

JAERI - M  
87-060

高温ガス冷却炉用 3次元炉心核熱動特性解析コード  
— COMIC-2 —

1987年4月

高野 誠

JAERI-Mレポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。  
入手の間合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division  
Department of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-  
mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

©Japan Atomic Energy Research Institute, 1987

編集兼発行 日本原子力研究所  
印刷 いばらき印刷(株)

高温ガス冷却炉用  
3次元炉心核熱動特性解析コード  
— COMIC-2 —

日本原子力研究所動力炉開発・安全性研究管理部

高野 誠

(1987年3月18日受理)

本コードは1985年に開発されて以来、より使いやすくするため、計算速度の改善を含め幾多の改良が成されてきた。そのため、入力データやJCL等に先のマニュアル<sup>(1)</sup>と不整合を生じ、ここで新たに本報告書を作成したものである。

本コードの計算速度の改善は、プログラムフローの簡素化およびベクトル化の両面から行い、モデルの規模にもよるが、全体として10倍程度の高速化が達成された。

Analysis code of three dimensional core dynamics  
for high temperature gas-cooled reactors

- COMIC-2 -

Makoto TAKANO

Department of Power Reactor Projects  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received March 18, 1987)

The code has been improved and modified in order to speedup calculation and to make more effective since it was developed in 1985. This report is written as a user's manual of the latest version of the code (COMIC-2).

Speedup of the code is performed by the improvement of program flow and vector programming. The total speedup factor depends on problem, however, is about 10 in the case of a sample problem.

KEYWORDS: HTGR, COMIC, Computer Simulation, Dynamics, Reactor Core, Neutronics, Thermalhydraulics, Three Dimension, Vector Processor

## 目 次

1. 緒 言 .....	1
2. 計算速度の向上 .....	2
2.1 プログラムフローの改善 .....	2
2.2 ベクトル化プログラミング .....	3
3. 入力データ .....	10
3.1 カード入力データ .....	10
3.2 SLCS パラメータ文入力データ .....	24
3.3 プロッタ用入力データ .....	25
4. VP版 JCL とサンプルデータ .....	29
4.1 VP版 JCL .....	29
4.2 サンプルデータ .....	33
5. 結 言 .....	37
謝 辞 .....	37
参考文献 .....	37
付録 A.1 変数名リスト .....	38
A.2 SLCS 主プログラム変更の手引き .....	46
A.3 エラーストップリスト .....	49

## CONTENTS

1. Introduction .....	1
2. Speedup of calculation .....	2
2.1 Improvement of program flow .....	2
2.2 Vector programming .....	3
3. Input data preparation .....	10
3.1 Card input data .....	10
3.2 SLCS Parameter data .....	24
3.3 Data for plotting .....	25
4. JCL for vector processor and sample data .....	29
4.1 Job control language for vector processor .....	29
4.2 Sample data .....	33
5. Conclusion .....	37
Acknowledgement .....	37
References .....	37
Appendix A.1 List of variables .....	38
A.2 Guide for modifying SLCS main program .....	46
A.3 Error stops .....	49

## 1. 緒 言

本コードは1985年に開発されて以来、より使いやすくするため、計算速度の改善を含め幾多の改良が成されてきた。そのため入力データやJCL等に先のマニュアル<sup>(1)</sup>と不整合を生じ、ここで新たに本報告書を作成したものである。

本コードの計算速度の改善は、プログラムフローの簡素化およびベクトル化の両面から行い、モデルの規模にもよるが全体として10倍程度の高速化が達成された。

本コードの基本式等については、文献(1)を参照されたい。

## 2. 計算速度の向上

計算速度を向上させるため、①冗長・重複計算部分の簡素化・一本化および②ベクトルプログラミングの2面からCOMICコードの改良を行った。

### 2.1 プログラムフローの改善

プログラム中の冗長・重複計算部分を見つけ出し、計算速度が向上するようにプログラムを書き換える。

#### (1) エントリー文の使用

COMICコードでは各種のサブルーチンがSLCS言語で書かれた主プログラムから呼び出される。これらのサブルーチンは主プログラムのDynamicセクションにおいて積分時間間隔程度で非常に頻繁に呼び出される。一方、これらのサブルーチンでは10種以上の引数を使用されており、主プログラムで呼び出される度に引数のアドレス合せが行われることになる。ここでは、頻繁に行なわれるアドレス合せを避けるため、各サブルーチンで最初に現われる実行文の直前にエントリー文を挿入し引数無しのエントリーポイントを設ける。一方、主プログラムでは、Initialセクションで引数付きの状態でサブルーチンをコールする。SLCSではInitialセクションは1回だけしか実行されないで、各引数のアドレス合せがここで1度行われることになる。次に、Dynamicセクションで引数無しのエントリー名をコールすることにより、引数のアドレス合せをすることなく、サブルーチンでの処理を行える。ここで、主プログラム内変数とサブルーチン引数とのアドレスはInitialセクションで行われたものが保存されている。以上の点を模式的にFig. 2.1に示す。

さらに、温度依存の断面積を求める関数Binterは本コード内でも最も頻繁に使用されるルーチンの一つである。この関数プログラムは、与えられた温度から内挿用の温度点を選択する部分と、この温度点から断面積を内挿する部分の2つに分けることが出来る。ここで、関数Binterは、各燃料ブロック毎に必要なとなる6種類の断面積を得るためICROSSルーチンでコールされる。しかしながら温度点の選択は各燃料ブロック毎に一回のみで十分であり、6種類の断面積を求める毎に計算する必要はない。この点を改善するため、関数Binterにエントリーポイントを設け断面積の内挿のみを行えるようにしている。温度点の選択は事前に一回のみ行う。この点について、Fig. 2.2に模式図を示す。

#### (2) 断面積改訂ルーチンの条件付け

核計算部で必要となる断面積は、燃料温度および減速材温度の関数として積分間隔毎に更新されていたが、これに条件を付け不必要な更新を低減させるものとする。これは、エントリー名Dcross内で関数Binterを呼ぶ部分に条件付けをすることにより作成される。条件としては燃料温度と減速材温度の変化とし、具体的にはどちらかの温度が以前に比べ1℃以上変化した時に関数Binterを呼び断面積の更新を行う様にしている。この判定条件値は、SLCS制御文の



Parameter 文で変更可能である。現在は、

```
PARAMETER TFS = 1.0
```

```
PARAMETER TMS = 1.0
```

である。ここで TFS および TMS はそれぞれ燃料温度および減速材温度に対する判定条件であり、単位は°Cである。

### (3) 重複計算部の一本化

本コード内では、3次元メッシュ点は一次元配列内にシーケンシャルに格納されており、各メッシュ点の軸方向位置や、平面方向位置、さらに燃料ブロックか減速材ブロックかを知るには、そのための処理が必要となる。従来この処理は、これらの情報が必要となるルーチン毎に独立して行われていた。この点を改善するため、SLCS 言語で書かれた主プログラムに新たに設けた配列を介して、一度計算された情報を各ルーチンで引用できるよう改良している。実際には、ICROSS ルーチンで必要な情報が1回だけ計算される。

## 2.2 ベクトル化プログラミング

COMIC コードでは、積分間隔よりも短い間隔で各種微係数が計算されている。一方、微係数は各メッシュ点に対し DO ループにより計算されている。したがって、微係数計算ルーチンでメッシュ点に関しベクトル化を行えば、かなりの高速化がベクトル計算機上で達成されることになる。

### (1) 配列の変更

微係数計算のための各種データは2次元配列に格納されているが、2次元配列の1次元目の大きさが実質的な最大ベクトル長となるため、1次元目の値として総メッシュ点数となるよう変更する。具体例を以下に示す。

主プログラム内

```
STORAGE FLUX (6, 112), T (6, 112), V (6, 112)
```

↓

```
STORAGE FLUX (112, 6), T (112, 6), V (112, 6)
```

ここで、112が総メッシュ点である。6は中性子エネルギー群数、遅発中性子群数、冷却チャンネルモデル内温度メッシュ点などに相当する。さらに、副プログラム内でも

```
DIMENSION FLUX (NGMAX, KMESH) .....
```

↓

```
DIMENSION FLUX (KMESH, NGMAX)
```

の様にすべて変更する必要がある。この場合には最大ベクトル長は6であったものが、112へと大幅に増大する。

### (2) 副プログラム FDOT のベクトル化促進

従来、中性子束の微係数( $\dot{\phi}$ )は SLCS 主プログラム内で計算されていたが、サブルーチン化 (Sub. FDOT) してベクトル化のための変更をしやすいとした。これにより、ベクトルコンパイラ特有の最適化制御行、

## \* VOCL ………

を使用できる。一方、以前は最大ベクトル長が中性子エネルギー群数 ( $NG = 2 \sim 6$ ) となっていたが、総メッシュ点数 ( $KMESH \approx 50 \sim 100$ ) となるようプログラムを変更し、ベクトル計算機上での処理効率を大幅に改善することができた。さらに、ベクトル長は総メッシュ点数 ( $KMESH$ ) と中性子エネルギー群数 ( $NG$ ) の積の値と等しくなっている部分もある。

また、副プログラム FDOT 内で最初に計算される拡散項は、当該メッシュ点の周囲にあるメッシュ点を何らかの形で認める必要がある。従来は、これを IF 文により判定していたため、ベクトル長が短くなる傾向にあった。このため、FDOT 内で各メッシュ点に対する周辺メッシュの情報一度を作成し、その情報をもとに DO ループを組むことでベクトル長を増すことができた。さらに、吸収項や散乱項を計算する際に IF 文により除外していた自群内散乱断面積に対し予めゼロをデータとして入力するものとして、この IF 文を除去し、さらにベクトル化を促進した。これらのベクトル化を行った後のプログラムリストを Table 2.1 に示す。これより  $\phi$  の計算部では殆んどどの部分がベクトル化されていることがわかる。

さらに、遅発中性子先行核濃度や熱計算用チャンネルモデル内の温度点に関する微係数の計算部分についても、サブルーチン化を行い同様の方法でベクトル化を促進した。

## (3) 関数 BINTER の引用側プログラム内での展開

先に、2.1(2)節において、関数 BINTER を使用している副プログラム ICROSS 内で条件付けをして、この関数の引用回数を低減させた。ここでは、本コード内で最も頻繁に使用されているルーチンに属する関数 BINTER を、ベクトル化の面から改善を行う。

副プログラム ICROSS 内では、従来 BINTER を燃料ブロック総数で回る DO ループ中で引用していた。この DO ループでは、拡散係数、吸収断面積、散乱断面積等 5 種類以上のデータを BINTER により求めている。関数副プログラムの引用部分は DO ループ内であっても通常ベクトル化されない。ここでは、次のようにしてベクトル化を促進した。つまり、副プログラム内で関数 BINTER (エンタリー名 BINT を含む) を引用している部分に対し、直接 BINTER と同一の計算内容を書き下した。これにより、燃料ブロック数 ( $IFUEL \approx 40 \sim 100$ ) に等しいベクトル長で DO ループがベクトル化された。

Table 2.1 Vectorized FDOT program

Preprocessing part (calculated just once)

```

000001      SUBROUTINE FDOT(KMESH,KCOLUM,NG,NDG,NZ,SR,HR,SZ,CS,NGMAX,NDGMAX, 00000100
1          KBDMSH,SFUNC,NUSFIS,BETAT,PROSP,KEFF,HZ, 00000200
2          VM,SABSO,D,SROD,F,SSCAT,RAMDA,C,DELSP,XE,MXE, 00000300
3          V,ADJST,IR,IZ,IBLK,DSFUNC, 00000400
4          TERM1,TERM2,TERM3,TERM4,TERMS,IFUEL,IFUIK) 00000500
C***** J ' .VHTR.SLCS(FDOT) ***** 00000600
000002      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z) 00000900
000003      REAL*8      NUSFIS,KEFF,MXE 00001000
000004      DIMENSION ADJST(KMESH,NGMAX),SFUNC(KMESH,NGMAX),C(KMESH,NDGMAX) 00001100
000005      DIMENSION D(KMESH,NGMAX),NUSFIS(KMESH,NGMAX),SABSO(KMESH,NGMAX) 00001200
000006      DIMENSION SROD(KMESH,NGMAX),F(KMESH,NGMAX),DSFUNC(KMESH,NGMAX) 00001300
000007      DIMENSION SSCAT(KMESH,NGMAX,NGMAX),V(KMESH,NGMAX),XE(KMESH) 00001400
000008      DIMENSION KBDMSH(6,KCOLUM),PROSP(NGMAX),MXE(KMESH,NGMAX) 00001500
000009      DIMENSION RAMDA(NDGMAX),DELSP(NGMAX) 00001600
000010      DIMENSION IR(KMESH),IZ(KMESH),IBLK(KMESH),IFUIK(KMESH) 00001700
000011      DIMENSION TERM1(KMESH,NG),TERM2(KMESH,NG),TERM3(KMESH,NG) 00001800
000012      DIMENSION TERM4(KMESH,NG),TERMS(KMESH,NG) 00001900
000013      DIMENSION NIK1(6000,6),NIG1(6000,6),NIJ1(6000,6) 00002000
000014      DIMENSION NIK2(6000,6),NIG2(6000,6) 00002100
000015      DIMENSION NIK3(6000,7:8),NIG3(6000,7:8) 00002200
000016      DIMENSION NIJ4(6000,7:8),NIK4(6000,7:8),NIG4(6000,7:8) 00002300
000017      DIMENSION L1(8),L2(8),L3(8),L4(8) 00002400
C***** ***** 00002500
000018 V      DO 15 JJ=1,8 00002600
000019 V          L1(JJ)=0 00002700
000020 V          L2(JJ)=0 00002800
000021 V          L3(JJ)=0 00002900
000022 V          L4(JJ)=0 00003000
000023 V      15 CONTINUE 00003100
000024 S          DO 20 JJ=1,6 00003200
000025 S              DO 20 IG=1,NG 00003300
000026 S                  DO 20 IK=1,KMESH 00003400
000027 S                      IF(KBDMSH(JJ,IR(IK)).NE.0) THEN 00003500
000028 S                          L1(JJ)=L1(JJ)+1 00003600
000029 S                          NIK1(L1(JJ),JJ)=IK 00003700
000030 S                          NIG1(L1(JJ),JJ)=IG 00003800
000031 S                          NIJ1(L1(JJ),JJ)= KBDMSH(JJ,IR(IK)) + (IZ(IK)-1)*KCOLUM 00003900
000032 S                      ELSE 00004000
000033 S                          L2(JJ)=L2(JJ)+1 00004100
000034 S                          NIK2(L2(JJ),JJ)=IK 00004200
000035 S                          NIG2(L2(JJ),JJ)=IG 00004300
000036 S                      ENDIF 00004400
000037 S      20 CONTINUE 00004500
000038 V          DO 22 JJ=1,6 00004600
000039 V              IF(L1(JJ).GT.6000 .OR. L2(JJ).GT.6000) THEN 00004700
000040 V                  WRITE(6,650) 00004800
000041 V      650      FORMAT(' ERROR IN SUB. FDOT/L1 OR L2 EXCEED THE SIZE OF 6000') 00004900
000042 V                  STOP 00005000
000043 V              ENDIF 00005100
000044 V      22 CONTINUE 00005200
000045 S          DO 25 JJ=7,8 00005300
000046 S              DO 25 IG=1,NG 00005400
000047 S                  DO 25 IK=1,KMESH 00005500
000048 S                      IF((IZ(IK).EQ.1 .AND. JJ.EQ.7) .OR. 00005600
1                      (IZ(IK).EQ.NZ.AND. JJ.EQ.8)) THEN 00005700
000049 S                          L3(JJ)=L3(JJ)+1 00005800
000050 S                          NIK3(L3(JJ),JJ)=IK 00005900
000051 S                          NIG3(L3(JJ),JJ)=IG 00006000
000052 S                      ELSE 00006100
000053 S                          L4(JJ)=L4(JJ)+1 00006200
000054 S                          IF(JJ.EQ.7) NIJ4(L4(JJ),JJ)=IK-KCOLUM 00006300
000055 S                          IF(JJ.EQ.8) NIJ4(L4(JJ),JJ)=IK+KCOLUM 00006400
000056 S                          NIK4(L4(JJ),JJ)=IK 00006500
000057 S                          NIG4(L4(JJ),JJ)=IG 00006600
000058 S                      ENDIF 00006700
000059 S      25 CONTINUE 00006800
000060 V          DO 28 JJ=7,8 00006900
000061 V              IF(L3(JJ).GT.6000 .OR. L4(JJ).GT.6000) THEN 00007000
000062 V                  WRITE(6,660) 00007100
000063 V      660      FORMAT(' ERROR IN SUB. FDOT/L3 OR L4 EXCEED THE SIZE OF 6000') 00007200
000064 V                  STOP 00007300
000065 V              ENDIF 00007400
000066 V      28 CONTINUE 00007500
000067 V          RETURN 00007600
C***** ***** 00007700
000068 V      ENTRY DOTF 00007800
C***** ***** 00007900
000069 V      DO 30 IG=1,NG 00008000
000070 V          DO 30 IK=1,KMESH 00008100
000071 V              TERM1(IK,IG)=0.0 00008200
000072 V              TERM2(IK,IG)=0.0 00008300
000073 V              TERM3(IK,IG)=0.0 00008400
000074 V              TERM4(IK,IG)=0.0 00008500
000075 V              TERMS(IK,IG)=0.0 00008600
000076 V      30 CONTINUE 00008700
* 00008800
*      DIFFUSION COEFFICIENT 00008900
* 00009000

```

Table 2.1 (Continued)

Main part ( $\phi$ calculation)	000077 S	*VOCL LOOP,NOVREC(TERM1)	00009100
	000078 V	DO 100 J=1,6	00009200
	000079 V	DO 100 I=1,L1(J)	00009300
	000080 V	IK=NIK1(I,J)	00009400
	000081 V	IG=NIG1(I,J)	00009500
	000082 V	IJ=NIJ1(I,J)	00009600
		TERM1(IK,IG) = TERM1(IK,IG)	00009700
		1 + 2.00*D(IK,IG)*D(IJ,IG)*SR	00009800
		2 / (HR*(D(IK,IG)+D(IJ,IG)))	00009900
		3 *(SFUNC(IJ,IG)-SFUNC(IK,IG))	00010000
	000083 V	100 CONTINUE	00010100
		*VOCL LOOP,NOVREC(TERM1)	00010200
	000084 S	DO 110 J=1,6	00010300
	000085 V	DO 110 I=1,L2(J)	00010400
	000086 V	IK=NIK2(I,J)	00010500
	000087 V	IG=NIG2(I,J)	00010600
	000088 V	TERM1(IK,IG) = TERM1(IK,IG)	00010700
		& - CS*D(IK,IG)*SR/(D(IK,IG)+0.500*HR*CS)	00010800
		1 *SFUNC(IK,IG)	00010900
	000089 V	110 CONTINUE	00011000
		*VOCL LOOP,NOVREC(TERM1)	00011100
	000090	DO 120 J=7,8	00011200
	000091 V	DO 120 I=1,L3(J)	00011300
	000092 V	IG=NIG3(I,J)	00011400
	000093 V	IK=NIK3(I,J)	00011500
	000094 V	TERM1(IK,IG) = TERM1(IK,IG)	00011600
		& - CS*D(IK,IG)*SZ/(D(IK,IG)+0.500*HZ*CS)	00011700
		1 *SFUNC(IK,IG)	00011800
	000095 V	120 CONTINUE	00011900
		*VOCL LOOP,NOVREC(TERM1)	00012000
	000096	DO 130 J=7,8	00012100
	000097 V	DO 130 I=1,L4(J)	00012200
	000098 V	IG=NIG4(I,J)	00012300
	000099 V	IK=NIK4(I,J)	00012400
	000100 V	IJ=NIJ4(I,J)	00012500
	000101 V	TERM1(IK,IG) = TERM1(IK,IG) + 2.00*D(IK,IG)*D(IJ,IG)*SZ	00012600
		1 / (HZ*(D(IK,IG)+D(IJ,IG)))	00012700
		2 *(SFUNC(IJ,IG)-SFUNC(IK,IG))	00012800
	000102 V	130 CONTINUE	00012900
		* PROMPT FISSION NEUTRON	00013000
000103 S	DO 201 IGG=1,NG	00013100	
	*VOCL LOOP,NOVREC	00013200	
000104 S	DO 200 IG=1,NG	00013300	
000105 V	DO 200 IF=1,IFUEL	00013400	
000106 V	IK=IFUIK(IF)	00013500	
000107 V	TERM2(IK,IG) = TERM2(IK,IG)+NUSFIS(IK,IGG)*SFUNC(IK,IGG)	00013600	
000108 V	200 CONTINUE	00013700	
000109 S	201 CONTINUE	00013800	
	*VOCL LOOP,NOVREC	00013900	
000110 S	DO 210 IG=1,NG	00014000	
000111 V	DO 210 IF=1,IFUEL	00014100	
000112 V	IK=IFUIK(IF)	00014200	
000113 V	TERM2(IK,IG) = TERM2(IK,IG)*(1.000-BETAT)*PROSP(IG)/KEFF*VM	00014300	
000114 V	210 CONTINUE	00014400	
	* **** TERM3 FOR ABSORPTION CALC.	00014500	
000115 V	DO 220 IG=1,NG	00014600	
000116 V	DO 220 IK=1,KMESH	00014700	
000117 V	TERM3(IK,IG) = SABSO(IK,IG) + SROD(IK,IG) + F(IK,IG)	00014800	
	+ MXE(IK,IG)*XE(IK)	00014900	
000118 V	CMT 1 TERM3(IK,IG) = TERM3(IK,IG) * SFUNC(IK,IG) * VM	00015000	
000119 V	220 CONTINUE	00015100	
000120 S	DO 310 IGG=1,NG	00015200	
000121 S	DO 310 IG=1,NG	00015300	
	CMT IF( IG.EQ.IGG ) GO TO 310 *SSCAT(IK,IG,IG)=0.0*	00015400	
000122 V	DO 310 IK=1,KMESH	00015500	
000123 V	TERM3(IK,IG) = TERM3(IK,IG) + SSCAT(IK,IGG,IG)	00015600	
	+ SFUNC(IK,IG) * VM	00015700	
000124 V	TERM4(IK,IG) = TERM4(IK,IG)+SSCAT(IK,IG,IGG)*SFUNC(IK,IGG)*VM	00015800	
000125 V	CM320 CONTINUE	00015900	
	310 CONTINUE	00016000	
	* DELAYED NEUTRON	00016100	
000126 S	DO 510 II=1,NDG	00016200	
	*VOCL LOOP,NOVREC	00016300	
000127 S	DO 500 IG=1,NG	00016400	
000128 V	DO 500 IF=1,IFUEL	00016500	
000129 V	IK=IFUIK(IF)	00016600	
000130 V	TERMS(IK,IG) = TERMS(IK,IG) + RAMDA(II)*C(IK,II)*DELSPIG)*VM	00016700	

Table 2.1 (Continued)

000131	V	500	CONTINUE	00017500
000132	S	510	CONTINUE	00017600
	*			00017700
	*		DIFFERENCE COEFFICIENT OF SHAPE FUNCTION	00017800
	*			00017900
000133	V		DO 600 IG=1,NG	00018000
000134	V		DO 600 IK=1,KMESH	00018100
000135	V		DSFUNC(IK,IG)=(TERM1(IK,IG)+TERM2(IK,IG)	00018200
			-TERM3(IK,IG)+TERM4(IK,IG)	00018300
			+TERM5(IK,IG))*V(IK,IG)/VM - ADJST(IK,IG)	00018400
		8		00018500
		1		00018600
000136	V	600	CONTINUE	00018700
000137			RETURN	
000138			END	

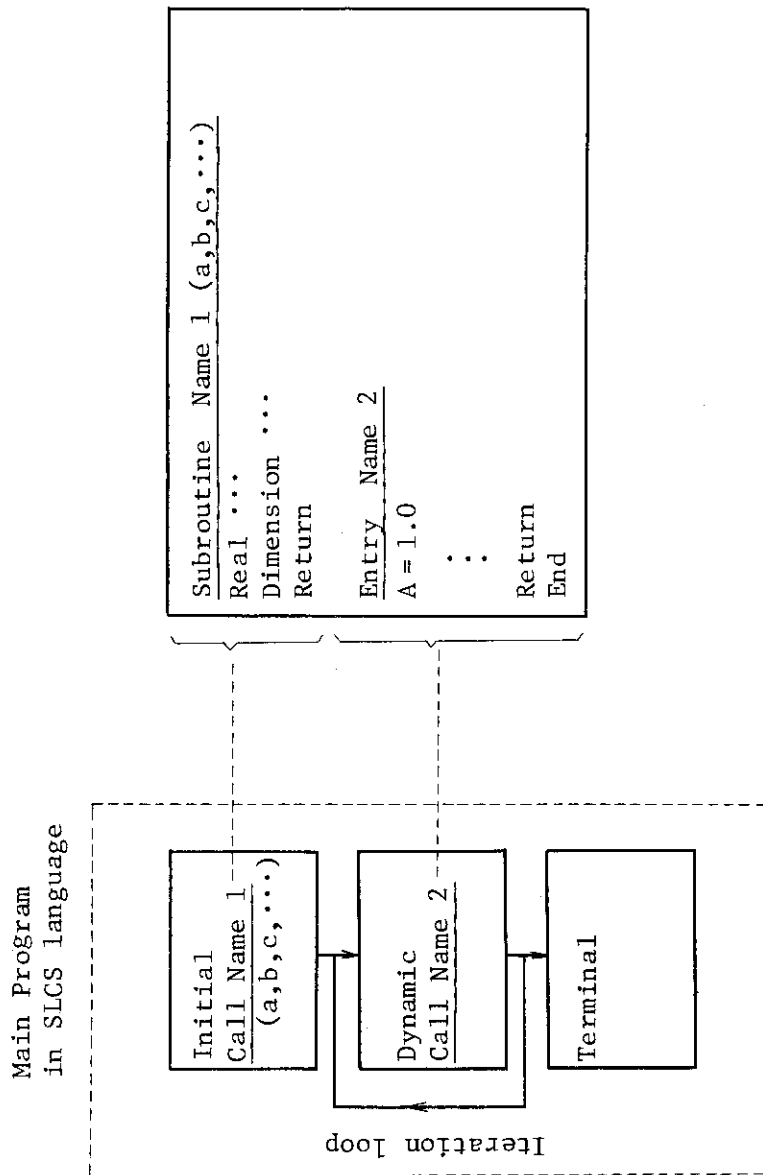
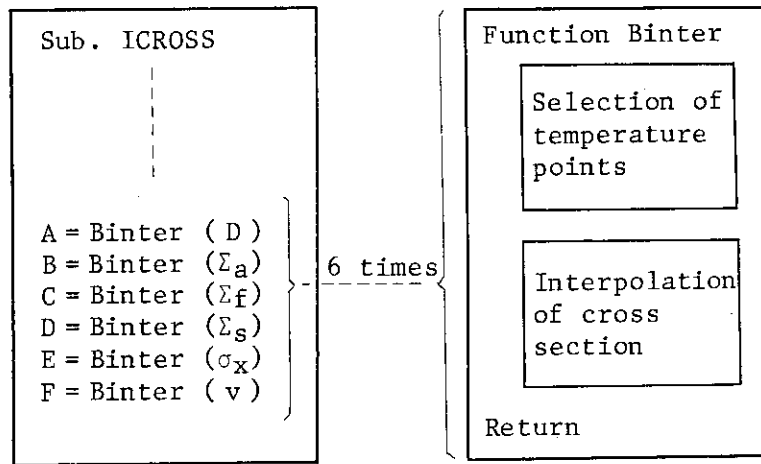


Fig. 2.1.1 Improvement by use of Entry Statement



BEFORE

AFTER

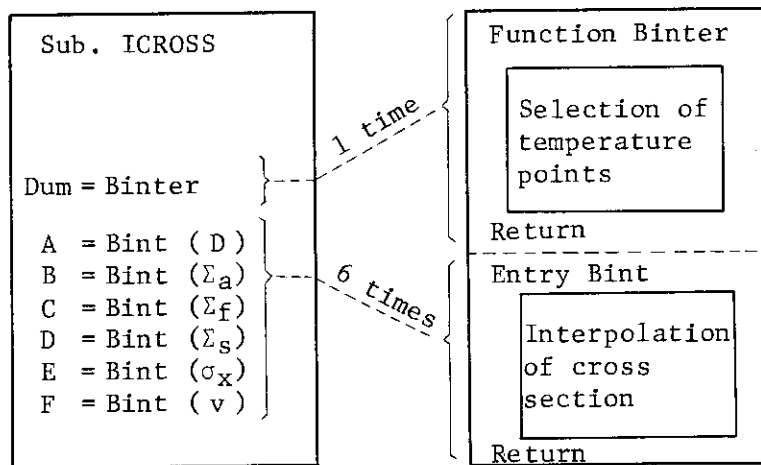


Fig. 2.2 Improvement of Function Binter

### 3. 入力データ

COMIC コードで必要となる入力データは、COMIC コード自体が必要とするカード形式で与えるデータの他に、SLCS のパラメータ文等により COMIC コードに間接的に与えるものの 2 種がある。本節ではこれら 2 種のデータに加え、プロットプログラム用データ作成法についても示す。

#### 3.1 カード入力データ

カード入力データとして必要な情報は以下の様な 6 種のカテゴリーに分類される。

- ① 計算オプション
- ② 3次元メッシュ記述データ
- ③ 核計算部用データ
- ④ 熱計算部用データ
- ⑤ 制御部用データ
- ⑥ 断面積編集部用データ

DYNAMIC モードおよび RESTART モードにおいても、カード入力データに対する処理は STATIC モードと同一であるため、各モードともに同一のカード入力データが必要となる。特に 3次元 Geometry データは全く同一でないと、計算に矛盾を生じる。但し定常を早める為に比熱容量の変更 (FACTOR)、制御オプションの変更等は許される。DYNAMIC モード、RESTART モード時には、 $k_{\text{eff}}$  初期値、制御棒初期位置入力データは無視され、Restart file に書かれている値を優先して使用する。

以降にカード入力データのフォーマット等について示す。



データシーケンス情報				記述情報				
カテゴリ	カード	データ	変数名	タイプ	フォーマット	内容	単位	標準値
①	1	1	TITL(0)	C	18A4	タイトルカード		
	2	1	IOP (1)	I	I 6	炉心モデル 0 ..... 60° 回転対称炉心モデル 1 ..... 360° 全炉心モデル		
	2	2	IOP (2)	I	I 6	計算手法 0 ..... Direct method 1 ..... Quasi static method		
	3	3	IOP (3)	I	I 6	初期中性子束分布 0 ..... 内蔵 flat flux 31 ..... ファイル 1 ( $\phi$ と $\phi^*$ ), ここで, 2031 又は 2032 とすると中性子束分布のプリントアウトはしない。 32 ..... ファイル 2 ( $\phi$ のみ) ファイル 1, 2 は Citation コードで得られる flux file を使用すると。Regular と Adjoint flux を与える場合には FT31 として与え, Regular のみの場合は FT32 として与える。		
	4	4	IOP (4)	I	I 6	初期実効増倍率 (keff) 0 ..... カード入力 41 ..... ファイル 3 ファイル 3 は Citation コードで得られる power 分布 file 内に記録された keff を使うこと。このとき, FT41 として file を定義しておくこと。		
5	5	IOP (5)	I	I 6	断面積セットデータ 0 ..... カード入力 51 ..... ファイル 4 (カード入力の場合と同一フォーマット) ファイル 4 は, Citation 形式で用意した断面積ファイルを多少手直ししたものであり, FT51 として与える。			

データベース情報				記述情報				
カテゴリー	カード	データ	変数名	タイプ	フォーマット	内容	単位	標準値
		6	IOP(6)	I	I 6	熱計算 0 ……要 1 ……不要		
		7	IOP(7)	I	I 6	作図用データ出力 0 ……不要 71 …… $\phi$ , N, t を出力 72 …… $\phi$ , N, T, t を出力 それぞれ FT71又は FT72 を用意する必要がある。 記録するデータは SLCS 主プログラム内の書き換えで任意の変数を選択できる。		
	3	1	I 1	C	A 4, 3 X	計算モードの指定を行う。次に示す 3 種類の文字例のいずれかを指定する。 !STATIC!, !DYNAMIC!, !RESTART!		
		2	ISW(2)	I	I 5	キセノン, ヨウ素分布の計算オプション 0 ……計算しない 1 ……計算する		
		3	ISW(3)	I	I 6	keff 計算のオプション 0 ……計算しない 1 ……計算する		
		4	ISW(4)	I	I 6	制御棒を制御系により操作するかどうかのオプション 0 ……制御系により操作しない 1 ……中性子束を参照値として制御操作をする 2 ……冷却材出口温度を参照値として制御操作をする		

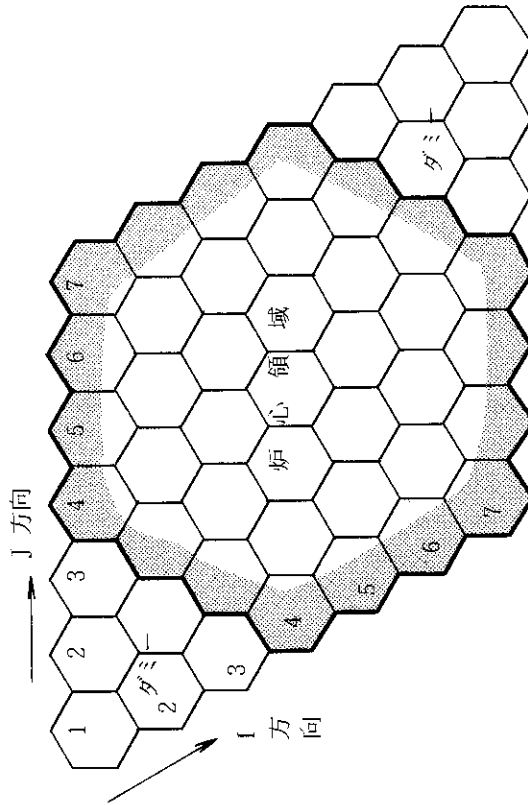
データシケンス情報				記述情報			
カテゴリ	カード	変数名	タイプ	フォーマット	内容	単位	標準値
	5	ISW(5)	I	I 6	冷却材流量配分に対する制御のオプション 0 ……流量配分制御はしない 1 ……流量配分制御をする		
② IOP(1)=0 のとき、(60°回転対称炉心)							
1	1	IYXX	I	I 6	六角ブロックのタイプを指定する。3桁の整数であり、100の位で、黒鉛ブロックか燃料ブロックかを指定する。10の位、1の位は黒鉛ブロック又は燃料ブロックのタイプ番号を示す。 $10^2$ $10^1$ $10^0$ └───┬───┘ タイプ番号 1~99 └───┬───┘ 0 ……黒鉛ブロック 1 ……燃料ブロック  例. 103 ……黒鉛ブロックで、3番目のタイプである。タイプ番号は後に入力される断面積セットの順番に対応する。		
2	1~12	IC(i) i = 1~12	I	12 I 6	IYXXで示されるブロックの位置を指定する。 IC(1) }  カラム番号範囲を指定 IC(2) } IC(3) }  軸方向ブロック段数範囲を指定 IC(4) } IC(5)~IC(12)も同様。IC(1)番目のカラムからIC(12)番目のカラムでIC(3)からIC(4)段目までに存在するブロックは総て、ブロックタイプIYXXであると見なされる。 このカードは、何枚でも入力でき、IC(1)、IC(5)又はIC(9)が零であると読み込みを終了する。 (CITATIONコードのメッシュオーバーレイと同様) カード1とカード2のセットを繰り返し入力し、全メッシュ点に対するブロックタイプを指定する。 カード1のIYXXに「」000▼を入力することにより、読み込みが終了する。(ブランクのみは不可)「」はブランクを意味する。		



データシケケンス情報				記述情報				
カテゴリ	カード	データ	変数名	タイプ	フォーマット	内容	単位	標準値
② IOP(1)=1のとき、(360°全炬心モデル, CITATIONコードの005, 006セクションと同一方式で入力)								
	1	1	ICK005	I	I 3	▼005▼を入力		
	2	1	IYXX	I	I 4	ブロックタイプを入力する。すべてのメッシュ点がこのブロックタイプとなる。		
	3	1	ICK006	I	I 3	▼006▼を入力。以下にメッシュオーバーレイデータを入力。		
	4	1	IYXX	I	I 4	オーバーレイするブロックタイプを指定する。		
	5	1	IC(1)	I	I 4	J方向 (横方向) メッシュ開始番号		
	2		IC(2)	I	I 4	I方向 (横方向) メッシュ終了番号		
	3		IC(3)	I	I 4	I方向 (縦方向) メッシュ開始番号		
	4		IC(4)	I	I 4	I方向 (縦方向) メッシュ終了番号		
	5		IC(5)	I	I 4	Z方向 (軸方向) メッシュ開始番号		
	6		IC(6)	I	I 4	Z方向 (軸方向) メッシュ終了番号		
	*メッシュの指定は1枚のカードに3セット記述可能。 カード5は必要枚数繰り返して入力できる。 IC(1), IC(7)又はIC(8)がゼロで入力終了。							
	18		IC(8)	I	I 4	カード4とカード5のセットを必要だけ繰り返し入力する。		
	6	1	IYXX	I	I 4	▼000▼を入力して、メッシュデータ入力終了		



データシケンス情報		記述情報			単位	標準値
カード	データ	変数名	タイプ	内 容		
7	1	NOROD	I	全制御棒本数(制御カラム数)。(≤10)		
8	1~20	KROD(i) i=1~NOROD *2	I	各制御棒の位置をJ,Iメッシュ番号で指定する。		
9	1~10	KRODSW(i) i=1~NOROD	I	制御系による操作の有無を指定 0 ……制御系による操作はない。(タイムテーブルにより変化する) 1 ……制御系により操作される。		
10	1~10	ICROD i=1~NOROD	R	制御棒の初期挿入長さ。(DYNAMICモード, RESTARTモードでは無視されるが、カードは必要) 制御棒本数が7本以上の場合は2枚のカードに記述することになる。	cm	



COMICコード内では、ダミー領域に対する計算用メッシュ点は存在せず、炉心領域に対してのみメッシュ点が定義されている。

データシケンス情報				記述情報		単位	標準値	
カテゴリー	カード	データ	変数名	タイプ	フォーマット	内容		
③	1	1	HR	R	F 12.0	炉心を構成するブロックの半径 (hr)	cm	
		2	HZ	R	F 12.0	炉心を構成するブロックの高さ (hz) (炉心中では、総て同一形状のブロックが使用される。)	cm	
		3	P	R	F 12.0	モデル化領域の原子炉熱出力 (60°回転対称モデルでは、センタカラムも一カラム分として熱出力を与える)	MW	
④ IOP (6) = 1 のとき不要である								
	1	1~6	RF(i) i = 1~6	R	6F 12.0		cm	
								熱計算用ユニットセル半径。下図の $R_1 \sim R_6$ に対応。
								各メッシュの物質に対する比熱。 ( $C_1 \sim C_6$ )
2	1~6	CHE(i) i = 1~6	R	6F 12.0	各メッシュの物質に対する比熱。 ( $C_1 \sim C_6$ )	cal/g°C		
3	1~6	DENF(i) i = 1~6	R	6F 12.0	各メッシュの物質に対する密度。 ( $\rho_1 \sim \rho_6$ )	g/cm <sup>3</sup>		



カテゴリー		データシケンス情報				記述情報			単位	標準値
カード	データ	変数名	タイプ	フォーマット	内容	単位	標準値			
⑤	4	1	K 12	R	F 12.0	メッシュ点 1, 2 間に対する等価熱伝導率。	cal/cm <sup>2</sup> ·s·°C			
		2	K 23	"	"	"				
		3	K 34	"	"	"				
		4	H 45	R	F 12.0	メッシュ点 4, 5 間に対する等価熱伝導率。	cal/cm <sup>2</sup> ·s·°C			
		5	H 56	"	"	"				
		1	B 24	R	F 12.0	メッシュ点 2, 4 間に対する熱輻射係数。	-			
		2	B 46	"	"	" (β <sub>nn</sub> )				
		1	NCH	R	F 12.0	1 燃料カラム当りに存在する冷却チャンネルの数。	-			
		2	OPTION	R	F 12.0	OPTION ≠ 0.0 のとき、軸方向初期温度分布を入力する。	-			
		1~6	TINI (i) i = 1, NZ	R	6F 12.0	軸方向温度分布を入力する。NZ > 6 の時には、カードは 2 枚以上となる。このとき、TINI (1) は冷却材入口温度となる。	°C			
		1	KEFF	R	F 12.0	実効増倍率 (k <sub>eff</sub> ) の初期値。IOP(4)=41 のときはダミーデータとなる	-			
		2	FTOTAL	R	F 12.0	炉心を流れる冷却材の初期全流量。	g/s			
	3	T5INO	R	F 12.0	炉心入口での初期冷却材温度。ただし、TINI (1) の指定がある場合にはこの値は無視される。	°C				
k <sub>eff</sub> 計算オプション (ISW(3)) が 0 のときは、カード 2 は不要。										
2	1	DTK	R	F 12.0	k <sub>eff</sub> 計算における、k <sub>eff</sub> 調整時間間隔。(ΔT <sub>k</sub> )	s				
	2	EPS 1	R	F 12.0	k <sub>eff</sub> 計算の収束条件。中性子束に関する収束条件。(ε <sub>1</sub> )	-				
	3	EPS 2	R	F 12.0	k <sub>eff</sub> 値の収束条件。(ε <sub>2</sub> )	-				
	4	DELTA 1	R	F 12.0	k <sub>eff</sub> 計算時の最大 k <sub>eff</sub> 変化幅。(δ <sub>1</sub> ) (2.3 節および Fig. 28 参照)	-				
制御棒の制御系による操作オプション ISW(4) が 0 のときにはカード 3 ~ 5 は不要。										

データシケンス情報				記述情報			
カテゴリー	カード	変数名	タイプ	内 容	単 位	標準値	
⑥	3	IC	I	中性子検出器のカラム位置。(制御系への入力となる中性子束の炉内位置, 360°モデルでは I, J メッシュで指定)	-		
	2	IZ	I	同上, 軸方向位置(段数)。	-		
	3	IGREF	I	参照すべき中性子エネルギー群数。	-		
	4	1	FREF	R	制御系の参照用(定値制御用)中性子束値。(Fig. 2.10 参照)	cm <sup>2</sup> s	
		2	TAVER	R	制御系の参照用(定値制御用)冷却材炉心出口温度。	°C	
	5	1	GAIN1	R	中性子束を使う制御系のゲイン(K <sub>1</sub> )。		
		2	GAIN2	R	冷却材炉心出口温度の制御系ゲイン(K <sub>2</sub> )。		
	3	VMIN	R	制御棒の最大駆動速度(V <sub>max</sub> )。	cm/s		
	4	VMAX	R	制御棒の最小駆動速度(V <sub>min</sub> )。	cm/s		
	5	VL 1	R	制御棒駆動信号に対する不感帯(L <sub>1</sub> )。	-		
	1	1	LBLOCK	I	燃料ブロックタイプ総数(燃料濃縮度, 燃焼度等の種類)。	-	
		2	LGBLK	I	黒鉛ブロックタイプ総数		
	2	1	LTF	I	燃料コンパクト平均温度点数(現在≤4, 拡張可能)	-	
		2	LTM	I	黒鉛部平均温度点数(現在≤4, 拡張可能)	-	
	3	1~	TEMPF(i) i=1~LTF	R	燃料コンパクト平均温度テーブル	°C	
4	1~	TEMPM(i) i=1~LTM	R	黒鉛部平均温度テーブル	°C		
5	1	ICS	I	▼008▼ を入力			
6	1	NG	I	中性子エネルギー群数			
	2	ND	I	Dummy data			
	3	NU	I	Dummy data			

データシケンス情報				記述情報			
カテゴリ	カード	データ	変数名	タイプ	内容	単位	標準値
					以下に燃料ブロックの断面積セットを入力する。 断面積セットの順番は以下の様である。		
					<pre> DO i = 1 ~ LBLOCK (燃料ブロックタイプ)   DO j = 1 ~ LTM (黒鉛温度)     DO k = 1 ~ LTF (燃料温度)       DO l = 1 ~ 4 (中性子エネルギー群数)         (断面積セット)       CONTINUE           </pre>		
					第 $l$ 群のものを例として、以下に(断面積セット)の入力フォーマットを示す。(カードNo.7~8)		
7			MID	I	物質番号 MID = 1 ~ LBLOCK		
			NEG	I	中性子エネルギー群番号		
			DIFF	R	拡散係数 ( $D_l$ )	cm	
			SIGAF	R	吸収断面積 ( $\Sigma_a^l$ )	/cm	
			SIGF	R	中性子生成断面積 $\nu \Sigma_f^l$	/cm	
			VELF	R	中性子速度の逆数 ( $1/v_l$ )	cm/s	
			MICXE	R	キセノンのマイクロ吸収断面積 ( $\sigma_{xl}$ )	cm <sup>2</sup>	
8	1~6		SIGSF(i)	R	第 $l$ 群から第 $i$ 群への散乱断面積。 ( $\Sigma_{s, l \rightarrow i}^l$ )	/cm	
			i = 1 ~ NG		ここで、ベクトル化プログラミングのため、自群内散乱断面積は0.0とする必要がある。		

データシケンス情報				記述情報				
カテゴリー	カード	データ	変数名	タイプ	フォーマット	内容	単位	標準値
						<p>以下に黒鉛ブロックの断面積セットを入力する。  断面積セットの順番は以下の様である。</p> <p>DO i = 1 ~ LGBLK (黒鉛ブロックタイプ)  DO j = 1 ~ 4 (中性子エネルギー群数)  (断面積セット)  CONTINUE</p> <p>第j群のものを例として、以下に(断面積セット)の入力フォーマットを示す。(カードNo.9 ~ 10)</p>		
9	1	MID	I 6	I	I 6	物質番号 MID = LBLOC + 1 ~ LBLOCK + LGBLK		
	2	NEG	I 6	I	I 6	中性子エネルギー群番号		
	3	DIFG	R F12.0	R	F12.0	拡散係数 ( $D_j$ )	cm	
	4	SIGAG	R F12.0	R	F12.0	吸収断面積 ( $\Sigma_a^j$ )	/cm	
	5	-	-	-	12X	ブランク	-	
	6	VELG	R F12.0	R	F12.0	中性子速度 ( $v_j$ )	cm/s	
10	1~6	SIGSG(i) i = 1 ~ NG	R 6F12.0	R	6F12.0	第j群から第i群への散乱断面積。ここで、ベクトル化プログラミングのため、自群内散乱断面積は 0.0 とする必要がある。	/cm	
11	1	NDG	I 3	I	I 3	遅発中性子エネルギー群数		
12	1~6	BETA(i) i = 1 ~ NDG	R 6F12.0	R	6F12.0	遅発中性子束比率 ( $\beta_i$ )。	-	
13	1~6	RAMDA(i) i = 1 ~ NDG	R 6F12.0	R	6F12.0	遅発中性子先行核崩壊定数 ( $\lambda_i$ )。	/s	

データシケンス情報			記述情報			
カテゴリー	カード	変数名	タイプ	内 容	単 位	標準値
	14	GAMMAI	R	ヨウ素の核分裂当り収率 ( $\Gamma^I$ )。	-	
	2	RAMDAI	R	ヨウ素の崩壊定数 ( $\lambda^I$ )。	/s	
	3	GAMMAX	R	キセノンの核分裂当り収率 ( $\Gamma^X$ )。	-	
	4	RAMDAX	R	キセノンの崩壊定数 ( $\lambda^X$ )。	/s	
	5	NU	R	核分裂当り中性子収率 ( $\nu$ )。		
	15	PROSP(i) i = 1~NG	R	即発中性子スペクトル	-	
	16	DELSP(i) i = 1~NG	R	遅発中性子スペクトル		
	17	SIGR(i) i = 1~6	R	制御棒の動きを示すための吸収断面積 ( $\Sigma_{rod}^I$ ) (制御棒挿入時の制御ブロック均質化断面積の吸収断面積に相当)	/cm	
	18	SIGI(i) i = 1~6	R	外乱を表現するための吸収断面積 ( $F_i$ )	/cm	
	19	BLANK CARD		以上でカード入力データは終了。(5963)		

## 3.2 SLCS パラメータ文入力データ

SLCS 言語ではデータをパラメータ文で入力することが出来、COMIC コードでは以下の変数に値を設定する必要がある。

変 数 名	内 容
NR	半径方向カラム層数 (60°モデルでは中央カラムを数えない)
NZ	軸方向ブロック段数 (軸方向メッシュ点数に相当)
NZUREF	上部反射体段数
NZLREF	下部反射体段数
	$NZ = NZUREF + NZLREF + (\text{燃料ブロック段数})$
KCOLUM	半径方向全カラム数
KMESH	全ブロック数 (全メッシュ点数)
NGMAX	最大中性子エネルギー群数
NGMAX 2	$= NGMAX \times NGMAX$
NDGMAX	最大遅発中性子群数
LTFMAX	最大燃料温度点数
LTMAX	最大減速材温度点数
LTFMX 2	$= LTFMAX \times LTMAX$
LBMAX	最大燃料ブロックタイプ数
LGMAX	最大黒鉛ブロックタイプ数
TFS	燃料温度最大変化幅 (°C) (燃料温度が TFS だけ変化すると断面積が更新される)
TMS	減速材温度最大変化幅 (°C) (減速材温度が TMS だけ変化すると断面積が更新される)
FLUXIC	初期中性子束値。IOP(3) = 0 のときに使用される。
FACTOR	熱計算部微係数にかかるファクター。 定常計算時には FACTOR $\gg$ 1.0 として熱計算を加速し収束させる。動特性計算時には FACTOR = 1.0 としなければならない。
CPULIM	使用可能 CPU 時間 (分)。使用 CPU 時間がこの値に達した時、計算は強制終了しリスタート用データが FT56 に記録される。

これらのデータのうち、

NZ, KCOLUM, KMESH, NGMAX, NGMAX 2, NDGMAX,  
LTFMAX, LTMMAX, LTFMX 2, LBMAX, LGMAX

は配列の大きさを示すものであり、SLCS 主プログラムの STORAGE 文で定義される配列サイズと一致していなければならない。不一致の場合には、データ位置にずれが生じ各種のトラブルが発生する。

### 3.3 プロッタ用入力データ

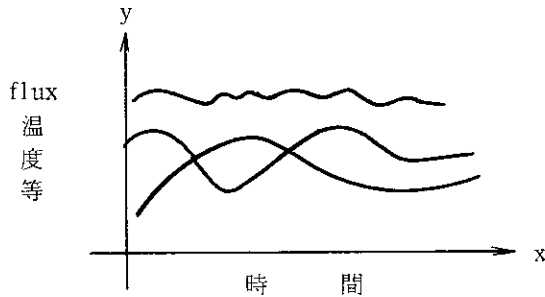
COMIC コードのランに引続き、得られた結果をNLPへプロットすることができる。JCL等の具体的使用法については次節を参照されたい。またプロットされるデータとしてはSLCS主プログラムを変更することで任意の変数を指定できる。(付録A.2参照)

#### (1) 図形の種類

得られる図形にはTYPE 1, TYPE 2, TYPE 3の3種類がある。

##### i) TYPE 1

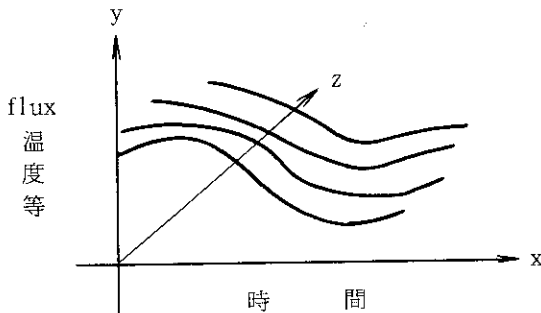
$\phi$ ,  $\psi$ ,  $N$ ,  $T$  の時間変化図を得る。



$y : \phi (g, k)$  flux  
 $\psi (g, k)$  振幅関数  
 $N (g)$  形状関数  
 $T (m, k)$  温度

##### ii) TYPE 2

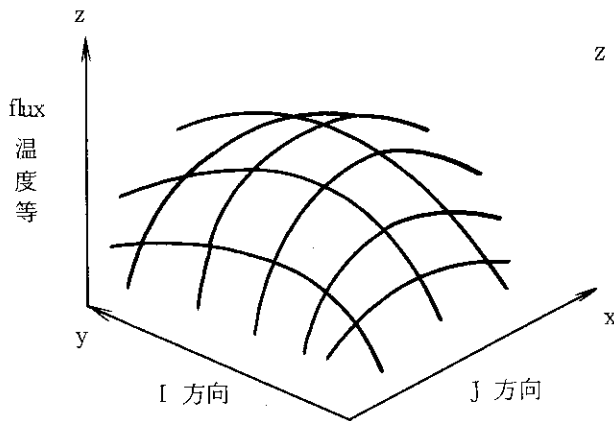
$\phi$ ,  $\psi$ ,  $N$ ,  $T$  の時間変化を並列的に見る。



$y : \phi (g, k)$   
 $\psi (g, k)$   
 $N (g)$   
 $T (m, k)$   
 $z : g$  又は  $k$  又は  $m$  等任意である。

##### iii) TYPE 3

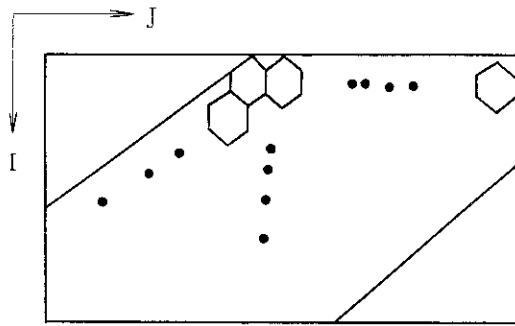
任意の時刻  $t$  における  $\phi$ ,  $\psi$ ,  $T$  をある炉心内断面で見る。



$z : \phi (g)$   
 $\psi (g)$   
 $T (m)$

炉心内断面は炉心上部からの段数で指定する。

又,  $x, y$  は上部から見た  $J$  方向,  $I$  方向に対応する。(但し  $I$  方向は逆順になっている)



360° モデルの Geometry

(注)  
60° モデルの計算結果は自動的に  
360° モデルに変換された図形出  
力が得られる。

(2) プロット指示データ (インプットデータ)

インプット・データはコマンド形式で記述する。

コマンドには FILE, TITLE, LIST, TYPE 1, TYPE 2, TYPE 3 がある。インプット・データの先頭は必ず FILE コマンドでなければならない。

以下, 例で説明する。

／ EXEC ARGGO, LM= ××××・××××

／ GO. SYSIN DD ×

FILE 2 ← グラフィック・ファイルの本数

TITLE (×××……×××) ← 7 からむ目から 50 文字が作図タイトルとなる。

LIST ON ← 数値データの出力を指示

TYPE 1 F (2, 101), F (2, 102)

↑ ブランク ↑ メッシュ位置

↑ エネルギー群

↑ φ flux

↑ で区切って最大 9 変数の記述が可能

LIST OFF ← 数値データの不出力

TITLE (×××……×××) ← 作図タイトルの変更

TYPE 2 T (1, 101), T (2, 101), T (3, 101) +  
T (4, 101), T (5, 101), T (6, 101) ↑ 継続マーク

／\*

／ FT11 F001 DD … } ← グラフィック・ファイルの指定  
／ FT12 F001 DD … } (FT11 から順に使用)

i) FILE

コマンド名	オペランド
FILE	グラフィック・ファイル本数

(注意) 必ず先頭に指定する。

ii) TITLE

コマンド名	オペランド
TITLE	タイトル (7 カラム目から 50 文字以内)
(**)	任意の時点で指定可。無指定ならばブランクタイトル





g エネルギー群  
 k メッシュ  
 m 熱計算メッシュ

(注意) オペランド変数は全て同一Y軸スケールとなる。

従って同一変数の指定が望ましい。

(例) TYPE 2 T (5. 100), T (5. 101), T (5. 102), T (5. 103)

VI) TYPE 3

コマンド名	オペランド
TYPE 3	TIME (時刻), NZ (段数), $\left\{ \begin{array}{l} F (g) \\ S (g) \\ T (m) \end{array} \right\}$

TIME 時刻 (必須)

NZ 炉心上部からの段数 (必須)

F (g)  $\phi$  flux, g エネルギー群 (選択)

S (g)  $\psi$  振幅関数, g エネルギー群 (選択)

T (m) T 温度, 熱計算メッシュ (選択)

(例) TYPE 3 TIME (1.D-3), NZ (10), T(1)

時刻 0.0001 秒の10段目の燃料部の中心温度の炉心分布を見る。

## 4. VP版JCLとサンプルデータ

### 4.1 VP版JCL

現状のSLCSではFORTRAN 77/VPを使用することができない。これは、SLCS自体が既にFORTRANコンパイラを組み込んだ形で供給されているためである。そこで、次のような手順でVPコンパイラを使用して、ベクトル計算機でのジョブの実行を可能としている。

- ① SLCS主プログラムをSLCS翻訳部でFORTRANソースプログラムに変換する。
- ② 変換されたプログラムをVPコンパイラにかける。
- ③ その他の副プログラムもVPコンパイラにかける。
- ④ SLCSのLinkage Editor制御文を用いて、SLCS用のLoad moduleを作る。
- ⑤ 完成したLoad moduleをSLCS下でランさせる。

実際のJCLを次に示す。ここでは、定常計算を行った後に、過渡応答計算を行っている。さらに、過渡応答計算結果を作図するところまで行っている。

```

-INC J
C.3 T.12 W.04 I.05 CLS GRP
OPTP PASSWORD=
OPTP CLASS=5
/***** J .JCL.CNTL(RBJ )*****
① SLCS主プログラムの
FORTRANへの翻訳
(翻訳結果はFT03へ
格納される)
② 翻訳リースをVPコンパ
イラにかける。
③ その他のFORTRANプ
ログラムもVPコンパ
イラにかける。
④ Load moduleの作成
⑤ SLCSでのLoad
moduleのRUN
(定常計算, STATIC)
⑥ (過渡応答計算,
DYNAMIC)
//COMIC1 EXEC SLCS4,
// REGION.SLCS4=3048K,
// PARM.SLCS4='TABLE=(3),CHECK,MAP,FLIST,MENT=1,LINK=SLLINK'
//MODEL DD DSN=J .COMIC.SLCS(RB01),DISP=SHR
//FT03F001 DD DSN=&&COMFT,DISP=(NEW,PASS),UNIT=WK10,
// DCB=(LRECL=80,BLKSIZE=19040,RECFM=FB),SPACE=(TRK,(100,100))
//COMIC2 EXEC FORT77VP,SO='&&COMFT',A='NOVS,NOVMSG,LC(60)',Q='',
// B='GOSTMT,AUTODBL(DBL4),NOINSOURCE,XOPT(IL,AMOVE),NOMAP'
//COMIC2 EXEC FORT77VP,SO='J .COMIC',
// A='NOVS,NOVMSG,LC(60),ELM(GRBMK)',Q='.SLCS',
// B='GOSTMT,NOINSOURCE,XOPT(IL,AMOVE),NOMAP',DISP=MOD
//COMIC2 EXEC FORT77VP,SO='J .COMIC',
// A='NOVS,NOVMSG,LC(60),ELM(*)',NOMAP',Q='.WATER',DISP=MOD,
// B='AUTODBL(DBL4)'
//COMIC3 EXEC LKED77,A='OVLY,DCBS'
//SYSLIB DD DSN=J .SLCS4.LOAD,DISP=SHR
// DD DSN=SYS3.SLCSLIB,DISP=SHR
// DD DSN=SYS2.FORTLIB,DISP=SHR
//SYSLIN DD DSN=&&OBJ,DISP=(OLD,DELETE)
// DD DSN=J .OVERLAY.DATA(SLCS4),DISP=SHR
//COMICST EXEC SLCS4,
// REGION.SLCS4=3048K,
// PARM.SLCS4='TABLE=(3),CHECK,MAP,FLIST,MENT=0,LINK=SLLINK'
//MODEL DD DSN=J .COMIC.SLCS(RB02),DISP=SHR
//SYSLMOD DD DSN=&&LM,DISP=SHR
//FT25F001 DD DSN=J .COMIC.SLCS(RB03A),DISP=SHR,LABEL=(,,IN)
//FT26F001 DD SYSOUT=*,DCB=RECFM=VA
//FT32F001 DD DSN=J .RBMK.FF03,DISP=SHR
//FT41F001 DD DSN=J .RBMK.KF03,DISP=SHR
//FT51F001 DD DSN=J .RBMK.XCOMF3,DISP=SHR
//FT55F001 DD DUMMY
//FT56F001 DD DSN=J .RBMK.R1,DISP=SHR
//FT72F001 DD DUMMY
// EXPAND DISK,DDN=FT12F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT02F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT04F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT07F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT08F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT09F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT13F001,SPC='30,10'
//COMICDY EXEC SLCS4,
// REGION.SLCS4=3048K,
// PARM.SLCS4='TABLE=(3),CHECK,MAP,FLIST,MENT=0,LINK=SLLINK'
//MODEL DD DSN=J .COMIC.SLCS(RB04A),DISP=SHR
//SYSLMOD DD DSN=&&LM,DISP=(OLD,DELETE)
//FT25F001 DD DSN=J .COMIC.SLCS(RB05),DISP=SHR,LABEL=(,,IN)
//FT26F001 DD SYSOUT=*,DCB=RECFM=VA
//FT32F001 DD DSN=J .RBMK.FF03,DISP=SHR
//FT41F001 DD DSN=J .RBMK.KF03,DISP=SHR
//FT51F001 DD DSN=J .RBMK.XCOMF3,DISP=SHR
//FT55F001 DD DSN=J .RBMK.R1,DISP=SHR
//FT56F001 DD DSN=J .RBMK.R2,DISP=SHR
//FT72F001 DD DSN=J .RBMK.F1,DISP=SHR
// EXPAND DISK,DDN=FT12F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT02F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT04F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT07F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT08F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT09F001,SPC='30,10'
// EXPAND DISK,DDN=FT13F001,SPC='30,10'

```

⑥ 解析結果のNLPへの  
プロット

```

++
//      DD DSN=J      .ARGUSVP.CNTL(ARGUS),DISP=SHR
//      DD DATA,DLM='¥¥'
//COMICPT EXEC ARGUS,SO='J      .COMIC',Q=' .SLCS.OLD',
//      A='NOSOURCE,ELM(FORTPLOT),FLAG(W)',D=NOLIST
//GO.FT11F001 DD DSN=J      .RBMK.F1,DISP=SHR
//GO.SYSIN      DD *
FILE 1
TITLE RBMK/FLOW 113 TO RETRAN FLOW/HOMO
LIST OFF
TYPE1 F(2,1)
TYPE2 F(1,40),F(1,39),F(1,38),F(1,37),F(1,36),F(1,35),F(1,34)
TYPE1 F(1,40),F(1,39),F(1,38),F(1,37),F(1,36),F(1,35),F(1,34)
TYPE2 F(1,29),F(1,28),F(1,27),F(1,26),F(1,25),F(1,24),F(1,23)
TYPE1 F(1,29),F(1,28),F(1,27),F(1,26),F(1,25),F(1,24),F(1,23)
TYPE2 F(1,18),F(1,17),F(1,16),F(1,15),F(1,14),F(1,13),F(1,12)
TYPE1 F(1,18),F(1,17),F(1,16),F(1,15),F(1,14),F(1,13),F(1,12)
TYPE2 T(2,40),T(2,39),T(2,38),T(2,37),T(2,36),T(2,35),T(2,34)
TYPE1 T(2,40),T(2,39),T(2,38),T(2,37),T(2,36),T(2,35),T(2,34)
TYPE2 T(2,29),T(2,28),T(2,27),T(2,26),T(2,25),T(2,24),T(2,23)
TYPE1 T(2,29),T(2,28),T(2,27),T(2,26),T(2,25),T(2,24),T(2,23)
TYPE2 T(2,18),T(2,17),T(2,16),T(2,15),T(2,14),T(2,13),T(2,12)
TYPE1 T(2,18),T(2,17),T(2,16),T(2,15),T(2,14),T(2,13),T(2,12)
TYPE2 T(3,40),T(3,39),T(3,38),T(3,37),T(3,36),T(3,35),T(3,34)
TYPE1 T(3,40),T(3,39),T(3,38),T(3,37),T(3,36),T(3,35),T(3,34)
TYPE2 T(3,29),T(3,28),T(3,27),T(3,26),T(3,25),T(3,24),T(3,23)
TYPE1 T(3,29),T(3,28),T(3,27),T(3,26),T(3,25),T(3,24),T(3,23)
TYPE2 T(3,18),T(3,17),T(3,16),T(3,15),T(3,14),T(3,13),T(3,12)
TYPE1 T(3,18),T(3,17),T(3,16),T(3,15),T(3,14),T(3,13),T(3,12)
TYPE2 T(4,40),T(4,39),T(4,38),T(4,37),T(4,36),T(4,35),T(4,34)
TYPE1 T(4,40),T(4,39),T(4,38),T(4,37),T(4,36),T(4,35),T(4,34)
TYPE2 T(4,29),T(4,28),T(4,27),T(4,26),T(4,25),T(4,24),T(4,23)
TYPE1 T(4,29),T(4,28),T(4,27),T(4,26),T(4,25),T(4,24),T(4,23)
TYPE2 T(4,18),T(4,17),T(4,16),T(4,15),T(4,14),T(4,13),T(4,12)
TYPE1 T(4,18),T(4,17),T(4,16),T(4,15),T(4,14),T(4,13),T(4,12)
TYPE2 T(5,40),T(5,39),T(5,38),T(5,37),T(5,36),T(5,35),T(5,34)
TYPE1 T(5,40),T(5,39),T(5,38),T(5,37),T(5,36),T(5,35),T(5,34)
TYPE2 T(5,29),T(5,28),T(5,27),T(5,26),T(5,25),T(5,24),T(5,23)
TYPE1 T(5,29),T(5,28),T(5,27),T(5,26),T(5,25),T(5,24),T(5,23)
TYPE2 T(5,18),T(5,17),T(5,16),T(5,15),T(5,14),T(5,13),T(5,12)
TYPE1 T(5,18),T(5,17),T(5,16),T(5,15),T(5,14),T(5,13),T(5,12)
/*
¥¥
//

```

ここで、⑤の Load module を RUN させる際に使用しているファイルについて説明する。

DDN	内 容	Access
MODEL	SLCS 主プログラム (RBO 1) や SLCS パラメータ文 (RBO 2) によるデータを入力しておく。	Read
FT 25	COMIC 用カード入力データ (RBO 3A) を入力する。	Read
FT 26	COMIC コードからの LP 出力。	—
FT 32	CITATION コードで得た定常中性子束分布。	Read
FT 41	CITATION コードで得た実効増倍率。 (実際には出力分布ファイルとして得られる)	Read
FT 51	断面積セットを入力する。	Read
FT 55	Dynamic, Restart 用 file	Read
FT 56	Dynamic, Restart 用 file	Write
FT 72	作図用データ file	Write

また、④の Load module 作成時に必要となる Linkage Editor 用制御文を以下に示す。

```

JQA000I      INCLUDE SYSLIB(A011SL50)
JQA000I      OVERLAY  SEGO
JQA000I      INCLUDE SYSLIB(A011SL51)
JQA000I      OVERLAY  SEGO
JQA000I      INCLUDE SYSLIB(A011SL52)
JQA000I      OVERLAY  SEGO
JQA000I      INCLUDE SYSLIB(A011SL53)
JQA000I      OVERLAY  SEGO
JQA000I      INCLUDE SYSLIB(A011SL54)
JQA000I      OVERLAY  SEGO
JQA000I      INCLUDE SYSLIB(A011SL55)
JQA000I      OVERLAY  SEGEXE
JQA000I      INCLUDE SYSLIB(A011SL56)
JQA000I      OVERLAY  SEGEXE
JQA000I      INCLUDE SYSLIB(A011SL57)
JQA000I      OVERLAY  SEGO
JQA000I      INCLUDE SYSLIB(A011SL58)
JQA000I      ENTRY   SC#MAN
JQA000I      NAME   COMIC60 (R)

```

## 4.2 サンプルデータ

先に示した JCL 中で使用されているデータ (RB 02, RB03A, RB04A, RB05) を以下に示す。計算結果については、参考文献(3)を参照されたい。

## (1) 定常計算時 SLCS パラメータ文データ (RB02)

```

RUN          COMIC60                                00000100
* COMIC.SLCS(RB02) / STATIC / 113%                 00000200
  FUNCTION   TMROD1 = (0,0.0),(9999,0.0)           00000300
  FUNCTION   TMROD2 = (0,0.0),(9999,0.0)           00000400
  FUNCTION   TMROD3 = (0,0.0),(9999,0.0)           00000500
  FUNCTION   TMROD4 = (0,0.0),(9999,0.0)           00000600
  FUNCTION   TMROD5 = (0,0.0),(9999,0.0)           00000700
  FUNCTION   TMROD6 = (0,0.0),(9999,0.0)           00000800
  FUNCTION   TMROD7 = (0,0.0),(9999,0.0)           00000900
  FUNCTION   TMFLOW = (0,2.2528D6),(9999,2.2528D6) 00001000
  FUNCTION   TMT5IN = (0, 270.0),(9999, 270.0)      00001100
*                                                    00001400
  PARAMETER  NR      = 4                            00001500
  PARAMETER  NZ      = 5                            00001600
  PARAMETER  NZUREF  = 1                            00001700
  PARAMETER  NZLREF  = 1                            00001800
  PARAMETER  KCOLUM  = 11                           00001900
  PARAMETER  KMESH   = 055                          00002000
  PARAMETER  NGMAX   = 2                             00002100
  PARAMETER  NGMAX2  = 4                             00002200
  PARAMETER  NG      = 2                             00002300
  PARAMETER  NDGMAX  = 1                             00002400
  PARAMETER  NDG     = 0                             00002500
  PARAMETER  LTFMAX  = 4                             00002600
  PARAMETER  LTF     = 0                             00002700
  PARAMETER  LTMMAX  = 4                             00002800
  PARAMETER  LTF     = 0                             00002900
  PARAMETER  LTFMX2  = 16                            00003000
  PARAMETER  LTFM    = 0                             00003100
  PARAMETER  LBMAX   = 10                            00003200
  PARAMETER  LBLOCK  = 0                             00003300
  PARAMETER  LGMAX   = 3                             00003400
  PARAMETER  LGBLK   = 0                             00003500
  PARAMETER  IGD     = 0                             00003600
  PARAMETER  GROUT   = 0                             00003700
  PARAMETER  GRCNT   = 0                             00003800
  PARAMETER  TFS     = 0.1                           00003900
  PARAMETER  TMS     = 0.0                           00004000
*                                                    00004100
  PARAMETER  FLUXIC=1.0D0                             00004200
  PARAMETER  FACTOR=1.0D2                             00004300
  PARAMETER  IPULSE= 0                                00004400
  PARAMETER  NPS     = 1                              00004500
*                                                    00004600
  PARAMETER  CPULIM= 010.0                             00004700
  TIMER(MAIN) TIME=0.0,FINTIM=3.0,DELT=1.D-5,DELMAX=1.D-5,DELMIN=1.D-32 00004800
                                     ,PRDEL=1.D-1      00004900
METHOD(MAIN) STIFF                                     00005000
  -INC SLOUT
END
;;
;;;

```

ここで、熱計算部を加速するため、FACTOR = 1.0D2としている。

(2) 定常計算時 COMIC コード用カード入力データ (RB03A)

RBMK/USSR	*60	MODEL	2	ENERGY	GROUP*	113%	FLOW	COMIC.SLCS(RB03A)		
0	0	32	41	51	0	72			00000100	
STATIC	0	0	0	0	0	0			00000200	
101									00000300	
1	11	1	5						00000400	
001									00000500	
1	1	2	4	5	5	2	4		00000600	
003									00000700	
3	3	2	4						00000800	
004									00000900	
4	4	2	4	7	7	2	4		00001000	
005									00001100	
6	6	2	4						00001200	
006									00001300	
2	2	2	4						00001400	
000									00001500	
07									00001600	
1	2	3	4	5	6	7			00001700	
0	0	0	0	0	0	0			00001800	
	000.0		000.0		000.0		000.0	000.0	00001900	
	000.0								00002000	
	233.3		187.9		37.84				00002100	
0.288		0.576		0.578		0.68		0.931	0.9311	00002200
0.052		0.052		0.11		0.11		1.25	1.25	00002300
10.96		10.96		7.9		7.9		0.751	0.751	00002400
0.005		0.005		0.0611		0.567		0.0		00002500
0.0		0.0								00002600
823.62		1.0								00002700
300.0		300.0		300.0		300.0		300.0		00002800
	2.2527D+6		285.0		1.00					00002900
6	1									00003000
4	4									00003100
	227.00		1027.0		2127.0		4227.0			00003200
	0.00		0.5		0.75		1.0			00003300
1										00003400
	0.00530		0.0		0.0		0.0		0.0	00003500
	0.457		0.0		0.0		0.0		0.0	00003600
	0.0617		2.882 -5		0.0024		2.109 -5		2.43	00003700
	1.0		0.0							00003800
	1.0		0.0							00003900
	0.02460 -2		0.04396 -2							00004000
	0.0		0.0		-2					00004100
										00004200
										00004300

ここで、断面積データは FT 51 より与えており、本データには含まれていない。



## (3) 過渡応答計算時 SLCS パラメータ文データ (RB04A)

```

RUN      COMIC60                                00000100
* COMIC.SLCS(RB04A) / DYNAMIC / -10%/15SEC.    00000200
  FUNCTION  TMROD1 = (0,0.0),(9999,0.0)        00000300
  FUNCTION  TMROD2 = (0,0.0),(9999,0.0)        00000400
  FUNCTION  TMROD3 = (0,0.0),(9999,0.0)        00000500
  FUNCTION  TMROD4 = (0,0.0),(9999,0.0)        00000600
  FUNCTION  TMROD5 = (0,0.0),(9999,0.0)        00000700
  FUNCTION  TMROD6 = (0,0.0),(9999,0.0)        00000800
  FUNCTION  TMROD7 = (0,0.0),(9999,0.0)        00000900
  FUNCTION  TMFLOW = (0,2.2528D6),(11,2.1819D6),(26,2.1252D6),
  (31,2.0686D6),(36,1.9835D6),(136,0.21267D6) 00001000
  FUNCTION  TMT5IN = (0,270.0),(9999,270.0)    00001100
*                                               00001200
  PARAMETER NR      = 4                        00001300
  PARAMETER NZ      = 5                        00001400
  PARAMETER NZUREF  = 1                        00001500
  PARAMETER NZLREF  = 1                        00001600
  PARAMETER KCOLUM  = 11                       00001700
  PARAMETER KMESH   = 055                       00001800
  PARAMETER NGMAX   = 2                         00001900
  PARAMETER NGMAX2  = 4                         00002000
  PARAMETER NG      = 2                         00002100
  PARAMETER NDGMAX  = 1                         00002200
  PARAMETER NDG     = 0                         00002300
  PARAMETER LTFMAX  = 4                         00002400
  PARAMETER LTF     = 0                         00002500
  PARAMETER LTMMAX  = 4                         00002600
  PARAMETER LTF     = 0                         00002700
  PARAMETER LTFMX2  = 16                        00002800
  PARAMETER LTFM    = 0                         00002900
  PARAMETER LBMAX   = 10                        00003000
  PARAMETER LBLOCK  = 0                         00003100
  PARAMETER LGMAX   = 3                         00003200
  PARAMETER LGBLK   = 0                         00003300
  PARAMETER IGD     = 0                         00003400
  PARAMETER GROUT   = 0                         00003500
  PARAMETER GRCNT   = 0                         00003600
  PARAMETER TFS     = 0.1                       00003700
  PARAMETER TMS     = 0.01                      00003800
*                                               00003900
  PARAMETER FLUXIC=1.0D0                        00004000
  PARAMETER FACTOR=1.0D0                       00004100
  PARAMETER IPULSE= 0                           00004200
  PARAMETER NPS     = 1                         00004300
*                                               00004400
  PARAMETER CPULIM= 100.0                       00004500
  TIMER(MAIN) TIME=0.0,FINTIM=99.,DELTA=1.D-5,DELMAX=1.D-5,DELMIN=1.D-32
  ,PRDEL=1.D-1                                  00004600
  METHOD(MAIN) STIFF                              00004800
  -INC SLOUT                                     00004900
END                                               00005000
;;                                               00005100
;;;                                              00005200

```

ここで、先のRB02と異なるのは、流量外乱を与えるFUNCTION TMFLOWの部分、FACTOR、CPULIMおよびFINTIMの値である。

(4) 過渡応答計算時 COMIC コード用カード入力データ (RB05)

RBMK/USSR *60	MODEL 2	ENERGY	GROUP*	J3520.COMIC.SLCS(RB05)	00000100		
0	0	32	41	51	0	72	00000200
DYNAMIC	0	0	0	0			00000300
1.1264+6		410.0		1.00			00000400
							00000500

必要なデータは殆んど定常計算結果のファイルから読み込まれるため、先のRB03Aに比べデータ数が大変少なくなっている。

(5) 断面積データ

FT51の断面積データの一部を例として以下に示す。

```

008
 2 1 1
 1 1 1.16560E+00 1.03890E-03 4.97060E-04 5.20969E-08 1.00000E-01
    4.95850E-03
 1 2 8.26590E-01 3.40570E-03 4.18370E-03 2.39458E-06 1.36190E+06
6.07470E-05
 1 1 1.16580E+00 1.08810E-03 4.94880E-04 5.20969E-08 1.00000E-01
    4.92080E-03
 1 2 8.26720E-01 3.39670E-03 4.16040E-03 2.39458E-06 1.36190E+06
6.25040E-05
 1 1 1.16590E+00 1.13730E-03 4.92390E-04 5.20969E-08 1.00000E-01
    4.88170E-03
 1 2 8.26820E-01 3.38830E-03 4.15000E-03 2.39458E-06 1.36190E+06
6.24990E-05
 1 1 1.16600E+00 1.20400E-03 4.88790E-04 5.20969E-08 1.00000E-01
    4.82760E-03
 1 2 8.26880E-01 3.38300E-03 4.14420E-03 2.39458E-06 1.36190E+06
6.26250E-05
 1 1 1.18030E+00 9.92990E-04 4.72150E-04 5.20969E-08 1.00000E-01
    4.16720E-03
 1 2 8.56260E-01 3.28990E-03 4.15740E-03 2.39458E-06 1.36190E+06
6.92150E-05
 1 1 1.18050E+00 1.03740E-03 4.69820E-04 5.20969E-08 1.00000E-01
    4.13560E-03
 1 2 8.56330E-01 3.28610E-03 4.14050E-03 2.39458E-06 1.36190E+06
7.12750E-05
 1 1 1.18070E+00 1.08110E-03 4.67140E-04 5.20969E-08 1.00000E-01
    4.10290E-03
 1 2 8.56340E-01 3.28360E-03 4.13810E-03 2.39458E-06 1.36190E+06
7.13270E-05
 1 1 1.18100E+00 1.13990E-03 4.63300E-04 5.20969E-08 1.00000E-
    4.05800E-03
 1 2 8.56350E-01 3.2799E-03 2.39458E-06 1.361
7.14050E-05
 1 1 1.18670E+00 1.1969E-03
    3.77540E-03
    
```

## 5. 結 言

本コードの改良により計算速度は、標準的なモデルで約10倍程度の高速化が達成された。この改良により、100秒程度までのシミュレーションを行うことが可能となり、炉心動特性に関する各種の空間効果について検討できる。

本コードは、高温ガス冷却炉用に開発されたものであるが核的には断面積セットデータを、熱的にはチャンネルモデルを変更することにより基本的にどのようなタイプの原子炉にも使用することができる。そのため、以下の様な改良が今後望まれる。

### ① 計算形状の追加

現在3次元Hex-Zモデル形状のみ取扱えるが、これを、3次元X-Y-Z、2次元R-Z、X-Yおよび一次元R形状も取扱えるよう改良する。また体系の境界条件もデータで指定可能とする。

### ② 熱計算用チャンネルモデルの追加

現在、チャンネルモデルとしてピンインブロック型高温ガス炉およびソ連のRBMK型炉に対応するものが使用可能であるが、この他に、マルチホール型やペブルベッド型高温ガス炉、さらにFBRやLWR等のチャンネルモデルをModuleとして追加することが望ましい。この目的のためには、DSNPコードの各炉型に対するチャンネルモデルおよび物性値計算モジュールが流用できる。

本コードは、3次元核熱動特性計算という複雑な現象を解いてはいるが、SLCS言語を使っているためソースプログラムとしては2800枚程度のシンプルなものとなっており、これらの改良は比較的容易であろう。

## 謝 辞

本報に示したベクトル化プログラミングでは、富士通株式会社の牧野氏に多大の御教示をいただいた。ここに深く感謝いたします。

## 参考文献

- (1) 高野 誠, 滝川好夫, 「多目的高温ガス実験炉用3次元炉心核熱動特性解析コード—COMIC-60 (Version 1)—」, JAERI-M 84-242 (1985).
- (2) 富士通編「FACOM・OS-M SLCS-M 解説書(言語編) 連続型シミュレーション言語」(1979).
- (3) 高野 誠, 新藤隆一, 山下清信, 沢 和弘, 「チェルノブイル原子炉事故の炉心空間動特性解析」, JAERI-M (予定) (1987).
- (4) D. Saphier, "DSNP Models Used in the Pebble-Bed HTGR Dynamic Simulation, - Final Report -", Vol.1 and Vol.2, Soreq Nuclear Research Center, Yavne Israel, RASG-107-84, RASG-108-84, Apr. (1984).

## 5. 結 言

本コードの改良により計算速度は、標準的なモデルで約10倍程度の高速化が達成された。この改良により、100秒程度までのシミュレーションを行うことが可能となり、炉心動特性に関する各種の空間効果について検討できる。

本コードは、高温ガス冷却炉用に開発されたものであるが核的には断面積セットデータを、熱的にはチャンネルモデルを変更することにより基本的にどのようなタイプの原子炉にも使用することができる。そのため、以下の様な改良が今後望まれる。

### ① 計算形状の追加

現在3次元Hex-Zモデル形状のみ取扱えるが、これを、3次元X-Y-Z、2次元R-Z、X-Yおよび一次元R形状も取扱えるよう改良する。また体系の境界条件もデータで指定可能とする。

### ② 熱計算用チャンネルモデルの追加

現在、チャンネルモデルとしてピンインブロック型高温ガス炉およびソ連のRBMK型炉に対応するものが使用可能であるが、この他に、マルチホール型やペブルベッド型高温ガス炉、さらにFBRやLWR等のチャンネルモデルをModuleとして追加することが望ましい。この目的のためには、DSNPコードの各炉型に対するチャンネルモデルおよび物性値計算モジュールが流用できる。

本コードは、3次元核熱動特性計算という複雑な現象を解いてはいるが、SLCS言語を使っているためソースプログラムとしては2800枚程度のシンプルなものとなっており、これらの改良は比較的容易であろう。

## 謝 辞

本報に示したベクトル化プログラミングでは、富士通株式会社の牧野氏に多大の御教示をいただいた。ここに深く感謝いたします。

## 参考文献

- (1) 高野 誠, 滝川好夫, 「多目的高温ガス実験炉用3次元炉心核熱動特性解析コード—COMIC-60 (Version 1)—」, JAERI-M 84-242 (1985).
- (2) 富士通編「FACOM・OS-N SLCS-N 解説書(言語編) 連続型シミュレーション言語」(1979).
- (3) 高野 誠, 新藤隆一, 山下清信, 沢 和弘, 「チェルノブイル原子炉事故の炉心空間動特性解析」, JAERI-M (予定) (1987).
- (4) D. Saphier, "DSNP Models Used in the Pebble-Bed HTGR Dynamic Simulation, - Final Report -", Vol.1 and Vol.2, Soreq Nuclear Research Center, Yavne Israel, RASG-107-84, RASG-108-84, Apr. (1984).

## 5. 結 言

本コードの改良により計算速度は、標準的なモデルで約10倍程度の高速化が達成された。この改良により、100秒程度までのシミュレーションを行うことが可能となり、炉心動特性に関する各種の空間効果について検討できる。

本コードは、高温ガス冷却炉用に開発されたものであるが核的には断面積セットデータを、熱的にはチャンネルモデルを変更することにより基本的にどのようなタイプの原子炉にも使用することができる。そのため、以下の様な改良が今後望まれる。

### ① 計算形状の追加

現在3次元Hex-Zモデル形状のみ取扱えるが、これを、3次元X-Y-Z、2次元R-Z、X-Yおよび一次元R形状も取扱えるよう改良する。また体系の境界条件もデータで指定可能とする。

### ② 熱計算用チャンネルモデルの追加

現在、チャンネルモデルとしてピンインブロック型高温ガス炉およびソ連のRBMK型炉に対応するものが使用可能であるが、この他に、マルチホール型やペブルベッド型高温ガス炉、さらにFBRやLWR等のチャンネルモデルをModuleとして追加することが望ましい。この目的のためには、DSNPコードの各炉型に対するチャンネルモデルおよび物性値計算モジュールが流用できる。

本コードは、3次元核熱動特性計算という複雑な現象を解いてはいるが、SLCS言語を使っているためソースプログラムとしては2800枚程度のシンプルなものとなっており、これらの改良は比較的容易であろう。

## 謝 辞

本報に示したベクトル化プログラミングでは、富士通株式会社の牧野氏に多大の御教示をいただいた。ここに深く感謝いたします。

## 参考文献

- (1) 高野 誠, 滝川好夫, 「多目的高温ガス実験炉用3次元炉心核熱動特性解析コード—COMIC-60 (Version 1)—」, JAERI-M 84-242 (1985).
- (2) 富士通編「FACOM・OS-N SLCS-N 解説書(言語編) 連続型シミュレーション言語」(1979).
- (3) 高野 誠, 新藤隆一, 山下清信, 沢 和弘, 「チェルノブイル原子炉事故の炉心空間動特性解析」, JAERI-M (予定) (1987).
- (4) D. Saphier, "DSNP Models Used in the Pebble-Bed HTGR Dynamic Simulation, — Final Report —", Vol.1 and Vol.2, Soreq Nuclear Research Center, Yavne Israel, RASG-107-84, RASG-108-84, Apr. (1984).

## 付録 A.1 変数名リスト

本プログラム中で使用されている変数名とその意味について以降に示す。

## (1) 計算スイッチ

変 数 名	記 号	名 称	単 位	I/O
IOP(1)		炉心モデル = 0 60°モデル = 1 360°モデル	-	入力データ
IOP(2)		計算手法 = 0 Direct method = 1 Quasi-static method	-	入力データ
IOP(3)		初期中性子束分布 = 0 内蔵flat flux = 31 ファイル1 ( $\phi$ と $\phi^*$ ) = 32 ファイル2 ( $\phi$ のみ)	-	入力データ
IOP(4)		初期実効増倍率 = 0, 25カード入力 = 41 ファイル3	-	入力データ
IOP(5)		断面積セットデータ = 0, 25カード入力 = 51 ファイル4	-	入力データ
IOP(6)		熱計算 = 0 要 = 1 不要	-	入力データ
IOP(7)		作図用データ出力 = 0 不要 = 71 $\phi$ , N, t を出力 = 72 $\phi$ , N, T, t を出力	-	入力データ
ISW(1)		= 0 STATiC 計算 = 1 DYNAMiC 計算	-	入力データ
ISW(2)		核計算部 = 0 I, Xe 計算無し = 1 I, Xe 計算有り	-	入力データ
ISW(3)		制御部 = 0 $k_{eff}$ 計算無し = 1 $k_{eff}$ 計算有り	-	入力データ
ISW(4)		制御部 = 0 制御棒コントロール無し	-	入力データ

変数名	記号	名 称	単 位	I/O
ISW (5)		= 1 中性子束による制御棒コントロール有り = 2 冷却材温度による制御棒コントロール有り 制御部	-	入力データ
ISW (6)		= 0 流量コントロール無し = 1 流量コントロール有り 計算スイッチ	-	入力データ
DYTIME		= 0 通常計算 = 1 リスタート計算 シミュレーション時間 (Restart 時に継続する)	-	内部計算

## (2) 3次元メッシュデータ

変数名	記号	名 称	単 位	I/O
NR		R方向外周辺のブロック数	-	SLCS 入力データ
NZ		Z方向段数 (分割数)	-	SLCS 入力データ
NZUREF		上部反射体段数	-	SLCS 入力データ
NZLREF		下部反射体段数	-	SLCS 入力データ
IR (k)		各メッシュ点のカラム位置		内部計算
IZ (k)		各メッシュ点の軸方向位置		内部計算
IBLK (k)		各メッシュ点のブロックタイプ		内部計算
ITYP (k)		各メッシュ点に対応する断面積 セット番号		内部計算
IFUIK (k)		燃料ブロックメッシュ点番号を シーケンシャルに格納したもの		内部計算
IFUEL		燃料ブロックメッシュ点の総数		内部計算
IREIK (k)		非燃料ブロック (反射体, 燃料のない 制御棒ブロック) メッシュ点番号をシ ーケンシャルに格納したもの		内部計算
IREFL		非燃料ブロックメッシュ点の総数		内部計算
KCOLUM		水平面カラム数	-	内部計算
KMESH		全3次元メッシュ (六角柱) 数	-	内部計算
KCBLK (i)		水平面カラムから見た垂直方向のプロ ックの種類 = 0 燃料カラム = 1 黒鉛カラム = 2 制御棒カラム (i = 1, KCOLUM)	-	内部計算

変数名	記号	名称	単位	I/O
KMSTYP (k)		3次元メッシュの各メッシュにおける各ブロックのタイプ番号	-	入力データ
KBDMSH(6,i)		水平面においてメッシュ i を囲む他のメッシュ番号。核計算で使用。 (i = 1, KCOLUM)	-	内部計算
NOFUEL		燃料棒 (カラム) の数	-	内部計算
KFUELC (30)		燃料棒のカラム番号	-	内部計算

(3) 核計算

変数名	記号	名称	単位	I/O
TIME	t	時間	s	SLCS 内部変数
FLUX (g, k)	$\phi_k^g$	中性子束 (第 g 群)	$\text{/cm}^2 \cdot \text{s}$	積分値
DFLUX (g, k)	$\frac{\partial \phi_k^g}{\partial t}$	微係数		
ICF (g, k)		初期値	$\text{/cm}^2 \cdot \text{s}$	初期値
$\dot{C} (i, k)$	$\text{/cm}^3$	遅発中性子先行核濃度 (i 群)	$\text{/cm}^3$	積分値
DC (i, k)	$\frac{\partial C_k^i}{\partial t}$	微係数		
ICC (i, k)		初期値	$\text{/cm}^3$	初期値
IOD (k)	$I_k$	ヨウ素濃度	$10^{24} \text{/cm}$	積分値
DIOD (k)	$\frac{\partial I_k}{\partial t}$	微係数		
ICIOD (k)		初期値	$10^{24} \text{/cm}$	初期値
XE (k)	$X_k$	キセノン濃度	$10^{24} \text{/cm}$	積分値
DXE (k)	$\frac{\partial X_k}{\partial t}$	微係数		
ICXE (k)		初期値	$10^{24} \text{/cm}$	初期値
FLUXIC		中性子束の初期値	$\text{/cm}^2 \cdot \text{s}$	1.0 (パラメータ)
VM	V	メッシュ体積	$\text{cm}^3$	入力データから計算
HR	$h_r$	水平方向メッシュ点間距離	cm	入力データ
HZ	$h_z$	垂直 "	cm	入力データ
SR	$S_r$	ブロック側面積の 1/6	$\text{cm}^2$	入力データから計算
SZ	$S_z$	ブロック上面の面積	$\text{cm}^2$	入力データから計算
CS	$C_s$	外挿境界条件定数	-	定数 0.4692
P	P	定常時炉出力	MW	入力データ
PNORM(k)		規格化された出力分布	MW	中性子束から計算 熱計算で使用。



## (4) 制御部

i)  $k_{eff}$  計算

変数名	記号	名称	単位	I/O
KEFF	$k_{eff}$	実効増倍率	-	初期値を1.0として計算
DTK	$\Delta T_{k_{eff}}$	$k_{eff}$ 計算時 $k_{eff}$ サーチタイムメッシュ	s	入力データ
EPS 1	$\epsilon_1$	" FLUX 収束条件	-	入力データ
EPS 2	$\epsilon_2$	" $k_{eff}$ 収束条件	-	入力データ
DELTA 1	$\delta_1$	" $k_{eff}$ 最大変化幅	-	入力データ
K 3	$k^n$	" 制御関数用メモリ	-	
K 2	$k^{n-1}$		-	
K 1	$k^{n-2}$		-	

## ii) 制御棒コントロール

変数名	記号	名称	単位	I/O
NOROD		制御棒 (カラム) の数	-	入力データ ( $\leq 10$ )
KRODC (10)		制御棒のカラム番号	-	入力データ
KRODSW(10)		制御棒の動作オプション = 0 タイムテーブル又は不動 (DYNAMIC) (STATIC) = 1 制御ロジックによる動作	-	入力データ
ICROD (10)	$l_{rod}$	制御棒の初期位置	cm	入力データ
ROD (10)	$l_{rod}$	制御棒の位置	cm	積分値

## iii) 流量コントロール

変数名	記号	名称	単位	I/O
FL (i)	$F_l^i$	各燃料カラムの冷却材チャンネル 流量	g/s	計算値
FTOTAL	$F_{total}$	炉心全流量	g/s	入力データ又は タイムテーブル
CF (i)	$C_f^i$	流量配分係数 (i 燃料カラム)	-	計算値
TAVOUT	$T_{avout}$	炉心出口冷却材温度	°C	計算値
TAVER	$T_{aver}$	参照用冷却材温度	°C	入力データ
GAIN 2	$K_2$	制御系ゲイン	-	入力データ
VMIN	$V_{min}$	制御棒駆動最小速度	cm/s	入力データ
VMAX	$V_{max}$	制御棒駆動最大速度	cm/s	入力データ
VL 1	$L_1$	制御棒駆動系不感帯	-	入力データ
S 1		制御系用変数		計算値

## iv) 外乱

変数名	記号	名称	単位	I/O
NOFM		外乱の発生場所数	-	パラメータ入力(≤12)
KFMESH (12)		外乱のあるメッシュ番号	-	内部計算
KFMC (12)		" カラム番号	-	(KFMCとKFMZより)
KFMZ (12)		" 段数	-	テーブル入力
FTIME		外乱発生時刻	s	パラメータ入力
HTIME		外乱持続時間	s	パラメータ入力

## (5) 熱計算

変数名	記号	名称	単位	I/O
PNORM (k)	$P_i$	規格化された炉出力分布	MW	核計算後に計算
NCH	$N_{CH}$	核計算1メッシュ内燃料チャンネル本数	-	入力データ
T5IN(i)	$T_{5in}$	冷却材入口温度	°C	入力データ
FL (i)	$F_{\ell}^i$	冷却材チャンネル流量	g/s	制御部で計算
	i	添字 燃料カラム番号 (最上段メッシュを意味する)		
T (m, k)	$T_{1-6, k}$	熱計算メッシュ点温度	°C	積分値
DT (m, k)	$\frac{dT_{1-6, k}}{dt}$	微係数		
ICT (m, k)		初期値	°C	初期値 700°C
TF (k)	$T_f$	燃料平均温度	°C	計算値, 断面積計算で使用
TM (k)	$T_m$	減速材平均温度	°C	計算値, 断面積計算で使用
TCOUT (i, iz)	$T_{cout}$	燃料チャンネル冷却材出口温度 (i = 1, NZ) (iz = 1, NZ)	°C	計算値, 制御部で使用
RF (m)	$R_{1-6}$	ユニットセル半径	cm	入力データ
CHF (m)	$C_{1-6}$	比熱 (メッシュ構成物質)	cal/g °C	入力データ
DENF (m)	$\rho_{1-6}$	密度	g/cm <sup>3</sup>	入力データ
K 12	$K_{mn}$	m ~ n 間の等価熱伝導率	$\frac{cal}{cm \cdot s \cdot ^\circ C}$	入力データ
K 23				
K 34				
H 45	$H_{mn}$	m ~ n 間の等価熱伝達率	$\frac{cal}{cm^2 \cdot s \cdot ^\circ C}$	入力データ

変数名	記号	名称	単位	I/O
H 56				
B 24	$\beta_{mn}$	m~n間の熱輻射用係数	-	入力データ
B 46				
ALPHA	$\alpha$	MW→cal換算係数	$\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{MW}}$	$2.389 \times 10^5$
VF (m)	$V_{1\sim6}$	熱計算メッシュ体積	$\text{cm}^3$	入力データから計算
SF (m)	$S_{1\sim6}$	側面積	$\text{cm}^2$	入力データから計算
DRF (m)	$\Delta R_{1\sim6}$	メッシュ点間距離 (メッシュ点位置は、メッシュ体積の中間にあるものとする)	cm	入力データから計算
添字	m	熱計算メッシュ 1~6 1:He, 2:燃料, 3:GAP (He) 4:スリーブ, 5:He冷却材 6:黒鉛		

(6) 断面積編集テーブル

i) 燃料ブロックの変数

変数名	記号	名称	単位	I/O
BETAT	$\beta$	遅発中性子比率	-	$\beta = \sum_{i=1}^6$
BETA (i)	$\beta_i$	第 i 群の遅発中性子比率	-	入力データ
RAMDA (i)	$\lambda_i$	第 i 群の遅発中性子 先行核崩壊定数	/s	入力データ
GAMMAI	$\Gamma^I$	ヨウ素の核分裂当り収率	-	入力データ ( $I^{135}\text{U}^{235} 6.17\%$ )
GAMMAX	$\Gamma^X$	キセノン "	"	" ( $X^{135}\text{U}^{235} 0.24$ )
RAMDAI	$\lambda^I$	ヨウ素の崩壊定数	/s	入力データ ( $I^{135} 2.882 \times 10^{-5}$ )
RAMDAX	$\lambda^X$	キセノン "	/s	入力データ ( $X^{135} 2.109 \times 10^{-5}$ )
NU	$\nu$	核分裂当り中性子収量	-	入力データ
PROSP (g)	$\chi_g^p$	即発中性子スペクトル	-	入力データ
DELSP (g)	$\chi_g^d$	遅発 "	-	入力データ
LBLOCK		燃料ブロックのタイプ数	-	入力データ ( $\leq 10$ )
VELF (t,g,l)	$v_g$	中性子速度	cm/s	入力データ
DIFF (t,g,l)	$D_g$	拡散係数	cm	入力データ
SIGF (t,g,l)	$\Sigma_f^g$	核分裂断面積	/cm	入力データ
SIGAF (t,g,l)	$\Sigma_a^g$	吸収断面積	/cm	入力データ
MICXE (t,g,l)	$\sigma_{xg}$	Xe のミクロ吸収断面積	$\text{cm}^2$	入力データ
SIGSF (t,gg,l)	$\Sigma_s^{g \rightarrow g'}$	g → g' 群への散乱断面積	/cm	入力データ

変数名	記号	名称	単位	I/O
TEMPF (tf) TEMPM (tm) LTF LTM LTFM	g	中性子群数		4
	i	遅発中性子先行核群数		6
	$\ell$	燃料ブロックタイプ番号		最大10( $\ell=1$ , LBLOCK)
	t	温度点		入力データ
	gg'	散乱群番号		16
	$T_f$	温度依存データの燃料平均 温度テーブル	°C	入力データ(700°K,1500°K)
	$T_m$	" 減速材 " "	°C	" (600°K,1300°K)
	$t_f$	温度点 (t/2)	-	入力データ (≤ 2)
$t_m$	温度点 (t/2)	-	入力データ (≤ 2)	
		LTF * LTM	-	

ii) 黒鉛(制御)ブロックの変数, 外乱, 制御棒断面積

変数名	記号	名称	単位	I/O
LGBLK		黒鉛ブロックタイプ数		入力データ (≤ 2)
VELG (g, $\ell'$ )	$v_g$	中性子速度	cm/s	入力データ
DIFG (g, $\ell'$ )	$D_g$	拡散係数	cm	入力データ
SIGAG (g, $\ell'$ )	$\Sigma_a^g$	吸収断面積	/cm	入力データ
SIGSG (gg, $\ell'$ )	$\Sigma_s^{g-g'}$	散乱断面積	/cm	入力データ
SIGR (g)	$\Sigma_{rod}^g$	制御棒の動きを示す吸収断面積	/cm	入力データ
SIGI (g)	$F_g$	外乱で与える吸収断面積	/cm	入力データ

iii) 断面積編集部の計算値

各メッシュ毎の温度依存のデータと外乱, 制御棒の断面積

変数名	記号	名称	単位	I/O
V (g, k)	$v_g$	中性子速度	cm/s	各タイムステップ毎に 断面積編集部で計算
D (g, k)	$D_g$	拡散係数	cm	"
SFISS (g, k)	$\Sigma_f^g$	核分裂断面積	/cm	" (黒鉛ブロックは0.0)
SABSO (g, k)	$\Sigma_a^g$	吸収断面積	/cm	各タイムステップ毎に 断面積編集部で計算
MXE (g, k)	$\sigma_{Xe}$	Xeのマイクロ吸収断面積	cm <sup>2</sup>	" (黒鉛ブロックは0.0)
SSCAT (g', g, k)	$\Sigma_s^{g-g'}$	g → g' 群への散乱断面積	/cm	各タイムステップ毎に 断面積編集部で計算

変数名	記号	名称	単位	I/O
SROD (g, k)	$\Sigma_{rod}^g$	制御棒の動きによる吸収断面積	/cm	各タイムステップ毎に断面編集部で計算かつ制御部で計算の場合もある(制御棒が入らない所は0.0)
F (g, k)	$F_g$	外乱による吸収断面積	/cm	" (外乱が発生しない所は0.0)
添字	k	メッシュポイント		

## IV) 断面編集コントロール

変数名	記号	名称	単位	I/O
TFS		燃料温度最大変化幅 (TFS を越える毎に断面積が更新される)	°C	SLCS 入力データ
TMS		減速材温度最大変化幅 (TMS を越える毎に断面積が更新される)	°C	SLCS 入力データ

## A.2 SLCS 主プログラム変更の手引き

### (1) 全メッシュ点数の変更

むだな計算時間を省くため、モデルに必要な全メッシュ点数と SLCS 主プログラム内の STORAGE 文で用意される配列サイズとは一致させる必要がある。また、両者が不一致の場合には計算結果も保証されない。通常全メッシュ点数の変更に伴い、カラム数やブロック段数も変える必要が生じる。ここでは、データ RB 01 を例に変更すべき所に下線を付し以下に示す。さらに、RB 01 中の DO ループ中、IK 等で回っている所は変更する必要がある。ただし、これらの変更は SLCS 主プログラムのみで必要となり、FORTRAN 副プログラムに対しては不要である。

### (2) 中性子エネルギー群数と遅発中性子群数の変更

先のリスト中で、中性子エネルギー群数および遅発中性子群数を変更する際に必要となる配列サイズの変更部分に対し、破線により下線を付した。さらに、これらに関する DO ループの繰返し回数も変更する必要がある。

### (3) 作図用データの変更

作図用データとして記録されるのは、

DYPWR (KMESH, NG), PLOTD (KMESH, 6)

である。DYPWR (KMESH, 1) には各メッシュ点の出力値が格納されている。その他の部分は任意に使うことができる。現在の使用例を下に示す。

この例では、DYPWR (1, 2) へ全炉出力を代入している。さらに PLOTD には、各種情報をメッシュ単位で格納しているのがわかる。これら格納されたデータは作図プログラムでは、

DYPWR (KMESH, NG) → F (NG, KMESH)

PLOTD (KMESH, 6) → T (6, KMESH)

として参照されるので注意を要する。

### (4) CPU 時間と打ち切り時刻制御

先のリスト中、47500~47900 行までは CPU 時間によりプログラムを制御するためのものである。制御時間は SLCS パラメータ文で CPULIM へ分単位で指定する。さらに、48000~48150 行までは夜間 JOB を想定した打ち切り時刻指定である。つまり、計算センターでは毎朝 8 時頃には総ての JOB をキャンセルするため、この時間になる前にプログラムを制御に必要な Restart データを保存した後、正常終了するようにしたものである。この例では、朝 7 時半以降になると終了するようになっている。また、この機能は朝 9 時以降では無効となり、日中 JOB を流してもすぐに終了してしまうことはない。これらの制御は計算センターの運用に合わせて、適宜変更する必要がある。

```

INPUT  COMIC60 NOLIST T                                00000100
* J.      .COMIC.SLCS(RB01)                             00000200
FIXED    NR,NZ,KCOLUM,KMESH,IM                         00000300
FIXED    NGMAX,NGMAX2,NG,NDGMAX,NDG                   00000400
FIXED    LTFMAX,LTF,LTMMAX,LTM,LTFMX2,LTFM           00000500
FIXED    LBMAX,LBLOCK,LGMAX,LGBLK                     00000600
*                                                00000700
*          /KCOLUM/          /KCOLUM/          /KMESH/
STORAGE  KCBLK( 011 ),KBDMSH(6, 011 ),KMSTYP(0055 )  00000800
FIXED    KCBLK          ,KBDMSH          ,KMSTYP      00000900
FIXED    MESHWK                                               00001000
STORAGE  MESHWK( 011 )                                       00001100
STORAGE  FL ( 011 )                                           00001200
STORAGE  CF ( 011 )                                           00001300
*          /KCOLOM/ NZ /
STORAGE  T5IN ( 011 )                                         00001400
STORAGE  TCOU( 011 , 05 )                                     00001500
STORAGE  TINIO( 05 )                                         00001600
*
*          /NGMAX/KMESH/          /NGMAX/KMESH/          /NGMAX/KMESH/
STORAGE  SFUNC(0055, 2 ),DSFUNC(0055, 2 ),FLUX(0055, 2 )  00001700
STORAGE  AFLUX(0055, 2 ),ADJST (0055, 2 )                 00001800
STORAGE  IQD ( 0055 ),DIOD ( 0055 ),ICIOD( 0055 )        00001900
STORAGE  XE ( 0055 ),DXE ( 0055 ),ICXE ( 0055 )          00002000
STORAGE  PNORM( 0055 ),PIKSUM( 0055 ),DYPWR(0055, 2 )   00002100
STORAGE  IR ( 0055 ),IZ ( 0055 ),IBLK ( 0055 )           00002200
STORAGE  ITYP ( 0055 ),SUMT ( 0055 ),PLOTD(0055, 6 )     00002300
*
FIXED    IFUEL,IREFL,IFUIK,IREIK                       00002400
STORAGE  IFUIK( 0055 ),IREIK( 0055 )                     00002500
*          /NGMAX/          /NGMAX/          /NGMAX/
STORAGE  AN ( 2 ),DAN( 2 ),IAN( 2 )                       00002600
STORAGE  A1 ( 2 ),A2 ( 2 ),A3 ( 2 )                       00002700
STORAGE  A4 ( 2 )                                           00002800
*          /NDGMAX/KMESH/          /NDGMAX/KMESH/          /NDGMAX/KMESH/
STORAGE  C (0055, 1 ),DC (0055, 1 ),ICC(0055, 1 )       00002900
*
*          /NGMAX/NDGMAX/          /NGMAX/NDGMAX/          /NGMAX/NDGMAX/
STORAGE  ACG ( 2, 1 ),DACG( 2, 1 ),IACG( 2, 1 )         00003000
STORAGE  B1 ( 2, 1 )                                         00003100
*
*          /KMESH/          /KMESH/          /KMESH/          /KMESH/          /KMESH/
STORAGE  T(0055,6 ),DT(0055,6 ),ICT(0055,6 ),TF(0055 ),TM(0055 )  00003200
STORAGE  VOID(0055),WT( 0055 ),WE( 0055 )               00003300
STORAGE  TFP(0055 ),TMP(0055 ),RHO(0055),HTC(0055),T4C(0055)  00003400
*
*          /LTFMAX/          /LTMMAX/
STORAGE  IEMPF( 4 ),TEMPM( 4 )                             00003500
LTFMX2=LTFMAX*LTMMAX
*          /LTFMX2/NGMAX/LBMAX/          /LTFMX2/NGMAX/LBMAX/
STORAGE  VELE ( 16, 2, 10 ),DIEE ( 16, 2, 10 )          00003600
STORAGE  NUSIG( 16, 2, 10 ),SIGAEC( 16, 2, 10 )         00003700
STORAGE  MICXE ( 16, 2, 10 ),SIGSEC( 16, 4, 10 )         00003800
*          /NGMAX/LGMAX/          /NGMAX/LGMAX/
STORAGE  VELG( 2, 3 ),DIEG( 2, 3 )                       00003900
STORAGE  SIGAG( 2, 3 ),SIGSG( 4, 3 )                     00004000
STORAGE  SIGR( 2 ),SIGI( 2 )                              00004100
STORAGE  PROSP( 2 ),DELSPC( 2 )                          00004200
*          /NDGMAX/          /NDGMAX/
STORAGE  BEJAS( 1 ),RAMDAS( 1 )                          00004300
*
*          /NGMAX/KMESH/          /NGMAX/KMESH/
STORAGE  V ( 0055, 2 ),D ( 0055, 2 )                     00004400
STORAGE  NUSFIS( 0055, 2 ),SABS0(0055, 2 )               00004500
STORAGE  MXE ( 0055, 2 ),SSCAT(0055, 2, 2 )              00004600
STORAGE  SROD ( 0055, 2 ),F ( 0055, 2 )                  00004700
STORAGE  TERM1 ( 0055, 2 ),TERM2(0055, 2 )               00004800
STORAGE  TERM3 ( 0055, 2 ),TERM4(0055, 2 )               00004900
STORAGE  TERM5 ( 0055, 2 )                                00005000
*
STORAGE  IOP(7),ISW(6)                                     00005100
FIXED    IOP ,ISW                                         00005200
*
FIXED    NOFUEL,KFUELC                                    00005300
STORAGE  KFUELC(11)                                       00005400
FIXED    NOROD,KRODDT,IGREF,KRODC ,KRODSW               00005500
STORAGE  KRODC(19),KRODSW(19),ROD(19)                    00005600
FIXED    NOFM,KFMESH ,KFMC ,KFMI ,KFMJ ,KFMZ            00005700
STORAGE  KFMESH(12),KFMC(12),KFMI(12),KFMJ(12),KFMZ(12)  00005800
STORAGE  RF(6),CHF(6),DENF(6),VF(6),SF(6),DRF(6)        00005900
*

```

NOSORT	00045200
*	00045300
*17 DATA FOR GRAPHIC CODE	00045400
*	00045500
IF( KEEP.NE.1 ) GO TO 801	00045600
I=TIME/PRDEL	00045700
IF(I.NE.PLTNO) GO TO 801	00045800
DO 802 IK=1,KMESH	00045900
DYPWR(IK,2)=SFUNC(IK,2)	00046000
PLOTD(IK,1)=T(IK,3)	00046100
PLOTD(IK,2)=TF(IK)	00046200
PLOTD(IK,3)=WT(IK)	00046300
PLOTD(IK,4)=WE(IK)	00046400
PLOTD(IK,5)=TM(IK)	00046500
PLOTD(IK,6)=T(IK,4)	00046600
802 CONTINUE	00046700
DYPWR(1,2)=GRSPWR	00046800
PLTNO=PLTNO+1	00046900
* WRITE(6,9870) IFUEL,IFUIK	00047000
*9870 FORMAT(1H ,30I3)	00047100
CALL DGRAPH	00047200
IGD = 1	00047300
801 CONTINUE	00047400
CALL CLOCKM(I1)	00047500
FI1 = I1/1000.0/60.0	00047600
DTX = AMAX1(DTX,FI1-FIO)	00047700
IF(CPULIM-FI1 .GE. 2.0*DTX ) GO TO 800	00047800
CALL FINISH	00047900
800 CONTINUE	00048000
FIO =FI1	00048100
CALL TIMNOW(I1)	00048110
FI2=I1/1000./60./60.	00048120
IF(FI2.LT.7.5) GO TO 811	00048130
IF(FI2.GT.9.0) GO TO 811	00048140
CALL FINISH	00048150
811 CONTINUE	00048160
*	00048200
TERMINAL	00048300



## A.3 エラーストップリスト

エラー番号	エラー内容
1	計算モードの指定が STATIC/DYNAMIC/RESTART のいずれでもない。 (入力エラー)
2	I, Xe の計算の指定が 0/1 でない。
3	$k_{eff}$ 計算の指定が 0/1 でない。
4	制御棒コントロールの指定が 0/1/2 でない。
5	流量コントロールの指定が 0/1 でない。 (以下 3 次元メッシュ記述データ)
11	ブロック・タイプ番号の指定が $0 \leq \leq 199$ でない
12	水平面のチャンネル番号指定が $1 \leq IC1 \leq KCOLUM$ でない。
13	” $IC1 \leq IC2 \leq KCOLUM$ でない。
14	Z 方向段数指定が $1 \leq IC3 \leq NZ$ でない。
15	” $IC3 \leq IC4 \leq NZ$ でない。
16	ブロック・タイプ番号 YXX の XX (下 2 桁) が 0 である。 (以下制御棒記述データ)
21	制御棒数が制限範囲 ( $1 \leq NOROD \leq 10$ ) を超える。
22	制御棒のカラム位置指定が $1 \leq IC \leq KCOLUM$ でない。
23	制御棒の動作オプションが 0/1 でない。
24	制御棒の初期位置指定が $0.0 \leq ICROD \leq HZ \times HZ$ でない。
31	中性子検出器のカラム位置が $1 \leq IC \leq KCOLUM$ でない。
32	” Z 段数 ” $1 \leq IZ \leq NZ$ でない。
33	” エネルギー群番号が $1 \leq IG \leq 4$ でない。
41	燃料ブロック・タイプ数が $1 \leq LBLOCK \leq 10$ でない。
42	燃料平均温度テーブル数が $1 \leq LTF \leq 2$ でない。
43	減速材平均温度テーブル数が $1 \leq LTM \leq 2$ でない。
44	黒鉛ブロックタイプ数が $1 \leq LGBLK2$ でない。
45	断面積入力 ID が 008 でない。
46	中性子エネルギー群数 NG が最大値 NGMAX より大きい。
47	遅発中性子エネルギー群数 NDG が最大値 NDGMAX より大きい。
48	燃料物質 ID, MID と読み込み時の ID, L が一致しない。
49	断面積テーブル中性子エネルギー群 NEG と IG が一致しない。
51	断面積編集時, 制御棒のカラム位置に矛盾が生じた。
61	外乱発生場所数が $1 \leq NOFM \leq 12$ でない。
62	” カラム位置が $1 \leq KFMC \leq KCOLUM$ でない。
63	” Z 段数が $1 \leq KFMZ \leq NZ$ でない。
71	熱計算時燃料ブロックの判定に矛盾が生じた。
81	BINTER の使用方法がまちがっている。X 又は Y の独立点数は 2 以上必要である。