

IDMS (Integrated Database Management System)について

辻淳二、曾木宏隆、小田浩昭
(株式会社 ジェーエムエーシステムズ")

はじめに

筆者らが、カリネイン社日本総代理店(株)ズノスとの代理店契約に基き、カリネイン社製のデータベース管理システム(DBMS)IDMS(Integrated Database Management System)の国内での販売・技術サポート活動をはじめてから、間もなく1年がたとうとしている。その間、日本においてもコンピュータ・ユーザにとって“データベース(DB)技術の活用すなわちDBMSの選択・購入(Selection and Acquisition)”の時代に既に入り、DBMS自身の良さとベンダーの技術サポート力がより厳しく評価される趨勢にあることを肌で感じ、データベース関連の総合技術力の強化に追われる今日この頃である。

本稿では、先ずIDMSの特長と主要機能を紹介し、次にこれらがユーザにもたらす効果、これらを生かすためにデータベース管理・設計者の持つべき着眼点を明らかにしたいと思う。

1. 特長

(1) CODASYL型

第一の特長は、IBM社製コンピュータ・システム上で動作する“CODASYL型DBMSの傑作”であることである。DBMSの領域において、ここ当分の間、“CODASYL型”が大きな流れの一つとして安定した位置を占めるのは確かであろうし、DBMSを含めて別機種へソフトウェアを移行する時の“外部仕様レベルの互換性”的点でも一番安心感がある(各メーカーのコンピュータ上で動作するDBMSの代表的なもの多くは、CODASYL型である)し、これを第一の特長と云うことができる。

CODASYL型であることから、

- ①データモデルは、バックマン線図で表現されるネットワーク・モデル(図1.1参照)
- ②利用者(データベース管理者=DBA、アプリケーション・プログラマ=AP)とDBMSとのインターフェイス言語としてのDDL(データ記述用)/DML(データ操作用)の区分
- ③DDLにおいてデータ独立や機密保持(セキュリティ)を支えるスキーマ(固有データ構造記述)/サブスキーマ(個別データ構造記述)概念
- ④DMLにおける親言語システム(COBOL、PL/I、FORTRAN、アセンブラー)

等が、IDMSの特長を端的に示すものである。

第二の特長は、ソフトウェア商品として“十分な完成度を持ち、今後も拡張・円熟が約束されているDBMS”であることである。ユーザ実績数(世界で約200)、バージョン・アップによる機能充実(表1.1参照)、ユーザによる評価(表1.2参照)等を総合的に判断して、数多くのCODASYL型DBMSの中で、きわめて完成度の高いものと言って間違いないと思う。筆者らは、IDMS

バージョン3.1→バージョン4.0→バージョン4.5（一部機能の先行入手）の受け入れを経験して、仕様通りの機能と品質の確かさ（バグのなき）を確認している。

第三の特長は、CODASYL仕様の「血筋」からもたらされる「実用的で、ユーザにとって効果の得やすいDBMS」であることである。必要なコンピュータ・リソース（スペース・リソース=主記憶（図1.2参照）/一次記憶量、時間的リソース=I/O時間=第3章参照）、CODASYL-DBTG仕様で区分された各利用者（DBA、AP、エンドユーザ=Eu）の役割に対応したマン・マシン・インターフェイス（データベース言語）とサポート機能（言語翻訳、DBアクセス制御、各種ユーティリティ等）（第2章参照）は、小規模コンピュータ上での実用レベルでの利用、マシン処理上の高いコスト/パフォーマンスの達成、コスト要因として軽視できないソフトウェア開発/保守の所要工数の省力化を可能にしている。

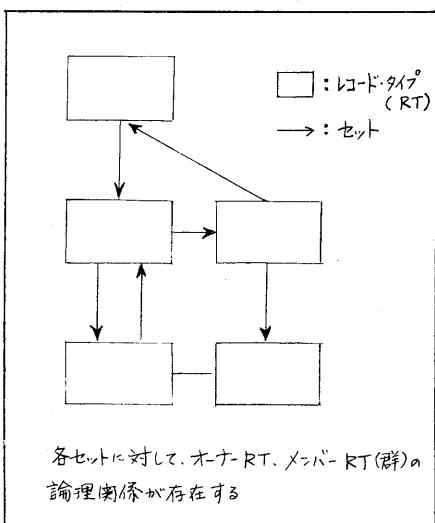


図1.1 バックマン線図によるネットワーク・モデル例

1973 IDMSバージョン2.3	<ul style="list-style-type: none"> DBA専用ユーティリティ データ・ディクショナリ・システム OSセントラル・バージョン 及びオンライン・リカバリ
1974 IDMSバージョン3.0	<ul style="list-style-type: none"> DMCL データ・セグメントーション プライバシー・ロック GCIインターフェイス (CICS, INTERCOMM)
1975 IDMSバージョン3.1	<ul style="list-style-type: none"> DOS, DOS/VSセントラル・バージョン CFMS, DBOMPアリゲート・システム '75 CODASYL COBOL DML
1977 IDMSバージョン4.5	<ul style="list-style-type: none"> DB再構成ユーティリティ DB初期ロード・ユーティリティ 複数スキーマ取扱い MVSサポート シーケンシャル・プロセッシング Integrated DB
1978 IDMSバージョン5.0(予定)	

表1.1 IDMSの機能拡張(実績と予定)

IDMS(カリネイン社)	
・全般的満足度	3.8
・スループット/効率	3.3
・インストールの容易さ	3.4
・使いやすさ	3.6
・ドキュメント	3.0
・ベンダー技術サポート	3.6
・教育訓練	3.5
 (DATA PRO社 1976年調査から抜粋)	

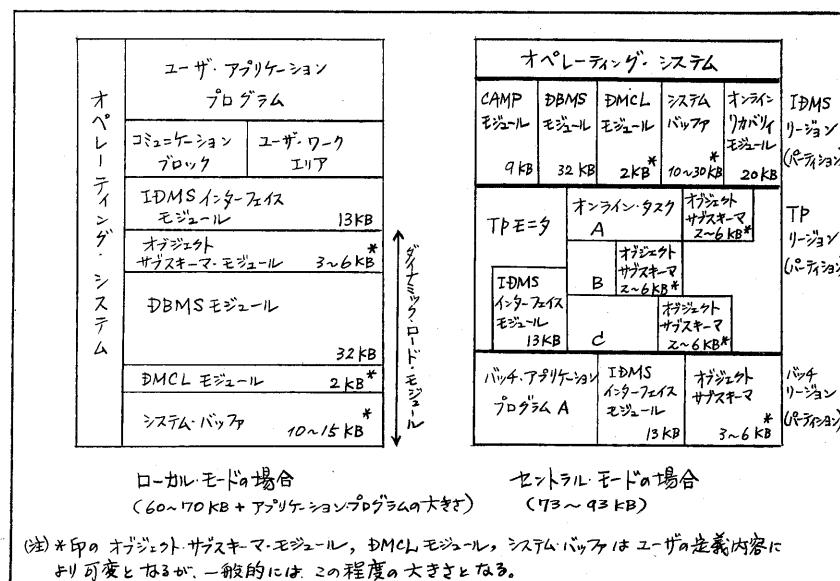


表1.2 IDMSのユーザ評価

図1.2 IDMS実行時のコア・マップ

2. 主要機能

2.1 関連ソフトウェア機能の中でのIDMSの位置

今日、コンピュータ・システムのソフトウェアは極めて複雑化し、その克服のためにソフトウェア・システムの体系化ならびにモジュラリティの確立が進んでいるので、先ずDBMSと直接関係を持つ関連ソフトウェア機能を取り上げ、それとの関連においてIDMSが占める機能的位置を示すと図2.1の様になる。

2.2 IDMSの機能区分

次に、IDMSがカバーしている機能(図2.1中、太線の部分)を、もう一段ブレーカダウンすると、図2.2(1)、(2)の様になる。図中、実線□の機能が標準機能で、[]の機能が付加機能である。

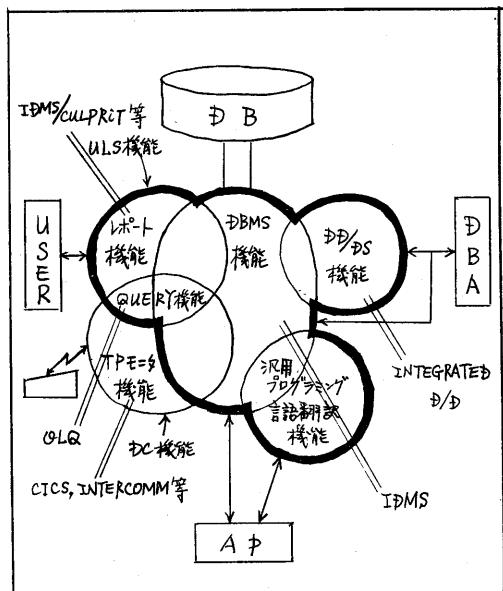


図2.1 IDMSの機能的位置付け

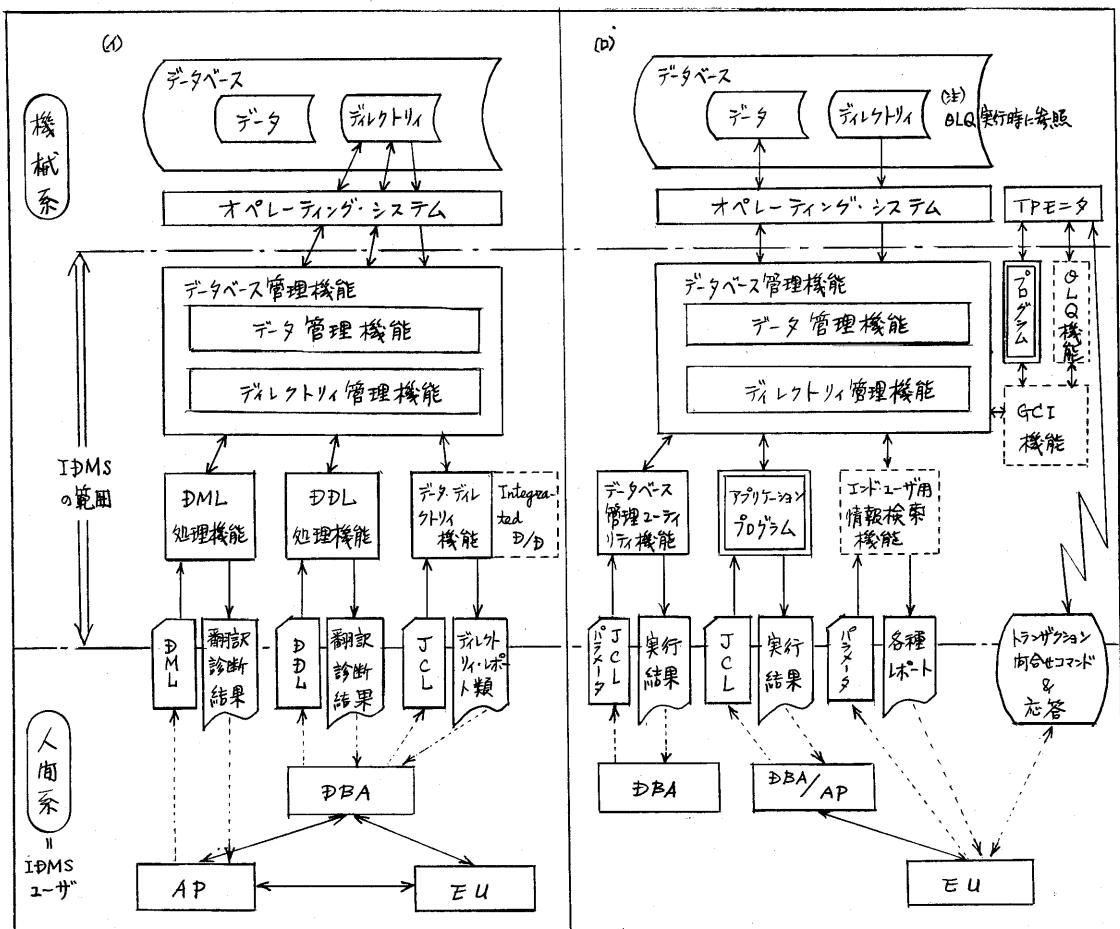


図2.2 IDMSの機能区分 (1) データ記述/データ操作言語翻訳時

(2) データベース・アプリケーション実行時

2.3 機能説明

2.3.1 データベース管理者(DBA)向けの機能

(1) データ記述言語(DDL)とその翻訳機能

IDMSでは、ユーザのDBAがそのユーザのDBをその企業にとっての全体的な使いやすさ/効率と部分部分のユーザにとってのしのとのバランスを考えた形で設計し、その設計意図に基いたDBMSを具現できるようにするために、設計内容を記述するデータ記述言語(DDL)とその翻訳機能を提供している。DDLは正確に言うと、データの論理的性格を定義するDDLと、その論理的条件を物理的な記憶装置の上で実現する際の写像の条件を定義するDMCL(Device Media Control Language)の2つから成っており、ここで言う翻訳とは、定義内容のシンタックス及び整合性をチェックし、正しいと判断されればその内容をIDMSディレクトリに登録する機能を意味している。ここでは、翻訳機能よりもむしろ、DDLがDBAにどれだけの設計の自由度/設計のしやすさをもたらすものであるかを、若干掘り下げて述べてみたい。

① データ・モデル記述に関して

i) 基本エレメントとしてのレコード・タイプ(RT)とセット(図1.1参照)

「データベースを構成するデータの論理単位(ファイル)とその論理単位間の論理的関連付けは、CODASYL仕様通り、レコード・タイプ(RT)とセットから構成される。ここで、任意の2つのRT間を論理的に関連付けることなどを可能にするセットの設定に関し特定の制限事項が一切ないこと、各RTに対しマスター/サブオーディネート(バリアブル)といった区分がなく、エンティティ・ポイントとなりうるRTの制限がないことがIDMSの特長であり、これがpureなネットワーク型と云われる所以である。セットの設定により、シーケンシャル・ファイルを転置型ファイルも論理的に実現が可能である。また、各目的に応じた各RTデータの使い方の多様性を考慮して、各セット毎に、

- ・セット設定に伴い付加するリンクエージ(ポインタの種類)の指定(4通り)
- ・各セット・オカレンス中のメンバーRTオカレンスの順序付けの指定(SORTEDを含めて6通り)
- ・各セット・オカレンスへの/からのメンバーRTオカレンスの追加/削除の方法についての指定(4通り)

等に選択の自由度を許していることも、データ・モデル記述上のユーザ要求を考慮したきめ細かい配慮と言える。

ii) スキーマ定義とサブスキーマ定義

データベース利用の全局面を考えるグローバルな視点で定義される固有データ構造記述(スキーマ)と個々の利用向きという「機密保護やプログラム保守性の観点から必要な範囲だけ見せる」ことに重きをおいたローカルな視点で定義される個別データ構造記述(サブスキーマ)のあることは、CODASYL仕様通りである。バージョン4.5では、1つのIDMSで複数のスキーマを扱えるよう拡張されている。

② 効率/運用を考慮した記述に関して

今日のDB関連技術では、DB利用の効率や運用時の安心感に係わる“Intelligence”を全面的にDBMSに期待することは不可能な状況である。この現状において、DBを最適に利用するためには、DBAの経験的判断を定義として与え、それに従ってDBMSがDB管理を行なうDBA/DBMS協調型が

最も現実的であり、CODAS YL提案は正にその観点に立ち今日的価値を評価されているものと考えられる。

IDMSにおけるDDL記述で、この観点からDBAにもたらされている定義要素として以下のものがある。

1) AREA (REALM) の定義

効率上は、VIA指定(後出ロ)項参照)のRTデータ・アクセス時のアクセス回数(I/O回数)の削減や、1つの又は複数のRTを連続する2次記憶域に写像することによる同一RTデータへの連続アクセス時のアクセス時間(シーク時間)の短縮に、運用上は、排他制御、リカバリ、再構成の対象範囲の局部化に役立つ。

2) 格納位置制御モードの選択定義

ランダム・アクセス型のRT、セット関係をもとにオーナーRTからアクセスされる型のRT、特殊用途のRTといった特性の区分により、CALC(ランダマイジング・ルーチンを介して各オカレンスを格納するよう制御する)、VIA(メンバーRTオカレンスをオーナーRTオカレンスの格納されているページにできるだけ格納するよう制御する)、DIRECTと使いわけることで効率(要求に対するターンアラウンドタイム)向上に役立つ。また、大量シーケンシャル処理の効率向上を目的に、1次/2次インデックス機能を用いたアクセスを定義することも最近の機能強化で可能となっている。

3) 可変長RTの定義

効率上、アプリケーション・プログラムからのIDMS-CALLの回数の削減又は、2次記憶スペースの節約に役立つ。

4) DB procedure の定義

各RTデータのアクセスの前、後、アクセス中のエラー発見時のいずれかをprocedure実行のタイミングとして指定し、各RT毎に必要なprocedureの適用を定義できるので、効率上は、チューンアップのためのRT別利用状況の計測とデータ圧縮による圧縮率に相当する比率での2次記憶/システム・バッファ利用効率改善に、運用上は、RT単位でRTレベル又は各オカレンス・レベルの機密保護(セキュリティ)に役立つ。

5) サブスキーマにおける機密保護/データ保全定義

フィールド・レベルの保護、アクセス権の限定、排他制御に関するアクセスモードの指定等が可能であり、運用の安定性を保証するのに役立つ。

6) 複数種のDMCL定義

運用上、当該処理に必要な部分DBに対応する2次記憶デバイスがマウントされていれば良いようにするのに役立つ。

(2) データベース管理機能

IDMSでは、(1)項で述べた設計上の自由度を生かして定義されたDB仕様は、DDL翻訳後、IDMSディレクトリの形で2次記憶上に格納され、DBをアクセスするアプリケーション・プログラムの実行時に当該プログラムにアサインされたサブスキーマに関する情報がIDMSが管理しやすいデータ構造をもったコンパクトなデータ・モジュールとしてアプリケーション・プログラム側に引き渡される形をとっている。本項で述べるデータベース管理機能は、個々のアプリケーション・プログラムからのDBアクセス要求を、DBAの設計意図を集約した形の上記データ・モジュールを参照しながら、ロジカル→フィジカル変換し、処理する機能で

あり、大きくわけて、基本機能と多重処理制御機能（マルチ・パーティション（リージョン）/マルチ・タスクによるDB利用時に必要。付加機能）にわけられる。

① 基本機能

基本機能には、以下の機能が含まれる。

①) DB レコードのアクセスの実行

②) システム・バッファ（IDMSが管理するバッファ・プール。2次記憶装置とのI/O単位であるページを大きさの単位とする）の管理（掃き出しのアルゴリズムは一種のLRU制御）

③) DB procedure の実行

定義されたprocedureにより、データ圧縮/復元、機密保護に関するチェック、RT単位レベルでの利用頻度計測等

④) ジャーナル・ファイルの作成

② 多重処理制御機能

多重処理制御機能は、複数のバッチ・プログラム又は複数のオンライン・タスク又は両者のミックスがコンカレントに1つのIDMSで管理されているDBをアクセスする時に必要とされるもので、以下の機能が含まれる。

①) データ保全性（インテグリティ）を保証するためのDBアクセス制御

この中に、排他制御とオンライン・リカバリ等の機能を含んでいる。

②) TPモニタ制御下のタスクの要求によるDBアクセスに際してのTPモニタとの通信制御

③) データ・ディクショナリ/ディレクトリ機能

IDMSでは、運用時のデータ定義の管理及びDB状況把握のために必要となるDBAの負担を極力なくすることを重視しており、そのために本機能を提供している。本機能もやはり基本機能と拡張機能（付加機能）から成っている。

① 基本機能

ディレクトリ情報に基づく静的なDB状況をDBAにレポートするもので、表2.1に示すレポートが 출력される。用途は、

①) DBA自身にとって

- ・データ変更時等、レポートの情報による正確な運用（自身の作業の誤り防止及び関係者への連絡の徹底の両面で）
- ・システム変更に伴うメンテナビリティ把握

②) APにとって

DBAからの正確な連絡によるプログラム・ミス及びメンテナンス・ミスの防止であり、運用の安定化に欠させないものである。

② 拡張機能

IDMSが管理するデータ以外の在来型ファイル中のデータも含め、当該ユーザが持つ全データのデータ管理のためのレポートを出力するもので、本年6月頃リリースの予定である。

④) データベース管理ユーティリティ機能

IDMSでは、運用時のDB管理（障害リカバリ、状況計測、初期ロード／再

- | |
|---------------------------|
| 1. レンジ・マップ・リスト |
| 2. DMC Lマップ・リスト |
| 3. フロシジャ/コピイ・リスト |
| 4. プロトコル・リスト |
| 5. スキーマ・レコード記述リスト |
| 6. スキーマ・セット記述リスト |
| 7. サブスキーマ・レコード記述リスト |
| 8. サブスキーマ・セット記述リスト |
| 9. サブスキーマ・データ・ディクショナリ・リスト |
| 10. サブスキーマ・プログラム対照リスト |

表2.1 データ・ディクショナリ/ディレクトリ機能で出力されるリスト

構成の実行等)を円滑かつ短時間に行なう得るように、各種ユーティリティ機能を提供している。運用をとりまく各アクティビティに対応させて全機能を示すと、図2.3のようになる。前(3)項の機能との基本的な相違は、本機能はディレクトリ情報によらず、大部分がDB及びジャーナル・ファイルに格納されている情報を利用してDBに対するアクションを行なうものであることである。用途は、およそ次の4つに区分される。

- ①データ保全用。主としてリカバリ関係。
- ②(多重処理環境での)DB利用状況計測用。

③初期ロード/一括更新/再構成の時間短縮用。

④デバッグ用。

(図2.3中の①②③④の記述はこの用途区分を示す)

2.3.2 アプリケーション・プログラム(AP)向けの機能

(1) DB操作言語(DML)とその翻訳機能

IDMSがAPに対し提供している機能は、各APが使用するプログラミング言語(親言語: COBOL、PL/I、FORTRAN、アセンブラー等)の中でDBアクセスのために使用できるDMLコマンドと、アプリケーション・プログラム中のこれらDMLコマンドを翻訳して、各親言語が翻訳できるCALISH命令に置換するプリ・コンパイル機能の組合せである。ここで翻訳機能は上記機能の他、DMLコマンドのシンタックス・チェックとDDL翻訳で作られたディレクトリ情報との適合性チェック機能等を含んでいる。

APが使用できるCOBOL・DMLコマンドはCODASYL-COBOL'75シンタックスと同レベルであり、PL/Iについても全く同じ論理レベルのDMLコマンドをサポートしているのがIDMSの特長である。FORTRAN、アセンブラーにおいても、DMLコマンドを擬したマクロ命令の使用を可能としている。従って、これら親言語を使用するAPにとって極めて修得しやすく、むしろデータ定義を行なう必要がなく(サブスキーマ名を指定するだけ)DMLコマンドの単純なエラーはプリ・コンパイラが殆んど検出してくれてデバッグが楽なことが生産性を高める要素となってくる。

この他、アプリケーション・プログラム中で、そのプログラムによりIDMSアクセス統計を1つのDMLコマンドで収集し、出力できる機能を有することも、DBの作成や追加を行なうような特定のアプリケーション・プログラムをアンテナとするDB利用状況計測機能として見落せないものである。

2.3.3 エンド・ユーザ(EU)向けの機能

DBを求めるユーザ要求の1つの側面として、エンド・ユーザ(通常、非EDPグループ)によるDB中の情報の利用があり、これに応えることはDBMSに

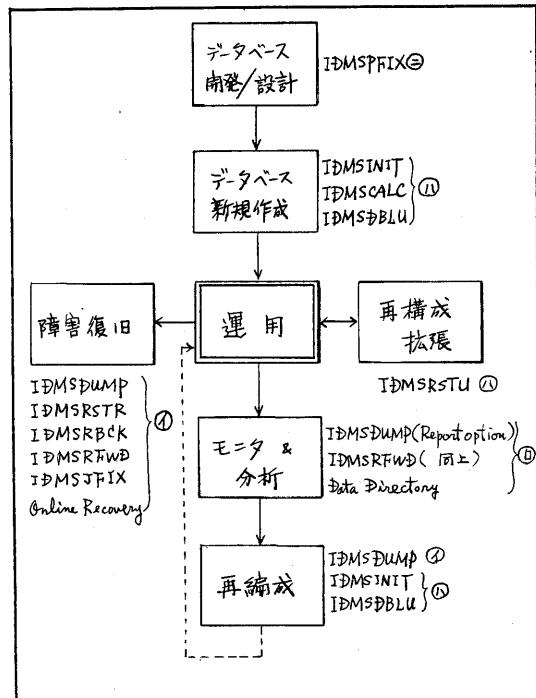


図2.3 IDMSユーティリティ群の位置付け

とって必須の条件とも言える。その要求は、一般に不定型とみる必要があり、IDMSは、バッチ処理によるレポート生成機能とオンライン問合せ機能（いずれも付加機能）を提供している。

(1) レポート生成機能 (IDMS/CULPRIT)

EUGが、入手したいレポートの入力ファイル定義、中間処理定義、出力レポート定義をパラメータ・シートに記入するだけで、定義条件にかなうデータ・レコードを抽出し、必要ならば加工処理を行ない、定義書式でレポートングする機能である。この機能は、副次的利用方法として、IDMSを用いたシステム開発時のアプローチーション・プログラマのデバッグに際し、プログラム/データの間のエラーの切り分け等にも有効である。

(2) オンライン問合せ機能 (ONLINE QUERY)

TSO又はCICS、INTERCOMM等のTPモニタの制御下で動作させることにより、CRTによるDB中の必要レコードの検索を可能とする機能である。

3. 各機能がユーザにもたらす効果の考察

本章では、DBMSの導入・活用を行なうユーザの視点に立って、ユーザが期待する効果を洗い出し、第2章で述べた諸機能が効果とどう結びつくかを考察する。

今日、DBMSをツールとして導入・活用しようとするユーザがDBMSに期待している効果は、大きくわけて次の3つに区分けされると筆者らはとらえている。

- ① DBMSの導入対象となったシステムの開発から運用、保守/拡張に至るマン・マシンを含めた総合的なコスト/パフォーマンス比を高める。
- ②今までの方法では実用的にならなかったレベルでの高度な“情報の活用”を可能とする。(ex. MIS的用途)
- ③現在のシステムより変更/拡張への柔軟性を保ちやすくする。

現在のところ、①項の効果を第一に狙ったシステム化計画が多数を占めているようなので、以下に、この①の効果をもう一步掘り下げてみよう。

3.1 総合的なコスト/パフォーマンス改善

この項は、コストの削減効果とパフォーマンスの向上効果を合せたものとしてユーザにもたらされるが、その効果の大きさは、次の3つのファクタに少なからぬ影響を受ける。

- ・対象システムの設定
- ・DBMSの選定
- ・選定したDBMSの使いこなし

従ってここでは、DBMS導入の経済効果が基本的に確認されていいるシステムを想定して、IDMS(DBMS一般に言えることが多い)の選定により期待できる効果をあげ、それらがより大きくなるようなIDMSの諸機能の使い方にに関する留意点を述べる。

- (1) コスト削減に関する
① マン・リソース利用面
② システム開発工数

DB管理に関するユーティリティ等を含んだフル機能(総計10万ステップの規模)

を IDMS 購入で手に入れることができ、これは間違いなく開発工数及びコスト（今日の人員費から考えると、明らかに購入の方が安い）の削減に通じる。その他、APによるデータ定義が不要になることやDBMSコンパイラのDBアクセス・エラー検出能力が高いことによる開発生産性の向上も見込まれる。

④システム・メンテナンス工数

IDMS の持つ“データ独立性”により、プログラム/データの変更の他方への影響を局所化でき、メンテナンス工数を削減できる。

⑤DB管理工数

ディレクトリ・レポートによるデータ定義管理の徹底、ユーティリティによるデータ保全の保証、DBLによる設計段階での機密保護への配慮、DB利用状況計測データによるチューンアップ時期/方法の適正化がなされ得るので、DBAによるDB管理が極めて定型的かつ容易なものとなり、管理工数を削減できる。^[3] データ独立性により、DBAによる諸アクションがアプリケーション・プログラムの修正なしに行なえることが一般的に保証されていることも大きい。一例として、他のDBMS (IMS) のユーザーの例であるが、5.2 Billion Byte のデータ量のDBを持つオンライン・ユーザーでのデータ保全ユーティリティの活用頻度の定量値を表3.1^[2]に示す。IDMS の場合、それぞれのリカバリの場合に使用されるユーティリティ機能は表中右欄の通りであり、オンライン・リカバリ機能等はかないの効果があることがわかる。また、チューンアップ時期/方法についても、IDMS の場合、表3.2に示す諸角度からのDB利用状況計測データを組合せて判断できる点で、多くのケースについて適正な処置がこれると考えられる。

⑥マシン・リソース利用面

①スペース所要量

IDMSにおいては、アプリケーション・プログラム実行時の主記憶所要量は、約60KB (図1.2参照) と少なくてすみ、DB用2次記憶装置所要量もデータ圧縮効果比の分だけ圧縮機能を持たないDBMSより小さくできるので、その分効果がでやすい。

②時間所要量

対象システムの特性によるところが大きいが、システム分析・設計上の工夫により、従来つなぎの処理として不可欠とされていた SORT 处理をなくすようにする等は基本的な着眼点である。このようなシステム・

障害の種類	発生頻度	リカバリ所要時間	リカバリ方法	IDMSの場合のユーティリティ
①オンライン・ソフトウェアのABORT	85% (1回/日)	12~15分	BEFOREイメージによる (人手介入なし)	オンライン・リカバリ
②一時的な電源障害等によるシステムのABORT	13%	45分	ログファイル終結処理及びBEFOREイメージによる (人手介入あり)	IDMSJFIX IDMSRBCX
③全DBのリカバリが必要な障害	1~2%	4~6時間	最新のイメージ・コピーから AFTERイメージによる (同上)	IDMSDUMP IDMSRSTR IDMSRFWD

Blue Cross of Southern California
(IBMユーザー)におけるある時期の実績値

表3.1 DB障害とデータ保全ユーティリティの活用

I. 動的状況データ	【着眼点】
1. DBアクセス統計(アプリケーション・プログラム) 単位	ページ・オーバー・フェ率等
2. DB procedureによる集計(レコード・タイプ単位)	アクセス件数等
3. IDMSRFWDによる ジャーナル・ファイル からのDBアクセス統計	ロジカルDBアクセス回数 vs EXCP回数の比率等
II. 静的状況データ	
1. IDMSDUMPによる各レコード・タイプ別 占有統計	AREA別占有率等

表3.2 DB利用状況の計測データ

プランナーの視点の他、IDMSに精通したDBAの工夫の余地も少なくない。これについては、(2)項にて述べる。

(2) パフォーマンス向上に関する

IDMSの場合、アプリケーション・プログラムの要求に対するIDMSによるデータ・アクセス・サービスのターンアラウンドタイム(TAT)(単一処理の場合)と、同サービス件数のスループット(多重処理の場合)が、パフォーマンスの指標となると考えられる。このうち、前者について、設計上の工夫によりTATを向上させるための着眼点を洗い出すとおよそ次のようになる。

① 必要なデータ・レコードに到達するのに必要となる論理的パスの回数を少なくする。

IDMSはその点、CALCモードのRTをつくる上で"の制限がないことや、pureなネットワーク構造でデータ・モデルを構成できる利点(ex. 条件検索のための条件エントリイRTの設定等)を生かし得る。

② 必要なデータ・レコードに到達するのに必要となるDBへの物理的なI/O回数を少なくする。

IDMSは、VIAモード指定のRTを定義することや、"ページ・サイズ"を大きくする、システム・バッファ数を多くとる、データ圧縮効果の分だけ1ページに格納されるデータ・レコードを多くなし得る等DBAがこの観点で工夫できる設計要素を多く備えている。

③ 必要となるDBへの物理的なI/Oにおいて、シーク時間が小さくなるようにする。

IDMSはこの観点に関し、AREAの概念の活用、CALCユーティリティの使用によるDB作成/多量更新時のI/O実行順序の並べかえの処理により、効果をあげ得る。

④ CPU時間/I/O時間のバランスを改善する。

これはDBMSの使い方そのものの問題ではないが、CPUモデルのグレード・アップ、ディスク・デバイスのモデル・アップ/台数アップによりバランスを改善できる場合がある。

参考文献

[1] データベースの基礎と応用

日本科学技術連盟 新シリーズ計算活用セミナーテキスト(22CPテキスト1)

[2] RECOVERY IN DATABASE SYSTEMS

EDP ANALYZER Nov. '76 vol. 14, No. 11

[3] IDMS at Montefiore Hospital & Medical Center

Cullinane Corp.

[4] A Tutorial on DataBase Organization

R. W. Engles