

データベース技術

—CIM-DBシステムに向けて—

Trends of Data Base Technologies Concerning CIM-DB System

市場ニーズの多様化と製品寿命の短縮化に伴い、製造業を取り巻く経営環境は厳しさを増しており、企業活動全般を支援し、高効率・柔軟な生産を可能とする統合化情報システムの構築が必須(す)な状況となっている。この統合化情報システムを実現するための基盤技術が、DB(Data Base)とネットワークである。

本稿では、DBのサイドから統合生産情報システムを検討し、DBの状況について論じる。複合、分散システムアーキテクチャを指向する日立製作所の統合形DB/DC(Data Base/Data Communication)システムXDM(Extensible Data Manager)は、CIM(Computer Integrated Manufacturing)インフラストラクチャとして要求されるDB/DCの基本的な機能、機構を持っている。

佐藤和洋* Kazuhiro Satō
米田 茂* Shigeru Yoneda
久保隆重* Takashige Kubo
高橋重捷** Shigekatsu Takahashi

1 緒 言

情報処理システムは分散および集中を繰り返してきており、現在、集中と分散の融合の時代を迎えている。その適用対象範囲、処理形態、処理対象データ、ネットワークの規模、さらには企業体での推進体制などに大きな変化が見られる。これは、ハードウェアおよびソフトウェア両面からの情報蓄積流通管理システムの活発な研究開発および製品化によるもので、物理的に分散された情報へのアクセスと分散された情報の論理的な統合化が可能となってきたことを物語っている。

最近、ユーザーニーズの多様化に対応し、多品種少量生産を実現するために、販売～製造～納入に至る全企業活動を高効率でフレキシブルなものとし、収益の向上を支援する企業体総合システムとして、CIM(Computer Integrated Manufacturing)システムの議論が盛んである。CIMはOAとFAを統合した概念としてとらえられており、情報管理の観点からみれば、20年ほど前に議論が活発であったMIS(Management Information System)の生まれ変わりである。それが現在、情報処理および管理技術の進歩によって、本物になりつつあると言えよう。今後、活発なシステム開発が予想される。

複数業務部門の有機的な結合として構成される組織体の自律性・拡張性などのホロンの構造を十分に反映したシステム開発が望まれる^{1),2)}。

以下、本稿では情報管理の観点からCIMシステムをとらえ、

それをCIM情報システムと呼び、その核となるDB(Data Base)システムの構成概要、基本的要件を述べ、次に、DBに関する技術発展動向を踏まえ、CIM環境に対応するための日立製作所でのDBシステムについて述べる。

2 CIM-DBシステム実現

CIM情報システムの特徴とCIM-DBシステムを実現するうえでの基本的要件などを以下に述べる。

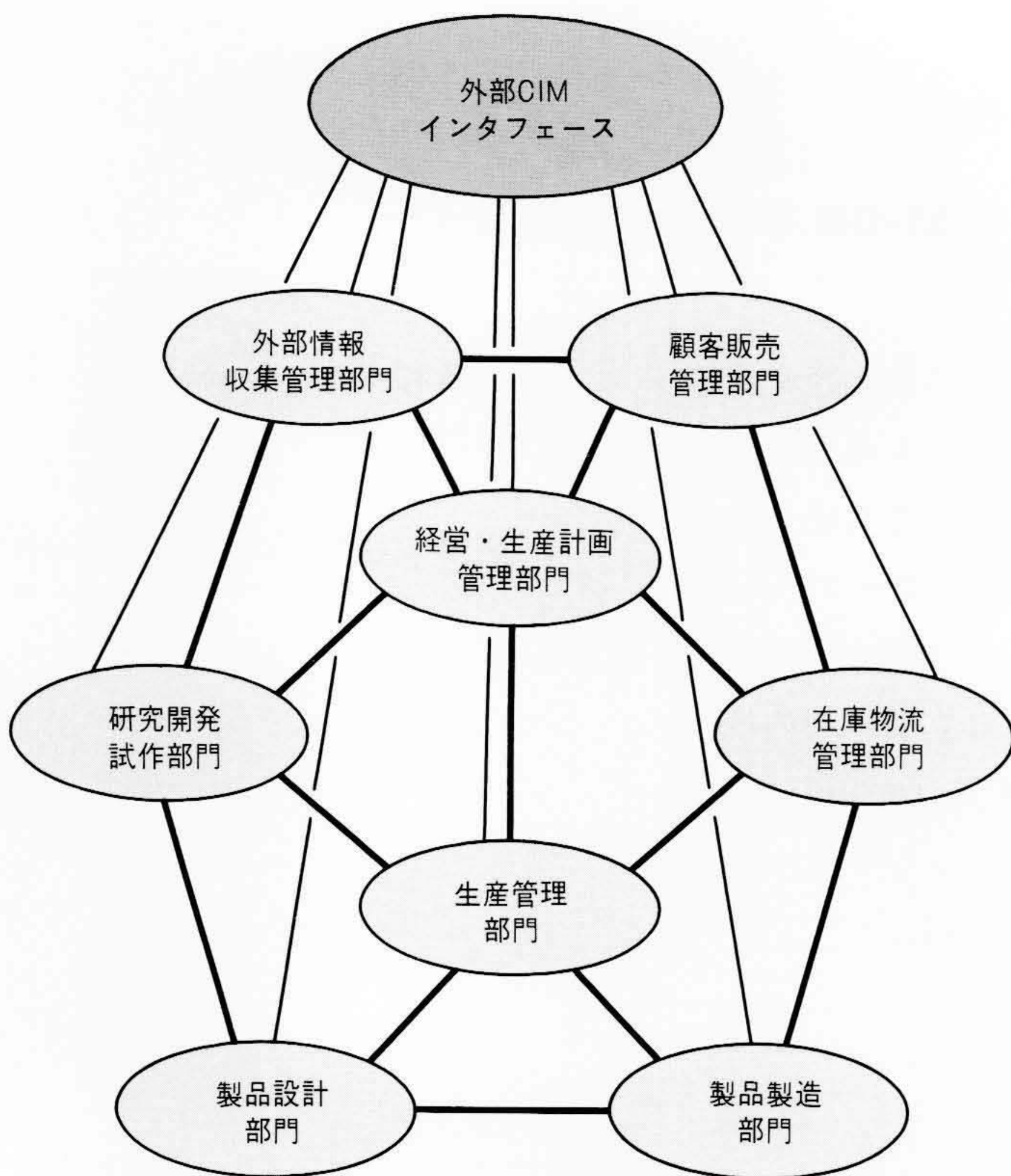
2.1 CIM情報システムのシステムイメージ

企業体は複数の業務部門から成り、それらが有機的に結合したものである(図1参照)。このため、CIM情報システムは企業体を構成している複数の業務部門の活動を、情報の共有や統合管理および柔軟な情報流通機能によって有機的に結び付け、部門複合体としての企業体の効率的な管理運営を実現するものでなければならない。

2.1.1 CIM情報システムの構成

企業体の各業務部門は、それ固有の情報システムを持っている。企業体の階層および網的構成のアナロジーから、企業体CIM情報システムの構成は、各業務部門に対応した上位CIM情報システムと下位CIM情報システムから成る階層形ネットワーク構成の複合体と考えられる。さまざまなレベルでの効果的な意思決定を支援するには、CIM情報システム間のスムーズな情報アクセスが実現されねばならない。そのため

* 日立製作所システム開発研究所 ** 日立製作所ソフトウェア工場



注：略語説明 CIM (Computer Integrated Manufacturing)

図1 CIMのシステムイメージ CIMコンセプトが適用される組織体は、上記のような業務部門(一つのまとまりのある情報システムを持つ。)から構成されており、それらは有機的に結合している。なお、各業務部門それぞれが、さらに下位のCIMを構成している場合もありうる。

には、各CIM情報システム間を結合する通信網間の情報流通(つなぎ)の充実と合わせて、情報統合管理を実現する分散情報システムが必要となる。

2.1.2 CIM情報システムのインフラストラクチャ

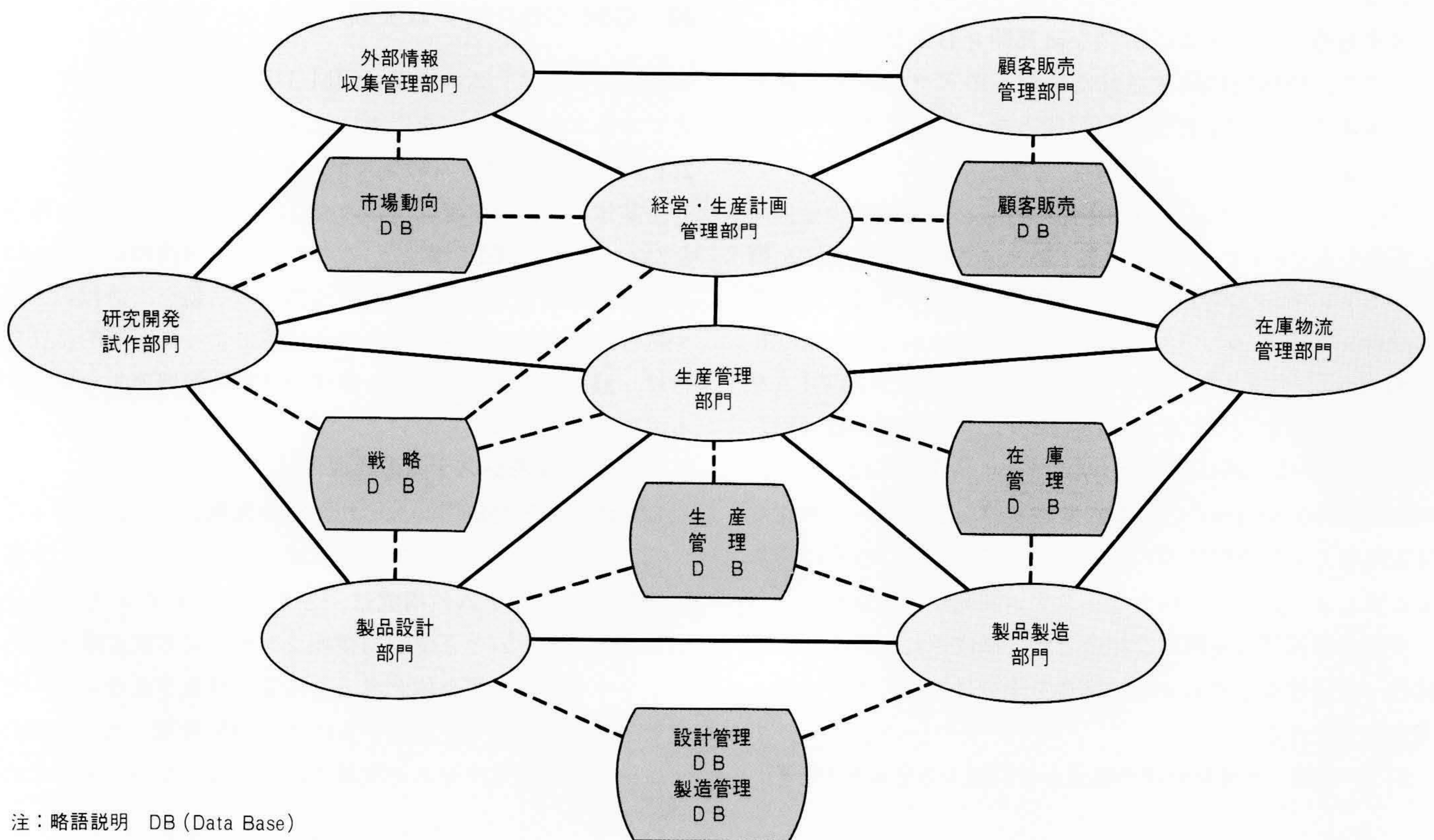
CIM情報システムを実現するうえでのインフラストラクチャとして、以下の事項を満足しなければならない。

- (1) 単一の計算機システムの中では、
 - (a) 種々の業務サブシステムが共存できる。
 - (b) サブシステムごとに情報処理システムが構築・運用できる。
 - (c) サブシステム間での情報の相互参照が可能である。
 - (2) 複数計算機システム間では、
 - (a) 分散した情報・プログラムなどの円滑な相互利用ができる。
- こと、すなわち複合・分散サブシステム機構が基本的な骨格となる。

以上のように、CIM情報システムでは、各業務部門での効率的な情報管理および各業務部門間の効率的な情報共用を実現するためのDBシステムが重要な役割を果たす。これをCIM-DBシステムといい、以下これについて考察する。

2.2 CIM-DBシステムの概要

CIM-DBシステムの構成および機能的要件について述べる。



注：略語説明 DB (Data Base)

図2 CIM-DBの構成 CIMを構成している各業務部門はおのものが利用する情報をDBとして管理しているが、共用される情報もある。図中の点線は、同一DBに対する複数の業務部門からの参照関係が存在することを示している。

2.2.1 CIM-DBの構成

企業体を構成する各業務部門は情報をDBとして管理するが、その業務処理内容に応じて、部門間でのDBの相互参照が発生する。業務部門構成あるいはその業務内容によってその構成は異なるが、各業務部門間のDB参照関係を考慮すると、図2に示すDBの構成が得られる。

2.2.2 CIM-DBシステムの機能的要件

上述の形態からわかるように、さまざまなレベルでの意思決定を支援するために、種々の観点からの情報参照や情報流通管理をつかさどるCIM-DBシステムは、各業務部門固有のデータおよびデータ利用の多様化と高度化に対処する必要がある。したがって、ハードウェア支援も含んだ以下の機能が必要となる。

(1) データの多様化と高度化への対応

CIM-DBシステムでは、情報処理対象部門の広範囲化に伴い、取り扱うデータそのものも従来の文字・数値データに加えて、図・表・イメージなどのマルチメディアデータを統合的に取り扱うことが要求される(図3)。

(2) データ利用の多様化と高度化への対応

また、データ利用に対してはエンドユーザー指向、リアルタイム性、さらには多種多様な計算機の統合利用の観点から、

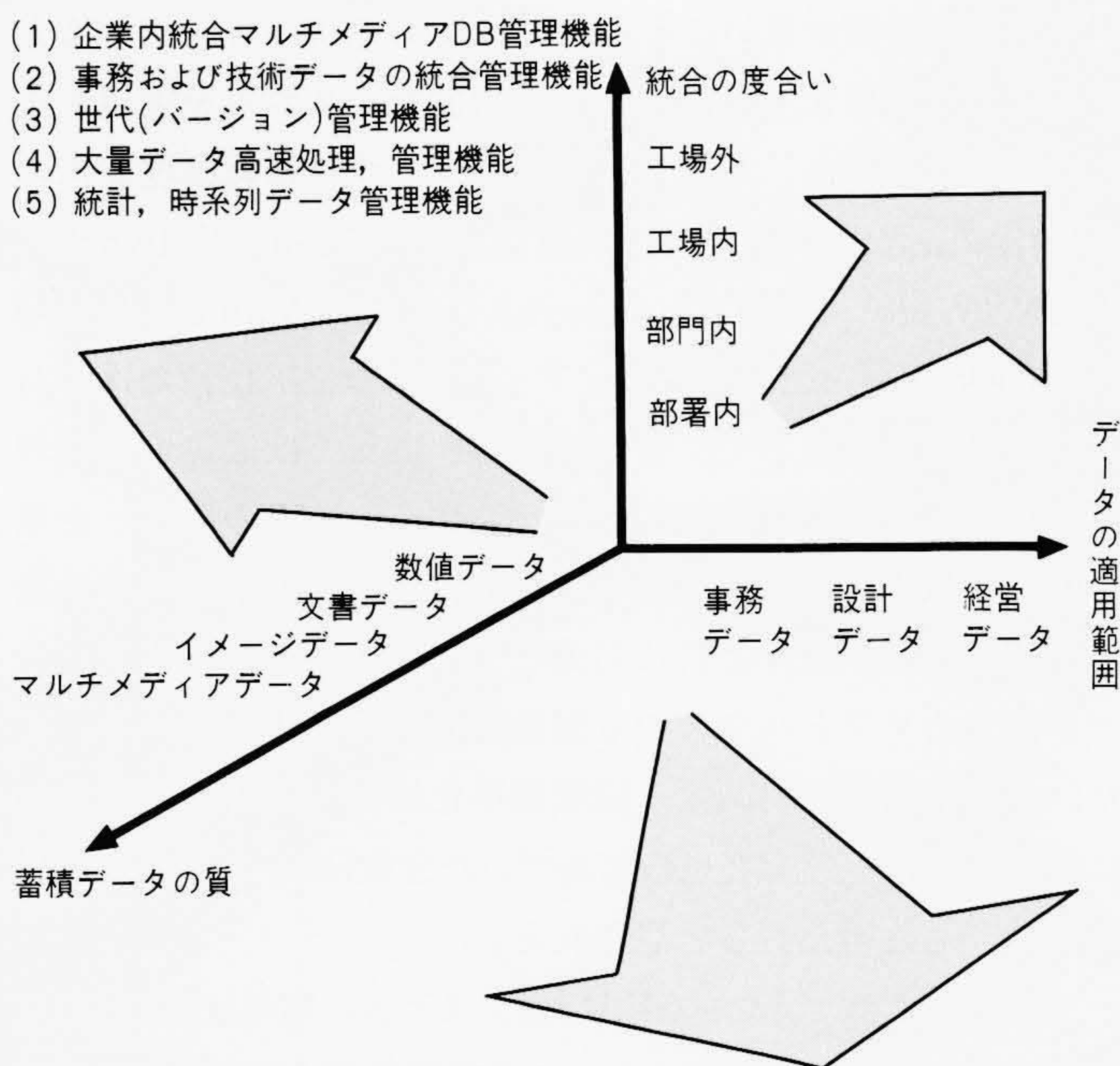


図3 CIM-DBシステムの機能的要件－データの多様化への対応－
データの多様化と高度化に対しては、マルチメディアデータ処理、その広域管理の観点から上記のような機能を装備する必要がある。

生産性向上・高性能化・分散化など、種々の利用環境への対応が必要となる(図4)。

2.3 CIM-DBシステム実現の方向付け

CIM-DBシステムには種々の課題があるが、その中で情報の相互利用の実現が最重要課題である。このため、以下に述べるデータの整備および環境の整備が必須と思われる。

2.3.1 情報流通の標準化

CIM情報システムでは、業務部門情報システム間の情報流通が簡易かつ容易でなければならない。そのためには、情報流通の標準化あるいは統一が促進される必要がある。現在、活発に進められている種々の分野でのネットワーク・DB・言語の国際標準化作業の動向を的確に把握しながら、かつ将来性を見越したCIM情報システムを構築していく必要がある。

2.3.2 DB相互運用形態の早期実現

CIM-DBシステム実現の当面の課題は、各業務部門間の情報流通を可能とするための情報の整備、DB相互利用環境の実現であり、DB相互参照の基盤システムの開発が必須である。このとき、ワークステーション、部門プロセッサ、ホストおのおのでのDB相互参照の機能が実現されねばならない。すなわち、異機種均質・不均質分散DBシステムの実現である。DBの相互参照形態を図5に示す。

- (1) 高級マンマシンインタフェース機能
- (2) 均質・不均質水平・垂直分散DB管理機能
- (3) リアルタイムDB処理機能
- (4) ノンストップ高速高信頼DB管理機能
- (5) 高度データ保護機能

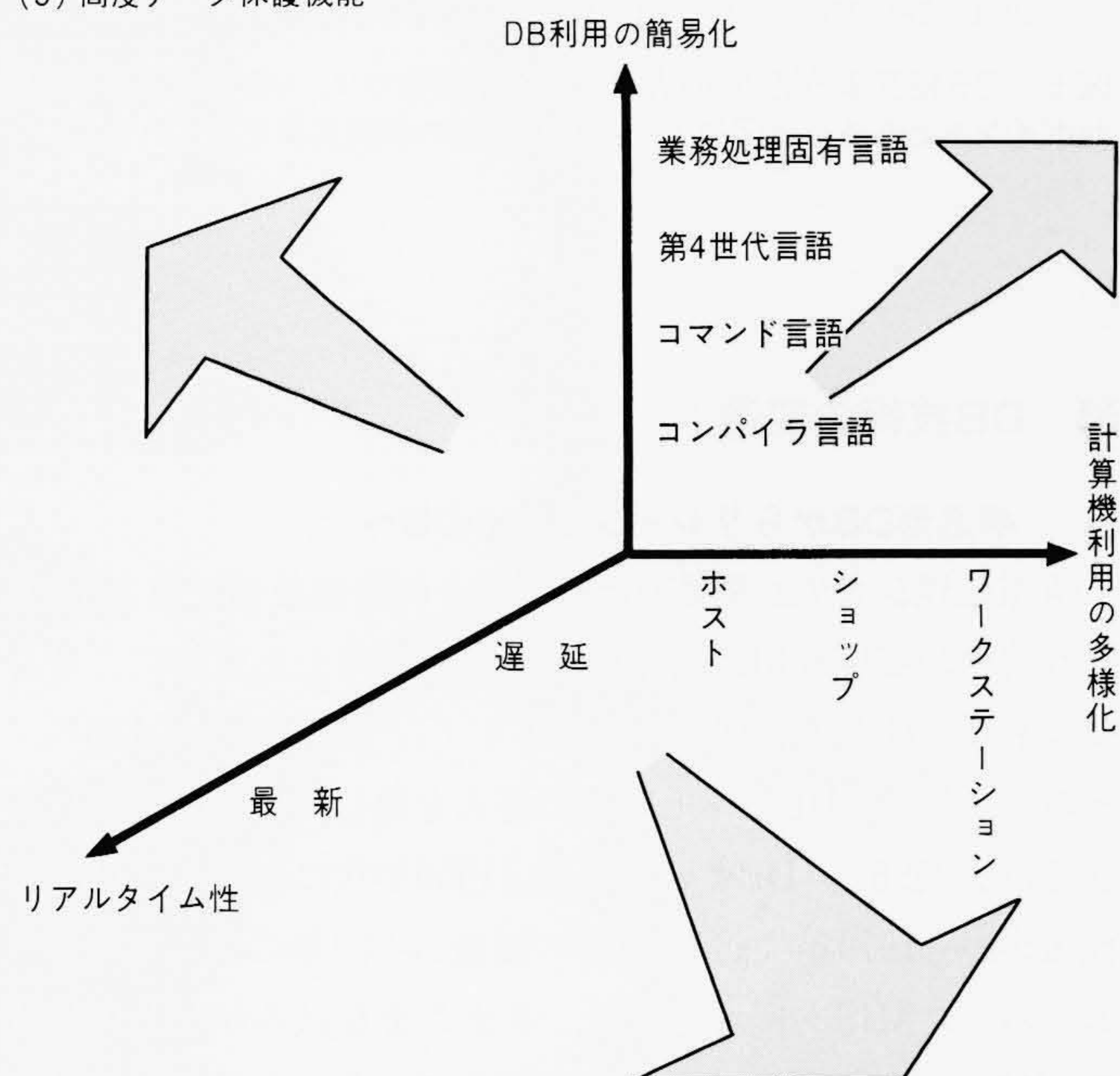
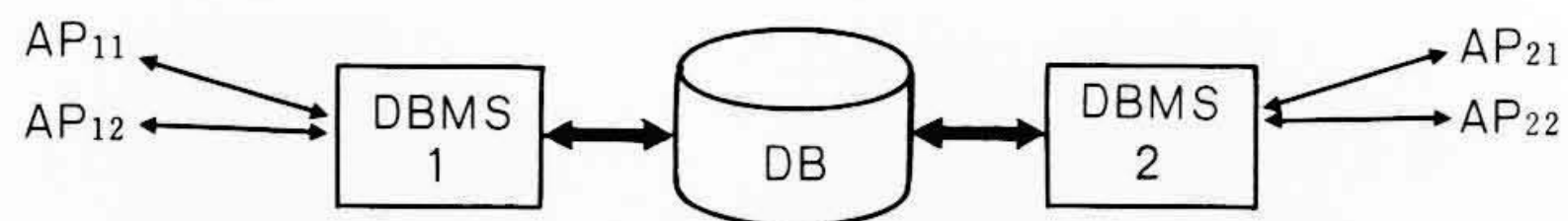
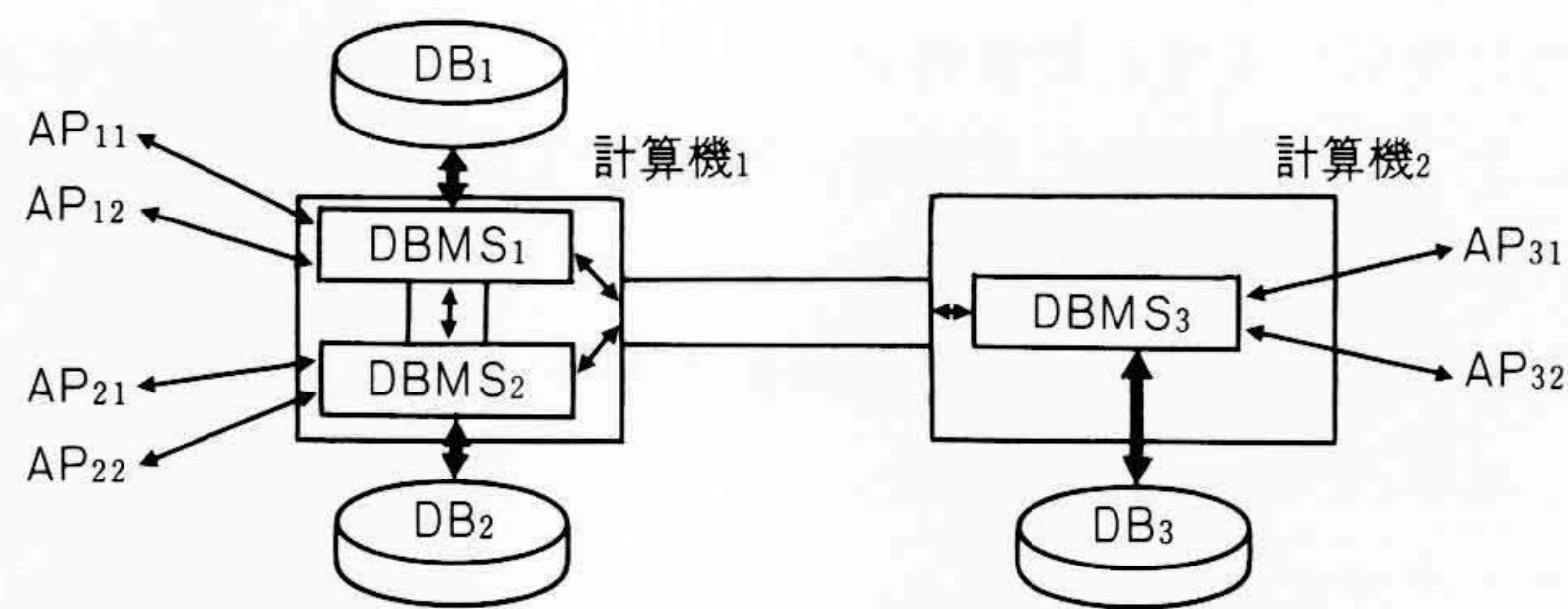


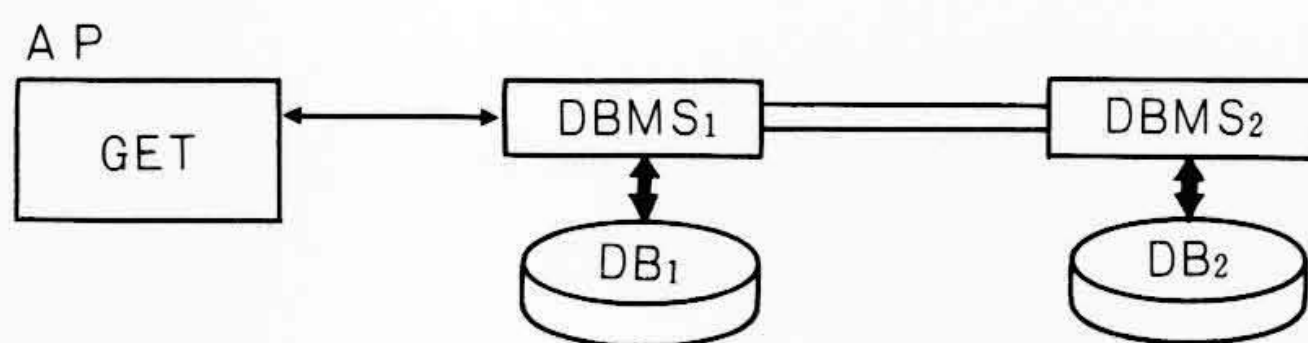
図4 CIM-DBシステムの機能的要件－データ利用の多様化への対応－
データ利用の多様化と高度化に対しては、マンマシンインタフェース、広域情報流通の観点から、上記のような機能を装備する必要がある。



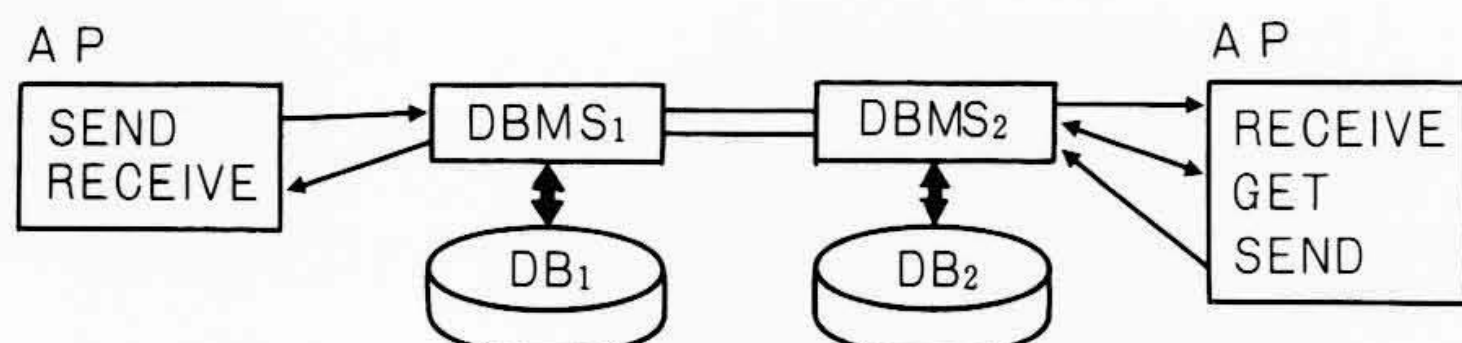
(i) DB共用(複数の同一DBMS使用)によるDB相互参照



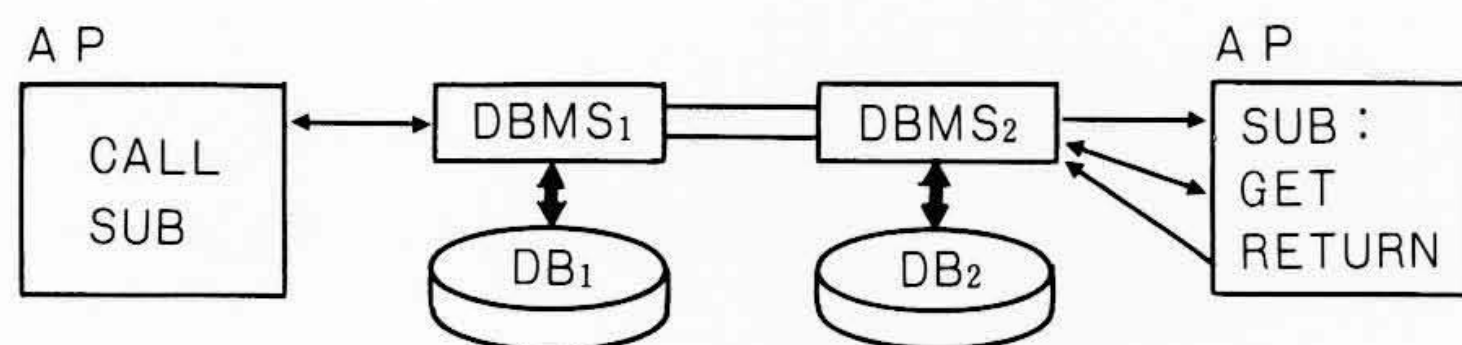
(ii) DBMS間通信によるDB相互参照



(a) DML通信



(b) メッセージ通信



(c) リモートAP コール

注：略語説明

AP (Application Program), DBMS (Data Base Management System),
DML (Data Manipulation Language)

図5 DB相互参照形態の方法 CIM環境では、DBの相互参照利用がポイントとなる。上図のような利用形態の早期実現が望まれる。

3 DB技術の変遷

3.1 構造型DBからリレーショナルDBへ

情報処理システム発展の過程で、その基盤技術であるDB技術も情報の高度利用、情報処理の生産性向上を目的に、さらには業務の統合・合理化の手段として、ファイルからDBへ、そのうえ新しいDBコンセプトの導入を通して急速に発展してきている(図6)。DBという用語は1950年代に出現し、1960年代後半から1970年代前半のDBの揺籃(らん)期には、当時ブームであったMIS支援用として、さまざまな試みがなされ数百のDB管理用のパッケージが開発されている。しかし、技術上の問題あるいはユーザーの利用技術水準の低さなどによって、その試みのほとんどは失敗に終わっている。この失敗を受け

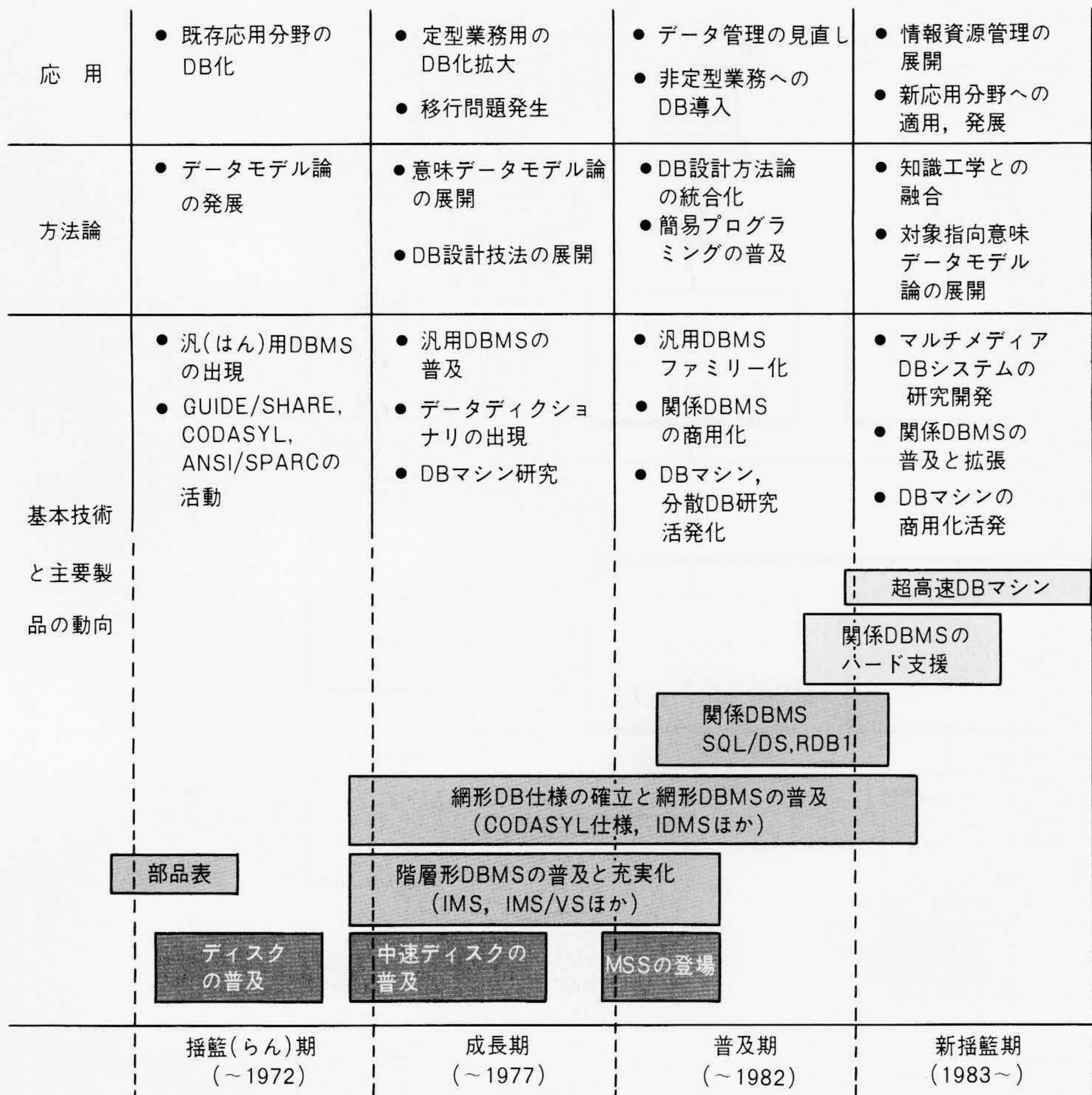
各パッケージメーカーおよびユーザーらは、データの重複排除、データ独立性およびデータ相互の論理的関連の実現がDBの基本機能であることの認識から、DBMS (Data Base Management System : DB管理システム)の議論が活発に展開された。CODASYL (Conference on Data Systems Languages), DBTG (Data Base Task Group), およびANSI/SPARC (American National Standards Institute/Standards Planning and Requirement Committee)などの構造型DBを対象とした活動がそれである。これらの成果が、現在のDBMSの概念母体となっている³⁾。

1970年にリレーショナルDBが出現し、DB研究および実験システムの開発が活発化した。リレーショナルDBは当初、非専門家向きのわかりやすいDBモデルとして、研究者に熱狂的に受け入れられた。しかし、実用的にはせいぜい基幹DBを補完するDBと考えられていた。現在リレーショナルDBは、高速化技術の精力的な研究・開発によって、研究レベルから実用レベルへ、さらに基幹業務に耐えられる処理能力を備えるまでに発展してきている。計算機システムの生産性向上の観点から、その高速化とあいまって、リレーショナルDBに関する製品化動向には目を見張るものがあり⁶⁾、リレーショナルDBを中心に据えた情報システム開発が展開されようとしている。

3.2 分散DB

分散DBのねらいは、DB処理の負荷分散あるいは機能分散による情報処理のコストパフォーマンスの向上、およびDBの危険分散あるいは地域分散によるDBの信頼性・可用性の向上、ならびに情報システムのネットワーク結合による拡張性の実現である。1970年代後半から分散DBに関する研究開発が活発に実施されてきているが、(1) 通信回線速度が遅いこと、(2) リソース占有時間が長いこと、さらには(3) 運用管理負担が増大することなどによって、今まで実用的なシステムを実現するには至らなかった。しかし、最近のユーザー情報処理要求の多様化や広域化に合わせ、LAN (Local Area Network), WAN (Wide Area Network), VAN (Value Added Network)といったハードウェア・ソフトウェア技術の進歩および発展普及によって、分散情報処理あるいは遠隔情報処理が実用化してきた。特に、ワークステーションの発達・企業活動の広域化・国際化によって分散情報処理の飛躍的な発展が予想されている。これに対応して、メインフレームメーカーをはじめソフトハウスでも製品開発が活発化している。また、分散情報処理に関する国際標準化活動も国内外で精力的に行われている。国際規格に基づいた分散DBシステムの出現も近いうちに行われると思われる。

2章で論じたように、CIM情報システムの実現にはDB相互利用手段の実現が必須であり、この基盤技術が分散DB管理技術である。



注：略語説明
SQL/DS (Structured Query Language/Data System)
RDB1 (Relational Data Base Manager 1)
CODASYL (Conference on Data Systems Languages)
IDMS (Integrated Data Base Management System)
IMS (Information Management System)
VS (Virtual Storage)
MSS (Mass Storage System)

図6 DB技術の発展経過 情報の多目的高度利用、情報処理の生産性向上を目的に、さらには業務の統合合理化の手段としてファイルからDBへ、新しいコンセプトの導入を通し、かつハードウェア技術の発展とともにDB技術は急速に発展してきている。

3.3 新しいDBシステム

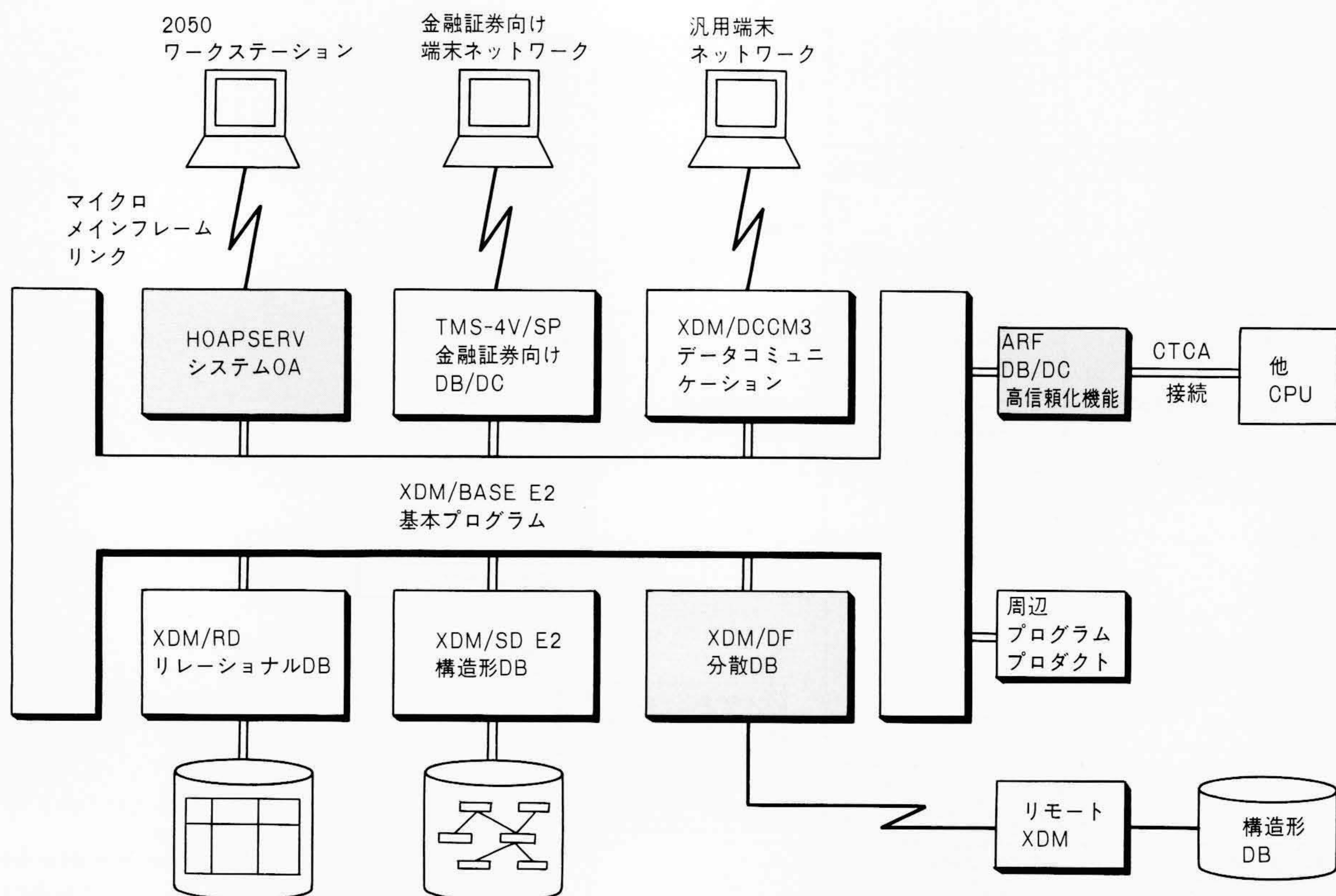
リレーショナルDBシステムの普及、データおよびデータ利用の多様化によって、新しい分野(事務やエンジニアリング分野ほか)へのDBシステムの適用、そして、それに関連して新しいDBコンセプトの確立のための研究開発がアドバンスドDBの研究として国内外で活発に進められている。その例が、オフィス情報システム(OIS：Office Information System)やエンジニアリング情報システム(EIS：Engineering Information System)などのベースシステムと考えられているマルチメディアDBである。これは、OIS、EISなどでマルチメディアDBが必須であるという認識、マルチメディアデータ処理技術および光ディスク、ディスプレイなどの記憶・表示媒体の発展によって、従来、対象としていた文字・数値データだけでなく、図形・イメージなどの非数値データの操作が可能となってきたことが主な原因である。固有のデータ構造と操作系を必要とする各メディアデータの複合体としてのマルチメディアデータを管理するシステムの実現法としては、データおよび手続きのカプセル化と、その構造化機構を示すオブジェクト指向プログラミング技法のアナロジーから、オブジェクト指向

アプローチが注目されている。このアプローチによる商用システムも出現しており、今後さらに活発な研究および製品開発が展開されると思われる。これらの研究成果は、CIM-DBシステム実現に直接かかわるものであり、今後の動向が注目される。

4 統合形DB/DCシステムXDMの展開

日立製作所では上記の状況を考え合わせて、情報処理の高生産性とDB適用対象拡大などを図り、CIM-DBシステムを構築するためにXDM(Extensible Data Manager)をベースとした種々のDB関連製品を提供している。その主なものとしては次のものがある。

- (1) 基幹業務用構造形DB管理システムXDM/SD(XDM/Structured Data Base)の充実
- (2) 国際標準データベース言語仕様に基づいたリレーショナルDB管理システムXDM/RD(XDM/Relational Data Base)の提供
- (3) 分散DB管理システムXDM/DF(XDM/Distributing Facility)の実現



注：略語説明

ARF (Advanced Reliability Feature)

TMS-4V/SP (Transaction Management System-4V/System Product)

HOAPSERV (High-level Object Management and Processing Server)

XDM/BASE E2 (Extensible Data Manager/Base E2)

XDM/ DCCM3 (XDM/Data Communication and Control Manager 3)

XDM/SD E2 (XDM/Structured Data Base E2)

XDM/RD (XDM/Relational Data Base)

XDM/DF (XDM/Distributing Facility)

CTCA (Channel to Channel Adapter)

図7 XDM E2のシステム構成 XDMは複数のDB/DCサブシステムから構成されており、システムの使用形態に合わせて柔軟に組み合わせて使用できる。なお、CIMシステムでは分散システムが重要なポイントとなる。

(4) ホットスタンバイによる高信頼化機能の実現

(5) リレーショナルDB高速処理用ハードウェアエンジンの提供

などが挙げられる。

特に、複合・分散化の状況に対応し、組織、業務などの構造に即した情報システムの構築・操作・運用を可能とするため、サブシステム指向の複合・分散アーキテクチャをDB、DC (Data Communication)の基本構造として実現している(図7)⁵⁾。

また、リレーショナルDBに関しては、2次元の表に繰り返し欄と呼ぶ配列要素を組み込み、操作性の向上・データモデルの拡張を実現するとともに、SQL (Structured Query Language) コマンドの数倍にものぼるソフトウェア性能の向上、および多重プロセッサ処理性能の向上を果たし、国際規格SQLをワークステーション、ホストなど共通仕様としたデータベース言語のHAA (Hitachi Application Architecture) 化の推進などを積極的に行っている。さらに、OAシステム用DBサーバであるHOAPDBS (High-level Object Management and Processing Server Data Base Service)を実現する

ことによって、ワークステーション～ホスト間の円滑な情報流通が可能となっている(図8)⁶⁾。

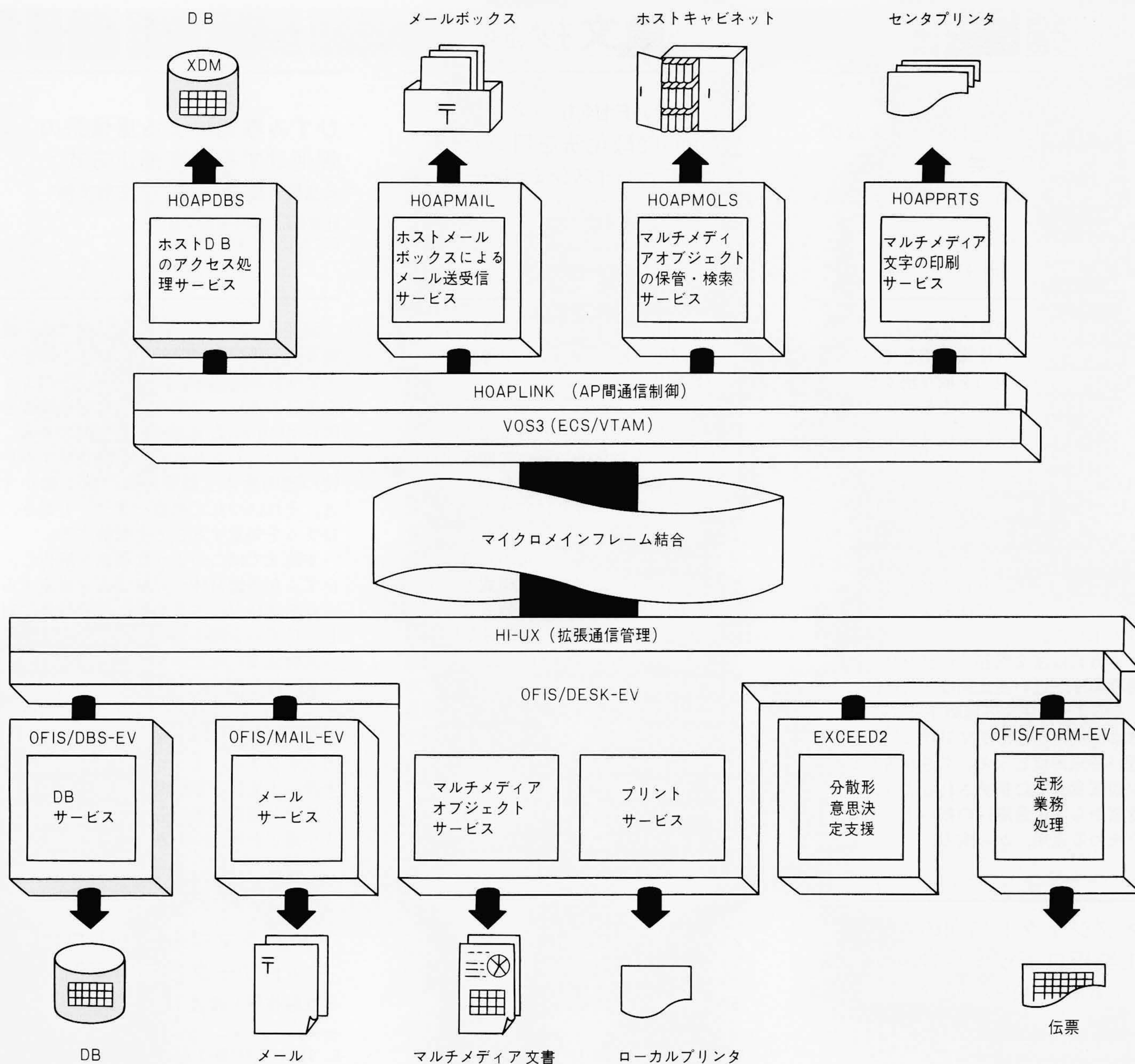
以上述べてきたように、XDMはCIMインフラストラクチャとして要求されるDB/DCの基本的な機能、機構を持っていると考えている。

5 結 言

最近のコンピュータと通信機器の急速な進歩と、さらにそれら新技术を背景にしたDB技術やネットワーク技術の急速な発展によって、企業活動全般にわたるダイナミズムを支援するに足る情報システムの構築が可能となってきている。

本稿ではDB技術の発展動向を踏まえ、CIM情報システムのインフラストラクチャとしてDBシステムを論じ、それに対応して日立製作所のDB関連製品について説明した。

今後は、ハード支援を含めさらにXDMを発展させるとともに、ワークステーション、ホスト一体となったマルチメディア機能、知的DB管理などの高機能化を図り、アプリケーション開発の生産性向上・操作性の向上を行っていく考えである。



注：略語説明
 HOAPDBS (HOAP Database Service)
 HOAPMOLS (HOAP Multi Media Object Library Service)
 HOAPPPRS (HOAP Print Service)
 VOS3 (Virtual-storage Operating System 3)
 ECS/VTAM (Extended Communication Support/Virtual Telecommunication Access Method)
 HI-UX (Hitachi-Unix)
 OFIS (Office Automation and Intelligence Support Software)
 EXCEED2 (Executive Management Decision Support System)

図8 マイクロメインフレーム結合 ワークステーション～ホスト間の円滑な情報流通を実現するHOAPSERVシステムが提供されており、ホストとワークステーション間の垂直分散DB形態はHOAPDBSによって実現される。

参考文献

- 1) 特集CIM, コンピュートロール, 11, コロナ社(1985)
- 2) P.G. Ranky: Computer Integrated Manufacturing, Prentice-Hall International Ltd. (1986)
- 3) 植村: データベースシステムの基礎, オーム社(1979)
- 4) 佐藤: オブジェクト指向アプローチによるマルチメディアDBの研究動向, マルチメディア通信と分散処理シンポジウム論文集, 21~30(1988-12)
- 5) 山本, 外: システムの分散, 複合化に対応する統合形DB/DCシステム“XDM”の拡張, 日立評論, 70, 7, 761~768(昭63-7)
- 6) 高橋, 外: 発展するリレーショナルDBと今後のDBMSの動向, 日経コンピュータ 別冊ソフトウェア, 119~144(1988-7.25)

回転倉庫と固定倉庫を 結合した自動倉庫システムの 運用方式の提案

日立製作所 都島 功・三森定道・他 1 名

電気学会論文誌C
107, 9, 843~849(昭62-2)

近年, FA化が活発に推進されているが, 自動倉庫では, 各注文に応じてパレットから必要個数の製品を取り出すピッキング作業は人間に頼らざるをえず, しかも多くの人手がかかっている。以上の問題点の解決のため, 自動倉庫をピッキング用の回転倉庫(棚が回転する倉庫)と, これにパレットを供給する固定倉庫(ラック+クレーン)の2段階で構成し, ピッキング効率向上のための新しい運用方式を提案した。また, 本方式の有効性をシミュレーションによって従来システムとの比較で示した。

本方式は注文内容データを利用して, 処理順序に近い注文間ほど共通品目が多くなるように注文処理順序を決める運用, および決定された注文処理順序のもとで近い将来再度ピッキングされるパレットが回転倉庫上に格納されるように, 回転倉庫から固定倉庫への払い出しパレットを決める運用, から成る。

オブジェクト指向の 工業用ロボット視覚システム

日立製作所 松崎吉衛・磯部光庸・他 3 名

情報処理学会論文誌
29, 12, 1119~1128(昭62-12)

工業用ロボット視覚のソフト開発効率向上を目的として, 各種の認識対象を基本となるオブジェクトの組み合わせとして定義できる, オブジェクト指向のロボット視覚システムを開発した。

オブジェクトの表現内容は, 認識対象自体の属性データと, 認識に使用するメソッドの種類である。ロボット視覚の環境は, ジョブ, ステージ, ウィンドウの3階層で表現され, この環境の上でオブジェクトの位置が定義できる。本ロボット視覚システムは, ユーザーとの対話によって認識対象の仕様を入力するヒューマンインタフェースモジュール, 実行を管理する認識モニタ, および認識処理モジュールから構成される。本ロボット視覚システムを, 部品判別, 位置検出など, 従来専用システムが開発されていた各種の物体認識作業に適用し, ソフト生産性が大幅に向上することを示した。

Boundary-Fit座標変換と Voronoi離散化法を用いた 半導体デバイスシミュレーション

日立製作所 田子一農

電子情報通信学会論文誌C
70, 8, 1132~1140(昭62-8)

Boundary-Fit形曲線座標格子およびVoronoi離散化法を用いた半導体デバイス特性解析手法を開発した。

本手法では, 幾何モデリング手法を用いて境界形状を代表点入力で定め, 格子生成方程式を数値的に解いて曲線座標格子点を自動的に生成できるため, 一般曲面形状を正確かつ容易に取り扱える。また, 曲面境界に座標線を集中および直交させることができ, 物理量の計算精度の向上が図れる。ポアソン方程式と電流連続式の曲線座標格子上での離散式は, 直交格子の差分法と同様に簡明な形になり, 従来のBoundary-Fit法に比べて, 電流保存の精度を4けた以上向上した。本手法をMOSFETとアイソレーション寄生MOSFETに適用し, ドレイン5Vの電圧で安定に解が得られることを確認した。また, pn接合面形状を正確に考慮したバイポーラトランジスタの解析が可能であることを示した。

バッチ処理に適した ソフトウェア構成

日立製作所 山田和幸

オートメーション
32, 13, 23~30(昭62-12)

プロセス工業の分野では, 社会の個衆化・分衆化の流れに伴い, 多品種生産プロセスとしてバッチプロセスが改めて注目されている。

これにこたえるDCS(分散形ディジタル制御システム)の機能について, 次の3点を紹介する。

(1) 統合オペレーション

プロセスの操作要素を, 計器としてモデル化, CRT上に統合配置し, バッチプロセスでの複合操作を実現する。

(2) 多品種管理システム

多品種を生産するプロセスを, 品種予約機能と品種設定機能の組み合わせで構成し, 多品種の製造・管理を支援する。

(3) 会話形システム構築機能

CRTとの対話による制御システムの構築・メンテナンスを実現し, バッチプラントでのプロセス変更へ柔軟な対応を可能としている。

ひずみ移動による撮像系の 幾何ひずみ推定補正方式

日立製作所 本間弘一・古村文伸

計測自動制御学会論文集
23, 12, 7~13(昭62-12)

画像を用いた形状などの計測では, 撮像系の写像の幾何学的ひずみは, 像をひずませ計測誤差の原因となる。このような像ひずみは, ひずみを表す写像関数を明らかにすれば, 画像処理で補正できる。ところで, われわれは光学的なひずみを持つ透明物体を観察対象の前で動かすと, それにつれて観察パターンも動き, ひずみを知覚することを経験する。

本論文ではこのような現象を解析し, ひずんだ画像自体からひずみを推定する方式を導いた。すなわち, 撮像対象に対し, ひずみを微小量摂動させ, それによる画像強度の変化から逆にひずみの空間微分を求め, 積分を行う。空間微分の推定には, 演算の安定化のため, 局所画像領域に関する最小二乗法を用いる。提案方式をひずみシミュレーション画像と, 実際の走査電子顕微鏡に磁場ひずみを加えて得た画像に適用し, ひずみの推定および補正を有効に行えることを確認した。

プログラマブルコントローラ ネットワークと応用事例

日立製作所 渡辺 昇

ファクトリ・オートメーション
6, 61, 80~84(昭63-8)

最近のプログラマブルコントローラの市場動向と, HIZAC HシリーズおよびグラフィックモニタシステムGM-4000の機能・仕様を紹介した。

1. 主な機能・仕様

(1) HIZAC Hシリーズ

- (a) 高速処理機能
- (b) 通信機能
- (c) LANシステム
- (d) 高機能モジュール

(2) GM-4000

- (a) プログラムレス作画
- (b) 高速描画
- (c) スクロール機能

システム対応事例とし, FAパーソナルコンピュータB16/FX, GM-4000およびHIZAC Hシリーズをコンポーネントとした原料ヤードのばら物荷役設備の自動化, 生産管理システムの実施例について紹介した。