

講座

データベースの実際 (6)

—部品表を中核とした DB/DC システムについて—

塩谷 勝* 狩谷 哲生* 大塚 一郎*

1. 背景

モータリゼーションの到来による車両型式の多様化と生産台数の増加は、昭和 40 年を境に大きな転機をむかえることになった。昭和 40 年のクラウンのモデルチェンジを期に、ワイドセレクションという名の新しい体制が生まれ、車両仕様の多様化の第一歩を踏み出したのである。その後も仕様の多様化はますます進展し、昭和 45 年 12 月に発売されたセリカは、限られた組合せしか持たない従来型の製品企画を脱して、無限の組合せを可能とする新しい型の製品企画を生み出した。

この様なモータリゼーションの進展——仕様の多様化——に対処するために、種々のコンピューターシステムを開発してきた。

昭和 41 年 12 月に大衆乗用車の専用工場として新設された高岡工場において、同工場の車両組立管理、塗色管理、部品同期化指示などを行なうため、工場管理用電算機を導入してアッセンブリーラインのオンラインリアルタイムコントロールを開始した。その後全乗用車工場について、次々にアッセンブリーオンラインコントロールシステムを実現した。

昭和 45 年のセリカの発表に際しては、種類数 1 億というフルチョイス車を対象に、デイリーに顧客からのオーダーを受け入れ、デイリーに生産ラインにつなげて車両として実現し、タイムリーに配車、販売するというシステム——デイリーオーダーシステム(DOS)——の開発を行なった。その結果、顧客が自分で創る車を、近接しやすい価格で、しかも極めて短い納期で顧客に対して提供することに成功した。

この様にして、受注—生産—販売のシステムを、多様化の進展に合わせて開発し、完成させたのである。

残された問題は、生産・販売活動など企業活動の原

点である技術情報の管理である。一般に製造工業ではほとんど全ての企業活動が技術情報をその出発点としている。したがって企業活動の管理水準をレベルアップしていくためには、その源にある技術情報管理のレベルアップを図る必要に迫られたのである。

以下に、当社で開発した「部品表システムを中核としたデータベース・データコミュニケーション(DB/DC)システム」について、部品表の機能および自動車工業における特徴、部品表システムの開発、実施、成果を述べ、将来構想について触れる。

2. 部品表の機能と本システムのねらい

部品表を中心とする技術情報および関連する企業活動について簡単に説明する。

図 1 は、技術情報の主要なものの相互関連を示したものである。まず製品企画の段階で、車両開発に関する大日程と開発車両の仕様を明示する「開発車両指示書」が呈示され、この情報に基づいて設計活動がなされる。部品・車両の設計活動は、部品の形状・要求品質などを「図面」としてあらわし、更に製造工程が検討され決定される。

これらの技術～製造情報を車両の機能(エンジン、ミッション、…)に集大成したのが「部品表」である。この部品表は、

- ① 車両と部品との関係、
- ② 部品と部品との関係、

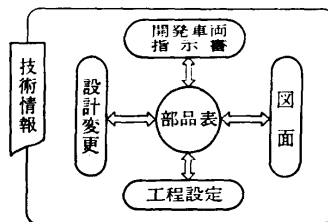


図 1 技術情報の相互関連

* トヨタ自動車工業(株)電算部

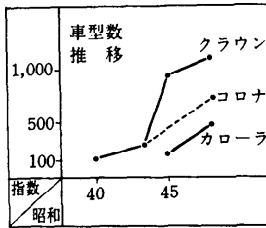


図2 製品の多様化の進展

③ 部品工程表として、単体部品から車両に完成されるまでの製造工程、

④ 部品の内容 (品名, 材質など)

の4つの内容を定義する機能を有していると言える。

更に技術情報の変更は、「設計変更通知書」によって関係部署に徹底される。

この技術情報をもとにして、機械・治工具・検査基準の検討などの生産準備活動をはじめとして、受注、生産指示、外注部品の契約・手配などの生産購買活動、販売活動および原価・品質保証活動がなされる。

即ち、技術情報の中核としての部品表は、更にまた企業活動の原点として位置づけられるのである。

企業活動の出発点である技術情報は、部品表を取り巻いて製品企画・設計・生産準備・生産・販売・品質・原価など企業活動の全てに関連しており、自動車工業における技術情報としての部品表は、企業活動の全分野に関連した基本的且つ中枢的な情報システムとしてとらえることが出来る。このため部品表システムは、単に部品表データの電算化だけでなく、技術情報全体およびその利用・展開業務全般の検討の上に立って実施されなければならない。

部品表システムが機能するためには、階層的データ構造とすること、データ管理を集中的に行なうこと、および適用業務の統合化が必要であり、これらを通してデータベース・データコミュニケーションシステムを確立し、真に経営に寄与する価値あるシステムを完成させる事が最大のねらいである。

一方図2にみられるように、車型の増加、同一車種の中での仕様の増加は著しく、ワイドセクション、フルチョイスに代表される仕様の超多様化への指向は技術情報自身をいやおうなく増大させている。反面、自動車産業の特徴として、車種間における部品の共用化が進められ部品の横並びの管理が非常に重要である。

こうした仕様の増大と部品の共用化という管理上相対立する要因と、他方において図3に示される様な部

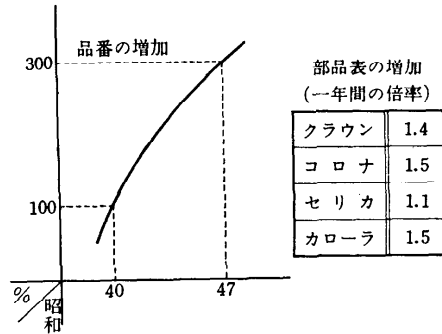


図3 技術情報の増加

品点数の増大がからみあって、情報全体の管理を複雑にしている。技術情報を伝える部品表の量も、図3に示す如く大幅に増加し、事務処理を困難にしている。

これらの問題点を解消するため、技術情報の電算機管理による効率化と管理レベルの向上を図ると共に、技術者をペーパーワークから解放し、より創造的な仕事に邁進させることを可能にすることが、サブシステムとしての最大のねらいである。

3. 自動車工業の部品表の特徴

自動車工業に限らず一般的に部品表システムの特徴は、その検索方法にあると言える。6つの基本的な検索手法が必要であり、図4の部品構成を例に説明する。

① Single Level Explosion (SLE)

組立部品の直接の構成部品を知るための、最も基本的なタイプの検索手法である。1つの組立部品が分解されて直接の構成部品と、それぞれ1組立部品当りの数量を得る。例では、アッセンブリー部品「A」の構成部品は「B」、「C」、「1」であり、使用個数はそれぞれ1個であることがわかる。

② Single Level Implosion (SLI)

ある部品の直上の親部品 (Where-Used) を探すために用いられる手法である。例では、部品「2」の親部

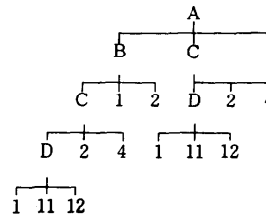


図4 部品構成

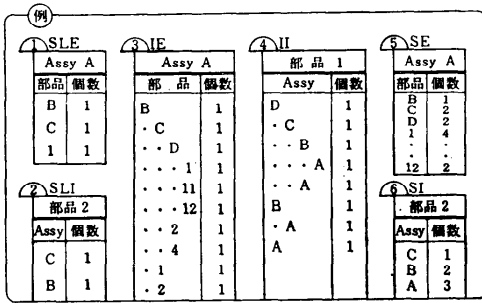


図 5 6つの検索例

品は「C」と「B」であることがわかる。親部品「C」および「B」を作るのに必要な部品「2」はそれぞれ1個である。

③ Indented Explosion (IE)

ある組立部品について、下位レベルにまで多段階にわたって完全に分解する検索手法である。例えば最高位の部品「A」についてこの展開を行なえば、「A」を構成している全ての部品とその構成状況を知ることが出来る。「Indented (凹凸)」という語は印刷結果から来ている。なお、最初の組立部品の数量に各構成部品の数量を掛け合わせれば、各構成部品の総必要量を得ることが出来る。

④ Indented Implosion (II)

ある部品について、それが使われている親部品を、そして次にはその親部品が使われている更に高いレベルの組立部品をといた順序で、次々に最高のレベルまで多段階にわたってたどっていく検索手法である。

部品が使用されている部位を知り、設計変更の及ぶ範囲を知るのに有効である。例では部品「1」が使用されている部位の全てが表現されている。

⑤ Summarized Explosion (SE)

製品または組立部品を全ての多段階下位レベルにまで完全に分解し且つ全ての部品の数量を集約して取り出す検索手法である。例ではアセンブリー部品「A」を1個作るのに必要な部品は、「B」、「C」、「D」、「1」、…、「12」であり、必要量はそれぞれ1個、2個、2個、4個、…、2個であることを知ることが出来る。

⑥ Summarized Implosion (SI)

部品を直接あるいは間接に使用している全ての組立部品とその総数量とを知るために用いる検索手法である。これを拡張すれば、ある部品のコストの増加または減少が最終製品のコストにどのような影響を及ぼすか

	グレード	エンジン(cc)			ミッション					ボデー		
		1200	1400	1600	4	5	5	5	5	2ドア	4ドア	クーペ
カ ロ ー ラ	スタンダード	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	デラックス	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ハイデラックス	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	SR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	SL	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

⊕ オプション(例:ラジオ, 時計, 衝撃吸収式ハンドル……)

図 6 製品仕様の組合せ

を調べることが出来る。

次に部品表の自動車工業固有の特徴をまとめてみると次のものを挙げる事が出来よう。

まず、①製品の種類が多様であり且つ部品点数が膨大である。一方、プロジェクト間(クラウン, コロナ, …)及び製品間の部品共通化が盛んであるという特徴がある。これらの特徴を生かして、次の様な部品表のモデル化が可能である。

すなわち自動車における最終製品としての車両は、図6に示す様な仕様、機能の組合せの結果として実現される。顧客の手に渡る最終製品 ($W_1, W_2, W_3, …$) は次の形で表現される。

$$\begin{aligned}
 W_1 &= \text{スタンダード} + 1200 \text{ cc} \\
 &\quad + 4 \text{ 段ミッション} + 2 \text{ ドア} + \dots \\
 W_2 &= \text{ハイデラックス} + 1400 \text{ cc} \\
 &\quad + 4 \text{ 段ミッション} + 4 \text{ ドア} + \dots \\
 W_3 &= \text{SR} + 1400 \text{ cc} \\
 &\quad + 5 \text{ 段ミッション} + \text{クーペ} + \dots
 \end{aligned}$$

これらに顧客が選択するオプションを加えると、組合せ数はカロラで数万種類にも及ぶ。フルチョイス車セリカでは、1億以上に達している。

製品 ($W_1, W_2, W_3, …$) を構成する部品点数は数万にも及ぶが、図7にみられる様に $W_1, W_2, …$ の製品間には部品の共有化がみられ、共通の部品構成が多

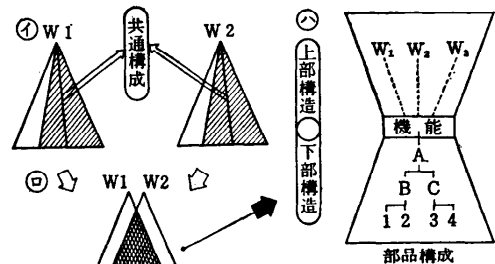


図 7 部品表の構造化

い。これらの共通構成を「機能」として統合し、この機能の組合せとして最終製品を定義する。この組合せを、「上部構造」と呼ぶ。一方共通の部品構成を「下部構造」として定義することが可能である。

この様に技術情報としての部品表を上部構造と下部構造とに分割し、「機能」部分で2つの構造のインターフェイスを持つことにより、最終製品の無限の増加に対処しうるものであり、最終製品1台毎の部品構成を保有するよりも情報をはるかにコンパクトになる。

その他の特徴として、①定期的にモデルチェンジがあり、開発車両としてのプロジェクトが設定される。②技術設計上の部品構成と製造工程上の部品構成との差異がある。③設計変更において設計と製造各工程とにタイミングのずれがみとめられる事などがある。

即ち、仕様の多様化と定期的モデルチェンジという特色に対して、一方では、自動車産業特有の大量生産方式と部品の共有化という相対する特徴を包含していると言える。ここに自動車工業の部品表システムの難しさがあると同時にシステム開発の重要性がある。

4. 部品表システムの開発

技術者をペーパーワークから解放し、より創造的な仕事に進進させると共に、自動車工業における技術情報としての部品表を、企業活動の全分野に関連した基本的且つ中枢的な情報システムとするというシステムのねらい、および前述の部品表の特徴をふまえて、部品表を中核とする DB/DC システムの開発に着手したが、システム開発の基本的考え方として次の6つのポイントをあげることが出来よう。

即ち、システムにおける「柔軟性」・「単純性」・「発展性」・「連携性」・「信頼性」・「機密性」の各要素が重要であり、これらのポイントを解決してゆくためにはアプリケーションウェア、ハードウェア、ソフトウェアの3つの側面からの開発、検討がなされなければならない。これらの3つの側面にバランスがとれ、三位一体となってはじめて大規模且つ複雑なシステムが実現する。

アプリケーションウェアの側面では、全社的サーベイを中心とするシステムの位置づけ、DB の構造化に十分の検討期間をかけると共に、システムの拡大発展に耐えうる様システムの「柔軟性」、「連携性」を重視し、全社的な開発推進体制の確立に努力が払われた。技術部門、生産管理部門、電算部門によるプロジェクトチームを編成して開発にあたり、5年の歳月をかけ

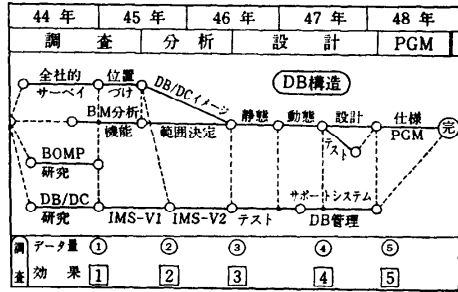


図 8 開発経過

て部品表システムの中心部分である第1次システムを完成した。開発経過は、図8に示す通りである。

一方ハードウェアの側面では、大量のデータファイルの格納およびそれらのオンラインによる検索が大前提であり、要求される「信頼性」を主眼に大容量の DASD、使いやすい性能の良い端末機器の検討を進めた。

ソフトウェアの側面では、部品構成が効率よく扱えることが大前提であるが、他業務への「発展性」、「機密性」を重点に長期間にわたり IBM 社の BOMP (= Bill of Material Processor), IMS-V1 (= Information Management System), IMS-V2 などの比較検討を行なった。部品表の基本的機能については、BOMP, IMS とも満足することが出来た。ところが BOMP は、部品表専用のソフトウェアであり発展性が閉ざされている。

一方 IMS は、他業務への拡張性に富み、本システムのねらうデータベースの確立に適合したシステムであること、正確且つ最新の情報を利用者に対してリアルタイムで提供できるオンラインの機能をもつこと、および高水準言語をサポートするためプログラム開発が容易であることなどから、DB/DC システム確立のためのソフトウェアとして IMS-V2 の採用を決めた。

5. IMS-V2 と部品表システム

5.1. IMS-V2 の機能

次に部品表システムの中心のソフトウェアである、IBM 社の IMS-V2 の機能について述べる。

IMS は、データベース及びデータコミュニケーションの分野での適用業務システムを取り扱い、情報の作成、変更、拡張を容易にし、集中化された大規模の情報への照会やメンテナンスの要求を満たすために

開発されたコントロールシステムである。

IMS-V2 は、データベースの機能、データ通信の機能および回復機能の3つから成り立っている。

まず、データベースの機能については、IMS のデータ構造は階層構造を採用しており、HSAM(=Hierarchical Sequential Access Method), HISAM (= Hierarchical Indexed Sequential Access Method), HDAM (=Hierarchical Direct Access Method), HIDAM (=Hierarchical Indexed Direct Access Method) の4つのデータ編成を扱う専用の言語である DL/I (=Data Language/I) をもっており、データベースの定義、作成、アクセス、維持の機能がサポートされる。一般に論理データ構造は、1レコード中の各フィールドがキーフィールドとのみ意味ある関係をもつ「単純構造」、トリーの1つの分岐はそのトリーの他の分岐とは関係をもたない「階層構造」およびトリーの分岐の間に関係をもつ「ネットワーク構造」とに分けられようが、部品表システムに要求されるネットワーク構造は、階層構造によって表現が可能である。

次に IMS-V2 のデータ通信の機能は、メッセージ処理においてプログラムのスケジューリングを制御し、会話モードの処理、メッセージ交換などを行なう機能をもつ他、システムの構成変更を可能にする機能を有している。更に、システムにとって重要な機密保護については、トランザクションおよび端末単位に Security の設定が可能であり、またパスワードの機能によってデータの Integrity と Security を確保しデータの統合化を可能にしている。

加えて、データの共同利用というデータベースの特徴を満たす IQF (=Interactive Query Facility) という、Query 言語を有しているのが特徴的であると言えよう。

回復機能についても、Checkpoint/Restart の機能および各種の Data Base Recovery の機能をシステムが持っている。

5.2. 6つの検索

ここでは、部品表システムに要求される6つの基本的な検索を IMS-V2 を使って満足させる方法について、図9の部品構成に基づいて述べる。

6つの検索の条件を満足させるためには、図10の様な論理データ構造を持てばよい。そこで IMS ではポインターセグメントとターゲットセグメントという概念を利用して構成部品セグメント (CP) および使用箇所セグメント (WU) の機能を1つのセグメントタ

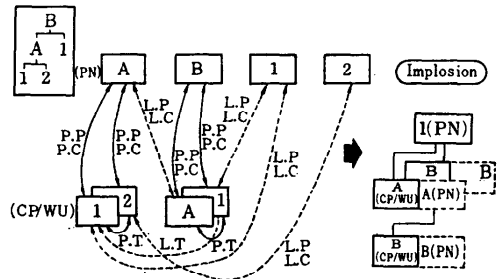


図9 IMSによる部品構成の持ち方と展開

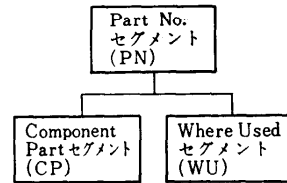


図10 論理データ構造

イプに持たせることが出来る。このセグメントタイプを「CP/WU セグメント」と呼ぶ。

単一レベルの部品構成 (Single Level Explosion) は、物理子 (Physical Child—PC) および物理兄弟 (Physical Twin—PT) の関係により、主部品をその CP/WU セグメントと結ぶことにより作り出される。

単一レベルのどこで使われているかという情報 (Single Level Implosion) は、論理子 (Logical Child—LC) —論理兄弟 (Logical Twin—LT) の関係により、主部品から CP/WU セグメントをたどることにより得られる。

図9において、PN セグメント「1」は部品「A」および「B」に使用されており、単一階層構造としてこれらの関係を示している。従属セグメント (Dependent Segment) はポインターセグメントおよびターゲットセグメントを結合したものである。ポインターセグメント中のデータは、インターセクションデータである。

同様に、PN セグメント「A」は、部品「B」に使用されており、階層構造として示すことが出来る。一方 PN セグメント「B」は、部品「A」および「1」を構成部品としており、CP/WU セグメントは物理的には PN セグメントの下に存在し、部品の構成データを示している。

5.3. システム設計

次に、前述の部品表モデルを、IMS というソフトウェアによっていかに適合させたかについて述べる。

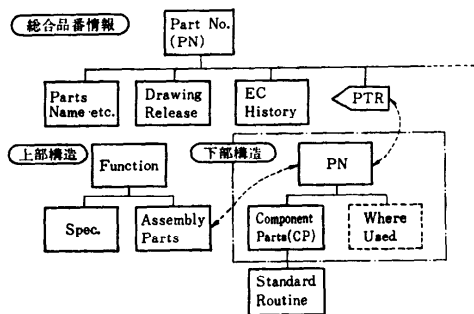


図 11 データベースの構造

部品表システムの特徴およびシステム設計の基本思想に立って設計された IMS-V2 によるデータベースの構造は、図 11 のとおりである。データベース構造を決定するに際して、①情報の一元化、②データの集中管理、③検索の迅速化の3点に考慮が払われた。

具体的なデータベース設計のポイントとして、次の点を挙げる事が出来る。

① 部品表は企業活動の中核の情報であるから、関連業務の統合化、総合化、一元化を可能とし、発展性を考慮し、部品番号に関する情報を管理する「総合品番情報データベース」を設定した。

IMS のデータベースは、データベースレコードがその基本となる、論理データ構造である。この論理データレコード内にあるいくつかのセグメントの中で、どのセグメントにも従属しない「Part No. セグメント」を根セグメント (=Root Segment) と呼ぶ。その他のセグメントは従属セグメント (=Dependent Segment) という。総合品番情報データベースにおいては、Part No. セグメント以外は、全て従属セグメントであり、Part No. セグメントと親子関係を有している。

② 定期的なモデルチェンジに対応すると共に、ソフトウェア的にはデータベースの再編成を考慮して、開発車両プロジェクト単位にデータベースを独立させた。

③ 開発車両プロジェクト単位のデータベースにおいて、製品の多様化への対応および大量のデータからなる部品構成への対応のため、車両組合せ部分である「上部構造」と部品構成部分である「下部構造」とにデータベースを分割した。

④ 技術設計上の部品構成と製造工程上の部品構成との差異をコントロールするために、「設計」、「生産」および「共通」の構成の責任区分を明示することによ

って、データベース内での集中管理を行なうと共に、多目的の利用に耐える設計とした。

⑤ 設計変更を出した時期と、この変更を実施する時期とのずれをコントロールするために、各情報に「始期」、「終期」を設定することにより、同一データベース内でのタイミングの異なる情報の集中管理を可能とした。

次に、検索の迅速化を達成するための、IMS のデータ通信の機能における部品表システムへの適用と、その設計ポイントについて述べる。

技術者をペーパーワークから解放し、必要な情報をタイムリーに提供するためには、オンラインリアルタイムシステムが不可欠であり、ディスプレイ装置を必要部署に配した Soft Copy 方式を採用し、Man/Machine Interactive System を指向しなければならない。これらは、IBM 社の 3270 型情報表示装置と 2770 型データコミュニケーションシステムを配置することにより達成される。

また、システムの効率と多様化する要求に応えるため、デザインのポイントとして定型的なデータメンテナンスおよび検索には専用プログラムの開発によって対処し、非定型的な検索には端末の使用者が簡単なプログラムを作成することによって必要な情報を得る IQF の利用により対処することとした。

IBM 社 S/370-M 155 (1024 kB) に大容量の 3330 型 DASD 記憶装置 12 スピンドルに、部品表データベースを集中管理し、2400 BPS の回線の下に 35 台のディスプレイ装置を結合して、昭和 48 年 11 月に第 1 次システムの稼動に入った。図 12 に、ハードウェア構成を示す。

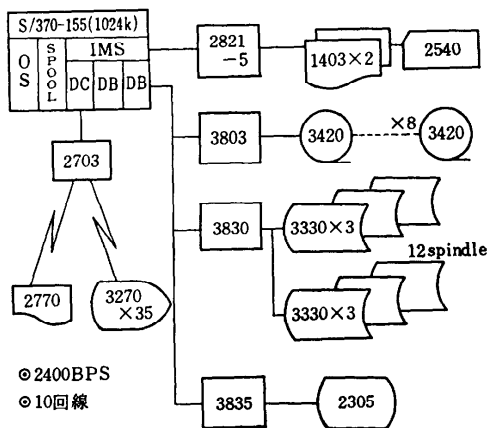


図 12 機器構成

6. 実施状況および成果

以上述べてきた経過で、部品表システムは昭和 48 年 11 月から稼働を開始したが、ここで実施状況について、開発途上の問題点を含めて若干触れてみたい。

まず第 1 は、大量の技術情報のデータベース化に伴う移行・切替作業の問題である。システムのカットオーバーに先行して、移行・切替作業が必要である。我々は、移行・切替専用システムを別途開発し、組織的にも切替のための専任のチームを設置して進めてきたが、移行・切替には予想以上の期間とマンパワーを必要とした。今後の DB/DC システムの拡張において、移行・切替システムも重要な要素として、考慮に入れておかなければならない。その際、移行負荷を軽減する事に最大のポイントを置くべきである。

次に、大量のデータベースに関する精度確保の問題がある。部品表が、全企業活動の出発点であり、多数のシステムからの多目的な利用に耐え得るには、データベースの内容の精度を保証することが絶対条件である。そのためにチェックシステムとして、データベースを構成する各項目の妥当性チェックおよび論理性的チェックなどの諸システムを開発し、精度向上に努力している。

第 3 に、検索システムで非定型の IR を中心として利用している IQF の問題である。

IQF には、現在、データベース中の Single Path Query しか許されていないこと、作表機能が限定されていることなどの制限があり、多様化するニーズに対応して、Version Up を図っていく必要があろう。

最後に、効率について言えば、応答時間の問題についてはソフトウェア的にはトランザクション単位の優先順位を設定するほか、端末毎の処理の優先順位が可能な様デザインされ、ハードウェア的にも回線の負荷の分散が図られており、当初の設計値内におさまっていると言える。

全体的にみれば、開発における諸々の技術的側面、およびソフトウェアとしての IMS-V2 の機能、システムの運用面について一応の満足を得ていると言える。

なお、今回完成した部品表システムは、そのサブシステム——第 1 次システム——が端緒を開いたばかりであり、真の成果については若干の期間が必要であろう。

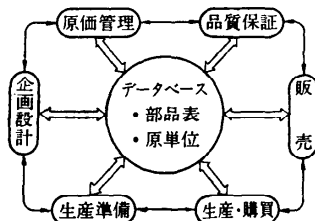


図 13 部品表データベースと企業活動の関連

7. 将来構想——結びにかえて——

以上、部品表を中核とした DB/DC システムの開発に当たってのシステム開発の基本的側面およびアプローチの方法について述べてきた。

今回開発したシステムは、部品表システムの完成と DB/DC システムの基礎固めをしたという意味で、長期構想の中の第 1 段階にすぎない。

今後は、DB の完成を図ることが重要であり、関連業務の統合展開を図るためのシステム開発に着手している。

これらは各情報サブシステムの集大成であると同時に、従来のオペレーショナルなシステムから、真に経営の効率と意思決定に役立つマネジメントシステムを指向することであると考えている (図 13)。

今後のシステム開発上の考慮点として、企業として意志統一された組織、ソフトウェア・ハードウェアの体制を充実させることが肝要であり、併せて激動する経営環境に弾力的に対応出来ることが重要である。更にタイムリーにシステムを開発するための開発力・陣容の強化と、システムを企業全体の成果とするための教育体制の整備が、留意点として挙げられよう。

システムの評価の面では、社内的評価はもちろんのこと、社外的な評価をも受けていく必要があると考えている。

最後に、マネジメントシステムは、本来は、経営の色々なレベルでの意思決定がより効果的に行なわれるように、意思決定者のもつ知識や経験と、データベース、分析用モデル、各種の科学的手法、コンピューター・ターミナルなどが結びついた Man/Machine Interactive System であり、コンピューター化の限界も十分考慮してシステム開発を推進していかなければならないと考えている。

(昭和 49 年 3 月 27 日受付)