

JAERI-M

5916

SLAROM

高速炉の非均質系炉心解析コード

1974年12月

中川 正幸・土橋敬一郎

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

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

SLAROM

高速炉の非均質系炉心解析コード

日本原子力研究所東海研究所原子炉工学部

中川正幸・土橋敬一郎

(1974年11月16日受理)

SLAROMコードは、J.F.セットをライブラリーとして、主に高速炉炉心の非均質セル平均実効断面積を求め次元拡散計算を行うコードである。セルの各領域の実効断面積は、共鳴遮蔽因子に有理近似式に基づいた非均質効果を取り入れる。セル計算は積分型輸送方程式を衝突確率法により解く。扱う体系は、プレートとビン型セルであり、体系からのものは、 $DB^2$ を吸収として入れる。得られたセル平均実効断面積及び拡散係数(Benoistによる非等方拡散係数も含む)は、PDSファイルに書き込まれ、次元拡散計算への入力データとして使う。従って非均質系炉定数の計算から次元拡散計算まで1つのジョブとして行うことができる。さらに入力は全てフリーフォーマットなので入力作りも誤りを少くでき、容易になる。

## SLAROM

A code for calculation of a heterogeneous core in fast reactor

Masayuki Nakagawa, and Keiichiro Tsuchihashi

Division of Reactor Engineering, Tokai, JAERI

( Received November 16, 1974 )

SLAROM code has been developed for the heterogeneous cell calculation and one dimensional diffusion calculation in a fast reactor. This code uses the 70 group cross section set, JAERI-FAST set as a library data.

The heterogeneity effect of the effective cross sections in each region of cell is taken account on the basis of the rational approximation. In the cell calculation the integral transport equation is solved by collision probability method in slab and pin type lattice cells. The leakage from the system is considered in the absorption term by adding  $DB^2$ , where  $B^2$  is buckling. The cell averaged effective cross sections and diffusion coefficients ( including the anisotropic diffusion coefficients defined by Benoist ) are written in the PDS file, which is used as an input data to one dimensional diffusion calculation. Therefore these calculations can be performed without any intermediate hand work. Moreover since all the input data is written in a free format, users will be easy to prepare the input data.

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 計算方法 .....	2
2.1 実効断面積 .....	4
1) 非均質系共鳴遮蔽因子 .....	4
2) Pseudo absorption .....	5
3) 輸送近似 .....	5
2.2 積分型輸送方程式の解法 .....	5
2.3 一次元拡散計算 .....	7
2.4 コードの構成 .....	8
3. 入力形式 .....	10
4. 出力形式 .....	18
5. 計算例 .....	19
謝 辞 .....	20
参考文献 .....	20

## 1. は じ め に

JAERI FASTセット<sup>(1)</sup>が作成されて以来、これをライブラリーとする一連のコードが開発されて来た。しかしこれらの多くは、設計用を目的としており、均質系を対象としている。一方実験解析等詳細な計算を必要とする場合には、非均質格子として扱うことが多い。従ってこれまで開発されたものでは不十分である。そこで非均質系を扱うコードとして開発されたのが以下に述べるSLAROMコードである。

高速炉で問題となる非均質セルは、ピン及びプレート型のセルから構成されるが、その非均質効果は、2つに大別される。一つは主に高エネルギー群での fission source の非均質分布によるもので、他は共鳴領域における共鳴吸収の非均質効果である。後者は、本来格子を構成する各媒質中でスペクトルが異なることから生じるもので、通常 admixture cross section  $\sigma_0$  を用いた共鳴遮蔽因子に対し、非均質配列の影響を入れることで考慮される。この効果は、fission source のエネルギー領域では、断面積のエネルギー変化が小さいので考慮する必要がない。一方前者は、セル内の中性子束空間分布から生じるもので、fission spectrum 領域で特に著しい。従って非均質効果を含めた特性解析においては、セルを構成する個々の媒質の実効断面積を求めるだけでなく、セル内の中性子束空間分布を求める必要がある。このためには、 $S_p$ 法や衝突確率法によりセル計算を行う。そしてその結果の中性子束を重みとしてセルの平均実効断面積を求めて、いわゆる均質化を行う。

更に炉心の解析のためには、これらのセル計算を炉心を構成する全てのセルパターンに対して行い、その後一般に一次元拡散コードにより臨界計算を行って、体系の中性子束等を求める。さらに必要な場合には、この中性子束を重みとして少数群に縮約して二次元計算への入力とする。しかし、高速臨界集合体の場合等では、炉心を構成するセルは、10種類近くになる場合もあり、従来のコードのように、セル計算と拡散計算が別々のコードを使う場合には、その間に、セル平均実効断面積を、カードやテープにその都度出力し、更に拡散計算用に編集し直さなければならない等、これら一連の計算は繁雑であり、手数を必要とする。特にNa ボイド効果等の反応度の実験解析には、多くの労力を必要とされる。今回作成したSLAROMコードは、JAERI FASTセットを用いてセルを構成する各媒質の非均質実効断面積計算、セル計算、及び一次元拡散と摂動計算を連続的に行えるようになっていて効率的に計算できる。このコードは、LAMPコード<sup>(2)</sup>の一部を用いて新たに開発されたものである。また特長として、入力形式もフリーフォーマットになっているので、ユーザーにとって誤りを少くし、効率的に計算できると期待される。さらに先に述べた、繁雑さを除くために、計算された各々のセル平均実効断面積は、PDS（分割型）ファイルに記憶され、一次元拡散計算の時に、その名前を入力するだけで、必要な定数を参照することが出来るようになっている。このファイルは、TSSのTEXTEDITORを用いて管理することもできる。

本コードが対象とする非均質セルは、プレート型と円筒ピン型であり、殆んどの高速度炉炉心及び臨界集合体の設計及び実験解析に有用であると思われる。

## 2. 計 算 方 法

通常の高速炉及び臨界集合体は、炉心、ブランケット、反射体から成り立っているが、これらの炉心及びブランケット部は、それぞれ周期的な非均質格子の配列から構成される。また炉心部は、平均原子数密度の異なる数種の格子から構成される多領域炉心の場合も多い。これらを対象として核特性を計算する時には、体系全体の中性子束分布を求める必要があり、このために輸送方程式や拡散方程式が解かれる。厳密に考えると体系中の中性子束は、系全体のもれ、吸収等による空間分布（一領域炉心では、基本モードに近い）と共に各領域中の格子セル内での微細な空間分布が重なって決まって来る。従ってこれらの系を、一度に解くには、極めて多くの空間分点を取って計算しなければならず現実的でない。そのために、しばしば設けられる仮定は、全空間的な分布と、セル内の微細な分布は独立に扱えると仮定し、まず格子計算を行う時は、体系を無限大又は、基本モード等で近似して、もれを考慮する。そしてこのセルの均質化した平均実効断面種を用いて、均質系の炉全体の中性子束分布を計算する。これらは、従来から熱中性子炉におけるセル計算として用いられて来た手法であるが、次の様に裏付けることができる。

輸送方程式を次のように表わす。

$$\Omega \cdot \text{grad} \Psi(\mathbf{r}, E, \Omega) + \Sigma_t(\mathbf{r}, E) \Psi(\mathbf{r}, E, \Omega) = q(\mathbf{r}, E, \Omega) \quad (2.1)$$

$$q(\mathbf{r}, E, \Omega) = \int_0^\infty dE' [\Sigma_s(E' \rightarrow E, \mathbf{r}) + \chi(E) \nu \Sigma_f(\mathbf{r}, E')] \Psi(\mathbf{r}, E')$$

周期セルからなる体系を考え、中性子束  $\Psi$  が、均質系の中性子束  $\phi_h$  と、セル内の詳細中性子束  $\psi_c$  の積で書けると仮定すると、エネルギー変数を省略した式は、

$$\Psi(\mathbf{r}, \Omega) = \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) \quad (2.2)$$

を用いて、

$$\Omega \cdot \text{grad} \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) + \Sigma_t(\mathbf{r}) \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) = q_h(\mathbf{r}, \Omega) q_c(\mathbf{r}, \Omega) \quad (2.3)$$

反応率を保存する形で、実効断面積を定義すると、

$$\langle \Sigma_x \rangle = \frac{\int \Sigma_x(\mathbf{r}) \Psi(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega}{\int \Psi(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega} \quad (2.4)$$

(2.3) 式を同じ組成の領域について空間と、角度で積分すると、第一項は、

$$\iint \Omega \cdot \text{grad} [\phi_h(\mathbf{r}, \Omega) \psi_c(\mathbf{r}, \Omega)] d\mathbf{r} d\Omega$$

$$= \iint [\Omega \cdot \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) \text{grad} \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) + \Omega \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) \text{grad} \psi_c(\mathbf{r}, \Omega)] d\mathbf{r} d\Omega$$

$\psi_c$  は、各セル内で同じ分布であるから、セル平均値を  $\bar{\psi}_c$  とし、積分の外に出すと、

$$= \bar{\psi}_c \int \Omega \cdot \text{grad} \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega + \bar{\psi}_c \int \Omega \cdot \text{grad} \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) \int \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega \quad (2.5)$$

第2項は、次のようにゼロとなる。

$$\begin{aligned}\overline{\Omega \cdot \text{grad} \psi_c(\mathbf{r}, \Omega)} &= \frac{1}{4\pi V_c} \iint_V d\mathbf{r} d\Omega \Omega \cdot \text{grad} \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) \\ &= \frac{1}{4\pi V_c} \iint_V ds d\Omega \cdot \Omega \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) \\ &= 0\end{aligned}$$

ここで  $ds$  は表面積分であり、上式は単位セルについての、total leakageを表わすので、境界条件よりゼロとなる。

次に(2.3)式の第2項目を積分した式から

$$\begin{aligned}\int \Sigma_t(\mathbf{r}) \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega \\ = \overline{\Sigma_t \psi_c} \int \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega\end{aligned}\quad (2.6)$$

$\overline{\Sigma_t \psi_c}$  は前と同様に単位セル内での平均であり次式で定義される。

$$\overline{\Sigma_t \psi_c} = \frac{1}{4\pi V_c} \iint_V d\mathbf{r} d\Omega \Sigma_t(\mathbf{r}) \psi_c(\mathbf{r}, \Omega)$$

同様に右辺の散乱、核分裂項についても書くことができ、

$$\begin{aligned}\int \Sigma_s(\mathbf{r}) \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega \\ = \overline{\Sigma_s \psi_c} \int \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega\end{aligned}\quad (2.7)$$

$$\begin{aligned}\int \nu \Sigma_f(\mathbf{r}) \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega \\ = \nu \overline{\Sigma_f \psi_c} \int \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega\end{aligned}\quad (2.8)$$

(2.4)式の定義より、(2.6)~(2.8)式を、 $\int \Psi(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega$  で、割ることにより、実効断面積が求められる。この時

$$\begin{aligned}\int \Psi(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega &= \int \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) \psi_c(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega \\ &= \overline{\psi_c} \int \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega\end{aligned}$$

を用いれば、 $\Sigma_t, \Sigma_s, \nu \Sigma_f$  に対する実効断面積は、

$$\begin{aligned}\langle \Sigma_t \rangle &= \overline{\Sigma_t \psi_c} \int \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega / \overline{\psi_c} \int \phi_h(\mathbf{r}, \Omega) d\mathbf{r} d\Omega \\ &= \overline{\Sigma_t \psi_c} / \overline{\psi_c}\end{aligned}\quad (2.9)$$

同様に

$$\begin{aligned}\langle \Sigma_s \rangle &= \overline{\Sigma_s \psi_c} / \overline{\psi_c} \\ \langle \nu \Sigma_f \rangle &= \overline{\nu \Sigma_f \psi_c} / \overline{\psi_c}\end{aligned}$$

で求めればよいことになる。従ってセルの中性子束  $\psi_c$  を重みとして平均した断面積を用いて、均質系の輸送方程式(拡散方程式でもほぼ同様である。)を解けばよいことになる。

次に単位セルを構成する各媒質の大きさは、中性子の平均自由行程に較らべ小さいことが多く、中性子束分布を求めるには輸送方程式を解かねばならない。輸送方程式の解法としては、微積分型輸送方程式を扱う  $P_l$  近似法と  $S_n$  法及び、積分型輸送方程式を解く衝突確率法がよく用いられる。前者の  $S_n$  法は、しばしば用いられるが、計算時間が長く、有利ではない。一方衝突確率法は、計算時間も短かく、等方散乱と、flat flux 近似の成り立つ通常のセル計算では、精度も良く有利である。従って SLAROM コードでは、この方法を用いた。

更にこの計算で用いた近似は、多群モデルである。本来輸送方程式は、各エネルギー点で成



り立つ式であるが、あるエネルギー区間内では、平均的な断面積を用いて輸送に対する性質が同じであると仮定する。微積分型輸送方程式では、通常  $S_n$  法等でも多群モデルが用いられているが、これから積分型輸送方程式への移行は、次の様にする。多群輸送方程式を次のように一般的に書く。

$$\begin{aligned} \Omega \cdot \nabla \psi_g(\mathbf{r}, \Omega) + \Sigma_g^t(\mathbf{r}) \psi_g(\mathbf{r}, \Omega) \\ = \int \text{sum} \left[ \Sigma_{g \rightarrow g'}(\mathbf{r}, \Omega' \rightarrow \Omega) + \frac{1}{4\pi} \chi \nu \Sigma_{fg'}(\mathbf{r}) \right] \psi_{g'}(\mathbf{r}, \Omega') d\Omega' \\ = Q_g(\mathbf{r}, \Omega) \end{aligned} \quad (2.10)$$

$-\Omega$  方向の距離変数を  $s$  で表わすと

$$\Omega \cdot \nabla = -\frac{d}{ds}$$

(2.10) 式を書き改めると、

$$\begin{aligned} -\frac{\partial}{\partial s} \psi_g(\mathbf{r} - s\Omega, \Omega) + \Sigma_{tg}(\mathbf{r}) \psi_g(\mathbf{r}, \Omega) \\ = Q_g(\mathbf{r} - s\Omega, \Omega) \end{aligned} \quad (2.11)$$

$Q_g$  が既知なものとしてこれを解くと

$$\begin{aligned} \psi_g(\mathbf{r} - s\Omega, \Omega) = \psi_g(\mathbf{r} - s_0\Omega, \Omega) \exp \left[ -\int_0^{s_0} \Sigma_{tg}(\mathbf{r} - s'\Omega) ds' \right] \\ + \int_0^{s_0} Q_g(\mathbf{r} - s'\Omega, \Omega) \exp \left[ -\int_0^{s_0} \Sigma_{tg}(\mathbf{r} - s'\Omega) ds' \right] ds' \end{aligned}$$

$s_0$  は  $-\Omega$  方向の外部境界までの距離であり、境界条件として、外部ソースがない場合は、境界では  $\Omega < 0$  に対して  $\psi_g$  はゼロとなるから第一項は消えて、

$$\psi_g(\mathbf{r} - s\Omega, \Omega) = \int_0^s Q_g(\mathbf{r} - s'\Omega, \Omega) \exp \left[ -\int_0^s \Sigma_{tg}(\mathbf{r} - s'\Omega) ds' \right] ds' \quad (2.12)$$

これが多群積分型輸送方程式となる。

## 2.1 実効断面積

SLAROM の入力核データは、JAERI Fast セットの 70 群<sup>(1)</sup> を基本としている。これは EXPANDA 70 D<sup>(3)</sup> 等にも用いられており説明は省略する。均質系として扱う場合は、EXPANDA 4<sup>(4)</sup> と同じ方法で共鳴しゃへの因子を求めて、巨視実効断面積を計算する。またコード上では他の定数を入力することも可能である。

### 1) 非均質系共鳴遮蔽因子

超詳細エネルギーポイントで計算する場合には、断面積は、無限希釈の各点の断面積をそのまま用いて輸送方程式を解けばよいが炉定数の場合には、群巾が広いため共鳴遮蔽因子を用いているので、輸送計算を行う前に各領域の実効断面積を計算する必要がある。SLAROM では、共鳴遮蔽因子を計算する時に、有理近似式に基づいて非均質効果を考慮する。有理近似式は、Levine による近似式を用いると、共鳴遮蔽因子を計算する時に用いる effective potential scattering  $\sigma_0^*$  は、次式で表わされる。

$$\sigma_0^* = \sigma_0 + \frac{S_0}{4NV_0} \frac{(1-C)a}{1+(a-1)C}$$

ここで  $a$  は Levine factor といわれ、一般に平板系では 1.20 ~ 1.25、円筒系では、1.30

が用いられるが<sup>(6)</sup> 厳密には、共鳴の強さに依存する。また $\sigma_0$  は各領域中の均質系の値であり、

$$\sigma_0^i = \frac{\sum_{j \neq i} \Sigma_j^i}{N_i} \quad \text{和は核種 } i \text{ を除く。}$$

$S_0$  と  $V_0$  は表面積及び体積である。

Dancoff 係数  $C$  は、次式で計算される。

○プレートセル

$$C = E_3(\text{Sum}(\Sigma_i T)_k) + E_3(\text{Sum}(\Sigma_i T)_l)$$

これは Meneghetti による式<sup>(5)</sup> で、 $E_3(x)$  は、exponential integral function であり、summation は、 $k$  は左側へ、 $l$  は右側へそれぞれ注目している核種が現われる領域までとる。なお  $T_k$  は  $k$  領域の厚さである。この式には  $E_3(x)$  関数が表われるが、衝突確率法で解く輸送コードでは、必ずこの関数の計算ルーティンは組み込まれているので、極めて便利な式といえる。

○ピンセル

$$C = 1 - \gamma - \gamma^4 (1 - \gamma)$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + \Sigma_{e1} / \Sigma_1}, \quad \Sigma_{e1} = S_0 / 4V_1$$

この式は、Bell の近似式<sup>(7)</sup> であり、 $\Sigma_1$  は減速材の巨視断面積である。また SLAROM コードでは、ピンセルは、2領域近似で断面積を計算するので、被覆管と、減速材領域は、同一領域として均質化する必要がある。(通常この扱いは、高速炉では良い近似とされている。)

## 2) Pseudo absorption

非均質系計算時には、単位セルからなる無限媒質について一次元の積分型輸送方程式を解くが、この時体系の有限性を考慮するために体系全体からのもれの項を入れる。ここでは pseudo absorption として扱い拡散近似に基づく量  $DB^2$  を吸収断面積に加える。 $B^2$  はエネルギーに依存しないバックリングで入力定数とし、拡散係数は、

$$D = \frac{1}{3 \text{Sum} N_i \bar{\sigma}_{tr,i}} = \frac{1}{3 \text{Sum} N_i (\bar{\sigma}_{ti} - \mu_i \bar{\sigma}_{e,i})}$$

で求める。この時  $N_i$  はセルを均質化した時の核種  $i$  の原子数密度であり、 $\bar{\sigma}_{ti}$ 、 $\bar{\sigma}_{e,i}$  は同じく均質化した時の実効全断面積と、弾性散乱断面積である。

## 3) 輸送近似

輸送近似を用いる時は、衝突確率の計算における mean chord length は、 $\Sigma_1$  の代わりに  $\Sigma_{tr}$  を用い、輸送方程式も  $\Sigma_{tr}$  を用いる。 $\Sigma_{tr}$  の定義は、

$$\Sigma_{tr}^i = \text{Sum} N_j (\bar{\sigma}_{a,j} + (1 - \mu_j) \bar{\sigma}_{e,j})$$

$$\Sigma_{e,k \rightarrow k} = \text{Sum} N_j (1 - \mu_j) \bar{\sigma}_{e,k \rightarrow k,j}$$

ここで  $\Sigma_{e,k \rightarrow k}$  は輸送近似を用いた時の弾性散乱マトリックスの  $k$  群における、self scattering 項である。つまり diagonal 近似に相当する。

## 2.2 積分型輸送方程式の解法

一次元の積分型輸送方程式は、一般に次式で表わされる。

$$\Sigma(r, E) \phi(r, E) = \int_V dr' P(r, r', E) [Q(r', E) + S(r', E)] \quad (2.13)$$

ここで、

$$P(r, r', E) = \frac{\Sigma(r, E)}{4\pi |r - r'|^2} \exp[-\int \Sigma(r', E) dr']$$

$$Q(r', E) = \int_0^\infty dE' [\Sigma_e(E' \rightarrow E, r') + \Sigma_{in}(E' \rightarrow E, r')] \phi(r', E')$$

$$S(r', E) = \int_0^\infty dE' \chi(E) \nu \Sigma_f(r', E') \phi(r', E') + s(r', E)$$

$s(r', E)$  は固定ソースである。

(2.1) 式を多群表示すると

$$\Sigma_g(r) \phi_g(r) = \int_V dr' P_g(r, r') [Q_g(r') + S_g(r')] \quad (2.14)$$

$$P_g(r, r') = \frac{\Sigma_g(r)}{4\pi |r - r'|^2} \exp[-\int \Sigma_g(r') dr']$$

$$Q_g(r') = \text{Sum}_k [\Sigma_e(k \rightarrow g, r') + \Sigma_{in}(k \rightarrow g, r')] \phi_k(r')$$

$$S_g(r') = \text{Sum}_k [\chi_g \nu \Sigma_{fk}(r') \phi_k(r') + s_g(r')]$$

次にセルを構成する各領域内では、断面積が空間的に一定であるとする。また各領域で空間積分した中性子束及びソースを  $\phi_g^l, S_g^l$  とし、中性子束は各領域内で平坦であると仮定する。この時  $P_g(r, r')$  を用いて、 $i$  領域から  $j$  領域への衝突確率を次のように定義する。

$$P_{g,ij} = \frac{\int dr' \int dr P_g(r, r') \phi_g(r')}{\int dr' \phi_g(r')}$$

$$= \frac{\Sigma_{g,j}}{4\pi v_i} \int_{v_i} dr' \int_{v_j} dr \frac{e^{-\int \Sigma_g dr'}}{|r - r'|^2} \quad (2.15)$$

これらから衝突確率を用いて(2.2)式は、

$$\Sigma_j V_j \phi_{g,j} = \text{Sum}_i V_i P_{g,ij} [Q_{g,i} + S_{g,i}] \quad (2.16)$$

ここで、pseudo absorption 項を考慮すると、

$$\Sigma_j V_j \phi_{g,j} + D_g B^2 \phi_g^j = \text{Sum}_i V_i P_{g,ij} [Q_{g,i} + S_{g,i}] \quad (2.17)$$

となる。この時の  $P_{g,ij}$  は、 $\Sigma_t$  として  $DB^2$  を考慮して計算する。

固有値問題では、体系の実効増倍率  $k_{eff}$  を用いると、

$$S_{g,i} = \frac{\chi_g}{k_{eff}} \text{Sum}_k \nu \Sigma_{f,k,i} \phi_{k,i}$$

$$k_{eff} = \text{Sum}_i \text{Sum}_k \nu \Sigma_{f,k,i} \phi_{k,i}$$

$k$  は群、 $i$  は領域を示す。(2.4)式は、iteration 法により解く。また衝突確率  $P_{g,ij}$  は、平板系では、exponential integral function, 円筒系では、Bickly function を用いて計算するが、ここではその計算法の説明は省略するので、参考文献(8), (9)を見て頂きたい。なお異方性拡散係数を求めるために、方向依存の衝突確率を計算するが、ここでは、Benoist<sup>(10)</sup> の式の第一項により近似する。即ち、

$$P_{ij}^l = \frac{3 \Sigma_{tj}}{V_i} \int_{v_i} dr' \int_{v_j} dr \frac{e^{-\int dr'}}{4\pi |r - r'|^2} \Omega_l^2 \quad (2.18)$$

円筒系

$$\Omega_r^2 = \frac{1}{2} \sin^2 \theta$$

$$\Omega_z^2 = \cos^2 \theta$$

平板系

$$\Omega_x^2 = \sin^2 \theta \cos^2 \varphi$$

$$\Omega_y^2 = \sin^2 \theta \sin^2 \varphi$$

$$\Omega_z^2 = \cos^2 \theta$$

で定義され、 $\ell$  は各座標軸の方向を示す。この時媒質の境界に平行な方向に対しては同一媒質が無限に続くと仮定されている。

次に (2.4) 式を解いて得られた中性子束を用いて、セル平均実効断面積が計算される。単位セル中の  $i$  領域の体積を  $V_i$ 、平均中性子束を  $\phi_i$  とすると、反応  $X$  のセル平均実効断面積は、

$$\langle \Sigma_x \rangle = \frac{\text{Sum}_i \Sigma_{x,i} V_i \phi_i}{\text{Sum}_i V_i \phi_i} \quad (2.19)$$

$X$  は、total, absorption, scattering,  $\nu$  times fission cross section が対応する。

また、通常均質系における定義式による拡散係数は、

$$D = \frac{\text{Sum}_i \frac{1}{\Sigma_i} V_i \phi_i}{\text{Sum}_i 3 V_i \phi_i} \quad \text{又は} \quad D = \frac{\text{Sum}_i \frac{1}{\Sigma_{tr}} V_i \phi_i}{\text{Sum}_i 3 V_i \phi_i} \quad (2.20)$$

で求められる。同時に SLAROM コードでは、Benoist の式による、非均質系の等方拡散係数

$$D^I = \frac{\text{Sum}_i \text{Sum}_j V_i \phi_i P_{ij} / \Sigma_{ij}}{\text{Sum}_i V_i} \quad (2.21)$$

及び方向依存衝突確率を用いて定義される異方性拡散係数

$$D^\ell = \frac{\text{Sum}_i \text{Sum}_j V_i \phi_i P_{ij}^\ell / \Sigma_{ij}}{\text{Sum}_i V_i \phi_i} \quad (2.22)$$

が、オプションにより計算することができる。もちろん (2.9)、(2.10) 式は、輸送近似のときは、 $\Sigma_{ij}$  の代わりに  $\Sigma_{trj}$  が用いられる。 $D^I$  と  $D^\ell$  は次の関係式で結ばれる。

$$D^I = \frac{1}{3} \text{Sym} D^\ell$$

### 2.3 一次元拡散計算

コード中で解く一次元拡散方程式及びその隋伴方程式は、次式で表わされる。<sup>(4)</sup>

$$\left[ -D_k^i \left( \frac{d^2}{dr^2} + \frac{p}{r} \frac{d}{dr} \right) + \Sigma_{t,k}^i \right] \phi_k(r) = \lambda_k \sum_j \nu \Sigma_{fj}^i \phi_j(r) + \sum_{j=1}^k \Sigma_{s,j \rightarrow k}^i \phi_j(r) \quad (2.23)$$

$$\left[ -D_k^i \left( \frac{d^2}{dr^2} + \frac{p}{r} \frac{d}{dr} \right) + \Sigma_{t,k}^i \right] \phi_k^*(r) = \nu \Sigma_{fk}^i \sum_j \lambda_j \phi_j^*(r) + \sum_{j=k}^{\text{IMAX}} \Sigma_{s,k \rightarrow j}^i \phi_j^*(r) \quad (2.24)$$

$$P = \begin{cases} 0 - \text{平板} \\ 1 - \text{円筒} \\ 2 - \text{球} \end{cases}$$

添字  $k, j$  は群,  $i$  は領域を示す。

これらの式の解法は、EXPANDA系のコードのサブルーチンを一部変えた程度なので説明は省略する。またここで得られる縮約定数は、中性子束を重みとした次式で計算する。

$$\begin{aligned} \bar{\Sigma}_{x,K}^i &= \sum_{s \in K} \int_{V_s} dr \Sigma_{x,j}^i \phi_j(r) / \sum_{s \in K} \int_{V_s} dr \phi_j(r) \\ \bar{\Sigma}_{s,K \rightarrow N}^i &= \sum_{s \in K} \sum_{l \in N} \int_{V_s} dr \Sigma_{s,j \rightarrow l}^i \phi_j(r) / \sum_{s \in K} \int_{V_s} dr \phi_j(r) \end{aligned} \quad (2.25)$$

ここで  $x$  は、各種反応を表わし、 $K, N$  は縮約された群数表示で、 $j, l$  はもとの群数を表わす。同時に異方性拡散係数も縮約され出力される。

摂動計算は、参考文献(1)とはほぼ同じであるが、このコードで作成した断面積では、弾性減速断面積は、非弾性散乱と加え合わせて散乱マトリックスになっているので、弾性減速断面積の変化に対する反応度は独立には出力されない。つまり散乱による寄与は全て、非弾性散乱の部分に含まれるので注意する必要がある。

## 2.4 コードの構成

SLAROMコードの全体の構成を図2.1に示す。ここには各ブロックごとの主な計算内容と、データの流れを示した。以下に主な計算式を簡単に説明するが、一般に用いられている方法も多く、また積分型輸送方程式の解法に関してはLAMPコードの説明書<sup>(12)</sup>にも詳細に報告されるので、PATH, PIJF, EDITの部分は、それを参照されたい。

このコードは、OVERLAY構造で8つのsegmentから成り立つ。各ブロックの計算結果は、アウトプットリストと、ディスクファイルに書かれ、次のステップに引き継がれる。この内で一次元拡散計算で用いる実効断面積は、均質系ではPREPで、非均質系ではEDITで、それぞれPDSファイルに書かれたものを用いる。

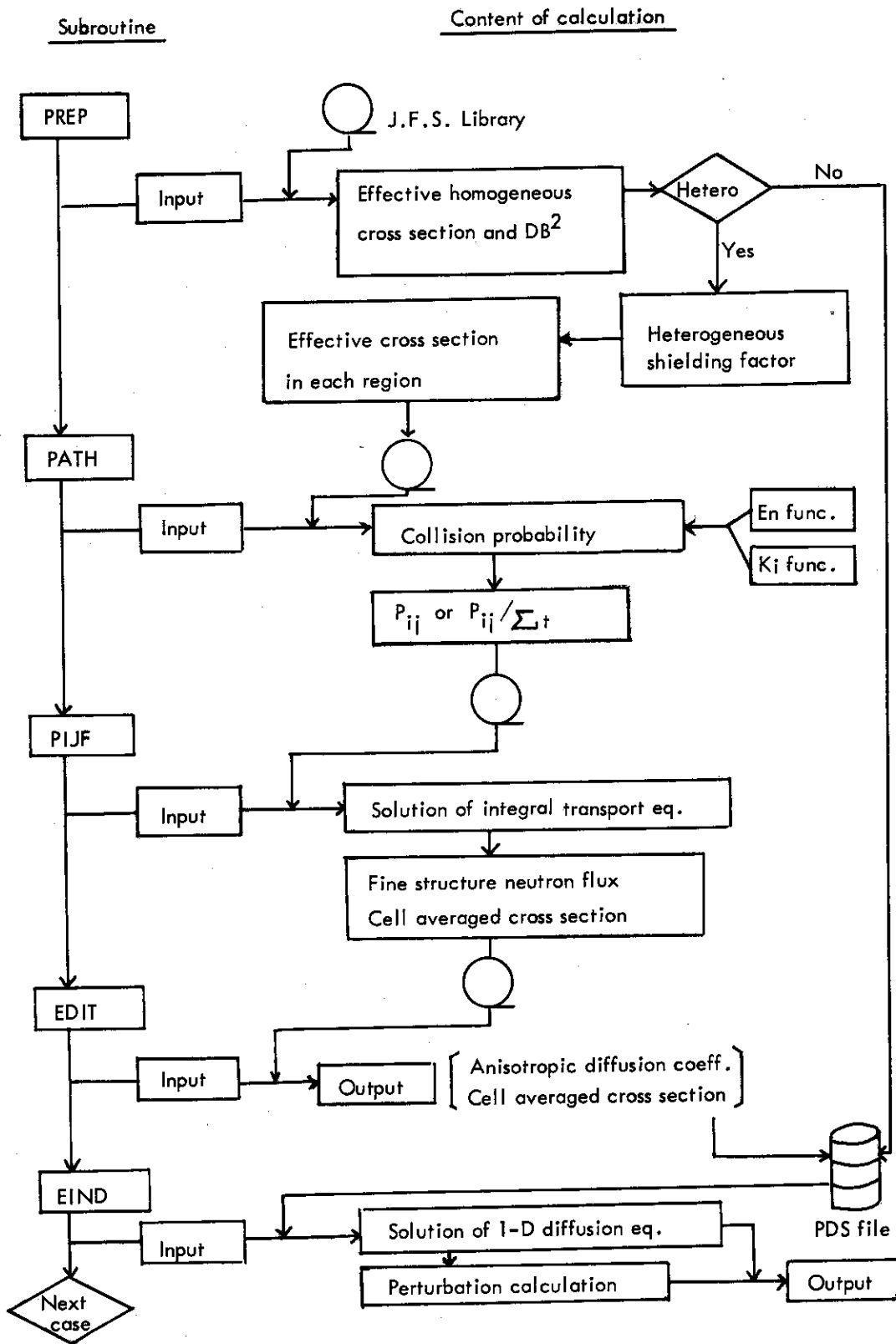


Fig. 2.1 SLAROM Calculation Flow

## 3. 入力形式

RLAROMの入力は、大きく5つの部分に分けることができる。即ち、PREP, PATH, PIJF, EDIT, EINDであり、これらの4文字を1~4カラムにパンチした最初のカードを読むことにより、プログラムは、それぞれのブロックに飛び計算を行う。従って、PREPとEINDは、2回以上続けて使われてもさしつかえない。またこのプログラムは、全てフリーフォーマット<sup>(12)</sup>なので、特別な指示がない限りどのようなフォーマットで入力しても良いが、データとデータの間には、必ず1カラム以上のブランクが必要である。(カードは72カラムまで有効である。)

次に各ブロックごとの入力パラメータについて説明する。

## Section 1 コントロールカード

YNO.

YTIME

YPAGE

YCORE (128Kのカードを入れる)

YGJOB

YLIEDKP J2350.SLAROM

SELECT文

YRUN

YFD

FD文は、保存する実効断面積を入れたPDSファイル<sup>(13)</sup>に対するもので、書式は例題の入力を参照して頂きたい。ここではユーザーが変えるパラメータについてのみ説明する。

FILE = { NEW ファイルを最初に登録する時のみNEWとする。  
 OLD 2回目以後の使用時は全てOLDでよい。

JXXXX.△△△△△ 職員番号とファイル名

SPACE = (TRK, YTRK, DIRCT)

YTRKは、トラック単位の確保すべきファイルの容量であり、DIRCTは確保する最大のメンバー数、他の文は多少変わることもあるが、例題の通り使用してよい。

YTAPE F08, Name of Library Tape

YDISK

DISKは、例題入力を参照して下さい。

YDATA

入力データ

YJEND

## Section 2. PREP

- # 1 "PREP" (4H) 1 カラムからパンチする。
- # 2 TITLE (72H)
- # 3 1. NREG 領域数 (均質系の時は 1)  
 2. NSCR  
     = 0 symmetric cell  
     = 1 periodic cell  
 3. ICASE  
     = 0 輸送近似による  $\Sigma_{tr}$  を使用  
     = 1  $\Sigma_t$  を使用  
 4. JTERT  
     = 0 均質系  
     = 1 非均質系  
 5. IGEO  
     = 0 slab cell  
     = 1 cylindrical cell  
 6. IPR  
     = 0 実効断面積の出力なし  
     = 1 JTERT=0 の時, 実効断面積をプリントする。
- # 4 1. TE 体系の温度 (°K)  
 2. AINP Levine factor  
 3. BSQ バックリング (=  $B^2$ )
- # 5 NOELM(I), I = 1, NREG  
 各領域の核種数
- # 6 RMAX(I), I = 1, NREG  
 各領域の厚さ又は半径 (cm)
- # 7 (NCODE(I), DENS(I)), (I = 1, NREG)  
 各領域のコードナンバーとその原子数密度 ( $\times 10^{24} \text{ atom/cm}^3$ )
- # 8 NICKN (8H) JTERT = 0 のとき必要で, 均質系の実効断面積を PDS  
 ファイルに登録する時のメンバー名である。ファイルに書かない時  
 はブランクカード

## Section 3. PATH

- # 1 "PATH" (4H) 1 カラムからパンチ
- # 2 TITLE (72H) このジョブのタイトル
- # 3 1. NR 領域の数  
 2. NM 媒質の数 (PREP における NREG に等しい)  
 3. NG エネルギーグループ数 (70)



4. IDRECT      directional collision probabilityのコントロール  
           = 1      isotropic  
           = 2      isotropic と radial 及び perpendicular
5. IFORM      衝突確率の出力形式  
           = 0       $P_{ij}$   
           = 1       $P_{ij}/\Sigma_j$  異方性拡散係数を求める時は、こちらを使う。
6. IEDPIJ      衝突確率の出力形式  
           = 4      プリントしない  
           = 5      プリントする  
                   但し結果は常に Unit 21 に書かれる。
7. ITXEC      全断面積の入力形式  
           = 0      カード (PREP を使わない時)  
           = 1      PREP で計算した時
8. NGR      半径方向積分に対するガウス近似のオーダー
9. NDA      角度積分に対する角度分割点の数
10. NGA      角度積分に対するガウス近似のオーダー

なお、LAMPコードでは、8, 9, 10 に対して、次の値が recommend されている。

	slab	cylinder
NGR	1	8
NDA	1	2
NGA	2	4

11. IG      座標と形状に対する入力  
 IG = 100 \* ICOOD + 10 \* ISH + IDIM  
 ICOOD = 0    slab  
           = 1    cylinder  
 ISH (ICOOD = 1 の時のみ必要)  
       = 0    annular  
       = 1    square  
       = 2    hexagonal  
 IDIM (square 又は hexagonal の時の軸方向分割)  
       = 1    分割しない  
       = 2    分割する
12. NX      半径方向の領域分割数で、slab の時は単位セル部分について入力する。
14. IBOUND    外部境界条件  
           = 0    isotropic reflection  
           = 1    perfect reflection

- = 2 vacuum
14. NCELL 衝突確率を計算する時に考慮すべき最大のセル数
- # 4 MREG(I), I=1, NZ (NZ = IDIM \* NX)  
ゾーン I の属する領域で NZ = NR ならば不要
- # 5 MAT(I), I=1, NR  
領域 I に用いる媒質番号で PREP の領域番号と対応させる。
- # 6 RX(I), I=1, NX+1  
半径 (cm) で RX(1) = 0. を必ず入れること。正方および六方格子では, RX(NX+1) は格子ピッチの半分である。

## Section 4. PIJF

- # 1 "PIJF" (4H) 1 カラムからパンチ
- # 2 1. NGK fission により生まれるソースの最低エネルギー群, J.F. セットでは 28 を入れる。
2. IFFG 中性子束の guess  
= 0 uniform source (入力不要)  
= 1 fixed source を guess とする。  
= 2 NG \* NR コのデータを入れる。
3. IOFLX 中性子束出力のコントロール  
IOFLX = ITF + ICDF + IPRF  
IPRF { = 1 プリント  
      = 0 プリントなし  
ICDF { = 2 カードパンチ  
      = 0 パンチなし  
ITF { = 4 ユニット 4 に書く (EDIT で使用する。)  
      = 0 なし
4. ICONV 収束を判定する反応率の種類  
= 1 activation  
= 2 slowing down  
= 3  $\nu$  \* fission  
= 4 collision  
= 5 absorption  
固有値問題では通常 3 を用いる。
- 以下のオプションは  $\neq 0$  の時にプリントされる。
5. IPTXEC 各領域の断面積  
6. IPT 体積  
7. IPTPIJ 衝突確率  
8. IPTFG 中性子束 guess

- # 3 1. ITMIN outer iteration 当りの最大 inner iteration 数 (= 2)  
固有値問題では、2 で充分である。
2. ITMOUT 最大の outer iteration 数 (= 100)
3. EOSI inner iteration の収束判定条件 (= 1.E-4)
4. EPSO outer iteration の収束判定条件 (= 1.E-5)
5. EPSG 外挿係数を変える時の判定基準 (= 0.01)
6. RELO 外挿係数の初期値 (= 1.4)
- ITMIN=0 の時は、自動的に ( ) 中の値がセットされる。但しこの時も各パラメータに 0 を入れる必要がある。
- # 4  $\phi_G(I, G)$ , (( I=1, NR), G=1, NG)  
IFFG = 2 の時入力する。
- # 5 IRXEC activation cross section  
= 0 入力しない  
> 0 IRXEC 種類の activation cross section を入力する。
- # 6 XEC(G) (G=1, NG)  
IRXEC > 0 の時、この回数だけ入力する。

Section 5. EDIT

- # 1 "EDIT" (4 H) 1 カラムからパンチ
- # 2 1. IRPHI 中性子束の入力方法  
= 1 カード  
= 2 ユニット 4 (PIJF で書かせたもの)
2. IRP 非等方拡散係数の計算のための衝突確率の入力方法  
= 0 入力しない。この時拡散係数は、均質系の式 (2.8) で定義される。  
= 2 ユニット 21 (PATH で計算されたもので、拡散係数は、(2.9), (2.10) により定義される。)
3. IEDXEC セル平均実効断面積の出力コントロール  
IEDXEC = IPR + IPCH + ITAPE  
IPR = { 0 プリントなし  
1 プリントする  
IPCH = { 0 出力なし  
2 カードにパンチ  
ITAPE = { 0 出力なし  
4 ユニット 13 に出力
- # 2  $\phi(I, G)$  (( I=1, NR), G=1, NG)  
IRPHI = 1 の時のみ入力する。
- # 4 NICKN (8 H)  
セル平均実効断面積を PDS ファイルに書く時の 8 文字以内のメン

バー名で、書かない時はブランクカードを入れる。

## Section 6. EIND

- # 1 "EIND" (4H) 1カラムからパンチ
- # 2 TITLE (72H)
- # 3
1. NPROB problem number
  2. IP geometry
    - { 0 slab
    - { 1 cylinder
    - { 2 sphere
  3. NPT 格子点の数(原点を含めて数え奇数 $\leq 101$ )
  4. KMAX 領域数 $\leq 10$
  5. IMAX エネルギー群数 $\leq 70$
  6. IDS 減速散乱の最大群数 $\leq 29$
  7. LAPSE 縮約群数 $\leq 25$ , 縮約しないときは0を入れる。
  8. NADJ 隣接中性子束の計算
    - { 0 計算しない
    - { 1 normalとadjointを計算
    - { 2 adjointのみ計算
  9. MXPR 振動計算を行うケース数で行わない時は0
- # 4
1. ISYM 原点での境界条件
    - { 1  $\phi'(0) = 0$
    - { -1  $\phi(0) = 0$
  2. ICEL  $r = R$ つまり外端での境界条件
    - { 1  $\phi'(R) = 0$
    - { -1  $\phi(R) = 0$
  3. IBIR バックリングの領域依存性
    - { 1 炉全体で1word
    - { -1 領域ごとに1word
  4. IBG バックリングの群依存
    - { 1 群による
    - { -1 群によらない
  5. ICRIT 臨界調整
    - { 1 する
    - { -1 しない
  6. IXPR 断面積の出力コントロール
    - { 0 しない
    - { 1 フリントする

7. IFPR 中性子束の出力コントロール
- |   |   |        |
|---|---|--------|
| { | 0 | プリントする |
|   | 1 | しない    |
8. IPUNC 縮約断面積のカード出力コントロール
- |   |   |  |
|---|---|--|
| { | 0 | カード出力なし                                      |
|   | 1 | CITACION <sup>(14)</sup> のFormatでカード出力       |
|   | 2 | EXTERMINATOR-2 <sup>(15)</sup> のFormatでカード出力 |
|   | 3 | 上の両方をカード出力                                   |
- # 5 INTER(I), I=1, KMAX  
各領域外端の格子点番号(原点から0, 1, 2...と数えて偶数のみ許される。)
- # 6 KCTROL(I), I=1, KMAX  
ICRIT=1の時のみ必要  
臨界調整を行う領域は1, 他は0を入れる。
- # 7 IX(I), I=1, LAPSE  
LAPSE>0の時のみ必要  
縮約する群の下限群番号
- # 8 1. EPS1 値有値の収束判定条件  
2. EPS2 各格子点における収束判定条件  
3. DRMIN 臨界調整する時の, 格子間隔  $\Delta r$  の最小値  
4. DRMAX 同じく  $\Delta r$  の最大値  
5. THETA 加速因子(0.5が適当である。)
- # 8 DR(I), (I=1, KMAX)  
各領域における格子間隔(cm)
- # 9 CHIL(I), (I=1, IMAX)  
核分裂中性子スペクトル
- # 10 NICKN(K) (8H) KMAX枚  
K領域に用いる実効断面積のメンバー名で, 既にPDSファイル中に存在していなければならない。各領域毎にカードを改める。同じメンバー名を何度用いても良い。
- # 11 BSQ1 領域にも群にもよらないバックリングの値(IP=2の時は0を入れる。IBG=1の時は, 1群から順次IMAX個入力する。)
- # 12 BSQ(I), (I=1, KMAX)  
IB1R=1の時, 領域ごとのバックリングを入れ, IBG=1の時は, それをIMAX回入力する。
- # 13 NICKN(K) (8H) (KMAX枚×MXPRT)  
MXPRT>0の時, 摂動計算を行う体系の実効断面積のメンバー名の指定である。但し摂動のない領域に対しても基準計算と同じ名前

を再度入力すること。従ってここでやり振動計算では巨視実効断面積の差に対する反応度変化のみを計算する。数ケース続けて行う時は、基準計算としては、最初のケースを用いる。

## 4. 出力形式

主な出力内容を次に示めす。

## 1) PREP

1. タイトル
2. 入力リスト
3. 均質系の場合の実効断面積
4. PDS ファイルに書いた時のメンバー名

## 2) PATH

1. 入力リスト
2. 各領域の体積
3. 衝突確率計算に要したCPU
4. 衝突確率

## 3) PIJF

1. 入力およびコントロールデータリスト
2. 各領域の実効断面積
3. 繰り返し計算の収束モニタープリント
4. 収束固有値と誤差
5. 各群, 各領域の積分中性子束
6. セル平均中性子束, 拡散係数, activation cross section, 各種実効断面積  
(但し  $DB^2$  を吸収項に含む。)

## 4) EDIT

1. 入力及びコントロールデータリスト
2. 非等方, 等方拡散係数
3. セル平均実効断面積 ( $DB^2$  を差し引いたもの)
4. PDS ファイルに書いた時のメンバー名

## 5) EIND

1. 入力データリスト
2. 各領域の断面積
3. 固有値
4. ノース分布
5. 各点, 各領域積分中性子束
6. 縮約定数
7. 摂動計算による反応度

5～7の出力形式は, EXPANDA 70 とほぼ同じであるので参照されたい。

## 5. 計 算 例

高速臨界集合体 ZPRIII-53 の計算例を示す。ここでは、非均質効果を一次摂動法により求める計算を行った。標準体系として均質系をとり、非均質系は、炉心のみセル計算を行い、このセル平均実効断面積を用いて、摂動計算を行う。体系は球モデルで、炉心及びブランケットの2領域からなる。体系モデル、セルモデルを図5.1に示めす。セルは7領域の周期配列セルである。セル計算では、この中央にあるグラファイト領域を2領域に分ける。入力データリスト、出力リスト例を巻末に示す。

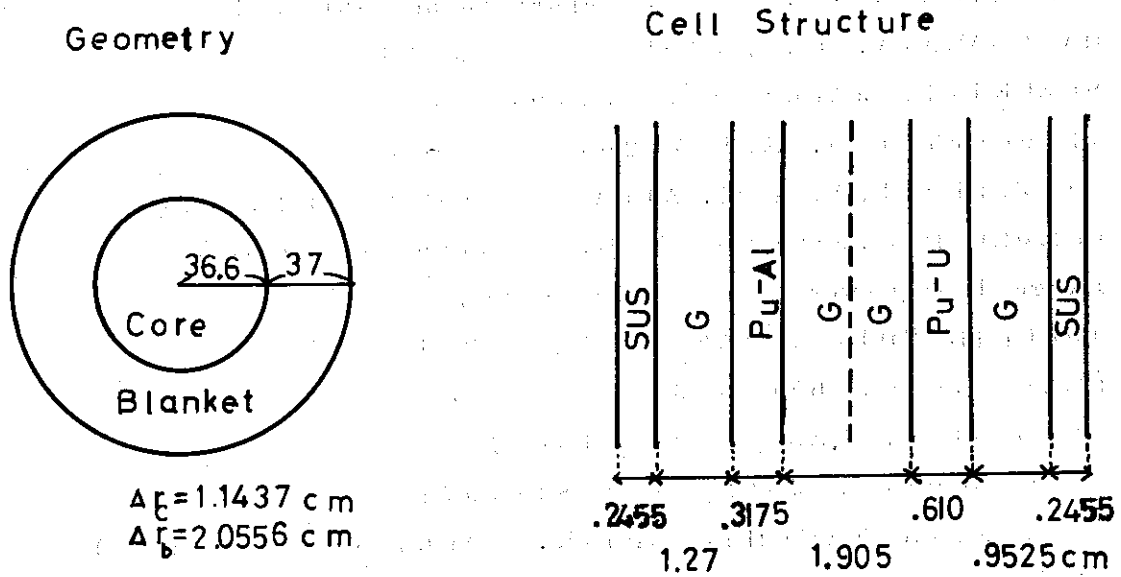


Fig. 5.1 ZPRIII-53



## 謝 辞

本コードの作成に当り、CRC の成田秀雄氏には、プログラミングをお願いした。PDS ファイルの使用に当り、計算センターの浅井清氏の作成されたサブルーチンを使わせて頂いた。また核設計研究室の桂木学氏、石黒幸雄氏には原稿の閲読をお願いし、コメントを頂いた。ここに厚く感謝致します。

## 参考文献

- (1) KATSURAGI, S. JAERI-1195, 1199 (1970)
- (2) TSUCHIHASHI, K. JAERI-report to be published
- (3) HASEGAWA, A. et al. JAERI-M-4953 (1972)
- (4) SUZUKI, T. JAERI-M-3660 (1969)
- (5) MENEGHETTI, D. ANL-7320, 377 (1966)
- (6) PITTERLE, T. A. et al. APDA-216 vol. 1, vol. 2 (1968)
- (7) HUMMEL H. H. and OKRENT D. "Reactivity Coefficients in Large-Fast Power Reactors" ANS (1970)
- (8) TSUCHIHASHI, K. JAERI-1196 (1971)
- (9) HONECK, H. C. BNL5826
- (10) BENOIST, P. CEA-R-2278 (1964)
- (11) NISHIMURA, H. JAERI-M-4381 (1971)
- (12) ASAI, K. and TSUCHIHASHI, K. JAERI-M-4458 (1971)
- (13) ASAI, K. Private communication
- (14) FOWLER, T. B. and VONDY, D. R. ORNL-TM-2496 (1969)
- (15) FOWLER, T. B. et al. ORNL-4078 (1967)

```

FACOM 230-60 MONITOR V -730722- V12-L15 JOB CONTROL LANGUAGE LIST 74.07.10 PAGE0001
.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8
*NC K955. /
T.3/TIME 15
C.2/CORE 128
PRESM

*GJOB 9032350,NAKAGAWA,MS,431.01
*LIEDKS J2350,SLAROM,ENTRY=SLAROM,SIMPL=OVLY
*RUN
*FD USERPDS,FILE=(NEW,J2350,ZPR53X),UNIT=F472L,VOL=(SPEC,800146), /
SPACE=(TRK,100,20),DISP=KEEP,DEV=DA,LABEL=(SL,RETPD,30)
*DISK F01,TRK=200
*DISK F02
*DISK F03,TRK=400
*DISK F04
*DISK F09
*DISK F10,TRK=400
*DISK F11
*DISK F12
*DISK F13
*DISK F14
*DISK F15,TRK=400
*DISK F18
*DISK F21
*TAPE F08,J2350,L1JFNI,OLD,001705
*DATA
*JEND
    
```

```

***** JOB STEP BANGOC 001 JOB STEP MEI LIEDKS1 KANRYOC KOODO 466
***** JOB STEP BANGOC 002 JOB STEP MEI RUNEXEC1 KANRYCC KOODO 000
    
```

```

NAME NCNAME,ENTRY=ELM(SLAROM)
DOMAIN HCM,RWX,OVLY
INPUT RELBIN
* PGSLIB
CALL PRVLIB
SGMT SEGO
SELECT (SLARGM,PNCHS,REAG,RELAX,READ,PDSERR,R*PDSF)
SGMT SEG1,CHN=SEGO
SELECT (PATH,FORM,MAT,INV,INSERT,ELIM,DELT,PREPA,MAKEPT,PAINT,PAEDT, /
SLAB,CYL,HEX2,SQ2,HEX,SQ,ONE,TWO,FK,IN,ENX,COMPAR,DIVIDE, /
PAIN)
SGMT SEG2,CHN=SEGO
SELECT (PIJF,INP1F,INP2F,INP2E,ITER,IED,IT)
SGMT SEG3,CHN=SEGO
SELECT (EDIT,EDITS)
SGMT SEG4,CHN=SEGO
SELECT (ESLMJ,PRED,IT,E,ALPHA,BETA,CLEAR,INPT,JAERI,SHIELD,SSET)
SGMT SEG5,CHN=SEGO
SELECT (EIND)
SGMT SEG6,CHN=SEG5
SELECT (EINED,EXPAND,SIMPS,REGION,CARD,RRATE)
SGMT SEG7,CHN=SEG5
SELECT (SPD2,DUMMY,SYMP5N,JSERCH,KRGN)
FIN
    
```

```

***** LD214W COMMON SECTION NO OUKISA GA TIGAU **PDS PDS **
***** LIED-60 FINIS *****
    
```

\*\*\* PREP \*\*\*\*

INPUT LIST

ZPR 53 HOMOGENEOUS CORE

NUMBER OF REGIONS 1  
 0/SYMMETRIC\*1/PERIODIC 0  
 0/TR\*1/TCT FOR PATH\*PI\*JF 0  
 0/HOMO\*1/HETERO 0  
 0/SLAB\*1/CYLINDRICAL ROD 0  
 PRINT OPTION(0,1,2,...) 0  
 TEMPERATURE 3.00000E 02  
 CONST.FOR HETEROGEITY S.F. 0.0  
 BUCKLING 4.00000E-03  
 NUMBER OF ELEMENT 9  
 REGION WIDTH 5.000000

NUCLIDE DENSITY

CODE NO.	NUCLIDE DENSITY
REGION 1	
949	1.67240E-03
940	1.07000E-04
925	6.10000E-06
928	2.61000E-03
13	1.11000E-04
6	5.58110E-02
24	1.95000E-03
26	7.76000E-03
28	8.14000E-04

MEMORY REQUIRED 5777 WORDS ON PREP 1ST STEP

MEMORY REQUIRED 2915 WORDS ON PREP 2ND STEP

MEMBER NAME OF THIS PROBLEM= HOMOCCORE

\*\*\* PREP \*\*\*\*

INPUT LIST

ZPR 53 HOMOGENEOUS BLANKET

NUMBER OF REGIONS 1  
 0/SYMMETRIC\*1/PERIODIC 0  
 0/TR\*1/TCT FOR PATH\*PI\*JF 0  
 0/HOMO\*1/HETERO 0  
 0/SLAB\*1/CYLINDRICAL ROD 0  
 PRINT OPTION(0,1,2,...) 0  
 TEMPERATURE 3.00000E 02  
 CONST.FOR HETEROGEITY S.F. 0.0  
 BUCKLING 0.0  
 NUMBER OF ELEMENT 5  
 REGION WIDTH 5.000000

NUCLIDE DENSITY

CODE NO.	NUCLIDE DENSITY
REGION 1	
925	8.30000E-05
928	3.97700E-02
24	1.26400E-03
26	4.89700E-03
28	5.28000E-04

MEMORY REQUIRED 5433 WORDS ON PREP 1ST STEP

MEMORY REQUIRED 2771 WORDS ON PREP 2ND STEP

MEMBER NAME OF THIS PROBLEM= HOMOBLK

\*\*\* PREP \*\*\*\*

INPUT LIST

ZPR 53 HETEROGENEOUS CORE

NUMBER OF REGIONS							7
0/SYMMETRIC+1/PERIODIC							1
0/TH+1/TCT FOR PATH-PIJF							0
0/HOMO+1/HETERO							1
0/SLAB+1/CYLINDRICAL ROD							0
PRINT OPTION(0,1,2,...)							0
TEMPERATURE						3.00000E	02
CONST.FOR HETEROGEITY S.F.						1.25000E	00
BUCKLING						4.00000E	-03
NUMBER OF ELEMENT	3	4	6	4	7	4	3
REGION WIDTH							
0.245500	1.270000	0.317500	1.905000	0.610000	0.952500	0.245500	

NUCLIDE DENSITY	CODE NO.	NUCLIDE DENSITY
REGION 1	24	1.01080E-02
	26	3.91600E-02
	28	4.17900E-03
REGION 2	6	7.49930E-02
	24	7.10800E-04
	26	2.75200E-03
	28	2.97000E-04
REGION 3	949	1.87590E-02
	940	8.90900E-04
	13	1.93840E-03
	24	4.52200E-03
	26	1.75100E-02
	28	1.88700E-03
REGION 4	6	7.49930E-02
	24	7.10800E-04
	26	2.75200E-03
	28	2.97000E-04
REGION 5	949	5.44150E-03
	940	5.12100E-04
	925	5.55000E-05
	928	2.37300E-02
	24	2.42880E-03
	26	1.12900E-02
REGION 6	6	7.49930E-02
	24	7.10800E-04
	26	2.75200E-03
	28	2.97000E-04
REGION 7	24	1.01080E-02
	26	3.91600E-02
	28	4.17900E-03

MEMORY REQUIRED 5789 WORDS ON PREP 1ST STEP

MEMORY REQUIRED 18035 WORDS ON PREP 2ND STEP

\*\*\* PATH \*\*\*\*  
 \*\*COLLISION PROBABILITY SECTION\*\* PATH \*\*\*\* ZPR 53 HETERO CORE /49/JULY/

NUMBER OF REGION 8  
 NUMBER OF MATERIAL 7  
 NUMBER OF ENERGY GROUP 70  
 NUMBER OF ENERGY GROUP OF PREVIOUS CALC. 0  
 DIRECTIONAL PROBABILITY (1,2)(SKIP,YES) 2  
 DEFINITION OF PROB. (0,1)(PIJ,PIJ/SIG J) 1  
 PROB TYPE (0,1,2)(NO,FIX SOURCE,K CAL) 0  
 PIJ EDIT (0,1,2,4)(NONE,PRINT,CARD,U21) 4  
 CROSS-SECTION READ (0,1)(CARD,U10) 1  
 NUMBER OF GAUSSIAN QUAD, RADIAL 1  
 NUMBER OF DIVISION ANGLE 1  
 NUMBER OF GAUSSIAN QUAD, ANGLE 2  
 GEOMETRY 100\*(0,1,2) (SLAB,CYL,SPHERE)  
 + 10\*(0,1,2) (CIR,SGO,HEX)  
 + (1,2) (1 DIM, 2 DIM) 1  
 NUMBER OF RADIAL ZONE 8  
 OUTER BOUNDARY (0,1,2)(ISO,REFL,VACUUM) 0  
 NUMBER OF LATTICE CELLS OUTSIDE 6

DIMENSION USED 1274 FROM 20000

MAT NUMB

1 2 3 4 4 5 6 7

RX  
 0.0 0.24550E 00 0.19155E 01 0.18330E 01 0.27855E 01 0.37380E 01 0.43480E 01 0.53005E 01 0.55460E 01

CROSS SECTION OF MATERIAL 1

CROSS SECTION OF MATERIAL 2

CROSS SECTION OF MATERIAL 3

CROSS SECTION OF MATERIAL 4

CROSS SECTION OF MATERIAL 5

CROSS SECTION OF MATERIAL 6

CROSS SECTION OF MATERIAL 7

VOLUME OF REGION

1) 2.4550E-01 2) 1.2700E 00 3) 3.1750E-01 4) 9.5250E-01 5) 9.5250E-01 6) 6.1000E-01 7) 9.5250E-01 8) 2.4550E-01

2 LINES DRAWN \*\*\* ELAPSED TIME 0 SEC

G= 1 \*\* ELAPSED TIME 1 SEC  
 G= 1 \*\* ELAPSED TIME 1 SEC  
 G= 2 \*\* ELAPSED TIME 1 SEC  
 G= 2 \*\* ELAPSED TIME 1 SEC  
 G= 3 \*\* ELAPSED TIME 1 SEC

04

G= 68 \*\* ELAPSED TIME 18 SEC  
 G= 69 \*\* ELAPSED TIME 18 SEC  
 G= 69 \*\* ELAPSED TIME 18 SEC  
 G= 70 \*\* ELAPSED TIME 18 SEC  
 G= 70 \*\* ELAPSED TIME 18 SEC

```

*** PIJF ****
PIJF **** ZPR 53 HETERO CORE /49/JULY/

**CONTROL DATA**
NR NUMBER OF REGION 8
NM NUMBER OF MATERIAL 7
NG NUMBER OF ENERGY GROUP 70
IDRECT PIJ(RADIAL)(1,2)(NO,READ) 2
IPIJ FORM OF PIJ (0,1)(PIJ,PIJ/SIG(J)) 1
IPIJ PIJ READ FROM (0,1)(CARD,UNIT1) 1
NGS LOWEST GROUP OF FIXED SOURCE 0
NGK LOWEST GROUP OF FISSION SOURCE 28
IFFG FLUX GUESS(0,1,2,3)(FLAT SHAPE) 0
SOURCE SHAPE: FINE CARD: FINE TAPE) 0
FLUX EDIT(0,1,2,4)(NONE+PRINT+CARD+TAPE) 5
ICNVY CONVERGENCE DETECTOR(1,2,3,4,5)
(ACT,SLOW DOWN,NU*FISS,TOTAL,ABSORP) 3
ITXEC XEC READ FROM (0,1)(CARD,UNIT10) 1
ITS S READ FROM (0,1)(CARD,UNIT10) 0
PRINT CONTROL (0,1)(SKIP+PRINT)
X=SECT ,VOLUME ,PIJ ,FLUX GS+SOURCE 0 1 0 0 0
    
```

```

ITERATION PARAMETERS
MAX OF INNER ITERATIONS PER OUTER 2
MAX OF OUTER ITERATIONS 100
EARLIEST EXTRAPOLATION 5
NUMBER OF ITERATIONS TESTED 5
MINIMUM DELAY 5
MONITOR PRINT(0,1)(SKIP,PRINT) 1
CONVERGENCE CRITERION OF INNER 0.10000E-03
CONVERGENCE CRITERION OF OUTER 0.10000E-04
EXTRAPOLATION CRITERION 0.10000E-01
OVER-RELAXATION (INITIAL) 0.14000E 01
MAX EXTRAPOLATION 0.10000E 03
BASE FACTOR OF OVER-RELAXATION 0.10000E 01
    
```

\*\*MATERIAL CODE NUMBER\*\*

STRAGE USED 1471 FROM 10000 25993 FROM 60000

IT	RENORM	RMS RES	RATIO	OVER
1	0.01076	0.3490E 00	0.3490	1.4000
2	-0.02707	0.1296E 00	0.4000	1.4000
3	0.06661	0.5583E-01	0.4000	1.4000
4	-0.17401	0.2232E-01	0.3998	1.4000
5	0.40127	0.8900E-02	0.3987	1.4000
6	-1.49087	0.3473E-02	0.3903	1.4000
7-110.77031	0.1773E-01	5.1053	1.4000	
8	0.03848	0.2235E-01	1.3170	1.4000

OVER RELAXATION FACTOR CHANGE AT 8

MU=	OMEGA=		
1.31697	1.18322		
9 -0.27852	0.4299E-02	0.1841	1.1832
10 0.54670	0.8303E-03	0.1932	1.1832
11 1.19238	0.1119E-03	0.1748	1.1832

122	0.99995	0.3565E-06	0.9435	1.1832
123	0.99997	0.3378E-06	0.9477	1.1832
124	0.99999	0.3218E-06	0.9525	1.1832

PIJF \*\*\*\* ZPR 53 HETERO CORE /49/JULY/

ITERATION END

INNER ITERATION COUNT 124  
 PREVIOUS SOURCE NORMALIZATION 0.10327E 01  
 PRESENT SOURCE NORMALIZATION 0.10327E 01  
 RATIO OF SOURCE TO REMOVAL 0.99999E 00  
 RELATIVE ERROR OF REACTION RATE (INNER) 0.54767E-04

\* \* FINAL FLUX PHI(I-NG)\*VOL(I) \* \*

ENERGY GROUP 1	2.31257E-03 8.74225E-03	1.27513E-02 2.22348E-03	4.06540E-03	9.80496E-03	9.15543E-03	6.38696E-03
ENERGY GROUP 2	8.37263E-03 3.18480E-02	4.59861E-02 8.05211E-03	1.41570E-02	3.52706E-02	3.31605E-02	2.26211E-02
ENERGY GROUP 3	1.83899E-02 7.00613E-02	1.01065E-01 1.76922E-02	3.11714E-02	7.75115E-02	7.26064E-02	4.96561E-02
ENERGY GROUP 4	3.38304E-02 1.29059E-01	1.86355E-01 3.25465E-02	5.73708E-02	1.42825E-01	1.34063E-01	9.10909E-02
ENERGY GROUP 5	5.17808E-02 1.97593E-01	2.85128E-01 4.96869E-02	8.91164E-02	2.18244E-01	2.04201E-01	1.39992E-01
ENERGY GROUP 6	7.40194E-02 2.80297E-01	4.00826E-01 7.13846E-02	1.16865E-01	3.04691E-01	2.88827E-01	1.90705E-01
ENERGY GROUP 7	1.20594E-01 4.53138E-01	6.47333E-01 1.16504E-01	1.84127E-01	4.90133E-01	4.67258E-01	3.05473E-01
ENERGY GROUP 8	1.73055E-01 6.52640E-01	9.16883E-01 1.68163E-01	2.53349E-01	6.90708E-01	6.64610E-01	4.32212E-01
ENERGY GROUP 9	1.47299E-01 5.58841E-01	7.73708E-01 1.44393E-01	2.11693E-01	5.81867E-01	5.64650E-01	3.70559E-01
ENERGY GROUP 10	2.07213E-01 7.95472E-01	1.08371E 00 2.05139E-01	2.92316E-01	8.15577E-01	8.00161E-01	5.28722E-01
ENERGY GROUP 11	1.55926E-01 6.05258E-01	8.07540E-01 1.56242E-01	2.14832E-01	6.08323E-01	6.04292E-01	4.03979E-01
ENERGY GROUP 12	1.50403E-01 5.86867E-01	7.79175E-01 1.51105E-01	2.04141E-01	5.86882E-01	5.85624E-01	3.88845E-01
ENERGY GROUP 13	1.39551E-01 5.47229E-01	7.24784E-01 1.40358E-01	1.87696E-01	5.46273E-01	5.46852E-01	3.61282E-01
ENERGY GROUP 14	1.55454E-01 6.09005E-01	8.02974E-01 1.57129E-01	2.06112E-01	6.04397E-01	6.06309E-01	3.99259E-01
*						
ENERGY GROUP 69	1.19391E-06 3.88830E-06	6.34850E-06 1.01767E-06	3.76767E-08	3.26751E-06	3.28875E-06	1.18463E-07
ENERGY GROUP 70	1.02258E-06 3.16108E-06	5.49530E-06 8.53947E-07	3.87109E-08	2.40105E-06	2.40624E-06	1.16113E-07





--- OUTPUT OF TEDIT ---

\*\*\* EDIT \*\*\*\*\*  
CASE \* ZPR 53 HETERO CORE /49/JULY/

NR (NUMBER OF REGION) = 8  
NM (NUMBER OF MATERIAL MIXED) = 7  
NG (NUMBER OF ENERGY REGION) = 70  
IRPM (FLUX 1=C 2=UNIT1) = 2  
IRP (PIJ 0=NC 1=C 2=UNIT2) = 2  
IDRECT (DIRECTIONAL PROB. 1=NO 2=READ) = 2  
NACT (NUMBER OF ACTIVATION X-SECT) = 0  
IRXEC (X-SECTION 0=NO 1=C 2=UNIT10) = 2  
OUTPUT OF HOMOGENIZED X-SECTION  
0=NONE, \*1=PRINT, \*2=CARD, \*4=U13 5  
DIMENSION USED 6241 FROM 20000

MULTI GROUP DIFFUSION COEFFICIENT (ISOTROPIC)

1	0.1291E 01	2	0.3372E 01	3	0.3087E 01	4	0.2643E 01	5	0.2050E 01	6	0.2271E 01
7	0.2198E 01	8	0.2166E 01	9	0.1962E 01	10	0.1789E 01	11	0.1596E 01	12	0.1526E 01
13	0.1379E 01	14	0.1310E 01	15	0.1273E 01	16	0.1186E 01	17	0.1115E 01	18	0.1054E 01
19	0.1036E 01	20	0.9595E 00	21	0.9672E 00	22	0.9623E 00	23	0.9466E 00	24	0.7257E 00
25	0.9088E 00	26	0.8947E 00	27	0.7816E 00	28	0.8239E 00	29	0.7833E 00	30	0.6863E 00
31	0.7473E 00	32	0.7819E 00	33	0.8441E 00	34	0.8439E 00	35	0.8374E 00	36	0.8269E 00
37	0.8062E 00	38	0.7867E 00	39	0.7877E 00	40	0.7726E 00	41	0.7798E 00	42	0.7546E 00
43	0.7206E 00	44	0.7323E 00	45	0.7429E 00	46	0.7082E 00	47	0.7345E 00	48	0.6539E 00
49	0.6597E 00	50	0.6606E 00	51	0.8105E 00	52	0.6825E 00	53	0.6995E 00	54	0.6558E 00
55	0.6430E 00	56	0.7389E 00	57	0.6089E 00	58	0.7924E 00	59	0.7974E 00	60	0.7897E 00
61	0.7777E 00	62	0.7569E 00	63	0.7105E 00	64	0.5254E 00	65	0.5418E 00	66	0.6136E 00
67	0.5611E 00	68	0.4892E 00	69	0.4849E 00	70	0.4840E 00				

MULTI GROUP DIFFUSION COEFFICIENT (RADIAL)

1	0.1289E 01	2	0.3366E 01	3	0.3084E 01	4	0.2641E 01	5	0.2050E 01	6	0.2270E 01
7	0.2197E 01	8	0.2164E 01	9	0.1961E 01	10	0.1787E 01	11	0.1594E 01	12	0.1523E 01
13	0.1378E 01	14	0.1309E 01	15	0.1270E 01	16	0.1184E 01	17	0.1114E 01	18	0.1053E 01
19	0.1034E 01	20	0.9586E 00	21	0.9656E 00	22	0.9608E 00	23	0.9449E 00	24	0.7178E 00
25	0.9070E 00	26	0.8920E 00	27	0.7781E 00	28	0.8221E 00	29	0.7792E 00	30	0.6773E 00
31	0.7433E 00	32	0.7794E 00	33	0.8422E 00	34	0.8412E 00	35	0.8347E 00	36	0.8243E 00
37	0.8030E 00	38	0.7822E 00	39	0.7840E 00	40	0.7679E 00	41	0.7762E 00	42	0.7487E 00
43	0.7099E 00	44	0.7239E 00	45	0.7359E 00	46	0.6955E 00	47	0.7261E 00	48	0.6372E 00
49	0.6355E 00	50	0.6360E 00	51	0.8089E 00	52	0.6649E 00	53	0.6842E 00	54	0.6300E 00
55	0.6142E 00	56	0.7314E 00	57	0.5665E 00	58	0.7901E 00	59	0.7953E 00	60	0.7871E 00
61	0.7743E 00	62	0.7516E 00	63	0.6986E 00	64	0.4867E 00	65	0.4729E 00	66	0.5769E 00
67	0.5028E 00	68	0.3815E 00	69	0.3685E 00	70	0.3701E 00				

MULTI GROUP DIFFUSION COEFFICIENTS (AXIAL)

1	0.1292E 01	2	0.3375E 01	3	0.3089E 01	4	0.2643E 01	5	0.2051E 01	6	0.2271E 01
7	0.2199E 01	8	0.2166E 01	9	0.1963E 01	10	0.1790E 01	11	0.1596E 01	12	0.1527E 01
13	0.1379E 01	14	0.1311E 01	15	0.1275E 01	16	0.1187E 01	17	0.1116E 01	18	0.1054E 01
19	0.1037E 01	20	0.9599E 00	21	0.9679E 00	22	0.9630E 00	23	0.9475E 00	24	0.7296E 00
25	0.9096E 00	26	0.8961E 00	27	0.7833E 00	28	0.8249E 00	29	0.7851E 00	30	0.6908E 00
31	0.7492E 00	32	0.7832E 00	33	0.8450E 00	34	0.8453E 00	35	0.8387E 00	36	0.8282E 00
37	0.8078E 00	38	0.7890E 00	39	0.7896E 00	40	0.7749E 00	41	0.7817E 00	42	0.7579E 00
43	0.7259E 00	44	0.7365E 00	45	0.7464E 00	46	0.7146E 00	47	0.7388E 00	48	0.6712E 00
49	0.6718E 00	50	0.6730E 00	51	0.8113E 00	52	0.6913E 00	53	0.7072E 00	54	0.6687E 00
55	0.6574E 00	56	0.7426E 00	57	0.6302E 00	58	0.7936E 00	59	0.7984E 00	60	0.7909E 00
61	0.7794E 00	62	0.7595E 00	63	0.7164E 00	64	0.5648E 00	65	0.5763E 00	66	0.6319E 00
67	0.5902E 00	68	0.5431E 00	69	0.5431E 00	70	0.5409E 00				

MIXTURE CROSS-SECTION

2	28	0.10000E-01	0.30732E-01	0.79380E-01	0.0	0.42545E-01	CITED	1	1
3.0732E-02	7.9380E-02	9.7204E-03	4.2549E-00	4.2466E-00	4.2585E-00	0.0			
6.0411E-03	2.2671E-02	3.0891E-03	7.3901E-03	1.3661E-02	8.4279E-03T			1	2
5.2007E-03	2.2177E-03	1.5233E-03	1.5973E-03	8.8694E-04	6.3136E-04T			1	3
4.3602E-04	3.4671E-04	2.0045E-04	1.4087E-04	1.1616E-04	5.6113E-05T			1	4
3.0671E-05	2.8200E-05	1.6891E-05	9.9911E-06	6.1377E-06	3.7190E-06T			1	5
1.9744E-06	5.1567E-07	1.6536E-07	0.0	0.0	0.0			T	6
2	28	0.10000E-01	0.25532E-01	0.83698E-01	0.0	0.40267E-01	CITED	2	7
2.5532E-02	8.3698E-02	7.4745E-03	4.0267E-00	4.0187E-00	4.0307E-00				
1.5119E-02	2.1555E-02	1.5561E-03	2.3758E-03	4.9589E-03	9.8038E-03T			2	8
8.8206E-03	5.6314E-03	3.4474E-03	1.6564E-03	1.1883E-03	8.2735E-04T			2	9
6.4622E-04	3.8340E-04	2.7740E-04	2.3107E-04	1.1419E-04	6.3724E-05T			2	10
5.9245E-05	3.5850E-05	2.1340E-05	1.3209E-05	8.0428E-06	4.8141E-06T			2	11
1.8631E-06	1.0960E-06	5.3789E-07	1.0643E-06	0.0	0.0			T	12
2	31	0.10000E-01	0.19061E-01	0.94602E-01	0.0	0.35549E-01	CITED	3	13
1.9061E-02	9.4602E-02	6.1900E-03	3.5549E-00	3.5498E-00	3.5574E-00				
2.1352E-02	3.1879E-02	4.2879E-03	1.3585E-03	2.3924E-03	4.4696E-03T			3	14
4.6326E-03	6.1422E-03	3.6184E-03	2.6285E-03	1.8686E-03	1.4693E-03T			3	15
8.2263E-04	5.7773E-04	4.7014E-04	2.2615E-04	1.2690E-04	1.1098E-04T			3	16
6.7488E-05	4.0267E-05	2.5012E-05	1.5193E-05	1.1803E-05	5.2762E-06T			3	17
2.4858E-06	1.4997E-06	0.0	0.0	0.0	7.1076E-06T			3	18
8.4272E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			T	19
2	27	0.10000E-01	0.17650E-01	0.11503E-01	0.0	0.29112E-01	CITED	4	20
1.7650E-02	1.1503E-01	2.8830E-03	2.9112E-00	2.9096E-00	2.9120E-00				
3.5070E-02	4.3160E-02	9.2325E-03	2.7343E-03	3.3168E-03	2.6618E-03T			4	21
3.4085E-03	2.2598E-03	1.8355E-03	1.4251E-03	1.2452E-03	7.8118E-04T			4	22
6.0364E-04	5.3798E-04	2.8467E-04	1.7077E-04	1.6761E-04	1.0321E-04T			4	23
6.1287E-05	3.6579E-05	2.1991E-05	1.1581E-05	7.0226E-06	3.2729E-06T			4	24
1.7577E-06	1.0686E-06	3.2507E-05	0.0	0.0	0.0			T	25
2	27	0.10000E-01	0.17674E-01	0.15393E-01	0.0	0.21658E-01	CITED	5	26
1.7674E-02	1.5393E-01	5.9150E-03	2.1658E-00	2.1650E-00	2.1662E-00				
5.9782E-02	5.3957E-02	1.7786E-02	1.9805E-03	1.7959E-03	2.7199E-03T			5	27
2.0348E-03	1.9080E-03	1.5803E-03	1.3641E-03	9.1264E-04	6.9473E-04T			5	28
5.9923E-04	3.1462E-04	1.7526E-04	1.7400E-04	9.7906E-05	5.4888E-05T			5	29
3.5413E-05	2.0488E-05	1.2351E-05	6.8176E-06	4.0189E-06	2.4629E-06T			5	30
1.3516E-06	2.1594E-06	1.4113E-04	0.0	0.0	0.0			T	31
2	31	0.10000E-01	0.16514E-01	0.13734E-01	0.0	0.24318E-01	CITED	6	32
1.6514E-02	1.3734E-01	5.6234E-03	2.4318E-00	2.4304E-00	2.4322E-00				
5.0007E-02	6.0928E-02	8.5098E-03	1.9946E-03	2.0285E-03	1.4983E-03T			6	33
1.4241E-03	1.2145E-03	1.1928E-03	7.8966E-04	6.0845E-04	5.4698E-04T			6	34
2.7431E-04	1.6918E-04	1.8429E-04	1.1319E-04	8.7004E-05	6.0966E-05T			6	35
2.9305E-05	1.8590E-05	1.1710E-05	7.6449E-06	5.7801E-06	2.8275E-06T			6	36
1.4403E-06	5.2618E-07	5.1365E-07	5.3038E-07	4.0728E-07	3.1683E-07T			6	37
1.8490E-04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			T	38

2	4	0.10000E-01	0.47106E-00	0.68101E-00	0.0	0.48973E-01	CITED	68210
4.7106E-01	6.8101E-01	2.7744E-01	4.8973E-01	3.8181E-01	5.4371E-01			
2.0928E-01	1.8308E-01	1.1217E-02	0.0	0.0	0.0			T 68211
2	3	0.10000E-01	0.47301E-00	0.68844E-00	0.0	0.48499E-01	CITED	69212
4.7301E-01	6.8844E-01	2.8509E-01	4.8499E-01	3.6855E-01	5.4322E-01			
2.0608E-01	1.9727E-01	0.0	0.0	0.0	0.0			T 69213
2	2	0.10000E-01	0.46663E-00	0.68701E-00	0.0	0.48412E-01	CITED	70214
4.6663E-01	6.8701E-01	2.8128E-01	4.8412E-01	3.7019E-01	5.4109E-01			
4.0573E-01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			T 70215

MEMBER NAME OF THIS PROBLEM= ZPR53C03  
 MEMBER ZPR53C03 CF LENGTH 2450 IS STORED IN PDS FILE

\*\*\*EIND \*\*\*\*  
ZPR III 53 ASSEMBLY HETEROGENITY CALCULATION

INPUT DATA LIST

PROB.	1	GEOMETRY	2	POINTS	51	REGIONS	2	GROUPS	70	DOWN SC.	29	LAPSE	0	NADJ	1	MXPRT	1	IFRR	0	
SYMMETRIC CELL	1	B=1,P	-1	B=GROUP	1	-1	CRIT	0	INELA	1	EIGEN=CONV	1	PT=CONV	1	IXSC	0	IXPR	0	IFPR	1

INTERFACE POINT NUMBERS  
32 50

EPS1	0.10000000E-04	EPS2	0.99999999E-04	DR-MIN	0.0	DR-MAX	0.0	THETA	0.30000000E 00
------	----------------	------	----------------	--------	-----	--------	-----	-------	----------------

DELTA-R  
0.11437000E 01 0.20556000E 01

USED MEMBER NAME HQMCORE LENGTH= 2430  
USED MEMBER NAME HQMBLK LENGTH= 2430

BUCKLING=ONE  
0.0

OUTPUT DATA LIST

LAMBDA 0	=	0.59217529E 07
LAMBDA 1	=	0.94420041E 00
LAMBDA 2	=	0.97231247E 00
LAMBDA 3	=	0.98664321E 00
LAMBDA 4	=	0.98680644E 00
LAMBDA 5	=	0.98692079E 00
LAMBDA 6	=	0.98690796E 00
LAMBDA 7	=	0.98691124E 00
LAMBDA 8	=	0.98691042E 00
LAMBDA 9	=	0.98691069E 00
LAMBDA 10	=	0.98691057E 00
LAMBDA 11	=	0.98691064E 00
LAMBDA 12	=	0.98691063E 00
LAMBDA 13	=	0.98691063E 00

SOURCE

0.79116687E-05	0.79047929E-05	0.78841783E-05	0.78498888E-05	0.78020214E-05	0.77407174E-05
0.76641493E-05	0.75785314E-05	0.74781078E-05	0.73651559E-05	0.72399821E-05	0.71029219E-05
0.69543348E-05	0.67945999E-05	0.66241190E-05	0.64433079E-05	0.62526005E-05	0.60524412E-05
0.58432822E-05	0.56235918E-05	0.53998417E-05	0.51665102E-05	0.49260873E-05	0.46790631E-05
0.44259431E-05	0.41672254E-05	0.39034171E-05	0.36350226E-05	0.33625369E-05	0.30864401E-05
0.28071893E-05	0.25252155E-05	0.22409416E-05			
0.11462923E-05	0.74065861E-06	0.46343705E-06	0.29329170E-06	0.18789491E-06	0.12195158E-06
0.80240925E-07	0.53541046E-07	0.35224937E-07	0.24833206E-07	0.17221594E-07	0.12048804E-07
0.84669753E-08	0.59335195E-08	0.40959449E-08	0.27208343E-08	0.16495739E-08	0.77035665E-08
0.0					

INTEGRATED SOURCE

0.88341211E 00 0.11658788E 00

REGION VOLUMES

0.20534066E 06 0.14646263E 07

FLUX GROUP 1

INTEGRATED FLUX

0.52614716E-01  
0.44195699E-01 0.84190173E-02

FLUX GROUP 2

INTEGRATED FLUX

0.19429589E 00  
0.16159449E 00 0.32701395E-01

JAERI-M 5916

USED MEMBER NAME ZPR5C03 LENGTH= 2450  
 USED MEMBER NAME HCOMBLK LENGTH= 2450

PROB, 1

N1 N2 KMAX [MAX INO NJ  
 0 1 2 70 0 0

INTER(K)  
 32 50

DR(K) 1.1437E 00 2.0556E 00

BSG(K) 0.0 0.0

KAJ(I)	1	2	3	4	5	6
5.0121E-03	1.5627E-02	3.3856E-02	5.9240E-02	8.9122E-02	9.1489E-02	
1.2609E-01	1.3649E-01	9.6185E-02	1.0484E-01	8.1449E-02	4.6715E-02	
3.4953E-02	2.9901E-02	1.8710E-02	1.4941E-02	1.3224E-02	7.1309E-03	
4.4193E-03	4.3118E-03	2.5704E-03	1.5147E-03	9.2805E-04	5.6048E-04	
3.3275E-04	2.0001E-04	1.1694E-04	7.1148E-05	0.0	0.0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
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  
 9.8691063E-01

DELTA K BY NU\*SIGF

-2.3180572E-07	-2.3144195E-07	-2.3035279E-07	-2.2854507E-07	-2.2602976E-07	-2.2282226E-07
-2.1894185E-07	-2.1441179E-07	-2.0925869E-07	-2.0351278E-07	-1.9720715E-07	-1.9037781E-07
-1.8306350E-07	-1.7530943E-07	-1.6714735E-07	-1.5863534E-07	-1.4981791E-07	-1.4074601E-07
-1.3147308E-07	-1.2205491E-07	-1.1254970E-07	-1.0301776E-07	-9.3521141E-08	-8.4123092E-08
-7.4887170E-08	-6.5876206E-08	-5.7150926E-08	-4.8768593E-08	-4.0781543E-08	-3.3236302E-08
-2.6173763E-08	-1.9631660E-08	-1.3651198E-08			
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
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

-1.5829321E-02	
-1.5829321E-02	0.0

\* GROUP CONTRIBUTION

TOTAL REGION					
1.8318495E-04	4.6823257E-04	8.4690632E-04	1.4531775E-03	2.4133332E-03	2.0788136E-03
2.6662012E-03	2.7117344E-03	1.9593898E-03	2.1922975E-03	1.2953829E-03	9.4786477E-04
6.7667276E-04	5.4336843E-04	3.0920818E-04	1.9983882E-04	1.1843123E-04	4.7022734E-05
-6.3545514E-05	-1.2353917E-04	-1.5677077E-04	-2.0471138E-04	-2.9583515E-04	-3.6033810E-04
-2.6621933E-05	-3.2557245E-04	-3.1911565E-04	-3.0010108E-04	-3.7612970E-04	-3.8287312E-04
-5.0088041E-04	-5.4919101E-04	-6.3522944E-04	-8.8957796E-04	-9.0736304E-04	-1.2287258E-03
-1.5379021E-03	-2.3264628E-03	-1.7453858E-03	-2.8010054E-03	-1.6084100E-03	-1.8729103E-03
-4.2161031E-03	-2.4493855E-03	-1.2300889E-03	-1.4930266E-03	-2.4279716E-03	-1.7127295E-03
-2.4355327E-03	-1.0371881E-04	-2.5679905E-05	-4.7993136E-04	-1.5050644E-04	-3.4751713E-04
-2.4867967E-04	-2.5726019E-05	-4.0833226E-05	-7.4852730E-07	-6.1492089E-07	-7.8779200E-07
-1.1270005E-06	-1.6898167E-06	-2.7098050E-06	-4.1588200E-06	-1.9331414E-06	-1.0435253E-06
-9.5456667E-07	-8.4176847E-07	-1.5240810E-07	-1.0216021E-08		
(	-0.1582932E-01)				
REGION - 1					
1.8318495E-04	4.6823257E-04	8.4690632E-04	1.4531775E-03	2.4133332E-03	2.0788136E-03
2.6662012E-03	2.7117344E-03	1.9593898E-03	2.1922975E-03	1.2953829E-03	9.4786477E-04
6.7667276E-04	5.4336843E-04	3.0920818E-04	1.9983882E-04	1.1843123E-04	4.7022734E-05
-6.3545514E-05	-1.2353917E-04	-1.5677077E-04	-2.0471138E-04	-2.9583515E-04	-3.6033810E-04
-2.6621933E-05	-3.2557245E-04	-3.1911565E-04	-3.0010108E-04	-3.7612970E-04	-3.8287312E-04
-5.0088041E-04	-5.4919101E-04	-6.3522944E-04	-8.8957796E-04	-9.0736304E-04	-1.2287258E-03
-1.5379021E-03	-2.3264628E-03	-1.7453858E-03	-2.8010054E-03	-1.6084100E-03	-1.8729103E-03
-4.2161031E-03	-2.4493855E-03	-1.2300889E-03	-1.4930266E-03	-2.4279716E-03	-1.7127295E-03
-2.4355327E-03	-1.0371881E-04	-2.5679905E-05	-4.7993136E-04	-1.5050644E-04	-3.4751713E-04
-2.4867967E-04	-2.5726019E-05	-4.0833226E-05	-7.4852730E-07	-6.1492089E-07	-7.8779200E-07
-1.1270005E-06	-1.6898167E-06	-2.7098050E-06	-4.1588200E-06	-1.9331414E-06	-1.0435253E-06
-9.5456667E-07	-8.4176847E-07	-1.5240810E-07	-1.0216021E-08		
REGION - 2					
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

BT

REACTIVITY OF UNIT SUBSTANCE

3.5986116E-07	3.5924518E-07	3.3740142E-07	3.5434594E-07	3.5010151E-07	3.4470182E-07
3.3818884E-07	3.3061282E-07	3.2203105E-07	3.1250797E-07	3.0211373E-07	2.9092331E-07
2.7901547E-07	2.6647221E-07	2.5337737E-07	2.3981558E-07	2.2587157E-07	2.1162912E-07
1.9717018E-07	1.8257431E-07	1.6791818E-07	1.5327524E-07	1.3871580E-07	1.2430766E-07
1.1011664E-07	9.6208378E-08	8.2950290E-08	6.9514314E-08	5.6880669E-08	4.4842771E-08
3.3914430E-08	2.3041565E-08	1.3668360E-08			
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
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

2.3246842E-02	
2.3246842E-02	0.0

\* GROUP CONTRIBUTION

TOTAL REGION					
1.1713384E-04	2.7324314E-04	4.8367614E-04	2.4640340E-04	1.4683127E-03	1.2706302E-03
1.7739103E-03	1.8585426E-03	1.3364934E-03	1.4115878E-03	7.8635586E-04	3.6084387E-04
3.8931453E-04	3.0873899E-04	1.7772423E-04	1.1575601E-04	8.6016027E-05	3.1455284E-05
-2.4274227E-05	-4.5381260E-05	4.0102332E-06	-1.0603202E-04	-1.3537316E-04	-1.3364638E-04
-2.4274227E-05	-2.1926721E-04	4.2667381E-04	2.3243518E-04	1.0808758E-04	1.6298573E-04
2.9071987E-04	4.3676656E-04	4.4759730E-04	6.4871799E-04	5.6560151E-04	4.2674248E-04
9.7889249E-04	6.2811253E-04	7.7956500E-04	7.6597609E-04	5.0824834E-04	1.1093901E-03
3.5116269E-04	1.0363762E-04	6.3795633E-04	1.1619956E-03	-4.5789917E-04	5.7930061E-05
-8.8012817E-04	4.7959291E-04	3.8765749E-06	-3.9310860E-05	3.1087889E-04	-4.9247088E-05
-6.3828969E-05	-6.5421661E-06	3.3247839E-05	1.2041454E-07	-3.4694082E-07	-4.8958266E-07
-7.1388870E-07	-1.0615641E-06	-1.3961454E-06	1.7746873E-06	1.4249111E-06	-1.4716440E-08
-4.3412710E-08	-7.5737203E-09	-2.2988753E-10	-2.5426946E-11		
(	0.2327536E-01)				
REGION - 1					