

## 紙テープに出力された時系列データの統計的処理の一手法

(昭和54年 6月 1日 原稿受付)

九州大学	岡本	実
第2部機械工学科	西道	弘
機械工学教室	塚本	寛
機械工学教室	松永	成徳

## An Effective Procedure for the Analysis of Time Series Data Recorded by Paper Tape

by Minoru OKAMOTO  
 Michihiro NISHI  
 Hiroshi TSUKAMOTO  
 Shigenori MATSUNAGA

## Abstract

In the case of unsteady flow measurement, time series data are recorded using a data acquisition system which sometimes outputs paper tape. To improve the reliability of paper tape, which frequently has some punch-error and parity-error, computer program is developed in the present study.

## 1. まえがき

本学水力実験室では、流体機械や装置内における非定常流の計測を進めている。3次元流れ場の静圧および速度を5孔ピトーブで測定する場合、最低5種類の圧力が時系列データとして検出されねばならないことから推測されるように、データは膨大な量になる。したがってデータの集録および分析には図-1に示されるデータ処理方式を用いている。AD変換されたデータは外部記録媒体としての紙テープに出力され、その後計算機にかけて処理される。

紙テープ方式では、テープパンチャで機械的にさん孔するのであるから、データが多くなるとエラーの含まれ

る確率は高くなり、計算途中で処理中止に陥いる不都合が生じ易い。このデータ処理システムの能率を上げるには、計算機への紙テープ入力方法を改善する必要がある。

筆者らは、全国共同利用施設九州大学大型計算機センター(以下九大センターと略す)のFACOM M190(以下M190と略す)を用いることを前提とし、紙テープの内容が読取機のハード的仕様さえ合致していれば無条件に読込まれ、データの検査は処理プログラムに依る方法を採用し、その為のユーティリティおよびサブルーチン群の開発を行った。時系列データはその変動の性質や系列間の相関関係などを明らかにしておくことが要求されるので、M190で使用可能な統計処理用アプリケーションプログラム、TAFT(Time Series Analysis in Frequency and Time domain)<sup>1)</sup>を用いて分析することを併せて検討した。なお以下に述べる処理方式は一般的な非定常現象に対しても十分適用されるものである。

## 2. データ処理方法

## 2.1. 基本構想

紙テープはパリティエラーやパンチエラーをもともと

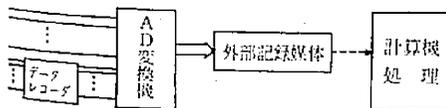


図-1 処理系統図

含んでいるという仮定のもとに、紙テープから計算機へのデータ入力の改善を次のように構想した。

- ①紙テープはフィード孔の落ちがない場合、無条件に読込まれる。
- ② AD 変換機の出力する紙テープには各データの境界等が示されているので、この情報によりデータを生成位置づけする作業はテープ読取り後自動的にやれる。したがってこれを独立したユーティリティで行なえるようにする。
- ③紙テープ一巻分を1ブロック（ブロックは先頭にアドレス番号を有するものをいう）とするデータを収容でき、1ファイルに100ブロック収容できるように配慮する。
- ④データ中にエラーが発見された場合には修正できる。

以上の考えに基づきデータの全体的処理フローを図-2のようにした。

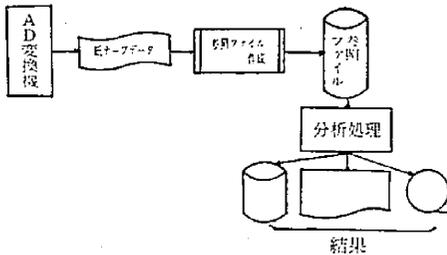


図-2 全体的処理フロー

これらの処理は九大センターのM190を用いて行なうがその処理過程は次のようになる。

- (1) 紙テープデータのコード変換後、参照ファイルを作成する。
- (2) 各数値データを実験に関係した物理量に換算し、データの分析や実験結果として必要な量を求める。

2.2. 参照ファイルの作成過程

紙テープを読取機にかけて参照ファイルを作るまでの処理フローは図-3に示される通りであり、3段階からなる。

(1) 媒体変換<sup>2)</sup>

このルーチンは九大センターに準備されており、紙テープデータをバイナリーデータとしてディスク

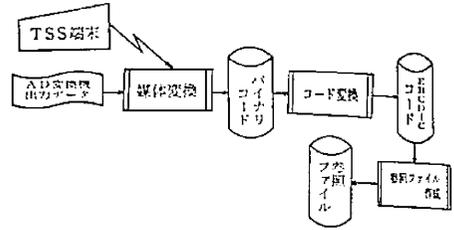


図-3 参照ファイル作成までの処理フロー

装置上に媒体変換だけを行なう。この処理は九大センターではコマンドプロシジャに登録されておりTSS 端末からの1コマンドで実行される。

(2) コード変換

(1)で得られたバイナリーデータをM190の文字コードである EBCDIC コードに変換する。その際パリティエラー、インレガルキャラクターとしてチェックされた桁にはある特定の文字コードを割り当てた。なおこれは1つのロードモジュールとした。

(3) 参照ファイル作成

(2)で EBCDIC コードに変換されたデータを使用者の呼ぶ参照用サブルーチンとインターフェイスを合わせた形式に編集して、ファイルを作成するロードモジュールである。もしここでデータ桁数として不合理なブロックが見つければイレガルパターンとしてリスト出力して、参照ファイルにもそのままの文字データとして出力するようにしたので、使用者は目的に応じた修正ができる。

2.3. 分析処理

データエラーを修正し終えて完成した参照ファイルを読込んで実験データの整理として必要な計算、分析を行なう概念図が図-4である。

主プログラムでは参照ファイルの内部構造を意識しなくてよいように、参照ファイルは必ず参照用サブルーチンを介して参照する方法を採った。このサブルーチン群に

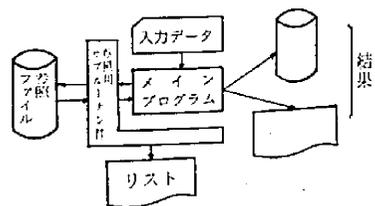


図-4 分析処理概念図

は次のような機能を持たせている。

- ①参照ファイルの内容を入力する。
- ②参照ファイルの内容をリストする。
- ③参照ファイルのデータに定数をかけて格納する。
- ④参照ファイルの内容を入れ換える。
- ⑤その他編集機能

非定常流の実験結果の整理に我々が用いるデータ分析の手続きの中で特に統計的特性に関係したスペクトル分析等は、他の非定常現象と共通のものが適用できる。ここではAD変換機出力のデータを汎用統計アプリケーションプログラム、TAFTで処理する場合について検討した。TAFTは、九大センターのM190システムで使用可能であり、ダイナミックかつランダムに変動する時系列データの統計的分析能力にすぐれている。特にFPE(Spectral Analysis based on Final Prediction Error)理論に基づく解析は、時間的因果関係を重視する場合有効な手段であるといわれている。TAFTシステムは機能が非常に大きいので、ここではその1例を示すことにしたい。

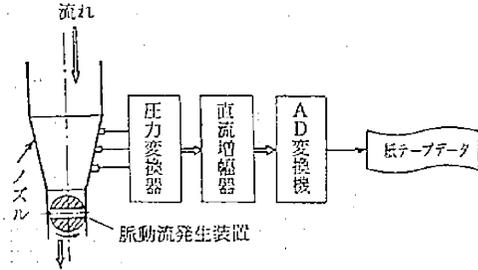


図-6 計測系統図

```
LOGON TSS F0171 PROC(PTRLOC)
+ PASSWORD ?
*****
KEQ564651 F0171 LOGON IN PROGRESS AT 13:42:18 ON MARCH 2, 1979
*** WAITING FOR READY MESSAGE ***
JOB NO = 4221474 CENTRAL
READY
PTRTODA TEST2 媒体変換用コマンド
** PTRTODA START **
***** PTRTODA INFORMATION LIST *****
*** PAPER TAPE = 1 ***
*** CHR.COUNT = 14434 ***
*****
READY
LOGOFFC
```

図-7 媒体変換時TSSメッセージ

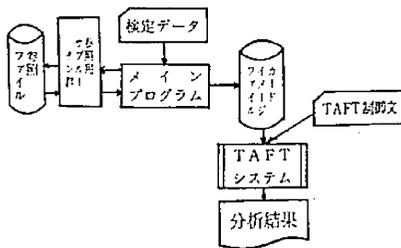


図-5 TAFTによる処理フロー

図-5がTAFTを利用するときの処理フローである。参照ファイルから読込まれたデータは、カード入力される検定データを用いて実験結果として必要な物理量に変換された後、カードイメージでディスク上に出力される。このファイルとTAFT制御文(データの属性、フォーマット、対象とする分析機能等を指定する)とを連結して、TAFTに入力してやることにより指示した分析結果を求める。

3. 適用例

開発したデータ処理プログラムを用いて、管内脈動流の壁面圧力変動の分析を試みたので処理手順並びに結果

```
//AD17101 JOB F0171,*****
//EXEC CO.FROG=CDCONV,LOADDC='F0171.EB.LO/0'
//CO.FT01F001 DD DISP=SRG,DSN=F0171.TEST2.TEXT
//CO.FT02F001 DD DSN=ADUNIT,UNIT=HORE,DISP=(TRK, PASS),
//DCB=(LRECL=100,RECFM=FB,BLKSIZE=10001,SPACE=(TRK,(500,501,RLSE))
//EXEC CO.FROG=DIRCT,LOADDC='F0171.EB.LO/0'
//CO.FT01F001 DD DSN=ADUNIT,DISP=(OLD,DELETE)
//CO.FT02F001 DD DSN=F0171.TEST21.DATA,DISP=(HOLD,CATLG),UNIT=PSB,
//SPACE=(TRK,(500,501,RLSE)),DCB=(RECFM=FB,LRECL=5000,BLKSIZE=5000)
```

図-8 コード変換と参照ファイル作成

の一例を以下に示す。

(1) 紙テープデータ

図-6に計測系統図を示すが管内流量の周期的変動はノズル下流の脈動流発生装置(回転弁)によってノズルの壁面に設けられた3つの取圧孔の圧力は圧力変換器により電圧信号に変えられ検出増幅された後、AD変換され、3チャンネルの時系列として紙テープに出力される。

(2) 紙テープからのデータ読込

九大センターにおけるTSSコマンドPTRTODAで実行する。実行時のメッセージを図-7に示す。

(3) 参照ファイルの作成

バイナリカードからM190の文字コードに変換し参照ファイルを作成するのに用いた制御文を図-8に示す。

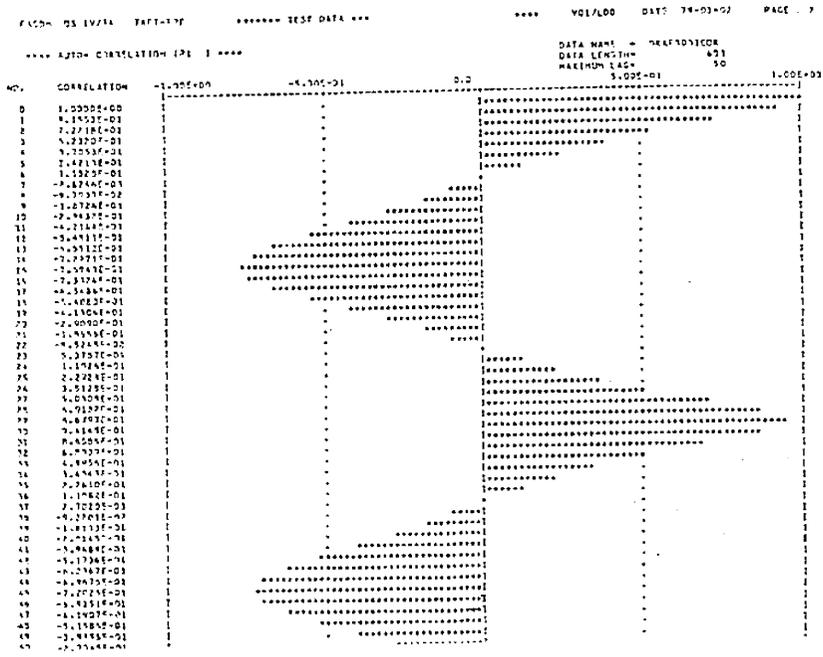


図-9 自己相関係数

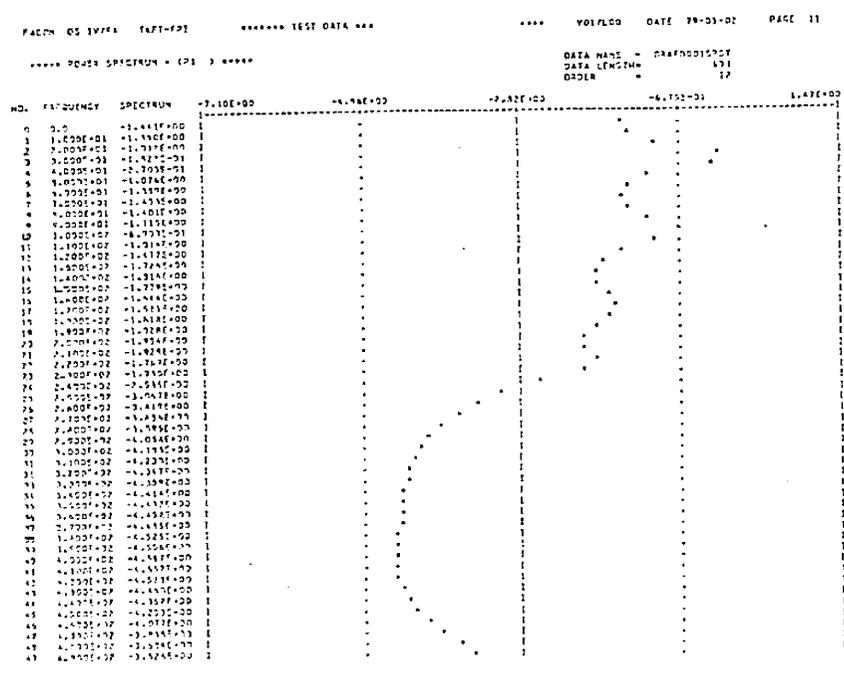


図-10 パワースペクトル密度関数

```

//A017101 JOB F0171,
// EXEC TAFT,ANAL,PPE
//
//T05P001 DD *
*JOB JJOB=DRAF,FILE=HEH
*/TITLE *** TEST DATA ***
*INPUT DATA=STS,ID=(DRAF,T001),DV=CD
*CASE CCHQ=0001,DL=001,LAC=50,PRO=50
*/NAME P1,P2,P3
*OUTPUT
*GRAPH ALL
*JOB COR
*SPCT SPCT,SPHS,SCOH
*JOB PRINT
*DATA DATA=STS,ID=(DRAF,T001)
*/NAME DL=001,SHPL=0.001,T0=HS
*/NAME P1,P2,P3
*/JOB (P10.3),READ=CLH
//
// DD DDH=F0171,TAFT99,DATA,UNIT=F05,DISP=OLD .....TAFTデータ
// DD
//
//
//

```

図-11 TAFT実行例

#### (4) TAFT 用データの作成

図-5に示されるように参照ファイルよりデータを読み込み、検定データに基づいて圧力を算出してTAFT用のデータをカードイメージファイルとして出力する。

#### (5) TAFT 実行

TAFT用の制御文とデータとを連結した実行例を図-11に示す。制御文にみられるように圧力(P1, P2, P3)のデータ数は601個である。ここでは統計処理の機能として相関行列(COR), スペクトル密度行列データ(SPCT), シンプルフェイズ(SPHS)およびシンプルコヒーレンシ(SCOH)を利用した。

#### (6) 統計処理結果

統計処理した結果の内からノズルの断面1における圧力変動に対する自己相関係数とパワースペクトル密度関数の出力リストを図-9, 図-10に示す。図-9より周期性のよい圧力脈動であると判断される。

#### 4. あとがき

紙テープに出力されるデータの計算機処理を取扱い、以下の結論が得られた。

- (1) 紙テープを無条件に読取る方式を前提とした処理プログラムの開発により、データの処理の能率が向上した。
- (2) 本報告に示した方法は他の非定常現象にかかわるデータを統計処理する際にも十分適用し得る。

なおデータエラーに対しては使用者が目的に応じた修正を行なうように意図したが、手軽に利用する点からスプライン関数等に基づく内挿法によりエラー修正を標準的に実行するサブルーチンを準備する課題が残されている。

本研究の遂行にあたり、九州工業大学水力実験室関係諸氏には色々とお世話になった。ここに記して感謝します。なおデータ処理には九大センターのM190を用いたことを付記する。

#### 参 考 文 献

- 1) 富士通: "FACOM OS IV TAFT 解説書" 70AR-0760-1, 1977.
- 2) 九州大学大型計研機センター: 利用の手引き(ジョブ制御文編, 紙テープ編).
- 3) 赤池, 中川: ダイナミックシステムの統計的解析と制御, 1972 (サイエンス社).
- 4) 富士通: "FACOM OS IV/F4 TAFT 使用手引書", 64AR-0760-1, 1977.
- 5) 松永ほか: 日機講演集 No. 780-11 (昭53-8), 82.