

# 東京大学生産技術研究所における 計算機運用システムの開発について (その1)

Development of Computer Job-shop Operating System

古谷千恵\*\*・柴田 碧\*

Chie FURUTANI and Heki SHIBATA

FACOM 230-55 の運用システムを開発した。ここでは、本所における、計算機使用の経過と特徴を概説し、システム開発の基本的考え方、方法、その内容および、使用結果を示す。

## 1. はじめに

本所では、従来、OKITAC 5090 C 機を約 10 年、FACOM 270-30 機を 5 年間使用してきた。OKITAC 5090 C 機のハードの寿命の終了、需要量の増大、ジョブの質的高度化に伴い、昭和 48 年 2 月に大型計算機 FACOM 230-55 機を導入した。

これは、高速な演算処理能力、マルチプロセッサ機能、ページアドレス機構、RAS 機能などのハードの特徴を有し、ソフト面では、マルチプログラミング機能をベースとするオペレーティングシステム OS II を有する最新の大型電子計算機である。

FACOM 230-55 機は、暫定的な運用システムのもとで、同年 4 月には、稼働を開始した。以来、計算機室では、本所での計算機使用実態に適した運用システムの開発のために、データを採集し、方式の改善、検討を続けてきた。本年 4 月にいたり、長時間ジョブを含めて、一応、システムの完成をみたので、ここに、そのシステムの概要、システム開発の基本的考え方、方法について報告する。システム開発の詳細な経過は、付録に示してある。48 年 10 月より具体的な作業に着手し、急行ジョブ、普通ジョブにおけるパラメータの決定を、10 月から 12 月の 3 ヶ月間に行い、それに引続いて長時間ジョブを含めた運用システムのパラメータの決定を、49 年 1 月から 3 月の間に行った。

## 2. 運用システム開発の背景

### (1) 本所における計算機運用の特徴

計算機の運用方式は、その計算機のおかれている組織の性格に適合したものでなければならない。すなわち、運用方式の開発は、計算機自身の持つ管理機能(オペレーティング・システム)を、その組織の使用実態に適合して、編成することである。

本所のような、大学付属研究所は、計算機利用という立場からみれば、研究室および、研究者が形作る共同利用機関である。これは、商業ベースで運営

される計算センタなどとは根本的に異なっている点である。運用システムの目標として、これら一般の計算センタでは、スループットの増大、コスト・パフォーマンスの改善がつねに強く追求される。しかし、特に、総合研究所である本所においては、計算機運用の原則は、「各研究室の多種多様な計算要求を、研究性格に適合させつつ、計算機の機能に合せ調整すること」である。

従って、運用方式の目標は、利用者の多種多様な諸要求(ターン・アラウンド時間の向上、使い易さなど)に、でき得る限りにこたえることである。OKITAC 以来、オープン制を、クローズト制とともに大幅にとりいれることが、本所での運用の前提となっているのもこのためである。

### (2) 本所におけるジョブの発生とその特性

計算機運用の立場からみたジョブ群の特徴づける要因としては、時間の変動と特性の分布があげられる。図 1 に、過去 11 年間にわたる計算機使用の経過を示す。計算機が導入され、それが破棄されるまでの使用経過をみると、使用時間数は年と共に増大し、一定限界に達すると、平衡状態を呈し、新機種が導入されるとともに下向状態となる。そして、1 年目は、計算機能力に余裕があるが、徐々に、能力いっぱいになる。図 1 の OKITAC 5090

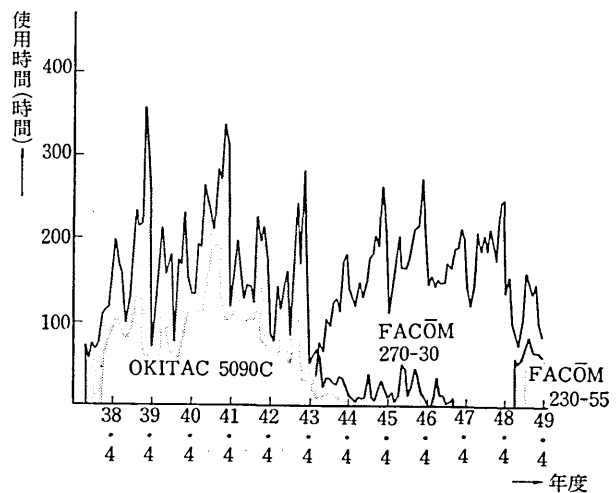


図 1 本所における計算機使用実態(月別使用時間)

\* 東京大学生産技術研究所 第 2 部  
\* 計算機室

C 機の使用時間が、FACOM 270-30 機に比べて大きいのは、OKITAC 導入当初から昭和 42 年頃まで、ロケット研究のため莫大な計算量を要したからである。また、FACOM 270-30 機の導入後の急激な使用時間の増大は、OKITAC 5090 C 機の性能が計算要求を満さなくなったため、使用者の大部分が、新機種に移行したことが原因している。今回の新機種導入に当っては、FACOM 270-30 機の有効利用が計られているため、新機種への移行は、比較的緩慢に行われつつあると思われる。

図 2 に、一年間の使用時間の変動例を示す。年間の特徴は、4 月～9 月の平常期と、10 月～3 月の繁忙期とに分けられる傾向がみられる。

図 3 に、1 日のジョブ発生件数の変動例を示す。図から、明らかなように、1 日のジョブの発生は、一様ではなく、11 時から 12 時と 14 時 30 分から 15 時 30 分に、

大きなピークがある。

図 4 に、ある日のジョブ群の CPU 時間、CORE 占有領域、OUTPUT 枚数、CHANNEL 使用回数の分布を示す。月または年単位でデータをとれば分布はもっとなめらかになるが、いずれにしろきわめて広範囲なひろがりを持っている。このように、特性が、広範にばらつく多くのジョブを効率的に処理することが、FACOM 230-55 機の導入にあたっての新運用システムの主要な目的である。

(3) FACOM 230-55 機オペレーティング・システム

オペレーティング・システムとは、種々の処理形態のジョブを効率よく処理し、あわせて、計算機システムを構成しているすべての要素を、効果的に使用するための制御を行うためのものである。FACOM 230-55 機のオペレーティング・システム OS II においては、各機能が、モジュール化されており、使用現場の条件によって、

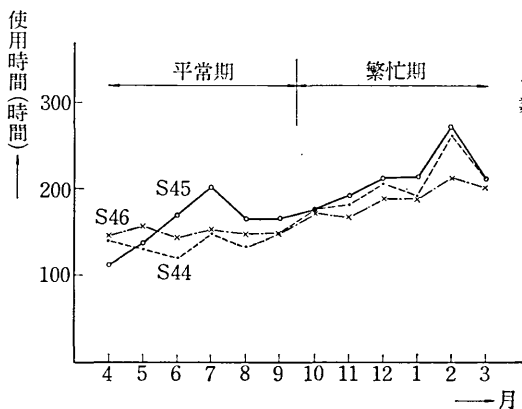


図 2 計算機使用時間の年間変動 (FACOM 270-30)

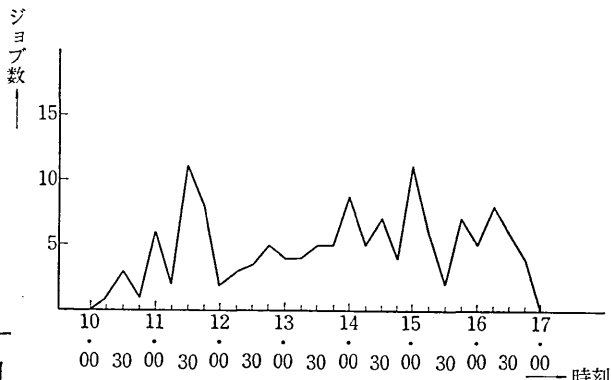


図 3 ジョブ発生の日変動例 (15 分毎の計算開始ジョブ数)

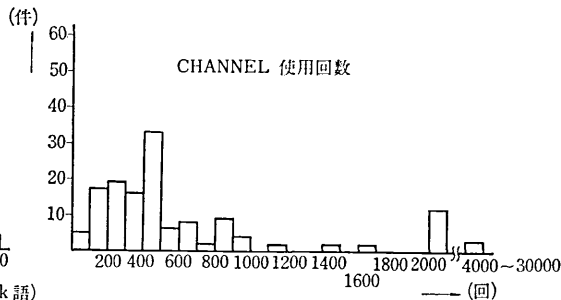
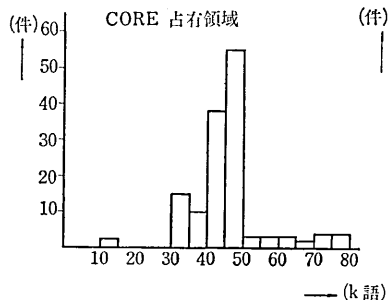
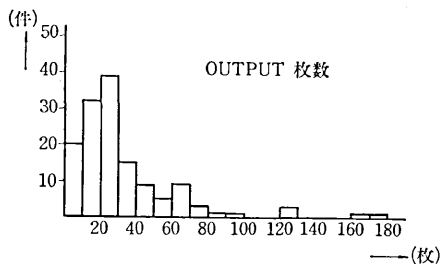
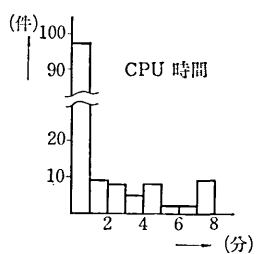


図 4 ある日のジョブ群における特性分布 (総数 140 件)

これらのモジュールを組合せて編成するようになっている。さらに、各モジュール内には制御パラメータがあり、これらも、使用現場のジョブの特性分布に合せて決定しなければならない。このような編集作業を、ここでは、運用システムの開発という。ここに使用する機能は、多重処理に関する制御、ジョブの実行開始優先順位に関する制御、ジョブの実行優先順位に関する制御、ジョブ・グループ制御、等である。詳細は、第4章に示す。

### 3. 運用システム開発の基本的考え方

#### (1) ジョブの種類

種別は、まず、利用者が計算機と接する場所による。すなわち、(リモートバッチ・ステーションとセンタ)と(入力と出力)の組合せである。次に、運用方式のパラメータと関係づけられるジョブの特性 ((a) CPU 時間, (b) CORE 占有領域, (c) OUTPUT 枚数) によって分類する。このうち、(c)は、出力の場所の技術的条件(リモートバッチ・ステーションは、低速プリンタである。)によって制限を付加するだけで、詳細な種別はしない。(b)は、一定の制限を付加するだけとする。(a)は、運用に関する基本パラメータとして、その分布実態から、2分、7分、30分ジョブに分類し、それぞれ、急行ジョブ、普通ジョブ、長時間ジョブと呼ぶ。

結局、ジョブの分類は、表1のように6種とした。

#### (2) 運用方式の概要

〔i〕 運用方式は、稼動当初から、最高の機能を持ったものである必要はない。計算要求が、最大能力に近づく度合にともなって、管理能力を上げてゆけばよい。

〔ii〕 平常期と繁忙期の方式を分けてもよい。

〔iii〕 (a)種別の中で、大きいCORE占有領域のものでは長時間のものは、短時間のジョブに大きい影響を与える。逆に、短時間ジョブは長時間ジョブに与える影響は小さい。

(b)短時間のジョブは、ディバッグが多いので、ター

ン・アラウンド時間が早くないと利用者の要求にこたえられない。長時間のジョブはプロダクション・プログラムが多いので、ターンアラウンド時間が余り早くなくとも、研究遂行上、さしつかえないことが多い。

従って、大きい CORE 占有領域のジョブで長時間ジョブは、別扱いするのが妥当である(たとえば、1週間の特定の日とか、1日の中の特定期間に限る)。

〔iv〕 1日の中での、ジョブの発生形態を利用する。

#### (3) 運用方式の効果測定の measure

##### (a) パフォーマンス・インデックス

従来、マルチプログラミング・システムにおいて、ジョブ処理を行った場合のパフォーマンスとして、CPU 使用率、実効多重度、および CORE・MEMORY 使用率などが提案されている<sup>1)</sup>。これらの measure は、その定義から、一定量のジョブを流したときの平均的な諸資源の有効活用度合を表すものであり、また、ジョブ特性の組合せによって、変動する性質を持つものである。これらの measure は、一定量のジョブミックスを実験的に流した場合とか、ユーザのジョブを流している時の、定常状態については、測定できる。ところが、本所のジョブの性質を代表するジョブミックスを作ることはきわめて困難であり、また、オンラインで定常状態を規定することも困難である。ただ、すべてのジョブが、十分に測定時間より小さい場合および長時間ジョブが、測定時間よりも大きくかつ、その他のジョブは、充分小さい場合には、まだ定常状態が規定しやすい。

一方、先にのべたように、本所の計算機運用の基本的性格から、利用者に対する制限は、できるだけ少なくすることが必要である。そのため、システム資源の使用効率だけで、運用方式の評価をすることはできない。こういった事情から、計算機室は、運用方式開発にあたってのパフォーマンス・インデックスに、CPU 使用効率を副次的な measure として採用した。

CPU 使用効率としては、つぎの三つがある。

$$(1) P_{CPU-U} = A/kT$$

(1 CPU 当りの処理プログラムによる使用率)

$$(2) P_{CPU-M} = Z/kT$$

(1 CPU 当りのモニタによる使用率)

$$(3) P_{CPU-I} = 1 - P_{CPU-U} - P_{CPU-M}$$

(1 CPU 当りのアイドル率)

ただし、 $k$ : CPU 台数、 $T$ : ジョブ処理所要時間(第1ジョブ開始から、最終ジョブ終了まで)、 $A$ : 全ジョブの CPU 使用時間の総和、 $Z$ : モニタの CPU 使用時間の総和。

このうち、 $P_{CPU-I}$  は、計算機が、あいている度合を示すもので、当面の運用方式開発には、必要ないものとする。考える。 $P_{CPU-M}$  は、制御プログラムのアルゴリズムを評価するものであって、これも無視してよい。結局、

表1 ジョブの種別

ステーション名	項目	ジョブ種別	ジョブ種別による制限				
			CPU 時間(分)	CORE 占有領域(K語)	LP 出力枚数(枚)	入出力ステーション名	
						入力	出力
センタ	普通	A	7	90	240	C	C
リモートステーション	急行	D	2	45	40	RB	RB
	普通	L	7	90	40	RB	RB
		C			240	RB	C
	長時間	Q	30	90	40	RB	RB
P		240			RB	C	

(C: センタ, RB: リモートバッチ・ステーション, 1K語 = 1,024語)

$P_{CPU-U}$  のみを、上記の条件において、測定するという  
ことに限定した。

(b) 本システム開発において採用した measure

先にのべた立場から、システム開発において、注目し  
た measure は、次のとおりである。急行、普通ジョブの  
運用方式については、急行ジョブと普通ジョブの queue  
balance (急行ジョブ待ち行列と普通ジョブ待ち行列のバ

ランスを意味する) と CPU 使用効率であり、また、長  
時間ジョブを加えた場合の運用方式については、急行ジ  
ョブ、普通ジョブ、長時間ジョブの queue balance, 長  
時間ジョブのターン・アラウンド時間、そして、CPU使  
用効率である。

次号では、運用システムの内容と結果についてのべ  
る。 (1974年5月25日受理)



次 号 予 告 (9月号)

研 究 解 説

東京大学生産技術研究所における計算機運用システムの開発について (その2) .....	古 谷 千 恵 柴 田 碧
われわれは滴状凝縮について何を知らないか .....	棚 沢 一 郎

研 究 速 報

抵抗焼結による繊維強化金属の製造の試み (第2報) .....	原 善 四 郎 明 智 清 正 板 橋 明 雄
ポラスポリマーを用いる小形カラムの液体クロマトグラフィー .....	高 井 信 治 山 辺 武 郎
高周波プラズマの数値解析 .....	六 戸 部 信 夫 明 石 和 夫
写真撮影による簡単な高周波プラズマの診断 .....	六 戸 部 信 夫 明 石 和 夫
球形タンク内部の液体の液面動揺の固有周期の半実験式および計算図表 .....	曾 我 部 潔
混合 Pellet の還元を与える SiO <sub>2</sub> の影響 .....	李 海 沫 館 充

研 究 室 紹 介

片山研究室 .....	片 山 恒 雄
-------------	---------