

DAのための設計データ管理システム

中林 撰 岡田 勝行
(日本電信電話公社
武蔵野電気通信研究所)

海老原 進 寺本 雅則
(日本電気株式会社)

1 はじめに

近年、論理装置設計における自動化の範囲の拡大、実装技術の進歩等が取扱うデータが多量化、多様化しており、これを統一的な考え方で管理維持し、煩雑なファイル変換やファイルの違いに基づくDAアプリケーションプログラム(以降APと略す)の負担を軽減することがデータ管理システムに要求されている。

本稿では、これらの要求を考慮し開発した武蔵野電気通信研究所の電子交換用DAシステムにおけるデータ管理につき、報告する。

2 本システムのねらい

(1) データの一元化

各設計段階における種々雑多なデータをまとめて一元化し、入力データの重複作成をなくして一律の方法をもって供給できる事は作業の軽減化、管理のしやすさの面から重要である。

この様なことから本システムでは設計データをデータベース化し一元管理するとともに、設計のためのライブラリ、回路図表現法、実装構造等基準データをまとめてDAシステムの汎用化を考慮している。

(2) 処理効率の向上

DAで扱うデータは設計段階に応じてかなりの部分に変化し、それによるデータの変更が頻繁に起る。またDAの特徴として各APが参照するデータの範囲は設計データのほぼ全域にわたる事が多い。これらのデータをいかに効率良く、しかも一貫性のある方法でAPに供給できるかが問題となる。本システムではアクセス効率、扱い易さの面からDA向けの機能を加味した専用のDBMSを開発した。

(3) データの構造化

我々の扱う設計データは、目に見える形の裏では、何らかの概念的な関係を前提にして組み立てられていると見ることが出来る。これを、データ構造化(ポイント等を用いてデータの相互関係を明示的に表現する。)し、概念的なイメージで設計データを扱えるようにした。これにより、APでは、関連する範囲のみを、矛盾なく検索、変更でき、AP作成の容易さと、データベース全域にわたるベリフィケーションの頻度を下げることが可能にした。

(4) データの多様化に対する考慮

DAの範囲の拡大、部品、実装技術の進歩等で扱うデータが多様化している。例えば設計の初期段階では論理情報が中心で、設計が進むにつれ実装情報が逐次付加されデータの形態が変化していく。いわゆる設計過程全体を通していかにデータを扱うか、また終端抵抗、ワイアードロジック、フラットケーブル等、従来特例項目と考えられた事項をいかにモデル化して扱うか等である。本システムではこれらを考慮の対象としている。

3 管理対象データ

本データ管理でもつデータの範囲は論理設計と実装設計に必要なデータの共通部分から成り、以下に示す4種類のデータを管理対象としている。特定APの固有データは、データ量の増加等の問題により管理対象外としている。

3.1 設計データベース

設計データ記述言語で記述されたDAシステムの対象となる装置の論理、実装情報を保有するもので、次の単位でデータベース化されている。

(1) ICライブラリ (ILB)

ICの種類毎に、論理、実装情報をもつ。構成単位はゲートまたは機能素子である。

(2) パッケージライブラリ (PLB)

パッケージ種類毎に、論理、実装情報をもつ。構成単位はILBと同じく、ゲートまたは機能素子である。

(3) 装置データファイル (EQF)

装置全体の論理、実装情報をもつ。構成単位はパッケージ、およびパッケージ間素子であり、パッケージ内部のデータはPLBを参照する形をとっている。

3.2 基準ライブラリ (SLB)

設計に関する各種基準類を一元化するためのライブラリで、その中に回路図記法、素子または実装部品の形式、構造、電気条件等を有する。

3.3 管理データファイル (MF)

設計データベースの運用管理方法を規定するステータス情報(設計データの設計進捗とAPの実行管理のための情報)と設計データベースの運用実績(運用日付、使用ファイル、運用結果等)を蓄積するファイルである。

3.4 リカバリファイル (RVF)

データベースの内容変更時、変更分のデータを格納し、APからの要求もしくはオフラインリカバリプログラムにより、データベースの内容を復旧する。

4 システム構成

本システムは前述の4種の管理対象データを中心として、これらを取扱うDMS、DAモータ、基準ライブラリ検索、およびデータ管理処理プログラムより構成される。(図.1参照)

4.1 DMS (Data Management System)

DMSとは本システム内で用いられるデータベースの定義、操作を行うシステムで、データベースを取扱う全てのAPに対し一貫した方法でデータベースへのアクセスを保証するものである。DMSは6項で詳述する。

4.2 DAモータ

DAモータとはAP中に組み込まれ、設計データの状態があらかじめ決められたラン状態に合致するかをチェックし、ラン実績の収集を行う。

4.3 基準ライブラリ検索

SLB中のデータを参照するAP中に組み込まれ、基準データ種類毎の検索を助ける。

4.4 創成プログラム

設計データ記述言語で記述された設計データを構造化し、データベースの設定と初期データのロードを行う。PLB, ILBに対してはこの他に、コード単位の追加、置換、削除を行う機能がある。

4.5 コレクトプログラム

設計データベースの内容を論理、実装全体にわたって修正する機能をもつ。変更部分だけが記述された設計データ記述言語をもとに、既存データとの矛盾性をチェックし修正する。

4.6 再編成プログラム

レコードの追加、削除により記憶容量の不足、またはアクセス効率の低下した設計データベースの内容を初期状態に戻すためデータベースの内容を設計データ記述言語に変換する。その後設計データ入力処理、創成を実行し、新しいデータベースを得る。

4.7 マージセレクトプログラム

PLB, ILB等、複数コードのデータが存在するデータベースに対し、データベースの特定ページの抽出、ポインタのつけかえだけを行い言語、創成処理なしでコードの追加、置換、削除等を行う。

4.8 オフラインリカバリプログラム

データベースの変更時の結果が不十分な時に、RVFに蓄積された内容をもとにデータベースを変更前のイメージに戻す。

4.9 その他

データベースダンプ、運用情報出力等のユーティリティプログラム。

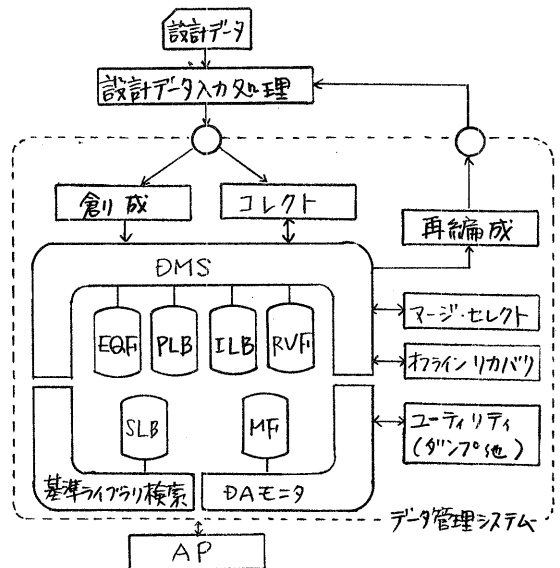


図.1 システム構成

5 データ構造

5.1 データ構造とその表現

設計データの中でPLBのデータ構造を図2に示す。ILB, EQFとも基本的に類似の構造を有している。

本データ構造はセット関係に基づいたネットワーク構造から成る。ニニでは設計データの実装階層, 論理接続が構造上, どの様に表現されているか, またDAで生じる各種特例事項についてその扱い方を説明する。

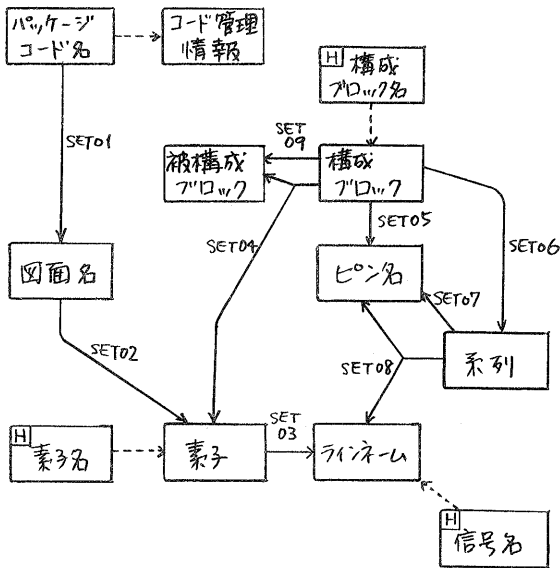


図2 PLBデータ構造

<凡例>

- RT RT: レコードタイプ
(同一種類のレコードの集まり)
- H RT キーによる検索が可能なRT
レコードはハッシュされて格納
- オナ RT セット関係(X/Nバのレコードが1種)
↓ セット名
(オナ・X/Nバ = 1:m)
X/Nバ RT
- オナ RT セット関係(X/Nバのレコードが2種)
↓ セット名
(オナ・X/Nバ₁・X/Nバ₂ = 1:m:m)
X/Nバ RT₁ X/Nバ RT₂
- FROM RT FROMレコードからTOレコードへの
一方同のポインタ関係
↓ 方向ポインタ
TO RT
(FROM・TO = 1:1)

<レコードタイプ>

レコードタイプとは同一種類のレコード(例えば素子, 画面)の集まりを言う。

<セット>

セットとはオナ, メンバという2階層のレコードタイプから成り, オナレコードタイプ中の1つのレコードとメンバレコードタイプ中の0~nヶのレコードとが対応する。1ヶのメンバは複数のオナレコードとは対応しない。一般に親子関係, 従属関係を示すことができる。今, 画面と素子の関係をセットで表わすとすれば右図の様になる。データ構造におけるセットの記法は図2の様にオナレコードタイプからメンバレコードタイプへの矢印で示し, その関係にセット名という名称をつける。

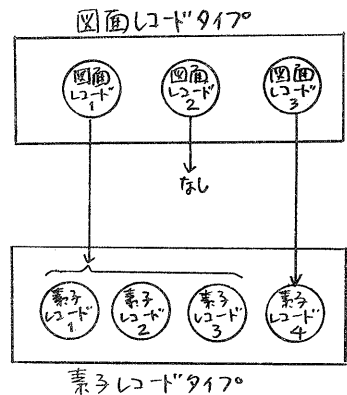


図3 セットの概念図

5.2 実装階層の表現

パッケージを構成する実装階層はパッケージIC素子であるが、実装設計途中では一部ICが割付けられていない状態もある。この様な実装階層のバリエーションを表現するために、パッケージIC素子といった固定的な階層でデータを構造化するのではなく、ある階層に着目し、その階層に関するデータとその下位の階層の構成品リストデータという様に分離し、前者を構成ブロック、後者を被構成ブロックというレコードタイプに対応させている。この被構成ブロックの使用によりセット関係だけでは表現不可能であった任意の深さの階層を表現できる。

なお、素子に関しては論理情報との関係上、およびそれ以下の構成品がないという点で別のデータとして扱っている。

図4にデータ構造中の実装階層部分を示す。

セット関係 (SET04) はある実装階層からその構成品を示すセット、セット関係 (SET09) はその構成品データの本体を示す関係である。

今、図5に示す様にパッケージ: P₁の下位階層としてIC: I₁, I₂, およびIC未割付素子: E₁があり、I₁, I₂の下位階層としてそれぞれE₂, E₃, およびE₄があるとした時、各レコードタイプ中のレコードとそれらの関係は図6の様になる。

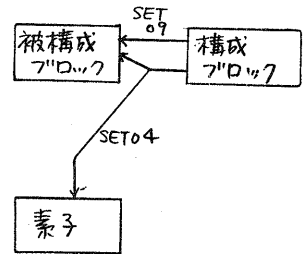


図4 実装階層構造

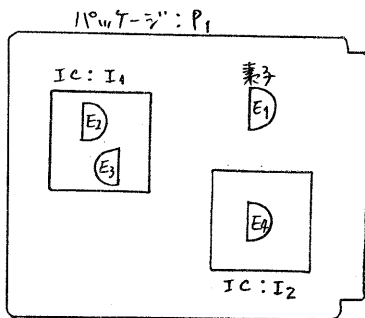


図5 実装階層例

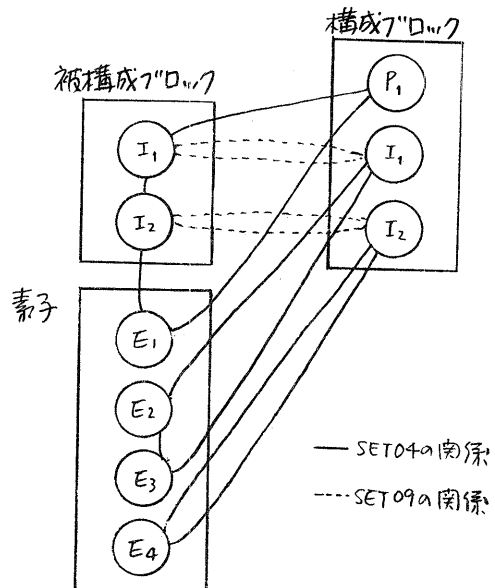


図6 実装階層の表現例

5.3 論理接続の表現

論理接続は系列というレコードタイプの組合せで表現している。系列はある実装階層上で同一信号のピン、またはラインネーム(素子の端子)を関係づけるものであり、SET07, SET08と2つのセット関係により表現されている。SET07はある階層上の系列(例えばIC内系列)が、その階層上の端子(ICピン)と接続する関係を示し、SET08は下位の階層の端子(素子のラインネーム)と接続する関係を示している。

今、図8の様には素子: E₁, E₂, E₃がラインネーム: L₁, L₂, L₃を介して接続しているものとすると、系列はL₁, L₂, L₃をメンバとしたセット関係(SET08)で表わされる。この例では、上位階層の端子との接続はないのでSET07はメンバをもたない。

次に、図9の様には素子: E₁, E₂, E₃, E₄が一部ICピンを経由して接続している場合、系列はI₁に対するIC内系列: K₁, I₂に対するIC内系列: K₂, P₁に対するパッケージ内系列: K₃の3つの系列レコードが起される。それぞれ対象階層のピン、ラインネームを関係づける。もし、I₂のICピン: N₂が未割付の場合、データ管理上、その位所に架空のピンを発生し、後のICピン割付処理の効率化をはかっている。架空のピンはD/Aシステムの使用者からは見えないうえに持っている。

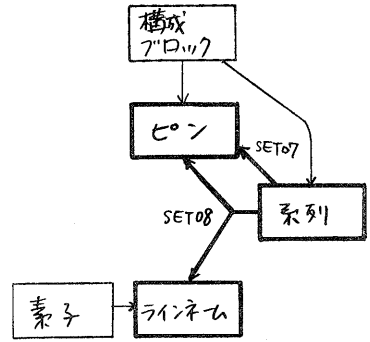


図.7 論理接続構造

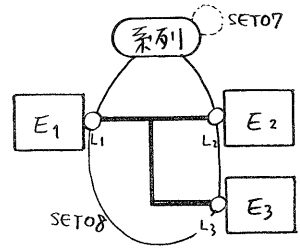


図.8 論理接続表現例(1)

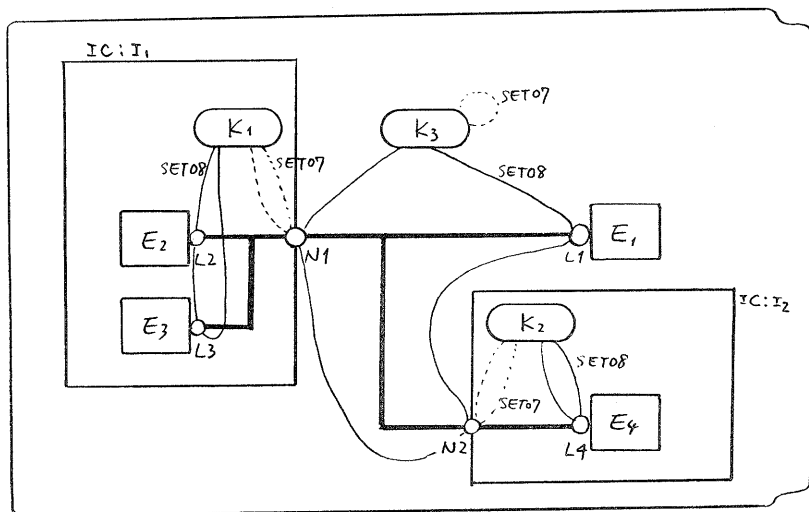


図.9 論理接続表現例(2)

5.4. 特例事項の扱い

DAにおいては一般論理素子以外、例えば終端抵抗等のDP部品、ワイヤードロジック、双方向性バス等の取扱いが必要となる。ここではこれらの取扱い方について紹介する。

表.1 特例事項の取扱い

| 項目 | 回路イメージ | DA上の取扱い | 説明 |
|------------|--------|---------|---|
| 終端抵抗等のDP部品 | | | 初期データとして終端抵抗を定義する場合、DAで自動発生する場合とも素子として扱う。 |
| ワイヤードロジック | | | WL素子を設け一般素子と同様に扱う。 |
| 双方向性バス | | | 特殊なWLを挿入し1対の端子間に双方向伝播を許す。 |
| フラットY-711L | | | 各2本のフラットY-711L割付けが容易となる様、論理接続とは重複するが別情報として扱う。 |
| 平衡ピン | | | 平衡ピンはピンの属性として相互のピン名をもちリンク形式で表現している。3本A/Aまで可能。 |
| 装置外インタフェース | | | 他装置とのインタフェースには装置外素子を設定しシミュレーション時の初期設定装置マージ時の配慮が必要としている。 |

6. DMS概要

本DMSは、データベースの定義、およびデータベースを取扱うAPの作成実行をサポートするシステムで特定のデータ構造に依存しない汎用的な機能を持っている。本DMSはDIPS-1のSYSL言語をホスト言語とし、データベースを定義するためのデータ記述言語(DDL)、データベース中のデータを操作するデータ操作言語(DML)を設けている。

6.1 APの作成

データベースの定義はデータ構造が決定した段階でDDLにより1度コーディングされ、SYSLのマクロファイルにマクロ形式で登録される。AP作成者はデータ構造中の自分の使用するレコードタイプ名、セット名だけを記述するとSYSLマクロ機能により、データベース定義マクロが展開され必要な定義データが組込まれる。

DMLは、DDLと同様、展開され、SYSLステートメントとなり実際のデータ操作を行うデータ管理ルーチン(DMR)とのリンクageがとられる。DMRはリンクageエディタによりAP内に組込まれ使用される。

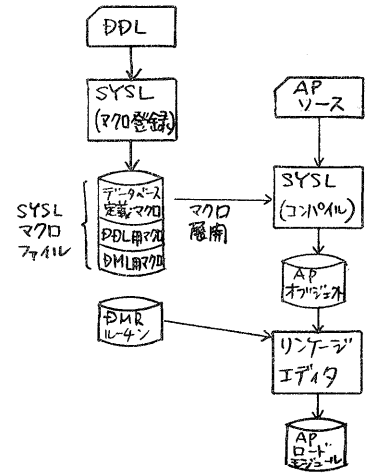


図.10 AP作成手順

6.2 DDL

本DMSのDDLで定義できるデータ構造はセット関係をもとにしたネットワーク構造である。

また、任意のレコードタイプに対し、キーによるアクセスを行うためのハッシュingキーが設けられる。

DDLではデータ構造の記述の他、実際の記憶形式も定義する。本DMS中のレコードタイプでは固定長、同一形式である。DDLでは各レコードタイプの割付けられるページ数、およびそのページ中の何文字目から何レコードを割付けるかを記述する。これらのパラメータは実行時点で変更できる様考慮されている。

図.11にデータ構造定義の1例を、図.12にそのDDL記述を示す。

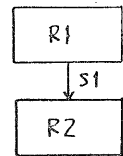


図.11 データ構造例

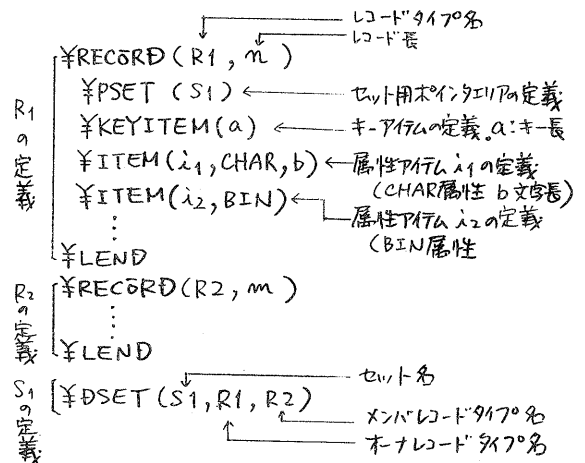


図.12 DDL記述例

6.3. DML

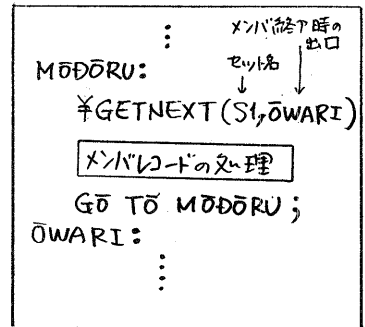
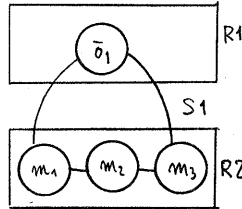
DMLにはレコードの検索、追加、変更、削除、セット等レコード間の関係の追加、変更、削除を行う文等が用意されている。

レコード検索にはレコードのキーをもとに検索する文、レコードの物理的記憶順によって検索する文、セット関係をたどって検索する文、およびレコードのディスクアドレスで直接検索する文があり、AP作成者はその目的扱うデータ構造に応じて使い分けができる。

レコードの追加に関しては、記憶個所を指定する方法、およびDMSの自動割付けによる方法の2種がある。前者はレコード間の関係を重視して、関係するレコードと同一ページに追加したい時に用いられるが追加個所の確保を必要とするため一般には後者の方法が用いられる。

DMLにはデータ構造の個々のレコード、セット等に対するステートメントを特定の関係にある複数のレコードおよびセット等を前提とするステートメントの2種あり、前者をDMLコマンド文、後者をDMLマクロ文と呼んでいる。全てのデータ操作はDMLコマンド文で可能であるが、DMLマクロ文はAP作成者が単純もしくは論理的なイメージでデータベースを扱うのを助けるとともに、決まりきったDMLコマンド文の使用をまとめて1つのDMLマクロとレコーディングの効率を助ける目的で設けられている。

図.13は検索のコーディング例を示す。オーナレコード O_1 はすでに読み込まれておりセット関係 S_1 をたどってメンバレコード M_1, M_2, M_3 を順次検索する例である。



6.4 DMR

図.13 検索コーディング例

DMRはデータの操作を行うルーチン群で、各DMLの文に対応したルーチン、および各種キュー、対象レコードアドレスの決定、バッファマネージメント等、各DMLの共通的な処理を行うルーチンより構成されている。

バッファマネージメントは検索効率向上のため、メモリ中にデータベースの数ページ〜数十ページ分のエリアを確保し、要求毎にデータベースへのアクセスを行わない様に考慮されている。その効果について十分なデータは収集できていないが、その一例として表2の結果を得た。これは60ページのバッファで①、②2つのデータベースを同時に使用した例である。データベースページ数は①が36ページ、②が60ページで、①については読み書き、②については読み込みだけを行った。これはページ内のレコードタイプの配置法によっても変化するとと思われる。

表.2 バックマネージメントの効果例 (DMRへの要求回数と
ディスクアクセス回数の
比率)

| ケース | データ パース | (i) DMR操作 回数 | データベース アクセス回数 | | アクセス 比率 $\frac{(ii)+(iii)}{(i)}$ |
|-----|------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------------|
| | | | (ii) READ | (iii) WRITE | |
| 1 | (A) | 2901 | 22 | 50 | 3.17 % |
| | (B) | 15,264 | 76 | 0 | 0.50 |
| 2 | (A) | 3384 | 55 | 82 | 4.05 |
| | (B) | 19462 | 124 | 0 | 0.64 |
| 3 | (A) | 4203 | 81 | 98 | 4.26 |
| | (B) | 21403 | 156 | 0 | 0.73 |
| 4 | (A) | 4825 | 48 | 73 | 2.51 |
| | (B) | 21070 | 151 | 0 | 0.76 |
| 5 | (A) | 4617 | 69 | 96 | 3.57 |
| | (B) | 21823 | 163 | 0 | 0.75 |
| 合計 | | 118954 | 945 | 399 | 1.13 |

7. おわりに

本データ管理システムは50年4月より検討を開始し、51年3月基本部分、51年8月システム全体が完成し、現在運用を開始した段階である。データの一元化、構造化によりDBシステム全体の構成を単純化することへの貢献、ならびに一貫した方法によるデータ管理の意義は達せられたと思う。終端抵抗、ワイアードロジック等データの多様化に対する要求は、個々にモデル化し、本データ管理にとり入れたことでDBの機能としては実用的になった。処理効率面およびデータ管理システム全体の評価はこれから行っていく。現段階では、システムの機能面は確認できたが使い易さの面ではまだ工夫の余地があったように思う。今後はファイル管理、版数管理等、DB運用上の問題点を解決していく。

<謝辞>

本システムの開発にあたり、終始御援助をいただいた武蔵野通研、鶴野文装室長、ならびに検討に御協力いただいた文装室 星研究主任、(株)日立製作所、沖電気工業(株)、富士通(株)の方々に感謝いたします。

<参考文献>

- (1) 元岡他 : 計算機設計自動化研究会報告(昭和46.47年度), 情報処理学会 研究会報告73-1, 1973
- (2) 中林他 : 電子交換用新DBシステムの概要, 情報処理学会 設計自動化研究会 DI29-3, 1976
- (3) 中林他 : 論理装置の設計データ管理システムの一構成法, 信学会全国大会, 1307, 1976
- (4) 星, 高木他 : DBにおけるファイル構成法とデータ構造について, 信学会全国大会, 1306, 1976
- (5) 中林, 森他 : 設計データ記述言語の一構成法について, 信学会全国大会, 1304, 1976