

JAERI - M
87-129

JFT-2Mトカマク用モニター信号処理システム

1987年8月

松田 俊明・的場 徹・森 雅博・河上 知秀
柏 好敏・横山 堅二・松崎 誼・高田 晋*

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

JAERI-Mレポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division
Department of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-
mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

©Japan Atomic Energy Research Institute, 1987

編集兼発行 日本原子力研究所
印刷 株式会社高野高速印刷

JFT-2Mトカマク用モニター信号処理システム

日本原子力研究所那珂研究所核融合研究部

松田 俊明・的場 徹・森 雅博

河上 知秀・柏 好敏・横山 堅二

松崎 誼・高田 晋*

(1987年7月30日受理)

JFT-2Mでは、これまで各種計測装置及びJFT-2M本体・電源・制御と各加熱装置用各種モニター装置で個々に整備してきたデータ処理関係の機器を統合して、各種データを集中的に収集・解析・表示・格納するためモニター信号処理システムを開発した。本システムは光ファイバーを使用したCAMACシリアル・ハイウェイを中心とするCAMACデータ収集部、ミニコンピュータによるデータ一次処理部（以上をまとめてデータ収集系）及び32ビット・スーパーミニコンピュータによるモニター信号処理部（データ処理系）から成り、階層構造を形成し、機能分担を明確にし高い信頼性を得ている。ソフトウェアは各種条件設定テーブルの整備等により利用者操作とシステム変更の容易化を図ることを主眼にすると共に、高速性、保守性も考慮して作成された。本システムは現在JFT-2Mの実験に定常的に使用され、約1.5MBのデータをショット間3.5分内に処理している。

那珂研究所：☎ 311-02 茨城県那珂郡那珂町大字向山801-1

* 三菱電機東部コンピュータシステム(株)

Data Acquisition System in JFT-2M Tokamak

Toshiaki MATSUDA, Tohru MATOBA, Mesahiro MORI,
Tomohide KAWAKAMI, Yoshitoshi KASHIWA, Kenji YOKOYAMA,
Yoshimi MATSUZAKI and Susumu TAKADA^{*}

Department of Thermonuclear Fusion Research
Naka Fusion Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Naka-machi, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received July 30, 1987)

Data acquisition system for JFT-2M tokamak has been developed. It handles systematically many types of data; monitoring data of JFT-2M machine, power supplies, plasma control system, several heating apparatus and a variety of data measured with diagnostic instruments. The system consists of a main super mini-computer, a front-end mini-computer and two CAMAC serial highways. Its main characteristics are good man-machine interface and the flexibility to the extended use. These are realized by table generators for a setup of control parameter of CAMAC module, serial highway, etc. and table handlers. In the tokamak experiment, the system can processes about 1.5 Mbyte data during the discharge interval of 3.5 minutes.

Keywords: Data Acquisition, JFT-2M Tokamak, CAMAC Serial Highway,
Mini-computer

* On leave from Mitsubishi Computer System Tokyo Co.

目 次

1. はじめに	1
2. モニター信号処理システムの動作概要	2
2.1 動作モード	3
2.2 機能	4
3. ハードウェア・システムの構成	8
3.1 CAMACデータ収集部	8
3.2 データ一次処理部	8
3.3 モニター信号処理部	8
4. ソフトウェア・システムの構成	12
4.1 データ収集系の主要ソフトウェア	12
4.1.1 CAMACハンドラー	12
4.1.2 CAMACモジュール初期設定及びデータ収集動作	13
4.1.3 バックアップ動作	13
4.2 データ処理系の主要ソフトウェア	14
4.2.1 非同期処理ソフトウェア	14
4.2.2 同期処理ソフトウェア	14
4.2.3 その他のソフトウェア	15
4.2.4 ショット・データ・ファイルの構成	15
5. 試験結果及び使用例	37
5.1 同期処理の実行速度	37
5.2 JFT-2Mでの使用例	37
6. 今後の予定及び検討項目	39
7. まとめ	40
謝 辞	40
参考文献	41
付 録	42

CONTENTS

1. Introduction	1
2. Overview of Data Acquisition System	2
2.1 Operation Modes	3
2.2 Functions	4
3. Hardware Configuration	8
3.1 CAMAC Data Acquisition Layer	8
3.2 Pre-processing Layer	8
3.3 Data Processing Layer	8
4. Software Configuration	12
4.1 Softwares of Data Acquiring Subsystem	12
4.1.1 CAMAC Handler	12
4.1.2 Setup of CAMAC Modules and Data Acquisition	13
4.1.3 Backup Action	13
4.2 Softwares of Data Processing Subsystem	14
4.2.1 Asynchronous Processing Softwares	14
4.2.2 Synchronous Processing Softwares	14
4.2.3 Other Softwares	15
4.2.4 Structure of Shot Data File	15
5. Test Results	37
5.1 Speed of Synchronous Processing	37
5.2 Results of Operation in JFT-2M Experiment	37
6. Discussions and Future Plans	39
7. Conclusion	40
Acknowledgements	40
References	41
Appendix	42

1. はじめに

JFT-2M装置は、トカマク高性能化に関する先進的な複数の研究テーマによる実験を効率的に行うためにJFT-2装置を改造する事で計画され、昭和56年から昭和60年まで4期に分けて製作を進めて最小のコストと時間で完成することができた。この方式は今後のトカマク型核融合実験装置の効率的運用に対して重要な指針を与えるものであると考えている。改造にあたっては、従来のJFT-2装置の内特に周辺機器関係はほとんどすべて流用することとしたが、JFT-2Mの実験形態に合わないと思われる部分についてはそれぞれに改善の手段を講じた。特に計算機を使用することが有効と思われる制御・計測・モニター関係については最近の計算機の驚異的な進歩と低コスト化を踏まえ、かつ海外における同規模のトカマク装置であるDoublet-III (米国)¹⁾ 及びASDEX (西独)²⁾ での計算機の使用形態を参考にして全面的に見直すこととした。

以上の観点から、JFT-2M用計算機関連システムにおいて今回採用した基本方針は以下の通りである。

1) データ収集・解析・表示・格納の機能一元化

従来のJFT-2用「データ処理システム」は計測診断専用と考えられてきたので、本体・加熱装置等のモニター信号については個々の装置で個別に管理する方式としていた。しかしながら最近の加熱主体の実験においては、第一にこれらモニター信号の内特に入射パワー、ポロイダルコイル電流、残留ガス量、リミター温度上昇等についてもプラズマ特性評価のためのデータとして必須のものとなりデータ処理用データとして扱うことが必要になってきたこと、第二に装置規模の急激な増大に伴いモニター信号のデータ量も増加する一方であること、以上2つの理由により従来の個別管理ではデータ処理に対して多くの人手を必要としデータ管理上も問題となってきた。他方、最近の実験の高度化に対応して実験データも空間的、スペクトル的に多チャンネル化する必要が生じて、各計測診断機器からの実験データ量も飛躍的に増大しつつある。このような状況に適切に対応するために、JFT-2Mにおいてはデータ収集・解析・表示・格納の機能をJFT-2Mの全機器を対象として考える「モニター信号処理システム」に一元化することとした。

2) 本体関係の制御・モニター系の計算機化

制御用計算機としては、JFT-2M程度の中規模トカマクでは必要とされる応答時間が現状のデジタル計算機方式ではいわゆる超高速処理と言われる領域に入りシステム構築のC/P比が良くないと判断されたのでアナログ計算機方式とした。但し、プレプロ波形設定等のいわゆるマンマシーン・インターフェースを充実させるために専用のデジタル計算機を組み合わせ使用。これは又将来の全システム統一運用を行う時の制御用分散処理計算機に使用でき、更に学習制御等の高機能化にも対応できる点で設置の必要性が高いものと判断している。

本体モニターに関しては従来から個別計算機によるモニター情報の収集・処理を実施してきたが、収集点数の不足や他のプラズマに関する情報との相互チェックができない等のため必ず

しも計算機化の長所を十分に発揮できる段階まで到達していなかったため、今回これらの改善を計ることとした。

3) 計測診断機器の計算機化

計測診断機器の計算機化に関しては、これまでの J F T-2 装置における実験ではデータ収集・処理の部分に焦点を当てた「データ処理システム」³⁾により実験に対応してきた。これによりトカマク実験に必要な条件である多様な計測機器を組み合わせて放電後できるだけ早くプラズマの特性を把握する手段を初めて持つことができ、その後の実験遂行に大きく寄与できた。しかしながら J F T-2 用データ処理システムでは設置時期が早かったため計算機能力に限界があり、特にデータ格納及びマンマシーン・インターフェースに関する機能面で十分な形に実現出来なかった。更に、最優先で最も重要な機能であるデータ収集速度の向上を計ったため、トカマク実験を円滑に実施する上で必要なもう一つの重要な機能であるシステムの拡充・変更の容易さを犠牲にせざるを得なかった。そのため、J F T-2 Mに改造後の実験では各計測診断機器の改造に伴うデータ量の大幅増大に適切な対応を取れなくなると予想されたので、個々の計測機器でまず個別にパーソナルコンピュータ・レベルの計算機を導入してローカルにデータ収集・処理及び一部の条件設定を行う方式にした。⁴⁾

4) 追加熱装置のモニター機能充実

トカマク装置の実験が従来のジュール加熱単独から追加熱主体に移っていくと共に、追加熱に関する種々の情報をプラズマパラメーターと同様にデータ処理計算機に取り込んでデータ処理を行う事が必要になってきた。一方、個々の追加熱装置は調整段階ではトカマク本体とは全く独立に運転できる事が必須条件であるので、計測機器で採用したのと同じローカル処理計算機方式の導入を本格的に進めることとした。

以上のような J F T-2 M全体としての基本方針を踏まえて「モニター信号処理システム」を構築したので、本システムの各部においては必ずしも最新、最高の機器を採用してはいない。しかしながら全体として整合性を取ることを最優先して設計したため、実験遂行上極めて満足すべき総合性能を得ることができたものと考えている。次章以降において、本「モニター信号処理システム」の詳細について述べる。第2章では本システム全体の動作概要を述べ、第3章ではハードウェアの詳細、第4章ではソフトウェアの詳細を述べる。第5章ではシステム単体での性能試験と J F T-2 M全体としてのプラズマ実験で試験的に使用した結果についてまとめ、第6章では試験結果の検討と今後の予定を述べる。最後に第7章で全体のまとめを述べる。

2. モニター信号処理システムの動作概要

本システムは、これまで各種計測装置及び J F T-2 M本体・電源・制御と各加熱装置⁶⁾用各種モニター装置で個々に整備してきたデータ処理関係の機器を統合して各種データを集中的に収集・解析・表示・格納するものであり、以下の3項目を主要目的として製作した。

- (1) 大量データの集中管理と保存
- (2) 迅速かつ高度のデータ解析と図形出力

しも計算機化の長所を十分に発揮できる段階まで到達していなかったので、今回これらの改善を計ることとした。

3) 計測診断機器の計算機化

計測診断機器の計算機化に関しては、これまでの J F T-2 装置における実験ではデータ収集・処理の部分に焦点を当てた「データ処理システム」³⁾により実験に対応してきた。これによりトカマク実験に必要な条件である多様な計測機器を組み合わせて放電後できるだけ早くプラズマの特性を把握する手段を初めて持つことができ、その後の実験遂行に大きく寄与できた。しかしながら J F T-2 用データ処理システムでは設置時期が早かったため計算機能力に限界があり、特にデータ格納及びマンマシーン・インターフェースに関する機能面で十分な形に実現出来なかった。更に、最優先で最も重要な機能であるデータ収集速度の向上を計ったため、トカマク実験を円滑に実施する上で必要なもう一つの重要な機能であるシステムの拡充・変更の容易さを犠牲にせざるを得なかった。そのため、J F T-2 M に改造後の実験では各計測診断機器の改造に伴うデータ量の大幅増大に適切な対応を取れなくなると予想されたので、個々の計測機器でまず個別にパーソナルコンピュータ・レベルの計算機を導入してローカルにデータ収集・処理及び一部の条件設定を行う方式にした。⁴⁾

4) 追加熱装置のモニター機能充実

トカマク装置の実験が従来のジュール加熱単独から追加熱主体に移っていくと共に、追加熱に関する種々の情報をプラズマパラメータと同様にデータ処理計算機に取り込んでデータ処理を行う事が必要になってきた。一方、個々の追加熱装置は調整段階ではトカマク本体とは全く独立に運転できる事が必須条件であるので、計測機器で採用したのと同じローカル処理計算機方式の導入を本格的に進めることとした。

以上のような J F T-2 M 全体としての基本方針を踏まえて「モニター信号処理システム」を構築したので、本システムの各部においては必ずしも最新、最高の機器を採用してはいない。しかしながら全体として整合性を取ることを最優先して設計したため、実験遂行上極めて満足すべき総合性能を得ることができたものと考えている。次章以降において、本「モニター信号処理システム」の詳細について述べる。第2章では本システム全体の動作概要を述べ、第3章ではハードウェアの詳細、第4章ではソフトウェアの詳細を述べる。第5章ではシステム単体での性能試験と J F T-2 M 全体としてのプラズマ実験で試験的に使用した結果についてまとめ、第6章では試験結果の検討と今後の予定を述べる。最後に第7章で全体のまとめを述べる。

2. モニター信号処理システムの動作概要

本システムは、これまで各種計測装置及び J F T-2 M 本体・電源・制御と各加熱装置⁶⁾用各種モニター装置で個々に整備してきたデータ処理関係の機器を統合して各種データを集中的に収集・解析・表示・格納するものであり、以下の3項目を主要目的として製作した。

- (1) 大量データの集中管理と保存
- (2) 迅速かつ高度のデータ解析と図形出力

(3) 利用者操作とシステム変更の容易化

本システムの機能的な構成は、これら3つの目的を整合性良く達成するために第1図に示すようにデータ収集系とデータ処理系に階層構造化している。本図には、JFT-2Mの主要構成機器も同時に示し、本システムとの機能的な関係を概念的に示している。上位のデータ処理系にはいわゆるスーパーミニコンピュータ（MELCOM70/250）を採用し処理機能の充実を計るとともに、特にTSS（Time Sharing System）端末とグラフィックディスプレイを中心とした入出力機器によるマンマシン・インターフェースとシステムの拡張性に留意している。下位のデータ収集系には通常のミニコンピュータ（MELCOM70/30C）と標準的なCAMAC（Computer Automated Measurement and Control）シリアルハイウェイを採用することにより各種装置よりのデータ収集の規格統一を計りコスト低減とシステム変更に対する柔軟な対応を可能にしている。このような階層構成により得られる機能的な特長としては以下の通りまとめられる。

- (1) 各種信号の収集・解析・表示・格納を同時平行処理し、図形出力を集約化することにより実験時における運用の最適化を計れる。
- (2) ソフトウェア体系を、システムの変更・拡張に対し柔軟かつ容易に対応可能なように考慮できる。またプログラミング言語は、基本的にFORTRANを用いることにより汎用化できる。
- (3) シリアル・ハイウェイ及び通信回線等に光ファイバーケーブルを採用することにより、耐ノイズ特性の向上を計れる。
- (4) 各種障害に対処して実験データを保全するため、縮退運転（以下バックアップ動作と称する）が可能となる。

2.1 動作モード

本モニター信号処理システムで各種データを収集・処理する場合には、第2図に示す動作モード遷移図に従って適切なモードを選択して収集・処理の諸条件をシステム側に指示する。モニター信号処理システムは、指示された内容に従い有機的に結合された計算機システムを動作させ、JFT-2Mで発生する各種データの収集・解析・表示・格納を行う。各モードの機能は以下の通りである。

- (1) 同期収集モード：プラズマ放電（以下ショットと称する）に同期して実験データ及びモニターデータを収集・解析・表示・格納するモードである。
- (2) 非同期収集モード：主として本体関連機器の運転・保守のためにショットと同期せずにモニターデータを長期的に収集するモードである。
- (3) テスト収集モード：同期収集モードと基本的に同じであるが、ショットの代わりにテスト用の疑似信号で同期をとってシステムの動作試験を行うモードである。
- (4) 再収集モード：バックアップ動作で下位のデータ収集系ミニコンピュータに格納された各種データを上位のデータ処理系に転送して格納するモードである。
- (5) 待機モード：システム起動・停止時及び上記(1)～(4)の各モード間の切換時に必要な

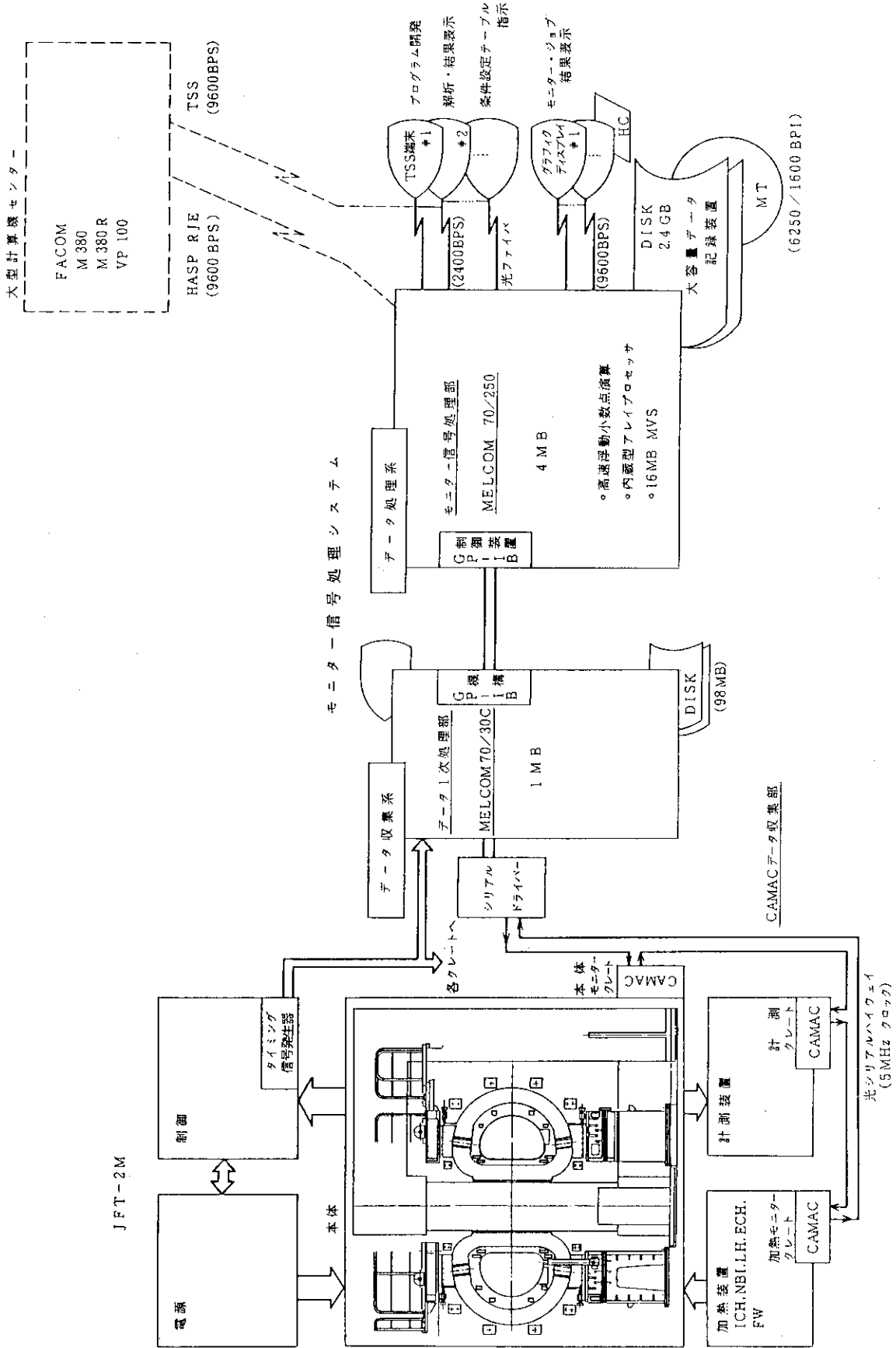
モードであり、システムを待機状態にする。

2.2 機 能

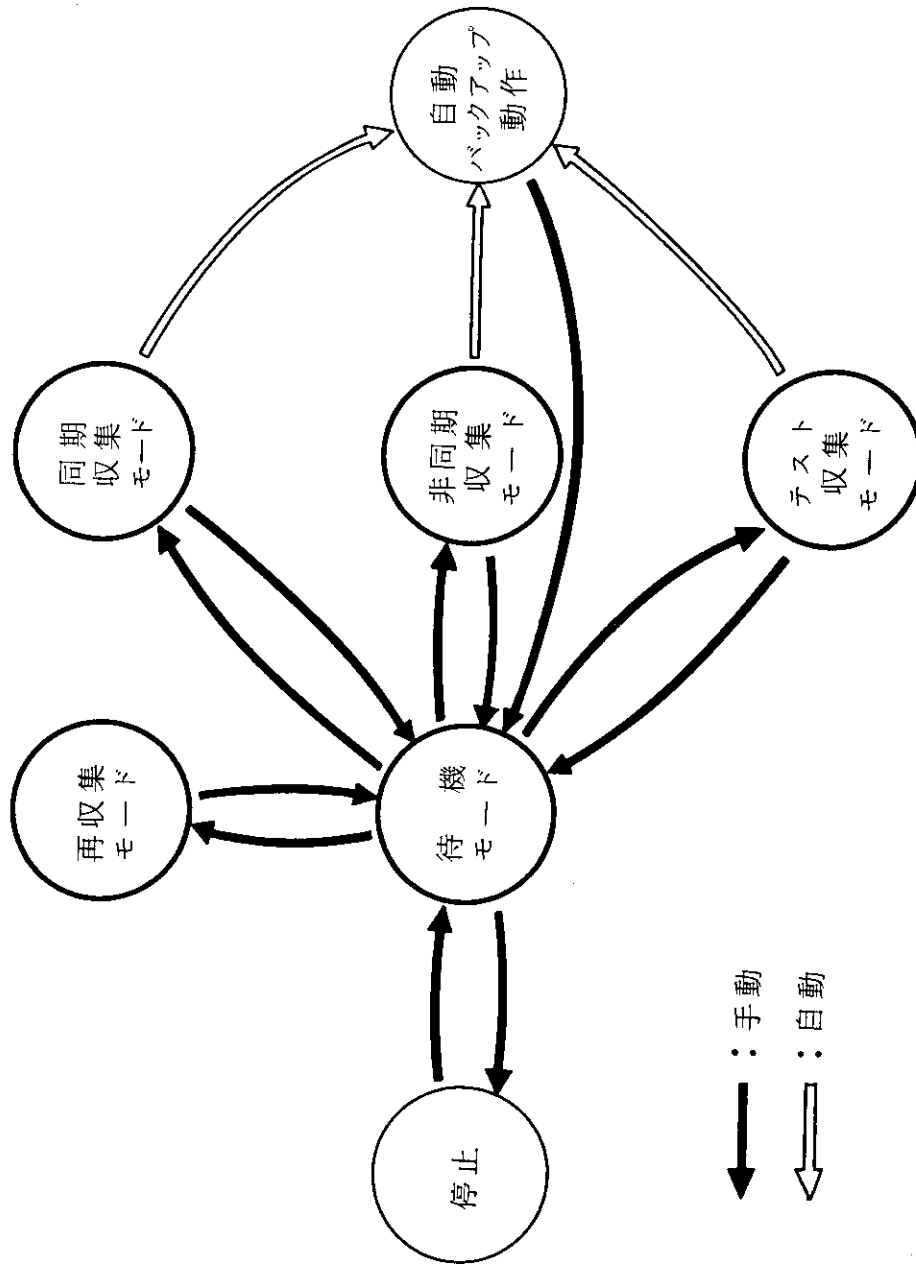
本モニター信号処理システムの持っている機能としては、大きく操作・設定・収集・転送・処理の5つに分けられる。以下この分類に従って概要を述べる。

- (1) 操作機能 : 前記動作モードの制御・管理を行うものと、実験・モニターデータの収集・処理条件の制御・管理を行うものがある。前者は主としてシステムオペレーターが扱い、後者は主として一般ユーザーが扱う。
- (2) 設定機能 : 種々の操作により確定した実験・モニターデータの収集・処理条件を各計算機に設定するものである。
- (3) 収集機能 : 収集条件に従って同期収集モードではショットに同期して実験・モニターデータを収集し、非同期収集モードではショットに同期せずにモニターデータのみを収集するものである。
- (4) 転送機能 : 上位のデータ処理系で作成された収集条件を下位のデータ収集系に転送することと、収集した各種データを下位のデータ収集系から上位のデータ処理系に転送するものである。
- (5) 処理機能 : 予め設定されている処理条件に従って転送された各種データを解析し、その結果をグラフィックディスプレイ装置に表示するとともにディスク装置へ格納するものである。

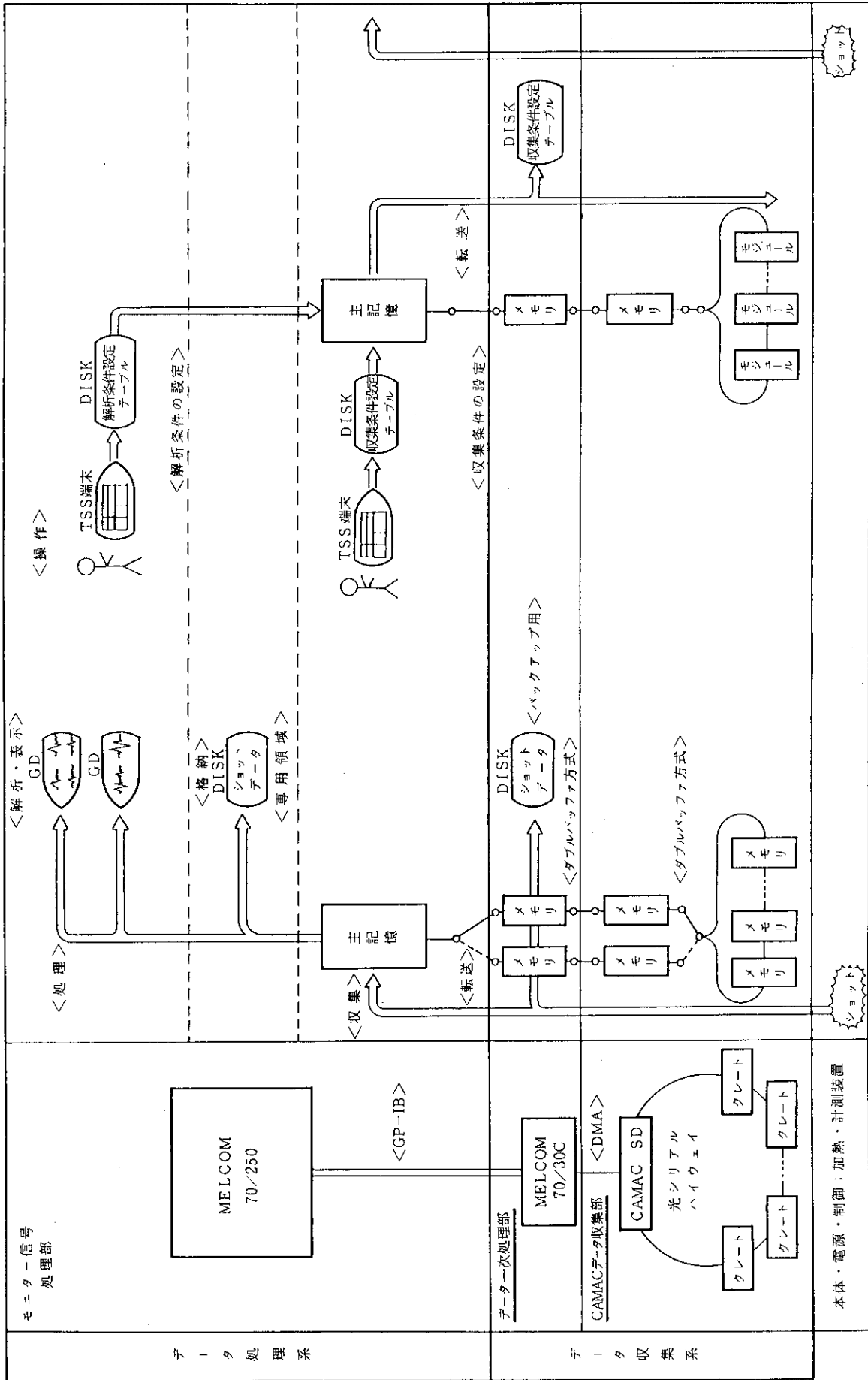
最も代表的な例として同期収集モード時のデータの流れと処理の概要を第3図に示す。実験データの高速処理を実現するために、データ収集系ではシリアル・ドライバ用クレートコントローラ及びミニコンピュータにおいてダブルバッファ方式を採用するとともにシリアル・ハイウェイの転送手順を合理化している。一方、データ処理系ではスーパーミニコンピュータの主記憶ベースで処理機能における解析、表示、格納の各ジョブを平行に処理するとともに生データ格納専用領域を固定ディスク上に確保して書込みの速度向上を計っている。一般ユーザーの扱う操作はすべてTSS端末から行い、ショット間において実験に必要な各種条件の設定変更を行う事ができる。設定条件及び実験・モニターデータの転送は、データ収集系の計測クレートとミニコンピュータ間ではCAMAC光シリアル・ハイウェイとDMA (Direct Memory Access) 転送を採用し、データ処理系のスーパーミニコンピュータとデータ収集系のミニコンピュータ間ではGPIB (General Purpose Interface Bus) を採用している。転送時のデータ処理系又はGPIBの障害及び収集時の計測モジュールの障害に備えて、データ収集系のミニコンピュータは自動バックアップ機能を持っている。これにより実験の中断を最小限度に押えて、貴重な実験・モニターデータの保全性を高めている。



第1図 モニター信号処理システムとJFT-2M主要機器のシステム構成図



第2図 動作モード遷移図



第3図 同期収集モード時のデータの流れと各種処理機能の概念図

3. ハードウェア・システムの構成

本システムは、2章で述べたように機能的にデータ処理系とデータ収集系に階層構造化されているが、ハードウェア的には第4図の全体構成ブロック図に示すようにデータ処理系はモニター信号処理部よりなり、データ収集系はさらにデータ一次処理部とCAMACデータ収集部に細分化される。各部の詳細について以下に述べる。

3.1 CAMACデータ収集部

CAMACはIEEE規格 (std 595-1982 etc.) による計測・制御用インターフェースの略称であり、本収集部においてはシリアル・ドライバ (SD) 用クレート2台と計測・モニター用クレート16台及びクレート間を接続する光ファイバケーブルから構成される2系統のCAMAC光シリアル・ハイウェイを使用している。CAMAC光シリアル・ハイウェイの主な仕様を第1表に示すが、これは光ファイバによるループ状の伝送路によって最大64台までのクレートから、ビット単位又はバイト単位でデータ転送が可能なものである。なおシステム全体としての収集処理時間を最小にするためには、収集データ量と転送速度を考慮して2つのループでデータ収集時間があまり異ならないように配慮する必要がある。各計測・モニター用クレートには、計測データをデジタル化するための計測用モジュールがあり各計測装置又はモニター装置の一部として働いている。

なお大部分の計測装置では、モニター処理システムとは独立して運用できるように、専用のパーソナルコンピュータを補助クレートコントローラを介して接続している。第2表に現在使用している計測・モニター用モジュールを信号名対応でまとめて示す。総メモリ量としては約2.0MBにも達する。一方、シリアル・ドライバ用クレートにはマイクロプロセッサ内臓の高速クレートコントローラとデータメモリモジュールを実装して、データ一次処理部とはDMA接続により数百Kバイト毎秒の転送を行う。

3.2 データ一次処理部

データ一次処理部はミニコンピュータMELCOM70/30Cで構成されており、CAMACデータ収集部とはDMAで、データ処理部とはGP-IBで接続している。この計算機は本システムの前処理用計算機として位置付けられ、CAMACデータ収集部の直接的な制御とデータ処理部又はGP-IBに障害が発生した場合のバックアップ動作が主たる任務である。

3.3 モニター信号処理部

モニター信号処理部はスーパーミニコンピュータMELCOM70/250を中心として、パーソナ

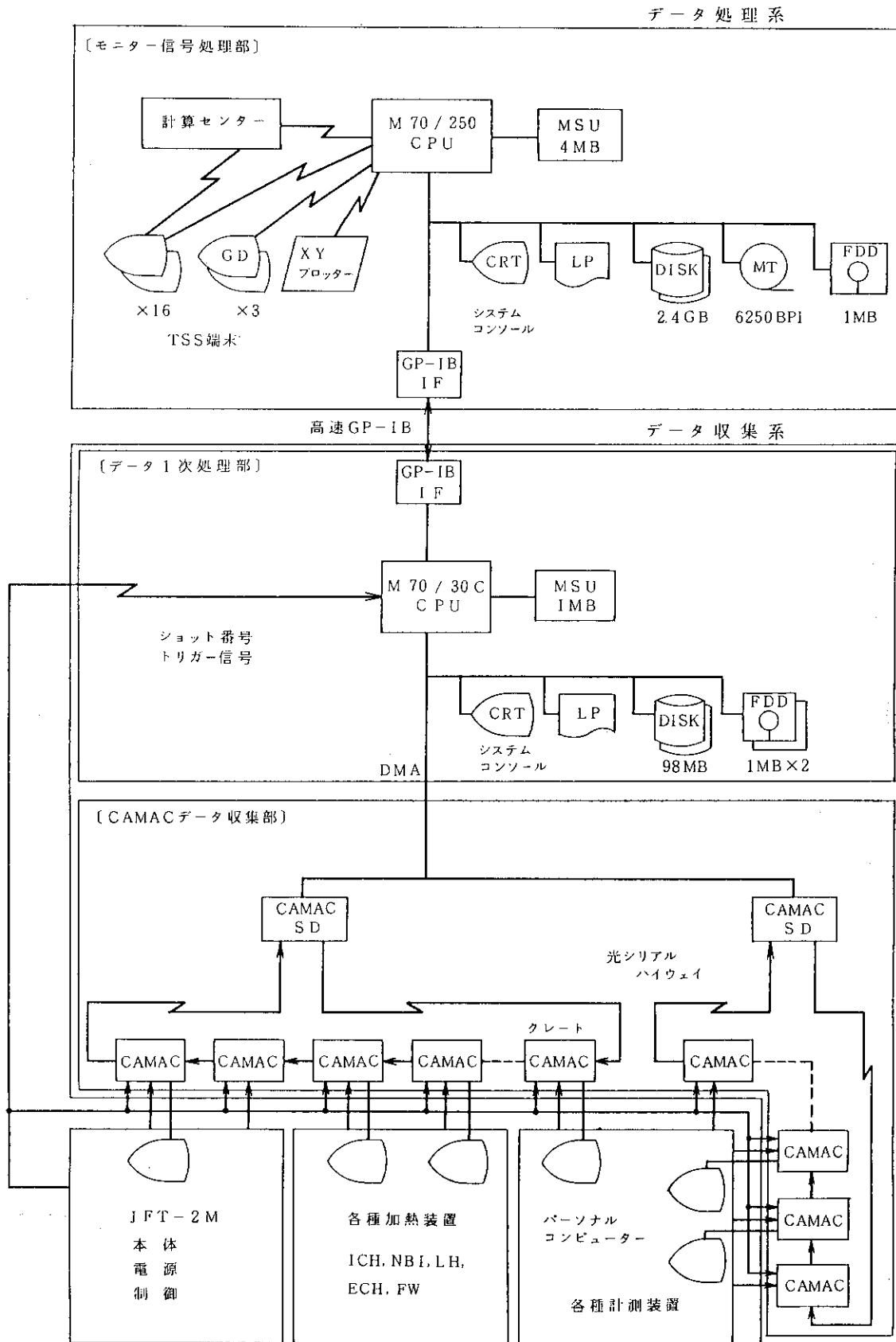
ルコンピュータをTSS端末とし、ハードコピー付きのグラフィックディスプレイやXYプロッタ装置、磁気テープ装置等の各種周辺装置で構成され、本システムの最上位に位置付けられるものである。磁気ディスク装置は1.2GB容量のものを2台使用することにより、収集データの格納用として専用の領域を確保している。主たる任務としては、各種収集条件の設定と収集データの解析・表示・格納の各処理及び利用者インターフェースをとり、システム全体の一元管理・制御を行うことである。

第1表 シリアルハイウェイ及び使用Uポートアダプターの性能

項目	ビット・シリアル ・ハイウェイ	バイト・シリアル ・ハイウェイ
使用Uポート ・アダプター	MELCO LIKSM10	NEC LM2132
転送速度	5Mビット/ s 固定	100k-5Mバイト/ s シリアル・ハイウェイのクロックによる
バイパス機能	電気系のみ有、光系には無	光スイッチによるバイパス
発光受光素子	LED/PIN-PD	LED/APD
計測クレート台数	10クレート	6クレート
クレート間距離	最大2km	最大1km
光ファイバー	GI 50/125	GI 50/125
光コネクター	FC型準拠	FC型準拠

第2表 信号名とモジュール構成 (* は予定)

信号名	モジュール構成
本体モニター1、4	LC8212A +LC8800A +LC8501
本体モニター2	LC8252 +KS3655
本体モニター3	LC8212A +LC8800A +KS3655
ペレットモニター*	LC8210 +LC8800A +LC8501
NBIモニター	LC8212A +LC8800A +LC8501
ICHモニター1	LC8212/16 +LC8800A +LC8501
ICHモニター2	LC8212A +LC8800A +LC8501
一般計測	LC8212A +LC8800A +LC8501
電子密度	LC8212A +LC8800A
トムソン散乱*	LC8201A +ADC 他
CX	LC8201A +スケーラ 他
中性子 (スケラ)	LC8590 +LC8201A +KS3655
中性子波高分析*	JAERI 1114A+JAERI 1115
SX	LC8590 +LC8201A +KS3655+PHA
SX波高分析1-6 *	JAERI 1114A+JAERI 1115
分光	LC8212/8+LC8800A +LC8501
結晶分光*	LC3588 +TDC
H α 低速系1、2	LC8212A +LC8800A
H α 高速系1、2	LC8210 +LC8800A
SBD1、2	LC8212A +LC8800A
SBD3*	LC8206A +TR用IF
ボロメータ	LC8212A +LC8800A
断面形状1、2	LC8212A +LC8800A +LC8501
高速振動1、2、3	LC8210 +LC8800A +LC8501
静電プローブ1、4	LC8212A +LC8800A +LC8501
静電プローブ2、3	LC8210 +LC8800A +LC8501



第 4 図 モニター信号処理システムの全体構成ブロック図

4. ソフトウェア・システムの構成

モニター信号処理システムは、2章で述べたようにデータ処理系とデータ収集系に階層構造化されている。各系のソフトウェア・システムの詳細について以下に述べる。

4.1 データ収集系の主要ソフトウェア

本節ではデータ収集系の主要ソフトウェアについて述べる。データ収集系は、さらにデータ一次処理部とCAMACデータ収集部に細分化されるが、ソフトウェア上は一体のものとして分類しまとめて記述する。

データ収集系の主計算機であるM70/30Cのソフトウェア構成図を、第5図に示す。図に示すように、オペレーティング・システムRTMS（リアルタイムモニタシステム）のもとに標準ソフトウェア及び本システム独自のデータ一次処理部ソフトウェアが用意されている。データ一次処理部ソフトウェアはさらにCAMACデータ収集部を制御する支援ソフトウェアであるCAMACハンドラーと第2.1節で述べた各動作モードに対応して処理を実行するためのソフトウェア群からなっている。その機能の一覧を第3表に示す。

4.1.1 CAMACハンドラー

CAMACハンドラーは、データ一次処理部からCAMACデータ収集部のシリアル・ドライバーを介して、シリアル・ハイウェイ上のCAMACクレート及びモジュールに対して、各種動作を実行するためのサブルーチン群である。ハンドラーは、本システムで採用されたKINETIC社製シリアル・ドライバー3994の性能を生かし、各種CAMACモジュールの機能を充分サポートする様に配慮されており、次の2種類のサブルーチン群から構成されている。

(1) 基本サブルーチン群

基本サブルーチン群は第4表に示す様に7種類のサブルーチンからなっている。これらのサブルーチンにより、シリアル・ドライバーを制御しシリアル・ハイウェイ上にコマンドを発行しリプライを受信する。

(2) モジュール対応サブルーチン群

基本サブルーチン群を利用して初期設定、データ収集処理を実行するサブルーチンが、各モジュール毎に作成されている。サポートされているモジュールの一覧表を第5表に示す。現在CAMACデータ収集部で使用されている計測用モジュールは20種類以上におよぶが、その全てをサポートするのは繁雑になり無駄な点もあるので特殊な機能、用途のモジュールに関しては補助クレート・コントローラを介してパーソナルコンピュータで制御することとし、本ハンドラーでは主要なもののみサポートしている。なおシリアル・ハイウェイの特性上トカマク放電中に実時間で制御する必要のあるものについても本ハンドラーではサポートせず、補助クレート・コントローラを介してパーソナルコンピュータで高速制御を行ない、デュアル・ポート・メモリをインターフェースとして利用し、これに一旦データを格納した後データ収集を行う形態をとった。

4.1.2 CAMAC モジュール初期設定及びデータ収集動作

データ一次処理部は第2.1節の各動作モードにおいてモニター信号処理部より受信したデータに従いCAMACデータ収集部のCAMACモジュールの初期設定及びデータ収集を行い、その収集データをモニター信号処理部へ転送する。代表的な同期収集モード及びテスト収集モード時のタイミング図を第6図に示す。処理の流れは次のようになる。

- ① 動作モードを受信する。待機モードの指定がなければ以下の処理を実行する。
- ② ショット前信号を受信し、それをモニター信号処理部に転送送信する。
- ③ モニター信号処理部より収集条件設定テーブルを受信しディスクに格納する。
- ④ 収集条件設定テーブルに従いCAMACモジュールの初期設定を実行する。
- ⑤ 収集開始信号を受信しショット番号を放電回数計から読み込む。
- ⑥ CAMACモジュールに収集されたデータを収集する。
- ⑦ 収集されたデータをデータ処理系へ転送する。

なお、非同期収集モードの場合は②、⑤は省略され③、④が最後に実行される。また、再収集モードの場合は③-⑥のCAMACデータ収集部に対する処理のかわりにディスクに格納されたデータをモニター信号処理部に転送する。

4.1.3 バックアップ動作

モニター信号処理システムでは第2章で述べたように各種障害が発生した場合実験データを保全するため可能な限りバックアップ動作に自動的に移行するようにして、システムの信頼性をあげるように考慮している。データ収集系は単独でも最小限のデータ収集は可能であり、同期収集モード、非同期収集モード及びテスト収集モード時にデータ処理系又はG P - I B上で障害が発生した場合、バックアップ動作に移行する。バックアップ動作時には、データ処理系とは独立に磁気ディスク又はメモリ内に格納された最新の収集条件設定テーブルに従いCAMACの初期設定及びデータ収集を実行し、収集データを磁気ディスク内に格納する。格納されたデータは障害復旧後再収集モードでデータ処理系に転送される。バックアップ動作も含めた障害発生時のデータ収集系の異常処理の一覧を第6表に示す。

4.2 データ処理系の主要ソフトウェア

データ処理系はモニター信号処理部から成っておりその主計算機にはM70/250を採用している。そのソフトウェア構成図を第7図に示す。構成は図のように階層構造となっており、オペレーティング・システムVOS (Virtual Operating System) 及び標準ソフトウェアを核としてその外側に基本ソフトウェア、制御ソフトウェア及び応用ソフトウェアが層状に構築されている。

データ処理系のソフトウェアの機能を第7表に示す。大別すれば以下の3種類に分類できる。

- ① 非同期処理ソフトウェア
- ② 同期処理ソフトウェア
- ③ その他(支援ソフトウェア, 解析ソフトウェア)

以下各々について説明する。

4.2.1 非同期処理ソフトウェア

データ処理系は、各種条件設定を系統的に管理することとマンマシーン・インターフェースを考慮して各種条件設定テーブルを用意している。非同期処理ソフトウェアではそれらのテーブルの作成、設定及び更新を実行する。条件設定テーブルには、次の3種類がある。

(1) 全体条件設定テーブル

これは動作モードの制御、2系統のシリアル・ハイウェイの制御、格納/非格納、同期解析ジョブの起動等、モニター信号処理システム制御パラメータの設定を行うと共に次節で述べる同期処理ソフトウェアの実行状態表示を行うためのテーブルである。

(2) 収集条件設定テーブル

これは信号名単位に用意され、各信号の収集/非収集、遅延時間、サンプリング周期等を設定するためのテーブルである。

(3) 解析条件設定テーブル

これは放電と同期して解析・出力されるモニタージョブの解析条件を設定するためのテーブルである。

非同期処理ソフトウェアはこれら3種類のテーブルを定義(#DEFINE)、設定(#SETUP)、更新(#CORRECT)する操作機能を有するユーティリティ群である。各種条件設定テーブルと処理の流れを第8図に示す。#DEFINEを使用してCAMACデータ収集部のCAMAC構成に対応した各種パラメータの新規登録、更新を実行して各種条件設定テーブルを作成する。作成されたテーブルを#SETUPでショット前に操作して同期処理ソフトウェア用のパラメータ設定を実施する。#CORRECTは、実験後ショット・データ・ファイルに格納済の各種条件設定テーブルのパラメータの更新等に用いられる。

4.2.2 同期処理ソフトウェア

同期処理ソフトウェアは、第8表に示すように5種類のプログラム群から成っており、実験時にショットに同期して第9図に示すような流れでデータの処理を実行する。収集条件設定プログ

ラムは# INIT1と# INIT2から成り、ショット前信号受信後起動される。# INIT1で# SETUPで設定した各種条件設定テーブルをファイルに複写する一方、# INIT2で収集条件設定テーブルをデータ収集系に転送しCAMACデータ収集部のCAMACモジュールの設定を行う。ショット後の収集開始信号受信後、収集プログラム(# ACQR)が起動され、データ収集系からGP-IB経由で転送されてくるデータを主記憶上の固定領域に展開する。又、格納プログラム(# STORE)、モニタージョブプログラム(# DISP1, # DISP2)も起動され、主記憶に展開されている収集データを磁気ディスクに格納する一方、グラフィックディスプレイに解析条件設定テーブルに従い時間変化等が出力される。# DISP1の出力例を第10図に、# DISP2の出力例を第11図に示す。制御プログラム(# CNTL)は、全体条件設定テーブルの設定に従い、上記プログラム群の起動、監視及び停止を制御する。

なお同期処理実行中の異常処理について第9表にまとめて示す。いずれの場合も同期処理ソフトウェアは停止するが、データ収集系は第4.1.3節で述べたようにバックアップ動作に自動的に移行しデータ収集を続行するので、再収集モードによりデータ収集系からデータ処理系にデータ転送することにより、データの保全が計れる。

4.2.3 その他のソフトウェア

その他のソフトウェアには、同期処理、非同期処理の支援ソフトウェアと利用者作成の解析ソフトウェアがある。

支援ソフトウェアとしては現在のところMTバックアップ、非同期モニタージョブ、ショット・データ・ダンプ等のプログラムがある。MTバックアップ・プログラムは、ショット番号を指定することによりショット・データ管理ファイルから該当ショット・データ・ファイルを検索しMTバックアップ用JCLを作成すると共に、バックアップ日付等必要事項をショット・データ管理ファイルに書き込む。非同期モニタージョブ・プログラムは、非同期でショット・データ・ファイルからモニタージョブ出力を作成するプログラムであり、ショット・データ・ダンプ・プログラムはショット・データ・ファイルから信号名対応で条件設定テーブル、ショット・データ等のダンプ出力をするプログラムである。

解析ソフトウェアとしては、各種データ解析プログラムがあげられる。解析プログラムはプラズマ放電と非同期にショット・データ・ファイル进行处理する非同期解析プログラムとプラズマ放電に同期してショット・データ・ファイル又は主記憶上のデータを処理する同期解析プログラムに分けられる。同期解析プログラムは全体条件設定テーブルの操作により起動、終了でき# CNTLによりプラズマ放電に同期して実行される。その出力例を第12図に示す。

4.2.4 ショット・データ・ファイルの構成

格納プログラム# STOREによりショット番号対応のショット・データ・ファイル(非同期収集モードの場合には、日付対応のデータ・ファイル)が磁気ディスク内の専用領域に作成される。このファイルは、

- (1) CRTイメージ・ファイル
- (2) 収集データ・ファイル

から構成される。CRTイメージ・ファイルは各種条件設定テーブルが画面イメージそのままにテキスト形式で格納されている。このファイルは、実験後# CORECTで条件設定テーブルの内容を修正する場合に使用する。メンバー構成例を第10表に示す。収集データ・ファイルは収集データ部と収集条件設定テーブルの要約情報であるパラメータ部が格納されている。通常、解析プログラムではこのファイルを使用する。メンバー構成例を第11表に示す。なお収集データ部の詳細を第13図に、パラメータ部の詳細を第14図に示す。

第3表 データ収集系の機能

機能	内容
データ処理系からのデータ受信	CAMACに対し設定、収集を行なうデータをGPIBを介してデータ処理系から受信する。
CAMAC初期設定及びデータ収集	受信したデータのパラメータに従い、モジュール別の初期設定及びデータ収集を行なう。
データ処理系へのデータ転送	CAMACよりモジュール別に収集したデータ等をGPIBを介してデータ処理系へ送信する。
データ処理系ダウン時のバックアップ動作	データ処理系ダウン時に受信済のデータのパラメータに従い初期設定及びデータ収集を行いディスクに格納する。
タイミングパルスの受信	JFT-2M制御系より供給されるタイミングパルスをデジタル入出力機構にて受信する。

第4表 基本サブルーチン

サブルーチン名	コマンド名	機能
CAMAC0	Z要求	CAMACシリアル・ドライバークレーットのZ要求
CAMACA	モードA	シリアル・ドライバースのモードA動作実行 (シングル・コマンド)
CAMACB	モードB	シリアル・ドライバースのモードB動作実行 (ブロック転送)
CAMACC	モードC	シリアル・ドライバースのモードC動作実行 (ブロック転送)
CAMACD	モードD	シリアル・ドライバースのモードD動作実行 (ブロック転送)
CAMAC5	モードF初期化	モードF動作初期化実行
CAMACF	モードF	モードFデータ収集動作実行

(注) モードA-Dは、KINETIC社製シリアル・ドライバース3994でサポートしているモードに従っている。モードFは上記シリアル・ドライバースのモードA (シングル・コマンド) 中のMRリポート・モードを利用し開発したもので、データ収集専用であるためリプライ・チェックも簡略化し、高速化を図っている。

第5表 サポート・モジュール

モジュール名	モジュールタイプ	初期設定	データ収集	備考
LC8212A	TR	○	○	
LC8212/16	TR	○	○	
LC8212/08	TR	○	○	
LC8590	LSC	○	—	
LC4433	LSC	×	—	
LC8210	TR	○	○	
LC8252	ADC	○	○	
KS3655	TPG	○	×	
LC8501	CLK	○	×	
LC8801	DPM	△	○	
LC8201	DPM	△	○	
LC8800	MM	△	—	
LC8206	DPM	△	○	サポート予定
LC3588	HMM	△	○	サポート予定
TR1008	AMP	○	×	サポート予定
JAERI1114A	PHA	△	—	サポート予定
JAERI1115	HMM	○	○	サポート予定

凡例

モジュール名: LC 米国Le Croy社製 KS 米国Kinetic社製
 TR 米国Transiac社製 JAERI 原研エレクトロニクス課製

モジュールタイプ: TR トランジスタ・レコーダ LSC ラッチング・スケラ
 ADC ADコンバータ TPG タイミング・パルス・シミュレータ
 CLK クロック DPM デジタル・メモ・メモリ
 MM メモリ HMM ヒストグラム・メモリ
 AMP 増幅器 PHA 波高分析器

初期設定、データ収集:

○ サポートする × サポートしない
 — 他モジュールで管理 △ 起動処理のみサポート

第6表 データ収集系の異常処理

異常発生箇所	障害の種類	詳細項目	内容	異常処理				動作モードの移行	備考	
				エラーメッセージの出力	エラーメッセージの出力	エラーメッセージの出力	エラーメッセージの出力			
データ処理系IB	M70/30C側のモニター番号処理ソフトウェアの検知	シーケンスエラー	転送データのシーケンス番号の飛び	○	○	○	○	バックアップ		
		レコード枚数エラー	レコード 枚数不一致	○	○	○	○	バックアップ		
		H/Wエラー	GP-IB 機構のH/Wエラー	○	○	○	○	バックアップ	再収集モード時は待機モード	
		タイムアウトエラー	M70/250 からのSRQ通知及びデータ授受におけるタイムアウトエラー	○	○	○	○	バックアップ	再収集モード時は待機モード	
	データ一次処理部	ハードウェアオペレーティング・システムの障害	H/Wエラー	磁気ディスクのH/W障害	○	○	○	○	継続 (バックアップ時システムストップ)	
			ディスクアクセスエラー	磁気ディスクのアクセスエラーがON	○	○	○	○	継続	
			ディスクエラー	条件設定テーブル、収集データの格納エリアが定義されていない	○	○	○	○	継続	
			シヨット番号エラー	読込んだシヨット番号が前回のシヨット番号+1となっていない	○	○	○	○	継続	
			LPエラー	LP装置の障害	○	×	○	○	継続	
			コンソールエラー	システム・コンソールの障害	○	×	○	○	継続	
CAMACデータ収集系	ソフトウェアの障害	M70/30C 本体のエラー	ソフトウェアで検知できないM70/30C本体のエラー (OSにて管理)	○	×	○	×	システムストップ	M70/30C本体のランプ点灯及び警報発生	
		モード・エラー	M70/30C とM70/250 の動作モードが違ふ	○	○	○	○	モード移行時は待機モード他はバックアップ		
	シリアル・ドライバークレートの障害	リプライ・エラー	M70/250 からのリプライがOKでない	○	○	○	○	モード移行時は待機モード他はバックアップ		
		リプライ・エラー	PLT・JDR0-5 からのリプライがOKでない	○	○	○	○	両系ダウン時待機モード片系ダウン時縮退運転	#SETUP Iにて復旧可能	
		ディスクレートエラー	SDクレートのディ・クレーンエラー	○	○	○	○	同上		
		ディスクレートエラー	SDクレートでX応答なし	○	○	○	○	同上		
		シリアル・エラー	シリアル・ハイウェイの同期エラー	○	○	○	○	同上		
		シリアル・エラー	シリアル・ハイウェイの31677エラー	○	○	○	○	同上		
		シリアル・エラー	シリアル・ハイウェイの垂直パリティエラー	○	○	○	○	同上		
		シリアル・エラー	シリアル・ハイウェイの重畳パリティエラー	○	○	○	○	同上		
計測クレート	ディスクレート	ディスクレートのパラメータ・エラー	○	○	○	○	同上			
	ディスクレート	ディスクレートのパラメータ・エラー	○	○	○	○	同上	次のモジュールのCAMACオペレーションに移行する		

第7表 データ処理系ソフトウェアの構成

非同期処理ソフトウェア	各種条件設定テーブル	#DEFIN	各種条件設定テーブル 定義ソフトウェア	モニター名称定義
				CAMACH/W定義
				CAMAC接続情報定義
				各種条件設定テーブル生成
	操作ソフトウェア	#SETUP	各種条件設定テーブル 設定ソフトウェア	全体条件設定テーブル
				収集条件設定テーブル
				解析条件設定テーブル
		#CORCT	各種条件設定テーブル 更新ソフトウェア	全体条件設定テーブル
				収集条件設定テーブル
				解析条件設定テーブル
	同期処理ソフトウェア	制御ソフトウェア	#CNTL	制御プログラム
			#INIT1、#INIT2	収集条件設定プログラム
#ACQR			収集プログラム	
#STORE			格納プログラム	
#DISP1、#DISP2			モニタージョブプログラム	
その他	支援ソフトウェア		非同期モニタージョブプログラム、ショットターゲティングプログラム他	
	解析ソフトウェア		非同期解析プログラム、同期解析プログラム	

第8表 同期処理ソフトウェアの機能

プログラム	名称	機 能
	制御プログラム	
収集条件設定プログラム	#INIT1 #INIT2	各種条件設定テーブルを別ファイルに複写する(#INIT1)と共に収集条件設定テーブルをGP-IB経由でデータ一次処理部に転送する。(#INIT2)
収集プログラム	#ACQR	データ一次処理部からGP-IB経由で転送されて来る収集データを主記憶に展開する。
モニタージョブプログラム	#DISP1 #DISP2	解析条件設定テーブルに従い、主記憶上の収集データを解析しグラフィック・ディスプレイ装置に出力する。
格納プログラム	#STORE	主記憶上の収集データを磁気ディスク装置に格納する。

第9表 データ処理系同期処理時の異常処理

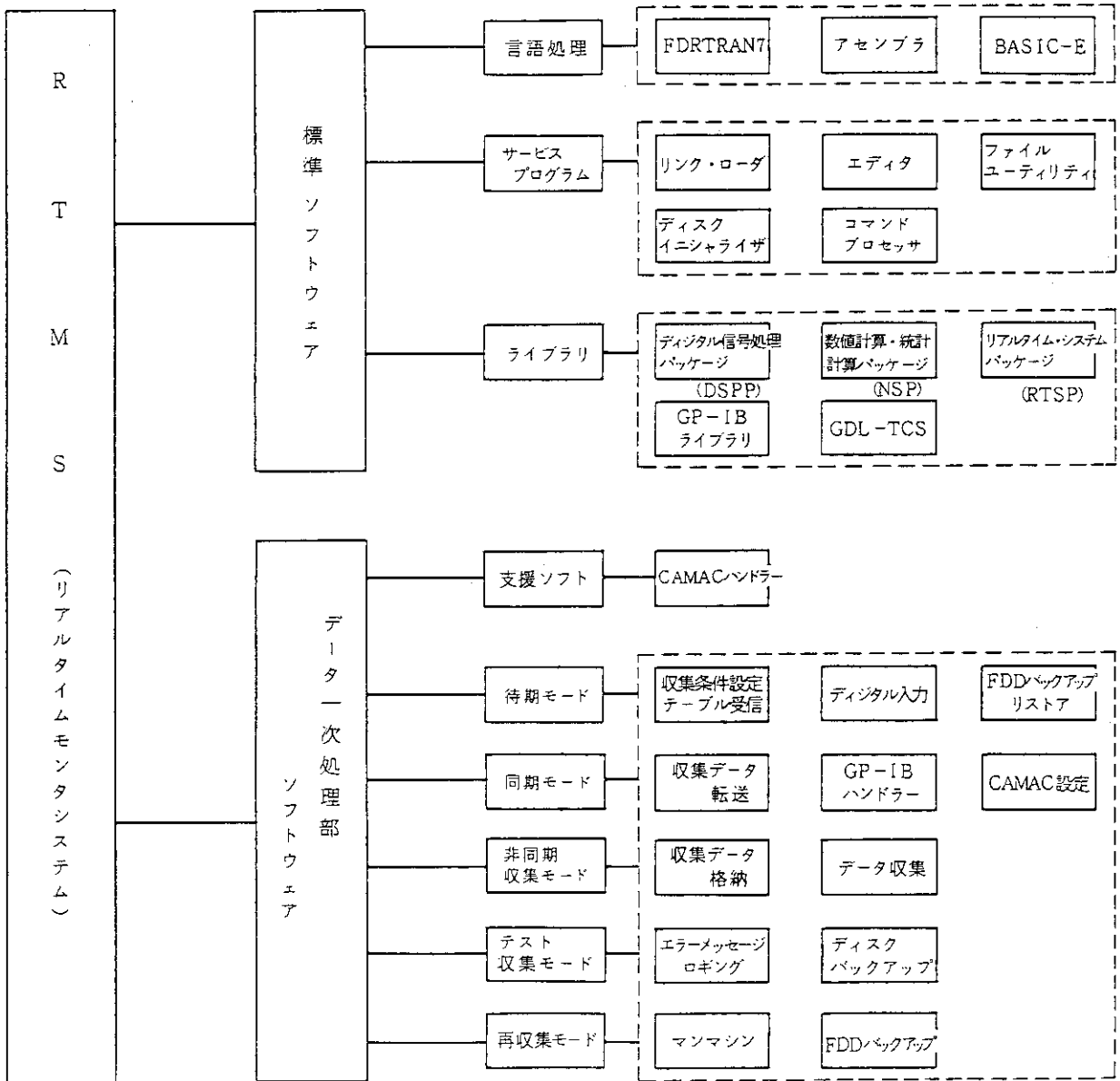
障害の種類		障害の内容	障害発生時の状態		異常処理					
			OS	同期処理ソフトウェア	障害発生時の出力		障害復旧後の処理			
					メッセージ	エラーログ	OS	同期処理ソフトウェア	711%モードに移行	再収集モード時のI5-07出力
ハードウェア、OSの障害	重度	ハードウェア CPU, ディスク等の回復不可能な障害	停止	停止	×	SVP によるI5-07出力	手動	OS起動後、手動	同期処理ソフトウェア起動後、自動移行	○
		OS OSのハングアップ、CPUループ				×	起動	起動		
OSの障害	軽度	ハードウェア メモリ等の一次的な障害	停止	停止	○	○	自動	手動起動	同上	○
		OS OSでの論理的矛盾					起動			
同期処理ソフトウェアの障害	同期処理ソフトウェアの不具合	同期処理ソフトウェアのハングアップ、CPUループ	継続	停止	×	×	継続	手動起動	同上	○
	同期処理ソフトウェアの異常停止	同期処理ソフトウェアの論理的矛盾			○	○	継続	手動起動	同上	○
GP-IB関連で検知する障害	転送データに関する矛盾	動作モード不一致 転送データ抜け 等								○
	同期処理ソフトウェアがデータ収集系からの応答無し	同期ずれによるハングアップ動作中	継続	停止	○	○	継続	手動起動	同上	○
		データ収集系の異常停止								×

第10表 CRT イメージファイルのメンバー構成例

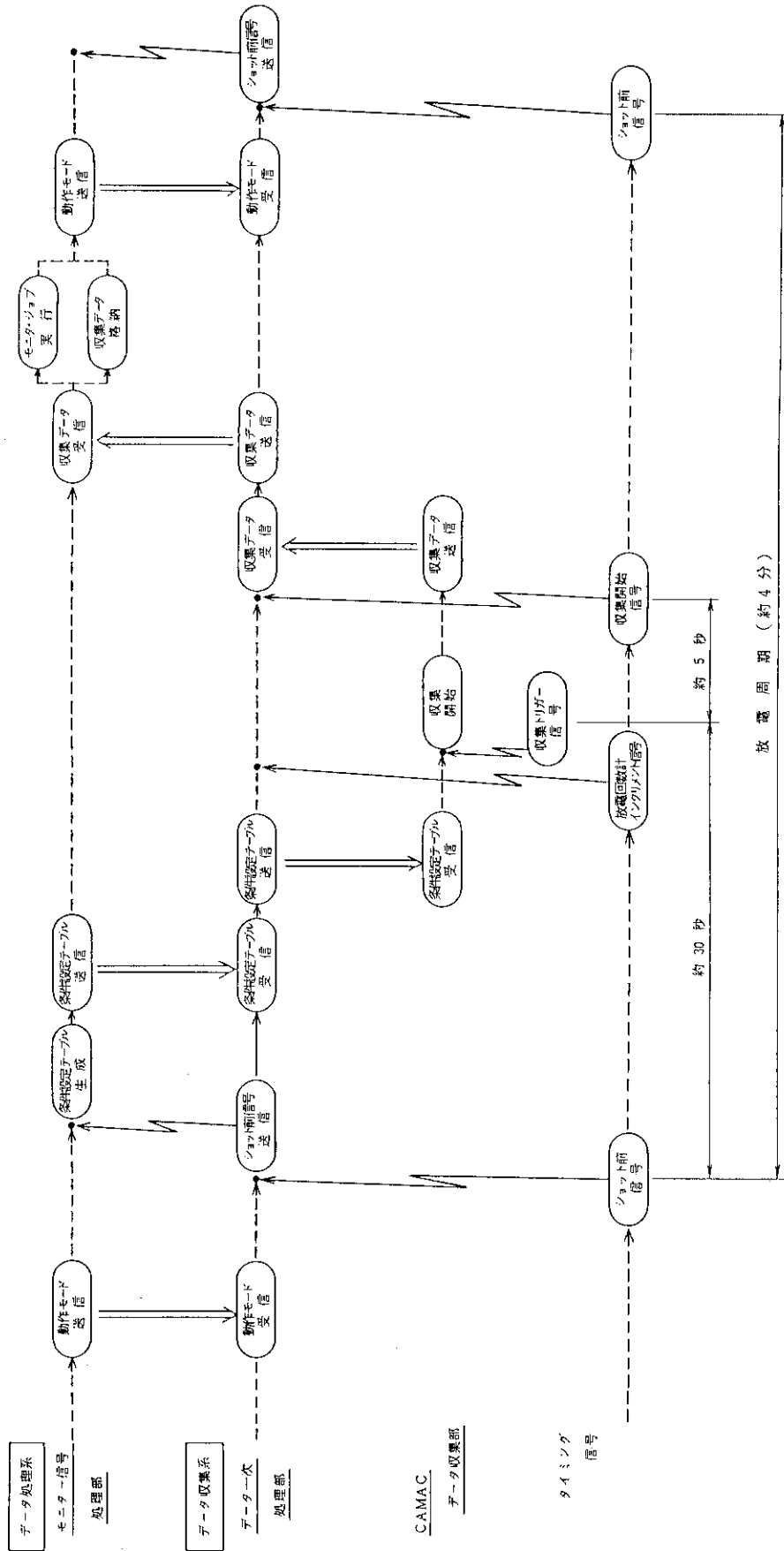
No.	OWNER	TAPE	MEMBER	No.	OWNER	TAPE	MEMBER
1	IMAGE	D	BOLO	35	IMAGE	D	106
2	IMAGE	D	CX	36	IMAGE	D	107
3	IMAGE	D	DIV	37	IMAGE	D	108
4	IMAGE	D	HALFF 1	38	IMAGE	D	109
5	IMAGE	D	HALFF 2	39	IMAGE	D	110
6	IMAGE	D	HALFS 1	40	IMAGE	D	111
7	IMAGE	D	HALFS 2	41	IMAGE	D	112
8	IMAGE	D	LANG	42	IMAGE	D	113
9	IMAGE	D	MAG 1	43	IMAGE	D	114
10	IMAGE	D	MAG 2	44	IMAGE	D	115
11	IMAGE	D	MHD 1	45	IMAGE	D	116
12	IMAGE	D	MHD 2	46	IMAGE	D	117
13	IMAGE	D	MHD 3	47	IMAGE	D	118
14	IMAGE	D	MICRO	48	IMAGE	D	119
15	IMAGE	D	MON 1	49	IMAGE	D	120
16	IMAGE	D	MON 2	50	IMAGE	D	121
17	IMAGE	D	MON 4	51	IMAGE	D	122
18	IMAGE	D	NEUTRON	52	IMAGE	D	123
19	IMAGE	D	PICRF 1	53	IMAGE	D	124
20	IMAGE	D	PICRF 2	54	IMAGE	D	201
21	IMAGE	D	PNBI	55	IMAGE	D	301
22	IMAGE	D	PROBE 1	56	IMAGE	D	302
23	IMAGE	D	PROBE 2	57	IMAGE	D	303
24	IMAGE	D	PROBE 3	58	IMAGE	D	304
25	IMAGE	D	SBDS	59	IMAGE	D	401
26	IMAGE	D	SBDT	60	IMAGE	D	402
27	IMAGE	D	SPECTRA	61	INFORM	D	INFORMATION
28	IMAGE	D	SXMCA	62	INFORM	D	SIGNAL
29	IMAGE	D	001				
30	IMAGE	D	101				
31	IMAGE	D	102	No. 1 ~ 28			収集条件設定テーブル
32	IMAGE	D	103	No. 29 ~ 60			モニタージョブ条件設定テーブル
33	IMAGE	D	104	No. 61			全体条件設定テーブル
34	IMAGE	D	105	No. 62			モニター信号名一覧

第11表 収集データファイルのメンバー構成例

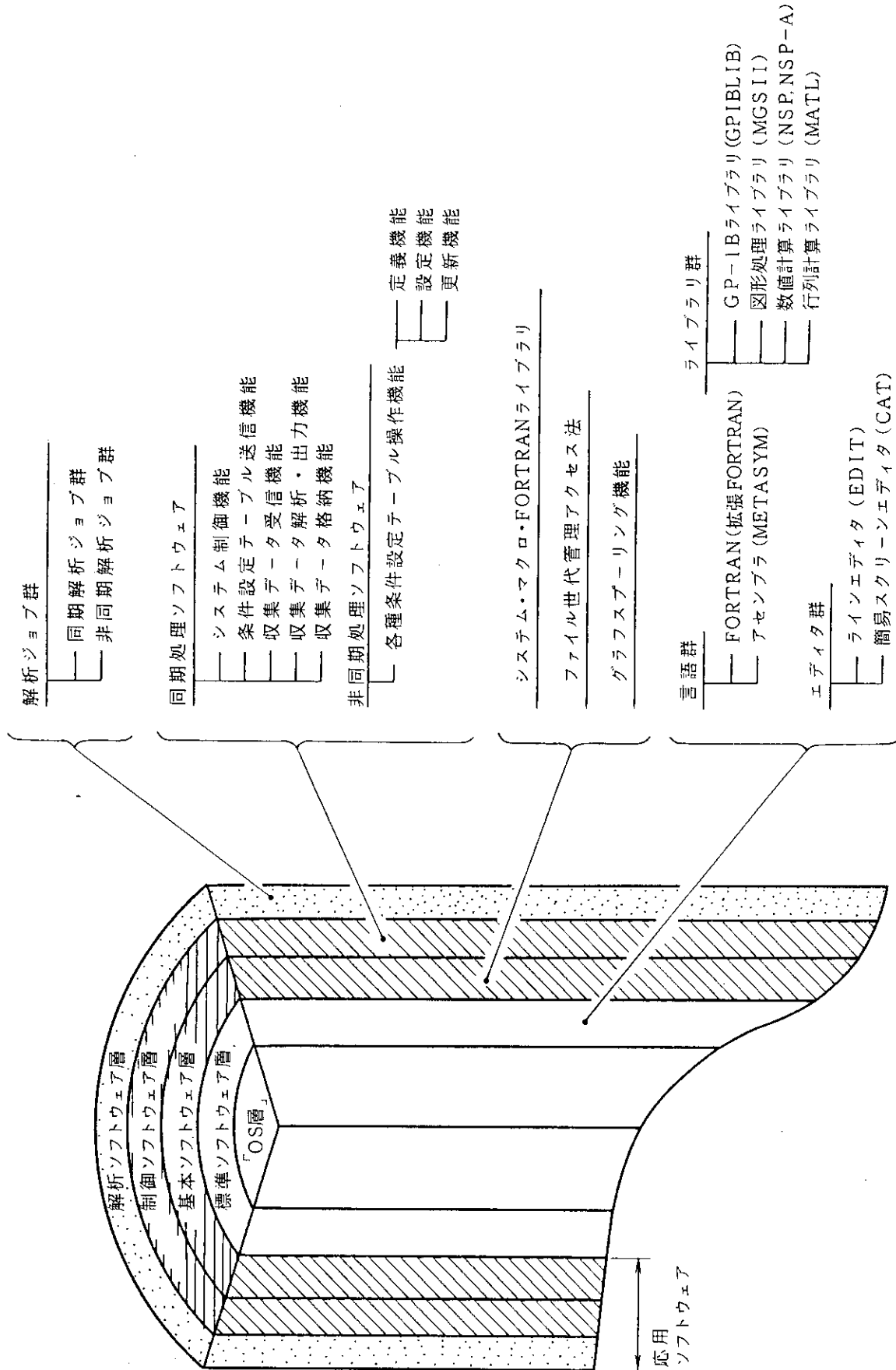
No.	OWNER	TYPE	MEMBER	No.	OWNER	TYPE	MEMBER
1	DATA	D	CX	23	PARAM	D	DIV
2	DATA	D	DIV	24	PARAM	D	HALFF 1
3	DATA	D	HALFF 1	25	PARAM	D	HALFF 2
4	DATA	D	HALFF 2	26	PARAM	D	HALFS 1
5	DATA	D	HALFS 1	27	PARAM	D	HALFS 2
6	DATA	D	HALFS 2	28	PARAM	D	MAG 1
7	DATA	D	MAG 1	29	PARAM	D	MAG 2
8	DATA	D	MAG 2	30	PARAM	D	MHD 1
9	DATA	D	MHD 1	31	PARAM	D	MHD 2
10	DATA	D	MHD 2	32	PARAM	D	MHD 3
11	DATA	D	MHD 3	33	PARAM	D	MON 1
12	DATA	D	MON 1	34	PARAM	D	MON 2
13	DATA	D	MON 2	35	PARAM	D	NEUTRON
14	DATA	D	NEUTRON	36	PARAM	D	PICRF 1
15	DATA	D	PICRF 1	37	PARAM	D	PNBI
16	DATA	D	PNBI	38	PARAM	D	PROBE 1
17	DATA	D	PROBE 1	39	PARAM	D	SBDT
18	DATA	D	SBDT	40	PARAM	D	SPECTRA
19	DATA	D	SPECTRA	41	PARAM	D	SXMCA
20	DATA	D	SXMCA				
21	INFORM	D	DUMY				
22	PARAM	D	CX	No 21			ダミーメンバ



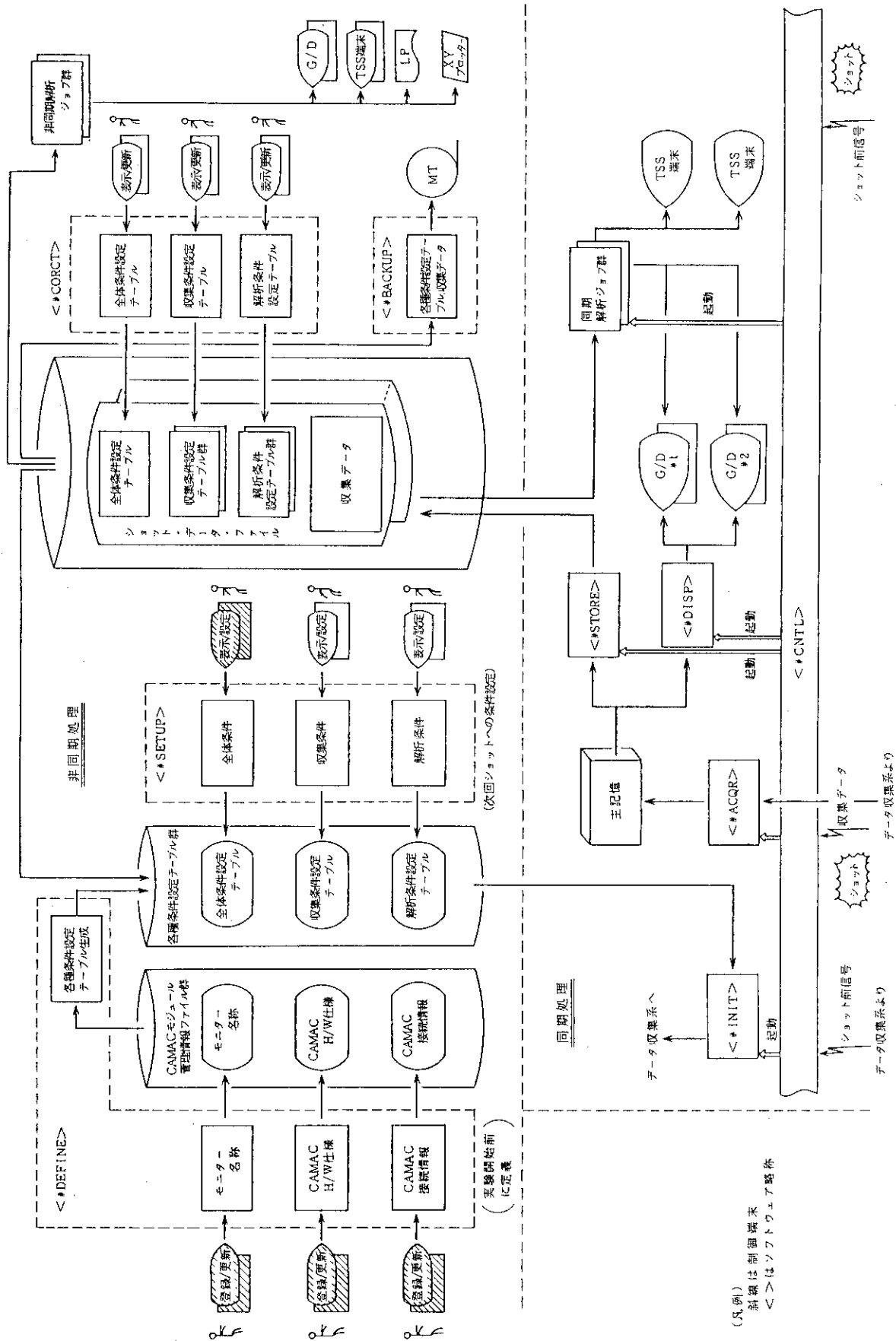
第 5 図 データ収集系のソフトウェア構成図



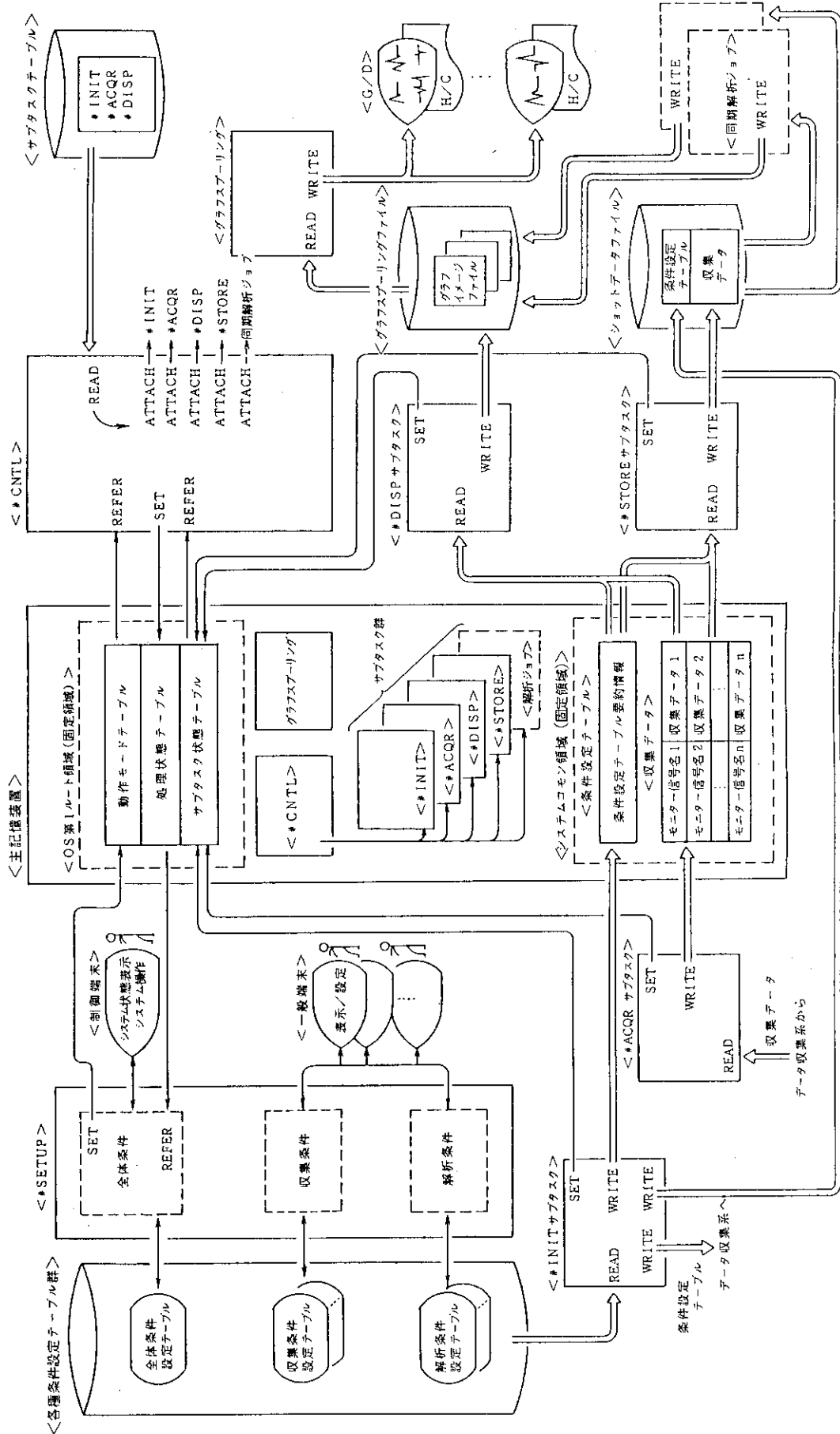
第 6 図 収集、テストモードタイミング図



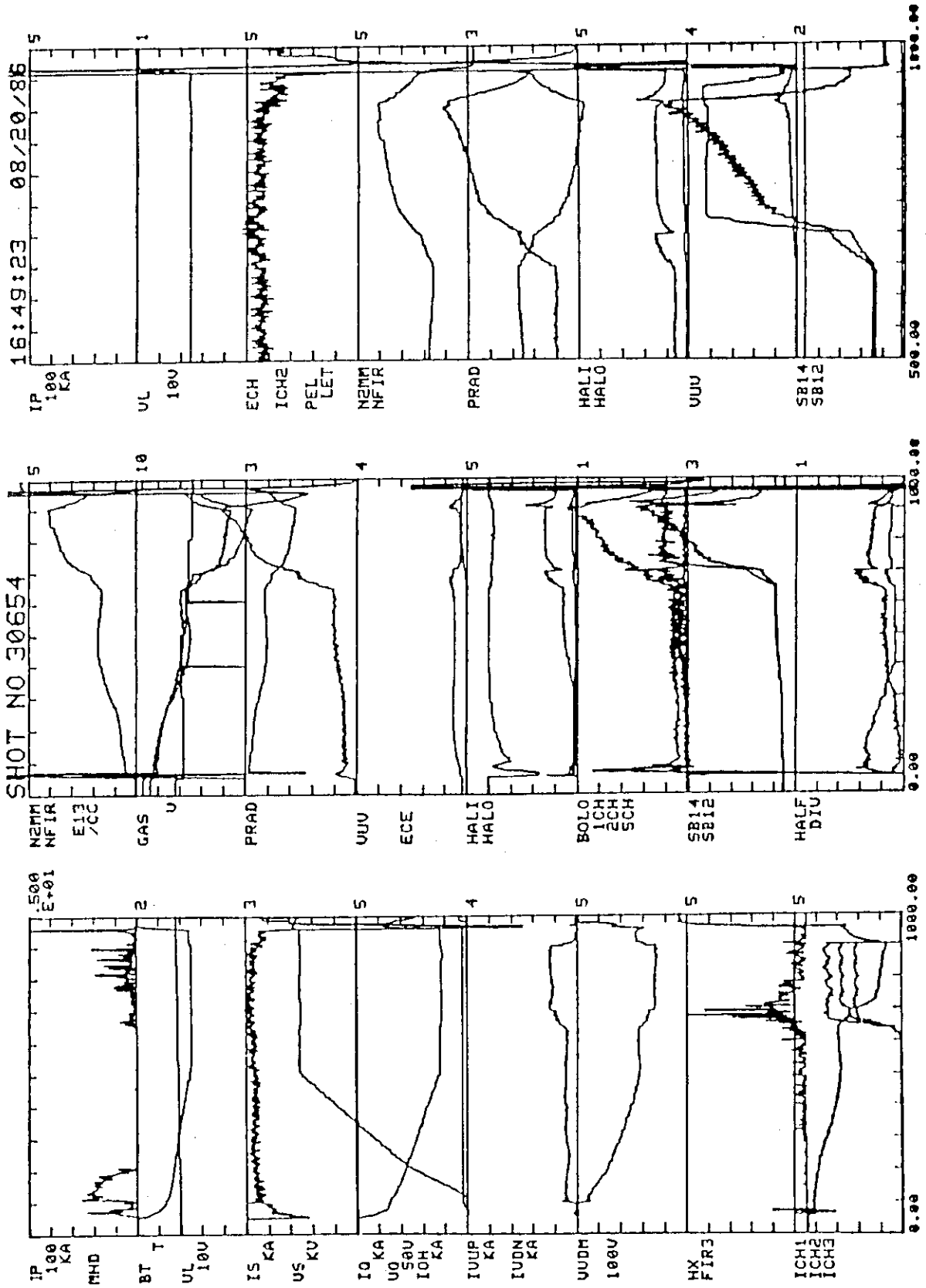
第7図 データ処理系のソフトウェア構成図



第 8 図 非同期処理ソフトウェアの処理の流れ



第 9 図 同期処理ソフトウェアの処理の流れ



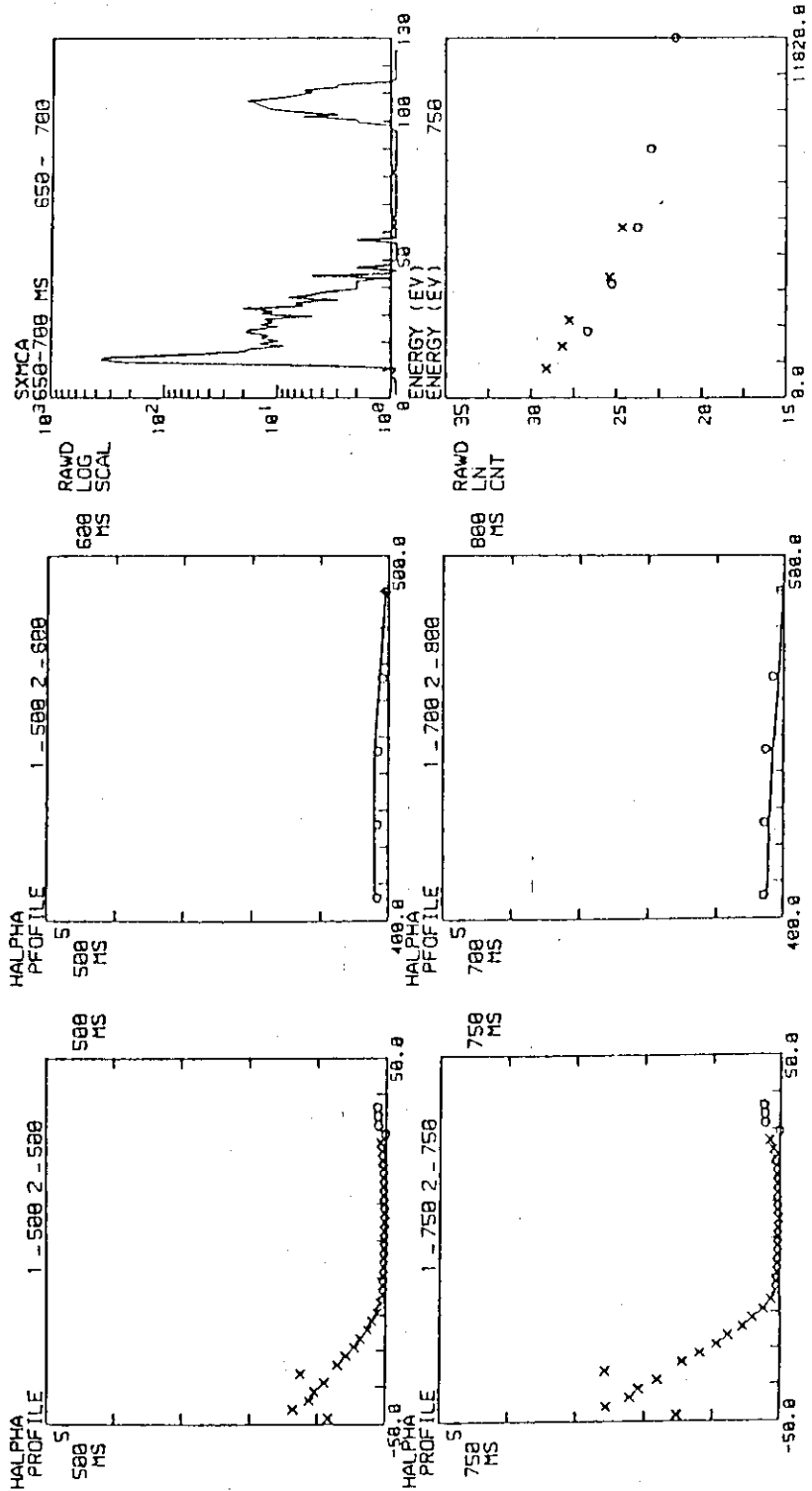
第10図 図形出力例 1 : 時間変化図

16:40:19 08/20/86

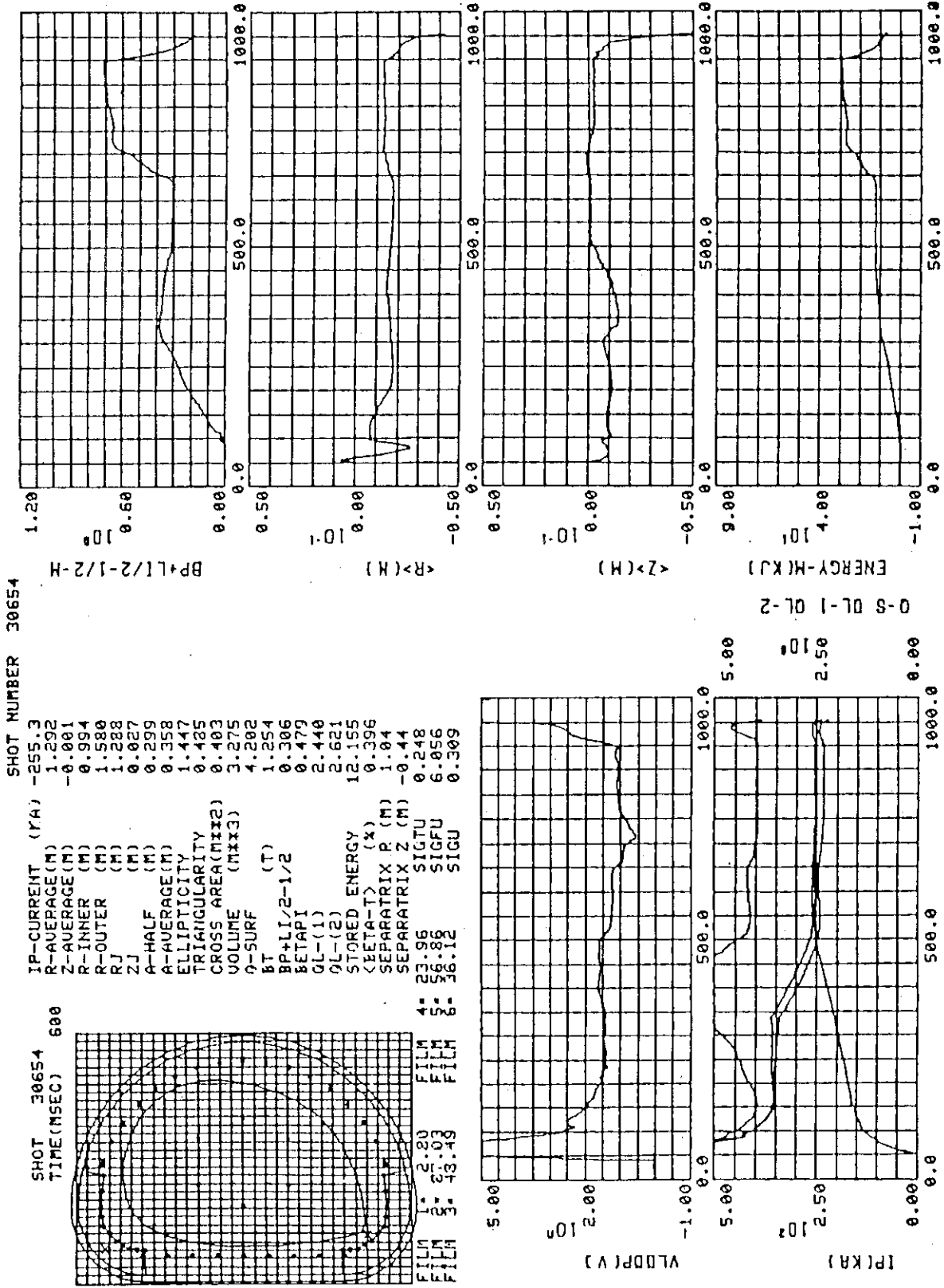
SHOT NO 30654

JFT2M: 86-08-12(TUE)
 DIAMAG TEST (A-2); LH + ECH
 CONFIG: DEE (1Q/IP) = 42/8/24, 50 = T, CCW
 COIL: S1/S2/S3-1 = 42 PARA KA, CCW
 TAP OH = 42 PARA NE: E13/CC
 V1/V2/V3-2 = 10/4/-14 KEV
 Q1-1/Q1-2/Q2 = 8/8/-8 KEV
 PRE-PRO: D8888, S: .8, Q: .8, OH: . MS, MS
 GAS: H2/D2 = 42(100%) LHRH. KW
 LIMITER: UP 100 MM, C ECH-1 MS, KW
 HTD 250 MM, C -2 MS, KW
 DOWN 100 MM, C MS, MS
 CONDIT.: TDC + RF-T1 (0.5 HR) JUDGE:
 S-OH 24

EXP-NO.: 1



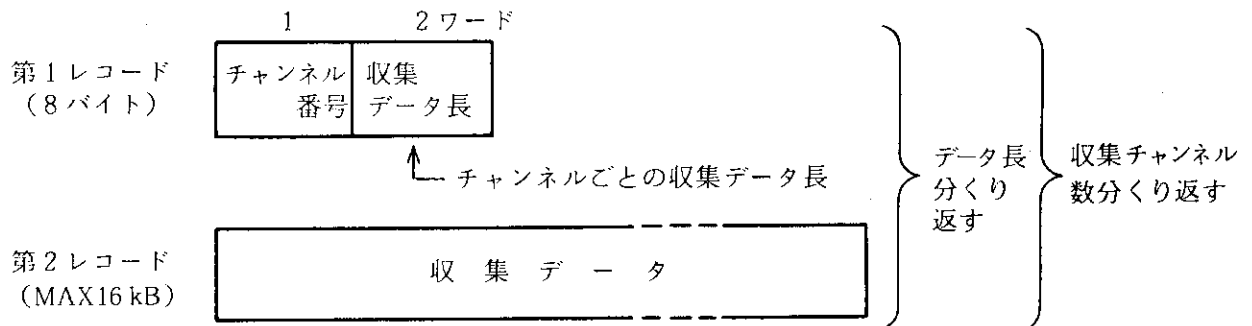
第11図 図形出力例2: サマリ・プロファイル・スペクトラム図



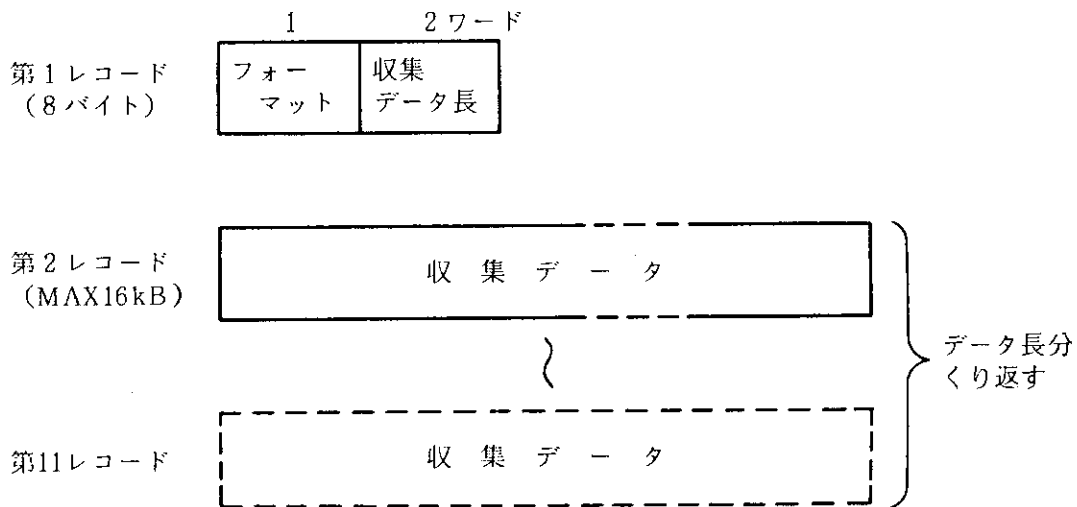
第12図 MHD計算出力図：フィッティングによる磁場配位計算等(13)

収集データ オーナ名 = ▼ DATA ▼ メンバ名 = モニタ信号名

フォーマット 1 又は 2 の時

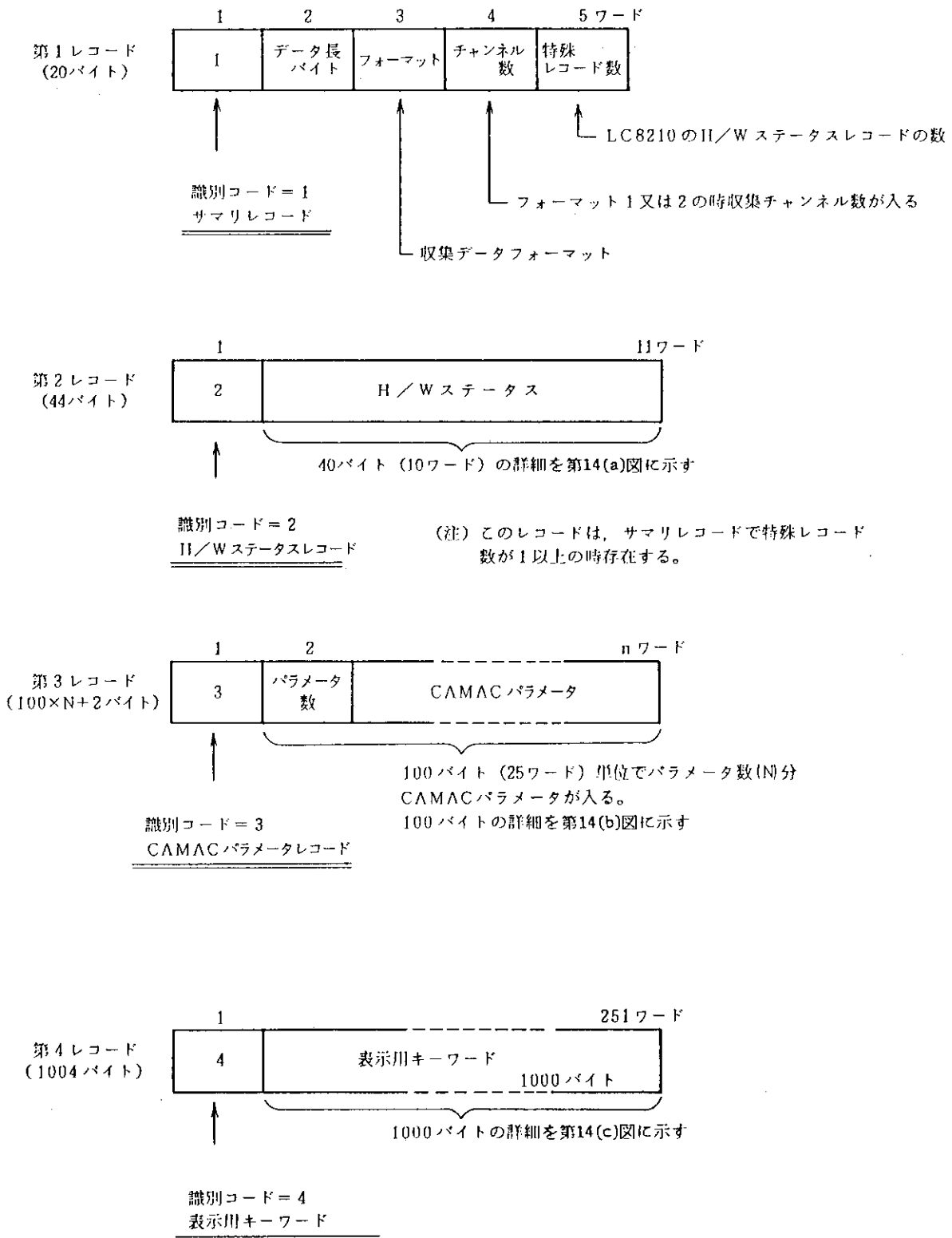


フォーマット 3 又は 4 の時



第13図 収集データファイル収集データ部の構成

要約情報等 オーナ名 = PARAM メンバ名 = モニタ信号名

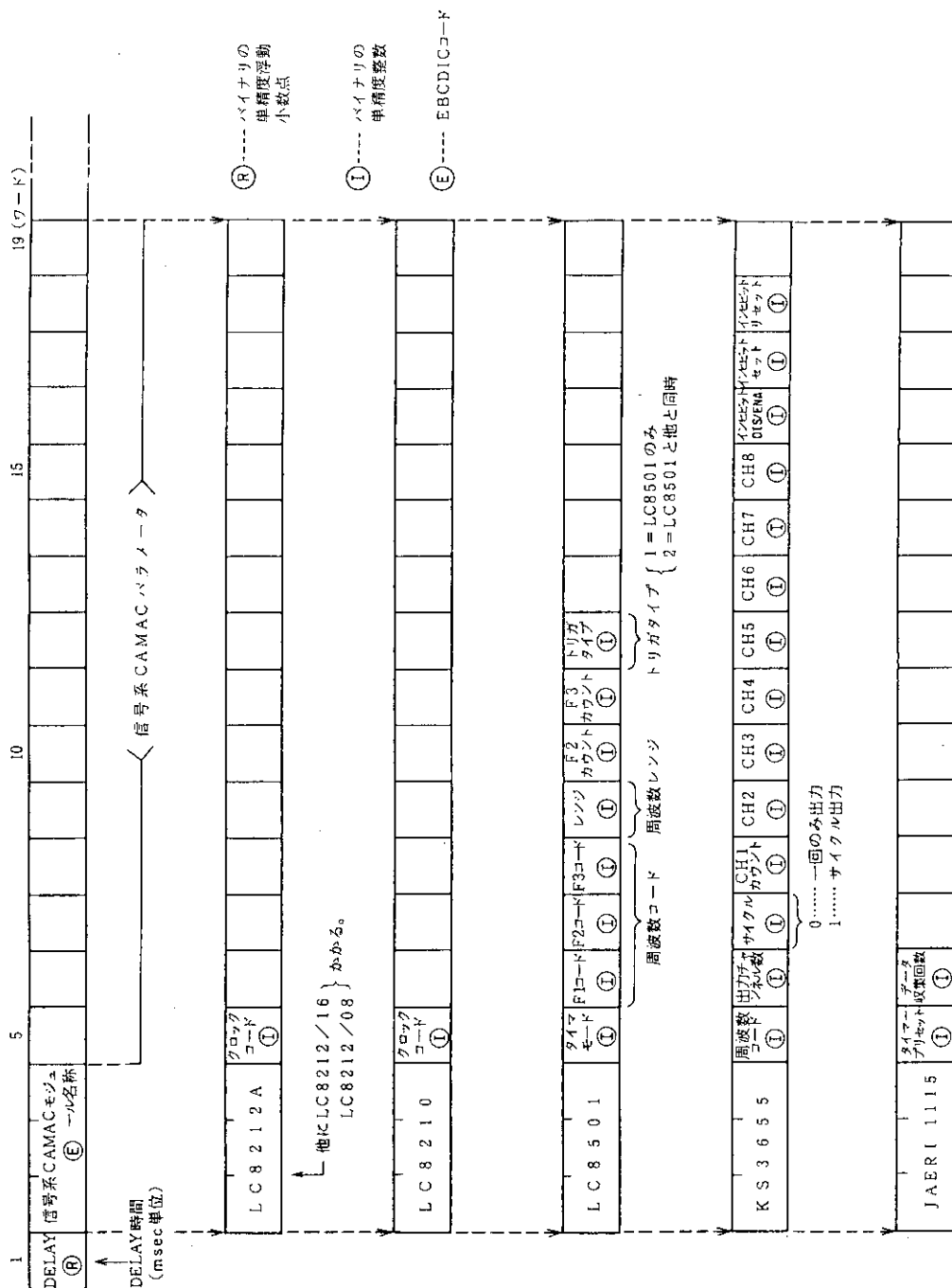


第14図 収集データファイルパラメータ部の構成

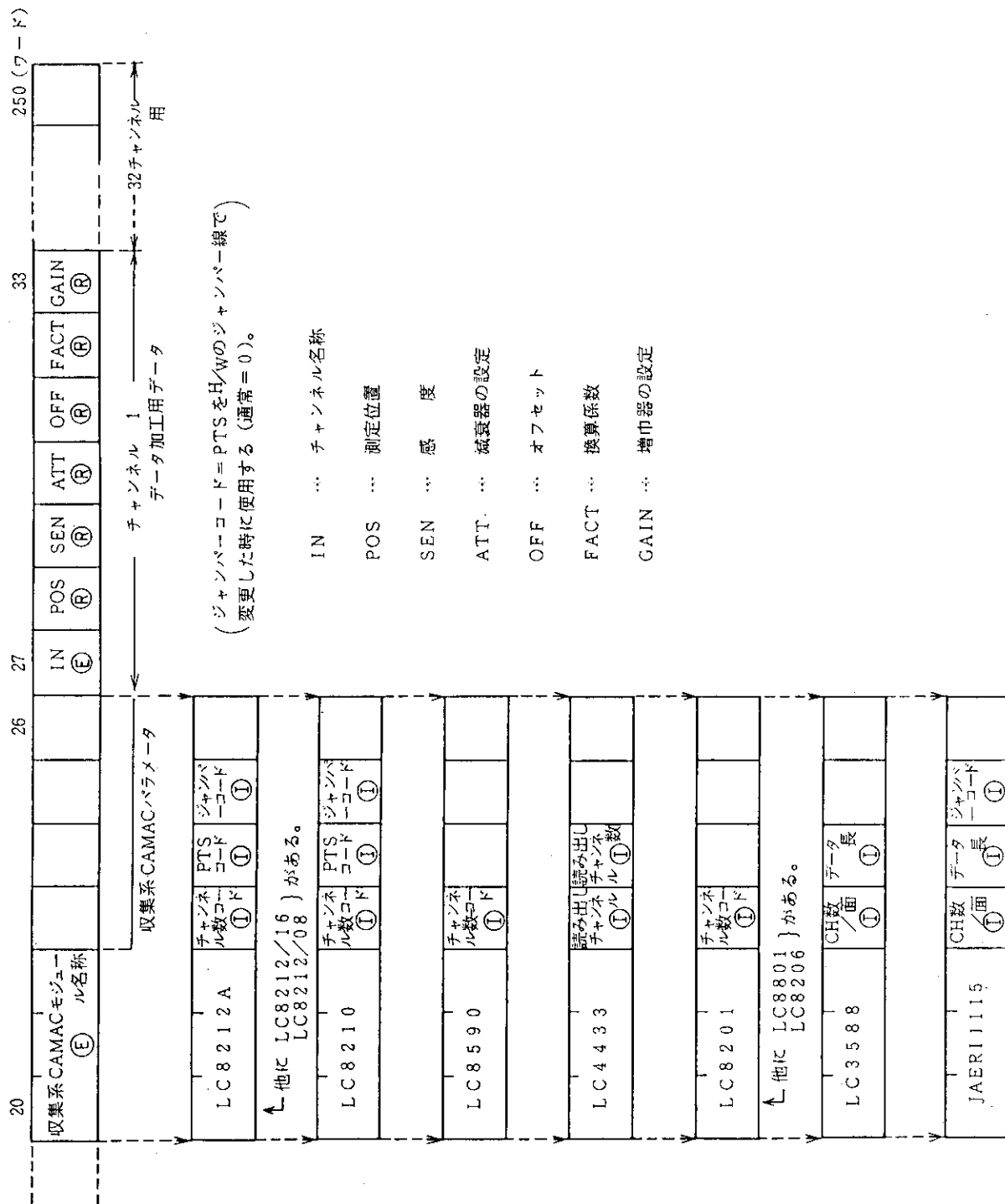
1	2	3	4	5	10	15	20	25	28	29	30	88	100	バイト
0	3	CAMAC モジュール名称										NO30	予備	
クレート番号										NO1	NO2	CAMAC 設定データ		NO30
チャンネル番号														

チャンネル位置	LC8212	LC8210	LC8590	LC4433	LC8252	LC8501	KS3655	LC8201	LC3588	JAERI1115	TRI008
1	設定 要/不要	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
2	収集 要/非収集	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
3											
4											
5	PTSCコード										
6	クロックコード										
7	チャンネル数コード	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
8	データ収集数	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
30	TR	TR	LSC	LSC	ADC	CLK	TPG	DPM	HMM	HMM	AMP
タイプ											

第14図 (b)



第14図(c)



第14図(c) つづき

5. 試験結果及び使用例

本章では、モニター信号処理システムにおける同期処理の実行速度及びJFT-2Mでの実際のプラズマ実験に対する使用例について述べる。

5.1 同期処理の実行速度

モニター信号処理システムの同期処理の性能に関して、実行速度の測定を行った。第12表にデータ転送速度の測定結果を示す。表より明らかなように、データ収集処理の点からはデータ収集系のCAMACデータ収集部(シリアル・ハイウェイ)のデータ転送速度が全体の収集速度を決めており、それに比較してCAMACデータ収集部とデータ一次処理部間(チャンネル・インタフェース)、及びデータ収集系とデータ処理系間(GP-IB)のデータ転送は十分な速度といえる。

次に実験時の同期処理を模擬した処理時間とデータ量の関係を第15図に示す。ここでは議論を単純化するため1ループ構成時の結果を示すが、2ループ構成時でも全体的傾向はほぼ同じである。収集プログラムは、ほぼデータ量に比例して経過時間が増える。モニタージョブ(表示1、表示2)もデータ量と共に経過時間が増加するが、若干飽和傾向を示している。格納プログラムもデータ量と共に経過時間が増えるが、特にデータ量の大きい場合の増加が急である。なお図では省略したが、収集条件設定プログラムはデータ量に関係なく約20-25秒(#INIT1の寄与が大きい; #INIT2は数秒程度である)であった。従って、全体の処理時間という点から見ると、データ量の小さい場合はモニタージョブが、データ量の大きい場合は格納プログラムがそれを決めている。なお、データ収集は第12表ではそれほど速くないようであるが、他の同期処理プログラムに比較して十分な速度を示しているといえる。

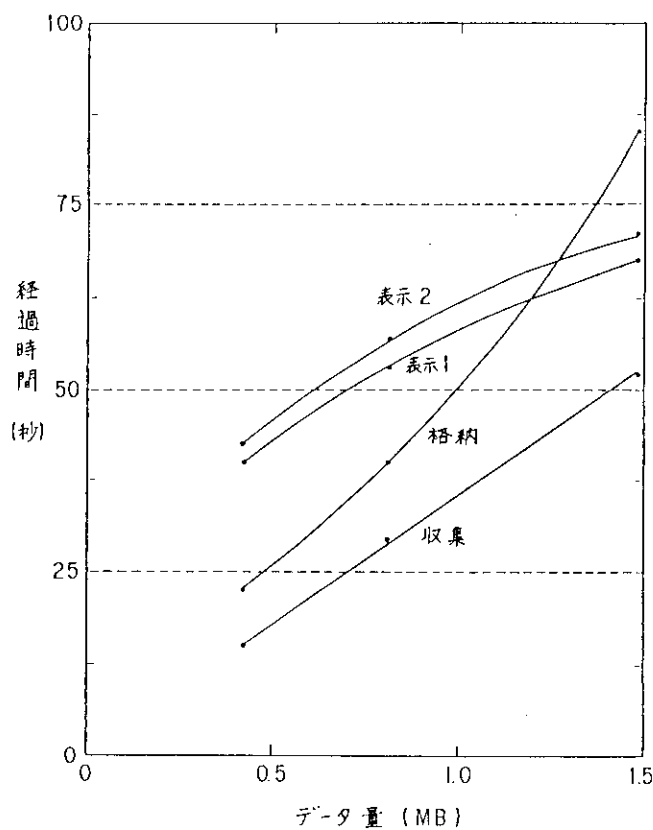
5.2 JFT-2Mでの使用例

JFT-2Mでは現在の所最大約1.5MBのデータをモニター信号処理システムを使用して処理している。第15図に示したように同期処理はJFT-2Mの標準的な放電間隔3.5分に対しては十分な時間的余裕を持っており、現在はショット間に第12図に示した同期解析プログラムも実行し出力している。

なお磁気ディスク装置は約2週間分のショット・データ・ファイルを格納出来る。実験データの保存期間に関しては出来るだけ長期間のほうが便利であるが、資源量に関する現実的制限からの妥協は必要であり、2週間という期間は通常解析を行うには充分と考えられる。

第12表 データ転送速度：（ ）内は1ループ構成時

データ転送機器名	転送方法	転送速度 (実測値)	
M70/250	GP-IB	120 kB/s	
↑			
M70/30C	Ch. IF	330 kB/s	
↑			
CAMAC CC & SD	Op. SH	39 kB/s (28)	
↑			
CAMAC Crates		45 kB/s (30)	



第15図 処理データ量と経過時間 (1ループ構成)

6. 今後の予定及び検討項目

モニター信号処理システムは昭和60年度に導入され、61年度には当面の運用に対応出来る形態のシステムがほぼ構築出来、現在順調に稼動しているが、今後も実験および研究の進展に従い更にシステムの拡充が必要である。その際、以下の諸点を考慮に入れておく必要があると思われる。

(1) データ量の増大

JFT-2Mの各種モニター及び計測装置の整備・開発と共にデータ量の増大が予想される。実際に、本システム導入時から現在までにデータ量は約1MBから1.5MBと増えており、今年度に前半には約2MBに達し、最終的には4-5MB程度になるものと思われる。

(2) 処理の高度化

各種モニター及び計測装置の多チャンネル化等により、より高度の処理が必要になると予想される。また複雑な平衡計算、輸送計算等と組み合わせたデータの解析も必要になるとと思われる。

(3) 実験の省力化

制約されたマン・パワーのなかで各種加熱装置・計測装置の充実を図るためには、実験時の省力化を図ることが必要である。そのためには、マンマシーン・インターフェースの向上及びCAMACシステムによる統合的機器制御等を計る必要がある。

今後の重点的な予定、検討項目は以下のとおりである。

(1) 関連機器の充実

データ・ハンドリング、マンマシーン・インターフェースの向上のためMT、端末等の増設が必要である。近年のパーソナルコンピュータ、ワークステーション等の高性能化・低価格化を考えると、それらの積極的利用による負荷分散も検討する必要がある。更に負荷分散の観点からは、本システムで採用している垂直型分散処理に加え磁気ディスク共有多プロセッサ化等による水平型分散処理も場合によっては検討項目になると考えられる。また進展著しい大容量磁気ディスク、光ディスクの導入についてもデータ・ハンドリングの点から検討する必要があると思われる。

(2) ソフトウェアの充実

解析プログラム、CAMACハンドラーの充実は勿論、磁気ディスク装置、データの有効利用のため整備を進めているJFT-2M用データ・バンク・システム(加工データ⁷⁾)の充実を図る必要がある。またシステムの負荷分散、処理の高度化のため計算センターの大型計算機の積極的利用を図ることも必要である。さらに上記データ・バンク・システムを進めた形でのデータ・ベース・システムの開発も検討を要する。

7. ま と め

CAMAC シリアル・ハイウェイ，ミニコンピュータ等により構成されるモニター信号処理システムを開発し，以下の結果を得た。

- (1) 十分な信頼性と高い処理能力を持つデータ処理システムを構築できた。
- (2) 非同期処理ソフトウェア（# DEFINE，# SETUP，# CORCT）と各種条件設定テーブルの整備により，システムの構成変更に対応出来かつ良好なマンマシーン・インタフェースを実現出来た。
- (3) 同期処理ソフトウェアの実行速度は JFT-2M の標準的放電間隔 3.5 分に対して十分に余裕があり，現在約 1.5 MB のデータを収集・格納し 3 種類の解析・表示をショット間に行なっている。
- (4) 今後のデータ量の増加，実験の進展等に対応し，システムの拡充を図る予定である。

謝 辞

本システムの開発にあたり森 茂副理事長，苫米地顕那珂研究所長，小幡行雄特別研究員，核融合研究部田中正俊部長，田中裕二次長，船橋昭昌プラズマ実験研究室長，鈴木喜八郎装置技術管理室長からは終始激励を頂いた。製作受注メーカー三菱電機（株）及び関連会社の各位にはシステム製作から試験の実施までご協力頂いた。計算センターオンラインプログラム系の各位には端末接続等の際に多大なご協力を頂いた。

最後に荘司昭朗研究員をはじめプラズマ実験研究室，装置技術管理室の各員には終始積極的なご協力，ご助力を頂いた。

以上の方々に深く感謝の意を表します。

7. ま と め

CAMAC シリアル・ハイウェイ，ミニコンピュータ等により構成されるモニター信号処理システムを開発し，以下の結果を得た。

- (1) 十分な信頼性と高い処理能力を持つデータ処理システムを構築できた。
- (2) 非同期処理ソフトウェア（# DEFINE，# SETUP，# CORCT）と各種条件設定テーブルの整備により，システムの構成変更に対応出来かつ良好なマンマシーン・インタフェースを実現出来た。
- (3) 同期処理ソフトウェアの実行速度は J F T - 2 M の標準的放電間隔 3.5 分に対して十分に余裕があり，現在約 1.5 MB のデータを収集・格納し 3 種類の解析・表示をショット間に行なっている。
- (4) 今後のデータ量の増加，実験の進展等に対応し，システムの拡充を図る予定である。

謝 辞

本システムの開発にあたり森 茂副理事長，苫米地顕那珂研究所長，小幡行雄特別研究員，核融合研究部田中正俊部長，田中裕二次長，船橋昭昌プラズマ実験研究室長，鈴木喜八郎装置技術管理室長からは終始激励を頂いた。製作受注メーカー三菱電機（株）及び関連会社の各位にはシステム製作から試験の実施までご協力頂いた。計算センターオンラインプログラム系の各位には端末接続等の際に多大なご協力を頂いた。

最後に荘司昭朗研究員をはじめプラズマ実験研究室，装置技術管理室の各員には終始積極的なご協力，ご助力を頂いた。

以上の方々に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

(1) 例えば

B. B. McHarg, IEEE Trans. NS-30, 3787, 1983

(2) 例えば

D. Zimmermann 他 Proc. 12th Symposium on Fusion Technology, Julich, 1982, p1461

(3) 荘司 他 “ トカマク実験用データ処理システム ” JAERI-M 7456 (1978)

(4) 川島 他 “ トカマクプラズマ用128チャンネル高速波高分析器の開発 ” JAERI-M 85-005 (1985)

(5) 荘司 他 “ JFT-2M装置の概要 ” JAERI-M 83-194 (1983)

(6) 例えば

K. Hoshino 他 “ Design Concepts and Performance Tests of the 60GHz Electron Cyclotron Heating (ECH) System for the JFT-2M Tokamak ” JAERI-M 85-169 (1985)

Y. Uesugi 他 “ Coupling to Fast Waves via a Phased Loop Antenna for Fast Wave Current Drive in the JFT-2M Tokamak ” JAERI-M 86-103 (1986)

(7) 高田 他 “ 核融合におけるデータ蓄積システムについて ” JAERI-M 86-183 (1986)

付録 実験データ読み込み用サブルーチン

1. 概要

実験データを読み込むためにサブルーチンLIVEがライブラリJFTLIB, および JFTLIBE内に用意されている。使用に際しては,

(1) サポートしているモジュールは

- ・ LeCroy 8212A, 8212A/16, 8212A/8
- ・ LeCroy 8210

のトランジェントレコーダにメモリLeCroy 8800を組合せたシステムである。なお, クロックは内蔵クロックまたはLeCroy 8501。

(2) 1チャンネル当たりのデータ量は最大8k個。

という注意が必要である。なおLIVEには

- (1) 零点補正
- (2) 平滑化処理
- (3) ジャンプ補正

等のデータ加工機能がある。

2. 呼出し形式

LIVE (NSHOT, ISIG, ICH, MODE, NAVER,
DEJAV, DEJAVST, DEJAVET, NDEJAV, DEJAVF,
SETTING, X, Y, NINT, LMA, IRET)

3. 引数の説明

NSHOT	I	入力：ショット番号。	
ISIG	C*8	入力：モニタ信号名。	
ICH	I	入力：チャンネル番号。	
MODE	I	入力：零点補正用パラメータ。	4.(1)参照
NAVER	I	入力：平滑化処理用パラメータ。	4.(2)参照
DEJAV	R	入力：ジャンプ補正用パラメータ。	4.(3)参照
DEJAVST	R	入力：ジャンプ補正用パラメータ。	4.(3)参照
DEJAVET	R	入力：ジャンプ補正用パラメータ。	4.(3)参照
NDEJAV	I	入力：ジャンプ補正用パラメータ。	4.(3)参照
DEJAVF	R	入力：ジャンプ補正用パラメータ。	4.(3)参照
SETTING	R(7)	出力：図4.13 (C) のチャンネル情報。	
X	R(LMA)	出力：表示用サンプリング各点の時間。	
Y	R(LMA)	出力：表示用サンプリング各点のデータ。	
NINT	I	入力：表示用サンプリング間隔。	
LMA	I	出力：表示用サンプリング個数。	

IRET I 出力：エラーコード。0ならば正常。1の場合は、ショット・データ・ファイルの収集データ部読みこみ時のエラー。2の場合は、パラメータ部読みこみ時のエラー。3の場合は、表示サンプリング点数が8k点を越えたエラー。

4. 機能の説明

(1) 零点補正

引数MODEに正整数nを指定することにより、測定開始点よりn個のデータの平均値をオフセットとして補正する。なお、表示サンプリング間隔NINTの指定に関係なく処理する。使用例は付表を参照のこと。

(2) 平滑化処理

引数NAVERが0または±1の場合は平滑化処理を行わない。

引数NAVERが正整数 $2n+1$ の場合は、表示サンプリング間隔毎に、その前後n個ずつのデータの平均値を表示用サンプリングデータとする。

引数NAVERが負整数 $-(2m+1)$ の場合は、表示サンプリング間隔毎に、その前後m個ずつのデータの積分平均をとり表示用サンプリングデータとする。

なお、測定開始点及び測定終了点近傍で前後のデータが不足する場合は、最も近い測定点のデータで代用して平均又は積分平均を行う。使用例は付表を参照のこと。

(3) ジャンプ補正

引数DEJAVが0.0の場合はジャンプ補正を行わない。

引数DEJAVが0.0でない場合は、開始時間DEJAVST (ms単位) から終了時間 DEJAVET (ms単位) までジャンプ補正を行う。ジャンプの判定条件は隣り合う測定点間でDEJAV (V単位) 以上の正の跳びまたはDEJAV*DEJAVF以上の負の跳びがあった場合ジャンプと判断する。その場合ジャンプ前後のNDEJAV点の平均値が一致するようにオフセットをかける。なお、ジャンプ点の総数は100以下であること。使用例は付表を参照のこと。

付表 代表的な信号のパラメータ例

信号名	ISIG	ICH	MODE	NAVER	DEJAV	DEJAVST	DEJAVET	NDEJAV	DEJAVF	備 考
Ip	MAG1	2	30	-1	0.0					*1.0582 (100kA単位)
Vloop	MAG1	3	30	10	0.0					*10.0 (V単位)
Bt	DIV	5	1	1	0.0					*1/(0.5*4.261) (T単位)
n. (2mm)	DIV	15	30	-1	0.034	60.0	1000.0	6	3.0	*1.273 (10 ¹³ /cm単位)
n. (FIR1)	DIV	12	30	-1	0.080	40.0	1000.0	1	1.0	*(-1.964) (10 ¹³ /cm単位)
n. (FIR2)	DIV	14	30	-1	0.080	40.0	1000.0	1	1.0	*(-1.964) (10 ¹³ /cm単位)
n. (FIR3)	DIV	13	30	-1	0.080	40.0	1000.0	1	1.0	*(-1.964) (10 ¹³ /cm単位)
P _{RRD}	DIV	16	30	-1	0.0					放射損失
H α (内)	HALFS1	7	30	-1	0.0					H α (内側)
H α (外)	HALFS2	4	30	-1	0.0					H α (外側)
H α (2mm)	HALFS2	18	30	-1	0.0					H α (μ 波ポート)
H α (div)	HALFS2	8	30	-1	0.0					H α (ダイバータ部)
PIN	SBDT	14	30	-1	0.0					PINダイオード
MHD	MAG1	15	30	-1	0.0					磁気プローブ検波信号
ECE1	MICRO	6	200	-1	0.0					ECE (70.6GHz)
ECE2	MICRO	7	200	-1	0.0					ECE (78.4GHz)
ECE3	MICRO	8	200	-1	0.0					ECE (90.0GHz)
HX	DIV	17	30	-1	0.0					硬X線