

JAERI-Research  
95-082



指数実験法の複雑配列炉心への適用性の検討

1995年11月

桜井 淳・荒川拓也・須崎武則・内藤俣孝

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

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。

入手の間合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

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

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1995

編集兼発行 日本原子力研究所  
印刷 (株)原子力資料サービス

指数実験法の複雑配列炉心への適用性の検討

日本原子力研究所東海研究所燃料サイクル安全工学部

桜井 淳・荒川 拓也・須崎 武則・内藤 傲孝

(1995年10月25日受理)

指数実験法を正方配列炉心からはずれたより複雑な配列炉心の中性子増倍率評価に適用した。精度評価をする場合、基準としては精度評価が十分になされている連続エネルギーモンテカルロ計算コード MCNP-4A で計算した中性子増倍率の値を利用した。指数実験法で複雑配列炉心に対して得られた精度は、従来正方配列炉心に適用していた時に得られたものと同程度であることがわった。

Examination of Applicability of Exponential Experiment Method to  
Complex Array Cores

Kiyoshi SAKURAI, Takuya ARAKAWA, Takenori SUZAKI  
and Yoshitaka NAITO

Department of Fuel Cycle Safety Research  
Tokai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received October 25, 1995)

Exponential experiment method was applied to some non-square complex array cores for evaluation of neutron multiplication factor. Neutron multiplication factor calculated by continuous energy Monte Carlo code MCNP-4A, which was well validated for square array cores, was used as a reference value for accuracy evaluation. Accuracy of the result for complex array cores is almost the same as that for square array cores as obtained in the exponential experiments.

Keywords: Exponential Experiment Method, Square Array Core, Complex Array Core, Neutron Multiplication Factor, Continuous Energy Monte Carlo Code MCNP-4A, Accuracy Evaluation

## 目 次

1. 序 論 .....	1
2. 実 験 法 .....	2
3. 解 析 法 .....	3
3.1 指数実験法による中性子増倍率の算出 .....	3
3.2 連続エネルギーモンテカルロコード MCNP-4A による中性子増倍率の計算 .....	4
4. 結果の比較 .....	5
5. 討論及び結論 .....	5
謝 辞 .....	6
文 献 .....	7
付録 MCNP-4Aによる中性子増倍率計算の入力 .....	15

## Contents

1. Introduction .....	1
2. Experimental Method .....	2
3. Analytic Method .....	3
3.1 Calculation of Neutron Multiplication Factor by Exponential Experiment Method .....	3
3.2 Calculation of Neutron Multiplication Factor by Continuous Energy Monte Carlo Code MCNP-4A .....	4
4. Comparison of Results .....	5
5. Discussion and Conclusions .....	5
Acknowledgements .....	6
References .....	7
Appendix Input for Calculation of Neutron Multiplication Factor by MCNP-4A .....	15

## 1. 序 論

未臨界体系の反応度（その結果として中性子増倍率 $k$ ）を精度よく求めるには、実験か計算のいずれかの方法に依存しなければならない。実験で求める場合には、古くからパルス中性子源実験法（Pulsed Neutron Source Experiment）と指数実験法（Exponential Experiment）が採用されている。計算で求める場合には、中性子の拡散計算と輸送計算が採用されている。

須崎<sup>1)</sup>は、原研の臨界集合体TCA<sup>2)</sup>（Tank-type Critical Assembly）を利用して $n \times n$ （ $n=17, 15, 13, 11, 9, 7, 5, 3$ ）正方配列炉心を構成し、パルス中性子源実験法と指数実験法を用いて反応度（その結果として中性子増倍率）を求め、拡散計算法（CITATION）及び多群モンテカルロ輸送計算法（KENO-IV）で求めた値と相互比較した。その結果つぎのようなことが明らかになった。①パルス中性子源実験法と指数実験法で求めた値の間には、わずかではあるが系統的な差が見出され、前者は後者よりも平均1%小さい（ただし未臨界度が極端に深い $n=3$ 体系を除外）。②拡散計算で求めた値は、多群モンテカルロ輸送計算法で求めた値よりも系統的に平均1%大きい。③多群モンテカルロ輸送計算法で求めた値は、パルス中性子源実験法で求めた値よりも系統的に平均2%小さく、指数実験法で求めた値よりも系統的に平均3%小さい（ただし未臨界度が極端に深い $n=3$ 体系を除外）。

桜井ら<sup>3)</sup>は、TCAを利用して $n \times n$ （ $n=17, 16, 14, 11, 8$ ）正方配列炉心を構成し、指数実験法と連続エネルギーモンテカルロ計算コードMCNP-4A<sup>4)</sup>で求めた値を比較した。その結果、MCNP-4Aの計算にJENDL-3から編集したポイントワイズ断面積ライブラリー<sup>5)</sup>を利用すると、後者は前者よりも系統的に平均1%小さくなり、JENDL-3.2から編集したもの<sup>6)</sup>を利用すると、系統的に平均0.4%小さくなることがわかった。須崎の計算においては、ENDF/B-IVから編集したものが利用されているが、もしJENDL-3.2から編集した断面積ライブラリーを利用して再計算したならば、多群モンテカルロ輸送計算法で求めた値は、実験で求めた値よりも1~2%の過小評価に留まっていたはずである。現在、指数実験法を正方配列炉心に適用した場合、それから求まる中性子増倍率の誤差は悪くても数%程度と推定されている。

これまで指数実験法は、正方配列炉心に対してのみ適用されてきた。しかしながらもし反応度を求める過程で必要となる反応度のバックリング係数 $K$ をそのままにしておいて、この方法を非正方配列炉心（より一般的には複雑配列炉心）に適用して同程度の精度が得られるならば、より広範囲の実験にも適用できる可能性が生じてくる。そこでその可能性を検討すべくTCAを利用して非正方配列炉心を構成し、指数実験法により中性子増倍率を求め、これまで正方配列炉心に対して計算精度の検証がなされているMCNP-4Aの結果と比較した。

本報告書は、2. 実験法、3. 解析法、4. 結果の比較、5. 討論及び結論、付録 MCN P-4Aによる中性子増倍率計算の入力からなる。

## 2. 実 験 法

TCAにおいて2.6%の濃縮 $UO_2$ 燃料棒を格子間隔1.956cmで配列し<sup>2)</sup>、図-1~5のような5種類の未臨界炉心(水位すべて100cm)を構成して指数実験を行った。図-1は正方配列炉心であるが、それ以外は非正方配列炉心になっている。各々の体系において $^{252}Cf$ 中性子源を炉心下端位置に設置し、炉心内の3箇所(図-1~3)及び2箇所(図-4~5)で小型核分裂計数管により軸方向の中性子計数率空間分布を5cm間隔で測定した。

中性子源(1994年5月現在約9mCi、放出される中性子数約 $3.5 \times 10^7 n/s$ )が設置されるアルミニウム管には穴が開いており、水位に応じた水が入るようになっている。核分裂計数管が設置されるアルミニウム管は、中空になっている。

小型核分裂計数管(FC/ $^{235}U$ コーティング厚 $1000 \mu g/cm^2$ 、外径0.62cm、有効長さ2.5cm、感度約 $3 \times 10^{-3} cps/nv$ )の出力信号はプリアンプで増幅され、さらにその出力信号はメインアンプで増幅された。その出力信号の低エネルギー雑音部分はディスクリミネータでカットされ、波高分析器(PHA)およびスケーラに送られた。実験中、プリアンプの出力信号が正常であることは、常にオシロスコープでモニターされ、さらに中性子パルス波高スペクトルの形が正常であることも、時々、PHAの波高分布の測定で確認された。

炉心には、中性子源用アルミニウム・ホルダー、核分裂計数管及びその信号ケーブル(中性子の減速材になるポリエチレンが使われている)が出入りするため、反応度にわずかな変化が生じることも考えられる。そのため炉心の周辺3箇所に設置された起動系中性子計数管の内のNo.4で中性子計数率を常に測定し、各体系において実験期間中その変化幅が統計変動の範囲内であることを確認した。

以上のような注意深い実験を通して図-6~10に示すような軸方向中性子計数率空間分布の測定値が得られた。

本報告書は、2. 実験法、3. 解析法、4. 結果の比較、5. 討論及び結論、付録 MCN P-4Aによる中性子増倍率計算の入力からなる。

## 2. 実 験 法

TCAにおいて2.6%の濃縮 $UO_2$ 燃料棒を格子間隔1.956cmで配列し<sup>2)</sup>、図-1~5のような5種類の未臨界炉心(水位すべて100cm)を構成して指数実験を行った。図-1は正方配列炉心であるが、それ以外は非正方配列炉心になっている。各々の体系において $^{252}Cf$ 中性子源を炉心下端位置に設置し、炉心内の3箇所(図-1~3)及び2箇所(図-4~5)で小型核分裂計数管により軸方向の中性子計数率空間分布を5cm間隔で測定した。

中性子源(1994年5月現在約9mCi、放出される中性子数約 $3.5 \times 10^7 n/s$ )が設置されるアルミニウム管には穴が開いており、水位に応じた水が入るようになっている。核分裂計数管が設置されるアルミニウム管は、中空になっている。

小型核分裂計数管(FC/ $^{235}U$ コーティング厚 $1000 \mu g/cm^2$ 、外径0.62cm、有効長さ2.5cm、感度約 $3 \times 10^{-3} cps/nv$ )の出力信号はプリアンプで増幅され、さらにその出力信号はメインアンプで増幅された。その出力信号の低エネルギー雑音部分はディスクリミネータでカットされ、波高分析器(PHA)およびスケーラに送られた。実験中、プリアンプの出力信号が正常であることは、常にオシロスコープでモニターされ、さらに中性子パルス波高スペクトルの形が正常であることも、時々、PHAの波高分布の測定で確認された。

炉心には、中性子源用アルミニウム・ホルダー、核分裂計数管及びその信号ケーブル(中性子の減速材になるポリエチレンが使われている)が出入りするため、反応度にわずかな変化が生じることも考えられる。そのため炉心の周辺3箇所に設置された起動系中性子計数管の内のNo.4で中性子計数率を常に測定し、各体系において実験期間中その変化幅が統計変動の範囲内であることを確認した。

以上のような注意深い実験を通して図-6~10に示すような軸方向中性子計数率空間分布の測定値が得られた。



### 3. 解 析 法

#### 3. 1 指数実験法による中性子増倍率の算出

正方配列炉心の反応度  $[\rho = (k - 1) / k]$  は、指数実験の理論より、

$$\rho = -K (\gamma_z^2 + B_z^2) \quad (1)$$

と表される。ここで、 $K$ ：反応度のバックリング係数 ( $\text{cm}^2$ )、 $\gamma_z^2$ ：炉心軸方向のバックリング ( $\text{cm}^{-2}$ )、 $B_z^2$ ：炉心軸方向の形状バックリング ( $\text{cm}^{-2}$ ) である。 $B_z^2 = (\pi / (H + \lambda_z))^2$  であり、ここで、 $H$ ：炉心高さ ( $\text{cm}$ )、 $\lambda_z$ ：軸方向外挿距離 ( $H \leq 144 \text{ cm}$  において  $12.2 \text{ cm}$ 、 $H > 144 \text{ cm}$  において  $13 \text{ cm}$ ) である。今回の実験では、水位がすべて  $100 \text{ cm}$  であるため、 $H = 100 \text{ cm}$  及び  $\lambda_z = 12.2 \text{ cm}$ 。そのため  $B_z^2 = (\pi / (100 + 12.2))^2 = 7.84 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-2}$  となる。

$\gamma_z^2$  は、図-6~10の軸方向中性子計数率空間分布の値をコンピュータ・ソフトを利用して関数フィットし、その傾き  $\gamma_z$  から求めている。図-11は、図-8のデータを関数フィットした結果であり、 $R$  はフィッティングの信頼度を示している。関数フィットにおいては、ばらつきの大きい炉心下部及び上部のデータは除外してある。核分裂計数管Aで測定したデータを関数フィットした結果は、図-11に示したように  $Y = 4274.3 e^{-0.11039X}$  であり、 $\gamma_z = 0.11039$  となる。

図-11において、核分裂計数管A、B、Cで測定した軸方向中性子計数率空間分布の値から算出した  $\gamma_z$  には、相互に数%の差が存在するが、それはAで測定したものには高次モードが含まれていないが、B及びCで測定したものにはそれが含まれているためである。 $\gamma_z$  を決定する上でいちばん信頼度が高いデータは、炉心内に存在するAで測定した高次モードの含まれていないものである。今回求めた  $\gamma_z$  は、すべてAで測定したデータを関数フィットしたものである。

図-12に示した  $K [= M^2 / k_\infty$ 、ここで  $M$ ：移動距離 ( $\text{cm}$ )、 $k_\infty$ ：中性子無限増倍率] と  $\gamma_z$  の関係は、すべて燃料で満たされた正方配列炉心に対して拡散計算コード CITATION で算出したものである<sup>1)</sup>。図-1~5のように小型核分裂計数管用のアルミニウム管が複数個存在しても、 $K$  の値には影響しない。ただし拡散計算で算出した  $K$  の値は、 $n = 17$  の正方配列炉心の臨界での実験値  $K = 31.7 \pm 0.5$  に規格化されている<sup>1)</sup>。図-6~10から  $\gamma_z$  が求めれば、図-12からそれに対応する  $K$  が決定される。

### 3. 2 連続エネルギーモンテカルロコードMCNP-4Aによる中性子増倍率の計算

先に示した5種類の体系の中性子増倍率の計算は、連続エネルギーモンテカルロ計算コードMCNP-4A<sup>4)</sup>で行った。利用したポイントワイズ中性子断面積は、原研の中性子工学研究室でJENDL-3.2を基に編集したものである<sup>6)</sup>。ただし、熱中性子散乱テーブルS( $\alpha$ ,  $\beta$ )は、MCNP-4Aの付属ライブラリーに含まれていたものである。

実験に利用した燃料棒の全長は、187.56cmであるが、今回モデル化した部分は、これまでの計算例に従い、燃料有効長144.15cmの部分のみである。これまでの経験から、燃料棒の上下端部のアルミニウムプラグ<sup>2)</sup>を無視しても、計算結果には影響しないことがわかっている。燃料棒配列の正方断面の周囲および下部には、厚さ30cmの水反射体を想定している。図-2~5の体系は、その正方配列炉心から燃料棒を引き抜いて構成したものである。

濃縮度2.596%UO<sub>2</sub>ペレットの直径は1.250cmであり、密度は10.40g/cm<sup>3</sup>(理論密度の94.9%)である。アルミニウム被覆管の内径は、1.265cmであり、肉厚は0.076cmである。中性子源および小型核分裂計数管を収めたアルミニウム管の内径・肉厚は、被覆管と同じである。水の温度は、20±5℃である(以上の数値は文献2より引用した)。

計算に用いた原子個数密度(10<sup>24</sup>個/cm<sup>3</sup>単位)は、UO<sub>2</sub>に対して、<sup>235</sup>U:6.086×10<sup>-4</sup>、<sup>238</sup>U:2.255×10<sup>-2</sup>、<sup>16</sup>O:4.725×10<sup>-2</sup>、被覆管に対して、Al:5.587×10<sup>-2</sup>(エアギャップ部分と均一にしてある)、水に対して、<sup>1</sup>H:6.676×10<sup>-2</sup>、<sup>16</sup>O:3.338×10<sup>-2</sup>である。空気の一部は、ポイドとした。ポイントワイズ中性子断面積は、すべて温度300Kのものを利用した。

中性子増倍率の計算においては、標準偏差を0.3%以下に抑えるため、ヒストリー数は5万とした。粒子数は、バッチ当たり500とし、110バッチの計算をして、そのうち最初の10バッチの結果はスキップした。MCNP-4Aでは、最終的な中性子増倍率は、衝突エスティメータ及び吸収エスティメータ、トラックレンクス・エスティメータを組合わせた共分散加重組合せエスティメータ<sup>4)</sup>で評価している。この計算に要した時間は、Sunワークステーション(Sparc-20)を利用した場合、体系にもよるが、1ケース当たり約1時間であった。

#### 4. 結果の比較

表-1は、指数実験法に基づき5つの実験体系について求めた $K$ 及び $\gamma_z^2$ 、 $B_z^2$ 、 $-\rho$ 、 $k_m$ 、MCNP-4Aで計算した中性子増倍率 $k_c$ 、 $k_m/k_c$ を示したものである。両者の差は3%以下であり、全体的によく一致している。

1-3体系の $17 \times 17$ 配列は正方配列であり、 $k_m/k_c=0.995$ である。1-5体系の $17 \times 11$ 配列は縦長の長方形であり、 $k_m/k_c=0.997$ である。2-5体系の $17 \times 17-7 \times 7$ 配列は、正方配列の右下部分の $7 \times 7$ 配列を取り除いた太い逆L字形であり、 $k_m/k_c=0.992$ である。これら三ケースは、誤差を考慮するとほぼ完全に近いほど一致していると解釈できる。

相対的にいくぶん精度が劣るのは、未臨界度の深いふたつの体系である。1-7体系の $17 \times 5$ 配列は縦長の細い長方形であり、 $k_m/k_c=0.968$ である。2-7体系は $17 \times 17-12 \times 12$ 配列は、正方配列の右下部分の $12 \times 12$ 配列を取り除いた細い逆L字形であり、 $k_m/k_c=1.030$ である。これらの差はいずれも約3%であるが、これは従来正方配列で得られていた精度の範囲内である。

#### 5. 討論及び結論

TCAの実験では $K$ の値は非常に重要である。山本<sup>7)</sup>は、さまざまな炉心条件における臨界での $K$ の値をCITATIONで計算し、それらが約5%の変化幅に入っていることを確認している。特に $24 \times 24$ 、 $17 \times 34$ 、 $18 \times 36$ 配列炉心の $K$ の値は、31.2とまったく変化していない。山本によるこのような事実関係の提示が、今回、指数実験法を非正方配列炉心の未臨界実験にも適用を試みる動機になっている。今後は、今回の実験事実を炉物理理論を基に理論的に説明し、一般化を図っていきたいと考えている。

今回得られた結論を以下のように整理することができる。

①指数実験法を正方配列炉心からはずれた複雑炉心にも適用したが、得られた結果は良好であり、これまで正方配列炉心で得られていた精度と同程度であることがわかった。

② $\gamma_z$ は軸方向中性子計数率空間分布から求めるが、問題は核分裂計数管を炉心のどの位置に設置するかである。今回は $\gamma_z$ をすべて炉心内のA核分裂計数管で測定したデータから求めた。図-11から明らかなように、A及びB、C核分裂計数管から求めた $\gamma_z$ には相互に数%の差が存在する。仮にB核分裂計数管から求めた $\gamma_z$ を利用すると $k_m/k_c=1.060$ とな

#### 4. 結果の比較

表-1は、指数実験法に基づき5つの実験体系について求めた $K$ 及び $\gamma_z^2$ 、 $B_z^2$ 、 $-\rho$ 、 $k_m$ 、MCNP-4Aで計算した中性子増倍率 $k_c$ 、 $k_m/k_c$ を示したものである。両者の差は3%以下であり、全体的によく一致している。

1-3体系の $17 \times 17$ 配列は正方配列であり、 $k_m/k_c = 0.995$ である。1-5体系の $17 \times 11$ 配列は縦長の長方形であり、 $k_m/k_c = 0.997$ である。2-5体系の $17 \times 17 - 7 \times 7$ 配列は、正方配列の右下部分の $7 \times 7$ 配列を取り除いた太い逆L字形であり、 $k_m/k_c = 0.992$ である。これら三ケースは、誤差を考慮するとほぼ完全に近いほど一致していると解釈できる。

相対的にいくぶん精度が劣るのは、未臨界度の深いふたつの体系である。1-7体系の $17 \times 5$ 配列は縦長の細い長方形であり、 $k_m/k_c = 0.968$ である。2-7体系は $17 \times 17 - 12 \times 12$ 配列は、正方配列の右下部分の $12 \times 12$ 配列を取り除いた細い逆L字形であり、 $k_m/k_c = 1.030$ である。これらの差はいずれも約3%であるが、これは従来正方配列で得られていた精度の範囲内である。

#### 5. 討論及び結論

TCAの実験では $K$ の値は非常に重要である。山本<sup>7)</sup>は、さまざまな炉心条件における臨界での $K$ の値をCITATIONで計算し、それらが約5%の変化幅に入っていることを確認している。特に $24 \times 24$ 、 $17 \times 34$ 、 $18 \times 36$ 配列炉心の $K$ の値は、31.2とまったく変化していない。山本によるこのような事実関係の提示が、今回、指数実験法を非正方配列炉心の未臨界実験にも適用を試みる動機になっている。今後は、今回の実験事実を炉物理理論を基に理論的に説明し、一般化を図っていきたいと考えている。

今回得られた結論を以下のように整理することができる。

①指数実験法を正方配列炉心からはずれた複雑炉心にも適用したが、得られた結果は良好であり、これまで正方配列炉心で得られていた精度と同程度であることがわかった。

② $\gamma_z$ は軸方向中性子計数率空間分布から求めるが、問題は核分裂計数管を炉心のどの位置に設置するかである。今回は $\gamma_z$ をすべて炉心内のA核分裂計数管で測定したデータから求めた。図-11から明らかなように、A及びB、C核分裂計数管から求めた $\gamma_z$ には相互に数%の差が存在する。仮にB核分裂計数管から求めた $\gamma_z$ を利用すると $k_m/k_c = 1.060$ とな

る。 $\gamma_z$ を求める核分裂計数管は、中性子束分布の高次モードの影響がゼロか無視できる位置に設置しなければならない。

③1-7体系及び2-7体系でいくぶん精度が劣るのは、これらが正方配列から著しくはずれているためなのか、それとも未臨界度が深いためなのか、今回の実験からだけでは判断できない。今後、未臨界度の深いより多様な形状で系統的な実験を実施し、信頼性の高い精度評価を進める必要がある。

以上述べたように、指数実験法を正方配列炉心からはずれたより複雑な配列炉心の中性子増倍率評価に適用した。精度評価をする場合、基準としては精度評価が十分になされている連続エネルギーモンテカルロ計算コードMCNP-4Aで計算した中性子増倍率の値を利用した。指数実験法で得られた精度は、従来正方配列炉心に適用していた時に得られたものと同程度であることがわかった。

## 謝 辞

TCAでの実験に当たり、燃料サイクル安全工学部臨界安全研究室の小室雄一氏及び大友正一氏、新田一雄、堀木欧一郎氏には、運転を通して協力いただいた。実験中、中性子計数率測定値の妥当性を判断するため、同部燃料サイクル安全評価研究室の玉置等史氏には、その場でプロットしていただいた。臨界安全研究室の山根祐一氏及び馬野琢也氏には、ワークステーションでMCNP-4Aが利用できる計算環境を整備していただいた。燃料サイクル安全評価研究室の野村靖室長には、本報告書の原稿の査読をしていただいた。ここに記し感謝の言葉としたい。

る。 $\gamma_z$ を求める核分裂計数管は、中性子束分布の高次モードの影響がゼロか無視できる位置に設置しなければならない。

③1-7体系及び2-7体系でいくぶん精度が劣るのは、これらが正方配列から著しくはずれているためなのか、それとも未臨界度が深いためなのか、今回の実験からだけでは判断できない。今後、未臨界度の深いより多様な形状で系統的な実験を実施し、信頼性の高い精度評価を進める必要がある。

以上述べたように、指数実験法を正方配列炉心からはずれたより複雑な配列炉心の中性子増倍率評価に適用した。精度評価をする場合、基準としては精度評価が十分になされている連続エネルギーモンテカルロ計算コードMCNP-4Aで計算した中性子増倍率の値を利用した。指数実験法で得られた精度は、従来正方配列炉心に適用していた時に得られたものと同程度であることがわかった。

## 謝 辞

TCAでの実験に当たり、燃料サイクル安全工学部臨界安全研究室の小室雄一氏及び大友正一氏、新田一雄、堀木欧一郎氏には、運転を通して協力いただいた。実験中、中性子計数率測定値の妥当性を判断するため、同部燃料サイクル安全評価研究室の玉置等史氏には、その場でプロットしていただいた。臨界安全研究室の山根祐一氏及び馬野琢也氏には、ワークステーションでMCNP-4Aが利用できる計算環境を整備していただいた。燃料サイクル安全評価研究室の野村靖室長には、本報告書の原稿の査読をしていただいた。ここに記し感謝の言葉としたい。

## 文 献

- 1) T. Suzuki: J. Nucl. Sci. and Technol., Vol. 28, No. 12, pp. 1067~1077 (1991).
- 2) H. Tsuruta, et al.: Critical Sizes of Light Water Moderated  $UO_2$  and  $PuO_2-UO_2$  Lattices, JAERI 1254 (1978).
- 3) 桜井 淳、荒川拓也、須崎武則、内藤倣孝: 中性子源増倍法による未臨界度の推定、JAERI-Research 95-022 (1995).
- 4) J. F. Briesmeister, Ed.: MCNP-A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 4A, LA-12625 (1993).
- 5) 小迫和明、大山幸夫、前川 洋: FSXLIB-J3; JENDL-3に基づくMCNP用連続エネルギー断面積ライブラリー、JAERI-M 91-187 (1991).
- 6) 小迫和明、大山幸夫、前川 洋: FSXLIB-J3R2; JENDL-3. 2に基づくMCNP用連続エネルギー断面積ライブラリー、JAERI-Data/Code 94-020 (1994).
- 7) T. Yamamoto: Computational Study on the Buckling-Reactivity Conversion Factor in Light Water Moderated  $UO_2$  Core, JAERI-M 93-170 (1993).

体系名	燃料配列	K (cm <sup>2</sup> )	$\gamma_z^2$ (cm <sup>-2</sup> )	$B_z^2$ (cm <sup>-2</sup> )	$-\rho$	$k_m$	$k_c$	$k_m/k_c$
1-3	17×17	31.5	-5.40-4	7.84-4	7.69-3	0.992	0.997	0.995
1-5	17×11	33.0	3.05-3	7.84-4	1.27-1	0.888	0.891	0.997
1-7	17×5	38.8	1.26-2	7.84-4	5.19-1	0.658	0.680	0.968
2-5	17×17	32.0	1.11-3	7.84-4	6.06-2	0.943	0.951	0.992
2-7	-7×7	35.0	7.03-3	7.84-4	2.73-1	0.785	0.752	1.030
	-12×12							

表1 指数実験法に基づき5つの実験体系について求めた反応度のバックリング係数K及び炉心軸方向のバックリング $\gamma_z^2$ 、炉心軸方向の形状バックリング $B_z^2$ 、反応度 $-\rho$ 、反応度から算出した中性子増倍率 $k_m$ 、MCNP-4Aで計算した中性子増倍率 $k_c$ 、 $k_m/k_c$

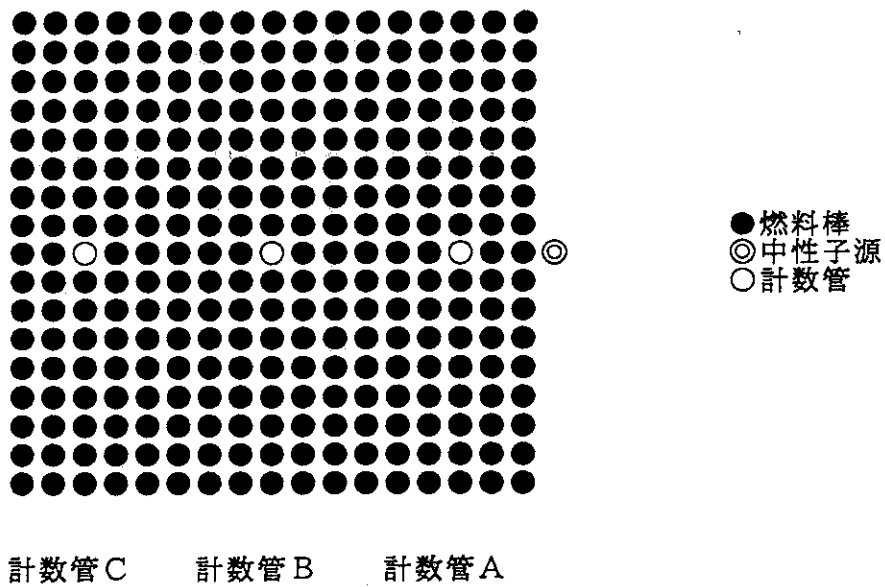


図-1 17×17 正方配列炉心



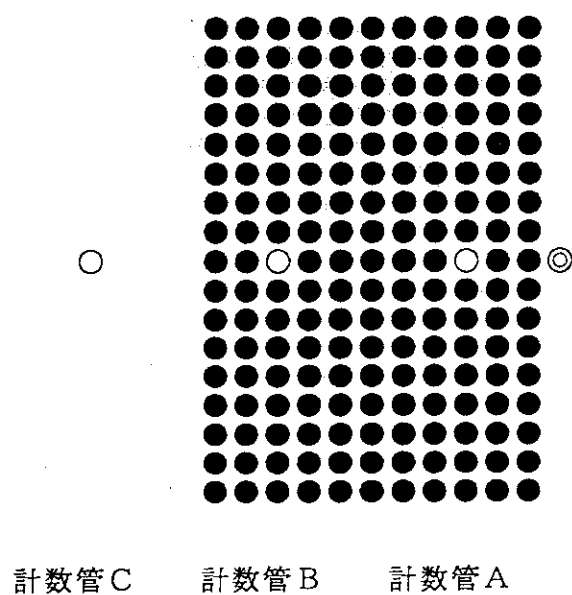


図-2 17×11 非正方配列炉心

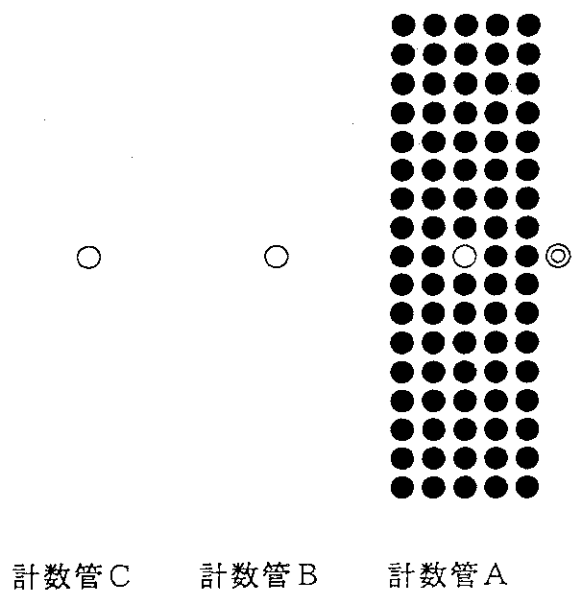


図-3 17×5 非正方配列炉心

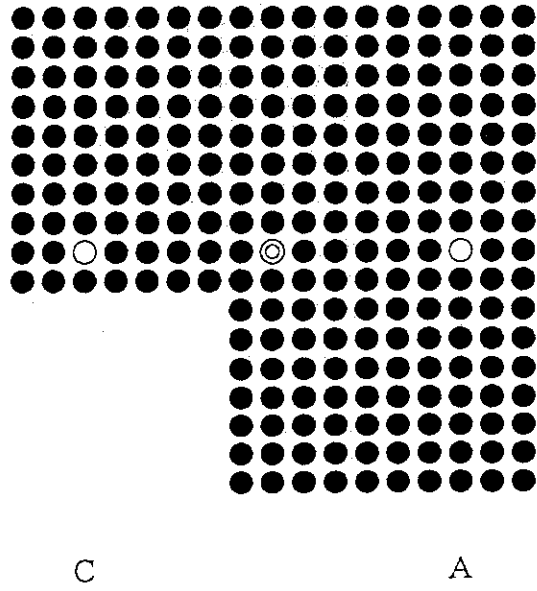


图-4  $17 \times 17 - 7 \times 7$  非正方配列炉心

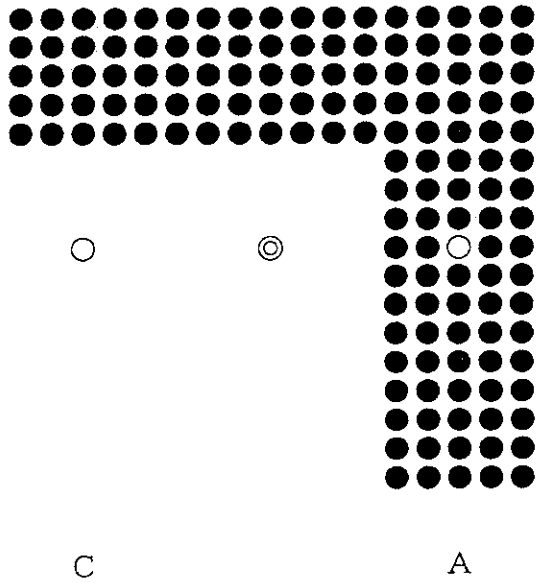


图-5  $17 \times 17 - 12 \times 12$  非正方配列炉心

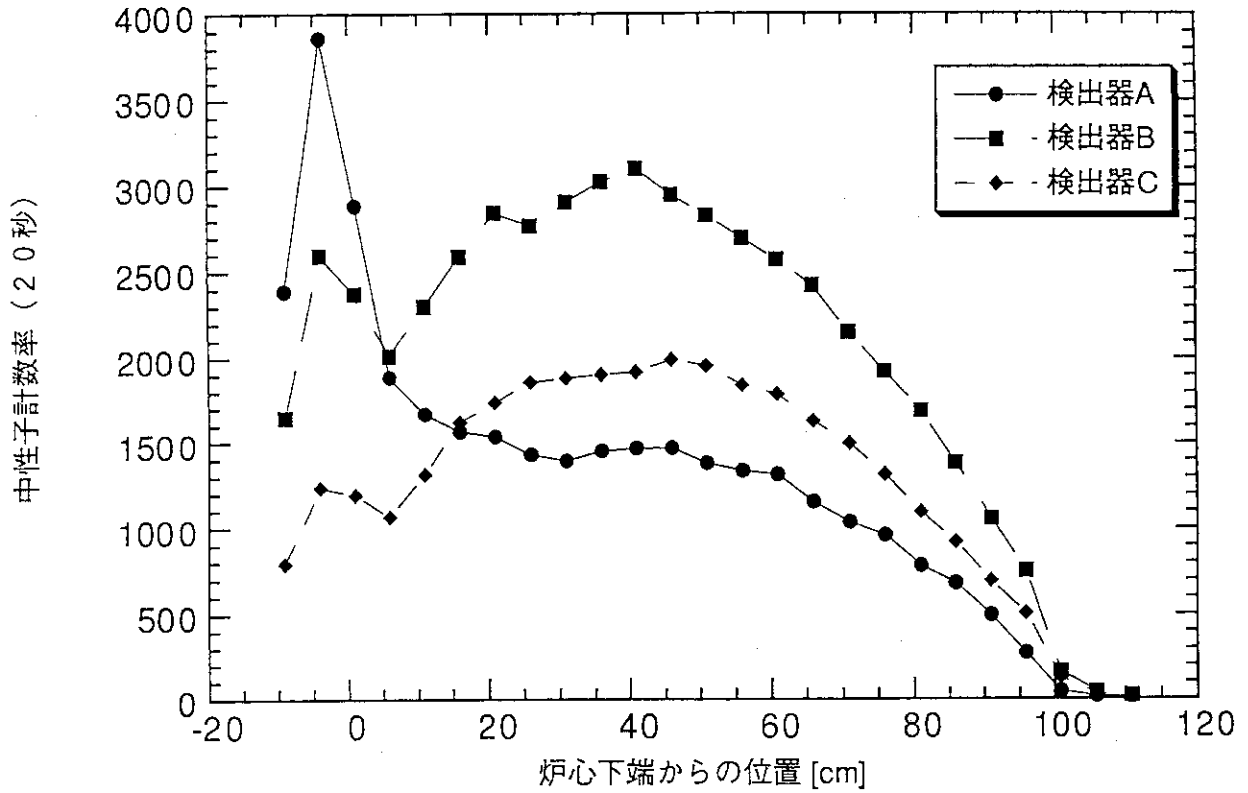


図-6 17×17 炉心における軸方向中性子計数率空間分布  
(水位 100 cm, 中性子源高さ 0 cm)

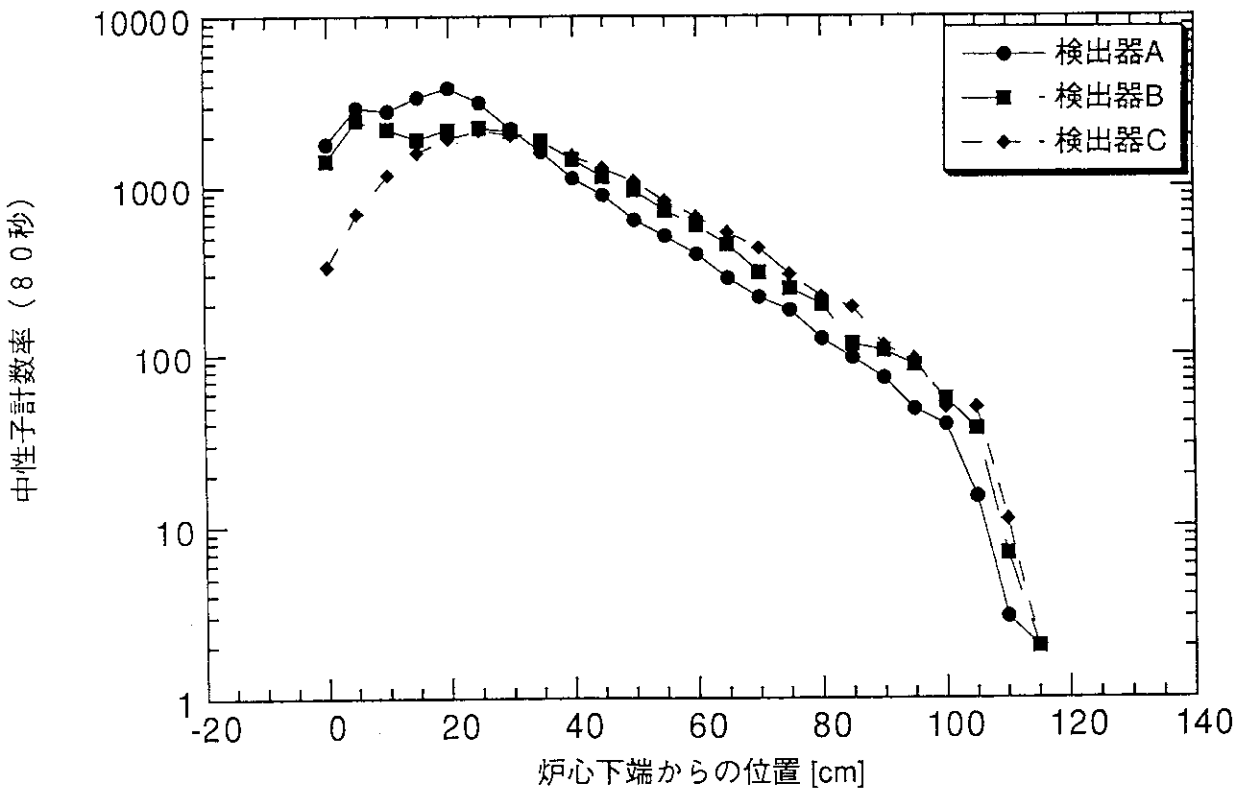


図-7 17×11 炉心における軸方向中性子計数率空間分布  
(水位 100 cm, 中性子源高さ 0 cm)

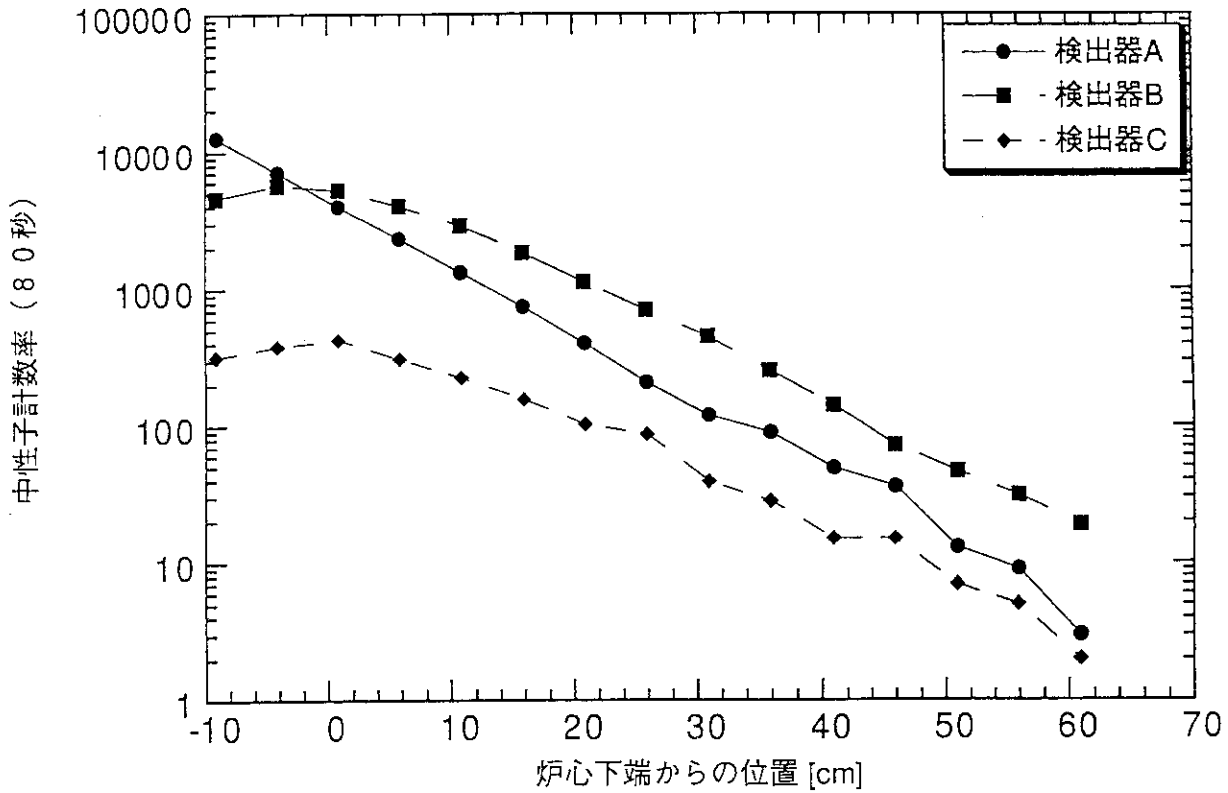


図-8 17×5 炉心における軸方向中性子計数率空間分布  
(水位 100 cm, 中性子源高さ 0 cm)

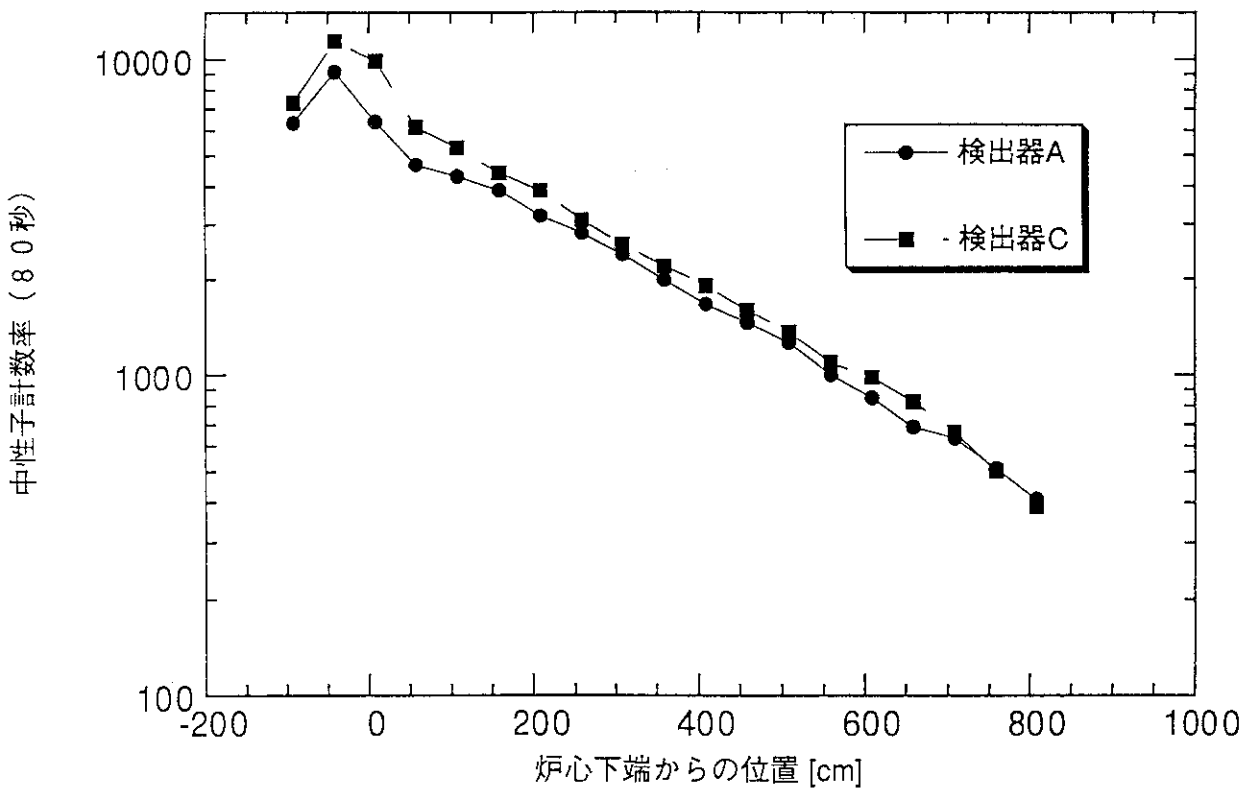


図-9 17×17-7×7 炉心における軸方向中性子計数率空間分布  
(水位 100 cm, 中性子源高さ 0 cm)

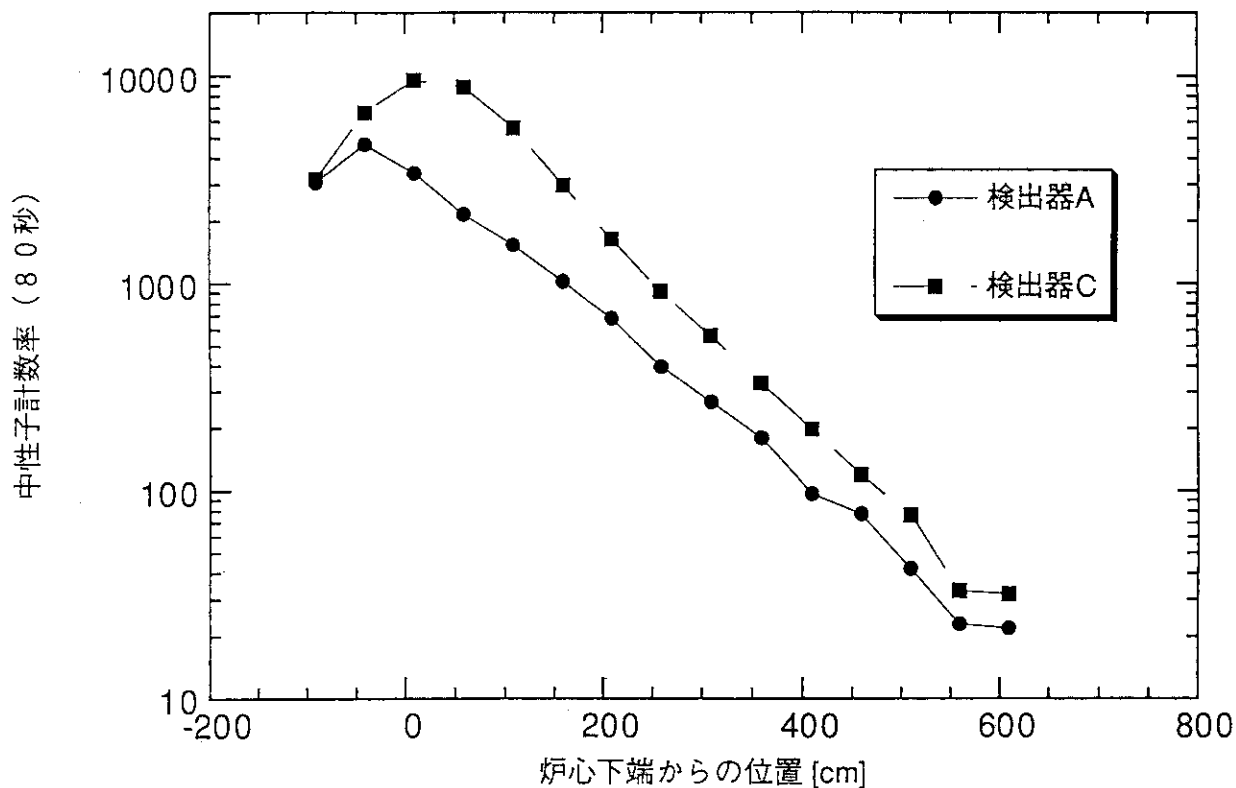


図-10 17×17-12×12 炉心における軸方向中性子計数率空間分布  
(水位 100 cm, 中性子源高さ 0 cm)

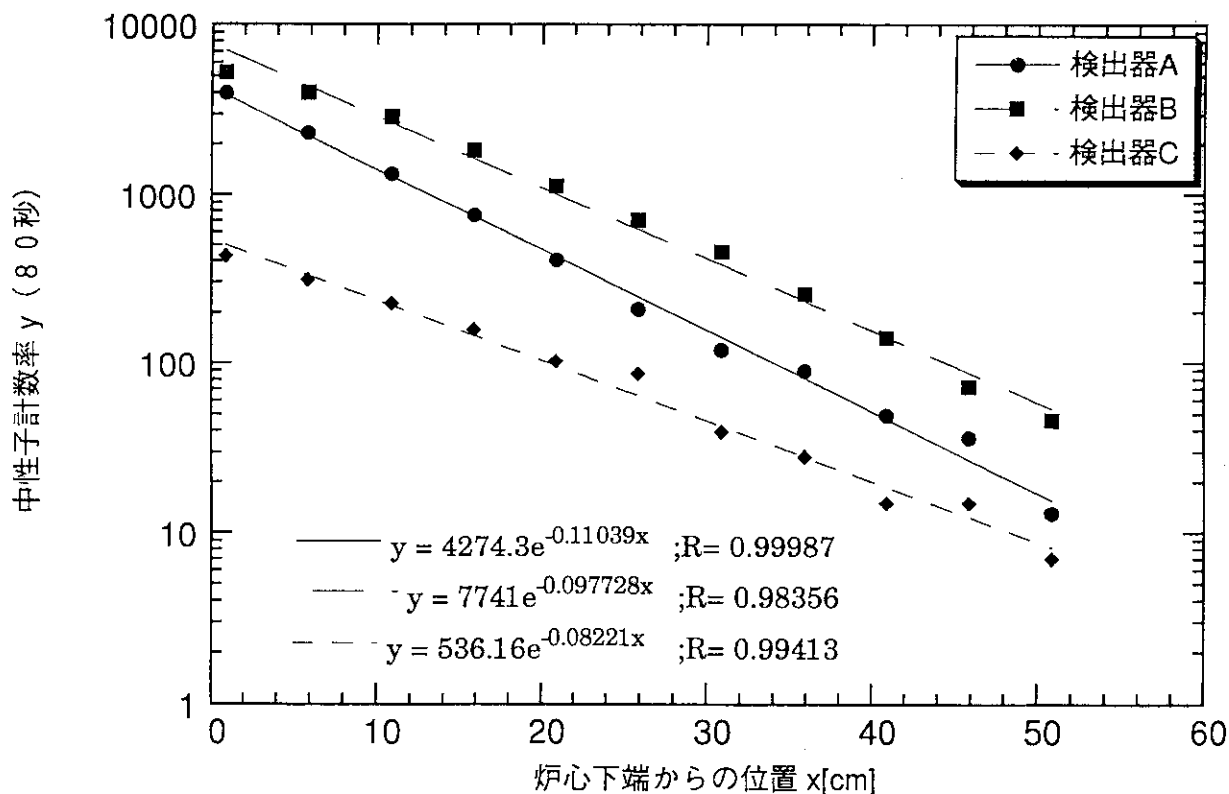


図-11 図-8 の軸方向中性子計数率空間分布から  
関数フィットで求めた傾  $\gamma_2$  と信頼度 R

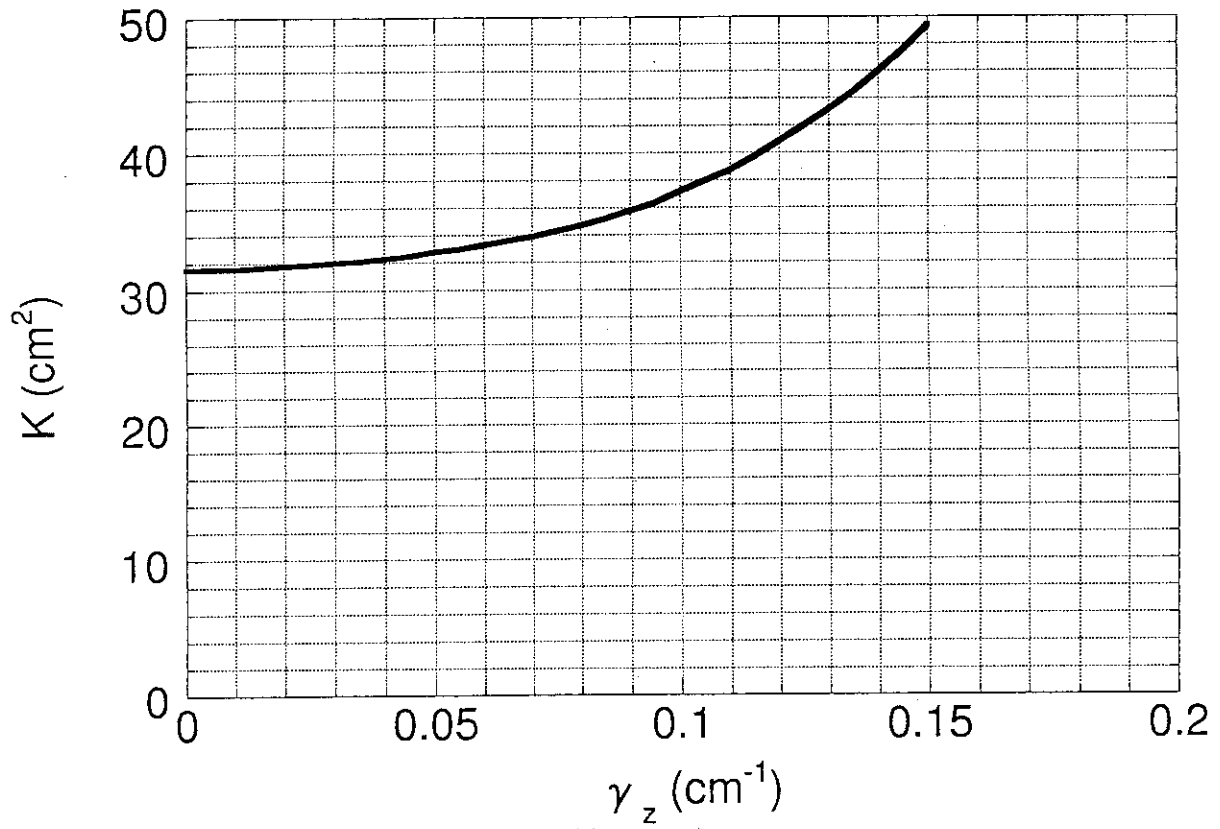


図-12 軸方向中性子計数率空間分布の傾き  $\gamma_z$  と  
反応度バックリング係数  $K$  の関係

付録 MCNP-4Aによる中性子増倍率計算の入力

17 × 17 正方配列炉心の入力

```

file name=casel-03
c   single 17* 17
c   critical water level 100.000(cm)
c   lattice pitch 1.956(cm);U(2.6)O2
c   reflect water 30.000(cm)
c
c   cellcards
c
1   1 7.040860e-2      -7      10      -12      imp:n=1 u=1
2   2 5.587000e-2      7  -8  10      -12      imp:n=1 u=1
3   3 1.001400e-1      8  10 -11      imp:n=1 u=1
4   0                   8      11 -12      imp:n=1 u=1
5   0                   1 -2   3  -4   5  -6      imp:n=1 u=2 lat=1
                                fill=-16:0 -16:0 0:0
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $1
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $2
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $3
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $4
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $5
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $6
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $7
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $8
1   1 3 1 1 1 1 1 1 3 1 1 1 1 1 3 1 1 $9
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $10
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $11
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $12
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $13
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $14
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $15
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $16
1   1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $17
6   0                   21 -22  23 -24  25 -26      imp:n=1      fill=2
7   3 1.001400e-1      #6 (31 -32  33 -34  35 -36) imp:n=1
8   0                   #6 #7                          imp:n=0
9   4 -0.0012          -7      10      -12      imp:n=1 u=3
10  like 2 but                          imp:n=1 u=3
11  like 3 but                          imp:n=1 u=3
12  like 4 but                          imp:n=1 u=3
c
c   surface cards (origin x=0.9780 y=0.9780 z=0.0)
c   parallelepiped
1   px 0.00000
2   px 1.95600
3   py 0.00000
4   py 1.95600
5   pz 0.00000
6   pz 144.15000
c
c   cylinder
c
7   c/z 0.9780 0.9780 0.6250

```



```

8      c/z  0.9780 0.9780 0.7085
c      critical water level= 100.000 (cm)
10     pz  0.0
11     pz  100.000
12     pz  144.15
c      pitch* 17=33.25200 (cm)
c      (33.25200*33.25200*144.15)
c      parallelepiped
21     px  0.00001
22     px  33.25199
23     py  0.00001
24     py  33.25199
25     pz  0.00001
26     pz  144.14999
c
c      water refract= 30.000 (cm)
c      parallelepiped
31     px  -29.99999
32     px  63.25199
33     py  -29.99999
34     py  63.25199
35     pz  -29.99999
36     pz  99.99999
c
c
c      data cards
c
mode  n                                $ transfort neutrons only
c
c      material cards
c
c      U(2.6)O2 pellet
m1     92235.37c 6.086e-4                $ U-235
       92238.37c 2.255e-2                $ U-238
       8016.37c 4.725e-2                 $ H
c
c      Al cladding (with an air gap)
m2     13027.37c 5.587e-2                $ Al
c
c      water(300k)
m3     1001.37c 6.676e-2                 $ H
       8016.37c 3.338e-2                 $ O
mt3    lwtr.01t
c
c      air (0.0012 g/cm3) jaeri-m6928
m4     1001.37c -0.001
       6012.37c -0.0126
       7014.37c -75.5
       8016.37c -23.2
c
c      default energy bins; hansen-roach structure
e0     1.0e-7 4.0e-7 1.0e-6 3.0e-6 1.0e-5 3.0e-5 1.0e-4 5.5e-4 3.0e-3

```

```

1.7e-2 0.1 0.4 0.9 1.4 3.0 20.0
c
c tallies
f4:n 1 $ ave flux in cell 1
c
c criticality cards
c
kcode 500 1.0 10 110
sdef cel=d1 erg=d2 rad=d3 ext=d4 pos=0.9780 0.9780 0 axs=0 0 1
sil 1
6:5(-16 -16 0):1 6:5(-16 -15 0):1 6:5(-16 -14 0):1
6:5(-15 -16 0):1 6:5(-15 -15 0):1 6:5(-15 -14 0):1
6:5(-14 -16 0):1 6:5(-14 -15 0):1 6:5(-14 -14 0):1
6:5(-13 -16 0):1 6:5(-13 -15 0):1 6:5(-13 -14 0):1
6:5(-12 -16 0):1 6:5(-12 -15 0):1 6:5(-12 -14 0):1
6:5(-11 -16 0):1 6:5(-11 -15 0):1 6:5(-11 -14 0):1
6:5(-10 -16 0):1 6:5(-10 -15 0):1 6:5(-10 -14 0):1
6:5(-9 -16 0):1 6:5(-9 -15 0):1 6:5(-9 -14 0):1
6:5(-8 -16 0):1 6:5(-8 -15 0):1 6:5(-8 -14 0):1
6:5(-7 -16 0):1 6:5(-7 -15 0):1 6:5(-7 -14 0):1
6:5(-6 -16 0):1 6:5(-6 -15 0):1 6:5(-6 -14 0):1
6:5(-5 -16 0):1 6:5(-5 -15 0):1 6:5(-5 -14 0):1
6:5(-4 -16 0):1 6:5(-4 -15 0):1 6:5(-4 -14 0):1
6:5(-3 -16 0):1 6:5(-3 -15 0):1 6:5(-3 -14 0):1
6:5(-2 -16 0):1 6:5(-2 -15 0):1 6:5(-2 -14 0):1
6:5(-1 -16 0):1 6:5(-1 -15 0):1 6:5(-1 -14 0):1
6:5( 0 -16 0):1 6:5( 0 -15 0):1 6:5( 0 -14 0):1
6:5(-16 -13 0):1 6:5(-16 -12 0):1 6:5(-16 -11 0):1
6:5(-15 -13 0):1 6:5(-15 -12 0):1 6:5(-15 -11 0):1
6:5(-14 -13 0):1 6:5(-14 -12 0):1 6:5(-14 -11 0):1
6:5(-13 -13 0):1 6:5(-13 -12 0):1 6:5(-13 -11 0):1
6:5(-12 -13 0):1 6:5(-12 -12 0):1 6:5(-12 -11 0):1
6:5(-11 -13 0):1 6:5(-11 -12 0):1 6:5(-11 -11 0):1
6:5(-10 -13 0):1 6:5(-10 -12 0):1 6:5(-10 -11 0):1
6:5(-9 -13 0):1 6:5(-9 -12 0):1 6:5(-9 -11 0):1
6:5(-8 -13 0):1 6:5(-8 -12 0):1 6:5(-8 -11 0):1
6:5(-7 -13 0):1 6:5(-7 -12 0):1 6:5(-7 -11 0):1
6:5(-6 -13 0):1 6:5(-6 -12 0):1 6:5(-6 -11 0):1
6:5(-5 -13 0):1 6:5(-5 -12 0):1 6:5(-5 -11 0):1
6:5(-4 -13 0):1 6:5(-4 -12 0):1 6:5(-4 -11 0):1
6:5(-3 -13 0):1 6:5(-3 -12 0):1 6:5(-3 -11 0):1
6:5(-2 -13 0):1 6:5(-2 -12 0):1 6:5(-2 -11 0):1
6:5(-1 -13 0):1 6:5(-1 -12 0):1 6:5(-1 -11 0):1
6:5( 0 -13 0):1 6:5( 0 -12 0):1 6:5( 0 -11 0):1
6:5(-16 -10 0):1 6:5(-16 -9 0):1 6:5(-16 -8 0):1
6:5(-15 -10 0):1 6:5(-15 -9 0):1 6:5(-15 -8 0):1
6:5(-14 -10 0):1 6:5(-14 -9 0):1
6:5(-13 -10 0):1 6:5(-13 -9 0):1 6:5(-13 -8 0):1
6:5(-12 -10 0):1 6:5(-12 -9 0):1 6:5(-12 -8 0):1
6:5(-11 -10 0):1 6:5(-11 -9 0):1 6:5(-11 -8 0):1
6:5(-10 -10 0):1 6:5(-10 -9 0):1 6:5(-10 -8 0):1
6:5(-9 -10 0):1 6:5(-9 -9 0):1 6:5(-9 -8 0):1
6:5(-8 -10 0):1 6:5(-8 -9 0):1

```

6:5(-7 -10 0):1	6:5(-7 -9 0):1	6:5(-7 -8 0):1
6:5(-6 -10 0):1	6:5(-6 -9 0):1	6:5(-6 -8 0):1
6:5(-5 -10 0):1	6:5(-5 -9 0):1	6:5(-5 -8 0):1
6:5(-4 -10 0):1	6:5(-4 -9 0):1	6:5(-4 -8 0):1
6:5(-3 -10 0):1	6:5(-3 -9 0):1	6:5(-3 -8 0):1
6:5(-2 -10 0):1	6:5(-2 -9 0):1	
6:5(-1 -10 0):1	6:5(-1 -9 0):1	6:5(-1 -8 0):1
6:5( 0 -10 0):1	6:5( 0 -9 0):1	6:5( 0 -8 0):1
6:5(-16 -7 0):1	6:5(-16 -6 0):1	6:5(-16 -5 0):1
6:5(-15 -7 0):1	6:5(-15 -6 0):1	6:5(-15 -5 0):1
6:5(-14 -7 0):1	6:5(-14 -6 0):1	6:5(-14 -5 0):1
6:5(-13 -7 0):1	6:5(-13 -6 0):1	6:5(-13 -5 0):1
6:5(-12 -7 0):1	6:5(-12 -6 0):1	6:5(-12 -5 0):1
6:5(-11 -7 0):1	6:5(-11 -6 0):1	6:5(-11 -5 0):1
6:5(-10 -7 0):1	6:5(-10 -6 0):1	6:5(-10 -5 0):1
6:5(-9 -7 0):1	6:5(-9 -6 0):1	6:5(-9 -5 0):1
6:5(-8 -7 0):1	6:5(-8 -6 0):1	6:5(-8 -5 0):1
6:5(-7 -7 0):1	6:5(-7 -6 0):1	6:5(-7 -5 0):1
6:5(-6 -7 0):1	6:5(-6 -6 0):1	6:5(-6 -5 0):1
6:5(-5 -7 0):1	6:5(-5 -6 0):1	6:5(-5 -5 0):1
6:5(-4 -7 0):1	6:5(-4 -6 0):1	6:5(-4 -5 0):1
6:5(-3 -7 0):1	6:5(-3 -6 0):1	6:5(-3 -5 0):1
6:5(-2 -7 0):1	6:5(-2 -6 0):1	6:5(-2 -5 0):1
6:5(-1 -7 0):1	6:5(-1 -6 0):1	6:5(-1 -5 0):1
6:5( 0 -7 0):1	6:5( 0 -6 0):1	6:5( 0 -5 0):1
6:5(-16 -4 0):1	6:5(-16 -3 0):1	6:5(-16 -2 0):1
6:5(-15 -4 0):1	6:5(-15 -3 0):1	6:5(-15 -2 0):1
6:5(-14 -4 0):1	6:5(-14 -3 0):1	6:5(-14 -2 0):1
6:5(-13 -4 0):1	6:5(-13 -3 0):1	6:5(-13 -2 0):1
6:5(-12 -4 0):1	6:5(-12 -3 0):1	6:5(-12 -2 0):1
6:5(-11 -4 0):1	6:5(-11 -3 0):1	6:5(-11 -2 0):1
6:5(-10 -4 0):1	6:5(-10 -3 0):1	6:5(-10 -2 0):1
6:5(-9 -4 0):1	6:5(-9 -3 0):1	6:5(-9 -2 0):1
6:5(-8 -4 0):1	6:5(-8 -3 0):1	6:5(-8 -2 0):1
6:5(-7 -4 0):1	6:5(-7 -3 0):1	6:5(-7 -2 0):1
6:5(-6 -4 0):1	6:5(-6 -3 0):1	6:5(-6 -2 0):1
6:5(-5 -4 0):1	6:5(-5 -3 0):1	6:5(-5 -2 0):1
6:5(-4 -4 0):1	6:5(-4 -3 0):1	6:5(-4 -2 0):1
6:5(-3 -4 0):1	6:5(-3 -3 0):1	6:5(-3 -2 0):1
6:5(-2 -4 0):1	6:5(-2 -3 0):1	6:5(-2 -2 0):1
6:5(-1 -4 0):1	6:5(-1 -3 0):1	6:5(-1 -2 0):1
6:5( 0 -4 0):1	6:5( 0 -3 0):1	6:5( 0 -2 0):1
6:5(-16 -1 0):1	6:5(-16 0 0):1	
6:5(-15 -1 0):1	6:5(-15 0 0):1	
6:5(-14 -1 0):1	6:5(-14 0 0):1	
6:5(-13 -1 0):1	6:5(-13 0 0):1	
6:5(-12 -1 0):1	6:5(-12 0 0):1	
6:5(-11 -1 0):1	6:5(-11 0 0):1	
6:5(-10 -1 0):1	6:5(-10 0 0):1	
6:5(-9 -1 0):1	6:5(-9 0 0):1	
6:5(-8 -1 0):1	6:5(-8 0 0):1	
6:5(-7 -1 0):1	6:5(-7 0 0):1	
6:5(-6 -1 0):1	6:5(-6 0 0):1	

```

        6:5( -5  -1  0):1   6:5( -5  0  0):1
        6:5( -4  -1  0):1   6:5( -4  0  0):1
        6:5( -3  -1  0):1   6:5( -3  0  0):1
        6:5( -2  -1  0):1   6:5( -2  0  0):1
        6:5( -1  -1  0):1   6:5( -1  0  0):1
        6:5(  0  -1  0):1   6:5(  0  0  0):1
sp1      1 285r
c
sp2      -3
c
si3      h    0.0  0.6250
sp3      -21  1
c
si4      0.0  144.15
sp4      -21  0
c
prtmp   j -100 1 3
c
print  -175

```

17x11非正方配列炉心の入力

```

file name=casel-05
c   single 11* 17
c   critical water level 100.000(cm)
c   lattice pitch  1.956(cm);U(2.6)O2
c   reflect water  30.000(cm)
c
c   cellcards
c
1   1 7.040860e-2      -7      10      -12      imp:n=1 u=1
2   2 5.587000e-2      7      -8      10      -12      imp:n=1 u=1
3   3 1.001400e-1      8      10     -11      imp:n=1 u=1
4   0                      8      11     -12      imp:n=1 u=1
5   0                      1     -2      3     -4      5     -6      imp:n=1 u=2 lat=1
      fill=-10:0 -16:0  0:0
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $1
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $2
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $3
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $4
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $5
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $6
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $7
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $8
      1 1 3 1 1 1 1 1 1 3 1 1 1 1 1 1 $9
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $10
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $11
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $12
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $13
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $14
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $15
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $16
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $17
6   0                      21     -22     23     -24     25     -26      imp:n=1      fill=2
7   3 1.001400e-1      #6 (31 -32  33 -34  35 -36) imp:n=1
8   0                      #6 #7      imp:n=0
9   4 -0.0012          -7      10      -12      imp:n=1 u=3
10  like 2 but                          imp:n=1 u=3
11  like 3 but                          imp:n=1 u=3
12  like 4 but                          imp:n=1 u=3
c
c   surface cards (origin x=0.9780 y=0.9780 z=0.0)
c   parallelepiped
1   px  0.00000
2   px  1.95600
3   py  0.00000
4   py  1.95600
5   pz  0.00000
6   pz  144.15000
c
c   cylinder
c
7   c/z 0.9780 0.9780 0.6250

```

```

8      c/z  0.9780 0.9780 0.7085
c      critical water level= 100.000 (cm)
10     pz  0.0
11     pz  100.000
12     pz  144.15
c      pitch* 11=21.51600 (cm)
c      (21.51600*33.25200*144.15)
c      parallelepiped
21     px   0.00001
22     px  21.51599
23     py   0.00001
24     py  33.25199
25     pz   0.00001
26     pz  144.14999
c
c      water refrect= 30.000 (cm)
c      parallelepiped
31     px -29.99999
32     px  51.51599
33     py -29.99999
34     py  63.25199
35     pz -29.99999
36     pz  99.99999
c

c
c      data cards
c
mode  n                                $ transfort neutrons only
c
c      material cards
c
c      U(2.6)O2 pellet
m1    92235.37c 6.086e-4                $ U-235
      92238.37c 2.255e-2                $ U-238
      8016.37c 4.725e-2                 $ H
c
c      Al cladding (with an air gap)
m2    13027.37c 5.587e-2                $ Al
c
c      water(300k)
m3    1001.37c 6.676e-2                 $ H
      8016.37c 3.338e-2                 $ O
mt3   lwtr.01t
c
c      air (0.0012 g/cm3) jaeri-m6928
m4    1001.37c -0.001
      6012.37c -0.0126
      7014.37c -75.5
      8016.37c -23.2
c
c      default energy bins; hansen-roach structure
e0    1.0e-7 4.0e-7 1.0e-6 3.0e-6 1.0e-5 3.0e-5 1.0e-4 5.5e-4 3.0e-3

```

```

1.7e-2 0.1 0.4 0.9 1.4 3.0 20.0
c
c tallies
f4:n 1 $ ave flux in cell 1
c
c criticality cards
c
kcode 500 1.0 10 110
sdef cel=d1 erg=d2 rad=d3 ext=d4 pos=0.9780 0.9780 0 axs=0 0 1
sil 1
6:5(-10 -16 0):1 6:5(-10 -15 0):1 6:5(-10 -14 0):1
6:5(-9 -16 0):1 6:5(-9 -15 0):1 6:5(-9 -14 0):1
6:5(-8 -16 0):1 6:5(-8 -15 0):1 6:5(-8 -14 0):1
6:5(-7 -16 0):1 6:5(-7 -15 0):1 6:5(-7 -14 0):1
6:5(-6 -16 0):1 6:5(-6 -15 0):1 6:5(-6 -14 0):1
6:5(-5 -16 0):1 6:5(-5 -15 0):1 6:5(-5 -14 0):1
6:5(-4 -16 0):1 6:5(-4 -15 0):1 6:5(-4 -14 0):1
6:5(-3 -16 0):1 6:5(-3 -15 0):1 6:5(-3 -14 0):1
6:5(-2 -16 0):1 6:5(-2 -15 0):1 6:5(-2 -14 0):1
6:5(-1 -16 0):1 6:5(-1 -15 0):1 6:5(-1 -14 0):1
6:5(0 -16 0):1 6:5(0 -15 0):1 6:5(0 -14 0):1
6:5(-10 -13 0):1 6:5(-10 -12 0):1 6:5(-10 -11 0):1
6:5(-9 -13 0):1 6:5(-9 -12 0):1 6:5(-9 -11 0):1
6:5(-8 -13 0):1 6:5(-8 -12 0):1 6:5(-8 -11 0):1
6:5(-7 -13 0):1 6:5(-7 -12 0):1 6:5(-7 -11 0):1
6:5(-6 -13 0):1 6:5(-6 -12 0):1 6:5(-6 -11 0):1
6:5(-5 -13 0):1 6:5(-5 -12 0):1 6:5(-5 -11 0):1
6:5(-4 -13 0):1 6:5(-4 -12 0):1 6:5(-4 -11 0):1
6:5(-3 -13 0):1 6:5(-3 -12 0):1 6:5(-3 -11 0):1
6:5(-2 -13 0):1 6:5(-2 -12 0):1 6:5(-2 -11 0):1
6:5(-1 -13 0):1 6:5(-1 -12 0):1 6:5(-1 -11 0):1
6:5(0 -13 0):1 6:5(0 -12 0):1 6:5(0 -11 0):1
6:5(-10 -10 0):1 6:5(-10 -9 0):1 6:5(-10 -8 0):1
6:5(-9 -10 0):1 6:5(-9 -9 0):1 6:5(-9 -8 0):1
6:5(-8 -10 0):1 6:5(-8 -9 0):1
6:5(-7 -10 0):1 6:5(-7 -9 0):1 6:5(-7 -8 0):1
6:5(-6 -10 0):1 6:5(-6 -9 0):1 6:5(-6 -8 0):1
6:5(-5 -10 0):1 6:5(-5 -9 0):1 6:5(-5 -8 0):1
6:5(-4 -10 0):1 6:5(-4 -9 0):1 6:5(-4 -8 0):1
6:5(-3 -10 0):1 6:5(-3 -9 0):1 6:5(-3 -8 0):1
6:5(-2 -10 0):1 6:5(-2 -9 0):1
6:5(-1 -10 0):1 6:5(-1 -9 0):1 6:5(-1 -8 0):1
6:5(0 -10 0):1 6:5(0 -9 0):1 6:5(0 -8 0):1
6:5(-10 -7 0):1 6:5(-10 -6 0):1 6:5(-10 -5 0):1
6:5(-9 -7 0):1 6:5(-9 -6 0):1 6:5(-9 -5 0):1
6:5(-8 -7 0):1 6:5(-8 -6 0):1 6:5(-8 -5 0):1
6:5(-7 -7 0):1 6:5(-7 -6 0):1 6:5(-7 -5 0):1
6:5(-6 -7 0):1 6:5(-6 -6 0):1 6:5(-6 -5 0):1
6:5(-5 -7 0):1 6:5(-5 -6 0):1 6:5(-5 -5 0):1
6:5(-4 -7 0):1 6:5(-4 -6 0):1 6:5(-4 -5 0):1
6:5(-3 -7 0):1 6:5(-3 -6 0):1 6:5(-3 -5 0):1
6:5(-2 -7 0):1 6:5(-2 -6 0):1 6:5(-2 -5 0):1
6:5(-1 -7 0):1 6:5(-1 -6 0):1 6:5(-1 -5 0):1

```

6:5( 0 -7 0):1	6:5( 0 -6 0):1	6:5( 0 -5 0):1
6:5(-10 -4 0):1	6:5(-10 -3 0):1	6:5(-10 -2 0):1
6:5(-9 -4 0):1	6:5(-9 -3 0):1	6:5(-9 -2 0):1
6:5(-8 -4 0):1	6:5(-8 -3 0):1	6:5(-8 -2 0):1
6:5(-7 -4 0):1	6:5(-7 -3 0):1	6:5(-7 -2 0):1
6:5(-6 -4 0):1	6:5(-6 -3 0):1	6:5(-6 -2 0):1
6:5(-5 -4 0):1	6:5(-5 -3 0):1	6:5(-5 -2 0):1
6:5(-4 -4 0):1	6:5(-4 -3 0):1	6:5(-4 -2 0):1
6:5(-3 -4 0):1	6:5(-3 -3 0):1	6:5(-3 -2 0):1
6:5(-2 -4 0):1	6:5(-2 -3 0):1	6:5(-2 -2 0):1
6:5(-1 -4 0):1	6:5(-1 -3 0):1	6:5(-1 -2 0):1
6:5( 0 -4 0):1	6:5( 0 -3 0):1	6:5( 0 -2 0):1
6:5(-10 -1 0):1	6:5(-10 0 0):1	
6:5(-9 -1 0):1	6:5(-9 0 0):1	
6:5(-8 -1 0):1	6:5(-8 0 0):1	
6:5(-7 -1 0):1	6:5(-7 0 0):1	
6:5(-6 -1 0):1	6:5(-6 0 0):1	
6:5(-5 -1 0):1	6:5(-5 0 0):1	
6:5(-4 -1 0):1	6:5(-4 0 0):1	
6:5(-3 -1 0):1	6:5(-3 0 0):1	
6:5(-2 -1 0):1	6:5(-2 0 0):1	
6:5(-1 -1 0):1	6:5(-1 0 0):1	
6:5( 0 -1 0):1	6:5( 0 0 0):1	

```

sp1      1 184r
c
sp2      -3
c
si3      h    0.0  0.6250
sp3      -21  1
c
si4      0.0  144.15
sp4      -21  0
c
prdump   j -100 1 3
c
print   -175
    
```



17 × 5 非正方配列炉心の入力

```

file name=case1-07
c   single 5* 17
c   critical water level 100.000(cm)
c   lattice pitch 1.956(cm);U(2.6)O2
c   reflect water 30.000(cm)
c
c   cellcards
c
1   1 7.040860e-2      -7      10      -12      imp:n=1 u=1
2   2 5.587000e-2      7  -8      10      -12      imp:n=1 u=1
3   3 1.001400e-1      8      10 -11      imp:n=1 u=1
4   0                   8      11 -12      imp:n=1 u=1
5   0                   1 -2      3  -4      5  -6      imp:n=1 u=2 lat=1
                                fill= -4:0 -16:0 0:0
                                1 1 1 1 1 $1
                                1 1 1 1 1 $2
                                1 1 1 1 1 $3
                                1 1 1 1 1 $4
                                1 1 1 1 1 $5
                                1 1 1 1 1 $6
                                1 1 1 1 1 $7
                                1 1 1 1 1 $8
                                1 1 3 1 1 $9
                                1 1 1 1 1 $10
                                1 1 1 1 1 $11
                                1 1 1 1 1 $12
                                1 1 1 1 1 $13
                                1 1 1 1 1 $14
                                1 1 1 1 1 $15
                                1 1 1 1 1 $16
                                1 1 1 1 1 $17
6   0                   21 -22 23 -24 25 -26  imp:n=1  fill=2
7   3 1.001400e-1      #6 (31 -32 33 -34 35 -36) imp:n=1
8   0                   #6 #7  imp:n=0
9   4 -0.0012          -7      10      -12      imp:n=1 u=3
10  like 2 but                    imp:n=1 u=3
11  like 3 but                    imp:n=1 u=3
12  like 4 but                    imp:n=1 u=3
c
c   surface cards (origin x=0.9780 y=0.9780 z=0.0)
c   parallelepiped
1   px 0.00000
2   px 1.95600
3   py 0.00000
4   py 1.95600
5   pz 0.00000
6   pz 144.15000
c
c   cylinder
c
7   c/z 0.9780 0.9780 0.6250

```

```

8      c/z  0.9780 0.9780 0.7085
c      critical water level= 100.000 (cm)
10     pz  0.0
11     pz  100.000
12     pz  144.15
c      pitch* 5= 9.78000 (cm)
c      ( 9.78000*33.25200*144.15)
c      parallelepiped
21     px   0.00001
22     px   9.77999
23     py   0.00001
24     py  33.25199
25     pz   0.00001
26     pz  144.14999
c
c      water refract= 30.000 (cm)
c      parallelepiped
31     px -29.99999
32     px  39.77999
33     py -29.99999
34     py  63.25199
35     pz -29.99999
36     pz  99.99999
c
c
c      data cards
c
mode  n                                $ transfort neutrons only
c
c      material cards
c
c      U(2.6)O2 pellet
m1    92235.37c 6.086e-4                $ U-235
      92238.37c 2.255e-2                $ U-238
      8016.37c 4.725e-2                 $ H
c
c      Al cladding (with an air gap)
m2    13027.37c 5.587e-2                $ Al
c
c      water(300k)
m3    1001.37c 6.676e-2                 $ H
      8016.37c 3.338e-2                 $ O
mt3   lwtr.01t
c
c      air (0.0012 g/cm3) jaeri-m6928
m4    1001.37c -0.001
      6012.37c -0.0126
      7014.37c -75.5
      8016.37c -23.2
c
c      default energy bins; hansen-roach structure
e0    1.0e-7 4.0e-7 1.0e-6 3.0e-6 1.0e-5 3.0e-5 1.0e-4 5.5e-4 3.0e-3

```

```

1.7e-2 0.1 0.4 0.9 1.4 3.0 20.0
c
c tallies
f4:n 1 $ ave flux in cell 1
c
c criticality cards
c
kcode 500 1.0 10 110
sdef cel=d1 erg=d2 rad=d3 ext=d4 pos=0.9780 0.9780 0 axs=0 0 1
sil 1
6:5( -4 -16 0):1 6:5( -4 -15 0):1 6:5( -4 -14 0):1
6:5( -3 -16 0):1 6:5( -3 -15 0):1 6:5( -3 -14 0):1
6:5( -2 -16 0):1 6:5( -2 -15 0):1 6:5( -2 -14 0):1
6:5( -1 -16 0):1 6:5( -1 -15 0):1 6:5( -1 -14 0):1
6:5( 0 -16 0):1 6:5( 0 -15 0):1 6:5( 0 -14 0):1
6:5( -4 -13 0):1 6:5( -4 -12 0):1 6:5( -4 -11 0):1
6:5( -3 -13 0):1 6:5( -3 -12 0):1 6:5( -3 -11 0):1
6:5( -2 -13 0):1 6:5( -2 -12 0):1 6:5( -2 -11 0):1
6:5( -1 -13 0):1 6:5( -1 -12 0):1 6:5( -1 -11 0):1
6:5( 0 -13 0):1 6:5( 0 -12 0):1 6:5( 0 -11 0):1
6:5( -4 -10 0):1 6:5( -4 -9 0):1 6:5( -4 -8 0):1
6:5( -3 -10 0):1 6:5( -3 -9 0):1 6:5( -3 -8 0):1
6:5( -2 -10 0):1 6:5( -2 -9 0):1
6:5( -1 -10 0):1 6:5( -1 -9 0):1 6:5( -1 -8 0):1
6:5( 0 -10 0):1 6:5( 0 -9 0):1 6:5( 0 -8 0):1
6:5( -4 -7 0):1 6:5( -4 -6 0):1 6:5( -4 -5 0):1
6:5( -3 -7 0):1 6:5( -3 -6 0):1 6:5( -3 -5 0):1
6:5( -2 -7 0):1 6:5( -2 -6 0):1 6:5( -2 -5 0):1
6:5( -1 -7 0):1 6:5( -1 -6 0):1 6:5( -1 -5 0):1
6:5( 0 -7 0):1 6:5( 0 -6 0):1 6:5( 0 -5 0):1
6:5( -4 -4 0):1 6:5( -4 -3 0):1 6:5( -4 -2 0):1
6:5( -3 -4 0):1 6:5( -3 -3 0):1 6:5( -3 -2 0):1
6:5( -2 -4 0):1 6:5( -2 -3 0):1 6:5( -2 -2 0):1
6:5( -1 -4 0):1 6:5( -1 -3 0):1 6:5( -1 -2 0):1
6:5( 0 -4 0):1 6:5( 0 -3 0):1 6:5( 0 -2 0):1
6:5( -4 -1 0):1 6:5( -4 0 0):1
6:5( -3 -1 0):1 6:5( -3 0 0):1
6:5( -2 -1 0):1 6:5( -2 0 0):1
6:5( -1 -1 0):1 6:5( -1 0 0):1
6:5( 0 -1 0):1 6:5( 0 0 0):1
sp1 1 83r
c
sp2 -3
c
si3 h 0.0 0.6250
sp3 -21 1
c
si4 0.0 144.15
sp4 -21 0
c
prcjmp j -100 1 3
c
print -175

```

17×17-7×7非正方配列炉心の入力

```

file name=case205
c   single 17* 17 - 7* 7
c   critical water level 100.0(cm)
c   lattice pitch 1.956(cm);U(2.6)O2
c   reflect water 30.000(cm)
c
c   cellcards
c
1   1 7.040860e-2      -7      10      -12      imp:n=1 u=1
2   2 5.587000e-2      7  -8  10      -12      imp:n=1 u=1
3   3 1.001400e-1      8  10 -11      imp:n=1 u=1
4   0                   8      11 -12      imp:n=1 u=1
5   0                   1  -2   3  -4   5  -6  imp:n=1 u=2 lat=1
      fill=-16:0 -16:0 0:0
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $1
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $2
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $3
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $4
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $5
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $6
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $7
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $8
      1 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 1 1 $9
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $10
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 $11
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 $12
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 $13
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 $14
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 $15
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 $16
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 $17
6   0                   21 -22 23 -24 25 -26  imp:n=1      fill=2
7   3 1.001400e-1      #6 (31 -32 33 -34 35 -36) imp:n=1
8   0                   #6 #7      imp:n=0
9   4 -0.0012          -7      10      -12      imp:n=1 u=3
10  like 2 but                          imp:n=1 u=3
11  like 3 but                          imp:n=1 u=3
12  like 4 but                          imp:n=1 u=3
13  3 1.001400e-1      10 -11      imp:n=1 u=4
14  0                   11 -12      imp:n=1 u=4
c
c   surface cards (origin x=0.9780 y=0.9780 z=0.0)
c   parallelepiped
1   px 0.00000
2   px 1.95600
3   py 0.00000
4   py 1.95600
5   pz 0.00000
6   pz 144.15000
c
c   cylinder

```

```

c
7   c/z  0.9780 0.9780 0.6250
8   c/z  0.9780 0.9780 0.7085
c   critical water level= 100.000(cm)
10  pz  0.0
11  pz  100.000
12  pz  144.15
c   pitch* 17=33.25200(cm)
c   (33.25200*33.25200*144.15)
c   parallelepiped
21  px  0.00001
22  px  33.25199
23  py  0.00001
24  py  33.25199
25  pz  0.00001
26  pz  144.14999
c
c   water refract= 30.000(cm)
c   parallelepiped
31  px  -29.99999
32  px  63.25199
33  py  -29.99999
34  py  63.25199
35  pz  -29.99999
36  pz  99.99999
c

c
c   data cards
c
mode n                               $ transfort neutrons only
c
c   material cards
c
c   U(2.6)O2 pellet
m1   92235.37c 6.086e-4                $ U-235
     92238.37c 2.255e-2                $ U-238
     8016.37c 4.725e-2                 $ H
c
c   Al cladding (with an air gap)
m2   13027.37c 5.587e-2                $ Al
c
c   water(300k)
m3   1001.37c 6.676e-2                $ H
     8016.37c 3.338e-2                $ O
mt3  lwtr.01t
c
c   air (0.0012 g/cm3) jaeri-m6928
m4   1001.37c -0.001
     6012.37c -0.0126
     7014.37c -75.5
     8016.37c -23.2
c

```

c default energy bins; hansen-roach structure  
 e0 1.0e-7 4.0e-7 1.0e-6 3.0e-6 1.0e-5 3.0e-5 1.0e-4 5.5e-4 3.0e-3  
 1.7e-2 0.1 0.4 0.9 1.4 3.0 20.0

c  
 c tallies \$ ave flux in cell 1  
 f4:n 1

c  
 c criticality cards

c  
 kcode 500 1.0 10 110  
 sdef cel=d1 erg=d2 rad=d3 ext=d4 pos=0.9780 0.9780 0 axs=0 0 1  
 sil 1

6:5(-16 -16 0):1	6:5(-16 -15 0):1	6:5(-16 -14 0):1
6:5(-15 -16 0):1	6:5(-15 -15 0):1	6:5(-15 -14 0):1
6:5(-14 -16 0):1	6:5(-14 -15 0):1	6:5(-14 -14 0):1
6:5(-13 -16 0):1	6:5(-13 -15 0):1	6:5(-13 -14 0):1
6:5(-12 -16 0):1	6:5(-12 -15 0):1	6:5(-12 -14 0):1
6:5(-11 -16 0):1	6:5(-11 -15 0):1	6:5(-11 -14 0):1
6:5(-10 -16 0):1	6:5(-10 -15 0):1	6:5(-10 -14 0):1
6:5(-9 -16 0):1	6:5(-9 -15 0):1	6:5(-9 -14 0):1
6:5(-8 -16 0):1	6:5(-8 -15 0):1	6:5(-8 -14 0):1
6:5(-7 -16 0):1	6:5(-7 -15 0):1	6:5(-7 -14 0):1
6:5(-16 -13 0):1	6:5(-16 -12 0):1	6:5(-16 -11 0):1
6:5(-15 -13 0):1	6:5(-15 -12 0):1	6:5(-15 -11 0):1
6:5(-14 -13 0):1	6:5(-14 -12 0):1	6:5(-14 -11 0):1
6:5(-13 -13 0):1	6:5(-13 -12 0):1	6:5(-13 -11 0):1
6:5(-12 -13 0):1	6:5(-12 -12 0):1	6:5(-12 -11 0):1
6:5(-11 -13 0):1	6:5(-11 -12 0):1	6:5(-11 -11 0):1
6:5(-10 -13 0):1	6:5(-10 -12 0):1	6:5(-10 -11 0):1
6:5(-9 -13 0):1	6:5(-9 -12 0):1	6:5(-9 -11 0):1
6:5(-8 -13 0):1	6:5(-8 -12 0):1	6:5(-8 -11 0):1
6:5(-7 -13 0):1	6:5(-7 -12 0):1	6:5(-7 -11 0):1
6:5(-16 -10 0):1	6:5(-16 -9 0):1	6:5(-16 -8 0):1
6:5(-15 -10 0):1	6:5(-15 -9 0):1	6:5(-15 -8 0):1
6:5(-14 -10 0):1	6:5(-14 -9 0):1	
6:5(-13 -10 0):1	6:5(-13 -9 0):1	6:5(-13 -8 0):1
6:5(-12 -10 0):1	6:5(-12 -9 0):1	6:5(-12 -8 0):1
6:5(-11 -10 0):1	6:5(-11 -9 0):1	6:5(-11 -8 0):1
6:5(-10 -10 0):1	6:5(-10 -9 0):1	6:5(-10 -8 0):1
6:5(-9 -10 0):1	6:5(-9 -9 0):1	6:5(-9 -8 0):1
6:5(-8 -10 0):1	6:5(-8 -9 0):1	6:5(-8 -8 0):1
6:5(-7 -10 0):1	6:5(-7 -9 0):1	6:5(-7 -8 0):1
	6:5(-6 -9 0):1	6:5(-6 -8 0):1
	6:5(-5 -9 0):1	6:5(-5 -8 0):1
	6:5(-4 -9 0):1	6:5(-4 -8 0):1
	6:5(-3 -9 0):1	6:5(-3 -8 0):1
	6:5(-2 -9 0):1	
	6:5(-1 -9 0):1	6:5(-1 -8 0):1
	6:5( 0 -9 0):1	6:5( 0 -8 0):1
6:5(-16 -7 0):1	6:5(-16 -6 0):1	6:5(-16 -5 0):1
6:5(-15 -7 0):1	6:5(-15 -6 0):1	6:5(-15 -5 0):1
6:5(-14 -7 0):1	6:5(-14 -6 0):1	6:5(-14 -5 0):1
6:5(-13 -7 0):1	6:5(-13 -6 0):1	6:5(-13 -5 0):1

6:5(-12 -7 0):1	6:5(-12 -6 0):1	6:5(-12 -5 0):1
6:5(-11 -7 0):1	6:5(-11 -6 0):1	6:5(-11 -5 0):1
6:5(-10 -7 0):1	6:5(-10 -6 0):1	6:5(-10 -5 0):1
6:5(-9 -7 0):1	6:5(-9 -6 0):1	6:5(-9 -5 0):1
6:5(-8 -7 0):1	6:5(-8 -6 0):1	6:5(-8 -5 0):1
6:5(-7 -7 0):1	6:5(-7 -6 0):1	6:5(-7 -5 0):1
6:5(-6 -7 0):1	6:5(-6 -6 0):1	6:5(-6 -5 0):1
6:5(-5 -7 0):1	6:5(-5 -6 0):1	6:5(-5 -5 0):1
6:5(-4 -7 0):1	6:5(-4 -6 0):1	6:5(-4 -5 0):1
6:5(-3 -7 0):1	6:5(-3 -6 0):1	6:5(-3 -5 0):1
6:5(-2 -7 0):1	6:5(-2 -6 0):1	6:5(-2 -5 0):1
6:5(-1 -7 0):1	6:5(-1 -6 0):1	6:5(-1 -5 0):1
6:5( 0 -7 0):1	6:5( 0 -6 0):1	6:5( 0 -5 0):1
6:5(-16 -4 0):1	6:5(-16 -3 0):1	6:5(-16 -2 0):1
6:5(-15 -4 0):1	6:5(-15 -3 0):1	6:5(-15 -2 0):1
6:5(-14 -4 0):1	6:5(-14 -3 0):1	6:5(-14 -2 0):1
6:5(-13 -4 0):1	6:5(-13 -3 0):1	6:5(-13 -2 0):1
6:5(-12 -4 0):1	6:5(-12 -3 0):1	6:5(-12 -2 0):1
6:5(-11 -4 0):1	6:5(-11 -3 0):1	6:5(-11 -2 0):1
6:5(-10 -4 0):1	6:5(-10 -3 0):1	6:5(-10 -2 0):1
6:5(-9 -4 0):1	6:5(-9 -3 0):1	6:5(-9 -2 0):1
6:5(-8 -4 0):1	6:5(-8 -3 0):1	6:5(-8 -2 0):1
6:5(-7 -4 0):1	6:5(-7 -3 0):1	6:5(-7 -2 0):1
6:5(-6 -4 0):1	6:5(-6 -3 0):1	6:5(-6 -2 0):1
6:5(-5 -4 0):1	6:5(-5 -3 0):1	6:5(-5 -2 0):1
6:5(-4 -4 0):1	6:5(-4 -3 0):1	6:5(-4 -2 0):1
6:5(-3 -4 0):1	6:5(-3 -3 0):1	6:5(-3 -2 0):1
6:5(-2 -4 0):1	6:5(-2 -3 0):1	6:5(-2 -2 0):1
6:5(-1 -4 0):1	6:5(-1 -3 0):1	6:5(-1 -2 0):1
6:5( 0 -4 0):1	6:5( 0 -3 0):1	6:5( 0 -2 0):1
6:5(-16 -1 0):1	6:5(-16 0 0):1	
6:5(-15 -1 0):1	6:5(-15 0 0):1	
6:5(-14 -1 0):1	6:5(-14 0 0):1	
6:5(-13 -1 0):1	6:5(-13 0 0):1	
6:5(-12 -1 0):1	6:5(-12 0 0):1	
6:5(-11 -1 0):1	6:5(-11 0 0):1	
6:5(-10 -1 0):1	6:5(-10 0 0):1	
6:5(-9 -1 0):1	6:5(-9 0 0):1	
6:5(-8 -1 0):1	6:5(-8 0 0):1	
6:5(-7 -1 0):1	6:5(-7 0 0):1	
6:5(-6 -1 0):1	6:5(-6 0 0):1	
6:5(-5 -1 0):1	6:5(-5 0 0):1	
6:5(-4 -1 0):1	6:5(-4 0 0):1	
6:5(-3 -1 0):1	6:5(-3 0 0):1	
6:5(-2 -1 0):1	6:5(-2 0 0):1	
6:5(-1 -1 0):1	6:5(-1 0 0):1	
6:5( 0 -1 0):1	6:5( 0 0 0):1	

```

sp1      1 237r
c
sp2      -3
c
si3      h   0.0  0.6250
sp3      -21  1
    
```

```
c
si4      0.0 144.15
sp4     -21  0
c
prdmp   j -100 1 3
c
print  -175
```



17×17-12×12非正方配列炉心の入力

```

file name=case207
c   single 17* 17 - 12* 12
c   critical water level 100.0(cm)
c   lattice pitch  1.956(cm);U(2.6)O2
c   reflect water  30.000(cm)
c
c   cellcards
c
1   1 7.040860e-2      -7      10      -12      imp:n=1 u=1
2   2 5.587000e-2      7  -8  10      -12      imp:n=1 u=1
3   3 1.001400e-1      8  10 -11      imp:n=1 u=1
4   0                    8      11 -12      imp:n=1 u=1
5   0                    1 -2   3  -4   5  -6  imp:n=1 u=2 lat=1
      fill=-16:0 -16:0  0:0
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $1
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $2
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $3
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $4
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 $5
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $6
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $7
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $8
      1 1 3 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3 4 4 $9
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $10
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $11
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $12
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $13
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $14
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $15
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $16
      1 1 1 1 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 $17
6   0                    21 -22  23 -24  25 -26  imp:n=1      fill=2
7   3 1.001400e-1      #6 (31 -32  33 -34  35 -36) imp:n=1
8   0                    #6 #7      imp:n=0
9   4 -0.0012          -7      10      -12      imp:n=1 u=3
10  like 2 but          imp:n=1 u=3
11  like 3 but          imp:n=1 u=3
12  like 4 but          imp:n=1 u=3
13  3 1.001400e-1      10 -11      imp:n=1 u=4
14  0                    11 -12      imp:n=1 u=4
c
c   surface cards (origin x=0.9780 y=0.9780 z=0.0)
c   parallelepiped
1   px   0.00000
2   px   1.95600
3   py   0.00000
4   py   1.95600
5   pz   0.00000
6   pz  144.15000
c
c   cylinder
    
```

```

c
7   c/z  0.9780 0.9780 0.6250
8   c/z  0.9780 0.9780 0.7085
c   critical water level= 100.000(cm)
10  pz  0.0
11  pz  100.000
12  pz  144.15
c   pitch* 17=33.25200(cm)
c   (33.25200*33.25200*144.15)
c   parallelepiped
21  px  0.00001
22  px  33.25199
23  py  0.00001
24  py  33.25199
25  pz  0.00001
26  pz  144.14999
c
c   water refract= 30.000(cm)
c   parallelepiped
31  px  -29.99999
32  px  63.25199
33  py  -29.99999
34  py  63.25199
35  pz  -29.99999
36  pz  99.99999
c

c
c   data cards
c
mode n                $ transfort neutrons only
c
c   material cards
c
c   U(2.6)O2 pellet
m1   92235.37c 6.086e-4          $ U-235
     92238.37c 2.255e-2          $ U-238
     8016.37c 4.725e-2           $ H
c
c   Al cladding (with an air gap)
m2   13027.37c 5.587e-2          $ Al
c
c   water(300k)
m3   1001.37c 6.676e-2           $ H
     8016.37c 3.338e-2           $ O
mt3  lwtr.01t
c
c   air (0.0012 g/cm3) jaeri-m6928
m4   1001.37c -0.001
     6012.37c -0.0126
     7014.37c -75.5
     8016.37c -23.2
c

```

```

c    default energy bins; hansen-roach structure
e0   1.0e-7 4.0e-7 1.0e-6 3.0e-6 1.0e-5 3.0e-5 1.0e-4 5.5e-4 3.0e-3
     1.7e-2 0.1 0.4 0.9 1.4 3.0 20.0

c
c    tallies
f4:n   1                               $ ave flux in cell 1
c
c    criticality cards
c
kcode  500 1.0 10 110
sdef   cel=d1 erg=d2 rad=d3 ext=d4 pos=0.9780 0.9780 0 axs=0 0 1
sil    1
      6:5(-16 -16  0):1  6:5(-16 -15  0):1  6:5(-16 -14  0):1
      6:5(-15 -16  0):1  6:5(-15 -15  0):1  6:5(-15 -14  0):1
      6:5(-14 -16  0):1  6:5(-14 -15  0):1  6:5(-14 -14  0):1
      6:5(-13 -16  0):1  6:5(-13 -15  0):1  6:5(-13 -14  0):1
      6:5(-12 -16  0):1  6:5(-12 -15  0):1  6:5(-12 -14  0):1
      6:5(-16 -13  0):1  6:5(-16 -12  0):1  6:5(-16 -11  0):1
      6:5(-15 -13  0):1  6:5(-15 -12  0):1  6:5(-15 -11  0):1
      6:5(-14 -13  0):1  6:5(-14 -12  0):1  6:5(-14 -11  0):1
      6:5(-13 -13  0):1  6:5(-13 -12  0):1  6:5(-13 -11  0):1
      6:5(-12 -13  0):1  6:5(-12 -12  0):1  6:5(-12 -11  0):1
      6:5(-16 -10  0):1  6:5(-16 -9  0):1  6:5(-16 -8  0):1
      6:5(-15 -10  0):1  6:5(-15 -9  0):1  6:5(-15 -8  0):1
      6:5(-14 -10  0):1  6:5(-14 -9  0):1
      6:5(-13 -10  0):1  6:5(-13 -9  0):1  6:5(-13 -8  0):1
      6:5(-12 -10  0):1  6:5(-12 -9  0):1  6:5(-12 -8  0):1
      6:5(-16 -7  0):1  6:5(-16 -6  0):1  6:5(-16 -5  0):1
      6:5(-15 -7  0):1  6:5(-15 -6  0):1  6:5(-15 -5  0):1
      6:5(-14 -7  0):1  6:5(-14 -6  0):1  6:5(-14 -5  0):1
      6:5(-13 -7  0):1  6:5(-13 -6  0):1  6:5(-13 -5  0):1
      6:5(-12 -7  0):1  6:5(-12 -6  0):1  6:5(-12 -5  0):1
      6:5(-16 -4  0):1  6:5(-16 -3  0):1  6:5(-16 -2  0):1
      6:5(-15 -4  0):1  6:5(-15 -3  0):1  6:5(-15 -2  0):1
      6:5(-14 -4  0):1  6:5(-14 -3  0):1  6:5(-14 -2  0):1
      6:5(-13 -4  0):1  6:5(-13 -3  0):1  6:5(-13 -2  0):1
      6:5(-12 -4  0):1  6:5(-12 -3  0):1  6:5(-12 -2  0):1
      6:5(-11 -4  0):1  6:5(-11 -3  0):1  6:5(-11 -2  0):1
      6:5(-10 -4  0):1  6:5(-10 -3  0):1  6:5(-10 -2  0):1
      6:5(-9 -4  0):1  6:5(-9 -3  0):1  6:5(-9 -2  0):1
      6:5(-8 -4  0):1  6:5(-8 -3  0):1  6:5(-8 -2  0):1
      6:5(-7 -4  0):1  6:5(-7 -3  0):1  6:5(-7 -2  0):1
      6:5(-6 -4  0):1  6:5(-6 -3  0):1  6:5(-6 -2  0):1
      6:5(-5 -4  0):1  6:5(-5 -3  0):1  6:5(-5 -2  0):1
      6:5(-4 -4  0):1  6:5(-4 -3  0):1  6:5(-4 -2  0):1
      6:5(-3 -4  0):1  6:5(-3 -3  0):1  6:5(-3 -2  0):1
      6:5(-2 -4  0):1  6:5(-2 -3  0):1  6:5(-2 -2  0):1
      6:5(-1 -4  0):1  6:5(-1 -3  0):1  6:5(-1 -2  0):1
      6:5( 0 -4  0):1  6:5( 0 -3  0):1  6:5( 0 -2  0):1
      6:5(-16 -1  0):1  6:5(-16  0  0):1
      6:5(-15 -1  0):1  6:5(-15  0  0):1
      6:5(-14 -1  0):1  6:5(-14  0  0):1
      6:5(-13 -1  0):1  6:5(-13  0  0):1

```

```

6:5(-12 -1 0):1 6:5(-12 0 0):1
6:5(-11 -1 0):1 6:5(-11 0 0):1
6:5(-10 -1 0):1 6:5(-10 0 0):1
6:5(-9 -1 0):1 6:5(-9 0 0):1
6:5(-8 -1 0):1 6:5(-8 0 0):1
6:5(-7 -1 0):1 6:5(-7 0 0):1
6:5(-6 -1 0):1 6:5(-6 0 0):1
6:5(-5 -1 0):1 6:5(-5 0 0):1
6:5(-4 -1 0):1 6:5(-4 0 0):1
6:5(-3 -1 0):1 6:5(-3 0 0):1
6:5(-2 -1 0):1 6:5(-2 0 0):1
6:5(-1 -1 0):1 6:5(-1 0 0):1
6:5( 0 -1 0):1 6:5( 0 0 0):1
sp1 1 143r
c
sp2 -3
c
si3 h 0.0 0.6250
sp3 -21 1
c
si4 0.0 144.15
sp4 -21 0
c
prtmp j -100 1 3
c
print -175

```