

ME技術革新と企業構造（I）

能 塚 正 義

目 次

- はじめに
- I マイクロエレクトロニクス（ME）とその生産技術への応用
1. ICの誕生とその発達
 2. コンピュータの高性能化・多様化とその普及
 3. NC工作機械
 4. 産業用ロボット
 5. 無人搬送車・自動倉庫
- II ME技術革新による生産・販売システムの変化
——FA から CIM へ——
1. 製造システムにおける FA の発展
 2. FA から CIM へ
 3. 「ネットワーク型産業構造」の形成
- III 生産・販売システム革新の事例
——新潟日本電気・花王——
1. 新潟日本電気における CIM の推進
 2. 花王における SIS の展開（以上本号）
- IV ME技術革新とオートメーション論
- V ME技術革新による生産・販売システムの革新
む す び

はじめに

1991年、米インテル社が1キロビットのメモリと4ビットのマイクロプロセッサを開発した1971年=LSI元年からちょうど20年が経過しようとしている。この20年間、IC製造技術の驚異的発達を軸にしたME技術革新は、我々の生

活とその環境を大きく変えた。素子の集積度を高めた IC=LSI, VLSI を内部に組み込んだ消費財が我々の日常生活の中にはいり込み、また製造業、卸・小売業・金融業など業種の枠をこえて企業に ME 技術が導入されて、企業のあり様とその活動が大きく変わった。本稿の対象とする加工組立型企業についてみると、NC 工作機械や産業用ロボットなど自動機械の製造工程への導入により、その自動化と省力化が大規模に進行し、また営業部門や製品開発・設計部門などにおいてもコンピュータが導入されて、各部門の作業内容と職務編成が大きく変化し、加えて各部門間の情報通信網によるネットワーク化が進行している。さらに、工業企業間やそれらと商業企業ないし消費者との間を結ぶ情報通信網の発達は、それらの間に従来みられなかった関係を新しく生み出し、市場動向を反映した生産が行なわれている。

LSI 元年以降の20年の間に、ME 技術革新の波は加工組立型企業の生産・販売組織の各部門からその相互関係、さらに工業企業間相互およびそれらと商業企業・消費者との関係にまでいたり、我々は ME 技術革新による工業企業の生産と販売の変化の全容をようやく現実のものとして観察することができるようになった。現在、人間の脳の基本的な働きを模倣したシステムをつくらせて脳に近い機能を実現するニューロコンピュータ・バイオコンピュータの開発がすすめられている¹⁾。この実現によるコンピュータのノイマン型から非ノイマン型への進化など ME 技術とバイオ技術の将来の融合的発展は、企業の生産と販売のあり様をまた大きく変えることであろうが、現在のノイマン型コンピュータを土台とした ME 技術革新による工業企業の生産と販売の変化のおおよその姿を、我々は今現実に見ることができるようになったのである。

他方、そうした ME 技術革新による工業企業の客観的变化を前にして、その変化そのもの、その歴史的意味、その様々な社会的影響を把握しようとする調査・研究が精力的に続けられ、1980年代中頃以降、比較的体系的な研究もみられるようになった。

1) ニューロおよびバイオコンピュータについては日本学際会議編『ニューロコンピュータへの発想』共立出版、1989年、神沼二真・他編『バイオコンピュータ』紀伊国屋書店1988年2月など参照。

1980年をこえてME技術革新とその企業経営と労働への影響に関する問題は、日本の学会において取り上げられるようになった。日本労務学会は1983年6月の第12回大会で「80年代の技術革新と労務問題」を、社会政策学会は1985年5月の第70回大会で「先端技術と労働問題」を、そして日本経営学会は1986年9月の第60回記念大会で「情報化の進展と企業経営」をそれぞれ統一論題にとりあげた。一方、わが国の著名な研究誌をみると、『日本労働協会雑誌』は1983年10月号で「技術革新と労働問題」を、1985年12月号で「マイクロエレクトロニクスと労働問題に関するシンポジウム」を、『賃金と社会保障』は、1983年4月合併号と5月下旬号で「ロボット・ME化読本」を、1984年8月合併号で「パラダイム変革期の高度情報社会読本」をそれぞれ特集し、また『ジュリスト』は32号（1983年9月）で「技術革新と現代社会」を特集した。その他、雇用職業総合研究所など民間の研究所や労働組合による調査報告も含め、膨大な数の調査ないし研究論文が発表されている。

この時期、ME技術革新に関連して取り上げられたテーマは労働に直接関わるものだけに限定しても、ME技術革新による労働の変化、それを背景とした職務編成の変化、職業訓練の課題、新しい労働災害・職業病の発生、交替制勤務の広がり、国民経済レベルにおける雇用量的変化、新しく生みだされるソフトウェア労働の分析など多岐にわたっている。これはME技術革新の経済・企業・労働・法律などへの影響の広さとその深さを背景に、個々の研究者の問題意識にもとづいて多くの論点が生み出されたことによる。

これらの調査ないし研究の蓄積を背景に、ME技術とその企業経営および労働への影響の全体についての比較的体系だった研究がみられるようになった。坂本和一編『技術革新と企業構造』1985年4月、情報問題研究集団編『コンピュータ革命と現代社会 3技術・労働』1986年2月、戸木田嘉久編『ME「合理化」と労働組合』1986年7月、奥林康司編『ME技術革新下の日本的経営』1988年3月などがそれである。奥林編の文献はME技術革新のもと、「日本的経営の基本的な発展方向について、暫定的であったとしても1つのビジョンを

提示すること²⁾」を課題に設定したものであり、その際、「企業の内部構造」の変化に分析の焦点をあてることを強調している。それは、先の課題を明らかにするにあたって重要なことは、「日本の経営の変化を、経営の骨格を構成する生産の技術構造・作業組織・管理組織の変化において把握することである」。それは「これらの構造上の変化を前提にして労務管理や労使関係政策の変化が導きだされる³⁾」との認識からである。ここでは、従来、個別的に論じられる傾向のあった ME 技術革新の企業経営と労働への影響に関する様々な論点を「企業の内部構造」あるいは「経営の骨格」という概念を導入して体系的に把握しようとする意欲的な試みが見られる。また坂本和一編の文献も、「企業経営の内部構造に立ち入った経営構造論的な視角からの企業研究は、著しく立ちおけてきた⁴⁾」との認識に立って、「現代の『技術革新』を念頭におきながら、経営の具体的な内部構造に着目した、経営構造論的な視角からの現代企業論を展開すること⁵⁾」を課題に設定したものである。これらの研究は、ME 技術革新による企業経営とその下での労働の変化を体系的に分析・叙述しようとするものであり、こうした試みは数多く出されているテーマないし論点の相互関係とそれらの位置を明らかにするものとして重要である。今後このような方向にそって、ME 技術革新による企業経営の変化とその労働・労働者への影響の全体像を体系的に把握し、その社会的歴史的意義を考察することが研究上の重要な課題になってくるものと思われる。

本稿は ME 技術革新による工業企業の骨格たる生産・販売組織の変化をその技術的側面を中心に明らかにすることを課題とするが、こうした研究動向に少しでも貢献できれば幸いである。以下まず I 節では、ME 技術革新によってもたらされた技術——IC、コンピュータ、NC 工作機械、産業用ロボットなど——を概観し、II 節では、それらの技術の加工組立型工業企業への導入過程を FA から CIM への進展にそって叙述し、そして III 節では、先進的な工業企業の具

2) 奥林康司編『ME 技術革新下の日本的経営』中央経済社 はしがき 3 頁。

3) 同書 はしがき 2 頁。

4) 坂本和一編『技術革新と企業構造』ミネルヴァ書房 3 頁。

5) 同書 2 頁。

体例を紹介する。これら3つの節では、主として工業企業の骨格たる生産・販売組織の技術的变化に焦点をあてる。次いでIV節では、これらの技術的变化が従来どのように把握されてきたかを先にあげたいいくつかの文献を取り上げて批判的に検討し、V節で若干の問題提起を行なうこととする。

I マイクロエレクトロニクス（ME）と その生産技術への応用

マイクロエレクトロニクス（以下MEと略）という言葉は、当初IC製造技術をさすものとして用いられたが、今日では広くLSIやVLSIなど集積回路の製造技術とその応用技術を含むものとして用いられている。MEの生産技術への応用は、簡潔に言えば、第1にLSI・VLSIの誕生→マイクロコンピュータの誕生→電子回路による制御機構をもつメカトロ機械の誕生、第2に汎用コンピュータから、オフコン、パソコンにいたる各段階の機能をもつコンピュータの登場→それらを組合わせた情報処理システムの形成の2つの方向ですすんだ。以下、IC、コンピュータ、NC工作機械、産業用ロボットなどを取り上げ、MEの発展とそれによってもたらされた新しい生産技術（要素技術）について述べる。

1. ICの誕生とその発達

MEの基礎をなすエレクトロニクス（電子技術）は電子の様々な性質と現象を利用する技術である。それは電子信号の増幅、変調、発振を行なう三極真空管の発明（1906年）によって始まった。真空管はその後通信機などの電子回路の中心的部品として重要な役割をはたした。しかし、第2次世界大戦後のトランジスタの発明（1947年アメリカのベル研究所による）によって、真空管はトランジスタに置きかえられていき、通信機や航空機用の電子装置の小型化がすすんだ。そしてアメリカで、1957年にソ連が打ち上げた世界初の人工衛星スプートニク1号に追いつくため、宇宙ロケットに搭載するための各種制御機器やコンピュータの一層の小型化・軽量化が要請されたが、これに応えるものとし

て、電子回路自体を半導体のチップ(薄片)の上につくり出す技術が開発、実用化された⁶⁾。この技術によってつくられたのがIC (Integrated Circuit) = 集積回路である。ICは電子回路の小型化・高機能化・低価格化を一挙にすすめた。⁷⁾

集積化技術の向上によって、ICは次第に集積度を高めていき、1971年には米インテル社が1キロビットのメモリと同時に4ビットのデータを処理できるマイクロプロセッサを開発し、ICは1つのチップ上に1,000をこえる素子を集積したLSI(大規模集積回路)の時代にはいった。その後も半導体産業の激しい国際的開発競争を背景に集積度は一層高まり、現在では10万をこえる素子を集積したVLSI(超大規模集積回路)、UVLSI(超々大規模集積回路)の時代をむかえている。

このような集積度の飛躍的向上によって、ICの高機能化が進んだ。ICの主力製品の1つであるDRAMの容量は、1971年の1キロビットから、70年代には64キロビットになり、さらに1987年には1メガビットの量産が本格化し、早くもその1年後には4メガビットのサンプル出荷が始まっている。マイクロプロセッサについてみると、1971年の4ビット(米インテル社のi4004)から8ビットをへて、1978年には従来のミニコンピュータ並みの性能をもつ16ビットへ、そしてさらに、1981年には32ビットのマイクロプロセッサが開発された。

マイクロプロセッサあるいはそれにメモリやインタフェイスを加えたマイクロコンピュータは、電気釜やエアコン、自動車などの電子制御回路に、あるいは複写機やファクシミリ、パソコンなどのOA機器、産業用ロボット、NC工作機械、そして製造の自動化(シーケンス制御)に欠かせないPC(プログラマブルコントローラ)などに利用されている。

日本においては、1973年より1キロビットのメモリの生産が始まり、ICは

6) 1958年、アメリカのテキサス・インスツルメント社のキルビー氏が試作。国防総省や航空宇宙局の支援のもとにテキサス・インスツルメント社やモトローラ社などの企業が開発に乗りだし、1963年に実用化された。

7) わが国では最初のICは逓信省電気試験所(現在の電子技術総合研究所)により1960年につくられた。量産化は日本電気などにより、1966年ごろからはじまり、また同じ年シャープはICを使った電卓の市販を開始している。

ME技術革新と企業構造（I）

電卓用やウォッチ時計の主要部品として用いられた。そして1975年に日電公社が、76年に通産省がVLSI開発のプロジェクトを始め、1980年には64キロビットのメモリを世界に先駆けて開発し、コンピュータやテレビゲーム、パソコン、ワードプロセッサなどに市場を拡大した。マイクロコンピュータの分野ではアメリカに及ばないもののメモリ生産の優位性を背景に、1986年には世界の半導体企業の売上ランキングの上位3社を日本企業が占めるようになり、日本はアメリカを抜いて世界一のIC売上高を誇る国になった。

わが国の1989年のICの品目別生産量は第1表のとおりで、マイクロコンピュータやメモリなどコンピュータの主要部品となる計数回路（デジタルIC）が60.1%をしめている（残りは、音響機器や通信機などに用いられる線形回路＝

第1表 1989年におけるIC生産量・生産金額

	生産量(千個)	%	生産金額 (百万円)	%
計数回路	8,708,398	60.1	2,324,137	86.0
マイクロコンピュータ	1,410,552	9.7	398,190	14.7
記憶素子	1,723,580	11.9	1,087,695	40.3
線形回路	5,781,968	39.9	379,171	14.0
合計	14,490,366	100.0	2,703,308	100.0

（通産産業大臣官房調査統計部編『機械統計年報』より作成）

第2表 IC生産高の推移（1971～89年）

年	生産量(千個)	指数	生産金額(百万円)	指数
1971	110,584	1.0	43,191	1.0
1973	269,079	2.4	94,635	2.2
1975	302,195	2.7	104,746	2.4
1977	758,471	6.8	185,233	4.3
1979	1,694,345	15.3	343,202	7.9
1981	3,334,365	30.0	621,965	14.4
1983	5,950,644	53.6	1,039,293	24.1
1985	8,990,660	81.0	1,677,373	38.8
1987	11,556,871	104.1	1,741,909	40.3
1989	14,490,366	131.0	2,703,308	62.6

（『機械統計年報』より作成）

アナログ IC)。金額では、計数回路が86.0%を、その中でも記憶素子（メモリ）が40.3%をしめている。ICの生産量・生産額の推移を見ると（第2表）、LSI元年以降今日まで急増の一途をたどっている。ICは、生産財や消費財に広く活用され、高度成長期の鉄に代わって「産業の米」となった。

このようなICの景況をもたらした決定的要因は、技術革新によるその価格の低下の激しさである。今DRAMの1ビットあたりの価格をみると10年で約100分の1にまで低下したといわれているが、要素技術の価格のこのような劇的な低下はかつてなかったことである。

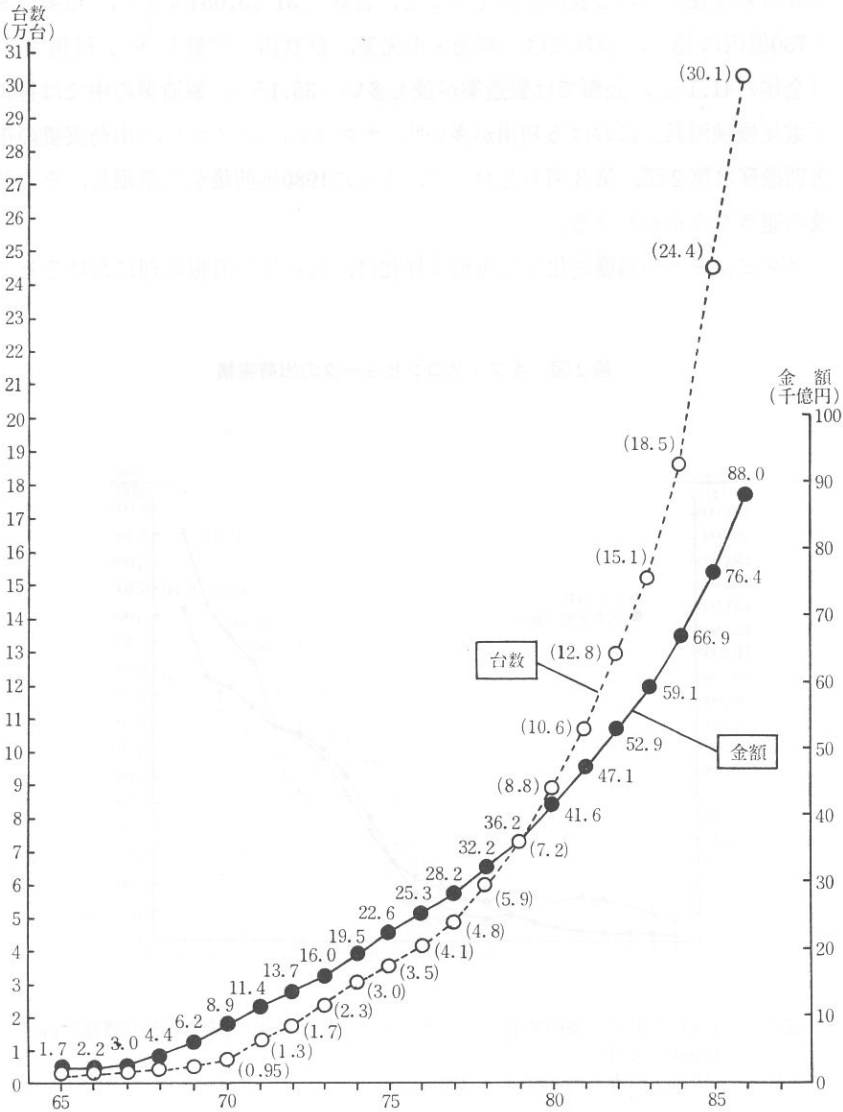
2. コンピュータの高性能化・多様化とその普及

ICの応用技術の根幹に位置するのがコンピュータである。演算・制御・記憶・入力・出力の5つの部分からなるコンピュータは、真空管による第1世代、トランジスタによる第2世代から、ICによる第3世代をへて、VLSIによる第4世代へと進化をとげ、大量のデータの演算、記憶、判別を高速に行なうことが可能となった。そして前項でみたように、コンピュータの心臓部であるCPUやメモリにLSIやVLSIを用いた超小型コンピュータ＝パーソナルコンピュータが実用化され、コンピュータは小型かつ低価格で高機能を有するものとなった。またマイクロコンピュータは、次項でみるNC工作機械や産業ロボットなど機械の制御機構の電子部品として組み込まれて、その機器の高機能化のために用いられている⁸⁾。

現在では、一口にコンピュータといっても、高速で大容量の科学技術計算用のスーパーコンピュータ、科学技術計算に加えてプロセス制御や事務計算など多様な用途をもつ汎用コンピュータ、汎用機に比べて本体の構成を簡易化したミニコンピュータ、そしてマイクロプロセッサを使用した超小型のパソコンに大きく分かれる。汎用コンピュータの実働台数の1965年から1986年の推移をみ

8) 日本で最初に発売されたパソコンはNECの8ビットパソコンPC-8001(1979年)である。その後NECはPC-8801をへて16ビットのPC-9801を1982年に売りだし、さらに32ビットCPUを搭載したものへとバージョン・アップを行っている。

第1図 汎用コンピュータの実動推移



(注) 各年度末現在，ただし87年度は9月末現在。

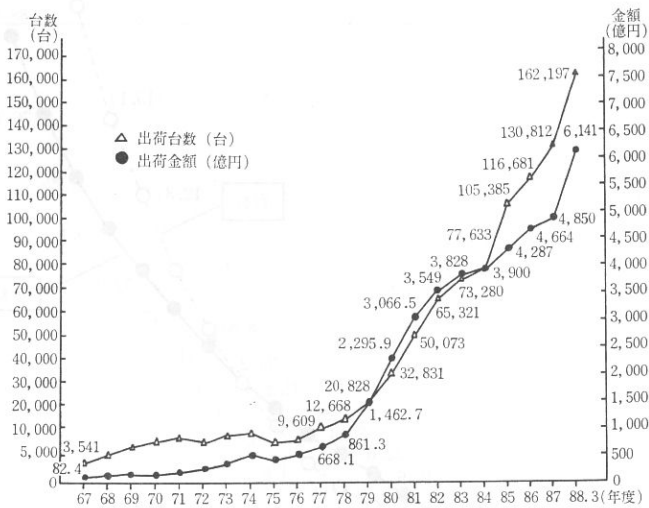
〈資料〉 通商産業省「電子計算機納入下取調査」より作成

(出所) 日本情報処理開発協会編『情報化白書』(1990年版) 369頁。

ると、第1図のようであり、1965年以降幾可級数的に増加している。その1987年6月末現在における設置状況を見ると、台数で31万5,054セット、金額で9兆730億円に達し、台数では「卸売・小売業、飲食店」で最も多く利用され（全体の41.1%）、金額では製造業が最も多い（35.1%）。製造業の中では特に「電気機械器具」における利用が多い⁹⁾。オフコン、パソコンの出荷実績の年次別推移は第2図、第3図のとおりで、ともに1980年前後から急増し、その普及の速さをうかがわせる。

コンピュータの高機能化と性能別多様化は、経営体の情報処理におけるその

第2図 オフィスコンピュータの出荷実績



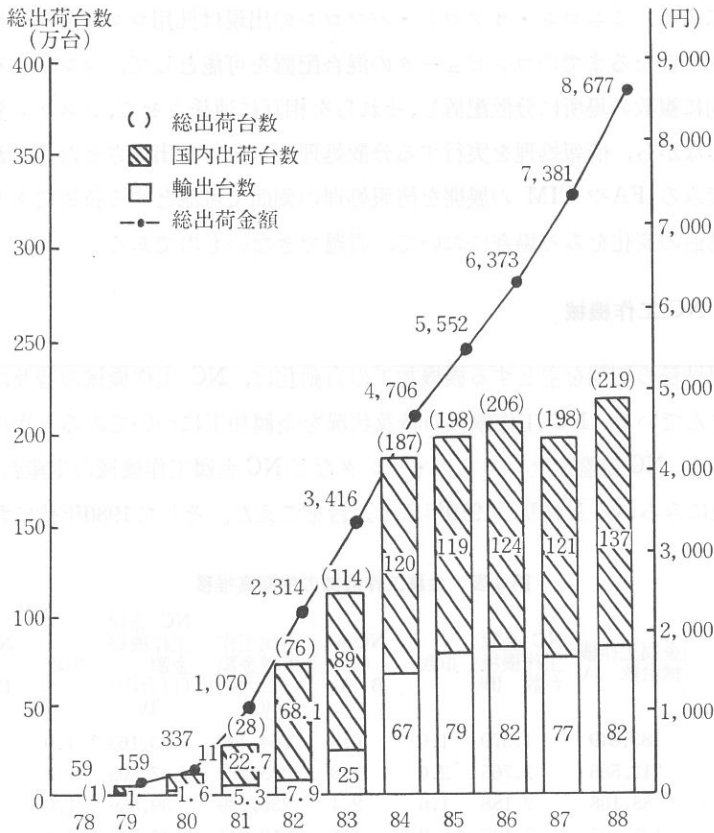
〈資料〉 (社)日本電子工業振興協会「オフィスコンピュータに関する市場調査報告書」(1989年8月)

(出所) 『情報化白書』(1990年版) 380頁。

9) 詳細は日本経済新聞社『日本工業年鑑(90年版)』『電子計算機工業』の項を参照。

利用形態の変化をもたらした。第1および第2世代のコンピュータにあっては、その性能面での制約から経営体の各部門にコンピュータが設置され、それ

第3図 パーソナルコンピュータの出荷実績



- (注) 1. 金額値は、本体・周辺機器を含む。
 2. MSX 製品およびポータブルタイプは含むが、ポケットコンピュータ、ゲームコンピュータは含まない。
 3. 実績は、自主統計参画メーカー17社（1982年度）、20社（1983年度）、24社（1984～1989年度）の合計である。

〈資料〉（社）日本電子工業振興協会「パーソナルコンピュータに関する市場調査報告書」（1989年3月）

（出所）『情報化白書』（1990年版）383頁。

それが単体として個別に管理・運用されたが（非集中処理システム）、第3世代になると、コンピュータの汎用性の向上とメモリの大容量化を背景に、各所に配置されていたコンピュータを1ヶ所に集中し、1台ないし少数台のコンピュータで情報処理を行なう集中システムへと変化した。さらにLSI, VLSIの誕生による、ミニコン・オフコン・パソコンの出現は汎用コンピュータからパソコンにいたるまでのコンピュータの混合配置を可能として、コンピュータを地理的に複数の場所に分散配置し、それらを相互に連絡させて、システム資源を共有しながら、情報処理を実行する分散処理システムを出現させた。これは、次節でみるFAやCIMの展開を情報処理の側面でも可能とする技術であり、企業の構造の変化をみる場合において、看過できないものである。

3. NC 工作機械

金属材料の切削を主とする機械加工の自動化は、NC 工作機械の普及によってすすんでいる。NC 工作機械の普及状況を金属加工についてみると次のとおりである。NC 旋盤やマシニング・センタなどNC 金属工作機械の生産台数は、第3表にみられるとおり、1979年に1万台をこえた。そして1980年代において

第3表 金属工作機械の生産高推移

計	金属工作機械台数 (A)	NC 金属工作機械台数 (B)	指数	NC率 (%) B/A	金属工作機械金額 (百万円) (C)	NC 金属工作機械金額 (百万円) (D)	指数	NC率 (%) D/C
1971	183,649	1,379	1.0	0.8	264,400	25,163	1.0	9.5
1973	212,586	2,765	2.0	1.3	305,223	47,505	1.9	15.6
1975	88,108	2,188	1.6	2.4	230,739	39,856	1.6	17.2
1977	131,405	5,436	3.9	4.1	312,844	80,548	3.2	25.7
1979	164,207	14,317	10.4	8.7	484,132	205,455	8.2	42.4
1981	165,860	25,926	18.8	15.6	851,312	434,066	17.3	51.0
1983	140,111	26,408	19.2	18.8	702,297	426,616	17.0	60.7
1985	175,238	44,969	32.6	25.7	1,051,127	703,800	28.0	67.0
1987	125,536	35,460	25.7	28.2	688,778	486,665	19.3	70.7
1989	177,972	58,042	42.1	32.6	1,139,206	831,775	33.1	73.0

(『機械統計年報』より作成)

生産台数はさらに増加し、その普及の時代を迎えたといえることができる。また、NC 工作機械の全金属工作機械にしめる比率（NC 率）を金額ベースで見ると、1971年には9.5%であったものが10年後には5割をこえるまでになり、工体機械のNC化が急速にすすんだ。

NC 工作機械はどのようなものであろうか。NC 工作機械は、電子回路による制御装置と工作機械を一つに統合したもので、一般に、情報処理回路、サーボ機構、工作機械本体から構成されている。情報処理回路は、指令テープにさん孔された数値情報＝プログラムを読みとって、指令パルス列に変換する。サーボ機構は、この指令パルス列を受けとり、それを工作機械のテーブルや駆動軸に伝えて、ワーク（工作物）とバイト（切削工具）の相対的位置および移動を制御する。これによって指令どおりの加工が行なわれるわけである。これまでの工作機械では、機械工は、設計図を検討して、加工方法（加工順序と切削速度、送りといった加工条件）を事前に検討し、それに基づいて、ワークの着脱、工具の交換、工作機械の操作（加工状況を見ながらの加工調節を含む）を行なっていたけれども、NC 工作機械による加工では、数値化された加工方法が情報処理回路に伝達されて、加工が自動的に行なわれるのである。カムやリミットスイッチを用いた電気信号によらない自動工作機械やモデルに倣って加工する倣い加工があるが、NC 工作機械は、指令テープの変更だけで加工方法を変更できるので、カムなどによる自動工作機械と比べて柔軟性に富み、加えて高精度の安定した加工が可能である。

NC 工作機械の情報処理回路には、当初、真空管が使われたが、トランジスタから IC への半導体技術の進歩により、それらが真空管にかわって用いられるようになった。そして最近ではマイクロプロセッサを内蔵した CNC 工作機械が製品化された。CNC 工作機械は、複数のプログラムをメモリに記憶し、またそれを現場で変更したりする記憶および編集機能を有し、加工条件の変更の簡単化など機能をさらに高めた。また、工具の自動交換機能が付加され、工作物をつけかえることなしに2面以上について多種類の加工を行なう NC 工作機械＝マシニングセンタ（MC）の開発によって、機械加工の自動化が大きく

進展した。

1989年における生産高を種類別にみると(第4表)、NC旋盤とMCとで台数、金額の過半数をしめている。これらNC工作機械は、一般機械器具製造業や自動車製造業、金属製品製造業、電気機械器具製造業を中心に購入され、それらの機械加工工程の自動化をすすめている。

第4表 1989年におけるNC金属工作機械の生産状況

種 類	数 量(台)	%	金 額(百万円)	%
旋 盤	17,000	29.2	171,011	20.6
マシニングセンタ	14,828	25.5	286,202	34.4
放 電 加 工 機	6,515	11.2	83,427	10.2
ボ ー ル 盤	3,045	5.2	20,190	2.4
フ ラ イ ス 盤	2,933	5.1	42,000	5.0
中 ぐ り 盤	445	0.8	18,942	2.2
そ の 他	13,276	22.9	210,003	25.2
合 計	58,042	100.0	831,775	100.0

(『機械統計年報』より作成)

4. 産業用ロボット

産業用ロボットは、作業を行なう手や腕、それを固定あるいは移動するための足に相当する部分と、人間が指令する作業内容に従ってそれらを制御する部分から構成されている。産業用ロボットは、それらによって人間の手や足に類似した機能を持ち、製造現場でさまざまな作業を行なうことのできる機械で、その高度なものはコンピュータによって制御される。

産業用ロボットは、現在の段階では自分で判断を下し行動することは不可能であり、それを作動させるには人間が行動の内容を何らかの方法で教示(ティーチング)しなければならない。この教示方法から産業ロボットは5種類に分類される。マニュアル・マニピレータ型とシーケンス型は、その動作機構がメカニクスによっており、外国ではロボットに含めない例が多い。プレイバック型、数値制御型、知能ロボットでは、コンピュータがその制御に用いられ、これらのロボットではより細かく動きを制御でき、しかも動作を容易に変更す

ることができる。そのなかでももっとも高度なロボットである知能ロボットは、視覚や触角などのセンサを持ち、部分的に動作状況を認識して、判断・行動できる。しかしその範囲には大きな制約があり、現在開発途上にある。

産業用ロボットの生産台数および生産金額の推移は第5表のとおりであり、両者とも1980年以降急速に増加し、1980年は「ロボット普及元年」といわれた。

第5表 産業用ロボット生産推移

年	生産台数	指数	生産金額(百万円)	指数
1973	679	1.0	2,179	1.0
1975	271	0.4	1,772	0.8
1977	—	—	5,237	2.4
1979	1,272	1.9	8,045	3.7
1981	4,106	6.0	26,167	12.0
1983	9,637	14.2	57,466	26.4
1985	21,833	32.2	143,510	65.9
1987	16,456	24.2	110,292	50.6
1989	28,816	42.4	204,014	93.6

産業用ロボットの普及状況（1978年から88年までの11年間ににおける出荷累計台数）をやや細かにみると第6表のとおりである。需要部門別では、合成樹脂がもっとも多く、80,498台、次いで電気—79,169台、自動車—63,266台、「その他一般機械」—15,411台となっている。用途別では、樹脂成型—97,724台がもっとも多く、次いで組立—85,311台、アーク溶接—29,381台、切削・研削—25,738台、スポット溶接—21,936台などとなっている。数値制御型ロボットの全体にしめる比率は徐々に高まってきており（金額ベースでみると、1985年31.9%、1987年42.3%、1989年40.8%）、産業用ロボットの柔軟性は高まり、その利用範囲が広がっている¹⁰⁾。

10) ちなみに、産業用ロボットの技術動向についてみると、三菱電機は32ビットのCPUを採用したロボットを1990年3月にはじめて開発、売りだした（日経産業新聞 1990.3.9）。

第6表 1878年より88年までの11か年間

用途 需要部門	A 用途別出荷										
	鋳造	ダイカ スト	樹脂 成型	熱処理	鍛造	プレス	アーク 溶接	スポッ ト溶接	ガス 溶接	塗装	めっき
合成樹脂			79,658	1		9	1			523	
電気	2	1,043	6,511	55	31	2,895	1,977	610	1	412	43
自動車	336	3,049	977	50	50	3,846	13,054	15,459	25	1,617	6
その他一般機械	24		20	8	5	102	2,328	305	6	117	
金属加工	318	297	26	3	6	989	708	126	2	11	1
金属製品	114	387	5	13	101	2,684	3,181	62		285	163
精密機械		95	121	1		484	28	7		87	14
その他	202	4,078	255	54	128	386	2,886	353	11	503	33
製造業以外	1					12	109	18		19	
輸出		532	10,151		23	462	5,109	4,996		657	
合計	997	9,481	97,724	185	344	11,869	29,381	21,936	45	4,231	260

(注) 需要部門(製造業以外)欄の用途(原子力用)に不明が多く、不明分を除いた形(出所) 日本経済新聞社『日本工業年鑑』('90年)

5. 無人搬送車・自動倉庫

前項のNC工作機械、産業用ロボットは加工組立型企業における製造部門の主要な工程—加工と組立—の自動化のための要素技術である。具体的な製造の場面では加工組立対象物の運搬(ある作業拠点から他の作業拠点あるいは一時保管の場所へ)が必要であり、この運搬工程の自動化技術として無人搬送車が開発・実用化されている。

何らかの誘動方式によりあらかじめ決められたコースを無人で移動し、運搬とそれとともなる移載などの作業を行なう無人搬送車はすでに1960年にその簡単なものが開発され、主に繊維産業界を中心に導入されていた。その後、前項でみたNC工作機械や産業ロボットの導入によって、工場の中に自動化されたラインないしショップが形成されてくるのにもない、それらの間を無人搬送車で任意に結んで自動化領域を拡大することが求められるようになった。

ME技術革新と企業構造（I）

需要部門—用途別出荷累計台数*

（単位：台）

内 訳		（製造業）							B 同左（非製造業）				合 計
ロード ・ アンド ロード	切削 研削	インサ ー マ ウ ン タ	ボンダ	シー リ ン グ	その他 組立	入出荷	検査 測定	その他	海洋 開発	原子力	建設 鋳業	その他	
8	38	3			68	40	48	101					80,498
2,595	4,350	7,434	3,784	113	41,651	865	1,307	3,490					79,169
4,493	7,255	110		251	9,353	588	376	2,371					63,266
590	600	27	50	3	9,499	690	60	976				1	15,411
2,075	7,301	1			740	90	17	420					13,131
1,239	1,895		1		496	183	130	734					11,673
319	1,358	86	65	35	5,602	110	208	2,111					10,701
916	4,269	65	165	581	2,769	1,881	1,550	5,714					5,086
	86				92	76	69	675	18	384	137	454	2,150
947	1,586	4,029	706	367	15,041	1,244	314	5,059					51,223
13,182	25,738	11,755	4,741	848	85,311	5,767	4,079	21,651	18	384	137	455	350,519

で集計している。

このような要請から80年代に入ると無人搬送車が、産業界で本格的に脚光をあびるようになり、機械加工のFMSやFAにおける重要な搬送設備として今日までその活動範囲を広げてきている。無人搬送車は、そのコントローラにマイクロコンピュータを採用することにより、電子情報によるその柔軟な制御が可能となって、移動経路の複数化が可能となるなどその機能を高めて、多品種少量生産に適した運搬工程の自動化手段としてその重要性を高めている。それは、従来の大量生産方式の下での定型的搬送装置としてのコンベアからの大きな飛躍を意味するものである。

多品種少量生産のもとでの、製品および部品点数の増加、保管品目数の増加、保管物の頻繁な入出庫は、保管工程の負荷を増大させる。これに人間の情報処理能力の制約も加わって、保管工程の機械化ないし自動化が要請された。これに応えるものとして、自動倉庫が開発され、製造システムに導入されはじ

第7表 立体自動倉庫生産の推移

年	数量(基)	生産額(百万円)
1971	—	—
1973	218	9,625
1975	153	7,908
1977	293	8,597
1979	420	12,235
1981	373	18,946
1983	699	24,918
1985	1,229	34,983
1987	1,164	30,567
1989	1,835	50,641

(『機械統計年報』より作成)

めている(立体自動倉庫の生産状況は、第7表参照)。

自動倉庫は、①情報を受信する、②保管物を受け入れる、③保管物を所定の場所に移動し、保管する、④指示に基づいて必要なものを取り出す、⑤前掲①～④のための情報処理を行なう。自動倉庫は1960年代中頃以降、流通センターや商品倉庫などの商品の

一時保管のための倉庫として導入され、大型機種を中心に発展してきたが、生産分野を中心にその裾野が広がり、ニーズに対応した種々の機種が開発されている。半導体、電子、機密機械の分野では、プラスチックバスケットを格納する自動倉庫の設置台数が急速に増加している。

II ME技術革新による生産・販売システムの変化

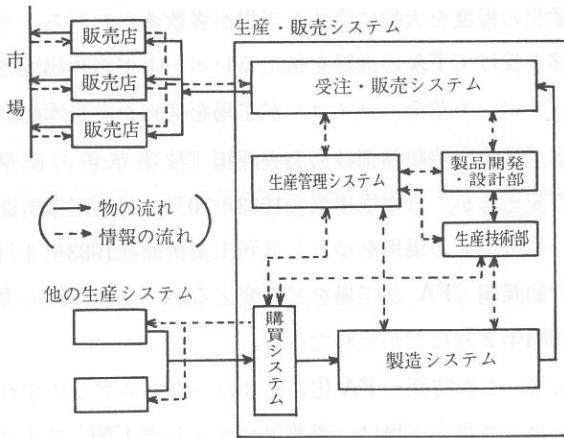
—FAからCIMへ—

前節では、MEによる要素技術の主要なものを概観した。本節ではそれらの経営の生産・販売システムへの導入過程を第4図の生産・販売システムモデル¹¹⁾

11) 生産・販売システムは、工業企業全体から見れば、一つのサブシステムであり、その中核部分を構成する。工業企業は、情報・エネルギー・物質を環境と(資本主義的市場)と交換するオープン・システムであり、その内部に労働力の売買とその使用をめぐる労資の対立を持っている。生産・販売システムはそれ独自に存在し、機能するものではなく、経営の意思決定機関の下におかれ、企業目的実現の手段として位置付けられる。

第4図に示した生産・販売システムは、機能の側面から把握されたサブシステムから構成されている。それは、実際の加工組立型工業企業から帰納的に導かれる常識的なものではあるが、ME技術の工業企業への導入をみるとき役に立つものである。

第4図 生産・販売システムモデル



(筆者作成)

に即してFAからCIMの動きに沿って述べる。

1. 製造システムにおけるFAの発展

加工組立型製造・販売システムにおける製造システムは、生産管理システムの統制下において、購買システムから供給される原材料および外注部品に加工・組立・検査・包装を施し、販売システムに送る。製造システムは、生産システムにおいて、製品を製造する現場＝直接部門として位置づけられ、その機能の側面からみれば原材料・外注部品の受け入れから製品の出荷にいたるまでの一連の工程をシステムの要素としてもっている。工業企業は、この製造システムを単一の工場ないし工程や製品別に分けられた複数の工場の結合体として一定の空間に展開している。FA (Factory Automation) = 工場の自動化とは、この工場にある各工程の中に前項でみたME機器、自動化技術を導入して、自動化ラインを展開していくことである。

その端緒的な導入は60年代においてすでにみられていたが、それが本格的にみられるようになったのは、1974年、75年の世界同時不況をへた1970年代末以降である。前節でみたように、NC 工作機械や産業ロボットの生産台数は1970

年代末以降急速に増大し、それらの普及の時代をむかえた。そして、1980年代にはいって自動化の程度を大幅に高めた工場が多数あらわれるようになった。このような推移を受けてFAの進展を伝えるレポートが多数出版された。日経メカニカル編『ロボット革命—マイコンが工場を変えた』日本経済新聞社1981年11月、通産省工業技術院総務部技術調査課編『技術革新の衝撃 MEは産業・雇をどう変えるか』日本能率協会1983年10月、日刊工業新聞特別取材班『FA新時代 生産革命の現場をゆく』日刊工業新聞社1983年4月、通産省産業政策局企業行動課編『FAが工場をどう変えるか 生産革新の実態と展望』日本能率協会1984年2月などがそれである。

それらによって、この時期のFA化の動きの一端をスケッチすれば次のとおりである。ファナック富士工場は、産業用ロボットやCNCワイヤカット放電加工機、ミニCNC工作機械を生産する工場である。それは、放電加工機月産50から100台、ロボット20から30台の多品種中少量生産の工場であり、80億円をかけて建設され、1980年12月に稼働を開始した。同工場では、加工・溶接・組立・検査の作業場があり、素材・治工具自動倉庫、部品自動倉庫と素材や治工具、部品を運搬する無人搬送車が備えられている。工程のうち自動化がもっともすすんでいるのが加工部門である。そこでは、CNC工作機械、ワーク着脱用のハンドリングロボットやパレットチェンジャ、そして異常を検出するための監視用モニタを組み合わせた加工セルが基礎単位となってシステムを構成している。加工セルの中核となる工作機械は、MCが23台、NC旋盤が7台である。製造計画が策定されるとそれにしたがって、まず素材・治工具自動倉庫から必要な素材と治工具が取り出される。それが無人搬送車で所定の加工セルまで搬送されて、加工が行なわれる。加工セルの調整や段取りは人の手によるけれども、加工は自動的に行なわれる。しかも加工セルのCNC工作機械には多数の加工様式があらかじめ記憶されており、多仕様の自動加工ができる。夜間は中央監視装置をみる監視員を一人配置して、機械加工を行なっている。

他方、組立部門をみると、そこでは加工済みの部品は無人搬送車で自動的に搬送されるが、組立作業自体はまだ自動化が困難なため、主として手作業で行

なわれる。

以上のように富士工場では、加工部門と素材や工具の運搬・保管を中心に自動化率が高められ、その結果、大きな省力効果もたらされた。従業員数は、100人程度で、従来の同能力の工場の5分の1である。100人のうち11人は加工部門に、4人は検査部門に、10人が管理部門に、4人が生産技術部に、そして残りが組立ラインに配置されている。

ファナックはこの工場に続いて第2のFA工場（サーボモータおよびスピンドルモータを製造する）を1982年に建設した。この工場もNC工作機械や産業用ロボット、自動倉庫、無人搬送車を設置し、それをコンピュータで制御する本格的なFA工場である。加工工程には60の加工セルがあり、加工工程の90%以上が自動化されている。他方、組立工程では配線作業など作業者の手による部分がまだかなりあり、自動化率は65%にとどまっている。

前述のファナックの例は、工作機械製造における自動化工場の例であった。工作機械製造における同じ様なFA工場は、ファナックのほか、山崎鉄工所（1981年10月稼働開始、MC 18台）、東芝タンガロイ川崎事業所（1981年4月本格的稼働開始、記憶容量64KバイトのミニコンピュータによるMC 4台、NC 2台のDNC制御）が有名である。

FA化の動きは、自動車、電気機器、精密機械などの加工組立型企業において、さらにまた、鉄鋼や造船、建築土木、鉱山、化学・薬品、繊維、印刷などにおいても見られる。ここでそれらのうち若干の事例を紹介する。

わが国で最初に産業ロボットを導入したのは自動車産業であった。その草分けである日産自動車は、以前から製造の自動化に積極的であったが、1977年秋にロボット190台を備えた座間工場を建設した。この工場の車体溶接工程では、自動化率は97%でほぼ100%近い。トヨタ自動車も、ロボットを導入して溶接工程の自動化率を高め、また自動車の多品種化に対応するため、総額約100億円を投入してシリンダーブロック・マンホールド・カムシャフト・シリンダ製造の4工程に自動化システムを設置した（1983年9月）。それまでのトランスファーラインは1ライン1品種であったが、この新しい自動化システムでは多

仕様部品の加工が可能となり、多仕様少量部品の加工の効率化がすすめられている。東洋工業は1982年10月に乗用車組立工場を新しく建設したが、そこでは155台のロボットと自動機械が設置され、1,800人の従業員で月産2万台を実現している。

VTR、CD など一部の製品を除いて成熟化の著しい家庭電気製品を生産する電気機器製造業では、新技術を用いた製品の開発に加えて既にでまわっている製品の高機能化と多仕様化などによる製品の差別化の推進という生産政策のもとで、多仕様製品の混流生産と自動化をめざした生産革新がすすめられている。松下電器は、VTR を組立てる北門真工場を1982年3月に稼働させたが、そこでは208メートルにおよぶU字計ラインに131台の産業用ロボットが設置されている。細かいパネの組み付けやモード位置調整など複雑な作業以外は組立ロボットが担当し、自動化率は80%に高まった。また日立は、マイクロコンピュータ内蔵多関節ロボット11台、簡易ロボット48台からなるVTR組立工場を建設した。この工場の自動化率は86%で、従来の生産態勢では170人で月間75,000台の生産であったのに対し、この工場では2直交替の18人で15万台の生産が可能となり、労働生産性は大幅に向上した。以上の事例の他、シャープの電卓自動化工業（1981年本格稼働）、東北沖電器工場（1982年7月稼働開始、組立ロボット12台、簡易型シーケンズロボット51台、自動倉庫1基、無人搬送車4台、パーソナルコンピュータ5台）など他の企業においても自動化率の高い工場の建設がみられる。

以上の電気機器製造業とおなじように、時計やミシン、カメラなど精密機械製造業においても製品の成熟化は著しく、製品の差別化など「マーケット・イン型」生産への転換と生産の自動化がすすめられている。時計ではセイコーグループの第2精工舎高崎工場（1980年11月自動ライン完成）、シチズングループのスター精密清水工場（1979年10月完成、ネジ・ピンなどを連続無人加工できる）、またミシンでは、ブラザー工業瑞穂工場（1980年3月稼働、コンピュータと21台のNC工作機械によるDNCシステムを主体とするミシンの多品種少量のフレーム加工）などの動きがある。

以上、1980年代初頭、本格的なFAが登場した時期のFA工場的一端を示した。その後今日にいたるまでFA化は、工場における自動化領域の一層の拡大と無人運転時間の延長を基本的内容としてすすめられている。たとえば、住友セメントは赤穂工場の第2工場で、休日と平日深夜に無人操業が可能となるよう設備投資をすすめている。一部とはいえセメント企業で無人操業に踏みきるのはこれが初めてである¹²⁾。また先にふれたファナックは機械加工工程を60時間連続で無人運転するシステムを開発し、93年度までに同社のロボット工場に導入する。このシステムの導入により、金曜日の午後6時から月曜日の午前6時までの無人運転が可能になり、完全週休2日制を実施しながら増産することが可能になる。このシステムの中核をなすFMCは「セル60」と呼ばれ、32ビットCNC装置、加工用の工作機械、加工対象物を着脱する産業用ロボットから構成される。これに無人搬送車と自動倉庫とを組み合わせると60時間無人で機械加工ができるようになる¹³⁾。

わが国におけるFA化の端緒はすでに1960年代において自動車や電気機器の製造工程でみられていたが、FA化は以上のように、1971年の「LSI元年」、74、75年の不況期をへて、1980年代初頭に本格的に展開することとなった。

その技術的要因として指摘されなければならないのは、NC工作機械にしる産業用ロボットにしる物を扱うメカニクスの要素技術の電子情報による制御が、導入にみあう価格で可能となったということ（メカニクスとエレクトロニクスを融合したメカトロ機器の登場）、そしてそれらを分散型処理方式のコンピュータシステムにより一定の範囲で連動的に制御することが可能となったということである。その起動力はいうまでもなくLSI製造技術の飛躍的向上である。

そして、同じ時期に起こった市場の成熟化による「プロダクト・アウト型」から「マーケット・イン型」生産への転換の一環としての多品種少量生産への移行の必要性がFAの導入を経営側にせまった。NC工作機械など要素技術の

12) 日経産業新聞1990.12.7。

13) 日本経済新聞1990.11.26。

電子情報による制御は、一つの自動化ラインの柔軟性を高めて、FA の導入は多品種少量生産の自動化=省力化（コスト削減）に貢献したのである。

2. FA から CIM へ

FA は、工場に展開する製造工程の柔軟性をもつ自動化の部分的ないし全面的進展であった。先に述べたようなFAの全面的な展開は、製造システムと生産管理システムとのコンピュータネットワークによる結合によって実現されるが、ME技術による生産・販売システムの革新は、それにとどまらず販売・受注システムや製品開発・研究部門などのサブシステムにおいて、そしてそれを前提としたサブシステム間の相互関係にまで及んでいる。それは具体的には、上記各サブシステムにおける情報処理へのコンピュータの利用と各サブシステムのコンピュータネットワークによる結合=システム化として現われる。一般に生産・販売システムは、受注・販売システムにおける製造計画の策定のための受注・販売情報の加工とその生産管理システムへの伝達、生産管理システムにおける製造計画の策定及びその日程計画へのブレイク・ダウンとその製造システムおよび購買システムへの伝達など各サブシステムにおける情報の処理と各サブシステム間での情報の授受を行う。この生産・販売システムの情報処理過程にME技術の根幹にあるコンピュータを中核とする情報処理システムが導入されてきているのである。

まず各サブシステムにおけるコンピュータの利用についてみると次のようである。生産管理システムをみると、ここでは計画の策定と製造および購買システムの統制のため、多くのデータを用いた計算と帳票の作成が行なわれているが、その迅速化・省力化を目的にコンピュータとその周辺機器が導入されている。その一つの代表例が、MRP (Material Requirements Planning: 資材所要量計画) である。MRP は、コンピュータの情報処理能力を活用して、資材の発注 (購買管理)、工程管理、在庫管理の三つを統合するものであり、生産管理の省力化と在庫の削減、生産計画の変更への柔軟な対応の実現を目的に1980

年以降工業企業に普及しはじめている¹⁴⁾。

マーケットイン型生産への移行のなかで重要性を高めている製品開発・設計部門および生産技術部門においても、コンピュータシステムの利用がすすんでいる。関連する物理現象を複合的に解析して製品機能を予測するシステムが開発され、これまでの実験と併用されるようになった。また生産設計の分野でも、実験や試作に代わって最適な製造工程を発見するシステムが開発され、利用されている。これらは従来のエンジニアリングにおけるコンピュータ利用の形態であり、CAE (Computer Aided Engineering) と呼ばれている¹⁵⁾。形状の設計過程で用いられる CAD (Computer Aided Design) は、設計者の設計と製図作業を援助するコンピュータシステムで、必要な条件を入力すれば自動的に設計を行なうすすんだものから、製図作業の機械化にすぎないものまで、多様なクラスのもの実用化され利用されている¹⁶⁾。

これらの分野では従来、開発・設計担当者が、旧製品に関するデータをふまえながら実験や試作を繰り返し、また多数のデータを組み合わせた計算を行い、新しい発想を加えて、新製品(その機能と形状)とその合理的な製造方法を生み出してきたのであるが、コンピュータシステムは、データおよび計算式の蓄積、それらを用いての計算、その図示の面で活用されており、シミュレータ(模擬実験装置)としてその威力を発揮している。

受注と販売に関する物と情報の処理を業務とする受注・販売システムでは、その情報処理へのコンピュータの導入は、その普及とともにすでに見られていたが、最近の新たな動きとして注目されるのがこのシステムのラインの末端に位置する営業マンの「情報武装化」である。次節で紹介するように花王においては営業マンにハンディーターミナルや MCA 無線を利用させ、受注情報の営

14) 拙稿「生産管理のコンピュータ化と生産管理労働」(大阪経済法科大学経済研究所『研究年報』第5号、1986年11月)参照。

15) たとえば日本経済新聞社「日経メカニカル」No. 280、1989年9月19日特集「一段と精緻になる CAE」参照。

16) 拙稿「『Micro-Electronics 革命』下の生産と労働」(大阪経済法科大学経済研究所『研究年報』第4号、1985年6月)参照。

業拠点への迅速な送信を計っている。また小松製作所では建設機械の販売部門に製品情報や分割支払いの金額など営業情報がワンタッチで参照できる小型携帯端末を導入した。その他ライオンやアサヒビール、松下電工、医薬品各社においても同様の動きが見られる¹⁷⁾。

以上のような各サブシステムへのコンピュータの導入は、サブシステムのコンピュータネットワークによる統合に道を開く。まず生産管理システムと製造システムの相互関係を見ると次のようである。生産管理システムではMRPのようなコンピュータシステムの利用がすすんでいるが、これは、情報の電子化・デジタル化を意味しており、デジタル通信網による両システムの結合への道をきりひらく。他方、製造システム内における多数の自動機械の出現は、その連動的制御を必要とし、自動化をすすめる製造システムは、それを生産管理システムに求める。このことから、両サブシステムはデジタル通信網によって関係を緊密にする。これは生産管理システムによる製造システムの統制の強化を意味し、計画主導型生産を可能にする。FAの本格的な展開には、生産管理システムと製造システムとの連係が不可欠である。

製品設計におけるCADシステムの利用は、設計部門と製造部門の緊密化をもたらす。CADシステムによる製品形状の設計は、製品形状に関する情報の電子化・デジタル化をもたらし、その情報の製造システムにおける活用が目指される。CADによって作成された製品形状情報を加工して、それをオンラインで結ばれたCNC工作機械で利用するというのがその具体例であり、これがCAD/CAM (Computer Aided Manufacturing) といわれているものである。

受注・販売システムへのコンピュータシステムの導入による情報の電子・デジタル情報化はこのシステムと生産管理システムとの統合に道を開く。これにより、生産の受注生産化、製品在庫の削減、需要の動向に敏感に反応できるマーケットイン型生産が可能になる。

以上のような各サブシステムのコンピュータシステムによる統合は、生産・

17) 日本マーケティング研究所『月刊営業力開発』1991年3月号参照。

販売システム全体を視野に入れてその最適化を計ろうとするものであり、それはその技術的中核を構成するコンピュータに注目して CIM (Computer Integrated Manufacturing; コンピュータ統合生産) と呼ばれている。FAという言葉はこれまで主として工場の製造システムの自動化 (全体あるいは部分の) をさすものとして使われてきたので、製造システムを含む生産システム全体のコンピュータとその通信網による統合化の動きを表現するものとして、CIM が使われはじめたのである。CIM は工場の一定地域内に配置されたサブシステムのコンピュータと情報通信網による統合であるから、それは LAN (Local Area Network) を必要とし、またそのネットワークに接続される自動機械やコンピュータが対話できるように、情報の形式と通信の手順を決める必要が生まれ、ここに MAP¹⁸⁾ (Manufacturing Automation Protocol) が注目される理由がある。

このような工業企業の動向を反映して、1980年代中ごろから「FA から CIM」へということが盛んに言われるようになり、CIM をテーマにしたレポートが数多く出版されるようになった。日経メカニカル誌は1986年11月にその別冊で「インテリジェント工場 FA から CIMへ」を特集し、また『生産革命 CIM 構築のアプローチ』1988年10月、『CIM 電子機器製造業の挑戦』1989年11月、『CIM 製造業の情報戦略』1987年12月などが出版された。

CIM の具体的な例はこれらにより数多く見ることができる。第4図に即して CIM を見れば CIM の土台は、生産管理システム・製造システム・購買システムの統合であり、これらと製品開発・設計部門との統合は開発技術・製造統合型 CIM への発展、また受注・販売システムとの統合は製販統合型 CIM あるいは CIMS (Computer Integrated Manufacturing and Sale; コンピュータ統合生産・販売) と呼びうるものである。

CIM のわが国における普及状況を日本能率協会の CIM に関する調査 (1部

18) 岩井正和『オレたちの CIM をつくる』ダイヤモンド社1990年5月は、MAPを活用した生産システムを日本で初めて構築した工場として豊田工場・田戸岬工場を紹介している。

上場の製造業800社を対象に1990年7月実施、回答企業は282社)からうかがうと、CIMを「すでに完成済みである」とする企業は1.8%、「現在、すでに導入開始中である」とする企業は32.6%、「1～2年後に導入開始を予定している」企業が18.4%となっており、これらを含めて、過半数がCIMを実施あるいは推進中となる。CIMの開発段階レベルについては「生産分野の情報の一元化システムづくり」が53.1%と最も多く、ついで「販売・生産分野の統合化システムづくり」が30.1%となっており、CIMの構築は、その土台を形づくる生産管理システム・製造システム・購買システムの統合から製販統合型CIMへとむかっている。もちろん将来の目標レベルとしては70.4%の企業が「販売・技術・生産分野の統合化システムづくり」をあげている。ちなみにCIM導入の目的をこの調査に見れば、「リードタイムの短縮」が73.9%、「生産・販売・技術の各部門の連携強化」が58.4%、「多品種少量受注生産への対応」が52.2%となっている¹⁹⁾。

CIMの神経系をつかさどる情報システムは当初既存の経営組織を所与のものとして受け取り、情報処理の迅速化や自動化を目的に導入された。しかし最近では、情報システムを活用して経営組織のあり方を根本的に再構築する。あるいはどのように情報システムを活用すれば競合他社の追随を許さない戦略的な経営を展開をできるかを第一に考える企業がみられるまでになった。このような意味での情報システムはSIS(Strategic Information System; 戦略情報システム)と呼ばれている²⁰⁾。CIMの構築は、生産・販売システムを構成するサブシステムの自動化領域の拡大とそれらの神経系による結合、そして生産・販売システムの情報処理能力の飛躍的向上を意味し、それらは在庫の減少、生産リードタイムの短縮など生産効率と環境変化の認識能力、環境への適応力の飛躍的向上をもたらす。そしてさらにSISの段階にいたれば、環境への攻勢的対応と自己革新とが意識的にはかられていくことになる。

19) 日本能率協会『第12回経営課題実態調査<生産>』1990年11月44～75頁参照。

20) SISについては日経産業新聞社編『[ルポルタージュ] SIS 最新線』1990年8月など参照

3. 「ネットワーク型産業構造」の形成

これまで ME 技術革新による生産・販売システムの革新を FA から CIM への流れのなかでみてきた。これらは個々の生産・販売システム内部の変化であるが、この枠を越えて、たとえば工業企業同士の（親企業と下請け企業の場合のような）、または工業企業と卸・小売り企業との間の関係が社会的コンピュータネットワークを介して緊密になってきている事も看過できない。ME 技術革新は、社会的コンピュータネットワークを生み出し、生産・販売システムの、そしてそれと密接な関係を有する商業企業ないし最終消費者との相互関係を変革しているのである。情報通信ネットワークによる異企業の関係の強化により、「ネットワーク型産業構造」が形成されつつある²¹⁾。そのネットワークの一つがいわゆる VAN (Value Added Network; 付加価値通信網) である。例えば、サンリット産業が1984年4月に運用をはじめた本社・支店・工場と販売店を通信網で結ぶアパレル VAN は、生産システムと販売店および協力工場を結ぶ好例である。これにより販売店は、顧客の注文を確実に早く生産システムに伝えることはもちろん、生産システムのデータ・ベースを利用（例えば顧客の希望に応じた商品を検索すること）できるようになった。サンリットは、このシステムを活用して、生産しておいて在庫を販売する備蓄型の企業から、消費者の要望を即座に生産現場にフィードバックして生産したものを販売する受注型の経営への変貌をはかっている。その他、第8表にみられるとおり、工業企業と商業企業を結ぶ VAN が1980年代中頃以降、多数稼働を開始した。

ここで社会的コンピュータネットワークの形成過程を見ると次のようである。NTT の前身である日本電信電話公社は、すでに1960年代においてデータ通信回線サービスを開始している。その後1971年には公衆電気通信法の改正によりデータ通信が法制化され、日電は、特定データ通信回線（民間企業などが設置するコンピュータと遠隔地の入出力装置を直結する電気通信回線）を71

21) 郵政省通信政策局編「ネットワーク型産業構造と経営革新」1990年3月参照。

第8表 VAN の普及

利用するネットワーク業者	概 容	業 者	ネットワーク名 —運営団体	稼働年月	参 加 企 業
インテックス	ライオン、ユニチャームの呼びかけで、メーカー14社とインテックスの共同出費によりVAN 運営会社のプラネットを設立、インテックスの「Ace Telenet」を使って、メーカー、問屋間の受発注データの交換をする。88年に問屋500社との接続をめざす。	トイレタリー (日用雑貨) 商品	PLANET —プラネット (金岡幸二 社長)	1986年2月	ライオン、ユニチャーム、資生堂など大手メーカー14社と、取引先の問屋
NTT	システムハウスのコアグループと、大手問屋3社の共同出資で85年12月にコアネットを設立、ホスト・コンピューターを共同利用し、取引先の小売店との間で受発注データの交換をする。		ノンフッズ VAN —コアネット インクナショナル (種村良平社長)	1986年10月	東京堂、テヨカジ、永井商事の大手問屋3社と、取引先のメーカー、小売店
日本電気情報サービス	小売店からの発注、返品データ、問屋からの納品データをナマの形でオンライン収集し、2週間ごとに情報を加工・分析して提供。		パンジャパン データサービス	1986年9月	全国の日用雑貨品の有力卸売業91社
日本電気情報サービス	卸業者100社とメーカー50社を結び受発注データ交換をめざす。		ホームズネット ジャパン	1987年9月	全国の日用雑貨品の卸、メーカー
インテックス	インテックが業界VAN構築の話を持ちかけ、メーカー7社とともにVAN 運営会社のファイネットを設立。インテックの「Ace Telenet」を使って、メーカー、問屋間の受発注データを交換する。	冷凍食品	FINET —ファイネット (金田幸三社長)	1986年10月	味の素、加ト吉、大洋漁業など大手メーカー7社と、取引先の問屋
三菱商事(自営)	商社主導型の業界VAN、菱食も三菱商事系の問屋である。受発注、出荷・請求データの伝送が中心。87年3月までに参加企業を22社に拡大。	加工食品	ECHOS —三菱商事	1986年4月	菱食など3社と、永谷園本舗、リノール油脂、ネスレルなどメーカー8社
富士通	VAN業者主導型の業界VAN。受発注業務中心。富士通は食品業界でのコンピューターの設定シェアが高く、その実績をテコにメーカー、卸のニーズをとり込みながら、随力に参加を呼びかける考え。	食 品	食品VANサ ービス —富士通	1985年10月	サントリー、キッコーマン、小細、日本酒類販売など合計7社
日本アイ・ピー・エム	取引先の問屋、小売店に端末を設置し、メーカー間とで眼鏡・レンズの受発注データの交換をする。ただし同業界では、HOYA、旭硝子、日本光学工業の3社が独自のネットワーク化をしているため、問屋、小売店の端末の複数化は避けられない模様。	眼 鏡	MEGANET —メガネット ・サービス・センター	1986年6月	服部セイコー、バンタックスカールツァイスなどメーカー6社と、取引先の問屋、小売店
日本アイ・ピー・エム、富士通	セイコーの時計情報システムにシチズン、リズムなどが共同利用を申し入れ実現、小売店2,000店と結ぶ受発注VAN。メガネットへの接続も可能。	時 計	トキネット	1987年4月	服部セイコー、シチズン商事、リズム時計工業、オリエント時計
富士通	矢野経済研究所がサービスの金融と販売、富士通がソフトウェア開発とVAN サービスを提供する。小売店を対象に、情報処理サービス、受発注データ交換サービス、マーケティング情報を提供。小売店300社、メーカー・問屋50社の販売をめざす。	スポーツ用品	スポーツVAN サービス —矢野経済研 究所富士通	1986年4月	小売店、問屋、メーカーを対象に営業開始
共同VAN	全国の玩具専門店でPOS 端末を設置、発注・売り上げデータを問屋との間で交換、4万～5万件の商品情報データベースを作成。	玩 具	TWIN(玩具卸 業情報ネット ワーク)	1987年6月	ツクダ、河田など全国の玩具卸商21社
富士通エフ・アイ・ピー	共有の自動車部品データベースをセンター内に置き、これを検索することにより、問屋、小売店間で受発注データの交換をする。	自動車修理 用部品	自動車補修部品 VAN (社)全国自 動車部品小売団 体連合会	1986年末	部品小売商約800社と自動車メーカー系卸業者、独立系卸業者計30社

(日経コミュニケーション編「無在庫経営」日本経済新聞社、1987年4月62～65頁から引用)

年9月に、公衆データ通信回線（同上を加入電話あるいは加入電信の回線と交換設備を介して結ぶもの）を72年11月に開始した。その後データ通信回線の利用は企業におけるコンピュータの利用の拡大にともなって拡充されてきたが、1985年の電気通信事業法による電気通信分野における競争導入・自由化は電気通信事業の在り方を大きく変えた。これは民間活力の導入政策の一環をなすものであったが、これにより電気通信事業者は通信回線を自らが設置して通信サービスを提供する第1種電気通信事業と通信回線を他から借りて通信サービスを提供する第2種データ通信事業（規模により特別と一般とに分かれる）とからなることとなった。前者には日電の改組されたNTTの他に、第2日電など5事業団体が参入し（1985年6月時点）、後者としては188事業体（一般第2種）・9事業体（特別第2種）が届け出た（1986年2月時点、以上『コンピュータ白書〔1986年版〕』より）。最新のデータ（1989年12月）によると、第1種電気通信事業体として57社が、第2種電気通信事業体として806社が営業を行っている（同上書〔1990年版〕より）。こうしてわが国の電気通信は、第1に電気通信回線及びサービスを提供する第1種電気通信事業者、第2にそれから通信回線を借りてサービスを提供する第2種電気通信事業者、そして第3に通信サービスを利用する工業及び商業・金融などの企業群から構成されることになった。先にみたVANなどの普及を背景に、企業情報ネットワークシステムの主軸をなす高速デジタル伝送サービスの回線数は、1984年の27回線から1988年には5,289回線（NTT関連）へと急増している²²⁾。

III 生産・販売システム革新の事例

——新潟日本電気・花王——

前節において生産・販売システムモデルを設定して、そのME技術による革新をFAからCIMへの進展の流れのなかで考察した。その進展の具体的姿は工業企業の諸属性（生産物の種類、生産形態、経営政策など）に規定されて様

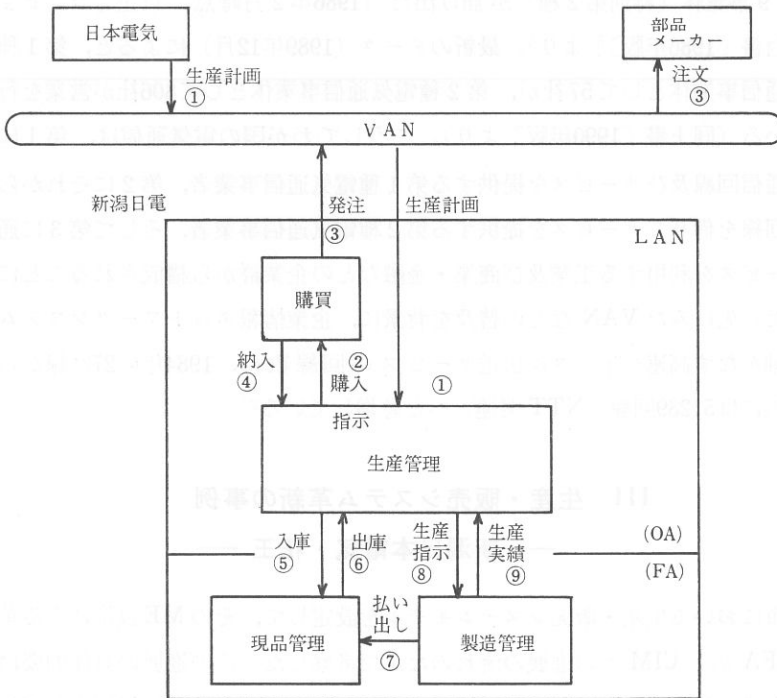
22) 『情報化白書』（1990年版）399頁。

々であろう。以下では2つの具体的事例を紹介して、CIMによる生産・販売システム革新の実態に接近する。

1. 新潟日本電気における CIM の推進

日本電気の子会社である新潟日本電気は、日本電気のプリンタ事業部やパソコン事業部などから各種OA機器の注文を受け、製造・供給している工業企業であり、1984年以降生産リードタイムの短縮を目的に、LANとVANを活用したCIM構築をすすめている。先に示した生産・販売システムモデルに近い事例として紹介する²³⁾(第5図参照)。

第5図 新潟日本電気における情報の流れ



(出所) 『日経メカニカル』288号 33頁。

23) ここでの紹介は『日経メカニカル』288号(1989.1.9)号による。

新潟日本電気が生産リードタイム（部品を発注してから製品を日本電気に出荷するまでの日数）を短縮しようとしたのは、市場の動きにあわせた生産体制を実現するためである。それは、いわゆる売れ筋商品を時期を失することなく市場に投入したいという日本電気本社の要望に応えようとしたものであった。新潟日本電気は1984年以降、次にみる CIM 化により生産リードタイムを大幅に短縮した。それは1984年当時25日を要していたが、1988年には15日にまで短縮された。

1988年現在における新潟日本電気の CIM の情報ネットワークは概念的に第5図のように示される。これからわかるように、情報ネットワークはVANと2系統のLANから構成されている。VANにより、新潟日本電気と日本電気のプリンタ事業部など日本電気との間、そして新潟日本電気と部品を供給する部品メーカーとの間がデジタル通信網で接続されている。OA用のLANは購買、生産管理、生産技術、設計・技術管理などの各部門を光ファイバークーブルで結び、FA用のLANは製造システム内の部品の入庫から組立・検査をへて包装・出荷にいたる一連の工程を光ファイバークーブルで結んでいる。そしてこの2系統のLANはリンクされている。各部門は一元化されたデータ・ベースを共有しており、部品発注や製品設計に活用されている。製造システムでは、省人化を目的にロボットが導入されて自動化がすすめられており、すんだラインでは（プリンタの組立・検査）工程の80%の自動化が実現されている。

以上のようなVANとLANによる情報システムと各サブシステムの自動化の構築を背景に、生産リードタイムの短縮が実現されたのであるが、それに大きく貢献したのは次のような要因である。第一にVANによる受発注業務にかかわる情報の伝達とその処理が高速化されたということである。従来それは、書類の郵送、ファクシミリによる伝送によっていたが、VANを利用することにより情報受信側でのデータのコンピュータへのインプットも不用となった。第二に自動倉庫とコンベアの導入を軸とした工場内物流の自動化による組立必要部品のラインへの迅速な供給である。従来は作業者が倉庫から必要な部品を

判断して所定の組立ステーションに運んでいたが自動倉庫などにより必要時間は大幅に短縮された。

以上みたように新潟日本電気では、製造システムの自動化の推進、LAN による各サブシステムの関係の強化、VAN による関連システム（親会社、部品メーカー）との関係の強化をはかり、市場動向に迅速に対応できる生産・販売システムの構築を実現した。

2. 花王における SIS の展開

① 花王概要²⁴⁾

1の事例は、筆者が先に示した生産・販売システムモデルに即した比較的コンパクトなそれであった。次に紹介する花王は全国的に展開する販売会社や物流拠点、本社事業部、各工場を全国にはりめぐらされた情報システムで結ぶ大規模な事例である。花王はもともと石鹼の製造・販売を本業に出発した企業であるが、今日では洗剤部門の分野で新製品開発を行なうとともに、フロッピーディスクやカセットテープなど事業の多角化をはかっている。最近ではバイオを活用した新洗剤アタックや顆粒入り歯磨きを新発売し、制汗剤では7割以上のシェアを占め、トイレ用クリーナーやボディーシャンプーなどでも先行している。また、キャプテンを活用して消費者相談に即答するシステムを構築するなど「消費者志向」を打ち出しており、通産省から「消費者志向優良企業」として表彰されている²⁵⁾。一方では、社員研修の中で「脱会社人間」を促したり²⁶⁾、「時短であそびのすすめ²⁷⁾」を説き、また女性人事部長を起用するとともに²⁸⁾、芸術文化財団を設立²⁹⁾するなどして企業のイメージアップをはかって

24) SIS の先進企業として花王は多くの雑誌や文献で取り上げられ、紹介されている。本稿では主として『日経コミュニケーション』No. 60 (1989.2.27) によった。なお筆者はここで花王の全面的評価を試みようとするものではない。

25) 東京読売新聞 1990.9.27.朝。

26) 日本経済新聞 1990.10.21.朝。

27) 日経産業新聞 1990.11.8。

28) 日本経済新聞 1990.11.2.朝。

29) 朝日新聞 1990.10.10.朝。

いる。以上の花王の動きを支えているのが、次にみるような市場動向に即応した生産・販売システムの革新である。

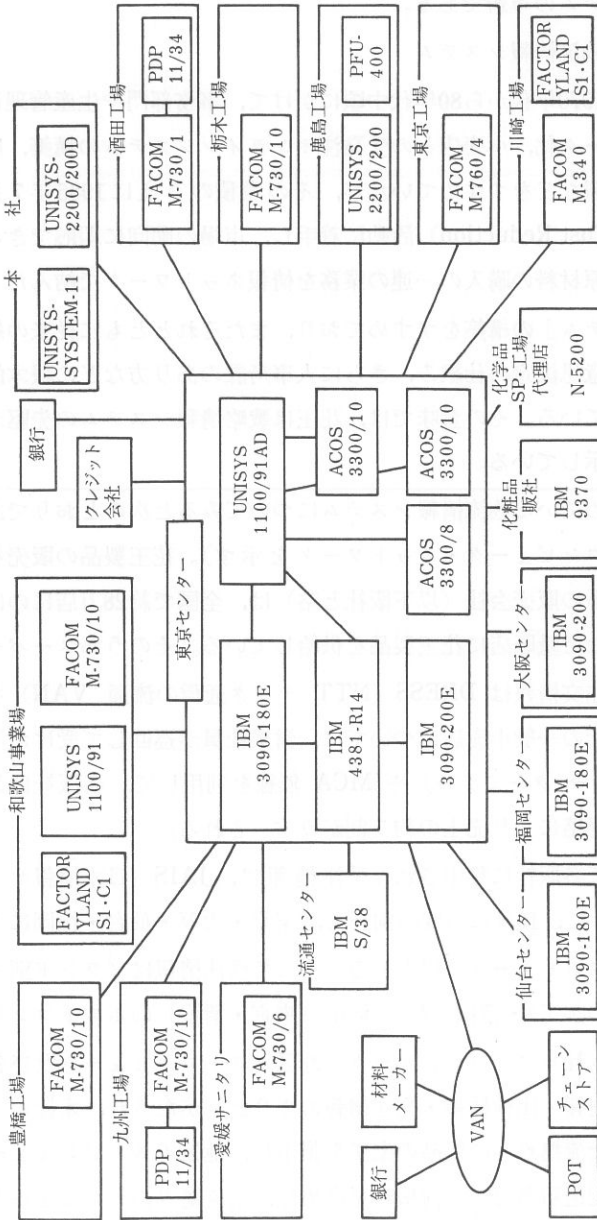
② 花王のめざす物流情報システム

花王は、すでに1970年代から80年代中頃にかけて、事務部門や生産管理部門におけるコンピュータ化、小売店との受発注オンラインシステムの構築、広域物流センターの設置などをすすめていたが、その蓄積のうえに1986年7月以降、TCR（Total Cost Reduction）活動に着手し、市場の動向に即応できる販売・物流・生産・原材料の購入の一連の業務を情報ネットワークで結んだ「販社—工場直結システム」の構築をすすめており、またそれとともに従来の組織や職務のあり方、意思決定の仕組み、さらに人事考課のあり方などの根本的見直し作業をすすめている。その意味では、花王は戦略情報システムの先駆者として一つの典型を示している。

まず花王がすすめている物流情報システムについてみると次のとおりである（第6図に花王のコンピュータ・ネットワークを示す）。花王製品の販売を担当している花王直系の販売会社（以下販社と略）は、全国で約28万店にのぼる小売店、スーパーなど量販店に花王製品を供給している。そのうちスーパーなど量販店2万店の注文情報はDRESS（NTT データ通信の流通VAN）を介して、また約9万店の一般小売店については、営業社員が巡回して受けた注文はPOT（ハンディー・ターミナル）やMCA無線を利用して、各販社におくられる。これらの経路により売上の約7割がカバーされる。

以上のようにして各販社に集中された受注情報は、JAIS（日本情報サービスのVAN）を介して、10分に一度の割合で、東京・大阪・仙台・福岡にある4つの地区ホストコンピュータに送られる。そこで受注情報はブランド別・地区別に分類（情報の加工）・蓄積され、本社（東京・清澄）のホストコンピュータに送られる。本社ホストコンピュータと地区ホストコンピュータ及び各物流拠点の間で在庫情報・出荷情報・発注情報のやりとりがなされ、本社ホストコンピュータは各物流拠点への製品の配送を指示し、地区ホストコンピュータは翌日の配走車や配送順路ごとの荷積みを決めて、物流拠点のコンピュータに

第6図 花王のコンピュータ・ネットワーク



東京清澄にある東京センターには、本社の総合物流システムとエコシステムの情報を処理する UNISYS1100/91AD のほか、販社物流を担う IBM3090-200E、家庭用品のマーケティングと R&D、それに化粧品のマーケティングに利用される IBM180-E、プログラム開発用の IBM4381-R14、本社系の会計および化学品の受発注に利用される ACOS 3300/10、フロップディスクなど関連製品の受発注用の ACOS 3300/8 などが設置され、花王の中枢的役割を果たしている。この東京センターからは、全国の各工場、物流センターなどに、高速ディジタル回線または VAN 経由で直結されている。

(出所) 『日経コミュニケーション』No.60 (1989.2.27) 64頁。

伝える。以上のようにして、午前中に注文を受けた商品は翌日の午前中までに、そして午後注文を受けた商品は翌日中に配送されるという24時間完全配送が実現されている。以上の情報システムの中で流通する受注情報をもとに売掛・請求・入金業務に関する事務のコンピュータ化もはかられる。

ここで物流拠点についてみると、花王は在庫のミニマム化を目的に120ヶ所あった物流拠点の整備を進めており、8つのロジスティクスセンタと呼ばれる広域物流センターと60のサブ物流センターからなる物流体制を築きつつある。広域物流センターはすでに2カ所（川崎、埼玉）で稼働しており、またそこでは、入庫から出庫までの全工程がコンピュータで制御されていて、自動倉庫やバーコードの活用により、バラピッキングと積付けの一部以外がすべて自動化されている。

③ 花王の「新生産情報システム」

②でみた24時間完全配送を在庫を最小限に切り詰めながら実現するためには、物流情報システムに連動した生産が不可欠である。花王は、九州、和歌山、川崎など全国に9工場280プロジェクトを有している。花王は先の要求実現のためこれらの工場の生産活動を対象に1986年以降「新生産情報システム」の構築をすすめている。これは、商品の売行きや需要予測に合わせて、週ごとあるいは日ごとに生産計画を変更できる柔軟な生産を全国的に展開する9工場を有機的に組み合わせて効率的に実現することをめざしたものである。

その眼目の第1は、従来工場単位に生産計画を策定していたのを、工場と本社事業部を結ぶ情報ネットワークにより事業部単位に統合化し、本社事業部から全国9工場が一つの工場に見えるように一元管理することである。そのために販売計画、工場の生産予定、物流センターの在庫情報を集中管理し、それらを1画面に呼び出し、本社事業部から複数の工場に生産指示を出す仕組みが必要である。第2の眼目は各工場が指定された時間に指定された数量の製品を確実に生産し、物流センターに配送しうるようにすることである。そのため花王は、主力工場である和歌山工場を先頭に CIM の構築を PIS (Production Integration System) と名づけてすすめている。ここではコンピューターシス

テムによる製造の自動化と VAN による資材調達の JIT (Just In Time) が必要となる。和歌山工場では前者を実現するために、ホストコンピュータや各工程を制御する制御コンピュータを光ファイバーで結ぶ LAN を構築し、後者に関しては、その LAN と大手原料・資材メーカーとを JAIS で結んだ。その他、生産技術や製品開発など研究開発の分野では、東京と栃木にある知識・情報科学研究所と和歌山工場のそれとの間を専用回線で結んでいる。

④ 花王における組織改革

花王ではこれまで説明してきた情報システムによる情報化を推進するとともに、それをより有効に活用し、企業全体の市場対応力を強化するために、組織と仕事の方法を改革している。前者については、従来のピラミッド型組織から「販売、マーケティング、研究開発、生産の担当者が互いに受発信しながら有機的に結びつき、各人がセルフマネジメントを展開していく³⁰⁾」「ネットワーク型」組織への変革が試みられている。この点ですすんでいるのが研究開発部門であり、ここでは「研究員は大部屋で働き、いくつものプロジェクトを兼務、自由にくっついたり、離れたりして仕事をこなしていく³¹⁾」。また「情報公開」ということで、研究員の研究レポートはデータ・ベース化され、研究員はもとよりマーケティングや生産担当者も、どの研究所で誰がどんな研究をしているかを検索することができる。

次に販売会社組織をみると、ここでは従来の管理職制のない社長とセールスマンからなる文鎮型組織への改革が化粧員など一部の販売会社で実験的にすすめられている。「無出社勤務体制」がそれである。これは「セールスマン、アドバイザーらの自宅にファクシミリ、車に MCA (マルチ・チャンネル・アクセス) 無線端末を取り付け、いつでも必要な経営データを入手できるようにする一方、出先から注文データを販社経由で物流センターに送りこむ³²⁾」というものである。現場のセールスマンが、情報システムを駆使して担当エリアのマ

30) 『日経コミュニケーション』No. 60, 59頁。

31) 同上, 60頁。

32) 同上, 58頁。

ME技術革新と企業構造（I）

ネージャーとして自律的に製品受注の拡大にあたり、販路の拡張と営業効率を高めることが目ざされているのである。管理者からみた従来の管理の幅が情報システムにより大きく拡大され、それが管理職制の不要化をもたらしているとみることができよう。

