

# A DO-IT-YOURSELF INPUT/OUTPUT SCHEME FOR A VERY LARGE COMPUTER SYSTEM

BY K. HASEBE & H. ISHIDA

## I はじめに

I-1 概要 本稿は東京大学大型計算機センターに於ける、計算機使用者のセルフ・サービス方式による入出力操作の省力化のための、処理方式の研究・開発について報告するものである。ここでは、ミニコン・オンライン・システムによる非標準的な入出力の自動化と、磁気テープ使用予約の自動化の2つの題目について述べることにする。このような自動化方式の開発が、必要である背景をはじめに紹介する。

## I-2 東京大学大型計算機センターの概要

本センターは、文部省によって文部省系の研究者（主として大学）のために設立されている。館内に7ヶ所存在する全国共同利用の大型計算機センターの一つである。使用目的は研究目的に限られており、実際の利用者の約半数は大学院の学生である。このため毎年の利用者の交替が激しく、新規の利用者が多いため、計算機の使用法にあまり習熟していないことがある。また卒業論文の締め切り前の12月～2月に利用が集中する（4～8月平均の2倍くらい）ことも、センターに対する負担を大きくしている。

### I-2-1 計算機システムの構成

表1に本センターの計算機システムを構成する主要な機器を掲げる。使用している計算機は日立製作所のHITAC 8800/8700である。<sup>[1]</sup>使用しているオペレーティング・システムはOS7である。<sup>[2]</sup>これは大きさ $2^{31}$ バイトの多重仮想記憶をサポートする汎用オペレーティング・システムである。本センターにおいては主としてバッチ処理と会話型処理(TSS)を使用している。

### I-2-2 使用状況

表2に使用状況の概要を示す。内容は科学・技術研究のための数値計算が大部分であるが、近年は情報検索やワード・プロセッシング(文書処理)などの新しい分野も伸びつつある。

|          |                 | 1977年度    |         |
|----------|-----------------|-----------|---------|
|          |                 | (12月)     | (2月)    |
| CPU      | H-8800X3+H-8700 | 登録利用者数(人) | 3,918   |
| メインメモリ   | 8MB(コア)         | 総処理件数(件)  | 700,198 |
| スワップ用メモリ | 24MB(ドラム)       | (TSS)     | 130,546 |
| ディスク     | 200MB×36台       | (M/T使用)   | 30,008  |
| カード・リーダ  | 7台              | (図形処理)    | 26,814  |
| ライン・プリンタ | 12台             | カード入力(枚)  | 20,400万 |
| 磁気テープ装置  | 14台             | プリンタ出力(枚) | 1,318万  |

ジョブ処理多重度: バッチ=15, TSS=60

表1. 計算機システムの構成

表2. 使用状況

## I-3 運用上の問題点

本センターの現システムは1972年に更新されたものであるが、現在では旧システムのほぼ10倍のジョブを処理している。それに対して運転要員などの人員はほ

とんど増加がなく、省力化がセンタ運営上の根本的な問題である。そのため新システムの導入当初より、バッチ処理ジョブのカード入力、プリンタ出力などの操作は、利用者がセルフ・サービスで行う方式がとられている。本稿の内容もその方向に沿ったものである。もう一つの問題点は、利用負担金がジョブの処理に伴って利用者に課せられるが、これがセンタの設立主からして原価よりはるかに低額のもっともなっていることから生じる。つまり需要と供給の間に経済原則が働かなくなっているわけで、不足することが常である供給にあわせて、需要を効率化して量的な抑制を計ることが重要である。このため計算機システムのさまざまな局面において、利用をきめ細く規制することが必要となっている。

## II ミニコン・オンライン・システムによるセルフ・サービス入出力方式

### II-1 概要

近年、計算機利用の高度化に伴い、図形入出力や英小文字出力など、多様な出力装置を大型計算機システムに接続して使用する必要が高まってきている。本センタでは数年前より、これらの需要を満たし、同時にそのサービスに対してセンタ側での省力化を計るための、ミニコン・オンライン・システムの開発・充実を行ってきた。その内容は図1に示されているが、本章ではこれについて述べる。<sup>[3]</sup>

### II-2 接続の方針

これらの装置はいずれも H-8000 システムに RJE ステーションまたは会話端末の入出力装置として接続されている。図線接続ではその通信速度が障害となることもあるが、①接続インタフェースが確立しており、開発者のソフトウェアが汎用的に利用できる、②サービス機能が完備している、などの理由でこれを選んだ。これに対して4xネル結合などの方式では高転送が可能ではあるものの、上記とは正に逆の不利があり、使い易いシステムの作製はまず不可能である。

### II-3 使用方法

OS7ではSPOOL出力の形式はライン・プリンタかカード・ポンタのいずれかに限定されている。本システムでは各装置の性格によって、そのどちらかを見せかっているが、これはセンタ側で用意するソフトウェア（例えばグラ

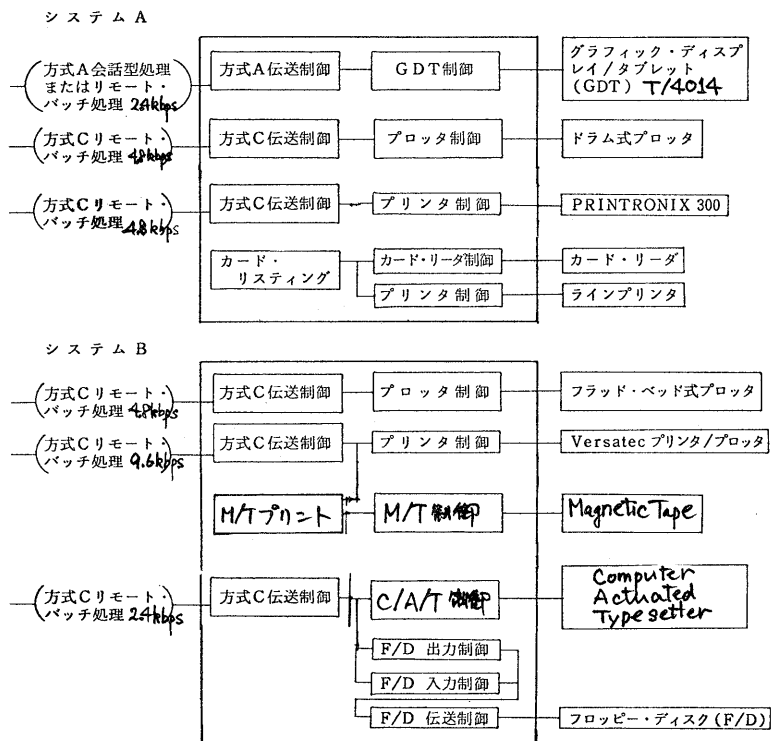


図1. ミニコン・オンライン・システムの処理内容  
(一部準備中)

フィック・ページ)に関係することであり、一般利用者がこれを意識する必要はない(表3の①)。利用者が意識して意味がある場合(例えばプリンタ出力)には、通常の直結の出力装置と差のない方法で指定が可能である(表3の②)。いずれの場合にも出力装置の指定はジョブ制御言語のレベルで充分であり、利用者のプログラムを変更する必要がないようにしてある。(②はOS7本来の機能)

#### Ⅱ-4 システム構成

現在、2台のミニコンで分担して処理を行っている(図1)。使用しているのは古典的なミニコンであるHITAC 10Ⅱであり、回線速度は必要に応じて2400~9600 bpsを使用している。接続されている入出力制御装置の約半数は、我々が仕様の決定として作製したものである。図2にそのうちの1つのミニコン・システムの構成を示す。

図1から解るとおり、本システムでは①1台のミニコンで複数の回線を、②1本の回線で複数の入出力装置を、それぞれサポートすることが可能である。①によってCPUを始めとするハードウェアの経費と設置スペースを、②によってさらに回線経費を削減することができた。

表3. 出力装置の指定方法

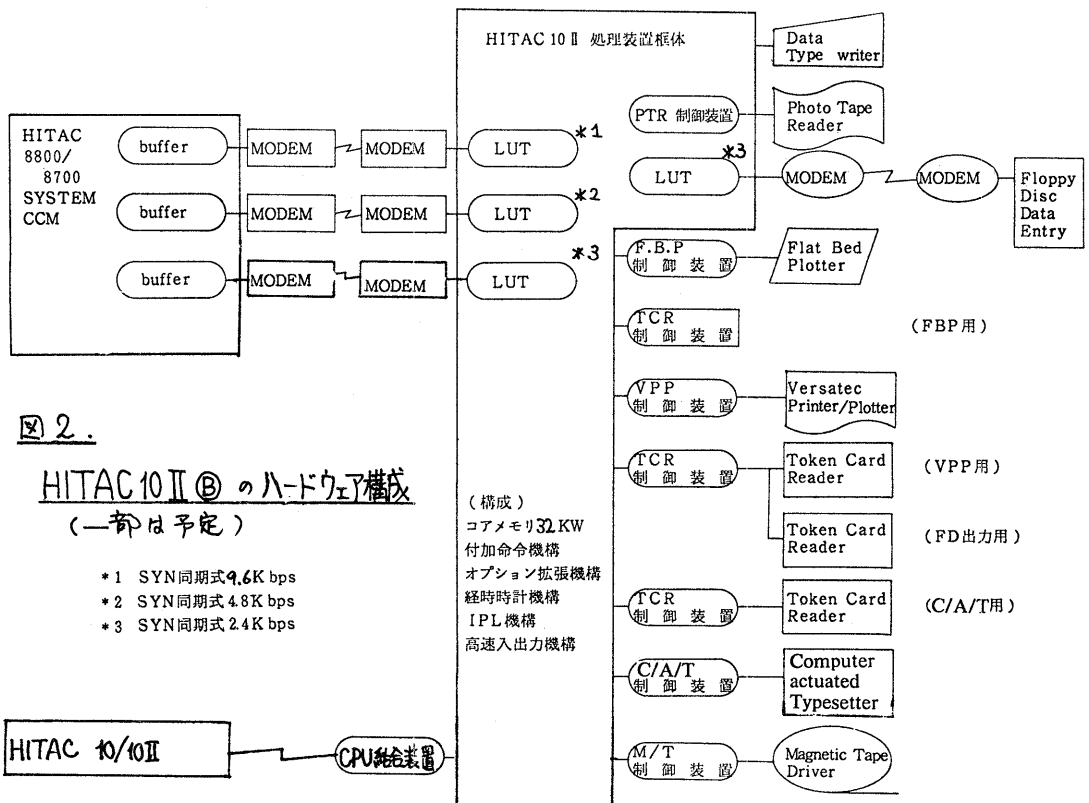
##### ① 図形出力先の指定方法

```
// L PLOT { DRUM } --- ドラム式 プリンタ
          { FB } --- フラットベッド式 プリンタ
          { VPP } --- Versatec Printer
// RUN 図形出力プログラム --- ユーザプログラムの制御
```

##### ② プリント出力先の指定

```
// FT06Fool: DTF SYSOUT=>VPP
                                     PRX
// RUN プリント出力プログラム
```

(Versatec あるいは Printronix のプリンタの指定)



## II-5 ソフトウェア構成

### II-5-1 モニタ

本システムのソフトウェアは、我々がさきに開発したリアル・タイム制御用のモニタである、MINOS の下で稼動する。これは事象駆動式(イベント・ドリブン)の固定優先順序によるマルチ・プロセス・モニタで、全体がメモリ常駐で動作するようになっている。プロセス間の同期方式は MULTICS 風の black/wake-up と、通信ボックスによる情報伝達を使用している。

MINOS の設計に当たって目標としたのは下記の諸点である。①モジュラリティ：MINOS とその下で稼動するソフトウェアは、完全にモジュール化(プロセスと入出力制御プログラム—IOCS)されている。MINOS を構成するモジュールはプロセス、デイスパッチャ、コマンド・インタプリタ・プロセス、コンソール制御プロセス、タイマ・プロセス、コンソール IOCS、タイマ IOCS である。伝送制御プログラムは設計とメンテナンスの容易化のため、多数のプロセスに分割される(図3)。IOCS は HITAC 101 の特産である入出力制御装置の設計上の自由度を最大限に生かせるよう、自由に新しいものを設計して組み込むことができる。このモジュラリティのおかげで、システム構成の変更は容易であり、実際にほぼ毎年新しい装置の追加や構成の組み替えを行っている。

②高速性：MINOS は割込処理とプロセス・スイッチを極めて高速に処理できるように構成されており、実際に約 4000 回/秒の割込に対しても余裕がある。

③操作性：必要に応じてコンソールから投入するコマンドにより、任意のプロセスの起動、停止を行うことが可能である。入出力装置の一時的な動作不能に対しては、自動的に動作再開を行う。回復不能なデータ・エラーの場合には利用者/オペレータの確認/操作によって再開する。またシステム起動時に全システムの読み込み(約 20 KW)を紙テープリーダーから行うことを避けるため、コア・メモリ上の記憶もプロセス、IOCS の状態に関して初期化する、簡便起動法を用意している。

### II-5-2 デバッグ手段

マルチ・プロセスの環境で動作するソフトウェアのデバッグはなかなか困難なものであるが、我々はこの対策として次のような道具を作製して使用している。

①オンライン・デバッガ：コマンド・インタプリタの機能であって、ブレーク・ポイントの設定、ブレーク発生時のレジスタ内容の表示、任意時点でのメモリ内容の表示、変更などの機能を持つ。ブレーク発生時にも他のプロセスの動作を妨げることはない。

②オンライン・ダンパ：メモリの内容をライン・プリンタに出力するプロセスである。サービス中のメインテナンスに有効である。

③RJEシミュレータ：図3の方式C伝送制御プロセスの機能をシミュレートするプロセス。ある伝送制御プロセスが送信しようとするレコードを、適当な受信制御プロセスに折り返し受信させることができる。これによって新しい送信または受信の制御プロセスを開発するときに、H-8000 システムとは全く独立して行うことが可能である。

④伝送制御トレーサ：方式 A 伝送制御手順において、LUT の入出力制御から呼ばれて、CPU と LUT の間を出入りするデータを、実時間的にライン・プリンタにトレース出力する。〔4〕

## II-5-3 伝送制御プログラム

本システムでは次の2種の伝送制御手順をインプリメントしている。

- ①方式A：調歩同期式、2400 bps で RJE の他に TSS 処理も可能。
  - ②方式C：IBM の BSC に類似の STU 同期式、2400~9600 bps で RJE 専用。透過モードのデータ転送が可能で、同一文字の連続などの圧縮/復元処理を行う。ドット式プリンタへの図形出力などに適している。図3にこのプロセス構成を示す。<sup>[5]</sup>
- どちらの方式においても、1本の回線つまり1個のRJEステーションに複数個の出力装置を接続することができ、これはジョブとRJEコマンドからは表4のような形式で識別することが可能である。RJEの機能上の制約によって、これらの装置に並行して出力させることはできないが、利用頻度の高い装置については回線数の節約のためにこの機能を利用することができる。

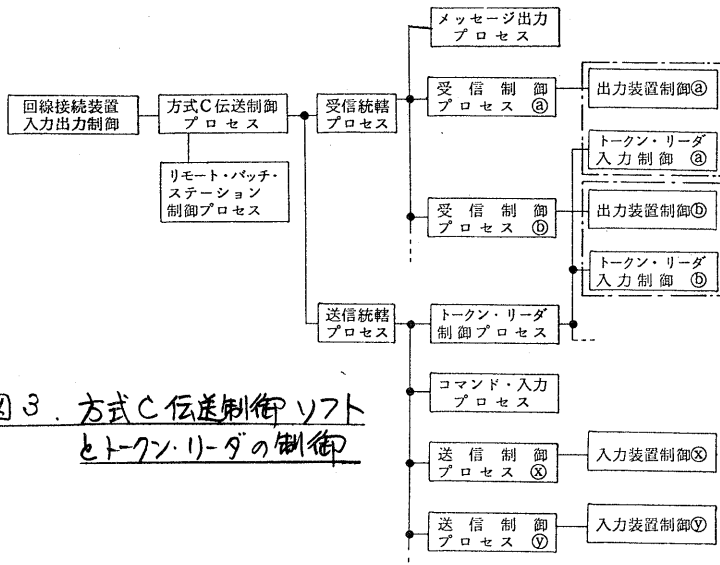


図3. 方式C伝送制御ソフト  
とトークン・リーダの制御

1954.4 --- C/Aの識別名  
1954.6 --- F/Aの識別名

H-8000のジョブではCAT  
あるいはFDなどの暗記名  
が使用できる。またRJE  
コマンドに替えて、トークン  
カードが利用できるので、  
紙屑のところ利用者がこの  
形式の識別名を認識する  
必要はない。

表4. 端末装置の識別

## II-6 リモート・バッチ出力のセルフ・サービス化

### II-6-1 トークン・カード・リーダ

リモート・バッチ・ステーションのコンソールからは種々のコマンドの投入が可能であり、出力開始やキャンセルなどの要求を行うことが可能である。しかしこれを一般利用者自身に行わせることは、余分な計算機システムに関する知識を要求することとなり、望ましくない。本システムではこれを改善するためにH-8000システム直結の出力装置と同様に、トークン・カードによって容易に出力要求が行えるようになっている。さらに進んで、押しボタンによって④現在出力中のもののキャンセル、⑤最初からの出し直し、も自動的に行われる。習熟した利用者は⑥のボタンによって、問い合わせなどのRJEコマンドのコンソールからの入力も要求することもできる。トークン・カードの挿入とボタンの押下によって自動的に生成されるRJEコマンドは表5の通りである。

### II-6-2 トークン・リーダ制御プロセス

トークン・リーダIOCSからの入力を受け、しかるべきRJEコマンドに変換して投入するプロセスである。図3にその位置付けを示す。出力装置群に存在するトークン・リーダと回線

.. ROUTPUT (V.ユガid, 装置識別)  
.. RCANCEL  
.. RMODIFY R

(上から順に: 出力, キャンセル, 再出力)

表5. RJEコマンドの自動生成

本プロセスを置く方が論理は容易であるが、OS7 では各出力装置に対する制御が独立していないので、この形をとっている。つまり同一 JES ステーション内の他の装置ですでに出力中であるならば、新たな出力開始はできないわけで、本プロセスはこのことを、出力中の装置以外のもののトークン・リーダーのレディ・ランプを消灯させて示すようにしている。この場合キャンセルなども無効であって、向選んで他人の出力を損うことがないように制御している。

方式 C で使用している入力装置はフロッピー・ディスクただ一つであるが、これはフロッピー装置の操作だけで入力が行われ、本システムでの操作は不要である。なお入力は他の装置での出力とは独立して並行に行うことができる。

### II-7 各入出力装置の用途

① グラフィック・ディスプレイ、タブレット：プロッタ出力の事前チェック、座標入力

② ドラム式 / フラット・ベッド式 プロッタ：線画出力。

③ Versatec / Printronix プリンタ / プロッタ：面画出力、線画出力、漢字出力、英小文字出力 (ワード・プロセッシング)、カナ文字出力 (Printronix)。

④ Computer Actuated Typesetter (全自動写植機)：英文清書。〔6〕

⑤ フロッピー・ディスク：データの入力、小規模ファイルのバック・アップ。

上記のうちプロッタ以外の装置は本システムによってはじめて利用が可能となったものである。いずれもよく利用されている。プロッタについては利用者の要求に備えてクローズ出力の受付もなされているが、ほぼ全ての出力がセルフ・サービスで取り出されており、ターンアラウンド時間が短くて済むため評判はよい。なお本システムでは説明してきたオンライン用途の他に、オフライン サービスとしてカード・リステイキングと、M/T 上の面画データの Versatec Printer への出力 (データ量が多い場合に有効) を並行して行っている。

## III 磁気テープ使用予約の自動化

### III-1 概要

本システムは、短期間 (数日) 有効な大容量のディスク・ファイルを利用者に予約によって貸出し、計算ジョブの実行を磁気テープに替えてこのファイルへの入出力によって行い、もって不足している磁気テープ装置の効率化を計るものである。予約とそれに基つくファイルの準備については H-8000 システム内部で自動的に処理され、センタ側の人間が直接に関与する必要のないようにしている。

本センタでの M/T の使用目的は主として数値計算の入出力データないしは中間結果である。現在の使用法は、あらかじめ磁気テープ装置を記憶による予約によって確保し、その使用予約時間内に計算ジョブを実行させるようになっている。数値計算は時間が掛ることが多く、また 1 ジョブで入力・出力併せて 2 台の装置を使用することも多いため、用意されている 4 台の装置で日に 10 ～ 20 人程度しか予約できない状況となっている。一方ファイルなど計算機システム利用の高度化に伴い、ファイルのバック・アップなど計算機時間の短い、従って予約制にない M/T 使用の必要性が増大している。

本システムによれば、長大計算のジョブでも実際に磁気テープ装置を占有する時間はディスク・ファイルとの間のコピー時間だけで済み、装置の予約制は必要でなくなる。結果として上に述べた 2 種の使用法のどちらもが容易化されることが期待できる。

### III-2 仮想磁気テープ、ファイル(VMTファイル)

本システムの中心は、磁気テープの代りに使用するファイル(VMTファイル)である。これは利用者の予約に基づいてその期間たり、専用のディスク・ボリューム(VMTボリューム)の上に作成されて、利用に供される。OS7が標準的にサポートしているものに恒久的ファイルがあるが、これは無期限に使用できるが利用者当りの使用可能量は小さい。本センタで別に開発した利用方式に「データ・ライブラリ」があるが、これも使用容量に応じたアクセスをしている限り使用が継続される柔軟性格を具にする。VMTファイルは期限付ではあるが相当の大容量のファイルを、ジョブをまたいで連続使用できることが特徴である。

### III-3 VMTファイルの予約とその管理

利用者がVMTファイルの予約を行おうとするときは、利用者の通常のジョブ(バッチ処理とTSS処理のどちらでもよい)の中で、予約コマンドを発行する(表6)。予約に必要な事項はコマンドのオペラントとして指定する。予約コマンドを発行するジョブはそれ専用である必要はなく、他の処理に便乗させることができるが、別にセンタ内にあるシステム・コントロールから直接に同様のコマンドを発行できるように計画している。

利用者からの予約要求に対して、本システムでは下の条件を勘案して諾否を決定し、結果をメッセージに出力して知らせる。このために受理された予約はファイルに格納して保存する(予約ファイル)。保存される予約情報の内容を表7に示す。①予約当日のVMTディスク・ボリュームのスペースの余裕、②予約当日のその利用者の総VMTファイル・スペース量、③使用期間長さ。①は当然であるが、③はVMTファイルの需要と利用可能なVMTボリュームの総スペース量から判断して定めなければならない(2日〜1週間程度を考えている)。

②については、固定的な制約が不公平に有利であるのを避けて、動的に制御して大容量のVMTファイルが利用できる可能性と少数の利用者によるVMTボリューム独占の排除を両立させる方針である。つまり少数の利用者には、VMTボリュームの独占にならない範囲で、できるかぎり大容量の使用を許可しようというわけである。正確には総VMTスペース量の大きい方からの累積人数を規制する。例えばVMTボリュームの総容量が330MBのときは40MB以上は0人、40MBは5人、1MB以上は330人という案を現在検討中である(図4)。この制御はVMTファイルの利用実態に即したものであることが必要であるが、この反映を可能にするため、過去の予約ファイルと解析するプログラムの開発を予定している。

|      |           |                              |
|------|-----------|------------------------------|
| 予約要求 | //VMT RSV | VMTファイル名, スペース量, 使用開始日, 使用期間 |
| 予約取消 | //VMT CAN | VMTファイル名, 使用取り消し日            |
| 予約確認 | //VMT ENQ | VMTファイル   使用日                |

表6  
VMTファイルの予約に関するコマンド

|          |
|----------|
| 使用者識別名   |
| VMTファイル名 |
| 使用開始日    |
| 使用終了日    |
| ファイル編成   |
| スペース量    |
| その他      |

表7  
予約ファイル中の予約の表現

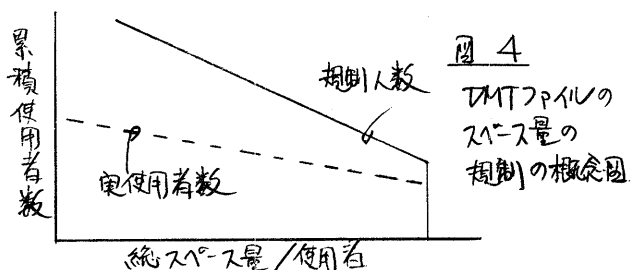


図4  
VMTファイルのスペース量の規制の概念図

### Ⅲ-4 VMTファイルの予約に関するその他のコマンド

VMTファイルの予約がどうなっているかを確認したり、不要となった予約をキャンセルするためのコマンドを用意している。またVMTボリュームに予約がある場合には、VMTファイルの使用期間が開始した後で同一のファイル名を指定して予約要求コマンドを実行することにより、使用期間を延長することも可能である。これによって、VMTボリュームの混雑度によって使用期間が自動的に制御されることになる。(表6参照)

### Ⅲ-5 VMTファイルの作成と消去

本システムでは毎朝一回、一般利用者に対するサービスの開始に先立って、VMTファイルの作成と消去のためのジョブを実行する。作成は当日に使用開始となるものについて、消去は前日に使用終了となったものについて、それぞれ予約ファイルを参照して行う。VMTファイルは、専用の所有者IDの下に作成され、予約者に対してのみアクセスが許可される。従って他の利用者との間で混雑が生ずることはない。このジョブは他のシステム・セッティング用のジョブと一緒に投入されるもので、特別な操作を必要とするものではない。なおVMTファイルの作成・消去を一括して行うのは、処理オーバヘッド削減のためである。

当日に使用期間が開始するVMTファイルの予約要求があった場合には、その場でその作成のためのジョブ(バッチ処理)を自動的に発生する。このジョブは最高優先順位で取り出され、実行されるので、利用者は長く待つ必要はない。当日の使用をもキャンセルする要求があった場合も同様である。

### Ⅲ-6 VMTファイル使用ジョブ

VMTファイルと磁気テープとの間のデータのコピーを容易に行うためのマクロ・コマンドを用意している。また計算実行ジョブで磁気テープの指定をするコマンドに替えて使用するための、VMTファイル指定コマンドも用意している。利用者の計算実行プログラムは全く変更する必要はない。(表6)

### Ⅲ-7 KEK OPENSYSTEM との比較

我々とほぼ同じ観点から磁気テープ装置の効率化を目指したシステムが、高エネルギー研究所で開発されている<sup>①</sup>これは磁気テープの入出力をバッチ処理のスプーリングの中に組み込んだものであって、実現方法は全く異なっている。つまり入力磁気テープはカード・リーダーと同時に入力ジョブ・スタックにコピーされ、出力磁気テープはプリンタ出力と同時に出力スタックより出力される。このシステムに比較して、我々のアプローチは次のような利点を有していると考えられる。

- ① TSS ジョブでも利用できる。
- ② VMTファイルの有効期間中は何長でも使用できるので、オーバヘッドが少く操作も容易である。
- ③ 途中結果を確認しながら何段階かの処理を磁気テープを介さずに連続して実行できる。特に①と②はプログラムの開発時には極めて有効であると考えられる。逆に高エネルギー研究所のシステムはプログラム開発が完了し、定形化された処理については操作が容易となる利点がありそうである。

表6. VMTファイルを使用するためのコマンドの例

|                |                                                                       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| M/T → VMT ファイル | //VMT IN VMTファイル名, MTファイル名, MTボリューム通番, MT装置名                          |
| M/T ← VMT ファイル | //VMT OUT VMTファイル名, MTファイル名, MTボリューム通番, MT装置名                         |
| VMTファイルの指定     | //VDTF ファイル定義名, VMTファイル名, DISP=OLD {<br>MOD} --- テータ力<br>RWT --- テータ力 |



### III-8 VMT ファイルの応用的利用法

VMT ファイルの本質はさきにも記したとおり、期限付きの大容量ディスク・ファイルである。磁気テープと切り離して使用することも可能である（例えば中間結果の格納にだけ使用するなど）。更に直接編成や索引順編成など、磁気テープと異なすファイル編成で使用するなど、不足する恒久的ファイルの補いとすることもできる。我々はこのような拡張も考えるが、本システムのインプリメントを行っている（表7参照）。

#### (謝辞)

ミニコン・オンライン・システムの実験である MINOS は本セータと東大工学部猪瀬研究室、日立製作所の三者による RJE ステーション開発の中で生れたものである。研究の機会を与えられた猪瀬博教授に感謝する。方式の伝送制御プログラムはその時の成果である。その後のソフトウェアの開発、改造に御協力いただいた東大理学部の小野芳彦氏、本セータの大野透、布施勇、志津田嘉康の諸氏、日立製作所の高橋繁之氏に感謝する。VMT ファイルについて親切な議論をして下さった本セータの山本毅雄助教と業務掛の諸氏、インプリメントに協力して下さい、という大野透、早野裕士の諸氏に感謝する。

#### (文献)

- [1] 石田, 村田: 超大型コンピュータ・システム, 産業図書 (1975)
- [2] 高橋, 大西, 東常: HITAC 8800/8700 OS7 のジョブ制御について, 情報処理, Vol. 15, No. 10, pp 773~780 (1974)
- [3] 長谷部, 石田, その他: ミニ・コンピュータ・オンライン・システムによるセルサービス入出力方式, 年報, 第7号, pp 41~60, 東京大学大型計算機センター (1977)
- [4] 長谷部, 野本, 石田, 小沢: ミニコンによるデータ通信リスト・システム 情報処理学会第14回大会予稿集, pp 507~508 (1973)
- [5] 長谷部, 高橋, その他: ミニコンによる SYN 同期式リモート・ジョブ・エントリ・システムの性能評価, 情報処理学会第16回大会講演論文集, pp 31~32 (1975)
- [6] Hasebe, Nomoto & Ishida: An On-Line Phototypesetter Support System, 情報処理学会第19回大会講演論文集, pp 771~772 (1978)
- [7] データ・ライブラリとは, セータ・ニュース, Vol. 9, No. 1, pp 12~13, 東京大学大型計算機センター (1977)
- [8] 着野善明: KEK OPENSYS-TEM 概説, データ処理ニュース, Vol. 1, No. 1, pp 55~56, 高エネルギー物理学研究所 (1977)