

# FA分野へのネットワーク技術の応用

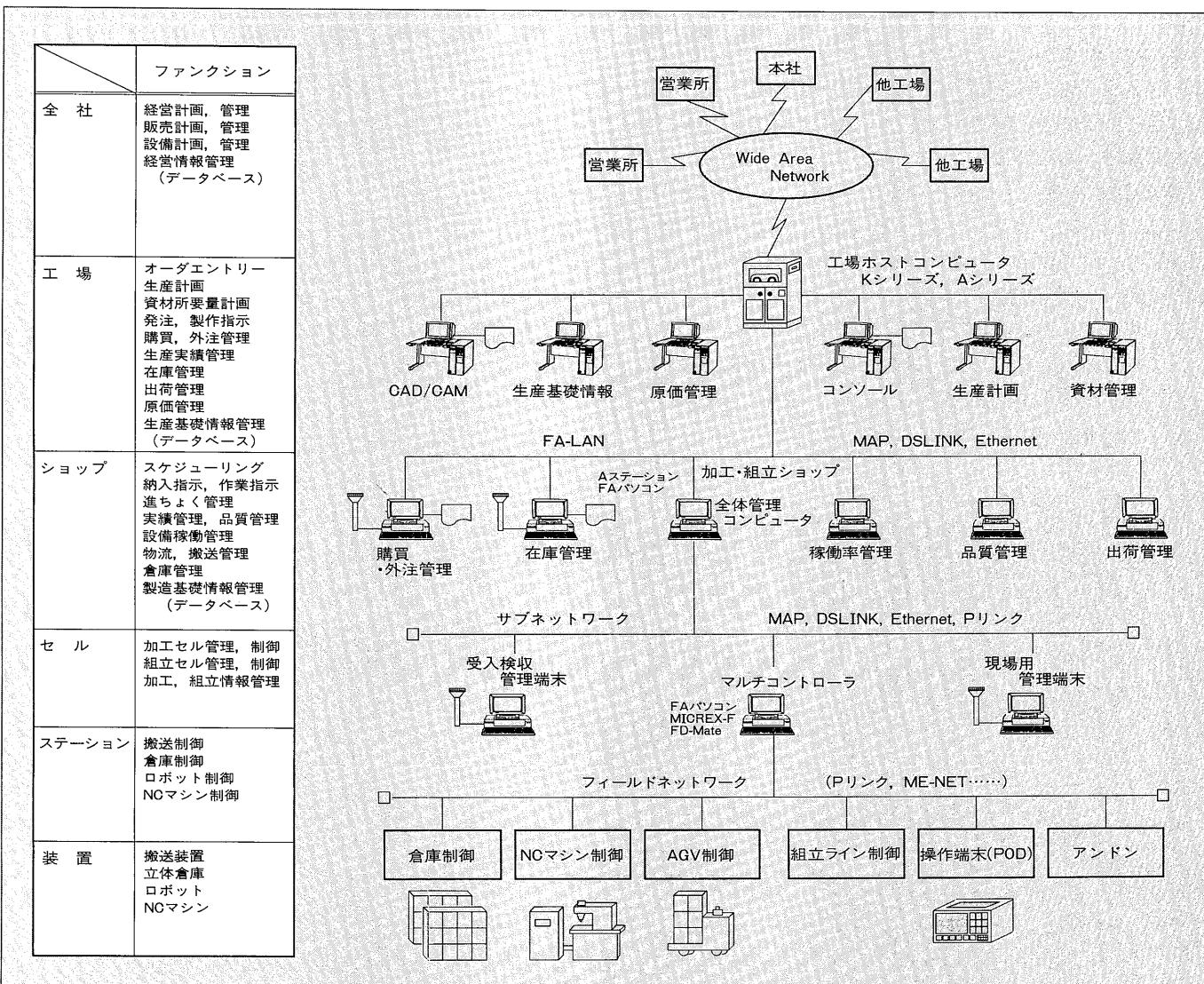
古屋 真(ふるや まこと)

成島 剛史(なるしま たけし)

## ① まえがき

FA (Factory Automation) は、元来対象範囲が広く工場全体のシステムとしてとらえられているが、最近はさらに範囲を広げて販売システム、開発・設計システム、経営管理システムまで取り込んだ全社的範囲のシステムとして、CIM (Computer Integrated Manufacturing) の構築が進められている。このような背景の中で、富士電機では加工組立分野における自動化機器、物流システムおよび生産管理システム、CAD/CAM システム、経営管理システムまで取り込んだ全社的範囲のシステムとして、CIM (Computer Integrated Manufacturing) の構築が進められている。このように背景の中で、富士電機では加工組立分野における自動化機器、物流システムおよび生産管理システム、CAD/CAM システム、経営管理システムまで取り込んだ全社的範囲のシステムとして、CIM (Computer Integrated Manufacturing) の構築が進められている。

図1 FA/CIM工場のネットワーク



古屋 真



昭和38年入社。生産管理と管理技術の合理化およびFA/CIMの開発に従事。現在、制御システム事業本部計測・FAシステム事業部CIM技術部長。

成島 剛史



昭和56年入社。FAシステムの開発設計に従事。現在、制御システム事業本部計測・FAシステム事業部CIM技術部課長補佐。

ムを統合化するネットワーク技術を確立し、これを駆使したトータル FA/CIM を構築して広い範囲の顧客に提供している。

本稿では、FA/CIM 分野におけるネットワーク技術の基本的な考え方と、その応用例を紹介する。

## 2 ネットワーク技術でつなぐ統合生産システム

工作機械単体の自動化や組立の单一工程のロボット化から、単体ごとを有機的に結合した「システムとしての自動化」への発展が FA の一つのコンセプトであり、工程と工程をオンラインで結んだ整合性のある結合が必要とされている。

具体的には、例えば生産管理システムおよび CAD/CA M システムを中心とした LAN (Local Area Network) を組み、LAN を通じてリンクする数値制御 (NC) 装置、倉庫・搬送制御装置およびバーコードリーダ、プログラマブル操作表示器 (POD) などの入出力端末機などを接続し、さらに生産管理用端末機、目で見る管理に使う「アンドン」などとも接続したシステムがこれに相当する。

特に CIM では、上位の経営管理システム、生産管理システムから末端の制御システムまでが階層構造を持ったネットワークで結合されていることが重要な条件である。

図 1 に CIM 階層構造のシステムモデルを示す。

富士電機では、このような工場全体の各種設備と管理システムを有機的に結合して柔軟性、拡張性のある工場の統合生産システムを構築するネットワーク技術と、CIM を構成する各種の機器を顧客に提供している。このネット

ワーク技術の特徴を以下に述べる。

### 2.1 ネットワークの柔軟性と拡張性

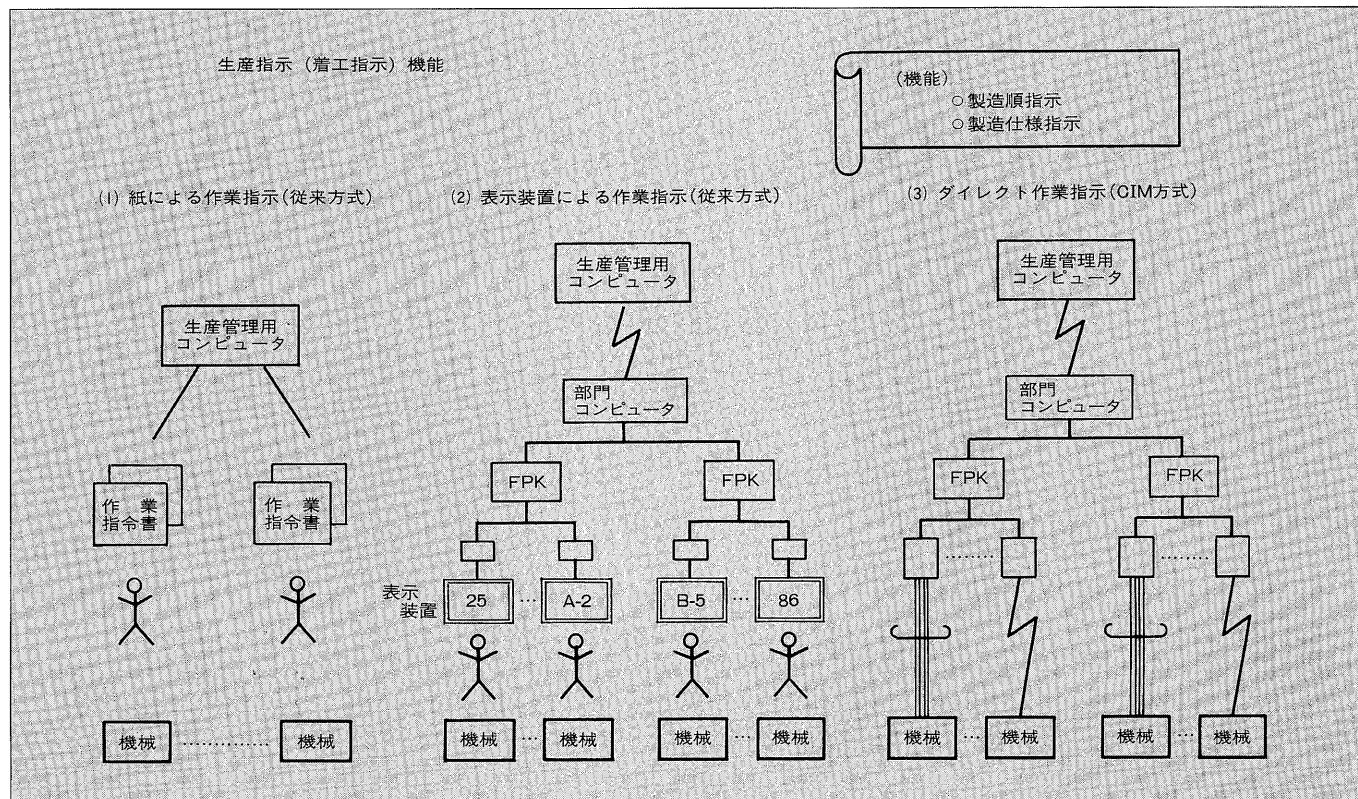
製品の多様化と製品ライフサイクルの短縮化は、FA 化工場における設備機器、制御装置の変更、増設のフレキシビリティを要求する。このため、プログラマブルコントローラやラインコンピュータ間のケーブルの引回しの変更やソフトウェアの変更、インターフェースの変更を柔軟に行えるよう対応する必要がある。この目的を実現するために、システムを階層構造の自律分散形システムとして、ハードウェアの変更と各種の通信手順を自由に使い分けられる LAN を構築している。

### 2.2 制御システムと管理システムの融合

FA は、設備機器の制御システムと生産管理システムが統合化されたシステムである。したがって、製造現場の自動化ラインと、工場内の生産管理システムや事務作業のための OA (Office Automation) 機器との接続が必須である。

自動化ラインの生産指示は、部門コンピュータが納期、段取替え、工具交換、素材の状況などを事前にチェックして工作機械に直接行うか、あるいは作業員が現場の端末機から行う。指示された作業の実施状況はセンサで監視したり、作業者が入出力端末機 (POD) の表示もしくはバーコードで確認して部門コンピュータへ伝送される。さらに部門コンピュータから上位生産管理コンピュータへは LAN を通してデータが伝送される。図 2 にその例を示す。

図 2 制御システムと管理システムの統合化



### ③ FA/CIM のネットワーク技術

FA/CIM を構築するためには、分散されたコンピュータや製造現場設備を有機的に結び付けるネットワーク技術が重要な役割を果たす。FA の場合は、製造現場設備を制御するプログラマブルコントローラやセンサ、ロボット制御装置など製品が多岐にわたるため、複数のベンダ（マルチベンダ）の FA 機器を接続して一つのシステムを形成するネットワーク技術が要求される。

#### 3.1 マルチベンダ環境に対応するネットワーク技術

ベンダに依存しない標準化されたプロトコル（通信規約）として MAP (Manufacturing Automation Protocol) を米国の GM (General Motors) 社が提唱して、日本でも実用化に向けて開発が進められてきた。富士電機でも、ユーザーグループに早くから参画し、最近「MAP ネットワークシステム」の提供を開始した。MAP ネットワークシステムは、ショップレベルに適用されるフル MAP とセルおよびステーションレベルで適用されるミニ MAP があるが、富士電機はフル MAP とミニ MAP のいずれも提供できるようになっている（MAP に関する詳細は、本特集号の別稿で紹介しているので参考されたい）。

ところで、ベンダに依存しない LAN として、最近 FA 分野でも広く使われているものに Ethernet がある。<sup>(注1)</sup> Ethernet は、その上位プロトコルに TCP/IP (<sup>(注2)</sup> Transmission Control Protocol/<sup>(注3)</sup> Internet Protocol) を採用し、UNIX オペレーティングシステムにインプリメントされてから UNIX の普及とともに急速に広がった。しかし、光ファイバと組み合わせた光ミニ MAP や FAIS (Factory Automation Integrated System) の実用化も進んでおり、利用度は今後高まるものと考えられる。

#### 3.2 工場内の FA 用ネットワークに必要な条件

FA/CIM を構築するうえで重要な構成要素となる工場内ネットワーク（LAN）について、特に次のような機能を備えてゆく必要があり、富士電機では、この点に特に配慮してネットワーク技術を適用している。

##### (1) 耐環境性と高信頼性

製造現場には電気的な雑音の発生源も多く、さらに、高温、振動など環境が悪い状況の中でも安定した性能が得られる高信頼性が求められる。雑音に強い光ファイバを使用する場合が最近多くなっている。コストが下がり、接続性も容易になればさらに顕著な普及が期待できる。

##### (2) 高速性と即時性

製造設備に対して緊急を要する情報を伝達する際には、通信回線が混んでいても高い優先順位をつけて指定された

ノード（受信局）に、高速で確実に交信を保証する機能を備えたネットワークが必要とされる。MAP の採用している IEE802.4 のトークンバス方式は、このような要求を満たすものである。

##### (3) 多様な接続機能

FA/CIM 構築上重要なコンセプトに統合化がある。その第一歩は、工場内のさまざまな部門の設備（製造設備、検査機器、情報処理機器など）をコンピュータと接続することである。したがって、これらの多種多様な機器の接続が容易であることは FA ネットワークの重要な要件である。

##### (4) 敷設の柔軟性

製造現場では、品種の切換、設備の増設や移設が頻繁に行われる。この変更に柔軟に対応できる FA ネットワークでなければならない。富士電機では、これらの変更に対応するためにシステムを階層構造にして、一部で変更があったときにも全体システムを停止させることなく、端末をつなぎ込むことができるようしている。

### ④ ネットワーク技術の応用例

FA/CIM のネットワーク技術応用例として、

- (1) 機械工場の NC ラインの FMS (Flexible Manufacturing System)，組立工場の組立ライン、ならびに部品加工ラインのネットワーク化
- (2) 部品倉庫と無人搬送システムのネットワーク化の事例を紹介する。

#### 4.1 ネットワーク化のねらい

上位の生産管理システムと連動して、計画と管理の情報の一元化を図る。作業のリアルタイム指示と実績データのリアルタイム収集を行って、それに基づく計画変更に対しても柔軟に対応できることをねらったシステムである。

また、組立ラインと部品加工ラインおよび部品供給システムのネットワーク化のねらいは、組立ラインに必要な部品を組立スケジュールに従ってロット単位に準備し、無人搬送車によって各組立ラインの各工程へ搬送することである。これによって、組立ラインの生産性の大幅な向上、組立リードタイムの短縮、部品の仕掛け・在庫の圧縮を意図しており、システム構築による成果も十分得られている。

#### 4.2 ネットワーク化の基本方針

ネットワークシステムの特長を十分に生かして、効果のある FA システムを構築するために次のような基本方針でネットワークシステム化に取り組んでいる。

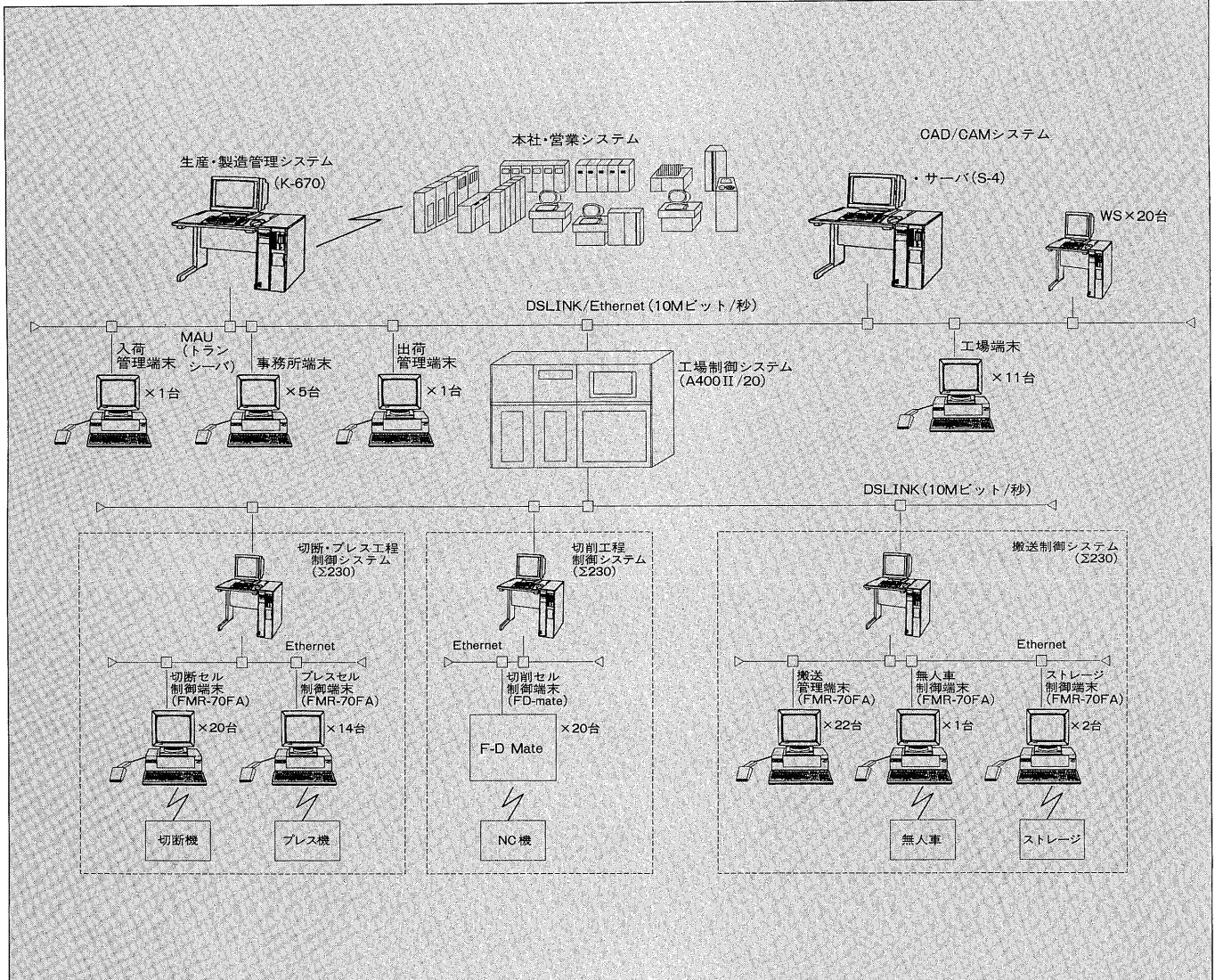
- (1) ライン別スケジューリングと実績のリアルタイム更新により、スケジューリングのシミュレーションを可能とする。
- (2) 組立ラインと部品供給部門の情報の一元化のためのネットワークを構築する。
- (3) 実績入力、品質データ入力のオンライン化  
センサ、制御装置およびバーコード、磁気カードからの

<注1> Ethernet : 米国ゼロックス社の登録商標

<注2> TCP/IP : 米国国防総省が開発したプロトコル

<注3> UNIX : 米国 AT & T 社の登録商標

図3 機械工場のネットワークの例



#### 直接入力

##### (4) 部品供給システムの実現

- (a) 組立ラインと部品準備部門および自動倉庫・無人搬送システムのオンライン化
- (b) 部品供給のロット別キット方式への改善

#### 4.3 システムの概要

このシステムは既存のシステムを活用しながら、新しい機能を追加して統合化ネットワークシステムを構築したものである。

##### 4.3.1 生産管理コンピュータとネットワーク

工場全体の生産管理コンピュータと機械加工、組立などの各現場（ショップ）の製造管理コンピュータとのネットワークは、フル MAP または Ethernet (DSLINK) で構築される。このレベルのネットワークでは、複数ベンダのコンピュータや装置を一つのネットワーク (LAN) で接続し、かつ相互通信が可能なプロトコル（通信規約）が必要となる。

さらに、CAD/CAM、自動プログラミング用のワークステーションおよび生産管理用端末機との間にパーソナル

コンピュータ（パソコン）LAN を構築する。

##### 4.3.2 機械工場 NC ラインのネットワーク

機械工場を中心とした FA/CIM の全体システム構成の例を図3に示す。機械工場全体制御を統括するコンピュータはAシリーズのA400 II/20で、その下に DLSLINK で A シリーズのΣstation 230 が接続されている。

AシリーズのOSはUNIXに準拠しており、ネットワークはOSI対応(FTAM/A, MHS/A)およびISDNサポートが可能となっている。また、各種コントローラとの連携による統合化制御システムの構築に適したFAコンピュータである。Aシリーズを中心とする各種機器間のネットワークは図4に示すようなプロトコルで、容易に連携できるようになっている。

Aシリーズの下位には、FAパソコン(FMRシリーズ)が配置されている。さらにFAパソコンの下には、機械加工ラインに直結して、NC工作機械、無人搬送車、自動倉庫(ストレージ)などラインを構成する各種FA機器を制御、管理できるようになっている。FAパソコンを中心とする各種機器間のネットワークは図4に示すようなプロトコルで容易に構築することができる。

図4 機械工場 NC ラインのネットワークとプロトコル

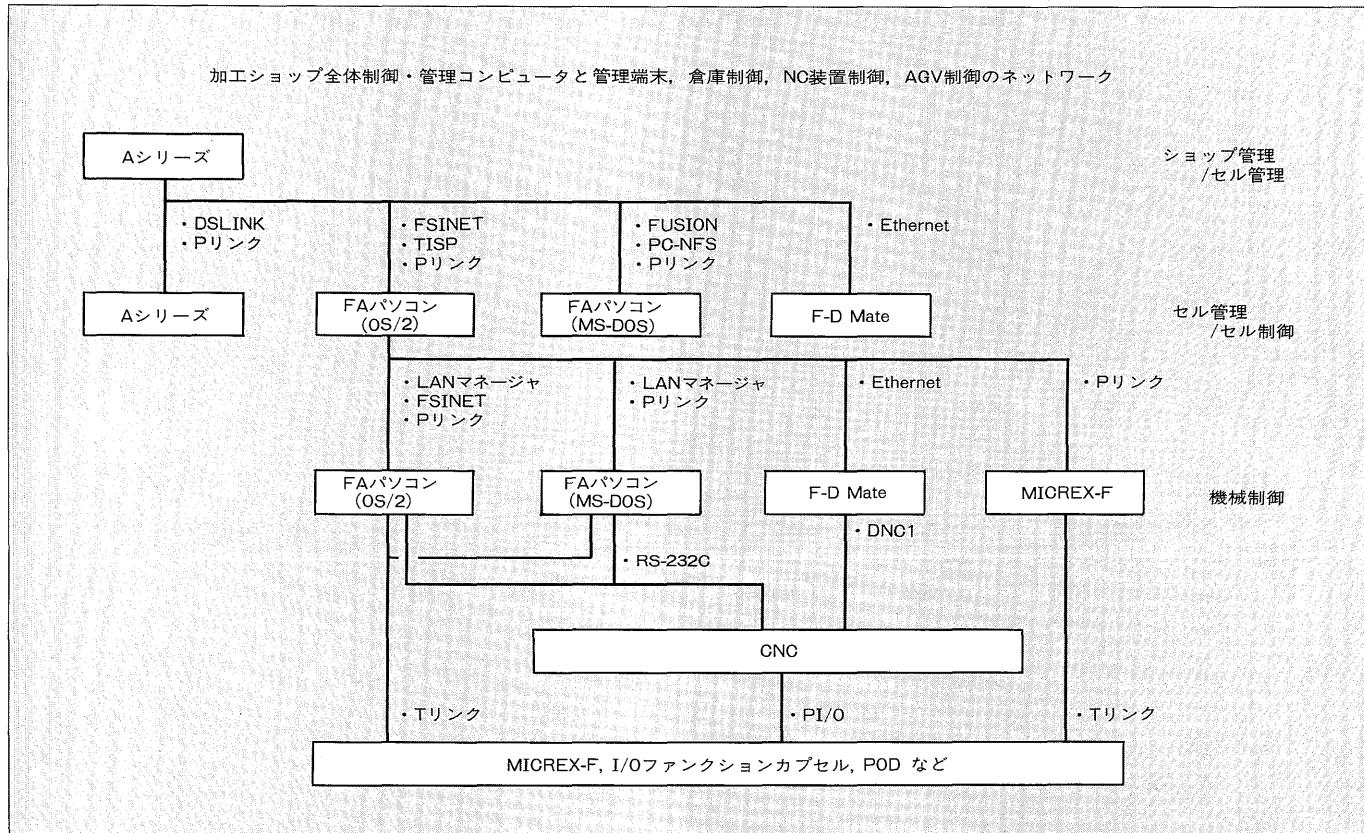
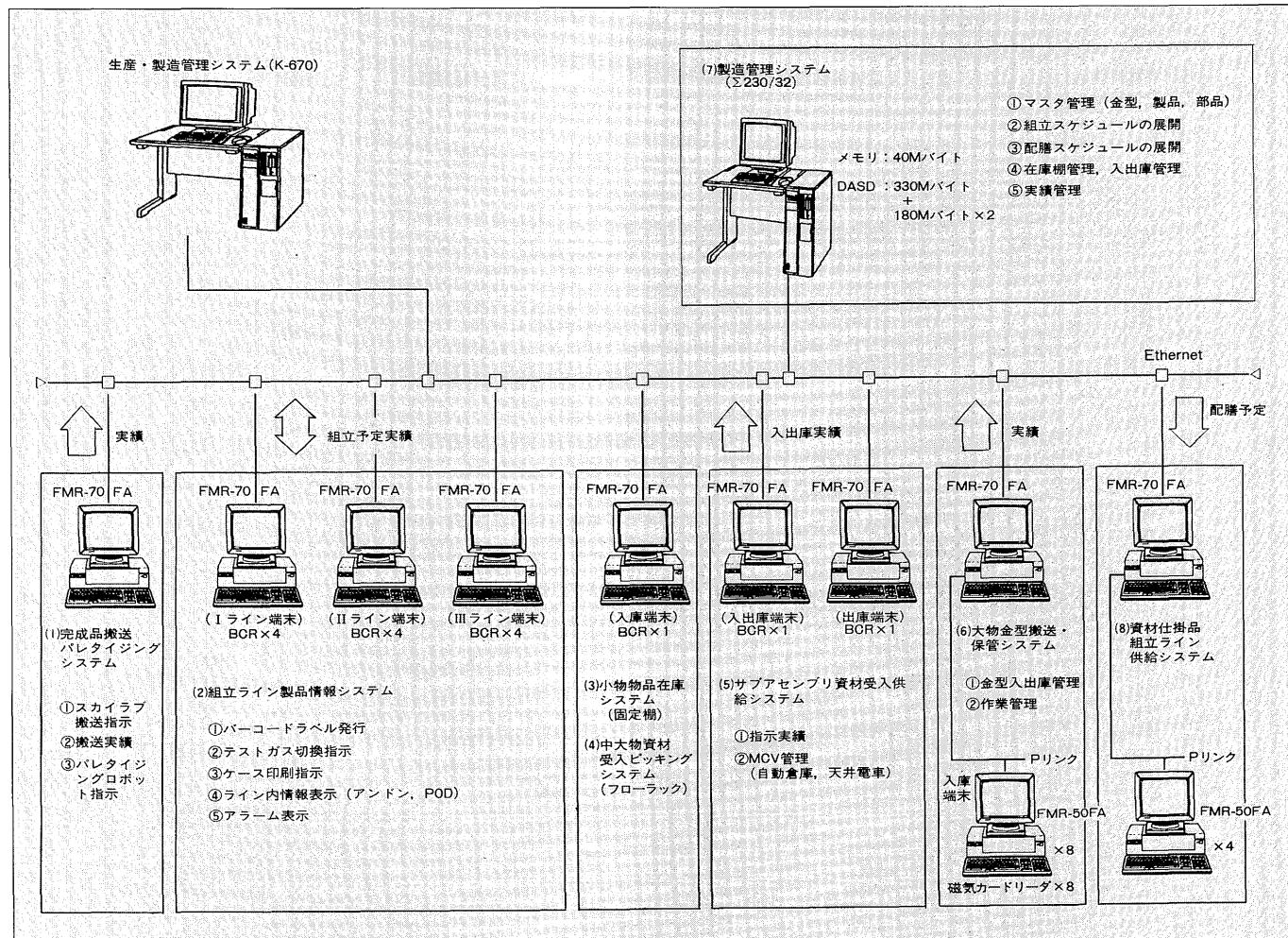


図5 組立工場のネットワークの例



FA パソコンと各種機器群との情報の授受は下記のような内容である。

- (1) 加工指示, NC 加工データ伝送
- (2) 加工実績, 加工状態情報の収集
- (3) 倉庫, 搬送, NC マシンの制御装置および NC マシン周辺のセンサ (工具補正など) とのデータの入力および出力

#### 4.3.3 組立ラインのネットワーク

組立ラインのシステムと部品加工システム, および部品供給システムをネットワークで結んで, 部品を所定のステーションへタイミングよくキット化して供給することがシステムのねらいである。全体システム構成は図 5 に示すおりである。

##### (1) ハードウェア構成

本システムでは, 組立工場の全体統括コンピュータとしての  $\Sigma$  station 230 と, 各現場配置端末および設備管理用としての FA パソコン (FMR-70, FMR-50 : 21台) を, 汎用 LAN (Ethernet) と富士電機製の P リンク, T リンクで結合している。また, 組立ラインの進ちょく管理用として 12台のバーコードリーダ (BCR), 6台の POD, 3台のアンドンを配置して表示を行っている。

##### (2) ソフトウェア構成

全体統括コンピュータの  $\Sigma$  station 230 は OS にオープンアーキテクチャの UNIX を採用しており, リアルタイム環境対応として RTCF を, データ管理に汎用データベースの informix<sup>4)</sup> を, パソコン通信にはアプリケーション間通信とサーバ管理の両方が行える FSINET, D-ISAM を採用するとともに, 他社製コンピュータとの接続のため, NFS<sup>5)</sup> も採用している。

#### 4 あとがき

コンピュータとネットワークを中心とする統合化システムの進展は, 工場の生産システムをより総合的で高度なものへ変えようとしている。ネットワーク技術は, FA 用異機種コンピュータの接続と各種データの互換性を容易にするため国際的な標準化へ向けて改良が加えられている。接続方式の標準化は, 必ず FA/CIM 化を促進するし, 企業全体の経営効率の向上をもたらすものである。

富士電機は, 工場全体の生産システムの統合化を図るためにネットワーク技術の向上のために, さらに強力な取組みを計画している。

#### 参考文献

- (1) 国際ロボット・FA 技術センター編: 工場自動化相互接続システム (FAIS) 研究開発報告書 (1989)
- (2) Vincent C. Jones, 飯村二郎監訳: MAP/TOP ネットワークの構築, 日経 BP 社 (1988)
- (3) 和田龍児監修: CIM/MAP 実践絵とき読本, オーム社 (1990)
- (4) 成島剛史ほか: 組立工場物流システムへの FA パソコンの応用, 富士時報, Vol.64, No.12, p.799-801 (1990)

4) informix : 米国インフォミックスソフトウェア社の商標

5) NFS : 米国サンマイクロシステムズ社の登録商標



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。