

解説



CIMの現状

7. 小型電子部品組立における
CIMとMAPの応用例†

中野宣政†† 井下雄右†††

1. はじめに

CIM適用事例として、当社名古屋製作所におけるプログラマブル・コントローラ（以下PCと略記）工場対応の、受注（予備）～生産～出荷までのシステムを紹介する。当システムは小型電子部品組立においてバーコードと、いわゆるPOP*による物と情報の一元管理、およびFA用LAN, MAP**による各サブシステム内分散情報の相互接続を特徴とする。

本稿の内容としては、まず2.に当システムの構成/その機能の概要を述べ、ついで3.に本システムの生産管理対応情報処理内容、その特徴を説明する。4., 5.ではプリント基板への部品自動挿入機（以下自挿機と略記）セル、およびロボットによるユニット組立/試験一貫ラインについて述べる。6.では本システムにおける品質管理対応情報処理内容を紹介する。7.には本システムの構築においてキーとなった、MAPの採用目的と各接続機器対応のMAP機能実装内容、当システムとしての応用におけるMAPの評価について述べる。

2. システムの概要

当所における従来の情報システムは、多岐にわたる機種対応に構築したシステムであり、システム間のつながりが悪く、受注から出荷まで連続した情報伝達が不十分でシステムの体系化がなされていないとも言えない状態であった。現在、システ

ムとして全機種共用化すべき部分と、機種固有部分を明確にし、システムの再構築を実施している。データについても統合化すべき部分と部門ごとに専用で分散化すべき部分を切り分け、ネットワーク化を図るなど、情報系のトータル化、スピードアップ化を実現し、FAシステムとリンクさせつつCIM化へのアプローチを展開している。以下に図-1に示すPC工場における各システムについて概要を説明する。

(1) 製作所ホスト

以下に示すような所内共通処理を担当している。

- ① 全社営業情報システムからの受注オーダー、製品在庫データ受付、所内データベースへの登録、PC工場ショップホストへの分散処理用データ伝送。
- ② 部品情報、製品構成情報など技術情報の管理。
- ③ 所要計算の実施と発注データの生成。
- ④ 発注処理、EIAJ*のVAN加入取引先、公衆回線で接続している取引先への発注データ伝送。
- ⑤ 荷材手配、出荷処理などの物流管理。
- ⑥ 業務統計処理、経営情報管理。

(2) ショップ（エリア）ホスト

生産形態の特殊性を考慮して機種別に個別最適化を志向した処理、自部門の稼働時間に合わせて随時実行したい処理を担当する。具体的には、

- ① 製品在庫データに基づく出荷予測、生産計画。
- ② 所要量展開のもとになる中日程計画の策定。
- ③ 小日程計画策定と部品納入計画、作業着手指示。

† CIM Installation for Programmable Controller Parts Manufacturing Using MAP by Nobumasa NAKANO (Mitsubishi Electric Corporation, Nagoya Works, Research and Development Dept.) and Yuusuke ISHITA (Mitsubishi Electric Corporation, Nagoya Works, Manufacturing Planning and Control Dept.).

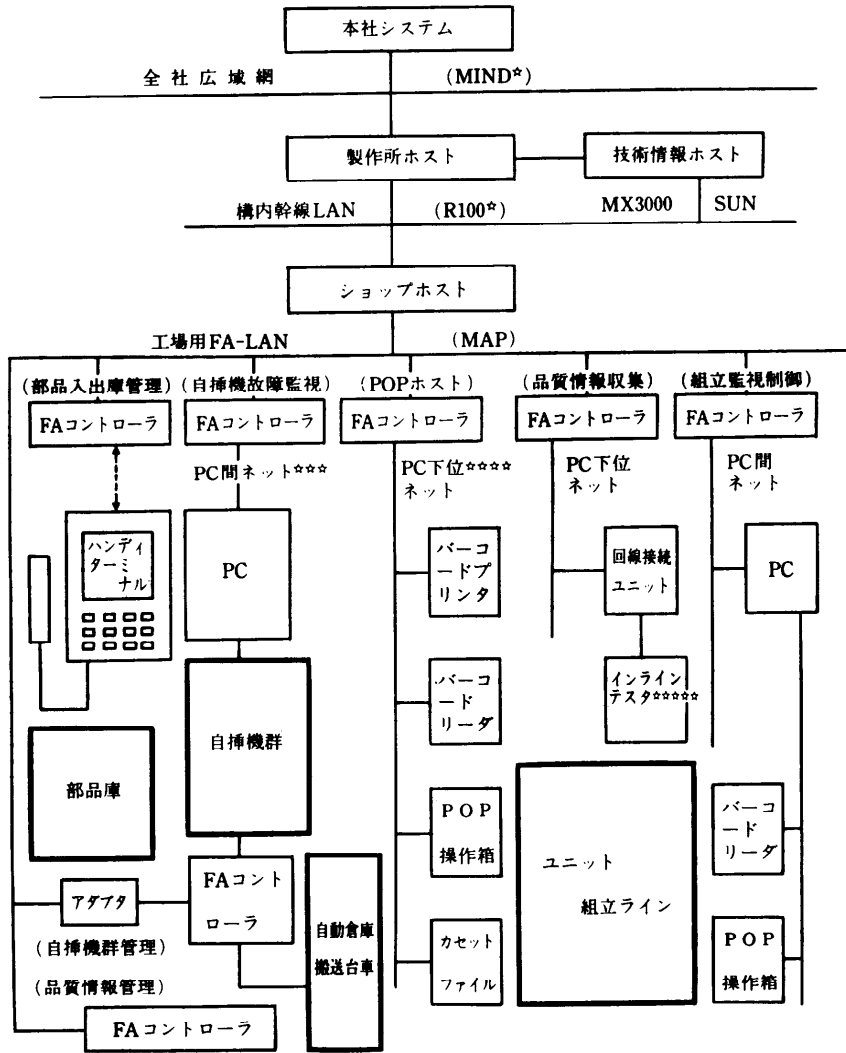
†† 三菱電機(株)名古屋製作所開発部

††† 三菱電機(株)名古屋製作所製造管理部

* Point of Production=生産時点情報管理。

** Manufacturing Automation Protocol=工業用LANの通信規約。

* 日本電子機械工業会。



* Mitsubishi Electric Group Information Network by Digital Technology=三菱電機グループの WAN.
 ** MELNET R100, 当社製の FDDI に準拠した 100 MBPS の光リング型 LAN.
 *** PC (プログラマブルコントローラ) 同士の間で情報交換を可能にするネットワーク.
 **** PC (プログラマブルコントローラ) と下位 I/O 機器制御器との間で情報交換を可能にするネットワーク.
 ***** 製造ラインの一工程として設置されている試験装置.

図-1 PC 工場 CIM 構成図

- ④ 進捗管理, 現品・在庫管理, 実績管理.
 - ⑤ FA コントローラとの指示・実績データの授受.
 - ⑥ 設計情報, 製造基準情報, 品質情報管理.
- を行っている。これらの大部分の処理はオフコン(当社製 MELCOM 80/80 G: 以下 M 80) が担当しているが、一部の対話形式で行うためデータ加工の容易性, 図形表示機能, レスポンスを要求される処理は M 80 に接続されているワークステーション(当社製マルチワークステーション; 以下 MWS), FA コンピュータ(当社製 LM 7000) で

実行している。

(3) プリント基板 CAD/CAM

① 回路図入力システム

バリッド社のロジック・デザイン (SUN で稼働) を使用している。

② PCB* CAD/CAM システム

当社製 CAPAS (MX 3000 で稼働) およびバリッド社の Allegro (SUN で稼働) を使用している。

* Printed Circuit Board=プリント配線板.

③ PCA* CAM

CAPAS のデータから各種自動挿入機・自動装着機用プログラムを当所で開発したシステム (MX 3000 で稼働) を用いて生成している。Allegro で作成されたデータについても CAPAS のフォーマットに変換されてプログラムが生成される。

(4) フロア制御/監視/POP

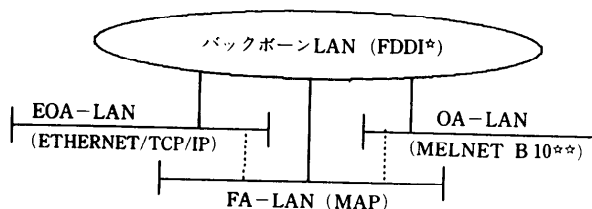
工場フロアには上流より、プリント基板用取り付け部品などの部品庫、部品種別/挿入方式対応の各種専用自挿機群、部品実装済/未済プリント基板の次工程バッファ用自動倉庫、自挿機-自動倉庫間プリント基板自動搬送用自動搬送台車、および、半田付け/洗浄/乾燥/インラインテスト群/自動組立ロボット群、より構成されるユニット組立ラインがある。

これらの設備は従来形 FA としての自動化省力化を目的とする FA コントローラによるトップダウン制御/監視機能のほかに、生産管理 (工程管理, 生産品質管理を含める) のリアルタイム化を促進するための、POP が組み込まれている。フロアレベル以下の機能を以下に示す。

- ハンディターミナル使用の部品庫入出庫 POP
- 自挿機群管理/故障監視
- 自動倉庫/搬送台車制御
- 組立ライン (ロボット群) 自動段取り/自動組立
- 組立ライン POP
 - 半田槽/中間仕掛マシン段取り指示/生産指示/実績インプット/インラインテストデータ採集
- ラインアウト品/フィールド返品 (修理) 管理

(5) ネットワーク階層

当製作所では昭和 63 年度より、中期視点に立った工場経営と変化への迅速な対応を掲げ、全体の効率を追及した CIM 工場へ変貌すべく、トータル情報システムの構築に乗り出している。これは一言で言えば、オンラインを主体とした情報システムをインフラストラクチャとして備えた、統合データベースの構築であり、具体的には所内



* 当社製のネットワークアーキテクチャ MNA をベースとした 10 MBPS のバス型 LAN

** Fiber Distributed Data Interface=ANSI (米国規格協会) を中心に、標準化が進められている高速光ファイバ LAN の規格。

図-2 当所ネットワーク構築コンセプト

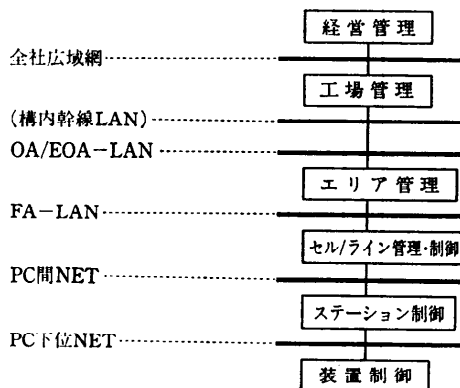


図-3 FA 参照モデルとネットワーク階層

の情報通信システムを 3 年がかりで以下のネットワークコンセプトで構築してきた。

● 通信システムとしての業務形態から次の 3 システムをベースとする。

① OA-LAN (MELNET); OA, 生産管理など情報通信システムの汎用部分をカバー

② EOA-LAN (ETHERNET/TCP/IP); 製品 S/W 開発を中心に設計部門の業務をカバー

③ FA-LAN (MAP); 所内 FA の広域化, マルチベンダ化に対応し, 上位情報系との接続をカバー

● 当所の規模 (8 製造部, 3 分工場, 従業員 3500 名, 出荷量 2000 億強/年) からみてバックボーン LAN を導入し, 前記 3 LAN の接続を前提とし, 将来的に相互間の通信の実現を目指す。

図-2 に上記コンセプトを図示する。図-3 に各ネットワークの FA 参照モデル*における位置付けを示す。

* Printed Circuit Assembly=プリント配線板に部品を組み立てたもの。

* ISO の CIM モデルによる表現中のセル管理 (レベル3) とステーション管理 (レベル2) 部分。

3. 生産管理

昭和 59 年に PC 工場が発足した当時は、同じ電子部品組立を行っている所内他機種既存システムを流用していた。当時はまだ CIM 化という意識はなかったが、生産体制改善の最重要課題の一つとして生産管理システムの見直しがあげられ、以降大小さまざまな改善が行われてきた。以下にその主な項目を述べる。

(1) 出荷予測～小日程計画策定方法の改善

従来はマニュアルで営業が出荷計画を、工作が生産計画を策定していたため、双方の思惑が絡み、また過去の実績を正確に反映できないため精度が悪く、時間を要していた。これを、営業、工作の担当者が同席して MWS 上で生産計画シミュレーションを行って決定する方式に改めた。本システムは、あらかじめ設定されたパラメータに基づいて M80 経由で製作所ホストから送り込まれた出荷実績データ、製品在庫データと MWS 上の現行生産計画から生産計画値、在庫計画値を算出し、一件一件チェックしていくという形式のもので、計画値の妥当性を判断するために必要に応じて画面を切り替え、実績値および計画値の推移グラフ、特別物件情報、計画変更後の生産金額合計・在庫金額合計をみる事ができる。

中日程計画、小日程計画に関しても生産計画に基づいて中日程計画を、中日程計画に基づいて小日程計画をマニュアルで策定していたため計画策定の遅れ、各計画間の不整合という問題が発生していた。そのため、MWS で策定された生産計画データをもとに M80 上で中日程計画を策定しチェック・修正後、製作所ホストに所要量展開データとして送るとともに小日程計画への展開を行う処理を追加した。これらの改善により、営業の出荷予測から工作での作業指示の元となる小日程計画までの業務が一連の処理としてつながり、従来、1 回/月であった計画が 2 回/月実行可能となった。

(2) 進捗管理機能の充実

各生産ロットごとに作業指示票を付けて流し、部品揃え、自動挿入、手挿入、組立完了、試験完了、倉入完了といった主要進捗管理ポイントで M80 の端末に進捗完了インプットを行うことにより、各工程間の仕掛状況を計算機上で把握可能

となり、従来、作業伝票を用いて行っていた工数の回収も自動で行えるようになった。また現在、バーコードを用いた入力作業の簡素化、FA ラインからの進捗データの自動収集も進められている。

(3) 小日程計画への製品在庫状況の反映

PC 工場では 90% が見込み生産品であり製品在庫をもって即納体制をとっている。従来は所内製品在庫に欠品が発生すると営業担当者が工程係をフォローして作業着手日程の変更を依頼していたが、製作所ホストの欠品データを M80 に取り込み、当月計画数量、倉入完了数量、進捗状況とともに欠品状況リストとして出力することにより、営業にフォローされる前に工作でアクションを起こせる体制を整えた。

(4) キャラクタ（製品バージョン）管理

電子機器組立製品は設計変更にもなうバージョンの変更が頻繁に発生するため、発足当時、設計変更に起因する製作指示の混乱がしばしば発生していた。そこで、部品表、ユニット組立図、プリント基板組立図、展開接続図、ソフトウェアなどのバージョンの組合せにキャラクタ管理番号と呼ばれる番号を採番し管理を行うシステムを開発した。このキャラクタ番号を部品揃えリスト、自動挿入指示書、作業指示書などに明示することにより製作指示の精度向上を図った。このシステムは M80 上で開発されたが、現在、他機種への水平展開を図るべく製作所ホストへのコンバージョンを計画している。

(5) 在庫精度向上と納入指示の実施

部品納入完了入力のオンライン化、自動挿入部品と手挿入部品の在庫引去りタイミングの分離、部品揃え完了入力時の代替部品払出し機能、欠品登録機能の追加により、計算機在庫精度の向上を図った。また、最新の小日程計画に基づいて展開された所要量から部品の所要日を再計算して、部品納入計画リストとして出力し、納期見直しの資料とした。

4. プリント基板自動挿入機群管理ライン

以下プリント基板への部品自動実装システムについて述べる。図-4 に鳥瞰図を示す。

(1) プリント基板自動挿入機群管理

当所において電子機器組立 FA 化の第 1 ステッ

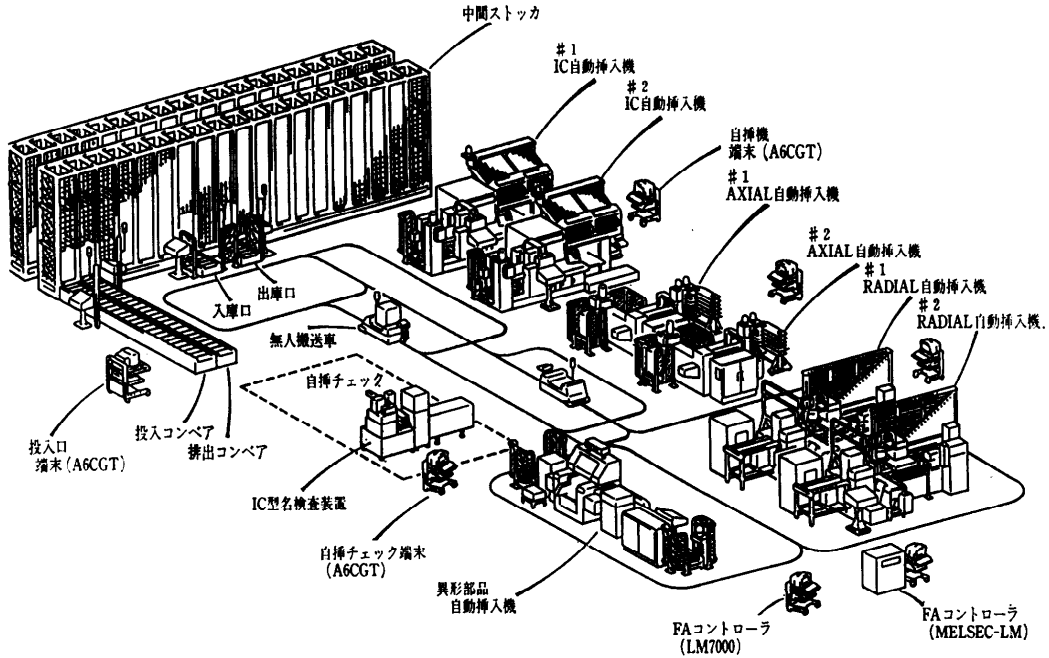


図-4 プリント基板自動挿入機群管理ライン鳥瞰図

プとして構築されたラインであり、当社 FA コントローラ MELSEC-LM (以下 LM) 2 台を中心としてこれを上位の M 80 とオンライン接続し、7 台の自動挿入機に対して自動倉庫システムと無人搬送システムを用い、マテハン作業の自動化を行うとともに、作業情報の集中管理による段取り作業・スケジューリング作業の簡素化を実現した。本システムでは主に以下に示す管理を行っている。

① 投入指示管理：生産計画に基づき M 80 より投入指示が1日単位で LM に与えられ、LM を通じてオペレータに与えられる。

② 作業指示管理：各工程への作業割付は LM において各自動挿入機の稼働状況を把握して行われ、作業対象ロットが各自動挿入機に搬送される。

③ 段取り情報管理：段取り情報は M 80 が一括管理し、LM 内の作業スケジュールに従い段取り情報のオペレータ端末への表示が行われる。

(2) 故障監視

上記群管理システムとは別に、自挿機群のチョコ停などの監視用に PC と FA コントローラからなるシステムを追加している。これは全台数の自挿機稼働状況監視による予防保全と稼働率改善を目的としている。すなわち、自挿機は突発的故

障と作業内容とマシンの特性に起因すると思われる慢性的故障が混在発生し、それに起因する作業ロスが多く発生していた。また製品の Q・D・C (品質, 供給, コスト) は自動化の進展とともに、設備に依存する度合いが強くなってきていることが背景としてある。

本システムにより、マシンのエラー情報を自動採集し、データ・ファイルとして蓄積の上、SQC 手法* 活用による設備品質改善活動につなげ、事後保全中心の従来の修理活動より、予防保全活動へと質の転換を図っている。

5. ユニット組立一貫ライン

以下ユニット組立一貫ライン関連の制御監視機能につき述べる。図-5 に鳥瞰図を示す。

(1) 段取り作業指示

プリント基板に貼り付けられているバーコードをマシン側で読み取り、対応する段取り情報をマシンにダウンロードすることにより自動段取りを実現している。

またテスト用フィクチャなどのような自動段取りの現状不可能なもの、半田槽など旧設備で自動セッティング不可能なマシンなど、また手直し

* 統計的品質管理手法。

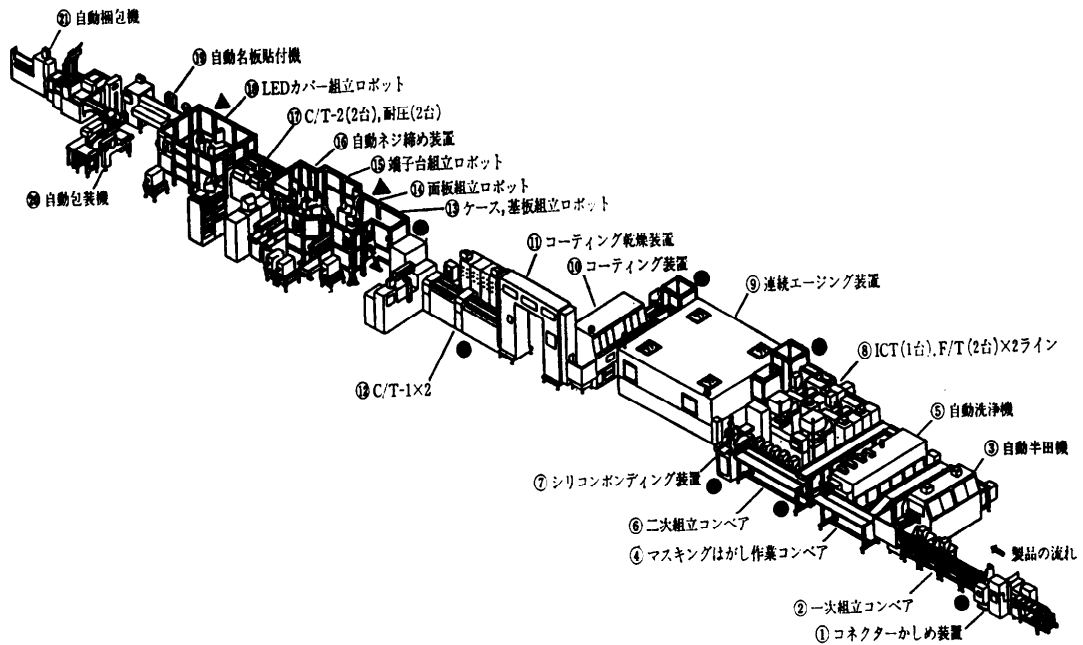


図-5 ユニット組立一貫ライン鳥瞰図

作業などの作業内容など、人手を要するものについては、マシンサイドの POP 端末に段取り情報/作業情報を自動的に表示し、またオペレータ作業の確認を取っている。

(2) 稼働モニタ/工程進捗のオンライン把握

稼働モニタとしては、各マシン対応の運転状況(異常時の異常コード)、生産機種(手配番号)、生産台数、などを FA コントローラにてリアルタイムに表示し、また工程進捗情報としては、ショップホストに手配番号対応にてその完了報告がある。

(3) 自動設動作業品質のフィードバック

半田槽など一度セッティングしてもなんらかの状況変化により著しく不良が多発すること、または不良が漸増する場合がある。これらを一早く検出し対策を講じる仕掛として、下流におけるできればチェックデータを POP 端末にて集め、傾向をオンライン表示し対策を取るきっかけとし、またセッティングそのものの質の向上を学習するため、セッティングとの相関データを得られるようにした。

(4) 組立ボカ避け

ビジョンセンサにより、組み付け後の部品の

チェックを自動化し、部品供給などのミスによる誤組付け出荷を防止している。

6. オンライン品質管理

当システムにおける、品質管理に関わる機能としては、ユニット組立ラインにおけるインラインテスタ群(内容としてはプリント基板回路の電流電圧測定を行うインサーキットテスタ、同上実行機能をテストするファンクションテスタ、および入出力特性の適合性テストを行うコマーシャルテスタとその組合せよりなる)よりの、各プリント基板対応テストデータの自動採集と、テスト結果として NG とされた、いわゆるラインアウト品の手直し再投入管理(不具合データ管理含む)、フィールド返品修理管理(不具合内容管理含む)がある。

(1) インラインテスタデータ収集

バーコードによりプリント基板の手配番号を認識し、基板対応の工程別品質データと FAIL データを自動採取し、製品/設備(インラインテスタも含まれる)のライン内品質を把握する。

(2) インライン/フィールド品質データベース構築

収集した工程別品質データ(インライン)、

FAIL データ (インライン), 不良要因データ (インライン/フィールド) をデータベースとして保持し, これを基に各種品質管理指標の検索/表示を行うことにより, 問題点の把握と対策の実施までの迅速化を図っている。

7. MAP の実用化

近來の製造業における CIM 構築の傾向として, 部門単位の分散化とネットワークを介した統合化が主流であり, また工場における FA 用ネットワークとして MAP がマルチベンダ機器のオープン指向統合ネットワークとして実用段階にきており, その実用システムの確立に, 特に PC をベースとする FA システムユーザの多大の関心をあつめている。

先に述べたが, 当所では3年前より所内 CIM 化を実現すべくトータル情報システムを構築中であり, その1サブシステムとしての PC 工場 CIM は, 社内的にも電子工場 CIM のモデルシステムと位置付けられている。このような背景の下でわれわれは MAP を FA システム内のインフラネットワークとして位置付け, PC エンジョップホストとしての当社製オフコン M 80/80 GR の MAP 接続 (試作) と, FA コントローラとして当社製 LM 7000 対応 MAP 接続および関連アプリケーションインタフェース (以下 API と略記) を開発し, 実システムをその上に構築した。

システム開発に当たり, M 80 と LM 7000 の機能分担において, MMS* でのデータ伝送方式か, FTAM** のファイル伝送方式かいずれが適切であるかを検討した。

すなわち, M 80/LM 7000 間データフローシーケンス, データタイプ, ボリューム, 必要レスポンスを洗いだした結果, アプリケーション間で同期を取りながらデータの転送を実行する必要があることが判明した。このため FTAM のみでは対応が難しいと判断し, 最終的にアプリケーション

* Manufacturing Message Specification=メッセージ通信を提供するための応用層プロトコル。

** File Transfer, Access and Management=基本ファイルサービスを定義するための応用プロトコル。

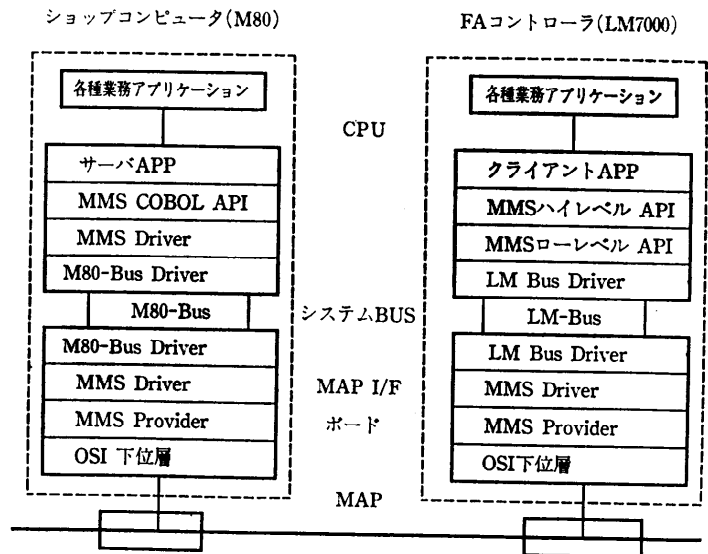


図-6 MAP 接続機能実装 (M 80/LM 7000)

層の実装プロトコルとして MMS の採用を決めた。

(1) ショップホストへの MAP 機能実装

図-6 に MAP を介したショップホスト (当社製 M 80) と FA コントローラ (当社製 LM 7000) の接続における機能実装内容を示す。ただし

① 各種業務アプリケーション; 当システム (PC 工) 対応業務プログラム。

② サーバ (クライアント) APP; MMS サーバ (クライアント) プロトコルをベースに, M80 内任意ジョブを LM 7000 より起動し, その処理結果をデータ (ファイル) として引き取る一連の作業からなる汎用プログラムパッケージ。

③ MMS COBOL API; COBOL で MMS を使用したアプリケーションを記述できるユーザインタフェース (先のサーバ APP は COBOL にて作成されている)。

④ MMS Provider; MMS のプロトコルデータの交換を通して MMS サービスを概念的に提供する応用エンティティ。

(2) FA コントローラへの MAP 機能実装

① MMS ローレベル API; MMS のプロトコルに対応した機能をそのまま利用するインタフェース。ただし MMS プロトコルとしての各種パラメータの設定は可能なかぎり代行されている。

② MMS ハイレベル API; ファイルのダウンロードなどのように, 一連のローレベルプロトコ

ルのシーケンスをセットとして実行するもの。

(3) 当システムにおける MAP 応用と評価

当システムにおいて、ショップホストはデータ処理のサーバとしての位置付けとなっており、クライアントとしての下位 FA コントローラの要求に応じて要求されたジョブの処理を行い、その結果を返す。

これは、ショップホストとしてアサインした計算機が、バッチ処理を得意とするオフコンであり、リアルタイム処理は不向きであること、したがってショップホスト側で、ライン全体のコントロールを実行する従来型プロコンのアプローチは取れないこと、の制約による。

当システムにおけるラインのコントロールは、各分散配置された FA コントローラ間の MAP を介したメッセージ交換による協調動作により遂行される。

以上のごときコンセプトに基づくシステム構築を行い、図-1 に示すシステムを構築し、現在順調に稼働している。

当システムにおける MAP を介したショップホストと FA コントローラ間のデータ転送スループットは以上述べた制約によりだいぶ見劣りするが (1 パケット / 1 K バイト / 約 1 sec) 以上述べたクライアントサーバモデルの採用により、実用上はまったく問題ないまた現実のシステムを CIM 化する上では妥当な解と思われる。

MAP 本来のマルチベンダ環境には現状成っていないが、現場中心に改善を積み上げ、さらに新規システムを増設していくインフラとして、今回実施した MAP は十分評価できる、というのが結論である。

8. おわりに

以上 CIM の実施例として当社名古屋製作所における CIM 化の取組と工場内ネットワーク階層、およびそのサブシステムとしての PC 工場の設備を紹介した。生産/品質管理のインフラストラクチャが完成した段階であり、今後は現場によるボトムアップ的なシステムの追加、改良を行うことにより内容の充実を図るとともに効果をあげていきたい。さらに製造工場の電子ネットワークと販売および物流 (市場) の WAN をリンクした製・販一体のネットワークによって販売・生産情報の精度向上と情報の相互有効活用を実現することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 岩井正和: モノと情報の流れを一元化, 三菱電機名古屋・PC 工場, 工場管理, Vol. 35, No. 1, pp. 123-131 (1989).
- 2) 佐藤源司: CIM をめざした一貫 FA ライン化と物・情報一元化システム, JMA Production Management, JULY, pp. 6-16 (1989).

(平成 3 年 7 月 4 日受付)



中野 宣政 (正会員)

昭和 17 年生。昭和 40 年山形大学工学部電気工学科卒業。同年三菱電機(株)入社。産業自動化用各種コントローラの開発・設計に従事。現

在に至る。



井下 雄右

昭和 21 年生。昭和 46 年早稲田大学理工学部卒業。同年三菱電機(株)入社。昭和 48 年米国ウェスチングハウス社へ留学。先端生産技術の開

発に従事、現在に至る。技術士 (経営工学部門)。

訂 正

本誌前号（第33巻3号（1992））p. 271 に掲載されました解説「小型電子部品組立における CIM と MAP の応用例」の著者紹介欄中、中野宣政氏と井下雄右氏の写真を入れ違えてしまいました。心からお詫び申しあげると共に訂正いたします。



中野 宣政（正会員）

昭和 17 年生。昭和 40 年山形大学工学部電気工学科卒業。同年三菱電機(株)入社。産業自動化用各種コントローラの開発・設計に従事。現在

に至る。



井下 雄右

昭和 21 年生。昭和 46 年早稲田大学理工学部卒業。同年三菱電機(株)入社。昭和 48 年米国ウェスチングハウス社へ留学。先端生産技術の開発

に従事。現在に至る。技術士（経営工学部門）。