

港 灣 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 169 Sept. 1973

QSSP-II (キューイング・システム・シュミレーション・プログラム)

佐々木芳寛
工藤和男

運輸省港湾技術研究所



港湾技研資料 第169 正誤表

頁	欄	行	誤	正
12	左	16	CALL READ	CALL FUNCDF
14	"	17	2 : STNGLE	2 : SINGLE
16	"	8(又はNこの.....)(又はこの.....)
44		10	(注4).....(?, ON, OFF)(※5, ON, OFF)
49		8SINGIESINGLE

QSSP-II (キューイング・システム・シミュレーション・プログラム)

目 次

要 旨	3
1. まえがき	3
2. シミュレーションの作動概要	3
3. QSSP-II 構成要素	4
4. QSSP-II シミュレート法	6
5. QSSP-II 副プログラム使用法	10
6. QSSP-II 副プログラム・ブロックチャート	16
7. シミュレーションの実例	30
8. おわりに	38
参考文献	38
附 録	39
1. QSSP-II 処理システム	39
2. QSSP-II プログラム構造	41
3. コントロールカードとプログラム	42
4. エラーメッセージ表	48

QSSP-II (キューイング・システム・シミュレーション・プログラム)

佐々木 芳 寛*
工 藤 和 男**

要 旨

本資料は港湾技研資料 1133 で発表した待ち行列を含む現象の解析のためのシミュレーション言語 QSSP を基礎として、これを改良発展させユーザーにとってより少い負担でプログラミングが可能となるようにした QSSP-II について解説しようとするものである。

改良点のうちの主要なポイントはつぎのとおりである。

- i) ロードモジュール・プログラムによるユーザ作成プログラムの一括管理。
- ii) PROGRAM 構造を効果的に働くように組換え、中型電算機で行なえるようにした。
- iii) 統計量を混合することなく確実に求められる型にした。
- iv) 待ち行列間のプライオリティをいくつかの方式であたえられるようにした。
- v) QSSP-II では各種のチェック機能を持たせ、適切なエラー表示がなされるようにした。

1. まえがき

港湾、空港等の計画・設計の問題を解析する場合に待ち行列モデルの適用が有効であることが少ない。待ち行列理論 (QUEUEING THEORY, THEORY OF WAITING LINES) についての論文は多数発表されており、成書もまた少ないが、実際の問題に直面するとき必ずしも解析解が求まるタイプのモデルにこれを定式化できず、むしろ細部の挙動を知るためにはシミュレーションに頼らざるをえない場合が多い。

シミュレーションを実施するための最大の難点はプログラム作成に非常な労力を必要とすることであり、この点を改善するために各種のシミュレーション言語が開発されている。その代表的なものはGPS Sである。しかしながら、これらのシミュレーション言語はその性質と汎用性を持たせざるをえず、港湾におけるシミュレーションを実施する場合 (一般的に云って待ち行列モデルによるアプローチを含むものが多い) にピッタリと云う理にはゆかない。

QSSP^{*1)} は汎用性を (幾分は) 犠牲にすることによって、港湾、空港等における待ち合せを含む現象のシミュレートにもっとも使用し易いようなシミュレーション言語の開発を狙ったものであった。

QSSP-II はQSSPをベースに以下に述べるような諸点について改良を加え、ユーザーにとって最少の負担でプログラミングができるようにしたものである。

- i) 待ち行列間のプライオリティを新しく設けた。

- ii) 割込み待ち行列を新しく設けた。
- iii) 待ち行列から開放する場合に順位を定めることができるようにした。
- iv) QSSP-II では各種のチェック機能を持たせ、適切なエラー表示がなされるようにした。
- v) ユーザ作成プログラムを一括管理するため、ロードモジュール・プログラムの作成を図った。
- vi) 上記の目的のため、オーバーレイ・ツリー構造をはずした。

2. シミュレーションの作動概要

港湾・空港等における待ち行列を含む現象のシミュレーションは多くの研究者・技術者によっておこなわれてきている。今回発表するQSSP-IIも港湾・空港等を対象とした待ち行列を含む現象をシミュレートするためのプログラム言語である。

港湾・空港等のシミュレーションをおこなう場合の基本動作として次のものを考えた。

1. 船舶の到着
2. 船舶の割込み (サービス中)
 - ◇ (待ちの先頭に来る)
 - ◇ (待ち行列から飛出し先頭に来る)
3. 信号等情報 (入出港規制)
4. 船型・船種
5. 航路
6. 気象条件による一部船舶の行動中止 (荷役中止)

* 設計基準部 システム研究室
** 前設計基準部 システム研究室長

*1) 参考文献 1

7. サービス施設

専用バース (SINGLE FACILITY)

連続バース (GROUP FACILITY)

共用バース (STORAGE)

8. 特殊船による緊急入出港 (規制中における)

以上の動作を基本として、シミュレーションをおこなえるようにし、次にこれらの動作によって生ずる事象を各種TABLEに蓄え(計算機の内部コアに記憶させる)シミュレーションを行うようにした。

以下の説明は各種事象と各種TABLEとの関係である。

- I) その施設がサービス中のため使用できず待つ事象
(DELAYED EVENT TABLE)
 - II) 割込みしようとした船舶が割込みできず(利用している船舶が前もって割込んでいるため)割込み待ちをする事象
(SQUEEZE TABLE)
 - III) 次の行動予定時刻を持った船舶を保留する。
(FUTURE EVENT TABLE)
 - IV) 現在時刻で行動する船舶を保留する。
(CURRENT EVENT TABLE)
 - V) 船型・船種・航路等を保留する (USER TABLE)
- シミュレーション・モデルの基本フローは図-1、各種TABLEの相互関係は図-2に示すようになる。

3. QSSP-II 構成要素

QSSP-IIとはQUEUEING SYSTEM SIMULATION PROGRAM-IIの略であり、主に待ち行列の汎用的シミュレーション・プログラムである。

QSSP-IIではシミュレーションの基本動作(到着、待ち、割込み、サービス、離脱等)を38種類^{*2)}のコール系(QSSP-II副プログラム使用法)を組換ええることにより簡単にシミュレーションを行うことができる。QSSP-IIは、EVENT SEQUENCE法(最も早い時刻で行動する対象物を抽出しシミュレートを進める)でシミュレートしている。

QSSP-IIではシミュレーション・モデル中で行動しうるものをTRANSACTIONと呼び以下Tranと書く。Tranは、港湾・空港においてはそれぞれ船舶であり、飛行機であり、交通シミュレーションにおいては自動車であり、人であり、荷役シミュレーションにおいては、コンテナであったり、フォークリフトであったりし、対象モデルによって人物であったり物であったり情報であったりする。シミュレーション・フローは常にこのTranと利用する施設を念頭において組立てなければな

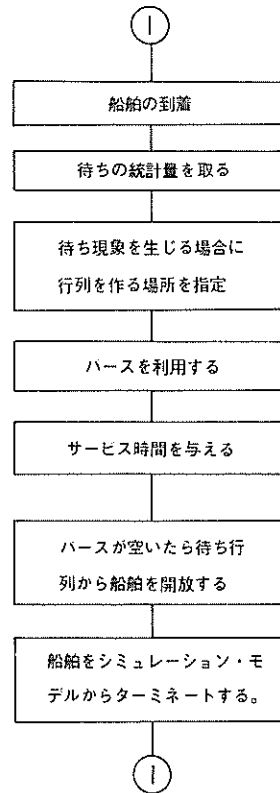


図-1 モデルの基本フロー

らない。

シミュレーション・モデル中のTranはその状態により次のいずれかのTABLEに入れられる。

1. CURRENT EVENT TABLE
2. FUTURE EVENT TABLE
3. USER TABLE
4. DELAYED EVENT TABLE
5. SQUEEZE TABLE

TABLEの説明は下記の通りである。

1. CURRENT EVENT TABLE
現在シミュレート時刻で行動しうるTranを入れる。
優先順位が高く、行動の早い順に入れられる。
2. FUTURE EVENT TABLE
次の行動予定時刻の定まったTranが入れられる。
3. USER TABLE

*2) 全副プログラム38個の内ユーザがコールするもの26個としている。

他の事象と結合，制止，順序変更する Tran が入れられる。主にフローを変えるのに使用するが船舶の種類等を蓄える TABLE である。

4. DELAYED EVENT TABLE

何らかの条件を満たさなくて，待ちの状態に入った Tran が，待ちに入った順序に入れられる。

5. SQUEEZE TABLE

割り込みしようとした Tran が割り込みできず割り込み待ちをする TABLE である。

QSSP-II は (QSSP も同じ) いわゆる EVENT SEQUENCE 法によるシミュレーション・プログラム言語であり，図-2 を用いて概略の説明を試みる。

まず図の中での矢印は OVERALL SCAN である。

OVERALL SCAN は Tran をモデル内で動かす機能を持ち，現在時刻で動かす Tran を取り出し可能な限り ABSOLUTE TIME を更新していくとともにシミュレーション・モデルの時間経過に合せ Tran をサブルーチンからサブルーチンへと動かしていく。FUTURE EVENT TABLE, CURRENT EVENT TABLE に行動しうる Tran がない時は，絶対時刻のみを更新する。矢印の説明は下記に示す通りである。(図-2)

- I : 次の行動時刻になった時。
- II : 次の行動時刻を予測し絶対時刻を更新した時。
- III : 割り込み待ちから開放された時。
- IV : 割り込み待ちに入った時。

V : USER の与えたパラメーターを利用する時。

VI : USER が各種パラメーターを与える時。

VII : 待ちに入った時。

VIII : 待ちから開放された時。

これらの TABLE の他に各副プログラムからこれらの TABLE への入力となる文番号アスタリスク (サブルーチンの引数)

\$5005 (CURRENT EVENT TABLE への入力)

\$6000 (定義プログラムの最後を示す)

\$7000 (Tran 発生への入力)

\$20000 (不要飛先文番号への入力)

等がある。

施設に対しては次の 4 種類が用意されている。

1. STORAGE
 2. SINGLE FACILITY
 3. LOGIC SWITCH
 4. GROUP FACILITY
1. STORAGE
複数の Tran を同時に処理することができその容量は，データ・カードで最大 5 桁の整数型で与えることができる。
2. SINGLE FACILITY
Tran の扱者数が 1 の窓口をいう。
 3. LOGIC SWITCH

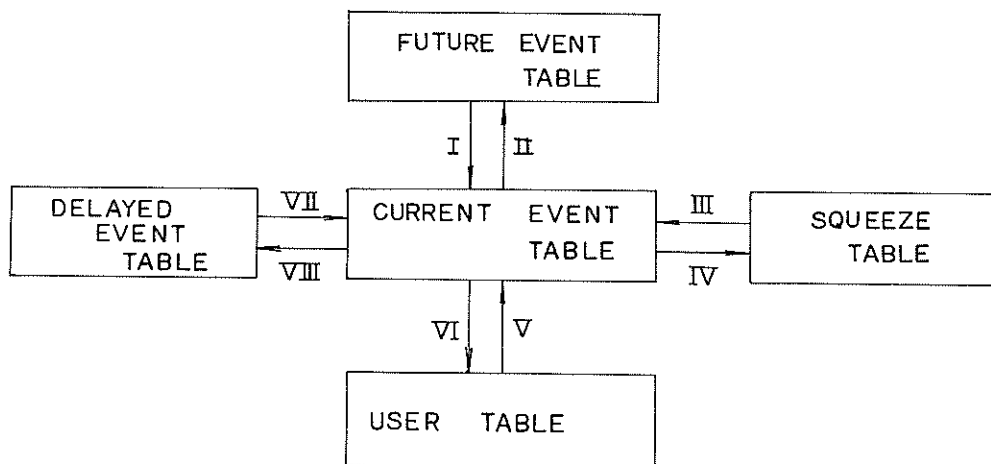


図-2 各種 TABLE の相互関係

信号等情報（入出港規制，夜間，昼間等）を区別。

4. GROUP FACILITY

Tran の扱者数が 2 以上の窓口をいう。即ち数個の窓口が並列に並んでおり，Tran はその GROUP FACILITY のどの窓口に行ってもサービスを受けることができる。全窓口が使用不可能である場合は待ち行列を作り，GROUP FACILITY のいずれかの窓口が空き次第これを占有し，サービスを受ける。

次にシミュレーション実行過程をフローとともに解説する。（図-3）

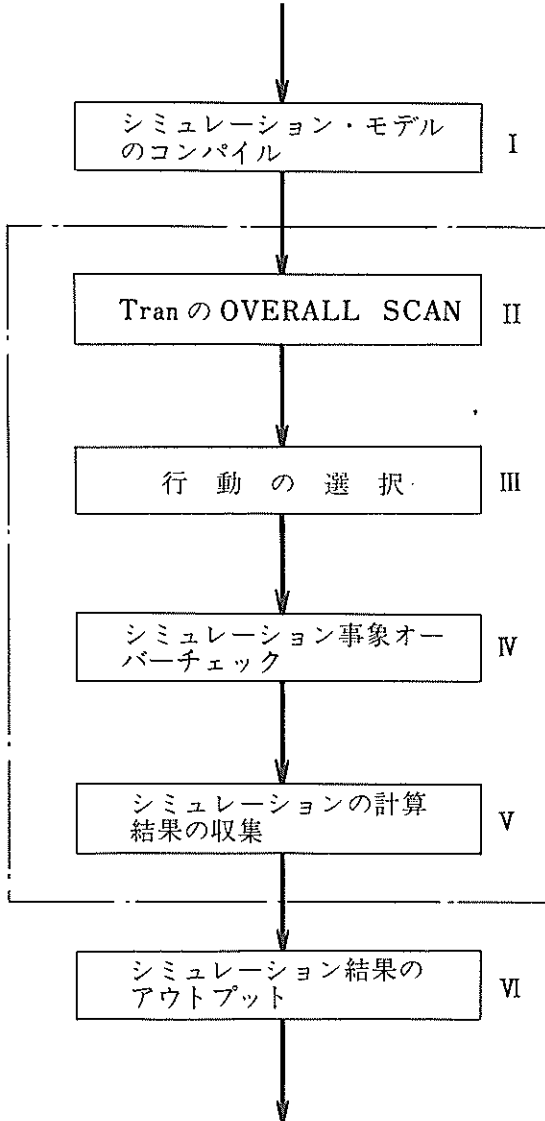


図-3 シミュレーションの実行過程

I においては，ユーザ作成プログラムの組換え，文番号のチェック等，各種チェックが行なわれる。

II においては，行動できる Tran の取出しを行い可能な限り絶対時刻を更新していく。

III においては，II で取出された Tran の行動を行なわせる。

IV においては，QSSP-III によってオーバフロー・チェックが行なわれシミュレーションが適切かどうかチェックする。

V においては，シミュレーション結果の統計量の収集を行い，シミュレーションの最後であるかをチェックし最後であれば VI を実行しシミュレーションを打ち切り，シミュレーションを継続であれば再び II へもどる。

4. QSSP-II シミュレート法

船舶の荷役を例にとって QSSP-II によるシミュレート法を説明する。

モデルとしては 3 施設 (FACILITY1, FACILITY2, FACILITY3) が並列に並んでおり Tran (ここでは船舶) はそのいずれかの施設が空きしだい，これを占有し施設のサービスを受けるが，空きがなければその前に待ち行列を作るものとする。シミュレーションの途中でシミュレーション・モデル中の Tran は図-4 の 1 のようになったものとする。

表 1-1, 表 1-2 の記号の説明は下記に示す通りである。

CEC: CURRENT EVENT TABLE

FEC: FUTURE EVENT TABLE

DEC: DELAYED EVENT TABLE

ATC: ABSOLUTE CLOCK TIME

SLA: STANDARD LOGICAL ATTRIBUTE
論理値 TRUE OR FALSE を表わす。

ここで CLOSE は使用中を，OPEN は使用可能を表わしている。

SNA: STANDARD NUMERICAL ATTRIBUTE
数値を表わす。

ここでは I は入港 (到着)，II は荷役，III は離岸，IV は出港を表わしている。

これらの図・表を用いてシミュレート方法を説明する。Tran ①は FACILITY1 を 9:35 迄占有し，Tran ②は FACILITY2 を 9:35 迄占有し Tran ③は FACILITY3 を 9:50 迄占有し，Tran ④・⑤は 9:03:9:20 より施設空きの待ちをしており，Tran ①はサービスが終り SNA-III の行動をし，Tran ⑥は 9:45 に SNA-I の行動をしようとしている。これらは図-4 の

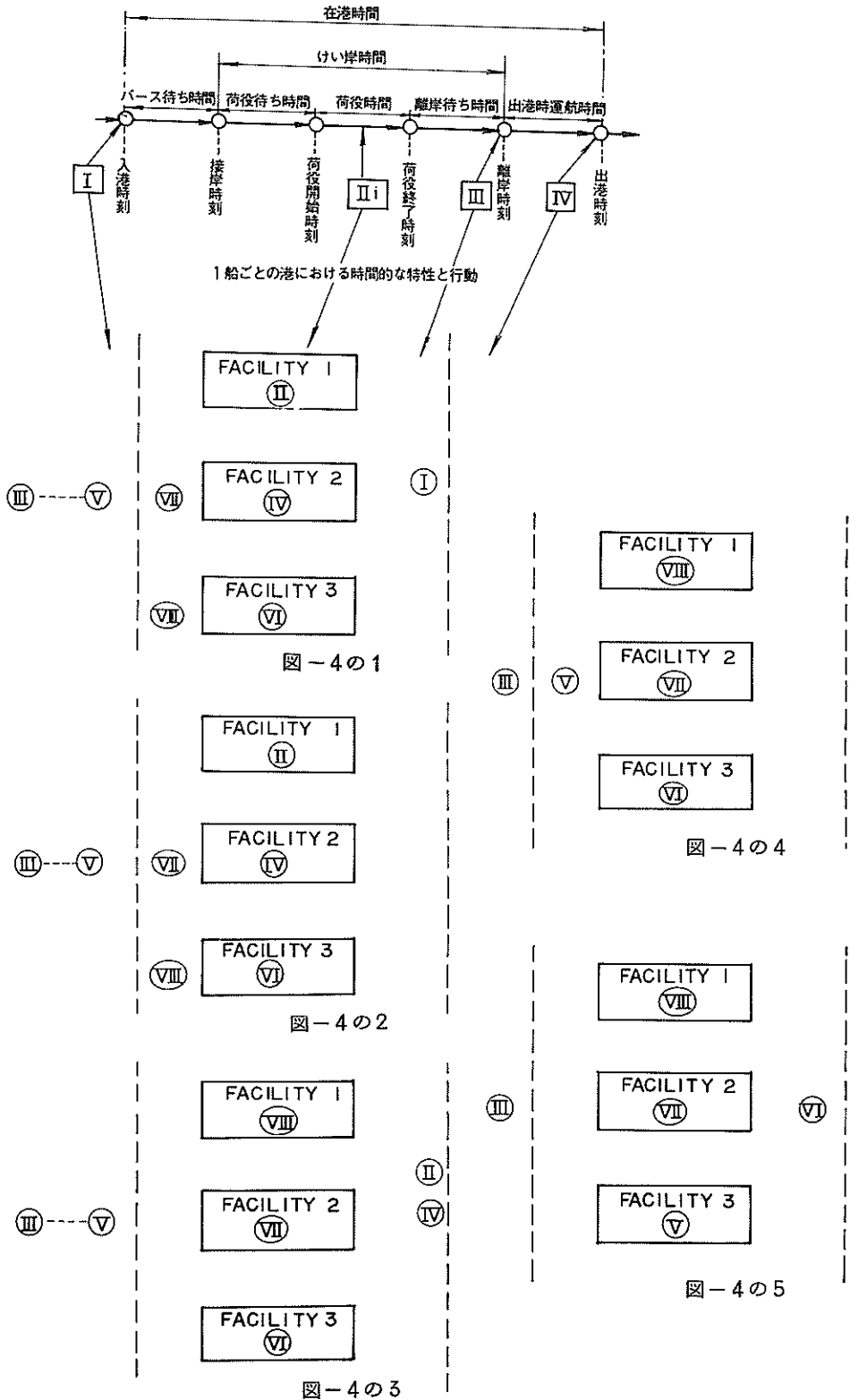


表 1 - 1

CEO	FEC	DEC	AGT		SLA				SNA			S
			CEC	FEC	DEC	FACILITY1	FACILITY2	FACILITY3	CEC	FEC	DEC	
I	II	VII	9:00	9:35	9:03	CLOSE	CLOSE		IV	III	II	1
	IV	VII		9:35	9:20					III	II	
	V			9:45						I		
	VI			9:50		CLOSE				III		
	II	VII		9:35	9:03	CLOSE	CLOSE			III	II	2
	IV	VII		9:35	9:20					III	II	
	V			9:45						I		
	VI			9:50		CLOSE				III		
II	V	VII	9:35	9:45	9:03	OPEN	OPEN		III	I	II	3
	IV	VII	9:35	9:50	9:20		OPEN	CLOSE	III	III	II	
	V	VII		9:45	9:03	OPEN	OPEN			I	II	4
	VI	VII		9:50	9:20		OPEN	CLOSE		III	II	
	V			9:45						I		
	VI			9:50		CLOSE				III		
V	VI		9:45	9:50		CLOSE	CLOSE			I		5
	VII			9:50						III		
	VIII			9:55						III		
	VIII			9:59		CLOSE				III		
V	VI		9:45	9:50		CLOSE	CLOSE		II	III		6
	VII			9:55						III		
	VIII			9:59		CLOSE				III		
	III			10:10						I		
	VI	V		9:50	9:45	CLOSE	CLOSE			III	II	7
	VII			9:55						III		
	VIII			9:59		CLOSE				III		
	III			10:10						I		

表 1 - 2

CEC	FEC	DEC	ACT			SLA			SNA			S
			CEC	FEC	DEC	FACILITY1	FACILITY2	FACILITY3	OEC	FEC	DEC	
VI	VII	V	9:50	9:55	9:45	CLOSE	CLOSE	OPEN	IV	III	II	8
	VIII			9:59						III		
	III			10:10						I		
	VII	V		9:55	9:45	CLOSE	CLOSE	OPEN		III	II	9
	VIII			9:59						III		
	II			10:10						I		
	VII			9:55		CLOSE	CLOSE			III		10
	VIII			9:59						III		
	III			10:10						I		
	V			10:20				CLOSE		III		
VII	VIII		9:55	9:59		CLOSE	OPEN		IV	III		11
	III			10:10						I		
	V			10:20				CLOSE		III		
	VIII			9:59		CLOSE	OPEN			III		12
	III			10:10						I		
	V			10:20				CLOSE		III		
VIII	III		9:59	10:10		OPEN	OPEN		IV	I		13
	V			10:20						III		
	III			10:10		OPEN	OPEN			I		14
	V			10:20						III		
	V			10:20				CLOSE		I		
III	V		10:10	10:20		OPEN	OPEN		II	III		15
	V			10:20						III		
	V			10:20			CLOSE			III		16
	III			10:20						III		
	III			10:20				CLOSE		III		
V	III		10:20	10:40		OPEN	OPEN		IV	III		17
	III		10:20	10:20					IV	III		
						OPEN	OPEN					18

1, 表1-1ステップ1の状態である。まずCEC表より1番目から順に行動しうるTranを抽出すると, Tran ㉑はSNA-IVの行動であるから出港し, シミュレーション・モデル中より除かれる。したがって図-4の2, 表1-1ステップ2の状態になる。

次に再びCECを見ると行動しうるTranは無いのでFEC表より最早の時刻をもつTranを探すと㉒と㉓であるので現在シミュレート時刻を9:35にセットする。

Tran ㉒・㉓は9:35にサービスを終了したのでFACILITY1, FACILITY2をOPENにし施設より離脱(出港)させシミュレーション・モデル中より除く。

次にFACILITY1, FACILITY2がOPENの状態なので施設空きの待ちをしていたTran ㉔・㉕をDEC表より除きFACILITY1・FACILITY2を占有させる。

したがって図-4の3, 表1-1ステップ3・4・5の状態になる。なおTran ㉔・㉕の待ち時間は

$$9:35-9:03=0:32, 9:35-9:20=0:15$$

となりサービス終了時刻は, 各々0:20, 0:24のサービスを受けるものとする

$$9:35+0:20=9:50, 9:35+0:24=9:59$$

となる。

次のステップとしてはCEC表には行動しうるTranは無いのでFEC表より最早時刻のTranである㉖の9:45に現在シミュレート時刻を更新する。Tran ㉖は, SNA-Iの行動であるから, 到着と同時に次のTranのTran名, 到着予定時刻を決定する。決定されたTranは㉗であり10:10に到着予定とする。Tran ㉖は施設が空いていないので, 待ち行列を作りDEC表に移される。したがって図-4の4, 表1-1ステップ6・7の状態になる。

以上のような操作をシミュレーション終了時刻まで繰り返すことによりシミュレートを進める。

5. QSSP-II 副プログラムの使用方法

QSSP-IIは38種類の副プログラムから構成されるがユーザがこの説明にしたがってコールしてシミュレーションを実行するために使用するのは26種類である。以下各副プログラムについて概要を述べる。

I) START (KIERO, ON, OFF)

KIERO: CALL GENERAを定義した個数の指定 (1~10)

ON: 英文字ONの指定

OFF: 英文字OFFの指定

(プログラム作成者は無条件でON, OFFの指定をし作成プログラムを初期状態に

セットしなければならない。)

〔仕様〕

CALL GENERAを定義した個数の指定, 全てのシミュレーション事象を初期(信号等は進入可, STORAGE, FACILITYは空)状態にする。一連のコール文の一番最初にこの副プログラムをコールしシミュレーションの初まりであることを指示する。

II) READ (GROUP, N, STORAGE, NN, PRIOR)

GROUP: GROUP FACILITYを必要とする時, 英文字ON, 不必要のときOFFの指定

N: GROUP=ONの時, GROUP FACILITYのグループ数(1~10)

STORAGE: STORAGEを必要とする時, 英文字ON, 不必要の時OFFの指定

NN: STORAGE=ONのときストレージ数(1~10)

PRIOR: 使用施設等がオープン状態になった時 (FACILITYなら空, STORAGEなら残容量がある場合) 待ち行列にプライオリティを必要とする時英文字ON, 不必要の時OFFの指定

〔仕様〕

GROUP FACILITYのグループ数, STORAGEのストレージ数の定義(1グループの施設番地, ファシリテイ数, ファシリテイ・ナンバー, ストレージの施設番地, ストレージ容量等をデータカードに作成して読ませ, これを定義する)をする。

待ち行列のプライオリティとは, ある特定の施設の前に待ち行列が発生している場合, 別の施設が開放状態になった時, 待ち行列を作っているTranを優先させることである。プライオリティに関して下図と共に説明する。(図-5)

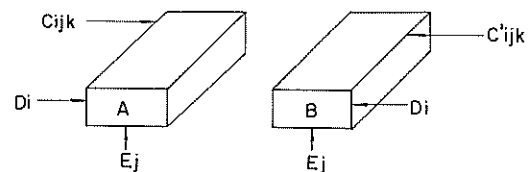


図-5

A~施設の種類表 B~施設番地表

Di~施設の種類 Ej~施設番地

Cijk~施設の種類プライオリティ軸

C'ijk~施設番地のプライオリティ軸

(プライオリティ軸上の優先順位は軸上で原点に近いものより順次に入るが、このプライオリティを実行するサブルーチン SELECT, SELECRでプライオリティ軸上での順位を指定することで順位の変更を行うことができる)

通常施設を利用する場合 D_i, E_j の指定をする。待ち行列が発生した場合、その利用しようとする施設の前に行列を作るのが普通である。しかしながら必ずしも利用する施設の前に待ち行列を作るとはかぎらず、 $D_i \pm n, E_j \pm m$ ($0 < i \pm n \leq 4$), ($0 < j \pm m \leq 10$)に待ち行列を作る場合もありうる。そうした場合施設 D_i, E_j が空きの状態になった時、 $D_i \pm n, E_j \pm m$ の待ち行列から Tran を除き D_i, E_j のサービスを受けさせることを考えてみる。

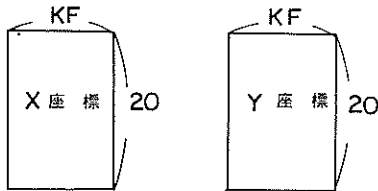
A表の D_i, E_j の C_{ijh} ($h=1 \sim 10$)に $D_i \pm n$ をセットし、B表の D_i, E_j の C_{ijh} ($h=1 \sim 10$)に $E_j \pm m$ をセットする。

サブルーチン SELECT, SELECRにてプライオリティ軸上の順位を指定することにより、 $h^{*3)}$ で指定された様式にしたがって $D_i \pm n, E_j \pm m$ の範囲の待ち行列から Tran を解放し D_i, E_j のサービスをうけさせる。

III) FUNCDF (TYPE, KF)

TYPE: 一般分布のデータが累積分布なら英文字 O, 頻度分布なら OFF の指定。

KF: 配列の座標軸の指定 (1~10)



[仕様]

分布関数型を使用する際、一般分布を関数型としてデータカードより読込ませこれを定義する。データ型式は百分率で入れ、頻度分布は累積分布に修整される。

IV) TRACE (I)

I: QSSP-II の DEBUG 機能を持つ、英文字 ON

*3) 詳細の説明は附録3・コントロールカードとプログラムを参照のこと。

の指定、不必要の場合は定義しない。

[仕様]

シミュレーション事象変化の DEBUG TRACE 機能を持つ、事象の一部のみラインプリンターに打出す場合は CALL TRACE (ON), CALL TRACE (OFF) で必要部分を囲む。

V) GOTO (*)

*: 任意の STATEMENT NUMBER

[仕様]

FORTRAN の無条件 GOTO 文に相当する。

VI) GENERA (NB, IGN, ABB, AT1, FNN, KFF, NCS, *)

NB: サブルーチン GENERA の識別番号 (1~10)

IGN: サブルーチン LOGIC と併用するときのみ英文字 ON, 他は OFF の指定 (IGN=ON の時、最初の Tran はこの GENERA ルーチンより発生するが、二度目以降シミュレーション終了までこのルーチンより Tran は発生されない。IGN=OFF の時、シミュレーション終了後このルーチンより Tran が発生する。)

ABB: 発生間隔の平均値

AT1: 最初の Tran の発生時刻

FNN: 発生間隔の分布型の指定

0: 指数分布で発生 (最大発生間隔 $7 \times ABB$)

1: 一定分布

2: 一般分布 (この指定においては CALL FUNCDF で関数型を定義しなければならない、又座標軸の KFF の指定も必要)

KFF: 一般分布を使用する際 CALL FUNCDF で指定した座標軸の指定

NCS: 次の行動を規制するパラメータ (これにより STATEMENT NUMBER がストアされる)

*: \$ 7000 の指定

[仕様]

発生間隔の平均値と分布型を満足する Tran を発生する。最初の Tran は AT1 の時刻にセットされ QSSP-II にコントロールされる。二回目以降到着時刻の与えられた Tran は FUTURE EVENT TABLE に

セットされる。又信号のコントロール、シミュレーション結果のアウトプット時刻の決定、シミュレーションの終了、などのコントロールにサブルーチン LOGIC, END と対で利用する。(注・Tran の発生は Tran の到着と同時に次の Tran の到着時刻を決定する。)

VII) ADVANC (NUB, STT, FNN, KFF, NCS, *)

NUB : サブルーチン ADVANC の識別番号(1 ~ 20)

STT : サービス時間の平均値

FNN : サービス時間の分布型の指定

0 : 指数分布 (最大サービス時間 $7 \times$ STT)

1 : 一定分布

2 : 一般分布 (この指定においては、CALL READ で関数型を定義しなければならない、又座標軸 KFF の指定も必要。)

KFF : 一般分布を使用する際、CALL FUN-CDF で指定した座標軸の指定

NCS : 次の行動を規制するパラメータ (これにより STATEMENT NUMBER がストアされる)

* : \$5005 の指定 (又はこのサブルーチンの次に処理すべき STATEMENT NUMBER)

[仕様]

FACILITY, STORAGE, LOGIC 等におけるサービスを指定された平均値と分布型を満足するように実行させる。CURRENT EVENT TABLE より除き FUTURE EVENT TABLE に登録する。

VIII) RESET (NRESTE, NB, AB1, FN1, KF1, AB2, FN2, KF2, AT1, ST)

NRESTE : 変更すべきサブルーチン

GENE (英文字) : GENERA

ADV () : ADVANC

NB : 変更すべきサブルーチンの識別番号 (1~10), サブルーチン ADVANC は 20 種の識別番号があるがこの RESET では 1~10 までしか変更できない。

AB1 : 変更すべき平均値

FN1 : 変更すべき分布型

0 :

1 : サブルーチン GENERA, AD-

2 : VANC の説明に同じ。

KF1 :

AB2 : リセット時間の平均値

FN2 : リセット時間の分布型

0 :

1 : サブルーチン GENERA, ADV-

2 : ANC の説明に同じ。

KF2 :

AT1 : 最初にリセットが働く時刻

ST : リセット周期

[仕様]

サブルーチン GENERA, ADVANC の平均値、分布型等を時刻 AT1 でリセットすべき平均値、分布型にし、リセット周期でリセットの働く時間帯とリセットの働かない時間帯で繰り返す。

K) TABLE (K)

K : サブルーチン TABLE の識別番号 (1~10)

[仕様]

待ちに関する統計量 (総待ち時間、平均待ち時間、最大待ち長さ、総個数、待ちヒストグラム) を求める。待ちの統計量を得ようとする施設の前に定義する。

X) DEPART (K)

K : サブルーチン DEPART の識別番号 (1~10)

[仕様]

待ちの統計量を取ることを指定した場合に、施設を利用せずその Tran が離脱したとき待ちの統計量 (TABLE (K)) から漏れることを防ぐのにこのサブルーチンを用いる。又割込みに関する待ちの統計量は TABLE と DEPART を対で使用し対象となる施設をさむかたちで使用する。

XI) QUEUE (FN, I, NCS, *)

FN : 施設の種類の指定

1 : STORAGE

2 : SINGLE FACILITY

3 : LOGIC SWITCH

4 : GROUP FACILITY

I : 施設番地の指定 (1~10)

NCS : 次の行動を規制するパラメータ (これにより STATEMENT NUMBER がストアされる)

* : \$5005 の指定

[仕様]

使用しようとする施設が使用不可の時 DELAYED EVENT TABLE に登録する。通常サブルーチン FACSTO, FACGRO, FACSIN と共に併用する。

XII) QUEUER(FN, I, NCS, *)

FN : 施設の種類

- 1~STORAGE
- 2~SINGLE FACILITY
- 3~LOGIC SWITCH
- 4~GROUP FACILITY

I : 施設番地 (1~10)

NCS : 次の行動を規制するパラメータ (これにより STATEMENT NUMBERがストアされる)

* : \$ 5005の指定

[仕様]

割込み不可 (割込みもとした施設に別の Tran が割込んで使用している場合) の時 SQUEEZE TABLE に登録する。通常サブルーチン FACFSR と共に併用する。

XIII) FACSTO(I, J, LOF, L, LAST, *, *, *, *)

I : サブルーチン FACSTO の識別番号 (1~10)

J : Tran の平均容量

LOF : Tran の容量変化の指定

ON (英文字) : $1 \leq \text{Tran 容量} \leq J \times L$

OFF (*) : J の一定容量

L : 容量変化指定 ON の時、最大変化量 (L × J) の指定、不必要の時 0 の指定

LAST : 施設使用不可の場合、他の施設のサービスを受けない場合、英文字 ON, 他の施設のサービスを受ける場合 OFF の指定。

* : 他の施設のサービスを受けない場合に処理すべき STATEMENT NUMBER, 不必要の時 \$ 20000 の指定。

* : 他の施設のサービスを受ける場合、サービスを受ける施設の STATEMENT NUMBER, 不必要の時 \$ 20000 の指定

* : サービスが終了した場合、次に処理すべき STATEMENT NUMBER, 不必要のとき \$ 20000 の指定。

[仕様]

STORAGE の使用に際し指定された容量変化に基づいて Tran の占有容量を決める。STORAGE に残存容量があればこれを占有し STORAGE の統計量 (総利用個数, 平均占有量, 平均占有時間, 平均利用率) を求める。(STORAGE の最大容量は CALL READ で定義していなければならない。)

XIV) FACSIN(I, LAST, *, *, *)

I : サブルーチン FACSIN の識別番号 (1~10)

LAST :

- * : サブルーチン FACSTO の説明に同じ。
- * :
- * :

[仕様]

SINGLE FACILITY が使用可能状態ならこれを占有し FACILITY の統計量 (総利用個数, 平均利用率, 平均占有時間) を求める。

XV) FACGRO(I, LAST, *, *, *, *)

I : サブルーチン FACGRO の識別番号 (1~10)

LAST :

- * : サブルーチン FACSTO の説明に同じ。
- * :
- * :

[仕様]

FACILITY 数個を 1 グループとして取扱い、使用可能状態ならこれを占有し FACILITY の統計量を求める。(GROUP FACILITY のグループ数, フシリテイ数は CALL READ で定義していなければならない。)

XVI) FACFSR(FN, I, *)

FN : 施設の種類

2 : SINGLE FACILITY

4 : GROUP FACILITY

I : 施設番地 (1~10)

* : 割込不可能の場合、処理すべき STATEMENT NUMBER

[仕様]

サービス中の施設へ Tran が割込みを起す場合、割込みされる FN, I を指定して割込みをさせる。(FACILITY が現在使用中でかつ使用中の Tran によって割込まれている場合、そこに割込みもとする Tran は割込ができなくなる、GROUP FACILITY においては全 FACILITY が割込みを起されている場合のみ割込ができない。)

XVII) INTFAC

[仕様]

施設のサービス終了後、施設の統計量を求める。サブルーチン FACSTO, FACSIN, FACGRO において、サービス終了後次に処理すべき STATEMENT NUMBER を指定せず、サブルーチン ADVANC の

NCSでこのサブルーチンに流れるパラメータを指定した時のみ使用する。又割込み施設の統計量はサブルーチンFACFSBと共に対で用いる。

XX) RETURN (NCS)

NCS: 割込まれたTranが次の行動を規制するパラメーター。

[仕様]

サービス中のTranが割込みをうけた場合、FUTURE EVENT TABLEにあるそのTranを取り出しCURRENT EVENT TABLEへ登録する。現在時刻で一応施設の統計量を求めるための処理をして、次にこのTranの行先をNCSでコントロールする。

XX) SELECT (FN1, I1, M1, N1, MS1, YES, M2, N2, MS2, L1, L2, NCS)

FN1: 施設の種類

- 1: STORAGE
- 2: STINGLE FACILITY
- 4: GROUP FACILITY

I1: 施設番地 (1~10)

M1: 待ち行列から開放すべき順位

N1: 待ち行列から開放すべき順位変動の指定、ON(英文字): 順位変動有。M1~MS1の間でTranを開放する。MS1が現在待ち数より大きく、かつM1が指定範囲にある場合、M1の順位のTranが待ちから開放され、待ちがM1の指定範囲にない場合はM1以内の順位のTranがランダムに待ちから開放される。

OFF(英文字): 順位変動無。M1の順位に従って待ちから開放される、現在待ち数がM1に達していないならばM1以内の順位のTranがランダムに開放される。

MS1: 最大変動範囲の指定。(M1, MS1において最大待ち順位のTranを開放する場合(行列の最後尾を先頭にもってくる)はMAX=MAXDEC(FN1, I1)をこのサブルーチン・ステートメントの前に定義し、M1の引数にMAXの指定をする。M1からMS1の範囲にあるTranをランダムに解放する場合は上述と同様の手続きをおこないM1のかわりにMS1の引数にMAXの指定をする。副プログラムREADで指定したプライオリティ実行時においてはM2, N2, MS2

はM1, N1, MS1の基本型に従う。

YES: M1に0を指定し、このYESに英文字ONの指定をおこなったとき、指定されたFN1, I1の待ち行列にTranが無くこのYESにONの指定をおこなった場合他の待ち行列から副プログラムREADで指定された順位に従ってTranを開放する。(この場合あらかじめCALL READでプライオリティ軸に施設種類、施設番地を与えておき、L1, L2でプライオリティ軸上の順位を与えなければならない)前述のプライオリティを実行しない場合、英文字OFFの指定を行う。

M2: }

N2: }

MS2: }

M1, N1, MS1の説明に同じ。

(ただし、プライオリティを持った行列に関してである。)

L1: }

L2: }

CALL READでプライオリティ軸上にシーケンシャルに登録しておいたものうちL1→L2の範囲で原点に近いものからプライオリティを与える。

NCS: DELAYED EVENT TABLEから開放されたTranが次の行動を規制するパラメーター。

[仕様]

施設等が何んらかの条件で使用不可能状態で(他のTranのサービス中も含めて考える)サブルーチンのQUEUEで施設FN, Iの前に待ち行列を作らせたが施設が使用可能状態になった時FN=FN1, I=I1の待ち行列を待ちから開放する。開放の順位はM1, N1, MS1, プライオリティ実行時はM2, N2, MS2により定められる。

XX) SELECR (FN, I, NCS, L1, L2, NCS1)

FN: 割込み施設の種類

2: SINGLE FACILITY

4: GROUP FACILITY

I: 割込み施設番地 (1~10)

NCS: SQUEEZE TABLEから開放されたTranが次の行動を規制するパラメーター。

L1: }

L2: }

割込み待ち行列が無くなって、かつ施設が使用可能状態になった時、通常のプライオリティ軸上の範囲の指定。

(ここまではSELECTのL1, L2と同じである。)サブルーチンFACF-

SRを使用する場合はサブルーチンのQUEUERはもちろん定義しなければいけないが、サブルーチンQUEUERのEN, Iの前に作られた割込み待ち行列を開放するためには、このサブルーチンを必ず定義しなければならない。またCALL READでプライオリティに関するデータも定義しなければならない。

NCS1: DELAYED EVENT TABLE から開放された Tran が次の行動を規制するパラメータ。

[仕様]

割込みしていた Tran が施設のサービスを終了して施設が使用可能状態になった時、サブルーチンQUEUERでFN, Iの前に作られていた割込み待ち行列の Tran をこのサブルーチンで先頭より順に開放する。割込み待ち行列が無い場合においては待ち行列のプライオリティにしたがって他の待ち行列から解放され、その順位はL1→L2である。

XXD LOGIC(NL, ISR)

NL: サブルーチン LOGIC の識別番号 (1~10)

ISR: 信号等、情報の遮断回路

ON (英文字): 無規制

OFF (): 規制により一時中止

[仕様]

交通信号、制止命令、出入規制等、にサブルーチンADVANCと共に対で用い情報等の規制に使う。

XXII GATE(SNF, I, J, LOF, K, KOSON, NCS, *, *)

SNF: 施設の種類の

1: STORAGE

2: SINGLE FACILITY

3: LOGIC SWITCH

4: GROUP FACILITY

I: 施設番地の指定 (1~10)

J: 呼損を起すための平均待ち長さ

LOF: 呼損における許容待ち長さ

ON (英文字):

$1 \leq \text{呼損許容待ち長さ} \leq J \times K$ の間で呼損発生

OFF (英文字): J = 一定で呼損発生

K: 最大許容待ち長さ (J×K) の指定、不要の時は0を指定

KOSON: 呼損が発生するモデルならば英文字ON,

不必要ならOFFの指定。

NCS: 呼損を起さず DELAYED EVENT TABLE に登録された Tran が DELAYED EVENT TABLE より開放されたとき次の行動を規制するパラメータ。

*: 呼損発生の際、Tran を処理すべき STATEMENT NUMBER

*: \$ 5005 の指定

[仕様]

許容待ち長さを計算し呼損発生をチェックする。算出された許容待ち長さ以内にその Tran が行列を作りうるときでも施設の待ち行列に参加する以前に、信号等の規制によってゲートの前に待ち行列を作る場合 SNF, I, に従って、待ち行列を作る。信号を除くすべての施設においてはサブルーチン QUEUE QUEUEER の FN, I に従って DELAYED EVENT TABLE に登録される。施設に関してはサブルーチン FACSTO, FAOSIN, FAGRO と共に対で用いる。また単独で情報等信号のチェックに用い規制中ならこのサブルーチンの SNF, I に従って待ち行列を作る。

XXIII SETPAR(LOF, L, I1, I2, I3, I4, I5, N, *, *, *, *, *)

LOF: 飛先番地割当のとき、または Tran を種別する時、英文字 ON の指定 (Ii にしたがって 1~5 の数字がセットされる。) 飛先番地実行のとき OFF の指定。

L: サブルーチン SETPAR の識別番号 (1~10)

(識別番号 1~3 を使用した場合には再び同じ番号を使わない限り値は変更されないが 4~10 を使用した場合はすでに与えられた識別番号 3 で与えられた値はそれによって置き換えられる。)

Ii (i=1~5): LOF=ON の時、百分率の値を Ii (i=1~5) に指定する、LOF=OFF の時 0 を指定。

N: パラメータ Ii の数 (1~5)

*i (i=1~5): LOF=OFF の時、任意の飛先番地実行 STATEMENT NUMBER の指定、LOF=ON または不必要な *i には \$ 20000 の指定。

[仕様]

Tran にパラメータ (1~5) を与え USER TABLE に登録する。Ii の百分率に従って 1~5 の数値が該当 Tran に与えられ、又フローを変えるのにも用

いられる。

XXV) KPLOAD(L, J, *)

- L: サブルーチン SETPAR の識別番号 (1~3)
- J: 規制すべき種別 (サブルーチン SETPAR で I i のパラメータによりセットされた数値 1~5 を指定)
- *: \$ 5005 の指定 (又は IV このサブルーチンの次に処理すべき STATEMENT NUMBER)

[仕様]

気象条件等により一部 Tran (J のパラメータをもった Tran) の荷役等を一時中止させる。
(注・荷役中止中は割込みはできないものとする)

XXV) TERMIN(NT, JDG, *)

- NT: サブルーチン TERMIN の識別番号 (1~10)
- JDG: プログラムの切換スイッチ
 - ON (英文字): CURRENT EVENT TABLE への入力
 - OFF() : このサブルーチンの次のコール文を実行
- *: JDG=ON の時, \$ 5005 の指定
他は \$ 20000 の指定

[仕様]

シミュレーションの終了した Tran は CURRENT EVENT TABLE より除き, システム中よりターミネートする。

XXVI) END(N, *)

- N: シミュレーション結果のアウトプット回数
- *: \$ 5005 の指定

[仕様]

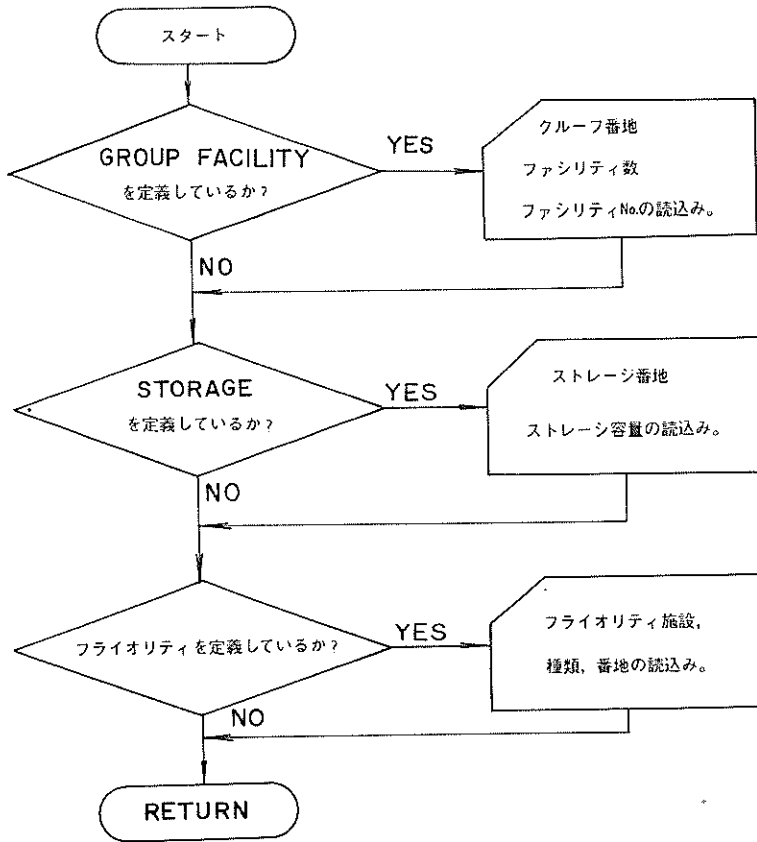
シミュレーション結果の打出しを行い, アウトプット回数 N 回でシミュレーションの終了であることを指示する。

6. QSSP-II 副プログラム・ブロックチャート

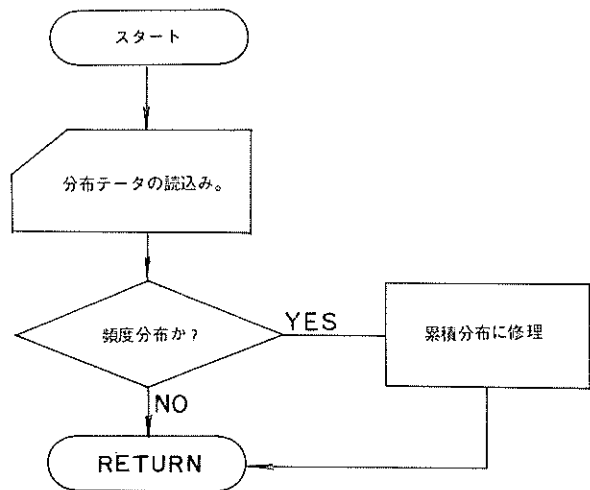
1) START

省略

II) READ



III) FUNCDF



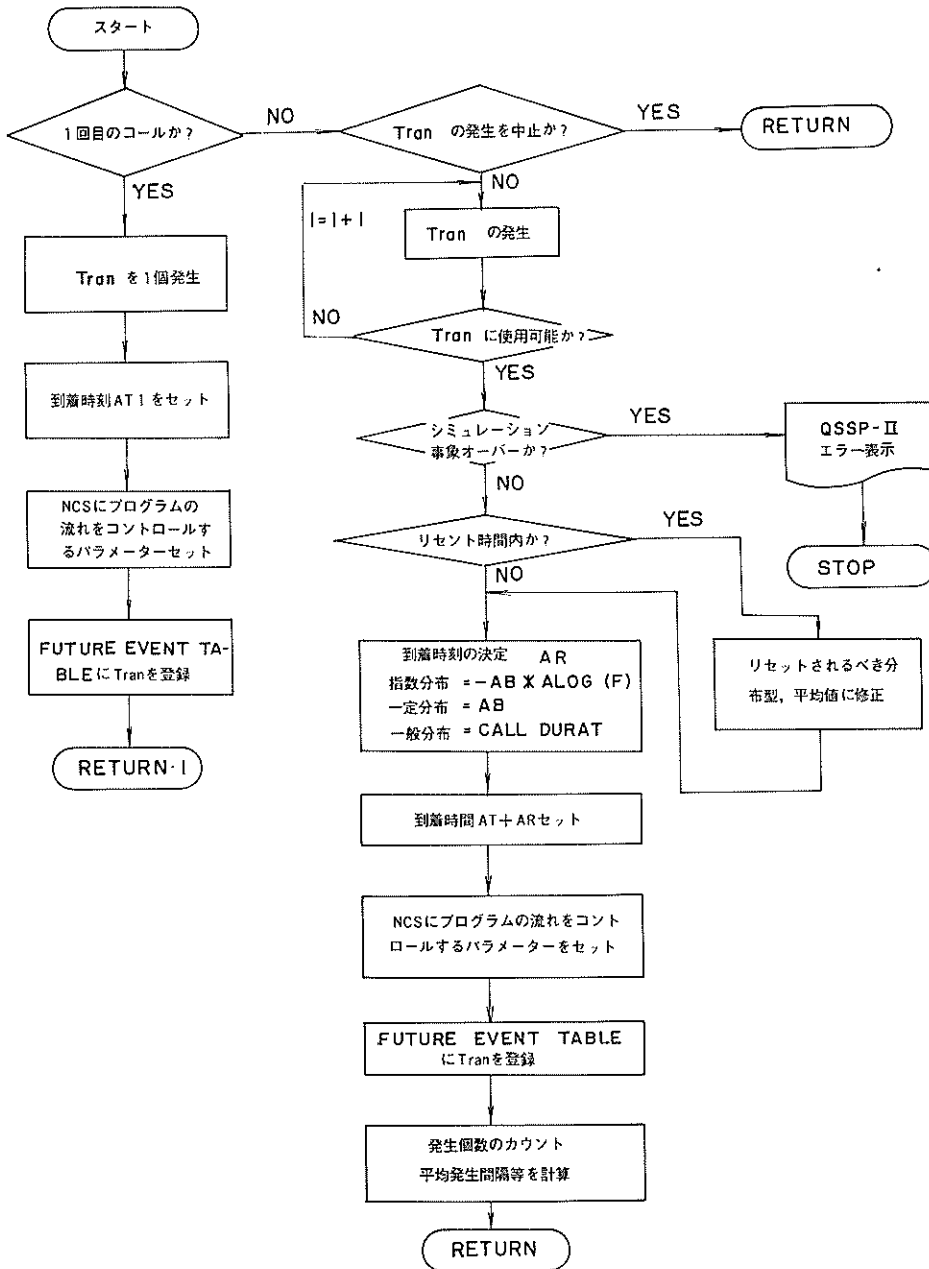
IV) TRACE

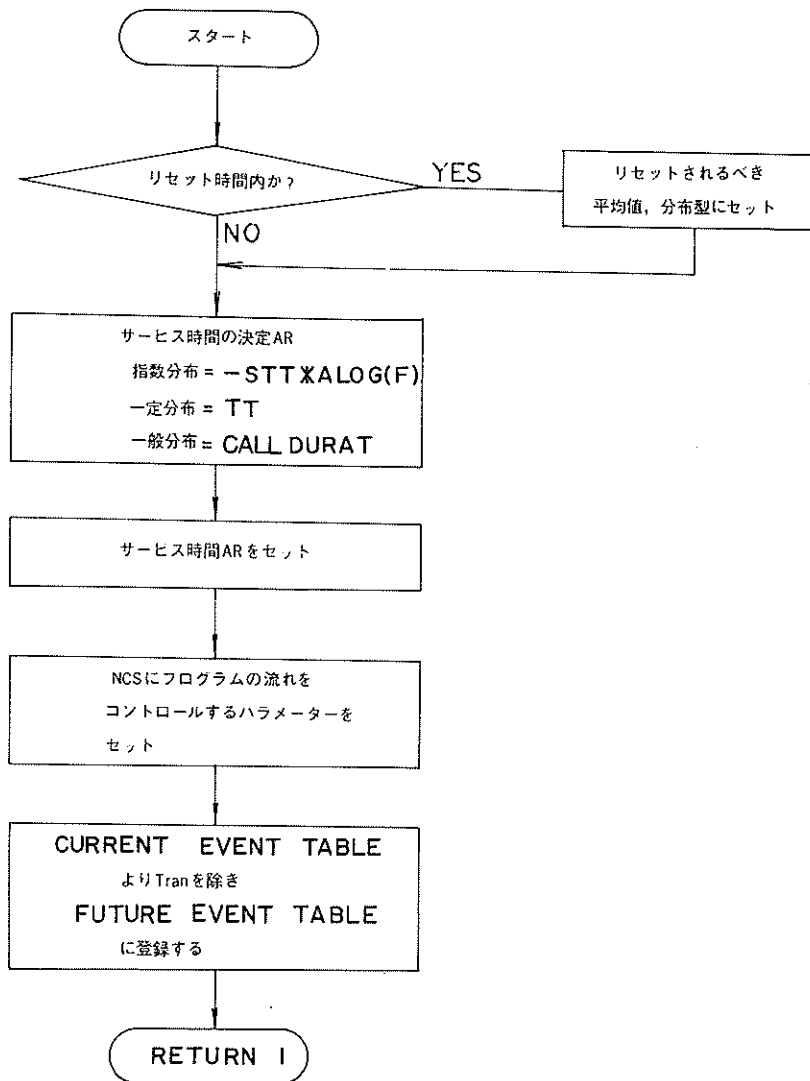
省略

V) GOTO

省略

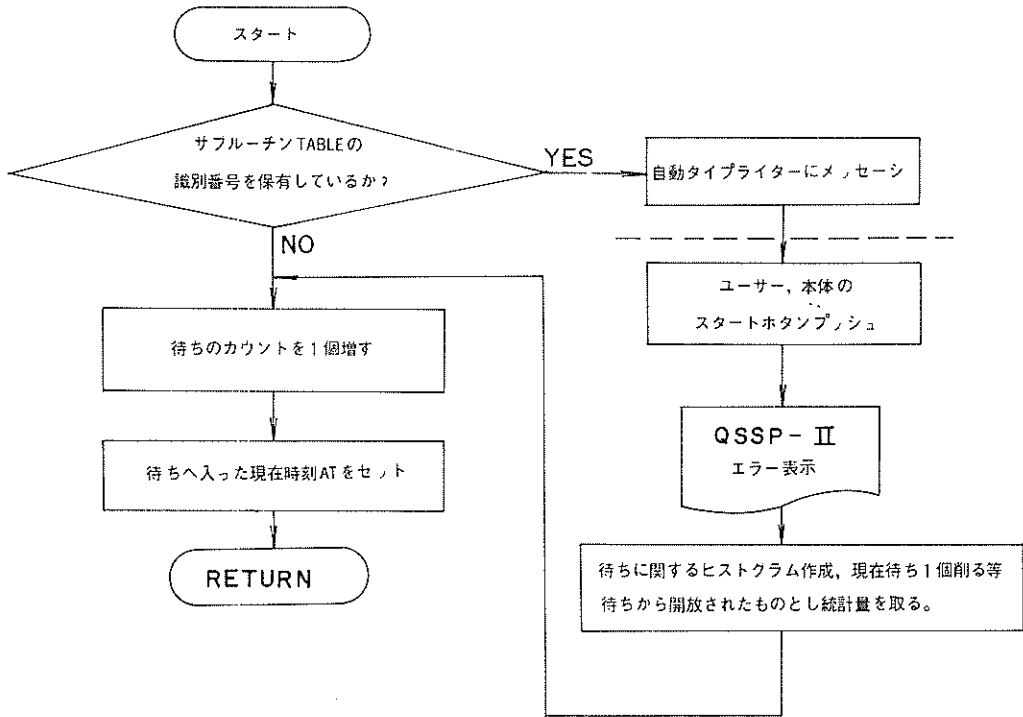
VI) GENERA



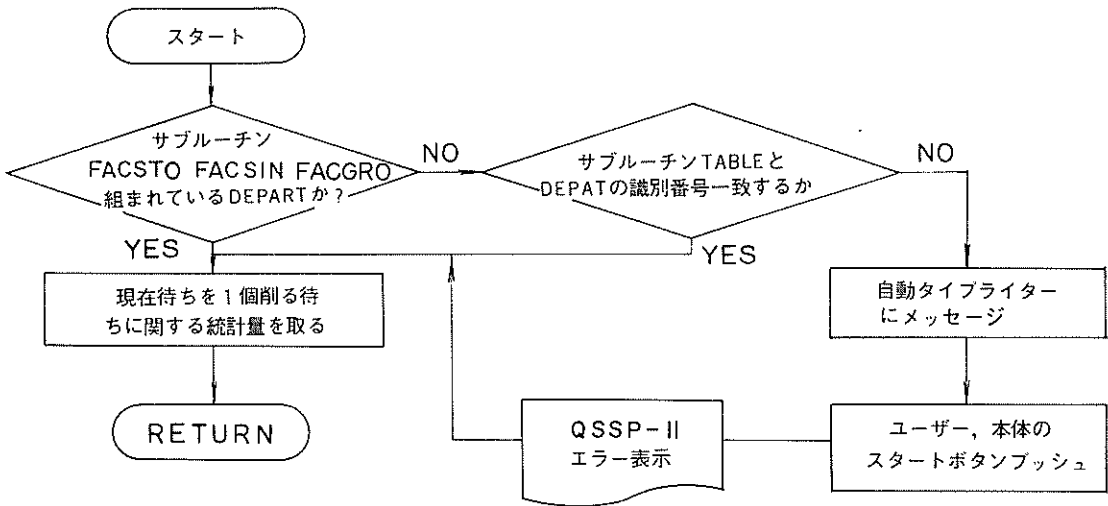


VE) RESET
省略

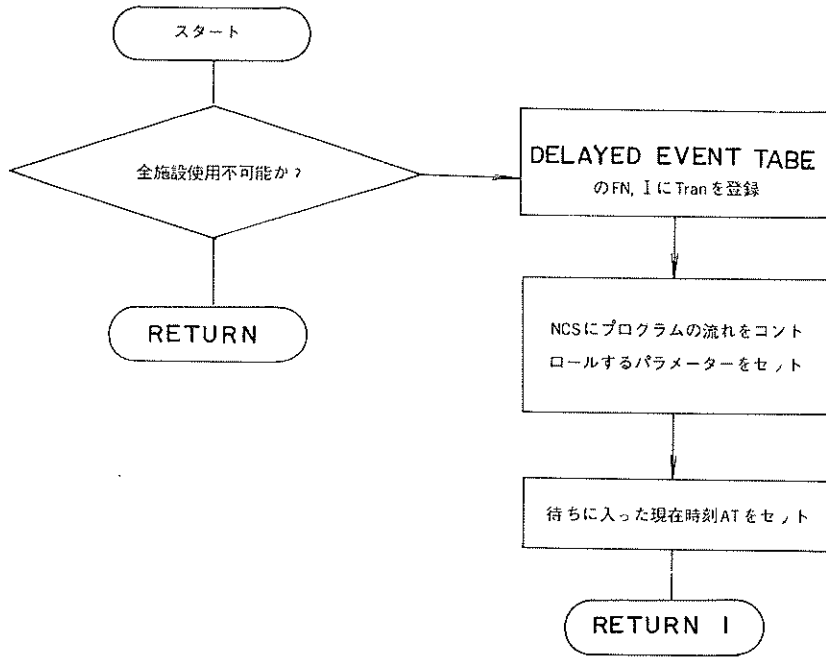
K) TABLE



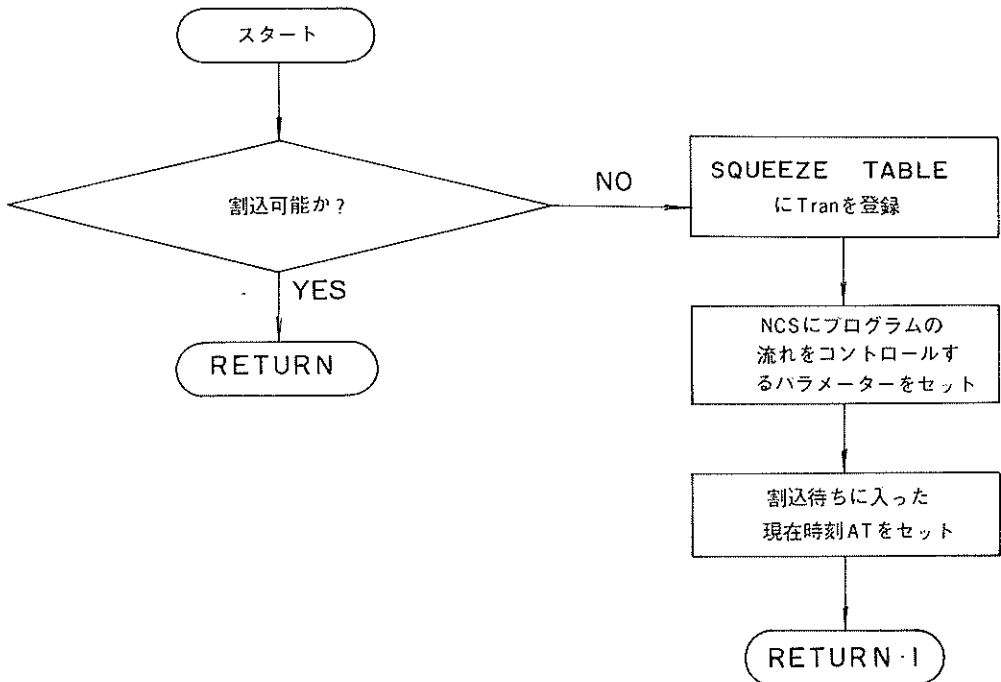
X) DEPART

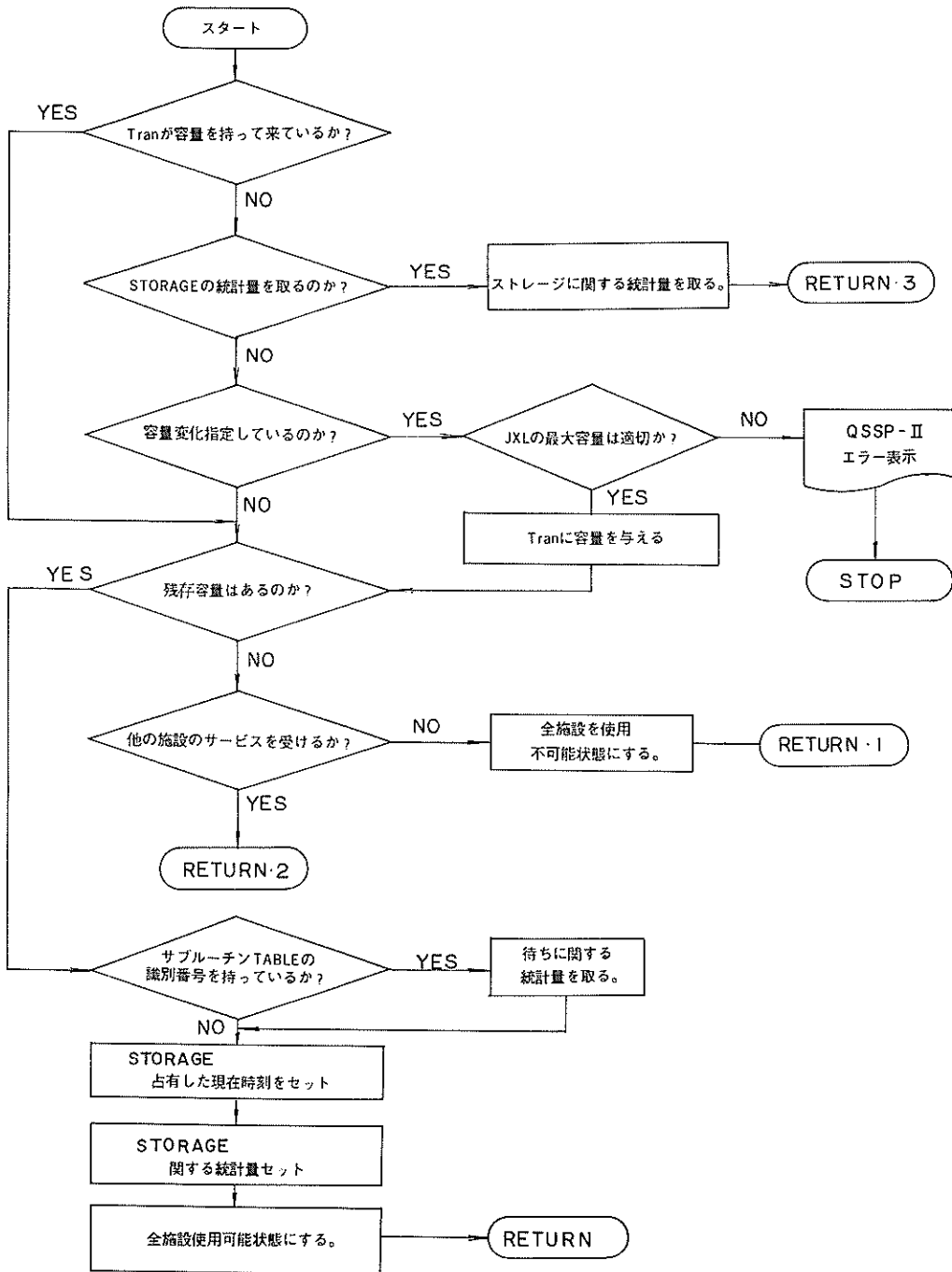


XI) QUEUE

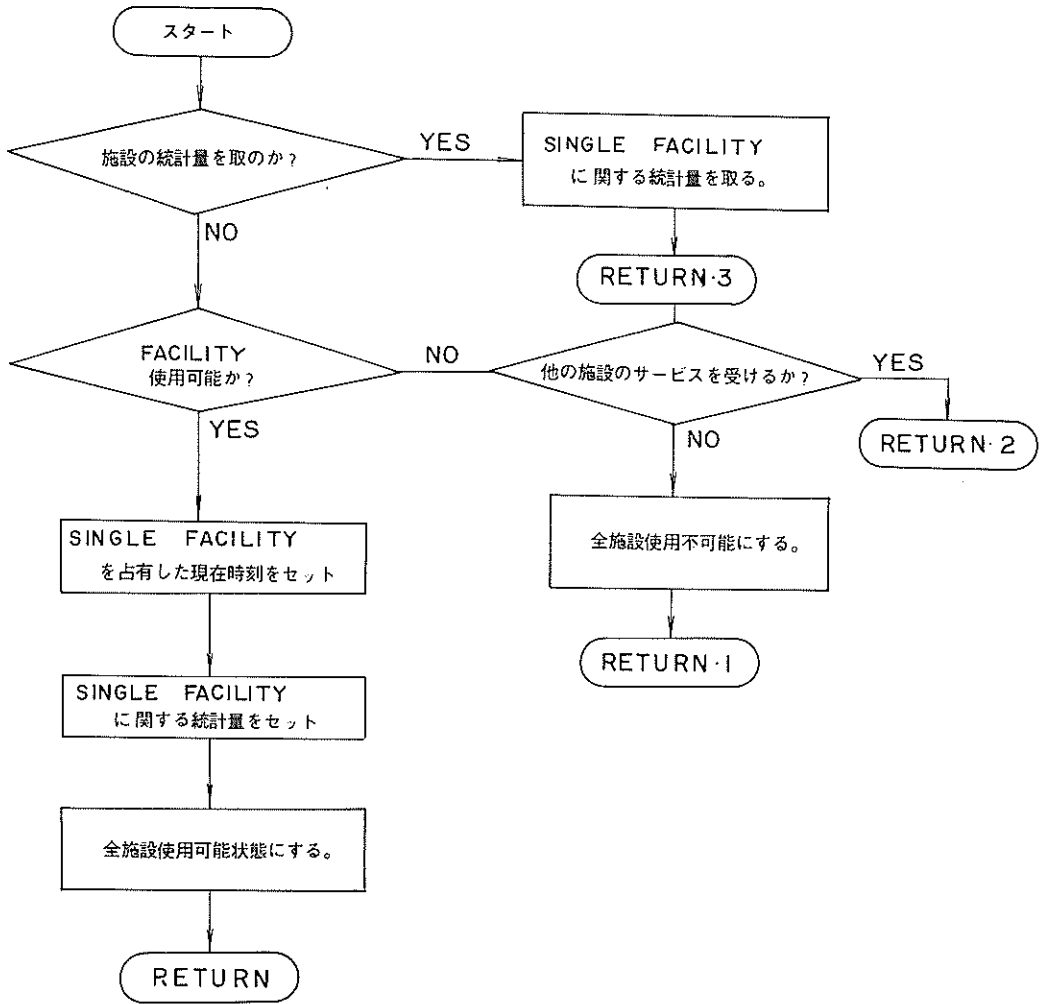


XII) QUEUER

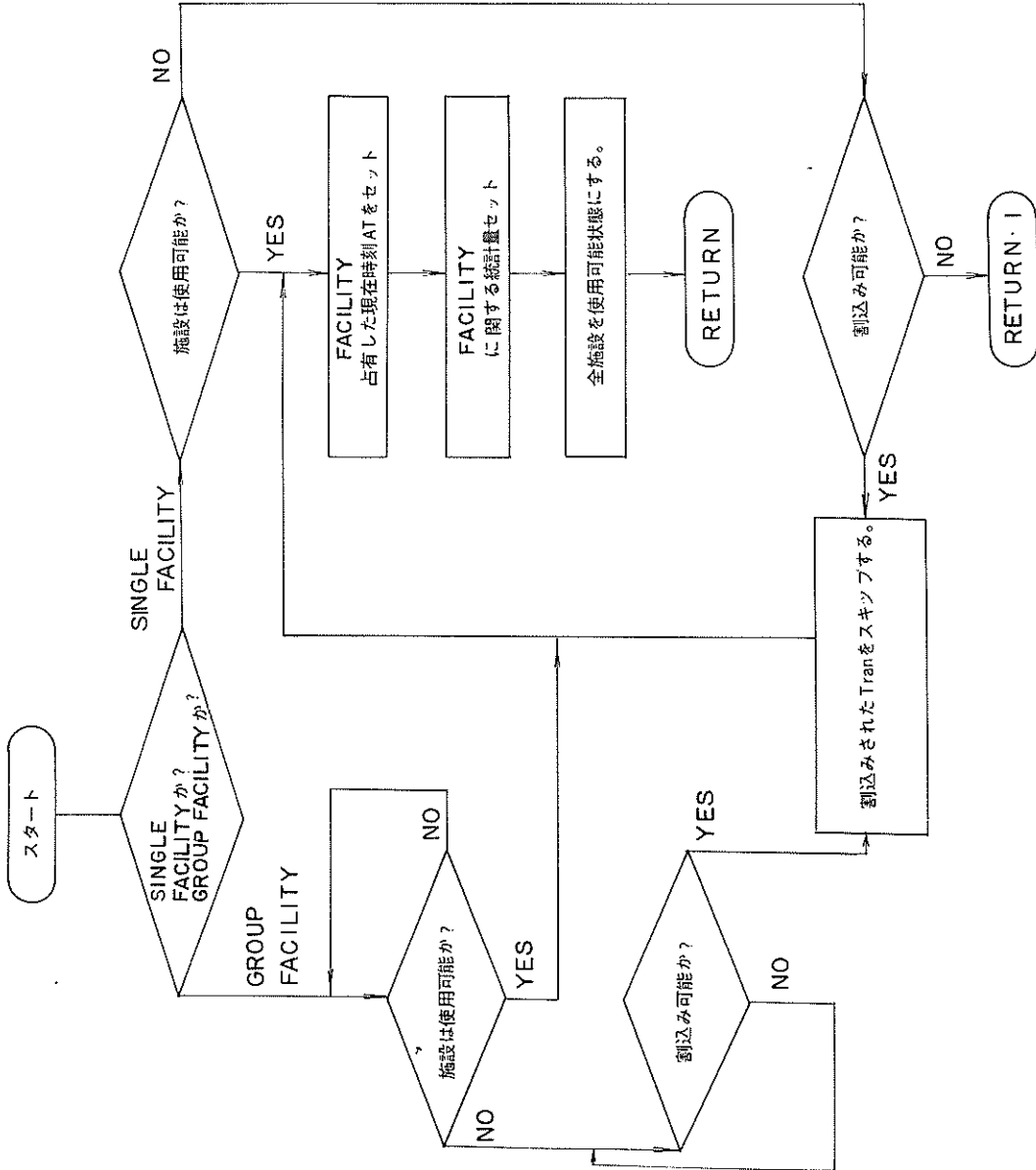




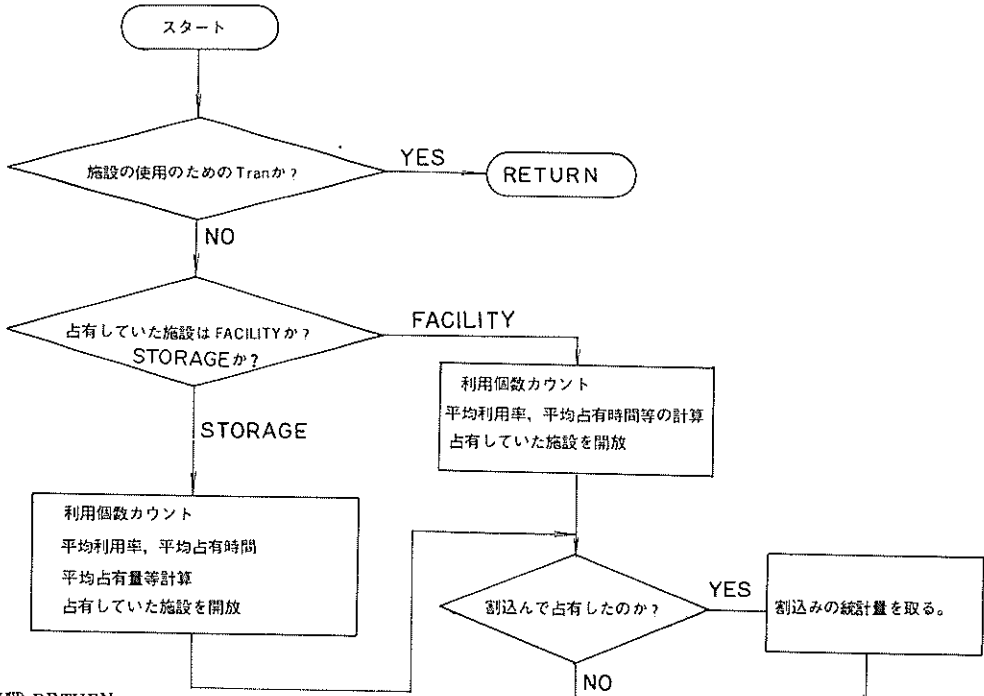
XV) FACSIN



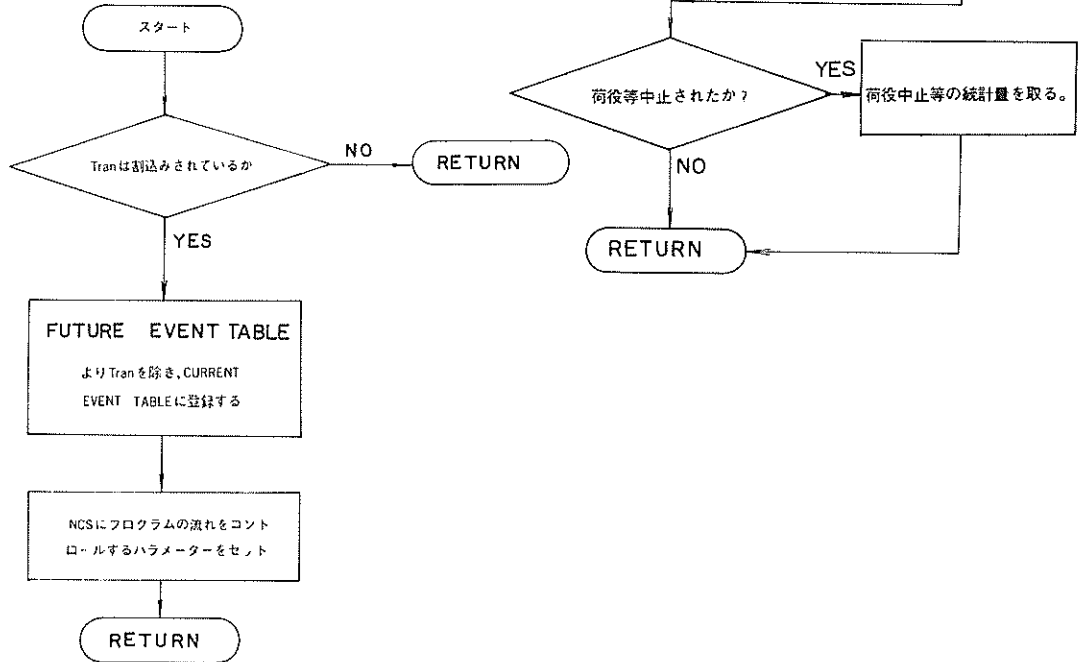
XV) FACGRO
 省略
 XD) FACFSR



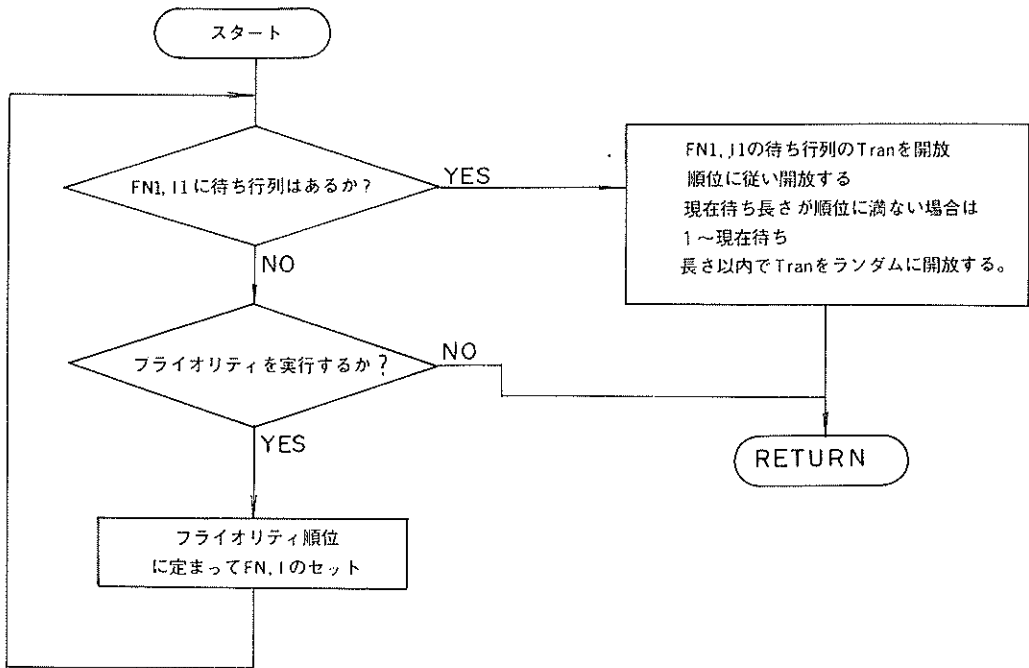
XVI INTFAC



XVII RETURN



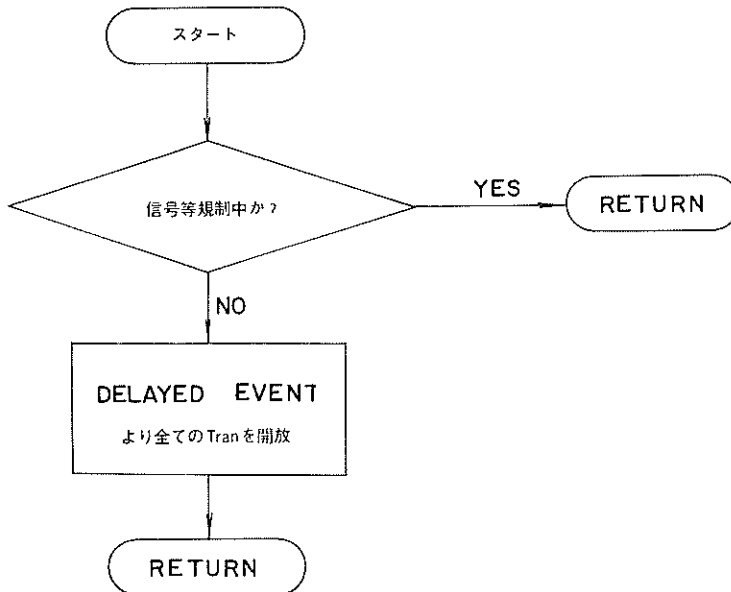
XX) SELECT



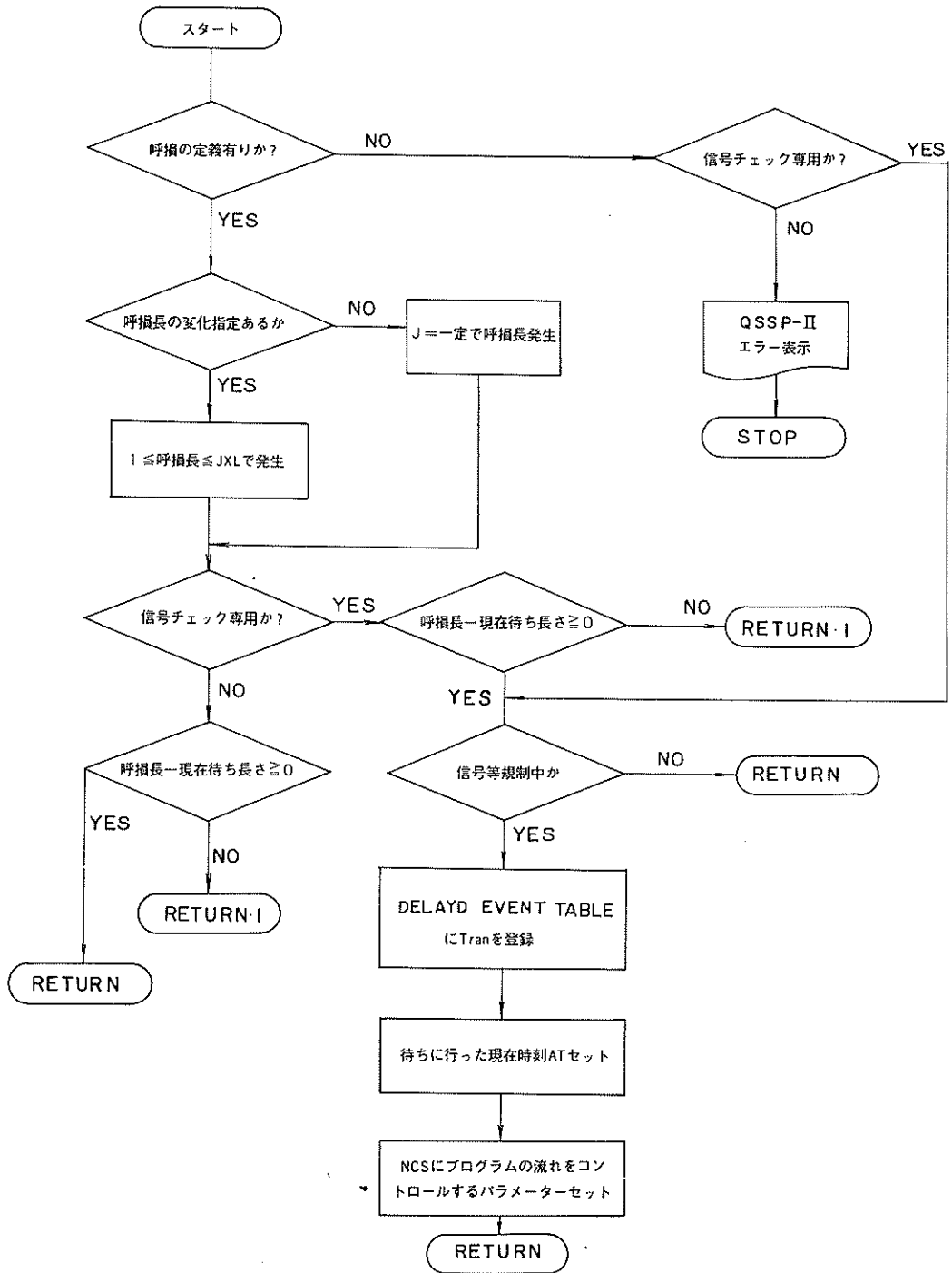
XX) SELEOR

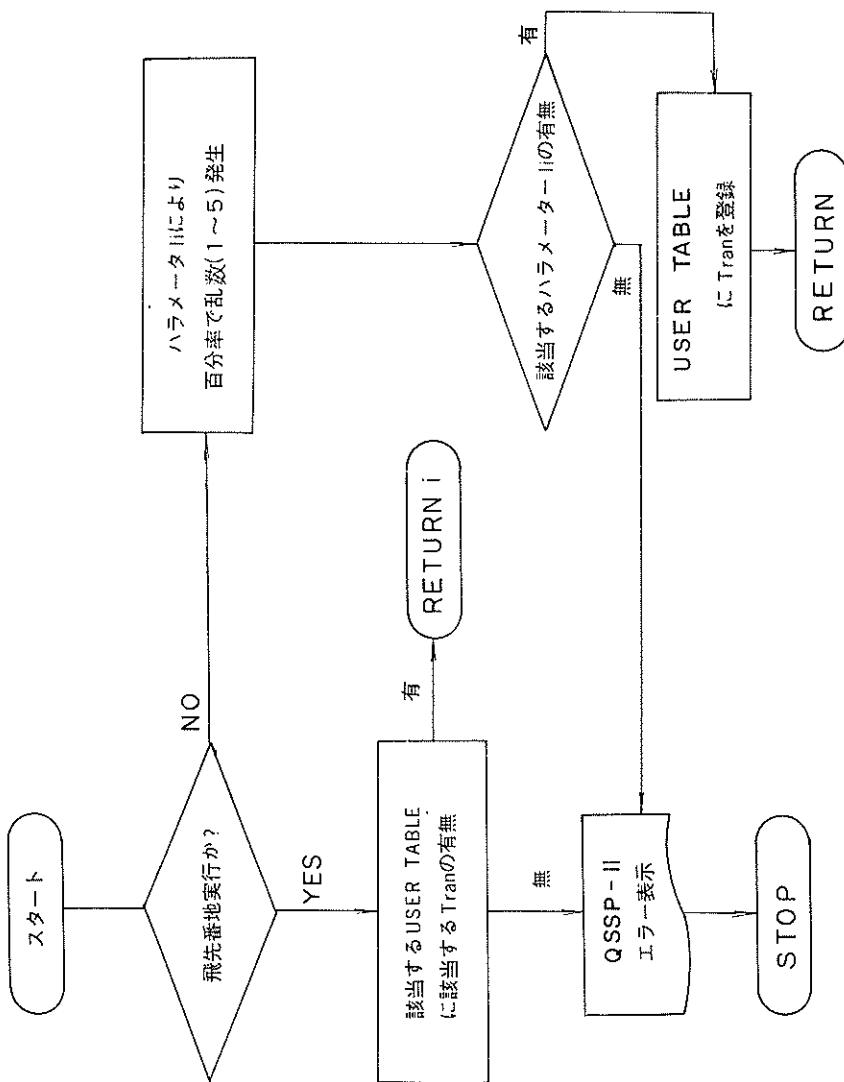
省略

XX) LOGIC



XXID GATE





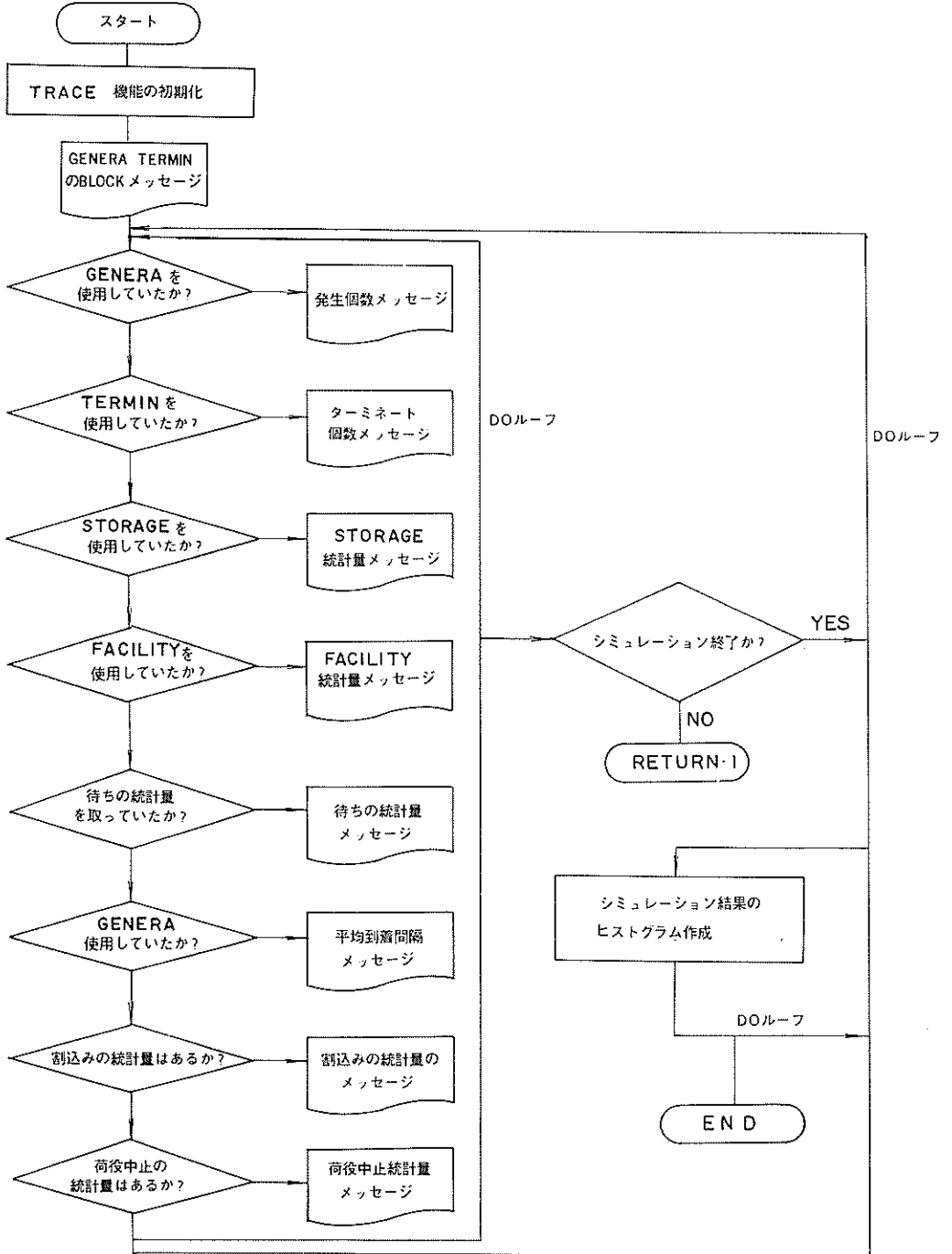
XXV) KPLOAD

省略

XXV) TERMIN

省略

XXVI) END



7. シミュレーションの実例

(例-1)

クレーン1台の物揚場に舢が平均3.時間の指数分布に従い到着し,平均2.時間の荷役サービス(指数分布)を受ける。物揚場に舢は5隻以上待ちを作らないものとする。

(1) 与える条件としては,

- a) 物揚場に5隻以上の待ちが発生した場合はシミュレーション・モデルより除く。
- b) 物揚場を SINGLE FACILITY の1番地 (FACSIN の識別番号1) とする。

(2) このシミュレーションのフローを図-6に示し,コーディングを図-7,シミュレーション結果を図-8に示す。

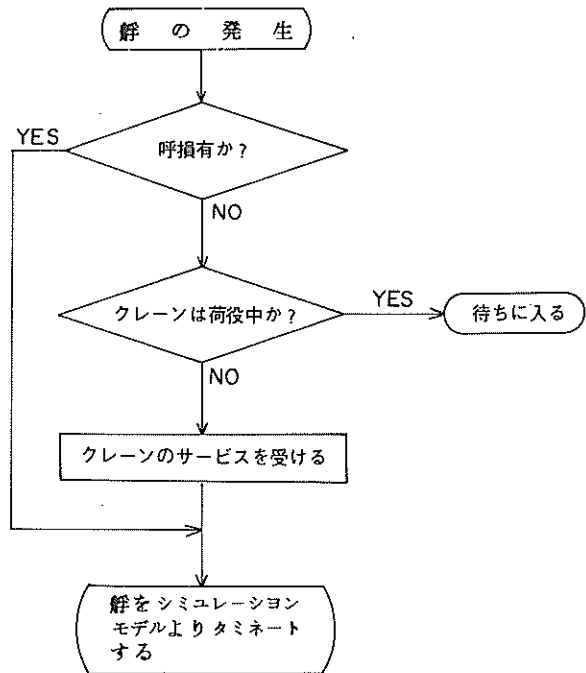


図-6 (例-1) フローチャート

```

DATA ARAND(1)/12345/,ARAND(2)/34567/,ARAND(3)/56789/,
*GRAND(1)/78912/,SRAND/91234/
GO TO (100,200),GO
GO TO (100,200,1,2),NCS
CALL START(2,ON,OFF)
CALL GOTO(¥6000)
100 CALL GENERA(1,OFF,3.,0.,0,0,1,¥7000)
CALL TABLE(1)
1 CALL QUEUE(2,1,3,¥5005)
CALL GATE(2,1,5,OFF,0,ON,3,¥5,¥20000)
2 CALL FACSIN(1,ON,¥1,¥20000,¥3)
CALL ADVANC(1,2.,0,0,4,¥5005)
3 CALL SELECT(2,1,1,OFF,0,OFF,0,OFF,0,0,0,3)
5 CALL DEPART(1)
CALL TERMIN(1,OFF,¥5005)
200 CALL GENERA(2,OFF,4000.,4000.,1,0,2,¥7000)
CALL TERMIN(2,ON,¥20000)
CALL END(1,¥5005)
STOP
END
  
```

図-7 (例-1) コーディング

(例-2)

連続バースに船舶が平均3.時間の指数分布で到着し荷役に平均3.時間の指数分布のサービスを受ける。

(1) 与える条件としては

- a) GROUP FACILITY の1番地を使用し FACILITY NO. は1, 2, 3, 4, 5 とする。
- b) 昼14時間(入出港可, 荷役可能), 夜10時間(入出港不可, 荷役中止)とし一定分布とする。

c) 気象条件として好天500時間の指数分布, 荒天 (SETPAR の2のパラメータ5をもつ船舶の荷役中止) としてはデータとして読みこんだ一般分布型とする。

- (2) このシミュレーションのフローを図-9に示し, コーディングを図-10, シミュレーション結果を図-11に示す。

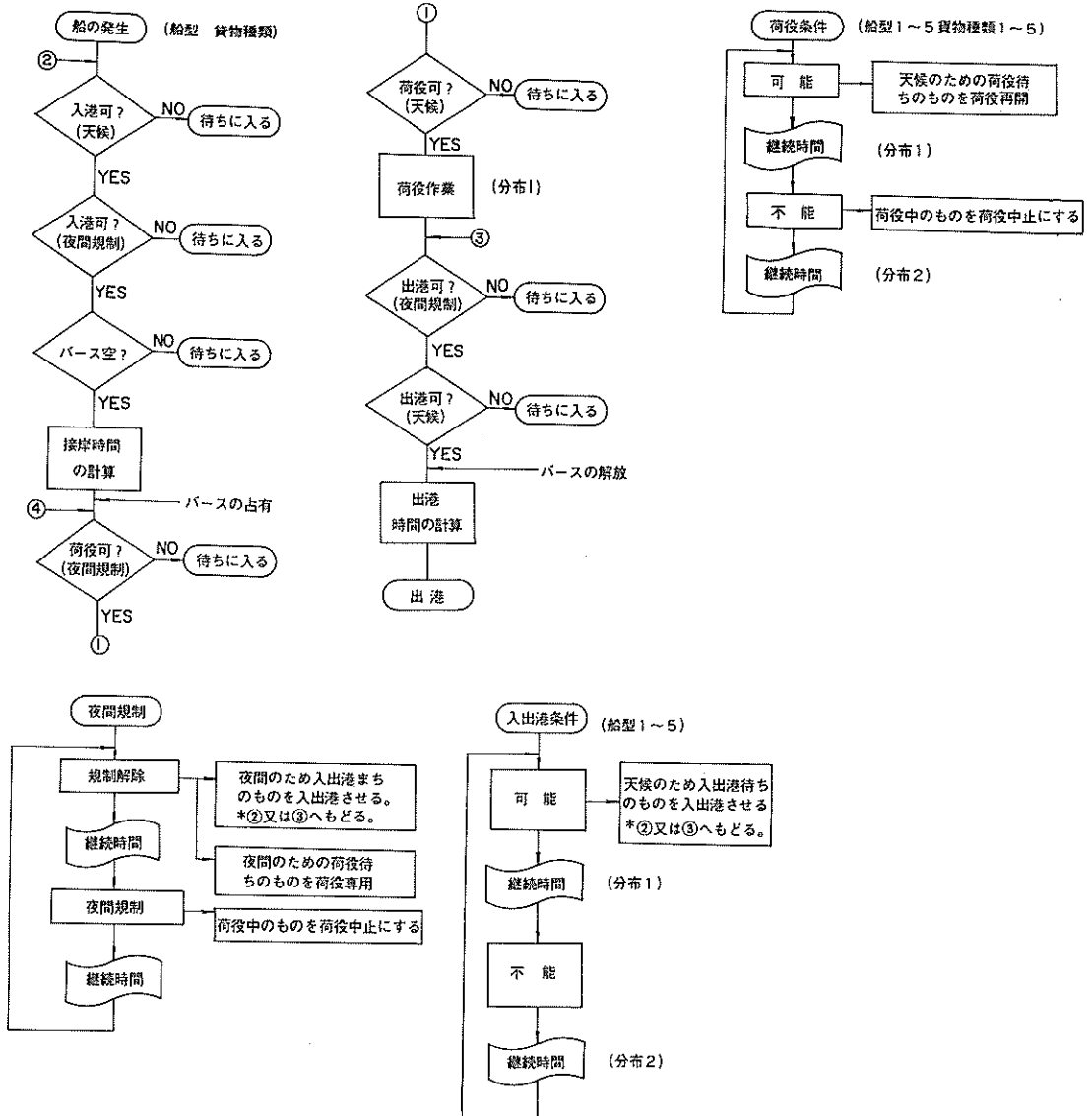


図-9 (例-2) フローチャート


```

DATA GRAND(3)/12345/,ARAND(2)/34567/,ARAND(4)/56789/,
DRAND(1)/78912/,SRAND/56789/
C
GOTO (100,200,300,400),GO
GOTO (100,200,300,400,110,210,310,340,370),NCS
C
CALL STAPT(4,ON,OFF)
CALL READ(ON,1,OFF,0,OFF)
CALL FUNCDF(OFF,1)
CALL GOTO(¥6000)
C
100 CALL GENERA(1,ON,0.,0.,0,0,1,¥7000)
CALL LOGIC(1,ON)
CALL ADVANC(1,14.,,1,0,5,¥5005)
110 CALL LOGIC(1,OFF)
CALL ADVANC(1,10.,,1,0,1,¥120)
120 CALL KPLDAD(1,1,¥5005)
C
200 CALL GENERA(2,ON,0.,0.,0,0,2,¥7000)
CALL LOGIC(2,ON)
CALL ADVANC(2,500.,,0,0,6,¥5005)
210 CALL LOGIC(2,OFF)
CALL ADVANC(3,10.,,2,1,2,¥220)
220 CALL KPLDAD(2,5,¥5005)
C
300 CALL GENERA(3,OFF,3.,0.,0,0,3,¥7000)
CALL SETPAR(ON,1,100,0,0,0,0,1,¥20000,¥20000,¥20000,¥20000,¥20000
+)
CALL SETPAR(ON,2,50,15,5,5,25,5,¥20000,¥20000,¥20000,¥20000,¥2000
*0)
CALL SETPAR(ON,3,50,50,0,0,0,2,¥20000,¥20000,¥20000,¥20000,¥20000
+)
C
CALL TABLE(1)
310 CALL GATE(3,1,0,OFF,0,OFF,7,¥20000,¥5005)
CALL SETPAR(OFF,3,0,0,0,0,0,2,¥320,¥330,¥20000,¥20000,¥20000)
320 CALL GATE(3,2,0,OFF,0,OFF,7,¥20000,¥5005)
330 CALL DEPART(1)
C
CALL TABLE(2)
350 CALL QUEUE(4,1,8,¥5005)
340 CALL FACGRO(1,ON,¥350,¥20000,¥360)
CALL ADVANC(4,3.,0,0.,,8,¥5005)
360 CALL SELECT(4,1,1,OFF,0,OFF,0,OFF,0,0,0,8)
C
CALL TABLE(3)
370 CALL GATE(3,1,0,OFF,0,OFF,9,¥20000,¥5005)
CALL SETPAR(OFF,3,0,0,0,0,0,2,¥380,¥390,¥20000,¥20000,¥20000)
380 CALL GATE(3,2,0,OFF,0,OFF,9,¥20000,¥5005)
390 CALL DEPART(3)
C
CALL TERMIN(3,OFF,¥5005)
C
400 CALL GENERA(4,OFF,4000.,,4000.,,1,0,4,¥7000)
CALL TERMIN(4,ON,¥20000)
CALL END(1,¥9005)
C
STOP
END

```

図-10 (例-2) コーディング

** HISTOGRAM OF SIMULATE I: FUN **

GENERATOR NO.	1	AVERAGE	2.91	46	50	62	37	37	37	47	48	48	48	48	48	48	34
	1	1.374	59	46	50	62	37	37	37	47	48	48	48	48	48	34	
		33	29	40	31	34	29	29	29	34	38	38	38	38	38	33	
		31	26	27	20	24	21	21	21	17	17	17	17	17	17	17	
		19	13	9	15	16	13	13	13	20	20	20	20	20	20	12	
		10	10	11	8	4	11	11	11	10	10	10	10	10	10	7	
		4	3	1	9	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	6	
		2	3	4	4	2	8	8	8	7	5	5	5	5	5	2	
		4	3	4	4	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	
		3	3	5	1	2	4	4	4	0	0	0	0	0	0	3	
		3	3	5	1	2	0	0	0	2	2	2	2	2	2	3	
		1	5	1	3	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	28	
ADVANCE NO.	1	AVERAGE	1.94	49	50	43	39	39	39	43	48	48	48	48	48	33	
		1.331	47	37	47	41	39	39	39	43	48	48	48	48	48	33	
		28	30	18	25	17	30	30	30	41	23	23	23	23	23	26	
		36	20	11	15	15	22	22	22	14	14	14	14	14	14	17	
		18	16	6	16	9	13	13	13	16	16	16	16	16	16	11	
		6	13	6	16	6	6	6	6	9	8	8	8	8	8	6	
		5	9	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
		5	7	3	5	6	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	
		1	1	4	3	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	3	
		3	4	2	1	2	5	5	5	3	3	3	3	3	3	4	
		0	0	1	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	
		0	0	1	2	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	23	

図-11 (例-2) シミュレーション結果

** QUEUEING SYSTEM SIMULATION: STATISTICAL TABLE **		PAGE	1
CLOCK = 4:00:00			
GENERATOR NUMBER	TERMINATED TRANSACTIONS INTEGRATION	TERMINATED TRANSACTIONS INTEGRATION	
3	1316	1316	
4	1	1	
FACILITY NUMBER	AVERAGE OCCUPIED TIME	RATIO OF UTILIZATION	
1	3.97	0.27	
2	4.10	0.28	
3	4.49	0.28	
4	4.17	0.28	
	4.85	0.32	
QUEUE NUMBER	MAXIMUM LENGTH	TOTAL WAIT	ABSOLUTE QUEUEING LENGTH
1	8	2893.74	0
2	5	147.28	2.20
3	1	19.90	0
			AVERAGE QUEUEING TIME
			0.11
			AVERAGE QUEUEING TIME
			0.02

** LISTING AM OF SI UALATE I, CUP **

REFERATOR NO.	3	AVERAGE	3.04	37	41	43	34	45	49	33
	48	1.316	48	30	37	39	34	20	49	33
	31	30	31	20	19	12	16	15	29	32
	27	15	26	17	16	20	18	18	19	15
	18	16	24	11	6	9	5	14	12	10
	8	8	12	8	6	3	9	6	15	5
	8	8	6	6	4	4	4	2	6	4
	4	4	6	4	4	4	4	2	1	2
	1	1	5	3	2	4	4	2	1	2
	1	1	1	1	2	2	3	1	2	1
	0	0	1	1	1	1	1	2	2	24

ADVANCE NO.	2	AVERAGE	664.89	0	1	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ADVANCE NO.	4	AVERAGE	2.09	53	59	41	41	33	41	44
	1316	63	63	36	22	28	36	26	20	24
	26	46	24	24	16	14	17	17	13	23
	19	19	15	18	18	15	12	12	17	6
	16	20	9	10	14	8	9	6	9	10
	8	17	8	4	5	3	7	10	11	3
	7	4	4	4	3	2	6	6	5	6
	3	2	6	3	3	3	1	1	2	1
	3	1	2	3	1	2	0	1	1	3
	0	2	0	0	0	0	2	1	1	22

FINCH NO.	1	AVERAGE	13.21	0	0	0	0	0	0	0
	5	1	3	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SETTA NO.	1	AVERAGE	1.00	0	0	0	0	0	0	0
	1316	1.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0

SETTA NO.	2	AVERAGE	2.42	68	71	327	0	0	0	0
	1316	2.42	208	68	71	327	0	0	0	0

SETTA NO.	3	AVERAGE	1.47	624	0	0	0	0	0	0
	1316	1.47	624	0	0	0	0	0	0	0

8. おわりに

このプログラムは主として港湾・空港等を対象として作成してある。現実の港湾（施設，その他情報等を含む）のシステムは複雑でありこのプログラムの範囲では，表現しきれないものであるのは止むをえない。

もともとこの種のシミュレーションは65Kwordの容量の計算機ではコアサイズが不足する。この点については大型電算機が導入された時点で拡張してゆきたい。

本資料作成にあたり，ご協力をいただいた本省港湾局黒田氏，計算室小川氏・津端氏，東芝本社青柳氏・藤井氏，討論に加わっていただいたシステム研究室の各位に感謝いたします。

（1973年7月2日受付）

参考文献

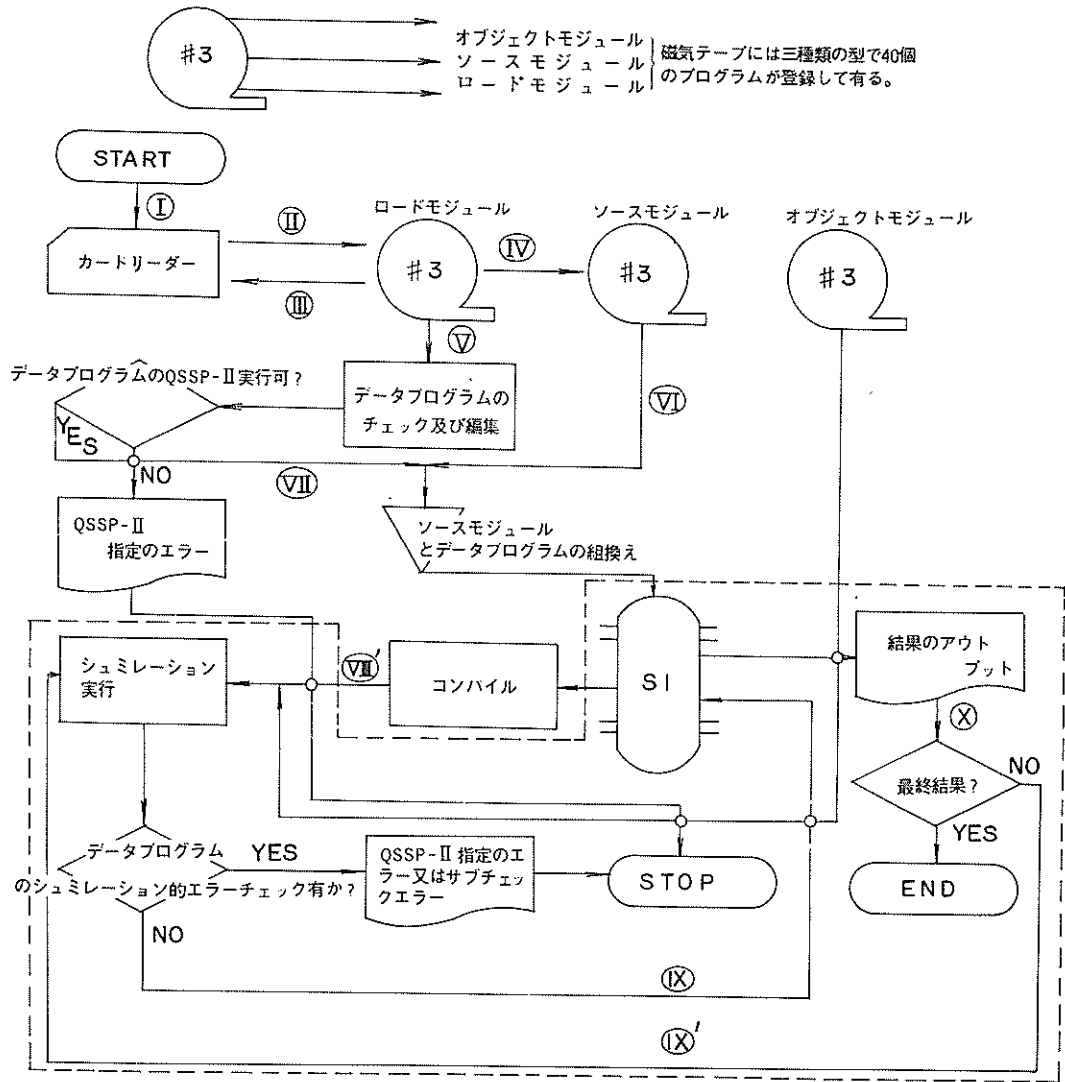
- 1) 黒田秀彦：キューイング・シミュレーションと汎用プログラムについて，港湾技研資料No133
- 2) J・H・MIZE-J・G・COX共著，小笠原，青沼，秋葉，梅林，沢村共訳
：シミュレーションの基礎，培風館
- 3) 津田考夫：モンテカルロ法とシミュレーション，培風館
- 4) リチャード・バートン：シミュレーションとゲーミング入門，竹内書店
- 5) K・D・TOCHER：シミュレーションの論理，日本生産性本部
- 6) 恵羅嘉男，岩田登志子，寺田脩共著
：システムシミュレーション，日刊工業新聞社

附 録

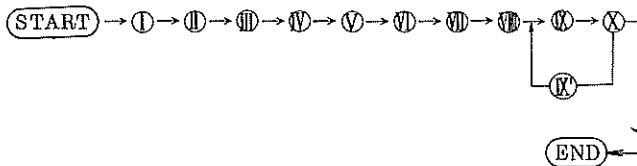
目 次

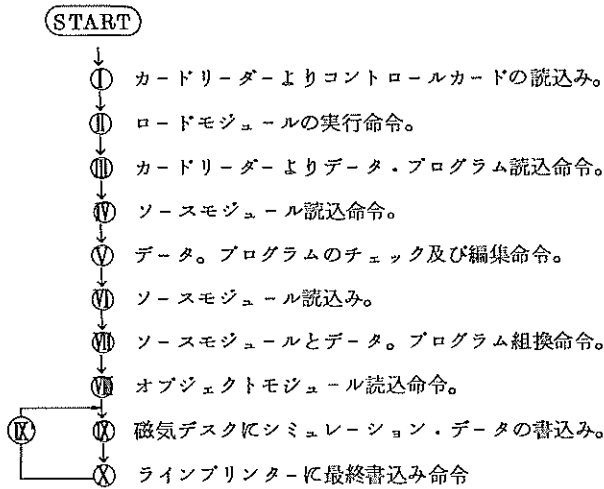
1. QSSP-II 処理システム	39
2. QSSP-II プログラム構造	41
3. コントロールカードとプログラム	42
4. エラーメッセージ表	48

1. QSSP-II 処理システム



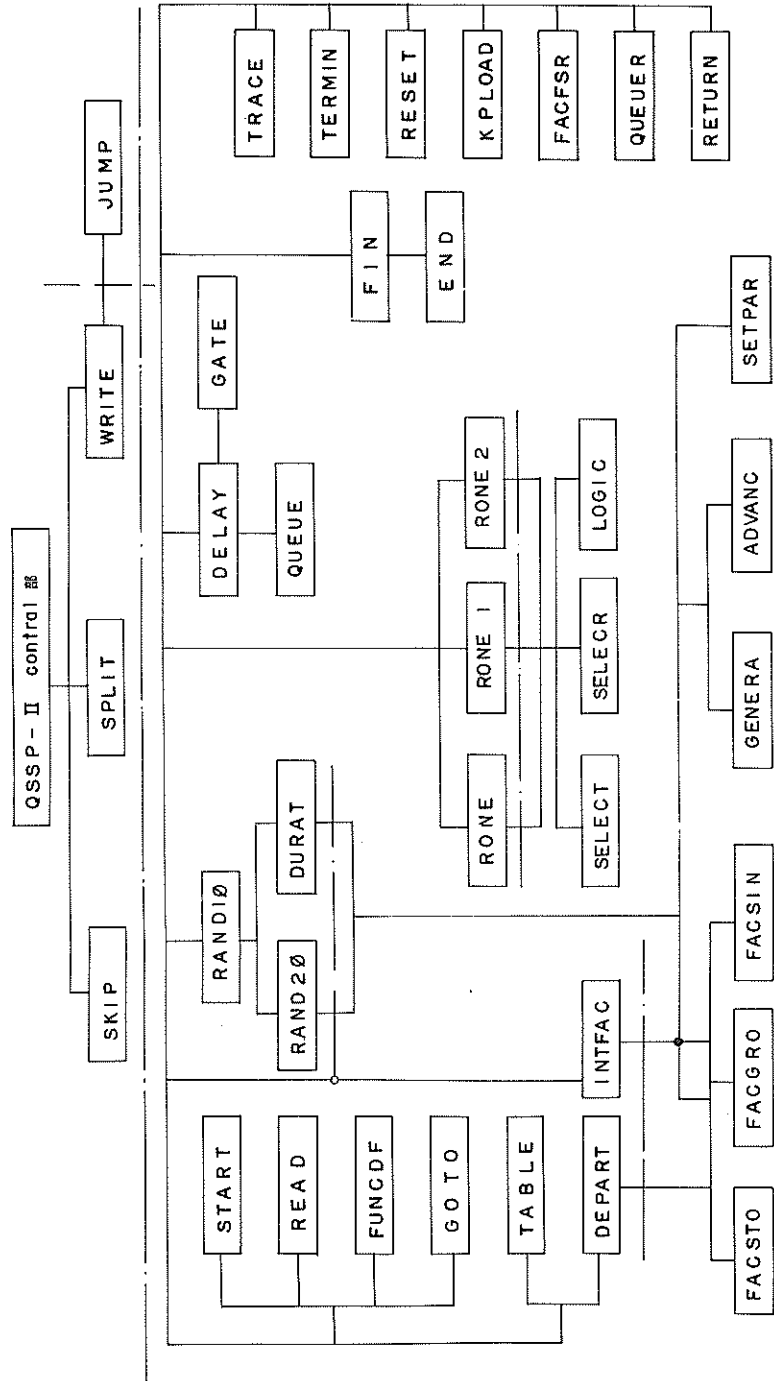
QSSP-II シミュレーション・システムの流れ





磁気テープのロードモジュールはシミュレーション実行上のデータ・プログラムのチェック及びラインメンバーの振付，ソースモジュールとデータ・プログラムの組換等，管理的役割を果す。
 ソースモジュールはブロックデータ文，レベルコモン文，コントロール文等が挿入されている。
 オブジェクトモジュールにはデータ・プログラムが必要とする副プログラム38個が挿入されている。

2. プログラム構造



3. コントロールカードとプログラム

CONTROL CARDS FORM

NO.	LINE NO.	TEXT	DATE	TIME
		\$ JOB ANO= , ID=		
		\$ EXC AAAA SIZE=070700		
		\$ FD LOAD DEV=T1, BS, U, NOB1, NRWD		
		\$ FD 1000 DEV=T1, REC=20, BLK=120, NOB1, NRWD		
		\$ FD 2000 FIN=NESTING, DEV=S1, REC=20, BLK=120, F, NOB1, NEW		
		\$ DATA		
	注1	DATA		
	注2	GOTO(), GO		
	注3	GOTO(), NCS		
	注4	CALL START(?, ON, OFF)		
	注5	CALL READ()		
	注6	CALL FUNCDF()		
	注7	CALL GOTO(\$6000)		
	注8			
		ユーザは文番号5000以上を使用できない		
7/6				
\$ FD	IN	FIN=NESTING, DEV=S1, REC=20, BLK=120, F, NOB1, OLD		
7/6				

注1 DATA文

データ文は乱数の初期値(1~8388607)を定める。
乱数は下記のFUNCTION文で発生させる。

```

REAL FUNCTION RAND20(ORIGIN,MAP)
INTEGER ARAND,GRAND,DRAND,SRAND,ERAND
COMMON/COM18/ARAND(20),GRAND(10),DRAND(10),SRAND,ERAND(10)
DIMENSION QQQQ(5)
DATA      QQQQ(1)/'ADVANC'/,QQQQ(2)/'GENERA'/,QQQQ(3)/'DURAT'/,
+         QQQQ(4)/'SETPAR'/,QQQQ(5)/'ENTER'/'
DO 10 K=1,5
IF(QQQQ(K).EQ.ORIGIN) GO TO(20,30,40,50,60),K
10 CONTINUE
20 ARAND(MAP)=ARAND(MAP)*1899
   RAND20=FLOAT(ARAND(MAP))/8388607
   RETURN
30 GRAND(MAP)=GRAND(MAP)*2899
   RAND20=FLOAT(GRAND(MAP))/8388607
   RETURN
40 DRAND(MAP)=DRAND(MAP)*3899
   RAND20=FLOAT(DRAND(MAP))/8388607
   RETURN
50 SRAND=SRAND*4899
   RAND20=FLOAT(SRAND)/8388607
   RETURN
60 ERAND(MAP)=ERAND(MAP)*5899
   RAND20=FLOAT(ERAND(MAP))/8388607
   RETURN
END

```

乗積合同法,すなわち $f_{i+1} = hf_i \pmod{8388607}$ で0.0~1.0までの実数型一様乱数を発生する。
乱数を必要^{*4)}とするサブルーチン名,初期値配列名は下記に示す通りである。(図-12)
サブルーチンの識別番号と配列の添字は一致しなければならない。サブルーチン GENERA, ADVANCにおいて,一般分布型を指定する際,乱数初期値は DRAND に与え,その添字は,座標軸 KF と一致しなければならない。

サブルーチン名	配列名
RESET	GENERA GRAND(10),DRAND(10)
	ADVANC ARAND(20),DRAND(10)
	ENTER ERAND(10)
	SETPAR SRAND

図-12 乱数初期値配列名

*4) DATA文は必ず必要であり,通常SRANDに乱数初期値をセットしておかなければいけない。

サブルーチン SETPAR を使用する場合は識別番号にかかわらず SRAND 区のみ与えればよい。
データ文が 72 COLUMN を超えた場合は 6 COLUMN を継続行とする。

注 2 GOTO(〜), GO 文

CALL GENERA の STATEMENT NUMBER を書く, この場合文番号の個数と CALL START の引数 (CALL GENERA を定義した個数) とが一致しなければならない。

注 3 GOTO(〜), NCS

サブルーチン GENERA, ADVANC, QUEUE, QUEUER, GATE, SELECT, SECECR, RETURN の引数 (NCS, NOS1) と対応する文番号を書く。

注 4 CALL START(*5, ON, OFF)

*5 は定義した CALL GENERA 個数を書き, GOTO(〜), GO で使用する文番号の個数と一致しなければならない。

注 5 CALL READ 文で必要とするデータカードの作成

データカード順列 (入力型式 10I5)

1 ~ GROUP FACILITY ・ カード

2 ~ STORAGE ・ カード

3 ~ プライオリテイ ・ カード

1 ~ GROUP FACILITY ・ カードの作成

5 10 15 ~

① ②

① ~ GROUP FACILITY 番地の指定 (1 ~ 10)

② ~ FACILITY 数 (最大 FACILITY 数は 10 個である。)

(N_i) (N_i) (N_i) (N_i) ~

N_i ~ は ② で指定された FACILITY NO. を指定する。

2 ~ STORAGE ・ カードの作成

① ②

① ~ STORAGE 番地の指定 (1 ~ 10)

② ~ STORAGE 容量の指定 (整数型最大 5 桁)

3 ~ プライオリテイ ・ カードの作成

5 10 15 20

PRIORITY ① ②

① ~ プライオリテイされるべき施設の種類 (1 ~ 4)

② ~ プライオリテイされるべき施設番地 (1 ~ 10)

① ②

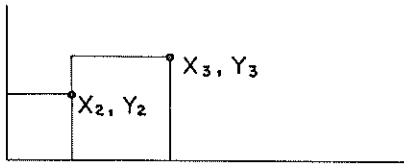
① ~ プライオリテイすべき施設の種類 (1 ~ 4)

② ~ プライオリテイすべき

1 プライオリテイは最大 10 種類である。

プライオリテイカードをセットする場合 \$ EOF カードをセットしなければならない。

注6 CALL FUNCDF
(入力型式 8F10.0)

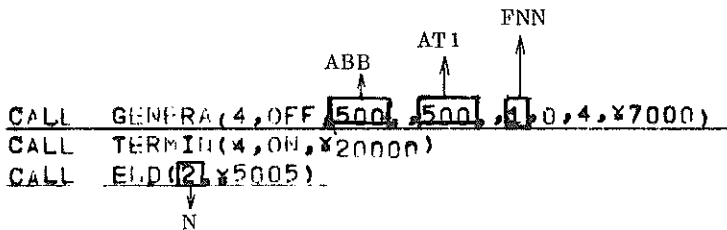


データは (X_i, Y_i) $i = 2 \sim 21$ のペアで入れる X_1, Y_1 には共に 0, 0 にセットされている。Y 軸座標は百分率で入れること。データ・カードは 5 カードを必要とし不必要カードはブランクカードとしてセットする。

注7 CALL GOTO(\$ 6000)
定義プログラムの最後であることを示す。

注8 コーディング例の基本型

例1. アウトプット間隔とシミュレーションの終了例



サブルーチン GENERA は初期値 (AT1), 平均発生間隔 (ABB), 一定分布 (FNN) で, アウトプット専用の Tran (ここでの Tran はアウトプット専用でシミュレーション・モデル中の Tran ではない。シミュレーション・モデル中の Tran とは区別されているのでユーザは配慮しなくてもよい) を発生する。この GENERA で発生し到着した Tran はただちにサブルーチン TERMIN でモデル中より除かれ, 下のサブルーチン END を実行しアウトプット回数 (N) に応じてアウトプットしシミュレーションを終了する。

この例では 500 時間間隔で 2 回アウトプットし 1000 時間でシミュレーションを終了する。

例2. 信号等情報規制例

```

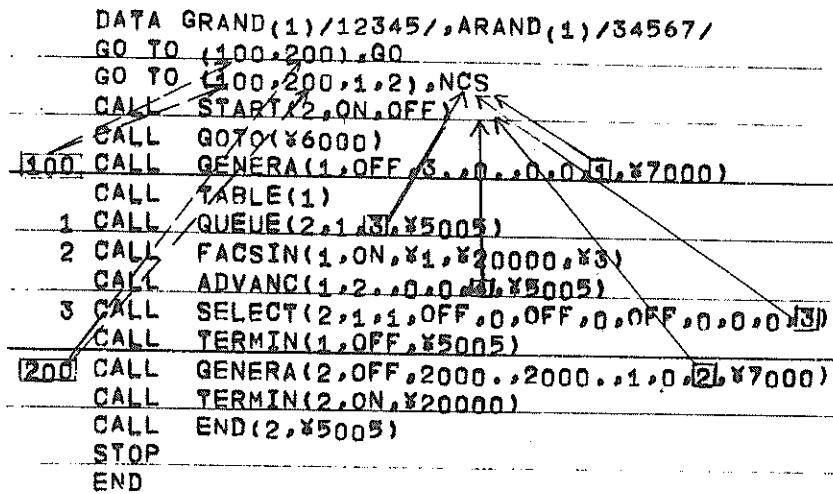
100 CALL GENERA(1, ON, 0., 0., 0, 0, 1, ¥7000)
    CALL LOGIC(1, ON)
    CALL ADVANC(1, 14., 1, 0, 5, ¥5005)
110 CALL LOGIC(1, OFF)
    CALL ADVANC(1, 10., 1, 0, 1, ¥5005)

```


サブルーチン GENERA は初期値 0 で Tran (ここでの Tran は信号用なので他の Tran と区別されているのでユーザーは配慮しなくてもよい。) を発生する。発生した Tran は次のサブルーチン LOGIC へ進み信号を青の状態に、この青の間隔はサブルーチン ADVANC で与えられ (この例では青 14 時間、赤 10 時間)、次に青の信号の 14 時間後に文番号 110 の LOGIC で信号を赤の状態にし、この赤の間隔はサブルーチン ADVANC で与えられる (この例では赤 10 時間) これをシミュレーション終了まで繰り返す。

例 3. 施設使用例

Tran は初期値 0・平均発生間隔 3 の指数分布に従い到着し SINGIE FACILITY の識別番号 1 (施設番地 1) を利用し、サービスは平均 2 の指数分布とした。点線は GOTO (~), GO 文と GOTO (~), NOS 文と START 文との関係を示し、実線は GOTO (~), NCS と各サブルーチンの NCS (プログラムの流れをコントロールするパラメータ) との関係を示している。



このコーディング例のフローは下図の通りである。(図-13)

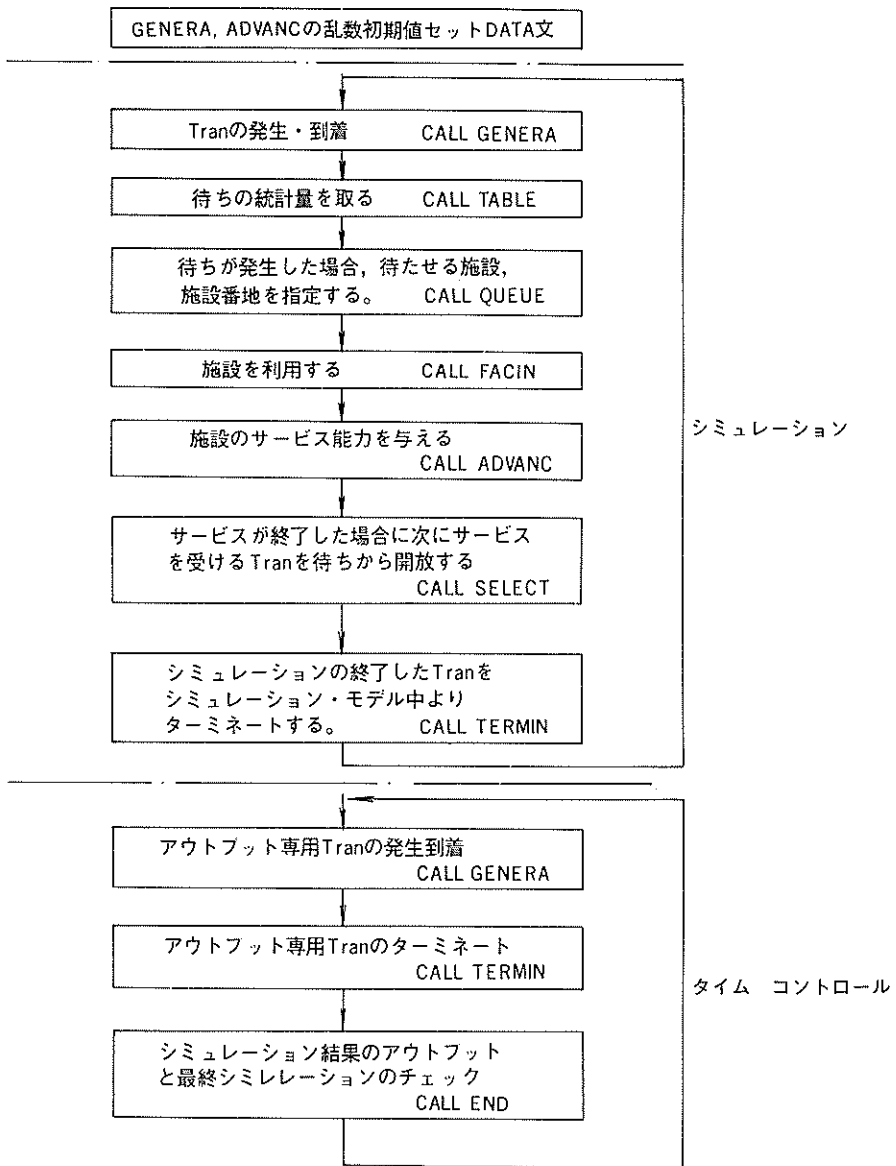


図 - 13

表 A エラーメッセージ表

PRINT OUTするMESSAGE	意味と処置
<p>YOUR PROGRAM IS TOO LONG OMIT SOME COMMENTS AND TRY AGAIN IF THE SAME ERROR APPEARED (RUN OF SIMULATION STOPS)</p>	<p>ユーザー作成プログラムがコア-サイズを超えた。プログラム・カードを500ステップ以内にする。再び同じエラーが発生したら、ユーザー作成プログラムはQSSP-IIでは処理しきれない。</p>
<p>ILLEGAL PUNCTUATION IS USED IN 1 ST COLUMN</p>	<p>ユーザー作成プログラムの1カラムにコメント以外の変な記号がある。</p>
<p>WHEN YOU USED OVER 5000 VALUE AS STATEMENT NUMBER (RUN OF STOPS) BECAUSE IN QSSP MODEL THE STATEMENT NUMBER IS UNDER 5000</p>	<p>ユーザー作成プログラムに5000番以上の STATEMENT NUMBERがある。 文番号は5000番以下でなければいけない。</p>
<p>ARGUMENT ERROR OF CALL STATEMENT</p>	<p>コール文の引数に飛先番地のエラーがある。 (例) CALL FAGGRO(—\$1,S20000,\$2) \$1,の実行なのに\$20000を実行させるような引数値を与えた。</p>
<p>PROGRAM DOES NOT WORK OWING TO INADEQUATE ARGUMENT WITHIN CALL SETPAR.STATEMENT</p>	<p>CALL SETPAR の識別番号が一致しない。パラメータ I i の数の定義Nが飛先番地割当と飛先番地実行とで一致しない。</p>
<p>ARGUMENT ERROR OF .CALL SETPAR. STATEMENT</p>	<p>CALL SETPAR の引数パラメータ I i が百分率で正しく作成されていない。 パラメータ I i の数の定義Nが不適當である。</p>
<p>QUEUE IS OVER MAXIMUM LENGTH</p>	<p>待ち行列が50以上を越えたのでシミュレーションは集束しないものと見なし実行を中止する。</p>

表-B

PRINT OUTするMESSAGE	意味と処理
OTHER ADDRESS OF FACILITIES THAN ADDRESS NUMBER FROM 1 TO 10 ARE DEFINED IN .CALL SELECT.	CALL SELECT で施設番地が1～10でない番地を指定している。施設番地はどの施設も1～10までである。
GROUP NUMBER IS USED OVER 10 OR 0 IN DEFINING GROUP FACILITIES	CALL READでグループファシリテイのグループ数を定義するさい1～10でない引数値を与えた。グループ数は最大10グループである。
DIFFERENT TYPE MESSAGES OF ADDRESS OR DEFINING GROUP FACILITIES ARE USED IN .READ.DATA. THE ADDRESS OF GROUP FACILITIES MUST BE FROM 1 TO 10	データカードのグループ番地に1～10でない読込データを与えた。
MAXIMUM FACILITY NUMBER OF ONE GROUP FACILITY OVER 10 OR 0 IS DEFINED NEGATIVE	グループファシリテイのファシリテイ数に0又は10より大きい読込データを与えた。
ILLEGAL NUMBER(0) IS DEFINED IN GROUP FACILITIES	グループファシリテイのファシリテイに0又は負の読込みデータを与えた。
ILLEGAL NUMBER(60) IS DEFINED IN GROUP FACILITIES	グループファシリテイのファシリテイに60以上の読込みデータを与えた。
STORAGE NUMBER IS USED OVER 10 OR 0 ON DEFINING STORAGE IN .CALL READ.	CALL READでストレージ数の定義の際1～10でない引数値を与えた。
DIFFERENT TYPE MESSAGES OF ADDRESS OR DEFINING STORAGE IS USED IN .READ DATA. THE ADDRESS OF STORAGE MUST BE FROM 1 TO 10	データカードのストレージ番地に1～10でない読込みデータを与えた。
NEGATIVE CAPACITY OF STORAGE ARE GIVEN IN .READ DATA.	ストレージ容量が0か、又は負の値を読込みデータで与えた。

表-C

PRINT OUTするMESSAGE	意味と処置
ARGUMENT ERROR OF .CALL FACSTO. STATEMENT	CALL FACSTOで容量の変化を与えた際、最大容量よりも大きい最大変化容量を与えたか、又は0の変化容量を与えた。
ILLEGAL MIXING OF TYPES COMES FROM .CALL GATE. STATEMENT	呼損専用のサブルーチンであるのに呼損の定義していない。又はこのコール文の次に施設でないものが定義されている。(信号等情報のチェック用はこの限りでない)
THE TYPE OF INPUT DATA AS TO FUNCTION USEING IN .CALL FUNCDF. STATEMENT IS NOT CONSISTENT WITH FORMAT	一般分布型を定義した際、百分率で正しく作成されてはいない。X軸は一般型でY軸は百分率で入れなければならない。 累積分布型が百分率で正しく作成されていない。
IMPOSSIBLE TO RESET EXCEPT .ADVANC. OR .GENERA.	リセットする際GENERA, ADVANC以外のものをリセットしようとした。
PERIOD MUST BE LARGER THAN AVERAGE RESET TIME	リセットする際、周期は平均リセット値よりも大きくなければいけない。
OTHER FACILITIES THAN ALLOWADLE STORAGES OR FACILITIES ARE DEFINED IN .CALL SELECT.	CALL SELECTでストレンジ、フレンジリティ以外の施設類を指定した。 現在QSSP-IIは信号その他情報等の待ちに関する操作はされていない。
MESSEGE OF ADDRESS OF PRIORITY MUST BE DEFINED IN THE FORMAT THAT PRIORITY APPEARS FROM THE FIRST COLUMN	待ち行列にプライオリティを与えるときデータカードの1カラム目から英文字でPRIORITY DiEiを与えなければならない。Di, Eiは施設の種類、施設番地で実際は数字で与える。

表-D

意味と処理	PRINT OUTするMESSAGE
<p>QSSP-II プログラムに論理的にきついエラーが発生した。係に連絡すること。</p> <p>USERがスタートスイッチをPUNCHした。待ちの統計量は混合された型に成っている。</p>	<p>A SERIOUS ERROR OCCURED IN SYSTEM PROGRAM OF QSSP-2, REPORT THE EFFECTS TO THE PRODUCER OF QSSP-2</p> <p>INTEGRATION ABOUT QUEUE IS MIXED IN QUEUE LINES BECAUSE YOU PUSHED START BOTTON.</p>
<p>割込み待ち行列が20を超えたので、シミュレーションは集束しないものと見なし実行中止する。</p>	<p>INTERRUPTION QUEUE IS OVER MAXIMUM LENGTH</p>
<p>割込みできるのは、SINGLE FACILITYがGROUP FACILITYである。</p> <p>割込み Tran を開放することができるのはSINGしたFACILITYかGROUP FACILITYの前の待ち行列のみである。</p>	<p>OTHER FACILITIES THAN ALLOWADLE STORAGES OR FACILITIES ARE DEFINED IN .CALL FACFSR OR. CALL SELECR.</p>
	<p>他にサブチャクエラーがあるが、これはTOSBAC-3400を参照</p>

港湾技研資料 No.169

1973.9

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 日青工業株式会社