

BN及びBFS炉心解析システムの整備

報告書

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)



2001 年 3 月

株式会社 三菱総合研究所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 4 9

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2001

BN及びBFS炉心解析システムの整備

船曳 淳*

角田 弘和*

要旨

BN 及び BFS 炉心体系を正確にモデル化することのできる 3 次元 Hex-Z 体系用解析コードの汎用性を向上させ、高精度な核特性解析を実現するために以下のコード整備を行った。

NSHEX コードを中性子束ソルバーとする 3 次元輸送燃焼計算コード NSHEX-BURN を整備した。本コードは、計算体系が全炉心形状に限定されるものの、拡散燃焼計算コード MOSES と同等な燃料管理、燃焼計算機能を備えている。試計算の結果から、出力分布等の空間分布諸量については、輸送効果により拡散燃焼計算コードの結果と僅かな差がみられたが、燃焼に伴う実効増倍率の変化はほぼ一致した。

NSHEX コードで計算した角度束、随伴角度束を用いる 3 次元輸送摂動計算コードを整備した。試計算の結果から、角度束の内積計算において適用した三次元中性子束再構築法の精度が角度積内積値を介して反応度変化の精度を支配することがわかった。

NSHEX コードの加速法を検討し、高次モーメントまでを考慮した中性子束外挿法を外部反復加速に適用する方法が最も有効であることがわかった。この加速法を適用した場合、最大で約 1/3 の計算時間で収束解が得られた。

反応率解析コード LAGOON に、集合体径方向 6 角断面内の中性子束分布から任意の位置における中性子束を内挿する機能を付加した。これにより、LAGOON コードの計算可能な体系は、XYZ、XY、RZ 体系に加えて、3 次元 HexZ および TriZ-体系が追加され、解析適用範囲が広がった。

二次元輸送摂動計算コード SNPERT を拡張し、ミクロ断面積を使用した摂動計算が可能となった。機能面では反応度マップおよび核種毎の密度計算、遅発中性子割合や中性子生成時間の計算機能を追加した。

本報告書は、(株)三菱総合研究所が核燃料サイクル開発機構との契約により実施した業務の成果である。

担当部室：大洗工学センター システム技術開発部 炉心技術開発グループ

* 株式会社 三菱総合研究所 安全技術研究部

Development of a Code System for the BN and BFS Reactor Analysis

Jun Funabiki*

Hirokazu Tsunoda*

Abstract

The following codes were developed to enhance the applicability of the three-dimensional Hex-Z geometry codes that can model the BN and BFS reactor core accurately.

A burn-up calculation code named NSHEX-BURN was developed. This code utilizes the three-dimensional transport code NSHEX as a neutron flux solver. Although the geometry of this code is restricted to the whole core configuration, the code is equipped with the function of fuel management and burn-up analysis as the diffusion-based code MOSES. Test calculations showed that the spatial distribution of physical quantities, such as power density, is slightly different from the results that calculated by the diffusion-based burn-up code due to the transport effect. On the other hand, the changes of the effective multiplication factor caused by burn-up were well agreed with both codes.

A three-dimensional, transport-based perturbation code was developed. The code uses forward and adjoint angular fluxes obtained by the NSHEX code. The results from test calculation indicate that the accuracy of the reconstruction method of neutron angular flux in calculation node plays an essential role in attaining the accurate evaluation of reactivity change.

Various acceleration methods were applied to the NSHEX code to improve the computational performance. Performance check calculations showed that the extrapolation of neutron flux moments in outer iterations is most effective and that the extrapolation of higher order flux moment is very important. This method reduced the computational time by a factor of three at most.

The reaction rate analysis code LAGOON was modified to determine flux at any point of hexagonal assembly. This modification enhanced the applicability of LAGOON code to Hex-Z and Tri-Z geometry, in addition to currently available XYZ, XY, and RZ geometry.

The two-dimensional, transport-based perturbation code SNPERT was extended to use microscopic cross section libraries. New functions to calculate the reactivity worth map by nuclide, the effective delayed neutron fractions, the neutron generation time were added to the code.

* Safety Engineering and Technology Department, Mitsubishi Research Institute, Inc.

BN 及び BFS 炉心解析システムの整備

報告書 目次

要旨	i
Abstract	ii
目次	iii
表リスト	vi
図リスト	vii
 1. はじめに	 1-1
1. 1 目的	1-1
1. 2 実施項目	1-1
1. 3 実施概要	1-1
1. 3. 1 3次元炉心解析システムの整備	1-1
1. 3. 2 3次元 HexZ 体系における反応率分布処理コードの整備	1-2
1. 3. 3 輸送計算による反応度マップ計算機能の追加	1-2
 2. 3次元炉心解析システムの整備—燃焼計算機能	 2-1
2. 1 輸送燃焼計算コードの整備	2-1
2. 2 コードの概要	2-2
2. 2. 1 入力部	2-2
2. 2. 2 燃料装荷・交換部	2-2
2. 2. 3 中性子束計算部	2-2
2. 2. 4 燃焼計算部	2-4
2. 3 機能の確認	2-4
2. 3. 1 試計算問題と MOSES コードを用いた結果	2-4
2. 3. 2 NSHEX-BURN コードを用いた結果	2-5
2. 4 まとめ	2-6
 3. 3次元炉心解析システムの整備—摂動計算機能	 3-1
3. 1 摂動計算機能の概要	3-1
3. 2 角度束内積の計算方法	3-1
3. 2. 1 径方向再構築	3-1
3. 2. 2 軸方向再構築	3-4
3. 2. 3 3次元再構築	3-4
3. 2. 4 内積計算	3-5
3. 2. 5 内積処理の確認	3-7
3. 3 コードの整備	3-7
3. 3. 1 NSHEX コード	3-7

3. 3. 2	摂動計算コード	3-7
3. 4	機能の確認	3-8
3. 4. 1	試計算の問題	3-8
3. 4. 2	試計算結果	3-8
3. 5	まとめ	3-9
4.	3次元炉心解析システムの整備—加速法の検討	4-1
4. 1	中性子源及び中性子束外挿法の適用	4-1
4. 1. 1	外挿法の概要	4-1
4. 1. 2	外挿法のアルゴリズム	4-2
4. 1. 3	KNK-II 体系への適用結果	4-2
4. 1. 4	常陽 Mk-I 体系への適用結果	4-4
4. 2	輸送合成法の適用	4-5
4. 2. 1	拡散合成法および輸送合成法の概要	4-5
4. 2. 2	輸送合成法適用に関する検討	4-7
4. 2. 3	輸送合成法のアルゴリズム	4-7
4. 2. 4	輸送合成法の適用結果	4-7
4. 3	検討	4-8
4. 3. 1	中性子束初期値	4-8
4. 3. 2	外部反復における中性子源外挿法	4-8
4. 3. 3	外部反復における中性子束外挿法	4-8
4. 3. 4	内部反復における中性子束加速法	4-9
4. 3. 5	まとめ	4-9
5.	3次元 HexZ 体系における反応率分布処理コードの整備	5-1
5. 1	整備の必要性和実現方針	5-1
5. 2	反応率分布処理コードの概要	5-1
5. 2. 1	中性子束前処理	5-1
5. 2. 2	径方向中性子束内挿	5-2
5. 2. 3	軸方向内挿	5-2
5. 2. 4	LAGOON コードの変更部	5-2
5. 2. 5	反応率解析のフロー	5-3
5. 3	機能の確認	5-3
5. 3. 1	中性子束前処理	5-3
5. 3. 2	反応率計算	5-3
5. 4	まとめ	5-4
6.	輸送計算による反応度マップ計算機能の追加	6-1
6. 1	改良の必要性	6-1
6. 2	整備の方法	6-1

6. 2. 1	整備の前提	6-1
6. 2. 2	摂動計算コード	6-1
6. 2. 3	プログラミング	6-2
6. 3	試計算による結果の確認	6-2
6. 3. 1	厳密摂動によるプログラミングの確認	6-2
6. 3. 2	その他の機能の確認	6-2
6. 4	まとめ	6-3
7.	結論と今後の課題	7-1
参考文献		参-1
付録 A 3次元輸送燃焼計算コード使用マニュアル		
付録 B NSHEX 用 3次元輸送摂動計算コード使用マニュアル		
付録 C 中性子束外挿法使用マニュアル (NSHEX コード)		
付録 D 反応率分布処理コード使用マニュアル		
付録 E 二次元輸送摂動計算コード使用マニュアル		

表リスト

表 2. 1	NSHEX 本体から出力する中性子束ファイル仕様	2-7
表 2. 2	実効倍増率の比較	2-8
表 3. 1	NSHEX のファイル出力内容 (1/2)	3-10
表 3. 1	NSHEX のファイル出力内容 (2/2)	3-11
表 3. 2	3 次元擾動計算コードの試計算結果	3-12
表 4. 1	KNK-II 体系を対象とした各種外挿加速法の適用結果	4-10
表 4. 2	KNK-II 体系を対象とした随伴中性子束計算における 中性子束外挿法の適用結果	4-11
表 4. 3	KNK-II 体系を対象とした中性子束外挿法の内側反復への適用結果 ...	4-11
表 4. 4	KNK-II 体系を対象とした中性子束外挿法加速効率の収束条件依存性 ·	4-12
表 4. 5	常陽 Mk-I 体系を対象とした各種外挿加速法の適用結果 (18 群計算) ·	4-13
表 4. 6	常陽 Mk-I 体系を対象とした各種外挿加速法の適用結果 (4 群計算) ..	4-13
表 4. 7	KNK-II 体系を対象とした輸送合成法の適用結果	4-14
表 6. 1	厳密擾動計算結果	6-4

図リスト

図 2. 1	燃焼計算コードの流れ	2-9
図 2. 2	試計算体系の集合体配置	2-10
図 2. 3	燃料交換パターン	2-10
図 2. 4	取り出し燃料の炉心領域燃焼度	2-11
図 2. 5	取り出し燃料の軸方向ブランケット領域燃焼度	2-12
図 2. 6	全中性子束分布	2-13
図 2. 7	集合体積分出力	2-14
図 2. 8	第 2 ステップ終了時の炉心部燃焼度	2-15
図 2. 9	第 2 ステップ終了時のブランケット部燃焼度	2-16
図 2. 10	試計算問題の入力データ (1/4)	2-17
図 2. 10	試計算問題の入力データ (2/4)	2-18
図 2. 10	試計算問題の入力データ (3/4)	2-19
図 2. 10	試計算問題の入力データ (4/4)	2-20
図 2. 11	取り出し燃料の炉心部燃焼度	2-21
図 2. 12	取り出し燃料の軸方向ブランケット部燃焼度	2-22
図 2. 13	全中性子束分布	2-23
図 2. 14	集合体積分出力	2-24
図 2. 15	第 2 ステップ終了時の炉心部燃焼度	2-25
図 2. 16	第 2 ステップ終了時のブランケット部燃焼度	2-26
図 2. 17	内側炉心燃料集合体の軸方向出力分布例	2-27
図 2. 18	内側炉心燃料集合体の軸方向出力分布例	2-27
図 2. 19	ブランケット燃料集合体の軸方向出力分布例	2-28
図 4. 1	中性子源外挿法を適用した場合の実効増倍率の収束挙動	4-15
図 4. 2	中性子源外挿法を適用した場合の中性子束の収束挙動	4-15
図 4. 3	中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動	4-16
図 4. 4	中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動	4-16
図 4. 5	角度束外挿法を外側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動	4-17
図 4. 6	角度束外挿法を外側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動	4-17
図 4. 7	中性子束外挿法を外側反復及び内側反復へ適用した場合の 実効増倍率の収束挙動	4-18
図 4. 8	中性子束外挿法を外側反復及び内側反復へ適用した場合の 中性子束の収束挙動	4-18
図 4. 9	中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動	4-19
図 4. 10	中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動	4-19
図 4. 11	中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動	4-20
図 4. 12	中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動	4-20
図 4. 13	中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動	4-21
図 4. 14	中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動	4-21
図 4. 15	輸送合成法を適用した場合の実効増倍率の収束挙動	4-22

図4. 1 6	輸送合成法を適用した場合の中性子束の収束挙動	4-22
図4. 1 7	輸送合成法を適用した場合の各群内側反復回数推移	4-23
図4. 1 8	輸送合成法を適用した場合の実効増倍率の収束挙動	4-24
図4. 1 9	輸送合成法を適用した場合の中性子束の収束挙動	4-24
図4. 2 0	輸送合成法を適用した場合の各群内側反復回数推移	4-25
図5. 1	前処理コード出力ファイルの仕様	5-5
図5. 2	径方向フィッティングに用いる中性子束位置	5-6
図5. 3	軸方向内挿結果の例	5-7
図5. 4	反応率計算部における中性子束内挿計算部の呼び出し	5-8
図5. 5	HexZ および TriZ メッシュ体系用内挿計算の処理フロー	5-9
図5. 6	測定値を規定する位置を表す座標系	5-10
図5. 7	HexZ あるいは TriZ メッシュ計算体系向け反応率分布処理のフロー	5-11
図5. 8	SNR300 計算体系の炉心断面	5-12
図5. 9	前処理した中性子束 (集合体平均)	5-13
図5. 1 0	前処理した中性子束 (①および⑥位置)	5-14
図5. 1 1	改修後の LAGOON を用いた Pu239 核分裂反応率の C/E 値	5-15
図5. 1 2	改修後の LAGOON を用いた U235 核分裂反応率の C/E 値	5-16
図5. 1 3	改修後の LAGOON を用いた U238 核分裂反応率の C/E 値	5-17
図6. 1	試計算の二次元 RZ 体系	6-5
図6. 2	各計算ケースの内容	6-6
図6. 3	炉心中心面径方向反応度価値マップ	6-7
図6. 4	炉心中心面径方向反応度価値(漏洩項)マップ	6-8

1. はじめに

1. 1 目的

ロシアでは、核兵器の解体により得られる Pu の処分の一環とし、現在稼働中の実機高速炉 BN-600 に解体核を含む MOX 燃料を装荷したハイブリッド体系の稼働を目的として、その設計研究あるいは予備実験が行われている。一方、ロシア解体核処分支援を目的として、核燃料サイクル開発機構とロシアのオブニンスクにある物理エネルギー研究所 (IPPE) との共同研究が 1999 年 6 月に開始され、その一環として、サイクル機構において、BN-600 ハイブリッド炉心の解析、および、その予備実験である高速炉臨界実験装置 BFS-2 を用いて構成された体系 BFS-62 炉心を用いた実験解析の支援が行われている。

上記サイクル機構の具体的義務は、高精度な解析を行うことにより、ロシアで行われている BN-600 設計解析、および、臨界実験解析の品質を調査することにある。BN および BFS 体系は HexZ 体系であり、XYZ 体系であるこれまでの JUPITER 等の臨界実験解析を目的として整備されてきたコードシステム¹⁾では、体系を正確に取り扱うことが出来ず、その使用はモデル化誤差を引き起こす原因となる。

そこで、BN および BFS 炉心体系を正確にモデル化することのできる 3 次元 HexZ 体系用解析コードの汎用性を向上させ、高精度な核特性解析を実現することを目的とする。

1. 2 実施項目

以下の項目を実施した。

- (1) 3 次元炉心解析システムの整備
- (2) 3 次元 HexZ 体系における反応率分布処理コードの整備
- (3) 輸送計算による反応度マップ計算機能の追加

1. 3 実施概要

1. 3. 1 3 次元炉心解析システムの整備

3 次元 HexZ 体系用輸送ノード法計算コード NSHEX²⁾の改良、および、汎用性向上のためのシステム整備を行った。具体的な改良、および、整備は次の 3 項目に分かれる。

(1) 燃焼計算機能の追加

3 次元輸送ノード法計算コード NSHEX を中性子束ソルバーとする輸送燃焼計算コードを整備した。本コードは、NSHEX コードを中核機能とし、燃焼計算において必要な以下の 3 つの計算機能を備えている。

①燃焼計算

炉心出力、初期組成、中性子束、ミクロ断面積等を入力とし、炉心出力により規格化を行い、行列指数法を用いて燃焼計算を実行し、燃焼後の組成を出力する。

②燃料取り替え・取り扱い

燃焼前の 3 次元炉心マップ、ユーザーによる燃料取り替えの指定を入力とし、燃料取り替えを取り扱い、取り替え後の 3 次元炉心マップを出力する。

③実効マクロ断面積計算

燃焼後の組成と実効ミクロ断面積を入力とし、両者を掛け合わせ、核種について合計

することにより実効マクロ断面積計算を計算する。

(2) 摂動計算機能の追加

3次元輸送ノード法計算コードNSHEXの計算結果に基づく摂動計算コードを作成した。本コードは以下の計算を行う。

- ①NSHEX コードを用いた計算により得られる角度束を基に、ノード内中性子束再構築法によりノード内の3次元角度中性子束分布および随伴角度中性子束分布を多項式展開の形で求める。
- ②多項式展開により表されている角度中性子束、随伴角度中性子束をノード内で内積処理する。
- ③一般の有限差分摂動計算コードと同様に、②で得られた内積値、中性子束を基に全炉心に亘る摂動量、および、摂動反応度マップの計算を行う。

(3) 加速法の適用に関する検討

3次元 HexZ 体系用輸送ノード法計算コード NSHEX は、拡散近似計算コードに比べて多大な計算時間を要する。これを改善するために加速法の適用性を検討した。

- ①中性子源外挿法
- ②中性子束外挿法
- ②輸送合成法

1. 3. 2 3次元 HexZ 体系における反応率分布処理コードの整備

CITATION-FBR コード¹⁾を用いた3次元 HexZ および TriZ 体系計算により得られる中性子束分布に基づく反応率計算を行うことを可能とするため、反応率分布処理コード LAGOON²⁾を改良した。

1. 3. 3 輸送計算による反応度マップ計算機能の追加

BN-600 ハイブリッド体系の解析には輸送計算ベースの反応度マップ評価が不可欠であることから、従来³⁾の SNPERT コード⁴⁾を改訂した。これにより、ミクロ断面積を必要とする反応度値マップおよび密度係数計算、実効遅発中性子割合と中性子生成時間の計算にも対応できる輸送摂動計算コードとなった。

2. 3次元炉心解析システムの整備－燃焼計算機能

2. 1 輸送燃焼計算コードの整備

高精度な燃焼計算を可能とするため、NSHEX コードを中性子束ソルバーとする輸送燃焼計算コード(NSHEX-BURN)を整備した。

本コードは NSHEX コードの輸送近似に基づく中性子束を計算する機能の他、燃焼計算コードが備える次の機能を有するものとした。

① 燃焼計算

炉心出力、初期組成、中性子束、マイクロ断面積等を入力とし、炉心出力により規格化を行い、行列指数法を用いて燃焼計算を実行し、燃焼後の組成を出力する。

② 燃料取り替え取り扱い

燃焼前の3次元炉心マップ、燃料取り替えの指定を入力とし、燃料取り替えを取り扱い、取り替え後の3次元炉心マップを出力する。

③ 実効マクロ断面積計算

燃焼後の組成と実効マイクロ断面積を入力とし、両者を掛け合わせ、核種について合計することにより実効マクロ断面積を計算する。

整備に先だって次の方針を定め、上記要求機能の実現を図った。

(1) 基本方針

- ・ これまでサイクル機構内で整備に力が注がれてきた汎用拡散燃焼計算コードMOSES³⁾を有効利用するとの観点から、MOSESコードを基に中性子束計算部をNSHEXの輸送計算部に置き換える。
- ・ MOSESコードの拡散計算部は、燃焼ゾーン毎マクロ断面積の作成、実効増倍率と中性子束計算、中性子束の規格化、出力等各種物理量計算等を含む。これらのうち、実効増倍率と中性子束計算部（中性子束ソルバー）はNSHEXコードに担当させ、他はMOSESコードが備えている機能を利用する。
- ・ NSHEXコードは今後の改訂を考慮して大幅な変更を施さない。入出力インターフェイスを整備してMOSESコード本体との結合を図る。
- ・ MOSESコードの備えている編集出力機能を利用する観点から、特にNSHEXコード向きの機能を盛り込むことはしない。MOSESコードの出力分布計算機能を例にとると、集合体内の径方向ピーキング係数は集合体6角断面内に6点の出力密度が与えられるとして計算している。一方、NSHEXコードでは、中性子束再構築法を適用することで集合体内の任意の位置における出力密度を計算することができる。このようなNSHEXコードの特有の取り扱いを考慮するとMOSESコードの現有機能を利用できなくなる。そこで、この例では集合体内6点の位置における中性子束を再構築法に基づき計算して編集出力をする。
- ・ 軸方向燃焼ゾーンはNSHEXコードで扱う軸方向ノード分割に対応させる。すなわち、ノード単位で燃焼組成を計算する。

(2) 入出力

- ・ 核種数密度、集合体種別、集合体の炉心内配置、燃焼サイクル等の入力データは、従来のMOSESコードと同じ形式で与える。

- ・ ミクロ断面積ファイルは、MOSESコードと同じくCITATIONもしくはMOSES形式のものとする。

(3) 制限

- ・ MOSESコードは全炉心体系のほか、1/6、1/3、1/2回転対称体系を扱うことも可能であるが、本コードはNSHEXコードに対応して全炉心体系のみを扱う。
- ・ NSHEXコードの特性として、燃焼により組成が変化すると新たな計算を行うに等しい計算時間が必要となるため、リスタート用中性子束ファイルを保存する必要性が高くないことがある。また、燃焼計算ステップ毎に膨大なデータをファイル出力すること避ける観点から、MOSESコードの備えているリスタート機能を無効化する。
- ・ 中性子束ソルバーは輸送計算のみとし、拡散近似の中性子束ソルバーと併用する機能を備えない。
- ・ 集合体内径方向中性子束分布の扱いについては、中性子束再構築法により3角メッシュ表現に対応した位置の6点に限定する。軸方向の中性子束分布は差分コードの扱いに準じて細メッシュ毎に決定して表現することにした。このため、ノード毎に入力で指定する細メッシュ分割数から中性子束計算位置を決定し、径方向と同じく中性子束再構築法で中性子束を算出する。
- ・ 通常の NSHEX コード入力で指定可能な軸方向粗メッシュの概念を扱わず、ノード分割＝細メッシュ分割として扱う。
- ・ 随伴計算を行わない。

2. 2 コードの概要

本コードの全体構成を図 2.1 に示す。全体の流れは MOSES コードと同様であり、データ入力部、燃料装荷・交換部、中性子束計算部、燃焼計算部と計算が進む。燃料交換や燃焼計算は必要に応じてとばすことが可能である。ひとつの計算ステップが終了すると再び入力データの読み込み部に戻り、次の計算ステップに進む、もしくは終了が決定される。

以下では、各構成要素の概要を述べる。

2. 2. 1 入力部

入力データの指定方法は MOSES コードと同様である。Sn 次数、中性子束モーメントの次数、各オプション等 NSHEX コード特有の計算条件は、計算制御のパラメータ入力部で使用していないデータ域を転用することとした。これにより、本コード用に作成したデータを現行 MOSES コードに与えて拡散近似の計算を行うことも可能である。付録 A の使用マニュアルに詳細を示す。

2. 2. 2 燃料装荷・交換部

燃料装荷、交換、シャフリング等の扱いは MOSES コードと同様である。ノード単位で組成や燃焼度が決定され、集合体単位で組成の装荷、取り出し、移動が行われる。

2. 2. 3 中性子束計算部

中性子束計算部では、NSHEX コード用の入力データを生成し、これを NSHEX に引き

渡して計算を行う。NSHEX の固有値計算が収束した段階で、ノード毎のスカラー束、角度束をファイルに出力する。次にこのスカラー束と角度束を利用して、炉出力で規格化した中性子束を計算して燃焼計算に引き渡す。個々の部分についての留意点は以下の通りである。

(1) NSHEX 入力データ生成部

- ・ 実数データの精度が異なる (MOSES コード本体は単精度、NSHEX コードは倍精度) であるので、入力データはテキストファイルで引き渡す。
- ・ 燃焼ゾーンが多数 (集合体数×軸方向ノード数) になるので、使用メモリの削減を図るため、NSHEX コードの中間ファイル出力オプションを 1 に固定する。

(2) NSHEX 計算部

- ・ 入力データの読み込み機番の変更を行う (5 番から 88 番へ等)。
- ・ 計算結果のファイルを作成する。表 2.1 にファイル仕様を示す。

(3) 本体とのインターフェイス部

- ・ 表 2.1 のファイルを読み込み、径方向再構築法によりノード内径方向 6 点の中性子束、軸方向指定位置の中性子束を算定し、ノード内詳細中性子束を決定する。
- ・ この際、径方向については、集合体内の径方向角度束分布は次の x と y の 2 次多項式で近似できると仮定する。

$$\phi(x, y) = \phi_{00} + \phi_{10} \cdot x + \phi_{20} \cdot x^2 + \phi_{01} \cdot y + \phi_{02} \cdot y^2 + \phi_{11} \cdot xy \quad (2-1)$$

ただし、

$$-\frac{1}{2} \leq x \leq \frac{1}{2}$$

である。ノード平均角度束および境界角度束を用いて未定乗数法から上式の係数を決定する (詳細は第 3 章で述べる)。

6 点の中性子束は、3 角メッシュ体系の計算点と同じく、集合体を 6 分割し、各正三角形の重心において定める。

- ・ 一方、軸方向については、ノード内の中性子束分布が次式で表されると仮定する。

$$\phi(z) = \phi_0 + \phi_1 \cdot z + \phi_2 \cdot \left(z^2 - \frac{1}{12} \right) + \phi_3 \cdot \left(z^3 - \frac{3}{20} z \right) + \phi_4 \cdot \left(z^4 - \frac{3}{14} z^2 + \frac{3}{560} \right) \quad (2-2)$$

ただし、座標はノード高さが 1 になるように規格化されており、 z の定義域は次の通りである。

$$-\frac{1}{2} \leq z \leq \frac{1}{2}$$

なお、次数は入力で決定される。細メッシュ毎の中性子束は、ノード内を等分割した位置における平均中性子束として定める。すなわち、

$$\bar{\phi} = \int_{-1}^{1} \phi(z) dz / (z2 - z1) \quad (2-3)$$

- ・ 以上の(2-1)～(2-3)式に基づき、ノード内の細メッシュ中性子束が次の式で得られる。

$$\phi_k^l = \phi^l \bar{\phi}_k / \phi_\alpha \quad (2-4)$$

ここで、

- ϕ_k^l : 軸方向細メッシュ k 、径方向 l における角度束
- ϕ^l : (2-1)式に基づき径方向再構築で得られた径方向 6 点の角度束
- $\bar{\phi}_k$: (2-3)式に基づき軸方向再構築で得られた細メッシュの角度束
- ϕ_α : ノード平均角度束

である。

- ・ 以上から再構築法によりノード内各位置における角度束が得られたので、これをスカラー束に変換する。ただし、再構築法は近似的な扱いを含むため、ノード内の平均スカラー束を NSHEX コード内で計算されたノード平均スカラー束で規格化する。
- ・ さらに、これらの中性子束を炉出力で規格化して燃焼計算等に引き渡す。

2. 2. 4 燃焼計算部

中性子束計算部で得られたゾーン平均中性子束を用い、ゾーン毎の組成に基づく燃焼計算を行う。燃焼計算は MOSES と同じく行列指数法を用いる。

2. 3 機能の確認

上記の燃焼計算コードの基本機能を確認するため、小規模の問題を作成して計算を行った。

2. 3. 1 試算問題と MOSES コードを用いた結果

試算問題として、図 2.2 に示す 7 層（集合体 127 体）の体系を設定した。図における集合体グループ 1 は内側炉心、2 は外側炉心、5 は径方向ブランケットを示している。炉心内には制御棒領域（ird、ord で表現：引き抜き状態）を設けている。

炉心軸方向は、厚さ 40cm の上下軸方向ブランケットの間に 95cm 高さの炉心燃料領域がある。各領域の組成は SNR300 ベンチマーク問題⁴⁾の組成を用いた。計算に使用した断面積ライブラリは JENDL-3.2⁵⁾に基づく JFS3-J3 ライブラリ⁶⁾を 4 群に縮約した。燃焼計算は 2 ステップとし、第 2 ステップの開始時に燃料交換を行った。燃料交換パターンを図 2.3 に示す。なお、ここで設定した炉心体系や燃焼計算条件はあくまで機能を確認するためのもので、実際の設計条件を反映したものではない。

計算の参照解として、MOSES による拡散計算結果を適用する。MOSES は TriZ メッシュ解法と HexZ メッシュ解法で計算を行った。TriZ 計算で得られた結果を以下に示す。

- ・ 図 2.4 取り出し燃料の燃焼度（炉心部）
- ・ 図 2.5 取り出し燃料の燃焼度（軸方向ブランケット部）
- ・ 図 2.6 全中性子束分布
- ・ 図 2.7 集合体積分出力
- ・ 図 2.8 第 2 ステップ終了時の燃焼度（炉心部）
- ・ 図 2.9 第 2 ステップ終了時の燃焼度（ブランケット部）

各図から分かるように、120° 回転対称位置における燃焼度、中性子束、集合体積分出力は、

有効数字 4 桁目の値がずれる程度でよく一致している。

2. 3. 2 NSHEX-BURN コードを用いた結果

(1) 入力データ

試計算に使用した問題の入力データを図 2.10 に示す。主な入力条件を以下に列挙する。

- ・ 軸方向ノード数 = 8
- ・ 軸方向細メッシュ数 = 36 (参照解と同じ)
- ・ S_n 次数 = 4
- ・ 空間ノード展開次数 = 3 および
- ・ 径方向漏洩展開次数 = 2
- ・ 固有値収束条件 = 10^{-5}
- ・ 中性子束収束条件 = 10^{-4}

(2) 計算結果

燃焼計算で得られた 2 ステップの実効増倍率を MOSES による結果と比較して表 2.2 に示す。

NSHEX-BURN コードの 2 ケースを比較すると、空間ノード展開次数により実効増倍率の差がみられ、これが実効増倍率の差を生じている。空間ノード展開次数 3 のケースと参照解とした MOSES コード TriZ 計算の結果とは、実効増倍率の差はよく一致している。NSHEX-BURN の収束判定条件を考慮すると、4 ケース間で大きな差はないとみなせる。表中の計算時間をみると、NSHEX-BURN を用いた計算が MOSES コードに比べて 2 桁多い計算時間を要することがわかる。第 4 章で検討した加速法を NSHEX-BURN コードに組み込み、計算時間を短縮化することが課題と言える。

前項で示した参照解に対応する諸量を以下に示す。これらは空間ノード展開次数 3 のケースの結果である。

- ・ 図2.11 取り出し燃料の燃焼度 (炉心部)
- ・ 図2.12 取り出し燃料の燃焼度 (軸方向ブランケット部)
- ・ 図2.13 全中性子束分布
- ・ 図2.14 集合体積分出力
- ・ 図2.15 第 2 ステップ終了時の燃焼度 (炉心部)
- ・ 図2.16 第 2 ステップ終了時の燃焼度 (ブランケット部)

取り出し燃料の燃焼度について参照解と比較する。図 2.4 と図 2.11 の炉心中心集合体に接する 3 体の集合体の燃焼度を比較すると、参照解 (図 2.4) の燃焼度は 3 体共に $2.660\text{e}+3$ である。一方、NSHEX-BURN の結果 (図 2.11) では対応する値が、 $2.642\text{e}+3$ 、 $2.643\text{e}+3$ 、 $2.646\text{e}+3$ となっている。NSHEX-BURN の計算結果は中性子束の収束条件が 10^{-4} とやや甘いのか、僅かながら対称性が崩れている。参照解と NSHEX-BURN の燃焼度は最大で 0.7% 程度の差がみられるが、これは図 2.7 と図 2.14 の集合体積分出力の分布が両者で異なることからわかるように、拡散計算と輸送計算で得られる中性子束分布の違いによるものである。

集合体軸方向出力分布の比較を図 2.17 から図 2.19 に示す。NSHEX-BURN コードの計

算結果は、ノード内中性子束再構築法による中性子束に基づく結果である。MOSES コードによる軸方向分布と比べても同様な分布になっており、再構築法が正しく組み込まれていることがわかる。

2. 4 まとめ

NSHEX コードを中性子束ソルバーとする輸送燃焼計算コード NSHEX-BURN を整備した。本コードは MOSES コードの燃料管理機能、中性子束計算機能、燃焼計算機能と同等な機能を備えている。試計算による結論は次の通りである。

- ・ 燃焼計算コードに要求される一連の処理、すなわち、燃料交換、中性子束計算、燃焼計算の各機能は正しく動作している。
- ・ コード特有の処理、例えばノード内中性子束再構築法によるノード内分布の作成も期待した結果になっている。
- ・ 燃焼度分布や出力分布は、輸送近似に基づく中性子束分布を用いることから拡散燃焼計算コード MOSES の結果と僅かな差がみられるものの、燃焼反応度については概ね一致する。

したがって、整備した輸送燃焼計算コード NSHEX-BURN は、核計算手法高度化の要求に十分応えられるものと思われる。

今後の課題としては、計算時間、必要メモリといった計算負荷の大きさを解消することがまず挙げられる。計算時間のほとんどが NSHEX 計算部で消費されていることから、収束加速法の導入が必須である。今回の試計算で扱った小規模の体系から実機体系に適用範囲を広げる、あるいはノード展開次数を上げるなどのニーズに応えるには、膨大なメモリが必要となる。NSHEX 部を単精度版に置き換える等の手を打つ必要があろう。計算速度とメモリはある程度ハードウェアが解決してくれることもあるが、一方では精度向上の要求に応えるには更に計算機リソースを必要とする。現時点で可能な処置を施しておくことが望ましい。

表 2. 1 NSHEX本体から出力する中性子束ファイル仕様

```

c#1  計算パラメータ等
      write(nf20)
      & iop5,nchk,kcm,kmx,ndir,ndir2,nodr,noct,mm,ngmx,mapmx,nlay
      & ,nsn,eigen,hp
c#2  Sn重み、核分裂スペクトル
      write(nf20)
      & (wgt(m),m=1,mm),(chi(ig),ig=1,ngmx)
c#3  軸方向分割情報
      write(nf20)
      & (delz(kc),kc=1,kcm),(ihk(kc),kc=1,kcm)
c#4  物質分布
      write(nf20)
      & ((map(n,k),n=1,nchk),k=1,kcm)
c#5  スカラー中性子束
      do 1000 ng=1,ngmx
      write(nf20)
      & ((scfl(n,k,ng),n=1,nchk),k=1,kmx)
1000 continue
c#6  角度束
      do 1100 ng=1,ngmx
      if( iop6.ne.0 ) then
        ngx = 1
        if( iop6.eq.1 ) kfile2 = 101+ng
        read(kfile2) agflx
      else
        ngx = ng
      end if
      write(nf20)
      & (((((agflx(isx(is),m,1,ir,n,k,ngx),
      &      m=1,mm),is=1,noct),ir=1,2),n=1,nchk),k=1,kmx)
      & ,((((agflx(isu(is),m,2,ir,n,k,ngx),
      &      m=1,mm),is=1,noct),ir=1,2),n=1,nchk),k=1,kmx)
      & ,((((agflx(isv(is),m,3,ir,n,k,ngx),
      &      m=1,mm),is=1,noct),ir=1,2),n=1,nchk),k=1,kmx)
      write(nf20)
      & (((caflx(is,m,n,k,ng),
      &      m=1,mm),is=1,noct),n=1,nchk),k=1,kmx)
      write(nf20)
      & (((zflxm(is,m,io,n,k,ng),
      &      m=1,mm),is=1,noct),io=1,nodr),n=1,nchk),k=1,kmx)
1100 continue

```

表2.2 実効増倍率の比較

実効増倍率 計算時間	NSHEX-BURN 展開次数 3	NSHEX-BURN 展開次数 2	MOSES TriZ メッシュ	MOSES HexZ メッシュ
k(ステップ 1)	0.98538	0.98551	0.97934	0.98706
k(ステップ 2)	0.98229	0.98227	0.97634	0.98403
Δk	0.00309	0.00324	0.00301	0.00303
計算時間 (秒)	1790	1608	17.6	1.6

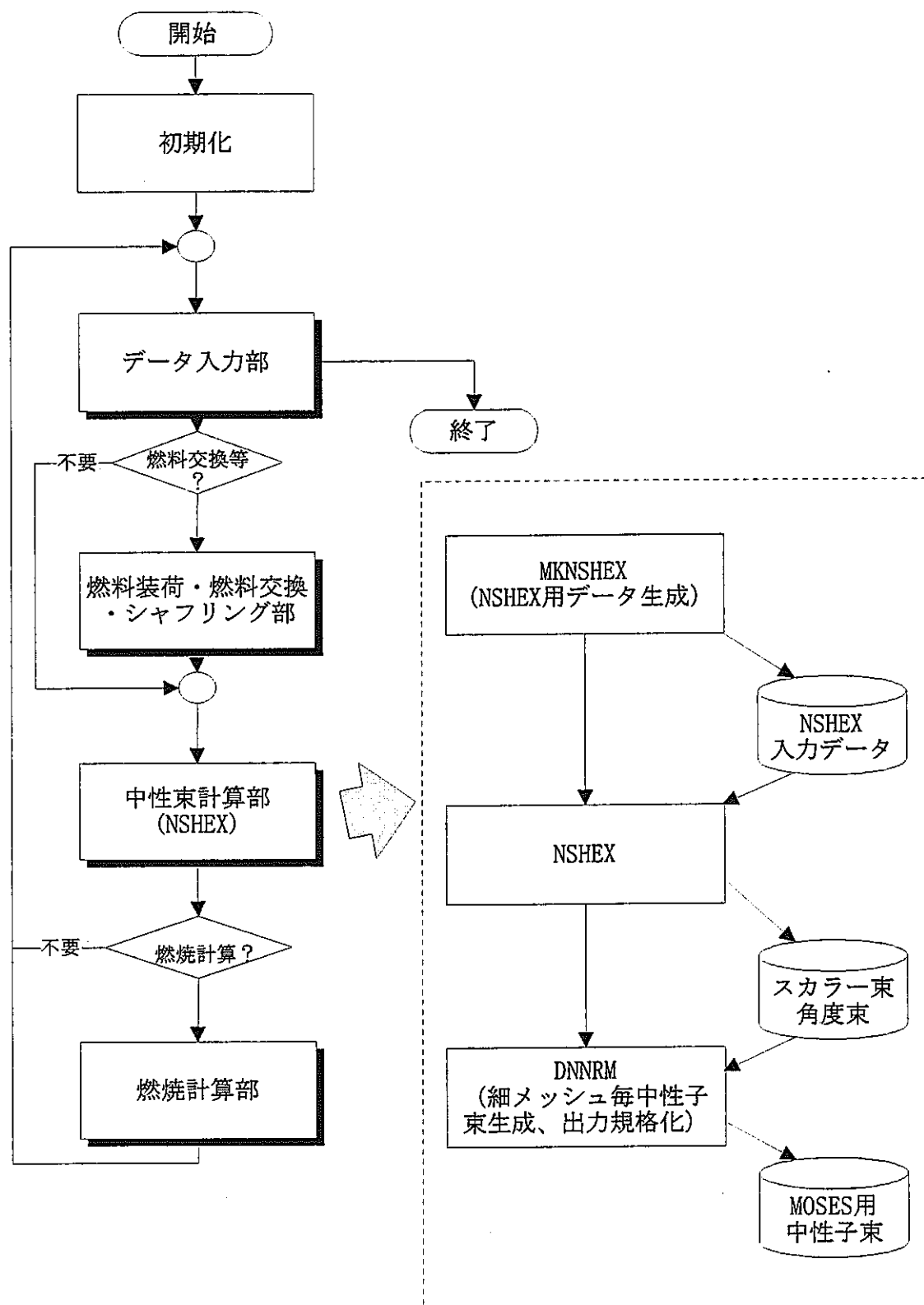


図 2. 1 燃焼計算コードの流れ

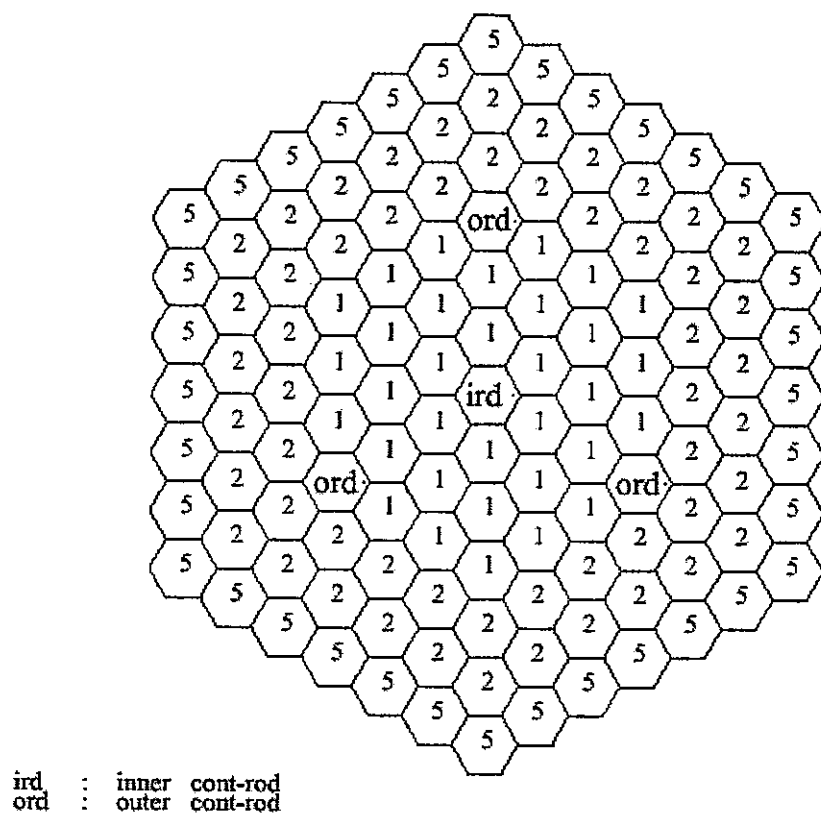


図 2.2 試計算体系の集合体配置

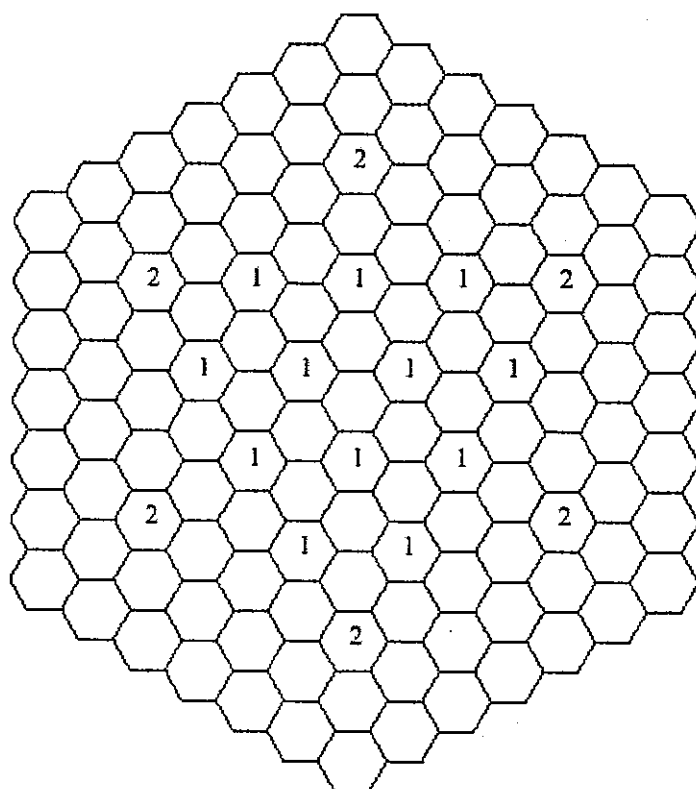
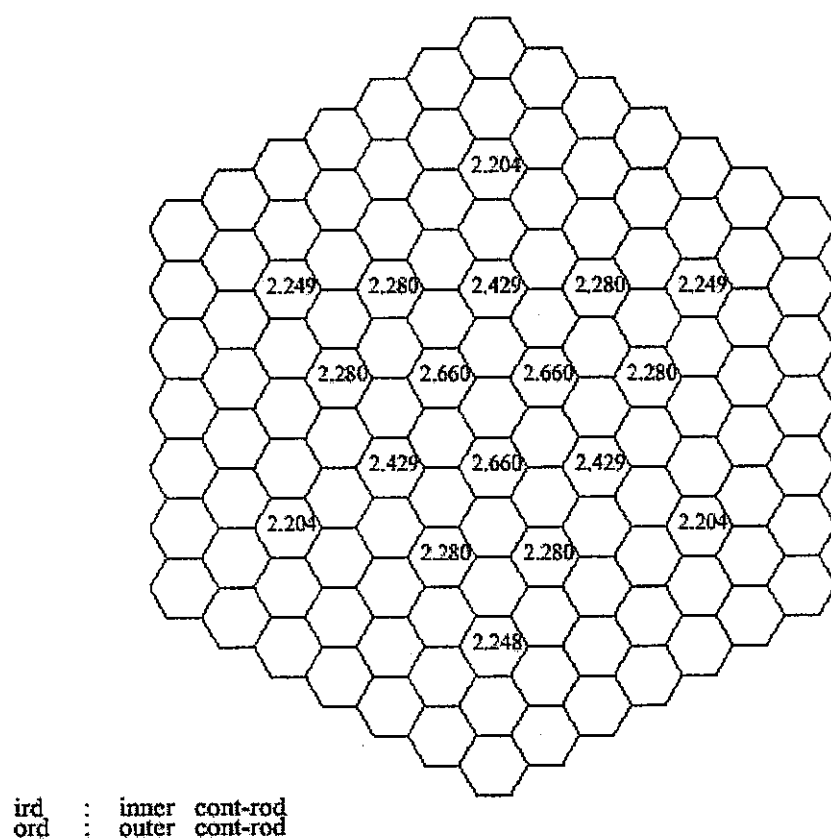
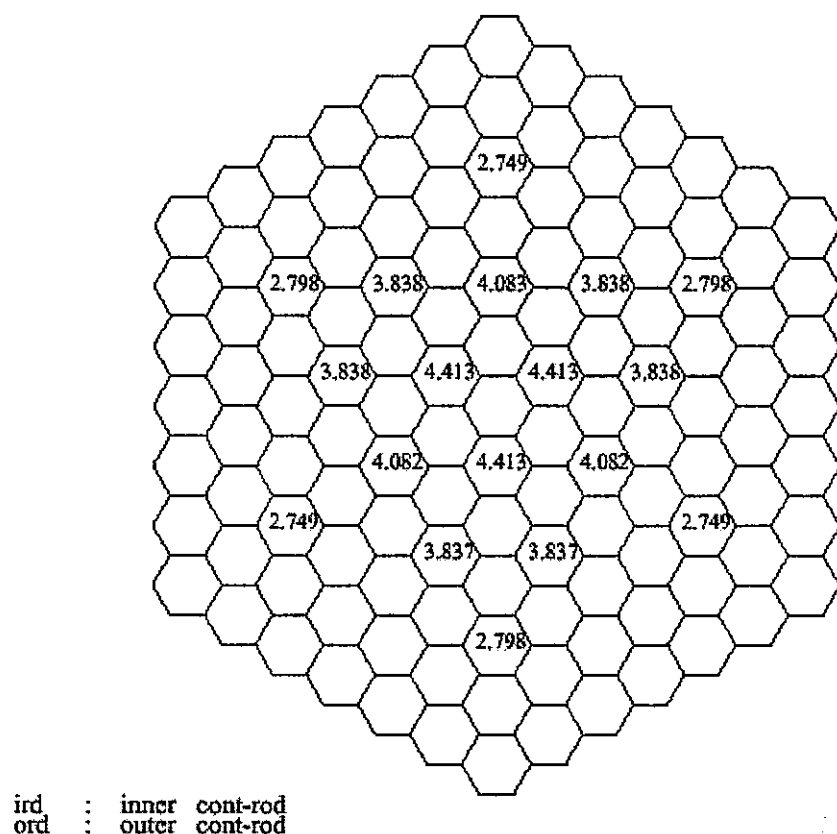


図 2.3 燃料交換パターン



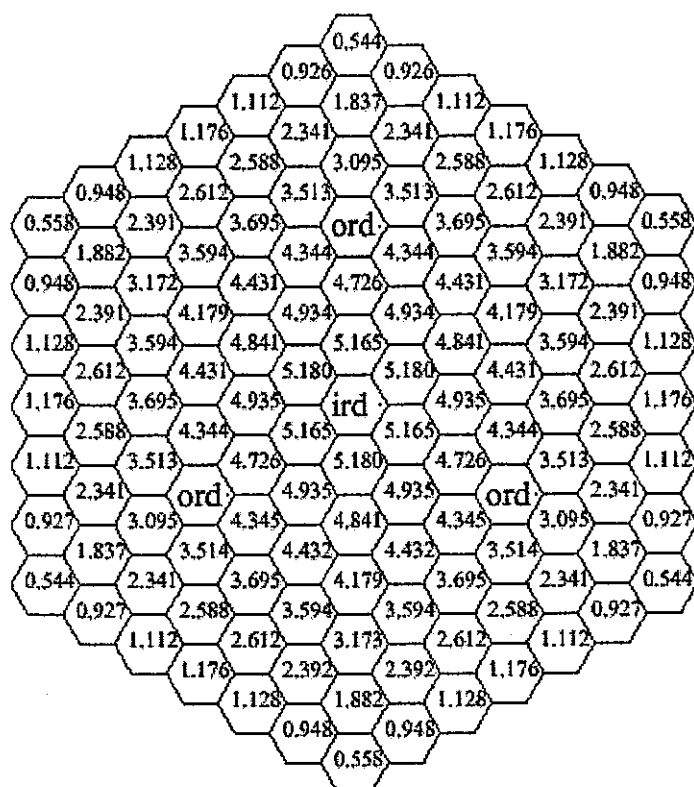
Discharged Fuel Assembly Average Exposure (Core) 10^{+3} MWD/t

図 2.4 取り出し燃料の炉心領域燃焼度 (TriZ 拡散)



Discharged Fuel Assembly Average Exposure (Blanket) 10^{22} (1) MWD/t

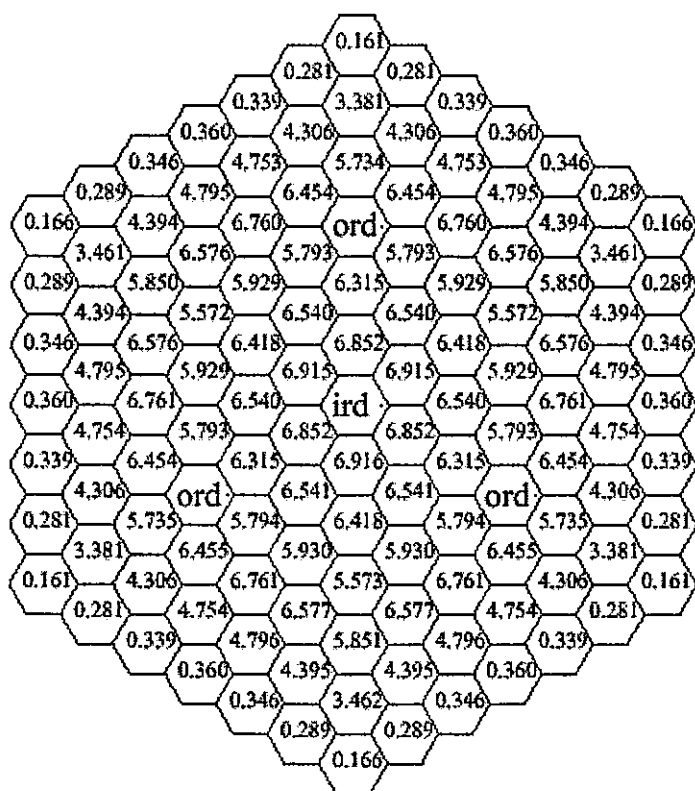
図 2.5 取り出し燃料の軸方向ブランケット領域燃焼度 (TriZ 拡散)



ird : inner cont-rod
ord : outer cont-rod

Normal Flux Distribution (ax.ave.) Energy Total (10^{14} n/s/cm²)

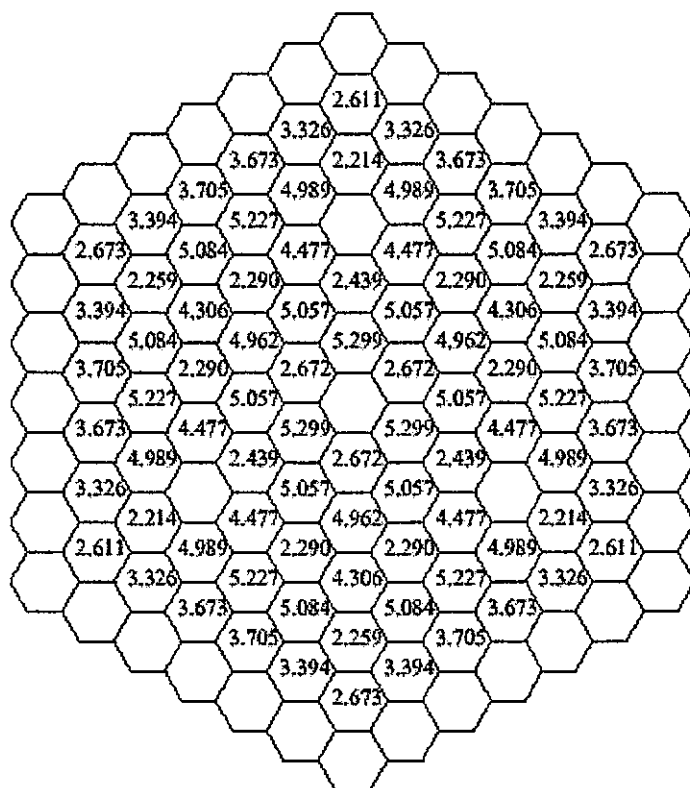
图 2.6 全中性子束分布 (TriZ 拡散)



ird : inner cont-rod
ord : outer cont-rod

Axial Integrated Assembly Power Distribution (10^{*-1} MW)

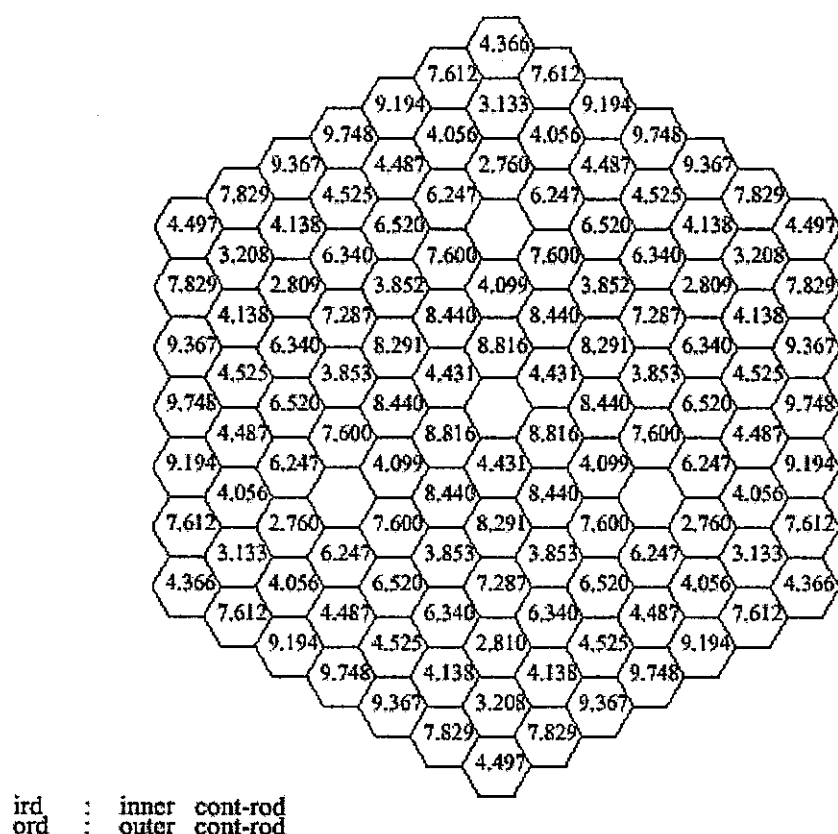
图 2.7 集合体積分出力 (TriZ 拡散)



```
ird      : inner  cont-rod
ord      : outer  cont-rod
```

Loaded Fuel Assembly Average Exposure (Core) 10**(3) MWD/t

図 2.8 第 2 ステップ終了時の炉心部燃焼度 (TriZ 拡散)



Loaded Fuel Assembly Average Exposure (Blanket) $10^{**}(1)$ MWD/t

図 2.9 第 2 ステップ終了時のブランケット部燃焼度 (TriZ 拡散)

```

(1) nsburn test 7layer problem          ← タイトル
nsburn                                  ← タイトル
control 1 1 0      && transport cal. on , no plot
      1 1 0      && burnup cal. off
edit && 13*1 12*0 2 0 0 2*0 && edit program set up , no plot
      && 13*1 12*0 5*0      && edit fuel management, no plot
      && 22*1 3*0 1 0 2 2*0 && edit transport cal. , plot
      30*1      && edit burnup cal.
      30*1      && edit burnup cal.
      30*1      && edit burnup cal.
      30*1      && edit burnup cal.
editd 200*0
      200*0
      200*0

eob
loading 1      && initial loading
geom && nsym nlay npln nazn ngrp pitch
      6 7 36 8 4 11.2003
      && meshz
      && 4 5 5 4
      2*4 2*5 2*5 2*4
      && delz
      && 40.0 47.5 47.5 40.0
      2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0
cpasal && nmes ncal nitr niit ntim nbatch outcr rloss
      1 0 100 10 0 0 0 0
      && isn nodr nodrl iopl iop2      ← 輸送計算用
      4 3 2 5 0
      && delday nsmall
      100.0 1
cpara2 && epsrmd epsf epsmin epsmax
      1.0e-5 1.0e-4 0.5 1.5
      && method clb nstepi nterm dum convg istep agrwt
      1 0.0 0 0 0 0 0.0 0 0.0

eob
axial && nregz matz dregz
      8 2*4 2*1 2*1 2*4 2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0 && inner core
      8 2*4 2*2 2*2 2*4 2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0 && outer core
      8 2*5 2*6 2*6 2*6 2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0 && inner control rod
      8 2*5 2*6 2*6 2*6 2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0 && outer control rod
      8 2*3 2*3 2*3 2*3 2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0 && radial blanket

eoi
asygroup && icol5      8byte : 2set
      1 1 1 1 1 icr inner core
      1 2 1 2 2 ocr outer core
      2 3 1 4 -4 ird inner cont-rod
      2 4 1 4 -5 ord outer cont-rod
      1 5 1 3 3 rbl radial blanket

eoi

```

図 2.10 試計算問題の入力データ (1/4)

```

region && icol6
  1 1 1 1 1 $icr inner core
  2 2 1 1 1 $ocr outer core
  3 3 1 4 1 $rbl radial blanket
  4 4 1 2 1 $abl axial blanket
  5 5 1 6 1 $abs absorber region
  6 6 1 5 1 $fol follower region

eoi
microxs && nlib nset nnuc nrac nhad nfgp chi
  1 6 21 6 0 1
  .757592 .226231 1.61719e-2 5.37580e-6

xsnuc
&& idnuc namnuc ifis nburn nanal klip atw efiss ecapt decay
  24 cr 0 8 0 0 52. 0.0 0.0 0.0 && 1
  26 fe 0 8 0 0 56. 0.0 0.0 0.0 && 2
  42 mo 0 8 0 0 96. 0.0 0.0 0.0 && 3
  11 na 0 6 0 0 23. 0.0 0.0 0.0 && 4
  41 nb 0 8 0 0 93. 0.0 0.0 0.0 && 5
  28 ni 0 8 0 0 59. 0.0 0.0 0.0 && 6
  8 o 0 5 0 0 16. 0.0 0.0 0.0 && 7
  140 pu240 2 2 0 0 240. 3.36e-11 0.0 0.0 && 8
  141 pu241 2 1 0 0 241. 3.37e-11 0.0 1.529e-9 && 9
  142 pu242 2 2 0 0 242. 3.38e-11 0.0 0.0 && 10
  149 pu239 2 1 0 0 239. 3.34e-11 0.0 0.0 && 11
  125 u235 1 1 0 0 235. 3.23e-11 0.0 0.0 && 12
  128 u238 1 2 0 0 238. 3.31e-11 0.0 0.0 && 13
  23 v 0 8 0 0 51. 0.0 0.0 0.0 && 14
  154 u235fp -1 4 0 0 235. 0.0 0.0 0.0 && 15
  184 u238fp -1 4 0 0 238. 0.0 0.0 0.0 && 16
  194 pu239fp -1 4 0 0 239. 0.0 0.0 0.0 && 17
  114 pu241fp -1 4 0 0 241. 0.0 0.0 0.0 && 18
  105 b10 0 7 0 0 10. 0.0 0.0 0.0 && 19
  115 b11 0 7 0 0 11. 0.0 0.0 0.0 && 20
  6 c 0 7 0 0 6. 0.0 0.0 0.0 && 21

reactl
  128 149 2 1.0
  149 140 2 1.0
  140 141 2 1.0
  141 142 2 1.0
  0

yield
  194 140 1.0
  114 141 1.0
  114 142 1.0
  194 149 1.0
  154 125 1.0
  184 128 1.0

atden
&& i/c
  .334470-2 .110890-1 .156334-3 .103501-1 .104014-3 .247123-2
  .124809-1 .305554-3 .347220-4 .694441-5 .104166-2 .121290-4
  .483946-2 .658087-4 .0 .0 .0 .0
  .0 .0 .0

&& o/c
  .334470-2 .110890-1 .156334-3 .103501-1 .104014-3 .247123-2
  .124809-1 .443006-3 .503416-4 .100683-4 .151025-2 .106296-4
  .424120-2 .658087-4 .0 .0 .0 .0
  .0 .0 .0

```

図 2.10 試計算問題の入力データ (2/4)

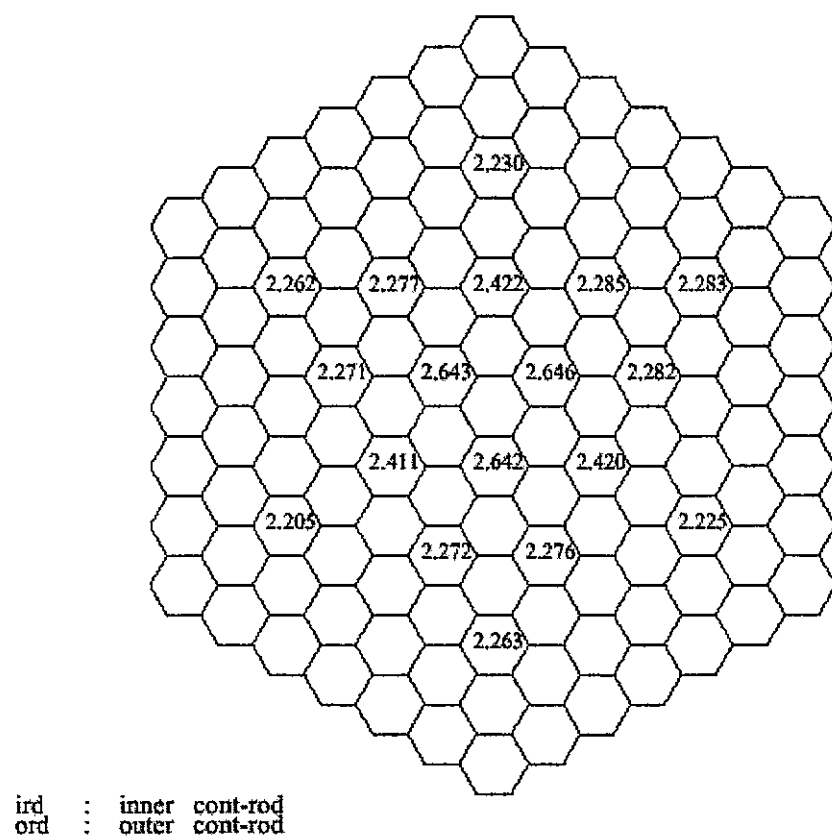

```

smr3006x
  2 2 1
  4 4 1
  6 6 1
 10 10 1
 14 14 1
 18 18 1
 21 21 1
 25 25 1
 27 27 1
 31 31 1
 33 33 1
 37 37 1
 38 38 2
 42 42 2
 46 46 2
 50 50 2
 54 54 2
 58 58 2
  0 0 0

eoi
plant  50 1000    && cpower
crpos  100*0.0
eob
(2) nsburn test 7layer problem
nshexburn
&& control  3*1    && transport cal. on , no plot
&&          3*1
control  1 1 1 1 1 1    && transport cal. on , no plot
eob
loading 2
eob
plant  50 800    && cpower
crpos  100*0.0
eob

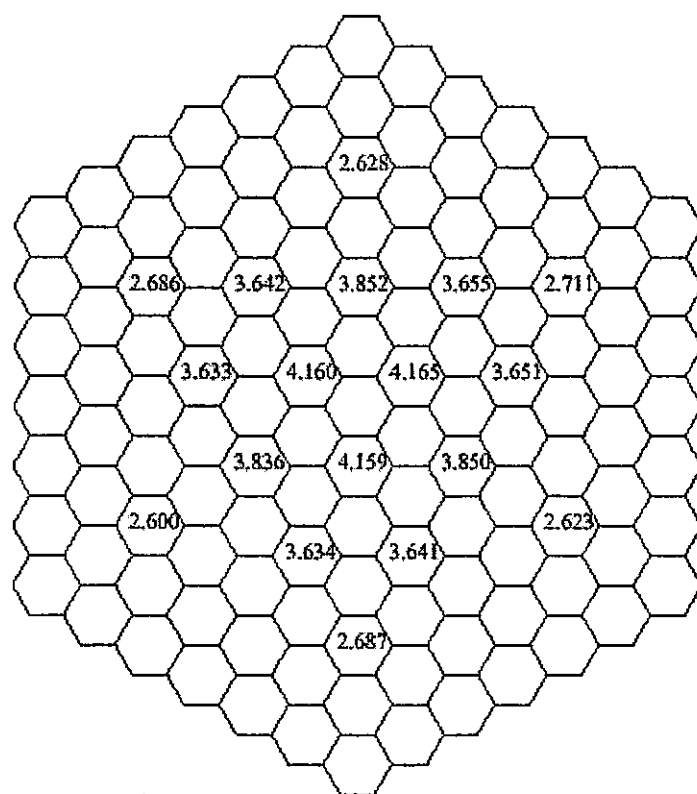
```

図 2.10 試計算問題の入力データ (4/4)



Discharged Fuel Assembly Average Exposure (Core) $10^{*}(3)$ MWD/t

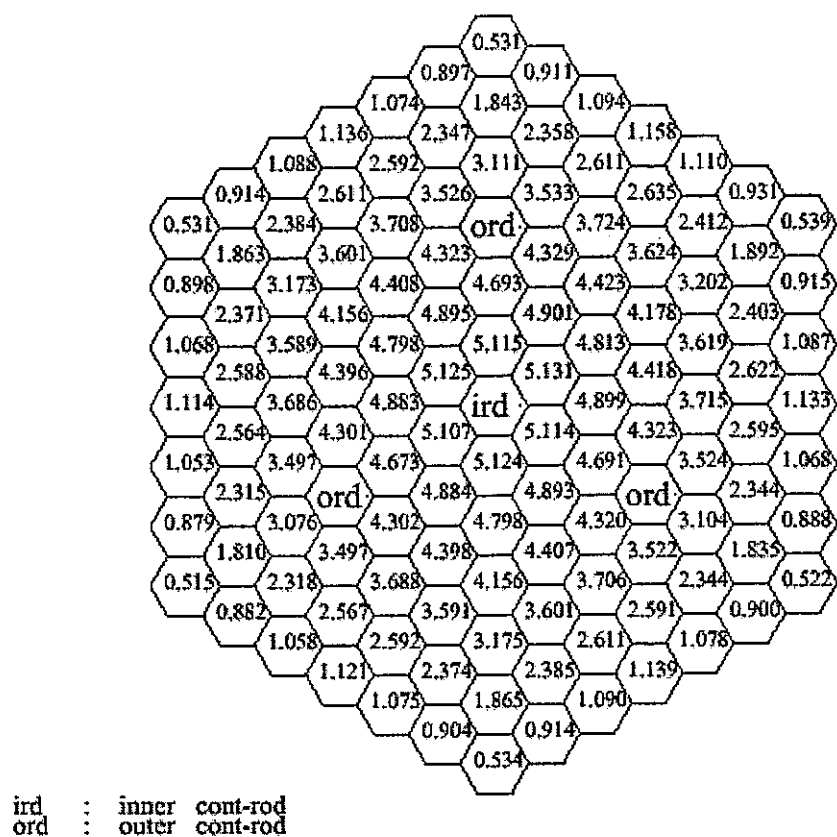
図2.11 取り出し燃料の炉心部燃焼度 (NSHEX-BURN : 3次)



ird : inner cont-rod
ord : outer cont-rod

Discharged Fuel Assembly Average Exposure (Blanket) 10**(1) MWD/t

図2.12 取り出し燃料の軸方向ブランケット部燃焼度 (NSHEX-BURN : 3次)



Normal Flux Distribution (ax.ave.) Energy Total (10^{14} h/s/cm²)

図2.13 全中性子束分布 (NSHEX-BURN : 3次)

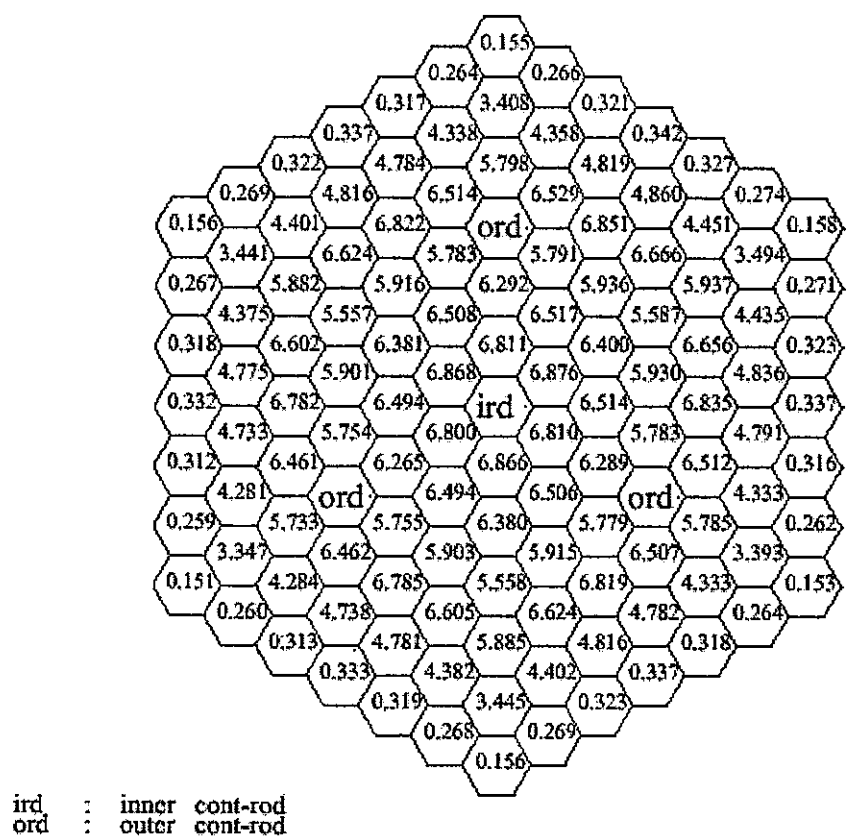
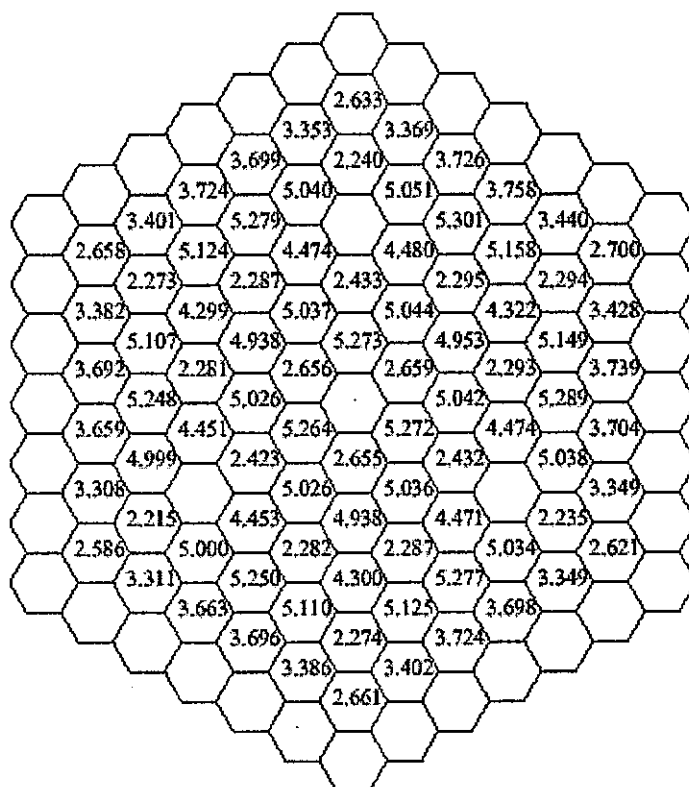
Axial Integrated Assembly Power Distribution (10^1 MW)

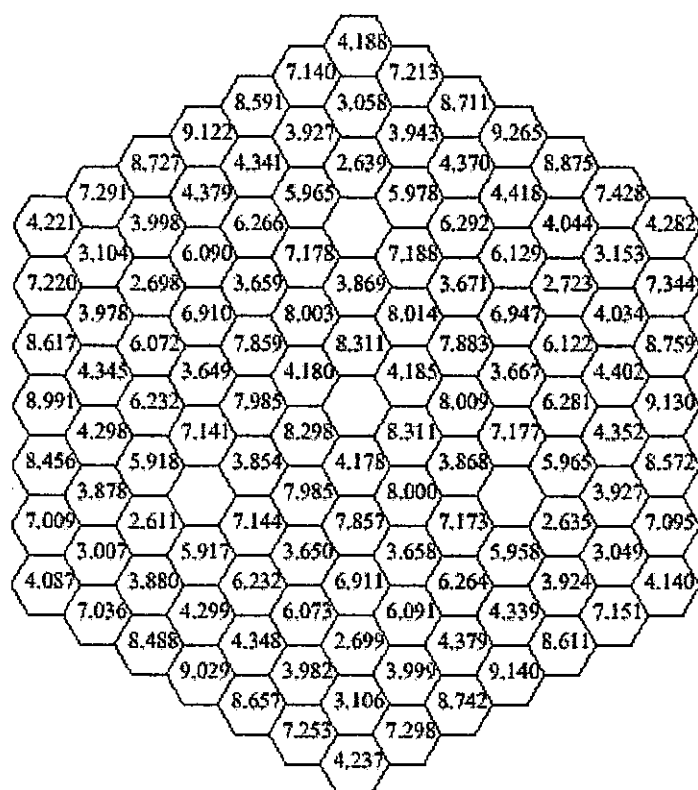
図2.14 集合体積分出力 (NSHEX-BURN : 3次)



ird : inner cont-rod
ord : outer cont-rod

Loaded Fuel Assembly Average Exposure (Core) 10**(3) MWD/t

図2.15 第2ステップ終了時の炉心部燃焼度 (NSHEX-BURN : 3次)



ird : inner cont-rod
ord : outer cont-rod

Loaded Fuel Assembly Average Exposure (Blanket) $10^{**}(1)$ MWD/t

図2.16 第2ステップ終了時のブランケット部燃焼度 (NSHEX-BURN : 3次)

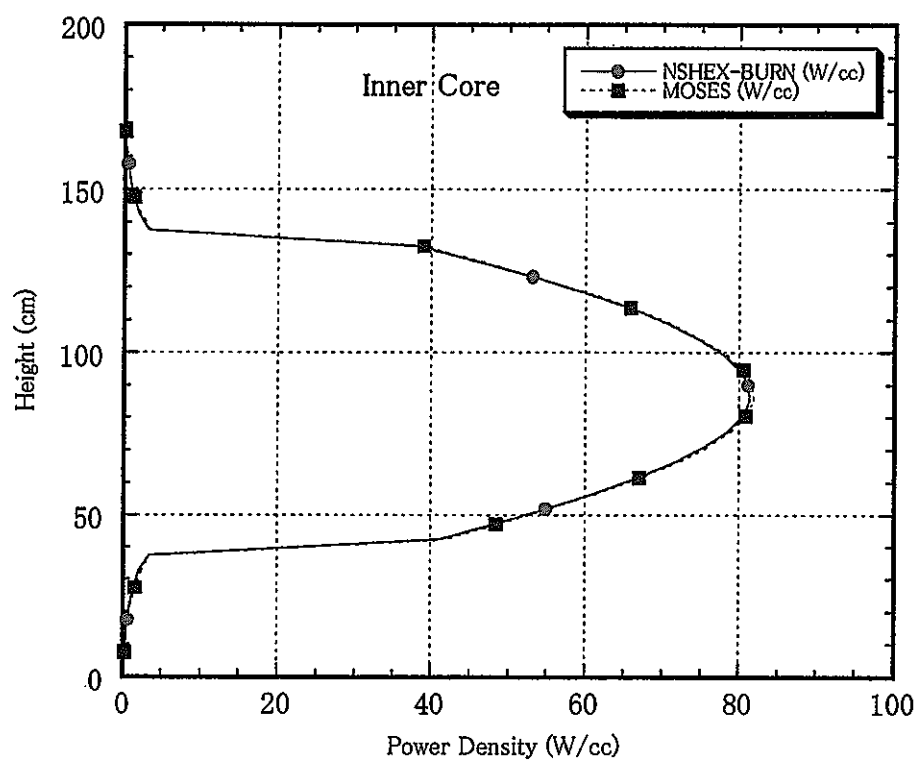


図 2.17 内側炉心燃料集合体の軸方向出力分布例

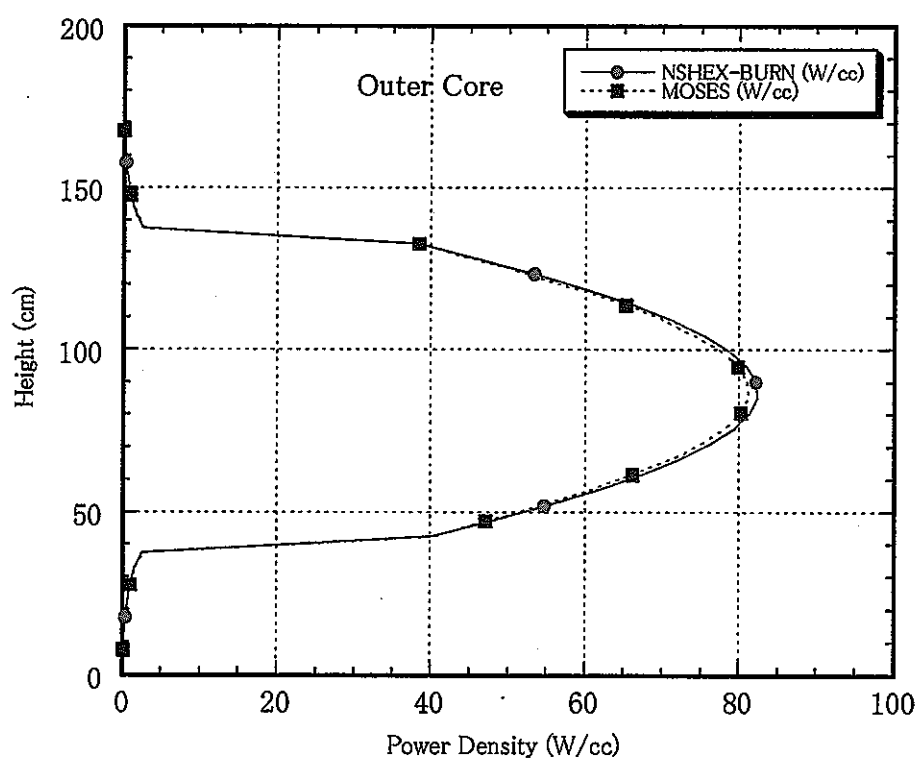


図 2.18 内側炉心燃料集合体の軸方向出力分布例

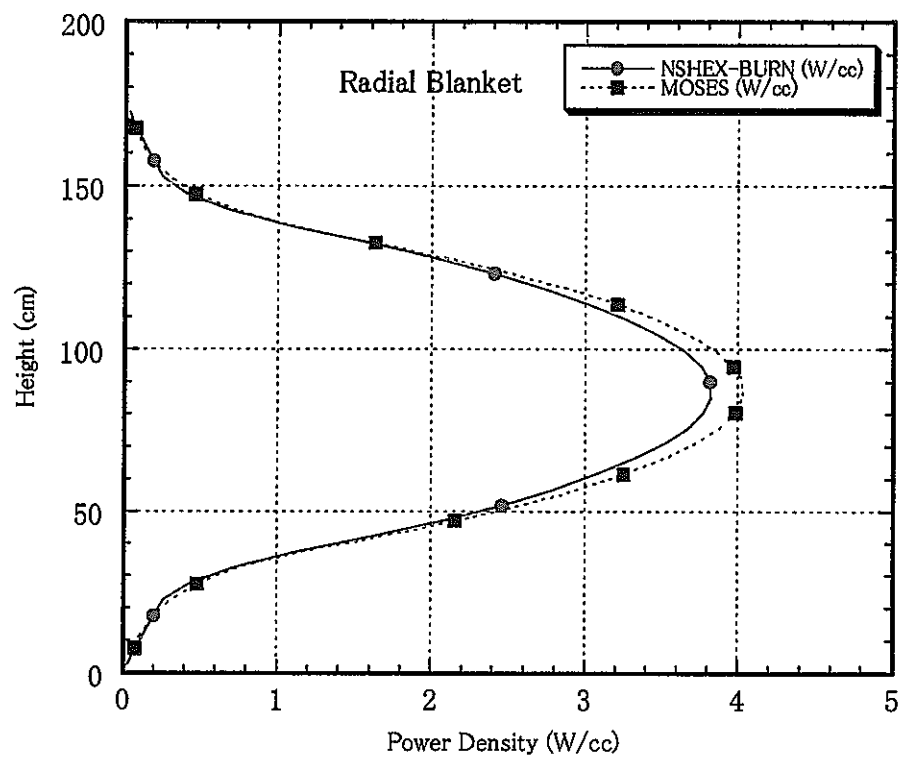


図 2.19 ブランケット燃料集合体の軸方向出力分布例

3. 3次元炉心解析システムの整備－摂動計算機能

3. 1 摂動計算機能の概要

3次元輸送ノード法計算コード NSHEX の計算結果に基づく摂動計算コードの作成を行った。摂動計算コードの要件は以下の通りである。

- ①NSHEX コードを用いた計算により得られる情報を基にノード内中性子束再構築法により、ノード内の3次元角度中性子束分布および随伴角度中性子束分布を多項式展開の形で求める。
- ②多項式展開により表されている角度中性子束、随伴角度中性子束をノード内で内積処理する。
- ③一般の有限差分摂動計算コードと同様に、②で得られた内積値を基に全炉心に亘る摂動量、および、摂動反応度マップの計算を行う。

この要求に沿った摂動計算コードを実現するため、6章にまとめた SNPERT コードを基に作成することとした。作成に際しては、上記①と②が NSHEX 向けの特別な処理となる。以下では①と②の方法を概観し、作成した摂動コードを用いた試計算結果を述べる。なお、コードの使用マニュアルは付録Bにまとめた。

3. 2 角度束内積の計算方法

輸送摂動計算ではメッシュ（ノード）毎に随伴角度束と角度束の内積：

$$\langle \phi^*, \phi \rangle_{Node} = \int_{Node} dV \phi^*(x, y, z) \cdot \phi(x, y, z) / \int_{Node} dV \quad (3-1)$$

を計算する必要がある。この内積の計算は、上式の積分内の随伴角度束と角度束をノード内中性子束再構築法による多項式関数で表し、これを積分することで得られる。以下では径方向再構築と軸方向再構築法、および内積計算の方法を述べる。

3. 2. 1 径方向再構築

集合体内の径方向中性子束分布は次の x と y の2次多項式で近似できると仮定する。

$$\phi(x, y) = \phi_{00} + \phi_{10} \cdot x + \phi_{20} \cdot x^2 + \phi_{01} \cdot y + \phi_{02} \cdot y^2 + \phi_{11} \cdot xy \quad (3-2)$$

ただし、

$$-\frac{1}{2} \leq x \leq \frac{1}{2}$$

すなわち、ノード内の座標は対面間距離が1になるように規格化されている。

(3-2)式を用いてノード平均中性子束とノード境界中性子束は次式のように表すことができる。

$$\begin{pmatrix} \phi_{xp} \\ \phi_{xn} \\ \phi_{up} \\ \phi_{un} \\ \phi_{vp} \\ \phi_{vn} \\ \phi_a \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 0 & \frac{1}{36} & 0 \\ 1 & -\frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 0 & \frac{1}{36} & 0 \\ 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{12} & \frac{\sqrt{3}}{4} & \frac{7}{36} & \frac{\sqrt{3}}{18} \\ 1 & -\frac{1}{4} & \frac{1}{12} & -\frac{\sqrt{3}}{4} & \frac{7}{36} & \frac{\sqrt{3}}{18} \\ 1 & -\frac{1}{4} & \frac{1}{12} & \frac{\sqrt{3}}{4} & \frac{7}{36} & -\frac{\sqrt{3}}{18} \\ 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{12} & -\frac{\sqrt{3}}{4} & \frac{7}{36} & -\frac{\sqrt{3}}{18} \\ 1 & 0 & \frac{5}{72} & 0 & \frac{5}{72} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \phi_{00} \\ \phi_{10} \\ \phi_{20} \\ \phi_{01} \\ \phi_{02} \\ \phi_{11} \end{pmatrix} \quad (3-3)$$

中性子束分布の再構築は、(3-3)式により計算されるパラメータ $\tilde{\phi}_i$ が、炉心計算により得られたパラメータ $\bar{\phi}_i$ と一致または可能な限り近い値となるように多項式の各係数を定めることにより行われる。

ここでは、最小自乗法を用いることにより、多項式の各係数を求めることを考える。なお、(3-3)式中にも示されているようにノード平均中性子束 $\bar{\phi}_a$ は炉心計算において収束判定対象であり、最も信頼できる値であるので固定とし、以下に示す最小自乗法適用の際は、Lagrange の未定定数法により取り扱われる。

①各パラメータの絶対差の和を最小とする方法

これは、次式で示される値が最小となるように多項式の各係数を求める方法である。

$$S = \sum_i (\tilde{\phi}_i - \bar{\phi}_i)^2 \quad (3-4)$$

Lagrange の未定定数法を用いて多項式の各係数について次の方程式が得られる。

$$\frac{\partial}{\partial \phi_j} \left\{ S - \lambda \left(\phi_{00} + \frac{5}{72} \phi_{20} + \frac{5}{72} \phi_{02} - \bar{\phi}_a \right) \right\} = 0 \quad (3-5)$$

得られた 6 つの方程式より λ を消去し、5 つの方程式と $\bar{\phi}_a$ に関する方程式をあわせた 6 つの方程式を連立させることにより、多項式の 6 つのパラメータが得られる。結局、多項式の係数は次式のように求められる。

$$\begin{pmatrix} \phi_{00} \\ \phi_{10} \\ \phi_{20} \\ \phi_{01} \\ \phi_{02} \\ \phi_{11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{1}{6} & -\frac{1}{6} & -\frac{1}{6} & -\frac{1}{6} & -\frac{1}{6} & -\frac{1}{6} & 2 \\ \frac{2}{3} & -\frac{2}{3} & \frac{1}{3} & -\frac{1}{3} & -\frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 0 \\ \frac{3}{27} & -\frac{3}{27} & \frac{1}{9} & -\frac{1}{9} & -\frac{1}{9} & \frac{1}{9} & -\frac{36}{5} \\ \frac{3}{10} & -\frac{3}{10} & \frac{1}{20} & -\frac{1}{20} & -\frac{1}{20} & \frac{1}{20} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\sqrt{3}}{39} & -\frac{\sqrt{3}}{39} & \frac{\sqrt{3}}{39} & -\frac{\sqrt{3}}{39} & 0 \\ -\frac{3}{10} & \frac{3}{10} & \frac{20}{39} & -\frac{20}{39} & -\frac{20}{39} & \frac{20}{39} & -\frac{36}{5} \\ 0 & 0 & \frac{3\sqrt{3}}{2} & -\frac{3\sqrt{3}}{2} & -\frac{3\sqrt{3}}{2} & \frac{3\sqrt{3}}{2} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{\phi}_{x+} \\ \bar{\phi}_{x-} \\ \bar{\phi}_{u+} \\ \bar{\phi}_{u-} \\ \bar{\phi}_{v+} \\ \bar{\phi}_{v-} \\ \bar{\phi}_a \end{pmatrix} \quad (3-6)$$

②各パラメータの相対差の和を最小とする方法

これは、次式で示される値が最小となるように多項式の各係数を求める方法である。

$$S = \sum_i \left(\frac{\tilde{\phi}_i - \bar{\phi}_i}{\bar{\phi}_i} \right)^2 \quad (3-7)$$

①の場合と同様にすれば、多項式の係数は求められるが、①と異なり Lagrange の未定定数は 0 となるので単純な最小自乗法を用いる方法となる。(未定定数が 0 になるということは、得られた結果が自動的に条件を満たすことになると考えられる。)

計算結果は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \phi_{00} \text{の分子} = & -\phi_{un}^2(\phi_{vn} + \phi_{xn} + \phi_{up}) \\ & -\phi_{un}(\phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + \phi_{up}^2) - \phi_{vn}^2\phi_{vp} + \phi_{xn}^2\phi_{vp} \\ & -\phi_{up}^2\phi_{vp} - \phi_{vn}\phi_{vp}^2 - \phi_{xn}\phi_{vp}^2 - \phi_{up}\phi_{vp}^2 \\ & -\phi_{vn}^2\phi_{xp} - \phi_{xn}^2\phi_{xp} - \phi_{up}^2\phi_{xp} - \phi_{vn}\phi_{xp}^2 \\ & -\phi_{xn}\phi_{xp}^2 - \phi_{up}\phi_{xp}^2 \\ & +6\phi_a(\phi_{un}^2 + \phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + \phi_{up}^2 + \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2) \\ \phi_{00} \text{の分母} = & 3(\phi_{un}^2 + \phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + \phi_{up}^2 + \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_{10} \text{の分子} = & \phi_{xn}^2\phi_{up} - \phi_{xn}\phi_{up}^2 - \phi_{xn}^2\phi_{vp} - \phi_{xn}\phi_{vp}^2 + \phi_{up}^2\phi_{xp} \\ & + \phi_{vp}^2\phi_{xp} + \phi_{up}\phi_{xp}^2 - \phi_{vp}\phi_{xp}^2 \\ & + \phi_{un}^2(-\phi_{xn} + \phi_{xp}) + \phi_{vn}^2(-\phi_{xn} + \phi_{xp}) \\ & - \phi_{un}(\phi_{xn}^2 + \phi_{xp}^2) \\ & + \phi_{vn}(\phi_{xn}^2 + \phi_{xp}^2) \\ \phi_{10} \text{の分母} = & \phi_{un}^2 + \phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + \phi_{up}^2 + \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_{20} \text{の分子} = & 9(5\phi_{vn}^2\phi_{xn} - 5\phi_{vn}\phi_{xn}^2 - 5\phi_{xn}^2\phi_{up} \\ & + 5\phi_{xn}\phi_{up}^2 + 2\phi_{vn}^2\phi_{vp} + 7\phi_{xn}^2\phi_{vp} \\ & + 2\phi_{up}^2\phi_{vp} + 2\phi_{vn}\phi_{vp}^2 + 7\phi_{xn}\phi_{vp}^2 \\ & + 2\phi_{up}\phi_{vp}^2 + 7\phi_{vn}^2\phi_{xp} + 12\phi_{xn}^2\phi_{xp} \\ & + 7\phi_{up}^2\phi_{xp} + 5\phi_{vp}^2\phi_{xp} + 7\phi_{vn}\phi_{xp}^2 \\ & + 12\phi_{xn}\phi_{xp}^2 + 7\phi_{up}\phi_{xp}^2 - 5\phi_{vp}\phi_{xp}^2 \\ & + \phi_{un}^2(2\phi_{vn}^2 + 7\phi_{xn}^2 + 2\phi_{up}^2 + 5\phi_{xp}^2) \\ & + \phi_{un}(2\phi_{vn}^2 + 7\phi_{xn}^2 + 2\phi_{up}^2 - 5\phi_{xp}^2) \\ & - 16\phi_a(\phi_{un}^2 + \phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + \phi_{up}^2 + \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2)) \\ \phi_{20} \text{の分母} = & 20(\phi_{un}^2 + \phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + \phi_{up}^2 + \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_{01} \text{の分子} = & \phi_{vn}^2(\phi_{xn} + 2\phi_{up} - \phi_{xp}) \\ & + \phi_{un}^2(-2\phi_{vn} - \phi_{xn} + 2\phi_{vp} + \phi_{xp}) \\ & - \phi_{vn}(\phi_{xn}^2 + 2\phi_{up}^2 + \phi_{xp}^2) \\ & - \phi_{un}(2\phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + 2\phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2) \\ & + (\phi_{up} + \phi_{vp})(\phi_{xn}^2 - \phi_{xn}\phi_{up} + \phi_{xn}\phi_{vp} + 2\phi_{up}\phi_{vp}) \end{aligned}$$

$$+ \phi_{up} \phi_{xp} - \phi_{vp} \phi_{xp} + \phi_{xp}^2)$$

$$\phi_{01} \text{ の分母} = \sqrt{3} (\phi_{un}^2 + \phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + \phi_{up}^2 + \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2)$$

$$\begin{aligned} \phi_{02} \text{ の分子} = & 3(-15 \phi_{vn}^2 \phi_{xn} + 15 \phi_{vn} \phi_{xn}^2 + 15 \phi_{xn}^2 \phi_{up} \\ & - 15 \phi_{xn} \phi_{up}^2 + 26 \phi_{vn}^2 \phi_{vp} + 11 \phi_{xn}^2 \phi_{vp} \\ & + 26 \phi_{up}^2 \phi_{vp} + 26 \phi_{vn} \phi_{vp}^2 + 11 \phi_{xn} \phi_{vp}^2 \\ & + 26 \phi_{up} \phi_{vp}^2 + \phi_{un}^2 (26 \phi_{vn} + 11 \phi_{xn} + 26 \phi_{up} - 15 \phi_{xp}) \\ & + 11 \phi_{vn}^2 \phi_{xp} - 4 \phi_{xn}^2 \phi_{xp} + 11 \phi_{up}^2 \phi_{xp} \\ & - 15 \phi_{vp}^2 \phi_{xp} + 11 \phi_{vn} \phi_{xp}^2 - 4 \phi_{xn} \phi_{xp}^2 \\ & + 11 \phi_{up} \phi_{xp}^2 + 15 \phi_{vp} \phi_{xp}^2 \\ & - 48 \phi_{un} (\phi_{un}^2 + \phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + \phi_{up}^2 + \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2) \\ & + \phi_{un} (26 \phi_{vn}^2 + 11 \phi_{xn}^2 + 26 \phi_{up}^2 + 15 \phi_{xp}^2)) \end{aligned}$$

$$\phi_{02} \text{ の分母} = 20 (\phi_{un}^2 + \phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + \phi_{up}^2 + \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2)$$

$$\begin{aligned} \phi_{11} \text{ の分子} = & 3\sqrt{3} (\phi_{xn}^2 \phi_{up} - \phi_{xn} \phi_{up}^2 - \phi_{xn}^2 \phi_{vp} - \phi_{xn} \phi_{vp}^2 \\ & + \phi_{un}^2 (\phi_{xn} + 2 \phi_{up} - 2 \phi_{vp} - \phi_{xp}) \\ & + \phi_{vn}^2 (\phi_{xn} + 2 \phi_{up} - 2 \phi_{vp} - \phi_{xp}) + \phi_{up}^2 \phi_{xp} \\ & + \phi_{vp}^2 \phi_{xp} + \phi_{up} \phi_{xp}^2 - \phi_{vp} \phi_{xp}^2 \\ & + \phi_{un} (\phi_{xn}^2 + 2 \phi_{up}^2 + 2 \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2) \\ & - \phi_{vn} (\phi_{xn}^2 + 2 \phi_{up}^2 + 2 \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2)) \end{aligned}$$

$$\phi_{11} \text{ の分母} = 2 (\phi_{un}^2 + \phi_{vn}^2 + \phi_{xn}^2 + \phi_{up}^2 + \phi_{vp}^2 + \phi_{xp}^2) \quad (3-8)$$

ただし、サフィックスの x, u, v は境界面の方向を表し、p, n は+と-をそれぞれ表す。すなわち、 ϕ_{xn} は $\bar{\phi}_{xn}$ を表す。

3. 2. 2 軸方向再構築

軸方向については、炉心計算より得られる高次モーメントがそのまま用いることが可能であり、次式のように表される。

$$\phi(z) = \phi_0 + \phi_1 \cdot z + \phi_2 \cdot \left(z^2 - \frac{1}{12}\right) + \phi_3 \cdot \left(z^3 - \frac{3}{20}z\right) + \phi_4 \cdot \left(z^4 - \frac{3}{14}z^2 + \frac{3}{560}\right) \quad (3-9)$$

ただし、座標はノード高さが1になるように規格化されており、z の定義域は次の通り。

$$-\frac{1}{2} \leq z \leq \frac{1}{2}$$

なお、次数は炉心計算の条件により決められる。

3. 2. 3 3次元再構築

径方向、軸方向双方の再構築結果を組み合わせることにより、次式の通りノード内の3次元中性子束分布を得ることができる。

$$\phi(x, y, z) = \phi(x, y) \cdot \frac{\phi(z)}{\bar{\phi}} \quad (3-10)$$

3. 2. 4 内積計算

内積の定義から次式が得られる。

$$\begin{aligned} \langle \psi, \phi^* \rangle_{Node} &= \int_{Node} dV \psi(x, y, z) \cdot \phi^*(x, y, z) / \int_{Node} dV \\ &= \int dx dy \psi(x, y) \cdot \phi^*(x, y) \times \frac{1}{\bar{\psi} \cdot \bar{\phi}^*} \int dz \psi(z) \cdot \phi^*(z) \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \end{aligned} \quad (3-11)$$

有限差分法に基づく計算と異なり、再構築された中性子束を用いた摂動計算では、高次の項の寄与を考慮する必要がある。

右辺第1項の積分を計算する。角度束の径方向分布が次式で表わされるとする。

$$\varphi(x, y) = \varphi_{00} + \varphi_{10}x + \varphi_{20}x^2 + \varphi_{01}y + \varphi_{02}y^2 + \varphi_{11}xy \quad (3-12)$$

$$\varphi^*(x, y) = \varphi_{00}^* + \varphi_{10}^*x + \varphi_{20}^*x^2 + \varphi_{01}^*y + \varphi_{02}^*y^2 + \varphi_{11}^*xy \quad (3-12')$$

これらの関数の平面内積分を考える。すなわち、

$$\begin{aligned} &\int \varphi^* \varphi dx dy \\ &= \int dx dy (\varphi_{00} + \varphi_{10}x + \varphi_{20}x^2 + \varphi_{01}y + \varphi_{02}y^2 + \varphi_{11}xy) \\ &\quad \cdot (\varphi_{00}^* + \varphi_{10}^*x + \varphi_{20}^*x^2 + \varphi_{01}^*y + \varphi_{02}^*y^2 + \varphi_{11}^*xy) \end{aligned} \quad (3-13)$$

ここで、

$$y_s(x) = \frac{1}{\sqrt{3}}(1 - |x|) \quad -\frac{1}{2} \leq x \leq \frac{1}{2} \quad (3-14)$$

なる関係を用いると、(3-15)から(3-29)までの以下の一連の積分結果が得られる。

$$\int dx dy = \int 2y_s dx = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (3-15)$$

$$\int x dx dy = \int 2xy_s dx = 0 \quad (3-16)$$

$$\int x^2 dx dy = \int 2x^2 y_s dx = \frac{5}{144} \sqrt{3} \quad (3-17)$$

$$\int x^3 dx dy = \int 2x^3 y_s dx = 0 \quad (3-18)$$

$$\int x^4 dx dy = \int 2x^4 y_s dx = \frac{7}{1440} \sqrt{3} \quad (3-19)$$

$$\int y dx dy = 0 \quad (3-20)$$

$$\int y^2 dx dy = \int \frac{2}{3} y_s^3 dx = \frac{5}{144} \sqrt{3} \quad (3-21)$$

$$\int y^3 dx dy = 0 \quad (3-22)$$

$$\int y^4 dx dy = \int \frac{2}{5} y_s^5 dx = \frac{7}{1440} \sqrt{3} \quad (3-23)$$

$$\int xy dx dy = 0 \quad (3-24)$$

$$\int x^2 y dx dy = 0 \quad (3-25)$$

$$\int x^3 y dx dy = 0 \quad (3-26)$$

$$\int xy^2 dx dy = \int \frac{2}{3} xy_s^3 dx = 0 \quad (3-27)$$

$$\int xy^3 dx dy = 0 \quad (3-28)$$

$$\int x^2 y^2 dx dy = \int \frac{2}{3} x^2 y_s^3 dx = \frac{7}{4320} \sqrt{3} \quad (3-29)$$

以上の(3-15)から(3-29)式の結果を用いると、(3-13)式は、

$$\begin{aligned} & \int dx dy \varphi^*(x, y) \varphi(x, y) \\ &= \int dx dy \left\{ \varphi_{00}^* \varphi_{00} + (\varphi_{00}^* \varphi_{20} + \varphi_{10}^* \varphi_{10} + \varphi_{20}^* \varphi_{00}) x^2 \right. \\ & \quad + (\varphi_{00}^* \varphi_{02} + \varphi_{01}^* \varphi_{01} + \varphi_{02}^* \varphi_{00}) y^2 \\ & \quad + \varphi_{20}^* \varphi_{20} x^4 \\ & \quad + \varphi_{02}^* \varphi_{02} y^4 \\ & \quad \left. + (\varphi_{20}^* \varphi_{02} + \varphi_{02}^* \varphi_{20} + \varphi_{11}^* \varphi_{11}) x^2 y^2 \right\} \\ &= \varphi_{00}^* \varphi_{00} \frac{\sqrt{3}}{2} + (\varphi_{00}^* \varphi_{20} + \varphi_{10}^* \varphi_{10} + \varphi_{20}^* \varphi_{00}) \frac{5}{144} \sqrt{3} \\ & \quad + (\varphi_{00}^* \varphi_{02} + \varphi_{01}^* \varphi_{01} + \varphi_{02}^* \varphi_{00}) \frac{5}{144} \sqrt{3} \\ & \quad + (\varphi_{20}^* \varphi_{02} + \varphi_{02}^* \varphi_{20} + \varphi_{11}^* \varphi_{11}) \frac{7}{4320} \sqrt{3} \\ & \quad + \varphi_{20}^* \varphi_{20} \frac{7}{1440} \sqrt{3} + \varphi_{02}^* \varphi_{02} \frac{7}{1440} \sqrt{3} \end{aligned} \quad (3-30)$$

となる。すなわち、

$$\begin{aligned} & \int \varphi^* \varphi dx dy / \frac{\sqrt{3}}{2} = \\ &= \varphi_{00}^* \varphi_{00} + (\varphi_{00}^* \varphi_{20} + \varphi_{10}^* \varphi_{10} + \varphi_{20}^* \varphi_{00}) \frac{5}{72} \\ & \quad + (\varphi_{00}^* \varphi_{02} + \varphi_{01}^* \varphi_{01} + \varphi_{02}^* \varphi_{00}) \frac{5}{72} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + (\phi_{20}^* \phi_{02} + \phi_{02}^* \phi_{20} + \phi_{11}^* \phi_{11}) \frac{7}{2160} \\
& + \phi_{20}^* \phi_{20} \frac{7}{720} + \phi_{02}^* \phi_{02} \frac{7}{720}
\end{aligned} \tag{3-31}$$

また、軸方向の内積は次式で与えられる。

$$\int dz \psi(z) \cdot \phi^*(z) = \psi_0 \cdot \phi_0^* + \frac{1}{12} \psi_1 \cdot \phi_1^* + \frac{1}{180} \psi_2 \cdot \phi_2^* + \frac{1}{2800} \psi_3 \cdot \phi_3^* + \frac{1}{44100} \psi_4 \cdot \phi_4^* \tag{3-32}$$

(3-31)と(3-32)式を内積計算部に組み込んだ。

3. 2. 5 内積処理の確認

NSHEX コードの計算結果を格納するダンプファイルから角度束を読み込み、確認計算を行った。

径方向については、径方向再構築の①手法によりフィッティング係数を定め、これを基に各辺の中点の角度束を算出して基の入力となる角度束と比較した。その結果、大部分は比が 1.0 の前後となっているものの、6 辺すべての中点角度束が入力とした角度束を上回る (最大 5%) 例が見られた。このような現象は Forward 計算、Adjoint 計算共に現れている。すなわち、再構築法には二次関数にフィッティングすることによる誤差が内在している可能性がある。これがどの程度影響するか定量的に評価することは難しいが、ノード平均という厳密な値でなくフィッティング結果を用いる内積計算を行うことが摂動計算結果の精度に影響することは十分考えられる。

なお、各パラメータの相対差の和を最小にする方法②を適用すると 00 項の値が負になってしまう場合があり、今回整備した摂動コードには組み込まなかった。

3. 3 コードの整備

摂動計算を行うには、NSHEX 側で角度束のファイルを出力し、これを摂動計算側で読み込み処理を行うこととした。

3. 3. 1 NSHEX コード

NSHEX コード側から摂動計算コードに引き渡す角度束等の出力部をサブルーチン OUTER で行うようにした。出力ファイルの仕様を表 3.1 に示す。ファイル中に書き出す情報は、径方向ノード境界面の平均角度束、ノード平均角度束および軸方向角度束モーメントとした。これらを外部反復計算が収束した段階でファイル出力する。

3. 3. 2 摂動計算コード

摂動計算コードは 6 章で述べる SNPERT コードを基に作成した。これにより一般の摂動計算コードで扱う次の計算が可能となる。

- ①反応度変化(一次摂動 FOP, 厳密摂動 EP)
- ②反応度価値マップ(FOP)および密度係数
- ③実効遅発中性子割合および実効中性子生成時間

コード作成に際しては以下を前提とした。

(1) 断面積ファイル

- ・断面積データの形式はマクロ断面積はNSHEXコードと同じくテキスト形式、ミクロ断面積はPERKYコード用と類似のバイナリ形式である。
- ・摂動領域と非摂動領域に対応する断面積は、同一ファイルに書きこまれていることを前提とする。
- ・ミクロ断面積とマクロ断面積は混在して使用することは許さない。
- ・核分裂スペクトルはNSHEXと同じく、領域、核種に依存しない体系内共通の核分裂スペクトルを使用する。

(2) 計算体系

コードで扱う計算体系は、3次元全炉心体系のみとする。

(3) 幾何形状データ

- ・ノードの体積計算に必要な幾何データはNSHEXのダンプファイル格納データを採用し、ユーザー入力としない。
- ・原則としてゾーン番号（ノードあたり）はNSHEXダンプファイル格納データを採用するが、一次摂動（FOP）等の用途を考えて入力も可能とする。厳密摂動（EP）では断面積の対応がそのままであればゾーン番号の指定は不要である。

(4) 遅発中性子生成割合 β_d 、遅発中性子スペクトル χ_d

ファイルから読み込む。

以上にに基づき作成した摂動計算コードの使用マニュアルを付録Bに示す。

3. 4. 機能の確認

3. 4. 1 試計算の問題

集合体8層で構成されるKNK-IIベンチマーク体系⁷⁾でNSHEXコードの収束条件を変えた2ケース、11層で構成されるSNRベンチマーク体系の2ケース、計4ケースの試計算問題を設定した。どのケースも制御棒引き抜き状態から挿入状態に変化する場合の厳密摂動計算を行い、直接計算による反応度変化と比較した。なお、計算はマクロ断面積ベースで行った。

3. 4. 2 試計算結果

試計算の結果、どのケースも直接計算と摂動計算双方で得られる反応度変化に不一致がみられた。そこで、原因は内積計算にあると想定し、比較のために次のようなケースも計算した。これらをまとめた結果を表3.2に示す。

- ・ノード平均角度束の直接内積
- ・スカラー束の乗算
- ・再構築法において軸方向のみ再構築、径方向はノード平均
- ・再構築法において径方向のみ再構築、軸方向はノード平均
- ・その他再構築値に定数を乗算

まず、本来の再構築法を適用した結果は、直接計算との比でみると約 1.2、1.2、1.2、1.3 となり、反応度変化を過大評価した。

KNK 体系の 2 ケースは、同一計算であるが、中性子束と固有値の収束条件が異なる。再構築法に基づく内積計算による反応度変化は 5% の差がある。

物理的に意味があるわけではないが、ノード平均角度束の内積あるいは更に単純化したスカラー束の積を適用した参考結果に比べても、再構築法を適用した結果のずれが大きい。さらに、3 次元再構築法の一方を無視すると両方向に再構築法を適用した結果を再現せず、径方向および軸方向の再構築法を同時に適用することが必須であることがわかる。

次に、再構築で得られた角度束に誤差が含まれている場合を想定して、強制的に再構築結果の内積値に係数を乗じる計算も行った。表には 0.97 および 0.95 を乗じた結果が示されている。1 より小さい乗数を適用すると直接計算の結果に近づく傾向にあるが、ケースによっても効き方に差がある。むしろ、ここで採り上げた係数のように、高々 3~5% の再構築結果の変動が、数~10% の反応度変化の違いを生じることが重要である。

以上の結果から、内積計算に適用する再構築法は反応度変化の計算に敏感であり、内積計算の精度向上策の導入が課題と考える。

3. 5 まとめ

NSHEX 用摂動計算コードを整備した。コードの最重要箇所は、ノード内中性子束再構築法の適用による内積計算部である。この部分の精度が反応度変化の精度に大きく影響することが示された。内積計算部以外の計算機能は整備済みであることから、今後、更に内積計算部の検討を進め、精度向上方策の導入、あるいは別の手法に基づく内積計算法の適用を検討することが望まれる。

表3.1 NSHEXのファイル出力内容(1/2)

```

#1 整数、実数パラメータ
  write(nf20)
  & iop5, nchk, kcm, kmx, ndir, ndir2, nodr, noct, mm, ngmx, mapmx, nlay
  & , nsn, eigen, hp
#2 角度重み、核分裂中性子スペクトル
  write(nf20)
  & (wgt(m), m=1, mm), (chi(ig), ig=1, ngmx)
#3 軸方向粗メッシュ情報
  write(nf20)
  & (delz(kc), kc=1, kcm), (ihk(kc), kc=1, kcm)
#4 物質マップ
  write(nf20)
  & (map(n, k), n=1, nchk), k=1, kcm)
c
c forward cal.
c
  if( iop5.eq.0 ) then
#5 ノード平均スカラー束
  do 1000 ng=1, ngmx
    write(nf20)
    & ((scfl1(n, k, ng), n=1, nchk), k=1, kmx)
1000 continue

#6 角度束
  do 1100 ng=1, ngmx
    write(nf20)
    & (((((agflx(isx(is), m, 1, ir, n, k, ng),
    & m=1, mm), is=1, noct), ir=1, 2), n=1, nchk), k=1, kmx)
    & , (((((agflx(isu(is), m, 2, ir, n, k, ng),
    & m=1, mm), is=1, noct), ir=1, 2), n=1, nchk), k=1, kmx)
    & , (((((agflx(isv(is), m, 3, ir, n, k, ng),
    & m=1, mm), is=1, noct), ir=1, 2), n=1, nchk), k=1, kmx)
    write(nf20)
    & (((((caflx(is, m, ir, n, k, ng),
    & m=1, mm), is=1, noct), ir=1, ndir), n=1, nchk), k=1, kmx)
    write(nf20)
    & (((((zflxm(is, m, io, n, k, ng),
    & m=1, mm), is=1, noct), io=1, nodr), n=1, nchk), k=1, kmx)
1100 continue
c
  else
c

```

表3.1 NSHEXのファイル出力内容(2/2)

```

c    adjoint cal.
c
#5   スカラー束
      do 2000 ng=ngmx, 1, -1
        write(nf20)
          &      ((sclfl(n, k, ng), n=1, nchk), k=1, kmx)
2000  continue

#6   角度束
      do 2100 ng=ngmx, 1, -1
        write(nf20)
          &      (((((agflx(isx(is), m, 1, ir, n, k, ng),
          &      m=1, mm), is=1, noct), ir=1, 2), n=1, nchk), k=1, kmx)
          &      , (((((agflx(isu(is), m, 2, ir, n, k, ng),
          &      m=1, mm), is=1, noct), ir=1, 2), n=1, nchk), k=1, kmx)
          &      , (((((agflx(isv(is), m, 3, ir, n, k, ng),
          &      m=1, mm), is=1, noct), ir=1, 2), n=1, nchk), k=1, kmx)
        write(nf20)
          &      (((((caflx(is, m, ir, n, k, ng),
          &      m=1, mm), is=1, noct), ir=1, ndir), n=1, nchk), k=1, kmx)
        write(nf20)
          &      (((((zflxm(is, m, io, n, k, ng),
          &      m=1, mm), is=1, noct), io=1, nodr), n=1, nchk), k=1, kmx)
2100  continue

```

表 3.2 3次元摂動計算コードの試計算結果

	KNK		KNK		SNR-iin		SNR-oin	
	$\varepsilon_{\phi}=5e-4, \varepsilon_k=5e-5$		$\varepsilon_{\phi}=1e-4, \varepsilon_k=1e-5$		$\varepsilon_{\phi}=1e-4, \varepsilon_k=1e-5$		$\varepsilon_{\phi}=1e-4, \varepsilon_k=1e-5$	
	反応度変化 $\Delta k/k'$	相対値	反応度変化 $\Delta k/k'$	相対値	反応度変化 $\Delta k/k'$	相対値	反応度変化 $\Delta k/k'$	相対値
直接計算	-3.284E-02	-	-3.279E-02	-	-3.136E-02	-	-3.421E-02	-
3次元再構築法 に基づく内積計 算	-3.995E-02	1.22	-3.842E-02	1.17	-3.842E-02	1.22	-4.402E-02	1.29
ノード平均角度 束の直接内積	-3.527E-02	1.08	-3.518E-02	1.07	-3.693E-02	1.18	-4.123E-02	1.21
スカラー束の乗 算	-3.551E-02	1.08	-3.542E-02	1.08	-3.660E-02	1.17	-4.110E-02	1.20
再構築法におい て軸方向のみ再 構築、径方向は ノード平均	-1.158E-02	0.35	-1.155E-02	0.35	-1.309E-02	0.42	-1.548E-02	0.45
再構築法におい て径方向のみ再 構築、軸方向は ノード平均	-3.652E-02	1.11	-3.643E-02	1.11	-3.707E-02	1.18	-4.241E-02	1.24
3次元再構築法 に基づく内積計 算 ($\times 0.97$)	-3.538E-02	1.08	-3.529E-02	1.08	-2.736E-02	0.87	-3.138E-02	0.92
3次元再構築法 に基づく内積計 算 ($\times 0.95$)	-3.234E-02	0.99	-3.226E-02	0.98	-1.999E-02	0.64	-2.296E-02	0.67

4. 3次元炉心解析システムの整備 - 加速法の検討

これまで NSHEX コードの計算時間を短縮させるために、各種の加速法の検討が行われてきた。チェビシェフ加速法やノード単位のリバランス法などがその例に挙げられるが、コード内で標準的に利用されるような手法は現時点で定まっていない。そこで、以下では中性子源外挿法、中性子束外挿法及び輸送合成法をとりあげて NSHEX コードに対する適用性を検討した。

4. 1 中性子源及び中性子束外挿法の適用

中性子源、中性子束モーメント及び角度中性子束を外挿対象として外挿法の適用性を検討した。

4. 1. 1 外挿法の概要

外挿法においてはチェビシェフ加速法を適用した。本節では外挿対象として中性子源を例にとり、チェビシェフ加速法の概要について述べる。

まず、外側反復では輸送方程式：

$$M\phi = \frac{1}{k} F\phi \quad (4-1)$$

M : 消滅演算子

F : 生成演算子

をべき乗法によって解く。中性子源を $S = F\phi$ と書けば、べき乗法は次の手順となる。

$$M\phi^{(n+1)} = \frac{1}{k^{(n)}} F\phi^{(n)} \quad (4-2)$$

$$k^{(n+1)} = \frac{\int S^{(n+1)} d^3r}{\frac{1}{k^{(n)}} \int S^{(n)} d^3r} \quad (4-3)$$

この反復計算の過程において新しい中性子源を推定するとき、次式による外挿によって反復計算を加速するのが中性子源外挿法である。

$$\tilde{S}^{(n)} = \tilde{S}^{(n-1)} + \alpha(S^{(n)} - \tilde{S}^{(n-1)}) + \beta(\tilde{S}^{(n-1)} - \tilde{S}^{(n-2)}) \quad (4-4)$$

外挿の誤差を最小にするための α 、 β の設定法がチェビシェフの補間法 (チェビシェフ加速法) である。加速法適用開始時から数えた外側反復回数を $p (\geq 1)$ とすると α 、 β は次式で与えられる。

$$\alpha_1 = \frac{2}{2 - \bar{\sigma}}, \quad \beta_1 = 0 \quad (4-5)$$

$$\alpha_p = \frac{4}{\bar{\sigma}} \frac{C_{p-1}\left(\frac{2}{\bar{\sigma}} - 1\right)}{C_p\left(\frac{2}{\bar{\sigma}} - 1\right)}, \quad \beta_p = \left(1 - \frac{\bar{\sigma}}{2}\right) \alpha_p - 1 \quad (4-6)$$

ここで、 $C_p(x) \doteq \cosh(p \cosh^{-1} x)$ は p 次のチェビシェフ多項式である。 $\bar{\sigma}$ は Dominance Ratio

(最大固有値と二番に大きい固有値の比) である。式(4-6)からわかる通り、外挿係数中のチェビシェフ多項式の次数は外側反復毎に 1 ずつ増加していく。

Dominance Ratio $\bar{\sigma}$ は未知数であり、次式の $\hat{\sigma}$ で評価する。

$$\hat{\sigma} = \left[\frac{\sum_i (R_i^{(n)})^2}{\sum_i (R_i^{(n-1)})^2} \right]^{1/2}, \quad R_i^{(n)} = S_i^{(n)} - S_i^{(n-1)} \quad (4-7)$$

4. 1. 2 外挿法のアルゴリズム

次のアルゴリズムによって外挿法を実装した。

- ① $\bar{\sigma}$ を式 (4-7) の $\hat{\sigma}$ で評価し、 $0.4 \leq \bar{\sigma} \leq 1.0$ を満たした時点で加速法適用を開始する。
- ② 式 (4-4) ~ (4-6) によってチェビシエフ多項式の次数を増やしながら外挿を繰り返す。
(加速を開始した外側反復回数を n^*+1 とする。)
- ③ 誤差係数：

$$E_{n^*+p-1} = \left[\frac{\sum_i (S_i^{(n^*+p)} - S_i^{(n^*+p-1)})^2}{\sum_i (S_i^{(n^*+1)} - S_i^{(n^*)})^2} \right]^{1/2} \quad (4-8)$$

が、条件：

$$E_{n^*+p-1} > \left[C_{p-1} \left(\frac{2-\bar{\sigma}}{\bar{\sigma}} \right) \right]^{-1} \quad (4-9)$$

を満たした時、 $\hat{\sigma}$ の評価値を次式で更新し、②に戻って再び低次からのチェビシエフ加速を繰り返す。(新な多項式サイクルの開始)

$$\hat{\sigma}' = \frac{\hat{\sigma}}{2} \left\{ \cosh \left[\frac{\cosh^{-1} \gamma}{p-1} \right] + 1 \right\} \quad (4-10)$$

$$\gamma = C_p \left(\frac{2-\bar{\sigma}}{\bar{\sigma}} \right) E_{n^*+p-1} \quad (4-11)$$

ただし、経験的に有効であるとされている次の制限を $\hat{\sigma}$ に課す。

$$\bar{\sigma}' = \begin{cases} \min(\bar{\sigma}, 0.9) & , n^*+1 \leq 6 \\ \min(\bar{\sigma}, 0.95) & , n^*+1 \leq 9 \\ \min(\bar{\sigma}, 0.985) & , n^*+1 \leq 12 \\ \min(\bar{\sigma}, 0.99) & , n^*+1 > 12 \end{cases} \quad (4-12)$$

スカラー束および角度束の外挿においては、成分ごと（スカラー束の場合は群ごと、角度束の場合は群、方向ごと）に上記のアルゴリズムを適用した。

4. 1. 3 KNK-II 体系への適用結果

KNK-II 体系（8 層 4 群）を対象として、中性子源外挿および中性子束外挿による加速法の適用性を検討した。計算機は DEC/Alpha 21164 互換機（メモリ 256MB）、コンパイラは DEC Fortan77 を使用した。

(1) 中性子源外挿法の外側反復への適用結果

次の2種類の中性子源を外挿対象として検討した。

- ・核分裂項のみ
- ・核分裂項+散乱項(2次モーメントまで)

計算結果を表4.1のケースS1、S2欄に示す。いずれの場合についても収束に至るまでの外側反復回数が基準計算の58回に比べて56回と減少したものの、計算時間の観点からはほとんど効果がなかった。核分裂項のみを外挿したケース(S1)の実効増倍率と中性子束の収束挙動を図4.1、図4.2に示す。加速法非適用の基準ケースと収束挙動はほぼ同じである。

(2) 中性子束外挿法の外側反復への適用結果

計算結果を表4.1のケースF1からF8の欄に示す。2次モーメントまで外挿することにより収束に要した外側反復回数が58回から20回に減少し、2.3倍のスピードアップを得た。0次モーメントのみの外挿は最大1.2倍、1次モーメントまでの外挿では最大1.8倍のスピードアップとなった。高次モーメントまで外挿した方が効果的である。表4.1に示すケースF2及びF4の実効増倍率と中性子束の収束挙動を図4.3、図4.4に示す。基準ケースに比べて1回の外部反復あたりの誤差低減率が大きい。

2次モーメントまで中性子束を外挿するケースでは、外挿を開始する外側反復回数を3、6、9と変えると、スピードアップは2.3、1.8、1.7と減少した。これより、外挿開始が早いほど加速に効果があることがわかる。

なお、後述の通り、常陽 Mk-I 体系(11層18群)を対象として、中性子束外挿法を2次モーメントまで適用した場合には、内側反復で収束しかかった第1群中性子束が発散に転じ、収束しない場合があった。一方、KNK-II 体系で検討した範囲では、中性子束外挿のみならず、以下に述べる他の外挿法においてもそのような発散は見られず安定に収束した。

(3) 角度中性子束外挿法の外側反復への適用結果

計算結果を表4.1のケースA1からA10の欄に示す。中性子束外挿の場合と同様に、0次モーメントのみを外挿した場合に比べ、1次または2次まで外挿した方が効率的で、2次モーメントまでの外挿によって、収束に要した外側反復回数が58回から22回に減少し、最大1.7倍のスピードアップを得た。ただし、1次まで外挿した場合と2次まで外挿した場合とでは加速効果はほとんど変わらない。外挿を開始する外側反復回数を3から6に増やすとスピードアップは1.5から1.7に上昇し、スカラー束外挿の場合と逆となった。ケースA7の収束挙動を図4.5、図4.6に示す。スカラー束外挿の結果(図4.3、図4.4)と比べて誤差低減の傾向がやや異なるが、基準ケースに比べて中性子束の誤差低減率は大きい。

(4) 随伴中性子束計算における中性子束外挿法の外側反復への適用結果

中性子束外挿法を随伴中性子束計算に適用した結果を表4.2に示す。収束に要した外側反復回数が60回から40回に減少し、1.6倍のスピードアップを得た。随伴束計算においても中性子束外挿法が有効である。

(5) 中性子束外挿法の内側反復への適用結果

中性子束外挿法を内側反復に適用した結果を表 4. 3に示す。内側反復のみに適用した場合は 1.2 倍、外側反復および内側反復双方に適用した場合には収束に要した外側反復回数が 58 回から 17 回に減少し、2.4 倍のスピードアップを得た。後者の実効増倍率と中性子束の収束挙動を図 4. 7、図 4. 8に示す。外側反復のみに適用した場合と比べて、効果はわずか (2.3 倍から 2.4 倍) である。外側及び内側反復での外挿法併用はあまり効果的ではなく、外側反復における加速が重要である。

(6) スピードアップの収束条件依存性の検討

外側反復への中性子束外挿法の導入効果を表すスピードアップが、収束条件に依存するかどうかを検討した結果を表 4. 4に示す。最大内側反復回数を 5 に固定した場合、収束条件によらず概ね 3.0 倍のスピードアップを得た。実効増倍率収束条件 $\epsilon_k = 5.0 \times 10^{-6}$ 、スカラー束収束条件 $\epsilon_\phi = 5.0 \times 10^{-5}$ の場合の収束挙動を図 4. 9、図 4. 10に示す。中性子束の誤差挙動を見ると加速効果が顕著である。

中性子束の収束条件 ϵ_ϕ が 5.0×10^{-5} という比較的厳しい条件の下でも高次モーメントまで考慮した中性子束外挿法が有効である。ただし、更に条件を厳しくして ϵ_k を 1.0×10^{-6} とした場合、加速法を適用しない計算、加速法を適用した計算ともに収束しなかった。

4. 1. 4 常陽 Mk-I 体系への適用結果

前項の検討に利用した KNK-II 体系は集合体 8 層という小型体系であった。ここでは常陽 Mk-I 体系 (11 層 18 群/4 群) を対象として、中性子束外挿による加速法の適用性を検討する。計算機は DEC/Alpha 21164 互換機 (メモリ 256MB)、コンパイラは DEC Fortran77 を使用した。

(1) 中性子源外挿法の外側反復への適用結果

中性子源 (核分裂源のみ) を外挿対象とした結果を表 4. 5のケース S1J 欄に示す。KNK-II 体系と同様に加速法適用の効果が見られなかった。

(2) 中性子束外挿法の外側反復への適用結果 (18 群の場合)

計算結果を表 4. 5のケース F1J から F9J に示す。2 次モーメントまで外挿することにより、ケース F7J では収束に要した外側反復回数が 45 回から 24 回に減少し、1.8 倍のスピードアップを得た。0 次モーメントのみの外挿では最大 1.3 倍のスピードアップとなった。高次モーメントまで外挿した場合の方が効果的である。ただし、終始高次モーメントを外挿した場合、1 次までの加速および 2 次までの加速いずれも収束しなかった。収束しないケースの現象を調べた結果、第 1 群の中性子束が内側反復において収束に近づくまでは外挿法がよく効き、順調に外側反復誤差が低下していくが、そこから先は第 2 群以降が収束していくにもかかわらず次第に第 1 群の収束性が悪化していき、その結果発散に至ることが明らかになった。そこで、各群について前回の内側反復回数をモニターし、それが所定の回数以下になったらそれ以降高次モーメントの加速を打ち切り、0 次のみを外挿するようにしたところ、表 4. 5のケース F7J から F9J 欄に示すとおり収束した。NSHEX では高次モーメントの適切な取り扱いが収束性に大きく影響するが、加速法の適用に際しても高次モーメントを慎重に扱う必要がある。

表 4. 5に示すケース F2J および F7J の実効増倍率と中性子束の収束挙動を図 4. 11、図 4. 12に示す。KNK-II 体系に比べて基準計算の誤差低減率との差が小さい。なお、常陽 Mk-I 体系では、角度中性子束外挿法の適用計算はメモリ不足のため実施できなかった。

(3) 中性子束外挿法の外側反復への適用結果 (4 群の場合)

計算結果を表 4. 6に示す。2 次モーメントまで外挿することにより収束に要した外側反復回数が 39 回から 16 回に減少し、2.2 倍のスピードアップを得た。18 群計算で得られた最大スピードアップが 1.8 倍であったの対し、同じ体系でも 4 群計算の方が加速効率がよい。2.2 倍のスピードアップは KNK-II 体系(8 層 4 群)を対象にした場合と同程度である。表 4. 6に示すケース F2J4 の収束挙動を図 4. 13、図 4. 14に示す。

4. 2 輸送合成法の適用

4. 2. 1 拡散合成法および輸送合成法の概要

反復解法における輸送方程式は次式となる。

$$\Omega_m \cdot \nabla \Psi_m^{(l+1/2)} + \sigma_t \Psi_m^{(l+1/2)} = \frac{\sigma_s}{4\pi} \phi^{(l)} + q_m \quad (4-13)$$

$$\phi^{(l+1/2)} = \sum_{m=1}^M w_m \Psi_m^{(l+1/2)} \quad (4-14)$$

ここで、 l は内側反復の回数である。式 (4-13)、(4-14) より、 l 回目の反復で得たスカラー束 $\phi^{(l)}$ から新たな角度束 $\Psi_m^{(l+1/2)}$ およびスカラー束 $\phi^{(l+1/2)}$ を得る。

加速法を用いない場合は、

$$\phi^{(l+1)} = \phi^{(l+1/2)} \quad (4-15)$$

と設定し、 $l+1$ 回目の反復に移る。ところで、収束解を Ψ_m 、 ϕ とすると、これらは次式を満たす。

$$\Omega_m \cdot \nabla \Psi_m + \sigma_t \Psi_m = \frac{\sigma_s}{4\pi} \phi + q_m \quad (4-16)$$

収束解に対する残差を次式で定義する。

$$f_m^{(l+1/2)} = \Psi_m - \Psi_m^{(l+1/2)} \quad (4-17)$$

$$F^{(l+1/2)} = \sum_{m=1}^M w_m f_m^{(l+1/2)} \quad (4-18)$$

式 (4-13)、(4-16) の差をとり、式 (4-17)、(4-18) の定義を用いると、次式が成立する。

$$\Omega_m \cdot \nabla f_m^{(l+1/2)} + \sigma_t f_m^{(l+1/2)} = \frac{\sigma_s}{4\pi} F^{(l+1/2)} + \frac{S^{(l+1/2)}}{4\pi} \quad (4-19)$$

$$S^{(l+1/2)} = \sigma_s [\phi^{(l+1/2)} - \phi^{(l)}] \quad (4-20)$$

式 (4-19)、(4-20) を解くことができれば、その解 $F^{(l+1/2)}$ を $\phi^{(l+1/2)}$ に対する補正值とし、次式によって $\phi^{(l+1)}$ を得ることができる。

$$\phi^{(l+1)} = \phi^{(l+1/2)} + F^{(l+1/2)} \quad (4-21)$$

しかし、残差についての方程式 (4-19) は輸送方程式そのものであり、これを解くことは元の輸送方程式を解くことと同様に困難である。その困難を克服するため、問題 (4-19) を近似的に取り扱う拡散合成法、輸送合成法が用いられる。

(1) 拡散合成法

拡散合成法は、問題 (4-19) を低次に落とし、次式に示す拡散問題として簡略化を図るものである。

$$-\nabla \cdot \left[\frac{1}{3\sigma_t} \nabla F \right] + (\sigma_t - \sigma_s) F(r) = \sigma_s [\phi^{(l+1/2)} - \phi^{(l)}] \quad (4-22)$$

$$\phi^{(l+1)} = \phi^{(l+1/2)} + F \quad (4-23)$$

(2) 輸送合成法

輸送合成法は、拡散問題に落とすことなく、式 (4-19) を輸送問題として扱う。ただし、加速効率を得るため、近似が必要となる。Larsen and Miller⁸⁾は、式 (4-19) を次式の通り散乱を無視した形に置き換え、1次元問題(slab geometry)で2倍程度の加速効率を得ている。

$$\Omega_m \cdot \nabla f_m^{(l+1/2)} + (\sigma_t - \sigma_s) f_m^{(l+1/2)} = \frac{S^{(l+1/2)}}{4\pi} \quad (4-24)$$

式(4-24)は実装が容易かつ計算コストが小さいが、2次元あるいは3次元問題では不安定になることが Ramone and Adams⁹⁾ によって報告されている。

Ramone and Adams は、パラメータ β ($0 < \beta < 1$) を導入し、式(4-24)で無視された散乱断面積を $\sigma_s(1-\beta)$ の形で部分的に取り入れた次式を解く方法を提案している。

$$\Omega_m \cdot \nabla f_m^{(l+1/2)} + (\sigma_t - \beta\sigma_s) f_m^{(l+1/2)} = \frac{\sigma_s(1-\beta)}{4\pi} F^{(l+1/2)} + \frac{S^{(l+1/2)}}{4\pi} \quad (4-25)$$

2次元問題において安定、かつ大きな加速率が得られている（ただし、加速率は β に大きく依存する）。なお、散乱断面積比 $c = \sigma_s / \sigma_t$ は、式 (4-25) において実効的に、

$$\tilde{c} = \frac{1-\beta}{1-\beta c} c \leq c \quad (4-26)$$

となるので、式 (4-25) の反復解は一般的に元の問題より少ない反復回数で得られる。

4. 2. 2 輸送合成法適用に関する検討

拡散合成法は、拡散方程式ソルバーを比較的容易に組み込める場合、すなわち、

- ・ 解くべき問題が拡散問題である場合
- ・ 空間の次元が低い場合（特に一次元問題）
- ・ 規則的メッシュが使用されている場合（特に直交メッシュ）

に実装が比較的容易であるが、3次元輸送問題を非構造格子で取り扱う場合には実装に大きな困難が伴う。NSHEXは3次元方程式を非構造格子で取り扱っているため、拡散合成加速法を組み込むためには、3次元 HexZ メッシュ体系での拡散方程式ソルバーを一つ新たに作るに等しい作業量が必要となる。

一方、輸送合成法は既存の輸送方程式ソルバーを利用して式(4-19)を解くことが可能であるため拡散合成法に比べて実装が容易である。輸送合成法の組み込みにあたっては、前項で述べた Larsen and Miller (式(4-24))あるいは Ramone and Adams (式(4-25))に従った近似法を採用することが考えられる。前者を採用する場合には実装が容易かつ計算時間のコストが小さいが、多次元問題での安定性が保証されていない問題がある。後者を採用する場合には、式(4-25)を解くソルバーの開発において内側反復計算を行うサブルーチン INNER を利用することができる。しかし、式(4-25)における β によって定義される実効的な全マクロ断面積および散乱断面積が元の断面積と異なるため、内側反復における応答行列を再構築する必要がある。

以上の検討を踏まえ、本作業では合成法に基づく加速法を NSHEX コードに適用するための基本的な検討を行うこととし、実装が容易な輸送合成法を近似なしで適用することとした。

4. 2. 3 輸送合成法のアルゴリズム

次のアルゴリズムによって輸送合成法をサブルーチン INNER に実装した。

- ① サブルーチン FMNT によって中性子束モーメントを更新する。
- ② 式(4-20)によって残差方程式(4-19)のソース項を計算する。
- ③ 新規作成したサブルーチン TSACC をコールし、サブルーチン INNER と同様なスキーム（ただし、負の残差を許すようサブルーチン NEFDCAL を変更した）によって残差方程式(4-19)を計算し、中性子束モーメント残差および境界中性子束残差を求める。中性子束モーメント残差の収束条件は中性子束モーメントの内側反復収束条件と同一に設定し、最大反復回数を100とした。
- ④ ③で得た残差より、中性子束モーメント0次モーメントおよび境界中性子束を補正する。
- ⑤ 中性子束モーメントの内側反復収束判定を行う。

なお、残差計算における最大反復回数を100と大きく設定したのは、残差方程式を近似なしで取り扱うため収束が遅いと予想されるためである。また、内側反復ごとに残差計算を行う設定としたために多大の計算コストを伴う。これは、スピードアップは犠牲にし、残差をできるだけ正確に解くことによって輸送合成法による外側反復減少効果を検討することに主眼を置いたためである。

4. 2. 4 輸送合成法の適用結果

KNK-II 体系(8層4群)を対象として、輸送合成法による加速法の適用性を検討した。計算機

は DEC/Alpha 21164 互換機 (メモリ 256MB)、コンパイラは DEC Fortran77 を使用した。

収束条件を $\varepsilon_k = 5.0 \times 10^{-5}$ 、 $\varepsilon_\phi = 5.0 \times 10^{-4}$ とし、最大内側反復回数を 10 として計算した結果を表 4. 7 に示す。終始加速法を適用した場合は外側反復 59 回で収束し、加速効果が見られなかった。このケースの実効増倍率と中性子束の収束挙動を図 4. 15、図 4. 16 に示す。外側反復回数は基準ケースとほとんど変わらなかったものの、図 4. 17 に示す通り、各群とも外側反復 2 回目から所定の内側反復収束条件を満たすまでの内側反復回数が減少し、輸送合成法による内側反復の収束性向上効果は確認できる。しかしながら、第 4 群については外側反復 29 回目で内側反復回数が 2 となって以降、収束性が向上していない。他の群にくらべて第 4 群は自群散乱断面積が大きいこと残差の収束が悪く、解の補正が逆に悪影響を与えている可能性があるとして判断し、第 4 群の前回内側反復回数が 4 以下になったら第 4 群についてのみ輸送合成法適用を停止する条件を組み込んだ。その結果、外側反復 43 回で収束に至った。このケースの収束挙動を図 4. 18、図 4. 19、図 4. 20 に示す。図 4.20 において、中性子束の収束誤差が振動している現象は図 4.21 からわかるように第 4 群の中性子束が振動しているためである。

以上より、0 次モーメントの中性子束を対象とした輸送合成法を適用しても、外側反復回数低減には一定の効果しか得られないことがわかった。

4. 3 検討

4. 3. 1 中性子束初期値

NSHEX コードでは、中性子束初期値 (guess) は、通常、全群全ノードに 1.0 が与えられる。この初期値の影響を見るために、収束解の 0 次モーメントを与えた計算を行った。この場合も通常の初期値設定計算に比べて収束回数の減少が見られなかった。TRITAC コードでは、中性子束初期値を拡散コードで計算し、これを初期値にして輸送計算を行う手法を採用している。NSHEX コードについては、TRITAC コードと同様な手法を適用しても計算時間の短縮は期待できないと思われる。

4. 3. 2 外部反復における中性子源外挿法

チェビシェフ多項式に基づく中性子源外挿法の組み込みは、今回の検討範囲で有効性を見いだせなかった。拡散計算コード DIF3D¹⁰⁾ を例にとると、差分法ではチェビシェフ多項式に基づく中性子源外挿法、ノード法では中性子源漸近外挿法 (Asymptotic Extrapolation) が組み込まれており、これらが外部反復加速に用いられている。このため、NSHEX コードでも収束加速に有効であることを期待したが、結果は前述の通り効果がみられなかった。中性子源分布というエネルギー積分値ではなく、各群の中性子束の収束具合が収束状況を支配している可能性がある。

4. 3. 3 外部反復における中性子束外挿法

チェビシェフ多項式に基づく高次モーメントまで含めた中性子束外挿法の適用によって KNK-II 体系 (8 層 4 群) で最大 3 倍のスピードアップを得た。常陽 Mk-I 体系 (11 層) を対象とした場合には、18 群計算で最大 1.7 倍、4 群計算で最大 2.2 倍のスピードアップを得た。4 群計算と 18 群計算の比較により、群分けを細かくすることによってスピードアップが低下する傾向が示唆される。

中性子束外挿法の適用によって良好なスピードアップが得られたが、高次モーメントの取り扱い

いには注意する必要がある。常に高次モーメント加速を続けると収束しないが、内側反復で収束した群については0次モーメントのみ加速するように切り替えると収束するケースがある。角度中性子束外挿法については、小規模な KNK-II 体系に適用して有効であることを確認したが、外挿法適用のために大きなメモリを必要とするため大規模問題へは適用しにくい。

4. 3. 4 内部反復における中性子束加速法

チェビシェフ多項式に基づく中性子束外挿法を内部反復にのみ適用した場合に1.2倍のスピードアップが得られた。加速効率の観点からは、内部反復に中性子束外挿法を適用する効果はあるものの、全体のスピードアップを支配するには至っていない。また、収束挙動図を見ても、内部反復に中性子束外挿法を適用することによって外部反復毎の誤差の挙動がスムーズになる傾向が見いだせない。このため、収束解を得ることが困難なケースにおいて、内部反復と外部反復双方に中性子束外挿法を適用することで収束解が得られることを期待することも難しい。コードが必要とするメモリの増大を考えると、内部反復に中性子束外挿法を適用せず、外部反復のみに適用する方法が優っている。

内部反復加速のひとつの方法である輸送合成法を適用した。0次モーメントのみを対象とし、散乱断面積に関する近似を用いない、という初歩的な適用方法であるが、計算コストが大きい上に外側反復回数低減に一定の効果を与えるにとどまった。中性子束外挿法と同じく、内部反復加速法としての輸送合成法適用も全体の計算時間短縮には効果的ではないと思われる。

4. 3. 5 まとめ

以上の検討から、NSHEX コードの計算時間を短縮する最適な方法は、高次モーメントまでを考慮した中性子束外挿法を外部反復加速法として適用することである。初期中性子束の与え方、内部反復における中性子束外挿法や合成法の適用、あるいは外部反復における中性子源外挿法の適用等は、計算時間短縮面での寄与が小さい。したがって、更に計算時間の短縮を図るには、各群の中性子束モーメントの形成を早め、かつ高次項を安定化させる手法の適用が必要である。今回検討した外挿法における外挿係数はエネルギー群のみに依存しているが、これを複数の空間領域に依存するような形で扱ってみることも検討課題として考えられる。

表 4. 1 KNK-II 体系を対象とした各種外挿加速法の適用結果
(中性子束計算、最大内側反復回数 10 回、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-5}$ 、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-4}$)

ケース	外挿対象	追加処理	外挿対象 の次数	N *	実効増倍率	外側 反復回数	CPU 時間	スピード アップ
REF	なし	—	—	—	1.0972277	58	15m 33s	—
S1	中性子源	なし (核分裂項のみ外挿)	—	6	1.0972327	56	15m 21s	1.0
S2	中性子源	なし (散乱項を含む中性子源を外挿)	2 次まで	3	1.0971773	56	15m 0s	1.0
F1	中性子束	なし	0 次のみ	6	1.0972418	48	13m 47s	1.1
F2	中性子束	中性子源, 固有値再計算	0 次のみ	6	1.0972503	41	12m 39s	1.2
F3	中性子束	中性子源, 固有値再計算	1 次まで	6	1.0970917	36	10m 32s	1.5
F4	中性子束	中性子源, 固有値再計算	1 次まで	3	1.0972398	24	8m 32s	1.8
F5	中性子束	中性子源, 固有値再計算	2 次まで	6	1.0972398	24	8m 35s	1.8
F6	中性子束	中性子源, 固有値再計算	2 次まで	3	1.0973255	20	6m 54s	2.3
F7	中性子束	中性子源, 固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	3	1.0973045	18	6m 54s	2.3
F8	中性子束	中性子源, 固有値再計算	2 次まで	9	1.0970980	26	9m 14s	1.7
A1	角度束	中性子束再計算	0 次のみ	6	1.0970807	59	14m 55s	1.0
A2	角度束	中性子束, 中性子源, 固有値再計算	0 次のみ	6	1.0972384	48	13m 52s	1.1
A3	角度束	中性子束再計算	1 次まで	6	1.0972937	23	9m 0s	1.7
A4	角度束	中性子束, 中性子源, 固有値再計算	1 次まで	6	1.0970855	23	9m 13s	1.7
A5	角度束	中性子束再計算	2 次まで	6	1.0976112	22	8m 58s	1.7
A6	角度束	中性子束, 中性子源, 固有値再計算	2 次まで	6	1.0973300	22	9m 20s	1.7
A7	角度束	中性子束, 中性子源, 固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	6	1.0973653	22	9m 2s	1.7
A8	角度束	中性子束再計算	2 次まで	3	1.0975766	37	11m 58s	1.3
A9	角度束	中性子束, 中性子源, 固有値再計算	2 次まで	3	1.0977543	31	10m 59s	1.4
A10	角度束	中性子束, 中性子源, 固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	3	1.0977804	31	10m 18s	1.5

N*: 加速法適用を開始する外側反復回数

表 4. 2 KNK-II 体系を対象とした随伴中性子束計算における中性子束外挿法の適用結果
(随伴中性子束計算、最大内側反復回数 10 回、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-5}$ 、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-4}$)

外挿対象	追加処理	外挿対象 の次数	N*	実効増倍率	外側 反復回数	CPU 時間	スピード アップ
なし	—	—	—	1.0979344	60	24m 36s	—
中性子束	中性子源,固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	3	1.0979182	40	15m 26s	1.6

N*：加速法適用を開始する外側反復回数

表 4. 3 KNK-II 体系を対象とした中性子束外挿法の内側反復への適用結果
(中性子束計算、最大内側反復回数 10 回、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-5}$ 、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-4}$)

外挿対象	加速法の適用範囲と追加処理	外挿対象 の次数	N*	実効増倍率	外側 反復回数	CPU 時間	スピード アップ
なし	—	—	—	1.0972277	58	15m 33s	—
中性子束	内側反復のみに適用 中性子源,固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	3	1.0972110	49	13m 19s	1.2
中性子束	外側反復および内側反復に適用 中性子源,固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	3	1.0973864	17	6m 23s	2.4

N*：加速法適用を開始する外側反復回数

表 4. 4 KNK-II 体系を対象とした中性子束外挿法加速効率の収束条件依存性

計算条件 (INMAX, ε_k , ε_ϕ)	ケース	実効増倍率	外側反復 回数	CPU 時間	スピード アップ
(5, 5×10^{-5} , 5×10^{-4})	レファレンス	1.0973037	67	14m 6s	—
	中性子束外挿(2 次まで, $N^*=2$)	1.0971292	20	5m 6s	2.8
	中性子束外挿(2 次まで, $N^*=3$)	1.0976351	20	5m 11s	2.7
(5, 1×10^{-5} , 1×10^{-4})	レファレンス	1.0970168	95	20m 17s	—
	中性子束外挿(2 次まで, $N^*=2$)	1.0970614	27	6m 43s	3.0
	中性子束外挿(2 次まで, $N^*=3$)	1.0971425	28	6m 52s	2.9
(5, 5×10^{-6} , 5×10^{-5})	レファレンス	1.0969774	107	23m 19s	—
	中性子束外挿(2 次まで, $N^*=2$)	1.0970571	30	7m 55s	2.9
	中性子束外挿(2 次まで, $N^*=3$)	1.0970837	30	7m 37s	3.0
(5, 1×10^{-6} , 1×10^{-5})	レファレンス	収束せず	—	—	—
	中性子束外挿(2 次まで, $N^*=3$)	収束せず	—	—	—
(10, 1×10^{-6} , 1×10^{-5})	レファレンス	収束せず	—	—	—
	中性子束外挿(2 次まで, $N^*=3$)	収束せず	—	—	—

- ・ INMAX : 最大内側反復回数, ε_k : 実効増倍率収束条件、 ε_ϕ : 中性子束収束条件
- ・ 外挿法適用において収束した群は高次項加速を OFF
- ・ 外挿は外側反復のみに適用
- ・ N^* : 加速法適用を開始する外側反復回数

表 4. 5 常陽 Mk-I 体系を対象とした各種外挿加速法の適用結果 (18 群計算)

(中性子束計算、最大内側反復回数 10 回、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-5}$ 、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-4}$)

ケース	外挿対象	追加処理	外挿対象 の次数	N *	N ⁱ	実効増倍率	外側 反復回数	CPU 時間	スピード アップ
REF_J	なし	—	—	—	—	0.9985911	45	3h 43m	—
S1J	中性子源	なし (核分裂源のみ外挿)	—	6	—	0.9985596	45	3h 43m	1.0
F1J	中性子束	なし	0 次のみ	6	—	0.9984191	36	2h 58m	1.3
F2J	中性子束	c	0 次のみ	6	—	0.9984100	36	2h 57m	1.3
F3J	中性子束	中性子源,固有値再計算	1 次まで	6	—	発散	—	—	—
F4J	中性子束	中性子源,固有値再計算	1 次まで	3	—	発散	—	—	—
F5J	中性子束	中性子源,固有値再計算	2 次まで	6	—	発散	—	—	—
F6J	中性子束	中性子源,固有値再計算	2 次まで	3	—	発散	—	—	—
F7J	中性子束	中性子源,固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	3	3	0.9983878	24	2h 11m	1.7
F8J	中性子束	中性子源,固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	3	4	0.9985529	30	2h 22m	1.6
F9J	中性子束	中性子源,固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	3	5	0.9985157	28	2h 20m	1.6

・ N* : 加速法適用を開始する外側反復回数

・ Nⁱ : 前回内側反復が Nⁱ 回以下になったら高次モーメント外挿を停止する。

表 4. 6 常陽 Mk-I 体系を対象とした各種外挿加速法の適用結果 (4 群計算)

(中性子束計算、最大内側反復回数 10 回、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-5}$ 、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-4}$)

ケース	外挿対象	追加処理	外挿対象 の次数	N *	N ⁱ	実効増倍率	外側 反復回数	CPU 時間	スピード アップ
REF_J4	なし	—	—	—	—	1.0017288	39	46m 56s	—
F1J4	中性子束	中性子源,固有値再計算	2 次まで	3	—	1.0011895	19	22m 34s	2.1
F2J4	中性子束	中性子源,固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	3	1	1.0010205	16	21m 40s	2.2
F3J4	中性子束	中性子源,固有値再計算	2 次まで	6	—	1.0019116	19	26m 33s	1.8
F4J4	中性子束	中性子源,固有値再計算、収束した群は高次項加速を OFF	2 次まで	6	1	1.0019159	19	26m 33s	1.8

表 4. 7 KNK-II 体系を対象とした輸送合成法の適用結果
 (中性子束計算、最大内側反復回数 10 回、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-5}$ 、 $\varepsilon_k=5 \times 10^{-4}$)

加速法の適用	適用範囲条件	外挿対象 の次数	実効増倍率	外側 反復回数	CPU 時間
なし	—	—	1.0972277	58	15m 33s
輸送合成法	終始適用	0 次のみ	1.0970079	59	9h 6m
輸送合成法	収束した群は適用停止*	0 次のみ	1.0969682	43	7h 45m

* 第 4 群については前回内側反復が 3 回以下になったら高次モーメント外挿を停止

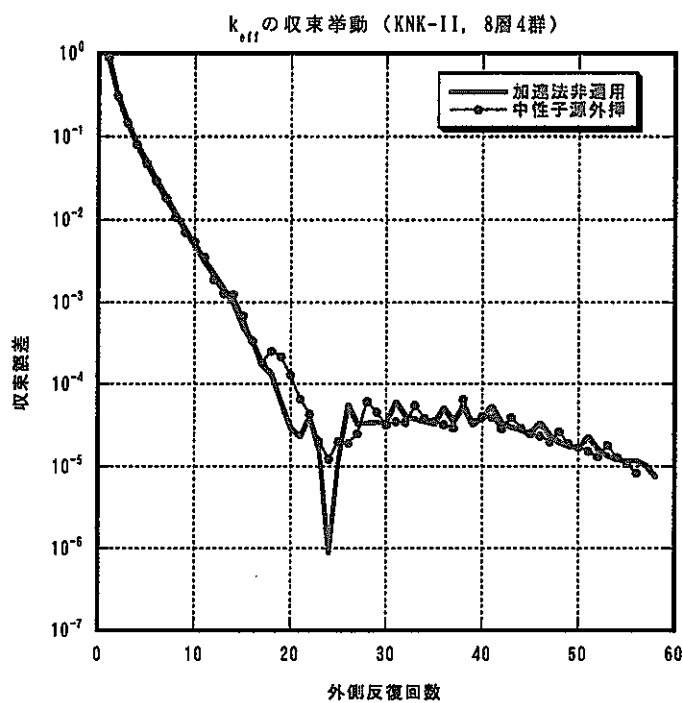


図 4. 1 中性子源外挿法を適用した場合の実効増倍率の収束挙動 (KNK-II, 8 層 4 群体系)

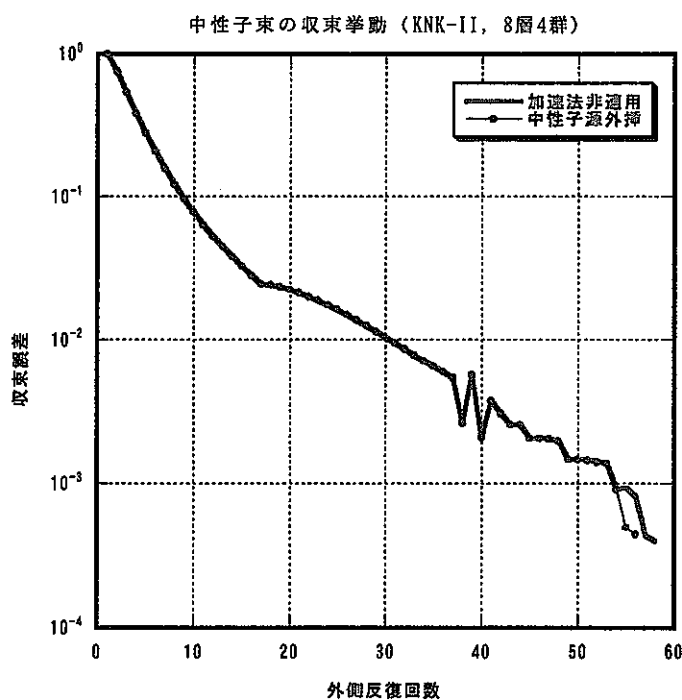


図 4. 2 中性子源外挿法を適用した場合の中性子束の収束挙動 (KNK-II, 8 層 4 群体系)

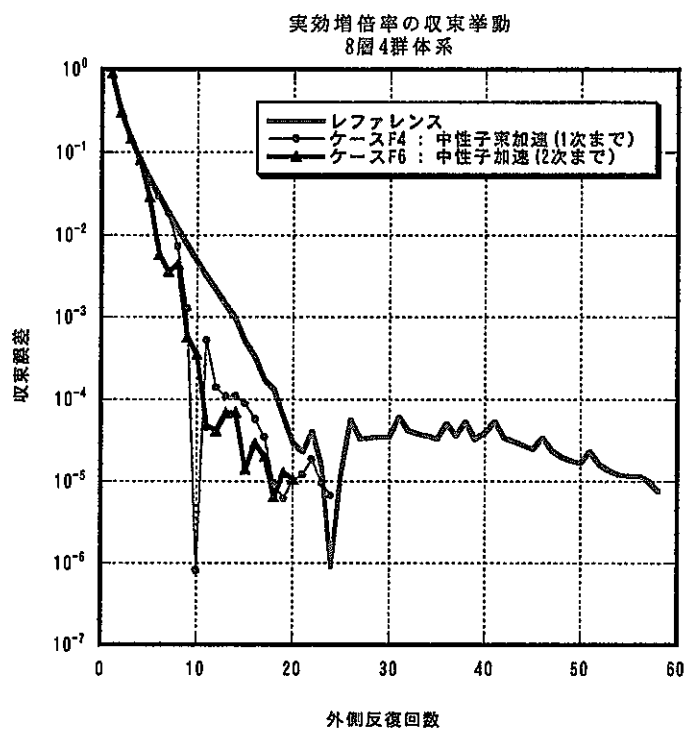


図 4. 3 中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動
(KNK-II、8層4群体系)

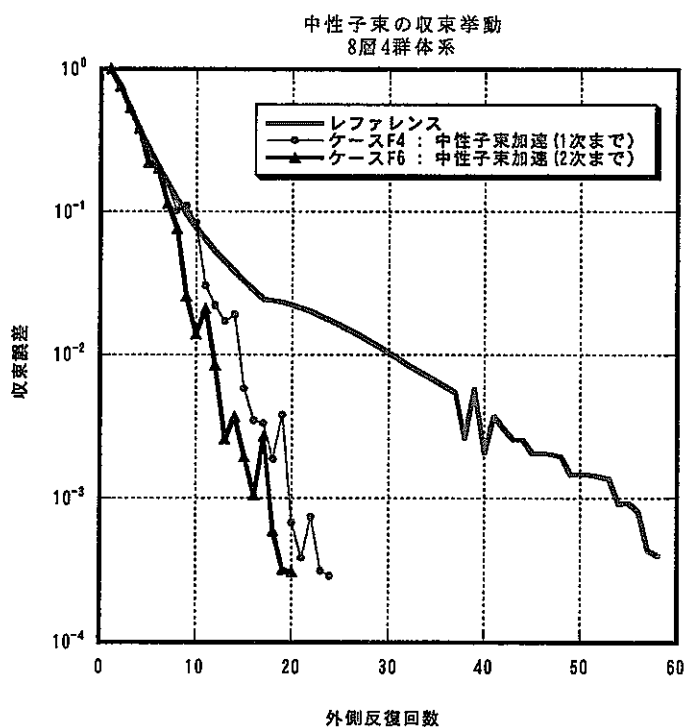


図 4. 4 中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動
(KNK-II、8層4群体系)

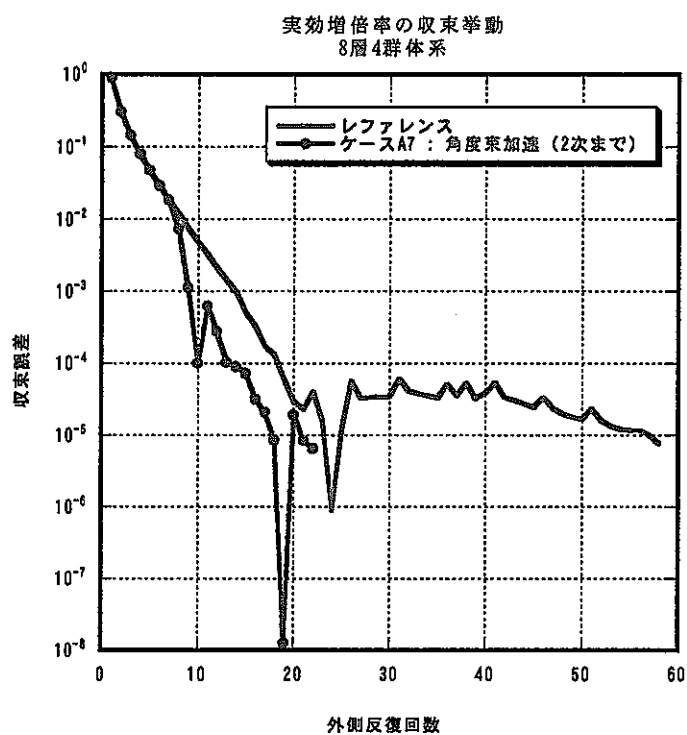


図 4. 5 角度束外挿法を外側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動
(KNK-II、8 層 4 群体系)

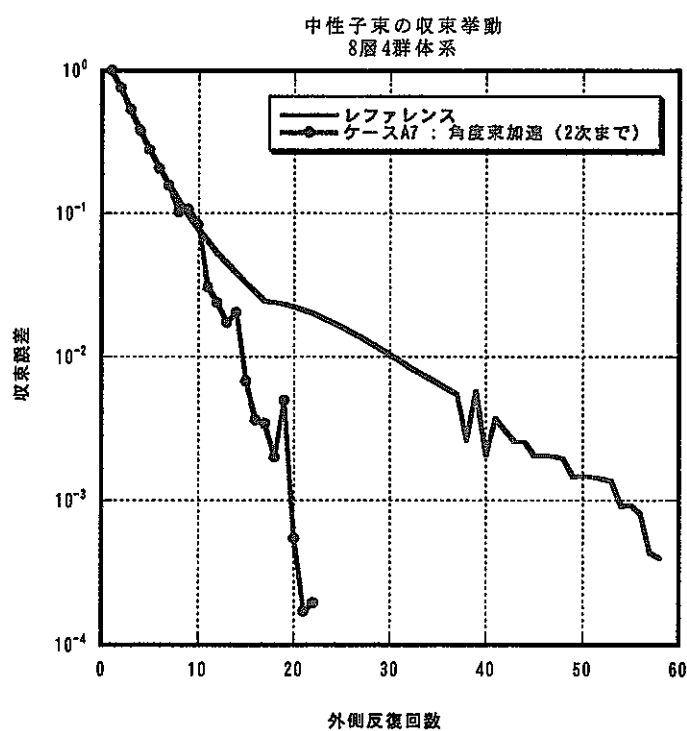


図 4. 6 角度束外挿法を外側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動
(KNK-II、8 層 4 群体系)

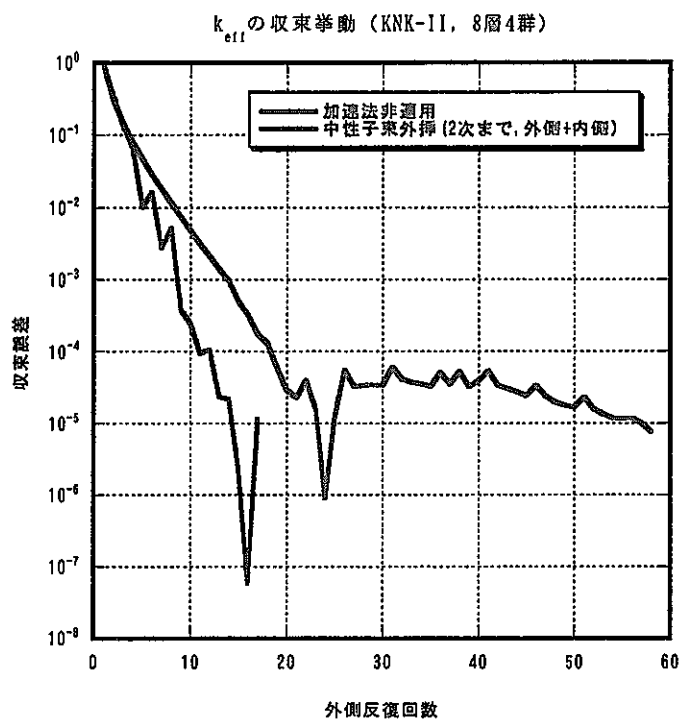


図 4. 7 中性子束外挿法を外側反復及び内側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動 (KNK-II、8 層 4 群体系)

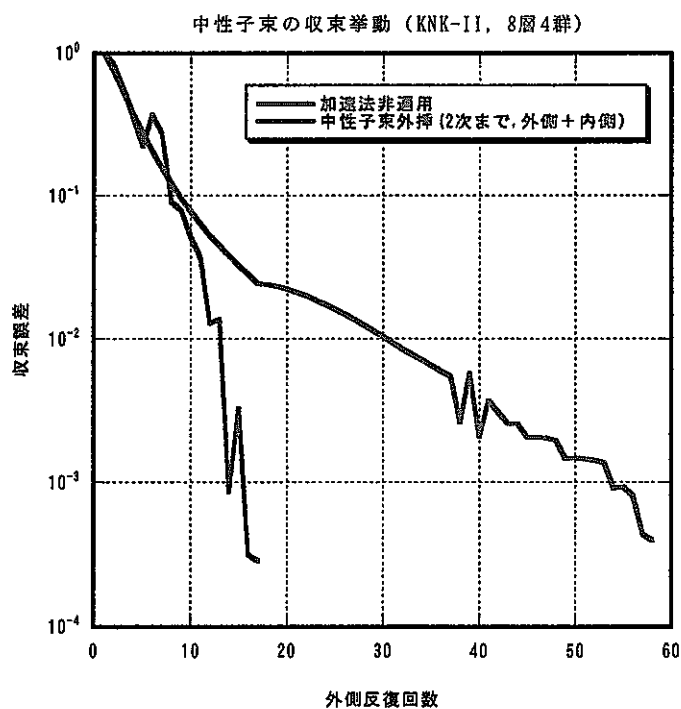


図 4. 8 中性子束外挿法を外側反復及び内側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動 (KNK-II、8 層 4 群体系)

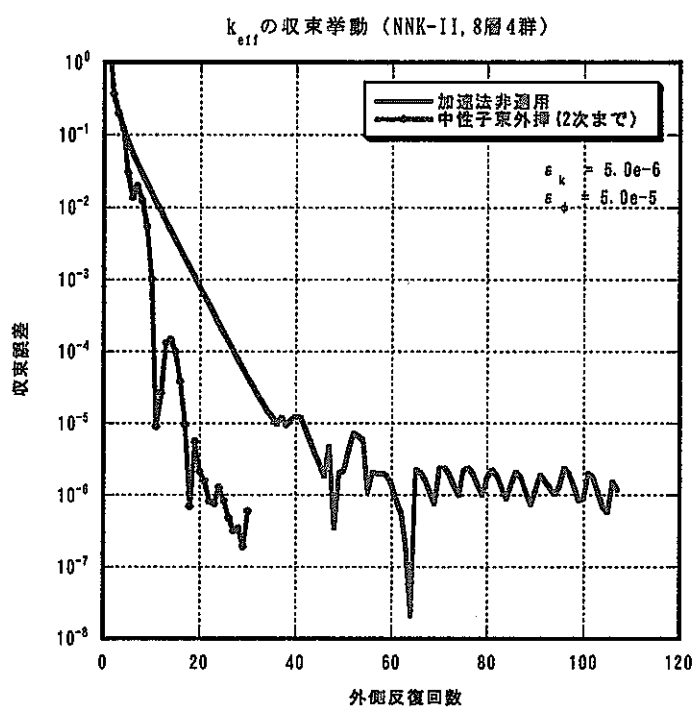


図 4. 9 中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動
(KNK-II、8 層 4 群体系, $\varepsilon_k=5 \times 10^{-6}$, $\varepsilon_\phi=5 \times 10^{-5}$)

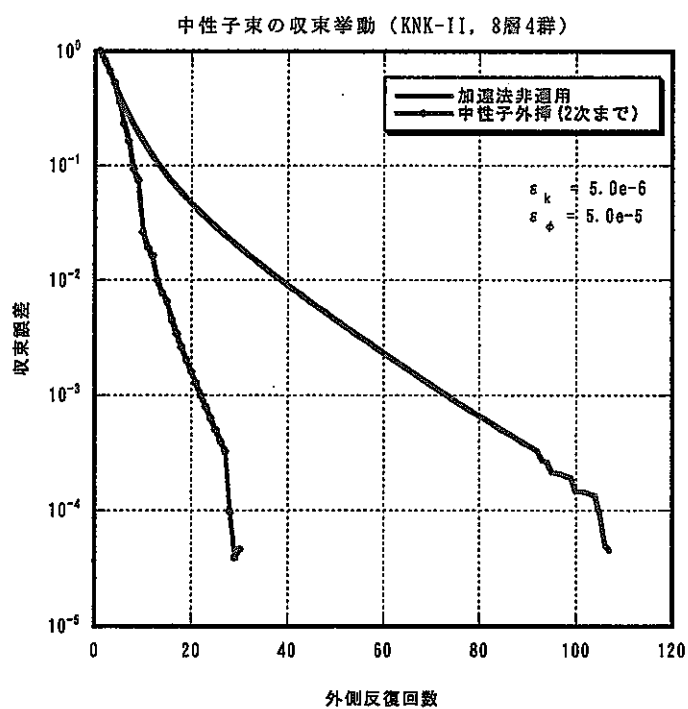


図 4. 10 中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動
(KNK-II、8 層 4 群体系, $\varepsilon_k=5 \times 10^{-6}$, $\varepsilon_\phi=5 \times 10^{-5}$)

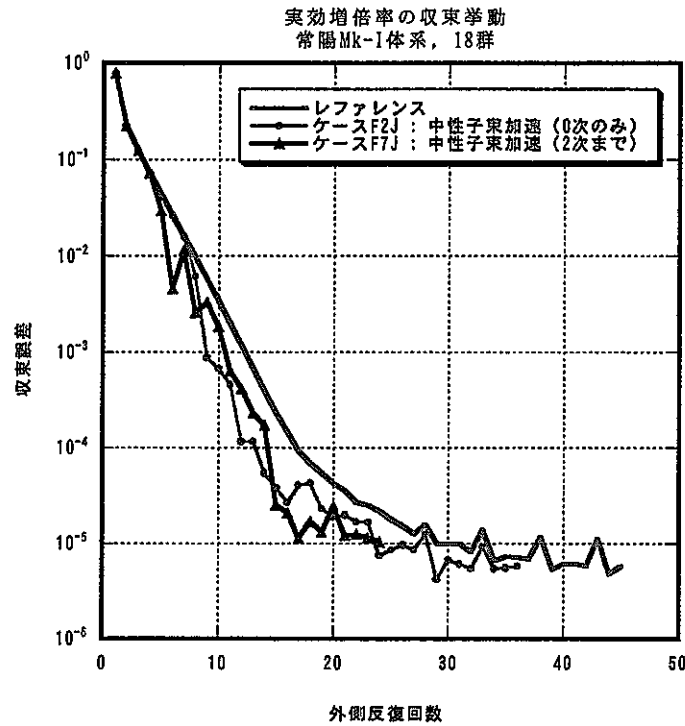


図 4. 11 中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動
(常陽 Mk-I 体系, 11 層 18 群)

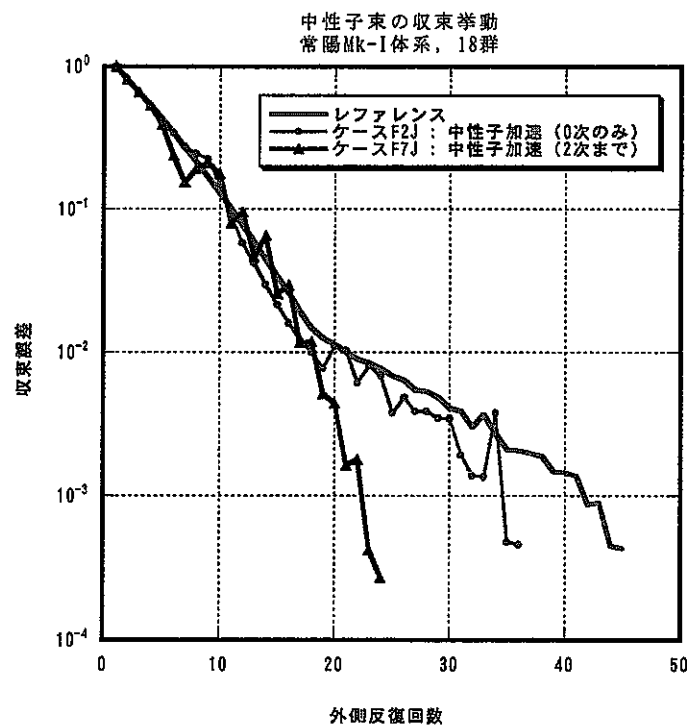


図 4. 12 中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動
(常陽 Mk-I 体系, 11 層 18 群)

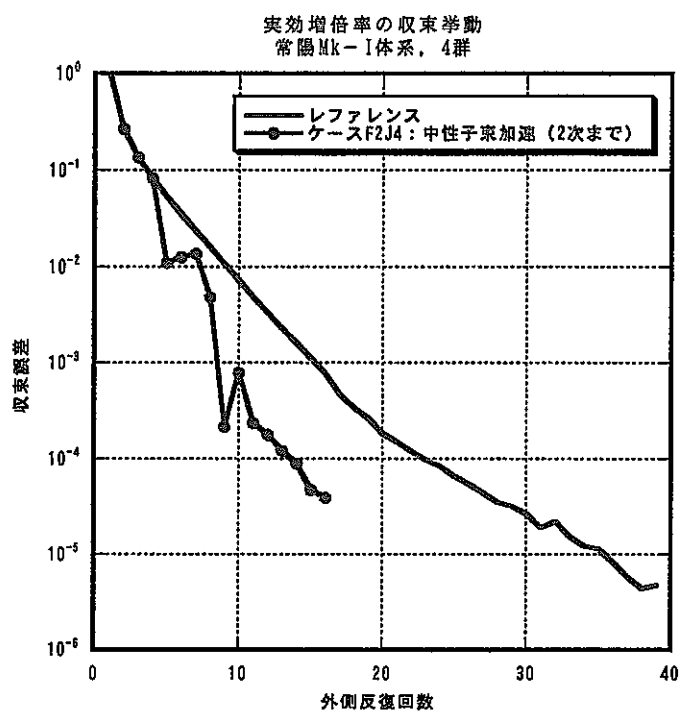


図 4. 13 中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の実効増倍率の収束挙動
(常陽 Mk-I 体系, 11 層 4 群)

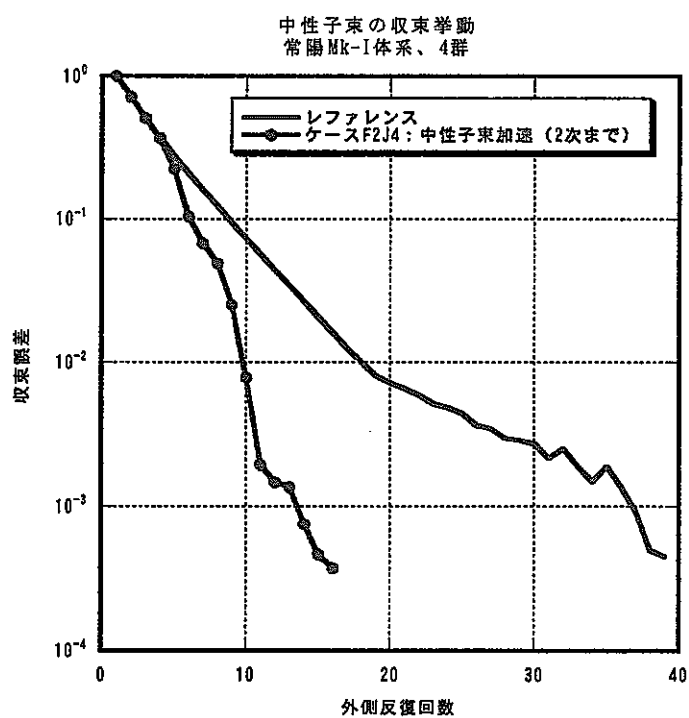


図 4. 14 中性子束外挿法を外側反復へ適用した場合の中性子束の収束挙動
(常陽 Mk-I 体系, 11 層 4 群)

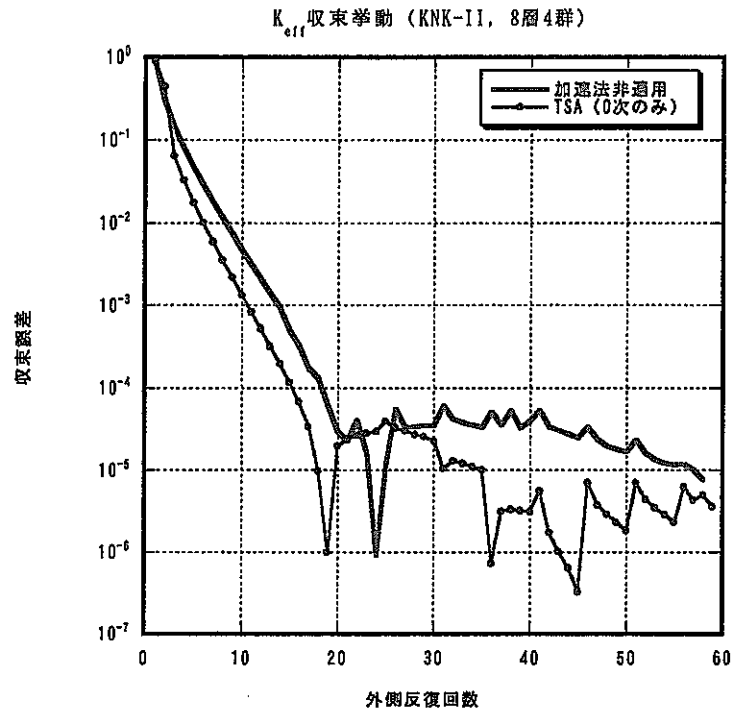


図 4. 15 輸送合成法を適用した場合の実効増倍率の収束挙動
(KNK-II 体系, 8 層 4 群)

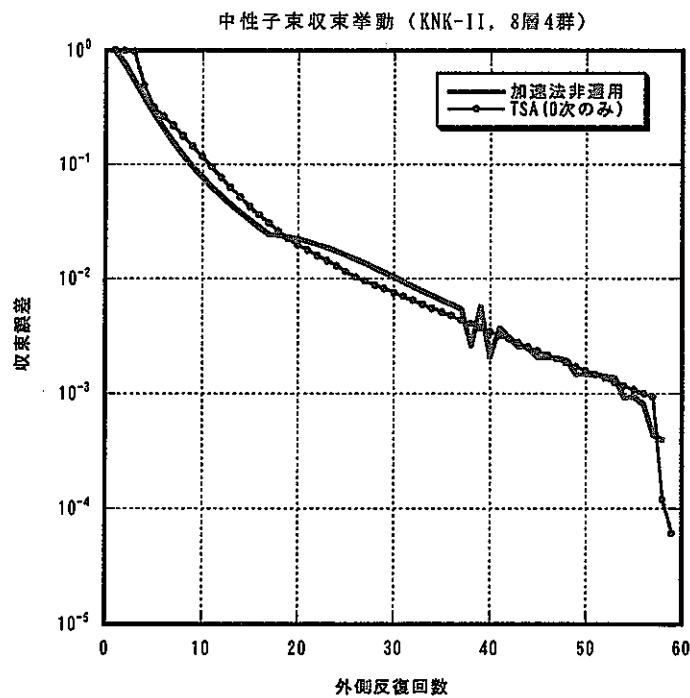
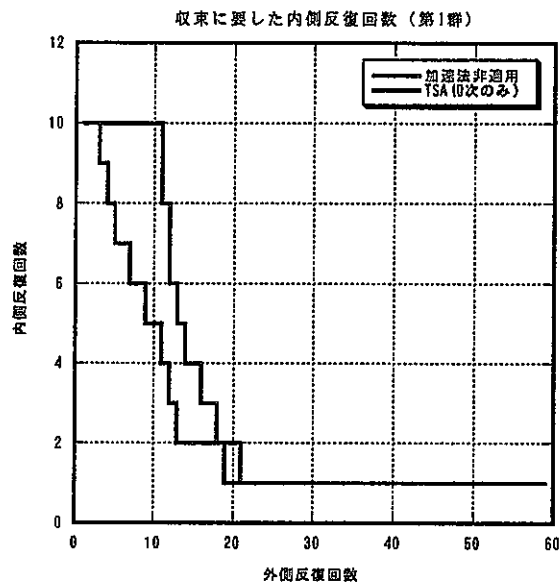
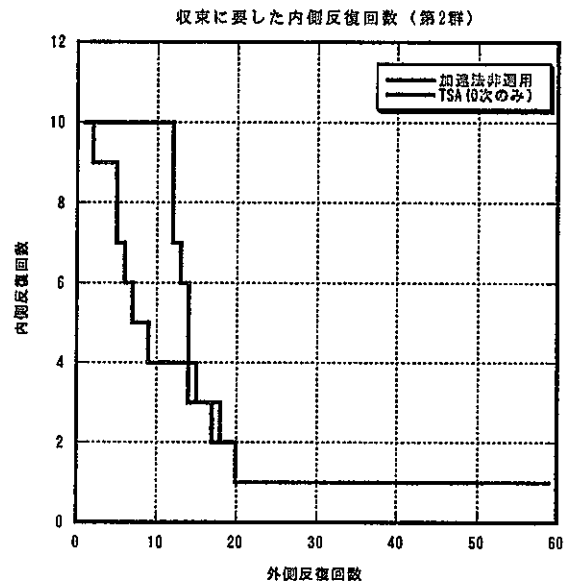


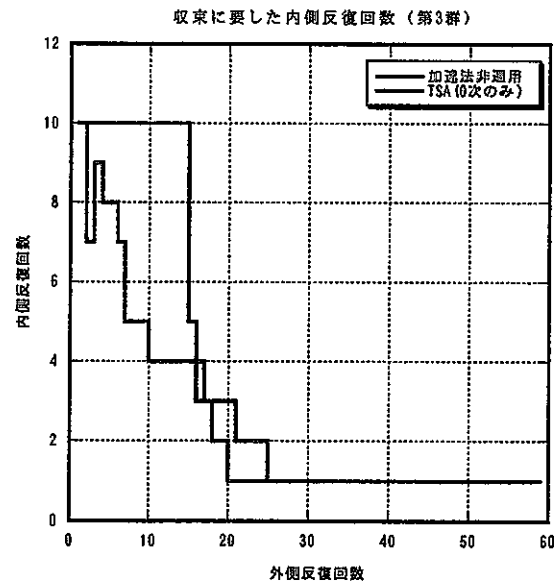
図 4. 16 輸送合成法を適用した場合の中性子束の収束挙動
(KNK-II 体系, 8 層 4 群)



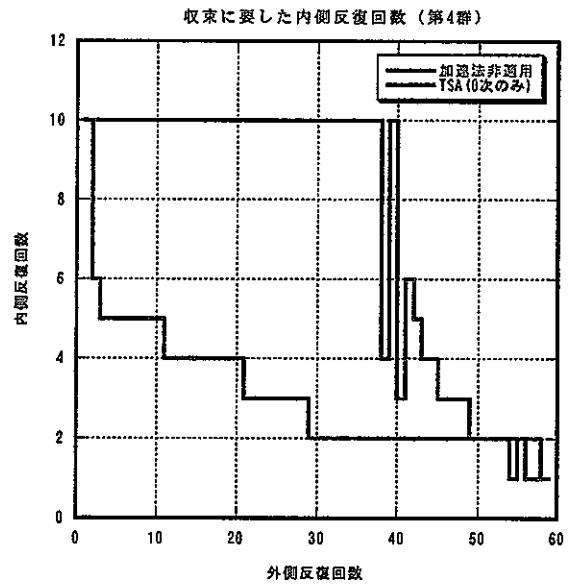
第1群



第2群



第3群



第4群

図 4. 17 輸送合成法を適用した場合の各群内側反復回数推移
(KNK-II 体系, 8 層 4 群)

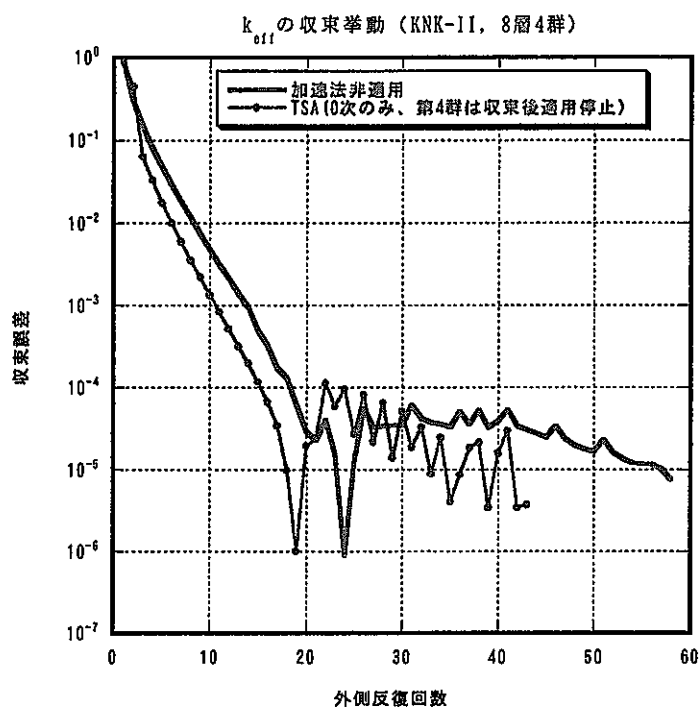


図 4. 18 輸送合成法を適用した場合の実効増倍率の収束挙動 (KNK-II 体系, 8 層 4 群, 収束した群は輸送合成法適用を停止)

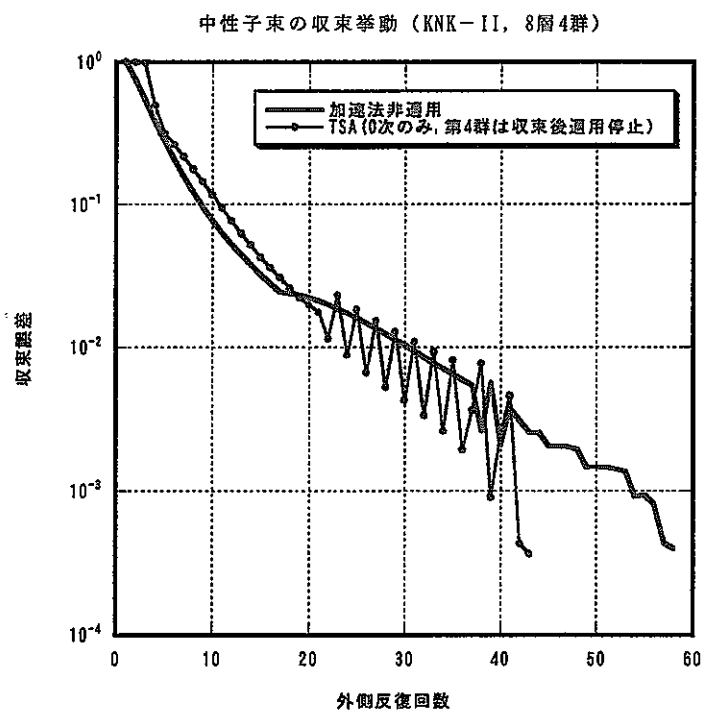
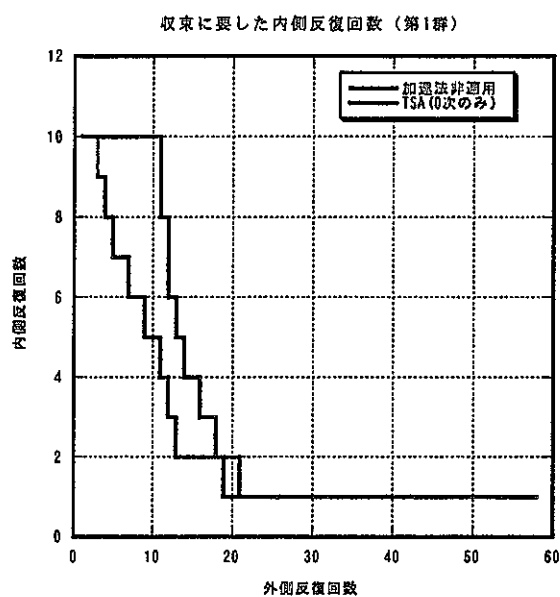
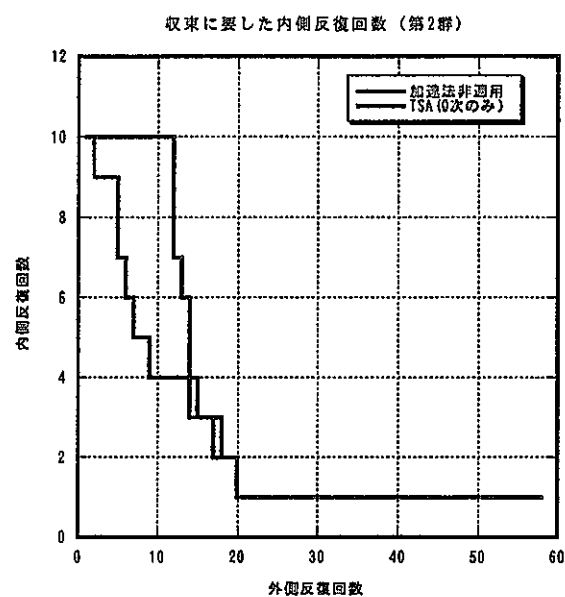


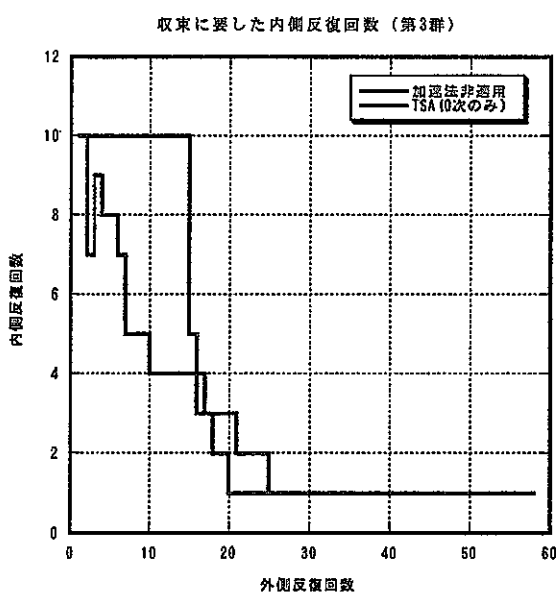
図 4. 19 輸送合成法を適用した場合の中性子束の収束挙動 (KNK-II 体系, 8 層 4 群, 収束した群は輸送合成法適用を停止)



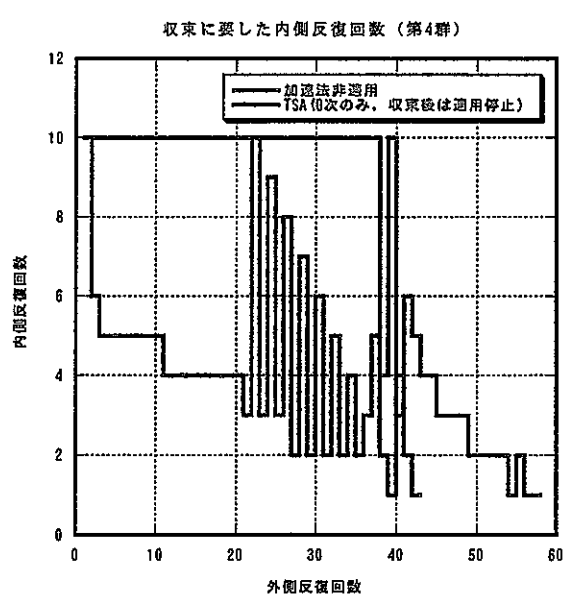
第1群



第2群



第3群



第4群

図 4. 20 輸送合成法を適用した場合の各群内側反復回数推移
(KNK-II 体系, 8 層 4 群, 収束した群は輸送合成法適用を停止)

5. 3次元 HexZ 体系における反応率分布処理コードの整備

5. 1 整備の必要性と実現方針

反応率分布の計算においては、炉心計算により得られる中性子束を適切に編集する必要があり、3次元 XYZ、2次元 RZ 体系に対しては、処理を行うコード LAGOON が整備されている。しかしながら、BFS 炉心は3次元 Hex-Z 体系であり、反応率の処理を行うには、LAGOON コードと同等の機能を有する3次元 Hex-Z あるいは TriZ 体系用の反応率解析コードを整備する必要がある。そこで、次の方針に基づき整備した。

①他コード (DONJOSE、PLTJSE) との接続を考慮して、可能な限り現行のスキームを保持する。

②HexZ または TriZ メッシュの CITATION コードの出力ファイルを同一形式に処理し、径方向内挿を行いやすくするための中性子束前処理を導入する。

5. 2 反応率分布処理コードの概要

5. 2. 1 中性子束前処理

後述の反応率分布計算処理においては、着目集合体の周辺中性子束を考慮した内挿により集合体内の中性子束を決定して反応率を計算する。

しかしながら、CITATION コードの中性子束ファイルに格納される中性子束は、HexZ または TriZ メッシュ体系においても、空間メッシュの並びに沿った形で与えられている。このため、計算体系を構成する集合体に着目して隣接集合体の中性子束を取り出すには、一定のルールに基づき HexZ メッシュ体系および TriZ 体系に応じたメッシュ間の関係を定める必要がある。このメッシュ間の関係を決定する処理を LAGOON コードに組み込むと、プログラムが複雑となり、メンテナンスにも負荷が掛かる。そこで、CITATION コードの中性子束ファイルを予め別プログラムで処理し、HexZ および TriZ メッシュ体系で共通のファイル形式に変換して LAGOON コードの入力とすることにより LAGOON コードの複雑化を避けることとした。

前処理コード(PREP)においては、集合体毎に径方向 6 点の中性子束を持つように中性子束を並び替えてファイルに出力する。TriZ メッシュ体系においては、集合体断面あたり 6 個の 3 角メッシュで構成することを前提とし、各 3 角メッシュ間の位置関係から中性子束データを並べる。HexZ メッシュ体系においては、集合体断面あたり 1 個の中性子束データが与えられているが、次のように隣接集合体の中性子束を用いて集合体断面当たり 6 点の中性子束を定める。

隣接集合体との境界中性子束 ϕ_s を次のように決定し、集合体内 6 点の位置における中性子束 ϕ_{hex} を決定する。

$$\phi_s = \frac{D_o \bar{\phi}_o + D_p \bar{\phi}_p}{D_o + D_p} \quad (5-1)$$

$$\phi_{hex} = \frac{\bar{\phi}_o + 2\phi_s}{3} \quad (5-2)$$

ここで、着目集合体を o、隣接集合体を p、両者の境界位置を s で表している。また、D は拡散係数を示す。

なお、PREP では入力を削減するために、HexZ メッシュにおける J 方向、I 方向メッシュの最大値(JMAX,IMAX)が等しくかつ奇数であることを前提としている。また、TriZ メッシュについても JMAX と IMAX が同じであることを前提としている。これにより、炉心断面における中心集合体が自動的に決定される。

以上の処理により、図 5.1 に示す中性子束ファイルを作成する。ファイルには、中性子束のほか、LAGOON の入力を簡便化するための幾何的な情報を格納している。

5. 2. 2 径方向中性子束内挿

集合体内の任意の径方向位置における中性子束を定める方法として、最小二乗法により中性子束分布の曲面を決定して着目位置における中性子束を決定する手法を採用した。この方法は、既に集合体内出力分布計算コード¹¹⁾で採用され、燃料ピン位置の出力分布評価に適用されている。

集合体内 6 点の中性子束と周辺中性子束(図 5.2)を用い、最小二乗法で次の 3 次関数へ当てはめ、集合体内任意の位置における中性子束を抽出する。

$$\phi(x,y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2 + a_6x^3 + a_7x^2y + a_8xy^2 + a_9y^3 \quad (5-3)$$

ここで、

$\phi(x,y)$: 着目集合体内の (x, y) 座標における中性子束

a : フィッティング係数

である。

5. 2. 3 軸方向内挿

上記の径方向内挿は、着目した集合体の測定値を含む 4 メッシュの平面で行い、得られた 4 点の中性子束を用いた軸方向内挿により測定値に対応した中性子束を決定する。この軸方向内挿には Akima の内挿ルーチン¹²⁾を用いる。4 点の中性子束で約 1 桁の変化がある場合の内挿結果を図 5.3 に示す。●が径方向内挿から得られた 4 点の中性子束であり、曲線は見やすいように作図プログラムによる平滑曲線である。内挿結果は■で表した。この図から、少なくとも軸方向 4 メッシュ間で 1 桁程度の変化のある中性子場でも十分精度良く内挿できることが分かる。

5. 2. 4 LAGOON コードの変更部

上記 HexZ および TriZ メッシュ体系に対応させるために、現行の LAGOON コードを改修した。

改修に際しては、現行の XYZ、XY、RZ 体系の反応率解析機能を保持し、新たな反応率計算部(hrrate)を追加した。hrrate ルーチンは、現行の反応率計算部(rrate)と機能・処理フロー共にほぼ同じであるが、中性子束内挿部(hinterp)が異なる。内挿処理の呼び出し部を両者比較して図 5.4 に示す。基本的な枠組みは両者で変わらない。hrrate ルーチンで呼び出している内挿部(hinterp)のフローを図 5.5 に示す。内挿点が存在する集合体と軸方向メッシュを特定し、この軸方向メッシュを含む 4 メッシュにおいて径方向内挿を行う。得ら

れた4点の中性子束を内挿して内挿点における中性子束を決定する。

以上のように、現行 LAGOON の枠組みを変えないで機能を追加したため、制御パラメータの一部以外は入力データも変わらない。なお、測定値を格納するデータファイル(ft10)においては、計算体系内の測定位置を XYZ 座標系で指定する必要がある。この座標系の採り方を図 5.6 に示す。内挿位置は図に示す絶対座標で指定する。

5. 2. 5 反応率解析のフロー

整備した前処理コード PREP と改修した LAGOON コードの使用法を図 5.7 に示す。HexZ あるいは TriZ メッシュの計算体系の反応率分布処理については、PREP で中性子束ファイルを変換し、これを改修した LAGOON に与えて計算を行う。

5. 3 機能の確認

5. 3. 1 中性子束前処理

前処理部の妥当性を確認するため、CITATION コードを用い、HexZ および TriZ の4群計算を行った。計算体系は図 5.8 に炉心断面を示す体系で、60° 反射境界条件で表すことが可能である。

中性子束を PREP で処理した後の集合体平均中性子束を HexZ および TriZ 体系で比較した結果を図 5.9 に示す。TriZ 体系と HexZ 体系では CITATION コードから出力された時点でメッシュの順序が異なるが、図から分かるように、前処理後はほぼ同じ傾向を示し、かつ、対称位置における中性子束は同一でもある。

さらに、図 5.2 に示した集合体内の6点における順番が正しく設定されているかどうかを調べた。例を図 5.10 に示す。HexZ 計算から導いた中性子束は、炉心最外周で TriZ 計算の中性子束と分布が異なるものの、順序、対称位置における同一性は保持されていることが分かる。以上から、前処理コード PREP は正しく機能しているものと判断される。

5. 3. 2 反応率計算

PREP と改修後の LAGOON コードを用い、BFS 体系の反応率分布処理計算を行った。

試計算用に提供されたデータは、18 群断面積ファイル (PDS)、HexZ 体系および RZ 体系の CITATION コード入力データおよび LAGOON コード用測定値等のデータである。測定値等の他のデータは RZ 体系用の座標データが与えられている。そこで、まず RZ 体系の反応率計算を行い、コード改修によって従来の機能を損なっていないことを確認する。次に PREP コードと LAGOON の追加機能を用いて HexZ 体系の反応率計算を行う。この際、測定値の座標が RZ 体系のものであることから実際の測定位置と対応していない可能性がある。しかし、このような条件でも定性的に RZ 体系の結果と同様な結果が得られれば、HexZ メッシュ対応機能の定性的な確認には役立つ。そこで、両計算を行い、得られた反応率の C/E 値を図示した。

図 5.11 に Pu239 核分裂反応率の径方向および軸方向 C/E 値分布を示す。下段の軸方向分布は RZ 体系の結果と HexZ 体系の結果とでほぼ一致している。一方、上段の径方向分布は炉心中心から離れるにしたがって差が拡大しているが、全体的な傾向は同様である。図 5.12 に U235 核分裂反応率の径方向および軸方向 C/E 値分布を示す。図 5.11 の Pu239

核分裂反応率の結果と同様な傾向である。図 5.13 に U238 核分裂反応率の径方向および軸方向 C/E 値分布を示す。上段の径方向分布では、半径 100cm から外側で大きな差が見られるが、これは物質の異なる部分を見ていることによると考えられる。下段の軸方向分布は良く一致している。

このように、比較対象が必ずしも適切ではない面もあるが、RZ 体系の結果と HexZ 体系の結果とが定性的に同様の分布を示していることから、改修した LAGOON コードによる HexZ 体系の反応率解析機能はほぼ確認できたと判断する。また、ここでは TriZ 計算に基づく反応率計算の確認を行っていないが、前処理コードの出力ファイルは同じ形式であり、かつ、前処理コードの出力は前節で確認済みであることを考慮すると、問題はないと判断する。

最終的な確認は、実験体系に対応した測定値の座標を与えた解析により行う必要がある。

5. 4 まとめ

従来の反応率解析コード LAGOON に 3 次元 Hex-Z あるいは TriZ 体系用の反応率解析機能を組み込んだ。HexZ あるいは TriZ 体系用の解析に際しては、CITATION コードの中性子束ファイルを前処理するために PREP コードを使用する。この前処理済み中性子束ファイルを入力として反応率解析を行う。改修した LAGOON コードは、コントロール入力データの形状指定のみを変更することで計算が可能となる。なお、従来の XYZ、XY、RZ 体系用の解析機能はそのまま保持している。

PREP コードと改修した LAGOON コードを用いて追加機能の確認計算を行った。最終的な確認は今後の課題となるが、コードの追加機能は概ね正しく処理されている。

●レコード構成

```

#1      nlay,nasm,kmax,pitch
#2      (xc(n),n=1,nasm),
        (yc(n),n=1,nasm),
        (zc(k),k=1,kmax),
        (zz(k),k=1,kmax+1)
do ig=1,ngroup
#3      (((triflx(m,n,k),m=1,6),n=1,nasm),k=1,kmax)
end do

```

●内容

nlay : 体系を構成する集合体層数
 nasm : nlay 数で構成する集合体の総数
 =1+3*nlay*(nlay-1) : 全炉心体系のみ本コードで扱う
 kmax : 軸方向メッシュ数
 pitch : 集合体ピッチ(cm) : HexZ、TirZ 共にメッシュ幅から計算される
 xc(nasm) : 各集合体の x 方向中心座標(cm)
 yc(nasm) : 各集合体の y 方向中心座標(cm)
 zc(kmax) : 軸方向中性子束計算位置の z 座標(cm)
 zz(kmax+1) : 軸方向メッシュ境界座標(cm)
 triflx(6,nasm,kmax) : 集合体内径方向 6 点の中性子束

図 5.1 前処理コード出力ファイルの仕様

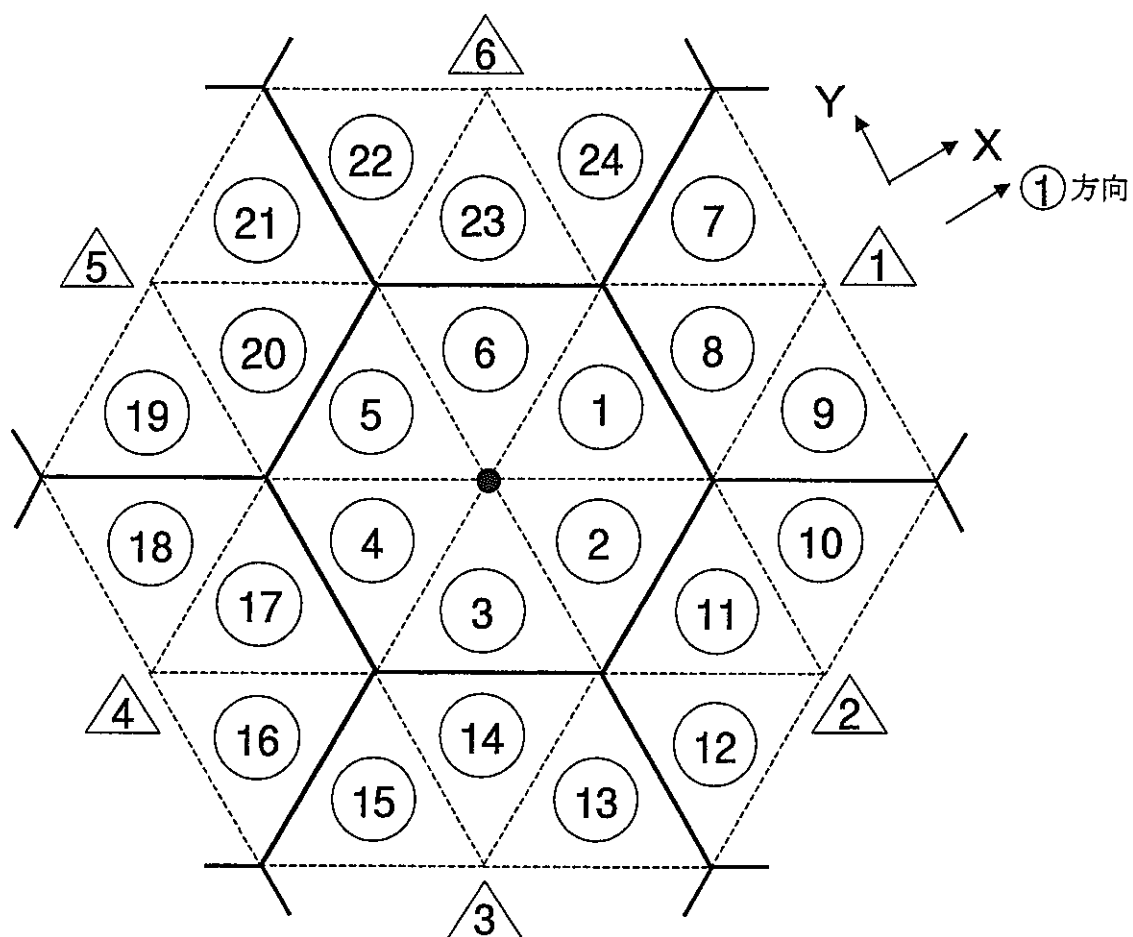


図 5.2 径方向フィッティングに用いる中性子束位置

○で囲んだ1から24番の位置の中性子束を用いて3次関数面にフィッティングする。このため、着目集合体の周辺の△で囲んだ数字の集合体に属する中性子束を用いる。XY の方向は体系全体の座標に合わせて設定する。①方向が基準X方向であることを示している。

Axial Interpolation Check

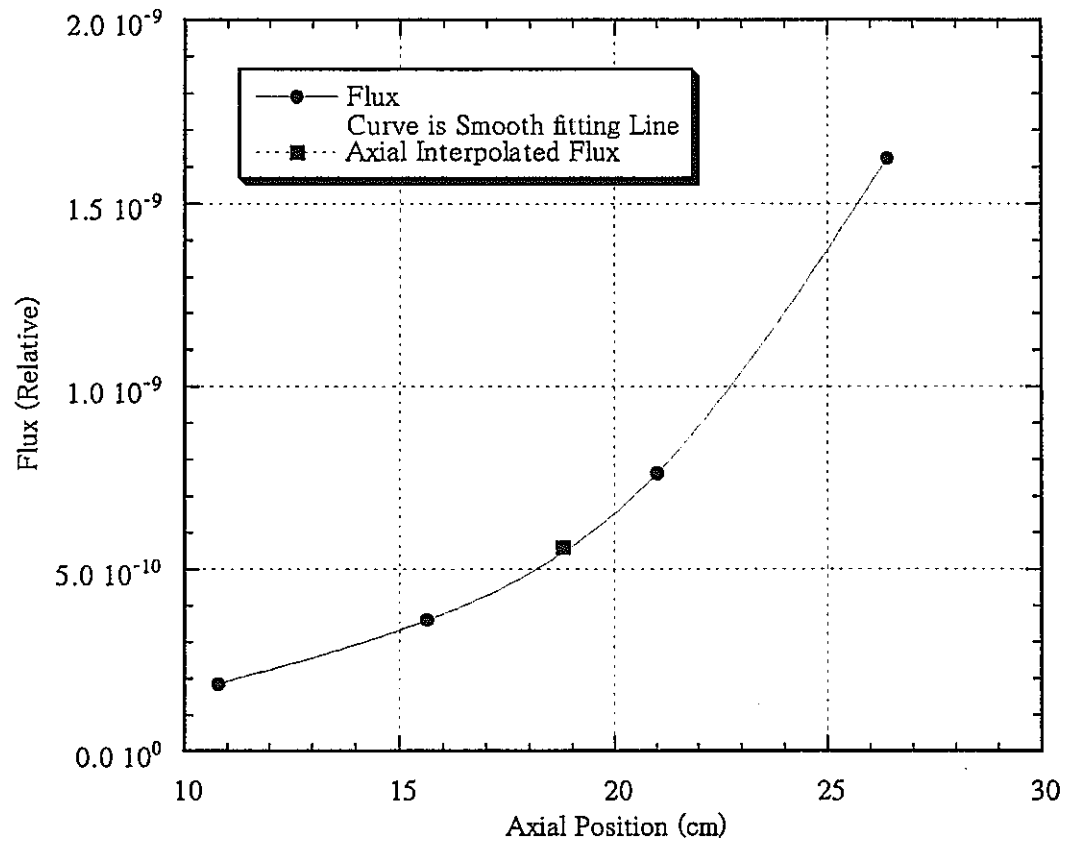


図 5.3 軸方向内挿結果の例

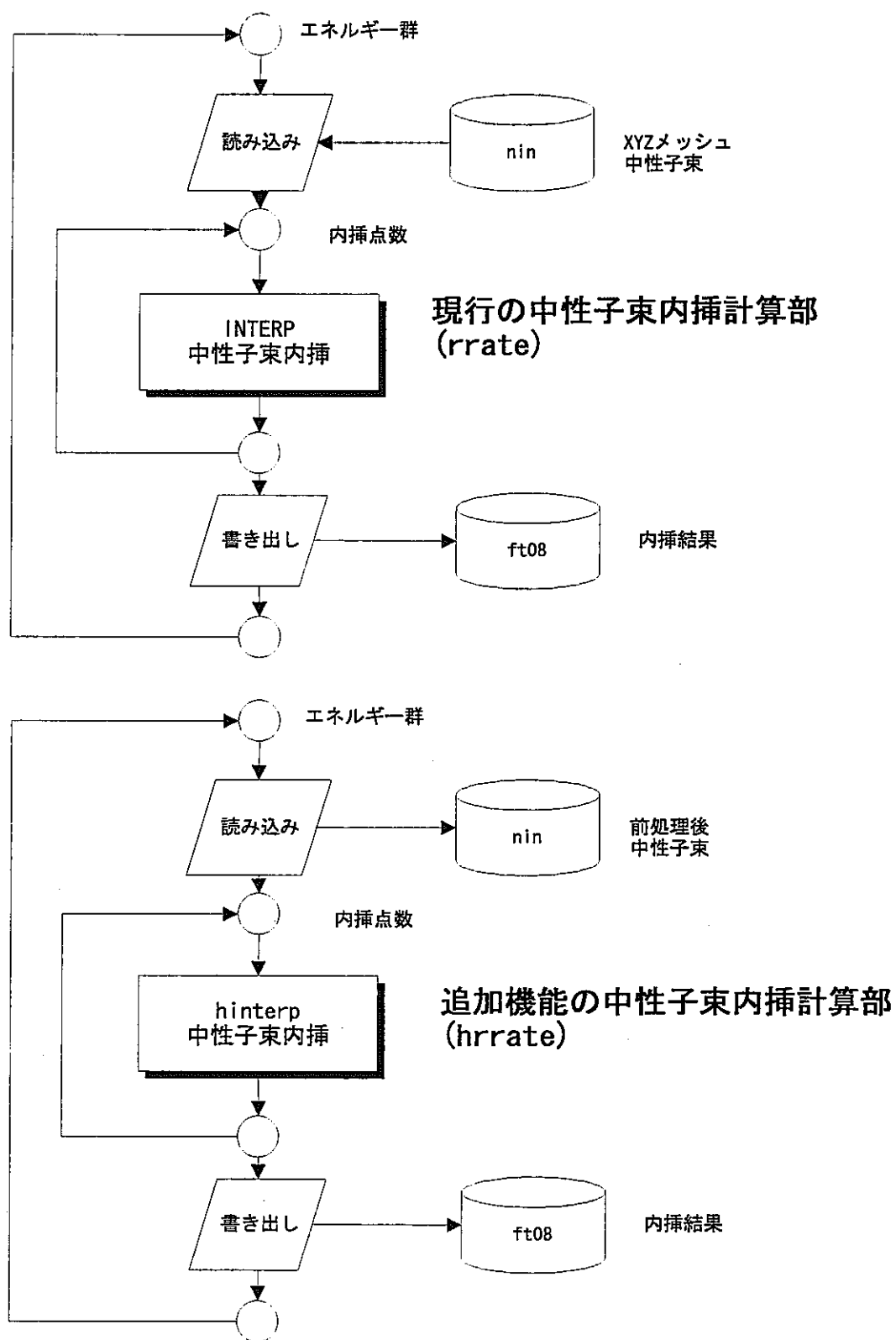


図 5.4 反応率計算部における中性子束内挿計算部の呼び出し

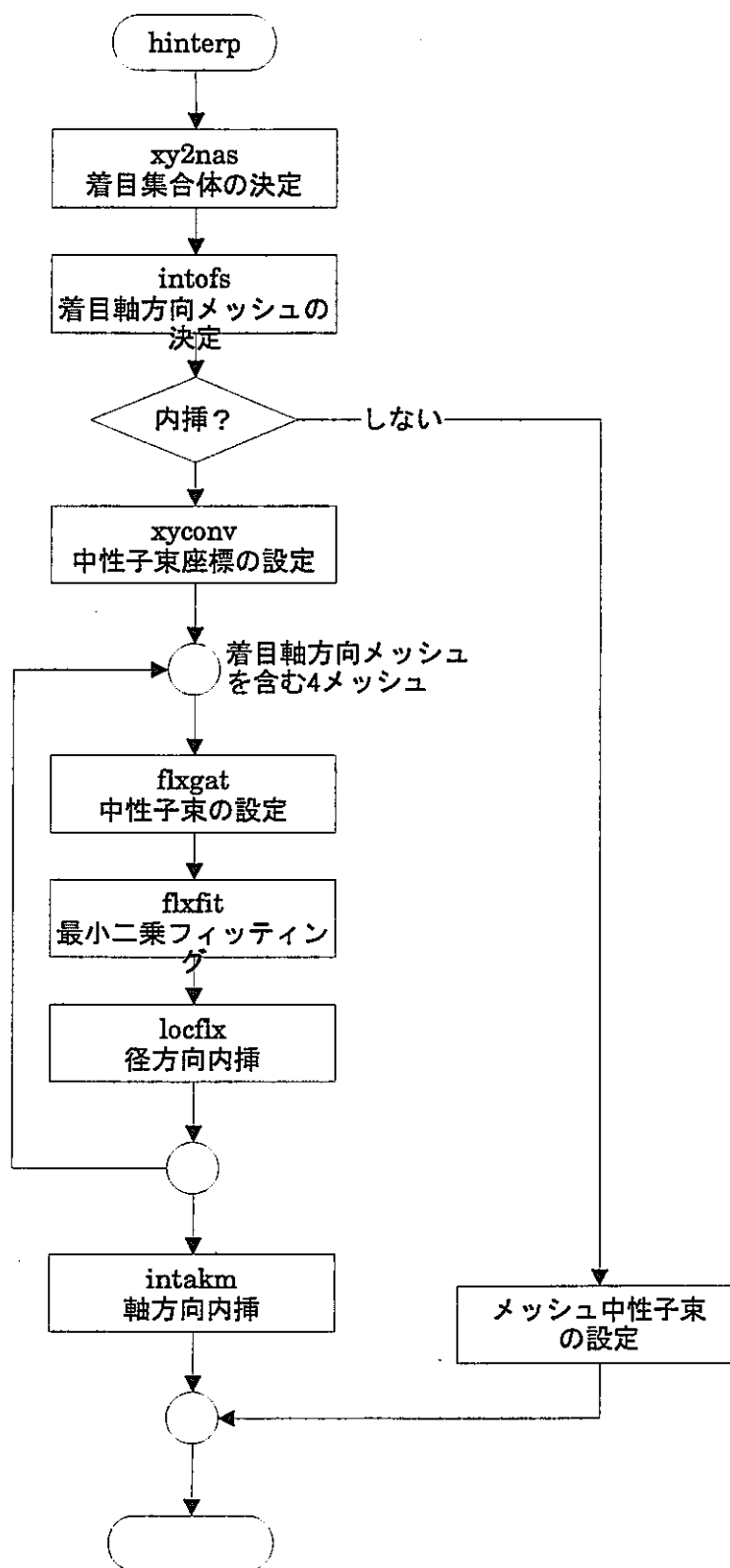


図 5.5 HexZ および TriZ メッシュ体系用内挿計算の処理フロー

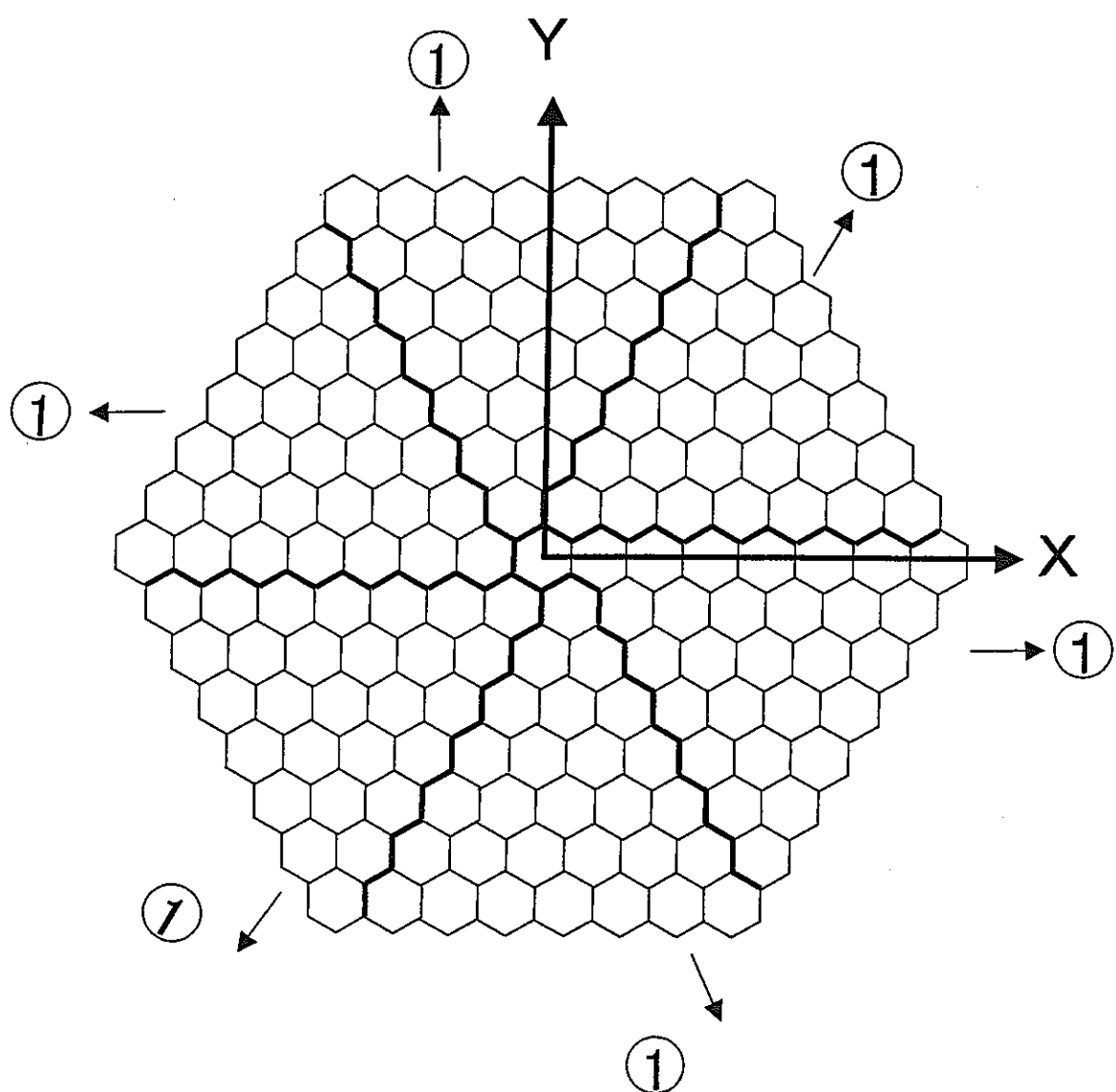


図 5.6 測定値を規定する位置を表す座標系

上記体系例におけるX、Y方向の座標で測定位置を表す。図中の①は、図 5.2 における基準方向を意味している。

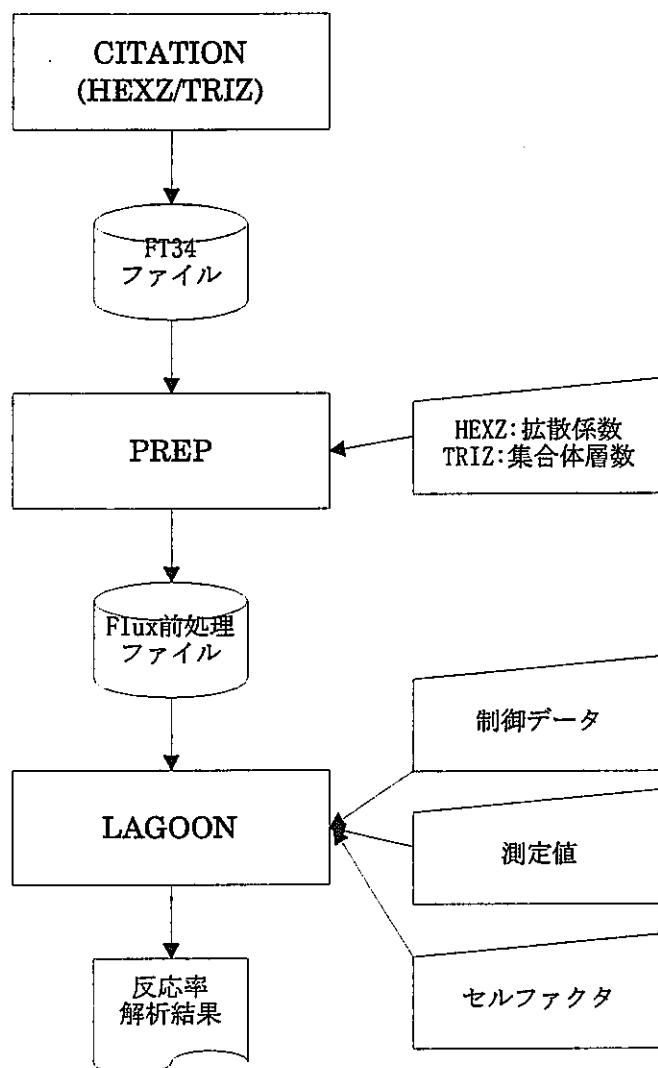
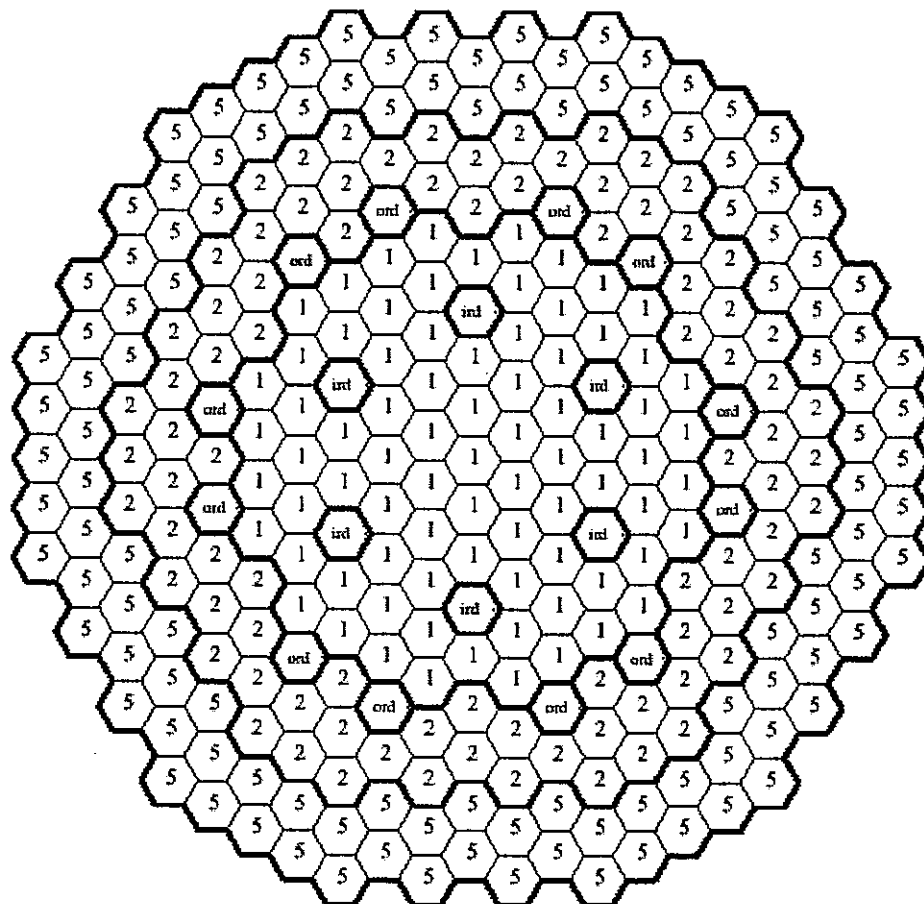


図 5.7 HexZ あるいは TriZ メッシュ計算体系向け反応率分布処理のフロー



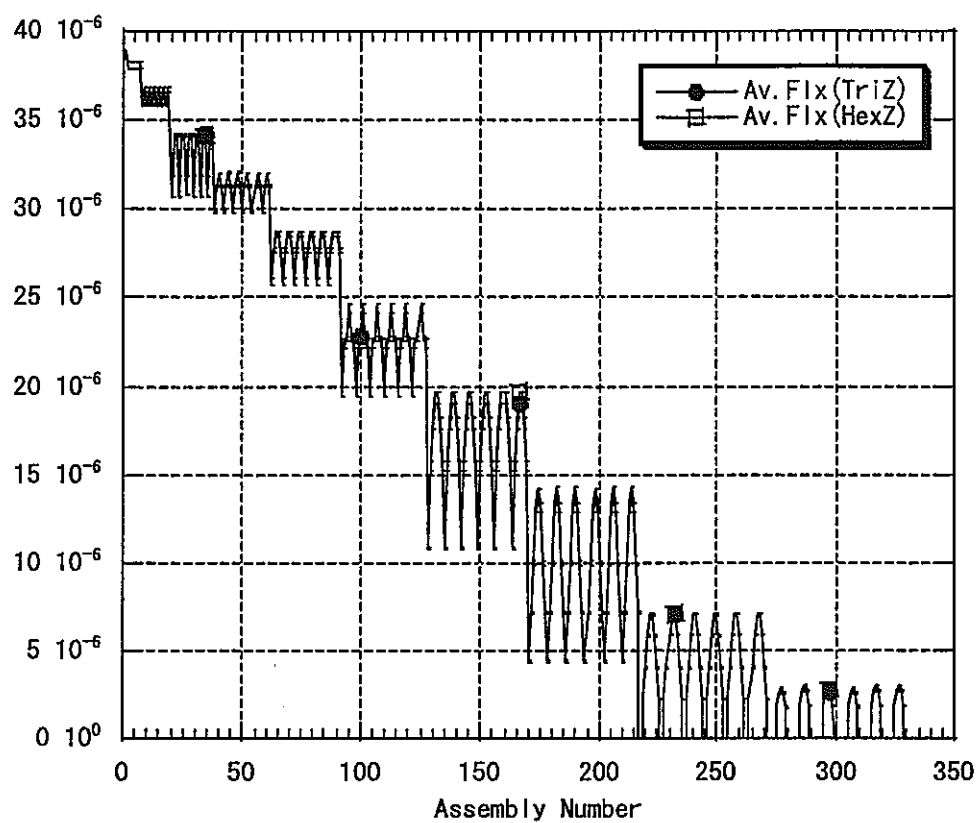
ird : inner cont-rod
ord : outer cont-rod

図 5.8 SNR300 計算体系の炉心断面

集合体の識別番号は各々次の通りである。

- 1 : 内側炉心
- 2 : 外側炉心
- 5 : 径方向ブランケット

第1群



第4群

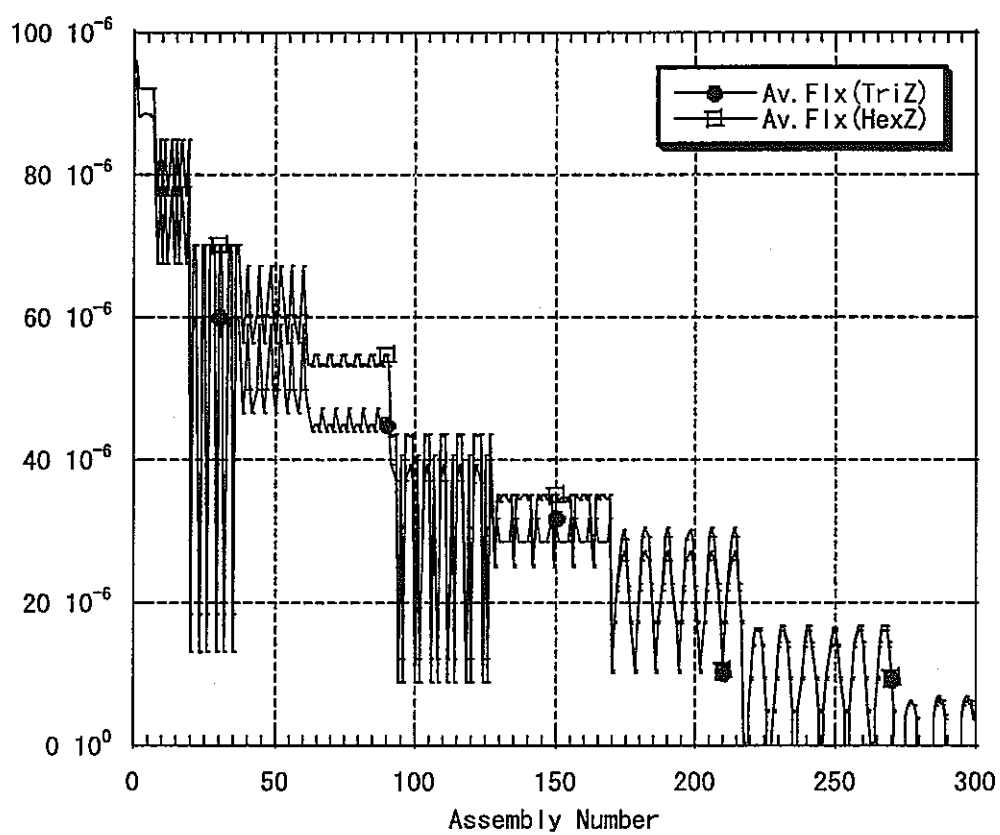
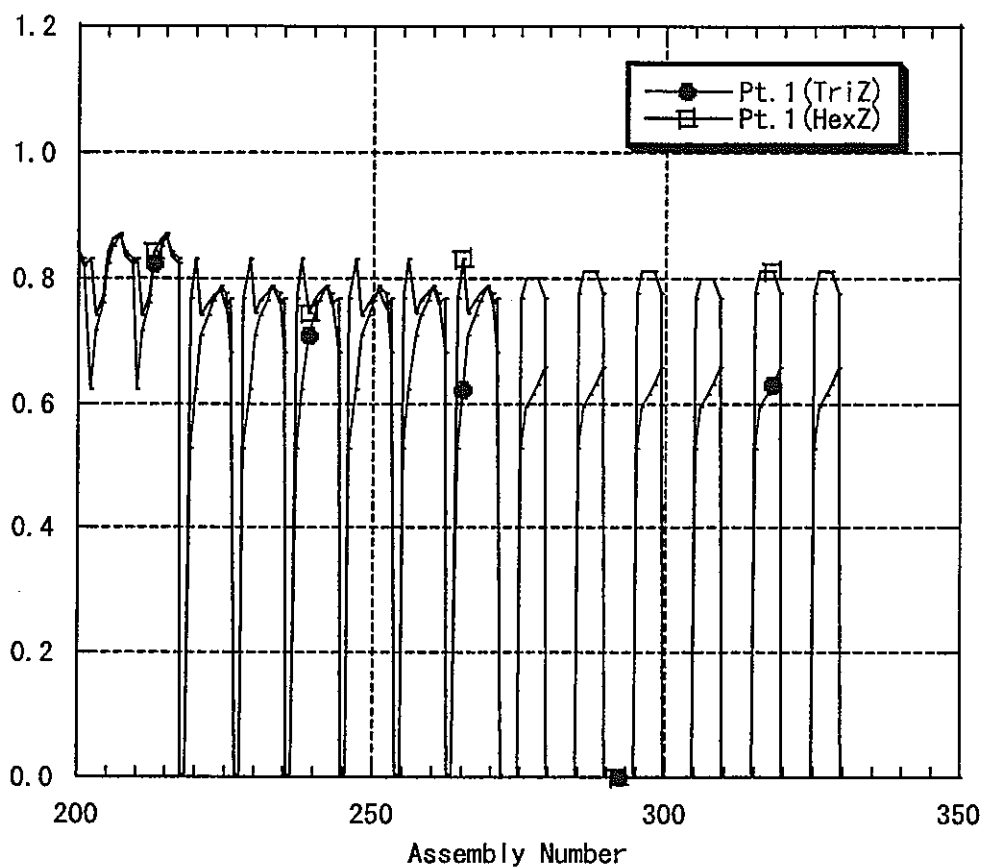


図 5.9 前処理した中性子束 (集合体平均)

第1群



第1群

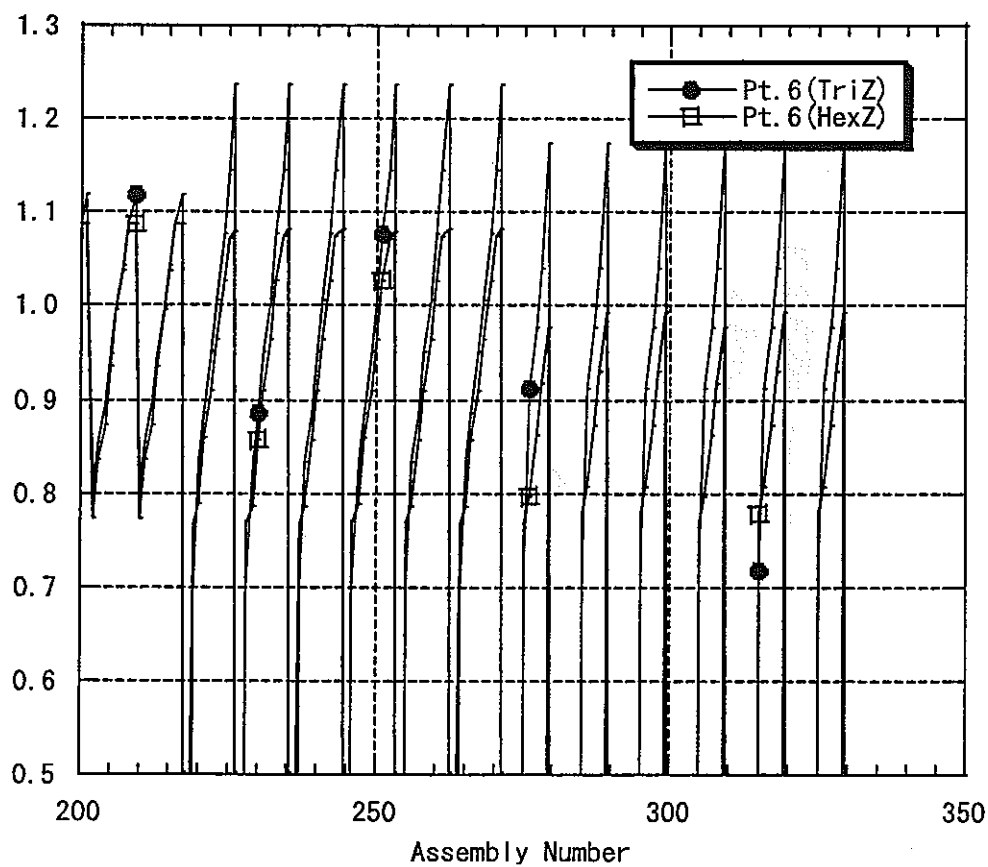


図 5.10 前処理した中性子束 (①および⑥位置)

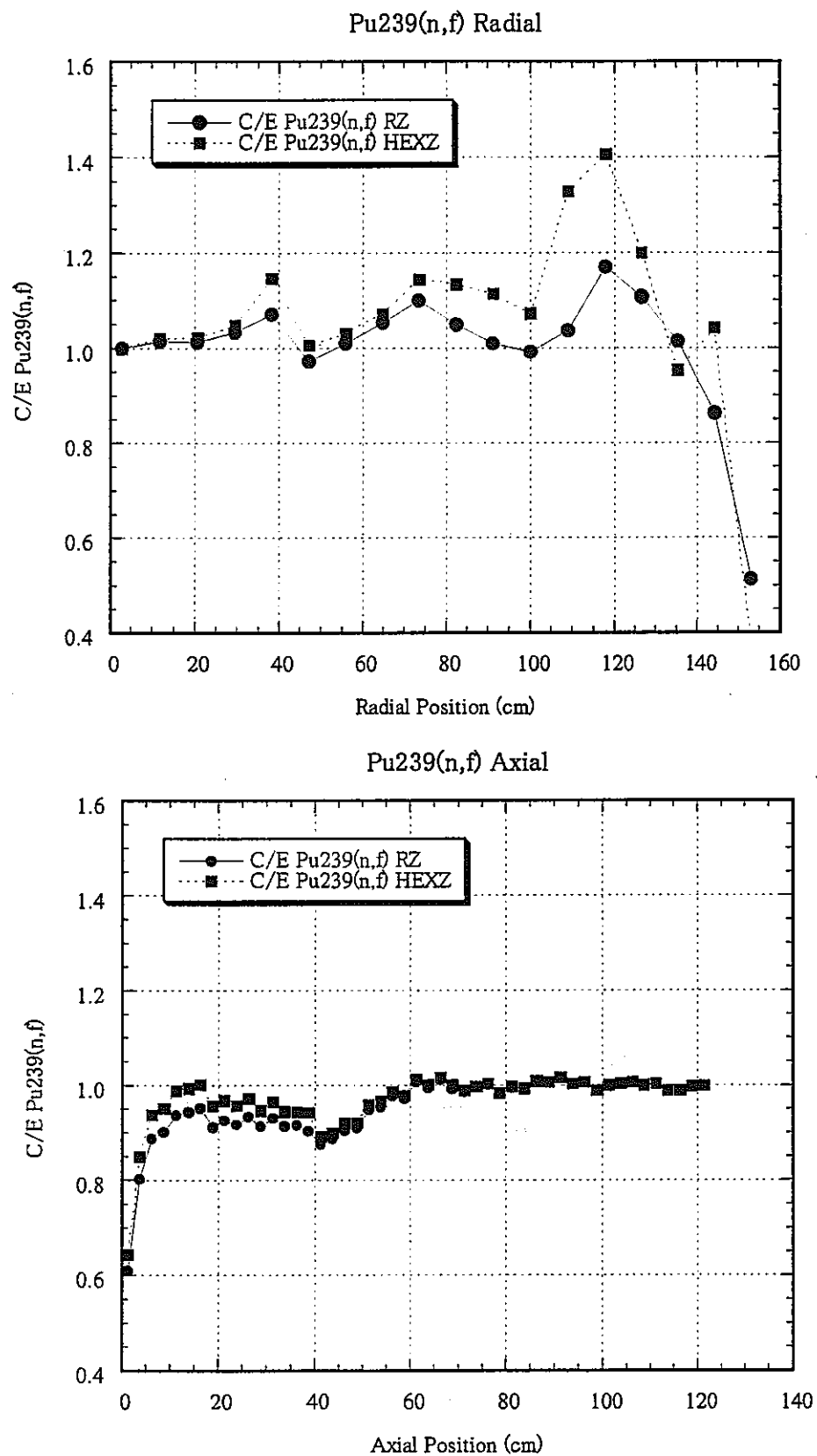


図 5.11 改修後の LAGOON を用いた Pu239 核分裂反応率の C/E 値

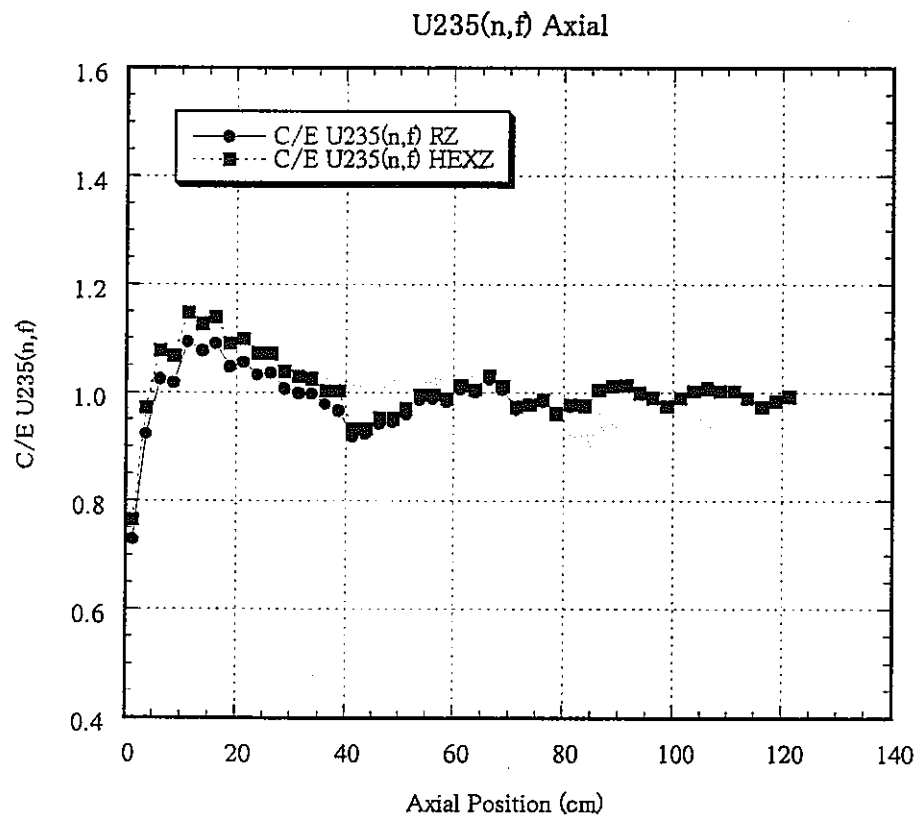
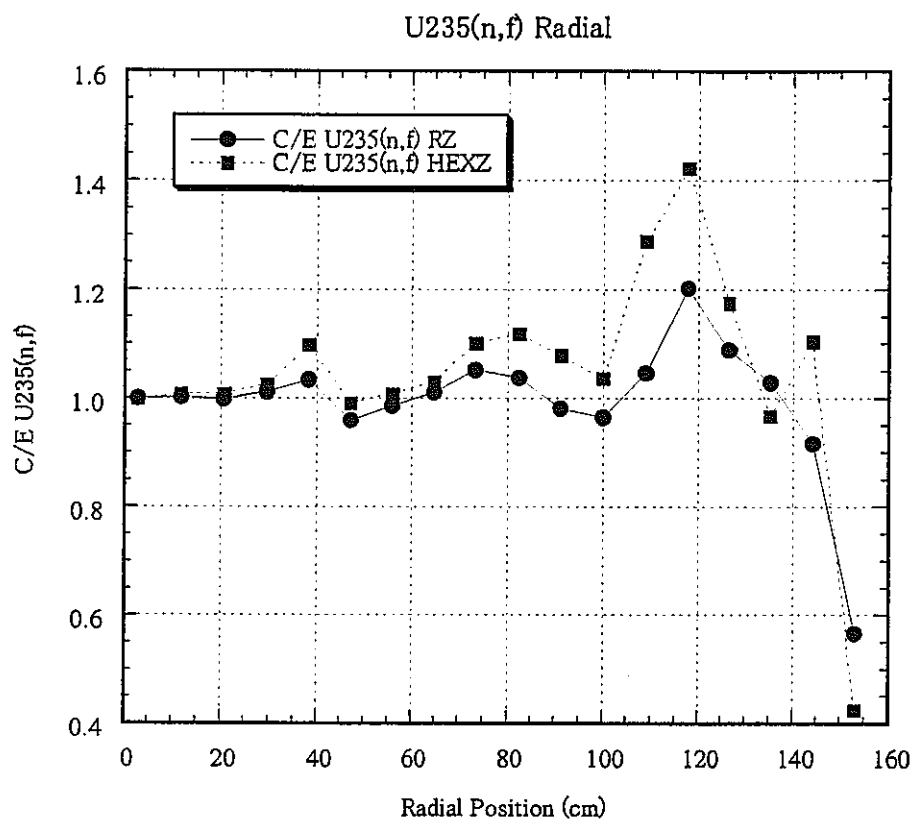


図 5.12 改修後の LAGOON を用いた U235 核分裂反応率の C/E 値

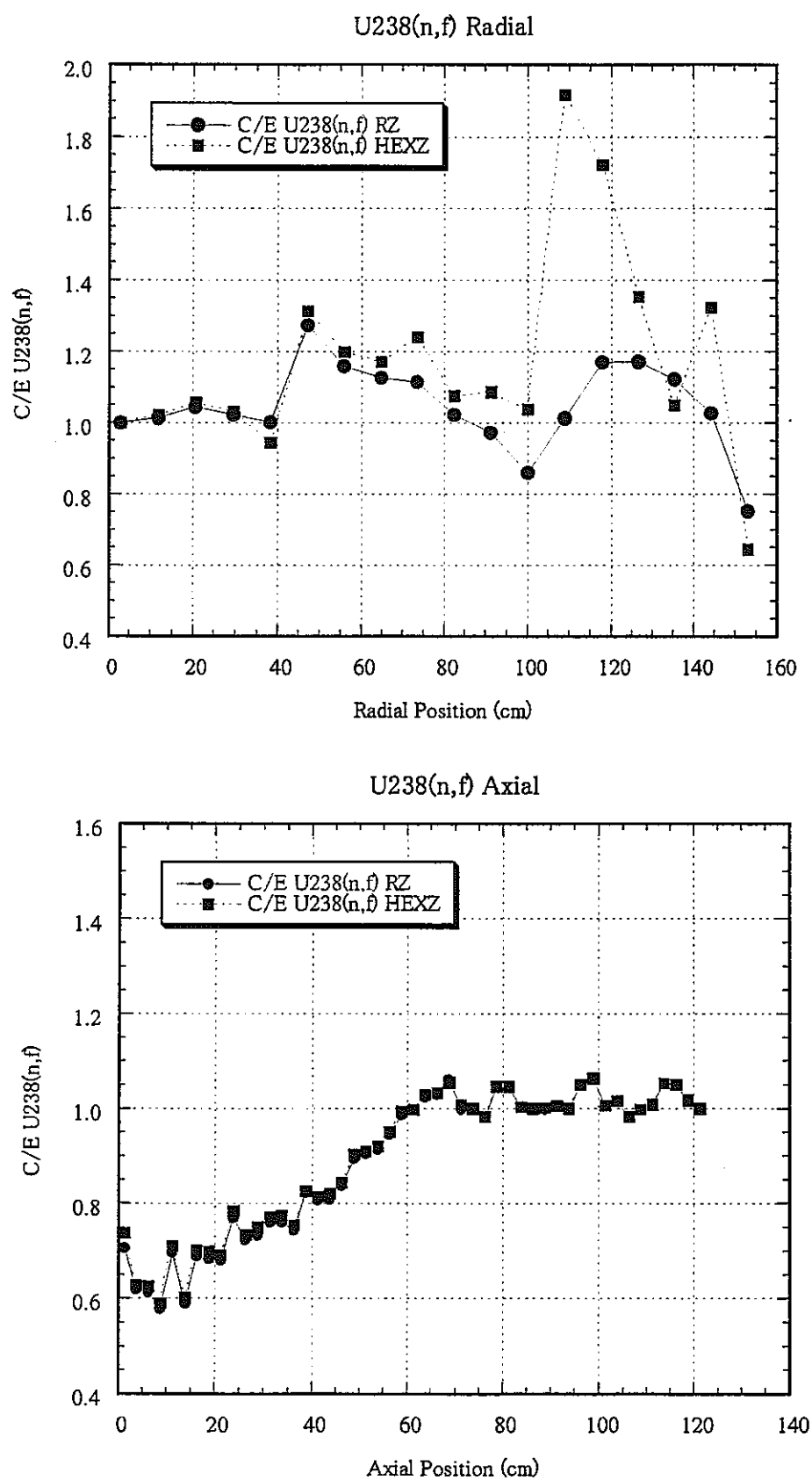


図 5.13 改修後の LAGOON を用いた U238 核分裂反応率の C/E 値

6. 輸送計算による反応度マップ計算機能の追加

6. 1 改良の必要性

BN-600 ハイブリッド体系の解析項目の一つとして燃料、あるいは構造物の密度変化に伴う反応度マップがある。拡散計算ベースの反応度マップは CITATION-FBR コードと拡散摂動計算コード PERKY ³⁾により計算可能であるが、TWOTRAN-2 コード ⁴⁾より得られる輸送計算ベースのものを算出することは出来ない。また、ナトリウムの反応度マップは拡散計算と輸送計算との間に大きな差が現れることが予想され、輸送計算ベースの反応度マップ評価が不可欠である。そこで、輸送摂動計算コード SNPERT を基に、反応度マップ計算機能を追加した輸送摂動コードを整備した。

6. 2 整備の方法

6. 2. 1 整備の前提

従来の SNPERT コードのソースは、データ入力用の配列長をパラメータ文で定義しており、これがコードを使用する際の制限となっている。また、摂動領域の指定は TWOTRAN コードで扱われる粗メッシュ領域（ゾーン）とし、そのゾーン内での反応度変化量の詳細分布等を出力できない。またマイクロ断面積の入力にも対応していない。そこで、原版の一部を残すものの、原則としてソースを全面的に書き換えて新たに輸送摂動コードを整備した。これにより、一般的に摂動コードで計算する以下の項目を計算できるようにした。

- ①反応度変化(一次摂動 FOP, 厳密摂動 EP)
- ②反応度価値マップ(FOP)および密度係数
- ③実効遅発中性子割合及び中性子生成時間

6. 2. 2 摂動計算コード

計算の実行に必要な入力データは、簡素であることが望ましい。入力を容易にするため、幾つかの前提を設ける。

(1) 断面積ファイル

- ・断面積はバイナリ形式のみとする。
- ・摂動系と非摂動系の断面積は、同一断面積ファイル上に格納されている。
- ・マクロ断面積は TWOTRAN 形式とする。
- ・マイクロ断面積も TWOTRAN 形式とする。
- ・マイクロ断面積とマクロ断面積は混在して使用することは許さない。すなわち、PERKY コードの入力にある「摂動分母 I_p をマイクロ断面積で計算するか、マクロ断面積で計算するか」といったオプションは設けない。

(2) 核分裂スペクトル

TWOTRAN-2 コードと同じく、領域、核種に依存しない体系内共通の核分裂スペクトルを使用する。

(3) 計算体系

扱う計算体系は、XY、RZのみとする。

(4) 幾何形状データ

- ・メッシュ体積の計算に必要な幾何データは、TWOTRAN-2 コードのファイル格納デ

ータを使用し、入力としない。

- ・ 原則としてゾーン番号（粗メッシュあたりの）はTWOTRAN-2コードのファイル格納データを採用するが、FOP等の用途を考えて入力も可能とする。（EPでは断面積の対応がそのままであればゾーン番号指定は不要である）

- (5) 遅発中性子生成割合 ν_d 、遅発中性子スペクトル χ_d
ファイルから読み込む。

6. 2. 3 プログラミング

前項の条件および付録Eに示す定式化に基づきプログラミングを行った。コードの使用法は付録に示す。

6. 3. 試計算による結果の確認

計算式やインターフェイスデータの持ち方の妥当性を確認するために、試計算を行った。

6. 3. 1 厳密摂動によるプログラムの確認

まず基本的な摂動式が正しくプログラミングされていることを厳密摂動計算で確認することとした。

試計算体系を図 6.1 に示す。これは SNR300 ベンチマーク問題の体系を二次元 RZ 体系でモデル化したものである。断面積ライブラリは JFS3-J3.2 に基づく 70 群実効断面積を縮約した 4 群のマクロ断面積を用いた。計算ケースは図 6.2 に示すように、単一領域／複数領域、摂動領域が吸収体領域／燃料物質、摂動領域が体系内部／外側境界に接した領域、等の摂動パターンを決定した。また、直接計算と比較する際の実効増倍率収束判定条件の影響、Sn 次数などについても影響をみるケース設定を行った。

表 6.1 に直接計算結果を基準とした摂動計算結果を示す。この表から以下がわかる。

- ・ 直接計算と摂動計算結果は相対誤差 0.3%以下で一致している。
- ・ 誤差の大きさは Sn 次数に依らず同一体系ではほぼ同じである。
- ・ 誤差の大きさは TWOTRAN-2 コードの実効増倍率収束判定条件に依らず、同一体系ではほぼ一致する。

これらの結果は、過去に輸送摂動計算の精度評価で得られている直接計算と SNPERT との差異（0.5%以下）とも整合が取れている。

6. 3. 2 その他の機能の確認

前項は基本的な反応度変化計算機能の確認であった。厳密摂動が正しく計算できることから、一次摂動による反応度変化も同じく正しく計算できることがわかる。その他の整備項目として、ミクロ断面積を与えることで反応度価値マップおよび動特性パラメータを計算できるようにすることがある。このためには、拡散摂動コード PERKY の結果と比較して両者の結果が類似していることをもって確認することとした。

(1) ミクロ断面積を用いた計算

マクロ断面積とミクロ断面積を用いた厳密摂動計算を行い、以下の結果を得た。

マクロベース： $-4.20468\text{e-}2 \Delta \rho$

ミクロベース： $-4.20388\text{e-}2 \Delta \rho$

この結果から、ミクロ断面積ベースの摂動計算も正しく機能していると判断した。

(2)反応度価値マップ

代表的な例として ^{235}U の反応度価値マップについてCITATION/PERKYによる計算値と比較し図 6.3 に示す。これは炉心軸方向中心面の分布であるので漏洩項が小さい。そこで、漏洩項のみを拡大して図 6.4 に示す。反応度価値の各成分とも両者で特に大きな差はない。これらの結果から、反応度価値マップの計算機能についても、PERKY 並みの結果を出力できることを確認した。また、核種毎の反応度価値から密度係数を直接計算できるようにした。

(3)実効遅発中性子割合及び即発中性子生成時間

両パラメータについては、CITATION/PERKY による計算値と比較し、次の結果を得た。

	PERKY	SNPERT
生成時間(s)	3.9681e-7	3.8312e-7
遅発中性子割合	3.1466e-3	3.1499e-3

この結果から、実効遅発中性子割合及び即発中性子生成時間等の動特性パラメータの計算にも適用できることを確認した。

6. 4 まとめ

整備した輸送摂動コードは、従来の SNPERT の機能に加えて、反応度価値マップと密度係数、動特性パラメータ等の計算機能が備わっている。試計算により各々の計算機能が正常に作動することが確認された。これらの追加機能を利用することで、従来不可能であった解析評価にも適用できる。

表 6.1 厳密摂動計算結果

ケース	k(forward)	k(adjoint)	$\Delta \rho$ (direct)	$\Delta \rho$ (pert)	$\Delta \rho$ (d) - $\Delta \rho$ (p)	相対誤差%	$\Delta \rho$ (p) / $\Delta \rho$ (d)
e5s4-iin	0.987905	1.017662	-2.9599E-02	-2.9528E-02	-7.0548E-05	0.238%	0.9976
e5s6-iin	0.987136	1.016953	-2.9701E-02	-2.9628E-02	-7.3440E-05	0.247%	0.9975
e5s8-iin	0.986948	1.016791	-2.9738E-02	-2.9668E-02	-7.0439E-05	0.237%	0.9976
e5s12-iin	0.986817	1.016680	-2.9765E-02	-2.9694E-02	-7.1045E-05	0.239%	0.9976
e6s8-iin	0.986962	1.016805	-2.9738E-02	-2.9665E-02	-7.2779E-05	0.245%	0.9976
e5s4-oot	1.061238	1.017662	4.0349E-02	4.0317E-02	3.1747E-05	0.079%	0.9992
e5s6-oot	1.060547	1.016953	4.0420E-02	4.0393E-02	2.7447E-05	0.068%	0.9993
e5s8-oot	1.060404	1.016791	4.0449E-02	4.0423E-02	2.6477E-05	0.065%	0.9993
e5s12-oot	1.060313	1.016680	4.0476E-02	4.0448E-02	2.7918E-05	0.069%	0.9993
e6s8-oot	1.060415	1.016805	4.0446E-02	4.0422E-02	2.3687E-05	0.059%	0.9994
e5s4-fc	0.988835	1.017662	-2.8646E-02	-2.8571E-02	-7.5192E-05	0.262%	0.9974
e5s6-fc	0.988069	1.016953	-2.8745E-02	-2.8667E-02	-7.8227E-05	0.272%	0.9973
e5s8-fc	0.987881	1.016792	-2.8782E-02	-2.8706E-02	-7.5999E-05	0.264%	0.9974
e5s12-fc	0.987751	1.016680	-2.8808E-02	-2.8732E-02	-7.5661E-05	0.263%	0.9974
e5s4-fi	1.046998	1.017662	2.7533E-02	2.7482E-02	5.1297E-05	0.186%	0.9981
e5s6-fi	1.046135	1.016953	2.7430E-02	2.7383E-02	4.7358E-05	0.173%	0.9983
e5s8-fi	1.045941	1.016792	2.7408E-02	2.7369E-02	3.9287E-05	0.143%	0.9986
e5s12-fi	1.045809	1.016680	2.7396E-02	2.7362E-02	3.3700E-05	0.123%	0.9988

注) ケース識別名の説明

- ・ e5 : keff 収束判定条件(e5 : 1e-5)
- ・ s4 : S4 近似

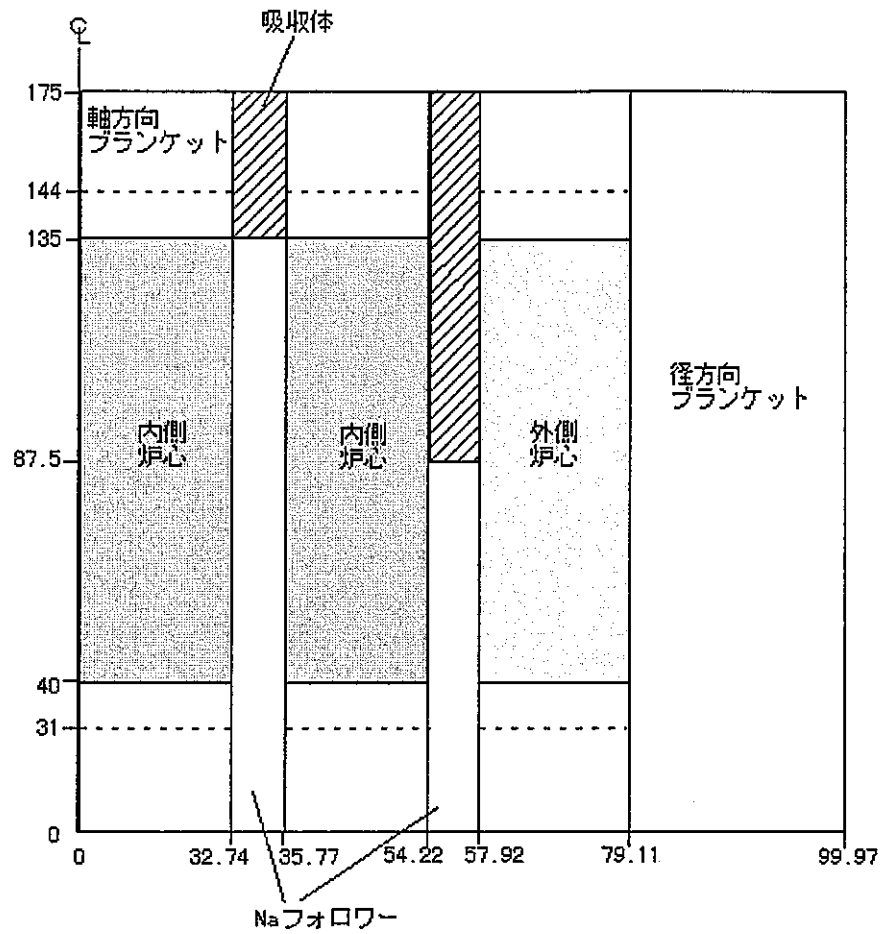


図 6.1 試計算の二次元 RZ 体系

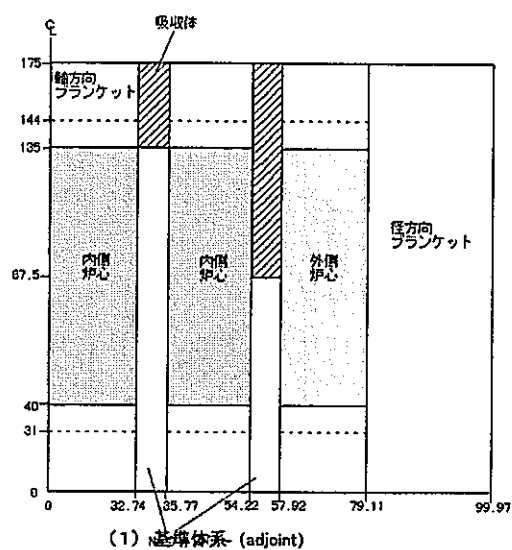
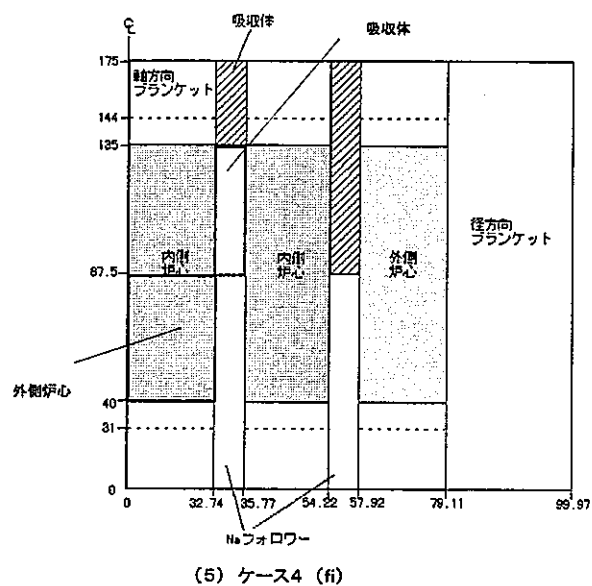
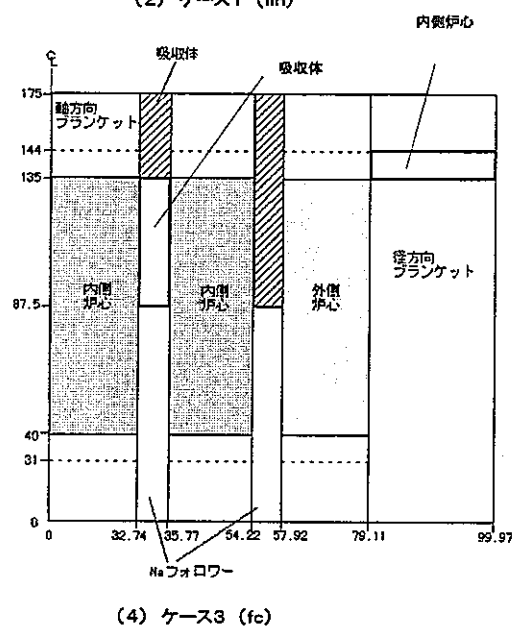
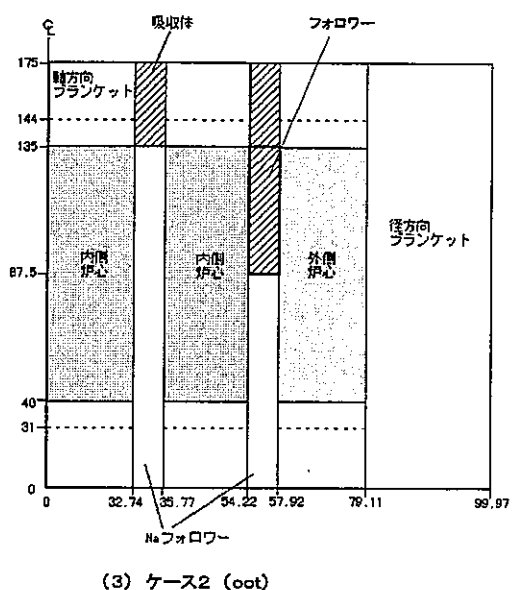
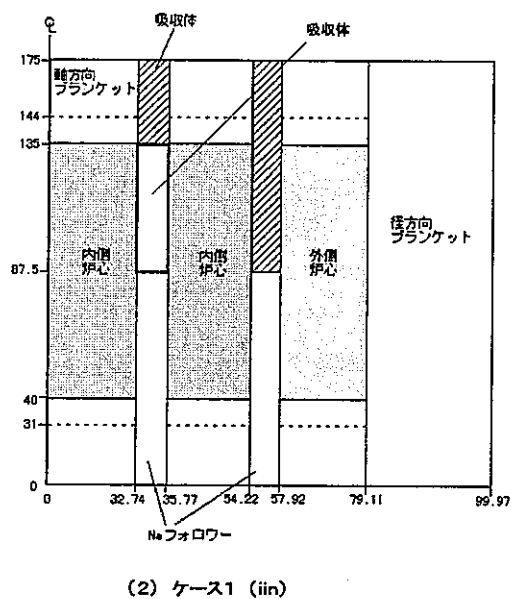


図 6.2 各計算ケースの内容



炉心中心worthマップ(U235)

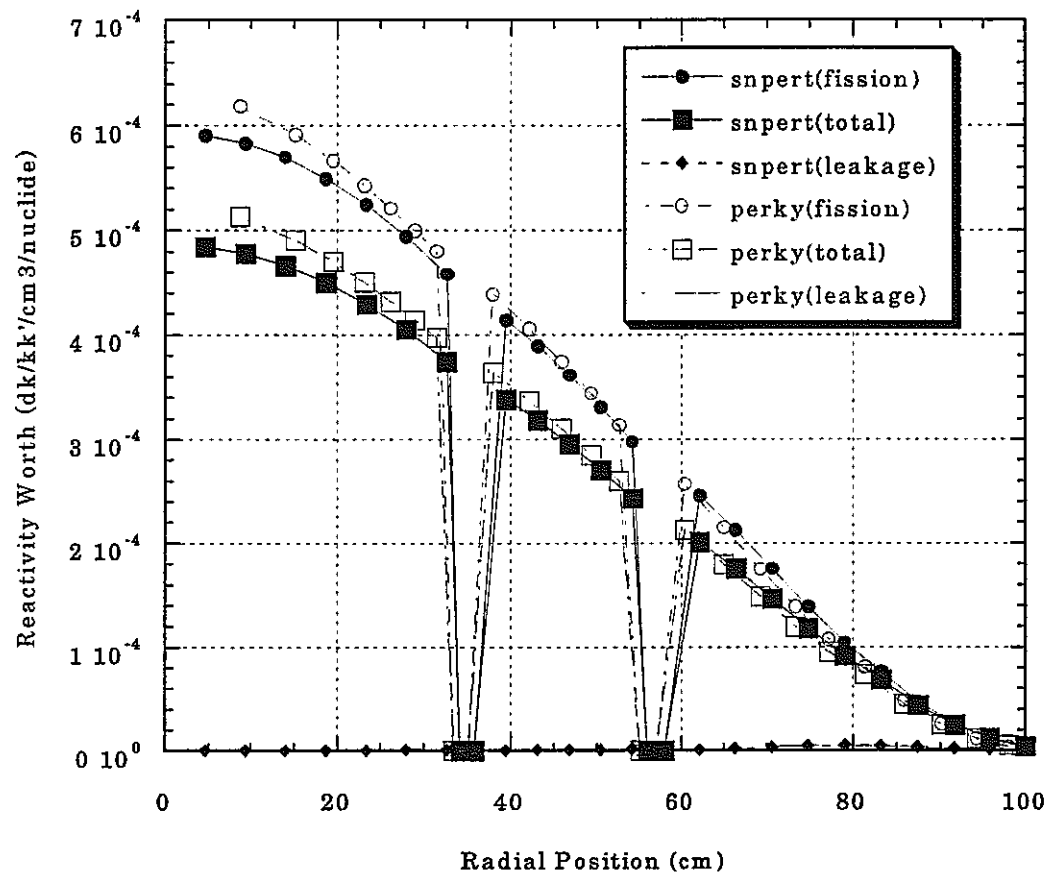


図 6.3 炉心中心面径方向反応度価値マップ

炉心中心worthマップ(U235)

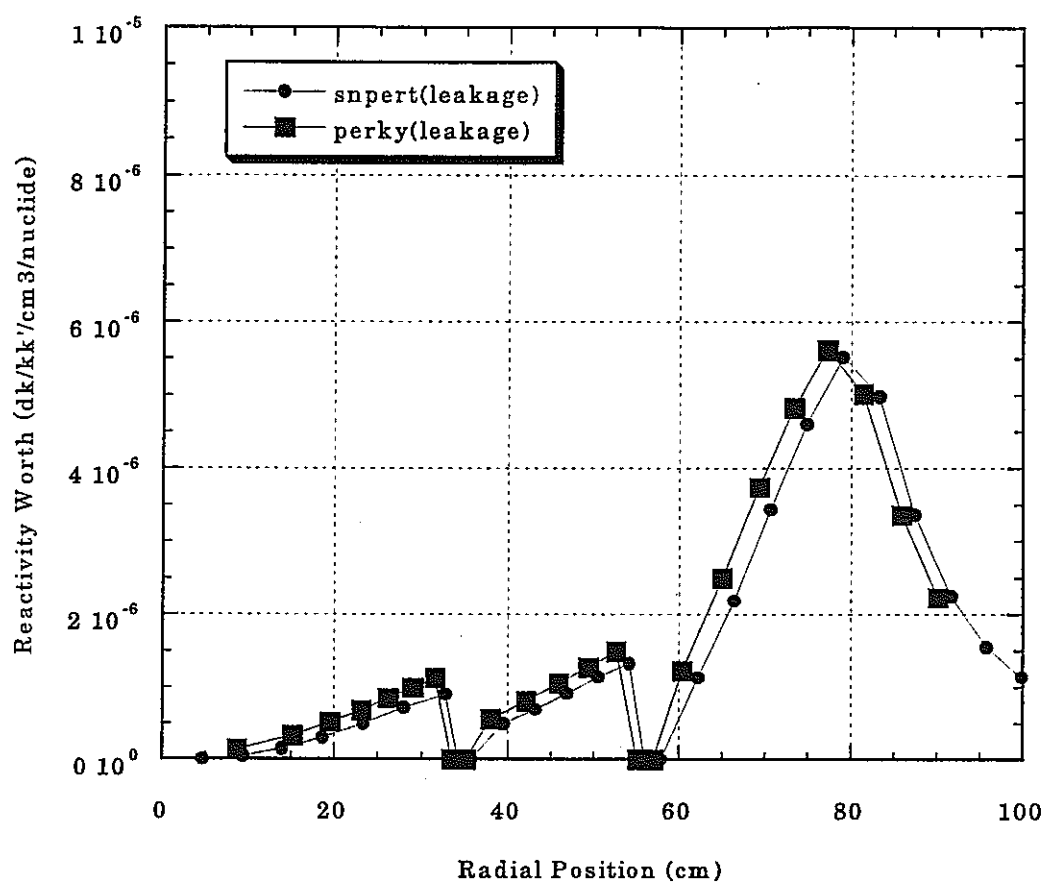


図 6.4 炉心中心面径方向反応度価値（漏洩項）マップ

7. 結論と今後の課題

BN 及び BFS 炉心体系を正確にモデル化することのできる 3 次元 Hex-Z 体系用解析コードの汎用性を向上させ、高精度な核特性解析を実現するためにコード整備を行った。結論を以下にまとめる。

- (1) NSHEX コードを中性子束ソルバーとする 3 次元輸送燃焼計算コード NSHEX-BURN を整備した。本コードは、計算体系が全炉心形状に限定されるものの、拡散燃焼計算コード MOSES と同等な燃料管理、燃焼計算機能を備えている。試計算の結果から、出力分布等の空間分布諸量については、輸送効果により拡散燃焼計算コードの結果と僅かな差がみられたが、燃焼に伴う実効増倍率の変化はほぼ一致した。
- (2) NSHEX コードで計算した角度束、随伴角度束を用いる 3 次元輸送摂動計算コードを整備した。試計算の結果から角度束の内積計算において適用した三次元中性子束再構築法の精度が内積結果の精度に影響し、これが反応度変化の精度を支配することが分かった。
- (3) NSHEX コードの加速法を検討し、高次モーメントまでを考慮した中性子束外挿法を外部反復加速に適用する方法が最も有効であることがわかった。この加速法を適用した場合、最大で約 1/3 の計算時間で収束解が得られた。また、初期中性子束の与え方、内部反復における中性子束外挿法や合成法の適用、あるいは外部反復における中性子源外挿法の適用等は、計算時間短縮面で寄与が小さいことが明らかになった。
- (4) 反応率解析コード LAGOON に、集合体径方向 6 角断面内の中性子束分布から任意の位置における中性子束を内挿する機能を付加した。これにより、LAGOON コードの計算可能な体系は、XYZ、XY、RZ 体系に加えて、3 次元 HexZ および TriZ-体系が追加され、解析適用範囲が広がった。
- (5) 二次元輸送摂動計算コード SNPERT を拡張し、ミクロ断面積を使用した摂動計算が可能となった。機能面では反応度マップおよび核種毎の密度計算、遅発中性子割合や中性子生成時間の計算する機能を追加した。

今後の課題としては以下が挙げられる。

- (1) 輸送燃焼計算コードは計算時間、必要メモリといった計算負荷の大きさを解消することが課題である。計算時間のほとんどが NSHEX 計算部で消費されていることから、収束加速法の導入が必須である。また、試計算で扱った小規模の体系から実機体系に適用範囲を広げる、あるいはノード展開次数を上げるなどのニーズに応えるには、膨大なメモリが必要となる。NSHEX 部を単精度版に置き換える、並列計算版を組み込む、等の手を打つ必要がある。計算速度とメモリはある程度ハードウェアが解決してくれることもあるが、一方では精度向上の要求に応えるには更に計算機リソースを必要とする。現時点で可能な処置を施しておくことが望ましい。
- (2) NSHEX 用摂動計算コードは、角度束の内積計算の精度向上が必要である。現在組み込まれている中性子束再構築法を見直すほか、別の内積計算方法を探る必要もある。
- (3) NSHEX コードの計算時間を更に短縮するには、各群の中性子束モーメントの形成を早め、かつ高次項を安定化させる手法の検討と導入が必要である。また、中性子束外挿法で用いる外挿係数はエネルギー群のみに依存しているが、これを複数の空間領域

に依存する形で扱ってみるなど、従来の差分コードとは異なったアプローチに基づく加速法の検討が必要である。

参考文献

- 1) 石川眞, 斎藤正幸, 佐藤若英他, 「核設計基本データベースの整備(IV) ー核特性解析コードシステムの整備ー」, PNC TN9440 94-004 (1994 年 3 月) .
- 2) 杉野和輝, 「3 次元 HexZ 体系用ノード法輸送計算コード NSHEX の実用性向上のための改良」, PNC TN9410 98-064 (1998 年 7 月)
- 3) (株) 三菱総合研究所, 「MOSES コード随伴束計算機能等の整備」, JNC ZN2410 2000-14, (平成 12 年 3 月)
- 4) "National Energy Software Center: Benchmark Problem Book", ANL-7416, Supplement 3 (DE86012678) 1985.
- 5) T. Nakagawa, K. Shibata, et. al., "Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-2: JENDL-3.2, " J. Nucl. Sci. Technol., 32, P.1259 (Dec.1995).
- 6) H. Takano and Y. Ishiguro, "Production and Benchmark Tests of Fast Reactor Group Constant Set JFS-3-J2, "JAERI-M 82-135 (1982).
- 7) T. Takeda and H. Ikeda, "3-D Neutron Transport Benchmarks, " NEACRP-L-330 (Mar.1991).
- 8) E. W. Larsen and W. F. Miller, Jr., "A Two-Step Acceleration Method for Transport Problems," Trans. Am. Nucl. Soc., 52, 416 (1986)
- 9) G. L. Ramone and M. L. Adams, "A Transport Synthetic Acceleration Method for Transport Problems," Nucl. Sci. Eng., 125, 257 (1997)
- 10) "DIF3D 7.0: Code System for Solving Finite Difference Diffusion Theory Problems," RSIC, CCC-649, (1997)
 および、
 ・ R. D. Lawrence, "The DIF3D Nodal Neutronics Option for Two- and Three-dimensional Diffusion Theory Calculations in Hexagonal Geometry," ANL 83-1.
 ・ K. L. Derstine, "DIF3D: A Code to Solve One-, Two-, and Three-dimensional Finite Difference Diffusion Theory Problems, " ANL 82-64.
- 11) (株) 三菱総合研究所, 「集合体出力分布計算システムの整備」, PNC PJ8222 97-001, 平成 9 年 3 月
- 12) H. Akima, "Interpolation and Smooth Curve Fitting Based on Local Procedures," Communications of the ACM, vol.15, No.10 (1972)

付録A 3次元輸送燃焼計算コード使用マニュアル

1. はじめに	A-1
2. セットアップ	A-1
2. 1 メモリサイズの変更	A-1
2. 2 実行形式生成方法	A-2
2. 3 計算の実行	A-2
3. 3次元輸送燃焼コード入力マニュアル	A-3
3. 1 入力形式	A-4
3. 2 入力データの一覧	A-5
3. 3 最大配列長	A-37
3. 4 入力順序	A-38
3. 5 入力データ作成上の注意	A-39
3. 6 入力データ読み込みで発生するエラー	A-41
4. サンプル入力データ	A-43
5. サンプル出力例	A-47

1. はじめに

NSHEX コードを中性子束ソルバーとする輸送燃焼計算コードを整備した。本コードは次の機能を備える。

① 燃焼計算

炉心出力、初期組成、中性子束、マイクロ断面積等を入力とし、炉心出力により規格化を行い、行列指数法を用いて燃焼計算を実行し、燃焼後の組成を出力する。

② 燃料取り替え取り扱い

燃焼前の3次元炉心マップ、ユーザーによる燃料取り替えの指定を入力とし、燃料取り替えを取り扱い、取り替え後の3次元炉心マップを出力する。

③ 実効マクロ断面積計算

燃焼後の組成と実効マイクロ断面積を入力とし、両者を掛け合わせ、核種について合計することにより実効マクロ断面積を計算する。

このために次の基本方針に基づき、三次元拡散燃焼計算コード MOSES をベースとし、中性子束計算部に NSHEX を用いることで機能の実現を図った。

(1) 基本方針

- ・ MOSES2K版をベースとする。
- ・ 現状の拡散計算部（ゾーン毎マクロ断面積の作成、実効増倍率と中性子束計算、中性子束の規格化、出力等各種物理量計算）を対象に、NSHEXとのインターフェイスを採る。
- ・ 特にNSHEX向けの機能を盛り込むことはしない。
- ・ ノード単位の燃焼計算を行う。

(2) 入出力

- ・ 核種数密度等はすべて従来のMOSESと同じ形式で与える。
- ・ ミクロ断面積ファイルはCITATION/MOSES形式とする。

(3) 制限

- ・ 1/1体系のみを扱う。
- ・ 拡散計算版とは合体せず独立なものとする。すなわち、本コードでは輸送計算のみ利用できる。
- ・ 集合体径方向情報は、再構築法により6点に集約する。軸方向についてはノード毎の細メッシュを入力して細メッシュ毎にedit情報を出力する。

2. セットアップ

2. 1 メモリサイズの変更

common /pnc/は従来から MOSES が使用しているメモリ領域である。メモリが足りない場合にはエラーメッセージと共に 99 番出力に必要なメモリ領域数が印刷されるので、これを見て ALLOC プログラム(MOSES ディレクトリ)の指定数を拡張する。

一方、common /mem1/は NSHEX の使用するメモリ領域長である。指定するパラメータは、
limit2
limit

のふたつであるが、前者は整数配列用で通常は 50000 程度でよい。後者は実数配列用である。全体の配列長は 4 バイト語単位の長さであるが、NSHEX は倍精度実数で扱う点に留意する必要がある。

2. 2 実行形式生成方法

燃焼液酸コードのソースプログラムがディレクトリ NSHEXBURN の下に次のとおりに用意されているとする。

- ① /moses
- ② /fcalc
- ③ /bcalc
- ④ /nshex
- ⑤ /nsgate
- ⑥ /plotlib
- ⑦ /libs

②から⑥までを各ディレクトリに移動して make し、ライブラリを作成する。このときライブラリは⑦の libs に作成される。最後に①に移動して make することで、⑦の libs 上に実行形式プログラムが作成される。これを自動的に行う shell (installx)を用意している。

2. 3 計算の実行

実行シェルの例を以下に示す。

```
#
rm fort* A* R*
cp  startup.heat fort.3   断面積ファイル
/NSHEXBURN/libs/nsburn <$1.inp >$1.out
mv psplot $1.ps          作図出力
rm fort*
exit
```

3. 3次元輸送燃焼コード入力マニュアル

3. 1	入力形式	A-4
3. 2	入力データの一覧	A-5
3. 3	最大配列長	A-37
3. 4	入力順序	A-38
3. 5	入力データ作成上の注意	A-39
3. 6	入力データ読み込みで発生するエラー	A-41

 入力形式

入力形式は、データの先頭に与える計算タイトル以外は全て自由形式である。この自由形式は、ほぼ通常の Namelist 形式と同じであるが、次の点に違いがある。

(1) コメント文が自由に記述できる。

一行のデータ中に、任意のコメントを表わす記号（‘&& ’ ブランクが必須）があればそれ以降のデータはコメントとみなされる。また、データを変更する際に先のデータを残しておくためにコメントする場合に使用することもできる。

例) microxs && nlib nset nnuc nrac nhat nfgp chi
 && 1 6 21 6 0 1

(2) データブロックはキーワードで始まり、‘EOI’ で終了する。

Namelist 形式では、第2カラムに ‘&キーワード’ を指定し、データの終了は、‘&END’ で指定するが、本形式では&が不要であり、かつ任意の位置から記述 できる。また、&END’ の代わりに ‘EOI’ でデータブロックの終了を指定する。

(3) 配列データの一部変更をサポートしない。

Namelist 形式では、配列位置指定によりその位置のデータを任意に変更できるが、本形式では、全データを指定する。

(4) データとしてブランクは許さない。

Namelist 形式では、整数形データのブランクは、カンマがあらわれるまで0が続いていると見なし、桁を間違い易い。本形式はデータ記述行中の全てブランクを無視する。これにより、データ記述ミスを容易に防止できる。

(5) 文字型データは、‘ ’ で囲む必要がない。

Namelist 形式では、文字データを ‘ ’ で囲む必要があるが、本形式では不要である。また、本形式では8文字までを1つのデータとして認識できる。ただし8文字の中にブランクがあるとブランク前までで8文字とみなされる。

 入力データの一覧

MOSES コードの必要とする入力データの一覧と各データの意味を以下に示す。

番号	キーワード	内 容
1	<u>タイトル</u>	タイトル (2行)
2	<u>RESTART</u>	リスタート指定
3	<u>CONTROL</u>	計算内容指定
4	<u>EDIT</u>	出力オプション
5	<u>EDITD</u>	詳細出力オプション
6	<u>LOADING</u>	燃料装荷の指定
7	<u>GEOM</u>	炉心形状指定
8	<u>CPARA1</u>	計算パラメータ (その1)
9	<u>CPARA2</u>	計算パラメータ (その2)
10	<u>AXIAL</u>	集合体軸方向構成
11	<u>ASYGROUP</u>	集合体グループの指定
12	<u>REGION</u>	領域指定
13	<u>MICROXS</u>	断面積セット及び核分裂スペクトル
14	<u>XSNUC</u>	核種指定
15	<u>REACT1</u>	燃焼連鎖
16	<u>YIELD</u>	核分裂収率
17	<u>ATDEN</u>	原子数密度
18	<u>BOUNDARY</u>	境界条件
19	<u>REFUEL</u>	燃料交換
20	<u>REFMAP</u>	燃料交換マップ
21	<u>PLANT</u>	炉出力
22	<u>CRPOS</u>	制御棒引き抜きストローク
25	<u>SHUFFLE</u>	シャフリング指定

入力データ#1

#1 タイトルブロック（リスタート時に必要）

NTITL(40) : 問題のタイトル [20A4/20A4]
2行にわたって自由に記述する。

入力データ#2

#2 リスタートブロック（リスタート時に必要）

IRST(1)	リスタート番号。番号 IRST(1)番から再計算を行う。注 1)
IRST(2)	ダミー
IRST(3)	ダミー

注 1) リスタート時のデータ設定については、入力順序を参照する。

入力データ#3

#3 コントロールブロック (CONTROL)

ICON(1)	拡散計算オプション =0, 計算しない。 =1, 計算する。
ICON(2)	拡散計算後の編集出力オプション =0, 編集出力しない。 =1, 編集出力する。 (詳細は EDIT、EDITD ブロックで指定する)
ICON(3)	拡散計算後のプロッタ編集出力オプション
ICON(4)	燃焼計算オプション =0, 計算しない。 =1, 計算する。
ICON(5)	燃焼計算後の編集出力オプション =0, 編集出力しない。 =1, 編集出力する。 (詳細は EDIT、EDITD ブロックで指定する)
ICON(6)	燃焼計算後のプロッタ編集出力オプション

入力データ#4

#4 編集出力ブロック (EDIT)

IPRI1(1)	プログラムセットアップに関する一般スカラーデータの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(2)	プログラムセットアップに関する編集出力データの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(3)	断面積データ、核種に関するデータの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(4)	集合体グループ、混合グループテーブルの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(5)	領域、混合領域テーブルの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(6)	軸方向幾何形状の印刷 =0, 印刷しない =1, 移動可能な集合体（制御棒）グループ毎に印刷する =2, 全集合体グループ毎に印刷する
IPRI1(7)	集合体番号マップの印刷 注1), 注2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(8)	集合体グループ番号マップの印刷 注1), 注2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(9)	混合グループ番号マップの印刷 注1), 注2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(10)	流量ゾーン番号マップの印刷（現在はダミー）注1), 注2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(11)	詳細出力分布計算集合体番号マップの印刷 注1), 注2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(12)	詳細燃焼計算集合体番号マップの印刷 注1), 注2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(13)	制御棒引き抜きストロークマップの印刷 注1), 注2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI1(14)	ダミー

IPRI1(15)	ダミー
IPRI1(16)	ダミー
IPRI1(17)	ダミー
IPRI1(18)	ダミー
IPRI1(19)	ダミー
IPRI1(20)	ダミー
IPRI1(21)	ダミー
IPRI1(22)	ダミー
IPRI1(23)	ダミー
IPRI1(24)	ダミー
IPRI1(25)	ダミー
IPRI1(26)	集合体番号マップのプロット 注3) =0, なし =1, 集合体番号のみプロットする =2, 集合体番号+層番号をプロットする
IPRI1(27)	集合体グループ番号マップのプロット注3) =0, なし =1, プロットする
IPRI1(28)	流量ゾーン番号マップのプロット (現在はダミー) 注3) =0, なし =1, プロットする
IPRI1(29)	ダミー
IPRI1(30)	ダミー

IPRI2(1)	燃料管理に関するスカラーデータの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(2)	燃料管理に関する編集出力データの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(3)	炉内装荷集合体グループ番号マップの印刷 注1), 注2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(4)	炉内滞在サイクルマップの印刷 注1), 注2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(5)	炉内滞在日数マップの印刷 注1), 注2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(6)	混合グループ毎の燃料取り出し情報の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する

IPRI2(7)	集合体グループ毎の燃料取り出し情報の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(8)	流量ゾーン毎の燃料取り出し情報の印刷 (現在はダミー) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(9)	集合体毎の燃料取り出し情報の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(10)	混合グループ毎の燃料装荷情報の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(11)	集合体グループ毎の燃料装荷情報の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(12)	流量ゾーン毎の燃料装荷情報の印刷 (現在はダミー) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(13)	集合体毎の燃料装荷情報の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI2(14)	ダミー
IPRI2(15)	ダミー
IPRI2(16)	ダミー
IPRI2(17)	ダミー
IPRI2(18)	ダミー
IPRI2(19)	ダミー
IPRI2(20)	ダミー
IPRI2(21)	ダミー
IPRI2(22)	ダミー
IPRI2(23)	ダミー
IPRI2(24)	ダミー
IPRI2(25)	ダミー
IPRI2(26)	装荷集合体グループ番号マップのプロット 注3) =0, なし =1, プロットする
IPRI2(27)	取出し集合体の滞在日数マップのプロット 注3) =0, なし =1, プロットする
IPRI2(28)	燃料変換パターンマップのプロット 注3) =0, なし =1, プロットする
IPRI2(29)	取出し燃料の燃焼度のプロット (炉心部) 注3) =0, なし =1, 平均値のプロット

IPRI2 (30)	取出し燃料の燃焼度のプロット (ブランク部) 注 3) =0, なし =1, 平均値のプロット
IPRI3 (1)	拡散計算に関するスカラーデータの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3 (2)	拡散計算に関する編集出力データの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3 (3)	マクロ断面積の印刷 =0, 印刷しない =1, 混合領域平均のマクロ断面積を印刷する =2, 領域平均のマクロ断面積を印刷する
IPRI3 (4)	拡散計算の収束過程の印刷 (詳細メッシュ計算の場合は常に印刷する) =0, 印刷しない =1, 収束過程の最後のみ印刷 =2, 収束過程全て印刷
IPRI3 (5)	体系全体の中性子バランスの印刷 (詳細メッシュ計算の場合は常に印刷する) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3 (6)	混合領域毎の中性子バランスの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3 (7)	領域毎の中性子バランスの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3 (8)	混合領域平均の中性子束の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3 (9)	領域平均の中性子束の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3 (10)	混合領域平均の出力分布の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3 (11)	領域平均の出力分布の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3 (12)	中性子束分布マップの印刷 注 1) , 注 4) =0, 印刷しない =1, 軸方向平均分布で、エネルギー合計のみ印刷する =2, 1+軸方向平均分布で、エネルギー毎に印刷する =3, 1+各プレーン分布でエネルギー合計のみ印刷する =4, 3+各プレーン分布で各エネルギー毎に印刷する

IPRI3(13)	中性子束分布マップの印刷 注 1) , 注 4) (Adjoint 中性子束分布) =0, 印刷しない =1, 軸方向平均分布で、エネルギー合計のみ印刷する =2, 1+軸方向平均分布で各エネルギー毎に印刷する =3, 1+各プレーン分布でエネルギー合計のみ印刷する =4, 3+各プレーン分布で各エネルギー毎に印刷する
IPRI3(14)	径方向出力分布マップの印刷 注 1) , 注 4) =0, 印刷しない =1, 軸方向積分量のみ印刷する =2, 各プレーン毎及び軸方向積分量の印刷をする
IPRI3(15)	軸方向出力分布の印刷 =0, 印刷しない =1, 集合体グループで最大出力の集合体毎に印刷する =2, EDITD で指定した集合体毎に印刷する =3, 1+2 の集合体毎に印刷する。
IPRI3(16)	体系全体の平均反応率の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する (相対値) =2, 印刷する (絶対値)
IPRI3(17)	混合領域毎平均反応率の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する (相対値) =2, 印刷する (絶対値)
IPRI3(18)	領域毎平均反応率の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する (相対値) =2, 印刷する (絶対値)
IPRI3(19)	混合領域平均の増殖比の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する (相対値) =2, 印刷する (絶対値)
IPRI3(20)	領域平均の増殖比の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する (相対値) =2, 印刷する (絶対値)
IPRI3(21)	混合領域毎の燃料重量の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3(22)	倍增時間の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI3(23)	ダミー
IPRI3(24)	ダミー
IPRI3(25)	ダミー

IPRI3 (26)	中性子束分布のプロット (Normal, 中性子束分布) 注 3) =0, プロットしない =1, 集合体軸方向平均全中性子束 =2, 1+エネルギー群毎中性子束
IPRI3 (27)	中性子束分布のプロット (Adjoint 中性子束分布) 注 3) =0, プロットしない =1, 集合体軸方向平均全中性子束 =2, 1+エネルギー群毎中性子束
IPRI3 (28)	出力分布のプロット 注 3) =0, プロットしない =1, 集合体積分出力 =2, 1+径方向ピーキングファクタ
IPRI3 (29)	ダミー
IPRI3 (30)	ダミー

IPRI4 (1)	燃焼計算に関する一般スカラーデータの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4 (2)	燃焼計算に関する編集出力コントロールデータの印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4 (3)	詳細燃焼計算集合体マップの印刷 注 1), 注 2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4 (4)	炉内滞在サイクルマップの印刷 注 1), 注 2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4 (5)	炉内滞在日数マップの印刷 注 1), 注 2) =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4 (6)	混合領域平均の燃焼度の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4 (7)	領域平均の燃焼度の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4 (8)	混合グループ燃焼度分布の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4 (9)	集合体グループ燃焼度分布の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4 (10)	流量ゾーン平均燃焼度分布の印刷 (現在はダミー) =0, 印刷しない =1, 印刷する

IPRI4(11)	燃焼度分布マップの印刷 注 1) , 注 2) =0, 印刷しない =1, 軸方向平均分布 (炉心、ブランケット) のみ印刷する =2, 1+各軸方向ゾーン及び軸方向平均分布の印刷をする
IPRI4(12)	詳細燃焼度分布の印刷 =0, 印刷しない =1, 集合体グループで最大の集合体毎に印刷する =2, 指定集合体毎に印刷する (指定は、EDITD ブロックで行う) =3, 1+2 の集合体毎に印刷する
IPRI4(13)	混合領域平均原子数密度の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4(14)	領域平均原子数密度の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4(15)	軸方向ゾーン、集合体毎原子数密度の印刷 =0, 印刷しない =1, 印刷する
IPRI4(16)	詳細計算原子数密度の印刷 =0, 印刷しない =1, 指定集合体毎に印刷する (指定は、EDITD ブロックで行う) =2, 詳細計算集合体毎に印刷する
IPRI4(17)	ダミー
IPRI4(18)	ダミー
IPRI4(19)	ダミー
IPRI4(20)	ダミー
IPRI4(21)	ダミー
IPRI4(22)	ダミー
IPRI4(23)	ダミー
IPRI4(24)	ダミー
IPRI4(25)	ダミー
IPRI4(26)	炉内滞在サイクルマップのプロット 注 3) =0, プロットしない =1, プロットする
IPRI4(27)	炉内滞在日数マップのプロット 注 3) =0, プロットしない =1, プロットする
IPRI4(28)	炉心部燃焼度のプロット 注 3) =0, プロットしない =1, 集合体平均燃焼度 =2, 1+集合体ピーク燃焼度

IPRI4 (29)	ブランケット部燃焼度のプロット =0, プロットしない =1, 集合体平均燃焼度 =2, 1+集合体ピーク燃焼度
IPRI4 (30)	ダミー

注 1) 集合体グループブロック (ASYGROUP) において、編集出力フラグ (IC015 (3, J)) を 0 と指定した集合体 (グループ) は出力しない。

注 2) 炉心形状が集合体層数で 20 以下のみ。これ以上は 1 行 133 カラム内で表示できないためプリント出力しない。

注 3) 集合体グループブロック (ASYGROUP) において、編集出力フラグ (IC015 (5, J)) を 0 と指定した集合体 (グループ) は出力しない。

注 4) 領域データブロック (REGION) において、編集出力フラグ (IC016 (3, J)) を 0 と指定した領域は出力しない。

入力データ#5

#5 詳細編集出力ブロック (EDITD)

IDPRIP (MDEDT)	出力ピーキング係数の印刷時の指定集合体番号を入力
IDPRIB (MDEDT)	詳細燃焼度分布の印刷時の指定集合体を入力
IDPRIN (MDEDT)	詳細計算原子数密度の印刷時の指定集合体を入力

注) データは必ず MDEDT 個*入力する。全て同じ入力を指定することが望ましい。

Do $j=1$, 繰り返し ($J \leq \text{MAVSET}^*$)

HAVG (J)	集合体平均計算識別名 (8 文字以下)
IAVG (I, J)	平均計算する集合体番号 (MAVAS [*] 個) EDIT で指定した出力項目について、ここで指定した集合体平均の値を出力する。(サンプル参照)

データの終わりは EOI を与える (指定しない場合を含む)

End Do

入力データ#6

#6 燃料交換ブロック (LOADING)

NLOAD	燃料交換時の交換番号 ($\leq$MCYL*) を入力する。 (もし、燃料交換をしない場合は、このブロックを指定しないか もしくは0を入力する) 注 1) このデータは、リフレッシュメモリーであり、各計算ケー スごとに0クリアされる。 注 2) 燃料交換番号は、REFUEL ブロックで指定した順番。 注 3) 初装荷炉心の計算をする場合、必ず燃料交換番号を入力す る必要がある。つまり、計算の先頭ケースにおいては、全ての集 合体は炉内に装荷されていない状態になっている。
-------	--

入力データ#7

#7 炉心形状ブロック (GEOM)

NSYM	炉心体系 =6, 全炉心体系
NLAY	集合体列を層とした時の層数 ただし、炉心中心の集合体を第1の層として数える 注1) 最大層数の制限は、炉心体系により定まる。計算体系集合体数 (NBLC) は、次式により求まる。 $NBLC = NLAY \cdot (NLAY - 1) \cdot NSYM / 2 + 1$ 注2) 集合体番号及び、集合体内径方向位置番号 (1~6) は、コード内で自動的に付けられる。
NPLN	計算体系軸方向プレーン数 ($\leq MPLN^*$) (拡散計算時の軸方向計算メッシュ数)
NAZN	計算体系軸方向ゾーン数 ($\leq MAZN^*$) (燃焼計算時の軸方向計算メッシュ数)
NGRP	エネルギー群数 ($\leq MGRP^*$)
PITCH	集合体ピッチ (実数型定数) (cm)
MESHZ (NAZN)	軸方向ゾーン番号毎の等分割計算メッシュ数 注1) 各軸方向ゾーンに対する計算メッシュ数の総数は NPLN と一致しなければならない。 注2) 各軸方向ゾーンは炉心の上端から下端方向に入力する。
DELTZ (NAZN)	軸方向ゾーン番号毎の長さ (cm)

入力データ#8

#8 計算パラメータブロック (CPARA1)

NMES	計算メッシュ補正オプション (ダミー)
NCAL	計算問題オプション =0, Normal Flux 計算 他はなし
NITR	拡散計算における Outer Iteration の繰返し回数 [100]
NIIT	拡散計算における Inner Iteration の繰返し回数 [3] 詳細メッシュ計算では 10~12 とする。
NTIM	拡散計算における CPU 打切り時間 (秒)
NBATCH	倍増時間算出時の燃料交換バッチ数
OUTCR	倍増時間算出時に使用する燃料再処理期間 (年) (実数型定数)
RLOSS	倍増時間算出時に使用する燃料再処理損失率 (実数型定数)
ISN	Sn 次数
NODR	ノード内中性子束の展開次数
NODRL	径方向漏れの展開次数
IOP1	中性子束高次モーメントの計算オプション
IOP2	横方向漏れの高次モーメントの計算オプション =0 内部反復毎に計算 =1 全内部反復後に計算
DELDAY	燃焼計算における燃焼間隔 (実数型定数)
NSMALL	燃焼計算における計算ステップ数 注 1) 注 1) 燃焼間隔 (DELDAY) を計算ステップ数 (NSMALL) に分割して燃焼計算する。但し、この計算で使用する中性子束分布は、拡散計算後のもので燃焼期間 (DELDAY) 中は一定である。

入力データ#9

#9 計算パラメータブロック (CPARA2)

EPSRMD	拡散計算における実効増倍率 k_{eff} の収束判定値 (ε_{rmd}) 注1) [5E-5] Outer Iteration における繰返し計算過程の実効増倍率の差 ($\Delta k_{\text{eff}}/k_{\text{eff}}$) が収束判定値 ($\varepsilon_{\text{rmd}}$) 以下なら収束したものとみなす。 $\left \frac{\Delta k_{\text{eff}}}{k_{\text{eff}}} \right \leq \text{EPSRMD}$
EPSF	拡散計算における核分裂源 S_F の収束判定値 注2) [1E-4] Outer Iteration における繰返し計算過程の核分裂源の差が収束判定値 (ε_f) 以下なら収束したものとみなす。 $\left \text{MAX} \left[\frac{\Delta S_F}{S_F} \right] \right \leq \text{EPSF}$
EPSMIN	拡散計算の収束過程での下限実効増倍率 (λ_l) 注3) [0.5] Outer Iteration における繰返し計算過程で実効増倍率 k_{eff} が下限実効増倍率 (λ_l) 以下のときは、計算を中止する。
EPSMAX	拡散計算の収束過程での上限実効増倍率 (λ_u) 注3) [1.5] Outer Iteration における繰返し計算過程で実効増倍率 k_{eff} が上限実効増倍率 (λ_u) 以上のときは、計算を中止する。
注1) このデータは、Adjoint Flux, Fixed Source 問題の計算では使用しない。 注2) このデータは、すべて拡散計算の中性子束の収束判定に使用する。また、normal Flux 計算においては、実効増倍率の収束判定及び中性子束の収束判定の両方が満足したとき繰返し計算を終了させる。 注3) 上下限実効増倍率判定値 (EPSMAX, EPSMIN) は、予め推定した実効増倍率から大きく異なった場合に計算を中止するために設けた。	
METHOD	燃焼計算における解法の選択 =1, 行列指数法 (他は不可)
CLB	核種組成最小値 (すべての解法で使用) [1×10^{-50}] (核種組成の値がこれ以下のものは0とみなす。)
NSTEPI	行列指数法における燃焼時間分割ステップ数 [自動設定]
NTERM	行列指数法における展開次数 [60] (次数がこの値を越すとそのステップの計算打ち切り)
IMXE1	ダミー
IMXE2	ダミー
CONVG	行列指数法における1ステップ中の収束判定値 [1×10^{-8}]

ISTEP	平均生成率法における燃焼期間分割ステップ数 [自動設定]
AGRWT	平均生成率法における生成項の親核種組成の重み [0.5] 平均生成率において生成項の親核種組成の値 $\overline{N_p(n\Delta)}$ は、そのステップで計算された値 $N_p(n\Delta)$ と 1 つ前のステップで計算された値 $N_p(n-1)\Delta$ の平均値を用いる。 すなわち $\overline{N_p(n\Delta)} = \alpha N_p((n-1)\Delta) + (1-\alpha)N_p(n\Delta)$ $(0 < \alpha < 1)$ この α が重みである。

入力データ#10

#10 軸方向データブロック (AXIAL)

Do $j=1$, 集合体グループ数の繰返し ($J \leq \text{MAGP}^*$)

NREGZ	軸方向領域数
MATZ (NREGZ)	各軸方向領域内物質番号 注 1), 注 2)
DREGZ (NREGZ)	各軸方向領域の寸法 (cm) 注 1)

データの終りは EOI を与える。

End Do

注 1) 炉心上から炉心下方向に入力する。
注 2) 物質番号は ATDEN ブロックおよび REGION ブロックで入力される
順番を指定する。

入力データ#11

#11 集合体グループブロック (ASYGROUP)

DO j=1, 集合体グループ数の繰返し (J≤MAGP*)

IC015(1, J)	集合体グループ番号 J に対するフラグ =0, 使用しない集合体グループ =1, 軸方向に移動しない集合体グループ (例えば燃料集合体など) =2, 軸方向に移動する集合体グループ (例えば制御棒集合体)
IC015(2, J)	集合体グループ番号 J に対する混合グループ番号 (≤MAMX*)
IC015(3, J)	集合体グループ番号 J に対する印刷出力フラグ =0, 編集出力しない =1, 編集出力する (この編集出力フラグは、炉心マップ状に編集出力する 2 次元諸量に 対してのみ有効である)
IC015(4, J)	集合体グループ番号 J に対する属性 =1, 内側炉心燃料集合体 =2, 外側炉心燃料集合体 =3, 径方向ブランケット燃料集合体 =4, 制御棒集合体、径方向しゃへい体、その他集合体
IC015(5, J)	集合体グループ番号 J に対するプロット出力するフラグ 注 2) =0, 編集出力しない >0, 諸量 (数値) を編集出力する <0, 次の IC015(6, J) で指定する文字を編集出力する
IC015(6, J)	集合体グループ番号 J に対する属性名で、各種編集出力時の見出しに 使用され、4 文字の英数字もしくは特殊文字を入れる。 ××××, ' ' もしくは 4H は不要。
IC015 (7~10, J)	集合体グループ番号 J の名称 (≤16 文字) このデータは各種編集出力時の見出しに使用される。 ×××. . . ×××, ' ' もしくは 16H は不要。

データの終りは EOI を与える

End Do

注 1) 混合グループ番号は、REGION ブロックの指定する名称に対応し各種編集出力時の積算値や平均値の算出に使用される。
 注 2) IC015(5, j) で指定するプロット用集合体グループ番号 |±n| に従ってグループ境界を太ペンで描く。

入力データ#12

#12 領域データブロック (REGION)

Do $j=1$, 繰り返し ($J \leq \text{MREG}$)

IC016(1, J)	領域番号 J に対する断面積セット番号 ($\leq \text{MREG}^*$)
IC016(2, J)	領域番号 J に対する混合領域番号 ($\leq \text{MMIX}^*$) 注 1)
IC016(3, J)	領域番号 J に対する編集出力フラグ =0, 編集出力しない =1, 編集出力する (この編集出力フラグは、炉心マップ状に編集出力する 3 次元諸量に対してのみ有効である)
IC016(4, J)	領域番号 J に対する属性 =1, 炉心燃料領域 (内側炉心、外側炉心) =2, 軸方向ブランケット領域 =3, 軸方向遮蔽体領域 =4, 径方向ブランケット領域 =5, 径方向遮蔽体、その他の領域 =6, 制御棒吸収体領域
IC016(5, J)	領域番号 J に対しプロッタ上に編集出力するときのプロッタ用領域番号 =0, プロッタ上に編集出力しない領域 >0, プロッタ上に諸量 (数値) を編集出力する領域 <0, プロッタ上に指定した文字を編集出力する領域
IC016(6, J)	領域番号 J に対する属性名で、各種編集出力時の見直しに使用され、4 文字の英数字もしくは特殊文字を入れる。 ××××
IC016 (7~10, J)	領域番号 J の名称 (≤ 16 文字) (このデータは各種編集出力時の見出しに使用される。) ×××. . . ×××

データの終りは EOI を与える

End Do

注 1) 混合領域番号は、各種編集出力時の積算値や平均値の算出に使用する。

入力データ#13

#13 断面積指定ブロック (MICROXS)

NLIB	核反応断面積セットの指定オプション =0, MOSES 形式マイクロ断面積ファイル。発熱断面積を含む。 注 1) =1, CITATION 形式マイクロ断面積ファイル。
NSET	最大使用核反応断面積セット数 ($\leq$ MSET*) 注 2)
NNUC	計算で使用する核種数 ($\leq$ MNUC*) 注 3)
NRAC	核反応断面積の反応種類数 (=6) 注 4)
NHAT	発熱断面積オプション 注 5) =0, 核分裂断面積 σ_f と EFISS (XSNUC ブロック参照) により発熱断面積を設定する。 =1, 捕獲断面積 σ_c と ECAPT (XSNUC ブロック参照)、核分裂断面積 σ_f と EFISS (XSNUC ブロック参照) とにより発熱断面積を設定する。 =2, 発熱断面積 σ_h を使用する
NFGP	高速中性子束の下端エネルギー群 (現在はダミー) ここで高速中性子束は 0.1MeV 以上
CHI (NGRP)	核分裂スペクトル χ_g をエネルギー群ごとに入力する (実数型定数)。 moses では炉心全体で一定のスペクトルを使用する。

注 1) CITATION 形式から一次元断面積部の配列が一つ増加している。

CITATION の一次元配列断面積は、 σ_a , σ_f , σ_{tr} , ν , σ_x であるが、moses の形式は、 σ_a , σ_f , σ_{tr} , ν , σ_h , σ_x と並んでいる。ただし、 $x=(n, 2n)$ 又は (n, α) である。

注 2) CITATION ミクロ断面積ファイルから読み込む場合、セット数 (NSET) はファイルの最大セット数に等しいか、それ以下でなければならない。

注 3) 本コードでは、核種番号と断面積や原子数密度を記憶する変数名の添字番号とが、1 対 1 に対応している。したがって、核種数 (NNUC) は使用する核種番号の最大番号を入力しなければならない。

注 4) 反応種類数 (NRAC) は、散乱マイクロ断面積 ($\sigma_{sg \rightarrow g'}$) を除く反応断面積の種類数を意味するが、現在はダミーとしている。

注 5) 発熱断面積オプション (NHAT=1) のとき、XSNUC ブロックの放出エネルギー並びに中性子捕獲による放出エネルギーを核種ごとに入力しなければならない。

入力データ#14

#14 核種に関するデータブロック (XSNUC)

Do I=1, NNUC (核種数: $NNUC \leq MNUC^*$)

IDNUC(1)	核種番号 1 に対応する CITATION ミクロ断面積ファイル内の核種コード番号
NAMNUC(1)	核種の名称 (≤8 文字)
IFIS(1)	核分裂、FP 核種オプション 注 1) =0, 核分裂、FP 以外の核種 =+1, ウラニウム系核分裂核種 =+2, プルトニウム系核分裂核種 =-1, FP 核種 =-2, 荷重粒子放出核種 (B10 など)
NKIND(1)	核種の分類 =1, Fissile 核種 =2, Fertile 核種 =3, その他の燃料核種 =4, FP 核種 =5, 燃料酸化物 (酸素) 核種 =6, 冷却材、構造材核種 =7, B ₄ C 核種 =8, 上記 1~7 に含まれない核種
NANAL(1)	未使用 (0)
KLIB(1)	核種に関する入力オプション =0, 入力データの値を使用する =1, ATW, EFISS のデータをライブラリーから読み込む (=2, 1+DECAY のデータをライブラリーから読み込む)
ATW(1)	核種の原子量 (実数型定数)
EFISS(1)	核分裂時の全有効放出エネルギー (実数型定数)。単位は W・s (このデータは、発熱断面積オプションが NHAT=1 のとき使用される)
ECAPT(1)	中性子捕獲時の全有効放出エネルギー (実数型定数)。単位は W・s (このデータは、発熱断面積オプションが NHAT=1 のとき使用される)
DECAY(1)	崩壊定数。単位は 1/s

End Do

注 1) この IFIS=0 以外の核種が、燃焼計算により組成が変わる。

入力データ#15

#15 燃焼連鎖に関するデータブロック (REACT1)

Do $j=1$, 反応数の繰り返し

IC064(1, J)	反応の親核種番号 (XSNUC ブロック中の IDNUC の番号を入れる)
IC064(2, J)	反応の娘核種番号 (XSNUC ブロック中の IDNUC の番号を入れる)
IC064(3, J)	反応の種類番号 注 1) =1, 崩壊 =2, (n, γ) 反応 =3, (n, α) 反応 =4, (n, p) 反応 =5, (n, 2n) 反応 =6, (n, d) 反応 =7, (n, t) 反応 =8, 核分裂
CL064(4, J)	反応割合

データの終わりには、先頭に 0 を与える。

End Do

注 1) 3～7 は断面積ファイル中の σ_x の位置に設定されている場合に扱われる。設定されていない場合は、この燃焼経路は無視される。

入力データ#16

#16 核分裂収率データブロック (YIELD)

Do n=1, 核分裂性核種 注 1)

IFP (n)	FP 核種のコード番号
IFS (n)	核分裂性核種のコード番号
YIELD (n)	核分裂収率の割合 (100%の場合 1.0 を指定する)

End Do

注 1) XSNUC ブロックのデータで IFIS>0 の核種合計

入力データ#17

#17 原子数密度ブロック (ATDEN)

Do j=1, 領域数 ($J \leq \text{MREG}^*$)

ATDEN(i, J)

原子数密度 (個/barn·cm)
i=1, NNUC 注 1)

データの終了は EOI を与える

End Do

注 1) 核種の順序は XSNUC ブロックの核種指定順序と同じ。

入力データ#18

#18 拡散計算の境界条件ブロック (BOUNDARY)

CSR (NGRP)	エネルギー群 g に対する径方向境界定数 0 を与える
CSU (NGRP)	エネルギー群 g に対する軸方向上部境界定数 0 を与える
CSL (NGRP)	エネルギー群 g に対する軸方向下部境界定数 0 を与える

入力データ#19

#19 燃料交換データブロック (REFUEL)

Do j=1, 最大サイクル数 (MCYL*)

IC051(1, J)	炉内装荷オプション 注 1) , 注 2) =0, 装荷しない =1, 炉内に燃料集合体もしくは他の集合体を装荷する
IC051(2, J)	炉外取出しオプション 注 3) =0, 取出さない =1, 炉内の燃料集合体もしくは他の集合体を取り出す
CL051(3, J)	燃料交換間隔 (実数型定数) (日)

End Do

注 1) 本コードでは、燃料管理情報の編集出力が含まれており、燃料の炉内装荷と取出しを別々に指定する。なお、装荷、取出し位置は次の REFMAP ブロックで指定する。

注 2) 本コードの初期設定では、全ての集合体は炉内に装荷されてない状態になっている。したがって、初装荷炉心計算のような場合、まず全集合体 (計算体系の全て) を炉内に装荷する必要がある。

注 3) 上記注 2) において、初装荷炉心計算では、炉外に燃料もしくは他集合体を取り出す必要がないので注意のこと。

入力データ#20

#20 燃料交換パターンマップブロック (REFMAP)

Do $j=1$, 最大燃焼サイクル数 (MCYL*)

NAM	任意のコメント (≤ 8 文字)
-----	------------------------

Do $j=1$, 任意数のくり返し 注 1)

I1	集合体開始番号 注 2)
I2	集合体終了番号
K	集合体グループ番号 ($\leq \text{MAGP}^*$)

データの終りは EOI を与える

End Do

End Do

注 1) データはオーバーレイ形式で指定

注 2) 1 組のデータの終了は $I1=I2=K=0$ で判断する.

入力データ#21

#21 プラント状態ブロック (PLANT)

CPOWER	炉心計算体系熱出力 (MWt) 1/2, 1/3, 1/6 体系の時はその体積に合わせて出力を与える。
TIN	炉心入口冷却材温度 (°C) (現在はダミー)

入力データ#22

#22 制御棒引抜ストロークブロック (CRPOS)

CL073 (MAGP*)	集合体グループ番号Jに対して、炉心上部方向に引抜く場合のストロークを入力する。 注 1) ここで、集合体グループは移動する集合体グループ 注 2) を対象とし、その集合体グループに属する集合体全てが一様に引抜かれる。(データは必ずMAGP個入力する。) 注 2) 通常、燃料集合体や径方向しゃへい体などは炉心に全挿入された状態であり、このときの引抜きストロークは0.0cmである。 注 3) 移動集合体グループか固定集合体グループかの区別 はブロック ASYGROUP の IC015 (1, J) で指定されている。
---------------	---

入力データ#25

#25 シャフリングデータブロック (SHUFFLE)

NPATH	シャフリング経路数 ($N \leq \text{MSHUF2}^*$)
-------	--

Do $n=1$, NPATH

NG	シャフリング時に装荷される新燃料の集合体グループ番号
NPOS	シャフリング時に移動する集合体の位置の数 ($\leq \text{MSHUF1}^*$)
POS (1~NPOS)	移動する集合体が各々移動する位置で、炉心内に装荷された燃料集合体は、POS(1)→POS(2)→…→POS(NPOS)と移動する。位置は径方向メッシュ（初装荷時の集合体番号に対応）を指定する。

データの終わりにはEOIを与える。

End Do,

注 1) バッチ燃料交換と混在して使用できる。
ただし、集合体移動位置とバッチ交換の装荷位置が同じ場合にはシャフリング指定が優先される。
注 2) シャフリングを行う際には事前に燃料装荷が行われていること。

最大配列長

データを読み込むために配列の上限を設定している。これは計算結果の最初の頁に表示されているが、dimen.inc で例えば次のように設定されているので、問題の規模に応じてサイズを変更する。

MSYM	= 6	Core Symmetry(1/2/3/6=sixth/third/harf/full)
MLAY	= 19	Max Number of Assembly Layers
MAZN	= 50	Max Number of Axial Zones
MPLN	= 100	Max Number of Axial Planes
MGRP	= 7	Max Number of Energy Groups
MSET	= 30	Max Number of Section Sets
MAGP	= 50	Max Number of Assembly Groups
MAOR	= 1	Max Number of Orifice Zones (Not Used Now)
MAMX	= 30	Max Number of Mixture Groups
MMIX	= 50	Max Number of Mixture Regions
MREG	= 150	Max Number of Regions
MFUEL	= 20	Max Number of Fuel Nuclides
MCYL	= 20	Max Number of Loading Cycles
MDEDT	= 200	Max Number of Assemblies for Detailed Edit
MNUC	= 50	Max Number of Nuclides
MMATXE	= 100	Max Number of Nuclide Chains input
MFSLR	= 25	Max Number of Fissionable Nuclides input
MFPR	= 10	Max Number of FP Nuclides input
MSHUF1	= 10	Max Number of Shuffling Assemblies
MSHUF2	= 20	Max Number of Shuffling Chains
MBXCH	= 100	Max Number of Nuclide Chain (Not Used Now)
MSXCH	= 100	Max Number of Nuclide Chain (Not Used Now)
MBREG	= 50	Max Number of Buckling Region Sets
MBIJ	= 100	Max Number of Assemblies for Each Buckling Calculation Regions
MAVSET	= 10	Max Number of Assembly Averaging Set
MAVAS	= 10	Max Number of Assemblies for Each Averaging Set

上記例を参考としてこれらのパラメータを設定する。

入力順序

1 タイトル

2

CONTROL
EDIT
EDITD
(EOB)

3

LOADING
GEOM
CPARA1
CPARA2
(EOB)

4

AXIAL
(EOI)
ASYGROUP
(EOI)
REGION
(EOI)
MICROXS
XSNUC
REACT1
YIELD
ATDEN
(EOI)
BOUNDARY
REFUEL
REFMAP
(EOI)
PLANT
CRPOS
ASMSRC
FIXSRC
BUCKLING
PERTZONE
(EOB)

入力データは、①，②，③，④，の順でなければならない。また、①，②，③，④，を区切る‘EOB’カードは必ず入力する。ここで、①，②，③，④，各々の内ではブロックの順序は任意である。複数の問題に対して連続計算（例：サイクル計算）を行なう場合は、2番目の問題の入力データを。最初のデータ（①，②，③，④）のあとに続ければ良い。この時、最初の問題と2番目の問題で共通のデータに関しては省略できる。ただし、TITLE,

CONTROL, LOADING ブロック, および 3 枚の 'EOB' カードは必須である。

入力データ作成上の注意

(1) 全般的な注意

現状ではデータブロックの終了を EOI の指定で判断するものと単にデータ数のみで判断するものがあるので、サンプルデータを参照しながら指定する。また、EOB の位置についても注意すること。

(2) 炉心形状の指定

・径方向については GEOM データにて

NSYM : 6/3/2/1= (1/1 炉心) / (1/2 炉心) / (1/3 炉心) / (1/6 炉心)

NLAY : 径方向集合体層数 (中心を 1 とする)

に注意して設定する。集合総数は

$$NBLC = NLAY * (NLAY - 1) * NSYM / 2 + 1$$

となる。また集合体番号はコード内で自動的に割り振られる。

・軸方向については GEOM データにて

NAZN : 軸方向ゾーン数

NPLN : 軸方向メッシュ数

を指定する。このパラメータで拡散・燃焼計算が実行される。軸方向のメッシュの割り振りは、集合体上端から下端に向かって各軸方向ゾーン毎に、

ゾーン内メッシュ数

ゾーン幅 (cm)

を指定する。ゾーン内メッシュ数の合計は、前記 NPLN に一致する必要がある。

(3) 燃料集合体の指定

燃料集合体の指定に関しては次のデータブロックが関係する。

- | | |
|-------------|----------------|
| a. AXIAL | : 軸方向構成 |
| b. ASYGROUP | : 集合体グループの指定 |
| c. REGION | : 集合体構成領域 |
| d. REFUEL | : 燃料装荷、取出しグループ |
| e. REFMAP | : 燃料装荷マップ |

データの作成順序としては次の通りすれば良い。

(i) 集合体軸方向構成 (AXIAL)

各集合体を構成する物質組成と寸法を指定する。

物質組成は ATDEN で指定する順番で定まる番号を与える。

(ii) 集合体グループの指定 (ASYGROUP)

集合体グループは同一の集合体の集まりを意味し、このグループ番号で集合体装荷／取出しの指定が行われる。

ASYGROUP はこの集合体グループ番号毎の計算結果を編集出力する場合に用いられる。

(iii) 領域指定 (REGION)

集合体を構成する物質の属性（適用する断面積セット番号、領域番号、混合領域番号）を指定する。

この領域の核種構成は各領域データ毎の指定における 2 番目のデータ

(IC015(2, J)) で ATDEN ブロックのデータと結び付けられる。

(iv) 集合体装荷マップ (REFMAP)

上記集合体グループの炉心装荷／取出し位置は REFMAP にて指定する。

ここでは集合体番号（体系内位置）と集合体グループ番号との対応が必要となる。

(v) 装荷／取出し指定 (REFUEL, LOADING)

装荷／取出しのマップの選択をこのブロックで指定する。

最大 MCYL 組までの REFUEL マップを用意できる。

最終的装荷／取出しは LOADING ブロックで REFUEL マップ内の一つを指定する。

 入力データ読み込みで発生するエラー

入力データを読み込む際にしばしば発生するエラーは、与えるべき数のデータを指定しない場合である。

例として、次のように EDITD ブロックの一部をコメント化し、データ不足となる例を示す。

```

snr300-like data 1/1 symmetry
nmes=5: new TriZ mesh npln=18
control  1 1 1          && diffusion cal. on , plot
          0 0 1          && burnup cal. off
edit     13*1 12*0  2 0 0    2*0 && edit program set up , no plot
          13*1 12*0 5*0          && edit fuel management, no plot
          22*1 3*0  1 0 2    2*0 && edit diffusion cal. , plot
          30*0          && edit burnup cal.
editd    200*0
          200*0
&& error simulated      200*0
eob
loading  1          && initial loading
  
```

このとき、出力リスト上には次のようなエラーメッセージが出される。

```

      MBIJ = 100 Max Number of Assemblies for Buckling Region
      MAVSET= 10 Max Number of Assembly Averaging Set
      MAVASY= 10 Max Number of Assemblies for Each Avearging Set
0 When to modify above size, change "dimen.inc" and remake
0-*caution**caution**caution**caution**caution**caution**caution**caution**c
aution*
lsnr300-like data 1/1 symmetry                      Wed Mar 15 17:00:38 2000 page 1
nmes=5: new TriZ mesh npln=18                        cpu time (sec) 0.0

>
>>>> expected a numeric field, field found was : eob
>
  
```

エラーの理由は、次の入力データのエコー出力（99番出力）を参照すること。

すると、となっており、EDIT の直前までは、データの入力が正しく行われていることがわかる。

```

input card      ++++ snr300-like data 1/1 symmetry      ++++
input card      ++++ nmes=5: new TriZ mesh npln=18      ++++
1
input card      ++++ control 1 1 1      && diffusion cal. on , plot      ++++
input card      ++++      0 0 1      && burnup cal. off      ++++
input card      ++++ edit 13*1 12*0 2 0 0 2*0 && edit program set up , no plot      ++++
input card      ++++      13*1 12*0 5*0      && edit fuel management, no plot      ++++
input card      ++++      22*1 3*0 1 0 2 2*0 && edit diffusion cal. , plot      ++++
input card      ++++      30*0      && edit burnup cal.      ++++
input card      ++++ editd 200*0      ++++
input card      ++++      200*0      ++++
input card      ++++ && error simulated      200*0      ++++
input card      ++++ eob      ++++
>
>>>> expected a numeric field, field found was : eob
>

```

4. サンプル入力データ

```

(1) nsburn test 7layer problem      ← タイトル
nshxburn                             ← タイトル
control 1 1 0      && transport cal. on , no plot
      1 1 0      && burnup cal. off
edit && 13*1 12*0 2 0 0  2*0 && edit program set up , no plot
      && 13*1 12*0 5*0      && edit fuel management, no plot
      && 22*1 3*0 1 0 2  2*0 && edit transport cal. , plot
      30*1      && edit burnup cal.
      30*1      && edit burnup cal.
      30*1      && edit burnup cal.
      30*1      && edit burnup cal.
editd 200*0
      200*0
      200*0
eob
loading 1      && initial loading
geom && nsym nlay npln nazn ngrp pitch
      6 7 36 8 4 11.2003
      && meshz
      && 4 5 5 4
      2*4 2*5 2*5 2*4
      && delz
      && 40.0 47.5 47.5 40.0
      2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0
cpara1 && nmes ncal nitr niit ntim nbatch outer rloss
      1 0 100 10 0 0 0 0
      && isn nodr nodrl iopl iop2      ← 輸送計算用
      4 3 2 5 0
      && delday nsmall
      100.0 1
cpara2 && epsrmd epsf epsmin epsmax
      1.0e-5 1.0e-4 0.5 1.5
      && method clb nstepi nterm dum convg istep agrwt
      1 0.0 0 0 0 0 0.0 0 0.0
eob
axial && nregz matz dregz
      8 2*4 2*1 2*1 2*4 2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0 && inner core
      8 2*4 2*2 2*2 2*4 2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0 && outer core
      8 2*5 2*6 2*6 2*6 2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0 && inner control rod
      8 2*5 2*6 2*6 2*6 2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0 && outer control rod
      8 2*3 2*3 2*3 2*3 2*20.0 2*23.75 2*23.75 2*20.0 && radial blanket

eoi
asygroup && icol5      8byte : 2set
      1 1 1 1 1 icr inner core
      1 2 1 2 2 ocr outer core
      2 3 1 4 -4 ird inner cont-rod
      2 4 1 4 -5 ord outer cont-rod
      1 5 1 3 3 rbl radial blanket
eoi
region && icol6
      1 1 1 1 1 $icr inner core
      2 2 1 1 1 $ocr outer core
      3 3 1 4 1 $rbl radial blanket
      4 4 1 2 1 $abl axial blanket
      5 5 1 6 1 $abs absorber region

```

```

6 6 1 5 1 $fol follower region
eoi
microxs && nlib nset nnuc nrac nhad nfgp chi
      1 6 21 6 0 1
      .757592 .226231 1.61719e-2 5.37580e-6
xsnucl
&& idnuc namnuc ifis nburn nanal klib atw efiss ecapd decay
 24 cr      0 8 0 0 52. 0.0 0.0 0.0 && 1
 26 fe      0 8 0 0 56. 0.0 0.0 0.0 && 2
 42 mo      0 8 0 0 96. 0.0 0.0 0.0 && 3
 11 na      0 6 0 0 23. 0.0 0.0 0.0 && 4
 41 nb      0 8 0 0 93. 0.0 0.0 0.0 && 5
 28 ni      0 8 0 0 59. 0.0 0.0 0.0 && 6
 8 o       0 5 0 0 16. 0.0 0.0 0.0 && 7
140 pu240   2 2 0 0 240. 3.36e-11 0.0 0.0 && 8
141 pu241   2 1 0 0 241. 3.37e-11 0.0 1.529e-9 && 9
142 pu242   2 2 0 0 242. 3.38e-11 0.0 0.0 && 10
149 pu239   2 1 0 0 239. 3.34e-11 0.0 0.0 && 11
125 u235    1 1 0 0 235. 3.23e-11 0.0 0.0 && 12
128 u238    1 2 0 0 238. 3.31e-11 0.0 0.0 && 13
 23 v       0 8 0 0 51. 0.0 0.0 0.0 && 14
154 u235fp  -1 4 0 0 235. 0.0 0.0 0.0 && 15
184 u238fp  -1 4 0 0 238. 0.0 0.0 0.0 && 16
194 pu29fp  -1 4 0 0 239. 0.0 0.0 0.0 && 17
114 pu21fp  -1 4 0 0 241. 0.0 0.0 0.0 && 18
105 b10     0 7 0 0 10. 0.0 0.0 0.0 && 19
115 b11     0 7 0 0 11. 0.0 0.0 0.0 && 20
 6 c       0 7 0 0 6. 0.0 0.0 0.0 && 21
reactl
128 149 2 1.0
149 140 2 1.0
140 141 2 1.0
141 142 2 1.0
0
yield
194 140 1.0
114 141 1.0
114 142 1.0
194 149 1.0
154 125 1.0
184 128 1.0
atden
&& i/c
.334470-2 .110890-1 .156334-3 .103501-1 .104014-3 .247123-2
.124809-1 .305554-3 .347220-4 .694441-5 .104166-2 .121290-4
.483946-2 .658087-4 .0 .0 .0 .0
.0 .0 .0
&& o/c
.334470-2 .110890-1 .156334-3 .103501-1 .104014-3 .247123-2
.124809-1 .443006-3 .503416-4 .100683-4 .151025-2 .106296-4
.424120-2 .658087-4 .0 .0 .0 .0
.0 .0 .0
&& r/b
.382146-2 .123953-1 .207136-3 .699362-2 .118141-3 .310313-2
.196203-1 .0 .0 .0 .0 .245254-4
.978563-2 .0 .0 .0 .0 .0
.0 .0 .0
&& a/b
.336830-2 .111654-1 .157626-3 .995783-2 .104749-3 .249052-2

```

[illegible]

```

42 42 2
46 46 2
50 50 2
54 54 2
58 58 2
0 0 0
eoi
plant 50 1000    && cpower
crpos 100*0.0
eob
(2) nsburn test 7layer problem
nshexburn
&& control 3*1    && transport cal. on , no plot
&&          3*1
control 1 1 1 1 1 1    && transport cal. on , no plot
eob
loading 2
eob
plant 50 800    && cpower
crpos 100*0.0
eob

```

5. サンプル出力例

[illegible][illegible]

-caution--caution-***-caution-***-caution-***-caution-***-caution-***-caution-***-caution-***-caution-***

Restrictions for Input Data Array Size:

```

MSTN      = 6 Core Symmetry (1/2/3/6-sixth/third/half/full)
MLAY      = 16 Max Number of Assembly Layers
MAZN      = 30 Max Number of Axial Zones
MPLN      = 100 Max Number of Axial Plans
MGRP      = 4 Max Number of Energy Groups
MSET      = 50 Max Number of Cross Section Sets
MAGP      = 100 Max Number of Assembly Groups
MAOR      = 1 Max Number of Orifice Zones (Not Used Now)
MAIX      = 30 Max Number of Mixture Groups
MMIX      = 30 Max Number of Mixture Regions
MREG      = 200 Max Number of Regions
MFUEL     = 30 Max Number of Fuel Nuclides
MCYL      = 20 Max Number of Loading Cycles
MDEDT     = 200 Max Number of Assemblies for Detailed Edit
MNUC      = 50 Max Number of Nuclides
IMNATX= 100 Max Number of Nuclide Chains input
MFLSR     = 30 Max Number of Fissionable Nuclides input
MFRP      = 10 Max Number of FP Nuclides input
MSHUF1= 10 Max Number of Shuffling Assemblies
MSHUF2= 20 Max Number of Shuffling Chains
MBXCH     = 10 Max Number of Nuclide Chain (Not Used Now)
MSXCH     = 10 Max Number of Nuclide Chain (Not Used Now)
MBREG     = 50 Max Number of Buckling Region Sets
MBJ1      = 100 Max Number of Assemblies for Buckling Region
MAVSET= 10 Max Number of Assembly Averaging Set
MAVASY= 10 Max Number of Assemblies for Each Averaging Set

```

When to modify above size, change "dimen.inc" and remake

[illegible]

```
(1) nsburn test 7layer problem
nshexburn
```

```
Sun March 6 15:34:43 2001 page 1
      cpu time (sec)      0.0
```

cross section file informations
following cross section sat was read

```

set= 1 title= COMP 1
      type= 0 nns= 18 ngs= 4
xs id = 24 26 42 11 41 28 8 140 141 142 149 125 128 23 154 184 194 114
set= 2 title= COMP 2
      type= 0 nns= 18 ngs= 4
xs id = 24 26 42 11 41 28 8 140 141 142 149 125 128 23 154 184 194 114
set= 3 title= COMP 3
      type= 0 nns= 13 ngs= 4
xs id = 24 26 42 11 41 28 8 125 128 154 184 194 114
set= 4 title= COMP 4
      type= 0 nns= 14 ngs= 4
xs id = 24 26 42 11 41 28 8 125 128 23 154 184 194 114
set= 5 title= COMP 5
      type= 0 nns= 9 ngs= 4
xs id = 105 115 6 24 26 42 11 41 28
set= 6 title= COMP 6
      type= 0 nns= 6 ngs= 4
xs id = 24 26 42 11 41 28

```

A-48

JNC TJ9400 2001-008

(1) nsburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:34:43 2001 page 2
cpu time (sec) 0.0

edit option list (setup module)

1) edit option data list print	(0=no,1=yes)	1	26) assembly/layer no. plot	(0=no,1=asm,2=1+lay)	1
2) general input data list print	(0=no,1=yes)	1	27) assembly group no. plot	(0=no,1=yes)	1
3) library data list print	(0=no,1=yes)	1	28) orifice zone no. plot	(0=no,1=yes)	1
4) assembly group - mixture group	(0=no,1=yes)	1	29)	1	1
5) region - mixture region table	(0=no,1=yes)	1	30)	1	1
6) axial geometry by groups	(0=no,1=scr,2=all)	1	31)	1	1
7) assembly no. map print	(0=no,1=yes)	1	32)	0	0
8) assembly group map print	(0=no,1=yes)	1	33)	0	0
9) mixture group map print	(0=no,1=yes)	1	34)	0	0
10) orifice zone map print	(0=no,1=yes)	1	35)	0	0
11) subchannel temp. cal. assembly map	(0=no,1=yes)	1	36)	0	0
12) fine mesh dep. cal. assembly map	(0=no,1=yes)	1	37)	0	0
13) control rod draw stroke print	(0=no,1=yes)	1	38)	0	0
14)	1	1	39)	0	0
15)	1	1	40)	0	0
16)	1	1	41)	0	0
17)	1	1	42)	0	0
18)	1	1	43)	0	0
19)	1	1	44)	0	0
20)	1	1	45)	0	0
21)	1	1	46)	0	0
22)	1	1	47)	0	0
23)	1	1	48)	0	0
24)	1	1	49)	0	0
25)	1	1	50)	0	0

(1) nsburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:34:43 2001 page 4
cpu time (sec) 0.0

general input data list (setup module)

1 nsym	rotational symmetry (1,2,3,6)	6	tin	operation coolant inlet temp (deg.c)	1.0000e+01
1 nlay	no. of layers (include center block)	7	fpitch	hot/cold of subassembly pitch fraction	1.0000e+00
1 npln	no. of planes	36	cpitch	cold sub assembly pitch (cm)	1.1200e+01
1 nazn	no. of axial zones	8	hpitch	hot-op sub assembly pitch (cm)	1.1200e+01
1 naem	material type no. for axial expansion	0	hxarea	hexagonal area (cm**2)	1.0864e+02
0 naeo	element no. for axial expansion	0	height	core height (cm)	1.7500e+02
0 naea	sub assembly no. for axial expansion	0	hexvol	subassembly volume (cm**3)	1.9012e+04
0 naet	temperature no. for axial expansion	0			
0 nrem	material type no. for radial expansion	0			
0 nrea	element no. for radial expansion	0			
0 nbic	no. of sub assemblies	127			
0 nbcl	no. of outside assemblies	169			
0 nagp	no. of assembly groups	5			
0 namx	no. of mixture groups	5			
0 naor	no. of orifice zones	1			
0 nreg	no. of regions	6			
0 nmix	no. of mixture regions	6			
0 nadc	no. of fine mesh depletion cal. assemblies	0			

{1} nshburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:34:43 2001 page 4
cpu time (sec) 0.0

cross section library data

nlib	library cross section option	1
nset	no. of cross section sets	6
nmuc	no. of nuclides	21
nrac	no. of reactions	6
nbat	heating cross section option	0
ngrp	no. of energy groups	4
nfp	group no. for fast flux energy (e>0.1mev)	1
nfuel	no. of fuel nuclides	6
nfp	no. of fp nuclides	4

{1} nshburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:34:43 2001 page 5
cpu time (sec) 0.0

assembly group table

assembly group table										mixture group table				
no.	n a m e		flag	mix.	edit.	attr.	plot.	name	assem	no.	n a m e		assem	
1	inner	core	1	1	1	1	1	icr	33	1	inner	core	33	
2	outer	core	1	2	1	2	2	ocr	54	2	outer	core	54	
3	inner	cont-rod	2	3	1	4	-4	ird	1	3	inner	cont-rod	1	
4	outer	cont-rod	2	4	1	4	-5	ord	3	4	outer	cont-rod	3	
5	radial	blanket	1	5	1	3	3	rbl	36	5	radial	blanket	36	
t o t a l									127	t o t a l				127

-- nuclide --	o p t i o n				- atomic -	- fission -	- capture -	- decay -
no. name	fis	nburn	nanal	klib	weight	energy	energy	constants
1 cr	0	8	0	0	5.20000e+01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
2 fe	0	8	0	0	5.60000e+01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
3 mo	0	8	0	0	9.60000e+01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
4 na	0	6	0	0	2.30000e+01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
5 nb	0	8	0	0	9.30000e+01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
6 ni	0	8	0	0	5.90000e+01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
7 o	0	5	0	0	1.60000e+01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
8 pu240	2	2	0	0	2.40000e+02	3.36000e-11	0.00000e+00	0.00000e+00
9 pu241	2	1	0	0	2.41000e+02	3.37000e-11	0.00000e+00	1.52900e-08
10 pu242	2	2	0	0	2.42000e+02	3.38000e-11	0.00000e+00	0.00000e+00
11 pu239	2	1	0	0	2.39000e+02	3.34000e-11	0.00000e+00	0.00000e+00
12 u235	1	1	0	0	2.35000e+02	3.23000e-11	0.00000e+00	0.00000e+00
13 u238	1	2	0	0	2.38000e+02	3.31000e-11	0.00000e+00	0.00000e+00
14 v	0	8	0	0	5.10000e+01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
15 u235fp	-1	4	0	0	2.35000e+02	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
16 u238fp	-1	4	0	0	2.38000e+02	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
17 pu239fp	-1	4	0	0	2.39000e+02	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
18 pu241fp	-1	4	0	0	2.41000e+02	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
19 b10	0	7	0	0	1.00000e+01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
20 b11	0	7	0	0	1.10000e+01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
21 c	0	7	0	0	6.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

nuclide burnup chain

no.	parent	reaction	daughter	fraction
1	u238	-> (n,g)	pu239	1.000
2	pu239	-> (n,g)	pu240	1.000
3	pu240	-> (n,g)	pu241	1.000
4	pu241	-> (n,g)	pu242	1.000

nuclide fission yields from heavy nuclides

no.	name	8 pu240	9 pu241	10 pu242	11 pu239	12 u235	13 u238
17	pu239fp	1.0000	0.00000e+00	0.00000e+00	1.0000	0.00000e+00	0.00000e+00
18	pu241fp	0.00000e+00	1.0000	1.0000	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
15	u235fp	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	1.0000	0.00000e+00
16	u238fp	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	1.0000

fission spectrum

7.5759e-01 2.2623e-01 1.6172e-02 5.3758e-06

(1) nsburn test 7layer problem
nshexburn

region table

region table							
no.	name	x-sect.	mixture	edit.op.	attr.	plot.rgn	atr.name
1	inner core	1	1	1	1	1	\$icr 3.405865e+05
2	outer core	2	2	1	1	1	\$ocr 5.573234e+05
3	radial blanket	3	3	1	4	1	\$rbl 6.844322e+05
4	axial blanket	4	4	1	2	1	\$abl 7.561346e+05
5	absorberregion	5	5	1	6	1	\$abs 1.738240e+04
6	followerregion	6	6	1	5	1	\$fol 5.866562e+04
total							2.414525e+06

!!! suppressed

Sun March 6 15:34:43 2001 page 6 (1) nsburn test 7layer problem
cpu time (sec) 0.0 nshexburn

Sun March 6 15:34:43 2001 page 17
cpu time (sec) 0.1

loading fuels information mixture groups

mixture region table			1. no. name		1. inner core		2. outer core		5. radial blanket	
no.	name	volume	2. no. of fuels		33 fuels		54 fuels		36 fuels	
mixture region table			3. inventory		core		core		radial blanket	
no.	name	volume			(kg)	(wt)	(kg)	(wt)	(kg)	(wt)
1	inner core	3.405865e+05	8 pu240		41.47	4.93	98.40	7.12	0.00	0.00
2	outer core	5.573234e+05	9 pu241		4.73	0.56	11.23	0.81	0.00	0.00
3	radial blanket	6.844322e+05	10 pu242		0.95	0.11	2.25	0.16	0.00	0.00
4	axial blanket	7.561346e+05	11 pu239		140.80	16.74	334.05	24.16	0.00	0.00
5	absorberregion	1.738240e+04	12 u235		1.61	0.19	2.31	0.17	3.17	0.25
6	followerregion	5.866562e+04	13 u238		651.41	77.46	782.88	99.75	934.18	67.58
total										
			u total		651.03	77.65	784.81	100.00	936.49	67.74
			pu total		187.96	22.35	0.00	0.00	1284.24	100.00
			pu fiss.		145.53	17.31	0.00	0.00	0.00	0.00
			(u + pu)		840.98	100.00	784.81	100.00	1382.42	100.00
			7 o		112.94	11.84	105.52	11.85	184.81	11.79
			uo2 total		740.83	77.66	890.34	100.00	172.68	11.85
			puo2 total		213.10	22.34	0.00	0.00	356.79	11.05
			mo2 total		953.93	100.00	890.34	100.00	3010.33	100.00
			15 u235fp		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			16 u238fp		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			17 pu29fp		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			18 pu21fp		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			fp total		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

!!! suppressed

(1) nshburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:34:43 2001 page 61
cpu time (sec) 0.1

general input data list (diffusion module)

nmcs	calculation option (mesh correction)	1	epsrmd	error criterion for k-effective	1.0000e-05
ncal	problem (0=normal,1=0adjoint,2=source)	0	epsphi	error criterion for flux	1.0000e-04
nitr	maximum no. of outer iterations	100	epsmin	minimum k-effective for outer iteration	5.0000e-01
nilt	maximum no. of inner iterations	10	epsmax	maximum k-effective for outer iteration	1.5000e+00
ntim	maximum cpu time limits (sec)	600	cpower	power of the reactor (m-watts thermal)	5.0000e+01
			tsour	total fixed source (n/sec)	0.0000e+00
nbach	no. of refueling batches	2			
outcr	out of reactor factor	5.0000e+00			
rloss	processing loss fraction	3.0000e-01			

(1) nshburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:34:43 2001 page 62
cpu time (sec) 0.2

macroscopic cross section by mixture region

no.	n a m e	volume	group	transport	absorption	removal	total	nu-fission	heating
1	inner core	3.405865e+05	1	1.19223e-01	4.81755e-03	2.49532e-02	1.61079e-01	1.24472e-02	1.37554e-13
			2	1.92621e-01	2.84602e-03	7.26184e-03	2.15397e-01	5.29956e-03	6.07201e-14
			3	3.20167e-01	5.90077e-03	1.30191e-03	3.29128e-01	6.12253e-03	7.10310e-14
			4	3.43764e-01	2.49122e-02	-5.58793e-09	3.48867e-01	2.38565e-02	2.77191e-13
2	outer core	5.573234e+05	1	1.19183e-01	5.76429e-03	2.41833e-02	1.61029e-01	1.55516e-02	1.69259e-13
			2	1.92291e-01	3.69489e-03	6.99434e-03	2.15330e-01	7.67598e-03	8.78790e-14
			3	3.19430e-01	5.99787e-03	1.16570e-03	3.28445e-01	8.75022e-03	1.01440e-13
			4	3.51407e-01	3.08034e-02	1.30385e-08	3.56514e-01	3.33009e-02	3.86618e-13
3	radial blanket	6.844322e+05	1	1.50534e-01	4.18175e-03	3.50998e-02	2.03544e-01	8.82700e-03	1.06085e-13
			2	2.47002e-01	1.47937e-03	1.06736e-02	2.76366e-01	8.99483e-05	1.18619e-15
			3	3.99378e-01	5.02959e-03	1.71822e-03	4.10560e-01	1.59616e-04	2.12121e-15
			4	4.14624e-01	1.40684e-02	4.65661e-09	4.20963e-01	7.96847e-04	1.06072e-14
4	axial blanket	7.561346e+05	1	1.76035e-01	2.94014e-03	2.87831e-02	1.69739e-01	6.05463e-03	7.29895e-14
			2	2.05145e-01	1.07754e-03	9.26347e-03	2.27953e-01	6.31068e-05	8.32274e-16
			3	3.43085e-01	3.77562e-03	1.88885e-03	3.52328e-01	1.15705e-04	1.53773e-15
			4	3.43045e-01	1.09374e-02	4.46487e-15	3.48392e-01	5.77287e-04	7.68439e-15
5	absorberregion	1.738240e+04	1	1.41542e-01	2.24126e-03	2.58256e-02	1.77157e-01	0.00000e+00	0.00000e+00
			2	2.43844e-01	7.36716e-03	2.08156e-02	2.71846e-01	0.00000e+00	0.00000e+00
			3	4.16438e-01	2.71083e-02	2.79701e-03	4.31842e-01	0.00000e+00	0.00000e+00
			4	5.37749e-01	1.48896e-01	1.49012e-08	5.51557e-01	0.00000e+00	0.00000e+00
6	followerregion	5.866562e+04	1	7.08761e-02	2.62039e-04	1.33579e-02	9.64622e-02	0.00000e+00	0.00000e+00
			2	1.11336e-01	1.15368e-04	4.13861e-03	1.21271e-01	0.00000e+00	0.00000e+00
			3	2.10868e-01	3.62807e-04	1.14757e-03	2.16087e-01	0.00000e+00	0.00000e+00
			4	1.66631e-01	1.44099e-03	1.62981e-09	1.89974e-01	0.00000e+00	0.00000e+00

!!! suppressed

```

      3 1          9.4295e-05 ( 110 2)
      4 1          9.5083e-05 ( 110 2)
50      0 13 44.54 0.9855007 7.414e-06 9.508e-05 4
      -6.8e-05 1 -4.9e-05 1 -9.4e-05 1 -9.5e-05 1
      **** NORM NOT CALCULATED IN SOME GROUPS ****
      1 1          5.9717e-05 ( 72 2)
      2 1          4.5763e-05 ( 72 2)
      3 1          9.2159e-05 ( 110 2)
      4 1          9.3421e-05 ( 1 1)
51      0 13 47.74 0.9855077 7.160e-06 9.342e-05 4
      -6.0e-05 1 -4.6e-05 1 -9.2e-05 1 -9.3e-05 1

```

!!! suppressed

1	inner core	3.405865e+05	1.170626e+14	3.063031e+14	2.866167e+14	1.507169e+13
2	outer core	5.573234e+05	8.216657e+13	1.937683e+14	1.661682e+14	7.363087e+12
3	radial blanket	6.844322e+05	1.220352e+13	3.942107e+13	3.964570e+13	2.658366e+12
4	axial blanket	7.561346e+05	0.624849e+12	3.881770e+13	5.808175e+13	6.986335e+12
5	absorberregion	1.738240e+04	9.568472e+12	3.912024e+13	5.433637e+13	2.833778e+12
6	followerregion	5.866562e+04	7.271931e+13	2.117329e+14	2.138441e+14	1.528930e+13
	t o t a l		2.414525e+06	4.347430e+13	1.166889e+14	1.136280e+14
						7.158813e+12

(1) nsburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:48:44 2001 page 70
cpu time (sec) 808.6

mixture region average power distribution

no.	n a m e	volume	power(mw)	power(%)	power(w/cc)	--- p e a k i n g --- position power(w/cc) r.peak
1	inner core	3.405865e+05	2.017551e+01	4.035102e+01	5.921755e+01	(2,19) 8.135899e+01 1.008590
2	outer core	5.573234e+05	2.822186e+01	5.644373e+01	5.063822e+01	(60,19) 8.232776e+01 1.077209
3	radial blanket	6.844322e+05	9.940686e-01	1.988137e+00	1.452399e+00	(125,19) 3.824191e+00 1.577980
4	axial blanket	7.561346e+05	6.085594e-01	1.217119e+00	8.048295e-01	(2,29) 3.449076e+00 1.029731
t o t a l		2.338477e+06	5.000000e+01	1.000000e+02		

region average power distribution

no.	n a m e	volume	power(mw)	power(%)	power(w/cc)	--- p e a k i n g --- position power(w/cc) r.peak
1	inner core	3.405865e+05	2.017551e+01	4.035102e+01	5.921755e+01	(2,19) 8.135899e+01 1.008590
2	outer core	5.573234e+05	2.822186e+01	5.644373e+01	5.063822e+01	(60,19) 8.232776e+01 1.077209
3	radial blanket	6.844322e+05	9.940686e-01	1.988137e+00	1.452399e+00	(125,19) 3.824191e+00 1.577980
4	axial blanket	7.561346e+05	6.085594e-01	1.217119e+00	8.048295e-01	(2,29) 3.449076e+00 1.029731
t o t a l		2.338477e+06	5.000000e+01	1.000000e+02		

(1) nsburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:48:44 2001 page 71
cpu time (sec) 808.6

normal flux distribution (10** 14) (n/sec.cm**2) energy total axial average

```

0.528
0.893 0.907
1.069 1.835 1.089
1.131 2.336 2.347 1.153
1.083 2.581 3.096 2.600 1.105
0.909 2.600 3.510 3.518 2.624 0.927
0.528 2.374 3.692 3.920 3.708 2.401 0.537
1.855 3.585 4.303 4.309 3.608 1.884
0.894 3.158 4.387 4.670 4.402 3.187 0.911
2.360 4.136 4.872 4.879 4.159 2.393
1.064 3.573 4.776 5.090 4.791 3.602 1.082
2.577 4.375 5.098 5.106 4.397 2.611
1.110 3.670 4.861 5.087 4.876 3.699 1.128
2.553 4.281 5.082 5.089 4.303 2.585
1.049 3.481 4.650 5.098 4.668 3.509 1.063
2.305 3.893 4.861 4.870 3.915 2.334
0.874 3.062 4.282 4.775 4.300 3.089 0.884
1.802 3.482 4.377 4.386 3.506 1.827
0.512 2.307 3.672 4.137 3.690 2.333 0.520
0.878 2.556 3.575 3.585 2.580 0.896
1.054 2.581 3.159 2.600 1.073
1.116 2.363 2.375 1.135
1.070 1.857 1.086
0.900 0.910
0.531

```

!!! suppressed

(1) nshburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:48:45 2001 page 86
cpu time (sec) 808.7 nshexburn

breeding ratio by mixture region

no.	n a m e	volume	-- fertile -- capture	f i s s i l e absorptions	d e c a y	absr.+decay	-- breeding -- ratio
1	inner core	3.405865e+05	8.36603e-02	1.48098e-01	0.00000e+00	1.48098e-01	2.33380e-01
2	outer core	5.573234e+05	7.51563e-02	2.08056e-01	0.00000e+00	2.08056e-01	2.09657e-01
3	radial blanket	6.844322e+05	4.07390e-02	1.03929e-03	0.00000e+00	1.03929e-03	1.13646e-01
4	axial blanket	7.561346e+05	4.98107e-02	1.27972e-03	0.00000e+00	1.27972e-03	1.38953e-01
t o t a l		2.338477e+06	2.49366e-01	3.58472e-01	0.00000e+00	3.58472e-01	6.95636e-01

0dredt after 2410

breeding ratio by region

no.	n a m e	volume	-- fertile -- capture	f i s s i l e absorptions	d e c a y	absr.+decay	-- breeding -- ratio
1	inner core	3.405865e+05	8.36603e-02	1.48098e-01	0.00000e+00	1.48098e-01	2.33380e-01
2	outer core	5.573234e+05	7.51563e-02	2.08056e-01	0.00000e+00	2.08056e-01	2.09657e-01
3	radial blanket	6.844322e+05	4.07390e-02	1.03929e-03	0.00000e+00	1.03929e-03	1.13646e-01
4	axial blanket	7.561346e+05	4.98107e-02	1.27972e-03	0.00000e+00	1.27972e-03	1.38953e-01
t o t a l		2.338477e+06	2.49366e-01	3.58472e-01	0.00000e+00	3.58472e-01	6.95636e-01

!!! suppressed

Sun March 6 15:48:45 2001 page 92
burnup time(days) 100.00 cpu time(sec) 808.7

assembly group exposure distribution (mwd/t) in core

assembly group	a v e r a g e			stay 1 cycle 100.00 days		
no. n a m e	fuel	average	pos. p.fact.	fuel	average	pos. p.fact.
1 inner core	33	2.3990e+03	(2.4)	33	2.3990e+03	(2.4)
2 outer core	54	2.0415e+03	(60.4)	54	2.0415e+03	(60.4)
o v e r - a l l	87	2.1767e+03	(60.4)	87	2.1767e+03	(60.4)

assembly group exposure distribution (mwd/t) in blanket

assembly group	a v e r a g e			stay 1 cycle 100.00 days		
no. n a m e	fuel	average	pos. p.fact.	fuel	average	pos. p.fact.
1 inner core	33	3.8176e+01	(2.4)	33	3.8176e+01	(2.4)
2 outer core	54	2.4057e+01	(60.4)	54	2.4057e+01	(60.4)
5 radial blanket	36	3.7462e+01	(125.4)	36	3.7462e+01	(125.4)
o v e r - a l l	123	3.3935e+01	(125.4)	123	3.3935e+01	(125.4)

(1) nsburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:48:45 2001 page 93
burnup time(days) 100.00 cpu time(sec) 808.7

exposure distribution (10** 3) (mwd/t)
c o r e

1.316
1.677 1.685
1.850 2.230 1.864
1.863 2.523 2.529 1.880
1.701 2.643 2.654 1.720
1.329 2.565 2.238 2.241 2.582 1.350
2.262 2.277 2.421 2.285 2.283
1.691 2.150 2.521 2.524 2.162 1.714
2.557 2.471 2.639 2.479 2.578
1.847 2.271 2.643 2.646 2.282 1.871
2.628 2.515 2.523 2.648
1.831 2.227 2.634 2.638 2.238 1.853
2.502 2.411 2.642 2.420 2.522
1.654 2.515 2.520 1.675
2.205 2.227 2.471 2.237 2.225
1.292 2.503 2.272 2.276 2.520 1.310
1.656 2.629 2.151 2.642 1.675
1.832 2.558 2.566 1.850
1.849 2.263 1.863
1.694 1.702
1.330

!!! suppressed

(2) nsburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:48:45 2001 page 103
burnup time(days) 100.00 cpu time(sec) 808.8

discharged fuels information mixture groups

1. no.	name	1. inner core	2. outer core
2. no. of fuels		12 fuels	6 fuels
3. ave. stay day		100 days	100 days
4. exposure (mwd/t)		average peaking pos.	average peaking pos.
z o n e 1	1.04766e+01	1.15357e+01 (2,6)	6.86609e+00 8.26344e+00 (38,4)
z o n e 2	6.26610e+01	6.75855e+01 (2,6)	4.39906e+01 5.14272e+01 (38,4)
z o n e 3	1.93331e+03	2.14431e+03 (2,4)	1.80047e+03 2.06009e+03 (38,4)
z o n e 4	2.83466e+03	3.14193e+03 (2,4)	2.65597e+03 3.02682e+03 (38,4)
z o n e 5	2.85352e+03	3.16497e+03 (2,4)	2.67222e+03 3.04464e+03 (38,4)
z o n e 6	1.99391e+03	2.23126e+03 (2,4)	1.85031e+03 2.10256e+03 (38,4)
z o n e 7	6.74250e+01	7.64065e+01 (2,4)	4.73228e+01 5.49341e+01 (58,4)
z o n e 8	1.24208e+01	1.50196e+01 (2,4)	8.12211e+00 1.00452e+01 (58,4)
c o r e	2.40385e+03	2.67062e+03 (2,4)	2.24474e+03 2.55853e+03 (38,4)
b l a n k e t	3.82459e+01	4.19799e+01 (2,4)	2.65754e+01 3.03935e+01 (38,4)
5. inventory		--- c o r e --- a. blanket --- (kg) (wt) (kg) (wt)	--- c o r e --- a. blanket --- (kg) (wt) (kg) (wt)
8 pu240	15.16 4.97	0.00 0.00	10.96 7.15 0.00 0.00
9 pu241	1.72 0.56	0.00 0.00	1.24 0.81 0.00 0.00
10 pu242	0.35 0.11	0.00 0.00	0.25 0.16 0.00 0.00
11 pu239	50.84 16.67	0.14 0.05	36.87 24.06 0.04 0.03
12 u235	0.58 0.19	0.70 0.25	0.25 0.17 0.35 0.25
13 u238	236.39 77.50	284.53 99.71	103.66 67.65 142.29 99.72
u total	236.97 77.69	285.23 99.95	103.91 67.81 142.64 99.97
pu total	68.06 22.31	0.14 0.05	49.32 32.19 0.04 0.03
pu fiss.	52.56 17.23	0.14 0.05	38.11 24.87 0.04 0.03
(u + pu)	305.03 100.00	285.37 100.00	153.23 100.00 142.69 100.00
7 o	41.07 11.87	38.37 11.85	20.53 11.82 19.19 11.85
uo2 total	268.91 77.70	323.59 99.95	117.86 67.83 161.83 99.97
puo2 total	77.19 22.30	0.16 0.05	55.91 32.17 0.05 0.03
mo2 total	346.10 100.00	323.75 100.00	173.77 100.00 161.88 100.00
15 u235fp	0.01 ----	0.00 ----	0.00 ---- 0.00 ----
15 u238fp	0.08 ----	0.01 ----	0.03 ---- 0.00 ----
17 pu239fp	0.64 ----	0.00 ----	0.31 ---- 0.00 ----
18 pu21fp	0.03 ----	0.00 ----	0.01 ---- 0.00 ----
fp total	0.75 ----	0.01 ----	0.35 ---- 0.00 ----

(2) nsburn test 7layer problem
nshexburn

Sun March 6 15:48:45 2001 page 164 --- this problem ended ---
burnup time(days) 100.00 cpu time(sec) 808.8

discharged fuels information assembly groups

1. no.	name	1. inner core	2. outer core
2. no. of fuels		12 fuels	6 fuels
3. ave. stay day		100 days	100 days
4. exposure(mwd/t)		average peaking pos.	average peaking pos.
zone 1	1.04756e+01	1.15357e+01 (2, 5)	5.86609e+00 8.26344e+00 (38, 4)
zone 2	6.26610e+01	6.75855e+01 (2, 6)	4.39905e+01 5.14272e+01 (38, 4)
zone 3	1.93331e+03	2.14431e+03 (2, 4)	1.80047e+03 2.06609e+03 (38, 4)
zone 4	2.83466e+03	3.14193e+03 (2, 4)	2.65597e+03 3.02682e+03 (38, 4)
zone 5	2.85352e+03	3.16497e+03 (2, 4)	2.67222e+03 3.04464e+03 (38, 4)
zone 6	1.99391e+03	2.23126e+03 (2, 4)	1.85031e+03 2.10256e+03 (38, 4)
zone 7	6.74250e+01	7.64065e+01 (2, 4)	4.73228e+01 5.49341e+01 (58, 4)
zone 8	1.24208e+01	1.50196e+01 (2, 4)	8.12211e+00 1.00452e+01 (58, 4)
core	2.40385e+03	2.67062e+03 (2, 4)	2.24474e+03 2.55853e+03 (38, 4)
blanket	3.82459e+01	4.19799e+01 (2, 4)	2.65754e+01 3.03935e+01 (38, 4)

5. inventory	--- core ---		-- a.blanket --		--- core ---		-- a.blanket --	
	(kg)	(w%)	(kg)	(w%)	(kg)	(w%)	(kg)	(w%)
9 pu240	15.16	4.97	0.00	0.00	10.96	7.15	0.00	0.00
9 pu241	1.72	0.56	0.00	0.00	1.24	0.81	0.00	0.00
10 pu242	0.35	0.11	0.00	0.00	0.25	0.16	0.00	0.00
11 pu239	50.84	16.67	0.14	0.05	36.87	24.06	0.64	0.03
12 u235	0.58	0.19	0.70	0.25	0.25	0.17	0.35	0.25
13 u238	236.39	77.50	284.53	99.71	103.66	67.65	142.29	99.72
u total	236.97	77.69	285.23	99.95	103.91	67.81	142.64	99.97
pu total	68.06	22.31	0.14	0.05	49.32	32.19	0.04	0.03
pu fiss.	52.56	17.23	0.14	0.05	38.11	24.87	0.04	0.03
(u + pu)	305.03	100.00	285.37	100.00	153.23	100.00	142.69	100.00
7 o	41.07	11.87	38.37	11.85	20.53	11.82	19.19	11.85
uo2 total	268.91	77.70	323.59	99.95	117.86	67.83	161.83	99.97
puo2 total	77.19	22.30	0.16	0.05	55.91	32.17	0.05	0.03
mo2 total	346.10	100.00	323.75	100.00	173.77	100.00	161.88	100.00
15 u235fp	0.01	----	0.00	----	0.00	----	0.00	----
16 u238fp	0.09	----	0.01	----	0.03	----	0.00	----
17 pu29fp	0.64	----	0.00	----	0.31	----	0.00	----
18 pu21fp	0.03	----	0.00	----	0.01	----	0.00	----
fp total	0.75	----	0.01	----	0.35	----	0.00	----

!!! suppressed

no. density (axial zone no= 8)

no	name	assem. 121	assem. 122	assem. 123	assem. 124	assem. 125	assem. 126	assem. 127
1	cr	3.8215e-03	3.8215e-03	3.8215e-03	3.8215e-03	3.8215e-03	3.8215e-03	3.8215e-03
2	fe	1.2395e-02	1.2395e-02	1.2395e-02	1.2395e-02	1.2395e-02	1.2395e-02	1.2395e-02
3	mo	2.0714e-04	2.0714e-04	2.0714e-04	2.0714e-04	2.0714e-04	2.0714e-04	2.0714e-04
4	na	6.9936e-03	6.9936e-03	6.9936e-03	6.9936e-03	6.9936e-03	6.9936e-03	6.9936e-03
5	nb	1.1814e-04	1.1814e-04	1.1814e-04	1.1814e-04	1.1814e-04	1.1814e-04	1.1814e-04
6	ni	3.1031e-03	3.1031e-03	3.1031e-03	3.1031e-03	3.1031e-03	3.1031e-03	3.1031e-03
7	o	1.9620e-02	1.9620e-02	1.9620e-02	1.9620e-02	1.9620e-02	1.9620e-02	1.9620e-02
11	pu239	7.9033e-07	4.5622e-07	8.0577e-07	9.6411e-07	1.0037e-06	9.4695e-07	7.8330e-07
12	u235	2.4504e-05	2.4513e-05	2.4504e-05	2.4500e-05	2.4499e-05	2.4500e-05	2.4505e-05
13	u238	9.7848e-03	9.7852e-03	9.7848e-03	9.7846e-03	9.7846e-03	9.7846e-03	9.7845e-03
15	u235fp	1.5276e-08	8.8197e-09	1.5571e-08	1.8630e-08	1.9386e-08	1.8287e-08	1.5125e-08
16	u238fp	3.3057e-08	2.0800e-08	3.3314e-08	1.9447e-08	4.0985e-08	3.9177e-08	3.3021e-08

付録B NSHEX 用 3 次元輸送摂動計算コード使用マニュアル

1. はじめに	B-1
2. 使用環境	B-2
2. 1 計算機環境	B-2
2. 2 他コードとの関連	B-2
3. セットアップ	B-3
3. 1 メモリサイズの変更	B-3
3. 2 実行形式プログラムの作成	B-3
3. 3 計算の実行	B-3
4. 入力データの作成	B-5
5. サンプル入力データ	B-7
6. 主な使用ファイル	B-10
6. 1 入出力ファイル	B-10
6. 2 断面積および遅発中性子データファイル	B-10
7. コードで扱う計算式	B-12
7. 1 反応度変化	B-12
7. 2 反応度値および密度係数	B-12
7. 3 実効遅発中性子割合と中性子生成時間	B-14
8. プログラム情報	B-15
9. サンプル出力例	B-16
 表 6. 1 SNPERT 用マイクロ断面積ファイル形式	B-10
表 6. 2 SNPERT 用遅発中性子データファイル形式	B-11

1. はじめに

三次元輸送計算コード NSHEX の計算結果を用いる摂動計算コードを整備した。NSHEX 向けの摂動計算コードは次の方法による。

- ① NSHEX を用いた計算により得られる情報を基にノード内中性子束再構築法により、ノード内の 3 次元角度中性子束分布及び随伴角度中性子束分布を多項式展開の形で求める。
- ② 多項式展開により表されている角度中性子束、随伴角度中性子束をノード内で内積処理する。
- ③ 一般の有限差分摂動計算コードと同様に、②で得られた内積値を基に全炉心に亘る摂動量、及び、摂動反応度マップの計算を行う。

この要求に沿った摂動計算コードを実現するため、SNPERT コードを基に作成することとした。作成するに際しては、上記①と②が NSHEX 向けの特別な処理となる。コードの概要を下表に示す。

機 能	項 目	内 容
入力	データ項目	SNPERTコードと同じ。
	データ記述形式	Namelist形式
	マクロ断面積ライブラリ	NSHEX形式テキストファイル
	ミクロ断面積ライブラリ	PERKYミクロ断面積と類似のバイナリファイル
解析機能	取り扱い形状	HEXZ
	計算内容	反応度変化
		反応度値および密度係数 実効遅発中性子割合 (β_{eff}) および実効中性子生成時間 (Λ)
出力	反応度変化	粗／細メッシュ毎、成分毎に出力可能
	反応度値	粗／細メッシュ毎、成分毎に出力可能
	密度係数	粗メッシュ毎、成分毎に出力可能
	動特性パラメータ	出力可能
インターフェイス	角度束	NSHEX
	JOINT処理	ミクロ、マクロ断面積作成部を追加

2. 使用環境

2. 1 計算機環境

UNIX(LINUX)環境で実行可能である。

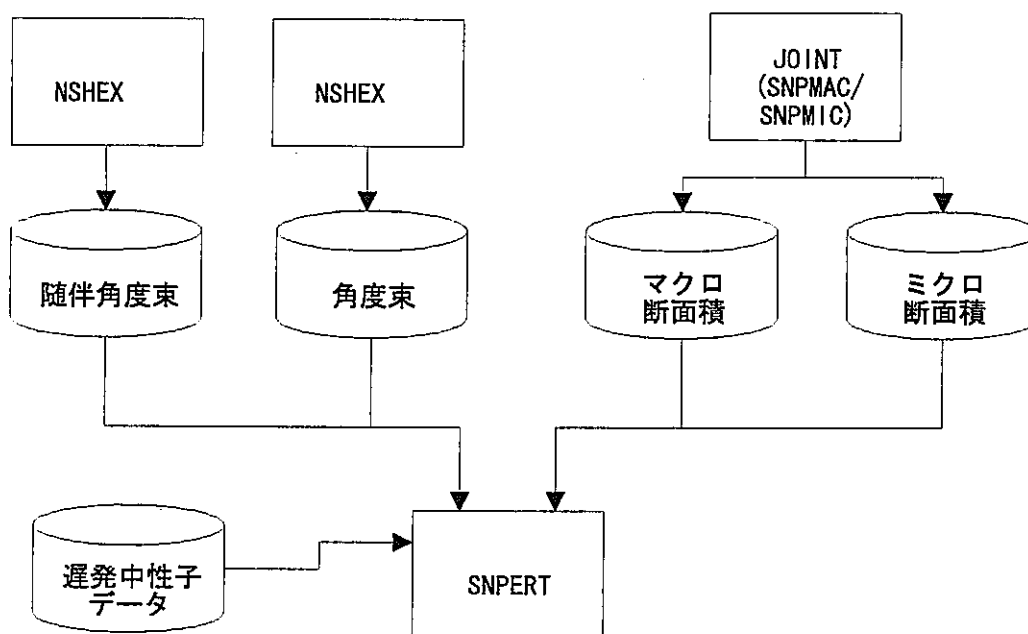
2. 2 他コードとの関連

関連コードとデータの流れを下図に示す。

角度束は NSHEX で計算する。

マクロ断面積は NSHEX と同じ形式である。マイクロ断面積は JOINT で処理した PERKY 形式類似型のバイナリファイルである。マクロとマイクロ断面積は JOINT に追加した断面積ファイル作成機能 (SNPMIC/SNPMAC ルーチン) を利用して作成することが可能である (付録 E の 7 章を参照されたい)。

遅発中性子データは JOINT 入力と同じ形式である。



3. セットアップ

3. 1 メモリサイズの変更

プログラムではバルクメモリを確保して個々の変数にメモリを割り当てている。実行した結果、メモリが不足する際には、メッセージを出力して計算を停止する。この場合には、次のようにメインプログラムで設定しているメモリ長（語数:xxxxxxx）を増大させて再度実行形式プログラムを作成する。

```
parameter (memory=xxxxxxx)
```

3. 2 実行形式プログラムの作成

次の makefile で実行形式プログラムを作成する。

```
#####
#
#      Makifile
#
#
#####
#
SRC= sworth.f swedit.f xsmix.f isearch.f wotr.f addmp.f addres.f ¥
blkdta000.f denom.f enter.f geomin.f main.f printh.f rddelay.f ¥
rdmac.f rdmic.f rdpara.f setr.f snbeta.f sncont.f snedit.f ¥
sninpl.f sninp2.f snpert.f snprep.f snxs.f trnsfm.f wot.f wot10.f ¥
inprod1.f rdflux.f swgt.f snconv.f matcoef.f woti.f
FFLAGS= -O -X7
EXE=nshepx.
FFLAGS= -O -X7
EXE=snpert.exe
$(EXE): $(SRC:.f=.o)
        f90 -o $(EXE) $(FFLAGS) $(SRC:.f=.o)
.f.o:
        f90 -c $(FFLAGS) $<
```

3. 3 計算の実行

次の shell で計算を実行する。

(1)マクロ断面積ベース

```
# !/bin/sh
cp pinp/$4 fort.10
#      $2 forward flux
#      $3 adjoint flux
ln -s $2.agflx fort.1
ln -s $3.agflx fort.2
../src/nshepx.exe <pinp/$1 >pout/$1
mv fort.99 pout/$1.dbg
mv fort.66 pout/$1.dmp
mv fort.16 pout/$1.fout
rm fort*
exit
```

(2)マイクロ断面積ベース

```
# !/bin/sh
# micro xs
cp ../../joint/testsnp/testmic.bin fort.9
cp dchi-4g.joint.bcd fort.23
# fop test
# $2 forward flux
# $3 adjoint flux
ln -s $2.agflx fort.1
ln -s $3.agflx fort.2
../src/nshexp.exe <pinp/$1 >pout/$1
mv fort.99 pout/$1.dbg
mv fort.66 pout/$1.dmp
mv fort.16 pout/$1.fout
rm fort*
exit
```

4. 入力データの作成

初めに2行のタイトルを記述する。タイトルに続き、3つのデータブロック (inp1、inxs、inp2) で計算の諸条件を入力する。各ブロックは、**namelist**形式にてデータを記述する。但し、各行は最大80カラムまで入力可能である。

以下に入力データを、「変数：デフォルト：説明」の並びで記載する。デフォルト値を持つデータの場合、変更不要なデータは入力する必要はない。また、変数に付した括弧は、配列で入力することを示す。配列数が*のデータは、入力数は可変であり必要なだけ入力する。

[1] タイトル

計算のタイトルを2行に記載する。

[2] プリントオプション **namelist** 名: inp1

各オプションで≠0を指定すると対応したデータを印刷する。

- iedit(1) : 0 : マクロ断面積データ入力時の印刷
0/1/2/3=なし/入力したNSHEX形式/SNPRT用に変換した形式/1+2
- iedit(2) : 0 : ミクロ断面積データ入力時の印刷
0/1=なし/SNPRT用形式
- iedit(3) : 0 : 遅発中性子データファイルの内容印刷
0/1=なし/印刷
- iedit(4) : 0 : スカラーForward中性子束の印刷
0/1/-N=なし/全群のメッシュ毎flux/第N群のみのflux
- iedit(5) : 0 : スカラーAdjoint中性子束の印刷
0/1/-N=なし/全群のメッシュ毎flux/第N群のみのflux
- iedit(6) : 0 : Forward- Adjoint角度束の内積中性子束の印刷
0/1/-N=なし/全群のメッシュ毎flux/第N群のみのflux
- iedit(7) : 0 : 細メッシュ毎の反応度変化(dk/kk')または反応度価値 (dk/kk'/cc/核種) の印刷
0/1/2/11/-N=なし/群合計値のみ/全群+群合計/1+各反応度成分群合計/第N群のみ
- iedit(8) : 0 : 粗メッシュ毎の反応度変化(dk/kk')または反応度価値 (dk/kk'/cc/核種) の印刷
0/1/2/-N=なし/群合計値のみ/全群+群合計/1 +各反応度成分群合計/第N群のみ
- iedit(9) : 0 : reserved
- iedit(10) : 0 : reserved

[3] 断面積等のパラメータ namelist 名: inxs

imicro : 0 : 断面積ファイルの指定
 0/1=マクロ断面積を用いる/ミクロ断面積を用いる
 mti : 0 : 物質ゾーン数 (=断面積セット数)
 niso : 0 : 反応度価値計算で扱う核種数
 ndnuc : 0 : 遅発中性子データファイル中の核種数 (ミクロ断面積指定かつ、実効遅発中性子割合の計算を行う場合に必要)
 delu : igm*0 : 中性子生成時間用の群毎レサジー幅 (ミクロ断面積指定かつ、実効遅発中性子割合の計算を行う場合に必要)
 micid(*) : 0 : ミクロ断面積ファイル中に格納されている核種識別番号。
 反応度価値計算に際しては、このテーブルを参照して断面積データの有無を判定する。

注 1) delu, micid の配列長はコモンインクルードファイル sparm.inc で 100 と設定されている。これが入力の上限となる。

[4] 計算項目の指定 namelist 名: inp2

計算項目の選択と計算項目毎の個別データを指定する。

本ブロックは、繰返し入力することで繰返し計算が可能である。

例えば、一次摂動の反応度変化計算を複数回繰返すことができる。

ireac : 0 : 反応度変化等計算の指定
 0/1/2=なし/反応度変化 (dk/kk')/反応度価値 (dk/kk'/cc/核種)
 ただし、反応度価値計算はミクロ断面積を与えた場合のみ
 imethod : 0 : 反応度変化等の成分の表現指定
 0/1=大竹&竹田の式/佐々木ほかの式
 ibeta : 0 : 遅発中性子割合等の計算の指定
 0/1=なし/中性子寿命、実効遅発中性子割合、実効崩壊定数の計算
 ただし、ミクロ断面積を与えた場合のみ。また、実効崩壊定数は遅発中性子割合データファイルに存在する際に計算される。
 nworth : 0 : 反応度価値計算する核種数
 0/N=なし/N個の核種を対象に反応度価値分布計算を行う。
 idnucw(*) : 0 : 反応度価値計算対象核種識別番号
 libra(*) : 0 : 非摂動系断面積セットの番号を領域毎に与え(im*jm個)、
 adjoint系のNSHEXダンプファイル中の番号を置換する。
 入力しない場合にはadjoint系のNSHEXダンプファイル中の番号が
 用いられる。なお、imは集合体数、jmは軸方向ノード数に対応する。
 librap(*) : 0 : 摂動系断面積セットの番号を領域毎に与え(im*jm個)、
 forward系のNSHEXダンプファイル中の番号を置換する。
 入力しない場合にはforward系のNSHEX

ダンプファイル中の番号が用いられる。なお、imは集合体数、jmは軸方向ノード数に対応する。

注 1) libra,librap の配列長は sninp2 のパラメータ文(maxreg=1000)で設定されている。

注 2) EP の場合に、NSHEX 計算で使した断面積セツの順序を替える際には、libra と librap の指定が必須。

注 3) FOP の場合に、NSHEX 計算で使した断面積セツの順序を替える際には、libra のみがあれば計算に支障はないが、同じ librap を指定する。これを用いて摂動分母を計算する。

5. サンプル入力データ

サンプル入力例を以下に示す。

(1)KNK 2 厳密摂動計算

```
npert    test test test test test test test test test
knk2     model test test test test test test test test
&inp1
    iedit=10*1
&end

&inx
    imicro=0,
    mti=12,
    ndnuc=0,
&end
&inp2
    ireac=1,imethod=0
&end
&inp2
    ireac=1,imethod=1
&end
```

(2)SNR-2 蔽密摂動計算

```
nsheexpert 1.00      test test test test test test test test
snr300 hexz filled by radial blkt model
&inp1
    iedit=10*1
&end

&inxs
    imicro=0,
    mti=6,
    ndnuc=0,
&end
&inp2
    ireac=1,imethod=0
&end
&inp2
    ireac=1,imethod=1
&end
```

(3)反応度価値マップ計算

```
snpert 2.00    fop e5s12-fc mic
snr300 rz model test test test test test test test test
&inp1
    iedit=2, 1, 1, 0, 0, 0, 11, 1, 1, 1,
&end

&inxs
    imicro=1,niso=22
    micid=940,941,942,949,925,928,105,115,6,
        23,24,26,42,11,41,28,8,23,854,884,894,814
    mti=6,
    ndnuc=0,
&end
&inp2
    ireac=2,imethod=0,
    nworth=1, idnucw=925,
&end
&inp2
    ireac=2,imethod=1,
    nworth=1, idnucw=925,
&end
```

6. 主な使用ファイル

6. 1 入出力ファイル

入出力ファイルの一覧を下表に示す。

機番	内 容
5	標準入力
6	標準出力
1	forward計算角度束
2	adjoint計算角度束
9	ミクロ断面積ライブラリ
10	マクロ断面積ライブラリ
23	遅発中性子データ
99	デバッグ出力

6. 2 断面積および遅発中性子データファイル

①ミクロ断面積はPERKYライクの形式とする。すなわち、物質毎にミクロ断面積と核種数密度を与えたバイナリファイルとする。これを作成するにはJOINTに断面積取り出しルーチンを追加する。ファイル形式は表6.1に示す通りとする。

②遅発中性子 ν_d 、 κ_d

ファイルから読み込む。ファイル形式は表6.2に示す通りとする。

表 6.1 SNPERT 用ミクロ断面積ファイル形式

●レコード構成

```

do m=1,mti
#1      nhm,ngm,nnuc,(ncode(n),n=1,nhm),(adens(n),n=1,nnuc)
do n=1,nnuc
#2      ((cig(ih,ig,n),ih=1,nhm),ig=1,ngm)
end do
end do

```

●内容

mti : 入力する物質の数 (マクロセンス)
 nhm : 断面積テーブル長 (=5+ngm)
 ngm : エネルギー群数
 nnuc : 物質内の核種数
 ncode : 核種識別番号。=PDS ファイル中識別名=JFS3 識別名
 adhes : 核種数密度 (個/barn/cm)
 cig : ミクロ断面積 (barn)
 cig(1,*) =capture
 cig(2,*) =fission

```

cig(3,*) =absorption★
cig(4,*) =production
cig(5,*) =total/transport★
cig(6,*) =self-scattering★
cig(7,*) =in-group scattering

```

ここで★は調整済みのものを指す。

表 6.2 SNPERT 用遅発中性子データファイル形式

●レコード構成

```

do nd=1,ndnuc
#1      idnuc(nd),nudf
do n=1,nudf
#2      (dnu(ig,jd,nd),ig=1,ngm)
end do
do n=1,nudf
#2      (dchi(ig,jd,nd),ig=1,ngm)
end do
end do

```

●内容

```

ndnuc   : 遅発中性子データ収納核種数
idnuc   : 遅発中性子データ収納核種識別番号 (949,925 等)
nudf    : 遅発中性子ファミリー数(=6)
dnu      : 遅発中性子放出割合
dchi     : 遅発中性子放出スペクトル

```

7. コードで扱う計算式

7. 1 反応度変化

摂動分母を I_p 、摂動分子を核分裂生成項 $[F]$ 、全反応項 $[T]$ 、散乱項 $[S]$ であらわすと、

反応度変化は次の式であらわされる。

$$\Delta\rho = \sum_g ([F]_g + [T]_g + [S]_g) / I_p \quad \cdots \cdots \cdots (1)$$

この式の全断面積項、散乱項を整理して拡散理論コードで採用しているように吸収、漏洩、散乱の各項に整理し直すことも可能である。本コードでは次の2種類の表現を入力パラメータで選択可能である。

方法1：(竹田)

(1) 核分裂生成項

$$F_{i,g} = V_i \frac{1}{k} \delta v \Sigma_{f,g,i} \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* / I_p \quad \cdots \cdots \cdots (2)$$

(2) 吸収項 (核分裂含む)

$$A_{i,g} = -V_i \delta \Sigma_{a,g,i} \phi_{i,g} \phi_{i,g}^* / I_p \quad \cdots \cdots \cdots (3)$$

(3) 散乱項

$$S_{i,g} = V_i \sum_{g'=g+1}^N \delta \Sigma_{s,g \rightarrow g',i} (\phi_{i,g} \phi_{i,g'}^* - \phi_{i,g'} \phi_{i,g}^*) / I_p \quad \cdots \cdots \cdots (4)$$

(4) 漏洩項

$$L_{i,g} = V_i \delta \Sigma_{l,g,i} (\phi_{i,g} \phi_{i,g}^* - \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g}) / I_p \quad \cdots \cdots \cdots (5)$$

方法2：(佐々木)

(1) 核分裂生成項

$$F_{i,g} = V_i \frac{1}{k} \delta v \Sigma_{f,g,i} \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* / I_p \quad \cdots \cdots \cdots (6)$$

(2) 吸収項 (核分裂含む)

$$A_{i,g} = -V_i \delta \Sigma_{a,g,i} \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} / I_p \quad \cdots \cdots \cdots (7)$$

(3) 散乱項

$$S_{i,g} = V_i \left(\sum_{g'=g+1}^N \delta \Sigma_{s,g \rightarrow g',i} \phi_{i,g} \phi_{i,g'}^* - \delta \Sigma_{r,g,i} \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} \right) / I_p \quad \cdots \cdots \cdots (8)$$

(4) 漏洩項

$$L_{i,g} = V_i (\delta \Sigma_{l,g,i} - \delta \Sigma_{a,g,i} - \delta \Sigma_{r,g,i}) (\phi_{i,g} \phi_{i,g}^* - \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g}) / I_p \quad \cdots \cdots \cdots (9)$$

7. 2 反応度値および密度係数

反応度値は、単位体積単位核種あたりの反応度で定義される。各成分毎に表すと、各々次の通りになる。

方法1：(竹田)

(1) 核分裂項

$$\frac{\delta F_{i,g}}{V_i \delta N^m} = \left(\frac{1}{k} \delta v \sigma_{f,g,i}^m \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* - \sigma_{f,g,i}^m \phi_{i,g}^* \phi_{i,g} \right) / I_p \quad \dots\dots\dots (10)$$

(2) 中性子捕獲項

$$\frac{\delta C_{i,g}}{V_i \delta N^m} = -\delta \sigma_{c,g,i}^m \phi_{i,g} \phi_{i,g}^* / I_p \quad \dots\dots\dots (11)$$

(1) 散乱項

$$\frac{\delta S_{i,g}}{V_i \delta N^m} = \sum_{g'=g+1}^N \delta \sigma_{s,g \rightarrow g',i}^m (\phi_{i,g} \phi_{i,g'}^* - \phi_{i,g}^* \phi_{i,g}) / I_p \quad \dots\dots\dots (12)$$

(2) 漏洩項

$$\frac{\delta L_{i,g}}{V_i \delta N^m} = \delta \sigma_{l,g,i}^m (\phi_{i,g} \phi_{i,g}^* - \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g}) / I_p \quad \dots\dots\dots (13)$$

方法2：(佐々木)

(1) 核分裂項

$$\frac{\delta F_{i,g}}{V_i \delta N^m} = \left(\frac{1}{k} \delta v \sigma_{f,g,i}^m \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* - \sigma_{f,g,i}^m \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} \right) / I_p \quad \dots\dots\dots (14)$$

(2) 中性子捕獲項

$$\frac{\delta C_{i,g}}{V_i \delta N^m} = -\delta \sigma_{c,g,i}^m \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} / I_p \quad \dots\dots\dots (15)$$

(1) 散乱項

$$\frac{\delta S_{i,g}}{V_i \delta N^m} = \left(\sum_{g'=g+1}^N \delta \sigma_{s,g \rightarrow g',i}^m \phi_{i,g} \phi_{i,g'}^* - \delta \sigma_{r,g,i}^m \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} \right) / I_p \quad \dots\dots\dots (16)$$

(2) 漏洩項

$$\frac{\delta L_{i,g}}{V_i \delta N^m} = (\delta \sigma_{l,g,i}^m - \delta \sigma_{a,g,i}^m - \delta \sigma_{r,g,i}^m) (\phi_{i,g} \phi_{i,g}^* - \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g}) / I_p \quad \dots\dots\dots (17)$$

ここで(1)項と(2)項については、PERKY コードに従い、核分裂項と中性子捕獲項とに成分を整理すると各々次の通りになる。

方法2：(佐々木)

(3) 核分裂項

$$\frac{\delta F_{i,g}}{V_i \delta N^m} = \left(\frac{1}{k} \delta v \sigma_{f,g,i}^m \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* - \sigma_{f,g,i}^m \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} \right) / I_p \quad \dots\dots\dots (18)$$

(4) 中性子捕獲項

$$\frac{\delta C_{i,g}}{V_i \delta N^m} = -\delta \sigma_{c,g,i}^m \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} / I_p \quad \dots\dots\dots (19)$$

コードにはこれらの式が与えられている。以上により反応度価値マップが得られるが、

ここから密度係数に変換する。密度係数は、 $\frac{\delta \rho}{\delta N^m / N^m}$ で定義されるので、上記の反応度価値と核種数密度、メッシュセルの体積を用いて、

$$\frac{\delta\rho}{\delta N^m / N^m} = \sum_i V_i N^m \left(\frac{\delta\rho_i}{V_i \delta N^m} \right) \dots\dots\dots (20)$$

により密度係数が得られる。

7. 3 実効遅発中性子割合と中性子生成時間

実効遅発中性子割合は次式で計算する。

$$\beta_{j,i}^m = \frac{V_i \sum_g \chi_{D,j,g}^m \phi_{i,g}^* N_i^m \sum_{g'} v_{D,j}^m \sigma_{f,g',i}^m \phi_{i,g'}}{I_p} \dots\dots\dots (21)$$

ここで、

- $\beta_{j,i}^m$; 遅発中性子割合 (ファミリー j、メッシュ i)
 $\chi_{D,j,g}^m$; 遅発中性子スペクトル (群 g、ファミリー j、核種 m)
 $v_{D,j}^m$; 遅発中性子発生割合 (ファミリー j、核種 m)

である。これを用いて以下を計算する。

- (i) $\beta_j^m = \sum_i \beta_{j,i}^m$: ファミリー j、核種 m 毎の実効遅発中性子割合
 (ii) $\beta_j = \sum_m \sum_i \beta_{j,i}^m$: ファミリー j 毎の実効遅発中性子割合
 (iii) $\beta_{eff} = \sum_j \sum_m \sum_i \beta_{j,i}^m$: 炉心全体の実効遅発中性子割合

中性子生成時間は次式で計算する。

$$\Lambda = \frac{\sum_g \sum_i V_i \frac{1}{v_g} \phi_{i,g}^* \phi_{i,g}}{I_p} \dots\dots\dots (22)$$

ここで、

- Λ_g ; 中性子生成時間 (群 g)
 v_g ; 中性子速度 (群 g)
 U_g ; 群 g における下限エネルギーに対応するレサジー

$$v_g = 2.2409 \times 10^9 \left\{ e^{-\frac{U_{g-1}}{2}} + e^{-\frac{U_g}{2}} \right\} \dots\dots\dots (23)$$

$$U_g = \sum_{g'=1}^g \Delta u_{g'} \dots\dots\dots (24)$$

8. プログラム情報

コードを構成するサブルーチン等を以下の表に示す。

プログラム	主な機能
addmp	デバッグ用
adres	配列のポインター設定
blkdta	入出力機番の設定
denom	摂動分母の計算
enter	デバッグ用
denom	摂動分母の計算
inprod1	再構築法に基づく角度束内積計算
isearch	核種のサーチ
main	全体の制御
matcoef	径方向再構築のための行列設定
prnth	タイトル等ヘッダの印刷
rdelay	遅発中性子データの読み込み
rddens	核種数密度読み込み
rdflux	NSHEXダンプファイルの読み込み
rdmac	マクロ断面積の読み込み
rdmic	ミクロ断面積の読み込み
rdpara	NSHEX-2ダンプファイルからパラメータを入力・設定
setr	配列クリヤ
snbeta	実効遅発中性子、生成時間計算
sncont	摂動計算部の制御
snconv	Sn角度方向の変換
sncedit	反応度マップ等の印刷制御
sninp1	入力データの処理(&inp1, &inxs)
sninp2	入力データの処理(&inp2)
snpert	反応度変化計算
snprep	計算の前処理
snxs	マクロ、ミクロ断面積、遅発中性子データ読み込み制御
swedit	反応度値印刷
swgt	Sn重みの設定
sworth	反応度値計算
trnsfm	角度束の読み込みと内積処理
wot	行列印刷
wot10	行列印刷
wotr	行列印刷
xsmix	断面積のミキシング

9. サンプル出力例

unpert 2.00 test test test test test test test test test
snr300 rz model test test test test test test test test test

```
*****
*** NSHEX - PERT ***
*** 3-dimensional perturbation code ***
*** based on the transport theory with P-0 scattering ***
***          * * * * * ***
*** code use following interface files : ***
*** rmlux ( 1) ***
*** amflux ( 2) ***
*** mac xs (10) ***
*** delay (23) * micro xs case ***
*** mic xs ( 9) * micro xs case ***
*** adens ( 5) * micro xs case ***
***          * * * * * ***
*****
```

read forward angular flux from unit 1

size parameters in tape:

```
ism = 4 : # of Sn order
it = 169 : # of assemblies
jm = 5 : # of k-direction coarse mesh
jt = 9 : # of j-direction node
injm = 845 : total # of coarse mesh (=regions)
itjt = 1521 : total # of node
nm = 3 : # of directions per octant
nm4 = 36 : total # of directions
mt = 12 : total # of materials

ndir = 4 : # of directions (x,u,v,z)
ndir2 = 3 : # of directions (x,u,v)
nodr = 3 : # of flux moments
noct = 12 : # of octant
nlay = 8 : # of assy layers
hp = 12.9900 : assy pitch (cm)
```

forward eigenvalue in tape (evp) = 1.05880173

read adjoint angular flux from unit 2

size parameters in tape:

```
ism = 4 : # of Sn order
it = 169 : # of assemblies
jm = 5 : # of k-direction coarse mesh
jt = 9 : # of j-direction node
injm = 845 : total # of coarse mesh (=regions)
itjt = 1521 : total # of node
nm = 3 : # of directions per octant
nm4 = 36 : total # of directions
mt = 12 : total # of materials

ndir = 4 : # of directions (x,u,v,z)
ndir2 = 3 : # of directions (x,u,v)
nodr = 3 : # of flux moments
noct = 12 : # of octant
nlay = 8 : # of assy layers
hp = 12.9900 : assy pitch (cm)
```

adjoint eigenvalue in tape (ev) = 1.09691259

Mon Mar 12 09:07:03 2001 page 1 unpert 2.00 test test test test test test test test test
SNPRT - 2.00 snr300 rz model test test test test test test test test test

Mon Mar 12 09:07:04 2001 page 2
SNPRT - 2.00

edit option input parameters

```
iedit( 1)= 1 : 0/1 = non/nshex-type macro.xs
iedit( 2)= 1 : 0/1 = non/twotran-type micro.xs
iedit( 3)= 1 : 0/1 = non/print input delayed neutron data
iedit( 4)= 1 : 0/1/-N = non/print scalar forward flux for all grp/print N-th grp flux
iedit( 5)= 1 : 0/1/-N = non/print scalar adjoint flux for all grp/print N-th grp flux
iedit( 6)= 1 : 0/1/-N = non/print inner products of forward & adjoint angular flux for all grp/print N-th grp flux
iedit( 7)= 1 : 0/1/2/11/-N = non/print grp total reactivity change by fine mesh/grp-wise & grp total
                                     /1+each term/N-th grp & grp total
iedit( 8)= 1 : 0/1/2/11/-N = non/print grp total reactivity change by coarse mesh/grp-wise & grp total
                                     /1+each term/N-th grp & grp total
iedit( 9)= 1 : (reserved)
iedit(10)= 1 : (reserved)
```

cross section input parameters

```
imicro = 0 : 0/1 = macroscopic cross section use/microscopic cross section use
mt1 = 12 : number of material for calculation
niso = 0 : number of nuclide for each materials,used for cross section mixing / beta-effective cal.
ndnuc = 0 : number of fissionable isotopes supplied on delayed neutron data file
delu : lethargy width for each energy groups
0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
```

```
*****
### perturbed system (from nrlx) ###
*****
```

inh	2	1	3	1	2
delz	2.2500e+01	2.0000e+01	2.0000e+01	2.0000e+01	2.2500e+01
dz	1.1250e+01	1.1250e+01	2.0000e+01	6.6667e+00	6.6667e+00
wgt	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02		
ww	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02
	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02
	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02
	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02
	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02	2.7778e-02
chi	9.0856e-01	8.7307e-02	4.1290e-03	0.0000e+00	

```
*****
### unperturbed system (from nrlx) ###
*****
```

snprt 2.00 test test test test test test test test
snr300 rz model test test test test test test test test

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 3
SNPERT - 2.00

forward scalar flux by node by group

grp. 1

node	assy 1	assy 2	assy 3	assy 4	assy 5	assy 6	assy 7	assy 8
1	5.07995e-02	4.69256e-02	4.51824e-02	4.51079e-02	4.57543e-02	4.79913e-02	4.80812e-02	3.80680e-02
2	1.98821e-01	1.89463e-01	1.79631e-01	1.79388e-01	1.88836e-01	1.95591e-01	1.95953e-01	1.58959e-01
3	9.04487e-01	8.34002e-01	7.67436e-01	7.66698e-01	8.30814e-01	8.66409e-01	8.68533e-01	6.80576e-01
4	3.32060e+00	2.92163e+00	2.64719e+00	2.64477e+00	2.96820e+00	3.03988e+00	3.04937e+00	2.23856e+00
5	4.26701e+00	3.73254e+00	3.38160e+00	3.37835e+00	3.71496e+00	3.88702e+00	3.89958e+00	2.84562e+00
6	3.26191e+00	2.86826e+00	2.58603e+00	2.58374e+00	2.85513e+00	2.99329e+00	3.00272e+00	2.20058e+00
7	8.77782e-01	8.11776e-01	7.28732e-01	7.28317e-01	8.08703e-01	8.49108e-01	8.51191e-01	6.70180e-01
8	1.94395e-01	1.89032e-01	1.69998e-01	1.69898e-01	1.88450e-01	1.97988e-01	1.98307e-01	1.62511e-01
9	5.14452e-02	4.88358e-02	4.37763e-02	4.37453e-02	4.86831e-02	5.12431e-02	5.12668e-02	4.07866e-02

node	assy 9	assy 10	assy 11	assy 12	assy 13	assy 14	assy 15	assy 16
1	4.11012e-02	3.52706e-02	3.74421e-02	3.51647e-02	4.08962e-02	3.78078e-02	4.32822e-02	3.94518e-02
2	1.61056e-01	1.43113e-01	1.49855e-01	1.42703e-01	1.60242e-01	1.57774e-01	1.72019e-01	1.65974e-01
3	6.91642e-01	5.79867e-01	5.74097e-01	5.78779e-01	6.88065e-01	6.75432e-01	7.52950e-01	7.15611e-01
4	2.01280e+00	1.82338e+00	1.50180e+00	1.82200e+00	2.00232e+00	2.22279e+00	2.20771e+00	2.36068e+00
5	2.54087e+00	2.30738e+00	1.89788e+00	2.30584e+00	2.52758e+00	2.82562e+00	2.79419e+00	3.00591e+00
6	1.96734e+00	1.77084e+00	1.45496e+00	1.76969e+00	1.95722e+00	2.18515e+00	2.17159e+00	2.31024e+00
7	6.81221e-01	5.42655e-01	4.83008e-01	5.41954e-01	6.77762e-01	6.65147e-01	7.52736e-01	7.10184e-01

!! suppressed

node	assy161	assy162	assy163	assy164	assy165	assy166	assy167	assy168
1	2.59517e-03	1.79027e-03	8.86838e-04	1.83741e-03	2.62929e-03	3.07072e-03	3.02961e-03	2.52175e-03
2	9.02915e-03	6.20288e-03	3.04404e-03	6.35716e-03	9.14355e-03	1.07067e-02	1.05620e-02	6.77240e-03
3	1.90511e-02	1.29850e-02	6.29339e-03	1.32825e-02	1.92767e-02	2.26667e-02	2.23539e-02	1.84958e-02
4	2.96323e-02	2.00602e-02	9.62123e-03	2.04897e-02	2.99599e-02	3.53441e-02	3.48467e-02	2.87417e-02
5	3.43612e-02	2.32064e-02	1.10928e-02	2.36942e-02	3.47280e-02	4.10043e-02	4.04171e-02	3.32960e-02
6	2.95134e-02	1.99833e-02	9.58523e-03	2.04058e-02	2.98218e-02	3.51624e-02	3.46497e-02	2.85671e-02
7	1.89449e-02	1.29139e-02	6.25871e-03	1.32017e-02	1.91428e-02	2.24861e-02	2.21493e-02	1.83054e-02
8	9.00485e-03	6.18369e-03	3.03292e-03	6.33030e-03	9.09578e-03	1.06339e-02	1.04663e-02	8.67158e-03
9	2.60423e-03	1.79453e-03	8.87785e-04	1.83869e-03	2.62859e-03	3.06331e-03	3.01185e-03	2.49722e-03

node	assy169
1	1.71381e-03
2	5.93525e-03
3	1.24124e-02
4	1.91539e-02
5	2.21315e-02
6	1.90323e-02
7	1.22739e-02
8	5.85518e-03
9	1.69145e-03

snprt 2.00 test test test test test test test test
snr300 rz model test test test test test test test test

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 4
SNPERT - 2.00

adjoint scalar flux by node by group

grp. 1

node	assy 1	assy 2	assy 3	assy 4	assy 5	assy 6	assy 7	assy 8
1	1.93899e-03	1.77952e-03	1.77863e-03	1.77490e-03	1.77153e-03	1.77212e-03	1.77636e-03	1.47511e-03
2	8.83877e-03	8.45509e-03	8.45416e-03	8.43928e-03	8.42859e-03	8.43174e-03	8.44369e-03	6.89108e-03
3	3.79134e-02	3.67633e-02	3.67524e-02	3.66914e-02	3.66369e-02	3.66487e-02	3.67139e-02	3.21679e-02
4	1.46682e-01	1.28428e-01	1.28346e-01	1.28087e-01	1.27780e-01	1.27830e-01	1.28210e-01	9.95746e-02
5	1.86516e-01	1.62261e-01	1.62152e-01	1.61823e-01	1.61421e-01	1.61482e-01	1.61981e-01	1.24708e-01
6	1.45486e-01	1.27061e-01	1.26978e-01	1.26723e-01	1.26416e-01	1.26464e-01	1.26845e-01	9.85858e-02
7	3.79495e-02	3.70892e-02	3.70776e-02	3.70150e-02	3.69629e-02	3.69743e-02	3.70370e-02	3.30224e-02
8	9.88016e-03	9.75713e-03	9.75738e-03	9.74061e-03	9.73202e-03	9.73623e-03	9.74474e-03	8.24611e-03
9	2.45684e-03	2.31160e-03	2.31093e-03	2.30652e-03	2.30323e-03	2.30415e-03	2.30807e-03	1.96652e-03

!! suppressed

9	1.78384e-04	1.30170e-04	7.83216e-05	1.31115e-04	1.79197e-04	2.07706e-04	2.07231e-04	1.77515e-04
---	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

node	assy169
1	1.24366e-04
2	3.80971e-04
3	7.84093e-04
4	1.20634e-03
5	1.39624e-03
6	1.20669e-03
7	7.88045e-04
8	3.88003e-04
9	1.28967e-04

snrpt 2.00 test test test test test test test test test
snr300 rz model test test test test test test test test test

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 5
SNPRT - 2.00

forward & adjoint ang flx inner product by node by group

grp. 1

node	assy 1	assy 2	assy 3	assy 4	assy 5	assy 6	assy 7	assy 8
1	1.50898e-04	1.15595e-04	1.12406e-04	1.12486e-04	1.15589e-04	1.17716e-04	1.17811e-04	8.08581e-05
2	1.61105e-03	1.50882e-03	1.43311e-03	1.43346e-03	1.51076e-03	1.55917e-03	1.55819e-03	1.05069e-03
3	2.96347e-02	2.64503e-02	2.43754e-02	2.41893e-02	2.65257e-02	2.75255e-02	2.74926e-02	1.89696e-02
4	4.22444e-01	3.26087e-01	2.97021e-01	2.96768e-01	3.24492e-01	3.37761e-01	3.38922e-01	1.91995e-01
5	6.89354e-01	5.27156e-01	4.78029e-01	4.76667e-01	5.21968e-01	5.46056e-01	5.49382e-01	3.09212e-01
6	4.11302e-01	3.17924e-01	2.85644e-01	2.84394e-01	3.13732e-01	3.30262e-01	3.32810e-01	1.89156e-01
7	2.88483e-02	2.61746e-02	2.33717e-02	2.31081e-02	2.59455e-02	2.71792e-02	2.75110e-02	1.93895e-02
8	1.74171e-03	1.71996e-03	1.51167e-03	1.50718e-03	1.70600e-03	1.86789e-03	1.81433e-03	1.27572e-03
9	1.71163e-04	1.44845e-04	1.19188e-04	1.18819e-04	1.43413e-04	1.55186e-04	1.55918e-04	1.09085e-04

node	assy 9	assy 10	assy 11	assy 12	assy 13	assy 14	assy 15	assy 16
1	1.08686e-04	7.61186e-05	1.06600e-04	7.65559e-05	1.09088e-04	8.13803e-05	1.13449e-04	8.34624e-05
2	1.12357e-03	9.57277e-04	1.05669e-03	9.60873e-04	1.12929e-03	1.05978e-03	1.20432e-03	1.09606e-03
3	2.14054e-02	1.61571e-02	1.72495e-02	1.61605e-02	2.16249e-02	1.89972e-02	2.34105e-02	1.98855e-02
4	1.76563e-01	1.58510e-01	1.32892e-01	1.58196e-01	1.76630e-01	1.92065e-01	1.92407e-01	2.03105e-01
5	2.78192e-01	2.50597e-01	2.08165e-01	2.49743e-01	2.74912e-01	3.04744e-01	3.03254e-01	3.24108e-01

!! suppressed

4	5.10108e-05	2.44091e-05	6.94018e-06	2.50886e-05	5.16837e-05	7.19065e-05	7.07240e-05	4.91508e-05
5	6.99244e-05	3.32445e-05	9.37378e-06	3.39917e-05	7.01170e-05	9.79287e-05	9.61527e-05	6.65269e-05
6	5.24050e-05	2.50703e-05	7.13954e-06	2.55185e-05	5.23197e-05	7.25522e-05	7.11268e-05	4.92717e-05
7	2.18907e-05	1.06623e-05	3.12263e-06	1.08248e-05	2.17570e-05	2.98442e-05	2.92214e-05	2.03815e-05
8	5.08623e-06	2.52962e-06	7.65703e-07	2.56405e-06	5.03388e-06	6.81802e-06	6.66608e-06	4.69052e-06
9	5.03049e-07	2.53351e-07	7.89953e-08	2.54358e-07	4.89781e-07	6.55318e-07	6.38005e-07	4.49895e-07

node assy169
1 2.07408e-07
2 2.22857e-06
3 9.66726e-06
4 3.31194e-05
5 3.10486e-05
6 2.31080e-05
7 9.71893e-06
8 2.27980e-06
9 2.20492e-07

snrpt 2.00 test test test test test test test test test
snr300 rz model test test test test test test test test test

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 6
SNPRT - 2.00

cross section for material (nshexp-type) =1

m	ig	sigf	sign	signf	sigf	sign
1	1	0.00000e+00	2.16042e-04	0.00000e+00	9.83638e-02	7.54276e-03
1	2	0.00000e+00	2.06601e-04	0.00000e+00	1.35140e-01	4.35284e-03
1	3	0.00000e+00	5.56175e-04	0.00000e+00	2.24749e-01	4.64594e-03
1	4	0.00000e+00	2.40965e-03	0.00000e+00	2.83117e-01	0.00000e+00

scattering matrix

1	9.06050e-02	7.42377e-03	1.18163e-04	8.25890e-07
2	0.00000e+00	1.30581e-01	4.35250e-03	3.41675e-07
3	0.00000e+00	0.00000e+00	2.19547e-01	4.64594e-03
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	2.80707e-01

cross section for material (nshexp-type) =2

m	ig	sigf	sign	signf	sigf	sign
2	1	2.96101e-03	1.93752e-03	2.96101e-03	1.40462e-01	1.47195e-02
2	2	6.56171e-05	1.47927e-03	6.56171e-05	2.25534e-01	6.79490e-03
2	3	1.14630e-04	4.72919e-03	1.14630e-04	3.27065e-01	4.38782e-03
2	4	4.93483e-04	9.94260e-03	4.93483e-04	3.41224e-01	0.00000e+00

scattering matrix

1	1.23805e-01	1.45483e-02	1.70276e-04	9.37083e-07
2	0.00000e+00	2.17260e-01	6.78885e-03	6.04793e-06
3	0.00000e+00	0.00000e+00	3.17948e-01	4.38782e-03
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	3.31281e-01

cross section for material (nshexp-type) =3

m	ig	sigf	sign	signf	sigf	sign
3	1	0.00000e+00	3.30045e-04	0.00000e+00	1.32933e-01	9.60749e-03
3	2	0.00000e+00	3.36186e-04	0.00000e+00	1.78531e-02	5.09951e-03
3	3	0.00000e+00	8.61269e-04	0.00000e+00	2.83151e-01	5.09601e-03
3	4	0.00000e+00	3.56939e-03	0.00000e+00	4.62167e-01	0.00000e+00

scattering matrix

1	1.21995e-01	9.41231e-03	1.93791e-04	1.39307e-06
2	0.00000e+00	1.73095e-01	5.09881e-03	7.05075e-07
3	0.00000e+00	0.00000e+00	2.77194e-01	5.09601e-03
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	4.58598e-01

cross section for material (nshexp-type) =4

m	ig	sigf	sign	signf	sigf	sign
4	1	1.79041e-02	7.14117e-03	1.79041e-02	1.24526e-01	1.14210e-02
4	2	1.59961e-02	8.00576e-03	1.59961e-02	2.01025e-01	3.64954e-03
4	3	2.40856e-02	1.45876e-02	2.40856e-02	2.86599e-01	1.80479e-03
4	4	7.33104e-02	4.98120e-02	7.33104e-02	3.68772e-01	0.00000e+00

scattering matrix

1	1.05964e-01	1.12738e-02	1.46192e-04	9.62178e-07
2	0.00000e+00	1.89370e-01	3.64847e-03	1.06888e-06
3	0.00000e+00	0.00000e+00	2.70207e-01	1.80479e-03
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	3.18960e-01

cross section for material (nshexp-type) =5

m	ig	sigf	sign	signf	sigf	sign
5	1	1.59878e-02	7.09892e-03	1.59878e-02	1.40226e-01	1.32400e-02
5	2	1.64446e-02	9.02877e-03	1.64446e-02	2.28245e-01	4.00300e-03
5	3	2.71451e-02	1.72478e-02	2.71451e-02	3.25806e-01	1.67341e-03
5	4	8.45807e-02	5.74211e-02	8.45807e-02	4.18127e-01	0.00000e+00

scattering matrix

1	1.19887e-01	1.30790e-02	1.59938e-04	1.07166e-06
2	0.00000e+00	2.15213e-01	4.00117e-03	1.82716e-06
3	0.00000e+00	0.00000e+00	3.06885e-01	1.67341e-03
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	3.60906e-01

cross section for material (nshexp-type) =6

m	ig	sigf	sign	signf	sigf	sign
6	1	1.01663e-02	4.67223e-03	1.01663e-02	1.41428e-01	2.24187e-02
6	2	9.46359e-03	5.57965e-03	9.46359e-03	2.45394e-01	2.78088e-02
6	3	1.87325e-02	1.32590e-02	1.87325e-02	3.98255e-01	3.29030e-02
6	4	8.25335e-02	6.51184e-02	8.25335e-02	4.35990e-01	0.00000e+00

scattering matrix

1	1.14337e-01	2.09664e-02	1.39132e-03	6.10281e-05
2	0.00000e+00	2.12006e-01	2.67269e-02	1.08186e-03
3	0.00000e+00	0.00000e+00	3.52093e-01	3.29030e-02

```
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.70072e-01

cross section for material (nshexp-type) =7
m lg      sigf      siga      signif      sigt      sigr
7 1 0.00000e+00 4.64814e-04 0.00000e+00 1.59346e-01 1.09125e-02
7 2 0.00000e+00 4.76496e-04 0.00000e+00 2.16356e-01 5.46811e-03
7 3 0.00000e+00 1.23810e-03 0.00000e+00 3.48692e-01 5.36879e-03
7 4 0.00000e+00 4.94333e-03 0.00000e+00 6.24249e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 1.47969e-01 1.06607e-02 2.49956e-04 1.82565e-06
2 0.00000e+00 2.10410e-01 5.46711e-03 1.00157e-06
3 0.00000e+00 0.00000e+00 1.42085e-01 5.36879e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 6.19306e-01

cross section for material (nshexp-type) =8
m lg      sigf      siga      signif      sigt      sigr
8 1 0.00000e+00 3.97516e-04 0.00000e+00 1.39164e-02 3.28552e-02
8 2 0.00000e+00 3.02674e-04 0.00000e+00 2.46993e-01 6.18703e-02
8 3 0.00000e+00 1.22034e-03 0.00000e+00 4.52425e-01 7.81326e-02
8 4 0.00000e+00 2.41527e-02 0.00000e+00 5.36256e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 1.05911e-01 2.96485e-02 3.06502e-03 1.41697e-04
2 0.00000e+00 1.84820e-01 5.91780e-02 2.69229e-03
3 0.00000e+00 0.00000e+00 3.73072e-01 7.81326e-02
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 5.12103e-01

cross section for material (nshexp-type) =9
m lg      sigf      siga      signif      sigt      sigr
9 1 0.00000e+00 4.58692e-04 0.00000e+00 1.51644e-01 1.27587e-02
9 2 0.00000e+00 4.59443e-04 0.00000e+00 1.42182e-01 4.42090e-03
9 3 0.00000e+00 1.07883e-03 0.00000e+00 1.65132e-01 3.33075e-03
9 4 0.00000e+00 5.91125e-03 0.00000e+00 8.04845e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 1.38427e-01 1.23901e-02 3.66930e-04 1.69036e-06
2 0.00000e+00 1.37502e-01 4.41927e-03 1.63280e-06
3 0.00000e+00 0.00000e+00 1.60722e-01 3.33075e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 7.98932e-01

cross section for material (nshexp-type) =10
m lg      sigf      siga      signif      sigt      sigr
10 1 0.00000e+00 2.25039e-04 0.00000e+00 9.65097e-02 7.92970e-03
10 2 0.00000e+00 2.33696e-04 0.00000e+00 9.87095e-02 3.22646e-03
10 3 0.00000e+00 5.39303e-04 0.00000e+00 1.34200e-01 2.90481e-03
10 4 0.00000e+00 3.03759e-03 0.00000e+00 4.12670e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 8.83550e-02 7.73409e-03 1.94719e-04 8.89615e-07
2 0.00000e+00 9.52493e-02 3.22568e-03 7.98494e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 1.30756e-01 2.90481e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 4.09632e-01

cross section for material (nshexp-type) =11
m lg      sigf      siga      signif      sigt      sigr
11 1 0.00000e+00 8.62218e-03 0.00000e+00 1.39085e-01 1.27410e-02
11 2 0.00000e+00 2.91302e-02 0.00000e+00 2.28152e-01 4.32238e-03
11 3 0.00000e+00 7.40851e-02 0.00000e+00 3.18806e-01 3.68781e-04
11 4 0.00000e+00 3.12550e-01 0.00000e+00 6.27366e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 1.17722e-01 1.26066e-02 1.33314e-04 1.08839e-06
2 0.00000e+00 1.94699e-01 4.32219e-03 1.85491e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 2.44352e-01 3.68781e-04
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.14816e-01

cross section for material (nshexp-type) =12
m lg      sigf      siga      signif      sigt      sigr
12 1 0.00000e+00 9.06964e-05 0.00000e+00 7.27587e-02 6.30456e-03
12 2 0.00000e+00 8.04746e-05 0.00000e+00 1.00218e-01 4.01388e-03
12 3 0.00000e+00 1.96101e-04 0.00000e+00 1.60703e-01 4.49111e-03
12 4 0.00000e+00 1.20796e-03 0.00000e+00 1.51576e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 6.63634e-02 6.23393e-03 7.02121e-05 4.16388e-07
2 0.00000e+00 9.61236e-02 4.01375e-03 1.26939e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 1.56016e-01 4.49111e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 1.50368e-01
#####
```

B-20

```
### perturbation denominator = 7.8167e+02 ###
### direct calc. reactivity change = -3.2814e-02 ###
#####
```

snrpt 2.00 test test test test test test test test
snr300 rz model test test test test test test test test

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 7
SNPERT - 2.00

1-th cal calculation option

ireac = 1 : 0/1/2 = no/calculate reactivity change(delta-ro)/reactivity worth map (delta-ro/cc/nucleide)
: if ireac=2, calculate density coefficient with first order perturbation in case of imicro=1 (&kinz)
imethod= 0 : 0/1/ = ohtake & takeda method/sasaki et. al. method
ibeta = 0 : 0/1 = no/calculate effective delayed neutron fraction (beta-effective)
and neutron generation time (sec) in case of imicro=1 (&kinz)

!! suppressed

snrpt 2.00 test test test test test test test test
snr300 rz model test test test test test test test test

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 11
SNPERT - 2.00

fine mesh-wise reactivity change (grp.total dk/kk*)

node	assy 1	assy 2	assy 3	assy 4	assy 5	assy 6	assy 7	assy 8
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 9	assy 10	assy 11	assy 12	assy 13	assy 14	assy 15	assy 16
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
4	0.00000e+00	0.00000e+00	-4.15874e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
5	0.00000e+00	0.00000e+00	-5.55748e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
6	0.00000e+00	0.00000e+00	-3.46140e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
7	0.00000e+00	0.00000e+00	-2.91547e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
8	0.00000e+00	0.00000e+00	-3.30121e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
9	0.00000e+00	0.00000e+00	-4.00275e-05	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node	assy 17	assy 18	assy 19	assy 20	assy 21	assy 22	assy 23	assy 24
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 25	assy 26	assy 27	assy 28	assy 29	assy 30	assy 31	assy 32
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 33	assy 34	assy 35	assy 36	assy 37	assy 38	assy 39	assy 40
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 41	assy 42	assy 43	assy 44	assy 45	assy 46	assy 47	assy 48
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 49	assy 50	assy 51	assy 52	assy 53	assy 54	assy 55	assy 56
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 57	assy 58	assy 59	assy 60	assy 61	assy 62	assy 63	assy 64
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 65	assy 66	assy 67	assy 68	assy 69	assy 70	assy 71	assy 72
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 73	assy 74	assy 75	assy 76	assy 77	assy 78	assy 79	assy 80
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 81	assy 82	assy 83	assy 84	assy 85	assy 86	assy 87	assy 88
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 89	assy 90	assy 91	assy 92	assy 93	assy 94	assy 95	assy 96
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy 97	assy 98	assy 99	assy100	assy101	assy102	assy103	assy104
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy105	assy106	assy107	assy108	assy109	assy110	assy111	assy112
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								
node	assy113	assy114	assy115	assy116	assy117	assy118	assy119	assy120
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above								

```
node  assy121  assy122  assy123  assy124  assy125  assy126  assy127  assy128
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
node  2 thru node  9 same as above

node  assy129  assy130  assy131  assy132  assy133  assy134  assy135  assy136
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
node  2 thru node  9 same as above

node  assy137  assy138  assy139  assy140  assy141  assy142  assy143  assy144
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
node  2 thru node  9 same as above

node  assy145  assy146  assy147  assy148  assy149  assy150  assy151  assy152
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
node  2 thru node  9 same as above

node  assy153  assy154  assy155  assy156  assy157  assy158  assy159  assy160
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
node  2 thru node  9 same as above

node  assy161  assy162  assy163  assy164  assy165  assy166  assy167  assy168
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
node  2 thru node  9 same as above

node  assy169
1  0.00000e+00
node  2 thru node  9 same as above
```

```
snprt 2.00  test test test test test test test test test
snr300 rz model test test test test test test test test test
```

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 13
SNPERT - 2.00

coarse mesh-wise reactivity change (grp.total dk/kk*)

```
jc  assy 1  assy 2  assy 3  assy 4  assy 5  assy 6  assy 7  assy 8
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 9  assy 10  assy 11  assy 12  assy 13  assy 14  assy 15  assy 16
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
2  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
3  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  -1.31776e-02  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
4  0.00000e+00  0.00000e+00  -2.91547e-03  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
5  0.00000e+00  0.00000e+00  -3.70149e-04  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00

jc  assy 17  assy 18  assy 19  assy 20  assy 21  assy 22  assy 23  assy 24
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 25  assy 26  assy 27  assy 28  assy 29  assy 30  assy 31  assy 32
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 33  assy 34  assy 35  assy 36  assy 37  assy 38  assy 39  assy 40
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 41  assy 42  assy 43  assy 44  assy 45  assy 46  assy 47  assy 48
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 49  assy 50  assy 51  assy 52  assy 53  assy 54  assy 55  assy 56
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 57  assy 58  assy 59  assy 60  assy 61  assy 62  assy 63  assy 64
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 65  assy 66  assy 67  assy 68  assy 69  assy 70  assy 71  assy 72
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 73  assy 74  assy 75  assy 76  assy 77  assy 78  assy 79  assy 80
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 81  assy 82  assy 83  assy 84  assy 85  assy 86  assy 87  assy 88
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 89  assy 90  assy 91  assy 92  assy 93  assy 94  assy 95  assy 96
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy 97  assy 98  assy 99  assy100  assy101  assy102  assy103  assy104
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy105  assy106  assy107  assy108  assy109  assy110  assy111  assy112
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy113  assy114  assy115  assy116  assy117  assy118  assy119  assy120
1  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00  0.00000e+00
jc  2 thru jc  5 same as above

jc  assy121  assy122  assy123  assy124  assy125  assy126  assy127  assy128
```

2001-05-14 14:27

nsheexpert.out

ページ 13

1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay129 assay130 assay131 assay132 assay133 assay134 assay135 assay136
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay137 assay138 assay139 assay140 assay141 assay142 assay143 assay144
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay145 assay146 assay147 assay148 assay149 assay150 assay151 assay152
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay153 assay154 assay155 assay156 assay157 assay158 assay159 assay160
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay161 assay162 assay163 assay164 assay165 assay166 assay167 assay168
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay169
1 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

whole system reactivity change (group-wise dk/kk*)					
Group	fission	absorption	scat-out	leakage	total
1	0.00000e+00	-6.24117e-03	-1.12380e-04	6.07558e-03	-2.79969e-04
2	0.00000e+00	-1.70595e-02	-1.21586e-05	9.48495e-03	-7.58668e-03
3	0.00000e+00	-9.13991e-03	1.48046e-05	2.63724e-03	-6.48787e-03
4	0.00000e+00	-2.99337e-03	0.00000e+00	8.84647e-04	-2.10872e-03
Grp. total	0.00000e+00	-3.54359e-02	-1.09734e-04	1.90824e-02	-1.64632e-02

2001-05-14 14:27

nsheexpert.out

ページ 14

snrpt 2.00 test test test test test test test test
snr300 rz model test test test test test test test test

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 13
SNPERT - 2.00

2-th cal calculation option

ireac = 1 : 0/1/2 = no/calculate reactivity change(delta-rcu)/reactivity worth map (delta-rc/cc/nucleide)
: if ireac=2, calculate density coefficient with first order perturbation in case of imicro=1 (kinxs)
imethod= 1 : 0/1/ = obtake % takeda method/sasaki et. al. method
ibeta = 0 : 0/1 = no/calculate effective delayed neutron fraction (beta-effective)
and neutron generation time (sec) in case of imicro=1 (kinxs)

JNC T9400 2001-008

snpert 2.00 test test test test test test test test
snr300 rx model test test test test test test test test
forward scalar flux by node by group

Hon Mar 12 09:07:20 2001 page 14 snpert 2.00 test test test test test test test test
SNPERT - 2.00 snr300 rx model test test test test test test test test

Hon Mar 12 09:07:20 2001 page 15
SNPERT - 2.00

JNC TJ9400 2001-008

snprt 2.00 test test test test test test test test
 snr300 rz model test test test test test test test test

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 16
 SNPERT - 2.00

snprt 2.00 test test test test test test test test
 snr300 rz model test test test test test test test test

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 17
 SNPERT - 2.00

fine mesh-wise reactivity change (grp.total dk/kk*)

node	assy 1	assy 2	assy 3	assy 4	assy 5	assy 6	assy 7	assy 8
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 9	assy 10	assy 11	assy 12	assy 13	assy 14	assy 15	assy 16
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 3	same as above							
4	0.00000e+00	0.00000e+00	-4.15874e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
5	0.00000e+00	0.00000e+00	-5.55748e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
6	0.00000e+00	0.00000e+00	-3.46140e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
7	0.00000e+00	0.00000e+00	-2.91547e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
8	0.00000e+00	0.00000e+00	-3.30121e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
9	0.00000e+00	0.00000e+00	-4.00275e-05	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node	assy 17	assy 18	assy 19	assy 20	assy 21	assy 22	assy 23	assy 24
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 25	assy 26	assy 27	assy 28	assy 29	assy 30	assy 31	assy 32
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 33	assy 34	assy 35	assy 36	assy 37	assy 38	assy 39	assy 40
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 41	assy 42	assy 43	assy 44	assy 45	assy 46	assy 47	assy 48
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 49	assy 50	assy 51	assy 52	assy 53	assy 54	assy 55	assy 56
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 57	assy 58	assy 59	assy 60	assy 61	assy 62	assy 63	assy 64
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 65	assy 66	assy 67	assy 68	assy 69	assy 70	assy 71	assy 72
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 73	assy 74	assy 75	assy 76	assy 77	assy 78	assy 79	assy 80
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 81	assy 82	assy 83	assy 84	assy 85	assy 86	assy 87	assy 88
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 89	assy 90	assy 91	assy 92	assy 93	assy 94	assy 95	assy 96
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy 97	assy 98	assy 99	assy100	assy101	assy102	assy103	assy104
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy105	assy106	assy107	assy108	assy109	assy110	assy111	assy112
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							
node	assy113	assy114	assy115	assy116	assy117	assy118	assy119	assy120
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
node 2 thru node 9	same as above							

```
node assy121 assy122 assy123 assy124 assy125 assy126 assy127 assy128
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above

node assy129 assy130 assy131 assy132 assy133 assy134 assy135 assy136
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above

node assy137 assy138 assy139 assy140 assy141 assy142 assy143 assy144
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above

node assy145 assy146 assy147 assy148 assy149 assy150 assy151 assy152
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above

node assy153 assy154 assy155 assy156 assy157 assy158 assy159 assy160
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above

node assy161 assy162 assy163 assy164 assy165 assy166 assy167 assy168
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above

node assy169
1 0.00000e+00
node 2 thru node 9 same as above
```

```
snrpt 2.00 test test test test test test test test test test
snr300 rz model test test test test test test test test test
```

Mon Mar 12 09:07:20 2001 page 19
SNPERT - 2.00

coarse mesh-wise reactivity change (grp.total dk/kk*)

```
jc assy 1 assy 2 assy 3 assy 4 assy 5 assy 6 assy 7 assy 8
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 9 assy 10 assy 11 assy 12 assy 13 assy 14 assy 15 assy 16
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
2 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
3 0.00000e+00 0.00000e+00 -1.31776e-02 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
4 0.00000e+00 0.00000e+00 -2.91547e-03 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
5 0.00000e+00 0.00000e+00 -3.70149e-04 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00

jc assy 17 assy 18 assy 19 assy 20 assy 21 assy 22 assy 23 assy 24
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 25 assy 26 assy 27 assy 28 assy 29 assy 30 assy 31 assy 32
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 33 assy 34 assy 35 assy 36 assy 37 assy 38 assy 39 assy 40
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 41 assy 42 assy 43 assy 44 assy 45 assy 46 assy 47 assy 48
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 49 assy 50 assy 51 assy 52 assy 53 assy 54 assy 55 assy 56
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 57 assy 58 assy 59 assy 60 assy 61 assy 62 assy 63 assy 64
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 65 assy 66 assy 67 assy 68 assy 69 assy 70 assy 71 assy 72
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 73 assy 74 assy 75 assy 76 assy 77 assy 78 assy 79 assy 80
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 81 assy 82 assy 83 assy 84 assy 85 assy 86 assy 87 assy 88
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 89 assy 90 assy 91 assy 92 assy 93 assy 94 assy 95 assy 96
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy 97 assy 98 assy 99 assy100 assy101 assy102 assy103 assy104
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy105 assy106 assy107 assy108 assy109 assy110 assy111 assy112
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy113 assy114 assy115 assy116 assy117 assy118 assy119 assy120
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assy121 assy122 assy123 assy124 assy125 assy126 assy127 assy128
```

1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay129 assay130 assay131 assay132 assay133 assay134 assay135 assay136
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay137 assay138 assay139 assay140 assay141 assay142 assay143 assay144
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay145 assay146 assay147 assay148 assay149 assay150 assay151 assay152
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay153 assay154 assay155 assay156 assay157 assay158 assay159 assay160
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay161 assay162 assay163 assay164 assay165 assay166 assay167 assay168
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

jc assay169
1 0.00000e+00
jc 2 thru jc 5 same as above

whole system reactivity change (group-wise dk/kk*)					
Group	fission	absorption	scat-out	leakage	total
1	0.00000e+00	-5.46167e-03	4.77207e-04	4.70450e-03	-2.79968e-04
2	0.00000e+00	-1.49057e-02	1.07135e-05	7.30835e-03	-7.58668e-03
3	0.00000e+00	-7.90741e-03	-5.39580e-05	1.47350e-03	-6.48787e-03
4	0.00000e+00	-2.41449e-03	0.00000e+00	3.05762e-04	-2.10872e-03
Grp.total	0.00000e+00	-3.06893e-02	4.33962e-04	1.37921e-02	-1.64632e-02

付録 C 中性子束外挿法使用マニュアル (NSHEX コード)

中性子束外挿法の適用に関する入力は 4 番ファイルで行う。

4 番ファイルの内容

Card1 IOP_OUTACC (Free Format)

IOP_OUTACC : 中性子外挿法の適用オプション

0 : 非適用

1 : 適用

Card2 NSTA_OUTACC, MXODR_OUTACC, INOFF_OUTACC, IOP_RECAL_FISSEIGEN

(Free Format) IOP_OUTACC=1 の場合のみ入力

NSTA_OUTACC : 外挿を開始する外側反復回数

MXODR_OUTACC : 外挿対象モーメント次数

INOFF_OUTACC : 高次モーメントへの外挿適用を停止オプション

各群の前の内側反復回数が INOFF_OUTACC

以下の場合、その群への外挿適用を停止する。

IOP_RECAL_FISSEIGEN : 外挿後の中性子源及び固有値再計算オプション

0 : 再計算しない。

1 : 再計算する。

Card3 IOP_CHEB1, IOP_CHEB2 (Free Format)

IOP_OUTACC=1 の場合のみ入力

IOP_CHEB1 : テスト用。1 に設定する。

IOP_CHEB2 : テスト用。1 に設定する。

付録 D 反応率分布処理コード使用マニュアル

1. はじめに	D-1
2. 使用環境	D-1
2. 1 計算機環境	D-1
2. 2 他コードとの関連	D-1
3. セットアップ	D-3
3. 1 メモリサイズの変更	D-3
3. 2 実行形式プログラムの作成	D-3
3. 3 計算の実行	D-4
4. 入力データの作成	D-6
4. 1 前処理プログラム PREP	D-6
4. 2 LAGOON	D-6
5. サンプル入力データ	D-9
6. 主な使用ファイル	D-10
6. 1 入出力ファイル	D-10
6. 2 前処理 flux ファイル	D-10
7. コードで扱う計算式	D-12
7. 1 径方向中性子束内挿	D-12
7. 2 軸方向中性子束内挿	D-12
8. プログラム情報	D-16
9. サンプル出力例	D-18
10. README ファイル内容	D-26
 図 2. 1 HexZ および TriZ メッシュ体系用 LAGOON コードの処理フロー	D-2
図 7. 1 径方向フィッティングに用いる中性子束位置	D-13
図 7. 2 測定値を規定する座標系	D-14
図 7. 3 軸方向内挿結果の例	D-15

1. はじめに

反応率分布の計算においては、炉心計算により得られる中性子束を適切に編集する必要があり、3次元 XYZ、2次元 RZ 体系に対しては、処理を行うコード LAGOON が整備されている。しかしながら、BFS 炉心は3次元 Hex-Z 体系であり、反応率の処理を行うには、LAGOON コードと同等の機能を有する3次元 Hex-Z あるいは Tri-Z 体系用のコードを整備する必要がある。そこで、次の方針に基づき整備した。

- ①他コード (DONJOSE、PLTJSE)との接続を考慮して、可能な限り現行のスキームを保持する。
- ②HexZ または TriZ メッシュの CITATION 出力ファイルを同一形式に処理し、径方向内挿を行いやすくするための中性子束前処理を導入する。

2. 使用環境

2. 1 計算機環境

UNIX(LINUX)環境で実行可能である。

2. 2 他コードとの関連

関連コードとデータの流れを図 2.1 に示す。

中性子束は CITATION の HexZ または TriZ メッシュ計算結果を用いる。

中性子束の前処理ステップでは、HexZ 体系の場合は、中性子束の集合体内 6 点の中性子束を内挿により定めるが、これに必要な拡散係数を読み込む。一方、TriZ 体系の場合は、必ずしもメッシュ数から集合体層数を決定できないため、最大集合体層数を入力する。どちらのケースでも同じ形式の前処理済み中性子束ファイルが作成される。

LAGOON 本体は、制御データで従来の反応率解析を行うことも可能である。HexZ もしくは TriZ 体系のケースは制御データでプログラムが判断する。この場合は、メッシュ等計算体系の幾何的情報は前処理ファイルから引き渡されるため、従来必要とされてきた 55 番ファイル (CITATION の 004 データブロック) は不要である。

反応率計算の入力は、ほぼ従来と同じである。後述のように HexZ および TriZ 体系の場合、測定値の座標設定に留意する必要がある。また、出力結果も従来機能を踏襲している。

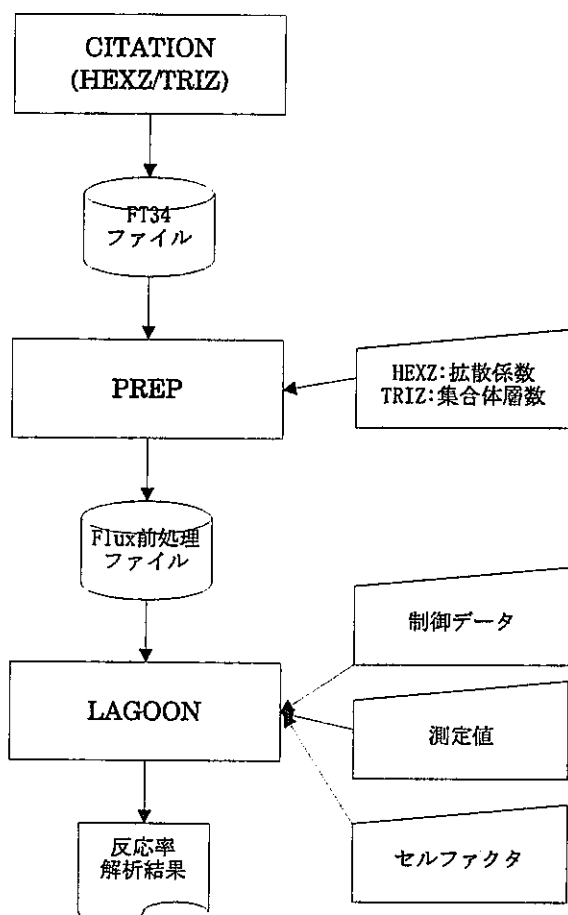


図 2.1 HexZ および TriZ メッシュ体系用 LAGOON コードの処理フロー

3. セットアップ

3. 1 メモリサイズの変更

プログラムではバルクメモリを確保して個々の変数にメモリを割り当てている。実行した結果、メモリが不足する際には、メッセージを出力して計算を停止する。この場合には、次のようにメインプログラムで設定しているメモリ長（語数:xxxxxxx）を増大させて再度実行形式プログラムを作成する。

```
COMMON /ARRAY/A(xxxxxxx)
memory=xxxxxxx
```

3. 2 実行形式プログラムの作成

前処理プログラムは次の makefile で実行形式プログラムを作成する。

```
#####
###
#       Makifile
#####
###
#
SRC= asmhex.f setr.f hexz.f indxh.f indxt.f main.f rdgeo.f rdxs.f triz.f
wot.f wot10.f xymesh.f
FFLAGS= -O -X7
EXE=prep.exe
$(EXE): $(SRC:.f=.o)
        f90 -o $(EXE) $(FFLAGS) $(SRC:.f=.o)
.f.o:
        f90 -c $(FFLAGS) $<
clean :
        /bin/rm -f $(SRC:.f=.o) $(EXE)
```

LAGOON 本体は次の makefile で実行形式プログラムを作成する。

```
#####
###
#       Makifile
#####
###
#
SRC= asymesh.f change.f flxfit.f flxgat.f hinit.f hinterp.f hosei.f ¥
hrrate.f indat.f indxh.f intakm.f interp.f inters.f intert.f ¥
intmat.f intofp.f intofs.f linlu.f locflx.f main.f main1.f ¥
msgpr.f pdserr.f point.f r004.f read.f rrates.f ¥
sdchg.f vol.f xy2nas.f xyconv.f rwpdsf_be.f wotr.f
FFLAGS= -O -X7 -Q
EXE=lagoon.lm.be
$(EXE): $(SRC:.f=.o)
        f90 -o $(EXE) $(FFLAGS) $(SRC:.f=.o)
.f.o:
        f90 -c $(FFLAGS) $<
clean :
        /bin/rm -f $(SRC:.f=.o) $(EXE)
```

3. 3 計算の実行

次の shell で計算を実行する。

(1)前処理および LAGOON 本体を一貫して実行する場合

```

#! /bin/sh
#
#   prep step
cp citout/$1.ft34 fort.34      #CITATION  ft34 ファイル
cp citmac.bcd fort.8          #マクロ断面積
../prep/prep.exe >$1.prep.out
mv fort.90 $1.prep            #前処理済み flux ファイル
mv fort.7 $1.prep.f07
#mv fort.91 $1.f91
rm fort.*
#
# LAGOON
#
date "+ %m-%d-%y (%a) %T === lagoon started ==="
cp lginp/lagoon.ft05 fort.5    # input data
cp lginp/lagoon.ft10 fort.10   # experiment data
cp $1.prep fort.11             # preprocessed file
#cp lginp/lagoon.ft55 fort.55   # mesh data (citation input card 004)
cp lginp/lagoon.ft60 fort.60   # cell factor data
USERPDSM=../../bfs621/bfs621mac18gxs/ # PDS-file's directory (MICRO)
export USERPDSM
../newsrsrc/lagoon.lm.be < fort.5 > lgout/$1 # execute & output
date "+ %m-%d-%y (%a) %T === lagoon ended ==="
mv fort.20 lgout/$1.rr        # reaction rate file
rm fort.*
#
exit 0

```

(2)前処理後の flux を用いて LAGOON 本体のみを実行する場合

```
#!/bin/sh
#
# LAGOON
#
date "+ %m-%d-%y (%a) %T === lagoon started ==="
cp lginp/lagoon$2.ft05 fort.5      # input data
cp lginp/lagoon.ft10 fort.10      # experiment data
cp $1.prep      fort.11      # preprocessed file
cp lginp/lagoon.ft55 fort.55      # mesh data (citation input card 004)
cp lginp/lagoon.ft60 fort.60      # cell factor data
USERPDSM=../../bfs621/bfs621mac18gxs/ # PDS-file's directory (MICRO)
export USERPDSM
../newsrsrc/lagoon.lm.be < fort.5 > lgout/$1.$2 # execute & output
date "+ %m-%d-%y (%a) %T === lagoon ended ==="
mv fort.20 lgout/$1.$2.rr      # reaction rate file
#mv fort.66 lgout/debug$2
rm fort.*
#
```

4. 入力データの作成

4. 1 前処理プログラム PREP

前処理プログラムの入力は TriZ と HexZ とで異なる。

(1) HexZ

HexZ 体系の場合、標準入力機番(FT05)からの入力データはない。

FT08 に CITATION マクロ断面積 (テキスト) を与えて各ゾーン毎の拡散係数を読み込む。拡散係数は、異方性を持たないことを前提としている(RDXS ルーチン)。拡散係数は集合体径方向 6 点の中性子束を決定するために用いられるので、方向性を考慮した拡散係数を使用する際には予め指定するか、コード自体を変更する必要がある。

(2) TriZ

TriZ 体系の場合、標準入力機番(FT05)から集合体層数を入力する。形式は自由形式である。

本来、集合体の並びによる炉心体系断面が 6 角であればメッシュ数から集合体層数を決定できるわけであるが、体系断面が円系に近い体系であると、余分なメッシュを削減した表現となることがある。このため、炉心体系断面を 6 角形として表現したときの集合体層数を利用者が入力することとした。

4. 2 LAGOON

LAGOON の入力は、コントロールオプションカードのみが変更となったので、これに限定して説明する。

(1)データの種類および形式

[ISELE] [LGEM] NGR JMAX IMAX [KMAX] [NBC(I),I=1,6]
[INTE] ISD [IPUT] [MICPR] [KFLX]

形式 2A4,4I4,2X,6I1,A4,4X,I4,A4,2I4

(2)データの意味

(a)ISELE ;計算選択指定

'END' --- プログラム終了

' ' --- 反応率計算 (デフォルト)

'CORR' --- 補正係数計算

指定が CORR のとき、LGEM 以降のこのカードの指定は必要がない。

(b)LGEM ;体系の形状

' ' --- 3 次元 XYZ (デフォルト) →NGEM=3

'XY' --- 2 次元 XY →NGEM=1

'RZ' --- 2 次元 RZ →NGEM=2

'HEXZ' --- 3 次元 HexZ (追加)

'TRIZ' --- 3 次元 TriZ (追加)

(c)NGR ;エネルギー群数

(d)JMAX ;X または R 方向メッシュ数
IMAX ;Y または Z 方向メッシュ数
KMAX ;Z 方向メッシュ数。

指定がない場合または体系が 2 次元のときは 1 として処理される。

* HexZ、TriZ 体系の場合はこれらのデータは無効である。

(e)NBC(I),I=1,6 ;境界条件の指定

0---境界でゼロ ($r=0.0$) (デフォルト)

1---反射条件 ($r=0.0$)

左右上下前後の順で与える。

内挿計算指定 INTE= OFF のときは指定があっても無視される。

* HexZ、TriZ 体系の場合はこれらのデータは無効である。

(f)INTE;内挿計算指定

'ON' --- 内挿する(デフォルト)

'OFF' --- 内挿しない

(g)ISD ;中性子束精度指定

0---単精度。先頭レコードから中性子束データとして処理する。

1---単精度。先頭 2 レコードスキップ、3 レコード目から処理する。

2---倍精度。先頭レコードから処理する。

3---倍精度。先頭 2 レコードスキップ処理する。

(注意事項(d)参照)

* HexZ、TriZ 体系の場合はこのデータは無効である。

(h)IPUT;反応率汎用データファイル出力指定

'OFF' --- ファイル出力しない(デフォルト)

'ON' --- ファイル出力する

(i)MICPR;マイクロ群定数プリント指定

0---出力しない(デフォルト)

1---出力する

(j)KFLX;中性子束プリント指定

0---出力しない(デフォルト)

1---出力する

(3)注意事項

(a)データの終りには、ISELE= 'END' のカードを必ず指定すること。

- (b)各計算処理データの先頭に必ず 1 枚指定すること。
- (c)ISELE='CORR'の場合、LGEM 以降の指定は必要がない。
指定があっても無視される。
- (d)ISD は中性子束データの精度と同時に、その由来を示している。
 - 0---CITATION 3 次元計算による単精度中性子束
 - 1---TWOTRAN 計算による単精度中性子束
 - 2---CITATION 2 次元計算による倍精度中性子束
 - 3---TWOTRAN 計算による倍精度中性子束→

5. サンプル入力データ

LAGOON の制御データ(ft05)のサンプル入力例を以下に示す。

```

    HEXZ 18 35 58 1 0000000N      00N      0 1 1
*** PU239(N,F) R.RATE :RZ JENDL-3.2
    1 67 Z      0.000
LEZNEWSC 2 1 5
FOLNEWSC 2 6 6
LEZNEWSC 2 7 7
MEZNEWSC 2 8 10
HEZNENSC 2 11 12
DEPUO2SB 2 13 18
LEZNEWSC 2 19 39
UBDBNESC 2 40 51
UAS000SC 2 52 67

*** U235(N,F) R.RATE :RZ JENDL-3.2
    1 67 Z      0.000
LEZNEWSA 2 1 5
FOLNEWSA 2 6 6

(途中省略)

*** U238(N,F) R.RATE :RZ JENDL-3.2 (DUMMY)
    1 67 Z      0.000
LEZNEWSB 2 1 5
FOLNEWSB 2 6 6
LEZNEWSB 2 7 7
MEZNEWSB 2 8 10
HEZNENSB 2 11 12
DEPUO2SA 2 13 18
LEZNEWSB 2 19 39
UBDBNESB 2 40 51
UAS000SB 2 52 67

END
END

```

6. 主な使用ファイル

6. 1 入出力ファイル

(1) 前処理プログラム PREP

入出力ファイルの一覧を下表に示す。

機番	内 容
5	集合体層数最大値 (TriZ体系のみ)
6	標準出力
34	CITATION-FBRの34番ファイル入力
8	CITATIONテキスト形式マクロ断面積 (HexZ体系のみ) 入力
90	前処理済みfluxファイル出力
7	debug出力：ワークとして扱えばよい

(2) LAGOON

入出力ファイルの一覧を下表に示す。

機番	内 容
5	標準入力
6	標準出力
10	測定値および座標データ入力
11	fluxファイル入力
55	体系データ (HexZ、TriZ体系では不要) 入力
60	セタルファクタ入力
20	反応率解析結果出力

6. 2 前処理 flux ファイル

今回新たに設けた前処理 flux ファイル構成を以下に示す。

●レコード構成

```
#1      nlay,nasm,kmax,pitch
#2      (xc(n),n=1,nasm),
        (yc(n),n=1,nasm),
        (zc(k),k=1,kmax),
        (zz(k),k=1,kmax+1)

do ig=1,ngrp
#3      (((triflx(m,n,k),m=1,6),n=1,nasm),k=1,kmax)
end do
```

●内容

nlay : 体系を構成する集合体層数
nasm : **nlay** 数で構成する集合体の総数
 $=1+3*nlay*(nlay-1)$: 全炉心体系のみ本コードで扱う
kmax : 軸方向メッシュ数
pitch : 集合体ピッチ(cm) : HexZ、TirZ 共にメッシュ幅から計算される
xc(nasm) : 各集合体の x 方向中心座標(cm)
yc(nasm) : 各集合体の y 方向中心座標(cm)
zc(kmax) : 軸方向中性子束計算位置の z 座標(cm)
zz(kmax+1) : 軸方向メッシュ境界座標(cm)
triflx(6,nasm,kmax) : 集合体内径方向 6 点の中性子束

7. コードで扱う計算式

7. 1 径方向中性子束内挿

6角集合体を対象とする場合、集合体内 6 点の中性子束 (HexZ の場合は、隣接中性子束との拡散係数重み付け平均で境界面の中性子束を定めて 3 角メッシュに対応する 6 点の中性子束を決定する) と周辺中性子束 (図 7.1) を用い、最小二乗法で次の 3 次関数へ当てはめ、集合体内任意の位置における中性子束を抽出する。

$$\phi(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2 + a_6x^3 + a_7x^2y + a_8xy^2 + a_9y^3$$

ここで、

$\phi(x, y)$: 着目集合体内の (x, y) 座標における中性子束

a : フィッティング係数

である。中性子束が 3 次関数の曲面で表現されれば、着目集合体内の任意の位置における中性子束を取り出すことが可能となる。

なお、フィッティングに際しては、着目する集合体の座標を決める必要がある。これは LAGOON コードの入力となる測定値のデータで与える必要がある。その際の座標系の採り方を図 7.2 示す。

7. 2 軸方向中性子束内挿

上記の径方向内挿は、着目した集合体の測定値を含む 4 メッシュの平面で行い、得られた 4 点の中性子束を用いた軸方向内挿により測定値に対応した中性子束を決定する。この軸方向内挿には Akima の内挿ルーチン¹を用いる。4 点の中性子束で約 1 桁の変化がある場合の内挿結果を図 7.3 に示す。●が径方向内挿から得られた 4 点の中性子束であり、曲線は見やすいように平滑曲線を結んだものである。内挿結果は■で表した。この図から、少なくとも軸方向 4 メッシュ間で 1 桁程度の変化のある中性子場でも十分精度良く内挿できることが分かる。

¹ H.Akima, "Interpolation and Smooth Curve Fitting Based on Local Procedures," Communications of the ACM, vol.15, No.10 (1972)

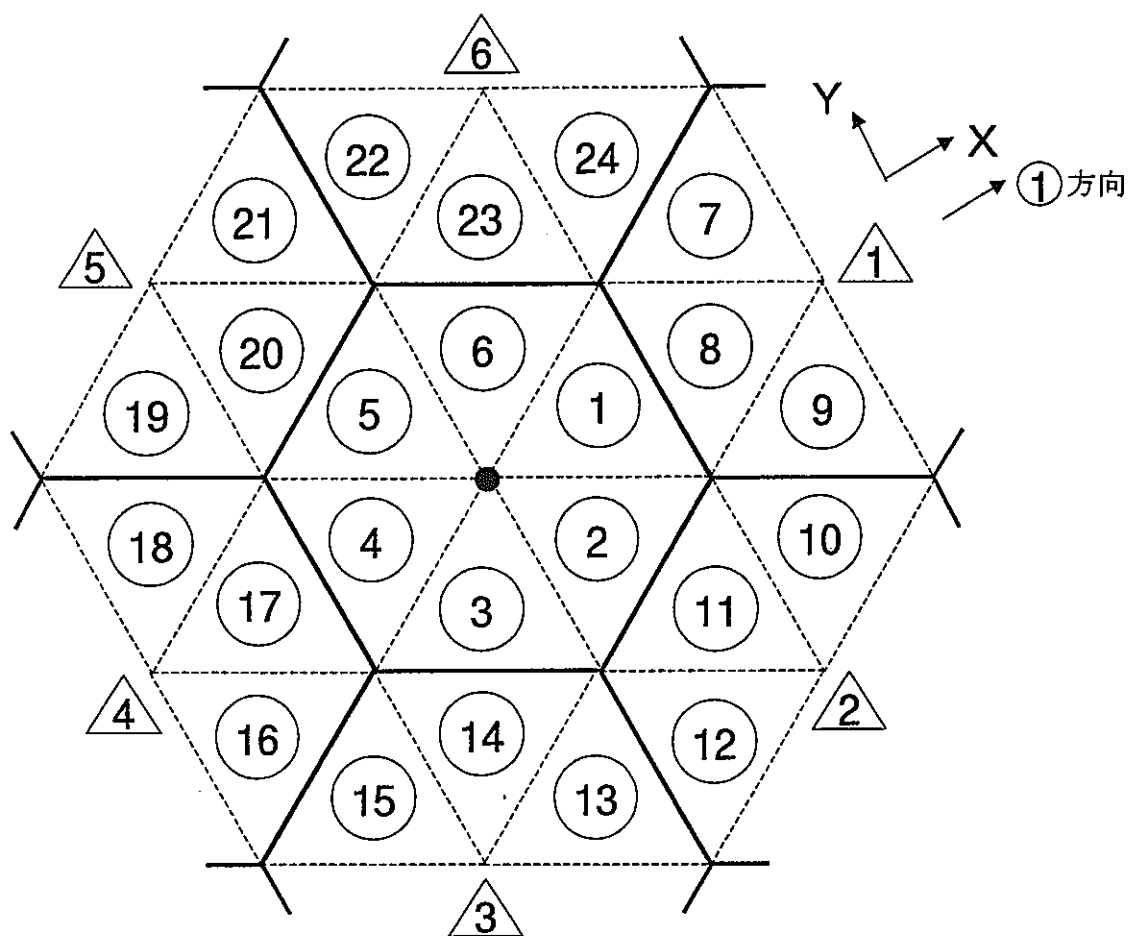


図 7.1 径方向フィッティングに用いる中性子束位置

○で囲んだ 1 から 24 番の位置の中性子束を用いて 3 次関数面にフィッティングする。このため、着目集合体の周辺の△で囲んだ数字の集合体に属する中性子束を用いる。XY の方向は体系全体の座標に合わせて設定する。①方向が基準 X 方向であることを示している。

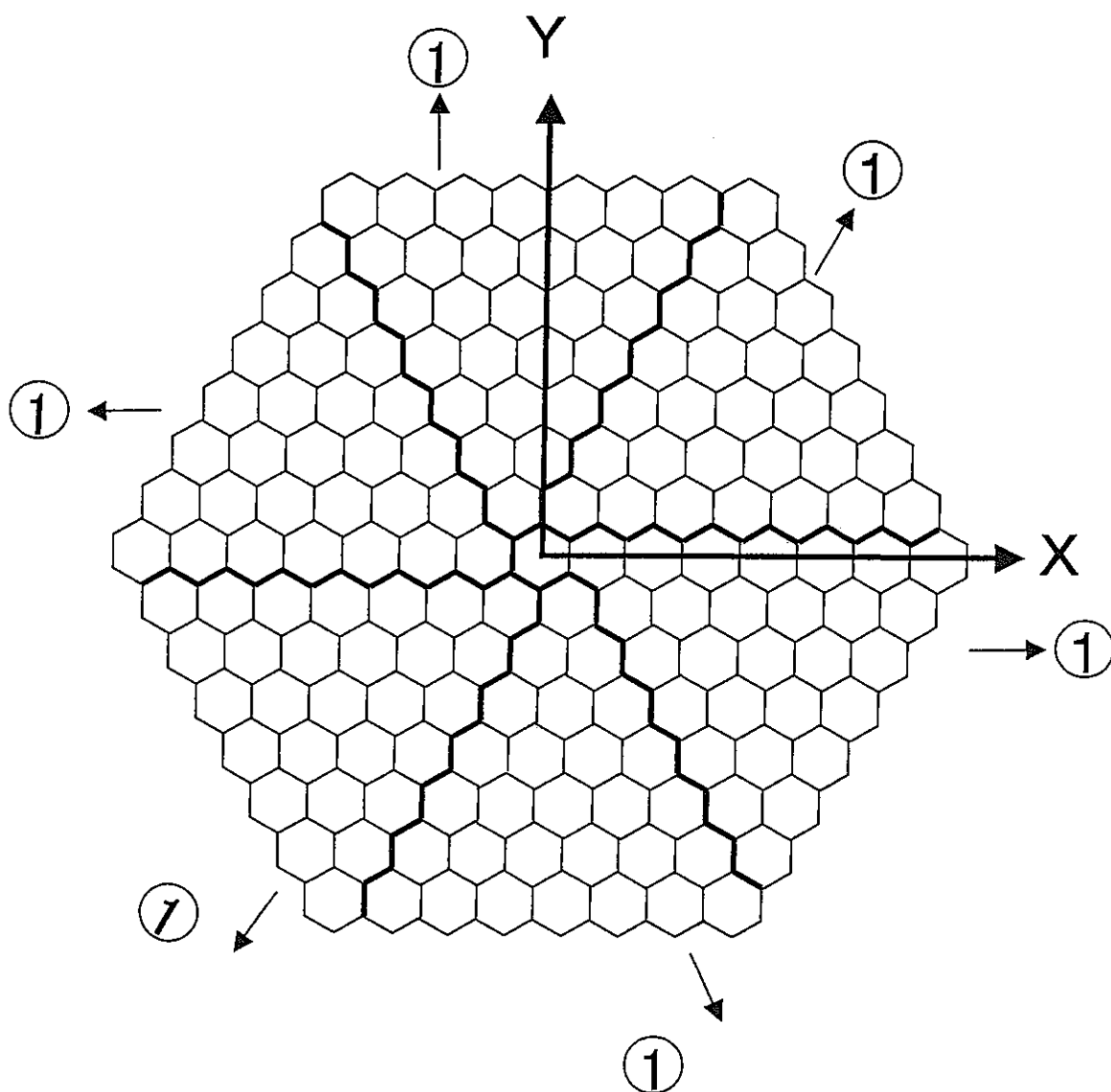


図 7.2 測定値を規定する座標系

上記体系例におけるX、Y方向の座標で測定位置を表す。図中の①は、図 7.1 における基準方向を意味している。

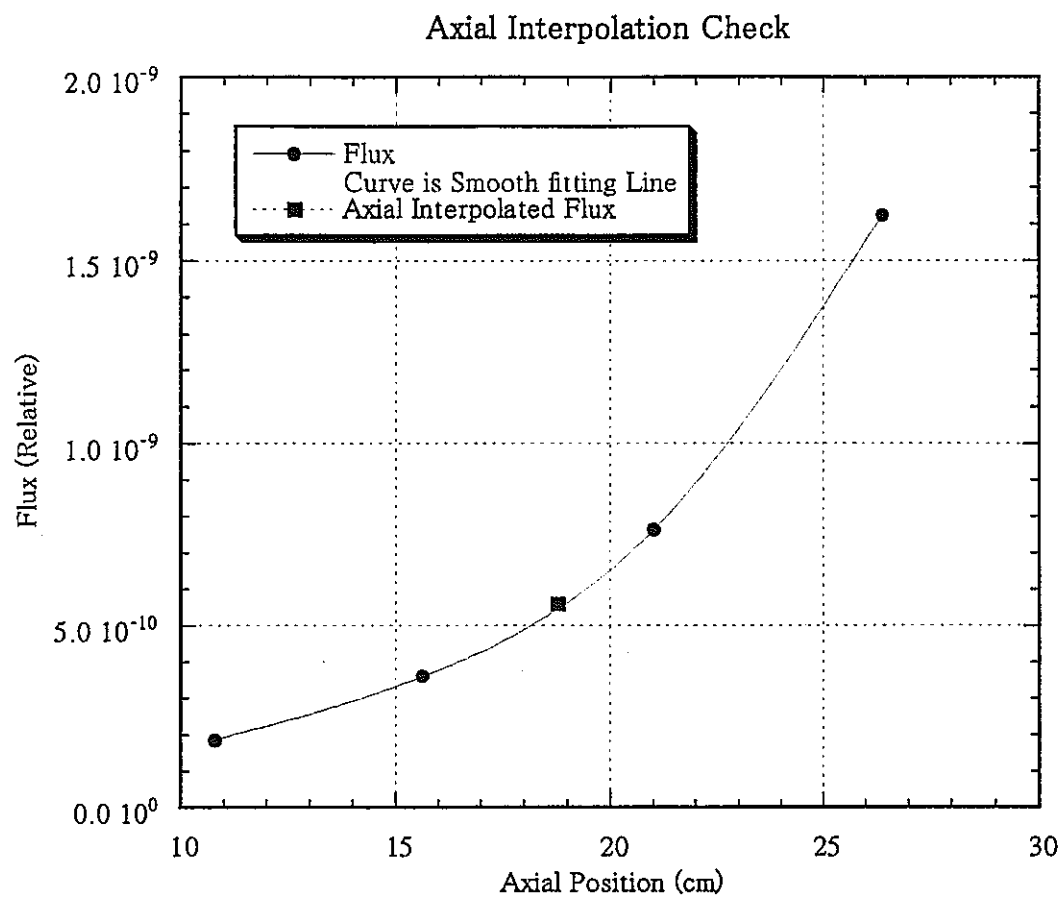


図 7.3 軸方向内挿結果の例

8. プログラム情報

コードを構成するサブルーチン等を以下の表に示す。

(1) 前処理プログラム PREP

プログラム	主な機能
asmhex	HexZ体系座標インデックス計算
hexz	HexZ体系flux前処理
indxh	集合体インデックス計算
indxt	TriZメッシュインデックス計算
main	全体の制御
rdgeo	幾何形状の読み込み
rdxs	断面積（拡散係数の読み込み）
setr	配列クリヤー
triz	TriZ体系flux前処理
xymesh	集合体中心座標計算
wotl0	行列印刷
wotr	行列印刷

(2) 前処理プログラム PREP

新たに追加したルーチンは表中の‘新’で識別される。

プログラム	主な機能	新規作成
asymesh	xyフィッティング用座標設定	新
change	精度変換	
flxfit	xy面3次関数フィッティング	新
flxgat	xyフィッティング用flux設定	新
hinit	HexZ体系用初期化	新
hinterp	HexZ体系用内挿計算	新
hosei	補正計算	
hrrate	HexZ体系用反応率計算	新
indat	反応率計算結果のストア	
indxh	集合体インデックス計算	新
intakm	HexZ体系用軸方向内挿計算（Akimaの内挿法）	新
interp	内挿計算	
inters	内挿計算	
intert	内挿計算	
intmat	内挿計算	
intofp	内挿計算	
intofs	内挿計算	
linlu	行列解法	
locflx	HexZ体系XY方向内挿計算	新
main	全体の制御	
mainl	実効的な全体制御	
msgpr	メッセージの印刷	
pdserr	pdsファイルエラー処理	

プログラム	主な機能	新規作成
point	座標計算	
r004	CITATIONの004データ入力	
read	PDSファイルのI/O	
rrate	反応率計算	
rwpsdf_be	PDSファイルのI/O (big_endianファイル仕様)	
sdchg	精度変換	
vol	体積計算	
wotr	行列印刷	新
xy2nas	座標から集合体番号のサーチ	新
xyconv	xyフィッティング用座標の設定	新

9. サンプル出力例

(1) 前処理プログラム PREP

```

*****
*** P R E P ***
*** flux preprocess for lagoon hexz / triz option ***
***
*** * * * * * ***
*** code use following input files ; ***
*** flux (34) citation-fbr ft34 file ***
*** maccit ( 8) citation macro xs data (bcd) ***
*** for hexz case ***
*** code output following files ; ***
*** rflux (90) reordered flux (6-points /assy) ***
*** debug ( 7) for check purpose ***
*** * * * * * ***
***
*****

nuac5 =13
jmax =70
imax =69
kbnmax =58
kmax =18
mmax =25
lflux file informations (hexz geometry)

BFS-62-1 HEX-Z 18G WHOLE CORE
JFS-3-J32 PLATE STRETCH CELL CONST.

keff = 0.9970396

boundary conditions ;
left =0
top =0
right =0
bottom=0
front =0
back =0

      fine mesh boundaries      flux points
      x      y      z      xf      yf      zf
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 2.55000e+00 2.55000e+00 2.15833e+00
2 5.10000e+00 5.10000e+00 4.31667e+00 7.65000e+00 7.65000e+00 6.47500e+00
3 1.02000e+01 1.02000e+01 8.63333e+00 1.27500e+01 1.27500e+01 1.07917e+01
4 1.53000e+01 1.53000e+01 1.29500e+01 1.78500e+01 1.78500e+01 1.56410e+01
5 2.04000e+01 2.04000e+01 1.83320e+01 2.29500e+01 2.29500e+01 2.10230e+01
6 2.55000e+01 2.55000e+01 2.37140e+01 2.80500e+01 2.80500e+01 2.64050e+01
7 3.06000e+01 3.06000e+01 2.90960e+01 3.31500e+01 3.31500e+01 3.17870e+01
8 3.57000e+01 3.57000e+01 3.44780e+01 3.82500e+01 3.82500e+01 3.71690e+01
9 4.08000e+01 4.08000e+01 3.98600e+01 4.33500e+01 4.33500e+01 4.21730e+01
10 4.59000e+01 4.59000e+01 4.44860e+01 4.84500e+01 4.84500e+01 4.67990e+01
11 5.10000e+01 5.10000e+01 4.91120e+01 5.35500e+01 5.35500e+01 5.14250e+01
12 5.61000e+01 5.61000e+01 5.37380e+01 5.86500e+01 5.86500e+01 5.60510e+01
13 6.12000e+01 6.12000e+01 5.83640e+01 6.37500e+01 6.37500e+01 6.06770e+01
14 6.63000e+01 6.63000e+01 6.29900e+01 6.88500e+01 6.88500e+01 6.45825e+01
15 7.14000e+01 7.14000e+01 6.61750e+01 7.39500e+01 7.39500e+01 6.77675e+01
16 7.65000e+01 7.65000e+01 6.93600e+01 7.90500e+01 7.90500e+01 7.18317e+01
17 8.16000e+01 8.16000e+01 7.43033e+01 8.41500e+01 8.41500e+01 7.67750e+01
18 8.67000e+01 8.67000e+01 7.92467e+01 8.92500e+01 8.92500e+01 8.17183e+01
19 9.18000e+01 9.18000e+01 8.41900e+01 9.43500e+01 9.43500e+01 8.66617e+01
20 9.69000e+01 9.69000e+01 8.91333e+01 9.94500e+01 9.94500e+01 9.16050e+01
21 1.02000e+02 1.02000e+02 9.40767e+01 1.04550e+02 1.04550e+02 9.65483e+01
22 1.07100e+02 1.07100e+02 9.90200e+01 1.09650e+02 1.09650e+02 1.01492e+02
23 1.12200e+02 1.12200e+02 1.03963e+02 1.14750e+02 1.14750e+02 1.06435e+02
24 1.17300e+02 1.17300e+02 1.08907e+02 1.19850e+02 1.19850e+02 1.11378e+02
25 1.22400e+02 1.22400e+02 1.13850e+02 1.24950e+02 1.24950e+02 1.16322e+02
26 1.27500e+02 1.27500e+02 1.18793e+02 1.30050e+02 1.30050e+02 1.21265e+02

```

JNC TJ9400 2001-008

```

27 1.32600e+02 1.32600e+02 1.23737e+02 1.35150e+02 1.35150e+02 1.26208e+02
28 1.37700e+02 1.37700e+02 1.28680e+02 1.40250e+02 1.40250e+02 1.31152e+02
29 1.42800e+02 1.42800e+02 1.33623e+02 1.45350e+02 1.45350e+02 1.36095e+02
30 1.47900e+02 1.47900e+02 1.38567e+02 1.50450e+02 1.50450e+02 1.41038e+02
31 1.53000e+02 1.53000e+02 1.43510e+02 1.55550e+02 1.55550e+02 1.45982e+02
32 1.58100e+02 1.58100e+02 1.48453e+02 1.60650e+02 1.60650e+02 1.50925e+02
33 1.63200e+02 1.63200e+02 1.53397e+02 1.65750e+02 1.65750e+02 1.55868e+02
34 1.68300e+02 1.68300e+02 1.58340e+02 1.70850e+02 1.70850e+02 1.60812e+02
35 1.73400e+02 1.73400e+02 1.63283e+02 1.75950e+02 1.75950e+02 1.65755e+02
36 1.78500e+02 1.78500e+02 1.68227e+02 1.81050e+02 1.81050e+02 1.70698e+02
37 1.83600e+02 1.83600e+02 1.73170e+02 1.86150e+02 1.86150e+02 1.75699e+02
38 1.88700e+02 1.88700e+02 1.78227e+02 1.91250e+02 1.91250e+02 1.80756e+02
39 1.93800e+02 1.93800e+02 1.83284e+02 1.96350e+02 1.96350e+02 1.85813e+02
40 1.98900e+02 1.98900e+02 1.88341e+02 2.01450e+02 2.01450e+02 1.90870e+02
41 2.04000e+02 2.04000e+02 1.93399e+02 2.06550e+02 2.06550e+02 1.95927e+02
42 2.09100e+02 2.09100e+02 1.98456e+02 2.11650e+02 2.11650e+02 2.00984e+02
43 2.14200e+02 2.14200e+02 2.03513e+02 2.16750e+02 2.16750e+02 2.06041e+02
44 2.19300e+02 2.19300e+02 2.08570e+02 2.21850e+02 2.21850e+02 2.11070e+02
45 2.24400e+02 2.24400e+02 2.13570e+02 2.26950e+02 2.26950e+02 2.16070e+02
46 2.29500e+02 2.29500e+02 2.18570e+02 2.32050e+02 2.32050e+02 2.21070e+02
47 2.34600e+02 2.34600e+02 2.23570e+02 2.37150e+02 2.37150e+02 2.26070e+02
48 2.39700e+02 2.39700e+02 2.28570e+02 2.42250e+02 2.42250e+02 2.31070e+02
49 2.44800e+02 2.44800e+02 2.33570e+02 2.47350e+02 2.47350e+02 2.36070e+02
50 2.49900e+02 2.49900e+02 2.38570e+02 2.52450e+02 2.52450e+02 2.41070e+02
51 2.55000e+02 2.55000e+02 2.43570e+02 2.57550e+02 2.57550e+02 2.46070e+02
52 2.60100e+02 2.60100e+02 2.48570e+02 2.62650e+02 2.62650e+02 2.51070e+02
53 2.65200e+02 2.65200e+02 2.53570e+02 2.67750e+02 2.67750e+02 2.56070e+02
54 2.70300e+02 2.70300e+02 2.58570e+02 2.72850e+02 2.72850e+02 2.61070e+02
55 2.75400e+02 2.75400e+02 2.63570e+02 2.77950e+02 2.77950e+02 2.66070e+02
56 2.80500e+02 2.80500e+02 2.68570e+02 2.83050e+02 2.83050e+02 2.71070e+02
57 2.85600e+02 2.85600e+02 2.73570e+02 2.88150e+02 2.88150e+02 2.76070e+02
58 2.90700e+02 2.90700e+02 2.78570e+02 2.93250e+02 2.93250e+02 2.81070e+02
59 2.95800e+02 2.95800e+02 2.83570e+02 2.98350e+02 2.98350e+02
60 3.00900e+02 3.00900e+02 3.03450e+02 3.03450e+02
61 3.06000e+02 3.06000e+02 3.08550e+02 3.08550e+02
62 3.11100e+02 3.11100e+02 3.13650e+02 3.13650e+02
63 3.16200e+02 3.16200e+02 3.18750e+02 3.18750e+02
64 3.21300e+02 3.21300e+02 3.23850e+02 3.23850e+02
65 3.26400e+02 3.26400e+02 3.28950e+02 3.28950e+02
66 3.31500e+02 3.31500e+02 3.34050e+02 3.34050e+02
67 3.36600e+02 3.36600e+02 3.39150e+02 3.39150e+02
68 3.41700e+02 3.41700e+02 3.44250e+02 3.44250e+02
69 3.46800e+02 3.46800e+02 3.49350e+02 3.49350e+02
70 3.51900e+02 3.51900e+02 3.54450e+02
71 3.57000e+02

```

```

nlay =35
nasm =3571
pitch =5.09999990

```

diffusion coefficients by zone

```

0 grp. zone 1 zone 2 zone 3 zone 4 zone 5 zone 6 zone 7 zone 8
1 3.88971e+00 3.88971e+00 3.82886e+00 3.82886e+00 3.69761e+00 3.69872e+00 3.69761e+00 3.69872e+00
2 3.38764e+00 3.38764e+00 3.33011e+00 3.33011e+00 3.21507e+00 3.21626e+00 3.21507e+00 3.21626e+00
3 3.04657e+00 3.04657e+00 2.99919e+00 2.99919e+00 2.89834e+00 2.89917e+00 2.89834e+00 2.89917e+00
4 2.75226e+00 2.75226e+00 2.72747e+00 2.72747e+00 2.62527e+00 2.62599e+00 2.62527e+00 2.62599e+00
5 2.21580e+00 2.21580e+00 2.20944e+00 2.20944e+00 2.12496e+00 2.12504e+00 2.12496e+00 2.12504e+00
6 1.98280e+00 1.98280e+00 1.99703e+00 1.99703e+00 1.92239e+00 1.92340e+00 1.92239e+00 1.92340e+00
7 1.63425e+00 1.63425e+00 1.63819e+00 1.63819e+00 1.56489e+00 1.56353e+00 1.56489e+00 1.56353e+00
8 1.40110e+00 1.40110e+00 1.41743e+00 1.41743e+00 1.34102e+00 1.34116e+00 1.34102e+00 1.34116e+00
9 1.36080e+00 1.36080e+00 1.34398e+00 1.34398e+00 1.29118e+00 1.29044e+00 1.29118e+00 1.29044e+00
10 1.16302e+00 1.16302e+00 1.13170e+00 1.13170e+00 1.09346e+00 1.09530e+00 1.09346e+00 1.09530e+00
11 1.07025e+00 1.07025e+00 1.01217e+00 1.01217e+00 1.00292e+00 1.00326e+00 1.00292e+00 1.00326e+00
12 7.93759e-01 7.93759e-01 7.50771e-01 7.50771e-01 7.59440e-01 7.59674e-01 7.59440e-01 7.59674e-01

```

JNC TJ9400 2001-008

```

13 5.94695e-01 5.94695e-01 5.71608e-01 5.71608e-01 5.98356e-01 5.96856e-01 5.98356e-01 5.96856e-01
14 1.00446e+00 1.00446e+00 9.57040e-01 9.57040e-01 9.48456e-01 9.47645e-01 9.48456e-01 9.47645e-01
15 1.06862e+00 1.06862e+00 1.01448e+00 1.01448e+00 9.96264e-01 9.96379e-01 9.96264e-01 9.96379e-01
16 8.69533e-01 8.69533e-01 8.26474e-01 8.26474e-01 8.17227e-01 8.17469e-01 8.17227e-01 8.17469e-01
17 9.79967e-01 9.79967e-01 9.28573e-01 9.28573e-01 9.13478e-01 9.13961e-01 9.13478e-01 9.13961e-01
18 9.68133e-01 9.68133e-01 9.30131e-01 9.30131e-01 9.11878e-01 9.12846e-01 9.11878e-01 9.12846e-01
0 grp. zone 9 zone 10 zone 11 zone 12 zone 13 zone 14 zone 15 zone 16
1 3.62437e+00 3.99640e+00 3.99640e+00 3.99640e+00 1.77843e+01 1.77936e+01 2.26007e+00 3.54542e+00
2 3.09089e+00 3.43926e+00 3.43926e+00 3.43926e+00 1.60037e+01 1.59970e+01 1.94988e+00 3.17521e+00
3 2.80466e+00 3.09582e+00 3.09582e+00 3.09582e+00 1.50031e+01 1.49991e+01 1.86880e+00 2.88125e+00
4 2.36548e+00 2.71518e+00 2.71518e+00 2.71518e+00 1.54073e+01 1.54071e+01 1.81280e+00 2.84117e+00
5 1.75553e+00 2.08514e+00 2.08514e+00 2.08514e+00 1.68846e+01 1.68888e+01 1.64234e+00 2.75050e+00
6 1.71240e+00 1.93417e+00 1.93417e+00 1.93417e+00 1.51715e+01 1.50918e+01 1.31955e+00 2.33849e+00
7 1.26940e+00 1.53660e+00 1.53660e+00 1.53660e+00 1.38734e+01 1.40809e+01 1.01193e+00 2.16942e+00
8 1.12384e+00 1.35806e+00 1.35806e+00 1.35806e+00 1.00737e+01 1.01784e+01 8.36409e-01 1.73456e+00
9 1.11878e+00 1.30834e+00 1.30834e+00 1.30834e+00 9.83954e+00 9.93068e+00 7.66577e-01 1.62785e+00
10 1.00362e+00 1.13525e+00 1.13525e+00 1.13525e+00 7.58515e+00 7.70227e+00 8.75456e-01 1.25483e+00
11 1.03889e+00 1.08264e+00 1.08264e+00 1.08264e+00 4.29553e+00 4.30167e+00 8.20598e-01 8.32966e-01
12 9.08533e-01 8.41736e-01 8.41736e-01 8.41736e-01 2.73814e+00 2.76649e+00 9.41007e-01 5.18015e-01
13 9.54601e-01 6.75584e-01 6.75584e-01 6.75584e-01 3.27222e+00 3.30479e+00 7.60461e-01 3.96401e-01
14 1.06922e+00 1.05800e+00 1.05800e+00 1.05800e+00 4.23955e+00 4.24152e+00 9.02521e-01 8.03253e-01
15 1.06632e+00 1.12216e+00 1.12216e+00 1.12216e+00 3.97654e+00 3.97431e+00 7.47819e-01 8.08632e-01
16 8.96230e-01 9.19277e-01 9.19277e-01 9.19277e-01 2.96844e+00 2.98520e+00 6.18206e-01 6.07125e-01
17 9.94102e-01 1.03830e+00 1.03830e+00 1.03830e+00 3.52237e+00 3.52152e+00 6.22684e-01 7.26366e-01
18 1.01970e+00 1.05221e+00 1.05221e+00 1.05221e+00 3.38997e+00 3.39081e+00 5.78330e-01 6.98818e-01
0 grp. zone 17 zone 18 zone 19 zone 20 zone 21 zone 22 zone 23 zone 24
1 4.47373e+00 5.28345e+00 4.47373e+00 5.28345e+00 4.47364e+00 3.74066e+00 4.47364e+00 3.74066e+00
2 3.99626e+00 4.58054e+00 3.99626e+00 4.58054e+00 3.99615e+00 3.17176e+00 3.99615e+00 3.17176e+00
3 3.61446e+00 3.66461e+00 3.61446e+00 3.66461e+00 3.61421e+00 2.40793e+00 3.61421e+00 2.40793e+00
4 3.49811e+00 3.32239e+00 3.49811e+00 3.32239e+00 3.49808e+00 2.13047e+00 3.49808e+00 2.13047e+00
5 3.20729e+00 2.88242e+00 3.20729e+00 2.88242e+00 3.20730e+00 1.98610e+00 3.20730e+00 1.98610e+00
6 2.69967e+00 2.29958e+00 2.69967e+00 2.29958e+00 2.70042e+00 1.52465e+00 2.70042e+00 1.52465e+00
7 2.46385e+00 1.88637e+00 2.46385e+00 1.88637e+00 2.46063e+00 1.13607e+00 2.46063e+00 1.13607e+00
8 2.03746e+00 1.69230e+00 2.03746e+00 1.69230e+00 2.04152e+00 1.00596e+00 2.04152e+00 1.00596e+00
9 1.87530e+00 1.53700e+00 1.87530e+00 1.53700e+00 1.87542e+00 9.34761e-01 1.87542e+00 9.34761e-01
10 1.42012e+00 1.33251e+00 1.42012e+00 1.33251e+00 1.42406e+00 8.29807e-01 1.42406e+00 8.29807e-01
11 1.06097e+00 1.19090e+00 1.06097e+00 1.19090e+00 1.06123e+00 7.82784e-01 1.06123e+00 7.82784e-01
12 6.50907e-01 8.81535e-01 6.50907e-01 8.81535e-01 6.49714e-01 6.83371e-01 6.49714e-01 6.83371e-01
13 4.31098e-01 5.24673e-01 4.31098e-01 5.24673e-01 4.31062e-01 6.53251e-01 4.31062e-01 6.53251e-01
14 9.98945e-01 9.46809e-01 9.98945e-01 9.46809e-01 1.00002e+00 5.99595e-01 1.00002e+00 5.99595e-01
15 1.07743e+00 9.35947e-01 1.07743e+00 9.35947e-01 1.07765e+00 5.21284e-01 1.07765e+00 5.21284e-01
16 7.90871e-01 7.39843e-01 7.90871e-01 7.39843e-01 7.89822e-01 4.15932e-01 7.89822e-01 4.15932e-01
17 9.87987e-01 6.89013e-01 9.87987e-01 6.89013e-01 9.88067e-01 3.52360e-01 9.88067e-01 3.52360e-01
18 9.64215e-01 5.14394e-01 9.64215e-01 5.14394e-01 9.64656e-01 2.53872e-01 9.64656e-01 2.53872e-01

```

assembly center positions

```

(xc,yc)
0.000 0.000 5.100 0.000 2.550 -4.417 -2.550 -4.417 -5.100 0.000
-2.550 4.417 2.550 4.417 10.200 0.000 7.650 -4.417 5.100 -8.833
0.000 -8.833 -5.100 -8.833 -7.650 -4.417 -10.200 0.000 -7.650 4.417
-5.100 8.833 0.000 8.833 5.100 8.833 7.650 4.417 15.300 0.000
12.750 -4.417 10.200 -8.833 7.650 -13.250 2.550 -13.250 -2.550 -13.250
-7.650 -13.250 -10.200 -8.833 -12.750 -4.417 -15.300 0.000 -12.750 4.417
-10.200 8.833 -7.650 13.250 -2.550 13.250 2.550 13.250 7.650 13.250
10.200 8.833 12.750 4.417 20.400 0.000 17.850 -4.417 15.300 -8.833
12.750 -13.250 10.200 -17.667 5.100 -17.667 0.000 -17.667 -5.100 -17.667
-10.200 -17.667 -12.750 -13.250 -15.300 -8.833 -17.850 -4.417 -20.400 0.000
-17.850 4.417 -15.300 8.833 -12.750 13.250 -10.200 17.667 -5.100 17.667
0.000 17.667 5.100 17.667 10.200 17.667 12.750 13.250 15.300 8.833
-86.700 -150.169 -89.250 -145.752 -91.800 -141.335 -94.350 -136.919 -96.900 -132.502
-99.450 -128.085 -102.000 -123.668 -104.550 -119.252 -107.100 -114.835 -109.650 -110.418
-112.200 -106.002 -114.750 -101.585 -117.300 -97.168 -119.850 -92.751 -122.400 -88.335
-124.950 -83.918 -127.500 -79.501 -130.050 -75.084 -132.600 -70.668 -135.150 -66.251
-137.700 -61.834 -140.250 -57.417 -142.800 -53.001 -145.350 -48.584 -147.900 -44.167
-150.450 -39.751 -153.000 -35.334 -155.550 -30.917 -158.100 -26.500 -160.650 -22.084

```

(途中省略)

JNC TJ9400 2001-008

```

-76.500 150.169 -71.400 150.169 -66.300 150.169 -61.200 150.169 -56.100 150.169
-51.000 150.169 -45.900 150.169 -40.800 150.169 -35.700 150.169 -30.600 150.169
-25.500 150.169 -20.400 150.169 -15.300 150.169 -10.200 150.169 -5.100 150.169
 0.000 150.169  5.100 150.169 10.200 150.169 15.300 150.169 20.400 150.169
25.500 150.169 30.600 150.169 35.700 150.169 40.800 150.169 45.900 150.169
51.000 150.169 56.100 150.169 61.200 150.169 66.300 150.169 71.400 150.169
76.500 150.169 81.600 150.169 86.700 150.169 89.250 145.752 91.800 141.335
94.350 136.919 96.900 132.502 99.450 128.085 102.000 123.668 104.550 119.252
107.100 114.835 109.650 110.418 112.200 106.002 114.750 101.585 117.300 97.168
119.850 92.751 122.400 88.335 124.950 83.918 127.500 79.501 130.050 75.084
132.600 70.668 135.150 66.251 137.700 61.834 140.250 57.417 142.800 53.001
145.350 48.584 147.900 44.167 150.450 39.751 153.000 35.334 155.550 30.917
158.100 26.500 160.650 22.084 163.200 17.667 165.750 13.250 168.300 8.833
170.850  4.417

```

```

**** flux written on 90 for group 1
**** flux written on 90 for group 2
**** flux written on 90 for group 3
**** flux written on 90 for group 4
**** flux written on 90 for group 5
**** flux written on 90 for group 6
**** flux written on 90 for group 7
**** flux written on 90 for group 8
**** flux written on 90 for group 9
**** flux written on 90 for group 10
**** flux written on 90 for group 11
**** flux written on 90 for group 12
**** flux written on 90 for group 13
**** flux written on 90 for group 14
**** flux written on 90 for group 15
**** flux written on 90 for group 16
**** flux written on 90 for group 17
**** flux written on 90 for group 18

```

(2) LAGOON 本体

```

*****
**                                **
**  PROGRAM GEBURT MAIN ROUTINE  **
**                                **
*****

+++ OPTION LIST +++

ISELE (CALCULATION SELECT OPTION)  — DEF  ; DEF  — REACTION RATE CALCULATION
; CORR — CORRECTION CALCULATION
; END  — PROGRAM END

NGEM (GEOMETRY) — HEXZ ; DEFAULT — (3D-XYZ)
; XY  — (2D-XY)
; RZ  — (2D-RZ)

INIE (INTERPOLATION OPTION) — ON

IBOUN(1-6) (BOUNDARY CONDITION)

LEFT — 0
RIGHT — 0
TOP — 0
BOTTOM — 0
FRONT — 0
BACK — 0

```

JNC TJ9400 2001-008

ISD (INPUT FLUX PRECISION) --- 0 ; 0 -- SINGLE PRECISION
 ; 1 -- SINGLE PRECISION (FIRST 2 RECORD SKIP)
 ; 2 -- DOUBLE PRECISION
 ; 3 -- DOUBLE PRECISION (FIRST 2 RECORD SKIP)

ICARD (INPUT DATA LOGICAL DEVICE) --- F ; F (DEFAULT) -- FILE(#10)
 ; C -- CARD-5

IPUT (R.RATE FILE OUTPUT OPTION) --- ON ; OFF (DEFAULT) -- NO FILE OUTPUT
 ; ON -- FILE OUTPUT ON (#20)

NGR (ENERGY GROUPS) --- 18

MICPR (MICRO CROSS SECTION PRINT) --- 0 ; (NO PRINT<DEFAULT> / PRINT) - (0/1)

KFLX (USE FLUX PRINT) --- 1 ; (NO PRINT<DEFAULT> / PRINT) - (0/1)

HEXZ/TRIZ GEOMETRY

MAX LAYER NO. FOR R (=nlay) = 35
 MAX ASSY NO. FOR R (=nasm) = 3571
 MAX MESH NO. FOR Z (=KMAX) = 58
 ASSEMBLY PITCH (cm) = 5.100000

1

```

+++++
+                                     +
+ *** PU239 (N,F) R.RATE :RZ JENDL-3.2                                     +
+                                     +
+++++
  
```

INPUT POINT NO1 (1) TO NO2 (67)

USE MEMORY SIZE =1277319

8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/IEZNEWS0
 1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/IEZNEWS0
 8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/IEZNEWS0
 1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/IEZNEWS0

READ INPUT DATA = 67

1

===== FLUX VALUE-DUMP =====

0 gip.	dat. 1	dat. 2	dat. 3	dat. 4	dat. 5	dat. 6	dat. 7	dat. 8
1	1.61964e-07	1.61400e-07	1.57857e-07	1.48086e-07	1.15143e-07	1.30842e-07	1.36497e-07	1.35360e-07
2	7.94196e-07	7.91528e-07	7.74712e-07	7.28067e-07	5.67209e-07	6.44189e-07	6.70370e-07	6.63585e-07
3	2.02760e-06	2.02070e-06	1.97781e-06	1.86509e-06	1.51665e-06	1.66752e-06	1.71303e-06	1.68540e-06
4	3.06300e-06	3.05315e-06	2.99341e-06	2.85552e-06	2.52847e-06	2.61943e-06	2.61289e-06	2.56197e-06
5	3.83194e-06	3.81971e-06	3.74635e-06	3.58652e-06	3.27062e-06	3.32220e-06	3.28305e-06	3.21616e-06
6	9.88190e-06	9.85114e-06	9.67145e-06	9.32746e-06	8.86428e-06	8.77549e-06	8.52241e-06	8.22611e-06
7	1.13850e-05	1.13471e-05	1.11242e-05	1.06664e-05	9.88199e-06	9.94467e-06	9.75098e-06	9.31987e-06
8	1.03908e-05	1.03580e-05	1.01705e-05	9.84736e-06	9.60547e-06	9.35530e-06	8.97064e-06	8.59719e-06
9	9.78373e-06	9.75417e-06	9.58415e-06	9.26992e-06	8.79439e-06	8.72592e-06	8.35278e-06	7.63051e-06
10	6.99674e-06	6.97667e-06	6.86128e-06	6.65844e-06	6.43747e-06	6.28360e-06	5.92584e-06	5.35530e-06
11	4.67152e-06	4.65917e-06	4.58889e-06	4.47890e-06	4.42621e-06	4.24529e-06	3.93809e-06	3.50016e-06

JNC TJ9400 2001-008

```

12 2.63682e-06 2.63033e-06 2.59408e-06 2.54921e-06 2.63630e-06 2.43985e-06 2.22519e-06 1.98111e-06
13 1.13482e-06 1.13211e-06 1.11711e-06 1.10139e-06 1.17560e-06 1.05984e-06 9.59479e-07 8.73822e-07
14 1.81859e-06 1.81638e-06 1.80919e-06 1.87462e-06 2.48308e-06 1.96222e-06 1.58964e-06 1.39692e-06
15 8.00885e-07 8.01333e-07 8.07463e-07 8.63617e-07 1.13146e-06 9.23033e-07 7.26984e-07 6.33704e-07
16 3.04965e-07 3.05473e-07 3.10052e-07 3.40818e-07 5.10997e-07 3.79134e-07 2.84453e-07 2.50043e-07
17 1.27227e-07 1.27605e-07 1.30734e-07 1.49929e-07 2.57077e-07 1.77508e-07 1.23348e-07 1.09687e-07
18 7.30143e-08 7.32751e-08 7.55749e-08 9.14608e-08 1.99236e-07 1.18603e-07 7.35141e-08 6.84618e-08
0 grp. dat. 9 dat. 10 dat. 11 dat. 12 dat. 13 dat. 14 dat. 15 dat. 16
1 1.32444e-07 1.24529e-07 1.10759e-07 7.36744e-08 4.26787e-08 1.31955e-08 4.31200e-09 1.51030e-09
2 6.48673e-07 6.08948e-07 5.42675e-07 3.60534e-07 2.04132e-07 5.99918e-08 1.90229e-08 6.59264e-09
3 1.64540e-06 1.53976e-06 1.36292e-06 9.02430e-07 5.19968e-07 1.57761e-07 5.06345e-08 1.74774e-08
4 2.50197e-06 2.32033e-06 2.01513e-06 1.32064e-06 7.47224e-07 2.13415e-07 6.57853e-08 2.21778e-08
5 3.14296e-06 2.90731e-06 2.49871e-06 1.64512e-06 9.63298e-07 2.79267e-07 8.57722e-08 2.85472e-08
6 8.00024e-06 7.30824e-06 6.13332e-06 4.14506e-06 2.86839e-06 1.11929e-06 4.05724e-07 1.43868e-07
7 9.01309e-06 8.15719e-06 6.71053e-06 4.66609e-06 3.47284e-06 1.52669e-06 6.01660e-07 2.23823e-07
8 8.32153e-06 7.44685e-06 6.04130e-06 4.33079e-06 3.46519e-06 1.73524e-06 7.47246e-07 2.94080e-07
9 7.23541e-06 6.39531e-06 5.30383e-06 3.99986e-06 3.43538e-06 1.98942e-06 9.56586e-07 4.07210e-07
10 5.04072e-06 4.38526e-06 3.58978e-06 2.80756e-06 2.53037e-06 1.63712e-06 8.62427e-07 3.93301e-07
11 3.26630e-06 2.79609e-06 2.27886e-06 1.85281e-06 1.76501e-06 1.27004e-06 7.29777e-07 3.56348e-07
12 1.84725e-06 1.56019e-06 1.23956e-06 1.03280e-06 1.02888e-06 8.02583e-07 4.92513e-07 2.53290e-07
13 8.19212e-07 6.88320e-07 5.36481e-07 4.75317e-07 5.83309e-07 5.26199e-07 3.49143e-07 1.89861e-07
14 1.30270e-06 1.03896e-06 7.47102e-07 5.93876e-07 4.69407e-07 3.38835e-07 2.27005e-07 1.28794e-07
15 5.87985e-07 4.50253e-07 2.99252e-07 2.36348e-07 2.33848e-07 1.87538e-07 1.29132e-07 7.56079e-08
16 2.32903e-07 1.73522e-07 1.07686e-07 8.92471e-08 1.03599e-07 9.50118e-08 6.81641e-08 4.09296e-08
17 1.03048e-07 7.44554e-08 4.29831e-08 3.63514e-08 4.31319e-08 4.28454e-08 3.20910e-08 1.97654e-08
18 6.58753e-08 4.63690e-08 2.45663e-08 1.95554e-08 2.04686e-08 1.98177e-08 1.53303e-08 9.71055e-09
(金中省略)
16 1.98165e-07 1.77869e-07 1.57572e-07 1.37660e-07 1.18077e-07 9.95937e-08 8.18419e-08 6.48151e-08
17 2.00351e-07 1.83816e-07 1.66039e-07 1.47136e-07 1.28158e-07 1.09313e-07 9.06016e-08 7.22767e-08
18 4.29694e-07 4.12535e-07 3.87579e-07 3.55852e-07 3.19729e-07 2.79425e-07 2.36696e-07 1.92186e-07
0 grp. dat. 65 dat. 66 dat. 67
1 2.04161e-11 1.41807e-11 1.05175e-11
2 9.81346e-11 6.77816e-11 4.94337e-11
3 4.25450e-10 2.97763e-10 2.14149e-10
4 1.77156e-09 1.28879e-09 9.30576e-10
5 4.63589e-09 3.46383e-09 2.50603e-09
6 3.07312e-08 2.30375e-08 1.62403e-08
7 5.26760e-08 3.94022e-08 2.73840e-08
8 7.26689e-08 5.32215e-08 3.52377e-08
9 8.92724e-08 6.49185e-08 4.22647e-08
10 7.75828e-08 5.50095e-08 3.37751e-08
11 5.74900e-08 3.93902e-08 2.21285e-08
12 3.86275e-08 2.57397e-08 1.32735e-08
13 2.25963e-08 1.48440e-08 7.30084e-09
14 7.22744e-08 4.85029e-08 2.59909e-08
15 6.82066e-08 4.61371e-08 2.50258e-08
16 4.83350e-08 3.22523e-08 1.65856e-08
17 5.42873e-08 3.66240e-08 1.92880e-08
18 1.46402e-07 9.97808e-08 5.22675e-08

```

1

*** PU239 (N,F) R.RATE :RZ JENDL-3.2

--- RESULTS ---

NUCLIDE AND REACTION 1 = 239PU(N,F) 2 = 235U(N,F) 3 = 238U(N,F) 4= 238(N,G)

REACTION RATE

0	I	MEMBER	REACTION	XPOINT	YPOINT	ZPOINT	R.RATE	EXP.DATA	ERROR	C/E	POSITION
	1	LEZNEWSC	1	2.9000	0.0000	121.2650	1.3548e-04	1.0014e+00	1.0000e-02	1.0000	150 150
	2	LEZNEWSC	1	11.8000	0.0000	121.2650	1.3516e-04	9.7920e-01	9.7900e-03	1.0203	150 148
	3	LEZNEWSC	1	20.6000	0.0000	121.2650	1.3342e-04	9.6390e-01	9.6400e-03	1.0231	150 146

JNC TJ9400 2001-008

```

      4 LEZNEWSC 1 29.5000 0.0000 121.2650 1.3190e-04 9.2900e-01 9.2900e-03 1.0494 150 144
      5 LEZNEWSC 1 38.3000 0.0000 121.2650 1.4084e-04 9.0770e-01 9.0800e-03 1.1468 150 142
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/FOLNEWS0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/FOLNEWS0
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/FOLNEWS0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/FOLNEWS0
      6 FOLNEWSC 1 47.1000 0.0000 121.2650 1.2938e-04 9.5130e-01 9.5100e-03 1.0053 150 140
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/LEZNEWS0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/LEZNEWS0
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/LEZNEWS0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/LEZNEWS0
      7 LEZNEWSC 1 55.9000 0.0000 121.2650 1.1731e-04 8.4010e-01 8.4000e-03 1.0321 150 138
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/MEZNEWS0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/MEZNEWS0
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/MEZNEWS0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/MEZNEWS0
      8 MEZNEWSC 1 64.8000 0.0000 121.2650 1.0943e-04 7.5440e-01 7.5400e-03 1.0722 150 136
      9 MEZNEWSC 1 73.6000 0.0000 121.2650 1.0456e-04 6.7520e-01 6.7500e-03 1.1446 150 134
     10 MEZNEWSC 1 82.4000 0.0000 121.2650 9.0980e-05 5.9270e-01 5.9300e-03 1.1346 150 132
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/HEZNEWS0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/HEZNEWS0
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/HEZNEWS0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/HEZNEWS0
     11 HEZNEWSC 1 91.3000 0.0000 121.2650 7.2796e-05 4.8300e-01 4.8300e-03 1.1140 150 130
     12 HEZNEWSC 1 100.1000 0.0000 121.2650 5.3349e-05 3.6710e-01 3.6700e-03 1.0742 150 128
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/DEPUO2S0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/DEPUO2S0
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/DEPUO2SB
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/DEPUO2SB
     13 DEPUO2SB 1 108.9000 0.0000 121.2650 4.3565e-05 2.4220e-01 2.4200e-03 1.3295 150 126
     14 DEPUO2SB 1 117.8000 0.0000 121.2650 2.5604e-05 1.3440e-01 1.3400e-03 1.4081 150 124
     15 DEPUO2SB 1 126.6000 0.0000 121.2650 1.3815e-05 8.5100e-02 8.5100e-04 1.1999 150 122
     16 DEPUO2SB 1 135.4000 0.0000 121.2650 6.7999e-06 5.2700e-02 5.2700e-04 0.9537 150 120
     17 DEPUO2SB 1 144.3000 0.0000 121.2650 4.4699e-06 3.1700e-02 3.1700e-04 1.0423 150 118
     18 DEPUO2SB 1 153.1000 0.0000 121.2650 1.1076e-06 2.1300e-02 2.1300e-04 0.3844 150 116
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/IEZNEWS0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/IEZNEWS0
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/IEZNEWS0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/IEZNEWS0
     19 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 121.2650 1.3548e-04 1.0019e+00 1.0000e-02 0.9995 150 150
     20 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 118.7650 1.3519e-04 1.0009e+00 1.0000e-02 0.9984 150 150
     21 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 116.2650 1.3449e-04 1.0047e+00 1.0000e-02 0.9894 150 150
     22 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 113.7650 1.3337e-04 9.9730e-01 9.9700e-03 0.9885 150 150
     23 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 111.2650 1.3185e-04 9.7180e-01 9.7200e-03 1.0028 150 150
     24 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 108.7650 1.2991e-04 9.5930e-01 9.5900e-03 1.0010 150 150
     25 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 106.2650 1.2759e-04 9.3590e-01 9.3600e-03 1.0076 150 150
     26 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 103.7650 1.2487e-04 9.1880e-01 9.1900e-03 1.0046 150 150
     27 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 101.2650 1.2179e-04 8.9910e-01 8.9900e-03 1.0012 150 150
     28 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 98.7650 1.1834e-04 8.8380e-01 8.8400e-03 0.9897 150 150
     29 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 96.2650 1.1456e-04 8.4080e-01 8.4100e-03 1.0071 150 150
     30 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 93.7650 1.1046e-04 8.1330e-01 8.1300e-03 1.0039 150 150
     31 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 91.2650 1.0607e-04 7.7070e-01 7.7100e-03 1.0173 150 150
     32 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 88.7650 1.0142e-04 7.4420e-01 7.4400e-03 1.0073 150 150
     33 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 86.2650 9.6561e-05 7.0710e-01 7.0700e-03 1.0094 150 150
     34 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 83.7650 9.1512e-05 6.7950e-01 6.8000e-03 0.9955 150 150
     35 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 81.2650 8.6392e-05 6.4040e-01 6.4000e-03 0.9971 150 150
     36 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 78.7650 8.1209e-05 6.1050e-01 6.1100e-03 0.9832 150 150
     37 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 76.2650 7.6198e-05 5.6100e-01 5.6100e-03 1.0039 150 150
     38 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 73.7650 7.1233e-05 5.2800e-01 5.2800e-03 0.9972 150 150
     39 IEZNEWSC 1 2.9000 0.0000 71.2650 6.7240e-05 5.0180e-01 5.0200e-03 0.9904 150 150
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/UBDENES0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/UBDENES0
8 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/UBDENES0
1 USERPDSM.../bfs621/bfs621mac18gxs/UBDENES0
     40 UBDENESC 1 2.9000 0.0000 68.7650 6.4647e-05 4.7770e-01 4.7800e-03 1.0003 150 150
     41 UBDENESC 1 2.9000 0.0000 66.2650 6.1008e-05 4.4370e-01 4.4400e-03 1.0163 150 150
     42 UBDENESC 1 2.9000 0.0000 63.7650 5.7035e-05 4.2090e-01 4.2100e-03 1.0016 150 150
     43 UBDENESC 1 2.9000 0.0000 61.2650 5.2993e-05 3.8650e-01 3.8700e-03 1.0134 150 150

```

JNC TJ9400 2001-008

44	UBDENESC	1	2.9000	0.0000	58.7650	4.8956e-05	3.6950e-01	3.7000e-03	0.9793	150	150
45	UBDENESC	1	2.9000	0.0000	56.2650	4.5165e-05	3.3860e-01	3.3900e-03	0.9859	150	150
46	UBDENESC	1	2.9000	0.0000	53.7650	4.1705e-05	3.1910e-01	3.1900e-03	0.9660	150	150
47	UBDENESC	1	2.9000	0.0000	51.2650	3.8623e-05	2.9770e-01	2.9800e-03	0.9590	150	150
48	UBDENESC	1	2.9000	0.0000	48.7650	3.6119e-05	2.8990e-01	2.9000e-03	0.9209	150	150
49	UBDENESC	1	2.9000	0.0000	46.2650	3.4333e-05	2.7550e-01	2.7600e-03	0.9211	150	150
50	UBDENESC	1	2.9000	0.0000	43.7650	3.3147e-05	2.7230e-01	2.7200e-03	0.8998	150	150
51	UBDENESC	1	2.9000	0.0000	41.2650	3.4058e-05	2.8190e-01	2.8200e-03	0.8930	150	150
8 USERPDSM. ./.../bfs621/bfs621mac18gxs/UAS000S0											
1 USERPDSM. ./.../bfs621/bfs621mac18gxs/UAS000S0											
8 USERPDSM. ./.../bfs621/bfs621mac18gxs/UAS000SC											
1 USERPDSM. ./.../bfs621/bfs621mac18gxs/UAS000SC											
52	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	38.7650	3.8362e-05	3.0080e-01	3.0100e-03	0.9427	150	150
53	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	36.2650	3.9989e-05	3.1320e-01	3.1300e-03	0.9437	150	150
54	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	33.7650	4.0657e-05	3.1770e-01	3.1800e-03	0.9459	150	150
55	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	31.2650	4.0215e-05	3.0810e-01	3.0800e-03	0.9648	150	150
56	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	28.7650	3.8870e-05	3.0310e-01	3.0300e-03	0.9479	150	150
57	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	26.2650	3.6918e-05	2.8050e-01	2.8100e-03	0.9728	150	150
58	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	23.7650	3.4413e-05	2.6560e-01	2.6600e-03	0.9577	150	150
59	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	21.2650	3.1551e-05	2.4060e-01	2.4100e-03	0.9693	150	150
60	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	18.7650	2.8408e-05	2.1940e-01	2.1900e-03	0.9571	150	150
61	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	16.2650	2.5106e-05	1.8520e-01	1.8500e-03	1.0020	150	150
62	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	13.7650	2.1680e-05	1.6120e-01	1.6100e-03	0.9941	150	150
63	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	11.2650	1.8193e-05	1.3600e-01	1.3600e-03	0.9888	150	150
64	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	8.7650	1.4672e-05	1.1390e-01	1.1400e-03	0.9521	150	150
65	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	6.2650	1.1133e-05	8.7700e-02	8.7700e-04	0.9383	150	150
66	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	3.7650	7.5874e-06	6.6000e-02	6.6000e-04	0.8497	150	150
67	UAS000SC	1	2.9000	0.0000	1.2650	4.0338e-06	4.6300e-02	4.6300e-04	0.6440	150	150

1

1 0. README ファイル内容

lagoon hexz&triz flux version ####
March 2001 MRI

1. directries

prep :preprocessor for lagoon source
preptest:preprocessor validation
newsrc :lagoon new version source
test :lagoon validation for bfs621 data
(experimental dat is not modified from original data)

2. caution

2.1 compiler

executable were made by Fujitsu Fortran90 Compiler on Linux environment.
Makefiles must be changed.

2.2 pds file

rwpsf.f is adjusted for big_endian data.

eof

付録E 二次元輸送摂動計算コード使用マニュアル

1. はじめに	E-1
2. 使用環境	E-2
2. 1 計算機環境	E-2
2. 2 他コードとの関連	E-2
3. セットアップ	E-3
3. 1 メモリサイズの変更	E-3
3. 2 実行形式プログラムの作成	E-3
3. 3 計算の実行	E-3
4. 入力データの作成	E-5
5. サンプル入力データ	E-7
6. 主な使用ファイル	E-10
6. 1 入出力ファイル	E-10
6. 2 断面積および遅発中性子データファイル	E-10
7. JOINT に追加した断面積ファイル作成機能	E-14
7. 1 入力データ	E-14
7. 2 実行方法	E-15
8. コードで扱う計算式	E-17
8. 1 反応度変化	E-17
8. 2 反応度値および密度係数	E-19
8. 3 実効遅発中性子割合と中性子生成時間	E-20
9. プログラム情報	E-22
10. サンプル出力例	E-23
表6. 1 SNPERT 用ミクロ断面積ファイル形式	E-10
表6. 2 SNPERT 用遅発中性子データファイル形式	E-11
図6. 1 SNPERT 用遅発中性子データファイル例(1/2)	E-12
図6. 1 SNPERT 用遅発中性子データファイル例(2/2)	E-13
図7. 1 マクロ断面積作成用入力例	E-14
図7. 2 ミクロ断面積作成用入力例	E-15

1. はじめに

SNPERT コードは、二次元輸送計算コード TWOTRAN2 の計算結果を用いる摂動計算コードとして広く使用されてきた。しかしながらこの SNPERT コードには次のような制限あるいは制約がある。

- ①データ入力用の配列長をブロックデータで定義*しており、設定値を上回るサイズの問題を実行する際には、ロードモジュールを再度作成する必要がある。
- ②摂動領域の指定は TWOTRAN2 コードで扱う粗メッシュ領域（ゾーン）単位であり、指定したゾーン単位の情報に限られる。
- ③マイクロ断面積入力に対応していない。
- ④③により、ゾーン内での反応度価値分布あるいは動特性パラメータを計算できない。

これらの制約を現状のソースプログラムに手を加えて解消することは困難である。そこで、基本的な処理方法は原版を踏襲するものの、新たにソースプログラムを全面的に書き換えて二次元輸送摂動計算コードを作成した。

本コード（新 SNPERT）の機能を現行の SNPERT コードと比較した結果を下表に示す。

機 能	項 目	新SNPERT	現行のSNPERT
入力	データ項目	現状データとほぼ同じであるが、計算機能の追加によるデータ項目の追加あり	現状入力データ
	データ記述形式	Namelist形式	同左
	マクロ断面積ライブラリ	TWOTRAN2形式テキストファイル	SNPERT形式テキストファイル
	マイクロ断面積ライブラリ	PERKYマイクロ断面積と類似のバイナリファイル	—
解析機能	取り扱い形状	RZ, XY	同左
	計算内容	反応度変化	同左
		反応度価値および密度係数	—
		実効遅発中性子割合 (β_{eff}) および実効中性子生成時間 (Λ)	—
出力	反応度変化	粗／細メッシュ毎、成分毎に出力可能	粗メッシュ毎、成分毎に出力可能
	反応度価値	粗／細メッシュ毎、成分毎に出力可能	—
	密度係数	粗メッシュ毎、成分毎に出力可能	—
	動特性パラメータ	出力可能	—
インターフェイス	角度束	TWOTRAN2	同左
	JOINT処理	マイクロ、マクロ断面積作成部を追加	SNPERT用整備済み

* 例えば、群数=18、R 方向メッシュ数=36、Z 方向メッシュ数=26、領域数=1000、取り扱い物質数=36

2. 使用環境

2. 1 計算機環境

UNIX(LINUX)および PC Windows 環境で実行可能である。

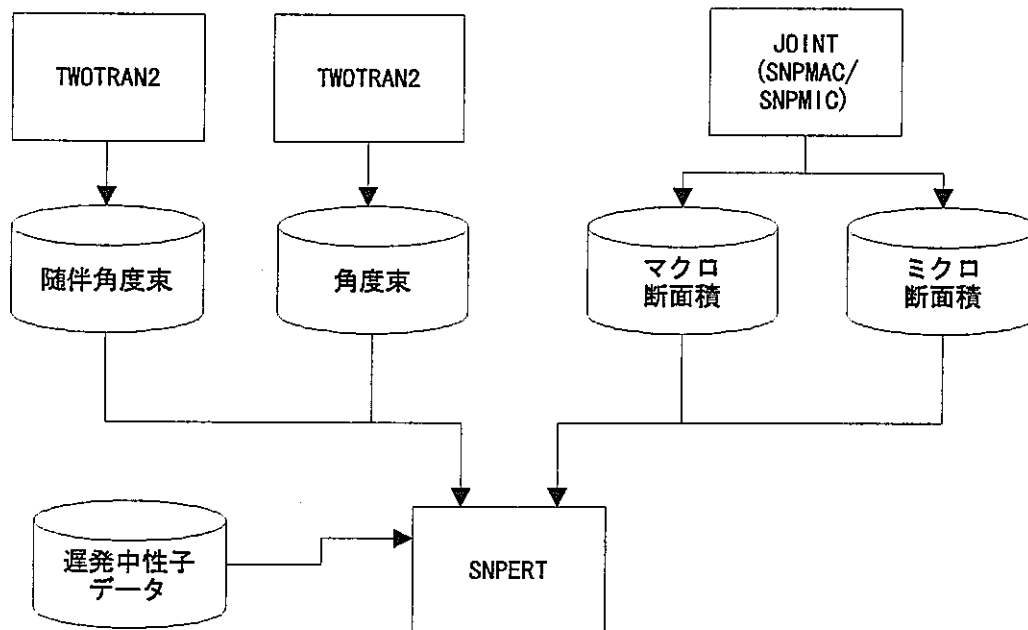
2. 2 他コードとの関連

関連コードとデータの流れを下図に示す。

角度束は従来と同じく TWOTRAN2 で計算する。

マクロ断面積は TWOTRAN2 と同じ形式である。マイクロ断面積は JOINT で処理した PERKY 形式類似型のバイナリファイルである。マクロとマイクロ断面積は JOINT に追加した断面積ファイル作成機能 (SNPMIC/SNPMAC ルーチン) を利用して作成することが可能である。

遅発中性子データは JOINT 入力と同じ形式である。



3. セットアップ

3. 1 メモリサイズの変更

プログラムではバルクメモリを確保して個々の変数にメモリを割り当てている。実行した結果、メモリが不足する際には、メッセージを出力して計算を停止する。この場合には、次のようにメインプログラムで設定しているメモリ長（語数:xxxxxxx）を増大させて再度実行形式プログラムを作成する。

```
parameter (memory=xxxxxxx)
```

3. 2 実行形式プログラムの作成

次の **makefile** で実行形式プログラムを作成する。

```
#####
#
#      Makifile
#
#####
#
SRC= sworth.f swedit.f xsmix.f isearch.f wotr.f addmp.f addres.f ¥
blkdta000.f denom.f enter.f geomin.f main.f printh.f rddelay.f ¥
rdmac.f rdmic.f rdpara.f reed.f setr.f snbeta.f sncont.f snedit.f ¥
sninp1.f sninp2.f snpert.f snprep.f snxs.f trnsfm.f wot.f wot10.f ¥
zmap.f
FFLAGS= -O -X7
EXE=snpert.exe
$(EXE): $(SRC:.f=.o)
        f90 -o $(EXE) $(FFLAGS) $(SRC:.f=.o)
.f.o:
        f90 -c $(FFLAGS) $<
clean :
        /bin/rm -f $(SRC:.f=.o) $(EXE)
```

3. 3 計算の実行

次の **shell** で計算を実行する。

(1)マクロ断面積ベース

```
# !/bin/sh
# macro xs
cp ../../joint/testsnp/stestmac.bcd fort.10
#      fop test
#      $2 forward flux
#      $3 adjoint flux
cp $2.agflx fort.1
cp $3.agflx fort.2
../srcnew/snpert.exe <$1.inp >$1.pout
mv fort.99 $1.dbg
rm fort*
exit
```

(2)マイクロ断面積ベース

```
# !/bin/sh
# micro xs
cp ../../joint/testsnp/testmic.bin fort.9
cp dchi-4g.joint.bcd fort.23
# fop test
# $2 forward flux
# $3 adjoint flux
cp $2.agflx fort.1
cp $3.agflx fort.2
../srcnew/snpert.exe <$1.inp >$1.pout
mv fort.99 $1.dbg
rm fort*
exit
```

4. 入力データの作成

初めに2行のタイトルを記述する。タイトルに続き、3つのデータブロック (inp1、inxs、inp2) で計算の諸条件を入力する。各ブロックは、**namelist**形式にてデータを記述する。但し、各行は最大80カラムまで入力可能である。

以下に入力データを、「変数：デフォルト：説明」の並びで記載する。デフォルト値を持つデータの場合、変更不要なデータは入力する必要はない。また、変数に付した括弧は、配列で入力することを示す。配列数が*のデータは、入力数は可変であり必要なだけ入力する。

[1] タイトル

計算のタイトルを2行に記載する。

[2] プリントオプション **namelist** 名: inp1

各オプションで≠0を指定すると対応したデータを印刷する。

- iedit(1) : 0: マクロ断面積データ入力時の印刷
0/1/2/3=なし/入力したTWOTRAN形式/SNPERT用に変換した形式/1+2
- iedit(2) : 0: ミクロ断面積データ入力時の印刷
0/1=なし/SNPERT用形式
- iedit(3) : 0: 遅発中性子データファイルの内容印刷
0/1=なし/印刷
- iedit(4) : 0: スカラーForward中性子束の印刷
0/1/-N=なし/全群のメッシュ毎flux/第N群のみのflux
- iedit(5) : 0: スカラーAdjoint中性子束の印刷
0/1/-N=なし/全群のメッシュ毎flux/第N群のみのflux
- iedit(6) : 0: Forward- Adjoint角度束の内積中性子束の印刷
0/1/-N=なし/全群のメッシュ毎flux/第N群のみのflux
- iedit(7) : 0: 細メッシュ毎の反応度変化(dk/kk')または反応度価値 (dk/kk'/cc/核種) の印刷
0/1/2/11/-N=なし/群合計値のみ/全群+群合計/1+各反応度成分群合計/第N群のみ
- iedit(8) : 0: 粗メッシュ毎の反応度変化(dk/kk')または反応度価値 (dk/kk'/cc/核種) の印刷
0/1/2/-N=なし/群合計値のみ/全群+群合計/1+各反応度成分群合計/第N群のみ
- iedit(9) : 0: reserved
- iedit(10) : 0: reserved

[3] 断面積等のパラメータ namelist 名 : inxs

imicro : 0 : 断面積ファイルの指定
 0/1=マクロ断面積を用いる/ミクロ断面積を用いる
 mti : 0 : 物質ゾーン数 (=断面積セット数)
 niso : 0 : 反応度価値計算で扱う核種数
 ndnuc : 0 : 遅発中性子データファイル中の核種数 (ミクロ断面積指定かつ、
 実効遅発中性子割合の計算を行う場合に必要)
 delu : igm*0 : 中性子生成時間用の群毎レサジー幅 (ミクロ断面積指定かつ、
 実効遅発中性子割合の計算を行う場合に必要)
 micid(*) : 0 : ミクロ断面積ファイル中に格納されている核種識別番号。
 反応度価値計算に際しては、このテーブルを参照して断面積データの有
 無を判定する。

注 1) delu, micid の配列長はコモンインクルードファイル sparm.inc で 100 と設定されている。これが入力の上限となる。

[4] 計算項目の指定 namelist 名 : inp2

計算項目の選択と計算項目毎の個別データを指定する。

本ブロックは、繰返し入力することで繰返し計算が可能である。

例えば、一次摂動の反応度変化計算を複数回繰返すことができる。

ireac : 0 : 反応度変化等計算の指定
 0/1/2=なし/反応度変化 (dk/kk')/反応度価値 (dk/kk'/cc/核種)
 ただし、反応度価値計算はミクロ断面積を与えた場合のみ
 imethod : 0 : 反応度変化等の成分の表現指定
 0/1=大竹&竹田の式/佐々木ほかの式
 ibeta : 0 : 遅発中性子割合等の計算の指定
 0/1=なし/中性子寿命、実効遅発中性子割合、実効崩壊定数の計算
 ただし、ミクロ断面積を与えた場合のみ。また、実効崩壊定数は
 遅発中性子割合データファイルに存在する際に計算される。
 nworth : 0 : 反応度価値計算する核種数
 0/N=なし/N個の核種を対象に反応度価値分布計算を行う。
 idnucw(*) : 0 : 反応度価値計算対象核種識別番号
 libra(*) : 0 : 非摂動系断面積セットの番号を領域毎に与え(im*jm個)、
 adjoint系のTWOTRANダンプファイル中の番号を置換する。
 入力しない場合にはadjoint系のTWOTRANダンプファイル中の番号が
 用いられる。
 librap(*) : 0 : 摂動系断面積セットの番号を領域毎に与え(im*jm個)、
 forward系のTWOTRANダンプファイル中の番号を置換する。
 入力しない場合にはforward系のTWOTRAN

ダンプファイル中の番号が用いられる。

注 1) libra, librap の配列長は sninp2 のパラメータ文(maxreg=1000)で設定されている。

注 2) EP の場合に、TWOTRAN 計算で使った断面積セットの順番を替える際には、libra と librap の指定が必須。

注 3) FOP の場合に、TWOTRAN 計算で使った断面積セットの順番を替える際には、libra のみがあれば計算に支障はないが、同じ librap を指定する。これを用いて摂動分母を計算する。

5. サンプル入力データ

サンプル入力例を以下に示す。

(1)マクロベースの一次摂動計算

```
snpert 2.00    fop e5sl2-fc mac
snr300 rz model test test test test test test test test
&inpl
    iedit=2, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1,
&end

&inxs
    imicro=0,
    mti=6,
    ndnuc=0,
&end
&inp2
    ireac=1, imethod=0
    libra(1)=4, 6, 4, 6, 4, 3,
             4, 6, 4, 6, 4, 3,
             1, 6, 1, 6, 2, 3,
             1, 6, 1, 5, 2, 3,
             4, 5, 4, 5, 4, 3,
             4, 5, 4, 5, 4, 3,
    librap(1)=4, 6, 4, 6, 4, 3,
              4, 6, 4, 6, 4, 1,
              1, 6, 1, 6, 2, 3,
              1, 5, 1, 5, 2, 3,
              4, 5, 4, 5, 4, 3,
              4, 5, 4, 5, 4, 3,

&end
&inp2
    ireac=1, imethod=1
&end
```

(2)マイクロベースの一次摂動計算

```

snpert 2.00      fop e5sl2-fc mic
snr300 rz model test test test test test test test test
&inp1
    iedit=3, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1,
&end

&inxs
    imicro=1, niso=22
    micid=940, 941, 942, 949, 925, 928, 105, 115, 6,
        23, 24, 26, 42, 11, 41, 28, 8, 23, 854, 884, 894, 814
    mti=6,
    ndnuc=0,
&end
&inp2
    ireac=1, imethod=0
    libra(1)=4, 6, 4, 6, 4, 3,
        4, 6, 4, 6, 4, 3,
        1, 6, 1, 6, 2, 3,
        1, 6, 1, 5, 2, 3,
        4, 5, 4, 5, 4, 3,
        4, 5, 4, 5, 4, 3,
    librap(1)=4, 6, 4, 6, 4, 3,
        4, 6, 4, 6, 4, 1,
        1, 6, 1, 6, 2, 3,
        1, 5, 1, 5, 2, 3,
        4, 5, 4, 5, 4, 3,
        4, 5, 4, 5, 4, 3,

&end
&inp2
    ireac=1, imethod=1
&end

```

(3)反応度価値マップ計算

```

snpert 2.00    fop e5sl2-fc mic
snr300 rz model test test test test test test test test
&inp1
    iedit=2, 1, 1, 0, 0, 0, 11, 1, 1, 1,
&end

&inxs
    imicro=1,niso=22
    micid=940,941,942,949,925,928,105,115,6,
        23,24,26,42,11,41,28,8,23,854,884,894,814
    mti=6,
    ndnuc=0,
&end
&inp2
    ireac=2,imethod=0,
    nworth=1,    idnucw=925,
&end
&inp2
    ireac=2,imethod=1,
    nworth=1,    idnucw=925,
&end

```

6. 主な使用ファイル

6. 1 入出力ファイル

入出力ファイルの一覧を下表に示す。

機番	内 容
5	標準入力
6	標準出力
1	forward計算角度束
2	adjoint計算角度束
9	ミクロ断面積ライブラリ
10	マクロ断面積ライブラリ
23	遅発中性子データ
99	デバッグ出力

6. 2 断面積および遅発中性子データファイル

①ミクロ断面積はPERKYライクの形式とする。すなわち、物質毎にミクロ断面積と核種数密度を与えたバイナリファイルとする。これを作成するにはJOINTに断面積取り出しルーチンを追加する。ファイル形式は表6.1に示す通りである。

②遅発中性子 ν_d 、 κ_d

ファイルから読み込む。ファイル形式は表6.2に示す通りである。例を図6.1に示す。

表 6.1 SNPERT 用ミクロ断面積ファイル形式

●レコード構成

```

do m=1,mti
#1      nhm,ngm,nnuc,(ncode(n),n=1,nhm),(adens(n),n=1,nnuc)
do n=1,nnuc
#2      ((cig(ih,ig,n),ih=1,nhm),ig=1,ngm)
end do
end do

```

●内容

mti : 入力する物質の数 (マクロセンス)
 nhm : 断面積テーブル長 (=5+ngm)
 ngm : エネルギー群数
 nnuc : 物質内の核種数
 ncode : 核種識別番号。=PDS ファイル中識別名=JFS3 識別名
 adhes : 核種数密度 (個/barn/cm)
 cig : ミクロ断面積 (barn)
 cig(1,*) =capture
 cig(2,*) =fission

```

cig(3,*) =absorption★
cig(4,*) =production
cig(5,*) =total/transport★
cig(6,*) =self-scattering★
cig(7,*) =in-group scattering

```

ここで★は調整済みのものを指す。

表 6.2 SNPERT 用遅発中性子データファイル形式

●レコード構成

```

do nd=1,ndnuc
#1      idnuc(nd),nudf
do n=1,nudf
#2      (dnu(ig,jd,nd),ig=1,ngm)
end do
do n=1,nudf
#2      (dchi(ig,jd,nd),ig=1,ngm)
end do
end do

```

●内容

```

ndnuc   : 遅発中性子データ収納核種数
idnuc   : 遅発中性子データ収納核種識別番号 (949,925 等)
nudf    : 遅発中性子ファミリ数(=6)
dnu     : 遅発中性子放出割合
dchi    : 遅発中性子放出スペクトル

```

948 6

1. 2203E-04	1. 3188E-04	1. 3188E-04	1. 3188E-04
1. 1898E-03	1. 2858E-03	1. 2858E-03	1. 2858E-03
8. 3677E-04	9. 0432E-04	9. 0432E-04	9. 0432E-04
1. 5254E-03	1. 6485E-03	1. 6485E-03	1. 6485E-03
5. 5785E-04	6. 0288E-04	6. 0288E-04	6. 0288E-04
1. 2639E-04	1. 3659E-04	1. 3659E-04	1. 3659E-04
5. 0018E-03	8. 8498E-01	1. 1002E-01	0. 0000E+00
1. 3325E-01	8. 4302E-01	2. 3731E-02	0. 0000E+00
7. 0382E-02	8. 7058E-01	5. 9039E-02	0. 0000E+00
1. 2076E-01	8. 1635E-01	6. 2882E-02	0. 0000E+00
7. 5806E-02	8. 3929E-01	8. 4906E-02	0. 0000E+00
8. 8737E-02	8. 4884E-01	6. 2420E-02	0. 0000E+00

949 6

2. 1161E-04	2. 3854E-04	2. 3662E-04	2. 3636E-04
1. 5592E-03	1. 7577E-03	1. 7435E-03	1. 7416E-03
1. 2028E-03	1. 3559E-03	1. 3450E-03	1. 3435E-03
1. 8265E-03	2. 0590E-03	2. 0424E-03	2. 0402E-03
5. 7357E-04	6. 4658E-04	6. 4137E-04	6. 4067E-04
1. 9490E-04	2. 1971E-04	2. 1794E-04	2. 1770E-04
5. 0018E-03	8. 8498E-01	1. 1002E-01	0. 0000E+00
1. 3325E-01	8. 4302E-01	2. 3731E-02	0. 0000E+00
7. 0382E-02	8. 7058E-01	5. 9039E-02	0. 0000E+00
1. 2076E-01	8. 1635E-01	6. 2882E-02	0. 0000E+00
7. 5806E-02	8. 3929E-01	8. 4906E-02	0. 0000E+00
8. 8737E-02	8. 4884E-01	6. 2420E-02	0. 0000E+00

940 6

2. 2226E-04	2. 5508E-04	2. 5508E-04	2. 5508E-04
2. 1671E-03	2. 4870E-03	2. 4870E-03	2. 4870E-03
1. 5241E-03	1. 7491E-03	1. 7491E-03	1. 7491E-03
2. 7783E-03	3. 1885E-03	3. 1885E-03	3. 1885E-03
1. 0161E-03	1. 1661E-03	1. 1661E-03	1. 1661E-03
2. 3020E-04	2. 6419E-04	2. 6419E-04	2. 6419E-04
5. 0018E-03	8. 8498E-01	1. 1002E-01	0. 0000E+00
1. 3325E-01	8. 4302E-01	2. 3731E-02	0. 0000E+00
7. 0382E-02	8. 7058E-01	5. 9039E-02	0. 0000E+00
1. 2076E-01	8. 1635E-01	6. 2882E-02	0. 0000E+00
7. 5806E-02	8. 3929E-01	8. 4906E-02	0. 0000E+00
8. 8737E-02	8. 4884E-01	6. 2420E-02	0. 0000E+00

941 6

1. 2895E-04	1. 6000E-04	1. 6000E-04	1. 6000E-04
2. 9530E-03	3. 6640E-03	3. 6640E-03	3. 6640E-03
2. 2309E-03	2. 7680E-03	2. 7680E-03	2. 7680E-03
5. 0292E-03	6. 2400E-03	6. 2400E-03	6. 2400E-03
2. 3470E-03	2. 9120E-03	2. 9120E-03	2. 9120E-03
2. 0633E-04	2. 5600E-04	2. 5600E-04	2. 5600E-04
5. 0018E-03	8. 8498E-01	1. 1002E-01	0. 0000E+00
1. 3325E-01	8. 4302E-01	2. 3731E-02	0. 0000E+00
7. 0382E-02	8. 7058E-01	5. 9039E-02	0. 0000E+00
1. 2076E-01	8. 1635E-01	6. 2882E-02	0. 0000E+00
7. 5806E-02	8. 3929E-01	8. 4906E-02	0. 0000E+00
8. 8737E-02	8. 4884E-01	6. 2420E-02	0. 0000E+00

図 6.1 SNPERT 用遅発中性子データファイル例(1/2)

```

942  6
    1.6765E-04  1.8300E-04  1.8300E-04  1.8300E-04
    3.8391E-03  4.1907E-03  4.1907E-03  4.1907E-03
    2.9003E-03  3.1659E-03  3.1659E-03  3.1659E-03
    6.5383E-03  7.1370E-03  7.1370E-03  7.1370E-03
    3.0512E-03  3.3306E-03  3.3306E-03  3.3306E-03
    2.6824E-04  2.9280E-04  2.9280E-04  2.9280E-04
    5.0018E-03  8.8498E-01  1.1002E-01  0.0000E+00
    1.3325E-01  8.4302E-01  2.3731E-02  0.0000E+00
    7.0382E-02  8.7058E-01  5.9039E-02  0.0000E+00
    1.2076E-01  8.1635E-01  6.2882E-02  0.0000E+00
    7.5806E-02  8.3929E-01  8.4906E-02  0.0000E+00
    8.8737E-02  8.4884E-01  6.2420E-02  0.0000E+00
925  6
    4.9238E-04  6.1436E-04  6.0878E-04  6.0800E-04
    2.7599E-03  3.4436E-03  3.4124E-03  3.4080E-03
    2.4360E-03  3.0395E-03  3.0118E-03  3.0080E-03
    5.2736E-03  6.5801E-03  6.5203E-03  6.5120E-03
    1.6585E-03  2.0694E-03  2.0506E-03  2.0480E-03
    3.3689E-04  4.2035E-04  4.1653E-04  4.1600E-04
    5.0019E-03  8.8498E-01  1.1002E-01  0.0000E+00
    1.1767E-01  8.5561E-01  2.6718E-02  0.0000E+00
    7.1366E-02  8.7572E-01  5.2913E-02  0.0000E+00
    1.3302E-01  8.1563E-01  5.1344E-02  0.0000E+00
    8.8626E-02  8.5328E-01  5.8097E-02  0.0000E+00
    8.8740E-02  8.4884E-01  6.2422E-02  0.0000E+00
928  6
    5.3461E-04  6.2530E-04  6.2530E-04  6.2530E-04
    5.6340E-03  6.5897E-03  6.5897E-03  6.5897E-03
    6.6621E-03  7.7922E-03  7.7922E-03  7.7922E-03
    1.5956E-02  1.8663E-02  1.8663E-02  1.8663E-02
    9.2528E-03  1.0823E-02  1.0823E-02  1.0823E-02
    3.0843E-03  3.6075E-03  3.6075E-03  3.6075E-03
    5.0019E-03  8.8498E-01  1.1002E-01  0.0000E+00
    1.2243E-01  8.4953E-01  2.8038E-02  0.0000E+00
    7.8278E-02  8.5710E-01  6.4622E-02  0.0000E+00
    1.2049E-01  8.2671E-01  5.2807E-02  0.0000E+00
    7.4372E-02  8.6513E-01  6.0496E-02  0.0000E+00
    8.8730E-02  8.4885E-01  6.2420E-02  0.0000E+00

```

図 6.1 SNPERT 用遅発中性子データファイル例(2/2)

7. JOINT に追加した断面積ファイル作成機能

2.2 節で述べたように、新 SNPERT コード向けの断面積ファイルを作成するために、JOINT コードに SNPMIC および SNPMAC ルーチンを追加した。

7. 1 入力データ

(1) マクロ断面積作成用

- | | | |
|----|--------------------------------------|------------|
| #1 | データ識別名 | [A6] |
| | 'SNPMAC'を指定する | |
| #2 | PDS ファイルチェック用データ | [A6,4x,A6] |
| | PDS ファイル名と'SLAROM'を入力する | |
| #3 | パラメータ | [6I5] |
| | NG :エネルギー群数 | |
| | ND :下方散乱群数 | |
| | NR :ゾーン数 (=入力する PDS ファイルの個数) | |
| | IPLOP :PL 散乱次数 (0 のみを許容) | |
| | IFIL :ダミー | |
| | ITOT :全断面積の定義方法 (TWOTRAN2 と同じ) | |
| #4 | 断面積取り出し用ブロック識別子 | [A3] |
| | 'XS@'を指定する。 | |
| | この後にゾーン番号にしたがって PDS ファイル名を 1 行毎に並べる。 | |
| #5 | 核分裂中性子スペクトル取り出し用ブロック識別子 | [A3] |
| | 'KAI'を指定する。 | |
| | この後に PDS ファイル名を与える。 | |

図 7.1 に入力データ例を示す。

SNPMAC	0
IC0000	SLAROM
4	4 6 0 0 -2
XS@	
IC0000	SLAROM
OC0000	SLAROM
RB0000	SLAROM
AB0000	SLAROM
ABS000	SLAROM
FOL000	SLAROM
KAI	
IC0000	SLAROM

図 7.1 マクロ断面積作成用入力例

(2) ミクロ断面積作成用

- #1 データ識別名 [A6]
 'SNPMAC'を指定する
- #2 PDS ファイルチェック用データ [A6,4x,A6]
 PDS ファイル名と'SLAROM'を入力する
- #3 パラメータ [7I5]
 NG :エネルギー群数
 ND :下方散乱群数
 NR :ゾーン数 (=入力する PDS ファイルの個数)
 IPLOP :PL 散乱次数 (0 のみを許容)
 IFIL :ダミー
 ITOT :ダミー
 NSIGTR:PDS ファイル中の輸送断面積の位置 (3/9/11 から選択)
- #4 断面積取り出し用ブロック識別子 [A3]
 'XS@'を指定する。
 この後にゾーン番号にしたがって PDS ファイル名を 1 行毎に並べる。
- #5 核分裂中性子スペクトル取り出し用ブロック識別子 [A3]
 'KAI'を指定する。
 この後に PDS ファイル名を与える。

図 7.2 に入力データ例を示す。

```

SNPMIC          0
IC0000    SLAROM
  4      4      6      0      0      -2      11
XS@
IC0000    SLAROM
OC0000    SLAROM
RB0000    SLAROM
AB0000    SLAROM
ABS000    SLAROM
FOL000    SLAROM
KAI
IC0000    SLAROM

```

図 7.2 ミクロ断面積作成用入力例

7. 2 実行方法

(1) マクロ断面積作成用

通常の JOINT 実行シェルにおいて、8 番のファイル (fort.8) にテキスト形式の断面積が作成される。これを SNPERT に与える。

(2) ミクロ断面積作成用

通常の JOINT 実行シェルにおいて、30 番のファイル (fort.30) にバイナリ形式の断面積が作成される。これを SNPERT に与える。

8. コードで扱う計算式

8. 1 反応度変化

一次摂動計算式で考える。オペレータは次の通りである。

$$L_g = \Omega \cdot \nabla + \Sigma_{tg} - \sum_g^G \int d\Omega' \Sigma_{sg' \rightarrow g}(\Omega' \rightarrow \Omega) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$P_g = \frac{\chi_g}{4\pi} \sum_{g'}^G \int d\Omega' \nu \Sigma_{fg'} \quad \dots\dots\dots (2)$$

であるので、摂動分母を I_p とすると、次の通りである。

$$\begin{aligned} I_p &= \langle \psi^* P \psi \rangle \\ &= \int dV \sum_g^G \int d\Omega \frac{\chi_g}{4\pi} \phi_g^* \cdot \sum_{g'}^G \int d\Omega' \nu \Sigma_{fg'} \phi_{g'}(\Omega') \quad \dots\dots\dots (3) \\ &= \frac{1}{4\pi} \int dV \sum_g^G \chi_g \phi_g^* \cdot \sum_{g'}^G \nu \Sigma_{fg'} \phi_{g'} \end{aligned}$$

ここで、

$$\phi_g = \int d\Omega \phi(\Omega) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi_g^* = \int d\Omega \phi^*(\Omega) \quad \dots\dots\dots (5)$$

を用いた。次に分子を核分裂生成項 $[F]$ 、全反応項 $[T]$ 、散乱項 $[S]$ であらわすと、各々成分は以下の通りあらわされる。

$$\begin{aligned} [F]_g &= \frac{1}{k} \langle \psi^* \delta(\nu \Sigma_f) \psi \rangle \\ &= \frac{1}{4\pi k} \int dV \chi_g \phi_g^* \sum_{g'}^G \delta(\nu \Sigma_f)_{g'} \phi_{g'} \quad \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [T]_g &= - \int dV \int d\Omega \phi_g^*(\Omega) \delta(\Sigma_t)_{g'} \phi(\Omega) \\ &= - \int dV \delta(\Sigma_t)_g \langle \phi^* \phi \rangle_g \quad \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

ここで、

$$\langle \phi^* \phi \rangle_g = \int d\Omega \phi_g^*(\Omega) \phi(\Omega) \quad \dots\dots\dots (8)$$

である。

$$[S]_g = \int dV \int d\Omega \phi_g^*(\Omega) \sum_{g'}^G \int d\Omega' \delta(\Sigma_{sg' \rightarrow g}(\Omega' \rightarrow \Omega)) \phi_{g'}(\Omega') \quad \dots\dots\dots (9)$$

ここで、散乱は等方であると仮定すると、

$$\delta\Sigma_{s g' \rightarrow g}(\Omega' \rightarrow \Omega) = \frac{1}{4\pi} \delta\Sigma_{s g' \rightarrow g} \quad \dots\dots\dots (10)$$

であるので、

$$[S]_g = \frac{1}{4\pi} \int dV \phi_g^* \sum_{g'}^G \delta\Sigma_{s g' \rightarrow g} \phi_{g'} \quad \dots\dots\dots (11)$$

となる。

以上により、反応度変化は次の式であらわされる。

$$\Delta\rho = \sum_g ([F]_g + [T]_g + [S]_g) / I_p \quad \dots\dots\dots (12)$$

なお、この式の全断面積項、散乱項を整理して拡散理論コードで採用しているように吸収、漏洩、散乱の各項に整理し直すことも可能である。本コードでは次の2種類の表現を入力パラメータで選択可能である。

方法1：(竹田)

(1) 核分裂生成項

$$F_{i,g} = V_i \frac{1}{k} \delta v \Sigma_{f,g,i} \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* / I_p \quad \dots\dots\dots (13)$$

(2) 吸収項 (核分裂含む)

$$A_{i,g} = -V_i \delta \Sigma_{a,g,i} \phi_{i,g} \phi_{i,g}^* / I_p \quad \dots\dots\dots (14)$$

(3) 散乱項

$$S_{i,g} = V_i \sum_{g'=g+1}^N \delta \Sigma_{s,g \rightarrow g',i} (\phi_{i,g} \phi_{i,g'}^* - \phi_{i,g'} \phi_{i,g}^*) / I_p \quad \dots\dots\dots (15)$$

(4) 漏洩項

$$L_{i,g} = V_i \delta \Sigma_{l,g,i} (\phi_{i,g} \phi_{i,g}^* - \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g}) / I_p \quad \dots\dots\dots (16)$$

方法2：(佐々木)

(1) 核分裂生成項

$$F_{i,g} = V_i \frac{1}{k} \delta v \Sigma_{f,g,i} \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* / I_p \quad \dots\dots\dots (17)$$

(2) 吸収項 (核分裂含む)

$$A_{i,g} = -V_i \delta \Sigma_{a,g,i} \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} / I_p \quad \dots\dots\dots (18)$$

(3) 散乱項

$$S_{i,g} = V_i \left(\sum_{g'=g+1}^N \delta \Sigma_{s,g \rightarrow g',i} \phi_{i,g} \phi_{i,g'}^* - \delta \Sigma_{r,g,i} \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} \right) / I_p \quad \dots\dots\dots (19)$$

(4) 漏洩項

$$L_{i,g} = V_i (\delta \Sigma_{l,g,i} - \delta \Sigma_{a,g,i} - \delta \Sigma_{r,g,i}) (\phi_{i,g} \phi_{i,g}^* - \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g}) / I_p \quad \dots\dots\dots (20)$$

8. 2 反応度価値および密度係数

反応度価値は、単位体積単位核種あたりの反応度で定義される。

いま、単位体積、核種密度変化あたりの反応度変化 $\frac{\delta\rho}{V_i\delta N^m}$ を考える。すると、

$$\Sigma_x = N^m \sigma_x^m \quad \dots\dots\dots (21)$$

であるので、 $\frac{\delta(\Sigma_x)}{\delta N^m} = \sigma_x^m$ を利用して単位密度変化あたりの反応度変化が得られる。すな

わち、各成分毎に表すと、各々次の通りになる。

方法1：(竹田)

(1) 核分裂生成項

$$\frac{\delta P_{i,g}}{V_i\delta N^m} = \frac{1}{k} \delta v \sigma_{f,g,i}^m \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* / I_p \quad \dots\dots\dots (22)$$

(2) 吸収項 (核分裂含む)

$$\frac{\delta A_{i,g}}{V_i\delta N^m} = -\delta \sigma_{a,g,i}^m \phi_{i,g} \phi_{i,g}^* / I_p \quad \dots\dots\dots (23)$$

(3) 散乱項

$$\frac{\delta S_{i,g}}{V_i\delta N^m} = \sum_{g'=g+1}^N \delta \sigma_{s,g \rightarrow g',i}^m (\phi_{i,g} \phi_{i,g'}^* - \phi_{i,g'} \phi_{i,g}^*) / I_p \quad \dots\dots\dots (24)$$

(4) 漏洩項

$$\frac{\delta L_{i,g}}{V_i\delta N^m} = \delta \sigma_{l,g,i}^m (\phi_{i,g} \phi_{i,g}^* - \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g}) / I_p \quad \dots\dots\dots (25)$$

方法2：(佐々木)

(1) 核分裂生成項

$$\frac{\delta P_{i,g}}{V_i\delta N^m} = \frac{1}{k} \delta v \sigma_{f,g,i}^m \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* / I_p \quad \dots\dots\dots (26)$$

(2) 吸収項 (核分裂含む)

$$\frac{\delta A_{i,g}}{V_i\delta N^m} = -\delta \sigma_{a,g,i}^m \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} / I_p \quad \dots\dots\dots (27)$$

(3) 散乱項

$$\frac{\delta S_{i,g}}{V_i\delta N^m} = \left(\sum_{g'=g+1}^N \delta \sigma_{s,g \rightarrow g',i}^m \phi_{i,g} \phi_{i,g'}^* - \delta \sigma_{r,g,i}^m \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} \right) / I_p \quad \dots\dots\dots (28)$$

(4) 漏洩項

$$\frac{\delta L_{i,g}}{V_i\delta N^m} = (\delta \sigma_{l,g,i}^m - \delta \sigma_{a,g,i}^m - \delta \sigma_{r,g,i}^m) (\phi_{i,g} \phi_{i,g}^* - \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g}) / I_p \quad \dots\dots\dots (29)$$

ここで(1)項と(2)項については、PERKY コードに従い、核分裂項と中性子捕獲項とに成分を整理すると各々次の通りになる。

方法1：(竹田)

(1) 核分裂項

$$\frac{\delta F_{i,g}}{V_i \delta N^m} = \left(\frac{1}{k} \delta v \sigma_{f,g,i}^m \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* - \sigma_{f,g,i}^m \phi_{i,g}^* \phi_{i,g} \right) / I_p \quad \dots\dots\dots (30)$$

(2) 中性子捕獲項

$$\frac{\delta C_{i,g}}{V_i \delta N^m} = -\delta \sigma_{c,g,i}^m \phi_{i,g} \phi_{i,g}^* / I_p \quad \dots\dots\dots (31)$$

方法2：(佐々木)

(1) 核分裂項

$$\frac{\delta F_{i,g}}{V_i \delta N^m} = \left(\frac{1}{k} \delta v \sigma_{f,g,i}^m \phi_{i,g} \sum_{g'} \chi_{g'} \phi_{i,g'}^* - \sigma_{f,g,i}^m \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} \right) / I_p \quad \dots\dots\dots (32)$$

(2) 中性子捕獲項

$$\frac{\delta C_{i,g}}{V_i \delta N^m} = -\delta \sigma_{c,g,i}^m \langle \phi \phi^* \rangle_{i,g} / I_p \quad \dots\dots\dots (33)$$

コードにはこれらの式が与えられている。以上により反応度価値マップが得られるが、

ここから密度係数に変換する。密度係数は、 $\frac{\delta \rho}{\delta N^m / N^m}$ で定義されるので、上記の反応度価値

と核種数密度、メッシュセルの体積を用いて、

$$\frac{\delta \rho}{\delta N^m / N^m} = \sum_i V_i N^m \left(\frac{\delta \rho_i}{V_i \delta N^m} \right) \quad \dots\dots\dots (34)$$

により密度係数が得られる。

8. 3 実効遅発中性子割合と中性子生成時間

実効遅発中性子割合は次式で計算する。

$$\beta_{j,i}^m = \frac{V_i \sum_g \chi_{D,j,g}^m \phi_{i,g}^* N_i^m \sum_{g'} v_{D,j}^m \sigma_{f,g',i}^m \phi_{i,g'}}{I_p} \quad \dots\dots\dots (35)$$

ここで、

$\beta_{j,i}^m$; 遅発中性子割合 (ファミリー j、メッシュ i)

$\chi_{D,j,g}^m$; 遅発中性子スペクトル (群 g、ファミリー j、核種 m)

$v_{D,j}^m$; 遅発中性子発生割合 (ファミリー j、核種 m)

である。これを用いて以下を計算する。

(i) $\beta_j^m = \sum_i \beta_{j,i}^m$: ファミリー j、核種 m 毎の実効遅発中性子割合

(ii) $\beta_j = \sum_m \sum_i \beta_{j,i}^m$: ファミリー j 毎の実効遅発中性子割合

(iii) $\beta_{\text{eff}} = \sum_j \sum_m \sum_i \beta_{j,i}^m$: 炉心全体の実効遅発中性子割合

中性子生成時間は次式で計算する。

$$\Lambda = \frac{\sum_g \sum_i V_i \frac{1}{v_g} \phi_{i,g}^* \phi_{i,g}}{I_p} \dots\dots\dots (36)$$

ここで、

Λ_g ; 中性子生成時間 (群 g)

v_g ; 中性子速度 (群 g)

U_g ; 群 g における下限エネルギーに対応するレサジー

$$v_g = 2.2409 \times 10^9 \left\{ e^{-\frac{U_{g-1}}{2}} + e^{-\frac{U_g}{2}} \right\} \dots\dots\dots (37)$$

$$U_g = \sum_{g'=1}^g \Delta u_{g'} \dots\dots\dots (38)$$

9. プログラム情報

コードを構成するサブルーチン等を以下の表に示す。

プログラム	主な機能
addmp	デバッグ用
adres	配列のポインター設定
blkdta	入出力機番の設定
denom	摂動分母の計算
enter	デバッグ用
denom	摂動分母の計算
isearch	核種のサーチ
main	全体の制御
prnth	タイトル等ヘッダの印刷
rddelay	遅発中性子データの読み込み
rddens	核種数密度読み込み
rdmac	マクロ断面積の読み込み
rdmic	ミクロ断面積の読み込み
rdpara	TWOTRAN-2ダンプファイルからパラメータを入力・設定
reed	ダンプファイル用読み込みルーチン
setr	配列クリヤ
snbeta	実効遅発中性子、生成時間計算
sncont	摂動計算部の制御
snedit	反応度マップ等の印刷制御
sninp1	入力データの処理(&inpl,&inx)
sninp2	入力データの処理(&inp2)
snpert	反応度変化計算
snprep	計算の前処理
snxs	マクロ、ミクロ断面積、遅発中性子データ読み込み制御
swedit	反応度価値印刷
sworth	反応度価値計算
trnsfm	角度束の読み込みと内積処理
wot	行列印刷
wot10	行列印刷
wotr	行列印刷
xsmix	断面積のミキシング
zmap	ゾーンマップの印刷

10. サンプル出力例

(1) マクロベース一次摂動計算

snpert 2.00 fop e5s12-fc mac
 enr300 rz model test test test test test test test test

```
*****
*** SNPERT ***
*** (extended version) ***
*** 2-dimensional perturbation code ***
*** based on the transport theory with P-0 scattering ***
*** * * * * * ***
*** code use following interface files : ***
*** rmlux ( 1) ***
*** amflux ( 2) ***
*** mac xs (10) ***
*** delay (23) * micro xs case ***
*** mic xs ( 9) * micro xs case ***
*** adens ( 5) * micro xs case ***
*** * * * * * ***
*****
```

read forward angular flux from unit 1

size parameters in tape:

```
igeom = 2 : # geometry (1/2/3=xy/rz/rt)
isct = 0 : # of PL scattering order
isn = 8 : # of Sn order
im = 6 : # of i-direction coarse mesh
jm = 6 : # of j-direction coarse mesh
imjm = 36 : total # of coarse mesh (=regions)
it = 26 : # of i-direction fine mesh
jt = 52 : # of j-direction fine mesh
itjt = 1352 : total # of fine mesh
nm = 10 : # of directions per octant
nm4 = 40 : total # of directions
mt = 6 : total # of materials
```

forward eigenvalue in tape (evp) = 0.97957444

read adjoint angular flux from unit 2

size parameters in tape:

```
igeom = 2 : # geometry (1/2/3=xy/rz/rt)
isct = 0 : # of PL scattering order
isn = 8 : # of Sn order
im = 6 : # of i-direction coarse mesh
jm = 6 : # of j-direction coarse mesh
imjm = 36 : total # of coarse mesh (=regions)
it = 26 : # of i-direction fine mesh
jt = 52 : # of j-direction fine mesh
itjt = 1352 : total # of fine mesh
nm = 10 : # of directions per octant
nm4 = 40 : total # of directions
mt = 6 : total # of materials
```

adjoint eigenvalue in tape (ev) = 1.00951552

Thu Mar 8 08:57:01 2001 page 1
 SNPERT - 2.00

snpert 2.00 fop e5s12-fc mac
 enr300 rz model test test test test test test test test

Thu Mar 8 08:57:01 2001 page 2
 SNPERT - 2.00

edit option input parameters

```
iedit( 1)= 2 : 0/1/2/3 = non/twotran-type macro.xs/enpert-type macro.xs/both 1+2
iedit( 2)= 1 : 0/1 = non/twotran-type micro.xs
iedit( 3)= 1 : 0/1 = non/print input delayed neutron data
iedit( 4)= 0 : 0/1/-N = non/print scalar forward flux for all grp/print N-th grp flux
iedit( 5)= 0 : 0/1/-N = non/print scalar adjoint flux for all grp/print N-th grp flux
iedit( 6)= 0 : 0/1/-N = non/print inner products of forward & adjoint angular flux for all grp/print N-th grp flux
iedit( 7)= 1 : 0/1/2/11/-N = non/print grp total reactivity change by fine mesh/grp-wise & grp total
                  /!each term/N-th grp & grp total
iedit( 8)= 1 : 0/1/2/11/-N = non/print grp total reactivity change by coarse mesh/grp-wise & grp total
                  /!each term/N-th grp & grp total
iedit( 9)= 1 : (reserved)
iedit(10)= 1 : (reserved)
```

cross section input parameters

```
imicro = 0 : 0/1 = macroscopic cross section use/microscopic cross section use
mtl = 6 : number of material for calculation
niso = 0 : number of nuclide for each materials,used for cross section mixing / beta-effective cal.
ndnuc = 0 : number of fissionable isotopes supplied on delayed neutron data file
delu : lethargy width for each energy groups
0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
```

```
*****
*** perturbed system (from nrlx) ***
*****
```

no	lhx	xrad	lhy	yrad	xp	yp	wt	ww	chi
1	7	0.00000e+00	7	0.00000e+00	4.67743e+00	4.42857e+00	2.91971e-02	2.91971e-02	7.78431e-01
2	2	3.27420e+01	4	3.10000e+01	9.35486e+00	8.85714e+00	2.33138e-02	2.33138e-02	2.08451e-01
3	5	3.57700e+01	15	4.00000e+01	1.40323e+01	1.32857e+01	2.33138e-02	2.33138e-02	1.31138e-02
4	2	5.42160e+01	15	8.75000e+01	1.87097e+01	1.77143e+01	2.33138e-02	2.33138e-02	4.90000e-06
5	5	5.79170e+01	4	1.35000e+02	2.33671e+01	2.21429e+01	2.25258e-02	2.25258e-02	
6	5	7.91150e+01	7	1.44000e+02	2.80646e+01	2.65714e+01	2.33138e-02	2.33138e-02	
7		9.99700e+01		3.27420e+01	3.10000e+01	2.91971e-02	2.91971e-02	2.91971e-02	
8				1.42560e+01	3.32500e+01	2.33138e-02	2.33138e-02	2.33138e-02	
9				3.57700e+01	3.55000e+01	2.33138e-02	2.33138e-02	2.33138e-02	
10				3.94592e+01	1.77500e+01	2.91971e-02	2.91971e-02	2.91971e-02	
11				4.31484e+01	4.00000e+01				
12				4.68376e+01	4.31667e+01				
13				5.05268e+01	4.63333e+01				
14				5.42160e+01	4.95000e+01				
15				5.80665e+01	5.26667e+01				
16				5.79170e+01	5.58333e+01				
17				6.21566e+01	5.90000e+01				
18				6.63962e+01	6.21667e+01				
19				7.06356e+01	6.53333e+01				
20				7.48754e+01	6.85000e+01				
21				7.91150e+01	7.16667e+01				
22				8.32860e+01	7.48333e+01				
23				8.74570e+01	7.80000e+01				
24				9.16280e+01	8.11667e+01				
25				9.57990e+01	8.43333e+01				
26				9.99700e+01	8.75000e+01				
27					9.06667e+01				
28					9.38333e+01				
29					9.70000e+01				
30					1.00167e+02				
31					1.03333e+02				
32					1.06500e+02				
33					1.09667e+02				
34					1.12833e+02				
35					1.16000e+02				
36					1.19167e+02				
37					1.22333e+02				
38					1.25500e+02				
39					1.28667e+02				
40					1.31833e+02				
41					1.35000e+02				
42					1.37250e+02				
43					1.39500e+02				
44					1.41750e+02				
45					1.44000e+02				
46					1.46250e+02				
47					1.48500e+02				

48	1.57286e+02
49	1.61714e+02
50	1.66143e+02
51	1.70571e+02
52	1.75000e+02

```
*** regions map ***
```

```

      z
row m      zones by coarse mesh, origin at lower left.
      m is number of fine intervals per coarse mesh.
175.0000  r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
      6 7 r 31 * 32 * 33 * 34 * 35 * 36 v
      r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
144.0000  r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
      5 4 r 25 * 26 * 27 * 28 * 29 * 30 v
      r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
135.0000  r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
      4 15 r 19 * 20 * 21 * 22 * 23 * 24 v
      r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
87.5000   r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
      3 15 r 13 * 14 * 15 * 16 * 17 * 18 v
      r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
40.0000   r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
      2 4 r 7 * 8 * 9 * 10 * 11 * 12 v
      r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
31.0000   r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
      1 7 r 1 * 2 * 3 * 4 * 5 * 6 v
      r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
0.0000    r ~~~~~ v
      r ~~~~~ v
      0. 32. 35. 54. 57. 79. 99.
      0000 7420 7700 2159 9169 1149 9700

```

m	7	2	5	2	5	5
column	1	2	3	4	5	6

*** ZONES MAP ***

[illegible]

unperturbed system (from naflx) 未受扰

新到各种名牌服装鞋帽

*** zone3 map ***

[illegible]

snprt 2.00 fop eSs12-fc mac
snr300 rz model test test test test test test test

cross section for material (snprt-type) =1
m lg sigf siga signf sigt sigr
1 1 1.15792e-01 4.75660e-03 1.21947e-02 1.15792e-01 2.47271e-02
1 2 1.81385e-01 2.74757e-03 5.09110e-03 1.81385e-01 6.96578e-03
1 3 2.74725e-01 5.64027e-03 5.98535e-03 2.74725e-01 1.12406e-03
1 4 3.26052e-01 2.42678e-02 3.36335e-02 3.26052e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 8.63084e-02 2.31897e-02 1.53691e-03 4.75129e-07
2 0.00000e+00 1.71672e-01 6.96558e-03 1.96154e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 2.67960e-01 1.12406e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.01785e-01

cross section for material (snprt-type) =2
m lg sigf siga signf sigt sigr
2 1 1.15528e-01 5.70786e-03 1.52974e-02 1.15528e-01 2.39297e-02
2 2 1.81163e-01 3.56159e-03 7.37217e-03 1.81163e-01 6.72850e-03
2 3 2.75173e-01 6.72950e-03 8.57614e-03 2.75173e-01 1.03936e-03
2 4 3.33179e-01 3.00380e-02 3.33261e-02 3.33179e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 8.58908e-02 2.24773e-02 1.45198e-03 4.44993e-07
2 0.00000e+00 1.70873e-01 6.72828e-03 2.25118e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 2.67404e-01 1.03936e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.03141e-01

cross section for material (snprt-type) =3
m lg sigf siga signf sigt sigr
3 1 1.45831e-01 4.04791e-03 8.36549e-03 1.45831e-01 3.48378e-02
3 2 2.31307e-01 1.44506e-03 8.77645e-05 2.31307e-01 1.02613e-02
3 3 4.8252e-01 4.78098e-03 1.48826e-04 3.48252e-01 1.59462e-03
3 4 3.87267e-01 1.41109e-02 7.68068e-04 3.87267e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 1.06945e-01 3.23554e-02 2.48166e-03 7.15919e-07
2 0.00000e+00 2.19601e-01 1.02612e-02 1.34191e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 3.41876e-01 1.59462e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.73156e-01

cross section for material (snprt-type) =4
m lg sigf siga signf sigt sigr
4 1 1.22653e-01 2.85573e-03 5.76547e-03 1.22653e-01 2.85883e-02
4 2 1.93196e-01 1.05118e-03 6.15447e-05 1.93196e-01 8.92661e-02
4 3 2.93184e-01 3.61014e-03 1.08142e-04 2.93184e-01 1.82522e-03
4 4 3.22441e-01 1.09715e-02 5.61440e-04 3.22441e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 9.12087e-02 2.67065e-02 1.88117e-03 5.95842e-07
2 0.00000e+00 1.83218e-01 8.92648e-03 1.28141e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 2.87749e-01 1.82522e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.11470e-01

cross section for material (snprt-type) =5
m lg sigf siga signf sigt sigr
5 1 1.39825e-01 2.57424e-03 0.00000e+00 1.39825e-01 2.35965e-02
5 2 2.30443e-01 6.88432e-03 0.00000e+00 2.30443e-01 1.76196e-02
5 3 3.56152e-01 2.46732e-02 0.00000e+00 3.56152e-01 1.85293e-03
5 4 5.17413e-01 1.39762e-01 0.00000e+00 5.17413e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 1.13654e-01 2.29470e-02 6.49087e-04 4.24285e-07
2 0.00000e+00 2.05939e-01 1.76195e-02 1.21571e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 3.29625e-01 1.85293e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.77651e-01

cross section for material (snprt-type) =6
m lg sigf siga signf sigt sigr
6 1 7.06118e-02 2.60566e-04 0.00000e+00 7.06118e-02 1.33499e-02
6 2 1.03924e-01 1.11475e-04 0.00000e+00 1.03924e-01 3.94309e-03
6 3 1.62844e-01 3.20766e-04 0.00000e+00 1.62844e-01 1.20043e-03
6 4 1.86630e-01 1.36551e-03 0.00000e+00 1.86630e-01 0.00000e+00

scattering matrix
1 5.70014e-02 1.28741e-02 4.75505e-04 2.46884e-07
2 0.00000e+00 9.98689e-02 3.94293e-03 1.56211e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 1.61322e-01 1.20043e-03

Thu Mar 8 08:57:01 2001 page 3
SNPRT = 2.00

4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 1.85264e-01

perturbation denominator = 1.1013e-05
direct calc. reactivity change = -3.0277e-02

2001-05-14 14:27

snp-mac.out

ページ 7

snpert 2.00 fop e5s12-fc mac
 snr300 rz model test test test test test test test

Thu Mar 8 08:57:01 2001 page 4
 SNPERT - 2.00

1-th cal calculation option

ireac = 1 : 0/1/2 = no/calculate reactivity change(delta-ro)/reactivity worth map (delta-ro/cc/nucleide)
 if ireac=2, calculate density coefficient with first order perturbation in case of imicro=1 (&lnxs)
 imethod= 0 : 0/1/ = obake & takeda method/sasaki et. al. method
 ibeta = 0 : 0/1 = no/calculate effective delayed neutron fraction (beta-effective)
 and neutron generation time (sec) in case of imicro=1 (&lnxs)

 *** reference system (librap base)***
 #####

*** regions map ***

z zones by coarse mesh, origin at lower left.
 row m m is number of fine intervals per coarse mesh.

175.0000	r	*****v
6 7	r	4 * 5 * 4 * 5 * 4 * 3 v
144.0000	r	*****v
5 4	r	4 * 5 * 4 * 5 * 4 * 3 v
135.0000	r	*****v
4 15	r	1 * 6 * 1 * 5 * 2 * 3 v
87.5000	r	*****v
3 15	r	1 * 6 * 1 * 6 * 2 * 3 v
40.0000	r	*****v
2 4	r	4 * 6 * 4 * 6 * 4 * 3 v
31.0000	r	*****v
1 7	r	4 * 6 * 4 * 6 * 4 * 3 v
0.0000	r	*****v
	r	0. 32. 35. 54. 57. 79. 99.
		0000 7420 7700 2159 9169 1149 9700
m		7 2 5 2 5 5
column		1 2 3 4 5 6

 *** perturbed system (libra base)***
 #####

*** regions map ***

z zones by coarse mesh, origin at lower left.
 row m m is number of fine intervals per coarse mesh.

175.0000	r	*****v
6 7	r	4 * 5 * 4 * 5 * 4 * 3 v
144.0000	r	*****v
5 4	r	4 * 5 * 4 * 5 * 4 * 3 v
135.0000	r	*****v
4 15	r	1 * 5 * 1 * 5 * 2 * 3 v
87.5000	r	*****v
3 15	r	1 * 6 * 1 * 6 * 2 * 3 v
40.0000	r	*****v
2 4	r	4 * 6 * 4 * 6 * 4 * 1 v
	r	*****v

2001-05-14 14:27

snp-mac.out

ページ 8

31.0000 r*****v
 r * * * * *
 1 7 r 4 * 6 * 4 * 5 * 4 * 3 v
 r * * * * *
 0.0000 r*****v
 r 0. 32. 35. 54. 57. 79. 99.
 0000 7420 7700 2159 9169 1149 9700
 m 7 2 5 2 5 5
 column 1 2 3 4 5 6

snprt 2.00 fop e5s12-fc mac
 snr300 rz model test test test test test test test test

Thu Mar 8 08:57:01 2001 page 5
 SNPERT - 2.00

fine mesh-wise reactivity change (grp.total dk/kk*)

if	if 1	if 2	if 3	if 4	if 5	if 6	if 7	if 8
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
27	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
28	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-1.97620e-03
29	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-1.76858e-03
30	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-1.63190e-03
31	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-1.48877e-03
32	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-1.35128e-03
33	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-1.21569e-03
34	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-1.08208e-03
35	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-9.49632e-04
36	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-8.22445e-04
37	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-6.99582e-04
38	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-5.83905e-04
39	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-4.75789e-04
40	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-3.76823e-04
41	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-2.87928e-04
42	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	-2.10735e-04
43	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

if	if 9	if 10	if 11	if 12	if 13	if 14	if 15	if 16
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
27	-2.02796e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
28	-1.81577e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
29	-1.67337e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
30	-1.52588e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
31	-1.38618e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
32	-1.24464e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
33	-1.10698e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
34	-9.71321e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
35	-8.40746e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
36	-7.15052e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
37	-5.96822e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
38	-4.86070e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
39	-3.84956e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
40	-2.94235e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
41	-2.14371e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
42	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

if	if 17	if 18	if 19	if 20	if 21	if 22	if 23	if 24
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
8	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
9	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
10	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
11	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
12	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

if	if 25	if 26
1	0.00000e+00	0.00000e+00
8	9.58701e-06	-8.06615e-07
9	1.12575e-05	-1.16294e-06
10	1.30950e-05	-1.58631e-06
11	1.51018e-05	-2.09117e-06
12	0.00000e+00	0.00000e+00

snprt 2.00 fop e5s12-fc mac
 snr300 rz model test test test test test test test test

Thu Mar 8 08:57:01 2001 page 6
 SNPERT - 2.00

coarse mesh-wise reactivity change (grp.total dk/kk*)

jc	ic 1	ic 2	ic 3	ic 4	ic 5	ic 6
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
2	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	8.47992e-04
3	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
4	0.00000e+00	-3.02074e-02	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
5	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
6	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

whole system reactivity change (group-wise dk/kk*)

Group	fission	absorption	scat-out	leakage	total
1	5.55726e-05	-9.03006e-04	-4.94609e-04	2.77480e-04	-1.06456e-03
2	3.61375e-04	-6.21638e-03	-1.10451e-03	4.96027e-04	-6.46349e-03
3	6.44072e-04	-1.96689e-02	5.70925e-05	2.96236e-04	-1.86715e-02
4	2.48617e-04	-3.41718e-03	0.00000e+00	8.53382e-06	-3.16003e-03
Grp.total	1.30964e-03	-3.02054e-02	-1.54202e-03	1.07828e-03	-2.93595e-02

```
snrpt 2.00    fop e5s12-fc  mnc
snr300 rz model test test test test test test test test
```

2-th cal calculation option

```
ireac = 1 : 0/1/2 = no/calculate reactivity change(delta-rho)/reactivity worth map (delta-ro/cc/nucleide)
          if ireac=2, calculate density coefficient with first order perturbation in case of imicro=1 ($lnxs)
imethod= 1 : 0/1 = obtake & take method/sasaki et. al. method
lbeta = 0 : 0/1 = no/calculate effective delayed neutron fraction (beta-effective)
          and neutron generation time (sec) in case of imicro=1 ($lnxs)
```

reference system (librap base)

*** regions map ***

z zones by coarse mesh, origin at lower left.
 row m m is number of fine intervals per coarse mesh.

[illegible]

m	7	2	5	2	5	5
column	3	2	3	4	5	6

perurbed system (libra base) 受扰系统 (基准天平)

```

''' regions map '''

```

z zones by coarse mesh, origin at lower left.
 row m m is number of fine intervals per coarse mesh.

LOW	175.0000	144.0000	115.0000	87.5000	40.0000
6 7	4 *	5 *	4 *	5 *	4 *
144.0000	3 v				
5 4	4 *	5 *	4 *	5 *	4 *
115.0000	3 v				
4 15	1 *	5 *	1 *	5 *	2 *
87.5000	3 v				
3 15	1 *	6 *	1 *	6 *	2 *
40.0000	3 v				
2 4	4 *	6 *	4 *	6 *	4 *
	3 v				

Thu Mar 8 08:57:01 2001 page 7
SNPERT - 2.00

```

31.0000 r*****v
          r      *      *      *      *      *
1  7      r  4 *  6 *  4 *  6 *  4 *  3 v
          r      *      *      *      *      *
0.0000 r*****v
          r
          0. 32. 35. 54. 57. 79. 99.
          0000 7420 7700 2159 9169 1149 9700

m      7      2      5      2      5      5
column 1      2      3      4      5      6

```

snprpt 2.00 fop e5s12-fc mac
 snr300 rz model test test test test test test test test

Thu Mar 8 08:57:01 2001 page 8
 SNPERT - 2.00

fine mesh-wise reactivity change (grp.total dk/kk*)

if	if 1	if 2	if 3	if 4	if 5	if 6	if 7	if 8
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
27	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
28	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
29	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
30	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
31	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
32	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
33	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
34	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
35	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
36	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
37	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
38	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
39	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
40	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
41	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
42	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
43	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
44	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
45	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
46	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
47	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
48	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
49	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
50	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
51	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
52	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

if	if 9	if 10	if 11	if 12	if 13	if 14	if 15	if 16
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
27	-2.02796e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
28	-1.81577e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
29	-1.67337e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
30	-1.52568e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
31	-1.38618e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
32	-1.24464e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
33	-1.10698e-03	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
34	-9.71321e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
35	-8.40746e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
36	-7.15052e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
37	-5.96822e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
38	-4.86070e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
39	-3.84956e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
40	-2.94235e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
41	-2.14371e-04	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
42	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
43	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
44	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
45	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
46	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
47	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
48	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
49	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
50	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
51	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
52	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

snprpt 2.00 fop e5s12-fc mac
 snr300 rz model test test test test test test test test

Thu Mar 8 08:57:01 2001 page 8
 SNPERT - 2.00

coarse mesh-wise reactivity change (grp.total dk/kk*)

jc	ic 1	ic 2	ic 3	ic 4	ic 5	ic 6
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
2	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
3	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
5	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
6	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

whole system reactivity change (group-wise dk/kk*)					
Group	fission	absorption	scat-out	leakage	total
1	0.00000e+00	-8.80128e-04	-4.78593e-04	2.92361e-04	-1.06636e-03
2	0.00000e+00	-6.10270e-03	-1.08482e-03	5.57927e-04	-6.62959e-03
3	0.00000e+00	-1.95593e-02	4.79383e-05	3.59314e-04	-1.91520e-02
4	0.00000e+00	-3.36730e-03	0.00000e+00	7.85864e-06	-3.35944e-03
Grp.total	0.00000e+00	-2.99094e-02	-1.51547e-03	1.21746e-03	-3.02074e-02

snpert 2.00 fop e5s12-fc mic
 onr300 rz model test test test test test test test test

```

*****
*** S N P E R T ***
*** (extended version) ***
*** 2-dimensional perturbation code ***
*** based on the transport theory with P-0 scattering ***
***      * * * * * ***
*** code use following interface files : ***
***   rmlux ( 1) ***
***   amflux ( 2) ***
***   mac xs (10) ***
***   delay (23) * micro xs case ***
***   mic xs ( 9) * micro xs case ***
***   adens ( 5) * micro xs case ***
***   * * * * * ***
*****

```

read forward angular flux from unit 1

size parameters in tape:

```

igeom = 2 : # geometry (1/2/3=xy/rz/rt)
isct = 0 : # of PL scattering order
isn = 8 : # of Sn order
im = 6 : # of i-direction coarse mesh
jm = 6 : # of j-direction coarse mesh
imjm = 36 : total # of coarse mesh (=regions)
it = 26 : # of i-direction fine mesh
jt = 52 : # of j-direction fine mesh
itjt = 1352 : total # of fine mesh
nm = 10 : # of directions per octant
nm4 = 40 : total # of directions
mt = 6 : total # of materials

```

forward eigenvalue in tape (evp) = 1.00950813

read adjoint angular flux from unit 2

size parameters in tape:

```

igeom = 2 : # geometry (1/2/3=xy/rz/rt)
isct = 0 : # of PL scattering order
isn = 8 : # of Sn order
im = 6 : # of i-direction coarse mesh
jm = 6 : # of j-direction coarse mesh
imjm = 36 : total # of coarse mesh (=regions)
it = 26 : # of i-direction fine mesh
jt = 52 : # of j-direction fine mesh
itjt = 1352 : total # of fine mesh
nm = 10 : # of directions per octant
nm4 = 40 : total # of directions
mt = 6 : total # of materials

```

adjoint eigenvalue in tape (ev) = 1.00951552

Sun Mar 11 10:11:18 2001 page 1 snpert 2.00 fop e5s12-fc mic
 SNPERT - 2.00 nnc300 rz model test test test test test test test test

Sun Mar 11 10:11:18 2001 page 2
 SNPERT - 2.00

edit option input parameters

```

iedit( 1)= 3 : 0/1/2/3 = non/twotran-type macro.xs/snpert-type macro.xs/both 1+2
iedit( 2)= 1 : 0/1 = non/twotran-type micro.xs
iedit( 3)= 1 : 0/1 = non/print input delayed neutron data
iedit( 4)= 0 : 0/1/-N = non/print scalar forward flux for all grp/print N-th grp flux
iedit( 5)= 0 : 0/1/-N = non/print scalar adjoint flux for all grp/print N-th grp flux
iedit( 6)= 0 : 0/1/-N = non/print inner products of forward & adjoint angular flux for all grp/print N-th grp flux
iedit( 7)= 1 : 0/1/2/11/-N = non/print grp total reactivity change by fine mesh/grp-wise & grp total
                  /!each term/N-th grp & grp total
iedit( 8)= 1 : 0/1/2/11/-N = non/print grp total reactivity change by coarse mesh/grp-wise & grp total
                  /!each term/N-th grp & grp total
iedit( 9)= 1 : (reserved)
iedit(10)= 1 : (reserved)

```

cross section input parameters

```

lmicro = 1 : 0/1/ = macroscopic cross section use/microscopic cross section use
mti = 6 : number of material for calculation
niso = 22 : number of nuclide for each materials,used for cross section mixing / beta-effective cal.
ndmuc = 7 : number of fissionable isotopes supplied on delayed neutron data file
mfcid : micro-cross section id numbers
        940 941 942 949 925 928 105 115 6 23 24 26 42 11 41 28 8 23 854 894
        894 814
dalu : lethargy width for each energy groups
        2.50000e+00 2.00000e+00 4.50000e+00 1.86310e+01

```

```

*****
**** perturbed system (from nrflx) ****
*****

```

no	ibx	xrad	ihy	yrad	xp	yp	wt	ww	chi
1	7	0.00000e+00	7	0.00000e+00	4.67743e+00	4.42857e+00	2.91971e-02	2.91971e-02	7.78431e-01
2	2	3.27420e+01	4	3.10000e+01	9.35486e+00	8.85714e+00	2.33138e-02	2.33138e-02	2.08451e-01
3	5	3.57700e+01	15	4.00000e+01	1.40323e+01	1.32857e+01	2.33138e-02	2.33138e-02	1.31138e-02
4	2	5.42160e+01	15	8.75000e+01	1.87097e+01	1.77143e+01	2.33138e-02	2.33138e-02	4.90000e-06
5	5	5.79170e+01	4	1.35000e+02	2.33871e+01	2.21429e+01	2.25258e-02	2.25258e-02	
6	5	7.91150e+01	7	1.44000e+02	2.80646e+01	2.65714e+01	2.33138e-02	2.33138e-02	
7		9.99700e+01		1.75000e+02	3.27420e+01	3.10000e+01	2.91971e-02	2.91971e-02	
8				3.42560e+01	3.32500e+01	2.33138e-02	2.33138e-02		
9				3.57700e+01	3.55000e+01	2.33138e-02	2.33138e-02		
10				3.94592e+01	3.77500e+01	2.91971e-02	2.91971e-02		
11				4.31484e+01	4.00000e+01		2.91971e-02		
12				4.68376e+01	4.31667e+01		2.33138e-02		
13				5.05268e+01	4.63333e+01		2.33138e-02		
14				5.42160e+01	4.95000e+01		2.33138e-02		
15				5.80665e+01	5.26667e+01		2.25258e-02		
16				5.79170e+01	5.58333e+01		2.33138e-02		
17				6.21566e+01	5.90000e+01		2.91971e-02		
18				6.63962e+01	6.21667e+01		2.33138e-02		
19				7.06358e+01	6.53333e+01		2.33138e-02		
20				7.48754e+01	6.85000e+01		2.91971e-02		
21				7.91150e+01	7.16667e+01		2.91971e-02		
22				8.32860e+01	7.48333e+01		2.33138e-02		
23				8.74570e+01	7.80000e+01		2.33138e-02		
24				9.16280e+01	8.11667e+01		2.33138e-02		
25				9.57990e+01	8.43333e+01		2.25258e-02		
26				9.99700e+01	8.75000e+01		2.33138e-02		
27				9.06667e+01			2.91971e-02		
28				9.38333e+01			2.33138e-02		
29				9.70000e+01			2.33138e-02		
30				1.00167e+02			2.91971e-02		
31				1.03333e+02			2.91971e-02		
32				1.06500e+02			2.33138e-02		
33				1.09667e+02			2.33138e-02		
34				1.12833e+02			2.33138e-02		
35				1.16000e+02			2.25258e-02		
36				1.19167e+02			2.33138e-02		
37				1.22333e+02			2.91971e-02		
38				1.25500e+02			2.33138e-02		
39				1.28667e+02			2.33138e-02		
40				1.31833e+02			2.91971e-02		
41				1.35000e+02					
42				1.37250e+02					
43				1.39500e+02					
44				1.41750e+02					

```

45      1.44000e+02
46      1.48429e+02
47      1.52857e+02
48      1.57286e+02
49      1.61714e+02
50      1.66143e+02
51      1.70571e+02
52      1.75000e+02

```

*** regions map ***

```

      z
row m      zones by coarse mesh, origin at lower left.
175.0000 r~~~~~
        r 31 32 33 34 35 36 v
144.0000 r~~~~~
        r 25 26 27 28 29 30 v
135.0000 r~~~~~
        r 19 20 21 22 23 24 v
87.5000  r~~~~~
        r 13 14 15 16 17 18 v
40.0000  r~~~~~
        r 7 8 9 10 11 12 v
31.0000  r~~~~~
        r 1 2 3 4 5 6 v
0.0000   r~~~~~
        r 0. 32. 35. 54. 57. 79. 99.
          0000 7420 7700 2159 9169 1149 9700

      m      7 2 5 2 5 5
column      1 2 3 4 5 6

```

*** zones map ***

```

      z
row m      zones by coarse mesh, origin at lower left.
175.0000 r~~~~~
        r 4 5 4 5 4 3 v
144.0000 r~~~~~
        r 4 5 4 5 4 3 v
135.0000 r~~~~~
        r 1 6 1 5 2 3 v
87.5000  r~~~~~
        r 1 6 1 6 2 3 v
40.0000  r~~~~~
        r 4 6 4 6 4 3 v
31.0000  r~~~~~
        r 4 6 4 6 4 3 v
0.0000   r~~~~~
        r 0. 32. 35. 54. 57. 79. 99.
          0000 7420 7700 2159 9169 1149 9700

      m      7 2 5 2 5 5
column      1 2 3 4 5 6

```

```

#####
000 unperturbed system (from natl:) 000
#####

```

*** zones map ***

```

      z
row m      zones by coarse mesh, origin at lower left.
175.0000 r~~~~~
        r 4 5 4 5 4 3 v
144.0000 r~~~~~
        r 4 5 4 5 4 3 v
135.0000 r~~~~~
        r 1 6 1 5 2 3 v
87.5000  r~~~~~
        r 1 6 1 6 2 3 v
40.0000  r~~~~~
        r 4 6 4 6 4 3 v
31.0000  r~~~~~
        r 4 6 4 6 4 3 v
0.0000   r~~~~~
        r 0. 32. 35. 54. 57. 79. 99.
          0000 7420 7700 2159 9169 1149 9700

      m      7 2 5 2 5 5
column      1 2 3 4 5 6

```

snpert 2.00 fop e5s12-fc mic
snp100 rx model test test test test test test test test

Sun Mar 11 10:11:18 2001 page 3
SNPERT - 2.00

cross section table
ih=1 : cign
ih=2 : cigf
ih=3 : ciga* for macro absorption
ih=4 : cignf
ih=5 : cigt
ih=6 : ciga(g->g)

0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=1 1 11 1
ciga+cigf,ciga,dcl= 4.710e-03 4.694e-03 1.597e-05
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=1 1 11 3
ciga+cigr,cigt,dcl= 5.131e+00 5.131e+00 1.485e-07

micro xs for mat,no,id,aden= 1 1 24 3.3447000e-03

pos.	grp. 1	grp. 2	grp. 3	grp. 4
1	4.71001e-03	4.23518e-03	1.81060e-02	1.58623e-02
2	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
3	4.69403e-03	4.23518e-03	1.81060e-02	1.58623e-02
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
5	2.26961e+00	3.60333e+00	5.13061e+00	2.52811e+00
6	1.97272e+00	3.50187e+00	5.10554e+00	2.51245e+00
7	0.00000e+00	2.72649e-01	9.72263e-02	6.96675e-03
8	0.00000e+00	0.00000e+00	1.95355e-02	1.17654e-06
9	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	2.50358e-06

0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=1 2 12 1
ciga+cigf,ciga,dcl= 7.537e-03 7.525e-03 1.240e-05
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=1 2 12 1
ciga+cigr,cigt,dcl= 2.163e+00 2.163e+00 1.448e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=1 2 12 2
ciga+cigf,ciga,dcl= 6.027e-03 6.027e-03 2.384e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=1 3 12 2
ciga+cigr,cigt,dcl= 2.586e+00 2.586e+00 -1.686e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=1 2 12 3
ciga+cigf,ciga,dcl= 1.142e-02 1.142e-02 -4.768e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=1 2 12 4
ciga+cigf,ciga,dcl= 1.298e-01 1.298e-01 9.537e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=1 2 12 4
ciga+cigr,cigt,dcl= 8.851e+00 8.851e+00 2.980e-07

!!! suppressed

micro xs for mat,no,id,aden= 6 4 11 1.8953200e-02

pos.	grp. 1	grp. 2	grp. 3	grp. 4
1	1.49327e-03	4.21083e-04	2.12740e-03	6.27977e-03
2	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
3	1.49351e-03	4.21122e-04	2.12740e-03	6.27977e-03
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
5	2.18263e+00	3.28905e+00	4.38086e+00	3.55821e+00
6	1.72850e+00	3.12834e+00	4.33358e+00	3.55193e+00
7	0.00000e+00	4.46253e-01	1.60284e-01	4.51522e-02
8	0.00000e+00	0.00000e+00	6.38106e-03	6.30520e-06
9	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00

0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=6 5 15 1
ciga+cigf,ciga,dcl= 2.455e-02 2.438e-02 1.750e-04
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=6 5 15 1
ciga+cigr,cigt,dcl= 3.365e+00 3.365e+00 -5.011e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=6 5 15 2
ciga+cigr,cigt,dcl= 6.867e+00 6.867e+00 -2.906e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=6 5 15 3
ciga+cigr,cigt,dcl= 8.505e+00 8.505e+00 -8.270e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=6 5 15 4
ciga+cigr,cigt,dcl= 9.509e+00 9.509e+00 2.384e-07

micro xs for mat,no,id,aden= 6 5 41 8.1018596e-05

pos.	grp. 1	grp. 2	grp. 3	grp. 4
1	2.45507e-02	7.35945e-02	4.22343e-01	1.81211e+00
2	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
3	2.43757e-02	7.35945e-02	4.22343e-01	1.81211e+00
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
5	3.36481e+00	6.86728e+00	8.50501e+00	9.50937e+00
6	2.51620e+00	6.67953e+00	8.06796e+00	7.69726e+00
7	0.00000e+00	7.58872e-01	1.14143e-01	1.47082e-02
8	0.00000e+00	0.00000e+00	6.53408e-02	1.38552e-05
9	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	1.66590e-05

```
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=6 6 16 1
cigr+cigr,ciga,delta= 7.168e-02 7.167e-02 6.914e-06
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=6 6 16 2
cigr+cigr,ciga,delta= 1.344e-02 1.344e-02 -4.758e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=6 6 16 3
ciga+cigr,cigt,delta= 4.663e+00 4.662e+00 1.807e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=6 6 16 4
ciga+cigr,cigt,delta= 1.299e+01 1.299e+01 -1.192e-07
0rdmic xs balance check for m,n,ns,ig=6 6 16 5
ciga+cigr,cigt,delta= 1.612e+01 1.612e+01 1.062e-07

micro xs for mat,no,id,aden= 6 6 28 2.1155200e-03
```

pos.	grp. 1	grp. 2	grp. 3	grp. 4
1	7.16805e-02	1.34357e-02	3.33593e-02	2.74697e-02
2	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
3	7.16736e-02	1.34361e-02	3.33583e-02	2.74697e-02
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
5	2.43212e+00	4.66168e+00	1.29918e+01	1.61197e+01
6	2.09933e+00	4.55344e+00	1.29105e+01	1.60923e+01
7	0.00000e+00	2.4327e-01	9.48031e-02	4.79557e-02
8	0.00000e+00	0.00000e+00	1.72885e-02	5.92585e-07
9	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	1.70217e-06

```
snpert 2.00 fop e5a12-fc mic
snr300 rz model test test test test test test test test
```

Sun Mar 11 10:11:18 2001 page 4
SNPERT - 2.00

macro cross section table

```
ih=1 : dummy
ih=2 : sigf
ih=3 : siga
ih=4 : signf
ih=5 : sigt
ih=6 : sigs(g->g)
```

mixed macro cross section for material (twotran-type) =1

pos.	grp. 1	grp. 2	grp. 3	grp. 4
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
2	4.07176e-03	1.74606e-03	2.05931e-03	8.16003e-03
3	4.75661e-03	2.74755e-03	5.64025e-03	2.42678e-02
4	1.21947e-02	5.09110e-03	5.98535e-03	2.36335e-02
5	1.17550e-01	1.82940e-01	2.74563e-01	3.26019e-01
6	8.80666e-02	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
7	0.00000e+00	1.73227e-01	0.00000e+00	0.00000e+00
8	0.00000e+00	0.00000e+00	2.67799e-01	0.00000e+00
9	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	3.01751e-01

cross section for material (snpert-type) =1

m	ig	sigf	siga	signf	sigt	sigr
1	1	4.07176e-03	4.75661e-03	1.21947e-02	1.17550e-01	2.47270e-02
1	2	1.74606e-03	2.74755e-03	5.09110e-03	1.82940e-01	6.96577e-03
1	3	2.05931e-03	5.64025e-03	5.98535e-03	2.74563e-01	1.12406e-03
1	4	8.16003e-03	2.42678e-02	2.36335e-02	3.26019e-01	0.00000e+00

scattering matrix

1	8.80666e-02	2.31897e-02	2.53691e-03	4.75129e-07
2	0.00000e+00	1.73227e-01	6.96558e-03	1.96154e-07
3	0.00000e+00	0.00000e+00	2.67799e-01	1.12406e-03
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	3.01751e-01

mixed macro cross section for material (twotran-type) =2

pos.	grp. 1	grp. 2	grp. 3	grp. 4
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
2	5.02685e-03	2.52635e-03	2.94796e-03	1.14941e-02
3	5.70787e-03	3.56159e-03	6.72951e-03	3.00380e-02
4	1.52974e-02	7.37217e-03	8.57614e-03	3.33261e-02
5	1.17304e-01	1.82721e-01	2.75047e-01	3.33109e-01
6	8.76660e-02	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
7	0.00000e+00	1.72431e-01	0.00000e+00	0.00000e+00
8	0.00000e+00	0.00000e+00	2.67278e-01	0.00000e+00
9	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	3.03071e-01

cross section for material (snpert-type) =2

m	ig	sigf	siga	signf	sigt	sigr
2	1	5.02685e-03	5.70787e-03	1.52974e-02	1.17304e-01	2.39298e-02
2	2	2.52635e-03	3.56159e-03	7.37217e-03	1.82721e-01	6.72850e-03
2	3	2.94796e-03	6.72951e-03	8.57614e-03	2.75047e-01	1.03936e-03
2	4	1.14941e-02	3.00380e-02	3.33261e-02	3.33109e-01	0.00000e+00

scattering matrix

1	8.76660e-02	2.24773e-02	1.45198e-03	4.44993e-07
2	0.00000e+00	1.72431e-01	6.72828e-03	2.25118e-07
3	0.00000e+00	0.00000e+00	2.67278e-01	1.03936e-03
4	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	3.03071e-01

mixed macro cross section for material (twotran-type) =3

pos.	grp. 1	grp. 2	grp. 3	grp. 4
1	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
2	3.05496e-03	3.54616e-05	6.14844e-05	3.18218e-04
3	4.04790e-03	1.44507e-03	4.78099e-03	1.41109e-02
4	8.36549e-03	8.77645e-05	1.48826e-04	7.68058e-04
5	1.48177e-01	2.33914e-01	3.47915e-01	3.87233e-01
6	1.09291e-01	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00
7	0.00000e+00	2.22207e-01	0.00000e+00	0.00000e+00
8	0.00000e+00	0.00000e+00	3.41539e-01	0.00000e+00
9	0.00000e+00	0.00000e+00	0.00000e+00	3.73122e-01

```
cross section for material (snprt-type) =3
m  lg      sigf      siga      signf      sigt      sigr
3  1 3.05496e-03 4.04790e-03 8.36549e-03 1.48177e-01 3.48377e-02
3  2 3.54616e-05 1.44507e-03 8.77645e-05 2.33914e-01 1.02614e-02
3  3 6.14484e-05 4.78099e-03 1.48826e-04 3.47915e-01 1.59462e-03
3  4 3.18218e-04 1.41109e-02 7.68068e-04 3.87233e-01 0.00000e+00
```

```
scattering matrix
1 1.09291e-01 3.23554e-02 2.48166e-03 7.15919e-07
2 0.00000e+00 2.22207e-01 1.02612e-02 1.34191e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 3.41539e-01 1.59462e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.73122e-01
```

mixed macro cross section for material (twotran-type) =4

```
pos.  grp. 1      grp. 2      grp. 3      grp. 4
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
2 2.11003e-03 2.48815e-05 4.46489e-05 2.32672e-04
3 2.85574e-03 1.05120e-03 3.61012e-03 1.09715e-02
4 5.76547e-03 6.15447e-05 1.08142e-04 5.61440e-04
5 1.24481e-01 1.94865e-01 2.92897e-01 3.22376e-01
6 9.30370e-02 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
7 0.00000e+00 1.84887e-01 0.00000e+00 0.00000e+00
8 0.00000e+00 0.00000e+00 2.87461e-01 0.00000e+00
9 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.11404e-01
```

```
cross section for material (snprt-type) =4
m  lg      sigf      siga      signf      sigt      sigr
4  1 2.11003e-03 2.85574e-03 5.76547e-03 1.24481e-01 2.85882e-02
4  2 2.48815e-05 1.05120e-03 6.15447e-05 1.94865e-01 8.92661e-03
4  3 4.46489e-05 3.61012e-03 1.08142e-04 2.92897e-01 1.82522e-03
4  4 2.32672e-04 1.09715e-02 5.61440e-04 3.22376e-01 0.00000e+00
```

```
scattering matrix
1 9.30370e-02 2.67065e-02 1.88117e-03 5.95842e-07
2 0.00000e+00 1.84887e-01 8.92648e-03 1.26141e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 2.87461e-01 1.82522e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.11404e-01
```

mixed macro cross section for material (twotran-type) =5

```
pos.  grp. 1      grp. 2      grp. 3      grp. 4
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
2 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
3 2.57422e-03 6.88432e-03 2.46732e-02 1.39762e-01
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
5 1.41187e-01 2.31660e-01 3.56027e-01 5.17515e-01
6 1.15016e-01 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
7 0.00000e+00 2.07156e-01 0.00000e+00 0.00000e+00
8 0.00000e+00 0.00000e+00 3.29501e-01 0.00000e+00
9 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.77753e-01
```

```
cross section for material (snprt-type) =5
m  lg      sigf      siga      signf      sigt      sigr
5  1 0.00000e+00 2.57422e-03 0.00000e+00 1.41187e-01 2.35966e-02
5  2 0.00000e+00 6.88432e-03 0.00000e+00 2.31660e-01 1.76196e-02
5  3 0.00000e+00 2.46732e-02 0.00000e+00 3.56027e-01 1.85293e-03
5  4 0.00000e+00 1.39762e-01 0.00000e+00 5.17515e-01 0.00000e+00
```

```
scattering matrix
1 1.15016e-01 2.29470e-02 6.49087e-04 4.24285e-07
2 0.00000e+00 2.07156e-01 1.76195e-02 1.21571e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 3.29501e-01 1.85293e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 3.77753e-01
```

mixed macro cross section for material (twotran-type) =6

```
pos.  grp. 1      grp. 2      grp. 3      grp. 4
1 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
2 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
3 2.60566e-04 1.11482e-04 3.20752e-04 1.36553e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
5 7.13176e-02 1.04224e-01 1.62816e-01 1.86619e-01
6 5.77072e-02 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00
7 0.00000e+00 1.00169e-01 0.00000e+00 0.00000e+00
8 0.00000e+00 0.00000e+00 1.61295e-01 0.00000e+00
9 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 1.85253e-01
```

cross section for material (snprt-type) =6

```
m  lg      sigf      siga      signf      sigt      sigr
6  1 0.00000e+00 2.60566e-04 0.00000e+00 7.13176e-02 1.33498e-02
6  2 0.00000e+00 1.11482e-04 0.00000e+00 1.04224e-01 3.94309e-03
6  3 0.00000e+00 3.20752e-04 0.00000e+00 1.62816e-01 1.20043e-03
6  4 0.00000e+00 1.36553e-03 0.00000e+00 1.86619e-01 0.00000e+00
```

```
scattering matrix
1 5.77072e-02 1.28741e-02 4.75505e-04 2.46884e-07
2 0.00000e+00 1.00169e-01 3.94309e-03 1.56231e-07
3 0.00000e+00 0.00000e+00 1.61295e-01 1.20043e-03
4 0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 1.85253e-01
nuc.#, nuc.id= 1 948
nyu-d
```

```
gr 1 1.2203e-04 1.1898e-03 8.1677e-04 1.5254e-03 5.5785e-04 1.2639e-04
2 1.3188e-04 1.2858e-03 9.0432e-04 1.6485e-03 6.0288e-04 1.3659e-04
3 1.3188e-04 1.2858e-03 9.0432e-04 1.6485e-03 6.0288e-04 1.3659e-04
4 1.3188e-04 1.2858e-03 9.0432e-04 1.6485e-03 6.0288e-04 1.3659e-04
chi-d
```

```
gr 1 5.0018e-03 1.3325e-01 7.0382e-02 1.2076e-01 7.5806e-02 8.8737e-02
2 8.8498e-01 8.4302e-01 8.7058e-01 8.1635e-01 8.3929e-01 8.4884e-01
3 1.1002e-01 2.3731e-02 5.9039e-02 6.2882e-02 8.4906e-02 6.2420e-02
4 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00
tot 1.0000e+00 1.0000e+00 1.0000e+00 9.9999e-01 1.0000e+00 1.0000e+00
nuc.#, nuc.id= 2 949
nyu-d
```

```
gr 1 2.1161e-04 1.5592e-03 1.2028e-03 1.6265e-03 5.7357e-04 1.9490e-04
2 2.3854e-04 1.7577e-03 1.3559e-03 2.0590e-03 6.4658e-04 2.1971e-04
3 2.3662e-04 1.7435e-03 1.3450e-03 2.0424e-03 6.4137e-04 2.1794e-04
4 2.3662e-04 1.7416e-03 1.3435e-03 2.0402e-03 6.4067e-04 2.1770e-04
chi-d
```

```
gr 1 5.0018e-03 1.3325e-01 7.0382e-02 1.2076e-01 7.5806e-02 8.8737e-02
2 8.8498e-01 8.4302e-01 8.7058e-01 8.1635e-01 8.3929e-01 8.4884e-01
3 1.1002e-01 2.3731e-02 5.9039e-02 6.2882e-02 8.4906e-02 6.2420e-02
4 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00
tot 1.0000e+00 1.0000e+00 1.0000e+00 9.9999e-01 1.0000e+00 1.0000e+00
nuc.#, nuc.id= 3 940
nyu-d
```

```
gr 1 2.2226e-04 2.1671e-03 1.5241e-03 2.7783e-03 1.0161e-03 2.3020e-04
2 2.5508e-04 2.4870e-03 1.7491e-03 3.1885e-03 1.1661e-03 2.6419e-04
3 2.5508e-04 2.4870e-03 1.7491e-03 3.1885e-03 1.1661e-03 2.6419e-04
4 2.5508e-04 2.4870e-03 1.7491e-03 3.1885e-03 1.1661e-03 2.6419e-04
chi-d
```

```
gr 1 5.0018e-03 1.3325e-01 7.0382e-02 1.2076e-01 7.5806e-02 8.8737e-02
2 8.8498e-01 8.4302e-01 8.7058e-01 8.1635e-01 8.3929e-01 8.4884e-01
3 1.1002e-01 2.3731e-02 5.9039e-02 6.2882e-02 8.4906e-02 6.2420e-02
4 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00
tot 1.0000e+00 1.0000e+00 1.0000e+00 9.9999e-01 1.0000e+00 1.0000e+00
nuc.#, nuc.id= 4 941
nyu-d
```

```
gr 1 1.2895e-04 2.9530e-03 2.2309e-03 5.0292e-03 2.3470e-03 2.0633e-04
2 1.6000e-04 3.6640e-03 2.7680e-03 6.2400e-03 2.9120e-03 2.5600e-04
3 1.6000e-04 3.6640e-03 2.7680e-03 6.2400e-03 2.9120e-03 2.5600e-04
4 1.6000e-04 3.6640e-03 2.7680e-03 6.2400e-03 2.9120e-03 2.5600e-04
chi-d
```

```
gr 1 5.0018e-03 1.3325e-01 7.0382e-02 1.2076e-01 7.5806e-02 8.8737e-02
2 8.8498e-01 8.4302e-01 8.7058e-01 8.1635e-01 8.3929e-01 8.4884e-01
3 1.1002e-01 2.3731e-02 5.9039e-02 6.2882e-02 8.4906e-02 6.2420e-02
4 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00
tot 1.0000e+00 1.0000e+00 1.0000e+00 9.9999e-01 1.0000e+00 1.0000e+00
nuc.#, nuc.id= 5 942
nyu-d
```

```
gr 1 1.6765e-04 3.8391e-03 2.9003e-03 6.5383e-03 3.0512e-03 2.6824e-04
2 1.8300e-04 4.1907e-03 3.1659e-03 7.1370e-03 3.3306e-03 2.9280e-04
3 1.8300e-04 4.1907e-03 3.1659e-03 7.1370e-03 3.3306e-03 2.9280e-04
4 1.8300e-04 4.1907e-03 3.1659e-03 7.1370e-03 3.3306e-03 2.9280e-04
chi-d
```

```
gr 1 5.0018e-03 1.3325e-01 7.0382e-02 1.2076e-01 7.5806e-02 8.8737e-02
2 8.8498e-01 8.4302e-01 8.7058e-01 8.1635e-01 8.3929e-01 8.4884e-01
3 1.1002e-01 2.3731e-02 5.9039e-02 6.2882e-02 8.4906e-02 6.2420e-02
4 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00
```

Sun Mar 11 10:21:18 2001 page 5
SNPERT - 2.00

```
ireac = 0 : 0/1/2 = no/calculate reactivity change(delta-ro)/reactivity worth map (delta-ro/cc/nucleide)
            if ireac=2, calculate density coefficient with first order perturbation in case of imicro=1 (1/kxns)
imethod= 0 : 0/1/ = ohtake & takeda method/sasaki et. al. method
ibeta = 1 : 0/1 = no/calculate effective delayed neutron fraction (beta-effective)
            and neutron generation time (sec) in case of imicro=1 (1/kxns)
```

reference system (librap base)

```
*** regions map ***
```

[illegible]

系统由扰动系统 (libra base) 系统
 系统由扰动系统 (libra base) 系统

*** regions map ***

[illegible]

[illegible]

```
snpxrt 2.00      fop e5s12-fc mic
snr300 rz model test test test test test test test test
```

Sun Mar 11 10:11:18 2001 page 6
SNPRT - 2.00

```

##### effective beta cal.results
      velocity(cm/s)   gen.time(sec)
group 1      2.8829e+09      8.7644e-09
group 2      8.7822e+08      6.6278e-08
group 3      2.6108e+08      1.9703e-07
group 4      2.4896e+07      1.1105e-07
neutron generation time (sec) = 3.8112e-07

```

effective delayed neutron fraction									
nuclide :	pu238	pu239	pu240	pu241	pu242	u235	u238	total	
beta-off: family 1	0.0000e+00	5.595e-05	8.271e-06	1.7320e-06	4.5650e-08	1.8366e-06	1.6344e-05	7.9380e-05	
beta-off: family 2	0.0000e+00	4.2161e-04	3.8405e-05	4.0821e-06	1.0759e-06	1.0605e-05	1.7718e-04	6.8959e-04	
beta-off: family 3	0.0000e+00	3.2092e-04	2.6651e-05	3.0429e-06	8.0200e-07	9.2562e-06	2.0720e-04	5.9525e-04	
beta-off: family 4	0.0000e+00	4.9114e-04	4.8964e-05	6.9134e-05	1.8222e-06	2.0261e-05	5.0038e-04	1.1317e-03	
beta-off: family 5	0.0000e+00	1.5281e-04	1.7742e-05	3.1965e-05	8.4248e-07	6.3176e-06	2.8770e-04	4.9377e-04	
beta-off: family 6	0.0000e+00	5.2140e-05	4.0362e-06	2.8218e-06	7.4373e-08	1.2826e-06	9.6115e-05	1.5647e-04	