

設計・研究用データ管理システムの開発†

早瀬 保^{††} 小林 康弘^{††}

技術計算を必要とし、かつ大規模なデータを扱う設計・研究部門における有効なデータ活用をめざし、「設計・研究用データ管理システム」を開発した。対象とするデータは、1) データ量が大規模かつ多種類、2) データ構造が頻繁に変わるなどの特徴をもち、共通なデータベースにより一括して管理することは難しい。データ自体は従来の管理形態（各ユーザの個人管理）とし、必要データのみ抽出しデータベースを作成・利用する方式をとった。本システムは、この方式を実現するため、1) 2段階のデータ検索（ファイル検索とファイル内データの検索）、2) 既存データの使用形態の継続、3) ファイル検索ごとの対象ファイル内データのデータベース化を骨子とするシステムとした。本方式は、「ファイル検索プロセス」と「データ変換プロセス」を導入した点に特色がある。データ変換プロセスでは、汎用的なデータ変換プログラムと各ファイルに固有なデータ構造情報を用い、任意のアプリケーションプログラムの入出力データを、関係データベースに変換する。設計・研究部門の種々の技術計算業務でケーススタディをし、その機能および処理時間とも実用的なことを実証した。

1. ま え が き

最近、CAE (Computer-Aided Engineering) という形で、設計・研究部門も含めたエンジニアリング業務全体の合理化を達成しようとする動きが、活発化している。設計・研究部門の合理化を達成するには、技術計算業務の効率化が必須であり、そこで取り扱うデータを効率良く管理（保管・検索・編集）することが求められる。特に、大規模なデータを扱い、データ構造が頻繁に変わる技術計算業務では、より柔軟なシステムによる管理が求められる。

代表的なデータ管理システムとしては、IMS¹⁾、TOTAL²⁾、ADABAS³⁾などがあげられるが、上記特徴をもつ設計・研究用データに適用するさい、以下の難点があり、有効に対処できない。

- (i) 大規模データ（数10Gバイト）取扱いにともなう、検索時間の増大。
- (ii) データベース導入にともなう、既存データおよび既存アプリケーションプログラムの改修。
- (iii) 複合的な検索（試行錯誤的な検索）と頻繁なデータ構造変化への対応。

本システムは、以上3点に対処できるよう、以下の方針で開発した。

- (i) 2段階のデータ検索

第1段：全ファイル群より必要とするデータを含むファイル群の検索。

第2段：検索したファイル群よりデータの検索。

- (ii) 既存データの使用形態の継続
- (iii) ファイル検索ごとの、対象ファイル内データのデータベース化

なお、本論文では、用語「データベース」、「ファイル」、「データ」を、設計・研究部門の技術計算業務のデータ取り扱いに基づき、以下の意味で使用した。

「データベース」：設計・研究部門で使用する各アプリケーションプログラムの入出力データ構造に依存しない、一定の構造（スキーマ）をもつデータ集合。

「ファイル」：設計・研究部門で使用する各アプリケーションプログラムの入出力データの集合。各プログラムに依存したデータ構造をもつデータ集合であり、各プログラムの出力データ一式で1ファイルを構成する場合が多い。

「データ」：「データベース」および「ファイル」の構成要素。

図1に、現行の個別データ管理方式、一般のデータ管理方式（IMS、TOTAL、ADABASなど、統一データベース方式と総称）、本方式の3種の方式のデータ処理を比較して示す。本方式は、「ファイル検索」と「データ変換」の二つのプロセスを新たに導入した点が、他の方式と異なる。この導入より、個別データ管理方式では対処しにくい全ファイル内データのアクセスが可能となり、一方、統一データベース方

† Development of Data Management System for Design and Study by TAMOTSU HAYASE and YASUHIRO KOBAYASHI (Energy Research Laboratory, Hitachi Ltd.).

†† (株)日立製作所エネルギー研究所

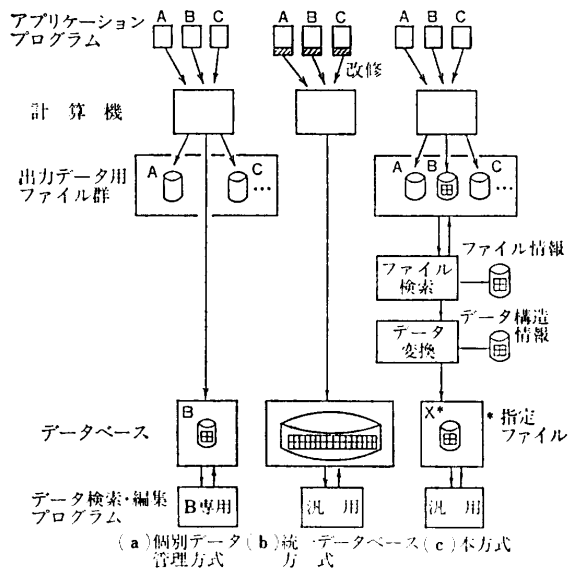


図1 データ管理方式の比較

Fig. 1 Comparison of data management method.

式では対処しにくい、既存データ保管形態の継続とデータ大規模化にともなう応答時間の悪化などの難点が解消する。特に、本方式は、汎用的なデータ変換プログラムと各ファイルに固有なデータ構造の情報を用い、任意のアプリケーションプログラムの入出力データを、関係データベースのデータ構造へ、データ変換する点に特長がある。

一方、データの「冗長性除去」と「更新波及の可能性の低減」に関しては、各種ファイル単位（任意のアプリケーションプログラムの入出力データ一式単位）で実施するため、統一データベース方式に比し冗長性が高くなる。しかし、同一ファイル内のデータに対する検索・編集の頻度が多いことにより、ファイル単位での除去と更新をした方が効率的なデータ処理ができるため、本システムは処理速度の向上を優先した。

2. システムの概要

2.1 設計・研究用データの特徴

技術計算を必要とし、かつ大規模なデータを扱う設計・研究部門では、次の5種類のデータを扱う。

- (i) アプリケーションプログラムの入出力データ
- (ii) アプリケーションプログラム間の受渡しデータ
- (iii) 実験データ
- (iv) 報告書用図表データ
- (v) エンジニアリングデータ（設計諸元など）

特に、(i)と(ii)の計算データを取り扱う点に特色がある。これは、計算結果を種々の角度より検討する必要のある設計・研究業務の特性に起因する。以下、本システムが対象とする設計・研究業務のデータならびにデータの取り扱いにおける特徴を示す。

- (1) 単位となるデータ量が大さい。

設計・研究部門のアプリケーションプログラムでは対象とする装置（プラントなど）の特性値（出力、温度など）につき、時間に依存する空間2次元および3次元分布のシミュレーション解析をする場合が多い。

3次元データの代表的ケース（1特性値、時間メッシュ数25個、空間メッシュ数2万個）に必要なコア容量は、約2Mバイトに達する。したがって、1計算当りの出力データに必要なコア容量は数Mバイトに達し、総データ規模は数10Gバイトになる。これは、実用的なデータベースシステムとして、効果的なデータ取扱いのためのコア容量範囲を越えている⁴⁾。

- (2) 各アプリケーションプログラムの入出力形式を統一しにくい。

既存のアプリケーションプログラムは、互いに独自の入出力インターフェースをもっている。各プログラムとデータベース間の入出力インターフェースの整合性をとるには、各プログラムの入出力部を修正しなければならない。また、設計・研究の技術計算で用いるアプリケーションプログラムの変更は頻繁であり、各入出力データからなるファイルの構造を柔軟に変更できなければならない。

- (3) 複合的な検索をする必要がある。

設計および研究業務では、計算データの評価結果の検討の過程で、あるデータ内容に基づいて検索すべきデータが決まるような複合的な検索が必要となる場合が多い。データの自由な編集を許す機能が必要である。

2.2 システムの全体構成

2.1節の特徴(1)のデータ規模（数10Gバイト）と特徴(2)のデータ構造の独自性と変動性を考慮すると、すべての各アプリケーションプログラムの計算データを共通なデータ構造をもつデータベースに統一し管理することは労力、維持、設備、ユーザ間のコンセンサスの面で実用化が難しい。計算データは、従来の管理形態（各ユーザのDiskに保管し、ユーザが管理する）とし、必要データのみ抽出し、共通構造をもつデータ（データベース作成）に変換する方式が効果的である。設計・研究用データ管理システムは、この方針に基づき開発した。

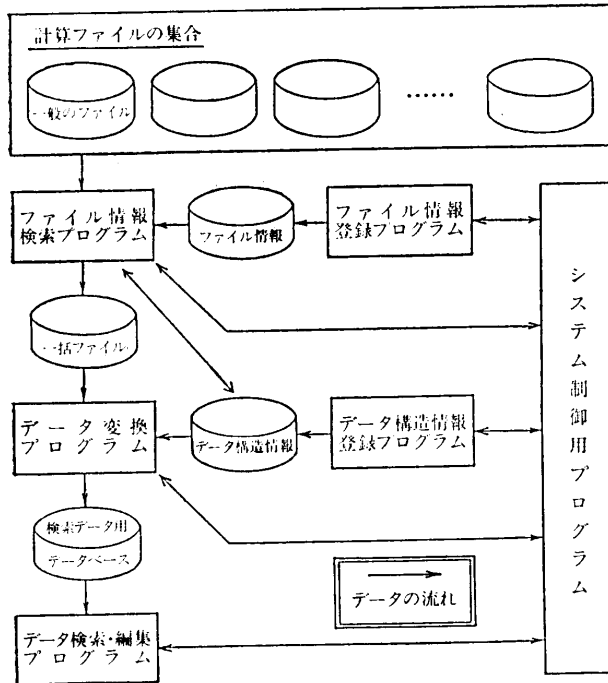


図 2 設計・研究用データ管理システムの構成
Fig. 2 Composition of data management system for design and study.

なお、本方式に似た方式として、ビュー定義を用いる方式がある。しかし、ビュー定義方式は特定の形式をもつデータベースを作成しておく必要があるのに対し、本方式は任意の表示形式をもつ各種ファイル群を直接対象とすることが異なる。

設計・研究用データ管理システムの構成を図 2 に示す。TSS コマンドプロシジャで構成される「システム制御用プログラム」は、5 種のプログラム、①ファイル情報検索プログラム、②データ変換プログラム、③データ検索・編集プログラム、④ファイル情報登録プログラム、⑤データ構造情報登録プログラムの実行を制御し、5 種のデータ集合、①ユーザの計算ファイルの集合、②ファイル情報データベース、③一括ファイル、④データ構造情報データベース、⑤検索データ用データベースへのアクセスを制御する。データ処理の主フローは、ファイル情報の検索、検索したファイルのデータの変換、データの検索・編集のプロセスをとる。ファイル情報およびデータ構造情報登録プログラムは、各データベースの作成支援に用いる。ファイル情報とデータ構造情報は、ファイルの概要およびファイルの構成を記述するメタデータであり、表形式のデータベースに保管する。

3. 基本構成要素の詳細

3.1 ファイル情報とファイル情報検索

(1) ファイル情報

ファイル情報は、ユーザ管理の計算ファイルの情報であり、ファイルのアクセスに用い、図 3 に示す表形式のデータとして、ファイル情報データベースに保管する。データベースは、関係モデルで、ファイル情報（計算者名、プログラム名、ファイルタイプ名、アプリケーションプログラムに特有な属性、…、計算ファイル格納場所）の構造をもつ。

データベースは、データベースのメタデータ（属性名とタイプ）を内蔵し、データと同様に自由に更新できる。

(2) ファイル情報検索

ファイル情報検索プログラムにより、ユーザが要求する属性値をもつ計算ファイルの格納場所を検出する。データ検索の高速化のため、全ファイル情報を、主記憶装置に読み込み、処理する。図 3 に示すように、各属性の要求範囲を指定し、すべての要求範囲を満たすファイル格納場所を抽出する。選別されたファイルは、それぞれの格納場所から呼び出し、一括ファイルとしてセットされる。

3.2 データ構造情報とデータ変換

(1) データ構造情報

データ構造情報は、計算データの各ファイル内部での格納形態を示すデータであり、各ファイルからデータベースに収納するデータを抽出するために用いる。図 4 に示す「ファイル内表示例」（計算機出力データのリスト表示）において、データの格納位置の目印と

属性名		作成者	プログラム	ファイル	…データの格納場所
データ No.	1	SUZUKI	PR-A...	PA1	... LOCATION-1
	2	TANAKA	PR-B...	PB1	... LOCATION-2
	3	ISIDA	PR-C...	PC1	... LOCATION-3

	N	YAMADA	PR-N...	PN1	... LOCATION-N
		SATO	PR-A...	PA2	... LOCATION-N+1

各属性値の要求範囲指定によるファイル検索

図 3 ファイル情報および検索
Fig. 3 File information and retrieval.

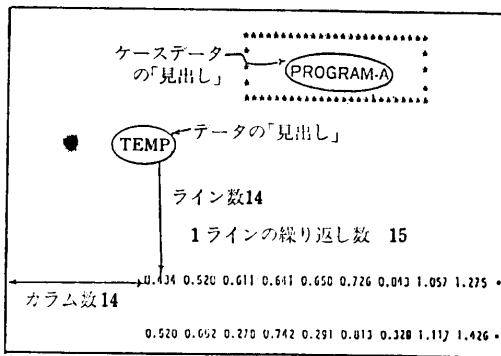


図4 ファイル内データ表示例

Fig. 4 Display example of data stored in file.

プログラム	ケースの「見出し」	「見出し」	データ位置 ライン	データ位置 コラム
1	A	PROGRAM-A	TEMP	14 14..
2	A	PROGRAM-A	PRESS	2 8..
}	N	PROGRAM-N	LEVEL	9 30..

図5 データ構造情報

Fig. 5 Data structure information.

なる「見出し」、「見出し」とデータの位置情報、データの配列情報などからなる。図5に、表形式にまとめたデータ構造情報例を示す。各ファイルのデータ構造は、各プログラムごとに規定されるが、プログラム固有のケースから個々の属性値のレベルまでツリー構造をしている。この特性と「データ変換プログラム」の汎用化を考慮し、以下の情報をデータ構造情報として使用する。

(i) データの「見出し」情報と属性名

検索データ用データベースの属性値となるデータの格納場所を、データとの相対的な位置関係より、一意に同定できる文字列の値を「見出し」として与える。また、「見出し」に対応する属性の属性名も与える。

(ii) 「見出し」からデータまでの位置情報

「見出し」を格納しているファイルの記憶場所より、データが格納されている記憶場所までの相対的な位置情報。出力リスト形式のデータに対してはライン数とコラム数、書式なし出力データ形式のデータに対してはレコード数とワード数で与える。

(iii) データの記述構造

各属性の配列値に関する、記憶装置内部の「データ長」、「データ間隔長」、「1ライン当りの繰り返し数」などからなる記述情報。

(iv) データの配列情報

記憶装置に格納されたデータの配列とデータベース内データ配列（属性固有の配列）との対応を示す情報。

これらのデータ構造情報は、図5に示す表形式にまとめ、データ構造情報（プログラム名、ケースの「見出し」、「見出し」、データ位置、データの記述構造、データの配列情報）の構造をもつデータベースに保管する。

(2) データ変換

データ変換プログラムとデータ構造情報を用い、各アプリケーションプログラム固有の表示形式をもつ計算データを、表形式のデータ構造をもつデータベース（3.3節の検索データ用データベース）として構成する。

変換作業は以下の手順による。

(i) 対象ファイルの入力

ファイル検索プログラムで抽出したファイルのデータを入力する。ファイル内のレコード番号 i 、ワード番号 j のデータを、主記憶装置の2次元配列 $D_{i,j}$ に入力する。

(ii) データ構造情報入力と検索データベース用構造枠の設定

データ構造情報用データベースより、対象ファイルに対応するデータ構造情報を取り出し、主記憶装置に格納する。この情報はデータ位置の探索と取り出しに用いる。また、ケース、属性名、属性の配列情報に基づき、検索データ用データベースの主キー値と属性に基づく枠組を設定する。

(iii) 「見出し」位置の探索

(i)で入力された2次元配列 $D_{i,j}$ から、ケースや属性に対応する「見出し」を、「見出し」の文字列 $T_1 \sim T_n$ (n : 見出し長) と配列 $D_{i,j} \sim D_{i,j+n-1}$ の比較照合により、検索する。

(iv) データ読み取り位置の設定

「見出し」とデータとの位置情報に基づき、配列 $D_{i,j}$ の読み取り先頭のレコード番号 i とワード番号 j を設定する。

(v) データの読み取り

2次元配列 $D_{i,j}$ より、データの記述構造（データ長、データ間隔長、1ライン当りの繰り返し数など）に基づき、データを読み取る。

(vi) 検索データ用データベースの作成

(ii)で設定した検索データ用リレーションに基づ

き、読み取りデータを格納する。データの配列情報に基づき、記憶装置のデータ配列から属性固有の配列への変換が同時に実施される。

以上のプロセスは各ファイルごとに実施し、 N 個のファイルに対し N 個のデータベースを作成する。

3.3 データベースとデータ検索・編集

(1) 検索データ用データベース

検索データ用データベースは、データベースの構造を規定するディレクトリ（見出し表）とデータで構成される。

ディレクトリは以下の情報よりなる。

(i) データベースの規模に関する情報

データベースに含まれる各ファイルの計算ケース数、属性の種類数など。

(ii) 属性の名前（項目名）

(iii) 各属性のデータ格納場所

データを格納するランダムアクセスファイルのレコード番号で、格納場所を指定する。論理上の格納番地に相当する。

これらの情報は、3.2 節のデータ構造情報とデータ変換時のデータ分析により作成され、対象データとともにデータベースに格納される。データ検索・編集プログラムの実行時、主記憶装置に移され、データ取り出しの制御に用いる。

データは、ケース（計算ケースと時間ケース）および属性ごとに空間3次元配列に格納され、ディレクトリで指定される格納場所に保管される。

使用時には図6に示す表形式のデータ構造をもつ関係データベース、検索ファイル名（ケース、時間ケー

ス、空間座標、名アプリケーションプログラム固有の属性名）として扱う。

(2) データ検索・編集

データ検索・編集プログラムと検索データ用データベースを用い、ユーザのデータ処理をする。

検索データ用データベースは、データ検索・編集プログラム内で利用される。ランダムアクセスファイル内のデータは、検索データ用データベースのディレクトリ情報に基づき、図6に示す表形式のデータベース（論理構造）として、処理される。データ No. は、ケース、時間ケース、属性により規定されるデータ集合単位（空間配列一式）で、ランダムファイルから取り出される。

データ検索・編集で実施する主要な機能を以下に示す。

(a) データの表示

データベース内のデータの表示。リスト、グラフ、テーブルの3種の表示形式がオプションで選択できる。計算機より表示される属性名のメニューに対し項目を選択することでデータをアクセスする。同一グラフに異なるデータベース（異なるファイル）内のデータを作画することができ、データの比較検討に利用できる。

(b) データの検索

ユーザの要求するデータをデータベースより検索するために用いる。検索対象となるデータは選別するための属性名とその要求範囲を対話方式で指定することで選別される。データは、計算ケース、時間ケース、属性名により確定するデータ格納場所（ランダムアクセスファイル）から取り出され、要求範囲と比較し検索される。

(c) データベースの合成

二つの検索データ用データベースにおいて、双方に共通なキー属性値を仲介にし、拡張した検索データ用データベースを作成する。二つの関係データベースを共通キーで合成した関係データベースと同様な扱いをする。検索したい属性値項目が異なるデータベース間にまたがるとき、検索の効率化のため用いる。本機能を繰り返し用い、任意の個数の検索データ用データベースを合成することができる。

(d) データ編集

データベース内データに対し、以下の編集機能をもつ。

(i) 指定データの抽出

データ No.	主キー用属性名		一般属性名			
	時間ケース	空間座標	温度...	レベル		
1	1	1	1 1 1	0.434 ...	0.0	...
2	1	1	2 1 1	0.520 ...	0.0	...
3	1	1	3 1 1	0.611 ...	0.0	...
...						
N-1	1	10	15 14 1	1.129 ...	10.0	...
N	1	10	15 15 1	1.068 ...	10.0	...

各属性値の要求範囲指定によるデータ検索

図6 検索データ用データベースと検索

Fig. 6 Database for retrieval data and retrieval.

各属性値のデータ式および指定属性の特定データ式の抽出は属性名からなるメニューの項目選択, 特定データの抽出は表示データの直接選択による。

(ii) データ加工

各属性値間の四則演算による新属性値の作成と新属性名の入力. 加工されたデータは加工値を格納するデータベースに保管する. このデータベースの形式は検索データ用データベースと同形式である。

(iii) 入力データの作成

各アプリケーションプログラムの入出力データから, 次に実行するアプリケーションプログラムの入力データを作成するための処理をする. データの取り出しと加工は (i) と (ii) のオプションを利用する. 取り出したデータおよび指定された属性のデータ式に対し, その出力順, 単位, 出力形式を対話方式で与え, 対象入力データを作成する。

(iv) データの格納

(i), (ii), (iii) のプロセスで編集したデータを, ユーザ指定のデータ格納装置へ出力する. ユーザの格納装置名であるデータセットおよびメンバ名を対話方式で入力することで実施する。

4. インタフェース

設計・研究用データ管理システムの入力と出力の形式は, 計算機からの「メニュー表示」, それに対するユーザの「メニュー項目の選択およびデータ入力」の形式をとる. ただし, 事前に, 1) 対象とするファイルの情報をファイル情報用データベースに登録すること, 2) 対象とするファイルのデータ構造情報をデータ構造情報用データベースに登録する必要がある。

図7に, システムとのインタフェースの媒体となるメニュー構成とメニュー例を示す. システムは, TSSモードでコマンド発行により起動する. 図7に示すメニューが表示され, システムの実行モードに入る. メニューは, 1) タイトル, 2) 処理概要図, 3) 選択項目で構成される. 計算機よりの問合せ“?”に対し, 項目番号またはデータを入力する. メニューは階層的な構成になっており, “0”の選択で上層のメニューに, 番号“N”の選択 (N≠0) で下層のメニューに移

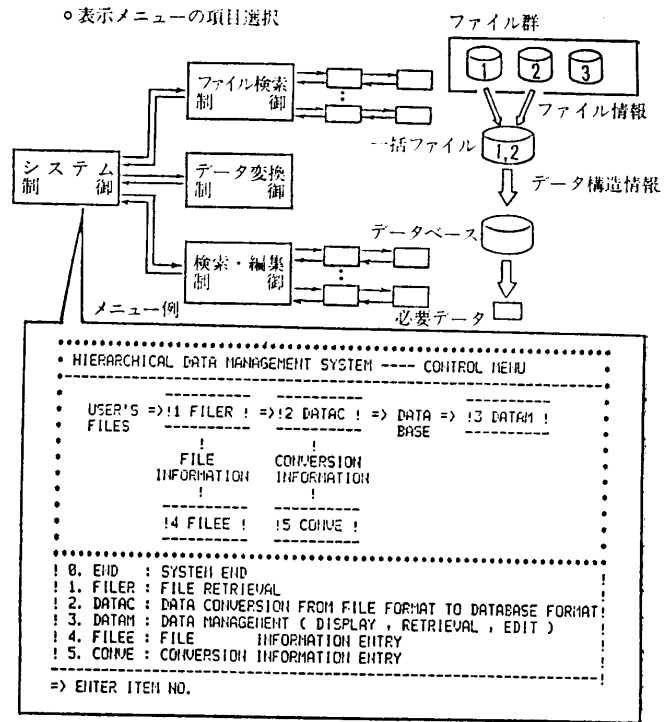


図7 メニュー構成とメニュー例
Fig. 7 Menu structure and menu example.

る. ファイル検索とデータ検索・編集は各オプションごと数層のメニューで構成されているが, データ変換ではデータ変換プロセスが表示される. 通常, ファイル検索, データ変換, データ検索・編集の手順をとるが, 前オプションの処理が事前に終了していれば, どのオプションからでも処理を再開できる。

5. 既存システムへの適用

設計・研究部門で取扱う各種アプリケーションプログラムの入出力データの検索・編集をケーススタディとして取り上げ, システムを適用した。

図8に示すよう, 既存システム (各種アプリケーションプログラムとその入出力ファイル群) は, メタデータ (ファイル情報とデータ構造情報) を作成することで, 本システムを利用できるようになる. 既存システムの入出力形式は従来の使用形態を継続できる。

図9に, 「アプリケーションプログラムAの出力データ (リスト形式データ) から, 原データ (数100点) を十分フィットする数点のデータを抽出し, アプリケーションプログラムBの入力データを作成する」編集作業への適用例を示す. 適用例では以下の手順をとる。

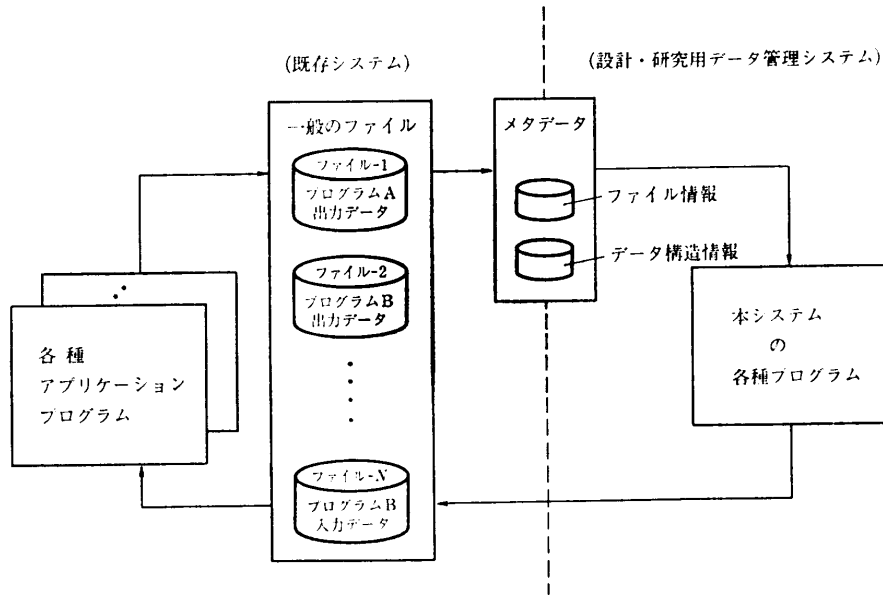


図 8 設計・研究用データ管理システムの適用

Fig. 8 Application of data management system for design and study.

- (i) 一般ファイル群よりファイル検索でファイル-1 を検索し取り出す。
 〈一般ファイル群〉: アプリケーションプログラムの入出力データからなる25個のファイル (全容量 100 MB) で構成される。各ファイルの容量は 10 kB より 10 MB の規模を有し、データはファイル内でリストイメージまたはバイナリイメージで格納されている。
 〈ファイル-1〉: 安全解析プログラム-A の出力データであり、容量が 8 MB、格納形態がリストイメージ、属性数が 50 個 (1 属性に時間・空間依存の数 kB のデータが属する) である。
 〈ファイル情報検索〉: 関係データベース『ファイル情報 (計算者名, プログラム名, ファイルタイプ名, 計算ケース数, 計算ファイル格納場所)』において、プログラム名として「プログラム-A」、計算ケースとして「ケース-1」を指定し、条件を満たすファイル格納場所を検索し、ファイル-1 を取り出す。
- (ii) ファイル-1 を、データ変換により、検索データ用データベースに変換する。
 〈データ変換〉: 関係データベース『データ構造情報 (プログラム名, ケースの「見出し」, 「見出し」, データ位置, データ記述情報, データ配列情報)』に対し、(i)で指定したプログラム名と属性名に対応するデータ構造情報の「見出し」を

探索し、該当する構造情報に基づき、ファイル-1 よりデータを取り出し、検索データ用データベースを作成する。

- 〈検索データ用データベース〉: ファイル-1 (ケース, 時間ケース, 空間座標, 属性 A1, A2, A3, ..., A50) なる関係データベース。
- (iii) データベースより、 x 軸として TIME, y 軸として A1 を抽出し、グラフを表示する。
- (iv) 原データをフィットする数点のデータを抽出する。
- (v) 抽出データのグラフを原データによるグラフと重ね書きし、フィット状況を検査する。
- (vi) 十分良くフィットされていれば(vii)に進み、不十分の場合(iv)に戻る。
- (vii) プログラム B の入力形式にし、データを作成する。

表 1 に、種々の規模の対象ファイルに対する計算機の処理応答時間を示す。各ケースのデータ検索・編集作業は、図 9 の適用例と同等のものである。ファイル検索とデータ検索・編集の応答時間の主要部分はユーザの思考時間 (次の入力を考える時間) であり、応答待ち時間は小さい。一方、データ変換における応答時間は、計算機使用時間 (CPU 時間), チャンネル時間, Disk の待ち時間からなり、正味の応答時間である。Disk の待ち時間は、計算機の負荷状態に強く影響を受ける。一般に、データ変換はファイルの規模と属性

表 1 ケーススタディ例の処理時間
Table 1 Computer use times for case study examples.

ケース	ファイル規模	属性数	処理時間 計算時間 (応答時間)		
			ファイル検索	データ変換	データ検索・編集
ケース 1	10 kB	10	~2s (~2 m)	~3s (~0.5m)	~10s (~8 m)
ケース 2	2 MB	10	~2s (~2 m)	~6s (~1.5m)	~6s (~12m)
ケース 3	8 MB	50	~2s (~2 m)	~25s (~2.5m)	~10s (~10m)
ケース 4	10 MB	150	~2s (~2 m)	~40s (~4.0m)	~10s (~10m)

注) 計算機 HITAC M200 H 使用.

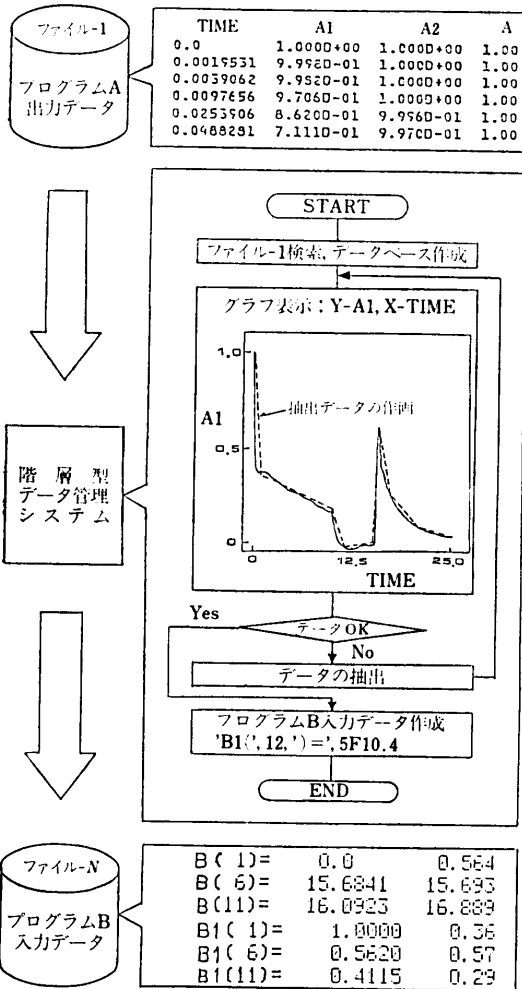


図 9 適用例
Fig. 9 Application example.

数に強く影響をうける。データ変換に、多少のオーバーヘッドを要するが、実用的な処理時間と考える。

6. むすび

設計・研究部門で取り扱う大規模かつ多種類のデー

タ管理を、各アプリケーションプログラムのデータ使用形態を変更せず実現した。データ管理は、ユーザによるデータ管理とシステムによるメタデータ（ファイル情報とデータ構造情報）管理に分離し、ユーザの既存システム体系を重視した管理方式である。全データの一括管理という観点からは、後退しているが、設計・研究業務で取り扱うデータの特徴と業務の非定型性を考慮すると、このようなアプローチの方が利点が多い。

設計・研究部門の種々の業務でケーススタディをし、その適用可能性を実証した。特に、既存システムへの導入作業は、メタデータの作成のみでよく、非常に容易である。既存システム体系自身の変更は一切必要ない。

本システムの使用時、データ変換プロセスに多少のオーバーヘッドを要するが、計算機処理速度の向上にともない、オーバーヘッドが相対的に大きくても柔軟性のある関係モデルが主流になってきた経過を考えると、本方式の実用性は期待できる。

謝辞 本研究の遂行にあたり、システムの所要機能とマンマシン対話機能に関するコメントをいただいた(株)日立製作所エネルギー研究所の谷口薫所長、山田周治副所長、井上孝太郎部長、元田浩主任研究員に感謝します。

参考文献

- 1) McGee, W. C.: The Information Management System IMS/VS Part I Through IV, *IBM Syst. J.*, Vol. 16, No. 2, pp. 84-166 (1977).
- 2) Cincom Systems: Total/7 Reference Manual (1977).
- 3) Software AG: ADABAS 概説書 (1976).
- 4) 村上ほか: 大規模データベースとその実現技術, *情報処理*, Vol. 23, No. 10, p. 955 (1982).

(昭和 59 年 4 月 27 日受付)
(昭和 60 年 6 月 20 日採録)