

ボーイング・データベース「RIM」の開発の経緯とその適用

山口 英昭

日商エレクトロニクス(株) システムプロダクツ営業部

I はじめに

データベースシステムが学会、業界に登場して20年近くになる。専門的に会議で討議され活発な議論が展開され、数々の学術書が刊行されるようになって今日まで10数年が経過している。その間国の内外でデータシステムモデル論、データベース言語、設計/解析等のテーマについて研究、考察がなされ、進められてきた。商用のデータベースマネジメントシステムも各種モデルのものが市販され、データベース技術は、事務部内での情報管理として一応完成と見做すとする見方もある。一方、ここ数年をいって比較的通用のあつていた設計・製造システムに於けるデータベースシステムに就て「エンジニアリングデータベースシステム」として議論が進められて来たが、未だその概念が必ずしも体系的に確立してはいないようである。本稿では、その開発の当初から「統合エンジニアリングデータベースマネジメントシステム」を標榜して研究、開発されて来たRIM (RELATIONAL INFORMATION MANAGEMENT) システムについて記述する。このシステムはボーイングRIMとして昨年より日本でも市販されている。次のステップで本稿の記述を進める。

1. 米国の航空宇宙局-NASA-のラングレー研究センターと民間企業との官民プロジェクト「IPAD (INTEGRATED PROGRAMS for AEROSPACE-VEHICLE DESIGN)」の概要を「RIM」を主眼点と背景として記述する。
2. RIMの概略を記述する。基本的にはリレーショナル・データベース理論に基いたデータベースマネジメントシステム (DBMS) であるので、ここでは特長となる事項にのみ若干触れることとする。
3. RIMの適用例をいくつか記述する。

上述からも分かるようにDBMSの特長テーマに就いて理論的或いは学術的に深く掘り下げると言うより、「エンジニアリングDBMS」として開発されて来たRIMが、どのような背景の中で実際にどう使われて来たのか……と言う実学的な或いは実証的な内容をNASAの文献等を参考に下り組みめたものである。

II RIMの概要

1. IPADプロジェクト概要^{3), 4)}

米国ではGNP成長率鈍化ないし下ゼロ成長と言う状況を統計の数字が示しており、余り3分野での生産性向上は国レベルでの大きな要求テーマとなっている。特に設計・製造分野での生産性向上に期待は大きい。これを呼応して米国航空宇宙産業界では、現在及び近将来のCAD/CAM技術をより高度にし、効果的に利用することによって全業界的に生産向上を計るべくして来た。かかる背景より、1976年以後NASAラングレー研究センターと航空宇宙産業界とが、官民一体となって「IPAD」プロジェクトを

推進して来た。具体的には、ラングレー研究センターとBCAC (BOEING

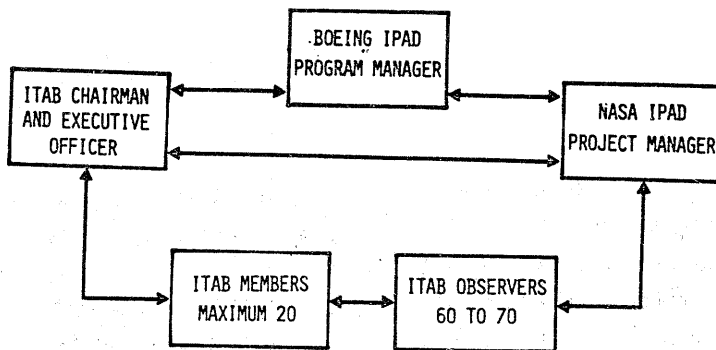


Figure 1 - ITAB organization and communication channel.

COMMERCIAL AIR-PLANE Co)が民間側の主契約者としてプロジェクトを推進して来た。これをITAB (INDUSTRY TECHNICAL ADVISORY BOARD) と言う顧問ボードが上記2者をサポート、アドバイスして来た。航空会社11社、エンジンメーカー2社、コンピ

ュータメーカー4社から構成されるITABは、オブザーバーとして関連企業、国家機関、軍関係組織等数10と数えるものによってサポートを受けていた。^{注1)} この産業は裾野が非常に大きな構造を有しており、このIPADプロジェクトの成果は、直接的な航空宇宙産業にとどまらず、他の自動車産業、新素材産業、エレクトロニクス産業等に対する影響、波及効果をもたらすと考えられる。1984年のリポート³⁾によると1976年から1983年までに約22Mの費用を本プロジェクトに使ったとある。

IPADの主目標は前述の如く米国航空宇宙産業全体の生産性向上にあるが、その為にコンピュータ技術とフルに利用し、各企業内で全社的に技術諸データ、情報一元、統合管理するシステムを開発しようとするものである。より具体的に言えば、AEROSPACE VEHICLES (航空宇宙各種運搬機・航空機、スペースシャトル等宇宙船、ロケット機本体)の設計、解析、製造の各段階で使える統合的なソフトウェアシステムを開発することである。その中の1つがRIMである。

注1) ITABはNASA/BCACに対するサポートの枠内から、逆にIPADの成果をITABのメンバー、ITABのオブザーバーに配布するという役割をも担って来た。

2. RIM開発の経緯

- 1) RIMはIPADの目的にそって、エンジニアリング分野に於いて、利用するコンピュータが異種種であっても (HETEROGENEOUS ENVIRONMENT)、また分散処理的環境であっても動くデータベースマネジメント機能を確立すべく設計された。
- 2) 当初は文献の中でもDBMS "PROTOTYPE" とはデータマネジメントシステムと記述しているが、DBMSと言うにはPRIMITIVEな状態であった。
- 3) 開発の実作業の舞台はBOEINGグループ内で、開発マシンはCDC/NOSであった。エンジニアリングDBMSの"DEMONSTRATION PROTOTYPE" として1979年に完成している。
- 4) 所謂CDC VERSION としての正式リリースは1981年の第2回半期である。

- 5) 1982年にはMULTI HOST VERSIONとして、IBM (MVS), IBM (CMS), UNIVAC, DEC/VAX, PRIME, DATA GENERAL VERSIONが次々とリリースされた。
- 6) IPADの管轄下では Rel 5.0 が FINAL VERSIONである。この VERSION 7でIPAD関連企業を中心に設置された数は約300である。
- 7) 1983年9月にIPADはNASAの要請によりIPADからの RIMのDISTRIBUTIONを止めている。³⁾
- 8) 1984年よりBCS (BOEING COMPUTER SERVICE Co) 社から一般市場に市販されている。その名はBOEING™ RIMである。
- 9) RIMはワシントン大学、BCS社の性能拡張が行なわれ現在米国を中心に2001ほどの設置数がある。
- 10) 以上のような経過を通じ、IPADがもんだ「エンジニアリング DBMS」として、政府機関や企業にとってこれが事実上 (DE FACTO) の標準となっている。³⁾

3. RIMの概説

前章でも述べた如くRIMは設計や製造の各ステージ、ジャンルで取扱われるデータを共有し、その統合性を利点として利用している。ユーザーで、各利用者は視点が異なるとはなるので技術者にとっては都合の悪いシステムである。更に、FORTRANと言う大部分の技術者にとって馴染みの言語でインタフェースであるのでこれもまた都合が悪い。

1) 主要なる性能・特徴

・RIM TO RIM コミュニケーション

RIM DBMSファイルの全体を、或いはリレーション単位で他のコンピュータのRIM DBMSに転送することができる。米国マイクロリム社のPC用データベース R:BASE 4000, R:BASE 5000にもRIM TO RIM コミュニケーションができる。これらのソフトウェアは、総じて性能的にも言語的にもRIMのサブセットと見てよい。

・プログラム・インタフェース

FORTRAN, PASCAL, COBOLからRIM DBMSにアクセスできる。FORTRAN Callable である点は大なる特徴である。

・可搬性 (PORTABILITY)

RIMの全ソースの95%はANSI標準のFORTRANで書かれており、可搬性は高い。即ちHETEROGENEOUS 環境への対応として高級言語で構築していることである。

・拡張データタイプ

一般的に標準のデータタイプに加えてマトリクス (行列), バクテリデータも定義できる。データ精度も単精度の4桁から十進精度も定義して使える。可変長データも処理可である。

・PLOT

グラフィックディスプレイ (TEKTRONICS-401X, HP-26XXシリーズ) にRIMのデータを図型として描く。

- ・その他
変換代数 / HELP 機能 / QUERY / EDIT / TEXT STRING
探索 / TALLY / ETC
- 2) 構造 / アクセス法
 - ・物理構造
RIMは物理的に3つのファイルを作る。1番目のファイルはDB
定義、すなわちスキーマを含み、2番目のファイルは全てのリレーシ
ョンに対する実データを含む。3番目のファイルはキー・アトリビュート
のポインタ用に使われる。
 - ・論理構造
リレーショナル・データビュー (RELATIONAL DATA VIEWS) をサポ
ートする。データは2次元のテーブルの集まりと見做され、これを
リレーションと呼ぶ。テーブルは列 (COLUMNS) すなわち属性 (A
TTRIBUTES) と行 (ROWS) すなわち組 (TUPLES) より構成される。
 - ・アクセス法
シーケンシャル及びインデックスド・データアクセスがサポートされる。
インデックス (索引) すなわちキー (KEY) はデータベースと定義する
時に宣言する。然る後任意の時点での新しいキーの設定、削除も可能
である。
- 3) オペレーション・モード
熟練度の異なる広範囲の利用者をサポートすることが出来る。経験の
豊かな利用者は「コマンド」モードで直接データ管理機能を実行でき、
初心者には、「メニュー」モードを使って順次システムのガイドに従って
操作とすればデータ管理機能を実行できる。ユーザプログラムから
RIMとコミュニケーションする場合は、FORTRAN サブルーチン (A
P I --- APPLICATION PROGRAM INTERFACE) を使う。これは
RIMのオプションとして用意してあるサブルーチン・ライブラリであ
る。これらの関係を図示すると FIG-2 のようになる。

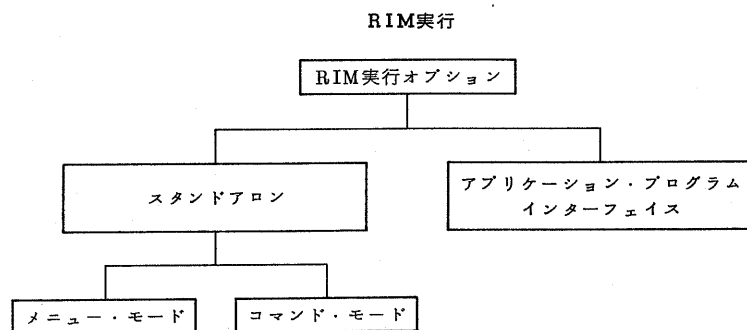


FIGURE-2

Ⅳ RIMの適用例

RIMの適用はその90%以上が所謂科学技術分野である。またIRC

情報検索 (INFORMATION RETRIEVAL) の適用も例として取りあげる。
以下に3つのRIM適用例を記述する。

1. スペースシャトル耐熱タイル強度解析システム⁶⁾

スペースシャトル宇宙船の外側は金属体で覆われているが、この外側を更に耐熱的に保護しているのがRSI (REUSABLE SURFACE INSULATION) と呼ばれる30000枚以上のタイルである。この耐熱システムの完全性を確かめる際には、各々のタイル一枚一枚の非線形強度解析 (Non LINEAR STRESS ANALYZING) が必要である。この解析システムに対する入力データは様々な角度から収集される必要がある。例えば、一枚のタイルに関するシステム入力用データを手作業で作成するのに1人日費すと見込まれた。すなわち、単純に計算してスペースシャトル一隻分の全タイル用入力データを手作業で行うと30000人日 (約120人年) の人日が必要となる。この冗長な作業を排除し、関係企業、組織に散在しているデータを体系的に集約しデータベースとして構築する為種々の努力がなされた。主たるデータ収集先はNASAラングレー研究センター、NASAエイムズ研究センター、ロッキウエル・インタナショナル社 (RI) 宇宙システム事業部等である。その他TIPS (TILE INFORMATION PROCESSING System) という別系のデータベースからの、主にタイルの物理的仕様関係のデータが収集された。 (Fig - 3)

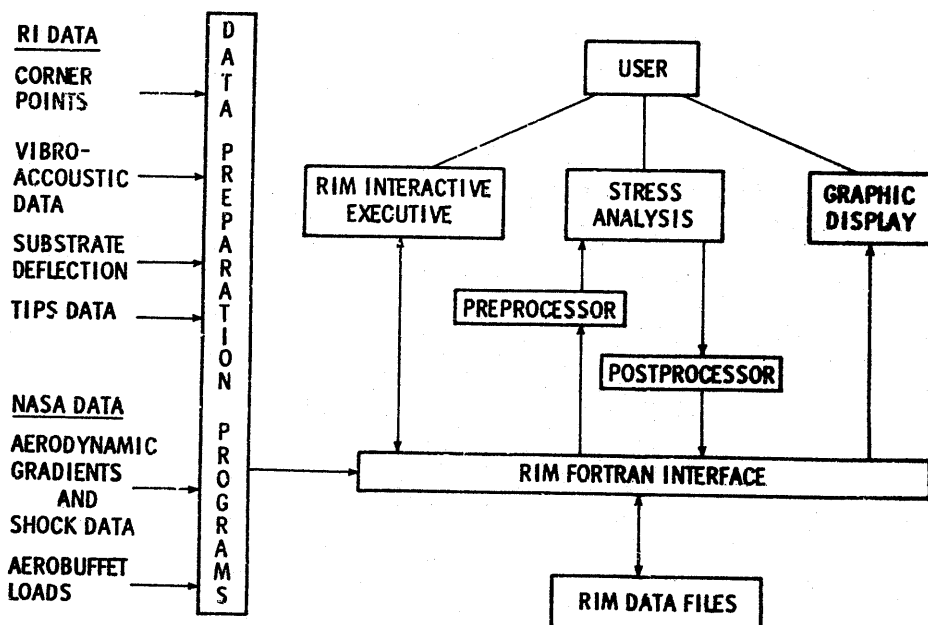


Figure 3 - Automated data management/analysis system for Orbiter tiles.

こゝに全てのデータ RIM DBMS を使ってデータベースとして構築し、基本的には3つのモードで活用した。(FIG-3)

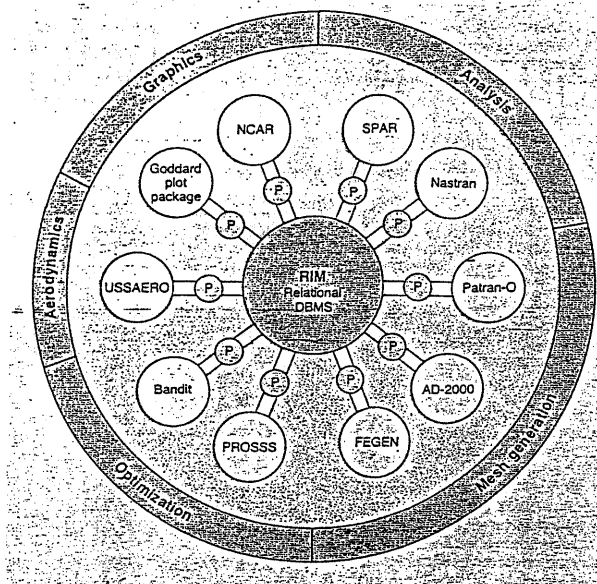
- ・ RIM データベースとインタラクティブに情報と関係利用する。又、少数のタイルの強度解析をすることも効率的かつ軽便にできる。
 - ・ このデータベースの内容を図形としてグラフィック・ディスプレイ装置上やプロッターに描き出し解析作業をする。
 - ・ 非線形強度解析アプリケーションシステムと RIM DBMS の間に各々 PRE 及び POST プロセッサを介在させて本来の解析を実行させる。
- この非線形強度解析プログラムは非常に CPU を使うことから、全体的に解析作業を進めるよりは、主としてバッチで処理する。

このシステムのデータベースは、リレーション数14、アトリビュート数は約120であるが、詳細な説明はリポート6)にある。

以上をまとめると、エンジニアリングデータの管理と非線形強度解析プログラムを組合せて、スペースシャトル宇宙船の底(LOWER SURFACE)に貼り付けてある何枚もの耐熱タイルの性能評価・解析をするための自動化(AN AUTOMATED)システムと言うことが出来る。本システムは CDC/NOS システム上で構築されたものである。

2. PRIDE システム 5)

IPAD プロジェクトに於て、エンジニアリングデータ(設計データ、解析データ、製造データ etc)をどう効率よく、冗長を排除して統合利用するか、このテーマに關しいくつかのシステムが開発されたが、NASA ラングレ研究センタの PRIDE (PROTOTYPE INTEGRATED DESIGN) もその中の1つである。構造解析を比較的に強調しているこのシステムでは、有限要素



(FIG-4)

法のメッシュ生成、オプティマイゼーション、解析そのもの、描画、空カンミュレーション等技術的にジャンルの変化する複数のアプリケーション群を1つのリレーショナルDBMSを中心にして統合設計システムを構築しようとするものである(FIG-4)。リレーショナルDBMSはエンジニアリングプログラムとPRE、POSTプロセッサを介して非常に容易に馴染み有用である。すなわち、リレーショナルにデータに接近することは、その仕組み、使い方を熟知しないうちはならない従来のDBMSと異なって、利用者にとってDBMSの仕組み・構造等は殆んど「TRANSPARENT」であり、多分

この事が技術者にとって一番重要なことである。5) このような考え方のよ
に立って RIM 自体の EPAD プロジェクトに於ける有用性を認め、結果
PRIDE システムの中核に RIM を据えたものである。RIM 自体は DEC
VAX-11/780 にあるが他のソフトウェアは必ずしも VAX-11 の上にあると
は限らない。PRIDE システムを構成しているアプリケーションプログラ
ムの内主だったものを簡単に記述する。

- AD-2000: 有限要素モデルを創る CAD/CAM プログラム。
- SPAR: AD-2000 で創られたモデルについてインタラクティブに
構造解析をするプログラム。
- NCAR: 2D, 3D, HIDDEN LINE 処理を含む図形ユーティリティー。
- PROSSS: 構造最適化プログラム。
- USSAERO: 超音速域, 亜音速域の空力設計/解析シミュレーション
プログラム。

3. 有限要素構造解析プログラムとの PRE/POST プロセッサ

ラングレー研究センタで使われている有限要素構造解析プログラム, EAL
(ENGINEERING ANALYSIS LANGUAGE) と RIM との間に PRE/
POST プロセッサを介してデータのやりとりをしている例を記述する。
FORTRAN で書かれたこのプロセッサは2つのプログラムより成る。

プログラム名は RIM2EAL (RIM to EAL) と EAL2RIM (EAL to
RIM) である。基本的な機能は比較的シンプルである。

- 有限要素モデルを EAL 自身又は他のプログラムで定義し, そのデータを
RIM に蓄える。
- RIM で管理しているモデルを EAL で解析する場合 RIM2EAL
で RIM から EAL アプリケーションプログラムの管理にとり込む。
RIM2EAL は EAL の RUNSTREAM (CDC/NOS) を自動的に作成
し実行する。
- EAL2RIM は, EAL が作成した有限要素モデル定義のデータや
解析結果のデータを RIM に蓄える。

この間 RIM のデータベーススキーマ定義によってデータの扱いは非常に簡
便になり, 従来の煩雑なデータ処理作業から解放された。

IV 今後

断片的な記述になることを承知の上で敢えてエンジニアリング・データバ
ースと銘打って適用例を含め橋を建めて来た。この種の実学的・経験的積累
の中からエンジニアリング・データベース技術の体系化をするのも上々の方法
である。

今後続いて技術確立, 体系化への努力がはたされて行くであろうが, 同時に下
記の事項も充分議論・検討されるべきであろう。

- 縦構造にも横構造にも同一言語でデータを利用できるデータベース・ネッ
トワークの構築 (通信プロトコルのトランスパランシー, HETEROGENEOUS
ENVIRONMENT への対応)。
- 従来のメディアに音声, 画像等の新しいメディアを加えた新しいタイプの
データベース機能。

- ・ データベースのより高次のレベルに於て知識ベース機能との接点がある。マンマシン・インタフェースとして自然言語に近い QUERY 言語 (ie INTELLLECT¹¹⁾) や公式言語 (FORMULAE LANGUAGE) の方が発想も出て来るかも知れない。(AI分野への、あるいは からの接近。)

一般DP部内では山積する一オのバツログ対策のトフツ2に

- ★一般ユーザへのデータベースの開示、開放
 - ★一般ユーザ自身によるシステム (ソフトウェア) 開発 を掲げている。⁹⁾
- 科学、技術分野でのユーザも決してこの状況と異なることは無いし、一アエンジニアリング・データベースへの期待、要求は大きいと見える。

ここまで本稿を御読み頂いた方々に深い感謝の意を表します。

参 考 文 献

1. 上林 邦彦: データベース研究の動向 情報処理, Vol 21, No 12, PP1242-1249, 1980
2. 大橋賢 節雄: CAD/CAMと人工知能(データベース), PIXEL, NO37, PP170-175/NO38, PP178-182
3. MILLER, Jr. R E: IPAD-INTEGRATED PROGRAMS FOR AEROSPACE-VEHICLES DESIGN CONTRACTOR'S FINAL REPORT JUNE 1984
4. FULTON, R E: IPAD PROJECT OVERVIEW, NASA CONFERENCE PUBLICATION 2143, SEPT 1980.
5. FISHWICK, P. A/BLACKBURN C L: MANAGING ENGINEERING DATA BASES, THE RELATIONAL APPROACH, COMPUTERS IN MECHANICAL ENGINEERING JAN 1983
6. GILES, G L/VALLAS M: AN AUTOMATED DATA MANAGEMENT/ANALYSIS SYSTEM FOR SPACE SHUTTLE ORBITER TILES. NASA TECHNICAL MEMORANDUM 83261
7. JOHNSON S C: PROGRAMS FOR TRANSFERING DATA BETWEEN A RELATIONAL DATA BASE AND A FINITE ELEMENT STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS, JUNE 1982, NASA TECHNICAL MEMORANDUM 84512
8. IBM REVIEW: 特集=広域のCAD/CAMの利用, 95 1985
9. 第2回 バツログ/ソフトウェア生産技術利用度調査 PP47-82, NO112, JAN 1986
10. IBM ACCESS: IBMシステム: システムに関する最新技術, SEPT, OCT 1985.
11. INTELLECT QUERY SYSTEM, USER'S GUIDE A. I. CORP. JAN 1982. (以上)