

FMS の生成と展開 (I)

高 木 彰

1. はじめに

情報化社会とは、情報の記憶、処理、伝達が、コンピューター等の機械装置によって大量に、しかも迅速に行われることにおいて、しかも社会的にネットワークが形成されることにおいて特徴づけられる社会のことであるが、そのような情報化社会を従来の工業化社会と区別する基準は、労働手段が「情報化」されていることに求められねばならない。情報化社会とはいえ、経済活動を資本が支配し、利潤追求がその動機であることに些かの変化があるというわけではない。その枠組において変化がないという意味においては、情報化社会といえども資本主義そのものである。とはいえ、それは労働手段が「情報化」されているという点において資本主義の新たな発展段階を画するものとして規定されねばならないのである。財の生産がどのようにして、どんな労働手段を用いて行われるかということによって、種々の経済時代の区別の物的基盤が存するものとすれば、機械的労働手段から「情報化」された労働手段への転換は、経済時代を画する基本的な変化が既に労働過程において惹起されているものとみなされるのである。¹⁾

新たな経済社会の発展段階を画するものとしての「情報化」された労働手段として、我々が想定するものは、FMS（柔軟生産体系）である。問題は、このFMSが如何なる意味において従来の「機械体系」とは異なる新たな労働手

段として規定されうるのかということである。FMS が資本主義の発展段階を画する新たな労働手段として規定されることにおいて、経済学はその生成と展開を研究課題としなければならないのである。

ところで、FMS を生成史的に見た場合、名城鉄夫氏は、二つの流れがあるとされる。第一の系列は、「単能型トランスファーマシンを NC（数値制御）型に置き換える」ことにより、柔軟な生産体系が作り出されていった流れである。第二の系列は、「マシニングセンターや NC 旋盤等の自動加工機械単体の周辺が自動化され、機械群が次第に一体性を強めていく」（〔7〕57頁）という流れである。ここで第二の系列においては、マシニングセンターや NC 旋盤それ自体の生成が問題なのであるが、それを別とすれば単体としての工作機械が、NC 化し、次いでその周辺の自動化によって一つの体系としての一体性を強めることであると換言されうるものといえよう。即ち、トランスファーマシンの FMS への転化という系列と、工作機械単体の NC 化を媒介とする FMS への転化という系列の二つの系列があるということである。

しかし、トランスファーマシンに NC 装置が付け加えられることによって達成されたものは、FMS ではなく、むしろ GM によって採用された「汎用性の高い標準機を主体とするライン編成」（〔13〕124頁）の発展系列に属するとされる FTL（Flexible Transfer Line）とされねばならないものといえよう。FMS のもつ意味を確定するためにも、FTL については、FMS とは区別して論じられねばならないのである。²⁾

かくて、本稿での第一の課題は、工作機械のトランスファーマシンへの転化を明らかにすることである。トランスファーマシンは、マルクスが自動機械体系として構想したもののいわば実現形態として規定されるのである。その場合、問題になるのは工作機械の発展についていわば「イギリス式」と「アメリカ式」とされるような相違が存するということである。第二の課題は、NC 装置の生成が機械の自動化とシステム化の進展に際して決定的であるとすれば、その制御方式の変換の意義を明らかにすることである。工作機械の発展は、それ自体として見れば、連続的であり、絶えざる技術の発展の集約としての意味を

もつものである。とはいえ、そのような連続的発展の過程において一つの飛躍をもたらした技術が制御の数値化なのである。「情報化」を問題にする場合、そのことの意味が明確にされねばならないのである。第三の課題は、FMSとCIMシステムとの関連についてである。FMSは、製造のレベルにおいては自己完結的であるが、CNC化（NCのコンピュータ化）されることによって経営管理の制御機構と結び付き、ネットワーク化が容易になるのであり、それ故、CIMシステムの重要な構成契機として位置付けられているのである。その際の問題は、どのようなCIMを構築するかということである。CIM自体の性格によってFMSの労働に対してもつ積極的側面が生かされることも可能なのである。FMSは、本質的には人間労働を軽減するものとして生成してきたのであるが、それが利潤原理に主導され、従来の「機械体系」に特有なトップ・ダウン・コントロール・システムの中に位置付けられるならば、機械体系と同様に人間労働に敵対するものとして作用することにならざるをえないのである。

（Ⅰ）資本主義の技術的基礎としての工作機械

（A）機械制大工業と工作機械

C. ロルトは、「工作機械は私達の住む世界を良くも悪くもする力があり、その意味ではそれは明日を決めるものでもある」（[6] 298頁）としている。工作機械の社会発展においてもつ意味それ自体は、それがME化された現代と産業革命の時代のジェームス・ワットが感じたこととの間に決定的に相違があるわけではない。工作機械は、そのあり方が明日の社会のあり方に決定的に関わりをもつものとして存在しているのである。

マルクスは、マニファクチュアを技術的基礎として生成してきた大工業が飛躍的に発展するためには、「それ自身の生産様式に相応した新しい基礎」（Kap. 1. 400）を作りださなければならないとしている。大工業とは機械による生産方式のことであるが、その機械は、協業と分業として特徴づけられるマ

ニューファクトリアにおいて製作されていたのである。しかし、大工業が一定程度発展すると、「動力機、伝動機構、道具機の容積が増大し、それらの諸構成部分が一層複雑、多様になり、一層厳密な規則性をもつ」ようになり、更に「自動体系が完成されて、使いこなしにくい材料、例えば木材に代わる鉄の使用がますます不可避的」（Kap. 1. 400）になったのである。それ故、大工業にふさわしい技術的基礎とは、そのような精度の高い、鉄製の機械の部品の製作が大量に可能になるということである。即ち、「機械そのものを我がものとして機械によって機械を生産」（Kap. 1. 402）することができるようになるということである。「機械による機械の生産」とは、工作機械の生産のことであるが、工作機械を中核とした機械工業の確立こそが大工業の自立的発展の基盤を形成するということである。鉄製の機械の部品を精度の高いものとして製作することができるか否かということは、機械工業の水準を決定するのであり、その意味において工作機械は、「全産業の基幹」（[17] 216頁）であり、全機械工業の編成上の起動点として位置付けられるものである。

紡績機、自動織機、蒸気機関等がマニュファクトリアにおける機械労働者によって製作されている限り、従って、大工業そのものが労働者の個人の力や熟練に依拠して、労働者の筋肉の発達や目の鋭さや手の老練にたよっている限り、大工業は、十分な発展を遂げる力を麻痺させられていたのである。長期間の訓練や熟練によってのみ機械の製作が可能である限り、大工業の飛躍的発展は望みえないのである。³⁾

「機械による機械の生産」が確立することによってはじめて大工業は、自分の足で立つことができるに至るのである。その点からして、産業革命の出発点が紡績機の発明であるとすれば、その完成点は工作機械の発明であるといえよう。工作機械の主要な発明が18世紀末から19世紀初頭のイギリスに集中したが故に、イギリスが産業革命の母国とされるのである。この点、内田星美氏は、「18世紀の末から19世紀前半にかけてのイギリス人の功績は、大型の鉄製部品を正確に加工する工作機械を考案し、これを用いて紡織機や蒸気機関を実際に製作する機械工業を創始したことである」（[2] 140頁）とされている。⁴⁾

紡績機、自動織機の発展は、蒸気機関の改良を必然化した。18世紀中頃までの蒸気機関は不完全なものであったのであり、それを実用可能なものにするためには精密に仕上げられたシリンダーが必要であった。そのためには工作技術の飛躍的進歩が不可欠の条件であったのである。それ故、「マニュファクチュアの時代における蒸気機関の発達は、最初から金属加工機械の発達に大衝動を与えた」（〔1〕27頁）とされるのである。全部鉄製の紡織機を蒸気機関で駆動するためには、精度が高く、しかも加工速度の早い金属加工機械が不可欠となったのである。大工業の発展は、巨大な鉄量を鍛え、溶接し、切断し、穿孔し、成形することを必然化し、しかも精度の高い機械部品を大量に生産するという課題をもたらしたのである。精度の高い部品を製作するためには、「ハンマーや鋸やノミやヤスリなどの工具」を人間がその手に持って使うのではなく、それら工具は、人間の手を離れて一定の機構のもとで操作されることが必要なのである。それによって規則的な円運動または直線運動を描くことができ、正確な幾何学的な形状を作り出すことができるのである。それが工作機械である。

「機械による機械の生産」のためのもっとも「本質的な生産条件」とは、「どんな出力でも可能で、しかも同時に完全に制御されうような動力機」と、「個々の機械部分の為に必要な厳密に幾何学的な形状、即ち線、平面、円、円筒、円錐、球などを機械で生産すること」（Kap. 1. 402）である。前者は、既に蒸気機関として存在していた。後者は、18世紀末にウィルキンソンが中ぐり盤を改良し、ヘンリー・モズレーが「旋盤滑台（＝スライド・レスト）」を開発したことによって解決されたのである。

（B）ヘンリー・モズレーの「送り台つき旋盤」（1797年）

産業革命以前にも工作機械は存在していた。その代表的なものは「足踏み旋盤」である。この旋盤で材料を加工する場合、足踏みによる動力によって材料を連続的に回転させながら、作業者は自分の手の力で刃物と刃物の支持台を支え、かつ動かさねばならなかったのである。刃物（工具）は手でもっていたので、正確な寸法に削り上げることはかなり困難だった。精度の高い部品を製作

することができるようになるには、長い間の訓練と熟練を必要としたのである。これを解決するために、刃物を手で持たずに、支持台を作って、それに刃物を持たせるという方法が考えられたのである。それがヘンリー・モーズレーの「送り台つき旋盤」であったのである。それは丸棒を削りだす金属加工機械であった。⁵⁾

モーズレーの旋盤は、「工具送り台と、止まりセンターをもつ心押台とを一つのユニットにまとめたもの」であり、「手動ながら親ねじ送りの軸方向送りと横送りをもつ、真の複合工具送り台」（〔6〕99頁）とされる。そこでは刃物は刃物台に取り付けられている。従来の刃物台は、単に手に持った刃物の支え台にすぎなかったのであるが、ここでは機械の機構の一部に転化したのである。手の働きが機械的装置に置き換えられている。そのことによって刃物を操作する技術が人間の手から機構の一部への転換が生じているのである。その刃物台は、一本の親ねじとかみ合っており、工作物を回転させる主軸の運動が歯車によって親ねじに伝達され、従って工作物の回転につれて自動的に工具が送られ、均一切削が行われることになる。即ち、工作物の回転運動と工具の送り運動という二つの運動が歯車によって媒介され、その二つの運動の「相互関係によって正確な螺旋運動が作り出され、ねじ切りや旋削が精度よく加工可能となった」（〔10〕16頁）のである。単一の動力が与えられれば、旋盤の中で二次元的螺旋運動が実現されることになるのである。そこでは工具の進む早さ即ち親ねじの回転速度は、歯車を取り替えることによって変換できるように工夫されているのである。⁶⁾

モーズレーの考案は、送り台を動かすのに機力を用いるのみならず、換歯車によって種々の速度に回転する親ネジに連絡し、刃物台の動き即ち送りの量を加減することを可能ならしめたことであり、更にそれによって種々のピッチのネジ切りを行いうる様にしたことに特徴がある。モーズレーは、はじめて鉄製のベッドを使用した⁷⁾が、それによって旋盤は大きな応力に耐えることができるようになり、大きな金属の加工が可能となったのである。

ベッドの摺り面を案内とするモーズレーの往復刃物台付き旋盤こそ、工作機

械一般の「母性原理」（精密な工作機械はより精密な工作機械を作り出すということ）を確立した基本的なものであるとされる。モーズレーの「送り台つき旋盤」の完成によって、最も熟練した職人の手の、どんな長い間の経験によっても得られないほどの容易さ、正確さ、そして迅速さでもって、色々な機械の部品の幾何学的形をつくることができるようになったのである。そのことはあらゆる機械の部品を精密に仕上げることを可能にした。それはどんな固い金属をも必要なかぎりの高い精度で切削するという機械工業に特有な課題を解決しうる点において大工業の成立に際して決定的な意味をもつのである。⁷⁾

モーズレーが工作機械の歴史に残した大きな功績の第一は、精密さの基準を機械技術の分野に取り入れたことである。正確なねじが機械工作の精度の基本であるということが認識されたのである。案内ねじの製作法についてのモーズレーの開発は、1800年以後、それまでの方法を完全に一変させたのである。第二は、精密さを求めるためには、正しい基準平面が重要性をもつことが認識されていたということである。正確な平面の案内面は、精度の可能性を現実性に転化するものである。第三は、精度の測定器具（マイクロメーター）を作成したということである。この三点によってモーズレーは、旋盤の精度を高め、旋盤全体をスライド・レストをうまく働かせるぴったりした仕掛けに変えることができたのである。⁸⁾

門脇重道氏は、モーズレーの旋盤の成立の意義について、独立した二つの作業機構が「相互調節機構」で結ばれたことにあるとされている。モーズレーに至るまでには、旋盤の作業において工作物の回転運動と工具による加工運動が夫々作業機構化されており、「作業者が直接工具や加工対象物を握らなくてもよい段階」に達していたのであるが、「二つの作業機構が夫々に独立して駆動されるので、二つの運動を組み合わせで二次元的な加工運動を形成させるには、作業者が二つの運動の相互関係を考えながら、一方の加工運動を与える必要がある」のであり、「作業者が作業機構を動かす必要があ」（[10] 23頁）ったことに一つの限界が存していた。それが「二つの作業機構の間が相互調節機構によって結ばれ、二つの運動が相互調節される」ようになり、「二次元的加工運動

が作業者の手を経なくともないうる」（同前）ようになったのがモーズレーの旋盤であるということである。

しかし、モーズレーが二つの作業機構を結ぶ「相互調節機構」を発明したということであれば、それはかならずしも正しくはない。送り台、親ねじ、歯車による主軸からの伝達機構といったものは、モーズレーが最初に発明したわけではないのである。1760年頃のフランスのヴォカンソンの旋盤は、送り台を備えているのであり、又同時代のセノの旋盤には、親ねじと歯車伝達機構が備わっているとされる。内田氏は、モーズレーの旋盤が画期的であるとされるのは、「その仕上げの見事さと、各部分の合理的な配列において飛び抜けており、大型機械用部品の実際の製作に用いる最初の工作機械であった」（〔2〕151頁）ことによるとされている。工作機械の技術の発達においては、原理的な発明自体よりも、それが実践的に具体化されうるに至る構造と機能を持つかが決定的なのである。

モーズレーのスライド・レスト付きの旋盤によって個々の機械部分の幾何学的形状が正確に、容易に生産されるようになったとはいえ、それで直ちに熟練工が労働過程から排除されたわけではない。工具が労働者の手から離れたとはいえ、工作物に適した工具を選択し、それを工作機械に取り付け、機械の回転速度を決定すること、これらは依然として労働者の手にあったのであり、その意味では機械部品の「生産は量、質ともに労働者の技倆に左右されざるをえない」（〔12〕227頁）という事情は依然としてのこされていたのである。その際、手工業の職人と工作機械の労働者との違いは、職人の場合は道具が彼の手に握られているので、「作業が完了するまでの一切が彼の技倆と力に委ねられている」のに対して、「機械の場合は例えそれが万能・汎用機であっても、一度材料と工具がセットされ、回転速度が決められた後は機構が工具の運動を一義的に支配する」（同前）ということである。その意味では、工作機械が単能化され、その制御が自動化される過程とは、この工具の運動が一義的に決定される機構をより完全にすることでもあったのである。

(C) 工作機械の発展

(1) イギリスの場合

スライド・レストは、その後自動化され、形態を変え、旋盤以外の工作機械にも応用されるようになり、相次いで新たに改良された工作機械が現れ、機械部品の製作が急速に改善されることになった。それら新たな工作機械の開発を担ったのは、モーズレーの後継者達であった。イギリスにおける工作機械の発展は主として紡績機械、蒸気機関の改良によって原動力が与えられたのである。

リチャード・ロバーツは、1817年に平削盤を作った。それは刃物が固定していてその下を加工物が往復運動して、平面に削られるものである。それは工作機械のベッドや蒸気機関や紡織機のロッドのような大型部品の長方形の平面を機械加工するためのものであった。又、ロバーツは、主軸台に戻り歯車（バック・ギヤ）を取り付け、往復台に自動停止装置を取り付け、新しいタイプの旋盤をつくった。

ジョセフ・クレメントは、1825年に平削盤を製作した。それは旋盤の「案内」の工作を容易にするもので、大型で精密な旋盤の設計・製作を可能にしたのであり、それによって多くの特殊目的の機械の製作が可能となった。更に、1827年に、大きな径の工作物が加工できるような正面旋盤を製作した。又、主軸の速度を制御し、切削速度を一定に保つ装置を考え出した。

ジェームズ・フォックスは、19世紀の中頃の技術者であるが、工具送り台にラック歯送りと親ねじ送りの用法を備えるという改良を行った。

ジェームズ・ナスミスは、1829年に自動ナット・フライス盤を組み立て、1836年に形削盤を発明した。そこでは加工物が水平台に据えられ、往復運動をするラムに取り付けられた刃物によってテーブル上の加工物の平面削りをするものであった。この形削盤は、その後ホイットワースのクランク機構の発明によって改良され、被加工物を機械に取り付け、刃物を適当な位置に取り付け、後はモーターのスイッチを入れるだけで、自動的に加工が行なわれるものになった。更にナスミスは、1837年に旋盤の設計に新たな考案を導入した。それには、親ねじの簡単な逆転送りの技術と、「両手使いの旋盤」がある。後者は同

一部品を大量生産する際の旋盤の生産性向上を目的とするものであった。

ジョセフ・ホイットワースは、旋盤・平削盤（動力駆動で自動式）・ボール盤、フライス盤、自動ねじ旋盤等の標準的工作機械を改良した。旋盤がほぼその完成をみるのは、1840年代に入ってからであり、それはホイットワースによって達成されたのである。ホイットワースは、工作機械の部分的改良を多く行っているが、旋盤については1835年に一本の親ねじを用いて縦送りと横送りの双方を自動送りとする機構をはじめて取り入れている。自動ねじ旋盤の場合は、旋盤の親ねじにかみ合う送り台の雌ねじを割りねじとし、送り台を戻すときには緩めて早送りする機構を加えたのであるが、それによって工作機械の生産性が高まったのである。又、ホイットワースは、機械加工の精度を上げるために、各種の道具や測定用器具を考案した。精密な平面をつくるための定盤を考案し、長さを正確に測るための測長機（1834年）を製作し、ねじのピッチやねじの山の形の標準化（1841年）を提案したのである。これらによってタレット旋盤、平削盤、研削盤等の工作機械が改良され、「工作機械の様式を大量生産の可能な方向にかえていく」（〔5〕27頁）ことになったのである。

ロルトは、工作機械史上におけるホイットワースの貢献について、「現存の設計の最高の性能を引き出し、更に改良を施し、それらを見事な調和をもって一体化した」（〔6〕141頁）ことであり、又「現代の工作機械のプロポーションが、どっしりとし、簡素で極めて機能的であるのは、まさにホイットワースの力による」（〔6〕143頁）のであり、「彼が初めて工作機械の大製作所を作り上げたこと」（〔6〕145頁）であるとしている。

しかし、ホイットワースの旋盤は、多くの人々のアイデアの総合の集大成である。ホイットワース自身の独自の工夫とされるものは、平面スラストにすぎないのであり、その他は例えば夫々、「親ねじ（モーズレー）、送りねじ（フォックス）、変則歯車（モーズレー）、多段減速装置（ロバーツ）、送り台（モーズレー）、分離ガイド（フォックス）」（〔2〕157頁）によるものである。それは工作機械の開発それ自体は、現場の職人の工夫と創意によってのみ可能であることを意味するものでもある。⁹⁾

(2) アメリカの場合

工作機械が大量生産によって捉えられることによって急速な発展を示すが、それはアメリカにおいて生じた。アメリカにおける工作機械の発展の第一の動因は、イギリスと同様に「織物産業を拡大するための専用機械の製造に密接に関連している」（〔6〕172頁）のである。第二の動因は兵器産業によるものである。しかし、それにはヨーロッパと違いがあった。ヨーロッパでは「重い大砲の生産のために中ぐり盤を誕生させた」のであるが、アメリカでは「軽くて、信頼性の高い、発射速度の速い小火器を、かつてなかったほど大量に必要とした」という事情があったため、「部品交換可能な武器が求められた」（同前）のである。それ故、アメリカの場合、イギリスにおける一連の発明とは異なり、「フライス盤、タレット旋盤、自動盤、ブローチ盤、研削盤等が製作され、これらはマイイロメーター、リミットゲージ等の精密測定具の完成と相まって、アメリカ機械工業に互換式生産方式を導入し、遂には直列式大量生産方式へと発展した」（〔1〕49頁）とされるのである。この点を詳細に見ておこう。

ホイットニーは、部品交換可能な銃を大量に生産するために、銃の全ての部品が標準化され、互換性をもたせるという生産方式を採用した。それには銃身をつくる機械、銃床を作る機械、そのほか銃の各部分を作る専門の機械というように単能工作機械を多数設計製作した。更に、部品が常に同じ規格であるようにするために、寸法測定器のジグを考案した。ジグは、工作物の加工位置を容易に、正確に定めるために使用する補助用具である。これを使用することによって、部品に必要とされる精度と均一性が得られようになり、けがき等の準備作業が必要でないために、仕事⁹⁾が単純化され、かくて、互換式部品製作が可能になったのである。

互換式生産方法＝「機械による機械器具の大量生産」（〔12〕201頁）は、アメリカの製造業一般に急速に広がったが、それは「ヨーロッパに比べて労働力コストが高いこと」と、アメリカでは熟練工が少なかったので「速く労働形態の転換をしなければならなかった」（〔6〕185頁）ためである。アメリカで大量生産システムが導入されたのも、その動機は「労働力の節約ではなく、労働力の

収集にあった」（〔6〕187頁）のである。又、S. リリーは、「互換性の製造法で火器を製造しようという試み」は、早くも1717年、1785年にフランスで行われたが、結局その試みは成功しなかったものであり、「この方法の実施に初めて成功したのは、熟練労働力のひどい不足のためそれが格別魅力的だったジェファソンの母国であった」（〔3〕185頁）としている。

互換式生産方法においては、特に部品の精度が一定していることが要求され、工作機械に高い精度が必要とされた。そのためにホイットニーは、1818年に平フライス盤を作った。¹⁰⁾それは刃物を回転させ、加工物をテーブルの上で前後、左右に動かして、極めて平な面を削りだすことによって同じ寸法のもを正確に作り出したのである。それは加工が終わった時、その寸法を一々測定しなくとも、又手仕上をしなくとも、どの製品も的確であるようになっているために、「多数、極めて安価に製作できる可能性を示した最初の工作機械」（〔4〕162頁）であり、「アメリカ式」生産方法は、「フライス盤によって創りだされた」（〔6〕202頁）とされうるものである。

互換性部品生産の原則が広まるにつれて、同じ規格の測定法の採用が問題になり、管用ねじの規格化の導入が試みられ、工具にも互換性が求められるようになった。工具の寸法が一定に決り、規格化される必要があったのである。そこで求められたのが「万能フライス盤」である。それはブラウンによって、1855年に作成された。それは単にあらゆる方向の平面を仕上げるだけでなく、色々な寸法の四角い又丸い溝を刻むこともできた。その当時、加工を行う方法は、素材を機械に取り付け次に加工目的に応じた形の工具を工具台上、所定の位置に締め付けたのち、工具を素材の切削位置に移動し、機械を運転し、加工を終えたならば、機械を停止させ、加工を終わった部品を取り外し、機械を最初の状態に戻し、再び部品を取り付け、前の工具を目的に応じた次の工具に取り替えて取り付け直し、再び運転をはじめて、別な加工を行い、このようなことを繰り返して、一つの部分品を完成するのである。「万能フライス盤」には、「万能割り出しが付いていて、親ねじに繋がっている」のであるが、そのために、「送りにつれて割り出し板によって決められた分だけ対象物が動く」こと

になっている。そのような運動によってねじの切削等が正確に行なわれ、「螺旋状切削，歯車切削，その他の複雑な形状の切削が可能となる」（[10] 19頁）のである。それ故，それは，「後の工作機械技術に革命的な影響を与えた」（[1] 54頁）とされている。従来のフライス盤ではカッターの形を上手に作ることに，そのカッターを研ぎ直すことで大変な難しさがあった。これに対して「万能フライス盤」では，カッターの成形が容易くなり，実用化をみたのである。この「万能フライス盤」の製作を一つの画期として「規格統一を受けた製品の互換式大量生産が始まった」（[1] 56頁）とされるのである。

互換式生産方式が更に発展して大量生産方式に到達するためには，更にいくつかの技術的条件の解決が必要であった。その第一は，精密測定計器の開発である。大量生産の基礎条件である互換性を有する部分品の製作という事柄は，工作物の仕上り寸法の一層精緻なことが要求され，マイクロメーターやリミット・ゲージが出現した。リミット・ゲージは，前者を簡便にしたものであり，作業の専門化，組織化を完全にするものであった。第二は，ねじの寸法を統一し，標準ねじを確立することである。それは1864年にウィリアム・セラーズによって行われた。¹¹⁾

機械の普及につれて，ボルトとナットが大量に必要なようになった。その大量生産のためには，一方ではねじの寸法に標準が決められ，他方ではねじ切りの機械がつくれねばならなかった。1845年に，フィッチは，ねじ切りの目的のために横形のタレット旋盤を設計して，タレット機構を創りだした。そこでは刃物台に8個の刃物を取り付けることができるようになっていた。

更に，1855年に，タレット旋盤がローレンスによって改良された。その改良された旋盤の特徴は，往復台上にタレットという刃物台を備えていることである。そのタレットには数個の刃物を加工の順序に従って取り付け，これを順次一定角度回転し，適当な刃物が品物の加工位置にくるようになっている。一つの加工が終わると，工具台が回転し，次の加工を行なうのであり，順次このようにして，一つの製品をつくるというものである。それは従来の旋盤とは相違して，一工程毎に段取りをあらため，刃物を取り替える必要がないものであ

た。この「タレット旋盤」の完成は、旋盤の自動化へと結び付く変革とされるものであり、「アメリカの大量生産方式を完璧なものにした」（〔4〕167頁）とされる。

1870年、スペンサーは、「自動タレット旋盤」を製作した。この旋盤では、「シリンダーの表面に帯状の金属片を巻き付け、これでカムの作用をさせ、如何なる作業をも自動化しうる構造」（〔1〕74頁）になっている。それは切削工具が数回、自動的に次々と交換されて複雑な形状のものを多量に生産することができたのである。自動旋盤は、まず加工をはじめる前に、設計図面通りのものができるあがるように、数個の刃物を適当な位置に取り付けて固定しておき、素材を取り付けて、ボタンを押せばあとは自動的に次々と加工が行われ、機械加工が終わると自動的に停止する。この機械における工具の移動、又必要な時には被加工物である部分品の方が位置を変えることもあるが、それらの動きは、各種のリンク装置の組み合わせ、又色々な形のカムによるものであって、リンク装置やカムの機構学的研究の結果実現したものである。このスペンサーによる自動旋盤の考案は、モズレーのスライド・レストの発明に匹敵するものであり、「アメリカにおける機械工業の基礎を築いたもので、これらにより大量生産は軌道に乗った」（〔4〕170頁）とされる。

H. ブレイヴァマンは、「自動タレット旋盤の原理」について、次のように指摘している。「この旋盤は、タレット刃物台に一連の工具が取り付けられており、一つの工具がそのサイクルを完了すると次の工具が順次繰り出す仕組みになっている。このような機械においては、作業の順序がはじめから機構に組み込まれ変更できないようになっているか、或は、機械の内部の（カムやギヤ）装置を変えることによって、機械の機能を一定限度内で変化させうるにすぎない。機械の作業のパターンが機構内部に固定化されており、外部の制御にも機械自身の作動中の諸結果にも連動していないということが、機械発展史のこの段階までの全ての機械の特徴をなしている。その運動は、自動的というよりもあらかじめ決定されたものである」（〔17〕209 10頁）。

「自動タレット旋盤」において、刃物は、機械のフレームに刻み込まれてお

り、装置の構造に従って運動するようになっているのである。その意味において自動化されたタレット旋盤といえども、その運動を制御する仕方においてはモーズレーの送り台を付けた旋盤と基本的な変化はないのである。そこでの相違は、運動軌道が固定的なものに定着したことによって、内蔵のギヤやカム等を用いて道具や工作物の運動が更に一層制御されやすくなったということである。それ故、「自動タレット旋盤」は、「道具及び工作物が、機械自体の構造によって固定的な運動軌道を与えられる」（[17] 208頁）ものとしていわば完成形態にあるといえよう。

砥石でナイフを研ぐ作業を機械化したものとして、研削盤が1864年に世界で初めて製作された。次いで、1875年にジョセフ・ブラウンによって万能研削盤が製作された。それは「決定的な設計」であり、「今日の万能研削盤は基本的には同じ工作機械である」（[6] 230頁）とされるものである。研削盤にとって重要なのは砥石であるが、この砥石の改良によって研削盤もその性能をよりよくしていったのである。研削盤の急速な発展は、他の工作機械と工作手段にも大きな影響を与えるものであった。自動車の生産によって工作機械は大きな影響を受けたが、その最初のものはこの研削盤であるとされている。特殊目的の研削盤が作られたことによって自動車の大衆化が可能になったとさえ指摘されることもあるのである。1910年代に製作された「自動操作円筒研磨盤」は、あらゆる運動の起動、停止、冷却水の開閉、砥石の前進、後進も全て人手を要せず自動的に行うものであった。

奥村正二氏は、「大工業が充分な発達を遂げるためには、各種工作機械が漸次単純化され、多様化されて行かねばならない」（[1] 163頁）のであり、それ故、「大工業において、工作機械は本質的には単能工作機械へと転化する傾向をもっている」（[1] 173頁）とされる。例えば、万能フライス盤の場合、平歯車、傘歯車、捻れ歯車をはじめ、その他のどのような複雑なものを切削することが出来たが、縦横の双方で優れた精度をうることは困難であり、高い精度をもち、且つ単純化されたものとして横フライス盤、縦フライス盤の二つが生まれたということである。万能フライス盤が万能機械であるとすれば、縦、横

フライス盤は普通機械である。縦、横フライス盤は、万能フライス盤に比べると、その性能が大分制限され、構造も単純化されている。しかし、それでも主軸速度の変換数や、送りの変換数が多すぎるので、それに続いて必要な工具を数種に留め、構造が比較的簡単な機械が作り出されることになる。それが簡単機械とされるものである。

奥村氏は、工作機械を「定型機械（＝多能機械）と特殊機械（＝単能機械）」との二つに分類される。定型機械とは、工作機械作業者が標準品として製作する工作機械のことである。これに対して、単能機械とは、全く定型に束縛されず、用途に応じて自由奔放に設計製作されるもののことである。前者は更に「万能機械、普通機械、簡易機械」の三つに大別され、大工業が充分な発達を遂げるためには、各種工作機械が「単純化され、多様化され」（〔1〕163頁）ねばならないことから、奥村氏は簡易化の道程を辿って、「万能→普通→簡易」として発達するとされるのである。

大工業において大量生産の体制がより一層進展するならば、そこに「飛躍的な発展」が現れ、「全く新たな質をもった工作機械」が誕生するのであり、それが単能機械である。しかし、簡易機械と単能機械との間には作業者の技術への依存が存在するか否かによって範疇的な相違があるとされる。例えば、軸の切削に簡易機械が用いられる場合、そこには「軸の長短、径の大小に応じて幾分調節可能な範囲が残され」るのであり、そのことは「それだけそこに作業者の技術に依存した部分が残されている」（〔1〕164頁）ということである。次いで、「一定形状、一定寸法の軸のみを切削する」ことになるが、その場合には、「僅かに残されたこの調節可能部分も全く不用となる」のである。かくて、「機械に設計変更を加え」、「道具も特定のものを準備」し、「ある特定の軸のみが工作可能」とであるという単能機械が出現するのであり、「この単能化が徹底するとき、初めて機械操縦技術は完全に作業員から機械に転嫁される」（〔1〕165頁）ことになるのである。

次いで単能機械製作の問題に関連して奥村氏は、「単位構成方式」（〔1〕170頁）について言及されている。単能機械は定型に束縛されないとはいっても、

大部分は普通に使用されている旋盤とか、フライス盤とかの持つ性能の中のあるものを取り除いたり、その一、二を組み合わせたりしたものであるから、既存の定型機械が種々の構成単位に分解され、別々に販売されるものであれば、その中の必要な単位のみを集め、これを基礎として容易に単能機械を製作することができるということである。例えば、旋盤の内でベッド、主軸台、前垂の3単位だけで簡単な正面旋盤を製作することができるのであり、生産用フライス盤がその例である。既存のものを整理して、夫々単位毎に独立して製作し、構成することによって、生産能率を高め、単位毎に大量生産方式を採用することができるということである。

工作機械の単能化を最も特徴的に示したのがフォード・システムである。それは徹底的に単能化された工作機械をベルトを媒介として直列的に配列することによって大量生産を実現するものであり、単能機械が使用されたことによって出来上がった製品の精度は、個人的熟練の差異によって影響されることが少なかったとされる。

しかし、奥村氏は、工作機械の発展形態としては、「定型機械→単能機械への転化の傾向」のみではなく、「単能機械が相当普遍的な用途をもつに至った時には、これが更に定型機械へと飛躍転化して、工作機械製作者の製品種目の一つに数えられるようになる」（〔1〕176頁）という「単能機械→定型機械の転化」（〔1〕178頁）も注目すべきであるとされる。例えば、多軸ボール盤は、アメリカで自動車部分品の大量孔明けの必要から生まれたもので、最初は徹底した単能機械として作られたが、品物の設計変更によって一々機械を廃却することのない様、相当融通のあるものと替えられたということである。更に又奥村氏は、「大工業が如何に高次の発達を遂げた場合においても、……複雑多岐な作業を行う職場においては万能機械は絶対不可欠の重要機械であり、今後更に改良され進歩して行くべきものである」（〔1〕164頁）とされている。

かくて、奥村氏は、大工業における工作機械の発達について、単能機械への傾向は本質的ではあるが、万能機械の存在についてもその重要性は認められねばならないとされるのである。そのことは機械の生成において「異種のマニユ

ファクチュア」と「有機的マニユファクチュア」というマニユファクチュアの二つの基本形態は、異なる作用を及ぼしたのであるが、とはいえそれらの相違は大工業において消滅するのではなく、「大工業経営においても、依然として存続している」ということと関連しているのである。「有機的マニユファクチュア」が大工業経営へ転化する時は、「全てが自動機械へ近付き、機械は人間の助力なくして原料の加工に必要な一切の運動をなし、ただ人間の付き添いのみを要するにすぎないような状態に近づく」のである。これに対して、「異種的マニユファクチュア」が大工業経営へ転化する場合、「工作機械の労働対象と工作方法は多岐多様」であり、「旋盤やフライス盤の労働対象は一定寸法、一定形状のものとは限らず、又機械加工後の寸法、形状も一定でない」（〔1〕160～1頁）というように多様な作業が必要とされるために、工作機械は万能的性格が必要とされるのである。例えば、旋盤の場合、シリンダーの内面、外面、両面を切削しうると共に、各種ねじ切りをも行えるという風に、多種類の工作に適する多能工作機械として製作されたのであり、それはまさしく「異種的マニユファクチュア」の転化したものとして把えることができるのである。

確かに、「有機的マニユファクチュア」は、「一連の段階的諸過程」を通る製品を生産するものであり、「マニユファクチュアの完成された形態」（Kap. 1. 360）であり、それが機械体系へと発展する主要な流れである。マニユファクチュアが有機的に結合されることによって、製品が一つの段階から次の段階に移るための時間は短縮され、この移行を媒介する労働も短縮されることが大工業の成立を意味するのであるが、同じ発展過程は機械制大工業においても生じているのである。機械による加工の時間には変化はないが、その搬送の短縮が行われるのが機械体系の生成ということでもある。しかし、ここでの問題は、決して完成形態をとりえないものとしての「異種的マニユファクチュア」が大工業においても残存するということである。マニユファクチュアの二重性は「製品そのものの性質」（Kap. 1. 358）から生ずるとされる。製品は、独立の部分生産物の単に「機械的な合成」によって作られるか、又は相互に関連のある「一連の諸過程と諸操作」とによってその完成姿態を与えられるかのどちらか

である。そのような製品の質的相違が機械の部分品においても存在するならば、工作機械の発達も単能機械への発展方向を辿るものと、万能機械として留まるものとの二系列において展開せざるをえないのである。

山下幸男氏は、「有機的マニファクチュア系の機械においても、又異種のマニファクチュア系の機械においても、その市場が大量生産的な機械は機械体系や自動機械体系（系列Ⅰ）に向かって発達し、その市場が多品種中・少量生産的な機械は汎用機械（系列Ⅱ）に留まる」（[19] 65頁）として、機械の発達は二つの途をとるとされる。系列Ⅰの場合は、万能機械が単能機械に発展し、その単能機械が更に自動機械体系へと発展するのであるが、それ以上の発展は存在しないというものである。これに対して、汎用機械として発達する系列Ⅱは、「今日のメカトロニクスに転化」（[19] 36頁）するとされる。

山下氏は、そのような二系列の発達が惹起された理由は、加工に際して要求される精度の程度と市場条件の相違によるものであるとされる。加工の精度がそれほど必要とされない場合には、比較的容易にその発達が可能であるが、部品の加工に精密さが必要とされる場合は、その発達は前者に比して遅れるということである。即ち、山下氏は、連続的加工の場合には加工精度がそれほど必要とされなく、部品組み立てのような場合には加工精度の高いことが要求されるとされるのである。しかし、加工精度は、同じ対象、部品についてその要求が高まっていくことが問題にされねばならないのであり、性質の異なる対象について比較してもあまり意味がないものといえよう。更に又、加工精度は技術的条件によっても規定されているのである。

これに対して市場条件の相違とは、「その市場が大量生産的な機械は機械体系や自動機械体系に向かって発達し、その市場が多品種中・少量生産的な機械は汎用機械に留まる」（[19] 65頁）ということである。「市場の要求」が、「単品大量生産」であるか「多品種中・少量生産」であるかによって、工作機械の発達に相違が生じるということである。

山下氏の所説においての問題は、「汎用機械からメカトロニクスへの転化」としてメカトロニクスの生成を論じられていることである。「市場の要求」

は、同時に加工精度を高めるものとして現象するのであるが、そこで支配的に進行するのは、単能機械化である。万能機械や汎用機械がそのまま留まっているわけではないのである。それは具体的には、NC 装置の作成が単能機械の限界を克服するものとして行われたことを見れば明らかであるといえよう。

ところで山下氏は、「汎用機械もそれ独自の発達をたどる」として、「1855年には万能フライス盤が発明され、同じ頃ローレンスによってタレット旋盤が発明された」（[19] 65頁）とされている。万能フライス盤やタレット旋盤は、決して汎用機械ではなく、単純機械、或は単能機械に属するものである。山下氏の場合も、工作機械の具体的な発展を問題にされる限り、そこでは工作機械の単能機械への展開方向を確認されざるをえないのである。工作機械が単能機械としていわば極限まで発展したことによって、次の発展段階としてNC化が実現したのである。それが汎用機械に留まる限り、工作機械のNC化への発展もそれほど急速に行われ得なかったものといえよう。¹²⁾

（Ⅱ） トランスファーマシン

資本主義的生産が大量生産のシステムを確立する上で、トランスファーマシンは、一つの時期を画する労働手段である。それはマルクスが自動機械体系として構想したそのいわば完成形態としての意味をもつものでもある。

トランスファーマシンとは、原理的に言えば数工程を要する工作物の加工を、次々に自動的に流れ作業方式で加工することのできる単能工作機械を工程順に並べ、それらを搬送装置で結合したグループのことである。そこではステーションと呼ばれる加工位置があり、夫々のステーションに回転軸が付けられているため、一つ一つの位置で別々な加工ができ、半製品のステーションの移動や、移動してきた部分品に適当な加工を加えるという作業は、全てカムやリンク装置の組み合わせによって自動的に行われる。

トランスファーマシンは、単能機械を自動搬送装置によって組み合わせるこ

とによって万能機械として機能するのであり、又機械工作の自動化を本格的に可能にしたという意味において単なる工作機械とは質的に異なるものである。それは先行の技術が寄せ集められ、システム化されることによって、従来のものとは質的に異なる新たな工作機械が生み出されたということの意味していたのである。トランスファーマシンの製作に際して寄せ集められた技術とは、第一には互換式生産方式であり、第二には単能化された工作機械、専用治工具である。第三には機械加工過程に用いられる精密測定計器である。しかし、それと同時に新たに解決されねばならない問題があった。それは工作機械の刃物台とベッドとを分離するということである。従来の加工用機械は、刃物を取り付けてある台と加工品の取り付けてあるベッドとは一体であった。その場合、機械から機械に加工品を移動させるには、加工品を機械から取り外す必要があり、そこに人手による作業が必要であった。この人手による作業を回避するために刃物台とベッドとを分離し、そのベッドをコンベアーと結び付けたのである。即ちコンベアー自身が工作機械のベッドになったということである。

ベッドとコンベアーを結び付けることによってベッドへの加工品の取り付け作業が必要ではなくなったのである。しかし、それには従来手で行なわれていた動作を機械化した新しい装置が必要であった。そのうちで基本的な動作はクランプ（はさみ固定する）、傾ける、往復運動、掴む動作、持ちあげる、引く、回転する、吊り上げて運ぶ動作等であるが、そのためにコンベアー上に部分品を取り付けて固定する装置、部分品の回転、反転等を自動的に行う装置が必要とされたのである。それは主としてリンク装置の組み合わせによって行われたのである。

汎用工作機械が単能工作機械として発展し、更にはその再結合によって質的に新たな工作機械としてのトランスファーマシンが製作されたのであるが、ここでは単能化された工作機械自体にも大きな変化があったのである。第一には、カムとリンクを利用することによって自動化が進んだことである。第二には、工作機械と電動機（モーター）が結び付いたことである。1901年に初めて、電動機と工作機械を組み合わせで一体のユニットとする試みがなされた。同じ年

に、ジョン・パーカーは、定速フライス盤を製作した。それは独立の電動機で駆動させる全歯車式で、その送り速度が主軸速度とは無関係に自由に選ぶことができるものであった。更に工作機械の送り装置の動力に主軸駆動用と別の電動機が用いられるようになったのは、第一次大戦前のことである。送り装置に別の電動機が利用されることによって制御が単純化され、多くの複雑な機構が不必要となったのである。それは、「多数の動力工作主軸台を用い、一工作物に同時に或は連続的に何段階もの加工を行うことのできる、特殊用途の工作機械を製作することも可能」（〔6〕254頁）になるということである。

第三には、これらよりも根本的に重要なことは、工作機械に用いる金属切削工具が改良されたことである。「最も精巧な金属切削機械でも、その性能はそれに用いられる工具によって決まる」のであり、「切削性能が工作機械設計の出発点であり、最も効率のよい工作機械とは、その切削性能を完全に引き出すことのできる機械」（〔6〕241頁）なのである。それには1900年に、テイラー、ホワイトによって発明された高速度鋼（クロム・タングステン）がある。高速度鋼の発明は、工作機械の回転数を増すために設計変更が必要となり、「アメリカの工作機械の性能の向上をもたらした」（〔6〕249頁）とされる。

ところで、トランスファーマシン成立の直接のきっかけとなったのは、フォードの自動車の大量生産によるものであった。フランドースは、1908年にモデルTの大量生産のために、工場内における機械の配置を根本的に考え直した。それは生産工程において必要とされる時間のうち、最も長いのは加工時間ではなく、一つの加工から次の加工までの時間であり、搬送作業に要する時間であった。自動車の経済性の追求からそのような搬送時間を短縮することは極めて重要であったのである。そのためにテーラーは、個々の労働者がその作業を通して、機械を如何に制御しているかを明らかにし、生産工程にどのような無駄があるかを示した。それがテーラー・システムと呼ばれるものである。かくて、作業は単純化され、その順序に単純な作業だけを行う特殊な専用工作機械が並べられ、作業の一貫性が実現されたのである。それがトランスファーマシンとして完成されるのは、第二次大戦後¹³⁾になってからのことである。

次いで、素材や製品の運搬という作業を無駄なく行うためには材料の運搬距離を最短にし、搬送時間を短縮する必要があったのであるが、そのために採用されたのが、ベルト・コンベアである。このベルト・コンベアシステムを運用するためには、作業のやり方、人員の配置が再検討されねばならなくなり、更には、生産速度の同時化のために、製品の単一化、部品の規格化が追求され、機械、工具類の特殊化、単純化が行われた。例えば、多数のドリルをもったボール盤で、シリンダーの両側から多くの穴をあけることができるような特殊なボール盤が新たに製作されたのである。これがフォード・システムである。フォード・システムでは生産工程の同時化は決定的であるが、そのことは同時に自動車工場の全生産工程が、コンベアによって総合的に統一され、一糸乱れず生産が進むことが要求される。それはトップ・ダウン・コントロールを技術的に不可避とする生産体系である。かくて、フォード・システムにおいて労働者の機械への従属は完全なものになり、労働の非人間化が極度に進んだのである。その意味ではトランスファーマシンは、労働の非人間化を極度に推進する物的基盤として利用されたものといえよう。¹⁴⁾

付記：本稿は1991年度「立命館大学個別研究助成」による研究成果の一部である。

- 1) 「すべての時代を通して、人類の物質的な発展は、用いる道具によって左右されてきた。何故なら、すべての道具は人間の手の人工的な延長であり、その機能や力を用いたとき、また石をハンマーとして用いたとき、今日の完全な自動動力制御工作機械へと必然的に通じる発展の過程が始まったといっていよい」〔6〕9頁）。
- 2) 名城氏は、「コンベアラインに沿って配置された自動機械からなる体系でも、自動制御という方法の影響が大きくなり、全体系を自動制御概念のもとに再編成し始めた」〔7〕55頁）とされている。しかし、トランスファーマシンが自動制御概念によって再編成されることによって生み出されるのは、まさしく FTL である。FTL については、慈道祐治氏が [13] において検討されている。
- 3) ジェニー紡績機の創出と導入をもって独自の資本主義的生産様式の成立とすれば、モズリーの旋盤、わけても「モズリー・アンド・フィールド商会」のランベス工場の建設をもって資本主義的生産様式の確立といっていよい。イギリス資本主

義が、はじめて一般的な恐慌を経験したのは、ランベス工場建設15年後の1825年である。（〔21〕183頁）

- 4) 「18世紀において、木工旋盤や小型金属工作機械の技術では、フランスが最も進んでいた」（〔2〕140頁）。
- 5) 発明の天才とは、昔からの伝統的な組み合わせでは考えられなかった、それまでは全く異種の要素とされていたものを融合させることのできる能力である。基本的な工作機械の分野でこの天才に相当する者は、モーズレーをおいていない。現在の旋盤の全ての要素はモーズレーよりずっと以前から既に存在していた。しかしその要素を洗練し、組み合わせ、整備して、後世の人々の手本となる、磨き抜かれた精密さをもつ美しい工作機械にすることができたのは、彼の天賦の才と精密な職人的技巧の故であった。（〔6〕96頁）
- 6) 慈道祐治氏は、「手の働きそのものの機構化」に工作機械の成立を認めることについて、「工作機械における刃具やワークの運動を制御する機構上の発達は、例えば、紡績機という特殊な目的に適合した機構上の発達に比べると一般性があり、その分、機械工業における材料、機構、動力の各技術の集約点となる可能性をもっていた。現在工作機械の一般的形態になりつつある数字制御工作機械における制御機構の進歩はこのことを実証している」（〔9〕159～60頁）とされている。
- 7) 慈道氏は、工作機械の成立を「手の働きそのものの機構化」に求める系列と、「発達した機械」における「複数の道具機の機構化」の系列の存在を指摘されている。それは工作機械が内包する汎用化と専用化の対極的二側面でもある。（〔9〕160～2頁）
- 8) 以上は、（〔6〕102～6頁）による。
- 9) 互換性部品生産という考えは、既にイギリスにおいて始まっていた。ロルトは「ブルネルとモーズレーの滑車製造機械の中に潜在していた」（〔6〕172頁）ものこそ互換性ということであるとしている。
- 10) これには同じ年に、イギリスの銃製造業者ロバート・ジョンソンが設置したという説もある。（〔6〕193頁）
- 11) ホイトワースは、1841年に標準ねじの寸法を発表したが、それは今日でも使用されている「ホイトワースのねじ」である。これに対してセラーズの提案は、20年ほど遅れていたのであるが、セラーズは、ねじの寸法だけでなく、「ボルトの頭の形、ナットの形にも標準を決め、製作にあたっては簡単な計算式により、容易くその寸法をだすことができるようにした」（〔4〕147頁）のである。
- 12) 小野隆生氏は、単能機械からメカトロニクスへの転化を主張され、次のように山下氏の所説を批判されている。「確かに、『メカトロニクス』の基礎となる作業機構は汎用機であり、従って、中小企業を中心とする従来の多品種職場に残

存した汎用機が『メカトロニクス』に転化したということは、単体レベルでの現象としては認めておいてもよい。とはいえ、問題は、それが生まれ、ネットワークの下に『包摂』されていく必然性である。単能機が物的基礎として支配的であり、従ってそれを基幹の原理として編成された資本の総運動過程の限界を乗り越え、新たな次元での資本蓄積の土台として働く『メカトロニクス』の役割に注目するならば、それは、残存する汎用機の延長線上にではなく、どうしても単能化した機械の延長線上にそれを越えるものとして位置づけられなければならないのである。山下氏の見解に基づけば、『メカトロニクス』は、せいぜい従来の多品種職場の合理化手段としてとらえられるだけに終わってしまい、現在のネットワーク化の展開などは視野の外に出てしまう」（〔29〕100頁）。

- 13) イギリスの技術は、いわば受注生産型であり、アメリカの場合は、見込み生産型であるが、それはアメリカとイギリスにおける自動車に付いての考え方の相違によるものである。「イギリスにおける自動車生産の考え方は、専ら品質と性能を富裕階級の洗練された好みに合う様に改善することであった。自動車が少数の金持ちのためにだけ生産されていた限りにおいては、単純な汎用工作機械と大勢の熟練組立工があれば生産には充分であった。これに対して、アメリカでは『百万人の自動車』という考えに基づくものであった」（〔6〕268頁）。
- 14) 小野氏は、トランスファマシンは「全体機構」であり、そこにおいて「モノの流れと情報の流れのジャストインタイムな統合が実現されている」（〔30〕92頁）とされている。

【参考文献】

- 〔1〕 奥村正二『工作機械発達史』科学主義工業社、1941年。
- 〔2〕 内田星美『鉄と機械』荒井／内田／鳥羽編『産業革命の技術』（産業革命の世界②）有斐閣、1981年。
- 〔3〕 S. リリー『人類と機械の歴史』岩波書店、1968年。
- 〔4〕 中山秀太郎『機械発達史』大河出版、1987年。
- 〔5〕 中山秀太郎『オートメーション』岩波書店、1957年。
- 〔6〕 L・T・C・ロルト、磯田訳『工作機械の歴史』平凡社、1989年。
- 〔7〕 名城鉄夫『プログラム・感覚・知能』亜紀書房、1988年。
- 〔8〕 中村静治『現代工業経済論』汐文社、1973年。
- 〔9〕 慈道祐治「技術の体系性とオートメーションー現代オートメーション論への一視角ー」『ME 化技術革新と現代産業』（立命館大学人文科学研究所紀要 No. 55）1992年。
- 〔10〕 門脇重道『技術発達史とエネルギー・環境汚染の歴史』山海堂、1990年。

- [11] 名和隆央「CNC技術と労働過程の変革」『立教経済学研究』45—3, 1992年。
- [12] 中村静治『現代資本主義論争—80年代の経済学のために—』青木書店, 1981年。
- [13] 慈道祐治「オートメーションの二つの形態, FMSとFTL—現代オートメーションの一局面—」『ME化技術革新と現代産業』（立命館大学人文科学研究所紀要 No. 55）1992年。
- [14] 森野勝好「NC工作機械の普及と『機械体系』の変化」『ME化技術革新と現代産業』（立命館大学人文科学研究所紀要 No. 55）1992年。
- [15] 東芝機械マシニングセンター研究会『知りたいFMSとMC』ジャパンマシニスト社, 1986年。
- [16] 川勝邦夫『NC工作機械の基礎』パワー社, 1979年。
- [17] H. ブレイヴァマン『労働と独占資本』岩波書店, 1978年。
- [18] 北口康雄『NC工作機械入門』理工学社, 1990年。
- [19] 山下幸男『メカトロニクス時代の労働』新評論, 1990年。
- [20] 福田力也『工作機械入門』理工学社, 1990年。
- [21] 中村静治『生産様式の理論—現代経済学批判—』青木書店, 1985年。
- [22] 宗像正幸『技術の理論—現代工業経営問題への技術論的接近—』同文館, 1989年。
- [23] 日本機械学会編『メカトロニクス入門』（メカトロニクスシリーズ, 1・入門編）技報堂出版, 1984年。
- [24] 山岸正謙『NC工作機械の入門』東京電気大学出版局, 1986年。
- [25] 斉藤二郎『NC加工のトラノマキ』（技能ブックス14）大河出版, 1974年。
- [26] 人見勝人『生産システム論—現代生産の技術とマネジメント—』同文館, 1990年。
- [27] K. R. ギルバート, 中山秀太郎訳「工作機械」H. シンガー『技術の歴史』（8）筑摩書房, 1963年。
- [28] 小野隆生「ME技術の特質とその歴史的位置付け—現代の経営管理過程分析のための準備作業として—」『三田商学研究』29—3, 1986年。
- [29] 小野隆生「ME化の展開と労働編成—現代企業の協働システムとソフトウェア労働—」野口祐編著『ソフトウェアの経営管理』税務経理協会, 1989年。
- [30] 小野隆生「生産のネットワーク化と組織原理」野口／貫／須藤編著『現代情報ネットワーク論』ミネルヴァ書房, 1992年。