

研究

資本主義における生産方法の今日の特徴（下）

丹 下 晴 喜

目 次

はじめに

I. 資本主義生産過程における生産方法の変化

- (1) 資本主義における相対的剰余価値の生産
- (2) 生産方法の変化と資本主義的生産様式

——諸概念の整理について——

II. メカトロニクス機器による労働手段の発展

- (1) メカトロニクス機器の基本的構成
- (2) 機械からメカトロニクス機器への発展と労働（以上第41巻第6号）

III. 生産の自動化・システム化と労働方法（以下本号）

- (1) 自動化を基礎とした生産のシステム化
- (2) システム産業的分業の形成

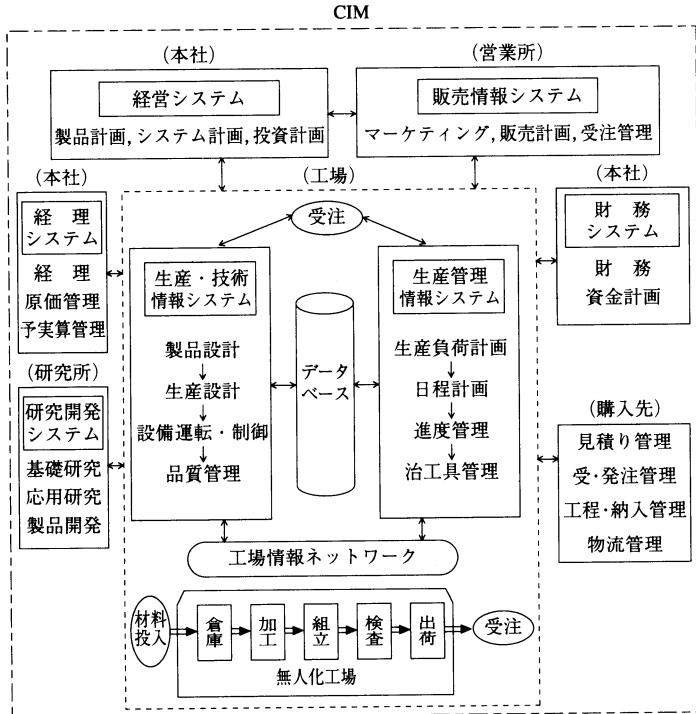
III. 生産の自動化・システム化と労働方法

(1) 自動化を基礎とした生産のシステムの展開

本章では、生産の自動化とシステム化を内容とする現代資本主義に独自の生産様式について、それを生産方法のレベルにおいて明らかにすることが課題となる。

前章においては、機械のメカトロニクス機器への発展とそれともなう労働の変化を中心に考察した。メカトロニクス機器は、それが原動機、伝導機構、道具機という3つの部分から成り立っているという点では、従来の機械設備と同一のものといえる。しかし、それら3つの部分の相互関係は、機械本体のなかにひとつの装置として構造化されており、この点においてメカトロニクス機器は機械設備とは異なるものである。すなわち機械設備、とくにその伝導機構のなかに含まれていた機械的な制御機構が、機械系か

図Ⅲ-1-1 CIMの構成イメージ



(出所) 油井兄朝編著「CIM 生販統合の実現」、日本経済新聞社、1990年、41ページ、図1-11。

ら分離された制御系として情報系によって担われ、並列する関係として機構化されているのである。その結果、機械設備は機械本体に対して独立した部分としてのインターフェイス部をもつようになり、オペレータは、このインターフェイス部において機械の物理的運動を情報信号に転換し、機械本体と労働の対象物との相関を制御し、生産を行うことになる。

ところで、このようなメカトロニクス機器の成立によって生産の自動化を基礎としたシステム化が可能となった¹⁾。生産の自動化とシステム化は、「直線の自動化と情報管理」から「面の自動化と情報処理の自動化」へと発展する。そしてその結果、生産の自動化とシステム化は、(1) ハード的側面におけるインプット変換機構(生産機械システム)、内部搬送システムおよび制御システム、ソフト的側面における情報技術処理および生産

管理情報処理という2つの側面をもつFMS〔Flexible Manufacturing System〕、(2) 製品システム設計と自動設計（または設計の自動化）から形成されるCAD〔Computer Aided Design〕、(3) 製品システムをつくりだすための技術仕様およびそれをつくり出すための手順計画の情報からNCテープやコンピュータ・グラフィックスを媒介とする技術情報や生産管理情報を生成するCAM〔Computer Aided Manufacturing〕、などの3つの機能を基本的要素として構成されるようになっている。さらにこれらは生産管理情報系および経営販売管理情報系によって包括されるのである。なお、CAD、CAMには、経験知識・技術情報を導入した知識工学を活用し、各種解析・シミュレーションをおこなうCAE〔Computer Integrated Engineering〕が付加される。FMS、CAD、CAMの制御はコンピュータによる分散制御システムを構成し、管理は汎用大型コンピュータによる集中管理システムを構成している²⁾。以上のような内容をもつ生産の自動化とシステム化は、一般的にはCIMと呼ばれている³⁾（図Ⅲ-1-1）。次に、CIMの内容についてさらに具体的に検討することにしよう。

まず、生産の自動化・システム化を製品の製造技術の発展・自動化の面から考察する。この発展はNC工作機械から始まる。NC工作機械は、単一刃物、あるいはせいぜい数本の切削工具を持つタレット台で単能的な作業しかできないという弱点をもっていた。この弱点は、数十本の切削工具を工具マガジンにそなえ、指令に応じて工具を自動的に軸に装備するATC〔Automatic Tool Changer: 自動工具交換装置〕によって解決される。ATCを装備した数値制御複合作業機械、これがMC〔Machining Center〕である⁴⁾。すでに述べたように、NC工作機械は生産情報を数値化した指令テープによって作動するものであるが、これに対してマイクロコンピュータを内蔵したNC装置で制御され作動するものがCNC工作機械である。CNC工作機械の成立によって、従来、ハードウェアとしてNC装置に組み込まれていた直線補間、円弧補間などの論理的演算機能がソフトウェアに置き換えられ、プログラムによって自由に変更できるようになり、無テープ形式で柔軟な数値制御が可能となった。

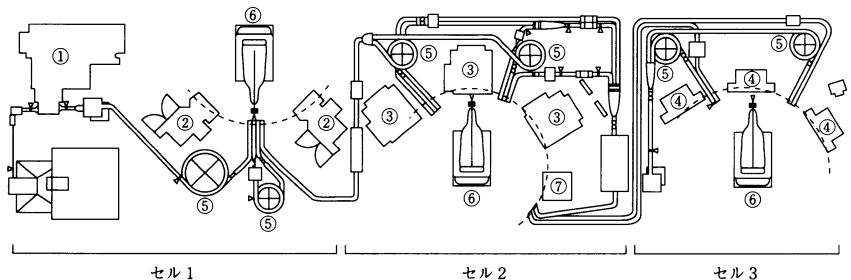
単体のCNC工作機械は、CNC工作機械の数台から数十台をインターフェイス制御装置であるMCU〔Machine Control Unit〕を媒介として統括制御するDNC〔Direct or Distributed Numerical Control〕へと発展する。MC、DNCの段階においては、「直線の自動化と情報の管理」が実現されることになった。これは、工作機械単体の自動化である「部分の自動化」「点の自動化」に比べて、より高度な自動化である。さらに、個々の作業工程間における加工物段取り、加工物搬送、加工物貯蔵の機構の自動化、す

なわち材料、部品、製品などの運搬の自動化およびそこで発生する情報の自動化が課題とされるようになる⁵⁾。このような課題は、自動化設備としてのロボット、搬送装置、自動倉庫など、フレキシビリティにとんだ各種自動マテリアルハンドリング設備によって解決されることになる。自動マテリアルハンドリング設備を付加された生産システムは、全体としてコンピュータにより連結・制御され、ジョブショップ〔Job Shop〕生産方式にみられる複合的な生産工程の自動化、すなわち「面の自動化と発生する生産管理情報および技術情報の自動化」へと発展する⁶⁾。これが、FMS〔Flexible Manufacturing System〕と呼ばれるものである。

ところでFMSには、数台のマシニングセンタが流れ作業の形に配置され、多様な部品がその流れにしたがって加工される形式のフロー型FMSと、コンピュータ制御により、多種多様な形状と加工工程をもつ加工物がランダムに搬送され、次々と必要な工作機械のところで識別され、プログラムにしたがった加工がなされたあと、取り外されて出口ないし倉庫へ移送される形式のランダムアクセス型FMSがある（図Ⅲ-1-2、図Ⅲ-1-3）。なお前者はFTL〔Flexible Transfer Line〕とも呼ばれている。

FMSのこれら2つの形態は、その単位体であるFMCの体系化として存在している。この基本単位を組み合わせることでフロー型・ランダム型のFMS、さらにはそれらを組みあわせた大きなシステムを構築することができる。このように生産の自動化とシステム化の発展は、機械系が加工セルを基本要素とするハード面でのシステム化として発

図Ⅲ-1-2 ロボット形式FMC結合型FMS（New Britain Machine社）

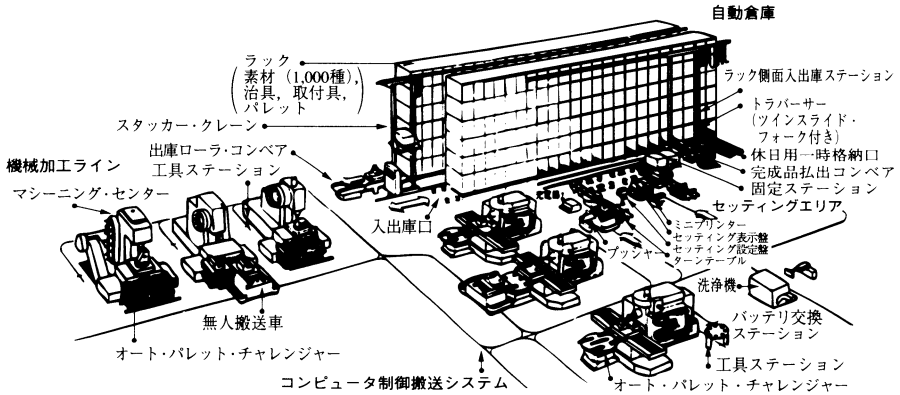


- (1) コンベアとロボットの併用によるフレキシブル・トランスファラインの形成。
- (2) ロボット方式FMCを結合したFMS。

①フローチ盤	②ストレージタワー
③双主軸型自動施設	④ロボット
⑤歯車型削り盤	⑥バリ取りユニット
⑦歯車シュービング盤	

（出所） 渡辺茂 秋山譲監修『生産システムと最新自動化技術』、日本工業新聞社、1986年、83ページ、図2.16。

図Ⅲ-1-3 ランダム・アクセス型 FMS (村田機械株式会社提供)

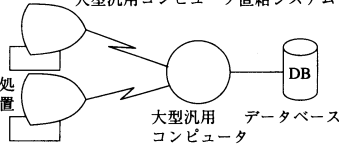
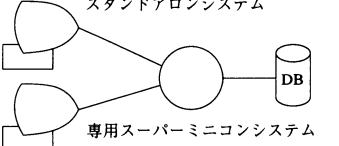
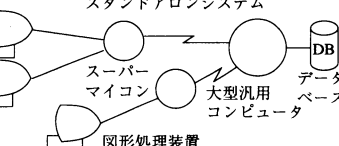
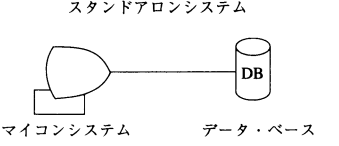


(出所) 人見勝人『生産システム工学 第2版』, 共立出版株式会社, 1990年, 270ページ, 図6.21。

展してくるとともに、コンピュータ利用により制御系が情報系と一体となることでプロダクション・コントロールを可能し、ソフト面での自動化を達成することになる。生産の自動化とシステム化は、NC 工作機械、CNC 工作機械、マシニングセンタ、産業用ロボットといった単体の機械による個別作業的自動化から、FMC のような個別工程的システムの自動化へと発展し、さらに工場単位の面としての自動化である FMS へと発展を見ている。

以上、生産の自動化とシステム化を製品の製造技術の発展・自動化の側面から考察した。さらに生産の自動化とシステム化は、情報処理技術の自動化の側面から考察することができる。すなわちこれらを情報処理技術の面から把握すれば、それは技術情報処理システムとなる。この技術情報処理システムによって、生産における物の流れ、情報の流れ、および時間の流れが制御できることになる。生産の自動化とシステム化を技術情報処理システムとしてみれば、このシステムは、具体的には、生産システムの設計、生産工程システムの設計とその実装化活動、インプット変換機構（生産工程システム）から構成されている。これまでの製造技術の発展は、このインプット変換機構を固有技術の側面から考察したものであった。さてここでは、この生産工程システムに対する技術情報処理部門の自動化を対象としてとりあげよう。この場合、技術情報処理システムは、CAD, CAM, CAE あるいは CAT [Computer Aided Testing] 等の発展において把握でき、これらによって技術情報処理システムの自動化が行われ、さらにそれは生産管

図Ⅲ-1-4 CADシステムの形態

1	<p>大型汎用コンピュータ直結システム</p>  <p>図形処理装置</p> <p>大型汎用コンピュータ</p> <p>データベース</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・大型汎用と図形処理ターミナルを TSS で接続しているため、大型の機能をそのまま利用可能。既存のソフトの利用可能。 ・ソフトウェア開発に有利である。 ・対話性は、ターンキーシステムより良くない。
2	<p>スタンドアロンシステム</p>  <p>専用スーパーミニコンシステム</p> <p>データベース</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・図形処理専用のスーパーミニコンによるターンキーシステムである。 ・高度の対話機能を備えている。 ・解析、シミュレーションなどの処理は、図形処理のレベルと同等ではない。
3	<p>スタンドアロンシステム</p>  <p>スーパーマイコン</p> <p>図形処理装置</p> <p>大型汎用コンピュータ</p> <p>データベース</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・対話型 CAD トータルシステムと考えられる。 ・1と2の両者の長所を持つ。 ・ターンキーシステムの機能を持つ。
4	<p>スタンドアロンシステム</p>  <p>マイコンシステム</p> <p>データ・ベース</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・高度の対話機能を備えている。 ・自在性ある図形処理が可能である。 ・使用する OS によって形態2に近い機能を持つことが可能である。

(出所) 渡辺茂 秋山譲監修『生産システムと最新自動化技術』, 日本工業新聞社, 1986年, 71ページ, 図2.6。

理の自動化, 経営販売管理の自動化に連結される。ここでは, これらのうち CAD, CAM を中心に検討する。

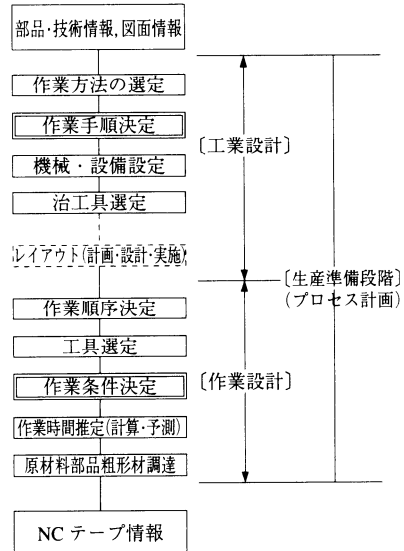
まず CAD についてであるが, これは簡単にいえば, ハードウェアとソフトウェアから構成されるコンピュータ図形入出力装置を用いながら設計者の本質的な判断を途中で介在しつつ設計作業を進める方式であり, 対話形式による「設計の自動化」である。CAD において製品の入力データは, コンピュータ内部で論理計算, 判断処理およびシミュレーションによる最適化処理をほどこされ, 幾何学的な要素の数値情報とそれらの要素間の接続関係をあたえる位相情報から構成される幾何モデルに転換される。そして, 設計自動化の出力情報として, この幾何モデルの情報を2次元平面およびテープ情報に転換する。すなわち CAD は, 設計対象の形状情報をモデリングする「形状(幾何)モデル創成機能」, 設計結果として必要な三面図, 断面図, 透視図, 展開図などを出力す

る「図面作成機能」、次工程である製造工程において重要な役割を果たす「NC 情報作成機能」の3つの機能をもっている⁷⁾。そして、対象の意匠の設計、構造設計から、加工・組立方法である NC 情報の生成まで設計品質を保証する設計システムを構築することが CAD の目的とされている。なお、CAD は、そのシステム構成上の形態として、(1) 大型汎用コンピュータ直結型システム、(2) スタンドアロン・システム、(3) インテリジェント・ターミナル・システム、(4) マイコンシステムの4つに分類できる(図Ⅲ-1-4)。

ところで、このような CAD の設計システムにたいして、加工・組立の製造工程情報が付加されると、それは CAD/CAM システムとなる。次にこの CAD/CAM システムにおける CAM について考察しよう。生産準備の段階においては、工程計画にもとづく工程設計と作業計画に基づく作業設計が必要となり、この2つによってインプット変換過程が設計されることになる(図Ⅲ-1-5)。このような場合、全体のコスト構成や製造時間を基準として、最適な設計が目指される。以上の作業は、従来、設計の出力情報である図面情報と機械設備や型・治工具に関する情報を人間労働の経験や知識が総括することで決定されていたが、このような生産技術に関する意思決定をコンピュータ支援によっておこなったものが CAM である⁸⁾。

CAM の構築においては、工程に関する固有技術や管理技術について、その法則性や規則性を分類・整理し、工程ファイルを完備することが必要となる。このファイルは、工程手順の基準となるものである。なお、この工程ファイルの作成においては、GT [Group Technology] と呼ばれる考え方が重要である。GT は別名「類似部品群加工 [Parts-Family Manufacturing]」といわれ、多種類の部品・製品を、形状・寸法・加工法などの類似性に基づいてパーツ・ファミリー

図Ⅲ-1-5 生産準備段階のフロー



(出所) 渡辺茂 秋山讓監修『生産システムと最新自動化技術』日本経済新聞社、1986年、78ページ、図2.11。

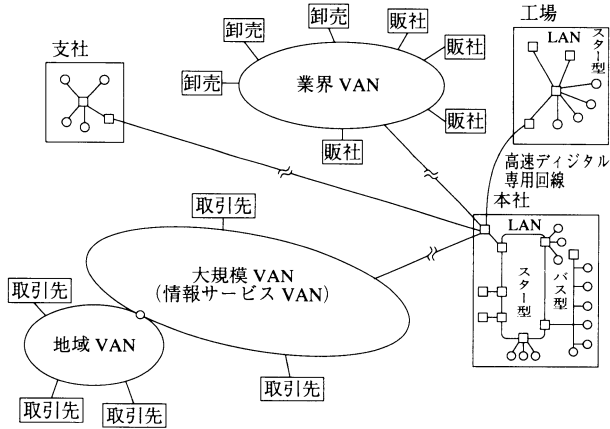
な集約し、これをロットとみなすことによって設計を標準化・合理化し、各グループに適切な生産設備と治工具を当てて段取り時間・工程間運搬・加工待ちを凝縮し、無秩序に個別的に設計・生産する場合より大きいロット数で、大量生産方式に近い効果を引き出し、生産性を向上しようとする多種少量生産技法として規定されている。GT⁹⁾によって、部品の類似形状・寸法・加工技術・機能等に分類コードが設定され、それが設計・生産準備・製造部門においての情報として工程ファイルに完備され、データ・ベースとしての機能を果たすことになる。

ところで、工程設計と作業設計の自動化であるCAMの対象は、ハードウェアとソフトウェアのふたつの分野に分けられる。すなわち前者が既に述べたCNCによるNC工作機械群、MC、自動マテリアルハンドリング装置、保管システムなどであり、後者が生産管理情報、テープの作成、自動プログラミング、工程設計・作業設計のノウハウのデータベース化等である。

すでに考察した技術情報処理のシステムとしてのCAM、CADあるいはその一体化としてのCAD/CAMは、生産管理システムあるいは受注管理情報システムとネットワークされることが必要である。生産の自動化技術の発展にともなうシステム化は、これをコンピュータシステムの機能配列としてとらえた場合、会社の管理機能と類似した階層的形状を構成する。この形状は、まず工場内における階層構成として、工場内における情報ネットワーク、LAN〔Local Area Network〕として把握することができる。LANとは、数フィート、数マイルはなれて相互に連結されたネットワークに結合される諸装置間に許される非公的なコミュニケーション・システムである¹⁰⁾。ロボット、CNC工作機械、センサ、搬送機、自動倉庫などの単体レベルでの自動化の実現は、これらの単体の各種装置を端末装置として下位LAN（低速伝送用LAN）に接続し、それをライン制御用コンピュータによって制御することを可能にする。さらに、このライン制御用コンピュータは、上位LAN（高速伝送用LAN）によって生産管理コンピュータに結合され、工場レベルの管理がおこなわれる。

さて、工場内のコンピュータがLANによって結合されることを基盤として、情報のネットワークはさらに拡大する。まず、それぞれの工場における生産管理コンピュータは、高速デジタル専用回線等によって本社に直結され、本社内のLANを媒介として経営管理コンピュータに結合される。この経営管理コンピュータにおいては、生産計画などの経営レベルの事項が処理される。さらに本社の経営コンピュータは、関連ユーザ、販売店、系列会社、資材メーカーと公衆網やVAN〔Value Added Network: 付加価値通

図Ⅲ-1-6 ネットワーク化された企業のイメージ



(出所) 島田達巳・海老沢栄一編『戦略的信息システム—構築と展開—』, 日科技連出版社, 1989年, 123ページ, 図4-2。

信網), などの WAN [Wide Area Network: 広域通信網] によって結合され, かくして WAN, LAN, 専用回線で結合された情報通信ネットワークにより, 生産がおこなわれるようになり, コンピュータによる統括生産, いわゆる CIM が進展することになる。

工場における生産および工場を越えた生産が, コンピュータと情報ネットワークを基礎として系統的に展開することによって, 生産の自動化とシステム化は, 情報の生産, 蓄積, 伝達, 処理, 利用の情報プロセスとして把握されるようになり, 情報ネットワークのなかに包摂されるものとなる。受注管理情報システムによって把握される市場からの情報は, 技術情報処理システムと生産管理システムになかの情報の流れとして, コンピュータによる集中管理と情報ネットワークによる分散制御を可能にするのである。そして, この情報ネットワークが, 産業組織に機能別編成と外部サービスの利用を持ち込むことになる(図Ⅲ-1-6)。

以上見てきたように, メカトロニクス機器の成立にとまなう機械系からの制御系と情報系の分離は, それぞれの系の自律的, 独立的発展の条件を形成する。さらに企業機能を外部に依存してもその一体性・有機性を確保できることから, 企業機能が進展する。情報・通信システムの展開は, 生産手段の集中と集積, とりわけ労働手段の巨大な集積をもたらすとともに, それにシステム化とネットワーク化という今日的な構造

表Ⅲ-1-1 CIM化のパターン

		事前設計型グループ	受注後設計型グループ	素材型グループ
業	種	食品、薬品、電機、事務機器、精密機械、自動車	造船、機械、重電	繊維、鉄鋼、紙・パルプ、化学、石油・ゴム、ガラス、土石、非鉄金属
CIM化のパターン		生販一体化	開発部門を中心として生産と販売を結ぶ	生産部門を中心とした統合化
各部門のテーマ	販売部門	最新市場動向の把握 (小売店情報ネットワーク)	見積もり・技術検討サービスの迅速化	正確な納期回答
	生産部門	効率の良い多品種化	CAD/CAM統合	工場内システムの統合化による省力化
	開発部門	市場動向への即応	設計期間の短縮	生産技術の革新

参考：日経BP社日経コンピュータ1988/10/24

(出所)「コンピュータロール36特集/CIMの新展開」, コロナ社, 1991年11月, 8ページ, 表1。

をあたえることとなる。資本がこのような生産手段の集積の利益を獲得しようとするれば、機械系を中心とした生産手段の一定の集中がシステムの効率性から不可欠となる。資本の専制支配のもとで、資本主義的生産様式がもたらした生産手段の集中は、労働の形態、すなわち協業のあり方を規定するものとなる。

ところで、これまで見てきたように、このような統合された生産システムの形成は、生産の自動化に加えて、事務の自動化の発展を前提としている。さらに、販売、営業、生産計画から製造と経営管理を総合した情報システムとしてのCIMを成立させることになる。このようなCIMは、機械系に対して制御系と情報系を一体化したシステムとして、生産の自動化をより高い段階に引き上げるとともに、本稿では直接には論じていないが、経営情報にもとづいた生産管理の可能性をもたらしている。しかし、生産のシステムにおいて、機械系、制御系、情報系の構造は、生産技術、管理技術の自動化のレベルが業種によって異なり、全体としては完成形態にあるものではない。このことから、CIMの理解についても不統一性が存在する(表Ⅲ-1-1)。このようにCIMの実体にばらつきがあり、それが表象に反映しているとすれば、それをとらえる概念はこのばらつきを含めて説明できるものでなくてはならず、したがってCIM概念の構造的把握が必要となる。すなわち、CIMを生産システムとしてとらえ、この生産システムは、生産の自動化を軸にとらえる。しかも、生産の自動化は、機械系、制御系、情報系の構成をもち、この系の構成が生産の自動化をひとつのシステムとして成立させ、CIMは成立

する。CIMとして把握される実体のばらつきは、自動化における各系の構成に示される生産の自動化の水準を反映した生産システムの特徴においてとらえるべきである。制御システムからとらえた生産の自動化のレベル、特に、機械系にたいするサイバネティクス〔Cybernetics〕の、したがって制御と通信とのかかわりからくる自動化のレベル、さらには生産システムとしての自動化の構造的内容によって、CIMのばらつきが成立するのである。

- 1) なお、「生産システム」についてはさまざまな定義があるが、機械生産システム用語辞典においては、「生産システムとは、生産にかかわる固有技術と、管理、計画、制御などにかかわる情報処理技術が有機的に総合化されたシステム」と定義されている。精機学会総合生産システム研究会編『機械生産システム用語辞典』、養賢堂、1978年、102ページ参照。
- 2) 渡辺茂，秋山讓監修『生産システムと最新自動化技術』、日本工業新聞社、1986年、62-62ページ。なお、本節の分析は、同書所収論文西川智登「生産システムの自動化とCAD/CAM/FMS」に多くを依存している。
- 3) 人見勝人氏は、CIMに対して『「自動化の〔孤〕島（island of automation）」から脱却して、共通のデータベースで真に融合された総体』という定義をあたえている。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、131ページ。またCIM研究グループは、CIMに対して「販売、生産、設計・開発および経営管理を統合する情報システム体系」という規定をあたえている。CIM研究グループ『生産革命 CIM—構築のアプローチ—』、工業調査会、1988年、2ページ。
- 4) MC〔Machining Center〕とは、箱形部品にたいしてフライス加工・中ぐり、穴あけ、ねじたてなどを行うものであり、これにたいして、円筒部品にたいして加工を行うものはターニングセンタ〔Turning Center〕と呼ばれる。
- 5) 渡辺茂，秋山讓監修，前掲書，61-62ページ。
- 6) 渡辺茂，秋山讓監修，前掲書，61-62ページ。
- 7) 渡辺茂，秋山讓監修，前掲書，64ページ，72ページ。
- 8) 実行可能な加工手順の最適決定と生産設備の選定を生産の原理・原則に基づき自動的に行う方法論（創成〔generative〕方式）はまだ完成されていない。なお、その展望としては、加工形状と加工手順との間の法則や経験則を知識工学的にプロダクション・ルールとしてエキスパート・システムを作成し、それを利用することが挙げられている。このことからすれば、生産工程の技術的決定については、現実には、蓄積された経験・知識に依存しており、したがってCAMはまさに発展途上であるといえる。人見勝人『生産システム工学 第2版』、共立出版株式会社、1990年、249-250ページ。
- 9) 人見勝人監修・著『GTによる生産管理システム』、日刊工業新聞社、1981年、6-7ページ。
- 10) Mikell P. Groover “Automatic Production System and Computer Integrated Manufacturing”, Prentice-Hall, Inc. 1987, pp. 729-730.

(2) システム産業的分業の形成

第2章においては、資本主義における生産方法の変化を、特に労働手段の変化を中心

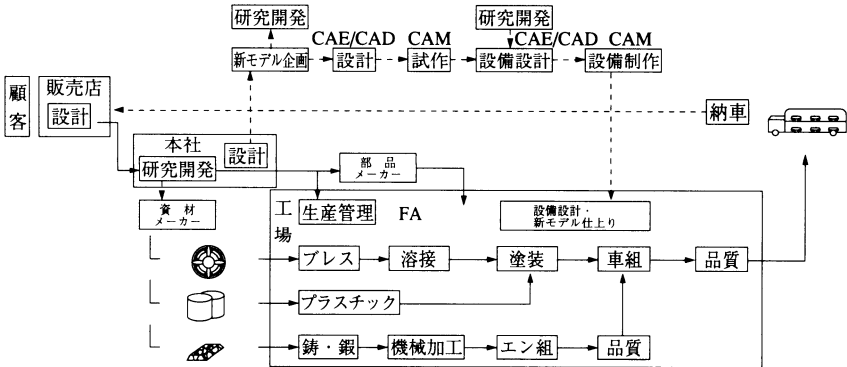
として具体的に考察してきた。それは第1に、CNC工作機械とその周辺機器の制御機構の発展によって生産の自動化・システム化の基本単位としてFMCが成立し、そしてこの基本単位の展開として、それぞれの装置がコンピュータに制御され、管理されることで工場の自動化=FMSが形成されるということであった。このFMSは、GT、CNC工作機械、機械と機械の間の自動マテハン、機械(DNC)とマテハンの自動制御などの技術を含み、フロー型FMS、ランダム型FMSという形態として成立する。また第2に、これらの生産の自動化・システム化を技術情報処理システムとしてとらえるなら、それはCAD、CAMのそれぞれを出発点とし、GTによる工程ファイルをデータベースとするCAD/CAMの一貫処理化へと発展するということであった。コンピュータ利用による制御系と情報系の一体化、独自の展開は、CAD/CAMを発展させるのである。

そして、このような生産の自動化は、工場内ではLANによって、さらに工場を越えてはWAN等によってネットワークされ、情報システムのなかに包摂されることになる。かくしてプロダクション・コントロールと多品種少量生産を可能にする柔軟な生産システム、CIMが実現されるのである。しかし、このような生産の自動化とシステム化、CIMといわれるものは、今日的には、部分的にはともかくとして全体として完全な自動化を達成しているものではない。現段階では、部分的には人間が作業をする方が経済的であり、また組立作業においてみられるように機械による細かな作業が望めないという点で完全自動化は未到達である。しかも、生産の自動化は機械系、制御系、情報系の各系がシステムとして展開するなかで行われているのであるが、これらの各系の構成における自動化の水準は業種によってばらばらである。

ところで、以上のような労働手段の変化に対応して、労働方法はどのような特徴をもつものであるか。すでに第2章第2節において、数値制御(NC)が導入されたもとの労働内容の変化について考察を行った。ここで得られたことは、従来の機械旋盤が、熟練労働を基幹労働とするマン・マシン・システムであったのに対し、FMCは、情報労働を基幹労働とするマシン・マシン・システムであるということであった。また、労働組織としては、旋盤においては、熟練労働者と補助労働者がペアが基本単位となり、マシニングセンタにおいては、情報労働を担うプログラマとサイクルボタンを押すオペレータ、システムの保全員が基本単位の構成をなす、ということであった。

このようにNCの導入によって労働方法は変化するのであるが、この領域に限定された労働方法の変化は、それだけとしてみれば生産の自動化のレベルにおいてとらえら

図Ⅲ-2-1 CIMの全体像



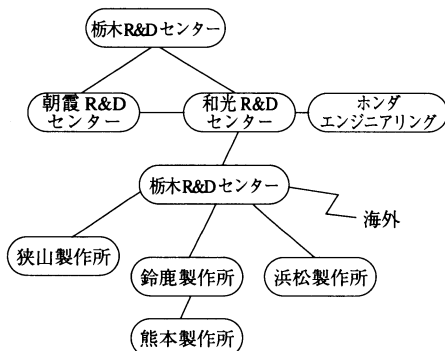
（出所）『コンピュータール36特集／CIMの新展開』，コロナ社，1991年11月，3ページ，図1。

れるものであり、協業の基本的形態としても基幹労働者と補助労働者のペアという内容をこえるものではない。しかし、生産の自動化を基礎としたシステム化、コンピュータによって統括された生産であるCIMが進行したところでは、生産そのものの内容が豊富化され、それに規定された労働方法、協業の形態も従来のものとは異なるものとなっている。制御の装置と機構が発展し、NCがCNCへと発展するなかでの労働方法、協業の形態は、CIMが展開するもとの労働方法として考察する必要が生じているのである。本節においては、CIMの現状について、業種によるばらつきを考慮しつつ2つの事例を紹介し、その事例を念頭に生産の内容の豊富化ということを述べ、それに規定される協業の今日的形態について検討したいと思う¹⁾。

まず、CIMについての現状であるが、自動車企業のホンダでは、CIMについて2つの領域を設定している²⁾。ひとつには、市場動向から新モデルを開発し、生産設備を準備し、量産立ち上げまでのいわゆる新機種開発の領域である。見方をかえると、CAD→CAE→CAMの流れである。もう一つは顧客の注文を受けてから車両を製造し、納車するまでの領域である。すなわち生産管理→FAの世界である（図Ⅲ-2-1）。まず前者についてであるが、これは、技術研究所における商品開発からはじまる。

スムージングができあがると車種に応じた面データができあがり、これがそれ以降の機種開発のマスターデータとして、すなわち基準データベースとして研究所で一元管理されることになる。それは、必要な部門に回線を媒介として伝送される。そのためのネットワークが「ホンダネットワーク HIGHWAY」（図Ⅲ-2-2）である。

図Ⅲ-2-2 ホンダネットワーク HIGHWAY



（出所）【コンピュータロール36特集 CIM の新展開】、コロナ社、1991年11月、3ページ、図4。

基本設計が完了すると、強度解析、衝突解析、空力解析、操安解析などの種々の解析が行われ、設計へのフィードバックが行われる。一方、これと並行して同じデータベースを利用して、試作車両の製作が進められるが、ここにも DNC などのコンピュータ技術が駆使され、精度の向上とリードタイムの短縮が図られる。

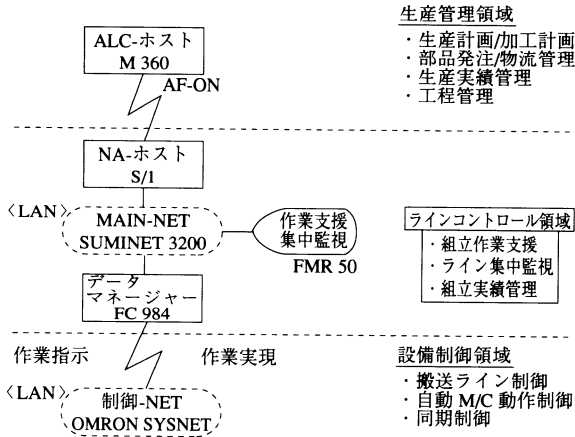
技術研究所でスタイリングデータおよび基本設計データがデータベース化されると、ホンダエンジニアリングにおいて、ただちにプレス成形性などのフィジビリティスタディが開始され、不具合が研究所にフィードバックされる。

SED [Sales, Engineering, Development] 合同評価により GO サインがだされると、生産情報が付加されたうえ、型加工データの作成、NC 型彫機による金型の加工、ボディ溶接用の治具の設計・製作、ロボットのシミュレーション、エンジン部品加工のためのモジュールマシンの専用部分の設計・製作などが同時並行的にすすめられる。

次に後者についてであるが、これは、すでに述べたように製作工場における FA として展開している。ここでは、自動化ラインの導入で最後に残された領域である組立ラインに対応する NA [New Assembly] プロジェクトについて紹介しておこう。これは、1988年から鈴鹿製作所に実験工場として設置されている。NA ラインは、第1に現行の150工程から32工程へと大幅な工程集約がおこなわれていること、第2にそのうち17工程で48機種27のマシニングセンタが作動し自動化率が高いこと、第3に自走式搬送台車の採用による非同期の生産工程を形成していることなどを特徴としている。

全体をコントロールするコンピュータシステムについては階層性をなしており、情報

図Ⅲ-2-3 システムの概要



（出所）「コンピュータロール36特集／CIMの新展開」，コロナ社，1991年11月，6ページ，図9。

の集中・分散管理と処理の分散化による信頼性の向上と負荷の分散を中心的な特徴としている（図Ⅲ-2-3）。ラインシステムとしては、最上位のコンピュータから最下位の制御機器にいたるまで、多くの異なったメーカーの機器を接続し、その統一性を確保している。

ところで、本稿では、資本による統括の内容としての生産管理は取り上げていないが、ホンダの生産管理について簡単に触れておくことにする。ホンダにおいても、製品の多種多様化に対応し、生産の小ロット化・混合生産化が必要となってきた。また日本の工場と海外の工場の技術支援、部品供給の増大、すなわち複数のマザー工場間の交流にともない、工場の生産管理・生産方法の管理業務の自動化、統合化が必要となった。このようなことから、1988年、企業レベルでの経営の効率化に結びつく生産管理体制の強化、顧客に要請に応じて製品をタイムリーに供給できる「最新情報処理機能を具備した、世界最高レベルの高効率（スピード・コスト）生産管理システム」の構築を狙いとした役員室直轄の企業プロジェクト“AU-T [Automize-Totalize]”が発足した。このプロジェクトのコンセプトは、（1）マーケットニーズ・オリエンテッド・マスタースケジュール（ショートタイムの確定生産）、（2）シンクロナイズド・プロダクション（同期化生産）、（3）ライン・バランスド・プロダクション（平準化生産）である。

新しい生産管理システムの展開は、第1ステップとして、それまで各製作所で運用していた部品表を使用し、生産管理領域の主要業務を統一システム化することであった。第2ステップとしては、各製作の部品表を統合化し、この部品表とオンライン・ネットワークによい統一システムをバージョン・アップすることであった。最後の第3ステップは、国内統一システムの海外水平展開と生産管理システムに技術情報を取り込むことでシステム・バージョン・アップをおこなうことであった。1991年2月には第2ステップが完了したが、ホンダでは、このことによって生産管理の仕組みが全社統一システムとして一元化され、統一ルールで運用できるようになったこと、部品協力メーカー、海外生産工場、社内関係部門の相互関係がシンプル化し、総合的業務効率の向上に役立ったこと、従来月度一括注文を基本としていたものが、週間確定方式に切り替えられ、顧客ニーズを生産計画に反映する機会が4倍になったことなどが利点としてあげられている。

表Ⅲ-2-1 CATCH-21のテーマ

	開発テーマ	進捗状況
FA	生産システム	阪工で2年の実績 H3.9末全社版完了予定
	保全システム	H3.4完成 運用中
	工事費積算システム	H3.1から部分的に運用開始
	エンジニアリングOA	H4.4より運用開始予定
	保安情報システム	健康管理、保安システム運用中
OA	樹脂生販一貫システム	樹脂 H4.3完了予定
	企業間システム	ほぼ完成 運用中
	新人事情報システム	H1完成 運用中
	人事給与事務センター	H2完成 運用中
	トップOA	運用中
RA	特許システム	H2完成 運用中
	R&D企画運営システム	実行案作成中
	総合技術情報システム	一部運用中
	新研究所システム化計画	H2ライフサイエンス研究所完成(インフラ作り完了)
	分子設計支援システム	運用中 計算科学としてさらに拡大予定
	実験支援システム	FL-PACKにて自動化推進中 GLP(厚生省、通産省)完成運用中
	プラスチックCAE	ほぼ完成 運用中

(出所) 『コンピュータロール36特集/CIMの新展開』, コロナ社, 1991年11月, 26ページ, 表2。

次に、化学プラントにおける CIM の現状について紹介しておこう。³⁾ 三井東圧化学では、1987年、情報距離のゼロベース化および情報の共有化を基本として、全社のシステ

ムをリストラクチャリングして統合化すべく、総合システム化中期計画“CATCH-21 [Computer Asisted Total Challenge for 21st century]”を策定した。CATCH-21の基本骨子としては、（１）定型業務は徹底して機械化する、（２）システム化後の余力は営業や創造的な業務に振り分ける、（３）会社一事業所的な運用を行う、等があげられている。具体的には、会社のシステム化対象業務から、FA系3、OA（Office Automation）系7、RA（Research Automation）系7を抽出し、総合システム規格委員会の承認のもとに、推進された（表Ⅲ-2-1）。実施にあたっては、（１）できるだけ効率の良い道具を導入ないしは開発して利用すること、（２）特定の事業所を指定して先行させ他の事業所へ水平展開すること、（３）標準化を徹底して実行し、生産手段のデータ構造の統一（5W1H方式）をはかることなどが基本施策とされた。そして、このCATCH-21を進めるためには、インフラ技術としての情報通信ネットワークの強化が重要とされた。

広義に解釈したばあい以上のようなCATCH-21がCIMそのものであるが、ここでは、生産システムを中心とした販売計画—生産—出荷業務の統合化システムをCIMととらえてその内容を明らかにする。なお、化学産業においては、販売計画、生産計画、生産（品質管理を含む）、出荷および設備保全に関する個々の管理技術を統合した段階がCIMの現状と把握⁴⁾されている。

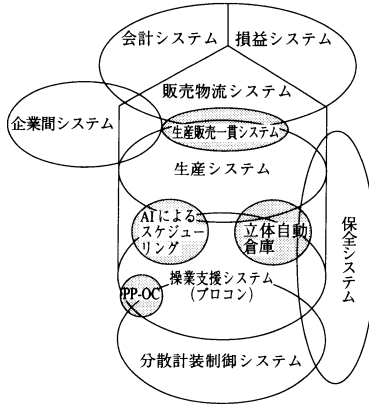
一般に装置産業におけるCIMは、プロセスの特徴とCIM化の狙い、具体化の方法

表Ⅲ-2-2 化学プロセスの特徴とCIM化

形態	規模	CIM化の狙い	具体化の方法
連続	大型	安定操業 省資・省エネ 品質向上 少人化	自動化 統合化 オペレータ支援 -トレンド管理 -プロセスシミュレータ
バッチ	小型	フレキシブル化 生産リードタイムの短縮 操業状況と在庫のタイムリーな把握 品質向上 少人化	自動化 統合化 オペレータ支援 -スケジューリング -プロセスシミュレータ -ロットトラッキング
ディスクリート			

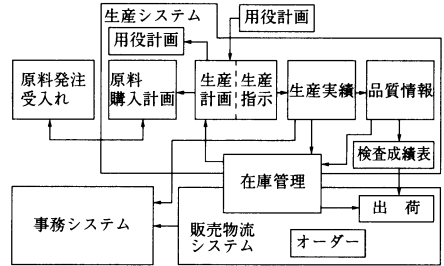
（出所）『コンピュータロール36特集／CIMの新展開』、コロナ社、1991年11月、27ページ、表3。

図Ⅲ-2-4 CIMのイメージ



（出所）『コンピュータロール36特集／CIMの新展開』，コロナ社，1991年11月，27ページ，図3。

図Ⅲ-2-5 生産システムの概要業務フロー



（出所）『コンピュータロール36特集／CIMの新展開』，コロナ社，1991年11月，27ページ，図3。

に従って整理すると、表Ⅲ-2-2のようになる。三井東圧化学の場合、主力製品ポリプロピレンを生産するプラントは、最大級の生産量を誇る連続プラントで、しかも多銘柄プラントとして性格を有している。したがって、銘柄切替時のトランジション品（銘柄切替過渡的に生産される中間品）の削減あるいは適切な生産サイクルの決定など、運転技術を含めかなり複雑な管理体系が必要となり、CIM構築に対しても多品種の製品分野ごとに特徴のあるシステムが形成されることになる。

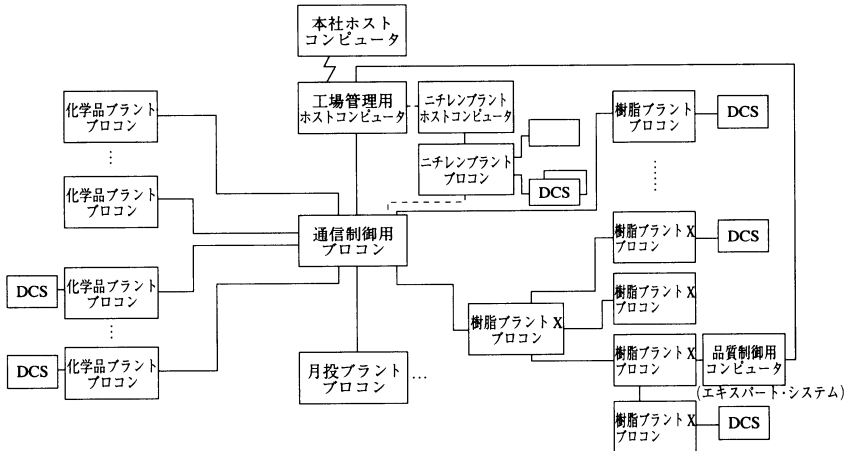
さて、三井東圧化学における具体的なCIMのイメージは、図Ⅲ-2-4であるが、ここから生産システムの概念業務フローを描くと、図Ⅲ-2-5のようになる。このような生産システム構築に狙いは、「生産および工場内物流データを一元的に管理し、生産活動に携わるマネジメントが適切なアクションをとるために必要な情報をタイムリーに提供すること」であり、この結果「生産活動と製品物流の効率化とフレキシビリティの向上」が図られる。化学産業の場合プラント相互間の関連が複雑であり、さらに、電力、スチーム、工業用水などの用役に対する操業計画の立案に、各プラントの生産計画が密接に関連してくる。したがって計画立案の効率化には、生産計画に基づいた原料・副原料購入計画、溶液操業計画が自動化される必要がある。さらに、生産量あるいは販売数量は、実際には、計画ベースと一致しないため、在庫管理が必要となり、生産計画立案といっても、実績収集と在庫管理とのリンクが必要となる。これらのことから、生産シ

システムの利用範囲は、研究・検査、製造、生産管理、販売、物流、原料・副原料購買の各部門にわたり、情報の共有化さらには共用化がはからなければならない。

化学産業における生産システムの機能を実現するために、三井東圧化学における生産システムが有している特徴は、（１）本格的データベース（MODEL 204）を採用しデータ構造を現実の物の動きに対応させ（5W1H形式）、標準化を図っている点、（２）ホストパソコン連携システムを構築し機能分担を標準化することで、各現場の要求にあった日報入力画面や実績管理のグラフを自由に作成できるようになっている点である。このような生産システムが構築されている成果としては、（１）生産計画の見直しや品質検定の迅速化、原料発注の効率化による在庫削減、（２）デリバリー体制と品質保証の強化充実、（３）出荷および原料調達部門を中心とした業務の効率化および省力化、（４）全所的な品質管理意識の向上、（５）業務改善に向けての創造的な知恵の発揮とシステム化マインドの向上があげられている。

さて、三井東圧化学における今後のCIMの展開方向としては、（１）研究・開発および営業部門の統合化の積極的推進、（２）大型連続プラントにおけるPA〔Process Automation〕の展開によるさらなる少人数化のためのシステムの高度化が指摘できる。特に後者については、安全運転を維持するため設備や品質の異常をいち早く検知し、正常状態へ安全かつ正確に、しかも速く移行できるようなシステムの構築が必要となっている。これらのことは依然として人間労働の経験に委ねられている分野である。また、（３）すでに述べた生産システムを利用することによって、各プラントごとの原単位推移や工程分析値あるいはプラントの主要管理ポイントを時系列的にパソコン上に表示できるようになっているが、今後さらにPDCA〔Plan-Do-Check-Action〕のサイクルをより速く効果的に回すために、異常（広義には計画と実績のズレを含む）の検知後、その原因を推定し運転状態を変更したり異常の誘因を排除したり、ばあいによっては設備自体の改善をおこなうことが必要と考えられている。現在三井東圧化学大阪工業所においては、約3分の1のプラントにプロセス制御用コンピュータ（プロコン）が導入されているが（図Ⅲ-2-6）、以上のことをおこなううえで、このプロコンは、（１）過去の運転履歴を簡単に検索できるようなデータベースをもち、（２）過去のデータを工学的に解析できるようなツールが提供され、その一部はリアルタイムで処理され、（３）リアルタイムシミュレーションさらにはオペレータ訓練用シミュレーションが実現でき、（４）オペレータの運転ノウハウや設計者・工務技術者の知識をそれぞれの担当者が簡単にシステムに移行している、などの機能を有した次世代システムとしての操業支援システムに

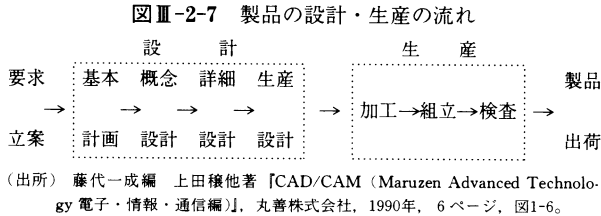
図Ⅲ-2-6 三井東圧化学大阪工業所ネットワーク構成図



(出所) 『コンピュータロール36特集/CIMの新展開』, コロナ社, 1991年11月, 30ページ, 図9。

構築されなす必要がある。そして、このようなシステムを実現するためには、ハードシステムとして、(1) 計装システムとの接続が容易でかつ計装システムの機能拡張に十分対応できること、(2) オープンアーキテクチャの採用によりプロコン、ホストコンピュータ、EWS [Engineering Work Station]、パソコンと簡単にネットワーク接続できること、(3) コンピュータシステムの継続性、拡張性、信頼性、保守性が十分であること、(4) アプリケーションソフトの開発に際してすでに他のシステム(ホスト、BWS、パソコン)で可動している技術計算ソフトや市販の汎用パッケージが利用可能なこと、などの要件が必要となる。

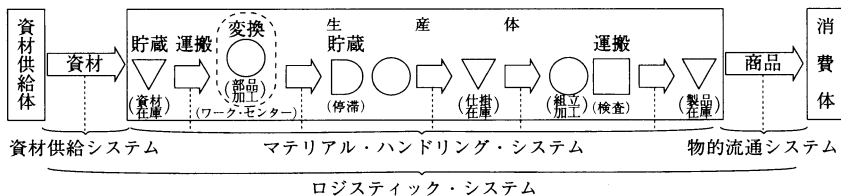
以上、CIMの現状について、ホンダと三井東圧化学の事例を紹介した。ところで、つぎに、生産のシステム化にともなう生産そのものの内容の豊富化について検討しておこう。それは、労働対象の領域の拡張によって特徴づけられる。労働手段の発展にともなう労働の技術的諸過程は、道具、その発展したものとして機械、機械体系とその自動化までの段階と、機械の体系化と自動化の発展が生産のシステム化をもたらし、生産が情報システムに包摂される段階とでは、大きな隔たりがある。この技術的諸過程の新たな段階は、生産というものが設計をも含むものとして、すなわち生産過程が生産と設計を含むプロセスにおいて表現されることに特徴がある。生産のシステム化において、労働が労働手段を媒介に働きかけるものは、生産されるべき製品の原材料にとどまらず、



その製品の生産するための設計における情報にまで拡張され、労働によって実現される目的性を観念において形成する領域が、CAD/CAMによって労働の対象となり、労働対象は、設計・生産されるべき対象のすべてに拡張されるのである。しかも、この拡張された対象自体が、製品そのものは機械系に沿った流れとして、情報は情報系に沿った流れとして、いわばシステムとしてとらえられるようになる。この対象のシステムの表現は、対象（機構）にたいする入力と出力、たとえば、「対象を環境から入力 x をとりいれて出力 y を環境へもどすような機構 f をもつシステム」として表現されるということである⁵⁾。なお、製品の設計・生産の流れは、図Ⅲ-2-7のようになる。システムのなかでのひとまとまりの活動は、フェーズ (Phase) と呼ばれる。なお、機械製品の設計・生産の流れは、図Ⅲ-2-7のような工程の流れを形成し、この流れにおいて生産の内容がとらえられるのである。NC, CAM, CAD, CAT [Computer aided Testing : コンピュータ支援検査]などは、設計・生産の個々のフェーズを効率化を目的として、ほぼ独立的に展開をしてきたが⁶⁾、やがてそれらは、こうした生産プロセスのなかで、実際の生産材料が投じられ製品が実体化するまでの各フェーズにおいて、その時点での製品を過不足なく表現する統一的な情報もちいるようになってくる。この情報によって表現される体系こそが、CAD/CAMが目指す設計・生産に対する一貫したコンピュータ支援である。このように生産が設計をも含むプロセス概念として表現され、それにともない労働対象の範囲が拡大されるわけであるが、この概念の拡張は、協業すなわち労働の結合形態の拡張を規定するものであり、この点にこそ、生産に自動化・システム化の段階における特徴がある。

なお、生産は、一生産体内部の流れにおいてのみに限定されるのではない。生産は、マクロ的には経済社会的観点から、物の流れのロジスティックス (Logistics) として、製造と流通との関係でとらえる。このことからすれば生産は、メカトロニクス機器の工場内外へ体系的配置にもとづく機械系、情報系、制御系の独自の展開を基礎に、製品の

図Ⅲ-2-8 “物の流れ”としての生産システム（生産システムにおける変換）



(出所) 人見勝人『生産システム論』, 同文館, 1990年, 22ページ, 図1-5。

販売との結合, 受注から出荷までの各種技術を統合するシステム化を, したがって狭義の生産はもとより, 消費, 分配・交換を含む意味での, 加工のみならず計画, 設計, 購買, 在庫, 管理, 流通, 販売などの製品が関与する広い領域を含む意味でのシステム化⁷⁾を行おうとする。これらは“ロジスティック・システム”といわれている(図Ⅲ-2-8)。生産は, 設計を含むものとしてプロセス的に表現されるという特徴を有するようになっているとともに, ロジスティック・システムとしては, 交換・分配, 消費をも包括しようとしている。生産のシステム化において結合される労働の拡張は, 生産のなかに交換・分配, 消費を含むものとして拡張される。

メカトロニクス機器の発達にともない, 労働, 労働手段(インターフェイス・機械本体), 労働対象(工作物)の関係が情報によって結合され, 生産の自動化, システム化が進行したわけであるが, このようななかで生産は, 情報そのものが労働対象としての意味をもつようになることで, 設計を含むプロセスの特徴を有するようになった。さらに, 情報ネットワークの形成を基盤としてロジスティック・システムが導入され, 生産は流通と消費を限定された範囲において包摂するようになる。部分的にせよ生産・流通を統合するシステムが形成されることになるのである。生産は, 今日的には, このような特徴をもつようになってる。

ところで, このような生産の内容に規定された労働方法が問題となるのであるが, メカトロニクス機器の発展にもとづいて生産の自動化とシステム化が進展し, 生産の内容が豊富化することによって, 協業は新しい形態をもつことになる。

今日的な生産方法における労働方法は, その内容としては情報プロセスの各デバイスと技術に規定された情報労働である。この情報労働を基礎とする労働の組織は, 生産が設計を含むプロセスとして情報システムによって包括されること, およびロジスティック・システムとして限定された範囲で流通を包括するようになったことに規定されて

新しい形態をとることになる。すなわち、細部労働としての情報労働は、工場内の情報ネットワークにおいてシステムを媒介に分業を形成する。さらに、細部労働は、システム間の情報ネットワークを媒介として、分業を形成する。工場内外の情報ネットワークの展開によって、従来の機械体系における共同労働が形成する工場内分業は、工場内分業に止まらず、工場を超えて展開することになる。また、生産は、ロジスティック・システムにおいて限定された範囲ではあるが交換・分配、消費を包括しようとし、このことによって市場の発展がもたらしていた社会的分業を生産システムのなかに取り込もうとする。このようななかで、情報労働によってになされる細部労働が結びつ今日の形態として、工場内におけるネットワーク的分業と工場を超えたネットワーク的分業をその内部に取り込んだシステム産業的分業を形成することになる。このような過程において、生産手段の集中と労働の社会化は一層進展するのである。

資本主義に独自の生産様式としての「機械設備と大工業」を労働過程としてとらえ直した場合、そこにおける協業の形態は、道具の発達したものとしての機械設備とその体系に規定され、工場において形成される協業、いわば大工業的分業であった。しかし、資本主義的生産の今日の特徴を労働過程においてとらえた場合、そこにおける協業の形態は、原動機、伝動機構、作業機が、機械系からの制御系と情報系が分離し、並列する関係として機構化されたメカトロニクス機器およびその体系に規定され、情報ネットワークにおいて工場内、工場外において展開するシステム産業あるいは産業ネットワークにおいて形成される協業、システム産業的分業である。このように、メカトロニクス機械の成立と情報ネットワークによって形成される協業の形態は、以上のようなものとして従来の大工業的分業とは異なるものとなっている。

なお、このような労働方法は、以上のような情報労働をになう細部労働がとその結合形態が情報管理システムに包括される制御システムのなか、生産管理による資本の統括を媒介として作業と作業組織のあり方としてとらえられる時、労働様式の分析となるが、この分析については、次稿の課題としたい。

- 1) CIMの事例については、『コンピュータロール36 特集/CIMの新展開』、コロナ社、1991年11月、を参考とした。
- 2) 前掲書所収論文、三枝行雄「ホンダのグローバル CIM」参照。
- 3) 前掲書所収論文、川村継夫『化学プラントにおける CIM』参照。
- 4) このような段階をフェーズ3とすると、それに先行する段階としては、製造設備にDSC（分散計装制御システム）などのデジタル機器を導入し、CRT（Cathode Ray Tube）オペレーションを通しプラントの集中管理を行っている状態としてのフェーズ1、計器室の統合

化によるプラント群管理がおこなわれている状態としてのフェーズ2が存在している。またフェーズ3以降の段階としては、研究・開発あるいは経営・財務を統合化するより高度なCIMの構築が展望されているようである。

- 5) 藤代一成編, 上田穰他著『CAD/CAM (Maruzen Advanced Technology 電子・情報・通信編)』, 丸善株式会社, 1990年, 2ページ。
- 6) コンピュータ支援は、生産工程すなわち設計・生産プロセスの生産本体フェーズからはじまた。1950年代初頭のMIT (マサチューセッツ工科大学) での、フライス盤の数値制御の成功がそれである。また、設計工程へのコンピュータ支援は、1960年代前半の同じくMITでのサザーランド (Sutherland, I. E.) による図形処理システムが、その先駆となった。
- 7) 人見勝人『生産システム論』, 同文館, 1990年, 22ページ。