

[研究ノート]

日本におけるME技術の開発・普及過程と その経済性

—Development and Diffusion of Microelectronics Technologies in Japan—

秋野 晶二

はじめに

1. ME技術の開発過程と市場の形成
2. ME技術普及の概観
3. ME技術普及の経済的背景

はじめに

1970年代は、世界経済においてひとつの転換点となった。1970年代中頃の第一次石油危機は世界各国の同時不況の直接的契機となり、主要先進諸国は、それ以前の高成長の時代から低成長時代へと転換していったといえる。この時期以降、主要先進国があいついでその成長力を鈍化させるなかで、この転換期の日本経済を見れば、70年代半ばに一時的な停滞を見たものの、70年代末以降、80年代を通じて比較的安定的な3～5%程度の実質経済成長率を達成してきた。その結果、それ以前の世界経済勢力図が大きく書きかえられることになり、近年では、日本経済は、とりわけその製造業における世界的優位性、国際競争力の強さを背景として世界から注目を集めるに至っている。

日本経済における競争力についてはいは、種々の論者によって様々な局面がその源泉としてとりあげられている。国家による企業活動への介入、企業集団や系列・下請といった水平

4. ME技術の経済的特性

結びに代えて—ME技術普及過程解明のための予備的考察

的・垂直的企業関係、基礎的技術を迅速に商品化する技術開発力、JITにみられるような生産管理技術、高品質製品を実現する品質管理能力、QC活動に見られるような小集団活動、広範な作業をこなす生産現場の優秀な多能工的労働者等々が、それぞれ単独で、あるいはそれらの種々の組み合わせをもって日本の国際競争力の源泉として主張されている。こうした種々の日本における国際競争力の源泉については総合的に整理して検討しなければならない課題ではあるが、こうした日本の国際競争力の種々の面が世界の注目を集めてくる過程で、それを生産技術的基盤の面から見れば、従来の機械技術を中心とする体系からME技術、さらに広く考えれば情報技術を基盤とする技術体系への推移が看取できる。

生産技術の面から見れば、日本におけるME技術の普及が日本経済の国際競争力強化の一つの要因として考えられている。近年、日本経済の優秀性や、転換期を経た後の資本主義社会において重要な機能として、「フレキシビリティ」という用語がしばしば用いられるようになってきている。この「フレキシビ

リティ」という用語は、ME技術の発展とのかわり方で、工学的、経営学的生産システム論、オートメーション論の領域で用いられたり、とくに企業、生産における労働者利用のあり方や労働者利用様式を中心とした企業経営のあり方自体の論議において用いられたり、あるいは生産体制、経済的、社会的体制のあり方とかかわらせて用いられたりというように、種々の局面で多義的に用いられている¹⁾。いずれにしても、この「フレキシビリティ」に関しては、今後の技術・生産、労働、経済体制等において、不可欠な機能ないしは重要な機能として積極的な側面が論じられている²⁾。この議論によれば、生産技術の面に関して、まさに日本経済はこのフレキシビリティを有するME技術を積極的に導入・活用していったことに、国際競争力を強化していったひとつの要因が見いだされる、とみなされる。

ところで、1970年代後半における世界的な経済不況の克服過程において、これを克服する手段のひとつとして、日本企業は、新たな技術を次々と開発し、これを商品化することを通して世界市場を席卷する一方、自らも新たな技術を生産部門を中心に次々と導入して徹底した合理化・省力化を推し進め、効率的な経営を実現していったのである。この新たな技術の一つがME技術である。そしてこの過程を通じて、現在も進行している機械技術

体系からME技術(情報技術)を基礎とする体系への転換が推進されていった契機となったと考えられる。しかも、こうした日本においてME技術は、他の先進諸国に比較して、迅速に実現・活用されていき、その差が、この転換期の出発点であるこの時期に、少なくとも他の先進諸国に比して、日本の国際競争力の強化に寄与したものと考えられている。

本稿では、この日本企業におけるME技術の普及過程を考察し、それが他の先進諸国と比較して迅速に達成され、活用されていった要因を考察する。ME技術について論じられる場合、しばしば技術の構造的分析にはじまり、しかる後に、それがもつ機能的・経済的特徴を論じ、その結果を前提にして、またこれを起点としてME化をめぐる種々の問題を論じる傾向がある。その際、ME技術それ自体の形成・発展・普及は、抽象的ないわゆる機械とME技術との比較、その技術史的な位置付けが中心となり、企業への現実的普及の過程が十分に検討されてこなかったように思われる。本稿では、ある特定の技術の普及過程は、その技術のもつ機能的特徴あるいはその経済性のみからくるいわば自然必然的な過程であるという観点ではなく、一つの社会的過程であるという観点から、日本におけるME技術の迅速な普及の過程を考察する。

言うまでもなく、日本におけるME技術の迅速な普及は、さまざまな社会的・経済的過程が介在している。しかしこの点に関しては本稿では詳細に取り上げられない。この意味で、本稿は、技術発展を一つの社会的過程としてとらえていくための準備作業である。

1. ME技術の開発過程と市場の形成

現在のME技術の主たる要素であるNC工作機械や産業用ロボットの開発が試みられたのは、1950年前後のアメリカにおいてであった。このそれぞれの開発過程について以下見

1) 「フレキシビリティ」のこうした分類については、宗像正幸『「フレキシビリティ」論議によせて』『国民経済雑誌』(神戸大学)第166巻第4号、1992年10月、85-86頁参照。

2) 日本のフレキシビリティの積極面に対して、そこに内在する問題点を指摘する議論もある。例えば熊沢誠「二つのフレキシビリティ—日本の経営へのアプローチ」『窓』第12号、1992、SUMMER; 京谷栄二『フレキシビリティとはなにか—現代日本の労働過程—』窓社、1993年、第4章等を参照。

ていくことにする。

NC工作機械の開発に関しては、1947年、ジョン・パーソンズが工作機械の工具の位置決めをコンピュータ制御するという発想を米空軍航空材料局に持ち込んだことに始まるといわれる。米国空軍は、従来の手動、および倣い方式による加工方法では航空機部品の精度上の問題があるとして、「IBMの標準パンチカードを使って自由局面を削り出せる実験的加工機械の試作研究」をパーソンズに委託し、パーソンズは2年後の49年に試作機を製作した。同年、これをより完成させたものとすべく、空軍はパーソンズに対し20万ドルの契約をもちかけ、最終的には、パーソンズが助力を求めたMITを主契約者として開発が進められた。そして52年、MITが真空管を使った回路によって、3軸同時制御が可能なNC立てフライス盤の1号機が完成するに至った。

しかし新たに開発されたこの工作機械技術は、当初、その買い手も生産者も存在しなかった。そのため空軍は、まず、ギディング&ルイス社とカーニー&トレッカー社(K&T)に働きかけ、空軍が対価を支払うという契約で、両社からNC工作機械生産の同意を取りつけた。さらに55年には、空軍の下請業者の工場に100台以上のNC工作機械を発注させ、その諸費用を負担したうえ、その下請や航空機業界が新技術の利用を学習することに対しても援助し、NC工作機械の買い手を創出していき、本格的には、50年代末から60年代において、航空機産業を中心にNC工作機械の需要が形成されていった。それゆえNC工作機械市場はNC工作機械に対する「ニーズ」によって形成されたのではなく、空軍がそれをこの時期に創出したといえることができるであろう³⁾。

さらにマシニングセンタ(MC)の原型と

もいえる工作機械が、ヒューズ・インダストリアル・システム・デビジョン社とカーニー&トレッカー社とで共同開発され、58年に発売されている。ここでのMCは、三つの機能的に異なったNC工作機械(フライス、穴あけ、中ぐり)をパレット搬送機で結合した形式を持っているといわれ、それは、今日の技術からみれば、トランスファ・マシンから、MCとDNC(後述)とへ分岐する結節点に位置するものであるといえる。両社のうちK&T社は翌年の、現在のMCと基本的に同じ形式と機能を持った「ミルウォーキー・マチック」と呼ばれる自動工具交換装置(ATC)付きMCを製作している⁴⁾。

日本においてアメリカのNC工作機械に関する情報が紹介されたのは、1952年の自動制御研究会においてであったといわれ、したがって、その本格的な日本での開発はそれ以後のことである。当初、53年ころより、東京工業大学精密工学研究所や東京大学などの大学、通産省工業技術院機械試験研究所といった機関での研究が先行し、民間では、55年ころより富士通がNC装置の本格的な開発に着手し

Design: The Case of Automatically Controlled Machine Tools', in Zimbalist, A., (ed.) "Case Studies on the Labour Process", Monthly Review Press, 1979, p. 25
 および Holland, M., "When The Machine Stopped", Harvard Business School Press, 1989, 三原淳雄・土屋安衛訳『潰えた野望—なぜバーグマスター社は消えたのか—』ダイヤモンド社, 1992年, 49~52頁参照。またこの時期には、NC加工に不可欠なプログラミング言語に関しても、空軍の働きかけにより、エンジニアのダグラス・ロスが発案したAPT(Automatically Programmed Tool)の標準化が、航空機業界の反対を押し切って進められていった。(Noble, D.F., *ibid.*, pp.26-28)

4) SME編(吉澤武雄監修, 渡辺一司・日下部猛訳)『生産システムの数値制御』東洋経済新報社, 1970年, 228~230頁, および Holland, M., 前掲邦訳, 72頁。

3) Noble, D. F., 'Social Choice in Machine

たといわれる。そして57年には、東京工業大学が、59年には機械試験所が、NC旋盤、NC治具中ぐり盤をそれぞれ完成させている。民間企業においては、富士通がNC装置の本格的開発から1年後にNCターレット・パンチプレスの開発に成功しているが実験機の域を出ていなかったといわれる。また58年には、牧野フライスと富士通の共同開発したNCフライス盤を国際見本市用に生産したが、これも実用機としては不十分であったといわれる。実用機としての開発が成功するのは、同58年に富士通製NC装置を備えた日立精機製高速フライス盤が三菱重工業名古屋航空機製作所に納入されたのが初めてである。このNCフライス盤は、富士通・日立精機・三菱重工の3社によって共同開発されたものであった⁵⁾。

産業用ロボットに関しても、その開発は1950年代のアメリカであったといわれる⁶⁾。産業用ロボットは、生産過程に50年代時点ですでに投入されていたともいわれるが、しかしながら制御機構の明確な分化一再結合によるロボットは、航空宇宙技師ジョージ・C・デボルが54年に発表した「プログラムド・アティクル・トランスファ」というロボットの原理の特許を出願し、56年にこの特許を取得したことに端を発するといえよう。この特許の特徴は作業を人間がロボットに「教示」し、これをロボットのもつ記憶装置に記憶しておき、ロボットが作業を行う際にこれを再生するという、現在のプレイバック制御の原型と

なっているところにある。

この特許を取得したデボルは、58年、電子制御機械・油圧機械などを製作しているコンソリデーター・コントロール社(CCC)と提携し、CCCが56年に設立したユニメーション社で開発研究が開始された。そして59年に極座標型プレイバックロボット「ユニメート(Universal Automation)」が完成した。またこのユニメートの完成・発表と踵を接して、大手レジャーメーカーであったAMF社もまた3自由度をもつ円筒座標形ロボット「バーサトラン(Versatile Transfer)」を完成させ、両社のロボットは、翌年には商品としてGM、フォード、GEなどへ納入された。

この時期の日本におけるロボットに関する研究・開発の動向は比較的少なく、わずかに1959年に東京工業大学で人口義手の一号機が試作されたにすぎない。日本における産業用ロボットの本格的な導入は、川崎重工業(当時の川崎航空機)がユニメーション社と技術提携を結び、ユニメートを輸入して、最初の数台が日産自動車に購入され、追浜工場で小型乗用車ブルーバードの車体のスポット溶接ラインに導入されたのが第一号であるといわれる。また、その2年後の70年には、川崎重工業がユニメートの国産化を行うなど、産業用ロボット・メーカーもまたそれ以降多数形成されるようになった。この意味では、日本の産業用ロボットの開発・生産に関しては、アメリカに約10年の遅れがあったといえる。

1960年代末から70年代初頭にかけては、こうしたNC工作機械、産業用ロボットの多様な領域への応用、汎用性の向上がみられた。例えば、NC工作機械では、複雑形状加工を基調としたものから、パンチプレス、NCボール盤が開発され、輪郭制御から位置決め制御のものへと多様化していった。そして72年には、富士通から分離独立した富士通ファナックが、MPUとROMを利用してNC装置に記憶機能と編集の両機能を付加した世界初の

5) 貫井健『黄色いロボット—富士通ファナックの奇跡—』読売新聞社、1982年、46～60頁。

6) 以下の産業用ロボットの開発に関しては次の文献を参照。木上進『産業用ロボットと応用システム』日本工業新聞社、1971年；町田洋次「産業用ロボット」『調査月報』(日本長期信用銀行)No.184、1984年4月；長谷川健介「産業用ロボットの歴史と現在の動向」『電気学会雑誌』第100巻第16号、1980年6月号；貫井健、前掲書。

CNC 装置を開発した。また産業用ロボットでは、63年にスウェーデンの Kaufe Ltd. A B がプログラム可能なロボットを発明し、69年にはGMが6自由度ロボット「SAM」を開発して、その汎用性が高められた。

このように1960～70年代初頭にかけて、ME 技術が汎用化・多様化していく一方、他方では、この時期にこれらの技術の体系化が志向されるようになった。その端緒となったのが群管理制御とも呼ばれる DNC (Direct NC ないし Distributed NC)、システムである。この DNC は、一台のコンピュータによって複数のNC 機械群を集中制御するシステムである。これにより、NC テープの管理、プログラムの変更、各NC 機械の稼働状況実績の把握、生産計画に基づく各NC 機械の使用等を集中的にコンピュータに担わせることが可能となる。

この DNC に関しては、もともと、イギリスのシガレット製造機メーカーであるモーリスン社が多種の無人運転を志向したコンピュータ制御の生産システム「System 24」の構想を発表し、イギリス政府の補助金などにより開発を開始したことに始まるとされる。しかしこの構想は、ソフトウェアの問題を克服できず、2年後に政府の支援が停止されたことによって実現に至らなかった⁷⁾。結局、この DNC の分野での実用化に関しては、日本が先行することとなり、68年に日本国有鉄道・池貝鉄工・富士通によって共同開発され、旋盤7台（完全自動化された旋盤3台、半自動化4台）を制御する DNC システムが国鉄大宮工場や鷹取工場などへ納入された⁸⁾。

7) 森野勝好「NC 工作機械の普及と『機械体系』の変化」『立命館人文科学研究紀要 No. 55 ME 化技術革新と現代産業』1992年11月、42頁および居城克治「工作機械工業とME 技術」中央大学企業研究所編『ME 技術革新と経営管理—日・独・英にみる工作機械企業の国際比較—』中央大学出版部、1989年、55頁参照。

こうした体系化の動向は1970年代にも進められた。その要素技術であるME 技術の汎用化・多様化、とりわけその中でも制御機構としてのマイクロコンピュータの開発・発展、IC の高集積化、これらチップの低価格化につれて、CNC 装置にみられるようにマイクロコンピュータが個々のME 技術に内蔵され、データ管理、運転監視、実績管理など、それほど実時間性が要求されない諸機能を一台のミニコンなどで集中する体系化が進められた。こうしたME 技術の体系化は、1950年代に普及していったトランスファーマシンに典型的に見られるようないわゆるメカニカル・オートメーションとは異なり、複数の品種の生産の自動化が可能となるという意味で、柔軟性を持つ。そのことから、こうしたシステムはFMS (Flexible Manufacturing System) とも呼ばれる。

2. ME 技術の普及

1960年代末までには、主要なME 技術の開発がなされ、またその実用化もなされた。しかしその市場規模は当時まだ十分なものではなかった。そしてその普及が主要な先進国で本格化するのには、1970年代末以降である。ここでは、1970年代から80年代初頭に至るME 技術の普及過程を日本を中心に概観し、他の諸国との簡単な比較をも加えて、日本におけるME 技術の普及が急速なものであったことを明らかにする。

まずはじめに日本におけるME 技術の導入時期に関して、その全般的な傾向を概観しておこう。1982年時点で従業員規模100人以上の製造事業所を対象に行った労働省の調査によると⁹⁾、約6割(59.3%)の企業が調査時

8) 貫井健、前掲書、69頁。

9) 労働省情報統計部編『技術革新と労働の実態—ME 編』労働法令協会、1983年。

表1 ME技術の導入時期

(単位: 導入企業割合%)

	導入企業	1964年以前	65年～69年	70年～74年	75年～79年	80年以降*	計
合 計	59.3	0.6	5.9	24.5	40.6	28.3	100.0
1,000人以上	95.6	2.5	22.0	41.7	28.8	4.6	100.0
300～999人	77.1	0.5	7.7	31.6	40.2	20.0	100.0
100～299人	51.2	0.4	2.9	18.9	42.2	35.3	100.0

注: 内訳の合計が100にならないのは, 計に不明分が含まれるためである。

*1982年10月(調査時点)まで。

(出所) 労働省情報統計部編『技術革新と労働に関する調査 技術革新と労働の実態—ME編』労働法令協会, 1983年, 20頁, 22頁より作成。

表2 日本とアメリカにおけるNC工作機械の設置台数の推移

	日 本 ¹⁾	ア メ リ カ
1967年	738	14,190 (0.5%) ²⁾
1973年	5,402	—
1981年	24,664 (3.6%)	94,012 (4.7%) ³⁾
1987年	70,465 (11.1%)	214,960 (9.6%) ⁴⁾

注: () 内はNC比率

1) 従業員50人以上の事業所で, 切削型のみのデータ

2), 3), 4) のデータはそれぞれ1968年, 83年, 89年の値である。

(出所) 森野勝好「日本機械産業の発展と生産設備」機械振興協会経済研究所『工作機械設備長期動向分析変遷表—分析編—』1991年3月, 19, 20頁および森野勝好「NC工作機械の普及と『機械体系』の変化」『立命館人文科学研究所紀要 No. 55 ME化技術革新と現代産業』1992年11月, 27頁より作成。

点でME技術(この調査では「集積回路利用機器」)の導入を果たしている。また表1にみられるように, ME技術を導入した企業の導入時期は1975年～79年の5年間で最も割合が高くなっている。これを規模別に見ると(1,000人以上—95.6%, 300～999人—77.1%, 100～299人—51.2%), その導入時期別では, 規模が大きいほどその導入時期も早いという傾向が見いだされる。このことから, ME技術は, 70年代後半以降普及していったということ, また企業規模が大きいほどその導入も多く, ME技術が早期に導入される傾向があることがわかる。

次に具体的に, 日本におけるNC工作機械の普及過程についてみていこう。まず, 表2に示されるように, NC工作機械(切削型)

は, 1967年には従業員50人以上の事業所でわずか738台しか導入されていなかったのが, 73年には5,402台, 81年には24,664台と, 70年代において急増してきており, さらに87年には70,465台と, その増勢は80年代においても衰えていない。また, アメリカにおけるNC工作機械の設置台数(成型型を含む)と比較してみると, アメリカにおいては, 1968年時点ですでに14,190台, 83年には94,012台, 89年には214,940台と推移しており, 日本のデータが50人以上の事業所を対象にしているとはいえ, 圧倒的に日本の設置台数を上回っている。全工作機械設備設置台数でNC工作機械設置台数を除したNC比率をとってみても, 調査対象の違いを考慮すればアメリカと同程度であると考えられ, この意味で, 「一

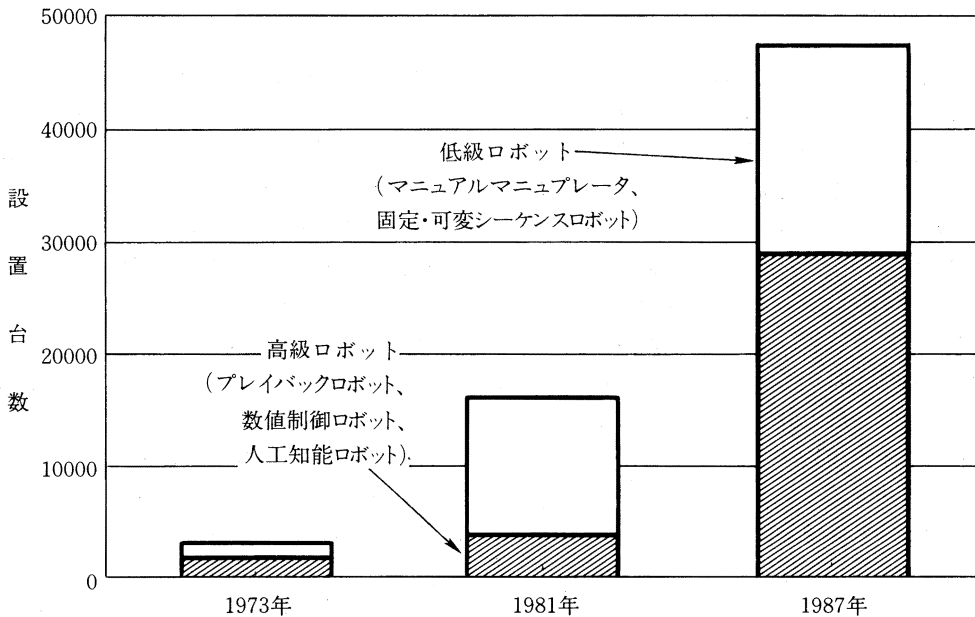
表3 主要国におけるNC工作機械と産業用ロボットの設置密度(1984年)

—金属加工・機械産業における従業員10,000人あたりの設置台数—

	NC工作機械	産業用ロボット
西 ド イ ツ	135	19
日 本	245	93
ス ウ ェー デン	162	47
イ ギ リ ス	149	12
ア メ リ カ	128	16

(出所) OECD, "Managing Manpower for Advanced Manufacturing Technology",
Paris, 1991, p. 24 より作成。

図1 産業用ロボットの設置台数(従業員50人以上の事業所)



(出所) 機械振興協会『工作機械設備長期動向分析調査変遷表第二次金属加工機械等編』1990年3月, 10頁より作成。

般にいられているほどには、全体としてNC機械の比率は高いわけではなかった¹⁰⁾とも言えよう。とはいえ日本の増加率は、アメリカをも上回る急激なものであり、いうまでも

なく70年代における日本のNC工作機械普及の迅速さを否定するものではない。また、補足として、イギリスの場合を見ると、1987年でNC工作機械の設置台数は約52,000台で、

10) 森野勝好「日本機械産業の発展と生産設備」機械振興協会経済研究所『工作機械設備長期動向分析 変遷表一分析編一』1991年3月, 20頁。また森野勝好「NC工作機械の普及と『機械体

系』の変化」前掲稿(23頁)によれば、アメリカでは当初、NC工作機械は航空宇宙産業に多く設置されていたが、70年代を経て80年代においてはジョブショップへの割合が増加している。

表4 主要国における産業用ロボットの設置台数

	日 本	アメリカ	スウェーデン	西ドイツ	イタリア	イギリス	フランス	オランダ
1974年	1,500	1,200	85	130	90	50	30	3
1978年	3,000	2,500	800	450	—	125	—	4
1980年	9,600*	4,500*	990	1,255	353	371	580	51
1983年	29,100	8,000	1,452	4,800	1,510	1,753	1,920	120
1986年	82,500	25,000	2,383	12,400	5,000	3,683	5,270	630
1988年	129,000	32,600	3,042	17,700	8,300	5,034	8,026	845

*は推定値。

なおデータは狭義の産業用ロボット。ないしはマニュアル・マニピュレータと固定シーケンスロボットを除く。

(出所) 1974年・78年のデータは、OECD, "Industrial Robots—Their Role in Manufacturing Industry", 1983, p. 50, 他のデータは OECD, "Managing Manpower for Advanced Manufacturing Technology", Paris, 1991, p. 23 より作成。

NC比率は7.35% (1982年には3.3%) であり、実数、NC比率ともに日本よりも下回っている¹¹⁾。さらに1984年の金属加工・機械産業における従業員1万人あたりのNC工作機械設置台数の密度についてみれば、日本が他の先進主要国のなかで245台と最も多い(表3)。

次に産業用ロボットの設置動向についてみれば(図1)、従業員50人以上の事業所において、1973年時点で、約3,000台設置されていたが、7年後の81年には16,000台となり、さらに87年には47,000台に達している。このことから産業用ロボットについても70年代後半以降、とりわけ80年代に入ってから急速にその導入が進められていったことが伺える。その内容を見ると、マニュアル・マニピュレータ、固定シーケンス・ロボット、可変シーケンス・ロボットといった比較的単純なロボットの割合が低下し、プレイバック・ロボット、NCロボット、知能ロボットといった高度なロボットの設置が増加している¹²⁾。さらに産

業用ロボットの設置台数を主要先進諸国についてみれば(表4)、日本が高い設置台数となっていることがわかる。すでに1974年において、日本(1,500台)はアメリカ(1,200台)をしのいでおり、以後急速にその設置台数を増大させてきている。とりわけ80年代に入ってからはその普及が進んでいることがわかる。このことは、先の表3に示されるように、ロボットの設置密度の比較においても反映されている。

最後に、NC工作機械や産業ロボットといったME技術技術の諸要素を体系化した前述のFMSの設置台数について簡単にみておこう。FMSは1970年代初頭には、アメリカ、日本、(西)ドイツなどの主要国に、最初のものが設置されていたといわれる¹³⁾。しかしながらFMSの定義は多様であり、厳密な意味でその一致した定義は存在しないといつてよい。「NC工作機械、自動資材・工具搬送装置お

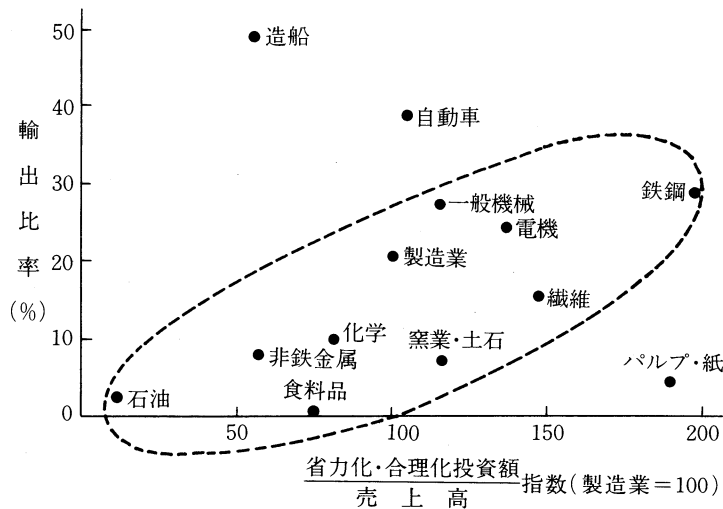
11) 森野勝好「日本機械産業の発展と生産設備」上掲稿、21頁。

12) なおこの調査では、従業員50人以上の事業所を対象とした調査に依拠しているという点、産業用ロボットの定義が一般に周知されていない点により、実際の産業用設置台数よりも過小に評価されているといわれる(機械振興協会経済

研究所『工作機械設置長期動向分析調査変遷表—第二次金属加工機械等編—』1990年3月、28頁)。また以後の本論で示される産業用ロボットの設置に関する国際比較分析においても同様の問題点があることに留意しておかなければならない。

13) United Nations Economic Commission for Europe, "Recent Trends in Flexible Manufacturing", New York, 1986, p. 23.

図2 省力化・合理化投資と輸出比率
(製造業, 52, 53年度合計)



(備考) 日本銀行「主要企業短期経済観測」、日本開発銀行「設備投資動向調査」により作成。

(出所) 経済企画庁編『昭和54年版経済白書』大蔵省印刷局, 1979年, 196頁。

よび自動測定・検査装置が統合的にコンピュータで制御された複合体であり、最小限の手作業による介入と短時間での切替時間で、決められた能力の範囲内での特定のファミリー製品とあらかじめ決められた計画のなかの製品を加工できるもの」とFMSを定義し、各種のデータを検討した上で、FMS設置数を試算した国連ヨーロッパ経済委員会の報告によれば、日本が1975年以降急速にそのシステム数を増加させていることがわかる¹⁴⁾。このような日本におけるFMSの設置が他の諸国と比べて多く設置されているという指摘は、他の

資料の中にも散見され¹⁵⁾、全体としては80年代の前半までにまだそれほど多くのFMSが設置されていないとはいえ、その中では日本の設置が70年代後半以降、高い割合を占めるようになってきている傾向が見てとることができよう。

以上のように、全般的にみれば、いずれの先進諸国でも、ME技術の普及は、世界経済が転換点を迎えた1975年以降に進み、それは日本もその例外ではなかった。そして日本は、

14) Ibid., p. 13. 具体的にFMS設置台数を見れば以下のとおりである。(Ibid., p. 28.)

日本: 1975年: 5, 80年: 70, 85年: 100以上
アメリカ: 1967~77年: 7, 80年: 25, 83年: 30, 84年: 47 (厳密な定義では15)
西ドイツ: 1974年: 2, 80年: 10~12, 84年: 25~35
ソ連: 1971年~80年: 13, 81年: 23, 82~83年: 53

15) 上記のヨーロッパ経済委員会が引用している資料によれば、1980年の時点で、全世界にFMSが125設置されており、そのうち日本が40を占め、FMSを最も多く設置していると試算されている(Ibid., p. 27.)。また他の資料では、1981年の時点で、全世界で192のFMSが設置され、そのうち49を日本が占めていて、この資料でも日本が最も多くFMSを設置している国として評価されている(機械技術協会生産技術調査分科会監修『日本のFMS事例集』マシニスト出版, 1982年, 113頁。)

そうした先進国の中でも比較的迅速にME化を進めていっており、ME技術の普及に関して、進んだ地位にあるといえよう。

3. ME技術普及の経済的背景

前節で見たような日本におけるME技術の迅速な導入は、いかにして可能になったのであろうか。その理由としてこの時期のME機器の価格低価がしばしば論じられるが、この点だけではなぜ日本で特に急速にME技術が普及され、有効に活用されていたのかを明らかにするのは不十分である。ここでは、その一般的な経済的背景およびその時期の企業の活動を概観するなかで、ME技術の普及要因を簡単に考察しておくことにする。

まず、1973年末以降の石油危機を直接的契機とする日本経済の停滞を鉱工業生産について見れば、極めて大きな落ち込みと長期の停滞が見られた。具体的には、それは、1973年第4・四半期をピークとして、75年第1・四半期まで減少が続き、その落ち込みは19%に達し、また先のピーク時の水準に回復したのは78年第2・四半期で、それゆえ、回復までには4年半を要したことになる。この長期かつ深刻な不況の過程で、生産縮小、稼働率の低下にもかかわらず製品在庫は容易に減少せず、また雇用面でも長期にわたり有効求人倍率が1を下回り続け、この時期、製造業のみならず、全産業にわたって、企業の経常利益率も大幅に落ち込むこととなった。

他方、この時期、消費者のニーズは、高級化、多様化が進行し、第三次産業に対応するサービスへの需要が増大したといわれる。製造業製品においても、同種製品をその低級—高級の製品系列別で見た場合、その需要が全体としては高級製品の方にシフトしていく傾向が見られるとともに、また需要の多い製品系列の分化が見られるようになり、需要の多様化が見られるようになったといわれる。そ

のほかにも、カートリッジ・カメラや電池式腕時計や卓上計算機などといった新技術を生かした新製品がこの時期急増した¹⁶⁾。

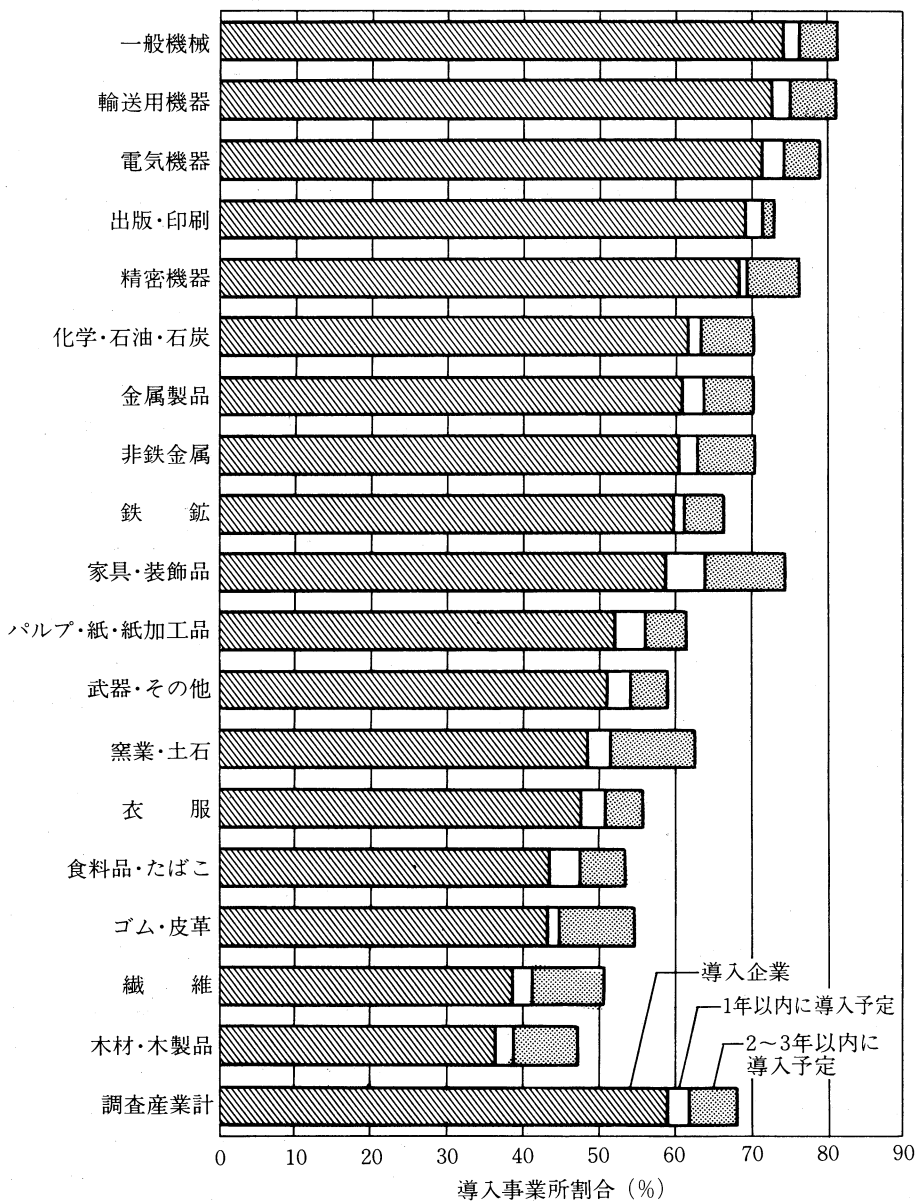
この長期の不況過程に対応して、この時期、日本企業は、いわゆる「減量経営」と呼ばれる合理化を遂行していった。1979年版の『経済白書』によれば、この「減量経営」は、まず、資産の売却による利益の捻出、操業停止、従業員の一時帰休、賃金カット、配当の減配などといった第一段階の「緊急避難的対応」に始まり、景気の回復が長引くなかで能力拡大投資の抑制、適正在庫率の引き下げ、基幹労働力の雇用調整といった第二段階の「量的な調整」が続き、79年度の時点で、組織簡素化による非現業部門の効率化、賃金制度の見直し、人事制度の見直しといった第三段階の「質的対応」への移行が指摘されている。この中で、とくに「減量経営の中心的内容」とも呼ばれる第二段階の「量的な調整」においては、一般に、「ヒト」(＝人件費の抑制)、「モノ」(＝金融費用の節減)、「カネ」(＝在庫費用の節減、過剰設備の売却・廃棄)の面において「減量」＝合理化が図られていった¹⁷⁾。

そしてこうした減量経営を他面で支えてきたのが、新しい生産方式の導入であるといわれる。すなわち、この「減量経営」が進められた時期において、設備投資全体の低迷が見られたのだが、それは、能力増強投資の大幅な削減によるものであり、NC工作機械、事務用コンピュータ、産業用ロボットといった合理化・省力化技術への投資は、精密機械、自動車・同部品、家電、電気、一般機械などの輸出産業を中心に、比較的活発に行われた

16) 横溝雅夫「石油危機克服」金森久雄責任編集『戦後経済の軌跡—再論・経済白書—』中央経済社、1990年、229～234頁、277～279頁参照。

17) 経済企画庁『昭和54年版 経済白書』大蔵省印刷局、1979年、200～203頁参照。

図3 産業別集積回路利用機器導入および導入予定事業所割合



(出所) 表1に同じ。

のである¹⁸⁾(図2・図3)。換言すれば、この時期、これらの輸出産業への比重の移行をともないながら、大量生産型の能力増強投資

に替わり、相対価格の高くなったエネルギーや労働力を代替する投資にウェイトが置かれるような投資の転換が生じたのであり、この過程で多品種生産も進展していったのである。こうした日本経済の迅速な対応が、以後の日

18) 同上書、196～197頁および208～221頁参照。

本経済の相対的高成長を支えたといえるのである¹⁹⁾。

4. ME技術の経済的特性

前節で見てきたように、日本企業が70年代半ばの長期的な経済停滞を克服するために減量経営を遂行していく上でME技術を積極的に導入していくことは、この時期の企業の合理化活動が、単に「ヒト」「モノ」「カネ」の減量による合理化ということにとどまらず、生産工程を中心に効率性を高め、それ以降の経営基盤を整備するのに重要な手段となっていたことを意味する。そこで次に、この日本企業のME技術導入が不況克服にとってどのような役割を果たしたのかという側面から、ME技術の経済性について考察しておこう。

ここでまず、機械技術とME技術の一般的な機能上の特徴を示しておく、それは、第一に、高精度性・高速性、第二に、体系化、そして第三に、柔軟性（ないしは弾力性）の三点に整理できるであろう²⁰⁾。この3点を念頭に置いた上で、その特徴と経済性について、今少し詳しく検討しておこう。

機械による人間労働の代替は、直接的生産過程の制御に人間が直接介在しなくなることに、また人間の有機的身体の限界が克服されることにより、精度面および生産速度の面において大幅な向上をもたらすことが一般

に指摘されている²¹⁾。言うまでもなく、ME技術も同様の効果が生じるといえる。むしろME技術は、従来の機械と比べて、フィードバック制御を備えることで加工中の精度を向上させることができるし、プログラムの保管により同一加工の再生、繰り返し精度も高まり、製品の均一性を高め、その結果、検査工程を削減して、加工時間を短縮することができる。

しかし従来の機械技術とME技術の著しい相違点は、ME技術の持つ柔軟性にある。従来の機械においては、加工作業の途中で判断・思考のための機械の停止や、自動機械においても品種の変更に対応して治具・工具・取付具等の変更などが必要であり、場合によっては機械そのものの構造を変更しなければなら

のアメリカにおける開発過程を分析した D. F. ノーブルによれば、NC工作機械が同時期のレコード・プレイバック技術（機械工の機械での部品生産の過程を磁気テープに記録させ、これを再生することによってそれ以後の同一部品生産を自動化する技術）を駆逐していった過程を分析するなかで、この「工学的イデオロギー」が、レコード・プレイバック方式ではなくNC工作機械を普及させていく一つの要因となったことを示している。すなわち、レコード・プレイバック式的工作機械は、手動式に比べて進歩していたとしても、伝統的な人間の技能の痕跡を残しているために、古いものとみなされていたのである。ここでは、人間の判断は「人間的誤り」を含むものと考えられており、このような技術者の人間不信は、資本の労働に対する不信の現れである。それゆえ、人間的な誤りと不確実性の削減という態度は、資本の生産に対する支配の増大によって、労働への依存を最小限にしようとする資本の試みの工学的表現であって、この意味で機械の設計もまた資本主義的生産の社会的諸関係を反映していると主張される。（Noble, David F., op., cit., p. 30）

22) 従来の機械システムに関する当時の文献においても、かかるシステムでは柔軟性という面で限界があるということがしばしば論及されている。例えば、Bright, J. R., "Automation and Management", pp. 138-141 参照。

19) 橋本寿朗『日本経済論—20世紀システムと日本経済—』ミネルヴァ書房、1991年、81～82頁参照。

20) 拙稿「ME技術における労働の変化と管理—ME技術と労働の変化をめぐる議論の検討(上)—」『立教経済学研究』第44巻第4号、1991年3月、97～101頁参照。

21) ただし、少なくとも精度面において、こうした技術が必ずしも人間の能力を超え出るものであるということを絶対視することはできない。こうした絶対視は、D. F. ノーブルの言う「工学的イデオロギー」である。NC工作機械

表5 フライス盤による直線切削にみたNC機と普通機の経済性比較

	項 目	NC機 (A)	普通機 (B)	差 (A-B)
一 時 間 当 り 機 械 費 用	機械価格	11,000千円	4,000千円	7,000千円
	利子と償却費	2,200千円	400千円	1,800千円
	維持費	150	50	100
	労務費	1,000	1,000	0
	光熱・動力費	150	75	75
	管理費	100	100	0
	計	3,600千円	1,652千円	1,948千円
	1シフトの場合	1,800円	812.5円	987.5円
	2シフトの場合	1,250	712.5	537.5
	計	24分	52分	▲ 28分
加 工 時 間	1バッチ(30個)段取時間	1分	15分	▲ 14分
	1加工品段取時間	23	37	▲ 14
	計	24分	52分	▲ 28分
加 工 費 用	1シフトの場合	720円	705円	15円
	2シフトの場合	500	615	▲ 115
準 備 費 用	データ準備とプログラム	61円	—円	61円
	計画	35	35	0
	取付具の設計製作	1,100	2,500	▲ 1,400
	計	1,206円	2,535円	▲ 1,329円
全製作 費用	1シフトの場合	1,925円	3,240円	▲ 1,315円
	2シフトの場合	1,705	3,150	▲ 1,445

(出所) 山岸正謙『NC工作機械—改訂版—』日本工業新聞社, 1979年, 52~53頁より作成。

ず、この意味で柔軟性が欠如していた²²⁾。これに対してME技術においては、プログラムの変更などにより、こうした作業の中断はなくなり、実稼働時間率が向上する。工作機械の場合、一般に全加工時間のうち工作機械の実稼働時間は35%に過ぎず、残りの65%は、加工対象や治工具の取付・取りはずし等の準備作業や待ち時間などの無作業時間であるといわれる²³⁾。このことは、品種数が増大すればするほど、また製品を生産するまでに使用する機械の数が多いほど、当該製品のリードタイムは、準備作業を中心に非稼働時間が相対的に増えるために長期化することを意味す

る。ME技術の持つ柔軟性は、こうした自動機械の非稼働時間を減少させ、実稼働率を上昇させて、ひいては段取り替え関連の時間を短縮して多様な品種の経済的な生産を可能とし、柔軟性を増大させるためのひとつの技術的基礎となる。またNC工作機械や産業用ロボットといった要素的なME技術はもとより、これらの諸要素を体系化したFMSのようなシステムにあっては、とくにME技術間の連係と連続性の強化により実稼働時間を向上させる効果はより大きくなると考えられる。FMSでは、各自動機械の準備時間、無作業時間を短縮し、高速化・連続化を促進し、これによってまた品種数の増大、すなわち柔軟性が高められるのである。

次にME技術の経済性についてみてみよう。

22) 星野芳郎『岩波講座基礎工学9 技術の体系』岩波書店, 1971年, 319頁。

ME技術は、制御機構やプログラムやサーボモータなどを装備している点などにおいて、従来の機械技術に比べて価格が高価であるために、設備費用は高まり、単位時間当たりの機械費用は高まる。しかしながら、上述のようなME技術の特徴から見れば、加工時間および準備・段取り作業時間が短縮され、したがって機械の実稼働時間を高めることにより、単位生産量当り、あるいは同一の生産量と比較すれば、その加工費用は低下し、このような効果は、1交替よりも2交替のほうがより発揮されることになる(表5)。

また、もし品種の変更がなく、単品種生産に近いものである場合には、ME技術が多品種生産に対応した種々の機能を装備していることから、その経済性はいわゆるメカニカル・オートメーションの方に優位性がある。その意味でME技術の経済性は、品種の変更に不可欠な準備・段取り時間の短縮、プログラムの変更による多品種の自動生産というME技術の特徴から、品種が変更され、さらにそれらの各種製品が全体として大量に生産される場合にとくに発揮される。こうした費用削減効果は、さらに直接労働者が熟練工から非熟練工に置き換えられれば、直接労務費が削減されたり、また生産工程内がME化により客観化されて生産管理の精緻化が進み、仕掛け期間の短縮、原材料在庫や製品在庫の圧縮が可能となることにより、一層発揮されることになる。以上のような経済的な諸効果は、表6に見られるように、FMSなどのME技術システムにおいてもみられる。

以上のように見てくると、ME技術は、柔軟な自動化を実現することによって、多品種生産で効率性を発揮するということができる。それゆえ、ME技術の経済的な適用領域はしばしば図3に示されるように多・中品種中・少量生産領域であるとみなされている。確かに、上述のように単一の製品を大量に生産する場合には、機械の機能をできるだけ限定し

て単能化・自動化・体系化するほうがME技術の適用よりも機械費用が低下し、その経済性を発揮することができる。これに対してME技術では、単体で利用されるにしろ、システム化されて利用されるにしろ、その適用領域はかつての機械技術とは異なり、相対的に多品種生産領域での自動化や従来の単品種生産の領域における柔軟性の付与という形で適用されており、こうした領域においてこそME技術はその経済性を発揮できる²⁴⁾。しかしながら、ME技術は多品種・中品種生産分野における自動化を実現しているとはいえ、しばしば言及されているように、それが中・少量生産を志向する技術なのではなく、むしろ大量生産が追求されていく必然性がある。

そもそもME技術やFMSは、切削工具の制約、プログラム作成における費用の点、制御機構そのものの制約などから、経済的に実現可能な柔軟性には限界があり、とりわけFMSではまったく異なった形状の部品・製品の生産には適用できない。その意味で、FMSがかつての多品種生産の領域に適用される場合でも、部品の共通化や標準化を通じて、品種を制限していく必要がある。さらに、ME化される場合には、制御機構の装備、プログラムの開発など上記のように時間あたりの機械費用が高く、固定費圧力が高まるので、

24) 例えば、自動車産業のように、1950年代以降、大量生産型のトランスファー・ラインを導入していった領域において、現在では、NC機の専用機化あるいは専用機のNC化を通じて、FTL(Flexible Transfer Line)と呼ばれるような、従来のトランスファーラインを柔軟化システムに再構築して、機械加工の多機能化を図ると同時に、サイクルタイムの短縮を実現している。(慈道裕治「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—」『立命館人文科学研究所紀要 No. 55 ME化技術革新と現代産業』前掲書、142～148頁参照。

表6 FMSの経済性—山崎鉄工所のFMFの事例

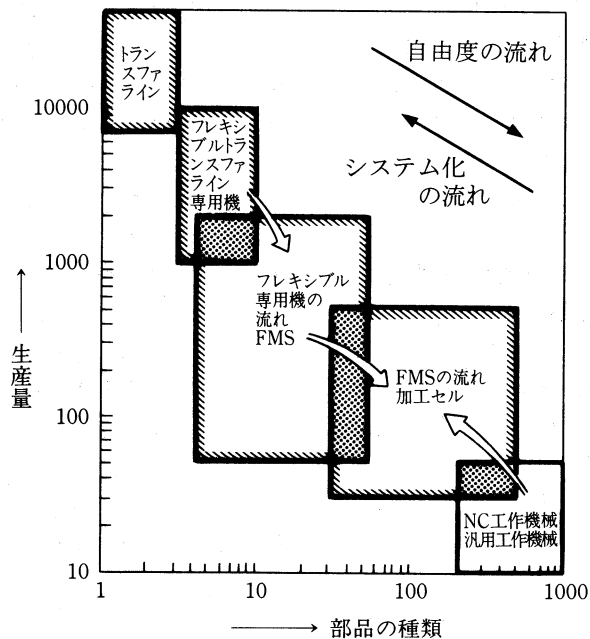
		従来のシステム			FMF			効 果		
人 員	直 接 工 管 理 職	204名	百万円 81,600	% 16.1	10名	百万円 4,000	% 1.0	▲ 194名	百万円 ▲ 77,600	¹⁾ % ▲ 95.1
		11名	5,500	1.1	2名	1,000	0.2	▲ 9名	▲ 4,500	▲ 81.8
	計 (A)	215名	87,100	17.2	12名	5,000	1.2	▲ 203名	▲ 82,100	▲ 94.3
土 地 工場・建物 設備機器		12,000m ²	18,000	3.5	6,000m ²	9,000	2.2	▲ 6,000m ²	▲ 9,000	▲ 50.0
		6,500m ²	53,950	10.6	3,000m ²	24,900	6.1	▲ 3,500m ²	▲ 29,050	▲ 53.8
		68台	238,000	46.9	18台	366,000	89.3	▲ 50台	+128,000	+ 53.8
計 (B)			309,950	61.1		399,900	97.6		+ 89,950	+ 28.7
仕掛期間・個数		3 カ月	2,760個		3 日	120個				
仕掛金額 (C)			110,400	21.7		4,800	1.2		▲105,600	▲ 95.7
合計 (B+C)			420,350	82.8		404,700	98.8		▲ 15,650	▲ 3.7
総計 (A+B+C)			507,450	100		409,700	100		▲ 98,650	▲ 19.4

注：数値は山崎鉄工所の試算による。

1) 欄は効果率=(効果/従来システム)×100(%)を示す。

(出所) 機械振興協会『ハイテクノロジー産業におけるマネジメントの国際比較』1982年、92頁より作成。

図4 加工システムの領域



出所：機械振興協会経済研究所「機械工業経済研究報告書 59-3、F A 化の進展と今後の課題」94ページ。居城克治「工作機械工業とME技術」中央大学企業研究所編『ME技術革新と経営管理—日・西独・英にみる工作機械企業の国際比較—』中央大学出版部、1989年、56頁より転載。

その稼働率を高めていく必要がある。この傾向は、ME技術が柔軟性を有するようになればなるほど、またそのシステムの範囲が拡大すればするほど、制御機構の精緻化・大規模化、プログラムの複雑化・大規模化をもたらすために、一層強まるものと考えられる。その結果、そこで実現されるシステムは大量生産を進めていかざるをえなくなるのである。したがって、上述のME技術の経済性は、量産が実現されることによってはじめて発揮されうるのであって、ME技術による高速化・連続化と品種の増大とはある程度まで表裏一体となって進行するのである。それゆえ、ある一定期間をとってみれば、その生産量は従来に比べて「相対的な」大量生産がもたらされることになる。これらの点を考慮すれば、ME技術は多・中品種生産の自動化を進めはするが、それは「少量生産」をとまなうものではなく、むしろ従来は少量生産であった分野に導入された場合には、「相対的な」大量生産をもたらすのである。換言すれば、図4に見られるように、一般に「少量生産」として特徴づけられているものは、実は「小ロット生産」なのであって、「小規模生産」とは区別されねばならない。

結びに代えて—ME技術普及過程解明のための予備的考察

以上のような機能的・経済的特徴をもつME技術は、先に述べた1970年代後半以降、減量経営が進められる過程で、急速に普及し始めていった。それは、ME技術のもつ特徴がこの不況克服のひとつの重要な手段となりえたからである。

ME技術は、まず、その高精度かつ高速に自動生産が可能となることにより、生産の効率と歩留を向上させた。不況が深化していく過程で、能力増強投資に代えて、効率を維持し、歩留を向上させる合理化・省力化投資を

積極的に行い、人件費の節約（「ヒト」の減量）を実現させていった。こうした投資は、また、マイクロエレクトロニクスの機能向上と価格低下によって加速していった。そして景気の回復過程においては、ME技術は、人員を増加させることなく、受注量の増加に対応することを可能にした。特に、このME技術の持つ柔軟性という特徴は、比較的労働集約的な性格を有する多品種生産分野において高効率・高精度の自動生産を可能とさせ、人件費の節約を実現していった。また、ME技術による歩留向上は、原材料費の節約をも可能とすると同時に、柔軟性という特徴と結びついて、かつての各種の専用機械を要する生産分野においては特に、全体としての設備投資の節約を可能とした。さらに、一台で多種の自動加工を可能とするME技術は、各種製品の需要に合わせて稼働率を維持しながら多種製品の計画生産が可能となるため、在庫投資への削減も可能となる。こうしてME技術は、原材料、設備、在庫といった諸費用の削減（「モノ」の減量）を可能としていった。そしてこの過程で従来の機械技術がME技術へと転換していくことになった²⁵⁾。

このようにME技術は、1970年代後半以降の不況過程において、その克服を可能とした極めて重要な技術的手段であったといえる。それゆえにまた、逆にこの時期、日本企業がME技術を急速に導入していったのは、この不況過程に日本企業が直面したことが大きな要因となっていたといえよう。しかしこのME技術普及の要因＝1970年代後半の不況は、この不況が世界同時不況であったがゆえに、他の諸国にも当てはまる一般的な経済的要因

25) 工作機械に関して言えば、アメリカ、日本共に、1973年頃をピークとして機械設備総保有台数が大幅に減少したが、他方で、NC機械等の生産技術が増大しているといわれる（森野勝好「日本機械産業の発展と生産設備」前掲稿18頁参照）。

である。先に見たように、多かれ少なかれ、主要先進諸国もまた、この同じ時期にME技術の導入が進んでいた。しかしながら、その導入の速度は日本のそれに比べて遅く、それゆえ技術的な面において、日本は、この時期、他の先進諸国に先行していたといえる。逆に、NC工作機械については、日本はアメリカにおけるその普及と同程度ではあったが、その経済的成果に関しては大きな開きがあったといえる。したがって、この時期の不況が日本におけるME技術の急速な普及要因であったとはいえ、なにゆえ、その普及が他の主要先進諸国に先行していったのか、たとえME化が他の先進諸国で普及していったとしても、その成果において日本と開きがでたのかという点を説明するにはいまだ不十分である。ここで不十分というのは、ME技術の開発・普及の過程がひとつの社会的過程であるという観点を十分に深化させて考察していない点であり、こうした観点の一層の深化は今後の課題である。そこで本稿を終えるにあたって、技術の発展を社会的過程としてとらえている諸論者の観点を簡単に整理しておくことにする。

D. F. ノーブルによれば、技術は社会的過程の産物であり、その発展が権力を有する人々の意向、イデオロギー、社会的地位、社会における人間関係を反映するような選択によって規定されており、それゆえ、社会的関係に影響を与えている技術の背後には、同じ社会的関係が存在するとみなされる。そしてこうした観点から、ノーブルは具体的に、NC工作機械の開発・導入の過程に対して国家、メーカー、ユーザー企業、経営者、技術者、労働者がそれぞれ介在していることを明らかにしている²⁶⁾。

また J. P. ピオーリと C. F. サーベルによれば、技術が自己完結的な論理によって生

み出されるのではなく、その技術に基づく製品を受容する市場の構造に依存し、さらにはこの市場構造を規定する所有権や富の分配といった政治的な条件に依存しているとみなされる。そしてこの観点から、コンピュータによる生産への応用が実現したのは、硬直的生産の不利な面が明らかになりつつある時に、この問題を克服する手段としてコンピュータに相対し、実際に生産過程にそのような形で適用されたからであるとされ、大量生産体制に替わって、柔軟な専門化に基づく現代におけるクラフトの生産体制の技術的基礎として位置づけている²⁷⁾。

J. P. ピオーリと C. F. サーベルに依拠しながら日本の工作機械産業の分析を行った D. フリードマンによれば、日本の経済的成功は、他の国に比して、フレキシブル生産が普及したことによるとされる。その際、彼はとりわけフレキシブルな生産を行っている日本における中小企業の役割を重視する。技術についてみれば、このような中小企業は、フレキシブル生産を追求する過程で、新しい機械の開発を促進させていったと同時に、フレキシブル生産を追求する手段としてこれらの機械に対する需要をも創出したとされる。換言すれば、このフレキシブルな機械は、日本経済の成功にとって、生産技術上の手段であると同時に国際競争上優位に立つことを可能にした製品でもあったのである。そして特にこうしたフレキシブルな機械（NC工作機械）がこのような企業によって利用できたのは、資金の配分、労働者のキャリア期待、中小企業と大企業の協調および地域主義といった政治環境がその機会を拡大したからであるとし

27) Michale J. Piore and Charls F. Sabel, "The Second Industrial Divide", Basic Books Inc., New York, 1984, 山之内靖・永易浩一・石田あつみ訳『第二の産業分水嶺』筑摩書房、1993年参照。

26) Noble, D. F., op., cit., 参照。

ている²⁸⁾。

以上のような諸節の素描からもわかるように、資本主義における新しい技術の開発・普及は、技術的必然によるものでも、単純に技術のもつ経済性のみによるものでもなく、かかる技術を開発・生産する企業相互の関係、それを利用する企業相互の関係、さらには経済政策、経営者・技術者・労働者それぞれの、あるいは相互の間の社会的関係を通じて実現される。しかもそれは、それ以前の技術体系と生産体制、社会的関係を基盤としてその中に次第に浸透して行くのであって、以前のこうした基盤とはまったく別の道を通じて普及していくのではないことにも留意しなければならない。またその普及には、国によって不

均等性があるのであって、それは一方では、その国の社会的関係のひとつの反映である。他方では、そうした相違が、一時的なものであるか、中長期的に継続するのかは別として、その技術を社会的諸関係の一環として組み込んだ一国の生産体制の相違へと帰結するのであろう。技術は、その開発・普及過程においてのみならず、その技術をひとつの契機として取り込んだ生産体制の技術においても、社会的諸関係の「痕跡」を残しているのである。上記の諸説も含めて、こうした観点を一層深めながら、ME技術の開発・普及過程、さらにはそれがもたらす今後の生産体制の方向性の解明については今後の課題としたい。

(1993年9月15日脱稿)

28) Friedman, D., "The Misunderstood Miracle — Industrial Development and Political Change in Japan", Cornell University Press, 1988, 丸山恵也監修『誤解された日本の奇跡—フレキシブル生産の展開—』ミネルヴァ書房, 1992年。