

JAERI-M
4 9 5 3

**JAERI-fast set 70群用一次元拡散臨界
及び摂動計算コード EXPANDA-70D**

1972年8月

長谷川 明・桂木 学・東 稔・達三

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

J A E R I - f a s t s e t 7 0 群用一次元拡散臨界
及び摂動計算コード EXPANDA - 7 0 D

日本原子力研究所東海研究所原子炉工学部

長谷川 明・桂木 学

日本原子力研究所動力炉開発管理室

東 横 達 三

(1 9 7 2 年 8 月 1 5 月受理)

J A E R I - f a s t 7 0 群定数を 7 0 群のままの形で使用できる一次元拡散モデルにもとづく臨界計算及び摂動計算コード EXPANDA - 7 0 D が開発された。本コードは、J A E R I - f a s t 7 0 群定数が使用できる他、J - F a s t 7 0 U s y s t e m (u t i l i t y c o d e s y s t e m) を使用することにより、7 0 群以下の任意群での計算が可能となるように設計されている。現在のところ、J A E R I - f a s t 7 0 群定数を使用する詳細計算での標準となるコードである。

又、積分量計算に用いるべきコード X P R T C / C についても報告される。

A one-dimensional diffusion code for multigroup criticality and Perturbation Calculations with JAERI-fast sets of 70-group structure : EXPANDA-70D

Akira Hasegawa, Satoru Katsuragi

Division of Reactor Engineering, Tokai, JAERI

Tatsuji Tone

Office of Power Reactor Projects, Tokai, JAERI

(Received August 15, 1972)

Utilizing the JAERI-Fast (70) group constants system as library data, one-dimensional criticality and perturbation calculation code EXPANDA-70D has been developed. The code can treat not only the library data of JAERI-Fast (70) group constants system but also the library data of any group structure less than 70 groups obtained through the J-FAST-70U utility system producing any group-structure library data from the original 70-group JAERI-fast set.

It is the standard one for detailed calculation of the fast reactor nuclear characteristics with 70-group JAERI-fast set.

Code EXPANDA-70D is the version as of February 1972.

XPRTC used for calculation of the integral data is also described.

目 次

1. JAERI-fast set (70 群以下任意群使用) 一次元拡散及び摂動計算コード EXPANDA-70D	1
1.1 はじめに	1
1.2 EXPANDA-70D の特長とプログラムの構成	1
1.3 EXPANDA-70D の入力形式	5
1.4 EXPANDA-70D の出力形式	16
1.5 使用にあたつての注意事項	25
1.6 EXAMPLE	28
2. XPRTC : 積分 Data 計算コード・システム	42
2.1 はじめに	42
2.2 計算コードの概要	42
2.3 XPRTC の開発目標	47
2.4 主要 SUBROUTINE の計算方法と特徴	47
1. SPCIDX	47
2. XPERT	48
3. FXPLÖT	50
2.5 XPRTC の入力形式	50
2.6 XPRTC の出力形式	56
2.7 EXAMPLE	57
3. おわりに	67
謝 辞	67
文 献	67
Appendix	68

1 JAERI-fast set(70群以下)任意群使用 一次元拡散及び擾動計算コード EXPANDA-70D

1.1 はじめに

JAERI-fast set^{1),2),3)}は、本来70群構造で使用するべく作成されたものであるが、70群構造そのままの形で運動するコードは存在しなかつた。ために、今まで、25群形式のJAERI-fast setをEXPANDA-4⁴⁾, SIMPLE-D⁵⁾, 等で用いてきたわけであるが、ある種の積分量(たとえば、Na-Void, Sample Worth)の計算にとつて、群構造の切り方がかなり問題となる⁶⁾ことが指摘されている。そのため、本来の70群構造及び、それ以下の任意群でJAERI-fast setを使用できるような形にするため、J-FAST7.0-U System⁷⁾(JAERI-fast utility systems)が開発された。このJ-FAST7.0-U systemで作成したlibraryを使用して、1次元拡散による臨界計算を行い、又同時に1-st order perturbationも計算できるような計算システムとしてのEXPANDA-70Dが今回開発されたのでここに報告する。

このEXPANDA-70D systemはJAERI-fast 25群定数使用の1次元臨界計算コードEXPANDA-4, 及び1次元擾動計算コードSIMPLE-D4の70群定数使用routineへの改訂であり、そのためもとのコードよりもmesh point, region数、等で制限が大きくなつている。又Scratch diskをかなり使用しているために、計算スピードが多少犠牲になつている点もある。(multi job形式を現在の原研FACOM-230/60 systemではとついているため、これはそれ程問題とはならない。)このコードsystemの完成により、70群構造での詳細計算が可能となつた。

1.2 EXPANDA-70Dの特長とプログラムの構成

J-FAST7.0-U system⁷⁾とEXPANDA-70D systemとの完成により、JAERI-fast 70群定数のsystemが任意群において使用可能になつた。又その使用法も、これまでの、かなり入手を要したlibrary作成作業も、全てdataはtape内に編集されており、それを使ってのRUNとなるためinputも極端に単純化された。又任意群についてのdataのupdateもそれ用のroutineが完成してJ-FAST7.0-U systemに登録されているため、極めて簡単に定数の作成、修正が行なえ、それによるRUNも簡単になる。

EXPANDA-70Dの作成に当つては、inputはEXPANDA-4⁴⁾, SIMPLE-D⁵⁾と全くcompatibleになるよう留意した。(但し、#0, #A, #1, #4 cardsのみ異なる。)ただ、70群定数使用のためmemory占有量の関係からmesh point, region数にかなりの制限を受けることになつた。又原コードにはなかつた次のようない機能が持ち込まれた。

(i) EXPANDA-4に追加された機能

- 各核種、各反応についてのsearched effective microscopic cross section及びそれに対応する σ_0 , self-shielding factor valueのprint out(形式は、各group毎にtableの形で出力され、そのtableを必要なgroupsの指定もできる。不必

要に多くの out-put を出さない。)

○ macro cross section の punch out (tape 上にも可)。

○ 70 群以内への任意群への縮約が可能。

(ii) SIMPLED-4 に追加された機能

○ $\delta k/k$ に対する各反応からの regional を component の他に各 group からの contribution が out put される。

プログラムの構成。

EXPANDA-70-D のプログラムの大雑把な FLOW を Fig 2-1, 2-2, に示す。

以下各 subroutine の機能の大体の説明を行う。

◎ FTMAIN

全体の流れの制御。

（臨界計算 FLOW

（摂動計算 FLOW

library tape の copy

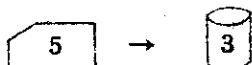
logical unit 24 の TAPE から logical unit 4 の DISKへ



◎ INPUT

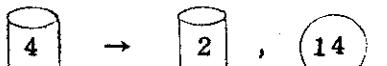
臨界計算部分の input-data の読み込みと blank check。

input-data は DISK(logical unit 3)へ書き出される。



◎ MICRO

logical unit 4 の DISK から micro cross section の library data を読み込み, σ_{eff} を計算して f table を search して effective micro cross section をつくり出し, logical unit 2 へ書き出す。(group wise)



又同時に effective micro の f factor を logical unit 14 の TAPE (DISK) へ書き出し。

• SHIELD • ALPHA • BETA

self-shielding factor の search routine MICRO からのみ CALL される。

◎ ONEDIM

logical unit 2 の DISK にたくわえられた effective microscopic cross section を読み macro cross section を作り, 今やつている計算が Perturbation Flow の場合 logical unit 3 の DISK へ書き出す。



Real Flux(ϕ)、Adjoint Flux(ϕ^*) の計算を EXPAND にて行う。 ϕ , ϕ^* を logical unit 14 の TAPE(DISK) に書き出す。(SPD2, XPRTC 用につかう。)

この routine で logical unit 18 の DISK を使用しているが、これは単なる Data のおきかえ用の一時 Storage として使用している SCRATCH DISK である。

◦ EXPAND ◦ REGION ◦ SIMPS

Δr search (臨界調整)

k_{eff} , ϕ , ϕ^* の計算ルーチン

◎ EDIT

吸収、分裂等の reaction rate の計算

縮約 routine (70群 → 70群以下へ)

◎ SPD2M1

摂動計算 routine

logical unit 14 の TAPE にたくわえられた k_{eff} , ϕ , ϕ^* を読み込む。

摂動計算のための macroscopic cross section, input data を logical unit 3 の DISK から読み込む。

◦ KRGN ◦ SYMP S

補助ルーチン

以上簡単に述べたが、計算手法は、全く鈴木友雄氏のつくられた EXPANDA-4⁴⁾、西村氏の作成された SIMPLED-4⁵⁾と同じであるため、詳しくは、それぞれの文献を参照されたい。

なお、プログラム上の重要な変更点としては、

(1) Rについて(U^{238} との干渉効果)の searchのある群数の指定(重い核種について)を新たに行う。

input library file より読み込む。

(2) J-FAST70-U system を通さないで作成した library の使用制限、EXPANDA-4 用の library tape は #A card に input 指定がないと、binary miss match となり使用できない。

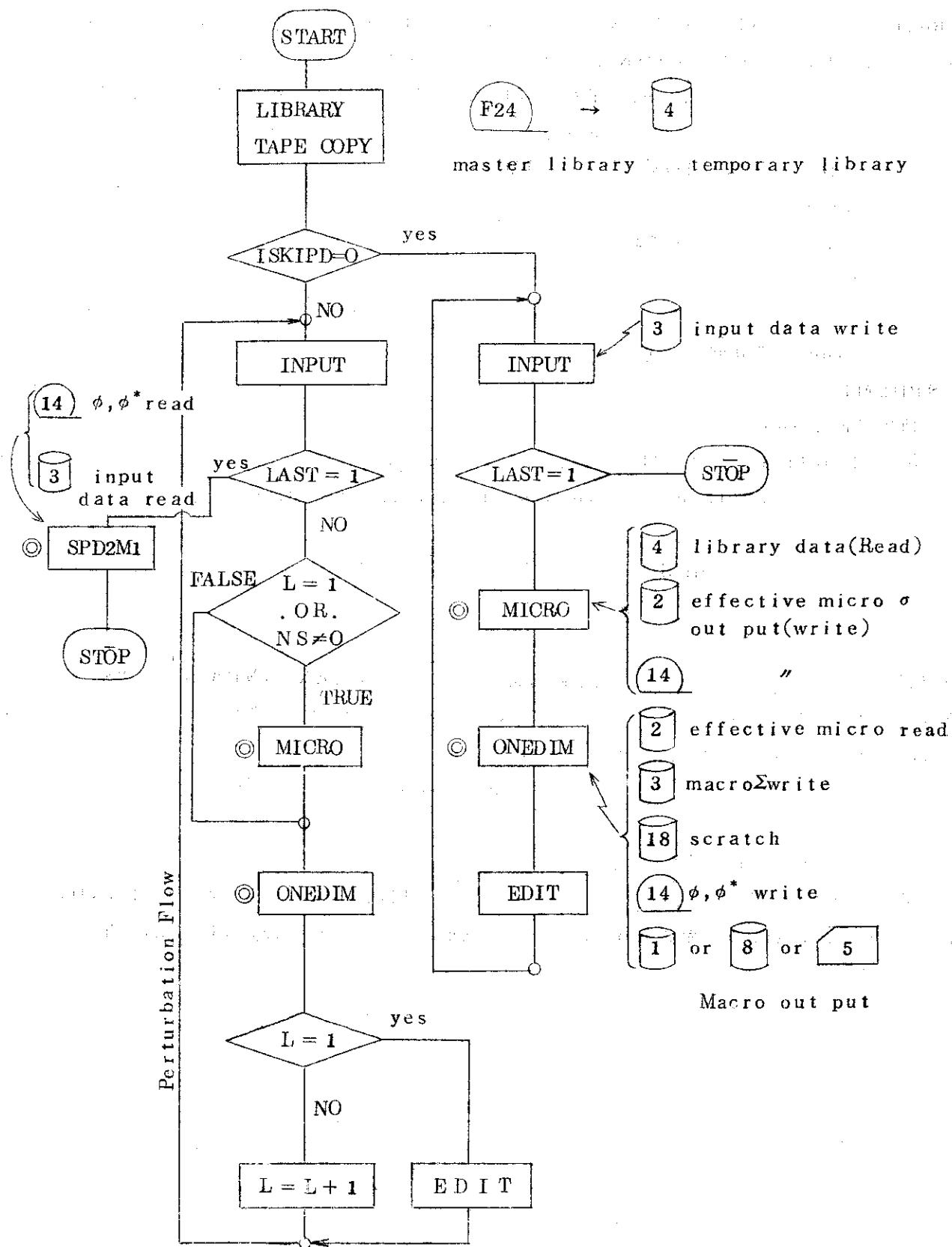


Fig 2-1 Block Diagram for EXPANDA-70D CODE
AND CROSS RELATION OF DISK or TAPE UNIT

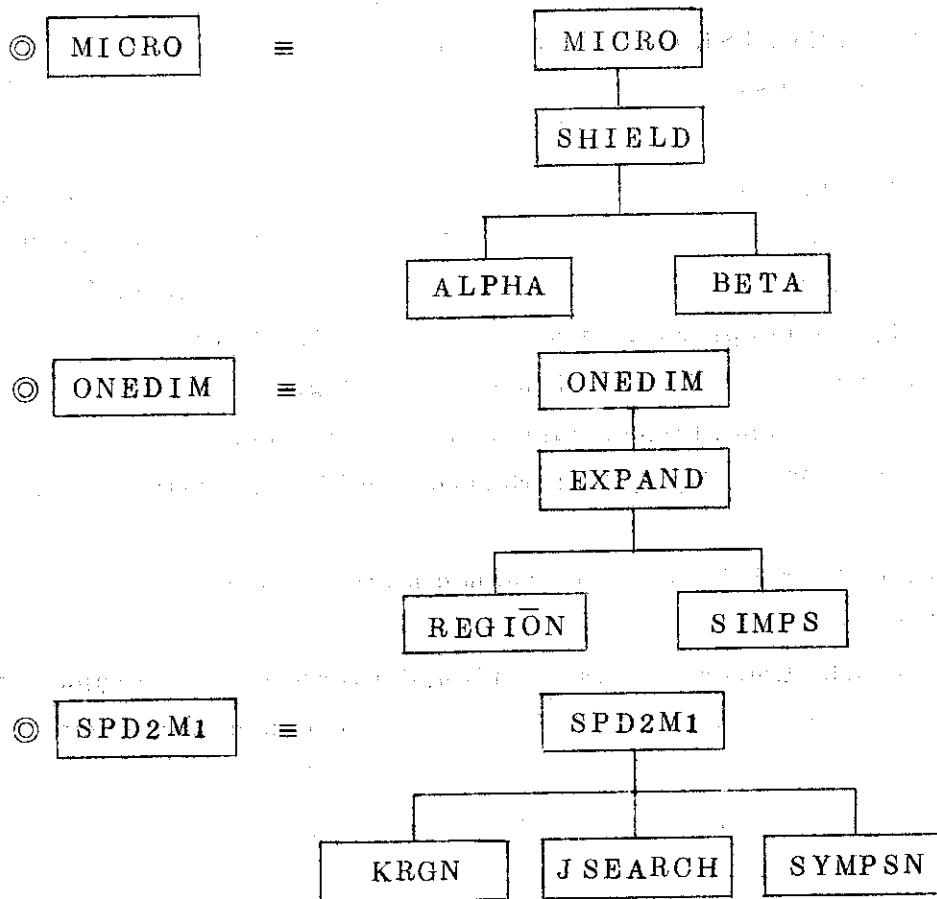


Fig. 2-2 Detaile Diagram for MICRO, ONEDIM, SPD2M1
in Fig. 2-1.

1.3 EXPANDA-70D 入力形式

入力 card の FORMAT 及び parameters は #A, #O, #1, #4 cards を除いて EXPANDA-4, SIMPLED4 と全く同等であり、詳しい入力法はそれぞれの manual を参照の上読んでいただきたい。一致するものの記述は簡単にする。大幅な変更のある（※印のあるもの） card についてのみ詳しく記述する。なお、コントロール・カードについては 5 章でとりあげる。

#102 (20A4) col 1~80

HEAD

この Job の title

任意の alphabetic character

1 job で 2 case 以上の問題を実行する場合 #0~#9 の cards をこの順序でくり返して入力し、その全体の前に #102 と #A カードが一度だけ、最後に #103, #104 ~#105 が一度のみあればよい。

#A*(1016)

NS, IFX, NP, IMX, ISKIPD, ISIGP, MPMIN, MPMAX, I7, ITPE

◦ NS (I6) Col 1~6

= 0 $\Sigma' = N' \sigma$

σ : unperturbed micro cross section. Number density の変化、温度の変化等による f table search は行なわない。従つて臨界計算が行なわれた組成による実効断面積が用いられ、zero perturbation の極限の場合となる。温度効果の計算 (Doppler)には不向き。又 region 1 にて B-10 が入つていなければ、擾動計算としてこの option を使い第 1 region にて B-10 をつけ加えてやつても、原 unperturbed case にて cross section が用意されていないためおかしな結果を生じる。〔 Perturbation の組成に応じた micro を作り出さない。〕

unperturbed の σ を使いそれを perturbed macro とする。c.f Fig. 2-1≠ 0 $\Sigma' = N' \sigma'$

σ' : perturbed micro cross section. Perturbed case の input 組成、温度による再計算された実効断面積を用いて perturbed macro をつくる。(通常 ≠ 0)

◦ IFX (I6) Col 7~12

= 1 k_{eff} , ϕ , ϕ^* を計算する。(通常)

= 2 " " " を logical unit 14 の TAPE から読む

= 3 " " " を cards から読み込む。(通常 1)

◦ NP (I6) Col 13~18

≠ 0 ϕ , ϕ^* を Punch out する。

cards で残して IFX=3 の option を使う場合

= 0 ϕ , ϕ^* を Punch out しない。(通常 0)

〔注〕 NS, IFX, NP の option は SPD2 による計算を行う擾動計算 OPTION

ISKIPD=1 のときのみ必要。他の場合は未定義でもよい。

◦ IMX (I6) Col 19~24

使用する library に入っている定数等の group の数。

この値は IMX=IMAX (#1 Card) となつていなくてはいけない。

◦ ISKIPD (I6) Col 25~39

臨界計算コードとして使うが、擾動計算コードとして使うかの選択。

= 0 臨界計算コード EXPANDA-70 としての計算を行う。

1 ~ # 9 card からなる 1 case 每に臨界計算を行う。

= 1 摆動計算コードとして計算を行う。

1 ~ # 9 card からなる最初の reference system のケースのみ臨界計算を行い、その後の case については擾動計算を行う。

- ISIGP (I6) Col 31~36
DUMMY 未定義でよい。
- MPMIN (I6) Col 37~42
effective micro cross section を核種別、各反応毎に self shielding factor の値とともに print out する option. Print は group wise に出るため、 Print の必要な最初の group の番号。
もし zero が setされると、 CODE 内で MPMIN=70 と setしなおされ、 print は全て skip される。
- MPMAX (I6) Col 43~48
上記の print を終了する群の番号。
MPMIN~MPMAX 群の energy group の実効断面積が、 table の形で出力される。
必ず MPMAX \geq MPMIN
又 zero を assign すると MPMIN=1 に再 set されて全て Print は skip する。
- I7 (I6) Col 49~54
macro cross section の Punch(write) out put option
 - = 0 PUNCH OUT しない。 (out put は skip)
 - = 7/1/8
 - = 7 PUNCH OUT される。
 - = 1/8 logical unit 1 or 8 に出力されるためそれに対応する F, D 文が必要。
例 \$TAPE F01, Jxxxxx.xxxxxx
\$TAPE F08, Jxxxxx.xxxxxx 等
- out put の data の FORMAT (6E12.5)
出力される data 形式

$$\begin{array}{c}
 (\text{CHIL}(I), I=1, \text{IMAX}) \\
 \boxed{\text{DO} \quad K=1, \text{KMAX}} \\
 \boxed{\text{DO} \quad I=1, \text{IMAX}} \\
 \boxed{\sigma_f^{i,k}, \sigma_A^{i,k}, \nu\sigma_f^{i,k}, \sigma_t^{i,k}, (\sigma_{in}^{i,k}(II), II=1, \text{IDS1})} \\
 \text{但, } \text{CHIL} \rightarrow \chi \\
 \text{IMAX} \rightarrow \text{群数} \quad i \rightarrow \text{群についての suffix} \\
 \text{KMAX} \rightarrow \text{Region の数} \quad k \rightarrow \text{regionについての suffix} \\
 \text{IDS1} \rightarrow \text{許される downscattering の群数} \leq 30
 \end{array}$$

(通常 0)
- ITPE (I6) Col 55~60
 - = 0; Library tape を J-FAST-7.0-U system で作成した場合。
 - $\neq 0$; EXPANDA-4 用の library tape を使用する場合。 (LTFR-4 で作成した library を使用する場合)。

0 * (I1, I6, 9I1, 2I3, 14A4, I2)
LAST, NPROB, (ICARD(I), I=1, 9), ICARD8,
ICARD9, (TITLE(I), I=1, 14), ICARD4

◦ LAST (I1) Col 1

= 0

◦ NPROB (I6) Col 2~7

Problem number : (numeric)

- $\geq 0 \cdots \Delta r$ は {
- Input する。
 - 前の Prob へ Input した値を用いる。
 - 前の Prob で Input として用いた値を用いる。
- $< 0 \cdots \Delta r$ は {
- 前の Prob で search した結果の値を用いる。
 - 前の Prob が No pearch だつた場合臨界計算に用いた値を用いる。

◦ (ICARD(I), I=1, 9) (9I1) Col 8~16

1 ~ # 9 のカードで、この Prob で入力するものの番号を左につめてかく。

途中に空白があつて、さらに数字が並ぶような形は許されない。

(1 2 3 ↓ 6 ピピピのような形は不可)

(1 2 3 6 ピピピとする。)

1 ~ # 9 は必ずしも全部必要ではないが、その指定をここで行う。最初の case では # 4, # 7, # 9 以外は必ずいる。以後同一 job 内で続く Prob では直前までの Prob と相違する data のみを与える。 (但し、 Δr については NPROB の説明に注意)。 すなわち変更する data の載つている card のみを与える、しかもその card 上の変更しない data の field は blank でよい。

但し、# 1 ~ # 9 の Col 3 と # 4, # 7, # 8, # 9 の Col 79, 80 では blank は許されない。 (# 4 card については例外措置がある。)

又 # 1 の ICRI T は NPROB < 0 でも、自動的に 0 にはならないから注意を要する。

0 card は各 Prob で必ず入れる。# 0 では必要な data は (前の Prob と同じ数でも) 全部 PUNCH して入力しなければならない。

◦ ICARD8 (I3) Col 17~19

input する # 8 の card 枚数

◦ ICARD9 (I3) Col 20~22

input する # 9 の card 枚数

◦ (TITLE(I), I=1, 14) (14A4) Col 23~78

この Prob の title : alphabetic character (任意の 48 文字コードの記号列)

◦ ICARD4 (I2) Col 79~80

input する # 4 の card 枚数

#1 (13 I3, 5 E6.0)

NO, KMAX, ISYM, IMAX, ICRIIT, ISW, IDS, KREG, IP, NADJ, TBR,
IBSQM, LAPSE, EPS1, EPS2, DRMIN, DRMAX, RAM2

- NO (I3) col 1~3

=1

- KMAX (I3) col 4~6

≤ 5 領域の数

- ISYM (I3) col 7~9

対称の条件

$$\text{ISYM} \begin{cases} +1 & \dots \phi'(0) = 0 \\ -1 & \dots \phi(0) = 0 \end{cases}$$

slab で $\phi'(0) = 0$. としたときは、数値積分は鏡像の部分も含む。

- IMAX (I3) col 10~12

群の数 (IMX と等しくなくてはならない (#A card))

≤ 70

使用する library tape によって決まる。

- ICRIIT (I3) col 13~15

臨界調整

$$\text{ICRIIT} \begin{cases} +1 & \dots \Delta r \text{ search} \\ 0 & \dots \text{search せず} \end{cases}$$

- ISW (I3) col 16~18

$$\text{ISW} \begin{cases} +2 & \dots \Sigma, \phi, \Phi, (B_m^2, BR, \text{縮約 data}, \phi^*) \\ +1 & \dots \Sigma, \phi, (B_m^2, BR, \text{縮約 data}, \phi^*) \\ 0 & \dots \phi, (B_m^2, BR, \text{縮約 data}, \phi^*) \\ -1 & \dots (B_m^2, \text{縮約 data}, \phi^*) \end{cases}$$

() 内の項目については以下に選択のワードがある。

- ◎ k_{eff} についての Print は全ての場合に無条件で出力される。(各 iteration について)

- IDS (I3) col 19~21

減速散乱の群の数

$$\text{IDS} \leq \text{MIN0}(\text{IMAX}-1, 29)$$

IDS は使用する核種のうちで IDS が最大なものを入れればよい。

70 群定数 set JAERI-fast 70 では、IDS は 29 であり、それ以下の任意群使用的 library では 29 以下に当然なつている。25 群定数では 11 であり、dimension を save する関係から、許される down scattering の数は 29 におさえられているので、29 以上の数を入れると memory がこわされ、結果は全く保証されない。

- KREG (I3) col 22~24

臨界調整をする領域の番号 ; 1つのみ

(最初の Prob で ICRIT=0 のときは KREG=0 とする。)

- IP (I 3) col 25~27

体系

$$\begin{cases} 0 \dots \text{slab} \\ 1 \dots \text{cylinder} \\ 2 \dots \text{sphere} \end{cases}$$

- NADJ (I 3) col 28~30

Adjoint flux についての計算 option

$$\begin{cases} +1 \dots \text{adjoint flux } (\phi^*) \text{ の計算を行う。} \\ -1 \dots " " " \text{ をしない。} \end{cases}$$

計算すると 5割程度計算時間がかかる。

- IBR (I 3) col 31~33

Reaction Rate , Breeding Ratio の計算 option

$$\begin{cases} +1 \dots \text{吸収, 捕獲, 分裂等の reaction rate の計算を行う。} \\ -1 \dots \text{上の計算を行なわない。} \end{cases}$$

- IBSQM (I 3) col 34~36

Material Buckling についての計算の option

$$\begin{cases} +1 \dots \text{計算する。 (0次元計算を行う。)} \\ 0 \dots \text{しない。} \\ -1 \dots \text{計算する。 (他のものは一切計算しない。)} \end{cases}$$

- LAPSE (I 3) col 37~39

縮約 data :

$$\begin{cases} =N \dots 1 \leq N \leq \text{MIN} \{ 70, \text{IMAX} \} \\ \quad N \text{群へ縮約したい場合} \\ =0 \dots \text{縮約は行なわない} \end{cases}$$

2次元計算等への input とするためのものであることもある。

70群から70群をも含めてそれ以下の任意群への縮約が可能である。down scattering はあくまでも30群までしかとれない。

(LAPSE>0, IBR=+1 の場合には, $\Sigma_{c,k}^{m,n}$, $\Sigma_{a,k}^{m,n}$, $\Sigma_{c,k}^{m,n}$, $\sigma_{a,k}^{m,n}$, が得られる。これらは ISW=-1 でも得られる。)

以下の5コの input は浮動小数点FORMATである。

- EPS1 (E6.0) col 40~45

固有値の収束判定条件 ϵ_1

(臨界調整や B_m^2 の計算にも用いる。)

(通常 1, E-5~5, E-5)

- EPS2 (E6.0) col 46~51

各点の source S(r) に関する収束条件

ϵ_2

(通常 1.0 E-4 程度)

- DRMIN (E6.0) col 52~57

 $\Delta r_{min} =$ search する Δr の最小値

- DRMAX (E6.0) col 58~63

 $\Delta r_{max} =$ search する Δr の最大値

〔注〕 ICRIT=0 なら DRMIN=DRMAX=0.

- RAM2 (E6.0)

臨界調整で目標とする k_{eff} の値

(通常 1.000)

#2 (I3, 1016)

NO, (MM(K), K=1, KMAX)

- NO (I3) col 1~3

= 2

- (MM(K), K=1, KMAX) (1016)

各領域の核種の数 MM(K) ≤ 20

#3 (I3, 1016)

NO, (INTER(K), K=1, KMAX)

- NO (I3) col 1~3

= 3

- (INTER(K), K=1, KMAX)

各領域外端の格子番号(必ず偶数)

INTER(KMAX) ≤ 80

(格子番号は原点から 0, 1, 2, と目盛り, 領域間境界で番号を重複させず, 各領域内で mesh interval 数が偶数であるように決めたものを入力のこと。)

#4* (I3, 1216, 4X, I1)

NO, (IX(J), J=(KN-1)*12+1, min 0 (KN*12, N)), KN

- NO (I3) col 1~3

= 4

- (IX(J), J=(KN-1)*12+1, min 0 (KN*12, N)), IMAX 群を N 群に縮約した定数を作ると, N 群の各群に対応する IMAX 群中の群の最後の番号 (IX(N) ≤ 70)

- KN (I1) col 80

今 input している card が何枚目かを示す id. この id に従つて data が内部で IX (J) に割りつけられる。この column が blank の場合には順次入力カード順に 1, 2, 3, と値が割りつけられる。

従つて最初の case の場合 ; 縮約群数が N 群だとすると $((N+11)/12)$ 枚の cards がいる。〔 〕は GAUSS 記号 ; 小数以下切り捨て。又、 KN の input がなされているときは、 ICARD 4 枚の card の input の順序は任意でよい。

〔注〕 LAPSE=0 の場合にはこの CARD は不要。 EXPANDA-4 との input data の compatibility を保証するため、 ICARD4=0 となつても、 #4 CARD の input 指定が #0 card 上にあれば、 1 枚のみよまれる。そのとき、 KN による指定はなくてもよい。

#5 (I 3 , 1 0 E 6.0)

NO, (DR(K), K=1, KMAX)

◦ NO (I 3) col 1~3

= 5

◦ (DR(K), K=1, KMAX)

各領域の格子幅 Δr (in CM UNIT)

#6 (I 3 , 1 0 E 6.0)

NO, (T(K), K=1, KMAX)

◦ NO (I 3) col 1~3

= 6

◦ (T(K), K=1, KMAX)

各領域の温度 (in $^{\circ}$ K UNIT)T(K) ≥ 300 .

#7 (I 3 , 5 E 12.5 , 1 5 X , 2 I 1)

NO, (BSQ(K), K=1+L, min 0 { 5+L, KMAX }), K, NC

◦ NO (I 3) col 1~3

= 7

◦ (BSQ(K), K=1+L, min 0 { 5+L, KMAX })

各領域の垂直方向 Buckling B_{\perp}^2

◦ K (I 1) col 7 9

= 1

◦ NC (I 1) col 8 0

= 1 $KMAX \leq 5$ (= 2 $5 < KMAX \leq 10$)

#8 (I 3 , 5(I 3 , E 12.5) , 2 I 1)

NO, (MCODE(M, K), AN(M, K), M=1+L, min 0 { 5+L, MM(K) }),

K, NC

- NO (I 3) col 1~3

=8

- (MCODE (M, K), AN (M, K), M=1+L, min 0 { 5+L, MN (K) })

MCODE (M, K)

K region の M 番目の核種のコード Number. CODE Number は詳しくは Appendix Table A-1 参照のこと。

AN (M, K)

上記 MCODE (M, K) で表わされる核種の原子数密度 [in 10^{24} Atoms/cm³ unit]

[注] M の番号付けは (順序) ライブライター tape に入力した核種の順序に従う必要はない。但し、MCODE の値は tape 内のコード番号と一致していなくてはいけない。

- K (I 1) col 7 9

Region の番号

- NC (I 1) col 8 0

1	…	L = 0
2	…	L = 5
3	…	L = 10
4	…	L = 15

#9 (I 3 , 5 (3 X , E 12.5) , 2 I 1)

NO, (VR (M, K), M=1+L, min 0 { 5+L, MM (K) }), K, NC

- NO

=9

- (VR (M, K), M=1+L, min 0 { 5+L, MM (K) })

元素の体積比

input 方式は前の #8 cards と全く同じ。但し、3 X 変換に注意のこと。

- K (I 1) col 7 9

- NC (I 1) col 8 0

これら K, NC についても #8 と全く同じ。

[注] M の番号付けは #8 と一致させなければならない。即ち、M 番目の核種に対する VR を入力する必要がある。#8 の AN に体積比を既に乗じた実効密度を入力したときには、VR=1.0 である。最初の Prob が入力される前に VR (M, K) = 1.0 と reset されているので、1.0 でない値だけ入力すればよい。従つて、最初の Prob の AN が全て実効密度で与えであるなら #9 は不要である。

2 case 以上を 1 job で行なうときは、この後に 2 case 目以降の #0 ~ #9 cards のくりかえしがある。

#103 (I1, 79X)

LAST

- LAST (I1) col. 1
= 1

最後の case の input card が終つた直後に、この card を 1 枚入れる。この card を読むことによつて、EXPANDA-70 臨界計算ルーチンからぬけ出す。このとき ISKIPD = 0 ならここで計算は中止されるが ISKIPD ≠ 0 のとき（摂動計算の場合）、制御は SPD2M1 へ引き渡される。従つて、摂動計算の場合には、さらに SPD2M1 用の input card がこの後に続くことになる。

摂動計算の場合の注意事項

- Perturbation として使用の場合、1 case 目は reference system (unperturbed system) の input を行い、2 case 目以降を Perturbed system の data を input する。
- 1 job で 10 case 前後もつづけて Perturbation の case を計算する場合 (NS ≠ 0 の場合)、全ての input case についての micro cross section が作成されない限り (LAST=1 がこない限り)、Perturbation の計算 routine SPD2M1 には入らないため、不幸にして時間打ち切り、DISK error が起つた場合、Perturbation の結果は全くでてこないことになるので、打ち切り time, Disk Area の確保等には十分注意のこと。より詳しくは、5 章を参照のこと。
- Perturbation の計算の場合、SPD2M1 で必要となる ϕ , ϕ^* を TAPE (DISK) [logical unit 14] 上に残す関係上必ず reference system (case 1 の場合) の計算では、# 1 card の option として ISW ≥ 0, NADJ=1, IBSQM=1 or 0 をとらねばならない。

摂動計算のための入力形式

以下 # S1 ~ # S5 のうちの必要とする card を # 103 に引き続いて入力する。これら card は 1 組のみ input すればよい。又臨界計算のみ必要な場合は、これら card の入力を必要としない。

#S1 (6I3)

N1, N2, INO, NJ, IDIFF, NX

- N1=N2=INO=NJ=0

- IDIFF

= 0 $\delta \Sigma = \Sigma'$ Perturbed system の Σ' を $\delta \Sigma$ として $\delta k/k$ の計算を行う。≠ 0 $\delta \Sigma = \Sigma' - \Sigma$ Perturbed system と unperturbed system の断面積の差を $\delta \Sigma$ とし

て $\delta k/k$ の計算を行う。

(通常 $\neq 0$)

◦ NX

= 0 χ^i (fission spectrum) としては library 中の値を用いる。

$\neq 0$ χ^i としては, card から入力する値を用いる。この場合は # S 4 cards が必要。

(通常 = 0)

[注] reference system の計算が最初に行なわれ, その時の $\delta\Sigma$ は Σ として, unperturbed case の $\delta k/k$ が出力される。(最初の case のみ)

[注] NX で指定する χ^i は擾動計算で用いられる χ^i である。

S 2 (9 I 3)

I SG, ISI, ISD, ISR, ISA, IST, ISF, ITN, ISN

◦ I SG

= 0 Σ' を Print out しない。

ONEDIM で作り出した Unperturbed 及び Perturbed macro cross section の out put option

$\neq 0$ 以下で指定する Σ' を Print out する。

◦ ISI ... χ^i

◦ ISD ... D' diffusion coefficient

◦ ISR ... Σ'_{er} elastic removal

◦ ISA ... Σ'_{a} absorption

◦ IST ... Σ'_{T} total

◦ ISF ... $\nu \Sigma'_{f}$ fission source

◦ ITN ... Σ'_{in} inelastic

◦ ISN ... $\Sigma'_{in}^{i \rightarrow j}$ inelastic transfer

(elastic の飛び越し断面積も含む)

$\neq 0$ それぞれで指定する Σ' を Print out

= 0 " " " の Print を skip

out put 形式は,

◦ 各 reaction について各 group につき Region 順に出力される。

DO I=1, IMAX
 (Σ_k^i , K=1, KMAX)

◦ $\Sigma_{in}^{i \rightarrow j}$ については

DO K=1, KMAX
 DO I=1, IMAX
 ($\Sigma_{in,k}^{i \rightarrow j + i - 1}$, J=1, IDSI)

の形で Print out される。

S 3 (E 12.5)

EFFK

• EFFK

k_{eff} : IFX=3の時のみ入力
(それ以外ではこのCARDの入力はいらない。)

S 4 (6 E 12.5)

(XKI(I), I=1, IMAX)

• XKI(I) I群の χ^i (fission spectrum)

NX=0 の時不要

S 5 (5 E 15.8)

FLX } (EXPANDA-70DでPUNCH OUTしたもののout putをつける。
ADFLX

IFX=3 (card # Aのoption)

のときのみ必要。

(通常不用)

1.4 EXPANDA-70D出力形式

出力形式は、EXPANDA-4とほとんど一致しているため(70群になつた分だけenergy群についての情報が増加している。)，ここでは、新たにつけ加えられた情報の出力形式及び出力情報の内容について重点をおいて述べる。

0). EXPANDA-70Dへの入力data list

1). 実効微視断面積

実効微視断面積が、self-shielding factorと共に各energy group別に、各核種、反応についてのtableの形で出力される。(see Fig. 6-2)

出力される核種の順はinputした順で出力される。

実効微視断面積の出力される反応は $\bar{\sigma}_f^m, \bar{\sigma}_c^m, \bar{\sigma}_e^m, \bar{\sigma}_{er}^m$ であり、同時にそれぞれに対応するself-shielding factor $\bar{f}_f^m, \bar{f}_c^m, \bar{f}_e^m, \bar{f}_{er}^m$ 、及びf table searchに使用した σ も出力される。

$$\bar{\sigma}_f^m = \bar{f}_f^m \cdot \sigma_f^m$$

$$\bar{\sigma}_c^m = \bar{f}_c^m \cdot \sigma_c^m$$

$$\bar{\sigma}_e^m = \bar{f}_e^m \cdot \sigma_e^m$$

$$\bar{\sigma}_{er}^m = \bar{f}_{er}^m \cdot \sigma_{er}^m$$

$$\sigma_o^m = \sum_{n \leq m} N^n \bar{\sigma}_t^m / N^n$$

但、suffix m: nuclide

f: fission

c: capture

e : elastic scattering
 t : total
 r : elastic removal
 N : number density
 σ : infinite dilution cross section
 $\bar{\sigma}$: effective microscopic cross section

2). 実効巨視断面積

実効巨視断面積の table が group 別、 region 毎に出力される。

◦ D : $D = (3 \sum_m^m \bar{\sigma}_D^m)^{-1}$

但し、 $\bar{\sigma}_D^m = [\bar{f}_t^m \sigma_t^m - (\bar{\sigma}_t^m - \bar{f}_e^m \sigma_e^m)](1 - \mu_e^m) + (\bar{\sigma}_t^m - \bar{f}_e^m \sigma_e^m)$

◦ TRANSPORT :

$$\Sigma_{tr} = \sum_m^m N^m \bar{\sigma}_{tr}^m$$

但し、 $\bar{\sigma}_{tr}^m = \bar{\sigma}_t^m - \mu_e \sigma_e^m \bar{f}_e$

$$\bar{\sigma}_t^m = \begin{cases} \bar{\sigma}_a^m + \bar{f}_r^m \sigma_{er}^m + \sigma_{in}^m - \sigma_{in}^m, i \rightarrow i \\ \bar{\sigma}_a^m + \bar{f}_e^m \sigma_{er}^m + \sigma_{in}^m - \sigma_{in}^m, i \rightarrow I \end{cases} \quad (A)$$

(B)

(A)は、 f_r の table のある核種（重い核種）

(B)は、 f_r の table のない核種（軽い核種）

◦ ABSORPTION :

$$\Sigma_a = \sum_m^m N^m (\bar{f}_f^m \sigma_f^m + \bar{f}_c^m \sigma_c^m)$$

◦ SCATTERING :

$$\Sigma_s = \sum_m^m N^m \bar{\sigma}_s^m = \sum_m^m N^m (\bar{f}_e^m \sigma_e^m + \sigma_{in}^m)$$

◦ TOTAL REMOVAL

$$\Sigma_T = B_\perp^2 D + \sum_m^m N^m \bar{\sigma}_t^m$$

◦ YIELD

$$\nu \Sigma_f = \sum_m^m (\nu^m \bar{f}_f^m \sigma_f^m) \cdot N^m$$

◦ FISSION

$$\Sigma_f = \sum_m^m (\bar{f}_f^m \sigma_f^m) \cdot N^m$$

◦ SCATTERING TRANSFER :

$$\Sigma_s^{i \rightarrow i+j} = \sum_m^m N^m \bar{\sigma}_s^m, i \rightarrow i+j \\ (j = 0, 1, \dots, \text{MIN}(29, \text{IMAX}-1))$$

但し、

$\bar{\sigma}_s^m, i \rightarrow i+j$ は次のように定義する。

$$\bar{\sigma}_s^m, i \rightarrow i = \begin{cases} \bar{f}_e^m \sigma_e^m - \bar{f}_r^m \sigma_{er}^m + \sigma_{in}^m, i \rightarrow i & (f_r \text{ table のある核種}) \\ \bar{f}_e^m \sigma_e^m - \bar{f}_r^m \sigma_{er}^m + \sigma_{in}^m, i \rightarrow i & (f_r \text{ table のない核種}) \end{cases}$$

$$\bar{\sigma}_s^m, i \rightarrow i+1 = \begin{cases} \bar{f}_r^m \sigma_{er}^m + \sigma_{in}^m, i \rightarrow i+1 & (f_r \text{ table のある核種}) \\ \bar{f}_e^m \sigma_{er}^m + \sigma_{in}^m, i \rightarrow i+1 & (f_r \text{ table のない核種}) \\ \bar{f}_e^m \sigma_e^m, i \rightarrow i+1 + \sigma_{in}^m, i \rightarrow i+1 & (\text{elastic transfer matrix element} \\ & \text{が 0 でない核種}) \end{cases}$$

$2 \leq j \leq \min 0 (29, IMAX-1)$ の場合

$$\bar{\sigma}_s^m, i \rightarrow i+j = \begin{cases} \sigma_{in}^m, i \rightarrow i+j & (\text{elastic transfer matrix element が 0.}) \\ \bar{f}_e^m \sigma_e^m, i \rightarrow i+j + \sigma_{in}^m, i \rightarrow i+j & \end{cases}$$

(上記matrix element が non zero)

3). Material Buckling Calculation

$$(D^i B_m^2 + \Sigma_T^i) \phi^i = \chi^i + \sum_{j=1}^{i-1} \Sigma_s^{j \rightarrow i} \phi^j$$

$$|1-k| < \epsilon_1, \quad k = \sum_i (\nu \Sigma_f)^i \phi^i$$

- MATERIAL BUCKLING : B_m^2
- K : k
- K^* : k^*
- FLUXES : $\phi^i (i=1 \sim IMAX)$
- ADJOINT FLUXES : ϕ^{*i}
- FLUX(I) * ADJOINT-FLUX(J) : $\phi^i \cdot \phi^{*j} (J=1 \sim IMAX)$

但し、 k^*, ϕ^{*i} は次のようにしてといたもの

上記 B_m^2 を用いて

$$(D^i B_m^2 + \Sigma_t^i) \phi^{*i} = (\nu \Sigma_f)^i + \sum_{j=i+1}^{IMAX} \Sigma_s^{i \rightarrow j} \phi^{*j}$$

$$k^* = \sum_i \chi^i \cdot \phi^{*i}$$

4). FLUX CALCULATION

- LAMDA : 固有値 $k_{eff} = \lambda = \int_{reactor} \Sigma_i (\nu \Sigma_f)^i(r) \phi^i(r) dV$

- CONTROLLED DELTA R: 臨界調整した領域の格子幅 (Δr)

- SOURCE :

$$S(r) = \frac{1}{\lambda} \cdot \sum_i (\nu \Sigma_f)^i \phi^i(r)$$

- INTEGRATED SOURCE

$$SR = \frac{1}{\lambda} \int_{Region} \sum_i (\nu \Sigma_f)^i \phi^i(r) dV$$

Source SR の region volume integration

• REGION VOLUME :

$$V = \int_{\text{Region}} dV$$

• FLUX : $\phi^i(r)$

$$-D^i(r) \nabla^2 \phi^i(r) + \sum_i^i(r) \phi^i(r) = \chi^i S(r) + \sum_{j=1}^{i-1} \sum_s^{j-i}(r) \phi^j(r)$$

• INTEGRATED FLUXES : Φ, Φ_{vk}

$$\Phi = \int_{\text{REACTOR}} \phi^i(r) dV$$

$$\Phi_{vk} = \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV$$

• REGION CHECKS

$$RCH2^i = \int_{\text{Region}} [\chi^i S + \sum_{j=1}^{i-1} \sum_s^{j-i} \phi^j - \sum_T^i \phi^i] dV$$

$$RCH1^i = -D^i \int_{\text{Region}} \nabla^2 \phi^i dV$$

但し、上記の二式において、積分では、円筒の場合 2π 、球の場合 4π がかけられていない。

[注] 上記 RCH2, RCH1 の対のデータを比較することにより、階差近似の精度を確かめることができる。差が大きいときは、その region の mesh をもつとこまかくとる必要がある。

POINT WISE EDITTING

• FLUX SUMMED OVER GROUPS

$$\Phi_n = \sum_i \phi_n^i = \int_0^\infty \phi(r_n, u) du$$

• NORMALIZED FLUXES

$$\Phi_n^i = \phi_n^i / \Phi_n$$

• NORMALIZED SPECTRUM

$$\Phi_n^N = \Phi_n^i / \Delta U_i$$

• REGION INTEGRATED FLUXES SUMMED OVER GROUPS

$$\int_{vk} \Phi_n dV$$

5). ADJOINT FLUX CALCULATION

• LAMDA := 固有値 λ^*

$$\lambda^* = \int_{\text{Reactor}} \sum_i \chi^i \phi^{*i}(r) dV$$

• SOURCE :

$$S(r) = \frac{1}{\lambda^*} \sum_i \chi^i \phi^{*i}(r)$$

• INTEGRATED SOURCE :

$$SR = \frac{1}{\lambda^*} \int_{\text{Region}} \sum_i \chi^i \phi^{*i}(r) dV$$

- ADJOINT FLUX : $\phi^*(r)$

$$-D^i(r) \nabla^2 \phi^{*i}(r) + \Sigma_t^i(r) \phi^{*i}(r) = (\nu \Sigma_f)^i(r) + \sum_{j=i+1}^{IMAX} \Sigma_s^{i \rightarrow j}(r) \phi^{*j}(r)$$

の解 $\phi^{*i}(r)$

- INTEGRATED ADJOINT FLUXES : Φ^* , $\Phi_{V_k}^*$

$$\Phi^* = \int_{\text{Reactor}} \phi^{*i}(r) dV$$

$$\Phi_{V_k}^* = \int_{\text{Region}} \phi^{*i}(r) dV$$

6). REACTION-RATE

- CAPTURE FOR EACH NUCLIDE

$$\sum_c^m, i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV$$

各核種(入力順)毎に region volume integration

- ABSORPTION FOR EACH NUCLIDE

$$\sum_a^m, i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV$$

- TOTAL ABSORPTION FOR EACH REGION

$$\sum_m \sum_a^m, i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV$$

- TOTAL FISSION FOR EACH REGION

$$\sum_m \sum_f^m, i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV$$

以上は、各 energy group 別に出力される。

- CAPTURE FOR EACH NUCLIDE SUMMED OVER GROUPS

$$\sum_i \sum_c^m, i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV$$

- ABSORPTION FOR EACH NUCLIDE SUMMED OVER GROUPS

$$\sum_i \sum_a^m, i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV$$

- NUCLIDE MAP TO HELP YOU CALCULATE BREEDING RATIO

入力核種順の code number

- TOTAL ABSORPTION FOR EACH REGION

$$\sum_m \sum_i \sum_c^m, i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV$$

- TOTAL FISSION FOR EACH REGION

$$\sum_m \sum_i \sum_f^m, i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV$$

• MASS FOR EACH NUCLIDE

$$M_k^m = N_k^m \cdot V_k \cdot AW^m / 0.6025$$

以上の表式で

m : 核種

i : エネルギー群

k : region

を表わす。

7). COLLAPSED MACRO SIGMA

EXPANDA-4 では 12 群までの縮約できなかつたが、今回 70 群を含めて任意群への縮約ができるように改良した。但し、縮約定数の許される down scattering の群数は、30 までに制限されている。（JAERI-FAST70 群定数では、制限内におさまる。）

$$\Phi_k^n = \sum_{i \in n} \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV$$

但し、 n : 縮約した場合の energy group

• DIFFUSION : D_k^n

$$D_k^n = \sum_{i \in n} D_k^i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV / \Phi_k^n$$

D_k^i は 4 章 2) で定義された D

• SIGMA-TR

$$\Sigma_{tr,k}^n = \sum_{i \in n} \Sigma_{tr,k}^i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV / \Phi_k^n$$

• SIGMA-A : $\Sigma_{a,k}^n$

$$\Sigma_{a,k}^n = \sum_{i \in n} (\Sigma_{a,k}^i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV) / \Phi_k^n$$

$\Sigma_{a,k}^i$ は、4 章 2) で定義した Σ_a

• SIGMA-S : $\Sigma_{s,k}^n$

$$\Sigma_{s,k}^n = \sum_{i \in n} (\Sigma_{s,k}^i \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV) / \Phi_k^n$$

$\Sigma_{s,k}^i$ は、4 章 2) で定義した Σ_s

• SIGMA-T : $\Sigma_{T,k}^n$

$$\Sigma_{T,k}^n = \Sigma_{a,k}^n + \Sigma_{s,k}^n - \Sigma_{s,k}^{n \rightarrow n}$$

$\Sigma_{a,k}^n$, $\Sigma_{s,k}^n$ は上で定義したもの。

$\Sigma_{s,k}^{n, i \rightarrow i}$ は以下で定義するもの。

• NU-SIGMA-F : $\nu \Sigma_{f,k}^n$

$$\nu \Sigma_{f,k}^n = \sum_{i \in n} \nu \Sigma_{f,k}^i \int_{\text{Region}} \phi(r) dV / \Phi_k^n$$

$\nu \Sigma_{f,k}^i$ は、4章2)で定義したもの。

◦ SIGMAS TO N+0, ..., N+MIN0(LAPSE-1, IDS)

$$\sum_{s,k}^{n \rightarrow n+\ell} (\ell = 0, 1, \dots, \text{MIN0(LAPSE-1, IDS)})$$

$$\sum_{s,k}^{n \rightarrow n+\ell} = \sum_{i \in n} \int_{\text{Region}} \phi^i(r) dV \sum_{j \in \ell} (\Sigma_{s,k}^{i \rightarrow j}) / \Phi_k^n$$

8). PERTURBATION CALCULATION

i) 一般情報

N1, N2, KMAX, IMAX, INO, NJ ;

INTER(K) : interface point number

DR(K) : 格子幅

BSQ(K) : Buckling

KAI(I) : Perturbation Calculation で使用するCHI

EFFECTIVE K : Calculated k_{eff}

ii) MACRO CROSS SECTION

ONEDIMで作成され、DISK 3から読み込んだ $\Sigma' = N' \sigma'$ (or $= N' \sigma$) の出力。

◦ D(I, K) : D'_k^i diffusion coefficient

◦ SIGR(I, K) : $\Sigma'_{er,k}^i$ elastic removal

◦ SIGMA ABSORPTION : $\Sigma'_{a,k}^i$ absorption

◦ SIGT(I, K) : $\Sigma'_{T,k}^i$ total

◦ NU * SIGMAF(I, K) : $\nu \Sigma'_{f,k}^i$ fission source

◦ TSIGIN(I, K) : $\Sigma'_{in,k}^i$ inelastic scattering

上記各反応については、各 group につき Region 順に出力。

DO I=1, IMAX

(Σ_k^i , k=1, KMAX)

◦ SIGIN(I, J, K) : $\Sigma'_{in,k}^{i \rightarrow j}$ inelastic 及び elastic transfer
(但し、 $i \rightarrow i+1$ は含まず。)

DO K=1, KMAX

DO I=1, IMAX

($\Sigma_{in,k}^{i \rightarrow i+j-1}$, J=1, IDS1)

iii) 断面積変化 $\delta\Sigma$ による反応度変化 ($\delta k/k$) $_{\delta\Sigma}$

$$I = \frac{1}{k} \int dV \left\{ \sum_{j=1}^N (\chi_j \phi_j^*) \cdot \sum_{i=1}^N (\nu \Sigma_{fi} \phi_i) \right\}$$

以下の各式において次のような notation を用いる。

N : Number of energy groups

ϕ_i : real flux

ϕ_i^* : adjoint flux

χ_i : fission source spectrum)

$\nu \Sigma_{fi}$: macroscopic fission source

Σ_{ai} : macroscopic absorption cross section

Σ_{ti} : macroscopic transport cross section

$\Sigma_{in}^{i \rightarrow j}$: macroscopic transfer cross section

(σ_{er} は除いてある。)

Σ_{er} : macroscopic elastic removal cross section

k : effective multiplication factor

1) DELTA K BY NU*SIGF

空間分布

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \nu \Sigma_f}^P = \frac{1}{I} \left(\frac{1}{K} \cdot \left\{ \sum_{j=1}^N (\chi_j \phi_j^*) \cdot \sum_{i=1}^N (\delta(\nu \Sigma_{fi}) \phi_i) \right\} \right)$$

◦ INTEGRATED REACTIVITY

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \nu \Sigma_f} = \int \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \nu \Sigma_f}^P dV$$

◦ GROUP CONTRIBUTION

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \nu \Sigma_f}^i = \frac{1}{I} \left(\frac{1}{K} \int dV \left\{ \sum_{j=1}^N (\chi_j \phi_j^*) \cdot \delta(\nu \Sigma_{fi}) \phi_i \right\} \right)$$

2) DELTA K BY SIGR

空間分布

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_{er}}^P = \frac{1}{I} \left\{ \sum_{i=1}^N \delta(\Sigma_{eri}) \cdot \phi_i \cdot (\phi_{i+1}^* - \phi_i^*) \right\}$$

◦ INTEGRATED REACTIVITY

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_{er}} = \int \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_{er}}^P dV$$

◦ GROUP CONTRIBUTION

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_{er}}^i = \frac{1}{I} \cdot \int dV \left(\delta(\Sigma_{eri}, i) \cdot \phi_i \cdot (\phi_{i+1}^* - \phi_i^*) \right)$$

3) DELTA K BY SIGA

空間分布

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_a}^P = \frac{1}{I} \left\{ - \sum_{i=1}^N (\delta(\Sigma_{ai}) \phi_i \phi_i^*) \right\}$$

◦ INTEGRATED REACTIVITY

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_a} = \int \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_a}^P dV$$

◦ GROUP CONTRIBUTION

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_a}^i = \frac{1}{I} \left\{ - \int dV \delta(\Sigma_{ai}) \cdot \phi_i \cdot \phi_i^* \right\}$$

4) DELTA K BY SIGIN

空間分布

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_{in}}^P = \frac{1}{I} \left\{ \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=i+1}^N \delta(\Sigma_{in}^{i \rightarrow j}) \phi_i (\phi_j^* - \phi_i^*) \right) \right\}$$

◦ INTEGRATED REACTIVITY

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_{in}} = \int \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_{in}}^P dV$$

◦ GROUP CONTRIBUTION

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_{in}}^i = \frac{1}{I} \left\{ \int dV \left(\sum_{j=i+1}^N \delta(\Sigma_{in}^{i \rightarrow j}) \phi_i \cdot (\phi_j^* - \phi_i^*) \right) \right\}$$

5) DELTA K BY D

空間分布

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta D}^P = \frac{1}{I} \left\{ \sum_{i=1}^N (\nabla \phi_i \cdot \nabla \phi_i^*) \frac{\delta(\Sigma_{ti})}{3(\Sigma_{ti})^2} \right\}$$

◦ INTEGRATED REACTIVITY

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta D} = \int \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta D}^P dV$$

◦ GROUP CONTRIBUTION

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta D}^i = \frac{1}{I} \left\{ \int dV (\nabla \phi_i \cdot \nabla \phi_i^*) \frac{\delta(\Sigma_{ti})}{3(\Sigma_{ti})^2} \right\}$$

6) DELTA K BY D * B ** 2

空間分布

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta DB^2}^P = \frac{1}{I} \left\{ \sum_{i=1}^N (\phi_i \cdot \phi_i^*) \cdot \frac{\delta(\Sigma_{ti})}{3(\Sigma_{ti})^2} \cdot B_\perp^2 \right\}$$

◦ INTEGRATED REACTIVITY

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta DB^2} = \int \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta DB^2}^P dV$$

◦ GROUP CONTRIBUTION

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta DB^2}^i = \frac{1}{I} \left\{ \int dV (\phi_i \cdot \phi_i^*) \frac{\delta(\Sigma_{ti})}{3(\Sigma_{ti})^2} B_\perp^2 \right\}$$

7) REACTIVITY OF UNIT SUBSTANCE

空間分布

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right)^P = \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_f}^P + \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_{er}}^P + \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_a}^P + \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta \Sigma_{in}}^P + \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta D}^P + \left(\frac{\delta k}{k} \right)_{\delta DB^2}^P$$

◦ TOTAL REACTIVITY

$$\left(\frac{\delta k}{k} \right) = \int \left(\frac{\delta k}{k} \right)^P dV$$

◦ GROUP CONTRIBUTION

$$\left(\frac{\delta k}{k}\right)^i = \left(\frac{\delta k}{k}\right)_{\delta\nu\Sigma}^i + \left(\frac{\delta k}{k}\right)_{\delta\Sigma_{er}}^i + \left(\frac{\delta k}{k}\right)_{\delta\Sigma_a}^i + \left(\frac{\delta k}{k}\right)_{\delta\Sigma_{in}}^i + \left(\frac{\delta k}{k}\right)_{\delta D}^i + \left(\frac{\delta k}{k}\right)_{\delta DB^2}^i$$

8) NU * SIGF * FLX * XKI * ADFLX/K

$$I = \frac{1}{k} \int dV \left\{ \sum_{j=1}^N (\chi_j \phi_j^*) \cdot \sum_{i=1}^N (\nu \Sigma_{fi} \phi_i) \right\}$$

normalization integral

9) FLX * ADFLX

$$\int \sum_i \phi_i \cdot \phi_i^* dV / k$$

[注] Perturbation の output の最初の Case は $\delta\Sigma = \Sigma'$ とした Reference system(基準系)の reactivity が outputされる。NS ≠ 0 の場合この出力は、それ程意味をもたない。

1.5 使用にあたつての注意事項

現在 EXPANDA-70D は FACOM-230/60 版が使用可能であり、同時に CDC-6600 版 IBM-360/195 版も使用可能である。ここでは、原研での使用を考えて、FACOM-230/60 版の Job control card, File 使用法, プログラムの performance, system requirement について述べる。

A. system requirement

※ User 領域の CORE が少くとも 64K Wards 必要。

　　◦ Overlay Structure にて 64K Wards

　　◦ Simple Structure にて 110K Wards

※ Tape Unit が最小限 2

※ Disk としては total 2000~3000 tracks の確保が必要であり、標準出力の line printer output area として、1000 tracks 程度確保できることがのぞましい。

B. Job control cards 及び File 使用について

1. 打ち切り時間

現在 FACOM-230/60 system の原研での時間打ち切りは CPU time で行なわれており、70群定数使用の場合の mesh 78, region 3 の case の場合、CPU time が 1 case 370 sec, CORE TIME ≈ 700 sec. (臨界計算のみの場合), 摂動計算をさらに 8 case 追加した場合の CPU time ≈ 865 sec, CORE time ≈ 1900 sec 程度となつており、30分打ち切りで臨界計算なら 4~5 case, 摂動計算なら 18 case 前後流せられると考える。ただ、打ち切り頁数が大きな制約となつてくる。

2. 打ち切り頁数

現在の sysout の打ち切り頁数は 240 頁 (≈ 150 tracks) であり、70群計算で全ての Print option を最大のものを使うと 1 case 400 頁前後となり、240 頁打ち切りでは 1 case も満足に出力されないことも起りうるため、打ち切り頁数と Print Option

の関係には充分注意して下さい。出力が 240 頁以上となる場合には多出力 jobとして計算センターに別途申込みとなります。

出力の目安

例

◦ effective micro cross section table	※	
2 頁 × 群数 (MPMAX-MPMIN)		$2 \times 70 \approx 140$
◦ Macro cross section table	※	
1 頁 × 群数		$1 \times 70 \approx 70$
◦ Material Buckling	※	
16 頁 × $\frac{\text{群数}}{70}$		$16 \times \frac{70}{70} = 16$
◦ ϕ	※	
(36 頁 ~ 72 頁) × $\frac{\text{群数}}{70}$		$36 \times \frac{70}{70} = 36$
◦ ϕ^*	※	
(36 頁) × $\frac{\text{群数}}{70}$		$36 \times \frac{70}{70} = 36$
◦ Reaction Rate	※	
50 頁 × $\frac{\text{群数}}{70}$		$50 \times \frac{70}{70} = 50$
◦ $\Delta k/k$		
16 ~ 8 頁 × case 数		$8 \times 5 = 40$
		計 388 頁

※印は Print option あり。

3. 打ち切りカード数

$\phi, \phi^*, \text{macro cross section}$ を card で残す option を指定した場合に必要。1 case 当り 1500 枚前後。(通常不要)

4. CORE 指定

現在の EXPANDA-70D を EXEC.T で行う場合、約 102K 程の memory を使用して いるため、128K の CORE 指定が必要。CORE 指定しないと、SYUKIOKU NASHI の message が出て計算に入らない。

◎ 使用する File

EXPANDA-70D で使用する File の表を Table 5-1 に示す。これにてつて SDISK, STAPE の card を各自入れる必要がある。特に track 指定の option には注意のこと。
track option 無指定の場合、標準仕様として 150 tracks きりとられない(増分はない)ため、それ以上書き出すと WRITE ERROR FXX (XX は 2 衔の数字) となる。このときは、FXX で指定した track 数が足りなかつたための error で必要なだけふやしてやる必要がある。

SDISK F01,,150

\$ DISK F04,,500



(track 数指定)

但し、14番の File は、XPRTC 等で積分量計算をさせるためには、\$TAPE F14, JXXXX.YYYYYY, NEW, ZZZZZZ として、この Volume を keep 指定しておく必要がある。もちろん \$DISKTN F14, JXXXX.YYYYYY としてもよいが、track 数の標準値は 200 tracks となつてゐるため、これ以上使う場合は、TAPE を使用した方が trouble をさけるためにはけんめいである。XPRTC での RUN を行なわないのであれば (SPD2M1 で flux を残しておく必要があれば話は別だが)、\$DISK F14,, 800 として scratch として使えばよい。

[(注) XXXX 職員番号 YYYYYY File ラベル任意の 6 文字]
[ZZZZZZ Volume 通番]

◎ Library Tape について (F24 の tape)

今までのところ (1972.2.1) LTFR4 を通して作成した 25 群 JAERI-FAST の Library tape として

\$TAPE F24.J1057.LTFR45,OLD,001117 (χ^i は Pu^{239})

\$TAPE F24.J1057.LTFR46,OLD,000530 (χ^i は U^{235})

の 2 本が authorize されている。この tape を使用する場合 #A card の option ITPE=1 の option を必ず指定する必要がある。これを指定しないと Binary Miss Match となる。

JFAST70U system を通して作成された 70 群の JAERI-FAST の library tape としては、

\$TAPE F24,J2585.LTFR701,OLD,001205 ($\chi^i = Pu^9$)

があり、これを使用する場合 ITPE=0 の指定を行り。

(Vol 通番 1205 の tape は JAERI-1195, 1199, 1199 supple-1, の Version であるが、 Pu^{242} については未改訂の tape である。)

その他任意の群数の JAERI-FAST set の EXPANDA-70D 用の library tape が J-FAST-70U system により作成可能であり、より詳しくは JFAST70U system の manual⁷⁾ を参照されたい。

◎ プログラムライブラリーについて

EXPANDA-70D は、EXEC.T, EXEC.D の形で使用できる。

\$EXEC.T EXP70D, J2585, EXP70D, 001251

OR

\$EXEC.D EXP70D

使用できるシステムは現在のところ、system 2 のみである。

Table 5-1 EXPANDA-70Dで必要とされる入出力Unit

logical number	Tape ** or Disk	書き込み SUBROUTINE	読み出し SUBROUTINE	Data ⁺ 形式	確保を必要とするTRACK数◎
1	D(T)	ONEDIM	-	F	≈150
2	D(T)	MICRO	ONEDIM EDIT	B	≈300
3	D(T)	INPUT ONEDIM	SPD2M1	B	≈500
4	D(T)	FTMAIN	MICRO	B	≈250~500
5*	-	標準 CARD	READER	F	-
6*	-	標準 LINE	PRINTER	F	150~1000
7*	-	標準 CARD	PUNCH	F	60~200
14	T(D)	MICRO ONEDIM EXPAND	SPD2M1	B	200~1000
18	D(T)	ONEDIM	ONEDIM	B	30
24	T(D)	LIBRARY TAPE	FTMAIN	B	120~280

* 標準入出力装置につきF,D文はPUNCHを除いて必要ない。

** D→Disk ; T→Tapeを表わし, ()内のものでもよい。

+ F→Formatted (EBCDIC) ; B→Binary

◎ 計算するcase 数により異なるものは、～の記号で示してある。

1.6 EXAMPLE

6.1 Job control cards 及び input data list

FCA-V-2 廉心の解析に使用したEXAMPLEをFig.1-6-1に示す。擾動計算を行つてゐるcaseである。

6.2 変更された部分のout put list example

Out-put list 中変更された部分をFig.1-6-2 ~ Fig.1-6-3に示す。(他のlist up 形式はEXPANDA-4と全く同じため省略する。)

Fig.1-6-2 : effective micro cross section tables

Fig.1-6-3 : group contribution and spacial contribution of reactivity.(Perturbation case)

又, Fig.1-6-4に作業連絡票記入例を示す。

Fig. 1-6-1 Job control cards and input data list for EXPANDA-70D

.....*.....1.....*.....2.....*.....3.....*.....4.....*.....5.....*.....6.....*.....7.....*.....8

```

*NO    L166.
/
T.4/TIME 30
W.3/PAGE 240
C.2/CORE 128

*JOB 7102585.HASEGAWA.A.431.01
*EXEC.1 EXP70D,J2585.EXP70D,001251
*DISK F01
*DISK F02,,4U0
*DISK F03,,5U0
*DISK F04,,8U0
*DISK F08
*TAPE F1+,J2585.FLXFCA,NEW,001344
*DISK F18
*TAPE F24,J2585.LIFR701.OLD,001205

*DATA FCA 5-2 CORE CRITICALITY CALCULATION 1971.DEC
  1   1   0   1   0   15   20   0   0
  0 801123568   0   0   2+1+1   0 05.0E-4   0.   0.
  1   3+1 70   0   0   29   0   2+1+1   0 05.0E-4   0.   0.
  2   18   11   5
  3   19   48   78
  5.18116U.90581.U
  6 300. 300. 300.
  8949 0.0010458  340 0.00009325  941 0.00001069  925 0.0014700  928 0.0058359  11
  8   8 0.013101  11 0.001341  13 0.00088295  24 0.0032734  26 0.011950  12
  8   8 0.0015345  105 0. 115 0. 6 0. 25 0. 13
  8   9 0. 42 0. 924 0. 14
  8949 0.0010458  340 0.00009325  941 0.00001069  925 0.0014700  928 0.0058359  21
  8   8 0.013101  11 0.001341  13 0.00088295  24 0.0032734  26 0.011950  22
  8   8 0.0015345  105 0. 115 0. 6 0. 25 0. 23
  8929 0.0002891  928 0.039890  24 0.001827  26 0.006625  28 0.000764  31
  0 18018   1   ** 949 ** PU-239 PERTURBED FCA 5-2
  8949 0.0011458
  1
  1
*JEND

```

Fig. 1-6-2 An output example of effective micro cross section tables

** EFFECTIVE MICRO SIGMA **							
** GROUP I = 18							
GROUP 18	REGION 1	MPCODE	SIG0	FISSION	CAPTURE	ELASTIC	ELASTIC, REMOVAL
		949	2.57172E 02	1.68000E 00 1.0000	2.31550E-01 1.0000	9.42432E 00 1.0000	3.21538E-01 1.0000
		940	3.00520E 03	9.56000E-02 1.0000	3.66278E-01 1.0000	1.08551E 01 1.0000	3.66086E-01 1.0000
		941	2.63075E 04	2.53721E 00 1.0000	2.74845E-01 1.0000	8.64660E 00 1.0000	2.83172E-01 1.0000
		925	1.80097E 02	1.61800E 00 1.0000	3.97475E-01 0.9999	8.83631E 00 1.0000	4.14554E-01 1.0000
		928	3.68077E 01	0.0 1.0000	1.90512E-01 0.9995	1.03659E 01 0.9999	4.88558E-01 0.9999
		8	1.77758E 01	0.0 1.0000	0.0 1.0000	3.69999E 00 1.0000	1.89752E 00 1.0000
		11	3.13474E 01	0.0 1.0000	9.34816E-04 1.0000	3.24116E 00 1.0000	1.22521E 00 1.0000
		13	2.79128E 01	0.0 1.0000	4.65373E-03 1.0064	3.94309E 00 0.9256	9.22949E-01 0.9256
		24	7.96136E 01	0.0 1.0000	5.17083E-03 1.0021	6.32682E 00 0.9771	8.61471E-01 0.9771
		26	1.97355E 01	0.0 1.0000	9.19818E-03 0.9866	3.79512E 00 0.8995	2.94591E-01 0.8995
		28	1.77791E 02	0.0 1.0000	7.02800E-03 1.0000	5.55442E 00 0.9859	6.21817E-01 0.9859
		105	-1.70868E-77	0.0 1.0000	1.72536E 00 1.0000	3.05576E 00 1.0000	1.37880E 00 1.0000
		115	3.99103E 72	0.0 1.0000	2.32697E-06 1.0000	4.23807E 00 1.0000	2.03887E 00 1.0000
		6	-1.69687E-77	0.0 1.0000	0.0 1.0000	4.26008E 00 1.0000	1.90607E 00 1.0000
		25	-8.41650E-78	0.0 1.0000	1.50200E-02 1.0000	7.46021E 00 1.0000	1.25154E 00 1.0000
		29	-1.69772E-77	0.0 1.0000	1.84261E-02 1.0000	5.13340E 00 1.0000	6.01413E-01 1.0000
		42	3.42618E 73	0.0 1.0000	6.76674E-02 1.0000	8.99893E 00 1.0000	7.60836E-01 1.0000
		924	6.60650E 73	3.62429E-02 1.0000	8.11649E-02 1.0000	1.03966E 01 1.0000	3.65827E-01 1.0000
GROUP 18	REGION 2	MPCODE	SIG0	FISSION	CAPTURE	ELASTIC	ELASTIC, REMOVAL
		949	2.57172E 02	1.68000E 00 1.0000	2.31550E-01 1.0000	9.42432E 00 1.0000	3.21538E-01 1.0000
		940	3.00520E 03	9.56000E-02 1.0000	3.66278E-01 1.0000	1.08551E 01 1.0000	3.66086E-01 1.0000
		941	2.63075E 04	2.53721E 00 1.0000	2.74845E-01 1.0000	8.64660E 00 1.0000	2.83172E-01 1.0000
		925	1.80097E 02	1.61800E 00 1.0000	3.97475E-01 0.9999	8.83631E 00 1.0000	4.14554E-01 1.0000
		928	3.68077E 01	0.0 1.0000	1.90512E-01 0.9995	1.03659E 01 0.9999	4.88558E-01 0.9999
		8	1.77758E 01	0.0 1.0000	0.0 1.0000	3.69999E 00 1.0000	1.89752E 00 1.0000
		11	3.13474E 01	0.0 1.0000	9.34816E-04 1.0000	3.24116E 00 1.0000	1.22521E 00 1.0000
		13	2.79128E 01	0.0 1.0000	4.65373E-03 1.0064	3.94309E 00 0.9256	9.22949E-01 0.9256
		24	7.96136E 01	0.0 1.0000	5.17083E-03 1.0021	6.32682E 00 0.9771	8.61471E-01 0.9771
		26	1.97355E 01	0.0 1.0000	9.19818E-03 0.9866	3.79512E 00 0.8995	2.94591E-01 0.8995
		28	1.77791E 02	0.0 1.0000	7.02800E-03 1.0000	5.55442E 00 0.9859	6.21817E-01 0.9859
GROUP 18	REGION 3	MPCODE	SIG0	FISSION	CAPTURE	ELASTIC	ELASTIC, REMOVAL
		925	1.72857E 03	1.61800E 00 1.0000	3.97500E-01 1.0000	8.83631E 00 1.0000	4.14554E-01 1.0000
		928	1.17815E 00	0.0 1.0000	1.90357E-01 0.9987	1.03943E 01 1.0026	4.88894E-01 1.0026
		24	2.68876E 02	0.0 1.0000	5.16154E-03 1.0003	6.43113E 00 0.9932	8.75674E-01 0.9932
		26	7.17694E 01	0.0 1.0000	9.27864E-03 0.9952	4.14569E 00 0.9826	3.21803E-01 0.9826
		28	6.26004E 02	0.0 1.0000	7.02800E-03 1.0000	5.57666E 00 0.9899	6.24306E-01 0.9899

Fig. 1-6-3 An output list example of group contribution and spacial contribution of reactivity (Perturbation case).

```

PROB. 1801          ** 949 **    PU-239 PERTURBED   FCA 5-2

N1  N2  KMAX  JMAX  IN0  NJ
0   1   3      70    0   0
INTER(K)
10  48  78

DR(K)           1.8116E-01  9.0580E-01  1.0000E 00
BSOKK)         0.0          0.0          0.0          0.0

KA1(1)          5.0121F-03  1.5627F-02  3.3856E-02  5.9240E-02
                 1.2609E-01  1.3689E-01  9.6185E-02  8.9122F-02
                 3.4933E-02  2.9901E-02  1.8710E-02  6.1494E-02
                 4.4192F-03  4.3110E-03  2.5704E-03  1.0484E-01
                 3.3275E-04  2.0001E-04  1.1694E-04  1.4544E-02
                 0.0          0.0          0.0          1.3224E-02
                 0.0          0.0          0.0          7.1309E-03
                 0.0          0.0          0.0          5.6048E-04
                 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          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
EFFECTIVE K
9.265228E-01

```

INTEGRATED REACTIVITY		0.0	0.0	4.8840027E-07		4.8824598E-07		4.880931E-07	
1.213895E-05	1.2138922E-05			4.8849628E-07	4.8734591E-07	4.8702032E-07	4.8664665E-07	4.861649E-07	4.85712E-07
1.627331E-08	4.4097912F-08	8.1740193E-08	1.4165945E-07	2.3902826E-07	3.0691649E-07	3.0691649E-07	3.0691649E-07	3.0691649E-07	3.0691649E-07
4.655107E-07	5.9489666F-07	4.958475E-07	7.424524E-07	6.6249930E-07	7.405712E-07	7.405712E-07	7.405712E-07	7.405712E-07	7.405712E-07
4.5842530E-07	7.1944915E-07	6.89795E-07	5.591820E-07	6.387036E-07	6.342205E-07	6.342205E-07	6.342205E-07	6.342205E-07	6.342205E-07
4.2224377E-07	5.201015E-07	5.51924E-07	4.2287901E-07	2.70655A1E-07	1.724418E-07	1.724418E-07	1.724418E-07	1.724418E-07	1.724418E-07
3.5517295E-07	2.4043118F-07	1.875442E-07	1.5163674E-07	1.005740E-07	8.402659E-08	8.402659E-08	8.402659E-08	8.402659E-08	8.402659E-08
3.209033E-08	3.0800400E-08	9.392844E-09	4.395272E-08	5.693476E-08	5.8612069E-08	5.8612069E-08	5.8612069E-08	5.8612069E-08	5.8612069E-08
4.025483E-08	3.8151207F-08	1.661164E-08	4.101835E-08	6.531640E-09	3.661269E-09	3.661269E-09	3.661269E-09	3.661269E-09	3.661269E-09
2.6581940E-09	1.3333337F-09	3.529222E-10	1.7034764E-10	1.216141E-10	5.538420E-11	5.538420E-11	5.538420E-11	5.538420E-11	5.538420E-11
2.1219083F-11	3.1833185F-13	2.193E-13	2.193E-13	3.06666E-14	3.0592768E-14	3.0592768E-14	3.0592768E-14	3.0592768E-14	3.0592768E-14
5.701380E-15	4.5695064E-16	1.4996109E-16	1.201865E-17	7.1302536E-18	3.608490E-18	3.608490E-18	3.608490E-18	3.608490E-18	3.608490E-18
2.586378E-18	1.0228830F-18	8.724702E-19	1.1239813E-19	2.0114715E-20	6.1836697E-21	6.1836697E-21	6.1836697E-21	6.1836697E-21	6.1836697E-21
1.6633587E-21	3.7222826E-22	2.1138474E-23	2.7163354E-25	2.014715E-25	2.014715E-25	2.014715E-25	2.014715E-25	2.014715E-25	2.014715E-25
REGION - 1		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
* GROUP CONTRIBUTION		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<hr/>									
REGION - 2									
4.627331E-08	4.4097912F-08	6.1740193E-08	1.4165945E-07	2.3902826E-07	3.0691645E-07	3.0691645E-07	3.0691645E-07	3.0691645E-07	3.0691645E-07
4.6852107E-07	5.0489996E-07	4.978472E-07	7.124524E-07	6.6249950E-07	7.14094712E-07	7.14094712E-07	7.14094712E-07	7.14094712E-07	7.14094712E-07
4.5842530E-07	7.1944915E-07	6.89795E-07	5.591820E-07	6.387036E-07	6.342205E-07	6.342205E-07	6.342205E-07	6.342205E-07	6.342205E-07
4.2224377E-07	5.201015E-07	5.51924E-07	4.2287901E-07	2.70655A1E-07	1.724418E-07	1.724418E-07	1.724418E-07	1.724418E-07	1.724418E-07
3.5517295E-07	2.4043118F-07	1.875442E-07	1.5163674E-07	1.005740E-07	8.402659E-08	8.402659E-08	8.402659E-08	8.402659E-08	8.402659E-08
3.209033E-08	3.0800400E-08	9.392844E-09	4.395272E-08	5.693476E-08	5.8612069E-08	5.8612069E-08	5.8612069E-08	5.8612069E-08	5.8612069E-08
4.025483E-08	3.8151207F-08	1.661164E-08	4.101835E-08	6.531640E-09	3.661269E-09	3.661269E-09	3.661269E-09	3.661269E-09	3.661269E-09
2.6581940E-09	1.3333337F-09	3.529222E-10	1.7034764E-10	1.216141E-10	5.538420E-11	5.538420E-11	5.538420E-11	5.538420E-11	5.538420E-11
2.1219083F-11	3.1833185F-13	2.193E-13	2.193E-13	3.066666E-14	3.0592768E-14	3.0592768E-14	3.0592768E-14	3.0592768E-14	3.0592768E-14
5.701380E-15	4.5695064E-16	1.4996109E-16	1.201865E-17	7.1302536E-18	3.608490E-18	3.608490E-18	3.608490E-18	3.608490E-18	3.608490E-18
2.586378E-18	1.0228830F-18	8.724702E-19	1.1239813E-19	2.0114715E-20	6.1836697E-21	6.1836697E-21	6.1836697E-21	6.1836697E-21	6.1836697E-21
1.6633587E-21	3.7222826E-22	2.1138474E-23	2.7163354E-25	2.014715E-25	2.014715E-25	2.014715E-25	2.014715E-25	2.014715E-25	2.014715E-25
REGION - 3		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	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
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	0.0

DELTA K BY SIGR

1.1968366E+10	1.1966784E+10	1.1966273E+10	1.1960003E+10
1.1949266E+10	1.1942779E+10	1.1934952E+10	1.1926081E+10
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	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	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	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
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

INTEGRATED REACTIVITY

2.9728441E-09	2.9728441E-09	0.0	0.0
---------------	---------------	-----	-----

* GROUP CONTRIBUTION

REGION	TOTAL	CONTRIBUTION
-7	-0.877283E-12	-1.0430539E-10
-3	-0.0726864E-10	-5.159859E-10
-4	-6.642152E-11	1.675318E-10
-1	-3.042804E-10	-5.3443412E-10
8	9.98705E-10	3.6302223E-10
7	7.793578E-11	2.4413384E-11
8	5.745106E-11	2.717197E-12
-1	-6.709733E-12	-1.51171928E-12
-2	-7.062015E-14	7.1576666E-15
-3	-6.8181E-19	-3.1936834E-19
-3	-6.73446E-21	-1.3301139E-21
-3	-6.260890E-26	0.0
	(0.2972844E-08)	0.0
REGION - 1	-1.0430539E-10	-2.652977E-11
-7	-6.877263E-12	-5.535859E-10
-4	-6.442152E-11	1.675318E-10
1	3.042804E-10	-5.3443412E-10
8	9.98705E-10	3.6302223E-10
7	7.793578E-11	2.4413384E-11
8	5.745106E-11	2.717197E-12
-1	-6.709733E-12	-1.51171928E-12
-2	-7.062015E-14	7.1576666E-15
-3	-6.8181E-19	-3.1936834E-19
-3	-6.73446E-21	-1.3301139E-21
-3	-6.260890E-26	0.0
REGION - 1	-1.0430539E-10	-2.652977E-11
-7	-6.877263E-12	-5.535859E-10
-4	-6.442152E-11	1.675318E-10
1	3.042804E-10	-5.3443412E-10
8	9.98705E-10	3.6302223E-10
7	7.793578E-11	2.4413384E-11
8	5.745106E-11	2.717197E-12
-1	-6.709733E-12	-1.51171928E-12
-2	-7.062015E-14	7.1576666E-15
-3	-6.8181E-19	-3.1936834E-19
-3	-6.73446E-21	-1.3301139E-21
-3	-6.260890E-26	0.0
REGION - 2	-1.0430539E-10	-2.652977E-11
-7	-6.877263E-12	-5.535859E-10
-4	-6.442152E-11	1.675318E-10
1	3.042804E-10	-5.3443412E-10
8	9.98705E-10	3.6302223E-10
7	7.793578E-11	2.4413384E-11
8	5.745106E-11	2.717197E-12
-1	-6.709733E-12	-1.51171928E-12
-2	-7.062015E-14	7.1576666E-15
-3	-6.8181E-19	-3.1936834E-19
-3	-6.73446E-21	-1.3301139E-21
-3	-6.260890E-26	0.0
REGION - 2	-1.0430539E-10	-2.652977E-11
-7	-6.877263E-12	-5.535859E-10
-4	-6.442152E-11	1.675318E-10
1	3.042804E-10	-5.3443412E-10
8	9.98705E-10	3.6302223E-10
7	7.793578E-11	2.4413384E-11
8	5.745106E-11	2.717197E-12
-1	-6.709733E-12	-1.51171928E-12
-2	-7.062015E-14	7.1576666E-15
-3	-6.8181E-19	-3.1936834E-19
-3	-6.73446E-21	-1.3301139E-21
-3	-6.260890E-26	0.0

-5.1002489E-09	-1.3335407E-08	-2.3544838E-08	-4.2227988E-08	-7.5554032E-08	-9.8674800E-08
-1.5292554E-07	-1.920027A5E-07	-1.5711058E-07	-2.3160810E-07	-2.1863027E-07	-2.543468E-07
-1.6571082E-07	-2.6367749E-07	-1.5521916E-07	-2.101169E-07	-2.462168E-07	-2.412656E-07
-1.6576771E-07	-2.1751036E-07	-2.1761897E-07	-1.7047231E-07	-1.1459163E-07	-7.1949958E-08
-1.5851782E-07	-1.2148748E-07	-9.6107845E-08	-8.2668593E-08	-6.041465E-08	-5.223603E-08
-4.939355E-08	-2.792159F-08	-6.268853E-09	-3.489438E-08	-4.7367495E-08	-4.546821E-08
-2.822498E-08	-2.892633E-08	-1.957055E-09	-1.11824E-08	-4.962298E-09	-3.416988E-09
-2.0962553E-09	-8.787169E-10	-2.8527921E-10	-1.228133E-10	-7.5560757E-11	-3.9685755E-11
-1.5923955E-11	-6.0227799E-13	-1.206109E-13	-2.327799E-13	-2.297301E-14	-2.390171E-14
-4.670030E-15	-3.631788E-16	-7.4479844E-17	-5.3786524E-18	-3.8720965E-18	-2.1261858E-18
-1.3851131E-18	-7.6087889E-19	-1.6566731E-19	-4.140366E-20	-7.5603011E-21	-4.8746965E-21
-1.5257420E-21	-3.7229755F-22	-2.12A0369E-23	-2.725498E-25		
REGION - 2					
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	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	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	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
REGION - 3					
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	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	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	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
DELTA K BY SIGN					
-1.8716650E-10	-1.8717234E-10	-1.8719280E-10	-1.8722242E-10	-1.8727076E-10	-1.8734195E-10
-1.8741625E-10	-1.8750359E-10	-1.8760419E-10	-1.8772444E-10	-1.8786025E-10	
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	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	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	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	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
INTEGRATED REACTIVITY					
-4.6715642E-09	-4.6715642E-09	0.0	0.0	0.0	0.0
* GROUP CONTRIBUTION					
TOTAL REGION					
7.8175921E-10	2.6697961E-09	-2.1038197E-10	-1.7960858E-09	-3.8470921E-09	-4.0012353E-09

-4.7087797E-09	-3.536524F-09	-1.3117209E-10	1.0926948E-09	2.837573E-09
-1.9884909E-10	5.9302221F-10	9.0872275E-10	1.860357E-10	6.808668E-11
5.2022917E-12	-2.9493815E-10	2.3287925E-10	-2.1765963E-11	4.6176864E-11
9.7343517E-10	5.136570F-0	5.793392E-10	4.667604E-10	0.00162E-10
2.1124234E-13	0.0	0.0	1.001620E-13	-5.3137905E-14
0.0	2.2622215E-13	-1.3948692E-14	-7.220580E-15	3.978531E-15
0.0	2.2624140F-14	1.3974948E-16	7.1167142E-17	2.556430E-17
0.0	0.0	0.0	0.0	8.9037502E-18
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	8.9076825E-25	0.0	0.0	-4.7856406E-24
7.65771313E-29	0.0	0.0	0.0	0.0
(-0, 4.671684E-08)				
REGION - 1				
7.8117921E-10	2.6697961F-09	-2.1031197E-10	-1.7880838E-09	-3.8476921E-09
-6.7087797E-09	-3.9365324E-09	-9.0872275E-10	-1.860357E-09	-7.83573E-09
-1.9884909E-10	5.9302227F-10	9.0872275E-10	1.860357E-10	6.808668E-11
5.2022917E-12	-2.9493815E-10	2.3287925E-10	-2.1765963E-11	4.6176864E-11
9.7343517E-10	5.1365710F-0	5.793392E-10	4.667604E-10	0.00162E-10
2.1124234E-13	0.0	0.0	1.001620E-13	-5.3137905E-14
0.0	2.2622231F-13	-1.3946692E-14	-7.220680E-15	3.974531E-15
0.0	2.2624140E-14	1.3974948E-16	7.1167142E-17	2.556430E-17
0.0	0.0	0.0	0.0	8.9037502E-18
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	8.9076825E-25	0.0	0.0	-4.7856406E-24
7.65771313E-29	0.0	0.0	0.0	0.0
REGION - 2				
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	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	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	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	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
REGION - 3				
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	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	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
DELTA K BY D				
0.0	2.7089263F-13	1.0834623E-12	2.4373269E-12	4.3323488E-12
9.7420420E-12	1.32555334F-11	1.7308301E-11	2.1897666E-11	3.2685370E-11
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	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	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

INTEGRATED REACTIVITY

4.181786E-10

0.0

0.0

* GROUP CONTRIBUTION

TOTAL REGION

9.238194E-13

2.651342E-11

1.0573354E-11

1.4244650E-11

1.3110887E-11

6.6533823E-13

4.2209408E-13

2.3410934E-14

5.4917860E-17

1.370176F-20

2.0828076E-23

4.1704222E-27

(0.481787E-09)

5.3898148E-12

2.8062340E-11

1.8151448E-11

2.8062340E-11

1.9288928E-11

3.38844409E-12

1.5748235E-11

6.9317021E-12

2.5120945E-13

3.1313916E-13

1.93671555E-13

2.3075162E-15

7.6525958E-15

2.4307291E-16

1.981600E-16

7.7760248E-19

8.085362E-22

1.3213635E-22

3.0344593E-24

1.1902311E-30

2.2293881E-32

REGION - 2

9.238194E-13

2.6513420E-11

1.0573354E-11

1.4251650E-11

1.3110887E-11

6.6533823E-13

4.2209485E-13

2.3410934E-14

5.4917860E-17

1.370176F-20

2.0828076E-23

4.1704222E-27

(0.481787E-09)

8.3032635E-12

1.0980663E-11

2.4866625E-11

1.8151448E-11

1.8219711E-11

1.582235E-11

1.8509015E-12

1.37334E-13

1.727287E-13

6.0209114E-14

5.306880E-16

1.8324460E-16

1.3778871E-19

7.181839E-23

2.005833E-23

2.0368112E-26

1.8330891E-26

2.2293881E-32

8.1032635E-12

1.0980663E-11

2.4866625E-11

1.8151448E-11

1.8219711E-11

1.582235E-11

1.8509015E-12

1.2556199E-12

5.4302735E-13

1.357354E-13

1.127287E-13

6.0209114E-14

5.3246460E-16

1.3778871E-19

9.912948E-20

7.181839E-23

3.005833E-23

2.0368112E-26

1.8330891E-26

2.2293881E-32

1.0980663E-11

3.3445338E-11

2.059328E-11

2.774558E-11

6.170573E-12

3.3447221E-13

6.7752049E-13

6.922687E-14

1.3778871E-19

9.912948E-20

7.181839E-23

3.005833E-23

2.0368112E-26

1.8330891E-26

2.2293881E-32

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	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	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

REACTIVITY OF UNIT SUBSTANCE

2.9965521E-07	2.9964375E-07	2.9960948E-07	2.9955224E-07	2.9947216E-07	2.9936920E-07
2.9924250E-07	2.9909491E-07	2.9892367E-07	2.9877953E-07	2.9851639E-07	
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	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	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	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	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

TOTAL REACTIVITY

7.4456513E-06

0.0

0.0

* GROUP CONTRIBUTION

TOTAL REGION	3.3310660E-08	5.7963833E-08	9.7720267E-08	1.5957944E-07	2.0418398E-07
1.194760E-08	3.9745937E-07	5.067215E-07	5.067215E-07	4.4333809E-07	4.9045509E-07
3.1059574E-07	3.9745937E-07	4.2826926E-07	3.4546734E-07	3.8722320E-07	3.8722320E-07
2.9247760E-07	4.5651537E-07	3.5177410E-07	3.5236160E-07	1.5313915E-07	9.4421971E-08
2.5625959E-07	3.5177410E-07	3.5105602E-07	3.5236160E-07	1.5313915E-07	9.4421971E-08
1.9554161E-07	1.2345026E-07	8.9298733E-08	6.9362333E-08	4.059599E-08	3.1890388E-08
2.3974751E-08	1.5431545E-08	2.118189E-09	9.133372E-09	9.53538E-09	1.3433829E-08
1.2147155E-08	9.2278445E-09	1.4677532E-08	2.8999018E-09	1.5382276E-09	2.7684594E-10
5.6091108E-10	4.5696848E-10	7.3941532E-11	4.951259E-11	4.666081E-11	1.572057E-11
5.2681829E-12	-2.8273573E-13	9.9565595E-15	-8.4988053E-15	3.2288413E-15	6.6907844E-15
1.0207356E-15	9.2315570E-17	7.5179022E-17	6.6810403E-18	3.2288416E-18	1.4772710E-18
1.1976400E-18	8.4068307E-19	5.057495E-19	7.1246331E-20	1.2882973E-20	1.3099922E-21
1.378139E-22	-6.19068849E-26	-1.4189319E-25	-1.6119530E-27		
(0.7445657E-05)					
REGION -1					
1.1947759E-08	3.3310661E-08	5.7963834E-08	9.7720269E-08	1.5957943E-07	2.0418398E-07
3.1059574E-07	3.9745935E-07	3.3955481E-07	5.067217E-07	4.4333809E-07	4.9045509E-07
2.9247760E-07	4.2651388E-07	4.2266924E-07	3.4546736E-07	3.861641E-07	3.8722320E-07
2.5625959E-07	3.317742E-07	3.3736601E-07	2.5236159E-07	1.5313915E-07	9.4421971E-08
1.9844161E-07	1.2346301E-07	8.9298738E-08	6.9362332E-08	4.059599E-08	3.1890389E-08
2.3974752E-08	1.5431549E-08	2.118189E-09	9.133381E-09	9.535369E-09	1.3433829E-08
1.2147152E-08	9.2278462E-09	1.4677510E-08	2.8999017E-09	1.5382280E-09	2.7684592E-10
5.6091108E-10	4.5696848E-10	7.3941532E-11	4.951259E-11	4.666081E-11	1.572057E-11
5.2681829E-12	-2.8273573E-13	9.9566132E-15	-8.4988020E-15	3.2288415E-15	6.6907852E-15
1.0207356E-15	9.2315570E-17	7.5179025E-17	6.6810405E-18	3.2288415E-18	1.4772709E-18
1.1976400E-18	8.4068307E-19	5.0574955E-19	7.1246332E-20	1.2882973E-20	1.3099922E-21
1.378139E-22	-6.19068849E-26	-1.4189319E-25	-1.6119530E-27		

NU*SIGF*FLX*XK1*ADFLX/K
2.7438344E-06
FLX*ADFLX

Fig. 1-6-4 作業連絡票記入例

作業連絡票

\$ 16	L 166	申込月日	7月 12日 時
予想時間	10 分	所 属	核設計 TEL 916
コア領域	128 K語	氏 名	長谷川 明
出力ページ	200 ページ	研究テーマ番号	431
プログラム形式	<input type="checkbox"/> FORTRANカード <input type="checkbox"/> R・Bカード <input type="checkbox"/> 一時ファイルのR・B <input type="checkbox"/> 永久ファイルのR・B <input checked="" type="checkbox"/> EXEC.D <input type="checkbox"/> EXEC.DT <input type="checkbox"/> その他(FASPB,COBOLなど)		
データファイル	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 一時ファイルのデータ <input type="checkbox"/> 永久ファイルのデータ <input checked="" type="checkbox"/> 磁気テープのデータ(磁気テープ欄に記入のこと)		

-----切り取り線-----

磁気テープ	ボリューム通番	File name	プロテクトリング
	1344	J2585.FLXFCA	<input checked="" type="radio"/> 書込可 <input type="radio"/> 書込不可
1205	J2585.LTFR701	" " "	
		" "	
		" "	
		" "	
特別の指示			
\$ 16	L 166	申込月日	7月 12日 時
氏名	長谷川 明	TEL	916

東海 A 2 0

日本原子力研究所

常磐納

2. X P R T C 積分Data 計算コード・システム

2.1 はじめに

1969年10月にJAERI-FAST SETの一応の完成をみて以来、我々の作成した群定数がどの程度、炉型に対して応用でき、どのような問題点が含まれているか明らかにするために、高速炉臨界実験装置によつて得られた各種の integral 実験結果との比較を行う必要があつた。

当時、Davey らはすでに FNDF/B Phase II の cross section test として、それまで各国各機関でなされてきた、高速炉臨界集合体による各実験結果の中から Pu 系、U 系、大きい体系、小さい体系 等とりまぜて、10 体系を選び Benchmark test としての方針を打ち出していた。

我々も、作成した JAERI-FAST SET の適用性をしらべるために、Davey らによる Benchmark test を行うことになつた。その際に、比較すべき積分量を cross section との関係において smooth に比較できるようなコード・システムを確立する必要があつた。

比較すべき積分量としては、 k_{eff} , material worth, Perturbation Cross section, spectral indices, effective delayed neutron parameter, worth distribution, reaction distribution

等であり、 k_{eff} は1次元拡散コード EXPANDA-70 により、又 material worth (reactivity coefficient) 及び worth distribution は、EXPANDA-70 と1次摂動計算コード SPD2を70群に拡張して link した EXPANDA-70D が使用された。残る spectral indices (Reaction Rate の比), central perturbation cross section, fission distribution の計算、EXPANDA-70D から出力された ϕ (real flux), ϕ^* (adjoint flux) の plot (spectrumの plot) 等を、我々の作成した群定数との関係においてとらえるようなコード・システム X P R T C を開発した。JAERI-FAST SET SYSTEM の cross section 全てについて、一連の Production Run も終了し、それについての報告書もでたのでここにコードとして報告する。

なお、effective delayed neutron parameter については、現在 KPARAM-70 code が準備されている。

2.2 計算コードの概要

我々の開発した積分諸量計算コード・システム X P R T C の Block Diagram を Fig. 2.2-1 に示す。

2.2.1 ライブライバー tape LTX 及び ϕ , ϕ^* の input tape LTFLUXについて
X P R T C を用いて計算を行うには、input tape として次の 2 本の tape(disk) を必要とする。

1) L TX

Material 順に編集された JAERI-FAST SET の infinite dilution

cross section の Library-Tape (以下これを LTX と称する。)

(EXPANDA-70D 用の標準の 70 群 JAERI-FAST

ライブラリー Tape LTFR 701 (File Label. J2585・LTFR 701, Vol 通番 001205, 原研計算センター登録) については, LTX 70 (File Label J2585, LTX 70, Vol 通番 001208) として, ライブラリーは用意されているが, これ以外の群数の異なる tape, もしくは断面積の一部を修正した LIBRARY-TAPE を使用しているような場合には, あらためて LTX tape を EXPANDA-70D 用ライブラリー Tape から作成する必要がある。作成法は Appendix 2.1 を参照のこと。)

(EXPANDA-70D で 25 群計算を行つた場合, 25 群 LIBRARY J1057.

LTFR43, Vol(000141) に対応する LTX は J2585, LTX 141, Vol(000662) に用意されている。その他の LIBRARY TAPE については, 各自準備する必要がある。)

ii) LTFLUX

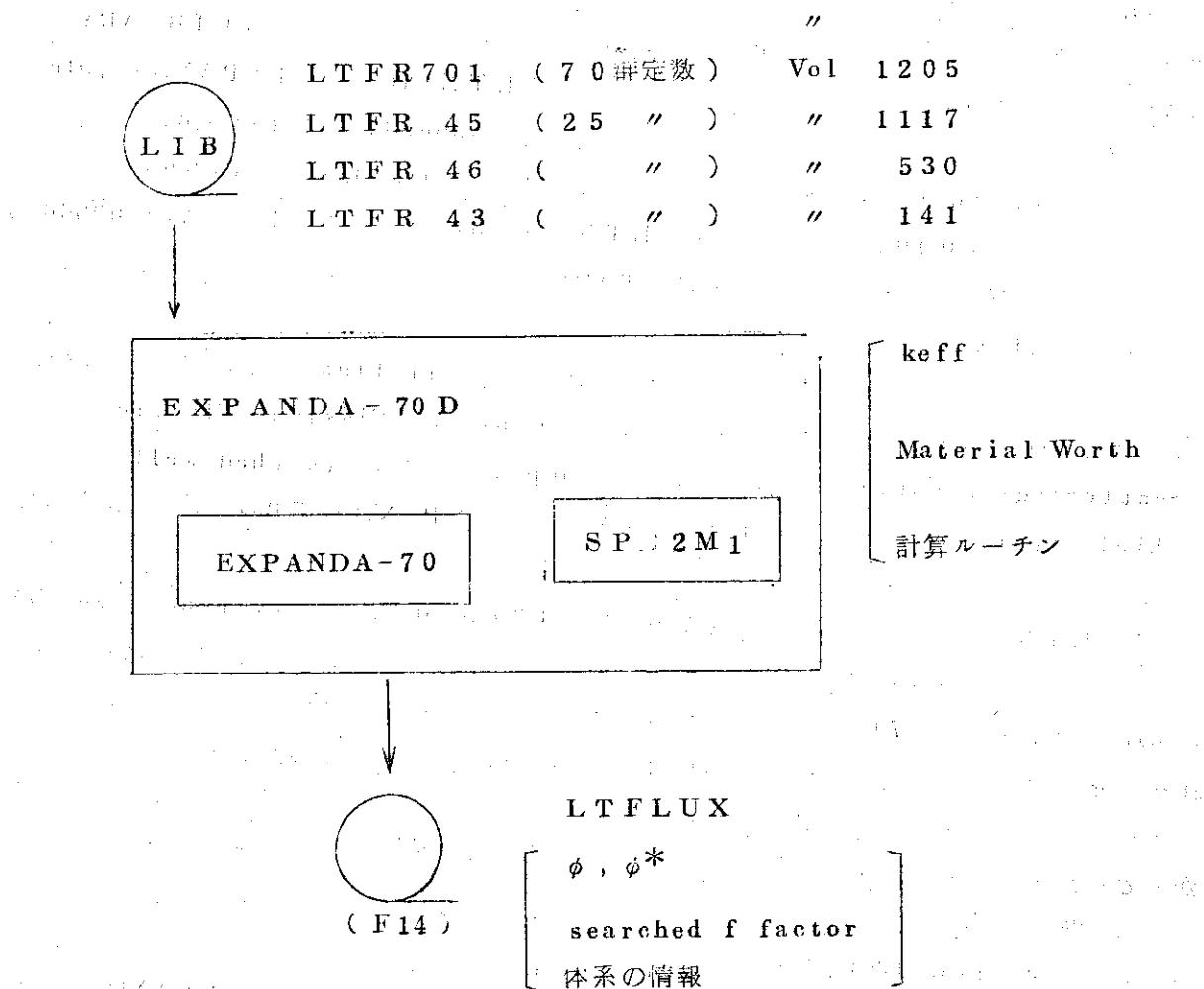
計算する体系についての ϕ , ϕ^* (real flux, adjoint flux) 及び体系内に存在している各 Material の各 reaction (Total, Capture, Fission, Elastic Scattering, Elastic Removal) の各 group についての searched self shielding factor の入つた tape(DISK) を EXPANDA-70D から作成する必要がある。

i) の LTX は標準のライブラリー (70 群定数 LTFR701 に対応する tape) は作成済みであるが, ii) の LTFLUX は各 user が計算する体系について作成しなくてはならない。CODE EXPANDA-70D にて, 臨界計算もしくは一次擾動計算を行い, その際に作成される logical unit 14 の tape (DISK) を各自 keep しておく必要がある。

EXPANDA-70D は, EXPANDA-70 としての臨界計算のみ行うことも可能であるが, その際, 続けて数 case の計算を行う場合でも, ϕ , ϕ^* , f-factor は tape 上に順次 ケース 順に書き込まれていく。従つて何ケース続けて計算してもかまわない。X P R T C の方も, 作成した Tape LTFLUX に入つているケース全てについても計算できるし, 又その中の一部のケースのみ計算することもできるようなシステムを探つている。EXPANDA-70D で擾動計算を行う場合には, EXPANDA-70D での臨界計算 (Reference system の case, 1 回目) のみの ϕ , ϕ^* , f-factor が tape に 残るだけである。Perturbation 計算用に micro cross section をいくらつくつても, それらは tape 上には書き込まれない。

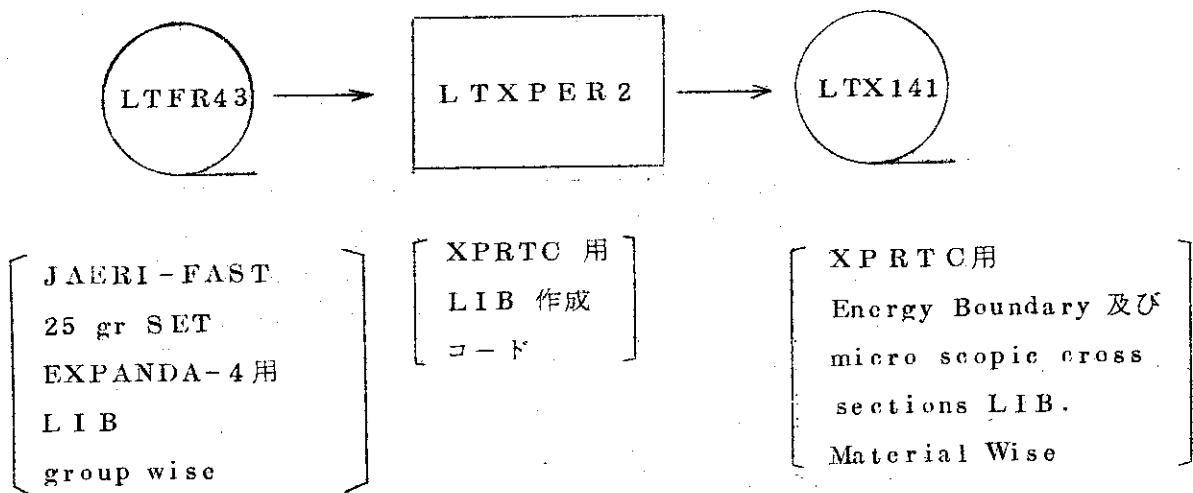
Fig. 2.2.1 XPRTC BLOCK DIAGRAM

(i) L T F L U X の作成



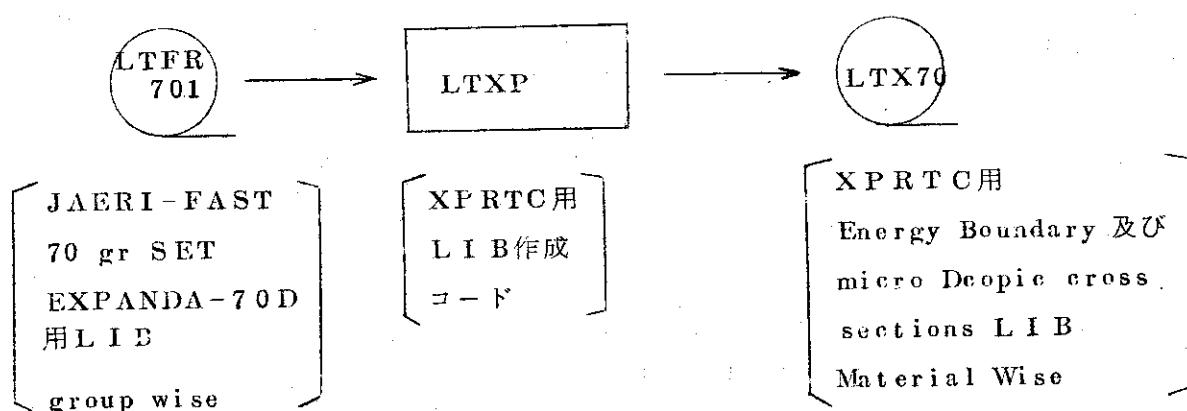
(ii) LTX の作成

- LTFR4 を通して作成された Tape^{*} の場合



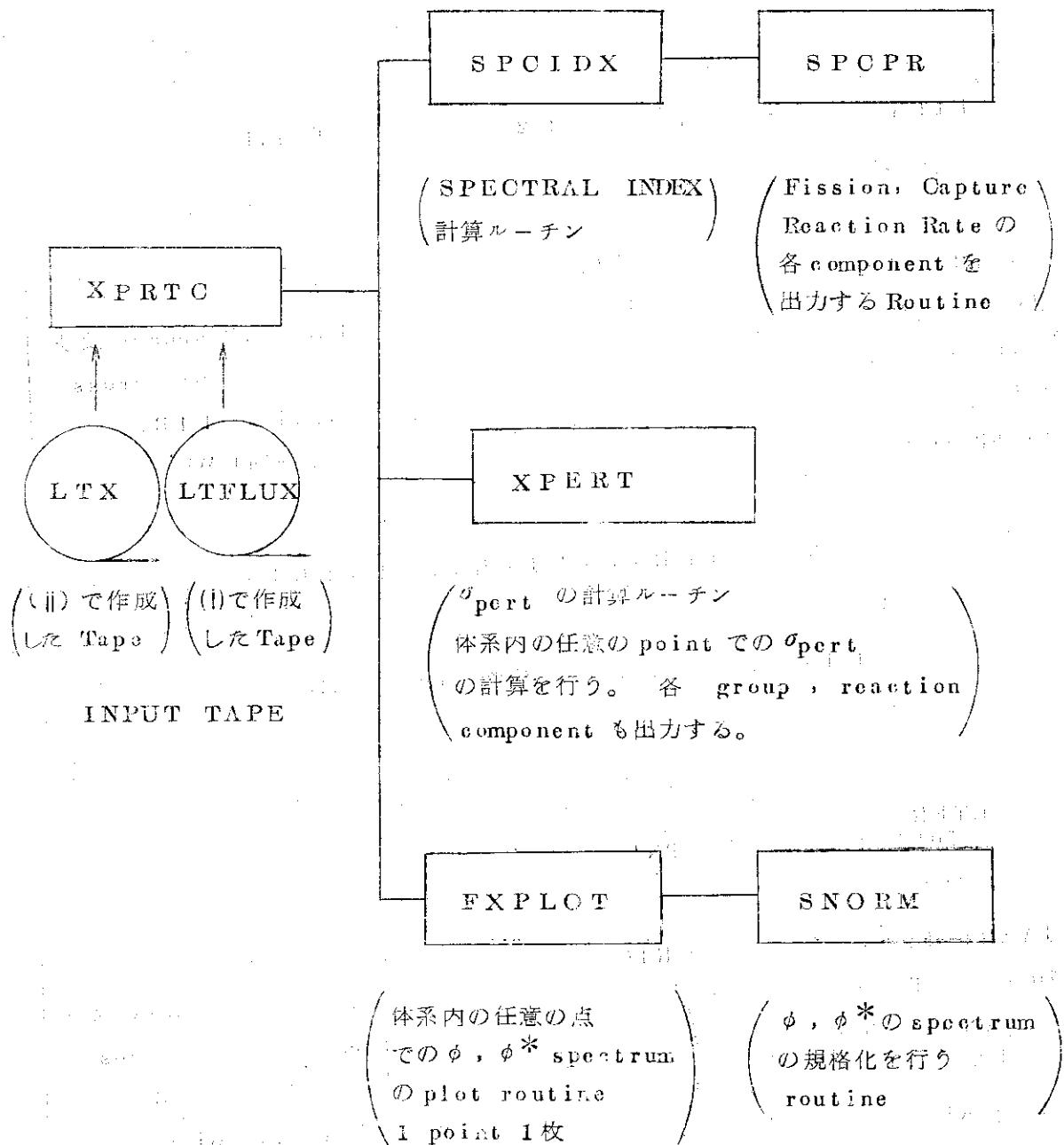
*。 LTFR4 3 , LTFR4 5 , LTFR4 6

- LTFR70 を通して作成された Tape⁺ の場合



+ 。 LTFR701 ,

(III) X P R T C 主要 SUBROUTINE の構成



2.3 X P R T C の開発目標

- 積分 data 計算コードシステム X P R T C の開発にあたつては、次のような点に留意した。
- 容易に cross section についての問題点を明らかにできるような Out put 形式とする。
使用定数は JAERI-FAST SET 70, 25, 70 群以下任意群 set で、各 reaction, 各 group からの寄与が容易にわかるような形式)
 - EXPANDA-70D の out put を最大限利用する。
(ϕ , ϕ^* , searched f factor, keff, 体系の情報等)
 - 計算する量 (1) spectral indices (2) σ_{pert} (3) ϕ , ϕ^* の plot は、それぞれ独立に行なえ、全てを行うことも、(1), (2), (3)のいずれかのみ行うことも skip option により可能であること。
 - input 作業の能率化を計り、簡単にまちがいの少ない形式とする。
 - σ_{pert} , spectral indices の計算において、micro cross section として、 infinite dilution cross section, effective cross section のいずれをとることも可能であることをとした。もちろん effective cross section をとつた場合、体系に入つていない物質については infinite dilution cross section が使われる。
 - spectral indices, σ_{pert} といつた各積分量、又 ϕ , ϕ^* の spectrum の比較は、中心点のみではなく、体系内の任意の点における値が比較できるようにした。この場合、 point の番号付けは EXPANDA-70D とは異つて、中心点を 1 とする。(EXPANDA-70D では中心点が 0)、従つて、EXPANDA-70D の interface point NO+1 が X P R T C 内での point number となる。
 - spectral indices としては、各 Material の Fission (断面積が存在するもののみ) と Capture cross section の任意の組合せについて行うことができ、比の形で out put される。

2.4 主要サブルーチンの計算内容と特徴

2.4.1 SPCIDX (SPECTRAL INDEX)

spectral Indices を計算する Routine で、input に従つて、計算する必要のある核種についての、fission or capture reaction rate を subroutine SPCPR で計算する。すなわち、input で指定した核種と reaction (Fission or Capture) について、self - shielding の option、体系内のどの点での ϕ を使うかによって (input 指定) 下式に従つて計算される。

$${}^m \sigma_{eff}^i_x = {}^m f_x^i \cdot {}^m \sigma_{\infty x}^i \quad (ISHILD=1) \quad (2-3-1)$$

$$= 1 \cdot {}^m \sigma_{\infty x}^i \quad (ISHILD \neq 1) \quad (2-3-2)$$

$${}^m R.R_x = \sum_{i=1}^{IMAX} {}^m \sigma_{eff}^i_x \cdot \phi_p^i \quad (p=NFGROUP) \quad (2-3-3)$$

where

suffix	i	group number
	m	material i.d.
	x	reaction i.d.
	p	point number(interface point number)
symbol	σ_{eff}	effective cross section
	σ_{∞}	infinite dilution cross section
	f	self- or mutual shielding factor
	R.R	reaction rate

この際、計算する Material の各反応について(fission or capture)、計算する point での percent flux, reaction rate への各 group からの percent contribution が table の形で出力される。

reaction rate の percent contribution が出されるため、sensitive な energy region についての情報が与えられるため、cross section の問題点解明にはかなり役立つものと考えられる。

SPCIDX に制御が戻つてから、Spectral index(Reaction Rate の比)が計算される。すなわち

$$\text{SPECTRAL INDEX} = \frac{{}^m R \cdot R_x}{{}^{m'} R \cdot R_{x'}} \quad (2-3-4)$$

2.4.2 XPERT (Perturbation Cross section)

Greebler の提案による perturbation cross section が次式に従つて計算される。その際、各 group からの contribution を見るために SPCIDX と同様に、各 reaction の各 group からの component も print out される。すなわち、 $\nu\sigma_f$, σ_a , σ_{er} (elastic scattering), σ_{inel} (inelastic scattering) の各 reaction についてのその component が table の形で print される。又、計算に当つての ϕ , ϕ^* としては、SPCIDX の場合と同様に CORE, BLANKET をとわず、体系内の任意の point の ϕ , ϕ^* をとることが可能となつている。⁺(体系内の point NO は中心点を 1 と数える考え方で、EXPANDA-4 とは異つている。)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{pert}} = & \left(\frac{1}{k} \cdot \sum_i \nu_i \sigma_{f,i} \phi_i \sum_j \chi_j \phi_j^* - \sum_i \sigma_{a,i} \phi_i \phi_i^* \right. \\ & + \sum_i \phi_i \left[\sum_j \sigma_{er}^{i \rightarrow j} (\phi_j^* - \phi_i^*) \right] + \sum_i \phi_i \left[\sum_j \sigma_{inel}^{i \rightarrow j} (\phi_j^* - \phi_i^*) \right] \Big) / \\ & \left(\sum_i \phi_i \phi_i^* \right) \end{aligned} \quad (2-3-5)$$

(注) + Perturbation cross section は中心以外では意味がない。

where

ϕ_i	real flux
ϕ_i^*	adjoint flux
χ_i	fission source (spectrum)
$\nu_i \sigma_{fi}$	microscopic fission source
σ_{ai}	microscopic absorption cross section
$\sigma_{er}^{i \rightarrow j}$	microscopic elastic scattering cross section
$\sigma_{in}^{i \rightarrow j}$	microscopic inelastic scattering cross section
k	effective multiplication factor
i	energy group I.D. (dummy suffix)
j	" (" ")
	$1 \leq i \leq 70$
	$1 \leq j \leq 70$

以下の式で定義される各 component が output される。

$$\sigma_{pert}^i(\nu \sigma_f) \equiv \left(\frac{1}{k} \cdot \nu_i \sigma_{fi} \phi_i \sum_j \chi_j \phi_j^* \right) / I \quad (2-3-6)$$

$$\sigma_{pert}^i(\sigma_a) \equiv (\sigma_{ai} \phi_i \phi_i^*) / I \quad (2-3-7)$$

$$\sigma_{pert}^i(\sigma_{er}) \equiv \phi_i \left[\sum_j \sigma_{er}^{i \rightarrow j} (\phi_j^* - \phi_i^*) \right] / I \quad (2-3-8)$$

$$\sigma_{pert}^i(\sigma_{in}) \equiv \phi_i \left[\sum_j \sigma_{in}^{i \rightarrow j} (\phi_j^* - \phi_i^*) \right] / I \quad (2-3-9)$$

$$I \equiv \sum_i \phi_i \phi_i^* \quad (2-3-10)$$

$$\text{group sum} \equiv \sigma_{pert}^i(\nu \sigma_f) + \sigma_{pert}^i(\sigma_a) + \sigma_{pert}^i(\sigma_{er}) + \sigma_{pert}^i(\sigma_{in}) \quad (2-3-11)$$

$$\text{reaction sum} \equiv \sum_i \sigma_{pert}^i(x) \quad (2-3-12)$$

$$x : \nu \sigma_f, \sigma_a, \sigma_{er}, \sigma_{in}$$

上式の σ_f , σ_a , σ_{er} , σ_{inel} としては, infinite dilution cross section, 体系で σ_0 を search して求めた effective cross section のいずれをつかうことも option で可能である。((2-3-1), (2-3-2) 式に従う。) 但し, 計算しようとする領域に存在しない material について計算する場合には cross section は σ_{eff} の option (ISHILD=1) をとつても σ_∞ (infinite dilution cross section) がとられる。

2.4.3 EXPLOT (FLUX PLOT)

CORE, BLANKET をとわず、体系内の任意の点での ϕ , ϕ^* のスペクトルを graphic plotter により出力する routine である。 ϕ (real flux), ϕ^* (adjoint flux) が energy に対してえがかれれる。 real flux は step 状の実線でえがかれ、 adjoint flux は step 状の破線でえがかれれる。 graph の title は input により自由な title がかかる。

ϕ , ϕ^* を plot するに際しては、いくつかの normalization が option の指定により可能となつてゐる。たとえば、全体を 1 にて normalize, 最大値を 1 にて normalize, real flux (ϕ) の最大値を持つ群の adjoint flux (ϕ^*) を 1 にて normalize したりすることができる。(くわしくは、3 の入力形式の項参照のこと。)

graph 化に際しては、energy は単位は (eV) で、各群の energy boundary は LIBRARY TAPE LTX から input される。 ϕ (real flux) は log scale がとられ、 ϕ が最大の値から比にして 10^{-6} (MIN/MAX) 程度までが plot され、それより小さい値を持つ群の plot は無視される。これは、(比にして) 10^{-7} より小さいものは、それ程実用上意味を持たず、影響も小さいと考えたからである。又 ϕ^* (adjoint flux) は linear scale がとられて、 plot が無視されることはない。

2.5 XPRTC の入力形式

1) JOB CONTROL CARD と DATA DECK の SET UP

以下 \$ 記号のある CARD は 1 column から PUNCH

```
$ NO*
  (TIME)*
  (SYSOUT)*
$ GJOB*
$ EXEC.D XPRTC
$ PLOT*
$ TAPE F08,J2585.LTX70,OLD,001208
$ TAPE F04,Jxxxxx,Axxxxx,OLD,NNNNNN
$ DATA*
  [DATA PACK] を参照のこと
$ JEND*
```

*印のある CARD は計算ヒンターで作成済のものを使用。

○ TIME は 1 体系全核種について、flux は中心点のみ、flux plot まで入れて

CORE TIME 200 sec 位 (C.P.U. ≈ 30 sec)

○ SYSOUT は 1 ケース 100 page 位入れておけばよい。

○ \$ PLOT CARD は、flux の plotter output があるときには必ずいる。この

カードがないと、XY OPEN ERROR で、plotter tape の open ができないなり、JOB 打ち切りとなる。

- F 0 8 の TAPE は LIBRARY (LTX70 の標準 LIB)
- F 0 4 の TAPE は各 user が Reserve したもので EXPANDA-70D により作成した LTFLUX Tape である。

J XXXX . AAAAAAA, NEW, NNNNNN

under line 部分に必要な番号、File Name を記入する。

- EXEC.D の代りに EXEC.T で使用する場合は

\$ EXEC.T XPRTC, J2585. XPRTC, 001228

- 25 群計算の場合 J1057.LTFR43, (000141) に対応する LTX141 を使用する場合は、

\$ TAPE F08, J2585. LTX141, OLD, 000662

ii) DATA PACK の内容とその構成

1 ID, TITLE (I6, 4A4)

◦ ID [I6] IDENTIFICATION NUMBER

= 0 φ, φ* の tape LTFLUX 内の記録が 1 ケース分 SKIP する。
(LTFLUX に 2 ケース以上の φ, φ* 等が残されている場合、あるケースについては計算を skip させたい場合があるわけでその場合に使う option である。 ID = 0 を引き渡すと、ある特殊な File Mark の部分まで自動的に skip するようになっている。従つてこの CARD の次には、又 # 1 カードが来ることになる。)

= 999 計算を打ち切る場合

(最後に # 1 で ID = 999 を引き渡すこと)

≠ 0, 999 I. D NUMBER として PRINT されるだけ。

(このケースについて以下の計算を行う) # 2 を参照

◦ TITLE [4A4] Atyp e で任意の title.

2 IXP, ISP, IFX (3I2)

◦ IXP [I2] XPERT の CALL OPTION

≠ 0 SUB XPERT で σ_{pert} の計算を行う
(# 100 番台のカードが必要)

= 0 σ_{pert} は計算しないで skip
(# 100 番台のカードは不要)

◦ ISP [I2] SPCIDX の CALL OPTION

≠ 0 SUB. SPCIDX を CALL して SPECTRAL INDICES の計算を行う。 (# 200 番台のカードが必要)

= 0 上記計算を skip
(# 200 番台のカードは不要)

◦ IFX [I2] EXPLOTのCALL OPTION

$\neq 0$ SUB.FXPLOT を CALL して ϕ^* , ϕ^* spectrum を plot する。

(# 300 番台のカードが必要)

= 0 上記計算を skip する。

(# 300 台のカードは不要)

DATA PACK の構成

# 1				
# 2				
{				
# 101				
}				
# 201				
}				
# 301				
}				
# 1				
# 2				
{				
# 1000				
}				
:				
:				
# 1 (ID=999) で終わる。				

A) SUB.XPERT INPUT 形式

101 IOPT, NCAL (212)

◦ IOPT [I2]

= 0 : LIBRARY TAPE LTXに入っている全核種についての σ_{pert} を計算する。

$\neq 0$: 次に# 102 カードで input する核種についてのみ σ_{pert} を計算して出す。

◦ NCAL [I2]

≤ 20 IOPT=0 なら input の必要なし

> 20 # 102 カードで与える計算する必要のある核種の個数

102 (NCODE(I), I=1, NCAL) (1216)

◦ NCODE(I) : σ_{pert} を計算する必要のある核種のコード NO で, EXPANDA-70D と同一形式 (see Appendix 2.3)

(注) IOPT=0 なら# 102 カードは不要

103 I CONT, INDG, I SHILD (316)

◦ I CONT [16]

- = 0 このケース(体系について)での SUBROUTINE XPERT で計算する最後のケース(SUB XPERT について)のとき。
 ≠ 0 次に又別の point での計算を行つたり, shielding の影響をみたりしたいとき。即わち, 次にも現在計算している体系について SUB. XPERT をつかつての計算がある場合。

◦ INDG [16]

計算につから flux の空間メッシュ point の指定。
 体系内のどの点での σ_{pert} を出すかということ。

(注) EXPANDA-70D, EXPANDA-4 と違つて, 中心点が 1 に順序づけられており (EXPANDA-70D, EXPANDA-4 は 0), EXPANDA-70D での interface point number IC + 1 加算したものを input する必要がある。

ex. EXPANDA-70D で中心点 0 は本コードでは 1

" 10 11

EXPANDA-70D は, 0~80 点まで空間メッシュ

XPRTC は, 1~81 点までの空間メッシュとなつている。

◦ I SHILD

- = 0 self or mutual shielding の効果を無視し全て infinite dilution cross section で計算を行う。
 ≠ 0 $\sigma_{eff} = \sigma_\infty * f$ として, self or mutual shielding の効果を取り入れた effective cross section について計算を行う。但, 計算を行つている region IC, 体系要素としてその物質が入つていない場合には $\sigma_{eff} = \sigma_\infty \cdot 1$ がとられる。

103 CARD は I CONT=0 のカードがあらわれるまで続ける。

従つて # 100 番台のカード構成は

101

102 (IOPT ≠ 0 のときのみ必要)

103 (I CONT ≠ 0)

⋮

103 (I CONT = 0)

となる。

B) SUB. SPCIDX の INPUT 形式

201 NCAL (I6)

。 NCAL [I6]

計算したい spectral index の個数

ここで index とは任意の核種の σ_f , σ_c の reaction rate の比をさす。

例

$$\underline{\sigma_f(U-5)} / \underline{\sigma_f(U-8)}$$

$$\underline{\sigma_c(U-5)} / \underline{\sigma_f(U-5)}$$

$$\underline{\sigma_c(U-8)} / \underline{\sigma_c(Na)} \quad \text{etc}$$

under line を引いたものが 1 つの spectral index.

202 (NCODE(I), NA(I), I=1, NCAL*2)(I2(I4, A1, IX))

。 NCODE(I) [I4] Reaction Rate を計算する核種のコード NO.
(コード NO. については Appendix 2.3 参照のこと。)

。 NA(I) [A1] Reaction の識別記号

= F fission cross section

= G Capture cross section

(n, γ) が主体のため Gとした。たとえば、今 $\sigma_f(U-8) / \sigma_f(U-5)$, $\sigma_c(U-5) / \sigma_f(Pu-9)$ の 2 つの spectral index を計算したいとするとき、次のような CARD INPUT をつければよい。

9	2	8	F	/	9	2	5	F	,	9	2	5	G	/	9	4	9	F	,
I 4			A1, 1X,	I 4			A1, 1X,	I 4					A1, 1X,	I 4			A1, 1X,		

のように 1 X の変換を利用して / or, を入れて計算する spectral index をわかりやすくすることができる。925F といったものが多回でできても内部での計算は 1 回きりされないようになっている。

203 ICONT, INDG, ISHILD (316)

(# 103 と同じ形式と内容)

。 ICONT [I6]

= 0 SUB. SPCIDX で計算する最後のケースのみ。

※ 0 # 203 カードがさらに続く

空間 point をえたむ, ϕ^* を使用したり, shielding effect をとり入れたり, 条件をかえての計算が続くとき。

• I NDG [I 6]

計算につかう point flux , ϕ , ϕ^* の指定。

体系内のどの点での spectral index を出すかということ。

EXPANDA-4 の interface point number に 1 加えたものが、
ここでの番号付けとなる。

• I SHILD

= 0 mutual or self shielding effect を考慮しないで cross section は infinite dilution cross section を使う。

≠ 0 self or mutual shielding を考慮した effective cross section を使う。

但し、計算する region 内にない物質については、 infinite dilution cross section がとられる。

従つて # 200 番台のカードの構成は、

```
# 201
# 202
# 203  ICONT ≠ 0
# 203  ICONT = 0
```

となる。

C) SUB. FXPLOT の INPUT 形式

301 ICNT, JNDG, NORMR, NORMA, TITLE

(4 I 2 , 12X , 12A4)

• ICNT [I 2]

= 0 現在計算している体系で SUB. FXPLOT を使う最後のケースのみ

≠ 0 # 301 カードがさらに続く
(別な点 (体系内の) の ϕ , ϕ^* を plot したいような場合)

• I NDG [I 2]

plot したい体系内の点 (空間メッシュ point) の番号

EXPANDA-70D の interface point number の番号付けとは異り、中心点が 1 に順序づけられている。 (EXPANDA-70D では、 0 ~ 80 まで、 XPRTC は 1 ~ 81 までで 1だけずれている。)

• NO RMR [I 2]

REAL FLUX (ϕ) に対する規格化の option

• NORMA [I 2]

ADJOINT FLUX (ϕ^*) に対する規格化の option

NORMR, NORMA とも以下に述べるような NN を引き渡すことによりそれに

対応する Normalization が採られる。

NN

- (i) = 99 Tape 内に入っている ϕ_i , (ϕ_i^*) がそのままのスケールでかかる。 (Normalization は skip)
- (ii) = 0 $\sum \phi_i$, ($\sum \phi_i^*$) = 1 と normalizeされる。 (SUM = 1.0)
- (iii) = 1 ϕ_i (ϕ_i^*) の Maximum が searchされ, その maximum ϕ_i (ϕ_i^*) が 1 で normalizeされる。
- (iv) ≈ 99, ≈ 0, ≈ 1, ≈ 90 のとき NN = 10 群の ϕ_i (ϕ_i^*) の値を 1.0 で normalizeする。
- (v) = 90 この option は NORMA についてのみ有効である。
Adjoint の normalization のときのみに使用するもので, ϕ_i (real flux) が最大の値を持つ群の ϕ_i^* を 1.0 で normalizeする option である。 NORMR にこの NN=90 という値を引き渡してはならない。

• TITLE [12A4]

グラフの表題で, 48 文字までの任意の title が入れられる。(IBM 48 文字コードの任意の文字列が使用可能。それ以外の文字が引き渡されると XY REF CHAR NOT ENTRY の message がでて, blank が plotされる。)

従つて #300 番台のカード構成は

```
[#301 ICONT=0
  :
#301 ICONT=0]
```

#301 カードが1枚以上, 最後は ICONT = 0 の input で終わる。

2.6 出力形式

次の諸量が出力される。

- 体系の PRINT OUT
 - searched self shielding factor の PRINT OUT
 - input ϕ , ϕ^* の print out
 - σ_{pert} , 各核種の σ_{pert} , group, reaction component の table
 - Spectral index.
- Spectral indices を計算するのに必要な各核種の reaction rate の group contribution の table. Spectral indices.
- ϕ , ϕ^* の任意の点での spectrum の graphic plottter hard copy output

がそれぞれ input option の選択によって出力される。

2.7 EXAMPLE

以下に示す EXAMPLE は FCA-V-II 炉心の解析の際に使用したものであり, Fig. 2-7-1 ~ job control card list, input data list, Fig. 2-7-3 ~ output list の一部を示す。

Fig. 2-7-1 An example of job control card and input data list for XPRTC

*****1.....*....2.....*....3.....*....4.....*....5.....*....6.....*....7.....*....8

*NO L165.

/

T.4/TIME 3C
W.3/PAGE 24C

*JOB 7102585, HASEGAWA,A,431.01

*EXEC.D XPRTC

*TAPE F08,J2585,LTX70,CLD,0012C8

*TAPE F04,J2585,FLXFCA,OLD,001344

*PLOT

*DATA

801 FCA V-2

1 1 1

1 1 1

8 949F/ 925F, 928F/ 925F, 928G/ 925F, 940F/ 925F, 924F/ 925F, 11G/ 925F, 9

105G/ 925F, 25G/ 925F,

1 1 1

1 19999 801 FCA V-2 AT CCRE CENTER (P-1)

1119999 801 FCA V-2 (P-11)

1219999 801 FCA V-2 (P-21)

1319999 801 FCA V-2 (P-31)

1419999 801 FCA V-2 (P-41)

1519999 801 FCA V-2 (P-51)

1619999 801 FCA V-2 (P-61)

1689999 801 FCA V-2 (P-68)

*JEND

Fig. 2-7-2

作業連絡票（プロッター）

\$ 16	L 165	申込月日	7月12日 時
予想時間	3 分	所 属	核設計 TEL 916
コア領域	64 K 語	氏 名	長谷川 明
出力ページ	100 ページ	研究テーマ番号	431
プログラム形式	<input type="checkbox"/> FORTRANカード	<input type="checkbox"/> R・Bカード	
	<input type="checkbox"/> 一時ファイルのR・B	<input type="checkbox"/> 永久ファイルのR・B	
	<input checked="" type="checkbox"/> EXEC・D	<input type="checkbox"/> EXEC・DT	
	<input type="checkbox"/> その他(FASPB, COBOLなど)		
データファイル	<input checked="" type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	
	<input type="checkbox"/> 一時ファイルのデータ		
	<input type="checkbox"/> 永久ファイルのデータ		
	<input checked="" type="checkbox"/> 磁気テープのデータ(磁気テープ欄に記入のこと)		

-----切り取り線-----

磁気テープ	ボリューム通番	File name	プロテクトリング
	1344	J 2585.FLXFCA	書込可 <input checked="" type="radio"/> 書込不可 <input type="radio"/>
	1208	J 2585.LTX70	" " <input type="radio"/>
			" " <input type="radio"/>
			" " <input type="radio"/>
			" " <input type="radio"/>
特別の指示			
\$ 16	L 165	申込月日	7月12日 時
氏名	長谷川 明	TEL	

Fig. 2-7-3 Output list example for XPRTC

```
* XPERT *      PERTURBATION CROSS SECTION CALCULATION ROUTINE

IOPT = 0
CALCULATION WILL BE DONE FOR ALL NUCLEUS IN THE INPUT LIBRARY TAPE
* !CONT * = 0   ( IF 0 THEN THIS PROB IS THE LAST CASE. )

* INDG *          FLUXFS USED AT POINT NO      1

* ISHILD * = 1   ( IF 0 THEN SELF SHIELDING EFFECT NOT CONSIDERED. )
```

JAERI-M 4953

MATERIAL CODE NO *** 925 ***

PERTURBATION CROSS SECTION = 2044.0107422 (MILI BARN)

GROUP	NU*SIGF	ABSORPTION	INELASTIC TRF	ELASTIC TRF	GROUP SUM
1	4.8368374	-1.6756611	-0.2901518	-0.0034556	2.8675689
2	12.8887942	-4.4008067	-0.6342783	-0.0185283	7.8351809
3	18.9717121	-6.2339693	-0.6037348	-0.0031517	12.1308563
4	31.9385009	-11.0314443	-0.8844353	0.0188332	20.0414543
5	53.5959406	-19.9189091	-2.2052597	-0.0087636	31.4630084
6	71.9661471	-27.4439964	-2.5287998	-0.0190701	41.9143209
7	112.4991322	-44.0554352	-3.3776885	-0.0623301	65.0036793
8	143.6519165	-56.7158184	-1.9248184	-0.1159954	84.8952847
9	124.6194115	-48.6543560	1.1076997	-0.0417600	77.0309944
10	190.4294115	-76.0568199	2.6408592	0.0191612	117.0326824
11	171.8176575	-71.1300259	2.2307126	0.1101687	103.0285130
12	192.9911690	-82.9022732	2.1553219	0.3489259	112.5931435
13	123.8753700	-55.8150587	0.1824682	-0.0237804	68.2189999
14	206.7895966	-94.3771038	0.6947190	0.0802058	113.1874180
15	205.180389	-95.7666798	0.8272218	0.258201	110.4991112
16	176.5290471	-85.0264225	0.1212373	0.0603367	91.6842384
17	219.2583304	-108.6011581	-0.0032075	-0.0200092	110.6339760
18	222.3999901	-113.1899967	-0.0364061	0.0630586	109.2366467
19	149.8188629	-77.7007084	-0.0628708	0.0488911	72.1041756
20	206.3579792	-110.3576088	-0.1177001	-0.1983672	95.6842537
21	223.3128357	-119.7394638	0.2306338	0.0726223	103.8766289
22	181.2534714	-98.6469879	0.0426101	-0.0147182	82.6343746
23	117.7271423	-64.8311481	-0.0011739	0.0147477	52.9095678
24	82.4270573	-45.6136182	0.0067636	-0.0268804	36.7931223
25	184.3451538	-101.974486	0.0095183	0.4788131	82.8594360
26	119.1058754	-67.0219631	0.0004349	0.1555148	52.2398119
27	99.2435150	-56.9436925	0.0	0.0653313	42.3649540
28	85.0301819	-49.5752048	0.0	0.0794602	35.5344372
29	53.2464752	-33.8171425	0.0	0.0400008	19.4693336
30	49.9835649	-32.4937954	0.0	0.0425644	17.5323639
31	42.1155148	-27.9812617	0.0	0.0296272	14.1638801
32	22.5527287	-15.5055025	0.0	0.0093397	1.0565659
33	5.0565535	-3.4525900	0.0	0.0003589	1.6043223
34	28.0191584	-19.2011147	0.0	0.0095226	8.8275664
35	38.3064775	-25.9800825	0.0	0.0081089	12.3345039
36	36.3150787	-25.7101622	0.0	-0.0020683	10.6028483
37	27.4611745	-19.1024942	0.0	0.0401475	8.3988278
38	17.4134679	-13.7013254	0.0	0.0011975	3.7133400
39	10.9549761	-9.7882111	0.0	0.010189	1.6767839
40	7.8067054	-6.4441156	0.0	-0.0003920	1.3622878
41	4.0624223	-3.5675802	0.0	0.0013127	0.4961548
42	2.1692158	-1.9317852	0.0	0.0018667	0.2592973
43	1.0194992	-0.9326129	0.0	-0.0010690	0.0858173
44	0.5725921	-0.4763417	0.0	-0.0006665	0.0955839
45	0.2304568	-0.1944961	0.0	-0.000286	0.0362321
46	0.0736401	-0.0714726	0.0	0.0001782	0.0023857
47	0.0362740	-0.0421649	0.0	-0.000057	-0.0058966
48	0.0117473	-0.0122333	0.0	0.0000092	-0.0004766
49	0.0073711	-0.0068181	0.0	-0.000098	0.0005233
50	0.0011642	-0.0006633	0.0	0.0000023	0.0005032
51	0.0005731	-0.0002083	0.0	0.000001	0.0000648
52	0.0001569	-0.0001181	0.0	-0.000001	0.0000387
53	0.0000916	-0.0000218	0.0	0.000000	0.0000098
54	0.0000065	-0.0000068	0.0	-0.000000	-0.0000003
55	0.0000012	-0.0000017	0.0	-0.000000	-0.0000005
56	0.0000006	-0.0000005	0.0	-0.000000	0.0000001
57	0.0000000	-0.0000000	0.0	0.000000	0.0000000
58	0.0000000	-0.0000000	0.0	0.000000	-0.0000000
59	0.0000000	-0.0000000	0.0	0.000000	-0.0000000
60	0.0000000	-0.0000000	0.0	-0.000000	0.0000000
61	0.0000000	-0.0000000	0.0	-0.000000	0.0000000
62	0.0000000	-0.0000000	0.0	-0.000000	0.0000000
63	0.0000000	-0.0000000	0.0	-0.000000	0.0000000
64	0.0000000	-0.0000000	0.0	0.000000	0.0000000
65	0.0000000	-0.0000000	0.0	0.000000	0.0000000
66	0.0000000	-0.0000000	0.0	0.000000	0.0000000
67	0.0000000	-0.0000000	0.0	-0.0000000	0.0000000
68	0.0000000	-0.0000000	0.0	0.0	0.0000000
69	0.0000000	-0.0000000	0.0	0.0	0.0000000
70	0.0000000	-0.0000000	0.0	0.0	0.0000000
REACTION SUM	4080.2387085	-2035.3151245	-2.4203244	1.5074862	2044.0107422

SPCIDX GENERAL INPUT

NCAL = R
****A/****A ****A/****A ****A/****A ****A/****A ****A/****A ****A/****A
949F/ 925F 928F/ 925F 928G/ 925F 940F/ 925F 924F/ 925F 11G/ 925F INPUT
105G/ 925F 25G/ 925F

SPCIDX * SPECTRAL INDICES CALCULATION ROUTINE *

* ICONT * = 0 (IF 0 THEN THIS PROB. IS THE LAST CASE.)

* NFGRP * SPECTRAL INDICES AT INTERFACE POINT NO *** 1

* ISHILD * = 1 (IF 0 THEN SELF SHIELDING EFFECT NOT CONSIDERED.)

ELEMENT ** 925F **

GROUP	FLUX	PERCENT	FLUX	CROS(INFI)	*F*S.SHIELD	EFF. CROS	FLX*CROSC	PERCENT	CONT
1	3.94455E-07	0.07219	1.80719E 00	1.00000	1.80719E 00	7.12854E-07	0.08035		
2	1.27276E-06	0.23291	1.61844E 00	1.00010	1.61860E 00	2.06009E-06	0.23219		
3	2.89453E-06	0.52970	1.12448E 00	1.00010	1.12459E 00	3.25517E-06	0.36689		
4	5.20366E-06	0.95227	1.11930E 00	1.00000	1.11930E 00	5.82445E-06	0.65648		
5	8.65948E-06	1.58469	1.18623E 00	1.00000	1.18623E 00	1.02721E-05	1.15778		
6	1.13319E-05	2.07374	1.25684E 00	1.00000	1.25684E 00	1.42424E-05	1.60527		
7	1.75288E-05	3.20777	1.30556E 00	1.00000	1.30556E 00	2.28849E-05	2.57938		
8	2.34238E-05	4.28655	1.27417E 00	1.00000	1.27417E 00	2.98458E-05	3.36396		
9	2.12771E-05	3.89372	1.23555E 00	1.00000	1.23555E 00	2.62890E-05	2.96306		
10	3.42167E-05	6.26167	1.19044E 00	1.00000	1.19044E 00	4.07330E-05	4.59105		
11	3.23695E-05	5.96022	1.13911E 00	1.00000	1.13911E 00	3.71002E-05	4.18160		
12	3.65173E-05	6.68267	1.14880E 00	1.00000	1.14880E 00	4.19511E-05	4.72835		
13	2.26010E-05	4.13599	1.19646E 00	1.00000	1.19646E 00	2.70412E-05	3.04785		
14	3.60166E-05	6.59104	1.25656E 00	1.00000	1.25656E 00	4.52570E-05	5.10097		
15	3.40657E-05	6.23403	1.32140E 00	1.00000	1.32140E 00	4.50144E-05	5.07363		
16	2.80828E-05	5.13915	1.38230E 00	1.00000	1.38230E 00	3.88188E-05	4.37531		
17	3.15206E-05	5.76828	1.53400E 00	0.99999	1.53399E 00	4.83496E-05	5.44954		
18	3.03899E-05	5.56136	1.61800E 00	1.00000	1.61800E 00	4.91709E-05	5.54210		
19	1.96644E-05	3.59858	1.68800E 00	1.00000	1.68800E 00	3.31935E-05	3.74127		
20	2.57815E-05	4.71801	1.77500E 00	1.00000	1.77500E 00	4.57621E-05	5.15789		
21	2.61486E-05	4.78520	1.89400E 00	1.00000	1.89400E 00	4.95255E-05	5.58207		
22	1.98520E-05	3.63292	2.02500E 00	1.00000	2.02500E 00	4.02004E-05	4.53102		
23	1.22193E-05	2.23613	2.13700E 00	1.00000	2.13700E 00	2.61126E-05	2.94318		
24	7.83717E-06	1.43420	2.33300E 00	1.00000	2.33300E 00	1.82841E-05	2.06082		
25	1.63524E-05	2.99250	2.50100E 00	0.99993	2.50083E 00	4.08946E-05	4.60927		
26	1.06505E-05	1.94905	2.48100E 00	1.00000	2.48100E 00	2.64239E-05	2.97827		
27	7.88689E-06	1.44330	2.79200E 00	0.99994	2.79184E 00	2.20190E-05	2.48178		
28	6.13437E-06	1.12259	3.07600E 00	0.99986	3.07557E 00	1.88667E-05	2.12649		
29	3.78969E-06	0.69351	3.12580E 00	0.99742	3.11774E 00	1.18153E-05	1.33171		
30	3.08056E-06	0.56374	3.61600E 00	0.99576	3.60066E 00	1.10920E-05	1.25020		
31	2.33663E-06	0.42760	4.05740E 00	0.98587	4.00005E 00	9.34666E-06	1.05347		
32	1.23119E-06	0.22531	4.08740E 00	0.99465	4.06554E 00	5.00546E-06	0.56417		
33	2.40899E-07	0.04408	4.67710E 00	0.99614	4.65902E 00	1.12235E-06	0.12650		
34	1.07879E-06	0.19742	5.83400E 00	0.98816	5.76531E 00	6.21957E-06	0.70101		
35	1.36303E-06	0.24893	6.39570E 00	0.97682	6.25134E 00	8.30369E-06	0.95846		
36	1.13696E-06	0.20806	7.31070E 00	0.96994	7.09095E 00	8.06215E-06	0.90869		
37	7.24629E-07	0.14261	8.84970E 00	0.95399	8.41390E 00	6.09696E-06	0.68719		
38	4.46342E-07	0.08168	8.92200E 00	0.97091	8.66248E 00	3.86643E-06	0.43579		
39	2.57635E-07	0.04715	9.96400E 00	0.94761	9.44495E 00	2.43257E-06	0.27418		
40	1.33880E-07	0.02450	1.33630E 01	0.96903	1.29492E 01	1.73364E-06	0.19540		
41	7.20272E-08	0.01318	1.33380E 01	0.93610	1.25257E 01	9.02193E-07	0.16169		
42	3.63842E-08	0.00666	1.47400E 01	0.92353	1.33635E 01	4.86220E-07	0.05480		
43	1.60431E-08	0.00294	1.56030E 01	0.90462	1.41142E 01	2.26444E-07	0.02552		
44	7.07808E-09	0.00130	2.14590E 01	0.83738	1.79694E 01	1.27189E-07	0.01434		
45	3.01969E-09	0.00095	1.96210E 01	0.86405	1.69536E 01	5.11945E-08	0.00577		
46	1.21516E-09	0.00022	1.48030E 01	0.90998	1.34704E 01	1.63687E-08	0.00184		
47	4.43528E-10	0.00008	2.00600E 01	0.90581	1.81706E 01	8.05915E-09	0.00091		
48	1.41760E-10	0.00003	2.09430E 01	0.87918	1.84126E 01	2.61018E-09	0.00029		
49	3.32930E-11	0.00001	5.68090E 01	0.86599	4.91963E 01	1.63789E-09	0.000018		
50	9.05615E-12	0.00000	2.90610F 01	0.98304	2.85682E 01	2.58718E-10	0.00003		
51	3.27798E-12	0.00000	5.31770F 01	0.73062	3.88521E 01	1.27356E-10	0.00001		
52	8.47562E-13	0.00000	4.15530E 01	0.99001	4.11378E 01	3.48668E-11	0.00000		
53	1.88392E-13	0.00000	6.76130F 01	0.55509	3.72520E 01	7.01796E-12	0.00000		
54	4.47051E-14	0.00000	3.45520E 01	0.93093	3.21655E 01	1.43796E-12	0.00000		
55	8.84332E-15	0.00000	4.38970F 01	0.67570	2.96614E 01	2.62305E-13	0.00000		
56	2.30316E-15	0.00000	9.81420F 01	0.59956	5.88418E 01	1.35522E-13	0.00000		
57	3.08659E-16	0.00000	2.92950E 01	0.65161	1.90888E 01	5.89193E-15	0.00000		
58	1.35531E-16	0.00000	9.22280E 00	1.09940	1.01396E 01	1.37423E-15	0.00000		
59	7.97642E-17	0.00000	9.80530F 00	0.65534	6.42577E 00	5.12547E-16	0.00000		
60	3.37868E-17	0.00000	3.06160E 01	0.98441	3.01388E 01	1.01829E-15	0.00000		
61	1.89473E-17	0.00000	1.07110F 01	1.03340	1.10687E 01	2.09723E-16	0.00000		
62	8.68981E-18	0.00000	1.43320E 01	0.97882	1.40285E 01	1.21905E-16	0.00000		
63	3.43139E-18	0.00000	1.73700F 01	0.93713	1.62780E 01	5.58559E-17	0.00000		
64	3.07416E-19	0.00000	7.34090E 01	0.92471	6.78819E 01	2.08680E-17	0.00000		
65	3.79146E-20	0.00000	5.23960F 01	1.04113	5.45511E 01	2.06828E-18	0.00000		
66	7.49459E-21	0.00000	5.82160F 01	0.95745	5.57387E 01	4.17739E-19	0.00000		
67	1.09113E-21	0.00000	7.66570F 01	0.94766	7.26445E 01	7.92647E-20	0.00000		
68	5.62183E-23	0.00000	1.14170F 02	1.00000	1.14170E 02	6.41844E-21	0.00000		
69	7.40940E-25	0.00000	1.84460F 02	1.00000	1.84460E 02	1.36674E-22	0.00000		
70	1.20101E-26	0.00000	1.99460F 02	1.00000	1.99460E 02	2.39254E-24	0.00000		

SUM 5.46448E-04

8.87225E-04

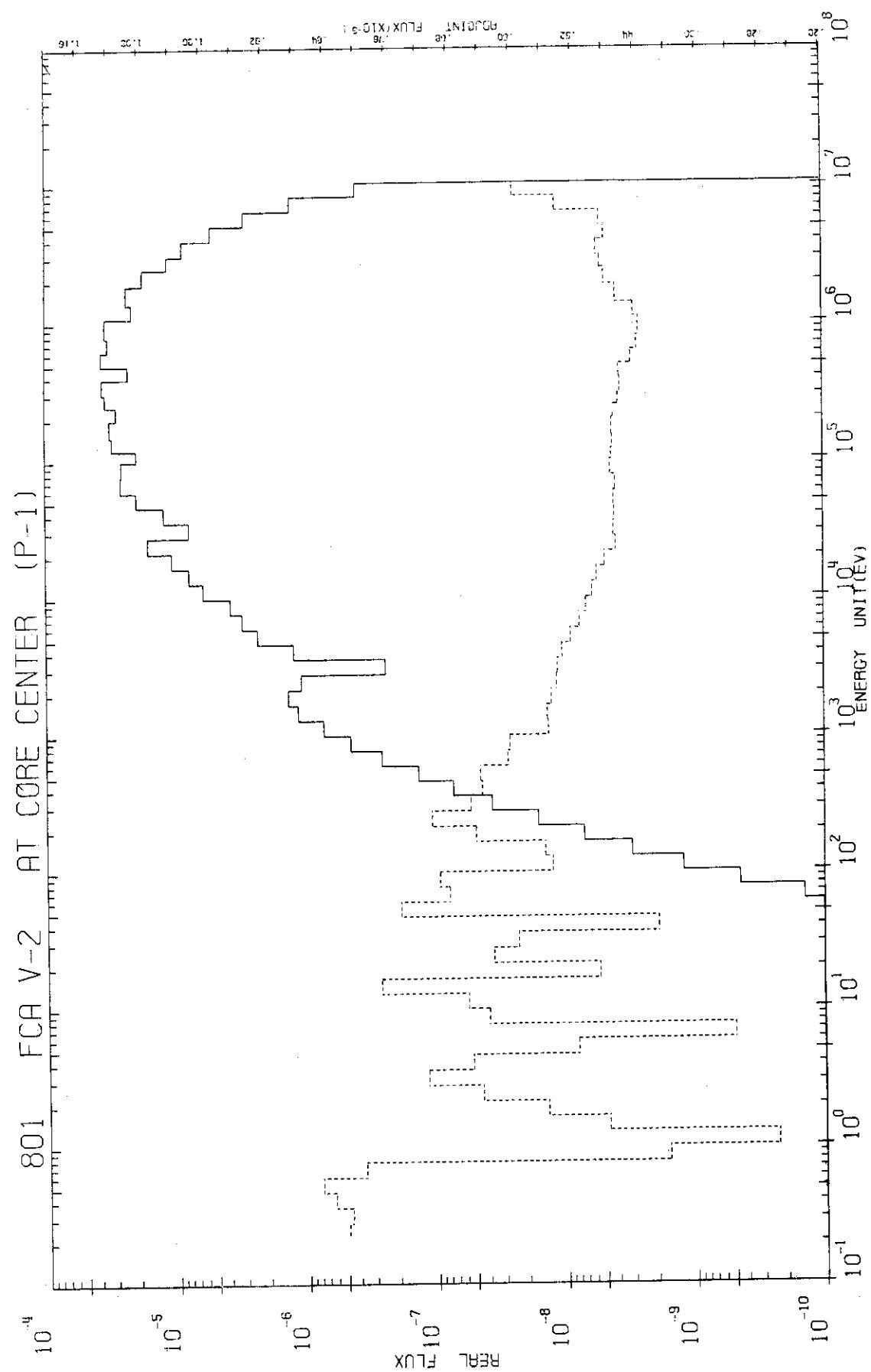
		CALCULATED	SPECTRAL INDICES	
I= 1	(949F	) / ( 925F	) SPECTRAL INDEX =	1.084138
I= 2	(928F	) / ( 925F	) SPECTRAL INDEX =	0.043092
I= 3	(928G	) / ( 925F	) SPECTRAL INDEX =	0.132799
I= 4	(940F	) / ( 925F	) SPECTRAL INDEX =	0.327318
I= 5	(924F	) / ( 925F	) SPECTRAL INDEX =	0.286605
I= 6	(11G	) / ( 925F	) SPECTRAL INDEX =	0.000809
I= 7	(105G	) / ( 925F	) SPECTRAL INDEX =	1.054081
I= 8	(25G	) / ( 925F	) SPECTRAL INDEX =	0.015829

* ICONT * = 0 (IF 0 THEN THIS PROB. IS THE LAST CASE.)

* NFGRP * SPECTRAL INDICES AT INTER--FACE POINT NO *** 1

* ISHILD * = 1 (IF 0 THEN SELF SHIELDING EFFECT NOT CONSIDERED.)

EXPLOT * FLUX PLOT ROUTINE
 ICONT INDG NORMR NORMA TITLE
 1 1 99 99 801 FCA V-2 AT CORE CENTER (P-1)
 ICONT INDG NORMR NORMA TITLE
 1 11 99 99 801 FCA V-2 (P-11)
 ICONT INDG NORMR NORMA TITLE
 1 21 99 99 801 FCA V-2 (P-21)
 ICONT INDG NORMR NORMA TITLE
 1 31 99 99 801 FCA V-2 (P-31)
 ICONT INDG NORMR NORMA TITLE
 1 41 99 99 801 FCA V-2 (P-41)
 ICONT INDG NORMR NORMA TITLE
 1 51 99 99 801 FCA V-2 (P-51)
 ICONT INDG NORMR NORMA TITLE
 1 61 99 99 801 FCA V-2 (P-61)
 ICONT INDG NORMR NORMA TITLE
 FT7222 1 68 * END OF FILE * READ 801 FCA V-2 (P-68)
 ERROR AT(156454)



3. おわりに

ここで報告した EXPANDA-70D, XPRTC 等により, 70群 JAERI-fast set を使用する高速炉一次元計算による核計算が, 構分量計算をも含めて, そのほとんどが計算可能となつた。残されている問題としては, 動特性パラメータ, burn-up 等の計算があるが, 動特性パラメータの 70群 set による計算は, KPARAM-70 が開発されている。これについては, 後に公刊する予定である。又 burn-up 計算については, 今のところ燃焼方程式を 70群で解く必要はないと考えている。

現在, EXPANDA-70Dは, FACOM-230/60(1972 Feb Version),
CDC-6600 (1971 Aug Version),
IBM-360/195 (1972 June Version) が使用可能である。

謝辞

本コード作成に当り, EXPANDA-4 の Source を下さつた鈴木友雄氏, SIMPLE-D4 の Source を下さつた西村秀夫氏に感謝致します。

参考文献

- 1) S.Katsuragi, et al : JAERI-1195
- 2) S.Katsuragi, et al : JAERI-1199
- 3) S.Katsuragi, et al : JAERI-1199 supple 1.
- 4) T.Suzuki : JAERI-memo 3660
- 5) 西村秀夫 : 室内メモ* (1970)
- 6) 東稔達三他 : JAERI-memo 4110
- 7) 長谷川明他 : JAERI-M 公刊予定

* 1971.3 在 JAERI-memo 4381 で公刊されているが EXPANDA-70Dでは, そこにかかれている種々の機能を含んでいないため, あくまでも室内メモ当時の仕様になつていてる。

3. おわりに

ここで報告した EXPANDA-70D, XPRTC 等により, 70群 JAERI-fast set を使用する高速炉一次元計算による核計算が, 構分量計算をも含めて, そのほとんどが計算可能となつた。残されている問題としては, 動特性パラメータ, burn-up 等の計算があるが, 動特性パラメータの 70群 set による計算は, KPARAM-70 が開発されている。これについては, 後に公刊する予定である。又 burn-up 計算については, 今のところ燃焼方程式を 70群で解く必要はないと考えている。

現在, EXPANDA-70Dは, FACOM-230/60(1972 Feb Version),
CDC-6600 (1971 Aug Version),
IBM-360/195 (1972 June Version) が使用可能である。

謝辞

本コード作成に当り, EXPANDA-4 の Source を下さつた鈴木友雄氏, SIMPLE-D4 の Source を下さつた西村秀夫氏に感謝致します。

参考文献

- 1) S.Katsuragi, et al : JAERI-1195
- 2) S.Katsuragi, et al : JAERI-1199
- 3) S.Katsuragi, et al : JAERI-1199 supple 1.
- 4) T.Suzuki : JAERI-memo 3660
- 5) 西村秀夫 : 室内メモ* (1970)
- 6) 東稔達三他 : JAERI-memo 4110
- 7) 長谷川明他 : JAERI-M 公刊予定

* 1971.3 IC JAERI-memo 4381 で公刊されているが EXPANDA-70Dでは, そこにかかれている種々の機能を含んでいないため, あくまでも室内メモ当時の仕様になつていてる。

3. おわりに

ここで報告した EXPANDA-70D, XPRTC 等により, 70群 JAERI-fast set を使用する高速炉一次元計算による核計算が, 構分量計算をも含めて, そのほとんどが計算可能となつた。残されている問題としては, 動特性パラメータ, burn-up 等の計算があるが, 動特性パラメータの 70群 set による計算は, KPARAM-70 が開発されている。これについては, 後に公刊する予定である。又 burn-up 計算については, 今のところ燃焼方程式を 70群で解く必要はないと考えている。

現在, EXPANDA-70Dは, FACOM-230/60(1972 Feb Version),
CDC-6600 (1971 Aug Version),
IBM-360/195 (1972 June Version) が使用可能である。

謝辞

本コード作成に当り, EXPANDA-4 の Source を下さつた鈴木友雄氏, SIMPLE-D4 の Source を下さつた西村秀夫氏に感謝致します。

参考文献

- 1) S.Katsuragi, et al : JAERI-1195
- 2) S.Katsuragi, et al : JAERI-1199
- 3) S.Katsuragi, et al : JAERI-1199 supple 1.
- 4) T.Suzuki : JAERI-memo 3660
- 5) 西村秀夫 : 室内メモ* (1970)
- 6) 東稔達三他 : JAERI-memo 4110
- 7) 長谷川明他 : JAERI-M 公刊予定

* 1971.3 JAERI-memo 4381 で公刊されているが EXPANDA-70Dでは, そこにかかれている種々の機能を含んでいないため, あくまでも室内メモ当時の仕様になつていてる。

Appendix A-1-1

核種 \leftrightarrow コード No. 対照表

Code number of nuclide

Nuclide	CODE No.	Nuclide	CODE No.
Pu-239	949	U-234	924
Pu-240	940	U-235	925
Pu-241	941	U-238	928
B-10	105	Na	11
B-11	115	Al	13
C	6	Cr	24
O	8	Mn	25
Fe	26	Cu	29
Ni	28	Mo	42

Appendix A-1-2 JAERI-fast 70 and 25-group structure

ENERGY RANGE

70 GROUP STRUCTURE

GROUP	UP-ENERG Y	LOW-ENERG Y	DEL_U	GROUP	UP-ENERG Y	LOW-ENERG Y	DEL_U	GROUP	UP-ENERG Y	LOW-ENERG Y	DEL_U
1	1.0500E 07	8.3000E 06	0.2351	36	1.6600E 03	1.4900E 03	0.2522	1	1.0500E 07	6.5000E 06	0.4796
2	8.3000E 06	6.5000E 06	0.2445	37	1.2900E 03	1.0000E 03	0.2546	2	6.5000E 06	4.0000E 06	0.4855
3	6.5000E 06	5.1000E 06	0.2426	38	1.0000E 03	7.7300E 02	0.2575	3	4.0000E 06	2.5000E 06	0.4700
4	5.1000E 06	4.0000E 06	0.2429	39	7.7300E 02	5.9800E 02	0.2567	4	2.5000E 06	1.4000E 06	0.2578
5	4.0000E 06	3.1000E 06	0.2549	40	5.9800E 02	4.6500E 02	0.2516	5	1.4000E 06	8.0000E 05	0.2556
6	3.1000E 06	2.5000E 06	0.2151	41	4.6500E 02	3.0000E 02	0.2559	6	8.0000E 05	4.0000E 05	0.6931
7	2.5000E 06	1.9000E 06	0.2744	42	3.0000E 02	2.7800E 02	0.2585	7	4.0000E 05	2.0000E 05	0.6931
8	1.9000E 06	1.4000E 06	0.3054	43	2.7800E 02	2.1500E 02	0.2570	8	2.0000E 05	1.0000E 05	0.6931
9	1.4000E 06	1.1000E 06	0.2412	44	2.1500E 02	1.6600E 02	0.2587	9	1.0000E 05	4.6500E 04	0.7657
10	1.1000E 06	8.0000E 05	0.3185	45	1.6600E 02	1.4900E 02	0.2522	10	4.6500E 04	2.1500E 04	0.7714
11	8.0000E 05	6.3000E 05	0.2389	46	1.2900E 02	1.0000E 02	0.2546	11	2.1500E 04	1.0000E 04	0.7655
12	6.3000E 05	5.0000E 05	0.2311	47	1.0000E 02	7.7300E 01	0.2575	12	1.0000E 04	4.6500E 03	0.7657
13	5.0000E 05	4.0000E 05	0.2231	48	7.7300E 01	5.9800E 01	0.2567	13	4.6500E 03	2.1500E 03	0.7714
14	4.0000E 05	3.1000E 05	0.2549	49	5.9800E 01	4.6500E 01	0.2516	14	2.1500E 03	1.0000E 03	0.7655
15	3.1000E 05	2.5000E 05	0.2151	50	4.6500E 01	3.6000E 01	0.2559	15	1.0000E 03	4.6500E 02	0.7657
16	2.5000E 05	2.0000E 05	0.2231	51	3.6000E 01	2.7800E 01	0.2585	16	4.6500E 02	2.1500E 02	0.7714
17	2.0000E 05	1.5000E 05	0.2877	52	2.7800E 01	2.1500E 01	0.2570	17	2.1500E 02	1.0000E 02	0.7655
18	1.5000E 05	1.2000E 05	0.2231	53	2.1500E 01	1.6600E 01	0.2587	18	1.0000E 02	4.6500E 01	0.7657
19	1.2000E 05	1.0000E 05	0.1823	54	1.6600E 01	1.2900E 01	0.2522	19	4.6500E 01	2.1500E 01	0.7714
20	1.0000E 05	7.7300E 04	0.2575	55	1.2900E 01	1.0000E 01	0.2546	20	2.1500E 01	1.0000E 01	0.7655
21	7.7300E 04	5.9800E 04	0.2567	56	1.0000E 01	7.7300E 00	0.2575	21	1.0000E 01	4.6500E 00	0.7657
22	5.9800E 04	4.6500E 04	0.2316	57	7.7300E 00	5.9800E 00	0.2567	22	4.6500E 00	2.1500E 00	0.7714
23	4.6500E 04	3.6000E 04	0.2559	58	5.9800E 00	4.6500E 00	0.2516	23	2.1500E 00	1.0000E 00	0.7655
24	3.6000E 04	2.7800E 04	0.2585	59	4.6500E 00	3.0000E 00	0.2559	24	1.0000E 00	4.6500E -01	0.7657
25	2.7800E 04	2.1500E 04	0.2370	60	3.6000E 00	2.7800E 00	0.2585	25	4.6500E -01	2.1500E 01	0.7714
26	2.1500E 04	1.6600E 04	0.2587	61	2.7800E 00	2.1500E 00	0.2570				
27	1.6600E 04	1.2900E 04	0.2522	62	2.1500E 00	1.6600E 00	0.2587				
28	1.2900E 04	1.0000E 04	0.2546	63	1.6600E 00	1.2900E 00	0.2522				
29	1.0000E 04	7.7300E 03	0.2575	64	1.2900E 00	1.0000E 00	0.2546				
30	7.7300E 03	5.9800E 03	0.2567	65	1.0000E 00	7.7300E -01	0.2575				
31	5.9800E 03	4.6500E 03	0.2516	66	7.7300E -01	5.9800E -01	0.2567				
32	4.6500E 03	3.6000E 03	0.2559	67	5.9800E -01	4.6500E -01	0.2516				
33	3.6000E 03	2.7800E 03	0.2585	68	4.6500E -01	3.6000E -01	0.2559				
34	2.7800E 03	2.1500E 03	0.2570	69	3.6000E -01	2.7800E -01	0.2585				
35	2.1500E 03	1.6600E 03	0.2587	70	2.7800E -01	2.1500E -01	0.2570				

Appendix A - 2 - 1

LTX library tape の作成コード : LTXP(LTXPER2)

LTX library tape 作成用の LTXP が準備されている。本コードは LTFR-70 (or LTFR-4) にて作成された EXPANDA-70D 用の binary 形式の library tape から XPRTC 用 library tape LTX に自動的に変換を行う routine である。

入力形式は以下に示すようである。

1 (5 I 2)

(IIN, IOUT, NGR, NMAT, NGRQ)

◦ IIN

input Library tape (EXPANDA-70D 用 library) の
FORTRAN logical unit No.

(1, 2, 8, のいずれか 1 つ)

それに対応する logical unit (IIN) に対して FD 文による tape 指定
(OLD 指定) が必要

◦ IOUT

Out put library tape (LTX; XPRTC 用 library) の FORTRAN
logical unit No.

(1, 2, 8, のいずれか一つで, IIN とは異っているもの。)

それに対応する logical unit (IOUT) に対して FD 文による tape
指定 (NEW 指定のこと) が必要。

◦ NGR

input library 中の energy group number

(70 群 tape なら 70)

◦ NMAT

input library 中に収容されている核種数

≤ 20

◦ NGRQ

input library 中に収容されている核定数の down scattering の許さ
れている群数

NGRQ ≤ 0 が指定されると, コード内で自動的に NGRQ = 30 が set され
る。

通常, 現在の library では 30 。

2 (6 E 1 2 . 5)

(E(I), I=1, NGR1)

但し, NGR1 \equiv NGR + 1

E(I); 各群に応する energy の boundary, unit は ev.

従つて

JAERI-M 4953

E(1) ; highest energy (1.05 E + 7)*

E(NGR+1) ; lowest energy (0.215)*

()* 内の数字は JAERI-fast set の場合、各 group に対する energy boundary は Appendix A - 1 - 2 を参照のこと。

次に JOB CONTROL CARD の input について述べる。

\$ NO

(Time) 5 分位

(Page) 200 頁位

\$ EXEC. D LTXP

\$ TAPE F02, J2585.LTFR701, OLD, 001205 * 1

\$ TAPE F08, J2585.LTX70, NEW, 001208 * 2

\$ DISK F03

\$ DISK F04

\$ DATA

[DATA #1~#2

\$ J END

* 1, * 2 は、 EXAMPLE であり、実際に run する場合は計算センターから割り当てられた tape を使用のこと。

* 1 は input library tape (IIN = 2)

* 2 は output library tape (IOU = 8)

に対応するもの。

なお、本コードは Direct Access unit を必要とするため、 DEFINE FILE 等の Direct Access のための soft ware の機能を有しない計算機システムでは使用できない。

APPENDIX-A-2-3

Dictionary - CODENUMBER

N-CODE		Material
105	B-10	
115	B-11	
6	C	
8	O	
11	Na	
13	Al	
24	Cr	
25	Mn	
26	Fe	
28	Ni	
29	Cu	
42	Mo	
924	U-234	
925	U-235	
928	U-238	
940	Pu-240	
941	Pu-241	
949	Pu-239	
995	F.P(U-5)	この2核種は ABB-N
999	F.P(Pu-9)	LTX70 LTFR701には未収容

- 70群 { Tape LTX70 (J2585.LTX70,OLD,001228) XRTC用
 Tape LTFR701 (J2585.LTFR701,OLD,001205) EXPANDA-70D用
- 25群 { Tape LTX141 (J2585.LTX141,OLD,000662) XRTC用
 Tape LTFR43 (J1057.LTFR43,OLD,000141) EXPANDA-70D用

25群のこのtapeはJAERI-fast original dataでその後の改良はされていない。