F 3. 共同利用計算センターの設計とその動作解析

高田勝*　牛島和夫*　有田五次郎*　大槻説乎*
（*九州大学工学部）　鵜飼直哉**（**富士通㈱）

はじめに

1960年代に入って，電子計算機の中央処理装置の処理速度の著しい向上によってテープをベースにしたモニターによる一括処理が登場した．これは高価な計算時間をあますことなく有効に利用する目的には非常によく適合したシステムであったが，一方ターンアラウンドタイムの増加が人間と機械のコミュニケーションを著しく疎遠にする結果をひきおこした．このことをいちはやく予見して，人間ー機械のコミュニケーションをよくするために，タイムシェアリングシステムの実験的な研究がすでに1960年代のはじめから米国においてすゝめられてきている．

しかし，一方では実際に計算センターを運営する立場からいってコストパーフォーマンスは無視しえない要請であって，バッチ処理センターの運用方法に関する改善策もあらわれ，意欲的な実施例も少数ではあるが報告されている．（例えばケース工科大学計算センターのオペレータのいない計算センター〔1〕，スタンフォード大学計算センターのインスタント処理の実施報告〔2〕）．

従来ともすれば「ターンアラウンドタイムが長すぎる」という一言に代表される定性的評価のみでバッチ処理センターを片付けた感がないでもないが，テープベースのバッチ処理センターの運用結果の定量的な結果の報告も極めて数が少なく，ミシガン大学計算センター〔3〕，〔4〕，〔5〕，九州大学中央計数施設〔6〕などが主なものであろう．特に前者は徹底的な解析を意欲的に行っている点からも注目される．今後の計算センターを設計するにあたって，過去のバッチ処理センターの運用結果は非常に貴重な示唆を我々に与えてくれる．これらのデータをふまえた上で，さらに新しい操作方式（ＴＳＳなど）への発展を考えるべきであろう．

さて全国共同利用を目的とした大型計算機センターが九州大学に設置され昭和４４年（1969年）１月から正式に運営を開始することになり，このセンターに設置する計算組織として，FACOM230−60 システムが選定された．我々が目指した新しい時代の共同利用計算センターの設計の根本思想は計算センターを一つの有機体と見たてゝ，その中に働く人間および利用する人間と機械のシステムが合理的に運用されることが主眼である．すなわち，

i）利用者にとって使いやすいセンターであること（ターンアラウンドタイムの短縮な

ど）

ii）センター要員が働きやすい合理化された職場であること．

iii）運用の結果が将来の操作方式などを含めた計算システムの設計，運用の一助になるように設計の際に考慮が払われること．

以下には，この三大方針にしたがってまず計算センターの設計の概要について述べ，後半にこのセンターのシミュレーションによる動作解析について述べることにする．

なおFACOM230－60 システムに特徴的なものは，

i）記憶装置（コア）を共用するデュアルプロセッサ（16K）

ii）6個のベースレジスタ

iii）ファイル装置，入出力装置への二重アクセス

であり，さらに九大システムの構成について特徴的なものは次のようなものである．

iv）磁気テープ装置は4台にすぎず，500K語（36ビット）のドラム1台，ディスクパック（7.25Kバイト）3台，ディスク装置（40Mバイト）2台で，ファイル装置として磁気テープは補助的である．

v）通信制御装置と8台の端末タイプライタおよび，低速のカードリーダ，カードパンチ，ラインプリンタを1セットとするリモートステーション2セット

I．共同利用計算センターの設計

§1．バッチ処理と対話的利用

はじめに述べたように一般の利用者からみた計算センターの利用方法はあらかじめ計画された一連のカードデックを中心とするわけであるが，計算センターの運営の合理化のために，多重プログラミングによるタイムシェアリング技術を駆使することを考える．ここでバッチ処理ということばは，そもそも複数個のジョブを一まとめにして処理するという意味が語源と思われるが，最近では，磁気テープにかわってランダムアクセスの大記憶装置に入力カードをスタックしてゆく方法がとられるようになって，元来の意味が失われているように思われる．しかし大記憶装置を利用したジョブスタック方式でも，利用者個人にとっては，あらかじめ計画したとおりのカードデックを計算センターに持参し，ある時間の後に結果を伴って返却される点は同じであり，ターンアラウンドタイムを考慮しなければブラックボックスとしての計算センター内でカードが別のジョブと一括して処理されようが，大記憶にスタックされようが，利用者と計算センターの関係はかわらないわけである．我々のセンターでは大記憶装置へのジョブスタック方式をとるので特にバッチ処理ということばをさけてこの意味に一括入出力ということばを使うことにする．またバッチ処理に対して，計算機の対話的利用法をＴＳＳという呼び方をしているが，ＴＳＳというのは対話的利用を含めたシステムの呼称であるからここでは対話的入出力と呼びＴＳＳと

いうことばはさけることにする．

上に述べたような意味で九大計算センターは利用者にとってはカードベースのバッチ処理センターであり，運営の合理化をはかるために対話的利用を十二分に行うものである．このセンターへの1日あたりの一括入出力ジョブの量は，ミシガン大学の例（1万件／4週間），九州大学の例（80件～150件／1日）から当分の間約500件／日 として設計を進めている．

§2．受付，処理，仕訳および返却業務の集中化

利用者とセンターの関係を仕事の流れに沿って説明する．

2－1．受付窓口と端末タイプライタ

利用者はカードデックを受付に提出する．受付窓口は2つあり，それぞれに端末タイプライタがおいてある．受付係はそのジョブに受付番号を与えて，利用者名，登録番号とともにタイプライタから中央計算機にジョブの発生を知らせる．中央計算機は，登録者名簿ファイルを参照して利用者のチェックを行う．ここでOKとなれば，利用者には，受付番号の引用札が渡されて，以後このジョブに関する問合せ，返却等はすべてこの受付番号を通じて行われることになる．

2－2．入　出　力　室

受付けられたデックには受付でジョブ管理用のコントロールカードを複数枚そえられて，受付に隣接する入力カード置き場にまわされる．カード置き場はさらにすぐ入出力室（カードリーダ3台，ラインプリンタ3台，カードパンチ1台，その他入出力装置を収容している．ファイル装置は含まない）に隣接しており，まわされてきたカードデックは先着順の原則でたゞちに3台のカードリーダの1台を通じて，大記憶（システムインプット，現在はディスク装置をあてている）に投入される．よみこみの終ったカードデックはただちに後述の返却箱に入れられる．さて大記憶に投入されたジョブは第1表にしめした制限条件にしたがって急行，普通，不急，特殊の優先順位が与えられ，この順にシステムインプットから引き出されて実行されるが，以後優先順位はたとえば，CTSSにおけるMulti level 方式のごとく計算の途中で変更される可能性もある．このように優先順位にしたがってジョブの処理が行われ，出力は一たん大記憶（システムアウトプット，ディスク装置を利用）に出された後，ラインプリンタまたはカードパンチの空きを待って先着順に出力される．

2－3．仕　訳　室

一連の出力結果のジョブとジョブの切れ目の確認が仕訳作業の隘路になっているが，目下これについては出力の際にラインプリンタにすぐつづいてジョブとジョブの間を自動的に切断する装置を実験製作中である．このようにジョブ毎に切断された印刷済の用紙は入

第Ｉ－１表　一括入出力ジョブの制限条件

	急　行	普　通	不　急	特　殊
ＣＰＵＴ	１分	５分	３０分	
入力カード	1,500枚	制限なし	制限なし	
ＬＰ出力	1,500枚 （30頁）	6,000行 （120頁）	30,000行 （600頁）	
ＣＰ出力	０枚	1,000枚	5,000枚	
コア容量	６５Ｋ	６５Ｋ	９５Ｋ	
特殊Ｉ／０	ナシ	ナシ	ナシ	アリ
ファイル使用	ナシ	ナシ	ナシ	アリ

〔注意〕　CPUT，LP／CP出力，コア容量はオブジェクトプログラムの実行時に関する制限条件である．

出力室にすぐ隣接する仕訳室に運ばれる．仕訳室では各ジョブのラインプリンタ出力の第１ページに印刷された受付番号にしたがって，次節に述べる返却箱に投入する．カード出力があればこれも同様にして処理される．さきにカードリーダで読み終ったカードもこのようにして直ちに返却箱に投入されているのである．ここで注意すべきは，入力カードを出力用紙，出力カードのつき合わせを特に行っていない点で，すべては受付番号のみをたよりに別々の時点で返却箱に投入され，そこで合流する．なお返却箱にそれぞれを投入した後で当該の受付番号の入力カード（出力用紙，出力カード）が投入済となったことを計算機にチェックさせるために，２－２で入力デックに添えられた複数枚のジョブ管理用コントロールカードが投入の度に一枚ずつ集められ適当な時間間隔で計算機に入力され，一括して照合される．

２－４．返却箱の構造

返却箱は仕訳室の一方の壁面でちょうど郵便局の私書箱と同じ構成になっており，利用者は，反対側から自由に入力カードおよび出力結果を引き出すことができる．私書箱というと誤解を招くが，返却箱は全部で１００個の箱からなっており，受付番号の下２桁にしたがって，箱が割り当てられる．私書箱としないで，番号で分配するようにした理由は次の通りである．

ⅰ）登録利用者は数百人になることが予想される．

ⅱ）ある期間すぎて利用の終った利用者でも登録番号はそのまゝである．

ⅲ）利用率の個人差により１個の返却箱の最大容量のバラツキが大きくなることをさけ，受付番号で投函することによりバラツキが平均化されることを期待している．

利用者はさきに受付でもらった引用札をたよりに該当する返却箱から自由に入力デック，

出力結果を持ち帰ることができる．

2－5. 問合せ装置

さて利用者が返却箱に受取りにゆくためには返却箱への入力デック，出力結果の投入の完了を知る必要がある．さらに一般に自分の依頼したジョブが現在どのような進渉状況にあるかを知る必要がある．そのためにセンターの建物の内部の利用者待合室に計算機に直接つながる問合せ装置3台と学内の電話からこれも計算機に直接つながるダイヤルによる問合せ2回線を考慮している．

前記の問合せ装置は受付番号をセットして，計算機を呼ぶと当該のジョブについて第I－2表に記すような信号を表示してくれる．さらにこの待合室には端末タイプライタを出力専用に使って，結果の出力の終った受付番号を終了時刻とともにタイプアウトするようにしている．このようなジョブの進行状況の問合せを可能にしているのはジョブの管理を徹底的に計算機で行っていることと表裏一体をなしていることに注意すべきである．問合せの返答にわざわざセンターの人間を介するよりはずっと迅速，確実であるし，センターの要員をそのためにとられないことが非常に大きい．

第I－2表　ジョブの流れと問合せ装置

名称	備考	問合せ装置の信号
受付	受付係，引用札	赤
入力	オペレータ	赤
入力デック返却箱へ	ジョブ管理用コントロールカード，仕訳係	赤
入力スタック	計算機	赤
計算処理	〃	黄
出力スタック	〃	黄
出力	〃	黄
LP用紙返却箱へ	ジョブ管理用コントロールカード，仕訳係	青（一方がまだ出力されてなければ青と黄）
CP出力返却箱へ	〃	青（一方がまだ出力されてなければ青と黄）

なお先に受付でもらった引用札をなくしてしまったり受付番号を忘れてしまった利用者は，また別の端末タイプライタから，氏名，登録番号により，受付番号の問合せができるようなユティリティプログラムも作成中である．

2－6. 仮登録制度

計算機の利用希望者は，原則として正規の登録を行わなければ計算機の使用をすることはできないのであるが，正規の登録事務手続きの遅れをカバーするためと，地方のユーザーの便を考えて一定の期間を区切って仮登録のまゝで使用することができる．仮登録をさ

せることのできる人間はパスワードをもった有資格者で，端末を通じて緊急処理として仮登録が行われ，登録者名簿のファイルが仮登録である印をつけて更新される．

§3．計算センターの事務の合理化

計算センター内の事務は出来るかぎり計算機化する．これらは特に対話的な利用を行う必要はない．計算機化する事務としては，料金精算業務，センター内の経理事務，計算機の消耗品を含めた在庫管理，広報発行業務の一部などが考えられる．広報発行については，利用者一覧表，ライブラリプログラム一覧などはすべて計算機の管理するファイルにアップデートされているので，それを広報の体裁にしたがって出力し，そのまゝ写真製版して掲載する．これらのユティリティプログラムはすでに作成にとりかかっている．

§4．対話的入出力について

4－1.　ＴＳＳの実用試験

計算センターの運営の合理化のために対話的入出力を活用するところから，端末入出力機器は大部分がセンターの建物内に設置されるが，全て通信制御装置を介して，接続されている．端末装置の利用は必然的にＦＡＣＯＭ－２３０－６０モニターに対してタイムシェアリングの処理を要求している．そして方針３に従ってこれらの利用はＴＳＳの実用試験をも意図しているものである．

4－2.　受付のタイプライタ

受付のタイプライタは受付係の専用であるが，ここからの入力により計算機による登録者名簿ファイルの照合，ジョブ管理ファイルの更新が行われる．そしてその確認が出力される．受付係の打鍵のあやまり，その他の訂正などのために挿入，削除，入れ換えなどの計算機との対話に最低限必要なコマンドを備えている．

4－3.　問合せ装置

問合せ装置は特殊目的であるが，コールが発生すると交換機を経て中央計算機に割り込む．したがって中央計算機はここでもジョブ管理用ファイルを参照してタイムシエアリング処理を必要とする．

4－4.　プログラム相談，ライブラリ問合せ

プログラム相談室にも端末装置がおいてあり，相談員は相談内容を適宜端末から計算機に聞くことができる．またプログラムライブラリの利用については利用者の最も目的に適ったサブルーチンが得られることが必要であるがその一助として，端末からクエスションアンサリングの手法を応用したライブラリ問合せのユティリティプログラムを開発している．

4－5. 仮登録制度

仮登録をさせることのできる人はパスワードをもった人にかぎる．支払責任者は登録済の人で且つ支払い者用のパスワードが一致しなければならない．一定期間が過ぎて尚本登録が行われなければ自動的に登録者名簿から削除される．

§5．システムの問題点と評価

5－1. 受付から返却まで業務の集中化

受付から返却までの業務の集中化はそこに働くセンター要員の仕事量のバランスが重要である．各サービス現場に長い待行列（滞貨）ができることは望ましくない．待行列の増加はターンアラウンドタイムの増加にそのままつながる．受付窓口の数，受付タイプライタの処理能力，入出力室の機器構成，出力用紙の切断機の使い勝手，返却箱の容量などが問題である．さらに各サービス現場への要員の適正な配置を検討しなければならない．センターの中に働く要員にとって過重な判断や記憶を必要としない（それらは必要に応じて計算機に問合せることができるようなシステム）ことは，働き勝手に重要な影響をもつものと思われる．

5－2. 利用者からみた使い勝手

利用者からみた使い勝手の量的な評価は受付窓口に並んだ時からはじまるターンアラウンドタイムの長さであろう．これは§5－1における隘路の解消とともに第Ⅰ－1表に与えた優先順位と計算機側の処理のスケジューリングアルゴリズムに何を採用するかと重要な関係がある．例えばJoB Shop*方式をとっているケース工大の例では，一たん長時間ジョブに計算機を占有されると困ることが指摘されている〔1〕．したがって一括入出力ジョブに対してもRound Robin,* CTSS*などの諸方式を適用することが十分考えられる．その際のタイムクアンタムの決定も問題となろう．ジョブの中断，再開などの時点で生ずるコア・アロケーションとFACOM－230－60 の特徴としてあげられるベースレジスタ方式のソフトウェアへの影響，さらにはデュアルプロセッサの有利性などについては，方式設計の面からも興味ある問題である．

次に利用者の使い勝手の質的な評論としては，問合せ装置，仮登録制度，プログラム相談，ライブラリ問合せなどが評価の対象となろう．

5－3. ファイル装置の構成について

九大システムではファイル装置として，テープ装置を4台に限り，ディスク装置を中心にしたスタックトジョブ方式をとる．スタックトジョブによるセンター運用の報告例は非常に少いが〔1〕，〔2〕，ディスク装置のアクセス時間のシステム全体の効率への影響が問題となる．例えばコアの入力バッファを2000バイト（500語）にとるとカード25枚

＊ Ⅱ，§3 参照

分であり，1000枚のカードデックを読みこむためにはディスク装置に40回のアクセスが必要となる．IBM2311型ディスクパックでは，1回のアクセスに

シーク時間　平均75 msec

サーチ時間　平均12.5 msec

さらにFACOM−230−60の情報転送速度は2000バイトあたり2.5 msecである．したがって1000枚のカードを読みこむために占有されるディスク装置の時間は

$$(75+12.5+2.5)\times 40=3600 \text{ msec}$$

にも達するわけである．ファイル装置へのアクセスはもちろん入力の際だけでなく，処理のあらゆる局面で関与するのであるから，これらの時間は系の運用にかなりの影響をもつものと思われる．これはディスクを二次記憶装置としてもつページアドレス方式のタイムシエアリングシステムについてすでに指摘されている〔7〕のであるが，九大システムにおいても問題点の一つである．

これに関連して，まとまった情報をもった個々のファイルを，媒体としてのファイル装置とどのように組み合わせるかは，ファイル装置へのアクセスの平均化とからみ合わせて問題となる．各ファイル装置は，それぞれ独立にアクセスできるのであるから，ファイルとファイル装置のバランスのとれた組み合わせを求めることが急務である．

さらにファイルについてはシステムの信頼性の見地からアクセスの方法，ファイルの保護，ファイルの維持，管理等を考慮しなければならないが，これらはオペレーティングシステムのデータ管理の問題と関係するのでここでは詳しくはふれない．

5−4. オーバーヘッド

センター運営の合理化のための対話的入出力の採用のためにオペレーティングシステムには十分な手当を行う必要がある．したがって一括入出力処置などにその影響が具体的にどの程度あらわれるか，オーバーヘッドの定義はあいまいであるが，これが妥当な範囲内にあるかどうかFACOM−230−60処理装置の処理能力からみて1日1000件程度の一括入出力ならばほとんど影響がないと考えているが大丈夫かどうか解明しなければならない．

5−5. 一括入出力と対話的入出力の両立性

利用者から見れば一括入出力のセンターであるが，計算システムの側からは，対話的入出力が並存する．現在までに一括入出力と対話的入出力の両立性については，具体的な実例の報告はなされていない．九大システムでは，時間，空間割り付けのアルゴリズムとジョブの優先順位のとりあつかいにおいて，両立性をはかっているが，その有用性が重要な問題である．その他§5−1，§5−2，§5−3，§5−4に述べたことがらはすべて両立性の問題が関係している．

5－6. 事　故　対　策

運営の合理化を全面的に計算機におっているので計算機の事故が計算センター運用へ重大な支障を来たすことが考えられる．これはFACOM－230－60システムに備えられた切替操作卓を利用して故障した装置の切りはなし，プロセッサ1台での運転などについて対策がなされている．

Ⅱ・共同利用計算センターの動作解析

§1・動作解析の目的

九州大学大型計算機センターの設置におたって，我々はすでに述べた様な設計を行ったが，これらの中には新しく手がける試みが数多く含まれている．たとえばジョブの一括入出力と対話的入出力の併存とか，仕訳と返却の合理化を重点的に考慮した入出力室の設計，問合せ装置と関連した計算機によるジョブ管理の問題，デュアルプロセッサやベースレジスタの効果的な使用の問題，などであるが，このような新しいシステムを円滑に運用するためには全機器構成及びソフトウェアシステムとファイル装置の対応，オペレーティングシステムに用いたアルゴリズム等の妥当性は慎重な検討によって相当の見通しを得る必要がある．我々はこのような観点からセンターの動作解析を行い，問題を解決することを試みた．センターの機構が非常に複雑であることと，細部にわたった分析結果を得る必要があるという要請によって解析的な手段を用いず，計算機を用いて，我々の設計したセンターを実際にシミュレートする方法を採用した．計算機はFACOM－230－50 を使用（コア65K，電子協所属，ユニコン提供），言語はSOLによった．〔9〕，〔10〕

§2・モデルの設定

2－1. 基　本　方　針

モデルの設定に際して我々は次の三点を基本方針とした．

i）一般化したモデルを作ること．

センターを構成する諸条件をパラメーターとしてシミュレーション時に外から与えることによって，モデルを汎用化することを試みた．このことは現時点におけるセンターの最良構成を求めるだけではなく，将来センターに持ち込まれるジョブの種類や量が変化したり，操作方式が変更されたり，あるいはそれにともなって構成機器や運営方式に変化が生じた場合にも，ただちに適用できることを目的としている．

パラメーターとして扱ったものは次の通りである．

a）構成機器（CPU，記憶装置，入出力装置，チャンネル，リモートステーション，返却箱）の種類，数量，速度，容量．

b）センターに依頼されるジョブの種類，数量，頻度．

c）実行プログラムがリエントラブルかどうか，及びプロセッサの大きさ．

d）シミュレーションを進める時計の最小単位

e）シミュレーション時間

ii）モデルを適当な大きさにモジュール化して挿入，削除を容易にすること．

待行列管理，記憶割付け，ＣＰＵ割付け，スワッピング，ジョブ発生，ファイル管理，一括入出力ジョブの管理，対話的入出力ジョブの管理の８つの独立なプロセスを作り，各部分を任意に変更し組合せることができるようにした．

iii）シミュレーションを行う系の中で人間の作業を必要とする部分にはそこを通過する度に作業量を時間に換算して積算することを試みた．

例えばラインプリンタの紙の取替え，受付け，仕訳け，ディスクパックの取替え等に要する作業時間の積算である．

２－２．モデルの含むべき問題点

上記のパラメータやモジュールを適当に変更し組合せることによって次の様な問題点を分析することが必要である．

i）時間・空間の割付け方法の比較検討

a）.待行列の管理方法や記憶領域の割付け方法の変更がターンアラウンドタイムにどのような影響を及ぼすかを調べて最も適当なアルゴリズムを選ぶ．特に一括入出力ジョブの急行，普通，不急，特殊等の性質を十分生かした結果を得る必要がある．

b）記憶割付けのアルゴリズムとバックアップメモリの関係がスムーズにいっているか．記憶装置の使用状況の時間的変化，待行列の時間的変化を調べて流れにとどこおりが出来ないかを検討する．特にＩ§５－３で述べた通り，アクセスタイムの遅いディスク装置の前で行列が伸びないか否かを調べる．〔７〕

iii）ハードウエアの機能と機器構成

a）ＣＰＵを１個にした場合と２個にした場合を比較し，デュアルプロセッサの効率を調べる．〔７〕

b）ページアドレスによるオーバーヘッド，ベースレジスタによるオーバーヘッドを調べる．特に記憶割付けのアルゴリズム，入力ジョブの種類と量との関連，ファイル装置の構成による影響〔７〕等を合せ検討する．

c）機器構成を変化させて，ＣＰＵ，チャンネル，入出力装置，記憶装置にどれだけの余裕又は不足が生ずるかを入力ジョブの種類と量との関連において調べる．

iii）新しい運営方式が採用されたために生ずるオーバーヘッドの問題

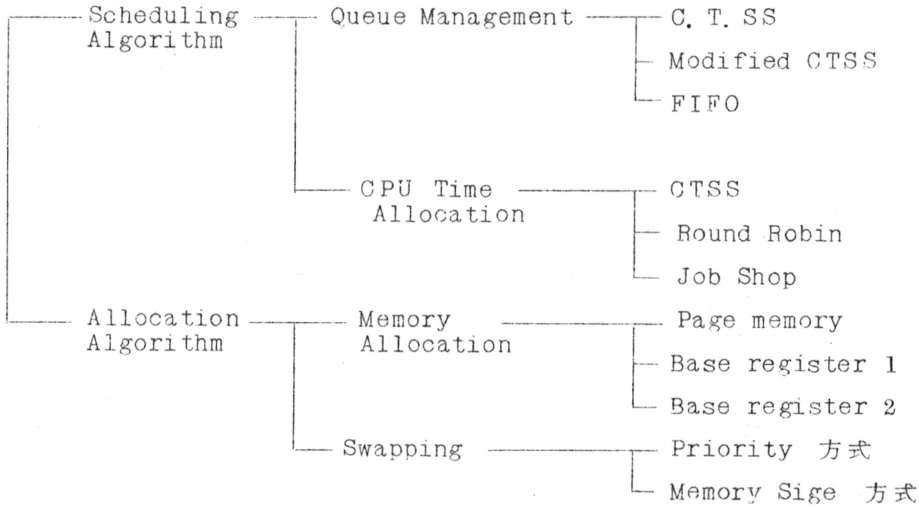
a）受付け，プログラム相談，ライブラリ相談，問合せ装置等からの対話的な利用が一括入出力ジョブに及ぼす影響を調べる．

b）将来端末のタイプライタやステーションが増加して一般開放した場合にⅰ），ⅱ）の結果がどのように変化するかを調べる．

c）センターとして必要な労働量と運転時間とを入力ジョブの種類と量と関連して検討する．

§3．時間・空間の割付け方法について

第Ⅱ－1表は時・空割付けのアルゴリズムに関して，現在までに準備したモジュールである．これらのモジュールは待行列の管理，ＣＰＵの割付け，記憶割付け，スワッピングの中からそれぞれ任意のモジュールを選び出し，組合せて使用することができる．



第Ⅱ－1表

Ⅱ－1表の説明

○Modified CTSS：CTSSでQueue Number を決める時の基準を外部から与えた優先順位による．

○Job Shop：従来のBatch処理のように一旦ＣＰＵを捕えると演算終了，入出力待ち又は事故等によりそれ以上ＣＰＵが使えなくなるまで連続してＣＰＵを使用することを指す．

○Base Register 1：メモリーを割り付ける時に先づ空いている連続領域を探して，必要な大きさを満たす部分が見当ればそこに割り当てる．見当らぬ時だけダイナミック・リロケーションを行う．

○Base Register 2：ジョブの終了時とスワッピングの時に無条件にダイナミック・リロケーションを行う．従って記憶領域は常に使用部分と未使用部分に二分される．

○Priority 方式：コア・プライオリティの低いものからスワッピングの対象とする．

対話的入出力ジョブのコア・プライオリティを一括入出力ジョブより低くしておけば，人間のアクセスタイムでゆっくり入出力が行われている端末からの入出力待ちのジョブが優先的にバックアップメモリに移される．

○Memory Sige 方式： 必要な記憶領域を満たすジョブがバックアップメモリに移される．

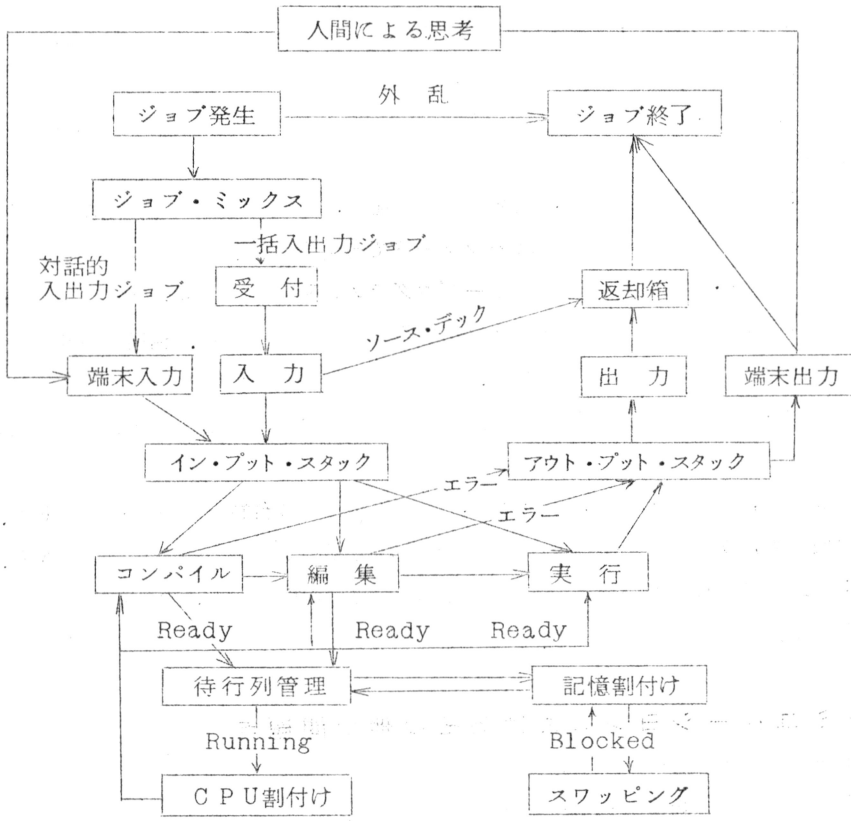
§4．ジヨブの種類について

Ⅱ－2表はジョブ・ミックス・プロセスで用意したジョブの種類を示したものである．シミュレーション時には，これらのジョブを任意の発生頻度で混在させることができる．

	種　　類	入力量	出力量	計算時間	ファイルの大きさ
一括入出力ジョブ	数値計算	小	中	中	小
	製　　表	小	大	小	小
	データ処理	大	大	小	大
	ドキュメンテーション	大	小	小	大
	シミュレイション	小	大	大	小
対話的入出力ジョブ	数値計算（プログラム相談）	小	小	中	小
	I.R.（ライブラリ相談，問合せ装置）	小	小	中	大
	受　　付	小	小	小	大
外　　乱		0	0	0	0

第Ⅱ－2表

§5. ジョブの流れについて



一般に複数個のジョブが並行して流れている．

第Ⅱ−1図　　ジョブの流れ

Ⅱ−1図の説明

○ジョブ発生：パラメーターとして与えたジョブの種類別発生頻度を用いて乱数を発生しジョブを作る．

○ジョブ・ミックス：入力量（ソース，バイナリー，データの大きさ），出力量（ラインプリンタ出力，カードパンチ出力，ファイル出力，タイプライタ出力の大きさ），プライオリティ（ジョブ・プライオリティ，エクゼキューション・プライオリティ，コア・プライオリティ等），データ領域の大きさ，ファイルの大きさ，ファイルの存在場所，エラーの有無と発生場所を乱数によって決定する．夫々の乱数の型と平均値，偏差等はパラメータで与える．

○受付：窓口の数はパラメータである．ジョブ当りの窓口占有時間は１分と算定した．

○入力：カードリーダの数はパラメータである．ジョブの平均入力量，平均入力待時間，最大滞貨量，カードリーダの使用率が得られる．

○インプットスタック，アウトプットスタック：入力バッファ，出力バッファの数と大きさ，スタッカの大きさはパラメータである．

スタッカの使用状態，ファイルのアクセス回数等からバッファやスタッカの大きさが妥当か否かがわかる．

○コンパイル：プロセッサの大きさ，コンパイルの速度，プロセッサがいくつのフェイズからなるか，リエントラントか否かはパラメータで与えられる．

○編集：バイナリー・デック，ライブラリープログラム，私用ファイル，オブジェクトプログラム等を結合して実行可能なプログラムを作るプロセスである．編集プロセスの大きさやフェイズの数はパラメータである．

○出力：ジョブ・ミックスで決定した出力装置を用いてアウトプットスタックに入っている情報を出力する．

ラインプリンタ，カードパンチ，ファイル，タイプライタの台数はパラメータである．

各装置の使用率，アウトプットスタックの待行列の時間的変化を調べることができる．

○返却箱：返却箱の数はパラメータである．仕訳けに要する作業時間，返却箱の使用状況等が得られる．

§6．シミュレーションにおけるその他の問題点

6－1．オーバーヘッドの算定について

一般にＴＳＳを論ずる際にオーバーヘッドという言葉は非常に重要視されるようである．但しこの言葉の意味は使用する人と場所によって違う場合があり，定量的に検討する為に我々はオーバーヘッドタイムという言葉を次の様な意味で使用する．

"計算機の時分割使用を円滑にするためになされたソフトウェア，ハードウェアに対する特定の処理部分に要する時間."

従って我々はスワッピングのオーバーヘッドタイム，スケジューリングのオーバーヘッドタイムというように処理部分の種類で区別して論ずることにする．

我々のシミュレーションプログラムではオーバーヘッドを伴う処理部分に関しては，そこを通過する回数を数えるようにしてある．シミュレーションの終点で処理手続に要する時間とその処理部分を通過した回数の積を求めれば，その処理部分に伴うオーバーヘッドタイムが得られる．

6－2．シミュレーションの時計について

シミュレーションの時計の最小単位はパラメータになっている．我々のシミュレーショ

ンではチャンネルを競合する時の待時間の様にシリセカンド以下のものからCPU Timeの様な数十～数千ミリセカンドのものや，受付，仕訳けのように数分の単位のものまで種々のプロセスが存在する．時計の単位時間を非常に小さくとることは，シミュレーションに要する時間を極端に長くすることになる．従って我々はCPU Timeを基準にして1msを時計の最小単位に採用した．この単位時間よりも小さい処理時間のものについてはその処理手続きを通過した回数を積算するにとどめた．

§7．九州大学システムへの適用

7－1．パラメータの値について

i）窓口の数，構成機器の台数はIに記した通りである．各機器の処理速度はFACOM－230－60ハードウェア解説書に従った．

ジョブの種類と変量はⅡ－3表に示した通りである．

	一括入出力ジョブ	対話的入出力ジョブ
種類	数値計算	数値計算
	製表	I．R．
	データ処理	受付
変量	言語の種類	言語の種類
	発生頻度	発生頻度
	ソース・プログラムの大きさ	端末からの1回の入力時間
	データカードの大きさ	処理時間
	ソースデックのプログラムとバイナリとファイルの比	インタラクションの回数
	ラインプリンタ出力量	ファイルのアクセスの有無と大きさ
	カードパンチ出力量	シンクタイム
	データエリアの大きさ	エラーの有無と場所
	バイナリ出力の有無と大きさ	出力量
	エラーの有無と場所	データエリアの大きさ

第Ⅱ－3表

ii）優先度はインプットスタックから引き出す時のジョブ・プライオリティ，CPUの割付けに使われるエクゼキューションプライオリティ，スワッピングの順位決定に使われるコア・プライオリティの3種あるが夫々にⅡ－4表に示した通りである．

		ジョブP	XQP	CoreP
対話的入出力ジョブ		5	5	2
一括入出力ジョブ	急行	4	4	5
〃	普通	3	3	4
〃	不急	2	2	3
〃	特殊	1	1	1

数値は高い程度優先度が高い．

第Ⅱ－4表

7－2. 時間・空間の割付け方法について

Ⅱ－5表に示したアルゴリズムの組合せに従った．

ケース	待行列管理	CPU時間	記憶割付け	スワッピング
1	Modified CTSS	CTSS	Base Register1	Priority方式
2	〃	Round Robin	Base Register1	Priority方式
3	FIFO	Job Shop	Base Register1	Priority方式

第Ⅱ－5表

なおCPUの台数については上のケース1についてシングルプロセッサ，デュアルプロセッサを比較する予定である．

7－3. シミュレーションに要する時間とメモリーについて

現在の実験では実時間とシミュレーションに要する時間との比はほぼ2：1である．従って1日分（8時間）のシミュレーションを行うには約2.7時間を要するためパラメータを交換したりモジュールを入れ替えることなどは計算時間の制約のために非常に苦しい状態である．

更に多数個のジョブが時間的に並列に流れるため予想外に大きな記憶容量を必要とし，センターの稼動が定常状態に達する時には65K語のコア容量をオーバーしてしまう．従って昭和42年10月末現在では一括入出力のモジュールと対話的入出力のモジュールが同時に65K語に収まらず，別にシミュレートしている．従って二種類のジョブの両立性の問題を検討するためにはシミュレーションのモデルをもっと荒くしてプログラムを縮小せざるを得なくなっている．

最後にシミュレーションを実行するにあたってユニコンを通じてFACOM－230－50の使用を認めていただきました．ここに御配慮を感謝いたします．またプログラミングやデ

バッグの際にはFACOM−230−50のSOLの開発者である富士通株式会社鈴木滋，井口忠之の両氏に大変お世話になりましたことを感謝いたします．

文　　献

〔1〕 W. C. Lynce "Description of a High Capacity, Fast Turn-Around University Computer Center"
Comm. ACM Vol. 9, No. 2 (1966) PP. 117−123

〔2〕 Lyle B. SMITH "A Comparison of Batch Processing and Instant Turnaround"
Comm. ACM Vol. 10, No. 8 (1967) PP. 495−500

〔3〕 R. F. Rosin "Determining a Computer Center Environments"
Comm. ACM Vol. 8, No. 7 (1965) PP. 463−468

〔4〕 E. S. Walter and V. L. Wallace "Further Analysis of a Computing Center Environment"
Comm. ACM Vol. 10, No. 5 (1967) PP. 266−272

〔5〕 J. D. Foley "A Markovian Model of the University of Michigan Executive System"
Comm. ACM Vol. 10, No. 9 (1967) PP. 584−588

〔6〕 高田，牛島，有田 "モニターシステムの設計と運用について"
情報処理 Vol. 8, No. 5 (1967) PP. 252−260

〔7〕 N. R. Nielsen "The Simulation of Time-Sharing System"
Comm. ACM Vol. 10, No. 7 (1967) PP. 397−413

〔8〕 A. L. Scherr "An Analysis of Time-Shared Computer Systems"
Research Monograph No. 36, MIT Press 1967

〔9〕 D. E. Knuth and T. L. Mc Neley "SOL-A Symboric Languagc for General-Purpose System Simulation"
IEEE Transaction Vol. EC-13 (1964) PP. 401−408

〔10〕 D. E. Knuth and T. L. Mc Nelley "A Formal Definition of SOL"
ibid. PP. 409−414

本 PDF ファイルは 1968 年発行の「第 9 回プログラミング―シンポジウム報告集」をスキャンし、項目ごとに整理して、情報処理学会電子図書館「情報学広場」に掲載するものです。

この出版物は情報処理学会への著作権譲渡がなされていませんが、情報処理学会公式 Web サイトの https://www.ipsj.or.jp/topics/Past_reports.html に下記「過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について」を掲載して、権利者の捜索をおこないました。そのうえで同意をいただいたもの、お申し出のなかったものを掲載しています。

過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について

情報処理学会発行の出版物著作権は平成 12 年から情報処理学会著作権規程に従い、学会に帰属することになっています。

プログラミング・シンポジウムの報告集は、情報処理学会と設立の事情が異なるため、この改訂がシンポジウム内部で徹底しておらず、情報処理学会の他の出版物が情報学広場 (=情報処理学会電子図書館) で公開されているにも拘らず、古い報告集には公開されていないものが少からずありました。

プログラミング・シンポジウムは昭和 59 年に情報処理学会の一部門になりましたが、それ以前の報告集も含め、この度学会の他の出版物と同様の扱いにしたいと考えます。過去のすべての報告集の論文について、著作権者（論文を執筆された故人の相続人）を探し出して利用許諾に関する同意を頂くことは困難ですので、一定期間の権利者捜索の努力をしたうえで、著作権者が見つからない場合も論文を情報学広場に掲載させていただきたいと思います。その後、著作権者が発見され、情報学広場への掲載の継続に同意が得られなかった場合には、当該論文については、掲載を停止致します。

この措置にご意見のある方は、プログラミング・シンポジウムの辻尚史運営委員長 (tsuji@math.s.chiba-u.ac.jp) までお申し出ください。

加えて、著作権者について情報をお持ちの方は事務局まで情報をお寄せくださいますようお願い申し上げます。

期間：2020 年 12 月 18 日 〜 2021 年 3 月 19 日
掲載日：2020 年 12 月 18 日

プログラミング・シンポジウム委員会

情報処理学会著作権規程
https://www.ipsj.or.jp/copyright/ronbun/copyright.html