

エンジニアリングデータベースの動向

Trends of Engineering Databases

従来の定型業務に加え、非定型な業務のコンピュータ化が盛んになってきている。工場の設計業務でも、図面処理に偏っている現行CADシステムに対し、更に統合化された設計支援システム構築の要求が出ている。この統合化の中核となるのがEDBである。EDBの必要性については既に昭和50年ごろから指摘されているが、当時は技術面での発展が伴っていなかった。その後、数年前から研究開発活動が盛んになっており、実現への機運が高まってきた。本稿では、(1) EDBシステムの全体像、及び(2) EDBに対するアプローチの現状、について述べ、(3) EDBシステム構築のための技術課題を明らかにする。

中村史朗* *Fumio Nakamura*
高西忠司** *Tadashi Takanishi*
新井公雄*** *Kimio Arai*

1 緒言

ハードウェアの進歩により、新しい分野へのコンピュータの利用が盛んになってきている。新しい分野の一つとして非定型な処理が挙げられる。これまでコンピュータ化の恩恵を最も受けてきたのは、大量定型データ処理あるいは高速定型業務処理である。1時間当たり10万件を超すトランザクションを処理する座席予約や銀行窓口システム、有限要素法のような大形コンピュータで数時間ないし十数時間を要する大規模解析プログラムはその代表である。

一方、最近のコンピュータ価格の低下により、従来、コンピュータ化が遅れていた非定型業務のコンピュータ化が現実的なものとなってきた。ホワイトカラーの業務は、非定型処理業務の典型である。一般の事務作業に焦点を当てたものがオフィスオートメーション、管理者の業務に重点を置いたものが意思決定支援、工場の設計業務を対象にしたものがCAD (Computer Aided Design)である。ただ現在、普及段階にあるCADシステムは図面作成に偏っており、各種設計情報などのエンジニアリングデータを統合化した設計支援システム構築の要求が出てきている。このためには、データベースの概念が必要となり、これをEDB (エンジニアリングデータベース) と呼ぶ^{1)~5)}。

EDBの必要性についての指摘は、日本でも昭和50年には既になされていた¹⁾。しかし、それから7年を経過した現在でも、その本格的な実現はこれからという段階である。本報告では、EDBシステムの全体像及びEDBへのアプローチ状況について述べ、最後にEDBシステム実現のための技術課題に言及する。

2 EDBシステムの全体像

2.1 EDBシステムの全体構成

EDBとは、その名の示すとおり、設計を中心とするエンジニアリング業務を支援するための中核となるデータベースである。しかし、エンジニアリング業務は必然的に製造工程や生産管理と強い関連をもっている。これらを含めた広義のEDBシステムの理想の姿を図1に示す。これは言い換えれば、一貫生産支援システムである。このようなデータベース化による一貫システムの最大の利点は、情報の有機的関連付け及び有効利用にある。この様子を図2に示す。各生産活動で必要となるデータ間の関連がEDBの中に有機的に形成されており、

各活動では前段までに生成されたプロダクトデータ (製品データ) を入力データとして最大限に活用することができ、当該活動結果の情報をプロダクトデータに追加・反映する。したがって、プロダクトデータは無理なく段階的に成長してゆく。更に製品の完成時点では、このプロダクトデータは実績データとしてフィードバックされる。そしてこの実績データは、規格情報などと一緒にエンジニアリングデータとして生産の全活動 (特に、受注から設計までの活動) で参照される貴重なデータである。このように、各生産活動を進めていくことによって自然にデータベースが成長してゆく方式にしておくことが、この種の支援システムを成功させるキーポイントである。

2.2 EDBの特徴

EDBに含まれるデータの種類の分類方法の一つは、前述のように製作中の製品に関するプロダクトデータと、プロダクトデータを生成する過程で参照されるデータ (これをエンジニアリングデータと呼ぶこともある。) とに分ける方法である¹⁾。図1ではこれとは別に、コンピュータシステム上での実現状況と対比するため、以下に述べる3種類に分類した。

(1) 図形データ

製品の形状自体 (3次元) を表現するデータや、それを2次元の平面に投影した図面情報である。一般に複雑な関連をもったデータのある塊 (例えば、図面単位) を高速にアクセス (検索・更新) する必要がある。そのため、現在の汎用DBMS (データベース管理システム) でそのデータ構造を忠実に反映した形で管理するのが、性能上難しいデータである。したがって、ターンキーシステムに代表される現行CADシステムは、ほとんど専用ファイルによっており、柔軟性に欠ける点がユーザー側の不満である。すなわち、ユーザーが図形要素に種類の属性を付加するようなことは難しい。

(2) エンジニアリングデータ

既作・既納品の設計諸元や主要寸法などのデータ、品質管理データ、生産技術データ、規格類のデータなど、図2の生産の各過程で参照されるデータ、及び受注仕様、設計条件や設計値など製作中の製品に関するデータである。3種類のデータの中では、最もコンピュータ化が遅れている部分である。検索は一般に非定型である。

* 日立製作所システム開発研究所 ** 日立製作所土浦工場 *** 日立製作所生産技術部

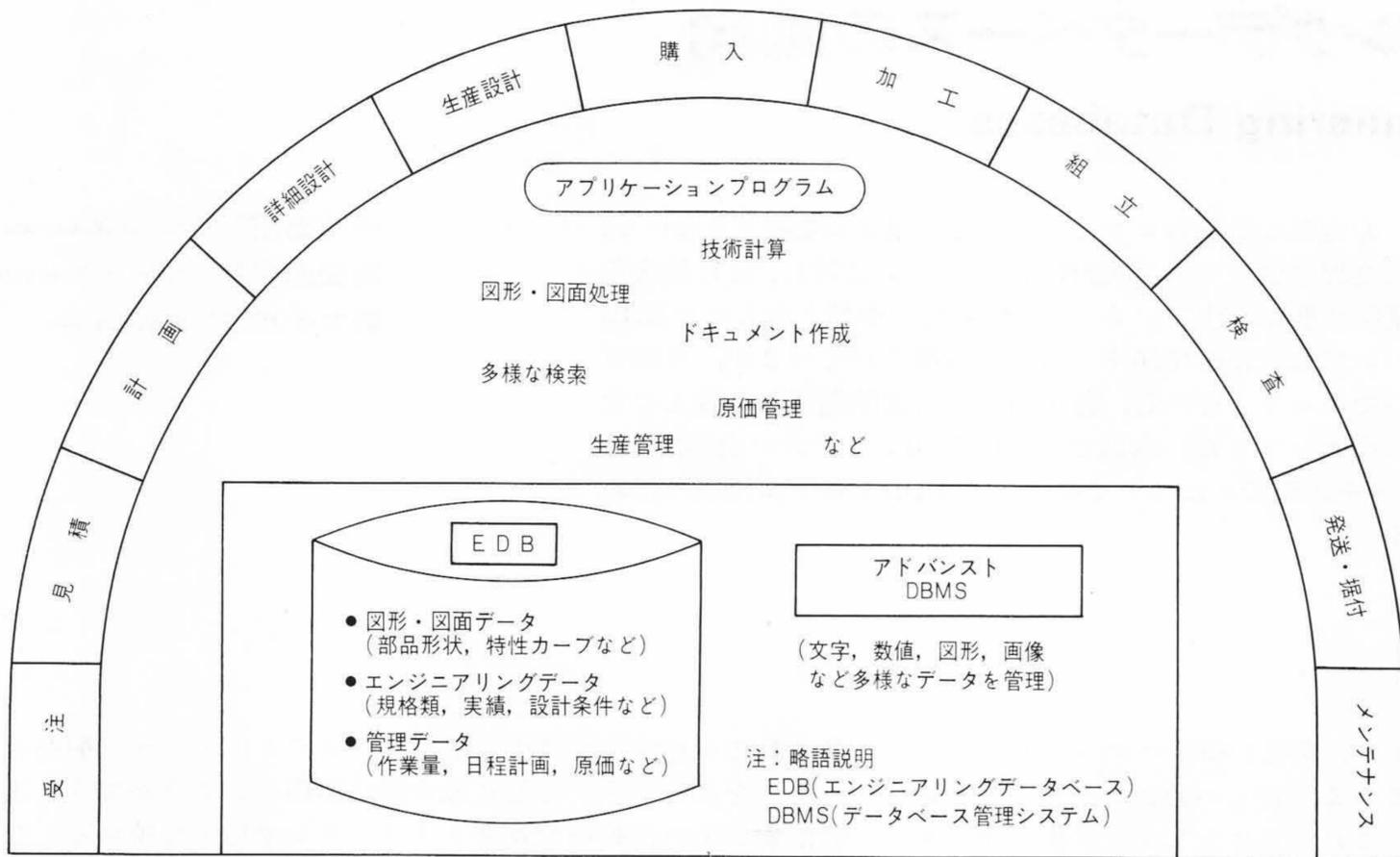
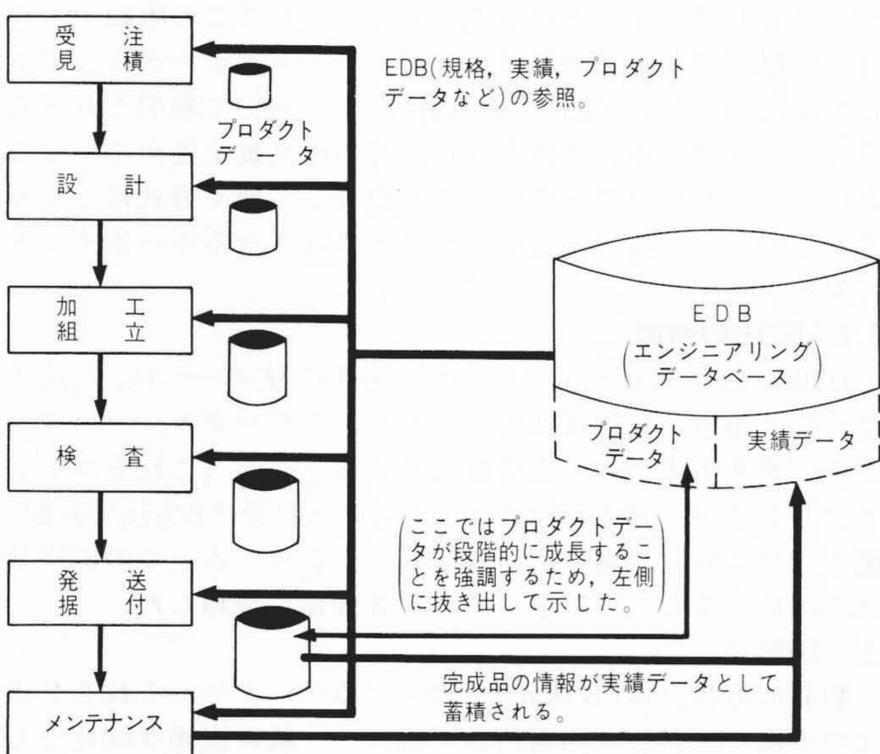


図1 EDBシステムの理想像 生産活動の過程で発生する多様なデータ(EDB)を効率良く管理するDBMSの上に、各生産活動を支援する一貫したソフトウェアシステムが構築される。



注：→ (業務の流れ), ⇨ (データの流れ)

図2 EDBの段階的成長とフィードバック 各生産活動間のデータ関連が有機的に付けられているため、各活動では前段の情報を最大限に利用でき、結果の情報を追加する。したがって、プロダクトデータは無理なく段階的に増加してゆき、更に完成時点で実績データとしてフィードバックされ、次の製品生産時の参照データとして活用される。

(3) 管理データ

生産管理、原価管理などで必要となるデータである。これは現在事務処理システムの範ちゅうとして、従来の汎用DBMSを用いて多くの企業でオンラインデータベースシステムとして実現されている。このデータの特徴は比較的定型的なアクセスが多い点にあり、前記(2)と対照的である。

以上述べたように、3種類のデータのアクセス形態は異なる特性をもっており、特に一つのDBMSにより(1)の図形データをも含めた形での統合化は、現在のデータベース技術では難しい。この解決のための技術課題については4章で述べる(なお、従来の事務処理システムとエンジニアリングシステムでのデータベースの特徴比較が、文献6)で述べられている)。

3 EDBへのアプローチ状況

EDBに関する議論は、この数年相当盛んになってきている。これは、ターンキーCADシステムに代表される図面の清書に重点を置いたCADシステムが、現在普及段階にあることと無縁ではない。すなわち、現行CADシステムに対する反省及び新しいニーズが、このような議論を生み出している。

EDBについては、早くは1975年から1977年にかけて情報処理振興事業協会で調査委員会を作り調査が行われた¹⁾。ここでの指摘事項は、現在でもほとんどすべて今後の課題として当てはまる。1979年5月には隔月刊紙“Computer-Aided Design”がCADデータベースの特集を行ない⁴⁾更に、1981年9月にはIFIP (International Federation of Information Processing) ワーキンググループ 5.2 の主催でCADデータベースの特集会議が開催された³⁾。同じく1981年には、日本情報処理開発協会の調査委員会で、設計上流に重点を置いた CAE (Computer Aided Engineering) に関する調査を行ない、その中で EDB に言及している²⁾。また、1983年5月には米国の学会 ACM (Association for Computing Machinery) のSIGMOD (Special Interest Group on Management of Data)主催のデータベース会議の前に、同じ場所で EDB の特集会議が開かれる。

以上の活動では、大半が図形データのデータベース表現と管理に重点を置いている。これは、特に機械系製品の生産では図形情報の果たす役割が大きいことと、2章で述べたように図形データベースの管理が性能面で難しいことが理由だと考えられる(ただし、EDBは図形データ以外に多くの重要なデータを含む点は注意を要する)。しかし、その多くは論文レベルでの提案にとどまっており、一部で実験レベルにあるのが現状である。これら活動内容の主なものをまとめると、以下ようになる。

(1) Philips社では、PHIDAS⁷⁾と呼ばれるDBMSの上に、部品の詳細図作成、ツール作成及びNC(数値制御)テープ作成を行なうPHILIKONというシステムを開発している。PHIDASは、CODASYL (Conference on Data Systems Languages) 準拠のネットワーク形データベースをサポー

トしている。PHILIKONで用いる図形情報としてPHIDASでは、**図3**に示すような情報をデータベースとして管理している⁷⁾。コンピュータはPDP11/60をPHILIKON専用とし、グラフィックディスプレイを最大4台まで接続できる。

(2) ノルウェーのCentral Institute for Industrial Researchでは、TORNADO^{3),8)}という同じくCODASYLのネットワーク形のデータベースをサポートするDBMSを、船舶用CADシステムAUTOKONとの関連で1978年に開発した。更に1980年には第2バージョンが完成している。この新版は、北欧4箇国のCADプロジェクトGPM(Geometric Product Models)向けであり、FORTRANVで1万2,000行程度の規模である。現在GPM関連で北欧の五つの研究機関で使われており、使用コンピュータはそれぞれ、NORD100, PRIME, DEC VAX, CDC CYBER, IBM3033である。PHIDASにしてもTORNADOにしてもまだ実験システムであり、商用ではない。したがって、同時に使用できるユーザー数などはごく限られている。

(3) 上記とは全く異なるアプローチであるが、それぞれ独自の図形ファイルをもち商用化されているCADシステム間で、図形データのやり取りができるように標準インタフェースの設定をしようという動きがある。これは当初、Boeing社とGE社が進められた。その後1981年にIGES(Initial Graphics Exchange Specification)の名で、ANSI(American National Standards Institute)により標準として採択された⁹⁾。IGESは、その名に示すとおり仕様でありソフトウェア自体ではない。IGESの位置付けを**図4**に示す。IGESでは図形データをカード形式に展開して交換するように規定している。そのため、各CADシステムでは自システムで管理している図形データを、IGES仕様のデータ形式に変換したり、IGES仕様で受け取ったデータを自システムのデータ形式に変換するためのソフトウェア(プリ/ポストプロセッサ)を作成する必要がある。IGESが生まれた背景には、米国では多種のCADシステムが普及しており、同じ会社で2種類以上のシステムを導入しているところも多いことが挙げられる。

(4) 日立製作所では、社内的に以下に述べるような活動を通じ技術の蓄積を図っている。

(a) 社内にモデル工場を幾つか設定し、現在データベース化が最も遅れており、かつデータベース化のメリットが大きい**2.2**節で述べたエンジニアリングデータを中心に、設計支援システムを開発中である。データベースの管理には、現在日立製作所で製品開発中のリレーショナルDBMSを使用する。

(b) アプリケーションサイトごとの設計支援システム構築を効率的に行なうため、各サイトで共通に使える汎用機能を抽出し、社内利用のための実験システムを開発中である。この中には、**4.2**節で述べるEDBをベースとした設計ドキュメント作成支援システムなどが含まれる¹⁰⁾。(1), (2)共昭和58年中に一部稼動する予定である。

(c) 更に長期的には、**4.1**節で述べる図形データ管理機能の開発に取り組む予定である。

4 EDBシステムの技術課題

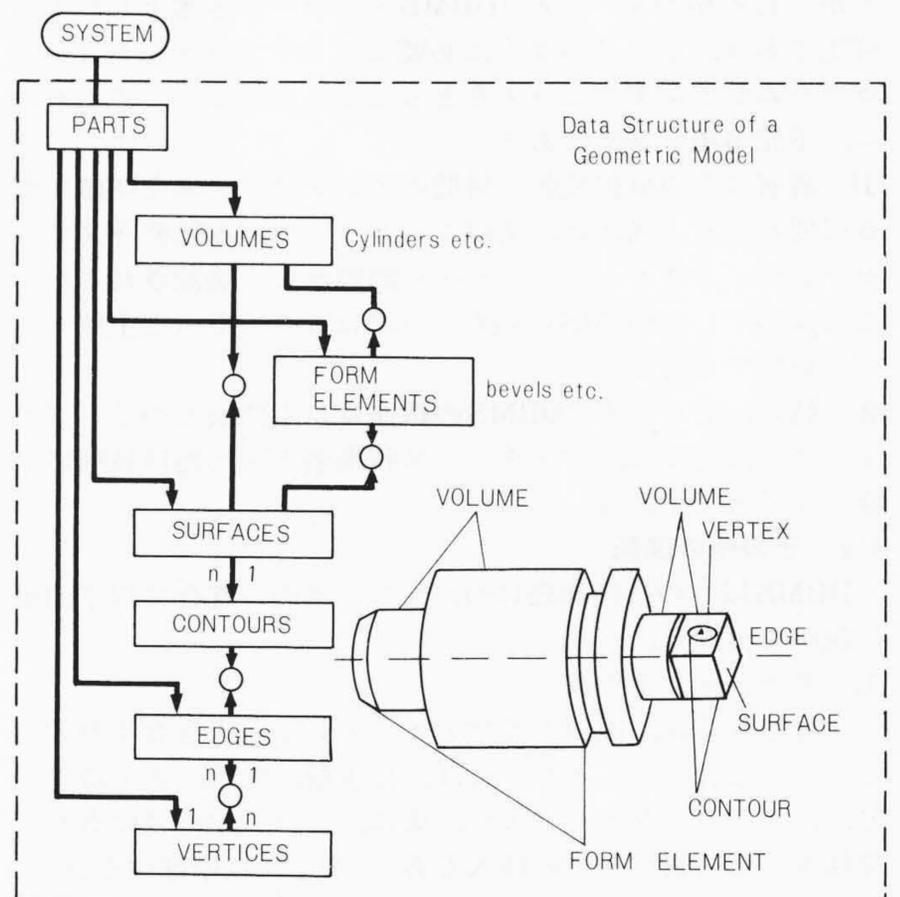
図1で示したように、EDBシステムでは見積や設計など各種業務を支援するため、図形処理、ドキュメント作成、技術計算など多くの処理が必要である。以下では、各アプリケーションサイト(工場レベルあるいは製品レベル)でEDBシステムを構築する場合の技術課題の主なものについて、特にデータベースとの関連で述べ、汎用機能を準備可能なものにつ

いてはそれを明らかにする。

4.1 DBMS

図1に示した3種類のデータは、**2**章で述べたようにそれぞれ異なるアクセス特性をもつ。また、その中の管理データについては、生産管理システムなどでオンラインデータベースシステム化されており、これを別のシステムに作り替えるのは容易ではない。したがって、**図1**の統合データベースについては、物理的にただ一つのDBMSで管理するというよりも、各データ間の論理的なつながりと整合性をとると解釈するのが現実的である。

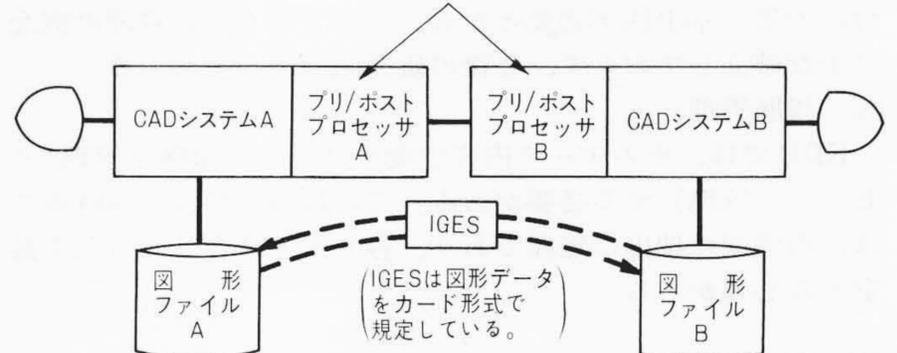
エンジニアリングデータについては、これまでデータベース化が遅れていた部分である。この特徴は、非定型なデータアクセスとデータベース構造への変更要求が事務処理システムに比べ多い点にある。一方、処理の頻度は多くない。したがって、エンジニアリングデータの管理には、従来の階層やネットワークなどの構造形DBMSに比べ使いやすさと柔軟性を特徴とするリレーショナルDBMSが機能面では最適で



注：参考文献7)から引用

図3 PHILIKONでの図形データ PHILIKONは詳細図作成やNCテープ作成を行なうため、Philips社で開発され、PHIDASと呼ぶネットワーク形DBMSを用いている。

IGES仕様データへの変換、及びその受取りのためCADシステムごとに作成する。



注：略語説明 IGES(Initial Graphics Exchange Specification) CAD(Computer Aided Design)

図4 IGESの位置付けと役割 米国では多種のターキーCADシステムが普及しているため、それらの中で図形情報を交換できるようにするために、標準のデータ形式を定めたのがIGESである。ANSIで標準として採択されている。

ある(ただし、性能面では今後更に評価が必要)。見積や設計時での試行錯誤的なデータアクセスをサポートできるエンジニアリングデータのデータベースの構築が各アプリケーションサイトでの今後の課題である。

一方、図形データの管理は現在のデータベース処理技術では難しい。仮にデータベースマシンが実用レベルになったとしても、検索はよいとしても大量データの更新には問題がある。したがって、現実的な解決策としては、従来のCADシステムが行っている図形データの操作部を汎用化することが考えられる。その様子を図5に示す。従来のCADシステムでは、アプリケーションプログラムを除く各階層の処理が混然一体となっていた。同図で、従来のDBMSは図形データについては大きなデータの塊として取り扱う。したがって、図形データの取得は数回程度のディスクアクセスで可能となる。このようにして取得された図形データは主メモリに展開され、主メモリ内データ用DBMSによってその構造の認識と管理が行なわれる。これにより、図形データに対する属性の付与などが、主メモリ内データ用DBMSへのデータ定義として実施可能であり、また各層ごとに必要に応じアプリケーションプログラムがインタフェースをとることもできる。このためには、下記事項が必須である。

(1) 各層ごとの分担機能と層間のインタフェースを明確にする必要がある。例えば、文献レベル^{3),4)}では図形データでのセマンティックインテグリティの問題がよく議論されるが、これは必ずしもDBMSの範ちゅうではなく、もっと上位レベルの責任でもある。

(2) 特に、主メモリ用DBMSの機能及び上位層とのインタフェースの設定には、データベース技術者と図形処理技術者の協力が不可欠である。

4.2 その他の課題

DBMS以外の技術課題については、紙面の都合で以下簡単に説明を行なう。

(1) ドキュメント作成

設計過程では、図面と並びドキュメントが大きな出力である。この設計ドキュメントには、日本語、帳票、式・特殊記号、図・グラフなどが含まれ、更に、データベース検索や計算結果など可変データの挿入もあり、多くの技術課題を含む。これについては汎用機能の開発が可能であり、現在社内で実験システムを開発中である¹⁰⁾。

(2) プログラム管理

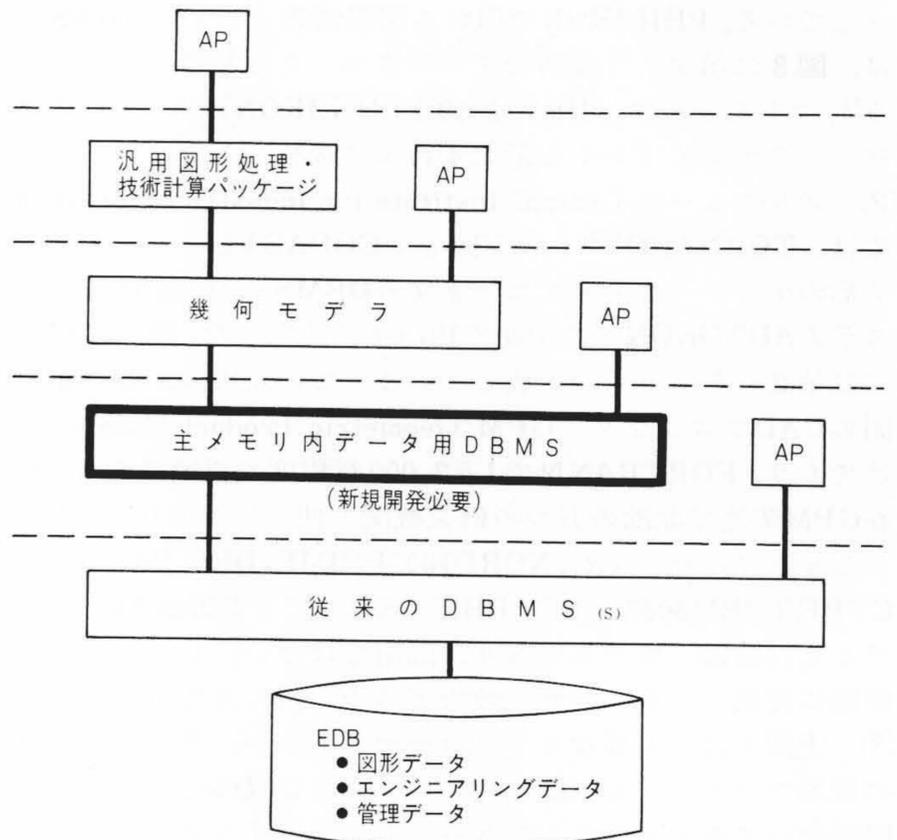
計算機利用の歴史を見ると、事務系では常にファイルを中心とした処理であったのに対し、技術系では計算(プログラム)自体に重点が置かれてきた。したがって、プログラム(サブルーチン)の蓄積が大きな財産であり、これを有効に関連付け使用する手法が必要となる。このプログラム管理の概念はまだ確立しておらず、今後の研究開発が必要である。

(3) 履歴管理

EDBでは、そのデータ内容の変遷に対する履歴を管理(リビジョン管理)する必要がある。これについては、現時点では汎用機能の抽出は無理であり、各サイトに合った方式を設定する必要がある。

5 結 言

緒言で述べたように、EDBの概念は既に7年前に出されてはいるが¹⁾、現象的に見ればその実現はまだこれからという段階である。しかし、これは決して悲観すべきことではなく、この間EDBシステム実現に向けて徐々に機が熟しつつあると



注：略語説明 AP(Application Programs)

図5 多層化による図形データ管理 従来のDBMS(複数の場合もある)は、図形データ構造の認識は行なわず、データの塊として主メモリ内データ用DBMSに渡し、そこで構造の認識・操作を行なう。主メモリ内データ用DBMSの新たな開発が必要となる。

見ることができる。その一端は、最近の論文・調査発表活動に見ることができる²⁾⁻⁴⁾。EDBシステム実現のためにはまだ解決しなければならない課題も多いが、今後各企業ともEDBを指向したアプローチを採用するものと思われる。日立製作所でも、研究所と工場が協力し、本論文中で述べたようにモデル工場での設計支援システムの開発や、そのための汎用機能の開発などを通じ技術の蓄積を図っている。

参考文献

- 1) エンジニアリング・データベース・システム調査報告書、情報処理振興事業協会(昭51-3,昭52-3,昭53-3)
- 2) CAE(Computer Aided Engineering)に関する調査研究報告書、日本情報処理開発協会(昭57-3)
- 3) File Structures and Data Bases for CAD(Proc. of IFIP WG 5.2 Working Conf.) North-Holland Pub. Co. (1982)
- 4) Computer-Aided Design, 11, 3 (CADデータベース特集号)(May 1979)
- 5) 木村：エンジニアリング・データベース、精密機械, 47, 11 (昭56-11)
- 6) T. Sidle: Weaknesses of Commercial Database Management Systems in Engineering Applications, Proc. DA Conf. (1980)
- 7) W. Fischer: PHIDAS-A Database Management System for CAD/CAM Application Software, Computer Aided Design, 11, 3 (May 1979)
- 8) S. Alfsby, et al.: TORNADO: A DBMS for CAD/CAM Systems, Computer-Aided Design, 13, 4 (July 1981)
- 9) IGES Final Draft, ANSI Committee Y 14 (June 1981)
- 10) F. Nakamura, et al.: Design Document Generation from Engineering Databases, Proc. of InterGraphics '83 (April 1983)