

JAERI-M  
86-191

γスキャンニング法による軸方向非均質模擬炉心  
(FCA XIII炉心)の相対出力分布の測定

1987年1月

佐藤 邦雄・大野 秋男・大杉 俊隆・佐藤 若英\*

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

JAERI-M 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。  
入手の問合せは、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、お申しこしください。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。

JAERI-M reports are issued irregularly.

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

©Japan Atomic Energy Research Institute, 1987

---

編集兼発行　　日本原子力研究所  
印　　刷　　いばらき印刷株

アスキャンニング法による軸方向非均質模擬炉心  
(FCA XIII 炉心) の相対出力分布の測定

日本原子力研究所東海研究所原子炉工学部  
佐藤邦雄・大野秋男・大杉俊隆・佐藤若英\*

(1986年12月19日受理)

アスキャンニング法により、軸方向非均質炉の径方向核特性を把握するため、軸方向非均質部分模擬炉心 (FCA XIII 炉心) の相対出力分布を測定した。ここでは、内部プランケットを炉心中心部に設けた FCA XIII-1 および FCA XIII-2 炉心の出力分布から径方向の出力分布の平坦化の度合、チャンネル出力の変化を調べた。この測定により、炉心中心部に内部プランケットを設けることにより、軸方向のみならず径方向にも出力分布の平坦化が達成できることを確認した。また内部プランケットの形状を最適化することで、より一層チャンネル出力の平坦化が達成できる見通しがついた。

測定した全てのケースについて計算を行ったが、計算値はおおむね実験値の傾向を再現している。計算値と実験値は炉心領域においてはよく一致している。しかし、内部プランケットおよび軸方向プランケット領域では、計算値は実験値を過小評価している。チャンネル出力分布および出力ピーニング係数については、計算値と実験値は良く一致している。

---

東海研究所: 〒319-11 茨城県那珂郡東海村白方字白根2-4

\*外来研究員 (日本情報サービス)

Measurements of Relative Power Distributions in the Simulated Axially Heterogeneous Core (FCA XIII Core) by  $\gamma$ -Scanning Method

Kunio SATOH, Akio OHNO, Tositaka OSUGI and Wakaei SATO\*

Department of Reactor Engineering  
Tokai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received December 19, 1986)

Relative power distributions were measured using  $\gamma$ -scanning method in the partially simulated cores of axially heterogeneous LMFBR (FCA XIII-1 and FCA XIII-2 core) which were assembled to study radial nuclear characteristics of the core. Radial power flattenings and a radial variation of channel powers were examined from the power distributions measured in the cores having the inner blanket at the core midplane. It is confirmed that the power flattenings can be achieved not only in the axial distribution but in the radial distribution. The distribution of the channel powers also can be more flattened by making optimization of the inner blanket shape.

Calculation predicts the overall trend of the measured results. Calculated results agreed well with measured values in the core region, while underestimated in the inner and outer blanket region. As for the channel power distribution and the power peaking factor, calculated values agree with measured ones.

Keywords : LMFBR, Axially Heterogeneous Core, Power Distribution,  $\gamma$ -Scanning Method, Power Flattening, Channel Power, Power Peaking Factor

---

\* JAIS LTD.

## 目 次

1.はじめに.....	1
2.実験の概要.....	1
2.1 測定炉心.....	1
2.2 測定方法.....	2
3.データ処理.....	10
4.解析.....	18
5.結果および検討.....	21
5.1 出力分布の平坦化.....	21
5.2 チャンネル出力.....	22
5.3 出力ピーニング係数.....	23
5.4 測定値と計算値の比較.....	24
6.結論.....	38
謝辞.....	38
参考文献.....	38
Appendix A. 燃料板ごとの径方向出力分布.....	39
Appendix B. 軸方向出力分布.....	64

## Contents

1. Introduction .....	1
2. Experiment .....	1
2.1 Description of the Assembly .....	1
2.2 Measurement .....	2
3. Data Processing .....	10
4. Analysis .....	18
5. Experimental Result and Discussion .....	21
5.1 Power Flattening .....	21
5.2 Channel Power .....	22
5.3 Power Peaking Factor .....	23
5.4 Comparison of Measured and Calculated Values .....	24
6. Conclusion .....	38
Acknowledgment .....	38
References .....	38
Appendix A. Radial Power Distribution of Each Fuel Plate .....	39
Appendix B. Axial Power Distribution .....	64

## 1. はじめに

高速炉臨界集合体 FC A を用いて、大型軸方向非均質炉心高速炉の炉物理特性を把握し、設計計算手法の検証のためのベンチマークデータを得るため、一連の模擬実験を行ってきた。軸方向非均質炉心は、炉心中心にブランケット領域を設け、出力の平坦化、Na ポイド反応度の低減化、増殖性能の向上といった優れた特性を持つ炉心と考えられ、大型高速炉の候補炉心の 1 つとして研究開発が進められている。

軸方向非均質炉心では、内部ブランケット領域と炉心との相対形状によって、その炉物理特性が大きく変化するため、設計計算手法の検証のためには、実規模大での実験が望まれる。しかし、FC A 保有の核燃料の制約から大型軸方向非均質炉心の全炉心模擬体系を組むことができない。そのため、軸方向および径方向特性をそれぞれの部分模擬体系により測定した。把握すべき炉物理特性のひとつに出力分布があげられる。我々は FC A を用いた一連の高速炉模擬体系について、アスキャンニング法<sup>1)</sup>により、相対出力分布の測定を行ってきた。軸方向特性を把握するための FC AXI 炉心および FC AXII 炉心での相対出力分布測定についてはすでに報告した。<sup>2)</sup> 本報告書では、軸方向非均質炉心の径方向特性を模擬するために組立てられた部分模擬体系である FC AXIII 炉心についても、同一手法で相対出力分布の測定を行ったのでその結果を報告する。FC AXIII 炉心の出力分布の測定では、内部ブランケットの形状を変化させた場合のチャンネル出力の径方向変化、および内部ブランケットに接した炉心領域の出力分布の変化に着目した。

本報告書では、第 2 章で実験の概要、第 3 章で実験値のデータ処理、第 4 章で解析に用いた計算手法、第 5 章で実験値と計算値の比較および実験結果の検討について述べる。また、Appendix A に燃料板ごとの径方向出力分布を示し、Appendix B に軸方向出力分布を示す。

## 2. 実験の概要

### 2.1 測定炉心

軸方向非均質炉心の径方向炉物理特性を把握するために、FC AXIII シリーズでは、FC AXIII-1 炉心および FC AXIII-2 炉心が組まれた。以下に測定が行われたそれらの炉心について概括する。

#### FC AXIII-1 炉心<sup>3)</sup>

FC AXIII-1 炉心は、軸方向非均質炉心の径方向核特性を得るために組まれたセクター状のテスト領域をドライバー燃料で囲んだ部分模擬炉心である。テスト領域は内部ブランケットを含んだ内側炉心と、内部ブランケットを含まない外側炉心で構成されている。Fig. 2.1 に装荷図、Fig. 2.2 に炉心の垂直断面図を示す。

テスト領域の半径は 63.5 cm であり、その内側の内部ブランケットの半径は 35.9 cm である。

## 1. はじめに

高速炉臨界集合体 FC A を用いて、大型軸方向非均質炉心高速炉の炉物理特性を把握し、設計計算手法の検証のためのベンチマークデータを得るため、一連の模擬実験を行ってきた。軸方向非均質炉心は、炉心中心にブランケット領域を設け、出力の平坦化、Na ポイド反応度の低減化、増殖性能の向上といった優れた特性を持つ炉心と考えられ、大型高速炉の候補炉心の 1 つとして研究開発が進められている。

軸方向非均質炉心では、内部ブランケット領域と炉心との相対形状によって、その炉物理特性が大きく変化するため、設計計算手法の検証のためには、実規模大での実験が望まれる。しかし、FC A 保有の核燃料の制約から大型軸方向非均質炉心の全炉心模擬体系を組むことができない。そのため、軸方向および径方向特性をそれぞれの部分模擬体系により測定した。把握すべき炉物理特性のひとつに出力分布があげられる。我々は FC A を用いた一連の高速炉模擬体系について、<sup>1)</sup>スキャニング法<sup>1)</sup>により、相対出力分布の測定を行ってきた。軸方向特性を把握するための FC AXI 炉心および FC AXII 炉心での相対出力分布測定についてはすでに報告した。<sup>2)</sup>本報告書では、軸方向非均質炉心の径方向特性を模擬するために組立てられた部分模擬体系である FC AXIII 炉心についても、同一手法で相対出力分布の測定を行ったのでその結果を報告する。FC AXIII 炉心の出力分布の測定では、内部ブランケットの形状を変化させた場合のチャンネル出力の径方向変化、および内部ブランケットに接した炉心領域の出力分布の変化に着目した。

本報告書では、第 2 章で実験の概要、第 3 章で実験値のデータ処理、第 4 章で解析に用いた計算手法、第 5 章で実験値と計算値の比較および実験結果の検討について述べる。また、Appendix A に燃料板ごとの径方向出力分布を示し、Appendix B に軸方向出力分布を示す。

## 2. 実験の概要

### 2.1 測定炉心

軸方向非均質炉心の径方向炉物理特性を把握するために、FC AXIII シリーズでは、FC AXIII-1 炉心および FC AXIII-2 炉心が組まれた。以下に測定が行われたそれらの炉心について概説する。

#### FC AXIII-1 炉心<sup>3)</sup>

FC AXIII-1 炉心は、軸方向非均質炉心の径方向核特性を得るために組まれたセクター状のテスト領域をドライバー燃料で囲んだ部分模擬炉心である。テスト領域は内部ブランケットを含んだ内側炉心と、内部ブランケットを含まない外側炉心で構成されている。Fig. 2.1 に装荷図、Fig. 2.2 に炉心の垂直断面図を示す。

テスト領域の半径は 63.5 cm であり、その内側の内部ブランケットの半径は 35.9 cm である。

また、テスト領域の外側に約 22 cm の径方向ブランケットを配している。テスト領域の内部ブランケットを含めた炉心高さは 81.3 cm であり、内部ブランケットの軸方向厚さは 30.5 cm である。また、炉心の上下にそれぞれ厚さ約 36 cm の軸方向ブランケットを設けている。テスト領域の内側炉心は T 3 B 3 ドロワーで外側炉心は T 3 ドロワーで構成されている。Fig.2.3 にそれぞれのドロワー内の燃料および模擬物質板の装填図を示す。T 3 B 3 ドロワーの炉心部の単位セル (5.52 cm × 5.52 cm × 5.08 cm) は、金属プルトニウム燃料板 (92 %) 3 枚、劣化ウラン酸化物燃料板 3 枚、アルミナ板 2 枚およびナトリウム板 4 枚で構成されている。アルミナ板を使用しているのは、使用しているプルトニウム燃料が金属プルトニウム燃料であるため、アルミナ板の酸素で酸化プルトニウム燃料を模擬するためである。単位セルのプルトニウム富化度は 18.4 w/o である。内部ブランケットおよび軸方向ブランケットの単位セルは、天然ウラン金属燃料板 2 枚、劣化ウラン酸化物燃料板 3 枚、アルミナ板 2 枚およびナトリウム板 4 枚で構成されている。また、T 3 ドロワーの炉心部および軸方向ブランケットの単位セル内の燃料板および模擬物質板の配列は、T 3 B 3 ドロワーのそれと同一である。Fig. 2.1 に示すようにセクター状テスト領域の外側には、系を臨界にするために各種のドライバ燃料ドロワーが装荷されている。これらのドロワーの組成は、テスト領域の径方向核特性にほとんど影響を与えないように決められている。詳細は参考文献(2) に報告されている。

### FCA XIII - 2 炉心

実際の大型炉においては、内側炉心と外側炉心の境界近傍でピークを持つ出力分布形を形成することが設計計算で得られている。また境界付近の内部ブランケットを薄くして径方向に拡張することにより、この出力ピークを低減し、かつその分布形をより平坦化できることが計算で得られている。この事を実験的に確認するために FCA XIII - 1 炉心の内部ブランケットの形状を一部変更して、FCA XIII - 2 炉心とした。

FCA XIII - 2 炉心の装荷図を Fig. 2.4 に、その垂直断面図を Fig. 2.5 に示す。Fig. 2.5 に示すように、FCA XIII - 2 炉心の内部ブランケットの軸方向高さは、30 cm および 10 cm の 2 段になっている。その半径は、厚さ 30 cm の領域に対して 30.6 cm、厚さ 10 cm の領域に対しては 46.9 cm である。すなわち、FCA XIII - 2 炉心では FCA XIII - 1 炉心の内部ブランケットの厚さ 30 cm の領域が径方向に 5.5 cm 短縮され、その外側に薄い内部ブランケット (厚さ 10 cm) が 16.6 cm 追加されている。FCA XIII - 2 炉心の内部ブランケットおよび炉心部の体積は FCA XIII - 1 炉心のそれにはほぼ等しいものである。テスト領域は、内側炉心の内部ブランケットの厚さ 30 cm の領域は T 3 B 3 ドロワー、厚さ 10 cm の領域は T 3 B 1 ドロワーで、残りの外側炉心は T 3 ドロワーで構成されている。Fig. 2.6 に T 3 B 1 ドロワー内の燃料板および模擬物質板の配列を示している。このドロワーの内部ブランケット、炉心および軸方向ブランケット領域の燃料板および模擬物質板の配列は T 3 B 3 ドロワーのそれらに等しい。

## 2.2 測定方法

アスキャンニング法による出力分布の測定は、炉心内で照射された燃料からの  $\gamma$  線強度が炉内

で照射中に生起した核分裂数に比例するという事実に基づいている。本測定では照射後の燃料板から放出される $\gamma$ 線のうち 0.6 MeV 以上のものを全て計測している。0.6 MeV 以上の $\gamma$ 線に着目した理由は、 $^{238}\text{U}$ の捕獲反応による $^{239}\text{Np}$ からの $\gamma$ 線が 0.5 MeV 以下であること、また 0.6 MeV 近傍に顕著なピークが測定時間範囲（照射後 20～180 分）で認められることによる。

相対出力分布の測定は、セクター状テスト領域の径方向の中心軸にそって 0 R から 11 R までのチャンネル（ドロワー）内に含まれる全ての燃料板について行った。ただし、1 回の RUN（照射）で測定可能なチャンネル（ドロワー）数が 2 チャンネルであるため、各 RUN での照射量の較正に、炉心領域の中心にあたるチャンネル（ドロワー、0 R の位置）の炉心中心（6 Z）のセルに含まれるプルトニウム燃料板の計数値を用いた。そのため各 RUN では同セル内のプルトニウム燃料板についても測定を行っている。

測定チャンネル（ドロワー）内に含まれている全ての燃料板について、照射に先立ってバックグランド計数率を計測した。バックグランドの測定後、燃料板をドロワー内の所定の位置に装填し、炉心に装荷した。照射量は全ての測定ケースについて約 150 Wmin (10W × 15 min) である。照射後約 25 分より、燃料板から放出される 0.6 MeV 以上の全 $\gamma$ 線を測定した。各燃料板は測定値の再現性の確認のために 2 回測定された。

$\gamma$ 線の測定にあたっては、測定対象の燃料板の使用履歴によって、バックグランド計数率が大きく変わる（3 倍程度の差が認められる）ので、バックグランドの測定を精度よく行うことが必要である。照射後の F. P.  $\gamma$ 線強度の時間減衰は、照射パターンによって変化することが考えられるので、本測定では、全て同一出力で同一時間の照射を行った。

$\gamma$ 線測定には、Ge 半導体検出器を使用した。その検出器は鉛で遮蔽し、その上部には直径 2 cm の鉛コリメータが固定されている。鉛コリメータの厚さは 10 cm である。検出器からの信号は前置増幅器から線型増幅器に送られ、波形処理されたのち波高弁別器に送られる。ここで 0.6 MeV 以上の $\gamma$ 線が弁別され、スケーラで計測される。Fig. 2.7 に測定系のブロック図を示した。

## FCA XIII-1 REFERENCE

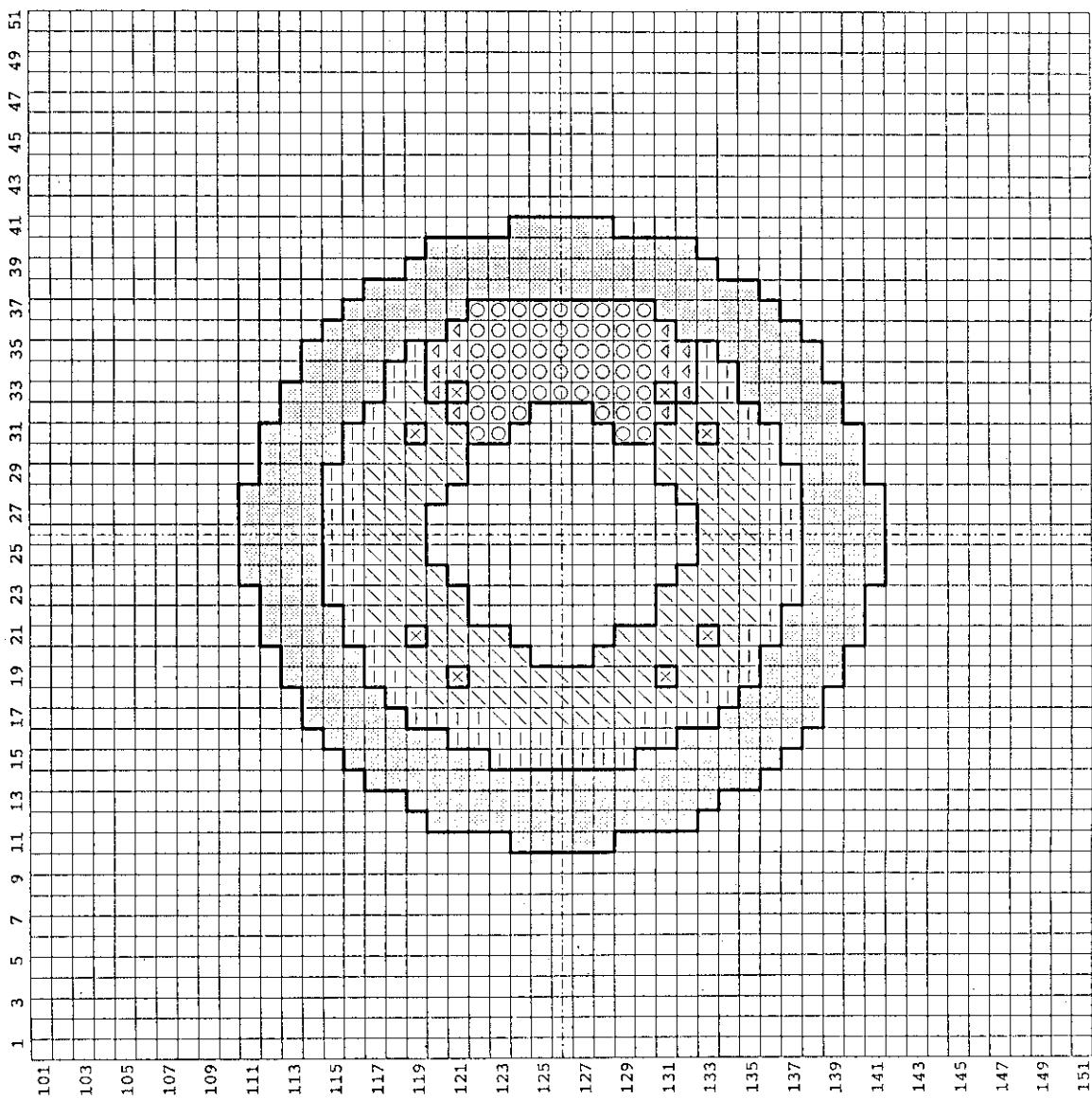


Fig. 2.1 Loading pattern of FCA XIII-1 core

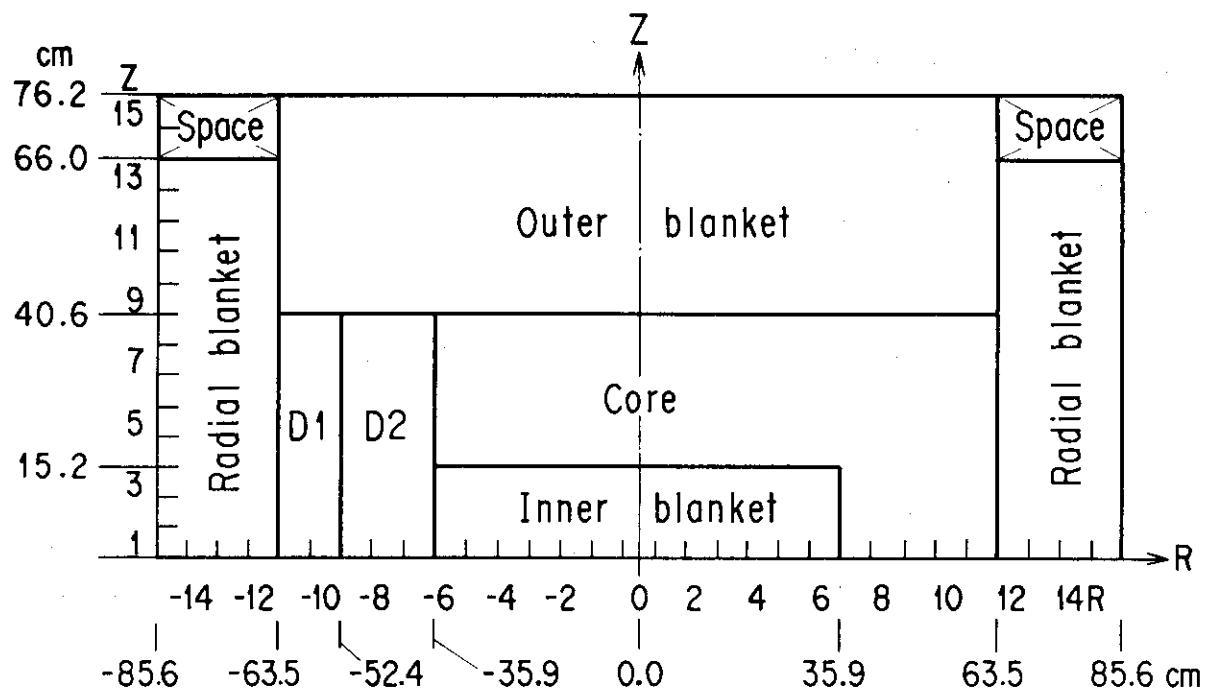


Fig. 2.2 Vertical cross section of FCA XIII-1 core

	1 B	15.24	Core	40.64	AB	76.20cm
NU	Na	Na	Pu(92)	Na		
	DUO <sub>2</sub>	DUO <sub>2</sub>		DUO <sub>2</sub>		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	DUO <sub>2</sub>	DUO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
NU	Na	Na		Na		
	DUO <sub>2</sub>	DUO <sub>2</sub>	Pu(92)	DUO <sub>2</sub>		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	DUO <sub>2</sub>	DUO <sub>2</sub>		DUO <sub>2</sub>		
NU	Na	Na		Na		
	DUO <sub>2</sub>	DUO <sub>2</sub>	Pu(92)	DUO <sub>2</sub>		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	DUO <sub>2</sub>	DUO <sub>2</sub>		DUO <sub>2</sub>		
NU	Na	Na		Na		

T3B3 drawer

	Core	40.64	AB	76.20cm
	Na	Pu (92)	Na	
	DUO <sub>2</sub>		DUO <sub>2</sub>	NU
	Na	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	DUO <sub>2</sub>	Pu (92)	DUO <sub>2</sub>	
	Na		Na	
	DUO <sub>2</sub>	Pu (92)	DUO <sub>2</sub>	
	Na		Na	

T3 drawer

Fig. 2.3 Fuel plate configuration in T3 B3 and T3 drawer

## FCA XIII-2 REFERENCE

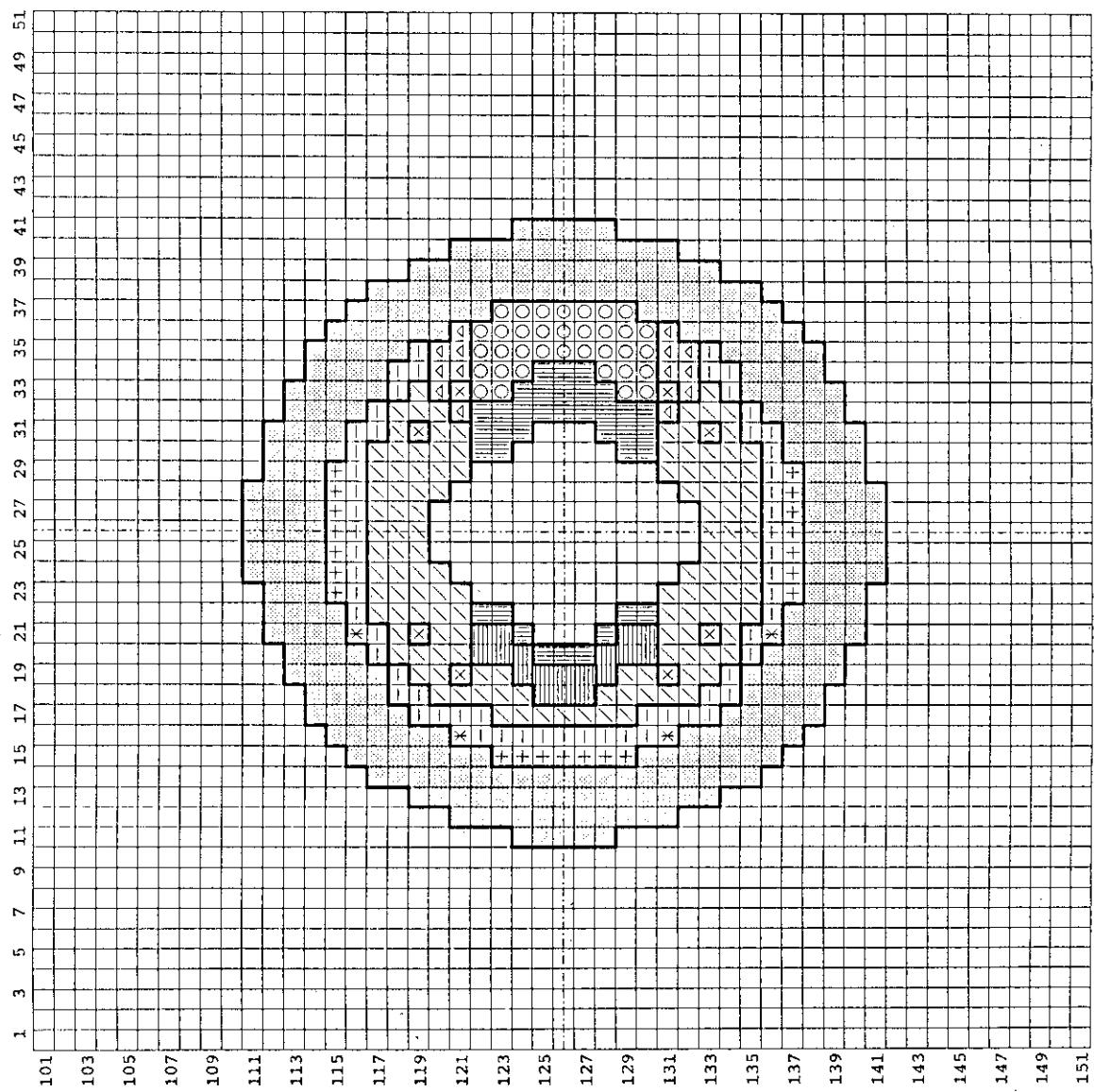


Fig. 2.4 Loading pattern of FCA XIII-2 core

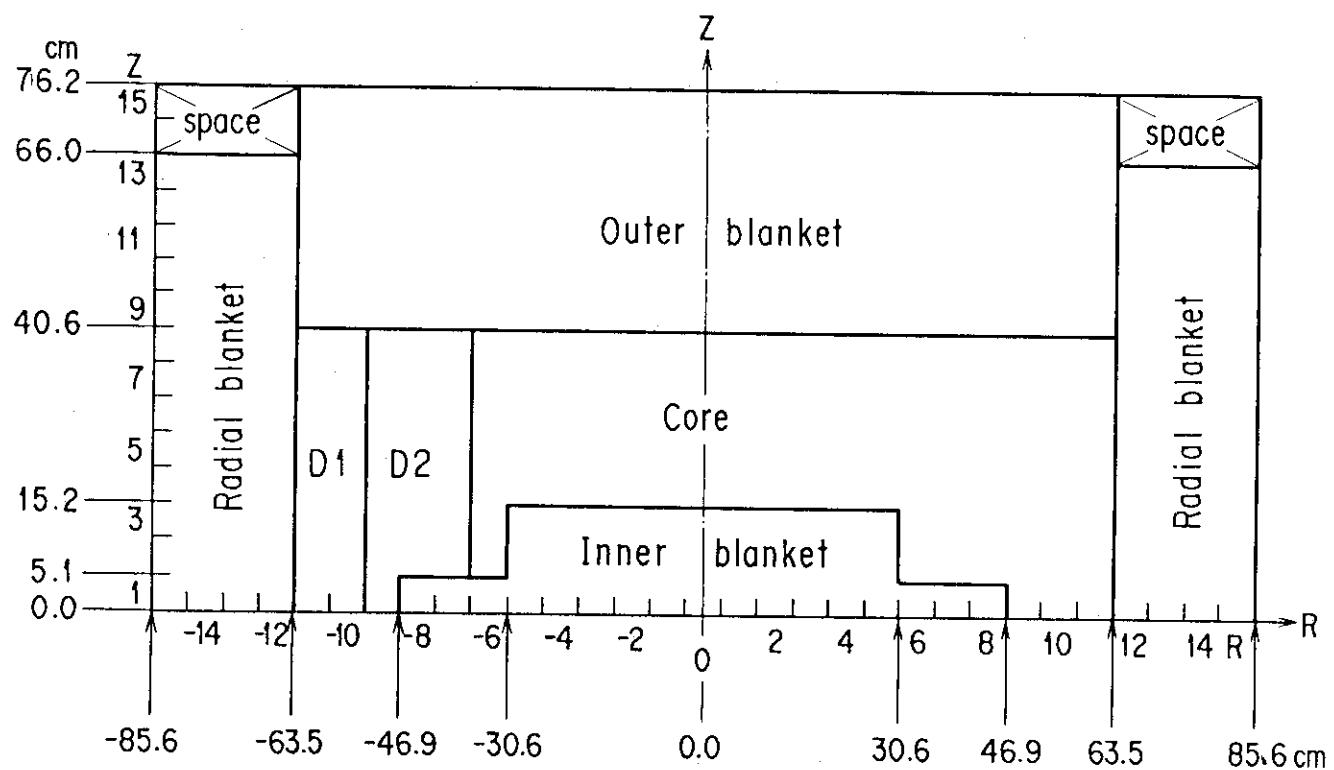


Fig. 2.5 Vertical cross section of FCA XIII-2 core

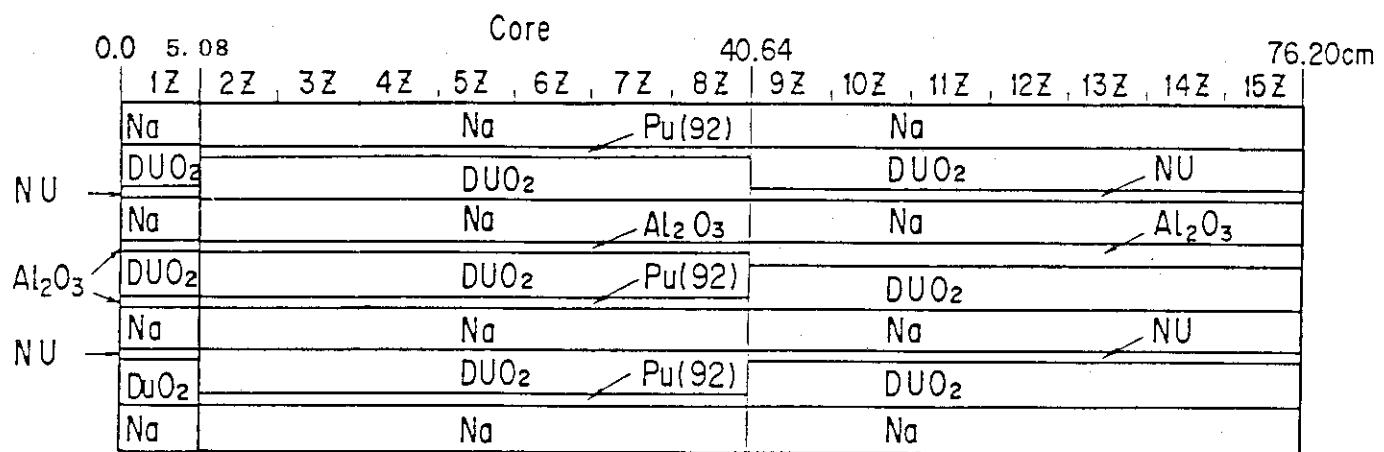
T3B1 drawer

Fig. 2.6 Fuel plate configuration in T3-B1 drawer

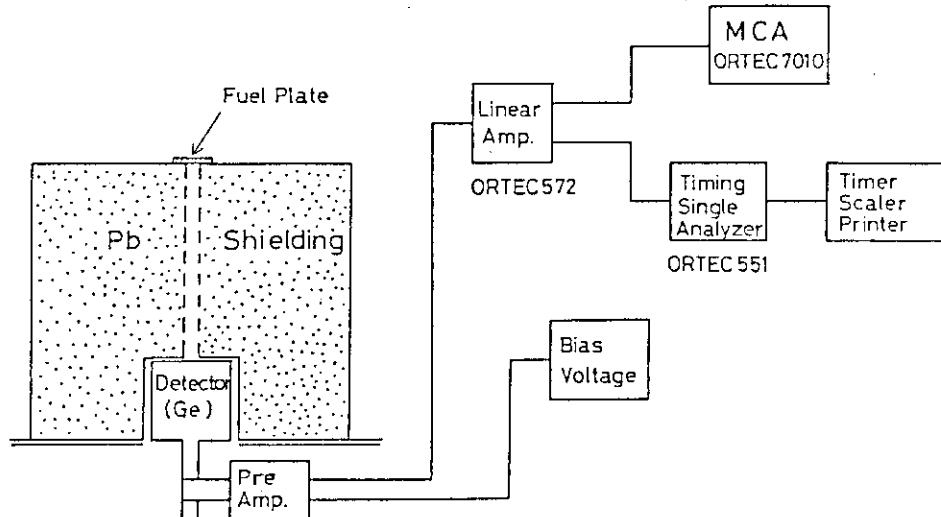


Fig. 2.7 Block diagram of measurement system

### 3. データ処理

照射後燃料板について計測された 0.6 MeV 以上の  $\gamma$  線の計数率  $n$  に、計測系の分解時間  $\tau$  (4.5  $\mu$  sec), 照射に先立って計測されたバックグラウンド計数率  $B, G$ , および  $F, P$ ,  $\gamma$  線の照射後の経過時間につれて減衰する時間減衰補正係数  $F(t)$  の補正を行って、同一時刻の計数率になおした。すなわち燃料板  $i$  の計数率  $N_i$  は、

$$N_i = (n / (1 - n \tau) - B, G) \cdot F(t) \cdot f \quad \dots \dots \dots \quad (3.1)$$

で与えられる。時間減衰補正係数  $F(t)$  は、予め燃料板の種類ごとに同一測定条件の下で測定された値から求めた。

ここで、 $f$  は各 RUN の照射量の違いを補正するための係数である。この実験ではなるべく一定の照射量になるようにしたため補正係数  $f$  の値は 0.98 ~ 1.05 の範囲であった。

単位セルは、燃料物質および模擬物質で構成されている。即ち、内部および外部プランケット領域の単位セルは燃料物質として、天然ウラン金属燃料板および劣化ウラン酸化物燃料板 ( $UO_2$ ) と模擬物質として、Na板およびアルミナ板(酸化物燃料を模擬するために用いられている)で構成されている。他方炉心領域の単位セルは、Pu燃料板 (Pu-Al合金)、劣化ウラン酸化物燃料板 ( $UO_2$ )、Na板およびアルミナ板で構成されている。測定に用いた燃料板の概略仕様は Table 3.1 に示されている。

単位セル  $j$  当りの相対出力  $P_c^j$  は、そのセルに含まれている燃料板  $i$  の  $\gamma$  線計数率  $N_i^j$  の和で与えられ

$$P_c^j = \sum_i \gamma_i N_i^j \quad \dots \dots \dots \quad (3.2)$$

で表わされる。

ここで  $\gamma_i$  は、燃料板の種類で厚さや密度が異なるため、燃料板内での  $\gamma$  線の自己吸収の割合の相違を補正する係数である。 $\gamma_i$  の算出については参考文献(2)に報告されておりプルトニウム燃料板の値を基準 (1.0) にすると、天然ウラン燃料板で 1.05、劣化ウラン酸化物燃料板で 1.20 である。測定された全てのセルについて (3.2) 式で得られた出力は炉心中心セル (0R - 6Z) で、そのセルの全出力が 1.0 に規格化されている。また、炉心領域の各セルは、プルトニウム燃料板と劣化ウラン酸化物燃料板で構成されている。そこで炉心領域の各セルについては、それぞれプルトニウム燃料およびウラン燃料の出力を求めた。各燃料の出力は、炉心中心 (0R - 6Z) での全出力に対する比として求められている。

Table 3.2 から Table 3.7 に実験値を計算値とともに示す。それらの表に与えられている誤差は、計数値の統計誤差、時間減衰補正係数に含まれる誤差、各 RUN の照射量の補正係数に含まれる誤差および規格化を行う際の誤差を考慮し、誤差伝播から算出されている。

Table 3.1 Specification of fuel plates used  
in test region

	Pu Fuel	NU Fuel	DUO <sub>2</sub> Fuel
Size(inch)	2"×2"×1/16"	2"×2"×1/16"	2"×2"×1/4"
Material form	Pu-Al Alloy	Natural Uranium metal	Uranium Oxide
Thickness of fuel meat(mm)	1.02 ± 0.05	1.59	6.35
Thickness of cladding(mm)	SUS 0.25	—	—
Density(g/cm <sup>3</sup> )	14.58	18.34	8.62
Enrichments	91.84%	0.71%	0.21%
Number density (atom/cm <sup>3</sup> )			
Pu	$3.620 \times 10^{22}$	—	—
Al	$0.515 \times 10^{22}$	—	—
U	—	$4.65 \times 10^{22}$	$2.18 \times 10^{22}$
O	—	—	$4.37 \times 10^{22}$

Table 3.2 Measured and calculated total power in FCA XIII-1 Core

	Measured ± err(%)	Calculated	C/E
--	-------------------	------------	-----

12Z (58, 42)	0.022 ± 7.9 0.019 0.864	0.021 ± 9.5 0.019 0.905	0.025 ± 8.3 0.019 0.760	0.021 ± 9.4 0.019 0.905	0.022 ± 9.1 0.018 0.818	0.020 ± 4.3 0.018 0.900	0.020 ± 9.5 0.017 0.850	0.019 ± 4.8 0.015 0.789	0.015 ± 5.6 0.014 0.933	0.014 ± 6.1 0.012 0.857	0.011 ± 6.6 0.010 0.909	0.008 ± 9.0 0.007 0.875
11Z (53, 34)	0.030 ± 6.4 0.028 0.933	0.030 ± 7.4 0.028 0.933	0.030 ± 7.3 0.028 0.933	0.029 ± 7.4 0.027 0.931	0.032 ± 6.8 0.027 0.844	0.029 ± 3.8 0.026 0.897	0.027 ± 7.5 0.025 0.926	0.026 ± 4.1 0.023 0.885	0.023 ± 4.4 0.021 0.913	0.019 ± 5.0 0.018 0.913	0.017 ± 5.2 0.015 0.882	0.012 ± 6.6 0.011 0.917
10Z (48, 26)	0.046 ± 5.0 0.043 0.935	0.046 ± 5.6 0.042 0.913	0.046 ± 5.6 0.042 0.933	0.046 ± 5.5 0.042 0.913	0.047 ± 5.4 0.041 0.872	0.044 ± 3.4 0.040 0.909	0.043 ± 5.6 0.038 0.884	0.039 ± 3.6 0.035 0.897	0.035 ± 3.7 0.032 0.914	0.017 ± 4.0 0.016 0.903	0.025 ± 4.2 0.023 0.923	0.017 ± 5.4 0.017 1.000
9Z (43, 18)	0.077 ± 4.0 0.071 0.922	0.073 ± 4.4 0.071 0.973	0.076 ± 4.3 0.071 0.934	0.074 ± 4.3 0.070 0.946	0.074 ± 4.3 0.069 0.932	0.070 ± 3.1 0.067 0.957	0.068 ± 4.5 0.064 0.941	0.062 ± 3.2 0.060 0.968	0.055 ± 3.3 0.054 0.982	0.048 ± 3.5 0.047 0.979	0.040 ± 3.6 0.039 0.975	0.030 ± 4.0 0.028 0.933
8Z (38, 10)	0.801 ± 1.6 0.790 0.986	0.799 ± 1.6 0.792 0.991	0.791 ± 1.6 0.788 0.996	0.791 ± 1.6 0.780 0.986	0.787 ± 1.6 0.786 0.973	0.756 ± 1.5 0.745 0.985	0.723 ± 1.6 0.712 0.985	0.669 ± 1.4 0.667 0.997	0.611 ± 1.4 0.608 0.995	0.536 ± 1.5 0.535 0.998	0.454 ± 1.5 0.448 0.987	0.353 ± 1.5 0.356 0.980
7Z (33, 02)	0.915 ± 1.5 0.914 0.999	0.906 ± 1.6 0.917 1.012	0.910 ± 1.6 0.914 1.004	0.910 ± 1.6 0.908 1.013	0.896 ± 1.6 0.895 0.990	0.874 ± 1.4 0.875 1.001	0.841 ± 1.4 0.841 1.000	0.783 ± 1.4 0.792 1.001	0.724 ± 1.4 0.726 1.003	0.642 ± 1.5 0.641 0.998	0.538 ± 1.5 0.538 1.000	0.414 ± 1.5 0.417 1.007
6Z (27, 94)	1.000 1.000 1.000	1.003 ± 1.5 1.003 1.000	1.001 ± 1.5 1.003 1.002	0.993 ± 1.5 0.999 1.006	1.001 ± 1.5 0.989 0.988	0.964 ± 1.4 0.971 1.007	0.945 ± 1.5 0.942 0.997	0.879 ± 1.4 0.893 1.016	0.820 ± 1.4 0.824 1.005	0.720 ± 1.4 0.731 1.015	0.610 ± 1.5 0.616 1.010	0.472 ± 1.5 0.479 1.015
5Z (22, 86)	1.037 ± 1.5 1.042 1.005	1.028 ± 1.5 1.047 1.018	1.047 ± 1.5 1.049 1.002	1.045 ± 1.5 1.051 1.006	1.047 ± 1.5 1.047 1.000	1.026 ± 1.4 1.034 1.008	1.015 ± 1.5 1.011 0.966	0.955 ± 1.4 0.969 1.015	0.889 ± 1.4 0.901 1.013	0.793 ± 1.4 0.803 1.013	0.677 ± 1.4 0.679 1.003	0.528 ± 1.5 0.530 1.004
4Z (17, 78)	1.036 ± 1.5 1.036 1.001	1.044 ± 1.5 1.041 0.997	1.046 ± 1.5 1.047 1.001	1.057 ± 1.5 1.053 0.996	1.077 ± 1.5 1.057 0.981	1.065 ± 1.4 1.053 0.989	1.044 ± 1.4 1.043 0.999	1.032 ± 1.4 1.043 1.003	0.947 ± 1.4 0.955 1.008	0.842 ± 1.4 0.858 1.008	0.726 ± 1.4 0.731 1.007	0.573 ± 1.5 0.572 0.998
3Z (12, 70)	0.106 ± 3.8 0.100 0.943	0.108 ± 3.9 0.101 0.935	0.109 ± 3.8 0.103 0.945	0.110 ± 3.7 0.105 0.963	0.114 ± 3.7 0.109 0.956	0.122 ± 3.0 0.115 0.943	0.137 ± 3.5 0.130 0.949	0.130 ± 1.4 0.130 1.012	0.974 ± 1.4 0.974 1.021	0.880 ± 1.4 0.898 1.020	0.755 ± 1.4 0.767 0.016	0.591 ± 1.5 0.602 1.019
2Z (7, 62)	0.083 ± 4.2 0.073 0.880	0.083 ± 4.3 0.074 0.892	0.086 ± 4.2 0.076 0.894	0.091 ± 4.1 0.080 0.930	0.086 ± 4.1 0.085 0.934	0.103 ± 3.0 0.095 0.922	0.119 ± 3.6 0.116 0.975	0.108 ± 1.4 0.104 1.015	0.899 ± 1.4 0.923 1.027	0.779 ± 1.4 0.791 1.015	0.610 ± 1.5 0.621 1.018	
1Z (2, 54)	0.072 ± 4.1 0.065 0.903	0.072 ± 4.5 0.066 0.917	0.074 ± 4.4 0.068 0.919	0.077 ± 4.3 0.073 0.948	0.085 ± 4.0 0.089 0.941	0.121 ± 3.6 0.112 0.908	0.147 ± 1.4 0.106 1.013	0.005 ± 1.4 0.024 1.019	0.919 ± 1.4 0.933 1.015	0.793 ± 1.4 0.801 1.010	0.620 ± 1.5 0.631 1.017	
Position (distance) (cm)	QR (0.00)	IR (5.52)	2R (11.04)	3R (16.56)	4R (22.08)	5R (33.12)	6R (38.64)	7R (44.16)	8R (49.68)	9R (55.20)	10R (60.72)	

Table 3.3 Measured and calculated Pu power in FCA XIII-1 Core

		Measured $\pm$ err(%)		Calculated	
		C/E			
Position	0R (0.00)	1R (5.52)	2R (11.04)	3R (16.56)	4R (22.08)
1ZZ (58.42)					
11Z (53.34)					
10Z (48.26)					
9Z (43.18)					
8Z (38.10)	0.704 $\pm$ 1.6 0.704 1.000	0.702 $\pm$ 1.6 0.706 1.006	0.698 $\pm$ 1.6 0.695 1.000	0.695 $\pm$ 1.6 0.683 0.983	0.667 $\pm$ 1.5 0.664 0.996
7Z (33.02)	0.797 $\pm$ 1.5 0.804 1.009	0.789 $\pm$ 1.6 0.807 1.025	0.777 $\pm$ 1.6 0.799 1.019	0.762 $\pm$ 1.4 0.769 1.028	0.728 $\pm$ 1.6 0.739 1.009
6Z (27.94)	0.869 $\pm$ 1.5 0.878 1.010	0.870 $\pm$ 1.5 0.881 1.013	0.867 $\pm$ 1.5 0.880 1.015	0.871 $\pm$ 1.5 0.877 1.020	0.839 $\pm$ 1.4 0.852 0.998
5Z (22.86)	0.906 $\pm$ 1.5 0.920 1.015	0.897 $\pm$ 1.5 0.923 1.029	0.912 $\pm$ 1.5 0.926 1.015	0.913 $\pm$ 1.5 0.927 1.012	0.894 $\pm$ 1.4 0.910 1.018
4Z (17.78)	0.920 $\pm$ 1.5 0.930 1.011	0.928 $\pm$ 1.5 0.934 1.006	0.936 $\pm$ 1.5 0.939 1.012	0.954 $\pm$ 1.5 0.944 1.009	0.941 $\pm$ 1.4 0.939 0.998
3Z (12.70)					
2Z (7.62)					
1Z (2.54)					

Table 3.4 Measured and calculated U power in FCA XIII-1 Core

	Measured ± err(%)	Calculated	C/E
--	-------------------	------------	-----

1Z	0.022 ± 7.9 0.019 (58.42)	0.021 ± 9.5 0.019 0.905	0.025 ± 8.3 0.019 0.760	0.021 ± 9.4 0.018 0.905	0.022 ± 9.1 0.018 0.818	0.020 ± 4.3 0.018 0.900	0.020 ± 9.5 0.017 0.850	0.019 ± 4.8 0.015 0.789	0.015 ± 5.6 0.014 0.933	0.014 ± 6.1 0.012 0.857	0.011 ± 6.6 0.010 0.909	0.008 ± 9.0 0.007 0.875
11Z	0.030 ± 6.4 0.028 (53.34)	0.030 ± 7.4 0.028 0.933	0.030 ± 7.3 0.028 0.933	0.029 ± 7.4 0.027 0.931	0.032 ± 6.8 0.027 0.844	0.029 ± 3.8 0.026 0.887	0.027 ± 7.5 0.025 0.926	0.026 ± 4.1 0.023 0.885	0.023 ± 4.4 0.021 0.913	0.019 ± 5.0 0.018 0.913	0.017 ± 5.2 0.015 0.882	0.012 ± 6.6 0.011 0.917
10Z	0.046 ± 5.0 0.043 (48.26)	0.046 ± 5.6 0.042 0.913	0.046 ± 5.6 0.042 0.933	0.046 ± 5.5 0.042 0.913	0.047 ± 5.4 0.041 0.872	0.044 ± 3.4 0.040 0.909	0.043 ± 5.6 0.038 0.884	0.039 ± 3.6 0.035 0.897	0.035 ± 3.7 0.032 0.914	0.017 ± 4.0 0.016 0.903	0.025 ± 4.2 0.023 0.923	0.017 ± 5.4 0.017 1.000
9Z	0.077 ± 4.0 0.071 (43.18)	0.073 ± 4.4 0.071 0.973	0.076 ± 4.3 0.071 0.934	0.074 ± 4.3 0.070 0.946	0.070 ± 4.3 0.069 0.932	0.070 ± 3.1 0.067 0.957	0.068 ± 4.5 0.064 0.941	0.062 ± 3.2 0.060 0.968	0.055 ± 3.3 0.054 0.982	0.048 ± 3.5 0.047 0.979	0.040 ± 3.6 0.039 0.975	0.030 ± 4.0 0.028 0.933
8Z	0.097 ± 4.8 0.086 (38.10)	0.096 ± 5.0 0.086 0.896	0.092 ± 5.0 0.085 0.924	0.096 ± 4.9 0.085 0.885	0.092 ± 5.0 0.083 0.902	0.089 ± 4.0 0.081 0.910	0.087 ± 5.0 0.078 0.897	0.079 ± 3.9 0.078 0.924	0.071 ± 3.9 0.073 0.944	0.063 ± 4.0 0.064 0.937	0.052 ± 4.0 0.047 0.923	0.037 ± 4.3 0.035 0.946
7Z	0.119 ± 4.5 0.110 (33.02)	0.119 ± 4.6 0.110 0.924	0.122 ± 4.6 0.110 0.902	0.119 ± 4.6 0.109 0.916	0.121 ± 4.5 0.107 0.884	0.112 ± 3.9 0.106 0.946	0.114 ± 4.6 0.102 0.895	0.102 ± 3.8 0.102 0.941	0.091 ± 3.8 0.093 0.967	0.083 ± 3.9 0.088 0.978	0.067 ± 3.9 0.064 0.940	0.048 ± 4.2 0.046 0.955
6Z	0.131 ± 4.4 0.122 (27.94)	0.133 ± 4.4 0.122 0.917	0.134 ± 4.4 0.122 0.910	0.133 ± 4.4 0.121 0.910	0.130 ± 4.4 0.120 0.923	0.125 ± 3.8 0.119 0.952	0.126 ± 4.4 0.116 0.921	0.114 ± 3.8 0.116 0.974	0.107 ± 3.8 0.103 0.963	0.095 ± 3.8 0.098 0.958	0.067 ± 3.9 0.064 0.949	0.037 ± 4.3 0.035 0.958
5Z	0.130 ± 4.3 0.123 (22.86)	0.132 ± 4.4 0.123 0.932	0.135 ± 4.4 0.124 0.919	0.132 ± 4.4 0.124 0.939	0.135 ± 4.3 0.124 0.919	0.132 ± 3.8 0.124 0.939	0.134 ± 4.3 0.123 0.918	0.125 ± 3.7 0.123 0.960	0.117 ± 3.7 0.111 0.963	0.107 ± 3.8 0.103 0.958	0.095 ± 3.8 0.098 0.943	0.057 ± 4.0 0.054 0.947
4Z	0.115 ± 4.4 0.106 (17.78)	0.116 ± 4.5 0.107 0.922	0.118 ± 4.5 0.108 0.915	0.121 ± 4.4 0.110 0.909	0.123 ± 4.4 0.111 0.902	0.124 ± 3.8 0.113 0.911	0.131 ± 4.3 0.117 0.893	0.122 ± 3.7 0.117 0.961	0.123 ± 3.7 0.120 0.966	0.117 ± 3.7 0.119 0.967	0.104 ± 3.8 0.103 0.962	0.057 ± 4.0 0.054 0.949
3Z	0.106 ± 3.8 0.100 (12.70)	0.108 ± 3.9 0.101 0.935	0.109 ± 3.8 0.103 0.945	0.109 ± 3.8 0.105 0.963	0.114 ± 3.7 0.109 0.956	0.122 ± 3.0 0.115 0.943	0.137 ± 3.5 0.130 0.949	0.123 ± 3.8 0.120 0.976	0.126 ± 3.7 0.122 0.968	0.117 ± 3.7 0.119 0.957	0.112 ± 3.8 0.112 0.955	0.067 ± 4.0 0.061 0.968
2Z	0.083 ± 4.2 0.073 (7.62)	0.083 ± 4.3 0.074 0.892	0.086 ± 4.2 0.076 0.894	0.086 ± 4.1 0.080 0.930	0.091 ± 4.0 0.085 0.934	0.103 ± 3.0 0.095 0.922	0.119 ± 3.6 0.116 0.975	0.120 ± 3.8 0.116 0.983	0.131 ± 3.7 0.123 0.975	0.118 ± 3.8 0.124 0.969	0.099 ± 3.8 0.114 0.966	0.070 ± 4.0 0.069 0.966
1Z	0.072 ± 4.1 0.065 (2.54)	0.072 ± 4.5 0.066 0.903	0.074 ± 4.4 0.068 0.917	0.077 ± 4.3 0.073 0.948	0.085 ± 4.1 0.080 0.941	0.098 ± 3.0 0.089 0.908	0.121 ± 3.6 0.112 0.926	0.128 ± 3.7 0.117 0.975	0.118 ± 3.7 0.124 0.969	0.120 ± 3.8 0.115 0.958	0.101 ± 3.8 0.105 0.970	0.073 ± 4.0 0.071 0.973
Position (distance) (cm)	OR (0.00)	IR (5.52)	2R (11.04)	3R (16.56)	4R (22.08)	5R (27.60)	6R (33.12)	7R (38.64)	8R (44.16)	9R (49.68)	10R (55.20)	11R (60.72)

Table 3.5 Measured and Calculated total power in FCA XIII-2 Core

		Measured/Calculated (%)												
		Measured					Calculated							
												C/E		
		0.023 ± 6.9	0.019	0.019	0.021 ± 5.2	0.018	0.019 ± 8.1	0.016	0.017 ± 9.5	0.015 ± 4.5	0.015 ± 11.7	0.013 ± 5.5	0.008 ± 8.1	
12Z (58.42)	0.019 0.826	0.019 0.905	0.019 0.905	0.019 0.905	0.021 ± 5.2	0.018	0.019 ± 8.1	0.016	0.017 ± 9.5	0.015 ± 4.5	0.015 ± 11.7	0.013 ± 5.5	0.008 ± 8.1	
11Z (53.34)	0.032 ± 5.7 0.028 0.875	0.028 0.871	0.028 0.871	0.031 ± 4.4 0.027	0.027	0.029 ± 6.1 0.026	0.024	0.025 ± 7.7 0.023	0.024 ± 3.9 0.020	0.019 ± 4.4 0.017	0.015 ± 4.7 0.014	0.011 ± 6.1 0.010	0.007 0.875	
10Z (48.26)	0.045 ± 4.7 0.042 0.933	0.042 0.894	0.042 0.894	0.047 ± 3.8 0.042	0.041	0.042 ± 4.9 0.039	0.040	0.040 ± 5.6 0.037	0.037 ± 3.4 0.034	0.022 ± 4.4 0.027	0.015 ± 4.7 0.016	0.011 ± 6.1 0.016	0.007 0.909	
9Z (43.18)	0.075 ± 3.8 0.071 0.947	0.071 0.959	0.071 0.959	0.073 ± 3.4 0.070	0.069	0.068 ± 4.0 0.066	0.064	0.064 ± 4.3 0.063	0.060 ± 3.1 0.059	0.029 ± 3.7 0.027	0.023 ± 3.9 0.022	0.018 ± 4.6 0.016	0.008 0.889	
8Z (38.10)	0.800 ± 1.5 0.788 0.985	0.792 0.974	0.788 0.974	0.800 ± 1.4 0.779	0.763	0.741 ± 1.5 0.738	0.700	0.700 ± 1.5 0.703	0.650 ± 1.4 0.654	0.596 ± 1.6 0.592	0.466 ± 3.3 0.517	0.037 ± 3.4 0.046	0.027 ± 3.9 0.037	0.027 0.027
7Z (33.02)	0.907 ± 1.5 0.913 1.007	0.917 1.011	0.915 1.011	0.897 ± 1.4 0.907	0.892	0.872 ± 1.5 0.867	0.826	0.826 ± 1.5 0.829	0.762 ± 1.4 0.775	0.694 ± 1.5 0.704	0.611 ± 1.4 0.616	0.503 ± 1.4 0.514	0.397 ± 1.5 0.396	0.333 ± 1.5 0.330
6Z (27.94)	1.000 1.000 1.000	1.004 1.003 1.003	1.004 1.003 1.003	0.994 ± 1.4 0.997	0.985	0.959 ± 1.4 0.963	0.907	0.907 ± 1.5 0.927	0.847 ± 1.4 0.872	0.787 ± 1.5 0.796	0.694 ± 1.4 0.700	0.578 ± 1.4 0.585	0.394 ± 1.5 0.453	0.333 ± 1.5 0.453
5Z (22.86)	1.040 ± 1.5 1.044 1.004	1.050 1.050 1.006	1.051 1.050 1.006	1.044 ± 1.4 1.050	1.041	1.010 ± 1.4 1.026	0.979	0.979 ± 1.5 0.994	0.840 ± 1.4 0.944	0.787 ± 1.5 1.017	0.751 ± 1.4 1.031	0.638 ± 1.4 0.766	0.453 ± 1.5 0.644	0.396 ± 1.5 1.000
4Z (17.78)	1.030 ± 1.4 1.038 1.008	1.043 1.048 0.989	1.043 1.048 0.989	1.065 ± 1.4 1.053	1.053	1.054 ± 1.4 1.047	1.017	1.017 ± 1.5 1.029	0.964 ± 1.4 0.986	0.895 ± 1.5 0.914	0.796 ± 1.4 0.814	0.672 ± 1.4 0.719	0.527 ± 1.4 0.688	0.396 ± 1.4 0.560
3Z (12.70)	0.108 ± 3.5 0.101 0.935	0.101 0.102 0.946	0.101 0.102 0.946	0.112 ± 3.1 0.112	0.112	0.129 ± 3.3 0.124	0.103	0.103 ± 1.5 1.041	0.994 ± 1.4 1.006	0.935 ± 1.5 0.942	0.796 ± 1.4 0.845	0.707 ± 1.4 1.014	0.556 ± 1.4 0.719	0.396 ± 1.4 1.007
2Z (7.62)	0.081 ± 3.7 0.074 0.944	0.074 0.076 0.898	0.074 0.076 0.898	0.088 ± 3.2 0.079	0.087	0.109 ± 3.4 0.101	0.075	0.075 ± 1.5 1.024	0.991 ± 1.4 0.999	0.934 ± 1.5 1.003	0.847 ± 1.4 1.007	0.718 ± 1.4 1.019	0.564 ± 1.4 0.732	0.396 ± 1.4 0.573
1Z (2.54)	0.070 ± 3.9 0.067 0.957	0.067 0.070 0.961	0.067 0.070 0.961	0.077 ± 3.3 0.074	0.079	0.096 ± 3.5 0.090	0.070	0.070 ± 3.7 0.106	0.118 ± 2.9 0.114	0.128 ± 3.5 0.117	0.844 ± 1.4 0.856	0.714 ± 1.4 1.014	0.568 ± 1.4 0.739	0.396 ± 1.4 1.025
position (distance) (cm)	0R (0.00)	1R (5.52)	2R (11.04)	3R (16.56)	4R (22.08)	5R (27.60)	6R (33.12)	7R (38.64)	8R (44.16)	9R (49.68)	10R (55.20)	11R (60.72)		

Table 3.6 Measured and Calculated Pu power of FCA X-2 Core

				Measured ± err(%)								
				Calculated								
				C/E								
12Z (58.42)												
11Z (53.34)												
10Z (48.26)												
9Z (43.18)												
8Z (38.10)	0.705 ± 1.5 0.702 0.996	0.706 0.703 0.977	0.710 ± 1.4 0.694 0.977	0.651 ± 1.5 0.680 0.657 1.009	0.617 ± 1.5 0.626 0.582 1.015	0.574 ± 1.4 0.527 0.460 1.004	0.525 ± 1.6 0.527 0.460 1.007	0.457 ± 1.4 0.383 0.383 1.008				
7Z (33.02)	0.788 ± 1.5 0.803 1.019	0.808 0.805 1.022	0.781 ± 1.4 0.798 1.022	0.736 ± 1.5 0.763 0.728 1.037	0.719 ± 1.5 0.680 0.680 1.013	0.663 ± 1.4 0.680 0.619 1.026	0.601 ± 1.5 0.542 0.542 1.030	0.534 ± 1.4 0.453 0.453 1.015				
6Z (27.94)	0.867 ± 1.4 0.878 1.013	0.882 0.882 1.013	0.864 ± 1.4 0.875 1.013	0.832 ± 1.4 0.845 0.865 1.016	0.785 ± 1.5 0.812 0.763 1.034	0.736 ± 1.4 0.763 0.697 1.020	0.683 ± 1.5 0.614 0.614 1.017	0.604 ± 1.4 0.514 0.514 1.018				
5Z (22.86)	0.906 ± 1.5 0.921 1.017	0.925 0.927 1.012	0.914 ± 1.4 0.925 0.902 1.026	0.879 ± 1.4 0.917 0.872 1.030	0.847 ± 1.5 0.826 0.826 1.027	0.804 ± 1.4 0.758 0.758 1.044	0.726 ± 1.5 0.670 0.670 1.026	0.653 ± 1.4 0.565 0.565 1.016				
4Z (17.78)	0.911 ± 1.4 0.931 1.022	0.935 0.940 0.943 0.998	0.945 ± 1.4 0.940 0.931 1.004	0.927 ± 1.4 0.908 0.908 1.019	0.891 ± 1.5 0.866 0.866 1.031	0.840 ± 1.4 0.801 0.801 1.030	0.778 ± 1.5 0.713 0.713 1.032	0.691 ± 1.4 0.604 0.604 1.031				
3Z (12.70)					0.911 ± 1.5 0.925 1.015	0.870 ± 1.4 0.887 0.887 1.020	0.813 ± 1.5 0.727 0.727 1.017	0.724 ± 1.4 0.741 0.741 1.023				
2Z (7.62)					0.918 ± 1.5 0.923 1.005	0.875 ± 1.4 0.891 0.891 1.018	0.819 ± 1.5 0.835 0.835 1.020	0.741 ± 1.4 0.753 0.753 1.016				
1Z (2.54)								0.742 ± 1.4 0.757 0.757 1.020				
position (distance) (cm)	0R (0.00)	1R (5.52)	2R (11.04)	3R (16.56)	4R (22.08)	5R (27.60)	6R (33.12)	7R (38.64)	8R (44.16)	9R (49.68)	10R (55.20)	11R (60.72)

Table 3.7 Measured and Calculated U power of FCA X III-2 Core

## 4. 解析

出力分布の解析には、通常 FCA の実験解析に用いられている計算手法を用いた。Fig. 4.1 にその解析手法の概略を示す。

解析では、核データセットとして JENDL-2<sup>4)</sup> から作成された JFS-3-J2 70 群セットを用い、各領域セルごとに衝突確率法に基づくセル計算コード SLAROM<sup>5)</sup> でセル平均実効断面積を作成した。実効断面積の計算においては、テスト領域およびドライバー領域の燃料セルについて、1次元無限平板モデルで実効増倍率 ( $k_{eff}$ ) が 1.0 になるようにバッククリングサーチがなされている。またセル計算において、Benoist<sup>6)</sup> の式に基づく方向依存拡散係数 ( $D_{\perp}$ ,  $D_{\parallel}$ ) も計算された。ここで  $D_{\perp}$  および  $D_{\parallel}$  はセル内の物質板に対して、それぞれ垂直および平行は方向の拡散係数である。セル計算の各領域の原子数密度は、体系内の物質量を保存するよう上部格子管と物質板との空隙を含めて均一にスミアした値になっている。

25 群縮約群定数を求めるために、実験体系を二次元 R-Z モデル化し、上記で求めた実効断面積および方向依存の拡散係数を用い、拡散計算コード CITATION-FBR<sup>7)</sup> で 70 群の拡散計算を行った。この計算で得られた各領域の中性子スペクトルを重みにして、70 群実効断面積を 25 群に縮約した。この 25 群縮約群定数を使用して 3 次元拡散計算により出力分布を計算した。輸送効果の補正係数は、出力分布の測定をセクター形テスト領域の 0R から 11R まで行っているので、体系をテスト領域からなるフルモックアップ体系とみなして、Fig. 4.2 に示した 2 次元 R-Z 体系について、25 群群定数を用い、SN 法に基づく輸送計算と拡散計算による出力分布の結果から求めた。輸送計算では  $P_0 - S_4$  近似を用いた。ここで求めた輸送補正係数を 3 次元 X-Y-Z 体系の拡散計算の値に乗じて、輸送補正された出力分布が計算された。

計算値は、Table 3.2 ~ 3.7 に示されている。計算値は実験値と同じ位置で 1.0 に規格化されている。

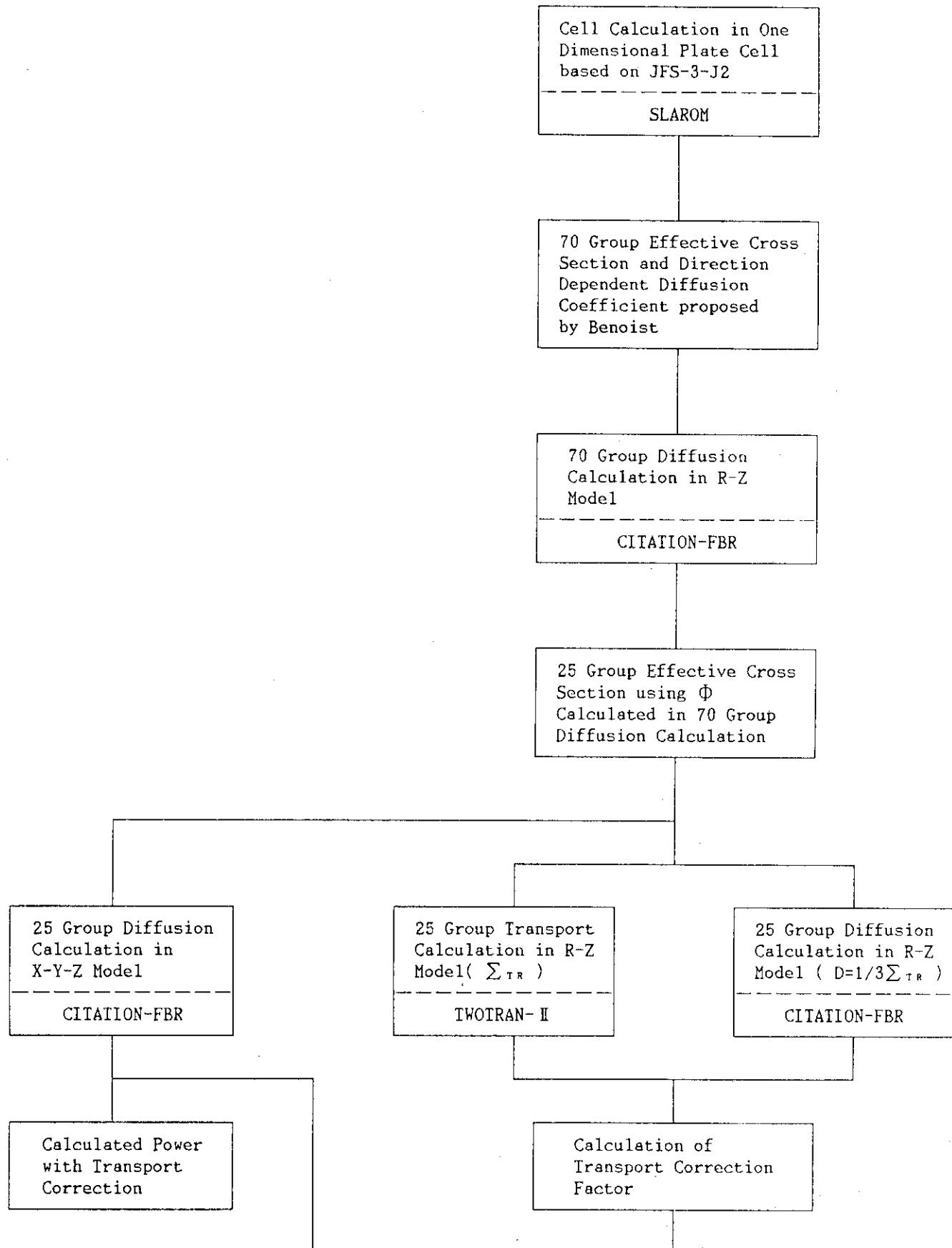
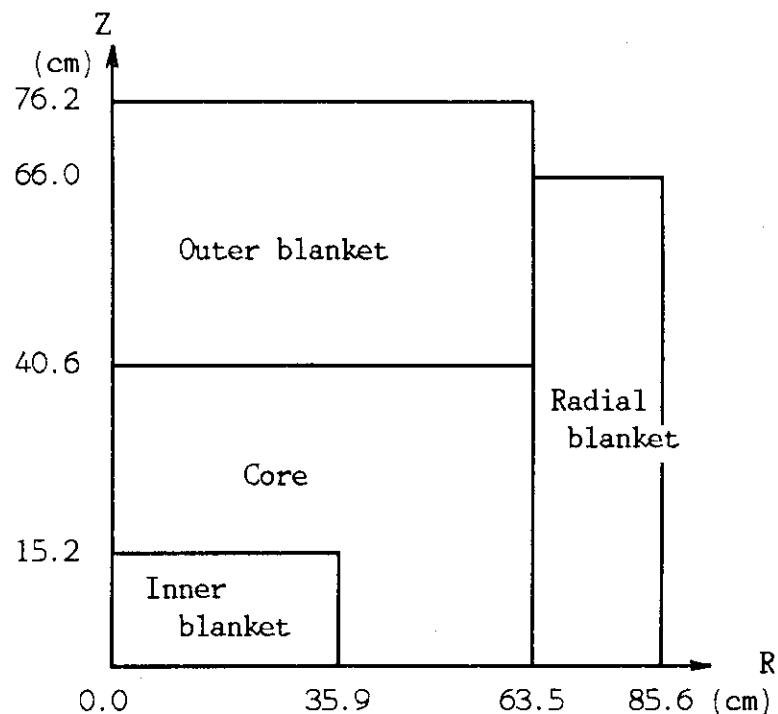
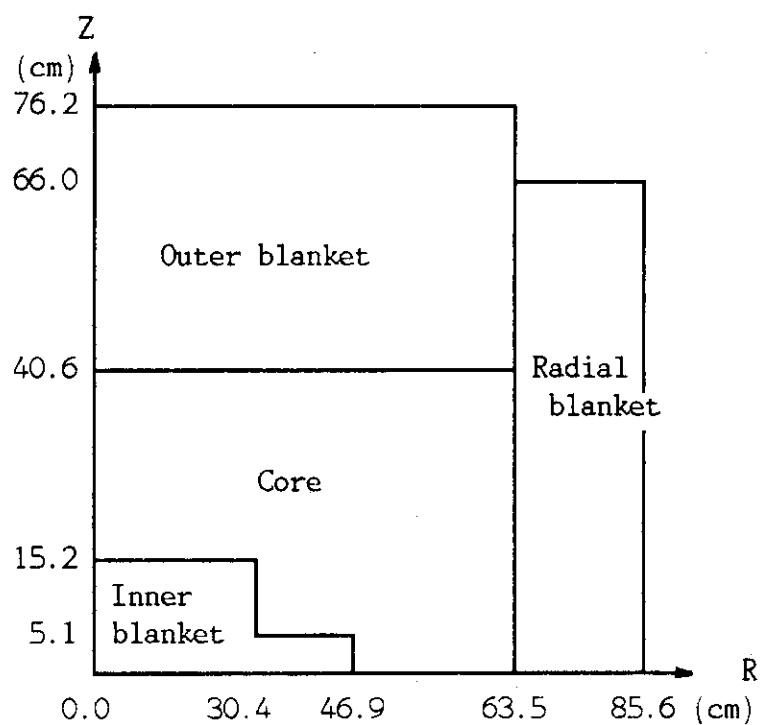


Fig. 4.1 Calculation flow used for analysis of power distribution



FCA XIII-1 CORE



FCA XIII-2 CORE

Fig. 4.2 R-Z model of FCA XIII-1 and FCA XIII-2 core

## 5. 結果および検討

### 5.1 出力分布の平坦化

内部ブランケットが炉心中心に存在する軸方向非均質模擬炉心であるFCA XIII-1炉心の径方向出力分布を4 Z, 6 Z, および8 Zの位置についてFig.5.1に示す。4 Zの位置は内部ブランケットに面した位置であり, 6 Zは炉心領域の中心, 8 Zは軸方向ブランケットに面した位置である。各位置の径方向出力分布は, 中心チャンネルのそれぞれのセルで1.0に規格化されている。Fig.5.1は内部ブランケットに近づくにつれて径方向出力分布が平坦化されている様子を示している。8 Zの位置の径方向出力分布はベッセル関数  $J_0$  に近い型を示しているが, 6 Zの位置の分布は, 4 Rの位置まではほぼ1.0で平坦化が進んでいる。さらに, 4 Zの位置の分布は7 Rまで平坦化が進んでおり, かつ4 ~ 5 Rの位置でピークを持つようになっている。このことから, 炉心中心面に内部ブランケットを設けることで, 径方向の出力分布の平坦化が達成できることがわかる。

この径方向出力分布の平坦化をセルの出力を構成するプルトニウム燃料板および劣化ウラン燃料板の出力分布から考察してみる。プルトニウム燃料板および劣化ウラン燃料板のそれぞれの径方向出力分布をAppendix Aに示す。これらの分布は炉心中心(0 Rの6 Zの位置)のセルの中心の燃料板の出力を1.0に規格化した値で示されている。Fig.A. 4に示す4 Zのプルトニウム燃料板の出力は, 6 Rまではほぼ平坦な分布を示し, 4 Rでピークを持っている。しかし, そのピークの大きさは, 中心セルの値よりたかだか3%程大きい値である。他方, Fig.A. 20に示す4 Zの劣化ウラン燃料板の出力は, 中心から内部ブランケットを持たない外側炉心に向って増加し, 7 Rでピークを持っている。ピークの値は, 中心セルの値に対して約15%大きくなっている。内部ブランケットが炉心中心面に存在することで, 内部ブランケットに向って中性子が流れ込むため中性子束が内部ブランケットに接した炉心中心側で低下し, また炉心中心側で中性子スペクトルが軟化する。中性子束が低下し, その結果プルトニウム燃料の出力が炉心中心部で抑制される。また, 炉心から外側への流出によって, 外側になるにつれて, その出力が低下する。その結果, FCA XIII-1炉心の4 Zの位置の径方向分布は, 4 Rでピークを持つ分布になっていると考えられる。また, 中性子スペクトルの軟化は, 高エネルギーに感度を有する劣化ウラン燃料板の出力に大きな効果を与える。そのため, Fig.A. 20からわかるように, 炉心中心で出力が大きく低下し, 7 Rで最大値をもつ分布になっている。セル出力はプルトニウム燃料板および劣化ウラン燃料板の出力の合成であるため, 径方向出力分布の平坦化は上記の事情により促進されている。

炉心の高さ方向について, 各位置(1 Z ~ 8 Z)に於ける径方向出力分布をFig.5.2~Fig.5.9に示している。また, 同時に全出力に対するプルトニウム出力, ウラン出力およびそれぞれの計算値もあわせて示している。それらのすべては炉心中心(0 Rの6 Zの位置)セルの全出力が1.0に規格化されている。炉心中心でのプルトニウム出力に対するウラン出力の比は0.15であり, 内部ブランケットに隣接したセルでは, 中性子スペクトルの軟化により0.12と小さくなっている。

いる。

大型軸方向非均質炉心の設計では、出力ピークを炉心軸からずれて、内部ブランケットの径方向端に近い位置 (FCA XIII-1 炉心を例にすると 4 Z の 6 R から 7 R, または 1 Z の 7 R の位置) に生ずるようにして、炉の出力分布の平坦化を図っている。逆に出力分布を平坦化させるように設計すると、上で述べた位置に出力ピークが生ずる。ここで部分模擬炉心による実験結果は、その傾向を示している。この出力ピークの位置の推移は、すでに述べたようにプルトニウム出力とウラン出力の分布形の重ね合わせで決まる。

大型炉で現われる出力ピークを、内部ブランケットの厚さを 2 段にして低減化を図ることを目的とした部分模擬炉心 FCA XIII-2 炉心の出力分布の測定値を計算値とともに Table 3.5 ~ Table 3.7 に示す。また、炉心の高さ方向 (1 Z ~ 8 Z) についての径方向出力分布を Fig. 5.10 ~ Fig. 5.17 に示している。それらの分布は、概略 FCA XIII-1 炉心のそれに類似している。内部ブランケットの厚さを一段 (FCA XIII-1 炉心) から 2 段 (FCA XIII-2 炉心) にした場合、4 Z の位置での径方向分布がどのようになるかを FCA XIII-1 炉心と比較して Fig. 5.18 に示している。この図から、5 R まではほとんど変化は認められないが、6 R からは内部ブランケットを 2 段にした効果が認められる。この測定結果は、大型軸方向非均質炉で考えられている内部ブランケットを 2 段にすることによって、内側炉心と外側炉心の境界近傍に生ずる出力ピークを低減させることができることを示している。さらに、内部ブランケットを 2 段にすることで炉心中心の出力分布には影響を与えていない。

## 5.2 チャンネル出力

軸方向非均質炉心のチャンネル出力の径方向分布は、冷却材の流量配分を決める上で重要である。そのため、測定した出力分布から、各チャンネル出力を求めた。チャンネル出力は、そのチャンネルのセルの全出力の和として求めることができる。すなわち 3.2 式で求められたセルの相対出力  $P_c^j$  を軸方向に加えてチャンネル出力  $P_\ell(r)$  を算出する。

$$P_\ell(r) = \sum_j P_c^j \quad \dots \dots \dots \quad (5.1)$$

FCA XIII-1 炉心および FCA XIII-2 炉心のチャンネル出力の径方向分布を計算値とともに Table 5.1 と Fig. 5.19 に示す。図および表に示したチャンネル出力は、炉中心中心チャンネル出力  $P_\ell(0)$  の値で規格化してある。Fig. 5.19 から FCA XIII-1 炉心について見ると、内部ブランケットを有する内側炉心ではほぼ平坦である。内部ブランケットを持たない外側炉心 (7 R の位置) では、炉中心中心チャンネルの値に比べて約 45 % と大きく増加している。これは、Fig. 5.19 からわかるように、外側炉心では、内側炉心に比べて、炉心の有効長さが増加しているためである。また、Fig. 5.19 から、内部ブランケットの厚さを 2 段にした FCA XIII-2 炉心について見ると、厚さ 30 cm の内部ブランケットを持つ領域 5 R までは、FCA XIII-1 炉心のそれと同様に平坦である。厚さ 10 cm の内部ブランケット領域について、そのチャンネル出力を見ると、6 R で 30 % 増加し、8 R で約 12 % 減少して、中心チャンネルの値に対して 1.15 である。内部ブランケットを持たない外側炉心 9 R での値は、8 R の値とほぼ等しい。その外側では、FCA XIII-1 炉心

と同様にチャンネル出力は減少してゆく。

両炉心のチャンネル出力の径方向分布を比較すると、内部プランケットを2段にすることによって、チャンネル出力を平坦化していることが解る。この実験では、FCA XIII-1炉心の7Rの値がFCA XIII-2炉心では約17%減少しており、内部プランケットを2段にするとチャンネル出力の平坦化に有効であることが確認された。

### 5.3 出力ピーキング係数

#### 径方向および軸方向出力ピーキング係数

炉心の高さ方向1Zから8Zの各位置について、径方向出力分布からその位置での平均出力に対する最大出力の比として径方向出力ピーキング係数を算出した。また、同様にして軸方向についても軸方向出力ピーキング係数を求めた。それらの変化を調べ、軸方向非均質炉心の出力分布の特性を把握する。ここでの径方向および軸方向出力ピーキング係数の算出には内部プランケット領域を除いている。FCA XIII-1炉心およびFCA XIII-2炉心の炉心の高さ方向について求めた径方向出力ピーキング係数の分布を計算値とともにFig.5.20とFig.5.21に示す。FCA XIII-1炉心の径方向出力ピーキング係数の分布を示したFig.5.20を見ると、4Zから8Zの領域では、1.13から1.2と外部プランケットに近づくにつれて大きくなっている。この事は、内部プランケットを設けることで、内部プランケットに近づくにつれて出力が平坦化されてゆく様子が明確である。炉心領域は一種類の燃料濃縮度であるため、内部プランケットから遠い位置で、中性子束分布は、 $J_0$ に近い分布になっていると考えられる。そのため、径方向出力ピーキング係数は内部プランケットから遠ざかるにつれて一定値に収束すると考えられる。しかし、この実験ではその傾向は見られない。このことは、内部プランケットが径方向出力分布にかなり遠い位置まで影響を与えていることを示している。FCA XIII-2炉心の径方向出力ピーキング係数の分布を示したFig.5.21を見ると、FCA XIII-2炉心の測定結果の傾向はFCA XIII-1炉心と同じである。ただし、FCA XIII-2炉心では、1R、2Rおよび4Rの位置の出力分布が測定されていないが、炉心中心から5Rまでの範囲では、両炉心の分布に変化がみられてないので、その位置の値は、FCA XIII-1炉心の値を用い評価した。しかし、FCA XIII-2炉心の径方向出力ピーキング係数は、FCA XIII-1炉心の値に比べて幾分大きくなっている。この傾向は5.1節で述べたFig.5.18より予測されることである。

FCA XIII炉心は、軸方向非均質炉心の径方向特性を把握するために組まれた部分模擬炉心であるが、測定はほぼテスト領域の全炉心について行っている。両炉心の径方向についてそれぞれの軸方向の出力分布をAppendix Bに示す。両炉心の軸方向出力ピーキング係数についても、炉心の高さ方向について径方向出力ピーキング係数を求めたのと同じ手法で求めた。Fig.5.22とFig.5.23にそれぞれの炉心の軸方向出力ピーキング係数を計算値とともに示している。内部プランケットを持った内側炉心では、軸方向出力ピーキング係数は中心から外側に向って序々に増加している。その増加の程度はFCA XIII-1炉心の6Rで、中心チカンネルの値に比べて約6%である。内部プランケットを持たない外側炉心では、径方向プランケットに向って増加し、内部プランケットの端(6R)から約17cm程ではほぼ一定値に収束する傾向を示している。Appendix

Bに示したFig. B. 11およびFig. B. 12を見ると10R および11R の軸方向出力分布はほぼCos関数に近い形を示している。このことは内部ブランケットから離れた領域では軸方向の中性子束分布はCos 分布になっていることを示しており、内部ブランケットの軸方向分布に与える影響は径方向分布に対するよりは小さいといえる。FCA XIII-2炉心について、Fig. 5.23を見ると、全体としての傾向はFCA XIII-1炉心と同じであるが、薄い内部ブランケットを設けることで、各チャンネルの軸方向、出力ピーピング係数は低減化している。

#### 全出力ピーピング係数

FCA XIII-1 およびFCA XIII-2炉心で測定した値をもとに、炉心がテスト領域のフル模擬体系と見なして、全炉心の出力ピーピング係数を求めた。出力ピーピング係数は、内部ブランケットを除いた炉心領域の平均出力に対する最大出力の比として求めた。すなわち、炉心の出力ピーピング係数  $P_F$  は

$$P_F = \frac{P_{\max}}{\sum_j P_c^j V_j / \sum_j V_j} \quad \dots \quad (5.2)$$

で求めた。ここで  $V_j$  はセルの体積である。

Table 5.2に出力ピーピング係数の実験値を計算値とともに示す。この実験では、FCA XIII-2炉心の出力ピーピング係数がFCA XIII-1炉心の値に比べて若干大きくなっている。これはFig. 5.18に示した両炉心の4Zの位置の径方向出力分布に見られるように、最大出力の値が両炉心ともほぼ同じであるのに、FCA XIII-2炉心では薄い内部ブランケットに隣接した炉心部の出力がFCA XIII-1炉心に比べて低下しているためと考えられる。計算値は実験値を過小評価しているが、実験値の傾向と一致している。

#### 5.4 測定値と計算値の比較

FCA XIII炉心の出力分布の解析は、通常FCAの実験解析に用いている手法で行った。出力分布の計算値はTable 3.2からTable 3.7に示されており、両炉心について、炉心領域において良く再現している。しかし、内部ブランケットおよび外側ブランケット領域について、計算値は過小評価する傾向を示している。

計算値は拡散計算に輸送補正をして求められているが、その補正係数は、内部ブランケット近くで約3%，内部ブランケットおよび軸方向ブランケット内では10%以上になる。よって出力分布の解析には輸送補正が必要である。

一方、径方向および軸方向出力ピーピング係数や全炉心の出力ピーピング係数の計算値は実験値を良く再現している。

Table 5.1 Measured and calculated radial channel power distribution of FCA XIII-1 and FCA XIII-2 core

CHANNEL POWER DISTRIBUTION IN FCA XIII-1 CORE										
DISTANCE (CM)	EXP.	TOTAL POWER	ERR(%)	PU POWER			U POWER			C/E
				CALC.	C/E	EXP.	CALC.	C/E	EXP.	
0.0	1.000	0.90	1.000	1.000	1.004	0.90	0.818	1.017	0.196	1.50
5.52	0.998	0.90	1.004	1.006	0.801	0.90	0.821	1.025	0.197	1.60
11.04	1.000	0.90	1.005	1.005	0.803	0.90	0.821	1.022	0.200	1.40
16.56	1.003	0.90	1.005	1.002	0.800	0.90	0.819	1.024	0.200	1.40
22.08	1.011	0.90	1.001	0.990	0.807	0.90	0.812	1.006	0.204	1.40
27.60	0.990	0.90	0.990	1.000	0.785	0.90	0.798	1.017	0.197	1.50
33.12	0.977	0.90	0.975	0.998	0.761	0.90	0.774	1.017	0.216	1.50
38.64	1.446	0.80	1.472	1.018	1.243	0.80	1.277	1.027	0.203	1.40
44.16	1.359	0.80	1.384	1.018	1.163	0.70	1.194	1.027	0.196	1.20
49.68	1.214	0.80	1.241	1.022	1.038	0.80	1.071	1.032	0.177	1.30
55.20	1.039	0.90	1.038	0.999	0.891	0.90	0.911	1.022	0.147	1.40
60.72	0.809	0.80	0.823	1.017	0.703	0.80	0.719	1.023	0.106	1.30
										0.103
										0.972

CHANNEL POWER DISTRIBUTION IN FCA XIII-2 CORE										
DISTANCE (CM)	EXP.	TOTAL POWER	ERR(%)	PU POWER			U POWER			C/E
				CALC.	C/E	EXP.	CALC.	C/E	EXP.	
0.0	1.000	0.86	1.000	1.000	0.802	0.89	0.817	1.019	0.198	1.43
16.56	1.007	0.85	1.003	0.996	0.809	0.88	0.817	1.010	0.199	1.46
27.60	0.980	0.86	0.985	1.005	0.772	0.89	0.791	1.025	0.207	1.40
33.12	1.294	0.83	1.311	1.013	1.092	0.84	1.118	1.024	0.202	1.48
38.64	1.227	0.80	1.250	1.019	1.029	0.81	1.060	1.030	0.198	1.44
44.16	1.139	0.83	1.155	1.014	0.949	0.84	0.977	1.030	0.189	1.50
49.68	1.151	0.78	1.171	1.017	0.988	0.79	1.013	1.025	0.163	1.35
55.20	0.967	0.79	0.990	1.024	0.832	0.80	0.857	1.030	0.136	1.36
60.72	0.760	0.80	0.769	1.012	0.659	0.81	0.673	1.021	0.101	1.42
										0.097
										0.960

Table 5.2 Measured and calculated total power peaking factor of FCA XIII-1 and FCA XIII-2 core

	Measured $\pm$ err	Calculated	C/E
FCA XIII-1 core	1.39 $\pm$ 1.5%	1.35	0.971
FCA XIII-2 core	1.45 $\pm$ 1.5%	1.40	0.966

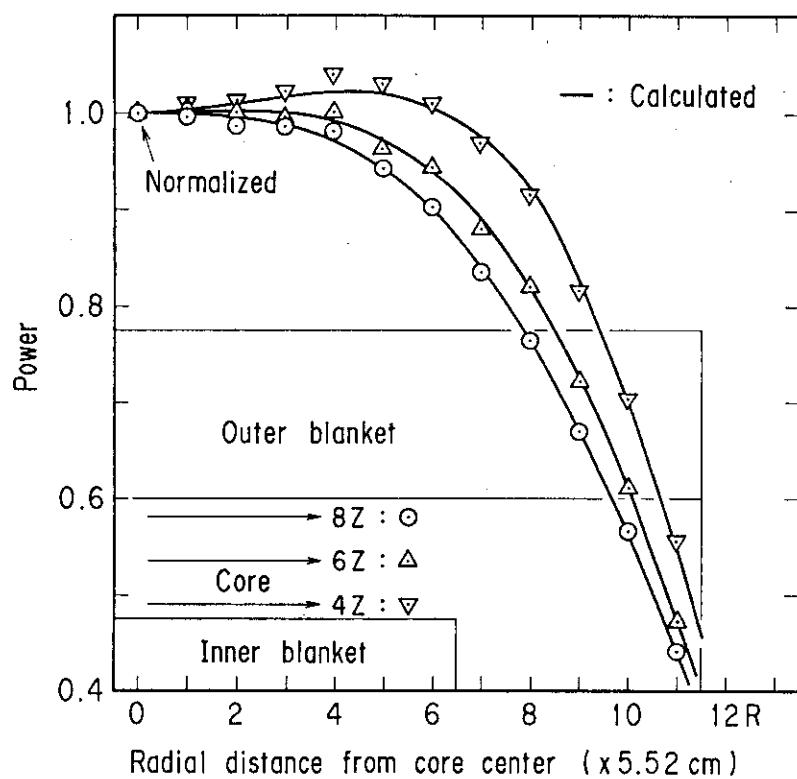


Fig. 5.1 Profile of flattening in radial power distributions at vertical elevations in FCA XIII-1 core

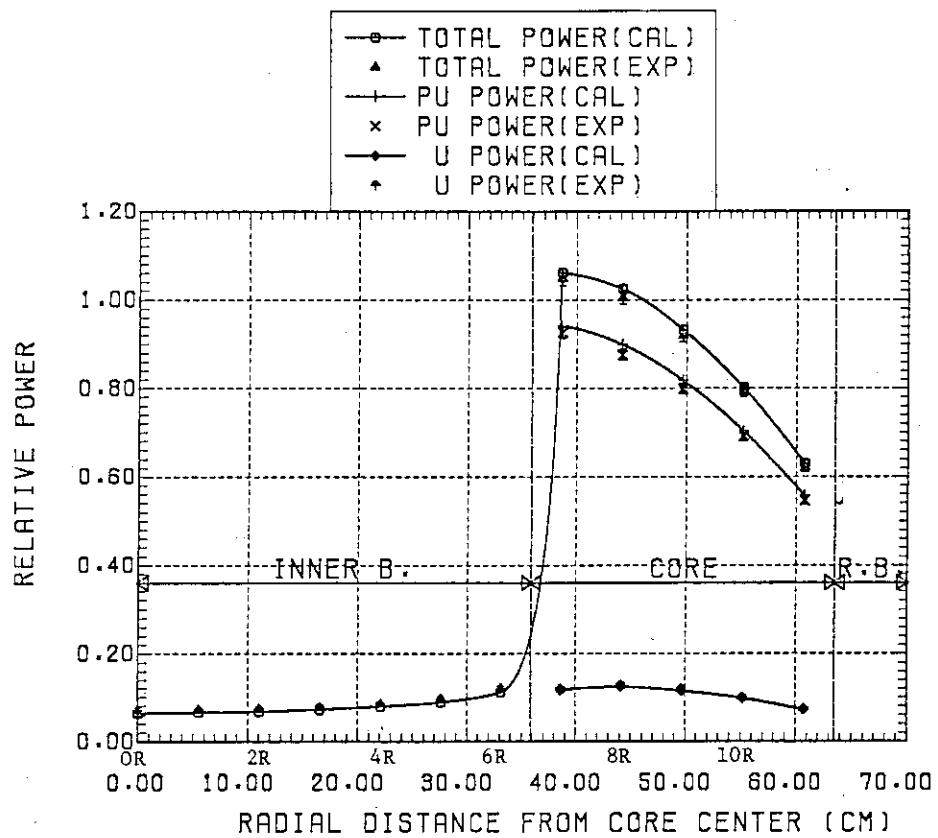


Fig. 5.2 Radial power distribution at 1Z in FCA XIII-1 core

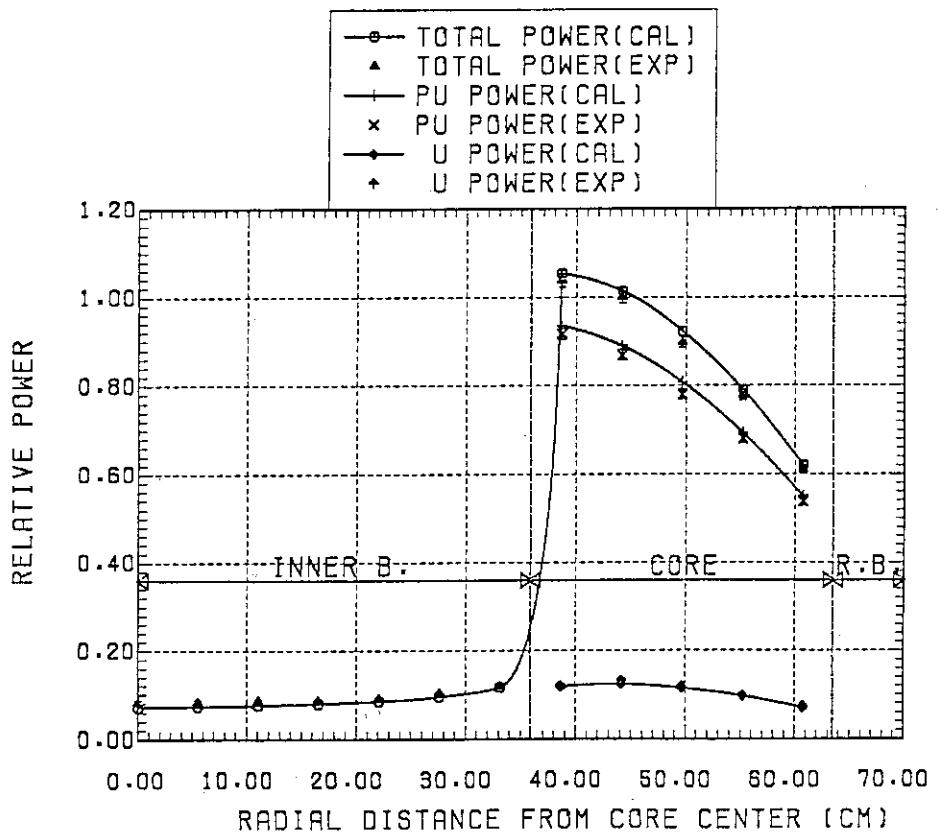


Fig. 5.3 Radial power distribution at 2Z in FCA XIII-1 core

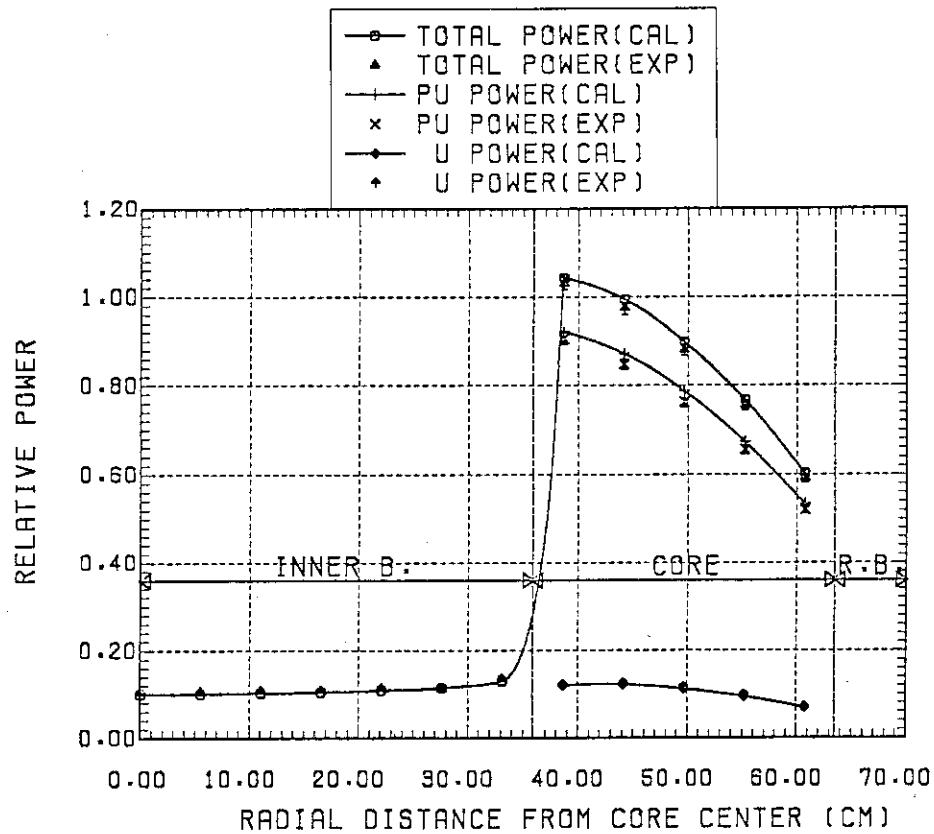


Fig. 5.4 Radial power distribution at 3Z in FCA XIII-1 core

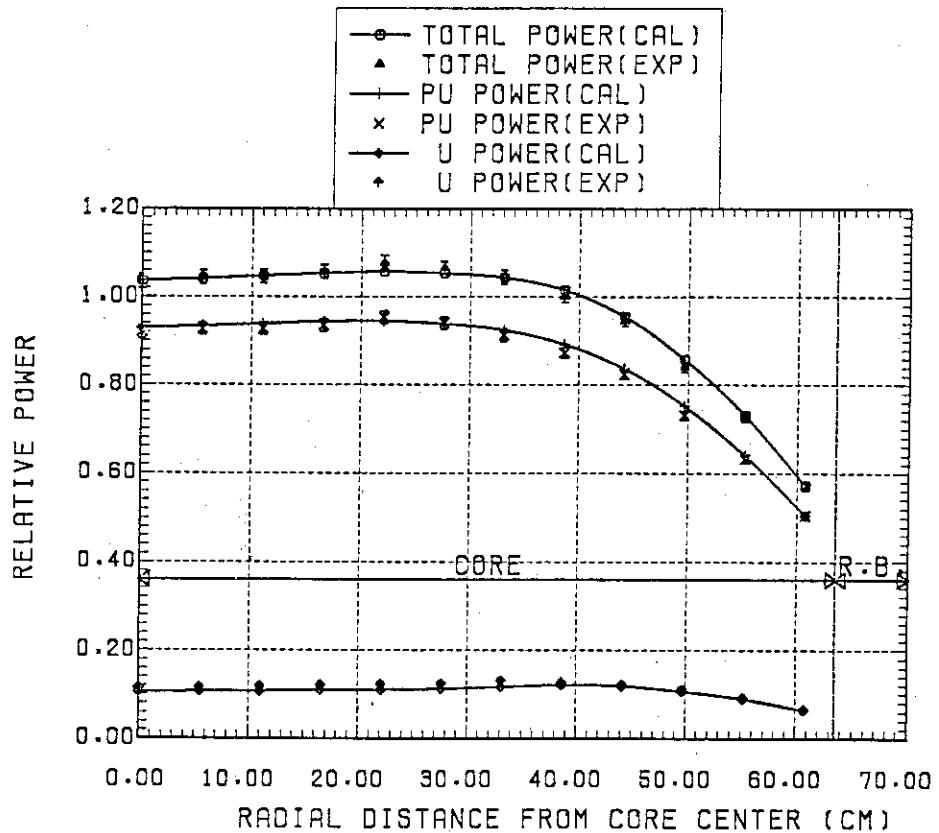


Fig. 5.5 Radial power distribution at 4Z in FCA XIII-1 core

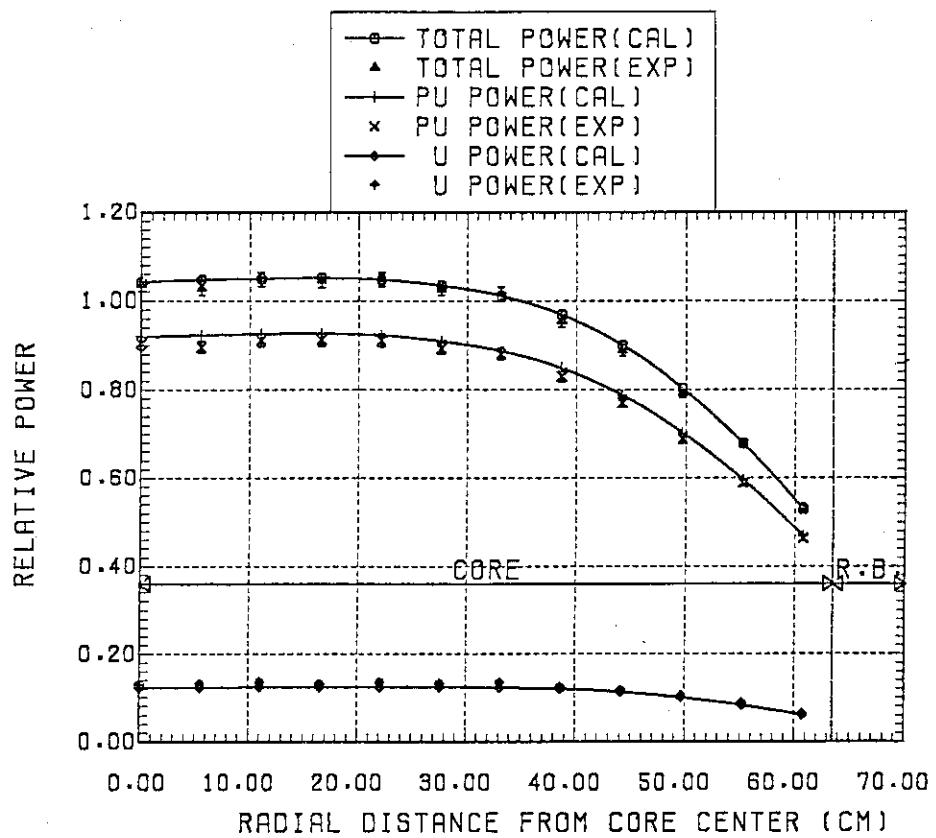


Fig. 5.6 Radial power distribution at 5Z in FCA XIII-I core

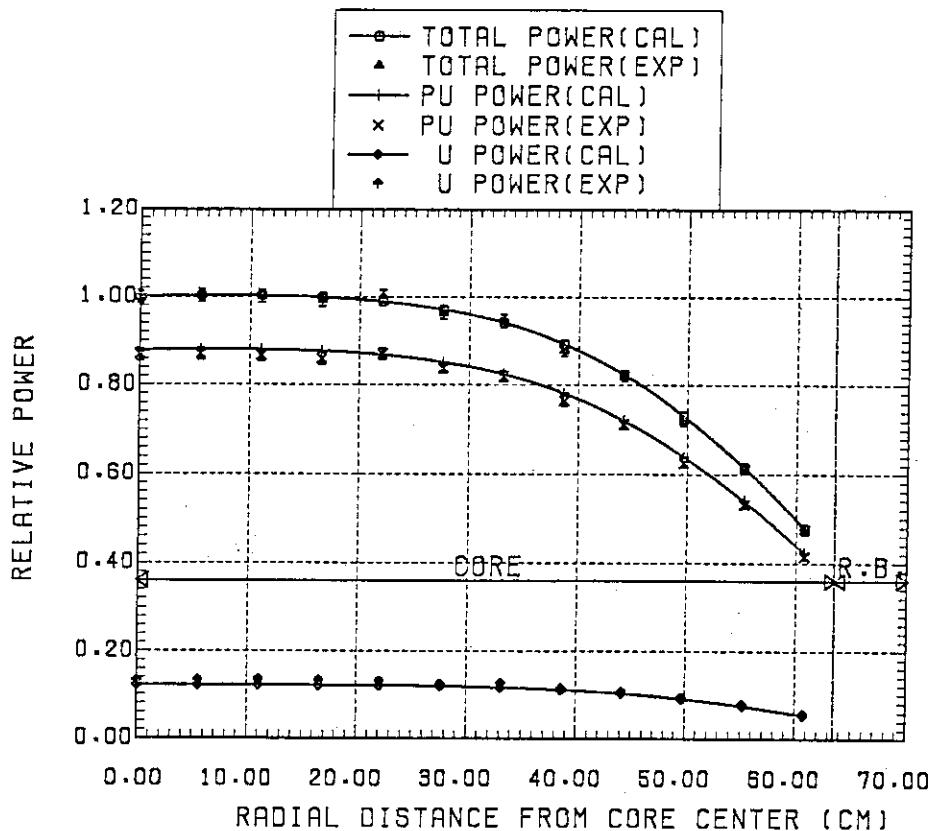


Fig. 5.7 Radial power distribution at 6Z in FCA XIII-I core

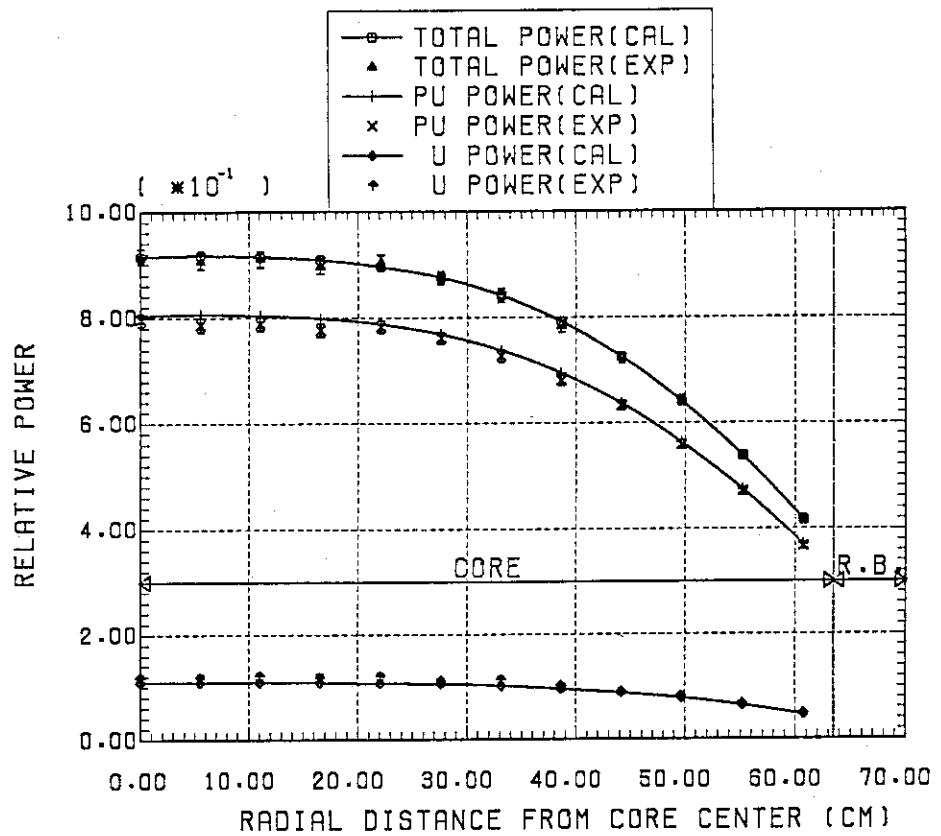


Fig. 5.8 Radial power distribution at 7Z in FCA XIII-1 core

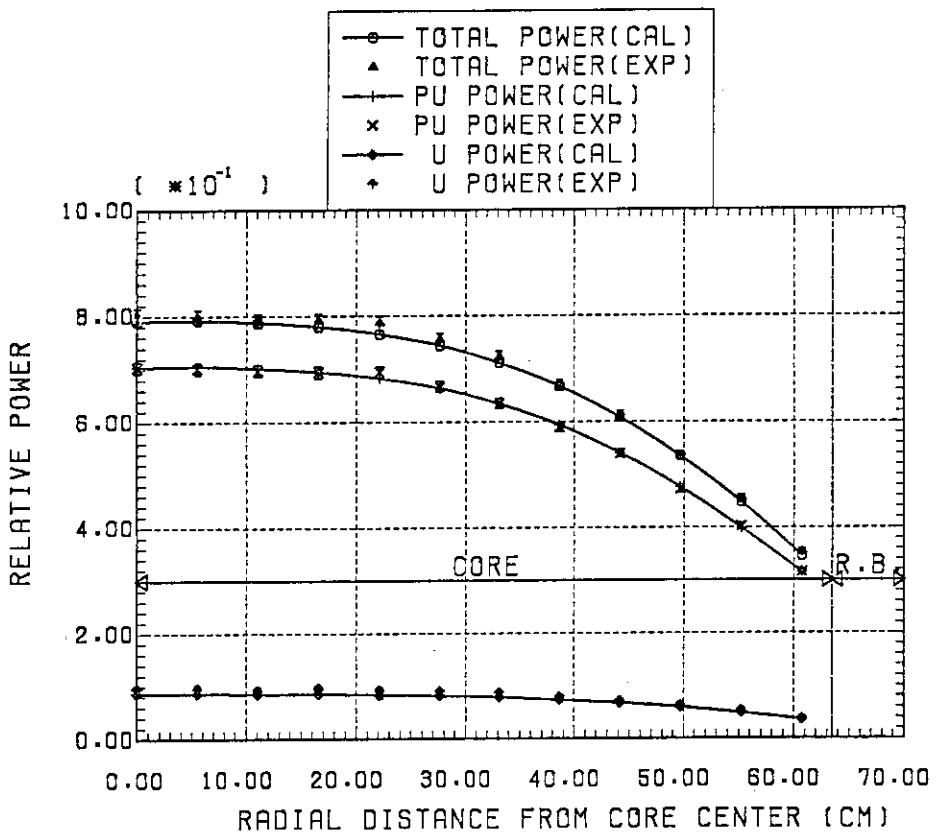


Fig. 5.9 Radial power distribution at 8Z in FCA XIII-1 core

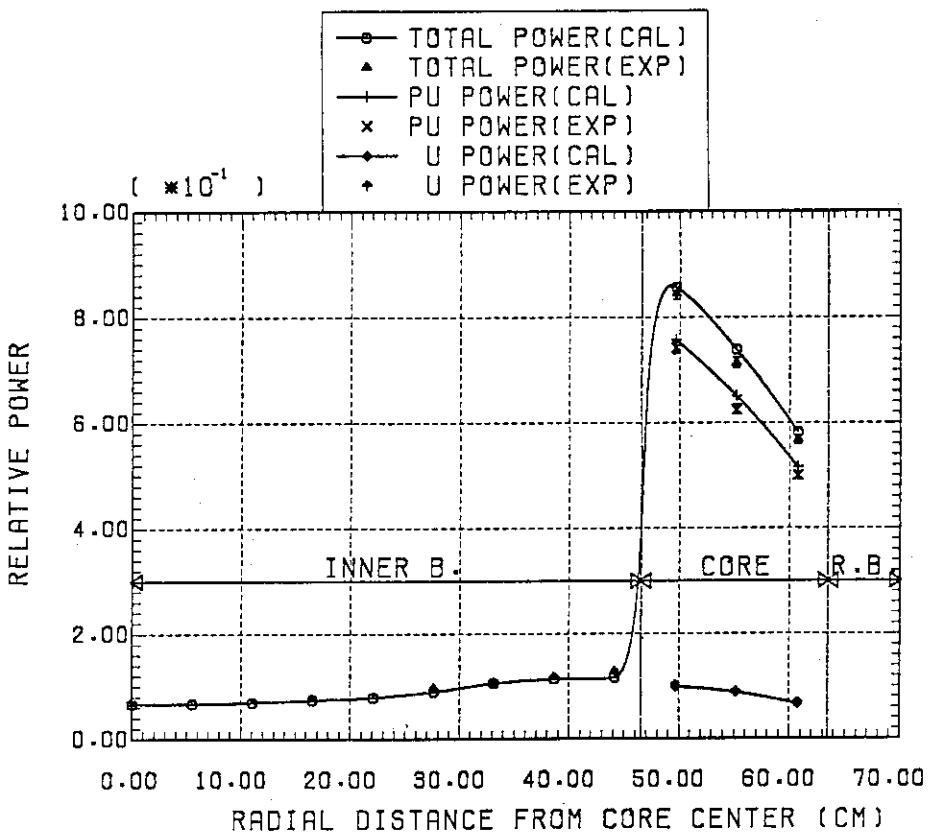


Fig. 5.10 Radial power distribution at 1Z in FCA XIII-2 core

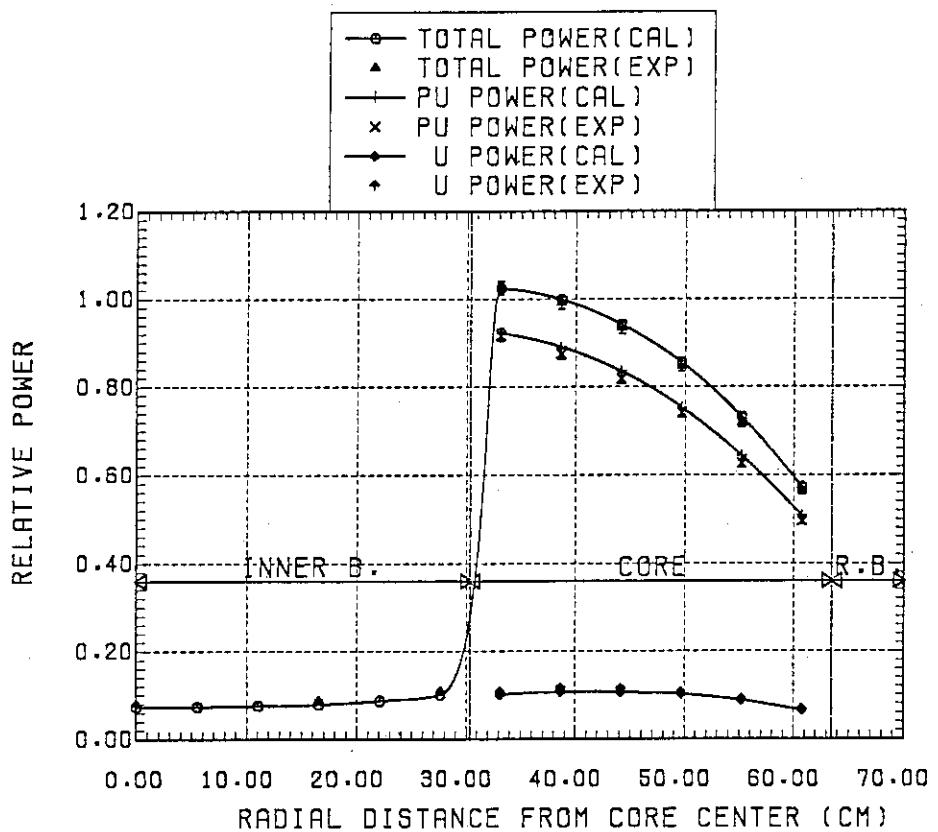


Fig. 5.11 Radial power distribution at 2Z in FCA XIII-2 core

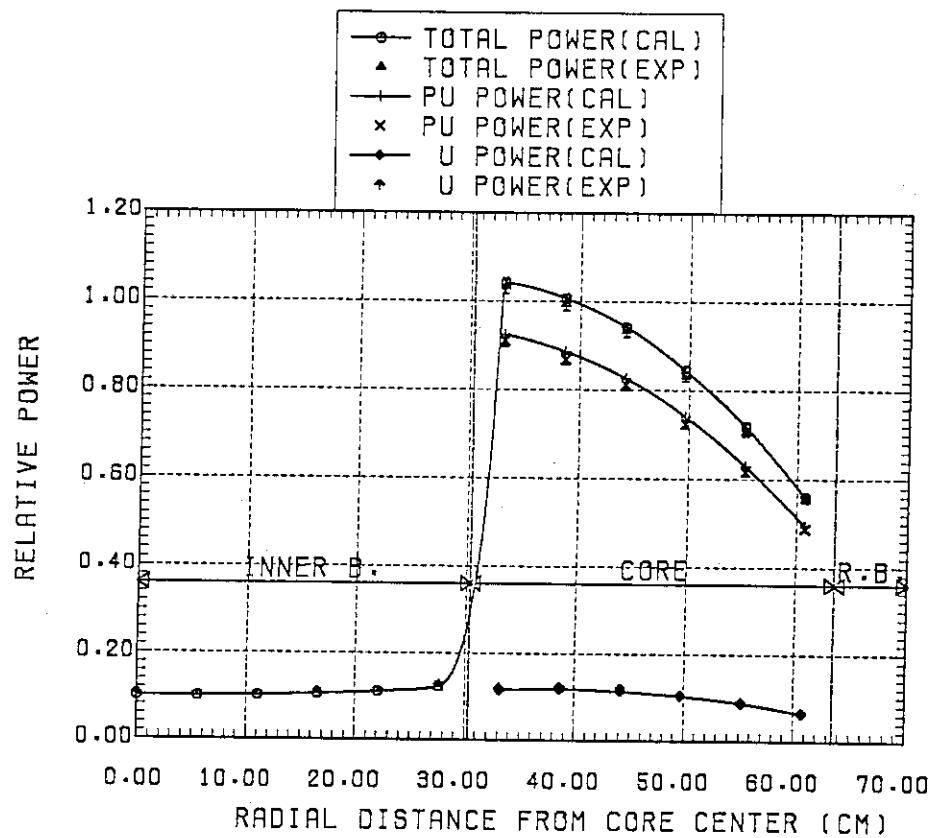


Fig. 5.12 Radial power distribution at 3Z in FCA XIII-2 core

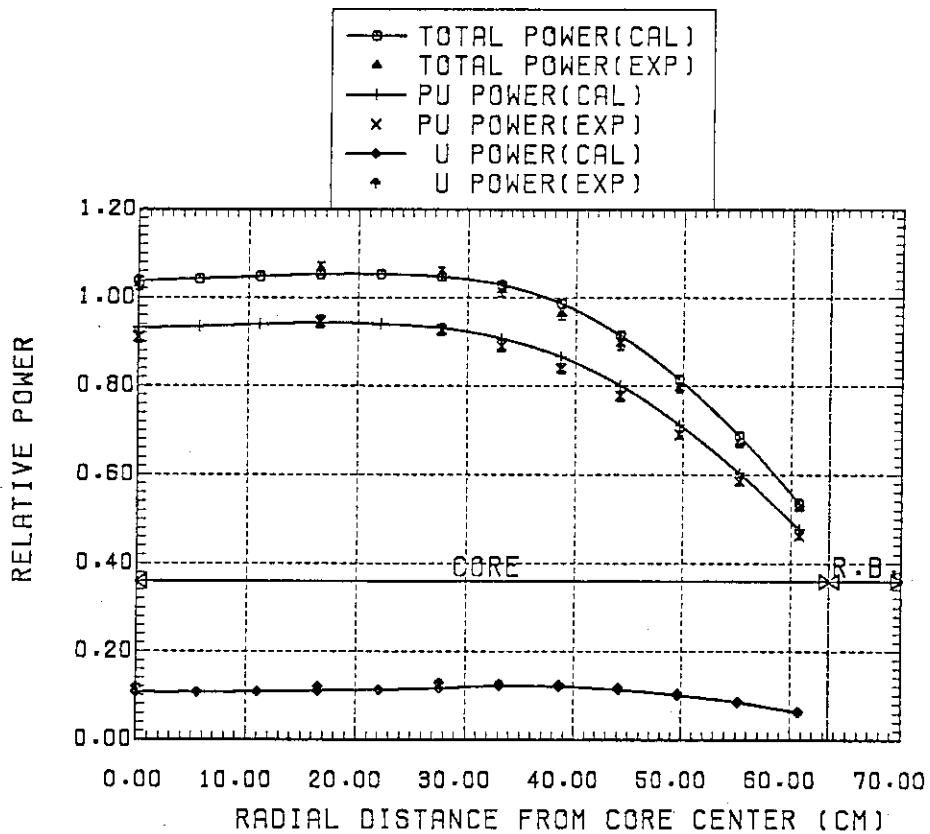


Fig. 5.13 Radial power distribution at 4Z in FCA XIII-2 core

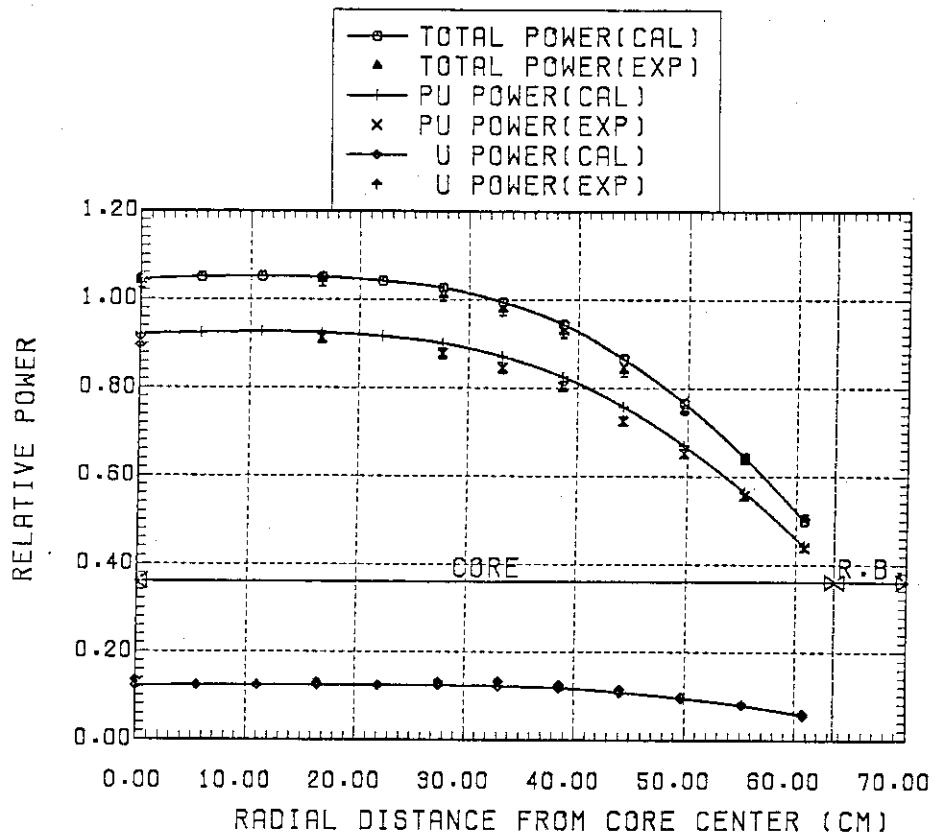


Fig. 5.14 Radial power distribution at 5Z in FCA XIII-2 core

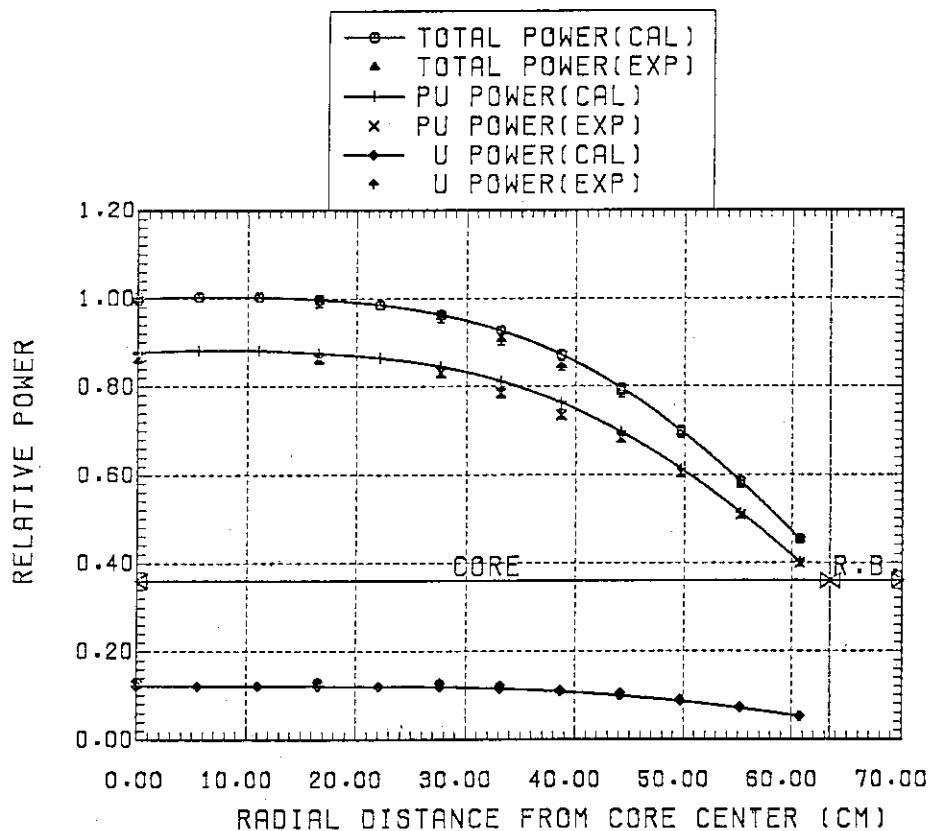


Fig. 5.15 Radial power distribution at 6Z in FCA XIII-2 core

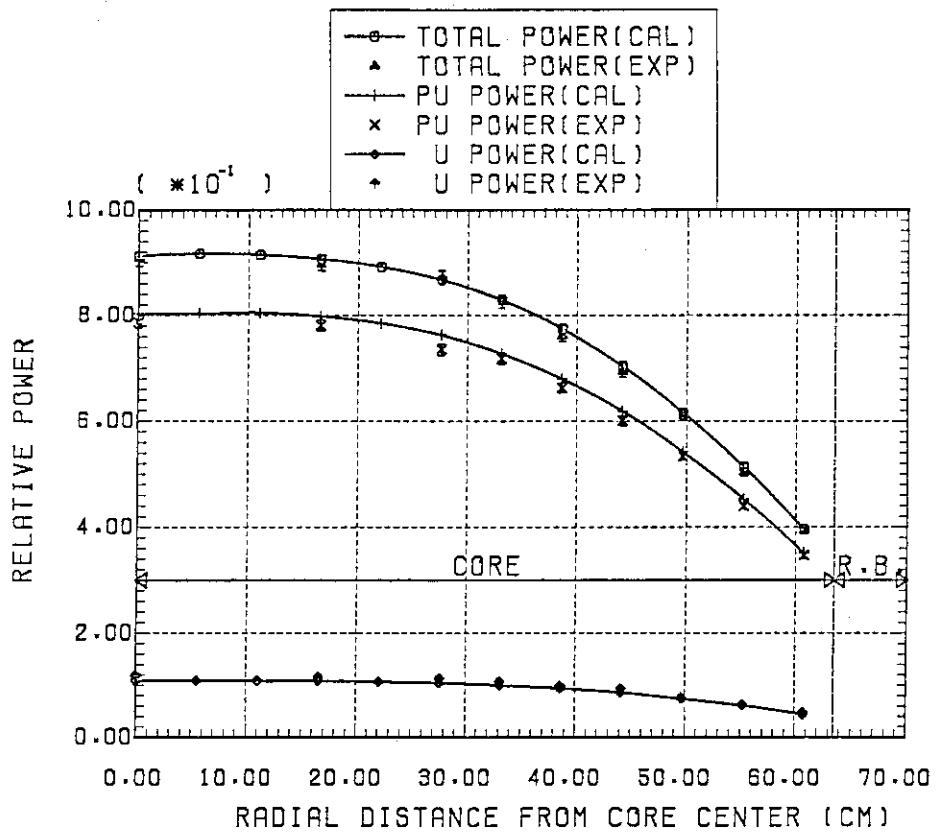


Fig. 5.16 Radial power distribution at 7Z in FCA XIII-2 core

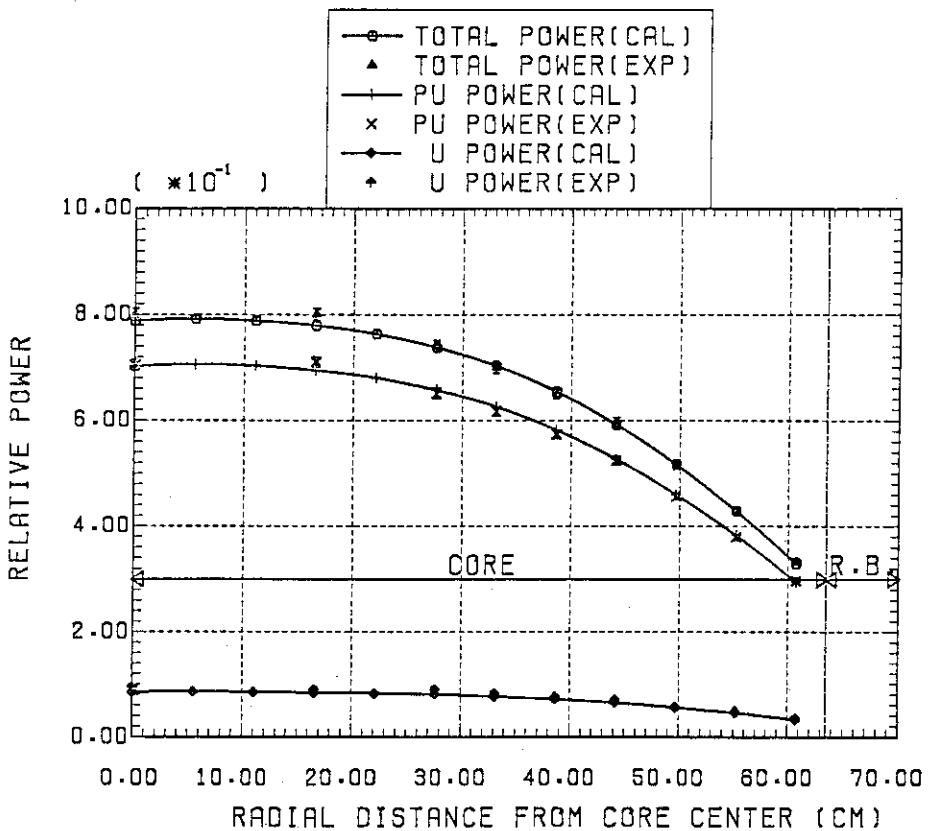


Fig. 5.17 Radial power distribution at 8Z in FCA XIII-2 core

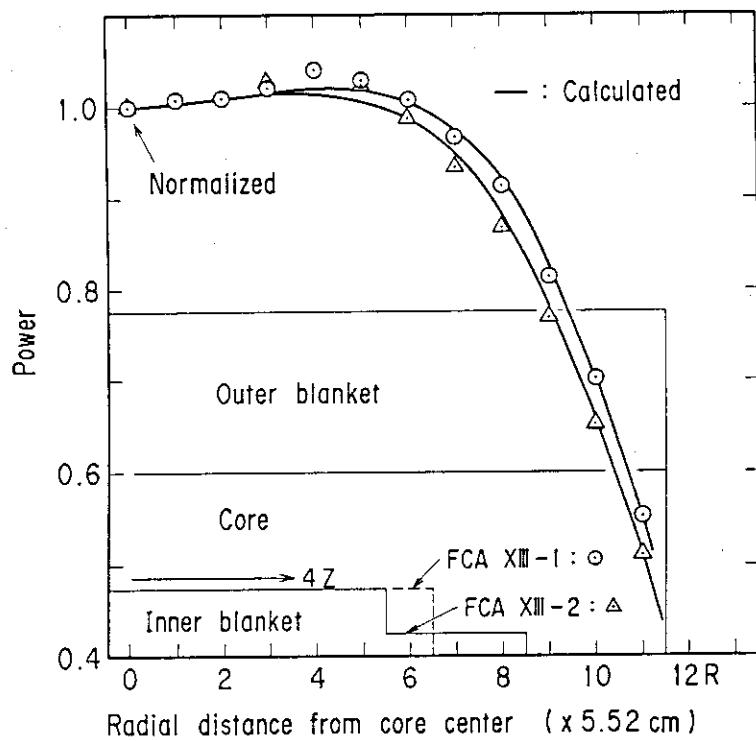


Fig. 5.18 Comparison of radial power distribution at 4Z in FCA XIII-1 and FCA XIII-2 core

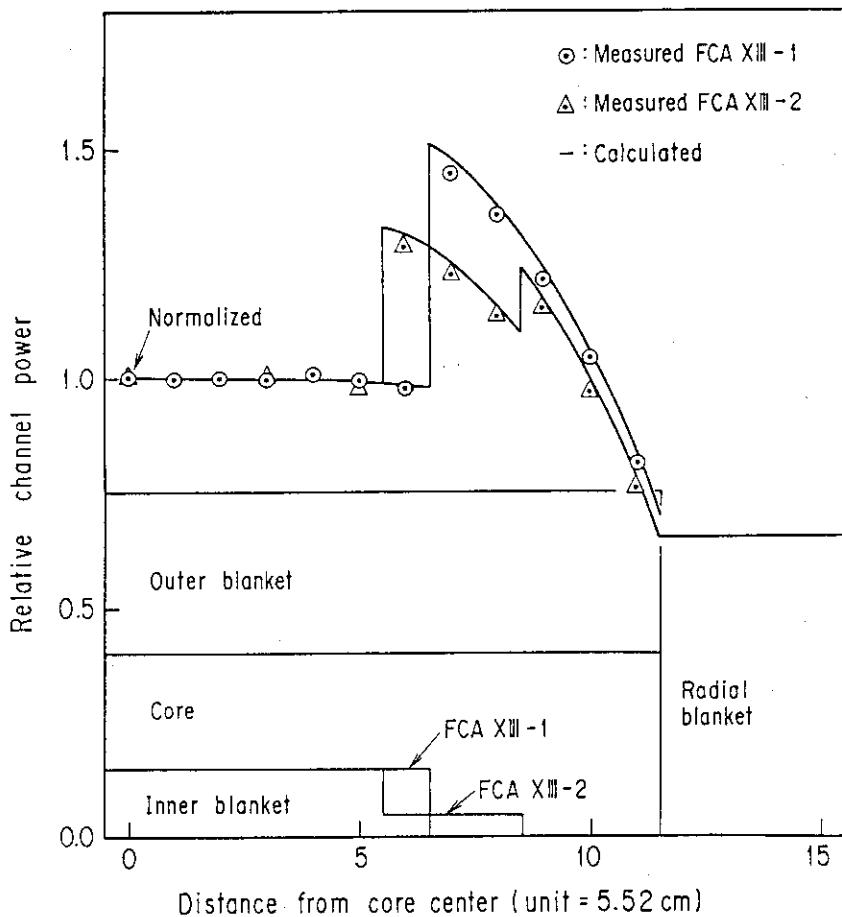


Fig. 5.19 Radial channel power distribution of FCA XIII-1 and FCA XIII-2 core

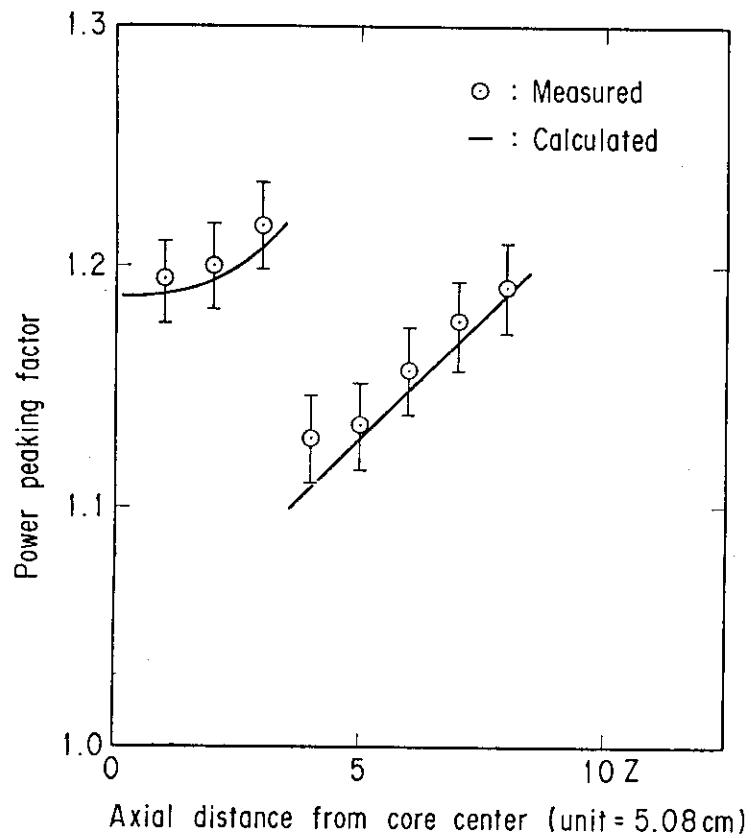


Fig. 5.20 Distribution of radial power peaking factor at vertical elevation in FCA XIII-1 core

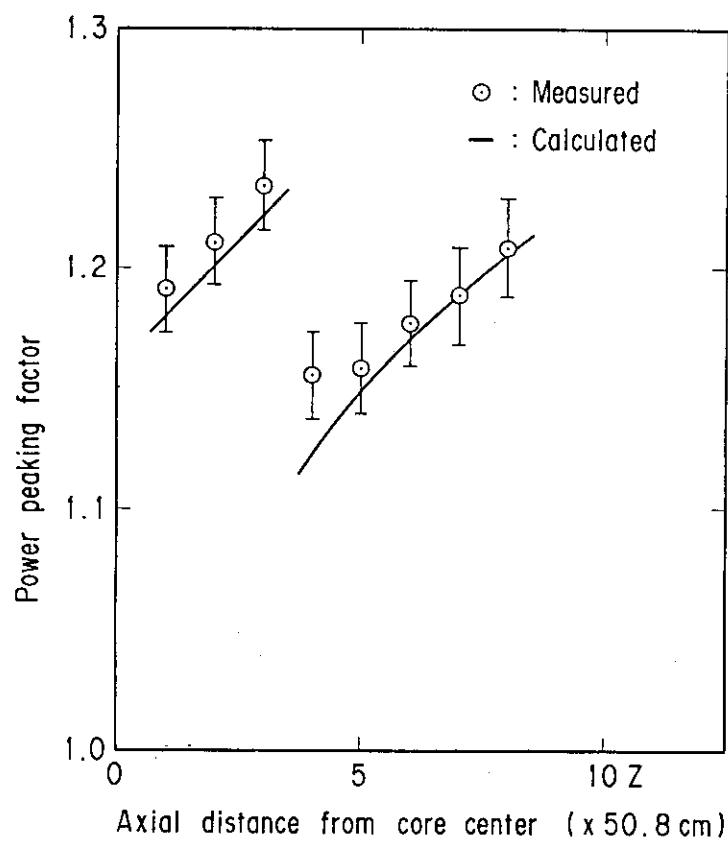


Fig. 5.21 Distribution of radial power peaking factor at vertical elevation in FCA XIII-2 core

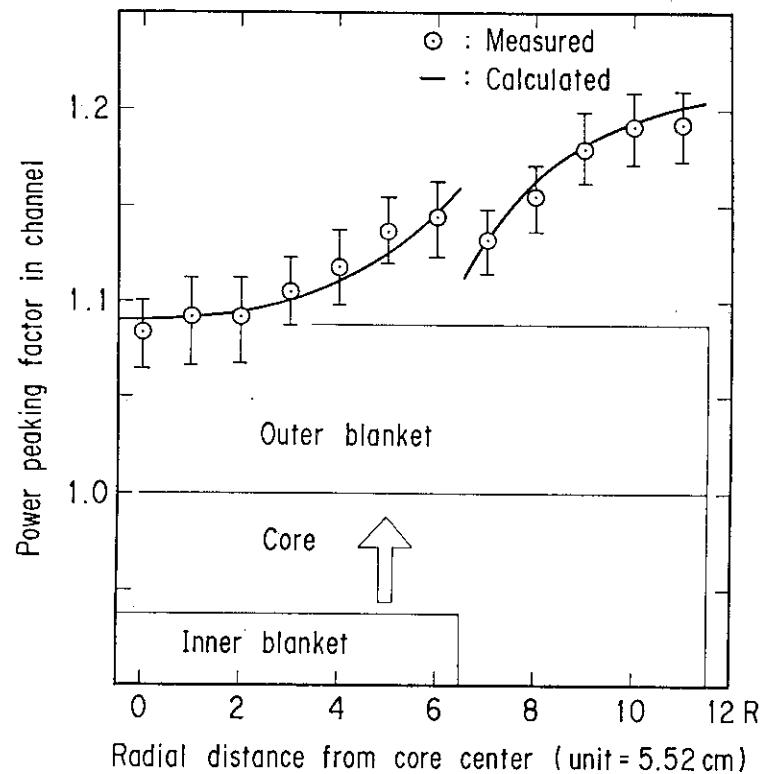


Fig. 5.22 Distribution of axial power peaking factor of each channel in FCA XIII-1 core

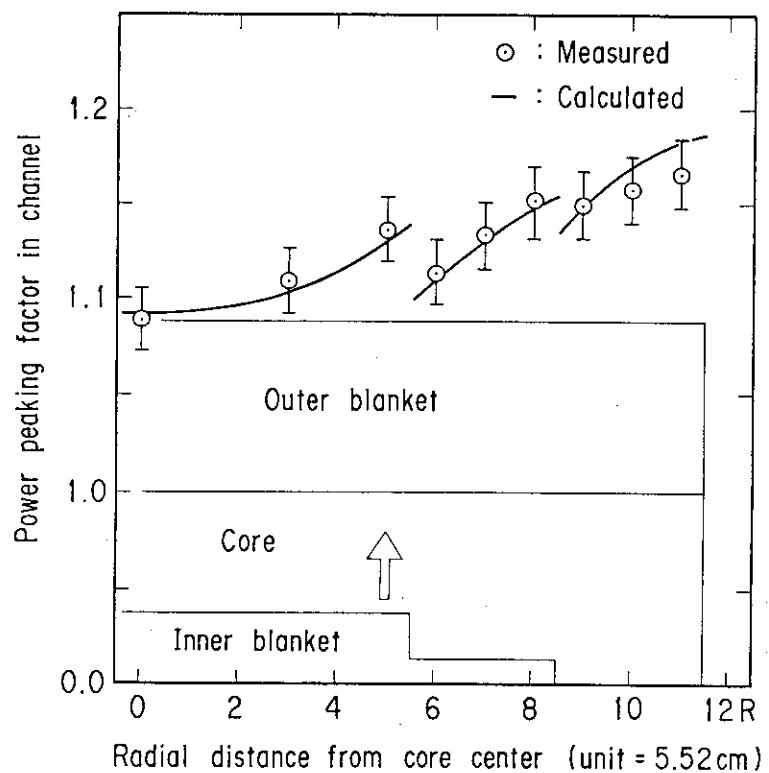


Fig. 5.23 Distribution of axial power peaking factor of each channel in FCA XIII-2 core

## 6. 結 論

$\gamma$ スキャニング法によって、軸方向非均質炉の径方向模擬炉心である FCA XIII-1 および FCA XIII-2 炉心のテスト領域の径方向中心軸について出力分布を測定した。

その結果、次のことが解った。

- (1) 内部ブランケットを炉心中心部に設けることで、径方向出力分布の平坦化を達成できる。  
特に内部ブランケットに面した位置 (4 Z) で著しい。
- (2) 出力分布の平坦化には、プルトニウム燃料の出力に加えて劣化ウラン燃料の出力も寄与している。
- (3) 内部ブランケットの厚さを 2 段にすることで、大型軸方向非均質炉心で生ずると考えられている、内部ブランケットを有する内側炉心と外側炉心の境界近傍に生ずる出力ピークを減少させることが可能である。
- (4) 内部ブランケットの厚さを 2 段にすることで、径方向チャンネル出力の平坦化を達成できる。
- (5) 計算は炉心の出力分布をおおむね再現している。計算値は、炉心領域においては、実験値との一致は良いが、内部および軸方向ブランケット部で過小評価している。出力ピーニング係数、チャンネル出力の計算値は実験値と良く一致している。

### 謝 辞

本実験を進めるにあたり、種々御指導いただいた炉物理施設管理、中野正文室長ならびに高速炉物理研究室、吉田弘幸室長に深く感謝いたします。また実験における FCA 管理機関員の皆様の協力を深く感謝いたします。

### 参 考 文 献

- (1) Ohno A., Osugi T. and Satoh K. : "Measurement of Relative Power Distribution at Fast Critical Assembly by Using Gamma Counting Method" J. Nucl. Sci. Technol., 22 (1985)
- (2) 佐藤邦雄他 : "  $\gamma$ スキャニング法による大型軸方向非均質模擬炉心の相対出力分布の測定 " JAERI-M 85-207 (1985)
- (3) 飯島 進他 : " FCA による大型軸方向非均質炉心の炉物理研究(iv)" JAERI-M 86-065
- (4) Nakagawa T. (Ed.) : "Summary of JENDL-2 General Purpose File", JAERI-M 84-103 (1984)
- (5) Nakagawa M., et al. : "SLAROM", JAERI-1294 (1984)
- (6) Benoist, P. : "Théorie du Coefficient de Diffusion des Neutrons dans un Réseau Comportant des Cavités", CEA-R-2278 (1964)
- (7) 飯島 進他 : " CITATION-FBR " (公刊予定)

## 6. 結 論

アスキャンニング法によって、軸方向非均質炉の径方向模擬炉心である FCA XIII-1 および FCA XIII-2 炉心のテスト領域の径方向中心軸について出力分布を測定した。

その結果、次のことが解った。

- (1) 内部ブランケットを炉心中心部に設けることで、径方向出力分布の平坦化を達成できる。  
特に内部ブランケットに面した位置 (4 Z) で著しい。
- (2) 出力分布の平坦化には、プルトニウム燃料の出力に加えて劣化ウラン燃料の出力も寄与している。
- (3) 内部ブランケットの厚さを 2 段にすることで、大型軸方向非均質炉心で生ずると考えられている、内部ブランケットを有する内側炉心と外側炉心の境界近傍に生ずる出力ピークを減少させることが可能である。
- (4) 内部ブランケットの厚さを 2 段にすることで、径方向チャンネル出力の平坦化を達成できる。
- (5) 計算は炉心の出力分布をおおむね再現している。計算値は、炉心領域においては、実験値との一致は良いが、内部および軸方向ブランケット部で過小評価している。出力ピーニング係数、チャンネル出力の計算値は実験値と良く一致している。

### 謝 辞

本実験を進めるにあたり、種々御指導いただいた炉物理施設管理、中野正文室長ならびに高速炉物理研究室、吉田弘幸室長に深く感謝いたします。また実験における FCA 管理機関員の皆様の協力を深く感謝いたします。

### 参 考 文 献

- (1) Ohno A., Osugi T. and Satoh K. : "Measurement of Relative Power Distribution at Fast Critical Assembly by Using Gamma Counting Method" J. Nucl. Sci. Technol., 22 (1985)
- (2) 佐藤邦雄他 : "アスキャンニング法による大型軸方向非均質模擬炉心の相対出力分布の測定" JAERI-M 85-207 (1985)
- (3) 飯島 進他 : "FCA による大型軸方向非均質炉心の炉物理研究(iv)" JAERI-M 86-065
- (4) Nakagawa T. (Ed.) : "Summary of JENDL-2 General Purpose File", JAERI-M 84-103 (1984)
- (5) Nakagawa M., et al. : "SLAROM", JAERI-1294 (1984)
- (6) Benoist, P. : "Théorie du Coefficient de Diffusion des Neutrons dans un Réseau Comportant des Cavités", CEA-R-2278 (1964)
- (7) 飯島 進他 : "CITATION-FBR" (公刊予定)

## 6. 結 論

アスキャンニング法によって、軸方向非均質炉の径方向模擬炉心である FCA XIII-1 および FCA XIII-2 炉心のテスト領域の径方向中心軸について出力分布を測定した。

その結果、次のことが解った。

- (1) 内部ブランケットを炉心中心部に設けることで、径方向出力分布の平坦化を達成できる。  
特に内部ブランケットに面した位置 (4 Z) で著しい。
- (2) 出力分布の平坦化には、プルトニウム燃料の出力に加えて劣化ウラン燃料の出力も寄与している。
- (3) 内部ブランケットの厚さを 2 段にすることで、大型軸方向非均質炉心で生ずると考えられている、内部ブランケットを有する内側炉心と外側炉心の境界近傍に生ずる出力ピークを減少させることが可能である。
- (4) 内部ブランケットの厚さを 2 段にすることで、径方向チャンネル出力の平坦化を達成できる。
- (5) 計算は炉心の出力分布をおおむね再現している。計算値は、炉心領域においては、実験値との一致は良いが、内部および軸方向ブランケット部で過小評価している。出力ピーニング係数、チャンネル出力の計算値は実験値と良く一致している。

### 謝 辞

本実験を進めるにあたり、種々御指導いただいた炉物理施設管理、中野正文室長ならびに高速炉物理研究室、吉田弘幸室長に深く感謝いたします。また実験における FCA 管理機関員の皆様の協力を深く感謝いたします。

### 参 考 文 献

- (1) Ohno A., Osugi T. and Satoh K. : "Measurement of Relative Power Distribution at Fast Critical Assembly by Using Gamma Counting Method" J. Nucl. Sci. Technol., 22 (1985)
- (2) 佐藤邦雄他 : "アスキャンニング法による大型軸方向非均質模擬炉心の相対出力分布の測定" JAERI-M 85-207 (1985)
- (3) 飯島 進他 : "FCA による大型軸方向非均質炉心の炉物理研究(iv)" JAERI-M 86-065
- (4) Nakagawa T. (Ed.) : "Summary of JENDL-2 General Purpose File", JAERI-M 84-103 (1984)
- (5) Nakagawa M., et al. : "SLAROM", JAERI-1294 (1984)
- (6) Benoist, P. : "Théorie du Coefficient de Diffusion des Neutrons dans un Réseau Comportant des Cavités", CEA-R-2278 (1964)
- (7) 飯島 進他 : "CITATION-FBR" (公刊予定)

## Appendix A 燃料板ごとの径方向出力分布

FCA XIII-1 および FCA XIII-2 炉心の炉心領域について、プルトニウムおよび劣化ウラン酸化物燃料板の径方向出力分布を計算値とともに示す。なお、劣化ウラン酸化物燃料板の出力分布は測定値のみである。測定値および計算値は炉心中心（0 R - 6 Z の位置）セル内のそれぞれの中央の燃料板の値で規格化されている。

Table A.1 Measured and calculated radial power distribution of  
Pu fuel plates different elevation in FCA XIII-1 core

## PU POWER AT 1Z

DISTANCE ---(CM)---	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
36.81	1.090	2.41	1.100	1.009
39.04	1.048	2.41	1.070	1.021
40.47	1.054	2.41	1.060	1.006
42.33	1.035	2.41	1.042	1.007
44.56	1.000	2.41	1.012	1.012
45.99	0.984	2.48	0.991	1.007
47.85	0.966	2.41	0.960	0.994
50.08	0.901	2.48	0.915	1.016
51.51	0.883	2.48	0.885	1.002
53.37	0.856	2.41	0.841	0.982
55.60	0.774	2.48	0.784	1.013
57.03	0.751	2.48	0.745	0.992
58.89	0.702	2.48	0.691	0.984
61.17	0.610	2.48	0.623	1.021
62.55	0.567	2.55	0.579	1.021

## PU POWER AT 2Z

DISTANCE ---(CM)---	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
36.81	1.082	2.41	1.092	1.009
39.04	1.061	2.41	1.061	1.000
40.47	1.017	2.41	1.050	1.032
42.33	1.035	2.41	1.031	0.996
44.56	0.998	2.41	1.001	1.003
45.99	0.960	2.48	0.980	1.021
47.85	0.942	2.41	0.948	1.006
50.08	0.896	2.48	0.904	1.009
51.51	0.849	2.48	0.873	1.028
53.37	0.850	2.41	0.830	0.976
55.60	0.778	2.48	0.773	0.994
57.03	0.717	2.48	0.734	1.024
58.89	0.685	2.48	0.681	0.994
61.17	0.610	2.48	0.614	1.007
62.55	0.556	2.55	0.569	1.023

## PU POWER AT 3Z

DISTANCE ---(CM)---	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
36.81	1.060	2.41	1.077	1.016
39.04	1.039	2.41	1.044	1.005
40.47	1.024	2.41	1.031	1.007
42.33	1.005	2.41	1.010	1.005
44.56	0.960	2.41	0.979	1.020
45.99	0.955	2.48	0.957	1.002
47.85	0.921	2.41	0.924	1.003
50.08	0.863	2.48	0.880	1.020
51.51	0.840	2.48	0.849	1.011
53.37	0.812	2.48	0.805	0.991
55.60	0.743	2.48	0.750	1.009
57.03	0.703	2.48	0.711	1.011
58.89	0.670	2.48	0.660	0.985
61.17	0.585	2.48	0.594	1.015
62.55	0.537	2.55	0.551	1.026

## PU POWER AT 4Z

DISTANCE ---(CM)---	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
-1.83	1.062	2.55	1.062	1.000
0.40	1.053	2.55	1.063	1.009
1.83	1.053	2.55	1.064	1.010
3.69	1.067	2.55	1.065	0.998
5.92	1.052	2.55	1.068	1.015
7.35	1.075	2.62	1.070	0.995
9.21	1.066	2.55	1.071	1.005
11.44	1.053	2.55	1.073	1.019
12.87	1.076	2.62	1.075	0.999
14.73	1.070	2.55	1.077	1.007
16.96	1.077	2.55	1.079	1.002
18.39	1.074	2.62	1.080	1.006
20.25	1.095	2.55	1.081	0.987
22.48	1.087	2.55	1.080	0.994
23.91	1.104	2.55	1.079	0.977
25.77	1.088	2.41	1.076	0.989
28.00	1.082	2.41	1.071	0.990
29.43	1.067	2.41	1.067	1.000
31.29	1.051	2.55	1.061	1.010
33.52	1.034	2.62	1.048	1.014
34.95	1.057	2.55	1.042	0.986
36.81	1.025	2.41	1.028	1.003
39.04	1.002	2.41	1.009	1.007
40.47	0.982	2.48	0.994	1.012
42.33	0.987	2.41	0.972	0.985
44.56	0.933	2.41	0.940	1.008
45.99	0.915	2.48	0.917	1.002
47.85	0.885	2.48	0.884	0.999
50.08	0.825	2.48	0.840	1.018
51.51	0.805	2.48	0.809	1.005
53.37	0.787	2.48	0.767	0.975
55.60	0.716	2.48	0.713	0.996
57.03	0.676	2.48	0.677	1.001
58.89	0.644	2.48	0.627	0.974
61.17	0.572	2.48	0.564	0.986
62.55	0.527	2.55	0.522	0.991

## PU POWER AT 5Z

DISTANCE --- (CM)	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
-1.83	1.028	2.55	1.047	1.018
0.40	1.058	2.55	1.048	0.991
1.83	1.032	2.55	1.049	1.016
3.69	1.032	2.62	1.050	1.017
5.92	1.033	2.62	1.052	1.018
7.35	1.022	2.62	1.053	1.030
9.21	1.057	2.62	1.053	0.996
11.44	1.045	2.62	1.055	1.010
12.87	1.036	2.62	1.056	1.019
14.73	1.036	2.62	1.056	1.019
16.96	1.042	2.62	1.056	1.013
18.39	1.065	2.62	1.056	0.992
20.25	1.039	2.55	1.054	1.014
22.48	1.062	2.55	1.052	0.991
23.91	1.040	2.55	1.049	1.009
25.77	1.032	2.41	1.043	1.011
28.00	1.024	2.41	1.035	1.011
29.43	1.021	2.48	1.029	1.008
31.29	1.005	2.62	1.020	1.015
33.52	1.010	2.62	1.005	0.995
34.95	1.017	2.62	0.996	0.979
36.81	0.971	2.41	0.980	1.009
39.04	0.953	2.41	0.957	1.004
40.47	0.932	2.48	0.941	1.010
42.33	0.923	2.41	0.917	0.993
44.56	0.883	2.48	0.884	1.001
45.99	0.849	2.48	0.861	1.014
47.85	0.837	2.48	0.828	0.989
50.08	0.787	2.48	0.785	0.997
51.51	0.749	2.48	0.755	1.008
53.37	0.729	2.48	0.715	0.981
55.60	0.668	2.48	0.663	0.993
57.03	0.630	2.48	0.629	0.998
58.89	0.599	2.48	0.582	0.972
61.17	0.522	2.55	0.523	1.002
62.55	0.481	2.55	0.484	1.006

## PU POWER AT 6Z

DISTANCE --- (CM)	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
-1.83	1.000	2.55	0.999	0.999
0.40	1.000	2.55	1.000	1.000
1.83	0.993	2.55	1.001	1.008
3.69	0.996	2.62	1.002	1.006
5.92	1.004	2.62	1.002	0.998
7.35	0.993	2.62	1.003	1.010
9.21	1.000	2.62	1.003	1.003
11.44	0.980	2.62	1.002	1.022
12.87	1.004	2.62	1.002	0.998
14.73	0.986	2.62	1.001	1.015
16.96	0.978	2.62	0.999	1.021
18.39	0.997	2.62	0.997	1.000
20.25	0.991	2.62	0.994	1.003
22.48	1.004	2.62	0.989	0.985
23.91	1.001	2.62	0.985	0.984
25.77	0.979	2.48	0.978	0.999
28.00	0.955	2.48	0.968	1.014
29.43	0.954	2.48	0.961	1.007
31.29	0.950	2.62	0.950	1.000
33.52	0.949	2.62	0.934	0.984
34.95	0.920	2.62	0.922	1.002
36.81	0.914	2.41	0.905	0.990
39.04	0.868	2.48	0.881	1.015
40.47	0.852	2.48	0.864	1.014
42.33	0.864	2.41	0.840	0.972
44.56	0.807	2.48	0.808	1.001
45.99	0.784	2.48	0.786	1.003
47.85	0.764	2.48	0.754	0.987
50.08	0.705	2.48	0.714	1.013
51.51	0.683	2.48	0.687	1.006
53.37	0.660	2.48	0.649	0.983
55.60	0.608	2.48	0.601	0.988
57.03	0.562	2.55	0.569	1.012
58.89	0.540	2.48	0.526	0.974
61.17	0.461	2.55	0.472	1.024
62.55	0.430	2.62	0.437	1.016

## PU POWER AT 7Z

DISTANCE --- (CM)	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
-1.83	0.905	2.62	0.915	1.011
0.40	0.920	2.62	0.916	0.996
1.83	0.917	2.62	0.916	0.999
3.69	0.903	2.69	0.917	1.016
5.92	0.894	2.69	0.917	1.026
7.35	0.912	2.69	0.916	1.004
9.21	0.903	2.69	0.916	1.014
11.44	0.900	2.69	0.916	1.018
12.87	0.911	2.69	0.914	1.003
14.73	0.897	2.69	0.912	1.017
16.96	0.903	2.69	0.909	1.007
18.39	0.876	2.69	0.907	1.035
20.25	0.911	2.62	0.902	0.990
22.48	0.895	2.62	0.896	1.001
23.91	0.889	2.62	0.891	1.002
25.77	0.888	2.48	0.883	0.994
28.00	0.868	2.48	0.873	1.006
29.43	0.867	2.48	0.864	0.997
31.29	0.832	2.69	0.852	1.024
33.52	0.847	2.69	0.836	0.987
34.95	0.826	2.69	0.824	0.998
36.81	0.806	2.41	0.807	1.001
39.04	0.771	2.48	0.783	1.016
40.47	0.766	2.48	0.767	1.001
42.33	0.756	2.41	0.744	0.984
44.56	0.723	2.48	0.713	0.986
45.99	0.701	2.48	0.693	0.989
47.85	0.680	2.48	0.665	0.978
50.08	0.625	2.48	0.628	1.005
51.51	0.619	2.55	0.603	0.974
53.37	0.586	2.48	0.569	0.971
55.60	0.532	2.55	0.526	0.989
57.03	0.503	2.55	0.498	0.990
58.89	0.472	2.48	0.459	0.972
61.17	0.413	2.62	0.412	0.998
62.55	0.378	2.62	0.381	1.008

## PU POWER AT 8Z

DISTANCE --- (CM)	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
-1.83	0.809	2.69	0.801	0.990
0.40	0.812	2.69	0.803	0.989
1.83	0.804	2.69	0.803	0.999
3.69	0.806	2.77	0.804	0.998
5.92	0.807	2.77	0.803	0.995
7.35	0.805	2.77	0.802	0.996
9.21	0.793	2.77	0.802	1.011
11.44	0.816	2.69	0.800	0.980
12.87	0.794	2.77	0.798	1.005
14.73	0.797	2.77	0.796	0.999
16.96	0.797	2.77	0.792	0.994
18.39	0.797	2.77	0.789	0.990
20.25	0.802	2.69	0.784	0.978
22.48	0.811	2.69	0.777	0.958
23.91	0.778	2.69	0.772	0.992
25.77	0.771	2.48	0.764	0.991
28.00	0.761	2.48	0.753	0.989
29.43	0.763	2.48	0.745	0.976
31.29	0.735	2.77	0.733	0.997
33.52	0.738	2.77	0.719	0.974
34.95	0.714	2.77	0.706	0.989
36.81	0.709	2.48	0.690	0.973
39.04	0.670	2.48	0.668	0.997
40.47	0.652	2.48	0.654	1.003
42.33	0.644	2.48	0.633	0.983
44.56	0.622	2.48	0.606	0.974
45.99	0.593	2.55	0.588	0.992
47.85	0.588	2.48	0.563	0.957
50.08	0.528	2.55	0.531	1.006
51.51	0.513	2.55	0.510	0.994
53.37	0.507	2.48	0.480	0.947
55.60	0.456	2.55	0.443	0.971
57.03	0.422	2.62	0.419	0.993
58.89	0.411	2.55	0.386	0.939
61.17	0.355	2.62	0.345	0.972
62.55	0.319	2.69	0.318	0.997

Table A.2 Measured and calculated radial power distribution of  
Pu fuel plates different elevation in FCA XIII-2 core

## PU POWER AT 1Z

DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
47.85	0.902	2.41	0.844	0.936
50.08	0.853	2.41	0.848	0.994
51.51	0.816	2.48	0.820	1.005
53.37	0.780	2.48	0.779	0.999
55.60	0.706	2.48	0.725	1.027
57.03	0.679	2.48	0.688	1.013
58.89	0.643	2.48	0.637	0.991
61.17	0.569	2.55	0.574	1.009
62.55	0.521	2.55	0.532	1.021

## PU POWER AT 2Z

DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
31.29	1.080	2.55	1.046	0.969
33.52	1.035	2.55	1.049	1.014
34.95	1.041	2.62	1.039	0.998
36.81	1.029	2.41	1.024	0.995
39.04	0.999	2.41	1.001	1.002
40.47	0.988	2.41	0.984	0.996
42.33	0.971	2.55	0.962	0.991
44.56	0.931	2.55	0.928	0.997
45.99	0.916	2.62	0.905	0.988
47.85	0.892	2.41	0.872	0.978
50.08	0.820	2.41	0.828	1.010
51.51	0.798	2.48	0.798	1.000
53.37	0.771	2.41	0.756	0.981
55.60	0.703	2.48	0.701	0.997
57.03	0.663	2.48	0.664	1.002
58.89	0.628	2.48	0.614	0.978
61.17	0.559	2.55	0.551	0.986
62.55	0.509	2.55	0.510	1.002

## PU POWER AT 3Z

DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
31.29	1.080	2.55	1.046	0.969
33.52	1.035	2.55	1.049	1.014
34.95	1.041	2.62	1.039	0.998
36.81	1.029	2.41	1.024	0.995
39.04	0.999	2.41	1.001	1.002
40.47	0.988	2.41	0.984	0.996
42.33	0.971	2.55	0.962	0.991
44.56	0.931	2.55	0.928	0.997
45.99	0.916	2.62	0.905	0.988
47.85	0.892	2.41	0.872	0.978
50.08	0.820	2.41	0.828	1.010
51.51	0.798	2.48	0.798	1.000
53.37	0.771	2.41	0.756	0.981
55.60	0.703	2.48	0.701	0.997
57.03	0.663	2.48	0.664	1.002
58.89	0.628	2.48	0.614	0.978
61.17	0.559	2.55	0.551	0.986
62.55	0.509	2.55	0.510	1.002

## PU POWER AT 4Z

DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
-1.83	1.046	2.48	1.064	1.017
0.40	1.028	2.48	1.064	1.035
1.83	1.084	2.48	1.064	0.982
14.73	1.091	2.41	1.073	0.984
16.96	1.093	2.41	1.073	0.982
18.39	1.092	2.41	1.073	0.983
25.77	1.086	2.55	1.063	0.979
28.00	1.065	2.55	1.056	0.992
29.43	1.059	2.55	1.051	0.992
31.29	1.055	2.55	1.040	0.986
33.52	1.015	2.55	1.027	1.012
34.95	1.018	2.55	1.016	0.998
36.81	0.998	2.41	0.999	1.001
39.04	0.962	2.41	0.974	1.012
40.47	0.949	2.41	0.958	1.009
42.33	0.931	2.55	0.933	1.002
44.56	0.900	2.55	0.897	0.997
45.99	0.864	2.62	0.873	1.010
47.85	0.842	2.48	0.840	0.998
50.08	0.789	2.48	0.796	1.009
51.51	0.765	2.48	0.766	1.001
53.37	0.731	2.48	0.725	0.992
55.60	0.664	2.48	0.672	1.012
57.03	0.635	2.48	0.636	1.002
58.89	0.602	2.48	0.587	0.975
61.17	0.516	2.55	0.527	1.021
62.55	0.485	2.55	0.488	1.006

## PU POWER AT 5Z

DISTANCE ---(CM)---	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
-1.83	1.052	2.48	1.049	0.997
0.40	1.058	2.48	1.050	0.992
1.83	1.030	2.54	1.050	1.019
14.73	1.062	2.48	1.052	0.991
16.96	1.046	2.48	1.051	1.005
18.39	1.057	2.48	1.050	0.993
25.77	1.047	2.55	1.031	0.985
28.00	1.017	2.55	1.021	1.004
29.43	0.983	2.55	1.014	1.032
31.29	0.988	2.55	1.002	1.014
33.52	0.971	2.55	0.986	1.015
34.95	0.977	2.55	0.973	0.996
36.81	0.958	2.41	0.955	0.997
39.04	0.919	2.41	0.929	1.011
40.47	0.910	2.41	0.911	1.001
42.33	0.871	2.55	0.884	1.015
44.56	0.827	2.62	0.848	1.025
45.99	0.817	2.62	0.824	1.009
47.85	0.793	2.48	0.792	0.999
50.08	0.751	2.48	0.748	0.996
51.51	0.719	2.48	0.719	1.000
53.37	0.694	2.48	0.679	0.978
55.60	0.636	2.48	0.628	0.987
57.03	0.598	2.48	0.594	0.993
58.89	0.563	2.55	0.548	0.973
61.17	0.496	2.62	0.491	0.990
62.55	0.463	2.55	0.455	0.983

## PU POWER AT 6Z

DISTANCE ---(CM)---	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
-1.83	1.024	2.54	0.999	0.976
0.40	1.000	2.54	1.000	1.000
1.83	0.980	2.54	1.001	1.021
14.73	0.989	2.48	0.997	1.008
16.96	1.001	2.48	0.994	0.993
18.39	1.005	2.48	0.992	0.987
25.77	0.966	2.55	0.968	1.002
28.00	0.962	2.55	0.956	0.994
29.43	0.955	2.55	0.948	0.993
31.29	0.938	2.55	0.934	0.996
33.52	0.891	2.62	0.916	1.028
34.95	0.892	2.62	0.903	1.012
36.81	0.873	2.41	0.884	1.013
39.04	0.846	2.41	0.858	1.014
40.47	0.830	2.41	0.840	1.012
42.33	0.831	2.62	0.814	0.980
44.56	0.780	2.62	0.780	1.000
45.99	0.756	2.62	0.756	1.000
47.85	0.739	2.48	0.725	0.981
50.08	0.693	2.48	0.684	0.987
51.51	0.662	2.48	0.656	0.991
53.37	0.629	2.48	0.618	0.983
55.60	0.583	2.48	0.571	0.979
57.03	0.538	2.55	0.540	1.004
58.89	0.521	2.55	0.497	0.954
61.17	0.454	2.62	0.445	0.980
62.55	0.411	2.62	0.412	1.002

## PU POWER AT 7Z

DISTANCE ---(CM)---	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
-1.83	0.921	2.54	0.913	0.991
0.40	0.910	2.62	0.915	1.005
1.83	0.900	2.69	0.915	1.017
14.73	0.917	2.48	0.909	0.991
16.96	0.903	2.48	0.905	1.002
18.39	0.886	2.55	0.902	1.018
25.77	0.866	2.55	0.874	1.009
28.00	0.845	2.55	0.862	1.020
29.43	0.839	2.55	0.853	1.017
31.29	0.833	2.55	0.839	1.007
33.52	0.834	2.62	0.821	0.984
34.95	0.824	2.62	0.808	0.981
36.81	0.790	2.41	0.790	1.000
39.04	0.768	2.41	0.765	0.996
40.47	0.740	2.41	0.748	1.011
42.33	0.730	2.62	0.724	0.992
44.56	0.702	2.77	0.691	0.984
45.99	0.651	2.69	0.670	1.029
47.85	0.654	2.48	0.641	0.980
50.08	0.614	2.55	0.604	0.984
51.51	0.581	2.55	0.579	0.997
53.37	0.555	2.48	0.545	0.982
55.60	0.494	2.55	0.502	1.016
57.03	0.475	2.55	0.474	0.998
58.89	0.461	2.55	0.437	0.948
61.17	0.385	2.69	0.390	1.013
62.55	0.357	2.69	0.360	1.008

## PU POWER AT 8Z

DISTANCE ---(CM)---	EXP.	ERR(%)	CAL	C/E
-1.83	0.814	2.69	0.800	0.983
0.40	0.807	2.62	0.801	0.993
1.83	0.821	2.62	0.802	0.977
14.73	0.835	2.48	0.793	0.950
16.96	0.814	2.55	0.789	0.969
18.39	0.812	2.55	0.785	0.967
25.77	0.763	2.62	0.765	1.003
28.00	0.754	2.62	0.744	0.987
29.43	0.740	2.62	0.736	0.995
31.29	0.746	2.55	0.723	0.969
33.52	0.697	2.69	0.706	1.013
34.95	0.696	2.69	0.694	0.997
36.81	0.696	2.41	0.677	0.973
39.04	0.663	2.48	0.654	0.986
40.47	0.631	2.48	0.639	1.013
42.33	0.636	2.62	0.617	0.970
44.56	0.601	2.77	0.589	0.980
45.99	0.577	2.77	0.570	0.988
47.85	0.564	2.48	0.546	0.968
50.08	0.521	2.55	0.513	0.985
51.51	0.499	2.55	0.491	0.984
53.37	0.484	2.48	0.462	0.955
55.60	0.429	2.62	0.425	0.991
57.03	0.406	2.55	0.400	0.985
58.89	0.384	2.55	0.368	0.958
61.17	0.343	2.77	0.328	0.956
62.55	0.305	2.77	0.302	0.990

Table A.3 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> fuel plates different elevation in FCA XIII-1 core

DU POWER AT 12			DU POWER AT 22			DU POWER AT 32			DU POWER AT 42		
DISTANCE (CM)	EXP.	ERR (%)									
-1.43	0.353	7.10	-1.43	0.375	7.30	-1.43	0.529	6.70	-1.43	0.838	6.30
0.0	0.368	7.00	0.0	0.391	7.40	0.0	0.556	6.70	0.0	0.851	6.30
1.43	0.325	7.40	1.43	0.381	6.80	1.43	0.534	6.80	1.43	0.885	6.30
4.09	0.350	7.70	4.09	0.411	7.40	4.09	0.563	6.80	4.09	0.879	6.30
5.52	0.340	7.80	5.52	0.376	7.60	5.52	0.548	6.90	5.52	0.854	6.40
6.95	0.345	7.80	6.95	0.417	7.40	6.95	0.563	7.00	6.95	0.876	6.40
9.61	0.352	7.60	9.61	0.407	7.40	9.61	0.530	6.90	9.61	0.827	6.40
11.04	0.359	7.60	11.04	0.422	7.30	11.04	0.545	6.90	11.04	0.868	6.40
12.47	0.371	7.50	12.47	0.433	7.30	12.47	0.581	6.90	12.47	0.951	6.30
15.13	0.344	7.60	15.13	0.407	7.30	15.13	0.540	6.80	15.13	0.867	6.30
16.56	0.386	7.40	16.56	0.424	7.30	16.56	0.550	6.80	16.56	0.927	6.30
17.99	0.386	7.40	17.99	0.433	7.20	17.99	0.549	6.80	17.99	0.918	6.30
20.65	0.409	7.20	20.65	0.465	7.00	20.65	0.575	6.70	20.65	0.892	6.30
22.08	0.397	7.30	22.08	0.428	7.20	22.08	0.561	6.80	22.08	0.911	6.30
23.51	0.442	7.10	23.51	0.503	6.90	23.51	0.601	6.70	23.51	0.946	6.20
26.17	0.472	5.90	26.17	0.525	5.90	26.17	0.612	5.90	26.17	0.911	5.80
27.60	0.505	5.90	27.60	0.530	5.90	27.60	0.624	5.90	27.60	0.919	5.80
29.03	0.529	5.90	29.03	0.547	5.90	29.03	0.645	5.90	29.03	0.956	5.80
31.69	0.558	6.60	31.69	0.532	6.70	31.69	0.688	6.40	31.69	0.944	6.20
33.12	0.600	6.50	33.12	0.620	6.50	33.12	0.730	6.40	33.12	0.994	6.20
34.55	0.704	6.40	34.55	0.684	6.40	34.55	0.748	6.40	34.55	0.991	6.20
37.21	0.865	5.70	37.21	0.863	5.70	37.21	0.877	5.70	37.21	0.946	5.70
38.64	0.879	5.80	38.64	0.878	5.80	38.64	0.905	5.80	38.64	0.914	5.80
40.07	0.956	5.80	40.07	0.959	5.80	40.07	0.970	5.80	40.07	0.994	5.80
42.73	0.963	5.70	42.73	0.979	5.70	42.73	0.934	5.70	42.73	0.928	5.70
44.16	0.926	5.80	44.16	0.979	5.70	44.16	0.946	5.70	44.16	0.913	5.80
45.59	0.983	5.80	45.59	0.970	5.80	45.59	0.951	5.80	45.59	0.918	5.80
48.25	0.926	5.70	48.25	0.921	5.70	48.25	0.904	5.70	48.25	0.858	5.70
49.68	0.875	5.80	49.68	0.868	5.80	49.68	0.860	5.80	49.68	0.842	5.80
51.11	0.885	5.90	51.11	0.859	5.90	51.11	0.870	5.90	51.11	0.800	5.90
53.77	0.781	5.90	53.77	0.759	5.70	53.77	0.761	5.70	53.77	0.711	5.70
55.20	0.754	5.80	55.20	0.732	5.80	55.20	0.747	5.80	55.20	0.687	5.80
56.63	0.723	5.90	56.63	0.712	5.90	56.63	0.715	5.90	56.63	0.690	5.90
59.29	0.618	5.80	59.29	0.604	5.80	59.29	0.577	5.80	59.29	0.553	5.80
60.72	0.531	5.90	60.72	0.542	5.90	60.72	0.524	5.90	60.72	0.508	5.90
62.15	0.504	6.10	62.15	0.487	6.10	62.15	0.479	6.10	62.15	0.445	6.20

DU POWER AT 5Z						DU POWER AT 6Z						DU POWER AT 7Z						DU POWER AT 8Z						DU POWER AT 8Z											
DISTANCE (CM)			EXP.			ERR(%)			DISTANCE (CM)			EXP.			ERR(%)			DISTANCE (CM)			EXP.			ERR(%)			DISTANCE (CM)			EXP.			ERR(%)		
-1.43	0.975	6.20	-1.43	0.919	6.30	-1.43	0.873	6.40	-1.43	0.873	6.40	-1.43	0.702	6.70	0.0	0.886	6.40	0.0	0.709	6.70	0.0	0.886	6.40	0.0	0.709	6.70	0.0	0.886	6.40	0.0	0.709	6.70			
0.0	0.999	6.20	0.0	1.000	6.20	0.0	1.000	6.20	0.0	1.001	6.40	0.0	1.43	6.40	1.43	0.901	6.40	1.43	0.758	6.60	1.43	0.901	6.40	1.43	0.758	6.60	1.43	0.901	6.40	1.43	0.758	6.60			
1.43	0.951	6.40	1.43	1.007	6.40	1.43	1.007	6.40	1.43	1.017	6.30	1.43	0.909	6.40	0.909	0.882	6.40	0.909	0.728	6.70	0.909	0.882	6.40	0.909	0.728	6.70	0.909	0.882	6.40	0.909	0.728	6.70			
4.09	0.992	6.30	4.09	1.017	6.30	4.09	1.017	6.30	4.09	1.017	6.30	4.09	0.952	6.40	0.952	0.872	6.40	0.952	0.714	6.70	0.952	0.872	6.40	0.952	0.714	6.70	0.952	0.872	6.40	0.952	0.714	6.70			
5.52	0.969	6.30	5.52	0.948	6.40	5.52	0.948	6.40	5.52	0.948	6.40	5.52	0.872	6.40	0.872	0.872	6.40	0.872	0.713	6.70	0.872	0.872	6.40	0.872	0.713	6.70	0.872	0.872	6.40	0.872	0.713	6.70			
6.95	0.987	6.30	6.95	1.017	6.30	6.95	1.017	6.30	6.95	1.017	6.30	6.95	0.982	6.40	0.982	0.908	6.40	0.982	0.660	6.80	0.982	0.908	6.40	0.982	0.660	6.80	0.982	0.908	6.40	0.982	0.660	6.80			
9.61	0.967	6.30	9.61	0.982	6.30	9.61	0.982	6.30	9.61	0.982	6.30	9.61	0.900	6.40	0.900	0.913	6.40	0.900	0.610	6.80	0.900	0.913	6.40	0.900	0.610	6.80	0.900	0.913	6.40	0.900	0.610	6.80			
11.04	1.027	6.20	11.04	1.001	6.30	11.04	1.001	6.30	11.04	1.001	6.30	11.04	0.913	6.40	0.913	0.913	6.40	0.913	0.725	6.70	0.913	0.913	6.40	0.913	0.725	6.70	0.913	0.913	6.40	0.913	0.725	6.70			
12.47	1.028	6.20	12.47	1.021	6.30	12.47	1.021	6.30	12.47	1.021	6.30	12.47	0.911	6.40	0.911	0.911	6.40	0.911	0.686	6.80	0.911	0.911	6.40	0.911	0.686	6.80	0.911	0.911	6.40	0.911	0.686	6.80			
15.13	0.957	6.30	15.13	0.973	6.30	15.13	0.973	6.30	15.13	0.973	6.30	15.13	0.895	6.40	0.895	0.895	6.40	0.895	0.722	6.70	0.895	0.895	6.40	0.895	0.722	6.70	0.895	0.895	6.40	0.895	0.722	6.70			
16.56	0.995	6.20	16.56	0.986	6.30	16.56	0.986	6.30	16.56	0.986	6.30	16.56	0.879	6.40	0.879	0.879	6.40	0.879	0.701	6.70	0.879	0.879	6.40	0.879	0.701	6.70	0.879	0.879	6.40	0.879	0.701	6.70			
17.99	1.006	6.20	17.99	1.006	6.30	17.99	1.006	6.30	17.99	1.006	6.30	17.99	0.892	6.40	0.892	0.892	6.40	0.892	0.726	6.70	0.892	0.892	6.40	0.892	0.726	6.70	0.892	0.892	6.40	0.892	0.726	6.70			
20.65	0.979	6.20	20.65	0.977	6.30	20.65	0.977	6.30	20.65	0.977	6.30	20.65	0.877	6.40	0.877	0.877	6.40	0.877	0.702	6.70	0.877	0.877	6.40	0.877	0.702	6.70	0.877	0.877	6.40	0.877	0.702	6.70			
22.08	0.995	6.20	22.08	0.963	6.30	22.08	0.963	6.30	22.08	0.963	6.30	22.08	0.933	6.40	0.933	0.933	6.40	0.933	0.683	6.70	0.933	0.933	6.40	0.933	0.683	6.70	0.933	0.933	6.40	0.933	0.683	6.70			
23.51	1.045	6.20	23.51	0.976	6.30	23.51	0.976	6.30	23.51	0.976	6.30	23.51	0.907	6.40	0.907	0.907	6.40	0.907	0.688	6.70	0.907	0.907	6.40	0.907	0.688	6.70	0.907	0.907	6.40	0.907	0.688	6.70			
26.17	0.979	5.80	26.17	0.942	5.80	26.17	0.942	5.80	26.17	0.942	5.80	26.17	0.841	5.90	0.841	0.841	5.90	0.841	0.645	6.80	0.841	0.841	5.90	0.841	0.645	6.80	0.841	0.841	5.90	0.841	0.645	6.80			
27.60	1.006	5.80	27.60	0.928	5.80	27.60	0.928	5.80	27.60	0.928	5.80	27.60	0.847	5.90	0.847	0.847	5.90	0.847	0.667	6.80	0.847	0.847	5.90	0.847	0.667	6.80	0.847	0.847	5.90	0.847	0.667	6.80			
29.03	0.983	5.80	29.03	0.937	5.80	29.03	0.937	5.80	29.03	0.937	5.80	29.03	0.833	5.90	0.833	0.833	5.90	0.833	0.687	6.80	0.833	0.833	5.90	0.833	0.687	6.80	0.833	0.833	5.90	0.833	0.687	6.80			
31.69	0.986	6.20	31.69	0.919	6.30	31.69	0.919	6.30	31.69	0.919	6.30	31.69	0.863	6.40	0.863	0.863	6.40	0.863	0.659	6.70	0.863	0.863	6.40	0.863	0.659	6.70	0.863	0.863	6.40	0.863	0.659	6.70			
33.12	1.019	6.20	33.12	0.952	6.30	33.12	0.952	6.30	33.12	0.952	6.30	33.12	0.834	6.40	0.834	0.834	6.40	0.834	0.648	6.80	0.834	0.834	6.40	0.834	0.648	6.80	0.834	0.834	6.40	0.834	0.648	6.80			
34.55	1.004	6.20	34.55	0.959	6.30	34.55	0.959	6.30	34.55	0.959	6.30	34.55	0.854	6.40	0.854	0.854	6.40	0.854	0.652	6.80	0.854	0.854	6.40	0.854	0.652	6.80	0.854	0.854	6.40	0.854	0.652	6.80			
37.21	0.926	5.70	37.21	0.862	5.70	37.21	0.862	5.70	37.21	0.862	5.70	37.21	0.764	5.80	0.764	0.764	5.80	0.764	0.577	6.80	0.764	0.764	5.80	0.764	0.577	6.80	0.764	0.764	5.80	0.764	0.577	6.80			
38.64	0.922	5.70	38.64	0.850	5.80	38.64	0.850	5.80	38.64	0.850	5.80	38.64	0.764	5.80	0.764	0.764	5.80	0.764	0.586	6.80	0.764	0.764	5.80	0.764	0.586	6.80	0.764	0.764	5.80	0.764	0.586	6.80			
40.07	0.951	5.80	40.07	0.848	5.90	40.07	0.848	5.90	40.07	0.848	5.90	40.07	0.768	5.90	0.768	0.768	5.90	0.768	0.612	6.80	0.768	0.768	5.90	0.768	0.612	6.80	0.768	0.768	5.90	0.768	0.612	6.80			
42.73	0.879	5.70	42.73	0.807	5.80	42.73	0.807	5.80	42.73	0.807	5.80	42.73	0.694	5.90	0.694	0.694	5.90	0.694	0.533	6.80	0.694	0.694	5.90	0.694	0.533	6.80	0.694	0.694	5.90	0.694	0.533	6.80			
44.16	0.876	5.80	44.16	0.793	5.80	44.16	0.793	5.80	44.16	0.793	5.80	44.16	0.675	5.80	0.675	0.675	5.80	0.675	0.536	6.80	0.675	0.675	5.80	0.675	0.536	6.80	0.675	0.675	5.80	0.675	0.536	6.80			
45.59	0.878	5.80	45.59	0.800	5.90	45.59	0.800	5.90	45.59	0.800	5.90	45.59	0.666	5.90	0.666	0.666	5.90	0.666	0.528	6.80	0.666	0.666	5.90	0.666	0.528	6.80	0.666	0.666	5.90	0.666	0.528	6.80			
48.25	0.800	5.70	48.25	0.738	5.70	48.25	0.738	5.70	48.25	0.738	5.70	48.25	0.615	5.80	0.615	0.615	5.80	0.615	0.474	6.80	0.615	0.615	5.80	0.615	0.474	6.80	0.615	0.615	5.80	0.615	0.474	6.80			
49.68	0.754	5.80	49.68	0.710	5.80	49.68	0.710	5.80	49.68	0.710	5.80	49.68	0.630	5.90	0.630	0.630	5.90	0.630	0.470	6.80	0.630	0.630	5.90	0.630	0.470	6.80	0.630	0.630	5.90	0.630	0.470	6.80			
51.11	0.773	5.90	51.11	0.674	5.90	51.11	0.674	5.90	51.11	0.674	5.90	51.11	0.608	5.90	0.608	0.608	5.90	0.608	0.459	6.80	0.608	0.608	5.90	0.608	0.459	6.80	0.608	0.608	5.90	0.608	0.459	6.80			
53.77	0.683	5.70	53.77	0.613	5.70	53.77	0.613	5.70	53.77	0.613	5.70	53.77	0.529	5.80	0.529	0.529	5.80	0.529	0.392	6.80	0.529	0.529	5.80	0.529	0.392	6.80	0.529	0.529	5.80	0.529	0.392				

Table A.4 Radial power distribution of DU02 fuel plates different elevation in FCA XIII-2 core

DU POWER AT 12				DU POWER AT 22				DU POWER AT 32				DU POWER AT 42				
DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	DISTANCE (CM)	
-1.43	0.335	7.00	-1.43	0.382	6.80	-1.43	0.542	6.40	-1.43	0.884	5.90	-1.43	0.0	0.875	6.00	
0.0	0.332	7.00	0.0	0.403	6.80	0.0	0.552	6.40	0.0	0.919	5.90	0.0	1.43	0.882	5.70	
1.43	0.337	7.00	1.43	0.385	6.80	1.43	0.557	6.40	1.43	0.897	5.70	1.43	15.13	0.56	16.56	5.70
15.13	0.386	6.20	15.13	0.437	6.10	15.13	0.572	5.90	15.13	0.897	5.70	15.13	17.99	0.578	17.99	5.70
16.56	0.367	6.20	16.56	0.436	6.10	16.56	0.585	5.90	16.56	0.897	5.70	16.56	17.99	0.931	17.99	5.70
17.99	0.399	6.20	17.99	0.460	6.10	17.99	0.578	5.90	17.99	0.931	5.70	17.99	17.99	0.952	17.99	5.90
26.17	0.456	6.50	26.17	0.509	6.40	26.17	0.613	6.20	26.17	0.952	5.90	26.17	27.60	0.689	27.60	5.90
27.60	0.471	6.50	27.60	0.544	6.30	27.60	0.716	6.10	27.60	0.937	5.90	27.60	29.03	0.994	29.03	5.90
29.03	0.534	6.30	29.03	0.630	6.20	29.03	0.876	5.90	29.03	0.994	5.90	29.03	31.69	0.933	31.69	5.90
31.69	0.515	6.40	31.69	0.732	6.00	31.69	0.904	6.00	31.69	0.932	5.90	31.69	33.12	0.932	33.12	5.90
33.12	0.566	6.50	33.12	0.806	6.10	33.12	0.956	6.20	33.12	0.952	5.90	33.12	34.55	0.956	34.55	5.90
34.55	0.583	6.60	34.55	0.869	6.20	34.55	0.956	6.20	34.55	0.971	6.00	34.55	37.21	0.925	37.21	5.90
37.21	0.615	5.60	37.21	0.861	5.60	37.21	0.907	5.50	37.21	0.938	5.50	37.21	38.64	0.945	38.64	5.60
38.64	0.628	5.70	38.64	0.846	5.60	38.64	0.907	5.60	38.64	0.945	5.60	38.64	40.07	0.913	40.07	5.70
40.07	0.615*	5.70	40.07	0.908	5.70	40.07	0.967	5.70	40.07	0.973	5.70	40.07	42.73	0.889	42.73	5.70
42.73	0.643	6.20	42.73	0.834	5.90	42.73	0.926	5.90	42.73	0.952	5.90	42.73	44.16	0.891	44.16	5.90
44.16	0.676	6.20	44.16	0.858	6.00	44.16	0.916	6.00	44.16	0.952	5.90	44.16	45.59	0.940	45.59	6.00
45.59	0.705	6.40	45.59	0.892	6.10	45.59	0.940	6.10	45.59	0.987	6.10	45.59	48.25	0.839	48.25	6.10
48.25	0.767	5.60	48.25	0.824	5.60	48.25	0.907	5.60	48.25	0.825	5.60	48.25	49.68	0.780	49.68	5.60
49.68	0.743	5.70	49.68	0.780	5.70	49.68	0.782	5.70	49.68	0.780	5.70	49.68	51.11	0.757	51.11	5.70
51.11	0.794	5.70	51.11	0.792	5.70	51.11	0.826	5.70	51.11	0.826	5.70	51.11	53.77	0.691	53.77	5.70
53.77	0.708	5.60	53.77	0.720	5.60	53.77	0.691	5.60	53.77	0.677	5.70	53.77	55.20	0.670	55.20	5.70
55.20	0.674	5.70	55.20	0.678	5.70	55.20	0.677	5.70	55.20	0.670	5.70	55.20	56.63	0.670	56.63	5.70
56.63	0.643	5.70	56.63	0.661	5.70	56.63	0.670	5.70	56.63	0.625	5.70	56.63	59.29	0.561	59.29	5.70
59.29	0.571	5.70	59.29	0.566	5.70	59.29	0.561	5.70	59.29	0.545	5.70	59.29	60.72	0.483	60.72	5.70
60.72	0.496	5.70	60.72	0.502	5.70	60.72	0.483	5.70	60.72	0.479	5.70	60.72	62.15	0.459	62.15	5.70
62.15	0.466	5.90	62.15	0.460	5.90	62.15	0.459	5.90	62.15	0.419	5.90	62.15	62.15	0.419	62.15	5.90

DU POWER AT 5Z				DU POWER AT 6Z				DU POWER AT 7Z				DU POWER AT 8Z			
DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	DISTANCE (CM)	EXP.	ERR(%)	DISTANCE (CM)
-1.43	1.002	5.90	-1.43	0.999	5.90	-1.43	0.875	6.10	-1.43	0.722	6.20	-1.43	0.722	6.20	-1.43
0.0	0.988	5.90	0.0	1.000	5.90	0.0	0.876	6.10	0.0	0.700	6.30	0.0	0.700	6.30	0.0
1.43	1.037	5.90	1.43	1.005	5.90	1.43	0.933	6.00	1.43	0.728	6.20	1.43	0.728	6.20	1.43
15.13	0.960	5.70	15.13	0.965	5.70	15.13	0.864	5.80	15.13	0.674	5.90	15.13	0.674	5.90	15.13
16.56	0.971	5.70	16.56	0.989	5.70	16.56	0.852	5.80	16.56	0.662	6.00	16.56	0.662	6.00	16.56
17.99	1.011	5.70	17.99	0.971	5.70	17.99	0.897	5.80	17.99	0.696	5.90	17.99	0.696	5.90	17.99
26.17	0.981	5.90	26.17	0.957	5.90	26.17	0.851	6.10	26.17	0.672	6.30	26.17	0.672	6.30	26.17
27.60	0.973	5.90	27.60	0.955	5.90	27.60	0.853	6.10	27.60	0.684	6.30	27.60	0.684	6.30	27.60
29.03	1.001	5.90	29.03	0.949	6.00	29.03	0.853	6.10	29.03	0.667	6.30	29.03	0.667	6.30	29.03
31.69	0.967	5.90	31.69	0.899	5.90	31.69	0.792	5.90	31.69	0.617	6.10	31.69	0.617	6.10	31.69
33.12	0.981	5.90	33.12	0.904	6.20	33.12	0.783	6.10	33.12	0.608	6.30	33.12	0.608	6.30	33.12
34.55	1.027	6.00	34.55	0.948	6.00	34.55	0.849	6.10	34.55	0.641	6.40	34.55	0.641	6.40	34.55
37.21	0.908	5.50	37.21	0.721	5.50	37.21	0.752	5.60	37.21	0.578	5.60	37.21	0.578	5.60	37.21
38.64	0.906	5.60	38.64	0.822	5.60	38.64	0.737	5.60	38.64	0.573	5.70	38.64	0.573	5.70	38.64
40.07	0.975	5.60	40.07	0.842	5.70	40.07	0.741	5.70	40.07	0.569	5.70	40.07	0.569	5.70	40.07
42.73	0.867	5.90	42.73	0.782	5.90	42.73	0.725	6.00	42.73	0.550	6.20	42.73	0.550	6.20	42.73
44.16	0.852	6.00	44.16	0.770	6.10	44.16	0.671	6.20	44.16	0.518	6.50	44.16	0.518	6.50	44.16
45.59	0.855	6.10	45.59	0.786	6.20	45.59	0.705	6.30	45.59	0.541	6.60	45.59	0.541	6.60	45.59
48.25	0.759	5.60	48.25	0.687	5.60	48.25	0.595	5.60	48.25	0.457	5.70	48.25	0.457	5.70	48.25
49.68	0.726	5.70	49.68	0.679	5.70	49.68	0.587	5.70	49.68	0.436	5.70	49.68	0.436	5.70	49.68
51.11	0.727	5.70	51.11	0.665	5.70	51.11	0.559	5.80	51.11	0.426	5.90	51.11	0.426	5.90	51.11
53.77	0.642	5.60	53.77	0.567	5.60	53.77	0.492	5.60	53.77	0.376	5.70	53.77	0.376	5.70	53.77
55.20	0.606	5.70	55.20	0.543	5.70	55.20	0.462	5.70	55.20	0.368	5.80	55.20	0.368	5.80	55.20
56.63	0.591	5.70	56.63	0.543	5.70	56.63	0.465	5.80	56.63	0.353	5.90	56.63	0.353	5.90	56.63
59.29	0.493	5.70	59.29	0.451	5.70	59.29	0.375	5.70	59.29	0.293	5.80	59.29	0.293	5.80	59.29
60.72	0.452	5.80	60.72	0.398	5.80	60.72	0.354	5.90	60.72	0.253	6.00	60.72	0.253	6.00	60.72
62.15	0.417	5.90	62.15	0.359	6.00	62.15	0.325	6.10	62.15	0.239	6.30	62.15	0.239	6.30	62.15

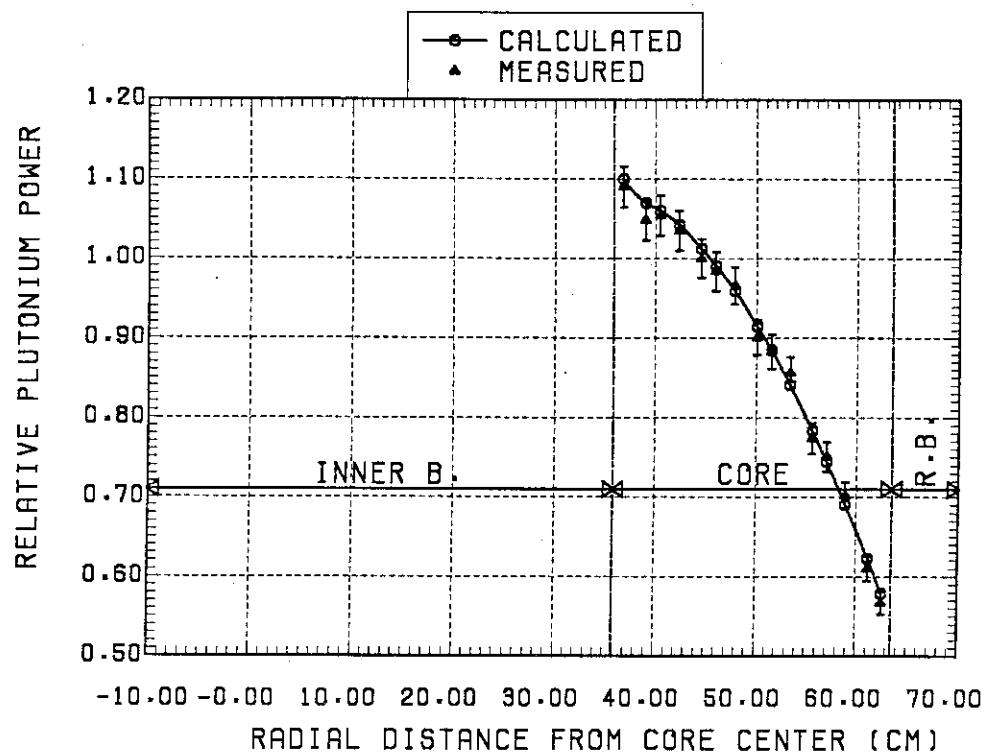


Fig. A.1 Radial power distribution of Pu plate at 1Z in FCA XIII-1 core

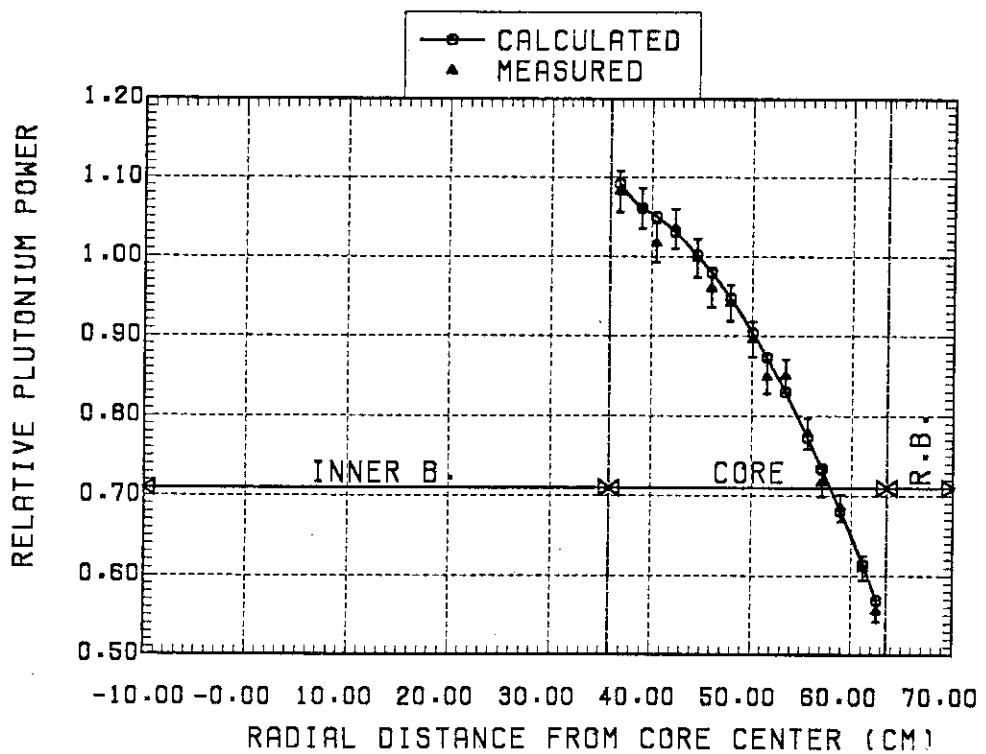


Fig. A.2 Radial power distribution of Pu plate at 2Z in FCA XIII-1 core

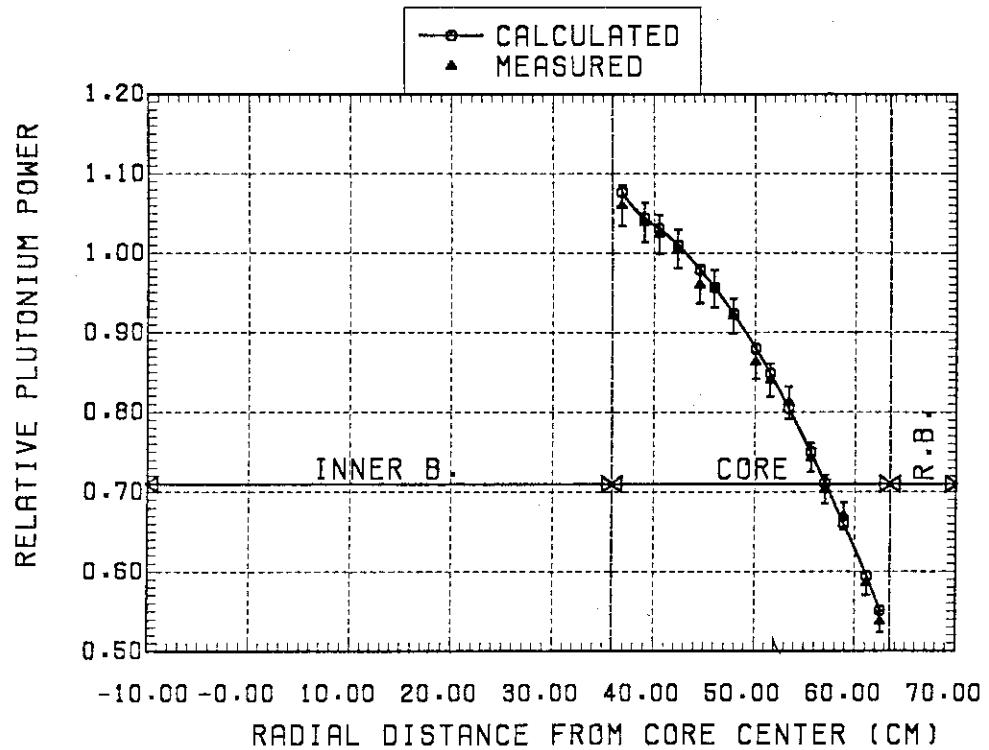


Fig. A.3 Radial power distribution of Pu plate at 3Z in FCA XIII-1 core

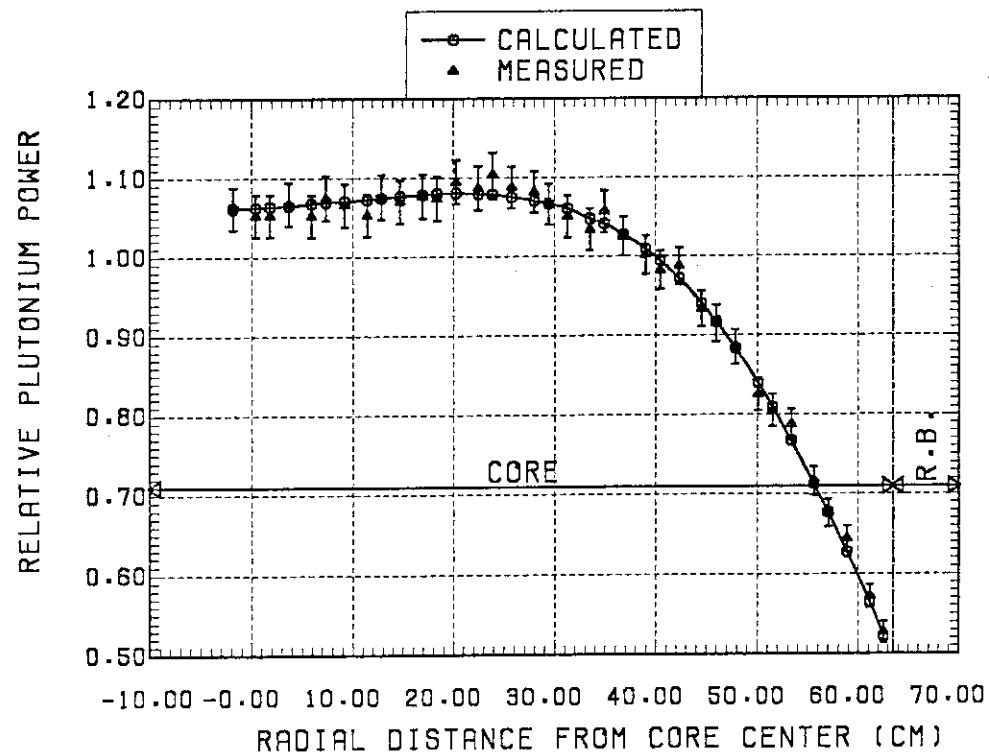


Fig. A.4 Radial power distribution of Pu plate at 4Z in FCA XIII-1 core

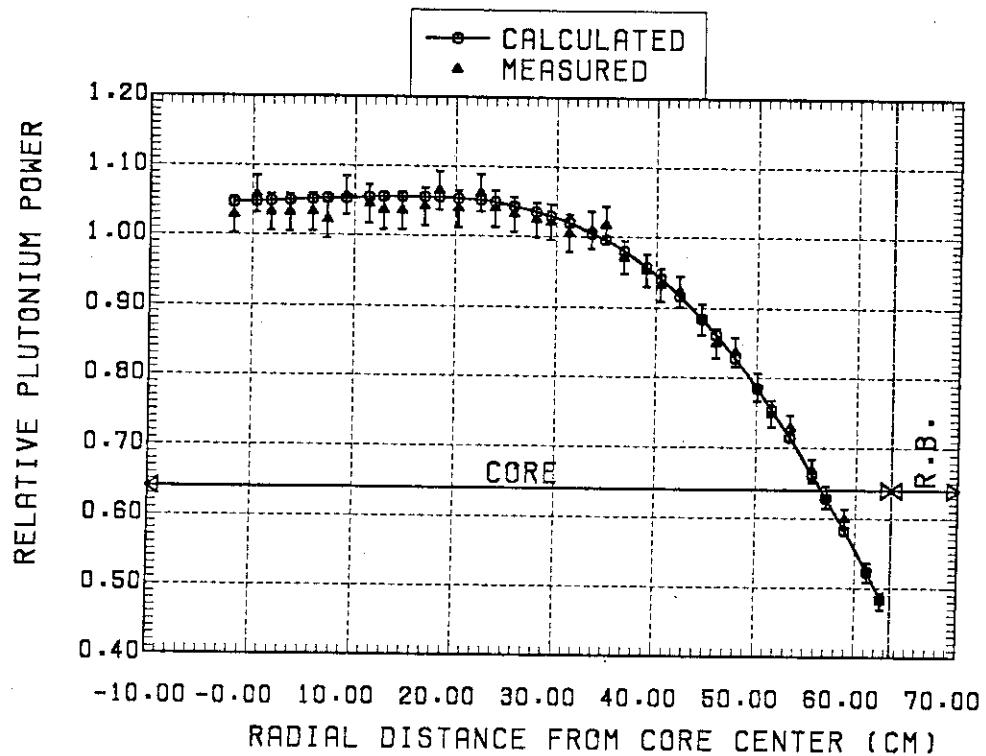


Fig. A.5 Radial power distribution of Pu plate at 5Z in FCA XIII-1 core

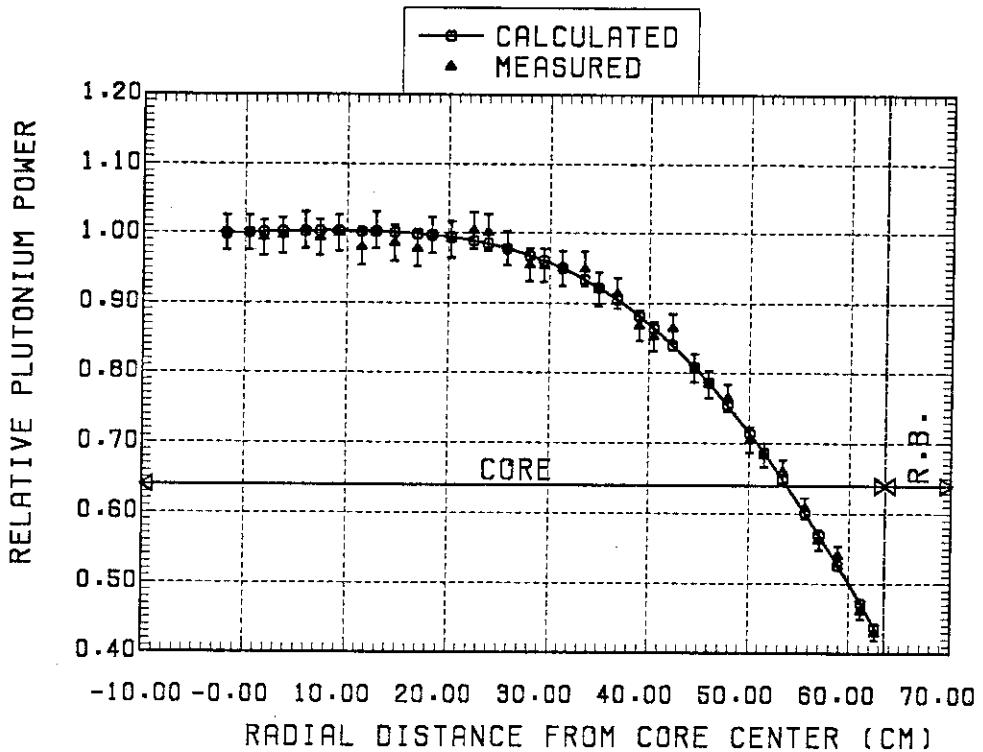


Fig. A.6 Radial power distribution of Pu plate at 6Z in FCA XIII-1 core

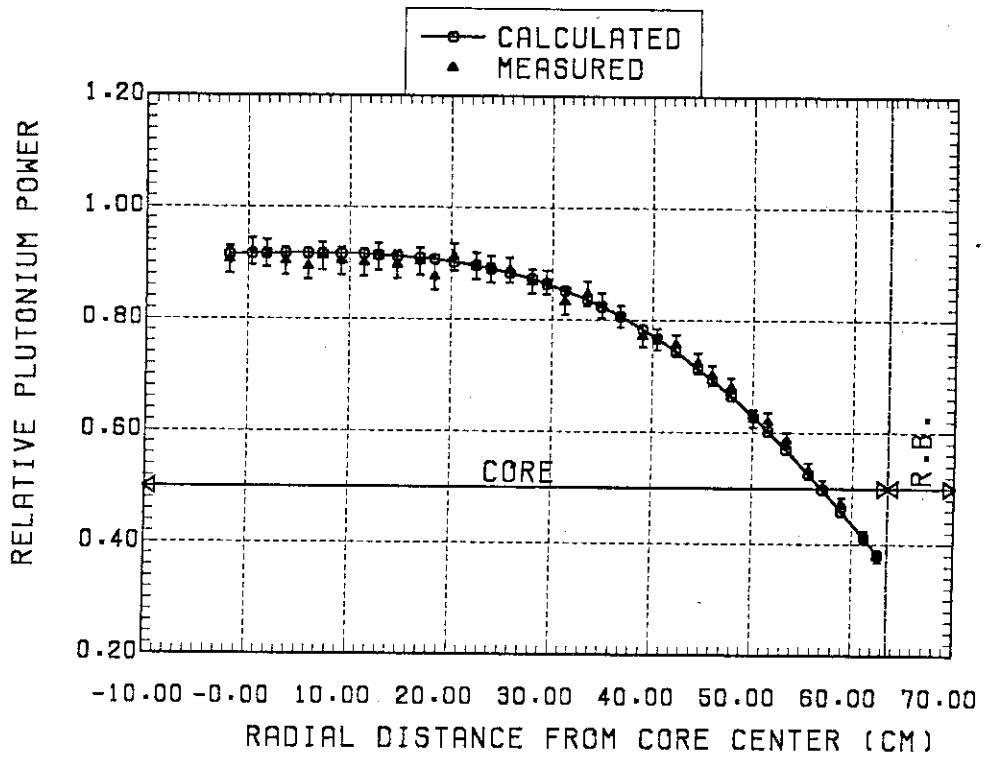


Fig. A.7 Radial power distribution of Pu plate at 7Z in FCA XIII-1 core

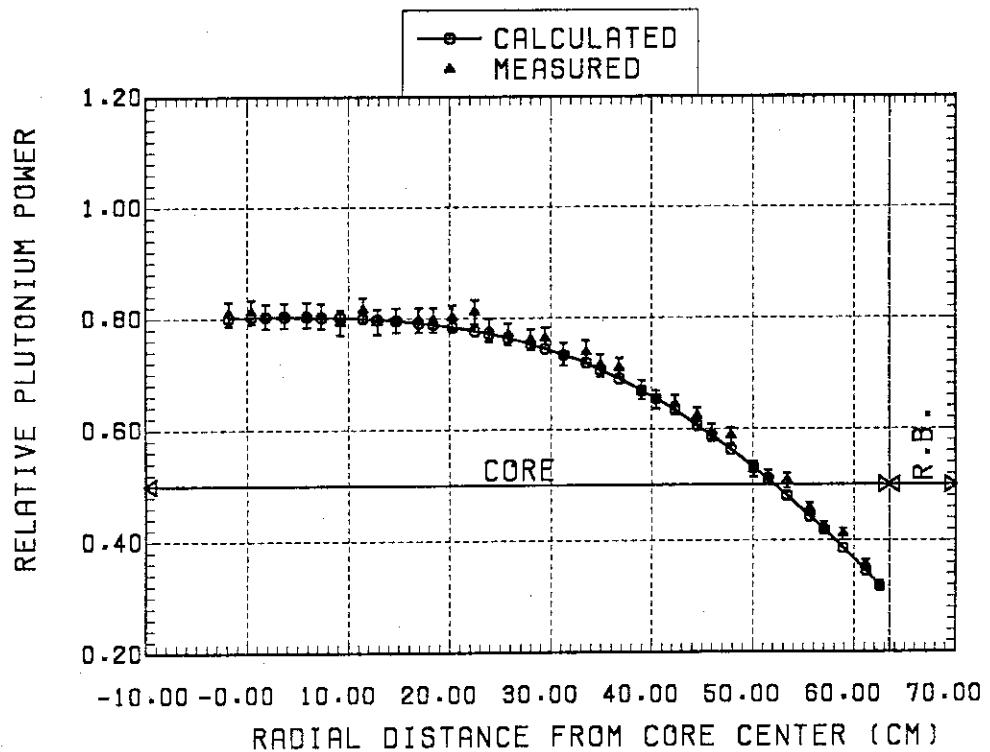


Fig. A.8 Radial power distribution of Pu plate at 8Z in FCA XIII-1 core

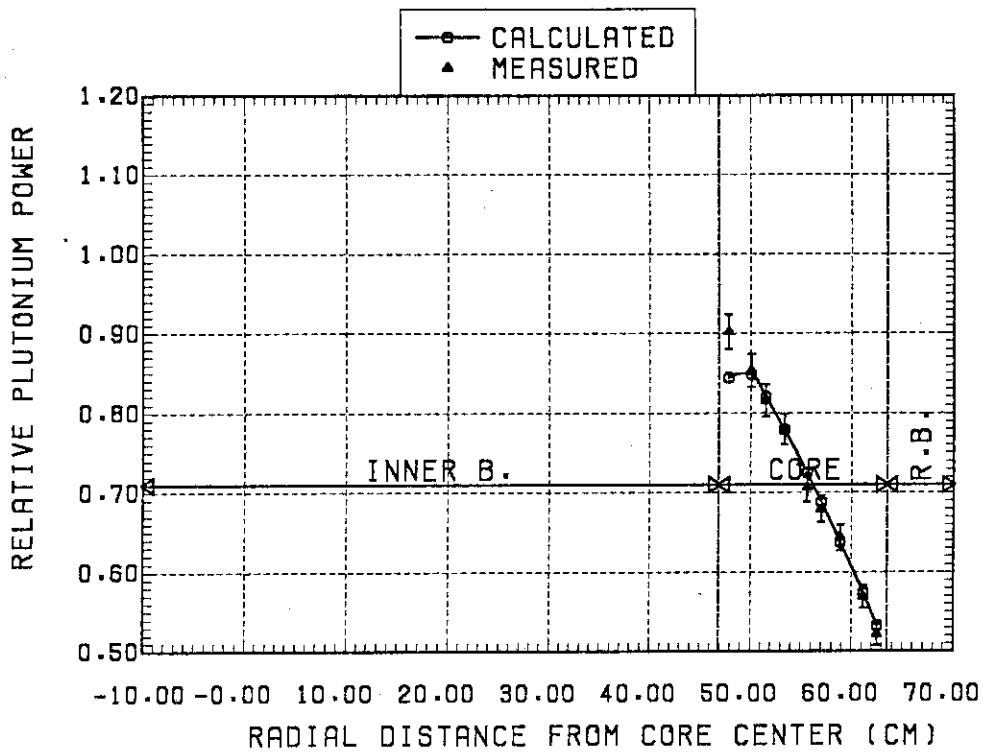


Fig. A.9 Radial power distribution of Pu plate at 1Z in FCA XIII-2 core

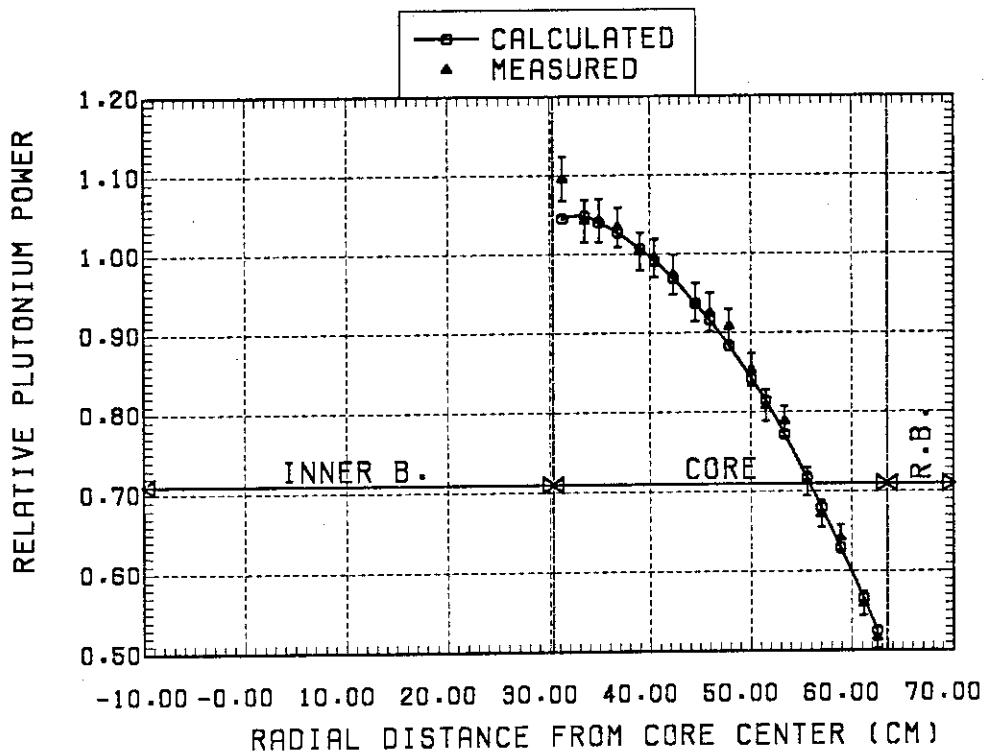


Fig. A.10 Radial power distribution of Pu plate at 2Z in FCA XIII-2 core

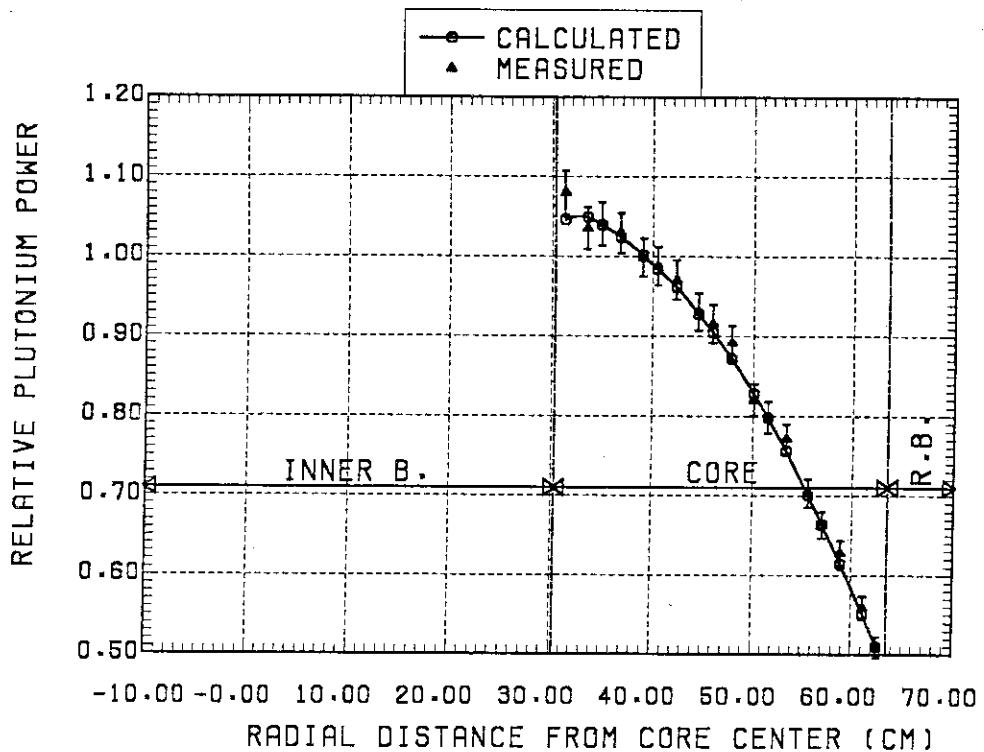


Fig. A.11 Radial power distribution of Pu plate at 3Z in FCA XIII-2 core

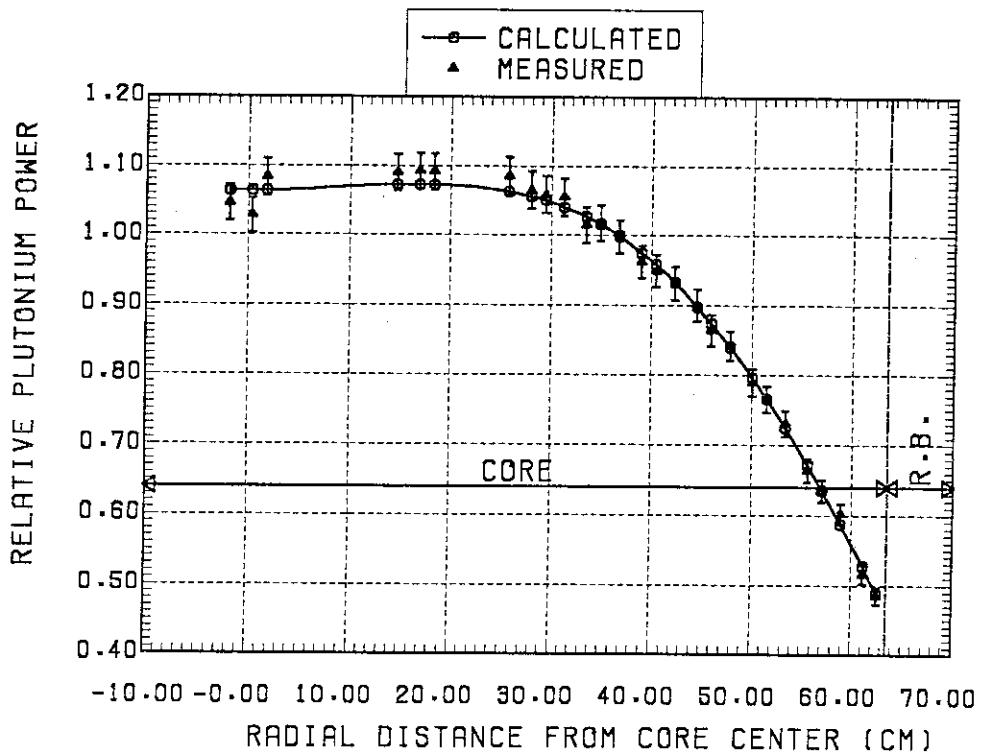


Fig. A.12 Radial power distribution of Pu plate at 4Z in FCA XIII-2 core

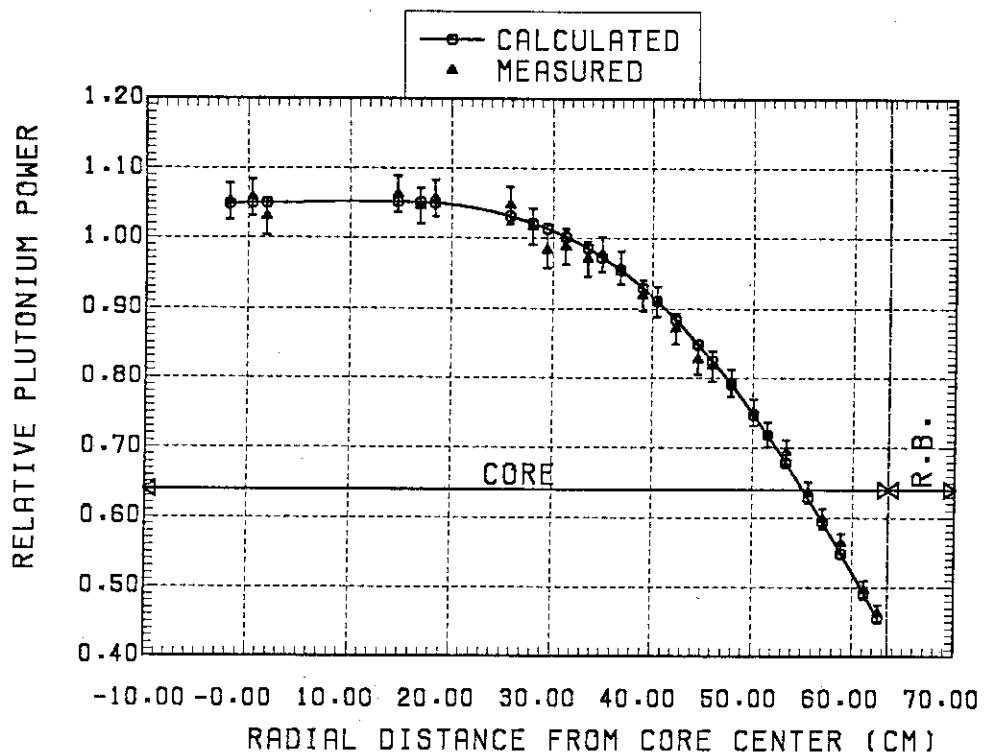


Fig. A.13 Radial power distribution of Pu plate at 5Z in FCA XIII-2 core

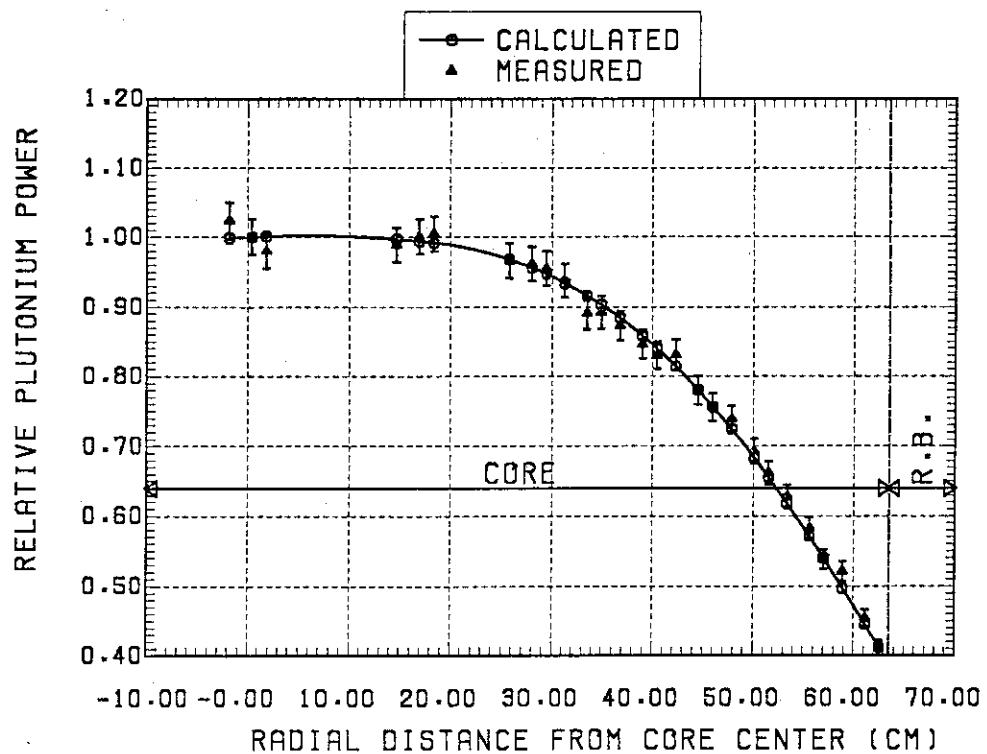


Fig. A.14 Radial power distribution of Pu plate at 6Z in FCA XIII-2 core

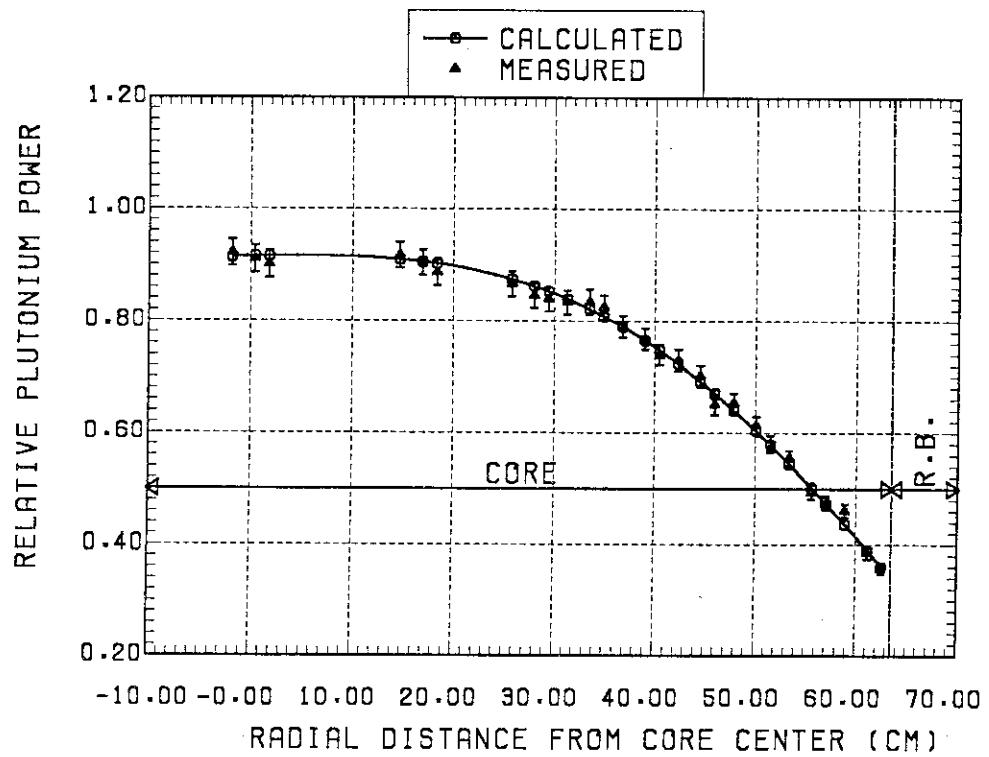


Fig. A.15 Radial power distribution of Pu plate at 7Z in FCA XIII-2 core

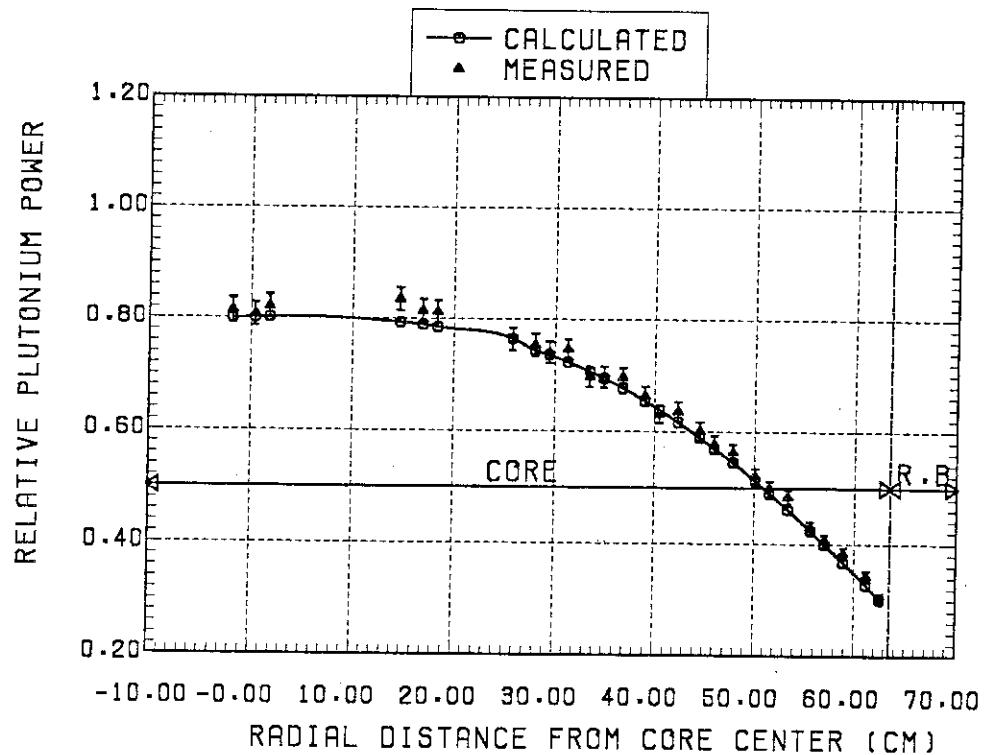
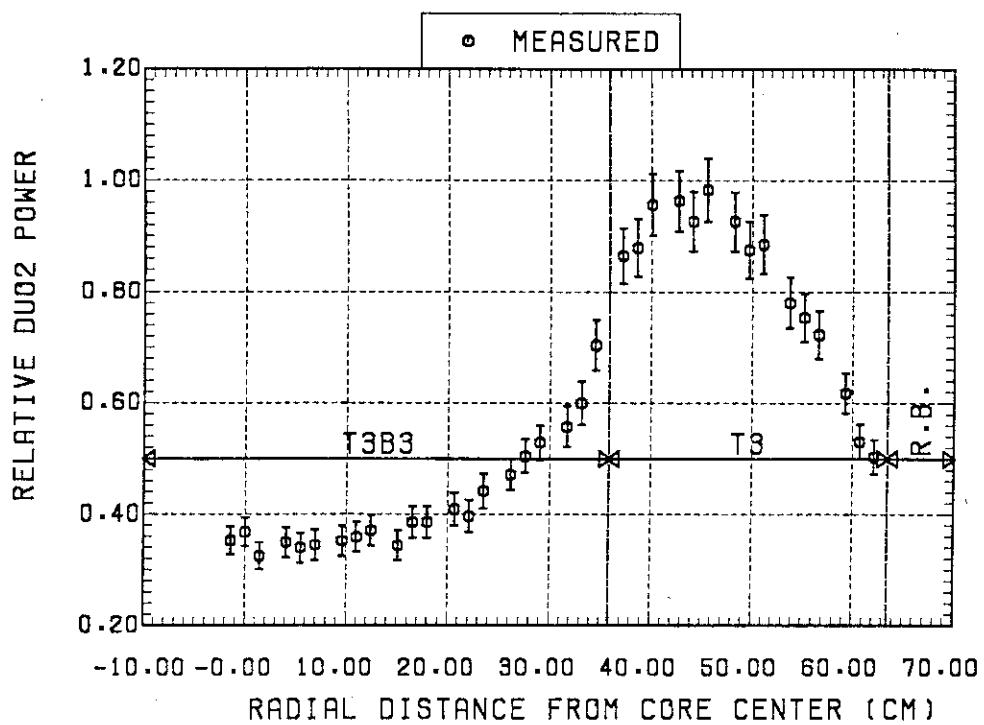
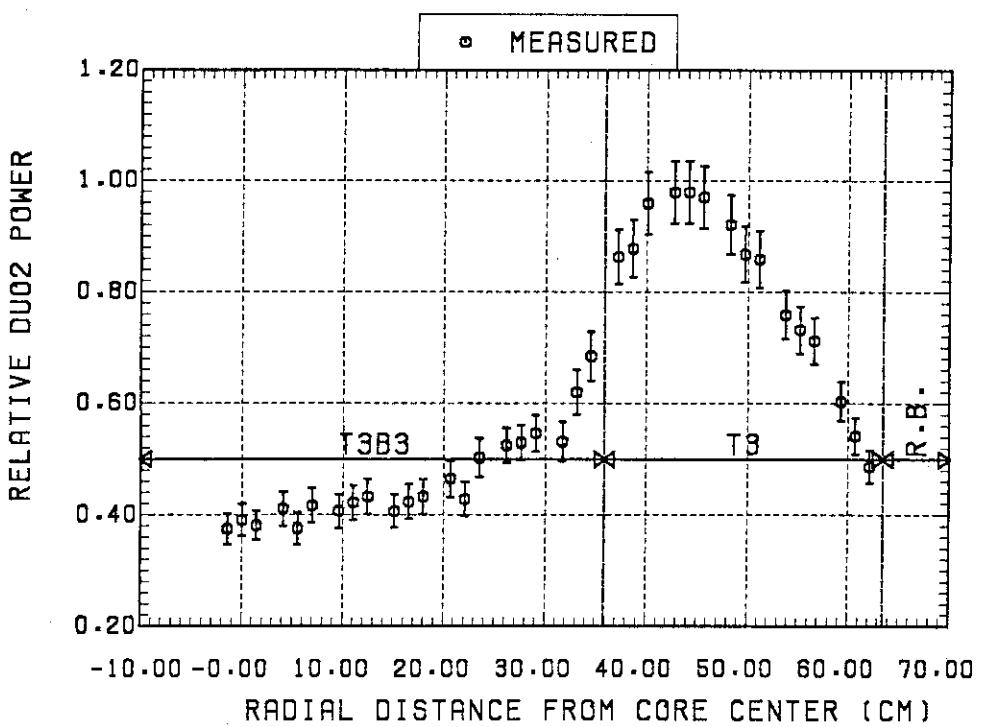
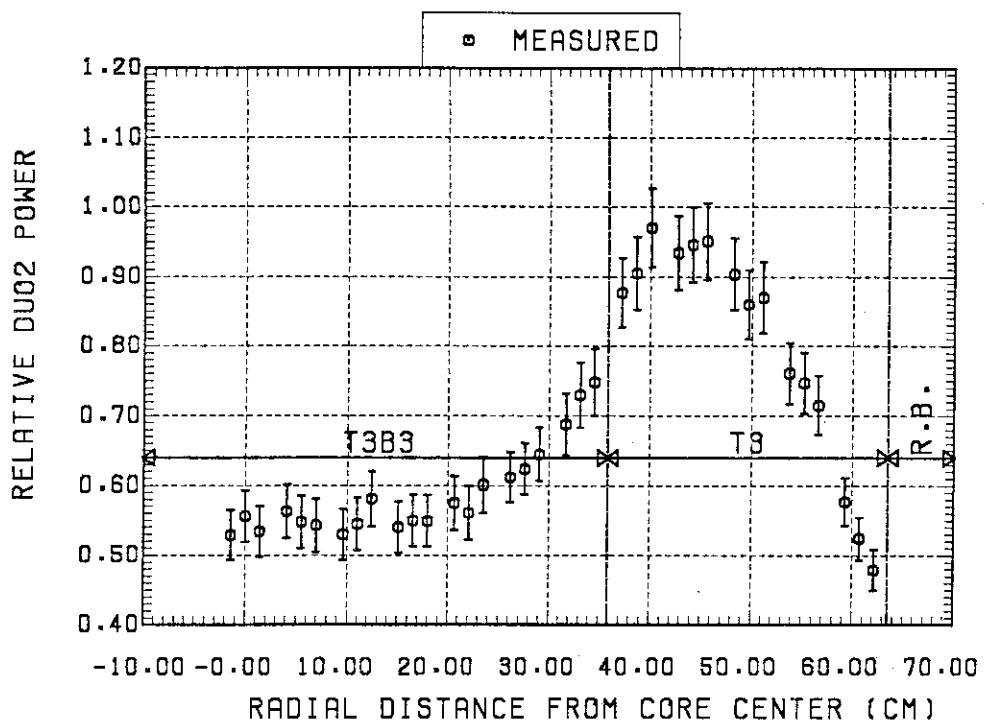
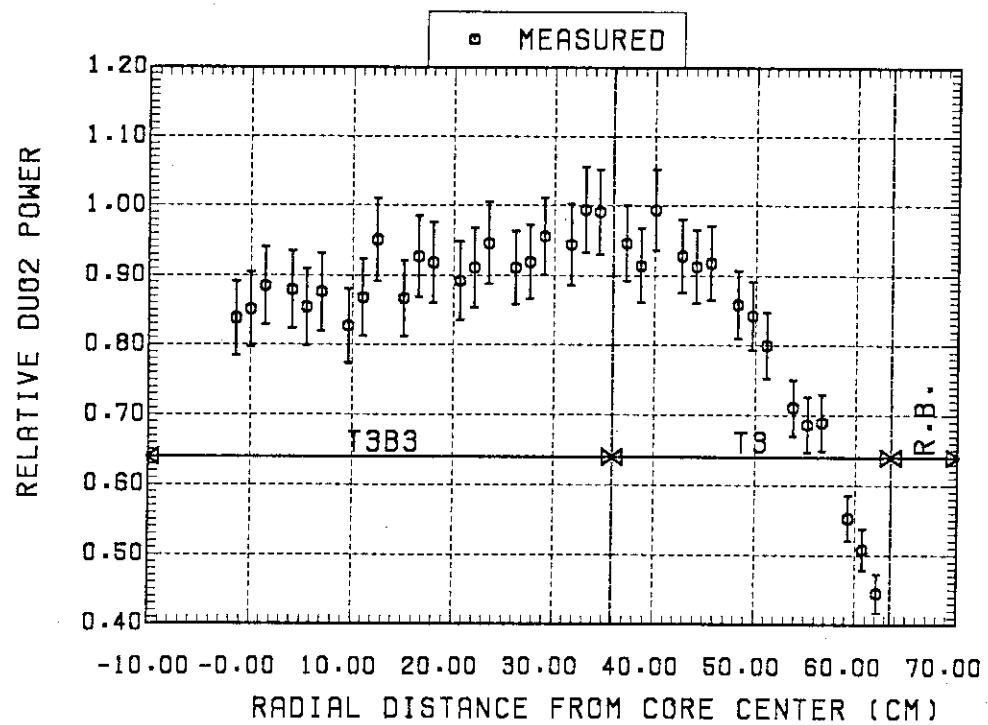


Fig. A.16 Radial power distribution of Pu plate at 8Z in FCA XIII-2 core

Fig. A.17 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 1Z in FCA XIII-1 coreFig. A.18 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 2Z in FCA XIII-1 core

Fig. A.19 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 3Z in FCA XIII-1 coreFig. A.20 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 4Z in FCA XIII-1 core

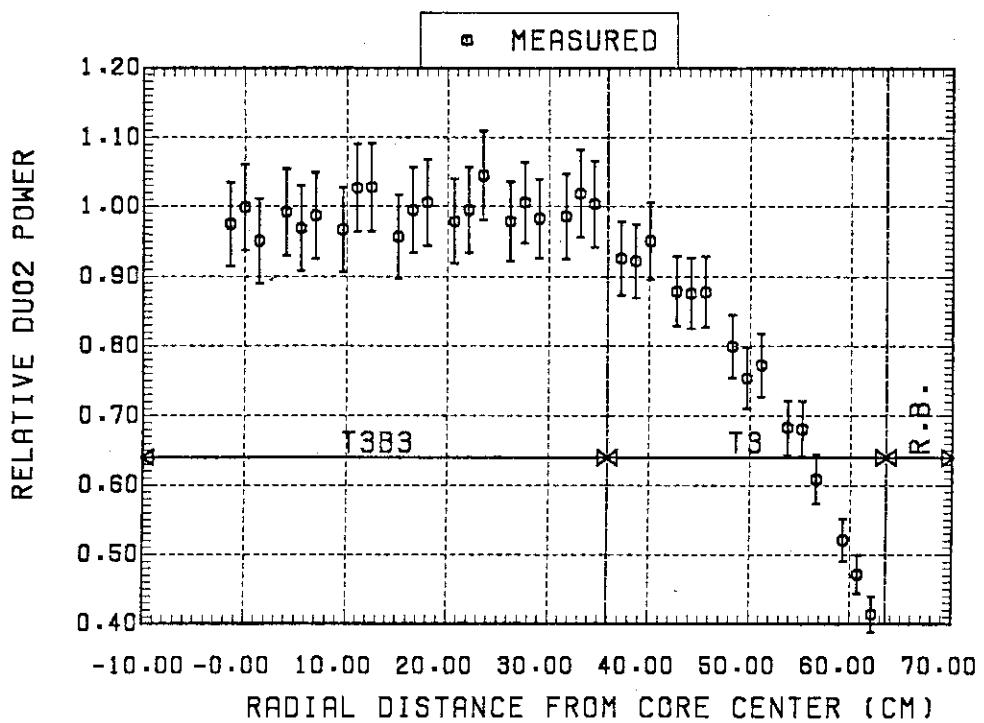


Fig. A.21 Radial power distribution of DUO2 plate at 5Z in FCA XIII-1 core

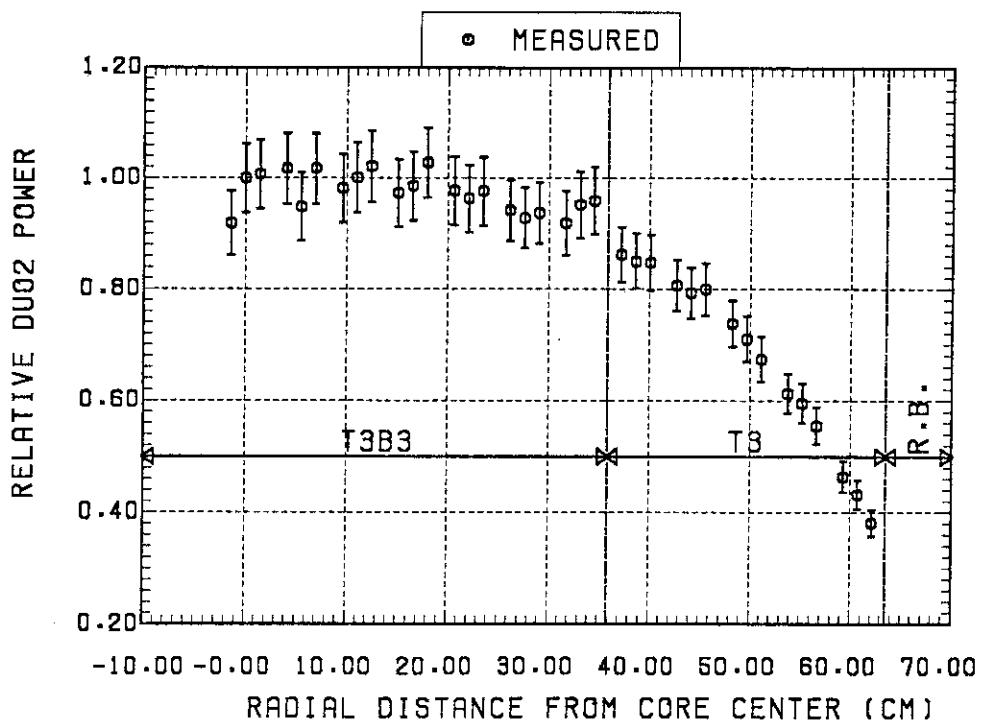
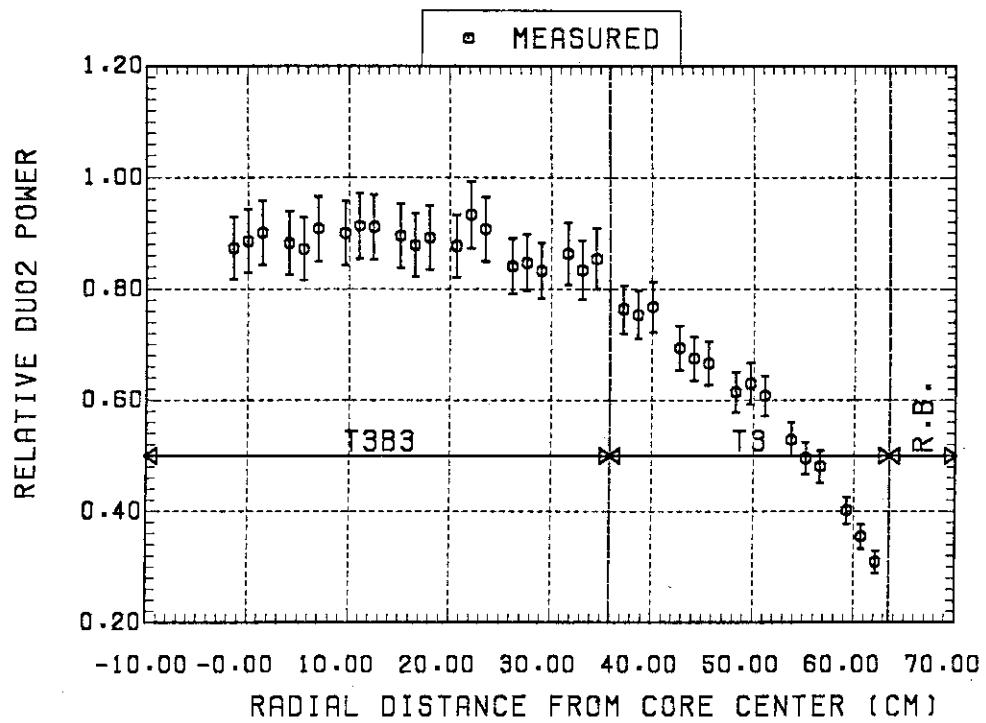
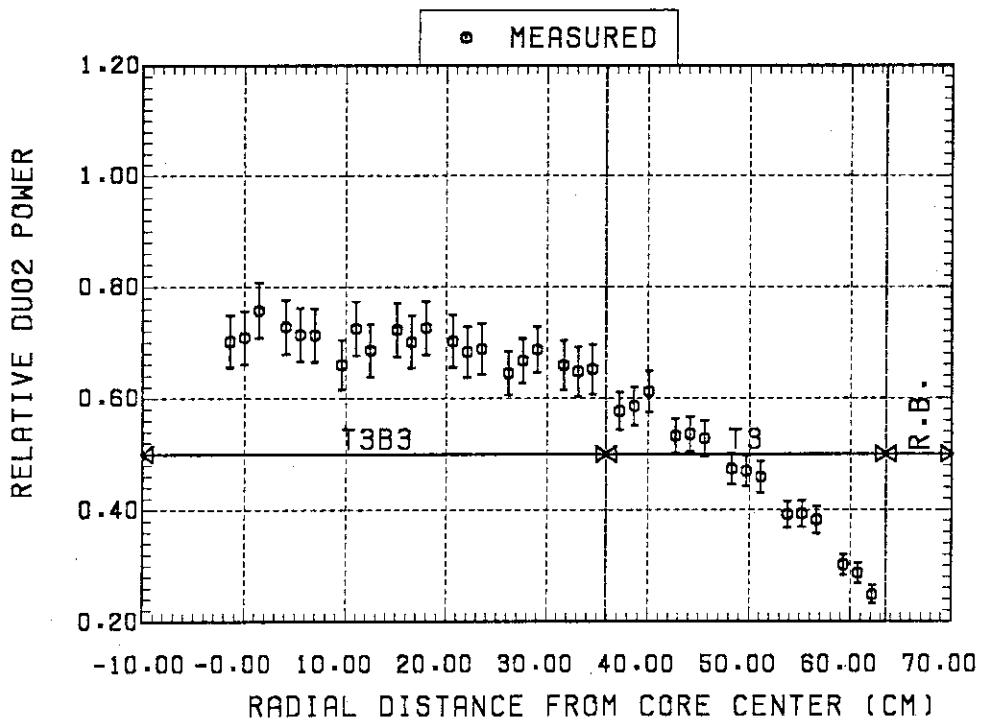
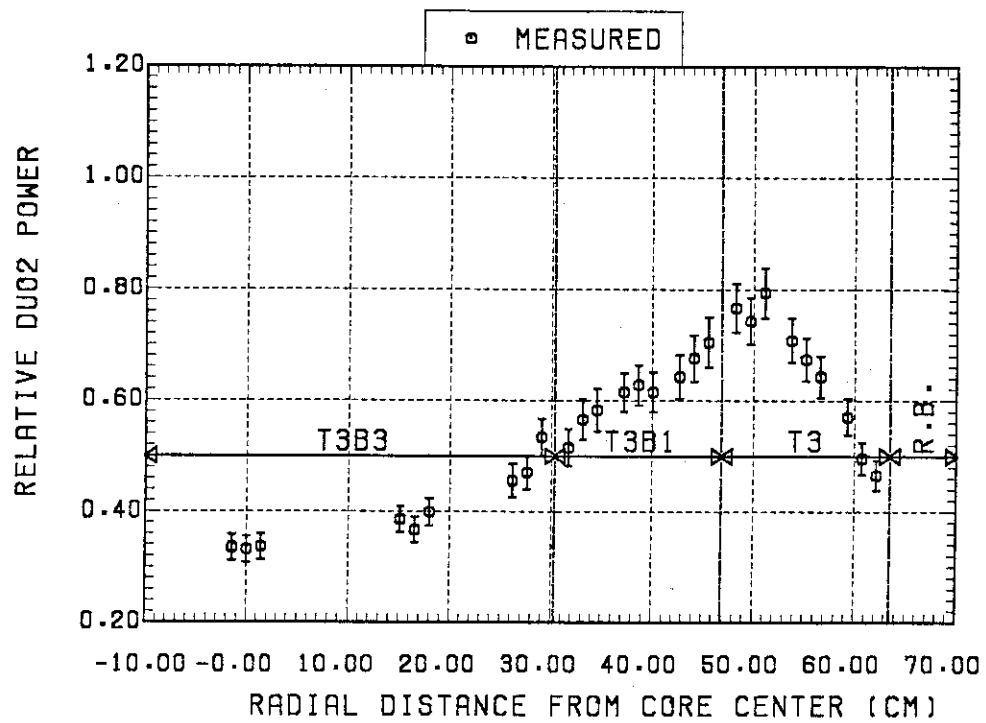
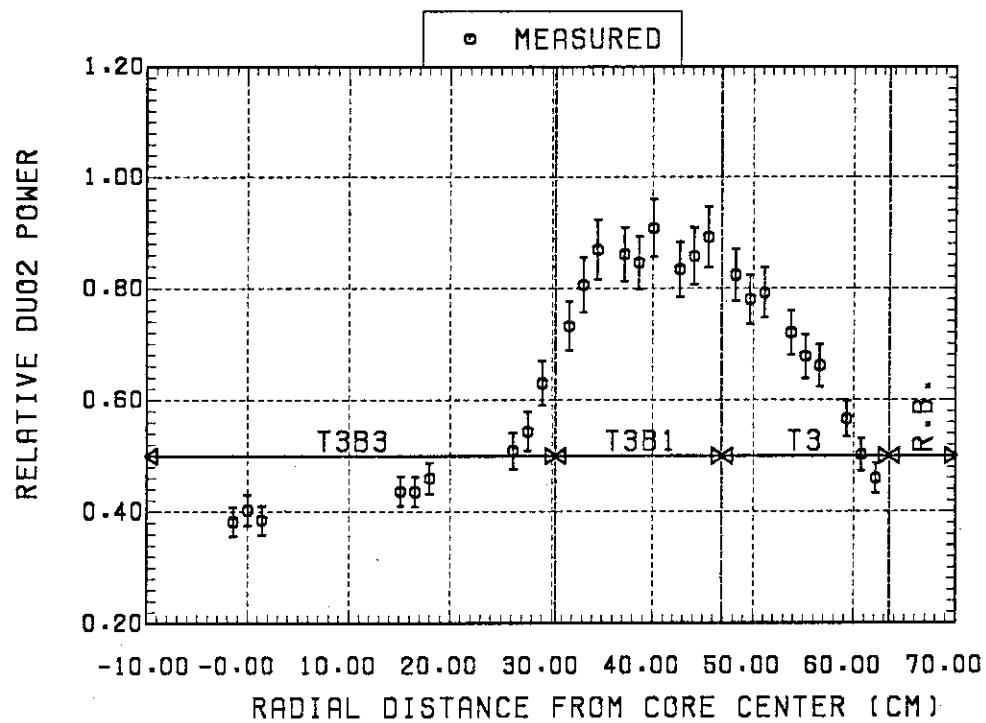
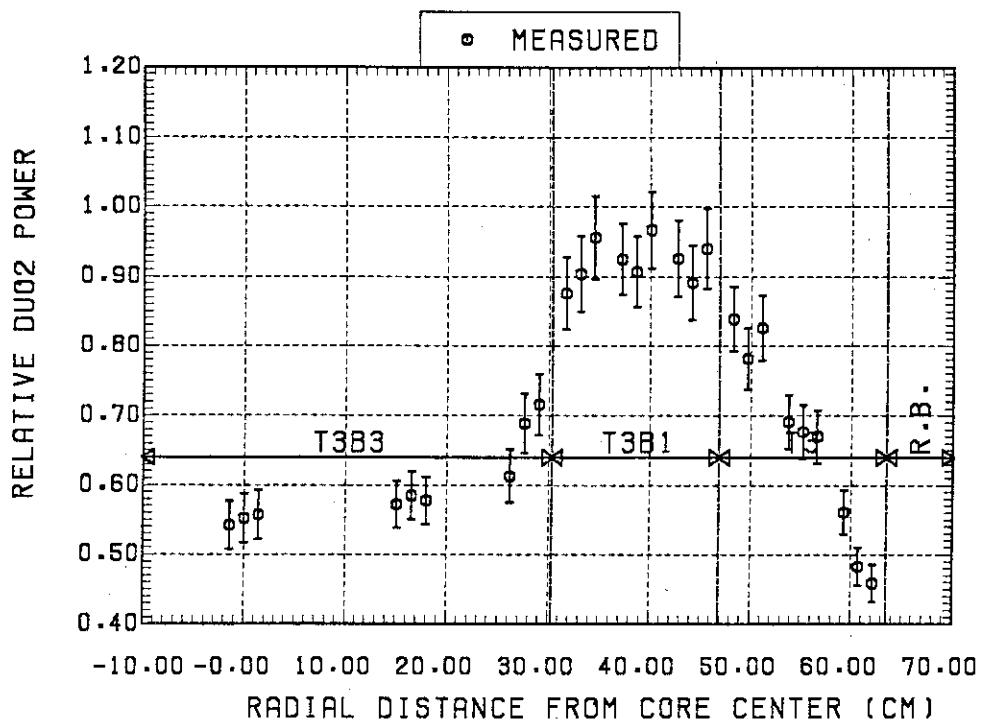
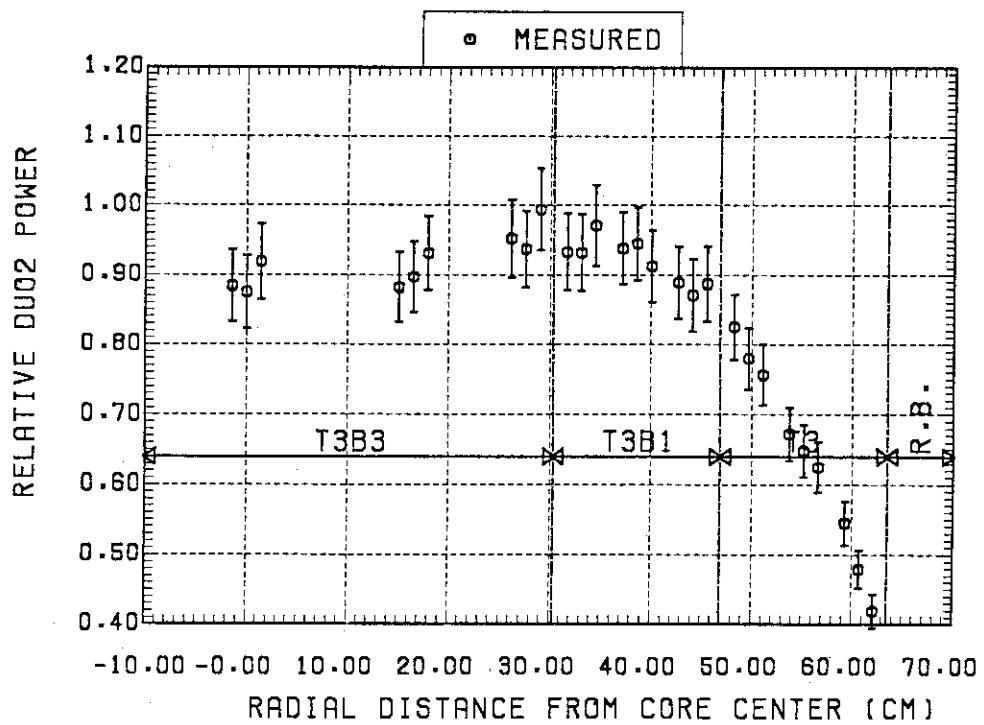
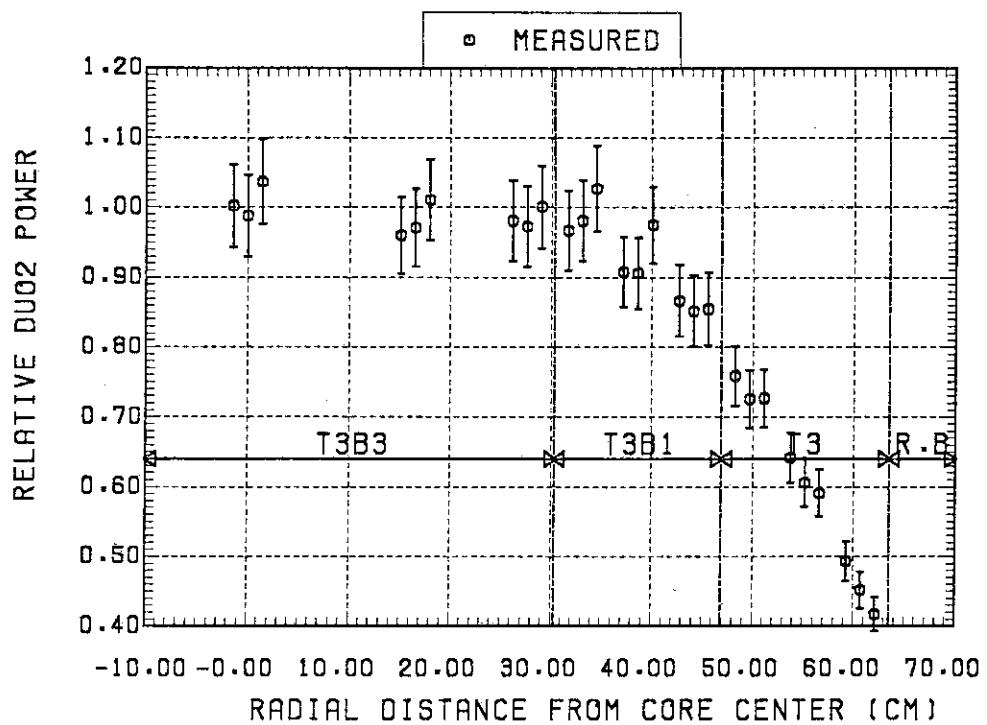
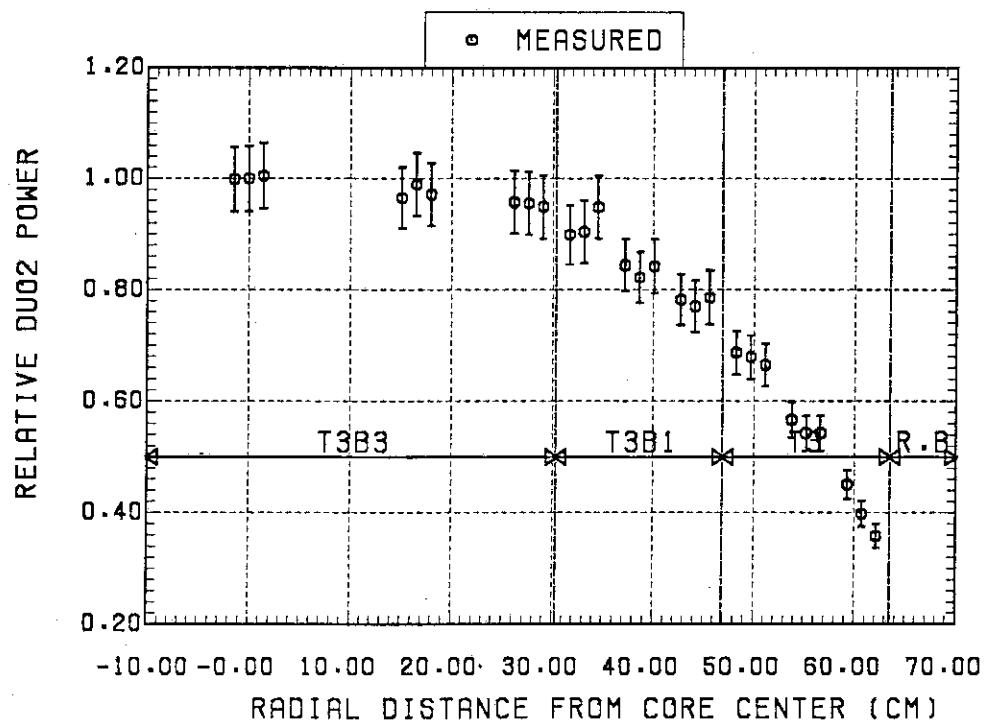


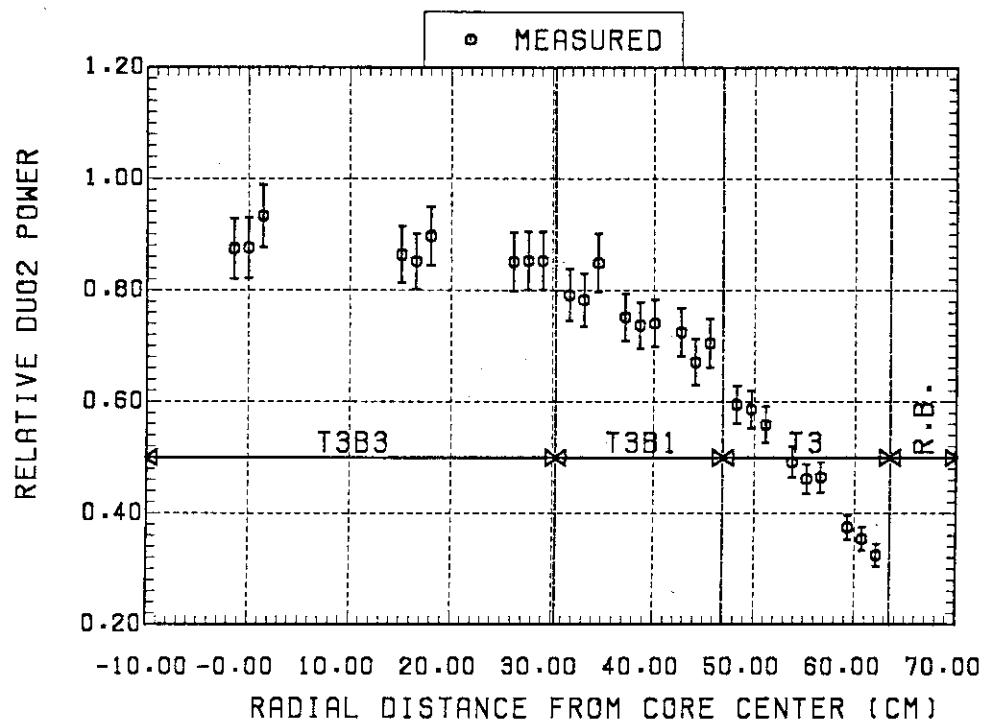
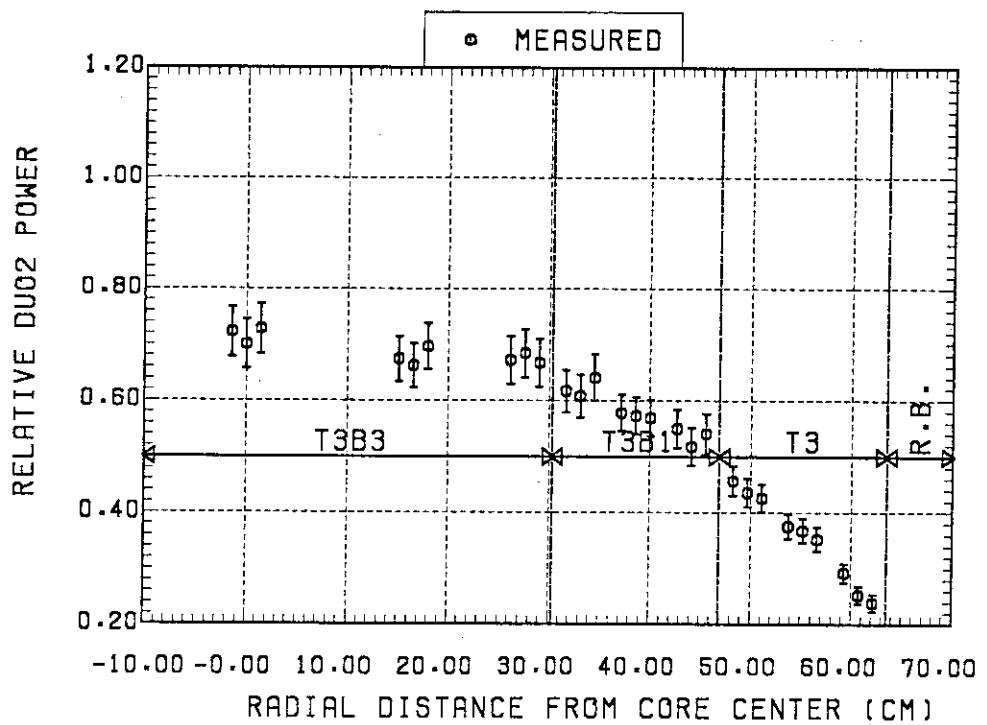
Fig. A.22 Radial power distribution of DUO2 plate at 6Z in FCA XIII-1 core

Fig. A.23 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 7Z in FCA XIII-1 coreFig. A.24 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 8Z in FCA XIII-1 core

Fig. A.25 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 1Z in FCA XIII-2 coreFig. A.26 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 2Z in FCA XIII-2 core

Fig. A.27 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 3Z in FCA XIII-2 coreFig. A.28 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 4Z in FCA XIII-2 core

Fig. A.29 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate 5Z in FCA XIII-2 coreFig. A.30 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate 6Z in FCA XIII-2 core

Fig. A.31 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 7Z in FCA XIII-2 coreFig. A.32 Radial power distribution of DUO<sub>2</sub> plate at 8Z in FCA XIII-2 core

## Appendix B 軸方向出力分布

FCA XIII-1 炉心およびFCA XIII-2 炉心の軸方向出力分布を計算値とともに示す。測定値および計算値はそれぞれ炉心中心（0 R - 6 Z）の値で規格化されている。

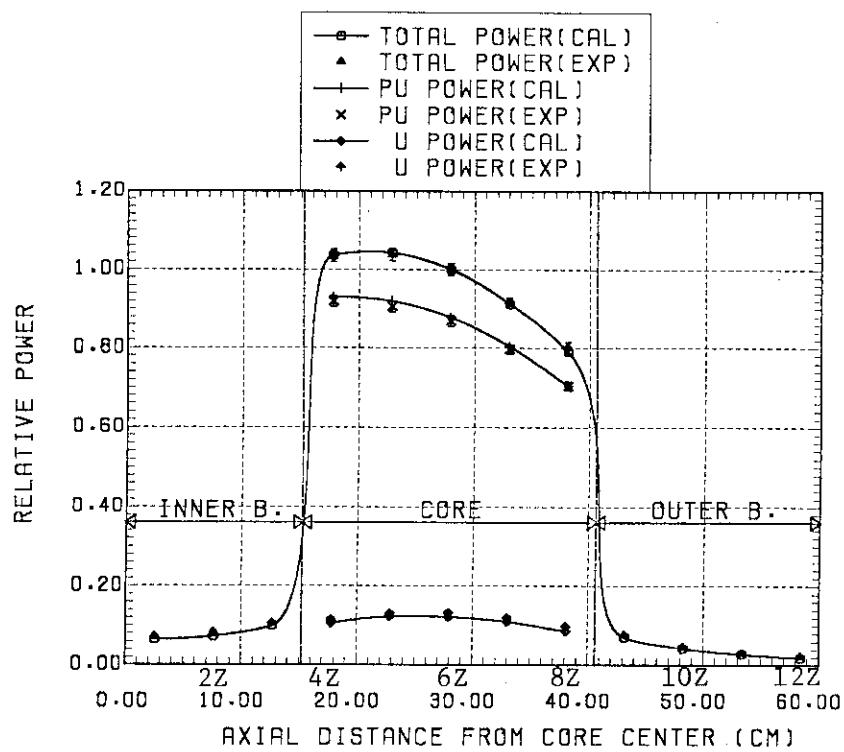


Fig. B.1 Axial power distribution at OR in FCA XIII-1 core

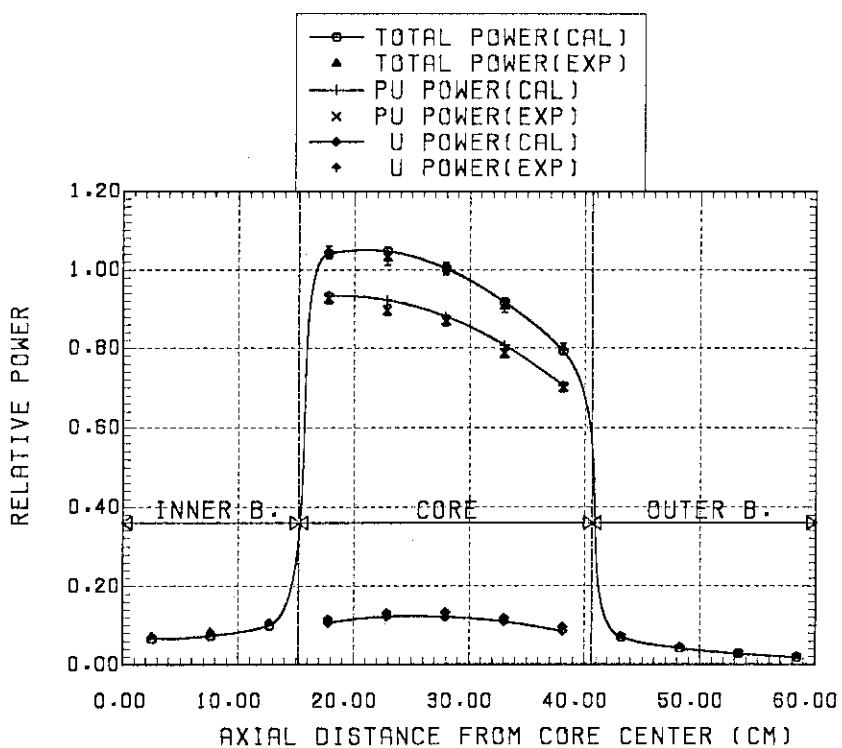


Fig. B.2 Axial power distribution at IR in FCA XIII-1 core

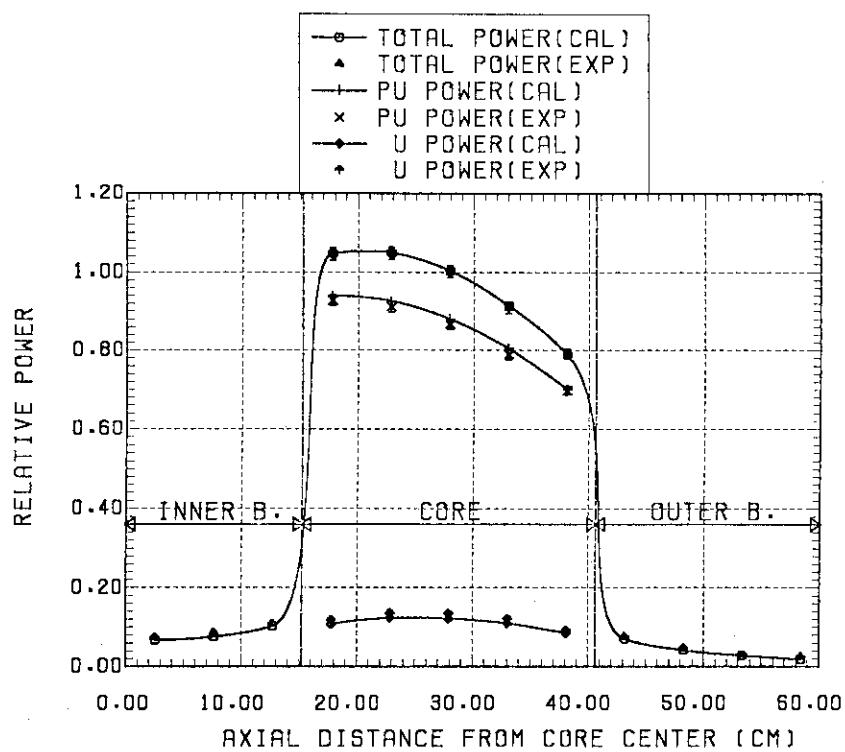


Fig. B.3 Axial power distribution at 2R in FCA XIII-1 core

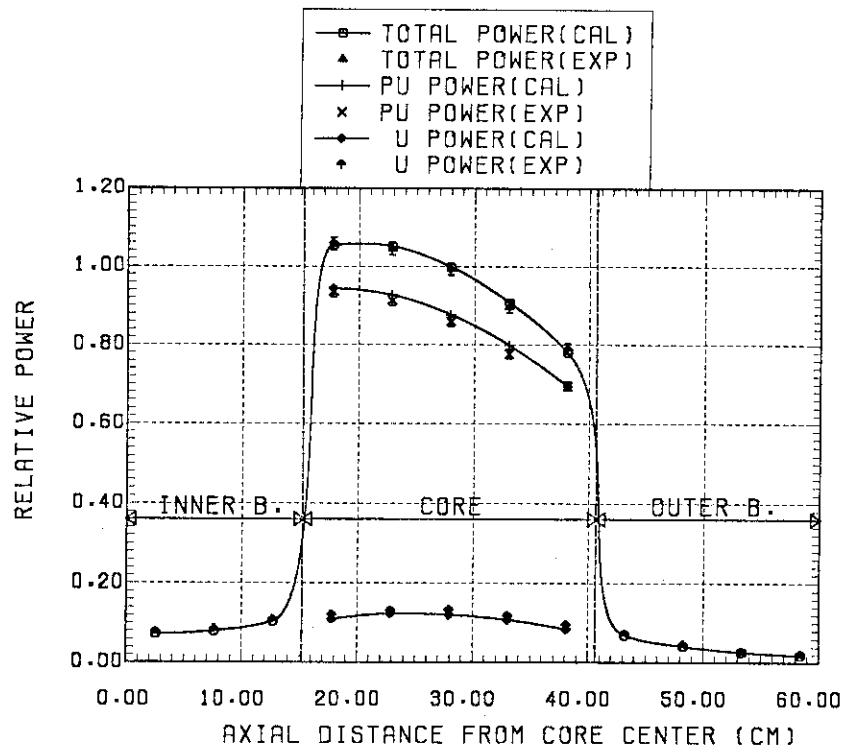


Fig. B.4 Axial power distribution at 3R in FCA XIII-1 core

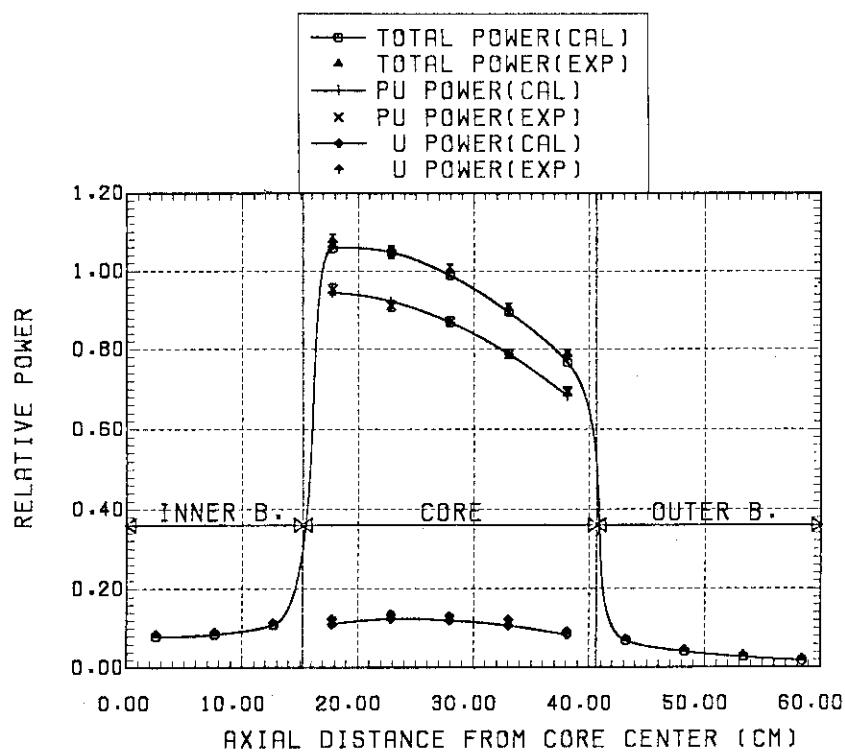


Fig. B.5 Axial power distribution at 4R in FCA XIII-1 core

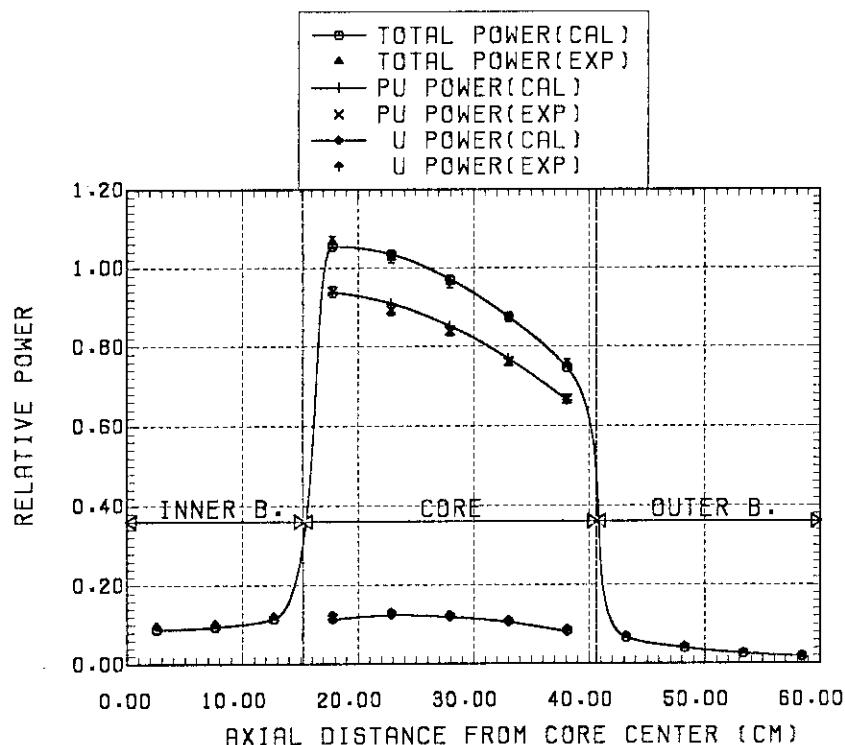


Fig. B.6 Axial power distribution at 5R in FCA XIII-1 core

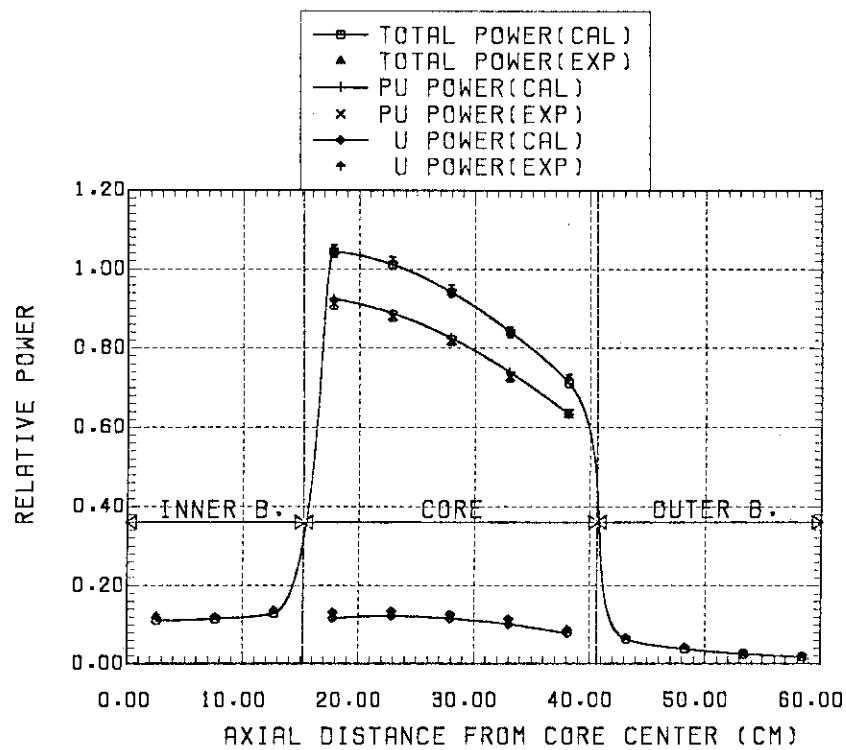


Fig. B.7 Axial power distribution at 6R in FCA XIII-1 core

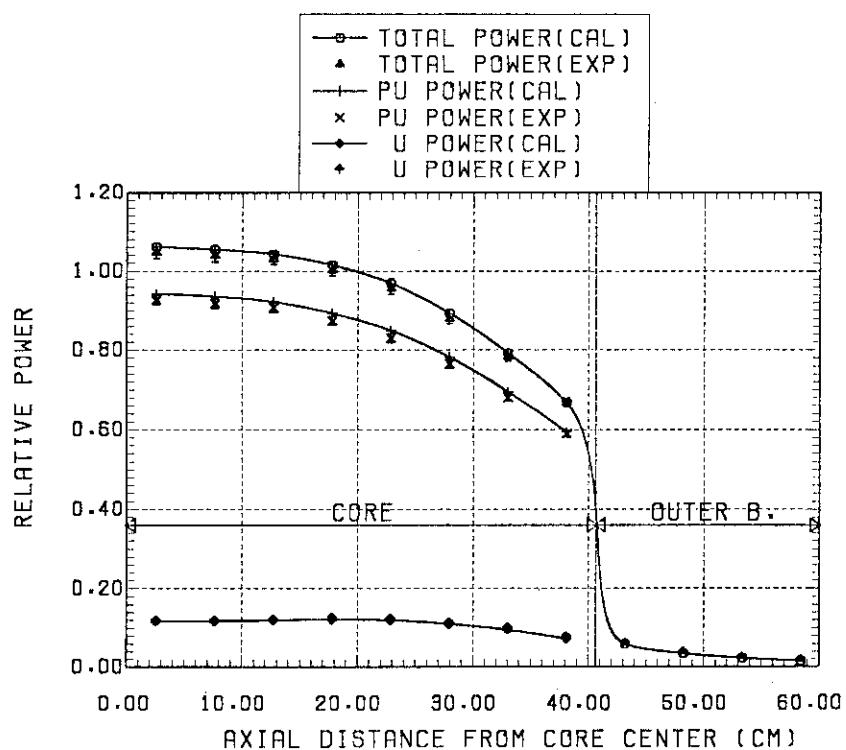


Fig. B.8 Axial power distribution at 7R in FCA XIII-1 core

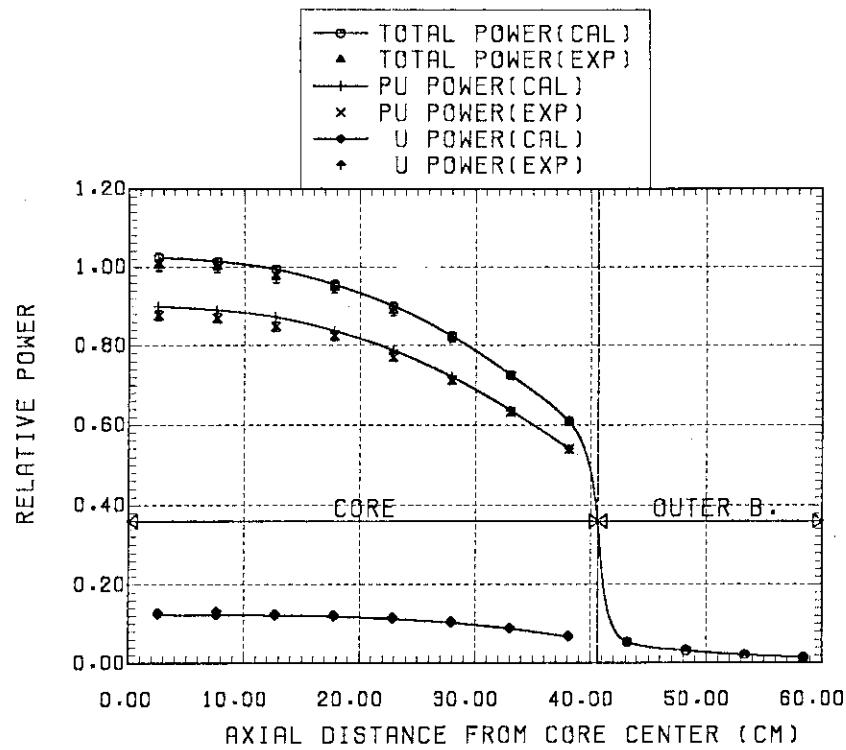


Fig. B.9 Axial power distribution at 8R in FCA XIII-1 core

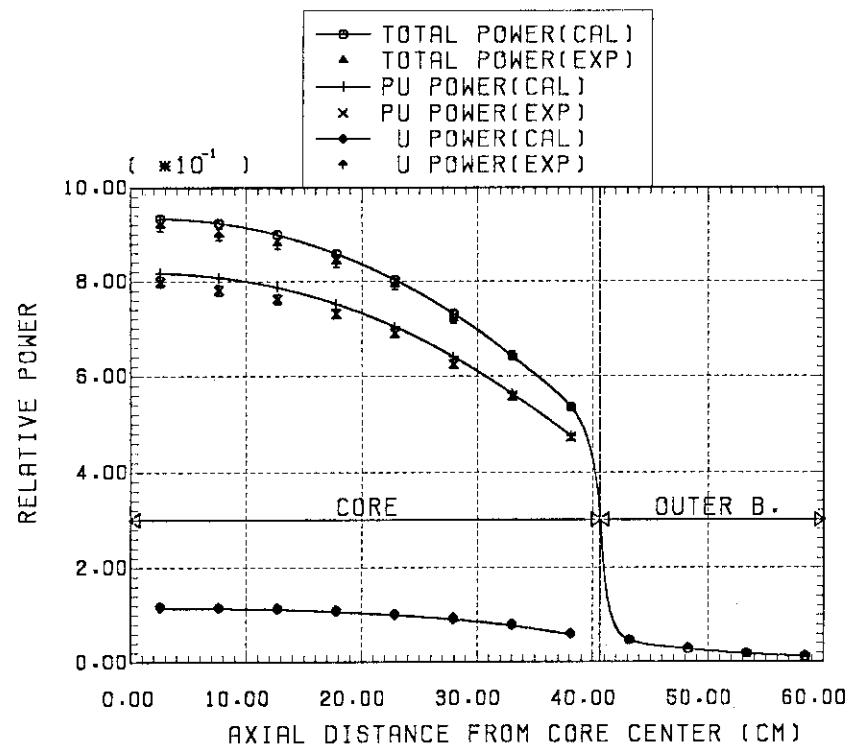


Fig. B.10 Axial power distribution at 9R in FCA XIII-1 core

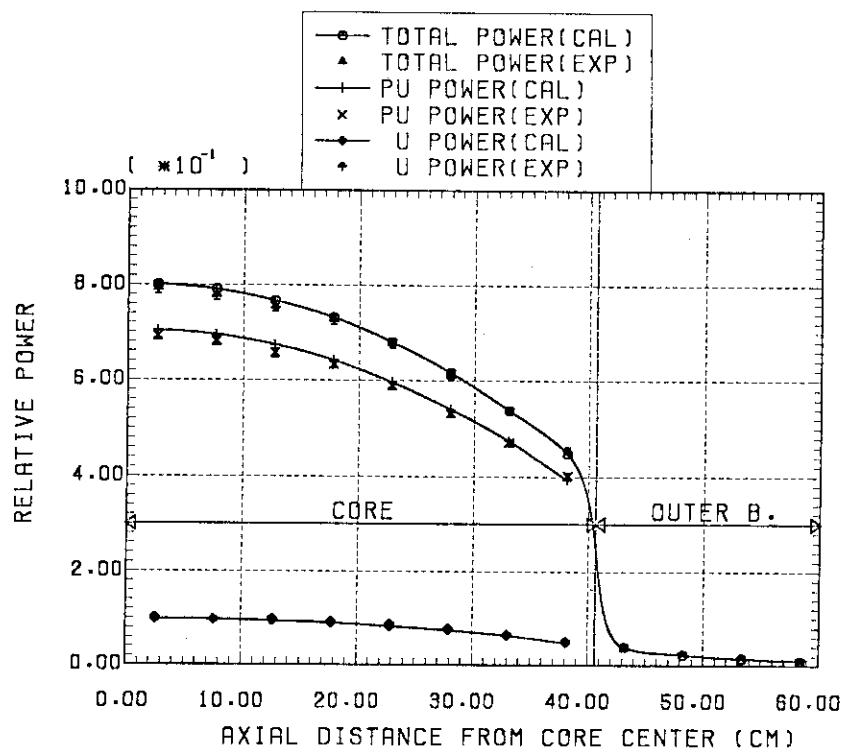


Fig. B.11 Axial power distribution at 10R in FCA XIII-1 core

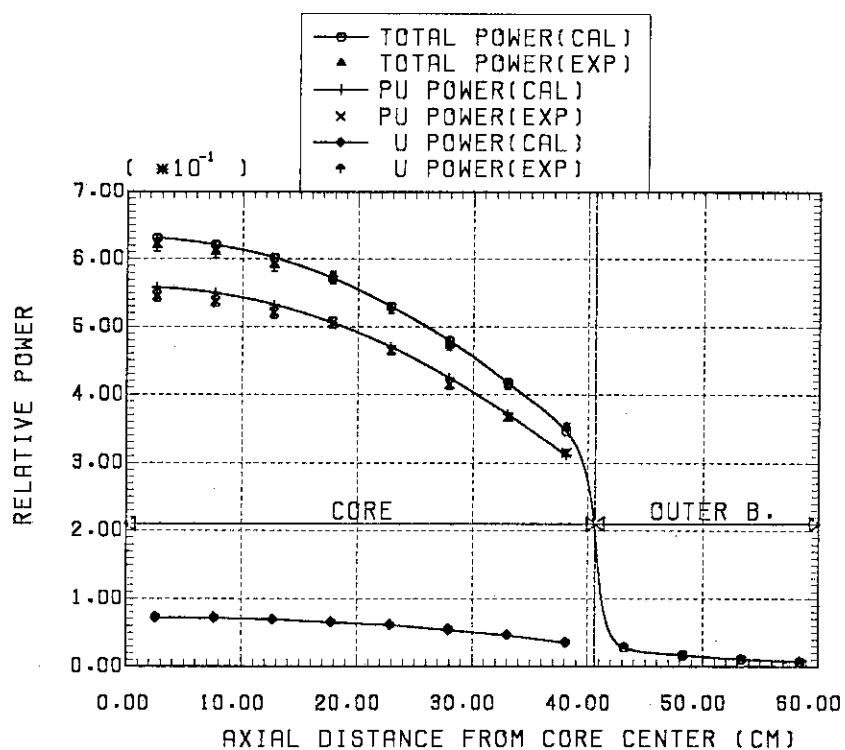


Fig. B.12 Axial power distribution at 11R in FCA XIII-1 core

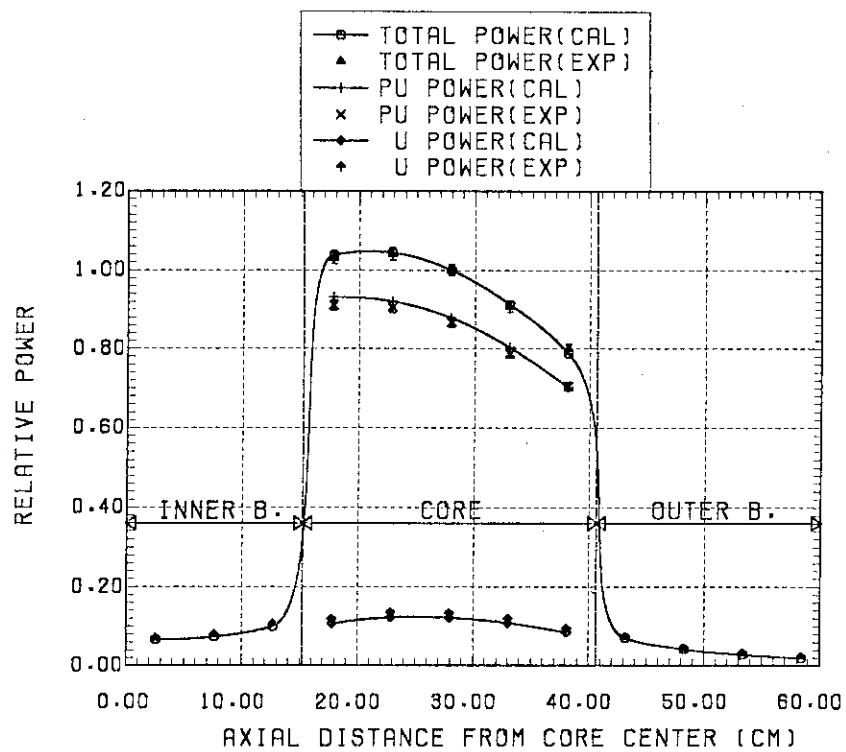


Fig. B.13 Axial power distribution at OR in FCA XIII-2 core

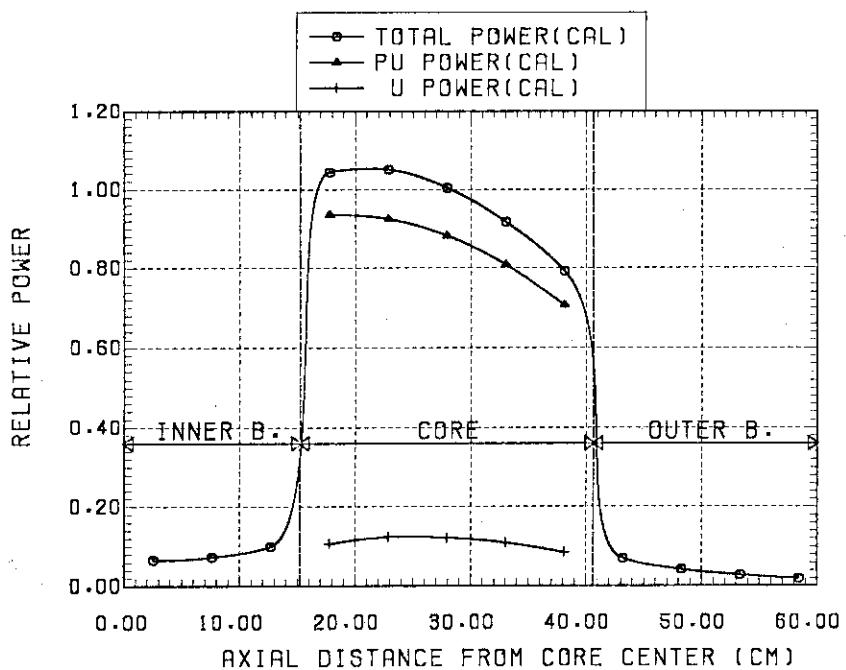


Fig. B.14 Axial power distribution at 1R in FCA XIII-2 core

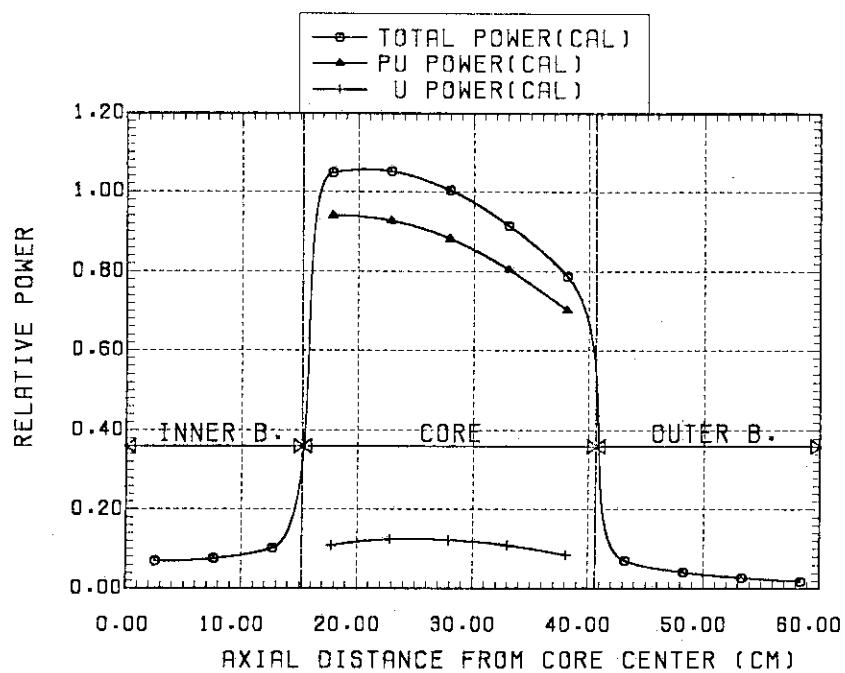


Fig. B.15 Axial power distribution at 2R in FCA XIII-2 core

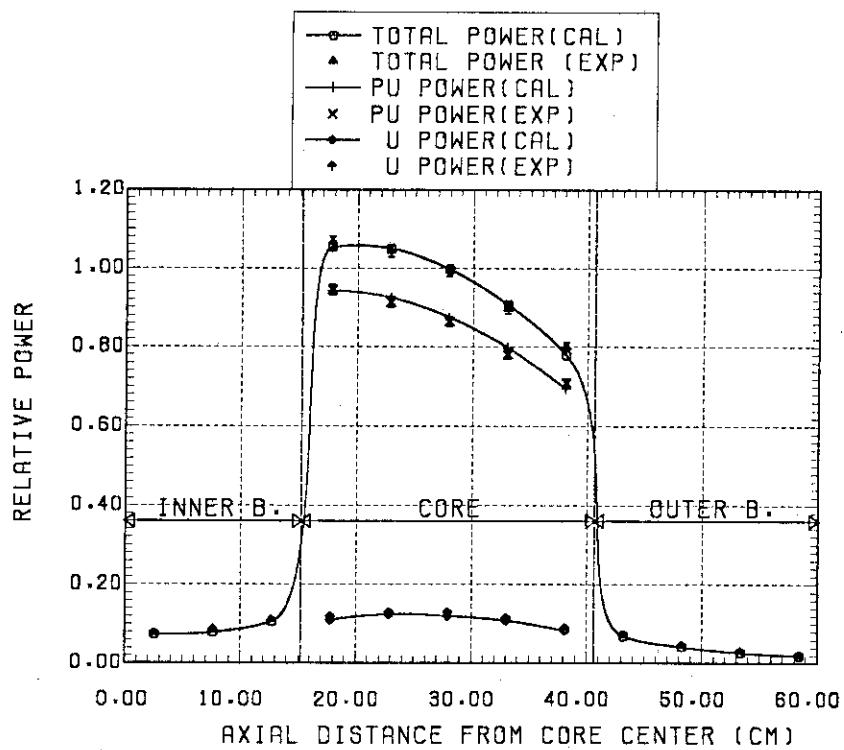


Fig. B.16 Axial power distribution at 3R in FCA XIII-2 core

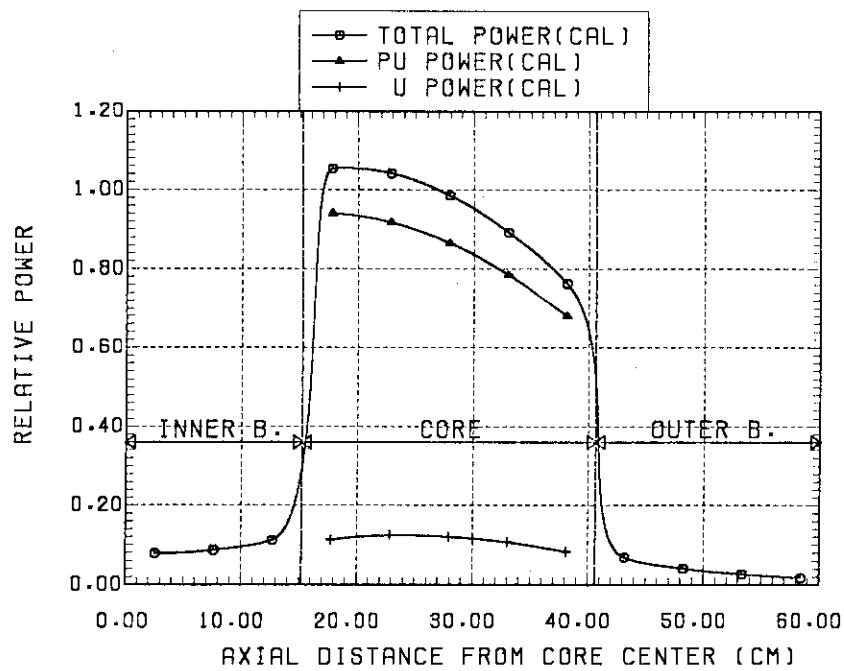


Fig. B.17 Axial power distribution at 4R in FCA XIII-2 core

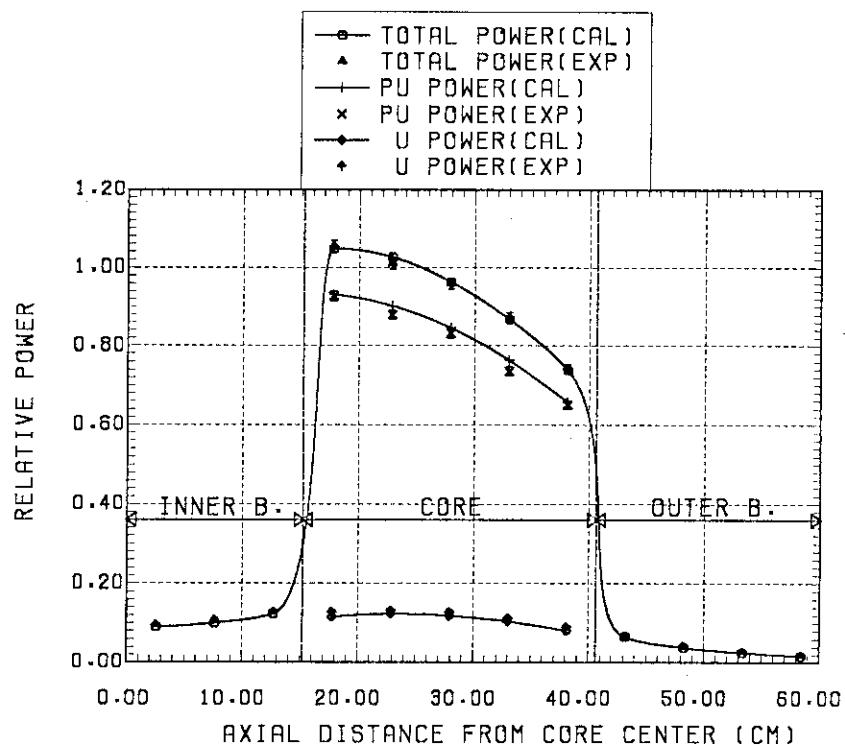


Fig. B.18 Axial power distribution at 5R in FCA XIII-2 core

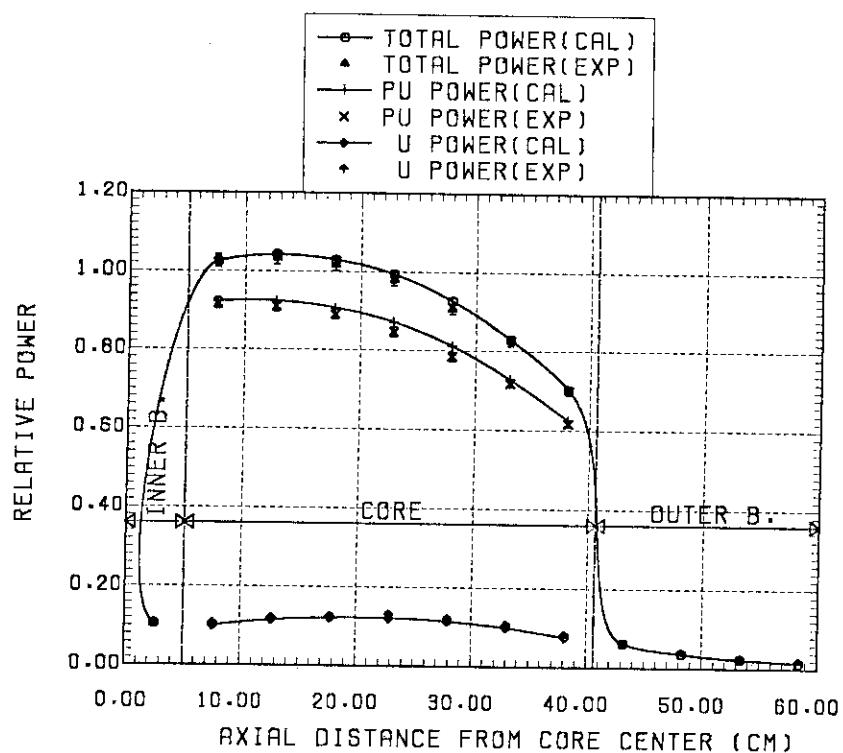


Fig. B.19 Axial power distribution at 6R in FCA XIII-2 core

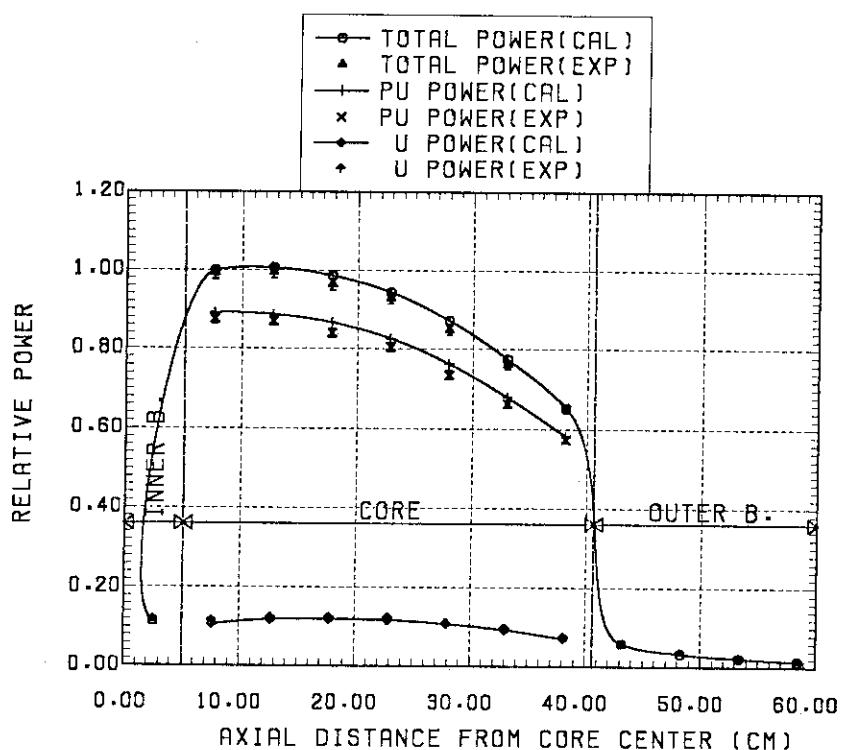


Fig. B.20 Axial power distribution at 7R in FCA XIII-2 core

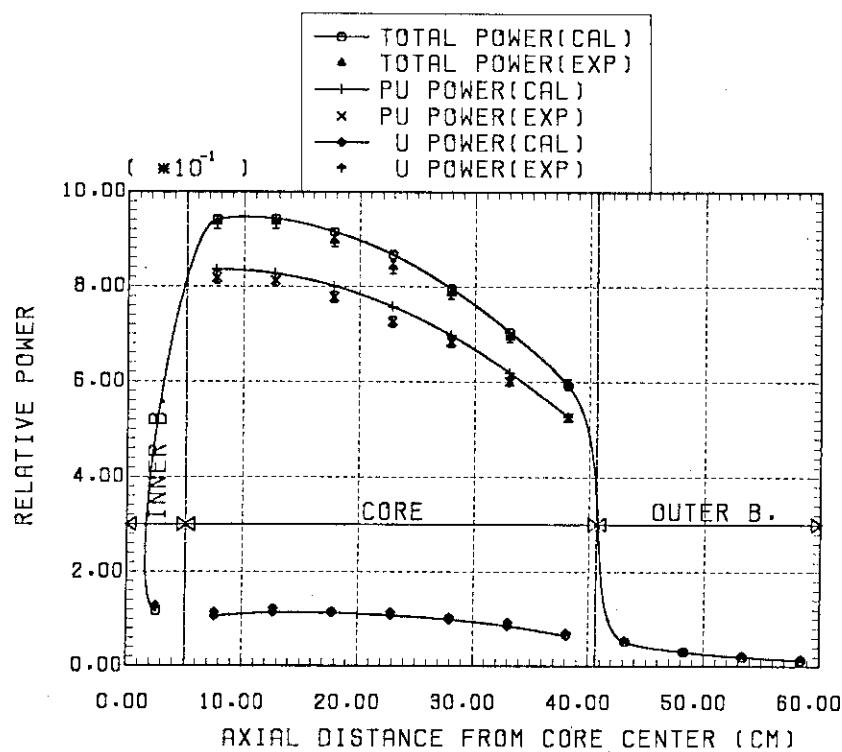


Fig. B.21 Axial power distribution at 8R in FCA XIII-2 core

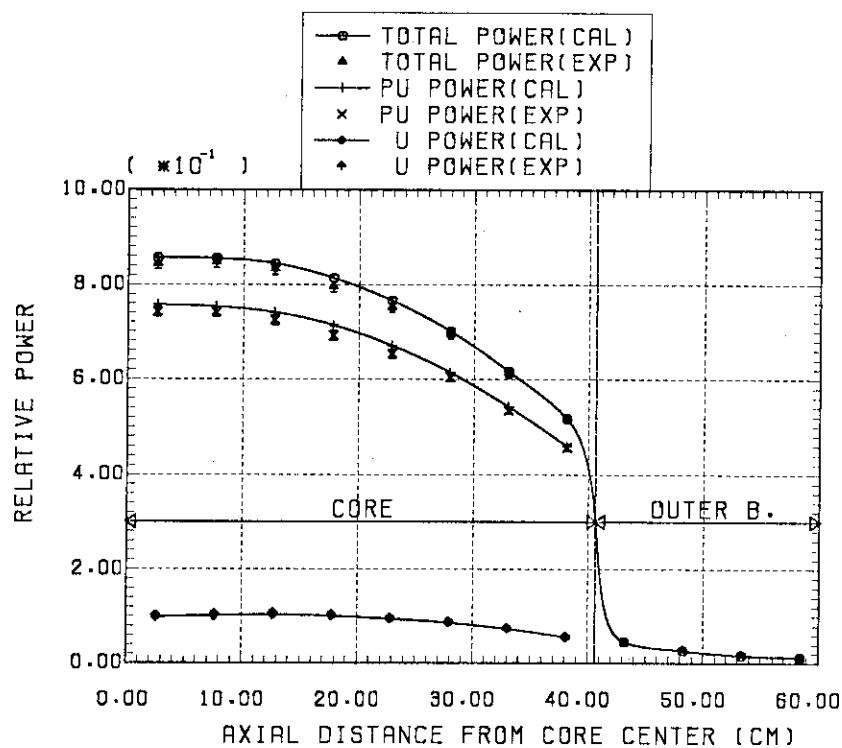


Fig. B.22 Axial power distribution at 9R in FCA XIII-2 core

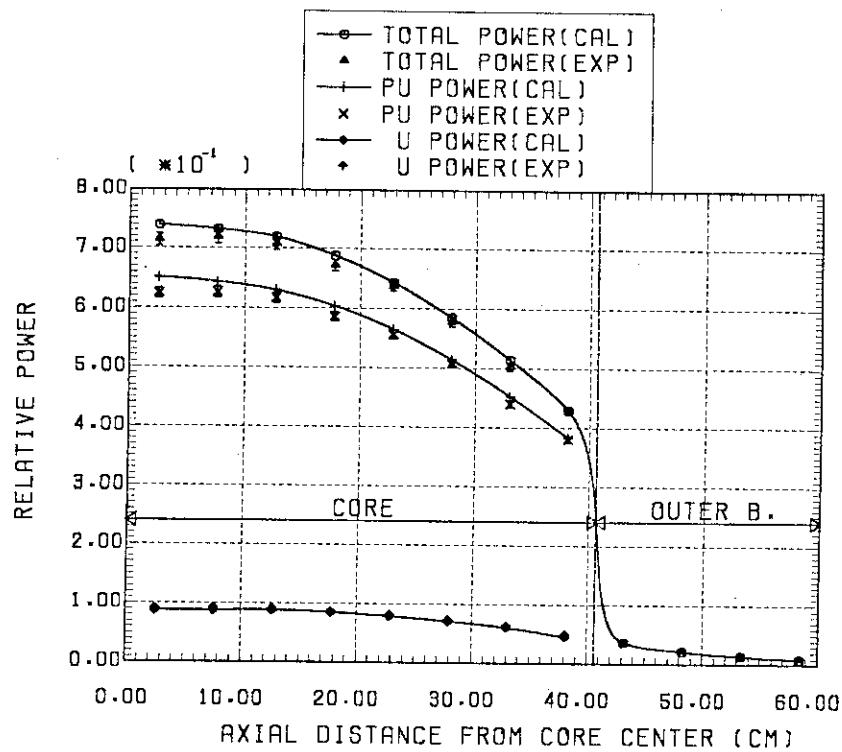


Fig. B.23 Axial power distribution at 10R in FCA XIII-2 core

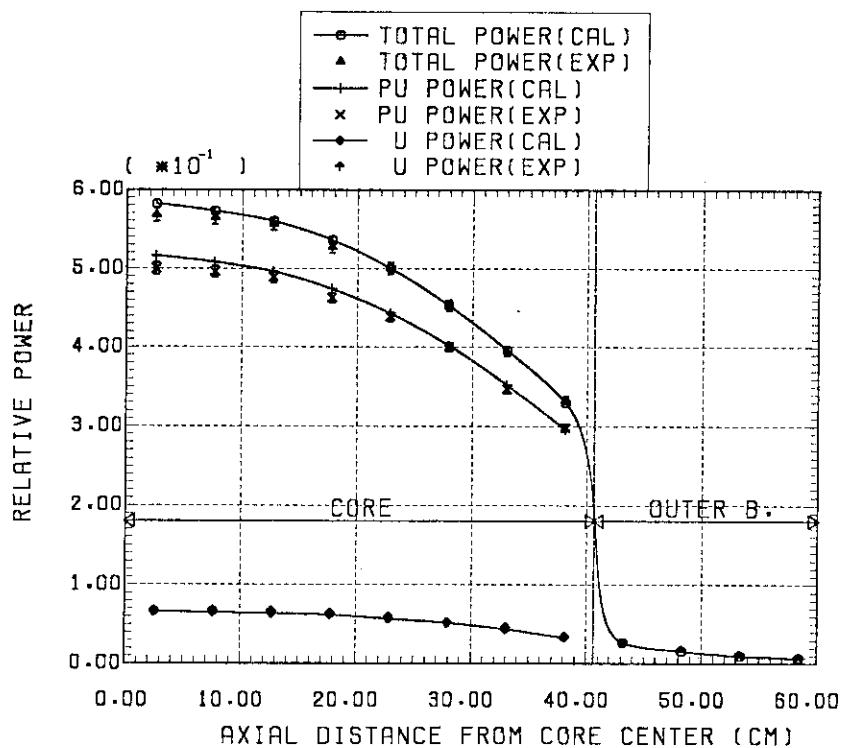


Fig. B.24 Axial power distribution at 11R in FCA XIII-2 core