

# 数値シミュレータ・データベースについて

石塚 只夫\*      三好      甫\*      安喜 隆 幸\*

## On a Data Base System for Numerical Simulator

by

Tadao ISHIZUKA, Hajime MIYOSHI and Takayuki AKI

### ABSTRACT

The necessity for computer simulation in research and development in aeronautics and astronautics has increased at a rapid pace in recent years. In particular, sophisticated large and fast computers are required in order to perform simulations at a practical level.

The National Aerospace Laboratory of Japan is now promoting a numerical simulator project (NS project), which includes the introduction of a supercomputer. As a part of the project, a data base system has been constructed for the purpose of managing input and test data necessary for numerical simulation and of allowing many different kinds of utilization.

In this paper the summary of this data base system and the functions of operational commands employed in the system are explained from the viewpoint of the user.

Firstly data available in this system are considered. Secondly ways of creating a data base system that meets the demands of the field of numerical simulation are discussed. Thirdly major features of the operational commands are explained. Finally a list of operational commands and examples are presented.

#### 1. はじめに

現代の航空宇宙の研究・開発では計算機を用いた数値シミュレーションが必須となっている。特に実用水準の数値シミュレーションには最新鋭の大型計算機を必要とする。このため航技研ではスーパーコンピュータを中核とする数値シミュレータ計画を強力に推進している。これに附随して数値シミュレーションに必要な入力および検証データを統一的に管理し、多様な利用法を可能にすることは、シミュレーションコードの開発・応用に極めて大きな利益をもたらすと考えられる。このため、数値シミュレータ用データベースシステムの構築も進めている。

以下、本データベースの構成と機能に関しての概要を述べる。特に利用者側に関心の大きい機能については、本データベースに対する利用者インターフェースである操作コマンドによってそれを明らかにする。

#### 2. データベースの概要

##### 2.1 対象とするデータの種類

本データベースシステムでは、実験データの登録だけでなく、数値シミュレーションに必要な入力・検証用データおよび汎用のシミュレーションコードをも含めてデータベース化する。対象とするデータを内容別に分類すると模型・実験・数値シミュレーションデータおよびシミュレーションコードの4種類に分けることができる。これらはシステムでの取

---

\* 航空宇宙技術研究所

扱上の理由から特性に応じた編集を行なった後、データベースに登録する。各データに関する主な情報内容は以下に示すようなものである。

(イ) 模型データ

風洞実験および数値シミュレーションで使用された模型形状に関する理論値・設計値・実測値のほか検出器の位置および模型製作に関する設計者・製作年月日などを含む。

(ロ) 実験データ

風洞実験における環境情報と計測データである。環境情報には実験に使用された風洞名をはじめとする実験に関する諸条件を、計測データにはマッハ数・レイノルズ数・迎角・圧力データ等の実測値を収容する。

(ハ) 数値シミュレーションデータ

数値シミュレーションで得られたデータとそこで使用された各種のパラメータに関する情報であり、概ね実験データと同じ項目が含まれる。

(ニ) シミュレーションコード

情報としてはプログラム名・登録年月日・使用方法と実行形式のシミュレーションコードを収容する。ただし汎用のシミュレーションコードとして認定を受けたものに限られる。認定に際しては、信頼性・適用範囲等に関する十分な事前検証が必要とされる。これらもまた情報として収容される。

## 2.2 データベース化の方法

2.1で述べたようなデータを一括管理し有効に利用できるデータベースシステムはまだ存在していない。また、数値シミュレータ専用のデータベースシステムを新規に開発することは長い期間と多額の費用が予想され実現性はうすれる。一方、市場には検索・図形処理などの専用データベースシステムやアプリケーションプログラムが出回っている。これらは専用であるためそれぞれに固有の操作言語や特殊なデータ構造をもち、そのまま数値シミュレータ用データベースに取り込むには問題が多い。たとえば、利用者が個々の操作コマンドやデータ構造を学ばなければならないことが、大きな負担となり研究・開発の支障となる。そこで我々は短かい開発期間と安価なコストで、目的とする数値シミュレータ用のデータベース機能を実現する方法として、市場にある各システムの有効な所を十分に活用すると同時に個別システム間の相異を吸収し、単一のデータベースとして扱えるような操作コマンド体系を作成することにした。各操作コマンドは、利用者プログラムまたはTSS端末から入力され、インターフェースにより個別システムの操作言語に変換される方式となる。これにより研究者は煩雑な個別システムの操作から開放され、単一のデータベースとしてこれを利用することができる。図1にこの模様を示す。

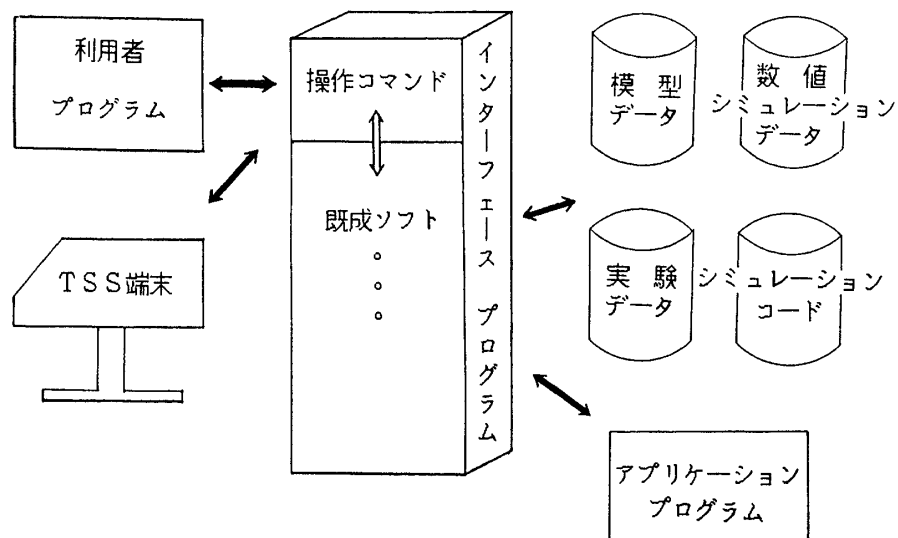


図1 システム構成

### 3. 操作コマンド

#### 3.1 コマンドの形式

操作コマンドの形式を決めるには、データベースを利用するハードウェア機器およびソフトウェア処理における整合性・互換性・柔軟性を考慮しなければならない。さらに操作コマンドの使い易さも重要な要素である。これらのことを念頭において、各種のコマンド入力方式を比較検討すると表1のようになる。これによりハード・ソフトウェアとも制約が少なく、インタフェースプログラムの作成・変更等におけるシステム側の負担の軽いコマンドライン方式がよいことが結論される。

コマンドの形式は図2に示す通りである。(a)が基

本型でコマンド名に続いていくつかのアーギュメントが並ぶ。(b)は基本型にスイッチ機構を付した構造のものである。基本型のコマンドでは各種のデータに関する総合的な情報が出力され、スイッチ機構による修飾で、さらに細かい情報まで出力させることができる。このスイッチ機構は、コマンド名とオペランド(アーギュメント部)の両方に指定することができ、'/'(スラッシュ)に続いて、コマンド名の場合にはコマンド修飾子を、オペランドの場合には条件式等の制御子を指定する。スイッチ機構導入の利点は、操作コマンドの系列化によってコマンドの数を少なくできることと処理目的を明確にできることにある。またコマンド名のスイッチは処理の効率化を図るのに、オペランドのスイッチはコマン

表1 コマンド入力方式の比較

方式	利点	欠点	インタフェースプログラム
① MENU	習得容易 誤操作小	ハードウェアの制約多い バッチ・TSS間の整合性に難度大	変更・拡張時の難易度 大
② TUTORIAL	習得最容易 誤操作小	入力条件間関係の把握に難 入力操作時間長い バッチ・TSS間の整合性に難度大	中
③ QUERY	入力操作時間小 ハードウェア制約小 バッチ・TSS整合可能	コマンド操作・機能の習得必須	小
④ COMMAND LINE	入力操作時間最少 ハードウェア制約最少 バッチ・TSS間整合性大 コマンドのマクロ化容易	コマンド操作・機能の習得必須	③より小

command name      argument   o   o   o

(a) 基本型

command name [ /command SWITCH   o   o   o ]

argument [ /argument SWITCH   o   o   o ]   o   o   o

(b) スイッチ機構付

図2 コマンド形式

ドの処理機能の拡充を図るのに役立つ。

### 3.2 コマンドの用途別分類

操作コマンドを処理機能の面からとらえると(イ)検索, (ロ)図形出力, (ハ)数値利用, (ニ)利用支援, (ホ)その他に分けられる。それぞれの特徴は以下の通りである。

#### (イ) 検索系

模型・実験・数値シミュレーションの各データおよびシミュレーションコードのデータに対する実験条件・模型名・実験日時などの情報を T S S 端末やラインプリンタへ出力する。

#### (ロ) 図形出力系

模型・実験・数値シミュレーション・解析用格子データ等を図としてグラフィック端末またはプロッタ装置へ出力する。

#### (ハ) 数値利用系

模型・実験・数値シミュレーションデータのうち、必要とされるデータを利用者ファイルまたは実行中の利用者プログラムのデータ領域へ転送する。

#### (ニ) 利用支援系

検索・図形出力・数値利用コマンド等の使い方を説明したり、コマンド処理のマクロ化等により利用者を支援する。

#### (ホ) その他

データベースシステムの運用関係(データの管理・登録・更新・履歴等)や利用者管理(使用権の設定, 削除, 利用統計等)である。

### 3.3 コマンドの特徴

操作コマンドは、特に利用者の処理効率と操作性を重視し作成した。その特徴は以下に示す通りである。

#### (イ) T S S ・バッチ処理とも同一書式

処理機能が同じものであれば、操作コマンドは T S S 処理・バッチ処理とも同一書式で使用できるので、利用者のプログラム作成における重複負担(T S S 用とバッチ用)を省くことができる。

#### (ロ) オペランド引数の標準値設定

操作コマンドのオペランド引数は当データベースシステムの標準値設定機能により標準値が設定され、利用者は必要とするパラメータのみを指定

するだけで他のパラメータは省略できる。また利用者独自の値を標準値として設定することも可能である。

#### (ハ) 既入力コマンドの再利用

既に入力して使用した操作コマンドを再利用したり、コマンドの一部を書き換え変更して新しいコマンドとして利用することも可能である。

#### (ニ) コマンドのマクロ化機能

定型的な処理やコマンドの一部を書き換え変更するだけで定型化できるような処理は、その処理手順を専用のデータセットに登録し、利用者に固有なコマンドとして利用することができる。

機能面からとらえた特徴は以下の通りである。

(イ) 検索系では、模型名・実験環境・キーワード等による総合検索ができるほか実験番号・実験年月日などの範囲指定による条件検索もできる。

また模型名や試験番号等の情報が一部欠落している場合にも総合検索・条件検索は可能である。

(ロ) 図形出力系では、模型・風洞実験・数値シミュレーションデータの図形表示が容易にできる。さらに比較のため2つ以上のデータを同時に一つの図に出力する機能もある。この機能は同種のデータ間の比較のみならず、異種のデータ間の比較にも使用できる。特に後者の比較が容易にできることで利用者プログラムの検証が短時間に、かつ視覚的に行なえることになる。

(ハ) 数値利用系では、データを利用者ファイルまたは実行中の利用者プログラムのデータ領域への直接転送できる。さらに登録されている基準模型に対し、加工を行い新しい模型を作成・表示することも可能となっている。

## 4. 操作コマンド一覧と使用例

### 4.1 操作コマンド

これまで述べてきたように本データベースに使用される操作コマンドは、利用者により便利にいくつかの特色をもっている。特にコマンドはコマンド修飾子を付加することでさらに細かい各種の処理ができるようになっている。以下において個々の操作コマンドのコマンド名とその機能・概要の一覧を示す。

## (1) 検索系コマンド

表 2 検索コマンド

コマンド名	コマンド修飾子名	概 要
ABSTRACT	MODEL NS PROG WT	指定したデータセットに関する要旨情報を出力する 模型データに関する要旨情報を出力 NSデータ . . . NSコード . . . 風試データ . . .
DB	NAME	データベースに関する総合情報を出力 データベースのグループ別分類名を出力
KEYWORD	MODEL NS PROG WT	指定したデータセットが持つキーワードの一覧を出力する 模型データに関するキーワードを出力 NSデータ . . . NSコード . . . 風試データ . . .
MODEL	GROUP HISTORY NAME NAME/GROUP NAME/KEYWORD	模型データベースに関する情報を出力する グループ単位での模型情報の出力 指定した模型の試験履歴の出力 . . . 文字列を含む模型グループ名と概要の出力 . . . 文字列を含む模型名、但しグループを限定 . . . キーワードを持つ模型情報
PROG	CONDITIONS INSTRUCTION NAME/KEYWORD NAME/MODEL NAME/NS	指定したNSコードに関する情報を出力する . . . 計算条件の表示 プログラムの使用法の表示 指定したキーワードを持つNSコード名の出力 . . . 模型名に対するNS試験コード名とデータセット名の出力 . . . 文字列を含むNSコードの概要の出力
TEST	DATE FACILITY HISTORY/NS HISTORY/WT ITEM KEYWORD/NS KEYWORD/WT MODEL/NS MODEL/WT TNUMBER WTTEST/NS	風試またはNS試験に関する情報の出力 指定した期間内における風試情報の出力 試験設備の一覧の出力 指定したNSコードの使用履歴の出力 . . . 風洞の風試履歴の出力 . . . 項目の風試情報の出力 . . . キーワードを持つNSコードの使用履歴の出力 . . . キーワードを持つ風試情報の出力 . . . 模型のNS試験情報の出力 . . . 模型の風試情報の出力 . . . 試験番号範囲での風試情報の出力 . . . NSコードに対応する風試情報の出力

## (ロ) 図形出力系コマンド

表 3 図形出力コマンド

コマンド名	コマンド修飾子名	概 要
DATA	GDISP/NS/FIELD PLOT/COMPARE=NS_WT PLOT/NS PLOT/NS/COMPARE PLOT/NS/CONVERGE PLOT/NS/FIELD PLOT/NS/GRID PLOT/WT PLOT/WT/COMPARE	指定された図形データの出力表示 NS試験データの場情報の図形出力 NS・風試験間の比較図形出力 NS試験結果の図形出力 NS試験間の比較図形出力 NS試験の収束状況を図形出力 NS試験データの場情報の図形出力 NSコードで使用了た格子またはパネルの図形出力 風試験結果の図形出力 異なる風試験結果間の比較図形出力
MODEL	PLOT PLOT/COMPARE PLOT/GENERATE PLOT/SURFACE	模型に関する情報の図形出力を行う 指定された模型形状の図形出力 模型間の形状比較図 指定条件により生成された模型形状の図形出力 3次元模型の面表示

## (ハ) 数値利用系コマンド

表 4 数値利用コマンド

コマンド名	コマンド修飾子名	概 要
DATA	COPY/MODEL COPY/NS COPY/PROG COPY/WT DISPLAY DISPLAY/MODEL/NS DISPLAY/MODEL/WT DISPLAY/NS DISPLAY/WT MODEL/GENERATE	指定されたデータの転送を行う 模型データの取出し NS試験結果の取出し NSコード(ロードモジュール)の取出し 風試験データの取出し 模型データの表出力 NS試験模型データの表出力 風試験模型データの表出力 NS試験データの表出力 風試験データの表出力 指定条件による模型データの生成

## (ニ) 利用支援系コマンド

表 5 利用支援コマンド

コマンド名	コマンド修飾子名	概 要
COMMAND	COPY INSTRUCTION NAME OBJECT PREVIOUS	コマンド操作に関する支援 打込済コマンドの再利用 コマンドの使用法の出力 ある文字列を含むコマンド名の出力 用途別に分類されたコマンド名の出力 打込済コマンドの再表示
INDICES	WT NS MODEL PROG	指定したファイルに含まれる索引名の出力 風試験データファイルに含まれる索引名の出力 NSデータファイルに . . . 模型データファイルに . . . NSコード・データファイルに含まれる索引名の出力
KEYWORD		ある文字列を含むキーワードの出力
PARAMETER	DEFINE LIST	コマンド・オペランドのパラメータに対し偽名を与える 偽名の定義を行なう 定義済偽名の表示
USE	MACRO	マクロ命令使用の宣言

### 4.2 使用例

コマンドの開発は現在進行中であるが、テスト結果を用いて使用例を示す。図における印▶は、利用者が入力したコマンド列を表わし、印[は本データベースからの出力情報を表わす。

#### (イ) 風洞の風試履歴の出力

コマンド 'TEST' とコマンド修飾子 'HISTRY /WT' を組合せその後に風洞名を付け加えることにより、その風洞を使って行なわれた風洞実験の履歴情報として実験番号・模型名・実験項目・実験日が出力される(図3参照)。

例 風洞名: JAPAN\_NAL\_2D\_WT

#### (ロ) 模型の風試情報の出力

コマンド 'TEST' とコマンド修飾子 'MODEL /WT' を組合せその後に模型名と実験番号の範囲指定を付け加えることにより、模型の概略とその模型を使って行なわれた該当実験番号の実験日・マッハ数・迎角などが出力される(図4参照)。

例 模型名: 7070\_15\_20\_44\_30

実験番号: 2377 ~ 2379

#### (ハ) 風試データの表出力

コマンド 'DATA' とコマンド修飾子 'DISPLY /WT' を組合せその後に模型名と実験番号を付け加えることにより、その模型を使って行なわれた該当実験番号の風洞実験に関する実験条件および座標とその点における  $C_p$  計測値が表形式で出力される(図5参照)。

例 風洞名: JAPAN\_NAL\_2D\_WT

実験番号: 2377

#### (ニ) 風試結果の図形出力

コマンド 'DATA' とコマンド修飾子 'PLOT /WT' を組合せその後に風洞名と実験番号を組合せたものを付け加えることにより、その風洞を使って行なわれた該当実験番号の風洞実験に関する実験条件および模型と  $C_p$  分布図が出力される(図6参照)。

例 風洞名: JAPAN\_NAL\_2D\_WT

実験番号: 2377

```
▶ TEST/HISTORY/WT JAPAN_NAL_2D_WT
WIND TUNNEL : JAPAN_NAL_2D_WT WIND KIND : 2D          WIND ORGAN : JAPAN
      (TNO)          (MODEL)          (TITEM)          (TDATE)
      2377 - 2416    7070_15_20_44_30    83.02.08 - 83.03.10
      }              }                      }
```

図3 風洞の風試履歴

```
▶ TEST/MODEL/WT 7070_15_20_44_30 TNUMBER=2377<2379
MODEL : 7070_15_20_44_30 TUNNEL : JAPAN_NAL_2D_WT
KIND : 2D                ORGAN : JAPAN
      (TDATE)  (TNO)  (TITEM)  (MNUMB)  (RNUMB)  (PS)  (ATTACK)
      83.02.08  2377    0.4983  0.5E+00  1.9900  0.0396
      83.02.08  2377    0.4990  0.5E+07  1.9896  0.0396
      83.02.08  2377    0.4996  0.5E+07  1.9907  0.0396
      }          }          }          }          }
```

図4 模型の風試情報

▶ DATA/DISPLAY/WT JAPAN\_NAL\_2D\_WT TNUMBER=2377

```

TUNNEL : JAPAN_NAL_2D_WT   TNUMB : 2377   TDATE : 83.02.08   TTIME : 10:15
                                MODEL NAME : 7070_15_20_44_30   TITIEM :
MACH      : 0.49829996
REYNOLDS  : 0.52079999
PS        : 1.9899998
ATTACK-LOW : 0.0
ATTACK-UP  : 5.0000000
YAW -LOW  : 0.0
YAW -UP   : 0.0
ROLL -LOW  : 0.0
ROLL -UP   : 0.0
    
```

COEFFICIENT OF PRESSURE

TEST-1			TEST-2				
(CX)	(CY)	(CZ)	(CP1)	(CX)	(CY)	(CZ)	(CP2)
0.01750	0.0	0.02460	0.03323	0.02500	0.0	0.02980	-0.13424
0.03750	0.0	0.03690	-0.32255	0.05000	0.0	0.04280	-0.45886
0.07500	0.0	0.05220	-0.61929	0.10000	0.0	0.05940	-0.70307
0.15000	0.0	0.06960	-0.72241	0.20000	0.0	•	•
0.25000	0.0	0.08100	-0.68208	0.30000	0.0	•	•
0.32500	0.0	0.08510	-0.61366	•	•	•	•
0.37500	0.0	0.08640	•	•	•	•	•
0.42500	0.0	•	•	•	•	•	•

図 5 風試データの出力

▶ DATA/PLOT/WT JAPAN\_NAL\_2D\_WT/2377

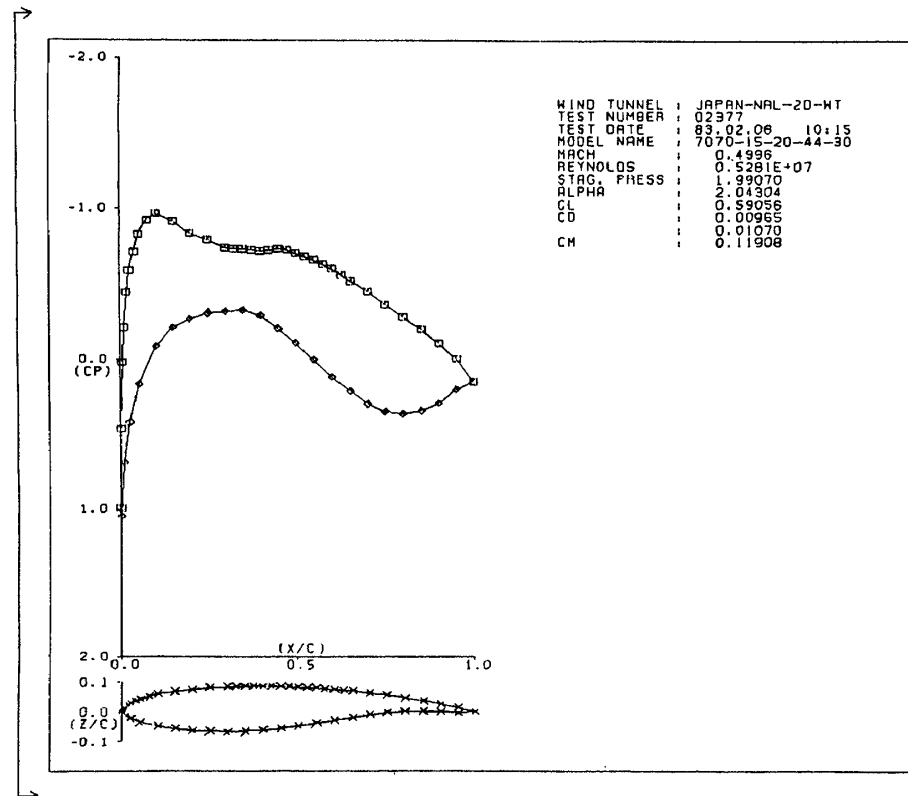


図 6 風試結果の出力



## 5. おわりに

データベース構築の目的は、各種の模型・実験・数値シミュレーションデータおよびシミュレーションコードを統合化し独立の共有データシステムを作ることによって、従来の目的別プログラムによるデータの重複を解消することにある。またそれに伴いシミュレーションコードの開発に利用したり、登録されたデータを用いた各種の分析・推定等を行い研究・開発の目標の設定に用いるなど多岐に亘る利用法が考えられる。これらの目的に対する実現度は統合

化された共有データを扱う操作コマンドの機能と操作性に依存するところが大きいので、今後ともコマンドの機能拡充等には利用者の声を取り入れ、より使い易いものとする考えである。

本データベース構築に際し航技研空力2部の各位、特に神田宏技官にはミニコンから大型計算機へのデータ変換で大変な協力を得ました。またファコムハイタック株式会社の猪狩研一、小西秀之、村田総一郎、山口靖、中馬美利の諸氏わら大変有益な助言を戴きました。

