

II エンジニアリングシステム

学習目標

- ① 情報技術がどのようにエンジニアリングシステムの構築に活用されているのかを学ばせる。

基礎知識

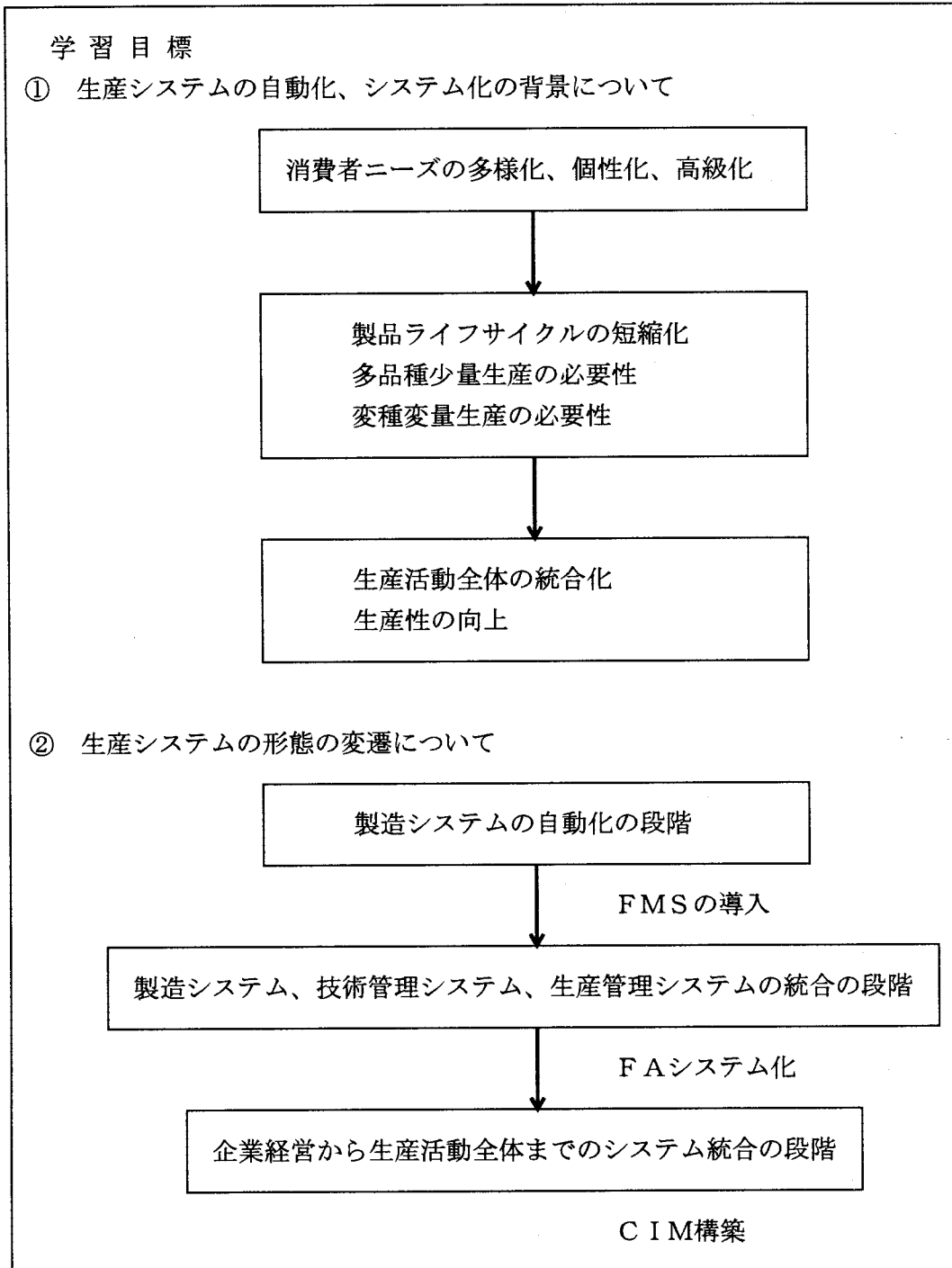
- ・ オペレーティングシステム
- ・ プログラミング言語
- ・ データベース
- ・ ネットワーク



エンジニアリングシステムへの利用

- ② 生産システムのオープン化が各メーカーのテーマになっているが、その内容と実現性について学ばせる。

1 生産システムの形態



(1) FMS (Flexible Manufacturing System)

自動加工、自動搬送、マテリアルハンドリングなどの手段をもち、それらの設備をコンピュータネットワークによって、一貫して機能するように制御された自動化システムである。多品種少量生産を目指した製造システムの自動化といえる。

(参 考)

マテリアルハンドリング (略してマテハン)

加工物の工作機械への取付けや取外しを自動的に行う装置のこと。

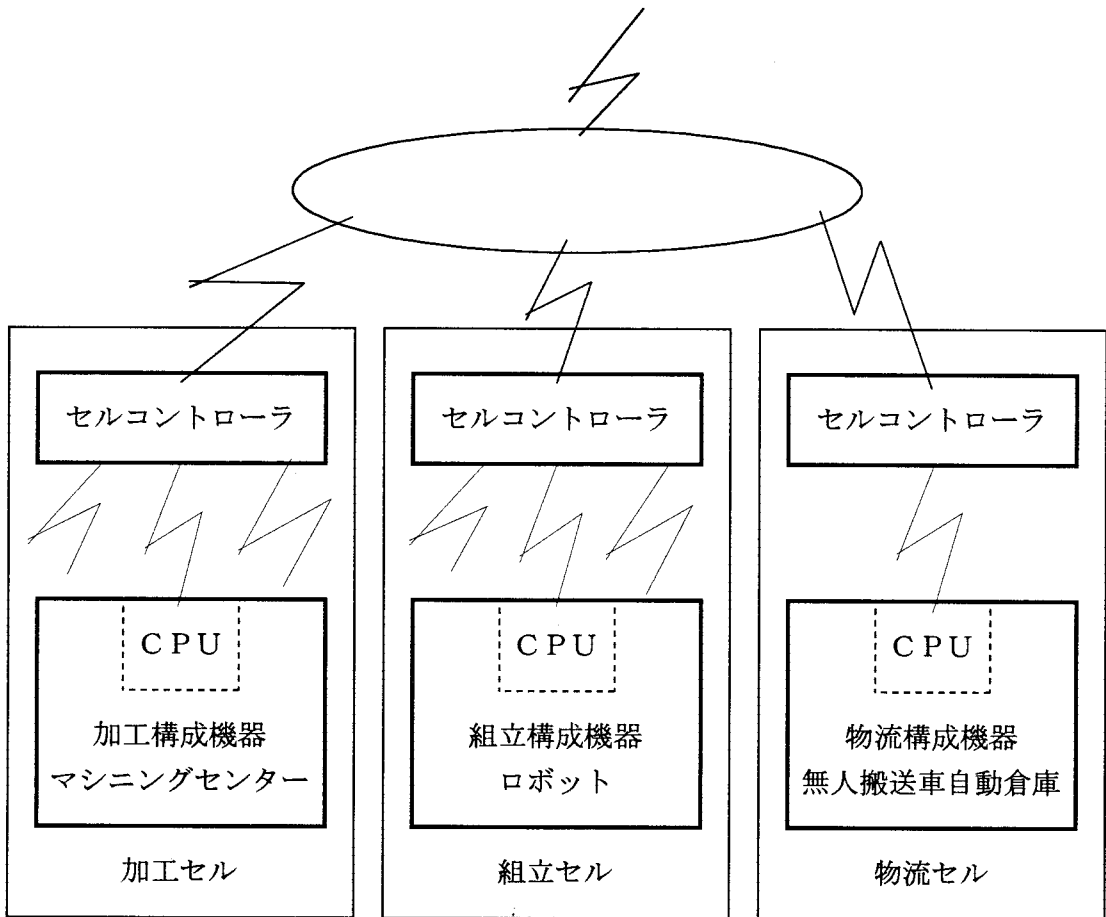


図 II-1 FMSシステムイメージ①

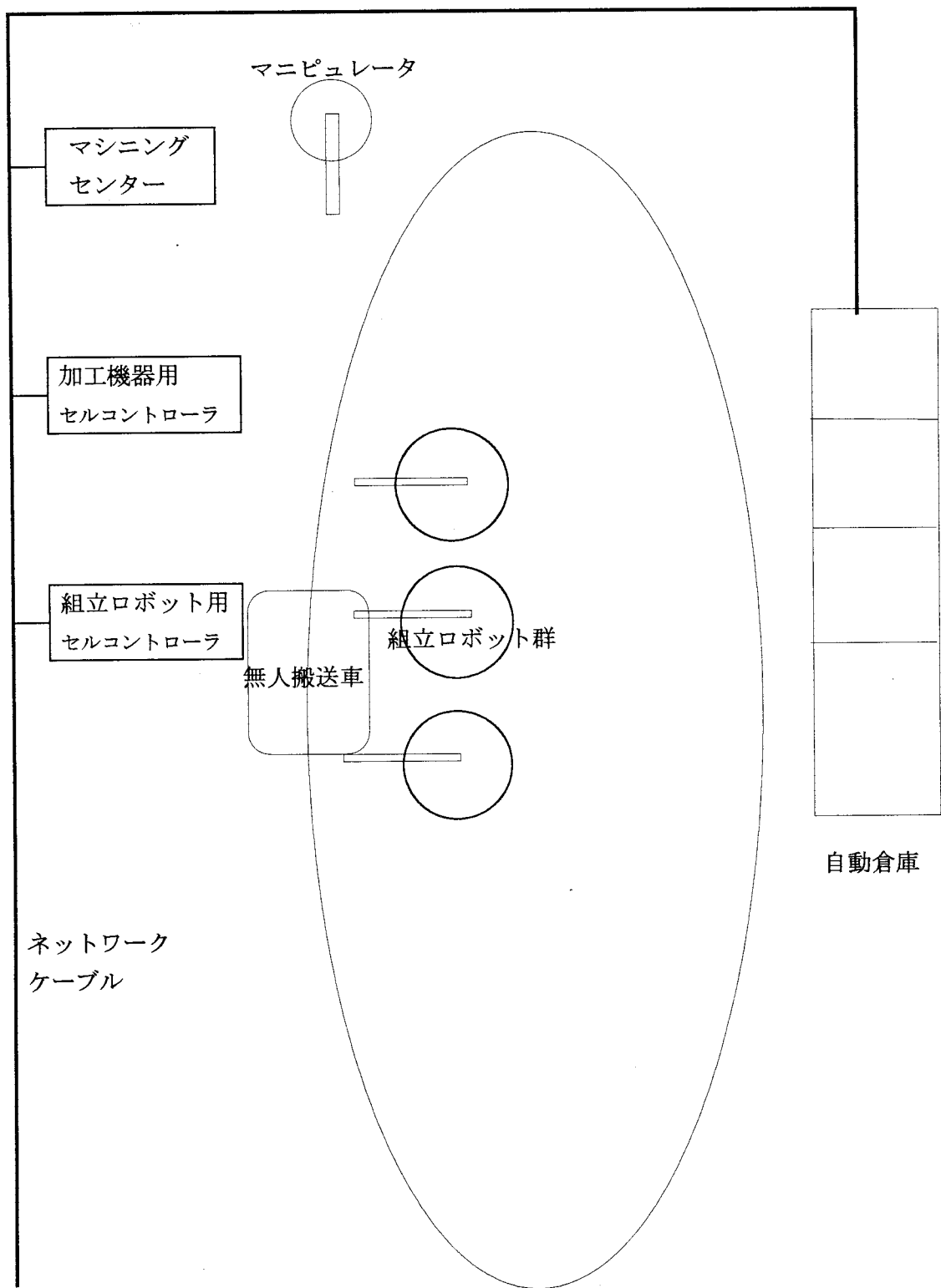


図 II-2 FMSシステムイメージ②

(2) FA (Factory Automation)

FMS等の直接生産に関与するシステムを基礎として、技術管理システム及び生産管理システムを統合した形態である。

(参 考)

技術管理システム

製品設計、工程設計等の設計を中心とした技術情報管理システムで、CAD/CA
M等が構成システムとしてあげられる。

生産管理システム

生産計画、資材計画、日程計画等の管理を中心とした生産管理システムのこ
とである。

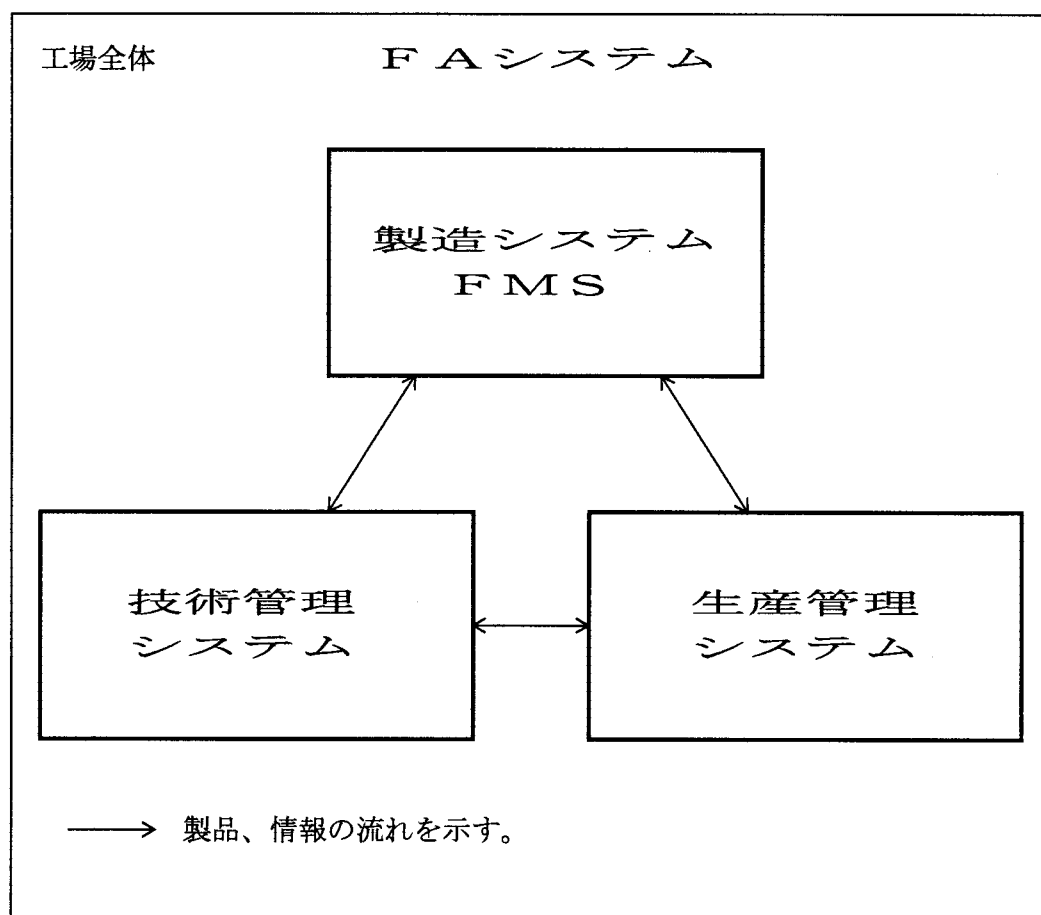


図 II-3 FAシステム構成イメージ

(3) CIM (Computer Integrated Manufacturing)

FAシステムが工場単位での自動化という考え方に対して、CIMは企業若しくは系列企業全体の経営、営業活動までも視野に入れた情報ネットワークを構築し、統合された管理機能を実現しようとするものである。

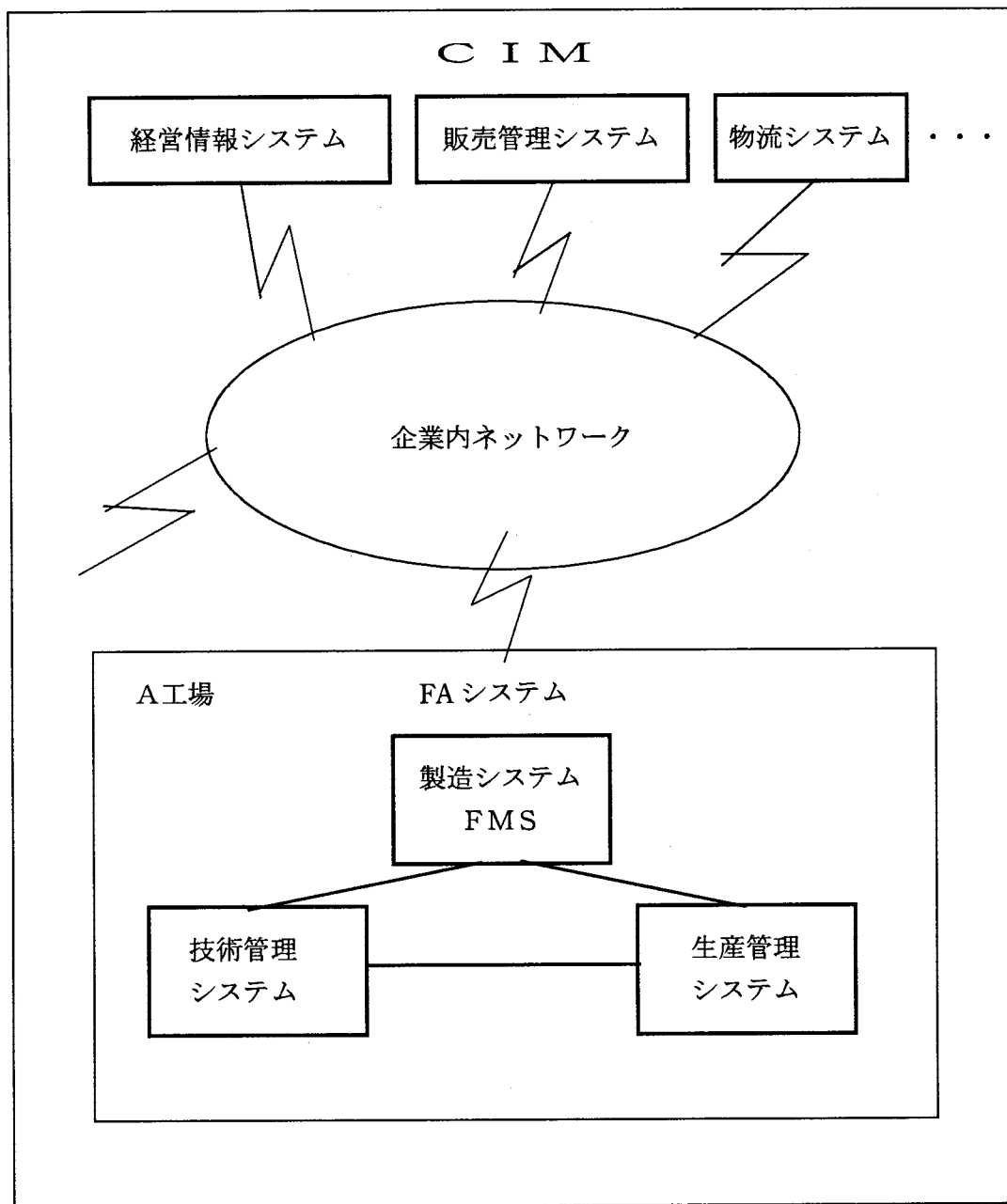


図 II-4 CIM構成イメージ

(4) CIMの定義の例

The scope of CIM was defined as : " a subset of business strategy that helps a company compete in manufacturing through technology and a philosophy of managing operations which integrates people, policies, procedures, process, knowledge, information and a technology architecture that guides the integration of computerized elements of factory floor automation with each other and other parts of the organization and other organization. "

" Linking the CIM plan with operations strategy" in AUTOFACT' 89 proceedings

J. C. Weinberg 著

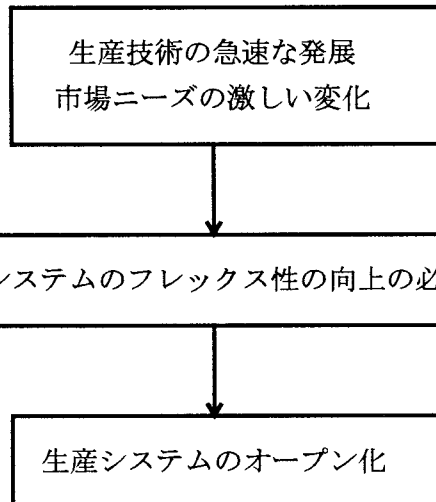
演習課題

問 CIMの定義を訳し、CIMについてまとめなさい。

2 CIMとオープン化

学習目標

- ① CIM階層モデルと階層別技術について理解させる。
 - ・ OSIのCIM階層の役割を理解させる。
 - ・ 各階層における構成機器を理解させる。
 - ・ 階層間のデータ通信について理解させる。
- ② 生産システムのオープン化について学ばせる。



オープン化の定義

インターオペラビリティ	相互に接続して動作させられる。
スケーラビリティ	機能の縮小・拡大が自由にできる。
インターチェンジャビリティ	コンポーネントを自由に交換できる。
ポータビリティ	異なったプラットフォーム上で動作が可能

参考資料 早稲田大学理工学部 高田祥三
日本機械学会 No06-50 NCオープン化への取組みと期待

(1) CIM階層モデルと構成機器

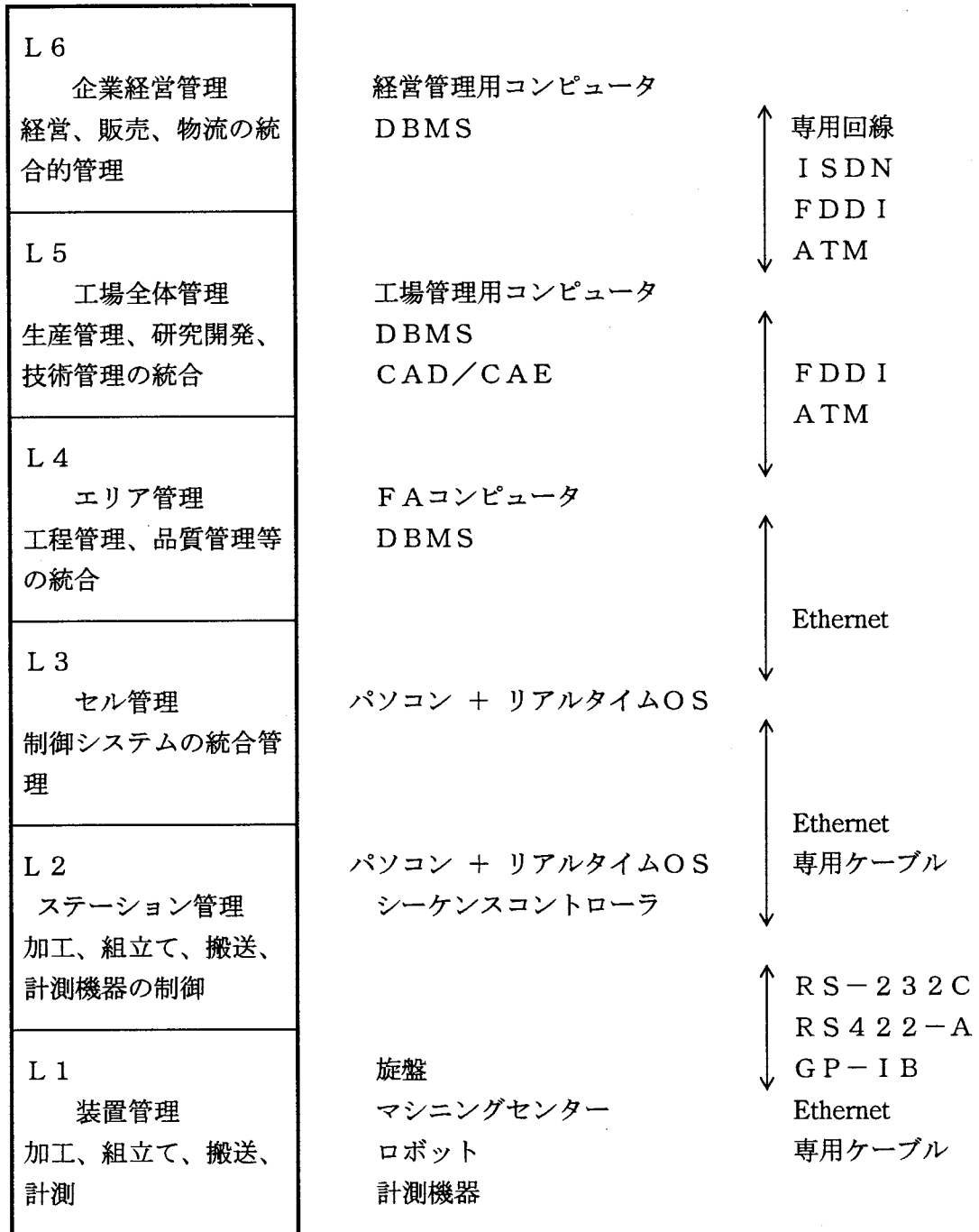


図 II-5 CIM階層と構成機器

(2) CIM階層モデルとデータ通信

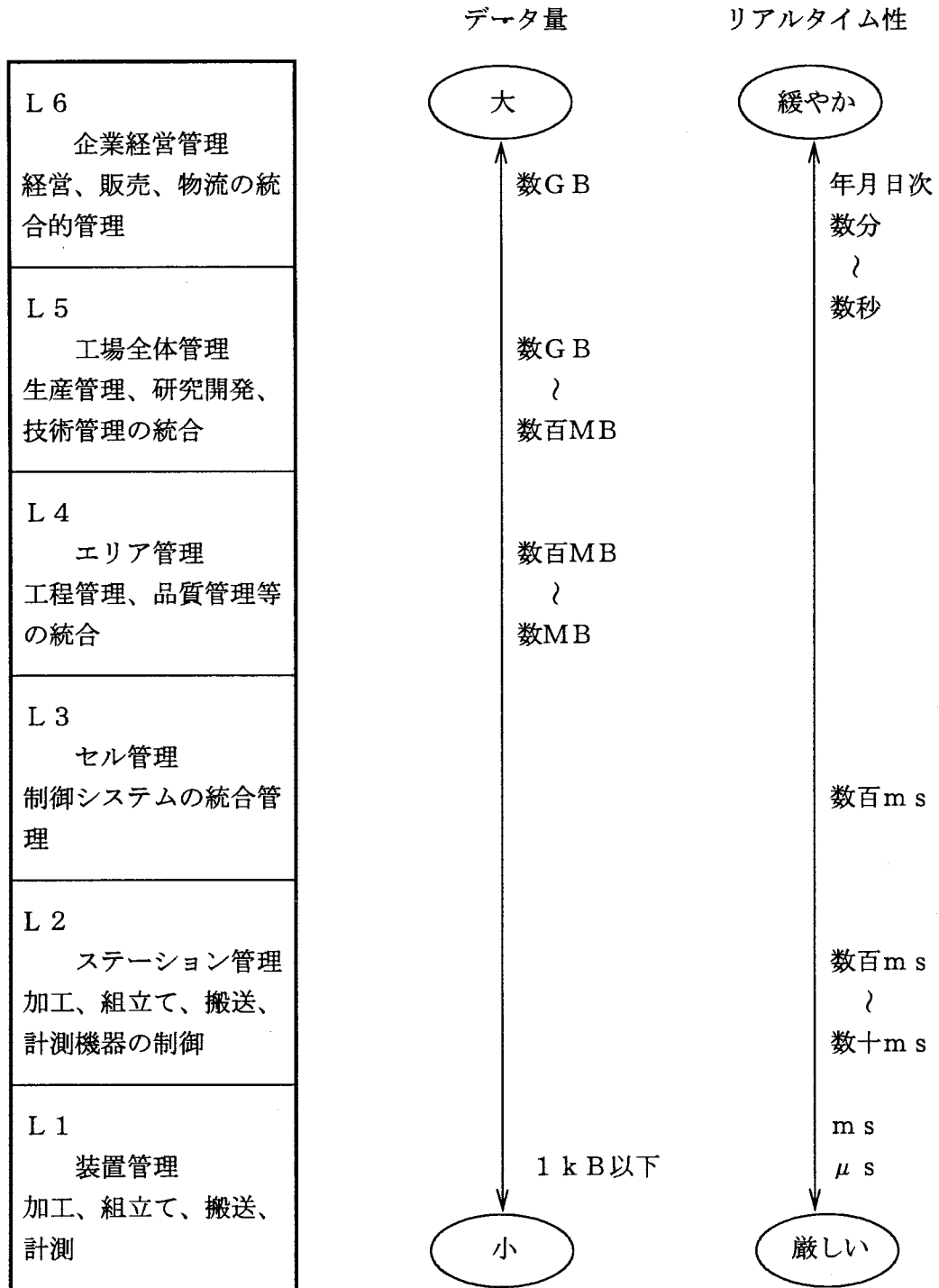


図 II-6 CIM階層とデータ通信

(3) 工場内通信ネットワークの標準化 MAP (Manufacturing Automation Protocol)

米ゼネラルモーターズ社 (GM) が提唱したFAネットワーク用通信プロトコルの標準化案である。現在では、多様なデータを通信するためのフルMAPと、高速で単純な制御データを通信するためのミニMAP、そして、フルMAPとミニMAPを接続するための拡張MAPに分類されている。

イ MAP-BB (ブロードバンド方式)

変調した複数の信号を異なる帯域で同時に送る方式で、1本の同軸ケーブルで複数の回線を同時に利用できる。アクセス方式はトークンバス方式を利用する。

ロ MAP-CB (キャリアバンド方式)

ブロードバンド方式と同様に同軸ケーブル上に変調した信号を送る方式であるが、ブロードバンド方式と異なり、用いる帯域が1種類で、1回線しか利用できない。

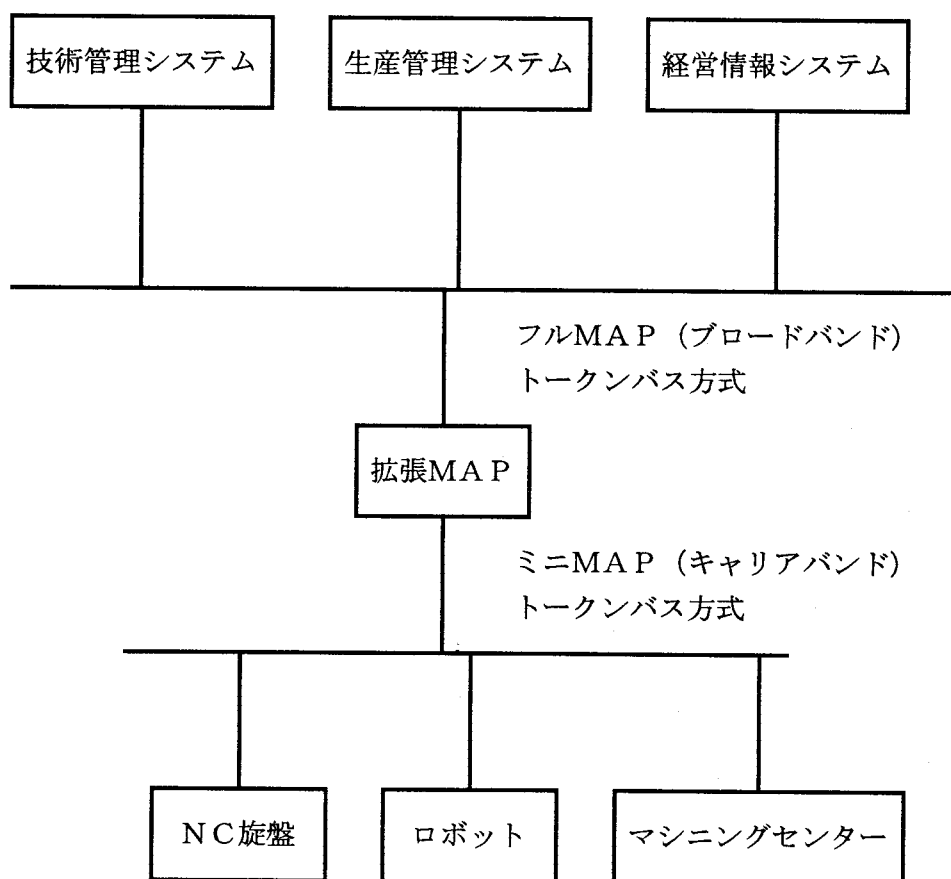


図 II-7 MAP

(4) 工場内通信ネットワークのオープン化 TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)

インターネットに代表されるTCP/IPを中心としたコンピュータネットワークが企業内部のみならず全世界に急速に普及しつつある。特に、TCP/IPは業界標準(de facto standard)として実績を持ちISOの標準となる可能性もある。

TCP/IPは、それぞれトランスポート層、ネットワーク層のプロトコルであり、下位の層の物理層、データリンク層は規定していない。LANであればイーサネットとCSMA/CD式が一般に普及している。FAシステムの分野でも、工作機器、計測機器、制御機器のインタフェースにイーサネットボードが組み込まれ、専用線+専用プロトコルではなく、イーサネット+TCP/IPというオープンなネットワーク化が進んでいる。ただし、制御システムにベースバンド方式、CSMA/CDアクセス方式のイーサネットを採用した場合、コリジョン(collisions)によるリアルタイム性の保証が問題となってくる。

イ 専用線+専用プロトコル

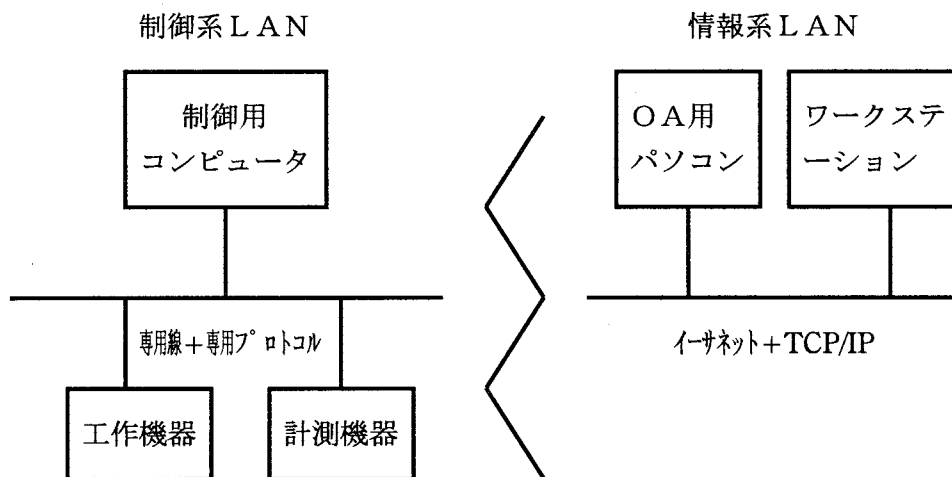


図 II-8 専用線+専用プロトコルでのLAN

メリット

- ・ 制御システムにおけるリアルタイム性を確保できる。

デメリット

- ・ 制御システムのネットワーク化の費用が高い。
- ・ 制御システムと経営情報システム間の統合化が難しい。

最近の工作機器、計測機器は、機器自体にコントローラが組み込まれ、インテリジェント化されているので、単独の加工、計測の処理は別の制御機器がなくても行うことが可能となっている。そのため、制御用コンピュータと工作機器、計測機器間での処理データの通信やプログラム通信を行う必要性が少なくなり、処理開始、中断、停止等の基

本的制御コマンドや状態情報の通信のみが必要となっている。よって、タイトなリアルタイム性を保証できないイーサネット+TCP/IPでも制御が十分可能である。

また、イーサネット+TCP/IPを採用した場合、OA系コンピュータシステムとも容易に統合することが可能である。

ロ イーサネット+TCP/IP

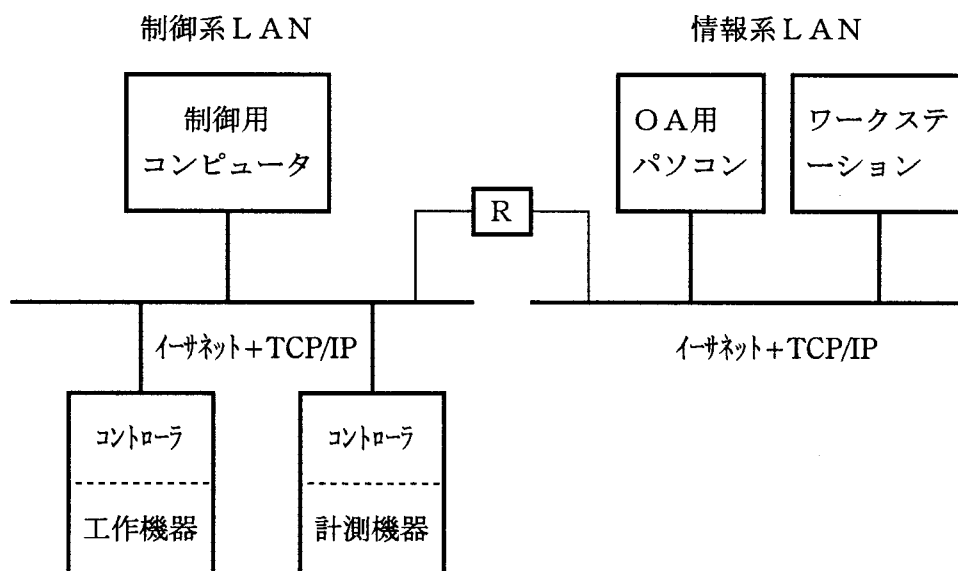


図 II-9 イーサネット+TCP/IPでのLAN

メリット

- ・ 制御システムとOA系システムを容易に統合できる。
- ・ 制御システム自体のネットワーク化のコストが安い。

デメリット

- ・ 非常にタイトなリアルタイム性（数ms）を保証するには工夫が必要である。

3 オープン化を支えるインフラ

学習目標

オープン化を支えるインフラについて理解させる。

- ・ ユーザニーズの多様化 ———→ パソコンCNC、オープンCNC
- ・ ソフトウェア技術の進歩 ———→ リアルタイムOS
- ・ 制御ネットワークのオープン化 ———→ TCP/IPの利用
ネットワークAPIの統一

(1) パソコンCNC・オープンCNC

NC装置は、制御部と駆動部から構成され、制御部は、更に、データの入力操作を管理するオペレータ/通信インタフェース部と、リアルタイムに機械制御情報を駆動部に渡すリアルタイムコントローラ部に分けられる。

パソコンCNCは、制御部をパソコン化しようとするものである。

オープン化の考え方は、統一されていないので、Fメーカーは情報通信技術の有効活用を考え、エンドユーザの多様なニーズに対応するカスタマイズを目指し、また、Iメーカーはより使い易い標準化されたプロトコルの設定と、機器のマルチベンダー化を目指している。

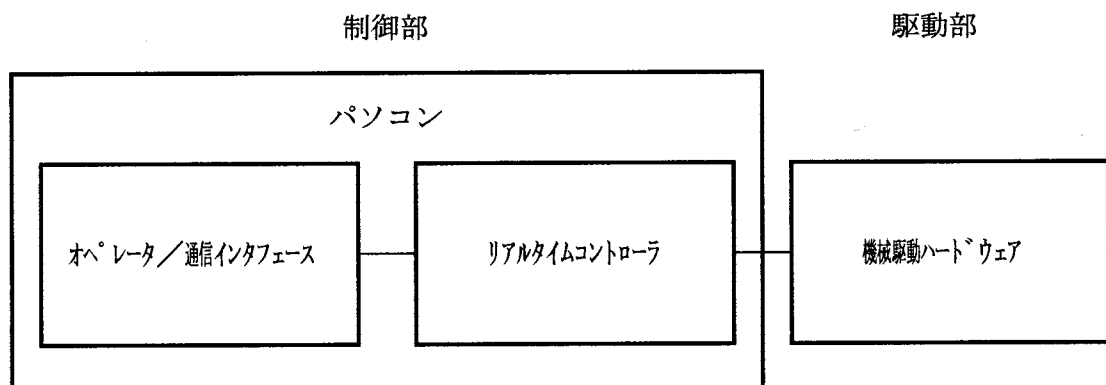


図 II-10 リアルタイム制御とリアルタイムOS

パソコンCNCの形態は、次の4種類があり製品化されている。

- ・ パソコン接続型CNC
- ・ パソコン内蔵型CNC
- ・ CNC内蔵型パソコン
- ・ フルソフトNC

(2) リアルタイムOS

制御コンピュータが複数の工作機器や計測機器をネットワークを介してリアルタイムに制御するためには、制御コンピュータにマルチタスク処理が可能で、ネットワークアプリケーションプログラムインタフェース（ネットワークAPI）を有する専用OSが必要になる。最近では、パソコンに実装できるリアルタイムOSと呼ばれるオペレーティング・システムが市販されている。

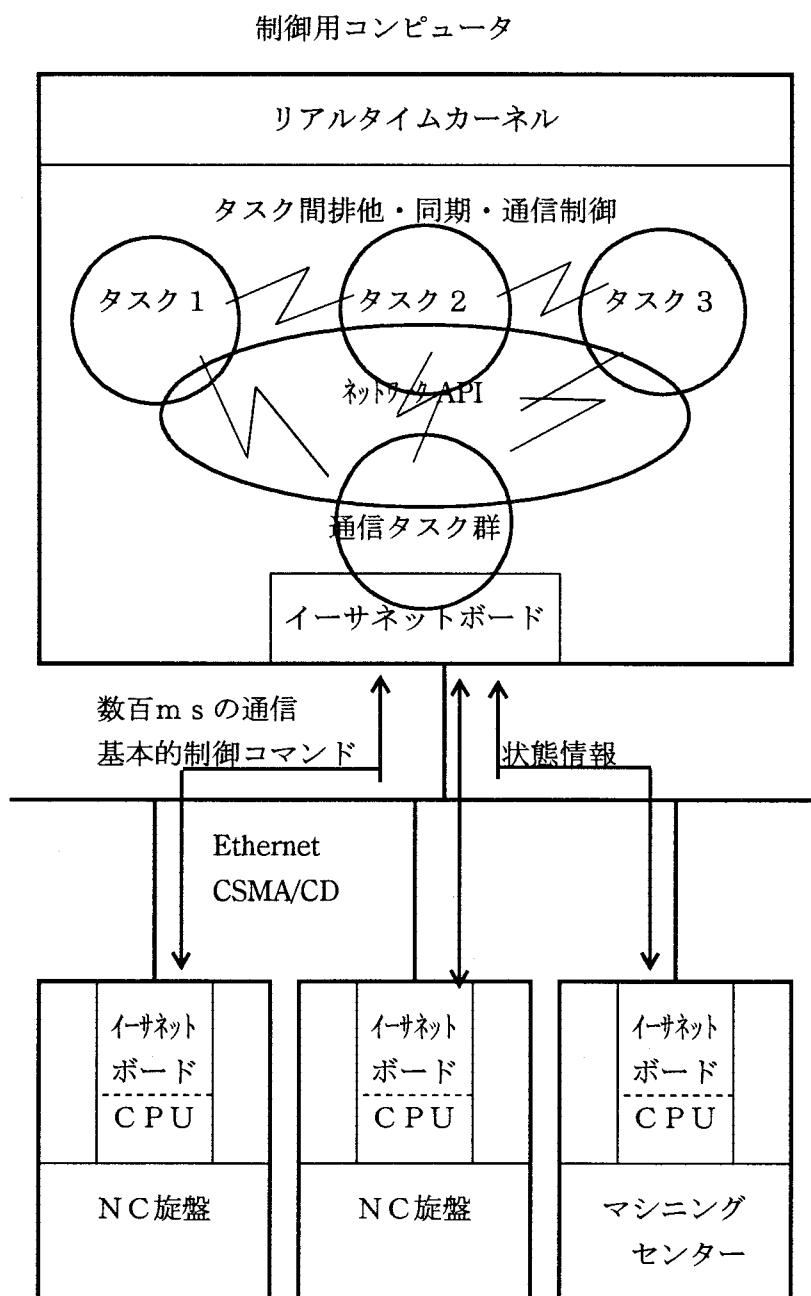


図 II-11 リアルタイム制御とリアルタイムOS

演習課題

問1 UNIXは、リアルタイムOS（表参照）と同等の機能を持っているが、リアルタイム制御を行ううえで、UNIXよりリアルタイムOSを選択した方が適切である理由を検討しなさい。

ヒント：タスク（プロセス）のスケジューリング方式を考察しなさい。

問2 次の表の関数名の一例を記入しなさい。

表 リアルタイムOSの機能一覧（一部抜粋）

管理内容	機能	関数名
タスク管理	タスクの生成	
	タスクの起動	
	タスクの正常終了	
	タスクの異常終了	
	タスクの優先度の変更	
	タスクの停止	
	タスクの再開	
	タスクの休眠	
	タスクの起床	
タスク間同期・ 排他・通信制御	イベントフラグの生成	
	イベントフラグの削除	
	イベントフラグのセット	
	イベントフラグのクリア	
	イベントフラグの状態取得	
	セマフォの生成	
	セマフォのセット	
	セマフォの状態取得	
	メールボックスの生成	
	メールボックスの削除	
	メールボックスへの送信	
	メールボックスからの受信	
	メールボックスの状態取得	
割り込み管理	割り込みハンドラからの復帰	
	割り込み禁止	
	割り込み許可	
メモリ・プール 管理	共有メモリ・ブロックの獲得	
	共有メモリ・ブロックの返却	
タイマ管理	同期起動ハンドラの登録	
	同期起動ハンドラの制御	
	同期起動ハンドラの状態取得	

(3) ネットワークAPI

イーサネット+TCP/IPというオープンなネットワーク環境で、リアルタイム通信を実現するためには、制御タスクがTCP/IPのタスク群に対してパケット通信を行う必要がある。その際のプログラムインタフェースをネットワークアプリケーションプログラムインタフェースと呼ぶ。最も一般的に普及しているものは、BSD系のUNIXに実装されたソケットインタフェースであり、リアルタイムOSのネットワークAPIも、このソケットインタフェースに準拠したものが多く。また、OA系のパソコンOSであるWindows（マイクロソフト社）では、BSDソケットを基にwinsockと呼ばれるネットワークAPIを標準としている。最近のSVR4系のUNIXでは、OSI準拠のTLIをシステムコールとして採用して、ソケットはライブラリとして提供されている。

いずれのネットワークAPIでもC言語の関数として提供されていて、関数名が異なるものの、基本的機能はほぼ同一である。

ネットワークAPIがほぼ統一されていて、企業内の製造、生産、技術、経営、販売、物流等のシステムを統合し、CIM構築を推進する上で非常に有利な環境が現在、整備されているといえる。

演習課題

問1 数msから数十msのタイトなリアルタイム通信が必要な場合、どのような方法でシステムを実装すればよいか検討しなさい。

ヒント：リアルタイム性の程度による通信方法、ケーブルの選択を検討しなさい。

UDPについて考察しなさい。

問2 次の表の機能を記入しなさい。

表 ソケットライブラリ関数一覧 (一部抜粋)

管理内容	機 能	関 数 名
ネットワーク アクセス関数		s o c k e t
		a c c e p t
		b i n d
		c o n n e c t
		l i s t e n
		r e c v
		s e n d
		r e c v f r o m
		s e n d t o
		s e l e c t
		s h u t d o w n
ネットワーク データベース 関数		g e t h o s t b y n a m e
		g e t h o s t b y a d d r
		g e t h o s t e n t
		g e t n e t b y n a m e
		g e t n e t b y a d d r
		g e t n e t e n t
ユーティリティ 関数		h t o n l
		h t o n s
		n t o h l
		n t o h s
		i n e t _ a d d r
		i n e t _ n e t w o r k
		i n e t _ n t o a