

大阪大学大型計算機センターにおける無人運転システム

福田一誠*, 瀬川滋*, 藤井護**, 高木修二**

1. まえがき

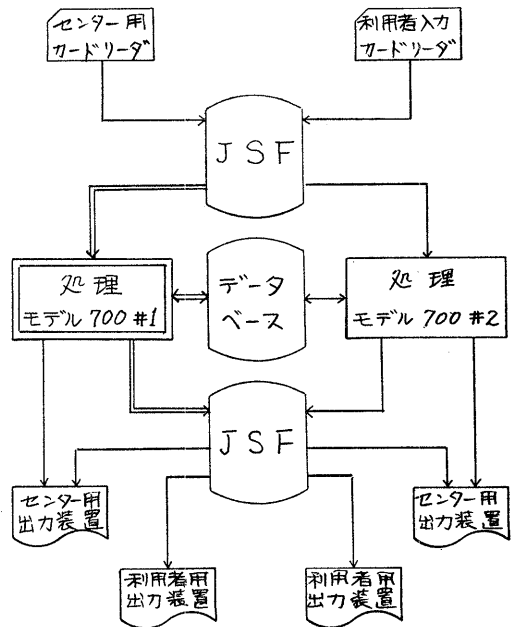
科学技術計算の計算センターである大阪大学大型計算機センター(以下センターと略称する)では、年々急増する計算需要に対処して、システム処理能力の増強を行ってきたが、慢性的に需要の方が処理能力を上廻るので、この不足する処理能力を恒常的な時間外運転で補ってきた。しかし、種々の理由により操作員に頼る従来の形の時間外運転をいつまでも続けることが困難になった。そこでセンターは日本電気と共同して、専門の操作員がいなくても自動運転するシステム(以下NMSと略す)を開発し、昭和51年4月よりNEAC 2200モデル700システム(以下旧システムと略す)で、バッチ処理を対象に運用に供した。その後システムがACOS 77NEACシステム800を経て、システム900(以下新システムと略す)に統合、強化されることになった。旧NMSの設計思想を礎にリモート処理も対象に含めるなど、旧NMSより機能を拡張、整備したシステムとして昭和53年8月より運用を開始した。以下旧NMSの概要とその運用実績、問題点を述べ、次に新NMSの詳細を紹介し、今後の検討課題について触れる。

2. 旧NMSの評価

2. 1. 旧NMSの概要(1)

旧システムは、TSS専用機とは別に、バッチ処理用としてNEAC 2200/700が2台あるが、予算上、当面は1台のみにNMSを装備することにした。操作を要する業務は有人運転時に行なう必要があるため、無人運転時(夜間)に処理するジョブの入出力は、その処理量から2台のM700で行なえなければならない。このため、共有のジョブ入出力バッファとして、ジョブ・スタック・ファイル(JSF)を設けた(図1参照)。旧NMSは、電源自動切断装置、火災報知器など種々の装置が接続されている(図2参照)。電源自動切断装置はシステムの中核を成すもので、システムを集中管理するモニター室に置かれ、次の諸機能がある。

- ① 自動電源切断条件検出機能
- ② 強制電源切断条件検出機能



⇒: 無人運転モード

図1. 無人化後の運用方式

* 日本電気(株) 情報処理大阪システム事業部システム部
 ** 大阪大学大型計算機センター

- ③ 警報機能
- ④ 順序電源切断機能
- ⑤ 強制電源切断機能
- ⑥ 順序電源投入機能
- ⑦ 状態表示機能
- ⑧ MG投入・切断機能

遠方呼出装置は宿直室におかれ電源自動切断装置の警報機能と連動しており宿直員に知らせることを可能にしている。ソフトウェアについては、JSFの開発の外に、次の諸機能をOSの中に組み入れた。

- ① コンソール情報のディスク出力
- ② 二重化ファイルの自動切替え
- ③ 障害ファイルの自動切離し
- ④ オペレータアクションの自動生成
- ⑤ 運転終了の認識
- ⑥ 計算機システムの異常の認識

2.2. 運用実績

旧システムは昭和51年4月より運用を開始し、昭和53年3月末まで稼働した。この間のセンターのサービス日数574日、計算サービス時間5848時間のうち、無人運転は462日間、2366時間(全て時間外ばかり)行なわれ、異常終了処理が行われたのは14回であった。この内訳を表1に示す。

表1. 旧NMSの運用実績

	51年度	52年度	備考
センターサービス日数	284	290	
計算サービス時間	2882	2966	
無人運転日数	229	233	
無人運転総時間	1133	1233	全て時間外
異常終了処理回数	9	5	
内 訳	C.P.U障害	0	1
	メモリ障害	3	3
	ディスク障害	3	1
	原因不明	3	0

旧NMSシステムが最も長時間利用された52年2月の運用の詳細について述べる。当月の無人運転は時間外ばかり19日間、243時間20分行われたが、正常終了17回、異常終了2回であった。その詳細を表2に示す。

2.3. 問題点(1)

前節の実績に見るように、旧システムとしては十分に当初の目的を満足したといえる。しかし、設計中、運用中に計算機システムの無人化に対する以下に示す問題点がいくつか浮かび上がってきた。

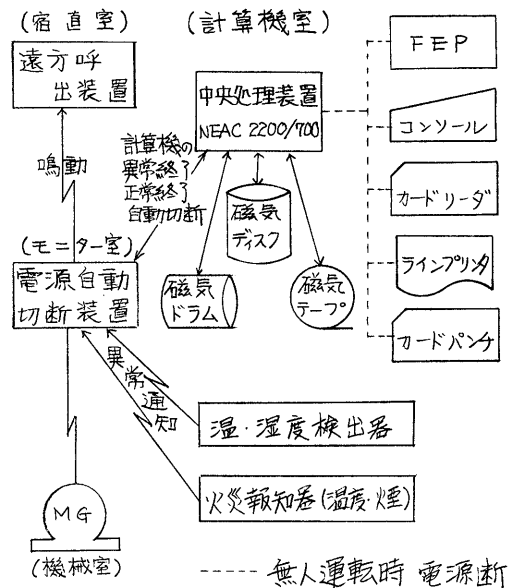


図2. 旧NMS構成図

- ・ 建屋構造
- ・ 強制電源切断条件と切断の対象
- ・ システムの信頼性
- ・ オンライン業務の無人化
- ・ 障害状況表示
- ・ ファイル容量
- ・ 有人自動運転

表2. 旧NMSの10-7月運用状況(52年2月)

日	運転終了時刻	終了状態	処理件数	処理時間 (時:分:秒)	ハードウェア障害		
					本体	ディスク	MT
1	22:00	○	48	4:10:18	-	E1, T3	E289
2	徹夜	○	187	13:43:49	-	E1, T8	E2
3	22:10	○	59	3:58:28	-	E1, T4	E1
4	徹夜	○	140	10:42:12	-	E1, T7	E3
7	7:15	×	95	9:19:47	-	E3	—
8	22:10	○	131	4:15:46	-	E4	—
9	23:30	×	181	10:44:30	-	E1, T1	—
10	徹夜	○	147	11:15:52	-	T1	—
14	〃	△	175	10:22:43	-	—	—
15	〃	○	205	11:55:13	-	T3	E5
16	〃	○	160	11:12:45	-	E1	—
17	〃	◎	138	12:38:09	-	E1	E12
18	〃	○	152	14:33:47	-	—	—
21	〃	○	157	12:17:01	-	E1, T1	E6
22	〃	◎	161	11:04:51	-	E2, T3	E5
23	〃	○	163	13:30:46	-	—	—
24	〃	○	137	14:04:22	-	—	—
25	2:20	△	107	8:14:43	-	—	—
28	徹夜	○	180	11:51:07	-	—	—

備考 ◎ 正

◎ 正常終了

○ 無人運転終了予定時刻による
強制切断

△ JSFオーバーによる
正常処理中止

× 異常終了(ディスク障害)

— : エラー無し

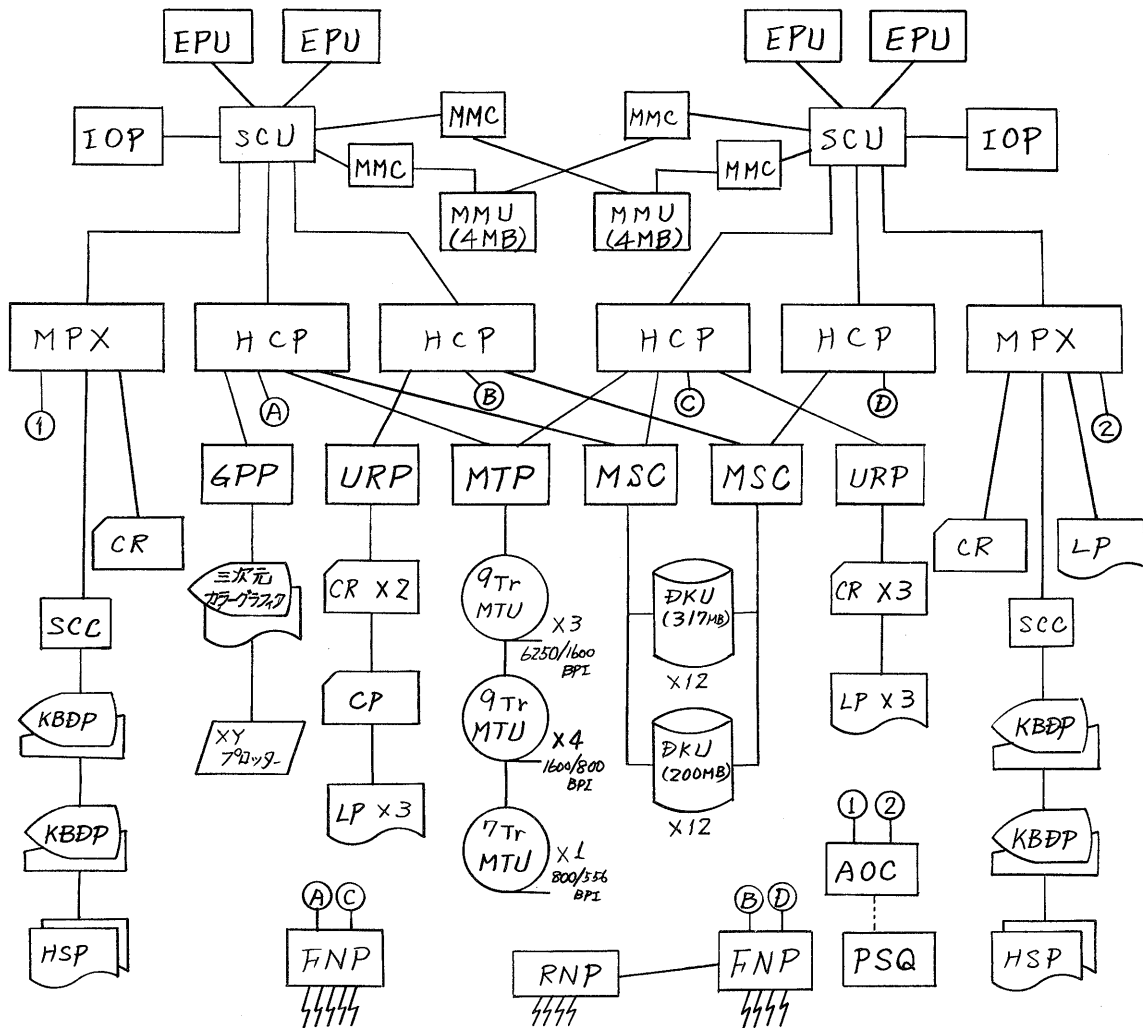
En: 入出力エラー回数

Tn: 転送エラー回数

3. 新システムにおける無人化

3.1. 新システムの構成

新システムは昭和53年10月10日にセンターに搬入された。その構成の概略を図3. に示す。



端末構成

N6240 X 6 (4800B)
 N6300/50 X 3 (2400・1200B)
 N6370 X 1 (2400B)
 N6300/20N X 2 (2400B)
 内合せ表示装置 X 2 (2400B)
 N6040系 X 13 (1200B)
 N3200, M4, N604D
 N6922 X 6 (1200B)
 NCU X 1 (1200B)
 キヤリクディスプレイ X 6 (1200B)
 グラフィックディスプレイ X 7 (1200B)

NB3000 X 8 (300B)
 NM3000 X 7 (300B)
 NCU X 20 (300B)
 カルチ 700, ADM-3, NP3000
 ソフトウェア 4010, 4051
 NA2000 X 3 (200B)
 N6020 X 14 (50B)
 MELCOM-70 X 1 (4800B)
 OKI-S50/40 X 1 (2400B)
 沖スゴフ T2000 X 1 (1200B)
 無手帳端末 X 4 (300B)

RNP 端末

FACOM230/28
 OKITAC 4500/c
 N3200/70 X 2.

図3. 新システムの構成

3. 2. 新システムの運用

新システムでの運用方式について簡単に述べる。旧システムと大きく異なる点は、主計算機が3台から1台に統合された事により、各種サービスが一元化されたことである。特に豊中キャンパス(理学部、基礎工学部、経済学部、文学部、法学部、教養部がある)に大型リモートバッチステーション(4800BPS全二重、毎分600枚のカードリーダー、毎分500行のラインプリンタ)を3セット設置したことにより、メールジョブが大幅に減少し、センター職員の利用負荷(仕訳、郵送業務等)が軽減され、豊中キャンパス利用者に対しても、ターンアラウンド時間の大幅な短縮を実現した。一般にジョブ入力はセンター利用者自身が行なうことになっており、センター内では、カードリーダーからのオープン入力、局内端末による会話型ジョブ入力がある。センター職員によるジョブの入力は郵送ジョブのみである。リモートからのジョブ入力は、TSS処理の他に、リモートバッチ入力、会話型ジョブ入力があり、全て利用者自身によって行なわれる。一方、ジョブ出力についても、メール指定ジョブに対するセンター職員の仕訳・郵送処理を除いて全て利用者自身によって行なわれる。センター内では、待っておけば自動的に出力されるオープン出力、利用者が必要な時に指示するディマンド出力、局内端末を利用する会話型ジョブ出力等がある。リモートへのジョブ出力は、入力と同様に、リモートバッチ出力、会話型ジョブ出力があり、全て利用者自身によって行なわれる。その他センター内で利用者自身に開放されているものとして、磁気テープ入出力があり、今後XYプロッタ、グラフィックディスプレイ、紙テープ、フロッピーディスク、手書きOCR、3次元グラフィックディスプレイ等のオープン利用が予定されている。

3. 3. ACOSの省カ化に対する考え方

ACOSにおいては、自動運転、省カ化運転をサポートする機能として、以下のものがあり、旧システムより新たに開発するものが減った。

① PSQ (Power Sequencer)

計算機システムの各種電源について、システムで決められた順序に従って自動的に投入・切断を行なう。

② MSOS

入出力処理装置(IOP)において計算機システムの診断を行ない、必要に応じて故障装置の切離し、再接続を行なう。

③ 緊急シャットダウン

OSが何らかの原因で処理の継続が不可能になった時、再処理に必要な情報の退避等を行なって、システムのクローズを行なう。

④ コンソールジャーナル

コンソールCRTのハードコピーを無人状態の時に、ファイルにとり、おき、後で、ラインプリンタに出力する。

⑤ NPSオートブート

通信処理装置のソフトウェアであるNPSが何らかの原因でダウンした時、解析に必要な情報のダンプロcessを行なった後、新たにNPSをブートロードし、オンラインサービスの再開を自動的に行なう。

⑥ デマンドプリンティング

ジョブ出力について、利用者が必要な時に、必要なジョブの出力指示ができることにより、センターにおける仕訳業務の負荷が減る。

⑦ FMS (File Management Supervisor)

ファイルに関する全ての管理を行っており、二重化処理、エリアの自動割り当て、拡張、機密保護、等がある。

⑧ 世代管理

ファイルの更新処理に関し、JCLの管理、ジョブの異常終了等について、人の介入が不要になる。

⑨ MDF (Mass Data File)

磁気ディスクの容量拡張、あるいは磁気テープの自動ライブラリーとして、FMSの管理のもとでファイルの媒体管理が自動化される。

⑩ FIPS (Facility Management and Improved Production System)

ジョブスケジュール、実行の自動化、各種資産、媒体の自動管理等、計算機システム全般にわたる総合管理システム。

以上の機能のうち、⑦、⑩については当センターでは適用していない。

3. 4. 新NMSの設計方針

旧NMSのハードウェア、ソフトウェアはすべてセンターの運用に合わせた手づくりのものであった。ACOSシステムでは旧システムでの経験を生かし、無人運転を実現するためのハードウェア、ソフトウェアが開発され、標準機能として用意されている。ハードウェアとしては自動運転制御装置(以下AOCと略す)があり、多重プロセッサシステムにおいて1つのシステム(1OS)で運用することも、システムを分割して2つのシステム(2OS)として運用することも自由にできるように設計されている。また各システム毎の運用環境の相異に柔軟に対応できるように、各種検出器とのインターフェース、外部呼出し、電源切断等に自由度がもたせられている。さらにそれらをソフトウェアでも制御できるように考えられている。ソフトウェアは診断機能を持ち、入出力処理装置(IOP)を通じて、AOCとインターフェースを持ち、計算機システムに異常が発生すれば、自動的に(自動運転モードの時のみ)システム終了処理が行われる。各システムの運用環境に関する部分はすべて、自動運転制御ソフトウェア(以下AOCと略す)で管理することができ、ACOSシステムのOS(ACOS-6)、AOCと関係しながら、運用条件に合わせた各種処理を行うことができる。

3. 5. 外部異常検出器

AOCは外部環境の異常を検出するために、外部異常検出器を接続するためのインターフェースを持っている。標準的に接続可能な検出器には次のものがある。

煙感知器、温度感知器、湿度感知器、漏水感知器、

不法侵入感知器、MG、ガス感知器

その他の検出器についても、インターフェース条件に合致すれば接続可能である。これらの検出器と後述(3. 6項)の自動切断方法との対応はシステム設置時に決めることができる。

3. 6. AOCの機能

AOCは多重入出力チャンネルに接続され、基本的に次の機能をサポートする。

- ・システム電源の自動切断
- ・システム状態の表示
- ・外部呼出し
- ・異常状態の検出

以下にそれぞれの機能について述べる。

(1) 異常状態の検出

異常には外部異常検出器で検出する異常、AOCで検出する異常、ACOS-6で検出する異常、MSOSが検出する計算機本体とACOS-6等の異常がある。AOCで検出する異常とは、MSOS自身の異常であり、AOCのタイムにより、MSOS自身が正常に動作していることを監視する。

(2) システム電源の自動切断

システムの正常終了時および運転中のシステムや環境に何らかの異常が生じた時に、電源を自動切断する。この自動切断はAOCの操作パネル上の自動切断有効/無効スイッチにより、切断の選択が可能である。ただし、火災・地震等による異常信号を受けると自動切断有効/無効に関係なく自動切断する。切断の対象はAOC制御下の計算機システムの電源、MG、空調等である。

自動切断の方法は、異常の原因により以下に述べるレベルに分かれる。

レベル1~3は外部異常の検出によるもので、レベル1は火災、地震、電源異常などの検出時に、AOC自身の電源も含めて全電源を即時に切断する。レベル2はAOCを除いて全電源を即時に切断する。レベル3はACOS-6に異常を通知し、電源を順序切断する。レベル4はAOCが検出するACOS-6の異常に対し、電源を順序切断する。レベル5~7はACOS-6からのコマンドにより、電源を順序切断するもので、レベル5はACOS-6自身が何らかの異常により緊急シャットダウンする異常終了であり、レベル6は各種システムファイルのオーバーフロー等による異常終了であり、レベル7は、終了予定時刻や、ジョブ終了による正常終了である。以上をまとめると表3.となる。

表3. システム電源の自動切断方法

レベル	切断原因	切断方法	OSとのインターフェース	説明
1	外部異常検出	緊急切断	無	火災、地震、電源異常 AOC自身の電源も切断
2	"	"	"	上記以外の外部異常
3	"	順序切断	異常をOSに通知 OSから切断コマンド	"
4	AOCによるタイムアウト検出	"	無	
5	OSが検出する異常	"	OSから切断コマンド	緊急シャットダウン処理
6	"	"	"	システムファイルのオーバーフロー等
7	正常終了	"	"	終了予定時刻 ジョブ終了

なお本インターフェースを応用すると、ガス消火器の起動等にも利用できる。

(3) システム状態の表示機能

システム運転時/終了時の状態表示(ACOS-6よりのコマンドによる)と外部異常検出器が検出する異常状態の表示およびAOC自身の装置状態が表示できる。(図4参照)

(4) 外部呼出し機能

システム運転時に発生する異常状態に応じて、オペレータ、保守員室、保守室、

宿直室等を対象にベルの鳴動やランプの点灯による呼出しが可能である。

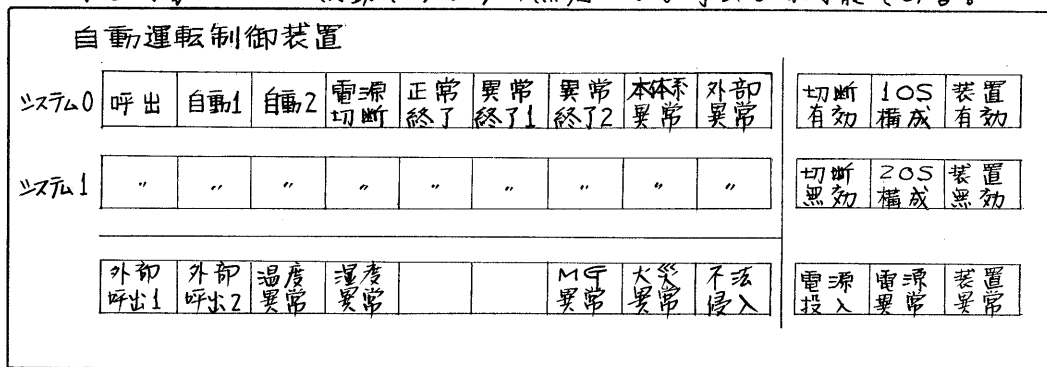
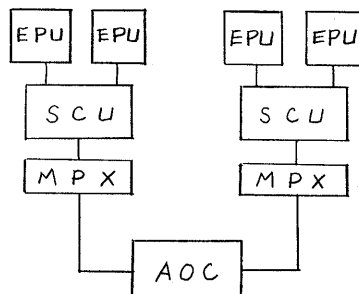


図4. AOCの表示パネル

3.7 多重プロセッサ運用

AOCは多重プロセッサ構成での運用も可能であり、IOSでの運用時には、いずれの系から切断コマンドが出されても、システム電源およびコンピュータ室の電源が切断される。ZOSでの運用時は切断コマンドを出した系の方だけのシステム電源を切断する。MG、空調、コンピュータ室の電源切断は両系のシステム電源切断後に行なう。



4. 自動運転制御ソフトウェア

自動運転制御ソフトウェア（以下AOC Sと略す。）にはシステムとして必要な基本機能と、多様な運用形態に適合するために組み込まれるユーザ個々の運用機能とに分かれる。

4.1. AOC S基本機能

AOC S基本機能として以下の機能がある。

- (1) AOCに対する運用プログラムからのコマンドを処理する。
- (2) システムファイルの異常に対して自動的にAOC S-6の終了処理を要求する。
- (3) コンソール入力の応答が必要な時、一定時間内に応答がないと、特別割込みを発生させ、運用プログラムに処理をさせる。
- (4) システム終了時、自動運転終了状態をコンソール出力表示する。
- (5) システム終了時、自動運転終了状態をランプ表示する。
- (6) システム障害発生時、必要な情報をディスクファイルに待避する。
- (7) システム終了処理が完了すると、コンピュータ関係の電源をAOCを利用して自動切断させる。

4.2. AOC S運用機能

各ユーザの運用形態に合わせて、作成するプログラムで、次のような機能を有する。

- (1) 自動運転の運用環境の初期設定および変更
- (2) AOC S基本機能に対して、自動運転モード開始の通知
- (3) AOCに対して、自動運転モードとしてのオンライン処理（バッチ処理も含

む)又はバッチ処理の表示ランプ点灯指示。

(4) 業務終了条件の監視(ジョブの終了、終了予定時刻等)

(5) 異常状態検出時の処理

(6) 異常時の外部呼出し

センターでは以上のうち(4)項については、以下のような処理をしている。

(a) オンライン処理、バッチ処理についてそれぞれの終了予定時刻の初期設定を行なう。

(b) バッチ処理のみの場合は終了予定時刻以前でも、実行ジョブが無くなった時点でシステムを終了させる。

(c) バッチ処理で終了予定時刻が指定されている場合、各スケジュールクラス毎にスケジュールをストップさせる時刻が設定でき、終了時での実行ジョブの中断を避けている。

(d) オンライン処理時、終了時刻前に各利用者へ終了予告メッセージを出力する。

5. 他システムでの適用

一般ユーザが無人化・自動化に期待するものは、労働条件の改善、操作ミスの防止、作業の標準化の促進、業務処理量の増加...があるが、その最大のものは経費の削減といえよう。この無人運転システムにおいて経費の削減があるか無いかの目安は(1)式の η の値により判定できる。

$$\eta = \frac{J + M \times H \times C + L(T+H) + \alpha LH}{W} \bigg/ \frac{J + M' \times H' \times C' + L'(T+H') + \alpha' LH' + A + S}{W'} \dots (1)$$

η が1以上であれば経費削減の効果があったといえる。(1)式における記号の意味は表4に従う。但しAOCについてはACOSシステムは標準品として準備されているので、AではなくL'に含めてもよい。また α はオーバレントル費係数である。

表4. 無人運転システムに関する経費項目

経費項目	無人化前	無人化後	備考
システム運用固定人件費	J	J	
超過運転操作員数	M	M'	$M > M'$ (完全無人化時 $M' = 0$)
超過運転時間	H	H'	一般に $H < H'$
超過運転操作員単価	C	C'	〃 $C > C'$
システムレンタル費用	L	L'	$L \leq L'$ (ファイル, メモリ, LP増)
システム固定運転時間	T	T	
無人化に必要なハード費用	—	A	AOC, 感知器等
〃 ソフト費用	—	S	ユーザ開発費, メカ有償ソフト
仕事量	W	W'	一般の計算センター等では利用料と考えられる。

センターでは旧NMSを2年間使った経費面での詳細を(1)式を用いて計算してみると $\eta = 1.034$ であった。一方経費以外の点について新NMSの導入面から述べてみる。新NMSはACOSの標準機能として、ハードウェア、ソフトウェア共に完備しているので、どのユーザでも簡単に導入可能である。既にセンター以外でも4ユーザへ導入することが決まっている。我々がこのシステムを導入する過程で気がついた点で、特に検討すべきと思われる点について述べる。各種異常検出器については、AOCとのインタフェースがあるが、通常の市販の感知器で

あれば、ほとんど問題はない。緊急切断については、AOC自身が即時に指示を出すので、都合が悪い場合には、順序切断のエントリーを使い表示パネルの文字もそれに合わせて変更する必要がある。電源断の時、遠隔操作ができない空調機等に、自動切断の対象にならないものがある。リモートセンター的な端局の場合、端末については、リモートパワーオン/オフの機能が付加されれば、端末の管理はできるが、建屋自身について、別の次元で検討する必要がある。本来、操作員がいれば、磁気テープを操作することにより処理が絶行可能であるのに、操作員がいないうえに処理が続けられないことがある。各種システムファイル等のオーバーフローが発生した場合に、無人でも磁気テープがマラントされれば、さらにシステムの稼働性、サービス性が向上し、システムの構成、運用面にもゆとりがでてくる。この面からも、Gバイト単位の容量をもつ大容量気憶装置（ACOSではMDFと略す）の導入を検討する必要がある。ソフトウェアとしては、それぞれのサイトの運用条件に合うようにAOC運用機能を作成する必要がある。特に条件値が変更されるものについては、あらかじめ最適な形に設計すべきである。

最後に、完全無人化した場合には、建物や計算機システムの管理等に関して組織、制度上の問題があるが、これは、それぞれの所で順次解決していかねばならない。

6. センターでの今後の課題

新NMSは53年8月より運用に供され始めた。その検討の段階で、今後の課題として残された点について述べる。現在、リモートの利用者は夜間でも、オンラインサービス時間内であれば利用できるが、センターのローカルバッチ処理利用者は時間外は無運転の為にセンター内に入らず、利用できなくなる。これに対し、センターでは一般利用者向けに、センターとは別棟の利用者入出力棟を設置し、カードリーダー、ラインプリンタ等、できれば磁気テープもいつでも利用者開放することを検討している。これについては、建屋への出入の管理、緊急事態発生時の処置等、技術的、制度的側面において問題点がいくつかあり、順次解決していかねばならない。

謝辞：本システムの開発・導入にあたり、尽力された中島聖掛長はじめセンター業務掛の諸氏に感謝します。また福本真憲課長はじめ日本電気(株)情報処理大阪システム専業部システム部の阪大グループ各位、および同社コンピュータ技術本部方式開発部北村拓郎部長、同本部方式技術部井口堯部長、基本ソフトウェア開発本部才田開発部田中茂己部長をはじめとする各開発担当各位に深謝します。

参 考 文 献

- (1) 大型計算機自動運転システム(無人運転の一試み), 第々々回NEAC-S P研究会, 昭和51年11月26日