

高速増殖原型炉もんじゅ
性能試験結果を反映した燃料設計最適化(II)

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

技 術 資 料		
開示区分	レポ ー ト No.	受 領 日
P	J1678 96-001	97.7.23
この資料は技術管理室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です 動力炉・核燃料開発事業団 技術協力部技術管理室		

1996年2月

新型炉技術開発株式会社

この資料は、動燃事業団社内における検討を目的とする社内資料です。ついては複写、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。

本資料についての問い合わせは下記に願います。
〒107 東京都港区赤坂1丁目9番13号
動力炉・核燃料開発事業団
技術協力部 技術管理室

高速増殖原型炉もんじゅ
性能試験結果を反映した燃料設計最適化(Ⅱ)

菅 太郎*¹ 貝瀬 與一郎*¹

要 旨

高速増殖原型炉もんじゅは、平成7年2月から起動試験を開始し、炉心反応度の測定等の性能試験が実施された。そこで、今後の詳細な運転計画を策定するために、性能試験中での第一回取替燃料の一部を使用した場合の第二サイクルまでの炉心核特性を評価した。また、第三サイクルに装荷する取替燃料についてサーベイを行い、最適なPu富化度を設定して設工認申請用の補足データを整備した。また、第四サイクル以降の炉心についてもその炉心核特性を概略評価した。得られた成果を以下に要約する。

- (1) 実際の運転履歴を考慮して設定した運転計画に基づき、性能試験から第二サイクルまでの炉心核特性を評価し、反応度確保の観点から初装荷炉心での中途燃交及び取替燃料の予備体使用時の炉心の成立性を確認した。
- (2) 第三サイクルの炉心核特性のサーベイにより第二回取替燃料のPu富化度として以下を設定した。

内側炉心・・・16.0 fiss Pu wt%

外側炉心・・・21.0 fiss Pu wt%

また、第三サイクルでの反応度確保のために、燃料交換体数を増加した炉心の成立性を確認した。

- (3) (2)で設定した第二回取替燃料の設工認申請のための補足データとして、第三サイクルの炉心核特性を評価した。
- (4) 第四サイクル以降の炉心核特性については、取替燃料のPu富化度を第二

・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：071C0090

事業団担当課：動力炉開発推進本部 もんじゅ計画管理課 竹内 則彦

*1 新型炉技術開発株式会社

回取替燃料と同じとして設計での燃交計画に基づき評価したが、第五サイクルでの取出燃焼度が制限値を超える可能性があり、燃交計画の変更等を検討する必要があることが分かった。

- (5) 第六サイクルで高燃焼度移行炉心とした場合の炉心核特性を評価した結果、特に、第三サイクルで装荷された燃料（第二回取替燃料）の一部が炉内に残っており、その燃焼度が低燃焼度炉心の制限値を超えるため、燃交計画等の検討が必要であることが分かった。

目 次

1. まえがき	1-1
2. 燃料取替計画見直しのための基本データの整理	2-1
2.1 第二サイクル炉心の炉心特性の明確化	2.1-1
2.2 第三サイクル炉心での燃料交換計画立案のためのデータ整備	2.2-1
2.3 第三サイクル炉心の炉心特性の評価	2.3-1
3. 今後の燃料取替計画見直しのための補足データの整備	3-1
3.1 第四サイクル炉心の炉心特性の評価	3.1-1
3.2 高燃焼度炉心移行への予備検討	3.2-1
4. あとがき	4-1
5. 参考文献	5-1
付録A. 初装荷炉心中途燃交時の出力分布マップ	A-1
付録B. 初装荷炉心中途燃交時及び第二サイクルの出力分布マップ	B-1
付録C. 第三サイクルの出力分布マップ	C-1
付録D. 第三サイクルの反応度係数マップ	D-1

1 まえがき

高速増殖原型炉もんじゅは、平成7年2月から起動試験を開始し、出力試験の性能試験が実施されている。

そこで、まず、性能試験期間中の詳細な運転計画を策定するために、昨年度検討した初装荷炉心中途での第一回取替燃料の一部交換を含む第二サイクルまでの工程に合わせて炉心核特性の評価を実施した。

また、第二回取替燃料の設工認申請用の補足データとして、第三サイクルにおける炉心核特性をPu富化度をパラメータとしてサーベイした上で最適なPu富化度を設定し、その場合の詳細な炉心核特性を評価した。

さらに、第四サイクル以降の炉心核特性について、第六サイクルからの高燃焼度炉心への移行を考慮した評価を実施し、その成立性を検討した。

2 燃料交換計画見直しのための基本データの整理

初装荷炉心（性能試験を含む）から第二サイクル炉心までの炉心核特性については、昨年度の検討^[1]で評価しており、その中で、まず、第二サイクルで使用する第一回取替燃料として以下を設定した。

○製造上の炉心装荷日：平成8年8月15日

○Pu富化度：内側炉心・・・16.0 fiss Pu wt%

外側炉心・・・21.0 fiss Pu wt%

また、性能試験に必要な運転日数確保のために、内側炉心の取替燃料24体程度を初装荷炉心の途中で燃料交換（以下中途燃交と略す）するケースの成立性が確認されている。ここで昨年度の検討で想定されていた運転計画を表2-1に示す。

これに対して、本年度の検討では、性能試験工程の変更を考慮して、表2-2に示す通り全部で5つの運転計画を基に炉心核特性に関する評価を実施した。ここで、表2-3に各運転計画（それぞれをケース1～5とする）の特徴を簡単にまとめた。

検討に当たっては、運転計画の変更により必要とされる性能試験での運転日数を確保するために、昨年度検討した中途燃交についてその燃交体数を増加させることを検討した。

また、第二サイクルでは、中途燃交で残った取替燃料の交換が行われることになっており、この成立性の評価も実施した。この際、第二サイクルの運転日数確保の観点から、第一回取替燃料に対して用意されている内側及び外側炉心燃料各1体の予備体の使用も検討した。

一方、第三サイクル炉心については、前述の表2-2で示す計画では平成9年中に開始されることとなっており、その際使用する第二回取替燃料の設計を早急に実施する必要がある。このため、同取替燃料のPu富化度をパラメータとした第三サイクル炉心の核特性をサーベイを実施し、最適なものを選定した。また、選定された取替燃料を使用した場合の炉心核特性を、燃料の設工認申請用のデータベースとして評価しまとめた。

^[1]PNC ZJ1678 95-006 高速増殖炉もんじゅ 性能試験結果を反映した燃料設計最適化

表2-1 昨年度の検討で想定した運転計画

年度	平成7年度												平成8年度												平成9年度													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
熱出力																																						
期間(日)	29	31	9	31	10	30	31	30	18	31	29	31	30	31	30	31	15	30	31	30	16	15	16	15	28	31	30	19	30	18	31	30	31	18	31	17	28	31
期間(日)	69	18	34	10	112	18	241	123	31	123	60	123	60	73																								
事象	40%出力試験	75%出力試験	100%出力試験	運停	第一回定期検査	第二サイクル	計画停止	第三サイクル	計画停止	第四サイクル	計画停止	第五サイクル																										
熱出力(%)	45%	77%	100%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%																								
運転日数	20	16	29	0	0	123	0	123	0	123	0	123	0	73																								
停止日数	49	18	18	10	83	0	241	0	31	0	60	0	60	0																								
EFPD	9	12	29	0	0	123	0	123	0	123	0	123	0	73																								

表2-2 検討上想定した運転計画 (1/5)

・ケース1

年度	平成7年度												平成8年度												平成9年度																										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3															
熱出力																																																			
期間(日)	30	7	21	30	31	31	30	6	12	13	18	10	12	5	26	31	29	15	16	17	13	12	16	3	30	3	28	31	30	31	30	5	26	31	28	31	23	6	27	30	31	31	4	26	31	30	31	31	31	28	31
期間(日)	37	152						12	21	10	17	101			16	17	25	16	36			155			123			27	123			208																			
事象	停止	40%出力試験						75及び100%試験			試験準備・燃交・検査等			100%出力試験・運開			第一回定期検査			第二サイクル			燃交等	第三サイクル			第二回定期検査																								
熱出力(%)	0%	45%						0%	77%	0%	100%	0%			100%	0%	100%	0%			0%			100%	0%	100%			0%																						
運転日数	0	58						0	15	0	11	0			8	0	11	0	35			0			123	0	123			0																					
停止日数	37	94						12	6	10	6	101			8	17	14	16	1			155			0			27	0			208																			
EFPD	0	26						0	11	0	11	0			8	0	11	0	35			0			123	0	123			0																					

表2-2 検討上想定した運転計画 (2 / 5)

・ケース2

年度	平成7年度												平成8年度												平成9年度															
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3				
熱出力																																								
期間(日)	30	24	30	31	31	30	31	30	28	20	23	13	29	31	30	16	17	25	16	35	30	31	30	31	30	1	28	31	30	31	28	29	31	30	31	28	31	31	28	31
期間(日)	37	210						23	13	102			16	17	25	16	35	155						123			30	123						149						
事象	停止	40%出力試験						77%出力試験	100%出力試験	試験準備・燃交・検査等			100%出力試験			第一回定期検査						第二サイクル			燃交等	第三サイクル						第二回定期検査								
熱出力(%)	0%	45%						77%	100%	0%			100%	0%	100%	0%	100%	0%						100%			0%	100%						0%						
運転日数	0	59						15	8	0			8	0	11	0	35	0						123			0	123						0						
停止日数	37	151						8	5	102			8	17	14	16	0	155						0			30	0						149						
EFPD	0	27						11	8	0			8	0	11	0	35	0						123			0	123						0						

2-4

表2-2 検討上想定した運転計画 (3 / 5)

・ケース3

年度	平成7年度												平成8年度												平成9年度																			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3								
熱出力																																												
期間(日)	30	7	24	30	31	31	30	31	30	28	20	23	13	29	31	30	16	17	25	16	11	30	31	30	31	9	22	28	31	30	12	19	11	19	31	31	30	12	19	30	31	31	28	31
期間(日)	37	210						23	13	102			16	17	25	16	155						123			30	123			170														
事象	停止	40%出力試験						75%出力試験	100%出力試験	試験準備・燃交・検査等			100%出力試験	第一回定期検査						第二サイクル			燃交等	第三サイクル			第二回定期検査																	
熱出力(%)	0%	45%						77%	100%	0%			100%	0%	100%	100%	0%						100%			0%	100%			0%														
運転日数	0	59						15	8	0			8	0	11	0	0						123			0	123			0														
停止日数	37	151						8	5	102			8	17	14	16	0						0			30	0			170														
EFPD	0	27						11	8	0			8	0	11	0	0						123			0	123			0														

2-5

表2-2 検討上想定した運転計画 (4 / 5)

・ケース4

年度	平成7年度												平成8年度												平成9年度																	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3						
熱出力																																										
期間(日)	30	29	30	31	31	30	31	30	28	13	18	19	28	31	30	31	30	31	30	29	31	28	31	30	31	30	31	30	31	30	31	28	29	31	31	28	27	31	31	28	17	11
期間(日)	37	235											16	19	120	212											183	90	47	123	14											
事象	停止	40%及び75%出力試験											燃交・点検等		100%出力試験／運開											第一回定期検査			第二サイクル燃交・点検等		第三サイクル			14								
熱出力(%)	0%	45%											0%	75%	0%	100%											0%	100%	0%	100%	0%											
運転日数	0	87											0	15	0	50											0	90	0	123	0											
停止日数	37	148											16	4	120	162											183	0	47	0	11											
EFPD	0	39											0	11	0	50											0	90	0	123	0											

2-6

表2-2 検討上想定した運転計画 (5 / 5)

・ケース5

年度 月	平成7年度												平成8年度												平成9年度															
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3				
熱出力 100%																																								
期間(日)	30	24	30	31	31	30	31	30	31	13	18	25	31	30	31	30	31	31	30	31	31	28	31	30	31	15	15	25	31	30	31	14	16	31	31	28	17			
期間(日)	37	251												22	25	92			214						166						40	112						123		
事象	停止	40%及び75%出力試験												燃交・点検等			100%出力試験／運開						第一回定期検査						燃交・点検等	第三サイクル										
熱出力(%)	0%	45%												0%	77%	0%			100%						0%						100%	0%						100%		
運転日数	0	87												0	20	0			66						0						40	0						123		
停止日数	37	164												22	5	92			148						166						0	112						0		
EFPD	0	39												0	15	0			66						0						40	0						123		

2-7

表2-3 各ケースでの運転計画の整理

	昨年度	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
中途燃交前の運転日数*	50	48	47	47	50	54
中途燃交後	30	54	54	33	50	66
第二サイクル	123	123	123	123	90	40
第三サイクル	123	123	123	123	123	-
初装荷炉心終了	H7.12.18	H8.7.2	H8.8.28	H8.8.7	H8.12.29	H8.12.31
第二サイクル開始	H8.8.15	H8.12.4	H9.1.30	H9.1.9	H9.6.30	H9.6.15
第三サイクル開始	H9.2.16	H9.5.4	H9.7.2	H9.6.11	H9.11.14	-

* 運転日数は実効全出力換算（EFPD）とした。

注1) ケース4及び5では中途燃交前は75%出力試験までであり、その分運転日数を長く取っている。

注2) 第二サイクル炉心での運転日数もケース4及び5ではより現実的な値とした。

2.1 第二サイクル炉心の炉心特性の明確化

第二サイクルの炉心特性を評価するに当たっては、その初期に行われる燃料交換の詳細を決定する必要がある他に、第二サイクルまでの運転履歴を出来る限り模擬したモデルにより解析を実施することが重要である。これは、燃焼欠損反応度が炉心出力依存性を持つこと、あるいは、燃料交換時における新旧燃料の出力ミスマッチが変化すること等による。従って、初装荷炉心での中途燃交時の成立性を確認した上で第二サイクルの評価を実施する必要がある。

そこで、第二サイクルの炉心特性と合わせて、初装荷炉心での中途燃交時の評価も実施し、その成立性を評価した。

また、第二サイクルについては、反応度を確保する観点から、取替燃料の予備体（内側及び外側炉心各1体）の使用も検討した。

2.1.1 核特性の評価手法及び条件

炉心核特性の評価手法は基本的にはもんじゅの炉心核設計時のものをそのまま用いている。以下に簡単にその概要を示す。

- 群定数 : M I C S 5 . 2
- 少数群実効断面積作成 : 1次元拡散燃焼計算コード「ODDBURN」
- エネルギー群 : 6群
- 体系計算 : 2次元R Z及びX Y拡散燃焼計算
- 体系計算コード : 「2DBURN」及び「TRIANGLE」

ここで、2次元X Y計算体系を図2.1-1に示す。

評価条件として、まず、解析に使用する燃料の組成は、初装荷燃料については実際の製造実績を踏まえたいわゆる実組成を用いる。また、取替燃料については、設計値との整合性を考慮し基本的に設計基準組成とした。ただし、 ^{241}Pu が β 崩壊して生じる ^{241}Am は反応度評価上重要であることが分かっているので、燃料の冷却貯蔵期間を考慮し約3年間の ^{241}Pu 崩壊が生じたものとした。表2.1-1に検討に使用する燃料のPu組成を示す。

次に、第一回取替燃料としては、昨年度の検討により設定された以下のものを用いる。

- 製造上の炉心装荷日：平成8年8月15日

○Pu富化度：内側炉心・・・16.0 fiss Pu wt%^[1]

外側炉心・・・21.0 fiss Pu wt%

参考として、表2.1-2に設計で設定された取替燃料のPu富化度を示す。同表より低燃取替燃料のPu富化度は内側及び外側炉心で、それぞれ、15.4及び20.9fiss Pu wt%であり、今回の値は相対的に内側炉心で高めの設定となっていることが分かる。これは、中途燃交での使用が予定されていた内側炉心の反応度値値を出来るだけ高く取ったこと及び設置許可申請書記載値からの制限により決められたためである。

以上のPu組成及び富化度から得られる内側及び外側炉心集合体の原子数密度を表2.1-3に示す。ただし、取替燃料については、製造上の炉心装荷日と実際の炉心装荷日とがずれる可能性があるため、その分の²⁴¹Pu崩壊及び²⁴¹Amの蓄積を反映した原子数密度を算出して用いた。

また、燃焼計算における燃焼計算モデルは、これまでの運転履歴及び今後の計画を反映させる。今回の検討では、前述した通り、運転計画として想定されたケースが全部で5つあるが、このモデル化については後述する。

以上に基づく解析結果として、実効増倍率及び出力分布を求め、炉心の持つ反応度の推移（燃焼欠損反応度、²⁴¹Pu崩壊に伴う反応度劣化、燃料交換に伴う増加反応度）や燃料及び被覆管温度を評価する。

2.1.2 燃焼計算モデル

今回の検討で想定した運転計画は前出の表2-2の5ケースがあり、それぞれに対応した燃焼計算モデルを設定する。

まず、性能試験期間中に実施される複数回の原子炉の起動停止を正確に模擬することは解析上煩雑であり、解析上は燃焼日数及び期間が一致していれば差異は無いと考えられるので、ここでは、単位出力当たりの実効的な燃焼日数（例えば全出力換算日数：EFPD）である程度まとまった期間を設定するものとした。

ここで、昨年度の検討では、表2.1-4に示す様に全てEFPDで換算してモデル化している^[2]が、別途実施した評価^[3]によると低出力運転時の燃焼欠損反応度は定格運転時より大きいことが判明したため、全てを定格出力でモデル化した場合、燃焼欠損反応度を過小評価することになる。そこで、今回の評価では、性能試験期間中の40%及

^[1]この値は等価フィッサイル法を使って設計基準組成相当のfissile富化度として表したものである。以後Pu富化度は特に断らない限りこの定義で表す。

^[2]表2.1-4にこの時の燃焼計算モデルを示した。表2-1の運転計画と合わせて参照のこと。

^[3]PNC ZJ1678 96-002 高速増殖炉もんじゅ 炉心特性の詳細評価（V）

び75%出力試験での運転日数はまとめて45%熱出力換算で取り入れることとした。これは、解析上、炉心熱出力を45%とする他に、45%熱出力時の炉心各部温度に応じた実効断面積を作成し使用することで行う。表2.1-5にこの時使用した炉心各部温度を示す。

以上の前提に従って作成した燃焼モデルを表2.1-6及び表2.1-7に示す。

2.1.3 過剰反応度の評価手法

過剰反応度の評価は、基本的には設計に準じた方法で行う。

まず、表2.1-8に初装荷炉心における過剰反応度の設計値を示す。この様に、設計では、低温零出力及び高温全出力時の過剰反応度は基準計算値に対してE/C補正、温度補正等の積み上げにより評価されているので、今回も基本的に同一の補正值を用いて評価する。

ただし、平成6年4月6日時点での過剰反応度の解析の結果から、

$$(\text{測定値}) - (\text{解析値}) = -0.69\%dk/kk'$$

の差があることが明らかとなっており、この値を補正に含める。

また、出力補正については、昨年度に実施した初装荷炉心実組成ベースの解析結果^[3]から見直す。^[4]

さらに、その他の補正として、運転余裕、バイト、燃焼欠損反応度補正及びCCR・FCR残留反応度が定格出力時において考慮されているが、これらの反応度については定格出力運転が可能な過剰反応度の下限値であるとして運転可能性を評価する際の基準とし、補正には含めないこととする。

(これらの反応度の内訳は以下の通り。)

- ①運転余裕 . . . 0.19%dk/kk'
- ②バイト . . . 0.11%dk/kk'
- ③燃焼欠損反応度補正 . . . 0.11%dk/kk'
- ④CCR・FCR残留反応度 . . . 0.12%dk/kk'

この内、反応度の余裕の無い第二サイクルまでの下限値としては、最低限必要である②及び④の合計である0.23%dk/kk'を設定する。

また、③の燃焼欠損反応度補正は後述する誤差で取り込むこととして除いた0.42%dk/kk'を第三サイクルまでの下限値とする。)

^[4]同解析により得られた低温零出力から定格出力までの出力欠損反応度は1.25%dk/kk'と評価されている。

これらの見直しを行った後の過剰反応度の評価を、平成6年4月6日時点为例にして表2.1-9に示す。同表より、基準計算値、補正及び補正後の最確値は以下となる事が分かる。

	基準計算値	補正	最確値 (単位：%dk/kk')
○低温零出力状態 . . .	2.50	+0.65	3.15
○定格出力状態 . . .	2.50	-0.58	1.92

今回の評価では、上記した平成6年4月6日時点での過剰反応度を基準として燃焼計算を行い、得られた実効増倍率から、反応度の燃焼欠損、²⁴¹Pu崩壊による欠損及び燃料交換による増分を求めて、各時点の過剰反応度を評価する。

また、出力、燃焼及び²⁴¹Pu崩壊による欠損反応度については、使用している解析値に対して以下の誤差を見込み、それが過剰反応度のマイナス側に働いた場合の評価も同時に実施することとした。

- 出力欠損 . . . ±20%
- 燃焼欠損 . . . ±15%
- ²⁴¹Pu崩壊 . . . ±17%

2.1.4 24体中途燃交の場合の評価結果

まず、昨年度の検討で評価した24体の中途燃交を実施した場合における第二サイクルまでの炉心核特性の評価結果を以下に示す。この評価で使用した運転計画は、ケース1、2及び5である。

(1) ケース1

ケース1の概略は以下の通り。(詳細は前出の表2-2参照)

- 初装荷炉心 . . . 47EFPD運転→中途燃交→54EFPD
- 第二サイクル . . . 123EFPD

まず、評価の結果得られた過剰反応度を表2.1-10に、また、反応度誤差を考慮した場合の評価を表2.1-11に示す。同表より、各時点での定格出力時の過剰反応度を以下となることが分かる。

	計算ノミナル値	誤差考慮	(単位：%dk/kk')
中途燃交直前 . . .	0.64	0.17	

中途燃交後運転終了 . . .	0.92	0.30
第二サイクル末期 . . .	0.50	-0.46

ノミナル値の場合、定格出力運転に必要な下限値である0.23%dk/kk'と比較すると、第二サイクルまで計画通り運転が可能である。また、誤差を考慮した場合は、中途燃交前及び第二サイクル末期で計画する運転日数を確保出来ない可能性があることが分かる。

次に、中途燃交後の出力分布と燃料及び被覆管最高温度の評価を実施した。

ここで、昨年度の24体中途燃交の評価（表2.1-12及び-13）では、第5流量領域で被覆管最高温度が制限値である675℃を1℃超える結果が得られていたので、燃交位置の最適化を行った。今回選択した24体中途燃交位置を図2.1-3に示す。昨年度との変更点は燃交が隣接集合体で行われていた領域番号100での燃交を90にしたことである。

この変更を行った結果、表2.1-14及び-15に示す最大線出力及び集合体出力を得た。昨年度の結果との比較から、特に第四流量領域で約2%、第五流量領域でも0.4~0.8%程度最大出力が減少することが分かる。また、今回の中途燃交後の燃料及び被覆管最高温度を昨年度評価との比較から概略評価した結果、表2.1-16及び-17に示す様に、第4及び5流量領域の被覆管最高温度は674℃であり、制限値を下回ることが分かった。燃料最高温度については2314℃で十分余裕があるが、最大線出力の制限から第一流量領域での357W/cmは余裕が少なく、また、中途燃交前の運転日数が増えた場合は旧燃料とのミスマッチも増加するので注意を要する。

また、24体中途燃交後の第二サイクルの出力分布についても、昨年度の評価（表2.1-18及び-19）と比較した。表2.1-20及び-21に示す様に、全体的な傾向として1%前後今回の最高出力が低減している事が分かる。これは、第二サイクルでの燃交位置の最適化を実施した結果、燃交位置の対称性が良くなったためであると考えられる。最適化した燃交パターンを図2.3-3に示す。昨年度との違いは、以下の通り。

- 中途燃交 . . . 領域番号100→90
- 第二サイクルでの . . . 領域番号165→166
- 181→182
- 197→198

(2) ケース 2

ケース 2 の概略は以下の通り。(詳細は前出の表2-2参照)

○初装荷炉心・・・47EFPD運転→中途燃交→54EFPD

○第二サイクル・・・123EFPD

ただし、ケース 1 と比べて約 2 カ月計画が先送りとなっており、このことによる第二サイクルの出力分布への影響を評価した。

結果として得られた最大線出力及び集合体出力を表2.1-22及び-23に示す。ケース 1 との比較によりこの工程変更の影響はほぼ無視できる。

(3) ケース 5

ケース 5 の概略は以下の通り。(詳細は前出の表2-2参照)

○初装荷炉心・・・54EFPD運転→中途燃交→66EFPD

○第二サイクル・・・40EFPD

このケースは、中途燃交前の運転を75%出力までとしている等現実的な運転日数を設定した計画である。ここでは、中途燃交後の燃料及び被覆管最高温度の確認を行った。

評価の結果得られた燃料及び被覆管最高温度を表2.1-24及び-25に示す。(なお、24体中途燃交パターンはケース 1 で最適化した図2.1-3を使用した。)同表から燃料及び被覆管最高温度として、

○燃料最高温度・・・2331℃(第一流量領域)

○被覆管最高温度・・・674℃(第四及び五流量領域)

が得られ、制限値の範囲内に収まることが確認された。

2.1.5 中途燃交の有無による第二サイクル炉心への影響評価

ここで、中途燃交の有無による第二サイクルの出力分布へ与える影響を評価した。使用した運転計画はケース 2 とした。

評価の結果得られた中途燃交無しの場合の第二サイクルの最大線出力及び集合体出力を表2.1-26及び-27に示す。前節で示した24体中途燃交の場合と比較して、中途燃交を行った集合体では最高出力は1~2%小さくなり、そうで無い領域では1%以下の変化になっていることがわかる。これは、中途燃交した集合体は燃焼日数が多いために最高出力は低下するためであると考えられる。従って、最高出力の観点からは中途燃交無しの場合が最も厳しい結果を与えるものと判断される。

ここで、中途燃交無しの場合での過剰反応度評価結果を、ケース4の運転計画に従った場合を例にして表2.1-28及び-29に示す。同表より、各時点での定格出力時の過剰反応度を以下に示す。

	計算ノミナル値	誤差考慮	(単位：%dk/kk')
中途燃交直前 . . .	0.49	0.01	
中途燃交後運転終了 . . .	-0.38	-0.99	
第二サイクル末期 . . .	0.99	-0.13	

中途燃交前については、ノミナル値では必要反応度として0.23%dk/kk'を満足しているが、誤差を考慮した場合は満足出来ない。

2.1.6 中途燃交体数増加及び予備体の使用の検討

中途燃交後の反応度を確保する観点から、前述した通り24体中途燃交の場合についてはその成立性を確認した。今回の検討では、さらに反応度確保を図る観点から、中途燃交体数の増加及び取替燃料の予備体（内側及び外側炉心各1体）の使用を検討した。

中途燃交体数については、使用する取替燃料の製造工程等を考慮し、48体（内側及び外側炉心で39+9体）の場合について以下で示す。なお、この評価では、運転計画としてケース5の場合としている。

まず、48体中途燃交直後の最大線出力及び集合体出力を表2.1-30及び-31に示す。（なお、24体中途燃交パターンはケース1で最適化した図2.1-3を使用した。）前出の24体と比較すると、48体燃交した場合の方が全体的に1%程度最大出力が低下していることが分かる。これは、燃交体数が増加したことにより新燃料の出力分担が分散し全体的なバランスが良くなったためと考えられる。

また、第二サイクルについては、48体中途燃交を引き継いだ場合で、取替燃料の予備体2体の使用を検討した。評価した結果を表2.1-32及び-35に示す。予備体を使用した場合の最高出力は、予備体を装荷した場所（領域番号2及び138）及びその周辺で1%程度上昇していることが分かる。ここで、この予備体を使用した場合の燃料及び被覆管最高温度を従来評価結果より外挿して求めた。表2.1-37及び-38に結果を示すが、以下の通り制限値以下となる見通しが得られた。

○燃料最高温度 . . . 2324℃（第一流量領域）

○被覆管最高温度 . . . 674℃（第八流量領域）

以上より、48体中途燃交及び予備体2体の使用における出力及び熱的な成立性が見通せたので、この場合の過剰反応度を評価した。結果を表2.1-38に示す。また、反応度誤差を考慮した場合の評価を表2.1-39に示す。同表より、各時点での定格出力時の過剰反応度を以下に示す。

	計算ノミナル値	誤差考慮	(単位：%dk/kk')
中途燃交直前 . . .	0.45	-0.04	
中途燃交後運転終了 . . .	1.41	0.74	
第二サイクル末期 . . .	1.33	0.52	

中途燃交前については、ノミナル値では必要反応度(0.23%dk/kk')を満足しているが、誤差を考慮した場合は満足出来ない。しかし、48体の中途燃交及び予備体の使用によりその後の66EFPD及び第二サイクルの40EFPD運転末期の過剰反応度は、誤差を考慮したた場合でも0.23%dk/kk'を満足する結果が得られた。(なお、第二サイクルでの予備体2体による反応度増加0.1%dk/kk'が得られた。)

2.1.7 評価結果のまとめ

以上の評価結果を以下に整理してまとめる。

- 初装荷炉心で54EFPD燃焼させた場合、誤差を考慮した評価により、過剰反応度が不足する可能性がある。
- 48体の中途燃交を実施した場合は、その後及び第二サイクルも含めて100EFPD程度(≒66+40)の燃焼後も過剰反応度に余裕がある。
- 中途燃交後の燃交パターン最適化等により、初装荷炉心で24体及び48体の燃交を実施した場合でも最高出力及び温度制限上成立する見通しを得た。
- 第二サイクルの出力分布は、第一回取替燃料の予備体2体を使用しても成立する。

表2.1-1 検討に使用した燃料Pu組成

Pu 同位体	設計基準組成	設計基準組成 (²⁴¹ Pu崩壊考慮)	初装荷燃料実組成
²³⁸ Pu	0.0	0.0	1.2
²³⁹ Pu	58.0	58.0	62.2
²⁴⁰ Pu	24.0	24.0	23.6
²⁴¹ Pu	14.0	12.0	7.3
²⁴² Pu	4.0	4.0	3.9
²⁴¹ Am	0.0	2.0	1.8

注1) ²⁴¹Puの崩壊は約3年間を考慮した。

注2) 初装荷燃料実組成は内側及び外側炉心の平均とした。

表2.1-2 炉心設計において設定された炉心燃料のPu富化度

単位：Pu/(Pu+U) wt %

	内側炉心		外側炉心	
	核分裂性Pu富化度	Pu富化度	核分裂性Pu富化度	Pu富化度
初装荷燃料	14.43	20.04	19.86	27.58
低燃取替燃料	15.44	21.44	20.87	28.99
高燃取替燃料	16.11	22.38	21.56	29.94

表2.1-3 検討で使用した初装荷及び第一回取替燃料の原子数密度

単位： 10^{-24} atom/cc

No.	MICS ID	核種	初装荷燃料		第一回取替燃料	
			内側炉心	外側炉心	内側炉心	外側炉心
1	2	Mn	3.2360E-04	3.2360E-04	3.2368E-04	3.2368E-04
2	6	¹⁰ B				
3	7	¹¹ B				
4	8	C				
5	10	O	1.3627E-02	1.3753E-02	1.3737E-02	1.3774E-02
6	11	Na	8.7500E-03	8.7600E-03	8.7499E-03	8.7499E-03
7	19	Cr	3.8749E-03	3.8749E-03	3.8760E-03	3.8760E-03
8	20	Fe	1.3900E-02	1.3900E-02	1.3904E-02	1.3904E-02
9	21	Ni	2.7262E-03	2.7262E-03	2.7269E-03	2.7269E-03
10	25	Mo	3.0883E-04	3.0883E-04	3.0892E-04	3.0892E-04
11	34	²³⁵ U	1.1008E-05	1.0489E-05	1.0897E-05	9.9177E-06
12	35	²³⁶ U				
13	36	²³⁸ U	5.4676E-03	4.9665E-03	5.3687E-03	4.8863E-03
14	30	²³⁸ Pu	1.7407E-05	2.3100E-05		
15	37	²³⁹ Pu	9.0578E-04	1.2635E-03	9.2666E-04	1.2186E-03
16	38	²⁴⁰ Pu	3.5053E-04	4.6677E-04	3.8185E-04	5.0216E-04
17	39	²⁴¹ Pu	1.0403E-04	1.4777E-04	1.9013E-04	2.5004E-04
18	40	²⁴² Pu	5.7395E-05	7.5435E-05	6.3114E-05	8.3001E-05
19	41	²⁴¹ Am	3.2717E-05	2.8192E-05	3.1688E-05	4.1673E-05
20	31	²³⁹ Np				
21	42	U-FP				
22	43	Pu-FP				
Pu富化度 (Pu/(Pu+U) wt%)			21.24	28.84	22.97	30.12
◇ (fiss Pu wt%)			14.62	20.30	16.00	21.00

注) Naは定格出力時の密度、その他は20℃の密度に基づいて算出

表2.1-4 昨年度の検討で使用した炉心核計算上の運転モデル

年度	平成7年度												平成8年度												平成9年度																						
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3											
熱出力																																															
期間(日)	30	31	30	12	19	31	30	31	30	31	31	31	29	31	30	31	30	31	30	31	15	16	30	31	30	16	15	31	14	14	31	30	31	17	13	31	16	15	30	31	30	17	14	31	15	13	31
期間(日)	103			50	30	320												123	60	123			60	123			60	123			60	44															
事象	性能試験			定格運転	運開	第一回定期検査												第二サイクル			計画停止	第三サイクル			計画停止	第四サイクル			計画停止	第五サイクル																	
熱出力(%)	0%			100%	100%	0%												100%			0%	100%			0%	100%			0%	100%																	
運転日数	0			50	30	0												123			0	123			0	123			0	44																	
停止日数	103			0	0	320												0			60	0			60	0			60	0																	
EFPD	0			50	30	0												123			0	123			0	123			0	44																	

表2.1-5 炉心出力と各部温度

・初装荷炉心初期

	出力 (%)	冷却材 (℃)	ラッパ管 (℃)	被覆管 (℃)	燃料 (℃)
内 側 炉 心	0	180	180	180	180
	30	388	372	396	566
	45	446	422	459	732
	100	475	448	500	1122
外 側 炉 心	0	180	180	180	180
	30	384	369	391	539
	45	441	418	452	689
	100	470	444	491	1045
径 ブ ラ	0	180	180	180	180
	30	382	371	385	402
	45	438	420	441	469
	100	466	446	472	533
軸 ブ ラ	0	180	180	180	180
	30	354	351	354	365
	45	394	390	395	411
	100	420	415	422	456
支 持 板	0	180			
	30	340			
	45	372			
	100	397			

注) この中で、燃焼計算に反映したのは100%及び45%熱出力の温度である。

表2.1-6 燃焼計算モデル (1/5)

ケース1

サイクル	事象	日時	期間 (日)	運転日数 (日)	熱出力 (%)	EFPD	
						期間内	累計
初 装 荷	初臨界日	'94/04/06	-	-	-	-	-
	↓		514	0	0%	0	0
	40及び70%出力試験開始	'95/09/02	-	-	-	-	-
	↓		82	82	45%	37	37
	終了	'95/11/23	-	-	-	-	-
	↓		0	0	0%	0	37
	100%出力試験(1)開始	'95/11/23	-	-	-	-	-
	↓		11	11	100%	11	48
	終了/燃交	'95/12/04	-	-	-	-	-
	↓		157	0	0%	0	48
第 二	100%出力試験/運転開始	'96/05/09	-	-	-	-	-
	↓		54	54	100%	54	102
	終了	'96/07/02	-	-	-	-	-
	↓		155	0	0%	0	102
第 三	定格運転開始	'96/12/04	-	-	-	-	-
	↓		123	123	100%	123	225
	終了	'97/04/06	-	-	-	-	-
第 三	↓		28	0	0%	0	225
	定格運転	'97/05/04	-	-	-	-	-
	↓		123	123	100%	123	348
	終了	'97/09/04	-	-	-	-	-

注) 75%出力試験分は、40%出力試験の中に実効全出力日数 (EFPD) で取り込む。

表2.1-6 燃焼計算モデル (2 / 5)

ケース 2

サイクル	事象	日時	期間 (日)	運転日数 (日)	熱出力 (%)	EFPD	
						期間内	累計
初 装 荷	初臨界日	'94/04/06	-	-	-	-	-
	↓		569	0	0%	0	0
	40及び70%出力試験開始	'95/10/27	-	-	-	-	-
	↓		87	87	45%	39	39
	終了	'96/01/22	-	-	-	-	-
	↓		0	0	0%	0	39
	100%出力試験(1)開始	'96/01/22	-	-	-	-	-
	↓		8	8	100%	8	47
	終了	'96/01/30	-	-	-	-	-
	↓		157	0	0%	0	47
第 二	100%出力試験/運転開始	'96/07/05	-	-	-	-	-
	↓		54	54	100%	54	101
	終了	'96/08/28	-	-	-	-	-
	↓		155	0	0%	0	101
第 三	定格運転開始	'97/01/30	-	-	-	-	-
	↓		123	123	100%	123	224
	終了	'97/06/02	-	-	-	-	-
第 三	↓		30	0	0%	0	224
	定格運転	'97/07/02	-	-	-	-	-
	↓		123	123	100%	123	347
	終了	'97/11/02	-	-	-	-	-

注) 75%出力試験分は、40%出力試験の中に実効全出力日数 (EFPD) で取り込む。

表2.1-6 燃焼計算モデル (3 / 5)

ケース 3

サイクル	事象	日時	期間 (日)	運転日数 (日)	熱出力 (%)	EFPD	
						期間内	累計
初装荷	初臨界日	'94/04/06	-	-	-	-	-
	↓		569	0	0%	0	0
	40及び70%出力試験開始	'95/10/27	-	-	-	-	-
	↓		87	87	45%	39	39
	終了	'96/01/22	-	-	-	-	-
	↓		0	0	0%	0	39
	100%出力試験(1)開始	'96/01/22	-	-	-	-	-
	↓		8	8	100%	8	47
	終了	'96/01/30	-	-	-	-	-
	↓		157	0	0%	0	47
第二	100%出力試験/運転開始	'96/07/05	-	-	-	-	-
	↓		33	33	100%	33	80
	終了	'96/08/07	-	-	-	-	-
	↓		155	0	0%	0	80
第三	定格運転開始	'97/01/09	-	-	-	-	-
	↓		123	123	100%	123	203
	終了	'97/05/12	-	-	-	-	-
第三	↓		30	0	0%	0	203
	定格運転	'97/06/11	-	-	-	-	-
	↓		123	123	100%	123	326
	終了	'97/10/12	-	-	-	-	-

注) 75%出力試験分は、40%出力試験の中に実効全出力日数 (EFPD) で取り込む。

表2.1-6 燃焼計算モデル (4 / 5)

ケース4

サイクル	事象	日時	期間 (日)	運転日数 (日)	熱出力 (%)	EFPD	
						期間内	累計
初 装 荷	初臨界日	'94/04/06	-	-	-	-	-
	↓		554	0	0%	0	0
	40及び75%出力試験開始	'95/10/12	-	-	-	-	-
	↓		111	111	45%	50	50
	終了	'96/02/01	-	-	-	-	-
	↓		121	0	0%	0	50
	100%出力試験(1)開始	'96/06/01	-	-	-	-	-
	↓		10	10	100%	10	60
	終了	'96/06/11	-	-	-	-	-
	↓		162	0	0%	0	60
100%出力試験/運転開始	'96/11/19	-	-	-	-	-	
↓		40	40	100%	40	100	
終了	'96/12/29	-	-	-	-	-	
第 二	↓		183	0	0%	0	100
	定格運転開始	'97/06/30	-	-	-	-	-
	↓		90	90	100%	90	190
終了	'97/09/28	-	-	-	-	-	
第 三	↓		47	0	0%	0	190
	定格運転開始	'97/11/14	-	-	-	-	-
	↓		123	123	100%	123	313
終了	'98/03/17	-	-	-	-	-	

注) 75%出力試験分は、40%出力試験の中に実効全出力日数 (EFPD) で取り込む。

表2.1-6 燃焼計算モデル (5 / 5)

ケース5

サイクル	事象	日時	期間 (日)	運転日数 (日)	熱出力 (%)	EFPD	
						期間内	累計
初装荷	初臨界日	'94/04/06	-	-	-	-	-
	↓		574	0	0%	0	0
	40及び75%出力試験開始	'95/11/01	-	-	-	-	-
	↓		120	120	45%	54	54
	終了	'96/02/29	-	-	-	-	-
	↓		93	0	0%	0	54
	100%出力試験開始	'96/06/01	-	-	-	-	-
	↓		30	30	100%	30	84
	終了	'96/07/01	-	-	-	-	-
	↓		147	0	0%	0	84
第二	運転開始	'96/11/25	-	-	-	-	-
	↓		36	36	100%	36	120
	終了	'96/12/31	-	-	-	-	-
	↓		166	0	0%	0	120
	定格運転開始	'97/06/15	-	-	-	-	-
↓		40	40	100%	40	160	
↓							
終了	'97/07/25	-	-	-	-	-	

注1) 75%出力試験分は、40%出力試験の中に実効全出力日数で取り込む。

注2) 40及び75%出力試験後に中途燃料交換を実施する。

注3) 初装荷及び第二サイクル炉心の燃焼日数は、誤差を考慮した下限値とした。

表2.1-7 燃焼計算モデル (1 / 5)

・ケース1

2.1-19

年度	平成7年度												平成8年度												平成9年度															
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3				
熱出力																																								
期間(日)	30	31	30	31	31	28	31	24	6	5	26	31	29	31	30	10	21	30	28	31	30	31	30	5	26	31	28	31	23	27	30	31	31	26	31	30	31	31	26	31
期間(日)	155			83			11			157			54			155			123			27			123			208												
事象	停止			10%及び70%出力試験			試験準備・燃交・検査等			100%試験・運転			第一回定期検査			第二サイクル			燃交等			第三サイクル			第二回定期検査															
熱出力(%)	0%			45%			100%			0%			100%			0%			100%			0%			100%			0%												
運転日数	0			83			11			0			54			0			123			0			123			0												
停止日数	155			0			0			157			0			155			0			27			0			208												
EFPD	0			37			11			0			54			0			123			0			123			0												

表2.1-7 燃焼計算モデル (2 / 5)

・ケース2

年度 月	平成7年度												平成8年度												平成9年度																													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3																		
熱出力 100%																																																						
0%																																																						
期間(日)	30	31	30	31	31	30	27	30	31	22	29	31	30	31	30	26	28	30	31	30	31	30	28	31	30	31	30	31	2	29	31	30	31	2	28	31	28	31	28	31														
期間(日)	210						87						157						54						155						123						30						123						149					
事象	零出力						45%及75%出力試験						零出力						100%出力試験						第一回定期検査						第二サイクル						燃交等						第三サイクル						第二回定期検査					
熱出力(%)	0%						45%						0%						100%						0%						100%						0%						100%						0%					
運転日数	0						87						0						54						0						123						0						123						0					
停止日数	210						0						157						0						155						0						30						0						149					
EFPD	0						39						0						54						0						123						0						123						0					

2.1-20

表2.1-7 燃焼計算モデル (3 / 5)

・ケース3

年度	平成7年度												平成8年度												平成9年度																													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3																		
熱出力 100%																																																						
0%																																																						
期間(日)	30	31	30	31	31	30	27	30	31	22	29	31	30	31	30	26	21	30	31	30	31	22	28	31	30	12	19	11	19	31	31	30	12	19	30	31	31	28	31															
期間(日)	210						87						157						33						155						123						30						123						170					
事象	零出力						45%及び75%出力試験						零出力						100%出力						第一回定期検査						第二サイクル 燃交等						第三サイクル						第二回定期検査											
熱出力(%)	0%						45%						0%						100%						0%						100%						0%						100%						0%					
運転日数	0						87						0						33						0						123						0						123						0					
停止日数	210						0						157						0						155						0						30						0						170					
EFPD	0						39						0						33						0						123						0						123						0					

表2.1-7 燃焼計算モデル (4 / 5)

・ケース4

年度 月	平成7年度												平成8年度												平成9年度																			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3								
熱出力 100%	[0%]												[0%]												[0%]																			
熱出力 0%	[100%]												[100%]												[100%]																			
期間(日)	30	31	30	31	31	30	12	19	30	31	31	1	28	31	30	31	10	20	31	31	30	31	19	11	29	2	31	28	31	30	31	30	31	31	28	2	31	14	16	31	31	28	17	14
期間(日)	195			112			120			212			183			90			47			123																						
事象	停止			40%及び75%出力試験			燃交・点検等			100%出力試験／運開			第一回定期検査			第二サイクル燃交・点検等			第三サイクル																									
熱出力(%)	0%			45%			0%			100%			0%			100%			0%			100%																						
運転日数	0			112			0			50			0			90			0			123																						
停止日数	195			0			120			162			183			0			47			0																						
EFPD	0			50			0			50			0			90			0			123																						

表2.1-7 燃焼計算モデル (5 / 5)

・ケース5

年度 月	平成7年度												平成8年度												平成9年度															
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3				
熱出力 100%	[0%]												[0%]												[0%]															
熱出力 0%	[0%]												[0%]												[0%]															
期間(日)	30	31	30	31	31	30	31	29	31	31	29	31	30	31	31	30	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	15	15	25	31	30	31	14	16	31	31	28	17		
期間(日)	215						120						92						214						166						40		112						123	
事象	停止						40%及び75%出力試験						燃交・点検等						100%出力試験／運開						第一回定期検査						燃交・点検等		第三サイクル							
熱出力(%)	0%						45%						0%						100%						0%						100%		0%						100%	
運転日数	0						120						0						66						0						40		0						123	
停止日数	215						0						92						148						166						0		112						0	
EFPD	0						54						0						66						0						40		0						123	

2.1-23

表2.1-8 もんじゅ初装荷炉心の過剰反応度設計値

・平成5年10月25日時点（製造上の燃料装荷日）

時期	サイクル初期	サイクル末期
評価対象状態	低温零出力	高温全出力
実効増倍率（基準計算値）	1.0311	1.0090
過剰反応度（ $\%$ ）	3.02 %dk/kk'	0.89 %dk/kk'

	補正值	誤差	補正值	誤差
メッシュ効果	-0.09	±0.02	-0.09	±0.02
群縮約補正	-0.08	±0.02	-0.08	±0.02
輸送理論補正	0.17	±0.03	0.17	±0.03
E/C補正	0.10	±0.34	0.10	±0.34
実験との組成差	-0.10	±0.25	-0.10	±0.25
フォロワース実験補正	0.49	±0.20	0.49	±0.20
実験との体系差	—	±0.13	—	±0.13
実験との温度差（ドップラ）	—	±0.07	—	±0.25
等価フィッセル法の予測誤差	—	+0.20	—	+0.20
	—	-0.37	—	-0.20
(1)設計補正・小計	0.49	+0.54	0.49	+0.58
		-0.62		-0.58

炉心膨張効果（20℃→180℃）	-0.19	±0.06	—	—
〃（20℃→定格）	—	—	-0.69	±0.21
ドップラ・Na温度（定格→180℃）	0.89	—	—	—
(2)温度補正・小計	0.70	±0.06	-0.69	±0.21

熱湾曲反応度	—	—	0.12	±0.06
スリング・クリープによる湾曲反応度	—	—	-0.01	±0.05
集合体非均質効果	0.30	±0.20	0.30	±0.20
239Np効果	—	—	-0.10	—
燃料製作公差	—	±0.12	—	±0.12
(3)設計外評価項目・小計	0.30	±0.23	0.31	±0.25

運転余裕及びバイト（FCR）	—	—	-0.30	—
燃焼欠損反応度補正	—	—	-0.11	—
CCR・BCRの残留反応度	—	—	-0.12	—
(4)その他・小計	—	—	-0.53	—

補正（(1)+(2)+(3)+(4)）	1.49	+0.59	-0.42	+0.67
		-0.66		-0.67
過剰反応度（最大値）	5.09 %dk/kk'		1.14 %dk/kk'	
〃（最確値）	4.51 %dk/kk'		0.47 %dk/kk'	
〃（最小値）	3.84 %dk/kk'		-0.20 %dk/kk'	

表2.1-9 性能試験結果を反映した平成6年4月6日の過剰反応度

時期	サイクル初期 (平成6年4月6日時点)	
評価対象状態	低温零出力	高温全出力
実効増倍率 (基準計算値)	1.0256	
過剰反応度 (%)	2.50 %dk/kk'	2.50 %dk/kk'

	補正值	誤差	補正值	誤差
メッシュ効果	-0.09	±0.02	-0.09	±0.02
群縮約補正	-0.08	±0.02	-0.08	±0.02
輸送理論補正	0.17	±0.03	0.17	±0.03
E/C補正	0.10	±0.34	0.10	±0.34
実験との組成差	-0.10	±0.25	-0.10	±0.25
フォロワース実験補正	0.49	±0.20	0.49	±0.20
実験との体系差	—	±0.13	—	±0.13
実験との温度差 (ドップラ)	—	±0.07	—	±0.07
等価フィッソイル法の予測誤差	—	+0.20	—	+0.20
	—	-0.37	—	-0.37
(1)設計補正・小計	0.49	+0.54	0.49	+0.54
		-0.62		-0.62

炉心膨張効果 (20℃→200℃)	-0.19	±0.06	—	—
〃 (20℃→定格)	—	—	-0.70	±0.21
ドップラ・Na温度 (定格→200℃)	0.74	—	—	—
(2)温度補正・小計	0.55	±0.06	-0.70	±0.21

熱湾曲反応度	—	—	0.12	±0.06
スリング・クリープによる湾曲反応度	—	—		
集合体非均質効果	0.30	±0.20	0.30	±0.20
239Np効果	—	—	-0.10	—
燃料製作公差	—	±0.12	—	±0.12
(3)設計外評価項目・小計	0.30	±0.23	0.32	±0.24

運転余裕及びバイト (FCR)	—	—	—	—
燃焼欠損反応度補正	—	—	—	—
CCR・BCRの残留反応度	—	—	—	—
(4)その他・小計	0.00	—	0.00	—

(5) S S T結果の反映	-0.69	—	-0.69	—
----------------	-------	---	-------	---

補正 ((1)+(2)+(3)+(4)+(5))	0.65	+0.59	-0.58	+0.62
		-0.66		-0.70
過剰反応度 (最大値)	3.74 %dk/kk'		2.54 %dk/kk'	
〃 (最確値)	3.15 %dk/kk'		1.92 %dk/kk'	
〃 (最小値)	2.49 %dk/kk'		1.22 %dk/kk'	

表2.1-10 過剰反応度の計算ノミナル値 (ケース1:24体中途燃交の場合)

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値 1.0257 (反応度: 2.50 %dk/kk')
 基準計算値に対する補正因子 -0.58 %dk/kk'
 出力補償反応度予測誤差 (0%:基準ケース) 0.00 %dk/kk'
 '94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度 1.92 %dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損	²⁴¹ Pu崩壊	燃交回復
				低温零出力	定格出力			
'94/04/06				3.15	1.92			
0%	運転休止	514	0				-0.47	
'95/09/01				2.68	1.45			
45%	出力試験	82	37			-0.56	-0.07	
'95/11/23				2.05	0.82			
100%	定格運転	11	11			-0.17	-0.01	
'95/12/04				1.87	0.64			
0%	24体中途燃交	0	0					1.25
'95/12/04				3.12	1.89			
0%	運転休止	157	0				-0.12	
'96/05/09				3.00	1.77			
100%	中途燃交後定格運転	54	54			-0.80	-0.04	
'96/07/02				2.15	0.92			
0%	第一回定検	155	0				-0.15	
'96/12/04				2.01	0.78			
0%	第二サイクル燃交	0	0					1.68
'96/12/04				3.69	2.46			
100%	定格運転	123	123			-1.85	-0.12	
'97/04/06				1.73	0.50			

表2.1-11 誤差を考慮した場合の過剰反応度（ケース1：24体中途燃交の場合）

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値 1.0257 (反応度: 2.50 %dk/kk')
 基準計算値に対する補正因子 -0.58 %dk/kk'
 出力補償反応度予測誤差(20%:基準ケース) -0.25 %dk/kk'
 '94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度 1.67 %dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損 誤差15.0%	²⁴¹ Pu崩壊 誤差17.0%	燃交回復 誤差0.0%
				低温零出力	定格出力			
'94/04/06				2.90	1.67			
0%	運転休止	514	0				-0.56	
'95/09/01				2.34	1.11			
45%	出力試験	82	37			-0.65	-0.09	
'95/11/23				1.60	0.37			
100%	定格運転	11	11			-0.19	-0.01	
'95/12/04				1.40	0.17			
0%	24体中途燃交	0	0					1.25
'95/12/04				2.65	1.42			
0%	運転休止	157	0				-0.15	
'96/05/09				2.50	1.27			
100%	中途燃交後定格運転	54	54			-0.92	-0.05	
'96/07/02				1.53	0.30			
0%	第一回定検	155	0				-0.18	
'96/12/04				1.35	0.12			
0%	第二サイクル燃交	0	0					1.68
'96/12/04				3.04	1.81			
100%	定格運転	123	123			-2.12	-0.14	
'97/04/06				0.77	-0.46			

表2.1-12 中途燃交後の最大線出力と燃料最高温度（昨年度評価）

・取替燃料Pu富化度 16.0fiss Pu wt%

流量領域		50EFPD燃焼後に24体中途燃交した場合				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	制御棒 状態	最大線出力 W/cm (a)	燃料温度 ℃(評価値)
内側炉心	1	14	BOC	CR IN	358	2320
	2	28	BOC	CR IN	345	2274
	3	46	BOC	CR IN	351	2299
	4	71	BOC	CR IN	337	2251
	5	100	BOC	CR IN	321	2188
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	333	2222
	7	184	BOC	CR IN	287	2035
	8	182	BOC	CR IN	270	1968

表2.1-13 中途燃交後の最大集合体出力と被覆管最高温度（昨年度評価）

・取替燃料Pu富化度 16.0fiss Pu wt%

流量領域		50EFPD燃焼後に24体中途燃交した場合				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	被覆管温度 ℃(評価値)
内側炉心	1	14	BOC	NaF	4.66	660
	2	20	BOC	NaF	4.48	667
	3	46	BOC	NaF	4.33	673
	4	71	BOC	CR IN	4.11	670
	5	100	BOC	CR IN	3.86	676
外側炉心	6	137	BOC	CR IN	3.94	649
	7	184	BOC	CR IN	3.17	650
	8	182	BOC	CR IN	3.04	660

表2.1-14 中途燃交位置最適化による最大線出力の変化

・取替燃料Pu富化度 16.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース1：24体中途燃交				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	制御棒 状態	最大線出力 W/cm (a)	昨年度評価 との差
内側炉心	1	10	BOC	CR IN	357	-0.3%
	2	20	BOC	CR IN	344	-0.4%
	3	38	BOC	CR IN	350	-0.3%
	4	71	BOC	CR IN	331	-1.8%
	5	80	BOC	CR IN	320	-0.4%
外側炉心	6	110	BOC	CR IN	333	-0.1%
	7	168	BOC	CR IN	286	-0.3%
	8	166	BOC	CR IN	270	0.1%

表2.1-15 中途燃交位置最適化による最大集合体出力の変化

・取替燃料Pu富化度 16.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース1：24体中途燃交				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	昨年度評価 との差
内側炉心	1	10	BOC	NaF	4.66	-0.1%
	2	20	BOC	NaF	4.47	-0.2%
	3	38	BOC	NaF	4.31	-0.4%
	4	58	BOC	NaF	4.04	-1.7%
	5	80	BOC	CR IN	3.83	-0.8%
外側炉心	6	123	BOC	CR IN	3.93	-0.4%
	7	168	BOC	CR IN	3.16	-0.2%
	8	166	BOC	CR IN	3.04	0.1%

表2.1-16 中途燃交位置最適化後の燃料最高温度

・取替燃料Pu富化度 16.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース1：24体中途燃交				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	制御棒 状態	最大線出力 W/cm (a)	燃料温度 ℃(概略値)
内側炉心	1	10	BOC	CR IN	357	2314
	2	20	BOC	CR IN	344	2267
	3	38	BOC	CR IN	350	2293
	4	71	BOC	CR IN	331	2219
	5	80	BOC	CR IN	320	2180
外側炉心	6	110	BOC	CR IN	333	2220
	7	168	BOC	CR IN	286	2030
	8	166	BOC	CR IN	270	1970

表2.1-17 中途燃交位置最適化後の被覆管最高温度

・取替燃料Pu富化度 16.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース1：24体中途燃交				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	被覆管温度 ℃(概略値)
内側炉心	1	10	BOC	NaF	4.66	660
	2	20	BOC	NaF	4.47	667
	3	38	BOC	NaF	4.31	672
	4	58	BOC	NaF	4.04	674
	5	80	BOC	CR IN	3.83	674
外側炉心	6	123	BOC	CR IN	3.93	648
	7	168	BOC	CR IN	3.16	649
	8	166	BOC	CR IN	3.04	660

表2.1-18 第二サイクルの最大線出力と燃料最高温度 (昨年度評価)

・ 取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第二サイクル(初装荷炉心80EFPD燃焼、24体中途燃交後)				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	制御棒 状態	最大線出力 W/cm (a)	燃料温度 ℃(評価値)
内側炉心	1	3	BOC	NaF	354	2318
	2	24	BOC	CR IN	330	2211
	3	38	BOC	CR IN	335	2232
	4	63	BOC	CR IN	325	2200
	5	90	BOC	CR IN	312	2145
外側炉心	6	136	BOC	NaF	331	2218
	7	168	BOC	CR IN	300	2094
	8	166	BOC	CR IN	283	2026

表2.1-19 第二サイクルの最大集合体出力と被覆管最高温度（昨年度評価）

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0fiss Pu wt%

流量領域		第二サイクル(初装荷炉心80EFPD燃焼、24体中途燃交後)				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	被覆管温度 ℃(評価値)
内側炉心	1	3	BOC	NaF	4.68	661
	2	24	BOC	NaF	4.30	657
	3	38	BOC	NaF	4.15	661
	4	63	BOC	CR IN	3.97	660
	5	90	BOC	CR IN	3.73	667
外側炉心	6	122	BOC	NaF	3.95	656
	7	168	BOC	CR IN	3.32	662
	8	166	BOC	CR IN	3.18	672

表2.1-20 第二サイクル燃交位置最適化による最大線出力の変化

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース1：24体中途燃交				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	制御棒 状態	最大線出力 W/cm (a)	昨年度評価 との差
内側炉心	1	5	BOC	NaF	354	-0.2%
	2	28	BOC	CR IN	326	-1.1%
	3	46	BOC	CR IN	330	-1.3%
	4	63	BOC	CR IN	323	-0.5%
	5	100	BOC	CR IN	310	-0.7%
外側炉心	6	136	BOC	NaF	332	0.0%
	7	184	BOC	CR IN	300	-0.2%
	8	189	BOC	CR IN	275	-2.9%

表2.1-21 第二サイクル燃交位置最適化による最大集合体出力の変化

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース1：24体中途燃交				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	昨年度評価 との差
内側炉心	1	5	BOC	NaF	4.67	-0.1%
	2	28	BOC	NaF	4.28	-0.5%
	3	54	BOC	NaF	4.12	-0.7%
	4	63	BOC	CR IN	3.95	-0.4%
	5	100	BOC	CR IN	3.73	-0.2%
外側炉心	6	143	BOC	NaF	3.95	0.2%
	7	184	BOC	CR IN	3.32	-0.1%
	8	181	BOC	CR IN	3.07	-3.5%

表2.1-22 ケース2での第二サイクルの最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		ケース2：24体中途燃交			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm
内側炉心	1	5	BOC	NaF	353
	2	28	BOC	CR IN	326
	3	46	BOC	CR IN	330
	4	63	BOC	CR IN	323
	5	100	BOC	CR IN	310
外側炉心	6	136	BOC	NaF	332
	7	184	BOC	CR IN	300
	8	182	BOC	CR IN	283

表2.1-23 ケース2での第二サイクルの最大集合体出力

・ 取替燃料Pu富化度 16.0/21.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース2：24体中途燃交			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW
内側炉心	1	5	BOC	NaF	4.67
	2	28	BOC	NaF	4.28
	3	54	BOC	NaF	4.12
	4	63	BOC	CR IN	3.95
	5	100	BOC	CR IN	3.73
外側炉心	6	143	BOC	NaF	3.95
	7	184	BOC	CR IN	3.33
	8	182	BOC	CR IN	3.19

表2.1-24 24体中途燃交後の最大線出力と燃料最高温度

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		ケース5：24体中途燃交				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	燃料温度 ℃(評価値)
内側炉心	1	10	BOC	CR IN	357	2313
	2	20	BOC	CR IN	344	2267
	3	38	BOC	CR IN	350	2293
	4	71	BOC	CR IN	331	2219
	5	80	BOC	CR IN	320	2180
外側炉心	6	110	BOC	CR IN	333	2220
	7	168	BOC	CR IN	286	2031
	8	166	BOC	CR IN	270	1970

表2.1-25 24体中途燃交後の最大集合体出力と被覆管最高温度

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース5：24体中途燃交				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	被覆管温度 ℃(評価値)
内側炉心	1	10	BOC	NaF	4.65	660
	2	20	BOC	NaF	4.46	666
	3	38	BOC	NaF	4.31	672
	4	58	BOC	NaF	4.04	674
	5	80	BOC	CR IN	3.83	674
外側炉心	6	123	BOC	CR IN	3.93	648
	7	168	BOC	CR IN	3.16	649
	8	166	BOC	CR IN	3.04	660

表2.1-26 中途燃交無し場合の第二サイクルの最大集合体出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース2：中途燃交無し				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	24体中途燃交 の場合との差
内側炉心	1	3	BOC	NaF	4.67	0.1%
	2	24	BOC	NaF	4.32	1.0%
	3	38	BOC	NaF	4.17	1.1%
	4	71	BOC	CR IN	3.95	0.1%
	5	100	BOC	CR IN	3.72	-0.3%
外側炉心	6	122	BOC	NaF	3.93	-0.4%
	7	168	BOC	CR IN	3.31	-0.6%
	8	182	BOC	CR IN	3.17	-0.5%

表2.1-27 中途燃交無し場合の第二サイクルの最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース2：中途燃交無し				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	24体中途燃交 の場合との差
内側炉心	1	3	BOC	NaF	354	0.0%
	2	24	BOC	CR IN	333	1.9%
	3	46	BOC	CR IN	337	2.1%
	4	63	BOC	CR IN	324	0.1%
	5	90	BOC	CR IN	311	0.2%
外側炉心	6	136	BOC	NaF	331	-0.3%
	7	184	BOC	CR IN	299	-0.5%
	8	166	BOC	CR IN	282	-0.4%

表2.1-28 過剰反応度の計算ノミナル値（ケース4：中途燃交無しの場合）

'94/04/06	時点での実効増倍率基準計算値	1.0257	(反応度： 2.50 %dk/kk')
	基準計算値に対する補正因子	-0.58	%dk/kk'
	出力補償反応度予測誤差 (0%：基準ケース)	0.00	%dk/kk'
'94/04/06	時点での定格出力時過剰反応度	1.92	%dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損	²⁴¹ Pu崩壊	燃交回復
				低温零出力	定格出力			
'94/04/06				3.15	1.92			
0%	運転休止	554	0				-0.51	
'95/10/12				2.64	1.41			
45%	45及び75%出力試験	112	50			-0.72	-0.10	
'96/02/01				1.83	0.60			
0%	運転休止	121	0				-0.10	
'96/06/01				1.72	0.49			
0%	中途燃交（無し）	0	0					0.00
'96/06/01				1.72	0.49			
100%	100%出力試験	10	10			-0.14	-0.01	
'96/06/11				1.57	0.34			
0%	運転休止	161	0				-0.14	
'96/11/19				1.44	0.21			
100%	定格運転	40	40			-0.55	-0.03	
'96/12/29				0.85	-0.38			
0%	第一回定検	183	0				-0.16	
'97/06/30				0.69	-0.54			
0%	第二サイクル燃交	0	0					2.94
'97/06/30				3.64	2.41			
100%	定格運転	90	90			-1.34	-0.08	
'97/09/28				2.22	0.99			

表2.1-29 誤差を考慮した場合の過剰反応度（ケース4：中途燃交無しの場合）

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値 1.0257 (反応度: 2.50 %dk/kk')
 基準計算値に対する補正因子 -0.58 %dk/kk'
 出力補償反応度予測誤差 (20%: 基準ケース) -0.25 %dk/kk'
 '94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度 1.67 %dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間 日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損 誤差15.0%	²⁴¹ Pu崩壊 誤差17.0%	燃交回復 誤差0.0%
				低温零出力	定格出力			
'94/04/06				2.90	1.67			
0%	運転休止	554	0				-0.59	
'95/10/12				2.31	1.08			
45%	45及び75%出力試験	112	50			-0.82	-0.12	
'96/02/01				1.36	0.13			
0%	運転休止	121	0				-0.12	
'96/06/01				1.24	0.01			
0%	中途燃交（無し）	0	0					0.00
'96/06/01				1.24	0.01			
100%	100%出力試験	10	10			-0.16	-0.01	
'96/06/11				1.07	-0.16			
0%	運転休止	161	0				-0.16	
'96/11/19				0.91	-0.32			
100%	定格運転	40	40			-0.63	-0.04	
'96/12/29				0.24	-0.99			
0%	第一回定検	183	0				-0.18	
'97/06/30				0.06	-1.17			
0%	第二サイクル燃交	0	0					2.94
'97/06/30				3.00	1.77			
100%	定格運転	90	90			-1.54	-0.09	
'97/09/28				1.36	0.13			

表2.1-30 48体中途燃交後の最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0fiss Pu wt%

流量領域		ケース4：48体中途燃交				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	24体中途燃 の場合との差
内側炉心	1	15	BOC	CR IN	352	-1.2%
	2	24	BOC	CR IN	339	-1.4%
	3	46	BOC	CR IN	344	-1.5%
	4	63	BOC	CR IN	330	-0.3%
	5	90	BOC	CR IN	316	-1.2%
外側炉心	6	136	BOC	NaF	336	0.9%
	7	184	BOC	CR IN	281	-1.8%
	8	189	BOC	CR IN	275	1.8%

表2.1-31 48体中途燃交後の最大集合体出力

・ 取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		ケース4：48体中途燃交				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	24体中途燃 の場合との差
内側炉心	1	11	BOC	NaF	4.62	-0.6%
	2	24	BOC	NaF	4.39	-1.6%
	3	38	BOC	NaF	4.24	-1.5%
	4	71	BOC	CR IN	4.03	-0.3%
	5	100	BOC	CR IN	3.77	-1.5%
外側炉心	6	122	BOC	NaF	3.98	1.2%
	7	184	BOC	CR IN	3.10	-2.0%
	8	189	BOC	CR IN	3.04	-0.1%

表2.1-32 予備体を使用しない場合の第二サイクルの最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		ケース5：48体中途燃交後			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm
内側炉心	1	3	BOC	NaF	353
	2	24	BOC	CR IN	325
	3	38	BOC	CR IN	329
	4	63	BOC	CR IN	317
	5	90	BOC	CR IN	305
外側炉心	6	115	BOC	NaF	331
	7	168	BOC	CR IN	301
	8	166	BOC	CR IN	283

表2.1-33 予備体を使用しない場合の第二サイクルの最大集合体出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		ケース 5 : 48体中途燃交後			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW
内側炉心	1	3	BOC	NaF	4.66
	2	24	BOC	NaF	4.26
	3	38	BOC	NaF	4.11
	4	63	BOC	CR IN	3.91
	5	90	BOC	CR IN	3.68
外側炉心	6	143	BOC	NaF	3.95
	7	168	BOC	CR IN	3.34
	8	166	BOC	CR IN	3.19

表2.1-34 予備体を使用した場合の第二サイクルの最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		ケース5：48体中途燃交後				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	予備体無し の場合との差
内側炉心	1	2	BOC	NaF	355	0.8%
	2	28	BOC	CR IN	326	0.3%
	3	46	BOC	CR IN	330	0.1%
	4	71	BOC	CR IN	318	0.4%
	5	100	BOC	CR IN	306	0.3%
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	353	6.6%
	7	184	BOC	CR IN	305	1.4%
	8	182	BOC	CR IN	284	0.5%

表2.1-35 予備体を使用した場合の第二サイクルの最大集合体出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		ケース5：48体中途燃交後				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	予備体無し の場合との差
内側炉心	1	2	BOC	NaF	4.70	0.9%
	2	24	BOC	NaF	4.27	0.1%
	3	38	BOC	NaF	4.12	0.1%
	4	71	BOC	CR IN	3.93	0.5%
	5	100	BOC	CR IN	3.72	1.0%
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.17	5.7%
	7	184	BOC	CR IN	3.38	1.3%
	8	182	BOC	CR IN	3.21	0.5%

表2.1-36 予備体を使用した場合の第二サイクルの燃料最高温度

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		ケース 5 : 48体中途燃交後				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	燃料温度 ℃(概略値)
内側炉心	1	2	BOC	NaF	355	2324
	2	28	BOC	CR IN	326	2188
	3	46	BOC	CR IN	330	2205
	4	71	BOC	CR IN	318	2162
	5	100	BOC	CR IN	306	2110
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	353	2338
	7	184	BOC	CR IN	305	2122
	8	182	BOC	CR IN	284	2035

表2.1-37 予備体を使用した場合の第二サイクルの被覆管最高温度

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		ケース5：48体中途燃交後				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	被覆管温度 ℃(概略値)
内側炉心	1	2	BOC	NaF	4.70	663
	2	24	BOC	NaF	4.27	655
	3	38	BOC	NaF	4.12	659
	4	71	BOC	CR IN	3.93	657
	5	100	BOC	CR IN	3.72	666
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.17	671
	7	184	BOC	CR IN	3.38	667
	8	182	BOC	CR IN	3.21	674

表2.1-38 過剰反応度の計算ノミナル値 (ケース5:48体中途燃交の場合)

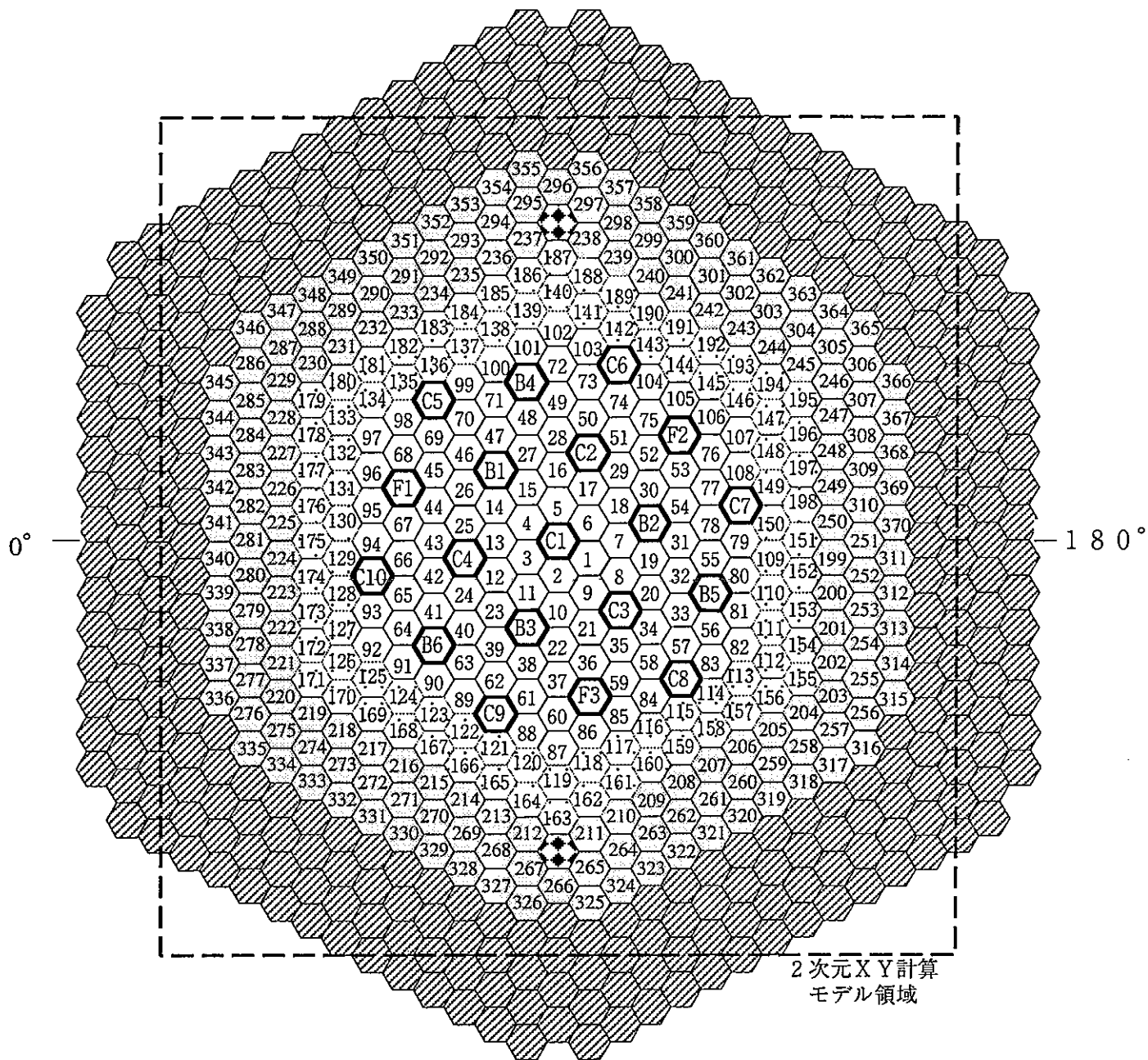
'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値	1.0257	(反応度: 2.50 %dk/kk')
基準計算値に対する補正因子		-0.58 %dk/kk'
出力補償反応度予測誤差 (0%:基準ケース)		0.00 %dk/kk'
'94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度		1.92 %dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間 日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損	²⁴¹ Pu崩壊	燃交回復
				低温零出力	定格出力			
'94/04/06				3.15	1.92			
0%	運転休止	574	0				-0.52	
'95/11/01				2.63	1.40			
45%	45及び75%出力試験	120	54			-0.75	-0.11	
'96/02/29				1.76	0.53			
0%	運転休止	93	0				-0.08	
'96/06/01				1.68	0.45			
0%	48体中途燃交	0	0					2.16
'96/06/01				3.84	2.61			
100%	100%出力試験	30	30			-0.45	-0.03	
'96/07/01				3.36	2.13			
0%	運転休止	147	0				-0.15	
'96/11/25				3.21	1.98			
100%	定格運転	36	36			-0.53	-0.04	
'96/12/31				2.64	1.41			
0%	第一回定検	166	0				-0.17	
'97/06/15				2.47	1.24			
0%	第二サイクル燃交	0	0					0.82
'97/06/15				3.29	2.06			
100%	定格運転	40	40			-0.68	-0.04	
'97/07/25				2.56	1.33			

表2.1-39 誤差を考慮した場合の過剰反応度（ケース5：48体中途燃交の場合）

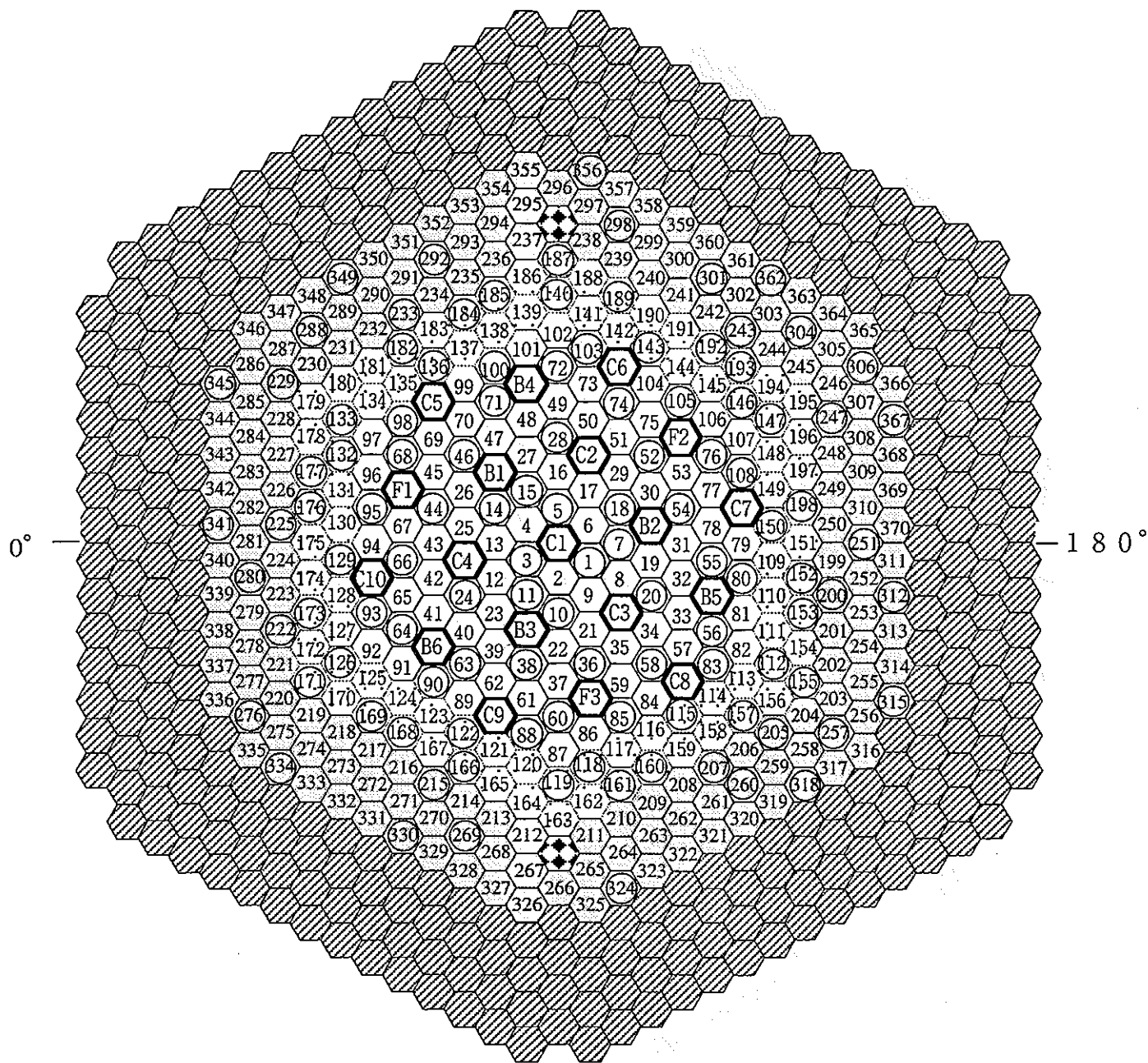
'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値 1.0257 (反応度： 2.50 %dk/kk')
 基準計算値に対する補正因子 -0.58 %dk/kk'
 出力補償反応度予測誤差 (20%：基準ケース) -0.25 %dk/kk'
 '94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度 1.67 %dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間 日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損 誤差15.0%	²⁴¹ Pu崩壊 誤差17.0%	燃交回復 誤差0.0%
				低温零出力	定格出力			
'94/04/06				2.90	1.67			
0%	運転休止	574	0				-0.61	
'95/11/01				2.29	1.06			
45%	45及び75%出力試験	120	54			-0.87	-0.13	
'96/02/29				1.29	0.06			
0%	運転休止	93	0				-0.10	
'96/06/01				1.19	-0.04			
0%	48体中途燃交	0	0					2.16
'96/06/01				3.36	2.13			
100%	100%出力試験	30	30			-0.52	-0.04	
'96/07/01				2.80	1.57			
0%	運転休止	147	0				-0.18	
'96/11/25				2.63	1.40			
100%	定格運転	36	36			-0.62	-0.04	
'96/12/31				1.97	0.74			
0%	第一回定検	166	0				-0.20	
'97/06/15				1.77	0.54			
0%	第二サイクル燃交	0	0					0.82
'97/06/15				2.59	1.36			
100%	定格運転	40	40			-0.79	-0.05	
'97/07/25				1.75	0.52			



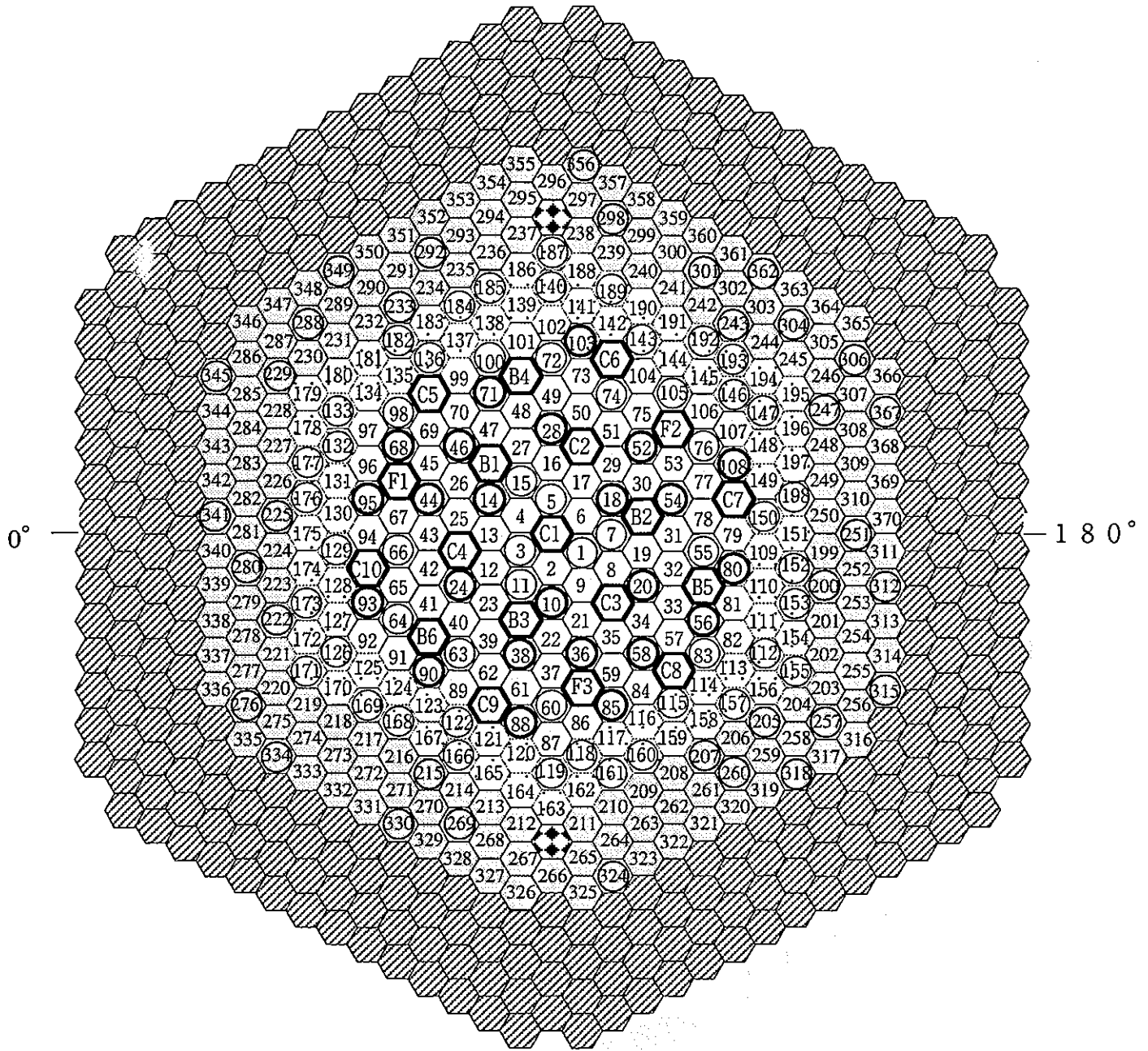
- | | | | |
|---|------------|---|-------------------|
|  | 内側炉心 |  | 粗調整棒 |
|  | 外側炉心 |  | 微調整棒 |
|  | 半径方向ブランケット |  | 後備炉停止棒 |
|  | 中性子しゃへい体 |  | 中性子源 (半径方向ブランケット) |

図2.1-1 もんじゅ炉心水平断面及び2次元XY計算領域番号



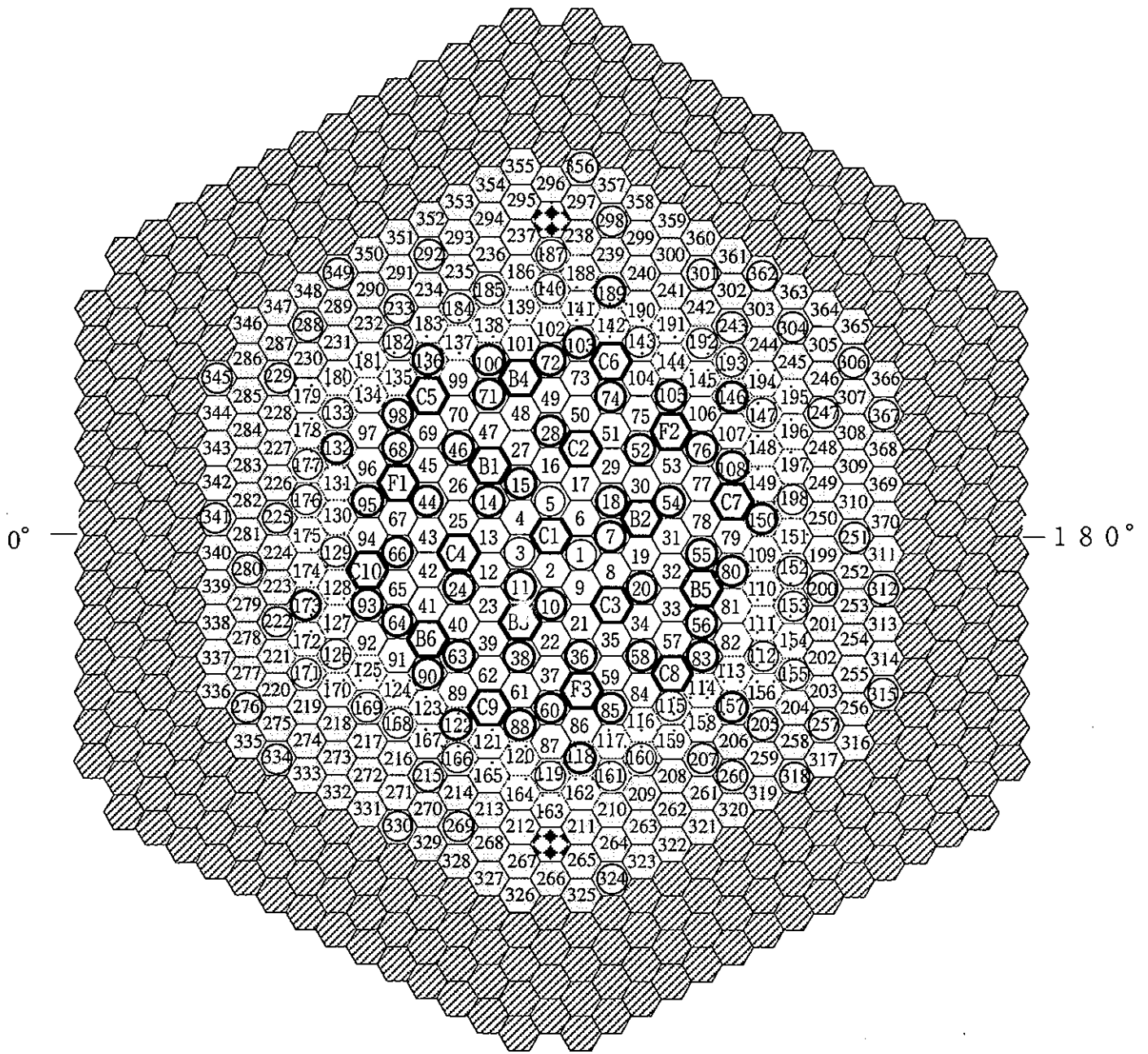
- 第一回燃料交換位置 (内側炉心42体/外側炉心36体/径ブラ34体)
- ◡ 内側炉心
- ◡ 外側炉心
- ◡ 半径方向ブランケット
- ◡ 中性子しゃへい体
- ⬡ C 粗調整棒
- ⬡ F 微調整棒
- ⬡ B 後備炉停止棒
- ★ 中性子源 (半径方向ブランケット)

図2.1-2 第一回燃料交換位置



- 第一回燃料交換位置 (この内太丸が24体中途燃交位置)
- ⬡ 内側炉心
- ⬡ 外側炉心
- ⬡ 半径方向ブランケット
- ⬡ 中性子しゃへい体
- ⬡ C 粗調整棒
- ⬡ F 微調整棒
- ⬡ B 後備炉停止棒
- ⬡ 中性子源 (半径方向ブランケット)

図2.1-3 24体中途燃料交換位置



- 第一回燃料交換位置 (この内太丸が48体中途交換位置)
- ◡ 内側炉心
- ◣ 外側炉心
- ◢ 半径方向ブランケット
- ◤ 中性子しゃへい体
- ⊖ C 粗調整棒
- ⊖ F 微調整棒
- ⊖ B 後備炉停止棒
- ⊖ 中性子源 (半径方向ブランケット)

図2.1-4 48体中途燃料交換位置

2.2 第三サイクル炉心での燃料交換計画立案のためのデータ整備

第三サイクルで実施される第二回燃料交換に関して、取替燃料のPu富化度を定めるための検討を実施した。検討は、前節で述べた手法により、Pu富化度を変えた場合の過剰反応度、出力分布及び最高温度の評価を行った。

2.2.1 評価条件及び手法

評価条件及び手法は前節と同一である。

ここで、Pu富化度設定のための第三サイクルまでの運転計画としてはケース1（24体中途燃交）を用いた。以下にその運転計画の概略を示す。（詳細は前出の表2-2参照）

- 初装荷炉心・・・47EFPD運転→中途燃交→54EFPD
- 第二サイクル・・・123EFPD
- 第三サイクル・・・123EFPD（開始日：平成9年5月4日）

また、燃交パターンは、図2.2-1に示す設計で設定されたものとした。このパターンにおける燃交体数は次の通り。

- 内側炉心・・・30体
- 外側炉心・・・28体

最後に取替燃料のPu富化度については、昨年度の子備検討でスケジュール変更に伴い低下した反応度を回復するため、設計値である15.4/21.8fiss Pu wt%に対して

- 内側炉心・・・15.8fiss Pu wt%
- 外側炉心・・・21.3fiss Pu wt%

が設定されている。そこで、今回の検討でもサーベいの基準評価としてこのPu富化度を採用する。

2.2.2 基準評価結果

前述した通り、第三サイクルで使用する取替燃料のPu富化度サーベいのための基準評価として、15.8/21.3fiss Pu wt%とした場合の結果について以下に示す。

まず、第三サイクル末期までの過剰反応度を評価した結果を表2.2-1（ノミナル）及び-2（誤差込み）に示す。同表より、第三サイクル末期での定格出力時の過剰反応度は以下であることが分かる。

計算ノミナル値 誤差考慮 (単位：%dk/kk')

1.11 -0.16

ここで、第三サイクルにおける定格出力時の過剰反応度下限値は0.42%dk/kk'であるから、ノミナル値では123EFPDの運転が可能であるが、誤差を考慮した場合は反応度が不足する。ただし、第二サイクルでは123EFPD運転は出来ないため、末期の過剰反応度を下限値である0.23%dk/kk'で打ち切るとすると、0.69%dk/kk' (=0.23+0.46) は第三サイクルに回ることになる。従って、誤差を考慮した場合でも0.53%dk/kk' (=0.69-0.16) の過剰反応度を持てるので123EFPDの運転は可能であると考えられる。

次に出力分布について、表2.2-3及び-4に示す設計値と各流量領域毎の最大線出力及び集合体出力で比較した。結果を表2.2-5及び-6に示す。同表より、今回の場合、内側炉心で1~2%、外側炉心で1%程度最大出力が増大している。これは、今回のPu富化度が高めであること及び外側炉心に対して内側炉心が相対相対的に高いためと考えられる。しかし、最大線出力の制限値に対しては十分余裕がある。

2.2.3 Pu富化度サーベイ

前節で述べた基準評価に対して、反応度的な運転余裕確保の観点からPu富化度をサーベイした。サーベイの範囲は、基準とした15.8/21.3fiss Pu wt%に対して、設置許可申請ベースの上限値である16.4/21.4fiss Pu wt%等から、

- | | |
|----|--|
| 基準 | 15.8/21.3fiss Pu wt% |
| ① | 16.2/21.8fiss Pu wt% (基準と同じ内外炉心比で富化度を上げたケース) |
| ② | 16.0/21.0fiss Pu wt% (外側に対して内側の富化度を上げたケース) |
| ③ | 16.2/21.4fiss Pu wt% (②に対して富化度を上げたケース) |
| ④ | 16.4/21.4fiss Pu wt% (設置許可申請ベースの上限値) |
| ⑤ | 16.8/22.7fiss Pu wt% (熱的制限値上限を狙ったケース) |

とした。

まず、表2.2-7にPu富化度を変えた場合の燃交により回復する反応度を示す。ここで、第二サイクルの打ち切りを考慮しなくても誤差込みの評価で過剰反応度下限値0.23%dk/kk'を満足することを考えると、0.39%dk/kk' (=0.23+0.16) だけ基準のPu富化度の場合より燃交による反応度増分を増やす必要がある。このためには、表

2.2-7からPu富化度として16.2/21.8あるいは16.4/21.4fiss Pu wt%が要求される。

また、出力分布について、表2.2-8に各Pu富化度での内側と外側炉心の最大線出力及び集合体出力を示す。同表より最大線出力のバランス的には16.2/21.8fiss Pu wt%が良いことが分かる。また、16.4/21.4fiss Pu wt%の場合は内側炉心での最大線出力が358W/cm程度となり制限値以下であるが余裕の無い結果となった。

以上の検討から、反応度的な余裕を取るためには、取替燃料のPu富化度として、内側炉心及び外側炉心で、

○16.2/21.8fiss Pu wt%

○16.4/21.4fiss Pu wt%

を取るのが良く、出力分布上も成立が見込めるものと考えられる。

ここで、最終的な判断として、第二回取替燃料のPu富化度は設置許可申請書記載値である以下とすることとした。

○内側炉心 16.0 fiss Pu wt%

○外側炉心 21.0 fiss Pu wt%

2.2.4 燃料交換体数増加の検討

ここで、取替燃料のPu富化度を16.4/21.4fiss Pu wt%から16.0/21.0fiss Pu wt%とした場合の反応度低下分について燃交代数を増加させて確保する評価も実施した。

それぞれのPu富化度の場合の反応度増分は、前出の表2.2-7から、

○16.4/21.4fiss Pu wt%・・・3.09%dk/kk'

○16.0/21.0fiss Pu wt%・・・2.64%dk/kk'

であることがわかる。この差である0.45%dk/kk'を燃交代数を増加させることにより確保するために、

内側炉心・・・6体（合計で36体）

外側炉心・・・5体（合計で33体）

だけ燃交代数を増加させた場合について評価した。

まず、反応度的には燃料交換による増分が3.1%dk/kk'となり、燃交代数を変えない16.4/21.4fiss Pu wt%の場合と同等となった。

また、出力分布では燃交代数を変えない16.4/21.4fiss Pu wt%の場合と比較して全体的に数%小さくなる。(表2.2-9~12) これは、新燃料体数を増やすことにより出力分担が減少するためである。

以上の結果から、反応度を確保するために燃交代数を11体程度増加させることは可能である見通しである。ただし、この場合、増加させた分の燃料の炉内滞在日数の観点から今後のサイクルでの燃交パターンの最適化を検討する必要がある。

表2.2-1 過剰反応度の計算ノミナル値（ケース1：24体中途燃交の場合）

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値	1.0257	（反応度：	2.50	%dk/kk'）
基準計算値に対する補正因子			-0.58	%dk/kk'
出力補償反応度予測誤差（0%：基準ケース）			0.00	%dk/kk'
'94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度			1.92	%dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度（%dk/kk'）				
日付	運転状態	期間 日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損	²⁴¹ Pu崩壊	燃交回復
				低温零出力	定格出力			
'94/04/06				3.15	1.92			
0%	運転休止	514	0				-0.47	
'95/09/01				2.68	1.45			
45%	出力試験	82	37			-0.56	-0.07	
'95/11/23				2.05	0.82			
100%	定格運転	11	11			-0.17	-0.01	
'95/12/04				1.87	0.64			
0%	24体中途燃交	0	0					1.25
'95/12/04				3.12	1.89			
0%	運転休止	157	0				-0.12	
'96/05/09				3.00	1.77			
100%	中途燃交後定格運転	54	54			-0.80	-0.04	
'96/07/02				2.15	0.92			
0%	第一回定検	155	0				-0.15	
'96/12/04				2.01	0.78			
0%	第二サイクル燃交	0	0					1.68
'96/12/04				3.69	2.46			
100%	定格運転	123	123			-1.85	-0.12	
'97/04/06				1.73	0.50			
0%	運転休止	28	0				-0.03	
'97/05/04				1.70	0.47			
0%	第三サイクル燃交	0	0					2.69
'97/05/04				4.39	3.16			
100%	定格運転	123	123			-1.91	-0.13	
'97/09/04				2.34	1.11			

注) 第二回取替燃料のPu富化度として、内側及び外側炉心で15.8/21.3%dk/kk'とした場合である。

表2.2-2 誤差を考慮した場合の過剰反応度（ケース1：24体中途燃交の場合）

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値	1.0257	(反応度： 2.50 %dk/kk')
基準計算値に対する補正因子		-0.58 %dk/kk'
出力補償反応度予測誤差（20%：基準ケース）		-0.25 %dk/kk'
'94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度	1.67	%dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間 日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損	²⁴¹ Pu崩壊	燃交回復
				低温零出力	定格出力	誤差15.0%	誤差17.0%	誤差0.0%
'94/04/06				2.90	1.67			
0%	運転休止	514	0				-0.56	
'95/09/01				2.34	1.11			
45%	出力試験	82	37			-0.65	-0.09	
'95/11/23				1.60	0.37			
100%	定格運転	11	11			-0.19	-0.01	
'95/12/04				1.40	0.17			
0%	24体中途燃交	0	0					1.25
'95/12/04				2.65	1.42			
0%	運転休止	157	0				-0.15	
'96/05/09				2.50	1.27			
100%	中途燃交後定格運転	54	54			-0.92	-0.05	
'96/07/02				1.53	0.30			
0%	第一回定検	155	0				-0.18	
'96/12/04				1.35	0.12			
0%	第二サイクル燃交	0	0					1.68
'96/12/04				3.04	1.81			
100%	定格運転	123	123			-2.12	-0.14	
'97/04/06				0.77	-0.46			
0%	運転休止	28	0				-0.04	
'97/05/04				0.74	-0.49			
0%	第三サイクル燃交	0	0					2.69
'97/05/04				3.43	2.20			
100%	定格運転	123	123			-2.20	-0.16	
'97/09/04				1.07	-0.16			

注) 第二回取替燃料のPu富化度として、内側及び外側炉心で15.8/21.3%dk/kk'とした場合である。

表2.2-3 第三サイクルの最大線出力設計値

・ 取替燃料Pu富化度 15.4/20.9 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm
内側炉心	1	6	BOC	NaF	341
	2	29	BOC	CR IN	323
	3	48	BOC	CR IN	318
	4	78	BOC	CR IN	307
	5	80	BOC	CR IN	286
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	345
	7	183	BOC	CR IN	293
	8	182	BOC	CR IN	271
径ブランケット	9	234	EOC	CR OUT	204
	10	271	EOC	CR OUT	88
	11	331	EOC	CR OUT	42

表2.2-4 第三サイクルの最大集合体出力設計値

・取替燃料Pu富化度 15.4/20.9 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW
内側炉心	1	6	BOC	NaF	4.51
	2	29	BOC	NaF	4.25
	3	50	BOC	NaF	4.04
	4	75	BOC	NaF	3.80
	5	100	BOC	CR IN	3.51
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.09
	7	183	BOC	CR IN	3.29
	8	182	BOC	CR IN	3.09
径ブランケット	9	234	EOC	CR OUT	0.691
	10	271	EOC	CR OUT	0.308
	11	331	EOC	CR OUT	0.162

表2.2-5 ケース1 (24体中途燃交) の場合の最大線出力

・取替燃料Pu富化度 15.8/21.3 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	設計値 との差
内側炉心	1	6	BOC	NaF	345	1.4%
	2	29	BOC	CR IN	327	1.1%
	3	48	BOC	CR IN	322	1.2%
	4	78	BOC	CR IN	310	1.0%
	5	100	BOC	CR IN	292	1.9%
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	348	0.8%
	7	183	BOC	CR IN	294	0.4%
	8	186	BOC	CR IN	268	-0.8%

表2.2-6 ケース1 (24体中途燃交) の場合の最大集合体出力

・取替燃料Pu富化度 15.8/21.3 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	設計値 との差
内側炉心	1	6	BOC	NaF	4.57	1.4%
	2	29	BOC	NaF	4.31	1.3%
	3	50	BOC	NaF	4.09	1.2%
	4	75	BOC	NaF	3.85	1.3%
	5	100	BOC	CR IN	3.57	1.7%
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.11	0.6%
	7	183	BOC	CR IN	3.30	0.2%
	8	189	BOC	CR IN	2.97	-4.0%

表2.2-7 第三サイクルでの燃交により回復する反応度

番号	Pu富化度 (fiss Pu wt%)			富化度比 内/外	反応度 %dk/kk'
	内側炉心	外側炉心	平均		
0	15.8	21.3	18.6	0.74	2.69
1	16.2	21.8	19.0	0.74	3.07
2	16.0	21.0	18.5	0.76	2.64
3	16.2	21.4	18.8	0.76	2.96
4	16.4	21.4	18.9	0.77	3.09
5	16.8	22.7	19.8	0.74	3.77

注) ケース1で24体中途燃交した場合で評価

表2.2-8 Pu富化度変更に伴う出力分布の変化 (1 / 3)

・最大線出力

流量領域		取替燃料のPu富化度 15.8/21.3 fiss Pu wt%					取替燃料のPu富化度 16.2/21.8 fiss Pu wt%					
		集合体番号	時期	制御棒	最大線出力	燃料温度	集合体番号	時期	制御棒	最大線出力	変化量	燃料温度
		TRIAG NREG		状態	W/cm (a)	℃(推定値)	TRIAG NREG		状態	W/cm (b)	% (1-b/a)	℃(推定値)
内側炉心	1	6	BOC	NaF	345.4	2270	6	BOC	NaF	351.0	1.63	2300
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	348.1	2307	136	BOC	CR IN	351.4	0.95	2325

・最大集合体出力

流量領域		取替燃料のPu富化度 15.8/21.3 fiss Pu wt%					取替燃料のPu富化度 16.2/21.8 fiss Pu wt%					
		集合体番号	時期	制御棒	集合体出力	被覆管温度	集合体番号	時期	制御棒	集合体出力	変化量	被覆管温度
		TRIAG NREG		状態	MW (a)	℃(推定値)	TRIAG NREG		状態	MW (b)	% (1-b/a)	℃(推定値)
内側炉心	1	6	BOC	NaF	4.57	655	6	BOC	NaF	4.65	1.62	659
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.11	668	138	BOC	CR IN	4.15	0.97	670

・ 燃焼モデル → 初装荷炉心 (48+54=102EFPD燃焼、24体中途燃交) 第二サイクル (123EFPD燃焼)

表2.2-8 Pu富化度変更に伴う出力分布の変化 (2 / 3)

・最大線出力

流量領域		取替燃料のPu富化度 15.8/21.3 fiss Pu wt%					取替燃料のPu富化度 16.2/21.4 fiss Pu wt%					
		集合体番号	時期	制御棒	最大線出力	燃料温度	集合体番号	時期	制御棒	最大線出力	変化量	燃料温度
		TRIAG NREG		状態	W/cm (a)	℃(推定値)	TRIAG NREG		状態	W/cm (b)	% (1-b/a)	℃(推定値)
内側炉心	1	6	BOC	NaF	345.4	2270	6	BOC	NaF	353.6	2.37	2314
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	348.1	2307	138	BOC	CR IN	348.7	0.18	2310

・最大集合体出力

流量領域		取替燃料のPu富化度 15.8/21.3 fiss Pu wt%					取替燃料のPu富化度 16.2/21.4 fiss Pu wt%					
		集合体番号	時期	制御棒	集合体出力	被覆管温度	集合体番号	時期	制御棒	集合体出力	変化量	被覆管温度
		TRIAG NREG		状態	MW (a)	℃(推定値)	TRIAG NREG		状態	MW (b)	% (1-b/a)	℃(推定値)
内側炉心	1	6	BOC	NaF	4.57	655	6	BOC	NaF	4.67	2.24	661
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.11	668	138	BOC	CR IN	4.12	0.09	668

・ 燃焼モデル → 初装荷炉心 (48+54=102EFPD燃焼、24体中途燃交) 第二サイクル (123EFPD燃焼)

表2.2-8 Pu富化度変更に伴う出力分布の変化 (3 / 3)

・最大線出力

流量領域		取替燃料のPu富化度 15.8/21.3 fiss Pu wt%					取替燃料のPu富化度 16.4/21.4 fiss Pu wt%					
		集合体番号	時期	制御棒	最大線出力	燃料温度	集合体番号	時期	制御棒	最大線出力	変化量	燃料温度
		TRIAG NREG		状態	W/cm (a)	℃(推定値)	TRIAG NREG		状態	W/cm (b)	% (1-b/a)	℃(推定値)
内側炉心	1	6	BOC	NaF	345.4	2270	6	BOC	NaF	357.9	3.61	2337
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	348.1	2307	142	BOC	CR IN	346.7	-0.40	2300

・最大集合体出力

流量領域		取替燃料のPu富化度 15.8/21.3 fiss Pu wt%					取替燃料のPu富化度 16.4/21.4 fiss Pu wt%					
		集合体番号	時期	制御棒	集合体出力	被覆管温度	集合体番号	時期	制御棒	集合体出力	変化量	被覆管温度
		TRIAG NREG		状態	MW (a)	℃(推定値)	TRIAG NREG		状態	MW (b)	% (1-b/a)	℃(推定値)
内側炉心	1	6	BOC	NaF	4.57	655	6	BOC	NaF	4.73	3.43	664
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.11	668	138	BOC	CR IN	4.09	-0.60	666

・ 燃焼モデル → 初装荷炉心 (48+54=102EFPD燃焼、24体中途燃交) 第二サイクル (123EFPD燃焼)

表2.2-9 ケース2（中途燃交無し）の場合の最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.4/21.4 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	設計値 との差
内側炉心	1	6	BOC	NaF	359	5.4%
	2	29	BOC	CR IN	339	4.9%
	3	48	BOC	CR IN	333	4.7%
	4	78	BOC	CR IN	320	4.4%
	5	80	BOC	CR IN	290	1.1%
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	347	0.5%
	7	183	BOC	CR IN	292	-0.1%
	8	186	BOC	CR IN	266	-1.6%

表2.2-10 ケース2（中途燃交無し）の場合の最大集合体出力

・取替燃料Pu富化度 16.4/21.4 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	設計値 との差
内側炉心	1	6	BOC	NaF	4.74	5.2%
	2	29	BOC	NaF	4.46	4.9%
	3	50	BOC	NaF	4.22	4.5%
	4	75	BOC	NaF	3.96	4.3%
	5	104	BOC	NaF	3.72	6.0%
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.09	0.0%
	7	183	BOC	CR IN	3.28	-0.3%
	8	182	BOC	CR IN	3.01	-2.4%

表2.2-11 第二回取替燃料体数を増加させた場合の最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	16.4/21.0 58体燃交との差
内側炉心	1	6	BOC	NaF	349	-2.8%
	2	30	BOC	CR IN	340	0.2%
	3	48	BOC	CR IN	324	-2.7%
	4	70	BOC	CR IN	313	-2.1%
	5	79	BOC	CR IN	292	0.9%
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	338	-2.7%
	7	183	BOC	CR IN	287	-2.0%
	8	182	BOC	CR IN	265	-0.6%

注1) ケース2 (中途燃交無し) の場合

注2) 第二回取替燃料について、内側炉心30体に6体、外側炉心28体に5体を追加

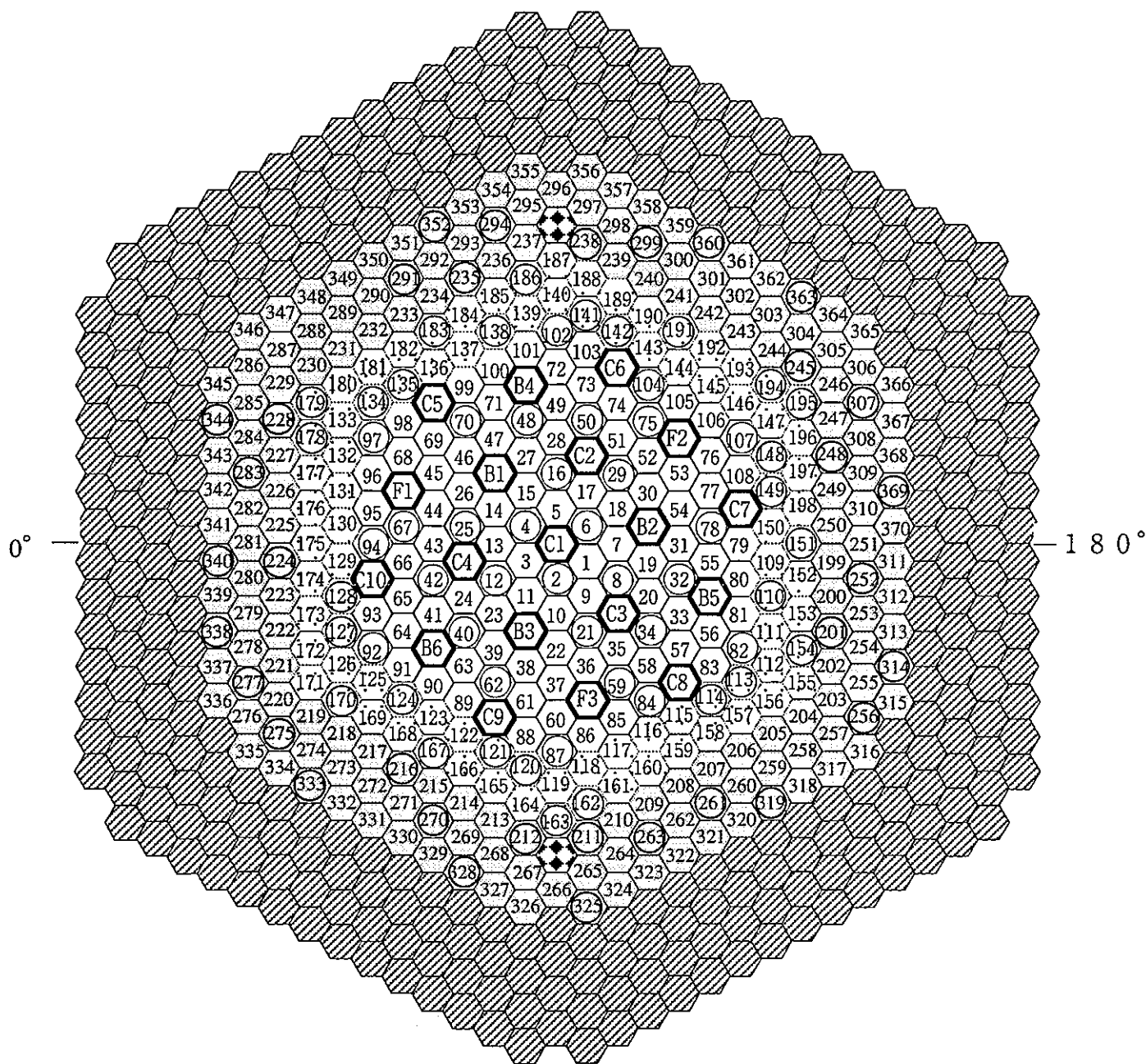
表2.2-12 第二回取替燃料体数を増加させた場合の最大集合体出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	16.4/21.0 58体燃交との差
内側炉心	1	6	BOC	NaF	4.61	-2.8%
	2	29	BOC	NaF	4.35	-2.4%
	3	50	BOC	NaF	4.09	-3.1%
	4	75	BOC	NaF	3.85	-2.7%
	5	104	BOC	NaF	3.53	-5.1%
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	3.98	-2.8%
	7	183	BOC	CR IN	3.20	-2.3%
	8	182	BOC	CR IN	3.01	-0.2%

注1) ケース2 (中途燃交無し) の場合

注2) 第二回取替燃料について、内側炉心30体に6体、外側炉心28体に5体を追加



- 第二回燃料交換位置 (内側炉心30体/外側炉心28体/径ブラ34体)
- ◡ 内側炉心
- ◣ 外側炉心
- ◢ 半径方向ブランケット
- ◤ 中性子しゃへい体
- ◧ C 粗調整棒
- ◨ F 微調整棒
- ◩ B 後備炉停止棒
- ◪ 中性子源 (半径方向ブランケット)

図2.2-1 第二回燃料交換位置

2.3 第三サイクル炉心の炉心特性の評価

第二回取替燃料の設工認申請のためのデータとして、第三サイクルの炉心特性を評価した。ここで第二回取替燃料は前節までの検討及び現状の運転計画を反映して以下とした。

製造上の炉心装荷日・・・平成9年11月14日

Pu富化度・・・・・・・・・・内側炉心 16.0 fiss Pu wt%

外側炉心 21.0 fiss Pu wt%

ここでの評価では、運転計画としてケース4に当たる燃焼モデルを用いて、初装荷炉心での中途燃交無しの場合の解析を実施した。なお、中途燃交の影響を把握しておくため、補足として36体の中途燃交を行った場合の評価も実施した。

評価した炉心特性は次の通り。

- (1) 過剰反応度
- (2) 出力分布
- (3) 燃料及び被覆管最高温度
- (4) 制御棒価値
- (5) 反応度係数

以下に評価結果を示す。

(1) 過剰反応度

以下に過剰反応度評価結果を表2.3-1（ノミナル）及び表2.3-2（誤差考慮）にまとめる。

(2) 出力分布

以下に出力分布評価結果をまとめる。

表2.3-3 第三サイクル（中途燃交無し）の最大線出力

表2.3-4 第三サイクル（中途燃交無し）の最大集合体出力

表2.3-5 第三サイクル（36体中途燃交）の最大線出力

表2.3-6 第三サイクル（36体中途燃交）の最大集合体出力

中途燃交無しの場合の最大線出力は、第一流量領域で353W/cmであり制限値以下

であることが確認できる。また、中途燃交の有無による最大出力への影響は±1%程度と小さい。

(3)燃料及び被覆管最高温度

以下に燃料及び被覆管最高温度の評価結果をまとめる。

表2.3- 7	第三サイクルの燃料最高温度
表2.3- 8	第三サイクルの被覆管最高温度
表2.3- 9	燃料温度軸方向分布
表2.3-10	冷却材、被覆管温度軸方向分布
表2.3-11	ラッパ管温度軸方向分布（ノミナル）
表2.3-12	ラッパ管温度軸方向分布（ホットスポット）

燃料及び被覆管最高温度は、それぞれ、2313及び663℃であり、余裕を持って制限値を満足している。

(4)制御棒価値

以下に制御棒価値の評価結果をまとめる。

表2.3-13	第三サイクル初期の制御棒価値
---------	----------------

今回得られた値に対して、設計値（表2.3-14）及び昨年度の評価結果（表2.3-15及び-16）と比較した。結果を表2.3-17に示す。

(5)反応度係数

以下に反応度係数の評価結果をまとめる。

表2.3-18	第三サイクルのドップラ係数（100%出力時）
表2.3-19	第三サイクルの燃料密度係数
表2.3-20	第三サイクルの構造材密度係数
表2.3-21	第三サイクルの冷却材密度係数
表2.3-22	第三サイクルの形状係数
表2.3-23	第二サイクルのNaボイド反応度
表2.3-24	第二サイクルの温度係数
表2.3-25	第二サイクルの出力係数

表2.3-1 過剰反応度の計算ノミナル値（ケース4：中途燃交無しの場合）

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値 1.0257 (反応度： 2.50 %dk/kk')

基準計算値に対する補正因子 -0.58 %dk/kk'

出力補償反応度予測誤差 (0%：基準ケース) 0.00 %dk/kk'

'94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度 1.92 %dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損	²⁴¹ Pu崩壊	燃交回復
				低温劣出力	定格出力			
'94/04/06				3.15	1.92			
0%	運転休止	554	0				-0.51	
'95/10/12				2.64	1.41			
45%	45及び75%出力試験	112	50			-0.72	-0.10	
'96/02/01				1.83	0.60			
0%	運転休止	121	0				-0.10	
'96/06/01				1.72	0.49			
0%	中途燃交（無し）	0	0					0.00
'96/06/01				1.72	0.49			
100%	100%出力試験	10	10			-0.14	-0.01	
'96/06/11				1.57	0.34			
0%	運転休止	161	0				-0.14	
'96/11/19				1.44	0.21			
100%	定格運転	40	40			-0.55	-0.03	
'96/12/29				0.85	-0.38			
0%	第一回定検	183	0				-0.16	
'97/06/30				0.69	-0.54			
0%	第二サイクル燃交	0	0					2.94
'97/06/30				3.64	2.41			
100%	定格運転	90	90			-1.34	-0.08	
'97/09/28				2.22	0.99			
0%	運転休止	47	0				-0.04	
'97/11/14				2.18	0.95			
0%	第三サイクル燃交	0	0					2.62
'97/11/14				4.80	3.57			
100%	定格運転	123	123			-1.95	-0.11	
'98/03/17				2.74	1.51			

注) 第二回取替燃料のPu富化度として、内側及び外側炉心で16.0/21.0%dk/kk'とした場合である。

表2.3-2 誤差を考慮した場合の過剰反応度（ケース4：中途燃交無しの場合）

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値	1.0257	(反応度： 2.50 %dk/kk')
基準計算値に対する補正因子		-0.58 %dk/kk'
出力補償反応度予測誤差 (20%：基準ケース)		-0.25 %dk/kk'
'94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度	1.67	%dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間 日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損 誤差15.0%	²⁴¹ Pu崩壊 誤差17.0%	燃交回復 誤差0.0%
				低温零出力	定格出力			
'94/04/06				2.90	1.67			
0%	運転休止	554	0				-0.61	
'95/10/12				2.29	1.06			
45%	45及び75%出力試験	112	50			-0.82	-0.12	
'96/02/01				1.34	0.11			
0%	運転休止	121	0				-0.13	
'96/06/01				1.22	-0.01			
0%	中途燃交（無し）	0	0					0.00
'96/06/01				1.22	-0.01			
100%	100%出力試験	10	10			-0.16	-0.01	
'96/06/11				1.05	-0.18			
0%	運転休止	161	0				-0.17	
'96/11/19				0.88	-0.35			
100%	定格運転	40	40			-0.63	-0.04	
'96/12/29				0.21	-1.02			
0%	第一回定検	183	0				-0.19	
'97/06/30				0.02	-1.21			
0%	第二サイクル燃交	0	0					2.94
'97/06/30				2.96	1.73			
100%	定格運転	90	90			-1.54	-0.09	
'97/09/28				1.33	0.10			
0%	運転休止	47	0				-0.05	
'97/11/14				1.28	0.05			
0%	第三サイクル燃交	0	0					2.62
'97/11/14				3.89	2.66			
100%	定格運転	123	123			-2.24	-0.13	
'98/03/17				1.53	0.30			

注) 第二回取替燃料のPu富化度として、内側及び外側炉心で16.0/21.0%dk/kk'とした場合である。

表2.3-3 ケース4（中途燃交無し）の場合の最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm
内側炉心	1	6	BOC	NaF	352.8
	2	29	BOC	CR IN	333.7
	3	48	BOC	CR IN	327.9
	4	78	BOC	CR IN	315.5
	5	80	BOC	CR IN	294.0
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	342.8
	7	183	BOC	CR IN	289.0
	8	182	BOC	CR IN	267.9
径ブランケット	9	199	EOC	CR OUT	193.7
	10	271	EOC	CR OUT	82.5
	11	331	EOC	CR OUT	39.3

表2.3-4 ケース4（中途燃交無し）の場合の最大集合体出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW
内側炉心	1	6	BOC	NaF	4.66
	2	29	BOC	NaF	4.38
	3	50	BOC	NaF	4.14
	4	75	BOC	NaF	3.89
	5	104	BOC	NaF	3.57
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.04
	7	183	BOC	CR IN	3.23
	8	182	BOC	CR IN	3.04
径ブランケット	9	234	EOC	CR OUT	0.653
	10	271	EOC	CR OUT	0.290
	11	331	EOC	CR OUT	0.154

表2.3-5 ケース4 (36体中途燃交) の場合の最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	中途燃交無し の場合との差
内側炉心	1	4	BOC	NaF	353	0.1%
	2	25	BOC	CR IN	333	-0.3%
	3	48	BOC	CR IN	328	-0.1%
	4	70	BOC	CR IN	315	0.0%
	5	90	BOC	CR IN	290	-1.3%
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	343	0.1%
	7	183	BOC	CR IN	290	0.4%
	8	182	BOC	CR IN	269	0.5%
径ブランケット	9	234	EOC	CR OUT	195	0.6%
	10	271	EOC	CR OUT	83	0.9%
	11	331	EOC	CR OUT	40	0.9%

表2.3-6 ケース4（36体中途燃交）の場合の最大集合体出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	中途燃交無し の場合との差
内側炉心	1	4	BOC	NaF	4.67	0.1%
	2	25	BOC	NaF	4.37	-0.2%
	3	50	BOC	NaF	4.13	-0.3%
	4	67	BOC	NaF	3.87	-0.6%
	5	104	EOC	CR OUT	3.55	-0.7%
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.05	0.2%
	7	183	BOC	CR IN	3.25	0.5%
	8	182	BOC	CR IN	3.06	0.6%
径ブランケット	9	234	EOC	CR OUT	0.656	0.5%
	10	271	EOC	CR OUT	0.293	0.9%
	11	331	EOC	CR OUT	0.155	1.0%

表2.3-7 第三サイクルの燃料最高温度

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	燃料最高 温度 (°C)
内側炉心	1	6	BOC	NaF	353	2313
	2	29	BOC	CR IN	334	2226
	3	48	BOC	CR IN	328	2210
	4	78	BOC	CR IN	316	2158
	5	80	BOC	CR IN	294	2070
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	343	2262
	7	183	BOC	CR IN	289	2045
	8	182	BOC	CR IN	268	1961

注) ケース4で、かつ、中途燃交の無い場合で評価

表2.3-8 第三サイクルの被覆管最高温度

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第三サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	被覆管最高 温度 (°C)
内側炉心	1	6	BOC	NaF	4.66	661
	2	29	BOC	NaF	4.38	661
	3	50	BOC	NaF	4.14	662
	4	75	BOC	NaF	3.89	663
	5	104	BOC	NaF	3.57	662
外側炉心	6	138	BOC	CR IN	4.04	656
	7	183	BOC	CR IN	3.23	653
	8	182	BOC	CR IN	3.04	660

注) ケース4で、かつ、中途燃交の無い場合で評価

表2.3- 9 燃料温度軸方向分布
(流量領域1、集合体番号6、粗調整棒全引抜き)

MONJU CYC-3 BOC NAF ZONE-1 ASM-NO.6				
FUEL CENTER TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C)				
HIGHT (CM)	NOMINAL	H. S. F	HSF+OPF	
1	0.0	404	410	411
2	5.0	407	415	417
3	10.0	412	420	423
4	15.0	417	428	431
5	20.0	425	437	442
6	25.0	436	450	457
7	30.0	452	470	480
8	35.0	1254	1448	1614
9	38.0	1345	1547	1725
10	41.0	1429	1632	1821
11	44.0	1503	1720	1919
12	47.0	1575	1807	2015
13	50.0	1644	1889	2106
14	53.0	1708	1966	2189
15	56.0	1768	2030	2259
16	59.0	1821	2088	2321
17	62.0	1865	2139	2376
18	65.0	1903	2183	2424
19	68.0	1935	2222	2464
20	71.0	1962	2253	2497
21	74.0	1983	2278	2524
22	77.0	1999	2296	2543
23	80.0	2009	2308	2555
24	83.0	2014	2313	2560
25	86.0	2013	2311	2558
26	89.0	2006	2303	2549
27	92.0	1994	2288	2533
28	95.0	1977	2267	2510
29	98.0	1954	2239	2480
30	101.0	1925	2204	2443
31	104.0	1891	2164	2399
32	107.0	1852	2117	2349
33	110.0	1808	2064	2292
34	113.0	1754	2006	2228
35	116.0	1695	1941	2157
36	119.0	1632	1865	2075
37	122.0	1568	1788	1989
38	125.0	1505	1712	1905
39	128.0	1443	1637	1821
40	133.0	635	687	729
41	138.0	616	664	702
42	143.0	604	649	685
43	148.0	595	638	672
44	153.0	587	629	661
45	158.0	580	621	652

表2.3-10 冷却材、被覆管温度軸方向分布
(流量領域4、集合体番号75、粗調整棒全引抜き)

MONJU CYC-3 BOC NAF ZONE-4 ASM-NO.75									
*** HOT CHANNEL TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C) ***									
HIGHT (CM)	NA TEMP	*** NOMINAL ***			*	*** WITH HOT SPOT FACTOR ***			
		CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER		NA TEMP	CLAD OUTER	CLAD CENTER	CLAD INNER
1	0.0	397	397	397	397	402	402	402	402
2	5.0	397	397	397	398	402	402	403	403
3	10.0	397	397	398	398	402	403	403	403
4	15.0	397	398	398	398	403	403	403	404
5	20.0	398	398	398	399	403	404	404	405
6	25.0	398	398	399	400	403	404	405	406
7	30.0	399	399	400	401	404	405	406	407
8	35.0	399	403	414	424	405	419	430	442
9	38.0	403	408	419	430	410	425	437	450
10	41.0	408	413	425	437	415	431	445	459
11	44.0	413	418	431	444	421	438	453	468
12	47.0	418	423	437	451	427	445	461	477
13	50.0	423	429	444	459	434	453	470	487
14	53.0	429	436	451	467	441	461	479	497
15	56.0	435	442	458	475	448	470	488	507
16	59.0	442	449	466	483	456	479	498	517
17	62.0	449	456	474	491	464	488	507	527
18	65.0	456	463	481	499	473	497	517	538
19	68.0	463	471	489	508	481	506	527	548
20	71.0	470	478	497	516	490	516	537	558
21	74.0	478	486	505	524	499	525	546	568
22	77.0	486	494	513	532	509	534	556	577
23	80.0	493	502	521	540	518	544	565	587
24	83.0	501	509	528	547	527	553	574	596
25	86.0	509	517	536	555	536	562	583	604
26	89.0	517	525	543	562	546	571	592	613
27	92.0	524	532	550	568	555	580	600	620
28	95.0	532	540	557	575	564	588	608	628
29	98.0	539	547	564	581	572	596	615	635
30	101.0	546	554	570	587	581	604	622	641
31	104.0	553	560	576	592	589	611	629	647
32	107.0	559	566	581	597	597	618	635	652
33	110.0	566	572	587	601	604	625	641	657
34	113.0	571	578	591	605	611	631	646	661
35	116.0	577	583	596	608	618	636	650	664
36	119.0	582	588	599	611	624	641	654	667
37	122.0	587	592	603	614	630	645	657	669
38	125.0	591	596	606	616	635	649	660	671
39	128.0	595	600	609	618	640	653	663	673
40	133.0	596	596	597	598	641	642	643	644
41	138.0	596	597	597	598	641	642	643	644
42	143.0	597	597	597	598	642	642	643	643
43	148.0	597	597	597	597	642	642	642	643
44	153.0	597	597	597	597	642	642	642	642
45	158.0	597	597	597	597	642	642	642	642
46	169.8	596	596	596	596	641	641	641	641
47	181.7	595	595	595	595	640	640	640	640
48	193.5	594	594	594	594	639	639	639	639
49	205.4	594	594	594	594	638	638	638	638
50	217.2	593	593	593	593	637	637	637	637
51	229.1	592	592	592	592	636	636	636	636
52	240.9	591	591	591	591	634	634	634	634
53	252.8	590	590	590	590	633	633	633	633
54	264.6	589	589	589	589	632	632	632	632
55	276.5	588	588	588	588	632	632	632	632

表2.3-11 ラップ管温度軸方向分布 (ノミナル)
(流量領域4、集合体番号75、粗調整棒全引抜き)

IMONJU CYC-3 BOC NAF ZONE-4 ASM-NO.75								
*** WRAPPER TUBE TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C) *** (NOMINAL)								
HIGHT (CM)	WALL NO1	WALL NO2	WALL NO3	WALL NO4	WALL NO5	WALL NO6	AVERAGE	
1	0.0	397	397	397	397	397	397	397
2	5.0	397	397	397	397	397	397	397
3	10.0	397	397	397	397	397	397	397
4	15.0	397	397	397	397	397	397	397
5	20.0	397	397	397	397	397	397	397
6	25.0	398	398	398	398	398	398	398
7	30.0	398	398	398	398	398	398	398
8	35.0	398	398	398	398	398	398	398
9	38.0	400	400	400	400	400	400	400
10	41.0	402	402	402	403	403	403	402
11	44.0	405	405	405	405	405	405	405
12	47.0	407	407	408	408	408	408	408
13	50.0	410	410	411	411	411	411	411
14	53.0	413	413	414	414	415	414	414
15	56.0	417	417	417	418	418	417	417
16	59.0	420	420	421	422	422	421	421
17	62.0	424	424	425	426	426	425	425
18	65.0	428	428	429	430	430	429	429
19	68.0	432	432	433	434	434	433	433
20	71.0	436	436	437	438	439	437	437
21	74.0	440	440	442	443	443	442	442
22	77.0	445	445	446	448	448	446	446
23	80.0	449	449	451	452	453	451	451
24	83.0	454	454	456	457	458	456	456
25	86.0	458	458	460	462	462	460	460
26	89.0	463	463	465	467	467	465	465
27	92.0	467	467	470	472	472	470	470
28	95.0	472	472	474	477	477	475	474
29	98.0	476	476	479	481	482	479	479
30	101.0	481	481	484	486	487	484	484
31	104.0	485	485	488	491	491	489	488
32	107.0	490	489	493	495	496	493	493
33	110.0	494	494	497	500	500	497	497
34	113.0	498	498	501	504	505	501	501
35	116.0	502	501	505	508	509	505	505
36	119.0	505	505	509	512	513	509	509
37	122.0	509	509	512	516	516	513	512
38	125.0	512	512	516	519	520	516	516
39	128.0	515	515	519	522	523	519	519
40	133.0	517	517	521	525	526	522	521
41	138.0	520	519	523	527	528	524	524
42	143.0	521	521	525	529	530	526	525
43	148.0	523	523	527	531	531	527	527
44	153.0	524	524	529	532	533	529	529
45	158.0	526	526	530	534	534	530	530
46	169.8	529	529	533	537	537	533	533
47	181.7	531	531	535	539	540	536	535
48	193.5	533	533	537	541	542	538	537
49	205.4	535	535	539	543	544	540	539
50	217.2	536	536	541	545	545	541	541
51	229.1	538	538	542	546	547	543	542
52	240.9	539	539	543	547	548	544	543
53	252.8	540	540	544	549	549	545	545
54	264.6	541	541	545	550	550	546	546
55	276.5	542	542	546	551	551	547	547

表2.3-12 ラップ管温度軸方向分布 (ホットスポット)
(流量領域4、集合体番号75、粗調整棒全引抜き)

MONJU CYC-3 BOC NAF ZONE-4 ASM-NO.75								
*** WRAPPER TUBE TEMPERATURE DISTRIBUTION (DEG-C) *** (WITH H.S.F.)								
HIGHT (CM)		WALL NO1	WALL NO2	WALL NO3	WALL NO4	WALL NO5	WALL NO6	AVERAGE
1	0.0	402	402	402	402	402	402	402
2	5.0	402	402	402	402	402	402	402
3	10.0	402	402	402	402	402	402	402
4	15.0	402	402	402	402	402	402	402
5	20.0	402	402	402	402	402	402	402
6	25.0	403	403	403	403	403	403	403
7	30.0	403	403	403	403	403	403	403
8	35.0	403	403	403	403	403	403	403
9	38.0	405	405	406	406	406	406	406
10	41.0	408	408	408	408	408	408	408
11	44.0	411	411	411	411	411	411	411
12	47.0	414	414	414	414	414	414	414
13	50.0	417	417	417	418	418	417	417
14	53.0	420	420	421	421	422	421	421
15	56.0	424	424	425	425	425	425	425
16	59.0	428	428	429	430	430	429	429
17	62.0	432	432	433	434	434	433	433
18	65.0	436	436	437	439	439	438	437
19	68.0	441	441	442	443	444	442	442
20	71.0	445	445	447	448	449	447	447
21	74.0	450	450	452	453	454	452	452
22	77.0	455	455	457	459	459	457	457
23	80.0	460	460	462	464	464	462	462
24	83.0	465	465	467	469	470	468	467
25	86.0	470	470	473	475	475	473	473
26	89.0	475	475	478	480	481	478	478
27	92.0	481	480	483	486	486	483	483
28	95.0	486	486	488	491	491	489	488
29	98.0	491	491	494	496	497	494	494
30	101.0	496	496	499	502	502	499	499
31	104.0	501	500	504	507	507	504	504
32	107.0	505	505	509	512	512	509	509
33	110.0	510	510	514	517	517	514	514
34	113.0	514	514	518	521	522	518	518
35	116.0	519	519	523	526	527	523	523
36	119.0	523	523	527	530	531	527	527
37	122.0	527	527	531	534	535	531	531
38	125.0	530	530	535	538	539	535	535
39	128.0	534	534	538	542	543	539	538
40	133.0	536	536	541	545	546	541	541
41	138.0	539	539	543	547	548	544	543
42	143.0	541	541	545	549	550	546	545
43	148.0	543	543	547	551	552	548	547
44	153.0	544	544	549	553	554	549	549
45	158.0	546	546	550	555	555	551	550
46	169.8	549	549	554	558	559	554	554
47	181.7	552	552	556	561	562	557	556
48	193.5	554	554	559	563	564	559	559
49	205.4	556	556	561	565	566	561	561
50	217.2	558	557	562	567	568	563	562
51	229.1	559	559	564	568	569	564	564
52	240.9	561	560	565	570	571	566	565
53	252.8	562	562	567	571	572	567	567
54	264.6	563	563	568	572	573	568	568
55	276.5	564	564	569	573	574	569	569

表2.3-13 第三サイクル初期の制御棒価値

CASE No.	挿入制御棒	実効増倍率	基準計算値 (%dk/kk')	補正後の制御棒価値		
					補正因子	ワース (%dk/kk')
1	Na7オロワ-	1.04275		—	—	—
2	CCR 10体	0.96223	8.03	最小値	0.740	5.94
				標準値	0.823	6.60
				最大値	0.958	7.69
3	FCR 3体	1.01920	2.22	最小値	0.701	1.55
				標準値	0.779	1.73
				最大値	0.958	2.12
4	CCR&FCR One Rod Stuck (CCR 9 FCR 3)	0.95116	9.24	最小値	0.740	6.83
				標準値	0.823	7.60
				最大値	0.958	8.85
5	BCR 6体	0.89812	7.61 *	最小値	0.739	5.62
				標準値	0.869	6.61
				最大値	1.011	7.69

* CCR10体挿入状態からの反応度価値に、干渉効果として 2.55%を上乗せした値

表2.3-14 制御棒価値設計値 (1 / 3)

(初装荷炉心初期)

CASE No.	挿入制御棒	実効増倍率	基準計算値 (%dk/kk')	補正後の制御棒価値		
					補正因子	ワース (%dk/kk')
1	Na7ォロワ-	1.02833		—	—	—
2	CCR 10体	0.94577	8.49	最小値	0.740	6.28
				標準値	0.823	6.99
				最大値	0.958	8.13
3	FCR 3体	1.00420	2.34	最小値	0.701	1.64
				標準値	0.779	1.82
				最大値	0.958	2.24
4	CCR&FCR One Rod Stuck (CCR 9 FCR 3)	0.93445	9.77	最小値	0.740	7.23
				標準値	0.823	8.04
				最大値	0.958	9.36
5	BCR 6体	0.88014	8.09 *	最小値	0.739	5.98
				標準値	0.869	7.03
				最大値	1.011	8.17

* CCR10体挿入状態からの反応度価値に、干渉効果として 2.55%を上乗せした値

表2.3-14 制御棒価値設計値 (2 / 3)

(低燃焼度平衡炉心初期)

CASE No.	挿入制御棒	実効増倍率	基準計算値 (%dk/kk')	補正後の制御棒価値		
					補正因子	ワース (%dk/kk')
1	Naフロッワー	1.02620		—	—	—
2	CCR 10体	0.94566	8.30	最小値	0.740	6.14
				標準値	0.823	6.83
				最大値	0.958	7.95
3	FCR 3体	1.00252	2.30	最小値	0.701	1.61
				標準値	0.779	1.79
				最大値	0.958	2.21
4	CCR&FCR One Rod Stuck (CCR 9 FCR 3)	0.93432	9.58	最小値	0.740	7.09
				標準値	0.823	7.89
				最大値	0.958	9.18
5	BCR 6体	0.88174	7.86 *	最小値	0.739	5.81
				標準値	0.869	6.83
				最大値	1.011	7.95

* CCR10体挿入状態からの反応度価値に、干渉効果として 2.55%を上乗せした値

表2.3-14 制御棒価値設計値 (3 / 3)

(高燃焼度平衡炉心初期)

CASE No.	挿入制御棒	実効増倍率	基準計算値 (%dk/kk')	補正後の制御棒価値		
					補正因子	ワース (%dk/kk')
1	Na7ォロワ-	1.02575		—	—	—
2	CCR 10体	0.94581	8.24	最小値	0.740	6.10
				標準値	0.823	6.78
				最大値	0.958	7.89
3	FCR 3体	1.00227	2.28	最小値	0.701	1.60
				標準値	0.779	1.78
				最大値	0.958	2.19
4	CCR&FCR One Rod Stuck (CCR 9 FCR 3)	0.93458	9.51	最小値	0.740	7.04
				標準値	0.823	7.83
				最大値	0.958	9.11
5	BCR 6体	0.88207	7.84 *	最小値	0.739	5.79
				標準値	0.869	6.81
				最大値	1.011	7.92

* CCR10体挿入状態からの反応度価値に、干渉効果として 2.55%を上乗せした値

表2.3-15 初装荷炉心中途燃交直後の制御棒価値

CASE No.	挿入制御棒	実効増倍率	基準計算値 (%dk/kk')	補正後の制御棒価値		
					補正因子	ワース (%dk/kk')
1	Naフォロー	1.02576		—	—	—
2	CCR 10体	0.94615	8.20	最小値	0.740	6.07
				標準値	0.823	6.75
				最大値	0.958	7.86
3	FCR 3体	1.00225	2.29	最小値	0.701	1.60
				標準値	0.779	1.78
				最大値	0.958	2.19
4	CCR&FCR One Rod Stuck (CCR 9 FCR 3)	0.93464	9.50	最小値	0.740	7.03
				標準値	0.823	7.82
				最大値	0.958	9.11
5	BCR 6体	0.88217	7.86 *	最小値	0.739	5.81
				標準値	0.869	6.83
				最大値	1.011	7.95

* CCR10体挿入状態からの反応度価値に、干渉効果として 2.55%を上乗せした値

注) 24体中途燃交の場合 (PNC ZJ1678 95-006「性能試験結果を反映した燃料設計最適化」参照)

表2.3-16 第二サイクル初期の制御棒価値

CASE No.	挿入制御棒	実効増倍率	基準計算値 (%dk/kk')	補正後の制御棒価値		
					補正因子	ワース (%dk/kk')
1	Na7ォロワ-	1.03672		—	—	—
2	CCR 10体	0.95655	8.08	最小値	0.740	5.98
				標準値	0.823	6.65
				最大値	0.958	7.74
3	FCR 3体	1.01321	2.24	最小値	0.701	1.57
				標準値	0.779	1.74
				最大値	0.958	2.14
4	CCR&FCR One Rod Stuck (CCR 9 FCR 3)	0.94534	9.32	最小値	0.740	6.90
				標準値	0.823	7.67
				最大値	0.958	8.93
5	BCR 6体	0.89272	7.67 *	最小値	0.739	5.66
				標準値	0.869	6.66
				最大値	1.011	7.75

* CCR10体挿入状態からの反応度価値に、干渉効果として 2.55%を上乗せした値

注) 初装荷炉心80EFPD燃焼後 (PNC ZJ1678 95-006「性能試験結果を反映した燃料設計最適化」参照)

表2.3-17 制御棒価値の比較

・各炉心サイクル初期の基準計算値の比較

挿入 制御棒	設計値			解析値		
	初装荷炉心	低燃平衡	高燃平衡	中途燃交後 ^{*1}	第二サイクル ^{*1}	第三サイクル ^{*2}
CCR 10体	8.49	8.30	8.24	8.20	8.08	8.03
	0%	-2%	-3%	-3%	-5%	-5%
FCR 3体	2.34	2.30	2.28	2.29	2.24	2.22
	0%	-1%	-2%	-2%	-4%	-5%
One Rod Stuck	9.77	9.58	9.51	9.50	9.32	9.24
	0%	-2%	-3%	-3%	-5%	-5%
BCR 6体	8.09	7.86	7.84	7.86	7.67	7.61
	0%	-3%	-3%	-3%	-5%	-6%

注) 上段は制御棒価値基準計算値 (単位:%dk/kk')、下段は初装荷炉心での設計値との差

*1 PNC ZJ1678 95-006「性能試験結果を反映した燃料設計最適化」より引用

*2 今回の解析結果

表2.3-18 第三サイクルのドップラー係数（100%出力時）

単位：T dk/kk'/dT

	初期	末期
内側炉心	-4.196E-03	-4.682E-03
外側炉心	-1.462E-03	-1.457E-03
径ブランケット	-8.874E-04	-9.260E-04
軸ブランケット	-6.148E-04	-6.474E-04
合計	-7.160E-03	-7.712E-03

表2.3-19 第三サイクルの燃料密度係数

単位：dk/kk'/($\Delta \rho / \rho$)

	初期	末期
内側炉心	2.443E-01	2.367E-01
外側炉心	1.691E-01	1.606E-01
径ブランケット	5.637E-03	6.310E-03
軸ブランケット	-7.209E-04	1.624E-04
合計	4.183E-01	4.038E-01

表2.3-20 第三サイクルの構造材密度係数

単位： $dk/kk' / (\Delta \rho / \rho)$

	初期	末期
内側炉心	-3.494E-02	-3.615E-02
外側炉心	-8.830E-04	-1.253E-03
径ブランケット	6.057E-03	5.816E-03
軸ブランケット	4.311E-03	4.344E-03
合計	-2.546E-02	-2.724E-02

表2.3-21 第三サイクルの冷却材密度係数

単位：dk/kk'/($\Delta \rho / \rho$)

	初期	末期
内側炉心	-7.460E-03	-7.263E-03
外側炉心	3.406E-03	3.095E-03
径ブランケット	2.975E-03	2.893E-03
軸ブランケット	1.826E-03	1.858E-03
合計	7.470E-04	5.830E-04

表2.3-22 第三サイクルの形状係数

	初期	末期
炉心高さ係数	1.844E-01	1.836E-01
炉心半径係数	1.640E-01	1.649E-01

注1) 炉心高さ係数の単位は、 $(dk/kk')/(\Delta H/H)$ である。

注2) 炉心半径係数の単位は、 $(dk/kk')/(\Delta R/R)$ である。

表2.3-23 第三サイクルのNaボイド反応度

単位：dk/kk'

	初期	末期
内側炉心	8.846E-03	8.640E-03
外側炉心	-3.175E-03	-2.838E-03
径ブランケット	-2.722E-03	-2.645E-03
軸ブランケット	-1.698E-03	-1.731E-03
合計	1.251E-03	1.426E-03

注) 1炉心燃料集合体最大ボイド反応度 (dk/kk') は以下の通り。

初期 1.1E-04

末期 1.2E-04

表2.3-24 第三サイクルの温度係数 (100%出力時)

単位：dk/kk' / °C

	初期	末期
燃料	-3.47E-06	-3.24E-06
被覆管	2.00E-07	2.30E-07
ラッパ管	1.80E-07	1.90E-07
炉心支持板	-1.20E-05	-1.14E-05
冷却材	-2.00E-07	-1.50E-07
ドップラー	-6.08E-06	-6.51E-06
合計	-2.139E-05	-2.086E-05

表2.3-25 第三サイクルの出力係数（100%出力時）

単位：dk/kk'/MW

	初期	末期
内側炉心	-5.180E-06	-5.430E-06
外側炉心	-2.640E-06	-2.440E-06
径ブランケット	-2.500E-07	-2.700E-07
軸ブランケット	-1.800E-07	-2.000E-07
合計	-8.250E-06	-8.340E-06

3 今後の燃料交換計画見直しのための補足データの整理

第三サイクルに引き続く第四サイクル以降の炉心核特性について、その成立性の観点から評価した。評価に当たっては、2.3節で示した第二回取替燃料の設工認向けデータを評価した際の運転計画ベースの解析を行った。

3.1 第四サイクル炉心の炉心特性の評価

第四サイクルの炉心核特性について、第二回取替燃料の設工認向けの補足データ解析ベースで評価した。

3.1.1 評価手法及び条件

炉心核特性の評価手法については、第三サイクルまでと同様、基本的にもんじゅの設計手法を用いる。

評価条件としては、まず、第三サイクルまでの運転計画は第二回取替燃料の設工認向けの補足データ評価に用いたものを使用した。第四サイクルはそれを引き継ぎ、設計と同様に、60日停止123日定格運転として評価する。

また、第四サイクルで使用する第三回取替燃料のPu富化度については、第二回取替燃料と同様に、設置許可申請書記載値である以下とした。

○内側炉心・・・16.0fiss Pu wt%

○外側炉心・・・21.0fiss Pu wt%

なお、図3.1-1に示す通り、燃交代数及び位置は設計と同一とした。

3.1.2 評価結果

まず、解析により得られた第四サイクルの過剰反応度評価結果を表3.1-1（ノミナル）及び表3.1-2（誤差考慮）に示す。同表より、第四サイクル末期での定格出力時の過剰反応度は、

○ノミナル・・・1.76%dk/kk'

○誤差考慮・・・0.22%dk/kk'

であることが分かる。従って、下限値である0.43%dk/kk'に対して、ノミナル値では十分余裕があるが、誤差を考慮すると反応度が不足する可能性がある。

次に、出力分布についての評価結果として、表3.1-3及び-4に各流量領域毎の最大線出力及び最大集合体出力を示す。同表では、設計値（表3.1-5及び-6）との比較を示しているが、この比較から今回の値は、内側炉心で2～3%高く、外側炉心で1～2%低いことが分かる。これは、Pu富化度が、設計で15.4/20.9fiss Pu wt%であるのに対して、今回は16.0/21.0fiss Pu wt%と設定しているためであると考えられる。

最後に、第四サイクル以降、4サイクル燃焼した燃料が燃交の際に取り出されることから、その燃焼度を評価した。

集合体毎の取出燃焼度を評価した結果を表3.1-7に示す。ここで、同表に対応する設計値を表3.1-8に示すが、今回の評価値との比較では、初装荷及び第二サイクルでの燃焼日数が異なる（それぞれ100及び90EFPD）ことを考慮し、その補正を行った値を表3.1-9に示した。これらの燃焼度について比較した結果を表3.1-10に示す。同表より、第四サイクル取出燃料（初装荷燃料）では燃焼日数が減少していることが主因で設計値を10%程度下回っていることがわかる。しかし、第五サイクル取出燃料（第一回取替燃料）については内側炉心で1%程度今回の解析の方が上回っている。これは、設計値に燃焼日数補正を行った値との比較から、内側炉心の燃焼度が大きく上昇している分が、燃焼日数が短い効果を超えているためであり、取替燃料のPu富化度を内側炉心で相対的に上げたことによる出力分担の増加がその要因と考えられる。

表3.1-1 第四サイクルの過剰反応度の計算ノミナル値

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値	1.0257	(反応度： 2.50 %dk/kk')
基準計算値に対する補正因子		-0.58 %dk/kk'
出力補償反応度予測誤差 (0%：基準ケース)		0.00 %dk/kk'
'94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度	1.92	%dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間 日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損	²⁴¹ Pu崩壊	燃交回復
				低温零出力	定格出力			
'97/09/28				2.22	0.99			
0%	運転休止	47	0				-0.04	
'97/11/14				2.18	0.95			
0%	第三サイクル燃交	0	0					2.62
'97/11/14				4.80	3.57			
100%	定格運転	123	123			-1.95	-0.11	
'98/03/17				2.74	1.51			
0%	運転休止	60	0				-0.05	
'98/05/16				2.69	1.46			
0%	第四サイクル燃交	0	0					2.40
'98/05/16				5.09	3.86			
100%	定格運転	123	123			-1.99	-0.11	
'98/09/16				2.99	1.76			

注1) 第二回代替燃料の設工認申請ベースの運転計画で中途燃料交換無しの場合で評価

注2) 第三回代替燃料のPu富化度として、内側及び外側炉心で16.0/21.0%dk/kk'とした場合である。

表3.1-2 第四サイクルの誤差を考慮した場合の過剰反応度

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値 1.0257 (反応度: 2.50 %dk/kk')
 基準計算値に対する補正因子 -0.58 %dk/kk'
 出力補償反応度予測誤差 (20%: 基準ケース) -0.25 %dk/kk'
 '94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度 1.67 %dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間 日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損 誤差15.0%	²⁴¹ Pu崩壊 誤差17.0%	燃交回復 誤差0.0%
				低温零出力	定格出力			
'97/09/28				1.33	0.10			
0%	運転休止	47	0				-0.05	
'97/11/14				1.28	0.05			
0%	第三サイクル燃交	0	0					2.62
'97/11/14				3.89	2.66			
100%	定格運転	123	123			-2.24	-0.13	
'98/03/17				1.53	0.30			
0%	運転休止	60	0				-0.06	
'98/05/16				1.47	0.24			
0%	第四サイクル燃交	0	0					2.40
'98/05/16				3.87	2.64			
100%	定格運転	123	123			-2.29	-0.13	
'98/09/16				1.45	0.22			

注1) 第二回取替燃料の設工認申請ベースの運転計画で中途燃料交換無しの場合で評価

注2) 第三回取替燃料のPu富化度として、内側及び外側炉心で16.0/21.0%dk/kk'とした場合である。

表3.1-3 ケース4（中途燃交無し）の場合の最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第四サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	設計値 との差
内側炉心	1	17	BOC	NaF	338	3.2%
	2	30	BOC	CR IN	339	2.9%
	3	47	BOC	CR IN	333	2.9%
	4	77	BOC	CR IN	305	2.5%
	5	101	BOC	CR IN	299	1.9%
外側炉心	6	137	BOC	CR IN	339	-1.2%
	7	185	BOC	CR IN	283	-1.8%
	8	190	BOC	CR IN	272	-2.0%

表3.1-4 ケース4（中途燃交無し）の場合の最大集合体出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第四サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	設計値 との差
内側炉心	1	17	BOC	NaF	4.49	2.8%
	2	30	BOC	NaF	4.26	2.4%
	3	51	BOC	NaF	4.16	2.4%
	4	75	BOC	NaF	3.77	1.8%
	5	101	BOC	CR IN	3.57	1.4%
外側炉心	6	137	BOC	CR IN	4.02	-1.7%
	7	185	BOC	CR IN	3.12	-2.1%
	8	190	BOC	CR IN	3.08	-2.3%

表3.1-5 第四サイクルの最大線出力設計値

・取替燃料Pu富化度 15.4/20.9 fiss Pu wt%

流量領域		第四サイクル			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm
内側炉心	1	17	BOC	NaF	328
	2	30	BOC	CR IN	330
	3	47	BOC	CR IN	324
	4	77	BOC	CR IN	298
	5	101	BOC	CR IN	294
外側炉心	6	137	BOC	CR IN	344
	7	185	BOC	CR IN	288
	8	190	BOC	CR IN	278
径ブランケット	9	241	EOC	CR OUT	226
	10	271	EOC	CR OUT	99
	11	331	EOC	CR OUT	47

表3.1-6 第四サイクルの最大集合体出力設計値

・取替燃料Pu富化度 15.4/20.9 fiss Pu wt%

流量領域		第四サイクル			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW
内側炉心	1	17	BOC	NaF	4.37
	2	30	BOC	NaF	4.16
	3	51	BOC	NaF	4.06
	4	75	BOC	NaF	3.70
	5	101	BOC	CR IN	3.52
外側炉心	6	137	BOC	CR IN	4.09
	7	185	BOC	CR IN	3.19
	8	190	BOC	CR IN	3.15
径ブランケット	9	241	EOC	CR OUT	0.777
	10	271	EOC	CR OUT	0.351
	11	331	EOC	CR OUT	0.183

表3.1-7 各流量領域における集合体の最高取出燃焼度評価値

単位：10⁴MWd/t

燃料 区分	流量 領域	第四サイクル取出燃焼度		第五サイクル取出燃焼度	
		燃焼度	集合体番号	燃焼度	集合体番号
内側 炉心	1	4.26	17	6.49	7
	2	5.63	27	6.12	28
	3	5.21	49	6.02	54
	4	3.67	73	5.52	74
	5	3.50	99	5.33	100
外側 炉心	6	5.13	145	5.60	143
	7	4.20	159	4.62	184
	8	3.99	181	4.53	182

表3.1-8 各流量領域における集合体の最高取出燃焼度設計値

単位：10⁴MWd/t

燃料 区分	流量 領域	第四サイクル取出燃焼度		第五サイクル取出燃焼度	
		燃焼度	集合体番号	燃焼度	集合体番号
内側 炉心	1	4.64	17	6.42	7
	2	6.03	27	6.07	28
	3	5.59	49	5.98	54
	4	4.01	73	5.50	74
	5	3.83	99	5.33	100
外側 炉心	6	5.59	145	5.84	143
	7	4.56	159	4.84	184
	8	4.36	181	4.75	182

表3.1-9 集合体の最高取出燃焼度設計値の燃焼日数補正

単位：10⁴MWd/t

燃料 区分	流量 領域	第四サイクル取出燃焼度		第五サイクル取出燃焼度	
		燃焼度	集合体番号	燃焼度	集合体番号
内側 炉心	1	4.11	17	5.99	7
	2	5.34	27	5.66	28
	3	4.95	49	5.58	54
	4	3.55	73	5.13	74
	5	3.39	99	4.97	100
外側 炉心	6	4.95	145	5.45	143
	7	4.04	159	4.52	184
	8	3.86	181	4.43	182

表3.1-10 各流量領域における集合体の最高取出燃焼度の比較（1 / 2）

・設計値に運転日数補正を行わない場合

単位：10⁴MWd/t

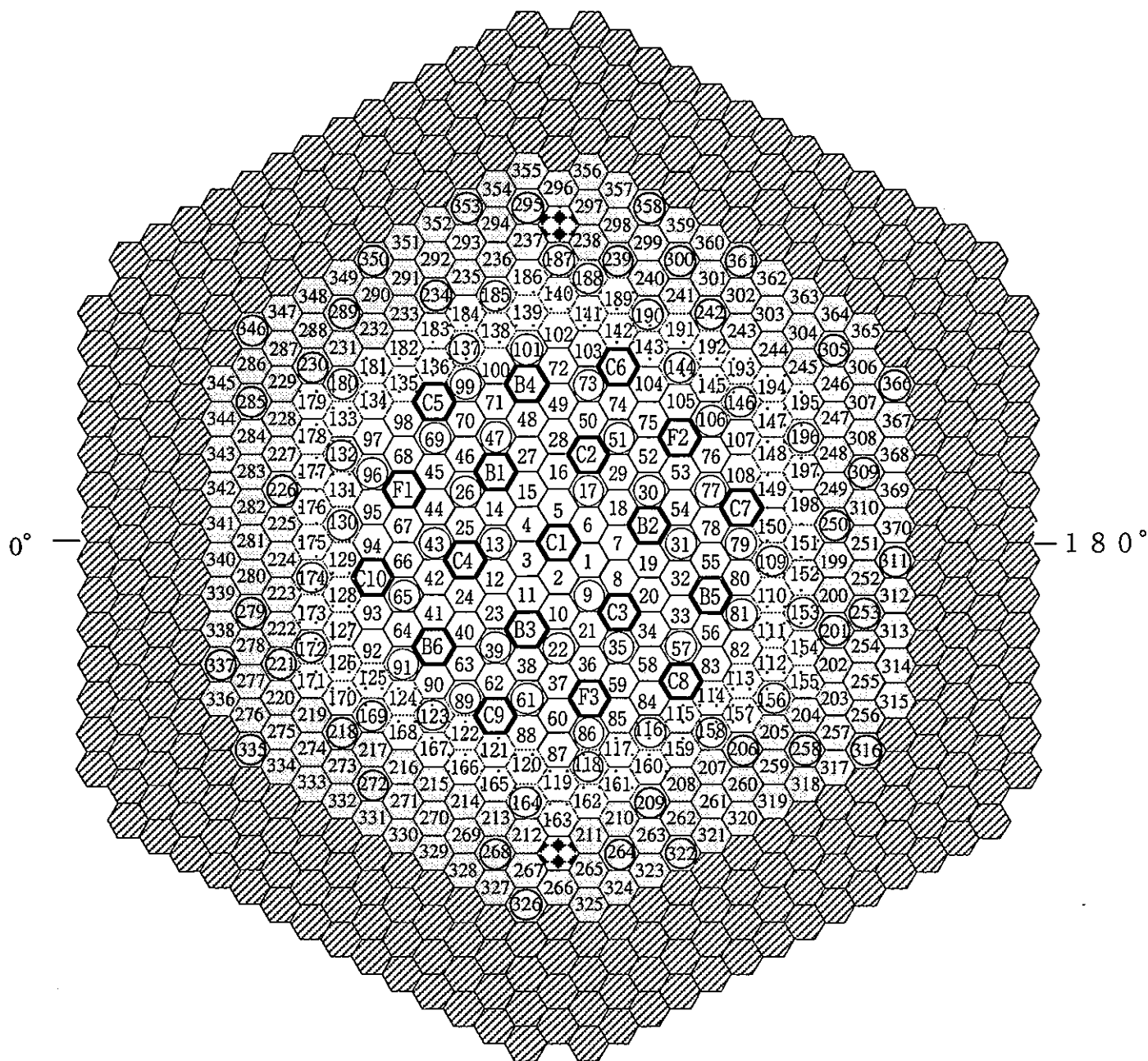
燃料 区分	流量 領域	第四サイクル取出燃焼度			第五サイクル取出燃焼度		
		設計	解析	比	設計	解析	比
内側 炉心	1	4.64	4.26	0.92	6.42	6.49	1.01
	2	6.03	5.63	0.93	6.07	6.12	1.01
	3	5.59	5.21	0.93	5.98	6.02	1.01
	4	4.01	3.67	0.91	5.50	5.52	1.00
	5	3.83	3.50	0.91	5.33	5.33	1.00
外側 炉心	6	5.59	5.13	0.92	5.84	5.60	0.96
	7	4.56	4.20	0.92	4.84	4.62	0.95
	8	4.36	3.99	0.92	4.75	4.53	0.95

表3.1-10 各流量領域における集合体の最高取出燃焼度の比較（2 / 2）

・設計値に運転日数補正を行った場合

単位：10⁴MWd/t

燃料 区分	流量 領域	第四サイクル取出燃焼度			第五サイクル取出燃焼度		
		設計	解析	比	設計	解析	比
内側 炉心	1	4.11	4.26	1.04	5.99	6.49	1.08
	2	5.34	5.63	1.05	5.66	6.12	1.08
	3	4.95	5.21	1.05	5.58	6.02	1.08
	4	3.55	3.67	1.03	5.13	5.52	1.08
	5	3.39	3.50	1.03	4.97	5.33	1.07
外側 炉心	6	4.95	5.13	1.03	5.45	5.60	1.03
	7	4.04	4.20	1.04	4.52	4.62	1.02
	8	3.86	3.99	1.03	4.43	4.53	1.02



- 第三回燃料交換位置 (内側炉心27体/外側炉心22体/径ブラ35体)
- ◡ 内側炉心
- ◡ 外側炉心
- ◡ 半径方向ブランケット
- ◡ 中性子しゃへい体
- ◡ C 粗調整棒
- ◡ F 微調整棒
- ◡ B 後備炉停止棒
- ★ 中性子源 (半径方向ブランケット)

図3.1-1 第三回燃料交換位置

3.2 高燃焼度移行炉心への予備検討

ここでは、第六サイクル以降高燃焼度炉心に移行する場合の炉心核特性を、第二回取替燃料の設工認向けの補足データ解析ベースで評価した。

3.2.1 評価手法及び条件

評価手法については、第三サイクルまでと同様、基本的にもんじゅの設計手法を用いる。

評価条件としては、まず、第三サイクルまでの運転計画は第二回取替燃料の設工認向けの補足データ評価に用いたものを使用した。第四サイクル以降はそれを引き継ぎ、設計と同様に、60日停止123日定格運転を繰り返すものとして評価する。ただし、第六サイクルは高燃移行炉心とするため、運転日数は148EFPDとする。

また、第五及び第六サイクルで使用する取替燃料のPu富化度については、第二回取替燃料と同様に、設置許可申請書記載値である以下とした。

○内側炉心・・・16.0fiss Pu wt%

○外側炉心・・・21.0fiss Pu wt%

なお、燃交代数及び位置は設計と同一とした。

3.2.2 評価結果

まず、解析により得られた第五サイクル以降の過剰反応度評価結果を表3.2-1（ノミナル）及び表3.2-2（誤差考慮）に示す。同表より、第五及び第六サイクル末期での定格出力時の過剰反応度は、

	第五サイクル	第六サイクル
○ノミナル・・・	1.88%dk/kk'	1.49%dk/kk'
○誤差考慮・・・	0.00%dk/kk'	-0.78%dk/kk'

であることが分かる。従って、下限値である0.42%dk/kk'に対して、ノミナル値では十分余裕があるが、誤差を考慮すると第五サイクルで0.4%dk/kk'程度、また、第六サイクルでは1.0%dk/kk'以上過剰反応度が不足する可能性がある。特に、第六サイクルでは運転日数を148EFPDとしたことで不足分が大きくなっており、Pu富化度及び燃料交換体数等の見直しが必要となると考えられる。

次に、出力分布についての評価結果として、表3.2-3及び-4に第六サイクルにおける各流量領域毎の最大線出力及び最大集合体出力を示す。同表では、設計値（表

3.1-5及び-6) との比較を示しているが、この比較から今回の値は、内側炉心で2～3%高く、外側炉心で1～2%低いことが分かる。これは、Pu富化度が、設計で15.4/20.9fiss Pu wt%であるのに対して、今回は16.0/21.0fiss Pu wt%と設定しているため、第四サイクルと同様の傾向である。

最後に、第六サイクル取出燃料（第二回取替燃料）の集合体毎の取出燃焼度を評価した結果を表3.2-7に示す。ここで、同表に対応する設計値を表3.2-8に示すが、今回の評価値との比較では、初装荷及び第二サイクルでの燃焼日数が異なる（それぞれ100及び90EFPD）ことを考慮し、その補正を行った値を表3.2-9に示した。これらの燃焼度について比較した結果を表3.2-10に示す。同表より、今回の解析値は設計値を上回っているが、同サイクルは高燃焼度炉心であることを考慮すると制限値は94000MWd/tとなり問題は無い。

表3.2-1 第五及び第六サイクルの過剰反応度の計算ノミナル値

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値 1.0257 (反応度: 2.50 %dk/kk')

基準計算値に対する補正因子 -0.58 %dk/kk'

出力補償反応度予測誤差 (0%: 基準ケース) 0.00 %dk/kk'

'94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度 1.92 %dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間 日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損	²⁴¹ Pu崩壊	燃交回復
				低温零出力	定格出力			
'98/03/17	-			2.74	1.51			
0%	運転休止	60	0				-0.05	
'98/05/16				2.69	1.46			
0%	第四サイクル燃交	0	0					2.40
'98/05/16				5.09	3.86			
100%	定格運転	123	123			-1.99	-0.11	
'98/09/16				2.99	1.76			
0%	運転休止	60	0				-0.05	
'98/11/15				2.94	1.71			
0%	第五サイクル燃交	0	0					2.29
'98/11/15				5.23	4.00			
100%	定格運転	123	123			-2.02	-0.11	
'99/03/18				3.11	1.88			
0%	運転休止	60	0				-0.05	
'99/05/17				3.05	1.82			
0%	第六サイクル燃交	0	0					2.10
'99/05/17				5.16	3.93			
100%	定格運転	148	148			-2.31	-0.13	
'99/10/12				2.72	1.49			

注1) 第二回取替燃料の設工認申請ベースの運転計画で中途燃料交換無しの場合で評価

注2) 第二回以降の取替燃料のPu富化度として、内側及び外側炉心で16.0/21.0%dk/kk'とした場合である。

表3.2-2 第五及び第六サイクルの誤差を考慮した場合の過剰反応度

'94/04/06 時点での実効増倍率基準計算値	1.0257	(反応度： 2.50 %dk/kk')
基準計算値に対する補正因子		-0.58 %dk/kk'
出力補償反応度予測誤差 (20%：基準ケース)		-0.25 %dk/kk'
'94/04/06 時点での定格出力時過剰反応度	1.67	%dk/kk'

計算モデル上の運転スケジュール				反応度 (%dk/kk')				
日付	運転状態	期間日数	EFPD	過剰反応度最確値		燃焼欠損 誤差15.0%	²⁴¹ Pu崩壊 誤差17.0%	燃交回復 誤差0.0%
				低温零出力	定格出力			
'98/03/17				1.53	0.30			
0%	運転休止	60	0				-0.06	
'98/05/16				1.47	0.24			
0%	第四サイクル燃交	0	0					2.40
'98/05/16				3.87	2.64			
100%	定格運転	123	123			-2.29	-0.13	
'98/09/16				1.45	0.22			
0%	運転休止	60	0				-0.06	
'98/11/15				1.39	0.16			
0%	第五サイクル燃交	0	0					2.29
'98/11/15				3.67	2.44			
100%	定格運転	123	123			-2.32	-0.13	
'99/03/18				1.23	0.00			
0%	運転休止	60	0				-0.06	
'99/05/17				1.16	-0.07			
0%	第六サイクル燃交	0	0					2.10
'99/05/17				3.27	2.04			
100%	定格運転	148	148			-2.66	-0.15	
'99/10/12				0.45	-0.78			

注1) 第二回取替燃料の設工認申請ベースの運転計画で中途燃料交換無しの場合で評価

注2) 第二回以降の取替燃料のPu富化度として、内側及び外側炉心で16.0/21.0%dk/kk'とした場合である。

表3.2-3 第六サイクルの最大線出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第六サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm	設計値 との差
内側炉心	1	11	BOC	CR IN	337	2.8%
	2	24	BOC	CR IN	326	2.9%
	3	38	BOC	CR IN	329	2.5%
	4	56	BOC	CR IN	304	2.2%
	5	90	BOC	CR IN	302	1.9%
外側炉心	6	115	BOC	NaF	324	-1.6%
	7	152	BOC	CR IN	287	-1.7%
	8	166	BOC	CR IN	271	-2.1%

表3.2-4 第六サイクルの最大集合体出力

・取替燃料Pu富化度 16.0/21.0 fiss Pu wt%

流量領域		第六サイクル				
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW	設計値 との差
内側炉心	1	11	BOC	NaF	4.45	3.0%
	2	24	BOC	NaF	4.23	2.4%
	3	38	BOC	NaF	4.08	2.4%
	4	58	BOC	NaF	3.83	1.8%
	5	80	BOC	CR IN	3.61	1.3%
外側炉心	6	115	BOC	NaF	3.87	-1.8%
	7	152	BOC	CR IN	3.19	-2.0%
	8	166	BOC	CR IN	3.07	-2.5%

表3.2-5 第六サイクルの最大線出力設計値

・取替燃料Pu富化度 15.4/20.9 fiss Pu wt%

流量領域		第六サイクル			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	最大線出力 W/cm
内側炉心	1	11	BOC	CR IN	328
	2	24	BOC	CR IN	317
	3	38	BOC	CR IN	321
	4	56	BOC	CR IN	298
	5	90	BOC	CR IN	296
外側炉心	6	115	BOC	NaF	329
	7	168	BOC	CR IN	292
	8	166	BOC	CR IN	277
径ブランケット	9	225	EOC	CR OUT	246
	10	260	EOC	CR OUT	108
	11	330	EOC	CR OUT	51

表3.2-6 第六サイクルの最大集合体出力設計値

・取替燃料Pu富化度 15.4/20.9 fiss Pu wt%

流量領域		第六サイクル			
		集合体番号 TRIAG NREG	時期	CCR 状態	集合体出力 MW
内側炉心	1	11	BOC	NaF	4.32
	2	24	BOC	NaF	4.13
	3	38	BOC	NaF	3.99
	4	58	BOC	NaF	3.76
	5	90	BOC	CR IN	3.56
外側炉心	6	115	BOC	NaF	3.94
	7	168	BOC	CR IN	3.26
	8	166	BOC	CR IN	3.15
径ブランケット	9	307	EOC	CR OUT	0.856
	10	260	EOC	CR OUT	0.381
	11	330	EOC	CR OUT	0.200

表3.2-7 各流量領域における集合体の最高取出燃焼度設計値

単位：10⁴MWd/t

燃料 区分	流量 領域	第六サイクル取出燃焼度	
		燃焼度	集合体番号
内側 炉心	1	6.41	6
	2	6.12	29
	3	5.96	32
	4	5.60	78
	5	5.13	104
外側 炉心	6	5.90	110
	7	4.84	167
	8	4.20	154

表3.2-8 集合体の最高取出燃焼度設計値の燃焼日数補正

単位：10⁴MWd/t

燃料 区分	流量 領域	第六サイクル取出燃焼度	
		燃焼度	集合体番号
内側 炉心	1	6.74	6
	2	6.43	29
	3	6.26	32
	4	5.88	78
	5	5.39	104
外側 炉心	6	6.20	110
	7	5.09	167
	8	4.41	154

表3.2-9 各流量領域における集合体の最高取出燃焼度評価値

単位：10⁴MWd/t

燃料 区分	流量 領域	第六サイクル取出燃焼度	
		燃焼度	集合体番号
内側 炉心	1	6.73	6
	2	6.42	29
	3	6.26	32
	4	5.84	78
	5	5.33	104
外側 炉心	6	5.89	110
	7	4.81	167
	8	4.20	154

表3.2-10 各流量領域における集合体の最高取出燃焼度の比較（1 / 2）

・設計値に運転日数補正を行わない場合

単位：10⁴MWd/t

燃料 区分	流量 領域	第六サイクル取出燃焼度		
		設計	解析	比
内側 炉心	1	6.41	6.73	1.05
	2	6.12	6.42	1.05
	3	5.96	6.26	1.05
	4	5.60	5.84	1.04
	5	5.13	5.33	1.04
外側 炉心	6	5.90	5.89	1.00
	7	4.84	4.81	0.99
	8	4.20	4.20	1.00

表3.2-10 各流量領域における集合体の最高取出燃焼度の比較（2 / 2）

・設計値に運転日数補正を行った場合

単位：10⁴MWd/t

燃料 区分	流量 領域	第六サイクル取出燃焼度		
		設計	解析	比
内側 炉心	1	6.74	6.73	1.00
	2	6.43	6.42	1.00
	3	6.26	6.26	1.00
	4	5.88	5.84	0.99
	5	5.39	5.33	0.99
外側 炉心	6	6.20	5.89	0.95
	7	5.09	4.81	0.95
	8	4.41	4.20	0.95

4 あとがき

高速増殖原型炉もんじゅは、平成7年2月から起動試験を開始し、出力試験の性能試験が実施されている。そこで、今後の詳細な運転計画を策定するために、性能試験中での第一回取替燃料の一部を使用した場合の第二サイクルまでの炉心核特性を評価した。また、第三サイクルに装荷する取替燃料についてサーベイを行い、最適なPu富化度を設定して設工認申請用の補足データを整備した。また、第四サイクル以降の炉心についてもその炉心核特性を概略評価した。得られた成果を以下に要約する。

- (1) 実際の運転履歴を考慮して設定した運転計画に基づき、性能試験から第二サイクルまでの炉心核特性を評価し、反応度確保の観点から初装荷炉心での中途燃交及び取替燃料の予備体使用時の炉心の成立性を確認した。
- (2) 第三サイクルの炉心核特性のサーベイにより第二回取替燃料のPu富化度として以下を設定した。

内側炉心・・・16.0 fiss Pu wt%

外側炉心・・・21.0 fiss Pu wt%

また、第三サイクルでの反応度確保のために、燃料交換体数を増加した炉心の成立性を確認した。

- (3) (2)で設定した第二回取替燃料の設工認申請のための補足データとして、第三サイクルの炉心核特性を評価した。
- (4) 第四サイクル以降の炉心核特性については、第五サイクルでの取出燃焼度が制限値を超える可能性があり、燃交計画の変更等を検討する必要があることが分かった。
- (5) 第六サイクルで高燃焼度移行炉心とする場合について炉心核特性を評価し、特に、第二回取替燃料の燃焼度が低燃焼度炉心の制限値を超えるため、燃交計画等の検討が必要であることが分かった。

5 参考文献

1)PNC ZJ1678 95-006

高速増殖炉もんじゅ「性能試験結果を反映した燃料設計最適化」

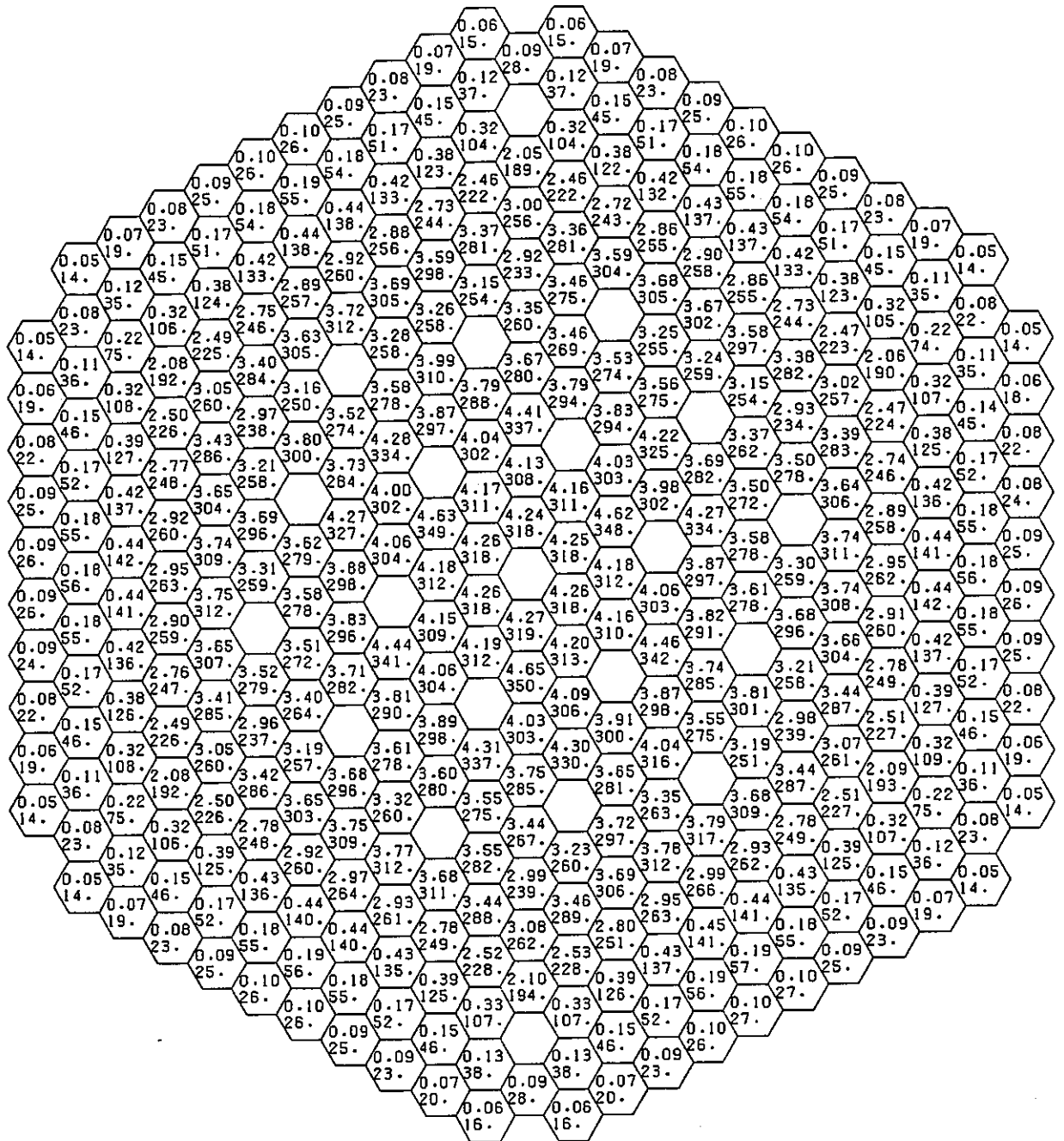
2)PNC ZJ1678 96-002

高速増殖炉もんじゅ「炉心特性の詳細評価（V）」

付録A) 初装荷炉心中途燃交時の出力分布マップ

ケース5の運転計画に従った、初装荷炉心での中途燃交後の出力分布マップを以下の図に示す。

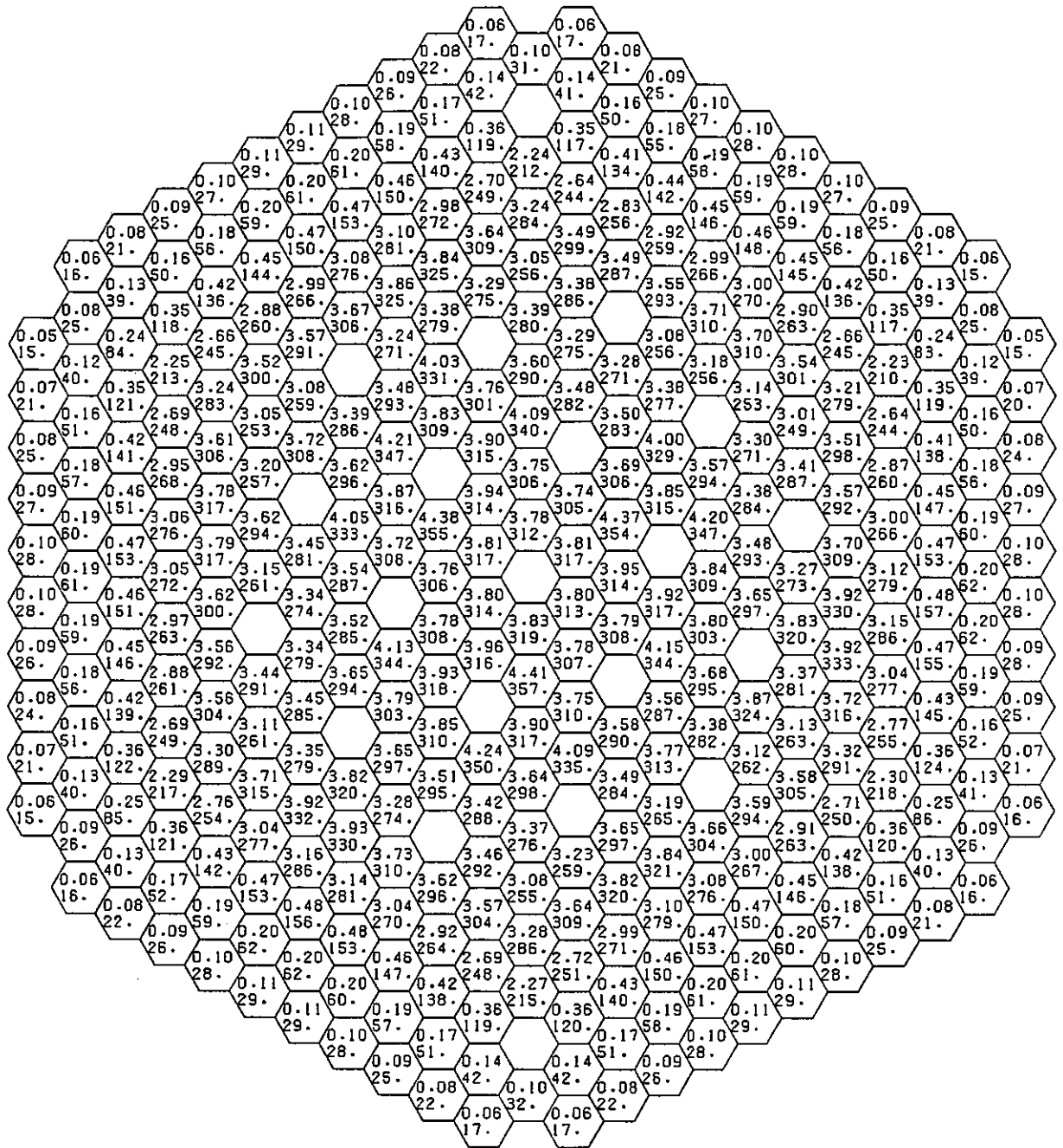
- 図A-1 24体中途燃交後サイクル初期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)
- 図A-2 24体中途燃交後サイクル初期の出力分布 (粗調整棒挿入状態)
- 図A-3 24体中途燃交後サイクル末期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)
- 図A-4 48体中途燃交後サイクル初期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)
- 図A-5 48体中途燃交後サイクル初期の出力分布 (粗調整棒挿入状態)
- 図A-6 48体中途燃交後サイクル末期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)



 UPPER = ASSEMBLY POWER (MW)
 LOWER = PEAK LINEAR HEAT RATE (W/CM)

CYC NO. 1
 TIME IN CYCLE BOC
 C/R PATTERN OUT

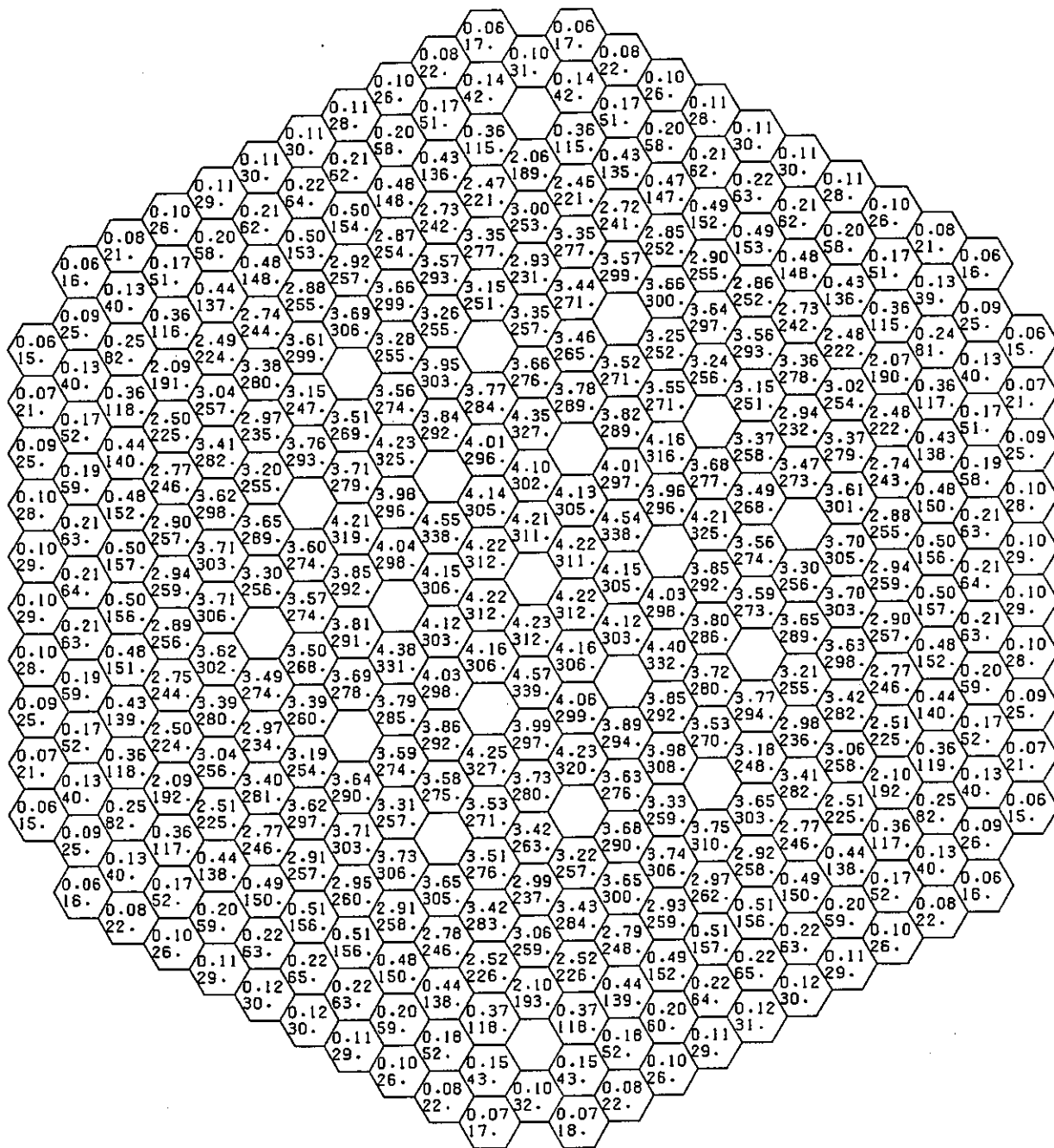
図A-1 24体中途燃交後サイクル初期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)



 UPPER = ASSEMBLY POWER (MW)
 LOWER = PEAK LINEAR HEAT RATE (W/CM)

CYC NO. 1
 TIME IN CYCLE BOC
 C/R PATTERN IN

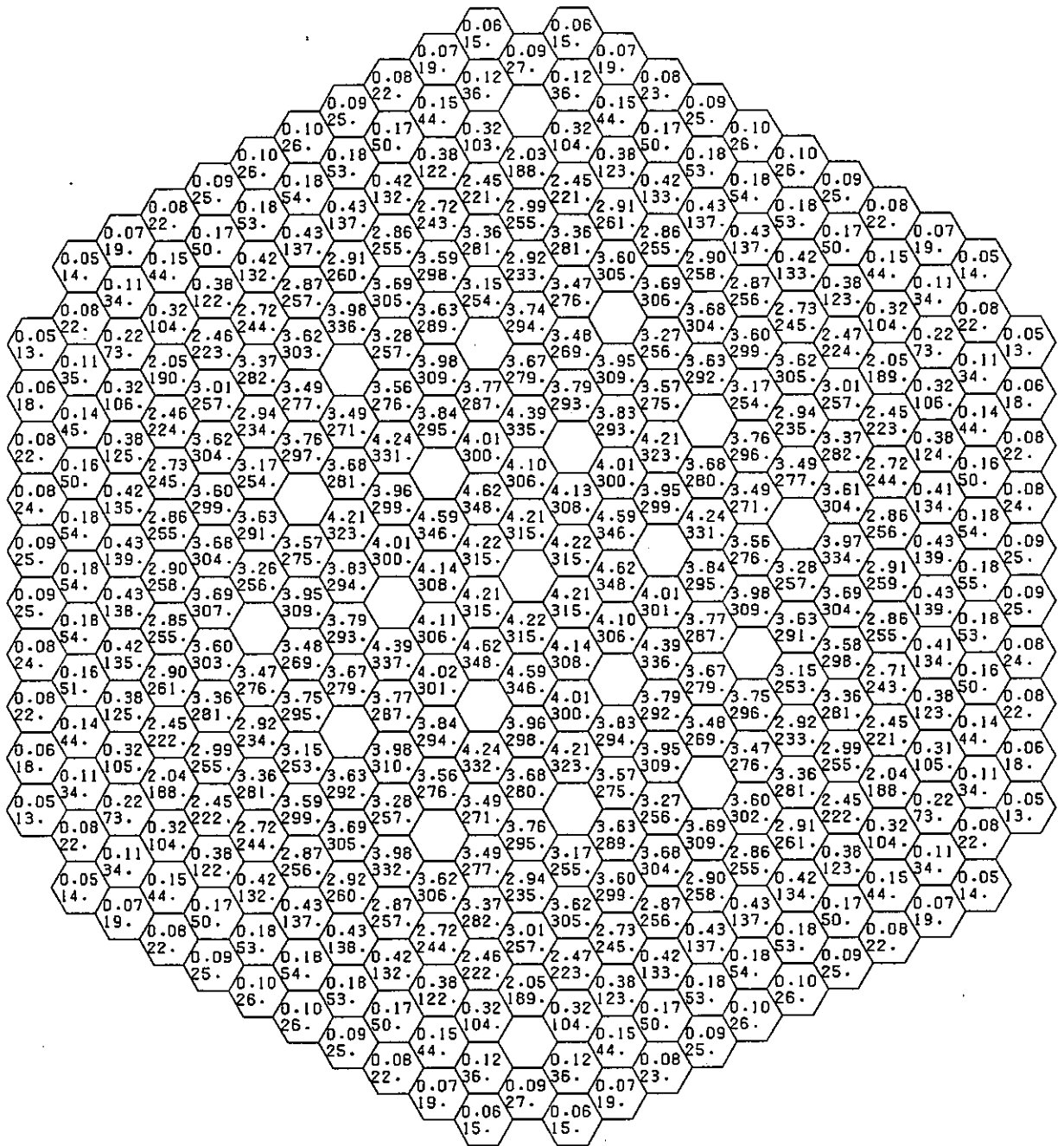
図A-2 24体中途燃交後サイクル初期の出力分布 (粗調整棒挿入状態)



 UPPER = ASSEMBLY POWER (MW)
 LOWER = PEAK LINEAR HEAT RATE (W/CM)

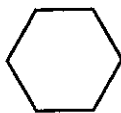
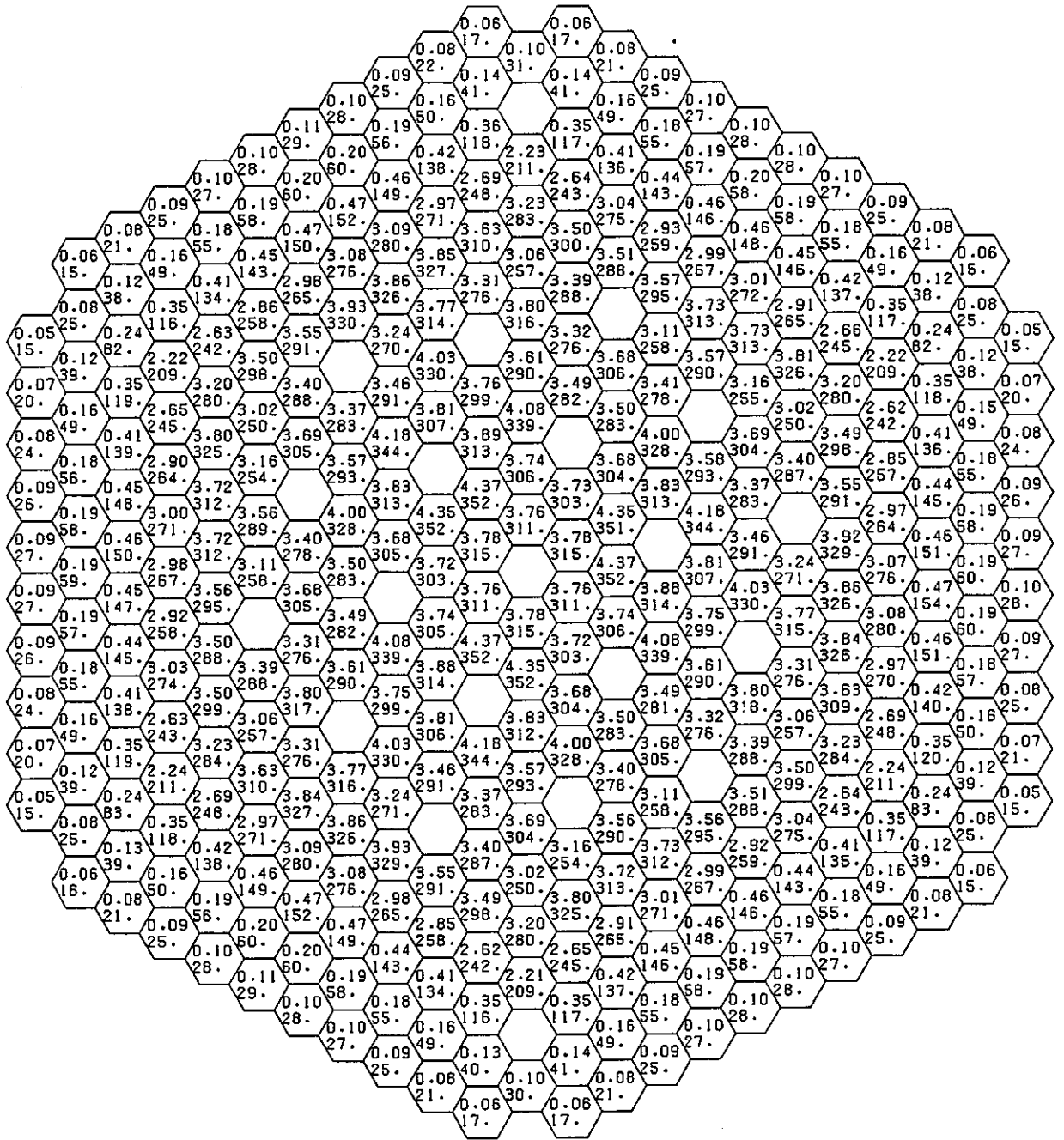
CYC NO. 1
 TIME IN CYCLE EOC
 C/R PATTERN OUT

図A-3 24体中途燃交後サイクル末期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)



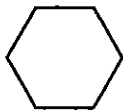
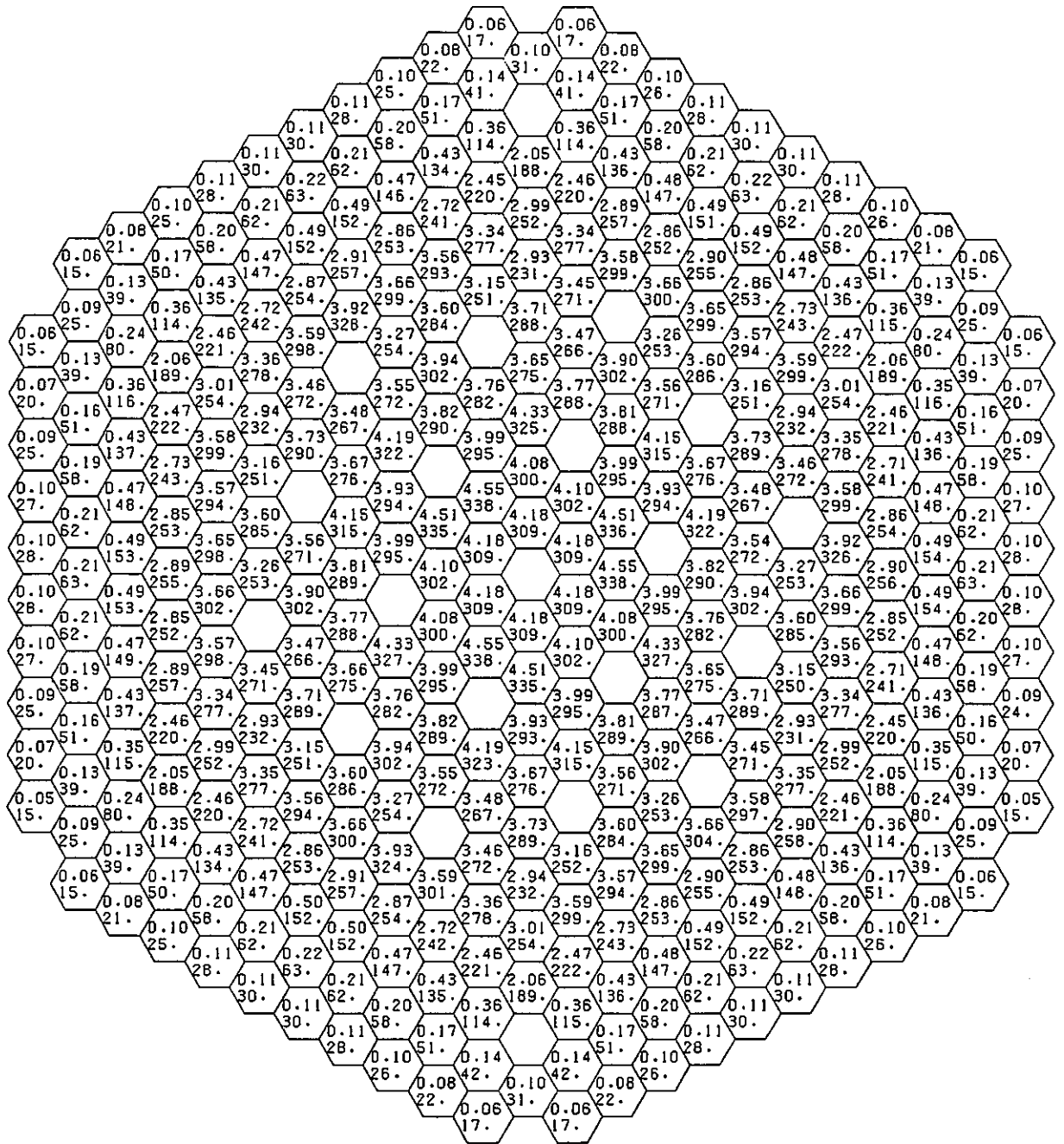
上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図A-4 48体中途燃交後サイクル初期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)



上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図A-5 48体中途燃交後サイクル初期の出力分布 (粗調整棒挿入状態)



上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図A-6 48体中途燃交後サイクル末期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)

付録B) 初装荷炉心中途燃交時及び第二サイクルの出力分布マップ

ケース5の運転計画に従った、初装荷炉心で48体中途燃交後及びその後の第二サイクルでの出力分布マップを以下の図に示す。

図B-1 中途燃交後サイクル初期の出力分布（粗調整棒引抜状態）

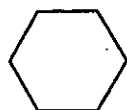
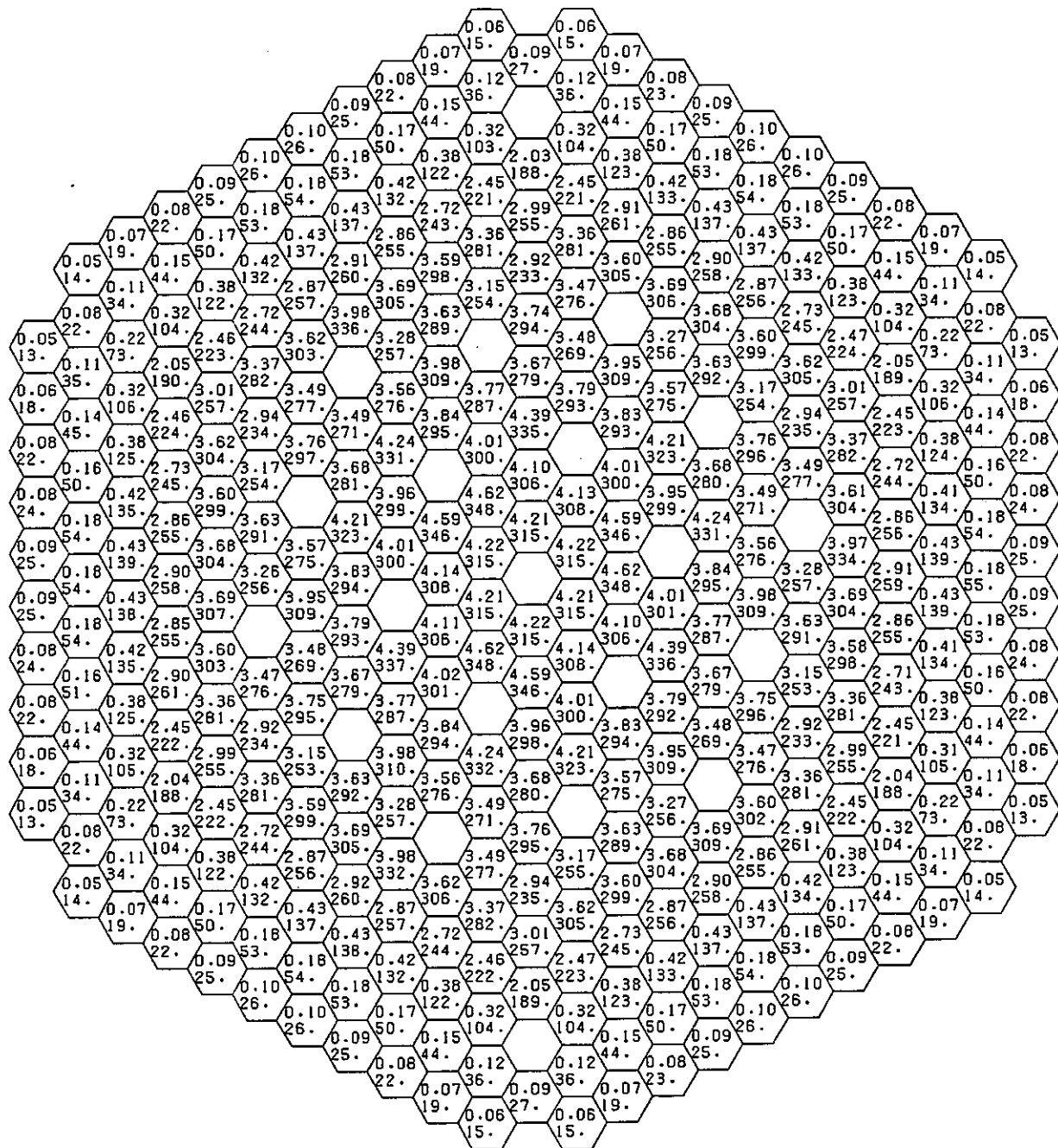
図B-2 中途燃交後サイクル初期の出力分布（粗調整棒挿入状態）

図B-3 中途燃交後サイクル末期の出力分布（粗調整棒引抜状態）

図B-4 第二サイクル初期の出力分布（粗調整棒引抜状態）

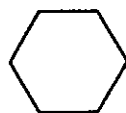
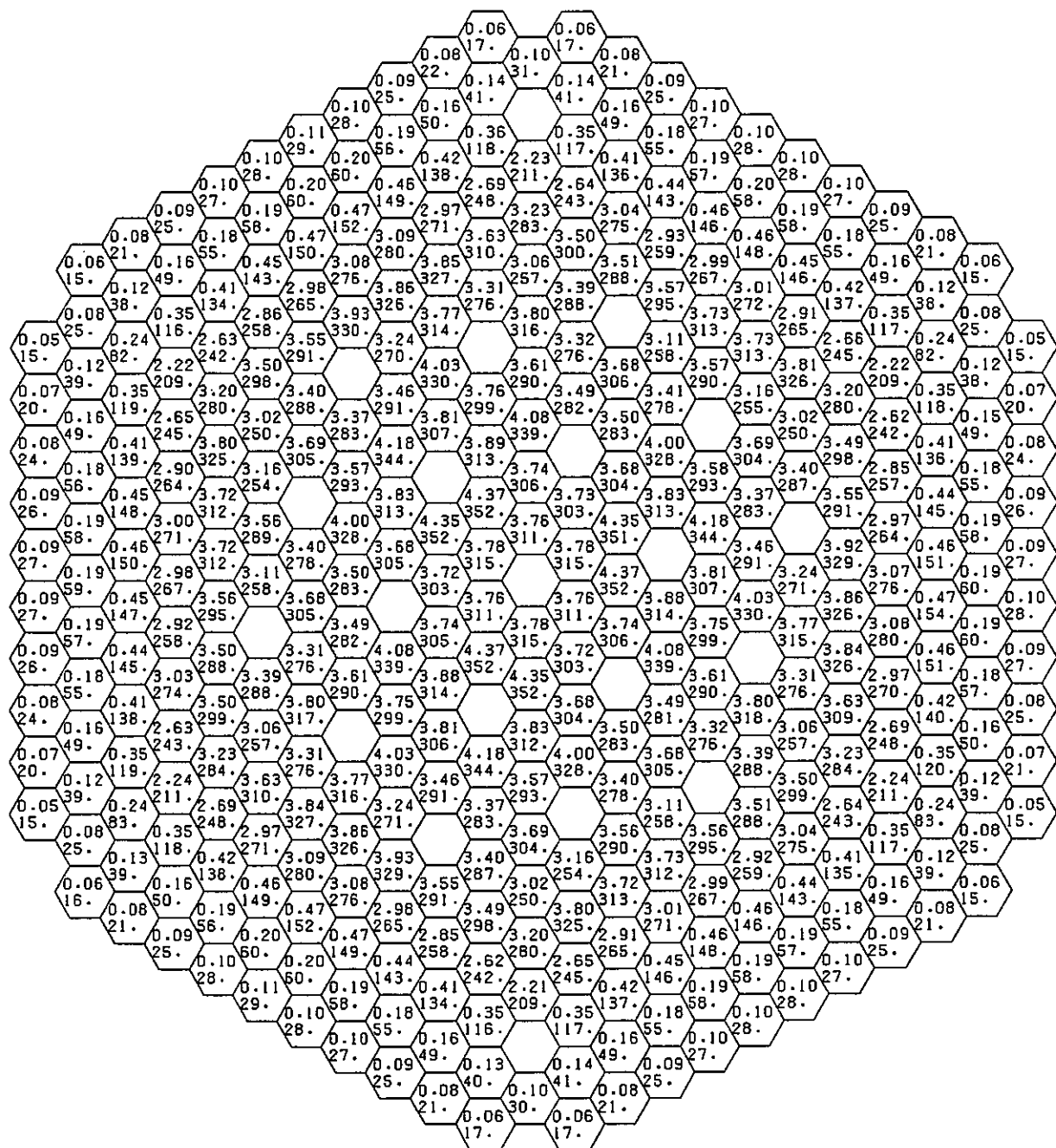
図B-5 第二サイクル初期の出力分布（粗調整棒挿入状態）

なお、第二サイクルでは第一回取替燃料の予備体（内側及び外側炉心各1体）を使用している。（図B-6に燃料交換パターンを示す。）



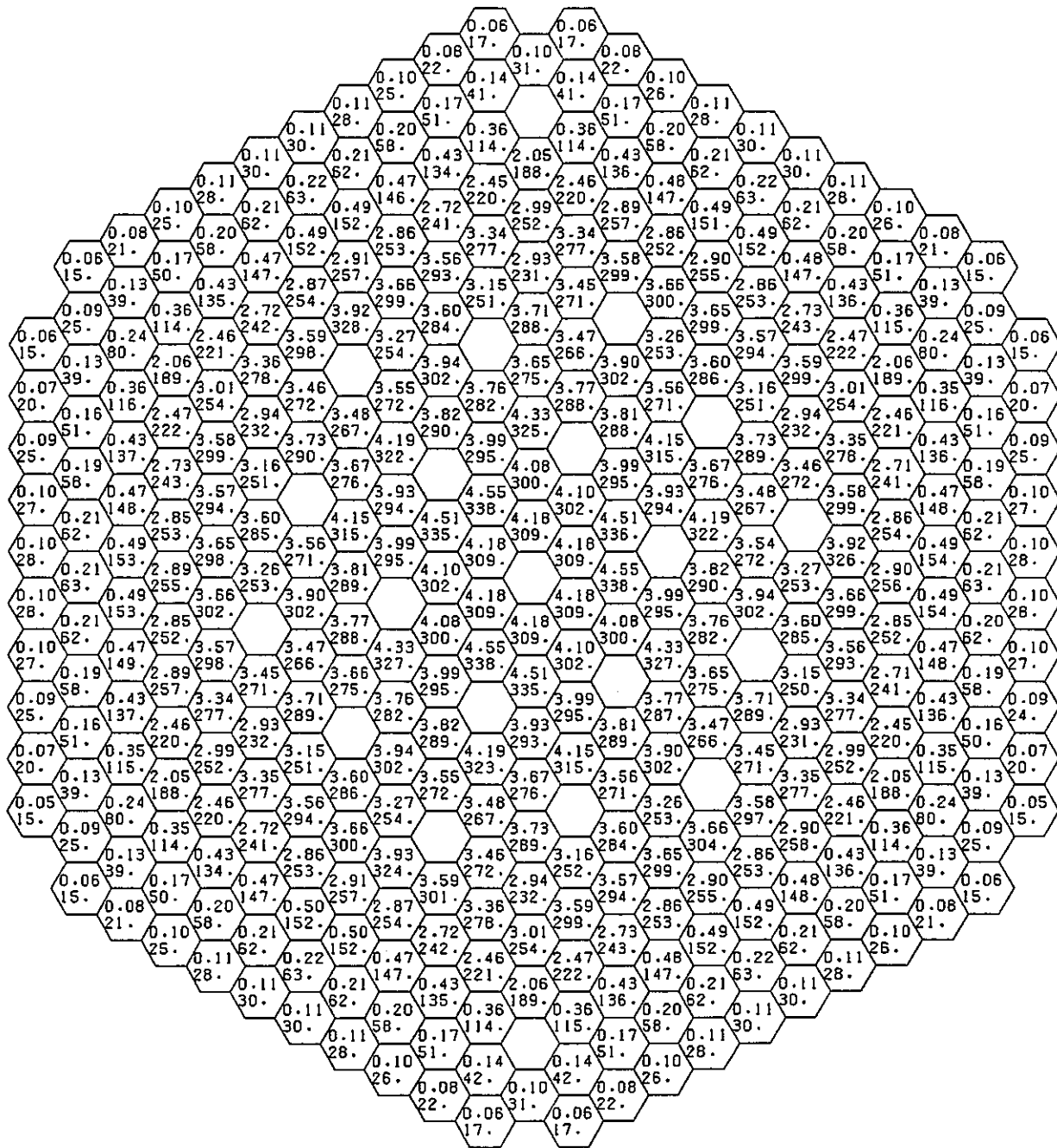
上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図B-1 中途燃交後サイクル初期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)



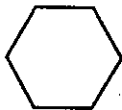
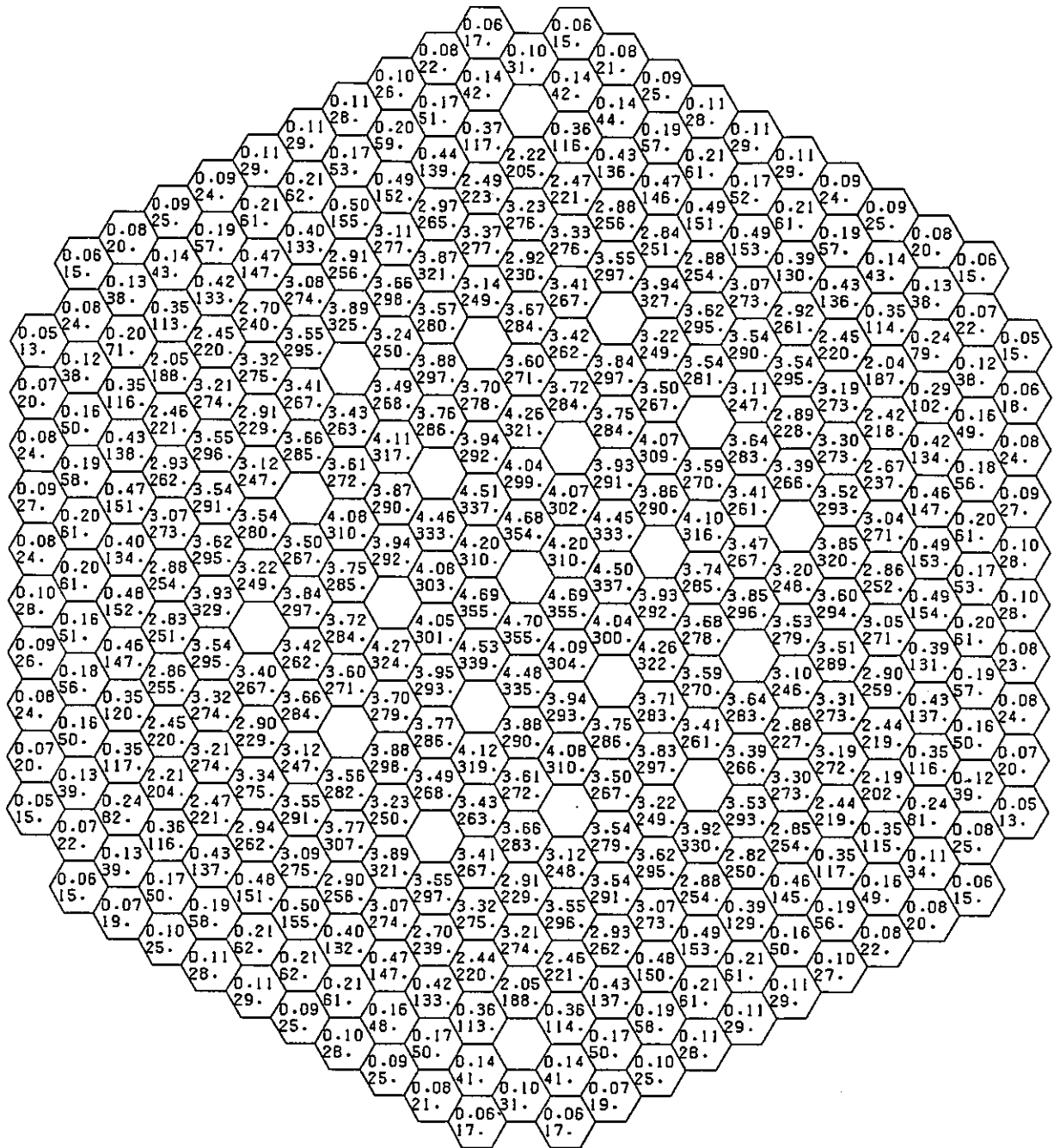
上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図B-2 中途燃交後サイクル初期の出力分布 (粗調整棒挿入状態)



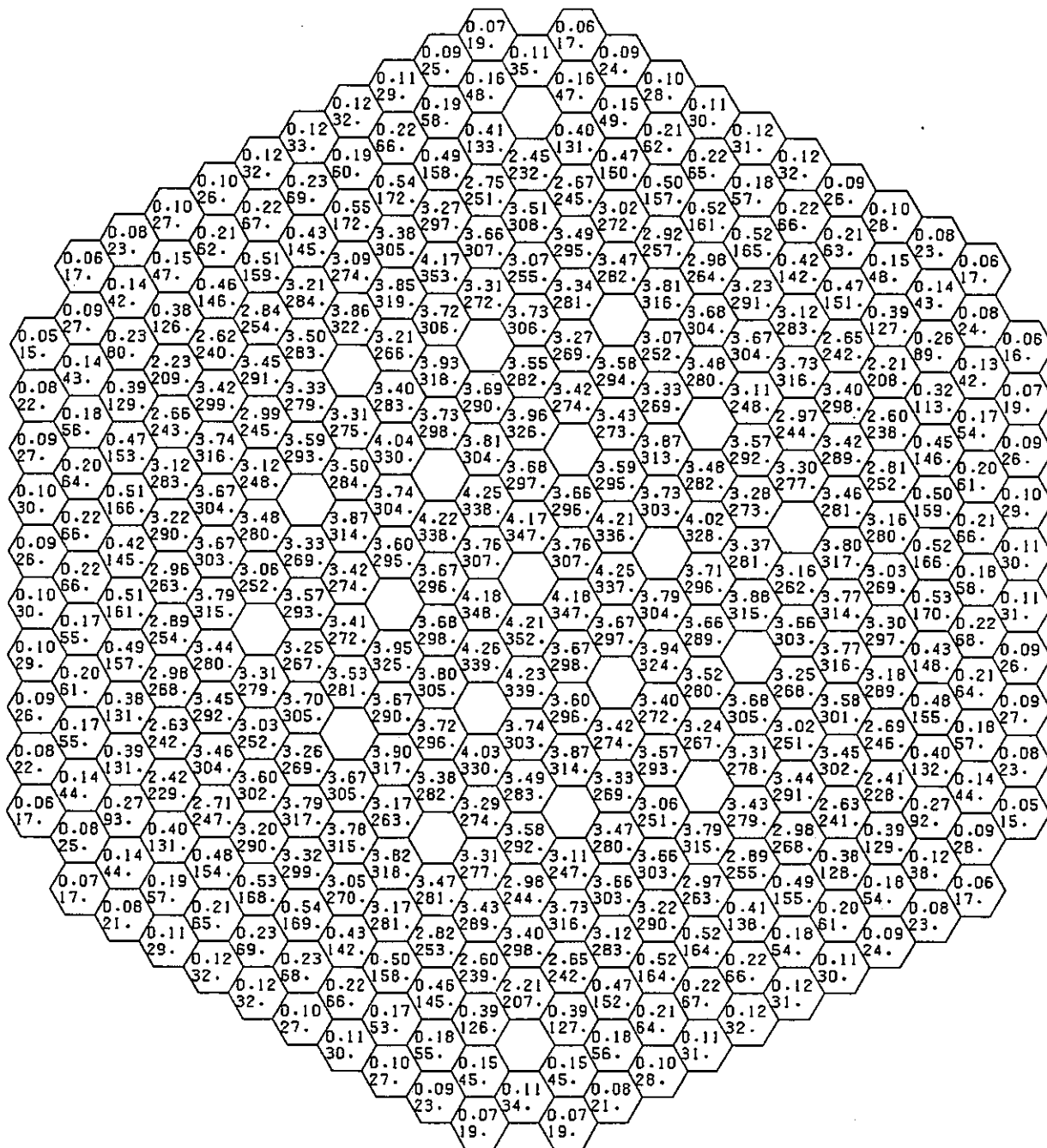
上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図B-3 中途燃交後サイクル末期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)



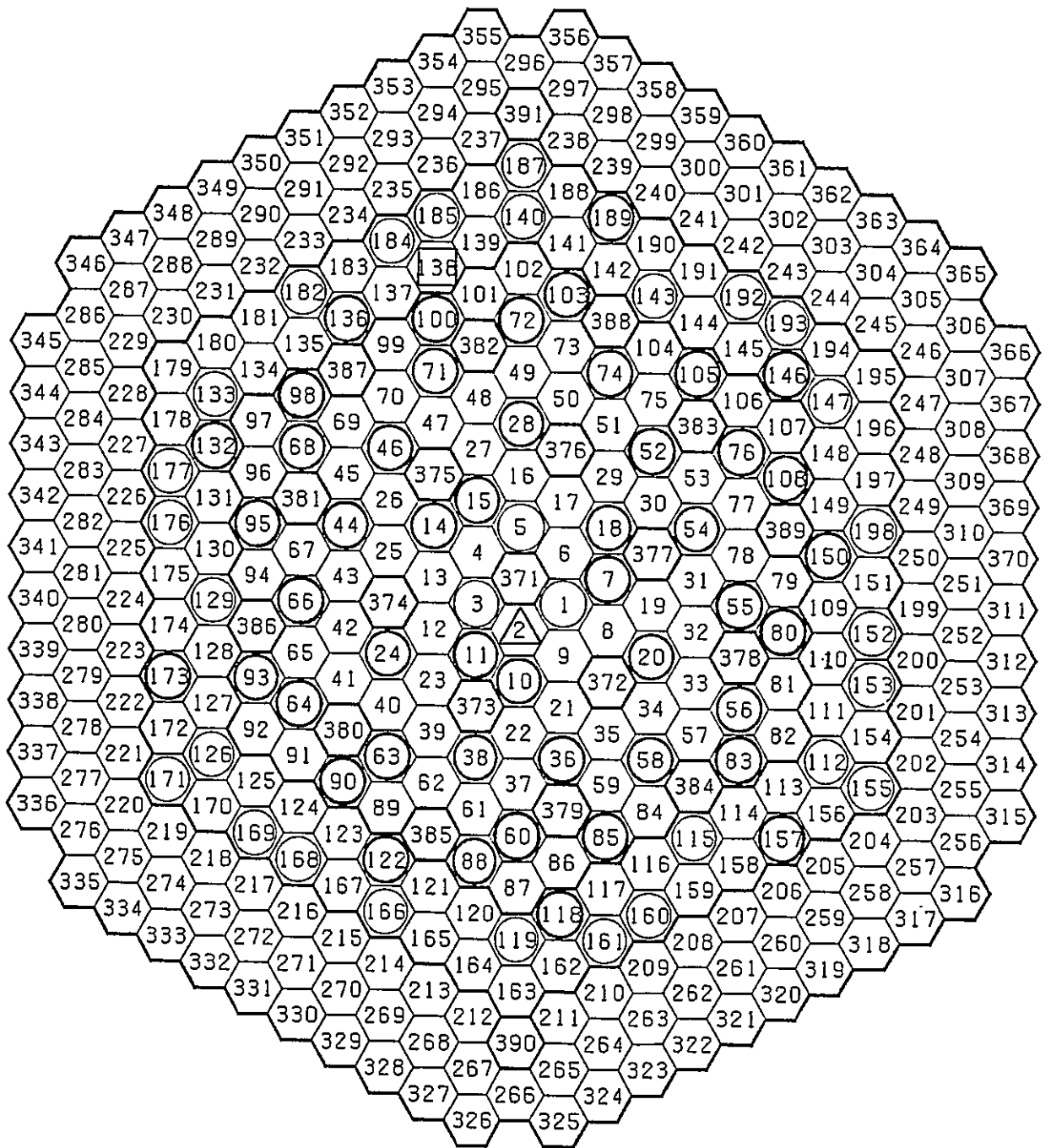
上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図B-4 第二サイクル初期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)



上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図B-5 第二サイクル初期の出力分布 (粗調整棒挿入状態)



- 注1) ○：初装荷中途燃交実施の位置
 注2) ○：第二サイクルでの燃交の位置
 注3) △：内側炉心予備体装荷位置
 注4) □：外側炉心予備体装荷位置

図B-6 燃料交換パターン

付録C) 第三サイクルの出力分布マップ

ケース4の運転計画に従った、第三サイクルでの出力分布マップを以下の図に示す。

図C-1 第三サイクル初期の出力分布（粗調整棒引抜状態）

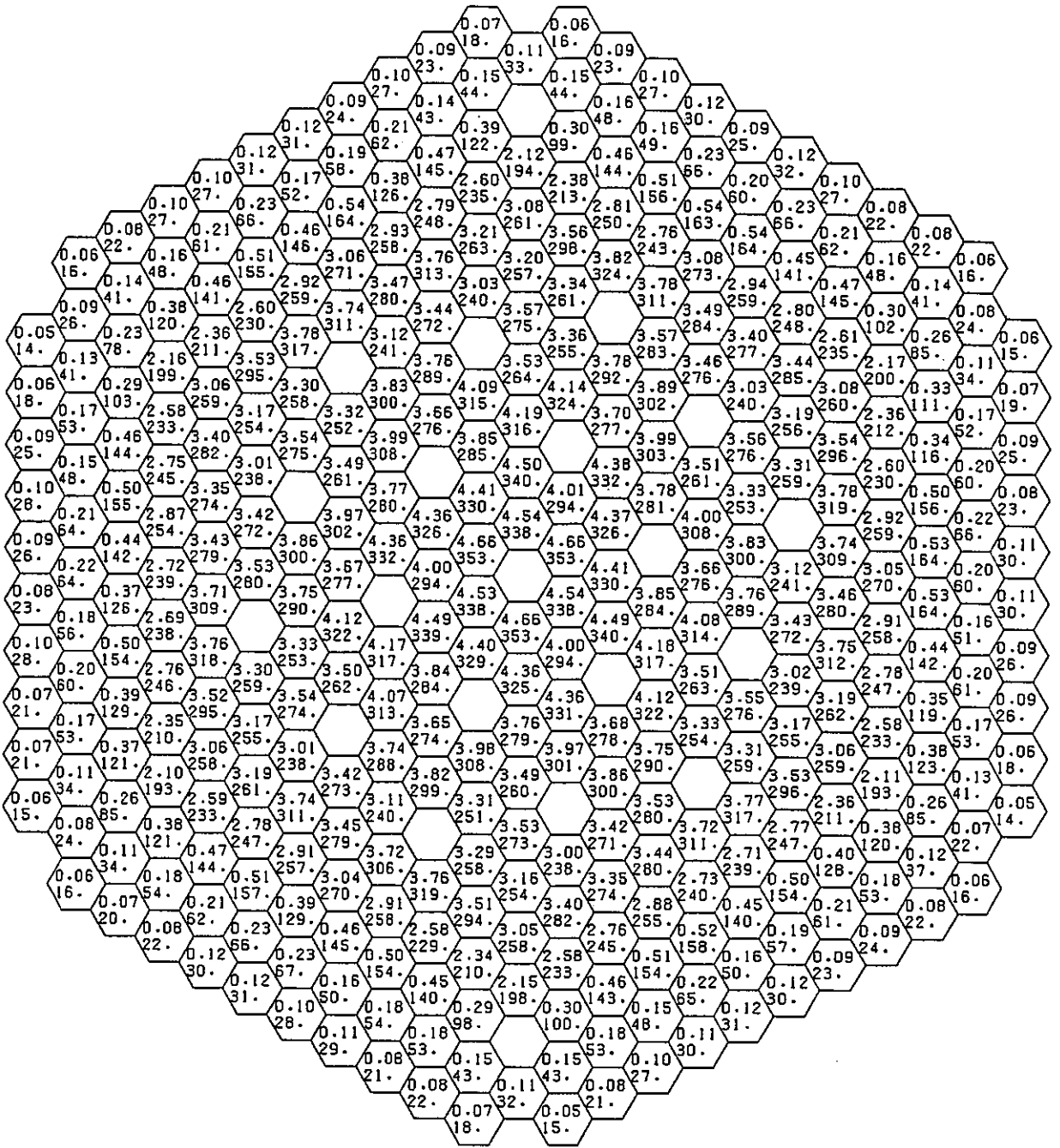
図C-2 第三サイクル初期の出力分布（粗調整棒挿入状態）

図C-3 第三サイクル末期の出力分布（粗調整棒引抜状態）

図C-4 36体中途燃交を引き継いだ第三サイクル初期の出力分布（粗調整棒引抜状態）

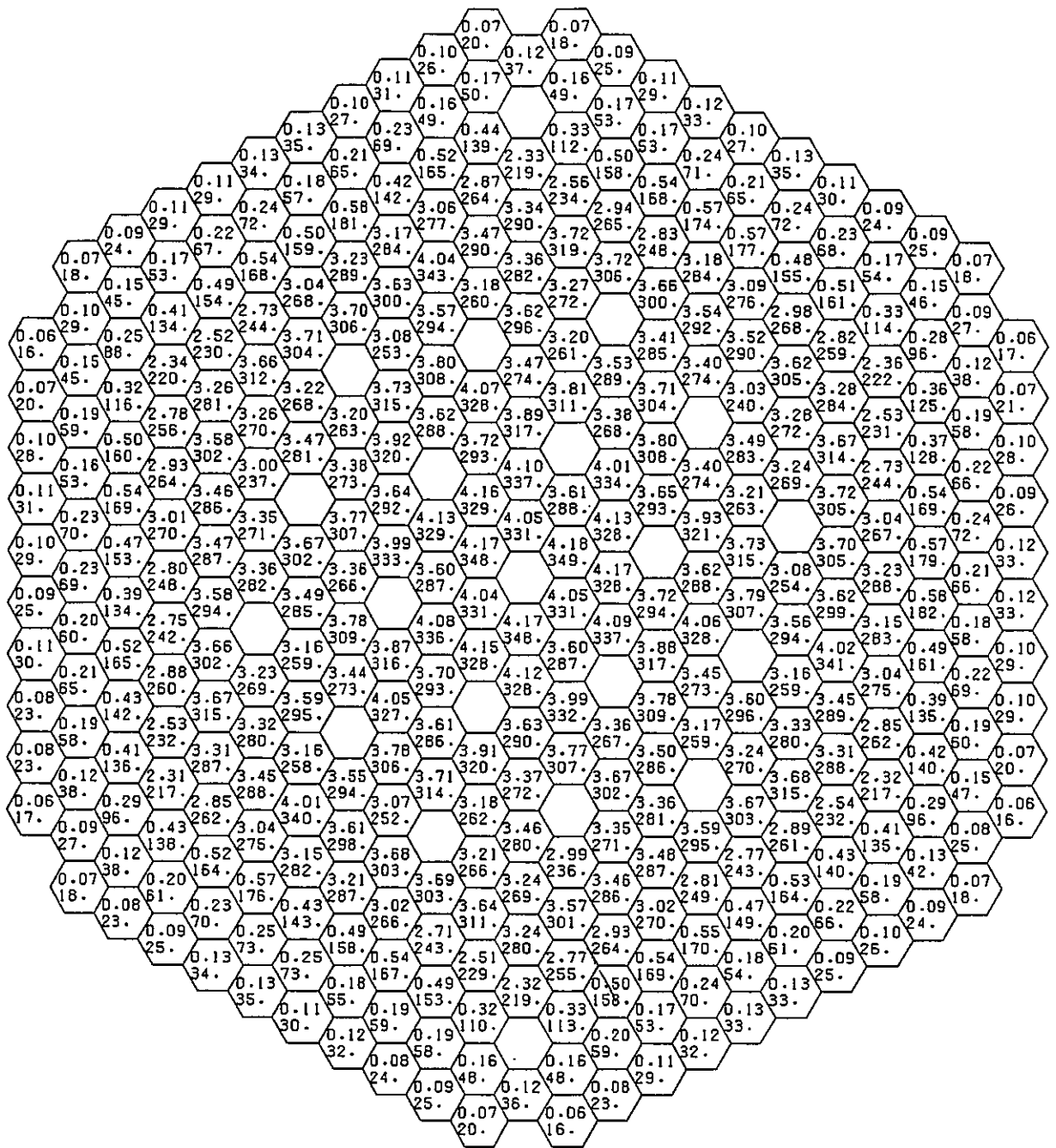
図C-5 36体中途燃交を引き継いだ第三サイクル初期の出力分布（粗調整棒挿入状態）

図C-6 36体中途燃交を引き継いだ第三サイクル末期の出力分布（粗調整棒引抜状態）



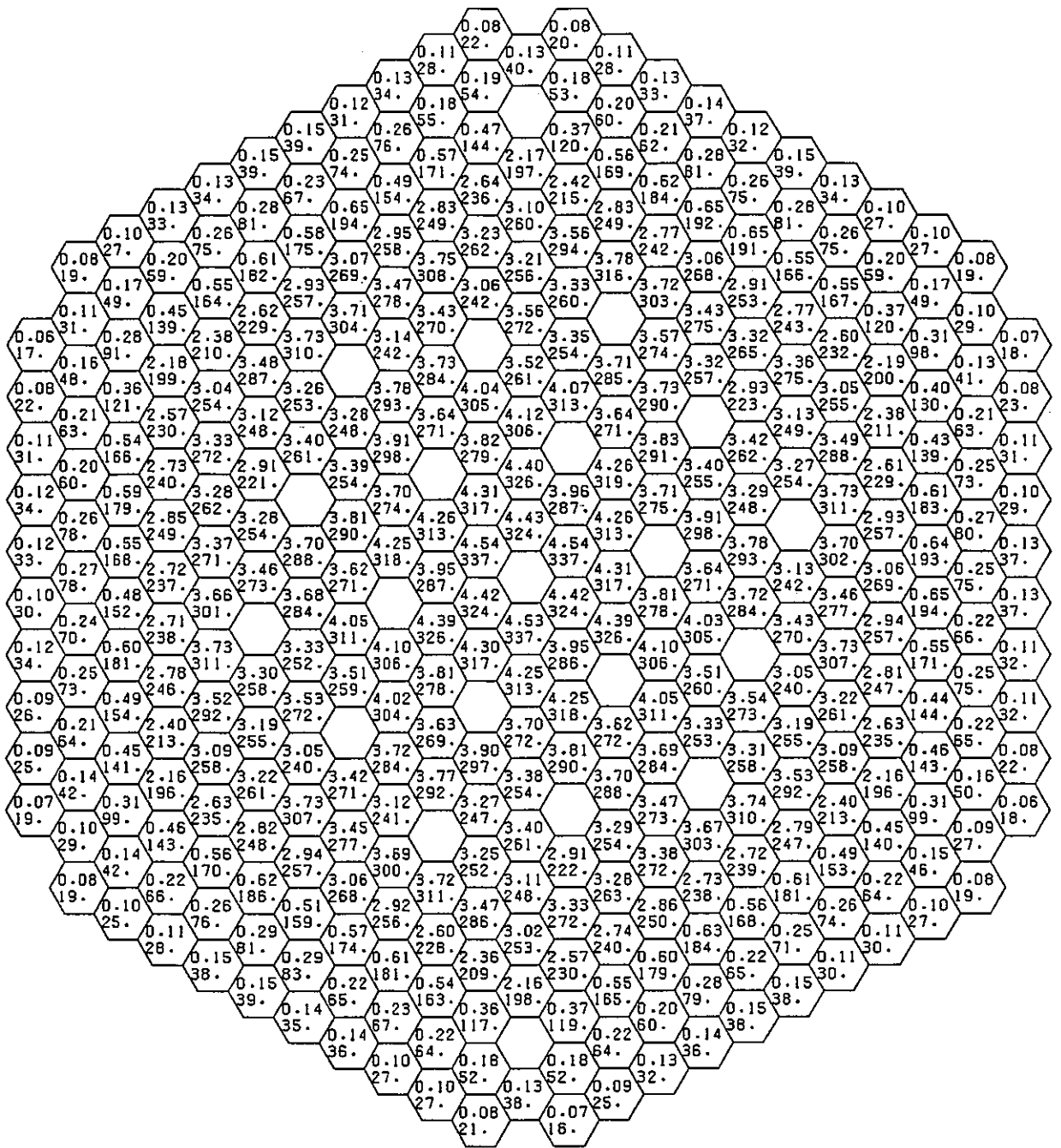
上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図C-1 第三サイクル初期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)



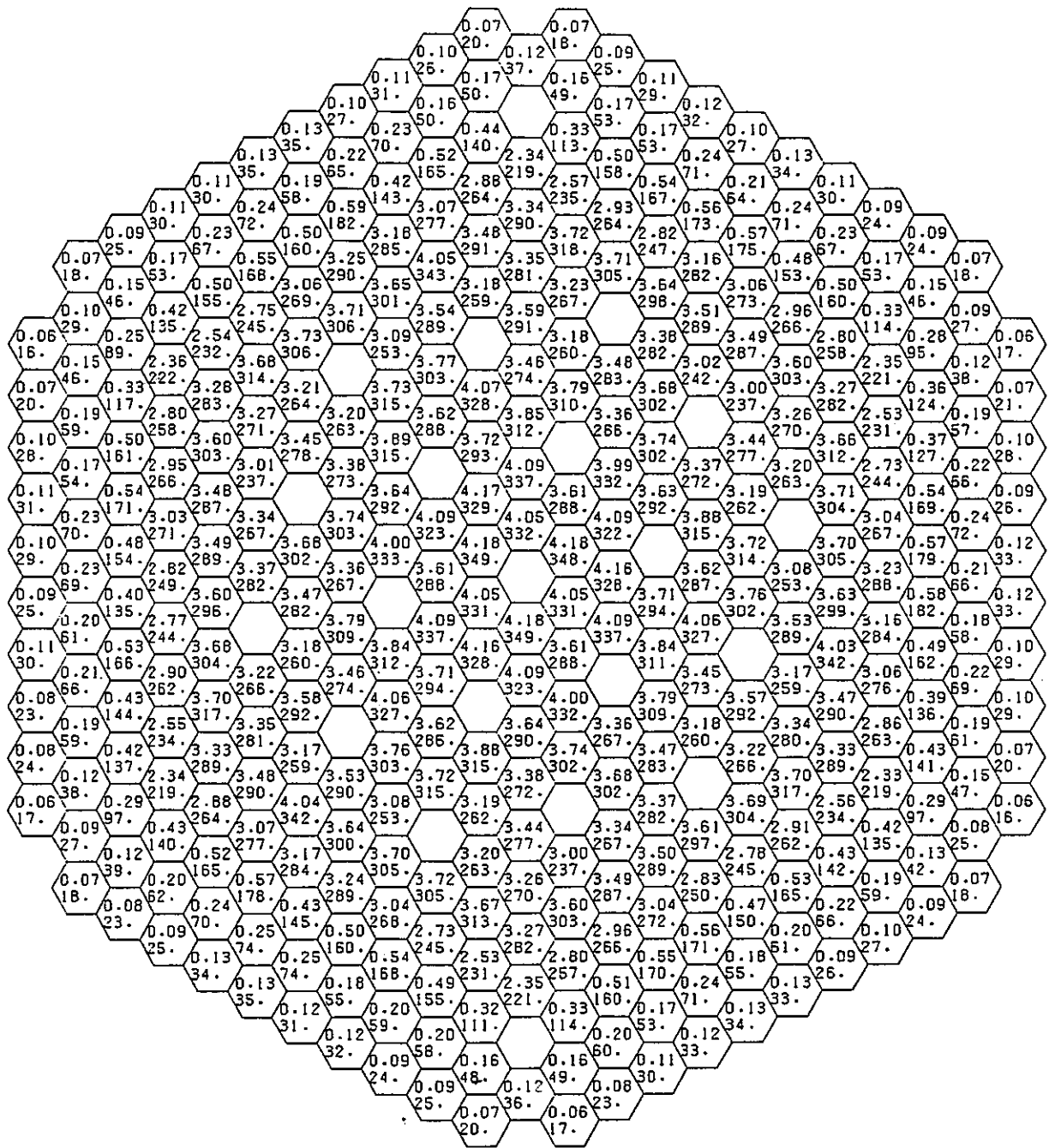
上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図C-2 第三サイクル初期の出力分布 (粗調整棒挿入状態)



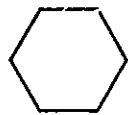
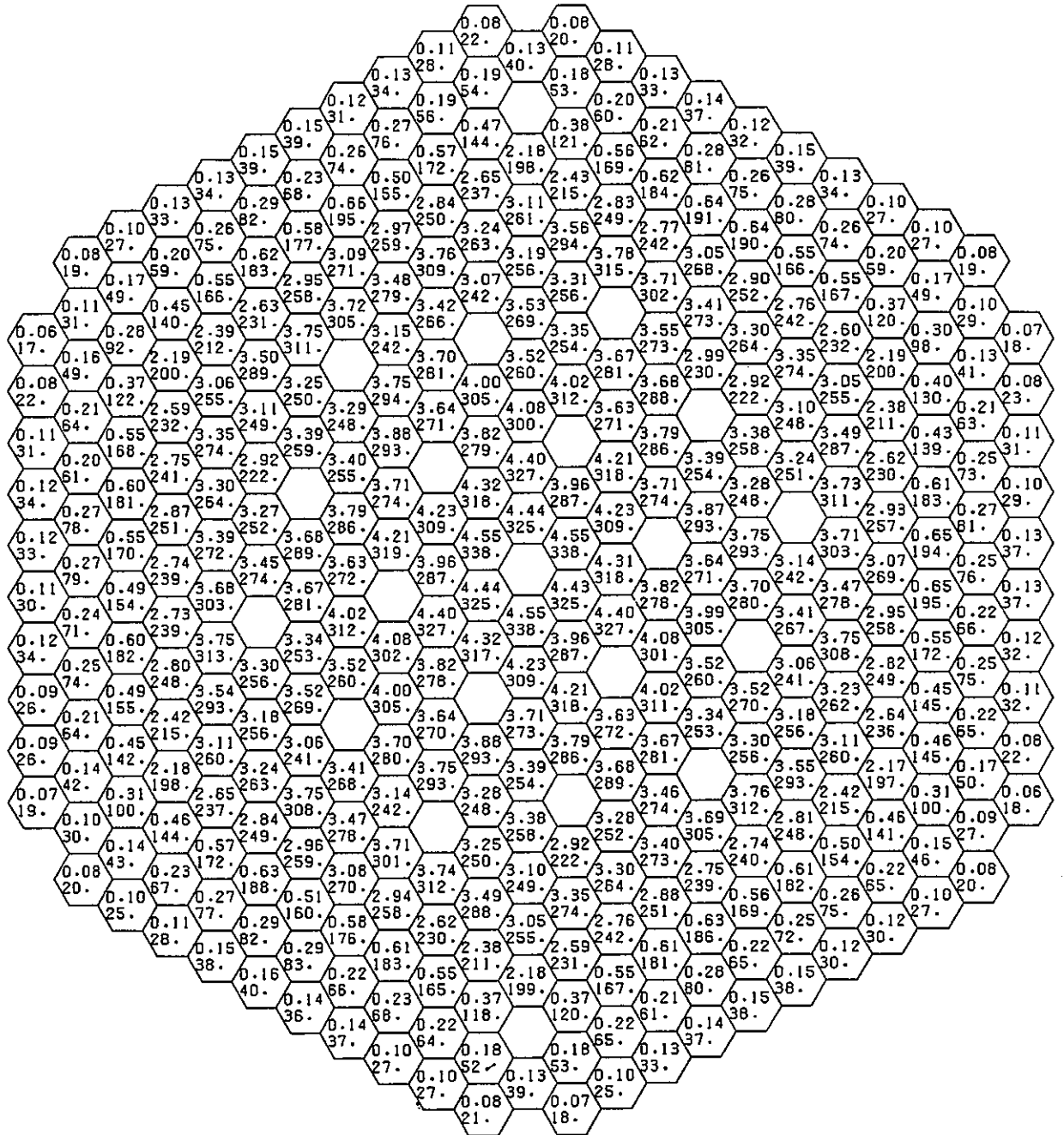
上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図C-3 第三サイクル末期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)



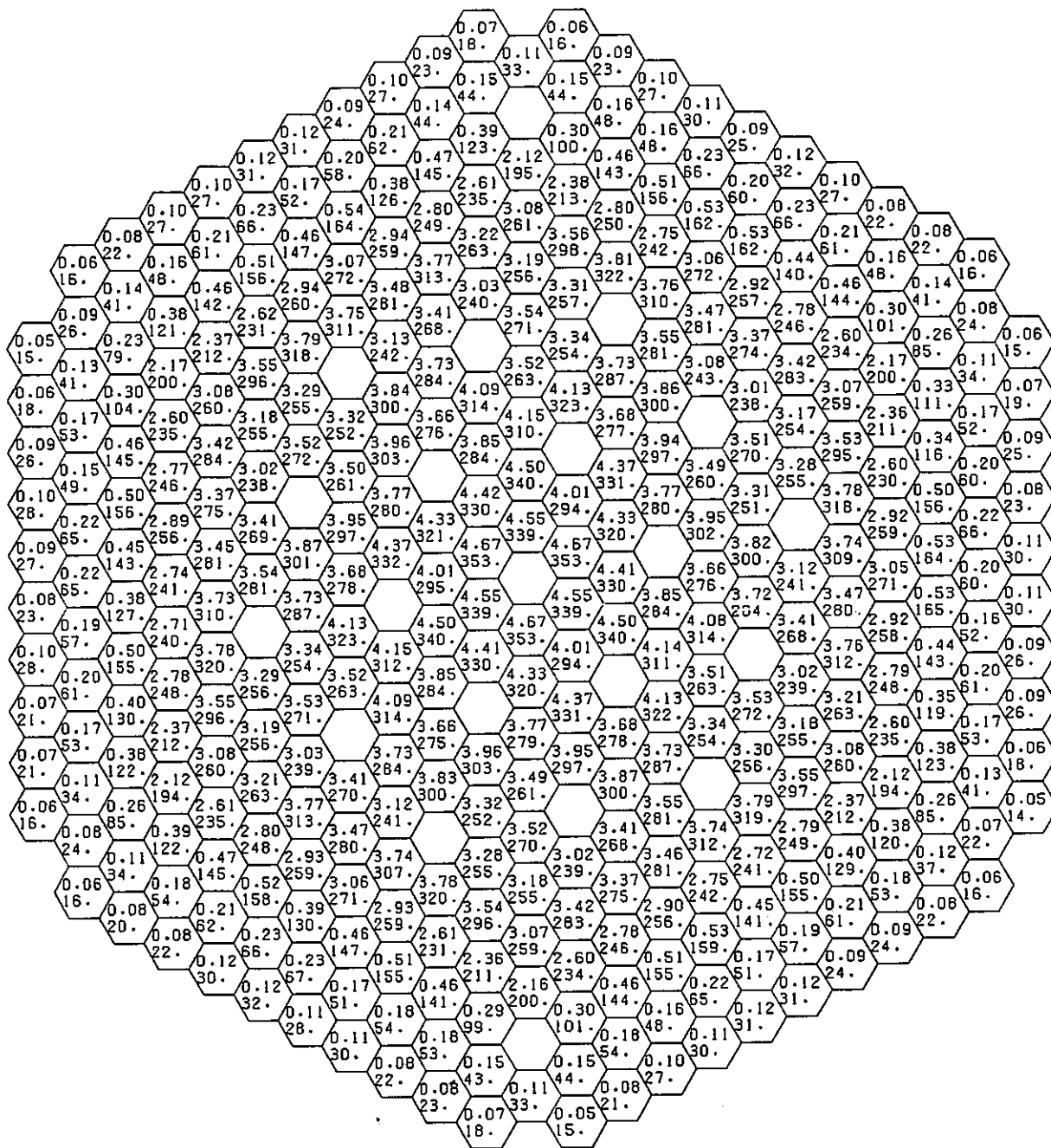
上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図C-4 36体中途燃交を引き継いだ第三サイクル初期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)

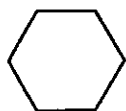


上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図C-5 36体中途燃交を引き継いだ第三サイクル初期の出力分布 (粗調整棒挿入状態)



2b14



上段：燃料集合体出力 (MW)
 下段：最高線出力密度 (W/cm)

図C-6 36体中途燃交を引き継いだ第三サイクル末期の出力分布 (粗調整棒引抜状態)

付録D) 第三サイクルの反応度係数マップ

ケース4の運転計画に従った初装荷炉心中途燃交の無い場合の第三サイクルでの反応度係数のマップを以下の図に示す。

- 図D- 1 第三サイクル初期のドップラ係数
- 図D- 2 第三サイクル末期のドップラ係数
- 図D- 3 第三サイクル初期の燃料密度係数
- 図D- 4 第三サイクル末期の燃料密度係数
- 図D- 5 第三サイクル初期の構造材密度係数
- 図D- 6 第三サイクル末期の構造材密度係数
- 図D- 7 第三サイクル初期の冷却材密度係数
- 図D- 8 第三サイクル末期の冷却材密度係数
- 図D- 9 第三サイクル初期のNaボイド反応度 (補正前)
- 図D-10 第三サイクル末期のNaボイド反応度 (補正前)
- 図D-11 第三サイクル初期のNaボイド反応度 (補正後)
- 図D-12 第三サイクル末期のNaボイド反応度 (補正後)

図D-1 第三サイクル初期のドップラ係数

J/I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-3.708E-07	-7.697E-07	-4.166E-07	-1.714E-06	-9.408E-07	-1.121E-06	-2.597E-06	-2.279E-06	-1.514E-06	-6.144E-07	-2.228E-07
2	-3.851E-06	-8.629E-06	-5.701E-06	-1.725E-05	-1.025E-05	-1.179E-05	-2.386E-05	-1.962E-05	-1.116E-05	-3.565E-06	-1.051E-06
3	-1.129E-05	-2.559E-05	-1.548E-05	-5.044E-05	-3.017E-05	-3.368E-05	-5.534E-05	-4.646E-05	-4.638E-05	-1.337E-05	-3.578E-06
4	-2.666E-05	-5.987E-05	-3.833E-05	-1.156E-04	-7.857E-05	-8.459E-05	-1.155E-04	-9.372E-05	-9.635E-05	-2.765E-05	-7.223E-06
5	-6.304E-05	-1.236E-04	-1.107E-04	-2.130E-04	-1.832E-04	-1.895E-04	-1.835E-04	-1.378E-04	-1.394E-04	-3.965E-05	-1.026E-05
6	-8.588E-05	-1.593E-04	-1.541E-04	-2.615E-04	-2.393E-04	-2.429E-04	-2.086E-04	-1.503E-04	-1.501E-04	-4.241E-05	-1.091E-05
7	-7.518E-05	-1.379E-04	-1.337E-04	-2.228E-04	-2.043E-04	-2.052E-04	-1.717E-04	-1.216E-04	-1.201E-04	-3.373E-05	-8.663E-06
8	-4.852E-05	-8.839E-05	-8.545E-05	-1.408E-04	-1.288E-04	-1.283E-04	-1.056E-04	-7.164E-05	-6.633E-05	-1.838E-05	-4.783E-06
9	-2.495E-05	-4.619E-05	-4.572E-05	-7.305E-05	-6.659E-05	-6.457E-05	-5.805E-05	-3.588E-05	-1.820E-05	-5.479E-06	-1.554E-06
10	-5.619E-06	-1.062E-05	-1.109E-05	-1.646E-05	-1.506E-05	-1.367E-05	-1.030E-05	-5.792E-06	-3.220E-06	-1.192E-06	-4.069E-07

INNER CORE = -4.196E-03
 OUTER CORE = -1.462E-03
 RADIAL BL. = -8.874E-04
 AXIAL BL. = -6.148E-04

図D-2 第三サイクル末期のドップラ係数

J/I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-8.160E-07	-1.153E-06	-5.061E-07	-2.503E-06	-1.671E-06	-1.988E-06	-3.933E-06	-3.190E-06	-2.076E-06	-8.516E-07	-3.132E-07
2	-9.249E-06	-1.067E-05	-5.340E-06	-2.195E-05	-1.895E-05	-2.158E-05	-3.178E-05	-2.381E-05	-1.358E-05	-4.561E-06	-1.410E-06
3	-2.550E-05	-3.274E-05	-1.595E-05	-6.428E-05	-5.544E-05	-6.023E-05	-6.829E-05	-5.145E-05	-5.218E-05	-1.621E-05	-4.653E-06
4	-5.552E-05	-9.933E-05	-9.454E-05	-1.660E-04	-1.611E-04	-1.634E-04	-1.375E-04	-9.895E-05	-1.035E-04	-3.210E-05	-9.050E-06
5	-8.106E-05	-1.521E-04	-1.515E-04	-2.481E-04	-2.342E-04	-2.361E-04	-1.936E-04	-1.374E-04	-1.432E-04	-4.424E-05	-1.240E-05
6	-8.571E-05	-1.580E-04	-1.539E-04	-2.570E-04	-2.366E-04	-2.388E-04	-2.001E-04	-1.425E-04	-1.482E-04	-4.569E-05	-1.278E-05
7	-6.928E-05	-1.270E-04	-1.234E-04	-2.049E-04	-1.880E-04	-1.888E-04	-1.574E-04	-1.115E-04	-1.152E-04	-3.544E-05	-9.915E-06
8	-4.314E-05	-7.871E-05	-7.632E-05	-1.256E-04	-1.150E-04	-1.147E-04	-9.435E-05	-6.441E-05	-6.292E-05	-1.915E-05	-5.417E-06
9	-2.381E-05	-4.399E-05	-4.320E-05	-6.931E-05	-6.273E-05	-6.055E-05	-5.451E-05	-3.398E-05	-1.802E-05	-5.821E-06	-1.754E-06
10	-6.337E-06	-1.179E-05	-1.192E-05	-1.798E-05	-1.612E-05	-1.454E-05	-1.118E-05	-6.327E-06	-3.555E-06	-1.350E-06	-4.714E-07

INNER CORE = -4.682E-03
 OUTER CORE = -1.457E-03
 RADIAL BL. = -9.260E-04
 AXIAL BL. = -6.474E-04

図D-3 第三サイクル初期の燃料密度係数

J/1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5.605E-06	1.692E-05	2.282E-05	3.160E-05	2.805E-05	3.218E-05	3.956E-05	3.443E-05	1.650E-05	3.538E-06	-2.257E-07
2	1.448E-05	1.925E-05	1.308E-05	5.029E-05	5.401E-05	7.572E-05	1.813E-04	2.108E-04	8.953E-05	1.910E-05	1.606E-06
3	1.361E-03	2.563E-03	2.295E-03	4.436E-03	4.188E-03	4.320E-03	7.318E-03	5.879E-03	4.377E-04	8.653E-05	1.011E-05
4	2.683E-03	4.892E-03	4.360E-03	8.228E-03	7.902E-03	8.076E-03	1.416E-02	1.148E-02	6.498E-04	1.397E-04	1.553E-05
5	3.977E-03	7.143E-03	6.267E-03	1.176E-02	1.116E-02	1.154E-02	2.048E-02	1.650E-02	8.162E-04	1.762E-04	1.848E-05
6	4.421E-03	7.917E-03	6.806E-03	1.290E-02	1.210E-02	1.249E-02	2.235E-02	1.789E-02	9.014E-04	1.945E-04	2.081E-05
7	3.817E-03	6.830E-03	5.854E-03	1.105E-02	1.029E-02	1.055E-02	1.846E-02	1.461E-02	8.627E-04	1.836E-04	2.110E-05
8	2.549E-03	4.577E-03	3.942E-03	7.390E-03	6.777E-03	6.913E-03	1.129E-02	8.642E-03	6.505E-04	1.263E-04	1.499E-05
9	-1.742E-04	-2.938E-04	-2.897E-04	-3.989E-04	-4.043E-04	-2.192E-04	8.104E-05	2.546E-04	1.263E-04	2.786E-05	2.472E-06
10	-2.813E-05	-4.198E-05	-3.004E-05	-4.231E-05	-5.118E-05	1.037E-05	3.459E-05	4.216E-05	2.008E-05	4.209E-06	-4.474E-07

MAX POSITIVE WORTH = 4.203E-01
 INNER CORE = 2.443E-01
 OUTER CORE = 1.691E-01
 RADIAL BL. = 5.637E-03
 AXIAL BL. = -7.209E-04

図D-4 第三サイクル末期の燃料密度係数

J/I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.735E-05	2.267E-05	1.826E-05	4.196E-05	5.263E-05	6.193E-05	5.812E-05	4.471E-05	2.111E-05	4.481E-06	-2.681E-07
2	1.525E-05	7.882E-05	7.188E-05	8.712E-05	1.955E-05	5.752E-05	1.933E-04	2.332E-04	1.031E-04	2.229E-05	1.891E-06
3	1.658E-03	3.030E-03	2.658E-03	4.944E-03	4.653E-03	4.820E-03	7.930E-03	6.303E-03	5.414E-04	1.121E-04	1.476E-05
4	2.933E-03	5.377E-03	4.765E-03	8.759E-03	8.273E-03	8.430E-03	1.451E-02	1.173E-02	7.926E-04	1.746E-04	2.192E-05
5	3.950E-03	7.129E-03	6.188E-03	1.166E-02	1.092E-02	1.130E-02	1.982E-02	1.603E-02	9.513E-04	2.105E-04	2.511E-05
6	4.145E-03	7.450E-03	6.423E-03	1.213E-02	1.133E-02	1.165E-02	2.056E-02	1.662E-02	9.860E-04	2.185E-04	2.617E-05
7	3.426E-03	6.161E-03	5.312E-03	1.000E-02	9.287E-03	9.511E-03	1.642E-02	1.315E-02	8.915E-04	1.959E-04	2.470E-05
8	2.239E-03	4.041E-03	3.502E-03	6.557E-03	5.999E-03	6.125E-03	9.896E-03	7.672E-03	6.510E-04	1.332E-04	1.748E-05
9	-1.293E-04	-2.160E-04	-2.142E-04	-2.873E-04	-3.025E-04	-1.458E-04	1.032E-04	2.390E-04	1.159E-04	2.561E-05	2.143E-06
10	-1.468E-05	-1.945E-05	-9.857E-06	-1.121E-05	-2.374E-05	2.928E-05	4.562E-05	4.502E-05	2.074E-05	4.340E-06	-4.447E-07

MAX POSITIVE WORTH = 4.052E-01
 INNER CORE = 2.367E-01
 OUTER CORE = 1.606E-01
 RADIAL BL. = 6.310E-03
 AXIAL BL. = 1.624E-04

図D-5 第三サイクル初期の構造材密度係数

J/1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.077E-05	2.430E-05	2.642E-05	4.418E-05	3.926E-05	4.294E-05	5.462E-05	4.468E-05	1.538E-05	4.932E-06	1.056E-06
2	6.082E-05	1.121E-04	9.471E-05	2.102E-04	1.889E-04	2.095E-04	3.220E-04	2.924E-04	9.583E-05	2.855E-05	6.278E-06
3	3.163E-05	8.852E-06	-1.949E-05	2.574E-05	1.078E-04	3.700E-05	2.945E-04	6.825E-04	3.550E-04	1.009E-04	2.098E-05
4	-2.416E-04	-6.009E-04	-5.854E-04	-1.106E-03	-8.194E-04	-1.071E-03	-7.639E-04	5.941E-04	6.369E-04	1.953E-04	4.103E-05
5	-6.698E-04	-1.331E-03	-1.248E-03	-2.357E-03	-1.911E-03	-2.154E-03	-1.711E-03	5.314E-04	8.779E-04	2.731E-04	5.744E-05
6	-8.665E-04	-1.646E-03	-1.519E-03	-2.830E-03	-2.278E-03	-2.476E-03	-1.935E-03	5.626E-04	9.546E-04	2.948E-04	6.163E-05
7	-6.251E-04	-1.178E-03	-1.082E-03	-1.987E-03	-1.550E-03	-1.658E-03	-1.133E-03	7.299E-04	8.151E-04	2.442E-04	5.034E-05
8	-1.233E-04	-2.284E-04	-2.355E-04	-3.495E-04	-2.194E-04	-1.873E-04	3.023E-04	9.614E-04	5.173E-04	1.421E-04	2.871E-05
9	6.599E-05	1.202E-04	1.023E-04	2.353E-04	1.929E-04	3.098E-04	4.769E-04	4.388E-04	1.482E-04	4.335E-05	9.304E-06
10	2.610E-05	4.719E-05	5.129E-05	8.711E-05	7.527E-05	1.114E-04	1.117E-04	8.048E-05	2.650E-05	8.446E-06	1.871E-06

MAX POSITIVE WORTH = 1.524E-02
 INNER CORE = -3.494E-02
 OUTER CORE = -8.830E-04
 RADIAL BL. = 6.057E-03
 AXIAL BL. = 4.311E-03

図D-6 第三サイクル末期の構造材密度係数

J/I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2.100E-05	2.822E-05	2.265E-05	5.180E-05	6.033E-05	6.877E-05	7.237E-05	5.498E-05	1.868E-05	6.029E-06	1.316E-06
2	8.414E-05	1.546E-04	1.264E-04	2.424E-04	2.021E-04	2.414E-04	3.615E-04	3.238E-04	1.078E-04	3.297E-05	7.515E-06
3	2.017E-05	1.168E-04	1.261E-04	6.879E-05	4.347E-05	-2.876E-05	2.952E-04	7.212E-04	3.806E-04	1.112E-04	2.421E-05
4	-3.972E-04	-7.012E-04	-6.046E-04	-1.263E-03	-1.004E-03	-1.130E-03	-8.093E-04	5.880E-04	6.468E-04	2.045E-04	4.515E-05
5	-8.054E-04	-1.541E-03	-1.419E-03	-2.618E-03	-2.149E-03	-2.237E-03	-1.742E-03	4.708E-04	8.420E-04	2.722E-04	6.046E-05
6	-8.863E-04	-1.678E-03	-1.537E-03	-2.837E-03	-2.269E-03	-2.410E-03	-1.875E-03	4.650E-04	8.722E-04	2.817E-04	6.245E-05
7	-5.996E-04	-1.128E-03	-1.033E-03	-1.882E-03	-1.466E-03	-1.545E-03	-1.063E-03	6.160E-04	7.238E-04	2.272E-04	4.978E-05
8	-1.258E-04	-2.326E-04	-2.335E-04	-3.501E-04	-2.251E-04	-1.882E-04	2.449E-04	8.348E-04	4.578E-04	1.317E-04	2.829E-05
9	5.342E-05	9.739E-05	8.365E-05	1.970E-04	1.627E-04	2.695E-04	4.179E-04	3.892E-04	1.339E-04	4.084E-05	9.223E-06
10	2.483E-05	4.493E-05	4.836E-05	8.291E-05	7.093E-05	1.044E-04	1.050E-04	7.590E-05	2.543E-05	8.343E-06	1.916E-06

MAX POSITIVE WORTH = 1.477E-02
 INNER CORE = -3.615E-02
 OUTER CORE = -1.253E-03
 RADIAL BL. = 5.816E-03
 AXIAL BL. = 4.344E-03

図D-7 第三サイクル初期の冷却材密度係数

J/I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2.763E-06	6.594E-06	7.177E-06	1.252E-05	1.048E-05	1.231E-05	1.831E-05	1.573E-05	5.536E-06	1.592E-06	2.620E-07
2	2.078E-05	3.922E-05	2.740E-05	7.721E-05	5.985E-05	7.290E-05	1.413E-04	1.291E-04	4.126E-05	1.054E-05	2.028E-06
3	2.034E-05	2.889E-05	-8.444E-06	6.739E-05	5.198E-05	4.671E-05	2.531E-04	3.874E-04	1.806E-04	4.151E-05	7.549E-06
4	-7.335E-05	-1.689E-04	-2.183E-04	-2.894E-04	-2.586E-04	-3.126E-04	-6.312E-06	4.824E-04	3.397E-04	8.172E-05	1.497E-05
5	-1.716E-04	-3.410E-04	-3.483E-04	-6.093E-04	-4.856E-04	-5.290E-04	-2.076E-04	5.724E-04	4.732E-04	1.141E-04	2.087E-05
6	-2.004E-04	-3.908E-04	-3.712E-04	-6.941E-04	-5.110E-04	-5.447E-04	-2.296E-04	6.185E-04	5.142E-04	1.232E-04	2.243E-05
7	-1.215E-04	-2.380E-04	-2.265E-04	-4.186E-04	-2.761E-04	-2.872E-04	-5.209E-06	6.105E-04	4.336E-04	1.023E-04	1.845E-05
8	2.579E-05	4.427E-05	2.475E-05	7.704E-05	1.092E-04	1.382E-04	3.728E-04	5.574E-04	2.623E-04	5.843E-05	1.037E-05
9	3.800E-05	6.875E-05	6.125E-05	1.251E-04	1.096E-04	1.579E-04	2.278E-04	1.959E-04	6.325E-05	1.586E-05	3.003E-06
10	7.456E-06	1.348E-05	1.643E-05	2.579E-05	2.362E-05	3.760E-05	3.673E-05	2.668E-05	8.888E-06	2.563E-06	4.582E-07

MAX POSITIVE WORTH = 9.290E-03
 INNER CORE = -7.460E-03
 OUTER CORE = 3.406E-03
 RADIAL BL. = 2.975E-03
 AXIAL BL. = 1.826E-03

図D-8 第三サイクル末期の冷却材密度係数

J/I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	6.643E-06	7.885E-06	5.186E-06	1.505E-05	1.771E-05	2.137E-05	2.494E-05	1.967E-05	6.908E-06	2.040E-06	3.659E-07
2	3.531E-05	5.494E-05	3.568E-05	9.024E-05	7.180E-05	9.327E-05	1.610E-04	1.430E-04	4.683E-05	1.258E-05	2.613E-06
3	4.408E-05	7.559E-05	3.279E-05	1.012E-04	8.128E-05	7.806E-05	2.773E-04	4.102E-04	1.944E-04	4.727E-05	9.408E-06
4	-7.142E-05	-1.376E-04	-1.299E-04	-2.603E-04	-1.657E-04	-1.832E-04	1.538E-05	4.846E-04	3.471E-04	8.861E-05	1.784E-05
5	-1.919E-04	-3.780E-04	-3.514E-04	-6.584E-04	-4.921E-04	-4.893E-04	-2.170E-04	5.346E-04	4.578E-04	1.179E-04	2.382E-05
6	-2.163E-04	-4.201E-04	-3.900E-04	-7.269E-04	-5.289E-04	-5.466E-04	-2.514E-04	5.456E-04	4.744E-04	1.220E-04	2.462E-05
7	-1.285E-04	-2.496E-04	-2.332E-04	-4.265E-04	-2.856E-04	-2.884E-04	-3.213E-05	5.282E-04	3.886E-04	9.850E-05	1.970E-05
8	1.310E-05	2.166E-05	8.061E-06	4.423E-05	7.846E-05	1.078E-04	3.152E-04	4.847E-04	2.339E-04	5.599E-05	1.101E-05
9	3.223E-05	5.843E-05	5.247E-05	1.081E-04	9.502E-05	1.387E-04	2.004E-04	1.744E-04	5.807E-05	1.549E-05	3.203E-06
10	8.466E-06	1.532E-05	1.752E-05	2.816E-05	2.499E-05	3.750E-05	3.645E-05	2.622E-05	8.976E-06	2.710E-06	5.341E-07

MAX POSITIVE WORTH = 9.033E-03
 INNER CORE = -7.263E-03
 OUTER CORE = 3.095E-03
 RADIAL BL. = 2.893E-03
 AXIAL BL. = 1.858E-03

図D-9 第三サイクル初期のNaボイド反応度 (補正前)

J/I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-4.256E-06	-9.831E-06	-1.051E-05	-1.837E-05	-1.567E-05	-1.784E-05	-2.489E-05	-2.080E-05	-7.081E-06	-2.122E-06	-3.988E-07
2	-2.986E-05	-5.701E-05	-4.371E-05	-1.097E-04	-8.897E-05	-1.044E-04	-1.828E-04	-1.632E-04	-5.114E-05	-1.362E-05	-2.763E-06
3	-4.095E-05	-6.588E-05	-2.614E-05	-1.337E-04	-1.191E-04	-1.121E-04	-3.427E-04	-4.882E-04	-2.177E-04	-5.245E-05	-9.991E-06
4	5.194E-05	1.366E-04	1.857E-04	2.373E-04	1.963E-04	2.627E-04	-7.469E-05	-6.294E-04	-4.115E-04	-1.038E-04	-1.988E-05
5	1.621E-04	3.256E-04	3.335E-04	5.866E-04	4.525E-04	5.072E-04	1.354E-04	-7.610E-04	-5.749E-04	-1.455E-04	-2.785E-05
6	1.994E-04	3.863E-04	3.681E-04	6.870E-04	4.920E-04	5.357E-04	1.581E-04	-8.213E-04	-6.243E-04	-1.571E-04	-2.990E-05
7	1.131E-04	2.197E-04	2.106E-04	3.864E-04	2.365E-04	2.534E-04	-8.471E-05	-7.938E-04	-5.244E-04	-1.297E-04	-2.443E-05
8	-5.045E-05	-9.218E-05	-6.631E-05	-1.598E-04	-1.866E-04	-2.182E-04	-4.971E-04	-7.017E-04	-3.158E-04	-7.373E-05	-1.369E-05
9	-5.539E-05	-1.016E-04	-9.027E-05	-1.819E-04	-1.577E-04	-2.130E-04	-2.963E-04	-2.497E-04	-7.879E-05	-2.057E-05	-4.095E-06
10	-1.240E-05	-2.274E-05	-2.551E-05	-4.142E-05	-3.719E-05	-5.291E-05	-5.158E-05	-3.662E-05	-1.175E-05	-3.520E-06	-7.035E-07

MAX POSITIVE WORTH = 7.820E-03
 INNER CORE = 6.255E-03
 OUTER CORE = -4.901E-03
 RADIAL BL. = -3.653E-03
 AXIAL BL. = -2.528E-03

図D-10 第三サイクル末期のNaボイド反応度 (補正前)

J/I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-9.100E-06	-1.156E-05	-8.292E-06	-2.186E-05	-2.508E-05	-2.952E-05	-3.351E-05	-2.590E-05	-8.785E-06	-2.687E-06	-5.359E-07
2	-4.743E-05	-7.690E-05	-5.454E-05	-1.275E-04	-1.056E-04	-1.312E-04	-2.090E-04	-1.814E-04	-5.806E-05	-1.615E-05	-3.490E-06
3	-6.751E-05	-1.258E-04	-8.107E-05	-1.785E-04	-1.508E-04	-1.457E-04	-3.744E-04	-5.187E-04	-2.345E-04	-5.939E-05	-1.222E-05
4	5.642E-05	1.032E-04	9.542E-05	2.067E-04	1.108E-04	1.362E-04	-1.006E-04	-6.362E-04	-4.212E-04	-1.119E-04	-2.325E-05
5	1.882E-04	3.689E-04	3.439E-04	6.428E-04	4.696E-04	4.716E-04	1.433E-04	-7.198E-04	-5.576E-04	-1.496E-04	-3.120E-05
6	2.150E-04	4.150E-04	3.863E-04	7.178E-04	5.084E-04	5.345E-04	1.794E-04	-7.362E-04	-5.778E-04	-1.549E-04	-3.223E-05
7	1.193E-04	2.298E-04	2.160E-04	3.919E-04	2.449E-04	2.526E-04	-5.441E-05	-6.953E-04	-4.713E-04	-1.244E-04	-2.565E-05
8	-3.581E-05	-6.577E-05	-4.653E-05	-1.206E-04	-1.497E-04	-1.815E-04	-4.278E-04	-6.139E-04	-2.822E-04	-7.034E-05	-1.429E-05
9	-4.780E-05	-8.792E-05	-7.863E-05	-1.591E-04	-1.383E-04	-1.882E-04	-2.617E-04	-2.228E-04	-7.231E-05	-1.996E-05	-4.287E-06
10	-1.319E-05	-2.417E-05	-2.613E-05	-4.302E-05	-3.781E-05	-5.186E-05	-5.040E-05	-3.559E-05	-1.172E-05	-3.652E-06	-7.837E-07

MAX POSITIVE WORTH = 7.748E-03
 INNER CORE = 6.076E-03
 OUTER CORE = -4.555E-03
 RADIAL BL. = -3.556E-03
 AXIAL BL. = -2.565E-03

図D-11 第三サイクル初期のNaボイド反応度 (補正後)

J/I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-2.385E-06	-5.833E-06	-6.467E-06	-1.121E-05	-9.274E-06	-1.117E-05	-1.733E-05	-1.516E-05	-4.852E-06	-1.321E-06	-1.723E-07
2	-1.894E-05	-3.527E-05	-2.290E-05	-7.062E-05	-5.318E-05	-6.660E-05	-1.378E-04	-1.278E-04	-3.758E-05	-9.140E-06	-1.623E-06
3	-1.461E-05	-1.700E-05	2.281E-05	-4.767E-05	-3.203E-05	-2.668E-05	-2.455E-04	-3.908E-04	-1.688E-04	-3.700E-05	-6.305E-06
4	9.012E-05	2.023E-04	2.556E-04	3.462E-04	3.125E-04	3.684E-04	4.135E-05	-4.774E-04	-3.151E-04	-7.232E-05	-1.243E-05
5	1.957E-04	3.883E-04	3.952E-04	6.924E-04	5.562E-04	6.011E-04	2.632E-04	-5.600E-04	-4.371E-04	-1.004E-04	-1.721E-05
6	2.251E-04	4.396E-04	4.172E-04	7.810E-04	5.800E-04	6.148E-04	2.877E-04	-6.055E-04	-4.753E-04	-1.085E-04	-1.853E-05
7	1.397E-04	2.744E-04	2.605E-04	4.828E-04	3.256E-04	3.368E-04	4.411E-05	-6.050E-04	-4.029E-04	-9.079E-05	-1.538E-05
8	-1.846E-05	-2.936E-05	-1.020E-05	-5.116E-05	-9.010E-05	-1.206E-04	-3.646E-04	-5.625E-04	-2.455E-04	-5.217E-05	-8.690E-06
9	-3.383E-05	-6.072E-05	-5.375E-05	-1.121E-04	-9.881E-05	-1.488E-04	-2.212E-04	-1.929E-04	-5.721E-05	-1.368E-05	-2.399E-06
10	-5.857E-06	-1.050E-05	-1.373E-05	-2.116E-05	-1.968E-05	-3.426E-05	-3.383E-05	-2.501E-05	-7.436E-06	-2.035E-06	-2.956E-07

MAX POSITIVE WORTH = 9.941E-03
 INNER CORE = 8.846E-03
 OUTER CORE = -3.175E-03
 RADIAL BL. = -2.722E-03
 AXIAL BL. = -1.698E-03

図D-12 第三サイクル末期のNaボイド反応度 (補正後)

J/I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-6.245E-06	-7.068E-06	-4.373E-06	-1.355E-05	-1.628E-05	-1.999E-05	-2.374E-05	-1.899E-05	-6.100E-06	-1.722E-06	-2.602E-07
2	-3.352E-05	-5.086E-05	-3.104E-05	-8.284E-05	-6.405E-05	-8.591E-05	-1.567E-04	-1.412E-04	-4.264E-05	-1.100E-05	-2.158E-06
3	-3.935E-05	-6.359E-05	-1.782E-05	-8.057E-05	-6.314E-05	-5.995E-05	-2.689E-04	-4.127E-04	-1.815E-04	-4.244E-05	-8.075E-06
4	8.648E-05	1.687E-04	1.597E-04	3.145E-04	2.083E-04	2.254E-04	1.939E-05	-4.774E-04	-3.214E-04	-7.894E-05	-1.522E-05
5	2.166E-04	4.272E-04	3.970E-04	7.444E-04	5.604E-04	5.568E-04	2.748E-04	-5.187E-04	-4.217E-04	-1.043E-04	-2.018E-05
6	2.430E-04	4.728E-04	4.387E-04	8.184E-04	6.007E-04	6.186E-04	3.126E-04	-5.287E-04	-4.370E-04	-1.080E-04	-2.086E-05
7	1.480E-04	2.880E-04	2.687E-04	4.927E-04	3.368E-04	3.391E-04	7.308E-05	-5.195E-04	-3.599E-04	-8.780E-05	-1.682E-05
8	-4.978E-06	-5.483E-06	7.343E-06	-1.692E-05	-5.800E-05	-8.906E-05	-3.047E-04	-4.873E-04	-2.184E-04	-5.027E-05	-9.449E-06
9	-2.827E-05	-5.084E-05	-4.538E-05	-9.584E-05	-8.488E-05	-1.301E-04	-1.940E-04	-1.714E-04	-5.255E-05	-1.348E-05	-2.637E-06
10	-7.106E-06	-1.278E-05	-1.520E-05	-2.419E-05	-2.162E-05	-3.464E-05	-3.397E-05	-2.478E-05	-7.646E-06	-2.216E-06	-3.781E-07

MAX POSITIVE WORTH = 9.818E-03
 INNER CORE = 8.640E-03
 OUTER CORE = -2.838E-03
 RADIAL BL. = -2.645E-03
 AXIAL BL. = -1.731E-03