

コンピュータ統合生産システム構築の概念

近藤高司・鈴木達夫

The Concept of Computer Integrated Manufacturing System.

Takashi KONDOH and Tatsuo SUZUKI

The purpose of this paper is to define a concept of a computer integrated manufacturing system. The integrated manufacturing system has become a strategic issue for most of Japanese manufacturing industries. Recently the production system of multi-items and small quantity by using the JIT or the MRP system is popular in order to quickly respond to changes of the worldwide consumption markets. CIM means the interaction between people and automatic machines with information systems to integrate and automatically execute. CIM concept and the historical development for the effective manufacturing were discussed.

1. はじめに

今日、日常消費される工業製品、あるいは民需用工業製品の製造業が産業の中核となり、今日の先進工業経済的な繁栄を実現してきた。欧米の進んだ生産技術を模倣しわが国の文化に合致した改善を行い大量生産システムを構築して国際競争力をつけた。国際および国内の消費市場が豊満になり大きな生産形態の変化が急速に進行しつつある。さらに、コンピュータ技術の発展は情報処理、情報通信の機能を革新し利用形態が変化しつつある。工業界では情報システムの高度利用さらに戦略的活用、自動化を目指し戦略的情報システム(SIS)やコンピュータ統合生産システム(CIM)、生産自動化(FA)の構築を急いでいる。

製造業における生産、加工、組み立てのFA自動化の進展と同時に生産管理、業務の管理、技術管理などの情報系の自動化は企業の業務を分割し「自動化の島」を形成することになる。しかし、企業においては情報も物の流れもスムーズでなければならず、特に情報の流れを良くする統合化が不可欠となる。

そこで当研究においては、現在の製造業に不可欠なコンピュータ統合による生産システム構築の概念を出現の背景、CIM要素技術、概念などについて詳細に論ずる。

2. 生産技術の経緯

わが国の製造業において国際化、高度化が叫ばれ厳しい企業競争がなされている。特に、世界中の工業製品の製造の中心は日本であり、「世界の工場」と化している。それは、また貿易収支の大幅な黒字国、債権大国になり世界の経済に大きな影響力を与えている。今日の工業製品の製造には、第二次世界大戦以降のたゆまない経済復興活動、高度経済成長、オイルショックの克服など産業界の、そしてそこで働く人々の勤勉さの歴史の結果である。工業技術の発展・発達はわが国の工業生産力を飛躍的に大きくしてきた。さらに、工業製品が極めて有利な国際競争力を持ち、維持することは、経済的に最も安価な製造原価で限りなく良い品質の工業製品を生産することである。機械、電気、化学など固有工業技術の

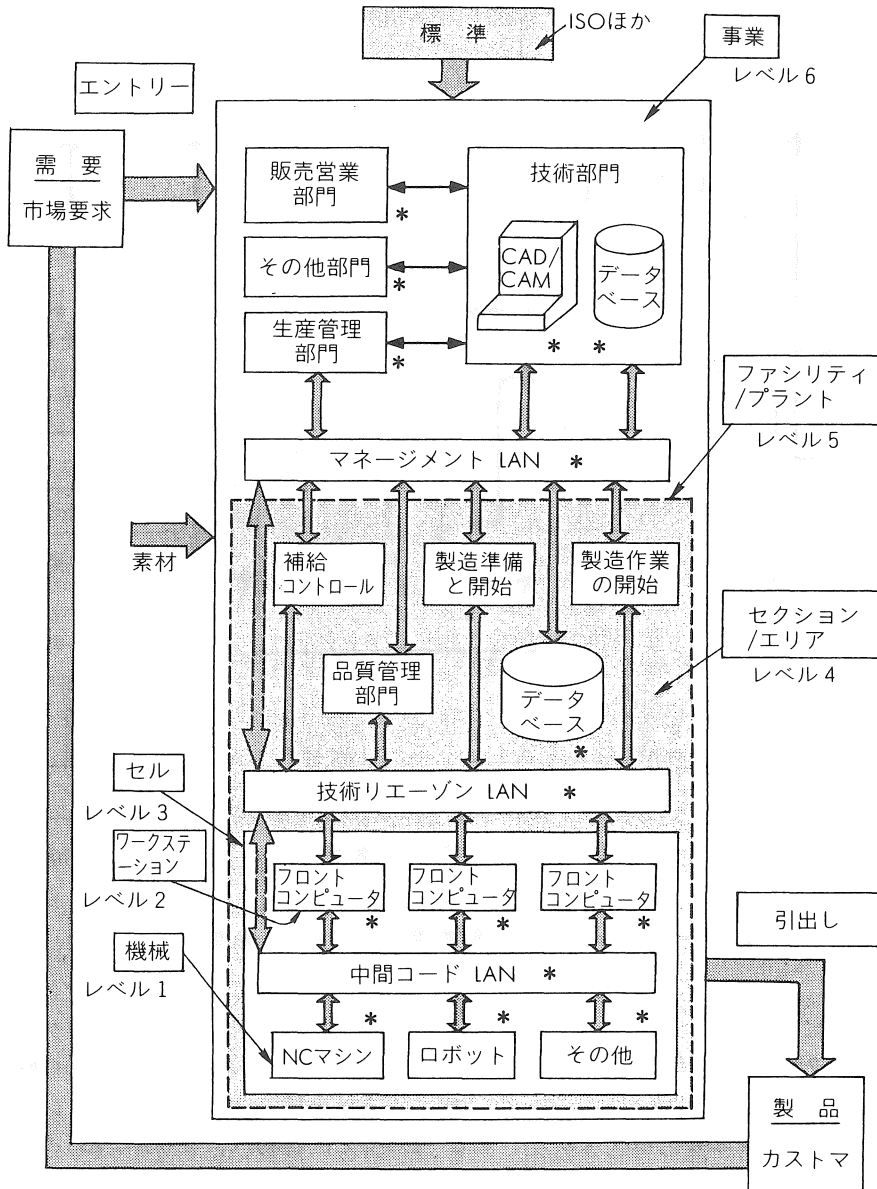
発展と共に工業製品の製造技術、生産技術の発展も重要である。従来はアメリカ、ヨーロッパの工業先進国から製造技術を導入して、様々な改良・改善がなされてきた。例えば、自動車産業においては昭和の初頭から、製造技術をアメリカ、ヨーロッパの企業から導入した。自動車は何万という多くの部品を組み立てて最終的に製品になる、そこには「生産の管理」「作業の管理」「在庫管理」が経営的に重要で納期、品質、製造原価を目標値になるよう製造活動がなされている。戦後の復興期、GHQの政策の中、1950年代には多くの技術者、経営者がアメリカのデトロイトを中心とする自動車産業を視察して管理手法（IE、QC、OR）をわが国に持ち帰った。当時は、自動車に限らず物資が不足し生産したらずべて売れる市場の経済状態であり、それを大きく反映した製造システムが主流であった。つまり、単一、均一の工業製品を大量に生産すること、量産が最も経済的であった。当時のインダストリアル・エンジニアリングでは単品種、少品種の製品を単位時間内に大量に高速生産するための生産技術であった。その根底には3Sと呼ばれ、単純化、標準化、専門化という考え方が主流であった。さらに、一方では製造加工組み立ての自動化、機械化が進められた。時代は進み1970年代、わが国および欧米の工業先進国に物が満ち溢れはじめ、製品を購入する人々はしだいに「より良き」品質、機能、情報やサービス、高級品を求め多様化した購買行動（消費者選択の時代）をとるようになり、商品のライフサイクルが短くなった。生産方式は多品種少量生産システムが要求され、そのための生産システム、例えばJIT、MRP方式が考案開発された。1つの生産ラインで多品種少量生産が可能なFMSが登場して消費者ニーズに柔軟に対応できる生産形態が普及してきた。さらに、マイクロエレクトロニクスの急激な発展は生産の自動化を大きく促進し、CNC、産業ロボット、DNC、MCなどの自動化装置が普及しFAと呼ばれ今日に至る。1990年代を迎え、世界の工場としてのわが国、製造業では、さらに消費者、顧客のニーズに柔軟に対応し経済的に、工業製品を高速に、生産する製造方法を開発し構築中である。コンピュータ技術の普及発展は、それを極めて便利で安価な道具と化し製造企業の戦略的武器として、競合他社との優位な企業活動に利用されようとしている。そのなかでもコンピュータ統合による

生産システム（CIM）構築の概念がさまざまな研究機関、企業で部分的に実行され普及し始めてきた。従来、営業、設計開発、生産、物流などの諸部門の中ではコンピュータ化、情報化が進み極めて高速な業務処理が可能となってきた。ところが、企業として経営の見地から見た場合に各業務との連絡、コミュニケーションの不具合が指摘されるようになってきている。効率的生産、企業活動のため再検討を要する統合化が脚光を浴びてきている。

2. 情報システム統合化による市場動向即応型効率的生産

現在の製造業においては、多品種少量生産さらには変種変量生産形態が強く必要とされている。前述のとおり工業製品の購買行動が多様化、個性化する消費者市場ニーズに極めて迅速で柔軟に対応できる製造システムの確立は企業存続の命題である。そのためには製造システム（工場）の現場、それを取り巻く企業の経営（企画、管理）部門、開発設計（研究開発、製品設計、生産工程設計）部門、販売（営業、物流）部門などのありとあらゆる業務部門に情報システムのネットワークを導入し情報と物の流れを一元化管理すること、が企業の全社の見地から最も有利な戦略でであると考えられる。

トータル企業として効率的生産を実現するためには、経済性を重点に工業製品の生産を行うが、生産した物が売れて販売代金を回収できることが大前提であり購買消費者の行動までが直接的に反映され全社見地から利益のある経営活動（製造）が要求される。つまり、マーケット・イン（市場主導型）の考え方では購買消費者の要求を大きく反映して顧客の満足のいく製品を生産することである。しかも、購買消費者は人間でありその行動は気ままで掴みどころがなく移り気である。購買消費者の気ままなニーズに合致する時期、タイミングにタイムリーに素早く対応出来なければならない（市場動向即応型）。企業では、その目的達成のため生産リード時間を極限にまで短縮できることが必要となる。情報システムの統合化、一元化管理による効率的生産（CIM）の究極的目的地はここにある。企業競争を優位に展開し生き残り戦略の決め手でもある。トヨタ生産方式の徹底的な「むだ」の排除には、むだな時間、在庫を無くすことであり大きな効果を生み出している。



(出典：MAP-F A 実現へのかぎ、p9 規格協会)

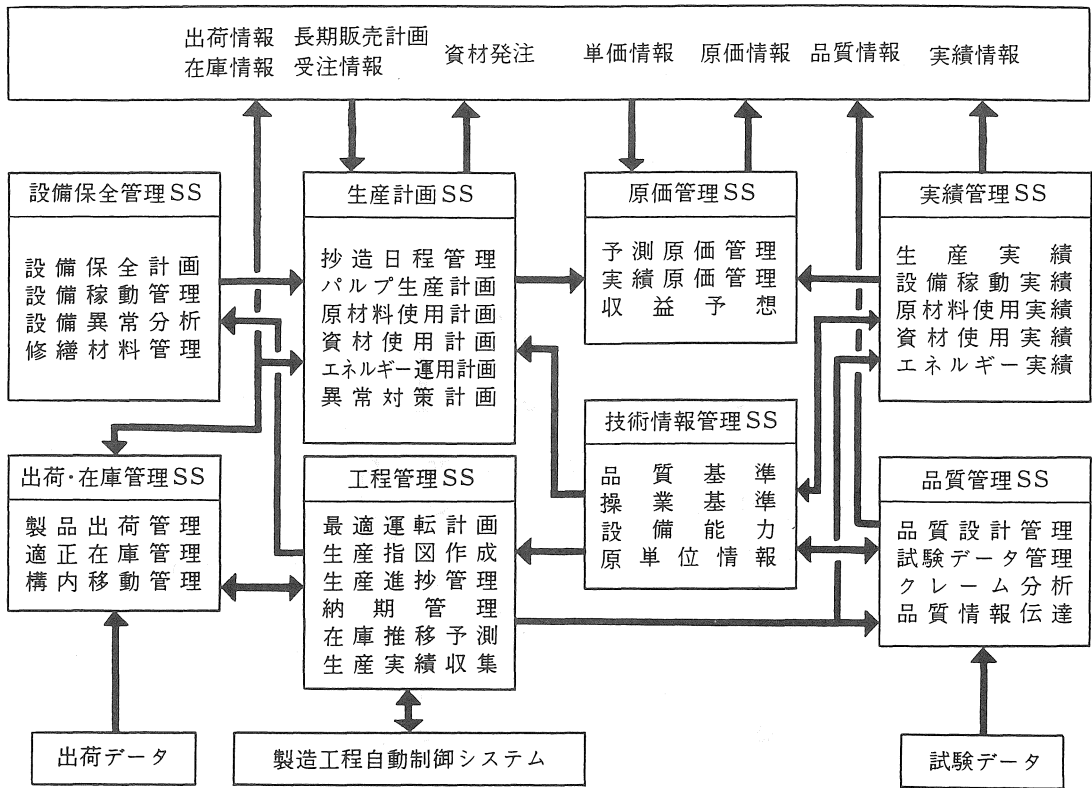
図1 CIMシステムレファレンスモデル

企業において世界中、国内の営業拠点から受注データをオンライン収集し生産部門工場に送り、それを基に生産計画、生産出荷スケジュールを自動的に迅速に立て、高速生産して納品するという方式で、大幅な生産リード時間短縮をすることでライバル企業と差をつけようとするものである。

3. CIMインフラストラクチャー

CIM構築の基礎となる要素に生産方式、情報システム技術がある。前者は従来の工場管理、工業経営、経営管理を改良改善した「物作り」のありかた、後者は物作りの管理ツールとしてのコンピュータを考える。生産の合理化にはコンピュータの活用が大

本社コンピュータ



SSはサブシステム (出典: CAD & CIM CIM構築法 No.1, p42, 1988)

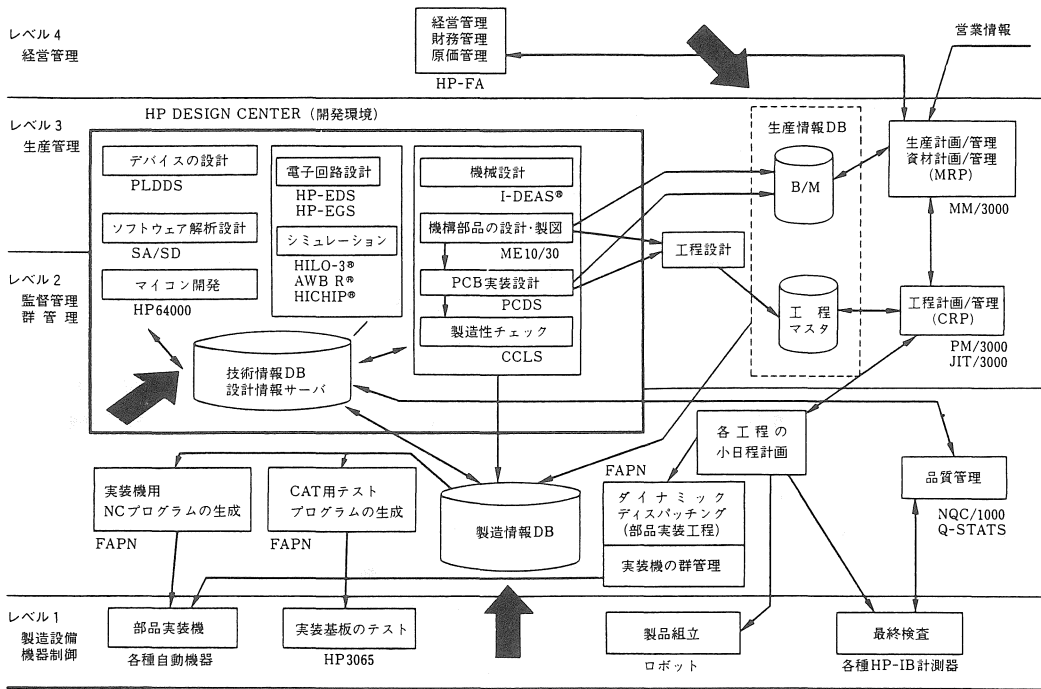
図2 製紙工場の総合生産管理システムの機能

きな要素となる。図1はISO/TC184(産業オートメーションシステム)工業標準化の視点から見たCIMシステムレファレンスモデルを示す。特に、素材産業、石油化学など装置産業においてはプラントの自動制御が進みプラントオートメーション(PA)として発達した。図2は製紙工場の総合生産管理システムの機能を示す。加工、組立産業では、多くの作業、監督が必要で自動化はCNC、MC、産業ロボット、シーケンサーなど自動化機器を組合せることによりなされる。

3.1 生産方式

今日の製造業に大きく影響を与えた生産方式にトヨタ生産方式がある。「カンバン方式」ともよばれ徹底したムダの排除を行い、生産の平準化(物を平

均して生産する)を基礎にジャストインタイム(JIT)に作るとし、人手のムダを排除し自動化(自動化)する生産方式である。ジャストインタイムとは「必要なとき必要なものを必要な量だけ作る」ことで「カンバン」という情報伝達管理伝票を考案し実用化した。これは生産後工程が組立に必要な部品を必要なとき、前工程に取りに行く方式で、引き取られた数量だけ生産する事により仕掛品在庫を持たない効果がある。さらに作りすぎを防止する事になる。自動化方式では自動化機器にすべて異常を判断する装置が取り付けられており自動停止する工夫がなされている。「カンバン」をスムーズに運営するためには、①不良品を後工程へ送らない、②後工程が引き取りにくる、③後工程が引き取った数量だけ作る、④生産を平準化する、⑤カンバンは微調整手段、⑥工程を安定化、合理化するという6ヶ条が挙げられ



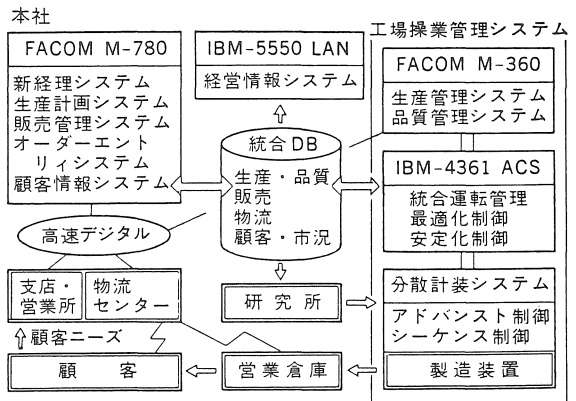
(出典：CAD & CIM CIMで変わる製造業 No.1, p94, 1989)

図3 電子機器製造業のCIM構築法 分散型データベース

ている。

さらに、APICS (米国生産在庫管理協会) が開発提案したMRPは資材所要量計画と訳されたコンピュータを利用した資材計画である。これは、製品レベルの生産計画を基に組立部品、原材料など必要品目を納期に合うように必要数量だけ生産、購買するための所要量計画を作成することである。

企業の形態、規模に合わせ様々な管理方法が提案開発され工夫されて合理的な製造のシステムを構築運営している。トヨタ生産方式、MRP方式は、生産の効率化を追求した体系でありCIM構築以前に現状の改善、改良が必要である。CIM構築に最も重要な事は、コンピュータを道具と見て企業の経営管理を合理化することである。例えば、「在庫を持たない」と言う方式を確立する管理形態方式を作り、道具としての情報システムを開発すること。生産の方式意志決定が最も重要である。生産方式、目的、目標が明確になればコンピュータが決まるはずである。



(出典：化学工学 石油化学工業におけるCIMの展開 vol.53, p571, 1989)

図4 石油化学工業におけるCIM構成図

3. 2 統合化データベース

CIMでは、各業務の「自動化の孤島」をデータ

ベースを中心に統合化する。20年前、MISという情報システム方式が提案され実用化が検討されたが結果は失敗であった。当時は、コンピュータ技術、コンピュータのハードウェア、ソフトウェア、通信ネットワークの性能、能力が未熟でMISが実現不可能とされた。しかし、今日、コンピュータ技術革新はめざましいものがあり、SIS、CIMが現実化し始めている。日々、発生する業務のデータは端末、パソコン、シーケンサー、EWSなどから中間管理コンピュータ、ホストコンピュータへと伝達されオンライン・リアルタイム処理がなされる。図3は電子機器製造業のCIM構築法、3つの分散型データベースを中心に開発された例である。流通のPOS、生産のPOPなど活躍する。収集されたデータに基づき管理され運営されるが、一元化管理された統合データベースによるデータの共用化、共通化が理想的となる。図4は石油化学工場におけるデータベースの例を示す。CIMは、インテグレートであり、情報、データを全ての業務に利用できる形式で処理されるべきであるが、現実的には、既存の業務データベースを変換し他業務の基礎データとするインターフェース化をせざるを得ないと考える。データベースの内容種類は、①営業販売情報、②設計技術情報、③生産管理情報、④CAM製造設備情報（CAMデータベース、金型データベース、工具データベース、設備稼働実績データベース）などであり、産業の形態により異なる。

3. 3 情報通信ネットワーク

CIM構築の要素としてコンピュータ情報ネットワークが重要である。前述の生産方式が明確になれば、必要な情報を瞬時円滑に統合化データベースと伝達、応答できる通信ネットワークが作られる。時事刻々と変化する企業情報は時間とともにその価値が変化し正確性が保てない、企業情報が瞬時に、常に情報の内容が更新されてシステム情報が現場の状態、情報と物と同期しなければならない。企業規模が大型化して、情報発生地点、利用地点、処理地点が物理的に離れるようになり遠隔地の営業所や工場のコンピュータ通信が必要になってくる。さらに工場内では、離れた場所の情報機器やFA機器をLAN接続する事により生産を一元的に管理できる。ここでの、コンピュータ相互間の情報通信は、機器の

メーカーが異なれば困難で、工場内に複数のメーカー機器を導入するとき、電気信号整合のためのインターフェースボード作成やソフトウェア開発が伴い大きな経済的支出を伴う。このためGM社はマルチベンダー接続を可能にするMAP標準化プロトコルを提案した。生産情報や技術情報を伝達利用できる基幹ネットワークとしての機能を備えている。OSIプロトコルをベースとして、アプリケーションから物理的接続にいたる通信制御機能を7階層化し各層ごと独立のプロトコルを規定している。生産管理用レベル、フルMAPを、FA機器制御レベルには3層から6層まで省略した、即時応答機能のリアルタイム制御ミニMAPを提案している。MAPバージョン3.0は、6年間の仕様変更をなくし、広く普及する努力がなされた。MAP仕様では、CATV用の同軸ケーブルを使った、ブロードバンド技術を基本として（ミニMAPはキャリアバンド方式）アクセス方式はトークンパッシング方式を用いるが日本では、伝送媒体を同軸ケーブルでなく光ファイバーのMAP導入が多くなりそうである。

4. あとがき

コンピュータによる統合生産、CIMはかなり以前からその構築が始まっていた。コンピュータによる事務機械化からSIS、CIMまで、さらに次世代生産システムまで、社会環境に適應する生産方式の模索は、急に出現したのではなく地道な生産活動・経営管理から実行され続けてきている。今日までの合理的な生産システムを追求し体系化すると統合化生産システムとなり、当然としてコンピュータを活用することになりCIMとなる。有効な経済的投資と効果を考え構築する生産システムは大きな社会責任をはたすことになる。

参考文献

1. 国際ロボットFA技術センター編、MAP-FA実現へのかぎ、p9 規格協会
2. CIM構築法 CAD&CIM No.1, p42, 1988
3. CIMで変わる製造業 CAD&CIM No.1, p94, 1989)
4. 石油化学工業におけるCIMの展開、化学工学 vol.53, p571, 1989)

(受理 平成2年3月20日)