかるのであり、歴史的過程もその最後の段階になってやっと理解することができるのである。フォードについてのこの説明は注意深い注目に値するが、それは、1913年と1914年にフォード工場でなされた諸変化（それがどのように生まれたかはもちろん）のまれに見る重要性を、そしてこれらの変化が急速に西欧世界に普及したことの重要性を、過小評価している。フォードT型を大量生産する行為とそれを行う技術の急速な普及の両方が20世紀に深い影響を与えたのだった。フォーディズム、フォードの生産システムとそれに付随する労働システムを示すために造り出されたこの言葉、それが世界を変えたのであった。

本章は1908年から1915年の期間におけるフォード自動車会社の大量生産の興隆を検証する。フォードに起源を発する点に集中すると同時に、またフォードが依拠した先行する諸発展にも強調をおく。フォードの方法を、シンガーやマコーミック、ポープのそれと対比することによって、アメリカに

おける大量生産の興隆において果たしたフォード自動車会社の役割が正当に評価され得る。最後にこの章は、フォードの方法についての知識をアメリカ技術界にあまねく急速に普及させたその手段を簡潔に考察する。

## 1. T 型車構想

フォード自動車会社の大量生産は、T型のアイデア、そしてそのアイデアの実現に根ざしていた。フォード自動車会社は、1903年に設立された。それはヘンリー・フォードにとって自動車製造における3番目の企てであった。1907年まではフォードによっては支配されておらず、この会社は、A型、B、C、F、K、N、R、そしてS型といった中価格の自動車を一定数販売した。合衆国の自動車の既存及び潜在需要に照らして、「今日最大の需要は、軽量で十分な馬力を有した最新のエンジンを持った、そして極上の素材でできた低価格車にある、……それは、アメリカの道路にも十分なほど力強くなくてはならないし、その乗り手が、馬車なら損傷する心配をせずに行くところであれば、どこへでも行けるような能力を持っていなければならない」ということが、1906年頃にはヘンリー・フォードには明らかとなった。多くのフォードの専門家によれば、N型がこのような特徴のいくつかを有していて、正当にもT型の先行車と見られていた。ヘンリー・フォードはしかしながら、新型車が必要だと決定するほど大きな欠点をN型に見いだした。そしてその新型は、もっと大きく、パワフルになるがそれでもまだ「軽量」と呼べるもので、N型よりも少量販売する、というものであった。フォードは、他の取締役連中と新型車の成否をめぐる闘争した。しかし、1907年に彼がフォード自動車会社の支配株を獲得すると、この論争は止んだ。

ヘンリー・フォードは、デトロイト工場の一画を、後にT型となるものの設計のためにとっておくよう注文した。そして彼は配下の最良の機械工たちにその設計の仕事を開始させた。ヘンリー・フォードとともに、C.ハロルド・



ウィリス、ジョセフ・ギャラン、C. J. スミス、チャールズ・ソレンセンその他が、ある技術的統合命題に到達した。それは、意識的に意図されていたのではないが、「大衆のための車」となるものであった。それは、「最も必要とされている」自動車デザインについてのヘンリー・フォードの漠然とした1906年の処方を実現するものであった。1ピース鋳造・単一ブロックが、20馬力のマグネト一点火エンジンの基礎を与えた。このエンジンは、前進2速と後進を有した遊星トランスミッションを駆動した。それはフットペダルによって操作された。バナジウム合金鋼をふんだんに使用したことは、いくつかの共通構造設計と相まって、フォードT型のシャシーに、求めていた強度と耐久性そして軽量性をもたらした。T型は、設計と修理の単純性というフォードの指令を、完全に実現した。それはまた、「標準的で安価なそしてその操縦者に機械技術的素質を要求しないような簡便なタイプの車が生産できるようになり、そして低費用で走行させられるようになるや否や、自動車市場には限界がなくなるであろう」という『ネーション』誌の予言を実現するべく運命づけられていた。『ハーパーズ・ウィークリー』によると、世界は、大衆のための車を、そしてその製造業者を待ち受けていた。つまり「この難問をうまく解決することができ、まったく構造的に充分で、その価格がまだなお自動車を買う余裕がない数百万の人々にも手がとどく範囲に収まる車を造ることができる者は、金持ちになるばかりではなく公衆の恩人と見なされるようになることは、明白」だったのである。T型がフォード自動車会社の試作室を1908年に離れたとき、それはこれらの構造的要請をすべて満たしていたのであった。予言することが困難であった一連の諸状況を通して、ヘンリー・フォードとフォード自動車会社は、こうした数百万のアメリカ人の手の届くところに、自動車をおいたのであった。

アラン・ネヴィンズとフランク・ヒルは、1908年3月19日にだされたT型の最初のアナウンスメントに対するフォードの代理店の反応を記録している。あるエージェントは次のように書いている、「我々は夢を見ているのでは

ないかと何度も目をこすってみた」。もう一人は次のように主張する、「それがかつて人前にだされた自動車の中で最も偉大な創造物であることは疑う余地がなかった。そしてそのことは、この回覧だけで貴社工場が注文で溢れてしまうことを意味している。」工場が一台目を産出しないうちに、エージェントたちは新型T型を1万5,000台も注文した。T型生産開始から第一次大戦終了まで、フォード自動車会社、その工場、そしてその自動車産出量は、劇的に成長していった。

状況のいわば魔力的組み合わせがこの成長を許容した。これらの状況の多くの根源は、ヘンリー・フォードの経営哲学、それにフォード社の財務面の天才、ジェームズ・クーズェンスによるその応用に基づいていた。フォード社は、内部金融によって賄われていた。そしてヘンリー・フォードが支配権を獲得した後は、彼は高配当を通して会社から金を引き出すことに（あるいは、トップに対する高給にさえ）反対する政策にしたがった。生じ始めた大量の利潤が、一貫して再投資された。当時、後から考えると、フォード自動車会社は、自動車を造るために必要としただけの金さえも儲けようと欲していなかったように思われた。紛れもない財務上の安定性を有し、かつ、どのように自動車は造られるべきかに関して（すなわち実際の製造諸工程に関して）定まった考えも持たず、ヘンリー・フォードは、工場内でどんどん実験を行わせ、生産エンジニアの直接の好みに合わなかった工作機械や工程は驚くべき比率でスクラップにしてしまうことを許容していた。フォードは彼の工場に、おそらく1ダースあるいは1ダース半ほどの核となる若く才能に溢れた機械工を引きつけた。そのなかにもものを行なうやり方の手本を開発する者は誰もいなかった。フォードに促されて、このグループは生産実験を遂行した。そしてゲージングや固定具設計、工作機械設計・配置、工場レイアウト、品質管理、材料操作についての新鮮なアイデアを生み出していった。もしもこの工場が一定の明確な製造伝統に基づいていたなら、例えば、アメリカ兵器廠やあるいはウェスタン・ホイール・ワークスに代表される「西部」方式といっ

たものに基づいていたなら、フォード社は決して大衆のための自動車を供給することはできなかつたであろう。ある意味では、フォード社のエンジニアたちは、製造の各々のやり方から最上のものを引き出し、そして彼ら自身独自の生産技術を付け加えることによって、これらの方法の限界を克服した。彼らがそれを終えたとき、アラン・ネヴィンズの言葉を借りれば、彼らは「世界を動かす挺子」を創造したのであった。

## 2. 初期フォードの工場と人（技術移転）

T型を導入する約2年前までは、フォード自動車会社の工場は、充分計画された製造施設というよりも、貧弱な装備のジョブショップにより近かった。フォード自動車会社は、もともと借りあげ工場で作業をしていたが、自前の工場を1904年にデトロイトのピケットアベニューに建設した。3階建てで402×52フィートの広さの工場は、近くにあったパッカー工場やランシングにあるランサムオールズのそれとはまったく比肩すべくもなかった。この会社は、その部品のほとんどを購入していたので、ピケットアベニュー工場は、工作機械を大量に収容するためよりも、むしろ自動車組み立てのために設計されていた。この会社が所有していた工作機械は、汎用機械であった。それは見つけだすのが困難な熟練機械工によって操作される代物であった。ピケット工場での最初の年の生産量は1,745台で、1903-4年の旧工場での生産をわずかに上回っただけであった。3階では、組み立て前のエンジンやフレーム、ボディが、チームになった作業者たちによって完成車に組み立てられた。おそらくこうしたチームが15ほど、別々の組み立てステーションで作業をしていた。各チームは、積み上がった様々な部品や自動車がその上で組み立てられるところの木製スタンドによって区切られていた。自動車製造のこの方式は、1905年末まで継続された。そして、この時、ヘンリー・フォードはジェームズ・クーゼンスを加えてフォード製造会社を設立し、それを、

フォード自動車会社の支配権を獲得する手段とした。そしてまた近々導入するN型むけ部品の製造開始のための機構とした。N型は、軽量、4気筒、ランナバウトで、フォードはそれを500ドルで発売することを計画していた。フォード製造会社（1907年にフォード自動車会社に統合された）の組織とスタッフは、続く10年間の初めの数年にフォードにおいて大量生産が興隆するその基礎を据えた、あるいはもっと正確に言えば、その先行例を確立した。

N型用のエンジンや小部品を生産するためにフォード自動車会社のピケット工場に設備を装備するよりもむしろ、フォード製造会社は、デトロイトのベルビューアベニューにあった一工場を借りてその工場に設備を装備し始めた。工作機械を購入するにあたって、ヘンリー・フォードは、工作機械セールスマン、ウォルター・E・フランダースと接触を持つようになった。フランダースは、チャールズ・ソレンセンに言わせれば「いばり散らす天才」であった。天才というよりも、フランダースは、単に正真正銘のヤンキー機械職人 (mechanic) であった。ただしそういう種類の職人は、フォード工場周辺の若い機械工 (machinist) で知るものはいなかった。バーモント生まれのフランダースは、機械の売買取引を成人に達する以前に習得してしまっていた。そして、シンガー製造会社の一従業員として量産製造を目撃していた。工作機械を、ポッター・アンド・ジョンソン、ランディス・ツール・カンパニー、マンニング、マクスウェル・アンド・ムーアに（同時に）売ってしまう前に、このヤンキーは、ランディス社向けに工作機械を建造した。それは精密自動研磨の分野の重要な先駆の一つであった。自らのセールスマン精神を通して、フランダースはフォードのベルビュー工場におけるエンジン製造の手法を磨き上げるのを助けた。彼はそれから、ヘンリー・フォードに、マックス・F・ワラリングをその工場の監督として雇うよう薦めた。ワラリングは、まだ年若かったけれども、フォードがそれまで雇った中で最も有能な製造機械工 (mechanic) であることを立証した。短期間のうちに、彼はインターナショナル・ハーベスターに工作機械建造工及びガソリン・エンジン生産監

督として、またオハイオ州クリーブランドのホフマン蝶番鑄造会社にも、雇われていた。ワラリングは1906年春にフォードの工場で仕事を始めた。そしてその年の8月には、ヘンリー・フォードはその二つの会社の生産統括管理者のポストにフランダースを引き上げた。

N型の大規模生産を計画するにおいて、ヘンリー・フォードは、初めて、互換性というあの古き時代のニューイングランドの伝染病にかかった。おそらくフランダースが彼にそれをうつしたのであった。1950年代初めに行われた口述歴史インタビューによれば、ワラリングは、フランダースがフォード自動車会社に部品の互換性というアイデアをもたらすにおいて決定的に重要な役割を演じたと一般に信じられていることは、「まったくのたわ言」であると述べていた。「私にとって[互換性について]目新しいものは何もなかった」とワラリングは主張した「しかしそれはフォード自動車会社にとっては新しいことであつたらしい。なぜなら彼らはその方向にそつてあまり多くの経験を持つような位置にいなかったから。」そのアイデアの根源が何であれ、彼は、たとえその技術はつかんでいなかったとしても、互換性を達成することの重要性をフォードがしっかりと把握していたと強調した。「フォード氏の強調点の一つは部品の互換性であつた」とワラリングは後に述べている。

「彼は、他のどの製造業者たちとも同様に、大規模な量産を創造するためには、速やかな組み立てを完遂するために、その互換性は精密でかつ独特のものでなければならない、ということを知っていた。偉大なことを成し遂げるつもりなら、手仕事やすり合わせがたくさん残つてはならない。」ワラリングが何度も繰り返して言つたように、フォードは「その点を非常に非常に強調した。」

「我々は40,000のシリンダーを造つている」とフォード社は広告で宣伝した、「それに10,000のエンジン、40,000のホイール、20,000のアクスル、10,000のボディ、自動車に組み込まれるあらゆる部品を10,000ずつ——すべてがきつかりとこのように。」ヘンリー・フォードは、自分の工場が実際には

まだそれを達成しないうちからこのような統一性を宣伝していたけれども、ワラリングとフランダースには自分が約束してしまったことを実現するための全権委任を与えた。ワラリングはその職務を開始したとき、彼の指導下の機械工たちに、ベルビュー工場で作られる全部品のための固定具、治具、ゲージ（それらは彼が『農機具』と呼んだ装置である、なぜならそれらを使えば第一級の機械工の仕事と同等の仕事が農家の少年が成しうると彼は主張していたから）の設計と製作に着手させた。ワラリングは、次の7部門の各長を監督した。すなわち、ブロック・クランクケース・アクスル、ブッシングスと小部品、エンジン組み立て、2階機械加工、工作機械、エンジンテスト、全体検査である。

4か月後にフランダースが到着して、工作機械の配置や生産諸部門、材料購入政策などの変更を率先推進した。このヤンキー機械工は、工作機械を機械の機種ごとに（例えばフライス盤をすべて一部門におくような）配置するよりもむしろ様々な部品の加工順序にしたがって配置した。焼入れ、焼なまし、あるいはそういった非機械加工作業がこの順序の中で行われる必要があった場合、フランダースは炉を配置したし、あるいは可能な限りその正しい順序でどんなものでも配置した。機械加工作業に関して、フランダースはフォードとその工場のすべての機械工に、互換性部品の望ましいこと、そして絶対的な互換性が高度の量産においては必須のこととなることを、強く印象づけた。フランダースもまたワラリング同様、フォードの生産機械工に、専用機械あるいは単用機械の使用によって生産性を向上させることが可能であることを示した。1906年10月、このバーモント人はフォードでの製造作業についての一つの政策声明を書いている。それは、長期の材料購入を要求し、また同時にその供給業者に在庫の保持を要求していた。フランダースは工場が手元にこうした材料をわずか10日分しか保有しないよう要求していた。勇敢な男だったので、彼はフォードに対し販売政策のことまで示唆を与えている。チャールズ・ソレンセンは適切にもフランダースのフォード社への貢献

を要約して、次のように言っている、彼は「自動車ビジネスが三つの技術すなわち材料購買技術、生産技術、販売技術を一つに融合したものであるという、より大きな意識を創造した」と。明らかに、ソレンセンが理解していたように、フランダースはとりわけ工作機械の再編成において「大量生産に向う我々の先頭に立って進んだ。」

1907年の二つのフォード社の統合とピケットアベニュー工場の拡張は、この会社にベルビュー工場からその機械をすべて拡張された工場の方へ移すことを可能とさせた。この移動はまたフランダースとワラリングに、工作機械配置を洗練化させ、工場中の素材の流れを洗練化させる追加的な機会を与えた。おそらく重力式滑り台（雨どいと似ていないわけではなかった）がこの工場に設置された。それは工作機械の間で部品がある機械加工作業からもう一つのそれへ移るためのものであって、こうして加工対象の流れを促進した。

ウォルター・フランダースがフォードに留まっていたのは2年に満たない期間であった。ウェイン自動車会社からのもっと魅力的な条件を受け入れて、彼はマックス・ワラリングとフォードの宣伝管理者だったレロイ・ペレティアを引き連れてやめていった。後から考えてみると、フランダースは、フォードが集めた少数の若い機械工たちにニューイングランド兵器廠方式の疑いもなく最新版の基本諸要素を伝えるにちょうど十分な期間、フォードに留まったということは明らかである。もしも彼がもっと長く留まっていたなら、彼はこのやり方が自動車を製造する唯一最上の方法であるという信念を彼らに吹き込んでしまったろう。続く3年間に、フォードのエンジニアたちはフランダースが彼らに示した基本的諸原理を洗練させた。しかし彼らは、彼らに適したものだけを採用して、ついにフランダースを超えて進んでいった。

ヘンリー・フォードは、じゅうぶん教育を受けた、「仕事は遊びだ」と信じているような機械工を自分の会社に引き付ける特異な、あるいは異常に幸運な才能を持っていた。C・ハロルド・ウィリス、オスカー・ボーンホルト、カール・エンデ、ピーター・E・マーチン、チャールズ・ソレンセンそして

オーガスト・ディジェナーたちは、中でも、フォードの生産チームの背骨を形成した。その背骨は、フォード工場にフランダースとワラリングが短期間であれ在職したことによって強さを与えられた。製図工、機械製作工、アマチュアの域を超えた冶金工であったハロルド・ウィリスは、1902年からハイランド・パーク工場が建設された後まで、フォード自動車の設計、工場レイアウトについて大きな役割を果たした。フランダースが去った後、フォードはウィリスを名目上、製造と工作機械調達の担当責任者につけた。ウィリスはこれらの義務をほとんど完全に「ピート」マーチン、と「鋳物屋チャーリー」ソレンセンに任せていた。ヘンリー・フォードは職務肩書きを軽蔑していたが、マーチンは工場監督者として、そしてソレンセンはその助手としての機能を果たした。ソレンセンによると、マーチンは生産を監督し、他方でソレンセンは「生産組織と開発」で働いた。フォードは兩名をフランダースが到着するちょっと前に雇っていた。マーチンは最終的に総監督者そしてフォード自動車会社の副社長になった。一方、ソレンセンはヨーロッパにおけるフォードの製造工場やリバーラージュ工場、ウィローラン爆弾工場の立案者になった。カール・エンデ、技術を訓練されたこのドイツ人移民は、工具設計・製造の面でオスカー・ボーンホルトを補佐した。この二人の機械工についてもフォードは1906年以前に雇っていた。彼らがフランダースとワラリングに接触したことは非常に大きな成果をもたらした。ボーンホルトが1913年4月初めにフォードを離れたとき、エンデが工具設計の担当責任者となった。この頃までに、フォード社の工場は、明らかにボーンホルトとエンデの刻印が刻まれた工作機械や治具、固定具設計に対する特有なやり方に到達していた。フォード自動車会社が設立される以前から、ヘンリー・フォードはオーガスト・ディジェナーを製図工として雇っていた。1910年にハイランドパーク工場が開設される頃には、「ガス」は検査の監督者になっていた。

フランダースは、フォード社がT型を発表する直前に、それゆえそれを実際に生産するずっと以前にこの会社を離れたため、機械工たちの以上の集団



が突然T型製造のための「機械設備装備」の責任を負うことになった。T型を求める需要は急速に膨れ上がっていったために、彼らはフランダースが遭遇したよりももっと緊急の諸問題に直面した。フランダースが1906年10月の政策覚え書きを書いたとき、彼は1906年10月から1907年9月までの1年間に（3機種で）11,500台の自動車生産を要求していた。実際の生産はわずか約8,250台に達しただけであった。ネヴィンズは、フォード自動車会社の量産が1907年秋に始まったが、しかし1909年6月16日までの一年間は、その工場はたった10,660台を産出しただけで、それは1906-7年期から30%弱の増加に過ぎないと主張している。表6.1はT型の販売の急速な増大と価格の低下が1908年に始まり1916年までであることを示している。

T型を生産に移す主たる責任は、P. E. マーチンとチャールズ・ソレンセンにゆだねられた。準備は狂ったように行なわれたが、この二人の監督者たちは、工具製作工ボーンホルトとエンデとともに、整然と系統的に生産に取りかかった。ヘンリー・リランドがウィルコックス・アンド・ギブス・マシンにおいて行ったように、そしてシンガーがそのマシンについて行ったように、フォードの生産担当者たちは作業シートを書いた。これらは、様々な部品の機械加工作業、必要な材料投入量、必要な工具、固定具、ゲージ（それはすべて番号がつけられ、部品の製図の時に引用された）に関して詳細に説明していた。そして、紙の上に輪郭を描かれたその順序構造にしたがって、工場がどのように配置されるべきかに示唆を与えた。こういったシートを準備したことによって、新型車を生産するための努力が無秩序なものになりがちなところに、秩序と明解さがもたらされた。工作機械の必要性を詳細に述べているところでは、そのシートはまた新しい機械の設計の可能性も示唆していた。厳格な政策叙述に硬直化するよりも、むしろこの作業シートは生産と材料調達の手引きとして役立った。

作業シートからの情報をもとに、ソレンセンは、T型向けエンジン用の工作機械を再配置した。それはまたフランダースが示唆していた作業順の機械

配置の実践にしたがって行われた。T型のエンジンは、N型のそれとかなり異なっており、2 鑄造ブロック（各 2 シリンダーを持つ）とバッテリー式点火装置からなっているのではなく、むしろ単一鑄造ブロックと 1 マグネトーからなっていた。ソレンセンの型製作工としての能力は、明らかに彼が 1 ピースブロックを作る問題を解決したことによって確立された。もっと重要なことは、クランクケース製造に通常の鑄造法を用いるよりも打ち抜き技術を採用するようにフォードに進言したことによって、彼が生産全般に対して独自のアイデアを生み出す能力があることを示したことであった。

ソレンセンは鋼打ち抜き法を知っていた。なぜなら彼はニューヨーク州バッファローで育ち、そこではジョン・R・カйм社が自転車のクランクハンガーやその他の自転車部品を製造していた。彼の回想によると、ソレンセンはカйм工場のスクラップの堆積のまわりをしばしばうろつきまわっていた。そして少年は使えそうな切れっぱしを拾いあげていた。ソレンセンが初めてプレス鋼のクランクケースを提唱する少し前に、カйм工場の共同所有者で監督者のウィリアム・スミスがフォード工場を訪れた。彼は、フォードのリアアクスル・ハウジングが、プレス鋼で製造できることを示唆した。ヘンリー・フォードは、ソレンセンとスミスの両者に促された。まもなくハロルド・ウィリスとソレンセンは、カйм工場を視察するためバッファローに赴いた。スミスと彼の技術陣は、T型に適したリアアクスル・ハウジングを製作し、それを鑄造製よりも安い価格で提供した。T型製品計画があまり先に進行しないうちに、ソレンセンは（フォードの許可を得て）プレス鋼部品の使用を、可能なところすべてに、即ち、クランクケース、アクスル・ハウジング、トランスミッションケースに、採用した。フォードはカйм社を 1911 年に買い取った。そしてその設備をデトロイトに移した。

この会社の設備とともに、有能なエンジニアの集団もやってきた。そして彼らはハイランドパークでの大量生産の発展に決定的な役割を演じたのである。この集団は、次のような人物を含んでいた。ウィリアム・スミス（引き

続いてエンジニアリングを担当した), ジョン・R・リー (フォードの福祉部門の長になった), ウィリアム・ヌードセン (アメリカの他の都市でのフォードの組み立て工場を指揮した, そして最後はジェネラル・モータースの社長になった), チャールズ・モルガナ (フォードの工作機械購入人そして資本設備の特殊仕様の伝達人としてカール・エンデとともに働いた), ジョン・ファインドレイター (金型製作工で, フォードのプレス作業の指導者となった), そしてE. A. ウォルターズ (1919年にプレス作業の主任としてファインドレイターの後を継いだ)。

### 3. ハイランドパーク工場建設

この会社の生産エンジニアと機械工たちが, T型製造の細部を解決していった一方で, そしてフレッド・ディールがウォルター・フランダースが示唆した線にそって材料購買システムを案出していった一方で, ヘンリー・フォードとジェイムズ・クーゼンスは, 大衆向けに車を作る新しい工場の建設計画に集中した。1906年には, T型の設計が完成しないうちに, フォードはデトロイトの北の端にあるハイランドパークに, 60 エーカーの広大な土地を購入した。そして提案された工場を建設するため建築技師たちと働き始めた。フォードの伝記作家たちもフォード社の草創期の人々も, フランダースについて, ハイランドパーク工場の設計に関連しては言及していないけれども, このヤンキーは少なくとも, フォードに, もし自分がフォードの立場にいるならどのように工場を建設するであろうかということぐらいは教えたに違いなかった。フォード, クーゼンス, フランダース, その他の人たちは明らかに, ピケットアベニュー工場はたとえ拡張されたとしても, N型の生産が増大しつつあるのに対して不十分であるし, T型の予想される生産規模に対しても不十分であることを認識していた。フランダースはフォードを離れて後ほどなくして, 次のように明言していた。「現在 700-800 ドルで販売さ

れている高級車に匹敵する」車を安くするためには、「それらをとてつもない量で作ることのみならず、あらゆる部品を経済的に製造するために工場を建設し、設備装備をしなければならない。」フォード社には大量の利潤が流れ込んできていたので、フラングースによって想定されていたこのラインにそってしっかりした工場を建設することを考えるのは当然と思われた。この会社の取締役たちは、1908年中頃に25万ドルの支出を認可した。この工場は正式には、1910年の正月に開所された。しかしハイランドパークでの工場建設はその後6年間、その60エーカーの敷地が建物で埋まるまで続いた。

ハイランドパーク工場の設計は、建築家アルバート・カーンに、彼が1905年に始めた仕事を洗練させることを許容した。彼は当時36歳で、パッカード自動車会社のために新工場を設計したのであった。それは鉄筋コンクリートに組み込まれた大規模な窓を有した「日光活用工場」であった。ハイランドパークの主要建造物は、長さ865フィート、幅75フィートの、そして約5万平方フィートのガラス（壁の面積の約75%を占めた）を有する4階建てのビルディングから構成されていた。数ヶ月の間に、カーンは、この建物のそばに、1階建ての、のこぎり歯状のガラス屋根を有した、840×140フィートの建物をおいた。それは機械加工向けのものであった。カーンはこれらの建物を印象的なガラスで囲まれた860×57フィートのクレーン路 (craneway) で結びつけた。主要建造物は機械加工工場同様に、原材料が一方の建物から他方へと容易にクレーン路を通して移動されうるように、全階とも完全にクレーン路に通じていた。このクレーン路は、T型を構成する全原材料のための主要配給ポイントとして機能した。

P. E. マーチンとチャールズ・ソレンセンは、この新工場への円滑な移動のために慎重な計画をたてた。ヘンリー・フォードは彼らのプランを1909年に簡素化させた。彼はこの年、フォード自動車会社がそれ以降T型だけを製造し、そして、ランナバウト、ツーリングカー、そしてデリバリーカーのすべては、同一シャシーで作ると発表したのであった。今や工場監督者たちは、

N型の生産設備の移転を気にかける必要がなくなったのであった。フォードの決定によって、有用な工作機械の手があいたばかりでなく、マーチンやソレンセン、エンデ、そしてボーンホルトに、膨大な数の、専用あるいは単能工作機械の設計、製作、あるいは調達を開始することを可能にした。これこそアメリカ型生産システムが取り組んできたものである。ハイランドパークへ工作機械を移す前に、ソレンセンとマーチンは、機械の正確な配置を示す数字を計測して、レイアウトをボード上に整理した。彼らは各機械の敷地面積を計算し、それからピケット工場の工作機械には真ちゅう製のプレートを取り付けた。これらのプランにそって、この会社の機械据付工たちは、容易に新ハイランドパーク工場の電動シャフトを設計し、正確に機械を設置した。ハイランドパークの生産が開始されたとき、ソレンセンが後に書いているように、それは部門から部門へ、「前進的」になっていたが、しかし「完全に統合された作業」にはなっていなかった。続く4年間のうちに、ソレンセンと彼の同僚生産技師たちは、この「水晶宮殿」工場において根本的な変更を成し遂げるのである。

#### 4. 機械加工技術

ハイランドパークの開所（1910年1月1日）から第1組立ラインの設置（1913年4月1日）までの期間は、工作機械部門の作業、カイク鋼プレス・プラントのデトロイトへの移動、そして産出量の6-10倍への拡大（どのように勘定するかによるが）が、T型製造を特徴づけている。フォード自動車会社の歴史家たちが工場作業について語るとき、彼らが「古典的」業績と呼ぶホレース・ラシエン・アーノルドとフェイ・レオーネ・フォウロートの『フォード方式とフォード工場』（1915年）について常に直接言及する。この論文は古典ではあるが、それをじゅうぶん理解した歴史家は数少ない。そして誰もそれを、『アメリカン・マシニスト』に1913年に掲載されたフレッド・

コルビンのフォード工場に関するもう一つの一連の論文の脈絡の中に位置づけなかった。多くの面で、コルビンの一連の業績は、フォード工場における工作機械、固定具、ゲーシングのシステムについてより詳細に叙述している点で、アーノルドとフォウロートの業績を凌駕している。コルビンはまたフォード方式を他の代表的な工場と比較し、対照した。そして彼は大規模生産の意味を把握していた。しかし、最も重要なことは、『アメリカン・マシニスト』の一連の論文が、組立ラインの始まる直前のフォード工場の作業を描写して、ソレンセンやその他の者たちがウォルター・フランダースのヤンキーの考え (yankee notions) からどれだけ先に進め、いったん移動式組立ラインが試されると、組み立てを扱うこうした考えを急激にスクラップにしたかを我々に示してくれていることである。

フレッド・コルビンが1913年春にフォード自動車会社工場を訪れたとき、彼はフォードの技師たちが「動力、正確性、経済性、システム、継続性、そしてスピードといった諸原理」つまり、ヘンリー・フォードのいうところの大量生産の諸要素に集中している様に印象づけられた。フォードが合衆国の全乗用車産出量の半分以上を製造していることに言及しつつ、コルビンは「我々は、1シーズンで20万台の自動車なんて聞いたことがないし、不可能でないとしてもそんな産出量はほとんど想像がつかないものだと思ってしまう。……我々はまったく大きさの感覚を失っている。そしてこのわずかな(?) 20万と同じように当然な数字として100万という数字をまもなく本当に受け容れなきゃならないところに近づいている」ことを示唆した。この著名な技術評論家は、このような産出量が持つ意味を示唆しようとした。100万個のランプ、80万のホイールとタイヤ、9万トンの鉄鋼、40万の牛革(cowhides)、座席シート用の600万ポンドの馬尾織(hair=hair-cloth?), 200万平方フィートのガラスが、一年で生産されるのであると。完成されたT型車が、操業時間中40秒に1台の割合で工場から出てきた。各々貨車40両を連結した機関車が一日5便、完成車を積んで工場から発車した。5年の期間に、この会社

は約 6000 台の T 型の生産からおよそ 20 万台を生産するところまで到達し、そしてコストを低下させた。「この偉大なる効率性の最高の聖職者は、これ以上何を望むのか？」とコルビンは問うた。コルビンは知るよしもなかったが、このような言葉が活字になる 1 か月前に、フォードの効率性の聖職者たちは、組立ラインについての彼らの最初の実験を行っていたのである。

ハイランドパークの動力プラントは、フォードの建築技師エドワード・グレイによって設計され、この会社自身によって建設された。それは 3000 馬力のガソリン・エンジンから構成され、直流発電装置を回転させた。動力は電動モーターによって工場中に配分された。その電動モーターがラインのシャフトとベルトの単位を駆動させた。コルビンがこの工場を訪れたとき、5000 馬力のガソリン・エンジンの増設が完成に近づいていた。T 型の増大しつつあった生産量がこれほどにも動力を必要としたのであった。

「フォードの試験方法は独特でかつ単純なものである」とコルビンは、ハイランドパークにおける正確性の標準を評定したとき書いている。T 型の重要部品はすべて標準固定具で機械加工され、作業連鎖の間と終わりの両方において標準ゲージで検査された。工具部門と検査部門の適切な注意によって、工場は必須の正確性を維持した。エンジン、トランスミッション、リアアクスル組み立てといった単位が一緒になっている場合は、そのベアリングは電気モーターで検査された。フォードは大抵の自動車メーカーとは違って、エンジンをシャシーに組み付ける前に始動させてみるということはしなかった。完成車が工場から出荷される準備ができるまでエンジンは始動されなかった。この会社はどの T 型も走行試験を行わなかった。ソレンセン、マーチンそしてその他の人々は、部品が正確に作られ、正しく組み立てられていれば、最終製品は正しくなっているであろうという姿勢をとっていた。

経済性の諸原理がフォードの工場にはあふれていた。T 型の絶えず低下していった価格が、これらの諸原理の証明書としての役割を果たしたと、コルビンは示唆した。コルビンはハイランドパークにおける経済性のおびただし

い例を引き合いに出している。それらすべてが、システム、継続性、そしてスピードといった諸原理の結びついたものであることはそこから非常に明白であった。アーノルドとフォウロートのような他のジャーナリストによって取り上げられることになる一つの命題を定式化して、コルビンは、工作機械の緊密な集合化を、そして空間のこの経済がどれだけ通路に加工対象を累積させるのを防ぐか、また工作機械群全体の中で加工対象の流れを円滑にすることを必須のものとさせるかを、強調した。

ハイランドパーク工場が開所して程なくして、『デトロイトジャーナル』の記者が、フォードの生産過程の顕著な特徴を「システム、システム、システム！」と表現した。『アメリカン・マシニスト』誌上の連載で、フレッド・コルビンは何度もこの命題を繰り返して使った。フレッド・ディールが原材料を購入し、中央クレーン路からそれらを工場中に配給していくやり方、それにこの会社が完成した在庫を扱うのに用いた方法を描写するのに「システム」という言葉だけが用いられたようだ。しかしコルビンは工作機械の配置にもっと印象づけられた。つまり「我々が、重量級圧延機とパンチプレス機の間にはさまれたドリル機を発見するばかりでなく、こうした機械群の真ただ中に、炭素処理炉とバビット合金装置まで見いだすほど、作業順序に全面的にしたがっているのである。このことは、加工対象の扱いを最小限に減らすのである。つまり一片の加工対象が炭素処理段階に達したとき、それはまたその炭素処理を施す炭素処理炉に到着しているのである。そして研磨によって仕上げられる加工対象の場合、それが炭素処理から出てきたときに容易に手が届くところに研磨機が存在しているのである」。フォードの工作機械専門技師、オスカー・ボーンホルトは、この作業順段取りを「ブリキ缶作り」になぞらえた。「フォード工場では」、ボーンホルトが述べているところによれば、「機械はブリキ缶製造機のように並べられている」つまり、次から次へと。

ソレンセンとマーチンはこの工場の作業スケジュールシステムを考案した。経験上、各工作機械の平均産出量が記録され、スケジュール作りの基礎



として役立てられた。例えばある部門の一定クラスの工作機械の産出量が一台一日あたり 100 個の率であったとする、そしてこのような機械が 5 台あったとすると、平均総産出量は 500 個であろう。一日の生産計画は、400 個だけ必要であったとすると、このスケジュールシステムは、一台の機械を停止させて、一方他の機械にはフルに一日平均量を生産させるように指示するものであった。専門の時間管理係が、その部門がどれだけその生産計画をきちんと守っているかを監視した。このようなシステム化を通してほぼ、フォードの技師たちは、原材料の投入量と産出量を一定の計算された率で継続させ続けた。

フォード工場の中を至るところ見てまわってコルビンには速度の原理は明白となった。しかし彼は、この原理の最も印象的な適用は、工具部門におけるオスカー・ボーンホルトやカール・エンデその他の人たちによる固定具やゲージの設計にあることを強調している。コルビンの連載の大半は、これらの装置の設計と使用に関心を寄せるものであった。そしてそれらのスピード、正確性、単純性がフォードの生産過程全体を象徴していたのであった。

フォードの工具専門家たちは、不熟練機械番人でも使用できるようにほとんどすべての固定具とゲージを設計した。それ故単純性は重要な関心事であった。ある場合にはこれよりもスピードと正確性がより重視されたが。部品の絶対的互換性の合理性に興奮させられ、やっかいな組立工程での非互換性によって生み出される諸問題に痛い思いをさせられ、フォードの生産技師たちは、固定具と工作機械設計要求のリストのトップに正確性を位置づけた。1913 年には、エンデとその他の人たちは、正確性を犠牲にすることなく彼らの設計作業の大半において単純性とスピードを達成した。この業績は、合衆国の先進的工場を数多く調査していたフレッド・コルビンに深い印象を与えた。例えば、フォードチームは一度に 15 のエンジン・ブロックを乗せ、その各々がかちっと所定の場所にはまりしっかり固定される穿孔機械固定具とテーブル、それに 30 のシリンダーを一度に保持する同様な装置を設計してい

た。ヘッドとブロックを一緒にした場合、平ガスカートだけで、通例のそして時間を食うジョイント・スクレーピングなしに圧縮を保てるであろうということに、コルビンは驚嘆した。フォードの固定具設計についてもっと詳細に知りたい読者は、コルビンがその連載論文で与えているほとんど無数の例を調べたらよいであろう。

フォードの工具設計は、工作機械産業との一種微妙な、しかし重要な相互作用に依存していた。チャールズ・ソレンセンは、フォードの技師たちがハイランドパークのすべての新しい工作機械を設計し、かつ各々の原型をつくり、しかるのちに商業的工具製作者に追加の機械供給を依頼していたと示唆している。チャールズ・モルガナがフォード設計の工作機械の仕様を工作機械製作者に送ったとき、その業者がしばしばモルガナに、機械が想定したように作動しないので何か誤りがあるに違いないと言ってその仕様を送り返してきたと、ソレンセンは回想している。それでモルガナは工作機械業者に、誤りは何もない、なぜならフォード設計の、フォード製の原型の方はもちろん特定の精密度の範囲内で特定の数量単位を製造しているのだから、ということを示した。「それで、我々は購入した数千の機械でやっていった。」とソレンセンは結論づけている。

フォード自動車会社の工具部門がフォード工場内の各種の工作機械を設計し少なくとも1台はそれを製作したとソレンセンが言うのは、明らかに言いすぎであった。フォードチームはT型車生産に使用する専用機械の多くを製作したが、フォードの工作機械購買担当者 A. M. ウィベルが主張しているように、この会社は、フーツ・バート、インガソル、そしてシンシナチ・ミリング・マシンといった中西部の工作機械製作者たちに、設計ではないとしても、最初の製作については非常に依存していた。残念なことに、我々は、1900年から1915年間の工作機械の全般的な発展について、19世紀全般についてよりも、多くを知らない。それでこの技術についてのいかなる評価も仮説的なものにならざるを得ない。この期間に工作機械の正確性とスピード

の向上があったこと、それが冶金学上の発展から多くは生まれたこと、そしてより高い剛性が、フォード及び自動車産業全体の急速な生産能力拡大の決定的な構成要素を提供した、といったことを推測できるのみである。シンガー・マニュファクチャリング・カンパニーの組み立て問題が機械加工された部品の不正確性に原因があったことに照らしてみても、フォードが正確性について一貫していたと過大評価することはできない。第2章では、1870年代と1880年代に正確な部品の経済的な生産が技術的に可能であったか否かということが問題とされた。1913年は、コルビンが『アメリカン・マシニスト』誌に連載論文を書いたときであるし、フォードがライン組み立て技術を始めたときでもあったが、この頃には、工作機械工業は、おそらく初めて、一貫して正確な加工物を大量に産出することができる機械を製作できるようになった。フォード自動車会社がハイランド・パーク工場に移ったときから、その生産技師たちと主要所有者はこの問題で妥協しなくなった。これから見るように、この正確性は、T型車の大量生産がそこに基礎をおくところの堅固なよりどころとなった。ネヴィンズは次のように主張する自動車産業のある権威の言葉を引用している。「フォードの機械は世界で最上のものであった、誰もがそのことを知っていた」と。

ヘンリー・フォードがT型車のみを生産すると決定したことは、彼の技師たちに単能工作機械を設置する絶好の機会をもたらした。例えばエンジン部門はかなりこのような機械に依存した。エンデの部門は専用のブロックとヘッド用位置決め機械 (spotting machines) を製作した。それは、次の機械加工工程にこれらの部品を位置決めするのに使用される位置決め点を縁どり加工するものであった。専用機械がシリンダーやヘッド燃焼室をくりぬいた。もう一つの工作機械は、一度に45個の穴をブロックの四方に開けた。コルビンは「これらの軸は位置決めに関しては、調整不用のものである」と指摘している。フォードのエンジン加工機械は、「極限にまで達した専用工作機械の」例を提供したものであった。エンジン加工機械は他には、バビット合金ベア

リング・アンカー穴用のドリル機械，その他のタイプのドリル機，そしてバルブ胴軸受け筒用の穴ぐり機が含まれていた。これらの例は，他の部品加工部門の数によって数倍にも増加したであろう。

ヘンリー・フォードとその生産技師たちが新生産方法をたえず試し，工程や工作機械をどんどんスクラップしていく様子は，おそらく鋼板プレス工程に最もよく示されている。フォードはバッファローのジョン・R・カウム社によって開発された工程，リアアクスル・ハウジングの鋼板型押し法を採用していた。フォードは 1911 年にこの会社を買い取り，その機械と主だった機械工をハイランドパークに移した。「水晶宮殿」に設置されてほどなくして，旧カウムチームとフォードの技師たちは，溶解したチューブ鋼の先端をすそ広がりにして，それを，打ち延ばしのできる鑄鉄製のディファレンシャル・ハウジングにリベットで留めるもっと優れた工程を開発した後，このリアアクスル・ハウジングの型押し工程はスクラップにした。カウムの機械工たちは，しかし，一回の打ち抜き作業でフライホイールにトランスミッションギア用の 3 本のシャフトを据え付けるといった，打ち抜き，プレス成型，型押しその他の応用技術を生み出した。コルビンが指摘しているように，フォードにおいては工作機械やその他の生産諸工程が絶えず試行され，変更されていた。これこそは明らかに，フォードの自動車が組み立てられる諸工程の実態であった。

## 5. 組立工程の進化

T 型のコンポーネントと自動車全体の組み立ては，この『アメリカンマシニスト』誌の記者に深い印象を刻みつけた。彼は，組立工程全体を見た後，「一日 800 台の生産というのは単なる当てずっぽうではないことが判る」と書いている。コルビンは，本文あるいは写真を通して，モーター組立部門，リアアクスル組み立て，マグネトー組み立て，ラジエター組み立て，そして

最後の総組立を詳細に説明している。フォードの技師たちは、マグネトーのフィールドウイングを合わせるために簡単なワークベンチを設けた。各ベンチの後方とわきにある小さな部品置き場が、このフィールド組み立てを構成する様々な部品を保管していた。一人の作業員が作業テーブルについて、この重要なサブ組み立ての部品を合わせていた。エンジン組み立てについては、フォードの技師たちもワークベンチを利用したが、それを壁際に設置するかわりに、エンジン組み立てベンチは開放された場所に置かれ、その両サイドで作業員たちが作業できるようにしていた。部品置き場はテーブルの中央に置かれ、両側から容易に手がとどくようになっていた。コルビンは、フォードのどの組立部門でもすり合わせがない、したがって仕上げ工がないことを強調した。リアアクスル組立部門は、多くのニューイングランド型職場、特に1890年代の自転車大流行のときポープ・マニュファクチュアリング社の職場で使われたのと同様と同じ組み立てスタンドに頼っていた。これらのスタンドは必要な開放的作業領域をもたらした。そしてまた作業員が容易に手の届く部品置き場を保持した。これらのスタンドは相互にじゅうぶん離されて設置され、手押し車が素材を作業員から作業員へ運ぶのを可能にしていた。他のサブ組み立てと同様に、個々の作業員たちはリアアクスルの組み立ての全過程を遂行した。コルビンは、スタンドの設計は、「たとえその名前でも呼ばれていようといまいと、動作研究がじゅうぶん注意深く行われていることを示している」と述べている。骨の折れるラジエターフィンと管の継ぎ合わせについて、生産技師たちは、一回の動作でストリップやフィンの穴に95の管を通す簡単な機構を設計した。中心部分の組み立てが機械化された後、しかし、ラジエター組み立ての残りは、この中心部分をタンクやフレームにはんだづけする、骨の折れる手仕事から構成されることになった（ダッシュボード組み立てについては図6.13.参照）。

「フォード自動車の組み立て全般のじゅうぶんな描写をするのは不可能である、というのはそれは現代の映写機を使ってのみ為されうるものだから。」

とコルビンは最終組立工程について書いている。「機械加工部門と同様に、作業全般の基調は、組み立てホースやスタンドに対してさえ、単純性である」。労働者たちは各ステーションに必要な部品を配給した、そしてその配給はそれらの部品が必要とされるちょっと前にステーションに届くように時間が調整されていた。自動車フレームはホースの上で静止していた一方、組み立てチームや組が精力的にホースの列をステーションからステーションへと移動していった。各組は、ある特定の、もしくは一連の課業を遂行するように計画されていた。この方式はボルドウィン蒸気機関車工場その他で利用されていた方式と似ているとコルビンは指摘している。フォードの組み立てチームのように、注意深く調整されている場合は、この方式はうまく機能した。しかし、材料の正しい配給と組の到着時間が合わなくなる（それゆえお互いに齟齬を来す状態になる）問題が、フォード工場で起こらなかったかと想像するかもしれない。これらの問題はすぐに除去された。

組み立てラインの根本的教義、「仕事を人のところへ持ってくる」ということに、フォードの技師たちは遅い人をスピードアップさせ、早すぎる人をスロウダウンさせる方法を見いだした。この組み立てラインがフォード工場に規則性をもたらした。ほとんど日が昇るのと同様に確かな規則性である。組み立てラインの設置とその躍動性を工場作業のすべての局面に拡張したことによって、フォードの生産技師たちは、真実の大量生産を獲得したのであった。

ネヴィンズとヒルはフォード自動車会社文書館に完全な資料利用権を与えられたので、そしてネヴィンズは常に注意深い学者であったので、組み立てラインの発展に関する彼らの説明は、たとえ完全なものではないにしても、少なくともその広い概観については正確なものであると、一般に考えられてきた。彼らは、コンベア・システムと重力式滑り台をフォード工場全体に採用したことが、ほとんど自然に組み立てラインへと導いたという見解をとっている。「この偉大な革新についての当時の文書記録が存在していない」こと

を指摘して、ネヴィンズとヒルはこの出来事から 40 年後になされたフォードのパイオニアたちの回想に話を転じている。これらの元従業員たちのうち幾人かが、コンベア・システムと重力式滑り台は 1913 年 4 月 1 日以前から随分使われていたこと、そしてそれらを洗練していったことが、ソレンセン他をしてマグネット一部門に組み立てラインを設置させるよう導いたこと、そのことが翻ってエンジン組み立てにラインを導き、リア及びフロントアクスル組み立て部門、そして最終的にシャシー組み立てのラインへと導いたことを示唆していた。

ネヴィンズとヒルは、アメリカン・マシニスト誌のホルビンの連載論文を知ってはいたが、彼らは、この情報の金鉱のなかに眠っている同時代の証拠、特に写真証拠を無視した。ホルビンは、マグネット一部門で最初の実験が行なわれるおそらく 2 か月弱前にハイランドパークで 10 日間過ごしている。ホルビンは、部品の山と手押し車が工場中でこれらの部品を運んでいることを叙述し、また写真で証明している。彼がコンベアあるいは重力式滑り台について言及しているところはどこにもないし、どの写真にも現れていない。フレッド・ホルビンは、鋭敏な観察者であったし、材料の円滑な流れを強く提唱していたのだから、重力式滑り台や重力式ローラー、そしてコンベア・システムを見逃すはずはなかった。彼は、モノレールシステムを全面的に報告していた。それは加工対象を載せた大きなトレイとプラットフォームを工場中移動させるものであった。この材料ハンドリングシステムは多くの工程で典型的なものであった。しかしコンベアシステムと重力式滑り台は、1914 年、1915 年のフォード工場の写真では際立って示されていたが、典型ではなかった。それ故、コンベアと重力式滑り台は組み立てライン実験の直前に採用されたか、あるいは組み立てラインによって生かされることになった「動作作業」原理の結果生じたかそのいずれかであった。後者の見方のほうがより可能性があるように思われる。とにかく、これら大量生産の二つの要素はお互いに促進し合った。そして 1915 年には両者とも、1913 年には見られなかった一定

の成熟に達した。

回想録のなかで、チャールズ・ソレンセンは、組み立てラインの着想が自分のなかで1908年に生まれたこと、それに、その年の7月の一週間で、彼と、ヘンリー・フォード、ハロルド・ウィリス、P.E. マーチン、そして組立部門の職長の一人チャールズ・ルイスが、大ざっぱにシャーシー組立ラインの配置を行ってみたこと、ウィリスとマーチンははなからこのアイデアを拒否しており、そして、このアイデアは、新ハイランドパーク工場の開所の大詰めになって葬られたことを、述べている。おそらく怪しい部分もあるが、ソレンセンの説明は、フォードの技師たちが組み立ての問題について関心を持っていたことを示唆している。しかし1913年にはおよそ20万台ものフォードT型を生産しなければならないという課題に直面して、ウィリスとマーチンはもっと拡大した実験を行うことに同意した。

ソレンセンこそは組み立てラインの発展において大きな役割を演じた。彼は、ハイランドパークの鑄造工程に対してみずからの型製作と鑄造作業に関する専門知識によって貢献を果たした。1913年2月に、コンベア型の鑄型運搬車が鑄造工程で操業を開始した。鑄型運搬車は、鑄造機を通過して（完成された鑄型が運搬車に据え付けられる地点まで）移動し、溶解した鉄を絶えず注ぐことのできる大ひしゃくの周りを通り過ぎる。（エンジブロックはしかし、運搬車にのせずに依然として注入用フロアに配置され続けた。）早くも1890年に、ウェスティングハウス・エアブレーキ会社は同様の鑄型運搬車を考案していた。ウェスティングハウスとフォード両社の鑄型運搬車に必須のものは、搬送システムであった。それは鑄型が運搬車からおろされて、それを揺すって崩した地点から砂を混合する作業地点まで、そしてそこから鑄造機の上にあるじょうご（ホッパー）へと、運ぶシステムであった。このシステムは手押し車とシャベル作業をほとんど除去した。フォード社の鑄造工程は技術評論家たちを驚愕させた。大まかな計算でも、フォードの鑄造所は1880年のシンガーのエリザベSPORT鑄造所の半分の広さしかなかったが、



その日産鑄造量は10倍以上であった。1914年には、10基の連続式注入鑄型運搬車がハイランドパークに設置されていた。

ウェスティングハウス・エアブレーキの機械化された鑄造に加えて、冶金領域以外の諸発展も、フォードの生産担当者たちの心をとらえていた。とりわけ三つの産業が、効率的で円滑な素材取り扱いの模範を示していたように見えた。サミュエル・クローサーの協力によって書かれた自伝において、ヘンリー・フォードは、シカゴの精肉業者の「解体」ラインがフォード工場の「流れ生産」のモデルとして役立ったと示唆している。精肉所は、1906年出版のアプトン・シンクレア著『ジャングル』によって一般に注目を浴びるようになった。この本は精肉作業を生き活きと詳細に描写していたのである。フォードのエンジン部門の長、ウィリアム・クランは、シカゴの屠殺場へ視察旅行し、その後、上司のP. E. マーチンに「精肉業者があのように豚や牛を屠殺できるなら、我々だってあのようなやり方で車やエンジンを造れる」と示唆したと回想している。クランはまた、フォードの流れ生産は製粉と醸造の両産業の機械的搬送システムを活用したものでもあることを強調していた。

クランはフォード自動車会社に加わる前の年の1904年に、デトロイトのヒュッテマン&クラマー機械会社で醸造用穀揚機とその他の機械式コンベアの修理工として働いていた。クランによれば、醸造と鑄造の双方とも、本質的に同じじょうごとそれに各々モルトや鑄造素材を送り込む同じコンベアを使用していた。ヒュッテマン&クラマー社はこの設備を製作していた。クランの回想によると、後に彼と同様にフォードで働くようになる、ヒュッテマン&クラマー社でのある同僚従業員が、最初に鑄造用及び醸造用のコンベアとじょうごの「カタログを見せることによって」ヘンリー・フォードに機械式素材取り扱いに興味を抱かせたということである。機械式搬送は、鑄造作業においては比較的目新しいことであったが、オリバー・エバンスが19世紀末に自動製粉機を開発してすぐ後に醸造業では利用されていたものである。

エバンスが、デラウェア北部のレッドクレイクリークで初めて彼の自動製粉所を操業開始して以来ずっと、製粉産業は彼の機械式搬送システムを利用し、洗練させてきた。19世紀末にはミネアポリスは製粉業の世界の首都になった。そして多くの消息筋では、これらの製粉所の自動素材取り扱い設備の洗練化がじゅうぶん知られていた。なるほど、製粉業のアメリカンシステムは、当時のアメリカでは自慢の種であった。フォードの生産担当者たちは、少なくともこれらの製粉工場のことは聞き及んでいたとみてよいであろう。ウィリアム・クランは確かに聞いていた。クランはこれら三つの産業がすべて重要であると次のようにまとめている。「我々はヒュッテマン&クラマー社の穀物（搬送）機に関する経験についての我々のアイデアを、醸造業の経験、そしてシカゴの家畜置き場、これらと結合させた。それらはどれも、我々独自のコンベアを求めるといふ発想を与えてくれた」。その上にまたもう一つの過程が、フォードの生産担当者に影響を与えた。

フォードの工作機械主任担当者、オスカー・C・ボーンホルトは、1913年にフォード工場の工作機械の工程順配置を、食物缶詰め機械の配置と比較した。シカゴの初期の、そしてめざましい成功を示した機械化された缶詰め作業の図は、缶詰め機が順序よく並べられているだけでなく、それらの機械が、加工対象を作業者のところへ運んでくる自動的な搬送システムによって結びつけられていたことを示していた。この図は非常に示唆に富んでいる。もしもボーンホルトが、フォードの機械と缶詰め機械との類似性を心のなかで抱いていたなら、彼がフォード工場での素材の流れと食品加工における缶の動きの間に同じような類似性を見だし活用しなかったと疑う理由はない。さらにクランのシカゴ精肉工場への視察旅行は、缶詰め工程の視察をおそらく含んでいたであろうと容易に察することができる。もしもボーンホルトが機械化された缶詰め工程をみていたなら、他の主だったフォード従業員たちも同様なシステムを熟知していたと想像するのは理にかなったことであろう。

フォードの鑄造部門の機械化の疑いなき成功は精肉、製粉、缶詰め工程の

豊富な示唆同様に、そこではあらゆる物は動きのなかに置かれ、すべての人間は停止しているその工場における実験と変化の爆発を誘発させた。ソレンセンが主張し、ネヴィンズとヒルが確証しているところによれば、ソレンセンがラジエター加工のためにその機械加工と組立工程を通してのコンベアシステムを設計したということであった。しかし、彼は、ラジエター・コンベアが完成したラジエターを「組立ラインへとはるばる」導いたと付け加えたことで混乱をもたらした。1913年8月までシャシー組立ラインはなかった。もしソレンセンが1913年4月1日に設置されたマグネトー組立ラインより前にラジエターコンベアシステムを設置したのであれば、それは2月か3月に違いない。フレッド・コルビンは1月から「1913年の春」の期間、何度かこの工場を訪れた。ラジエターコンベアが設置されているか或いは部分的にでも設置されていれば、コルビンはそれを書き留めていたであろう。というのは、彼はその論文のなかの一つで、ラジエターの生産と組み立てについて詳細に扱っているからである。

この議論は、ネヴィンズとヒルの組立ラインの発展に関する詳細な記述にたんに難癖をつけるためのものではない。すでに述べたように、これらの著述家たちは、ラジエター組み立てとエンジン組み立てへのコンベアシステムの設置が、機械加工工程での予定されていた重力式滑り台とローラーと同じく、ソレンセン他をして論理的に組立ラインへと導いた、と示唆している。しかしながら当時の証拠はすべて、そしてとりわけコルビンのフォード方式に関する長編の連載論文は、その反対のことを示唆している。鑄造コンベアシステムがフォードの技師たちをしてマグネトー組立ラインを試すよう促したのは疑いのないところである。しかし、彼らが設置できる場所にはどこでもコンベアシステムを直ちに設置したのは組立ラインの急速な増大のためなのであった。その起源が何であれ、その重要なのは、フォードの生産担当者たちが、それらの誰も、どちらが最初に行われたのか、組立ラインなのか機械式搬送なのか、正しく整理できない程、矢継ぎ早に変更を行ったことで

ある。専門の日誌係だけがこれらの変化の正しい整理を行うことができようが、フォードの男たちは誰も日誌係ではなかった。彼らはあまりにも忙しすぎた。フォードによる工作機械の作業順配列の採用と洗練化それに鑄造工程の鑄型運搬車のダイナミズムが、論理的に、全面的規模での機械式搬送と組立ラインへと導いたといえる。しかし、ネビンズの隠喩、すなわち小川が渦に巻き込まれ大河に注ぎ込むというようなたとえは、不適切である。フォードにおける変化の速度、度合い、影響は、これは氾濫や大洪水なのであって、ものがどのように動かされ組み立てられるべきかについて既存のあらゆる観念を一掃してしまったほどのものであった。

#### \* コンベアの設置時期

(A. Nevins, *Ford ; the Times, the Man, the Company*, New York, 1954. pp. 469-471.)

既にみたように、連続式動作のアイディアは、ピケットでの最後の日々においてフォード、マーチン、ソレンセンによって把握されていた。ハイランドパークでの不確かな始まりは1912年までさかのぼる。この原理の全面的な成長は1913年に始まった。この偉大なる革新についての当時の文書記録は存在していないから、我々は当時の従業員の回想に証拠を探さねばならない。A. M. ウィベルという機械工は、1912年にフォード社に加わっているが、14年後に次のように回想している。彼が来たとき、彼は、工作機械やスライドテーブルに素材を供給するためのワークスライドや重力式滑り台と並んで、機械工程に簡単なコンベアベルトが採用されているのを発見したと。スプレーグ式電気制御を採用したオーバーヘッドモノレールシステムをカウム工場からもってきて、さかんに使っていた。ウィベルのインタビュアー、技術評論家のF. L. フォーロートによれば「組み立て・仕上げの加工ラインはウィベル氏がフォード社にやって来たときちょうど実施に移されつつあった。彼が言うには、1913年と1914年の期間にこうした最大の発展があったが、その幾分かは明らかに、考えとしても実践上も、1913年3月以前にさかのぼるものであった。」

これは1912年7月19日にハイランドパークで働き始めた機械工ウィリアム・ピオチの回想と符合する。「私がはじめてこの会社にやって来たとき、」と彼は物語る、「彼らはちょうどラジエターを搬送するためのコンベアを建造したところであっ

た。私はこれが最初のものであると信じている。」彼はまた素材のための重力式滑り台についても語っている。それはもちろんピケットまでさかのぼるものである、と。そして我々は裏づけ証拠をオスカー・ボーンホルトから得ている。彼は1913年4月にこの工場をやめている。彼がやめる以前に、コンベアシステムが操業していたと、インタビュアーに対して1926年に証言している。「彼らはD棟にモーター用のコンベアシステムをもっていた。そしてそのコンベアシステムはそれまで小規模に設置され使用されていた。——ボーンホルト氏と他のみんながこのコンベアシステムで作業していた。そして彼が1913年4月に工場を離れる時、コンベアが確かにこの工場に順調に作動していたであろうことは、疑いのないところであった。彼が離れる前からロータリー式コンベアがこの工場で作動していたのであった。」

組立ラインへ素材を運ぶためのこれらの連続式コンベアベルトは、主にフォードとソレンセンの産物であった。フォードは一貫して生産、フロアスペース、人力のより大きな経済性を要求していた。工場は、彼が言うには、産出量を増やして費用を削減せねばならない。ソレンセンはこうした指令を遂行し、メインビルの2階にコンベアベルトを据え付けた。それはラジエター部品を取り上げてそれらを組立作業者のベンチラインに運んだ。そして自動的にその組み立てたものをもう一つのベルトに正しい角度で移し、そのベルトはハンダづけ作業者の手元にそれらのものを渡した。クーゼンスがこのラインを見たとき彼は怒り狂った。……

科学的管理がすっかり狂ってしまい、費用が法外なものとなるだろうと、クーゼンスは怒り狂ってしまった。しかしソレンセンはどんなことにも立ち向かった、フォードが後ろについていたからだ。このデンマーク人がこの革新の有利さを説明するやすぐにクーゼンスは納得した。他のところにもすぐにコンベアが導入された。例えば一つはフェンダー部門に、またもう一つは鋼板を加工するパワープレスの長い二つのラインの間に走っていた。最も手の込んだものは、モーター組立工程のものであった。ここではエンドレスベルトとキャリアが屋根に近いところに据え付けられ、モーター構成部品をつり上げて運び、二つのひろく分かれたモーター組立作業者の必要なところへ重力式滑り台によって配給した。

一方、鑄造部門のグレゴリーという名の機械工は、かつて醸造所で働いていたことがあるが、そこでは貯蔵置き場から麦をマッシュタンクまで引き上げるためコンベアを使用していた。その彼が、1912年末に次のように述べていた。鑄型製造者のベンチに落とす中子用混合砂を運ぶために移動式じょうごのラインが採用されていたと。型が中子砂を必要とするとき、単にチェーンを引っ張れば材料が落ちてく

るようになっていた。2 - 3 か月後(1913 年 2 月), エンドレスチェーンが設置され, それは溶融金属を注ぐ注ぎ口の下に鋳型を走らせた。そして熱い鋳造物から砂の覆いをふるい落とす装置のところまでそれを運んだ。これはフォード自動車会社にとって, 製造工程に統合された最初の材料操作システムの利用であった。明らかにそれは, 非常に単純な種類の統合であって, 事実, 前からウェスティングハウス・エア・ブレーキ会社によって開発され特許取得されていたものであった。

コンベア, 滑り台, ローラー路(ロールウェイ)は, 工場の動化のほんの始まりであった。連続移動式組立ラインはまだ到来していなかった。まったく, 大量生産の三つの基本要素—許容誤差範囲内で機械加工された標準互換性部品の製造, 素材の効率的な操作, 厳密に時間調整されて確実に移動する組み立てライン—のうち, 組み立てラインがこうして最も発展していなかった。今やこの第三の要素が急速に他の二つと結合されて, 部分の総計よりもはるかに大きな全体を形づくるのであった。その始まりは劇的なものであった。時は 1913 年早春, 所はメインビル 3 階のマグネト—生産に使われていたところであった。実験の指揮者はジェイムズ・パーディ, マグネト—コイル組み立ての担当であった。

## 6. 最初の移動式組立ライン

コンベアや滑り台と組立ラインどちらが最初に現れたかという問題と同じように, ハイランドパークで厳密にいつどこで最初に組立ラインが実施されたかということにもあいまいさが残っている。アラン・ネヴィンズの標準的な説明はまったく正当にもホレイス・アーノルドの研究に非常に依拠したものであった。このアーノルド論文は革新が行われた約 1 年後に書かれたものであった。しかしネヴィンズはまた 1913 年当時にモーター組み立ての職長であったウィリアム・クランのインタビューの口述記録も引用している。クランの回想は, T 型車時代に働いたフォード自動車会社の従業員のなかで, そしてこの会社にかかわった歴史についてインタビューを受けた者のなかで, 最も包括的で生き活きと詳細を語ったものである。アーノルドとクランの説明を結び合わせることで, ネヴィンズは, 移動式組み立ての最初の企ては,

ジェイムズ・パーディの指揮のもと、マグネトー・コイル部門において行われたと結論づけた。しかしこの試みの結果を議論する際に、この歴史家はアーノルドがフライホイール・マグネトー組み立てについて報告している生産性の数字を引用した。ネビンスは明らかにマグネトー・コイルとフライホイール・マグネトーを混同した。前者は、16個のコイルによって支持される平板な金属板で、エンジンプロックの後部にきっちりとはめ込まれるものであった。後者は、その前面にボルトで16個のV型永久マグネットを据え付けたフライホイールであった。彼のフォードについての研究の第1巻の他の個所では、フライホイールにマグネットを組み付けている作業者たちの写真を載せており、それを「最初のマグネトー組立ライン」と呼んでいた。

この区別を留保したとしても、しかし混同と矛盾はたくさんある。アーノルドの説明は、歴史家を当惑させる矛盾を含んでいる。同一論文で、彼は最初の部分組立ラインの日付として4月1日と5月1日の両方を示していた。もっと重要なことは、彼はある写真の説明に、「フライホイール・マグネトー組立ラインの西端：これはフォードで最初の滑り台式組立ラインである。」と示していたことである。だがこの写真は、16個の永久磁石をフライホイールへ組み付けているところではなくトランスミッション機構が組み立てられているところを示すものである。フレッド・コルビンは同じ写真を再録して、正しくそれに「トランスミッション組み立て」と見出しをつけた。

口述歴史インタビューで、クランは最初のフォードの組立ラインについて具体的に聞かれた。明らかにこの発展についてのアーノルドの説明を吟味したうえで、クランは繰り返す、そして断固として、マグネトー・コイル組み立てが最初に移動式ラインをベースに行われるようになったのであって、それにフライホイールに永久磁石を搭載する移動式組み立ては実際にはエンジン組み立て、トランスミッション・ギアとクラッチ組み立てを移動式ラインにした次に続くものであったと主張した。彼は1913年当時にエンジン組み立ての職長であったから、また1950年代初めの頃にインタビューを受けたとき

には、彼の指揮についての詳細な説明は明確であったから、クランの説明には説得力がある。しかしそれでもそれはほぼ同時代の証拠と矛盾するものがある。特に、アーノルドが最初に 1914 年 4 月に掲載したマグネトー・コイル組立作業の写真は、クランの説明に疑問を呼び起こすものであった。というのはそれは明らかに組立ラインに先行する手順を示しているからである。アーノルドが古い写真を使ったという可能性はある。しかし、彼が論文のなかで図示するために使った他の写真の最新性から照らしてそれは妥当な解釈ではない。

それゆえ歴史家には、矛盾する証拠(その矛盾は事実の 1 年後と 40 数年後との間に生まれたものであるが)に解決を与える課題が残されている。フォードにおける最初の重要な部分組立ラインについてのアーノルドとクランの各々の説明は、じゅうぶんに調和していない。アーノルドの説明は、フライホイール・マグネトーの移動式組み立てによって達成された生産性上昇にかんする内容のある資料をとまなうもので、最終的には最も信頼性のあるものとして評価される。「最初のフォードの滑り台式組立ライン」としてトランスミッション組み立てを示している写真の変則さはあるが、それはいくつかのやり方でそれほど手間をかけずに説明され得るものである。重要なのは、マグネトー・コイル、永久磁石、トランスミッションのどの部分組立が最初に現れたのであろうと、フォードにおける組立ラインの発展はかなり迅速で強力であって、それはフォード自動車会社それにその従業員たちの正確で曖昧さのない、時機をえた証拠資料でもとうてい追いつかない程のものであったということである。最初のラインが敷かれてから 1 年以内に実質上フォードのあらゆる組立作業が移動式ライン基調になったのである。そして初期の作業工程は根本的に修正されてしまったのである。ホレイス・アーノルドがフォードで最初の組立ラインと呼んだものより良い例は存在していないのである。

1913 年 4 月 1 日、フォードのフライホイール・マグネトー組立部門の労働



者たちは、初めて、パイプ枠の滑らかに滑る表面上に載せられている、腰の高さにおかれたフライホイールの長い列のわきに立ったのであった。もはや彼らは、個々の作業台の前に立って、各自が多く部品（16個の永久磁石、その支持と締め金、16個のボルト、その他雑多な部品を含む）からフライホイールをまるごと組み立てることはしなくなった。これはエイプリールフルのジョークではなかった。労働者たちは職長から、特定の1部品を組付けること、あるいはおそらくは2、3個のナットを締めることから始め、あるいはまったくそれを締めるだけで、フライホイールを列の後方の次の労働者に押し出して送るように教えられた。フライホイールを18もしくは36インチだけ押し出したら、この同じ過程を反復すること、労働者は延々と9時間以上あるいはもっともっとそれ以上、同じことを繰り返したのであった。マーチン、ソレンセン、エンデほかの人々は、最初の自動車組立ラインとなるものを設計していた。それは、突然空から降ってきたかのような、フォードにおけるその数年の発展とは一段階を画するもののように思えるものであった。その日が終わる前にすでに、この技師たちの幾人かは、自分たちが根本的な躍進を成し遂げたのではないかと感じとった。他の者たちは訝しげなままであった。以前は作業台で1日あたり35-40個のマグネトーを（つまり約20分に1個の割合で）各自組み立てていた29人の労働者が、このラインでは彼ら合わせて1,188個を（つまりざっと一人当たり13分10秒に1個の割合で）組み立てたのであった。確かにそこにはいくつか問題はあった。労働者はラインのうえからかがみ込むため背中が痛むと不平を訴えた。この問題は作業の高さを6-8インチ高くすることで解決したようだ。ある労働者はぐずぐずしているように見えたとし、一方ほかの者は明らかに作業が早すぎた。出来高制はたぶん遅い者を排除したであろうが、技師たちはヘンリー・フォードがそんなシステムには我慢ができないであろうことを知っていた。まもなく彼らはチェーンを使って一定のペースでマグネトーを移動させることによって、労働者の作業ペースを設定できること、遅い者はスピードアッ

プさせ、早すぎる者は抑えることができることに気がついた。翌年には、ラインの高さを引き上げ、連続チェーンでマグネトーを移動させ、そして労働者の数を 14 人に減らすことによって、この技師たちは、1 日 8 時間で 1,335 個のフライホイールマグネトーの産出を達成した。つまり以前は 20 分であったのが 1 人 5 分になったのであった。

人は、このフォードの生産技師たちがこの組立ラインの問題と可能性について、どれだけ興奮していたかを想像することができるだけである。それは、マーチン、ソレンセンやエンデだけでなく他の組立部門の長にとっても研究目標となった。フライホイール・マグネトー組立ラインを見たほとんど直後に、エンジン組み立ての長、ウィリアム・クランは、エンジン組立ラインの建造の許可を受けとった。このようなラインの実施へ猛進していったことが、クランクシャフトをエンジン・ブロックのなかに置くことから始めたがその作業の 2 日目から事故をひき起こし、1 人の作業員にひどい重傷を負わせた。それはこの「ゴールドバーグ仕事」を調べるため工場にジェイムズ・クーゼンスを派遣させるほどのものであった。クーゼンスはクランの実験に停止を要求したかった。しかしクランがマーチンとソレンセンにそのラインを「不注意事故のないものにできる」と保証したので、彼は継続の許可を受けたのであった。クランはエンジンがコンベアから落ちないように保持する安全装置を付け加えた次の日から再びラインを再開したことを回想している。「2-3 週間で我々はこの仕事の手直しをしてしまった。」と豪語した。アーノルドは 1913 年 11 月まで新たな試みはなされなかったと書いている。いずれにしても、生産性の向上は大変なものであった。クランと他のフォードの生産技師たちは、今度はトランスミッション組み立てに取りかかった。

T 型のトランスミッションは、三つの異なった部分組立から構成されていた。すなわち、トランスミッション機構、フライホイール・マグネトー組み立て、そしてトランスミッション・カバーである。フライホイールの後側にあるトランスミッション機構は、フライホイールの前面にある永久磁石向け

にラインができた後すぐにライン組み立て化された。（あるいは、クランを信じるのであれば、これが最初に行われた。）フライホイールから始め、労働者はトリプル・ギア、駆動ギア、3個のドラム、それに無数のクラッチ部品を取り付け、部分組立を完成させた。このラインは、トランスミッション機構が完成されたとき、フライホイールがポンとはじかれ、磁石がさらに次のラインで搭載されるように準備ができていて、となるように開発された。

1913年6月、クランはトランスミッション・カバー組み立てをライン工程に変えた。この組み立てにおいては、生産技師たちは、カバーの形状がレールに合わなかったために、レール滑りに替えて、平板金属テーブルの助けを借りねばならなかった。ライン化は直ちに、カバー組み立て時間を1人18分から9分12秒へと削減させた。クランがライン組立技術の採用に関して指摘したように、「これが機能するかどうかに関しては何の議論もなかった。間違いようがなかった。というのは最初のものがまったくうまく行ったのだから」。

1913年11月には、クラン、エンデそしてその他の人たちは、いくつかの部分組立から構成されているエンジン組み立て全体を、一つの統合的な組立ラインにした。これは長いラインではなかったが、いくつかの工作機械、それにバビット合金窯やその他の雑多な機械を右側にちらばせたラインであった。エンジンのライン組み立ては、絶えざる実験と洗練化が課題であった。クランが書いているように、「我々は、移動式組立ラインに載せる前にあらゆる面からそういった機械などをいじくりまわし検討した」。その頃には、クランとその仲間たちは、「あらゆる欠陥」を洗い出しつくし、エンジン組立時間を、594分から226分へ削減させた。そしてチャールズ・ソレンセンとその助手クレアレンス・W・エイベリは、移動式組立原理をシャシーでも試そうとした。この工程が、大衆の印象では、「あの」組立ラインとなったのである。

## 7. 最終組立ライン

ホレイス・アーノルドは、フォードのシャシー組立ラインを「技術階級であろうと非技術階級であろうと、あらゆる階級の観察者にとって非常に印象的な光景」として描写した。チャールズ・ソレンセンもそれを「最も壮観なもの」と呼んだ。ソレンセンは1908年にそのような光景を想像していて、そしてそれを実現しようと努めたとも言える。しかし1913年8月には、フライホイール・マグネトーラインの明白な成功とエンジンやトランスミッションの組立ラインの絶対的な生産性向上を受けて、ソレンセン他の人々は、シャシー組み立てでも実験に取り組み始めた。ソレンセンはこの時、(要求を)拒まれてはいなかった。ヘンリー・フォードに直接任命された、ソレンセンの助手クレアレンス・エイベリ(彼は高校でエドセル・フォードの工芸科目の教師=manual training teacherであった)は、フォードの組立ラインの成功にとって決定的要素であった。1929年にエイベリが述懐しているように、「最初の連続式自動車組立ラインを開発する課題を与えられたことは私にとって非常な幸運であった。」エイベリは聡明で良く教育を受けた青年で、教育から抜け出て、製造という「実世界」へ入ることを望んでいた。フォードによって彼が自分のところにふり向けられたとき、ソレンセンは、エイベリをハイランドパークのあらゆる製造作業について概念的に習熟するように教育した。8か月間の研修期間の後、エイベリはソレンセンを補佐する準備ができた。フレッド・コルビンが『アメリカン・マシニスト』誌で指摘しているように、フォードにおいてシャシーが静止式組み立てだったことは当て推量のことではなかった。いくつかの組立作業組(ギャング)がシャシーの列を行ったり来たりして、各ステーションでは部品の正しい配給スケジュールが要求され、組立諸工程の調整は、混乱を避けるために、動作・時間研究を(おそらく初歩的なものであったとしても)必要とした。ソレンセンとエイベリが

最初のシャシー組立ラインの基本計画を設計したのは、ある作業がどれだけの時間がかかるのかということについてのこうした知識あるいはこうした研究からであった。

## 8. テイラリズムとフォーディズム

フォードで最終組立ラインつまりシャシー組立ラインのレイアウトで時間研究、動作研究が利用されたことは、ある重要な疑問を引き起こした。つまり、テイラリズムや科学的管理あるいはその他の体系的管理の当時の形態が、フォードのハイランドパーク工場での発展をどの程度形づくり、あるいはそれに影響を与えたのか？ということであった。フォード自動車会社は、やはり、テイラリズムがその影響力の頂点に達しつつあった時に勃興してきたのであろうか？広く公表された、東部鉄道運賃事件（1910年）、そしてフレデリック・W・テイラーの『科学的管理の諸原理』（1911年）は、ハイランドパークでの諸革新の直前に生じたものであった。そして一定の関連があると想定するのが自然である。この場合、実際にそうだったかは決して定かではない、というのは当時の資料が、明確な答えを確証するには充分ではないからである。この問題に取りかかるにはまずテイラリズムや体系的管理の合理的な定義の問題から始めねばならない。

もしテイラリズムが作業分析（無駄な動作を除去するための時間研究と動作研究）を通しての合理化そして所定の課業のための労働者の「科学的」選択を意味するなら、フォードの技師たちがハイランドパーク工場を「テイラー化した」というスティーブン・メイヤー三世の近年の判断に我々は同意することができる。もちろんこれは、ヘンリー・フォード及びフォード自動車会社に関するその標準的業績においてアラン・ネヴィンズが下した結論でもあった。ネヴィンズが示唆するところでは、フォードの技師たちは、「疑いなく、彼の（フレデリック・W・テイラーの）考え方の幾分かを捕まえていた。」

さらにネヴィンズは、シャシーの移動式組立ラインの開発にとって明らかに決定的に重要であったクラレンス・エイベリが、「フレデリク・W・テイラーのような者の考えに通じていた」と書いている。メイヤーは「フォードの管理者と技師たちは、[体系的管理や科学的管理の]特定のプログラムに従わなかったが、しかし彼らは確かに一般的な諸原理に従っていた」というように主張して一般化させた。

確かに、フォードの技師たちは、職務分析と作業の流れのパターンの分析を行った後、ハイランドパークの作業ルーティンを標準化させた。フォードでは専用工作機械の利用が広まったことによって、技師たちはこれらの機械を操作する半熟練および不熟練労働者を雇用した(テイラーが言うところの、作業者の科学的選抜)。早くも 1912、あるいは 1913 年に、フォード工場は時間研究部門を設けている。もっともフォード従業員のある部分は後に、それは最初、作業標準部門として知られていたと回想しているが。作業標準を確立するという考え、つまり製造業者は、もし労働者が公正な 1 日の労働をするなら、一定の工作機械、一作業工程、あるいは一連の諸工程から、どれだけの産出量を得ると期待できるか、というまさにその考えこそが、一般に体系的管理のそして特にテイラリズムの核心である。さらに、フォード工場では、テイラーの『科学的管理の諸原理』で提唱された主張にそった管理者と労働者の明確な分業が存在した(例えば、機械の番人は、彼らの担当する機械のどんな保守作業も行わず、それを専門家に残した)。

こうした事実があるにもかかわらず、テイラリズムが、ハイランドパークの新組立システムにかなり寄与したということについては疑問が多々ある。ヘンリー・フォード自身、フォード自動車会社はテイラリズムあるいは他のいかなる管理システムにも依拠していないと主張していた。1914 年にホレイス・アーノルドが書いているように、「ある直接の質問に対する回答で、彼(ヘンリー・フォード)は、組織や管理のいかなる体系理論も、あるいは科学的管理へのいかなる依存も否認した」。

フレデリック・W・テイラーは死去する4か月前に、デトロイトで六百数十人の監督者や職長を前にして、この町の「主導的」製造業者について話した。デトロイトでの自らの経験を反映させて、彼は誇らしげに、この町の製造業者たちが「自分たちの事業に科学的管理の諸原理を取り入れようと努力しており、そして彼らが大きな成功を収めようとしている」と宣言した。このことはとりわけテイラーの関心を引き起こした。というのは、それは「一群の製造業者たちが、専門家の助けを借りずに、科学的管理の諸原理を植えつけようとしたほとんど最初の例」であったから。しかしながら、アラン・ネヴィンズによると、テイラーの話聞いた多くの者は事態を違ったように見ていた。彼らは、「デトロイトの何人もの製造業者たちが彼の考えを予測していた」と主張していた。フォード自動車会社はテイラーなしに「テイラー化」され得たのであった。

ハイランドパーク工場の中のテイラー化されたこうした要素に焦点をあてると、フォードの哲学（フォーディズム）とテイラーの哲学（テイラリズム）との間の基本的な相違を見失う危険がある。これらの違いを指摘したのは、ヘンリー・フォード自身、あるいはもっと正確にいうと彼のゴーストライターであった。テイラーは、彼のシステムを説明するために、しばしばお得意のシュミット君の話、つまり銑鉄をどのように科学的に積み上げるかを教えられ（つまり、時間・動作研究が遂行された後に）、そして刺激賃金制のもとにおかれた、科学的に選抜された労働者の話に訴えた。以前は、シュミット君は一日当たり、12.5トンの銑鉄をランプ（傾斜路）まで手押し車で運び、それからそれを鉄道貨車に積み込んだ。しかし科学的管理の魔術をかけられた後は、シュミット君は、一日に92ポンドの銑鉄塊を47.5トン運ぶことができた。銑鉄積みの職務は所与のものとして、科学的管理の課題はその銑鉄運びの効率性を改善することであるとするのが、テイラーのやり方であった。フォードの生産専門家たちは、問題を違ったものとしてとらえていた。なぜ、銑鉄は手作業で積み込まねばならないのか？と彼らは問うた。それは何か

機械的手段で為され得ないのだろうか？（フォードの技師たちは後に、なぜ鑄鉄で悩まされねばならないのかと疑問を呈したであろう。なぜ鑄鉄を直接溶鉱炉から注入しないのか、そうすれば運んだり再加熱する手間が全部省けるのに？）

フォードのやり方は、テイラー主義者が通常行うように、生産工程を所与として、時間・動作研究と差別的出来高制賃金（あるいは何らかの労働誘因）を通して労働者の効率性を高めようとするのではなく、機械によって労働を除去するということであった。テイラーは生産ハードウェアを所与のものとして、労働過程と労働の組織の修正を探求した。フォードの技師たちは、労働過程を機械化し、労働者にその機械を動かさせ、その機械の番人をさせるという答えを見いだした。フォードでは、時間・動作研究は機械や機械工程の立ち上げの時に採用されたが、作業のペースを決定したのは究極的にはその機械であって、「公正な1日の作業」の確立された標準とか出来高ではなかった。これこそが組立ラインとそれを成り立たせているすべての機械の本質であった。その基礎においてテイラー主義の一定の要素に依拠しながらも、フォードの組立ラインは、テイラーやその後継者たちの考えとは根本的にずれるものであった。

#### \* 「テイラー化」説

(Stephen Meyer, III, *The Five Dollar Day ; Labor Management and Social Control in the Ford Motor Company 1908-1921*, State University of New York Press, 1981, pp. 20-21.)

フォードの経営者と技術者たちは特定のプログラムに従ったわけではないが、しかし彼らは確実に一般的諸原理に従っていた。工業管理に関する新しい考えは、この国のより最新の工場そして特にデトロイトの自動車工場において、直ちに工場所有者や管理者、技術者、監督者そして職長などの共同社会を通して普及していった。

事実、テイラー自身幾度かデトロイトを訪れていた。1914年に、彼はデトロイトの工場経営者、監督者、職長の集まりにおいて講演を行った。ここで、彼は自動車



産業で彼の諸原理が適用されていること、ある場合にはその自律的な展開がみられることに関して好感をもって批評した。この産業は、と彼は述べた、「一群の製造業者が専門家の助力なしに、科学的管理の諸原理を身につけようと企てた初めての例」であったと。デトロイトでは、自動車職場や工場の実地の人々がテイラーの一般的諸原理を独自に発展させ、そして拡張した。そして、フォードとその管理者や熟練労働者たちは、技術革新と変化の最前線にいた。

1913年に、産業評論家のフレッド・H・コルビンは、フォードのリアアクスル組み立ての方式を次のように叙述した。その手順は、彼が語るには、「それがその名で呼ばれているかどうかはともかくとして、動作研究が注意深く検討されていることを示す興味深い事業の一つである。」——

1914年に、H・L・アーノルドはフォード工場について次のように批評した。「高度に独自ですばらしく効果的な費用削減方法」であると。それから彼は、作業課業とルーティンのフォードにおける再編成の基本原則を次のように列挙した：

- (1) まったく自由でとらわれない気持ちをもって努力の領域をひろく調査すること。
- (2) 既存条件の注意深い検討。
- (3) あらゆる不必要な筋肉的動きとエネルギー支出の除去。

結果として、フォードの管理者と技術者たちは、彼らの最新の自動車工場における労働課業とルーティンをテイラー化したのであった。彼らは、知的活動は手作業から分離されるべきである、そして計画部門におかれるべきであるというテイラーの考えに従っていた。テイラーの記しているように、「生産費用は、計画や頭脳労働をできる限り手の労働から分離することによって低められる。」フォードの管理者たちと技術者たちすなわち頭脳労働者たちは、課業とルーティンの正確で系統的な研究を通して、非生産的な瞬間や動作を作業ルーティンから除去した。

(A. Nevins, *Ford ; the Times, the Man, the Company*, pp. 468—469)

——しかしアメリカの革新者は、フレデリック・W・テイラーであった。——

工場作業の各瞬間の科学的研究は、現場編成、機械生産、人的効率性を改善するためのデータを生み出すというテイラーの理論に対するある程度理解が、ゆっくりと産業中に浸透した。すなわちフランダースがピケット工場で作業機械システムを改善したことや、ホーキンスが行った部門編成、そしてP・E・マーチンが行った要素時間研究、これらは明らかにテイラーの考えをいくらか擱んでいたものであ

た。—— テイラーは高速度鋼の工作機械での使用(すなわち高度の圧力と熱のもとで切断や穿孔をする刃を維持する鋼)についても指導者であった。ここでもフォードの工場はヴァナジウムその他の合金鋼を機械加工施設において採用しており、明らかに何がしかをテイラーに負っていた。

ハイランドパーク工場がはじめて全面的に操業開始した 1911 年という年は、テイラーが『科学的管理の諸原理』を出版した年であり、テイラーシステムに関する自らの報告を大会の前に用意した年でもある。このことはおそらく意義深いことである。彼はデトロイトの技師たちの前で二度ほど講演をした。1909 年に、彼はパッカーカード工場において 4 時間余りにわたって演説をして、その会社のトップ、H・B・ジョイその他の人々に深い印象を与えた。パッカーカードは直ちに科学的職務分析を制度化して促進させ、1913 年にはその工場はほぼ「テイラー化」されたのであった。後年、テイラーはデトロイトを再訪したが、この時は町中の様々な産業からやって来た監督者、職長他の 600 人余りの人々を前に講演したのであった。まったく自力で格別の刺激も助言もなしに、幾人かのデトロイトの製造業者たちが、テイラーのアイディアを予知していたと、彼は伝えられた。

「これは最も興味深いことだ」とテイラーは批評している、「専門家の助けなしに科学的管理の原理を身につけようとする試みを、一群の製造業者たちがしているほとんど最初の例として」。つまり機械加工工程は、それ自体の手順を生み出し完成させていた。工場技術者と監督者たちは、ほとんど理論は知らなかったが、機械加工職場や鑄造、組立現場で、実地に必要なことを確固として把握して学習することで、自分たちに見合った管理システムを創りあげていた。フォード、ウィリス、ギャラン、エンデ、ソレンセンは、なにがしかのことをテイラーから学んだかもしれないが、彼らはまたテイラーに何かを教えることができたのであった。

## 9. 組立ライン実験と生産性

1913 年 8 月の最初のライン組み立ての企ては、未熟なものであったが、しかし現象的には生産性を増大させることに成功したものであった。ハイランドパーク工場の長いオープンスペースの一方の端に、フォードの技師たちは巻き上げ機を配置して、そしてそのオープンスペースに 250 フィートのロープを張った。様々なシャシー・コンポーネントの最適設置時間についての自

分たちの知識をもとに、技師たちはその進路にそって様々な間隔でこれらのコンポーネントを配置した。静止組み立ての場合人労働時間は、12.5時間弱であったが、最初の組立ライン（そこでは6人の組み立て作業者がゆっくりと移動するシャシーについていき、様々なコンポーネントを通過するときにそれを組み付けていった）は、その数字を5時間50分に縮めた。

実験は続いた。10月7日には、140人の組み立て作業者が、150フィートのラインにそって配置された。人労働時間は、シャシー1台あたり3時間弱に低下した。12月にはエイベリ他は、そのラインを300フィートまで拡張させて組み立て要員を177人まで増やした。クリスマス以後、191人の作業者がこの300フィートのラインにそって作業した。しかしその組み立て対象を手で押していった。人労働時間は低下するよりむしろ増加した。16日後、技師たちは車がエンドレスチェーンによって運ばれるラインを設置した。次の4か月間に、ラインの高さを高くしたり低くしたり、速度を上げたり下げたりした。要員を加えたり減らしたりした。チャールズ・ソレンセンが書いているように、すべて「これは、組立ラインにそった部品の流れ、その速度、間隔が一つの完全に同期化された作業にぴたりとはまるようになるまで、慎重にタイミング合わせと再調整をするよう求めたものであった」。1914年4月末には、3本のラインが完全に作業に移っていた。そして合わせて1,212台のシャシーの組み立てを8時間で行った。それは1台あたり93分の人労働時間であった。組立台数は首尾一貫して予測可能なものとなった。ホレイス・アーノルドは、これらの発展の影響を次のように述べている。「まことに自然なことに、この信じられないようなシャシー組み立て労働コストの削減は、フォードのスタッフたちに立ち止まって思案する機会を与えた。そして先例にかまうことなくそして伝統にとらわれずにフォードの諸工程でのその他の労働削減の真剣な探求へと導いた。」

実験と洗練化が既存の部分組立ラインにおいて継続した。こうした調整は、シャシー組み立てで達成したものに匹敵する生産性利得をもたらした。そし

てこの会社に全体に新しいラインをもたらした。1914年6月1日に、チェーン駆動組立ラインがフロント・アクスル組み立てを推進し始めた。こうしたことが組立時間を150分（1913年1月1日）から26分（1914年7月13日）へと縮めた。他の部分組立ラインも後に続いた。すべての組立ラインは、フレッド・コルビンがほんの数ヶ月前に驚嘆したもののうえに立脚していた。そして、特質上ヤンキーがそのスクラップの山積みにも熱中したところのものに立脚していた。

フォードの技師たちは、次にこれら飢えたるラインに材料を与えるコンベアシステムを設計し設置した。1914年7月にアーノルドが書いているように、「こうしたほとんど信じ難いほどの組立時間の削減（組立ラインによって創り出された）のうえにさらに、フォードの諸工程は、今やコンポーネント運搬滑り台もしくは運搬路の設置によって、それに匹敵するほどの驚くべき利得を生み出している。その運搬路のうえを、仕上げ工程上のコンポーネントが、ある作業を行っている作業者の手から次の作業者の手へと重力で滑っていくのである。」。こうして労働費用の削減は、組立ライン、コンベアシステム、重力式滑り台などのフォードの機械加工システムとならんで存在したものによって達成されたのであった。フォードの機械加工システム自体は、実質的に作業に対するすべての熟練要求を廃止してしまった。そしてその固定具とゲージは職長に速度要求を可能とさせた。しかしこれらの偉大なる諸業績は、フォード工場において深刻な労働諸問題を生み出してしまった。ヘンリー・フォードの1日5ドルは、こうした問題を除去するための一つの試みであった。

## 10. 一 日 5 ド ル

1日5ドルの背後にある動機は、フォードに関しては一種の産業慈善に根ざしていたし、ジェイムズ・クーゼンスに関してはこのような賃金と利益分

配制度はそれ自体おのずと宣伝効果があるだろうという意識であったが、1日5ドルは、大量生産の発展にとっての最後の1歩、もしくは最後の結び目と見なければならぬ。1913年には、フォード工場の離職率は脅威的な数字に跳ね上がってしまった。ケイス・スワードは、1913年の離職率は380%に達したと指摘している。つまり「労働者がこの新機械システムを非常に嫌っており、1913年末にこの会社は常時100人の追加募集をして、それを充足するには963人を雇わねばならない程だった。」これはハイランドパークの管理機構に負担になったのみならず、工場内の作業にも影響を及ぼした。高い離職率はまた、フォード工場における組合化の兆候の強まりをも伴うものであった。デトロイトの他の自動車メーカーは既にストライキを経験していた。フォードの経営陣は、1913年に労働改革を遂行することでこうした圧力の緩和を追求した。職務は再評価され、相互の同等性がもたらされた。会社は効率性の高い従業員には特別昇給を与えた。そして最後に、平均13%の一律賃上げが1913年10月1日に発表された。この会社は、あらゆる従業員に1日2.34ドルの最低賃金を設定した。

しかしこうした改革は、労働問題の上げ潮のような流れをせき止めるものではなかった。工場の生産量の増大、3部門それぞれの組立ライン設置とその効率性の苛烈な改善、あらゆる部門で設置されるという見込みが、追加的労働力を加えさせ、1913年末の数ヶ月には離職率の潮流を膨れあがらせ、不満はいっそう高まった。3年以上この会社に留まった労働者に報いようという企画で、フォードの取締役たちは、1913年12月31日に、10%のボーナスを支給した。およそ15,000人の従業員のうちわずか640人がこのボーナスを得る資格を認められたただけであった。この数字は労働者の離職率の程度がどれほどであったかを示している。後日、おそらく2-3日後、ヘンリー・フォード、ジェイムズ・クーゼンス、P.E.マーチン、チャールズ・ソレンセン、ハロルド・ウィリス、ジョン・R・リー（人事部長）、そしてノーバル・ホーキンス（販売管理者）は、会合を持ち、労働問題について議論した。そして日

当収入(賃金と利潤「分配」)を 3.00 ドル, 3.50 ドル, 4.00 ドル, 4.50 ドル, 4.75 ドル, 5.00 ドルと次第に増大させることを考案した。フォードは明らかに取締役たちの俸給や利得(生産専門家たちに払われる俸給とボーナスのみならず)と工場の大多数の労働者が稼ぐ賃金との間の不平等性に関心を抱くようになった。離職率, 組合化の徴候, そして所得の判然とした不平等といったことが, フォードの(そしてクーゼンスの)心のなかで結びついて, 三つの事柄全部に対する素早い解決を生み出させた。フォード, クーゼンスそれにホース・ラッカム(この会社の取締役の一人)は, 1914 年 1 月 1 日に会合を持ち, そして 1 日 5 ドルを採用した。フォードは支配的株式を所有していたので, この会合は半ば形式的なものであった。クーゼンスはこの計画の望ましさを確信していた(おそらく彼がそれを工作したのであった)ので, それで彼とフォードはラッカムにその票決を促した。クーゼンスは, 自由な宣伝の権利を得て, フォードへの英雄崇拜を喧伝し, 「容認できる “acceptable”」労働者は異常な高収入を得ると喧伝した。しかしこの計画の根底にある心理とその基本的な効果は, フォードの技師たちがこの 4 年間に設計し洗練化させてきた生産機械の一部に 1 日 8 時間だけなることを, この会社が今や労働者に対して要求することができるようになったことであった。

この 1 日 5 ドルがこの会社に, 機械に必須の人間という付属物を常に補充できるものにした。非常な高収入のもつこうした「接着」効果は, フォードがそれを公表して 1 か月もしないうちに明白なものとなった。フォード組み立て労働者を夫に持つある匿名の主婦は, 1914 年 1 月 23 日付けでヘンリー・フォードに次のように書いている。「あなたさまのこのチェーンシステムは奴隷駆り立て屋です! おお神さま! フォードさま! わたしの亭主は帰宅するや身を投げ出して晩飯も食べられない有り様なんです, それでしまいなんです! なんとかならないもんでしょうか?」1 日 5 ドル計画の一環としてヘンリー・フォードはまたフォード社会部の家父長主義的な事業を拡張した。この部門は, 労働者の私生活を調査し, 彼らが利益分配にあずかる資格がある

かどうかを決定した。これはフォードの生産技術によって賦課されている負担の上にさらに超過して課された負担であった。