

大規模データベースを実現するVOS3 新統合形データベースデータ通信システム“XDM”

New Integrated DB/DC “XDM” for Large Data Bases on VOS 3

近年、DB/DCシステムの利用が一般化し、適用業務の多様化、システム規模の拡大が急速に進んでいる。この環境変化に対応して、機能、性能両面で従来製品をしのぎ、DB/DC適用分野を拡大するため、新統合形DB/DC製品として、データマネジメントシステムXDMを開発した。本稿では、XDMの開発のねらいに沿って、次の特長的機能について説明する。

- (1) 適用業務多様化への対応——構造形、リレーショナル両DBによるデータモデルの多様化
- (2) データ量、利用者層、利用地域の拡大への対応——データディクショナリ・ディレクトリによるシステム統合管理機能、システム間DB共用、DB二重化など信頼性の高い大規模高性能DBの実現

住吉孝史* *Takashi Sumiyoshi*
 米田 茂** *Shigeru Yoneda*
 正本和朗* *Kazuaki Masamoto*
 平本敏和*** *Toshikazu Hiramoto*
 齋藤真人* *Masato Saito*

1 緒 言

DB/DC(Data Base/Data Communication)システムは登場して既に十数年が経過しており、企業情報活動に不可欠な存在となっている。近年、DB/DCシステムの利用率が急速に高まり、その利用形態も定型業務からOA(Office Automation)業務に代表される非定型業務へと多様化している。また、システム規模的にもデータ量、利用者層、利用地域の各面で拡大する傾向にある。そのため、DB/DCシステムに対しては、従来にも増してよりいっそうの高機能、高性能、高信頼性が望まれるようになってきている。

こうした状況の変化を踏まえ、従来のDB/DCシステムがもっていた規模的限界を取り払うとともに、データディクショナリ・ディレクトリによるシステム統合管理のもとに高度情報化社会の中核を担うに足る高機能、高性能、高信頼性DB/DCシステムとしてXDM(Extensible Data Manager)を開発した。以下、XDMの特長及び機能について紹介する。

2 XDMの特長

XDMでは、現在の大規模システムに対するユーザーニーズを満足させると同時に、将来の要求にも容易に対応できるように十分な拡張性をもたせることに主眼を置いており、特に従来製品に比べ次のような特長がある(図1参照)。

- (1) 構造形データベースとリレーショナルデータベースの統合
データベースの適用分野を広くカバーするため、大規模化に適した構造形データベースと、簡易性、柔軟性に特長をもつリレーショナルデータベースを統合化している。これにより、データ特性に従い二つのデータベースを使い分けられる。
- (2) 大規模化への対応
大規模データベースへの対応としては、従来のシステムに比べ限界値を大幅に拡大した。特に構造形データベースでは6,400Gバイトまでの容量を可能としたほか、4,095レベルまでのデータ階層、4,095までの二次インデックスをもったデータベースを構築できるようにした。
システムの大規模化に対しては、8台までのCPU(Central

Processing Unit)から同一データベースの共用ができるシステム間データベース共用機能や31ビットアドレッシングサポート機能をもっている。

- (3) 最新ハードウェア技術を活用した高性能化技術

M-682Hダイアディスクプロセッサをはじめとする最新ハードウェアの能力を十分に引き出すソフトウェアの処理方式として、データベースアクセスの並行処理化を図ったコンカレントデータベースアクセス方式を採用している。

- (4) 充実した高信頼化機能

ディスク障害に対する可用性の向上を目的としてデータベース二重化機能、データベースの部分閉そく(アクセス停止)機能を設けている。また、システム障害に対しては、システム立上げ手順の簡素化を図り、立上げ時間を短くするQSR(Quick System Restart)や、待機CPUによる運用引継ぎが行なえるホットスタンバイ機能などがある。

- (5) 柔軟なデータベース構造

構造型データベースでは、論理構造と格納構造を明確に分離しており、プログラムへの影響なしにデータベースの仮想記憶常駐やレコードの分割格納ができる。

- (6) データディクショナリによるDB/DC定義情報の一元化

システムの運用に不可欠な各種定義情報を、データディクショナリで一元管理しており、従来に比べ運用管理工数が大幅に軽減できる。

- (7) DB/DC操作言語のプログラミング言語との融合

DB/DC操作言語をCOBOLのプログラミング言語仕様の中に取り込んでおり、アプリケーションプログラムの作成、保守が極めて容易になる。

- (8) 高度情報ネットワーク機能

高度情報システムの構築を可能とするため、他のXDMシステムとの接続を可能とするDB/DCシステム間通信機能をはじめキャプテン(CAPTAIN: Character and Pattern Telephone Access)システム、クレジット情報データ通信システム(CAFIS: Credit and Finance Information System)、新フ

* 日立製作所ソフトウェア工場 ** 日立製作所システム開発研究所 *** 日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社

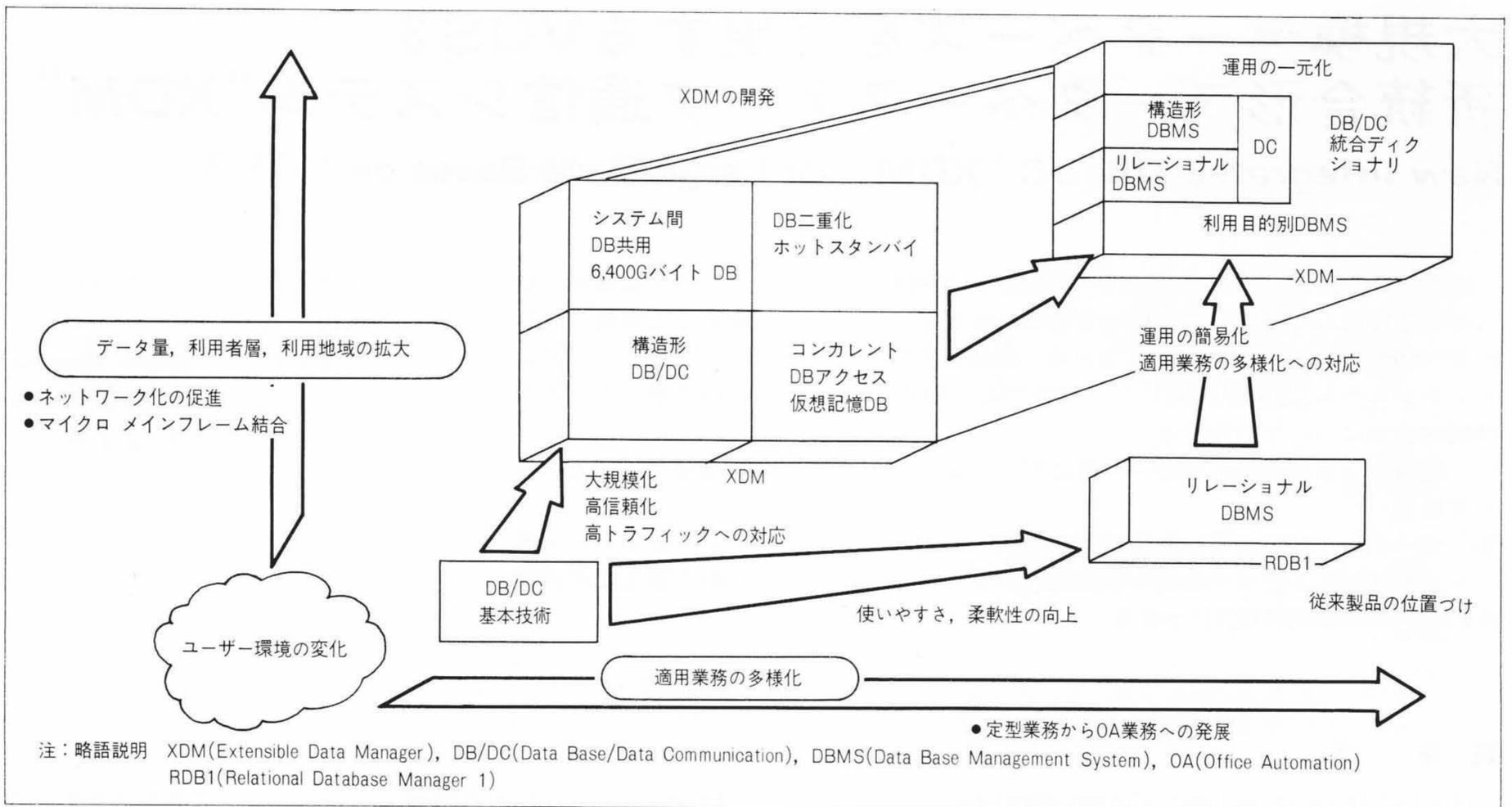


図1 ユーザー環境の変化とXDMの対応 XDMは、適用業務の多様化、データ量、利用者層、利用地域の拡大に対応して、構造形DB、リレーショナルDBを中核に、新統合形DB/DCとして開発した。

ァクシミリ通信網(FDIC: Facsimile Data Conversion and Interface Control Equipment)などの商用ネットワークとの接続機能を豊富に提供している。

(9) 充実した周辺プログラム

エンドユーザー支援プログラムとして、構造形データベース、リレーショナルデータベースの双方に対し二次元テーブルイメージでデータベース操作が行なえるACE3(Available Command Language for End Users3)及びACE3/SD(ACE 3/Structured Database)がある。

システム開発支援用プログラムとしては、データベースの定義からプログラムの作成まで一貫して行なえるEAGLE2(Effective Approach to Achieving High Level Software Productivity2)を提供している。

本稿では、以上の特長のうち、基本機能に絞って紹介する。

- (1) 適用業務多様化への対応——構造形、リレーショナル両データベースによるデータモデルの多様化
- (2) データ量、利用者層、利用地域の拡大への対応——データディクショナリ・ディレクトリによるシステム統合管理機能、システム間データベース共用、データベース二重化など、信頼性の高い大規模高性能データベースの実現

3 XDMの構成

XDMの構成を図2に示す。このうち、次の4プログラムがDB/DCシステムの基本的な機能を提供するものである。

XDM/BASE: システム制御機能, データディクショナリ・ディレクトリ機能, 運用制御機能

XDM/SD: 構造型データベース機能

XDM/RD: リレーショナルデータベース機能

XDM/DC: データコミュニケーション機能

オプション機能として更に次のプログラムがある。

XDM/NW: XDMシステム間通信機能

XDM/CAFIS: クレジット情報データ通信システム接続機能

XDM/EA: 31ビットアドレッシング支援機能

XDM/AT1: オフラインテスタ

XDM/AT3: オンラインテスタ

ARF: DB/DC高信頼化機能

XDMでは、これらのプログラムをシステムの規模、使用形態に合わせて柔軟に組み合わせて使用することができる。

また、XDM/BASEに、従来のデータベース管理システムやデータコミュニケーション管理システムが個別に重複してもっていた機能を一元化させたことによりインタフェースの統一化が図れた。

4 多様なデータモデルの実現——適用業務多様化への対応——

データベースのデータモデルは、階層形、ネットワーク形、リレーショナルの3種に大別できる。XDMでは、多様な適用業務に対応するため、これら3種のデータモデルを構造形データベースとリレーショナルデータベースにより実現している。

(1) 構造形データベース

階層形表現を含むネットワークモデルを実現しており、大規模化と多様化の進む定型業務向けのデータベースである。

(2) リレーショナルデータベース

リレーショナルモデルを実現しており、簡易性、柔軟性が必要とされる非定型業務向けのデータベースである。

また、XDMでは、単に、構造形、リレーショナル両データベースが共存できるだけでなく、一つのアプリケーションプログラムから二つの形のデータベースにアクセスすることもできる。また、2種のデータベースの運用に際して運用管理者の負担を最小限にとどめるため、運用コマンド、ジャーナル運用、システム回復運用などの運用管理の一元化を図っている(図3参照)。

本章では、XDMで実現した両データベースのうち、XDMの特長である構造形データベースの概念について説明する。

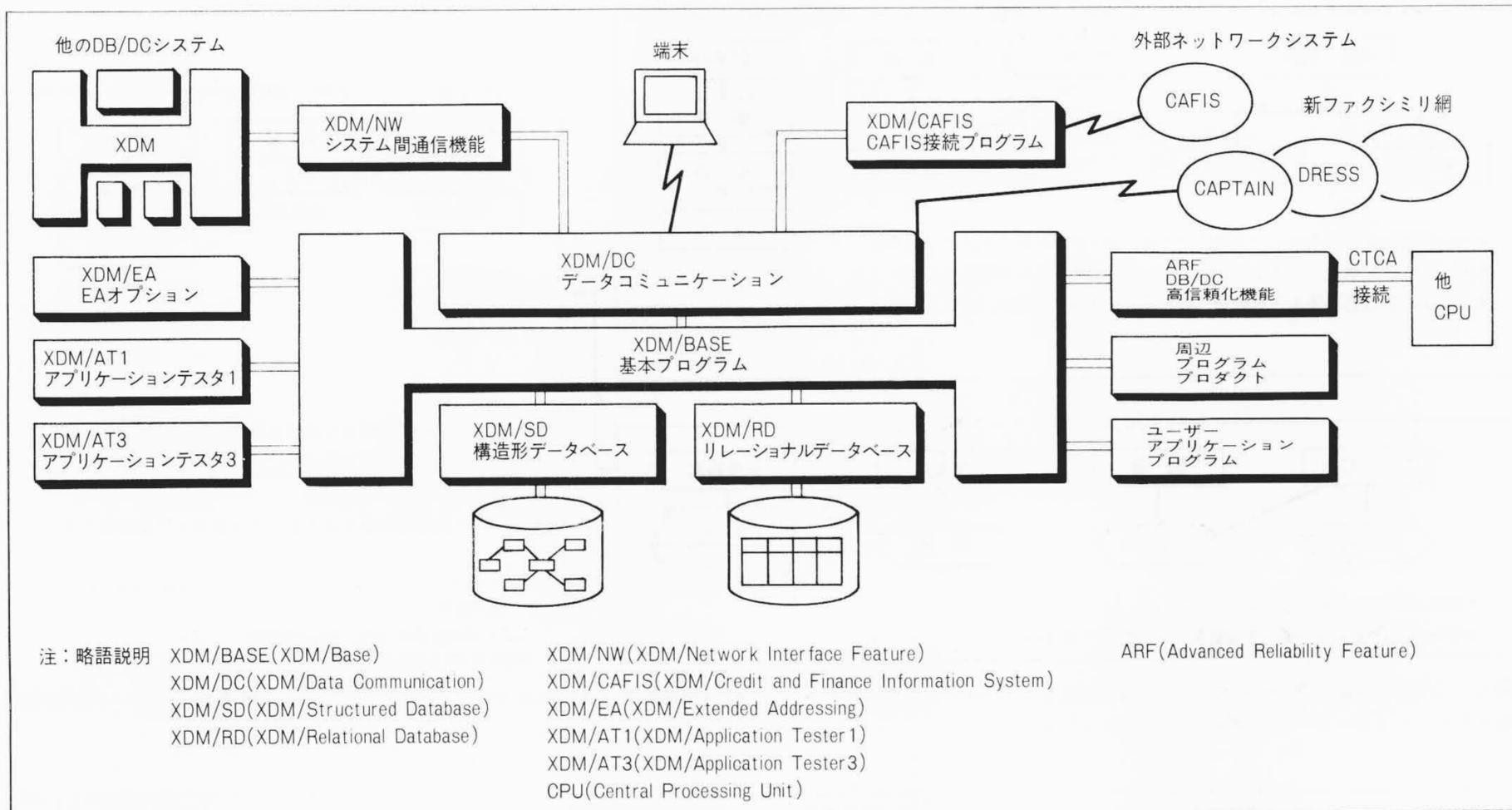


図2 XDMのシステム構成 XDMは、複数のプログラムから構成されており、システムの使用形態に合わせて、柔軟に組み合わせて使用できる。

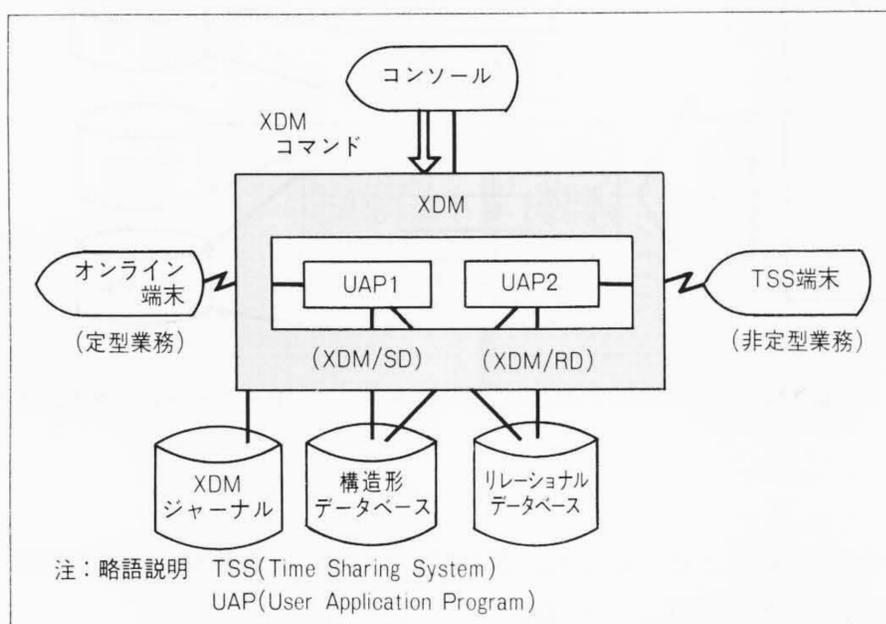


図3 構造形データベースとリレーショナルデータベースの共存 XDMは、データモデルの多様化のため、構造形、リレーショナル両データベースを実現しており、一つのユーザーアプリケーションプログラムから両データベースをアクセスすることもできる。

(1) NDL^{*}の採用

多様なデータ構造が表現でき、データ操作言語でも論理的なレベルの高い、NDL(Network Database Language)^{*}をデータベース機能の基調に置き、更に機能強化を図った。

(a) データ構造の特長

図4にXDM構造形データベースと従来製品のデータ表現力の差異を示す。従来製品では、適用業務でのデータの論理的関係を分析した後、表現可能なデータモデルへの変換を行ない、データベース構造を設計していた。これに対し

てXDMでは階層構造を含むネットワーク表現を可能としており、データの論理的関係をそのままデータベースとして採用でき設計が容易である。

また、データへのアクセスパスはデータへの多様なアクセスを可能にするため、レコード対応に設定可能とした。

(b) データ操作言語の特長

また、データ操作言語の論理的なレベルの高さは、レコード検索のFIND文によく現われている。次の例によって説明する。

FIND FIRST GOODS WHERE
PRICE < 1000 AND MAKER=ABC

検索条件をWHERE以下で示すが、データベース上にインデックスが付いているか、キーとなっているかなどは意識せず、ただ論理式として表現すればよい。これをどのインデックスを使って検索するかは、XDMが決定する。

(2) 格納構造定義の独立

データベースの論理的な構造を定義するスキーマ定義と、それを媒体上に格納する方法を定めた格納スキーマ定義に明確に分離した。更に、データの格納方法として、集中格納や分散格納が自由に選択できる方式とした。これらの機能により、データベースシステムの適正化やチューンアップが容易となっている(図5参照)。

5 データディクショナリ・ディレクトリを中心としたシステム統合管理

(1) システム規模の拡大により、ユーザーアプリケーションプログラム数、端末数、データベース数が増大し、データベースシステムの運用管理には膨大な労力を要することが想定されるため、XDMではデータディクショナリ・ディレクトリを中心としたデータベースの統合管理機能を開発した。

図6に、XDMのデータディクショナリ・ディレクトリの位置づけを示す。データディクショナリには、XDMの各種定義情報を登録し管理する。また、XDMの実行時に使用する制御

NDL：ANSI(米国国家規格協会)が1983年ISO(国際標準化機構)に提案し、1985年、ISOのDraft Proposalとなったデータベース言語で、XDMはdpANS Database Language NDL-1984を基調としている。

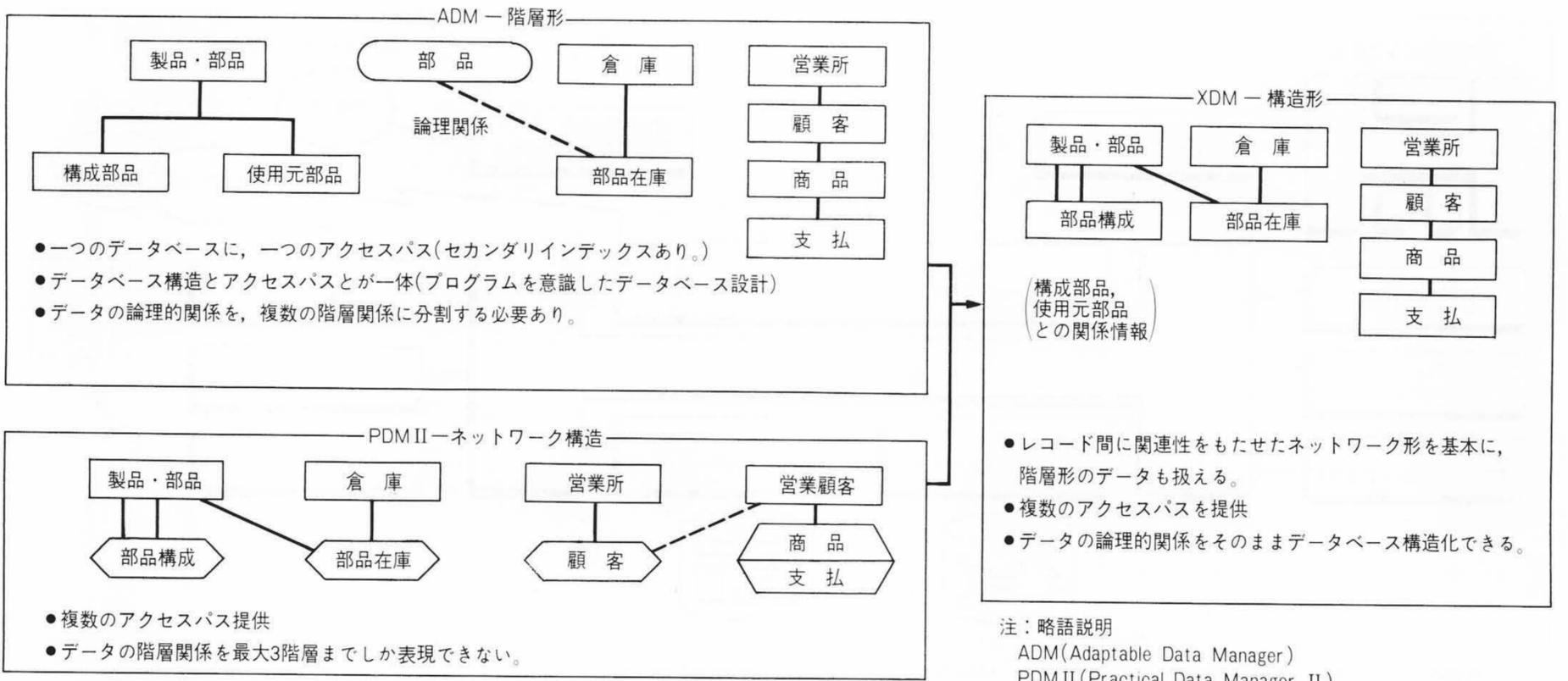


図4 XDM構造形データベースと従来製品のデータ表現力の差異 XDM構造形データベースでは従来製品と異なり、適用業務でのデータの論理的関係をそのままデータベース構造として設計できる。

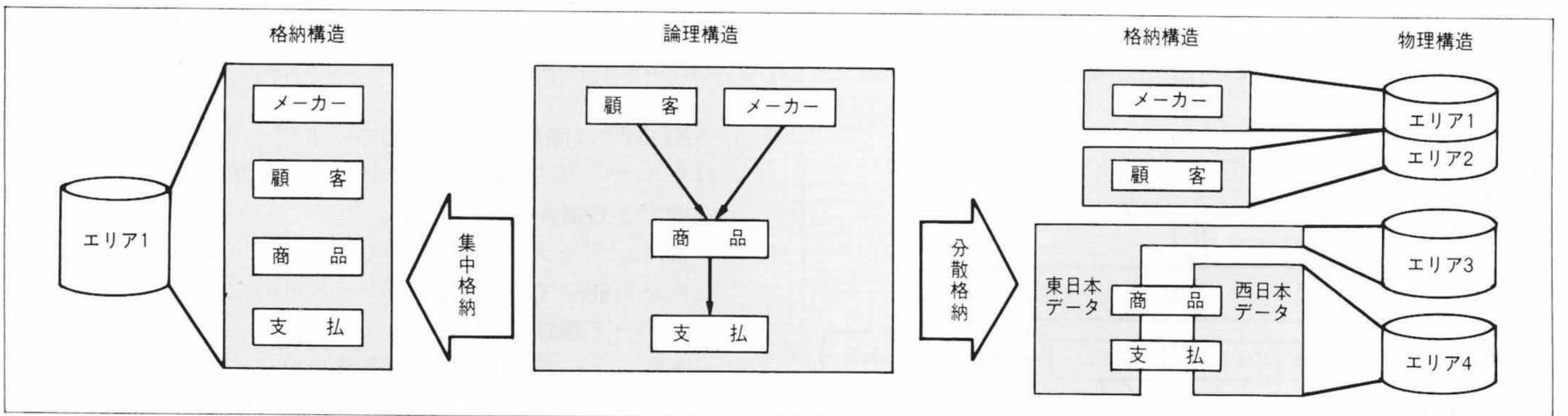


図5 格納構造定義の分離によるデータ格納方法の多様化 データベースの論理構造と格納構造を分離して定義できるため、データベースシステムの適正化やチューンアップが容易である。

情報は、ディクショナリ上の定義情報をもとに生成し、ディレクトリに登録し管理する。

(2) XDMのデータディクショナリ・ディレクトリは、データベースシステムの運用管理を簡易に行なえるようにするため、次の機能を採用した。

(a) 定義情報の分割定義

各種定義情報を各々の定義単位に分け、ディクショナリ中に管理するため、定義情報のメンテナンス作業が容易になる。

(b) 定義情報間の整合性維持

各定義情報間の矛盾判定機能や、定義情報の登録・削除でのディクショナリとディレクトリ連動操作機能により、定義情報の整合性維持のための負担を軽減できる。

(c) 周辺プログラムとのディクショナリ共通化

システム開発支援EAGLE2や、エンドユーザー言語ACE 3/SDなどのディクショナリ共通化により、定義情報を不必要に重複してもたなくてよい。

6 DB/DC高信頼化機能——データ量、利用者層、利用地域の拡大への対応——

企業情報システムの根幹であるデータベースシステムの社

会的要請にこたえるため、XDMは種々な計算機構成での高信頼化機能を実装している。

この中の主なものは以下に述べるとおりである。

(1) システム間データベース共用機能

チャンネル間結合装置により疎結合された計算機システム間でデータベースを共用する。本機能は、あるプロセッサで障害が発生しても、データベース共用の残りのプロセッサで縮退運転を可能にすることによって、高い可用性・稼働率を実現させるとともに、プロセッサ間での処理の分散化・並行化による高性能を実現させる、ことを目的としている。

図7に、システム間データベース共用の構成例を示す。

本機能の特長的事項を以下に述べる。

(a) 完全な冗長系による高い信頼性の実現

ハードウェア、ソフトウェアの双方でデータベース共用のプロセッサ数分の完全な冗長系構成を実現するとともにプロセッサ間の連絡経路・共用制御ファイルのn重化によって信頼性上のボトルネックを完全に除去している。

(b) マスタスレーブ方式による排他制御

共用データベースをデータセットごとにいくつかの共用グループに分類し、各共用グループに対し排他マスタを定義する。共用データベース時のロック付与は、該当共用グ

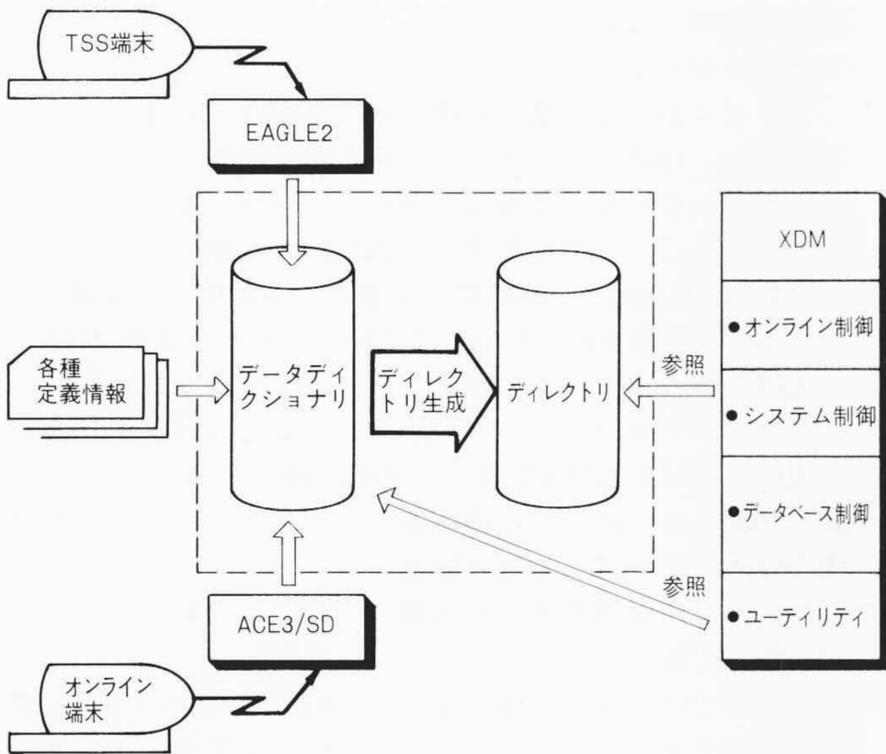


図6 データディクショナリ・ディレクトリの位置づけ XDMはシステムの大規模化に対応して、システムの運用管理を簡易に行なえるようにするため、データディクショナリ・ディレクトリを中心としたシステム統合管理を行なう。

ループの排他マスタとして定義される各プロセッサ上の排他制御マネージャへの依頼として実現される。

共用グループの設定と排他マスタとの組合せを適切に行なうことによって高速な排他制御が実現できる。

(c) ロック情報の冗長化

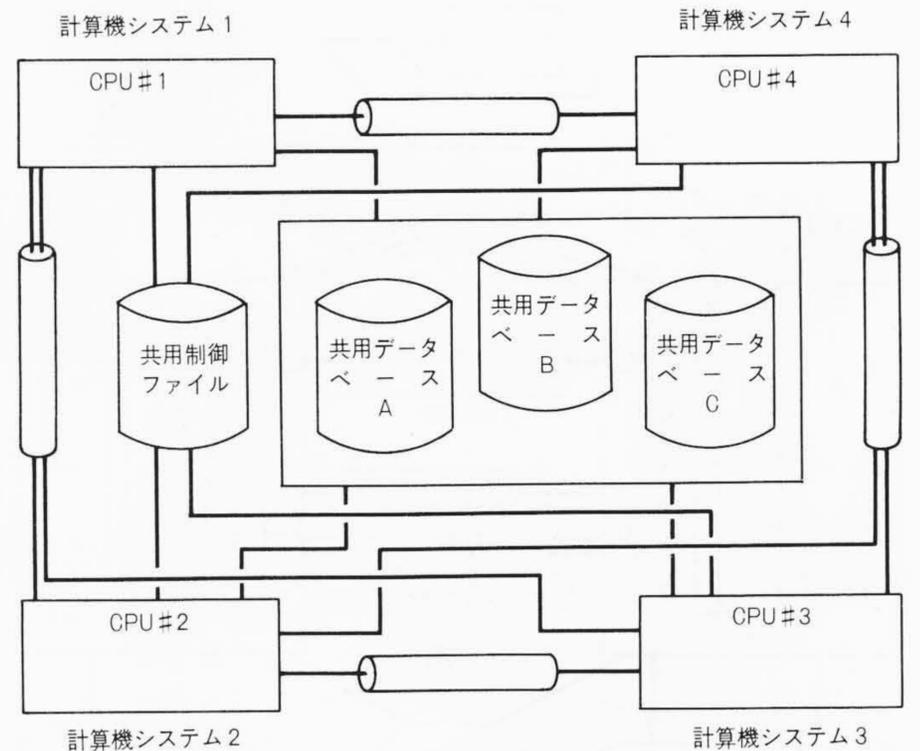
排他マスタ上のシステムに障害が発生すると、それが管理している共用グループへのアクセスが禁止される。データベースアクセス禁止状態が長時間続くのを防ぐため、ロック情報の冗長化と排他マスタの動的切替機能の実現を図った。

(d) 共用データベース状態の引継ぎ

前回の運転でシステムが異常な状態で終了した場合、その状態をロック情報とともに共用制御ファイルに記憶し、システム再開始時その内容を引継ぐ。本機能は、異常終了状態での再開始に際して、共用データベースのアクセス禁止範囲を限定し、操作誤りからくるデータベース破壊を防止する。

(2) データの二重書き機能

データ記憶装置での障害発生は、障害箇所依存して、業



- 注：1. 共用データベースを論理的に複数のグループに分割
- 2. 計算機システム間をCTCAで結合
- 3. 共用システムの履歴を共用制御ファイルに記録
- 4. : CTCA(チャンネル間結合装置)

図7 データベース共用システムの構成 データベースを共用する計算機システム間をCTCA(チャンネル間結合装置)で結合し、データベースアクセスの競合制御を行なう。

務の停止、オンラインシステムの停止などを引き起こし、システム続行の重大な阻害要因となる。記憶装置の大容量・固定化の進みが、障害回復時間の長時間化・影響範囲の拡大化をもたらし、この問題をいっそう厳しくしている。

XDMは、記憶装置を二重化し、一方の記憶装置に障害が発生しても、残りの記憶装置で処理を続行する機能を実現している。このデータ二重書き機能の高信頼化策により上記の問題を解決している。

図8に、二重書き機能の概要を示す。

(3) データベース障害箇所化機能

XDMは、データベースに障害が発生すると、データベース、エリア(データセット)、ページ(物理的な入出力の単位)の各単位でアクセス禁止の範囲を設定できる。この結果、使用者はデータベースの障害発生に際するアクセス禁止の範囲を適切な範囲に設定でき、残りの部分に対してデータベースサー

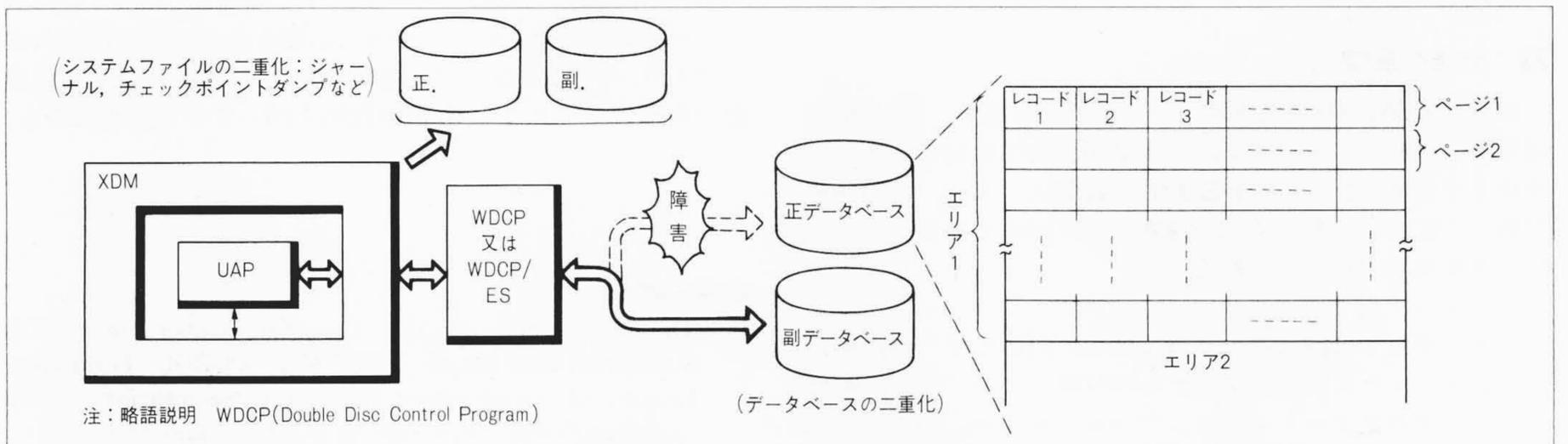


図8 データ記憶装置の二重化 障害によるデータベースサービスの停止時間を極小化するため、データベース格納媒体の二重化を行なう。

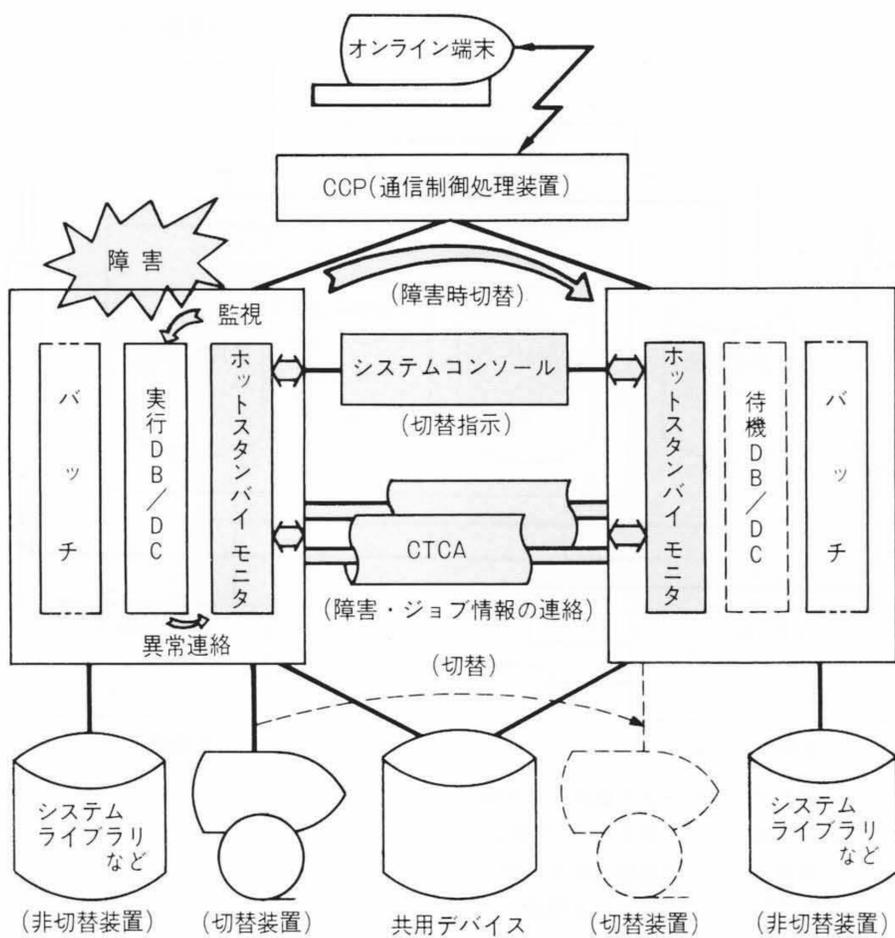


図9 ホットスタンバイの概要 実行系のDB/DCのバックアップとして、予備機にオンライン再開処理の事前準備を完了したホットな状態でDB/DCを待機させておく。

ビスを継続できる。

(4) 障害回復の高速化機能

XDMは、障害回復の高速化機能としてホットスタンバイ機能、QSR機能の2種類の方法を実現している。

(a) ホットスタンバイ機能

実行系のDB/DCのバックアップとして、予備機にオンライン再開処理の事前準備を完了したホットな状態でDB/DCを待機(スタンバイ)させておく。CPU・オペレーティングシステム・実行DB/DCなどのシステムに障害が発生したとき、スタンバイしているDB/DCにオペレータの介在なしに瞬時に切り替え、オンラインを続行させる。

図9にホットスタンバイ機能の概要を示す。

(b) QSR機能

オンライン開始時、オペレーティングシステムのQSR機能を利用し、システム全体のメモリダンプを取得しておき、システムに障害が発生した場合、再度IPL(Initial Program Load)を行わず、メモリダンプ情報からシステムを高速に再開する。

7 今後の展望

以上、XDMの特長的機能について紹介したが、DB/DC適用業務の多様化、データ量、利用者層、利用地域の拡大は、今後ますます進むことが予想され、XDMとしては、次の適用形態への拡張を実現するため課題に取り組んでいる。

(1) 適用業務多様化への対応

(a) データ面

データ面では既に適用業務多様化に対応して、構造形、リレーショナル両データモデルの採用、文字、図形、画像各データのサポートを行なっている。今後は、図形、画像データが大量にデータベース化されていくことが予想されるため、ハードウェアを含めて、長大データの効率的処理

方式が課題となる。

(b) プロセス面

プロセス面では、既に処理形態の多様化に対応して、オンライン、対話、バッチの3処理形態間のデータベース共用を実現している。今後は、現在ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータを利用して部門内で実現しているオフィス業務のOA化が、部門間、企業内、企業間へと進展していくことが予想されるため、次の特長をもつシステムOAへの適用を行なっていく。

- (i) ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータを用いた小規模、局所的なOA業務との連携、統合の強化
- (ii) 2050をはじめとする高機能ワークステーションへの処理の分散、データの分散の推進

(2) データ量、利用者層、利用地域の拡大への対応

(a) 性能面

性能面では、既にM-682Hをはじめとする新ハードウェアアーキテクチャに対応して、データベースアクセスの並行処理化(コンカレント データベース アクセス)及び複数ユーザープログラムの並行実行を実現し、複数台の命令プロセッサの有効活用を図っている。今後は、更に、トランザクション処理の中で、メッセージ送受信、トランザクション開始・終了処理についても並行処理化を行なっていく。

(b) システム構成面

システム構成面では、従来、企業内の単一システムとして実現されていた世界から、CAPTAIN、CAFISをはじめとする各種の商用ネットワークとの接続により、システムの広域化、企業間システム接続など、複数企業による複合システムの世界へ進展しつつある。このような環境変化に対応して、複合システムの運用管理の簡易化、信頼性の確保が、今後の重要な課題となる。

8 結 言

DB/DCシステムの普及に伴い、適用業務の多様化、データ量、利用者層、利用地域の拡大が急速に進んでおり、データモデルの多様化、信頼性の高い大規模高性能データベースの実現が必要となっている。この課題に対処するため、データディクショナリ・ディレクトリによるシステム統合管理を基盤にして、構造形、リレーショナル両データベース機能を合わせもち、システム間データベース共用、データベース二重化など高信頼化技術を駆使した新統合形DB/DC製品として、データマネジメントシステムXDMを開発した。

XDMは現在、更に、データディクショナリ・ディレクトリによるシステム統合管理機能の強化を行なうとともに、システムOAに対応して2050をはじめとする高機能ワークステーションへの処理分散、データ分散に必要な機能の開発に取り組んでおり、今後ともユーザー環境の変化に対応し、企業情報活動の中核システムとして、機能拡張を図っていく計画である。

参考文献

- 1) The Secretariat of the Canadian Government EDP Standards Committee : CODASYL COBOL Committee Journal of Development 1984, the Secretariat of the Canadian Government EDP Standards Committee (1984)
- 2) 日本規格協会: 日本工業規格(JIS)電子計算機プログラム言語 COBOL, JIS C 6205-1980, 日本規格協会(1980)