

● I206 74-15 (1)

配布限定

本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。
2001. 7. 31 [技術情報室]

分置

FCAバンチング実験データの解析 (1/2)

1974年4月

三菱原子力工業株式会社

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大字村松4番地49
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)

るものです。

なお、この資料の供覧、複製、転載、引用等には事業団の承認が必要です。

FCAバンチング実験データの解析

要 旨



非均質セル計算コードMURALと約2000群のライブラリーFGL5を用いてFCA VI-1炉心、VI-2炉心でのバンチング実験の解析を行なった。計算方法にはMURAL計算から得られた37群セル平均断面積を用いて12群二次元拡散と摂動計算及び二次元輸送計算を行なった。

FCA VI-1炉心の実効増倍率のC/Eは 0.9999 ± 0.0007 を得た。T-AセルからT-Bセルへのバンチング反応度の計算値は $1.012\% \Delta k/k$ で、実験値 $1.023 \pm 0.020\% \Delta k/k$ と良い一致を示している。

FCA VI-2炉心の実効増倍率のC/Eは 1.0025 ± 0.0003 を得た。T-AセルからT-Gセルへのバンチング反応度の計算値は $0.388\% \Delta k/k$ で、実験値 ~~$0.292 \pm 0.010\% \Delta k/k$~~
 0.314 をやや過大評価している。

二つのバンチング実験解析に基づいてFCA炉心の非均質効果の計算精度は $\pm 0.1\% \Delta k$ と考えられる。

1974年4月

関 雄 次^{**} 小 林 隆 俊^{**}
佐々木 誠^{**} 長 田 和 子^{**}

* 本報告書は、三菱原子力工業株式会社が動力炉核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

** 三菱原子力工業株式会社 動力炉開発部

Analysis of FCA Bunching Experiments

Abstract

Analysis of bunching experiments in FCAVI-1 and VI-2 has been made using the multi plates cell calculation code MURAL and 2000 groups library FGL5.

The calculation method is 12 groups 2D-RZ diffusion and transport calculation using 37 groups cell averaged cross section obtained by Mural run.

The calculation to experiment ratio C/E of FCA VI-1 criticality factor is 0.9999 ± 0.0007 . Calculated bunching reactivity from T-A to T-B cell is $1.012\% \Delta k/k$, showing good agreement with the experiment $1.0025 \pm 0.0003\% \Delta k/k$.

The C/E of FCA VI-2 criticality factor is 1.0025 ± 0.0003 . Calculated bunching reactivity from T-A to T-G cell is $0.388\% \Delta k/k$, rather overpredicting the experiment ~~0.292 ± 0.010~~ $0.314\% \Delta k/k$.

On the basis of the analysis, the accuracy of prediction of heterogeneity effect in FCA is considered to be $\pm 0.1\% \Delta k$.

April, 1974

yuji Seki

Takatoshi Kobayashi

Makoto Sasaki

Kazuko Nagato

Mitsubishi Atomic Power
Industries, Inc.

*) The work performed under the contract between power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation and Mitsubishi Atomic Power Industries, Inc.

目 次

	頁
要 約	i
Abstract	ii
まえがき	1
I 基準計算法	3
II FCA VI-1 炉心の解析	5
(1) 実効増倍率	5
(2) バンチング反応度	5
(3) 摂動計算による検討	6
(4) 輸送計算による検討	6
III FCA VI-2 炉心の解析	7
(1) 実効増倍率及びバンチング反応度	7
VI MURALによるセル計算モデルの検討	8
あしがき	9
謝 辞	38
参考文献	38

表 リ ス ト

- 第 1 表 MURAL 基準計算使用オプション
- 第 2 表 MURAL 37 群と縮約 12 群の群分割
- 第 3 表 拡散計算結果
- 第 4 表 核分裂スペクトル (12 群)
- 第 5 表 実効増倍率計算値と実験値との比較 (FCA VI-1, VI-2 炉心)
- 第 6 表 バンチング反応度計算値と実験値との比較
- 第 7 表 セル平均中性子束に対するプレート内平均中性子束の比 (VI-1, T-A cell)
- 第 8 表 セル平均中性子束に対するプレート内平均中性子束の比 (VI-1, T-B cell)
- 第 9 表 均質および非均質マクロ断面積の比較
- 第 10 表 非均質モデルでの T-A, T-B セルのマクロ断面積
- 第 11 表 k_{eff} に対する T-A セルの非均質効果 $\Delta k/k$ (2D-RZ 摂動計算)
- 第 12 表 k_{eff} に対する TB-TA のバンチング効果 (2D-RZ 摂動計算)
- 第 13 表 輸送計算による実効増倍率
- 第 14 表 セル平均中性子束に対するプレート内平均中性子束の比
(FCA VI-2, T-Aセル, T-Gセル)
- 第 15 表 均質および非均質マクロ断面積 (FCA VI-2, T-A, 12群)
- 第 16 表 k_{eff} に対する T-A セルの非均質効果 (FCA VI-2) (2D-RZ 摂動計算)
- 第 17 表 非均質モデルの T-A, T-G セルのマクロ断面積 (FCA VI-2, 12群)
- 第 18 表 k_{eff} に対する TG-TA のバンチング効果 (2D-RZ 摂動計算)
- 第 19 表 MURAL 計算モデルの検討 (12群マクロ断面積の比較)
- 第 20 表 MURAL 計算モデルの検討 (実効増倍率に対する効果)

図　　り　　ス　　ト

- 第 1 図 FCA VI-1 炉心 RZ 体系
- 第 2 図 FCA VI-2 炉心 RZ 体系
- 第 3 図 計算の流れ図
- 第 4 図 FCA VI-1 炉心 T-A セルの領域モデル
- 第 5 図 FCA VI-2 炉心 T-B セルの領域モデル
- 第 6 図 FCA VI-2 炉心 T-A セル (基準モデル)
- 第 7 図 FCA VI-2 炉心 T-G セル
- 第 8 図 FCA VI-1 炉心の中性子束分布
- 第 9 図 FCA VI-1 炉心の Adjoint 中性子束分布
- 第 10 図 FCA VI-2 炉心の中性子束分布
- 第 11 図 FCA VI-2 炉心の Adjoint 中性子束分布
- 第 12 図 T-A セルの詳細モデル (FCA VI-2)
- 第 13 図 Pu プルートの取扱い検討用モデル (FCA VI-2, T-A)

ま え が き

もんじゆのフルモックアップ実験が英国 ZEBRA 炉心を用いて行なわれ、既に英国の核定数と計算手法を用いた実験解析結果が MTN レポートとして報告されている。この英国の核計算手法の中で最も特徴的なものは、多群非均質セル計算コード MURAL^{<1><2>} と、そのライブラリー FGL-5^{<3><4>} であろう。MURAL は、セル内の多領域プレート構造を pij 法によって詳細に取扱って約 2,000 群の FGL ライブラリーを用いて、非均質体系の実効断面積を計算するコードである。2,000 群内の resonance self shielding の近似的取扱い法についても、更により詳細な計算コード SDR との比較を行なって、その近似法の精度を確認している^{<5>} 点で、信頼性の高いものと考えられる。^{<注>1}

従って、国内で使用されている 26 群ベースの解析手法との比較を行なってその精度の検証に用いたり、また FGL 5 と国内でのライブラリーとの比較を行なって核定数の改善に用いるなど、今後役立て得る点は多いと考えられる。

ここでは、MURAL-FGL 5 の整備^{<注>2} に引続いて、臨界量に対して最も重要な補正量のひとつである非均質効果の計算精度の確認のために、FCA VI-1 炉心、VI-2 炉心体系でのバンチング実験^{<6><7>} の解析を MURAL-FGL 5 を用いて行なった結果を報告する。なお FCA VI-1 炉心でのバンチング実験解析は既に日立製作所より、モーツアルト実験解析ステップ 2 において解析が行なわれている。^{<8>} 従って、MURAL の解析結果をまとめるにあたって、なるべく比較し易い形でまとめるよう留意した。

以下、第 I 章では、FCA VI-1、VI-2^{<注>3} の解析に採用した基準の計算法について述べる。第 II 章では、FCA VI-1 炉心での実効増倍率と種々の補正計算、テスト領域でのバンチング (T-A → T-B) 実験解析、及び輸送計算による検討について述べる。第 III 章は、FCA VI-2 炉心に関してバンチング実験 (T-A → T-G) を解析している。第 IV 章では、MURAL の計算モデルについて領域分けの問題、プレート格子引出しのモデル化、セル計算時のバックリングの取扱い等の影響を検討している。

<注>1 但し、国内での解析でその重要性が確認されつつある、いわゆるストリーミングに対する非均質効果については考慮されていない。

<注>2 MURAL (FGL 4) は既に PNC R&D グループにより IBM センターで整備されていたが、^{<2>} これを FGL-5 用に再整備する作業を協同で行った。FGL-5 用 MURAL プログラムのロードモジュール作成法、インプット方法については本報告書分冊

(2 / 2) にまとめた。

<注> 3 VI-1 炉心 Pu^{241} 崩壊の補正済

VI-2 炉心 資料<7>の Pu^{241} 原子力密度 0.00092 に訂正。

I 基準計算法

FCA-VI-1炉心は第1図に示されるように、テスト領域炉心(Pu燃料プレートとU燃料プレートセル)とドライバー領域炉心(Uプレート)とから構成され、半径方向ブランケットは天然ウランの均質ブロック、軸方向ブランケットは減損ウランの均質ブロックである。FCA-VI-2炉心は燃料プレート構成と炉心サイズがVI-1とは異っており、これは第2図に示されている。

解析に用いた計算の流れ図を第3図に示す。まずMURALコードにより均質計算あるいは非均質多領域プレート計算を実行する。37群のセル平均断面積を各領域毎に作っておき、これを一次元拡散円柱計算により12群に縮約している。この12群断面積を用いて二次元拡散、擾動計算及び輸送計算を行なっている。

(1) MURAL計算モデル

MURAL計算の際に用いたoptionを第1表に示す。炉心セルでは $k_{eff} = 1.000$ としてバックリングサーチを行うがブランケットでは $B^2 = 0.0$ とした。

非均質計算の場合のプレート及びキャン等の取扱いについて述べる。第4図に、VI-1炉心T-AセルパターンとMURAL計算に用いた領域分けを示したが、PuプレートについてはPuミートを1領域とし、キャンは隣接する他のプレート内に均質化して扱った。但し、側面部分のキャンはミート内に均質化した。キャンを他のプレートに混合した効果を見るために、第IV章でFCA-VI-2のT-Aセルについてより詳しく領域分けを行って計算を行なったものと基準計算とを比較しているが、非均質効果に対して $0.007\% \Delta K$ の極めて小さな差しか生じない。

格子管と引出しは参考資料^{<6>}に示されるような構造になっているので、格子管の2/4部分と引出しの1/3部分は各プレートに一樣に溶かし込む方法を取った。

なお、非均質計算はテスト領域のみ行ない、ドライバー領域は均質で取扱った。^{<注>}

(2) 一次元縮約計算(ODDコード)

一次元拡散円柱計算により37群定数を12群に縮約した。計算メッシュ数は二次元RZ計算のR方向メッシュの約2倍とし、軸方向バックリングは $5.71 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-2}$ の一定値を用いた。

第2表に12群の群分割を示した。これはVI-1炉心T-Aセルで、吸収量 $\int \Sigma_a(E) \phi(E) dE$ がなるべく正しく求まるように分割点を定めたものである。縮約はテスト領域、ドライバー領域、半径ブランケットの各領域毎に行い、特に縮約用の領域を設けることはしなかった。また、軸方向ブランケットは半径方向ブランケットのスペクトルを用いて縮約したが組成が類似しているため、この影響は小さいと考えられる。

縮約にあたっては $(n, 2n)$ 反応を正しく取り扱って $\Sigma s_r, \Sigma s^{i \rightarrow j}$ を縮約している。

これについては TWOTRAN 計算を行う際に注意が必要であった。

(3) 二次元拡散計算 (HANYO コード)

既に示したように、VI-1 炉心は、第 1 図のように RZ 28×26 メッシュ、VI-2 炉心は第 2 図のように RZ 30×26 メッシュ計算である。このメッシュを fine mesh と呼ぶが、計算に際してこれの丁度倍荒いメッシュ巾 (coarse mesh)、即ちそれぞれ 14×13 メッシュ、 15×13 メッシュの計算も flux guess を作る関係で自動的に計算を行なっている。実効増倍率に対するメッシュ補正の際に、この coarse mesh の keff と fine mesh の keff とを用いて無限に細かいメッシュへ外挿している。

各領域の核分裂スペクトルには、TWOTRAN コードが一種類のスペクトルしか使えないという制限があるので拡散計算も、これに合せて、基準計算では VI-1、VI-2 それぞれ T-A 領域のスペクトルを全領域に使用し、この取扱いの実効増倍率に対する補正量は別に、正しく領域毎の核分裂スペクトルを使用した二次元拡散計算を行って求めた。

(4) 二次元摂動計算 (HANYO コード)

非均質体系を無摂動体系として一次摂動近似により非均質効果、パンチング効果を算出した。

(5) 二次元輸送計算 (TWOTRAN II)

VI-1 炉心では拡散計算と同じく、 28×26 メッシュで 12 群 S_4 の計算を行なった。輸送計算においてはメッシュ効果が小さいと判ったので、VI-2 炉心では、coarse mesh による計算のみを行なった。

<注> ドライバー領域での非均質計算は MURAL での計算にトラブルがあったので、均質で取扱った。

II FCAVI-1炉心の解析

(1) 実効増倍率

テスト領域のMURAL非均質モデル計算には第4図の10領域プレートモデルを使用した。一次元拡散計算、二次元拡散計算による均質モデル、非均質モデルの実効増倍率を第3表にまとめて示した。均質系基準RZ計算の k_{eff} として0.9812を得た。

次に補正量について説明する。

(i) 群縮約の効果 ; 一次元37群計算と12群縮約計算との差により、 $-0.0014 \Delta k$ を得た。

(ii) メッシュ効果 ; k_{eff} に対するメッシュ効果は、メッシュ面積に比例するので、先に述べたfine mesh計算の k_{eff} とcoarse meshの計算の k_{eff} とから無限メッシュへ外挿した時の k_{eff} を $k_{eff}(\infty \text{メッシュ}) = k_{eff}(\text{fine})$

$$+ \frac{1}{3} [k_{eff}(\text{fine}) - k_{eff}(\text{coarse})]$$

によって求めた。結果は、 $-0.0011 \Delta k$ であった。

(iii) 核分裂スペクトル ; 各領域の核分裂スペクトルとしてMURALで求めたものを使用して、二次元RZ拡散(非均質モデル)計算を行なって、この効果を調べた。この結果、テスト領域の α を全領域に用いた基準計算の k_{eff} と比較して、 k_{eff} は $0.0015 \Delta k$ 小さくなる。第4表に12群での核分裂スペクトルを示した。

(iv) 非均質効果 ; 基準二次元RZ計算による均質系と非均質との k_{eff} の差から非均質効果として $0.0060 \Delta k$ を得た。後に述べるように摂動計算による値は $0.0061 \Delta k$ であった。

(v) 輸送補正 ; 非均質体系を用いて S_4 計算を行なった。coarse meshの輸送計算結果は $k_{eff} = 0.99340$ 、fine meshの輸送計算結果は $k_{eff} = 0.99331$ であり、輸送計算の場合、拡散に較べてメッシュ効果は小さいようである。拡散の k_{eff} との輸送の k_{eff} をそれぞれ無限メッシュへ外挿した後、その差から輸送効果として $\Delta k = 0.0072$ を得た。

以上をまとめて第5表に示す。補正後の k_{eff} として0.9904を得た。これは、実験値 0.9905 ± 0.0007 と良く一致している。 $(C/E = 0.9999 \pm 0.0007)$ なお、ドライバーの非均質効果はここには含まれていないが、日立の解析結果^{<8>}によると、この効果は $0.0007 \Delta k$ である。

(2) バンチング反応度

T-Aセルのプレート配列を変えて、バンチング反応度の測定が行なわれている。ここでは、T-AセルからT-Bセルへのバンチング実験を解析した。

MURAL計算に用いたT-Bセルの領域モデルを第5図に示した。基準計算結果は第3表に掲げてあるが、T-A非均質計算とT-B非均質計算 k_{eff} はそれぞれ0.98721、0.99721で、従って、バンチング効果として $\Delta k/k = 1.01\%$ を得た。第6表に示されるように、これは、実験値 $1.023 \pm 0.020\% \Delta k/k$ と良く一致している。

(3) 摂動計算による検討

まず、MURAL非均質計算で得られた各プレート内の平均中性子束の比を、T-Aセル、T-Bセルについて、それぞれ第7表、第8表に示す。T-Bセルでの隣接3枚のPuプレート内で、高エネルギー中性子束の盛り上りが顕著である。次に、セル平均断面積について均質T-Aと非均質T-Aとの比較を第9表に、また、非均質T-Aと非均質T-Bとの比較を第10表に示した。

T-Aセルの非均質効果の内訳を、二次元摂動計算により求めたものを第11表に示す。非均質効果 $0.61\% \Delta k$ のうち、当然ながら核分裂項が最も大きく、 $+0.50\% \Delta k/k$ 、吸収項は高低エネルギーで打消し合いがself shieldingの寄与が残って $+0.10\% \Delta k/k$ の寄与がある。

T-AセルからT-Bセルへのバンチング効果の内訳を第12表に示す。バンチング効果 $1.04\% \Delta k/k$ のうち核分裂寄与は $1.29\% \Delta k/k$ 、吸収寄与は $-0.26\% \Delta k/k$ である。

(4) 輸送計算による検討

非均質効果、バンチング効果が拡散計算と輸送計算とで差があるかどうかを見るために、coarse meshの輸送計算により、これを調べた。

輸送計算による均質、非均質及びバンチング、非均質での k_{eff} 値を第13表に示した。

非均質効果について輸送計算値 $0.614\% \Delta k$ 、拡散計算値 $0.610\% \Delta k$ を得た。また、バンチング効果については、輸送計算値は $1.02\% \Delta k/k$ 、拡散計算値は $1.01\% \Delta k/k$ で、両者の差は小さいと結論できる。

また、均質体系での輸送補正は $0.712\% \Delta k$ 、非均質体系での輸送補正は $0.715\% \Delta k$ 、バンチング体系での輸送補正は $0.742\% \Delta k$ である。わずかに変化がみられるが、輸送補正の体系依存性(均質または非均質)は小さいと云える。

III FCAVI-2炉心の解析

(1) 実効増倍率及びバンチング反応度

計算方法はFCAVI-1で用いた方法と全く同じであるので、計算結果とそのまとめについて述べる。

VI-2炉心では、バンチング効果はT-AセルからT-Gセルへのバンチング実験を解析している。MURAL非均質計算に用いたT-Aセル5領域、T-Gセル5領域モデルを第6図、第7図に示した。いずれも、セル内が対称になっているので、reflective条件で計算した。

一次元拡散計算、二次元拡散計算結果は第3表に示されている。輸送計算結果は第13表に示されている。

実効増倍率について、基準計算値及び種々の補正計算値を第5表にまとめて示した。

補正後の k_{eff} 値は1.0025で、一方実験値は、 1.000 ± 0.0003 である。

バンチング反応度については、第6表に示されるように拡散計算値 $0.388\% \Delta k/k$ 、実験値 ~~$0.292 \pm 0.010\% \Delta k/k$~~
 $0.314 \pm 0.010\% \Delta k/k$ であり、C-Eとしては、 $0.1\% \Delta k/k$ の差である。

T-Aセル、T-Gセルについては、各プレート内の平均中性子束の比を第14表に示した。VI-1炉心、T-BセルではPuプレート3枚が隣接したのに対し、VI-2炉心、T-Gセルでは、2枚のPuプレートがDUO₂プレートをはさんでいる。このためPuプレート内の高エネルギー側の盛り上りは、T-Bセルに較べ小さい。均質及び非均質T-Aセルの平均断面積の比較を第15表に示し、 k_{eff} に対するT-Aセル、非均質効果の内訳を第16表に示した。また、非均質T-Aセルと、非均質T-Gセルの断面積の比較を第17表に示し、このバンチング効果の内訳を第18表に示した。

第8図から第11図までに、VI-1炉心での炉心中心面半径方向の中性子束分布をAdjoint中性子束分布を示した。VI-2炉心はVI-1炉心に較べ、テスト領域がless reactiveで、(第9表、第15表、第4図、第6図参照。セル内のPuプレート枚数はそれぞれVI-2では2枚、VI-1では3枚) ドライバー領域はmore reactiveである。また、ドライバーの領域厚さに関してもVI-2は約17cm、VI-1は約11cmという違いがある。これらの影響は中性子分布、Adjoint分布によく現われている。

IV MURAL セル計算モデルの検討

MURALによる非均質セル断面積を計算する際の計算モデルの取り方について、以下の項目について検討した。計算対象にはVI-2炉心、T-Aセルを用いた。モデルを変えて計算した12群マクロ断面積の比較は第19表に、また、基準モデルから見たときの k_{eff} 変化の内訳は、二次元摂動で求めて第20表に示した。

(1) 領域分けの検討

基準計算ではPuプレートのキャンを隣のDUO₂プレート、あるいはNaプレートと混合均質化して扱った。また、Al₂O₃とNaプレートとをそのキャンも含めて混合物質化し、一領域として扱ったがこの取扱いの効果をみるため、第12図に示すように詳細に領域分けを行って11領域モデルでMURAL計算を行った。非均質効果0.48% Δk に対する影響は-0.007% Δk であり、これから基準モデルの取扱いで、充分であることがわかる。

(2) セル計算時のバックリングの取扱い

基準計算ではバックリングサーチを行ったが、ここでは二次元非均質基準計算より、テスト領域平均の12群の B^2 を求めて、これをMURAL計算に用いた。

非均質効果0.48% Δk に対する影響は-0.02% Δk である。

(3) 格子管と引出しの取扱い

基準計算では格子管の2/4と引出しの1/3は、各プレートに一樣に溶かし込んだ。この取扱いの効果を見るために格子管と引出しを各プレートに溶かし込むのをやめて、セルの両端の格子管と引出し部分に押し込めて計算を行ってみた。非均質効果に対する影響は+0.04% Δk であった。但し、この取扱いよりも基準計算での取扱いの方が適当であると考えられる。

(4) Puプレートの取扱い

第13図に示されるように、各プレートそれぞれを1領域として取扱ってみる。即ち、Puプレートの取扱いを、基準モデルより簡単化してミートとキャンとを混合して、1領域として取扱う。また、Al₂O₃を独立した1領域として取扱う。主な影響はPuプレートの取扱いから来るもので、第19表に見るように高エネルギー側の $\nu\Sigma_f$ 、 Σ_a の断面積がわずかに減少している。非均質効果に対する影響は-0.02% Δk である。

(5) B₁近似

基準計算では一貫してP₁近似を用いた。これをB₁近似に変えてcurrentに対する輸送理論補正の影響を見る。第19表に示されるように Σ_{tr} が高エネルギー側で3%増加している。非均質効果に対する影響は0.03% Δk である。

あ と が き

解析結果をまとめると、FCA VI-1炉心の実効増倍率のC/Eは 0.9999 ± 0.0007 であり、T-AセルからT-Bセルへのバンチング反応度の計算値は $1.012\% \Delta k/k$ で、実験値 $1.023 \pm 0.020\% \Delta k/k$ と良い一致を示している。

FCA VI-2炉心の実効増倍率のC/Eは 1.0025 ± 0.0003 を得た。T-AセルからT-Gセルへのバンチング反応度の計算値は $0.388\% \Delta k/k$ で、実験値 ~~0.292 ± 0.010~~ をやや 0.314 をやや過大評価している。

二つのバンチング実験解析に基づいて、FCA炉心の非均質効果の計算精度は $\pm 0.1\% \Delta k$ と考えられる。

今回の計算でドライバー領域を均質で取扱ったが、これを考慮すると、実効増倍率は $+0.1\% \Delta k$ 程度の増加があるであろう。

MURALの計算に用いた領域分けの基準モデルは、より詳細な領域分けと比較しても差が生じないので、妥当なモデルと考えられる。

今後、さらにモーツァルト国内解析で用いられている26群ベースの非均質解析手法との比較を行って、その手法の精度の確認が行なわれるであろう。

第1表 MURAL基準計算使用オプション

Buckling	炉心 ; $k_{eff} = 1.000$ として buckling search ブランケット ; $B^2 = 0.0$
Boundary condition	Repeated (FCAVI-1セル) Reflective (FCAVI-2セル)
Diffusion constant for leakage	セル平均の Diffusion const.
Approximation	P1 approx.
Fine Spectrum calculation	3群から24群まで

第2表 MURAL 37群と縮約12群の分割点

37Group	Lower energy	12Group
1	10.0 Mev	
2	6.0653	1 (1~ 3)
3	3.6788	
4	2.23	2 (4~ 5)
5	1.35	
6	0.82	
7	0.498	3 (6~ 8)
8	0.320	
9	0.183	
10	0.111 Mev	4 (9~10)
11	67.38 Kev	
12	40.87	5 (11~12)
13	24.79	
14	15.03	6 (13~15)
15	9.11	
16	5.53	7 (16~17)
17	3.35	
18	2.03	8 (18)
19	1.23	
20	748.5 ev	9 (19~20)
21	454.0	
22	275.0	10 (21~23)
23	167.0	
24	101.0	
25	61.4	11 (24~27)
26	37.2	
27	22.6	
28	13.7	
29	8.31	
30	5.04	
31	3.05	
32	1.85	12 (28~37)
33	1.12	
34	0.68	
35	0.414	
36	0.1	
37	thermal	

第 3 表 拡散計算結果

FCA VI-1

	Homo	Hetero	Bunching
1 次元拡散			
37G keff	0.99210	0.99826	1.00855
12G keff	0.99352	0.99965	1.00989
2 次元拡散			
coarse keff	0.98445	0.99049	1.00054
fine keff	0.98122	0.98721	0.99720
2 次元拡散 keff (領域毎の X) fine mesh	—	0.98587	—
2 次元摂動 非均質効果 Δk	0.00599		—
2 次元摂動 バンチング効果 $\Delta k/k$	—	0.01037	

FCA VI-2

	Homo	Hetero	Bunching
1 次元拡散			
37G keff	1.01001	1.01517	1.01929
12G keff	1.01151	1.01665	1.02073
2 次元拡散			
coarse keff	1.00021	1.00516	1.00906
fine keff	0.99763	1.00260	1.00649
2 次元拡散 keff (領域毎の X) fine mesh	—	1.00053	—
2 次元摂動 非均質効果 Δk	0.00497		—
2 次元摂動 バンチング効果 $\Delta k/k$	—	0.00381	

第4表 核分裂スペクトル(12群)

群	FCA VI-1				FCA VI-2	
	T-A	D-A	RBL	A _x BL	T-A	D-A
1	0.143111	0.131375	0.131375	0.131375	0.142891	0.131375
2	0.444155	0.441496	0.441496	0.441496	0.444105	0.441498
3	0.348505	0.359795	0.359795	0.359795	0.348716	0.359796
4	0.048805	0.051124	0.051124	0.051124	0.048848	0.051124
5	0.011881	0.012481	0.012481	0.012481	0.011892	0.012481
6	0.003166	0.003332	0.003332	0.003332	0.003169	0.003332
7	0.000292	0.000308	0.000308	0.000308	0.000293	0.000308
8	0.000044	0.000047	0.000047	0.000047	0.000044	0.000047
9	0.000031	0.000032	0.000032	0.000032	0.000031	0.000032
10	0.000008	0.000008	0.000008	0.000008	0.000008	0.000008
11	0.0	0.000001	0.000001	0.000001	0.0	0.000001
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第5表 実効増倍率 計算値と実験値との比較

FCA VI-1、VI-2、炉心

計 算 内 容	FCA-VI-1	FCA VI-2
(a) keff(12群、2D-RZ均質モデル基準計算)	0.9812	0.9977
(b) 非均質効果 (Test Region 非均質 Driver は均質)	+0.0060	+0.0048
(c) 群縮約効果(12群 → 37群)	-0.0014	-0.0015
(d) メッシュ効果(無限メッシュへ外挿)	-0.0011	-0.0008
(e) 核分裂スペクトル(領域毎のスペクトル)	-0.0015	-0.0024
(f) 輸送補正(S ₄ 、無限メッシュ外挿)	+0.0072	+0.0047
補正後の keff	0.9904	1.0025
実験値の keff	0.9905±0.0007	1.0000±0.0003
C / E	0.9999±0.0007	1.0025±0.0003

第6表 バンチング反応度 計算値と実験値との比較

	FCA VI-1 (T-A) → (T-B)	FCA VI-2 (T-A) → (T-G)
$\Delta k/k$ (拡散) %	1.012	0.388
$\Delta k/k$ (輸送) %	1.018	—
$\Delta k/k$ (拡散擾動) %	1.037	0.381
$\Delta k/k$ 実験値 %	1.023 ± 0.020	0.292 ± 0.010 0.314
C-E(C;拡散) % $\Delta k/k$	-0.011 ± 0.020	+ 0.096 ± 0.010 0.067

第7表 セル平均中性子束に対するプレート内平均中性子束の比

(FCA VI-1 T-Aセル)

PLATE	Flux ratios by energy group				
	1	7	12	18	23/37
Na + SS	0.999	1.001	0.996	1.018	1.001
Pu	1.130	1.011	0.994	0.973	0.933
DUO ₂ + SS	0.978	0.998	1.003	0.986	1.016
Na+SS+Al ₂ O ₃	0.920	0.990	1.005	1.017	1.057
DUO ₂ + SS	0.983	0.999	1.004	0.982	1.012
Pu	1.139	1.010	0.996	0.968	0.924
Na + SS	1.033	1.002	0.999	1.005	0.975
DUO ₂ + SS	1.020	1.004	1.001	0.977	0.975
Pu	1.152	1.013	0.992	0.966	0.914
Na + SS	1.008	1.002	0.996	1.015	0.993

第8表 セル平均中性子束に対するプレート内平均中性子束の比

(FCA VI-1 T-Bセル)

Plate	Flux ratios by energy group				
	1	7	12	18	23/37
Na + SS	0.868	0.987	1.004	1.042	1.074
DUO ₂	0.888	0.989	1.007	1.011	1.057
Na + Al ₂ O ₃	0.935	0.992	1.004	1.013	1.035
DUO ₂ + SS	1.092	1.011	0.999	0.948	0.947
Pu	1.383	1.036	0.985	0.912	0.822
SS	1.421	1.039	0.983	0.911	0.813
Pu	1.444	1.040	0.981	0.909	0.799
SS	1.420	1.038	0.982	0.915	0.812
Pu	1.380	1.034	0.983	0.922	0.822
Na + SS	1.156	1.015	0.992	0.986	0.915
DUO ₂	0.985	1.001	1.001	0.994	0.992
Na + SS	0.895	0.990	1.002	1.034	1.055

第9表 均質および非均質マクロ断面積

FCA VI-1 (テスト領域T-A、12群)

群	Σa			$\nu \Sigma f$			Σtr		
	均 質	非 均 質	比	均 質	非 均 質	比	均 質	非 均 質	比
1	9.620-3	9.983-3	1.038	2.517-2	2.653-2	1.054	1.031-1	1.035-1	1.004
2	7.503-3	7.710-3	1.028	2.034-2	2.103-2	1.034	1.183-1	1.183-1	1.000
3	3.921-3	3.970-3	1.013	8.138-3	8.284-3	1.018	1.752-1	1.749-1	0.998
4	3.882-3	3.876-3	0.999	6.885-3	6.869-3	0.998	2.135-1	2.133-1	0.999
5	5.059-3	5.039-3	0.996	7.510-3	7.461-3	0.993	2.587-1	2.585-1	0.999
6	7.429-3	7.363-3	0.991	7.897-3	7.809-3	0.989	3.037-1	3.029-1	0.997
7	1.207-2	1.177-2	0.975	1.045-2	1.023-2	0.979	4.737-1	4.715-1	0.995
8	1.742-2	1.601-2	0.919	1.401-2	1.336-2	0.954	6.434-1	6.376-1	0.991
9	2.126-2	1.986-2	0.934	1.926-2	1.819-2	0.944	3.620-1	3.592-1	0.992
10	3.335-2	3.007-2	0.902	4.147-2	3.785-2	0.913	3.695-1	3.660-1	0.991
11	6.013-2	5.206-2	0.866	7.680-2	6.759-2	0.880	3.998-1	3.928-1	0.982
12	2.046-1	1.528-1	0.747	2.067-1	1.493-1	0.722	4.524-1	4.175-1	0.923

第10表 非均質モデルでのT-A、T-Bセルのマクロ断面積

FCA VI-1 (12群)

群	Σ_a			$\nu\Sigma_f$			Σ_{tr}		
	T-A	T-B	T-B/T-A	T-A	T-B	T-B/T-A	T-A	T-B	T-B/T-A
1	9.983-3	1.067-2	1.069	2.653-2	2.906-2	1.095	1.031-1	1.046-1	1.015
2	7.710-3	8.178-3	1.061	2.103-2	2.252-2	1.072	1.183-1	1.192-1	1.008
3	3.970-3	4.076-3	1.027	8.284-3	8.587-3	1.037	1.752-1	1.753-1	1.001
4	3.876-3	3.869-3	0.998	6.869-3	6.850-3	0.997	2.135-1	2.133-1	0.999
5	5.039-3	5.007-3	0.994	7.461-3	7.385-3	0.990	2.587-1	2.583-1	0.998
6	7.363-3	7.294-3	0.991	7.809-3	7.673-3	0.983	3.037-1	3.027-1	0.997
7	1.177-2	1.153-2	0.980	1.023-2	9.881-3	0.966	4.737-1	4.710-1	0.994
8	1.601-2	1.520-2	0.949	1.336-2	1.227-2	0.918	6.434-1	6.363-1	0.989
9	1.986-2	1.871-2	0.942	1.819-2	1.656-2	0.910	3.620-1	3.568-1	0.986
10	3.007-2	2.686-2	0.893	3.785-2	3.292-2	0.870	3.695-1	3.622-1	0.980
11	5.206-2	4.516-2	0.867	6.759-2	5.667-2	0.838	3.998-1	3.866-1	0.967
12	1.528-1	1.266-1	0.829	1.493-1	1.071-1	0.717	4.524-1	4.017-1	0.888

第 1 1 表 keff に対する T - A セルの非均質効果 (FCA VI-1)

(2 D - R Z 摂動計算)

($\Delta k/k$)

群	生 成	吸 収	漏 れ	減 速	正 味
1	1.721-3	-5.039-4	1.397-5	-3.116-5	1.200-3
2	4.476-3	-1.408-3	9.306-6	5.637-5	3.134-3
3	2.901-3	-8.504-4	-3.783-5	1.263-5	2.025-3
4	-2.803-4	8.244-5	-1.292-5	9.640-7	-2.098-4
5	-6.141-4	2.133-4	-7.015-6	1.272-6	-4.065-4
6	-8.146-4	5.003-4	-1.555-5	1.507-6	-3.283-4
7	-4.086-4	4.948-4	-4.291-6	9.895-6	9.180-5
8	-1.767-4	3.533-4	-1.052-6	1.951-6	1.775-4
9	-9.974-4	1.237-3	-5.444-6	7.756-5	3.117-4
10	-7.947-4	8.570-4	-2.397-6	4.138-6	6.404-5
11	-5.258-5	5.730-5	-1.573-7	-3.930-8	4.523-6
12	-1.476-7	1.277-7	-3.157-10	0.0	-2.022-8
計	-4.959-3	1.033-3	-6.338-5	1.351-4	6.064-3

第 1 2 表 keff に対する TB-TA のバンチング効果 (FCA VI-1)

(2 D - R Z 摂動計算)

($\Delta k / k$)

群	生 成	吸 収	漏 れ	減 速	正 味
1	3.245-3	-9.743-4	3.584-5	-6.439-5	2.273-3
2	9.896-3	-3.256-3	1.021-4	-1.415-4	6.601-3
3	6.100-3	-1.903-3	4.809-5	-1.253-5	4.233-3
4	-3.385-4	1.188-4	-6.535-7	1.896-6	-2.185-4
5	-9.922-4	3.557-4	-4.470-6	2.729-6	-6.382-4
6	-1.297-3	5.288-4	-3.442-6	7.468-6	-7.642-4
7	-6.709-4	3.813-4	-9.205-7	1.206-5	-2.785-4
8	-3.021-4	2.075-4	-2.375-7	3.436-6	-9.140-5
9	-1.552-3	1.034-3	-5.017-6	7.372-5	-4.493-4
10	-1.110-3	8.487-4	-2.714-6	5.459-6	-2.586-4
11	-6.400-5	5.032-5	-1.403-7	-5.950-8	-1.388-5
12	-1.114-7	6.632-8	-1.420-10	0.0	-4.522-8
計	1.291-2	-2.597-3	1.684-4	-1.117-4	1.037-2

第13表 輸送計算による実効増倍率

(2D-RZ S_4 計算)

		mesh	S_4	拡散	Δk
FCA VI-1	非均質	14 * 13	0.993395	0.99049	0.00290
		28 * 26	0.993308	0.98721	0.00609
		∞	(0.99327)	(0.98612)	(0.00715)
	均質	14 * 13	0.987255	0.98445	0.00280
		28 * 26	—	0.98121	0.00605
		∞	—	(0.98013)	(0.00712)
	T-B	14 * 13	1.00351	1.0005	0.00297
		28 * 26	—	0.99721	0.00630
		∞	—	(0.99609)	(0.00742)
FCA VI-2	非均質	15 * 13	1.00644	1.00516	0.00128
		30 * 26	—	1.00260	0.00384
		∞	—	(1.00175)	(0.00469)

	輸送	拡散(∞ メッシュ)
非均質効果 Δk	0.00614	0.00610
バンチング効果 $\Delta k / k$	0.01018	0.01012

第14表 セル平均中性子束に対するプレート内平均中性子束の比

T-Aセル

(FCA VI-2)

Plate	Flux ratios by energy group				
	1	7	12	18	23
Na+SS	0.918	0.995	1.001	1.017	1.037
DUO ₂ +SS	1.016	1.003	1.001	0.977	0.990
Pu	1.229	1.018	0.993	0.965	0.916
Na+SS+Al ₂ O ₃	1.049	1.001	0.998	1.007	0.982
DUO ₂ +SS	0.980	0.998	1.002	0.994	0.997

T-Gセル

Plate	Flux ratios dy energy group				
	1	7	12	18	23
Na+SS	0.986	0.989	1.000	1.036	1.054
Na+Al ₂ O ₃	0.932	0.991	1.000	1.022	1.034
DUO ₂ +SS	1.068	1.009	1.001	0.965	0.962
Pu	1.319	1.031	0.994	0.935	0.867
DUO ₂ +SS	1.185	1.022	0.999	0.946	0.902

第15表 均質および非均質マクロ断面積

(FCA VI-2
テスト領域-A、12群)

群	Σa			$\nu \Sigma f$			Σtr		
	均 質	非 均 質	比	均 質	非 均 質	比	均 質	非 均 質	比
1	8.670-3	9.113-3	1.051	2.141-2	2.303-2	1.076	1.025-1	1.031-1	1.006
2	6.326-3	6.569-3	1.038	1.663-2	1.742-2	1.048	1.177-1	1.179-1	1.002
3	2.956-3	3.004-3	1.016	5.454-3	5.595-3	1.026	1.787-1	1.786-1	0.999
4	2.984-3	2.981-3	0.999	4.609-3	4.602-3	0.998	2.160-1	2.158-1	0.999
5	4.037-3	4.021-3	0.996	5.035-3	5.004-3	0.994	2.591-1	2.587-1	0.998
6	6.142-3	6.088-3	0.991	5.308-3	5.252-3	0.989	3.024-1	3.013-1	0.996
7	9.858-3	9.600-3	0.974	7.044-3	6.888-3	0.978	4.648-1	4.625-1	0.995
8	1.410-2	1.284-2	0.911	9.454-3	8.956-3	0.947	6.337-1	6.278-1	0.991
9	1.707-2	1.586-2	0.929	1.333-2	1.242-2	0.932	3.527-1	3.498-1	0.992
10	2.658-2	2.360-2	0.888	3.016-2	2.686-2	0.891	3.598-1	3.562-1	0.990
11	4.948-2	4.153-2	0.839	5.845-2	4.923-2	0.842	3.874-1	3.799-1	0.981
12	1.670-1	1.186-1	0.710	1.537-1	9.607-2	0.625	4.279-1	3.956-1	0.925

第16表 K_{eff} に対する T-Aセルの非均質効果 (FCA VI-2)

(2D-RZ振動計算)

($\Delta K/K$)

群	生成	吸収	漏れ	減速	正味
1	1.332-3	-4.107-4	4.921-6	-1.451-5	9.121-4
2	3.528-3	-1.152-3	8.741-6	1.158-5	2.397-3
3	2.001-3	-6.184-4	-4.439-7	2.895-6	1.385-3
4	-1.008-4	3.857-5	-7.824-6	4.956-6	-6.514-5
5	-3.321-4	1.391-4	-6.040-6	5.479-6	-1.935-4
6	-4.885-4	3.752-4	-1.119-5	-1.587-6	-1.262-4
7	-3.043-4	4.293-4	-1.880-6	8.683-6	1.318-4
8	-1.506-4	3.451-4	-3.847-7	1.676-6	1.959-4
9	-1.012-3	1.245-3	-2.129-6	7.405-5	3.054-4
10	-1.180-3	1.203-3	-1.388-6	5.560-6	2.725-5
11	-1.751-4	1.752-4	-2.689-7	-4.019-7	-5.999-7
12	-1.351-6	9.114-7	-9.913-10	0.0	-4.407-7
計	3.117-3	1.771-3	-1.789-5	9.838-5	4.968-3

第17表 非均質モデルでのT-A、T-Gセルのマクロ断面積

(FCA VI-2)
12群

群	Σ_a			$\nu \Sigma_f$			Σ_{tr}		
	T-A	T-G	T-G/T-A	T-A	T-G	T-G/T-A	T-A	T-G	T-G/T-A
1	9.113-3	9.716-3	1.066	2.303-2	2.494-2	1.083	1.031-1	1.053-1	1.021
2	6.569-3	6.820-3	1.038	1.742-2	1.810-2	1.039	1.179-1	1.192-1	1.011
3	3.004-3	3.041-3	1.012	5.595-3	5.668-3	1.013	1.786-1	1.793-1	1.004
4	2.981-3	2.981-3	1.000	4.602-3	4.605-3	1.001	2.158-1	2.156-1	0.999
5	4.021-3	4.016-3	0.999	5.004-3	5.005-3	1.000	2.587-1	2.583-1	0.998
6	6.088-3	6.033-3	0.991	5.252-3	5.212-3	0.992	3.013-1	3.001-1	0.996
7	9.600-3	9.486-3	0.988	6.888-3	6.899-3	1.002	4.625-1	4.609-1	0.997
8	1.284-2	1.202-2	0.936	8.956-3	8.816-3	0.984	6.278-1	6.220-1	0.991
9	1.586-2	1.500-2	0.946	1.242-2	1.185-2	0.954	3.498-1	3.465-1	0.991
10	2.360-2	2.230-2	0.945	2.686-2	2.568-2	0.956	3.562-1	3.529-1	0.991
11	4.153-2	3.842-2	0.925	4.923-2	4.628-2	0.939	3.799-1	3.742-1	0.985
12	1.186-1	9.964-2	0.840	9.607-2	7.824-2	0.814	3.956-1	3.818-1	0.965

第18表 Keffに対するTG-TAのパンチング効果
(2D-RZ摂動計算)

群	生成	吸収	漏れ	減速	正味
1	1.578-3	-5.588-4	1.697-5	-1.906-4	8.453-4
2	3.038-3	-1.188-3	4.805-5	-4.204-4	1.478-3
3	1.033-3	-4.773-4	2.812-5	-2.263-5	5.616-4
4	3.871-5	-6.069-6	-4.324-6	3.014-6	3.133-5
5	7.343-6	4.779-5	-6.346-6	8.596-6	5.738-5
6	-3.419-4	3.840-4	-1.157-5	6.704-7	3.116-5
7	2.205-5	1.887-4	-1.349-6	-2.054-6	2.073-4
8	-4.230-5	2.256-4	-3.830-7	-1.754-6	1.812-4
9	-6.293-4	8.940-4	-2.457-6	3.487-5	2.972-4
10	-4.211-4	5.240-4	-1.271-6	2.243-6	1.039-4
11	-5.593-5	6.855-5	-2.039-7	-1.515-7	1.227-5
12	-4.179-7	3.584-7	-4.240-10	0.0	-5.990-8
計	4.226-3	-1.033-4	6.324-5	-5.882-4	3.806-3

第19表 MURAL計算モデルの検討

(12群マクロ断面積の比較)

群	Σa					$\nu \Sigma f$				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	9.093-3	9.110-3	9.107-3	9.072-3	9.112-3	2.298-2	2.302-2	2.307-2	2.287-2	2.303-2
2	6.561-3	6.567-3	6.571-3	6.545-3	6.569-3	1.740-2	1.741-2	1.743-2	1.735-2	1.742-2
3	3.005-3	3.001-3	3.002-3	3.002-3	3.004-3	5.600-3	5.587-3	5.590-3	5.589-3	5.595-3
4	2.980-3	2.980-3	2.980-3	2.981-3	2.981-3	4.601-3	4.600-3	4.602-3	4.602-3	4.602-3
5	4.021-3	4.022-3	4.020-3	4.022-3	4.021-3	5.003-3	5.003-3	5.004-3	5.007-3	5.004-3
6	6.085-3	6.088-3	6.082-3	6.090-3	6.088-3	5.245-3	5.251-3	5.251-3	5.257-3	5.252-3
7	9.593-3	9.600-3	9.553-3	9.615-3	9.600-3	6.875-3	6.888-3	6.878-3	6.916-3	6.888-3
8	1.283-2	1.284-2	1.280-2	1.285-2	1.284-2	8.952-3	8.956-3	8.949-3	8.985-3	8.956-3
9	1.582-2	1.586-2	1.576-2	1.590-2	1.586-2	1.240-2	1.242-2	1.242-2	1.249-2	1.242-2
10	2.355-2	2.361-2	2.341-2	2.375-2	2.360-2	2.680-2	2.687-2	2.680-2	2.712-2	2.686-2
11	4.144-2	4.153-2	4.112-2	4.198-2	4.153-2	4.911-2	4.923-2	4.917-2	4.995-2	4.923-2
12	1.177-1	1.186-1	1.153-1	1.201-1	1.186-1	9.561-2	9.606-2	9.499-2	9.931-2	9.607-2

(1)~(5)次頁参照

第19表(続き)

群	$\Sigma t r$				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	1.031-1	1.031-1	1.024-1	1.032-1	1.064-1
2	1.179-1	1.179-1	1.175-1	1.180-1	1.209-1
3	1.785-1	1.786-1	1.785-1	1.786-1	1.808-1
4	2.157-1	2.157-1	2.156-1	2.158-1	2.176-1
5	2.586-1	2.586-1	2.585-1	2.587-1	2.602-1
6	3.010-1	3.013-1	3.007-1	3.013-1	3.026-1
7	4.623-1	4.625-1	4.620-1	4.624-1	4.631-1
8	6.263-1	6.280-1	6.285-1	6.278-1	6.282-1
9	3.494-1	3.498-1	3.501-1	3.498-1	3.507-1
10	3.561-1	3.562-1	3.570-1	3.562-1	3.571-1
11	3.797-1	3.799-1	3.817-1	3.801-1	3.807-1
12	3.945-1	3.956-1	4.002-1	3.958-1	3.964-1

基準計算値は第17表参照

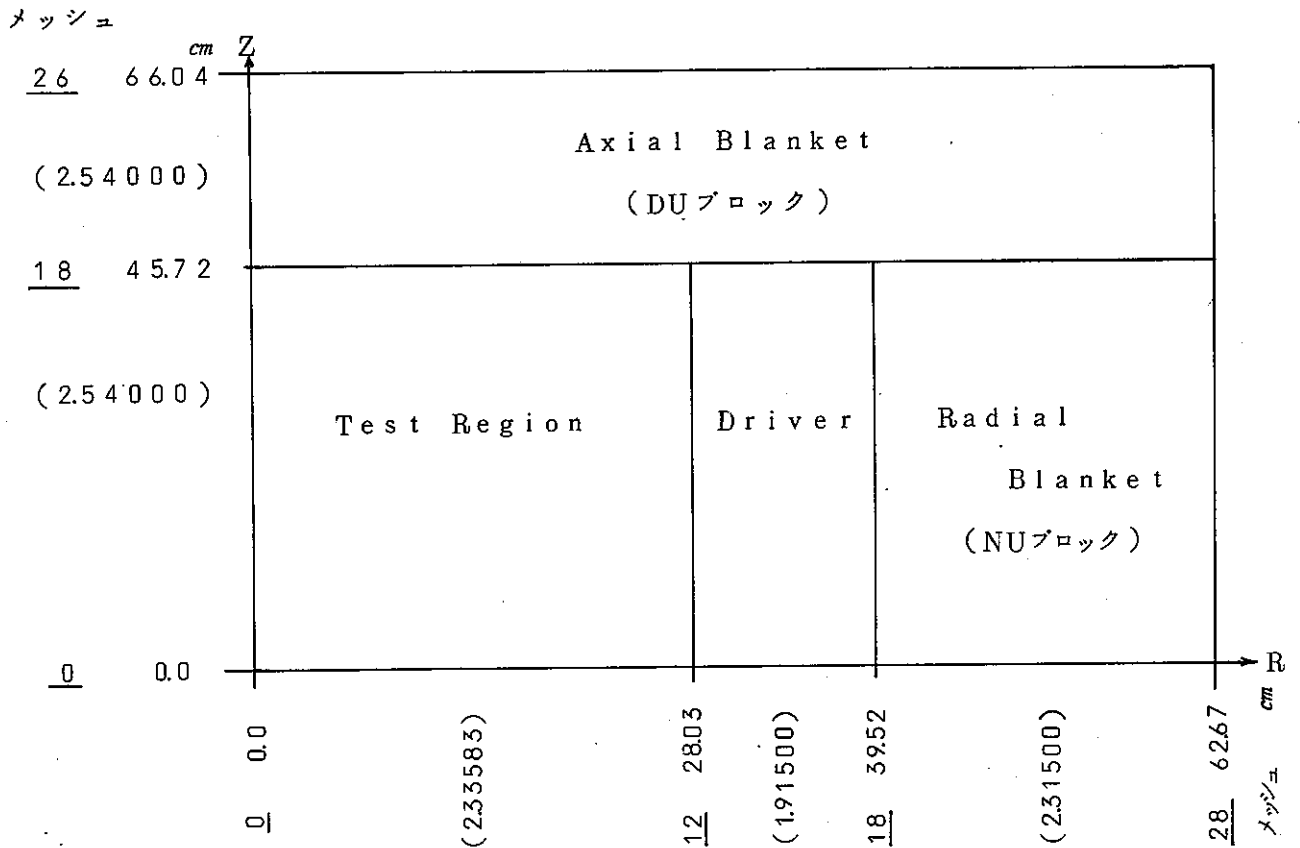
- (1) 詳細領域モデル
(11領域モデル)
- (2) バックリングの取扱い
- (3) 格子管と引出しの取扱い
- (4) P u プレートの取扱い
- (5) B₁ 近似

第20表 MURAL計算モデルの検討(実効増倍率に対する効果)

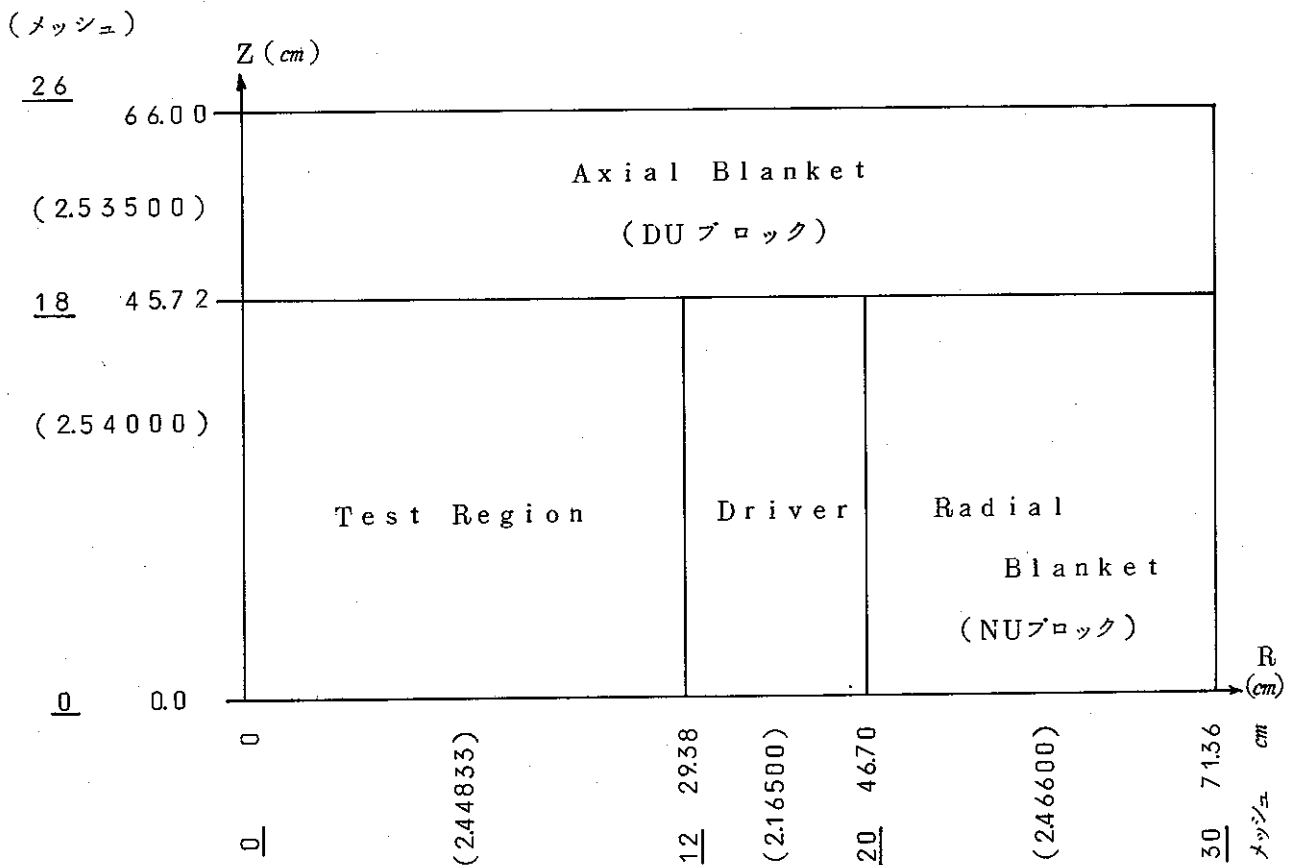
($\Delta k/k$)

反 応	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
生 成 (P)	-2.191-4	-1.999-4	-4.298-5	-2.394-4	-1.037-
吸 収 (A)	1.519-4	5.669-5	3.630-4	1.975-5	3.472-6
も れ (L)	-1.866-5	-5.222-6	-4.122-5	2.053-6	3.226-4
減 速 (M)	1.095-5	-1.090-4	1.559-4	-2.645-5	2.525-6
正 味 (N)	-7.491-5	-2.574-4	4.347-4	-2.440-4	3.182-4

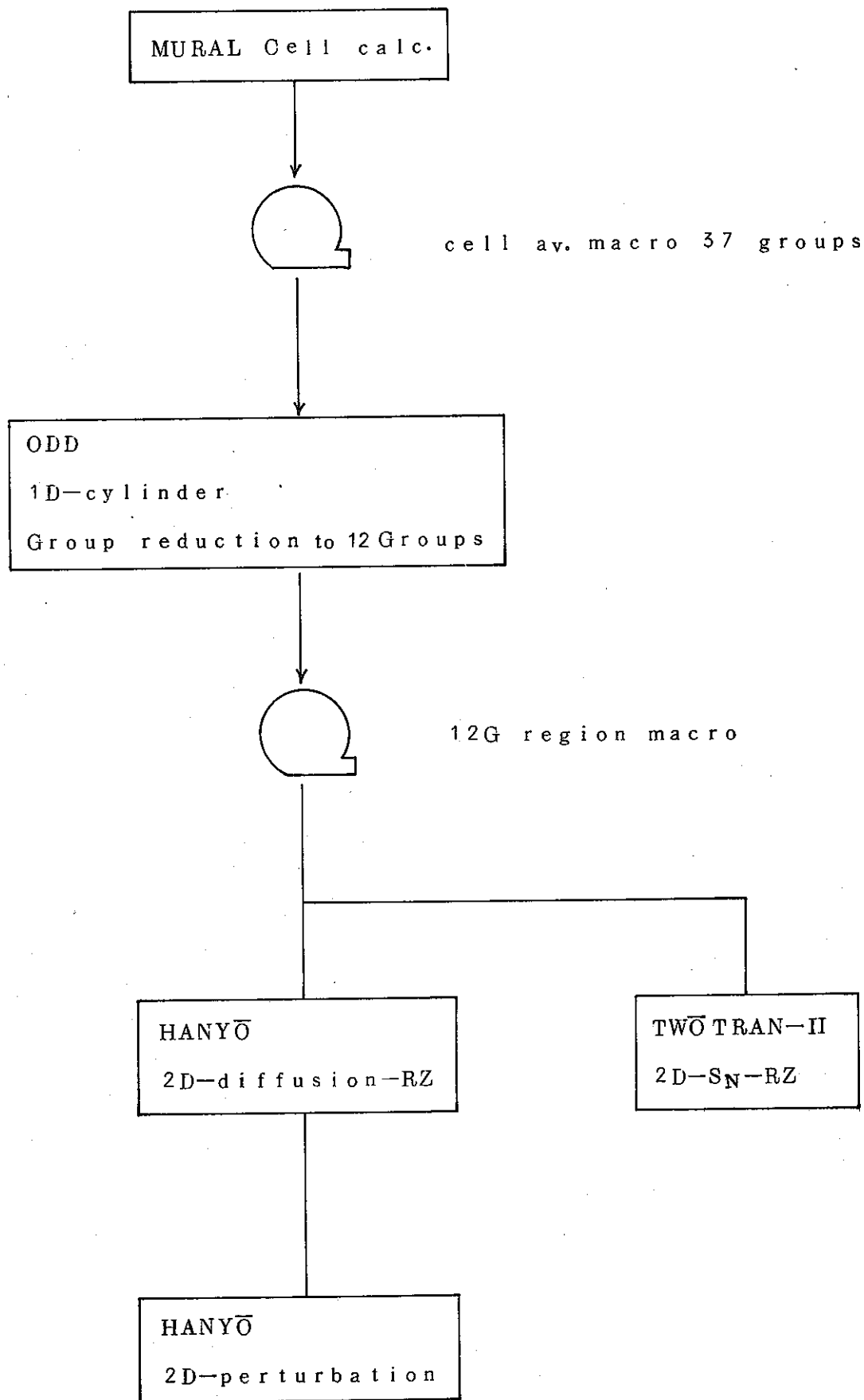
- (1) 詳細領域モデル(11領域モデル)
- (2) バックリングの取扱い
- (3) 格子管と引出しの取扱い
- (4) P u プレートの取扱い
- (5) B₁ 近似



第1図 FCA VI-1 RZ 体系モデル

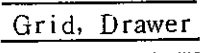



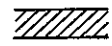




第2図 FCA VI-2 RZ 体系モデル



第3図 計算の流れ図

T-Aセル

		10領域モデル	プレート番号	厚さ	領域厚さ
	Grid, Drawer	1/4 Grid	25	2.25625	8.80625
		+1/3 Drawer	26		
	Na	+Na plate	12	6.35	
		+1/2 Pu plate can	22	0.20	
Pu 		Pu meat+Side cans	21	1.15	1.15
		1/2 Pu plate can	22	0.20	6.55
	DUO ₂	+DUO ₂	11	6.35	
	Na	Na plate	12	6.35	
	Al ₂ O ₃	+Al ₂ O ₃ (1/16)	18	1.5875	7.9375
	DUO ₂	DUO ₂	11	6.35	
		+1/2 Pu plate can	22	0.20	6.55
Pu 		Pu meat+Side cans	21	1.15	1.15
		1/2 Pu plate can	22	0.20	6.55
	Na	+Na plate	12	6.35	
	DUO ₂	DUO ₂	11	6.35	6.55
		+1/2 Pu plate can	22	0.20	
Pu 		Pu meat+Side cans	21	1.15	1.15
		1/2 Pu plate can	22	0.20	
	Na	+Na plate	12	6.35	
		+1/3 Drawer	26	2.25625	8.80625
	Grid, Drawer	+1/4 Grid	25		
			Sum	55.20	55.2mm

1/2 Grid+1/3 Drawerは
各領域に一様に混合する。

第4図 FCA VI-1 炉心 T-Aセルの領域モデル

T-Bセル

		12領域	プレート番号	厚さ	領域厚さ
Grid, Drawr		1/4 Grid	25	2.25625	8.60625
		1/3 Drawar	26		
Na		Na plate	12	6.35	6.35
DUO ₂		DUO ₂	11	6.35	6.35
Na		Na plate	12	6.35	7.9375
Al ₂ O ₃		Al ₂ O ₃	18	1.5875	
DUO ₂		DUO ₂	11	6.35	6.55
		1/2 Pu plate can	22	0.20	
Pu		Pu meat+Side cans	21	1.15	1.15
Pu		2x1/2 Pu plate can	22	0.40	0.40
Pu		2x1/2 Pu plate can	22		
		Pu meate+Side	21	1.15	1.15
			22	0.40	0.40
Na		2x1/2 Pu plate can	22		
		Pu meate+Side	21	1.15	1.15
DUO ₂		1/2 Pu plate can	21	0.20	6.55
		Na plate	12	6.35	
Na		DUO ₂	11	6.35	6.35
		Na plate	12	6.35	8.60625
Grid, Drawer		1/3 Drawer	26	2.25625	
		1/4 Grid	25		
			Sum	55.2	55.2 mm

第5図 FCA-VI-1 炉心 T-Bセルの領域モデル

	5領域モデル	プレート番号	厚さ	領域厚さ(mm)
Grid, Drawer	1/4 Grid	25	2.2375	8.5875
Na	+1/3 Drawer	26		
	+Na plate	12	6.35	
DUO ₂	DUO ₂	11	6.35	6.55
	+1/2 Pu plate can	22	0.20	
	Pu meat	21	1.15	1.15
Na	1/2 Pu plate can	22	0.20	8.1375
	+Na plate	12	6.35	8.1375
Al ₂ O ₃ (1/16)	+Al ₂ O ₃	18	1.5875	
DUO ₂	1/2 DUO ₂	11	1/2 × 6.35	3.175
		(11)		
reflective		Sum	1/2 × 55.2	Sum 27.6
			= 27.6	mm

第6図 FCA-VI-2 T-Aセル 基準モデル

	5領域モデル	プレート番号	厚さ	領域厚さ(mm)
Grid, Drawer	1/4 Grid	25	2.2375	8.5875
Na	+1/3 Drawer	26		
	+Na plate	12	6.35	
Na	Na plate	12	6.35	7.9375
Al ₂ O ₃	+Al ₂ O ₃	18	1.5875	
DUO ₂	DUO ₂	11	6.35	6.55
	+1/2 Pu plate can	22	0.20	
	Pu	21	1.15	1.15
	1/2 Pu plate can	22	0.20	3.375
DUO ₂	+DUO ₂	11	1/2 × 6.35	
reflective				Sum 27.6

第7図 FCA-VI-2 T-Gセルモデル

- △ 1群
- 3群
- 6群

12群環形配置

中性子束(任意単位)

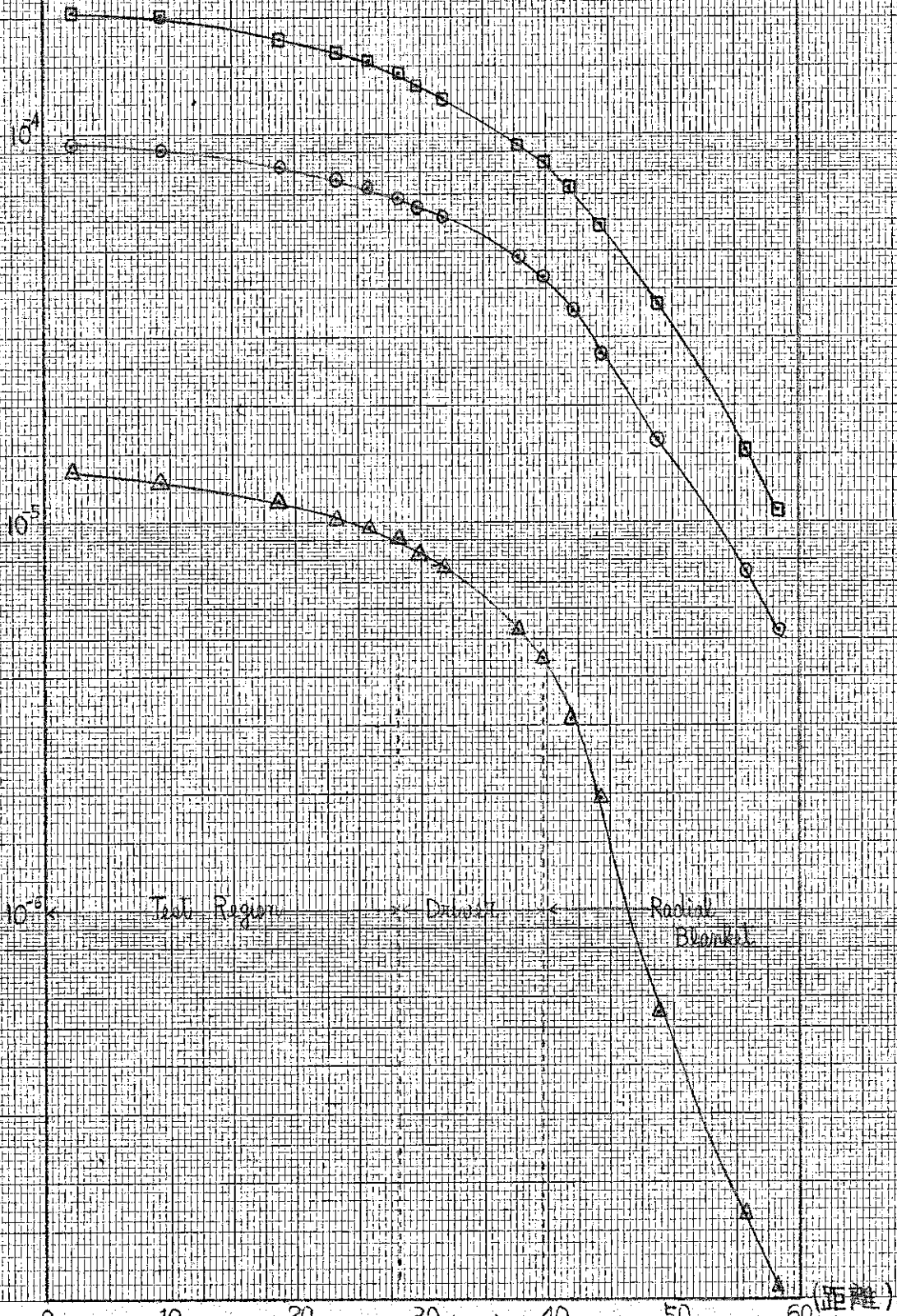
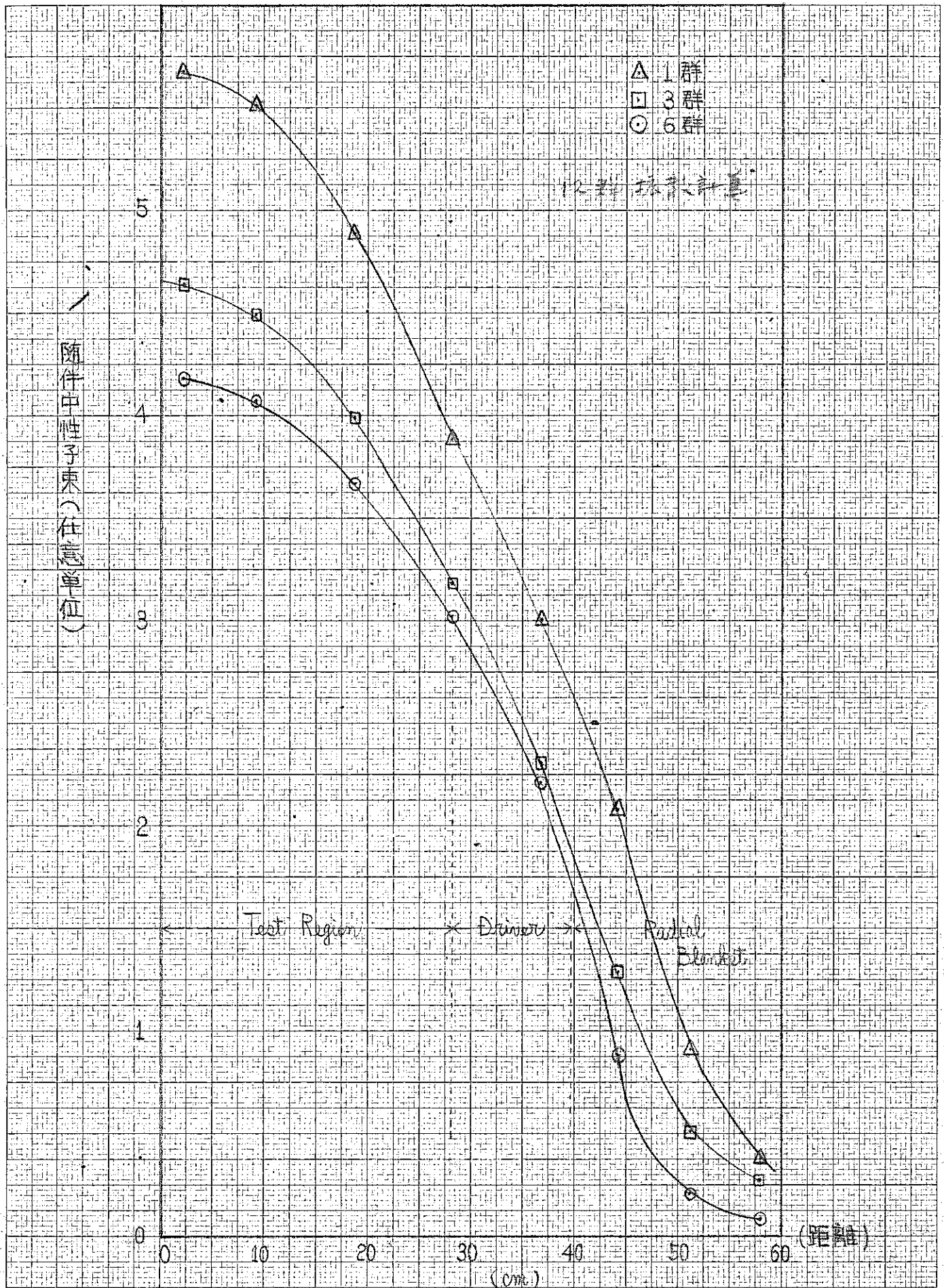


図8 FCA-VI-1 炉心の中性子束分布



才9図 FCA-VI-1 炉心の随伴中性子束分布

15

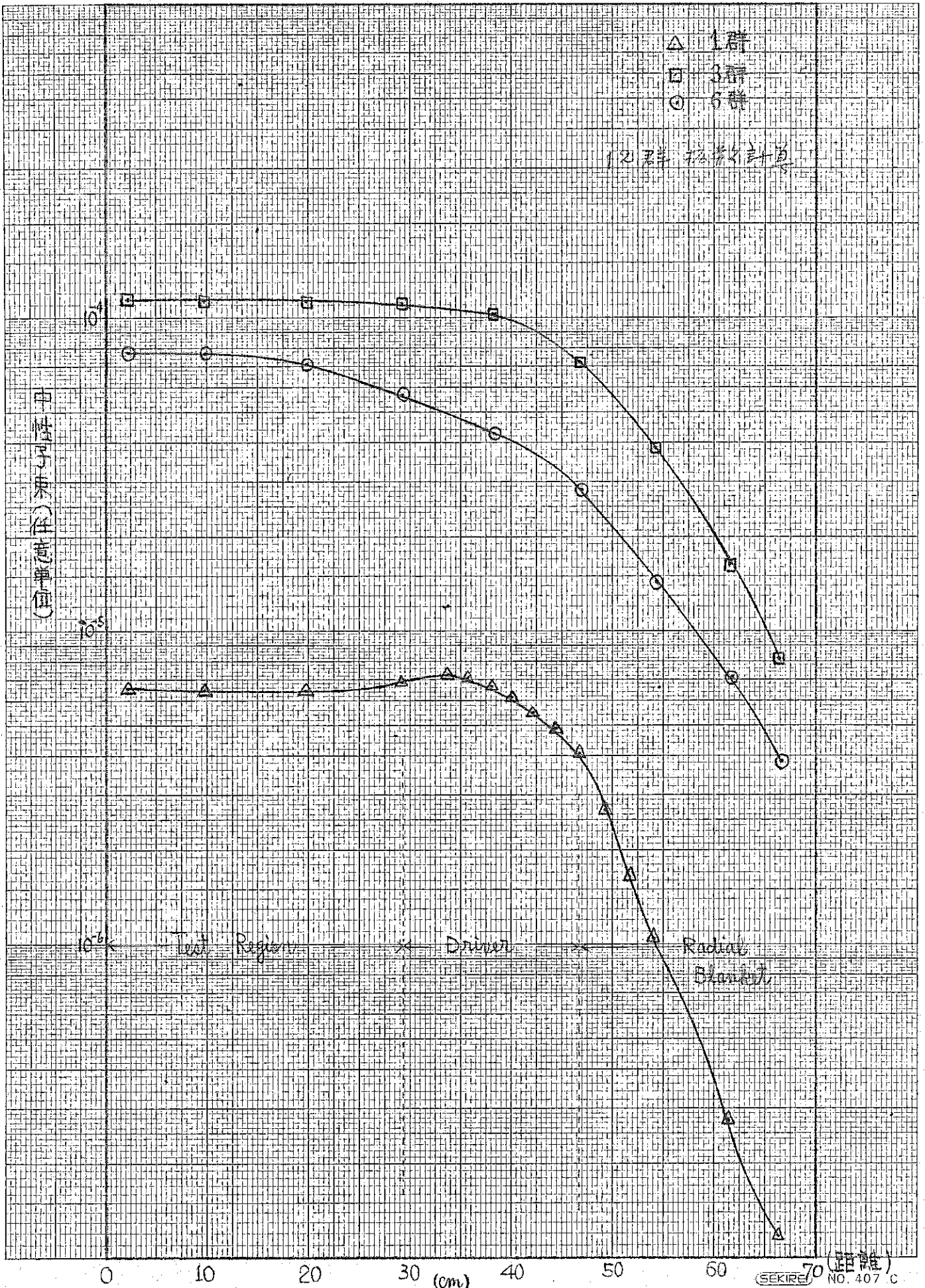
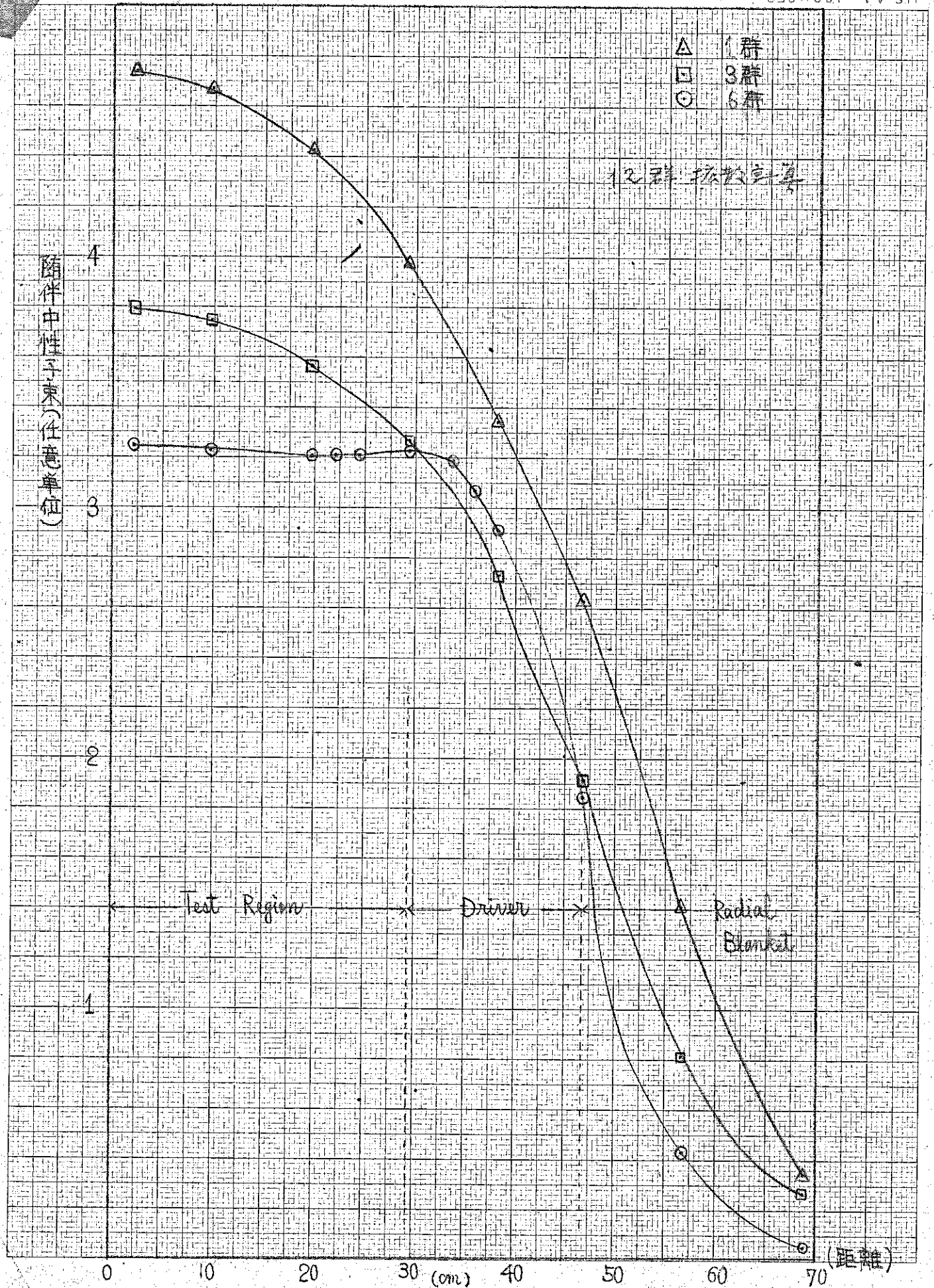


表10 図 FCA-VI-2 炉心の中性子束分布



★11図 FCA-VI-2 炉心の随伴中性子束分布

	11領域モデル	プレート番号	厚さ	領域厚さ (mm)
Grid, Drawer	1/4 Grid, 1/3 Drawer	25		
	1/2 Na plate can	26	2.2375	2.8075
Na	Na meat+sides	24	0.57	
	1/2 can	23	5.21	5.21
DUO ₂	DUO ₂	24	0.57	0.57
	1/2 can	11	6.35	6.35
Pu 92%	1/2 can	22	0.20	0.20
	Pu meat	21	1.15	1.15
	1/2 can	22	0.20	0.77
	+ 1/2 Na can	24	0.57	
Na		23	5.21	5.21
Al ₂ O ₃ (1/16)	Al ₂ O ₃ 1/2 can	24	0.57	0.57
		18	1.5875	1.5875
DUO ₂	1/2 DUO ₂	11	1/2 × 6.35	3.175
reflective			Sum	27.6 mm

第12図 T-Aセル 詳細モデル (FCA-VI-2)

T-Aセル	5領域モデル	プレート番号	厚さ	領域厚さ (mm)
Grid, Drawer	Grid, Drawer	25		
Na Na	+Na	26		8.5875
DUO ₂	DUO ₂	12		
Pu 92%	DUO ₂	11		6.35
	Pu	1		1.55
Al ₂ O ₃ (1/16)	Na+Al ₂ O ₃	12		7.9375
		18		
DUO ₂	DUO ₂	11	1/2 × 6.35	3.175
reflective			Sum	27.6 mm

第13図 Puプレートの取扱い検討用モデル (FCA-VI-2, T-A)

謝 辞

FGL5用MURALコードの整備にあたって協力を載いた動力炉、核燃料開発事業団R&Dグループ瑞慶覧篤氏に感謝します。また、本実験解析を行なうにあたって、助言と協力を載いた、同じくR&Dグループの金城勝哉氏に感謝します。

また、本解析を行なうにあたり、協力を戴いた三菱原子力動力炉開発部 菅原彬氏、中沢春美氏に感謝します。

参考資料

- (1) Macdougall, J. D., Ross, R. W. and Rowlands, J. L. "The Calculation of Neutron Spectra and Group Averaged Cross Sections using the Computer Programme FRESCO and MURAL",
AEEW-M843 (1968)
- (2) 瑞慶覧 篤
UK コード システム マニュアル(3) -多領域セル 計算コード MURAL-
- (3) Rowlands J. L. et al.
"The FGL5 and FD5 Cross-Section Sets", MTN/81
- (4) 中村 久
"UK断面積ライブラリー-FGL5について" モーツァルト派遣団研究報告書(6)
- (5) Macdougall J. D., and Rowlands J. L.,
"The calculation of Resonance Shielding Factors in FRESCO and MURAL"
AEEW-M848 (1968)
- (6) PNC高速増殖炉本部
"FCA VI-1 炉心実験データ(I)" 1973年1月
- (7) 原研高速炉物理研究室
"FCAによる高速原型炉模擬実験, FCA VI-2" 1973年7月
- (8) 日立製作所
"モーツァルト実験解析(II), vol III, FCA VI-1"
SJ 202 73-09 (1973)