

大型計算機のための自動運用システムについて

本林 繁, 大野美恵, 山路英一, 堀越 彌

(株)日立製作所 中央研究所)

1. はじめに

近年、多くの計算機システムにおいて、運用業務の複雑化、運用経費の負担増等の問題が表面化するにともない、計算機システムの省力化に対する要請が高まりつつある。しかし、省力化の範囲はユーザニーズにより種々雑多であり、その要求のすべてを満たすことはかなり難かしく、それぞれの目的に応じた機能を実現させているのが現状であろう。計算機システムの省力化の段階は次の3つに分類することができよう。(1) 省力化システム；オペレータがいることを前提としており、計算機を運用する上でのオペレータの省力化機能を備えたシステム、(2) 待機運転システム；計算機室には原則としてオペレータがいないくても通常の運用が可能な機能を備え、異常状態発生時には待機要員による操作が必要なシステム、(3) 無人運転システム；オペレータがいないくても運用が可能な機能を備えたシステムで、異常状態発生時にもある程度の自動回復ができるシステム。

本報告では、技術計算を主体とする計算機システムの省力化、自動化に焦点を合わせ、中研計算機センタを対象として開発を進めてきた自動運用システムについて概説する。本自動運用システムの目標とするところは、上記分類でいえば、昼間の待機運転、夜間の無人運転にある。

2. システムの構成と自動運用システムの概要

自動運用システムの概要を説明する前に、その具体的な適用対象である中研のM-180システムの概要を述べる。図1に本システムの構成の概略を示す。

3MBの主記憶を有し(53/末に2MB増設予定)、ファイル装置として総容量1600MBの磁気ディスク8スピンドル(53/末に8スピンドル増設予定)が接続されている。周辺装置として、磁気テープ6台と、オープン入出力用のカードリーダーおよび自動カッタ付ラインプリンタが各々2台ずつ、さらに磁気カード読取機、ディスプレイ装置などが接続されている。また、通信制御装置あるいは端末制御装置を通して、約20台のTSS端末が接続され、さらに、M-160II、H-20など所外のシステムがリモードバッチ端末として結合されている。

これら各種装置のレイアウト上で配慮している点は、中央処理装置、磁気ディスクなど操作の不要な装置群と、磁気テープ、カードリーダー、ラインプリンタ、コンソールなど利用者またはオペレータが操作する装置群とが、階を隔てて分設されている点にある。

本システムを制御するオペレーティングシステムはVOSであり、自動運用システムはこのOSの下で動作する。

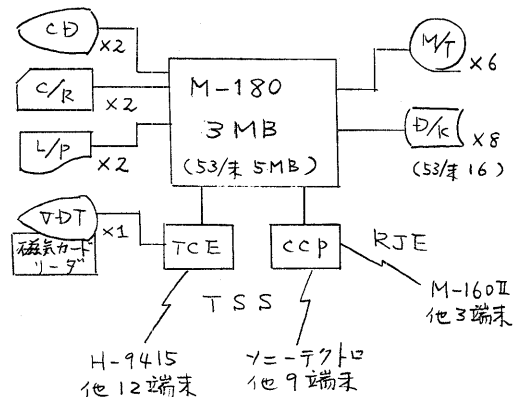


図1 中研計算機センタ M-180システム
の概略構成

自動運用システムにおける省力化施策を大まかに分類すると、正常稼働時の省力化施策と、異常時（障害の発生時等）の省力化施策の2つに分けることができる、それぞれで取上げた主要な省力化対象は以下のものである。

(1) 正常稼働時オペレーションの省力化、自動化

- (a) ジョブ入出力オペレーションの省力化
- (b) コンソール・オペレーションの省力化
- (c) システムの終了停止処理の自動化
- (d) 電源切断処理の自動化
- (e) 磁気テープ・マウント・オペレーションの省力化
- (f) X-Yプロッタ・オペレーションの省力化

(2) 異常時オペレーションの省力化、自動化

- (a) 入出力機器異常、システム部分障害等の検出およびその警報の自動化
- (b) 各種システム異常の検出とその警報の自動化、および集中化
- (c) システム・ダウン時の再启动処理の自動化

3. 正常稼働時オペレーションの省力化、自動化

3.1 ジョブ入出力オペレーションの省力化

中研計算センターでは、所謂オープンバッチ方式を採用することにより、ジョブ入出力オペレーションの省力化を達成している。すなわち、利用者は自分でジョブ入力操作を行い（オープン入力）、ジョブ終了の頃合いを見はからって、磁気カード読取機を用いて出力要求を行う（デマンド出力）。出力結果は用紙自動カッタにより自動的に切断され、利用者はその場で出力結果を受取ることができる。

オープンバッチ方式の採用により、オペレータはジョブ入力あるいは出力リストの仕分け等の操作から完全に解放されると同時に、ジョブのターンアラウンドの大きな改善がはかられている。

プリンタ操作に関しては、用紙装填作業が依然として残された問題であり、これを自動化するメカニズムの開発が望まれるが、自動運用システムでは後述する異常検出警報の一機能として、用紙切れ等の検出と警報を自動化しており、待機要員が適宜用紙装填を行う形態をとる。

3.2 コンソール・オペレーションの省力化

本節では、正常稼働時のコンソール操作を省力化するために開発された Operator Action Driver (OAD) プログラムについて概説する。OADの目的とするところは、

- (1) 特定の処理プログラムがオペレータ操作の代行を果せるようにするための擬似コンソール機能を提供する（キーインアウトシミュレーション機能）
- (2) システム内部からコンソールに出力される諸種の応答要求メッセージに対し、自動的に標準的応答を返すことによりコンソール操作を不要にする（自動応答機能）の2点にある。

3.2.1 キーインアウトシミュレーション機能

処理プログラムに擬似的なコンソールを割り当てることにより、処理プログラム自身がオペレータ・コマンドの発行、コンソールメッセージの監視等のオペレータ操作を代行することを可能にする機能である。後述する自動応答プログラムをはじめ各種の自動運用処理プログラムが当該機能を使用しており、自動運用システムの基本機能となるものである。

キーインアウトシミュレーション機能では、処理プログラムとのインターフェイスとして、以下の4つのマクロに命令をサポートしている。

(1) Define key-in/out simulator

処理プログラムに対して1つの擬似コンソールを割り当てるためのマクロであり、本マクロの発行により両者の接続関係が確立する。

(2) Get message

処理プログラムがコンソールに出力されたメッセージを受領するためのマクロであり、これにより処理プログラムのレベルでコンソールメッセージを監視したり、それに対する処置を施すことが可能となる。

(3) Key-in simulator command

処理プログラムから各種のオペレータ・コマンドを発行するためのマクロであり、これは実コンソールからコマンドを投入することに対応する。

(4) Release key-in/out simulator

Define key-in/out simulatorにより確立された処理プログラムと擬似コンソールとの接続関係を解除するものである。

3.2.2 自動応答機能

自動応答機能は、前述したキーインアウトシミュレーション機能を利用して、システム内部から出力される応答要求メッセージを検知し、プログラムから自動的に標準応答を行なうものである。

応答処理は、応答要求メッセージとそれに対する処置方法とを対応付けた「応答テーブル」に基づいて行なわれる。当該応答テーブルは処理プログラムとは独立に保持しており、運用方式に合わせて追加、変更が容易に行なえるよう融通性を持たせている。なお、応答処置は、多くの場合コマンドの発行という形で行なわれる。

自動応答の対象となる応答要求メッセージは現在約30～40種類あり、いよまでの実績では1日平均7～10件程度の自動応答が行なわれている。この数字は必ずしも大まかではないが、逆に考えれば、少ないからこそ自動化してオペレータの無駄な拘束を排除すべきであるとも言える。

3.3 システム終了停止処理の自動化

計算機システムを終了停止させる場合、それに先立つジョブ入出力の抑止、全ジョブ終了の監視、終了時の各種定型ジョブの実行等オペレータの介在する要因が非常に多い。これらの各種のシステム終了処理を一括して自動化しようとするものが本節で述べる System Termination Driver (STD) である。

STDは、前述したBACのキーインアウトシミュレーション機能を利用して、システム終了制御に必要な各種のコンソール操作をオペレータに代って自動的行なう。

3.3.1 システム終了条件

システムの終了条件としては次の2種類があり、STDの起動時に指定するパラメータによって選択できる。

(1) 全ジョブ終了時

入力抑止時刻 (time1) として指定された時刻に、オープンリーダ、RJE、TSSからの新規ジョブおよびセッションの入力を抑止し、さらに、出力抑止時刻 (time2) として指定された時刻に、新規ジョブ出力を抑止し、それ以降全ジョブの終了を待ってシステムの終了停止処理を行う。

(2) 特定時刻到達時

特定時刻 (time1) として指定された時刻に、新規ジョブ入力を抑止すると同

時に、新規ジョブ出力 および新規ジョブ実行を抑制、それ以降実行中のジョブがすべて終了した時点でシステムの終了停止処理を行う。

当該終了条件は、システム開発用の時間帯を確保するためにシステムを終了させる場合などを考慮して設けたものである。

なお、上記終了条件のいずれの場合でも、システム終了停止処理として、各種定型ジョブの実行および自動電源切断処理を行なうか否かを選択可能にしている。

3.3.2 S T D の処理機能の概要

S T D の処理機能の概要を以下に示すが、前述したシステム終了条件の設定方法によりこれら処理機能の組合せが異なり、図2にシステム終了条件に対応した処理の流れを示す。

(1) ジョブ入力抑制処理

アクティブなセンタリーリーダーおよびリモートリーダーを検知し、それら各リーダーを停止させることにより、新規のバッチジョブの入力を抑制する。さらに、全 T S S 端末からの新規 logon も抑制する。

(2) 実行ジョブ取出し抑制処理

すべてのイニシエータを停止させることにより、新規の実行ジョブ取出しを抑制する。当該処理は、システム終了条件が「特定時刻到達時」の場合のみ行われる。

(3) ジョブ出力抑制処理

アクティブなセンタライタおよびリモートライタを検知するとともに、それらを終了させ、新規のジョブ出力を抑制する。

(4) T S S の終了処理

全 T S S 端末ユーザに対し、何分後に T S S を終了する旨の終了予告メッセージを送信し、その時間が経過した時点で T S S 処理を強制終了させる。

(5) 全ジョブ終了確認処理

一定時間間隔毎にモニタリングを行ないながら、システムに存在する全ジョブの終了を監視する。ただし、システム終了条件が「特定時刻到達時」の場合には、既にイニシエータの実行ジョブ取出し、およびライタの出力ジョブ取出しが抑制されているので、現在実行中のジョブの終了だけを監視すればよい。

(6) システム終了処理

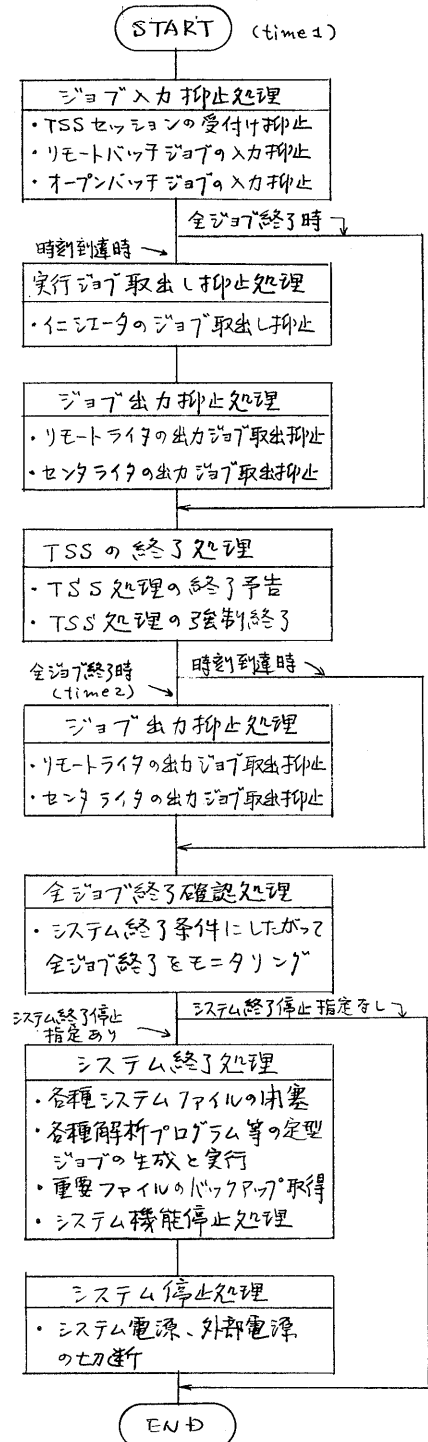


図2 STDの処理機能概要

システム終了条件が成立した時点でシステム終了処理を行う。システム終了処理の方法は各センタによって異なり必ずしも一意には決められないが、本自動運用システムでは中研計算センタにおける定型的なシステム終了操作に対応して、

(a) 各種システム・ファイルの閉塞

(b) システム収集データに基づく各種解析プログラム等の定型ジョブの実行

(c) 重要なシステム・ファイルのバックアップ

(d) システムの機能停止処理

などを自動的に行う。

(7) システム停止処理

(6)で述べたシステム終了処理の完了を待って、電源切断指令を発行することにより、自動的にシステム電源を切断するとともに、これに連動された外部電源を切断する。

3.4 電源切断処理の自動化

図3に自動電源切断処理の概念図を示す。中央処理装置に搭載された電源切断機構はリレー接点を通して外部電源切断機構と連動される。システムでは前述したように、すべてのシステム終了制御が完了した時点で、SVCマクロを発行して電源切断要求を行う。それに引き続いて、スーパーバイザからパワーオフ命令が発行され、中央処理装置の電源切断機構により、各周辺装置電源およびCPU電源が順次切断される。それと同時に外部リレー接点が閉じられ、外部電源切断機構によって、空調電源、マスタ電源等の外部電源が切断される。

3.5 磁気テープのマウント・オペレーションの省力化

自動運用システムでは、磁気テープボリュームのマウント操作を省力化するためにオープンM/T方式を採用している。

オープンM/T方式は、利用者自身が磁気

テープ操作を行なう方式であり、使い易さを考慮してシステムのいくつかの工夫としてある。以下にオープンM/T方式の概要を示す。

(1) 磁気テープ装置をすべてオープン化し、その傍らに利用者が操作する専用の補助コンソールを設置する。

(2) 磁気テープ・ジョブは、ジョブ入力時に自動的に特定のジョブ・クラスに変換され、それと同時に一担必ず実行保留状態に置かれる。

(3) 一方、通常のバッチ・イニシエータのほかに、上記の磁気テープ・ジョブの特定ジョブ・クラスのみを処理対象とする専用のイニシエータを複数本（現在は2本）設置する。

(4) 利用者操作用の専用補助コンソールには、磁気テープ・ボリュームのマウント要求を含む磁気テープ関連メッセージ、および専用イニシエータの空き状態、磁気テープジョブの実行状況などを見易い形で集中的に表示する。

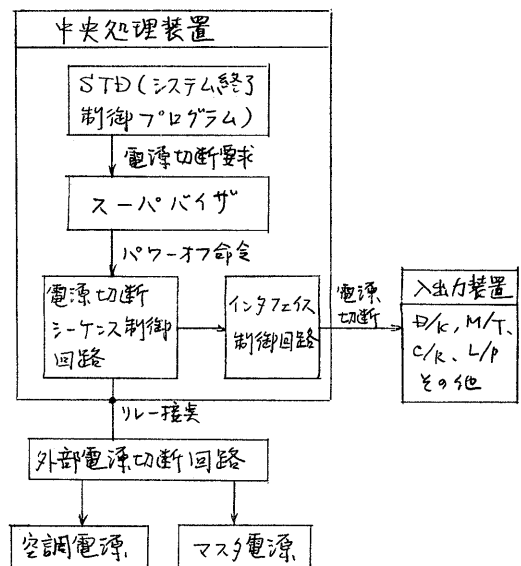


図3 電源切断の自動化機構

(5) 磁気テープ・ジョブの実行は、利用者が専用補助コンソールを使用して、専用イニシエータの空を確保したのち自分のジョブの実行保留状態を解除することにより開始される。当該ジョブはジョブキュー上で待たれることなく、専用イニシエータによって直ちに実行される。なお、専用補助コンソールからは、ディスプレイ系のコマンドを除いて、実行保留状態解除用のコマンドのみ投入可能にしてある。

以上、オープンM/T方式の概要を述べたが、オープンM/T方式は利用者に磁気テープ装填操作の負担をかけることにはなるが、ジョブのターンアラウンドタイムの太やかな短縮というメリットを享受することになる。

現在、磁気テープ・ジョブの大部分がこのオープンM/T方式で処理されているが、利用者の立合いが不可能な長時間の磁気テープ・ジョブについては、オープンM/T方式で磁気テープ情報を一担ディスクに移し、実際の処理はディスク・ベースで行なう方式をとる。

3.6 XYプロッタ・オペレーションの省力化

XYプロッタ操作の省力化と、XYプロッタ・ジョブのターンアラウンドタイムの短縮を目的として開発したのがPreviewシステムであり、図4にPreviewシステムの概要を示す。

3.6.1 従来方式の問題点

図4の中で、実線で示したものが従来のプロッタ・ジョブの処理の流れを示しており、次のような手順を踏んでいた。

- (1) 実行されたプロッタ・ジョブの出力データは、一つの共通なXYプロッタ・ファイルに格納され、
- (2) このXYプロッタ・ファイル上のデータを定期的に磁気テープに吸い上げ、
- (3) 磁気テープ上のプロッタ出力データをオフラインで順次XYプロッタに出力する。

上記の方式では、プロッタ・ジョブに關してはデバッグ・ジョブも含めてすべてプロッタ出力されるために、プロッタ出力が増大し、それに伴ってターンアラウンドタイムが太やかに伸びるという問題が表面化してきた。

3.6.2 Previewシステムの概要

上記の問題点を解決しようとしたのがPreviewシステムであり、そこでのプロッタ・ジョブの処理の流れを図中では実線の矢印で示してある。

- (1) プロッタ・ジョブの出力データは一担利用者毎の中間プロットファイルに格納される。
- (2) TSSコマンドとして新設したPreviewコマンドを用いて、グラフィック端末にプロッタ・イメージを表示し、意圖した図形が得られた

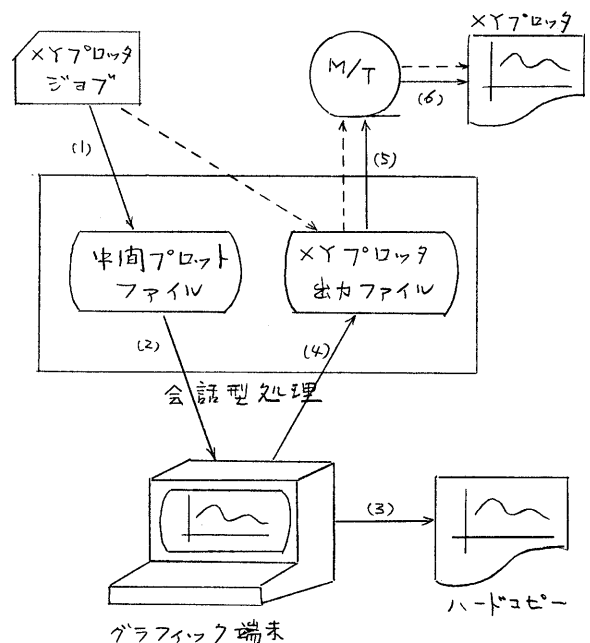


図4 Previewシステムの概要

か否かの事前検証を行なう。このとき、サブコマンドを用いて、図形の拡大縮小、表示範囲の拡大縮小、画面のスクロール等の各種の表示操作が可能である。(3) 正しい図形が得られた場合には、ハードコピーに出力するか、あるいはXYプロッタへの出力指示を与えることができる。XYプロッタへの出力指示を行なった場合には、中間プロットデータは変換されてプロッタ出力ファイルに格納され、従来と同様に定期的に磁気テープに吸い上げられ順次XYプロッタに出力される。

上記のような方式の採用により、プロッタ出力以前に図形の事前検証が容易に行なえ、さらに、その精度を必要としないものについてはハードコピーのみで済ませることが可能となり、特にデバッグ・ジョブのターンアラウンドタイムが大幅に短縮されると同時に、プロッタ出力量が削減され、XYプロッタ操作の省力化をはかることができる。

4. 異常時オペレーションの省力化、自動化

4.1 入出力機器異常、システム部分障害の検出と警報

従来の運用においては、ラインプリンタの用紙切れ、入出力機器の恒久エラー、システムの部分障害等の検出は、すべてオペレータの監視に委ねられており、運用の省力化をはかる上で解決すべき1つの重要な問題であった。

これらの異常要因の検出およびその警報を自動化するものが異常検出警報プログラムである。

この異常検出警報プログラムは、先に述べたO A D (Operator Action Driver) のキーインアウトシミュレーション機能を用いて、コンソールに出力されたメッセージを受領し、それをもとに各種の異常要因の検出を行なう。検出する異常要因は以下のものに分類できる。

- (1) オペレータの介入を必要とする入出力機器異常
 - (a) ラインプリンタ等の用紙切れ
 - (b) 入出力装置の恒久入出力エラー
- (2) システムの部分障害
 - (a) TSSの異常終了要因
 - (b) ジョブ制御サブシステムの異常終了要因
 - (c) その他のサブシステムあるいはシステム・タスクの異常終了要因
- (3) その他の要警報事象
 - (a) スプール・ファイル領域不足
 - (b) システム作業領域不足、その他

上記のような異常要因を検出すると、異常検出警報プログラムからは特殊なベルコードを含むメッセージをコンソールに出力する。これにより、コンソールに搭載された異常警報機構が駆動され、さらに、外部リレー接点を通じて計算機システムから離れた場所に設置された異常表示警報盤(後述)が駆動され、異常要因の表示と警報を自動的に行なう。

4.2 異常表示警報盤と各種システム異常警報機構

計算機システムにおける各種システム異常の監視もオペレータに委ねられた重要な役割であった。本節で述べる機構の目的は、各種の異常監視機構を装備してシステム異常の監視、検出を自動化するとともに、異常要因の表示およびその警報を集中化することによって、諸種の監視作業を省力化し、他の省力化機構と相まって登壇の運用においても基本的には待機運転を可能にすることにある。

4.2.1 異常表示警報盤

異常要因表示用ランプと警報ベルを備えた装置であり待機室に設置される。図5に示すように、この異常表示警報盤には、以下にあげる4種類の異常監視警報機構が接続され、これにより異常要因の表示およびその警報が集中化される。

- (1) 異常警報機構
- (2) システム停止警報機構
- (3) 処理装置監視機構
- (4) I/O異常警報機構

4.2.2 異常警報機構

本機構はコンソール・ディスプレイに搭載されており、システムから特別なベルコードが出力されたときに動作し、外部引出し接点端子を通して異常表示警報盤が駆動されることになる。

4.1節で述べたように、本機構は、異常検出警報プログラムにより、オペレータの介入を必要とする入出力機器異常、システム部分障害、その他の要警報事象などを検出したときの要因表示と警報のために使用する。

4.2.3 システム停止警報機構

本機構はCPUに搭載されており、OSでシステム・エラー条件を検出してシステム・ウェイトする場合とか、回復不能なマシン・エラーが発生してストップした場合などに駆動され、外部接点端子を通して異常表示警報装置が駆動される。昼間の運用においては、待機要員あるいはそれに相当する運用管理者がおり、システム停止時の詳細な状況把握を行なえる状態にあるので本機構を使用してシステム停止警報を行なう。一方、夜間の運用においては、必ずしも待機要員を必要とせず、OSでシステム・ウェイト要因を検出した場合には本機構を使用せず、後述するシステム自動再開機構を用いてシステムを自動的に立ち上げる。

4.2.4 処理装置監視機構

本機構はCCP(通信制御装置)に搭載され、CPU自身で検出できないようなシステム・ダウン要因を検出して、外部接点端子を通じて異常表示警報盤を駆動する。なお、システム・ダウンの検出は、CCPからCPUへのデータ転送要求に対して一定時間間隔内に受け付けられなかったかを監視することにより行われる。

4.2.5 I/O異常警報機構

本機構は、各周辺装置およびCPUに搭載され、各装置の電源異常および温度異常を検出するものである。異常を検出した場合には、CPUのシステム停止警報機構を介して異常表示警報盤を駆動する。なお、各周辺装置で電源あるいは温

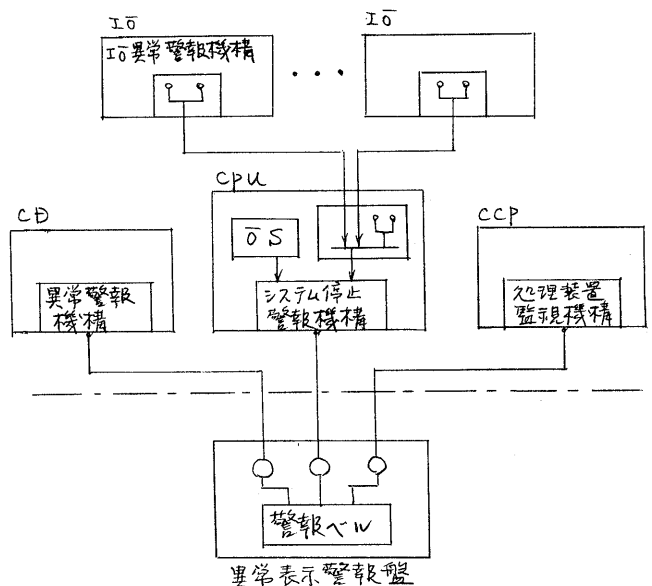


図5 異常表示警報盤と各種監視警報機構の構成

度異常を検出した場合、その装置の電源は自動的に切断される。

4.3 システム・ダウン時の再始処理の自動化

計算機システムの無人運転を目指すためには、システム・ダウン時のシステム再始処理の自動化が必須の機能となってくる。この問題を解決しようとするものがASR (Automatic System Restart: 自動システムリスタート) 機能であり、システム・ダウン時の再立ち上げの自動化とスピードアップを目的としている。

ASRは、制御プログラム・エラー、システム・ファイルの恒久的な入出力エラーなどのシステム停止条件が発生したときに、OSからの要求で制御を受け、保守用のメモリ・ダンプを磁気ディスクに採取し、SYSDISKボリュームからイニシャル (Initial Program Loading) を行い、自動的にシステムを再起動する。これにより、システム・ダウン時のオペレータの介入を省くと同時に、システム・ダウンから再起動までの時間が短縮される。

なお、OSで検知できないようなシステム・ダウンに対しては、SVP (サービス・プロセッサ) を使用して、CPUの監視およびシステムの再立ち上げを行う方式を今後の課題として検討していく予定である。

5. おわりに

技術計算用の大型計算機システムの運用省力化を目的として開発した自動運用システムについて概説した。本システムは、現在、中研計算センタに適用しており、近々のうちに昼夜にわたる待機運転を実施できる見通しを得た。しかし、この種のシステムは、実施後の問題点の摘出と対策が、当初の開発以上に重要と考えられ、今後更に実績を積み重ねることによって十分な評価を行なっていく。最後に、本システムの開発に際し貴重な御討論をいただいたソフトウェア工場の松永伍生氏、野口健一郎氏、ならびに中研の久保隆重氏、吉住誠一氏に謝意を表するとともに、実際のシステム開発および運用面で御協力いただいた高徳一恵氏、桑原 裕氏、本間 康子氏その他の諸氏に厚く感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 特集 "コンピュータ運用—無人化へのアプローチ", ビジネスコミュニケーション, Vol. 13, No. 6, 1976
- 2) 伊沢喜三男他: 計算機センタ無人化の試みと問題点, 情報処理, Vol. 18, No. 21, 1977
- 3) 吉岡義郎他: 京都大学大型計算機センタにおける省力化、無人化システム, FUJITSU, Vol. 29, No. 1, 1978
- 4) TOSBAC-5600無人運転システム AJC1, 情報処理学会第17回全国大会予稿集, 1976