

プルトニウム燃料部分装荷炉心の 冷却材ボイド反応度

パルス中性子源と置換法による測定

1974年4月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター

システム開発推進部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technology Management Section, O-arai Engineering Center, Power Reactor
and Nuclear Fuel Development Corporation 4002, Narita O-arai-machi Higashi-
Ibaraki-gun, Ibaraki, 311-14, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation)

昭和49年4月10日

プルトニウム燃料部分装荷炉心の冷却材ボイド反応度

パルス中性子源と置換法による測定

報告者 村松 精
柴 公 倫
飯 島 一 敬
坂 田 肇

期 間 1972年7月19日～1973年9月5日

目 的 ATR型炉にプルトニウム燃料を部分装荷した場合の冷却材ボイド反応度を実験によつて求める。

要 旨 1.2%濃縮ウランを装荷したDCA炉心の中心部の燃料を0.54w/o 富加プルトニウム燃料で置換し、パルス中性子法により、冷却材ボイド反応度を測定した。第1表に得られた結果を示す。この結果から次のことが結論される。

- 1) プルトニウム燃料を部分装荷した炉心において、ボイド反応度は負の値を有し、これはボイド率の増加に伴い負側へ移行する。
- 2) プルトニウム燃料の装荷体数の増加はボイド反応度を負側に移行させる。
- 3) プルトニウム燃料の装荷体数の増加はボイド反応度に対する中性子の漏洩の寄与を減少させる。25体装荷された炉心では、中性子の漏洩は必ずしもボイド反応度に負の寄与を与えない。

第1表 ボイド反応度と一次の微係数

プルトニウム 燃料装荷体数 (体)	ボイド率変化 (%)	ボイド反応度 $\rho_{0 \rightarrow v}$ (%)	ボイド反応度の形状バックリングに 対する一次微係数 $\partial \rho_{0 \rightarrow v} / \partial B^2$ (%・m ²)
1	0 → 3.0	-0.67 ± 0.04	-0.196 ± 0.026
	0 → 7.0	-2.90 ± 0.04	-0.553 ± 0.025
	0 → 8.6.7	-3.02 ± 0.04	-0.581 ± 0.025
	0 → 10.0	-7.85 ± 0.04	-0.959 ± 0.025
13	0 → 3.0	-1.38 ± 0.06	-0.006 ± 0.035
	0 → 7.0	-4.91 ± 0.06	-0.494 ± 0.032
	0 → 8.6.7	-5.18 ± 0.06	-0.429 ± 0.034
	0 → 10.0	-12.05 ± 0.08	-0.934 ± 0.034
25	0 → 3.0	-1.66 ± 0.07	0.718 ± 0.040
	0 → 7.0	-6.15 ± 0.06	0.083 ± 0.035
	0 → 8.6.7	-7.03 ± 0.07	-0.038 ± 0.035
	0 → 10.0	-17.47 ± 0.07	-0.984 ± 0.035

大洗工学センター重水臨界実験室

DCA実験グループ、宮脇良夫、樋口幸次郎、八谷雄喜、柴公倫、竹下徳人、福村信男、仁紫明人、飯島一敬、浅野雄一郎、村松精、相原永史、戸村和二、磯村和利、米田平、小綿泰樹、若林利男

10. Apr. 1974.

Experimental Study on Effects of Coolant Void
on Zone Loaded Cores with UO_2 and PuO_2-UO_2 Fuel Clusters

Akira Muramatsu*
Kiminori Shiba*
Kazuyoshi Iijima*
Hajime Sakata*

Abstract

Void reactivities and their 1-st differential coefficients with respect to axial buckling have been measured as a function of void fraction and number of PuO_2-UO_2 fuel clusters progressively substituted for UO_2 fuel ones, using the pulsed neutron source. Table 1 lists the obtained results.

Followings are concluded from this study.

- (1) Loading of PuO_2-UO_2 fuel clusters increases the negative reactivity contribution to the void effect.
- (2) Neutron leakage in a core partially loaded with PuO_2-UO_2 fuel clusters does not always produce the negative reactivity contribution to the void effect.

* Heavy Water Critical Experiment Section, Oarai Engineering Center, P.N.C.

10. Apr. 1974.

Table 1 Void reactivities and their 1-st differential coefficients with respect to axial buckling.

Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel Clusters	Change in void fraction (%)	Void reactivity $\rho_{0 \rightarrow v}$ (\$)	1-st differential coefficient $\frac{\partial \rho_{0 \rightarrow v}}{\partial B^2}$ (\$ \cdot m^2\$)
1	0 → 3 0	-0.67 ± 0.04	-0.196 ± 0.026
	0 → 7 0	-2.90 ± 0.04	-0.553 ± 0.025
	0 → 8 6.7	-3.02 ± 0.04	-0.581 ± 0.025
	0 → 1 0 0	-7.85 ± 0.04	-0.959 ± 0.025
1 3	0 → 3 0	-1.38 ± 0.06	-0.006 ± 0.035
	0 → 7 0	-4.91 ± 0.06	-0.494 ± 0.032
	0 → 8 6.7	-5.18 ± 0.06	-0.429 ± 0.034
	0 → 1 0 0	-12.05 ± 0.08	-0.934 ± 0.034
2 5	0 → 3 0	-1.66 ± 0.07	0.718 ± 0.040
	0 → 7 0	-6.15 ± 0.06	0.083 ± 0.035
	0 → 8 6.7	-7.03 ± 0.07	-0.038 ± 0.035
	0 → 1 0 0	-17.47 ± 0.07	-0.984 ± 0.035

目 次

I	緒 論	1
II	実 験	1
III	プルトニウム部分装荷炉心を用いたパルス実験の問題点	2
	1) 減衰定数 α についての実験	2
	2) 形状バックリング B_Z^2 についての実験	2
IV	データ処理及び結果	3
V	考 察	4
	(1) 冷却材ボイド反応度に対する中性子漏洩効果	4
	(2) 冷却材ボイド反応度に対するプルトニウムの効果	5
VI	結 論	6
VII	謝 辞	6
	参 考 文 献	6
付 1.	Appendix I. Physical Constants of 0.54 w/o PuO ₂ -UO ₂ Fuel	6 4
付 2.	Appendix II. Composition of Coolant.	6 5

I 緒 論

A T R 型炉を開発，設計する場合冷却材ボイド反応度は原子炉の安全上重要なパラメータとなつている。このボイド反応度は，

- (1) 炉心の大きさ，すなわち形状バックリング
- (2) 格子ピッチ
- (3) 燃料組成

などのパラメータに依存し，これらの値の変化にともない微妙に変化する。前回の実験¹⁾では 1.2%濃縮ウランを全装荷した D C A 炉心（ウラン炉心）を用いて冷却材ボイド反応度に対する形状バックリングと格子ピッチの依存性を明確にした。その結果，ウラン炉心においては形状バックリングの増大による中性子の漏洩効果は冷却材ボイド反応度を負側に移行させ，また格子ピッチの増大は冷却材ボイド反応度を正側に移行させることが判明した。

今回は，冷却材ボイド反応度に対する燃料組成の依存性に注目し，原型炉「ふげん」で初期装荷が予定されているブルトニウム燃料を炉心中央部に部分装荷し，周辺部に 1.2%濃縮ウランを装荷した炉心体系でパルス中性子実験を行い，冷却材ボイド反応度に与えるブルトニウム燃料の効果を調べた。

II 実 験

今回も，前回のウラン炉心の実験¹⁾と同じ測定方法で実験を行った。実験を行った炉心構成を Table 1, Fig. 1 にまとめてある。これらの炉心において，1.2%濃縮ウラン燃料は中心から四回転対称に 1.5, 9, 13, 21, 25 体と順次 0.54 w/o ブルトニウム富加燃料に置換された。使用した 0.54 w/o ブルトニウム富加燃料の仕様は Appendix I に示してある。

中間ボイド率の冷却材は前回と同様，模擬冷却材を使用した。各模擬冷却材の組成は Appendix II に示してある。

即発中性子減衰定数 α を測定するために使用した B F₃ 検出器の種類，挿入位置及びターゲットの位置を Fig. 2 に，また測定系のブロックダイアグラムを Fig. 3 に示してある。測定される即発中性子減衰定数の空間依存性の有無を調べるために，8 インプットルータを使用し，8 ないし 4 個の B F₃ 検出器からの信号をリアルタイムで時間分析した。

Ⅲ プルトニウム部分装荷炉心を用いたパルス実験の問題点

プルトニウム燃料装荷領域（P u領域）とウラン燃料装荷領域（U領域）とが存在する今回のような実験では各領域で炉定数 Σa 、 $\nu\Sigma f$ 及びD等が異なるため各実験炉心で単一の時間固有値 α 及び単一の空間固有値 B^2 （ $B_{\frac{1}{2}}^2$ ）を決定できなくなる恐れがある。例えば $B_{\frac{1}{2}}^2$ に関してはU領域とP u領域で異なる拡散係数Dをもつため各領域の外挿距離が異なり、各領域で同一の $B_{\frac{1}{2}}^2$ が存在しなくなることを考えられる。一方、時間固有値 α に関しては、組成が変化しているため、炉心内の中性子密度が単純な指数関数的な減衰を行うという理論的保証はない。したがって、各領域で連続的に変化する固有値をもち、単一の固有値 α を計測しない可能性がある。また単一の固有値 α が存在したとしても二領域炉心は単領域炉心に比べて空間高調波が減衰しにくくなることが考えられる。したがって次のような実験を行って、測定された α 及び B^2 （ $B_{\frac{1}{2}}^2$ ）が各実験炉心で求められる基本モードであり、しかも α の測定値は空間高調波の影響がないところで行われていることを確認した。

1) 減衰定数 α についての実験

P u領域、U領域及びその境界にBF₃検出器を置き、各実験炉心における α 及び αc （ β_{eff}/lp ）を求め、その空間依存性を調べた。Fig. 4にその結果の一部を示してある。Fig. 4はプルトニウム燃料の効果が一番よく現われるプルトニウム燃料25体装荷炉心の0%及び100%ボイド率の場合について αc を縦軸に、炉心中央（0チャンネル）からの距離を横軸にとつてプロットしたものである。この結果からも判るようにP u領域とU領域とでは測定される α の間には違いが認められず、測定には離散的な固有値 α が存在し、しかも空間高調波が十分減衰した状態で行われていることが確認できる。

2) 形状バックリング $B_{\frac{1}{2}}^2$ についての実験

ウラン燃料121体装荷炉心とプルトニウム燃料を25体部分装荷した臨界炉心で各ボイド率ごとに銅線放射化法により、 $B_{\frac{1}{2}}^2$ を測定した。銅線はプルトニウム燃料25体部分装荷炉心ではP u領域とU領域の両方にセットされた。この測定からP u領域とU領域で測定される軸方向バックリングの値は誤差の範囲で一致し、軸方向バックリングの領域依存性がないことが確認できた。

IV データ処理及び結果

第 III 章で述べた事柄から、 α 及び B_z^2 のデータ処理は先のメモ¹⁾とまったく同じに行つた。まず、中性子密度の減衰曲線から指数関数フィットにより、減衰定数 α を求め、さらに α と B_z^2 の関係から二次式フィットで αc を求めた。測定結果は実験条件とともに Table 2 ~ 31 に示してある。

炉心の高さの違いによる半径方向のバックリングの変化は無視できるので、二次式フィットは、

$$\alpha = \alpha c + A (B_z^2 - B_{zc}^2) + C (B_z^2 - B_{zc}^2)^2 \quad (1)$$

なる式で行ない、 αc 、 A 、 C を求めた。求められた αc 、 A 、 C の値は Table 32 ~ 37 に示してある。

次に α と αc から、King & Simmons の

$$\rho = 1 - \frac{\alpha}{\alpha c} \quad (2)$$

の式によつて、各水位ごとの反応度を計算した。 ρ の導出において生成時間の補正は行なわなかつた。その結果が Table 38 ~ 42 である。これらの表では負号は除いてある。炉心の高さによる半径方向バックリングの変化は無視できるので、式から求められた ρ と B_z^2 とを次式で最小二乗フィットさせ、フィッティング定数 ρ_{0v} 、 η_v 、 ζ_v を求めた。

$$\rho_v = \rho_{0v} + \eta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2) + \zeta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2)^2 \quad (3)$$

これらの値から冷却材ボイド率が $V\%$ から $V'\%$ へ変化したときの冷却材ボイド反応度 $\rho_{v \rightarrow v'}$ 、中性子の漏洩効果を表わす一次微係数 $\frac{\partial \rho_{v \rightarrow v'}}{\partial B_z^2}$ 、及び二次微係数 $\frac{\partial^2 \rho_{v \rightarrow v'}}{\partial B_z^4}$ を次の式によつて求めた。

$$\rho_{v \rightarrow v'} = \rho_{0v'} - \rho_{0v} \quad (4)$$

$$\frac{\partial \rho_{v \rightarrow v'}}{\partial B_z^2} = \eta_{v'} - \eta_v \quad (5)$$

$$\frac{\partial^2 \rho_{v \rightarrow v'}}{\partial B_z^4} = \zeta_{v'} - \zeta_v \quad (6)$$

(3) 及び (4)、(5)、(6) の各式を用いて求められた値は Table 43 ~ 54 に示してある。

Table 55 には冷却材ボイド反応度のうち軸方向の漏洩効果によつて変化しない成分を示してある。プルトニウム燃料が 1.13.25 体部分装荷された炉心における、冷却材ボイド

反応度 $\rho_{0 \rightarrow v}$, その軸方向バックリングに対する一次微係数 $\frac{\partial \rho_{0 \rightarrow v}}{\partial B_z^2}$, 二次微係数 $\frac{\partial^2 \rho_{0 \rightarrow v}}{\partial B_z^4}$ および冷却材ボイド反応度のうち軸方向の漏洩効果によつて変化しない成分 $\rho_{0 \rightarrow v}^{\infty}$ の各値と冷却材ボイド率の関係 Fig. 5, 6, 7, 8 にそれぞれ図示されてある。

V 考 察

A T R型炉心にプルトニウム燃料が部分装荷した場合について、プルトニウム燃料の装荷体数ごとに、それぞれの炉心での冷却材ボイド反応度が求まった。ウラン燃料121体装荷炉心にプルトニウム燃料を順次置換していくにつれて、ボイド反応度は次第に負側へ移行し、また冷却材ボイド率の増加に伴つて負側に移行することが判つた。プルトニウムの遅発中性子発生割合 β の値はウラン β の値に比べて小さく、したがつてプルトニウム燃料の装荷体数が増えるにつれて実効遅発中性子発生割合 β_{eff} は小さくなる。このため \$ 単位で求められる反応度は $\% \Delta k / k$ の値が同一であつてもプルトニウム燃料の増加とともに大きな値をもつ。したがつてプルトニウム燃料の装荷体数の増加により求められる冷却材ボイド反応度の値が変化しても、この変化をすべてプルトニウム燃料の装荷に基づくスペクトル変化の効果等に帰することはできない。

プルトニウム燃料部分装荷炉心における冷却材ボイド反応度は中性子の漏洩効果とプルトニウムが装荷されたことによる効果により決定される。実験で得られた結果から、これらの効果が冷却材ボイド反応度にどのような寄与をしているかを下記において考察する。

(1) 冷却材ボイド反応度に対する中性子漏洩効果

この効果は(5), (6)式で求められる冷却材ボイド反応度の形状バックリングに対する一次及び二次の微係数で評価されるものである。冷却材のボイド率が0%ボイドから各ボイド率に変化した場合のこれら一次及び二次の微係数を Fig. 6 及び Fig. 7 に示してある。Fig. 6 で示されているように一次微係数 $\frac{\partial \rho_{0 \rightarrow v}}{\partial B_z^2}$ はプルトニウム燃料が増加すると正の側に近づく傾向にある。とくにプルトニウム燃料25体装荷の中間ボイド率炉心はこれが顕著であり、 $\frac{\partial \rho_{0 \rightarrow v}}{\partial B_z^2}$ の値は正になつている。しかしボイド率がさらに大きくなると、次第に小さくなり、 $\frac{\partial \rho_{0 \rightarrow 100}}{\partial B_z^2}$ ではプルトニウム燃料の増減にかかわらず、負の大きな値となつている。吸収断面積の大きいプルトニウム燃料の炉心中央部での装荷量が増加すると、炉心全体で考えた拡散係数 D 及び移動面積 M^2 が小さくなり、炉心からの中性子の漏洩量が減少する。この効果がボイド率の増加に伴う減速効果の減少に起因する熱外中性子の漏洩量の増加の効果に優つているため中間ボイド率の炉心でプルトニウム燃料が増加すると

き、 $\partial \rho_{0 \rightarrow v} / \partial B_z^2$ の値が正の側に近づくものと考えられる。しかし100%ボイド率炉心では中性子のストリーミング現象による拡散係数D及び移動面積 M^2 の大きな増加がプルトニウム燃料の装荷による炉心全体で考えたD及び M^2 の減少分に打克つために、 $\frac{\partial \rho_{0 \rightarrow 100}}{\partial B_z^2}$ の値は負になつている。

二次微係数は一次微係数だけでは十分表わしきれない、中性子漏洩によつて付随して起る現象、例えば、拡散冷却などを表わしている量と考えられる。この二次微係数は中間ボイド率では顕著な変化がみられず、0%ボイドから100%ボイド炉心に変化する $\frac{\partial^2 \rho_{0 \rightarrow 100}}{\partial B_z^2}$ で大きな値をもつが、これは100%ボイド炉心では中性子漏洩効果がストリーミングのため非常に大きく、それに付随して起る現象である拡散冷却効果も顕著であることによると考えられる。

(2) 冷却材ボイド反応度に対するプルトニウムの効果

冷却材ボイド反応度のうち中性子の漏洩による寄与分を差引いたものが、プルトニウム燃料の増加に伴つてどのように変化するかを調べるため(3)式で軸方向バックリングを無限大にして計算し、図示したのがFig. 8である。プルトニウム燃料の装荷体数を増していくと、この冷却材ボイド反応度 $\rho_{0 \rightarrow v}^{\infty}$ は複雑に変化するが、装荷体数の多いPu21, Pu25 中間ボイド炉心では負となつている。0→100%ボイド率変化のときは依然として $\rho_{0 \rightarrow 100}^{\infty}$ は正であるが、プルトニウム燃料の装荷体数が増えるとともに小さくなつていく。

$\rho_{0 \rightarrow v}^{\infty}$ の値はボイド率の増加にもなつて生ずる、

- (a) 冷却材による吸収が減少し熱中性子利用率が増加する効果(ボイド反応度を正側に移行させる)
- (b) 熱中性子スペクトルが硬化し、プルトニウムの吸収が増加する効果(ボイド反応度を負側に移行させる)
- (c) 熱外中性子の割合が多くなり、 ^{238}U の共鳴吸収が増加する効果(ボイド反応度を負側に移行させる)

などの効果の競合によつて決る。プルトニウム燃料が増加すると熱中性子スペクトルは硬化し、また熱中性子に対する熱外中性子の割合が多くなる。これは $\rho_{0 \rightarrow v}^{\infty}$ を負側へ移行させる効果がある。この効果は中間ボイド率でとくに顕著である。(a)の効果は0%ボイド率から中間ボイド率への変化では(b)および(c)の効果と同程度あるいはそれ以下であるため、プルトニウム燃料の増加とともに $\rho_{0 \rightarrow v}^{\infty}$ は負側に移行するものと考えられる。ボイド率が

0%から100%へ変化する場合では(a)の効果が(b)および(c)の効果より優勢となり、 $\rho_{0 \rightarrow 100}$ の値は正になると考えられる。

VI 結 論

今回の実験から次のことが明らかになった。

1. プルトニウム燃料を部分装荷した炉心において、冷却材ボイド反応度は負の値を有し、これは冷却材ボイド率の増加にともなつて、さらに負側へ移行する。
2. プルトニウム燃料の装荷体数の増加は冷却材ボイド反応度を負側に移行させる。
3. プルトニウム燃料の装荷体数が増加するにつれて、冷却材ボイド反応度に対する中性子の漏洩の寄与分が減少し、中性子の漏洩は必ずしも冷却材ボイド反応度に負の寄与を与えない。

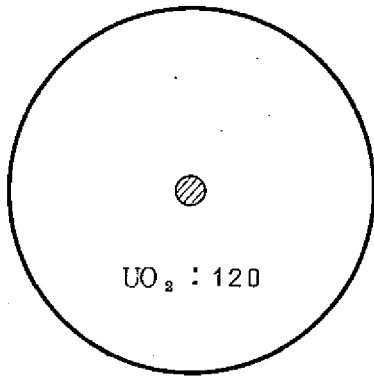
上述した(1)および(2)の結論からプルトニウム燃料格子自体は負の冷却材ボイド反応度を持つと推測できるが、詳細かつ定量的な議論はプルトニウム燃料の増加による実効遅発中性子発生割合 β_{eff} の変化を考慮した置換法の理論に基づく実験データの解析結果でなくては行うことが難しい。

VII 謝 辞

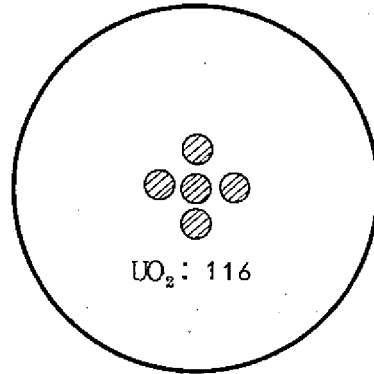
今回の一連の実験のうち、0%ボイド炉心および100%ボイド炉心の実験に関してはPNC高速実験炉の池上哲雄氏に多大の御助力をいただきました。また現PNC ATR本部の広田栄雄氏は0%ボイド炉心、100%ボイド炉心及び86.7%ボイド炉心の実験に関して多大の御助力をいただきました。各氏に心から感謝の意を表します。

* 参考文献

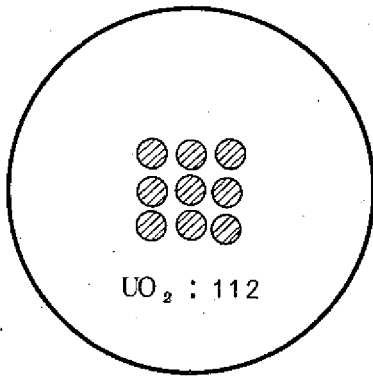
- 1) “ATR型炉の冷却材ボイド反応度の測定”。柴，村松，広田，坂田。
SN941 73-10 1973年5月
- 2) “ β_{eff}/ℓ ，ボイド反応度及材料バックリングの実験”。坂田 他。
SN943 71-20 1971年11月
- 3) “プルトニウム燃料装荷炉心の実験”。浅野，小綿，宮脇，坂田。
SN941 73-29 1973年8月
- 4) “ウラン炉心における材料バックリングの測定”。広田，柴，村松，坂田。
SN941 73-13 1973年5月



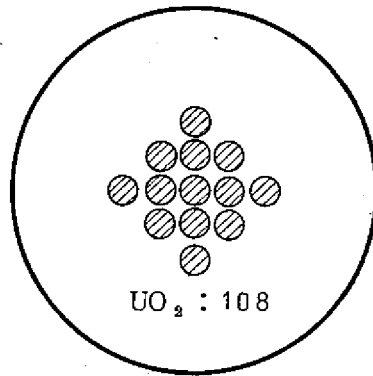
1) CORE-Pu 1



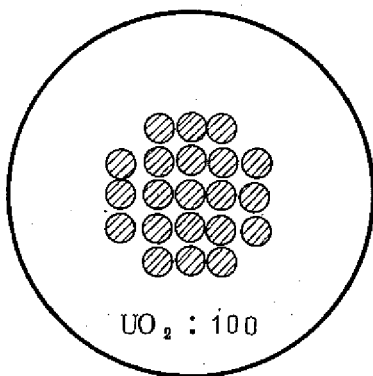
2) CORE-Pu 5



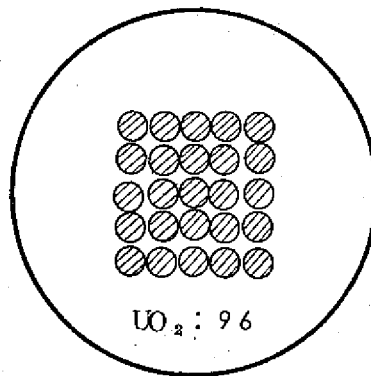
3) CORE-Pu 9



4) CORE-Pu 13

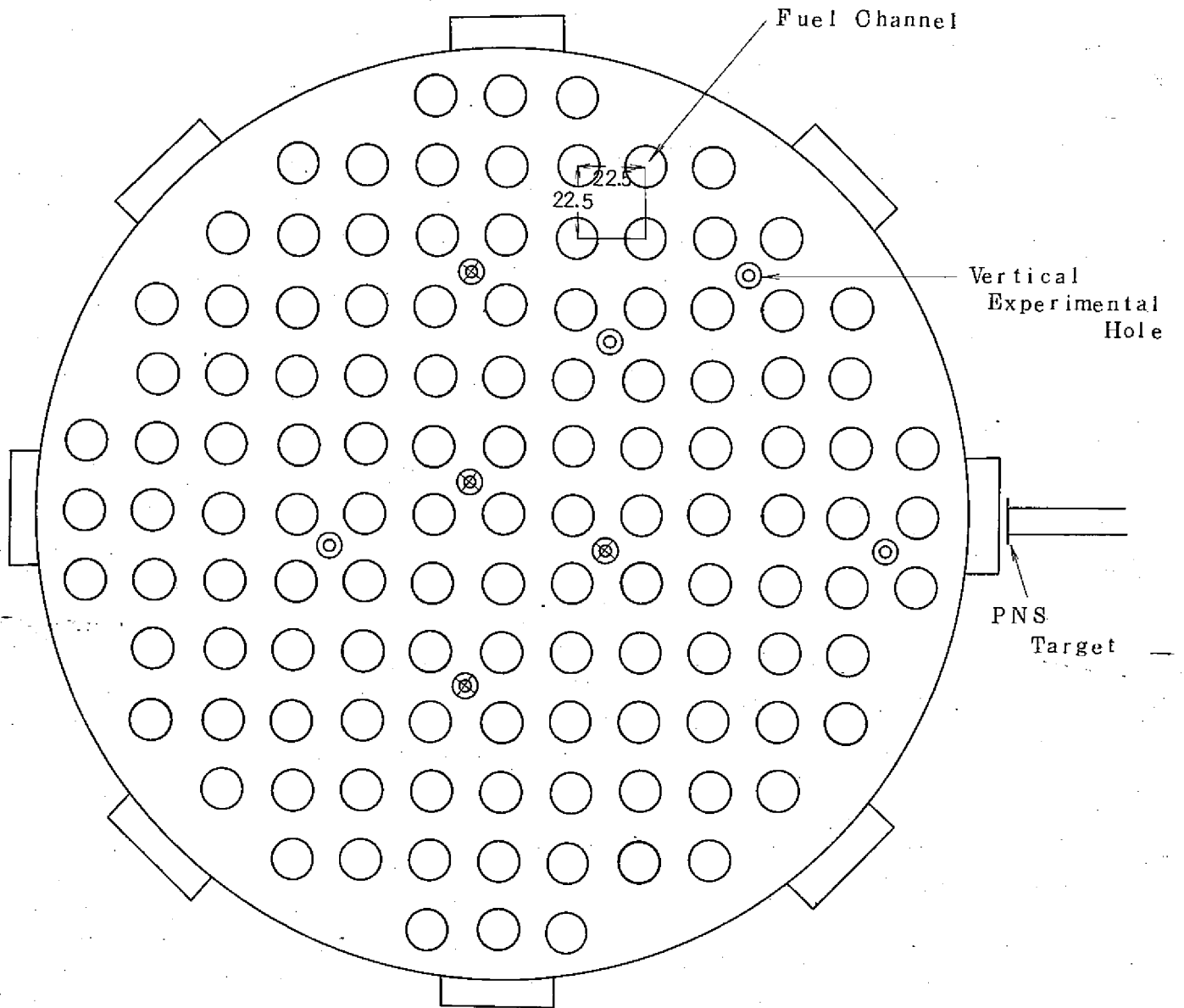


5) CORE-Pu 21



6) CORE-Pu 25

Fig. 1 Loading Patterns of PuO₂-UO₂ Fuel Clusters.



⊙ ⊗ : Positions of inserted BF_3 -counter (8-systems).
 ⊗ : Positions of inserted BF_3 -counter (4-systems).
 BF_3 -counter : 20-th Century (5EB40/13).

Fig. 2 Positions of inserted BF_3 -counter.

BF₃ Counter system (8 or 4 systems)

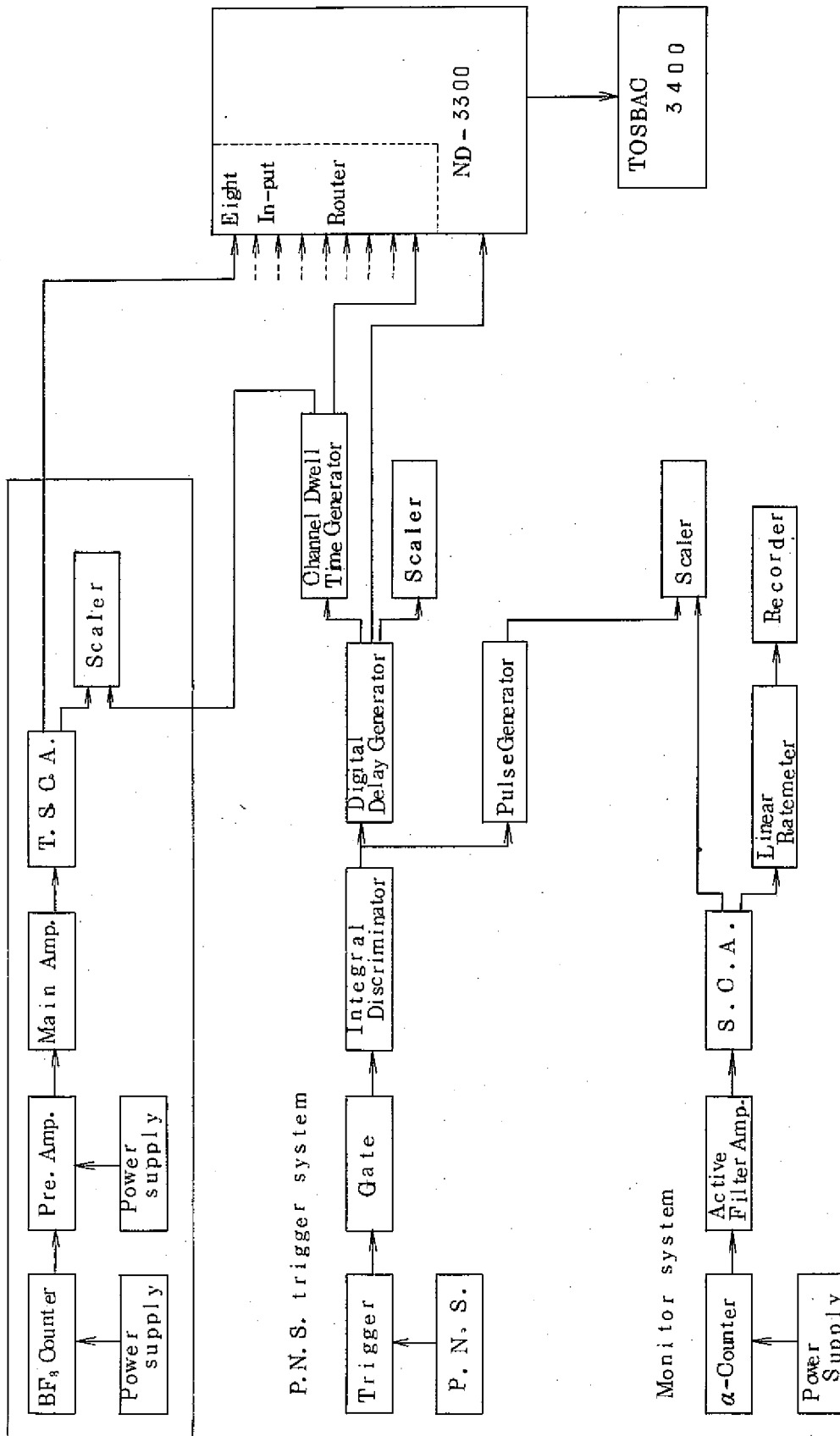


Fig. 3 Block diagram of measurement.

ND-3300 can acquire maximum eight measuring data from BF₃ counter systems.

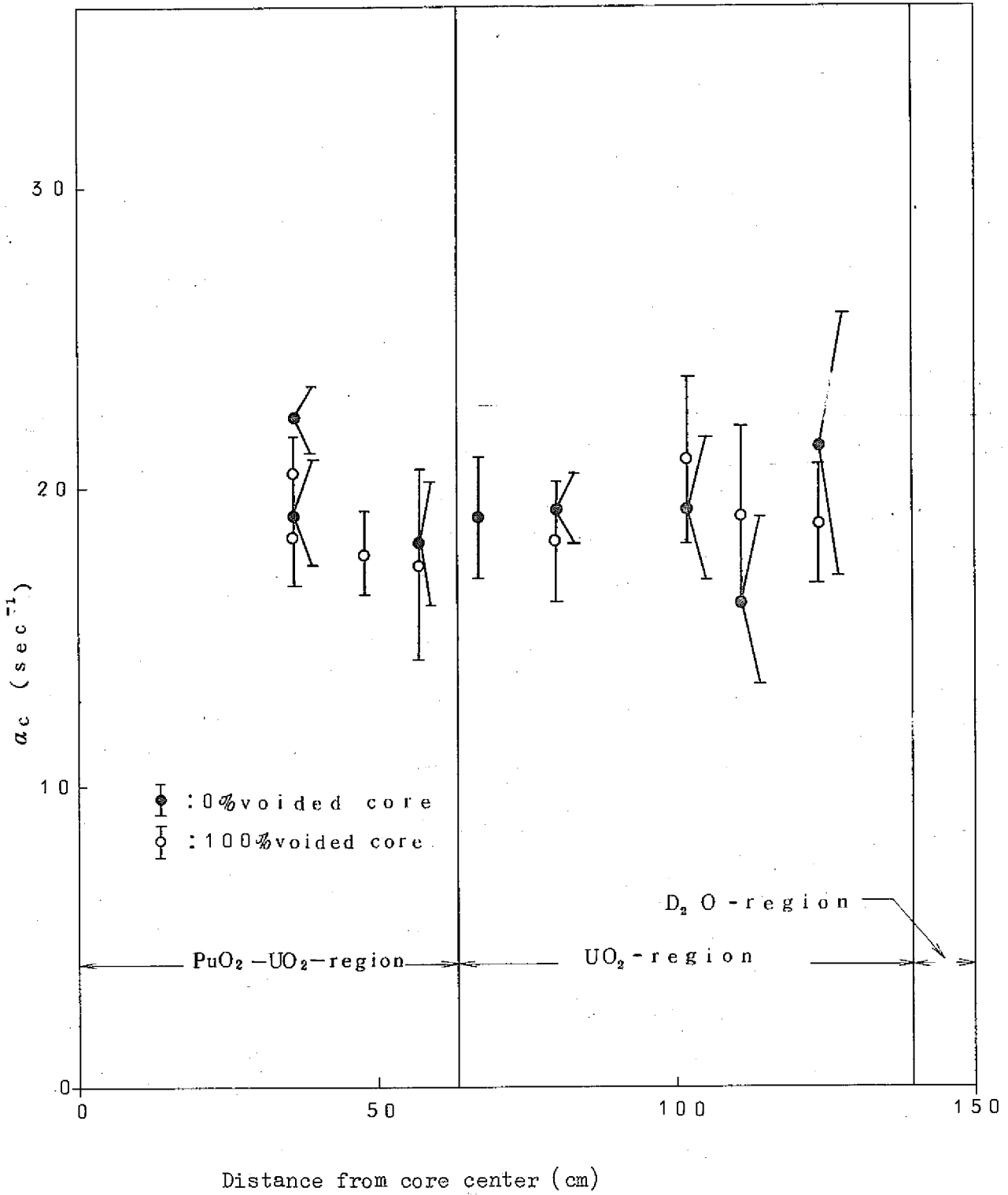


Fig. 4 α_c measured in a core partially loaded with 25 PuO₂-UO₂ clusters as a function of distance from core center.

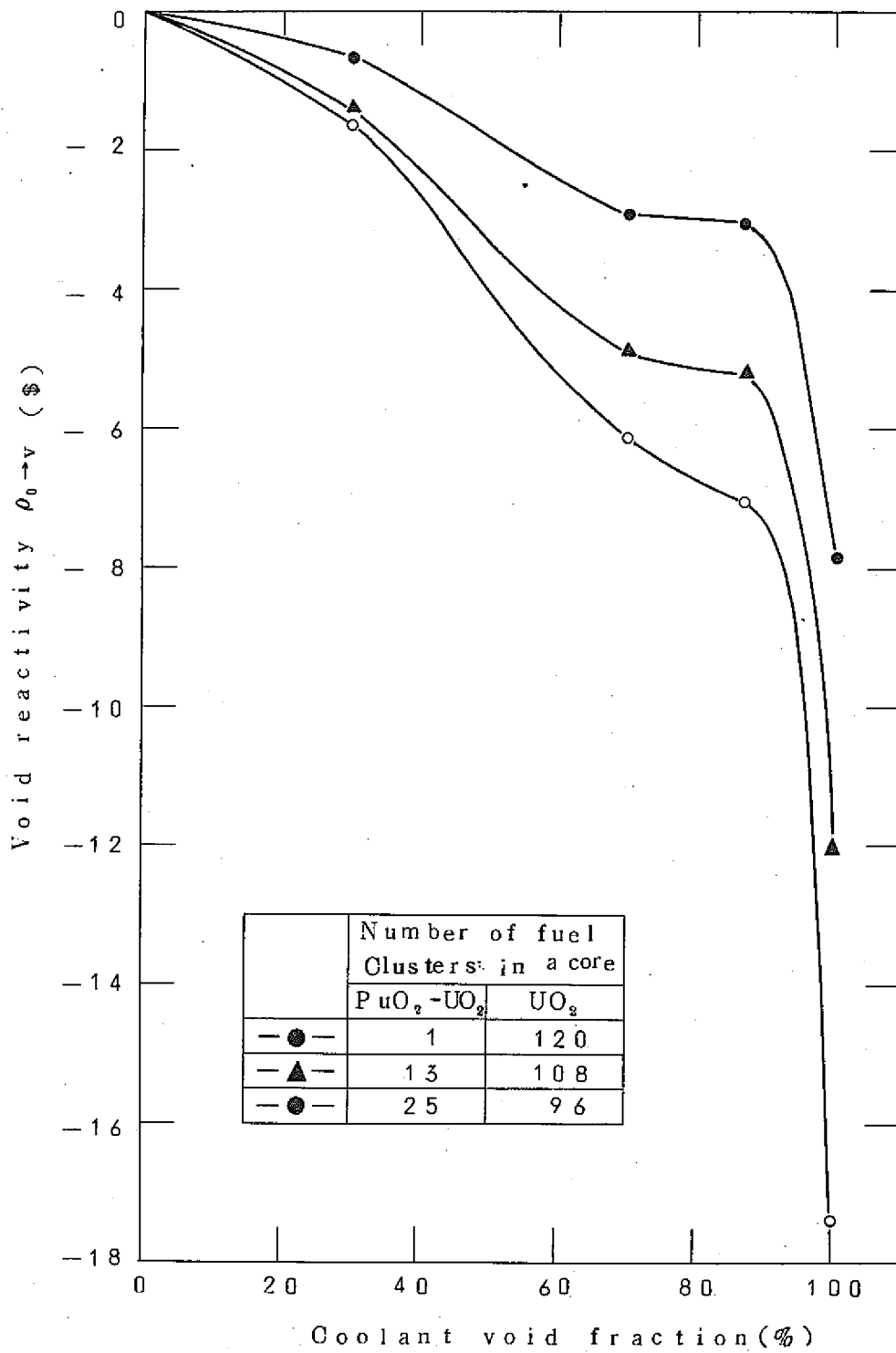


Fig. 5 Void reactivity as a function of coolant void fraction.

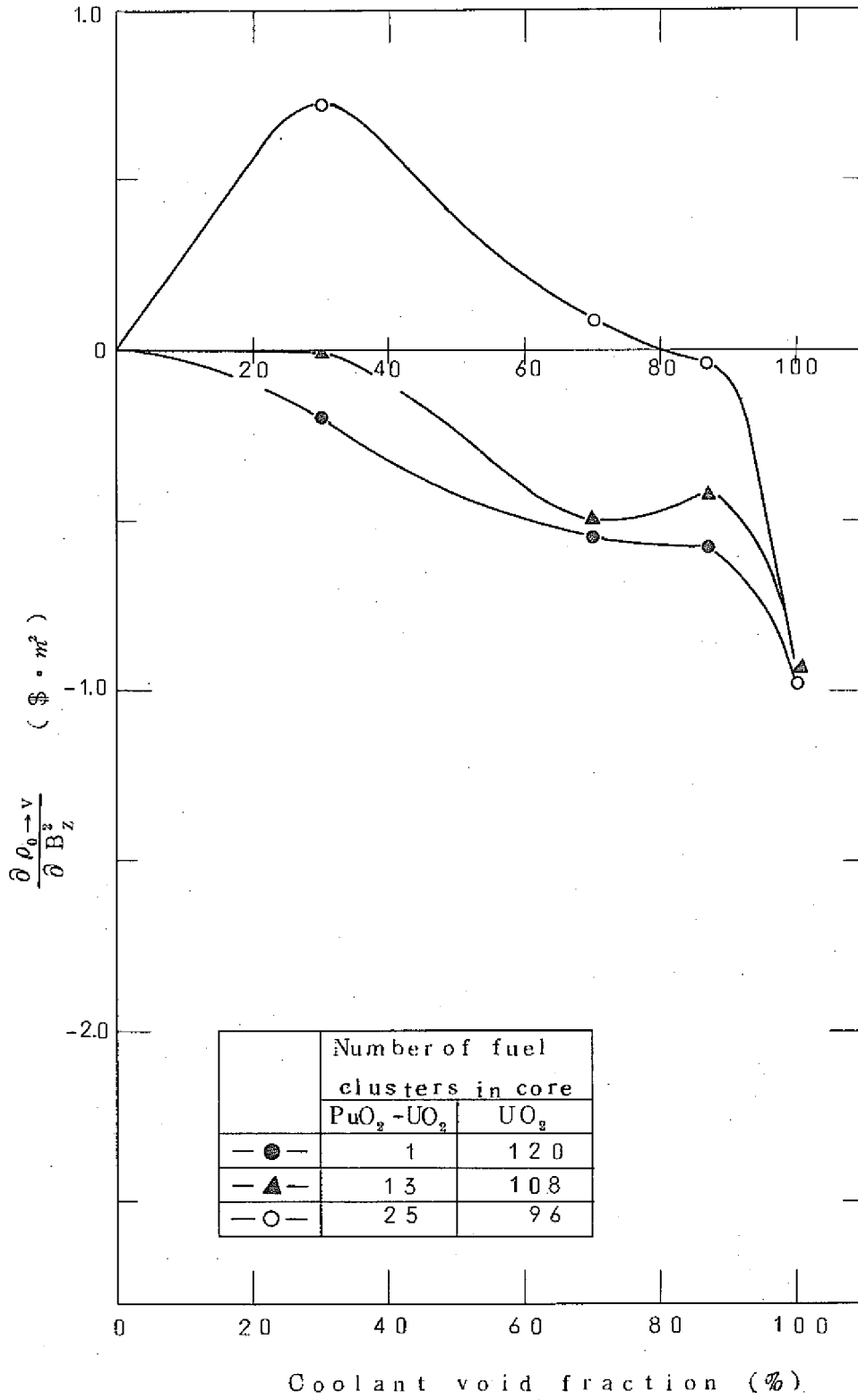


Fig. 6. 1-st differential coefficients with respect to axial buckling as a function of coolant void fraction.

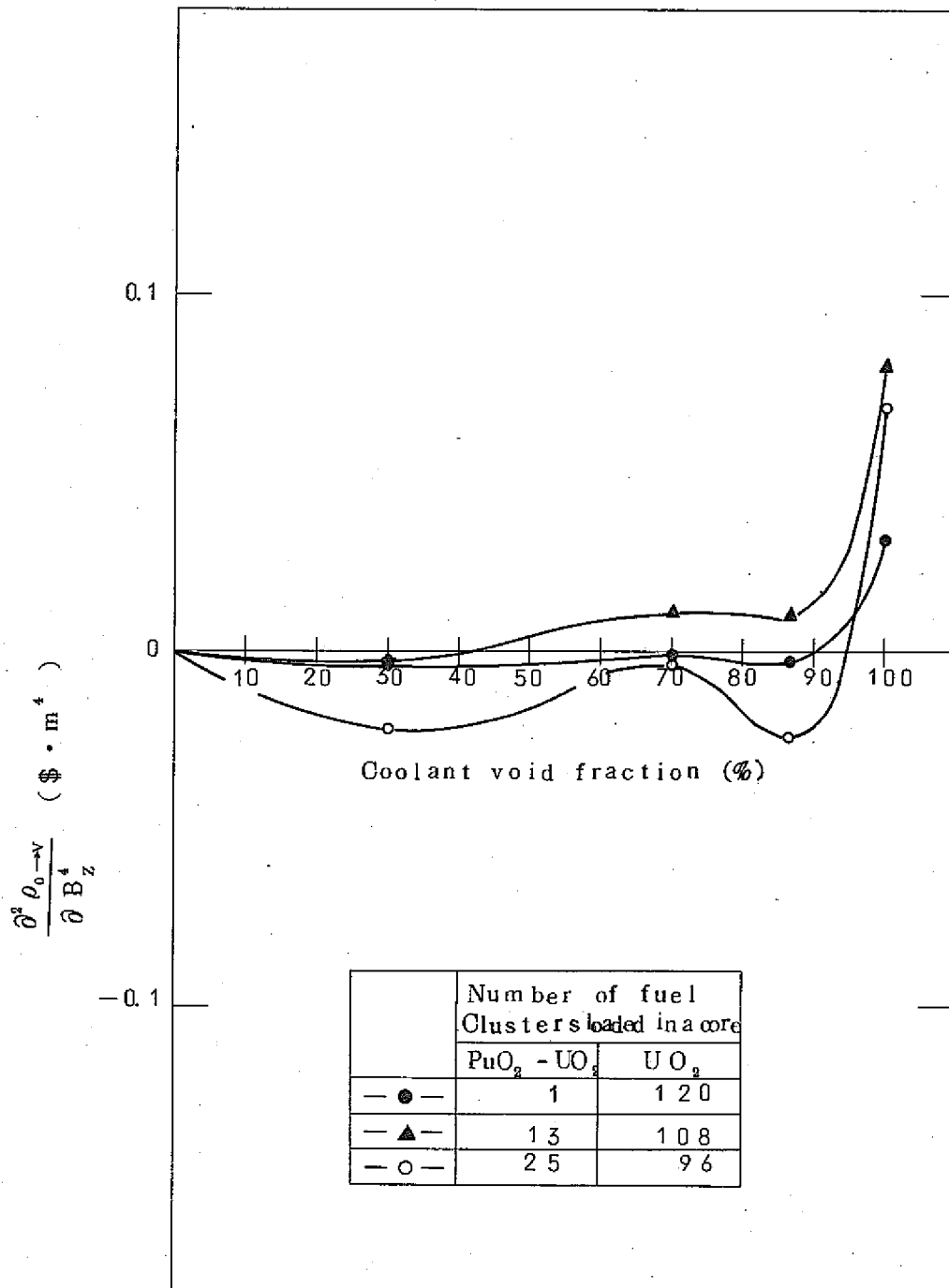


Fig. 7 2-nd differential coefficients with respect to axial buckling as a coolant void fraction.

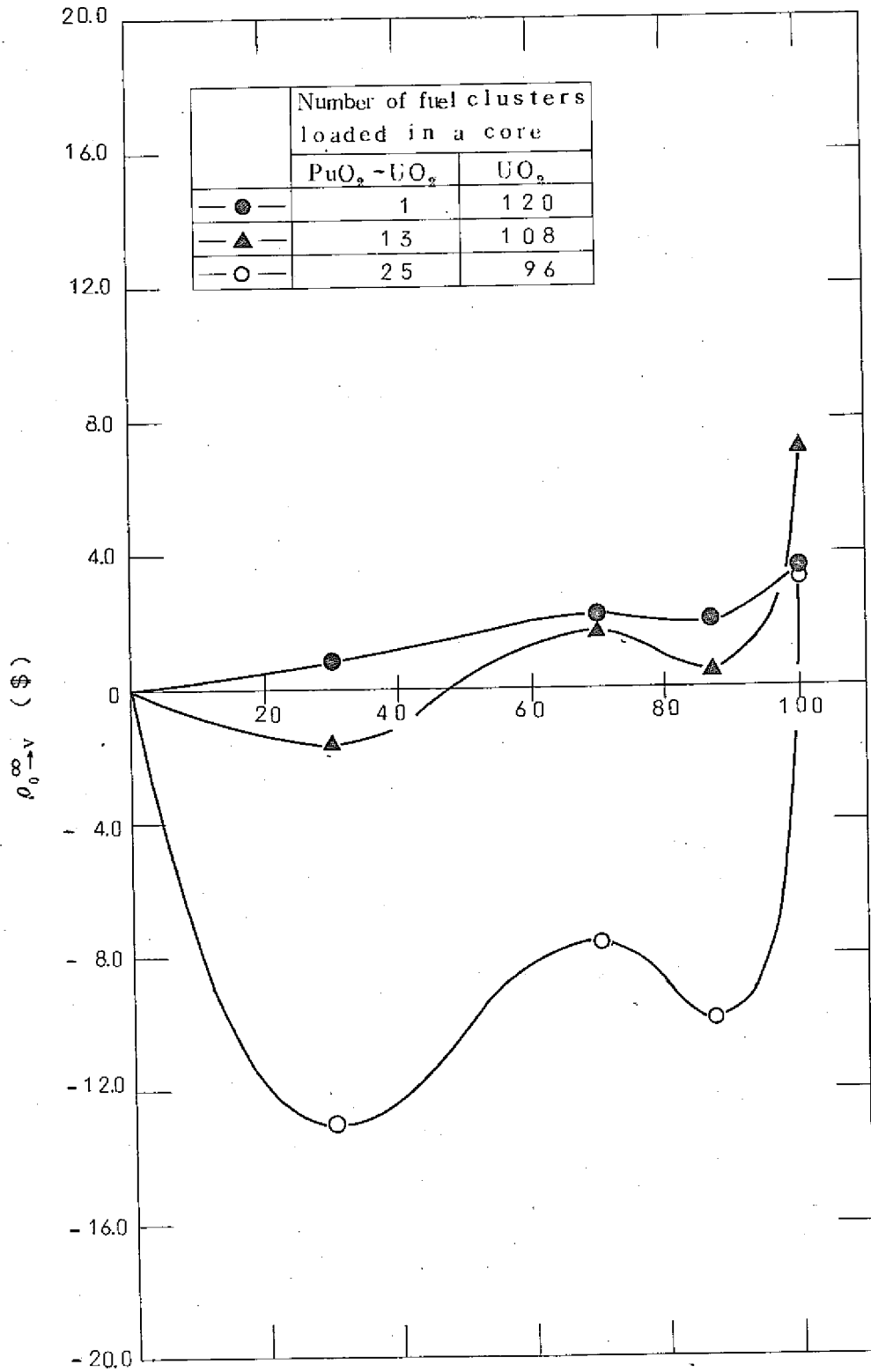


Fig. 8 Void reactivities without leakage effect as a function of coolant void fraction.

Table 1 Cores used to study the effect of voided coolant.

CORE No	No of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters	No of UO ₂ fuel clusters	Void Fraction (%)	Date of experiment
U-1	0	121	0	1970. 10.12~19
U-2			30	1971. 8.18~21
U-3			70	1971. 8. 2~ 3
U-4			86.7	1971. 5.19~20
U-5			100	1971. 1.18~27
Pu 1-1	1	120	0	1972. 7. 21
Pu 1-2			30	1973. 9. 5
Pu 1-3			70	1973. 7. 24
Pu 1-4			86.7	1973. 7. 18
Pu 1-5			100	1973. 1. 12
Pu 5-1	5	116	0	1972. 7. 19
Pu 5-2			30	1973. 9. 4
Pu 5-3			70	1973. 7. 25
Pu 5-4			86.7	1973. 7. 17
Pu 5-5			100	1973. 1. 11
Pu 9-1	9	112	0	1972. 12. 12
Pu 9-2			30	1973. 9. 3
Pu 9-3			70	1973. 7. 26
Pu 9-4			86.7	1973. 7. 16
Pu 9-5			100	1973. 1. 11
Pu13-1	13	108	0	1972. 12. 8
Pu13-2			30	1973. 8. 31
Pu13-3			70	1973. 7. 27
Pu13-4			86.7	1973. 7. 12
Pu13-5			100	1973. 1. 9
Pu21-1	21	100	0	1972. 12. 7
Pu21-2			30	1973. 8. 29
Pu21-3			70	1973. 7. 30
Pu21-4			86.7	1973. 7. 11
Pu21-5			100	1973. 1. 8
Pu25-1	25	96	0	1972. 12. 5
Pu25-2			30	1973. 8. 27
Pu25-3			70	1973. 7. 31
Pu25-4			86.7	1973. 7. 9
Pu25-5			100	1973. 1. 5

Table 2 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 0% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel cluster: 1.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})
65.0	18.78 ± 0.62	2.0	1.1	80	8	16852	385.5 ± 2.7
69.4	16.69 ± 0.52	2.0	1.1	80	10	27117	324.0 ± 1.3
73.8	14.94 ± 0.44	3.0	1.1	100	10	10717	266.2 ± 0.7
78.2	13.45 ± 0.38	3.0	1.1	100	12	2210	211.4 ± 3.1
82.5	12.17 ± 0.32	2.0	1.1	100	12	3093	154.9 ± 1.0
86.9	11.07 ± 0.32	2.0	1.1	200	14	2547	110.8 ± 0.4
89.1	10.57 ± 0.26	2.0	1.1	300	14	1868	86.9 ± 0.6
91.3	10.11 ± 0.25	2.0	1.1	300	14	1115	68.7 ± 0.3
93.5	9.67 ± 0.23	0.3	1.1	400	14	344	49.7 ± 0.1
96.2**	9.18 ± 0.21	—	—	—	—	—	26.7 ± 0.5

* Evaluated using 7.5 ± 1.0 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '72. 7. 21)

Table 3 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 30% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel cluster: 1.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})
65.0	18.22±0.25	10.0	1.1	30	7	12570	411.7±88.7
69.4	16.24±0.21	10.0	1.1	30	7	12451	342.6±27.0
73.8	14.55±0.18	10.0	1.1	40	7	12691	279.7±28.6
78.1	13.13±0.15	8.0	1.1	50	7	6001	221.4±14.9
82.6	11.88±0.13	8.0	1.1	60	8	4059	166.4±4.9
87.0	10.81±0.11	6.0	1.1	80	9	2271	119.2±4.2
91.3	9.88±0.10	4.0	1.1	100	10	1263	74.1±1.6
95.7	9.07±0.09	0.5	1.1	300	10	310	36.4±1.5
97.1**	8.84±0.08	—	—	—	—	—	24.7±0.4

* Evaluated using 8.6±0.6 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 9. 5)

Table 4 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 70% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel cluster: 1.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling k^* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})
70.0	15.66 ± 0.35	10.0	1.1	30	7	9258	396.4 ± 23.5
74.4	14.06 ± 0.30	10.0	1.1	40	7	6067	329.3 ± 13.0
78.7	12.70 ± 0.26	8.0	1.1	50	8	2783	266.7 ± 14.3
83.2	11.52 ± 0.22	6.0	1.1	60	8	1731	209.5 ± 12.1
87.5	10.50 ± 0.20	4.0	1.1	70	9	1366	159.2 ± 8.8
91.9	9.61 ± 0.17	2.0	1.1	80	9	720	111.9 ± 5.0
96.3	8.83 ± 0.15	1.0	1.1	100	10	442	70.1 ± 2.4
100.7	8.15 ± 0.13	0.5	1.1	300	10	123	33.4 ± 1.4
101.9**	7.97 ± 0.13	—	—	—	—	—	22.9 ± 0.3

* Evaluated using 9.4 ± 0.9 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 24)

Table 5 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 86.7% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel cluster: 1.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling k^* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})	
70.0	15.93±0.32	10.0	1.1	30	7	11159	429.5±29.8	
74.4	14.30±0.28	10.0	1.1	30	7	11829	357.4±22.5	
78.8	12.89±0.24	10.0	1.1	40	8	8553	287.1±18.9	
83.1	11.71±0.20	10.0	1.1	50	8	3930	229.2±11.9	
87.5	10.66±0.18	8.0	1.1	80	10	2773	173.5±17.8	
92.0	9.73±0.15	5.0	1.1	100	10	1751	124.7±9.3	
96.3	8.95±0.14	3.0	1.1	100	10	773	80.9±2.5	
100.7	8.25±0.12	1.0	1.1	200	10	401	42.3±1.2	
102.9**	7.92±0.11	—	—	—	—	—	23.4±1.2	

* Evaluated using 8.7±0.8 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 18)

Table 6 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 100% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel cluster: 1.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})
78.1	1.238 ± 0.21	2.0	1.1	20	6	12101	412.3 ± 6.1
78.1	1.236 ± 0.21	2.0	1.1	20	6	11112	411.6 ± 9.9
82.0	1.133 ± 0.18	2.0	1.1	30	6	8672	350.1 ± 7.3
86.0	1.043 ± 0.16	2.0	1.1	40	6	6619	298.2 ± 4.2
90.0	0.62 ± 0.14	2.0	1.1	60	9	7306	246.3 ± 1.2
94.0	8.90 ± 0.13	2.0	1.1	70	9	2125	197.3 ± 1.8
98.0	8.26 ± 0.11	6.0	1.1	80	10	2429	151.3 ± 1.1
102.0	7.69 ± 0.10	3.0	1.1	100	10	1295	111.9 ± 0.4
104.0	7.42 ± 0.10	3.0	1.1	200	10	764	94.5 ± 0.4
106.0	7.17 ± 0.09	3.0	1.1	200	10	685	56.6 ± 0.2
108.0	6.94 ± 0.09	2.0	1.1	300	10	427	40.3 ± 0.3
111.9**	6.50 ± 0.12	-	-	-	-	-	24.4 ± 1.2

* Evaluated using 11.3±1.1 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 1. 12)

Table 7 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 0% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 5.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)	
65.0	18.78±0.62	10.0	1.1	50	5	9 642	373.9±2.5	
69.4	16.69±0.52	10.0	1.1	80	5	6762	304.7±1.3	
73.8	14.94±0.44	10.0	1.1	100	12	19069	243.2±0.7	
78.2	13.45±0.38	8.0	1.1	100	12	9084	185.5±0.4	
82.5	12.27±0.32	3.0	1.1	100	12	5360	134.8±0.6	
84.7	11.60±0.30	3.0	1.1	200	13	3384	109.4±0.4	
86.9	11.07±0.28	1.0	1.1	300	13	951	86.8±0.3	
89.1	10.57±0.26	1.0	1.1	300	13	795	65.0±0.2	
91.3	10.11±0.25	0.4	1.1	300	15	545	45.5±0.3	
93.3**	9.71±0.23	—	—	—	—	—	26.7±0.3	

* Evaluated using 7.5±1.0 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '72. 7. 19)

Table 8 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 30% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 5.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})	
65.1	18.18 ± 0.25	9.6	1.1	30	7	12490	405.4 ± 20.6	
69.4	16.23 ± 0.21	10.0	1.1	40	8	9001	334.5 ± 60.5	
73.7	14.56 ± 0.18	10.0	1.1	40	9	8472	266.7 ± 14.4	
78.2	13.11 ± 0.15	8.0	1.1	60	10	9481	206.8 ± 13.1	
82.5	11.88 ± 0.13	8.0	1.1	70	10	3776	150.0 ± 6.3	
87.0	10.81 ± 0.11	6.0	1.1	80	10	1723	100.5 ± 3.3	
91.3	9.88 ± 0.10	1.0	1.1	200	10	520	55.4 ± 3.1	
94.4	9.30 ± 0.09	0.5	1.1	300	10	300	28.1 ± 1.3	
94.6**	9.26 ± 0.09	—	—	—	—	—	25.3 ± 0.3	

* Evaluated using 8.6 ± 0.5 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 9. 4)

Table 9 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 70% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 5.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling k^* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μ s)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})	
70.0	15.66 ± 0.35	10.0	1.1	30	7	9303	391.2 ± 13.9	
74.4	14.06 ± 0.30	10.0	1.1	40	7	4725	321.8 ± 12.5	
78.8	12.70 ± 0.26	8.0	1.1	50	8	3057	257.4 ± 19.1	
83.2	11.62 ± 0.22	6.0	1.1	60	8	2001	196.3 ± 6.8	
87.5	10.50 ± 0.20	4.0	1.1	80	9	1119	145.0 ± 6.0	
91.9	9.61 ± 0.17	2.0	1.1	100	9	622	96.0 ± 3.5	
96.3	8.83 ± 0.15	1.0	1.1	200	10	310	54.5 ± 1.8	
98.5	8.48 ± 0.14	0.5	1.1	300	10	150	34.3 ± 1.4	
99.9**	8.26 ± 0.14	—	—	—	—	—	22.1 ± 0.5	

* Evaluated using 9.4 ± 0.9 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 25)

Table 10 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 86.7% void. Number of loaded PuO_2 - UO_2 fuel clusters: 5.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μ s)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})
70.0	15.94 ± 0.32	10.0	1.1	30	7	13572	420.1 ± 60.8
74.4	14.31 ± 0.28	10.0	1.1	30	7	8798	345.8 ± 13.4
78.8	12.90 ± 0.24	10.0	1.1	40	7	7936	278.8 ± 10.9
83.2	11.70 ± 0.20	8.0	1.1	50	8	4149	218.9 ± 9.6
87.5	10.66 ± 0.18	5.0	1.1	80	10	2082	164.1 ± 7.2
91.9	9.74 ± 0.15	2.0	1.1	100	10	1601	111.8 ± 4.8
96.4	8.94 ± 0.14	2.0	1.1	100	10	666	67.3 ± 1.6
100.7	8.25 ± 0.12	0.2	1.1	300	10	239	28.0 ± 1.2
101.1**	8.18 ± 0.12	—	—	—	—	—	23.6 ± 0.5

* Evaluated using 8.7 ± 0.8 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 17)

Table 11 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 100% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 5.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis			Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling $\frac{\lambda}{L^2}$ (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (μs)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})	
74.0	13.56 ± 0.24	9.0	1.1	20	6	13576	468.2 ± 2.2	
78.0	12.38 ± 0.21	9.0	1.1	20	6	10096	396.1 ± 1.1	
82.0	11.34 ± 0.18	9.0	1.1	30	6	8250	336.8 ± 7.0	
86.0	10.43 ± 0.16	9.0	1.1	50	7	6044	283.6 ± 1.9	
90.0	9.62 ± 0.14	9.0	1.1	60	7	4386	233.6 ± 1.4	
94.0	8.90 ± 0.13	9.0	1.1	70	9	4009	181.9 ± 0.9	
98.0	8.26 ± 0.11	9.0	1.1	80	11	3298	140.9 ± 0.8	
102.0	7.69 ± 0.10	5.0	1.1	100	11	1562	96.6 ± 0.2	
104.0	7.42 ± 0.10	2.0	1.1	200	11	965	77.8 ± 0.3	
106.0	7.17 ± 0.09	2.0	1.1	300	11	625	59.1 ± 0.3	
108.0	6.94 ± 0.09	1.0	1.1	300	11	300	42.1 ± 0.3	
110.0**	6.71 ± 0.12	—	—	—	—	—	24.4 ± 0.9	

* Evaluated using 11.51.1 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 1. 11)

Table 12 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 0% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 9.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling \bar{k} (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μ s)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)	
65.0	18.78±0.35	10.0	1.1	50	5	6879	367.8±4.6	
69.4	16.70±0.29	10.0	1.1	60	5	5549	294.6±3.4	
71.6	15.79±0.27	10.0	1.1	70	5	22260	259.4±2.7	
73.8	14.95±0.25	10.0	1.1	80	7	5678	226.4±1.8	
75.9	14.18±0.23	5.0	1.1	90	10	5117	190.8±0.5	
78.0	13.50±0.21	5.0	1.1	100	10	3796	164.3±0.6	
80.2	12.83±0.20	5.0	1.1	200	10	2912	135.3±0.3	
82.4	12.22±0.18	2.0	1.1	200	10	999	111.5±0.4	
84.6	11.63±0.17	1.0	1.1	300	10	565	84.8±0.6	
86.8	11.11±0.16	1.0	1.1	400	10	250	61.4±0.2	
90.6**	10.26±0.14	—	—	—	—	—	24.1±2.4	

* Evaluated using 7.5±1.0 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '72. 12. 12)

Table 13 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 30% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 9.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)	
65.0	18.24±0.25	10.0	1.1	30	7	11065	402.6±16.3	
69.4	16.22±0.21	10.0	1.1	40	8	7253	319.7±21.0	
73.8	14.55±0.18	8.0	1.1	50	8	4022	251.3±14.2	
78.1	13.12±0.15	6.0	1.1	70	10	4336	188.1± 7.4	
82.5	11.89±0.13	3.0	1.1	100	10	1506	133.7± 6.9	
87.0	10.81±0.11	3.0	1.1	100	10	1625	82.1± 1.4	
91.3	9.89±0.10	1.0	1.1	200	10	681	36.5± 2.4	
92.5**	9.66±0.10	—	—	—	—	—	25.6± 0.5	

* Evaluated using 8.6±0.5 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 9. 3)

Table 14 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 70% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 9.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)
65.0	17.83±0.43	10.0	1.1	30	7	12119	466.2±69.8
69.4	15.89±0.36	10.0	1.1	40	7	5295	393.9±48.3
73.8	14.27±0.31	8.0	1.1	50	8	2955	320.3±47.4
78.2	12.87±0.26	6.0	1.1	60	8	2028	250.5±16.1
82.5	11.68±0.23	4.0	1.1	80	9	1348	192.2±15.8
86.9	10.64±0.20	2.0	1.1	100	9	892	137.3± 8.6
91.3	9.73±0.17	1.0	1.1	200	10	333	87.5± 6.7
95.7	8.93±0.15	0.2	1.1	300	10	121	43.8± 2.7
98.1**	8.54±0.14	--	--	--	--	--	21.4± 0.5

* Evaluated using 9.4±0.9 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 26)

Table 15 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 86.7% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 9.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)
70.1	15.91±0.32	10.0	1.1	30	7	11710	411.1±23.7
74.5	14.27±0.27	10.0	1.1	30	7	8549	336.5±10.3
78.8	12.89±0.24	10.0	1.1	40	7	5768	269.9± 7.5
83.2	11.69±0.20	8.0	1.1	40	7	3900	204.5± 6.7
87.5	10.66±0.18	8.0	1.1	50	8	3027	148.6± 4.5
91.9	9.75±0.16	5.0	1.1	80	10	2045	100.7± 2.0
96.4	8.94±0.14	0.5	1.1	200	10	348	53.7± 1.9
98.5	8.59±0.13	0.2	1.1	300	10	172	33.7± 1.6
99.5**	8.42±0.12	—	—	—	—	—	23.6± 0.6

* Evaluated using 8.7±0.8 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 16)

Table 16 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm, Void fraction: 100% void, Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 3.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling k^* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μ s)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})
70.0	14.93 ± 0.27	10.0	1.1	20	6	12557	510.8 ± 3.2
74.0	13.56 ± 0.24	10.0	1.1	20	6	10190	445.8 ± 5.7
78.0	12.38 ± 0.21	10.0	1.1	30	6	9342	396.5 ± 5.7
82.0	11.34 ± 0.18	10.0	1.1	40	6	6020	336.3 ± 0.6
86.0	10.42 ± 0.16	10.0	1.1	50	7	5063	273.9 ± 5.5
90.0	9.62 ± 0.14	10.0	1.1	60	7	4103	222.3 ± 1.7
94.0	8.90 ± 0.13	10.0	1.1	70	9	7343	172.1 ± 0.7
98.0	8.26 ± 0.11	10.0	1.1	80	11	3112	127.3 ± 0.6
102.0	7.69 ± 0.10	3.0	1.1	200	11	1161	82.0 ± 0.3
104.0	7.42 ± 0.10	3.0	1.1	200	11	611	63.3 ± 0.5
106.0	7.18 ± 0.09	—	1.1	300	11	331	44.6 ± 0.2
108.3**	6.91 ± 0.13	—	—	—	—	—	22.9 ± 0.9

* Evaluated using 11.31.1 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 1. 11)

Table 17 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 0% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 13

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})	
60.0	2.164 ± 0.43	10.0	1.1	50	5	8809	440.4 ± 8.2	
64.4	1.909 ± 0.36	10.0	1.1	60	5	4717	363.7 ± 4.6	
68.8	1.698 ± 0.30	8.0	1.1	70	7	5899	283.8 ± 2.0	
73.1	1.521 ± 0.25	5.0	1.1	80	7	4189	220.5 ± 1.3	
75.3	1.439 ± 0.23	5.0	1.1	90	9	2699	186.6 ± 1.0	
77.5	1.365 ± 0.22	1.0	1.1	100	10	816	154.7 ± 0.9	
79.5	1.297 ± 0.20	0.9	1.1	200	10	1149	120.6 ± 0.9	
81.9	1.235 ± 0.19	0.9	1.1	300	10	957	96.9 ± 0.5	
84.1	1.177 ± 0.17	0.5	1.1	400	10	365	71.1 ± 0.4	
86.3	1.122 ± 0.16	0.5	1.1	400	10	541	49.2 ± 0.2	
88.7**	1.067 ± 0.16	—	—	—	—	—	23.2 ± 1.9	

* Evaluated using 7.5 ± 1.0 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '72. 12. 8)

Table 18 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 30% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 13.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)	
60.0	2 0.9 7 ± 0.31	10.0	1.1	30	7	15844	477.8 ± 91.4	
64.4	18.53 ± 0.25	10.0	1.1	30	7	11110	395.1 ± 13.4	
68.8	16.49 ± 0.21	10.0	1.1	40	8	7054	322.1 ± 23.1	
73.2	14.76 ± 0.18	7.0	1.1	50	9	6859	245.9 ± 14.8	
77.5	13.30 ± 0.15	4.0	1.1	70	9	2673	180.3 ± 8.7	
81.9	12.04 ± 0.13	3.0	1.1	90	10	1211	124.4 ± 6.7	
86.3	10.95 ± 0.12	1.0	1.1	100	10	686	70.5 ± 2.0	
90.7	10.01 ± 0.10	0.2	1.1	300	10	154	25.4 ± 1.2	
90.8**	10.00 ± 0.10	—	—	—	—	—	24.2 ± 0.5	

* Evaluated using 8.6 ± 0.5 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 8. 31)

Table 19 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 70% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 13.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)	
65.0	17.83±0.43	10.0	1.1	30	7	14012	459.6±50.7	
69.4	15.90±0.36	10.0	1.1	30	7	10001	384.2±18.4	
73.8	14.26±0.31	10.0	1.1	40	7	6262	305.9±10.9	
78.1	12.89±0.27	8.0	1.1	50	8	2845	242.7±13.7	
82.6	11.67±0.23	8.0	1.1	60	8	—	179.4± 6.1	
87.0	10.63±0.20	6.0	1.1	70	8	1557	124.5± 5.1	
91.3	9.73±0.17	4.0	1.1	90	10	892	74.1± 2.2	
93.5	9.32±0.16	1.0	1.1	200	10	300	51.7± 2.1	
95.7	8.93±0.15	0.3	1.1	300	10	185	30.3± 1.3	
96.6**	8.79±0.15	—	—	—	—	—	21.4± 0.5	

* Evaluated using 9.4±0.9 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 27)

Table 20 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 70% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 13.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)	
65.0	18.17 ± 0.39	10.0	1.1	30	7	16838	487.3 ± 115.0	
69.4	16.18 ± 0.33	10.0	1.1	30	7	12089	417.9 ± 24.7	
73.8	14.52 ± 0.28	10.0	1.1	40	8	8670	341.3 ± 27.8	
78.2	13.08 ± 0.24	8.0	1.1	40	8	8350	268.9 ± 10.0	
82.5	11.86 ± 0.21	8.0	1.1	50	9	4989	203.5 ± 6.9	
86.9	10.79 ± 0.18	6.0	1.1	80	10	2571	148.1 ± 6.9	
91.3	9.87 ± 0.16	4.0	1.1	100	10	1225	95.2 ± 2.7	
93.5	9.45 ± 0.15	2.0	1.1	200	10	516	69.4 ± 4.0	
96.1	8.98 ± 0.14	1.0	1.1	300	10	273	44.0 ± 3.8	
98.2**	8.63 ± 0.13	—	—	—	—	—	22.7 ± 0.7	

* Evaluated using 8.7 ± 0.8 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 12)

Table 21 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 100% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 13.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)	
68.0	15.69±0.29	10.0	1.1	20	6	22283	536.0±3.6	
72.0	14.22±0.25	10.0	1.1	20	6	13664	477.8±8.6	
76.0	12.95±0.22	10.0	1.1	30	6	11852	424.9±6.8	
80.0	11.84±0.19	10.0	1.1	40	6	9730	354.1±3.0	
84.0	10.87±0.17	10.0	1.1	50	7	14724	290.8±2.3	
88.0	10.01±0.15	10.0	1.1	60	7	6063	238.2±1.9	
92.0	9.25±0.13	10.0	1.1	70	10	7626	187.1±0.6	
96.0	8.57±0.12	6.0	1.1	80	10	3592	133.7±0.3	
100.0	7.97±0.11	6.0	1.1	100	10	1561	91.9±0.4	
102.0	7.69±0.10	2.0	1.1	200	10	984	69.5±0.2	
104.0	7.43±0.10	1.0	1.1	300	10	370	50.4±0.2	
106.7**	7.09±0.13	—	—	—	—	—	21.6±1.3	

* Evaluated using 11.311 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 1. 9)

Table 22 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 0% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 21.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)
59.9	2.173 ± 0.43	1.00	1.1	50	5	5194	428.0 ± 3.7
64.3	1.916 ± 0.36	1.00	1.1	60	5	—	337.8 ± 2.2
68.7	1.698 ± 0.30	5.0	1.1	70	7	3701	259.4 ± 1.7
71.0	1.601 ± 0.28	3.0	1.1	80	10	3428	218.8 ± 1.9
73.2	1.517 ± 0.25	3.0	1.1	80	10	2979	185.8 ± 0.5
75.5	1.434 ± 0.23	3.0	1.1	90	10	2115	150.8 ± 0.4
77.5	1.365 ± 0.22	3.0	1.1	100	10	1874	119.4 ± 0.5
79.7	1.298 ± 0.20	1.0	1.1	200	10	584	93.0 ± 0.5
81.9	1.234 ± 0.19	0.5	1.1	300	10	389	62.9 ± 0.4
85.4**	1.145 ± 0.17	—	—	—	—	—	20.1 ± 1.5

* Evaluated using 7.5 ± 1.0 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '72. 12. 7)

Table 23 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 30% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 21.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})
60.0	20.96 ± 0.31	10.0	1.1	30	7	23434	465.0 ± 57.9
64.4	18.53 ± 0.25	10.0	1.1	30	7	11329	377.4 ± 26.9
68.8	16.49 ± 0.21	8.0	1.1	50	8	6345	296.7 ± 35.9
73.2	14.76 ± 0.18	8.0	1.1	50	8	3822	223.2 ± 8.2
77.6	13.30 ± 0.15	5.0	1.1	80	10	2137	154.1 ± 7.2
82.0	12.03 ± 0.13	2.0	1.1	100	10	714	92.6 ± 4.2
84.2	11.47 ± 0.12	1.0	1.1	200	10	340	65.3 ± 4.9
87.2	10.75 ± 0.11	0.3	1.1	300	10	156	29.4 ± 1.6
87.8**	10.62 ± 0.11	--	--	--	--	--	21.9 ± 0.4

* Evaluated using 8.6 ± 0.5 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 8. 29)

Table 24 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 70% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 21.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})
65.0	17.83 ± 0.43	10.0	1.1	30	7	10501	453.2 ± 35.8
69.4	15.90 ± 0.36	10.0	1.1	40	7	6744	37.01 ± 25.7
73.8	14.27 ± 0.31	10.0	1.1	40	7	4501	294.6 ± 15.3
78.2	12.87 ± 0.26	8.0	1.1	60	8	2001	222.3 ± 14.6
82.5	11.68 ± 0.23	8.0	1.1	70	8	2000	159.9 ± 5.9
86.9	10.64 ± 0.20	6.0	1.1	100	9	1280	101.0 ± 3.6
91.3	9.73 ± 0.17	2.0	1.1	200	10	241	50.7 ± 1.9
93.5	9.32 ± 0.16	0.2	1.1	300	10	145	28.1 ± 1.2
94.0**	9.24 ± 0.16	—	—	—	—	—	22.4 ± 0.5

* Evaluated using 9.4 ± 0.9 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 30)

Table 25 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 86.7% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-U}$ fuel clusters: 21.

Core condition		Pulsed neutron source		Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})
65.0	18.17 ± 0.39	10.0	1.1	30	7	14618	475.5 ± 99.8
69.4	16.18 ± 0.33	10.0	1.1	30	7	10001	402.2 ± 26.1
73.8	14.51 ± 0.28	10.0	1.1	30	7	7676	324.8 ± 7.8
78.2	13.08 ± 0.24	10.0	1.1	40	7	6223	247.7 ± 5.6
82.6	11.84 ± 0.21	8.0	1.1	50	8	2362	182.5 ± 6.4
86.9	10.79 ± 0.18	6.0	1.1	50	8	2050	123.1 ± 3.8
93.5	9.45 ± 0.15	1.0	1.1	200	10	600	47.9 ± 1.2
95.9**	9.03 ± 0.14	—	—	—	—	—	22.2 ± 1.3

* Evaluated using 8.7 ± 0.8 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 11)

Table 26 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 100% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 21.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})	
660	1.652 ± 0.32	10.0	1.1	20	6	11282	557.5 ± 28	
700	1.494 ± 0.27	10.0	1.1	20	6	11444	509.1 ± 94	
740	1.355 ± 0.24	10.0	1.1	30	6	10346	441.3 ± 77	
780	1.237 ± 0.21	10.0	1.1	40	7	11129	364.6 ± 1.4	
820	1.135 ± 0.18	10.0	1.1	50	10	8737	304.8 ± 2.6	
860	1.043 ± 0.16	6.0	1.1	60	10	5431	242.8 ± 1.2	
900	9.62 ± 0.14	6.0	1.1	70	10	4793	186.5 ± 0.5	
940	8.90 ± 0.13	3.0	1.1	80	10	2131	134.5 ± 0.7	
980	8.26 ± 0.11	1.0	1.1	200	10	631	86.3 ± 0.6	
1000	7.96 ± 0.11	0.5	1.1	200	10	500	64.7 ± 0.3	
1020	7.69 ± 0.10	0.5	1.1	300	10	160	44.1 ± 0.2	
1041**	7.41 ± 0.14	—	—	—	—	—	20.0 ± 0.9	

* Evaluated using 11.31.1 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 1. 8)

Table 27 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 0% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 25.

Core condition		Pulsedneutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling * (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})	
60.1	21.67 ± 0.43	10.0	1.1	50	6	17774	413.2 ± 4.7	
64.4	19.11 ± 0.36	10.0	1.1	60	6	11166	330.0 ± 2.2	
66.6	18.00 ± 0.33	10.0	1.1	60	10	18758	288.3 ± 1.9	
68.8	16.96 ± 0.30	5.0	1.1	70	10	11754	250.9 ± 1.4	
71.0	16.04 ± 0.28	3.0	1.1	80	10	4464	214.2 ± 1.7	
73.1	15.18 ± 0.25	2.0	1.1	90	10	1310	179.7 ± 1.0	
75.3	14.39 ± 0.23	2.0	1.1	100	10	1311	144.1 ± 0.6	
77.5	13.65 ± 0.22	1.0	1.1	200	10	533	109.3 ± 0.5	
79.7	12.99 ± 0.20	0.5	1.1	300	12	338	79.9 ± 0.6	
81.9	12.55 ± 0.19	0.2	1.1	400	12	199	53.9 ± 0.3	
84.5**	11.67 ± 0.17	—	—	—	—	—	17.9 ± 1.3	

* Evaluated using 7.5 ± 1.0 cm as an extrapolation length.

** Critical level

(Date of experiment: '72. 12. 5)

Table 28 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 30% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 25.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)	
65.8	17.83±0.24	100	1.1	30	7	9742	343.7±12.0	
70.2	15.91±0.20	100	1.1	40	7	7277	259.4±24.7	
74.6	14.27±0.17	100	1.1	50	8	3549	189.7±13.7	
83.4	11.67±0.13	20	1.1	100	10	1454	67.5±1.4	
85.5	11.14±0.12	05	1.1	200	10	574	39.9±1.3	
86.9**	10.83±0.11	—	—	—	—	—	24.9±0.5	

* Evaluated using 8.6±0.5 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 8. 27)

Table 29 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 70% void. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 25.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m^{-2})	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec^{-1})	
65.1	17.81 ± 0.43	10.0	1.1	30	7	10904	442.6 ± 51.5	
69.4	15.90 ± 0.36	10.0	1.1	30	7	8620	364.7 ± 21.3	
73.8	14.27 ± 0.31	8.0	1.1	40	8	4947	285.4 ± 10.9	
78.2	12.87 ± 0.26	6.0	1.1	50	8	2398	213.3 ± 12.6	
82.5	11.68 ± 0.23	4.0	1.1	60	9	2377	149.2 ± 4.2	
86.9	10.64 ± 0.20	1.0	1.1	100	9	500	91.3 ± 3.9	
89.1	10.17 ± 0.19	1.0	1.1	200	10	350	67.0 ± 4.5	
91.3	9.73 ± 0.17	0.5	1.1	300	10	300	40.3 ± 3.0	
93.1**	9.40 ± 0.17	—	—	—	—	—	20.9 ± 0.7	

* Evaluated using 9.4 ± 0.9 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 31)

Table 30 Experimental conditions and results

Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 86.7% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 25.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckling* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)	
63.6	18.88±0.42	10.0	1.1	30	7	20002	494.6±117.5	
68.0	16.78±0.35	10.0	1.1	40	7	10326	425.1± 61.9	
72.4	15.02±0.30	10.0	1.1	40	8	10547	341.8± 48.6	
76.8	13.51±0.25	8.0	1.1	50	8	6769	265.9± 8.3	
81.1	12.23±0.22	6.0	1.1	50	8	3216	196.8± 8.2	
85.6	11.10±0.19	4.0	1.1	60	9	3293	136.7± 3.6	
89.9	10.15±0.16	2.0	1.1	100	10	2217	81.0± 1.3	
92.1	9.71±0.15	0.5	1.1	200	10	350	56.8± 2.9	
94.3	9.30±0.14	0.3	1.1	300	10	155	50.4± 1.2	
95.2**	9.15±0.14	—	—	—	—	—	21.6± 0.6	

* Evaluated using 8.7±0.8 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 7. 9)

Table 31 Experimental conditions and results
 Lattice pitch: 22.5 cm. Void fraction: 100% void. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 25.

Core condition		Pulsed neutron source			Time analysis		Results	
Moderator level (cm)	Axial buckjng* (m ⁻²)	Repetition rate (Hz)	Pulse width (ms)	Channel width (μs)	Delay time (ms)	Burst counts	Decay constants (sec ⁻¹)	
65.0	16.95±0.33	10.0	1.1	20	6	—	596.1±10.0	
69.0	15.31±0.28	10.0	1.1	20	6	9460	524.6±0.6	
73.0	13.89±0.24	10.0	1.1	30	6	—	456.9±12.6	
77.0	12.66±0.21	10.0	1.1	40	6	6001	377.3±1.4	
81.0	11.59±0.19	10.0	1.1	50	7	8269	312.8±2.5	
83.0	11.10±0.17	10.0	1.1	60	5	4493	283.3±2.9	
85.0	10.64±0.16	10.0	1.1	70	5	3512	249.6±2.3	
87.0	10.21±0.15	5.0	1.1	80	5	2227	226.2±2.4	
89.0	9.81±0.15	5.0	1.1	90	7	3101	191.8±1.0	
91.0	9.43±0.14	3.0	1.1	100	10	2563	169.1±0.6	
95.0	8.73±0.12	3.0	1.1	200	10	1378	113.6±0.7	
97.0	8.41±0.12	2.0	1.1	200	10	1001	90.5±0.3	
99.0	8.11±0.11	2.0	1.1	300	10	747	68.7±0.4	
101.0	7.83±0.10	0.5	1.1	400	10	295	45.5±0.3	
103.5**	7.49±0.14	—	—	—	—	—	17.3±1.4	

* Evaluated using 11.3±1.1 cm as an extrapolation length.

** Critical level.

(Date of experiment: '73. 1. 5)

Table 32 Parameters evaluated from relations of decay constant vs. axial buckling.

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel cluster: 1.

Void fraction (%)	Axial extrapolation length (cm)	Axial component of critical buckling (m^{-2})	α_c (sec^{-1})	β ($\text{sec}^{-1} \cdot m^2$)	γ ($\text{sec}^{-1} \cdot m^4$)
0	7.5 ± 1.0	9.18 ± 0.21	2.67 ± 0.5	4.57 ± 0.3	-0.81 ± 0.03
30	8.6 ± 0.6	8.84 ± 0.08	2.47 ± 0.4	4.93 ± 0.4	-0.84 ± 0.06
70	9.4 ± 0.9	7.97 ± 0.13	2.29 ± 0.3	5.59 ± 0.2	-0.94 ± 0.03
86.7	8.7 ± 0.8	7.92 ± 0.11	23.4 ± 0.3	57.3 ± 0.3	-0.81 ± 0.04
100	11.3 ± 1.1	6.50 ± 0.12	2.44 ± 1.2	7.58 ± 1.2	-1.58 ± 0.20

Table 33 Parameters evaluated from relations of decay constant vs. axial buckling.
 Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 5.

Void fraction (%)	Axial extrapolation length (cm)	Axial component of critical buckling (m ⁻²)	α_c (sec ⁻¹)	β (sec ⁻¹ · m ²)	γ (sec ⁻¹ · m ³)
0	7.5 ± 1.0	9.71 ± 0.23	26.7 ± 0.3	45.8 ± 0.2	-0.86 ± 0.03
30	8.6 ± 0.6	9.26 ± 0.09	25.3 ± 0.3	49.8 ± 0.2	-0.80 ± 0.03
70	9.4 ± 0.9	8.26 ± 0.14	22.0 ± 0.7	56.8 ± 0.5	-0.90 ± 0.07
86.7	8.7 ± 0.8	8.18 ± 0.12	23.6 ± 0.5	58.9 ± 0.4	-1.01 ± 0.07
100	11.3 ± 1.1	6.71 ± 0.12	24.4 ± 0.9	76.1 ± 0.9	-1.64 ± 0.13

Table 34 Parameters evaluated from relations of decay constant vs. axial buckling.

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 9.

Void fraction (%)	Axial extrapolation length (cm)	Axial component of critical buckling (m^{-2})	α_c (sec^{-1})	β ($\text{sec}^{-1} \cdot m^3$)	r ($\text{sec}^{-1} \cdot m^4$)
0	7.5 ± 1.0	10.26 ± 0.14	24.1 ± 2.4	45.8 ± 1.3	-0.64 ± 0.20
30	8.6 ± 0.6	9.66 ± 0.10	25.6 ± 0.5	49.5 ± 0.4	-0.66 ± 0.05
70	9.4 ± 0.9	8.54 ± 0.14	21.4 ± 0.5	57.2 ± 0.4	-0.96 ± 0.06
86.7	8.7 ± 0.8	8.42 ± 0.12	23.6 ± 0.6	58.5 ± 0.5	-0.88 ± 0.08
100	11.3 ± 1.1	6.91 ± 0.13	22.9 ± 0.9	79.9 ± 0.8	-2.26 ± 0.10

Table 35 Parameters evaluated from relations of decay constant vs. axial buckling.

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 13.

Void fraction (%)	Axial extrapolation length (cm)	Axial component of critical buckling (m^{-2})	α_c (sec^{-1})	β ($\text{sec}^{-1} \cdot m^2$)	γ ($\text{sec}^{-1} \cdot m^2$)
0	7.5 ± 1.0	10.66 ± 0.15	23.2 ± 1.9	4.66 ± 0.9	-0.78 ± 0.08
30	8.6 ± 0.6	10.00 ± 0.10	24.2 ± 0.5	50.1 ± 0.4	-0.76 ± 0.05
70	9.4 ± 0.9	8.79 ± 0.15	21.4 ± 0.5	57.6 ± 0.4	-0.97 ± 0.06
86.7	8.7 ± 0.8	8.63 ± 0.13	22.7 ± 0.7	59.8 ± 0.5	-1.00 ± 0.08
100	11.3 ± 1.1	7.09 ± 0.13	21.6 ± 1.3	81.3 ± 0.9	-2.36 ± 0.11

Table 36 Parameters evaluated from relations of decay constant vs. axial buckling.
 Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 21.

Void fraction (%)	Axial extrapolation length (cm)	Axial component of critical buckling (m^{-2})	αc (sec^{-1})	β ($\text{sec}^{-1} \cdot \text{m}^2$)	r ($\text{sec}^{-1} \cdot \text{m}^2$)
0	7.5 ± 1.0	11.45 ± 0.17	20.1 ± 1.5	48.2 ± 0.7	-0.89 ± 0.06
30	8.6 ± 0.6	10.62 ± 0.11	21.9 ± 0.4	51.8 ± 0.3	-0.86 ± 0.04
70	9.4 ± 0.9	9.24 ± 0.16	22.4 ± 0.5	58.6 ± 0.4	-0.96 ± 0.06
86.7	8.7 ± 0.8	9.03 ± 0.14	22.1 ± 0.7	59.5 ± 0.5	-0.88 ± 0.07
100	11.3 ± 1.1	7.41 ± 0.14	20.0 ± 0.9	80.7 ± 0.6	-2.26 ± 0.07

Table 37 Parameters evaluated from relations of decay constant vs. axial buckling.
 Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters: 25.

Void fraction (%)	Axial extrapolation length (cm)	Axial component of critical buckling (m^{-2})	αc (sec^{-1})	β ($\text{sec}^{-1} \cdot m^2$)	γ ($\text{sec}^{-1} \cdot m^4$)
0	7.5 ± 1.0	11.67 ± 0.17	17.9 ± 1.3	49.8 ± 0.6	-0.99 ± 0.06
30	8.6 ± 0.6	10.83 ± 0.11	25.0 ± 0.5	50.6 ± 0.4	-0.72 ± 0.06
70	9.4 ± 0.9	9.40 ± 0.17	20.9 ± 0.7	58.7 ± 0.6	-0.95 ± 0.08
86.7	8.7 ± 0.8	9.15 ± 0.14	21.6 ± 0.6	60.8 ± 0.5	-1.13 ± 0.09
100	11.3 ± 1.1	7.49 ± 0.14	17.3 ± 1.4	81.8 ± 0.9	-2.18 ± 0.10

Table 38 Relation between axial buckling and reactivities

Coolant void fraction: 0%

Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel cluster:1		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:5	
B _z ² (m ⁻²)	ρ (\$)	B _z ² (m ⁻²)	ρ (\$)
1 8.7 8 ± 0.6 2	1 3.4 4 ± 0.2 9	1 8.7 8 ± 0.6 2	1 3.0 0 ± 0.1 8
1 6.6 9 ± 0.5 2	1 1.1 3 ± 0.2 3	1 6.6 9 ± 0.5 2	1 0.4 1 ± 0.1 4
1 4.9 4 ± 0.4 4	8.9 7 ± 0.1 9	1 4.9 4 ± 0.4 4	8.1 1 ± 0.1 1
1 3.4 5 ± 0.3 8	6.9 2 ± 0.1 9	1 3.4 5 ± 0.3 8	5.9 5 ± 0.0 8
1 2.1 7 ± 0.3 2	4.8 0 ± 0.1 1	1 2.1 7 ± 0.3 2	4.0 5 ± 0.0 6
1 1.0 7 ± 0.2 8	3.1 5 ± 0.0 8	1 1.6 0 ± 0.3 0	3.1 0 ± 0.0 5
1 0.5 7 ± 0.2 6	2.2 5 ± 0.0 6	1 1.0 7 ± 0.2 8	2.2 5 ± 0.0 4
1 0.1 1 ± 0.2 5	1.5 7 ± 0.0 5	1 0.5 7 ± 0.2 6	1.4 3 ± 0.0 3
9.6 7 ± 0.2 3	0.8 6 ± 0.0 4	1 0.1 1 ± 0.2 5	0.7 0 ± 0.0 2
Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:9		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:13	
B _z ² (m ⁻²)	ρ (\$)	B _z ² (m ⁻²)	ρ (\$)
1 8.7 8 ± 0.3 5	1 4.2 6 ± 1.5 3	2 1.6 4 ± 0.4 3	1 7.9 8 ± 0.3 9
1 6.7 0 ± 0.2 9	1 1.2 2 ± 1.2 3	1 9.0 9 ± 0.3 6	1 4.6 8 ± 0.2 4
1 5.7 9 ± 0.2 7	9.7 6 ± 1.0 8	1 6.9 8 ± 0.3 0	1 1.2 3 ± 0.1 3
1 4.9 5 ± 0.2 5	8.3 9 ± 0.9 4	1 5.2 1 ± 0.2 5	8.5 0 ± 0.1 0
1 4.1 8 ± 0.2 3	6.9 2 ± 0.7 9	1 4.3 9 ± 0.2 3	7.0 4 ± 0.0 8
1 3.5 0 ± 0.2 1	5.8 2 ± 0.6 8	1 3.6 5 ± 0.2 2	5.6 7 ± 0.0 7
1 2.8 3 ± 0.2 0	4.6 1 ± 0.5 6	1 2.9 7 ± 0.2 0	4.2 0 ± 0.0 6
1 2.2 2 ± 0.1 8	3.6 3 ± 0.4 6	1 2.3 5 ± 0.1 9	3.1 8 ± 0.0 4
1 1.6 3 ± 0.1 7	2.5 2 ± 0.3 5	1 1.7 7 ± 0.1 7	2.0 6 ± 0.0 3
1 1.1 1 ± 0.1 6	1.5 5 ± 0.2 5	1 1.2 2 ± 0.1 6	1.1 2 ± 0.0 2
Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:21		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:25	
B _z ² (m ⁻²)	ρ (\$)	B _z ² (m ⁻²)	ρ (\$)
2 1.7 3 ± 0.4 3	2 0.2 9 ± 1.6 0	2 1.6 7 ± 0.4 3	2 2.0 8 ± 1.7 0
1 9.1 6 ± 0.3 6	1 5.8 1 ± 1.2 6	1 9.1 1 ± 0.3 6	1 7.4 4 ± 1.3 4
1 6.9 8 ± 0.3 0	1 1.9 1 ± 0.9 7	1 8.0 0 ± 0.3 3	1 5.1 1 ± 1.1 7
1 6.0 1 ± 0.2 8	9.8 9 ± 0.8 2	1 6.9 6 ± 0.3 0	1 3.0 2 ± 1.0 2
1 5.1 7 ± 0.2 5	8.2 4 ± 0.6 9	1 6.0 4 ± 0.2 8	1 0.9 7 ± 0.8 7
1 4.3 4 ± 0.2 3	6.5 0 ± 0.5 6	1 5.1 8 ± 0.2 5	9.0 4 ± 0.7 3
1 3.6 5 ± 0.2 2	4.9 4 ± 0.4 4	1 4.3 9 ± 0.2 3	7.0 5 ± 0.5 9
1 2.9 8 ± 0.2 0	3.6 3 ± 0.3 5	1 3.6 5 ± 0.2 2	5.1 1 ± 0.4 4
1 2.3 4 ± 0.1 9	2.1 3 ± 0.2 3	1 2.9 9 ± 0.2 0	3.4 6 ± 0.3 3
		1 2.3 5 ± 0.1 9	2.0 1 ± 0.2 2

Table 39 Relation between axial buckling and reactivities.

Coolant void fraction: 30%

Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel cluster:1		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:5	
B _z ² (m ⁻²)	ρ(\$)	B _z ² (m ⁻²)	ρ(\$)
1 8.2 2 ± 0.2 5	1 5.6 7 ± 3.6 1	1 8.1 8 ± 0.2 5	1 5.0 2 ± 0.8 4
1 6.2 4 ± 0.2 1	1 2.8 7 ± 1.1 2	1 6.2 3 ± 0.2 1	1 2.2 2 ± 2.4 0
1 4.5 5 ± 0.1 8	1 0.3 2 ± 1.1 7	1 4.5 6 ± 0.1 8	9.5 4 ± 0.5 8
1 3.1 3 ± 0.1 5	7.9 6 ± 0.6 2	1 3.1 1 ± 0.1 5	7.1 7 ± 0.5 3
1 1.8 8 ± 0.1 3	5.7 4 ± 0.2 3	1 1.8 8 ± 0.1 3	4.9 3 ± 0.2 6
1 0.8 1 ± 0.1 1	3.8 3 ± 0.1 9	1 0.8 1 ± 0.1 1	2.9 7 ± 0.1 4
9.8 8 ± 0.1 0	2.0 0 ± 0.0 8	9.8 8 ± 0.1 0	1.1 9 ± 0.1 3
9.0 7 ± 0.0 9	0.4 7 ± 0.0 7	9.3 0 ± 0.0 9	0.1 1 ± 0.0 5
Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:9		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:13	
B _z ² (m ⁻²)	ρ(\$)	B _z ² (m ⁻²)	ρ(\$)
1 8.2 4 ± 0.2 5	1 4.7 3 ± 0.7 1	2 0.9 7 ± 0.3 1	1 8.7 4 ± 3.8 0
1 6.2 2 ± 0.2 1	1 1.4 9 ± 0.8 6	1 8.5 3 ± 0.2 5	1 5.3 3 ± 0.6 5
1 4.5 5 ± 0.1 8	8.8 2 ± 0.5 9	1 6.4 9 ± 0.2 1	1 2.3 1 ± 0.9 9
1 3.1 2 ± 0.1 5	6.3 5 ± 0.3 2	1 4.7 6 ± 0.1 8	9.1 6 ± 0.6 5
1 1.8 9 ± 0.1 3	4.2 2 ± 0.2 9	1 3.3 0 ± 0.1 5	6.4 5 ± 0.3 9
1 0.8 1 ± 0.1 1	2.2 1 ± 0.0 8	1 2.0 4 ± 0.1 3	4.1 4 ± 0.3 0
9.8 9 ± 0.1 0	0.4 3 ± 0.1 0	1 0.9 5 ± 0.1 2	1.9 1 ± 0.1 0
		1 0.0 1 ± 0.1 0	0.0 5 ± 0.0 5
Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:21		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:25	
B _z ² (m ⁻²)	ρ(\$)	B _z ² (m ⁻²)	ρ(\$)
2 0.9 6 ± 0.3 1	2 0.2 3 ± 2.6 7	1 7.8 3 ± 0.2 4	1 2.8 0 ± 0.5 6
1 8.5 3 ± 0.2 5	1 6.2 3 ± 1.2 7	1 5.9 1 ± 0.2 0	9.4 2 ± 1.0 1
1 6.4 9 ± 0.2 1	1 2.5 5 ± 1.6 6	1 4.2 7 ± 0.1 7	6.6 2 ± 0.2 2
1 4.7 6 ± 0.1 8	9.1 9 ± 0.4 2	1 1.6 7 ± 0.1 3	1.7 1 ± 0.0 8
1 3.3 0 ± 0.1 5	6.0 4 ± 0.3 5	1 1.1 4 ± 0.1 2	0.6 0 ± 0.0 6
1 2.0 3 ± 0.1 3	3.2 3 ± 0.2 1		
1 1.4 7 ± 0.1 2	1.9 8 ± 0.2 3		
1 0.7 5 ± 0.1 1	0.3 4 ± 0.0 8		

Table 40 Relation between axial buckling and reactivities.

Coolant void fraction: 70%

Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel cluster:1		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:5	
B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)	B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)
15.66 ± 0.35	16.30 ± 1.74	15.66 ± 0.35	16.70 ± 0.75
14.06 ± 0.30	13.19 ± 0.47	14.06 ± 0.30	13.56 ± 0.65
12.70 ± 0.26	10.50 ± 0.51	12.70 ± 0.26	10.65 ± 0.90
11.52 ± 0.22	8.03 ± 0.43	11.52 ± 0.22	7.88 ± 0.37
10.50 ± 0.20	5.86 ± 0.32	10.50 ± 0.20	5.56 ± 0.31
9.61 ± 0.17	3.82 ± 0.18	9.61 ± 0.17	3.34 ± 0.19
8.83 ± 0.15	2.02 ± 0.09	8.83 ± 0.15	1.47 ± 0.10
8.15 ± 0.13	0.44 ± 0.05	8.48 ± 0.14	0.55 ± 0.07
Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:9		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:13	
B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)	B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)
17.83 ± 0.43	20.79 ± 3.30	17.83 ± 0.43	20.48 ± 2.42
15.89 ± 0.36	17.41 ± 2.30	15.90 ± 0.36	16.95 ± 0.96
14.27 ± 0.31	13.97 ± 2.24	14.26 ± 0.31	13.29 ± 0.61
12.87 ± 0.26	10.71 ± 0.80	12.89 ± 0.27	10.34 ± 0.69
11.68 ± 0.23	7.98 ± 0.77	11.67 ± 0.23	7.38 ± 0.35
10.64 ± 0.20	5.42 ± 0.43	10.63 ± 0.20	4.82 ± 0.27
9.73 ± 0.17	3.09 ± 0.33	9.73 ± 0.17	2.46 ± 0.13
8.93 ± 0.15	1.05 ± 0.13	9.32 ± 0.16	1.42 ± 0.11
		8.93 ± 0.15	0.42 ± 0.07
Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:21		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:25	
B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)	B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)
17.83 ± 0.43	19.23 ± 1.66	17.81 ± 0.43	20.18 ± 2.56
15.90 ± 0.36	15.52 ± 1.21	15.90 ± 0.36	16.45 ± 1.17
14.27 ± 0.31	12.15 ± 0.74	14.27 ± 0.31	12.66 ± 0.69
12.87 ± 0.26	8.92 ± 0.69	12.87 ± 0.26	9.21 ± 0.69
11.68 ± 0.23	6.14 ± 0.31	11.68 ± 0.23	6.14 ± 0.31
10.64 ± 0.20	3.51 ± 0.19	10.64 ± 0.20	3.37 ± 0.24
9.73 ± 0.17	1.26 ± 0.10	10.17 ± 0.19	2.21 ± 0.24
9.32 ± 0.16	0.25 ± 0.06	9.73 ± 0.17	0.93 ± 0.16

Table 41 Relation between axial buckling and reactivities.

Coolant void fraction: 86.7%

Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel cluster:1		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:5	
B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)	B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)
1 5.9 3 ± 0.3 2	1 7.3 5 ± 1.5 0	1 5.9 4 ± 0.3 2	1 6.8 0 ± 2.6 0
1 4.3 0 ± 0.2 8	1 4.2 7 ± 0.9 8	1 4.3 1 ± 0.2 8	1 3.6 5 ± 0.6 5
1 2.8 9 ± 0.2 4	1 1.2 7 ± 0.2 8	1 2.9 0 ± 0.2 4	1 0.8 1 ± 0.5 3
1 1.7 1 ± 0.2 0	8.7 9 ± 0.5 2	1 1.7 0 ± 0.2 0	8.2 8 ± 0.4 5
1 0.6 6 ± 0.1 8	6.4 1 ± 0.7 7	1 0.6 6 ± 0.1 8	5.9 5 ± 0.3 4
9 7 3 ± 0.1 5	4.3 3 ± 0.4 0	9 7 4 ± 0.1 5	3.7 4 ± 0.2 3
8.9 5 ± 0.1 4	2.4 6 ± 0.1 2	8.9 4 ± 0.1 4	1.8 5 ± 0.0 9
8.2 5 ± 0.1 2	0.8 1 ± 0.0 6	8.2 5 ± 0.1 2	0.1 9 ± 0.0 6
Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:9		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:13	
B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)	B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)
1 5.9 1 ± 0.3 2	1 6.4 2 ± 1.1 0	1 8.1 7 ± 0.3 9	2 0.4 7 ± 5.1 1
1 4.2 7 ± 0.2 7	1 3.2 6 ± 0.5 7	1 6.1 8 ± 0.3 3	1 7.4 1 ± 1.2 3
1 2.8 9 ± 0.2 4	1 0.4 4 ± 0.4 3	1 4.5 2 ± 0.2 8	1 4.0 4 ± 1.3 1
1 1.6 9 ± 0.2 0	7.6 7 ± 0.3 6	1 3.0 8 ± 0.2 4	1 0.8 5 ± 0.5 7
1 0.6 6 ± 0.1 8	5.3 0 ± 0.2 5	1 1.8 6 ± 0.2 1	7.9 6 ± 0.4 1
9 7 5 ± 0.1 6	3.2 7 ± 0.1 4	1 0.7 9 ± 0.1 8	5.5 2 ± 0.3 6
8.9 4 ± 0.1 4	1.2 8 ± 0.1 0	9 8 7 ± 0.1 6	3.1 9 ± 0.1 8
8.5 9 ± 0.1 3	0.4 3 ± 0.0 8	9 4 5 ± 0.1 5	2.0 6 ± 0.2 0
		8.9 8 ± 0.1 4	0.9 4 ± 0.1 8
Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:21		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:25	
B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)	B ₂ ² (m ⁻²)	ρ (\$)
1 8.1 7 ± 0.3 9	2 0.4 2 ± 4.6 7	1 8.8 8 ± 0.4 2	2 1.9 0 ± 5.4 8
1 6.1 8 ± 0.3 3	1 7.1 2 ± 1.5 8	1 6.7 8 ± 0.3 5	1 8.6 8 ± 2.9 2
1 4.5 1 ± 0.2 8	1 3.6 3 ± 0.9 3	1 5.0 2 ± 0.3 0	1 4.8 2 ± 2.2 9
1 3.0 8 ± 0.2 4	1 0.1 6 ± 0.7 0	1 3.5 1 ± 0.2 5	1 1.3 1 ± 0.5 1
1 1.8 4 ± 0.2 1	7.2 2 ± 0.5 6	1 2.2 3 ± 0.2 2	8.1 1 ± 0.4 6
1 0.7 9 ± 0.1 8	4.5 5 ± 0.3 7	1 1.1 0 ± 0.1 9	5.3 3 ± 0.2 4
9 4 5 ± 0.1 5	1.1 6 ± 0.1 4	1 0.1 5 ± 0.1 6	2.7 5 ± 0.1 2
		9 7 1 ± 0.1 5	1.6 3 ± 0.1 5
		9 3 0 ± 0.1 4	0.4 1 ± 0.0 7

Table 42 Relation between axial buckling and reactivities.

Coolant void fraction: 100%

Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel cluster:1		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:5	
B ₂ ² (m ⁻²)	ρ(\$)	B ₂ ² (m ⁻²)	ρ(\$)
1 2.3 8 ± 0.2 1	1 5.9 0 ± 0.8 7	1 3.5 6 ± 0.2 4	1 8.1 9 ± 0.7 1
1 2.3 6 ± 0.2 1	1 5.8 7 ± 0.9 2	1 2.3 8 ± 0.2 1	1 5.2 3 ± 0.6 0
1 1.3 3 ± 0.1 8	1 3.3 5 ± 0.7 7	1 1.3 4 ± 0.1 8	1 2.8 0 ± 0.5 8
1 0.4 3 ± 0.1 6	1 1.2 2 ± 0.6 3	1 0.4 3 ± 0.1 6	1 0.6 2 ± 0.4 4
9.6 2 ± 0.1 4	9.0 9 ± 0.5 0	9.6 2 ± 0.1 4	8.5 7 ± 0.3 6
8.9 0 ± 0.1 3	7.0 9 ± 0.4 0	8.9 0 ± 0.1 3	6.4 5 ± 0.2 8
8.2 6 ± 0.1 1	5.2 0 ± 0.3 1	8.2 6 ± 0.1 1	4.7 7 ± 0.2 2
7.6 9 ± 0.1 0	3.5 9 ± 0.2 3	7.6 9 ± 0.1 0	2.9 6 ± 0.1 5
7.4 3 ± 0.1 0	2.8 7 ± 0.1 9	7.4 2 ± 0.1 0	2.1 9 ± 0.1 2
6.9 3 ± 0.0 9	1.3 2 ± 0.1 1	7.1 7 ± 0.0 9	1.4 2 ± 0.0 9
6.7 0 ± 0.0 8	0.6 5 ± 0.0 8	6.9 4 ± 0.0 9	0.7 3 ± 0.0 6
Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:9		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:13	
B ₂ ² (m ⁻²)	ρ(\$)	B ₂ ² (m ⁻²)	ρ(\$)
1 4.9 3 ± 0.2 7	2 1.3 1 ± 0.8 9	1 5.6 9 ± 0.2 9	2 3.8 1 ± 1.5 0
1 3.5 6 ± 0.2 4	1 8.4 7 ± 0.8 0	1 4.2 2 ± 0.2 5	2 1.1 2 ± 1.3 9
1 2.3 8 ± 0.2 1	1 6.3 1 ± 0.7 2	1 2.9 5 ± 0.2 2	1 8.6 7 ± 1.2 3
1 1.3 4 ± 0.1 8	1 3.6 9 ± 0.5 8	1 1.8 4 ± 0.1 9	1 5.3 9 ± 1.0 0
1 0.4 2 ± 0.1 6	1 0.9 6 ± 0.5 3	1 0.8 7 ± 0.1 7	1 2.4 6 ± 0.8 2
9.6 2 ± 0.1 4	8.7 1 ± 0.3 9	1 0.0 1 ± 0.1 5	1 0.0 3 ± 0.6 7
8.9 0 ± 0.1 3	6.5 2 ± 0.3 0	9.2 5 ± 0.1 3	7.6 6 ± 0.5 2
8.2 6 ± 0.1 1	4.5 6 ± 0.2 2	8.5 7 ± 0.1 2	5.1 9 ± 0.3 7
7.6 9 ± 0.1 0	2.5 8 ± 0.1 4	7.9 7 ± 0.1 1	3.2 5 ± 0.2 6
7.4 2 ± 0.1 0	1.7 6 ± 0.1 1	7.6 9 ± 0.1 0	2.2 2 ± 0.1 9
7.1 8 ± 0.0 9	0.9 5 ± 0.0 8	7.4 3 ± 0.1 0	1.3 3 ± 0.1 4
Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:21		Number of PuO ₂ -UO ₂ fuel clusters:25	
B ₂ ² (m ⁻²)	ρ(\$)	B ₂ ² (m ⁻²)	ρ(\$)
1 6.5 2 ± 0.3 2	2 6.8 7 ± 1.2 6	1 6.9 5 ± 0.3 3	3 3.4 6 ± 2.8 5
1 4.9 4 ± 0.2 7	2 4.4 5 ± 1.2 4	1 5.3 1 ± 0.2 8	2 9.3 2 ± 2.4 5
1 3.5 5 ± 0.2 4	2 1.0 6 ± 1.0 6	1 3.8 9 ± 0.2 4	2 5.4 1 ± 2.2 6
1 2.3 7 ± 0.2 1	1 7.2 3 ± 0.8 2	1 2.6 6 ± 0.2 1	2 0.8 1 ± 1.7 7
1 1.3 5 ± 0.1 8	1 4.2 4 ± 0.7 0	1 1.5 9 ± 0.1 9	1 7.0 8 ± 1.4 7
1 0.4 3 ± 0.1 6	1 1.1 4 ± 0.5 5	1 1.1 0 ± 0.1 7	1 5.3 8 ± 1.3 4
9.6 2 ± 0.1 4	8.3 2 ± 0.4 2	1 0.6 4 ± 0.1 6	1 3.4 3 ± 1.1 8
8.9 0 ± 0.1 3	5.7 2 ± 0.3 0	1 0.2 1 ± 0.1 5	1 2.0 8 ± 1.0 7
8.2 6 ± 0.1 1	3.3 1 ± 0.2 0	9.8 1 ± 0.1 5	1 0.0 9 ± 0.9 0
7.9 6 ± 0.1 1	2.2 3 ± 0.1 5	9.4 3 ± 0.1 4	8.7 7 ± 0.7 9
7.6 9 ± 0.1 0	1.2 0 ± 0.1 0	8.7 3 ± 0.1 2	5.5 7 ± 0.5 3
		8.4 1 ± 0.1 2	4.2 3 ± 0.4 2
		8.1 1 ± 0.1 1	2.9 7 ± 0.3 2
		7.8 3 ± 0.1 0	1.6 3 ± 0.2 1

Table 43 Evaluated parameters obtained from the least square fit of the relation between axial buckling and reactivity to the formula:

$$\rho_v = \rho_{ov} + \eta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2) + \zeta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2)^2$$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel cluster: 1.

Void fraction (%)	B _{zc} (m ⁻²)	ρ _{ov} (\$)	η _v (\$·m ²)	ζ _v (\$·m ⁴)
0	9.18 ± 0.21	0.00 ± 0.04	-1.781 ± 0.024	0.0386 ± 0.0025
30		-0.67 ± 0.01	-1.977 ± 0.011	0.0348 ± 0.0018
70		-2.90 ± 0.01	-2.334 ± 0.007	0.0372 ± 0.0015
86.7		-3.02 ± 0.01	-2.362 ± 0.008	0.0345 ± 0.0017
100		-7.85 ± 0.02	-2.740 ± 0.005	0.0697 ± 0.0033
30	8.84 ± 0.08	0.00 ± 0.02	-1.994 ± 0.014	0.0338 ± 0.0023
70		-2.10 ± 0.01	-2.360 ± 0.007	0.0373 ± 0.0015
86.7		-2.22 ± 0.01	-2.383 ± 0.009	0.0341 ± 0.0017
100		-6.90 ± 0.02	-2.785 ± 0.006	0.0678 ± 0.0033
70	7.97 ± 0.13	0.00 ± 0.01	-2.394 ± 0.009	0.0369 ± 0.0015
86.7		-0.12 ± 0.01	-2.444 ± 0.012	0.0343 ± 0.0017
100		-4.43 ± 0.01	-2.906 ± 0.010	0.0687 ± 0.0033
86.7	7.92 ± 0.11	0.00 ± 0.01	-2.447 ± 0.012	0.0342 ± 0.0017
100		-4.28 ± 0.01	-2.911 ± 0.010	0.0684 ± 0.0033

Table 44 Void reactivity, $\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ and $\frac{\partial^2 \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel cluster: 1.

Change in Void fraction (%)	Void reactivity (\$)	$\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ (\$·m ²)	$\frac{\partial^2 \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$ (\$·m ⁴)
0 → 30	-0.67 ± 0.04	-0.196 ± 0.026	-0.0038 ± 0.0031
0 → 70	-2.90 ± 0.04	-0.553 ± 0.025	-0.0014 ± 0.0029
0 → 86.7	-3.02 ± 0.04	-0.581 ± 0.025	-0.0041 ± 0.0030
0 → 100	-7.85 ± 0.04	-0.959 ± 0.025	0.0311 ± 0.0041
30 → 70	-2.10 ± 0.02	-0.366 ± 0.016	0.0035 ± 0.0027
30 → 86.7	-2.22 ± 0.02	-0.389 ± 0.017	0.0003 ± 0.0029
30 → 100	-6.90 ± 0.03	-0.791 ± 0.015	0.0340 ± 0.0040
70 → 86.7	-0.12 ± 0.01	-0.050 ± 0.015	-0.0026 ± 0.0023
70 → 100	-4.43 ± 0.01	-0.512 ± 0.013	0.0318 ± 0.0036
86.7 → 100	-4.28 ± 0.01	-0.464 ± 0.016	0.0342 ± 0.0037

Table 45 Evaluated parameters obtained from the least square fit of the relation between axial buckling and reactivity to the formula:

$$\rho_v = \rho_{ov} + \eta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2) + \zeta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2)^2$$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 5.

Void fraction (%)	B _{zc} ² (m ²)	ρ _{ov} (\$)	η _v (\$·m ²)	ζ _v (\$·m ⁴)
0	9.71 ± 0.23	0.00 ± 0.01	-1.700 ± 0.008	0.0296 ± 0.0009
30		-0.89 ± 0.01	-1.942 ± 0.009	0.0320 ± 0.0012
70		-3.63 ± 0.01	-2.452 ± 0.011	0.0418 ± 0.0024
86.7		-3.71 ± 0.01	-2.366 ± 0.008	0.0437 ± 0.0022
100		-8.71 ± 0.03	-2.687 ± 0.010	0.0682 ± 0.0053
30	9.26 ± 0.09	0.000 ± 0.01	-1.962 ± 0.010	0.0310 ± 0.0013
71		-2.52 ± 0.01	-2.485 ± 0.012	0.0409 ± 0.0024
86.7		-2.64 ± 0.01	-2.401 ± 0.009	0.0426 ± 0.0024
100		-7.50 ± 0.03	-2.753 ± 0.010	0.0713 ± 0.0051
70	8.26 ± 0.14	0.00 ± 0.02	-2.569 ± 0.017	0.0412 ± 0.0024
86.7		-0.19 ± 0.01	-2.489 ± 0.014	0.0431 ± 0.0023
100		-4.78 ± 0.02	-3.026 ± 0.018	0.0338 ± 0.0053
86.7	8.18 ± 0.12	0.00 ± 0.01	-2.495 ± 0.014	0.0429 ± 0.0023
100		-4.44 ± 0.02	-2.905 ± 0.018	0.0707 ± 0.0051

Table 46 Void reactivity, $\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ and $\frac{\partial^2 \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 5.

Change in Void fraction (%)	Void reactivity (\$)	$\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ (\$·m ²)	$\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$ (\$·m ⁴)
0 → 30	-0.89 ± 0.01	-0.242 ± 0.012	0.0024 ± 0.0015
0 → 70	-3.63 ± 0.01	-0.752 ± 0.014	0.0122 ± 0.0026
0 → 86.7	-3.71 ± 0.01	-0.666 ± 0.011	0.0141 ± 0.0024
0 → 100	-8.71 ± 0.03	-0.987 ± 0.013	0.0386 ± 0.0054
30 → 70	-2.52 ± 0.01	-0.523 ± 0.016	0.0099 ± 0.0027
30 → 86.7	-2.64 ± 0.01	-0.439 ± 0.013	0.0116 ± 0.0027
30 → 100	-7.50 ± 0.03	-0.791 ± 0.014	0.0403 ± 0.0053
70 → 86.7	-0.19 ± 0.02	0.080 ± 0.022	0.0019 ± 0.0033
70 → 100	-4.78 ± 0.03	-0.457 ± 0.025	-0.0074 ± 0.0058
86.7 → 100	-4.44 ± 0.02	-0.410 ± 0.023	0.0278 ± 0.0056

Table 47 Evaluated parameters obtained from the least square fit of the relation between axial buckling and reactivity to the formula:

$$\rho_v = \rho_{ov} + \eta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2) + \zeta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2)^2$$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 9.

Void fraction	B _{zc} ² (m ⁻²)	ρ _{ov} (\$)	η _v (\$·m ²)	ζ _v (\$·m ⁴)
0	10.26 ± 0.14	0.00 ± 0.03	-1.894 ± 0.023	0.0241 ± 0.0030
30		-1.15 ± 0.01	-1.899 ± 0.012	0.0255 ± 0.0018
70		-4.47 ± 0.01	-2.523 ± 0.010	0.0448 ± 0.0025
86.7		-4.43 ± 0.02	-2.342 ± 0.011	0.0365 ± 0.0035
100		-10.61 ± 0.04	-2.812 ± 0.011	0.1114 ± 0.0050
30	9.66 ± 0.10	0.00 ± 0.02	-1.933 ± 0.014	0.0259 ± 0.0018
70		-2.94 ± 0.01	-2.575 ± 0.012	0.0445 ± 0.0025
86.7		-3.02 ± 0.02	-2.384 ± 0.014	0.0362 ± 0.0035
100		-8.88 ± 0.04	-2.943 ± 0.013	0.1105 ± 0.0049
70	8.54 ± 0.14	0.00 ± 0.02	-2.677 ± 0.018	0.0448 ± 0.0025
86.7		-0.30 ± 0.02	-2.467 ± 0.022	0.0365 ± 0.0035
100		-5.06 ± 0.03	-3.195 ± 0.022	0.1114 ± 0.0050
86.7	8.42 ± 0.12	-0.00 ± 0.02	-2.475 ± 0.022	0.0363 ± 0.0035
100		-5.06 ± 0.03	-3.220 ± 0.023	0.1109 ± 0.0049

Table 48 Void reactivity, $\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ and $\frac{\partial^2 \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 9.

change in void fraction (%)	Void reactivity (\$)	$\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ (\$·m ²)	$\frac{\partial^2 \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$ (\$·m ⁴)
0 → 30	-1.15 ± 0.03	-0.0005 ± 0.0026	0.0014 ± 0.0035
0 → 70	-4.47 ± 0.03	-0.629 ± 0.025	0.0207 ± 0.0039
0 → 86.7	-4.43 ± 0.04	-0.448 ± 0.025	0.0124 ± 0.0046
0 → 100	-10.61 ± 0.05	-0.918 ± 0.025	0.0873 ± 0.0058
30 → 70	-2.94 ± 0.02	-0.642 ± 0.018	0.0186 ± 0.0031
30 → 86.7	-3.02 ± 0.03	-0.451 ± 0.020	0.0103 ± 0.0039
30 → 100	-8.88 ± 0.04	-1.010 ± 0.019	0.0846 ± 0.0052
70 → 86.7	0.030 ± 0.03	-0.210 ± 0.028	-0.0083 ± 0.0043
70 → 100	-0.30 ± 0.04	-0.518 ± 0.028	0.0666 ± 0.0056
86.7 → 100	-5.06 ± 0.04	-0.745 ± 0.032	0.0746 ± 0.0060

Table 49 Evaluated parameters obtained from the least square fit of the relation between axial buckling and reactivity to the formula:

$$\rho_v = \rho_{0v} + \eta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2) + \zeta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2)^2$$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 13.

Void fraction (%)	B _{zc} ² (m ⁻²)	ρ _{0v} (\$)	η _v (\$·m ²)	ζ _v (\$·m ⁴)
0	10.67 ± 0.16	0.00 ± 0.06	-2.026 ± 0.031	0.0339 ± 0.0028
30		-1.38 ± 0.02	-2.032 ± 0.016	0.0322 ± 0.0022
70		-4.91 ± 0.02	-2.520 ± 0.009	0.0454 ± 0.0025
86.7		-5.18 ± 0.02	-2.455 ± 0.013	0.0445 ± 0.0037
100		-12.05 ± 0.05	-2.960 ± 0.014	0.1143 ± 0.0060
30	10.00 ± 0.10	0.00 ± 0.02	-2.071 ± 0.017	0.0318 ± 0.0022
70		-3.20 ± 0.01	-2.579 ± 0.012	0.0450 ± 0.0025
86.7		-3.59 ± 0.02	-2.610 ± 0.019	0.0187 ± 0.0043
100		-10.01 ± 0.05	-3.109 ± 0.016	0.1126 ± 0.0059
70	8.79 ± 0.15	0.00 ± 0.02	-2.690 ± 0.018	0.0453 ± 0.0025
86.7		-0.41 ± 0.03	-2.621 ± 0.025	0.0444 ± 0.0037
100		-6.08 ± 0.03	-3.388 ± 0.028	0.1140 ± 0.0060
86.7	8.63 ± 0.13	0.00 ± 0.03	-2.635 ± 0.026	0.0443 ± 0.0037
100		-5.54 ± 0.03	-3.421 ± 0.029	0.1134 ± 0.0060

Table 50 Void reactivity, $\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ and $\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 13.

Change in Void fraction (%)	Void reactivity (\$)	$\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ (\$·m ²)	$\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$ (\$·m ⁴)
0 → 30	-1.38 ± 0.06	-0.006 ± 0.035	-0.0017 ± 0.0036
0 → 70	-4.91 ± 0.06	-0.494 ± 0.032	0.0115 ± 0.0038
0 → 86.7	-5.18 ± 0.06	-0.429 ± 0.034	0.0106 ± 0.0046
0 → 100	-12.05 ± 0.08	-0.934 ± 0.034	0.0804 ± 0.0066
30 → 70	-3.20 ± 0.02	-0.508 ± 0.021	0.0132 ± 0.0033
30 → 86.7	-3.59 ± 0.03	-0.539 ± 0.025	-0.0131 ± 0.0048
30 → 100	-10.01 ± 0.05	-1.038 ± 0.023	0.0808 ± 0.0063
70 → 86.7	-0.41 ± 0.04	0.069 ± 0.031	-0.0009 ± 0.0045
70 → 100	-6.08 ± 0.04	-0.698 ± 0.033	0.0687 ± 0.0065
86.7 → 100	-5.54 ± 0.04	-0.786 ± 0.039	0.0691 ± 0.0070

Table 51 Evaluated parameters obtained from the least square fit of the relation between axial buckling and reactivity to the formula:

$$\rho_v = \rho_{ov} + \eta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2) + \zeta_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2)^2$$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 21.

Void fraction (%)	B _{zc} ² (m ⁻²)	ρ _{ov} (\$)	η _v (\$·m ²)	ζ _v (\$·m ⁴)
0	11.45 ± 0.17	0.00 ± 0.04	-2.299 ± 0.021	0.0330 ± 0.0022
30		-1.94 ± 0.01	-2.301 ± 0.011	0.0393 ± 0.0018
70		-5.57 ± 0.02	-2.425 ± 0.009	0.0425 ± 0.0026
86.7		-6.26 ± 0.03	-2.485 ± 0.017	0.0415 ± 0.0059
100		-14.57 ± 0.08	-3.129 ± 0.018	0.1214 ± 0.0071
30	10.62 ± 0.11	0.00 ± 0.02	-2.361 ± 0.014	0.0386 ± 0.0019
70		-3.53 ± 0.02	-2.492 ± 0.012	0.0418 ± 0.0027
86.7		-4.17 ± 0.03	-2.549 ± 0.022	0.0403 ± 0.0057
100		-11.87 ± 0.07	-3.324 ± 0.019	0.1188 ± 0.0068
70	9.24 ± 0.16	0.00 ± 0.02	-2.612 ± 0.019	0.0424 ± 0.0026
86.7		-0.57 ± 0.05	-2.667 ± 0.038	0.0413 ± 0.0058
100		-7.06 ± 0.05	-3.663 ± 0.035	0.1210 ± 0.0070
86.7	9.03 ± 0.14	0.00 ± 0.05	-2.682 ± 0.040	0.0409 ± 0.0058
100		-6.29 ± 0.05	-3.709 ± 0.037	0.1201 ± 0.0069

Table 52 Void reactivity, $\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ and $\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 21.

Change in Void fraction (%)	Void reactivity (\$)	$\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ (\$·m ²)	$\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$ (\$·m ⁴)
0 → 30	-1.94 ± 0.04	-0.002 ± 0.024	0.0063 ± 0.0028
0 → 70	-5.57 ± 0.04	-0.126 ± 0.023	0.0095 ± 0.0034
0 → 86.7	-6.26 ± 0.05	-0.186 ± 0.027	0.0085 ± 0.0063
0 → 100	-14.57 ± 0.09	-0.830 ± 0.028	0.0884 ± 0.0074
30 → 70	-3.53 ± 0.03	-0.131 ± 0.018	0.0032 ± 0.0033
30 → 86.7	-4.17 ± 0.04	-0.188 ± 0.026	0.0017 ± 0.0060
30 → 100	-11.87 ± 0.07	-0.963 ± 0.024	0.0802 ± 0.0071
70 → 86.7	-0.57 ± 0.05	-0.055 ± 0.042	-0.0011 ± 0.0064
70 → 100	-7.06 ± 0.05	-0.051 ± 0.040	0.0886 ± 0.0075
86.7 → 100	-6.29 ± 0.07	-1.027 ± 0.054	0.0792 ± 0.0090

Table 53 Evaluated parameters obtained from the least square fit of the relation between axial buckling and reactivity to the formula:

$$\rho_v = \rho_{ov} + \gamma_v \cdot (B_z^2 - B_{zc}^2) + \zeta_v \cdot (B_z^4 - B_{zc}^4)$$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 25.

Void fraction (%)	B _{zc} ² (m)	ρ _{ov} (\$)	γ _v (\$·m ²)	ζ _v (\$·m ⁴)
0	11.67 ± 0.17	0.00 ± 0.06	-2.688 ± 0.033	0.0485 ± 0.0036
30		-1.66 ± 0.03	-1.970 ± 0.023	0.0265 ± 0.0043
70		-6.15 ± 0.02	-2.605 ± 0.012	0.0459 ± 0.0040
86.7		-7.03 ± 0.03	-2.726 ± 0.012	0.0245 ± 0.0048
100		-17.47 ± 0.04	-3.672 ± 0.013	0.1170 ± 0.0044
30	10.83 ± 0.11	0.00 ± 0.04	-2.017 ± 0.027	0.0274 ± 0.0041
70		-3.93 ± 0.02	-2.679 ± 0.017	0.0452 ± 0.0041
86.7		-4.59 ± 0.02	-2.639 ± 0.013	0.0524 ± 0.0041
100		-14.30 ± 0.04	-3.869 ± 0.013	0.1168 ± 0.0044
70	9.40 ± 0.17	0.00 ± 0.03	-2.813 ± 0.028	0.0459 ± 0.0040
86.7		-0.71 ± 0.02	-2.789 ± 0.022	0.0524 ± 0.0040
100		-8.53 ± 0.03	-4.204 ± 0.020	0.1170 ± 0.0044
86.7	9.15 ± 0.14	0.00 ± 0.03	-2.815 ± 0.024	0.0523 ± 0.0040
100		-7.47 ± 0.03	-4.262 ± 0.021	0.1169 ± 0.0044

Table 54 Void reactivity, $\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ and $\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$

Lattice pitch: 22.5 cm. Number of loaded PuO₂-UO₂ fuel clusters: 25.

Change in Void fraction (%)	Void reactivity (\$)	$\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^2}$ (\$·m ²)	$\frac{\partial \rho_{v-v'}}{\partial B_z^4}$ (\$·m ⁴)
0 → 30	-1.66 ± 0.07	0.718 ± 0.040	-0.0220 ± 0.0056
0 → 70	-6.15 ± 0.06	0.083 ± 0.035	-0.0026 ± 0.0054
0 → 86.7	-7.03 ± 0.07	-0.038 ± 0.035	-0.0240 ± 0.0060
0 → 100	-17.47 ± 0.07	-0.984 ± 0.035	0.0685 ± 0.0057
30 → 70	-3.93 ± 0.04	-0.662 ± 0.032	0.0178 ± 0.0058
30 → 86.7	-4.59 ± 0.04	-0.622 ± 0.030	0.0250 ± 0.0058
30 → 100	-14.30 ± 0.05	-1.852 ± 0.030	0.0894 ± 0.0060
70 → 86.7	-0.71 ± 0.04	0.024 ± 0.036	0.0065 ± 0.0057
70 → 100	-8.53 ± 0.04	-1.391 ± 0.034	0.0711 ± 0.0059
86.7 → 100	-7.47 ± 0.04	-1.447 ± 0.032	0.0646 ± 0.0059

Table 55 Void reactivity without leakage effect in cores of partially loaded with $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters.

Lattice pitch: 22.5 cm.

Number of $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel clusters	Change in Void fraction (%)	Reactivity (β)
1	0 → 30	0.8 ± 0.4
	0 → 70	2.1 ± 0.4
	0 → 86.7	2.0 ± 0.4
	0 → 100	3.6 ± 0.5
5	0 → 30	1.7 ± 0.2
	0 → 70	4.8 ± 0.3
	0 → 86.7	4.1 ± 0.3
	0 → 100	4.5 ± 0.6
9	0 → 30	— 1.0 ± 0.5
	0 → 70	4.2 ± 0.5
	0 → 86.7	1.5 ± 0.6
	0 → 100	8.0 ± 0.7
13	0 → 30	— 1.5 ± 0.6
	0 → 70	1.7 ± 0.6
	0 → 86.7	0.6 ± 0.6
	0 → 100	7.1 ± 0.9
21	0 → 30	— 1.1 ± 0.5
	0 → 70	— 2.9 ± 0.5
	0 → 86.7	3.0 ± 0.9
	0 → 100	6.5 ± 1.1
25	0 → 30	— 13.0 ± 0.9
	0 → 70	— 7.5 ± 0.8
	0 → 86.7	— 9.9 ± 0.9
	0 → 100	3.3 ± 1.0

Appendix I. Physical Constants of 0.54 w/o PuO₂-UO₂ Fuel

(i) Fuel Element

Region	Inner Dia (cm)	Outer Dia (cm)	Material	Density (g/cm ³)
Fuel Pellet		1.469 ± 0.007	enriched PuO ₂ -UO ₂ Helium	10.171 ± 0.069
Gap	1.469	1.506		
Fuel Sheath	1.506 ± 0.001	1.668 ± 0.001	Zry-2	6.523

(ii) Fuel Composition

(Measured at Aug. 1971)^{*}

Isotope	w/o in fuel pellet	w/o in sheath	Atomic No. density (/cm ³ × 10 ²⁴)
Fuel U-235	0.6214		0.0001620
U-238	86.7823		0.02233
Pu-239	0.4304		0.0001103
Pu-240	0.04115		0.00001050
Pu-241	0.004359		0.000001108
Pu-242	0.000303		0.0000000767
O	12.120		0.04640
Sheath Zr		98.22	0.04218
Sn		1.48	0.0004897
Fe		0.14	0.00009848
Cr		0.10	0.00007555
Ni		0.06	0.00004013

* Half-life of ²⁴¹Pu: 14.6 ± 0.3 year.

Appendix II. Composition of Coolant.

Simulated void fraction (%)	w/o in Coolant				Density(g/cm ³)
	H ₂ O	D ₂ O	H ₃ BO ₃	Air	
0	100	—	—	—	0.99777
30	63.17	36.82	0.00921	—	1.0359
70	18.07	81.91	0.0215	—	1.0866
86.7	0.45	99.55	—	—	1.1078
100	—	—	—	100	0.000001
Density(g/cm ³)	0.99777	1.10834	1.435	0.001205	—