PNC-TJ9678 96-007

移行炉心の詳細核熱計算(Ⅲ)

(動力炉・核燃料開発事業団　契約業務報告書)

1995年 11月

技術管理室
No.
8.6.24
動燃事業団大洗工学センター

新型炉技術開発株式会社

複製又はこの資料の入手については，下記にお問い合わせください。
〒311-13　茨城県東茨城郡大洗町成田町4002
動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター　システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

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

PNC-TJ9678 96-007

1995年11月17日

移行炉心の詳細核熱計算（Ⅲ）

長田博夫*，池田一三**，河北孝司**

要　　旨

本計算は，高速実験炉「常陽」のＭＫ－Ⅲ炉心の移行炉心の詳細核熱計算であり，ＭＫ－Ⅲ燃料の設工認申請等の許認可に資することを目的とする。

移行炉心（３２～３５サイクル）について，全サイクルまたは一部のサイクルについて炉心特性を計算した。主な結果は，次のとおりである。

(1) 過剰反応度は３５サイクルで最大となり，5.4％Δk/kk’と評価された。この値は5.5％Δk/kk’以下の核的制限値を満足する。

(2) 最大線出力は，３５５W/cm，燃料最高温度は，2,298℃及び被覆管最高温度は，647℃で熱的制限値の燃料最高温度 2,500℃以下及び被覆管最高温度 650℃以下を満足する。

(3) ワンロッドスタック時の制御棒価値は，３２サイクルで7.4％Δk/kk’，３５サイクルで7.3％Δk/kk’であった。１００℃の体系で臨界未満に維持できる。

(4) ３２および３５サイクルの反応度係数は，ＭＫ－Ⅱ炉心およびＭＫ－Ⅲ炉心と同程度であった。

本報告書は，新型炉技術開発株式会社が動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号：０７Ｃ２８３９

事業団担当部課室および担当者：実験炉部技術課　長沖吉弘

＊　：新型炉技術開発株式会社　技術部

＊＊：三菱重工業株式会社　新型炉技術部

PNC-TJ9678 96-007

17 November, 1995

Nuclear and thermal analysis of the transition core to MK-Ⅲ (Ⅲ)

Hiroo Osada * ,Kazumi Ikeda ** ,and Takashi Kawakita **

Abstract

Nuclear analyses are performed for the transition core to MK-Ⅲ core. The contents of this calculation are as follows.

(1) Excess reactivity of the transition core is 5.4 %Δk/kk' at the beginning of 35 cycle,which is below the nuclear limit,5.5 % Δk/kk'.

(2) Maximum linear heat rate is 355 W/cm, maximum fuel temperature is 2,298℃ and maximum cladding temperature is 647℃. These temperatures are below the thermal limits.

(3) Minimum control rod worth of one rod stuck is 7.4 %Δk/kk' at 32 cycle and 7.3 % Δk/kk' at 35 cycle. The core of 100℃ is subcritical at one rod stuck.

(2) The reactivity coefficients at 32 cycle and 35 cycle are near ones of MK- Ⅱ core and MK- Ⅲ core.

Work performed under the contract between Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation and Advanced Reactor Technology Co., Ltd.

PNC Liaison: Reactor Technology Section,Experimental Fast Reactor Division, Yoshihiro Nagaoki

* Advanced Reactor Technology Co., Ltd. Engineering Department

** Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Advanced Reactors Engineering Department

目　　次

要　旨 …… i

abstract …… ii

図表リスト …… iv

1.　まえがき …… 1－1

2.　評価条件 …… 2－1

3.　余剰反応度 …… 3－1

4.　出力分布及び燃焼特性 …… 4－1

5.　中性子束分布，最大中性子束 …… 5－1

6.　制御棒反応度価値 …… 6－1

7.　反応度係数 …… 7－1

8.　動特性パラメータ …… 8－1

9.　燃焼度 …… 9－1

10.　燃料最高温度，被覆管最高温度 …… 10－1

11.　まとめ …… 11－1

12.　関連資料 …… 12－1

13.　謝　辞 …… 13－1

図表リスト

第2.1表　３１～３５サイクルの燃料交換計画
第2.2表　移行炉心の炉心燃料本数
第3.1表　エネルギー群構造及び核分裂スペクトル
第3.2表　実効増倍率及び燃焼欠損反応度
第4.1表　制御棒挿入効果
第4.2表　流量領域毎の集合体最大出力 ― 32サイクル ―
第4.3表　流量領域毎の最大線出力 ― 32サイクル ―
第4.4表　出力分担割合
第4.5表　出力ピーキング係数
第5.1表　各列の最大中性子束（３２サイクル初期）
第5.2表　各列の最大中性子束（３２サイクル末期）
第5.3表　各列の最大中性子束（３５サイクル初期）
第5.4表　各列の最大中性子束（３５サイクル末期）
第6.1表　３２サイクルの制御棒反応度価値（補正前）
第6.2表　３５サイクルの制御棒反応度価値（補正前）
第6.3表　制御棒反応度価値の補正係数
第6.4表　３２サイクルの制御棒反応度価値（補正後）
第6.5表　３５サイクルの制御棒反応度価値（補正後）
第6.6表　制御棒の挿入反応度（３２サイクル）
第6.7表　制御棒の挿入反応度（３５サイクル）
第7.1表　ドップラー反応度分布－３２サイクル－
第7.2表　ドップラー反応度分布－３５サイクル－
第7.3表　ドップラー係数分布　－３２サイクル－
第7.4表　ドップラー係数分布　－３５サイクル－
第7.5表　Ｎａボイド反応度分布－３２サイクル－
第7.6表　Ｎａボイド反応度分布－３５サイクル－
第7.7表　形状係数（３２サイクル）
第7.8表　形状係数（３５サイクル）

第7.9表　密度係数（３２サイクル）
第7.10表　密度係数（３５サイクル）
第7.11表　燃料密度係数分布－３２サイクル－
第7.12表　燃料密度係数分布－３５サイクル－
第7.13表　冷却材密度係数分布－３２サイクル－
第7.14表　冷却材密度係数分布－３５サイクル－
第7.15表　構造材密度係数分布－３２サイクル－
第7.16表　構造材密度係数分布－３５サイクル－
第7.17表　温度係数及び出力係数評価用各部温度
第7.18表　温度係数（３２サイクル）
第7.19表　温度係数（３５サイクル）
第7.20表　温度欠損反応度及び出力欠損反応度（３２サイクル）
第7.21表　温度欠損反応度及び出力欠損反応度（３５サイクル）
第7.22表　領域全体の反応度効果（３２サイクル）
第7.23表　領域全体の反応度効果（３５サイクル）
第7.24表　炉心の過剰反応度の内訳（３２サイクル）
第7.25表　炉心の過剰反応度の内訳（３５サイクル）
第8.1表　動特性パラメータ（３２サイクル）
第8.2表　動特性パラメータ（３５サイクル）
第9.1表　集合体最高燃焼度及び要素最高燃焼度
第10.1表　工学的安全係数
第10.2表　移行炉心の熱特性－３２サイクル－
第10.3表　各部の軸方向温度分布（第１流量領域：領域13）
第10.4表　各部の軸方向温度分布（第２流量領域：領域22）
第10.5表　各部の軸方向温度分布（第３流量領域：領域30）
第10.6表　各部の軸方向温度分布（第４流量領域，MK-Ⅱ燃料：領域58）
第10.7表　各部の軸方向温度分布（第４流量領域，MK-Ⅲ燃料：領域53）
第10.8表　各部の軸方向温度分布（第５流量領域，MK-Ⅱ燃料：領域74）
第10.9表　各部の軸方向温度分布（第５流量領域，MK-Ⅲ燃料：領域76）
第11.1表　移行炉心の炉心特性

第2.1図　３２サイクル炉心構成
第2.2図　３３サイクル炉心構成
第2.3図　３４サイクル炉心構成
第2.4図　３５サイクル炉心構成
第3.1図　７群ミクロ定数の作成（臨界性・出力分布）
第3.2図　燃焼計算（臨界性・出力分布）
第3.3図　定格時の温度分布
第3.4図　一次元半径方向縮約計算体系図
第3.5図　一次元軸方向縮約計算体系図
第3.6図　３２サイクルのＲＺ計算体系図
第3.7図　３３サイクルのＲＺ計算体系図
第3.8図　３４サイクルのＲＺ計算体系図
第3.9図　３５サイクルのＲＺ計算体系図
第3.10図　燃焼チェイン
第3.11図　２次元ＸＹ３角メッシュ計算体系図
第4.1図　３次元出力分布の計算
第4.2図　集合体出力（３２サイクル）
第4.3図　最大線出力（３２サイクル）
第4.4図　３２サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第０列，ＭＫ－Ⅱ燃料）
第4.5図　３２サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第４列，ＭＫ－Ⅲ燃料）
第4.6図　３３サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第０列，ＭＫ－Ⅱ燃料）
第4.7図　３３サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第４列，ＭＫ－Ⅲ燃料）
第4.8図　３４サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第１列，ＭＫ－Ⅱ燃料）
第4.9図　３４サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第４列，ＭＫ－Ⅲ燃料）
第4.10図　３５サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第１列，ＭＫ－Ⅱ燃料）
第4.11図　３５サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第４列，ＭＫ－Ⅲ燃料）
第5.1図　３２サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，全中性子束）
第5.2図　３２サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，高速中性子束）
第5.3図　３２サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，全中性子束）
第5.4図　３２サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，高速中性子束）

第5.5図　３３サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，全中性子束）
第5.6図　３３サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，高速中性子束）
第5.7図　３３サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，全中性子束）
第5.8図　３３サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，高速中性子束）
第5.9図　３４サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，全中性子束）
第5.10図　３４サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，高速中性子束）
第5.11図　３４サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，全中性子束）
第5.12図　３４サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，高速中性子束）
第5.13図　３５サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，全中性子束）
第5.14図　３５サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，高速中性子束）
第5.15図　３５サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，全中性子束）
第5.16図　３５サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，高速中性子束）
第6.1図　燃焼組成の出力
第6.2図　７群ミクロ定数の作成（制御棒価値）
第6.3図　制御棒反応度価値の計算
第6.4図　制御棒ストローク曲線（３２サイクル）
第6.5図　制御棒ストローク曲線（３５サイクル）
第7.1図　１８群ミクロ定数の作成（反応度係数・動特性パラメータ）
第7.2図　反応度係数・動特性パラメータの計算

1．まえがき

「常陽」を照射施設としてより充実したものとするため、照射性能、照射能力をＭＫ－Ⅱ炉心より更に向上させた高性能炉心（ＭＫ－Ⅲ炉心）への改造が進められつつある。

本計算は、高速実験炉「常陽」のＭＫ－Ⅲ炉心の移行炉心の詳細核熱計算であり，ＭＫ－Ⅲ燃料の設工認申請等の許認可に資することを目的として，移行炉心（第３２～第３５サイクル）のうち，主要な炉心特性評価を全サイクルまたは一部のサイクルについて行う。

2. 評価条件

(1) 燃料交換計画

３２サイクルから３５サイクルまでの燃料交換は動燃殿支給の第2.1表に基づく。[1] ３５サイクルが最大炉心（燃料集合体数最大）であり，３２サイクルが最小炉心（燃料集合体数最小）である。各サイクルの炉心構成を第2.1図から第2.4図に示す。

(2) 移行炉心の炉心燃料交換本数

３２サイクルから３５サイクルまでの移行炉心の炉心燃料交換本数およびその内訳を第2.2表に示す。

(3) 運転日数

３２サイクルは６０日，３３サイクルは５０日，３４サイクルは５５日，３５サイクルは５０日運転とする。

(4) 計算項目

動燃殿の予備計算では，移行炉心期間中に炉心が最小となる３２サイクルにおいて最大線出力，被覆管最高温度，燃料最高温度等の熱的なパラメータが最も厳しく，炉心が最大となる３５サイクルにおいて過剰反応度，ワンロッドスタック時の炉停止余裕等の核的なパラメータが最も厳しくなる。このため，核熱計算はそれぞれの項目について下表のとおり実施するものとした。[4]

評価項目	”２DBURN”	”TRIANGLE”	”HANYO”
余剰反応度	32～35サイクル	32および35サイクル	
中性子束分布	32～35サイクル		
最大中性子束		32および35サイクル	
制御棒価値		32および35サイクル	
動特性ﾊﾟﾗﾒｰﾀ			32および35サイクル
反応度係数			32および35サイクル
出力分布	32～35サイクル		
最大線出力		32サイクルのみ	
燃料最高温度		32サイクルのみ	
被覆管最高温度		32サイクルのみ	
燃焼度	32～35サイクル		

第2.1表　31～35サイクルの燃料交換計画（1/2）

	31cy.	移動先	移動元	32cy.	移動先	移動元	33cy.	移動先	移動元	34cy.	移動先	移動元	35cy.
000	PFD543			PFD543			PFD543	1F1	N/F	PRCXXX			PRCXXX
1A1	PFD253			PFD253			PFD253	3E3	3B1	PFD718			PFD718
1B1	PFD518			PFD518			PFD518	S/F	3A2	PFD711			PFD711
1C1	PFD537			PFD537			PFD537			PFD537	4A2	2C1	PFD703
1D1	PFD529			PFD529			PFD529	5C5	3C1	PFD715			PFD715
1E1	PFD528			PFD528			PFD528	4C1	3D1	PFD716			PFD716
1F1	PFD248			PFD248			PFD248	S/F	000	PFD543			PFD543
2A1	PFD609	4F2	N/F	PFD713			PFD713			PFD713			PFD713
2A2	PFD610			PFD610			PFD610			PFD610			PFD610
2B1	PFD701	4B2	N/F	PFD714			PFD714			PFD714			PFD714
2B2	PFD702			PFD702			PFD702			PFD702			PFD702
2C1	PFD703			PFD703			PFD703			PFD703	1C1	N/F	PFD728
2C2	PFD704			PFD704			PFD704			PFD704			PFD704
2D1	PFD705			PFD705			PFD705			PFD705			PFD705
2D2	PFD706			PFD706			PFD706			PFD706			PFD706
2E1	PFD707			PFD707			PFD707			PFD707			PFD707
2E2	PFD522			PFD522			PFD522			PFD522	S/F	3E1	PFD717
2F1	PFD709			PFD709			PFD709			PFD709			PFD709
2F2	PFD525			PFD525	S/F	3B1	PFD712			PFD712			PFD712
3A1	PRC050			PRC050			PRC050			PRC050			PRC050
3A2	PFD711			PFD711			PFD711	1B1	N/F	PFD723			PFD723
3A3	CRH503			CRH503			CRH503			CRH503			CRH503
3B1	PFD712			PFD712	2F2	N/F	PFD718	1A1	N/F	PFD724			PFD724
3B2	PFB090			PFB090			PFB090			PFB090	S/F	4B2	PFD701
3B3	CRH502			CRH502			CRH502			CRH502			CRH502
3C1	PFD608	4B1	N/F	PFD715			PFD715	1D1	N/F	PFD725			PFD725
3C2	PFC04F			PFC04F			PFC04F			PFC04F			PFC04F
3C3	CRM601			CRM601			CRM601			CRM601			CRM601
3D1	PFD603	4D3	N/F	PFD716			PFD716	1E1	N/F	PFD726			PFD726
3D2	PFC060			PFC060			PFC060			PFC060			PFC060
3D3	CRT405			CRT405			CRT405			CRT405			CRT405
3E1	PFD604	4A3	N/F	PFD717			PFD717			PFD717	2E2	N/F	PFD729
3E2	PFD606			PFD606			PFD606			PFD606			PFD606
3E3	PRM010			PRM010			PRM010	S/F	1A1	PFD253			PFD253
3F1	PFD708			PFD708			PFD708			PFD708			PFD708
3F2	PFD710			PFD710			PFD710			PFD710			PFD710
3F3	CRT701			CRT701			CRT701			CRT701			CRT701
4A1	PFD502			PFD502	S/F	N/F	PFD719			PFD719			PFD719
4A2	PFD505			PFD505			PFD505			PFD505	S/F	1C1	PFD537
4A3	PFD507	5A4	3E1	PFD604			PFD604			PFD604			PFD604
4A4	PFD533			PFD533			PFD533			PFD533			PFD533
4B1	PFD503	5E3	3C1	PFD608			PFD608			PFD608			PFD608
4B2	PFD508	5E4	2B1	PFD701			PFD701			PFD701	3B2	N/F	PFD730
4B3	PFD607			PFD607			PFD607			PFD607			PFD607
4B4	PFD519			PFD519			PFD519			PFD519	S/F	N/F	PFD731
4C1	PFD513			PFD513			PFD513	S/F	1E1	PFD528	S/F	N/F	PFD732
4C2	PFD514			PFD514	5E4	N/F	PFD720			PFD720			PFD720
4C3	PFD601	5C2	N/F	PFD751			PFD751			PFD751			PFD751
4C4	PFD551			PFD551			PFD551			PFD551			PFD551
4D1	PFD540			PFD540			PFD540			PFD540			PFD540
4D2	PFD530			PFD530			PFD530			PFD530			PFD530
4D3	PFD510	5B3	3D1	PFD603			PFD603			PFD603			PFD603
4D4	PFD523			PFD523			PFD523	5B3	N/F	PFD727			PFD727
4E1	PFD602	5D4	N/F	PFD752			PFD752			PFD752			PFD752
4E2	PFD516			PFD516	5B3	N/F	PFD721			PFD721			PFD721
4E3	PFD517			PFD517	5C5	N/F	PFD722			PFD722			PFD722
4E4	PFD531			PFD531			PFD531			PFD531			PFD531
4F1	PFD501	5C5	N/F	PFD753			PFD753			PFD753			PFD753
4F2	PFD512	S/F	2A1	PFD609			PFD609			PFD609			PFD609
4F3	PFD521			PFD521			PFD521			PFD521	S/F	N/F	PFD733
4F4	PFD605			PFD605			PFD605			PFD605			PFD605
5A1	RIN301			RIN301			RIN301			RIN301			RIN301
5A2	RIN201			RIN201			RIN201	S/F	N/F	PFD761			PFD761
5A3	PFD515			PFD515			PFD515	5E4	N/F	PFD762			PFD762
5A4	PFD538	S/F	4A3	PFD507	S/F	N/F	PFD756			PFD756			PFD756

S/F：取出, N/F：装荷, その他：炉心アドレス

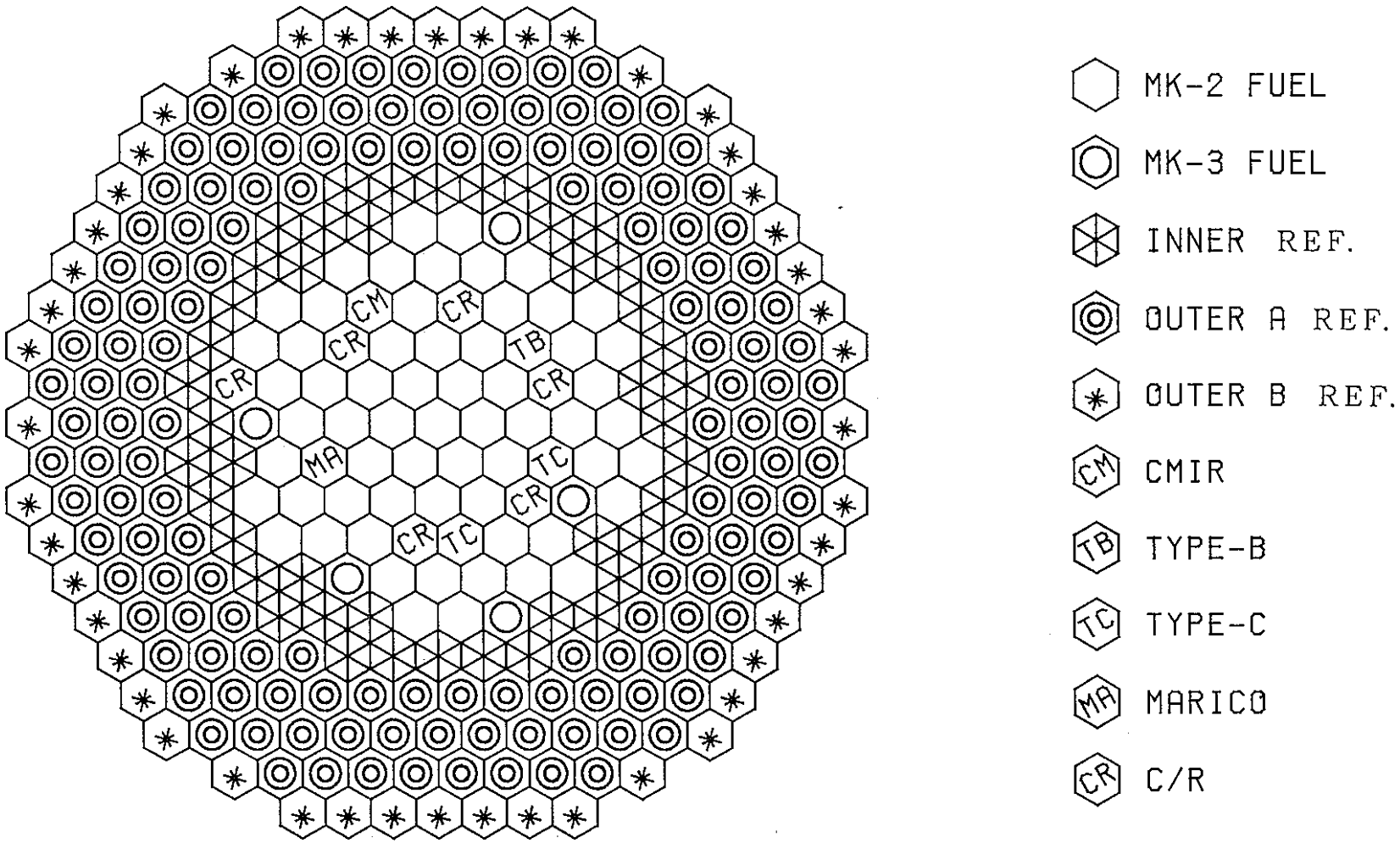
第2.1表　31～35サイクルの燃料交換計画（2/2）

	31cy.	移動先	移動元	32cy.	移動先	移動元	33cy.	移動先	移動元	34cy.	移動先	移動元	35cy.
5A5	RIN305	S/F	N/F	PFD754			PFD754			PFD754			PFD754
5B1	RIN210			RIN210			RIN210			RIN210			RIN210
5B2	RIN209			RIN209	S/F	N/F	PFD759			PFD759			PFD759
5B3	PFD549	S/F	4D3	PFD510	S/F	4E2	PFD516	S/F	4D4	PFD523	S/F	N/F	PFD766
5B4	PFD524			PFD524			PFD524			PFD524	5E4	N/F	PFD767
5B5	RIN205			RIN205			RIN205	S/F	N/F	PFD763			PFD763
5C1	RIN208			RIN208			RIN208			RIN208	S/F	5C4	PRS200
5C2	PFD547	S/F	4C3	PFD601			PFD601			PFD601			PFD601
5C3	PFD511			PFD511	S/F	N/F	PFD757			PFD757			PFD757
5C4	PRS200			PRS200			PRS200			PRS200	5C1	N/F	PFD768
5C5	PFD546	S/F	4F1	PFD501	S/F	4E3	PFD517	S/F	1D1	PFD529	S/F	5D4	PFD602
5D1	RIN302			RIN302			RIN302			RIN302			RIN302
5D2	RIN206	S/F	N/F	PFD755			PFD755			PFD755			PFD755
5D3	PFD250			PFD250			PFD250			PFD250			PFD250
5D4	PFD240	S/F	4E1	PFD602			PFD602			PFD602	5C5	N/F	PFD769
5D5	PRS100			PRS100			PRS100	S/F	N/F	PFD764			PFD764
5E1	RIN303			RIN303			RIN303			RIN303			RIN303
5E2	PRS220			PRS220			PRS220			PRS220			PRS220
5E3	PFD244	S/F	4B1	PFD503	S/F	N/F	PFD758			PFD758			PFD758
5E4	PFD504	S/F	4B2	PFD508	S/F	4C2	PFD514	S/F	5A3	PFD515	S/F	5B4	PFD524
5E5	PRS240			PRS240			PRS240	S/F	N/F	PFD765			PFD765
5F1	RIN306			RIN306			RIN306			RIN306			RIN306
5F2	CRM602			CRM602			CRM602			CRM602			CRM602
5F3	PFD249			PFD249			PFD249			PFD249			PFD249
5F4	PFD520			PFD520			PFD520			PFD520	S/F	N/F	PFD770
5F5	RIN211			RIN211	S/F	N/F	PFD760			PFD760			PFD760
6A1	NFRM4C			NFRM4C			NFRM4C			NFRM4C			NFRM4C
6A2	RIN121			RIN121			RIN121			RIN121			RIN121
6A3	RIN106			RIN106			RIN106			RIN106			RIN106
6A4	RIN119			RIN119			RIN119			RIN119			RIN119
6A5	RIN107			RIN107			RIN107			RIN107			RIN107
6A6	RIN108			RIN108			RIN108			RIN108			RIN108
6B1	NFRM4A			NFRM4A			NFRM4A			NFRM4A			NFRM4A
6B2	RIN122			RIN122			RIN122			RIN122			RIN122
6B3	PRS170			PRS170			PRS170			PRS170			PRS170
6B4	RIN304			RIN304			RIN304			RIN304			RIN304
6B5	RIN109			RIN109			RIN109			RIN109			RIN109
6B6	RIN213			RIN213			RIN213			RIN213			RIN213
6C1	NFRM4B			NFRM4B			NFRM4B			NFRM4B			NFRM4B
6C2	RIN115			RIN115			RIN115			RIN115			RIN115
6C3	RIN110			RIN110			RIN110			RIN110			RIN110
6C4	RIN307			RIN307			RIN307			RIN307			RIN307
6C5	RIN111			RIN111			RIN111			RIN111			RIN111
6C6	PRA060			PRA060			PRA060			PRA060			PRA060
6D1	NFRM4D			NFRM4D			NFRM4D			NFRM4D			NFRM4D
6D2	PRA070			PRA070			PRA070			PRA070			PRA070
6D3	RIN112			RIN112			RIN112			RIN112			RIN112
6D4	RIN120			RIN120			RIN120			RIN120			RIN120
6D5	RIN113			RIN113			RIN113			RIN113			RIN113
6D6	RIN114			RIN114			RIN114			RIN114			RIN114
6E1	RON105			RON105			RON105			RON105			RON105
6E2	RIN123			RIN123			RIN123			RIN123			RIN123
6E3	PRS180			PRS180			PRS180			PRS180			PRS180
6E4	RIN103			RIN103			RIN103			RIN103			RIN103
6E5	RIN116			RIN116			RIN116			RIN116			RIN116
6E6	RIN104			RIN104			RIN104			RIN104			RIN104
6F1	NST101			NST101			NST101			NST101			NST101
6F2	RIN124			RIN124			RIN124			RIN124			RIN124
6F3	RIN117			RIN117			RIN117			RIN117			RIN117
6F4	RIN207			RIN207			RIN207			RIN207			RIN207
6F5	RIN118			RIN118			RIN118			RIN118			RIN118
6F6	NFRI21			NFRI21			NFRI21			NFRI21			NFRI21

S/F：取出, N/F：装荷, その他：炉心アドレス

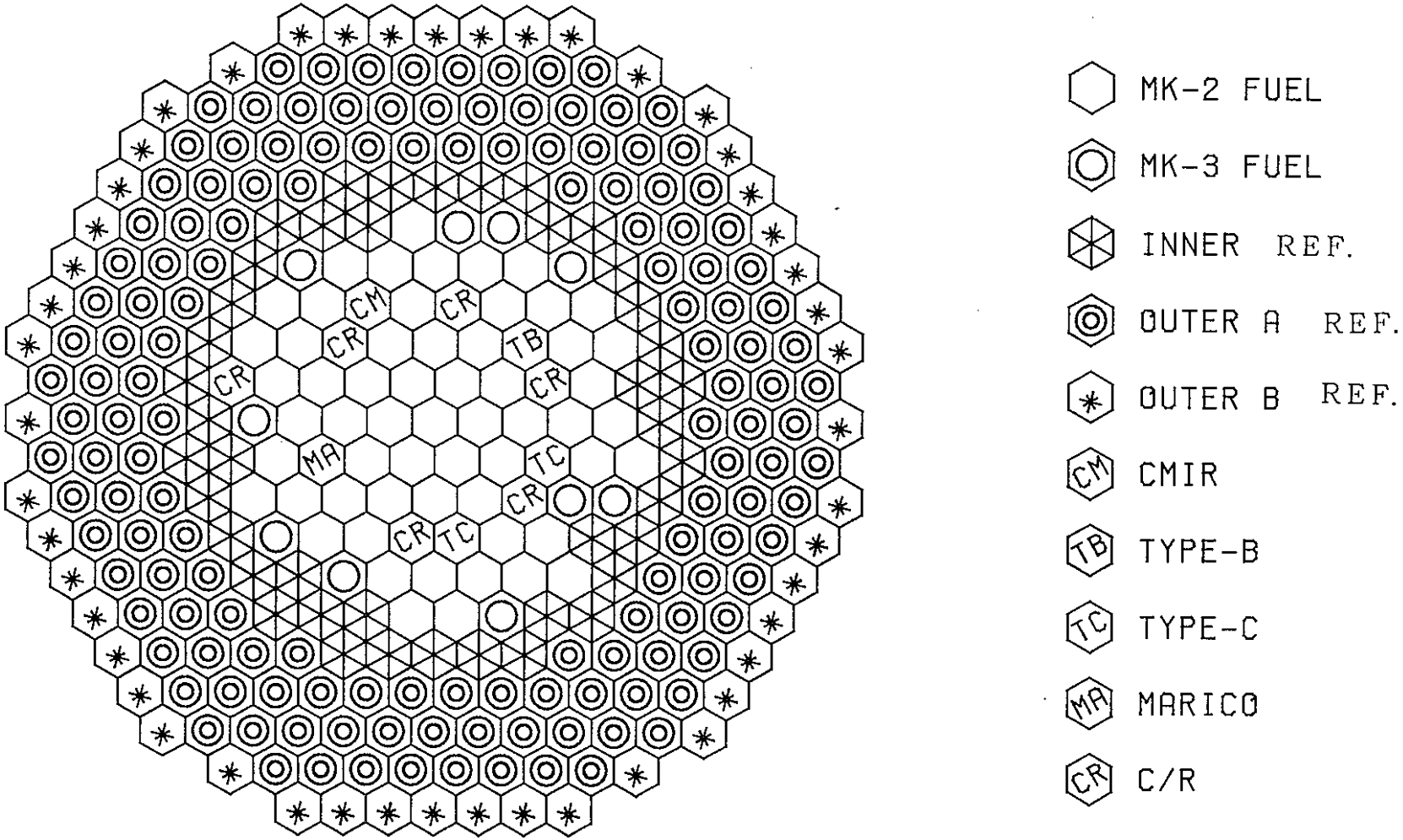
第2.2表　　移行炉心の炉心燃料本数

列	燃　料	32		33		34		35	
		増減	本数	増減	本数	増減	本数	増減	本数
0	MK-2		1		1	-1	0		0
	MK-3(IC)		0		0		0		0
1	MK-2		6		6		6		6
	MK-3(IC)		0		0		0		0
2	MK-2		12		12		12		12
	MK-3(IC)		0		0		0		0
3	MK-2		8		8	+1	9	+1	10
	MK-3(IC)		0		0		0		0
	MK-3(OC)		0		0		0		0
4	MK-2	-3	21		21		21		21
	MK-3(OC)	+3	3		3		3		3
5	MK-2		13	-3	10	-1	9	-4	5
	MK-3(OC)	+2	2	+5	7	+5	12	+5	17
合計	MK-2	-3	61	-3	58	-1	57	-3	54
	MK-3(IC)		0		0		0		0
	MK-3(OC)	+5	5	+5	10	+5	15	+5	20
	合　計	+2	66	+2	68	+4	72	+2	74



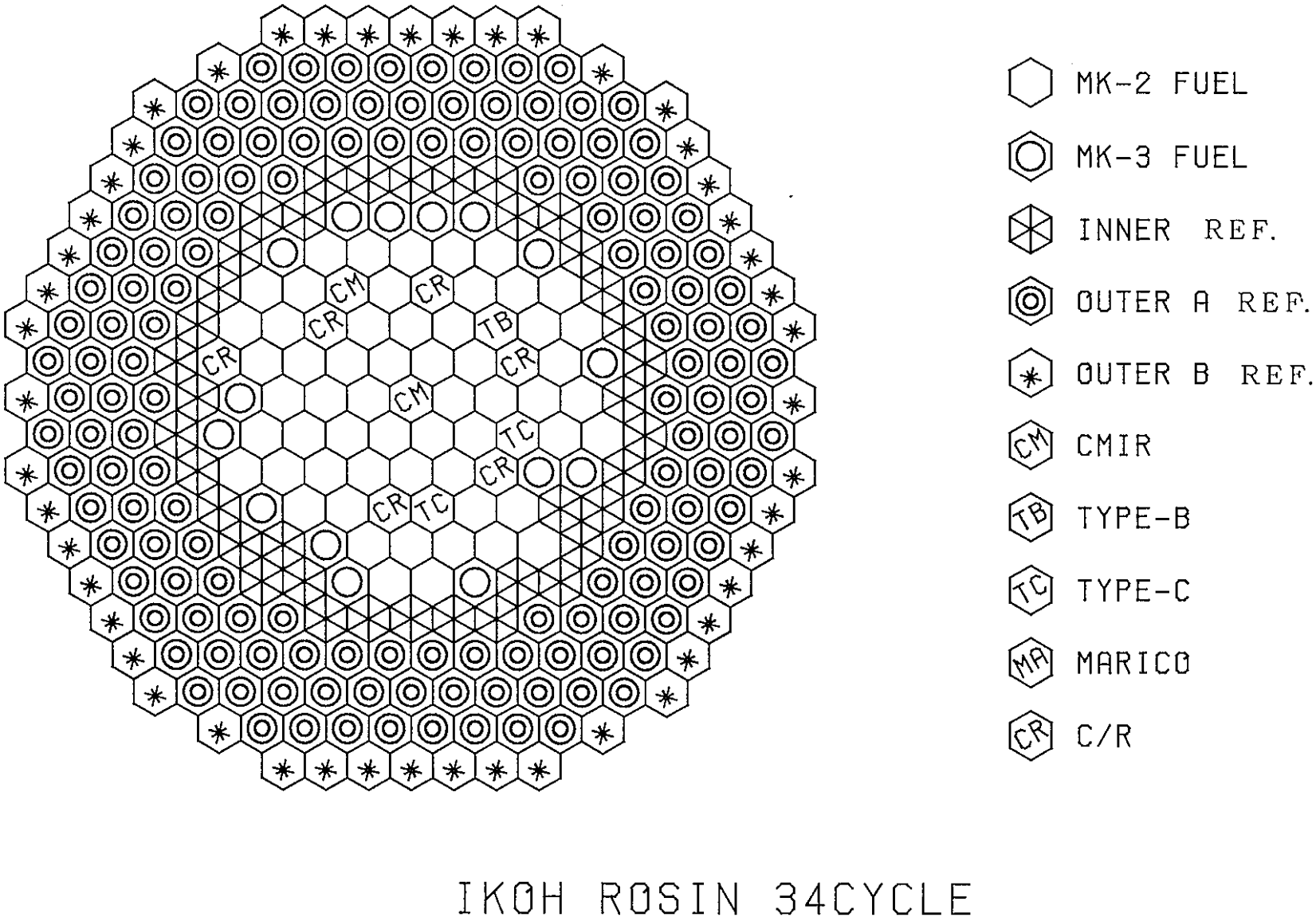
IKOH ROSIN 32CYCLE

第2.1図　32サイクル炉心構成

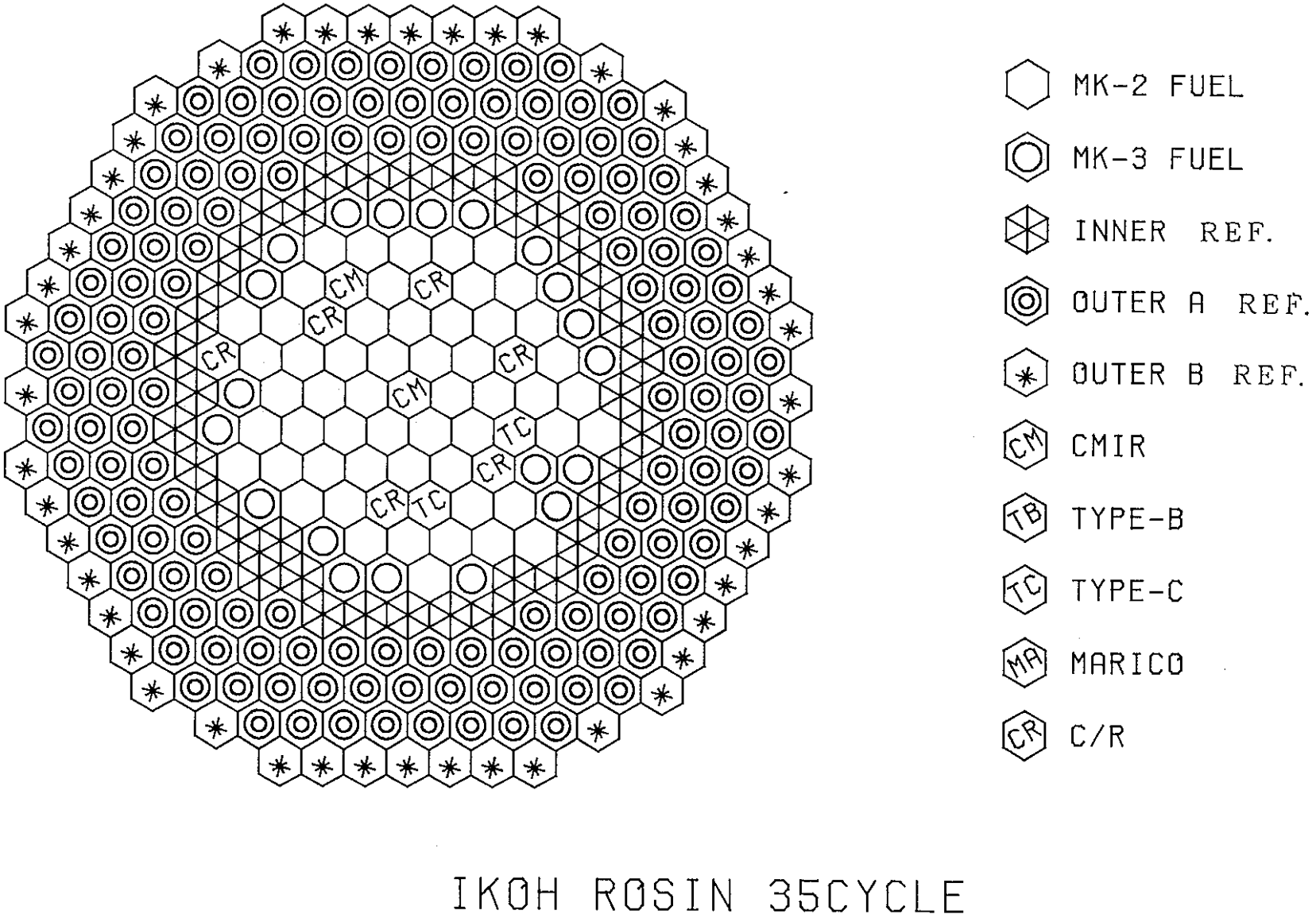


IKOH ROSIN 33CYCLE

第2.2図　33サイクル炉心構成



第2.3図　３４サイクル炉心構成



第2.4図　３５サイクル炉心構成

3. 余剰反応度

3.1 １００MW時の過剰反応度の推定方法

１９サイクルの臨界性評価から２ＤＢＵＲＮの計算値にバイアス値＋0.００５８Δｋを用いる。

(1) １９サイクル末期の臨界性解析の紹介（参考文献<2>）

a) 概　要

移行炉心における過剰反応度の計算値の妥当性をチェックするためのデータとして，１９サイクル末期における実測値と設計手法による計算値とを比較評価し，計算値に考慮すべきバイアス値を設定した。

b) 実測値

１９サイクル末期における実測値は以下のとおりである。（技－１－２５９）

零出力，２５０℃等温状態での過剰反応度	---1.２９２%Δｋ／ｋ
９６MW出力，入口温度３７０℃　〃	---0.４５９%Δｋ／ｋ

c) 解析

i. 計算方法

ア　計算体系---２次元ＲＺ体系

体系は１００MW出力状態である。（但し，冷却材温度は３７０℃等温）

イ　計算コード--２ＤＢＵＲＮ

ウ　原子数密度--炉心部（炉心燃料及び特殊燃料）については，ＲＡＮＤファイル内蔵の原子数密度を使用した。

但し，ＲＡＮＤファイルは２０℃状態の原子数密度を内蔵しているので（Ｎａのみは３７０℃），(a)の体系にコンシステントになるようにＮａ以外の原子数密度を補正した。

また，軸方向の領域分割の違いについても編集処理を行った。

ii. 計算結果

ア　１００MWの計算結果----0.９９８３$_3$（Ｎａ温度は３７０℃等温）

イ　２５０℃の過剰反応度の推定

１００MWの計算結果から，出力係数及び温度係数を用いて２５０℃の過剰反応度（計算値）を推定した。

１００MW固有値 ……	0.9983	
１００MW→３７０℃ ……	＋0.0042	Δk／k
３７０℃→２５０℃ ……	＋0.0040	Δk／k
計	1.0065	

（出力係数／温度係数は『「常陽」制御棒移設炉心の炉心特性計算』より引用。出力係数＝4.8×１０$^{-5}$Δk/k/MW，温度係数＝3.3×１０$^{-5}$Δk/k/℃。但し，冷却材温度変化を除く出力係数は4.2×１０$^{-5}$Δk/k/MWである。）

ウ　バイアス値（２５０℃における実測値と計算値の差）

1.0129－1.0065　＝＋0.0064

エ　１００MW時の過剰反応度の推定方法

上記のモデルによる計算された実効増倍率から１００MW時の過剰反応度を推定するには，Ｎａ温度を３７０℃等温で計算していること及び(c)のバイアス値を考慮する。

０MW（３７０℃等温）→１００MWの冷却材温度変化による反応度効果

	⇨ －0.0006	Δk
バイアス値	0.0064	Δk
計	0.0058	Δk

なお，この値には，出力／温度係数の誤差が含まれている。

3.2　入力データ

(1)　炉心寸法及び組成

核計算に用いる炉心寸法は，定格出力時の寸法を基準とする。

炉心部（炉心燃料及び特殊燃料）については，ＲＡＮＤファイル内蔵の原子数密度を使用した。<1, 2>

但し，ＲＡＮＤファイルは２０℃状態の原子数密度を内蔵しているので（Ｎａのみは３７０℃），基準体系にコンシステントになるようにＮａ以外の原子数密度を補正した。また，軸方向の領域分割の違いについても編集処理を行った。

(2)　炉定数

炉定数は，70群定数ライブラリＪＦＳ－３－Ｊ２(89)（８９年度版）を用いる。第3.1表に，エネルギー群構造と核分裂スペクトルを示す。18群は，70群を次のよ

うに縮約した。

1, 2／3, 4／5, 6／7, 8／9, 10／11, 12, 13／14, 15, 16／17, 18, 19／20, 21, 22／23, 24, 25／26, 27, 28／29, 30, 31／32, 33, 34／35, 36, 37／38, 39, 40／41, 42, 43／44, 45, 46／47～70

このライブラリの妥当性は，ＦＣＡ－Ｘ－３炉心の実験解析で確認されている。

なお，核分裂スペクトルはPu^{239}のものを用いている。

3.3 基本計算の方法

基本計算の手順を第3.1図～第3.2図に示す。

まず，縮約計算により７群ミクロ定数を作成する。これを用いて２次元ＲＺ燃焼計算を行う。この結果，得られた炉心中心面での軸方向バックリング，原子数密度を用いて２次元ＸＹ３角メッシュ計算を行うことにより，３次元計算と等価な評価を行う。なお，２次元ＸＹ３角メッシュ計算は３２サイクルおよび３５サイクルのみ行った。

(1) 縮約定数の作成

７群ミクロ定数を作成するため，70群断面積を第3.3図の温度を用いて作成し，70群中性子スペクトルを荷重として70群から７群への縮約を行う。

70群への縮約には径方向１次元拡散計算，軸方向１次元拡散計算から求めた中性子スペクトルを用いた。計算体系を第3.4～第3.5図に示す。

(2) 燃焼計算

２次元ＲＺ７群燃焼計算により燃焼特性，軸方向出力分布を評価する。

a) 計算体系

計算体系を第3.6図～第3.9図に示す。

b) 燃焼チェイン

燃焼チェインを第3.10図に示す。

(3) ２次元ＸＹ３角メッシュ計算

上記の燃焼計算から得られた原子数密度と炉心中心面の領域での軸方向バックリング，平均線出力を用いて２次元ＸＹ３角メッシュ拡散計算を行った。

a) 計算体系

計算体系を第3.11図に示す。

3.4　計算結果

実効増倍率を第3.2表に示す。なお，特殊燃料集合体の燃焼も考慮した。

この結果から３２および３５サイクルの補正後の余剰反応度を以下の手順で算出する。

（注）最新のC-E の補正値は２ＤＢＵＲＮベースで評価されたことから２次元ＲＺ計算のKeffの計算値から求める。

	３２サイクル	３５サイクル
Keffの計算値	1.01399	1.03307
C-E の補正値	+0.0058	+0.0058
補正後のKeff	1.01979	1.03887
補正後の定格時ρ	0.0194	0.0374
出力温度補償Δρ	+0.0176	+0.0167
100 ℃のρ	0.0370	0.0541

第3.1表　エネルギー群構造及び核分裂スペクトル（1／2）

エネルギー範囲	70群		7群	
	群番号	核分裂スペクトル	群番号	核分裂スペクトル
10.0 (MeV)～ 7.7880 (MeV)	1	8.32536×10^{-3}	1	5.83321×10^{-1}
7.7880 ～ 6.0653	2	2.26610×10^{-2}		
6.0653 ～ 4.7237	3	4.57986×10^{-2}		
4.7237 ～ 3.6788	4	7.32197×10^{-2}		
3.6788 ～ 2.8650	5	9.73698×10^{-2}		
2.8650 ～ 2.2313	6	1.12073×10^{-1}		
2.2313 ～ 1.7377	7	1.15202×10^{-1}		
1.7377 ～ 1.3534	8	1.08394×10^{-1}		
1.3534 ～ 1.0540	9	9.51769×10^{-2}	2	3.22741×10^{-1}
1.0540 ～ 0.82085	10	7.91807×10^{-2}		
0.82085 ～ 0.63928	11	6.31562×10^{-2}		
0.63928 ～ 0.49787	12	4.87468×10^{-2}		
0.49787 ～ 0.38774	13	3.66733×10^{-2}		
0.38774 ～ 0.30197	14	2.70447×10^{-2}	3	8.27080×10^{-2}
0.30197 ～ 0.23518	15	1.96360×10^{-2}		
0.23518 ～ 0.18316	16	1.40851×10^{-2}		
0.18316 ～ 0.14264	17	1.00083×10^{-2}		
0.14264 ～ 0.11109	18	7.05936×10^{-3}		
0.11109 ～ 0.086517	19	4.95084×10^{-3}		
86.517 (keV)～67.379 (keV)	20	3.45662×10^{-3}	4	1.08480×10^{-2}
67.379 ～52.475	21	2.40499×10^{-3}		
52.475 ～40.868	22	1.66878×10^{-3}		
40.868 ～31.828	23	1.15549×10^{-3}		
31.828 ～24.788	24	7.98769×10^{-4}		
24.788 ～19.305	25	5.51467×10^{-4}		
19.305 ～15.034	26	3.80351×10^{-4}		
15.034 ～11.709	27	2.62127×10^{-4}		
11.709 ～ 9.1188	28	1.80541×10^{-4}		
9.1188 ～ 7.1017	29	1.24290×10^{-4}	5	3.83306×10^{-1}
7.1017 ～ 5.5308	30	8.55336×10^{-5}		
5.5308 ～ 4.3074	31	5.88455×10^{-5}		
4.3074 ～ 3.3546	32	4.04756×10^{-5}		
3.3546 ～ 2.6126	33	2.78354×10^{-5}		
2.6126 ～ 2.0347	34	1.91401×10^{-5}		
2.0347 ～ 1.5846	35	1.31597×10^{-5}		
1.5846 ～ 1.2341	36	9.04709×10^{-6}		
1.2341 ～ 0.96112	37	5.38145×10^{-6}		

第3.1表　エネルギー群構造及び核分裂スペクトル（2／2）

エネルギー範囲	70群		7群	
	群番号	核分裂スペクトル	群番号	核分裂スペクトル
961.12 (eV)～748.52 (eV)	38	0.0	6	0.0
748.52 ～582.95	39	0.0		
582.95 ～454.00	40	0.0		
454.00 ～353.58	41	0.0		
353.58 ～275.36	42	0.0		
275.36 ～214.45	43	0.0		
214.45 ～167.02	44	0.0		
167.02 ～130.07	45	0.0		
130.07 ～101.30	46	0.0		
101.30 ～ 78.893	47	0.0	7	0.0
78.893 ～ 61.442	48	0.0		
61.442 ～ 47.851	49	0.0		
47.851 ～ 37.267	50	0.0		
37.267 ～ 29.023	51	0.0		
29.023 ～ 22.603	52	0.0		
22.603 ～ 17.603	53	0.0		
17.603 ～ 13.710	54	0.0		
13.710 ～ 10.677	55	0.0		
10.677 ～ 8.3153	56	0.0		
8.3153 ～ 6.4760	57	0.0		
6.4760 ～ 5.0435	58	0.0		
5.0435 ～ 3.9279	59	0.0		
3.9279 ～ 3.0590	60	0.0		
3.0590 ～ 2.3824	61	0.0		
2.3824 ～ 1.8554	62	0.0		
1.8554 ～ 1.4450	63	0.0		
1.4450 ～ 1.1254	64	0.0		
1.1254 ～ 0.87642	65	0.0		
0.87642 ～ 0.68256	66	0.0		
0.68256 ～ 0.53158	67	0.0		
0.53158 ～ 0.41399	68	0.0		
0.41399 ～ 0.32242	69	0.0		
0.32242 ～ 10^{-5}	70	0.0		

（注）核分裂スペクトルの合計は 1.0に規格化されている。

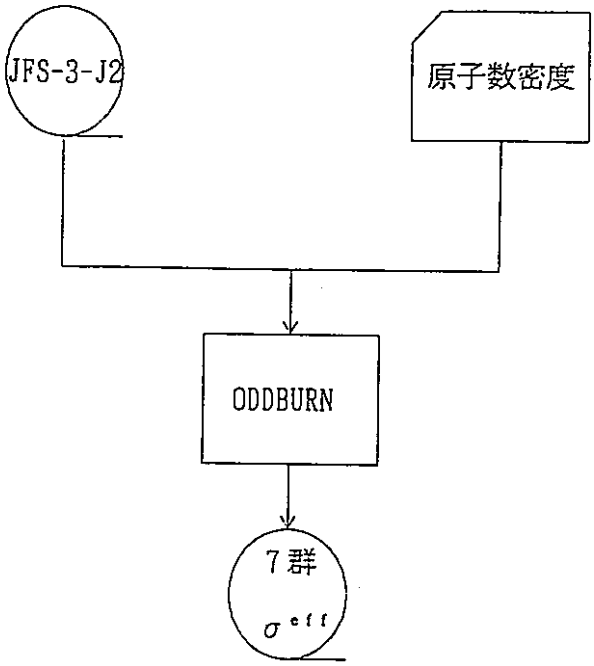
第3.2表　実効増倍率及び燃焼欠損反応度

２ＤＢＵＲＮ計算の実効増倍率

サイクル		３２	３３	３４	３５
運転日数		６０	５０	５５	５０
2DBURNの実効増倍率	サイクル初期	1.01399	1.01617	1.02539	1.03307
	サイクル末期	1.00013	1.00492	1.01364	1.02249
燃焼欠損反応度（Δk/kk'）		0.0141	0.0110	0.0113	0.0100

(補足)TRIANGLE 計算の実効増倍率

サイクル	実効増倍率（TRIANGLE）		燃焼欠損反応度	運転日数
	サイクル初期	サイクル末期	（%Δk/kk'）	（日）
３２	1.0060	0.9922	1.38	６０
３５	1.0354	1.0252	0.96	５０



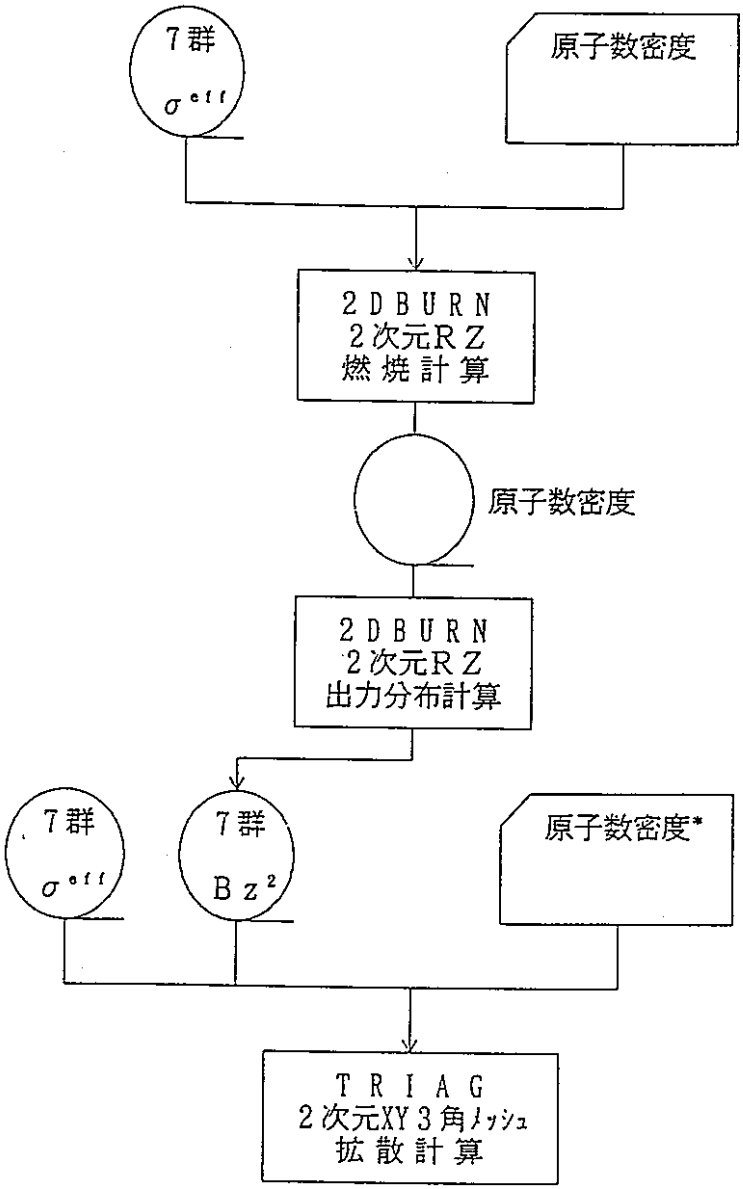
ＯＤＤＢＵＲＮの計算項目

① 70群実効断面積作成

② ７群縮約計算

③ ７群１次元燃焼計算（10ステップ，制御棒全引抜き）

第3.1図　７群ミクロ定数の作成（臨界性・出力分布）



2DBURNの計算項目

① 実効増倍率K_{eff}，燃焼欠損反応度ΔK burn up

② 各サイクルの組成（原子数密度），燃焼度

③ 軸方向出力分布

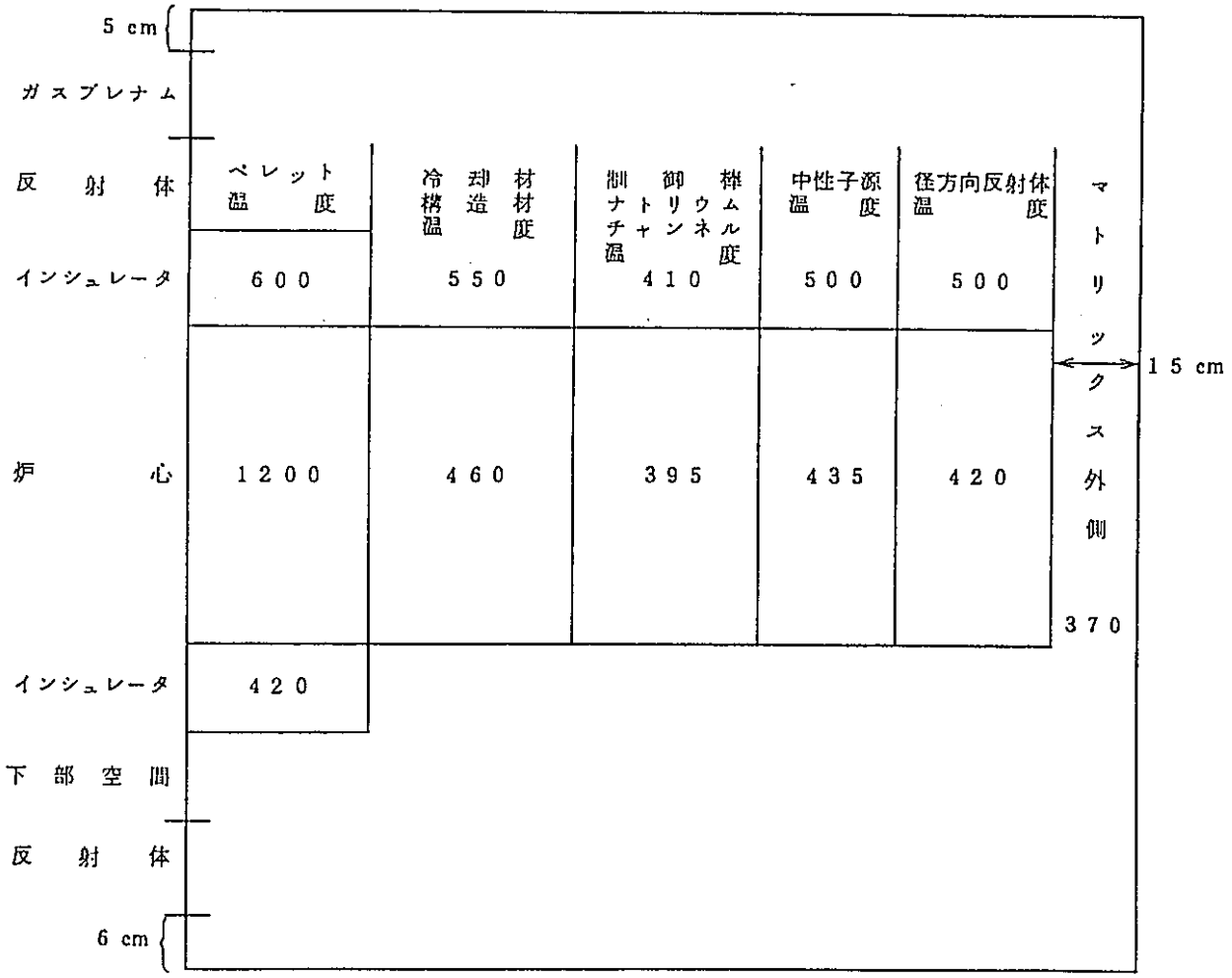
④ 軸方向バックリング　Bz^2

TRIAGの計算項目

① 実効増倍率K_{eff}

② XY面での出力分布

第3.2図　燃焼計算（臨界性・出力分布）



単位：℃

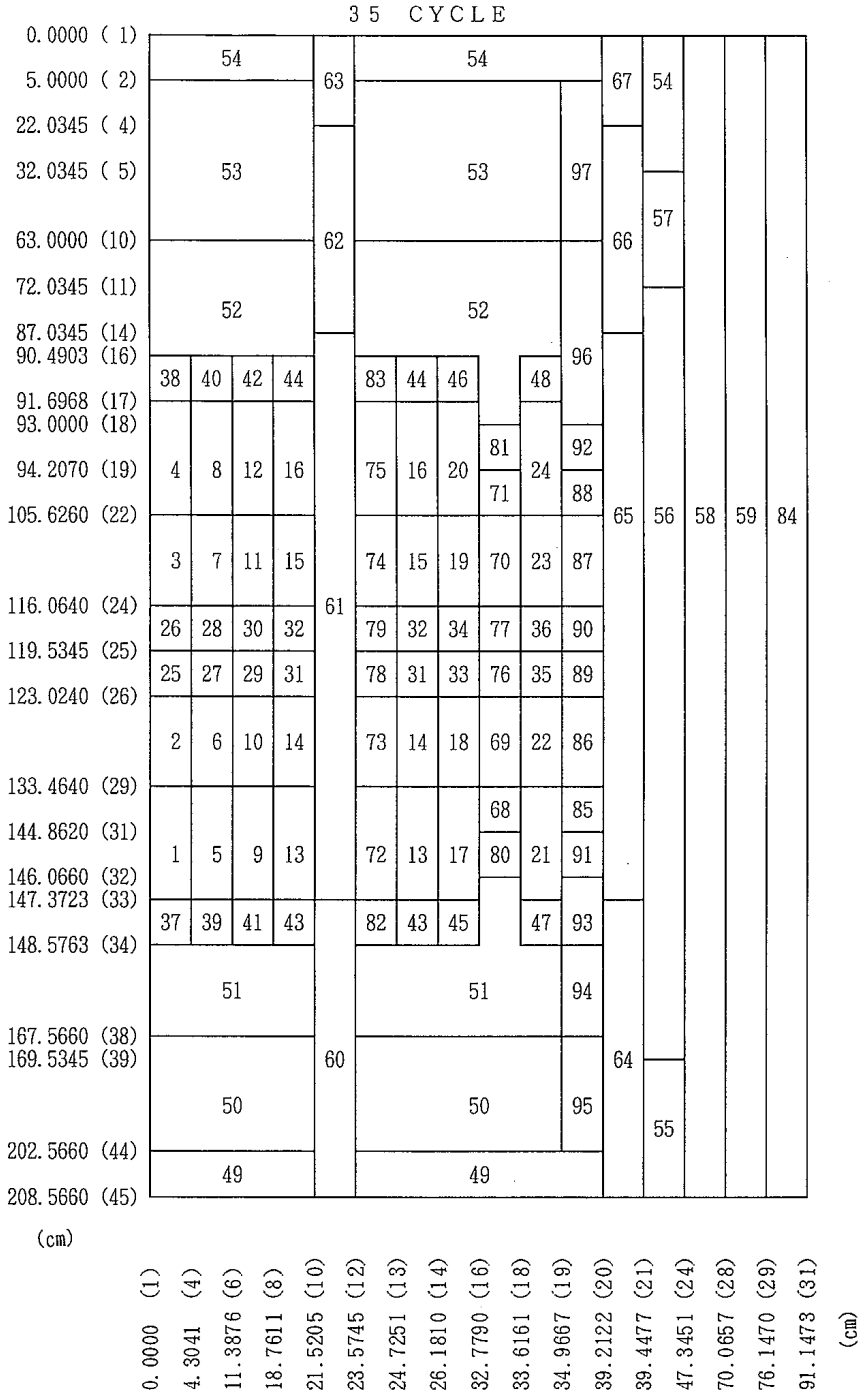
第3.3図　定格時の温度分布

R座標 (cm)	メッシュ番号	断面積番号		
			CR-IN	CR-OUT
0.0	1			
		27	1	炉心第0列
4.3041	3			
		28	2	炉心第1列
11.3876	5			
		29	3	炉心第2列
14.2751	7			
		30	4	TYPE－A (使用せず)
15.5187	9			
		31	5	炉心第2列
18.7611	11			
		32	6	炉心第3列
21.5205	13			
		33	7	制御棒領域
23.5745	15			
		34	8	炉心第3列
24.7252	17			
		35	9	TYPE－B, C, CMIR, MARICO
26.1808	19			
		36	10	炉心第4列
33.6161	21			
		37	11	炉心第5列
37.0253	23			
		38	12	制御棒領域
37.2746	25			
		39	13	内側反射体
47.3451	29			
		40	14	外側反射体(A)
70.0657	35			
		41	15	外側反射体(B)
76.1473	37			
		42	16	マトリックス
91.1473	39			

第3.4図　一次元半径方向縮約計算体系図

Z座標（cm）	メッシュ番号	断面積番号	
0.0	1		
		17	ハンドリングヘッド
5.0	3		
		18	ガスプレナム
58.0	9		
		19	制御棒吸収体
60.5	11		
		20	上部反射体
93.0	19		
		21	上部インシュレータ
94.2065	21		
		22	炉心（制御棒アダプタ）
144.8205	37		
		23	下部インシュレータ
146.0251	39		
		24	下部空間
164.5251	45		
		25	下部反射体
199.5251	51		
		26	支持板
205.5251	53		

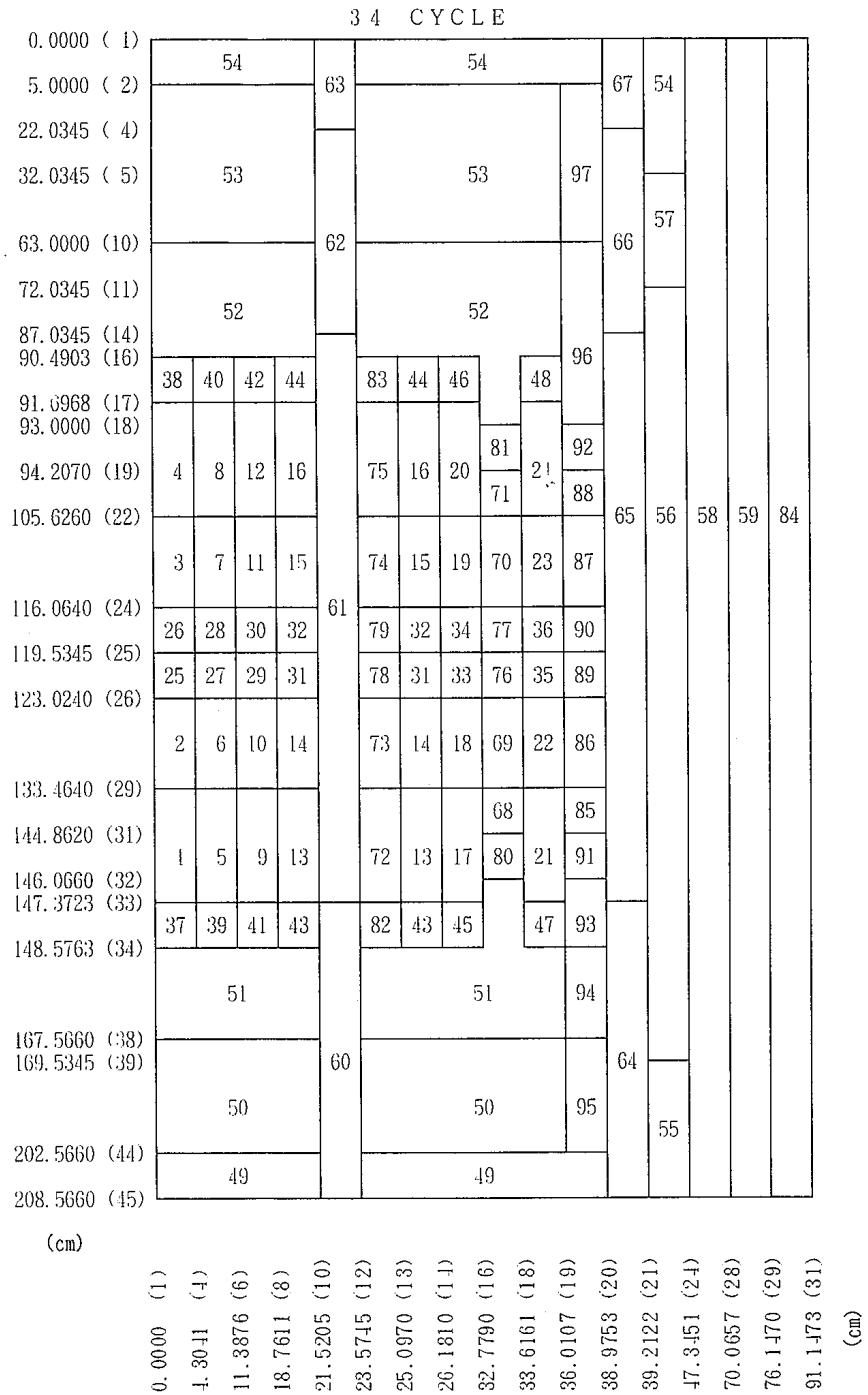
第3.5図　一次元軸方向縮約計算体系図



第3.9図　35サイクルのＲＺ計算体系図

２次元ＲＺ領域番号と炉心構成との対応（３５サイクル）

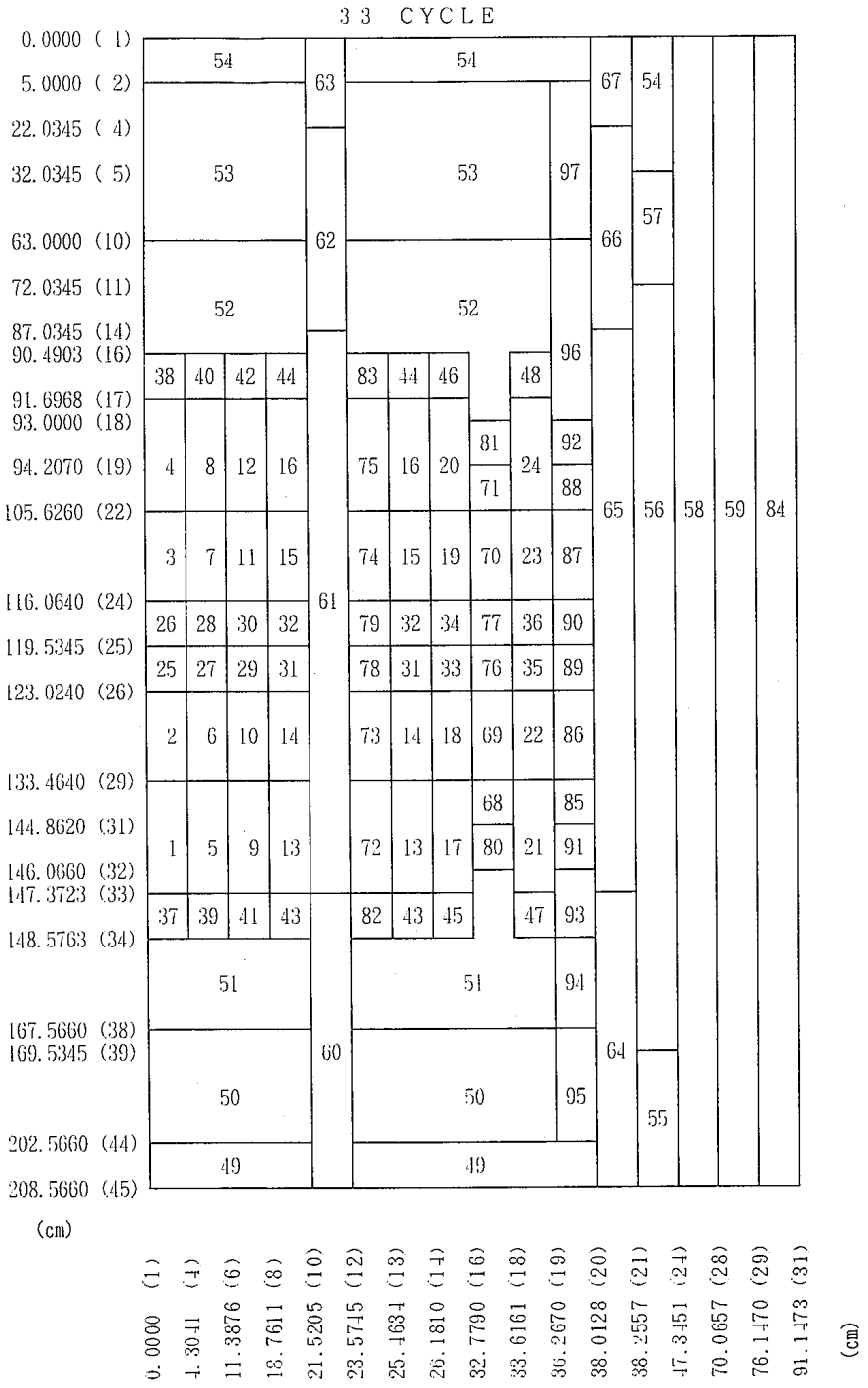
断面積番号	領域番号	炉心構成
1	1, 2, 3, 4, 25, 26	PRCXXX
2	5, 6, 7, 8, 27, 28	炉心第１列
3	9, 10, 11, 12, 29, 30	炉心第２列
6	13, 14, 15, 16, 31, 32	炉心第３列
9	72, 73, 74, 75, 78, 79	TYPE-B, C, CMIR, MARICO
10	17, 18, 19, 20, 33, 34	炉心第４列（ MK-Ⅱ燃料 ）
10	68, 69, 70, 71, 76, 77	炉心第４列（ MK-Ⅲ燃料 ）
11	21, 22, 23, 24, 35, 36	炉心第５列（ MK-Ⅱ燃料 ）
11	85, 86, 87, 88, 89, 90	炉心第５列（ MK-Ⅲ燃料 ）
23	37, 39, 41, 43, 45, 47, 80, 82, 91	下部インシュレータ
21	38, 40, 42, 44, 46, 48, 81, 83, 92	上部インシュレータ
13	55, 56, 57	内側反射体
14	58	外側反射体（A）
15	59	外側反射体（B）
16	84	マトリックス
17	54, 63, 67	ハンドリングヘッド
18	53, 97	ガスプレナム
19	62, 66	制御棒吸収体
20	52, 96	上部反射体
22	61, 65	制御棒アダプター
24	51, 60, 64, 93, 94	下部空間
25	50, 95	下部反射体
26	49	支持板



第3.8図　34サイクルのＲＺ計算体系図

2次元ＲＺ領域番号と炉心構成との対応（34サイクル）

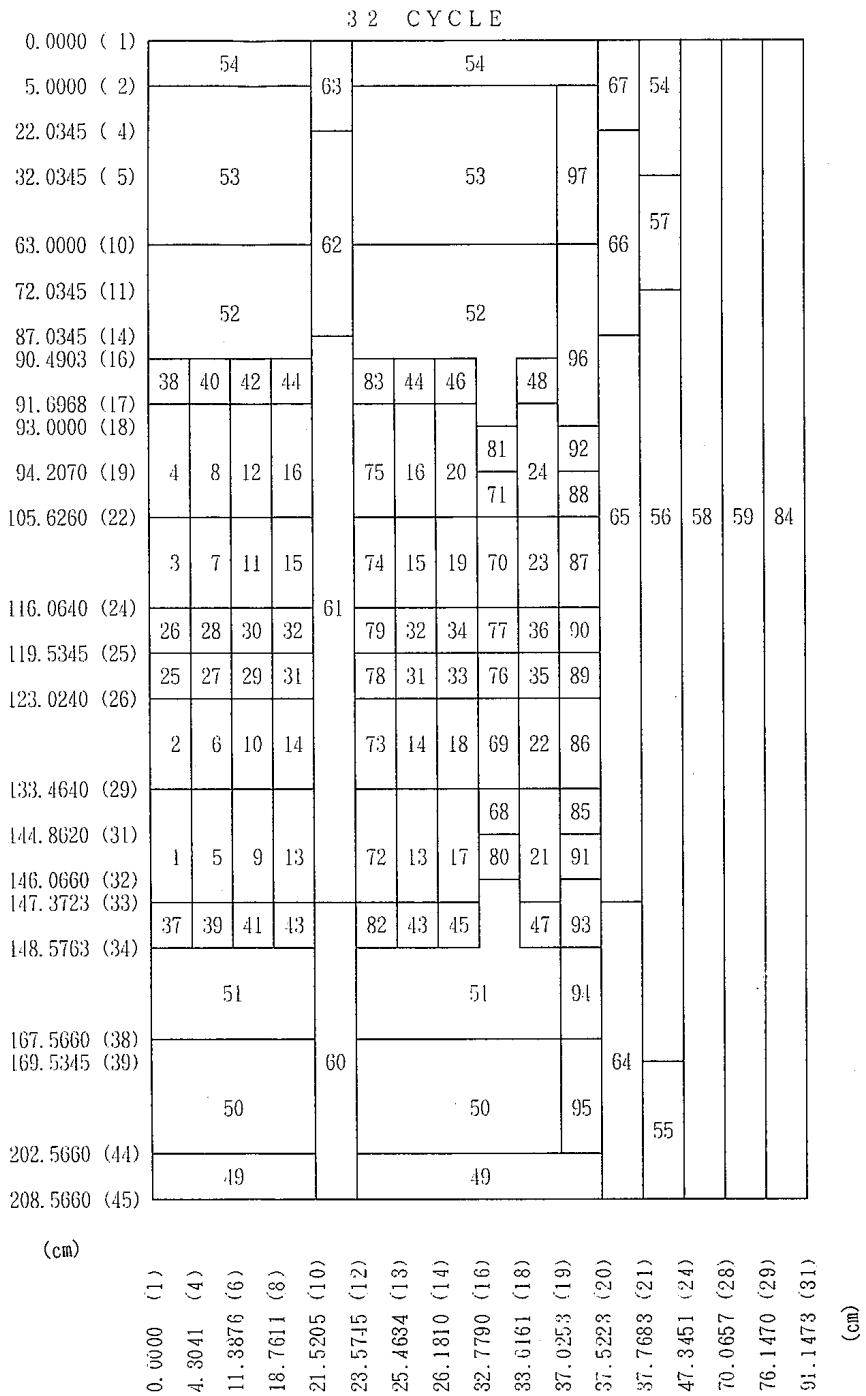
断面積番号	領域番号	炉心構成
1	1, 2, 3, 4, 25, 26	PRCXXX
2	5, 6, 7, 8, 27, 28	炉心第1列
3	9, 10, 11, 12, 29, 30	炉心第2列
6	13, 14, 15, 16, 31, 32	炉心第3列
9	72, 73, 74, 75, 78, 79	TYPE-B, C, CMIR, MARICO
10	17, 18, 19, 20, 33, 34	炉心第4列（MK-Ⅱ燃料）
10	68, 69, 70, 71, 76, 77	炉心第4列（MK-Ⅲ燃料）
11	21, 22, 23, 24, 35, 36	炉心第5列（MK-Ⅱ燃料）
11	85, 86, 87, 88, 89, 90	炉心第5列（MK-Ⅲ燃料）
23	37, 39, 41, 43, 45, 47, 80, 82, 91	下部インシュレータ
21	38, 40, 42, 44, 46, 48, 81, 83, 92	上部インシュレータ
13	55, 56, 57	内側反射体
14	58	外側反射体（A）
15	59	外側反射体（B）
16	84	マトリックス
17	54, 63, 67	ハンドリングヘッド
18	53, 97	ガスプレナム
19	62, 66	制御棒吸収体
20	52, 96	上部反射体
22	61, 65	制御棒アダプター
24	51, 60, 64, 93, 94	下部空間
25	50, 95	下部反射体
26	49	支持板



第3.7図　３３サイクルのＲＺ計算体系図

２次元ＲＺ領域番号と炉心構成との対応（３３サイクル）

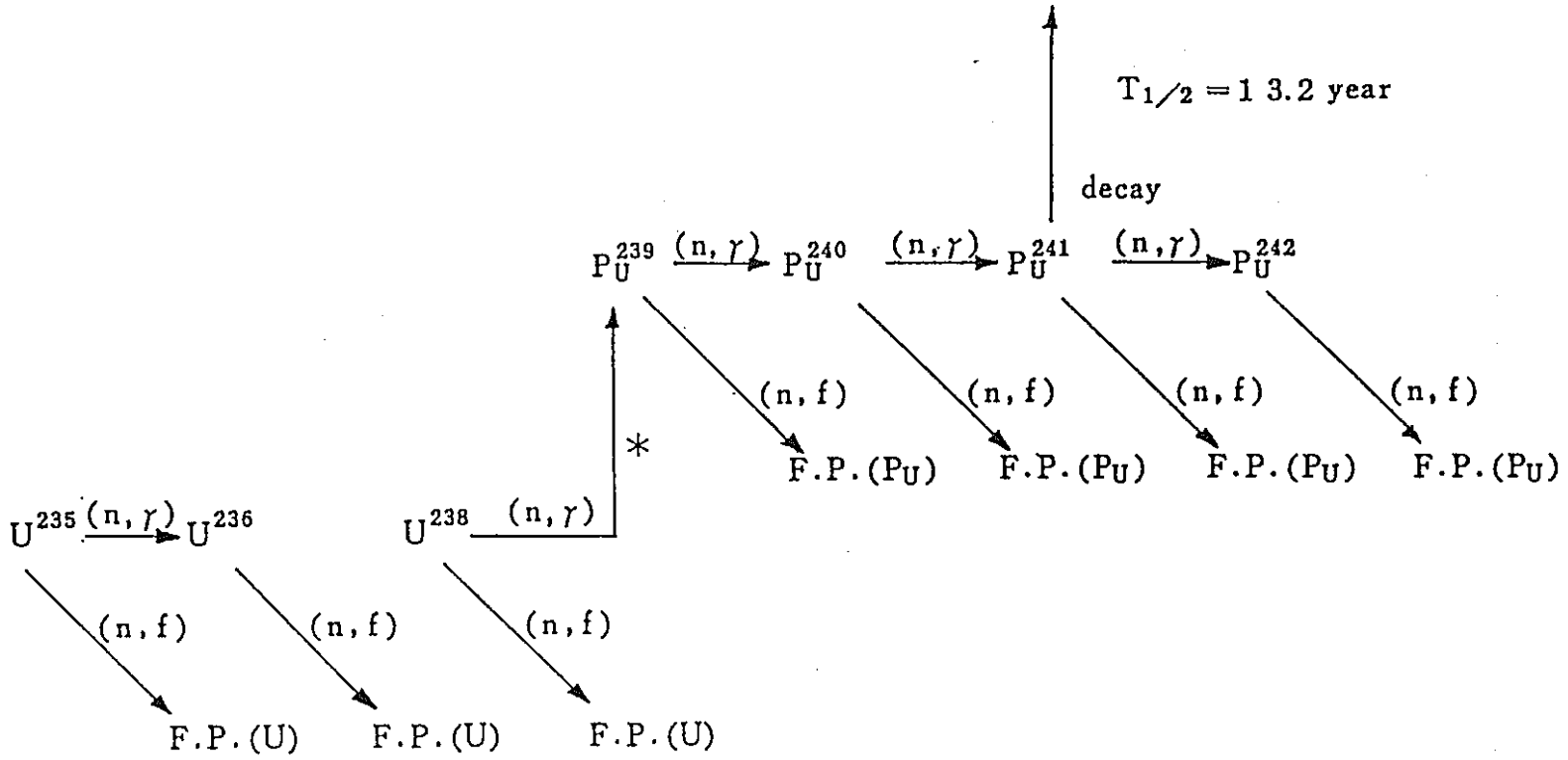
断面積番号	領域番号	炉心構成
1	1, 2, 3, 4, 25, 26	炉心第０列
2	5, 6, 7, 8, 27, 28	炉心第１列
3	9, 10, 11, 12, 29, 30	炉心第２列
6	13, 14, 15, 16, 31, 32	炉心第３列
9	72, 73, 74, 75, 78, 79	TYPE-B, C, CMIR, MARICO
10	17, 18, 19, 20, 33, 34	炉心第４列（ MK-Ⅱ燃料 ）
10	68, 69, 70, 71, 76, 77	炉心第４列（ MK-Ⅲ燃料 ）
11	21, 22, 23, 24, 35, 36	炉心第５列（ MK-Ⅱ燃料 ）
11	85, 86, 87, 88, 89, 90	炉心第５列（ MK-Ⅲ燃料 ）
23	37, 39, 41, 43, 45, 47, 80, 82, 91	下部インシュレータ
21	38, 40, 42, 44, 46, 48, 81, 83, 92	上部インシュレータ
13	55, 56, 57	内側反射体
14	58	外側反射体（Ａ）
15	59	外側反射体（Ｂ）
16	84	マトリックス
17	54, 63, 67	ハンドリングヘッド
18	53, 97	ガスプレナム
19	62, 66	制御棒吸収体
20	52, 96	上部反射体
22	61, 65	制御棒アダプター
24	51, 60, 64, 93, 94	下部空間
25	50, 95	下部反射体
26	49	支持板



第3.6図　32サイクルのＲＺ計算体系図

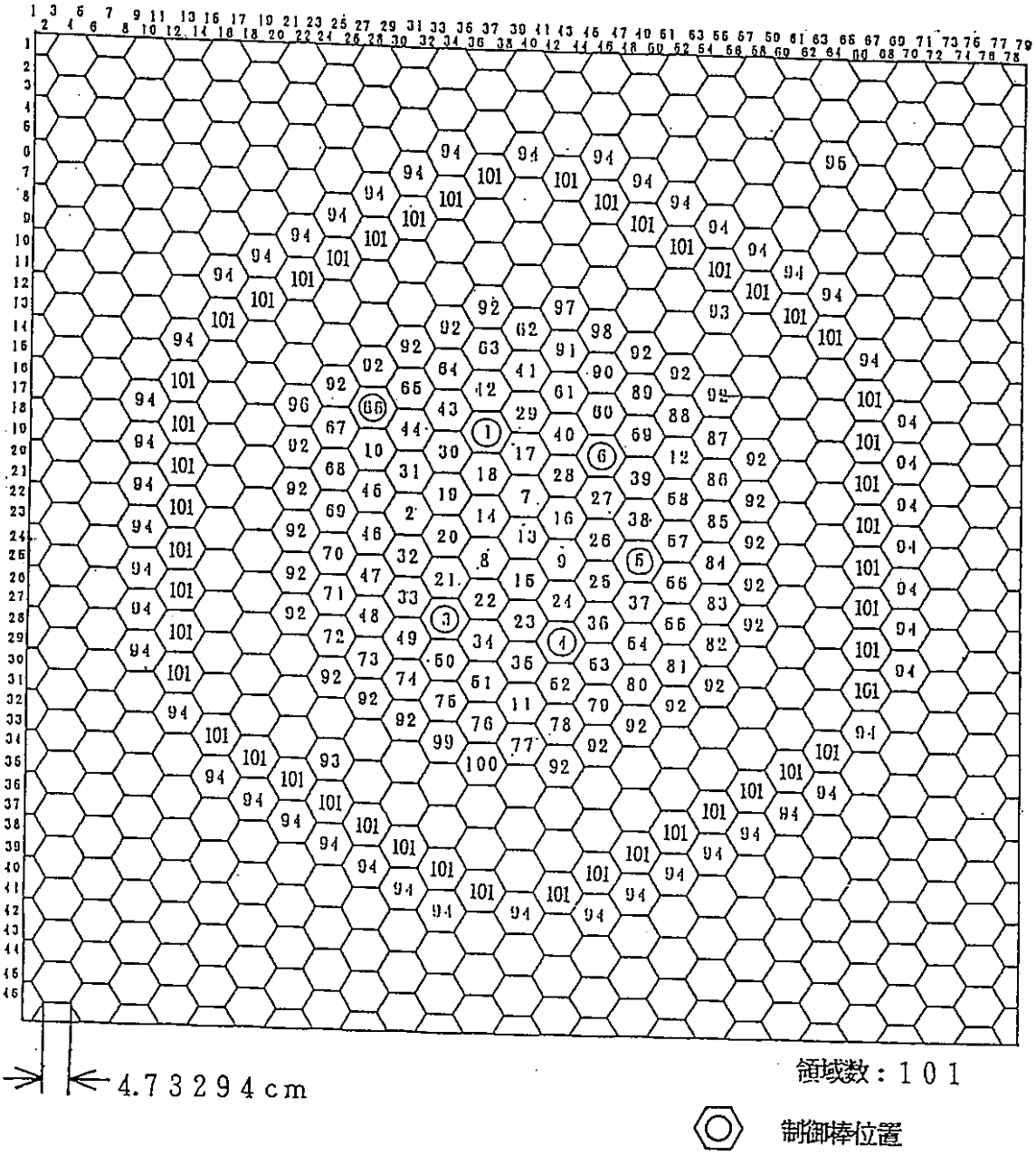
2次元ＲＺ領域番号と炉心構成との対応（32サイクル）

断面積番号	領域番号	炉心構成
1	1, 2, 3, 4, 25, 26	炉心第0列
2	5, 6, 7, 8, 27, 28	炉心第1列
3	9, 10, 11, 12, 29, 30	炉心第2列
6	13, 14, 15, 16, 31, 32	炉心第3列
9	72, 73, 74, 75, 78, 79	TYPE-B, C, CMIR, MARICO
10	17, 18, 19, 20, 33, 34	炉心第4列（MK-Ⅱ燃料）
10	68, 69, 70, 71, 76, 77	炉心第4列（MK-Ⅲ燃料）
11	21, 22, 23, 24, 35, 36	炉心第5列（MK-Ⅱ燃料）
11	85, 86, 87, 88, 89, 90	炉心第5列（MK-Ⅲ燃料）
23	37, 39, 41, 43, 45, 47, 80, 82, 91	下部インシュレータ
21	38, 40, 42, 44, 46, 48, 81, 83, 92	上部インシュレータ
13	55, 56, 57	内側反射体
14	58	外側反射体（A）
15	59	外側反射体（B）
16	84	マトリックス
17	54, 63, 67	ハンドリングヘッド
18	53, 97	ガスプレナム
19	62, 66	制御棒吸収体
20	52, 96	上部反射体
22	61, 65	制御棒アダプター
24	51, 60, 64, 93, 94	下部空間
25	50, 95	下部反射体
26	49	支持板



＊NP^{239} の半減期（$T_{1/2}$ = 2.35 日）は考慮しない。

第3.10図　燃焼チェイン



注意　6角形の内は、 の様に正三角形のメッシュに分割されている。

第3.11図　2次元XY3角メッシュ計算体系図

4. 出力分布及び燃焼特性

３２サイクル初期における出力分布と燃焼特性を２次元ＲＺ計算及び２次元三角メッシュ計算により評価した。

4.1 出力分布の計算方法

２次元ＲＺ拡散計算及び２次元ＸＹ拡散計算から得られた出力分布にＣ／Ｅの補正を行うことにより各流量領域ゾーンの最大集合体出力を求めた。手順を第4.1図に示す。炉心部の出力分担割合は96%とし，その他の領域の出力分担割合は４%とした。

(1) 各集合体出力の算出

２次元ＸＹ３角メッシュ計算から得られる炉心中心面の線出力と軸方向出力ピーキング係数により各集合体出力を求め，これを全出力を保存するように再規格化する。

(2) 集合体出力のＣ／Ｅ補正

ＭＫ－Ⅱ性能試験炉心の実験解析の結果より，反射体に接する炉心燃料集合体すべてに一律に 1.039をＥ／Ｃ値の補正値として用い，全出力を保存するように再規格化する。

(3) 制御棒の挿入効果

制御棒の挿入効果の補正係数は，制御棒全引抜き時の出力とサイクル初期の制御棒挿入時の出力の比で定義する。

補正係数は，第4.1表に示す値を用い，集合体出力及び最大線出力を補正する。

4.2 出力分布の計算結果

計算された出力分布特性について述べる。

(1) 集合体出力

第4.2表に示す様に，移行炉心の３２サイクルの最大集合体出力は，第１流量領域で2.07MWとなった。炉心の集合体出力の分布を第4.2図に示す。

(2) 最大線出力

第4.3表に示す様に，３２サイクルの最大線出力は 355W／ｃｍであり，制限値400W／ｃｍを下回る。炉心の最大線出力の分布を第4.3図に示す。

(3) 出力分担割合

第4.4表に３２サイクル～３５サイクルの各部の出力分担割合を示す。

(4) 出力ピーキング係数

第4.5表に３２サイクルの出力ピーキング係数を示す。

(5) 出力分布

３２サイクル～３５サイクルの軸方向出力分布を第4.4図から第4.11図に示す。

第4.1 表　　制御棒挿入効果

集合体列番号	最大線出力	集合体出力
0，1	1.05	1.03
2	1.06	1.04
3	1.06	1.04
4	1.06	1.05
5	1.06	1.05

（注）$\dfrac{\text{制御棒中途挿入時の集合体出力（最大線出力）}}{\text{制御棒全引抜時の集合体出力　（最大線出力）}}$

第4.2 表　　流量領域毎の集合体最大出力 ― ３２サイクル ―

流量領域	集合体番号	集合体出力 (MW)
1	13	２．０７
2	22	１．９４
3	30	１．６９
4	MK-Ⅱ 58	１．５０
	MK-Ⅲ 53	１．５０
5	MK-Ⅱ 74	１．２８
	MK-Ⅲ 76	１．１９

第4.3 表　　流量領域毎の最大線出力 ― 32サイクル ―

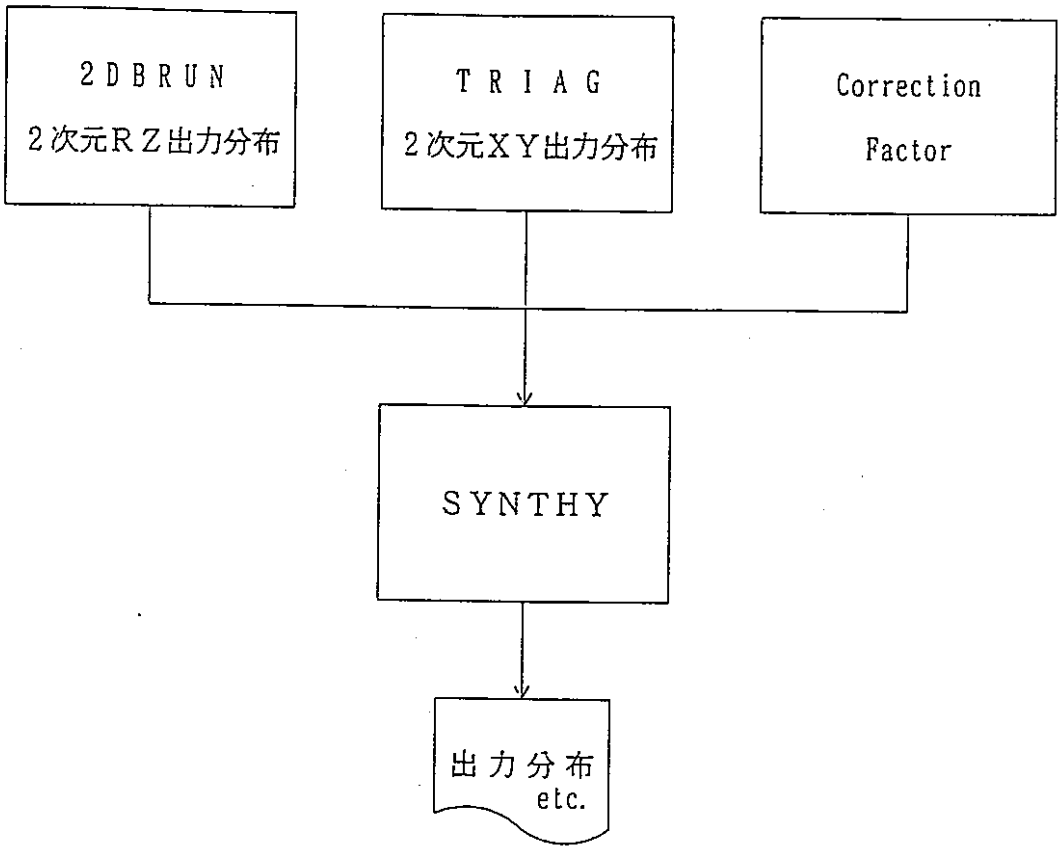
流量領域	集合体番号	最大線出力（W／cm）
1	13	355
2	22	355
3	30	315
4	MK-Ⅱ 58	277
	MK-Ⅲ 53	297
5	MK-Ⅱ 74	233
	MK-Ⅲ 76	232

第4.4表　出力分担割合

サイクル	コード	出力分担割合(%)			
		炉心	特燃	その他	計
32	SYNTHY	94.3	1.7	4.0	100
	2DBURN	94.4	1.6	4.0	100
33	2DBURN	94.5	1.5	4.0	100
34	2DBURN	94.5	1.5	4.0	100
35	2DBURN	94.5	1.5	4.0	100

第4.5表　出力ピーキング係数

サイクル	出力ピーキング係数			
	径方向	軸方向	局所	計
32	1.43	1.18	1.073	1.81



SYNTHYの補正項目

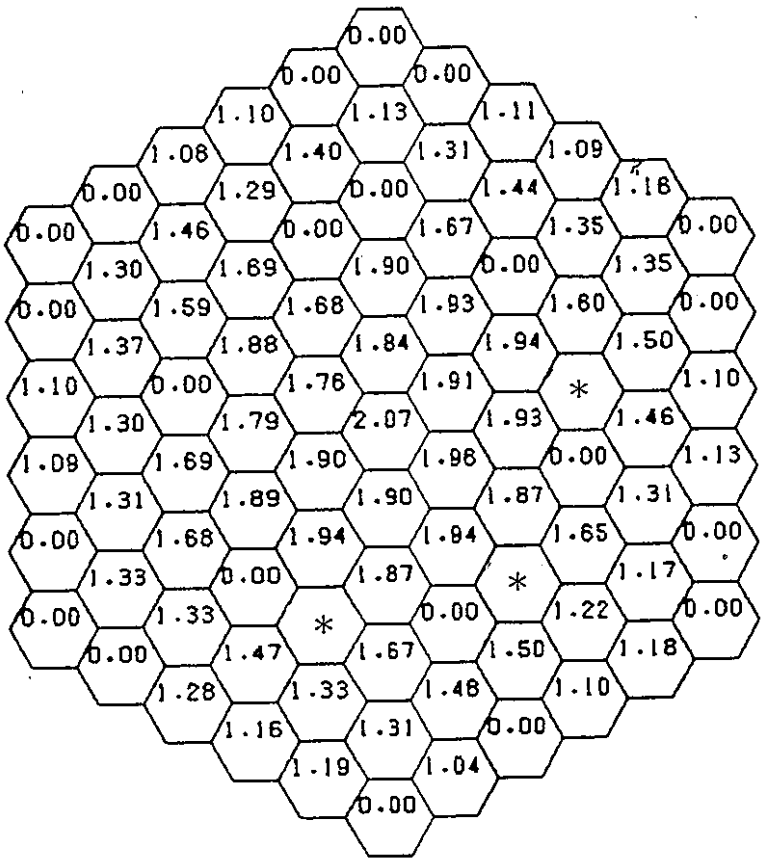
① 反射体隣接の集合体出力の C／E 補正

② 制御棒挿入による出力分布の歪みの補正

（全引抜きから中途挿入を模擬）

③ 燃焼因子

第4.1図　3次元出力分布の計算

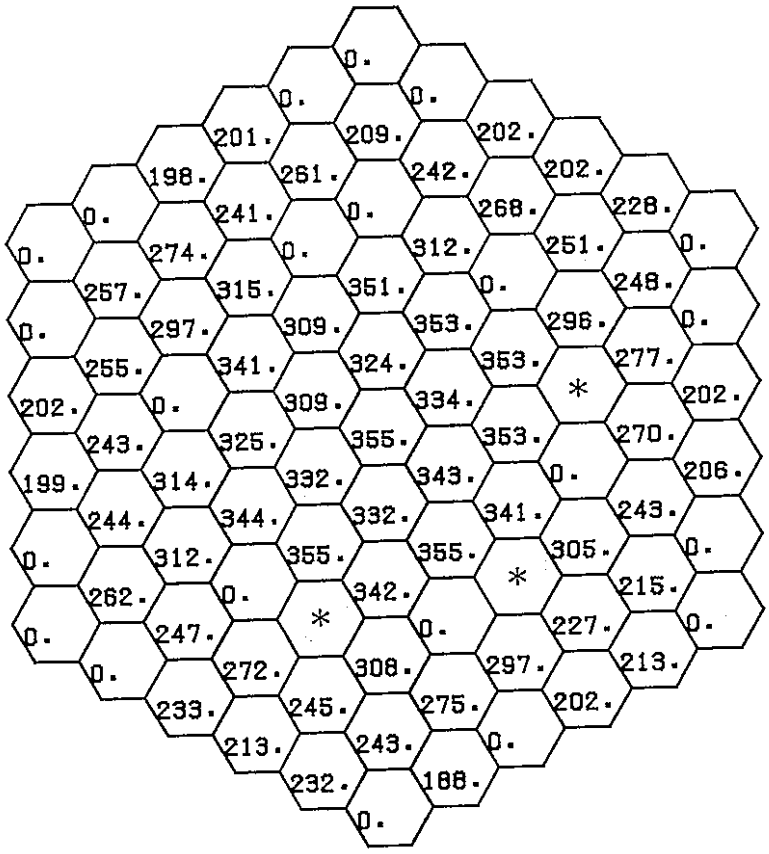


ASSEMBLY POWER (MW)

CYC NO. 1
TIME IN CYCLE BOC

＊ 特殊燃料集合体

第4.2図 集合体出力（32サイクル）



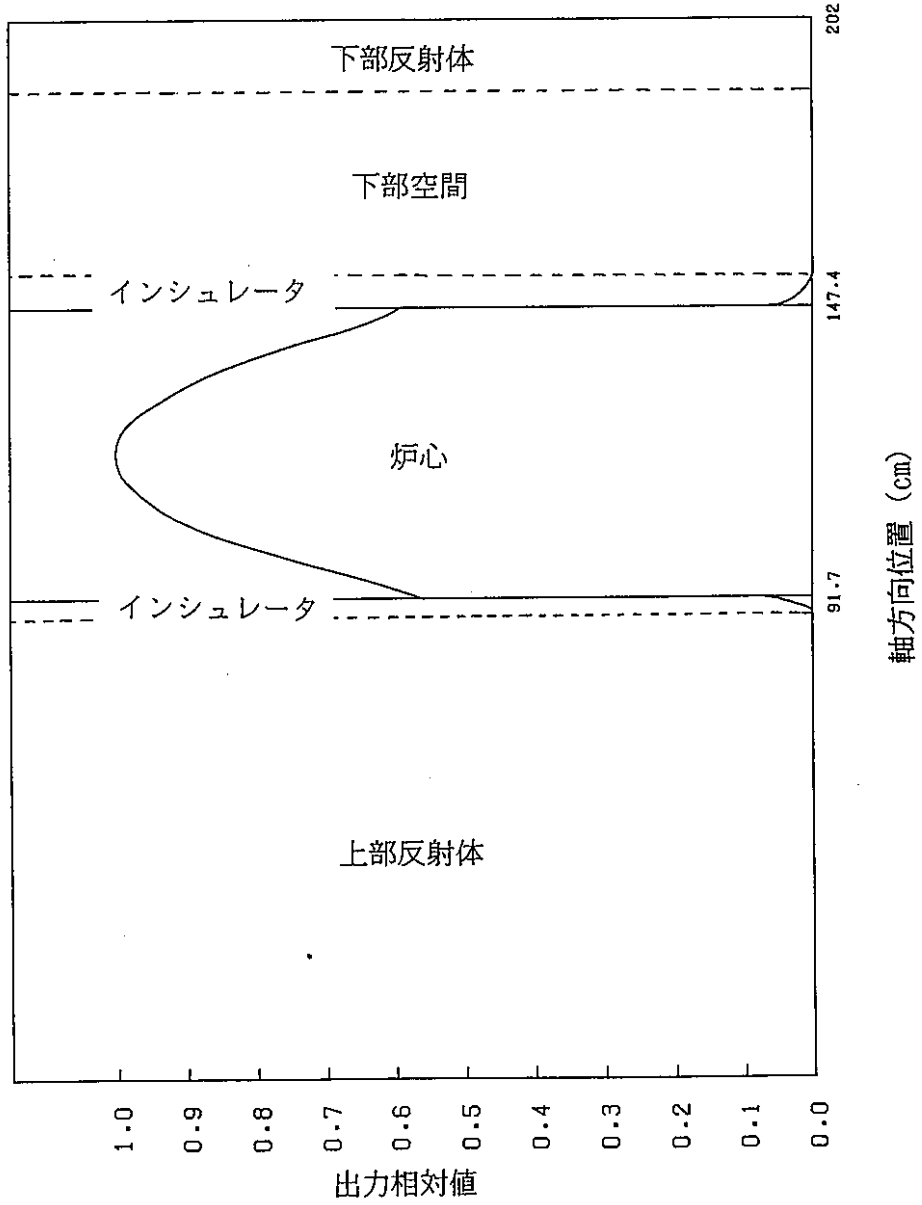
PEAK LINEAR HEAT RATE (W/CM)

CYC NO. 1
TIME IN CYCLE BOC

＊ 特殊燃料集合体

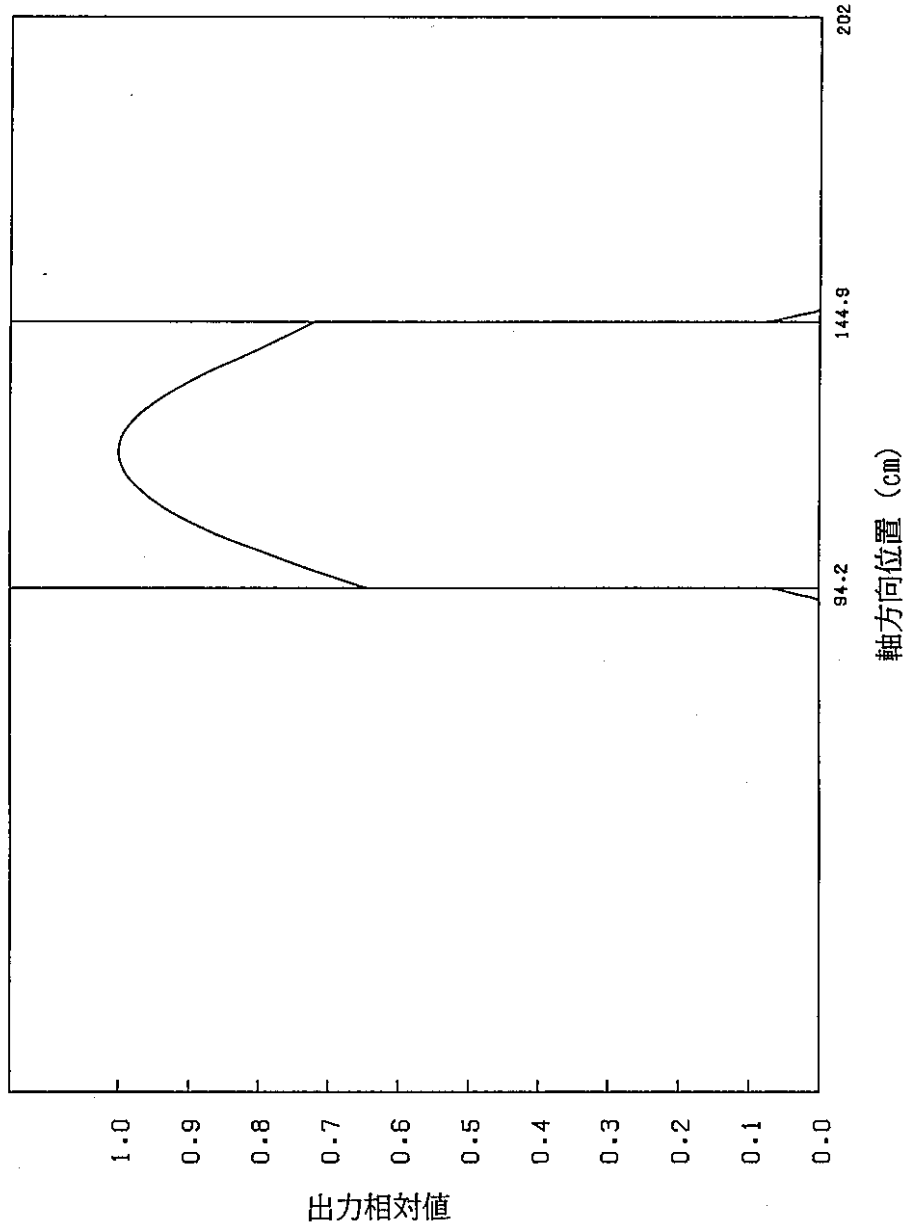
第4.3図 最大線出力（32サイクル）

ﾒｯｼｭ番号	軸方向位置（cm）	出力相対値
2	0.50000E+01	0.00000E+00
3	0.13517E+02	0.00000E+00
4	0.22034E+02	0.00000E+00
5	0.32034E+02	0.00000E+00
6	0.38228E+02	0.00000E+00
7	0.44421E+02	0.00000E+00
8	0.50614E+02	0.00000E+00
9	0.56807E+02	0.00000E+00
10	0.63000E+02	0.00000E+00
11	0.72034E+02	0.00000E+00
12	0.77034E+02	0.00000E+00
13	0.82034E+02	0.00000E+00
14	0.87034E+02	0.00000E+00
15	0.88762E+02	0.00000E+00
16	0.90490E+02	0.29594E-01
17	0.91697E+02	0.68362E-01
17	0.91697E+02	0.56011E+00
18	0.93000E+02	0.58822E+00
19	0.94207E+02	0.61700E+00
20	0.99917E+02	0.76630E+00
21	0.10563E+03	0.89098E+00
22	0.10911E+03	0.93912E+00
23	0.11258E+03	0.97091E+00
24	0.11606E+03	0.99364E+00
25	0.11953E+03	0.10000E+01
26	0.12302E+03	0.99421E+00
27	0.12650E+03	0.97207E+00
28	0.12998E+03	0.93177E+00
29	0.13346E+03	0.88475E+00
30	0.13916E+03	0.77071E+00
31	0.14486E+03	0.62888E+00
32	0.14607E+03	0.60667E+00
33	0.14737E+03	0.58955E+00
33	0.14737E+03	0.69133E-01
34	0.14858E+03	0.29686E-01
35	0.15332E+03	0.00000E+00
36	0.15807E+03	0.00000E+00
37	0.16282E+03	0.00000E+00
38	0.16757E+03	0.00000E+00
39	0.16954E+03	0.00000E+00
40	0.17614E+03	0.00000E+00
41	0.18275E+03	0.00000E+00
42	0.18935E+03	0.00000E+00
43	0.19596E+03	0.00000E+00
44	0.20257E+03	0.00000E+00



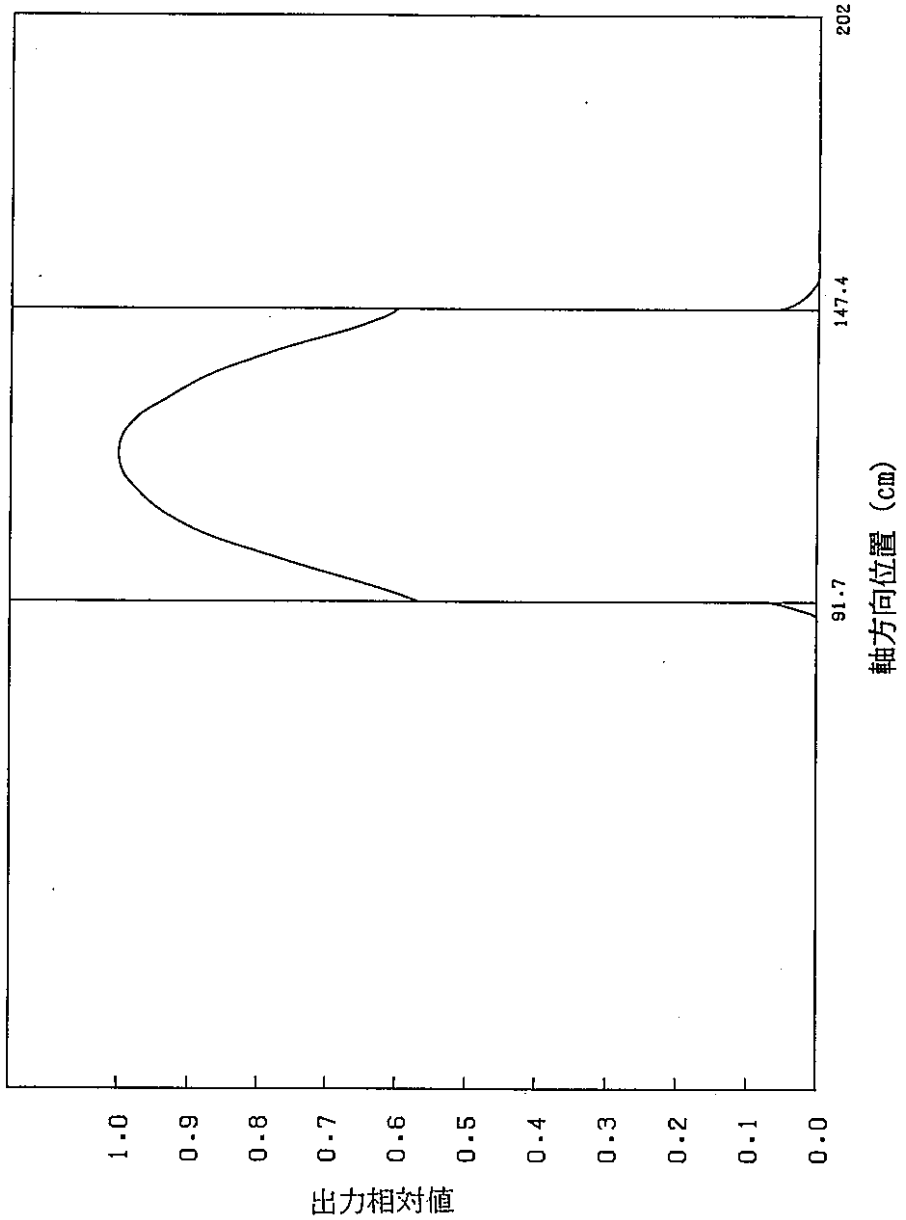
第4.4図　３２サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第０列，ＭＫ－Ⅱ燃料）

ﾒｯｼｭ番号	軸方向位置（cm）	出力相対値
2	0.50000E+01	0.00000E+00
3	0.13517E+02	0.00000E+00
4	0.22034E+02	0.00000E+00
5	0.32034E+02	0.00000E+00
6	0.38228E+02	0.00000E+00
7	0.44421E+02	0.00000E+00
8	0.50614E+02	0.00000E+00
9	0.56807E+02	0.00000E+00
10	0.63000E+02	0.00000E+00
11	0.72034E+02	0.00000E+00
12	0.77034E+02	0.00000E+00
13	0.82034E+02	0.00000E+00
14	0.87034E+02	0.00000E+00
15	0.88762E+02	0.00000E+00
16	0.90490E+02	0.00000E+00
17	0.91697E+02	0.00000E+00
18	0.93000E+02	0.30404E-01
19	0.94207E+02	0.67846E-01
19	0.94207E+02	0.64325E+00
20	0.99917E+02	0.77184E+00
21	0.10563E+03	0.88226E+00
22	0.10911E+03	0.93183E+00
23	0.11258E+03	0.96786E+00
24	0.11606E+03	0.99116E+00
25	0.11953E+03	0.10000E+01
26	0.12302E+03	0.99512E+00
27	0.12650E+03	0.97604E+00
28	0.12998E+03	0.94306E+00
29	0.13346E+03	0.89967E+00
30	0.13916E+03	0.80672E+00
31	0.14486E+03	0.71913E+00
31	0.14486E+03	0.72994E-01
32	0.14607E+03	0.32747E-01
33	0.14737E+03	0.00000E+00
34	0.14858E+03	0.00000E+00
35	0.15332E+03	0.00000E+00
36	0.15807E+03	0.00000E+00
37	0.16282E+03	0.00000E+00
38	0.16757E+03	0.00000E+00
39	0.16954E+03	0.00000E+00
40	0.17614E+03	0.00000E+00
41	0.18275E+03	0.00000E+00
42	0.18935E+03	0.00000E+00
43	0.19596E+03	0.00000E+00
44	0.20257E+03	0.00000E+00



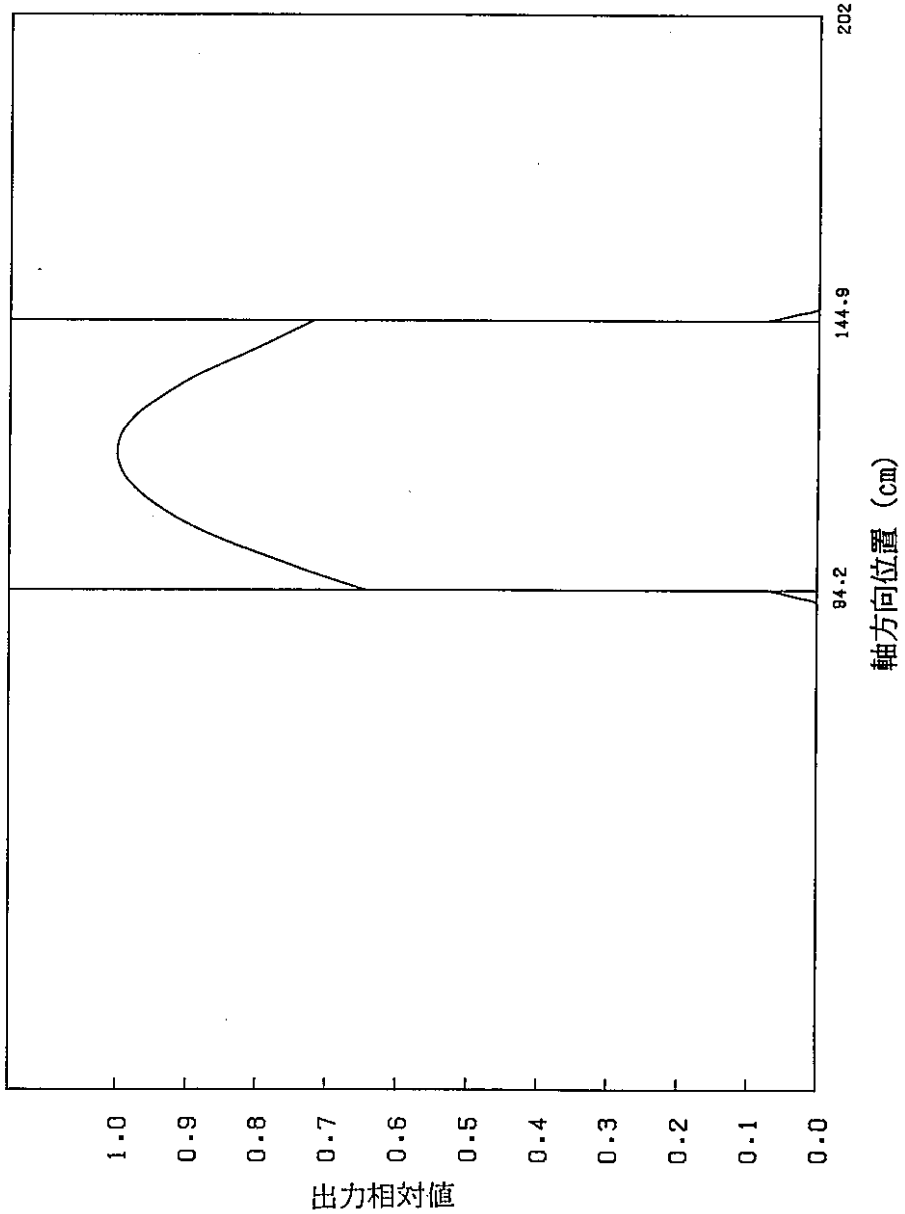
第4.5図　３２サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第４列，ＭＫ－Ⅲ燃料）

ﾒｯｼｭ番号	軸方向位置（cm）	出力相対値
2	0.50000E+01	0.00000E+00
3	0.13517E+02	0.00000E+00
4	0.22034E+02	0.00000E+00
5	0.32034E+02	0.00000E+00
6	0.38228E+02	0.00000E+00
7	0.44421E+02	0.00000E+00
8	0.50614E+02	0.00000E+00
9	0.56807E+02	0.00000E+00
10	0.63000E+02	0.00000E+00
11	0.72034E+02	0.00000E+00
12	0.77034E+02	0.00000E+00
13	0.82034E+02	0.00000E+00
14	0.87034E+02	0.00000E+00
15	0.88762E+02	0.00000E+00
16	0.90490E+02	0.30196E-01
17	0.91697E+02	0.69681E-01
17	0.91697E+02	0.56604E+00
18	0.93000E+02	0.59400E+00
19	0.94207E+02	0.62269E+00
20	0.99917E+02	0.77210E+00
21	0.10563E+03	0.89700E+00
22	0.10911E+03	0.94268E+00
23	0.11258E+03	0.97178E+00
24	0.11606E+03	0.99402E+00
25	0.11953E+03	0.10000E+01
26	0.12302E+03	0.99501E+00
27	0.12650E+03	0.97375E+00
28	0.12998E+03	0.93377E+00
29	0.13346E+03	0.88960E+00
30	0.13916E+03	0.77819E+00
31	0.14486E+03	0.63685E+00
32	0.14607E+03	0.61503E+00
33	0.14737E+03	0.59854E+00
33	0.14737E+03	0.70755E-01
34	0.14858E+03	0.30438E-01
35	0.15332E+03	0.00000E+00
36	0.15807E+03	0.00000E+00
37	0.16282E+03	0.00000E+00
38	0.16757E+03	0.00000E+00
39	0.16954E+03	0.00000E+00
40	0.17614E+03	0.00000E+00
41	0.18275E+03	0.00000E+00
42	0.18935E+03	0.00000E+00
43	0.19596E+03	0.00000E+00
44	0.20257E+03	0.00000E+00



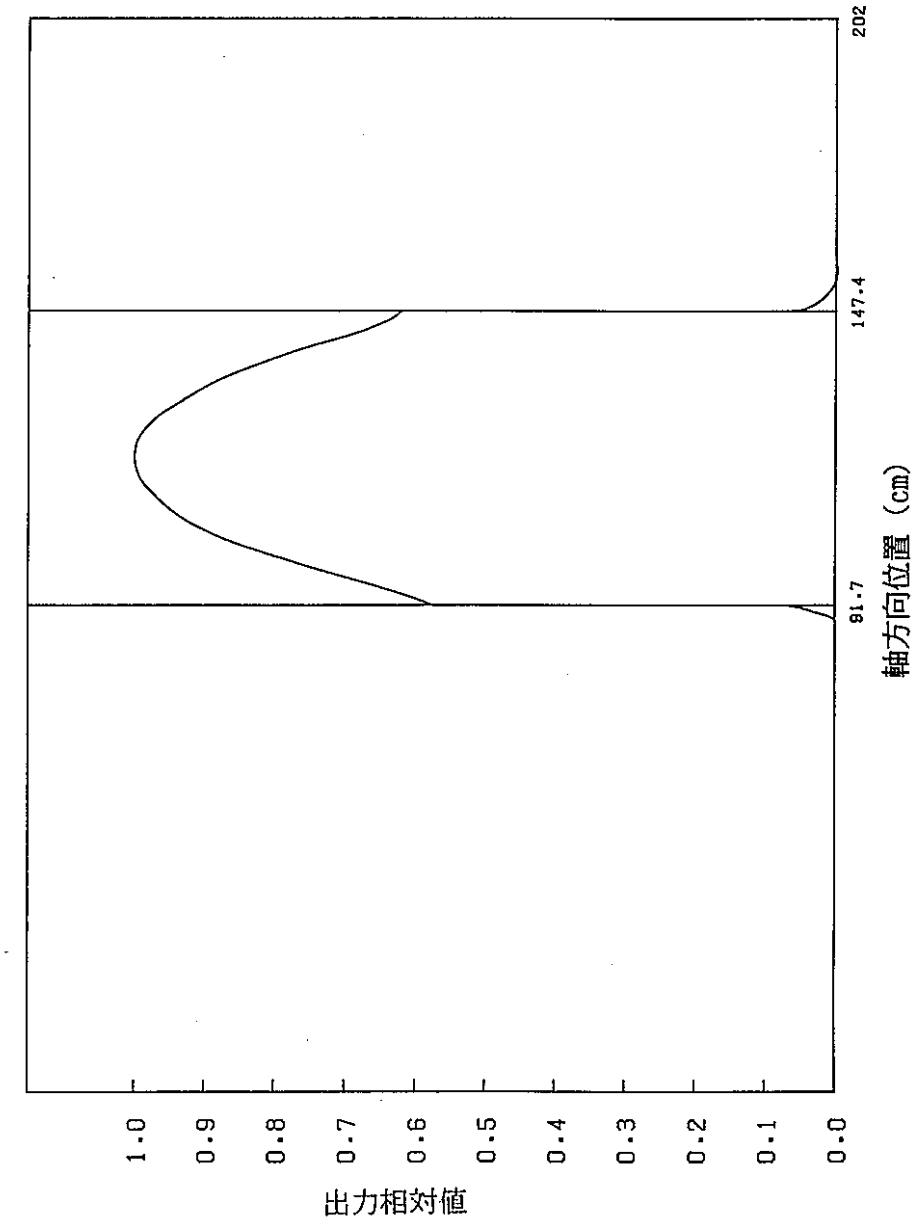
第4.6図　３３サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第０列，ＭＫ－Ⅱ燃料）

ﾒｯｼｭ番号	軸方向位置（cm）	出力相対値
2	0.50000E+01	0.00000E+00
3	0.13517E+02	0.00000E+00
4	0.22034E+02	0.00000E+00
5	0.32034E+02	0.00000E+00
6	0.38228E+02	0.00000E+00
7	0.44421E+02	0.00000E+00
8	0.50614E+02	0.00000E+00
9	0.56807E+02	0.00000E+00
10	0.63000E+02	0.00000E+00
11	0.72034E+02	0.00000E+00
12	0.77034E+02	0.00000E+00
13	0.82034E+02	0.00000E+00
14	0.87034E+02	0.00000E+00
15	0.88762E+02	0.00000E+00
16	0.90490E+02	0.00000E+00
17	0.91697E+02	0.00000E+00
18	0.93000E+02	0.31043E-01
19	0.94207E+02	0.69418E-01
19	0.94207E+02	0.64319E+00
20	0.99917E+02	0.77207E+00
21	0.10563E+03	0.88367E+00
22	0.10911E+03	0.93270E+00
23	0.11258E+03	0.96795E+00
24	0.11606E+03	0.99129E+00
25	0.11953E+03	0.10000E+01
26	0.12302E+03	0.99539E+00
27	0.12650E+03	0.97640E+00
28	0.12998E+03	0.94299E+00
29	0.13346E+03	0.89999E+00
30	0.13916E+03	0.80652E+00
31	0.14486E+03	0.71863E+00
31	0.14486E+03	0.74628E-01
32	0.14607E+03	0.33366E-01
33	0.14737E+03	0.00000E+00
34	0.14858E+03	0.00000E+00
35	0.15332E+03	0.00000E+00
36	0.15807E+03	0.00000E+00
37	0.16282E+03	0.00000E+00
38	0.16757E+03	0.00000E+00
39	0.16954E+03	0.00000E+00
40	0.17614E+03	0.00000E+00
41	0.18275E+03	0.00000E+00
42	0.18935E+03	0.00000E+00
43	0.19596E+03	0.00000E+00
44	0.20257E+03	0.00000E+00



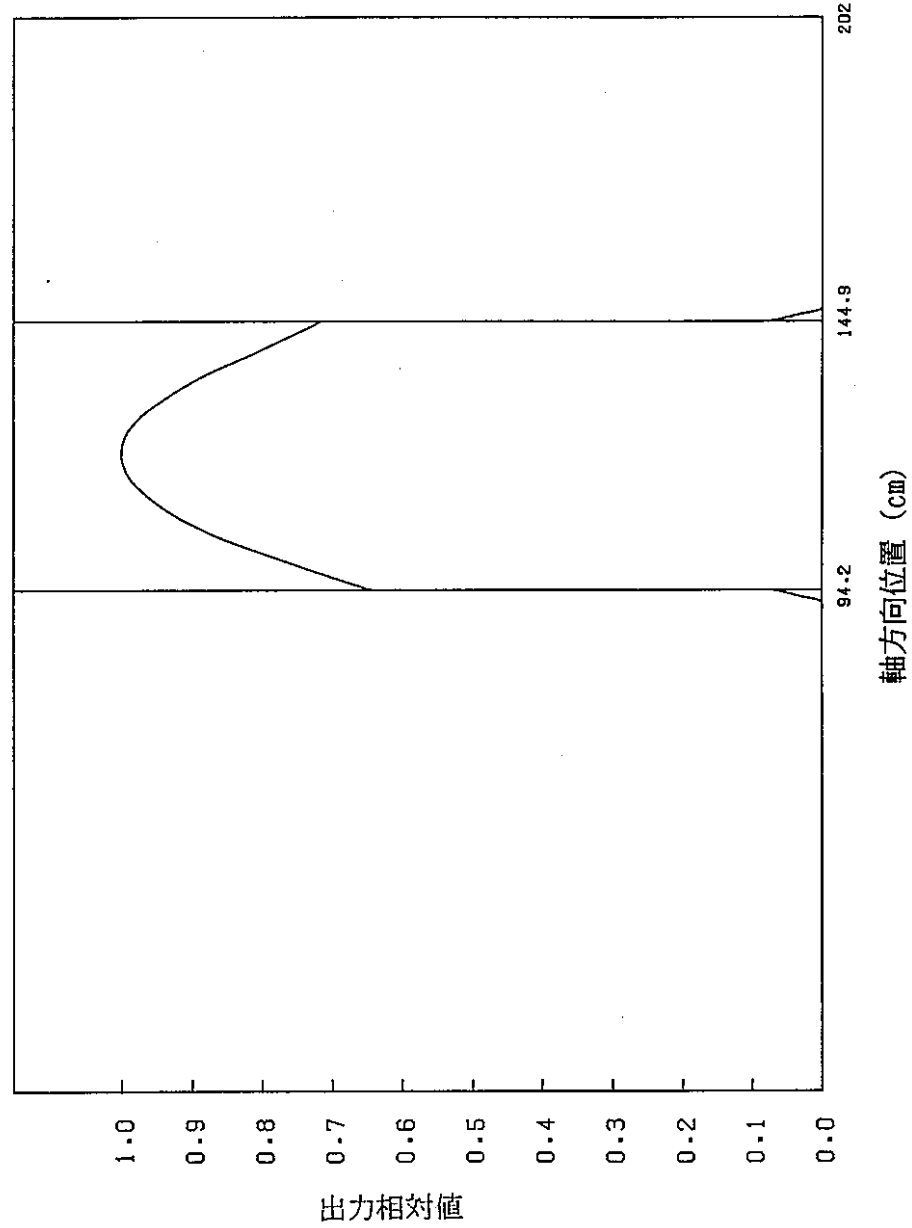
第4.7図　３３サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第４列，ＭＫ－Ⅲ燃料）

ﾒｯｼｭ番号	軸方向位置（cm）	出力相対値
2	0.50000E+01	0.00000E+00
3	0.13517E+02	0.00000E+00
4	0.22034E+02	0.00000E+00
5	0.32034E+02	0.00000E+00
6	0.38228E+02	0.00000E+00
7	0.44421E+02	0.00000E+00
8	0.50614E+02	0.00000E+00
9	0.56807E+02	0.00000E+00
10	0.63000E+02	0.00000E+00
11	0.72034E+02	0.00000E+00
12	0.77034E+02	0.00000E+00
13	0.82034E+02	0.00000E+00
14	0.87034E+02	0.00000E+00
15	0.88762E+02	0.00000E+00
16	0.90490E+02	0.28753E-01
17	0.91697E+02	0.66300E-01
17	0.91697E+02	0.57254E+00
18	0.93000E+02	0.59992E+00
19	0.94207E+02	0.62790E+00
20	0.99917E+02	0.77249E+00
21	0.10563E+03	0.89396E+00
22	0.10911E+03	0.94018E+00
23	0.11258E+03	0.97058E+00
24	0.11606E+03	0.99331E+00
25	0.11953E+03	0.10000E+01
26	0.12302E+03	0.99494E+00
27	0.12650E+03	0.97394E+00
28	0.12998E+03	0.93510E+00
29	0.13346E+03	0.89086E+00
30	0.13916E+03	0.78307E+00
31	0.14486E+03	0.65081E+00
32	0.14607E+03	0.63167E+00
33	0.14737E+03	0.61873E+00
33	0.14737E+03	0.68494E-01
34	0.14858E+03	0.29539E-01
35	0.15332E+03	0.00000E+00
36	0.15807E+03	0.00000E+00
37	0.16282E+03	0.00000E+00
38	0.16757E+03	0.00000E+00
39	0.16954E+03	0.00000E+00
40	0.17614E+03	0.00000E+00
41	0.18275E+03	0.00000E+00
42	0.18935E+03	0.00000E+00
43	0.19596E+03	0.00000E+00
44	0.20257E+03	0.00000E+00



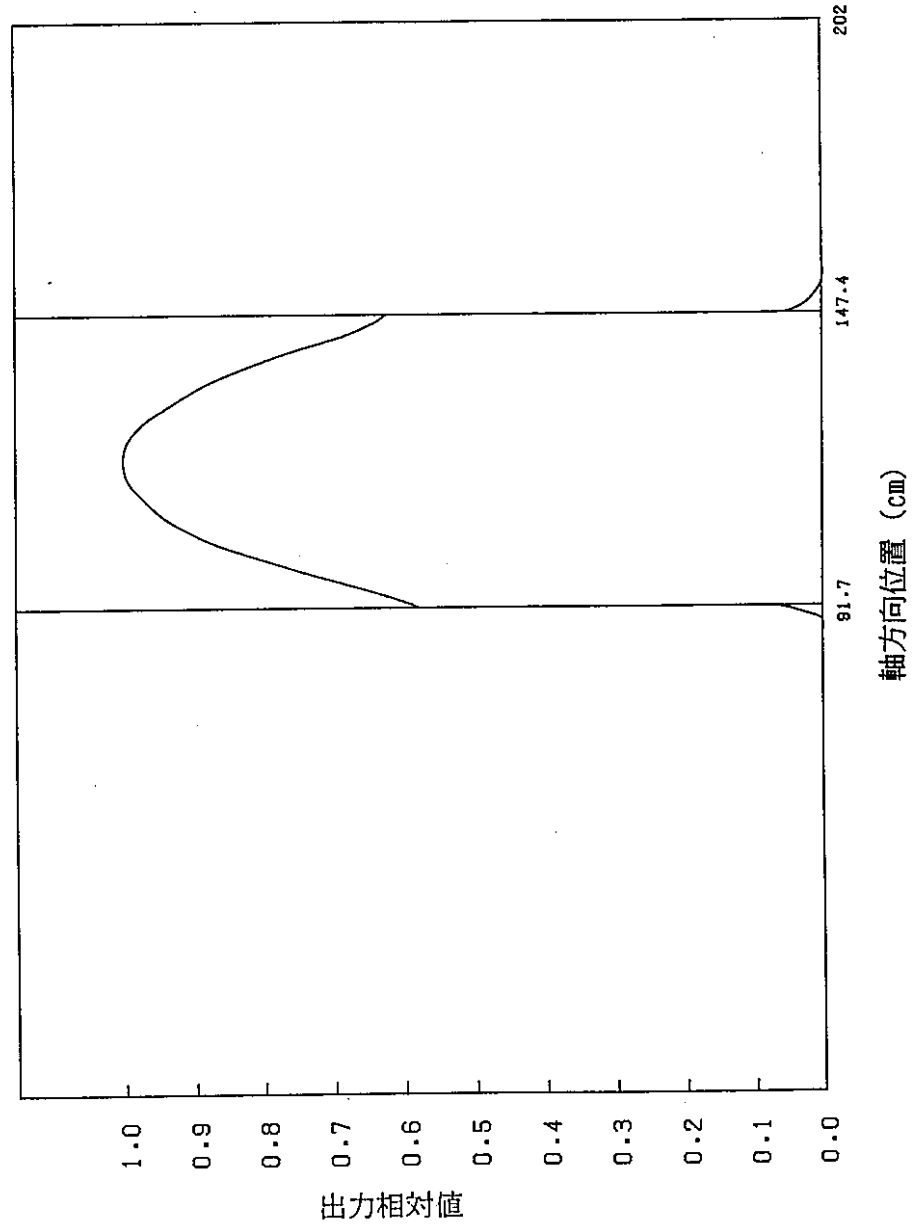
第4.8図　　３４サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第１列，ＭＫ－Ⅱ燃料）

ﾒｯｼｭ番号	軸方向位置（cm）	出力相対値
2	0.50000E+01	0.00000E+00
3	0.13517E+02	0.00000E+00
4	0.22034E+02	0.00000E+00
5	0.32034E+02	0.00000E+00
6	0.38228E+02	0.00000E+00
7	0.44421E+02	0.00000E+00
8	0.50614E+02	0.00000E+00
9	0.56807E+02	0.00000E+00
10	0.63000E+02	0.00000E+00
11	0.72034E+02	0.00000E+00
12	0.77034E+02	0.00000E+00
13	0.82034E+02	0.00000E+00
14	0.87034E+02	0.00000E+00
15	0.88762E+02	0.00000E+00
16	0.90490E+02	0.00000E+00
17	0.91697E+02	0.00000E+00
18	0.93000E+02	0.31896E-01
19	0.94207E+02	0.71416E-01
19	0.94207E+02	0.64129E+00
20	0.99917E+02	0.77196E+00
21	0.10563E+03	0.88534E+00
22	0.10911E+03	0.93389E+00
23	0.11258E+03	0.96829E+00
24	0.11606E+03	0.99156E+00
25	0.11953E+03	0.10000E+01
26	0.12302E+03	0.99557E+00
27	0.12650E+03	0.97656E+00
28	0.12998E+03	0.94251E+00
29	0.13346E+03	0.89961E+00
30	0.13916E+03	0.80455E+00
31	0.14486E+03	0.71331E+00
31	0.14486E+03	0.76431E-01
32	0.14607E+03	0.34081E-01
33	0.14737E+03	0.00000E+00
34	0.14858E+03	0.00000E+00
35	0.15332E+03	0.00000E+00
36	0.15807E+03	0.00000E+00
37	0.16282E+03	0.00000E+00
38	0.16757E+03	0.00000E+00
39	0.16954E+03	0.00000E+00
40	0.17614E+03	0.00000E+00
41	0.18275E+03	0.00000E+00
42	0.18935E+03	0.00000E+00
43	0.19596E+03	0.00000E+00
44	0.20257E+03	0.00000E+00



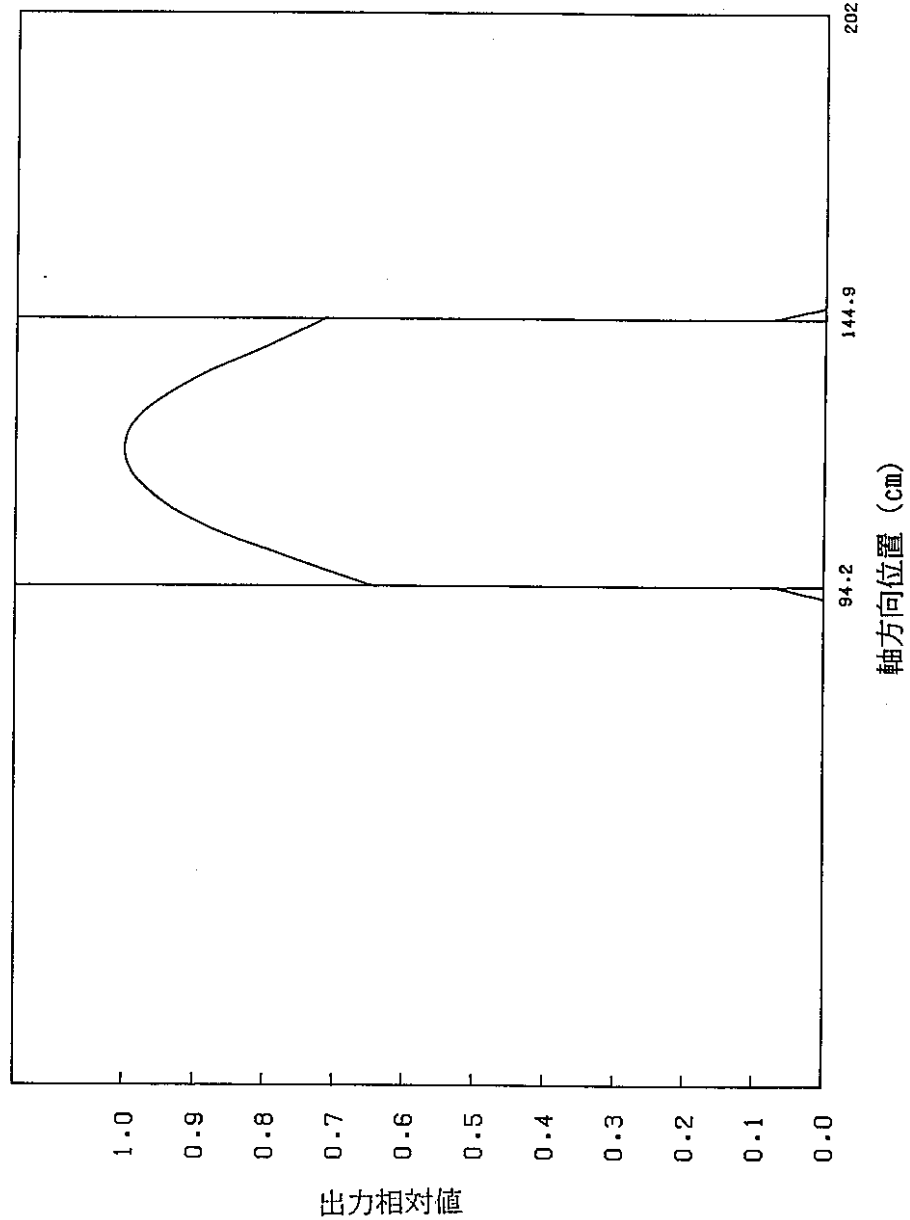
第4.9図　　３４サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第４列，ＭＫ－Ⅲ燃料）

ﾒｯｼｭ番号	軸方向位置（cm）	出力相対値
2	0.50000E+01	0.00000E+00
3	0.13517E+02	0.00000E+00
4	0.22034E+02	0.00000E+00
5	0.32034E+02	0.00000E+00
6	0.38228E+02	0.00000E+00
7	0.44421E+02	0.00000E+00
8	0.50614E+02	0.00000E+00
9	0.56807E+02	0.00000E+00
10	0.63000E+02	0.00000E+00
11	0.72034E+02	0.00000E+00
12	0.77034E+02	0.00000E+00
13	0.82034E+02	0.00000E+00
14	0.87034E+02	0.00000E+00
15	0.88762E+02	0.00000E+00
16	0.90490E+02	0.28962E-01
17	0.91697E+02	0.66728E-01
17	0.91697E+02	0.57488E+00
18	0.93000E+02	0.60208E+00
19	0.94207E+02	0.62993E+00
20	0.99917E+02	0.77444E+00
21	0.10563E+03	0.89610E+00
22	0.10911E+03	0.94134E+00
23	0.11258E+03	0.97065E+00
24	0.11606E+03	0.99334E+00
25	0.11953E+03	0.10000E+01
26	0.12302E+03	0.99531E+00
27	0.12650E+03	0.97466E+00
28	0.12998E+03	0.93584E+00
29	0.13346E+03	0.89276E+00
30	0.13916E+03	0.78601E+00
31	0.14486E+03	0.65413E+00
32	0.14607E+03	0.63529E+00
33	0.14737E+03	0.62283E+00
33	0.14737E+03	0.69086E-01
34	0.14858E+03	0.29835E-01
35	0.15332E+03	0.00000E+00
36	0.15807E+03	0.00000E+00
37	0.16282E+03	0.00000E+00
38	0.16757E+03	0.00000E+00
39	0.16954E+03	0.00000E+00
40	0.17614E+03	0.00000E+00
41	0.18275E+03	0.00000E+00
42	0.18935E+03	0.00000E+00
43	0.19596E+03	0.00000E+00
44	0.20257E+03	0.00000E+00



第4.10図　３５サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第１列，ＭＫ－Ⅱ燃料）

ﾒｯｼｭ番号	軸方向位置（cm）	出力相対値
2	0.50000E+01	0.00000E+00
3	0.13517E+02	0.00000E+00
4	0.22034E+02	0.00000E+00
5	0.32034E+02	0.00000E+00
6	0.38228E+02	0.00000E+00
7	0.44421E+02	0.00000E+00
8	0.50614E+02	0.00000E+00
9	0.56807E+02	0.00000E+00
10	0.63000E+02	0.00000E+00
11	0.72034E+02	0.00000E+00
12	0.77034E+02	0.00000E+00
13	0.82034E+02	0.00000E+00
14	0.87034E+02	0.00000E+00
15	0.88762E+02	0.00000E+00
16	0.90490E+02	0.00000E+00
17	0.91697E+02	0.00000E+00
18	0.93000E+02	0.32188E-01
19	0.94207E+02	0.72299E-01
19	0.94207E+02	0.64120E+00
20	0.99917E+02	0.77193E+00
21	0.10563E+03	0.88652E+00
22	0.10911E+03	0.93464E+00
23	0.11258E+03	0.96835E+00
24	0.11606E+03	0.99169E+00
25	0.11953E+03	0.10000E+01
26	0.12302E+03	0.99579E+00
27	0.12650E+03	0.97682E+00
28	0.12998E+03	0.94228E+00
29	0.13346E+03	0.89970E+00
30	0.13916E+03	0.80416E+00
31	0.14486E+03	0.71358E+00
31	0.14486E+03	0.77329E-01
32	0.14607E+03	0.34331E-01
33	0.14737E+03	0.00000E+00
34	0.14858E+03	0.00000E+00
35	0.15332E+03	0.00000E+00
36	0.15807E+03	0.00000E+00
37	0.16282E+03	0.00000E+00
38	0.16757E+03	0.00000E+00
39	0.16954E+03	0.00000E+00
40	0.17614E+03	0.00000E+00
41	0.18275E+03	0.00000E+00
42	0.18935E+03	0.00000E+00
43	0.19596E+03	0.00000E+00
44	0.20257E+03	0.00000E+00



第4.11図　　３５サイクル初期の軸方向出力分布（炉心第４列，ＭＫ－Ⅲ燃料）

5. 中性子束分布，最大中性子束

5.1 中性子束分布

３２～３５サイクル末期の２次元ＲＺ体系の中性子束分布を第5.1図～第5.16図に示す。

5.2 最大中性子束

３２サイクル及び３５サイクルのサイクル初期および末期の最大中性子束を第5.1表～第5.4表に示す。ただし，高速中性子は 0.1MeV 以上とする。

第5.1表　各列の最大中性子束（３２サイクル初期）（n／㎠s）

集合体列 エネルギ群	0	1	2	3	4	5
1	6.58E+14	6.47E+14	5.93E+14	5.06E+14	4.08E+14	3.37E+14
2	1.17E+15	1.15E+15	1.06E+15	9.16E+14	7.68E+14	6.25E+14
3	1.59E+15	1.57E+15	1.46E+15	1.27E+15	1.10E+15	9.03E+14
4	9.80E+14	9.68E+14	9.21E+14	8.11E+14	7.29E+14	6.27E+14
5	1.38E+14	1.37E+14	1.36E+14	1.26E+14	1.21E+14	1.09E+14
6	7.22E+12	7.29E+12	8.10E+12	9.33E+12	1.13E+13	1.52E+13
7	3.88E+ 9	3.96E+ 9	5.26E+ 9	1.39E+10	8.10E+10	5.74E+11
高速群 （E≧0.1MeV）	3.26E+15	3.21E+15	2.98E+15	2.57E+15	2.17E+15	1.78E+15
全　群	4.54E+15	4.48E+15	4.18E+15	3.64E+15	3.14E+15	2.62E+15

制御棒全引抜き状態。計算方法は，２次元ＸＹ三角メッシュ計算。

最大発熱位置＊　(24,41)　(24,42)　(26,38)　(20,35)　(29,46)　(30,32)

＊ TRIANGLE のメッシュ番号

但し，第５列にはＣ／Ｅ値の補正として1.039 倍した。また軸方向のピーキングの補正として1.004 倍した。

第5.2表　各列の最大中性子束（３２サイクル末期）（n／cm²s）

集合体列 エネルギ群	0	1	2	3	4	5
1	6.62E+14	6.52E+14	5.99E+14	5.12E+14	4.14E+14	3.43E+14
2	1.18E+15	1.16E+15	1.08E+15	9.31E+14	7.83E+14	6.38E+14
3	1.63E+15	1.60E+15	1.50E+15	1.30E+15	1.12E+15	9.25E+14
4	1.01E+15	9.98E+14	9.49E+14	8.35E+14	7.51E+14	6.45E+14
5	1.45E+14	1.43E+14	1.42E+14	1.31E+14	1.26E+14	1.13E+14
6	7.68E+12	7.76E+12	8.59E+12	9.86E+12	1.19E+13	1.59E+13
7	4.03E+ 9	4.12E+ 9	5.52E+ 9	1.47E+10	8.60E+10	6.00E+11
高速群 （E≧0.1MeV）	3.31E+15	3.26E+15	3.03E+15	2.61E+15	2.21E+15	1.82E+15
全　群	4.63E+15	4.57E+15	4.27E+15	3.72E+15	3.21E+15	2.68E+15

制御棒全引抜き状態。計算方法は，２次元ＸＹ三角メッシュ計算。

最大発熱位置*　(24,41)　(24,42)　(26,38)　(20,35)　(29,46)　(30,32)

＊ TRIANGLE のメッシュ番号

但し，第５列にはＣ／Ｅ値の補正として1.039 倍した。また軸方向のピーキングの補正として1.004 倍した。

第5.3表　各列の最大中性子束（３５サイクル初期）（n／cm²s）

集合体列 エネルギ群	0	1	2	3	4	5
1	4.83E+14	5.18E+14	4.95E+14	4.54E+14	4.32E+14	3.61E+14
2	9.71E+14	9.82E+14	9.02E+14	8.40E+14	7.62E+14	6.43E+14
3	1.36E+15	1.37E+15	1.26E+15	1.18E+15	1.06E+15	9.04E+14
4	8.86E+14	8.78E+14	8.02E+14	7.64E+14	6.75E+14	5.98E+14
5	1.59E+14	1.41E+14	1.22E+14	1.21E+14	9.86E+13	9.43E+13
6	1.27E+13	9.52E+12	7.90E+12	8.88E+12	7.51E+12	1.09E+13
7	2.35E+10	8.96E+ 9	5.98E+ 9	1.02E+10	3.17E+10	3.24E+11
高速群 （E≧0.1MeV）	2.68E+15	2.74E+15	2.53E+15	2.36E+15	2.15E+15	1.82E+15
全　群	3.87E+15	3.90E+15	3.59E+15	3.37E+15	3.04E+15	2.61E+15

制御棒全引抜き状態。計算方法は，２次元ＸＹ三角メッシュ計算。

最大発熱位置*　(24,41)　(22,40)　(25,46)　(19,43)　(22,51)　(23,54)

＊ TRIANGLE のメッシュ番号

但し，第５列にはＣ／Ｅ値の補正として1.039 倍した。また軸方向のピーキングの補正として1.004 倍した。

第5.4表　各列の最大中性子束（３５サイクル末期）（n／㎠s）

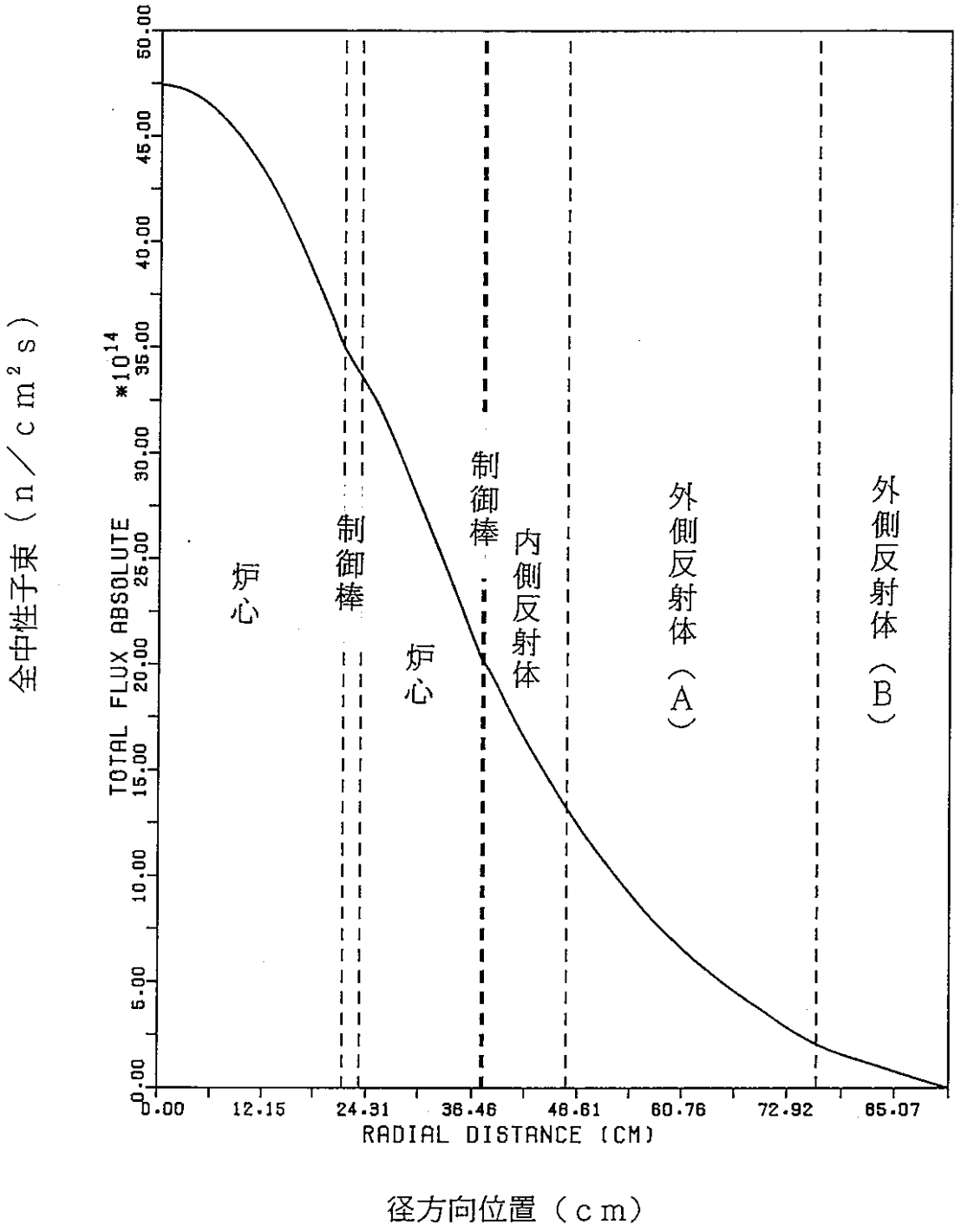
集合体列 エネルギ群	0	1	2	3	4	5
1	4.86E+14	5.21E+14	5.00E+14	4.58E+14	4.37E+14	3.66E+14
2	9.83E+14	9.93E+14	9.15E+14	8.52E+14	7.73E+14	6.54E+14
3	1.39E+15	1.40E+15	1.28E+15	1.20E+15	1.08E+15	9.23E+14
4	9.10E+14	9.02E+14	8.24E+14	7.84E+14	6.93E+14	6.14E+14
5	1.65E+14	1.46E+14	1.27E+14	1.25E+14	1.02E+14	9.76E+13
6	1.34E+13	1.00E+13	8.33E+12	9.33E+12	7.89E+12	1.13E+13
7	2.44E+10	9.34E+ 9	6.28E+ 9	1.07E+10	3.37E+10	3.39E+11
高速群 （E≧0.1MeV）	2.72E+15	2.78E+15	2.57E+15	2.39E+15	2.19E+15	1.85E+15
全　群	3.95E+15	3.97E+15	3.65E+15	3.43E+15	3.09E+15	2.67E+15

制御棒全引抜き状態。計算方法は，２次元ＸＹ三角メッシュ計算。

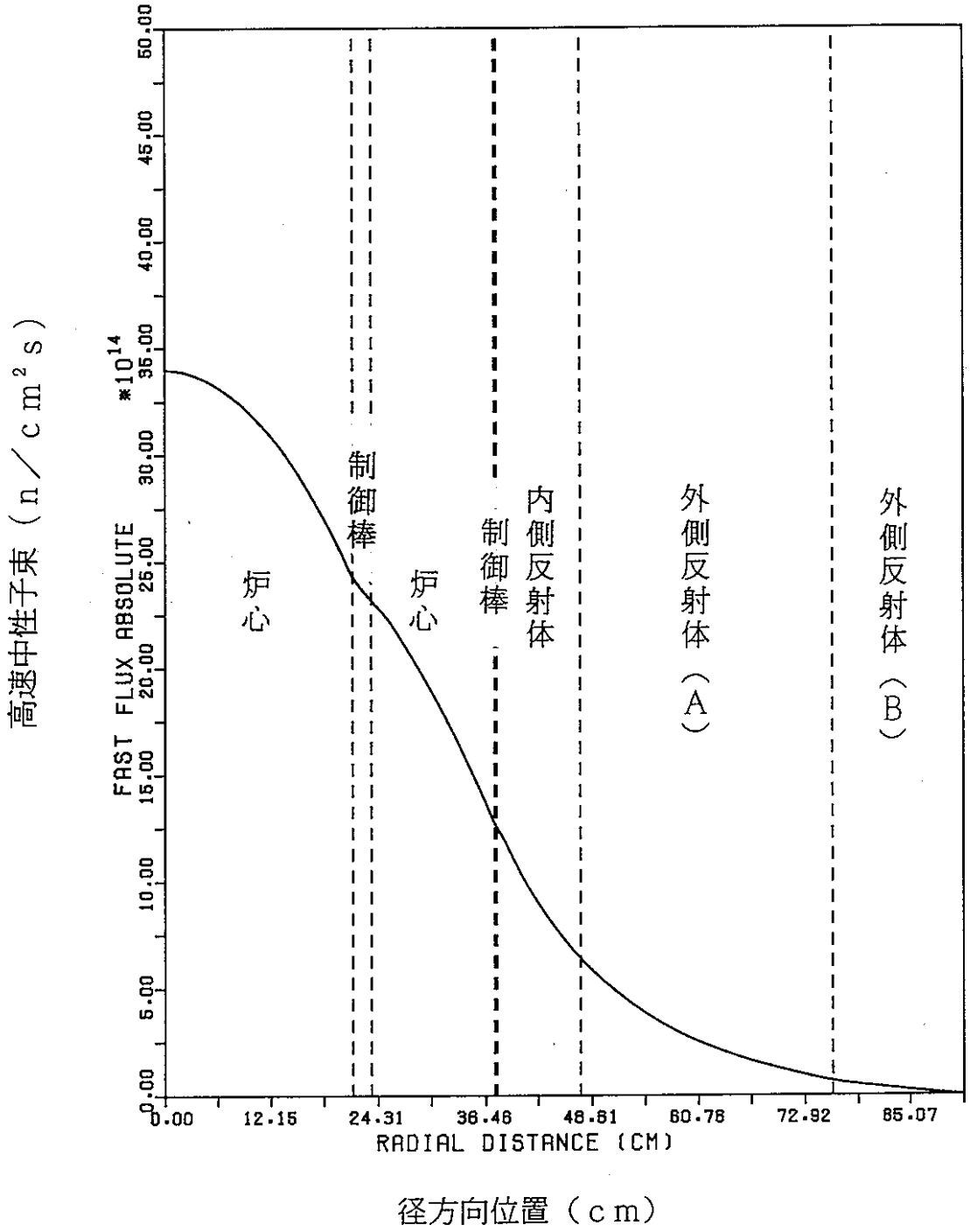
最大発熱位置*　(24,41)　(22,40)　(25,46)　(19,43)　(22,51)　(23,54)

＊ TRIANGLE のメッシュ番号

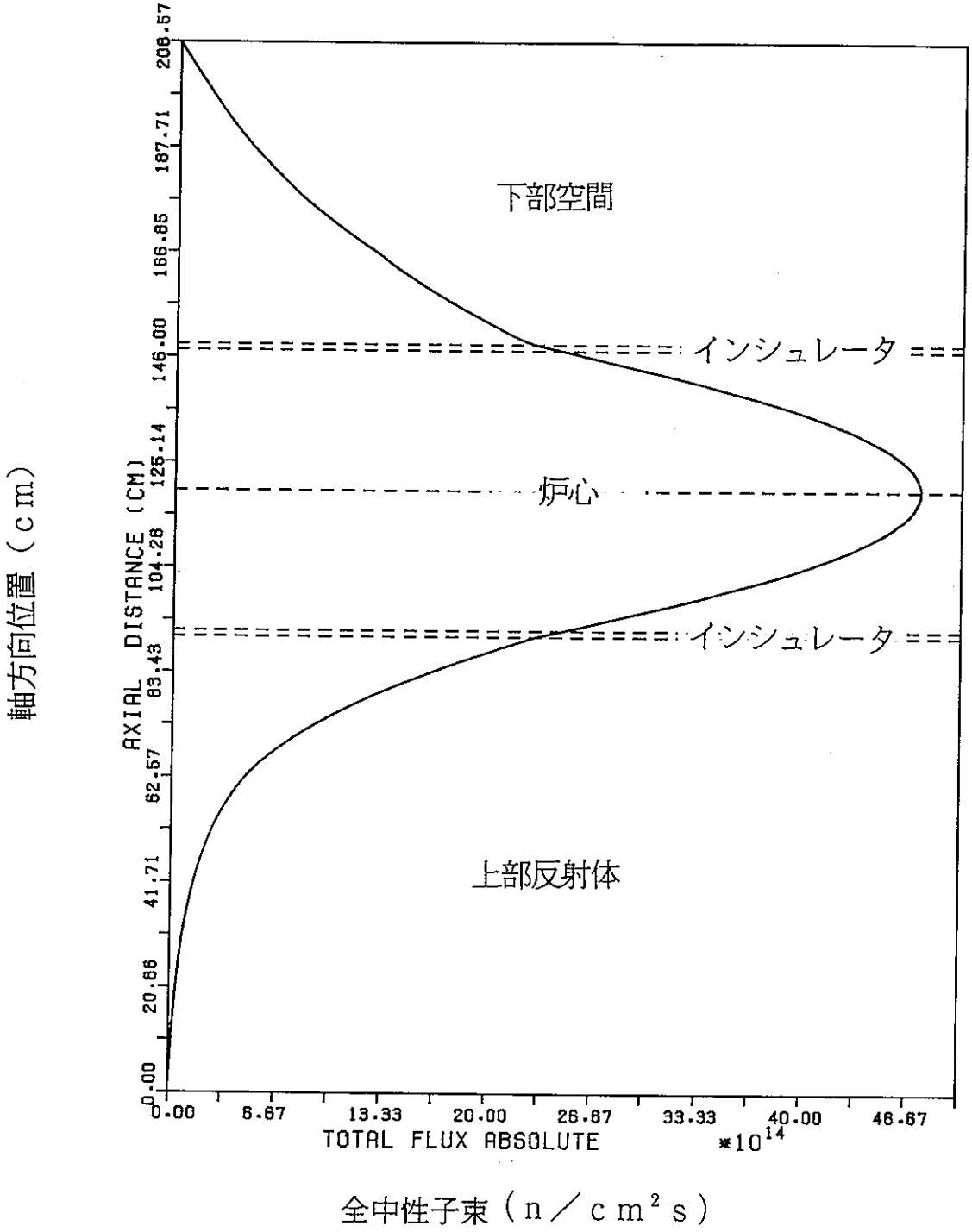
但し，第５列にはＣ／Ｅ値の補正として1.039 倍した。また軸方向のピーキングの補正として1.004 倍した。



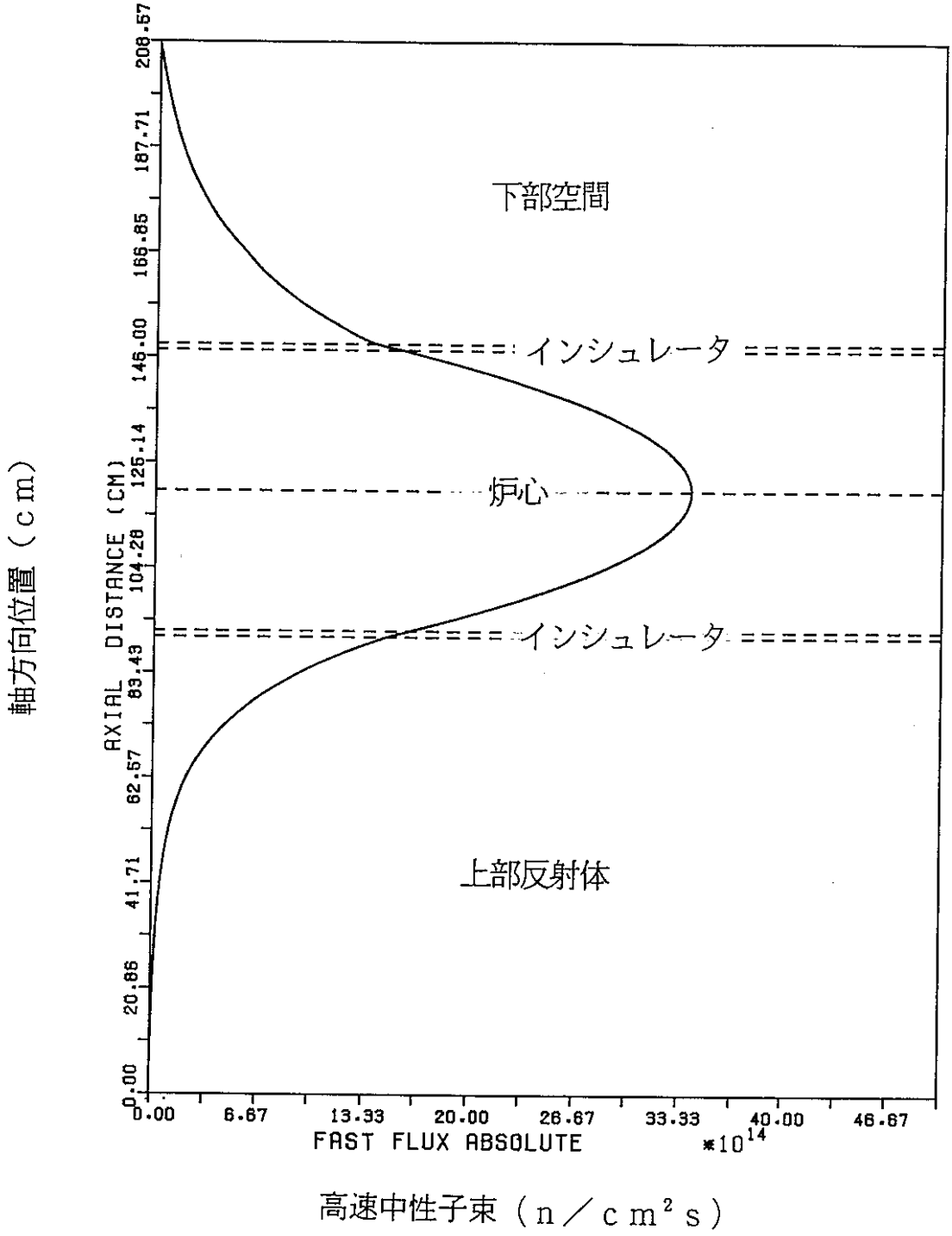
第5.1図　３２サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，全中性子束）



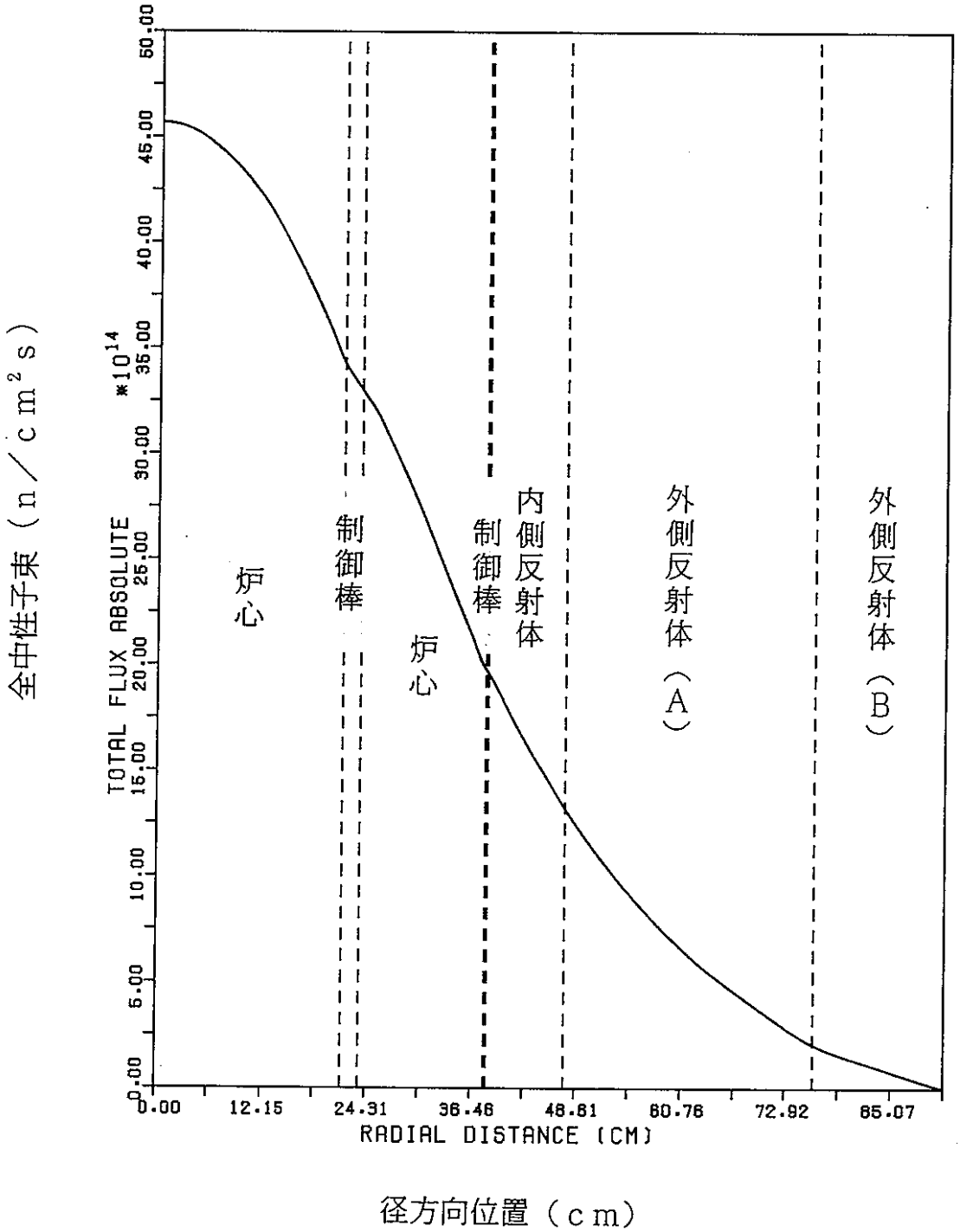
第5.2図　３２サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，高速中性子束）



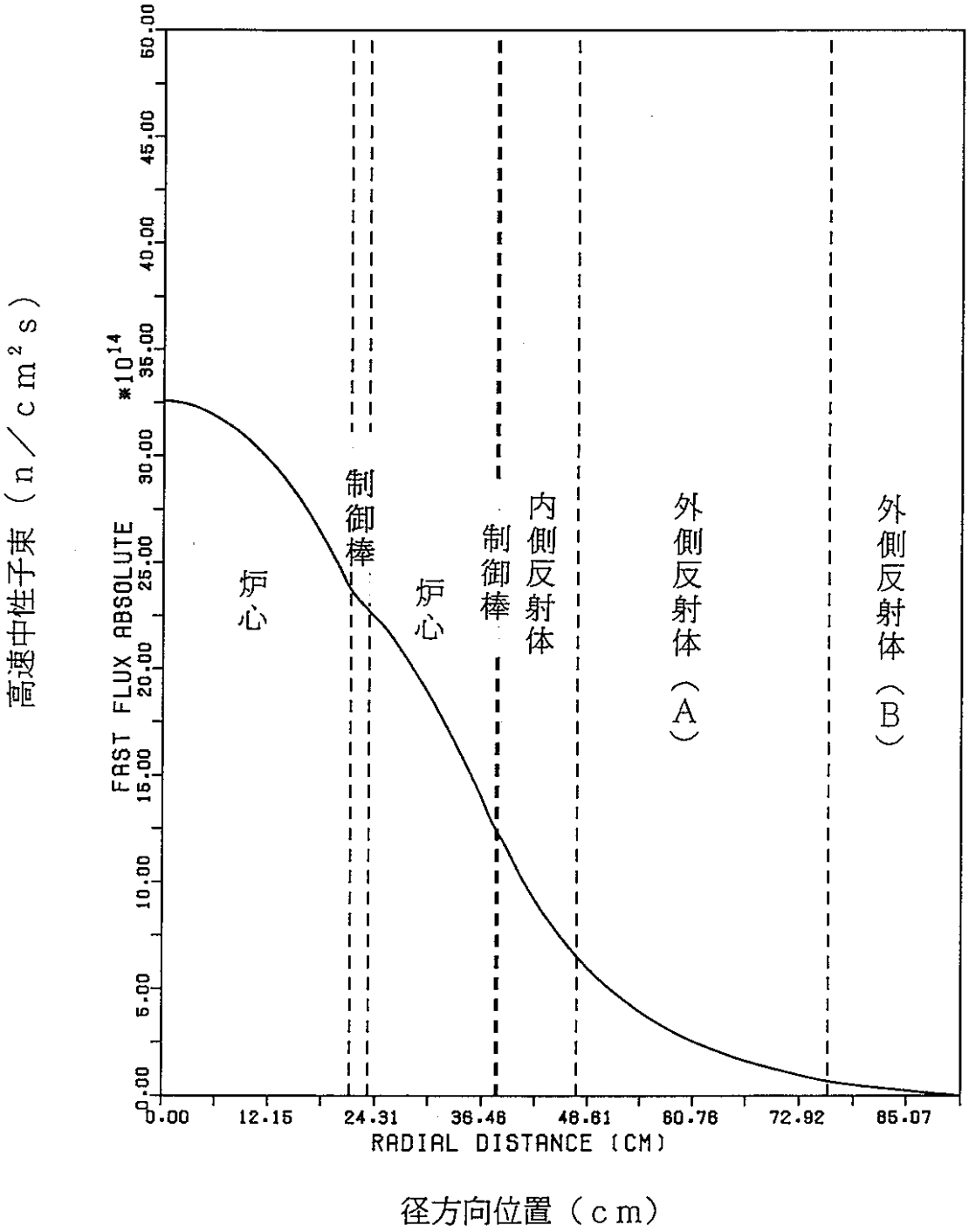
第5.3図　３２サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，全中性子束）



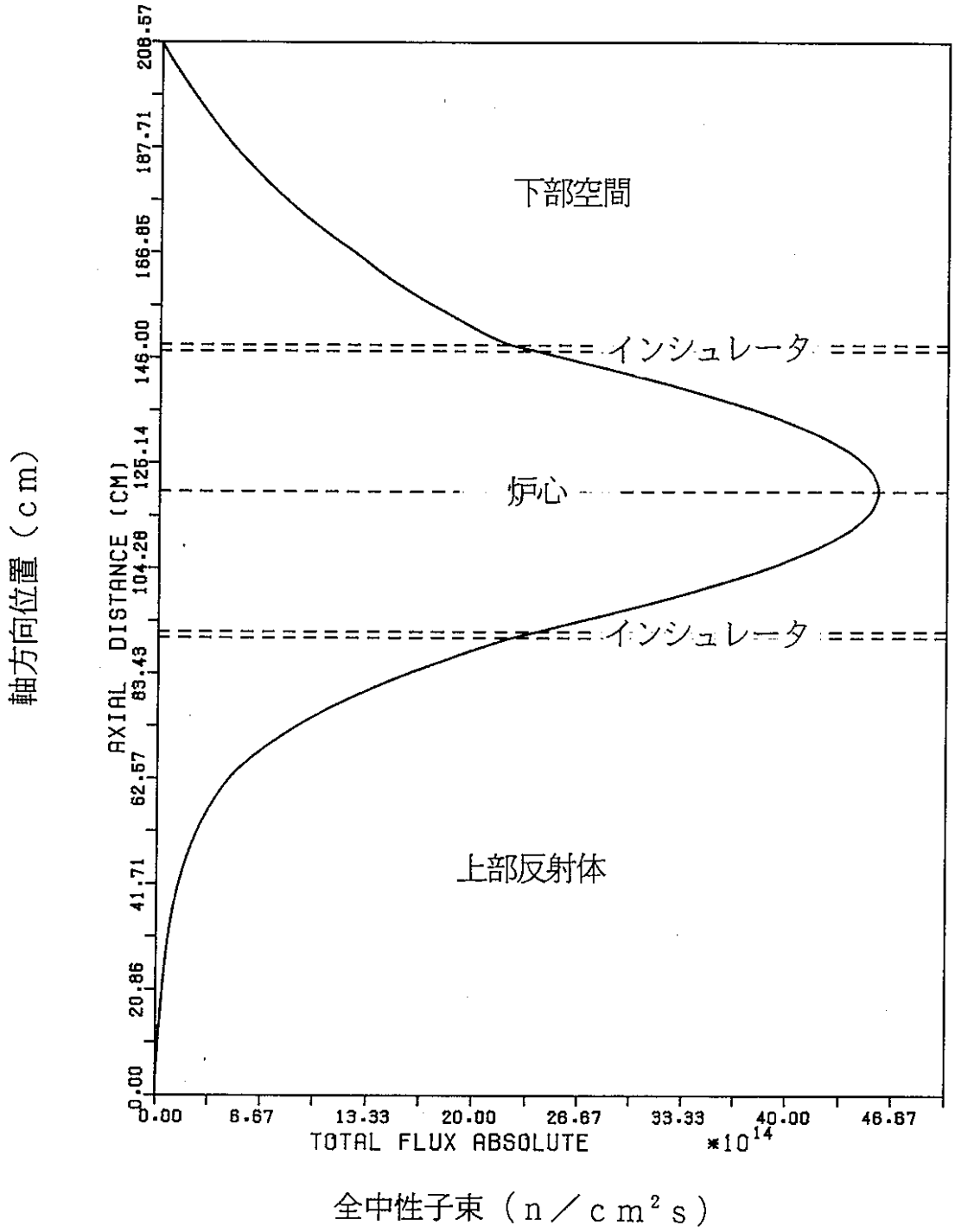
第5.4図　３２サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，高速中性子束）



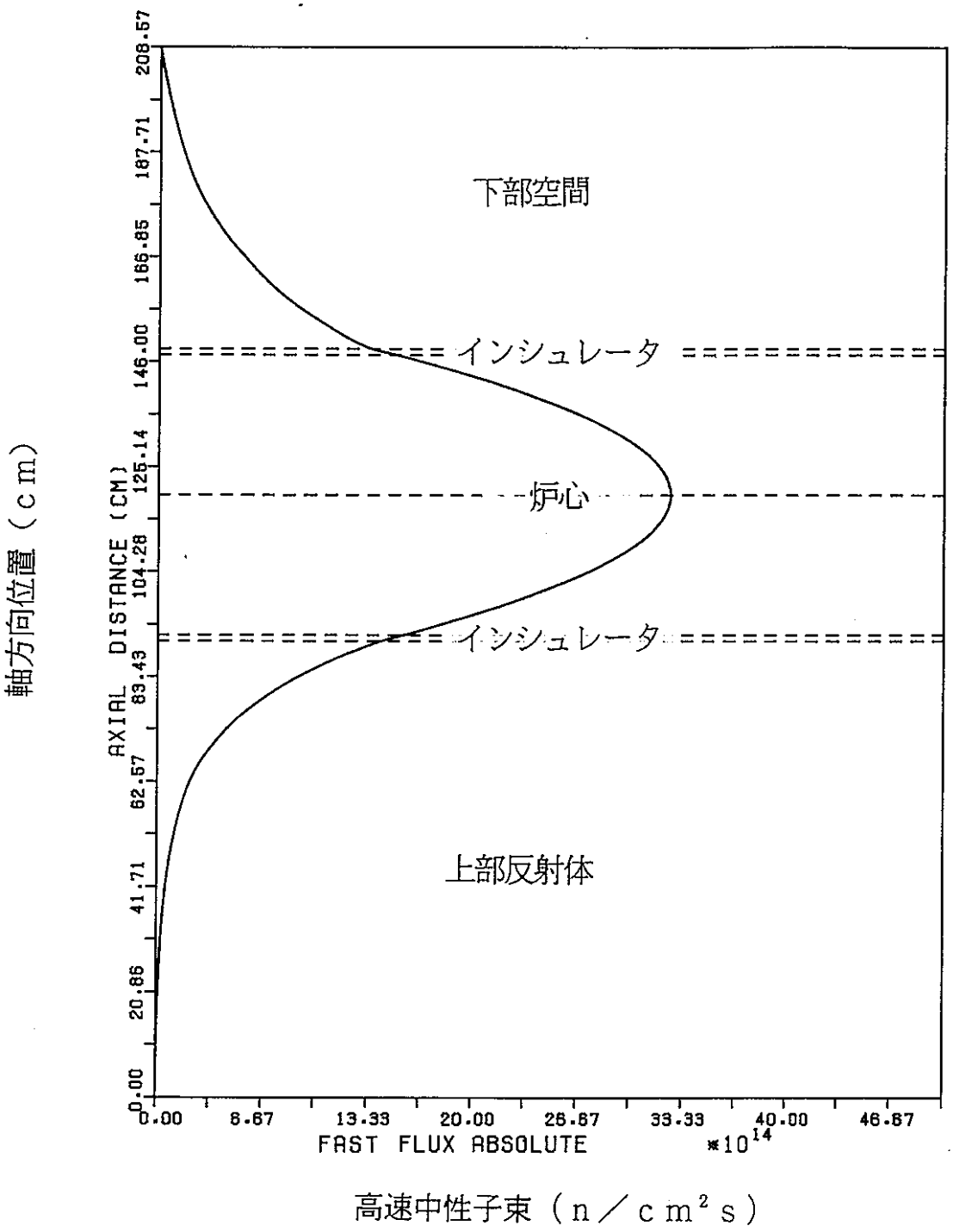
第5.5図　３３サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，全中性子束）



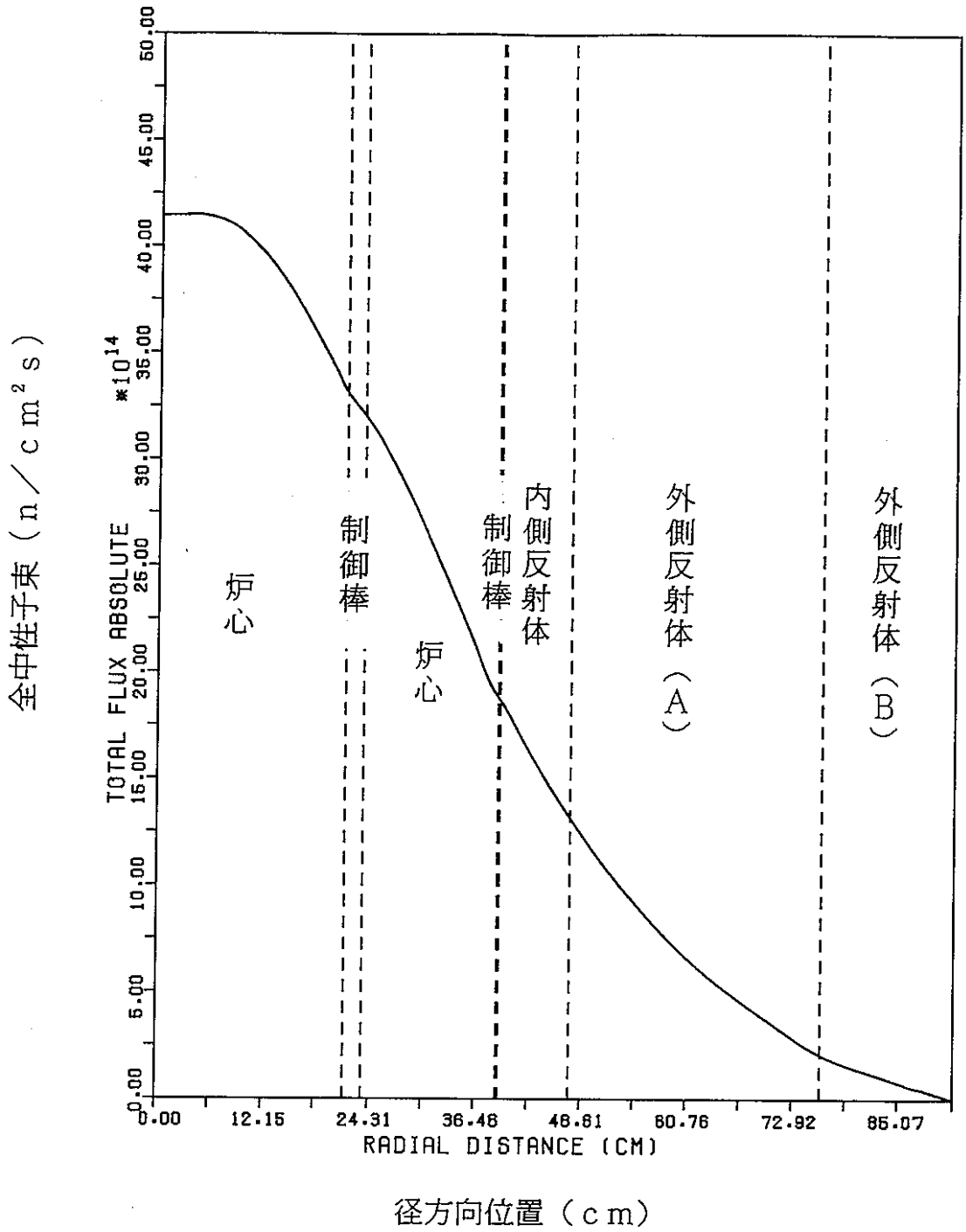
第5.6図　３３サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，高速中性子束）



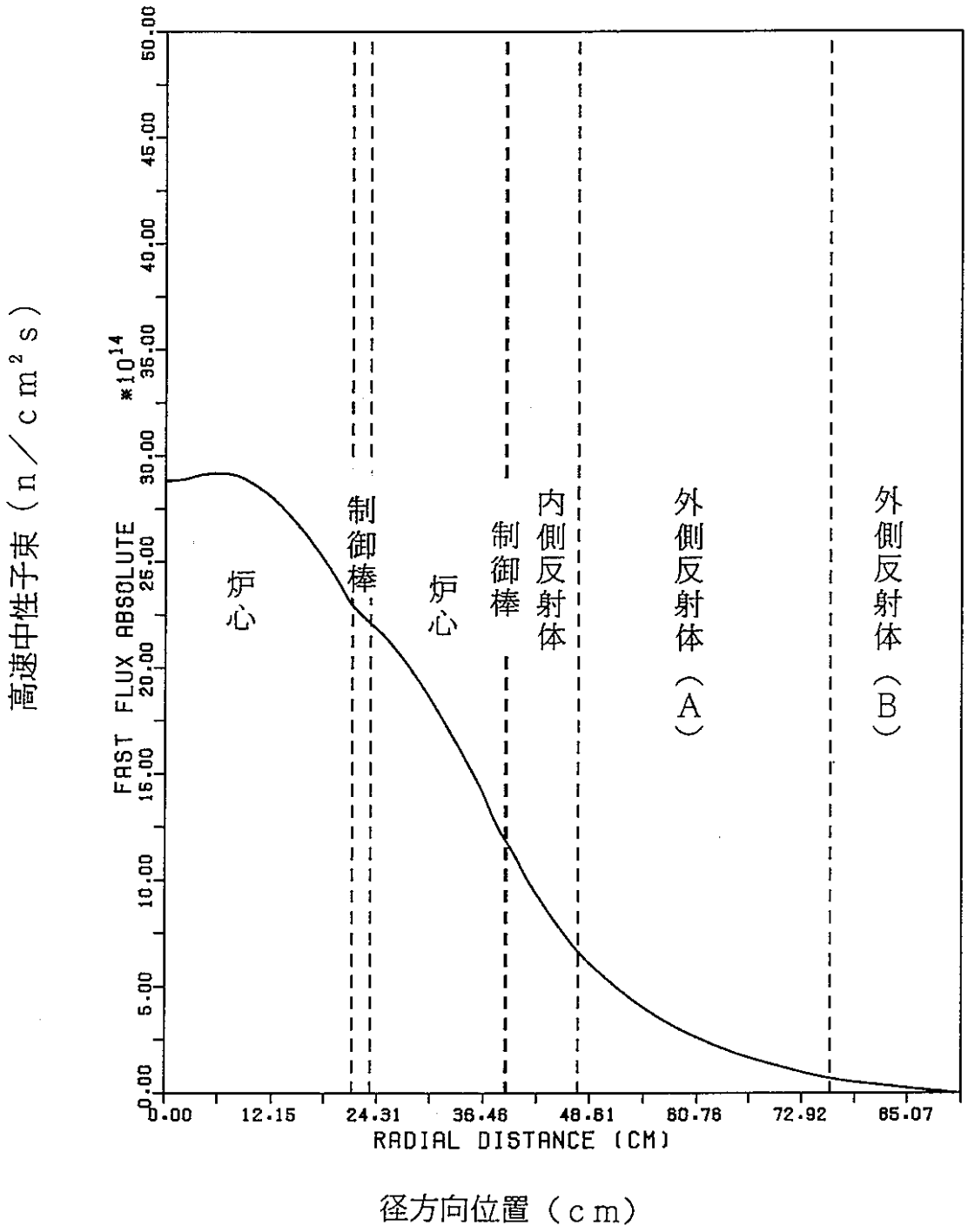
第5.7図　３３サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，全中性子束）



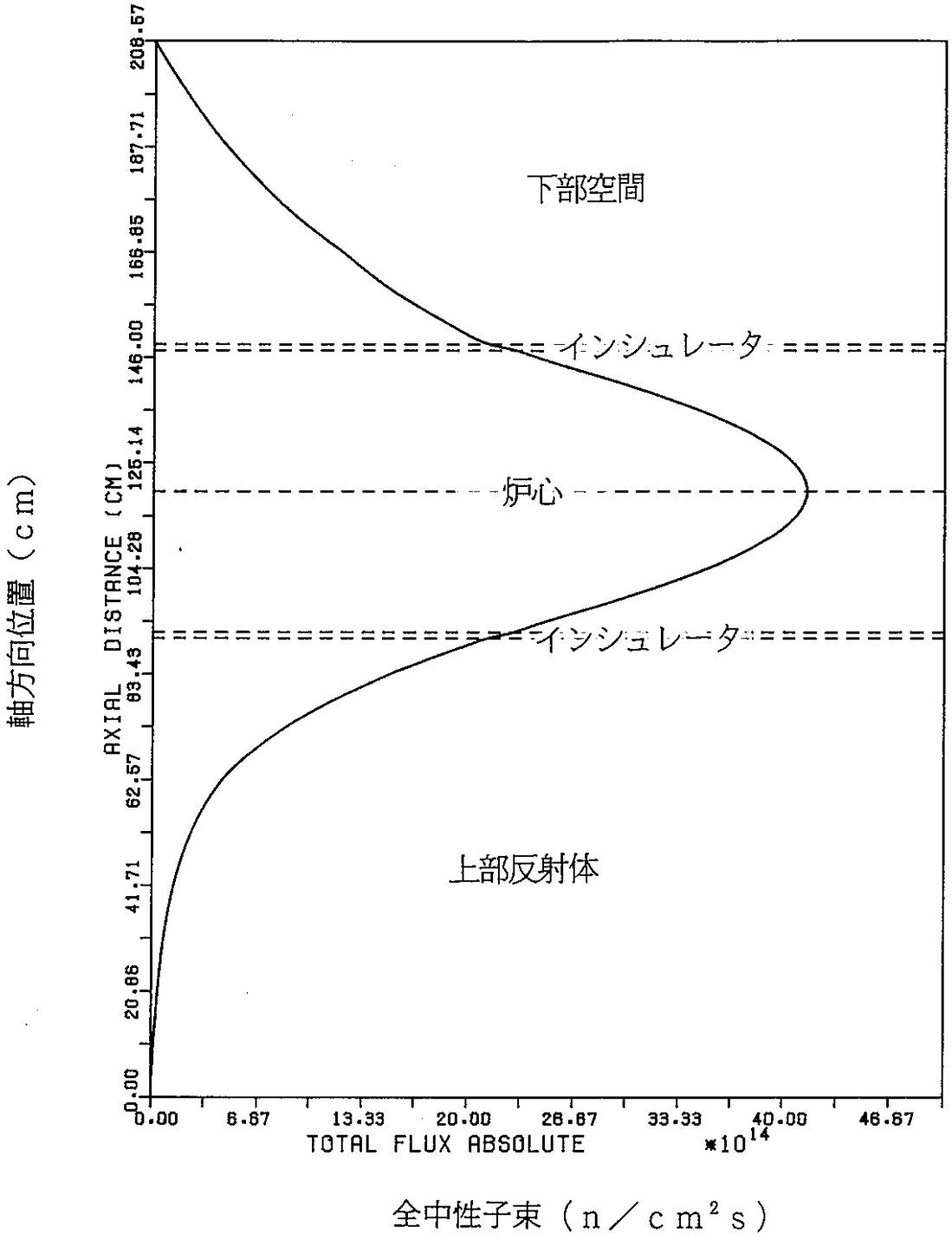
第5.8図　３３サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，高速中性子束）



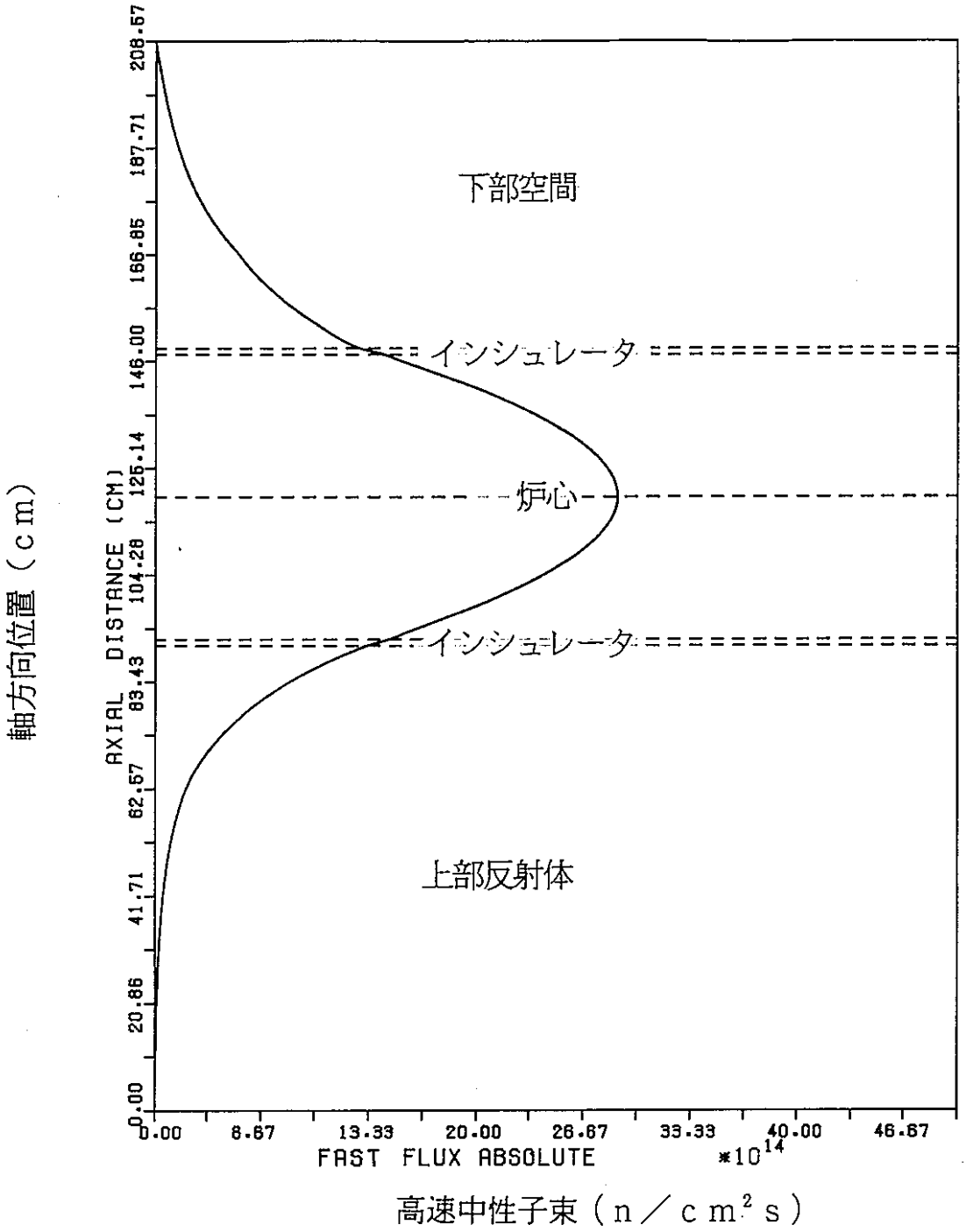
第5.9図　３４サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，全中性子束）



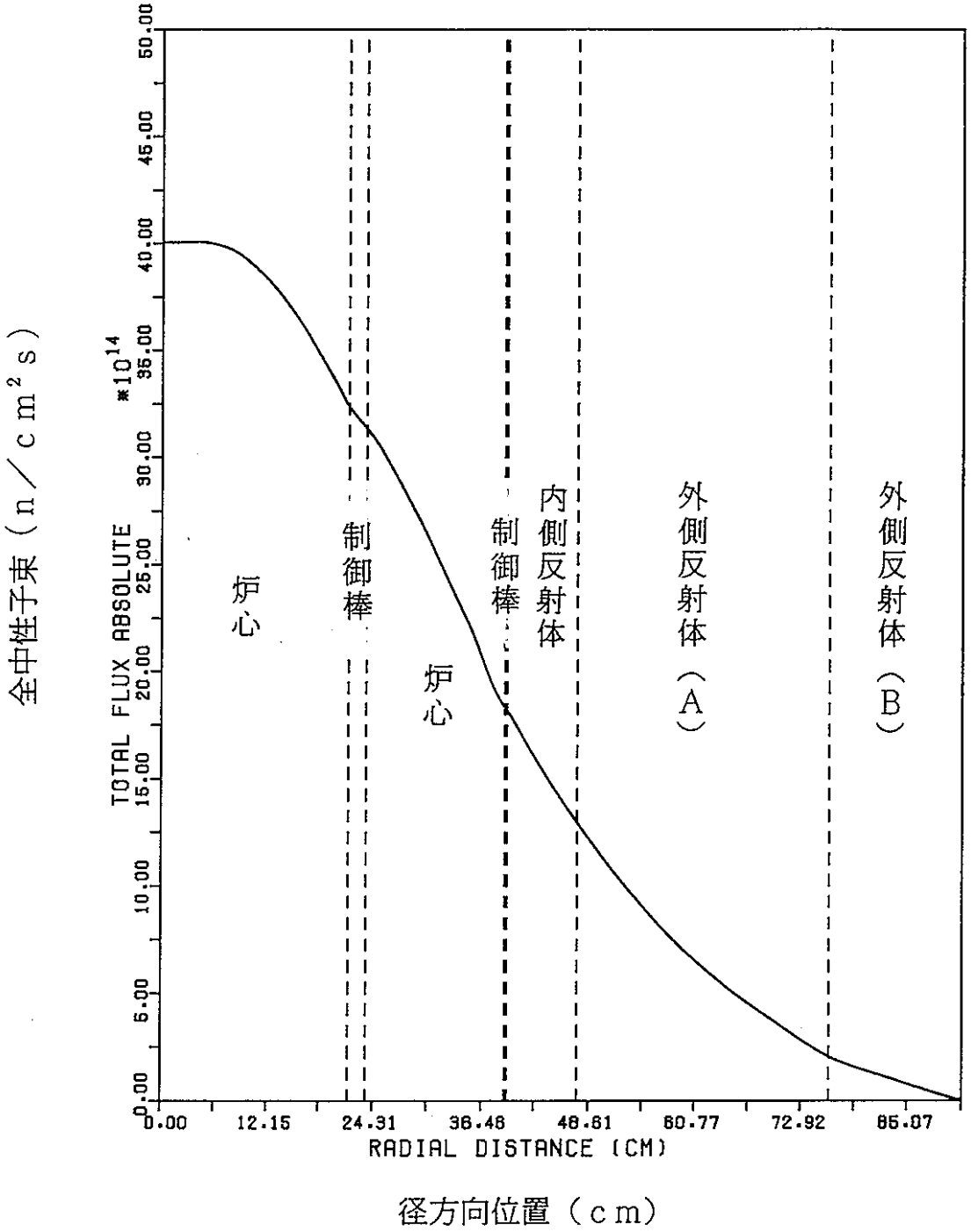
第5.10図　３４サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，高速中性子束）



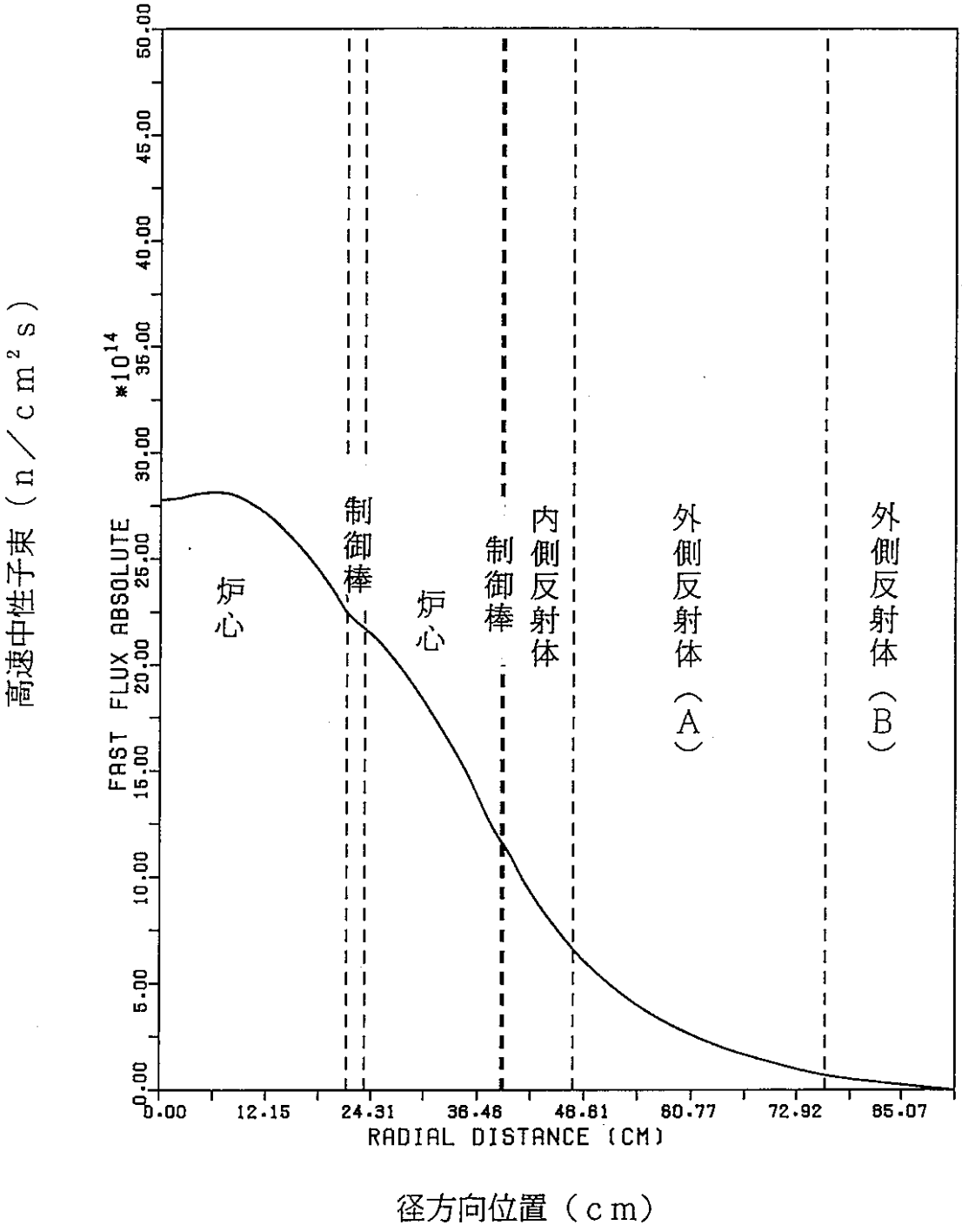
第5.11図　３４サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，全中性子束）



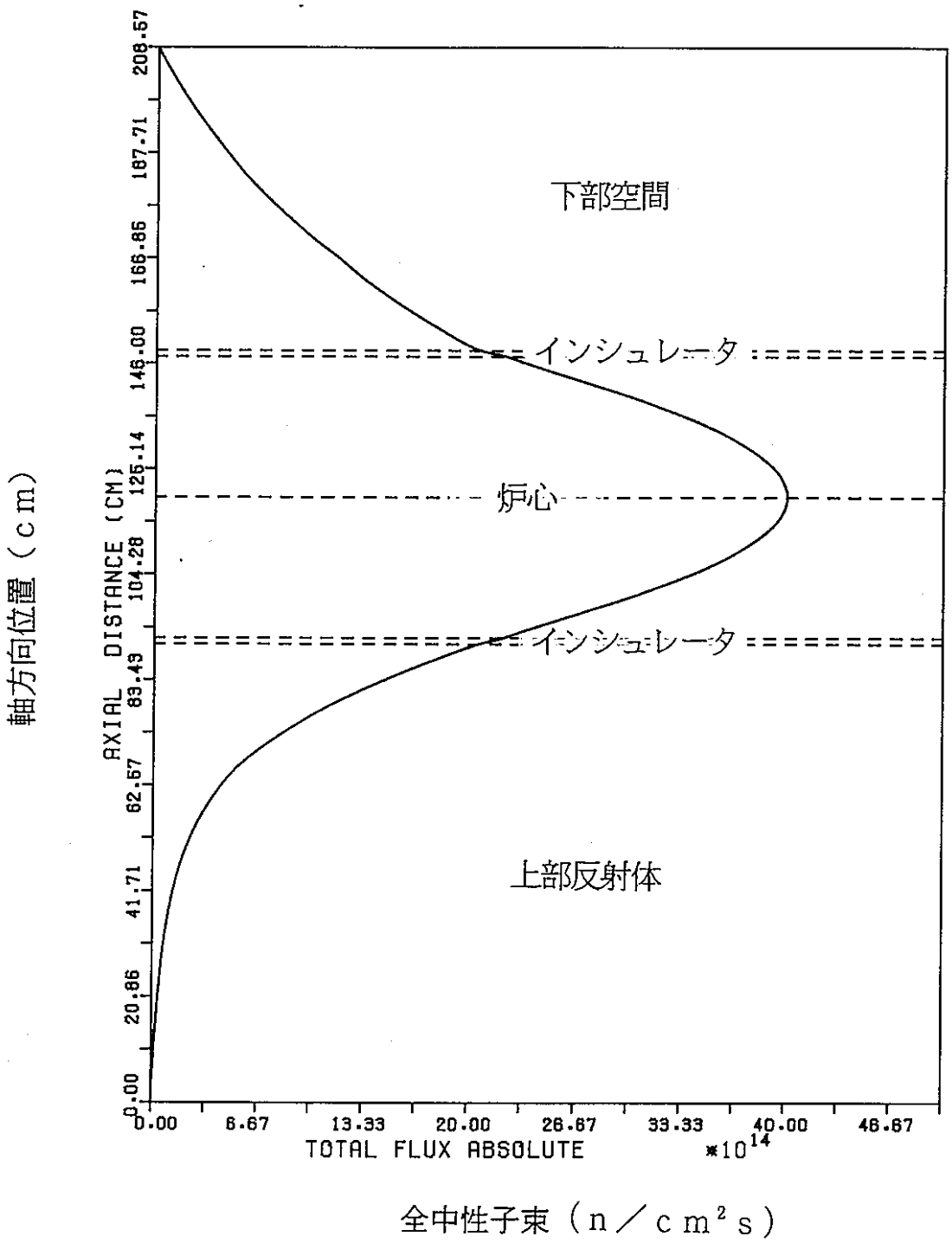
第5.12図　３４サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，高速中性子束）



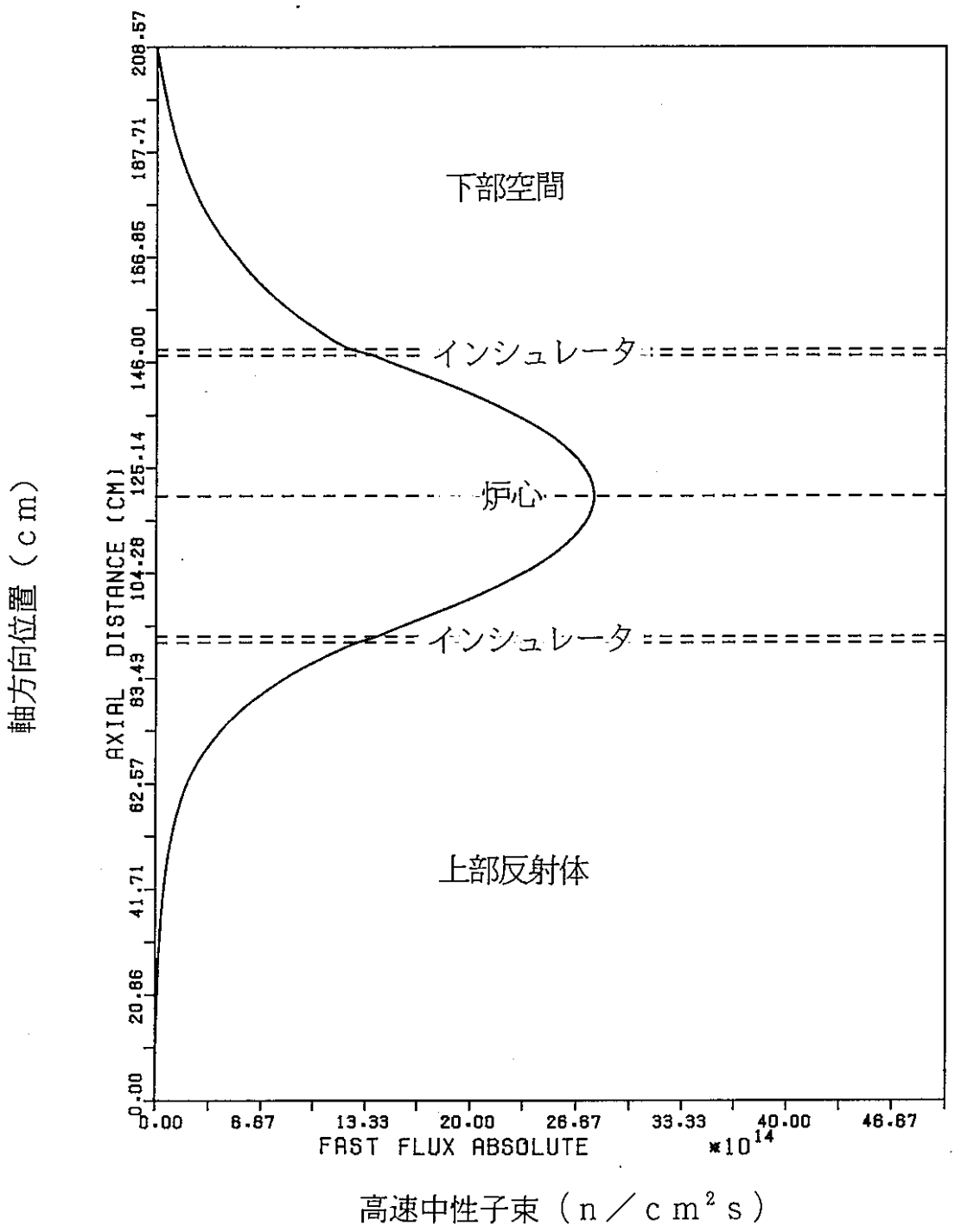
第5.13図　３５サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，全中性子束）



第5.14図　３５サイクルの径方向中性子束分布（炉心中心面，高速中性子束）



第5.15図　３５サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，全中性子束）



第5.16図　３５サイクルの軸方向中性子束分布（炉心中心，高速中性子束）

6. 制御棒反応度価値

移行炉心のうち，３５サイクル及び３６サイクルの炉心構成で制御棒反応度価値を①６本全挿入，②ワンロッドスタックについて評価する。

最大過剰反応度 5.5%Δk/kk' として，炉心体系の温度が 100℃で制御棒がワンロッドスタックで５本挿入された時のサイクル初期の未臨界度を求める。

6.1 入力データ

(1) 原子数密度

２次元ＲＺ燃焼計算の計算結果から第6.1図の手順で，

① ２次元ＲＺ計算用の組成

② ２次元ＸＹ計算用の組成

を作成する。

(2) 縮約７群ミクロ断面積

縮約ミクロ断面積を第6.2図に示す手順に沿って求める。縮約体系は，第3.4図の制御棒領域の組成を変えて，制御棒全引抜き，制御棒全挿入の２つの状態とした。

6.2 基本計算の計算手順と計算方法

制御棒価値の基準計算値は，２次元ＸＹ３角メッシュ計算により求める。

(1) 計算手順

第6.3図参照。まず２次元ＲＺ７群拡散計算を

① 制御棒全引抜き状態

② 制御棒全挿入状態

について行う。この軸方向バックリングを用いて２次元ＸＹ３角メッシュ拡散計算を下記のケースについて行う。

① 制御棒全引抜状態

② 制御棒６本全挿入状態

③ ワンロッドスタック

なお，各領域の７群ミクロ断面積及び軸方向バックリングは下記の通りに設定する。

① 挿入状態の制御棒とその周囲６体の集合体は，制御棒全挿入状態で縮約したものを用いる。

② その他の集合体は制御棒全引抜き状態で縮約したものを用いる。

(2) 計算体系

a) 2次元RZ計算体系 …… 第3.6図，第3.9図

b) 2次元XY3角メッシュ計算体系 …… 第3.11図

6.3 基本計算の計算結果

32サイクルの計算結果を第6.1表に，35サイクルの計算結果を第6.2表に示す。

6.4 制御棒価値の基準計算値に対する補正

MK－Ⅲ標準炉心と同じく制御棒反応度価値の補正係数は，第6.3表の値を用いた。

6.5 補正後の制御棒反応度価値

補正後の制御棒反応度価値を第6.4表（32サイクル）及び第6.5表（35サイクル）に示す。6本挿入時の制御棒反応度価値の最小値は，9.6％ Δk/kk'（32サイクル），9.3％ Δk/kk'（35サイクル）であった。また，ワンロッドスタック時の制御棒反応度価値の最小値は，7.4％ Δk/kk'（32サイクル），7.3％ Δk/kk'（35サイクル）であった。

6.6 ワンロッドスタック時の未臨界度

100℃時の炉心の最大過剰反応度を 5.5％Δk/kk' とすると，32サイクルで1.9％Δk/kk'，35サイクルで1.8％Δk/kk' となる。

6.7 制御棒のS字カーブ及び反応度付加率

(1) 制御棒のS字カーブ

2次元RZ計算コード2DBURNの直接計算により求めた32サイクル及び36サイクルの制御棒の微分反応度を表6.6表及び表6.7表に示す。なお，ミクロ断面積は制御棒全引抜き時のものを共通に使用した。この結果をもとに作成したS字カーブを第6.4図及び第6.5図に示す。

(2) 制御棒の反応度付加率

また最大微分反応度は，

32サイクル

$(16.80-12.96)\times10^{-2}\times2.48\times10^{-3}\times130/60=0.000206\Delta k/k/s$

３５サイクル

$(16.26-12.72)\times10^{-2}\times2.43\times10^{-3}\times130/60=0.000186\Delta k/k/s$

となり，現行の制限値 0.00021Δｋ／ｋ／ｓ以下を満足する。

第6.1表　３２サイクルの制御棒反応度価値（補正前）

制御棒の状態	実効増倍率	制御棒価値（％Δｋ／ｋｋ’）
全制御棒引抜き	1.00600	——
６本制御棒全挿入	0.87993	14.24
ﾜﾝﾛｯﾄﾞ ｽﾀｯｸ（３Ｄ３）	0.90590	10.98

第6.2表　３５サイクルの制御棒反応度価値（補正前）

制御棒の状態	実効増倍率	制御棒価値（％Δｋ／ｋｋ’）
全制御棒引抜き	1.02420	——
６本制御棒全挿入	0.89753	13.78
ﾜﾝﾛｯﾄﾞ ｽﾀｯｸ（３Ｄ３）	0.92237	10.78

第6.3表　制御棒反応度価値の補正係数

補正項目		補正係数		
		最小値	標準値	最大値
計算上の補正	「常陽」照射用炉心性能試験解析に基づく補正	0.970	0.970	1.000
B^{10}燃焼効果（1／4挿入，100%出力 730日運転）		0.850	0.920	1.000
	累計（積）	0.825	0.892	1.000
設計余裕等	設計余裕（±18%）	0.82	1.000	1.18
合計（積）		0.676	0.892	1.18

（注）本補正係数は，動燃殿御支給値である。

第6.4表　３２サイクルの制御棒反応度価値（補正後）

制御棒の状態	制御棒価値（％Δｋ／ｋｋ’）			
	基準値	最小値	標準値	最大値
６本制御棒全挿入	14.24	9.63	12.70	16.80
ﾜﾝﾛｯﾄﾞ ｽﾀｯｸ（３Ｄ３）	10.98	7.42	9.79	12.96

（注）ワンロッドスタックでは，５本の制御棒価値が最小となる３Ｄ３が抜けた場合を想定した。

第6.5表　３５サイクルの制御棒反応度価値（補正後）

制御棒の状態	制御棒価値（％Δｋ／ｋｋ’）			
	基準値	最小値	標準値	最大値
６本制御棒全挿入	13.78	9.32	12.29	16.26
ﾜﾝﾛｯﾄﾞ ｽﾀｯｸ（３Ｄ３）	10.78	7.29	9.62	12.72

（注）ワンロッドスタックでは，５本の制御棒価値が最小となる３Ｄ３が抜けた場合を想定した。

第6.6表　制御棒の挿入反応度（３２サイクル）

制御棒挿入長* (cm)	固　有　値	%Δk／kk' **	相　対　値
-7.17	1.01399	——	——
5.71	0.99511	1.87	0.106
14.90	0.97082	4.39	0.248
25.33	0.93454	8.38	0.473
35.78	0.89661	12.91	0.729
44.96	0.87186	16.08	0.908
57.83	0.85966	17.70	1.000

＊：炉心（インシュレータを含まず）上端位置を0.0 cmとした相対値。

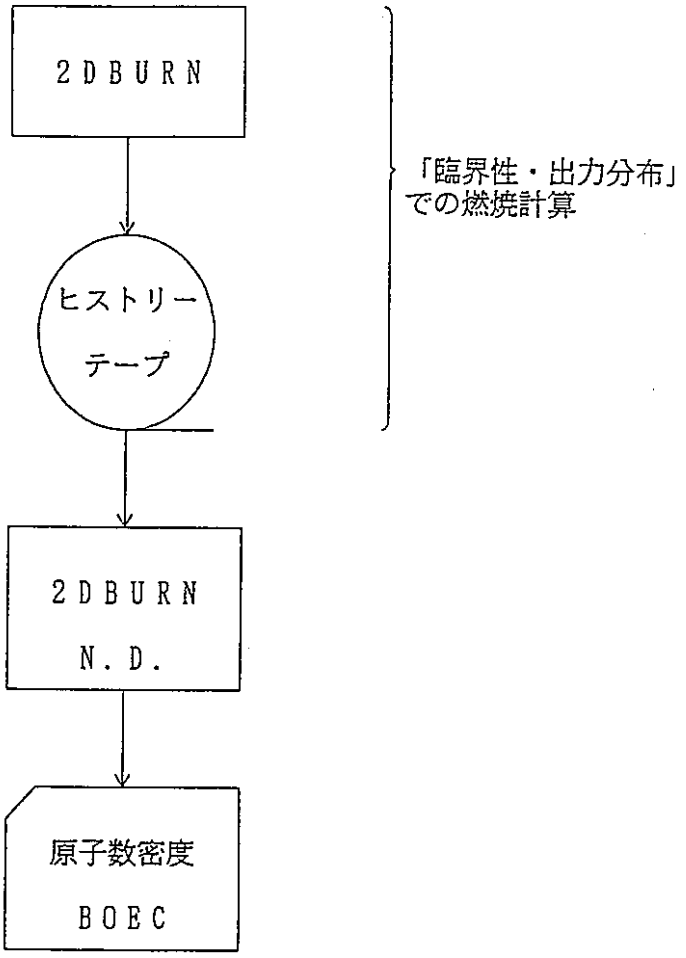
＊＊：２ＤＢＵＲＮの計算値。

第6.7表　制御棒の挿入反応度（３５サイクル）

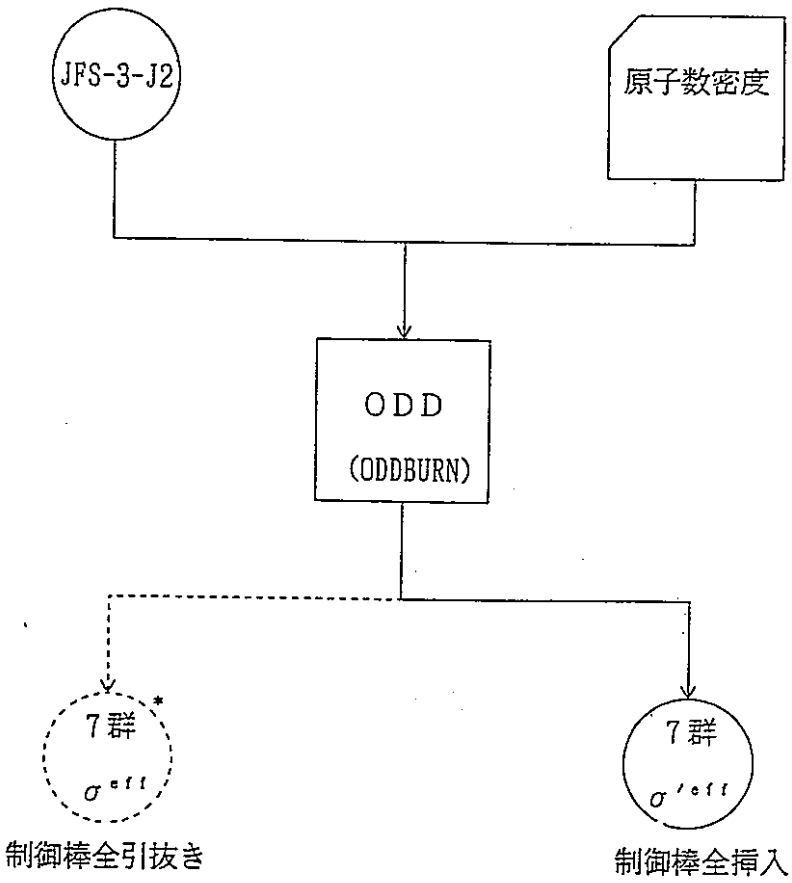
制御棒挿入長* (cm)	固　有　値	%Δk／kk' **	相　対　値
-7.17	1.02529	——	——
5.71	1.00621	1.85	0.103
14.90	0.98140	4.36	0.243
25.33	0.94408	8.39	0.467
35.78	0.90469	13.00	0.724
44.96	0.87878	16.26	0.906
57.83	0.86592	17.95	1.000

＊：炉心（インシュレータを含まず）上端位置を0.0 cmとした相対値。

＊＊：２ＤＢＵＲＮの計算値。

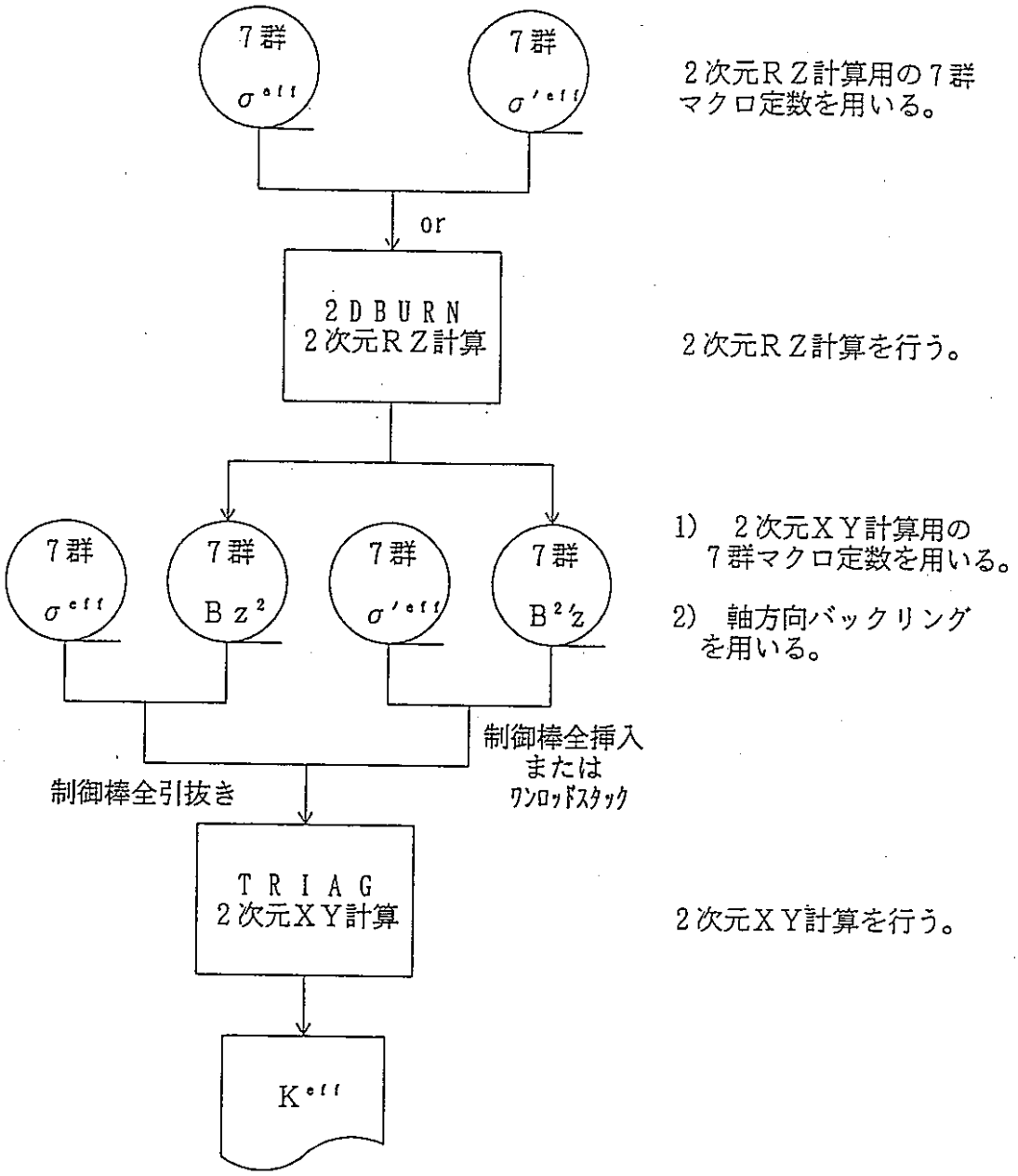


第6.1図　燃焼組成の出力



＊：臨界性・出力分布特性で作成済み。

第6.2図　7群ミクロ定数の作成（制御棒価値）



2DBURN

① 制御棒全引抜き*

② 制御棒全挿入

TRIAG

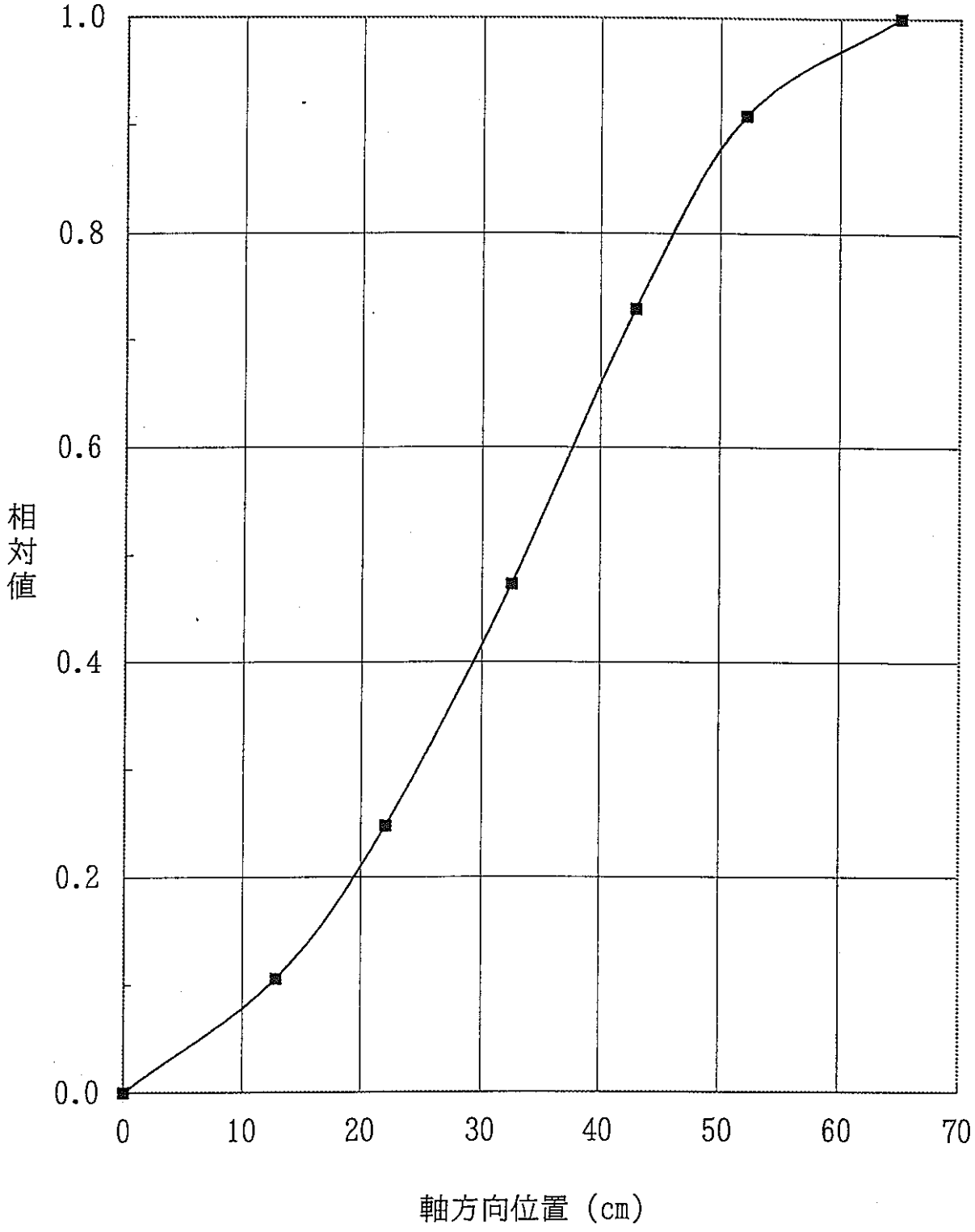
① 制御棒全引抜き*

② 制御棒全挿入

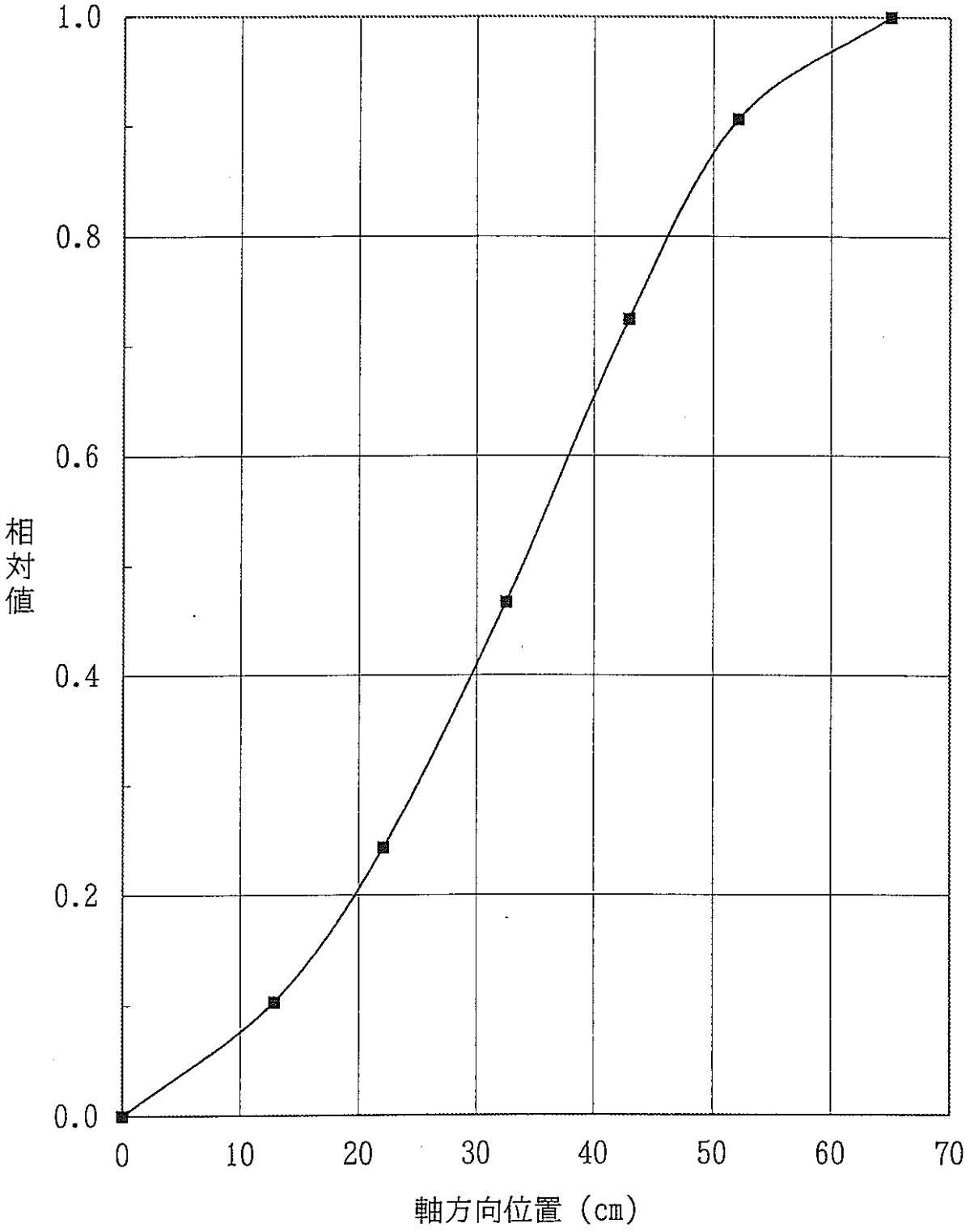
③ ワンロッドスタック

* ：臨界性・出力分布特性で計算済み。

第6.3図　制御棒反応度価値の計算



第6.4図　制御棒ストローク曲線（３２サイクル）



第6.5図　制御棒ストローク曲線（３５サイクル）

7. 反応度係数

移行炉心のうち３２サイクル及び３５サイクルについて，ドップラー係数，ナトリウムボイド反応度，温度係数，各種反応度係数及びスランピング反応度を評価した。

7.1 計算手順及び主な計算条件

計算手順を第7.1図及び第7.2図に示す。但し，縮約群数は１８群である。この群定数を用いて下記の計算条件で求めた中性子束及び随伴中性子束により１次近似摂動計算あるいは直接計算で反応度係数等を求めた。

計 算 体 系	２次元ＲＺ体系
エネルギー群	18群
制　御　棒	全引抜き状態
燃 焼 時 期	３２，３５サイクル初期

（注）形状係数は７群直接計算により求めた。

7.2 ドップラー係数

定格出力状態（制御棒全引抜き）の炉心から 500℃温度を上昇させ，１次近似摂動計算によりドップラー係数を算出した。

炉心部のドップラー係数は，

３２サイクル

制御棒全引抜き時：$-1.93\times10^{-3}T\cdot dk/dT$

制御棒中途挿入時：$-1.70\times10^{-3}T\cdot dk/dT$

３５サイクル

制御棒全引抜き時：$-1.95\times10^{-3}T\cdot dk/dT$

制御棒中途挿入時：$-1.72\times10^{-3}T\cdot dk/dT$

となった。

但し，上記の値は、構造材の温度上昇分を除いた値である。

炉心各部の制御棒全引き抜き状態のドップラー反応度分布及びドップラー係数分布を以下に示す。

ドップラー反応度分布

３２サイクル炉心：第7.1表

３５サイクル炉心：第7.2表

ドップラー係数分布

３２サイクル炉心：第7.3表

３５サイクル炉心：第7.4表

7.3　ナトリウムボイド反応度

1次近似摂動計算によりナトリウムボイド反応度を求めた。炉心内のナトリウムボイド反応度分布を第7.5表（32サイクル）及び第7.6表（35サイクル）に示す。

7.4　温度係数

等温温度変化に伴なう反応度変化は，大別して2つの要因からなる。

①燃料，構造材，冷却材等の温度変化による膨張変化に伴なう反応度変化（＝膨張係数）。膨張係数の定義は後述する。

②炉心組成の温度変化による実効共鳴断面積の変化に伴なう反応度変化（ドップラー係数）。

従って，温度変化による膨張とドップラー反応度より，単位温度変化当りの反応度を算出し，等温温度係数とする。ドップラー反応度については，7.2のドップラー係数の節で既に求めてあるので，これを使用する。従って，ここでは膨張係数の算出と温度係数の算出について述べる。

炉心各部の膨張反応度係数は，形状係数と密度係数から計算する。以下に，これらの係数の定義をまとめて示し，次に具体的な計算結果について述べる。

(1)　形状係数の定義

形状係数とは，炉心組成を変えずに炉心高さ，あるいは炉心半径を増加した場合の反応度変化の割合を表わす。

a)　軸方向形状係数　K_H

炉心高さをHとするとき，炉心高さをΔH増加させた時の反応度変化Δk/kk′により，

$$K_H = \frac{(\Delta k / k k')}{(\Delta H / H)}$$

計算は2次元RZ拡散計算による直接計算で行う。

b)　半径方向形状係数　K_R

炉心半径をRとするとき，炉心半径をΔR増加させた時の反応度変化Δk/kk'により，

$$K_R = \frac{(\Delta k / k k')}{(\Delta R / R)}$$

計算は2次元RZ拡散計算による直接計算で行う。

(2)　密度係数の定義

密度係数とは，燃料組成，構造材組成，冷却材組成の各組成が変化した時の反応度変化割合を示す。

$$K=\frac{(\Delta k/kk')}{(\Delta\rho/\rho)}$$

$\Delta\rho/\rho$　　：各組成密度の変化割合

$\Delta k/kk'$：反応度変化

密度係数の算出には２次元ＲＺ体系の摂動計算モデルを用いる。

a)　燃料密度係数　K_F

燃料組成（U，P_U，O_2，ＦＰ）のみのマクロ断面積を作成し，これを変化させ，１次近似摂動計算により反応度変化を求める。

b)　構造材密度係数　K_S

構造材組成（F_e，C_r，N_i，M_o，M_n etc.）のみのマクロ断面積を作りこれより反応度変化を求める。

c)　冷却材密度係数　K_N

冷却材組成（N_a）のみのマクロ断面積を作り，これより反応度変化を求める。

(3)　膨張係数の定義

炉心内の燃料，構造材，ナトリウムの温度が変化し，膨張効果等により反応度が変化する割合を算出する。

a)　燃料（軸方向）膨張係数

炉心燃料が膨張し，炉心高さが増加する。これに応じて炉心の燃料密度は減少する。径方向には燃料ペレットが膨張しても，均質化組成としては不変であるので，反応度変化は生じない。

イ)　炉　心

$$\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T}=\alpha_F(T)\cdot\left[\left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta H/H}\right)_H-\left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta\rho/\rho}\right)_F\right]$$

$$=\alpha_F(T)\cdot(K_H-K_F)$$

記号　α_F　：燃料膨張率

α_S　：構造材膨張率

α_N　：ナトリウム密度変化率

T　　：温度（℃）

α　　：材質の膨張率

長さL(T)とすると，$\alpha(T)$は次式で定義する。

$$\alpha(T)=\lim_{\Delta T\to 0}\frac{\Delta L}{L(T)}\cdot\frac{1}{\Delta T}=\frac{1}{L(T)}\cdot\frac{dL}{dT}$$

b)　構造材膨張係数

イ)　被覆管

被覆管が軸方向に膨張することにより，炉心内の構造材密度が減少する。

$$\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T} = -\alpha_s \cdot \frac{Vclad}{Vs} \cdot \left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta \rho/\rho}\right)_s$$

Vclad：被覆管の体積割合

Vs　：全構造材の体積割合

$$Vs = Vclad + Vwrapper + Vspacer$$

被覆管が径方向に膨張すると冷却材を排除し，冷却材体積割合を減少させ，従って，冷却材の原子数密度が減少する。

$$\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T} = -2\alpha_s \cdot \frac{Vpin}{V_{Na}} \cdot \left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta \rho/\rho}\right)_{Na}$$

Vpin　：燃料要素の体積割合

V_{Na}　：冷却材の体積割合

となり，まとめると

$$\left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T}\right)_{clad} = \underset{core}{Sum}\,(-\alpha_s)\left[\frac{Vclad}{Vs} \cdot Ks + \frac{2Vpin}{V_{Na}} K_N\right]$$

スペイサの膨張効果は無視する。

ロ）　ラッパ管膨張係数

イ)と同じ考え方により，

軸方向には，

$$\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T} = -\alpha_s \cdot \frac{Vwrapper}{Vs} \cdot \left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta \rho/\rho}\right)_s$$

径方向には，

$$\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T} = -2\alpha_s \cdot \frac{Vwrapper}{V_{Na}} \cdot \left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta \rho/\rho}\right)_{Na}$$

となり，まとめると

$$\left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T}\right)_{wrapper} = \underset{\left\{\begin{matrix} core \\ Ax.\ Ref \\ R.\ Ref \end{matrix}\right\}}{Sum}\,(-\alpha_s)\left[\frac{Vw}{Vs} Ks + \frac{2Vw}{V_{Na}} K_N\right]$$

Vw　：ラッパ管体積割合

c）　炉心支持板の膨張係数

炉心入口冷却材温度が上昇して，燃料集合体を支える炉心下部の支持板が熱膨張すると，集合体間隔が径方向に広がり，

①　Naが流入増加する。

②　炉心半径，径方向の内外径が増加する。

③　燃料や構造材密度が減少する。

①の反応度に対する効果は次式で表わせる。

$$\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T} = 2\alpha_S \frac{1-V_{Na}}{V_{Na}} \left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta\rho/\rho}\right)_{Na}$$

②については径方向形状係数を用いて，

$$\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T} = \alpha_S \cdot \left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta R/R}\right)$$

で表わせる。

③については，

$$\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T} = -2\alpha_S \left[\left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta\rho/\rho}\right)_F + \left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta\rho/\rho}\right)_S\right]$$

で表わせる。

ここで，$\left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta\rho/\rho}\right)_S$ には制御棒チャンネルの構造材も含むべきであるが，$\left(\frac{\Delta k/kk'}{\Delta\rho/\rho}\right)_F$ に較べて小さいとみなし，無視する。

①，②，③の効果をまとめると支持板の膨張係数は，

$$\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T} = \mathrm{Sum}_{\left\{\substack{core \\ Ax.Ref \\ R.\ Ref}\right\}} \alpha_S\left[-2\cdot(K_F+K_S)+K_R+2\cdot\frac{1-V_{Na}}{V_{Na}}\cdot K_N\right]$$

で表わされる。

d) 冷却材膨張係数

冷却材密度の減少に伴ない，反応度が変化する。

$$\frac{\Delta k/kk'}{\Delta T} = \mathrm{Sum}_{\left\{\substack{core \\ Ax.Ref \\ R.\ Ref}\right\}} \alpha_N \cdot K_N$$

ここでは，α_N はNaの密度の変化率

$$\alpha_N = \frac{1}{\rho_{Na}(T)} \cdot \frac{d\rho_{Na}}{dT}$$

で定義する。

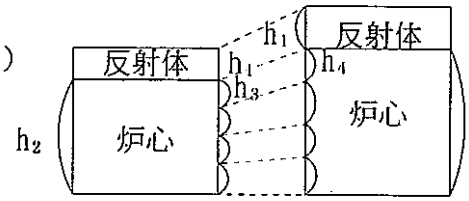
(4) 形状係数の計算

2次元RZ体系の全炉心について炉心高さを＋3％，炉心半径を＋3％変化させた拡散計算を行い，このときの反応度変化から形状係数を算出した。ただし，原子数密度は変化させないものとする。

エネルギー群構造は7群を使用し，炉心の形状変化は炉心部は一様に膨張するとして，下図の様にした。径方向の反射体は厚さを保存し，平行移動させた。軸方向

の反射体は炉心の膨脹分を吸収する様に調節した。結果として，制御棒は，炉心に近づく。

（高さ方向の増加）

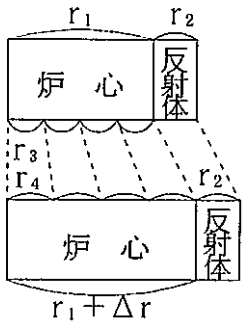


$h_2 + \Delta h$

$h_3 = \frac{1}{n} h_2$

$h_4 = \frac{1}{n} (h_2 + \Delta h)$

（半径方向の増加）



$r_3 = \frac{1}{n} r_1$

$r_4 = \frac{1}{n} (r_1 + \Delta r)$

形状係数の計算結果を以下のとおりである。

３２サイクル …… 第7.7表

３５サイクル …… 第7.8表

(5) 密度係数の計算

密度係数は，18群の拡散計算により得られた中性子束，随伴中性子束を用い，１次近似摂動計算により求めた。１次摂動計算時の密度変化は，燃料，構造材，冷却材ともに，それぞれ 100%として計算した。密度係数の計算結果を以下のとおりに示す。

３２サイクル …… 第7.9表

３５サイクル …… 第7.10表

また，燃料密度係数，構造材密度係数，冷却材密度係数の炉心内分布を以下のとおりに示す。

炉　　心	燃料密度係数	冷却材密度係数	構造材密度係数
３２サイクル	第7.11表	第7.13表	第7.15表
３５サイクル	第7.12表	第7.14表	第7.16表

(6) 温度係数の計算

温度係数評価に使用した炉心各部の温度を第7.17表に示す。

前項で求めた形状係数と密度係数を使用し，前述の定義に従って温度係数を求めた。

温度係数の計算結果を以下に示す。

３２サイクル …… 第7.18表

３５サイクル …… 第7.19表

(7) 炉心過剰反応度

第7.20表，第7.21表の温度欠損反応度及び出力欠損反応度に不確かさを考慮した領域全体の反応度効果の最大値を第7.22表（３２サイクル）及び第7.23表（３５サイクル）に示す。各サイクルの炉心過剰反応度の内訳を第7.24表（３２サイクル）及び第7.25表（３５サイクル）に示す。

7.5 燃料スランピング反応度

各集合体列の炉心燃料集合体の燃料（重金属，酸素及びＦＰ）の１集合体当たりの密度係数は，炉心の集合体列の第０列（３２サイクル），第１列（３５サイクル）が最大であり，燃料スランピング反応度は，最大の反応度を有する炉心燃料集合体を対象とする。燃料スランピングでは，被覆管内のペレットがギャップ及びペレット中のポアを埋めて，100%T.D. になり，軸方向の長さが縮むとして生じる反応度を評価する。計算条件は次のとおりである。

燃焼時期	——	３２サイクル初期及び３５サイクル初期
制御棒状態	——	全引抜き

計算式

$$\Delta\rho = (K_F - K_H) \times \frac{W_0}{W_c} \times \frac{\Delta H}{H}$$

$\Delta\rho$	：燃料スランピング反応度 $\Delta k/kk'$	
K_F	：燃料密度係数 $(\Delta k/kk')/(\Delta X/X)$	：0.541／0.522
K_H	：軸方向の形状係数 $(\Delta k/kk')/(\Delta H/H)$	：0.218／0.217
W_c	：炉心の燃料反応度 $\Delta k/kk'$	：0.541／0.522
W_0	：第０列/ 第１列の燃料反応度（１体）$\Delta k/kk'$	：0.0153／0.0117
$\Delta H/H$	：スランピングによる炉心高さの変化	：0.126 ／0.126

$$\Delta H/H = 1 - \frac{D \times V_F}{V_F + V_V}$$

D	：燃料ペレット理論密度比	— 0.94
V_F	：燃料ペレットの体積比(ペレット径4 .63mm)	— 0.372
V_V	：ギャップの体積比	— 0.028

上記データを各々の計算式にいれると，燃料スランピング反応度は，

３２サイクル:0.00115Δｋ／ｋｋ′

３５サイクル:0.00086Δｋ／ｋｋ′

となる。

第7.1表　ドップラー反応度分布－　３２サイクル－

（Δk/kk'）

	0列	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	-6.559E-07	-3.535E-06	-5.279E-06	-1.439E-06	-2.566E-06	-5.837E-06	-8.699E-07	-3.591E-06	-7.043E-07
炉心	-2.751E-06	-1.554E-05	-2.693E-05	-2.054E-06	-1.669E-05	-3.445E-05	-4.917E-06	-3.204E-05	-6.985E-06
	-1.327E-06	-7.608E-06	-1.388E-05	-1.113E-06	-8.918E-06	-1.784E-05	-2.969E-06	-1.694E-05	-4.277E-06
	-7.007E-07	-4.014E-06	-7.333E-06	-6.464E-07	-4.709E-06	-9.405E-06	-1.564E-06	-8.885E-06	-2.243E-06
	-7.054E-07	-4.043E-06	-7.393E-06	-6.524E-07	-4.752E-06	-9.501E-06	-1.580E-06	-8.982E-06	-2.269E-06
	-1.946E-06	-1.118E-05	-2.058E-05	-1.694E-06	-1.338E-05	-2.674E-05	-4.451E-06	-2.542E-05	-6.435E-06
	-2.802E-06	-1.627E-05	-3.061E-05	-3.054E-06	-2.048E-05	-3.901E-05	-4.450E-06	-3.211E-05	-6.005E-06
下部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	-1.168E-06	-6.727E-06	-1.233E-05	-4.285E-06	-7.337E-06	-1.496E-05	-1.715E-06	-7.991E-06	-1.209E-06

INNER CORE　=　-5.151E-04
OUTER CORE　=　-4.814E-05
UPPER INS.　=　-2.304E-05
DOWN INS.　=　-5.344E-05

第7.2表　ドップラー反応度分布－　３５サイクル－

（Δk/kk'）

	CMIR	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	-6.448E-07	-3.381E-06	-4.977E-06	-8.486E-07	-3.032E-06	-6.005E-06	-9.124E-07	-1.187E-06	-5.778E-06
炉心	9.968E-09	-1.532E-05	-2.492E-05	-1.530E-06	-1.875E-05	-3.222E-05	-4.263E-06	-7.637E-06	-3.869E-05
	5.618E-09	-7.491E-06	-1.275E-05	-7.857E-07	-9.871E-06	-1.607E-05	-2.457E-06	-3.674E-06	-2.256E-05
	2.820E-09	-3.949E-06	-6.735E-06	-4.702E-07	-5.214E-06	-8.479E-06	-1.294E-06	-1.931E-06	-1.187E-05
	2.751E-09	-3.980E-06	-6.793E-06	-4.751E-07	-5.265E-06	-8.566E-06	-1.308E-06	-1.953E-06	-1.201E-05
	7.490E-09	-1.108E-05	-1.895E-05	-1.197E-06	-1.483E-05	-2.413E-05	-3.693E-06	-5.531E-06	-3.409E-05
	9.139E-09	-1.614E-05	-2.857E-05	-2.333E-06	-2.331E-05	-3.770E-05	-4.040E-06	-8.593E-06	-3.569E-05
下部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	-1.156E-06	-6.500E-06	-1.180E-05	-2.575E-06	-8.792E-06	-1.523E-05	-1.810E-06	-2.693E-06	-1.056E-05

INNER CORE　=　-3.972E-04
OUTER CORE　=　-1.720E-04
UPPER INS.　=　-2.592E-05
DOWN INS.　=　-5.853E-05

第7.3表　ドップラー係数分布　－３２サイクル－

(T/dT ・Δk/kk')

	0列	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	-1.449E-06	-7.809E-06	-1.166E-05	5.881+786	-5.668E-06	-1.289E-05	-1.922E-06	-7.931E-06	-1.556E-06
炉心	-9.412E-06	-5.319E-05	-9.215E-05	-7.028E-06	-5.711E-05	-1.179E-04	-1.683E-05	-1.096E-04	-2.390E-05
	-4.541E-06	-2.603E-05	-4.749E-05	-3.810E-06	-3.052E-05	-6.106E-05	-1.016E-05	-5.797E-05	-1.464E-05
	-2.398E-06	-1.374E-05	-2.509E-05	-2.212E-06	-1.611E-05	-3.219E-05	-5.351E-06	-3.041E-05	-7.676E-06
	-2.414E-06	-1.383E-05	-2.530E-05	-2.232E-06	-1.626E-05	-3.251E-05	-5.408E-06	-3.074E-05	-7.763E-06
	-6.659E-06	-3.825E-05	-7.041E-05	-5.798E-06	-4.578E-05	-9.151E-05	-1.523E-05	-8.698E-05	-2.202E-05
	-9.588E-06	-5.567E-05	-1.048E-04	-1.045E-05	-7.007E-05	-1.335E-04	-1.523E-05	-1.099E-04	-2.055E-05
下部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	-2.152E-06	-1.239E-05	-2.271E-05	-4.419+786	-1.351E-05	-2.755E-05	-3.157E-06	-1.471E-05	-2.225E-06

INNER CORE = -1.763E-03
OUTER CORE = -1.648E-04
UPPER INS. = -5.089E-05
DOWN INS. = -9.840E-05

第7.4表　ドップラー係数分布　－３５サイクル－

(T/dT・Δk/kk')

	CMIR	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	-1.424E-06	-7.468E-06	-1.099E-05	3.119+786	-6.697E-06	-1.326E-05	-2.015E-06	-2.622E-06	-1.276E-05
炉心	3.411E-08	-5.241E-05	-8.529E-05	-5.237E-06	-6.417E-05	-1.103E-04	-1.459E-05	-2.613E-05	-1.324E-04
	1.922E-08	-2.564E-05	-4.364E-05	-2.689E-06	-3.378E-05	-5.500E-05	-8.408E-06	-1.257E-05	-7.720E-05
	9.649E-09	-1.351E-05	-2.305E-05	-1.609E-06	-1.784E-05	-2.901E-05	-4.429E-06	-6.610E-06	-4.061E-05
	9.414E-09	-1.362E-05	-2.325E-05	-1.626E-06	-1.802E-05	-2.931E-05	-4.476E-06	-6.682E-06	-4.110E-05
	2.563E-08	-3.790E-05	-6.485E-05	-4.095E-06	-5.074E-05	-8.259E-05	-1.264E-05	-1.893E-05	-1.167E-04
	3.127E-08	-5.524E-05	-9.777E-05	-7.985E-06	-7.978E-05	-1.290E-04	-1.382E-05	-2.941E-05	-1.221E-04
下部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	-2.128E-06	-1.197E-05	-2.173E-05	-3.438+786	-1.619E-05	-2.804E-05	-3.333E-06	-4.959E-06	-1.944E-05

INNER CORE　=　-1.359E-03
OUTER CORE　=　-5.885E-04
UPPER INS.　=　-5.725E-05
DOWN INS.　=　-1.078E-04

第7.5表　Naボイド反応度分布－　32サイクル－

(Δk/kk')/(Δρ/ρ)

	0列	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部インシュレータ	-1.516E-05	-8.517E-05	-1.440E-04	-4.489E-05	-6.950E-05	-1.245E-04	-1.689E-05	-4.589E-05	-7.986E-06
炉心	-1.194E-04	-7.242E-04	-1.568E-03	-1.087E-03	-9.724E-04	-1.914E-03	-2.513E-04	-1.214E-03	-1.677E-04
	1.018E-05	7.928E-06	-2.925E-04	-2.450E-04	-3.186E-04	-7.265E-04	-1.364E-04	-6.453E-04	-1.048E-04
	9.968E-06	2.916E-05	-1.170E-04	-1.172E-04	-1.528E-04	-3.600E-04	-6.988E-05	-3.342E-04	-5.464E-05
	9.949E-06	2.913E-05	-1.173E-04	-1.184E-04	-1.534E-04	-3.607E-04	-7.005E-05	-3.352E-04	-5.482E-05
	4.268E-06	-4.144E-05	-4.886E-04	-3.987E-04	-4.822E-04	-1.067E-03	-1.969E-04	-9.275E-04	-1.503E-04
	-1.283E-04	-7.409E-04	-1.421E-03	-9.502E-04	-8.051E-04	-1.475E-03	-1.775E-04	-8.551E-04	-1.141E-04
下部インシュレータ	-1.769E-05	-9.759E-05	-1.555E-04	-4.199E-05	-6.888E-05	-1.153E-04	-1.700E-05	-3.937E-05	-6.563E-06

MAX POSITIVE WORTH = 1.006E-04

MK-2 CORE = -2.167E-02
MK-3 CORE = -1.548E-03
UPPER INS. = -5.091E-04
DOWN INS. = -5.179E-04
C/R CHANNEL = -2.211E-02
UPPER REF = -5.225E-03
DOWN AREA = -2.455E-02
RAD REF INNR = -8.516E-03
OTHERS . = -6.893E-03

第7.6表　Naボイド反応度分布－　35サイクル－

$(\Delta k/kk')/(\Delta\rho/\rho)$

	CMIR	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部インシュレータ	-1.412E-05	-6.895E-05	-1.240E-04	-2.585E-05	-7.924E-05	-1.248E-04	-1.835E-05	-1.647E-05	-7.262E-05
炉心	-2.760E-04	-5.139E-04	-1.166E-03	-5.355E-04	-9.005E-04	-1.756E-03	-2.326E-04	-3.570E-04	-1.376E-03
	-3.289E-06	5.291E-05	-8.861E-05	-8.072E-05	-1.881E-04	-5.484E-04	-1.128E-04	-1.602E-04	-7.969E-04
	8.539E-06	4.861E-05	-1.180E-05	-2.891E-05	-7.766E-05	-2.595E-04	-5.669E-05	-8.129E-05	-4.120E-04
	8.526E-06	4.872E-05	-1.150E-05	-2.912E-05	-7.744E-05	-2.593E-04	-5.677E-05	-8.145E-05	-4.133E-04
	-3.327E-05	3.278E-05	-1.925E-04	-1.458E-04	-3.033E-04	-8.211E-04	-1.644E-04	-2.326E-04	-1.151E-03
	-3.058E-04	-5.475E-04	-1.114E-03	-4.855E-04	-7.891E-04	-1.418E-03	-1.708E-04	-2.647E-04	-9.628E-04
下部インシュレータ	-1.685E-05	-7.918E-05	-1.342E-04	-2.421E-05	-7.834E-05	-1.193E-04	-1.954E-05	-1.614E-05	-6.218E-05

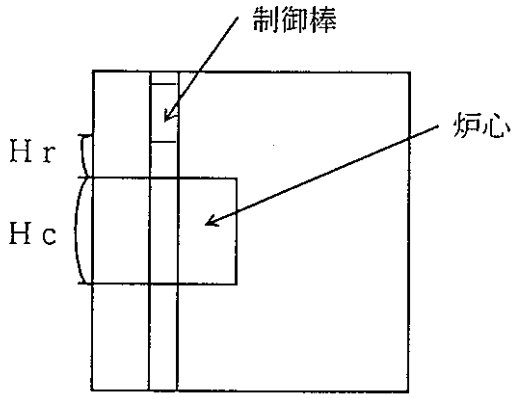
MAX POSITIVE WORTH = 2.001E-04

MK-2 CORE	=	-1.395E-02
MK-3 CORE	=	-5.906E-03
UPPER INS.	=	-5.185E-04
DOWN INS.	=	-5.258E-04
C/R CHANNEL	=	-2.025E-02
UPPER REF	=	-5.209E-03
DOWN AREA	=	-2.557E-02
RAD REF INNR	=	-7.682E-03
OTHERS .	=	-7.850E-03

第7.7 表　形 状 係 数（３２サイクル）

実 効 増 倍 率*		反応度変化 （%Δk/kk'）	形 状 係 数 （(Δk/kk') ／ (ΔX/X)）
基 準	1.01399	－	－
径方向 （＋３%）	1.02679	1.229	0.410
軸方向 （＋３%）	1.02075 1)	0.653	0.218

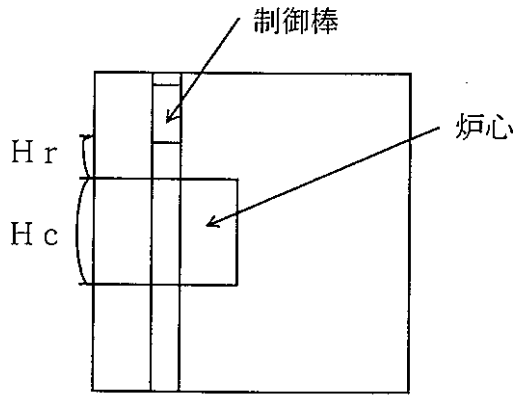
1)　Ｈｃを３%伸ばした時，その伸び分だけＨｒを縮める。



第7.8 表　形 状 係 数（３５サイクル）

実 効 増 倍 率*		反応度変化 (%Δk/kk')	形 状 係 数 ((Δk/kk') ／ (ΔX/X))
基 準	1.02529	－	－
径方向 (＋３%)	1.03740	1.139	0.380
軸方向 (＋３%)	1.03217 1)	0.650	0.217

1) Ｈｃを３%伸ばした時，その伸び分だけＨｒを縮める。



第7.9表　密度係数（32サイクル）

〔（Δk/kk'）／（Δρ／ρ）〕

領域	燃料	構造材	冷却材
炉心部*	0.541	0.019	0.019
径方向反射体	—	0.038	0.006
上部軸方向反射体	—	0.016	0.003
下部空間	—	0.010	0.010

第7.10表　密 度 係 数（３５サイクル）

〔（Δk/kk'）／（Δρ／ρ）〕

領　域	燃　料	構造材	冷却材
炉　心　部*	0.522	0.013	0.016
径方向反射体	—	0.035	0.005
上部軸方向反射体	—	0.016	0.003
下　部　空　間	—	0.010	0.010

第7.11表　燃料密度係数分布　－　３２サイクル－

(Δk/kk')/(Δρ/ ρ)

	0列	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	3.685E-05	2.087E-04	3.620E-04	1.136E-04	1.669E-04	2.872E-04	3.704E-05	8.301E-05	1.436E-05
炉心	4.127E-03	2.208E-02	4.027E-02	2.436E-03	2.100E-02	3.440E-02	3.982E-03	1.475E-02	2.064E-03
	2.339E-03	1.229E-02	2.314E-02	1.115E-03	1.219E-02	1.941E-02	2.569E-03	8.428E-03	1.338E-03
	1.225E-03	6.409E-03	1.215E-02	4.334E-04	6.419E-03	1.017E-02	1.355E-03	4.412E-03	7.068E-04
	1.231E-03	6.437E-03	1.221E-02	4.354E-04	6.455E-03	1.023E-02	1.364E-03	4.438E-03	7.119E-04
	3.371E-03	1.769E-02	3.336E-02	1.615E-03	1.762E-02	2.810E-02	3.733E-03	1.220E-02	1.952E-03
	3.021E-03	1.613E-02	2.948E-02	1.779E-03	1.546E-02	2.546E-02	2.869E-03	1.089E-02	1.503E-03
下部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	4.262E-05	2.307E-04	3.436E-04	7.781E-05	1.229E-04	1.679E-04	3.061E-05	2.063E-05	5.727E-06

MAX POSITIVE WORTH = 5.433E-01

MK-2 CORE = 5.168E-01
MK-3 CORE = 2.415E-02
UPPER INS. = 1.196E-03
DOWN INS. = 9.646E-04
C/R CHANNEL = 0.000E+00
UPPER REF = 0.000E+00
DOWN AREA = 0.000E+00
RAD REF INNR = 0.000E+00
OTHERS . = 1.914E-04

第7.12表　燃料密度係数分布　－　３５サイクル－

(Δk/kk')/(Δρ/ρ)

	CMIR	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部インシュレータ	3.221E-05	1.529E-04	2.952E-04	6.442E-05	1.857E-04	2.853E-04	4.152E-05	3.125E-05	1.340E-04
炉心	0.000E+00	1.914E-02	3.401E-02	1.839E-03	2.269E-02	3.496E-02	3.842E-03	4.956E-03	1.808E-02
	0.000E+00	1.058E-02	1.891E-02	7.517E-04	1.282E-02	1.974E-02	2.440E-03	2.795E-03	1.170E-02
	0.000E+00	5.533E-03	9.893E-03	2.459E-04	6.724E-03	1.036E-02	1.284E-03	1.463E-03	6.175E-03
	0.000E+00	5.561E-03	9.946E-03	2.465E-04	6.762E-03	1.042E-02	1.292E-03	1.472E-03	6.218E-03
	0.000E+00	1.534E-02	2.742E-02	1.092E-03	1.860E-02	2.869E-02	3.550E-03	4.057E-03	1.704E-02
	0.000E+00	1.416E-02	2.517E-02	1.351E-03	1.684E-02	2.610E-02	2.769E-03	3.677E-03	1.305E-02
下部インシュレータ	3.881E-05	1.668E-04	2.735E-04	4.325E-05	1.314E-04	1.798E-04	3.865E-05	1.720E-05	6.160E-05

MAX POSITIVE WORTH = 5.239E-01

MK-2 CORE	=	4.343E-01
MK-3 CORE	=	8.744E-02
UPPER INS.	=	1.158E-03
DOWN INS.	=	9.078E-04
C/R CHANNEL	=	0.000E+00
UPPER REF	=	0.000E+00
DOWN AREA	=	0.000E+00
RAD REF INNR	=	0.000E+00
OTHERS .	=	1.077E-04

第7.13表　冷却材密度係数分布　－　３２サイクル－

(Δk/kk')/(Δρ/ρ)

	0列	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	1.275E-05	7.157E-05	1.209E-04	3.715E-05	5.816E-05	1.051E-04	1.426E-05	3.964E-05	6.969E-06
炉心	9.920E-05	6.012E-04	1.304E-03	7.112E-04	8.130E-04	1.587E-03	2.089E-04	1.016E-03	1.419E-04
	-6.795E-06	1.593E-06	2.573E-04	1.570E-04	2.736E-04	6.067E-04	1.137E-04	5.399E-04	8.867E-05
	-7.291E-06	-1.933E-05	1.057E-04	7.228E-05	1.320E-04	3.013E-04	5.828E-05	2.798E-04	4.625E-05
	-7.266E-06	-1.925E-05	1.060E-04	7.276E-05	1.326E-04	3.019E-04	5.843E-05	2.806E-04	4.642E-05
	-1.316E-06	4.545E-05	4.257E-04	2.556E-04	4.133E-04	8.915E-04	1.642E-04	7.768E-04	1.273E-04
	1.057E-04	6.101E-04	1.175E-03	6.206E-04	6.705E-04	1.228E-03	1.481E-04	7.197E-04	9.709E-05
下部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	1.502E-05	8.303E-05	1.334E-04	3.627E-05	6.015E-05	1.023E-04	1.481E-05	3.704E-05	6.180E-06

MAX POSITIVE WORTH = 5.061E-02

MK-2 CORE = 1.763E-02
MK-3 CORE = 1.299E-03
UPPER INS. = 4.294E-04
DOWN INS. = 4.520E-04
C/R CHANNEL = 7.531E-03
UPPER REF = 3.299E-03
DOWN AREA = 1.003E-02
RAD REF INNR = 5.887E-03
OTHERS . = 3.992E-03

第7.14表　冷却材密度係数分布　－　３５サイクル－

(Δk/kk')/(Δρ/ρ)

	CMIR	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部インシュレータ	1.175E-05	5.826E-05	1.043E-04	2.143E-05	6.635E-05	1.055E-04	1.548E-05	1.414E-05	6.285E-05
炉心	1.527E-04	4.328E-04	9.737E-04	3.566E-04	7.548E-04	1.459E-03	1.932E-04	2.971E-04	1.155E-03
	-1.522E-06	-3.343E-05	8.857E-05	4.897E-05	1.674E-04	4.621E-04	9.409E-05	1.336E-04	6.691E-04
	-6.915E-06	-3.434E-05	1.853E-05	1.607E-05	7.093E-05	2.197E-04	4.735E-05	6.782E-05	3.461E-04
	-7.037E-06	-3.438E-05	1.840E-05	1.606E-05	7.084E-05	2.195E-04	4.744E-05	6.797E-05	3.474E-04
	1.315E-05	-1.263E-05	1.808E-04	8.970E-05	2.679E-04	6.922E-04	1.373E-04	1.941E-04	9.670E-04
	1.709E-04	4.545E-04	9.223E-04	3.246E-04	6.577E-04	1.182E-03	1.423E-04	2.214E-04	8.113E-04
下部インシュレータ	1.417E-05	6.792E-05	1.158E-04	2.102E-05	6.867E-05	1.060E-04	1.694E-05	1.481E-05	5.762E-05

MAX POSITIVE WORTH = 4.707E-02

MK-2 CORE = 1.135E-02
MK-3 CORE = 4.957E-03
UPPER INS. = 4.387E-04
DOWN INS. = 4.619E-04
C/R CHANNEL = 6.564E-03
UPPER REF = 3.279E-03
DOWN AREA = 9.982E-03
RAD REF INNR = 5.333E-03
OTHERS . = 4.567E-03

第7.15表　構造材密度係数分布 － ３２サイクル－

(Δk/kk')/(Δρ/ρ)

	0列	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	2.329E-05	1.322E-04	2.302E-04	7.166E-05	1.129E-04	1.993E-04	2.601E-05	7.225E-05	1.239E-05
炉心	6.287E-05	4.576E-04	1.451E-03	1.087E-03	1.098E-03	2.222E-03	3.270E-04	1.680E-03	2.372E-04
	-1.116E-04	-5.382E-04	-3.390E-04	1.617E-05	1.553E-04	5.223E-04	1.588E-04	8.366E-04	1.445E-04
	-6.712E-05	-3.288E-04	-2.469E-04	-2.457E-05	5.379E-05	2.322E-04	7.981E-05	4.295E-04	7.503E-05
	-6.726E-05	-3.298E-04	-2.485E-04	-2.352E-05	5.367E-05	2.310E-04	7.983E-05	4.300E-04	7.517E-05
	-1.410E-04	-6.748E-04	-3.636E-04	8.599E-05	2.645E-04	7.861E-04	2.288E-04	1.197E-03	2.059E-04
	1.163E-04	6.903E-04	1.479E-03	9.117E-04	9.117E-04	1.666E-03	2.241E-04	1.119E-03	1.541E-04
下部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	2.610E-05	1.436E-04	2.233E-04	5.895E-05	9.529E-05	1.514E-04	2.380E-05	4.819E-05	9.110E-06

MAX POSITIVE WORTH = 1.238E-01

MK-2 CORE	=	1.674E-02
MK-3 CORE	=	1.990E-03
UPPER INS.	=	8.086E-04
DOWN INS.	=	7.207E-04
C/R CHANNEL	=	6.823E-03
UPPER REF	=	1.613E-02
DOWN AREA	=	1.004E-02
RAD REF INNR	=	3.821E-02
OTHERS .	=	2.887E-02

第7.16表　構造材密度係数分布 － ３５サイクル－

(Δk/kk')/(Δρ/ ρ)

	CMIR	1列	2列	特燃	3列	4列(MK2)	4列(MK3)	5列(MK2)	5列(MK3)
上部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	2.107E-05	1.057E-04	1.977E-04	4.138E-05	1.282E-04	1.992E-04	2.810E-05	2.610E-05	1.109E-04
炉心	3.184E-04	2.181E-04	8.841E-04	4.563E-04	8.612E-04	1.923E-03	2.870E-04	4.662E-04	1.865E-03
	-1.599E-04	-5.283E-04	-6.007E-04	-8.949E-05	-1.460E-04	1.917E-04	1.119E-04	1.732E-04	1.013E-03
	-1.029E-04	-3.158E-04	-3.798E-04	-6.762E-05	-1.162E-04	4.547E-05	5.366E-05	8.503E-05	5.178E-04
	-1.011E-04	-3.171E-04	-3.824E-04	-6.785E-05	-1.181E-04	4.231E-05	5.348E-05	8.487E-05	5.185E-04
	-1.642E-04	-6.822E-04	-7.485E-04	-9.038E-05	-1.544E-04	3.275E-04	1.638E-04	2.514E-04	1.455E-03
	3.884E-04	4.334E-04	1.036E-03	4.194E-04	7.927E-04	1.545E-03	2.067E-04	3.294E-04	1.245E-03
下部ｲﾝｼｭﾚｰﾀ	2.448E-05	1.129E-04	1.899E-04	3.380E-05	1.072E-04	1.568E-04	2.750E-05	2.125E-05	8.300E-05

MAX POSITIVE WORTH = 1.196E-01

MK-2 CORE	=	5.940E-03
MK-3 CORE	=	7.491E-03
UPPER INS.	=	8.170E-04
DOWN INS.	=	7.230E-04
C/R CHANNEL	=	5.376E-03
UPPER REF	=	1.614E-02
DOWN AREA	=	9.883E-03
RAD REF INNR	=	3.456E-02
OTHERS .	=	3.332E-02

第7.17表　温度係数及び出力係数評価用各部温度

[℃]

炉心状態	組成	領域				
		炉心	後方向反射体	上部軸方向反射体	下部軸方向反射体	炉心支持板
100MW	燃料ペレット	1110	—	—	—	—
	被覆管	470	—	—	—	—
	ラッパ管或は構造材	430	410	520	370	370
	冷却材	450	410	520	370	370
75MW	燃料ペレット	930	—	—	—	—
	被覆管	450	—	—	—	—
	ラッパ管或は構造材	420	400	480	370	370
	冷却材	430	400	480	370	370
45MW	燃料ペレット	700	—	—	—	—
	被覆管	420	—	—	—	—
	ラッパ管或は構造材	400	390	440	370	370
	冷却材	410	390	440	370	370
高温零出力	全組成	370	370	370	370	370
温態待機	全組成	250	250	250	250	250

第7.18表　温 度 係 数（３２サイクル）

〔×10^{-6}（Δk/kk'）/ ℃〕

炉心状態	項　目	領域				全炉心
		炉　心	径方向反射体	上部軸方向反射体	下部空間部	合　計
100MW	燃料ペレット膨張	- 4.13				- 4.13
	被覆管膨張	- 1.21				- 1.21
	ラッパー管膨張	- 0.30	-1.31	-0.48	-0.32	- 2.40
	炉心支持板膨張	-11.51	-0.73	-0.39	-0.22	-12.85
	冷却材膨張	- 5.35	-1.67	-0.86	-2.75	-10.63
	ドップラー効果	- 1.39				- 1.39
	合　計	-23.89	-3.71	-1.73	-3.28	-32.62
75MW	燃料ペレット膨張	- 3.85				- 3.85
	被覆管膨張	- 1.21				- 1.21
	ラッパー管膨張	- 0.30	-1.31	-0.48	-0.32	- 2.39
	炉心支持板膨張	-11.51	-0.73	-0.39	-0.22	-12.85
	冷却材膨張	- 5.32	-1.66	-0.85	-2.75	-10.58
	ドップラー効果	- 1.60				- 1.60
	合　計	-23.78	-3.70	-1.72	-3.28	-32.49
45MW	燃料ペレット膨張	- 3.49				- 3.49
	被覆管膨張	- 1.20				- 1.20
	ラッパー管膨張	- 0.29	-1.30	-0.47	-0.32	- 2.39
	炉心支持板膨張	-11.51	-0.73	-0.39	-0.22	-12.85
	冷却材膨張	- 5.29	-1.66	-0.84	-2.75	-10.54
	ドップラー効果	- 1.98				- 1.98
	合　計	-23.76	-3.70	-1.70	-3.28	-32.45
370℃	燃料ペレット膨張	- 2.99				- 2.99
	被覆管膨張	- 1.19				- 1.19
	ラッパー管膨張	- 0.29	-1.30	-0.45	-0.32	- 2.37
	炉心支持板膨張	-11.51	-0.73	-0.39	-0.22	-12.85
	冷却材膨張	- 5.22	-1.65	-0.82	-2.75	-10.44
	ドップラー効果	- 3.00				- 3.00
	合　計	-24.20	-3.68	-1.68	-3.28	-32.84

第7.19表　温 度 係 数（３５サイクル）

〔×10⁻⁶（Δk/kk'）/ ℃〕

炉心状態	項　目	領域				全炉心
		炉　心	径方向反射体	上部軸方向反射体	下部空間部	合　計
100MW	燃料ペレット膨張	- 3.90				- 3.90
	被覆管膨張	- 0.99				- 0.99
	ラッパー管膨張	- 0.23	-1.15	-0.48	-0.32	- 2.18
	炉心支持板膨張	-11.34	-0.73	-0.39	-0.22	-12.67
	冷却材膨張	- 4.51	-1.39	-0.86	-2.75	- 9.51
	ドップラー効果	- 1.41				- 1.41
	合　計	-22.36	-3.27	-1.73	-3.28	-30.65
75MW	燃料ペレット膨張	- 3.63				- 3.63
	被覆管膨張	- 0.98				- 0.98
	ラッパー管膨張	- 0.23	-1.15	-0.48	-0.32	- 2.17
	炉心支持板膨張	-11.34	-0.73	-0.39	-0.22	-12.67
	冷却材膨張	- 4.48	-1.39	-0.85	-2.75	- 9.47
	ドップラー効果	- 1.62				- 1.62
	合　計	-22.28	-3.27	-1.72	-3.28	-30.54
45MW	燃料ペレット膨張	- 3.30				- 3.30
	被覆管膨張	- 0.98				- 0.98
	ラッパー管膨張	- 0.23	-1.15	-0.47	-0.32	- 2.16
	炉心支持板膨張	-11.34	-0.73	-0.39	-0.22	-12.67
	冷却材膨張	- 4.45	-1.38	-0.84	-2.75	- 9.42
	ドップラー効果	- 2.00				- 2.00
	合　計	-22.29	-3.26	-1.70	-3.28	-30.54
370℃	燃料ペレット膨張	- 2.83				- 2.83
	被覆管膨張	- 0.97				- 0.97
	ラッパー管膨張	- 0.23	-1.14	-0.46	-0.32	- 2.15
	炉心支持板膨張	-11.34	-0.73	-0.39	-0.22	-12.67
	冷却材膨張	- 4.40	-1.37	-0.82	-2.75	- 9.34
	ドップラー効果	- 3.03				- 3.03
	合　計	-22.78	-3.25	-1.68	-3.28	-30.99

第7.20表　温度欠損反応度及び出力欠損反応度（３２サイクル）

〔$\times 10^{-3}$　$\Delta k/kk'$ 〕

		CORE	RADIAL REF	AXIAL RFUP	AXIAL RFDW	TOTAL
３７０℃⇨定格	FUEL	-263.151	0.000	0.000	0.000	-263.151
	CLAD	-11.983	0.000	0.000	0.000	-11.983
	WRAPPER	-1.766	-5.217	-7.082	0.000	-14.066
	SUPPORT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	COOLANT	-42.291	-6.635	[illegible]	0.000	-61.584
	DOPPLER	-147.788	0.000	0.000	0.000	-147.788
	TOTAL	-466.979	-11.853	-19.739	0.000	-498.571
		CORE	RADIAL REF	AXIAL RFUP	AXIAL RFDW	TOTAL
２５０℃⇨３７０℃	FUEL	-34.855	0.000	0.000	0.000	-34.855
	CLAD	-14.058	0.000	0.000	0.000	-14.058
	WRAPPER	-3.468	-15.396	-5.511	-3.748	-28.123
	SUPPORT	-136.428	-8.688	-4.630	-2.590	-152.337
	COOLANT	-61.431	-19.399	-9.700	-32.332	-122.861
	DOPPLER	-39.856	0.000	0.000	0.000	-39.856
	TOTAL	-290.096	-43.483	-19.840	-38.670	-392.089
		CORE	RADIAL REF	AXIAL RFUP	AXIAL RFDW	TOTAL
１００℃⇨２５０℃	FUEL	-40.570	0.000	0.000	0.000	-40.570
	CLAD	-17.076	0.000	0.000	0.000	-17.076
	WRAPPER	-4.213	-18.701	-6.694	-4.552	-34.160
	SUPPORT	-165.717	-10.554	-5.524	-3.146	-185.040
	COOLANT	-73.376	-23.171	-11.586	-38.619	-146.752
	DOPPLER	-65.212	0.000	0.000	0.000	-65.212
	TOTAL	-366.164	-52.426	-23.903	-46.318	-488.810

第7.21表　温度欠損反応度及び出力欠損反応度（３５サイクル）

〔×10⁻³　Δk/kk'〕

		CORE	RADIAL REF	AXIAL RFUP	AXIAL RFDW	TOTAL
３７０℃⇨定格	FUEL	-248.486	0.000	0.000	0.000	-248.486
	CLAD	-9.762	0.000	0.000	0.000	-9.762
	WRAPPER	-1.361	-4.587	-7.082	0.000	-13.030
	SUPPORT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	COOLANT	-35.613	-5.530	-12.657	0.000	-53.800
	DOPPLER	-149.319	0.000	0.000	0.000	-149.319
	TOTAL	-444.541	-10.116	-19.739	0.000	-474.397
		CORE	RADIAL REF	AXIAL RFUP	AXIAL RFDW	TOTAL
２５０℃⇨３７０℃	FUEL	-32.912	0.000	0.000	0.000	-32.912
	CLAD	-11.452	0.000	0.000	0.000	-11.452
	WRAPPER	-2.673	-13.534	-5.511	-3.748	-25.466
	SUPPORT	-134.346	-8.649	-4.630	-2.590	-150.214
	COOLANT	-51.731	-16.166	-9.700	-32.332	-109.928
	DOPPLER	-40.269	0.000	0.000	0.000	-40.269
	TOTAL	-273.383	-38.349	-19.840	-38.670	-370.242
		CORE	RADIAL REF	AXIAL RFUP	AXIAL RFDW	TOTAL
１００℃⇨２５０℃	FUEL	-38.309	0.000	0.000	0.000	-38.309
	CLAD	-13.911	0.000	0.000	0.000	-13.911
	WRAPPER	-3.246	-16.440	-6.694	-4.552	-30.932
	SUPPORT	-163.187	-10.505	-5.824	-3.146	-182.483
	COOLANT	-61.790	-19.309	-11.586	-38.619	-131.304
	DOPPLER	-65.888	0.000	0.000	0.000	-65.888
	TOTAL	-346.332	-46.255	-23.903	-46.318	-462.807

第7.22表　領域全体の反応度効果（３２サイクル）

〔$\times 10^{-2}\Delta k/kk'$〕

炉心状態	100℃～250℃	250℃～370℃	370℃～定格
(1) ドップラー効果	0.085	0.052	0.192
(2) 燃料温度（ドップラー効果を除く）	0.052	0.045	0.342
(3) 構造材温度	0.067	0.055	0.034
(4) 冷却材温度	0.191	0.160	0.080
(5) 炉心支持板温度	0.222	0.183	0.000
計	0.617	0.495	0.648

定格時：燃料温度 1,110℃，被覆管温度 470℃，冷却材温度 450℃
炉心支持板温度 370℃，ラッパ管温度 430℃。

（注）インシュレータ及び制御棒領域は含まず。

第7.23表　領域全体の反応度効果（３５サイクル）

〔$\times 10^{-2}\Delta k/kk'$〕

炉　心　状　態	100℃～250℃	250℃～370℃	370℃～定格
(1)　ドップラー効果	0.086	0.052	0.194
(2)　燃　料　温　度 （ドップラー効果を除く）	0.050	0.043	0.323
(3)　構造材温度	0.058	0.048	0.030
(4)　冷却材温度	0.171	0.143	0.070
(5)　炉心支持板温度	0.219	0.180	0.000
計	0.584	0.466	0.617

定格時：燃料温度 1,110℃，被覆管温度 470℃，冷却材温度 450℃
炉心支持板温度 370℃，ラッパ管温度 430℃。

（注）インシュレータ及び制御棒領域は含まず。

第7.24表　　炉心の過剰反応度の内訳〔Δk/kk'〕

（３２サイクル）

反応度バランス		領域全体の反応度効果
定格出力時の最大の過剰反応度*		0.019
内　訳	燃焼補償用**	0.016
	運転余裕用	0.003
温度補償用及び出力補償用		0.0176
内　訳	100～250℃	0.0062
	250～370℃	0.0050
	370～定 格	0.0065
最大過剰反応度100℃		0.037

＊　Ｃ－Ｅの補正量 0.0058（Keff）

＊＊燃焼欠損反応度の誤差を10％とした。

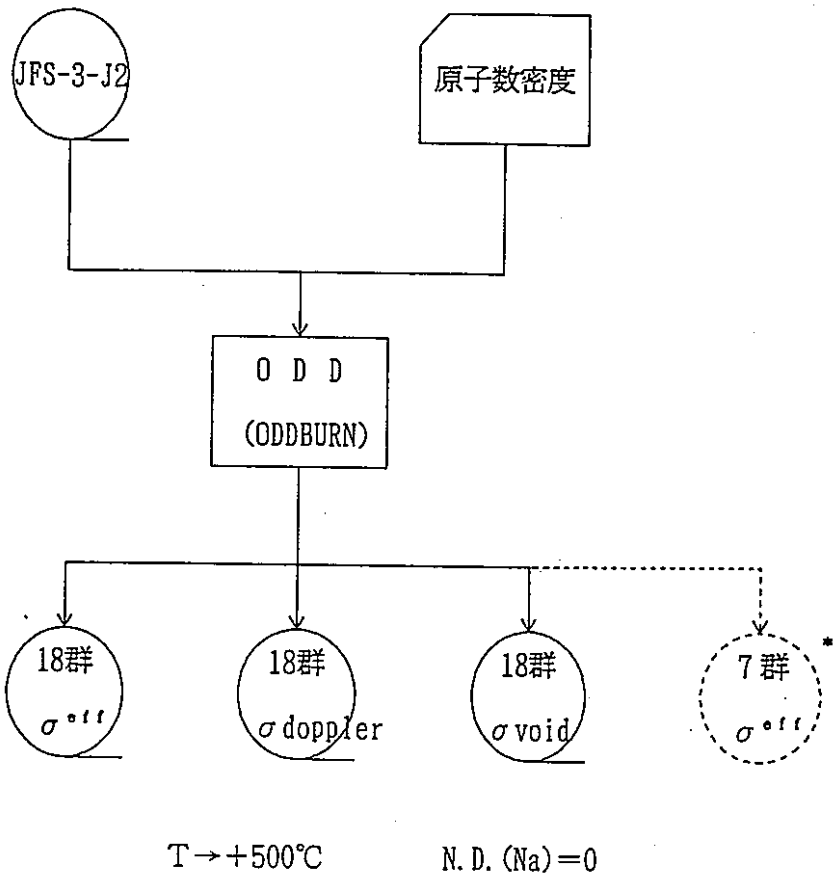
第7.25表　　炉心の過剰反応度の内訳〔Δk/kk´〕

（３５サイクル）

反応度バランス		領域全体の反応度効果
定格出力時の最大の過剰反応度*		0.037
内　訳	燃焼補償用**	0.011
	運転余裕用	0.026
温度補償用及び出力補償用		0.0167
内　訳	100～250℃	0.0058
	250～370℃	0.0047
	370～定 格	0.0062
最大過剰反応度100℃		0.054

＊　Ｃ－Ｅの補正量 0.0058（Keff）

＊＊燃焼欠損反応度の誤差を10％とした。



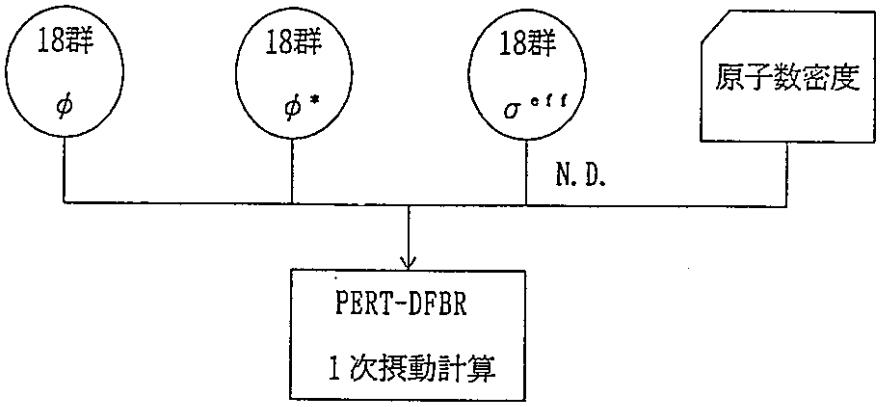
ＯＤＤ(ODDBURN) の計算項目

① 70群実効断面積作成

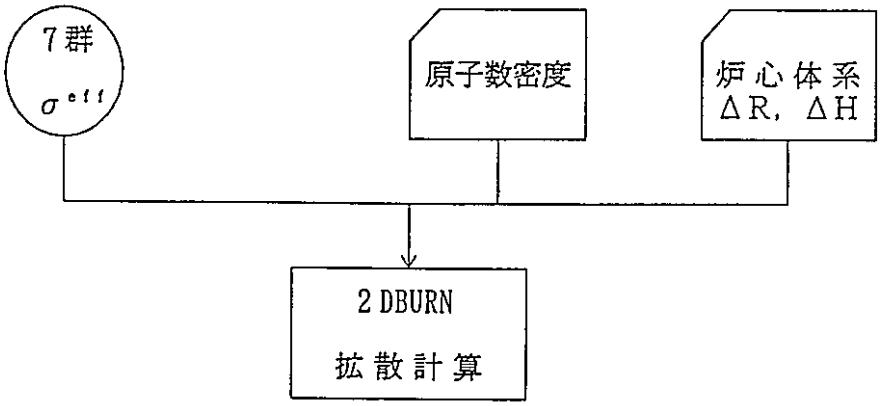
② 18群縮約計算

＊ ：臨界性・出力分布特性で作成済み。

第7.1図　18群ミクロ定数の作成（反応度係数・動特性パラメータ）

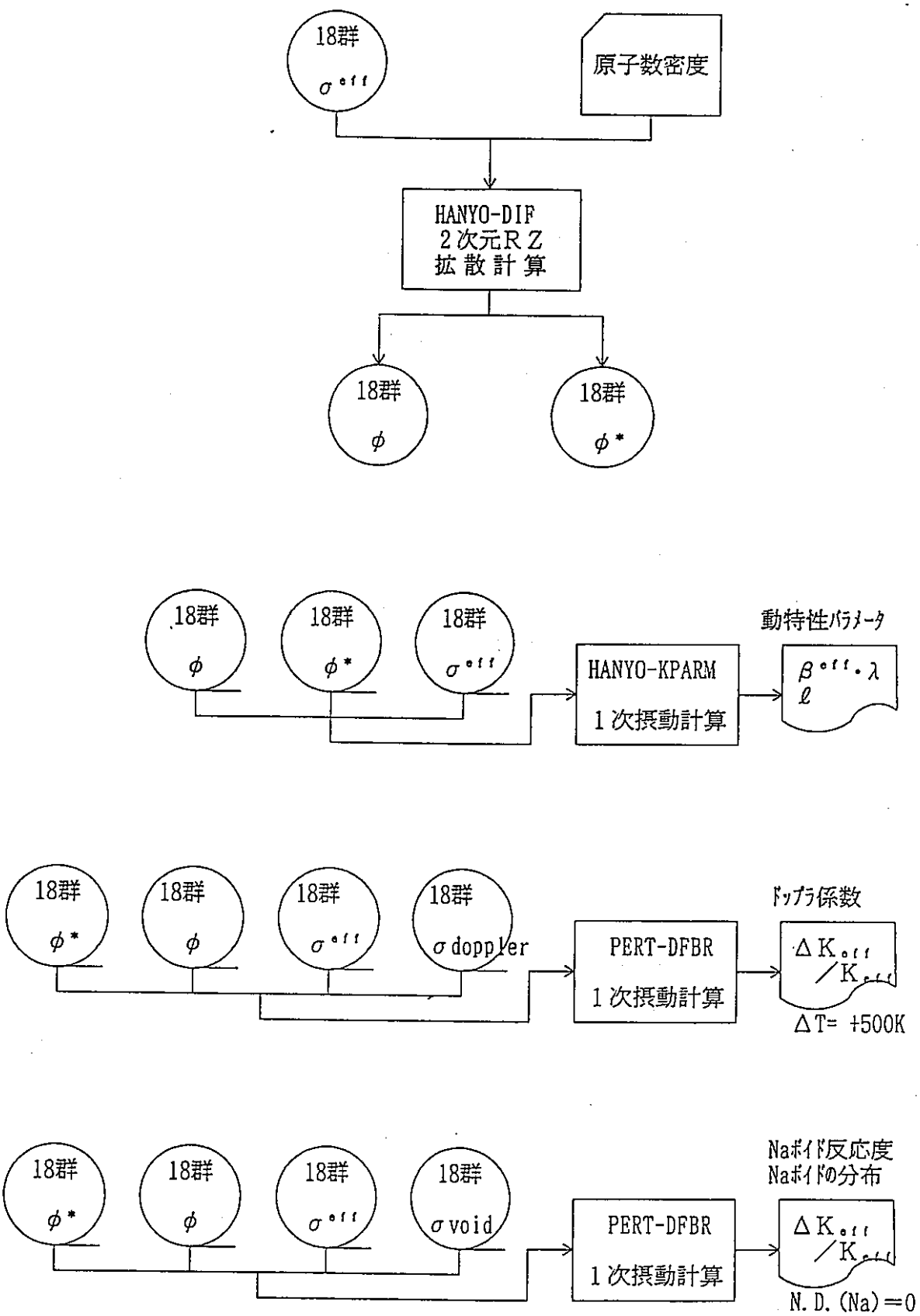


密度係数

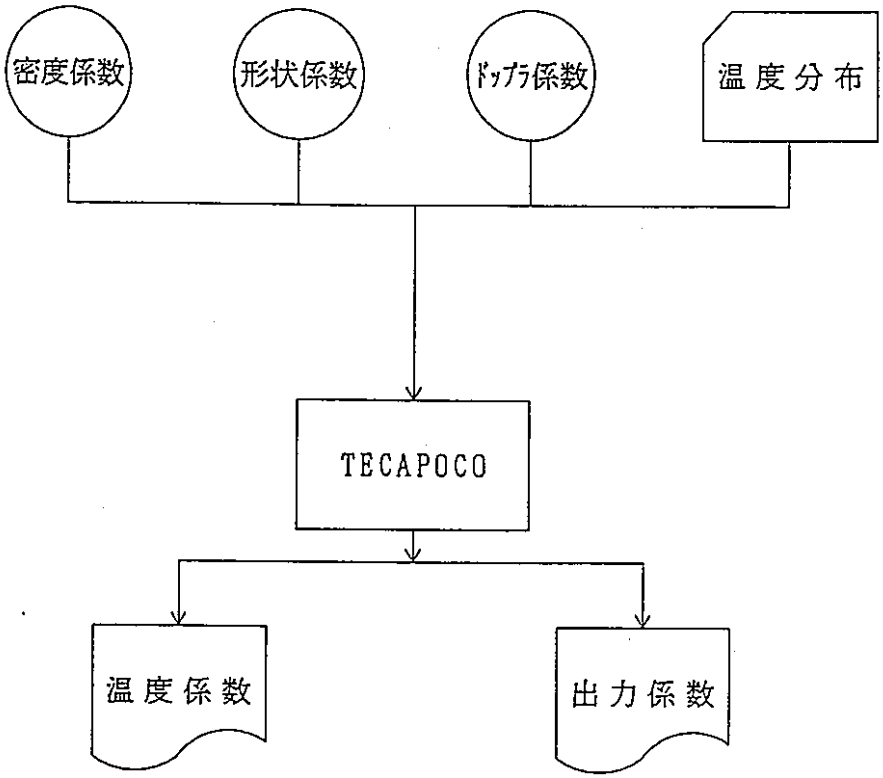


形状係数

第7.2図　反応度係数・動特性パラメータの計算 (1/3)



第7.2図　反応度係数・動特性パラメータの計算（2/3）



第7.2図　反応度係数・動特性パラメータの計算（3/3）

8. 動特性パラメータ

３２サイクル初期及び３５サイクル初期の動特性パラメータを１次近似摂動計算により求めた。結果を以下に示す。

３２サイクル初期 …… 第8.1表

３５サイクル初期 …… 第8.2表

実効遅発中性子割合は３２サイクル初期，３５サイクル初期ともに4.36×10^{-3}であった。

第8.1表　動特性パラメータ（32サイクル）

実効遅発中性子割合	β_{eff}	4.36×10^{-3}
	β_1	1.29×10^{-4}
	β_2	9.38×10^{-4}
	β_3	8.18×10^{-4}
	β_4	1.66×10^{-3}
	β_5	6.49×10^{-4}
	β_6	1.68×10^{-4}
遅発中性子崩壊定数（／sec）	λ_1	1.28×10^{-2}
	λ_2	3.14×10^{-2}
	λ_3	1.26×10^{-1}
	λ_4	3.30×10^{-1}
	λ_5	1.40×10^{0}
	λ_6	3.79×10^{0}
即発中性子寿命（$\times10^{-6}$ sec）		0.352
逆時間反応度（$\Delta k/kk'$）		1.43×10^{-5}

第8.2表　動特性パラメータ（３５サイクル）

実効遅発中性子割合	β_{eff}	4.36×10^{-3}
	β_1	1.28×10^{-4}
	β_2	9.40×10^{-4}
	β_3	8.17×10^{-4}
	β_4	1.66×10^{-3}
	β_5	6.49×10^{-4}
	β_6	1.66×10^{-4}
遅発中性子崩壊定数（／sec）	λ_1	1.28×10^{-2}
	λ_2	3.14×10^{-2}
	λ_3	1.26×10^{-1}
	λ_4	3.30×10^{-1}
	λ_5	1.40×10^{0}
	λ_6	3.79×10^{0}
即発中性子寿命（$\times10^{-6}$ sec）		0.355
逆時間反応度（$\Delta k/kk'$）		1.43×10^{-5}

9. 燃焼度

移行炉心の期間中に取出される燃料集合体の要素最高燃焼度は第9.1表に示すとおりであり，制限値の75,000MWd／tを下回っている。なお，この値は2次元RZ計算の出力分布から推定したものである。

第9.1表　集合体最高燃焼度及び要素最高燃焼度（ $\times 10^4$ MWd／t）

燃焼度の高い取り出し燃料	集合体燃焼度 35サイクル	要素最高燃焼度		
		31サイクル末期	32～35サイクルの増分	35サイクル
PFD519	6.44	4.92	2.08	7.00
PFD528	6.64	4.35	2.60	6.95
PFD537	6.73	3.57	3.53	7.10
PFD515	6.25	5.09	1.82	6.91
PFD523	6.45	4.95	1.97	6.92
PFD529	6.49	4.32	2.54	6.96

（注）＿＿＿：最大値

10. 燃料最高温度，被覆管最高温度

熱設計コードMIX-MK2 により，流配データ[3]（動燃殿支給）及び以下の計算条件のもとで温度計算を行った。

(1) 計算条件

集合体内流量分布：周辺流れ係数fw =1.16

工学的安全係数：　第10.1表（動燃殿支給データ）

過出力係数　：　1.07(動燃殿支給データ)

発熱分担　：　ペレット／0.990，被覆管／0.007，ラッパ管／0.3

(2) 計算結果

３２サイクル初期の温度計算を行った。計算結果を第10.2表に示す。また，各列毎の温度分布を第10.3表～第10.9表に示す。

この結果，炉心全体の最高温度は，

冷却材温度（定格時）	631℃（第２流量領域）
被覆管温度（定格時）	647℃（第２流量領域）
燃料温度（定格時）	2298℃（第１流量領域）
燃料温度（過出力時）	2437℃（第１流量領域）

であった。

第10.1表　工学的安全係数

処理	温度差 / 不確定項目	冷却材	フィルム内	被覆管内	ギャップ内	燃料体内
乗算項	出力分布誤差	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028
	中性子束検出器誤差	} 1.028	1.01	1.01	1.01	1.01
	原子炉熱出力誤差		1.036	1.036	1.036	1.036
	即ち					
	原子炉全流量誤差					
	原子炉入口出口温度誤差					
	冷却材物性値誤差					
	オリフィス誤差	1.04	1.007			
統計項	出力変動幅	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
	サブチャンネル流量分布	1.04	1.006			
	集合体流量分布誤差	1.019	1.004			
	ペレット直径公差 ①*1	} 1.015	①1.028	1.028		
	ペレット直径公差 ②		②		1.20	
	ペレット密度公差		1.022	1.022	1.022	1.026
	ペレット濃縮度		1.02	1.02	1.02	1.02
	被覆管外径公差		1.006	1.04		
	被覆管内径公差			1.038	1.10	
	ペレットスタック長 ①*1	①1.0052				
	ペレットスタック長 ②	②1.0052				
	ペレットO／Mのバラツキ					1.014
	冷却材熱伝達率		1.70			
	被覆材熱伝導率			1.05		
	ギャップコンダクタンス				1.05	
	ペレット熱伝導率					1.05

（ブランクは，全て1.0である。）

*1　被覆管温度計算時には①の行のH.S.F.を
燃料温度計算時には②の行のH.S.F を使用する。

第10.2表　移行炉心の熱特性 ― ３２サイクル ―

流量領域	集合体番号	冷却材流量 (kg／s)	集合体出力 (MW)	最大線出力 (W／cm)	定格時最高温度（℃）			過出力時燃料最高温度 (℃)
					冷却材	被覆管	燃料	
0.1	13	8.662	2.07	355	624	641	2298	2437
2	22	8.225	1.94	355	631	647	2289	2428
3	30	7.363	1.69	315	627	641	2110	2244
4	MK-Ⅱ 58	6.894	1.50	277	616	629	1932	2059
	MK-Ⅲ 53	7.614	1.50	297	593	609	2024	2155
5	MK-Ⅱ 74	6.091	1.28	233	608	620	1721	1837
	MK-Ⅲ 76	6.679	1.19	232	569	582	1687	1801

第10.3表　各部の軸方向温度分布（第１流量領域：領域13）

JY-MK2　32CYCLE WTOTAL=8.662 IRR=13 QN=2.06776
*** HOT CHANNEL TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C) ***

		* * * NOMINAL * * *				* * * WITH HOT SPOT FACTOR * * *			
HIGHT (CM)		NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER	NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER
1	0.0	371	371	373	374	371	372	373	375
2	1.2	371	376	388	400	371	379	393	406
3	2.5	375	379	392	404	375	383	397	411
4	3.7	378	383	396	409	379	388	402	417
5	9.4	397	402	418	433	400	410	427	444
6	15.1	418	425	443	460	426	436	455	475
7	18.6	433	440	459	477	442	453	473	494
8	22.1	448	456	475	494	460	471	492	513
9	25.6	464	472	491	511	478	490	511	532
10	29.0	480	488	508	527	497	509	529	551
11	32.5	497	505	524	542	516	527	548	568
12	36.0	513	521	539	557	534	545	565	585
13	39.5	528	536	553	571	552	563	581	600
14	43.0	543	550	567	583	569	579	597	615
15	48.7	565	572	585	599	595	603	618	633
16	54.4	584	589	600	611	616	623	635	647
17	55.6	587	592	603	613	620	626	638	649
18	56.9	591	595	605	615	624	630	641	651
19	58.1	591	591	593	594	624	625	626	627
20	66.6	591	591	591	591	624	624	624	624
21	75.2	591	591	591	591	624	624	624	624
22	83.7	591	591	591	591	624	624	624	624
23	92.3	591	591	591	591	624	624	624	624
24	100.8	591	591	591	591	624	624	624	624
25	109.4	591	591	591	591	624	624	624	624
26	117.9	591	591	591	591	624	624	624	624
27	126.5	591	591	591	591	624	624	624	624
28	135.0	591	591	591	591	624	624	624	624
29	143.6	591	591	591	591	624	624	624	624

JY-MK2　32CYCLE WTOTAL=8.662 IRR=13 QN=2.06776
FUEL CENTER TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C)

HIGHT (CM)		NOMINAL	H.S.F	HSF+OPF
1	0.0	800	819	465
2	1.2	1291	1464	1565
3	2.5	1332	1506	1610
4	3.7	1391	1586	1674
5	9.4	1630	1833	1957
6	15.1	1846	2059	2192
7	18.5	1933	2149	2284
8	22.1	2004	2224	2361
9	25.6	2051	2272	2411
10	29.0	2075	2296	2435
11	32.5	2078	2298	2437
12	36.0	2060	2279	2417
13	39.5	2023	2238	2375
14	43.0	1976	2186	2321
15	48.7	1797	1998	2126
16	54.4	1600	1781	1899
17	55.6	1542	1716	1829
18	56.9	1501	1668	1779
19	58.1	800	804	752

（注）領域番号は，TRIANGLEの計算体系のもの（第3.11図）

第10.4表　各部の軸方向温度分布（第２流量領域：領域22）

JY-MK2 32CYCLE WTOTAL=8.225 IRR=22 QN=1.94109 F
*** HOT CHANNEL TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C) ***

	HIGHT (CM)	* * * NOMINAL * * * NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER	* * * WITH HOT SPOT FACTOR * * * NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER
1	0.0	371	371	373	374	371	372	373	375
2	1.2	371	376	388	400	371	380	393	406
3	2.5	375	379	392	404	376	384	397	411
4	3.7	379	383	396	409	380	388	402	417
5	9.4	398	403	419	434	402	411	428	445
6	15.1	420	427	444	462	428	438	457	477
7	18.6	435	442	461	479	445	456	476	496
8	22.1	451	459	477	496	464	475	495	516
9	25.6	468	475	494	513	483	494	514	535
10	29.0	484	492	511	530	502	513	534	554
11	32.5	501	509	528	546	521	532	552	573
12	36.0	518	525	543	561	540	551	570	590
13	39.5	534	541	558	575	558	569	587	608
14	43.0	549	556	572	588	576	586	603	620
15	48.7	571	578	591	604	602	610	624	639
16	54.4	590	595	606	617	623	630	642	653
17	55.6	593	598	608	619	627	633	644	655
18	56.9	597	601	611	621	631	637	647	658
19	58.1	597	597	598	599	631	632	633	634
20	66.6	596	596	596	596	630	630	630	630
21	75.2	595	595	595	595	629	629	629	629
22	83.7	593	593	593	593	627	627	627	627
23	92.3	591	591	591	591	625	625	625	625
24	100.8	589	589	589	589	622	622	622	622
25	109.4	587	587	587	587	620	620	620	620
26	117.9	585	585	585	585	618	618	618	618
27	126.5	584	584	584	584	616	616	616	616
28	135.0	582	582	582	582	614	614	614	614
29	143.6	581	581	581	581	614	614	614	614

JY-MK2 32CYCLE WTOTAL=8.225 IRR=22 QN=1.94109 F
FUEL CENTER TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C)

	HIGHT (CM)	NOMINAL	H.S.F	HSF+OPF
1	0.0	800	819	462
2	1.2	1308	1481	1583
3	2.5	1344	1518	1623
4	3.7	1397	1572	1680
5	9.4	1628	1830	1954
6	15.1	1842	2055	2188
7	18.6	1928	2143	2278
8	22.1	1998	2216	2354
9	25.6	2044	2264	2403
10	29.0	2067	2288	2427
11	32.5	2069	2289	2428
12	36.0	2050	2268	2406
13	39.5	2011	2224	2361
14	43.0	1961	2170	2304
15	48.7	1781	1981	2108
16	54.4	1582	1761	1877
17	55.6	1521	1692	1804
18	56.9	1477	1641	1750
19	58.1	800	805	734

（注）領域番号は，TRIANGLEの計算体系のもの（第3.11図）

第10.5表　各部の軸方向温度分布（第3流量領域：領域30）

JY-MK2 32CYCLE WTOTAL=7.363 IRR=30 ON=1.68855
*** HOT CHANNEL TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C) ***

		* * * NOMINAL * * *				* * * WITH HOT SPOT FACTOR * * *			
HIGHT (CM)		NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER	NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER
1	0.0	371	371	372	374	371	372	373	374
2	1.2	371	375	387	398	371	379	391	404
3	2.5	375	379	391	402	376	383	396	409
4	3.7	379	383	395	407	380	388	401	414
5	9.4	398	403	417	430	402	410	425	441
6	15.1	420	426	442	457	428	437	454	471
7	18.6	435	441	457	473	445	454	472	490
8	22.1	451	457	474	490	463	473	491	509
9	25.6	467	474	490	507	482	491	510	528
10	29.0	483	490	507	524	501	510	528	547
11	32.5	500	507	523	539	519	529	547	565
12	36.0	516	523	539	554	538	548	564	582
13	39.5	532	538	553	568	556	565	581	597
14	43.0	546	553	567	581	573	582	597	612
15	48.7	568	574	586	598	599	606	618	631
16	54.4	587	591	601	610	620	625	636	646
17	55.6	590	594	603	612	623	629	638	648
18	56.9	593	597	606	614	627	632	641	650
19	58.1	593	594	595	596	627	628	629	630
20	66.6	592	592	592	592	626	626	626	626
21	75.2	591	591	591	591	625	625	625	625
22	83.7	589	589	589	589	623	623	623	623
23	92.3	587	587	587	587	620	620	620	620
24	100.8	585	585	585	585	618	618	618	618
25	109.4	584	584	584	584	616	616	616	616
26	117.9	582	582	582	582	614	614	614	614
27	126.5	580	580	580	580	612	612	612	612
28	135.0	578	578	578	578	610	610	610	610
29	143.6	577	577	577	577	610	610	610	610

JY-MK2 32CYCLE WTOTAL=7.363 IRR=30 ON=1.68856
FUEL CENTER TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C)

HIGHT (CM)		NOMINAL	H.S.F	HSF+OPF
1	0.0	800	820	449
2	1.2	1232	1402	1498
3	2.5	1256	1427	1525
4	3.7	1291	1463	1564
5	9.4	1494	1680	1795
6	15.1	1682	1888	2014
7	18.6	1761	1971	2100
8	22.1	1829	2039	2171
9	25.6	1875	2085	2218
10	29.0	1899	2108	2242
11	32.5	1902	2110	2244
12	36.0	1885	2091	2223
13	39.5	1846	2050	2181
14	43.0	1786	1998	2127
15	48.7	1635	1823	1943
16	54.4	1462	1625	1734
17	55.6	1404	1558	1662
18	56.9	1355	1508	1608
19	58.1	800	805	713

（注）領域番号は，TRIANGLEの計算体系のもの（第3.11図）

第10.6表　各部の軸方向温度分布（第４流量領域, MK-Ⅱ燃料: 領域58）

JY-MK2 32CYCLE WTOTAL=6.894 IRR=58 ON=1.49670 F
*** HOT CHANNEL TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C) ***

		* * * NOMINAL * * *				* * * WITH HOT SPOT FACTOR * * *			
HIGHT (CM)		NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER	NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER
1	0.0	371	371	372	373	371	372	373	374
2	1.2	371	375	386	397	371	379	391	403
3	2.5	375	379	390	401	376	383	395	407
4	3.7	379	383	394	405	380	387	399	411
5	9.4	398	402	415	427	402	409	423	437
6	15.1	419	425	438	452	426	435	450	465
7	18.6	433	439	453	467	443	451	467	482
8	22.1	448	454	469	483	460	468	484	500
9	25.6	463	469	484	499	477	486	502	518
10	29.0	479	485	500	514	495	504	520	536
11	32.5	494	500	515	529	513	522	537	553
12	36.0	509	516	529	543	531	539	554	569
13	39.5	524	530	544	557	548	556	570	584
14	43.0	538	544	557	570	564	571	585	599
15	48.7	559	565	575	586	588	595	606	618
16	54.4	577	581	590	599	609	614	623	633
17	55.6	580	584	593	601	612	617	626	635
18	56.9	584	587	595	603	616	621	629	637
19	58.1	584	584	585	586	616	617	618	618
20	66.6	583	583	583	583	615	615	615	615
21	75.2	581	581	581	581	613	613	613	613
22	83.7	580	580	580	580	612	612	612	612
23	92.3	578	578	578	578	609	609	609	609
24	100.8	576	576	576	576	607	607	607	607
25	109.4	574	574	574	574	605	605	605	605
26	117.9	572	572	572	572	603	603	603	603
27	126.5	571	571	571	571	601	601	601	601
28	135.0	569	569	569	569	599	599	599	599
29	143.6	568	568	568	568	599	599	599	599

JY-MK2 32CYCLE WTOTAL=6.894 IRR=58 ON=1.49670 F
FUEL CENTER TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C)

HIGHT (CM)		NOMINAL	H.S.F	HSF+DPF
1	0.0	800	821	445
2	1.2	1183	1344	1435
3	2.5	1193	1356	1448
4	3.7	1210	1375	1469
5	9.4	1387	1558	1665
6	15.1	1532	1720	1838
7	18.6	1601	1796	1917
8	22.1	1660	1861	1986
9	25.6	1701	1905	2031
10	29.0	1723	1928	2054
11	32.5	1728	1932	2059
12	36.0	1718	1920	2045
13	39.5	1692	1890	2014
14	43.0	1659	1852	1974
15	48.7	1520	1693	1806
16	54.4	1368	1523	1624
17	55.6	1314	1467	1564
18	56.9	1273	1424	1518
19	58.1	800	806	695

（注）領域番号は，TRIANGLEの計算体系のもの（第3.11図）

第10.7表　各部の軸方向温度分布（第４流量領域, MK-Ⅲ燃料: 領域53）

JY-MK3 32CYCLE WTOTAL=7.514 IRR=53 ON=1.49928 F
*** HOT CHANNEL TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C) ***

		* * * NOMINAL * * *				* * * WITH HOT SPOT FACTOR * * *			
HIGHT (CM)		NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER	NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER
1	0.0	371	371	371	371	371	371	371	372
2	3.7	371	376	388	400	371	379	392	406
3	9.4	390	395	408	421	392	401	415	430
4	15.1	410	416	431	446	416	425	442	458
5	18.6	424	430	446	461	432	441	458	475
6	22.1	439	445	461	476	449	458	475	493
7	25.6	453	460	476	492	466	475	493	510
8	29.0	469	475	491	507	483	493	510	527
9	32.5	484	490	506	521	501	510	527	544
10	36.0	498	505	520	535	518	527	543	559
11	39.5	513	519	533	548	534	543	558	574
12	43.0	526	532	546	559	550	558	573	587
13	48.7	547	552	564	575	574	580	593	605
14	54.4	564	568	578	588	593	599	608	620
15	58.1	564	564	564	564	593	594	594	594
16	66.6	563	563	563	563	592	592	592	592
17	75.2	562	562	562	562	591	591	591	591
18	83.7	560	560	560	560	589	589	589	589
19	92.3	559	559	559	559	587	587	587	587
20	100.8	557	557	557	557	585	585	585	585
21	109.4	555	555	555	555	583	583	583	583
22	117.9	554	554	554	554	582	582	582	582
23	126.5	552	552	552	552	580	580	580	580
24	135.0	551	551	551	551	578	578	578	578
25	143.6	550	550	550	550	578	578	578	578

JY-MK3 32CYCLE WTOTAL=7.514 IRR=53 ON=1.49928 F
FUEL CENTER TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C)

HIGHT (CM)		NOMINAL	H.S.F	HSF+OPF
1	0.0	800	825	385
2	3.7	1307	1481	1583
3	9.4	1471	1654	1768
4	15.1	1630	1831	1954
5	18.6	1697	1905	2031
6	22.1	1755	1965	2094
7	25.6	1794	2004	2135
8	29.0	1814	2024	2155
9	32.5	1815	2023	2154
10	36.0	1796	2002	2132
11	39.5	1757	1962	2090
12	43.0	1709	1909	2035
13	48.7	1565	1747	1864
14	54.4	1415	1575	1680
15	58.1	800	810	589

（注）領域番号は，TRIANGLEの計算体系のもの（第3.11図）

第10.8表　各部の軸方向温度分布（第５流量領域, MK-Ⅱ燃料: 領域74）

JY-MK2 32CYCLE WTOTAL=6.091 IRR=74 ON=1.12830 F
*** HOT CHANNEL TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C) ***

		* * * NOMINAL * * *				* * * WITH HOT SPOT FACTOR * * *			
HIGHT (CM)		NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER	NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER
1	0.0	371	371	372	373	371	372	373	374
2	1.2	371	375	385	395	371	378	389	401
3	2.5	375	379	389	399	378	383	393	404
4	3.7	379	383	392	402	380	387	397	408
5	9.4	398	402	412	423	402	408	420	432
6	15.1	418	423	435	446	426	433	445	458
7	18.6	432	437	449	461	441	448	461	474
8	22.1	446	451	463	475	457	465	478	491
9	25.6	461	466	478	490	474	481	495	508
10	29.0	475	480	493	505	491	498	512	525
11	32.5	490	495	507	519	508	515	528	541
12	36.0	504	509	521	533	525	532	544	557
13	39.5	518	523	535	546	541	548	560	572
14	43.0	532	537	548	559	556	563	575	586
15	48.7	552	557	566	575	580	586	595	605
16	54.4	570	573	581	589	600	605	613	621
17	55.6	573	577	584	591	604	608	616	624
18	56.9	576	580	587	594	608	612	620	627
19	58.1	576	577	577	578	608	608	609	610
20	66.6	576	576	576	576	607	607	607	607
21	75.2	574	574	574	574	605	605	605	605
22	83.7	572	572	572	572	603	603	603	603
23	92.3	571	571	571	571	601	601	601	601
24	100.8	569	569	569	569	599	599	599	599
25	109.4	567	567	567	567	597	597	597	597
26	117.9	565	565	565	565	595	595	595	595
27	126.5	563	563	563	563	593	593	593	593
28	135.0	562	562	562	562	591	591	591	591
29	143.6	561	561	561	561	591	591	591	591

JY-MK2 32CYCLE WTOTAL=6.091 IRR=74 ON=1.12830 F
FUEL CENTER TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C)

HIGHT (CM)		NOMINAL	H.S.F	HSF+OPF
1	0.0	800	821	836
2	1.2	1146	1301	1389
3	2.5	1131	1283	1369
4	3.7	1118	1267	1352
5	9.4	1252	1421	1518
6	15.1	1375	1544	1650
7	18.6	1433	1606	1716
8	22.1	1481	1660	1773
9	25.6	1514	1696	1811
10	29.0	1532	1715	1831
11	32.5	1538	1721	1837
12	36.0	1531	1712	1827
13	39.5	1514	1691	1805
14	43.0	1492	1665	1776
15	48.7	1377	1535	1638
16	54.4	1247	1399	1491
17	55.6	1217	1364	1453
18	56.9	1198	1341	1428
19	58.1	800	808	850

（注）領域番号は，TRIANGLEの計算体系のもの（第3.11図）

第10.9表　各部の軸方向温度分布（第５流量領域，MK-Ⅲ燃料：領域76）

JY-MK3　32CYCLE WTOTAL=6.679 IRR=76 QN=1.18564 F
*** HOT CHANNEL TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C) ***

		* * * NOMINAL * * *				* * * WITH HOT SPOT FACTOR * * *			
HIGHT (CM)		NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER	NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER
1	0.0	371	371	371	371	371	371	371	371
2	3.7	371	375	385	395	371	378	389	401
3	9.4	388	393	403	414	391	398	410	422
4	15.1	407	412	424	435	413	420	433	446
5	18.6	419	424	436	448	427	434	447	461
6	22.1	432	437	450	462	442	449	462	476
7	25.6	445	450	463	475	457	464	477	491
8	29.0	458	464	476	488	472	479	493	506
9	32.5	472	477	489	501	487	494	507	521
10	36.0	485	490	502	513	502	509	522	535
11	39.5	497	502	513	525	517	523	535	548
12	43.0	509	514	525	535	530	537	548	560
13	48.7	527	532	541	550	551	556	567	577
14	54.4	543	547	555	563	569	574	582	591
15	58.1	543	543	543	543	569	569	569	569
16	66.6	542	542	542	542	568	568	568	568
17	75.2	541	541	541	541	566	566	566	566
18	83.7	539	539	539	539	565	565	565	565
19	92.3	538	538	538	538	563	563	563	563
20	100.8	536	536	536	536	561	561	561	561
21	109.4	535	535	535	535	559	559	559	559
22	117.9	533	533	533	533	558	558	558	558
23	126.5	532	532	532	532	556	556	556	556
24	135.0	530	530	530	530	555	555	555	555
25	143.6	529	529	529	529	555	555	555	555

JY-MK3　32CYCLE WTOTAL=6.679 IRR=76 QN=1.18564 F
FUEL CENTER TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C)

HIGHT (CM)		NOMINAL	H.S.F	HSF+OPF
1	0.0	800	826	381
2	3.7	1127	1279	1365
3	9.4	1232	1400	1495
4	15.1	1353	1523	1628
5	18.6	1409	1580	1688
6	22.1	1454	1630	1741
7	25.6	1486	1665	1778
8	29.0	1504	1684	1798
9	32.5	1508	1687	1801
10	36.0	1497	1674	1787
11	39.5	1472	1644	1755
12	43.0	1440	1607	1715
13	48.7	1339	1497	1598
14	54.4	1232	1382	1474
15	58.1	800	810	583

（注）領域番号は，TRIANGLEの計算体系のもの（第3.11図）

11. まとめ

移行炉心の特性は以下のとおりである。

(1) 過剰反応度

2DBURNの計算結果をベースにすると３５サイクルで過剰反応度は5.4 %Δk/kk'となる。

(2) 最大線出力

３２サイクルの最大線出力は355W/cm である。

(3) 最大中性子束

３２サイクル末期の最大高速中性子束は3.3 $\times 10^{15}$ n/cm^{2}s, ３５サイクル末期の最大高速中性子束は2.8 $\times 10^{15}$ n/cm^{2}s である。

(4) 制御棒価値

３２サイクルのワンロッドスタック時の制御棒価値は7.4 %Δk/kk', ３５サイクルのワンロッドスタック時の制御棒価値は7.3 %Δk/kk' である。

(5) 反応度係数

３２サイクル, ３５サイクルの反応度係数はＭＫ－Ⅱ炉心, 標準平衡炉心の値と同程度である。

(6) 動特性パラメータ

３２サイクル初期, ３５サイクル初期の実効遅発中性子割合はともに0.00436 であり, 従来の移行炉心の値とほぼ一致している。

(7) 燃焼度

要素最高燃焼度は概略で7.1 $\times 10^4$ ＭＷｄ／ｔであった。

(8) 燃料最高温度, 被覆管最高温度

３２サイクルの定格時燃料最高温度2,298 ℃, 定格時被覆管最高温度647 ℃はともにＭＫ－Ⅱ炉心の制限値, 燃料最高温度2,500 ℃以下, 被覆管最高温度650 ℃以下を満足する。

第11.1表　移行炉心の炉心特性　　（1／2）

特　　性	制　　限	32サイクル	35サイクル
(1) 過剰反応度［%Δk/k］	5.5 以下	3.7	5.4
(2) 制御棒反応度価値［%Δk/kk'］			
6本		9.6（最小値）	9.3（最小値）
ワンロッドスタック時		7.4（最小値）	7.3（最小値）
(3) 反応度付加率［Δk/kk'/s］	0.00021 以下	0.00021	0.00019
(4) 炉停止余裕［%Δk/kk'］	100℃の体系		
ワンロッドスタック時 100℃等温	で未臨界	1.9	1.8
(5) 熱的制限値（定格時）			
燃料最高温度［℃］	2,500以下	2,298	
被覆管最高温度［℃］	650以下	647（第2流量領域）	
(6) 出力分布			
集合体出力（MW）		2.07	
最大線出力（W/cm）		355	

第11.1表　移行炉心の炉心特性　　（2／2）

特　　性	制　限	32サイクル	35サイクル
(7) 反応度係数	適切な負のフィードバック特性		
ドップラー定数		-1.93/-1.70	-1.95/-1.72
（$\times 10^{-3}$ T・dk/dT）			
制御棒全引抜き時		-1.35 ～-2.51	-1.37 ～-2.53
制御棒中挿入時		-1.19 ～-2.21	-1.20 ～-2.24
		（±30%）	（±30%）
ナトリウムボイド		-2.32	-1.99
反応度（$\times 10^{-2}$ Δk/k）		-1.62～-3.02	-1.39～-2.59
（炉心部）		（±30%）	（±30%）
温度係数			
（$\times 10^{-6}$ Δk/k/℃）			
燃料温度係数		-4.13	-3.90
（ドップラー効果を除く）		-2.9～-5.4	-2.7～-5.1
		（±30%）	（±30%）
構造材温度係数		-1.51	-1.22
		-1.1～-2.0	-0.9 ～-1.6
		（±30%）	（±30%）
冷却材温度係数		- 10.63	-9.51
		-7.4～-14	-6.7～-12
		（±30%）	（±30%）
炉心支持板温度係数		-12.85	-12.67
		-10 ～-15	-10 ～-15
		（±20%）	（±20%）
(8) 動特性パラメータ			
実効遅発中性子割合		0.436	0.436
（$\times 10^{-2}$）		0.35 ～ 0.52	0.35 ～ 0.52
		（±20%）	（±20%）
即発中性子寿命		0.352	0.355
（$\times 10^{-6}$ s）		2.8 ～ 4.2	2.8 ～ 4.3
		（±20%）	（±20%）

12. 関連資料

12.1 動燃殿御支給データ

〈1〉長沖　吉弘「移行炉心の詳細核熱計算のためのデータ支給」
技術課メモ(技-7-77)　平成７年７月２７日

〈2〉長沖　吉弘「移行炉心の詳細核熱計算のためのデータ支給(その２) 」
技術課メモ(技-7-82)　平成７年８月４日

〈3〉長沖　吉弘「移行炉心の詳細核熱計算のためのデータ支給(その３) 」
技術課メモ(技-7-85) 平成７年８月７日

〈4〉福家　　賢「移行炉心の冷却材流量の提示」
技術課メモ (技-7-99)　平成７年９月１３日

12.2 参考文献

〈1〉手塚　広子，宝珠山　健ら「『常陽』制御棒移設炉心の炉心特性計算」
ＰＮＣ　ＳＪ9214　90－001 三菱原子力工業株式会社　1990年３月

〈2〉池田　一三，河北　孝司ら「移行炉心の詳細核熱計算（Ⅱ）」
ＰＮＣ　ＳＪ9214　93－003 三菱原子力工業株式会社　1993年３月

13. 謝　辞

本研究にあたって，鈴木惣十技術課長，小林孝良技術課長代理，有井祥夫副主任研究員，長沖吉弘研究員に種々の点について御指導いただいたことを感謝します。