

JAERI-M

5 8 0 2

JMTRにおける放射線計測の自動化システム

1974年8月

寺田博海・神原忠則・近藤育朗・野村正之

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問合せは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

J M T Rにおける放線線計測の自動化システム

日本原子力研究所大洗研究所材料試験炉部

寺 田 博 海 神 原 忠 則

近 藤 育 朗 野 村 正 之

(1 9 7 4 年 7 月 1 6 日受理)

J M T RおよびJ M T R Cの稼動に伴うルーティン業務としての放射線計測作業に、小型電子計算機を導入して自動化システムとした。その設計の思想、システムの機能および作成したプログラムについて述べる。

JAERI -M 5802

Computer System for Automatic Radiation Measurement in the JMTR

Hiromi Terada , Masanori Kanbara, Ikuo Kondo , Masayuki Nomura

Division of JMTR Project , Oarai Reserch Establishment JAERI

(Received July 16 , 1974)

A computer system has been introduced to perform routine works of radiation measurement of activation foils irradiated in JMTR and JMTRC . Its design and characteristics of the system are described .

目 次

1.はじめに	1
2.システム設計の概要	2
2.1 計算機導入の経緯	2
2.2 設計の考え方	3
3.自動計測システム	11
3.1 プログラムの構成	11
3.2 管理プログラム	11
3.3 基本システムコントロール	11
3.4 P H A システムプログラム	15
3.5 Grossシステムプログラム	15
4.データ処理システム	18
4.1 中性子照射量計算プログラム	18
4.2 箔放射化量計算プログラム	18
4.3 F/M データファイル作成プログラム	18
5.バッチ処理システム(BOS)	20
5.1 BOS の概要	20
5.2 BOS の一般的機能	20
5.3 BOS の操作	21
6.むすび	21
附 錄	
1. 計算機システム仕様(J M T R 資料 - 133)抜粋	23
2. 自動計測システム	34
3. 中性子照射量計算プログラム詳細	35
4. BOS で必要なエラーメッセージおよびFORTRANの実行手順	38

1. はじめに

小型電子計算機の応用分野は拡大の一途にあり、各種工場の DDC (Direct Digital Control) から交通機関、医療関係などの身近な生活に関連する部門までその用途は浸透して来ている。原子力の分野においても、原子炉のデータロガー、集中監視システムなど主に OFF-LINE Supervisery な使い方での利用が進められて来ている。特に最近の動力炉にあってはデータロガー、ミスオペ防止装置として小型電子計算機が必ず設置されているほどである。また放射線計測装置への応用についても目覚しいものがある。JMT-RおよびJMT-RCにおいては、多量の放射化粧検出器が炉心に挿入されて照射される。これらの放射線計測作業の精度向上、省力化を図るために小型電子計算機を用いた本システムが導入された。著者らはシステムの設計、プログラム作成、Debug、実稼動、保守までの仕事を担当した。

システム設計にあたっては、実験者の便利を図るために Man-Machine Communication の拡充、また電子計算機としての有効利用を図るために放射線計測時以外にはミニ計算センターとして簡単な FORTRAN の Batch 处理が行える、などの種々の工夫を行っている。現在本システムは実稼動約 2 年の実績をもち当初の目的をほぼ満している。その間プログラムは常に Update なものに書き換えられており、用途もより広くなつて来ている。したがつて本報告に述べられていることは教科書的な一例にすぎないが、今後同様な放射線計測システムを導入する場合の手助けになると考える。

2 システム設計の概要

2.1 計算機導入の経緯

J M T Rは燃料・材料の照射試験炉であり、その有効利用に計算機を導入することを下記の諸点から強く要望されてきた。

(1) 炉施設のデータロギング

炉出力 50 MWと施設規模が大であり、施設の運転に係る定時・異常時記録に使用し、運転員の省力化をはかる。

(2) 照射施設のデータロギング

照射キャブセル数も膨大であり、各々の試料の照射中の温度・圧力等、照射目的に応じた情報の定時・異常時記録に使用し運転員の省力化をはかる。

(3) ループ照射施設の計算機制御

高温高圧の試料照射に使用するループ施設の運転には可成り煩雑な手順とち密な注意力が要求されかつ運転員も必要となる。これ等を解決するために、計算機制御を行なう。

(4) 放射線計測の自動化、(その1)

J M T Rの安全性確保と、照射精度の確保のために、J M T Rの運転に先立って、JMTRC(臨界実験装置)によって毎運転サイクルの炉心を模擬した先行試験を行っている。この試験では燃料要素のホットスポットファクタ、燃料試料の発熱量等の評価の他、一般炉物理実験も同時に行なわれる。このうち特に熱中性子束評価のために大量の放射化箔計測が必要となるので、計測の自動化とデータ処理の迅速化をはかる。

(5) 放射線計測の自動化、(その2)

J M T Rで照射した試料の fluence(nvt) 評価も重要な項目である。このため試料とフルエンスモニタを同時に照射し、照射後フルエンスモニターのγ線測定による absolute activity 評価から試料の fluence を求める。この大量計測の自動化とデータ処理の迅速化を図る。

(6) 照射後試験の計算機利用

照射後ホットラボにおいて行なう照射後試験とそのデータ処理に計算機を利用して、データ処理の迅速化と省力化をはかる。

このうち(1)に関してはJ M T Rの設計の時点からすでに計画されており、H-4000による炉・プロセス計装のデータロギングシステムが採用され、同時に(2)への拡張も計画された。

昭和43年には(3)～(5)に関する計算機利用がクローズアップされ、さらに44年度予算の裏付けも得られて下記の如く具体的になつた。

(3)については、炉内ループOWL-1, 2を計算機制御化するために炉外モックアップループOWL-0の起動停止運転、定常運転のオンライン DDC 計算機制御を行ない、運転経験を得、問題点の解決方法を調べること。

(4), (5)については、放射線測定の自動化とそのデータ処理を能率よく確実に実行する計算機システムを作りあげ実用に供すること。

ここで、ループ用と放射線計測用とにそれぞれ独立の計算機を設置することは予算上許されないので、両者を兼用するシステムを作りあげることで具体的検討に入った。

ループの計算機制御においては、計算機スピードは遅くとも信頼度の高いこと、システムとしてフェイルセーフであること及びバックアップシステムを必要とすることに対して、放射線計測ではア総波高分析器としての使用や科学計算の必要性から大量のコアメモリと高速計算スピード、又使用上システムのフレキシビリティ等が要求される。これら本質的な問題の調整のために、当初それぞれの担当者が抱いていたシステム規模は縮少せざるを得なくなつたが、両者の調整の結果図-1に示すシステムを最終案とし昭和44年9月以降メーカーとの契約手続に入り、「Y-516 計算機システム」と決定した。原研から提出した仕様書中放射線計測に関連する仕様の抜粋を附録1として集録しておく。表-1にはCPU Y-516 の性能を示す。

2.2 設計の考え方

[I] システムソフトウェア

システムに要求される役割は大別して次のようなものである。

放射化簡類の自動計測（実時間処理）

計測データの計算処理（OFF-LINE）

簡単なFORTRANのBatch処理（OFF-LINE）

これらの要求をなるべく人手が介在する部分を少くしたシステムとして実現する必要がある。理想的にはTSS(Time Sharing System)として全ての要求を同時に満足させることができれば最上である。しかしながら小型計算機を用いることでシステムの機能には自ずから制約がある。例えば、全システムを制御監視するための管理プログラムの大きさと必要なユーティリティプログラムの大きさからユーザープログラム、データエリアなどの大きさが限定される。或いは主記憶容量、演算速度などからFORTRANで書けるプログラムも限定される、また使用出来るFORTRANはOFF-LINE用である。これらの制約を補って可能な限り要求を満す手段として本システムでは、若干の人手の介在(I/O タイプライタの操作など)、補助記憶装置(磁気Disc)の利用などを用いてほど目的を達している。図-2にシステムソフトウェアの概念を示す。その主な特徴は

(1) 計算機との対話

実験者は主にI/O タイプライタを通じて計算機と対話をを行い、希望するJOBの選択実行が出来る。I/O タイプライタのキー操作指令により、パラメータの変更、実時間処理とOFF-LINE処理とのモード切換えなどが行える。

(2) Discの有効利用

補助メモリ磁気Disc(196K語)をデータ受渡用のファイルとして使用する。すなわち「コモン領域」と同様の役割を持たせて、実時間処理とOFF-LINE 計算との共通データエリアとして用いる。この方式により主記憶装置におけるデータの占有率が小さくなるとともにデータエリアは飛躍的に増加する。更に大きなデータファイルが必要な場合、磁気テープが使用出来る。

(3) プログラム言語の両立性

FORTRAN (JIS7000程度)とアセンブラー言語との両方を使い分ける。自動計測用のプログラムはアセンブラー言語を用い、計測データの計算処理には主にFORTRAN 言語を用いて作成

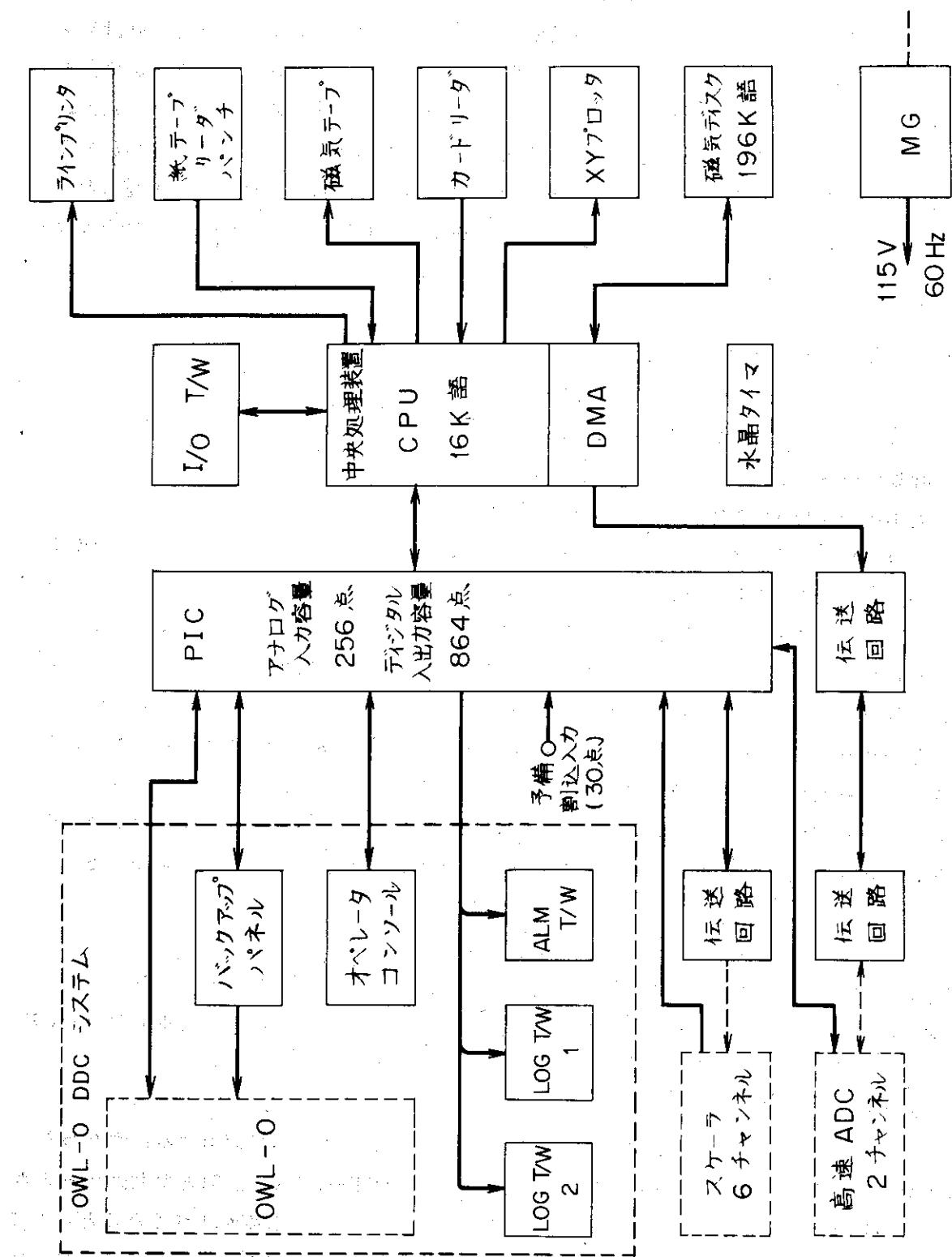


図-1 計算機システム構成図

表 - 1 CPU (Y-516) の概要

項 目	内 容
語 長	16 ビット
命令形式	16 ビット
命 令 数	72 種
メモリ容量	16 K語
メモリサイクル	0.96 μ s
バリティチェック	奇数バリティ・チェック
アドレス方式	1 アドレス方式 (インデックス修飾、間接アドレス修飾)
数 値	2進、負数は2の補数
演 算 方 式	2進並列固定小数点
演 算 速 度	加減算 1.92 μ s 乗 算 最大 5.28 除 算 #10.56
入出力カード	1語転送 DMA DMC
割 込 機能	48 レベル
リアルタイムクロック	1 ms 水晶発振器

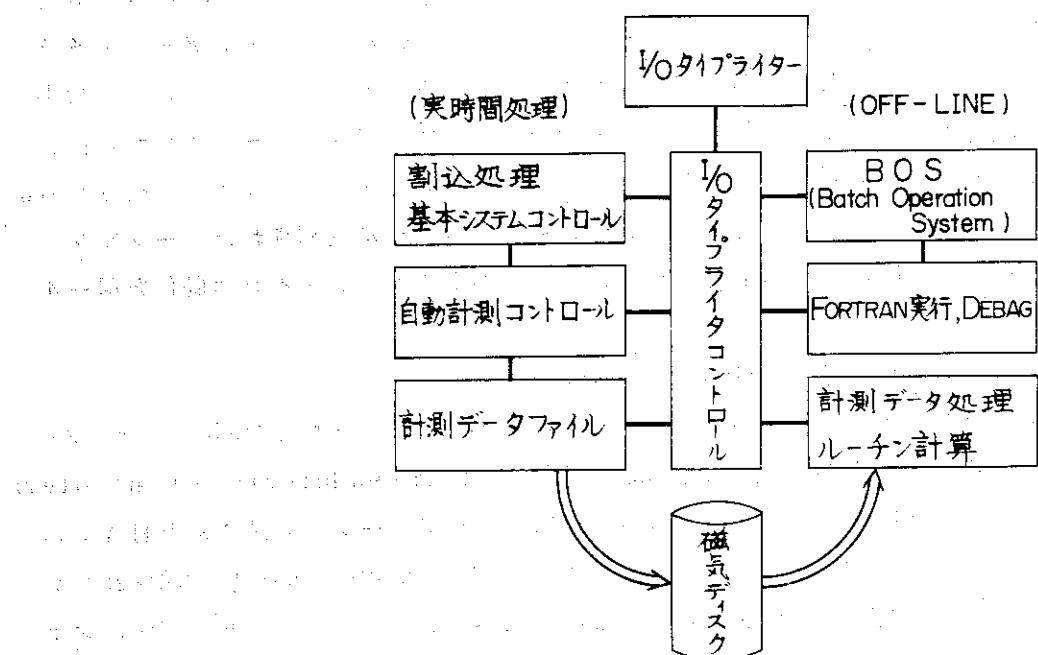


図-2 システム・ソフトウェアの概念

される。データの対応をとるためにコモン領域を固定する。アセンブラー言語とFORTRAN言語が混在するプログラムの形式は大旨次のようにになっている。メインプログラムをアセンブラー言語で作成し、その中のサブプログラムとしてFORTRAN言語のプログラムを挿入する。磁気Disc、テープ装置駆動用のプログラムとのLinkageをとるプログラムはアセンブラー言語で作成されている。

(4) ミニ計算センタとして

簡単なFORTRANのBatch計算のためにBOS(Batch Operation System)を形成する。BOSはFORTRANプログラムのコンパイル(アセンブルプログラムの場合はアセンブル)ロード、実行までを一貫して行う。マスストアとして磁気Discを使用し、各種演算ライブライアリ、システムライブライアリが格納される。BOSの形式、実行の操作は主にI/Oライブラリのキー操作と若干のCPUプログラマコンソール操作を必要とするが極めて簡単なものである。

III システムハードウェア

(1) γ 線パルス波高分析システム(PHAシステム)

CPUおよび主記憶装置を γ 線エネルギースペクトル測定のための γ 線パルス波高分析装置として用いる。ハードウェアに要求されるのはデータ伝送、演算などの速度が速いことである。現システムの性能は、CPUのサイクルタイム $0.96\mu s$ 、データ伝送時間 $10\mu s$ (ADCの変換時間を含まない。)である。この結果、1系統あたり(2系統並列使用した場合)の γ 線パルスの計数率は最大 5×10^8 CPSまで実現される。主に1024チャネルのPHAとして用いるが最大4096チャネルまで使用出来る。PHAシステムを図-3に示す。A/D変換されたデータは伝送回路を経て並列にCPUのDMA付加部(Direct Memory Access)に送られ、主記憶装置の所定のエリアに蓄積される。DMAサイクルは通常のCPUメモリサイクルより優先度が高く位置づけられている。CPUが通常のメモリサイクルでプログラム実行中にDMAサイクルの要求が発生するとCPUメモリサイクルは中途でノブレークされ、優先的にDMAサイクルに移行する。DMAサイクル完了後、CPUメモリサイクルが続行される。このノブレークは割込(Interrupt)とは区別される。主記憶装置に蓄積されたデータをファイルしておくために磁気Discがある。タイマー、試料交換器などのシーケンス動作を図-4に示す。

(2) Gross Activity 計測システム(Grossシステム)

γ 線エネルギースペクトル測定を必要としない試料のGross Activityの計測を行う場合に使用する。データの伝送方式は各スケーラ(6ch)のBCD OUT 6桁をDigital信号としてPIC(Process Interface Controller)のRegisterへ送る。CPU側ではPICからの割込に呼応してデータを読み込む。PHAシステムと違ってDMA付加部を使用することがない。このようにして主記憶装置に蓄積されたデータは、更に磁気Discに転送してファイルされる。Grossシステムを図-5に示す。スケーラ・タイマー、試料交換器などの一連の動作を図-6に示してある。

(3) バッチ計算用の端末機器

BOSの流れは、カードリーダからFORTRANのソース、データカードDeckを読み込み、計算結果を指定された出力装置(ラインプリンタ、I/Oライブラリ、プロッタ、磁気テープなど)へ出力する、これがOne Batchの作業である。BOSを構成する各機器を図-7に示

す。各機器単体の機能概要は表-2のようなものである。

(4) 放射線の検出系

PHAシステムではGe(Li)半導体検出器を、GrossシステムではNaI(Tl)シンチレーションカウンタを検出系に用いている。附録2に詳細を示す。

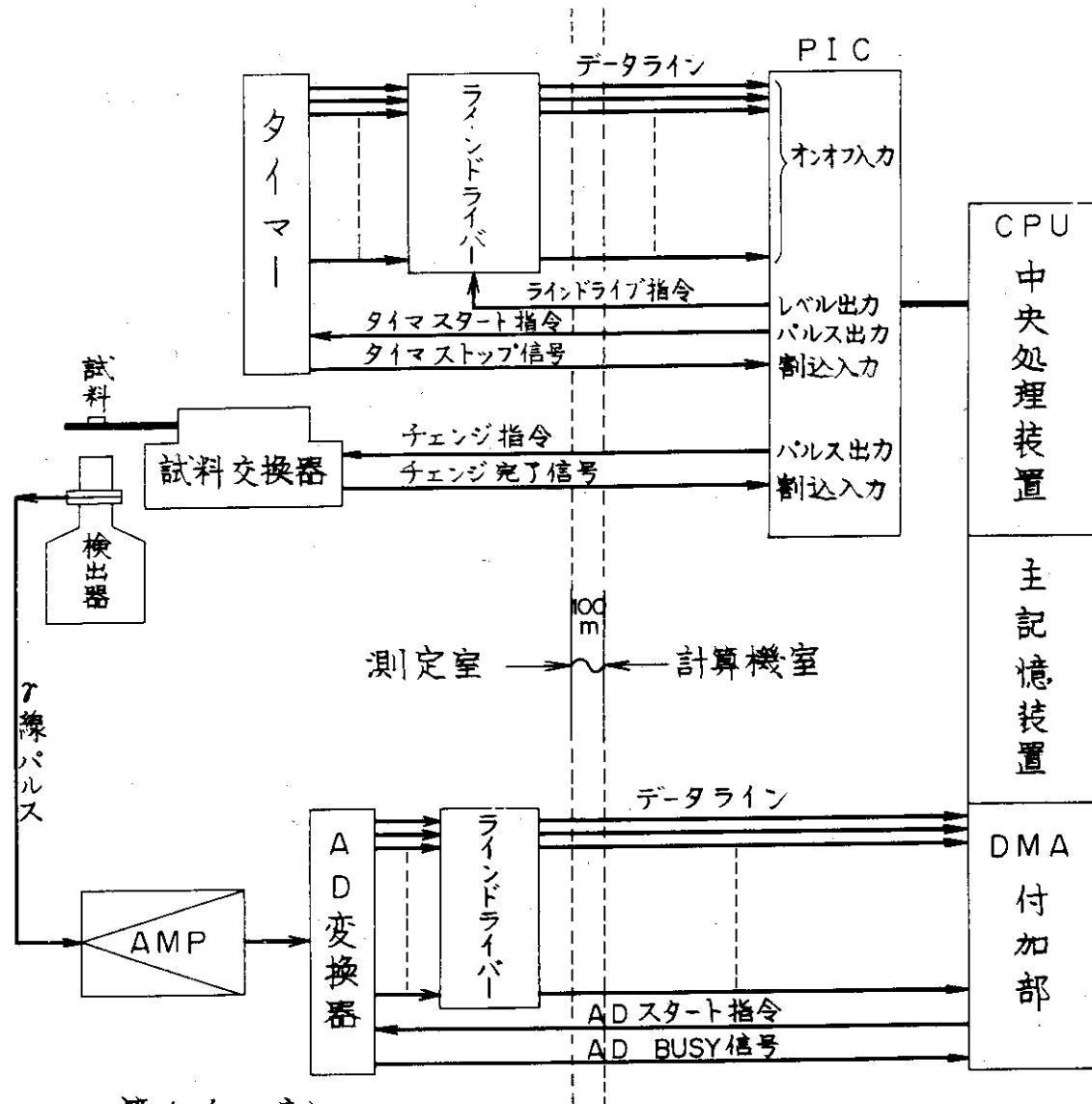


図-3 PHAシステムの概要 (2系統)

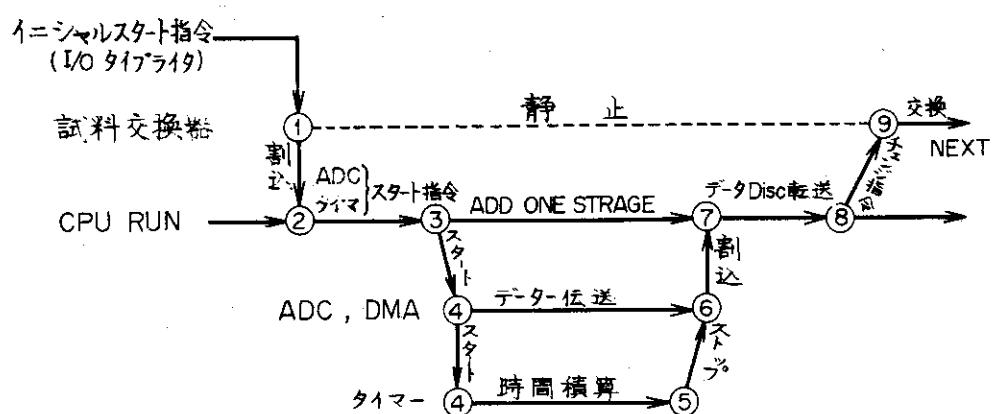


図-4 PHAシステムの動作

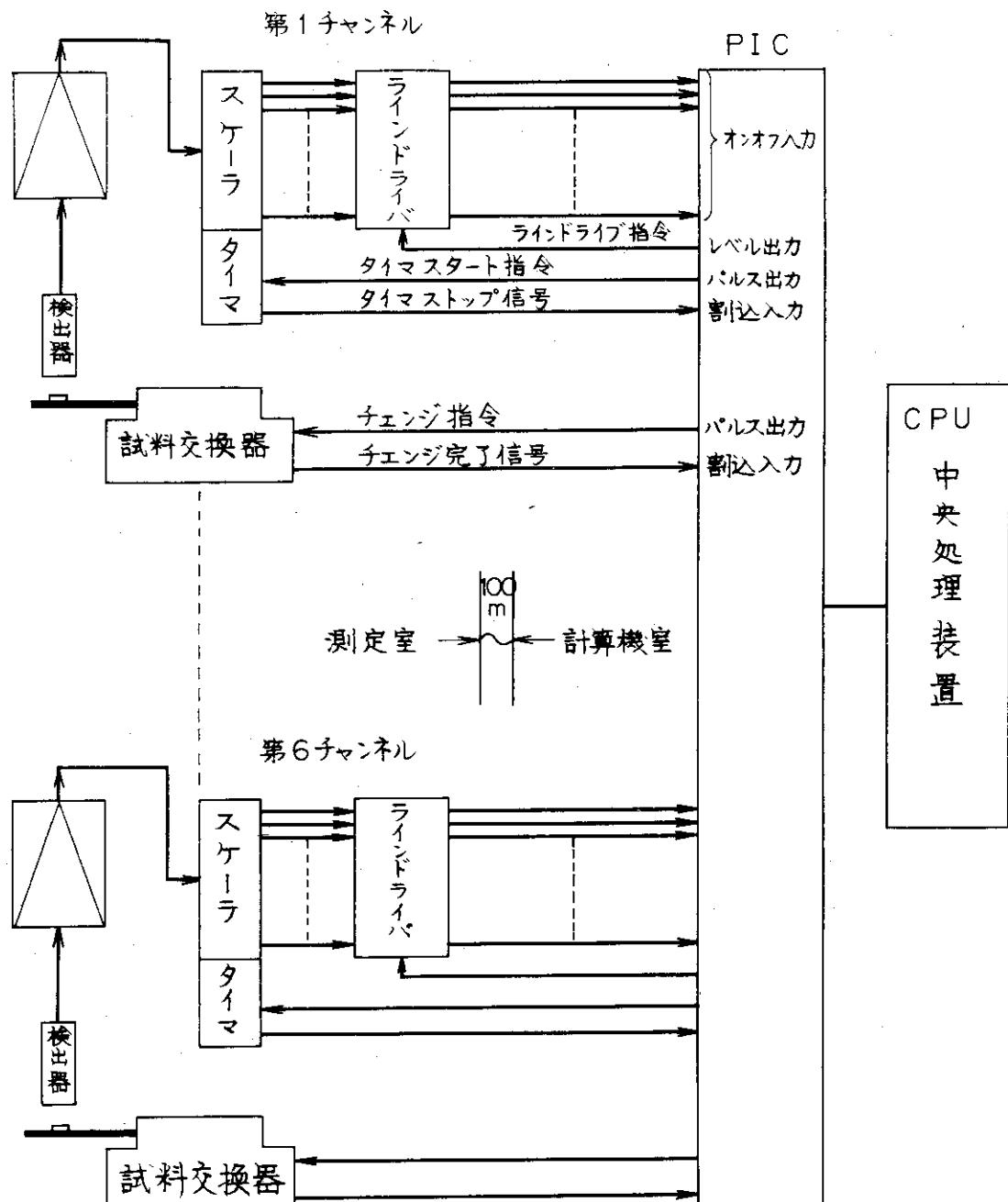


図-5 Grossシステムの概要（6系統）

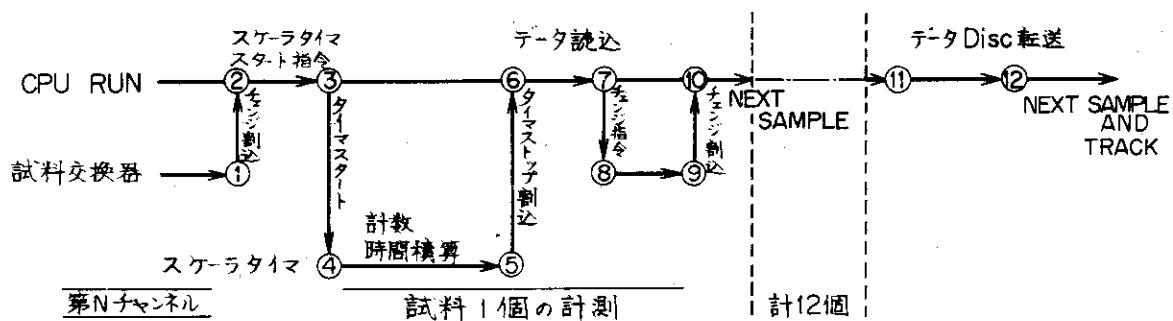


図-6 Grossシステムの動作

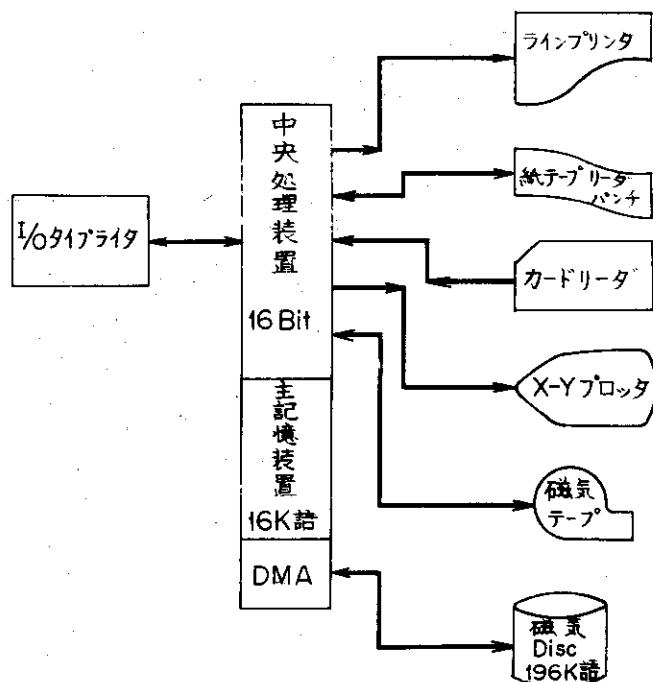


図-7 BOSの機器構成

表-2 入出力機器の機能概要

機 器 名	機 能
ラインプリンター	120字/行, 300行/分
カードリーダ	最高 200枚/分
紙 テープ	1 inch 8 level
リーダ	最高 300字/分
パンチ	最高 110字/分
磁気テープ	9トラック, テープ速度 36 ips
磁気Disc	128トラック 計196語
X-Yプロッタ	CALCOMP 565
入出力モード	
DMC	入力 260,000語/sec 出力 210,000 "
DMA	入力 460,000語/sec 出力 320,000 "
I/Oタイプライタ	ASR-33 印字速度 10字/sec 紙テープリード 10字/sec 紙テープパンチ 10字/sec

3 自動計測システム

3.1 プログラムの構成

システムのハードウェア構成は図-1, 3, 5に示すものである。

自動計測を行わせる場合にはこれらの必要機器類のシーケンス制御を実時間多重割込処理方式によって実現しなければならない。機器を木目細かく制御するプログラムにはアセンブラー言語が適しており、自動計測システムプログラムは全てアセンブラー言語で書かれている。プログラムの構成を図-8に示す。

これは次に示すように主に3部分から成る。

- (1) 管理プログラム (システムの状態監視)
- (2) 基本システムコントロール (クロックタイマ, I/O タイプライタ、Disc 等のコントロール)
- (3) Functionプログラム (PHAシステムプログラム, Grossシステムプログラム)

3.2 管理プログラム (Executive Control Routine ; ECR)

プログラム実行中に割込 (Interrupt) が発生した場合、まずプログラムの退避を行い、後に割込要因、レベルの判定を行う。次に優先順位比較を行ってプログラム実行順序がスケジュールされる。これら割込処理の基本的な考え方を図-9に示す。

3.3 基本システムコントロール

- (1) クロックタイマーチン (Real Time Clock: RTC) 実時間の時刻を知るために内蔵のクロックパルス (1ms) を積算する。クロックパルスを 100 パルスかぞえると 1 回の割合 (0.1 秒に 1 回) で CPU に割込信号を送る。プログラムはこの割込回数をかぞえることにより暦を刻む。図-10 にプログラムの構成を示す。システムを起動させる際には予め主記憶装置の "Date" 領域に起動時刻を書込んでおき、その時報に合わせて起動する。

- (2) I/O タイプライターチン (ASR)

本システムにおいては 2.2 節で述べたように、Man-Machine の Communication の道具としての I/O タイプライタの重要度が高い。例えば自動計測システムのスタート指令、測定条件の Input、種々のメッセージ Output などを行う場合に頻繁に用いる。プログラムは計測中に実験者が次のことを自由に出来るように組まれている。その Function 形式も合せて表-3 に示す。

プログラムの構成を図-11 に示す。Function の数は最大 20 まで拡張できる。次に OFF-LINE 用 I/O タイプライターチンで使用出来る Function を表-4 に示す。この表-3 4 の機能の組合せで図-2 に示したソフトウェア体系が組まれている。

- (3) Disc コントロールルーチン

主記憶装置と Disc とのデータ伝送も DMA 付加部による高速伝送方式である。この DMA が発する割込に同期して Disc 転送、読み出しの交通整理を行うプログラムである。Disc にファイルされるデータの FORMAT はこのプログラムによって決定されている。図-12 に Disc

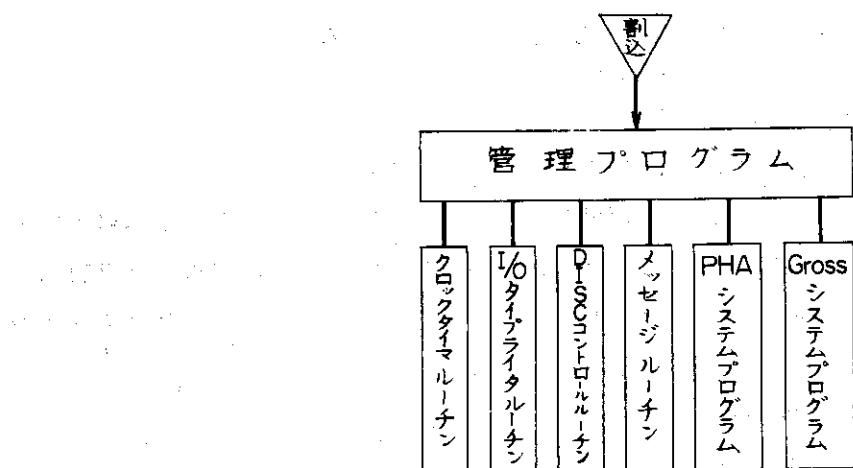


図-8 自動計測システムプログラムの構成

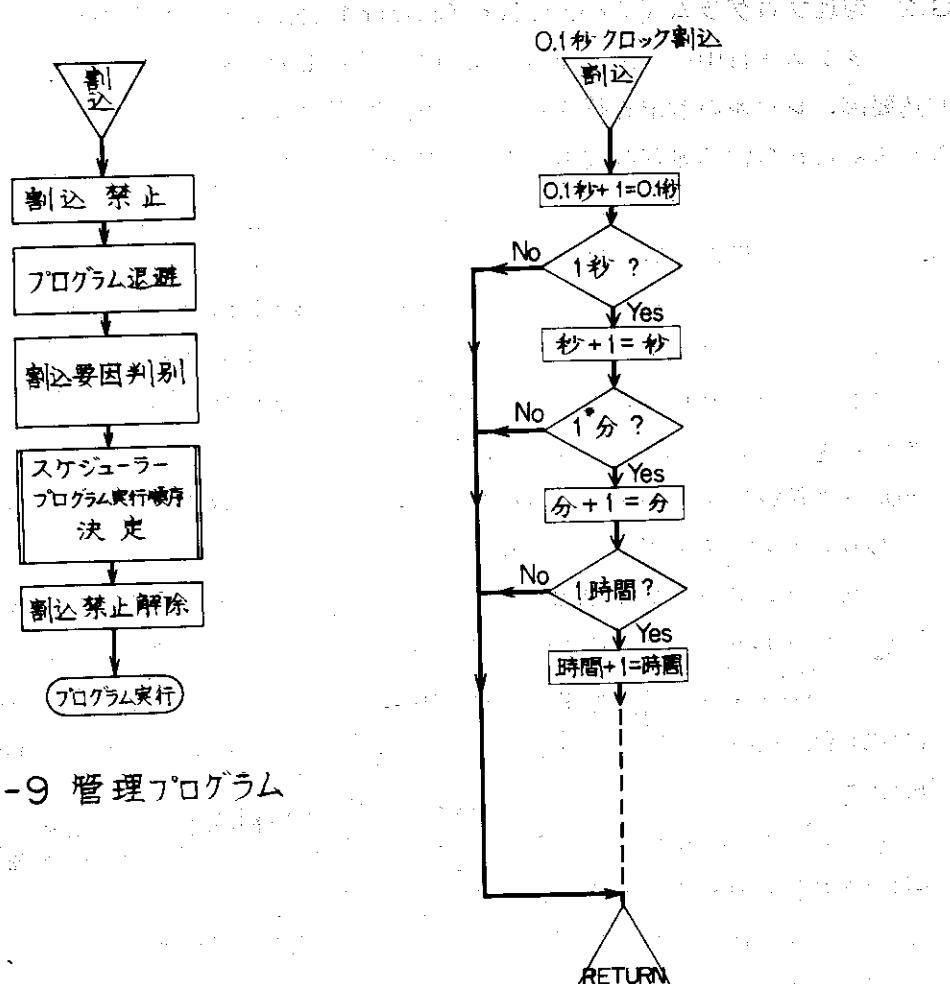


図-9 管理プログラム

図-10 クロックルーチン

表 - 3 I/O タイプライター Function (自動計測中)

形 式	実 行 内 容
ISS00F() CR	()内で指定された番地にデータを書込む
" 01 " "	() " の内容をタイプアウトする
" 02 " "	日付けをタイプアウトする。(例49.1.10.9.30)
" 03 " "	()内で指定されたCore内容をDiscに書込む
" 04 " "	"" Disc内容をCoreに書込む
" 05 " "	CPUのモードをOFFLINEに切換える。
" 07 (X) "	PHAシステムのイニシャルスタート指令 X=0 データ領域のクリア =1 第1チャンネル スタート指令 =2 第2 "

表 - 4 I/O タイプライター Function (OFF-LINE)

形 式	実 行 内 容
J : A.	Aで指定された番地からスタート(モード切換え)
P : A,B	A番地からB番地までの内容を紙テープにパンチする
L : CR	紙テープを読み込みCoreにプログラムをロードする
T : A,B	AからB番地までの内容をタイプアウトする
R : A..	A番地の内容を修正する
V : CR	紙テープの内容検証
F : A,B,C	AからB番地までCを書込む
D : A,B,C	AからB番地までの内容をC番地から移動する
I : A,B,C,D	DiscのBトラック Cレコードからレコード数Dの情報をCore番地Aから書込む
O : A,B,C,D	Core番地Aからの情報をDiscのBトラック Cレコードからレコード数Dだけ書込む

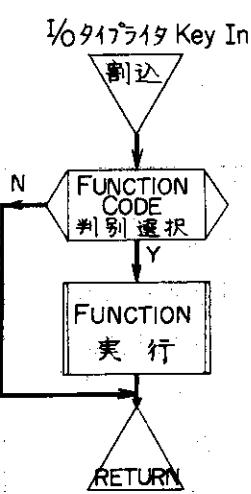
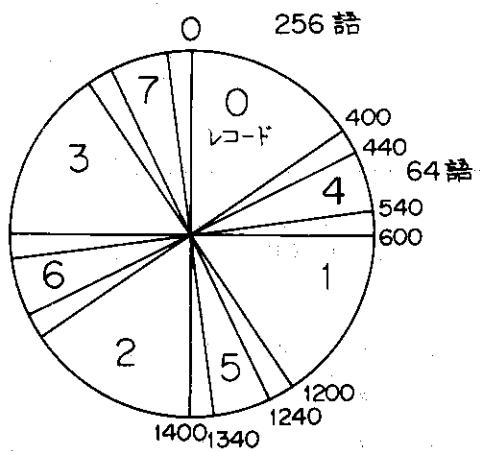


図-11 I/Oタイプライトルーチン



0 ~ 3 レコード : 256 語/レコード
4 ~ 7 レコード : 64 語/レコード
0 ~ 7 レコード : 1 トラック

図-12 磁気 Disc のフォーマット

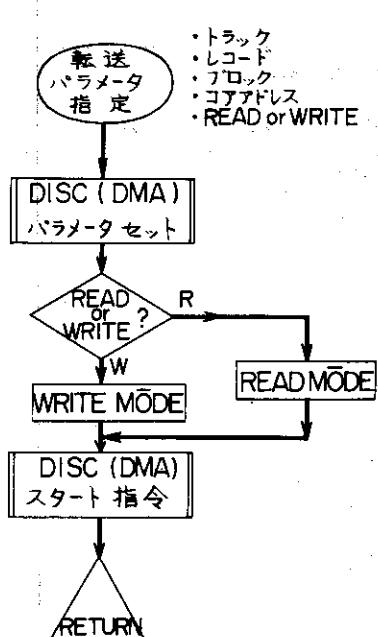


図-13 Disc ドライバールーチン

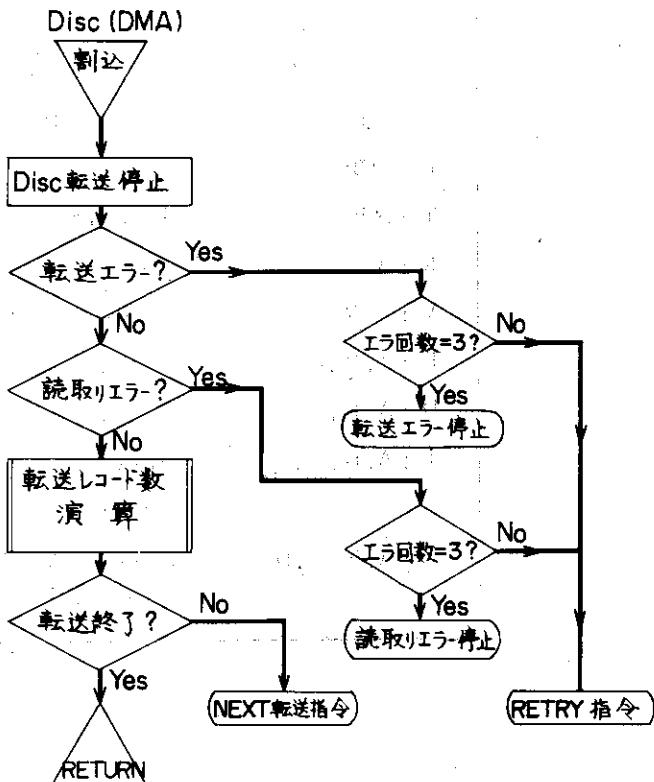


図-14 Disc コントロール ルーチン

のトラック、レコードの分割を示す。図-13, 14はプログラムの構成を示したものである。

(4) メッセージルーチン

自動計測を行っている際に必要なメッセージを実験者に対してタイプアウトする。I/Oタ イプライタに出力されたメッセージの例を次に示す。

```
TRAN    100 TRC SC 01
TRAN    112 CH 01, 01
KOSHO   SC 02
```

3.4 PHAシステムプログラム

PHAシステムの主な機器は図-3に示したものであり、これらの機器に図-4に示した動作を行わせるためのプログラムである。またRandomに到来する7線パルスの波高値の分類を行う、いわゆる『Add One Storage』をこのルーチンで行っている。これは次のような方式によっている。データはDMAによって主記憶装置のバッファー領域に機械的に逐次書き込まれる、これに追従してプログラムはデータに対応したデータ領域の番地にAdd One Storage演算を行ってゆく。したがって7線の計数率が高すぎる場合にはプログラムが追従出来なくなりCPUは停止する。この計数率の上限値は1系統、あたり 5×10^3 CPSである。エネルギーチャンネルは通常1024チャンネルであるが、バラメータを変更することにより4096チャンネルまで使用出来る。測定試料が多く、データ領域を大きく必要とすることからデータは試料1個毎にDiscへファイルされて行く。プログラムの構成を図-16に示す。主記憶装置およびDiscにおけるデータのFORMATを図-15に示す。

3.5 Grossシステムプログラム

Grossシステムを構成する機器はP I Cに接続されている。(図-5)プログラムは各機器の状態変化信号(図-6)をP I C割込により受けて所定のシーケンス動作の指示を各機器へFeed Backさせている。測定系は6系統並列動作を要求されるため、各系統からRandomを割込が発生する。プログラムの構成を図-17に示す。

データはDiscへ順次ファイルされる。そのFORMATを図-15に示す。

(a) PHA システム

アドレス

'12600

('12700)

チャンネル番号
試料番号
測定日
時
分
秒
計数時間
オーバーフロー チャンネル番号

'13000

('15000)

DMA 伝送
バッファ領域
(1024 語)

'17000

(27000)

γ線スペクトル
データ領域
(4096 語)

'12677

('12700)

14777

(16777)

26777

(36777)

(b) Gross システム

16語/試料 1 個

チ ン ネ ル 番 号	試 料 交 換 回 数	計 数 値	測 定 日 時	分 秒 秒	計 数 時 間 % 秒	計 数 時 間 % 分	計 数 時 間 % 時

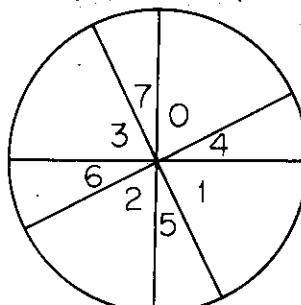
アドレス

- ch 1 '13000 ~ '13277
 2 '13300 ~ '13577
 3 '13600 ~ '14077
 4 '14100 ~ '14377
 5 '14400 ~ '14677
 6 '14700 ~ '15077

試料 12 個

'13277

(c) 磁気 Disc 内 データ フォーマット (1 トラック 分)



(1) PHA システム

0~4 レコード

(0~3 レコード; γ線スペクトル, 4 レコード; 測定条件)

(2) Gross システム

5~7 レコード

図-15 自動計測データフォーマット

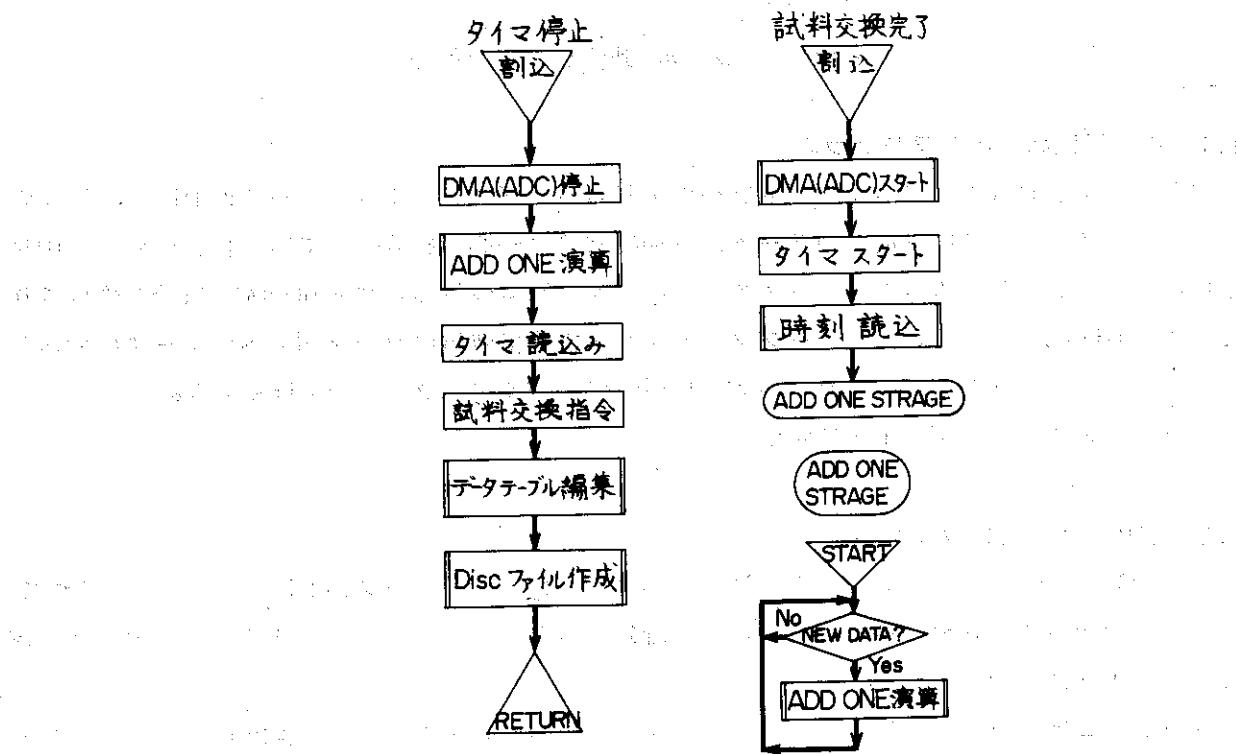


図-16 PHAシステムプログラム

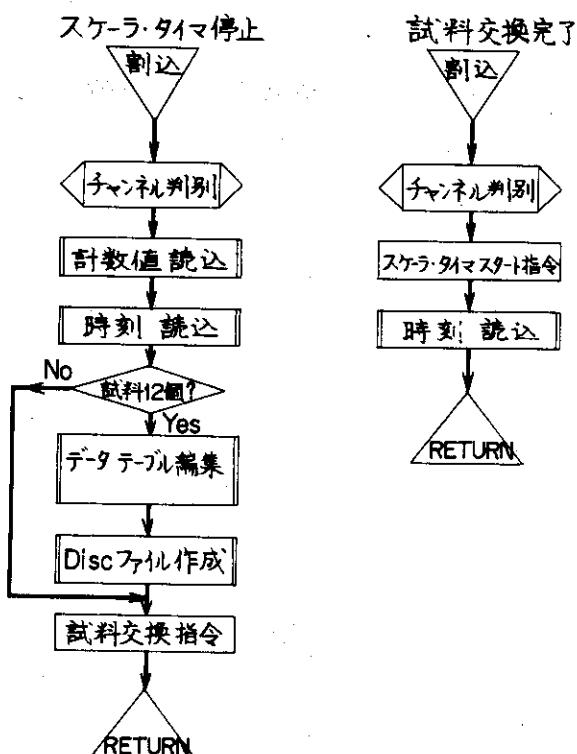


図-17 Grossシステムプログラム

4 データ処理システム

4.1 中性子照射量計算プログラム

自動計測(PHA システム)により試料の γ 線エネルギースペクトルのデータが Disc, 磁気テープにファイルされている。このデータから照射試料の炉心に挿入されていた位置における中性子照射量を計算するためのプログラムである。プログラムの殆んどは FORTRAN 言語で作成されており、 Disc ファイル, 磁気テープファイルから主記憶装置のコモン領域へのデータの受渡しのためにはアセンブラー言語のプログラムを使用して両方のプログラムを Link する。

プログラムの流れを図-18に示す。

4.2 箔放射化量計算プログラム

自動計測(Gross システム)により放射化箔の計数値などのデータが Disc にファイルされている。このデータから照射直後の放射化量を計算するためのプログラムである。プログラムの流れを図-19に示す。

プログラムは FORTRAN 言語で作成されており、 Disc ファイルからの読み出しのためにはアセンブラー言語のプログラムが用いられる。

4.3 F/Mデータファイル作成プログラム

自動計測(PHA システム)によって Disc にファイルされた γ 線エネルギースペクトルデータおよび中性子照射量、照射履歴、キャプセル名などを更に磁気テープファイルに編集するプログラムである。

プログラムの流れを図-20に示す。磁気テープの駆動プログラムはアセンブラー言語である。

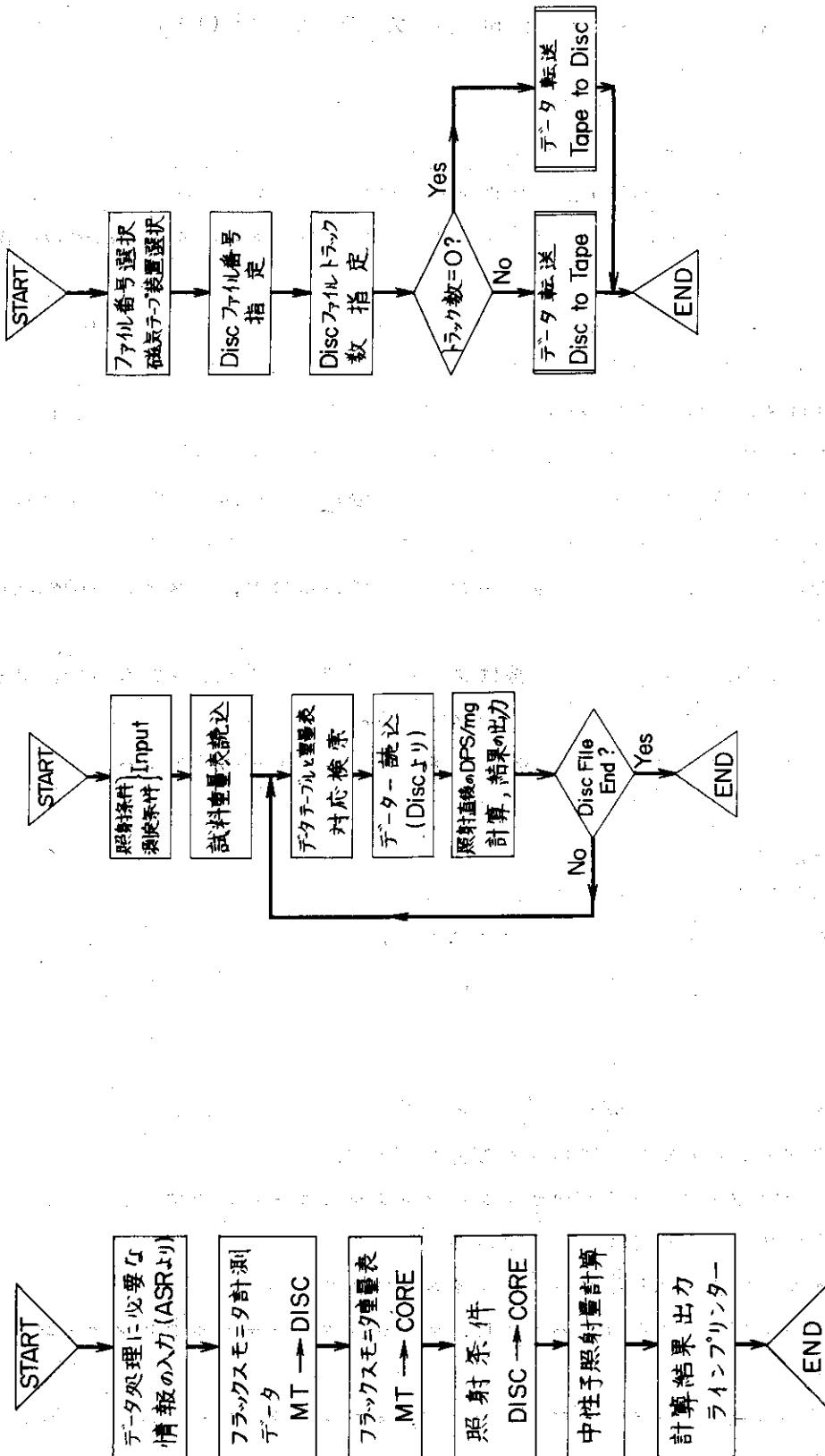


図-18 中性子照射量計算プログラム

図-19 純放熱化量計算プログラム

図-20 F/M データファイル作成プログラム

5 バッチ処理システム (BOS) *

5.1 BOSの概要

Y-516計算機のためのバッチオペレーティングシステム (BOS) はマスストア (磁気Disc) を使用して、ジョブをバッチ (連続) 的に処理するオペレーティングシステムであり、アセンブル、コンパイル、ローディング、およびプログラムの実行をコントロールする。その特徴を次に挙げる。

- (1) オペレータの操作、介在が少なく、処理の信頼性が高い。ユーザーは簡単なキー操作によるコマンドによってジョブの連続的処理が行える。
- (2) ユーザーはBOSのもつこの数多くのコマンドによってジョブの実行を指示しBOSをコントロールすることができる。コマンドは標準シーケンスとして一連のコマンドをまとめてマクロコマンドを形成できる。これを予めマスストアに登録しておき、それを実行させることも可能である。このようにしてユーザの種々の要求に答えることができる。
- (3) ユーザーに知らせる数多くの診断メッセージを備えているので、システムの動作状態が明らかである。
- (4) マスストア (磁気Disc) ファイル構成はファイル名ディレクトリーをもつ順次ファイルシステムでありユーザーはファイル名でアクセスできる。
- (5) ユーザープログラムの実行時には全てのコアメモリをユーザーに解放する。

5.2 BOSの一般的機能

一般的な機能あるいは使用法を次に述べる。

- (1) マスストアの全てのユーザファイルをクリアする。
- (2) 適当な入力装置からマスストア上にソース、オブジェクト、あるいはバイナリファイルを作成する。
- (3) マスストア上のファイルを消去する。
- (4) A S Rまたはラインプリンタでソースファイルをリストティングする。ラインプリンタの場合ヘッディングやページ番号を任意に付けることができる。
- (5) 紙テープパンチでソースファイルやオブジェクトファイルをパンチする。
- (6) マスストア上の2つのファイルを照合する。
- (7) ソースファイルを修正し新しいソースファイルを作成する。
- (8) FORTRAN ソースファイルをコンパイルし、オブジェクトファイルやリストティングファイルを作成した。
- (9) アセンブラー言語ソースファイルをアセンブルし、オブジェクトファイルやリストティングファイルを作成する。
- (10) 1つないしそれ以上のオブジェクトファイルをコアにロードし、リンクする。そして直接実行するかあるいは後の実行のために新しいファイルとしてストアする。

* 参考文献

山武ハネウェルシリーズ16 ソフトウェアドキュメンテーション 資料番号524032 Y-516/316
バッチオペレーティングシステム (BOS)

5.3 BOS の操作

(1) FORTBAN の実行

BOSがRUN状態にある場合、I/Oタイプライタに次の文字をKey Inする。

* \$DO \$CMP, 15 (C/R)

これは「FORTRANのコンパイル、ロード、実行（\$CMP, 15）までを実行しなさい（\$DO）。」という意味である。まず\$CMPの機能はI/Oタイプライターに

* SET PROGRAM ON CR

をタイプアウトして待機する。FORTRANのソースカードをカードリーダにセットして（C/R）キーを押す。するとソースカードを入力しコンパイルを始め、リストをラインプリンタに打出す。次にパラメータ(5)の指定に従って実行を行う。まずコンパイルしたオブジェクトファイルをロードし、各種ライブラリとのリンクを行なう。ロードが完了した時点でそのMapをラインプリンタに打出しI/Oタイプライタには

* START, PRESS (C/R) KEY

して待機する。（C/R）キーを押すとデータ入力がある場合はカードリーダから入力してプログラムの実行を開始する。実行が終了した後に、

* COMPILE, JOB COMPLETE

をI/Oタイプライタに打出して終了を知らせる。と同時に次のJOBの待機状態になる。

ERROR MESSAGEを附録4に示す。

(2) BOSのコマンド（抜粋）

\$ DELETE<ファイル名>:

指定されたファイルを削除する

\$ JOB<ジョブ名>:

前のジョブから残っている全てのユーザファイルをクリアする。

\$ RESET:

正常な状態においては何の効果も持たないが、システムエラー（BOSによって検出される）が生じたときはこのコマンドによってリセットされない限り後続のコマンドは受け付けられない。システムエラーおよびFORTRANコンパイルエラーのリストを附録4に掲げる。

6 む す び

本システムは第一段階の目的をほど達して、更に第二段階としてJMT RC 実験への応用、各種データファイルへの応用などの拡張を検討している。小型電子計算機システムに対する感想を述べると

1. ハードウェアについて

やはり信頼度が問題であり、迅速な保守が要求される。トラブルが多いのは、CPU主記憶装置のバリティミス、端末機器（A/D変換器、スケーラ、タイマなど）単体の故障などである。

5.3 BOSの操作

(1) FORTBAN の実行

BOSがRUN状態にある場合、I/Oタイプライタに次の文字をKey Inする。

* \$DO \$CMP, 15 (C/R)

これは「FORTBANのコンパイル、ロード、実行(\$CMP, 15)までを実行しなさい(\$DO)。」という意味である。まず\$CMPの機能はI/Oタイプライターに

* SET PROGRAM ON CR

をタイプアウトして待機する。FORTRANのソースカードをカードリーダにセットして(C/R)キーを押す。するとソースカードを入力しコンパイルを始め、リストをラインプリンタに打出す。次にバラメータ(15)の指定に従って実行を行う。まずコンパイルしたオブジェクトファイルをロードし、各種ライブラリとのリンクを行なう。ロードが完了した時点でそのMapをラインプリンタに打出しI/Oタイプライタには

* START, PRESS (C/R) KEY

して待機する。(C/R)キーを押すとデータ入力がある場合はカードリーダから入力してプログラムの実行を開始する。実行が終了した後に、

* COMPILE, JOB COMPLETE

をI/Oタイプライタに打出して終了を知らせる。と同時に次のJOBの待機状態になる。

ERRJOB MESSAGEを附録4に示す。

(2) BOSのコマンド(抜粋)

\$ DELETE<ファイル名>:

指定されたファイルを削除する

\$ JOB<ジョブ名>:

前のジョブから残っている全てのユーザファイルをクリアする。

\$ RESET:

正常な状態においては何の効果も持たないが、システムエラー(BOSによって検出される)が生じたときはこのコマンドによってリセットされない限り後続のコマンドは受け付けられない。システムエラーおよびFORTRANコンパイルエラーのリストを附録4に掲げる。

6 む す び

本システムは第一段階の目的をほど達して、更に第二段階としてJMT RC実験への応用、各種データファイルへの応用などの拡張を検討している。小型電子計算機システムに対する感想を述べると

1. ハードウェアについて

やはり信頼度が問題であり、迅速な保守が要求される。トラブルが多いのは、CPU主記憶装置のパリティミス、端末機器(A/D変換器、スケーラ、タイマなど)単体の故障などである。

2. ソフトウェアについて

ユーザにとって「行届いた」システムを作るためには、ユーザー自身が相当の努力をしなければならない。

などである。今後、日進月歩のこの部門が充実されるにしたがってこれらの問題も徐々に解消されて行くと思われる。

謝 辞

本システム導入にあたり、OWL-O DDC システムとの計算機マシンタイムの調整および作業の進め方など総括的な調整に尽力された材料試験炉部 野村末雄次長に深く感謝致します。

またメーカーの立場から終始有効なアドバイスを提供された下記の方々に深く感謝致します。

山武ハネウェル株式会社計算制御部

明神 忠 氏

杉田 雅 男 氏

境 巍 氏

五木田 和 治 氏

1. 計算機システム仕様

1.1 一般条項

1.1.1 周囲条件

各機器の周囲条件はそれぞれ設置場所によって異なる。

	計算機室	照射準備室
温度条件	20~30(℃)	15~30(℃)
湿度条件 (R.H.)	50~70(%)	50~70(%)

但し、計算機システムを稼動させない場合、温度および湿度条件がそれぞれ-10~32(℃)
30~90(%)となることがある。

また、安定化電源装置(M.G.)の入力条件は次の通りである。

電圧 : 200V±10%

周波数 : 50Hz±2%

1.1.2 信頼度

本システムは、直接制御に用いられるため C.P.U を含めた信頼度が充分高くなければならぬので次のように規定す。

システム全体の故障回数 1回以下／500時間

システム全体の稼動率 99.5%以上／500時間

但し、タイプライタなどの周辺機器を除くか否かは別途協議する。

1.2 C.P.U および周辺装置

1.2.1 C.P.U (標準 I/O タイバー付)

語 長 16 ビット 以上

メモリ容量 16 K語以上

メモリサイクルタイム 1 μs 以下

演算速度(加減) 2 μs 以下

演算速度(乗) 6 μs 以下

演算速度(除) 11 μs 以下

インデックスレジスタ 1 個 以上

割込点数 30 点以上 (但し本システム構成上使用される点数を除く)

メモリ保護機能 停電時保護、書き込み禁止等

監視機能	メモリバリティ オーバーフローアラーム ストールアラーム	信号として外部に取出しうること。
	電源電圧異常 筐体内温度異常	
実時間 タイマ	0.5 1 2 5 20(秒) 1 3 10 30(分) 1 (時間)	
		他に 1ms および 10μs のクロックパルスを付加する。

1.2.2 外部記憶装置

形 式	磁気ドラム又は磁気ディスク
メモリ容量	190 K語以上
転送速度	10 K語/sec 以上 (50Hz)
平均待時間	10 ms 以下 (50Hz)

1.2.3 紙テープリーダおよびパンチャ

符号単位	8 単位
リーダ速度	200 字/秒 以上
パンチ速度	100 字/秒 以上

1.2.4 カードリーダ

読み取り速度	200 枚/分 以上
--------	------------

1.2.5 デジタルプロッタ

形 式	ドラム型
プロット速度	300ステップ/秒 (X, Y軸) 以上, 10回/秒 (Z軸) 以上
プロットサイズ	約27cm (巾), 約3.5m (長さ)
プロット精度	0.3% 以上 (但し 2.5cm プロットに対して)
プロット感度	0.1mm/step

1.2.6 アラームタイプライター

形 式	キャリッヂ固定型
キャリッヂ長	約12吋
タイプ速度	10字/秒以上

1.2.7 ログタイプライタ

形 式	キャリッヂ移動型
キャリッヂ長	約30吋
タイプ速度	10字/秒以上

1.2.8 安定化電源装置

構 成	M.G. および制御盤
容 量	本システムの動作に充分な容量をもつこと。

1.3 放射線計測装置の入出力信号

(1) デジタル入力信号

(A) GROSS ACTIVITY 測定

ビット数 24 (バイナリ , B C D .)

チャンネル数 6

信号レベル 0.5 V

転送速度 1ms/チャンネル 以上

(B) γ -RAY 測定

ビット数 12 ビット並列

1 ビットオーバーフロー

チャンネル数 2

信号レベル 0, 6 V

転送速度 10 μ s/チャンネル以上(但し Add One storage 動作)

(2) 制御用入出力信号

(A) GROSS ACTIVITY 測定

1) 入力バルス(計数完了信号) 5V, 2~10 μ s 幅立上り時間 0.5 μ s

信号数 6

2) 出力バルス(COMPUTER MEMORY 完了信号)

6V, 5 μ s 幅立上り時間 0.5 μ s~0.1 μ s

信号数 6

(B) γ -RAY 測定

1) 入力信号(A.D.C 完了信号) 0, 6V

立下り時間 0.2 μ s

信号数 2

2) 出力信号(COMPUTER MEMORY 完了) 0, 6V

立上り時間 0.2 μ s 以下

信号数 2

3) 計数完了信号(バルス) 6V, 5 μ s 幅立上り時間 0.5 μ s~0.1 μ s

信号数 2

(3) 予備(REACTION NOISE 解析用) 配線のみ

ビット数 16 ビット

割込信号用 1 回線

ANSWER BACK 用 1 回線

(4) クロックバルス

- | | |
|------------------|-------------------------|
| (1) 1ms 用 | 5V, 10 μ s 巾 |
| 立上り立下り時間 | 0.2 μ s~0.1 μ s |
| (2) 10 μ s 用 | 5V, 5 μ s 巾 |
| 立上り立下り時間 | 0.2 μ s~0.1 μ s |

(5) 伝送回路

放射線計測装置と計算機との信号受授に当り信号の波形が忠実に伝送されるように上記(1)(2)と(4)に必要に応じた信号伝送回路をもうけること。

1.4 ソフトウェア（プログラム信号）

本計算機システムのプログラムはアセンブラー言語および FORTRAN IV (JIS7000レベル)で作成できること。なお FORTRAN とプロセス入出力 サブルーチンとの結合が充分に考慮されていること。

1.4.1 計算機の診断プログラム

計算機のハードウェア診断用として下記のプログラムを備えること。

- (1) メモリテストプログラム (Write-Read Test)
- (2) 命令語のテストプログラム
- (3) I/O 機器のテストプログラム (但しプロセス 入出力装置とオペコンを除く)
- (4) 停電時のメモリ保護機能のテストプログラム

2. 放射線計測装置の概要

原子炉（JMT-R 及び JMT-RC）で照射された極めて大量の試料（フォイル、ワイヤー類）の放射線を放射線計測装置で計測し、その被照射量を算出すること、或は原子炉の出力、炉内中性子束の分布（縦方向、平面、特定の格子列）その他炉工学解析をするため、計算機をON-LINEで使用し、迅速に結果を得んとするものであり、ON-LINEで処理し得ないデータ処理についてはOFF-LINEで処理する。

これら計測処理はFORTRAN IV (JIS7000程度)で行なう。

放射線計測装置と計算機間の信号の受授については第1図参照のこと。

2.1 計算機のON-LINE使用

(A) GROSS ACTIVITYの測定

試料の放射線（主に β 線）を或る時間（2～10分間）計測しその計数値を計算機に読み込ませその試料についての計算処理をさせる。

全試料について上述の計算処理をすませた後、放射線計測装置相互間の相互補正、或は絶対測定補正、カドミ比補正等を行なった後、データをOUT PUTする。

OUT PUTの内容は

- (イ) 原子炉内（又は試料内）縦方向中性子束分布
- (ロ) 原子炉内（又は試料内）平面中性子束分布
- (ハ) 原子炉出力
- (ニ) その他

でありOUT PUTの手法は

- (イ) データプロッターによる作図
- (ロ) タイプライターによる作表
- (ハ) バンチテープ
- (ニ) Magnetic Tapeへの書き込み（次期計画）
- (ホ) ラインプリンターによる作表（次期計画）
- (ヘ) その他

（次期計画）

である。

放射線計測装置と計算機との信号の受授については第1図(A)、信号の時間関係については第2図参照のこと。

尚計算処理の一部例示をAPP.1, APP.2に示す。

(B) γ -RAYの測定

試料の γ 線スペクトルを測定することにより、炉内の高速中性子の分布、及び照射量を得る目的に使用する。

検出された γ 線はそのパルス波高をA/D変換器によってデジタルに変換し計算機に送り込まれる。

到来バルスを次々に A/D 変換し、計算機メモリ中の対応番地に 1 を加える。所定の統計量が貯まると計算機からの信号により信号の受入を停止し、試料は自動的に交換され計算機は演算を開始する。演算内容にはいくつかの方式があるが 1 例としては次の様なものがある。

計算機に貯えられた内容には幾つもの photo-peak と comptonback の組合せが重畠されているので、これを γ 線エネルギーに対応したものに解きほぐし、核種毎の反応断面積、試料重量計数時刻、計算時間、計数効率等必要情報（内幾つかの情報はあらかじめ IBMカード、或はバンチテープにより計数機に記憶させておく）を用いて中性子照射量を得る。

演算の途中経過を明らかにし判断の材料とするため、初期の波高分布及び解きほぐされた状態の波高分布を適宜データプロッタ或はプリンター等により OUT PUT する。

OUT PUT の内容及び手法は前(A)に準ずる。

放射線計測装置と計算機との信号の受授については第 1 図(B)、信号の時間関係については第 3 図参照。

(C) REACTOR NOISE 解析 (次期計画)

炉の中性子の変動 (NOISE) を検出し解析することにより炉出力、炉定数を得ることができる。

これにはアナログ解析、デジタル解析があり、計算機の ON-LINE 使用により迅速に炉の状態を把握する。

(C)-1 アナログ解析

炉に装着した中性子検出器の出力 (アナログ量) を一定時間間隔でサンプリングし、これを A/D 変換器を経て計算機に読み込ませ、或る時間の後、計算機に演算をさせる演算内容は APP.3 に示す。

データの OUT PUT の内容は

- イ) 炉出力
- ロ) 炉定数
- ハ) 炉の周波数特性
- ニ) その他

OUT PUT の手法は(A)に準ずる。

(C)-2 デジタル解析

炉に装着した中性子検出器の出力バルスの間隔を測定し、計算機に記憶させておく。この情報量を或る時間貯えたのち演算する。演算内容は APP.4 に 1 例を示しておく、データ OUT PUT の内容は〃確率〃であり、手法は(A)に準ずる。

本解析は現在開発途上のものであり、計算機の ON-LINE 使用は次期計画する。

2.2 計算機の OFF-LINE 使用

概要でも述べた通り ON-LINE で処理し得ないデータ処理を OFF-LINE で使用する外、次の場合に行なう。

(1) ON-LINE OUT PUT の解析

- (2) 他の放射線測定装置の OUT PUT (パンチングテープ) の解析
- (3) 科学計算
- (4) その他

これら計算を行なうため計算機本体及び周辺機器を縦横に駆使する。

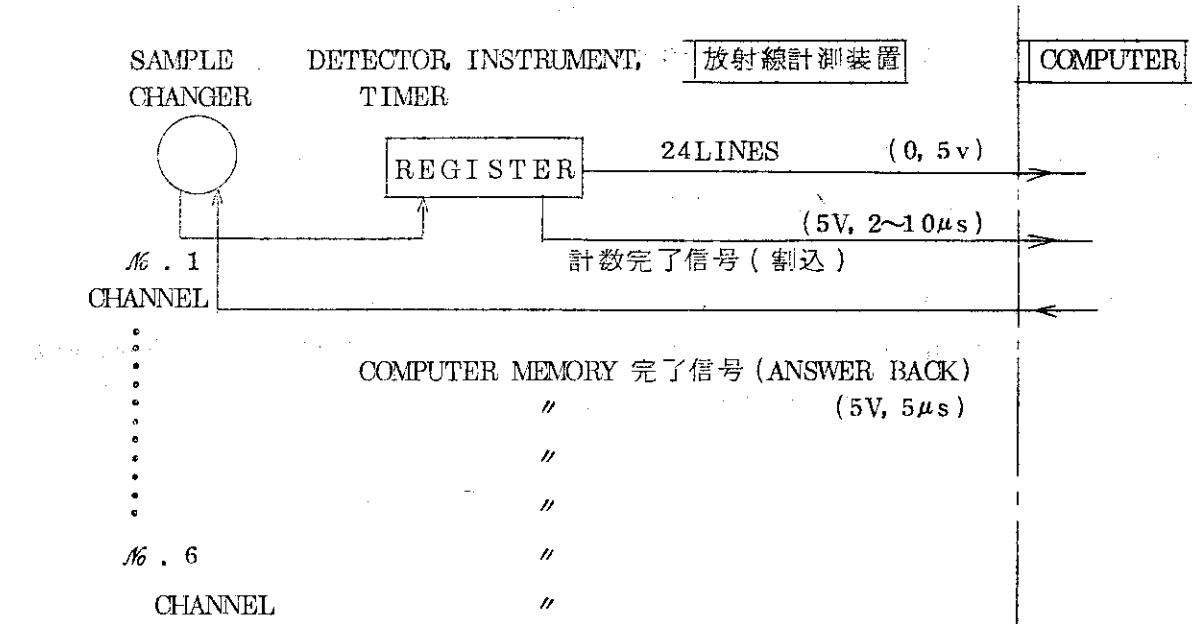
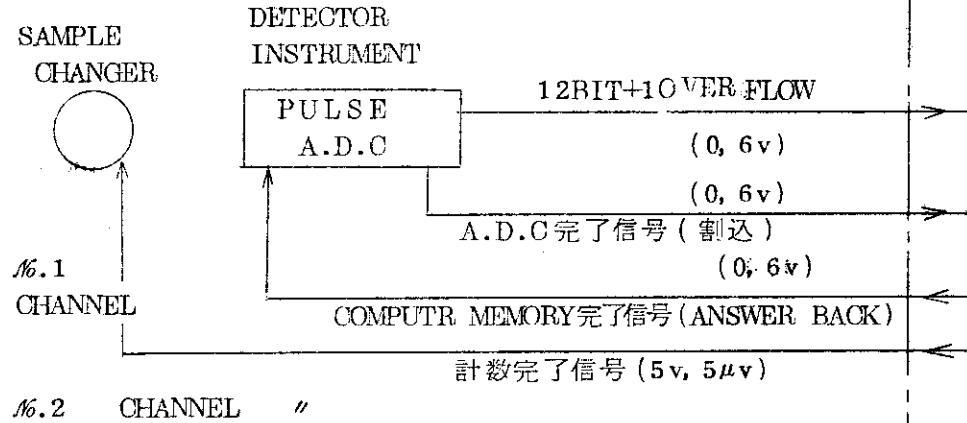
2.3 計算機システムの拡張

本仕様書に記載されている周辺機器では、2.の OFF-LINE 使用だけでも充分とは言えない。

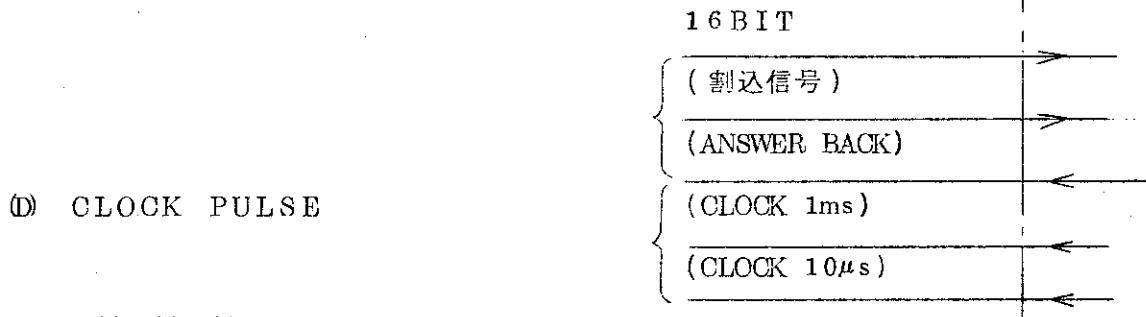
従って将来、ライプリンタ、MT, 等の追加を予定している。

又、REACTOR NOISE 解析の ON-LINE 使用、及び JMTR 敷地より遠隔の場所にある放射線計測装置との ON-LINE 使用を次期に計画する。

(A) GROSS ACTIVITY 激定

(B) γ - RAY 激定

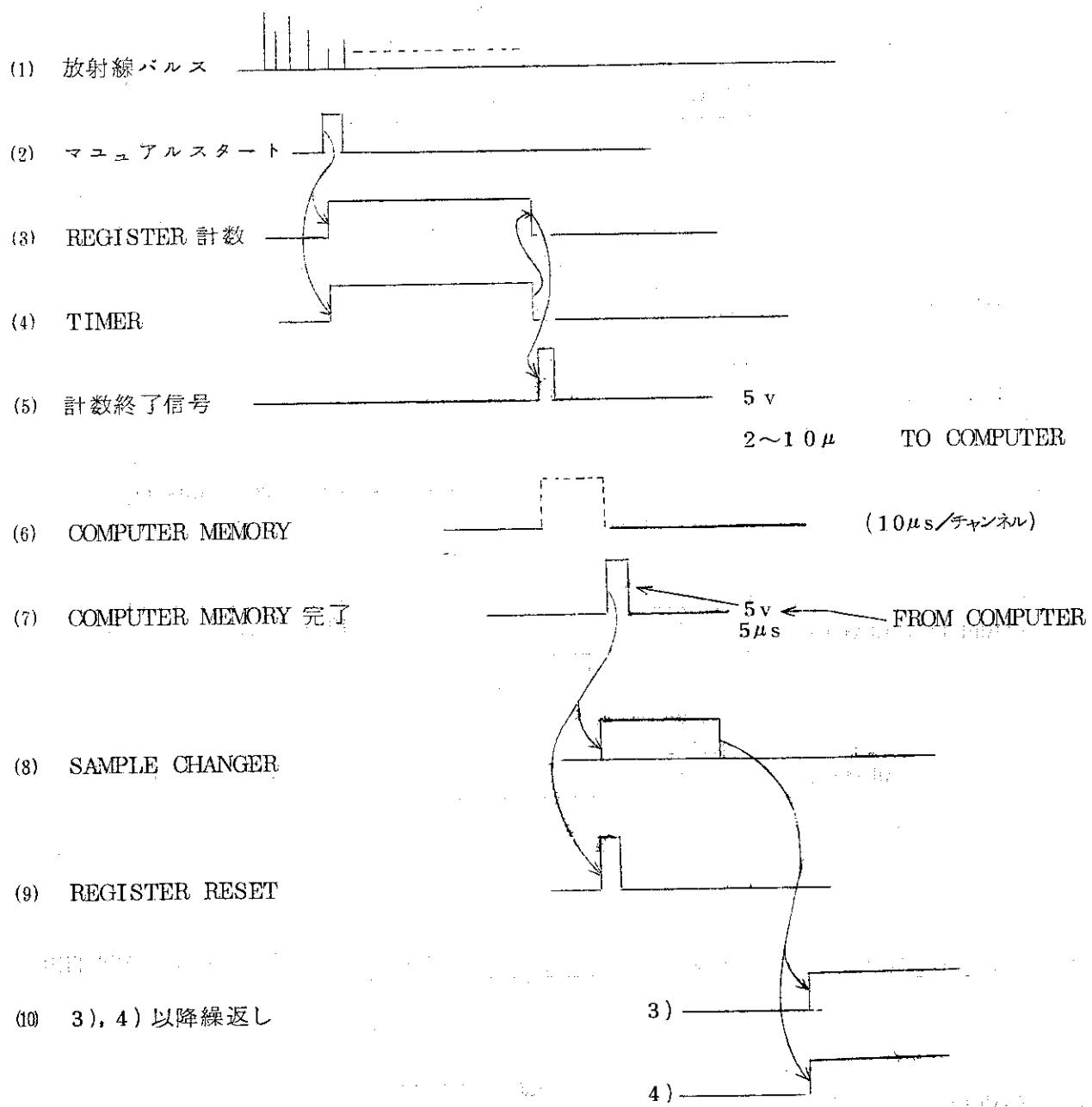
(C) REACTOR NOISE 解析 (次期計画)



註 (A), (B), (D), については信号伝送回路をもうける。

(C)は予備の取扱とし伝送回路不要, 線路は布設する。

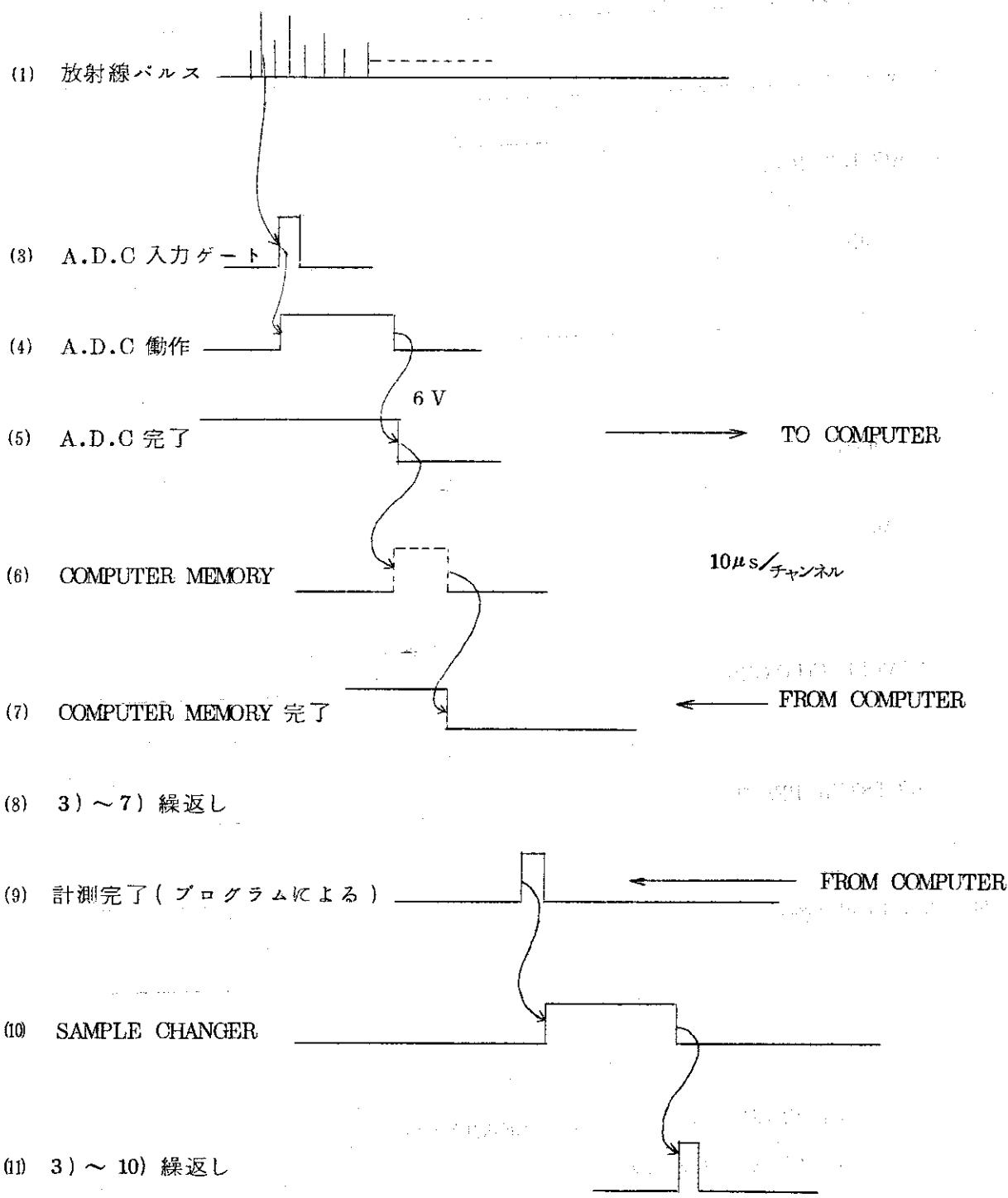
図-A.1 信号の受授



註 1, 6) の間に 6 チャンネル MEMORY する。

2. 詳細は打合せによる。

図-A.2 GROSS ACTIVITY の測定



(1) A.D.C 動作時間 $T = 8 + 0.02N\mu s$ N ; チャンネル数

(2) A.D.C の動作との関係あり, 必ずしも上記の関係で満足するとは限らない。
詳細は打合せによる。

図-A.3 r -RAYの測定

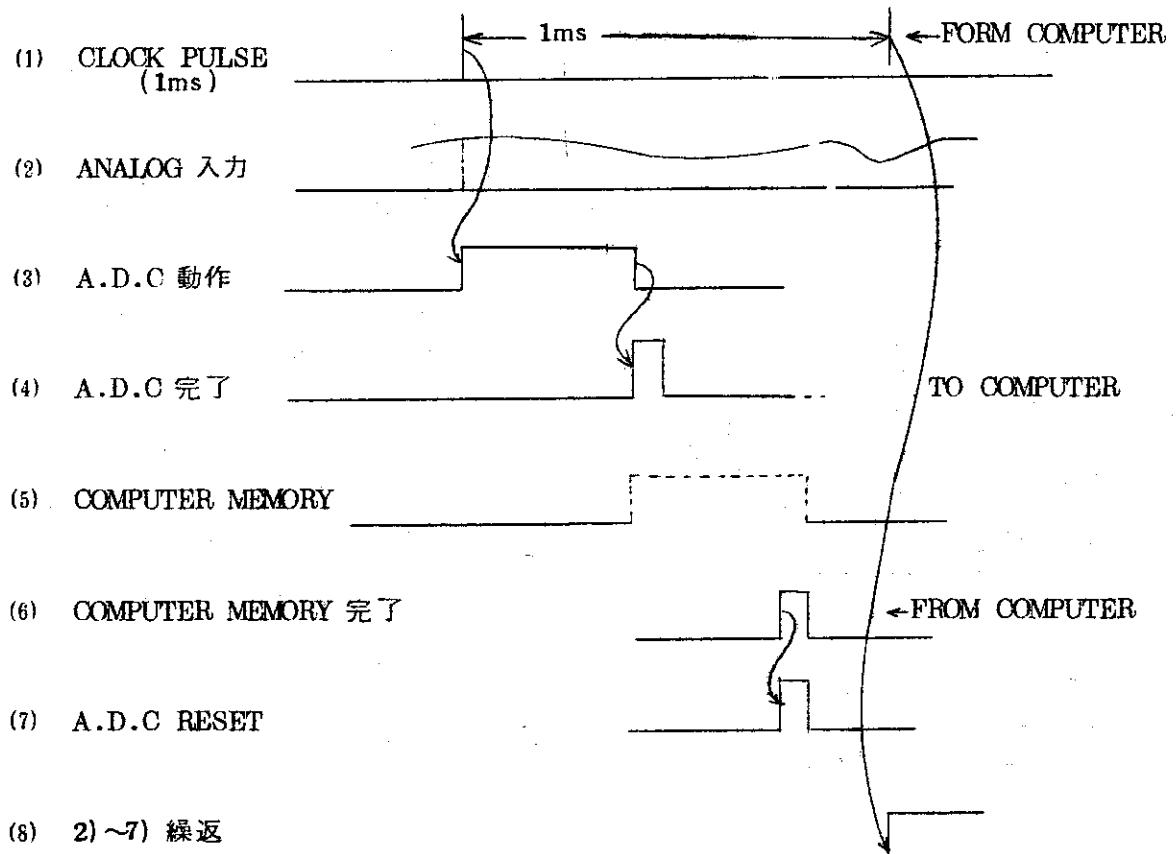


図-A.4 REACTOR NOISE(ANALOG ANALYSIS)

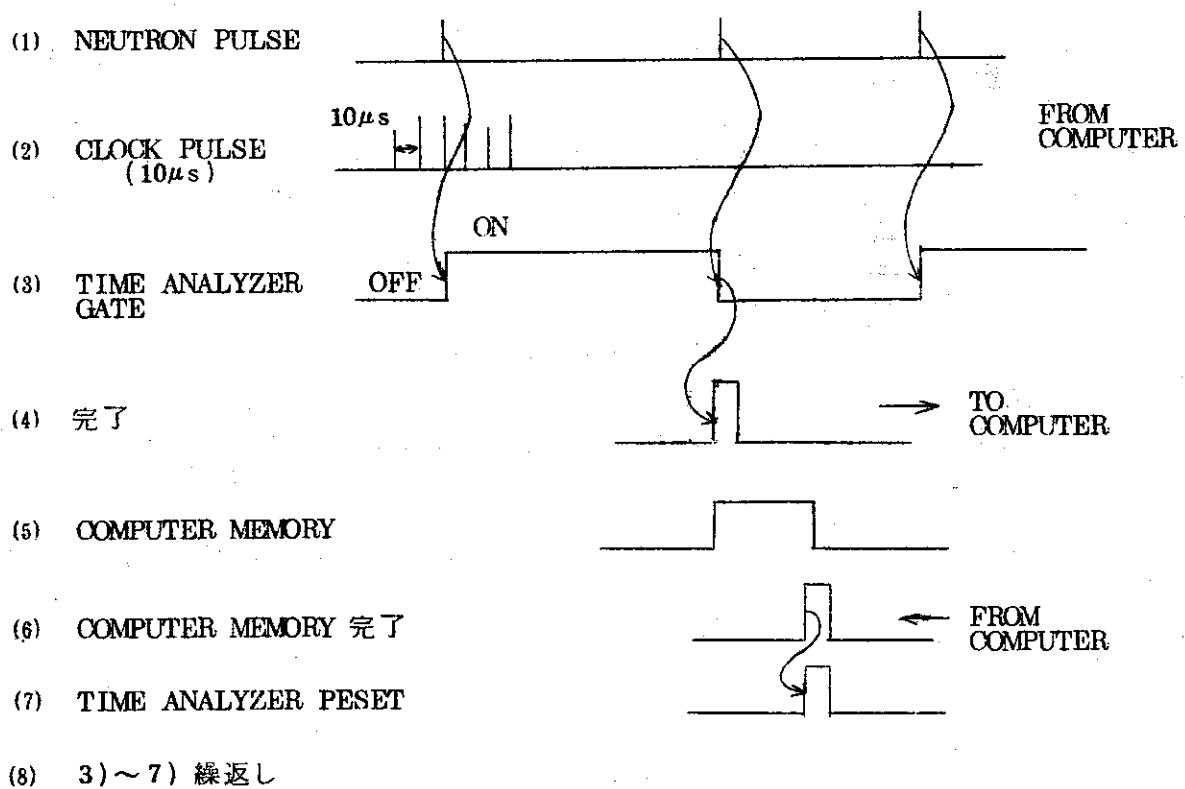
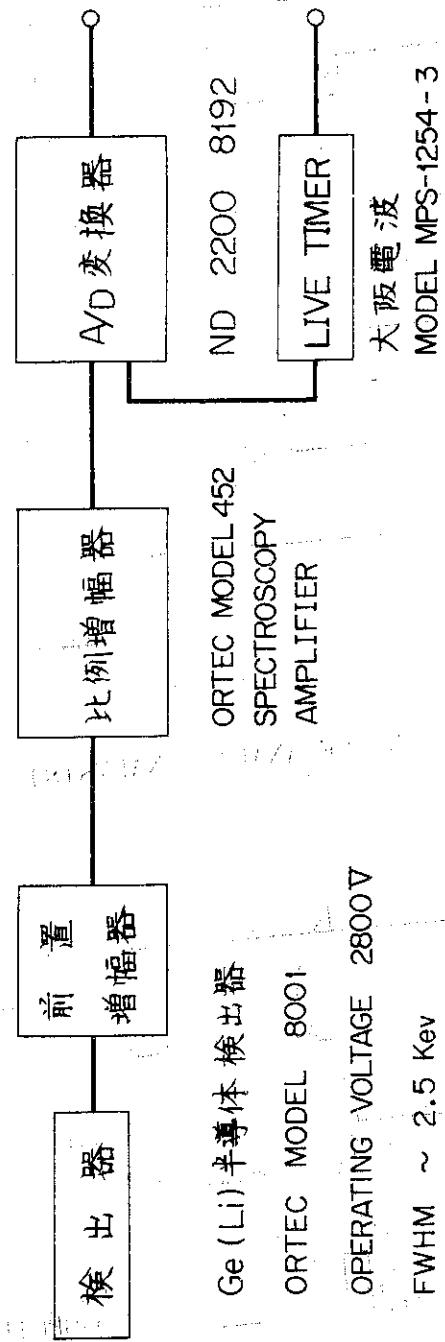


図-A.5 REACTOR NOISE ANALYSIS(DIGITAL ANALYSIS)

附録 2 自動計測システムの検出系

(a) PHA システム 検出系



(b) Gross システム 検出系

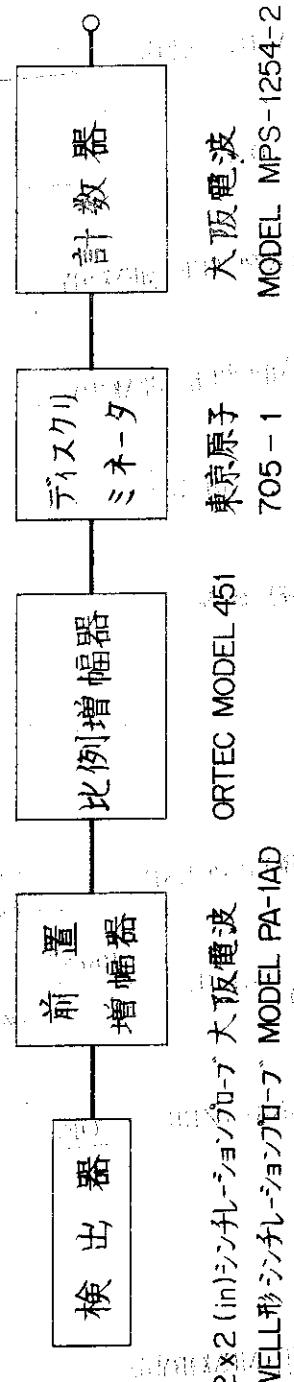


図-A.6 自動計測システムの検出系

附録 3 中性子照射量計算プログラムの詳細

• CORE CLEAR (X7, X71) ASR: I/O タイプライター

CORE の内容を 0 にする。

• DATAINPUT FROM ASR (INP)

DATA 処理に必要な初期条件を ASR から INPUT する。 INPUT する内容は、

- | | |
|-------------------------------------|-------------|
| 1. キャブセル名 (2 A 4) | 例 7 1 M-6 P |
| 2. キャブセルコード名 (I 4) | 例 7 1 0 6 |
| 3. データファイル NO. (OCTAL) | 例 2 2 |
| 4. 核種 (OCTAL) | 例 3 |
| 5. 検出器効率データの入っている TRACK NO. (OCTAL) | 例 1 0 0 |
| 6. データ処理を開始する最初の TRACK NO. (OCTAL) | 例 1 0 2 |
| 7. 日付 (3 I 2) 例 4 9 1 1 1 | |

但し 5.についてデータが無い時は、 0 を INPUTする。この場合には「MOER DATAS MUST BE GIVEN」のメッセージが出る。ETA(1), ETA(2) および NP(OCTAL) を INPUTする必要がある。

INPUTする時に、そのFORMATは ASR に打ち出されるのでそれを参照すれば良い。また、 INPUT 完了後に INPUT DATA が打ち出される。

• MESSAGE 1 (MES1)

「F/M データ TAPE TO DISC」のため、MT 機器NO. (LTN) のセットをうながす MESSAGE。 (LTN=1 にセットする。)

• F/M DATA TAPE TO DISC (EMTD)

データファイルNO. と機器NO. により必要なデータを MT DISC に移す。

• MESSAGE 2 (MES 2)

「F/M TAPE TO CORE」のため、MT 機器NO. (LTN) のセットをうながす MESSAGE (LTN=2 にセットする。)

• F/M TABLE TAPE TO CORE (TABS)

キャブセル名に対応した F/M TABLE を MT → CORE に呼び出す。

• MESSAGE 3 (MES 3)

最終処理 OUTPUT 枚数を FORMAT(I1) で INPUT する。

• IRRADIATION DATA FILE TAPE TO CORE (CDT)

予め DISC に収納されている IRRADIATION DATA FILE を CORE COMMON AREA に呼び出す。

• IRRADIATION DATA CHOICE (CADTA)

F/M TABLE 中に書かれている、照射サイクルデータを読んで、必要な照射データを CORE COMMON AREA に移す。

- F/M TABLE MAKER (TBLM)

F/M TABLE を適当な CORE COMMON AREA に移す。その要因は、処理開始トラックNO. と核種による。
- DET.EFFICIENCY CAL (EFFI)

検出器効率の計算をおこなう。サブルーチンとして次のプログラムを持つ。

 1. PHDT : データを DISC CORE に移す。
 2. TCO : 計測時間を計算する。(データは '33110~1に入る)
 3. PEK : PHOTO PEAK CH NO. を探策する、結果は, '33126に入る。
 4. PEAK : PHOTO PEAK 面積を計算する。 ---
- F/M DATA PROCESSING (FMPR)

照射量を算出する、サブルーチンとして次のプログラムを持つ。

 1. OUT1 :
 2. OUT2 : TITLE の OUTPUT
 3. TITR : t irr の計算
 4. PHDT : } 上述
 5. PGAK : }
 6. TWAI : t w の計算
 7. NWDC : F/M Weight & NO の移動 (処理するものに対してのみ)
 8. FMI : F/M 位置 FMI(N) の N を決定する。
 9. NIC : Ni(CO-58) 処理ルーチン
 10. COB : Co(Co⁶⁰) 処理ルーチン
 11. FFE : Fe(Mn⁵⁴) 処理ルーチン
 12. CUP : } 未完
 13. EEE : }
- END OF JOB MESSAGE(OWAR)

END OF JOB の MESSAGE と キャプセル名を ASR に打ち出す。

以上で JOB が完了する。

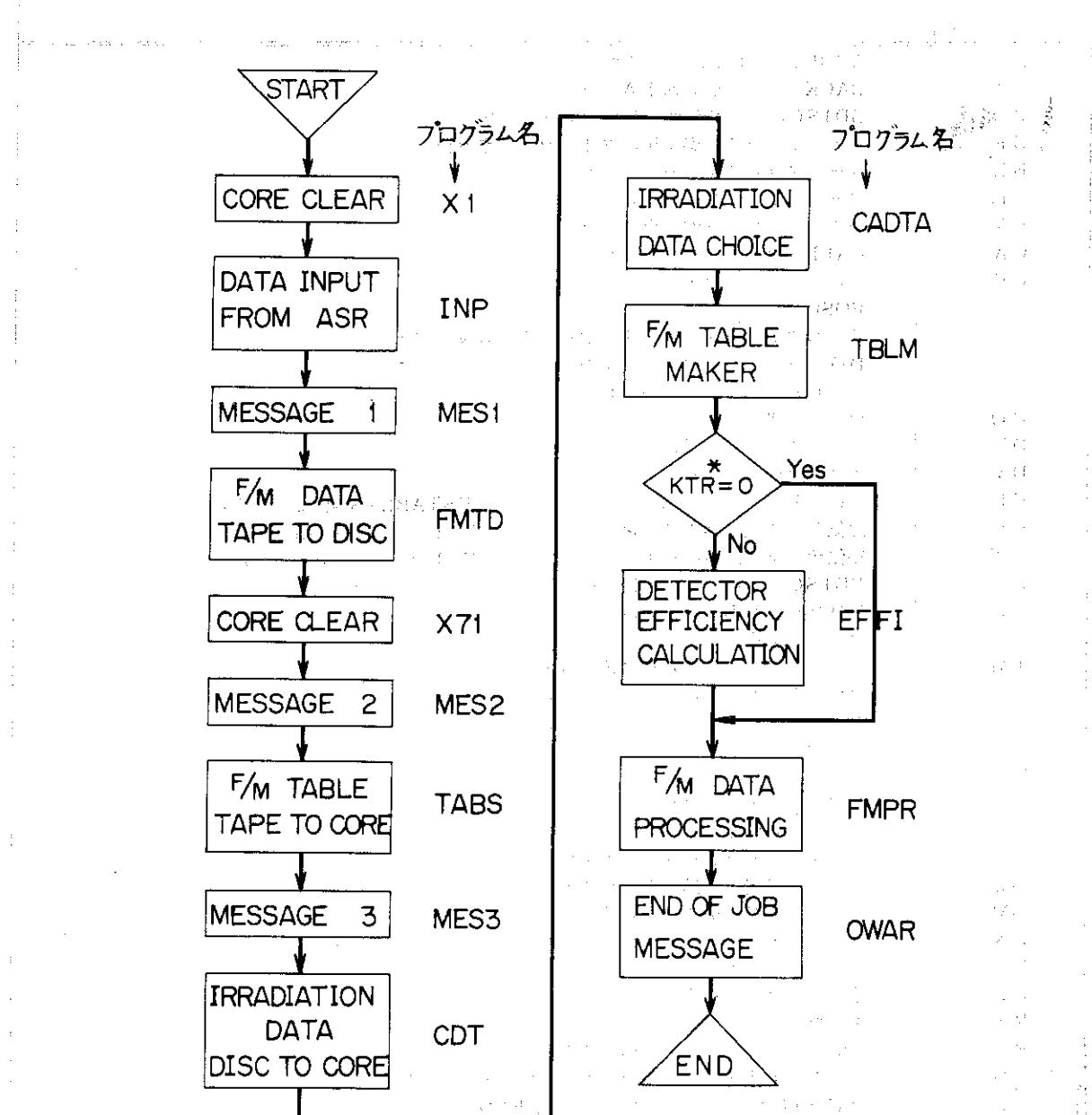


図-A.7 処理プログラムの流れ

附録4 BOSで必要なエラーメッセージとFORTRANの実行手順

表 A-1 BOS システムエラーメッセージ一覧

システムエラーネモニックコード	意味
AB	ABORTコマンドが実行された
BA	BACKコマンドがネストされた
BD	BDISCコマンドがコントロールを失った
BF	バイナリファイルが不正にフォーマットされた
BL	ローダブロックエラー
BO	ポートストラップテーブルエラー
BR	バイナリレコードが検出された
CA	CALLコマンドがネストされた
CK	チェックサムエラー
CW	BOSにないコマンド
DA	ディスクアクセスエラーまたは不正なブロックアドレス
DC	DOファイルがコントロールを失った
DN	存在しないファイルを消除しようとする
DO	マストアオーバフロー
DT	ディスクデータ転送エラー
DV	ディスク検証エラー
ED	存在するファイルと同じ名前のファイルをESTABLISHしようとする
ER	磁気テープ読み込み中にエンドオブテーブル(EOT)マークが検出された
EW	磁気テープ書き込み中にエンドオブテーブル(EOT)マークが検出された
FD	FDISCコマンドがコントロールを失った
FL	DOファイルが大きすぎる
IC	コマンドに不法なキャラクタがある
IM	入力モードでファイルを書込もうとする
IP	コマンドに不法なパラメータがある
IR	システムモードに不正にリターンした
LO	ローダパラメータリストエラー
MF	ファイルが混同した
MO	コアメモリオーバフロー
NA	装置が有効でない
NP	コマンドのパラメータ数が不法である
OL	コマンドに英字以外のキャラクタがある
OM	出力モードでファイルを読み込もうとする
ON	存在しないファイルをオープン(使用)しようとする
KF	不法なレコードフォーマット
RL	不法なレコード長さ
RT	不法なレコードタイプ
RU	磁気テープレコードが読み込みできない
SD	入出力ストリームと入出力装置の関係が成立しない
SE	DAP-16ソースプログラムエラー(END擬似命令がない)
SN	不法な入出力ストリーム名
UE	アップデートエラー
VA	検証エラー(バイナリファイルの場合の開始アドレスが異なる)
VE	検証エラー(レコード内容が異なる)
VF	検証エラー(ファイル長さが異なる)
VG	検証エラー(グループレコード長さが異なる)
VL	検証エラー(レコード長さが異なる)
VT	検証エラー(レコードタイプが異なる)
"XX"	DSU転送エラー "XX"は8進数字 ビット1=1 アクセスエラー ビット2=1 データエラー ビット3=1 モジュラリティエラー ビット4=1 タイムアウトエラー

表 A-2 コンパイルエラーメッセージ一覧

エラーコード	エラーの内容
A E	数式ステートメント関数に 10 を越える引数がある。
A G	引数にサブルーチンまたは配列の名前がない。
A R	配列の名前のない要素。
B D	"BLOCK DATA" サブプログラム内に実行ステートメントがある。
B L	"BLOCK DATA" が最初のステートメントでない(初期値設定サブプログラム内において)
C E	定数の指数部が 7 ビットを越える(127 を越える)
C H	終止キャラクターが誤っている。(かつこ カンマ スラッシュ等)
C M	インプライド DO ループのかつこの外にコンマがない。
C N	不適性な定数(DATAステートメント内において)
C R	不法な COMMON リフアレンス
D A	仮引数の不法な使用
D D	EQUIVALENCE または DATAリストに仮変数があらわれる
D M	データの型とデータ名の型が一致しない。(DATAステートメント内において)
D T	"DO" の終止が適切でない。(許されない終止ステートメント, DO の範囲の交叉)
E C	EQUIVALENCE グループがコンマまたは CR (キャリッジ リターン) で終らない。
E Q	等号の左に数式がある。同一のステートメント中に 2 つ以上の等号がある。
E X	宣言ステートメントがプログラムの途中に現われる。
F A	関数が引数をもたない。
F D	関数名が数式ステートメントによって定義されていない。(関数サブプログラム内で)
F R	FORMATステートメント エラー(4 レベル以上の挿入句)
F S	"FUNCTION" あるいは "SUBROUTINE" が最初のステートメントでない(サブプログラムにおいて)
H F	文字データの文字数の指定がゼロである。
H S	文字データの文字数の指定が大きすぎる。
I C	誤った COMMON, EQUIVALENCE の併用
I D	このステートメントは認められない。(FORTRANでは使用できないもの)
I E	EQUIVALENCE グループ分け不能
I F	"IF" ステートメントの形式が誤っている。(かつこ内が数式または論理式でない)
I N	この位置に整数が必要
I T	要素が整数でない。
MM	データの型が混合している。
MO	データ ブールのオーバーフロー
MS	ステートメント番号が多重に定義されている。
N C	定数が存在しなければならない。
N D	次元の数が間違っている。
N F	FORMATステートメントにステートメント番号がない。

エラーコード	エラーの内容
N R	要素が相対的な変数でない。
N S	サブプログラム名が誤っている。
N T	ロジカル NOTの使用法に誤りがある。
N U	すでに使用されている名前
N Z	FORMATステートメントの欄記述子に誤りがある。
O P	2つ以上の演算子が連続している。
P A	オペレーションはかつて内になければならない。
P H	このステートメントは他のステートメントとつながっていない。実行できない。
P R	インプライドDCループの左かつて、右かつての数が一致しない。
P W	他の要素が先行
R L	2つ以上の関係演算子が連続している。
R N	宣言ステートメントがリファーされている。
R T	メインプログラムにRETURNステートメントがある。
S C	継続行にステートメント番号がある。
S P	ステートメント名が間違っている。
S T	ステートメント番号が誤っている。
S U	配列で添字が整数型の文字または定数でない。
T F	FUNCTIONで型が指定されていない。
T O	ASSIGNステートメントにTOがない。
U O	"+"または"-"符号が多重である。
U S	ステートメント番号が定義されていない。
V D	ダミー配列の中にダミーでないシンボリック添字がある。あるいはシンボリック添字がダミーでない配列中にあらわれる。

表 A-3 サブルーチンによって発生するエラーメッセージ

エラーメッセージ	状態	発生するサブルーチン
D A	算術演算オーバーフロー	A \$ 6 6 / S \$ 6 6 (倍精度加算／減算)
D L	負またはゼロの引数	D LOG / D LOG 1 0 (倍精度対数)
D M	算術演算オーバーフローまたはゼロ除数	M \$ 6 6 / D \$ 6 6 (倍精度乗算／除算)
E Q	算術演算オーバーフロー	A \$ 8 1 (倍精度指数に整数を加算)
E X	指数オーバーフロー	E X P (実数指数・関数)
F E	フォーマット エラー	F \$ 1 0 (フォーマット スキヤナおよび変換)
I I	結果が(2 * * 15) - 1 より大	E \$ 1 1 (整数にべき乗された整数)
I N	入力カラー	F \$ 1 0 (フォーマット スキヤナおよび変換)
R I	指数が1.5より大	C \$ 2 1 (実数を整数に変換)
S A	算術演算オーバーフロー	A \$ 2 2 / S \$ 2 2 (実数加算／減算)
S D	算術演算オーバーフローまたはゼロ除数	D \$ 2 2 (実数除算)
S M	算術演算オーバーフロー	M \$ 2 2 (実数乗算)
S Q	負の引数	S Q R T (実数平方根)

表 A-4 デイブリーカー関数一覧

関数名	引数の型	結果の型	機能	関数名	引数の型	結果の型	機能	
SIN	実数型	実数型	正弦関数 $\sin(a)$ (単位ラジアン)	ATNT	実数型	実数型	小数点以下切捨て	
DSIN	倍精度型	倍精度型		INT	実数型	整数型		
COSIN	複素数型	複素数型		IDINT	倍精度型	整数型		
COS	実数型	実数型	余弦関数 $\cos(a)$ (単位ラジアン)	AMAX ϕ	整数型(>1)	実数型	2以上の引数の中から最大値を求める MAX(a1, a2, ...)	
DCOS	倍精度型	倍精度型		AMAX	実数型(>1)	実数型		
CCOS	複素数型	複素数型		MAX ϕ	整数型(>1)	整数型		
ATAN	実数型	実数型	逆正接関数 $\tan^{-1}(a)$	MAX1	実数型(>1)	整数型	MAX(a1, a2, ...)	
DATAN	倍精度型	倍精度型		DMAX1	倍精度型(>1)	倍精度型		
ATAN2	実数型(2)	実数型	逆正接関数 $\tan^{-1}(a1/a2)$	AMINO	整数型(>1)	実数型	2以上の引数の中から最小値を求める MIN(a1, a2, ...)	
DATAN2	倍精度型(2)	倍精度型		AMIN1	実数型(>1)	実数型		
TANH	実数型	実数型	双曲線正接関数 $\tanh(a)$	MIN ϕ	整数型(>1)	整数型	MIN(a1, a2, ...)	
SQRT	実数型	実数型	平方根 \sqrt{a}	MIN1	実数型(>1)	整数型		
DSQRT	倍精度型	倍精度型		DMIN	倍精度型(>1)	倍精度型		
CSQRT	複素数型	複素数型		FLOAT	整数型	実数型	実数変換	
EXP	実数型	実数型	指數関数 e^a	IFIX	実数型	整数型	整数変換	
DEXP	倍精度型	倍精度型		SNGL	倍精度型	実数型	実数変換	
CEXP	複素数型	複素数型		REAL	複素数型	実数型	実数部抽出	
ALOG	実数型	実数型	自然対数 $\log_e(a)$	AIMAG	複素数型	実数型	虚数部抽出	
DLOG	倍精度型	倍精度型		DBLE	実数型	倍精度型	倍精度変換	
CLOG	複素数型	複素数型		CMPLX	実数型(2)	複素数型	複素数変換($a1+ia2$)	
ALOG10	実数型	実数型	常用対数 $\log_{10}(a)$	SIGN	実数型(2)	実数型	符号移動 $a1 \times (a^2\text{の符号})$	
DLOG10	倍精度型	倍精度型		ISIGN	整数型(2)	整数型		
ABS	実数型	実数型		DSIGN	倍精度型(2)	倍精度型		
IABS	整数型	整数型	絶対値 $ a $	DIM	実数型(2)	実数型	正差 $a1 - MIN(a1, a2)$ (結果はゼロまたは正) 共役複素数 $(x \pm iy) (x \mp iy)$	
DABS	倍精度型	倍精度型		IDIM	整数型(2)	整数型		
CABS	複素数型	実数型		COMJG	複素数型	複素数型		
AMOD	実数型(2)	実数型	剰余 $a1 - [a1/a2] \times a2$ [a1/a2]は $a1/a2$ の整数部	(注) 引数の型の項のカッコ内の数値は引数の数。 記入のないものは1 機能の項の a , $a1$, $a2$...はそれぞれの型の引数				
MOD	整数型(2)	整数型						
DMOD	倍精度型(2)	倍精度型						

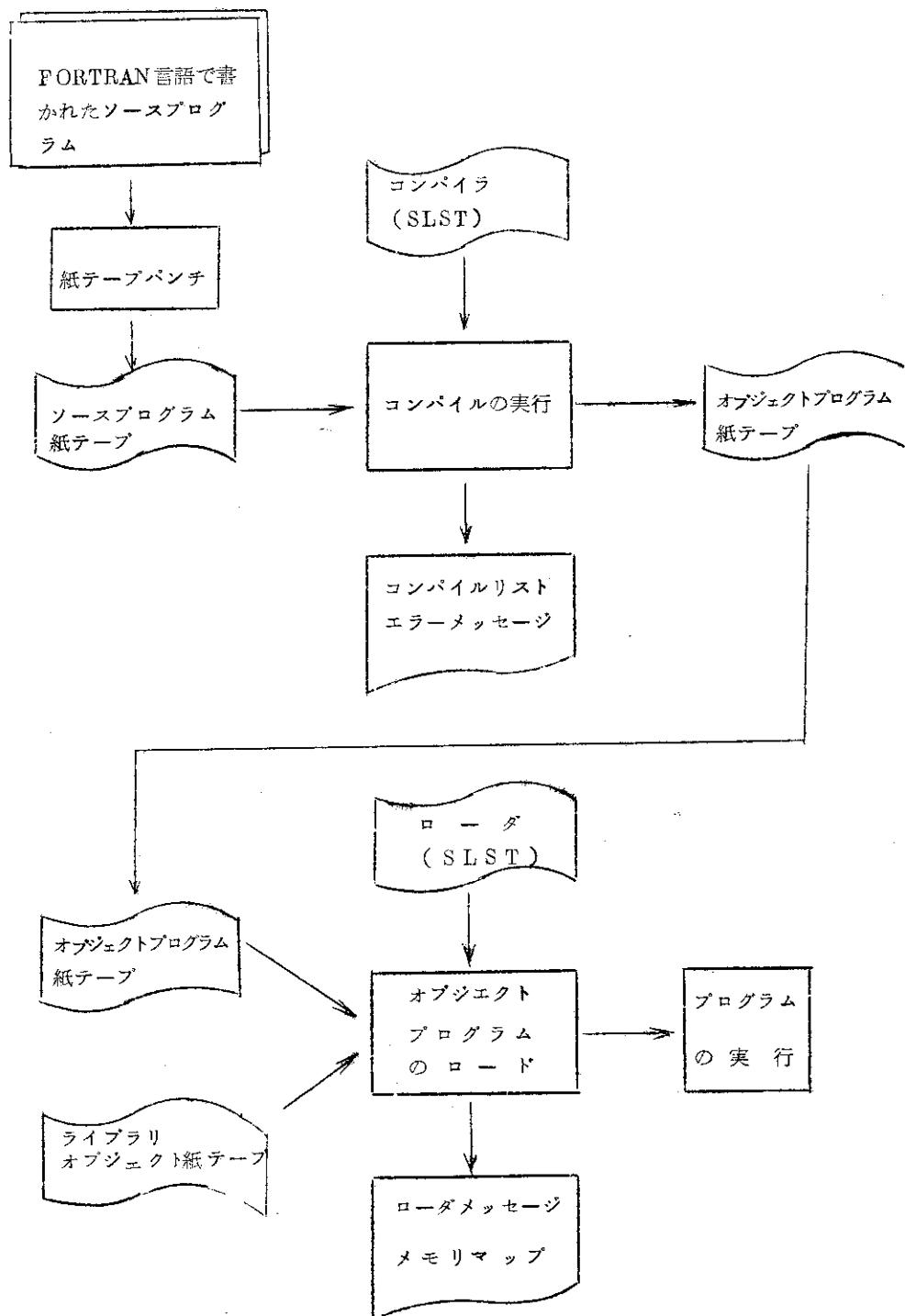


図-A.8 FORTRAN の実行手順