

## アメリカ工作機械工業の技術と経営

——一九世紀後半を中心にして——

大 東 英 祐

### 一、はじめに

この研究ノートは、アメリカの工作機械工業の技術と経営の発達の歴史について、その事実関係の整理と若干の予備的考察を試みることを目的としたものである。

工作機械工業は、いうまでもなく最も基幹的な産業分野であり、「一つの国民経済が確立しているか否かは、その国における工作機械工業の発展の如何に懸る<sup>(1)</sup>」といわれている。ただこの命題は極めて一般的な命題であるため、より分析的に検討を進めるに当っては、少くとも次の二つの論点を分けて考察を進めていく必要がある。

第一は、しばしば指摘されてきたように、「機械を作る機械」としての工作機械技術の発展が他の産業を成立せしめる技術的基礎を提供するものであるということである。ワットの蒸汽機関がJ・ウィルキンソンの中ぐり

アメリカ工作機械工業の技術と経営

盤によって始めて実用性を獲得したという典型的な事例以来、今日に至るまで重要な技術進歩の陰には必ず工作機械技術の進歩が伴っているといっても過言ではない。工作機械工業が他の諸産業の技術的要求に質的、量的にどこまで応えうるかということが、一国の産業の発達にとって決定的な意味をもっているといわれるゆえんである。

第二に、必ずしも充分に検討されてこなかったが、重要な論点として、技術の普及、浸透のルートとしての工作機械工業の役割の重要性を考えておく必要がある。傑出した技術が開発されても、それが特定の個人なり企業のみ独占された場合には、それが経済の各分野へと普及・浸透した場合に比較すれば、その技術革新のもたらす経済的効果は極めて限定されたものに止るであろうことは、明らかである。「物事を成し遂げるための新しい方法が、地域から地域へ、産業から産業へ工場から工場へと、経営諸制度の中に広がっていくことの方が、時間・空間の特定地点において新しい方法が創始されるということよりも、はるかに重要なのである<sup>(2)</sup>。技術が普及する経路には多くのものがあるが、機械工業全般にその基本的な生産手段を供給するという工作機械工業の特殊な役割が、この産業部門をして技術的知識の普及のための大きなルートたらしめているのである。

アメリカに工作機械専門の企業群が生まれてくるのは、一八四〇年代以後のことであるが、それ以前にすでに、銃器の大量生産などでつちかわれていた工作機械技術は、一八五〇年代には早くも先進国イギリスに、少くとも部分的には、比肩しうるまでに成長し、一九世紀後半には次々と世界をリードするような工作機械を開発するようになっていく。

当時の工作機械企業は、有能な技術者の個人企業又は彼と彼を資金面から援助する人々とのパートナーシップの形態が圧倒的に多い。その経営は経営主体の性格を反映して著るしく技術指向的なのであるが、自

らの製品の品質と将来の技術進歩とを確信して特許を全く申請しなかったというW・B・ビメントの行動にみられるように必ずしも技術独占を指向するものではなかった。第一級の企業家達の間にはかなりの技術情報の交換がなされ、彼等の下で育った機械工達は機会をえて独立し、自らの企業を創設することを自己の職業的生涯の目標としていたし、雇主の側もそれをあえて抑制することはなかった。我々はアメリカの技術の歴史をたどることによって、一九世紀の前半に主に銃器の大量生産の必要性の中から開発された互換性部品方式による大量生産の技術が、一九世紀中葉以後、前記のような工作機械企業の経営を媒介にして、時計、ミシン、農機具、自転車などの諸分野へと展開していることを知るのである。つまり、工作機械工業は、先の二つの役割——技術の開発と普及の機能を良く果たしていたといえるのであって、このことが、一九世紀後半のアメリカ経済の発展をもたらした大きな要因の一つとなっていたと考えられるのである。<sup>(4)</sup>

この研究ノートでは、まず一九世紀のアメリカ工作機械工業の進歩のあとを大まかにあとづけ、次に一つの事例として、アメリカの工作機械工業が世界に先がけて開発した技術の中から、フライス盤の発展の経過を検討し最後に、主に技術開発との関係でその特色ある企業者活動について若干の考察を試みることにしたい。

(1) 豊崎稔「日本機械工業の基礎構造」二八二頁。

(2) A. H. Cole, *Business Enterprise in its Social Setting*, 1959, 邦訳「経営と社会——企業者史学序説」一四四頁。

(3) cf. M. A. Carlvert, *The Mechanical Engineering in America, 1830—1910*, pp. 6—8.

(4) この点については、N. Rosenberg, *The Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840—1910*, アメリカ工作機械工業の技術と経営

二、アメリカ工作機械工業の諸系統

(一)、ニュー・イングランド (I) 系、およびフィラデルフィア系

アメリカの工作機械工業は、イギリスのそれが蒸汽機関、鋸山機械、造船、鉄道などの諸産業を基盤にして、旋盤、中ぐり盤、平削盤などを中心に、より大型の汎用工作機械を発達させたのに対し、発足当初から大量生産的な性格をもっていた。もとより、工作機械工業は注文生産を基本とする産業であるからこのことは工作機械自体が大量生産されるという意味ではなく、イギリスの工作機械の発達の基盤となった産業分野とは性格の異なる銃器、マシン、時計、自転車、タイヤライターなどの大量生産を背景にして発達したという意味である。そこから、アメリカでは、フライス盤、ターレット旋盤、研削盤など複雑な形状の小型部品や工具などを大量且つ正確に切削、研削し、製品を構成する各部品に互換性を与えるのに適した工作機械と計測器具の体系が生まれ、多くの専用工作機械が開発されてきたのである。

もちろん、このような、イギリスとアメリカの技術の対比はあくまでも相対的なものである。イギリスに互換性部品への試みが皆無であつた訳ではないし、アメリカにも汎用工作機械を主体とする企業群もあつた。アメリカの工作機械工業の発展のあとをたどってみても、そこにはいくつかの流れを認めることができるのである。

第一は、<sup>(1)</sup>ニューイングランドの紡績業の発展と共に、その設備の製作・保守のための附属工場として出発した機械工場に由来する一群の企業である。これらの機械工場は紡績工場の附属工場としての役割を果たした後に、

一時期、非常に多角的な経営を展開し、次第に紡績業から離れて独立の工作機械専業企業となったものである。S・スレーターやD・ウィルキンソンの下からは多数の機械工が輩出し、そこからアモスキング、ロウエルなどの大紡績機械企業と共に、<sup>(2)</sup>ゲイ&シルバー、サミュエル・フラッグなどアメリカで最も早く工作機械の市場生産を目標んだ企業が生まれている。これらの企業が創設されたのは紡績機械における技術進歩が一巡した一八三〇年前後のことである。一例をゲイ&シルバーにとるなら、この企業の創設者であるI・ゲイとZ・ゲイの兄弟のうち一人はアモスキング社のパートナーであった。彼等は一八二〇年代の終りにゲイ&シルバー社を主として紡績機械の生産を目的として設立し、一八三一年頃から工作機械の生産に転じている。この企業には、初期のフライス盤、ターレット旋盤など技術的に見るべきものが多いし、アメリカの工作機械技術の発展史に大きな足跡を残したF・ホウ（一八二一—一八九一）が徒弟修業をした企業としてもその影響は広く及んでいる。しかし、全体としてみた場合には、この系統の企業群は「銃器の生産が互換性部品のシステムを發展させたのに対して、紡績産業はアメリカの汎用工作機械を發展させている」という性格が強い。<sup>(3)</sup>

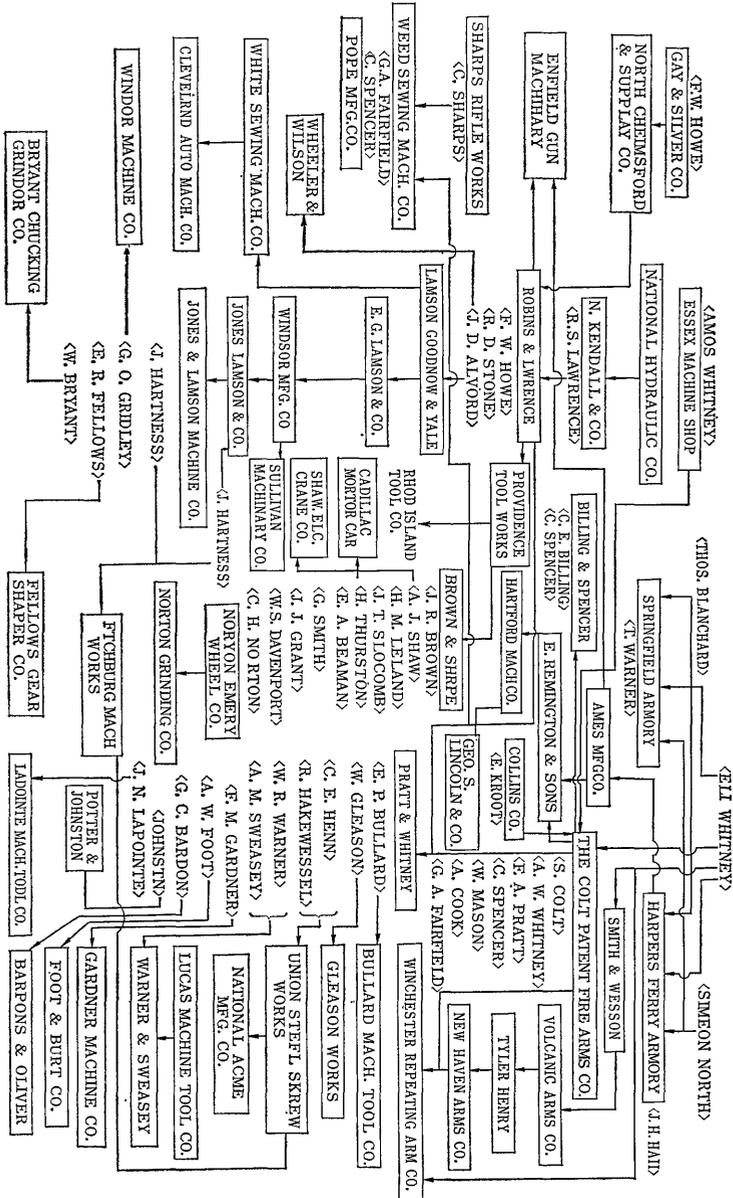
第二の系統は、<sup>(4)</sup>フィラデルフィアを中心とする地域に發展した企業群である。普通旋盤を engine lathe と称することに端的に示されている通り、蒸気機関は工作機械工業の發達を刺激する最も大きな要因の一つであり、この点についてイギリスもアメリカも異なるところはない。フィラデルフィアは紡績産業の中心の一つでもあったが主に海港に臨みボールドウィンの巨大な機関車工場が立地しているという地の利をえて、フィラデルフィアは、その出發の時期こそ第一の系統の企業に若干遅れたとはいふものの、いくばくもなく工作機械工業の中心地の一つとなったのである。

#### アメリカ工作機械工業の技術と経営

この系統の企業者として著名なのはなんとといっても第一に、アメリカのウィットウォースと称せられるW・セラーズであり、続いてはW・B・ビメントであろう。W・B・ビメントは職長や請負親方としてアモスキークやロウエルで働いた経験があり、W・セラーズもプロビデンスで機械工場の経営にたづさわった経験をもっており、フィラデルフィアの企業群はその初期において、第一の系統の企業の影響を強く受けているように思われる。しかし、フィラデルフィア系の企業はニューイングランドの工作機械と異り、当初からより重量のある品質の高い工作機械を生産することによって確固とした地位を確立したのである。そして、W・セラーズやW・B・ビメントの下でもスレーターやウィルキンソンの場合と同様多くの企業家、技術者が育てられている。経営学を学ぶ者にとってなじみの深い、「タウン分益制」のH・R・タウン、「科学的管理法の父」たるF・W・テイラーなども、その系統に属する企業家ないし技術者である。前者はW・セラーズの企業で一時期、徒弟修業をした経験があったし後者の金属切削に関する長期の実験は、同じくW・セラーズの理解と援助によってなすとげられたものであることは周知の通りである。<sup>6)</sup>この二人は共にASME (American Society of Mechanical Engineers) の中心人物であるが、フィラデルフィア系の企業活動の特色の一つは、その活動が極めて組織立っていることであろう。一八六四年に、W・セラーズが提案したネジ類の規格統一の提案も、著名な技術者によって組織された委員会の検討をへて、フランクリン・インスティテュートなどを介して全国的に普及活動が展開されている。また工作機械の種類という点からみると、平削盤、中ぐり盤などの大型のものが多く、その主たる市場的基礎が船用機関や鉄道などにあったことを示している。

#### (一) ニューイングランド(Ⅱ)

第一表 アメリカ工作機械工業の系統図



(注) □ 企業名 < > 人名

アメリカ工作機械工業の技術と経営

前記の二系統がほぼイギリスと同様の発展方向をとったのに対し、ニューイングランドには、第三の系統<sup>(6)</sup>の企業群があった。銃器、ミシン、時計などの大量生産と不可分な形で発達した最もアメリカ的な特色の強い企業群である。第一表<sup>(7)</sup>はこの系統の企業群の一八〇〇年から一九〇〇年に至る約一世紀の消長をとりまとめたものである。第二表は一九四二年における主要工作機械企業を列挙したものである。第一表中に現れてくる企業が第二表にも多数含まれていることから、この系統の企業群の役割の大きさを知ることができる。

第一表の最も上の部分は一八世紀の末葉から十九世紀の初頭の時期である。二つの兵器廠（スプリングフィールドおよびハーバーズ・フェリー）の設立が決定したのは一七九二年のことであり、E・ホイットニーが銃器の生産に互換性部品の方式を試みたのは一八〇〇年前後といわれ、間もなくこの方式はS・ノースの工場や二つの兵器廠でも独立に或いは他にならって行なわれるに至っている。

工作機械専業の企業が創設されるのは、表の中央部分、一八四〇年から一八六〇年にかけての時期である。F・A・プラット、A・ホイットニー、J・R・ブラウンなどの時代がその時期に当る。更に、表の一番下の部分で、A・フット、E・フェローズ、C・ノートン、W・R・ワーナー、A・M・スウィージー等々の人々が自分の企業を創設するのはおよそ一八七〇年頃から一九〇〇年代の初頭のことである。この時期になると、東部の各地に生い立った工作機械工業は、前記の二系統も含めて、中西部の工業化によって生じた機会をとらえるべく、アリゲーニ山脈を越えて西漸を開始した。この頃までに中西部においても内陸水運とか鉄道網の発達を背景にして若干の機械工業の発達をみているのであるが、中西部で東部の水準に比肩しうる工作機械を生産・販売した最初の企業は東部から来た二人の機械工の設立したワーナー&スウィージー社であった。<sup>(8)</sup>

第2表

従業員規模別上位25社 (1942年12月)

アメリカ工作機械工業の技術と経営

順位	企業名	所在地
1	Cincinnati Milling Machine Co.	オハイオ州シンシナティ
2	Brown & Sharpe Co.	ロードアイランド州プロピデンス
3	Bullard Co.	コネティロット州ブリッジポート
4	Warner & Swasey Co.	オハイオ州クリーブランド
5	National Acme Co.	" "
6	Kearney & Trecker Corp.	ウイスコンシン州ミルオーキー
7	Van Norman Mach. Tool Co.	マサチューセッツ州スプリングフィールド
8	Gisholt Machine Co.	ウイスコンシン州マジソン
9	Monarch Machine Tool Co.	オハイオ州シドニー
10	Heald Machine Co.	マサチューセッツ州ウオーセスター
11	Norton Co.	" "
12	Gleason Works.	ニューヨーク州ロチェスター
13	New Britain Mach. Co.	コネティカット州ニューブリテン
14	Pratt & Whitney Co.	" ハートフォード
15	Jones & Lamson Mach. Co.	バーモント州スプリングフィールド
16	Cone Automatic Mach. Co.	" ウィンザー
17	Fellows Gear Shaper Co.	" スプリングフィールド
18	Hendey Machine Co.	コネティカット州トリントン
19	Ex-Cell-O. Corp.	ミシガン州デトロイト
20	General Machinery Corp.	オハイオ州ハミルトン
21	American Tool Works Co.	" シンシナティー
22	Landis Tool Co.	ペンシルバニア州ウェインズボロ
23	Bryant Chucking Grinder Co.	バーモント州スプリングフィールド
24	Lodge & Shipley Machine Tool Co.	オハイオ州シンシナティー
25	Landis Machine Co.	ペンシルバニア州ウェインズボロ

(注) H. D. Wagoner

The U.S. Machine Tool Industry from 1900 to 1950, p.369.

#### アメリカ工作機械工業の技術と経営

表中の矢印は、企業の消長、技術の普及、人間の移動などを示したものである。例えば、E・ホイットニーの互換部品による銃器の大量生産方式は、彼の二世の時代にS・コルトに無償で供与された。S・コルトの企業では、E・ルートなどがそれを一層発達させると共に多くの技術者・企業家を育てている。その工作機械技術はA・ホイットニーとF・A・プラットの設立したプラット&ホイットニー社へと継承され、銃器の生産技術はS・スペンサーの企業やウインチェスター連発銃社へと拡大・継承されていく。矢印はほぼ以上のようなことがらを示したものであり、技術の発達の普及の系統図とみることもできる。

アメリカの工作機械工業は一八二一年―一四年の米英戦争、一八四六年―四八年のメキシコ戦争、一八六一年―六五年の南北戦争と三度の戦争を経験する中で銃器の生産と共に発達した。E・ホイットニーのフライス盤、T・ブランチャードの倣旋盤、R・S・ローレンスのターレット旋盤などは、いずれもまだ工作機械が独立の企業の形態をとらないころに、軍工廠や政府の大量注文を受けた民間の銃器工場の中から生まれたものである。<sup>10)</sup>

しかし、一九世紀の後半になると様相が変わってくる。銃器の大量生産は依然として、工作機械の主要な市場の一つであり、その発達を刺激する要因ではあるが、それと共にミシン、時計、自転車などの大量生産が新たにそれを促進するものとして登場し、技術開発の主たる担い手は工作機械専門の企業となってくるのである。ミシンの生産は一八五〇年の始めには、微々たるものにすぎなかったものが、一八六三年には七千台、一八七二年に六〇万台、一九〇〇年には七五万台と急成長し、一八八五年に一万一千台程度であった自転車の生産は一八九〇年には四万台、一八九五年には六〇万台、一八九七年にはついに百万台を越えて自転車狂の時代を現出せしめている。これらの新産業の登場は工作機械の大量需要を生み出しただけでなく、フライス盤、研究盤の発達を促す

直接の契機となった。<sup>(1)</sup>そして、今日、工作機械の最大のマーケットとなっている自動車、電機などの産業が出現するころまでには、工作機械工業は経営的にも技術的にも充分な発達をとげており基本的には、「自動車の生産に必要な基本技術や知識は、それ自体を新らたに創り出す必要はなく単に既存のものを活用すれば間に合った」のである。<sup>(2)</sup>

以上、アメリカの工作機械工業の三つの系譜について簡単に見てきたが、いずれも比較的隣接した地域に立地したものであるから、三つの系統の間にはかなり早くから相互交流があったことは事実である。しかし、大局的にみた場合には、今日のアメリカ工作機械工業の姿は、一九世紀末葉以後、これらの三つの系統の企業群が中西部の工業化の進展と共に中西部へと移動、合流し、他方ではヨーロッパ市場への進出をみせ始め、中西部にも独自の企業が多数創設されるという形で生まれてきたものとみて大過ないであろう。<sup>(3)</sup>

(1) cf. J. W. Roe, *English and American Tool Builders*, pp. 114—126, 216—229.

(2) 紡績機械企業のはほとんどは何らかの形でスレータやウィルキンソンに関連してつづいていく。cf. J. T. Lincoln, "Material for a History of American Textile Machinery," *Journal of Economic and Business History*, Vol. IV, p. 263.

(3) J. W. Roe, *op. cit.*, p. 220.

(4) J. W. Roe, *op. cit.*, pp. 239—259.

(5) 工作機械の発達史は、技術的には工具、動力装置、素材、設計などの諸要素間のアンバランスの発生とバランスの回復という一連の過程のくり返しであることとみることが出来る。テイラーの高速度鋼工具が、従来の炭素鋼工具の使用を前アメリカ工作機械工業の技術と経営

アメリカ工作機械工業の技術と経営

提として設計されていた機械の仕様を一変せしめたことなどはその顕著な一例である。

(6) J. W. Roe, *op. cit.*, pp. 128—215.

(7) J. W. Roe, *English and American Tool Builder*, 1920, W. P. Strassmann, *Risk and Technological Innovations*, 1958. などの記述をもとに作成したものである。この表には約六〇社の会社名がでているが、この中には単なるパートナーの交替による社名の変更など技術的には余り意味がないものも含まれているが、より細かな関連を追うならこの表は更にほう大なものになる。

(8) 生産の開始は、ハーバーズ・フェリーについてはかなり遅れる。

(9) ジョーンズ&ラムソンの経営者であり、ターレット旋盤の開発者として有名な J・ハートネスは自らの経験によって、一八七〇年頃の機械工場について、「当時の平均的な機械工場には一般的にいつて、普通旋盤、中ぐり盤、平削盤の三種類の工作機械しかなかった。東部の高度に発達した機械工場では若干の最新式の機械を持っていたが、西部の普通の機械工は僅かにその名前を知っていたにすぎなかった。……一八八一年にウォーセスター・ワーナーとアンブローズ・スウィージーがクリープランドに来て、ワーナー&スウィージー社を設立したが、彼等は機械工場の運営の仕方について東部から多くの新しい考え方を持ってきたのである」と回顧してゐる。(W. G. Broehl, Jr., *Precision Valley*, 1954, pp. 12—13.)

cf. J. W. Roe, *op. cit.*, pp. 266—265.

(10) この段階までの技術進歩を示す一つの示標は、一八五一年のロンドン万国博において、ロビンズ&ロウレンス社が出品した互換性部品方式による銃器の出品がイギリスの軍関係者の注目するところとなり、多量の工作機械と銃器の生産方法がイギリスに輸出されることになったという事実がある。cf. N. Rosenberg (ed.), *The American System*

of Manufacture, 1969.

(1) この点については R. S. Woodbury による次の二つのモノグラフに詳しい。

R. S. Woodbury, *History of Milling Machine*, 1960.

R. S. Woodbury, *History of Grinding Machine*, 1959.

マシン、自動車および前記の銃器の他に工作機械の発達に強い影響を与えたものに時計の技術がある。具体例をあげるなら、後にとりあげるブラウン&シャープは時計の生産、修理を出発点に発達した企業であり、研削盤の開発者として有名なC・ノートンも技術を身につけたのは時計工場においてであった。また自動車産業については、ブラウン&シャープで育ったH・リーランドがキャデラック社の創設者であったことを起想していただきたい。後にGMの経営者として絶大な手腕を発揮するA・P・スローンは、ハイアット・ローラー・ベアリング社時代、H・リーランドとの出会によって、大量生産が高い精度を要求するものであることを肝に銘じたといわれている。(cf. J. B. Rae, *The American Automobile*, 1965. 邦訳「アメリカの自動車」七六頁参照)

(2) N. Rosenberg, "Technological change in the Machine Tool Industry, 1840—1910," *The Journal of Economic History*, Vol. XXIII, 1963, p. 473.

(3) 早坂力「米国の工作機械文明」(早坂力全集、昭和三九年所収)七六六—七六八頁参照。

### 三、一九世紀の工作機械技術

(一) 互換性部品方式の発達と普及

一九世紀のアメリカ機械工業について論ずる場合には、互換性部品による大量生産の技術についてどうしても

アメリカ工作機械工業の技術と経営

触れておかなければならない。

一八世紀の末から一九世紀の初頭にかけて、この技術はアメリカとヨーロッパとはほぼ同時に、その試みが開始されている。<sup>(1)</sup>しかし、その後の発展は、専らアメリカにおいて主に銃器の生産についてなされ、ヨーロッパにおける試みはいずれもその芽をつみとられた形で枯れてしまっている。この大量生産の基本的な技術について、何故先進のヨーロッパ諸国が後進国アメリカに対して著るしい遅れをとったのだろうか。この問題は多くの史家の着目するところとなったことは周知の通りである。アメリカにおける労働力の不足と高価、広大な国内市場の存在、教育水準の高さや旧来の生産方法に固執しないアメリカ人一般——労働者も使用者も含めて——の思考・行動様式などの諸要因について精密な立論が重ねられてきた。<sup>(2)</sup>

この研究ノートは、それらを細かく検討することを目的とするものではないが、さしあたって次の二点はもっと強調されても良いように思われる。すなわち、第一は互換性部品による大量生産方式は、さしせまった戦争の準備のために開始されたものであるという点、第二は銃器以外の時計、ミシン、農機具などの大量生産については多くの場合、銃器の大量生産によって相当程度確立した技術の応用という形をとっていることである。

銃器の大量生産についていえば、旧来の方法によつては大量の銃器の確保が不可能という条件下で、官民の銃器の生産者が目標としたのは、なによりも部品に互換性を与え、部品の交換によつて直ちに修理できるような銃器の大量生産そのものであった。いかにその名声が高かったとはいえ、それまでに全く銃器の生産の経験のないE・ホイットニーに大量の注文を出し、納期の大巾な遅延を認めただけでなく、再度に亘つて資金の前貸を認めていることなどもその現れと見る事ができよう。また当時の技術水準では、大量生産が直ちに安価な製品の生産

を意味した訳でもなかった。<sup>(3)</sup>従つて、労働力の不足と高価が機械化をおしすすめ、ひいては互換性部品による大量生産の発達を刺激するという想定は、それが通常の経済計算のあてはまらない情況下での発達であつたという側面を軽く見すぎているということにならう。一八四〇年頃までは、政府は、最大の需要者であり、資本の提供者であり、技術の開発者であつた。銃器の生産者、就中、スプリングフィールド兵器廠が、倣旋盤、フライス盤などの工作機械やリミットゲージ等の計測器具の開発に指導的な役割を果たしたものは、経済的制約から比較的自由に技術開発に力を入れられる立場ないしそうせざるを得ない立場に立っていたからである。民間の銃器生産者はその進んだ技術と工場運営の方式を相当程度自由に利用できたのであり、一八五〇年前後には、この生産様式は技術的には、相当程度確立したものになつていたとみられるのである。

マシンや農機具、時計などの大量生産は、このいわば技術的には証明済みの方式を導入することによって開始されたのであり、銃器の場合とこれらの産業との間には、時間的にもかなりのへだたりがある。この数十年という時間の経過は「広大な国内市場」という要因との関係でも極めて重要である。一九世紀の前半においては、銃器といった特殊な商品について、政府の大量発注という形でこそ、「広大な国内市場」が存在し得たとしても、その他の商品については、その存在を想定することは極めて困難だからである。S・コルトの経験がこの間の事情を典型的に物語っている。彼は自らの発明になるリボルバーの生産を目論見、一八三五年に特許をとり、翌年パターソンに工場を建設したが、このリボルバーを国軍が採用しなかつたために、その経営はたちまちにしていきづまつて、一八四一年には事実上工場は閉鎖してしまつてゐる。その後の五年間、彼はリボルバーのことを全く忘れてしまつたかの如くであり、一八四六年のメキシコ戦争を契機として情況が一変して、大量の注文を目前に

## アメリカ工作機械工業の技術と経営

しながら、彼の手許には一挺のリボルバーもなかったといわれている。そのため、彼はまずホイットニーからの生産技術を導入し、破格の高給をもってE・ルートを招き、得意の弁説をもって資本を調達し当時としては最も進歩した大工場をハートホードに建設したのであるが、この一連の活動は発明家ないし技術者のそれというより、企業家としての彼の手腕を物語るものである。このことは、A・デニンソンとE・ハワードのウォルサム時計会社の場合にも、<sup>(6)</sup>前掲第一表中に表れているいくつかのミシン会社の場合にも同様にあてはまる。もちろん、時計やミシンの生産は工作機械技術の発達を刺激する大きな要因になるのであるが、これらの試みはいずれも、銃器の生産によってつちかわれてきた生産技術を大いに活用することができた。ミシンの様な新製品、時計のような比較的高価な耐久消費財の場合には、販売網の整備、割賦販売方式の採用などのマーケティング活動とそれを支える資金調達能力が、企業の将来を支える大きな要素となっているように思われる。時計技術者A・デニソンを助けたE・ハワードやミシンの場合にはJ・M・シンガーを助けたE・クラークといった存在が必要だったのである。

### (二) 生産型フライス盤の発達

一九世紀の前半における工作機械技術の発展は銃器生産者の手になるものであったが、一九世紀の後半に入ると、技術革新の主たる担い手は新たに形成された一群の工作機械専門企業になってくる。<sup>(7)</sup>新らたな工作機械専門の企業が生まれたのは、鉄道網の整備とかミシン、農機具、機関車等々の機械工業の発展によって、工作機械の市場基盤が拡大したことによるといっても良いであろう。しかし、細かく見ていくと、その間にはある特定の技術的課題を解く目的で生みだされた工作機械の技術進歩が、工作機械企業を媒介として他の産業分野へと普及

するというプロセスがいく重にも積み重ねられており、それは決して単なる量的な拡大ではないのである。アメリカ工作機械工業が世界に先がけて開発した工作機械は数多いが、ここではその中からE・ホイットニーからJ・R・ブラウンに至るフライス盤の開発経過を若干技術的に検討してみることにする。

フライス盤とは、主軸にとりつけたフライスカッタを回転させ加工対象を様々な方向へ運動させることによって工作物の表面を削り、平面、曲面を仕上げる工作機械である。このメカニズムは一八一八年、E・ホイットニーの発明になるともいわれ、その後も少くとも小型のものについては圧倒的にアメリカがリーダーシップをとって発展させている。「エーリー・ホイットニーがこの様なフライス盤を考えたことは、形削盤でバイトの刃先を加減しながら削り出す加工と違って、形状の決ったフライスで削れば同じものを多量に作る場合に都合よく、従って互換性が得られる」<sup>(9)</sup>ためであり、フラス削りの最大の特徴は「曲面、溝等の仕上りを総形フライス、組合せフライスでできるだけ単一工程で加工し得られるを以って、形削盤の如く刃先の出や位置を加減せずに一度の段取りで多量を加工し、而も互換性が得られる」<sup>(10)</sup>ところにある。この工作機械の利用によって、それまでは熟練工がおびただしい時間と労働とをかけて行っていた仕上作業の相当部分を機械化できるので、フライス盤は互換性部品の大量生産には欠かせない工作機械なのである。それゆえ、フライス盤は、一八二〇年代にはすでに、スプリングフィールド、ハーパーズ・フェリーの両兵器廠でも稼動しており、以後一九世紀を通じて銃器の生産のための最も基本的な工作機械となった。銃器工場の全工作機械中に占めるフライス盤の割合は二五—三〇%<sup>(11)</sup>とも約四〇%<sup>(12)</sup>ともいわれている。

しかしながら、フライス盤もE・ホイットニーの時代から直ちに驚異的な生産能力を発揮したかといえれば決し

てそうではなく、その精度も今日的基準からみればさほどのものではなかった。一八二七年頃、フライス盤の能力は治具を使った手仕上にくらべて三三%程度それを上廻る位のものであったし、同じ頃これは直ちにフライス盤の精度を示すものではないが、ハーパーズ・フェリーの兵器廠で組み立てられた銃の遊底の組み合せ部分には紙一枚は入るが二枚は入らない程度のすき間があったというのであるから、互換性<sup>104</sup>といっても今日では問題にならない程度のものである。当然ながら、フライス盤も極めて単純なもので、多くの改良の余地が残されていたのである。

E・ホイットニーが製作・使用したと思われるフライス盤の一つが保存されているが、それには彼の天才を裏書きするようにいく多の創意が込められていると同時に改良の余地を残したものである。すなわち、強固な箱形の構造は、現在の横フライスの構造に連なるといわれ、テーブルの運動機構には百年後のそれとほとんど変らないものを備えているが、テーブルと主軸との距離調整のメカニズムや主軸のたわみを支えるオーバーアームを欠いている<sup>105</sup>。これらは、単一工程の軽い切削を行う場合には——おそらく、この機械はそのような使い方をしたのであるが——致命的な欠陥とはいえないかも知れない。しかし、フライス盤がより一般的な有効性を獲得するためには、これらは補足されなければならないことは明らかである。しかし、その解決は意外なほど遅々としており、一八六一年の可能フライス盤に至るまでには、なお四〇年余りの時間が必要であった。

このように、その後のフライス盤の質的な開発が遅れたことについては、いくつかの理由が考えられる、第一は当時の技術者の機械設計の基本概念が旋盤のそれにひきつられる傾向があったと思われることである<sup>106</sup>。初期のフライス盤のベッドが旋盤のそれに酷似していることや主軸とテーブル回の距離調整について専ら主軸の上下移

動のメカニズムばかりが追求され、ニーを上下させるといふ発想がなかなか現われてこないことなどから、そのような推定を立てることができる。

第二の理由としては、フライス盤の開発が余りに銃器の互換性部品の大量生産という観点から行なわれすぎ、フライス盤の持つ潜在的可能性を開発するという方向への努力が少なかったことが考えられる。技術的な細目は省略するが、ロビンス&ロウレンスの一八四八年の設計（設計者はF・W・ホー）やそれに準拠してE・ルートが一八五四年にS・コルトのために設計したのから更に一八五五年にF・A・プラットが設計したいわゆるリンカーン型のフライス盤に至る一連の設計は、いずれもその構造からみて、「加工物の加工部位に対して、フライス軸の位置を一度定めれば、フライスを研ぎ直すまでは、これを緊定して加減を許さないのであるから、同じ加工物を得られる」という原則を追求したものであった。つまり、E・ホイットニー以後のフライス盤の開発の努力は、まず生産フライスの系統へと向かったのである。こうした努力は、スプリングフィールド兵器廠におけるフライスカッタの改良などと共に、フライス盤の生産性を著るしく向上させ、一八五〇年代までに各種の専用設計のものを含めて、フライス盤は大々的な普及をみるのである。

#### 四 万能フライス盤の発達

生産型フライスの性能が上り、それが広く使用されるようになると、必然的に一つの大きな問題が発生してこざるを得ない。一八五五年のイギリスの訪米調査団の記録が、「兵器工場の経営の主要なポイントの一つは、このような工具（フライスカッタの意……大専）を永年に亘って、原型通りに維持することである。なぜなら、少しでも工具の形状が狂うと部品の互換性がそこなわれるからである……最近まで、フライス工具の研磨はきわめてや

つかいな作業であった。工具はその都度ヤキなましをして又ヤキ入れをしなければならぬ。そうするとすぐに鋼材をいためてしまふ」と述べている通り、工具の保守、管理の困難性が大量生産の大きなネックとなるのである。報告書に「最近まで」と書かれている理由の一つは、この調査団がフライス工具の加工や保守のために利用できる多能性を備えた「万能」フライス盤が開発、利用されているのを見ていからであるが、<sup>20</sup> 期的にみて、調査団が見た「万能」フライス盤は、F・W・ホーがロビンス&ロウレンスにおいて一八五〇年に設計したもので、<sup>20</sup> 或いは一八五二年に設計したもののいずれかであったと考えられる。この推定が正しいとすれば確かにそれは多能性を備えているが今日通常いふところの「万能」フライス盤とはかなり様相を異にするものであった。「ホーの万能フライス盤の考え方は、垂直に調整可能な主軸と通常の作業テーブルの代りに旋回可能なチャック(veling chuck)を一つの機械に持たせた」<sup>20</sup>もので、今日の万能フライス盤の基本的要素を欠いている。しかし、それまで専ら生産性の向上をねらってなされてきたフライス盤の開発が、多能性の賦与という方向へと転換しつつあったことを示し、フライス盤が標準的な工作機械として成熟期に入りつつあることを示していると考えて良いであろう。<sup>20</sup> そして、一八六一年にJ・R・ブラウンによっていわゆる万能フライス盤が開発される直接の契機となったのも他ならぬF・W・ホーの示唆であった。次に主としてブラウン&シャープ社のL・D・バーリングゲームによって、<sup>20</sup> 万能フライス盤の開発の経過を紹介しておくこととしたい。

さて、バーリングゲームによると、南北戦争のぼつ発によってプロビデンスの機械工場は一せいに軍需品の生産に乗り出したが、その中にプロビデンス・ツール社があった。前記のF・W・ホーはロビンス&ロウレンスを去ってこの頃、プロビデンス・ツール社の支配人(superintendent)の地位にあって、政府の発注を受け銃器の生

産に従事していた。他方創業以来、時計の製造や修理、精密計測器具の製作に当ってきたブラウン&シャープ社もミシンや工作機械の製作へとその事業領域を拡大しようとする気運にあった。プロビデンス・ツール社が銃弾 (cartridge) の製作に使うために発注したターレットスクリーナー機がブラウン&シャープが製作した最初の工作機械であったという。

ところで、この銃弾の穴あけ作業はネジレキリ (Twist drill) を使って機械加工ができたが、ネジレキリ自体はまだ手作業でしか作ることができなかった。鋼の線材からヤスリを使って熟練工が一本一本大変な労働と時間をかけて作る以外になかったのである。工場での手作業のありさまを見た F・W・ホーはより経済的にネジレキリを作る方法を確立しなければならぬと考え、ブラウン&シャープ社へ赴き、かねてその技術的才能を信じていた J・R・ブラウンにその開発を依頼したのである。丁度、そのころ、J・R・ブラウンもミシンの製作のための工具としてネジレキリを使っていたため、彼は直ちにホーの提案を受け入れて設計を開始し、いくばくもなく一つの工作機械を完成させた。第一号機は一八六二年三月にプロビデンス・ツール社に納入されているが、この機械はさっそくネジレキリの機械加工に利用されたものと思われる。この工作機械には、従来のフライス盤とは異り、主軸とテーブルとの距離の調整機構としてコラム・アンド・ニーの形式が導入されており、工作物を前後、左右の三方向だけでなく、垂直軸に対して、一定の角度だけ旋回させることのできる仕組みがサドルの中に組み込まれていた。これによって、フライス主軸に対してテーブルに斜方向のおくりが可能となり、ネジレキリのネジレミゾなどの機械加工も可能となるのである。

歴史上の偶然であるとはいえ、銃器とミシンの生産のための技術的要請を直接の契機として時計の技術に長じ

た一個の天才的な技術者の手によって、あたかも一九世紀のアメリカの機械工業の発展の全過程が一点に集中したかのような経過をへて生みだされたこの工作機械は単にネジレキリの機械加工を可能にするといった所期の目的をはるかに上廻る技術上の意味をもったものとなっていた。実にそれは今日の万能フライス盤の諸属性をほぼ十全に備えたものであり、「彼（J・R・ブラウン）がこの機械の設計に当って持っていた先見の明とヴィジョンとをもってしても、この機械がどんなにエポックメイキングなものになるかということについて、十分な認識を持っていたかどうかは疑わしい」といわなければならぬであろう。しかし、技術革新というものは一般に——特に今日のような組織的・意識的な研究開発活動がなく、新技術が専ら彼のような個人的才能によって開発されていた当時についてはなおさらに——事後的な評価の問題にすぎない。従って、このことは決して彼の技術的才能を割引くものでないことは無論である。万能フライス盤には普通、割り出し台（Index Head）が附属しているので、その利用範囲は極めて広く単にネジレキリの加工のみでなく、フライスカッタを始め、それまで多大の仕事が必要とした複雑な形状の工具、治具、部品などの機械加工が、これによって一きょに可能となったのである。特にフライスカッタについては彼は一八六四年に研ぎ直しのきく総形フライスを設計し、一八六八年には万能研削盤を使ってフライスの刃研ぎの機械化にも成功し、フライスカッタに関する一連の工作機械技術を完成させている。これによって、前に触れた大量生産の制約要因——工具類の生産、保守管理がネックとなること——は完全に取り除かれたことになった。一九世紀の末葉になるとアメリカ機械工業は全般に高度な社会的分業の展開をみせ、機械工場内部でも作業の細分化と専門化が著るしく進展し、「多くのアメリカの機械工場では、作業の細分化の制度は、旋盤工が自分で工具を研ぐことすら許さないほどに徹底している。——工具の刃研ぎが必要

になると、その工具はすぐに専門の一人の工員にわたされるのである。彼は決して熟練工ではないが、彼の唯一の仕事は、特定の種類の工具の切れ味を常に適正な状態に保つことである」といった状態が現れてくる。この説明は、一九世紀末のアメリカの機械工場においては、今日的な意味における大量生産の大原則の一つである工具の集中研磨方式がすでに採用されるに至っていたことを物語っている。J・R・ブラウンの一連の技術開発はこうした工場管理方式にとって必須の機械工作技術を提供したのである。

さて、第一号機がプロビデンス・ツール社に納入されると直ちに万能フライス盤のもつ長所が明らかとなり、「需要は当時のブラウン&シャープ社の生産能力を上廻るほどになった。」一八六二年には第一号機の他に更に十台が生産され、以後南北戦争が終るまでの三年間には銃器工場からの特別注文も多かった。戦争の終るころまでは、需要は専ら東部海岸地方に限られていたが、戦後は一八六七年のパリ万国博への出品とかフランスにおける型録の発行などによって輸出も行い、終戦から一八七〇年までの五年間に二〇台が十二ヶ国へ輸出されている。更にその後は国内需要も各地域へと拡がり、業種的にも金銭登録器、タイプライター、農機具、自転車そして自動車と極めて広範囲に亘っている。これはもとより万能フライス盤の性能がすぐれていることによるものであるがそれと共にいちはやくその多能性と広範囲に及ぶ利用可能性を見込んで、工場生産のスタート直後から、ロットは小さいながら見込生産を開始するという積極的な経営政策によって始めて可能になったといえよう。

J・R・ブラウンの技術開発の潜在的可能性を鋭く見抜いて、先の輸出政策や見込生産などの生産・販売活動を導入したのは、主として彼のパートナーであったL・シャープである。彼は元来、ブラウンの下で徒弟修業をした人であり、彼自身もいくつかの新技術の開発の実績をもった技術者でもあったが、その本領は専らビジネス

アメリカ工作機械工業の技術と経営

マンとしての領域において発揮されている。我々はこのにも、一九世紀後半のアメリカの産業社会を特徴づける有能な技術者とビジネスマンのパートナーシップの顕著な成功例を見ることができるのである。

- (1) ヨーロッパにおける試みについでに、A. P. Usher, *A History of Mechanical Inventions*, 1929. 邦訳「機械発明史」四九五—四九七頁を参照のこと。
- (2) 多くの立論をいちいちあげばる訳にいかないが、全体的な要約としては次のものがきわめて簡潔で要を得ている。  
cf. S. Bruchey, *The Roots of American Economic Growth 1607—1861*, 1965, pp. 160—207.
- (3) cf. L. T. C. Rolt, *A Short History of Machine Tools*, 1965, pp. 147—153.
- (4) 一八一五年以後、兵器廠では各受託者の製品が全て工廠自体の内製品と部品が互換可能となるように、見本の銃や治具を提供し強力な指導に当り、一八二四年までにこの試みに成功してゐる。  
L. T. C. Rolt, *op. cit.*, p. 144.
- (5) ロルトの経験についでに、J. Rohan, *Yankee Arms Maker: The Story of Sam. Colt and his Six-Shot Pacemaker*, 1935 を参照。
- (6) ウォルサム時計会社社についでに、C. Moore, *Timing a Century: History of the Waltham Watch Company*, 1945 を参照。
- (7) 全体的には、cf. W. P. Strassmann, *op. cit.*, pp. 130—156.
- (8) ほほ同時に、他でもフライス盤が使われており、また時計業などではヨーロッパでも更に早く類似の機械が利用されているので、この説は全面的にはとれない。
- (9) 小林、早坂他三名「多量生産研究」昭和十八年、十一頁。ここではフライス盤と形削盤の優劣が比較されているが、

ホイットニーの時代から、治具を使った手仕事などの比較をやるべきであろう。

- ㉞ 早坂、小林他三名前掲書、十四頁。
- ㉟ W. P. Strassmann, op. cit., p. 122.
- ㊱ W. F. Duffie, The History and Modern Development of the Art of Interchangeable construction in Mechanism, ASME. Transactions Vol. XLIV, August, 1893, p. 1236. 彼等、今までのインターチェンジは通算すると一五万台も生産されたところであつたが、その多くは銃器生産に使われたと考えられる。
- ㊲ W. P. Strassmann, op. cit., pp. 122—123.
- ㊳ J. W. Roe, English and American Tool Builders, 1926, pp. 141—142.
- ㊴ cf. R. S. Woodbury, History of the Milling Machine, pp. 17—19. なお、H・ホイットニーのフライス盤について、フライス盤が保存されたところのフライス盤は、今も不明である。
- ㊵ L. T. C. Rolt, op. cit., pp. 157—158.
- ㊶ この間の技術上の細工については、R. S. Woodbury, op. cit., pp. 28—42. を参照。
- ㊷ 小林、早坂、他三名、前掲書、十一頁。
- ㊸ この点については、生産性は四倍に飛躍したと云ふ。W. P. Strassmann, op. cit., p. 123.
- ㊹ N. Rosenburg (ed), The American Scystem of Manufacture, 1969, p. 134.
- ㊺ Ibid., p. 136.
- ㊻ L. D. Burlingame, “The Development of Interchangeable Manufacture,” American Machinist Vol. XLI, 1914, 296.

アメリカ工作機械工業の技術と経営

#### アメリカ工作機械工業の技術と経営

- 23 一般に工作機械は、ワットの蒸汽機関のために、J・ウイルキンソンが中ぐり盤を工夫し、銑器の互換性部品のためにホイットニーがフライス盤を考案したように当初はある特定の目的のために製作される場合が多い。そのため、それは必ずしも充分なメカニズムを備えていない。そういう状態から出発して次第にそのメカニズムが持つ潜在的な可能性を引き出す試みが重ねられて、一定の定型的なパターンに到達するのである。従って、工作機械の発達を示す指標は、単能工作機や専用工作機的设计と同時により多能性をもった汎用工作機へと向かう道すじもあることを忘れてはならぬ。

24 以下の記述はほぼ全面的に次によつてゐる。

- L. D. Burlingame, "The Universal Milling Machine," *American Machinist*, Vol. XXXIV, 1911, p. 9—13.
- 25 H. F. L. Orcutt, "Machine-shop Management in Europe and America. II. Labour-saving Machinery and Low-wage-Workers," *The Engineering Magazine*, Vol. XVI, No. 5, Feb. 1899, p. 704.

#### 四、その技術と経営

一九世紀のアメリカの工作機械工業は卓越した個人的発明家の時代であり、企業形態的には彼と彼を資金面、経営面から援助した人々とのパートナーシップの形が圧倒的に多い。前掲第一表にみられる——&——という企業名の多くはそうした組合せを意味するものであり、前章でみたブラウン&シャープ社などはその典型的な事例の一つである。<sup>(4)</sup>この企業の場合、J・R・ブラウンの創意になる新技術が続々と生み出され、その名声は非常なものであったと思われるにもかかわらず、企業規模は比較的小さく、一八七二年頃でも人員は一五〇—二〇〇名

程度にすぎなかった。<sup>(8)</sup> 中小企業で家族企業という形は、今日に至るまで工作機械工業に支配的な企業形態であるが、<sup>(9)</sup> 工作機械工業は大量生産の諸産業とはその必要とする労働力の質において決定的に異なっているということもあって、その職場には独得の雰囲気<sup>(10)</sup>が支配していた。ニューイングランドの自営農がアメリカ産業の諸分野に、豊富な機械技術に秀でた労働力を提供したことは周知の通りであるが、各地に生い立った機械工場にも、マーク・トウェインがその作品に登場させた機械工に「私はアメリカ人でしてね。コネティカット州ハートフォードで生れ、そこで育ったんです。……おやじは鍛冶屋で……そのうちに大きな兵器工場に勤めて本式に商売を身につけたんです。商売に役立つものは何でもおぼえたし、小銃、ピストル、大砲、ボイラー、エンジン……といったような労力節約になる機械ならなんでも作れます。いや、人間に必要なものなら何でも……世界中のどんなものだってつくれます」と豪語させている様な雰囲気があった。E・ホイットニーが綿繰器についての特許紛争にこりて、以後一件の特許の申請もしなかったのは有名な話であるが、フィラデルフィアのビメントも自己の製品への確信と将来の進歩と信じて特許の制度に全く依存しようとしなかったという。<sup>(11)</sup> 更には、ターレット旋盤のH・D・ストーンのごとく絶えず職場を転々としながらも一貫してターレット旋盤の改良にのみ専念した人や行く先々で各々に重要な足跡を残したF・W・ホーのような技術者は決して例外的存在とはいえないのである。彼等は一般に技術の革新者がそうであるように技術進歩の将来について楽観的な見通しをもち、その企業の動機はその革新的な技術の具体化というところにあった。経営が地方的な市場の範囲を越えて東部全域へ更に中西部へと拡大した時、資金の援助と販売活動によって彼を支えてくれるパートナーの存在が是非とも必要であったが、依然としてさほどの経営規模をもたない工作機械工業企業にとって技術こそ最大の資産であったことに変わりはない

### アメリカ工作機械工業の技術と経営

った。これは競争企業との競争に打ち勝つための最大の武器であつただけでなく、自ら新市場を開拓するためにも是非とも必要な手段でもあつた。強固な構造をもつた工作機械が物理的に機能を停止することは、五年や十年ではまず考えられないことである。であるとするれば、彼等の残された最大の武器は、既存の工作機械を経済的に陳腐化せしめるような新機軸を打出して、自ら市場を開拓することである。そして、事実アメリカの工作機械工業は、一九世紀の後半においては世界をリードするようになっていたのである。

にも拘らず、ヨーロッパ就中、イギリスからは、ある面でのアメリカの優位性を認めつつも常に一定の批判がくり返されている。すなわち、アメリカの機械はなるほどスマートで使いやすいが耐久性に欠けるという批判とそのような粗悪品を作るのはアメリカ人のクラフツマンシップの質が低いからだという批判である。<sup>(7)</sup> 少くとも初期においては、なんとといってもアメリカは後進国であり、工作機械もその材質等においてイギリスのそれに劣っており、従つて耐久性に欠けていたというのが公平な見方のように思われる。<sup>(8)</sup>

しかし両国の技術に質的な差異がある以上そうした比較はやや危険であるといわねばならない。なぜならば若干見方を変えれば次のように見ることもできるからである。すなわち、前記のように、アメリカの企業者達が技術の急速な進歩の可能性を確信していたとすれば、彼等は自らの新機軸もまた早晩、陳腐化すると考えていたと見ることができるといふ。それゆゑ、彼等は自らの製品の経済的な耐用年数を余り長く見積ることをせず、それに応じた材質の選択なり設計、仕様の選択を行ったのであろう。特にアメリカの工作機械工業が大量に生産した専用工作機械の場合には、その経済的耐用年数は、それが特定の作業を目的として作られたものである以上、イギリスが得意とする汎用工作機械の耐久性と比較をしてみても余り意味がないのである。その結果が一方では両国の工作

機械の物理的耐用年数の差異となって現れ、他方では常に新らしい設計仕様の開発に向かうアメリカの企業経営の特色となって現れているように思われる。これは市場対策としても有効であったと考えられるし、非常に技術指向的な経営でありながら必ずしも技術独占をねらわない彼等の行動を理解する一つの糸口になるように思われる。彼等にとってマーケティングとは既存の製品の販売であると共に新らしい製品とその使用法の売込みであったのである。そして、最後に、余り大きな資金力を持たない企業が景気変動の波のこのほか激しいこの分野で、技術指向的な形で存続していくためには、いさおい自己の活動領域をせまく限り、その領域における技術的蓄積と好況期の内部留保を厚くして、不況期は専ら研究、試作をこととするといった特色ある経営の姿もこれによってある程度まで説明できるとはならないだろうか。

(1) フランソワ・シャープ社の初期の歴史については、次を参照。

L. D. Burlingame, Pioneer Steps Toward the Attainment of Accuracy, American Machinist Vol. XLI, 1914, pp. 237—243.

(2) J. W. Roe, English and American Tool Builders, 1926, pp. 209—210.

(3) 「アメリカ工作機械工業の現状について」 W. H. Brown, Innovation in the Machine Tool Industry, "The Quarterly Journal of Economics, Vol. LXXI, August, 1957, pp. 406—425. の前半部分を参照。

(4) cf. H. J. Habakkuk, American and British Technology in the Nineteenth Century, 1967, pp. 23—24.

(5) Mark Twain, A Connecticut Yankee in the King Arthur's Court, 1889 邦訳「トーマス王様朝のヤンキー」一七一—一八頁。

アメリカ工作機械工業の技術と経営

アメリカ工作機械工業の技術と経営

- (9) J. W. Roe, *op. cit.*, p. 225.
- (5) cf. L. T. C. Rolt, *A Short History of Machine Tools*, 1965, pp. 152-153.
- (8) そのために例えばアメリカ型の旋盤のヘッドのような工夫もなされている。田中、斉藤、「工作機械Ⅰ」三二六―三三八頁参照。

五、結びにかえて

この研究ノートでは、主に一九世紀の後半の工作機械工業の技術開発について見てきた訳であるが、もとよりそれは経営の極く一部分の要素でしかない。例えば、内部請負制の問題とか、一九世紀の末葉の熟練工養成制度の再編成の問題などは、筆者の主たる問題関心である経営労務の歴史にとってはより密接な関連があるし、二〇世紀に入ってから企業の合併などによる業界の再編成等々の問題も今日の工作機械工業の姿を理解する上で欠かせない論点であるが、これらは今後の研究課題としておくこととした。