

《解説》

公害監視システムにおけるミニコンの応用

吉田力三* 関川幸夫* 村上浩司*
森口 誠* 小池 仁*

1. まえがき

大気汚染による環境破壊は各地で大きな問題となっていてその汚染状況の常時監視網の確立は緊急の課題とされている。ところが環境監視はその測定対象が広域にわたること、測定に即時性が要求されることからどうしても人手による測定、データの処理では不十分である。そこで広域にわたるテレメータシステムとそれによって収集されたデータを処理するデータ処理装置、工場等に汚染物質の排出削減措置を指示するための同時通報装置、状況を一般に知らせる街頭表示システムなどを組合わせた総合的な監視システムが各地で採用されている。ここで紹介するシステムはいわゆるコーリング方式のデジタルテレメータを使用して50ビット/秒または200ビット/秒の日本電信電話公社専用回線または無線回線により伝送するテレメータシステムとミニコンピュータを組合わせたものである。

このシステムでの業務は1時間ごとに最新の汚染状況を集計すること、汚染濃度が高くなったときに工場や関係機関局に通報して汚染物質の排出削減措置を要請すること、長期間のデータを集計して統計資料を作成することなどである。1時間ごとに集計されたデータはロギングタイプライタ上に作表されると同時に表示盤に出力される。表示盤には濃度をそのまま数値で表示するものと、汚染の程度が地域別に簡単に把握できるように地図上で各測定点の濃度を色別に表示するものがある。長期間にわたるデータは1カ月ごと、1年ごとに処理されて環境基準に対する適合状況や、長期間のデータの推移図などによる分析が行われる。

本稿ではこれらの処理を行うためのミニコンピュータのソフトウェアについて紹介する。

2. システムの概要

図1は大気汚染監視システムの系統図である。テレ

* 日本電気(株)産業オートメーション事業部

メータシステムは環境監視系と発生源監視系とからなり、それぞれの観測局で測定されたデータはある定まった周期で中央局のテレメータ装置の呼出しによって収集される。このサンプリングの周期は普通10分という値が採用されているが任意に観測局を1つ選んで呼出して最新のデータを収集することもできる。中央局のテレメータ装置は観測局を呼出しながら収集した測定データを1項目ごとにCPUに割込みをかけて入力する。一方CPUは入力されたデータを一時的に主記憶装置上の入力バッファに貯えて全局のスキャンが終了した後にこれを磁気ディスク装置に転送する。CPUは1時間ごとにその時刻での測定データの平均値を計算してロギングタイプライタ上に時報を作成し、表示盤に数値データの出力および色別に区分された濃度情報のランプ表示を行う。データ転送装置は1時間ごとに他の大気汚染監視サブシステムに対して最新の1時間値を転送するためのものである。操作卓はオペレータからの指示によってシステムの各種の制御を行うものでシステムが使用している各種の定数の表示や変更、緊急時の発令などを行う。アナウンスメントタイプライタはシステムの色々な状態をオペレータに通報するためのもので、観測局からの通話要求、局舎の扉の開放、伝送系の異常などを定められたフォーマットで印字する。ラインプリンタは日常業務以外に統計的な資料を作成する場合に使用される。また磁気テープはこれらの統計的な資料を作成する際に必要な長時間のデータを保存しておくためのデータファイルである。紙テープリーダーはシステムのプログラムを読み込むときに使用され、入出力タイプライタはオペレータとシステムの会話を受けて、プログラムのコントロール、メモリランプおよびメモリの内容の変更などの作業を行う。CRTも会話形式で使用されてデータの表示、変更作業に使用される。

テレメータ装置に接続されているバックアップパンチャはCPUの異常時にもデータの欠損を防ぐためにCPUからの特種な信号が送られて来ないときに動作

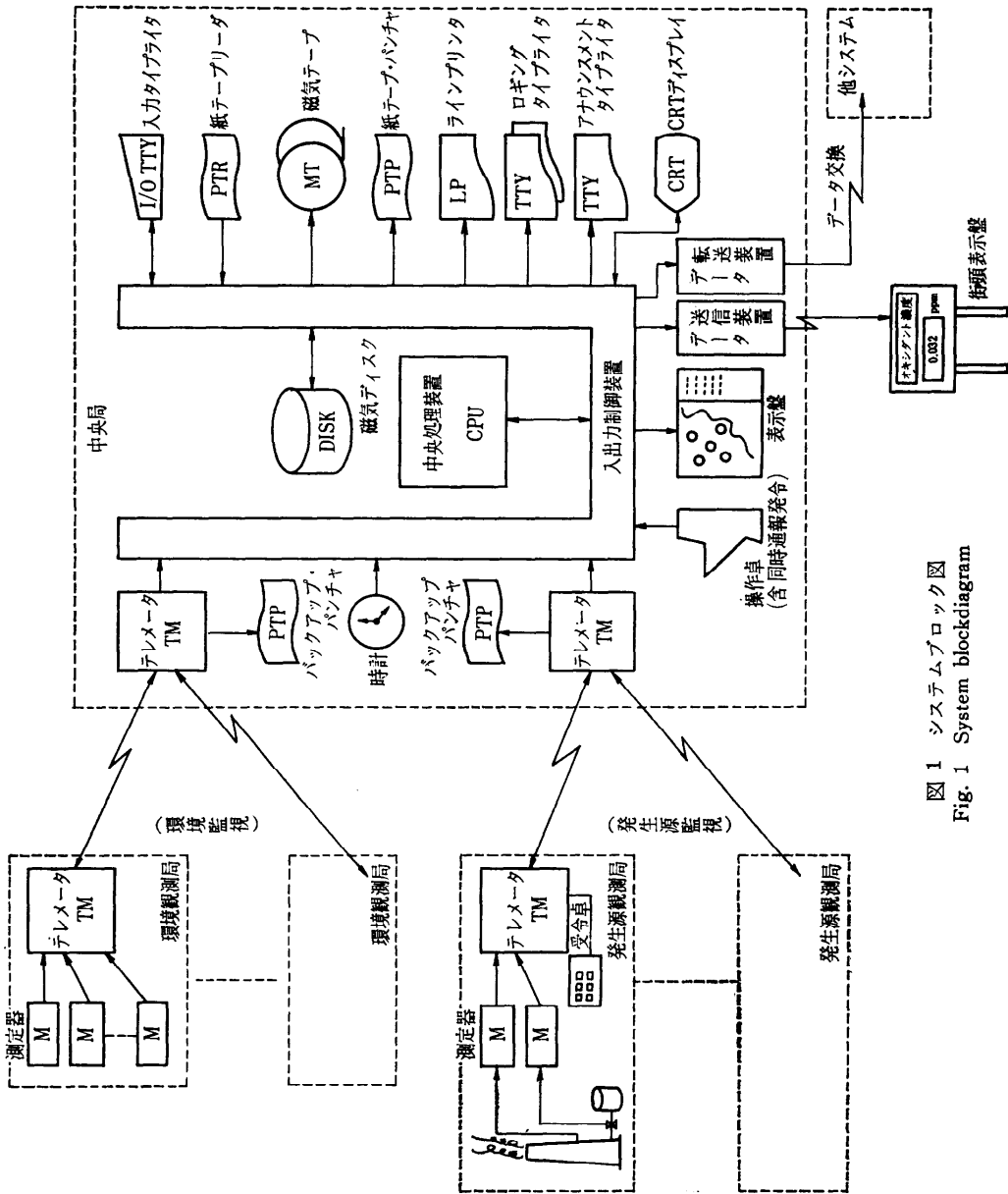


図 1 システムブロック図 Fig. 1 System blockdiagram

してテレメータの収集データを保存している。

3. ソフトウェアシステム

3.1 ソフトウェアシステムの構成

ソフトウェアシステム設計の対象はオンラインプロ

グラム。オフラインプログラム、データファイル、モニタの四つである。

オンラインプログラムはテレメータからのデータ収集、各種演算処理、時報作表など周期的に実行される一連の業務プログラムをいう。また周期的でなくとも

オペレータが操作卓を通じて行う緊急度の高い業務もオンラインプログラムで処理される。

オフラインプログラムはオペレータの指示によって任意時に実行される緊急度の低いプログラムで、これには月報、年報の作成、XYプロットによる風配図の作成など主として統計資料の作成業務が含まれる。

データファイルは収集されたデータの集積で、その使用目的から二種類に分けられる。一つはオンラインプログラムで参照され、常に更新されているデータファイルで、比較的小容量であるが参照される回数が非常に多いためわずかの時間しかアクセスのために許されない。このためファイルは磁気ディスクのようなランダムアクセスの可能な記憶装置上に置かれている。もう一つのデータファイルはオンラインプログラムで出力されてオフラインプログラムの入力となる大気汚染データの一時平均値の集積である。オフラインプログラムの処理が月または年単位であるため前記のファイルに比較すると容量が非常に大きくなるが、アクセス時間の制約が緩いのでシーケンシャルアクセスファイルとして磁気テープまたは大容量の磁気ディスクに格納される。

モニタは主記憶装置上に常駐するプログラムで、割り込みの処理、プログラムの制御、異常処理などシステム全体に関する制御を行っている。

3.2 メモリのわりつけとデータファイル

図2は主記憶装置のレイアウトを示している。メモリの下位番地にはモニタとその使用するテーブルが常駐している。次のエリアはオンラインプログラム用のエリアで、指定されたプログラムが外部記憶装置から

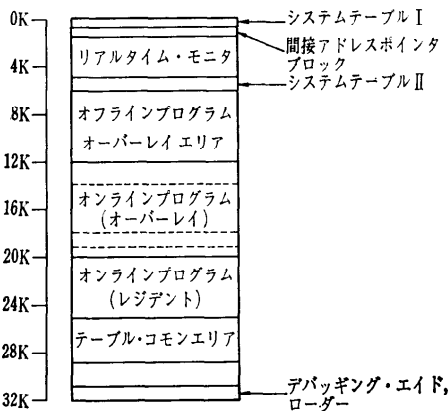


図2 主記憶装置メモリレイアウト
Fig. 2 Main memory layout

サーチされてこのエリアに読み込まれた後実行される。

次のオンラインプログラムエリアはコアに常駐するレジデントエリアと、必要に応じて外部記憶装置からプログラムを読み込んでくるトランジショナルエリアとに分けられ、かつそれぞれが独立に実行できるいくつかのプログラム単位(これをタスクと呼ぶ)から構成されている。次のエリアはオンラインの各タスクから共通に参照されるコモンエリアとなっていてデータファイルの参照等に用いられる。メモリの最後のエリアにはメモリダンブルーチン、ローダなどのユーティリティが常駐している。

図3に磁気ディスクのメモリレイアウトを示す。この中にはデータファイル、オンラインおよびオフラインのプログラム、メンバインデックスと呼ばれるオフラインプログラムの一覧表が格納されている。

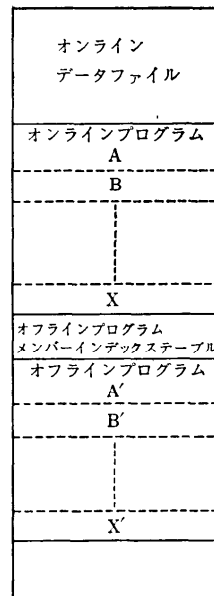


図3 外部記憶装置レイアウト
Fig. 3 External memory layout

4. オンラインプログラム

4.1 オンライン業務

オンライン業務に該当するものはこのシステムで大きく三つに分けられる。一つは監視システム、もう一つは同時通報システム、最後の一つはデータ交換・表示システムである。監視システムは広い地域で何点か代表点をとってその大気中の亜硫酸ガス濃度、粉じ

ん、一酸化炭素、窒素酸化物、炭化水素、オキシダントなどの汚染物質の量や、温度、湿度、風向、風速などの気象条件を測定する環境監視システムと、工場や発電所などで重油消費量、煙道中の亜硫酸ガス濃度などを測定する発生源監視システムに分けられる。環境が比較的大容量であるのに比べて発生源はより細かい監視が必要である。また、この他に逆転層監視システムといって、煙突や高い塔を利用して垂直方向の温度分布を測定するものもある。これは、普通は気温というものは地面付近よりも上空のほうが低くなっているのですが、何かの原因でこれが逆になって上空の気温のほうが高くなることがある。この逆になった状態を気温の逆転という。気温の逆転が起こると上昇気流が起こりにくくなるために空気の対流がうまく行かず汚染された空気が地面付近に残って汚染をひどくする原因となっている。

同時通報システムは汚染濃度が高くなったときに、協力工場に対して低硫黄分重油への切換えなどによる汚染物質の削減措置を要求するための通報システムである。この場合注意報等の発令を各工場で受令したという確認をテレメータシステムによって監視センタに返送させたり、また削減措置を行った工場からは削減措置完了信号を返送させている。さらにこの後発生源監視システムによって削減措置の効果が確かめられることになる。

データ交換・システムというのは他の同様なシステムとの相互のデータの交換、および街頭表示などの一般広報用の表示システムを指す。大気汚染現象は広範囲にわたるものなので、一自治体だけではマクロな現象がとらえにくいいため、周辺の自治体に設置された同様なシステムとの間でデータ交換を行うことは有効である。

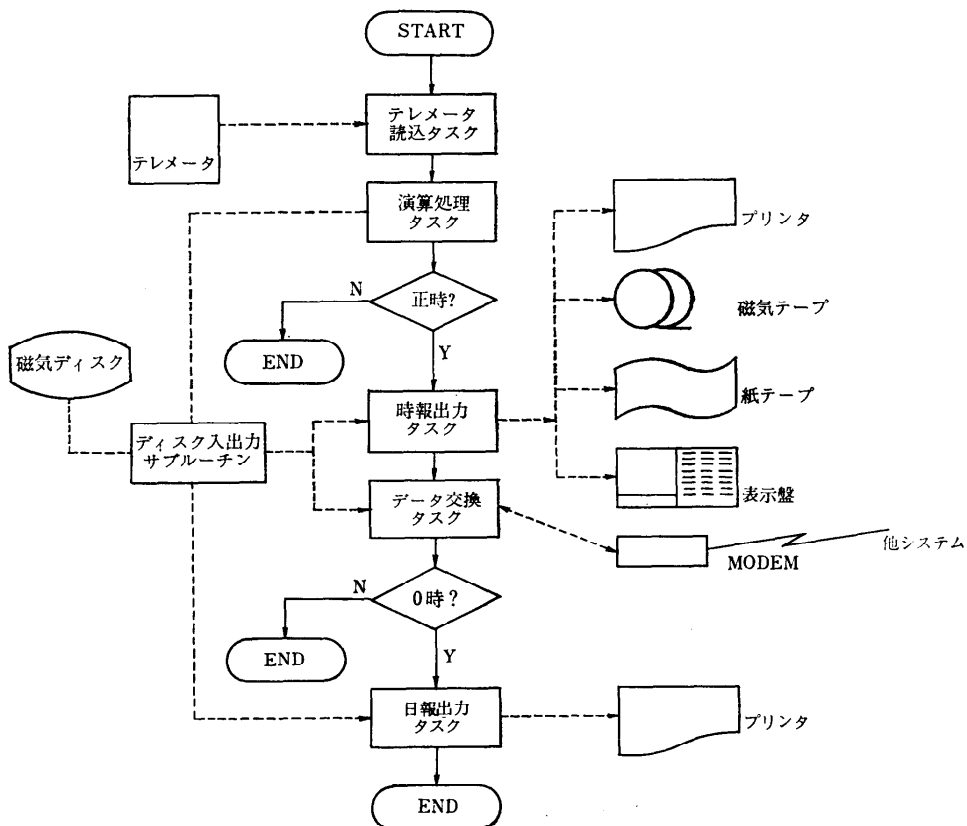


図4 オンラインプログラムブロックフローチャート
Fig. 4 On-line program block flowchart

1973 10 02 13:00															
STATION	SOX	SOX	DUST	DUST	NO	NO	NO	NO	NOX	CO	CO	WD	WV	TEMP	
	1H	48H	1H	24H	1H	8H	1H	8H	1H	1H	8H				
STATION 1	.057	.012	.03	.01	.012	.013	.023	.012	.035	5	4	N	2.8	18.2	
STATION 2	.023	.004	.06	.02	.021	.012	.018	.010	.039	12	9	NW	1.6	17.6	
STATION 3	.034	.005	.04	.01	.003	.009	.005	.004	.008	8	6	C	0.3	17.7	

図 5 環境時報タイプフォーマット例
Fig. 5 Example of type format (Air pollution)

1973 10 02 13:00											
	OIL	SO 2	GAS	SO 2	SO 2 LIM	Q/Q ₀	Q/Q ₀				
				Q	Q ₀	%	%				
A SHA	XXX	XXX	XXX	XX	XX	XXX.X	XXX.X				
B SHA	XXXX	XXX	XXXX	XXX	XXX	XXX.X	XXX.X				
C SHA											
.....											
TOTAL	XXXXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXX.X	XXX.X				

図 6 発生源時報タイプフォーマット例
Fig. 6 Example of type format (Source)

4.2 タスク

以上でオンライン業務の概要を述べたが、このオンライン業務を遂行するためにいくつかの論理的なまとまりに業務を分割して、それぞれが他のものと独立して実行できるようにした。たとえば、テレメータのデータ収集プログラム、演算プログラム、時報印字プログラム、表示盤出力プログラムなどはそれぞれ他と独立したプログラム単位と考えた。このように分割したそれぞれのプログラムをタスクと呼び、それぞれ、テレメータデータ収集タスク、演算タスクなどのように呼んでいる。タスクの分割方法については色々なものが考えられるが、モニタによるマルチタスクコントロールすなわちいくつかのタスクを同時に並行処理させる機能を有効に使えるように設計されている。

4.3 オンラインプログラムの流れ

オンラインプログラムはいくつかのタスクとクライアントな共通サブルーチン、コモンエリアにとられた各種のテーブルから構成されている。図4はこれらの各要素の機能的なつながりとデータや処理の流れを示している。また図5、図6はそれぞれオンラインで作成している環境および発生源の時報の出力フォーマットの例である。

5. オフラインプログラム

5.1 オフラインプログラムの目的

オフラインプログラムはオンラインプログラムで収

集されたデータをもとにして長期間のデータの集計作業を行うことを目的としている。月報、年報などの処理がこれにあたるが、その他に大気汚染に関連した技術計算として拡散状況の計算、煙突の有効高さの計算などが含まれている。これらのデータ処理を通じて大気汚染状況の現状把握とその対策のための資料の整備を行っている。

5.2 オフラインプログラムの実行

オフラインプログラムはオンラインプログラムとは完全に分離されたエリアで実行される。通常オフラインプログラムは外部記憶装置上においてオペレータの指示によってそこからサーチされ、主記憶装置内のオフラインプログラムエリアに読出されて実行される。オフラインプログラムの実行はオフラインプログラム用モニタによって制御されていて、オペレータからの指示はすべてこのモニタによって処理されている。

またオフラインプログラムの優先順位は完全にオンラインプログラムの下位となっていて、オンラインプログラムの空き時間を利用してバッチ処理される。

6. ファイルシステム

このシステムで使用されているデータファイルは前に述べたようにランダムアクセス形式のオンラインデータファイルとシーケンシャルアクセス形式のオフラインデータファイルがあるが、ここではそれぞれのファイルについてその特性と問題点を示す。

6.1 オンラインデータファイル

ランダムアクセスのオンラインデータファイルは一つ一つの測定項目についてそのデータが磁気ディスク上のどこかに記録されているかを直接知る必要がある。このために主記憶装置上のこのファイルを参照するためのテーブルが用意されている。このテーブルは測定項目とそのディスク上のセクタアドレスとが1対1に対応して書かれたものでコンソール内にとられ、オンラインプログラムのすべてのタスクで共通に参照されている。図7はこのテーブルの機能を表わしたもので、AとBの二つのテーブルからディスク上のセクタアドレスを知るのには次に示すような手順による。初めに目的とする測定項目の属する局番をもとにしてテーブルAを調べる。テーブルAは局番順にテーブルBのうちのその観測局に関するブロックの先頭アドレスを記録している。このようにしてテーブルBの中の目的とする測定項目の属する観測局に関するブロックを見つけて、さらにその項目番号をもとにしてテーブルBの中に記されたディスク上のセクタアドレスを持ってこることができる。以上の手続きはオンラインプログラムを構成するすべてのタスクに共通なので、これをサブルーチンとしてデータの読出し、書き込みを行っている。このサブルーチンはすべてのタスクに共通に使われているが共通サブルーチンである必要はない。なぜなら、ある時間にディスクをアクセスすることができるのは一つのタスクだけで、他のタスクがディスクを使い終るまで待たなければならないから

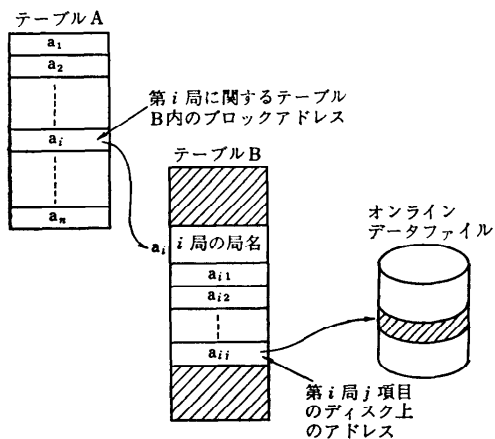


図7 テーブルによるオンラインデータファイルの参照

Fig. 7 Reference of the on-line data file two tables

である。したがって一つのタスクがこのサブルーチンを使用しているときは他のタスクがこのサブルーチンを再び使うということは不可能である。オンラインデータファイルの問題点の一つはそれが磁気ディスク上にあることに起因する記憶スペースの使用効率の低下である。主記憶装置にデータエリアが作られる場合はデータの1語ごとにアドレスをつけることができるが、磁気ディスクの場合アドレスをつけるのはセクタごとになるので、このハードウェアで決められた1レコードとソフトウェアからの要請による最適な長さが一般に異なるためにディスク上に使用されないスペースが生ずる。実際に稼動しているシステムで測定した結果このデータファイルの使用効率は84.7%となっている。

6.2 オフラインデータファイル

オフラインデータファイルはシークエンシャルアクセスファイルで磁気テープまたは磁気ディスク上に作られている。毎正時の全項目の1時間平均値の集合に年月日、時刻、局番をつけて1レコードとしているが磁気ディスク上にファイルを形成する場合は前に記したオンラインデータファイルと同様に使用効率が低下する。実際では使用効率94.5%という値が得られている。磁気テープ上にファイルを形成する場合はレコードはIRGによって区切られるが、上記と同じ条件で磁気テープに記録してみたところデータレコードとIRGの比率は約1対4になっている。

7. リアルタイムモニタ

リアルタイムモニタはシステムの中核にあつてシステムを効率良く稼動させるためのコントロールを行っている。以下にこれらのコントロールについて説明する。

7.1 マルチタスク制御

オンラインプログラムは複数個のタスクから構成されているが、モニタの機能の一つはこれらのうち常に最優先のタスクが実行されるようにタスクを切替えることである。モニタはシステムに存在するすべてのタスクについてTCB(タスクコントロールブロック)というテーブルを作って管理している。システム中で停止しているタスクは外部からの割込みや内部の他のタスクからの起動要求によって実行状態に入り、その処理を完了して再び停止の状態となる。しかし実行している最中、入出力を行ってその完了を待つとか、他のタスクと同期をとるために一時的に処理を待合わせる

ときなどは、そのタスクは待ち状態に入って、より優先順位の低いタスクに CPU が割当てられることになる。またタスクからはモニタに対して種々のサービスをマクロ命令の形で要求することができる。

7.2 入出力制御

システムにおける入出力動作はモニタによって统一的に管理されている。この場合のモニタの機能はタスクから出される入出力要求の分析とそれにしたがって実際の入出力命令を実行すること、入出力完了後の周辺装置からの割り込みの処理を行うことである。図8は入出力要求がタスクから出された後、入出力命令が実行され、優先順位の低いタスクにコントロールを渡し、周辺装置からの割り込み信号を受付けて入出力が完了するまでの処理の流れを示している。

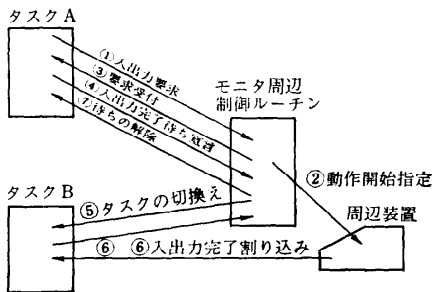


図8 入出力要求の流れ

Fig. 8 Flow of the input/output request

また入出力の際のコード変換、周辺装置の異常の検出と若干の復旧処理もまたモニタの機能に含まれている。

7.3 日付、時刻の管理

システムにはリアルタイムクロックから一定の周期(通常1秒)で割り込みがかけられているが、これはモニタで処理されて日付けと時刻の管理が行われている。タスクの中で時刻情報が必要なときは、主記憶装置上に設けられた日付け、時刻のデータを利用することができるが、これらはリアルタイムクロックの割込によ

ってモニタが常に更新しているものである。

7.4 障害の対策

モニタによって発見される障害はプログラムの論理的なミスによるもの、周辺装置などのハードウェアの異常によるもの、電源異常などシステム全体の異常によるものが考えられる。いずれにしても障害対策は結局はシステム固有の問題になるので、モニタではこれらの障害を発見したときはその内容を定められたエリアに書込んだ後その処理を任意にコーディングできるシステム異常ルーチンにまかせている。

8. 上位コンピュータとの接続

これまでに述べてきたことは監視システム、同時通報システムを中心としてデータの収集とそれによる規制についてである。しかし最近はこの他に予測・制御の方式が種々提案されている。ところが予測・制御まで現在のシステムに組込むことはかなり難しい。それは現在のオンラインの処理と若干のオフラインの処理でミニコンの能力は一杯に使われているからである。そこでミニコンコンピュータではデータの収集と同時通報、表示システムまで行って、ここから磁気テープにデータを出力し、これをより大形のコンピュータを用いて、時間のかかる月報、年報の処理、コンパイラ言語向きの予測、制御の問題などを処理させる方法に移行しているようである。

9. むすび

以上ミニコンコンピュータを用いた大気汚染監視システムの典型的な例についてソフトウェアシステムの概要を解説した。現在は監視、通報、表示が中心となっているが、これからの問題として予測・制御があげられる。いまのところ各種の方法が検討されていて大別すると物理的モデルから出発してシミュレートするものと実際の観測データの時系列のパターンを抽出して予測するものがあるが、本格的にはこれからの課題であろう。

(昭和48年12月20日受付)