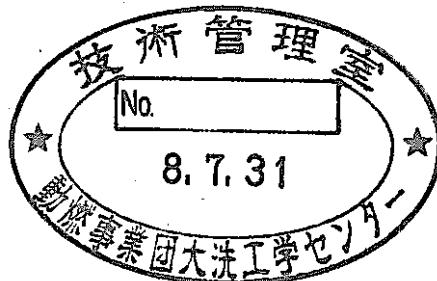


「常陽」における 安全特性試験の予備計算（Ⅱ）

（動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書）

1996年3月



株式会社 東芝

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

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

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

PNC-TJ9164 96-017
1996年3月

「常陽」における安全特性試験の予備計算(II)

森木 保幸¹⁾、川島 正俊¹⁾

要 旨

「常陽」を利用した安全特性試験の検討には、出力反応度係数等のフィードバック反応度が精確に予測できることが重要である。そこで、燃料照射履歴に着目し、反応度の成分分離を考慮した解析を行った。主な結果は次のとおりである。

MK-III炉心では、最大線出力の増大及び炉心の2領域化により、その温度挙動変化が出力反応度係数に与える影響はMK-II炉心より大きくなる。従って、MK-III炉心の出力反応度係数を予測する上で詳細な燃料温度評価が必要となる。

MK-III炉心の温度反応度係数と出力反応度係数の基本的な成分割合等は、MK-II炉心とほぼ同じであった。従って、本解析手法を用い、これまで蓄積したMK-II炉心の知見を活用することにより、MK-III炉心の反応度挙動を適切に評価できる見通しが得られた。

* 本報告書は、(株)東芝が動力炉・核燃料開発事業団との契約に基づいて実施した業務の成果である。

契約番号 : 07C5204

事業団担当部課：大洗工学センター 実験炉部 技術課

事業団担当者：長沖 吉弘

1) (株) 東芝 原子力技術研究所

PNC-TJ9164 96-017
March, 1996

A Preliminary Analysis for Transient Safety Tests in JOYO (II)

Yasuyuki Moriki¹⁾, Masatoshi Kawashima¹⁾

Abstract

Accurate prediction methods for reactivity feedback coefficients such as power reactivity coefficients are most important to the core transient test planning for safety capability demonstration using JOYO plant.

This analysis studied components of reactivity feedback coefficients in the MK-III core, taking into accounts for fuel irradiation histories. The principal results are summarized as follows.

Larger effects are expected to the reactivity feedback coefficients associated with fuel expansion and the Doppler components in the MK-III core than those in the MK-II cores, because the MK-III core has the enlarged zones for high linear heat rating by lateral zoning. This fact requires that fuel pin irradiation histories should be considered to the power coefficient prediction in the MK-III cores.

The proposed model is applicable for the MK-III core reflecting experiences obtained in the MK-II core analyses, because the profiles and the component fractions of power reactivity coefficients in the MK-III cores are almost similar to those in the MK-II cores.

* The work performed by Toshiba Corporation under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

Contract No.; 07C5204,

PNC Liaison ; Reactor Technology Section, Experimental Reactor Division, OEC,
Yoshihiro Nagaoki.

- 1) Nuclear Engineering Laboratory, Toshiba Corporation

目 次

要 旨

目 次

表一覧

図一覧

1. はじめに -----	1
2. 温度反応度係数及び出力反応度係数の成分分離 -----	3
2.1 検討内容 -----	3
2.2 反応度係数の計算 -----	6
2.2.1 計算方法 -----	6
2.2.2 計算結果 -----	7
2.3 温度計算 -----	26
2.3.1 計算方法 -----	26
2.3.2 計算結果 -----	29
2.4 温度反応度係数の計算 -----	57
2.4.1 計算方法 -----	57
2.4.2 計算結果 -----	58
2.5 出力反応度係数の計算 -----	68
2.5.1 計算方法 -----	68
2.5.2 計算結果 -----	71
2.6 まとめ -----	94
3. おわりに -----	97

付録

A. 1 原子数密度 -----	99
A. 2 内側炉心第1列の温度計算入力データ -----	122
A. 3 温度反応度係数の計算式 -----	127
A. 4 出力反応度係数の計算式 -----	132
A. 5 ドップラー効果評価の違いによる出力反応度係数の比較 -----	134

表一覧

- 表2. 2-1 MK-III標準炉心の密度係数
- 表2. 2-2 MK-III標準炉心のドップラー係数
- 表2. 2-3 MK-III標準炉心の形状係数
- 表2. 2-4 MK-III標準炉心サイクル初期の燃料密度係数空間分布
- 表2. 2-5 MK-III標準炉心サイクル初期の構造材度係数空間分布
- 表2. 2-6 MK-III標準炉心サイクル初期の冷却材密度係数空間分布
- 表2. 2-7 MK-III標準炉心サイクル初期のドップラー係数空間分布
- 表2. 2-8 MK-III標準炉心サイクル末期の燃料密度係数空間分布
- 表2. 2-9 MK-III標準炉心サイクル末期の構造材密度係数空間分布
- 表2. 2-10 MK-III標準炉心サイクル末期の冷却材密度係数空間分布
- 表2. 2-11 MK-III標準炉心サイクル末期のドップラー係数空間分布
- 表2. 2-12 MK-III標準炉心サイクルの領域体積
- 表2. 2-13 MK-III炉心とMK-II炉心の反応度係数の比較（サイクル初期）
- 表2. 2-14 MK-III炉心とMK-II炉心の反応度係数の比較（サイクル末期）
- 表2. 3-1 運転日数及び燃料交換バッチ数
- 表2. 3-2 炉心仕様及び燃料仕様
- 表2. 3-3 炉心燃料集合体の線出力履歴（1／2）
- 表2. 3-3 炉心燃料集合体の最大線出力履歴（2／2）
- 表2. 3-4 冷却材流量
- 表2. 3-5 1群化した核分裂断面積
- 表2. 3-6 MK-III標準炉心に於ける等軸晶領域、柱状晶領域及びセンター VOID領域の生成出力
- 表2. 4-1 MK-III標準炉心の過剰反応度の内訳
- 表2. 4-2 燃料膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変化
—温度反応度係数計算時—
- 表2. 4-3 MK-III標準炉心の等温時の燃料軸方向膨張量

- 表2. 4-4 MK-III標準炉心のサイクル初期の温度反応度係数
- 表2. 4-5 MK-III標準炉心のサイクル末期の温度反応度係数
- 表2. 4-6 MK-III炉心とMK-II炉心の温度反応度係数の比較（サイクル初期）
- 表2. 4-7 MK-III炉心とMK-II炉心の温度反応度係数の比較（サイクル末期）
- 表2. 5-1 100%定格出力運転時のその他各部温度
- 表2. 5-2 燃料膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変化
—出力反応度係数計算時—
- 表A. 1-1 MK-III標準炉心サイクル初期の原子数密度
- 表A. 1-2 MK-III標準炉心サイクル末期の原子数密度
- 表A. 2-1 内側炉心第1列の温度計算入力データ（1／4）
- 表A. 2-1 内側炉心第1列の温度計算入力データ（2／4）
- 表A. 2-1 内側炉心第1列の温度計算入力データ（3／4）
- 表A. 2-1 内側炉心第1列の温度計算入力データ（4／4）
- 表A. 5-1 ドップラー係数の内訳
- 表A. 5-2 MK-III標準炉心サイクル初期の出力反応度係数（モデル-A：燃料平均温度評価）
「ドップラー効果：燃料と構造材を区別したケース」
- 表A. 5-3 MK-III標準炉心サイクル初期の出力反応度係数（モデル-A：燃料平均温度評価）
「ドップラー効果：燃料と構造材を区別しないケース」
- 表A. 5-4 MK-III標準炉心のサイクル初期の出力反応度係数（モデル-B：燃料中心温度評価）
「ドップラー効果：燃料と構造材を区別したケース」
- 表A. 5-5 MK-III標準炉心のサイクル初期の出力反応度係数（モデル-B：燃料中心温度評価）
「ドップラー効果：燃料と構造材を区別しないケース」

図一覧

- 図2. 1-1 温度反応度係数及び出力反応度係数の計算フロー
- 図2. 2-1 MK-III標準炉心の炉心構成
- 図2. 2-2 二次元R Z計算体系（1／2）
- 図2. 2-2 二次元R Z計算体系（2／2）
- 図2. 3-1 S I E Xコードの燃料ピンモデル
- 図2. 3-2 温度計算用軸方向モデル
- 図2. 3-3 MK-III標準炉心サイクル初期の内側炉心第1列の燃料温度
- 図2. 3-4 MK-III標準炉心サイクル初期の内側炉心第2列の燃料温度
- 図2. 3-5 MK-III標準炉心サイクル初期の内側炉心第3列の燃料温度
- 図2. 3-6 MK-III標準炉心サイクル初期の外側炉心第3列の燃料温度
- 図2. 3-7 MK-III標準炉心サイクル初期の外側炉心第4列の燃料温度
- 図2. 3-8 MK-III標準炉心サイクル初期の内側炉心第5列の燃料温度
- 図2. 3-9 MK-III標準炉心サイクル末期の内側炉心第1列の燃料温度
- 図2. 3-10 MK-III標準炉心サイクル末期の内側炉心第2列の燃料温度
- 図2. 3-11 MK-III標準炉心サイクル末期の内側炉心第3列の燃料温度
- 図2. 3-12 MK-III標準炉心サイクル末期の外側炉心第3列の燃料温度
- 図2. 3-13 MK-III標準炉心サイクル末期の外側炉心第4列の燃料温度
- 図2. 3-14 MK-III標準炉心サイクル末期の外側炉心第5列の燃料温度
- 図2. 3-15 MK-III標準炉心の炉心部平均燃料温度
- 図2. 3-16 MK-III標準炉心の炉心部平均に対する各ステップ毎の燃料温度変化（ ΔT ）
- 図2. 3-17 MK-III初装荷標準炉心の炉心部平均燃料温度
- 図2. 3-18 MK-III初装荷標準炉心の炉心部平均に対する各ステップ毎の燃料温度変化（ ΔT ）
- 図2. 4-1 制御棒ストローク曲線
- 図2. 5-1 燃料ペレットの軸方向膨張概念図
- 図2. 5-2 燃料と制御棒の相対変位モデル
- 図2. 5-3 制御棒と炉容器代表長さ

- 図2.5-4 MK-III標準炉心サイクル初期の出力反応度係数
- 図2.5-5 MK-III標準炉心サイクル末期の出力反応度係数
- 図2.5-6 MK-III標準炉心の出力反応度係数
- 図2.5-7 MK-III炉心とMK-II炉心の出力反応度係数の比較（1）
- 図2.5-8 MK-III標準炉心サイクル初期の出力反応度係数の内訳
- 図2.5-9 MK-III標準炉心サイクル末期の出力反応度係数の内訳
- 図2.5-10 MK-III初装荷標準炉心の出力反応度係数
- 図2.5-11 MK-III標準炉心の平衡サイクルと初装荷サイクルの出力反応度係数の比較
- 図2.5-12 MK-III炉心とMK-II炉心の出力反応度係数の比較（2）
- 図2.5-13 MK-III初装荷標準炉心サイクル初期の出力反応度係数の内訳
- 図2.5-14 MK-III初装荷標準炉心サイクル末期の出力反応度係数の内訳
- 図A.5-1 ドップラー係数内訳の計算領域
- 図A.5-2 ドップラー効果評価の違いによる出力反応度係数の比較
—MK-III標準炉心サイクル初期—
- 図A.5-3 ドップラー効果評価の違いによる出力反応度係数の比較
—MK-III標準炉心サイクル末期—

1. はじめに

本作業は、「常陽」を利用した高速炉の安全性特性試験の実施に関する検討に資するため、反応度成分同定試験の予備解析を行うものである。

具体的には、「常陽」MK-III炉心を利用した高速炉の安全特性試験の立案・実施に資するため、MK-III標準炉心について成分分離を考慮した反応度係数を計算するものである。

1) 溫度反応度係数の計算

MK-III標準炉心のサイクル初期及びサイクル末期の温度反応度係数を計算した。

拡散計算による直接計算（70群）及び摂動計算（70群）により各領域毎の密度係数、形状係数、ドップラー係数を計算し、燃料ペレット、構造材、冷却材及び炉心下部支持板の膨張効果及びドップラー効果による温度反応度係数を計算した。計算モデルは、平成6年度の”PNC PJ9164 96-002 「常陽」における安全特性試験の予備計算”と同一である。

2) 出力反応度係数の計算

MK-III標準炉心のサイクル初期及びサイクル末期の出力反応度係数を計算した。また、出力上昇に伴う炉内主要構造物の温度変化を計算し（10MW～140MWまで10MW毎の13ステップ）、計算作業1)で求めた反応度係数と組み合わせて、出力反応度係数の計算に反映させた。

ここで、出力反応度係数には、主な成分である以下に示す反応度を考慮した。計算モデルは、平成6年度の”PNC PJ9164 96-002 「常陽」における安全特性試験の予備計算”と同一である。

- ・ドップラー反応度；集合体照射履歴を考慮する温度を使用
- ・燃料ペレット膨張による反応度；集合体照射履歴を考慮する温度を使用
- ・構造材膨張による反応度（被覆管及びラッパ管）
- ・冷却材膨張による反応度

- ・炉心下部支持板膨張による反応度
- ・制御棒と炉心の相対変位による反応度

ここで、ドップラー反応度及び燃料ペレット膨張による反応度の計算では、MK-III標準炉心の各集合体毎の照射履歴を反映させた燃料の組織変化を考慮した燃料温度を用いた。

制御棒と炉心の相対変位による反応度及び炉容器と制御棒案内管の熱膨張による制御棒の相対変化による反応度については、別途支給された制御棒価値、制御棒校正曲線等により算出して使用した。

2. 温度反応度係数及び出力反応度係数の計算

2.1 検討内容

本検討では、温度反応度係数及び出力反応度係数の支配要因を明確にするために下記に示す反応度について計算し、特にドップラー反応度及び燃料ペレットの膨張に着目して検討した。

- a) ドップラー反応度
- b) 燃料ペレット膨張による反応度
- c) 構造材（被覆管及びラッパ管）膨張による反応度
- d) 冷却材膨張による反応度
- e) 炉心支持板膨張による反応度
- f) 制御棒と炉心の相対変位による反応度

冷却材の原子炉入口温度は、炉出力（0%出力から100%出力）に伴う変化はなく一定（350°C）である。従って、炉心支持板膨張による反応度は、温度反応度係数時のみ評価した。

温度反応度係数及び出力反応度係数の計算フローを図2.1-1に示す。

MK-III標準炉心の反応度係数の計算及び燃料ピンの温度計算を行い、温度反応度係数及び出力反応度係数の計算に使用した。燃料ピンの温度計算では、ドライバー燃料1体毎の照射履歴（出力履歴、中性子束履歴等）を考慮した燃料挙動解析を行い、燃料のドップラー反応度及び膨張による反応度、構造材膨張による反応度及び冷却材膨張による反応度に反映させ出力反応度係数を計算した。

出力反応度係数の計算は、燃料の照射挙動を明確化するために、MK-III炉心の標準平衡サイクル炉心及び標準初装荷サイクル炉心（未燃焼炉心）を対象とした。炉心構成は同一であり、炉心の集合体構成は下記に示すとおりである。

MK-III標準炉心の集合体構成（動燃段支給データ；技-7-187）

- ・内側炉心燃料集合体 19体
- ・外側炉心燃料集合体 58体
- ・B型特殊燃料集合体 2体

- C型特殊燃料集合体 3体
- C M I R 1体
- 制御棒 6体

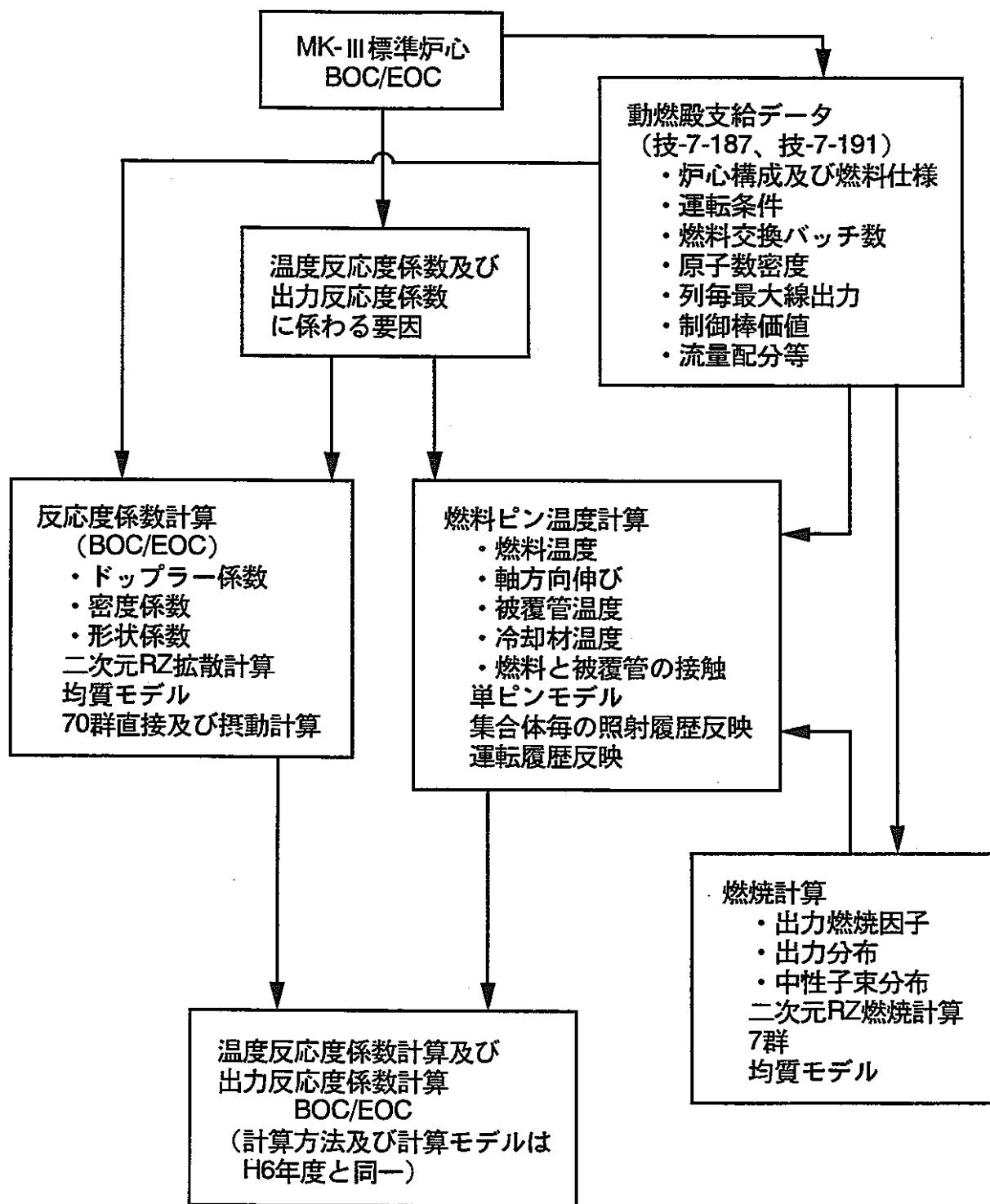


図2.1-1 温度反応度係数及び出力反応度係数の計算フロー

2.2 反応度係数の計算

2.2.1 計算方法

反応度係数は、MK-III標準炉心のサイクル初期及びサイクル末期について計算した。MK-III標準炉心の炉心構成を図2.2-1に示す。

密度係数、ドップラー係数及び形状係数の反応度係数は、二次元R Z拡散計算により行った。MK-III標準炉心の二次元R Z計算体系を図2.2-1に示す。図2.2-1(1/2)には領域名を示し、図2.2-1(2/2)には原子数密度の組成番号を示す。この体系及び組成番号に対応する原子数密度は、動燃段支給データ（技-7-187）を使用した。原子数密度は付録A.1に示す。

群定数ライブラリーはJFS-3-J2 70群セットを使用し、拡散計算により反応度係数を計算した。なお、核分裂スペクトルはPu-239の値を使用した。

二次元R Z計算体系における制御棒状態は、サイクル初期及びサイクル末期ともに全引抜きとした。

領域毎の密度係数、ドップラー係数及び形状係数については、70群の直接計算により行った。また、密度係数及びドップラー係数の空間分布については70群の摂動計算により行った。

2.2.2 計算結果

MK-III標準炉心のサイクル初期及びサイクル末期の密度係数、ドップラー係数及び形状係数の直接計算結果を表2.2-1、表2.2-2 及び表2.2-3に示す。また、摂動計算による燃料領域（インシュレータペレット及び特殊燃料集合体を含む）の密度係数及びドップラー係数のサイクル初期の空間分布を表2.2-4～表2.2-7に示し、サイクル末期の空間分布を表2.2-8～表2.2-11に示す。この空間分布は、単位体積当たりの反応度係数を示してある。従って、表2.2-12に示す領域体積との積が領域毎の反応度係数になる。

MK-III炉心とMK-II炉心の反応度係数のサイクル初期の比較を表2.2-13に示し、サイクル末期の比較を表2.1-14に示す。MK-II炉心の計算値は平成6年度実施した”PNC PJ9164 96-002 「常陽」における安全特性試験の予備計算”の第27サイクル炉心の結果である。炉心構成等の主な違いを下記に示す。

	MK-III炉心	MK-II炉心
・炉心高さ	50cm	55cm
・炉心燃料集合体	77体	64体
内側炉心燃料集合体	19体	—
外側炉心燃料集合体	58体	—
・B型特殊燃料集合体	2体	1体
・C型特殊燃料集合体	3体	2体
・C M I R	1体	1体
・制御棒	6体	6体
・炉心体積（特燃を含む）	236l	212l
・Pu富化度（平均）	約28wt%	約30wt%
内側炉心燃料集合体	約23wt%	—
外側炉心燃料集合体	約29wt%	—

MK-Ⅲ標準炉心のサイクル初期と末期の反応度係数には若干の差が生じているがその差は小さい。MK-Ⅲ炉心の1サイクルの燃焼期間は、約60日と短く燃焼度の変化が少ないために、燃料の1サイクルの燃焼が反応度係数に与える影響は小さいといえる。

MK-Ⅲ炉心とMK-Ⅱ炉心の比較について以下に示す。MK-Ⅲ炉心とMK-Ⅱ炉心の反応度係数の違いは、上記で示したように、MK-Ⅲ炉心は、MK-Ⅱ炉心に比べて炉心体積が約10% 増大している効果が最も影響している。具体的には以下に示すとおりである。

MK-Ⅲ炉心の燃料、構造材及び冷却材の密度係数は、MK-Ⅱ炉心に比べて約5%~20% 減少している。MK-Ⅲ炉心では炉心体積が約10% 増大しているために、燃料等の密度変化に対する感度が鈍くなっているためである。また、燃料密度係数の変化（約-5%）が小さく、構造材及び冷却材の密度変化（約-15%及び約20%）が大きいのは、MK-Ⅲ炉心の炉心高さが10% 低くなっている効果が、燃料密度係数については増大、構造材及び冷却材については減少の効果をもたらしていると推定される。また、冷却材密度係数に関しては群数の効果が約5%程度あると推定される。

一方、MK-Ⅲ炉心のドップラー係数は、MK-Ⅱ炉心に比べて絶対値が約12% 大きくなっている。MK-Ⅲ炉心は、MK-Ⅱ炉心に比べて炉心体積が約10% 増大している。また、MK-Ⅲ炉心の内側炉心（19体）は、Pu富化度が約25% 小さくなっているためにU238のインベントリーが約10% 增大している。従って、MK-Ⅲ炉心のドップラー係数の増大は、炉心全体としてU238のインベントリーが約13% 増大していることが主要因である。

軸方向形状係数は、MK-Ⅲ炉心とMK-Ⅱ炉心の差はほとんど無い。一方、径方向形状係数は、MK-Ⅱ炉心に比べて約10% 小さくなっている。軸方向形状係数に変化がないのは、炉心高さが10% 低くなっているための増大効果と炉心体積が約10% 増大しているための減少効果が相殺されてい

ることによるものと推定される。一方、径方向形状係数については、炉心体積が約10% 増大している効果による効果である。

サイクル初期と末期の反応度係数の空間分布は、絶対値には燃料の燃焼により若干の差が生じているが、径方向、軸方向ともほぼ同じ傾きである。MK-Ⅲ炉心は、2領域炉心であり径方向出力分布が平坦化されているので、MK-Ⅱ炉心に比べて空間分布は平坦になっている。

表2.2-1 MK-III標準炉心の密度係数^{*1)}

	サイクル初期	サイクル末期
燃料密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)		
燃料領域	0.6007	0.6139
構造材密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)		
燃料領域	0.0144	0.0142
上部反射体領域	0.0221	0.0226
下部反射体領域	0.0125	0.0128
径反射体領域	0.0725	0.0740
中性子遮蔽体領域	0.0005	0.0005
制御棒領域	0.0058	0.0059
冷却材密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)		
燃料領域	0.0180	0.0181
上部反射体領域	0.0044	0.0045
下部反射体領域	0.0119	0.0122
径反射体領域	0.0066	0.0067
中性子遮蔽体領域	0.0002	0.0002
制御棒領域	0.0081	0.0082
吸収材密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)		
制御棒領域	-0.0044	-0.0045
中性子遮蔽体領域	-0.0008	-0.0008

*1) JFS-3-J2、70群、直接計算

表2.2-2 MK-III標準炉心のドップラー係数^{*1)}

	サイクル初期	サイクル末期
ドップラー係数 ($T \cdot dk/dT$)		
燃料領域	-2.572×10^{-3}	-2.658×10^{-3}
上部反射体領域	-4.195×10^{-5}	-4.328×10^{-5}
下部反射体領域	-9.788×10^{-5}	-1.010×10^{-4}
径反射体領域	-2.598×10^{-4}	-2.669×10^{-4}
中性子遮蔽体領域	0.0	0.0
制御棒領域	-3.030×10^{-5}	-3.126×10^{-5}

*1) JFS-3-J2、70群、直接計算

表2.2-3 MK-III標準炉心の形状係数^{*1)}

	サイクル初期	サイクル末期
形状係数 ($\Delta k/kk' / \Delta X/X$)		
軸方向	0.2804	0.2860
径方向	0.3692	0.3768

*1) JFS-3-J2、70群、直接計算

表2.2-4 MK-III標準炉心サイクル初期の燃料密度係数空間分布^{*1)}[単位 : $(\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho) / cc$]

軸方向 領域	径 方 向 領 域									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	5.717E-07	5.334E-07	5.455E-07	5.258E-07	4.773E-07	4.889E-07	4.378E-07	4.025E-07	3.492E-07	2.188E-07
17	1.154E-06	2.266E-06	1.856E-06	2.207E-06	1.996E-06	5.331E-07	1.744E-06	1.767E-06	1.452E-06	9.842E-07
16	1.323E-06	2.627E-06	2.144E-06	2.546E-06	2.319E-06	5.933E-07	2.034E-06	2.065E-06	1.710E-06	1.185E-06
15	1.487E-06	3.008E-06	2.444E-06	2.911E-06	2.656E-06	6.458E-07	2.332E-06	2.384E-06	1.985E-06	1.395E-06
14	1.640E-06	3.371E-06	2.731E-06	3.262E-06	2.979E-06	6.938E-07	2.618E-06	2.691E-06	2.249E-06	1.595E-06
13	1.774E-06	3.629E-06	2.987E-06	3.514E-06	3.202E-06	7.363E-07	2.819E-06	2.912E-06	2.441E-06	1.746E-06
12	1.883E-06	3.884E-06	3.194E-06	3.762E-06	3.428E-06	7.710E-07	3.020E-06	3.131E-06	2.629E-06	1.887E-06
11	1.959E-06	4.062E-06	3.338E-06	3.936E-06	3.588E-06	7.953E-07	3.162E-06	3.284E-06	2.762E-06	1.986E-06
10	1.997E-06	4.135E-06	3.412E-06	4.007E-06	3.651E-06	8.078E-07	3.220E-06	3.349E-06	2.818E-06	2.031E-06
9	1.996E-06	4.132E-06	3.410E-06	4.005E-06	3.650E-06	8.076E-07	3.219E-06	3.349E-06	2.819E-06	2.033E-06
8	1.955E-06	4.055E-06	3.333E-06	3.930E-06	3.584E-06	7.947E-07	3.160E-06	3.285E-06	2.764E-06	1.991E-06
7	1.877E-06	3.872E-06	3.184E-06	3.752E-06	3.421E-06	7.701E-07	3.017E-06	3.131E-06	2.634E-06	1.896E-06
6	1.767E-06	3.612E-06	2.973E-06	3.500E-06	3.192E-06	7.353E-07	2.813E-06	2.912E-06	2.447E-06	1.758E-06
5	1.681E-06	3.346E-06	2.714E-06	3.240E-06	2.961E-06	6.930E-07	2.604E-06	2.684E-06	2.250E-06	1.605E-06
4	1.478E-06	2.980E-06	2.425E-06	2.887E-06	2.637E-06	6.461E-07	2.320E-06	2.376E-06	1.985E-06	1.406E-06
3	1.317E-06	2.601E-06	2.126E-06	2.523E-06	2.300E-06	5.960E-07	2.028E-06	2.059E-06	1.710E-06	1.198E-06
2	1.158E-06	2.254E-06	1.852E-06	2.196E-06	1.988E-06	5.395E-07	1.775E-06	1.773E-06	1.463E-06	1.008E-06
1	6.618E-07	6.108E-07	6.118E-07	5.780E-07	4.962E-07	4.683E-07	3.810E-07	3.283E-07	3.258E-07	1.719E-07

軸方向領域

*1) JFS-3-J2、70群、摂動計算

イシュレータ部 ; 1, 18
 炉心燃料部 ; 2~17

径方向領域

内側炉心燃料集合体 ; 2, 4, 5, 7
 外側炉心燃料集合体 ; 8~10
 B型特殊燃料集合体 ; 1
 C型特殊燃料集合体 ; 3
 CMIR & B型特燃 ; 6

表2.2-5 MK-III標準炉心サイクル初期の構造材度係数空間分布^{*1)}[単位 : $(\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho) / cc$]

軸方向 領域	径 方 向 領 域									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	2.620E-07	2.432E-07	2.525E-07	2.456E-07	2.294E-07	2.408E-07	2.219E-07	1.999E-07	1.753E-07	1.155E-07
17	4.642E-07	1.752E-07	3.140E-07	2.036E-07	1.964E-07	6.779E-07	1.771E-07	1.749E-07	1.730E-07	1.347E-07
16	3.544E-07	1.008E-07	2.112E-07	1.182E-07	1.267E-07	5.557E-07	1.222E-07	1.131E-07	1.372E-07	1.429E-07
15	1.994E-07	1.625E-08	9.440E-08	2.985E-08	5.150E-08	3.881E-07	6.085E-08	5.290E-08	1.020E-07	1.486E-07
14	3.679E-08	-6.895E-08	-1.985E-08	-5.485E-08	-2.170E-08	2.194E-07	4.502E-10	-3.350E-09	6.985E-08	1.526E-07
13	-1.116E-07	-1.458E-07	-1.211E-07	-1.293E-07	-8.630E-08	7.058E-08	-5.295E-08	-5.175E-08	4.265E-08	1.554E-07
12	-2.327E-07	-2.082E-07	-2.028E-07	-1.891E-07	-1.379E-07	-4.845E-08	-9.550E-08	-8.995E-08	2.155E-08	1.578E-07
11	-3.180E-07	-2.521E-07	-2.602E-07	-2.311E-07	-1.741E-07	-1.320E-07	-1.255E-07	-1.169E-07	6.600E-09	1.591E-07
10	-3.615E-07	-2.744E-07	-2.894E-07	-2.525E-07	-1.929E-07	-1.752E-07	-1.411E-07	-1.309E-07	-1.450E-09	1.593E-07
9	-3.600E-07	-2.736E-07	-2.885E-07	-2.520E-07	-1.928E-07	-1.755E-07	-1.414E-07	-1.313E-07	-2.250E-09	1.587E-07
8	-3.134E-07	-2.497E-07	-2.575E-07	-2.294E-07	-1.738E-07	-1.327E-07	-1.264E-07	-1.182E-07	4.250E-09	1.571E-07
7	-2.241E-07	-2.038E-07	-1.979E-07	-1.860E-07	-1.369E-07	-4.869E-08	-9.670E-08	-9.205E-08	1.760E-08	1.543E-07
6	-9.771E-08	-1.389E-07	-1.131E-07	-1.243E-07	-8.435E-08	7.209E-08	-5.415E-08	-5.435E-08	3.700E-08	1.500E-07
5	5.741E-08	-5.900E-08	-8.050E-09	-4.740E-08	-1.835E-08	2.244E-07	-5.002E-10	-6.300E-09	6.240E-08	1.447E-07
4	2.282E-07	2.955E-08	1.105E-07	3.980E-08	5.635E-08	3.984E-07	6.050E-08	4.935E-08	9.223E-08	1.371E-07
3	3.920E-07	1.170E-07	2.310E-07	1.296E-07	1.315E-07	5.713E-07	1.224E-07	1.075E-07	1.240E-07	1.262E-07
2	5.055E-07	1.909E-07	3.322E-07	2.115E-07	1.937E-07	6.807E-07	1.786E-07	1.572E-07	1.516E-07	1.085E-07
1	2.802E-07	2.534E-07	2.558E-07	2.407E-07	2.053E-07	1.962E-07	1.584E-07	1.303E-07	1.368E-07	6.967E-08

軸方向領域

インシュレータ部 ; 1, 18
 炉心燃料部 ; 2~17

*1) JFS-3-J2、70群、摂動計算

径方向領域

内側炉心燃料集合体 ; 2, 4, 5, 7
 外側炉心燃料集合体 ; 8~10
 B型特殊燃料集合体 ; 1
 C型特殊燃料集合体 ; 3
 CMIR & B型特燃 ; 6

表2.2-6 MK-III標準炉心サイクル初期の冷却材密度係数空間分布^{*1)}[単位 : $(\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho) / cc$]

軸方向 領域	径 方 向 領 域									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	1.500E-07	1.402E-07	1.413E-07	1.356E-07	1.218E-07	1.210E-07	1.102E-07	1.007E-07	8.860E-08	5.820E-08
17	2.312E-07	1.166E-07	2.112E-07	1.249E-07	1.155E-07	3.086E-07	1.006E-07	9.756E-08	9.259E-08	6.938E-08
16	2.002E-07	9.390E-08	1.713E-07	9.785E-08	9.555E-08	2.713E-07	8.699E-08	7.951E-08	8.324E-08	7.730E-08
15	1.537E-07	6.885E-08	1.269E-07	7.120E-08	7.400E-08	2.152E-07	7.035E-08	6.235E-08	7.486E-08	8.443E-08
14	1.042E-07	4.345E-08	8.370E-08	4.580E-08	5.285E-08	1.573E-07	5.350E-08	4.635E-08	6.750E-08	9.055E-08
13	5.860E-08	2.035E-08	4.540E-08	2.355E-08	3.410E-08	1.058E-07	3.840E-08	3.260E-08	6.140E-08	9.550E-08
12	2.130E-08	1.700E-09	1.445E-08	5.700E-09	1.905E-08	6.439E-08	2.635E-08	2.180E-08	5.680E-08	9.951E-08
11	-5.100E-09	-1.155E-08	-7.251E-09	-6.901E-09	8.500E-09	3.524E-08	1.785E-08	1.420E-08	5.355E-08	1.022E-07
10	-1.855E-08	-1.825E-08	-1.840E-08	-1.325E-08	2.999E-09	2.016E-08	1.335E-08	1.015E-08	5.170E-08	1.034E-07
9	-1.810E-08	-1.795E-08	-1.805E-08	-1.310E-08	3.049E-09	2.005E-08	1.330E-08	1.005E-08	5.140E-08	1.032E-07
8	-3.550E-09	-1.065E-08	-6.149E-09	-6.249E-09	8.650E-09	3.506E-08	1.760E-08	1.375E-08	5.270E-08	1.015E-07
7	2.430E-08	3.349E-09	1.670E-08	6.901E-09	1.955E-08	6.459E-08	2.610E-08	2.115E-08	5.545E-08	9.838E-08
6	6.374E-08	2.310E-08	4.930E-08	2.565E-08	3.515E-08	1.071E-07	3.840E-08	3.195E-08	5.950E-08	9.380E-08
5	1.123E-07	4.770E-08	8.990E-08	4.930E-08	5.495E-08	1.611E-07	5.420E-08	4.605E-08	6.525E-08	8.813E-08
4	1.661E-07	7.525E-08	1.364E-07	7.655E-08	7.780E-08	2.232E-07	7.260E-08	6.280E-08	7.237E-08	8.117E-08
3	2.184E-07	1.032E-07	1.854E-07	1.058E-07	1.016E-07	2.863E-07	9.217E-08	8.142E-08	8.099E-08	7.309E-08
2	2.569E-07	1.301E-07	2.319E-07	1.366E-07	1.244E-07	3.299E-07	1.129E-07	1.006E-07	9.146E-08	6.431E-08
1	1.823E-07	1.698E-07	1.694E-07	1.607E-07	1.398E-07	1.310E-07	1.105E-07	9.630E-08	9.395E-08	5.413E-08

*1) JPS-3-J2、70群、摂動計算

軸方向領域
 インシレーティブ部 ; 1, 18
 炉心燃料部 ; 2~17

径方向領域
 内側炉心燃料集合体 ; 2, 4, 5, 7
 外側炉心燃料集合体 ; 8~10
 B型特殊燃料集合体 ; 1
 C型特殊燃料集合体 ; 3
 CMIR & B型特燃 ; 6

表2.2-7 MK-III標準炉心サイクル初期のドップラー係数空間分布^{*1)}

[単位 : (T・dk/dT)/cc]

軸方向 領域	径 方 向 領 域									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	-2.134E-08	-2.057E-08	-1.924E-08	-1.788E-08	-1.471E-08	-1.212E-08	-1.134E-08	-1.014E-08	-9.025E-09	-7.403E-09
17	-6.865E-09	-1.453E-08	-9.017E-09	-1.247E-08	-1.035E-08	-2.084E-09	-8.504E-09	-7.000E-09	-6.031E-09	-5.528E-09
16	-6.530E-09	-1.383E-08	-8.427E-09	-1.195E-08	-1.037E-08	-2.374E-09	-9.217E-09	-7.401E-09	-5.950E-09	-5.994E-09
15	-6.801E-09	-1.422E-08	-8.666E-09	-1.244E-08	-1.104E-08	-2.826E-09	-1.004E-08	-8.011E-09	-6.324E-09	-6.651E-09
14	-7.410E-09	-1.524E-08	-9.341E-09	-1.346E-08	-1.205E-08	-3.344E-09	-1.102E-08	-8.790E-09	-6.927E-09	-7.397E-09
13	-8.120E-09	-1.642E-08	-1.015E-08	-1.458E-08	-1.310E-08	-3.849E-09	-1.198E-08	-9.569E-09	-7.550E-09	-8.100E-09
12	-8.770E-09	-1.753E-08	-1.090E-08	-1.563E-08	-1.407E-08	-4.280E-09	-1.286E-08	-1.028E-08	-8.127E-09	-8.712E-09
11	-9.257E-09	-1.838E-08	-1.146E-08	-1.642E-08	-1.478E-08	-4.593E-09	-1.351E-08	-1.081E-08	-8.549E-09	-9.162E-09
10	-9.523E-09	-1.883E-08	-1.176E-08	-1.683E-08	-1.516E-08	-4.761E-09	-1.387E-08	-1.110E-08	-8.777E-09	-9.410E-09
9	-9.523E-09	-1.884E-08	-1.177E-08	-1.685E-08	-1.518E-08	-4.769E-09	-1.390E-08	-1.113E-08	-8.809E-09	-9.446E-09
8	-9.277E-09	-1.844E-08	-1.150E-08	-1.648E-08	-1.487E-08	-4.621E-09	-1.364E-08	-1.092E-08	-8.640E-09	-9.278E-09
7	-8.816E-09	-1.766E-08	-1.098E-08	-1.577E-08	-1.426E-08	-4.337E-09	-1.312E-08	-1.050E-08	-8.303E-09	-8.925E-09
6	-8.221E-09	-1.668E-08	-1.038E-08	-1.487E-08	-1.348E-08	-3.960E-09	-1.249E-08	-9.997E-09	-7.868E-09	-8.448E-09
5	-7.641E-09	-1.578E-08	-9.724E-09	-1.403E-08	-1.278E-08	-3.568E-09	-1.202E-08	-9.608E-09	-7.485E-09	-7.965E-09
4	-7.328E-09	-1.536E-08	-9.471E-09	-1.361E-08	-1.250E-08	-3.297E-09	-1.205E-08	-9.666E-09	-7.389E-09	-7.617E-09
3	-7.724E-09	-1.622E-08	-1.023E-08	-1.444E-08	-1.337E-08	-3.406E-09	-1.332E-08	-1.084E-08	-8.139E-09	-7.772E-09
2	-9.456E-09	-1.946E-08	-1.299E-08	-1.782E-08	-1.652E-08	-4.336E-09	-1.643E-08	-1.402E-08	-1.075E-08	-8.937E-09
1	-2.752E-08	-2.696E-08	-2.613E-08	-2.522E-08	-2.336E-08	-2.207E-08	-2.181E-08	-1.963E-08	-1.582E-08	-1.237E-08

軸方向領域

インシレータ部 ; 1, 18
 炉心燃料部 ; 2~17

径方向領域

内側炉心燃料集合体 ; 2, 4, 5, 7
 外側炉心燃料集合体 ; 8~10
 B型特殊燃料集合体 ; 1
 C型特殊燃料集合体 ; 3
 CMIR & B型特燃 ; 6

*1) JFS-3-J2、70群、摂動計算

表2.2-8 MK-III標準炉心サイクル末期の燃料密度係数空間分布^{*1)}[単位 : $(\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho) / cc$]

軸方向 領域	径 方 向 領 域									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	6.041E-07	5.647E-07	5.760E-07	5.533E-07	4.992E-07	5.082E-07	4.558E-07	4.177E-07	3.613E-07	2.268E-07
17	1.195E-06	2.278E-06	1.921E-06	2.219E-06	2.008E-06	5.477E-07	1.757E-06	1.780E-06	1.466E-06	9.969E-07
16	1.371E-06	2.642E-06	2.223E-06	2.559E-06	2.333E-06	6.108E-07	2.048E-06	2.079E-06	1.727E-06	1.200E-06
15	1.543E-06	3.024E-06	2.537E-06	2.925E-06	2.672E-06	6.661E-07	2.348E-06	2.399E-06	2.004E-06	1.413E-06
14	1.704E-06	3.387E-06	2.838E-06	3.276E-06	2.995E-06	7.167E-07	2.634E-06	2.707E-06	2.270E-06	1.615E-06
13	1.845E-06	3.614E-06	3.105E-06	3.497E-06	3.191E-06	7.618E-07	2.815E-06	2.907E-06	2.448E-06	1.760E-06
12	1.960E-06	3.866E-06	3.323E-06	3.743E-06	3.416E-06	7.987E-07	3.015E-06	3.124E-06	2.635E-06	1.902E-06
11	2.040E-06	4.042E-06	3.474E-06	3.915E-06	3.574E-06	8.246E-07	3.155E-06	3.277E-06	2.767E-06	2.001E-06
10	2.081E-06	4.105E-06	3.552E-06	3.977E-06	3.629E-06	8.379E-07	3.207E-06	3.335E-06	2.819E-06	2.044E-06
9	2.079E-06	4.103E-06	3.550E-06	3.975E-06	3.628E-06	8.377E-07	3.206E-06	3.335E-06	2.820E-06	2.046E-06
8	2.036E-06	4.035E-06	3.468E-06	3.909E-06	3.569E-06	8.240E-07	3.153E-06	3.277E-06	2.770E-06	2.006E-06
7	1.954E-06	3.854E-06	3.312E-06	3.733E-06	3.409E-06	7.978E-07	3.011E-06	3.124E-06	2.639E-06	1.910E-06
6	1.837E-06	3.597E-06	3.090E-06	3.483E-06	3.181E-06	7.607E-07	2.809E-06	2.906E-06	2.452E-06	1.771E-06
5	1.694E-06	3.359E-06	2.819E-06	3.252E-06	2.974E-06	7.159E-07	2.618E-06	2.697E-06	2.268E-06	1.623E-06
4	1.533E-06	2.993E-06	2.516E-06	2.898E-06	2.649E-06	6.662E-07	2.333E-06	2.388E-06	2.002E-06	1.423E-06
3	1.364E-06	2.612E-06	2.204E-06	2.533E-06	2.311E-06	6.134E-07	2.040E-06	2.070E-06	1.725E-06	1.212E-06
2	1.198E-06	2.263E-06	1.916E-06	2.205E-06	1.997E-06	5.546E-07	1.785E-06	1.782E-06	1.475E-06	1.020E-06
1	6.959E-07	6.433E-07	6.433E-07	6.068E-07	5.197E-07	4.892E-07	4.007E-07	3.451E-07	3.393E-07	1.811E-07

軸方向領域

*1) JFS-3-J2、70群、摂動計算

イシュレータ部 ; 1, 18
 炉心燃料部 ; 2~17

径方向領域

内側炉心燃料集合体 ; 2, 4, 5, 7
 外側炉心燃料集合体 ; 8~10
 B型特殊燃料集合体 ; 1
 C型特殊燃料集合体 ; 3
 CMIR & B型特燃 ; 6

表2.2-9 MK-III標準炉心サイクル末期の構造材密度係数空間分布^{*1)}[単位 : $(\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho) / cc$]

軸方向 領域	径 方 向 領 域									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	2.655E-07	2.462E-07	2.557E-07	2.481E-07	2.307E-07	2.420E-07	2.231E-07	2.008E-07	1.764E-07	1.166E-07
17	4.692E-07	1.761E-07	3.172E-07	2.046E-07	1.966E-07	6.813E-07	1.770E-07	1.748E-07	1.734E-07	1.356E-07
16	3.565E-07	1.000E-07	2.120E-07	1.175E-07	1.255E-07	5.564E-07	1.210E-07	1.118E-07	1.366E-07	1.434E-07
15	1.983E-07	1.390E-08	9.300E-08	2.770E-08	4.900E-08	3.860E-07	5.845E-08	5.040E-08	1.005E-07	1.488E-07
14	3.305E-08	-7.270E-08	-2.310E-08	-5.825E-08	-2.540E-08	2.147E-07	-3.000E-09	-6.800E-09	6.740E-08	1.525E-07
13	-1.169E-07	-1.505E-07	-1.254E-07	-1.334E-07	-9.060E-08	6.478E-08	-5.695E-08	-5.570E-08	3.965E-08	1.549E-07
12	-2.388E-07	-2.131E-07	-2.075E-07	-1.931E-07	-1.422E-07	-5.424E-08	-9.965E-08	-9.395E-08	1.845E-08	1.571E-07
11	-3.245E-07	-2.572E-07	-2.650E-07	-2.352E-07	-1.786E-07	-1.377E-07	-1.297E-07	-1.209E-07	3.350E-09	1.583E-07
10	-3.680E-07	-2.795E-07	-2.942E-07	-2.565E-07	-1.973E-07	-1.806E-07	-1.452E-07	-1.348E-07	-4.700E-09	1.584E-07
9	-3.665E-07	-2.787E-07	-2.934E-07	-2.559E-07	-1.972E-07	-1.809E-07	-1.456E-07	-1.353E-07	-5.500E-09	1.578E-07
8	-3.197E-07	-2.547E-07	-2.623E-07	-2.335E-07	-1.782E-07	-1.382E-07	-1.305E-07	-1.222E-07	1.050E-09	1.563E-07
7	-2.299E-07	-2.086E-07	-2.024E-07	-1.900E-07	-1.412E-07	-5.423E-08	-1.008E-07	-9.595E-08	1.450E-08	1.535E-07
6	-1.028E-07	-1.434E-07	-1.172E-07	-1.282E-07	-8.850E-08	6.659E-08	-5.805E-08	-5.815E-08	3.405E-08	1.495E-07
5	5.402E-08	-6.260E-08	-1.115E-08	-5.070E-08	-2.200E-08	2.199E-07	-3.850E-09	-9.700E-09	5.995E-08	1.444E-07
4	2.275E-07	2.730E-08	1.092E-07	3.770E-08	5.380E-08	3.962E-07	5.805E-08	4.685E-08	9.054E-08	1.371E-07
3	3.944E-07	1.163E-07	2.319E-07	1.289E-07	1.302E-07	5.717E-07	1.210E-07	1.060E-07	1.231E-07	1.264E-07
2	5.108E-07	1.919E-07	3.353E-07	2.124E-07	1.936E-07	6.835E-07	1.784E-07	1.569E-07	1.517E-07	1.090E-07
1	2.837E-07	2.566E-07	2.587E-07	2.431E-07	2.065E-07	1.970E-07	1.591E-07	1.307E-07	1.376E-07	7.028E-08

軸方向領域

*1) JFS-3-J2、70群、摂動計算

イシュレータ部 ; 1, 18

炉心燃料部 ; 2~17

径方向領域

内側炉心燃料集合体 ; 2, 4, 5, 7

外側炉心燃料集合体 ; 8~10

B型特殊燃料集合体 ; 1

C型特殊燃料集合体 ; 3

CMIR & B型特燃 ; 6

表2.2-10 MK-III標準炉心サイクル末期の冷却材密度係数空間分布^{*1)}[単位 : $(\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho) / cc$]

軸方向 領域	径方向領域									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	1.520E-07	1.419E-07	1.431E-07	1.369E-07	1.224E-07	1.217E-07	1.107E-07	1.012E-07	8.914E-08	5.870E-08
17	2.339E-07	1.175E-07	2.135E-07	1.256E-07	1.158E-07	3.101E-07	1.007E-07	9.765E-08	9.289E-08	6.982E-08
16	2.019E-07	9.425E-08	1.725E-07	9.805E-08	9.535E-08	2.719E-07	8.667E-08	7.915E-08	8.317E-08	7.767E-08
15	1.544E-07	6.870E-08	1.272E-07	7.085E-08	7.335E-08	2.146E-07	6.960E-08	6.155E-08	7.443E-08	8.471E-08
14	1.040E-07	4.275E-08	8.315E-08	4.500E-08	5.170E-08	1.557E-07	5.230E-08	4.515E-08	6.670E-08	9.068E-08
13	5.790E-08	1.940E-08	4.435E-08	2.250E-08	3.260E-08	1.038E-07	3.695E-08	3.115E-08	6.035E-08	9.547E-08
12	2.030E-08	5.991E-10	1.320E-08	4.600E-09	1.750E-08	6.235E-08	2.480E-08	2.035E-08	5.570E-08	9.940E-08
11	-6.250E-09	-1.270E-08	-8.649E-09	-8.000E-09	6.851E-09	3.320E-08	1.620E-08	1.265E-08	5.235E-08	1.020E-07
10	-1.970E-08	-1.945E-08	-1.975E-08	-1.440E-08	1.301E-09	1.817E-08	1.175E-08	8.600E-09	5.050E-08	1.031E-07
9	-1.920E-08	-1.915E-08	-1.945E-08	-1.425E-08	1.351E-09	1.809E-08	1.165E-08	8.499E-09	5.020E-08	1.029E-07
8	-4.650E-09	-1.180E-08	-7.500E-09	-7.400E-09	7.001E-09	3.308E-08	1.595E-08	1.220E-08	5.150E-08	1.013E-07
7	2.335E-08	2.300E-09	1.555E-08	5.799E-09	1.795E-08	6.262E-08	2.455E-08	1.970E-08	5.430E-08	9.823E-08
6	6.305E-08	2.220E-08	4.825E-08	2.460E-08	3.370E-08	1.052E-07	3.700E-08	3.055E-08	5.850E-08	9.373E-08
5	1.122E-07	4.710E-08	8.935E-08	4.850E-08	5.380E-08	1.596E-07	5.300E-08	4.480E-08	6.445E-08	8.819E-08
4	1.669E-07	7.510E-08	1.366E-07	7.615E-08	7.705E-08	2.227E-07	7.180E-08	6.195E-08	7.187E-08	8.136E-08
3	2.202E-07	1.036E-07	1.866E-07	1.059E-07	1.014E-07	2.868E-07	9.176E-08	8.097E-08	8.081E-08	7.335E-08
2	2.597E-07	1.311E-07	2.342E-07	1.373E-07	1.245E-07	3.313E-07	1.129E-07	1.006E-07	9.164E-08	6.463E-08
1	1.846E-07	1.718E-07	1.713E-07	1.622E-07	1.404E-07	1.314E-07	1.109E-07	9.661E-08	9.445E-08	5.454E-08

軸方向領域

バンレーカーレット部 ; 1, 18
 炉心燃料部 ; 2~17

*1) JFS-3-J2、70群、摂動計算

径方向領域

内側炉心燃料集合体 ; 2, 4, 5, 7
 外側炉心燃料集合体 ; 8~10
 B型特殊燃料集合体 ; 1
 C型特殊燃料集合体 ; 3
 CMIR & B型特燃 ; 6

表2.2-11 MK-III標準炉心サイクル末期のドップラー係数空間分布^{*1)}

[単位 : (T・dk/dT)/cc]

軸方向 領域	径 方 向 領 域									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	-2.173E-08	-2.094E-08	-1.957E-08	-1.818E-08	-1.494E-08	-1.230E-08	-1.151E-08	-1.030E-08	-9.170E-09	-7.513E-09
17	-7.013E-09	-1.480E-08	-9.189E-09	-1.266E-08	-1.050E-08	-2.129E-09	-8.634E-09	-7.099E-09	-6.115E-09	-5.594E-09
16	-6.693E-09	-1.411E-08	-8.627E-09	-1.218E-08	-1.056E-08	-2.436E-09	-9.391E-09	-7.537E-09	-6.059E-09	-6.081E-09
15	-6.985E-09	-1.455E-08	-8.893E-09	-1.272E-08	-1.128E-08	-2.902E-09	-1.026E-08	-8.179E-09	-6.455E-09	-6.755E-09
14	-7.616E-09	-1.560E-08	-9.595E-09	-1.377E-08	-1.233E-08	-3.435E-09	-1.126E-08	-8.984E-09	-7.076E-09	-7.513E-09
13	-8.342E-09	-1.679E-08	-1.043E-08	-1.490E-08	-1.339E-08	-3.950E-09	-1.224E-08	-9.770E-09	-7.706E-09	-8.220E-09
12	-9.010E-09	-1.794E-08	-1.120E-08	-1.598E-08	-1.437E-08	-4.389E-09	-1.314E-08	-1.049E-08	-8.290E-09	-8.837E-09
11	-9.517E-09	-1.881E-08	-1.178E-08	-1.677E-08	-1.510E-08	-4.708E-09	-1.381E-08	-1.104E-08	-8.731E-09	-9.292E-09
10	-9.783E-09	-1.926E-08	-1.209E-08	-1.719E-08	-1.548E-08	-4.878E-09	-1.416E-08	-1.133E-08	-8.958E-09	-9.538E-09
9	-9.783E-09	-1.927E-08	-1.210E-08	-1.721E-08	-1.551E-08	-4.886E-09	-1.420E-08	-1.135E-08	-8.984E-09	-9.575E-09
8	-9.536E-09	-1.886E-08	-1.181E-08	-1.684E-08	-1.519E-08	-4.736E-09	-1.393E-08	-1.115E-08	-8.816E-09	-9.407E-09
7	-9.056E-09	-1.806E-08	-1.128E-08	-1.611E-08	-1.456E-08	-4.446E-09	-1.340E-08	-1.072E-08	-8.472E-09	-9.049E-09
6	-8.446E-09	-1.705E-08	-1.061E-08	-1.518E-08	-1.376E-08	-4.061E-09	-1.275E-08	-1.020E-08	-8.024E-09	-8.568E-09
5	-7.847E-09	-1.614E-08	-9.978E-09	-1.433E-08	-1.305E-08	-3.659E-09	-1.226E-08	-9.809E-09	-7.634E-09	-8.082E-09
4	-7.515E-09	-1.568E-08	-9.711E-09	-1.389E-08	-1.274E-08	-3.378E-09	-1.227E-08	-9.835E-09	-7.524E-09	-7.724E-09
3	-7.894E-09	-1.651E-08	-1.043E-08	-1.468E-08	-1.356E-08	-3.474E-09	-1.350E-08	-1.097E-08	-8.254E-09	-7.864E-09
2	-9.616E-09	-1.974E-08	-1.317E-08	-1.802E-08	-1.666E-08	-4.388E-09	-1.656E-08	-1.410E-08	-1.083E-08	-9.008E-09
1	-2.795E-08	-2.737E-08	-2.653E-08	-2.555E-08	-2.363E-08	-2.232E-08	-2.205E-08	-1.985E-08	-1.602E-08	-1.252E-08

軸方向領域

インシュレータ部 ; 1, 18
 炉心燃料部 ; 2~17

*1) JFS-3-J2、70群、摂動計算

径方向領域

内側炉心燃料集合体 ; 2, 4, 5, 7
 外側炉心燃料集合体 ; 8~10
 B型特殊燃料集合体 ; 1
 C型特殊燃料集合体 ; 3
 CMIR & B型特燃 ; 6

表2.2-12 MK-III標準炉心サイクルの領域体積

[単位 : cc]

軸方向 領域	径 方 向 領 域									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	7.022E+01	9.006E+01	2.106E+02	1.206E+02	8.426E+02	1.404E+02	2.809E+02	5.617E+02	1.685E+03	1.826E+03
17	1.843E+02	2.364E+02	5.529E+02	3.165E+02	2.212E+03	3.685E+02	7.372E+02	1.474E+03	4.423E+03	4.792E+03
16	1.843E+02	2.364E+02	5.529E+02	3.165E+02	2.212E+03	3.685E+02	7.372E+02	1.474E+03	4.423E+03	4.792E+03
15	1.843E+02	2.364E+02	5.529E+02	3.165E+02	2.212E+03	3.685E+02	7.372E+02	1.474E+03	4.423E+03	4.792E+03
14	1.843E+02	2.364E+02	5.529E+02	3.165E+02	2.212E+03	3.685E+02	7.372E+02	1.474E+03	4.423E+03	4.792E+03
13	1.841E+02	2.361E+02	5.522E+02	3.161E+02	2.209E+03	3.681E+02	7.363E+02	1.472E+03	4.417E+03	4.786E+03
12	1.841E+02	2.361E+02	5.522E+02	3.161E+02	2.209E+03	3.681E+02	7.363E+02	1.472E+03	4.417E+03	4.786E+03
11	1.841E+02	2.361E+02	5.522E+02	3.161E+02	2.209E+03	3.681E+02	7.363E+02	1.472E+03	4.417E+03	4.786E+03
10	1.841E+02	2.361E+02	5.522E+02	3.161E+02	2.209E+03	3.681E+02	7.363E+02	1.472E+03	4.417E+03	4.786E+03
9	1.841E+02	2.361E+02	5.522E+02	3.161E+02	2.209E+03	3.681E+02	7.363E+02	1.472E+03	4.417E+03	4.786E+03
8	1.841E+02	2.361E+02	5.522E+02	3.161E+02	2.209E+03	3.681E+02	7.363E+02	1.472E+03	4.417E+03	4.786E+03
7	1.841E+02	2.361E+02	5.522E+02	3.161E+02	2.209E+03	3.681E+02	7.363E+02	1.472E+03	4.417E+03	4.786E+03
6	1.841E+02	2.361E+02	5.522E+02	3.161E+02	2.209E+03	3.681E+02	7.363E+02	1.472E+03	4.417E+03	4.786E+03
5	1.843E+02	2.364E+02	5.529E+02	3.165E+02	2.212E+03	3.685E+02	7.372E+02	1.474E+03	4.423E+03	4.792E+03
4	1.843E+02	2.364E+02	5.529E+02	3.165E+02	2.212E+03	3.685E+02	7.372E+02	1.474E+03	4.423E+03	4.792E+03
3	1.843E+02	2.364E+02	5.529E+02	3.165E+02	2.212E+03	3.685E+02	7.372E+02	1.474E+03	4.423E+03	4.792E+03
2	1.843E+02	2.364E+02	5.529E+02	3.165E+02	2.212E+03	3.685E+02	7.372E+02	1.474E+03	4.423E+03	4.792E+03
1	7.004E+01	8.984E+01	2.101E+02	1.203E+02	8.405E+02	1.401E+02	2.802E+02	5.603E+02	1.681E+03	1.821E+03

軸方向領域

仁ツュレ-タペレット部 ; 1, 18
 炉心燃料部 ; 2~17

径方向領域

内側炉心燃料集合体 ; 2, 4, 5, 7
 外側炉心燃料集合体 ; 8~10
 B型特殊燃料集合体 ; 1
 C型特殊燃料集合体 ; 3
 CM I R & B型特燃 ; 6

表2.2-13 MK-III炉心とMK-II炉心の反応度係数の比較（サイクル初期）

	MK-III ^{*1)}	MK-II ^{*2)}
燃料密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)	0.601	0.640
構造材密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)	0.128	0.152
冷却材密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)	0.049	0.062
吸収材密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)	-0.004	-0.012
ドップラー係数 ($T \cdot dk / dT$)	-3.00×10^{-3}	-2.62×10^{-3}
形状係数 ($\Delta k/kk' / \Delta X/X$)		
軸方向	0.280	0.279
径方向	0.369	0.416

*1) MK-III ; 標準炉心 (JFS-3-J2、70群直接計算、制御棒引抜状態)

*2) MK-II ; 第27サイクル炉心 (JFS-3-J2、18群直接計算、制御棒部分挿入状態)

表2.2-14 MK-III炉心とMK-II炉心の反応度係数の比較（サイクル末期）

	MK-III ^{*1)}	MK-II ^{*2)}
燃料密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)	0.614	0.634
構造材密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)	0.130	0.154
冷却材密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)	0.050	0.063
吸収材密度係数 ($\Delta k/kk' / \Delta \rho / \rho$)	-0.005	-0.008
ドップラー係数 ($T \cdot dk/dT$)	-3.10×10^{-3}	-2.78×10^{-3}
形状係数 ($\Delta k/kk' / \Delta X/X$)		
軸方向	0.286	0.279
径方向	0.377	0.416

*1) MK-III ; 標準炉心 (JFS-3-J2、70群直接計算、制御棒引抜状態)

*2) MK-II ; 第27サイクル炉心 (JFS-3-J2、18群直接計算、制御棒引抜状態)

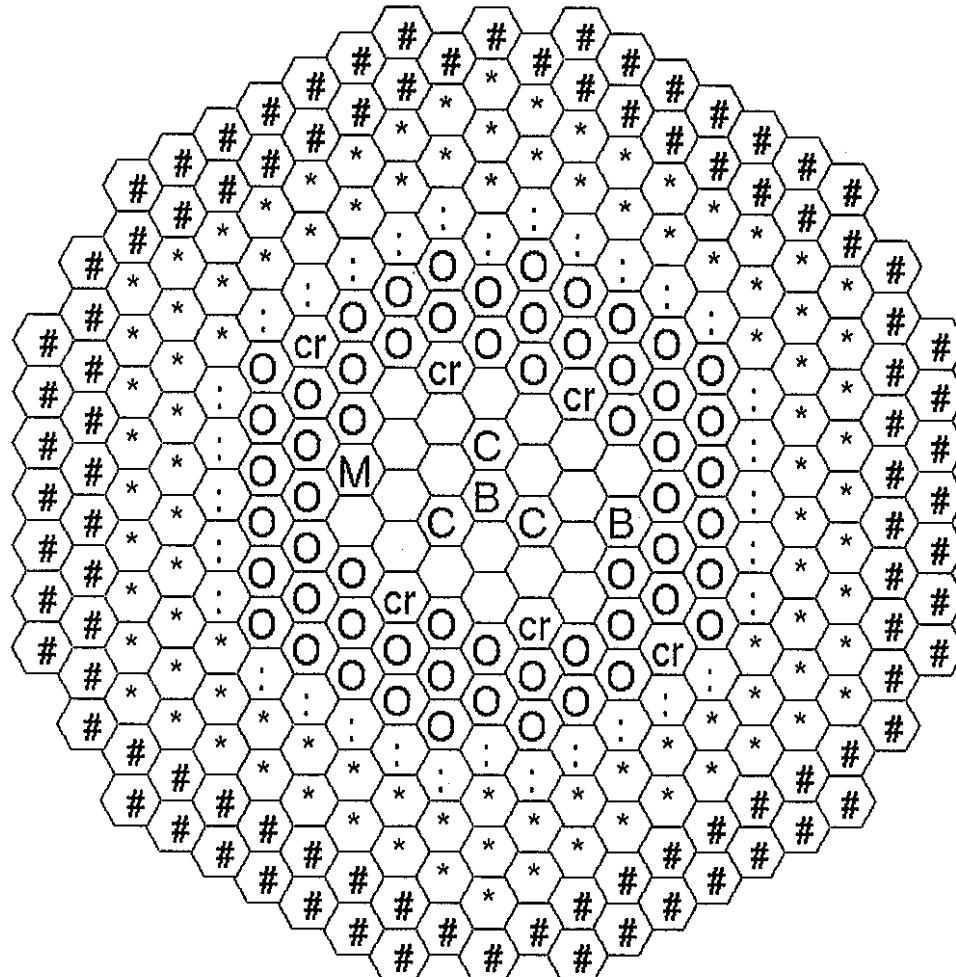


図2.2-1 MK-III標準炉心の炉心構成

動燃殿支給炉心構成（技-7-187）

	内側炉心燃料集合体	19本
	外側炉心燃料集合体	58本
	制御棒	6本
	内側反射体	32本
	外側反射体	96本
	中性子遮蔽体 (B4C)	96本
	B型特殊燃料集合体	2本
	C型特殊燃料集合体	3本
	CMIR	1本

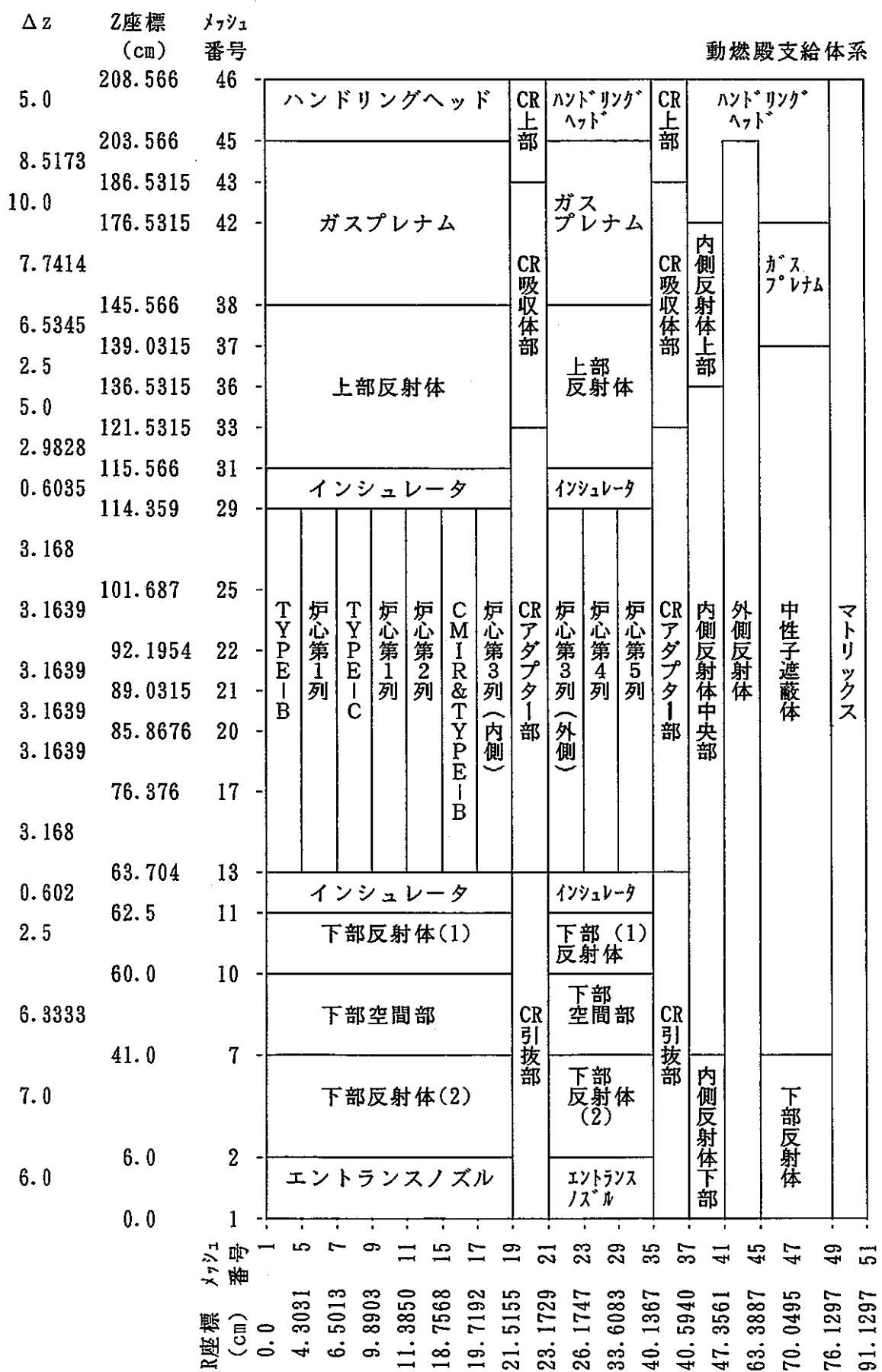


図2.2-2 二次元R Z計算体系(1/2)

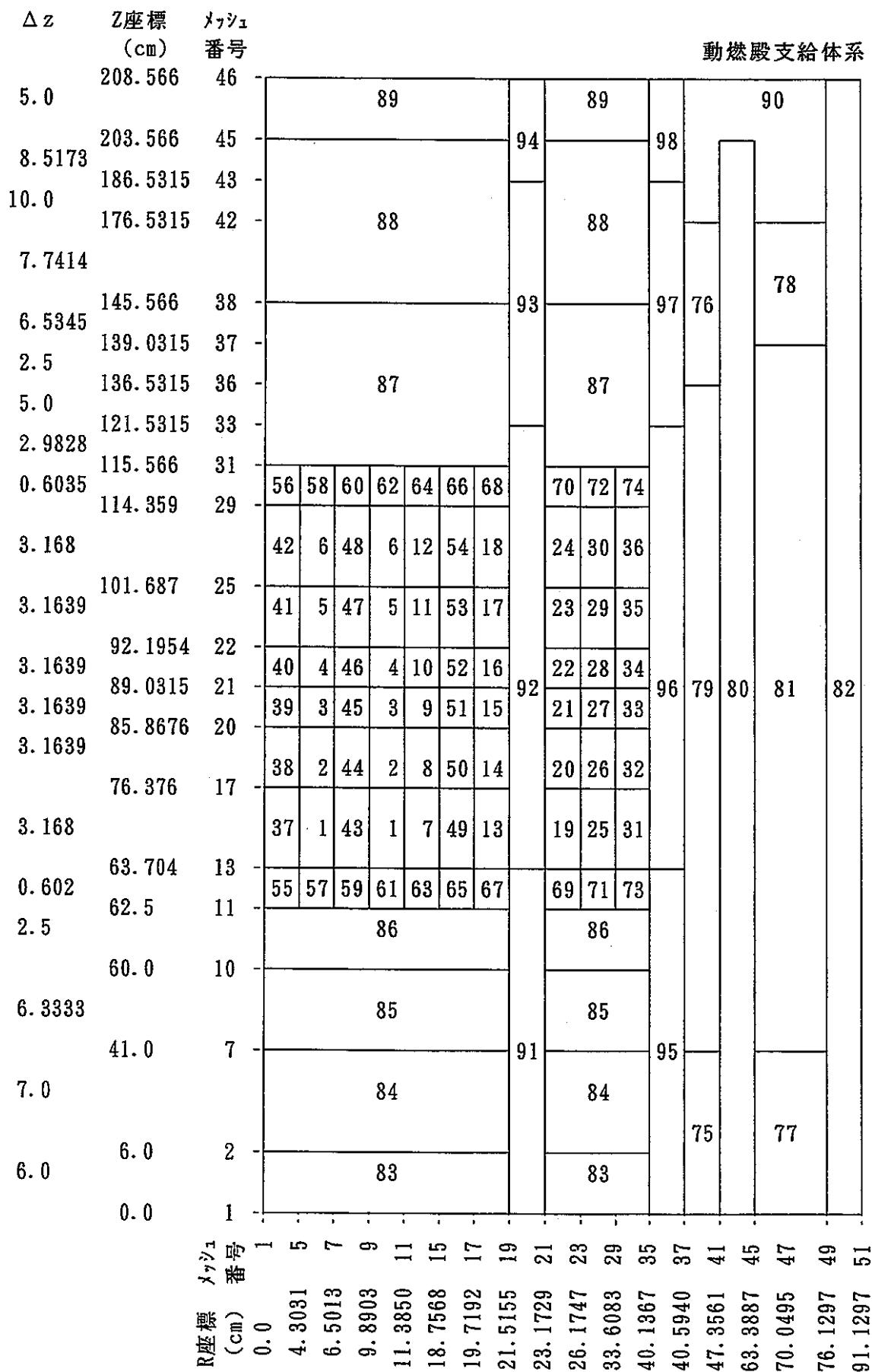


図2.2-2 二次元R Z計算体系(2/2)

2.3 溫度計算

出力係数の計算で使用する温度計算について示す。本検討では、燃料ピンの照射履歴を考慮した燃料挙動解析を行い温度計算に反映した。本解析では、前年度と同様に H E D L で開発され E B R - II の照射データを豊富に取り入れている S I E X コードを使用した。また、S I E X コードは「常陽」 M K - II の出力係数評価 (SJ 201 81-19 「常陽」性能試験結果の核的重要事項の詳細解析) で使用している。

2.3.1 計算方法

ここでは、出力係数の計算に用いる温度計算に使用した S I E X コード及び計算条件について示す。

1) S I E X コードの概要

S I E X は酸化物燃料ピンの照射履歴を考慮して、熱・変形挙動解析を行う単ピンモデルのコードである。S I E X で扱われる燃料ピンの一般的ジオメトリーを図 2.3-1 に示す。燃料ピンは軸方向には等分割され、各セグメントで径方向一次元熱伝導方程式を解く。各セグメント毎に計算される特性値は、次のとおりである。

- a) 冷却材温度
- b) 被覆管内外面温度
- c) ギャップ熱伝達係数
- d) 燃料ペレット内外面温度
- e) 燃料再組織化領域半径
- f) 燃料および被覆管の熱膨張、スウェーリングによる変形
- g) F P ガスの生成と放出

上記項目のうち、従来の熱設計手法と大きく異なるのはギャップコンダクタンスの評価法である。炉心熱設計には従来、工学的判断から一定値を採用してきたが、S I E X のモデルでは非常に複雑な相関式となっ

ている。S I E Xを用いたのは照射履歴を温度評価に反映させることを目的としており、これは結局ギャップコンダクタンスの評価に、ギャップ幅の変動、F Pガスの放出等の効果を含めることに帰着する。

S I E Xの特徴的な部分の詳細については、平成6年度の報告書(PN C PJ9164 96-002 「常陽」における安全特性試験の予備計算)に示してある。

2) 計算条件

ここでは、燃料挙動解析における軸方向計算モデル、運転履歴、燃料仕様及び温度計算用出力分布等について示す。

a. 軸方向モデル

温度計算では、軸方向に炉心燃料部(50cm)とインシュレータペレット(1.2cm×2)を18ノードに均等に分割してモデル化した。軸方向モデルを図2.3-2に示す。インシュレータペレット部は出力密度が小さいので、均等分割モデル化による炉心燃料部への影響は小さいと推定される。

b. 運転履歴及び照射履歴

MK-III標準炉心は、新燃料集合体と旧燃料集合体の混在炉心である。本計算では、動燃殿支給データ(技-7-187)の1サイクルの運転期間及び燃料交換バッチ数を考慮して、列毎の運転履歴及び照射履歴を設定した。運転期間及び燃料交換バッチ数は表2.3-1に示す。

第1列の照射履歴について具体的に示すと、5種類の燃料集合体が混在した状態であり、炉心へ装荷されてから取り出されるまでの照射履歴を燃料交換バッチ毎の燃料集合体として温度計算へ反映させた。

従って、標準サイクルでは列毎に理想的な燃料交換が行われた状態であり仮想的な炉心であるが、列毎には最も平均的な照射履歴となる。

c. 廉心仕様及び燃料仕様

原子炉熱出力、冷却材出入口温度等の廉心仕様及び燃料ペレット外径、被覆管内外径等の形状データ、Pu富化度、燃料密度等の燃料仕様については動燃殿支給データ（技-7-187）を使用した。このデータは表2.3-2に示す。

d. 平均線出力履歴、出力分布、高速中性子束分布

平均線出力は、動燃殿支給の列毎の最大線出力（技-7-187）、及び燃焼計算結果であるサイクル初期とサイクル末期の径方向出力分布から得られるピーキング係数を使用して算出した。また、この平均線出力と燃焼計算結果の線出力燃焼因子から、列毎の代表ピンの平均線出力履歴を算出した。廉心燃料集合体の線出力履歴を表2.3-3に示す。

軸方向出力分布及び軸方向高速中性子束分布については、燃焼計算結果を使用した。

e. 冷却材流量

冷却材流量は、動燃殿支給データ（技-7-187）である集合体1体当たりの冷却材流量を燃料ピン1ピン当たりに勘算して使用した。流量領域毎の冷却材流量を表2.3-4に示す。

f. 核分裂断面積

燃料挙動解析においてFPガス生成量を求めるための核分裂断面積は、サイクル初期の廉心体系で計算した各列の平均値を使用した。燃料挙動解析で使用した1群核分裂断面積を表2.3-5に示す。

なお、MK-III標準廉心の内側廉心第1列の廉心燃料集合体の温度計算入力データを付録A.2に示す。

2.3.2 計算結果

本検討では、MK-III標準炉心の燃料交換バッチ数を考慮して、炉心燃料集合体77体分に相当する38体（MK-III炉心を構成する照射履歴の異なる燃料集合体数であり、表2.3-1に示す第1列から第5列までバッチ数の合計）及び特殊燃料集合体3体について燃料挙動解析を行い、10MW～140MWまで10MW毎に14ステップの燃料温度、被覆管温度及び冷却材温度を軸方向ノード毎に計算した。計算結果を以下に示す。

MK-III標準炉心サイクル初期の出力上昇時に於ける内側炉心及び外側炉心の各列毎の燃料平均温度と燃料中心温度炉心を図2.3-3～図2.3-8に示す。また、MK-III標準炉心サイクル末期の出力下降時に於ける内側炉心及び外側炉心の各列毎の燃料平均温度と燃料中心温度炉心を図2.3-9～図2.3-14に示す。これらの図は、何れも軸方向中心ノードの温度変化を示している。

内側炉心第1列から第3列及び外側炉心第3列の各ステップ毎の燃料温度変化は、線出力履歴に大きな差が無い（約5%程度）ためにほぼ同じ挙動を示し、温度もほぼ同じである。一方、外側炉心第4列及び第5列は線出力が約10%程度低いために、燃料温度も低く内側炉心第1列から第3列及び外側炉心第3列の約90%出力までの範囲の燃料温度変化とほぼ同じ挙動を示している。

サイクル初期及びサイクル末期ともに、新燃料集合体の温度は大きな変化を示している。サイクル初期では、等軸晶領域生成、柱状晶領域生成及びセンタートイド領域生成の燃料再組織変化の影響である。一方、サイクル末期では、燃料ペレットと被覆管の接触による影響である。

燃料再組織領域は新燃料で生成され、1サイクル燃焼後は線出力が低下するためにそれ以上の成長は無い。従って、サイクル初期の1サイクル燃焼後の温度変化は緩慢になっている。1サイクル燃焼後の燃料集合体の温度変化は、FPの放出によるギャップコンダクタンスの低下の効果（燃料温度は上昇）と燃料の燃焼による線出力低下及び燃料ペレットと被覆管の

接触による効果（燃料温度は下降）の差引によるものと推定される。ただし、燃料ペレットと被覆管の接触は燃料の燃焼による線出力の低下とともになくなる。

一方、サイクル末期では、1サイクル燃焼後の燃料集合体は燃料ペレットと被覆管の接触による効果が燃料温度変化に顕著に現れている。2サイクル燃焼後の燃料集合体は燃料の燃焼による線出力の低下により燃料ペレットと被覆管の接触は徐々になくなる。従って、2サイクル燃焼後の燃料温度は1サイクル燃焼後に比べて上昇している。この影響は、外側炉心の第4列及び第5列に特に顕著に現れている。その後の温度変化は、FPの放出によるギャップコンダクタンスの低下の効果（燃料温度は上昇）と燃料の燃焼による線出力低下の効果（燃料温度は下降）の差引によるものと推定される。

MK-III（平衡）標準炉心のサイクル初期出力上昇時及びサイクル末期出力下降時に於ける炉心部平均の温度を図2.3-15に示す。また、炉心部平均温度に対する各ステップの温度変化（ ΔT ）を図2.3-16に示す。各ステップの温度変化（ ΔT ）と出力反応度係数の関係は、2.5項に示す。

上述したように、燃料温度の変化が大きいのは新燃料集合体のみである。MK-III標準炉心での新燃料集合体は約11体であり、全炉心燃料集合体の約15%である。また、内側炉心第1列から第3列及び外側炉心第3列までの炉心燃料集合体が27体（約85%）であり、外側炉心第4列及び第5列の炉心燃料集合体が50体（約65%）である。従って、炉心部平均の各ステップの温度変化としては、大半を占めている1サイクル燃焼後の外側炉心の第4列及び第5列の温度変化に依存すると推定される。

ここで、新燃料集合体のみで構成されるMK-III初装荷標準炉心を想定する。MK-III初装荷標準炉心のサイクル初期出力上昇時及びサイクル末期出力下降時に於ける炉心部平均の温度を図2.3-17に示す。また、炉心部平均温度に対する各ステップの温度変化（ ΔT ）を図2.3-18に示す。同図から分かるように、初装荷炉心サイクル初期出力上昇時の燃料温度は、大

きな変化を示している。これは、上述したように燃料の再組織変化の影響である。一方、初装荷サイクル末期出力下降時では、燃料温度の変化が緩慢になっている。新燃料のみで構成される初装荷炉心では、線出力の違いはあるがMK-II 初装荷炉心でも同様の傾向が示されている。

MK-III 標準炉心に於いて、等軸晶領域、柱状晶領域及びセンター Boyd 領域が最初に生成される出力を表2.8-6 に示す。MK-II 炉心では、等軸晶領域は第3列まで生成され、柱状晶領域及びセンター Boyd 領域は第2列まで生成されていたのに対して、MK-III 炉心では燃料の再組織変化は全ての燃料集合体で起こっており、炉心全体に拡大していることが分かる。高線出力化及び2領域炉心による出力平坦化が燃料再組織変化に影響していることが分かる。なお、燃料の再組織変化は全て未燃焼燃料集合体（燃料が装荷された最初の出力上昇時）に起こっており、燃料照射による燃料再組織変化が新たに起こる領域は無い。ただし、生成された等軸晶領域、柱状晶領域及びセンター Boyd 領域の成長（領域拡大）は、燃料照射により起こっている。

表2.3-1 運転日数及び燃料交換バッチ数^{*1)}

運転日数	60日／サイクル
燃料交換バッチ数	
内側炉心	
第0列	5
第1列	5
第2列	6
第3列	6
外側炉心	
第3列	6
第4列	7
第5列	8

*1) 動燃殿支給データ（技-7-187）

表2.3-2 炉心仕様及び燃料仕様^{*1)}

原子炉熱出力	(MWt)	140
炉心高さ	(mm)	500
冷却材出入口温度	(°C)	500 / 350
燃料ピン本数	(本)	127
燃料要素外径	(mm)	5.5
燃料要素内径	(mm)	4.8
燃料ペレット外径	(mm)	4.63
ペレット密度	(%TD)	94.0
Pu同位体組成比	(wt%)	1 / 63 / 24 / 8 / 4 Pu238/Pu239/Pu240/Pu241/Pu242
Pu富化度（内側炉心／外側炉心）	(wt%)	23.0 / 28.8
原子数密度	($\times 10^{24}$ atom/cm ³)	
炉心新燃料（内側炉心／外側炉心）		
0		1.663e-2 / 1.667e-2
U-235		1.180e-3 / 1.094e-3
U-238		5.309e-3 / 4.922e-3
Pu-238		1.928e-5 / 2.424e-5
Pu-239		1.210e-3 / 1.522e-3
Pu-240		4.591e-4 / 5.772e-4
Pu-241		1.524e-4 / 1.916e-4
Pu-242		7.588e-5 / 9.541e-5
インシュレータペレット		
0		1.640e-2
U-235		1.665e-5
U-238		8.306e-3

*1) 動燃段支給データ（技-7-187）

表2.3-3 炉心燃料集合体の線出力履歴(1/2)

	最大線出力 ^{*1)} (W/cm)	運転 サイクル	線出力 燃焼因子	平均線出力履歴	
				初期	末期
内側炉心					
第1列	414	1	1.0000	410.66	405.57
		2	0.9632	395.55	390.65
		3	0.9285	381.30	376.57
		4	0.8958	367.87	363.31
		5	0.8649	355.18	350.78
内側炉心					
第2列	411	1	1.0000	396.88	392.91
		2	0.9652	383.07	379.24
		3	0.9322	369.97	366.27
		4	0.9010	357.59	354.01
		5	0.8715	345.88	342.42
		6	0.8438	334.89	331.54
内側炉心					
第3列	391	1	1.0000	386.37	383.51
		2	0.9670	373.62	370.85
		3	0.9356	361.49	358.81
		4	0.9059	350.01	347.42
		5	0.8777	339.12	336.61
		6	0.8511	328.84	326.41

*1) 動燃殿支給（技-7-187）の列毎の最大線出力である。

表2.3-3 炉心燃料集合体の最大線出力(2/2)

	最大線出力 ^{*1)} (W/cm)	運転 サイクル	線出力 燃焼因子	平均線出力履歴	
				初期	末期
外側炉心					
第3列	413	1	1.0000	403.20	400.50
		2	0.9670	389.89	387.28
		3	0.9355	377.19	374.67
		4	0.9055	365.10	362.65
		5	0.8772	353.69	351.32
		6	0.8503	342.84	340.55
外側炉心					
第4列	394	1	1.0000	361.23	360.16
		2	0.9704	350.54	349.50
		3	0.9421	340.31	339.31
		4	0.9150	330.53	329.55
		5	0.8893	321.24	320.29
		6	0.8647	312.36	311.43
		7	0.8414	303.94	303.04
外側炉心					
第5列	354	1	1.0000	320.23	320.96
		2	0.9749	312.19	312.90
		3	0.9507	304.44	305.14
		4	0.9274	296.98	297.66
		5	0.9052	289.87	290.53
		6	0.8838	283.02	283.66
		7	0.8634	276.49	277.12
		8	0.8441	270.31	270.92

*1) 動燃殷支給（技-7-187）の列毎の最大線出力である。

表2.3-4 冷却材流量

流量領域	集合体本数	冷却材流量 (kg/s)		
		燃料ピン当たり	集合体当たり ^{*1)}	領域流量 ^{*1)}
内側炉心				
第1列	3	0.07313	9.288	27.86
第2列	12	0.07063	8.970	107.64
第3列	4	0.06873	8.729	34.92
外側炉心				
第3列	8	0.06873	8.729	69.83
第4列	24	0.06395	8.122	194.93
第5列	26	0.05552	7.051	183.33

*1) 動燃殿支給データ（技-7-187）

表2.3-5 1群化した核分裂断面積^{*1)}

領 域	核分裂断面積 (barns)		
	U-235	U-238	Pu ^{*2)}
内側炉心			
第 1 列	1.694	0.0678	1.815
第 2 列	1.688	0.0683	1.812
第 3 列	1.704	0.0676	1.822
外側炉心			
第 3 列	1.692	0.0693	1.815
第 4 列	1.692	0.0706	1.816
第 5 列	1.835	0.0637	1.905

*1) 縮約スペクトルは、二次元RZ70群拡散計算（JFS-3-J2）である。

*2) Pu-239とPu-241の平均である。

表2.3-6 MK-III標準炉心に於ける等軸晶領域、柱状晶領域及びセンター ボイド領域の生成出力^{*1)}

ノード 番号	内側炉心 第1列	内側炉心 第2列	内側炉心 第3列	外側炉心 第3列	外側炉心 第4列	外側炉心 第5列
2	130 -	130 -	130 -	130 -	140 -	-
3	120 - 140	120 - 140	120 - 140	120 - 140	130 -	-
4	110 - 130	110 - 130	110 - 140	110 - 130	120 -	130 -
5	100 - 120	100 - 120	100 - 120	100 - 120	110 - 130	120 -
6	90 - 110	100 - 110	100 - 120	100 - 110	110 - 130	120 - 140
7	90 - 110	90 - 110	90 - 110	90 - 110	100 - 120	110 - 130
8	90 - 100	90 - 100	90 - 110	90 - 100	100 - 100	110 - 130
9	80 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100	100 - 100	110 - 130
10	80 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100	110 - 120
11	80 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100	100 - 100	110 - 120
12	90 - 100	90 - 100	90 - 110	90 - 100	100 - 100	110 - 130
13	90 - 100	90 - 110	90 - 110	90 - 110	100 - 120	110 - 130
14	90 - 110	100 - 110	100 - 110	90 - 110	100 - 120	110 - 130
15	100 - 110	100 - 120	100 - 120	100 - 120	110 - 130	120 - 140
16	100 - 120	110 - 130	110 - 130	110 - 130	120 - 140	130 -
17	110 - 130	120 - 140	120 - 140	120 - 140	130 -	140 -

*1) 等軸晶領域、柱状晶領域等が最初に生成される出力を示している。

表中の aaa - bbb は、下記に示すとおりである。

aaa; 等軸晶領域の生成される出力

bbb; 柱状晶領域及びセンター ボイド領域の生成される出力

なお、燃料の再組織変化は全て未燃焼燃料集合体（燃料が装荷された最初の出力上昇時）に起こっている。

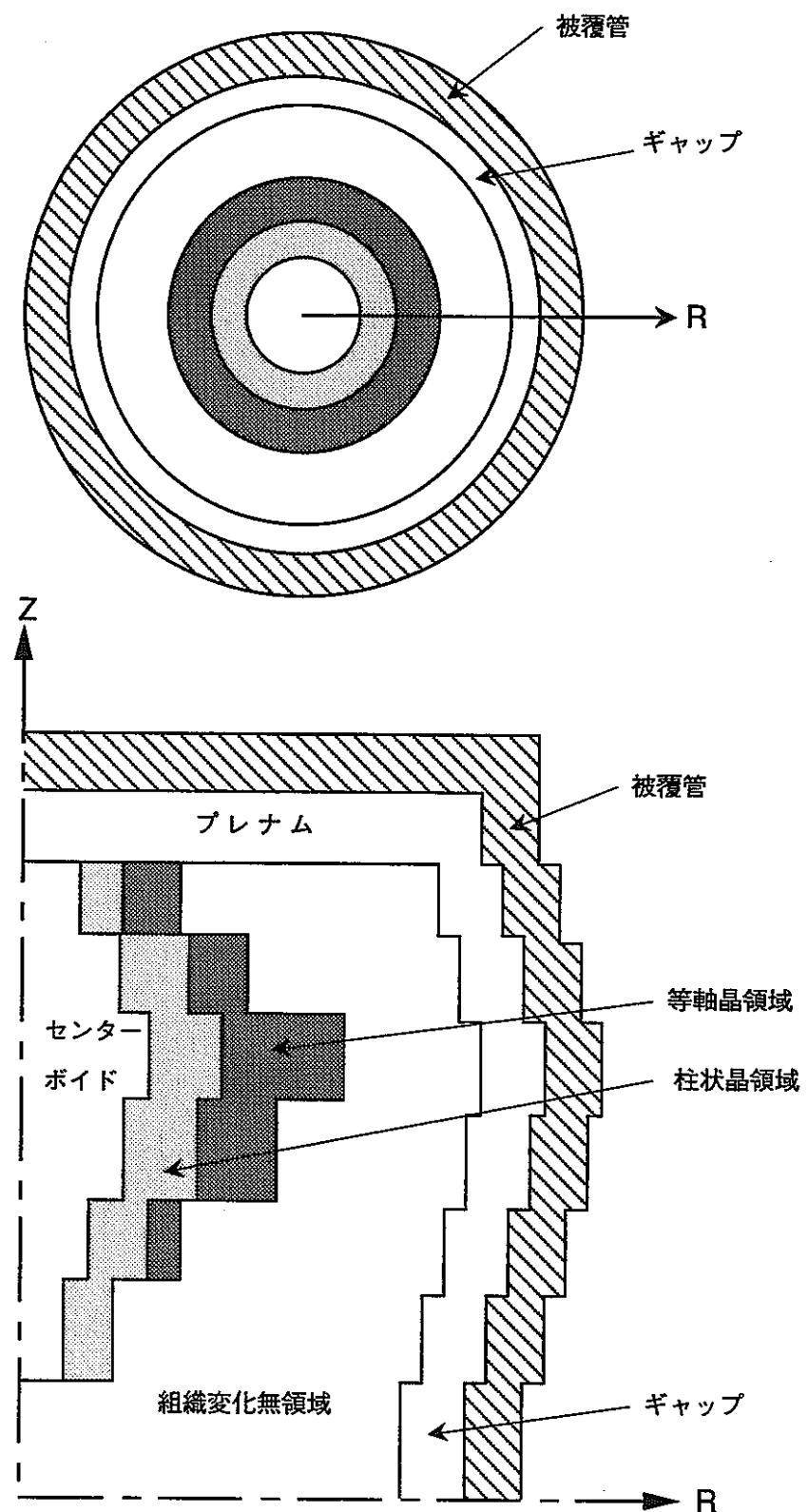


図2.3-1 SIEXコードの燃料ピンモデル

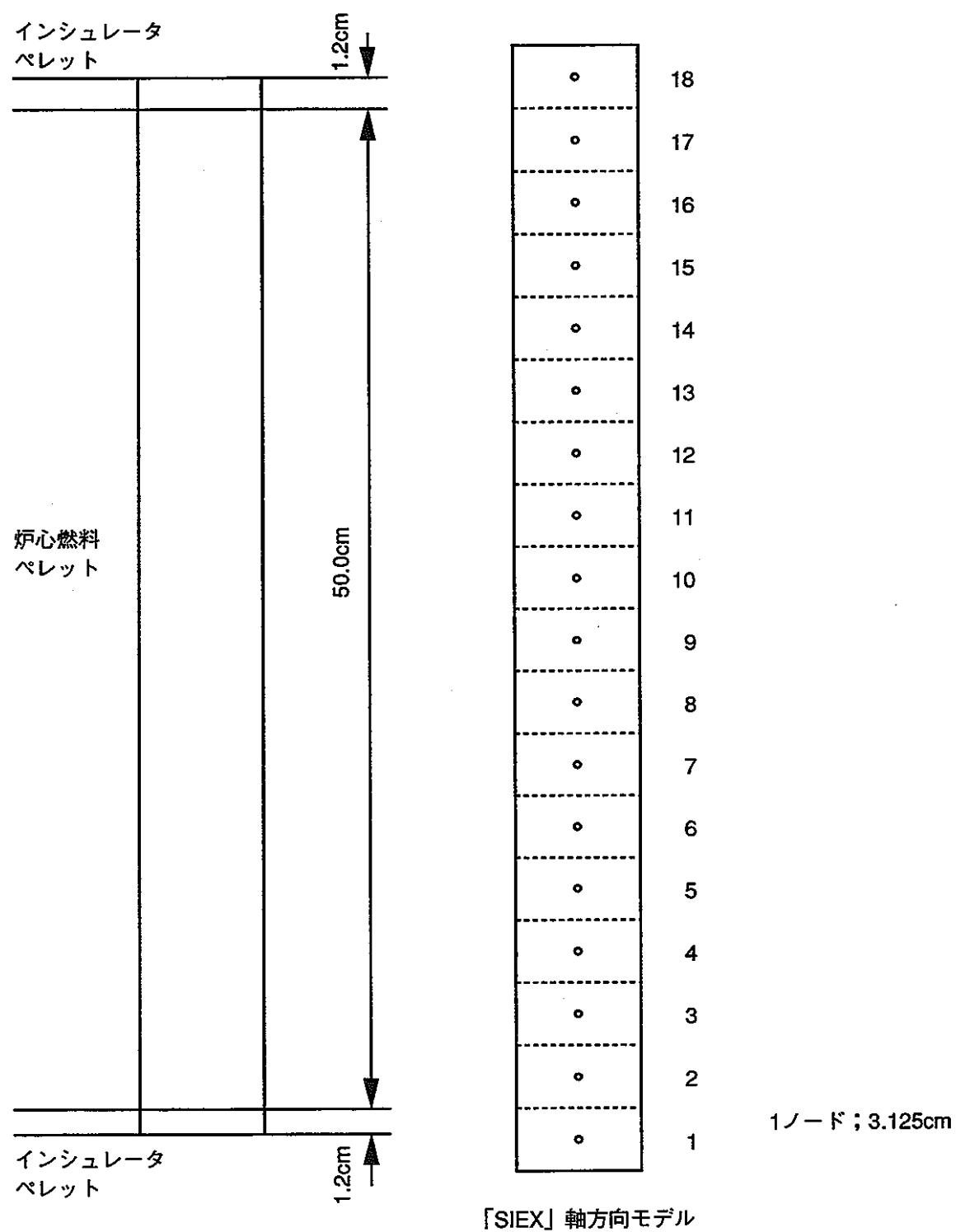


図2.3-2 溫度計算用軸方向モデル

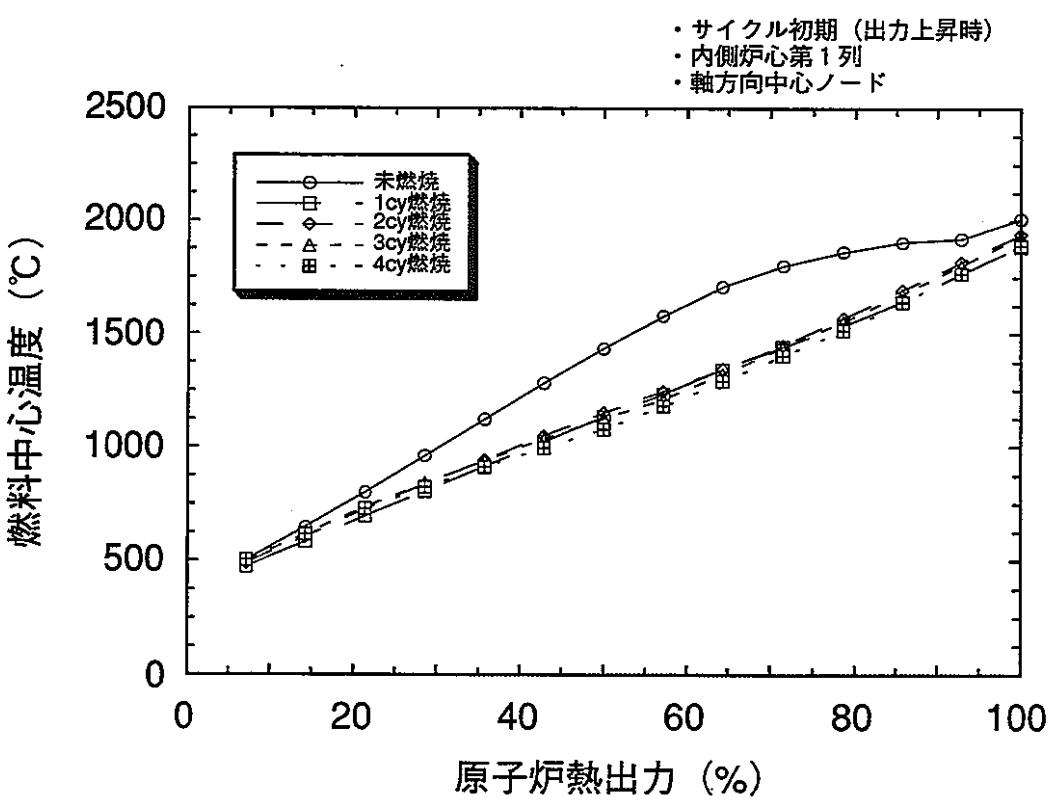
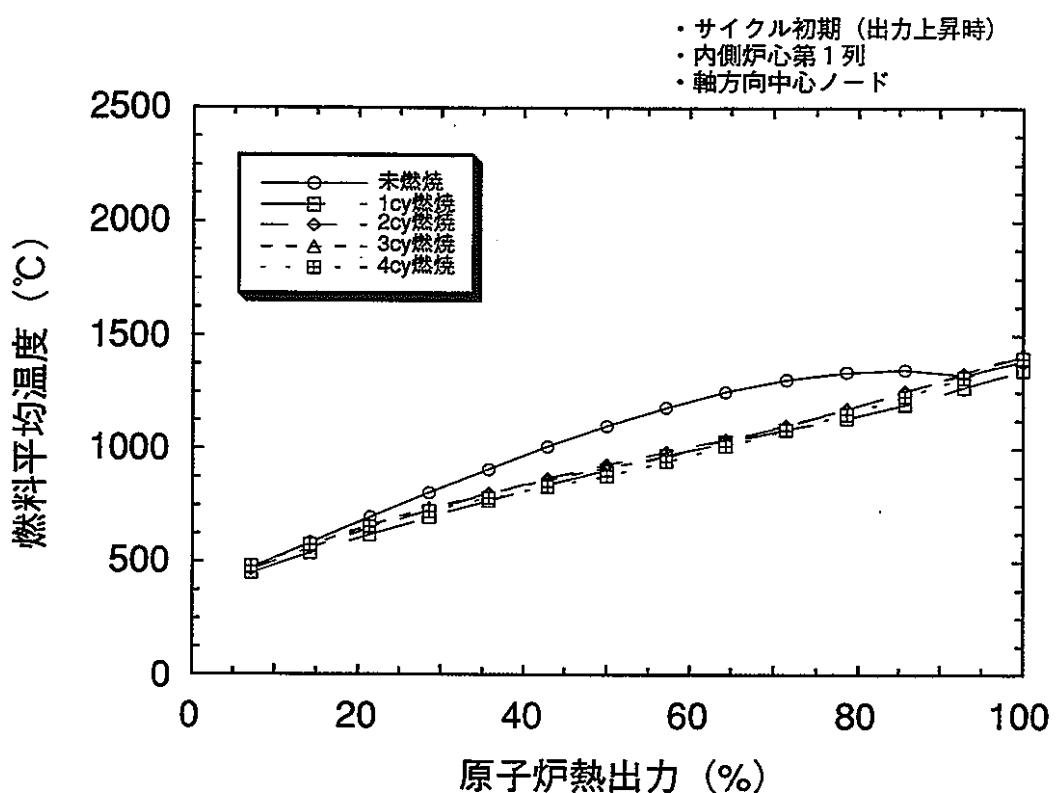


図2.3-3 MK-III標準炉心サイクル初期の内側炉心第1列の燃料温度

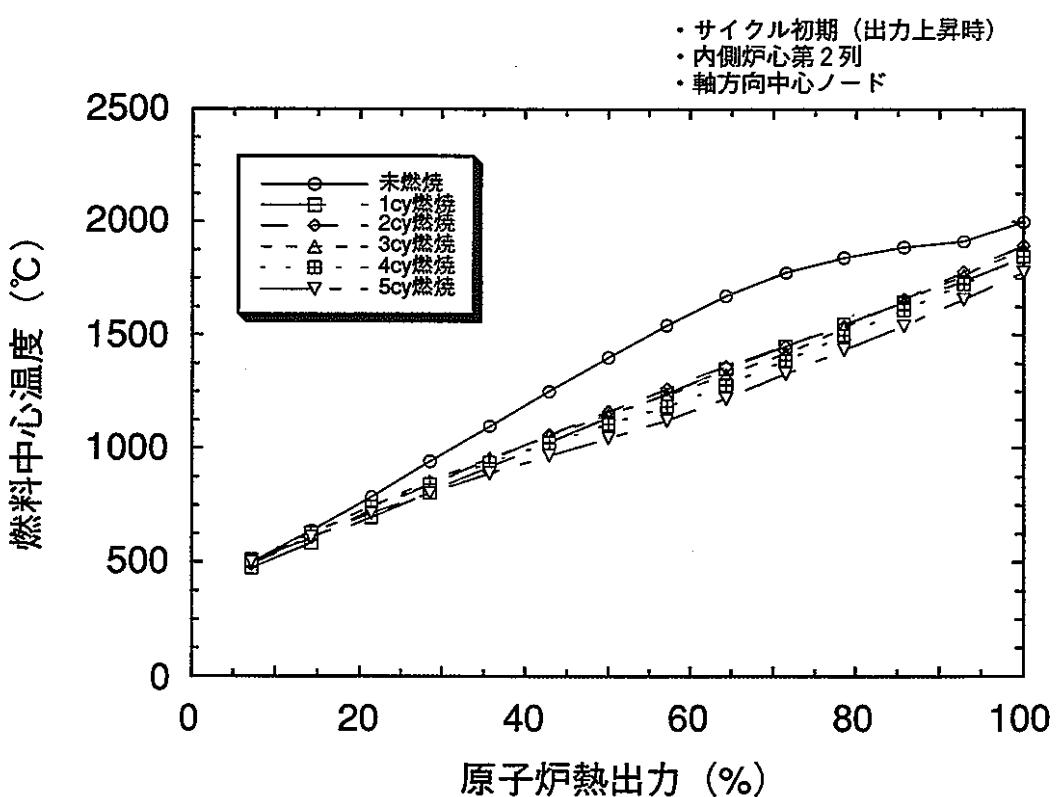
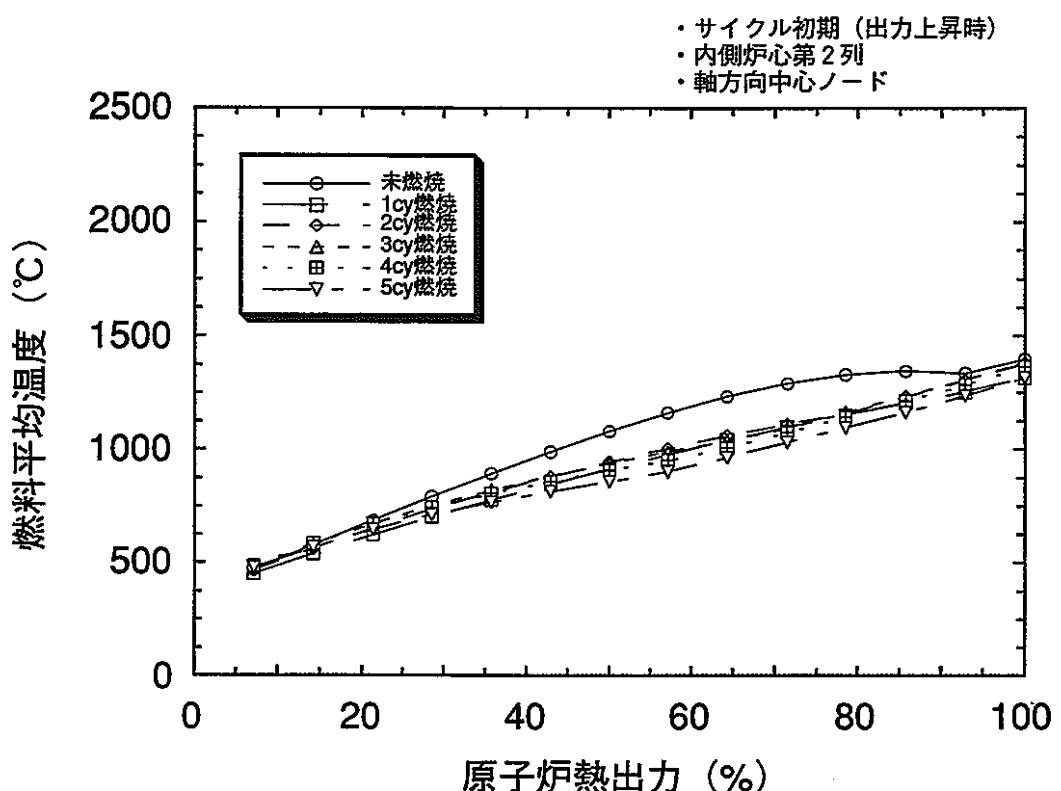


図2.3-4 MK-III標準炉心サイクル初期の内側炉心第2列の燃料温度

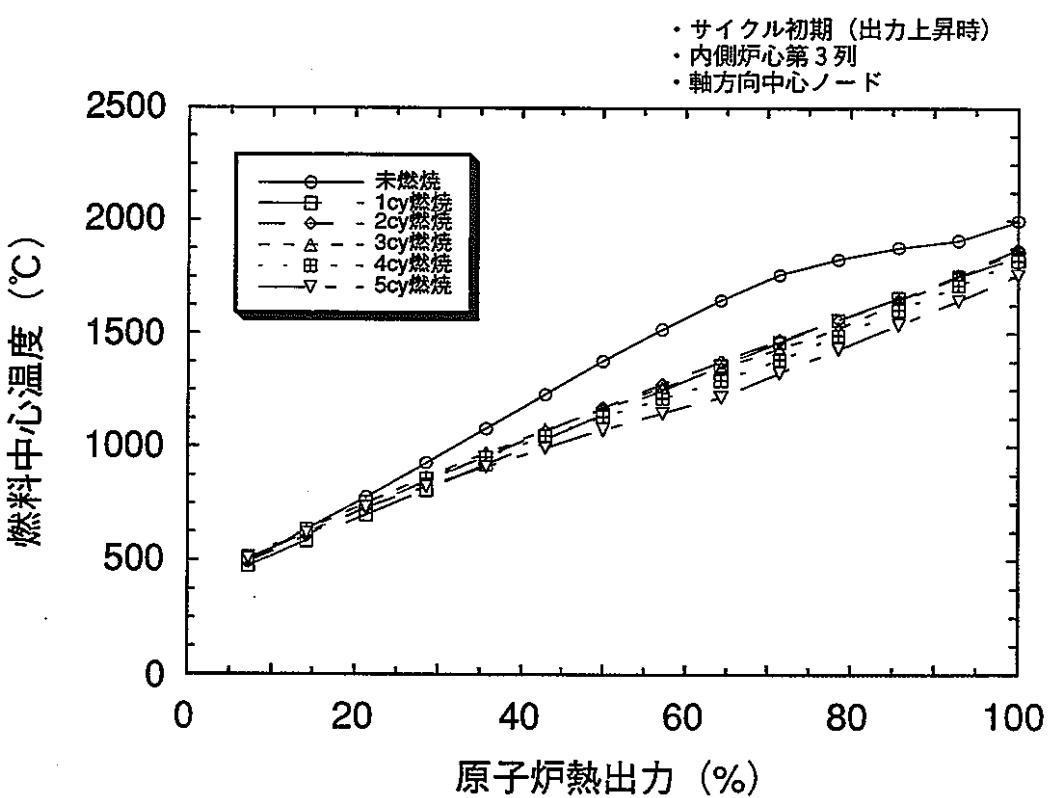
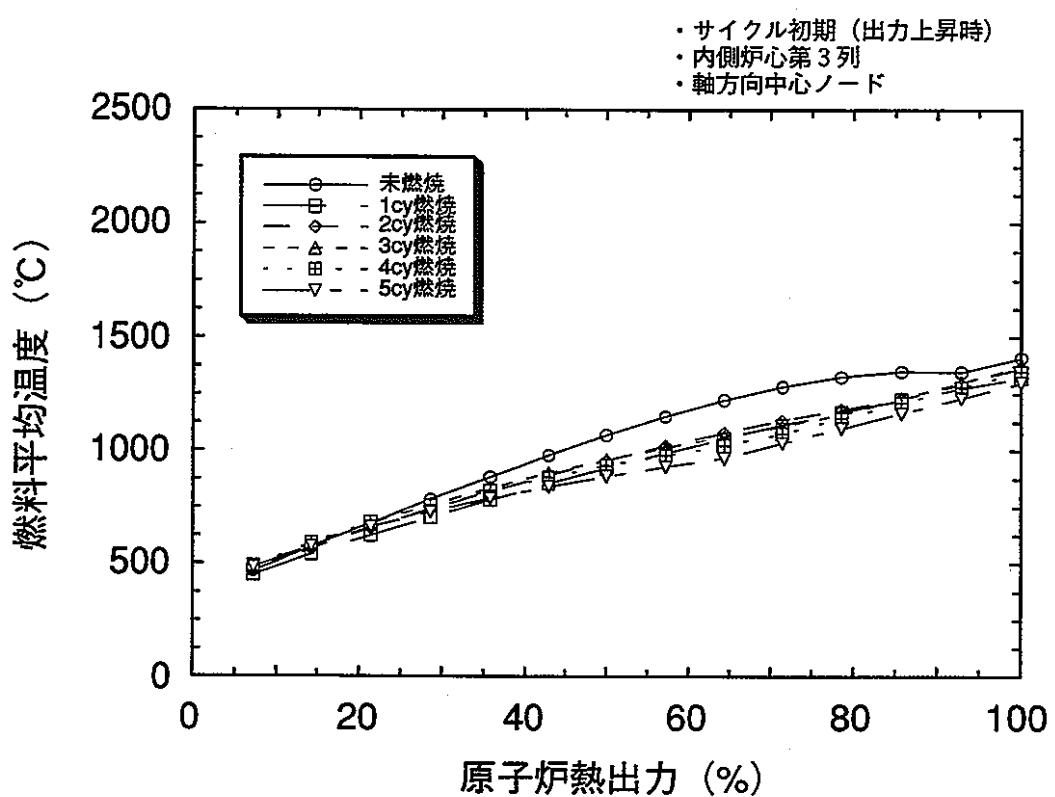


図2.3-5 MK-III標準炉心サイクル初期の内側炉心第3列の燃料温度

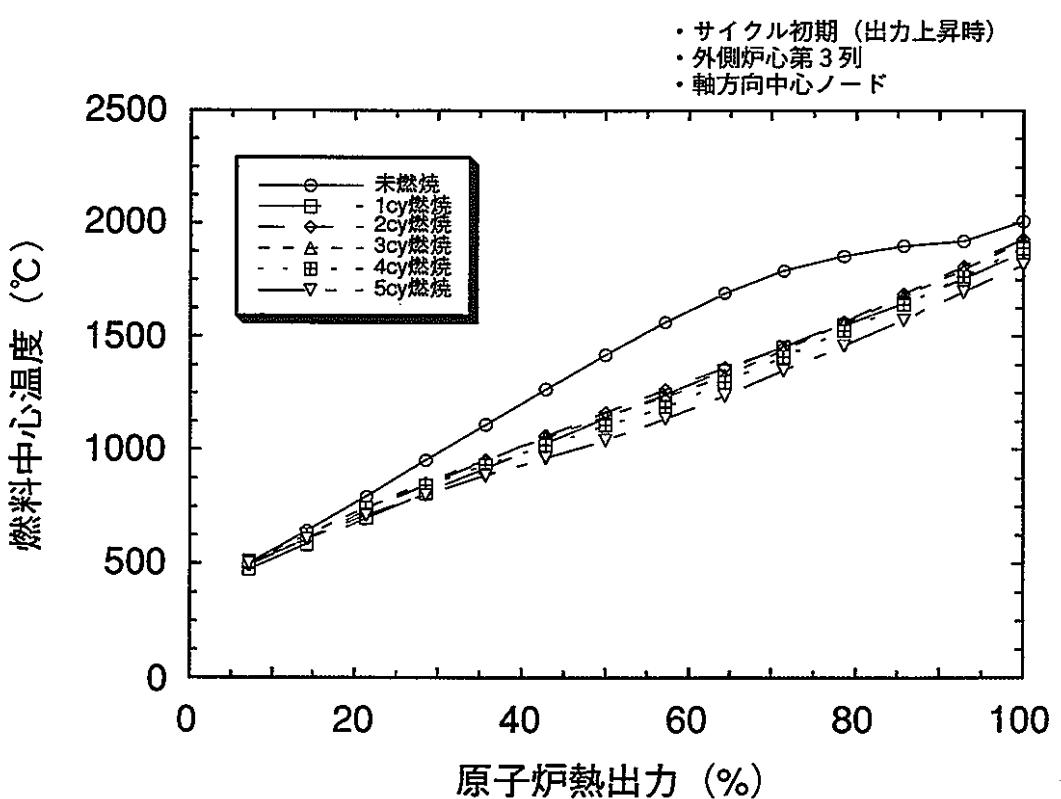
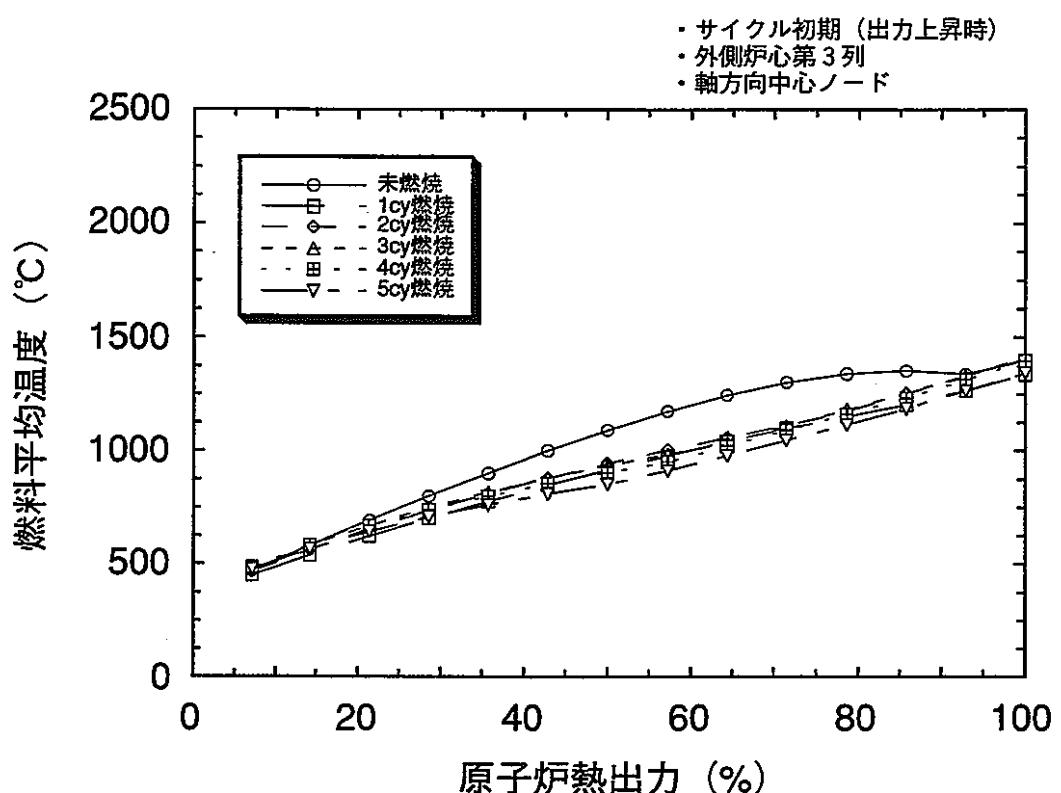


図2.3-6 MK-III標準炉心サイクル初期の外側炉心第3列の燃料温度

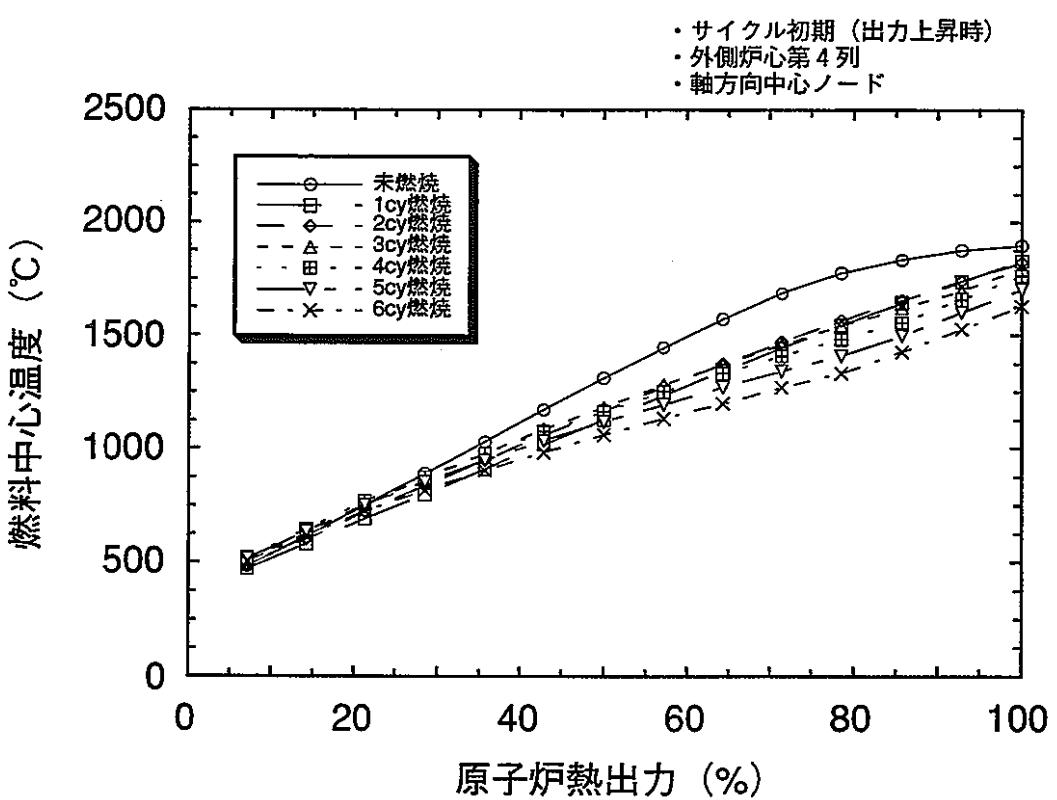
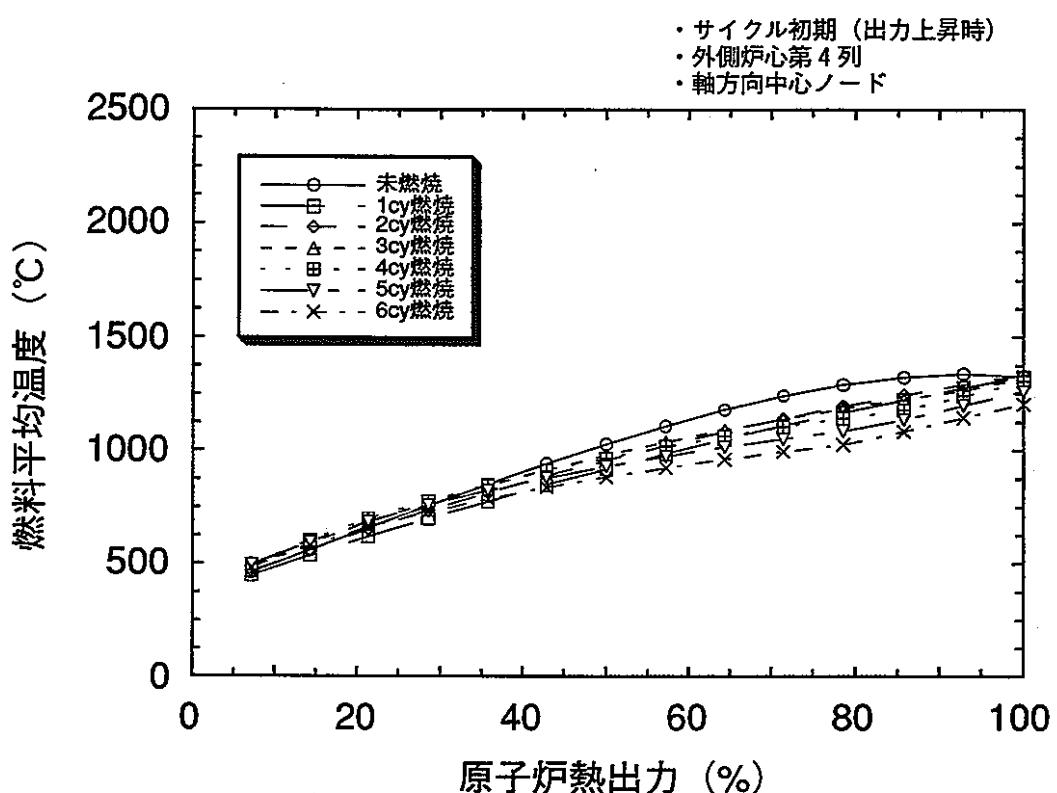


図2.3-7 MK-III標準炉心サイクル初期の外側炉心第4列の燃料温度

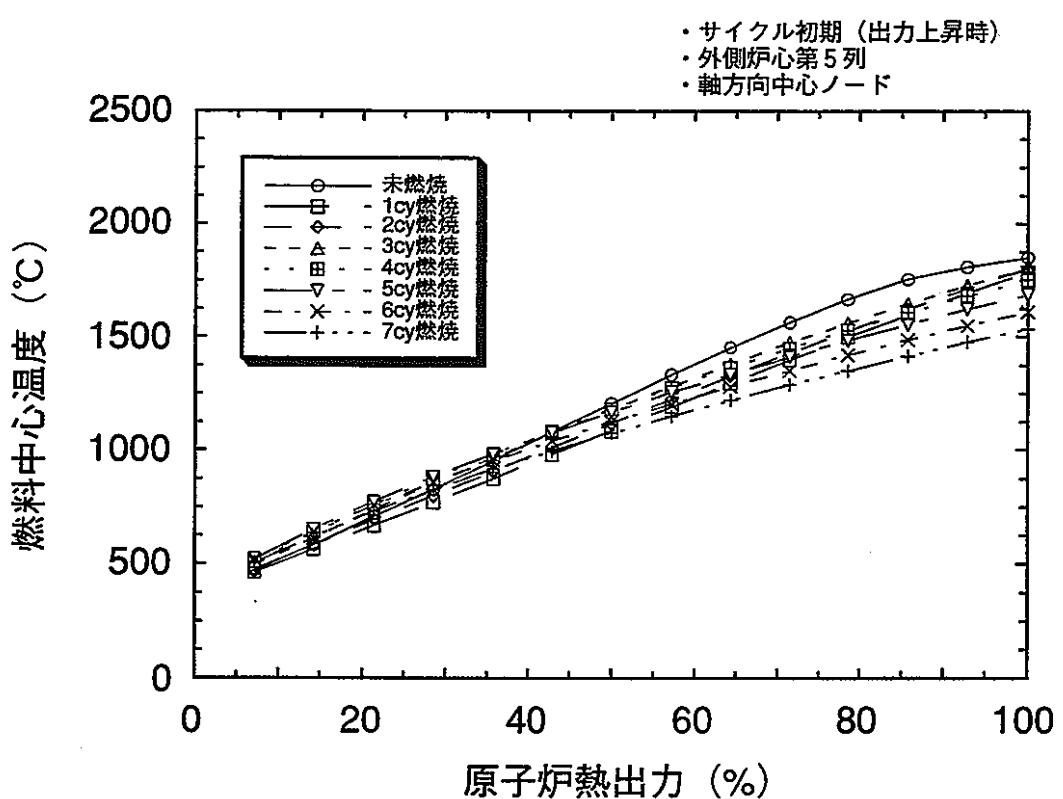
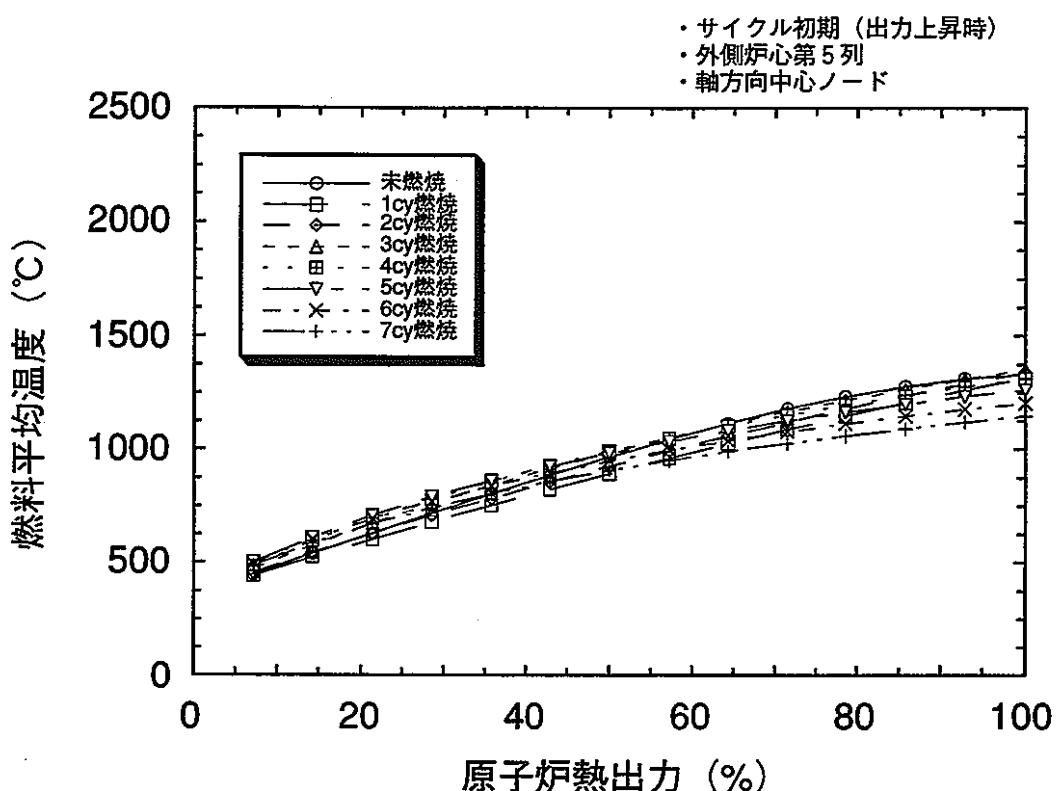


図2.3-8 MK-III標準炉心サイクル初期の内側炉心第5列の燃料温度

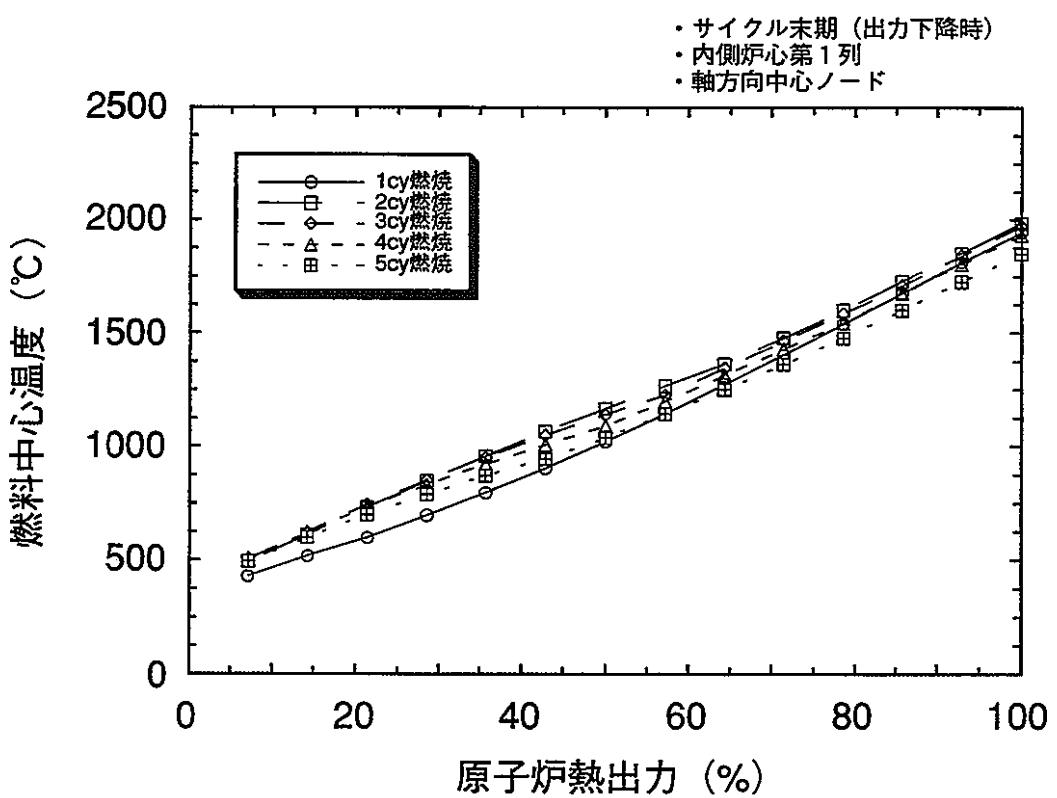
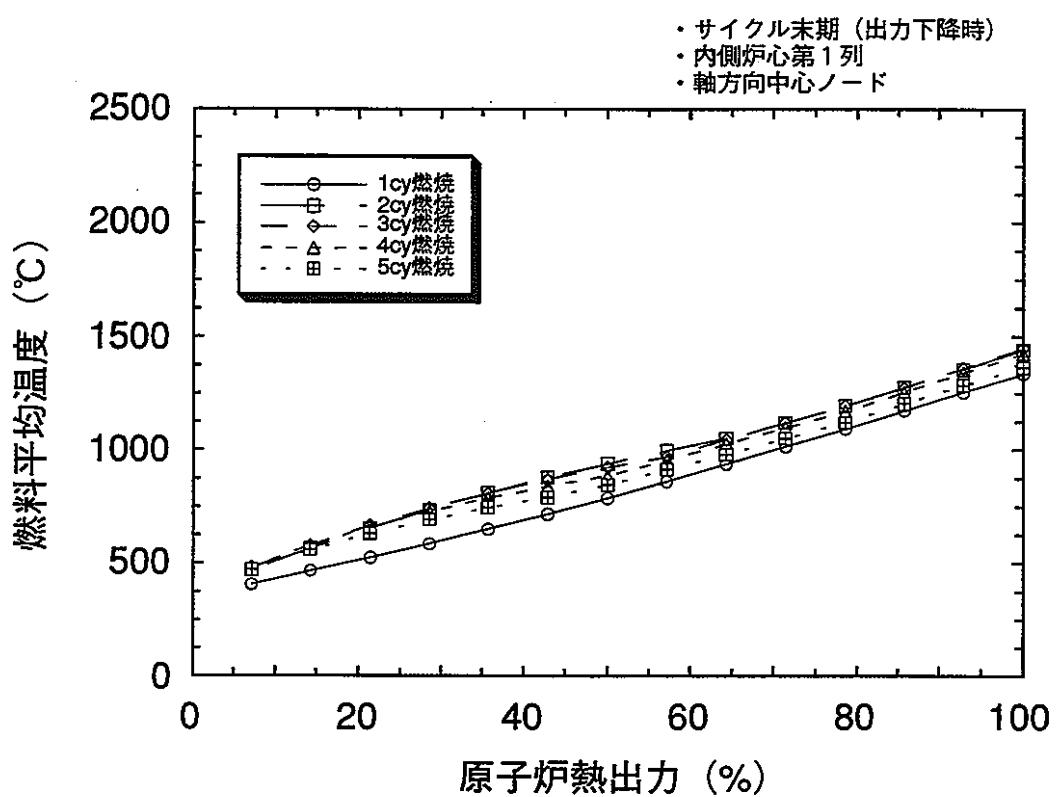


図2.3-9 MK-III標準炉心サイクル末期の内側炉心第1列の燃料温度

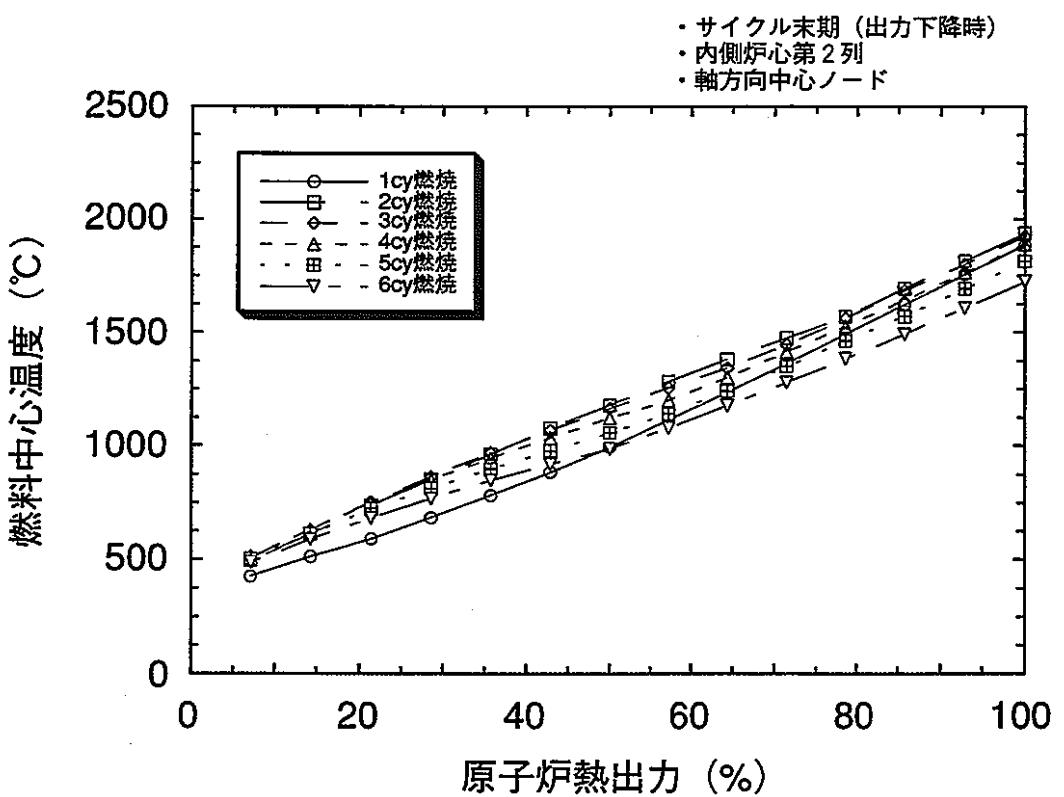
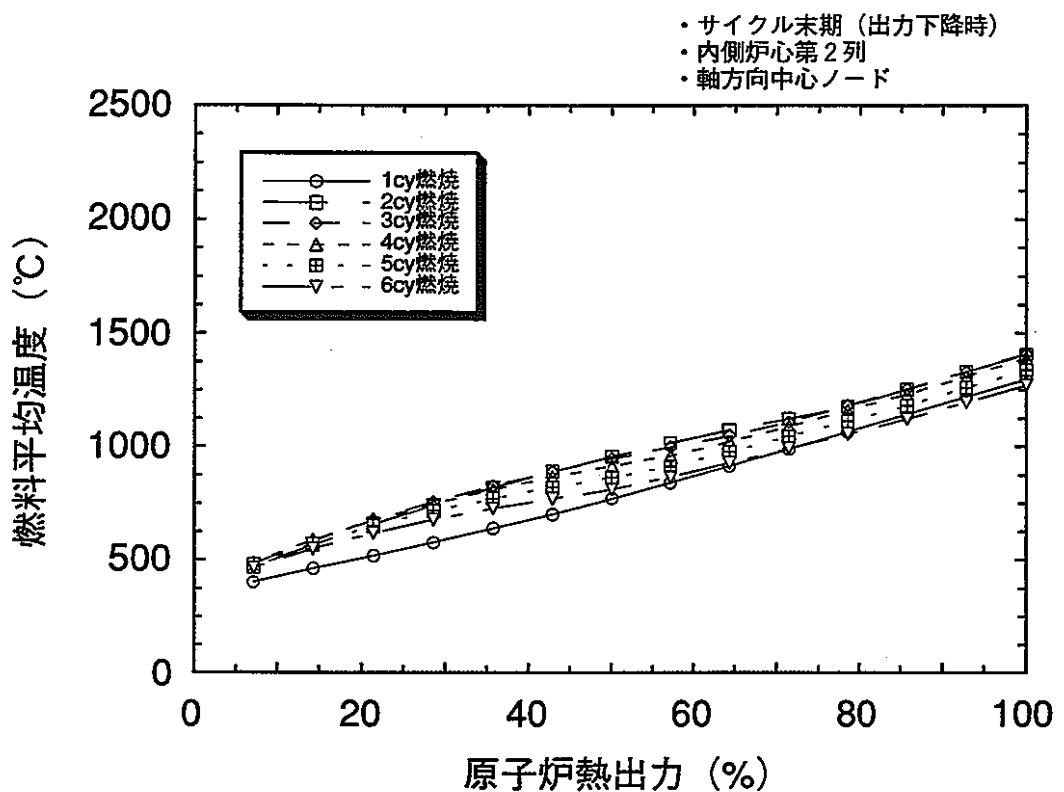


図2.3-10 MK-III標準炉心サイクル末期の内側炉心第2列の燃料温度

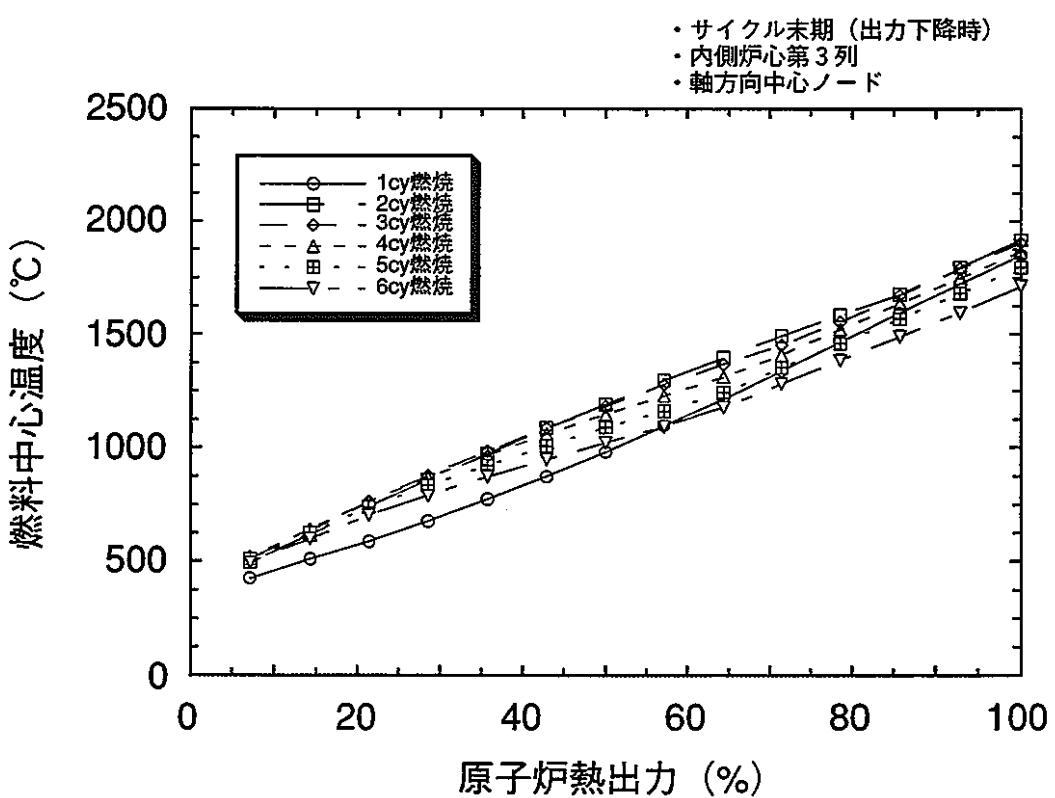
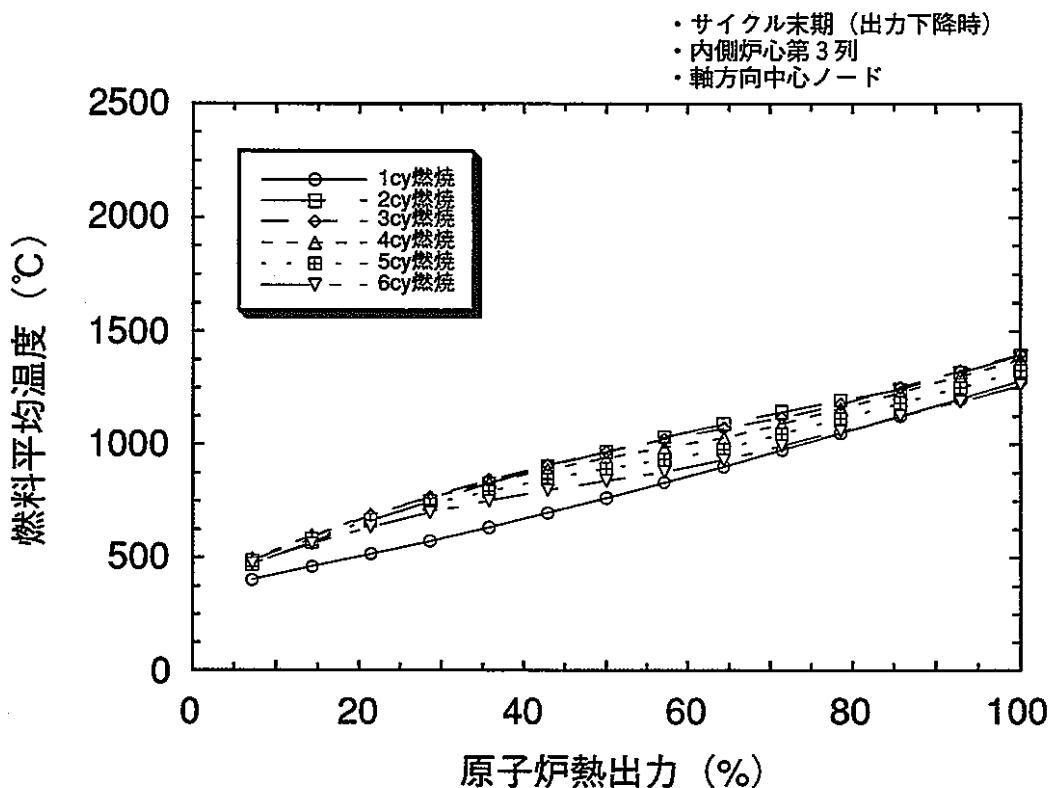


図2.3-11 MK-III標準炉心サイクル末期の内側炉心第3列の燃料温度

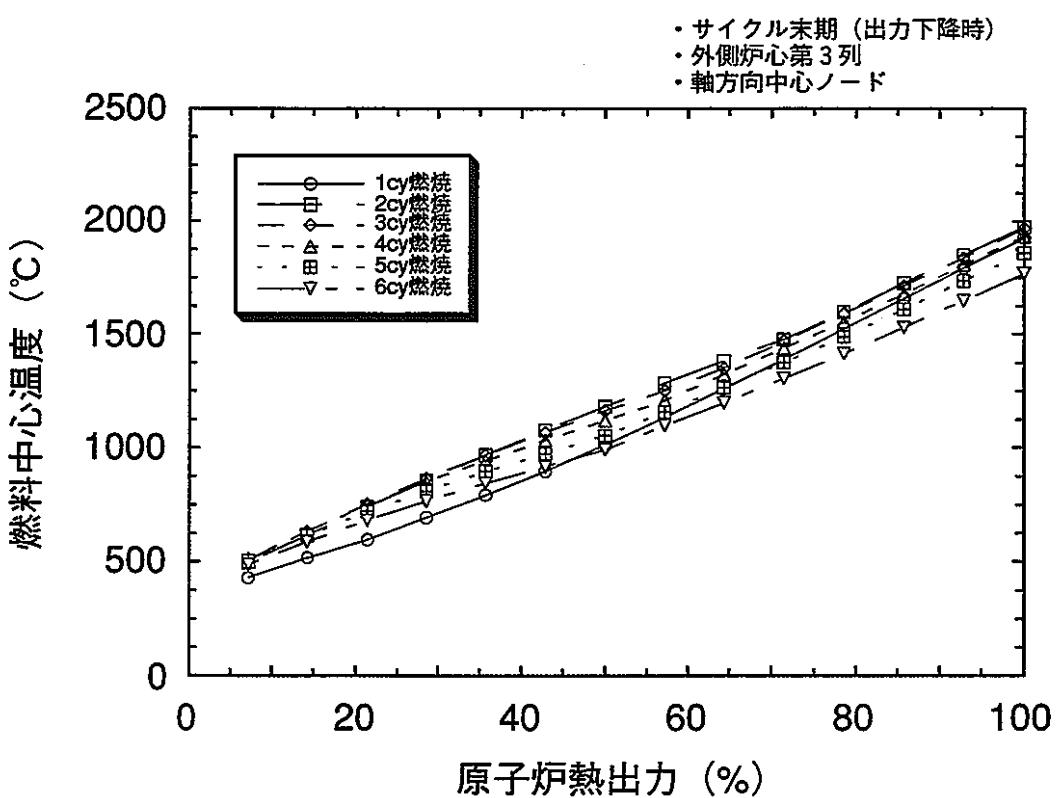
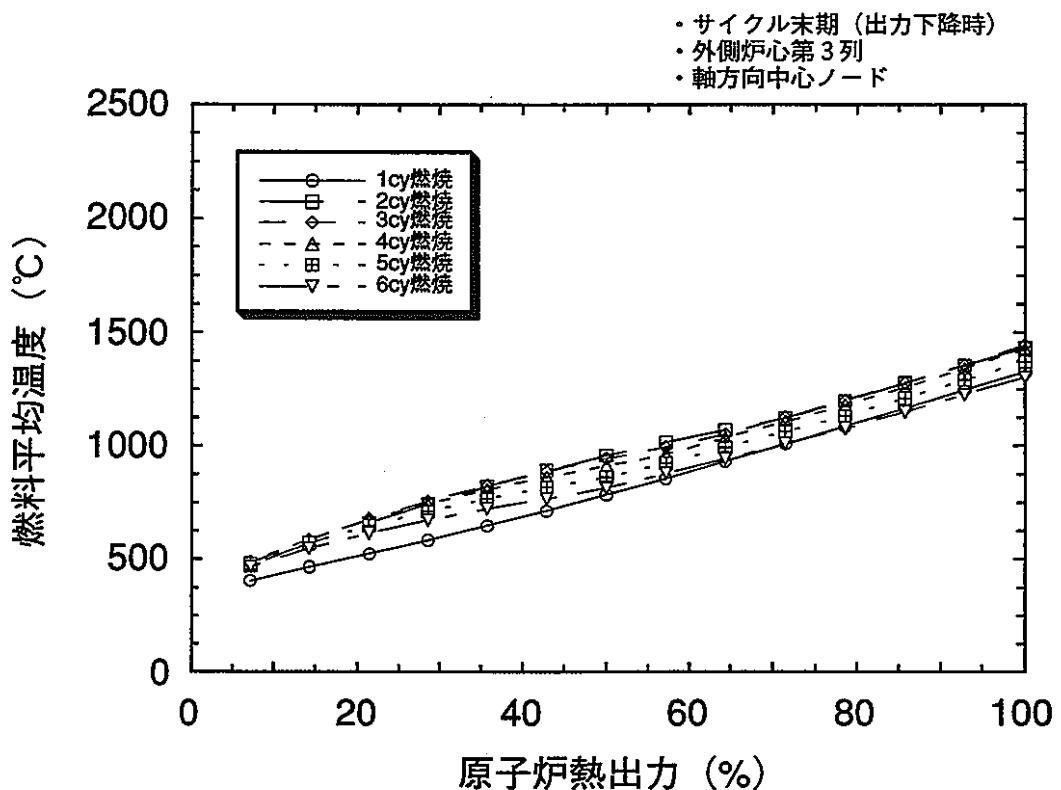


図2.3-12 MK-III標準炉心サイクル末期の外側炉心第3列の燃料温度

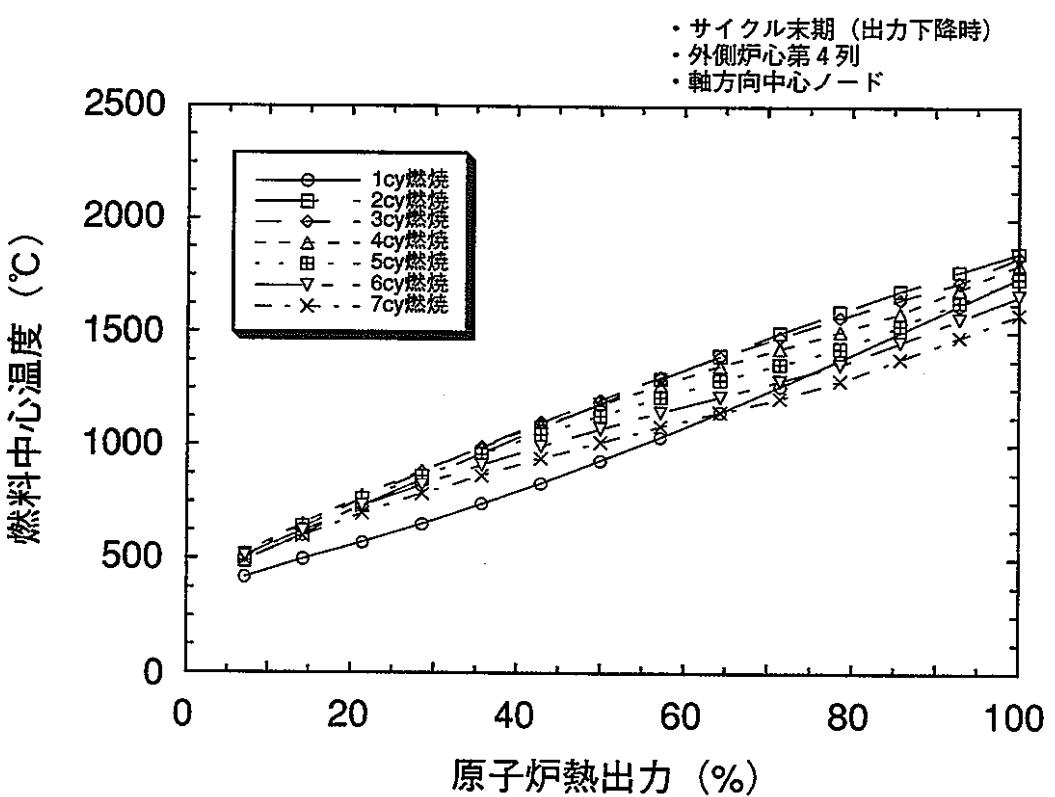
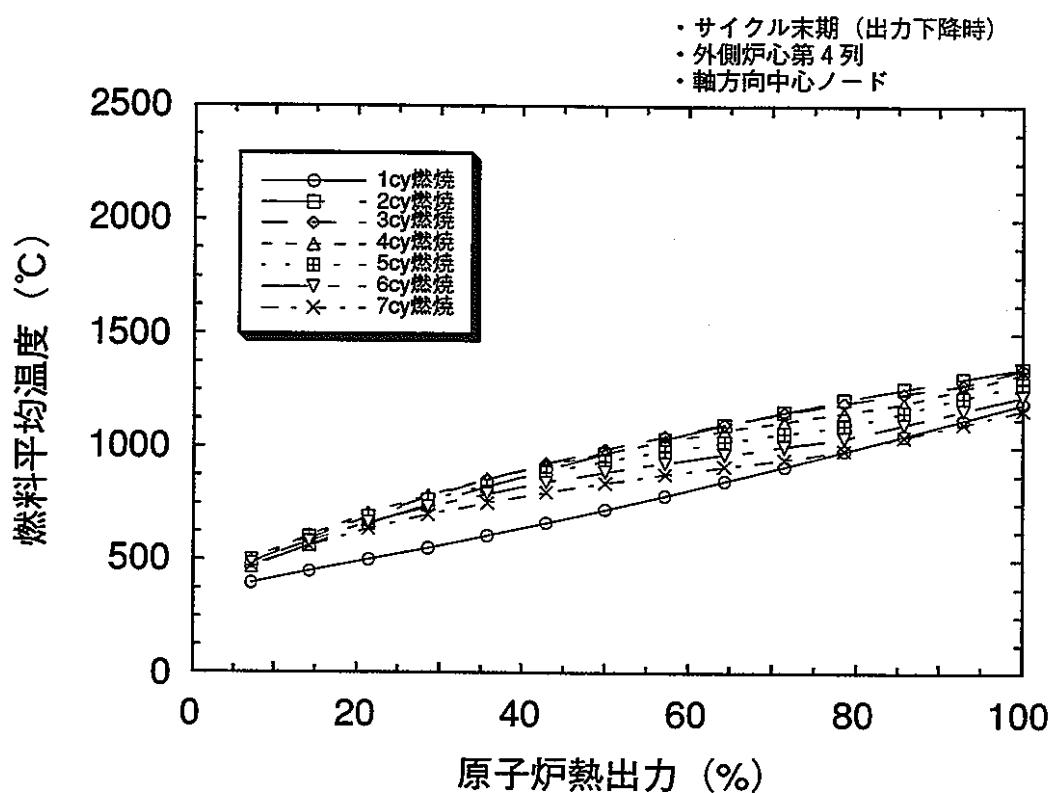


図2.3-13 MK-III標準炉心サイクル末期の外側炉心第4列の燃料温度

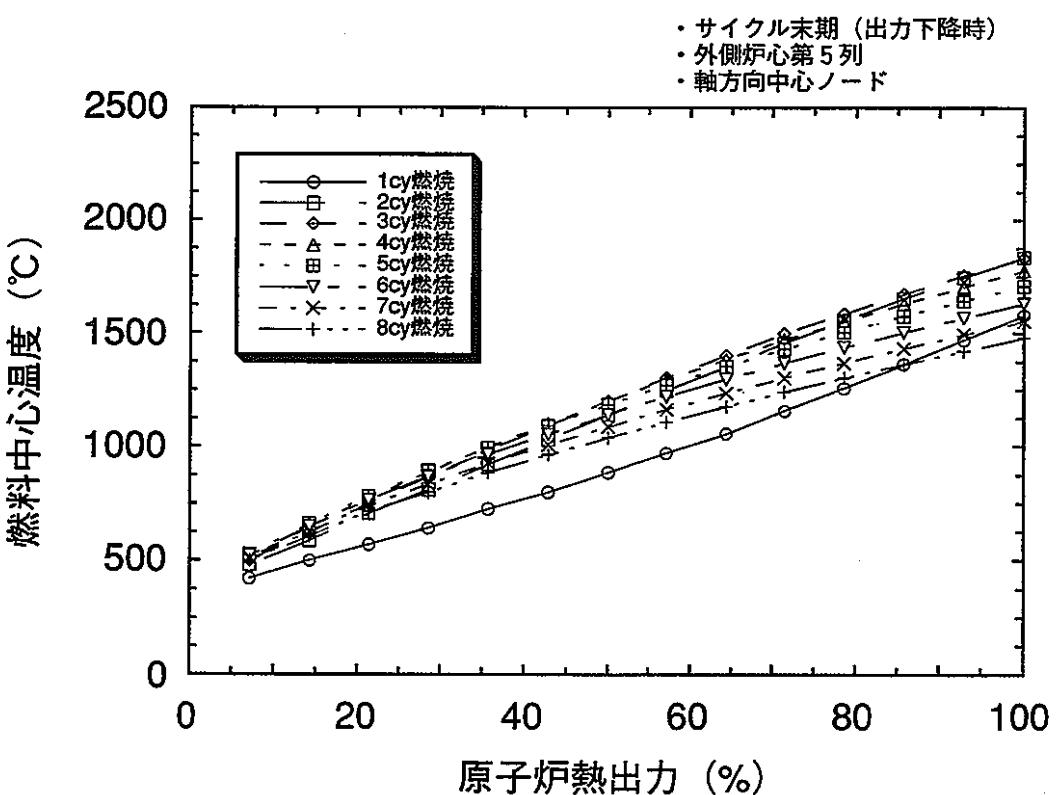
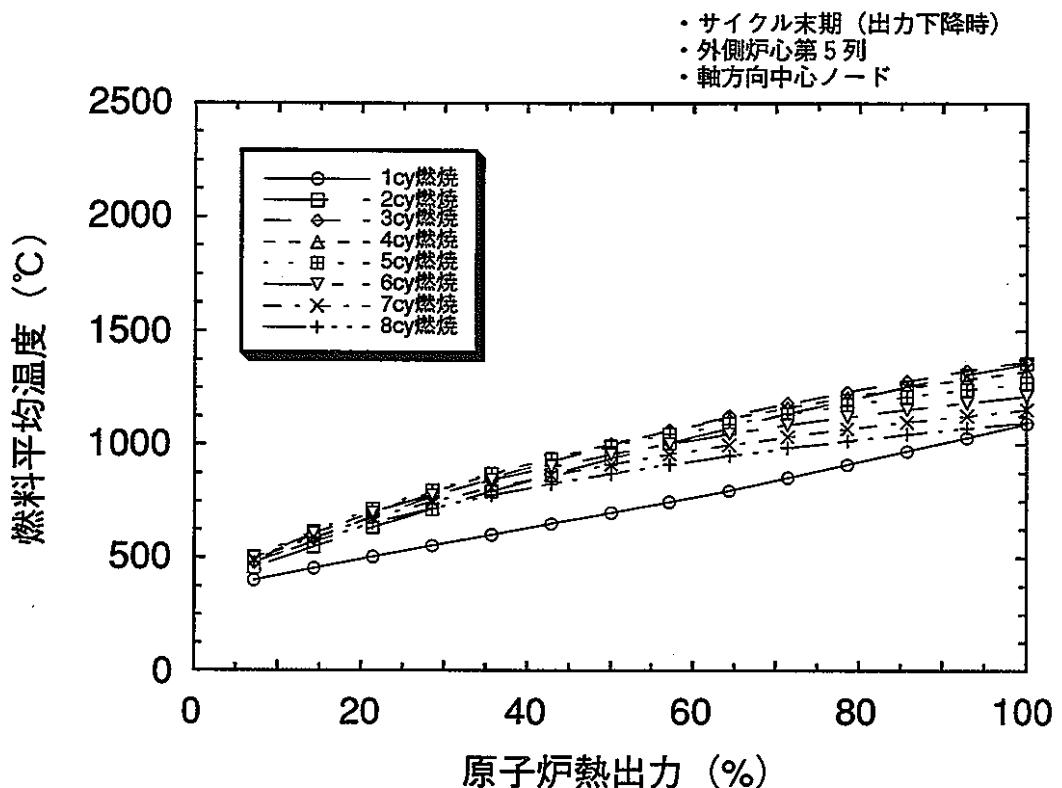


図2.3-14 MK-III標準炉心サイクル末期の外側炉心第 5 列の燃料温度

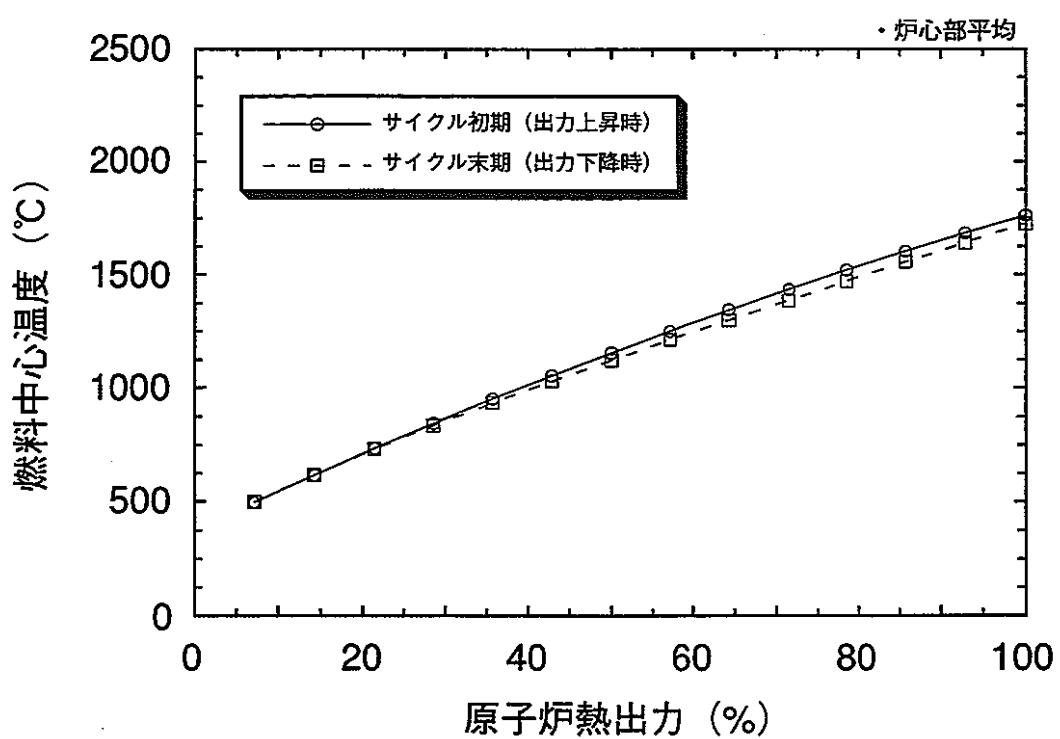
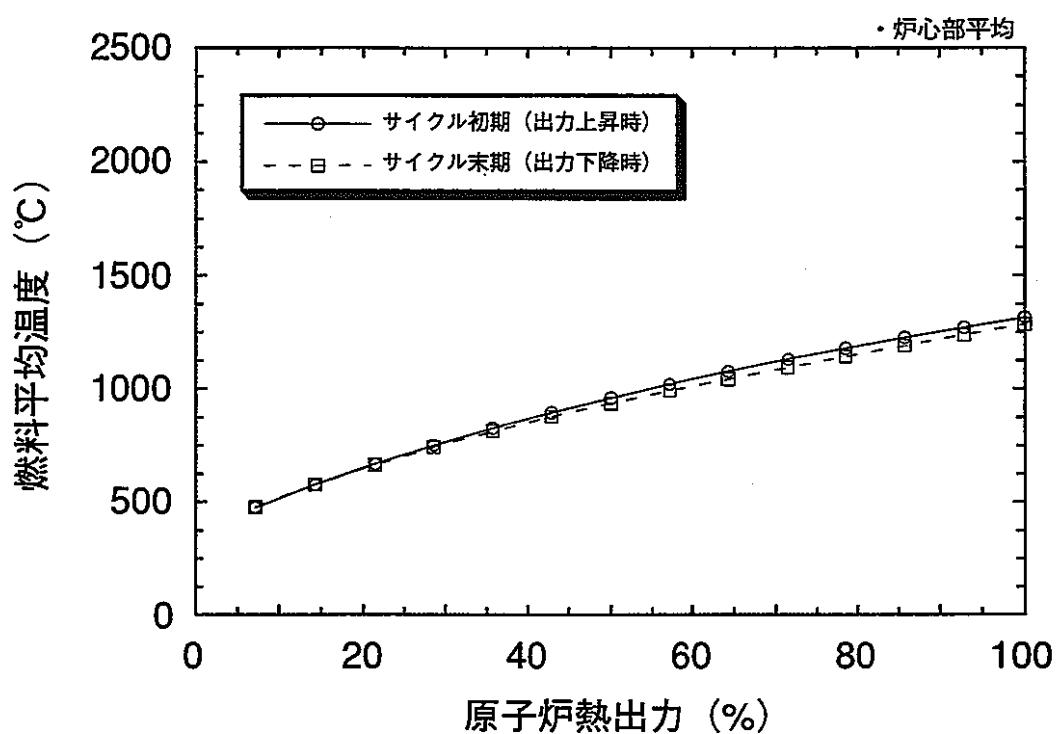


図2.3-15 MK-III標準炉心の廉心部平均燃料温度

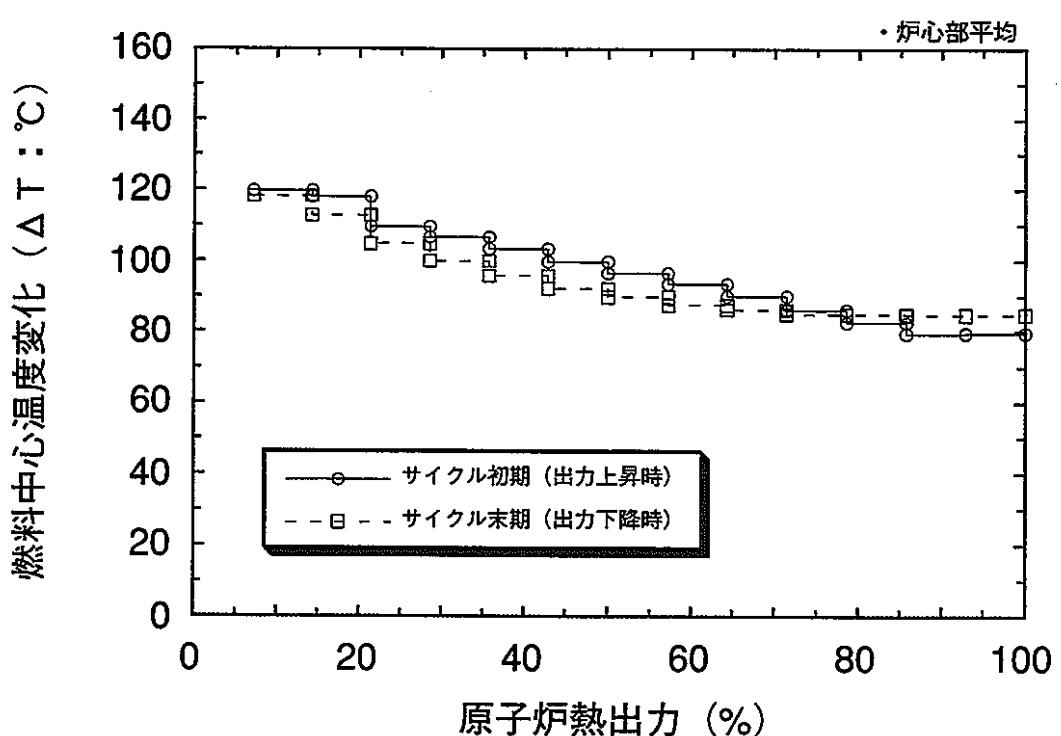
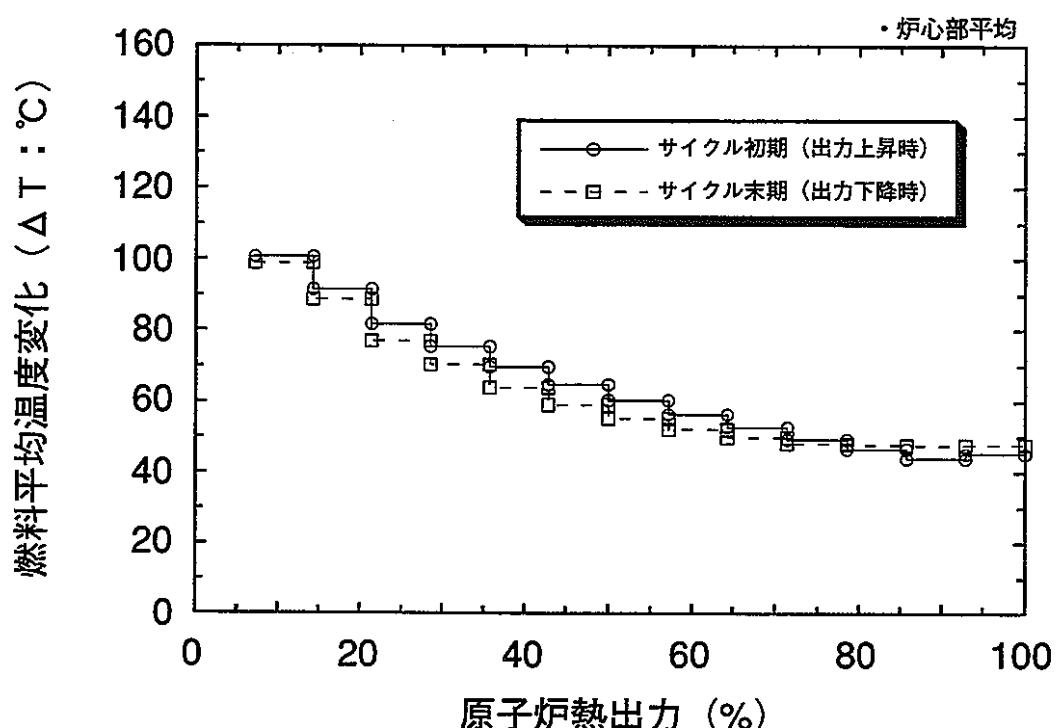


図2.3-16 MK-III標準炉心の炉心部平均に対する各ステップ毎の燃料温度変化 (ΔT)

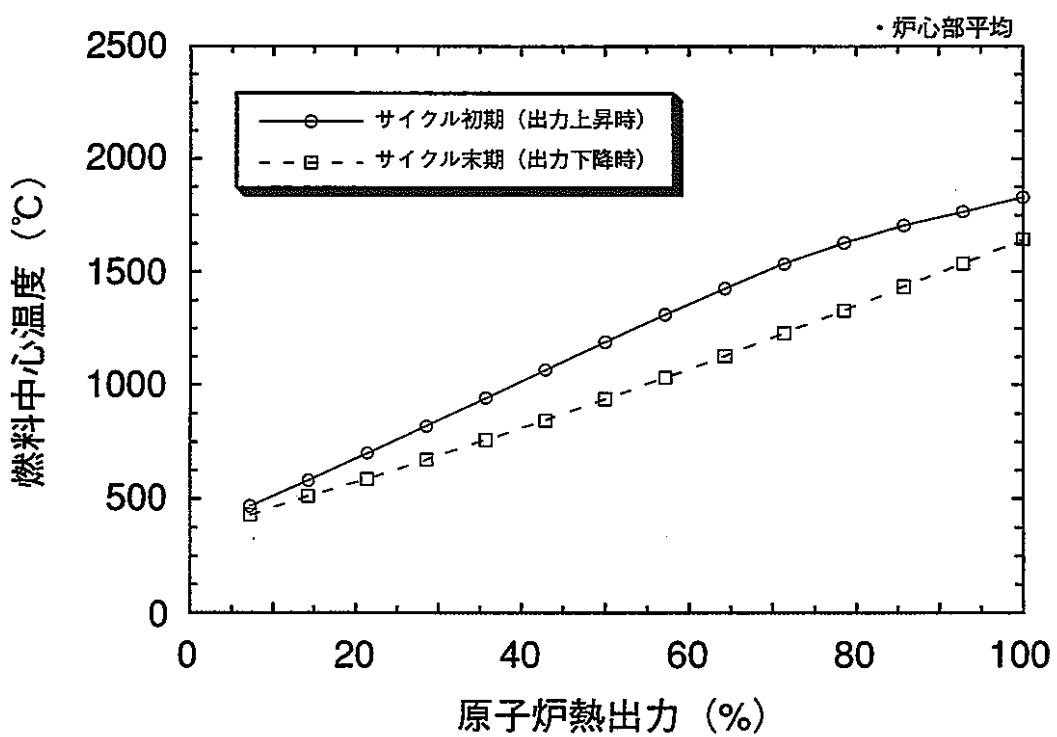
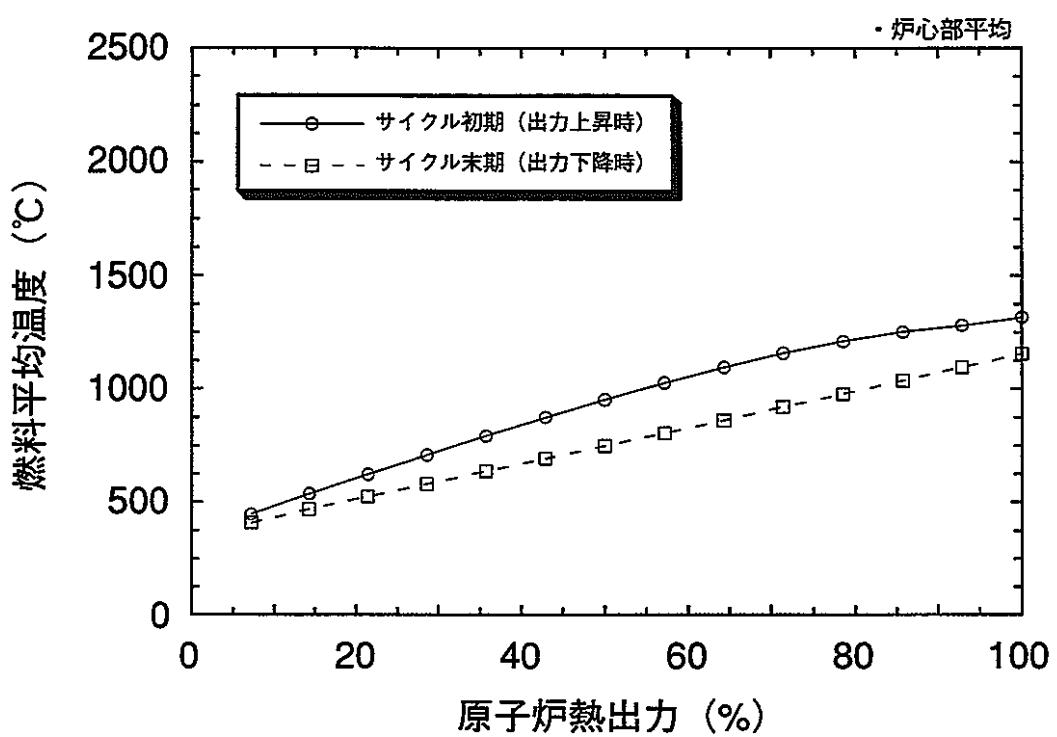


図2.3-17 MK-III初装荷標準炉心の炉心部平均燃料温度

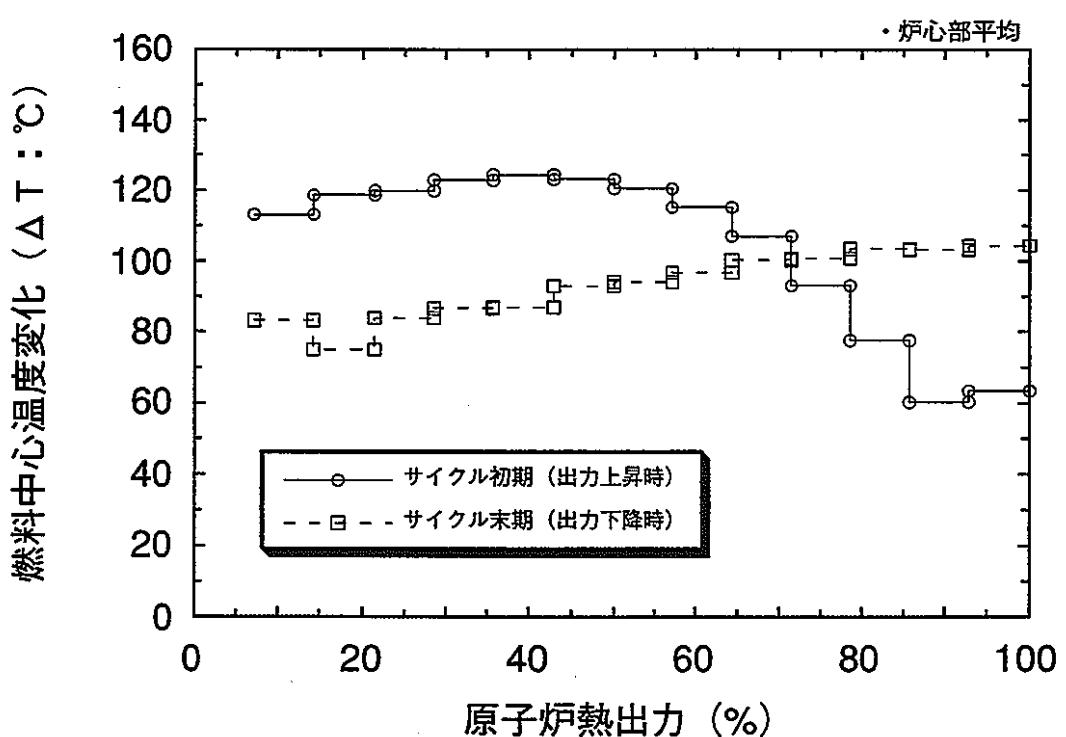
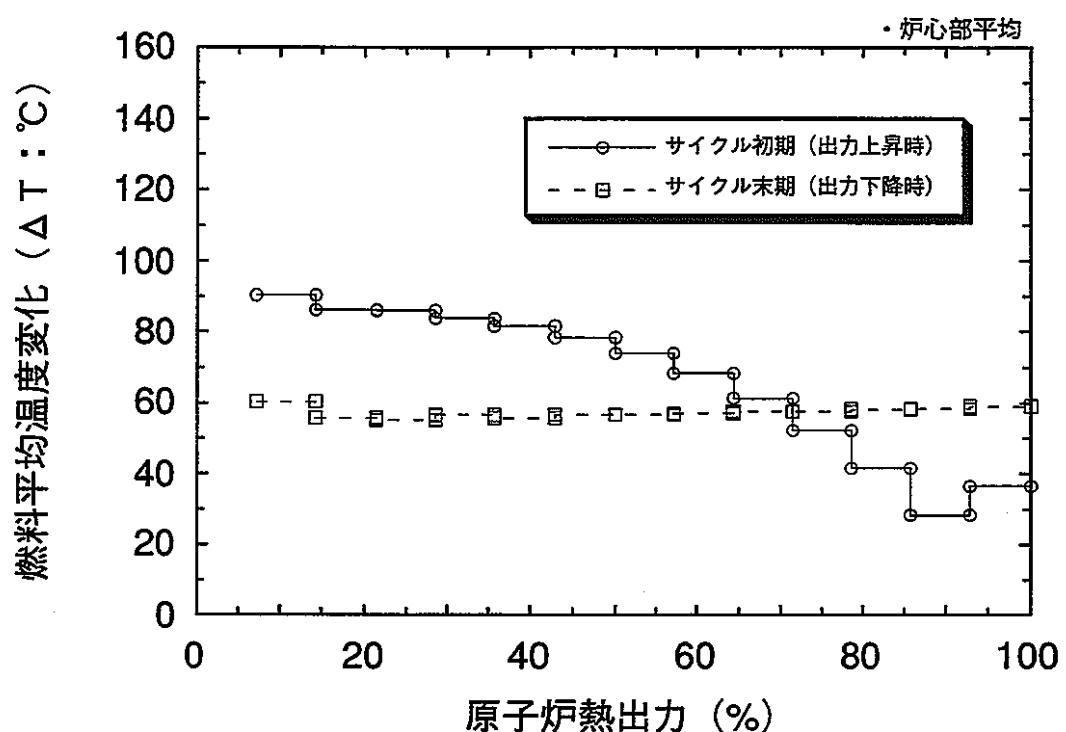


図2.3-18 MK-III初装荷標準炉心の炉心部平均に対する各ステップ毎の燃料温度変化 (ΔT)

2.4 溫度反応度係数の計算

2.4.1 計算方法

温度反応度係数（等温温度反応度係数）は、原子炉を構成する材料が一様に温度変化した場合の膨脹及びドップラー効果等による単位温度変化当たりの反応度変化である。

温度反応度係数算出に必要な核特性値は、燃料、構造材及び冷却材の密度係数、ドップラー係数、軸方向及び径方向の形状係数である。その他、重要な物性値としては、燃料及び構造材の線膨脹率、冷却材の密度変化量である。

炉心構成要素の温度変化による反応度変化の項目は次のとおりである。

ここで考慮している項目は、

- a) 燃料ペレットの膨脹
- b) 被覆管の膨脹
- c) ラッパ管の膨脹
- d) 冷却材の膨張
- e) 炉心支持板の膨脹
- f) ドップラー効果

であり、温度変化による反応度変化の計算方法（温度反応度係数の計算式）は、付録A.3 に示す。

その他の項目として、燃料ペレットの膨脹と制御棒の相対変位に伴う反応度変化があり、この相対変化についても考慮する。相対変位に伴う反応度変化量は、MK-III標準炉心の過剰反応度、制御棒価値及び制御棒ストローク曲線から算出した。

なお、燃料、構造材等の線膨脹率については「もんじゅ」の設計で用いられている評価式を使用した。

2.4.2 計算結果

1) 燃料ペレット膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変化

相対変位に伴う反応度変化は、MK-III標準炉心の過剰反応度、制御棒価値及び制御棒ストローク曲線から算出した。過剰反応度の内訳を表2.4-1に示し、制御棒ストローク曲線を図2.4-1に示す。また、制御棒価値は、動燃殿支給（技-7-191）の下記のデータを使用した。

制御棒価値（6本の合計値）： $10.97\% \Delta k/kk'$

この制御棒価値は、計算値($11.31 \% \Delta k/kk'$)に常陽照射用炉心の性能試験解析に基づく補正(0.97)を考慮した値である。

過剰反応度、制御棒価値（含む補正係数）及び制御棒ストローク曲線のデータは動燃殿支給値（技-7-187、技-7-191）を使用した。

上記データから、MK-III標準炉心の温度反応度係数計算時の燃料ペレット膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変を算出した。サイクル初期及びサイクル末期の単位長さ当たりの反応度変化を表2.4-2に示す。

サイクル末期では、燃焼欠損反応度 約 $1.9\% \Delta k/kk'$ の分だけ制御棒が引き抜かれているために、単位長さ当たりの反応度変化は約 $0.06\% \Delta k/kk' / cm$ 小さくなっている。また、 $170^\circ C$ から $250^\circ C$ までの燃料ペレット軸方向膨張量は、表2.4-3に示すように約 $0.04cm$ である。

温度上昇に伴い燃料ペレットが軸方向に膨張（下部は固定されているために上方の膨張）すると、制御棒は相対的に挿入された状態になり、負の反応度が投入される。従って、サイクル初期及びサイクル末期における燃料ペレットの軸方向膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変化は下記のようになる。

相対変位に伴う反応度変化

サイクル初期 $-0.1321 \times 10^{-3} \% \Delta k/kk' / ^\circ C$

サイクル末期 $-0.1020 \times 10^{-3} \% \Delta k/kk' / ^\circ C$

2) 温度反応度係数

MK-III標準炉心のサイクル初期及びサイクル末期の温度反応度係数の計算結果を表2.4-4 及び表2.4-5 に示す。温度反応度係数は、サイクル初期及びサイクル末期ともに約 $-4.4 \times 10^{-3} \% \Delta k / kk' / ^\circ C$ である。

ここで、平成6年度実施した”「常陽」における安全特性試験の予備計算”の第27サイクルの温度反応度係数の測定値と解析値をまとめると下記のとおりである。

測定値 (E)	$-4.0 \times 10^{-3} \% \Delta k / kk' / ^\circ C$
計算値 (C)	$-4.7 \times 10^{-3} \% \Delta k / kk' / ^\circ C$
E / C	0.85

従って、上記計算値にE/C補正係数を考慮すると、MK-III標準炉心の温度反応度係数の予測値は、下記の程度になる。

MK-III標準炉心の温度反応度係数 約 $-3.7 \times 10^{-3} \% \Delta k / kk' / ^\circ C$

MK-III炉心（標準炉心）とMK-II炉心（第27サイクル炉心）のサイクル初期及びサイクル末期の温度反応度係数の比較を表2.4-6 及び表2.4-7 に示す。なお、吸収材膨張効果は小さいので無視した。MK-III炉心の温度反応度係数は、MK-II炉心に比べて約10% 絶対値が小さくなっている。また、温度反応度係数の成分毎に割合を比較すると、燃料ペレット膨張効果はほぼ同じであるが、他の膨張効果には5%程度の差が生じている。

温度反応度係数の主成分としては、冷却材膨張と炉心支持板膨張の効果が大きく約70% を占めている。MK-III炉心とMK-II炉心では、こ

の冷却材膨張効果と炉心支持板膨張効果の割合が逆転しているのが特徴といえる。また、温度反応度係数の合計に対する割合としては約25%と小さいが、構造材膨張効果とドップラー効果の割合も逆転している。

MK-III炉心とMK-II炉心の温度反応度係数の差は、炉心形状（炉心高さ、炉心燃料集合体数）、2領域化（出力平坦化）等の違いによる反応度係数の変化が主要因と考えられる。

表2.4-1 MK-III標準炉心の過剰反応度の内訳^{*1)}

項目	反応度 (%Δk/kk')
定格出力時の最大過剰反応度	2.8
燃焼補償用	1.9
運転余裕用	0.9
温度補償用及び出力補償用	1.67
100°C～250°C	0.58
250°C～350°C	0.39
350°C～定格出力	0.70
低温時(100°C)の最大過剰反応度	約4.5

*1) 動燃殿支給値 (技-7-187、技-7-191)

表2.4-2 燃料膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変化
－ 温度反応度係数計算時－

	サイクル初期		サイクル末期	
	過剰反応度 ^{*1)}	制御棒挿入量 ^{*2)}	過剰反応度 ^{*1)}	制御棒挿入量 ^{*2)}
100°C	4.5% $\Delta k/kk'$	29.27cm	2.6% $\Delta k/kk'$	21.30cm
250°C	3.9% $\Delta k/kk'$	26.93cm	2.0% $\Delta k/kk'$	18.27cm
反応度変化	約0.26% $\Delta k/kk' / cm$		約0.20% $\Delta k/kk' / cm$	

*1) 過剰反応度の内訳（表2.4-1）から算出した。

*2) 制御棒価値（10.97% $\Delta k/kk'$ ）と制御棒ストローク曲線（図2.4-1）から算出した。

過剰反応度の内訳、制御棒価値及び制御棒ストローク曲線は、動燃殿支給データ（技-7-18
7、技-7-191）である。

表2.4-3 MK-III標準炉心の等温時の燃料軸方向膨張量

燃料領域 ¹⁾		
250 °C	delta exp %	0.0786
↑	exp p1 %	0.2259
170 °C	exp p0 %	0.1473
	core-h p1 cm	52.5184
	core-h p0 cm	52.4772
	delta-h cm	0.0412

*1) インシュレータペレットを含む。

表2.4-4 MK-III標準炉心のサイクル初期の温度反応度係数

		(× 10 ⁻³ %Δk/kk' / °C)					
	燃料領域 ^{*1)}	上部反射体	下部反射体	径反射体	中性子遮蔽体	制御棒	合 計
250 °C	燃料ペレット膨張効果	-0.3149	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.3149
↑	構造材膨張効果	-0.1208	-0.0609	-0.0870	-0.1794	-0.0022	-0.0307
170 °C	1) 被覆管	-0.0948	-0.0484	-0.0737	-0.1578	-0.0018	-0.0178
	2) ラッパ管	-0.0260	-0.0125	-0.0132	-0.0216	-0.0004	-0.0129
	冷却材膨張効果	-0.4691	-0.1135	-0.3102	-0.1725	-0.0042	-0.2103
	炉心支持板膨張効果	-1.3327	-0.0491	0.0246	-0.1819	0.0025	0.0162
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0020
	ドップラー効果	-0.5337	-0.0087	-0.0203	-0.0539	0.0000	-0.0063
合 計		-2.7712	-0.2321	-0.3929	-0.5877	-0.0036	-0.2293
燃料ペレットの軸方向膨張と制御棒の相対変位効果 (-0.1321 × 10 ⁻³ %Δk/kk' / °C) を考慮すると							-4.3489

*1) インシュレータペレットを含む。

表2.4-5 MK-III標準炉心のサイクル末期の温度反応度係数

		$(\times 10^{-3} \% \Delta k / kk' / {}^\circ C)$					
燃料領域 ^{*1)}		上部反射体	下部反射体	径反射体	中性子遮蔽体	制御棒	合 計
250 °C	燃料ペレット膨張効果	-0.3223	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.3223
	↑ 構造材膨張効果	-0.1212	-0.0623	-0.0889	-0.1829	-0.0023	-0.0312
170 °C	1) 被覆管	-0.0953	-0.0495	-0.0753	-0.1609	-0.0019	-0.0181
	2) ラッパ管	-0.0260	-0.0128	-0.0135	-0.0220	-0.0004	-0.0131
冷却材膨張効果		-0.4733	-0.1161	-0.3170	-0.1759	-0.0044	-0.2140
炉心支持板膨張効果		-1.3623	-0.0502	0.0251	-0.1855	0.0026	0.0167
吸収材膨張効果		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0021
ドップラー効果		-0.5516	-0.0090	-0.0210	-0.0554	0.0000	-0.0065
合 計		-2.8307	-0.2376	-0.4017	-0.5997	-0.0038	-0.2332
燃料ペレットの軸方向膨張と制御棒の相対変位効果 ($-0.1020 \times 10^{-3} \% \Delta k / kk' / {}^\circ C$) を考慮すると							-4.4087

*1) インシュレータペレットを含む。

表2.4-6 MK-III炉心とMK-II炉心の温度反応度係数の比較（サイクル初期）

	(× 10 ⁻³ %Δk/kk' / °C)	
	MK-III ^{*1)}	MK-II ^{*2)}
燃料ペレット膨張効果	-0.315 [7.5] ^{*3)}	-0.334 [7.3]
構造材膨張効果	-0.481 [11.4]	-0.696 [15.2]
冷却材膨張効果	-1.280 [30.3]	-1.603 [35.1]
炉心支持板膨張効果	-1.520 [36.0]	-1.397 [30.6]
ドップラー効果	-0.623 [14.8]	-0.540 [11.8]
合 計	-4.219 [100.0]	-4.570 [100.0]

表2.4-7 MK-III炉心とMK-II炉心の温度反応度係数の比較（サイクル末期）

	(× 10 ⁻³ %Δk/kk' / °C)	
	MK-III ^{*1)}	MK-II ^{*2)}
燃料ペレット膨張効果	-0.322 [7.5] ^{*3)}	-0.329 [7.1]
構造材膨張効果	-0.489 [11.3]	-0.707 [15.3]
冷却材膨張効果	-1.301 [30.2]	-1.638 [35.4]
炉心支持板膨張効果	-1.554 [36.1]	-1.392 [30.0]
ドップラー効果	-0.643 [14.9]	-0.566 [12.2]
合 計	-4.309 [100.0]	-4.682 [100.0]

*1) MK-III ; 標準炉心

*2) MK-II ; 第27サイクル炉心

*3) []内は、等温係数合計に対する割合（各種膨張効果の割合）

$$Y = 6.2728 \times 10^{-11} X^6 - 9.2333 \times 10^{-9} X^5 + 3.6183 \times 10^{-7} X^4 \\ - 4.6792 \times 10^{-6} X^3 + 3.7637 \times 10^{-4} X^2 + 3.3592 \times 10^{-3} X$$

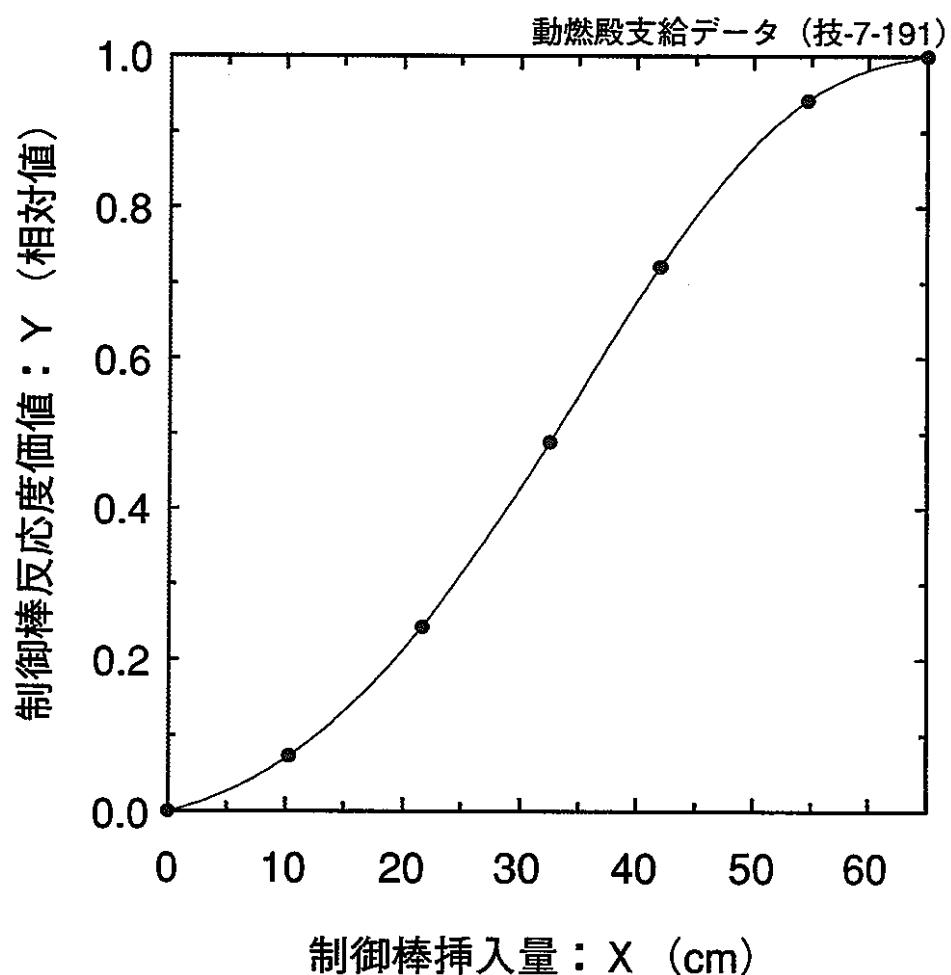


図2.4-1 制御棒ストローク曲線

2.5 出力反応度係数の計算

2.5.1 計算方法

1) 出力反応度係数計算式

出力反応度係数（炉出力変化に伴う反応度変化）は、大別して下記に示す要因からなる。

・ 温度変化による炉心材質の膨張に伴う反応度変化

- a) 燃料ペレットの膨張
- b) 被覆管の膨張
- c) ラッパ管の膨張
- d) 冷却材の膨張
- e) 炉心支持板の膨張

・ 温度変化による炉心組成成分の共鳴エネルギー領域の実効断面積変化に伴う反応度変化

- f) ドップラー効果

上記の出力変化に伴う温度変化による反応度変化の計算方法（出力反応度係数の計算式）は、付録A.4に示す。なお、出力反応度係数は、「2.2 反応度係数の計算」及び「2.3 温度計算」から得られた反応度係数及び各部温度から計算した。

その他の要因の相対変位に伴う反応度変化については、下記に示してある。

2) 各部温度

炉心燃料集合体及び特殊燃料集合体のインシュレータペレットを含む燃料ペレット温度、被覆管温度及び冷却材温度については、燃料温度解析から得られた出力変化に対する温度変化を使用した。なお、ラッパ管温度については温度計算で得られた冷却材温度と同一値とした。

その他の各部温度については、推定した温度を表2.5-1に示す。径方向反射体、軸方向反射体及び炉心支持板については、動燃殿支給値（技

-7-187) を使用した。また、中性子遮蔽体、制御棒等については、原子炉出入口温度（500／350°C）から推定した。

3) 燃料ペレットの軸方向膨張モデル

燃料ペレットの軸方向への熱膨張は、燃料再配置等の複雑なモデルは考慮できないので、下記に示す簡易モデルで評価した。この膨張モデルは、「常陽」MK-I性能試験結果の核的重要事項の詳細解析（PNC SJ 201 81-19）及び平成6年度実施した「常陽」における安全特性試験の予備計算（PNC PJ9164 96-002）の出力反応度係数の解析で使用したモデルと同一である。燃料ペレットの軸方向膨張モデルの概念図を図2.5-1に示す。

a) モデル－A

燃料ペレット軸方向膨張を燃料ペレット平均温度で評価するケース

$$\frac{dk/kk'}{dT} = -\alpha_f(av) \frac{dk/kk'}{d\rho_f/\rho_f} + \alpha_f(av) \frac{dk/kk'}{dH/H}$$

b) モデル－B

燃料ペレット軸方向膨張を燃料ペレット中心温度で評価するケース

$$\frac{dk/kk'}{dT} = -\alpha_f^* \frac{dk/kk'}{d\rho_f/\rho_f} + \alpha_f(peak) \frac{dk/kk'}{dH/H}$$

$$\alpha_f^* = f \alpha_f(peak) + (1-f) \alpha_f(av)$$

f は、モデル－Bにおける実質的な密度減少の補正係数である。

4) 燃料ペレットと制御棒の相対変位モデル

燃料ペレットと制御棒の相対変位のモデルを図2.5-2に示す。燃料ペレットが軸方向に膨張（下部は固定されているために上方に膨張）する

と、出力上昇時には制御棒は相対的に挿入された状態となり、負の反応度が投入される。一方、出力下降時には制御棒は相対的に引き抜かれた状態となり、正の反応度が投入される。従って、燃料ペレットの軸方向膨張と制御棒の相対変化は、出力上昇時には出力反応度係数の絶対値を大きくし、逆に、出力下降時には出力反応度係数の絶対値を小さくする。

燃料ペレットの軸方向膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変化量は、MK-III標準炉心の過剰反応度、制御棒価値及び制御棒ストローク曲線（技-7-187、技-7-191）から算出した。

5) 原子炉容器と制御棒の相対変位モデル

原子炉容器と制御棒の相対変位のモデルを図2.5-3に示す。原子炉容器は下部で支持されているので上方へ膨張し、逆に、制御棒は上部で保持されているので下方へ膨張する。従って、原子炉容器と制御棒の相対変化による正負の反応度は、両者の温度変化と長さにより決まる。ただし、出力上昇時と出力下降時では反応度変化の正負は逆になる。後述するが、原子炉容器及び制御棒延長管の温度変化と長さの関係から、出力上昇時には制御棒は相対的に引き抜かれた状態となり、正の反応度が投入される。一方、出力下降時には制御棒は相対的に挿入された状態となり、負の反応度が投入される。従って、燃料ペレットの軸方向膨張と制御棒の相対変化は、出力上昇時には出力反応度係数の絶対値を小さくし、逆に、出力下降時には出力反応度係数の絶対値を大きくする。

原子炉容器と制御棒の相対変位に伴う反応度変化量は、MK-III標準炉心の過剰反応度、制御棒価値及び制御棒ストローク曲線（技-7-187、技-7-191）から算出した。

2.5.2 計算結果

1) 燃料ペレット膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変化

相対変位に伴う反応度変化は、MK-III標準炉心の過剰反応度、制御棒価値及び制御棒ストローク曲線から算出した。過剰反応度の内訳及び制御棒ストローク曲線は、第2.4章の温度反応度係数の計算で示した表2.4-1 及び図2.4-1を使用した。また、制御棒価値についても同様に下記のデータを使用した。

制御棒価値（6本の合計値）： $10.97\% \Delta k/kk'$

上記データから、MK-III標準炉心の出力反応度係数計算時の燃料ペレット膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変化を算出した。サイクル初期及びサイクル末期の単位長さ当たりの反応度変化を表2.5-2に示す。また、サイクル初期の出力上昇時及びサイクル末期の出力下降時の正負の反応度を考慮した燃料ペレット膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変化は、下記に示すとおりである。

相対変位に伴う反応度変化

サイクル初期 約 $-0.23 \% \Delta k/kk' / cm$

サイクル末期 約 $+0.15 \% \Delta k/kk' / cm$

サイクル末期では、燃焼欠損反応度 約 $1.9\% \Delta k/kk'$ の分だけ制御棒が引き抜かれているために、単位長さ当たりの反応度変化は約 $0.08\% \Delta k/kk' / cm$ 小さくなっている。この相対変位による反応度変化量を出力反応度係数の計算に反映させた。

2) 原子炉容器と制御棒の相対変位に伴う反応度変化

評価条件は下記のとおりである。制御棒は部分挿入状態を模擬している。

- a) 制御棒延長管実効長さ 410cm (上部280cm+下部130cm)
- b) 炉容器代表長さ 580cm (上部280cm+下部300cm)
- c) 各部温度 (°C)

原子炉出入口温度から推定した各部の平均温度を下記に示す。但し、制御棒延長管下部の温度変化に対する感度を評価するために、380°C 及び440°C について炉容器と制御棒の相対変位による反応度変化量を算出した。

a) 制御棒延長管下部の温度が380°Cの場合

	制御棒延長管		炉容器	
	上部	下部	上部	下部
0%出力	350	350	350	350
100%出力	500	380	500	425

b) 制御棒延長管下部の温度が440°Cの場合

	制御棒延長管		炉容器	
	上部	下部	上部	下部
0%出力	350	350	350	350
100%出力	500	440	500	425

上記条件から、下部のみが対象となり、炉容器と制御棒の伸びは下記のとおりである。

なお、炉容器及び制御棒の構造材の線膨張率については、「もんじゅ」の設計で用いられている評価式を使用した。

a) 制御棒延長管下部の温度が380°Cの場合

炉容器の伸び	302.19(100%) - 301.86(0%) = 0.43cm
制御棒の伸び	130.84(100%) - 130.76(0%) = 0.07cm
差	0.36cm

b) 制御棒延長管下部の温度が440°Cの場合

炉容器の伸び	302.19(100%) - 301.86(0%) = 0.43cm
制御棒の伸び	130.99(100%) - 130.76(0%) = 0.23cm
差	0.20cm

従って、サイクル初期の出力上昇時及びサイクル末期の出力下降時の正負の反応度を考慮した炉容器と制御棒の相対変位に伴う反応度変化は、下記に示すとおりである。

a) 制御棒延長管下部の温度が380°Cの場合

サイクル初期	サイクル末期
$(0.36 \times 0.23) \div 140$	$(-0.36 \times 0.15) \div 140$
約 $5.9 \times 10^{-4} \% \Delta k / kk' / MW$	約 $-3.7 \times 10^{-4} \% \Delta k / kk' / MW$

b) 制御棒延長管下部の温度が440°Cの場合

サイクル初期	サイクル末期
$(0.20 \times 0.23) \div 140$	$(-0.20 \times 0.13) \div 140$
約 $3.3 \times 10^{-4} \% \Delta k / kk' / MW$	約 $-2.1 \times 10^{-4} \% \Delta k / kk' / MW$

炉容器と制御棒の相対変位の効果が出力反応度係数に与える影響は、サイクル初期の出力上昇時では5~15%程度の正の反応度の投入であり、サイクル末期の出力下降時では5~10%程度の負の反応度の投入である。また、上記の制御棒延長管下部の温度の評価条件（380°Cと440°C）の違いが出力反応度係数に与える影響は数%の差である。

3) 出力反応度係数

MK-III標準炉心のサイクル初期出力上昇時及びサイクル末期出力下降時の出力反応度係数の計算結果を図2.5-4 及び図2.5-5 に示す。同図には、(1) 相対変位を考慮していないケース、(2) 燃料ペレットと制御棒の相対変位を考慮したケース（熱膨張の非線形性及び温度特性を考慮している）、さらに、(3) 炉容器と制御棒の相対変位を考慮したケース（制御棒延長管下部の温度が 380°Cの場合）の3 ケースの図が示してある。また、MK-III標準炉心のサイクル初期出力上昇時とサイクル末期出力下降時の出力反応度係数の比較を図2.5-6 に示す。なお、本計算でのドップラー効果については、燃料ペレットと構造材を区別し、それぞれの温度で評価した。ドップラー効果評価の違いによる出力反応度係数の比較については、付録A.5 に示してある。

これらのMK-III標準炉心の出力反応度係数から次のことがいえる。

- a) (3) の各種相対変位を考慮した出力反応度係数は、(1) 相対変位を全く考慮しないケースと(2) の燃料ペレットと制御棒のみの相対変位を考慮したケースのほぼ中間の値となる。
- b) サイクル末期の出力反応度係数は、サイクル初期に比べて絶対値が小さくなる傾向にある。
- c) モデル-A（燃料ペレット平均温度）で評価した出力反応度係数は、出力が高いほど絶対値が小さくなる傾向にある。一方、モデル-B（燃料ペレット中心温度）で評価した出力反応度係数は、

ほぼ一定値となる傾向にある。

- d) 出力反応度係数は、2.3 温度計算で示した炉心部平均温度に対する各ステップの温度変化 (ΔT) とほぼ同じ形をしている。従って、出力反応度係数の絶対値は反応度係数に依存し、出力依存性は燃料ペレットの温度変化 (ΔT) に依存するといえる。

MK-III炉心とMK-II炉心（平成6年度実施した”PNC PJ9164 96-002 「常陽」における安全特性試験の予備計算”の第27サイクル炉心）の比較を図2.5-7 に示す。この比較から次のことがいえる。

- a) MK-III炉心とMK-II炉心の出力反応度係数の出力依存性は、ほぼ同じ挙動を示す。
- b) モデル-A（燃料ペレット平均温度）で評価したでMK-III炉心の出力反応度係数は、MK-II炉心に比べて絶対値が小さくなっている。一方、モデル-B（燃料ペレット中心温度）で評価した出力反応度係数は、ほぼ同じ値となる。

MK-III標準炉心の出力反応度係数解析値の内訳を図2.5-8 及び図2.5-9 に示す。この内訳から次のことがいえる。

- a) 出力反応度係数の炉出力依存性は、燃料ペレットの膨張効果及びドップラー効果によるものである。すなわち、出力反応度係数は燃料ペレットの温度変化に依存する。
- b) 冷却材膨張効果及び構造材膨張効果はほぼ一定値であり、出力反応度係数の全体に占める割合は小さい。なお、これらの効果の絶対値は、MK-II炉心のほぼ1/2 になっている。

ここで、新燃料集合体のみで構成されるMK-III初装荷標準炉心を想定する。出力反応度係数の計算に必要な反応度係数はMK-III標準（平衡）炉心の計算結果を使用し、燃料ピンの温度は第2.3 章で示した新燃料集合体のみの計算結果を使用した。

MK-III初装荷標準炉心の出力反応度係数を図2.5-10に示す。また、

MK-Ⅲ標準炉心の平衡サイクルと初装荷サイクルの出力反応度係数の比較を図2.5-11に示す。これらの比較から次のことがいえる。

- a) 初装荷炉心サイクル初期の出力上昇時の出力反応度係数は、平衡サイクルに比べて特徴的な出力依存性の挙動を示す。モデル-A（燃料ペレット平均温度）で評価した出力反応度係数は、平衡サイクルと同様に出力が高いほど絶対値が小さくなる傾向にあり、その出力依存性は強調されている。一方、モデル-B（燃料ペレット中心温度）で評価した出力反応度係数は、約60%出力までは出力反応度係数の絶対値は増大し、それ以上の出力では減少する傾向にあり、平衡サイクルとは異なった挙動を示す。
- b) 初装荷炉心では、新燃料集合体の燃料ペレットの再組織変化（サイクル初期）及び燃料ペレットと被覆管の接触（サイクル末期）による燃料温度変化が顕著に現れている。
- c) 初装荷炉心サイクル末期の出力下降時の出力反応度係数は、平衡サイクルと同様にほぼ一定値となる傾向にある。

MK-Ⅲ炉心とMK-Ⅱ炉心（前年度実施した「常陽」における安全特性試験の予備計算の第0-7サイクル炉心）の比較を図2.5-12に示す。この比較から次のことがいえる。

- a) MK-Ⅲ炉心の出力反応度係数は、MK-Ⅱ炉心に比べて絶対値が小さくなっている。
- b) MK-Ⅲ炉心とMK-Ⅱ炉心の出力反応度係数の出力依存性は、モデル-A及びモデル-Bともに約50%出力まではほぼ同じ挙動を示すが、MK-Ⅲ炉心の出力反応度係数は約50%以上の出力では絶対値が小さくなり、MK-Ⅱ炉心とは異なった挙動を示す。
- c) MK-Ⅲ初装荷炉心サイクル末期では、モデル-A及びモデル-Bともに出力反応度係数の絶対値はMK-Ⅱ炉心に比べて小さくなっているがほぼ同じ出力依存性を示す。

上記b)に関しては、MK-Ⅱ炉心では性能試験において100%出力達成

(第0-7 サイクル) までに、段階的に多数の出力上昇試験が実施され燃料の再組織変化がすでに起こっており、MK-III炉心とMK-II炉心の初装荷炉心では温度変化が異なったためである。MK-III炉心においてもMK-II炉心と同様な性能試験が実施されると、MK-II炉心と同様な出力反応度係数の挙動を示すと推定される。

MK-III初装荷標準炉心の出力反応度係数解析値の内訳を図2.5-13及び図2.5-14に示す。この内訳から次のことがいえる。

- a) 出力反応度係数の炉出力依存性は、燃料ペレットの膨張効果及びドップラー効果によるものである。すなわち、出力反応度係数は燃料ペレットの温度変化に依存する。
- b) 冷却材膨張効果及び構造材膨張効果はほぼ一定値であり、出力反応度係数全体に占める割合は小さい。

上記のことから、出力反応度係数は燃料ペレット温度に依存することが分かる。従って、出力反応度の出力依存性及び成分分離の解析では、燃料集合体毎の照射履歴を考慮した温度評価が重要であるといえる。

また、燃料ペレットの温度変化に対する膨張モデルについては、今回適用した燃料ペレット平均温度膨張モデル及び燃料ペレット中心温度膨張モデルをベースに、今後の研究の中で確立していくことが重要と考える。

表2.5-1 100%定格出力運転時のその他各部温度

[単位 ; ℃]

	被覆管	ラッパ管	冷却材	B ₄ C	案内管	反射体要素	構造材
制御棒 ^{*2)}	390		380	430	380		
内側反射体 ^{*1)}			400			400	
外側反射体 ^{*1)}			400			400	
中性子遮蔽体 ^{*2)}	410	400	400	430			
下部反射体 ^{*1)}		350	350			350	
上部反射体 ^{*1)}		517	517			517	
炉心支持板 ^{*1)}							350

*1) 動燃殿支給値（技-7-187）である。

*2) 原子炉出入口温度（500／350℃）からの推定値である。

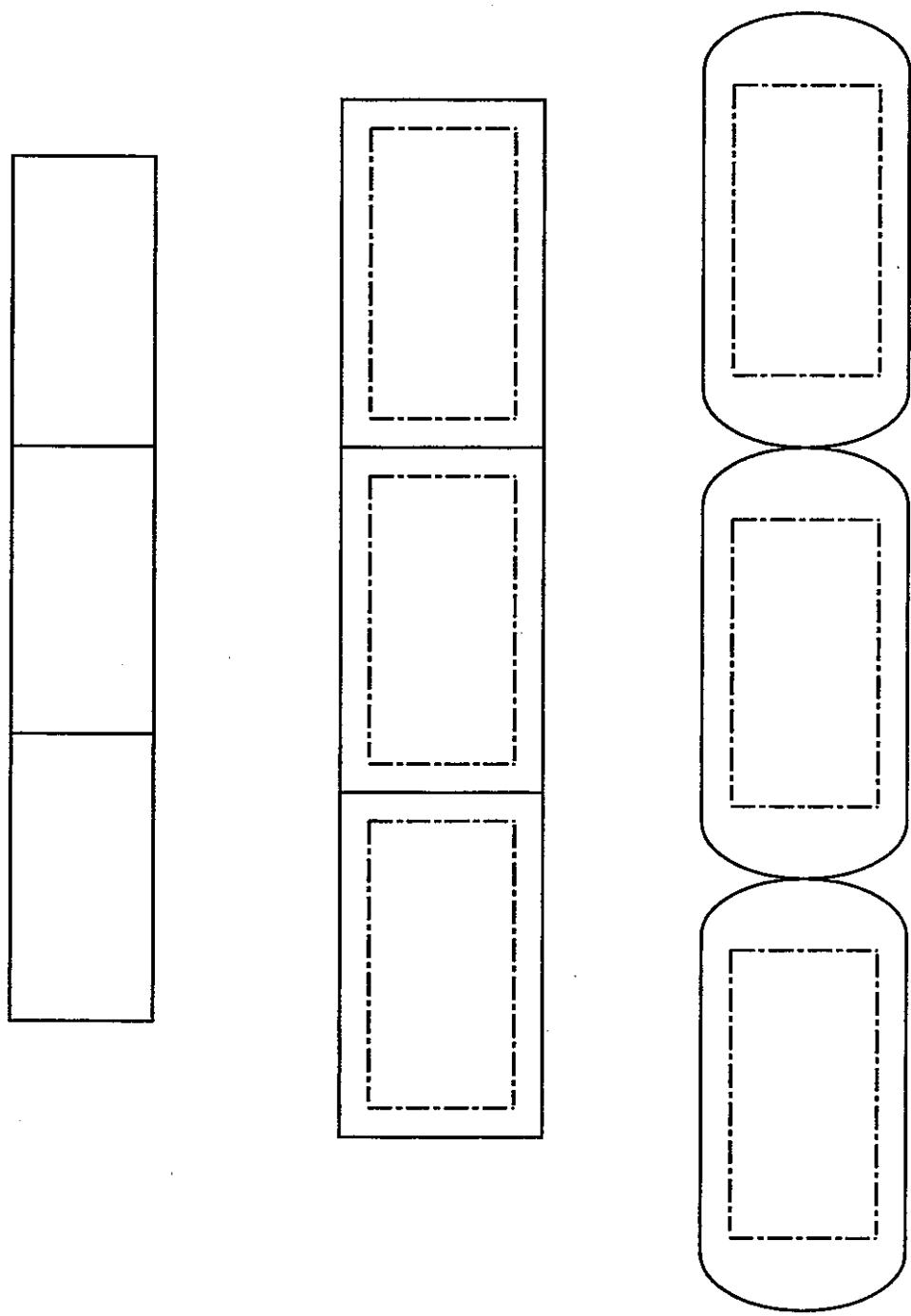
表2.5-2 燃料膨張と制御棒の相対変位に伴う反応度変化
－出力反応度係数計算時－

サイクル初期		サイクル末期	
	過剰反応度 ^{*1)}	制御棒挿入量 ^{*2)}	過剰反応度 ^{*1)}
0%出力	3.5% $\Delta k/kk'$	25.30cm	1.6% $\Delta k/kk'$
100%出力	2.8% $\Delta k/kk'$	22.24cm	0.9% $\Delta k/kk'$
反応度変化		約0.23% $\Delta k/kk' / cm$	約0.15% $\Delta k/kk' / cm$

*1) 過剰反応度の内訳（表2.4-1）から算出した。

*2) 制御棒価値（10.97% $\Delta k/kk'$ ）と制御棒ストローク曲線（図2.4-1）から算出した。

過剰反応度の内訳、制御棒価値及び制御棒ストローク曲線は、動燃殿支給データ（技-7-18
7、技-7-191）である。



1) 膨脹前のペレット 2) 平均温度の場合の伸び
(Model-A) 3) 中心温度の場合の伸び
(Model-B)

図2.5-1 燃料ペレットの軸方向膨脹概念図

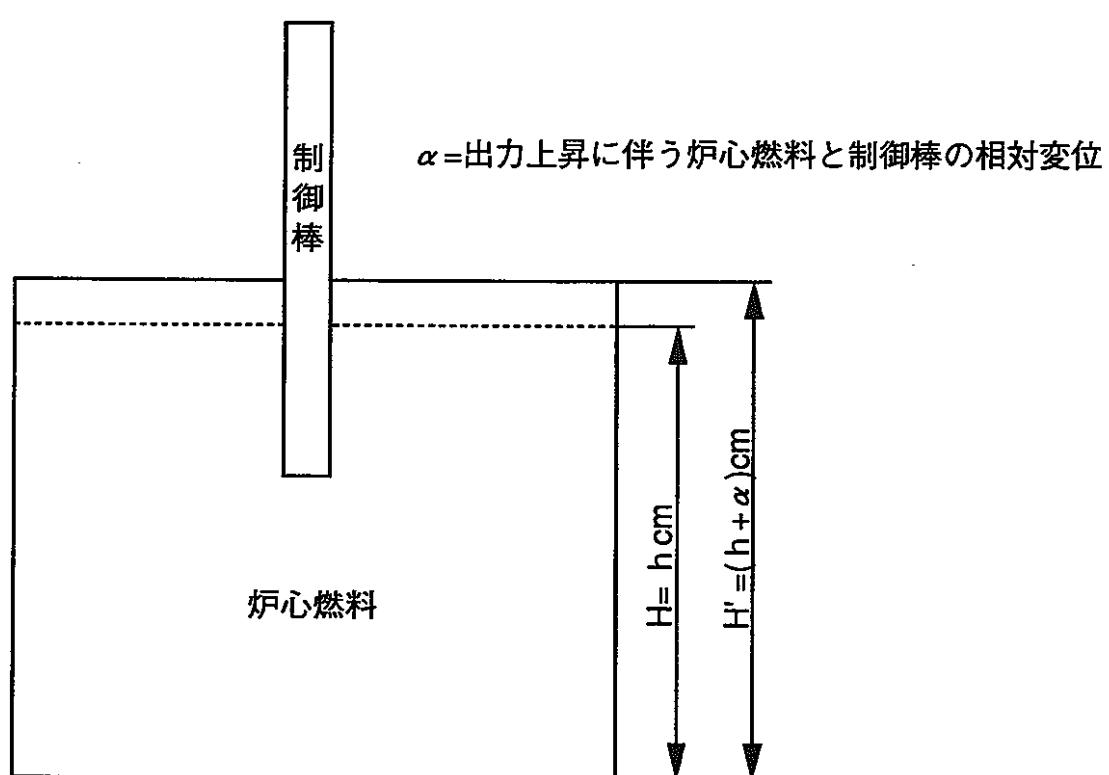


図2.5-2 燃料と制御棒の相対変位モデル

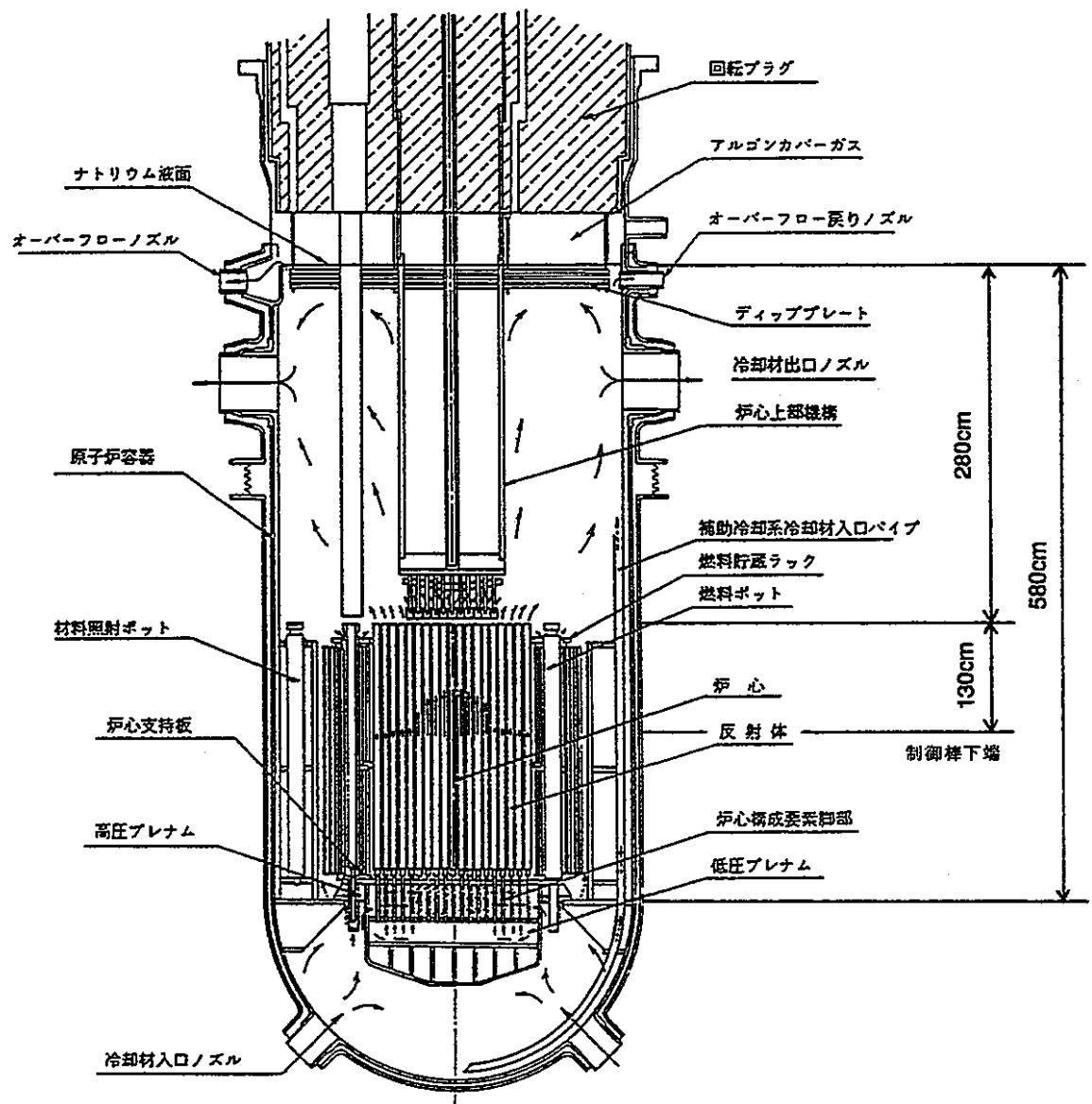


図2.5-3 制御棒と炉容器代表長さ

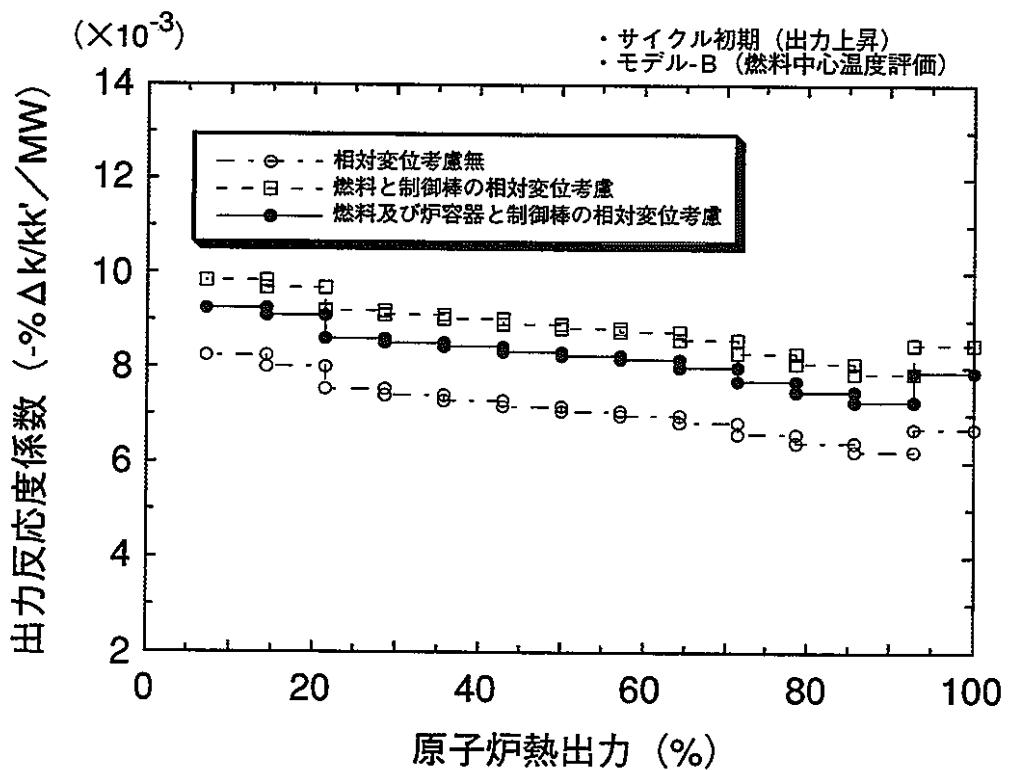
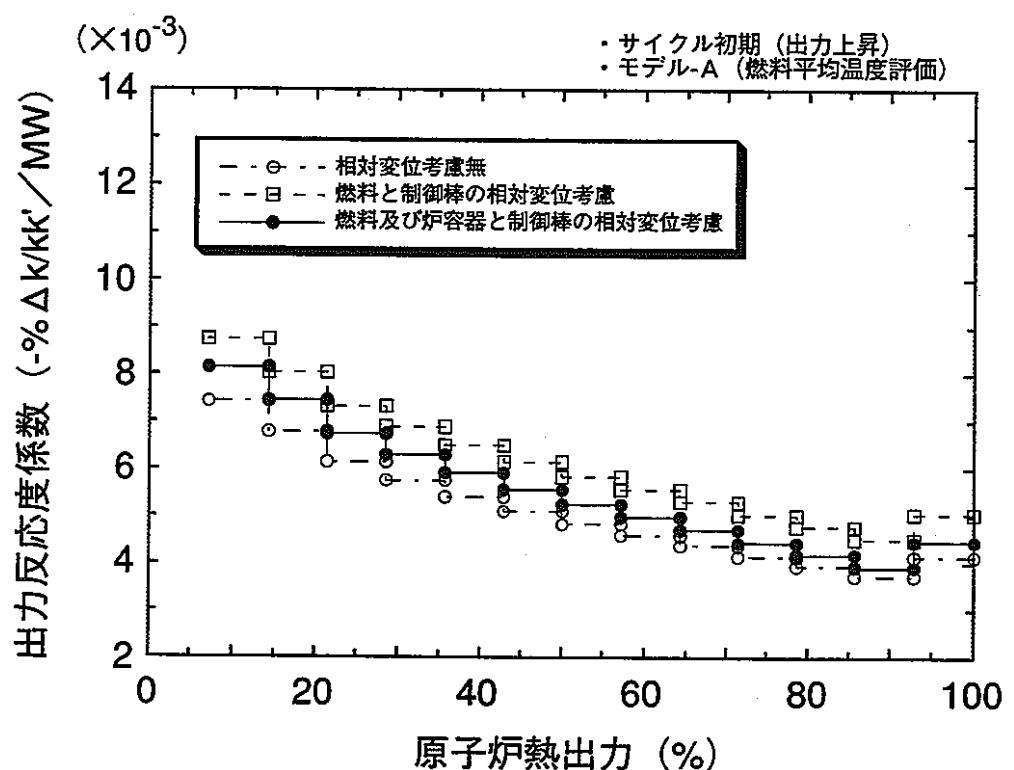


図2.5-4 MK-III標準炉心サイクル初期の出力反応度係数

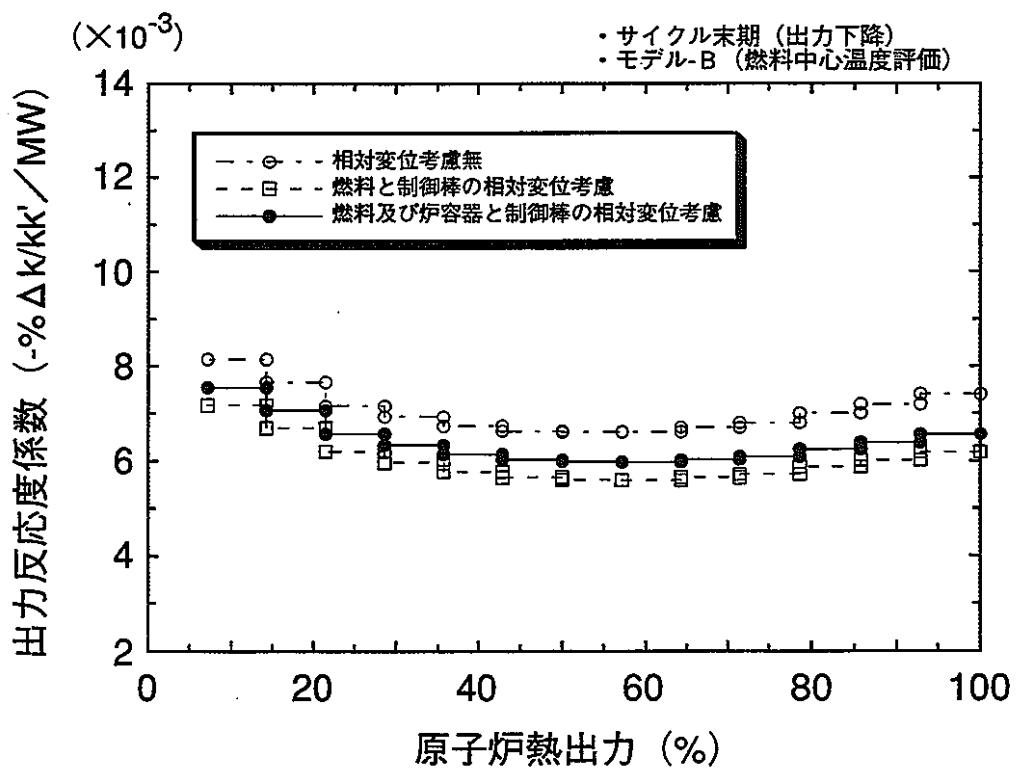
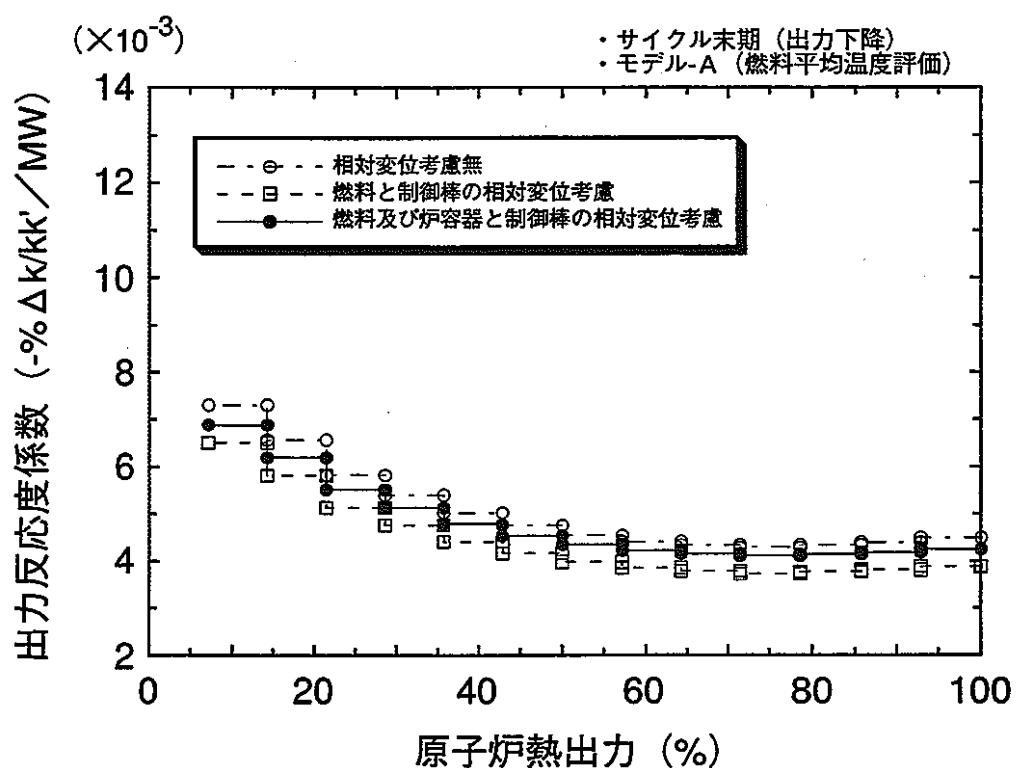


図2.5-5 MK-III標準炉心サイクル末期の出力反応度係数

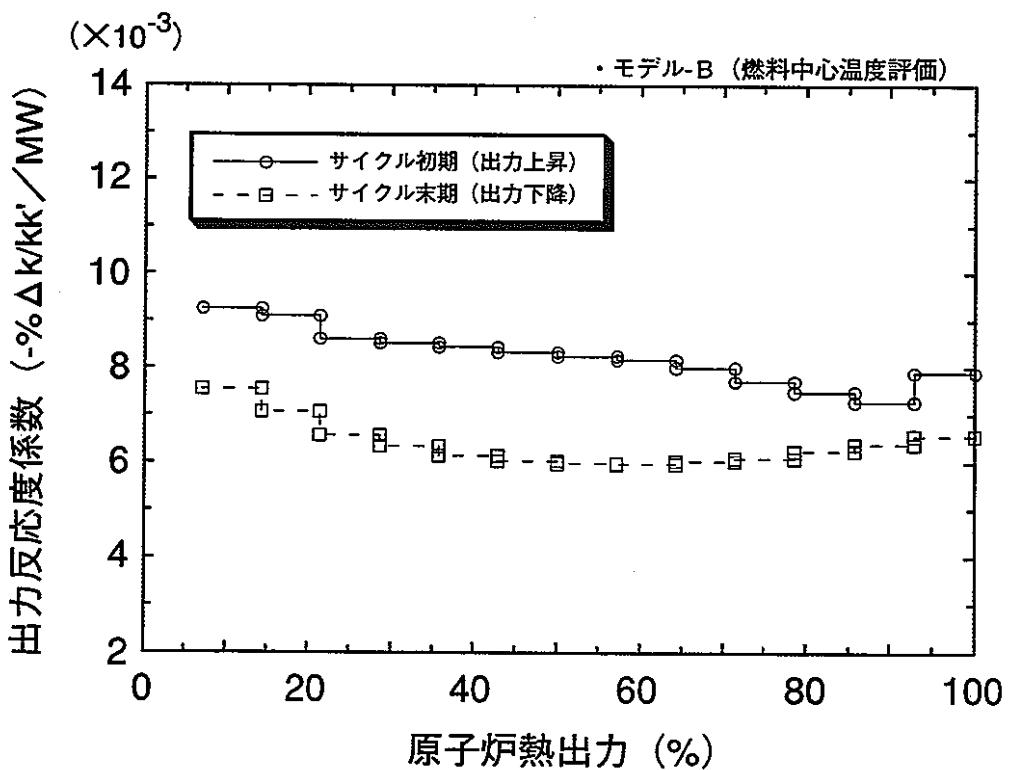
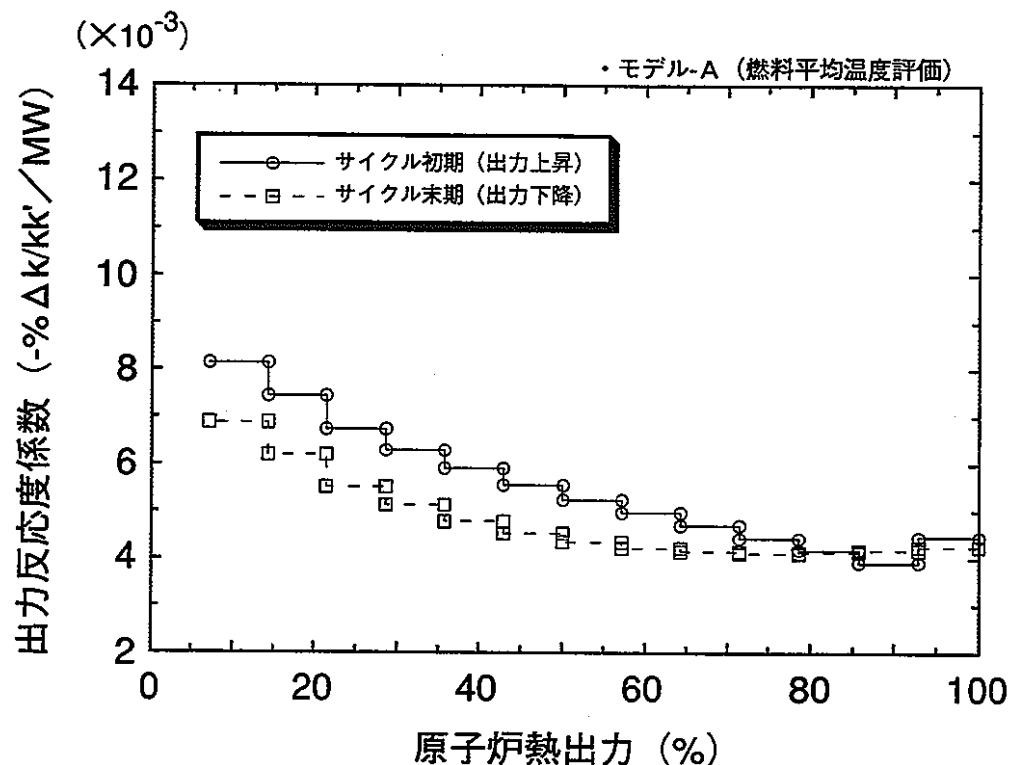


図2.5-6 MK-III標準炉心の出力反応度係数

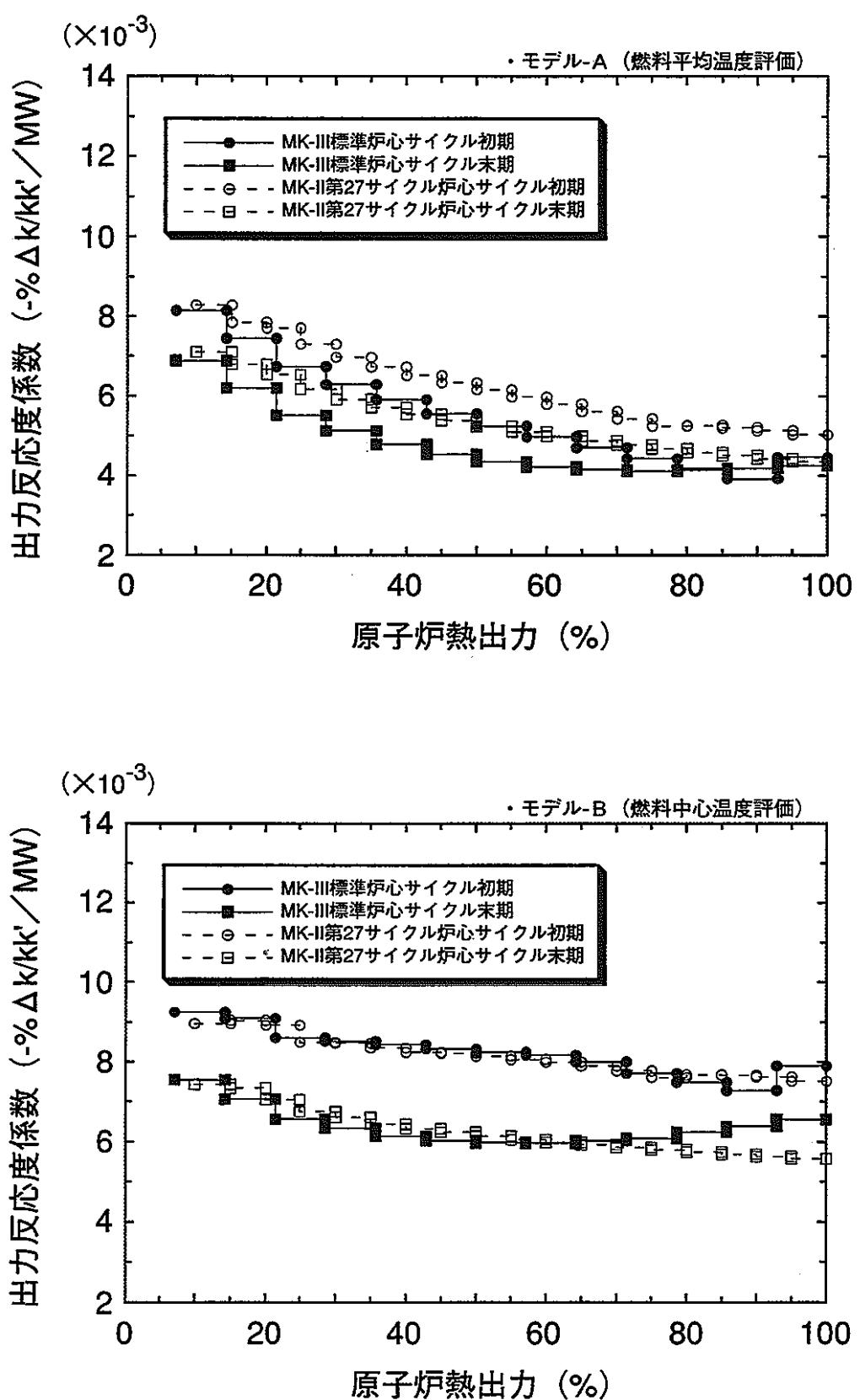


図2.5-7 MK-III炉心とMK-II炉心の出力反応度係数の比較（1）

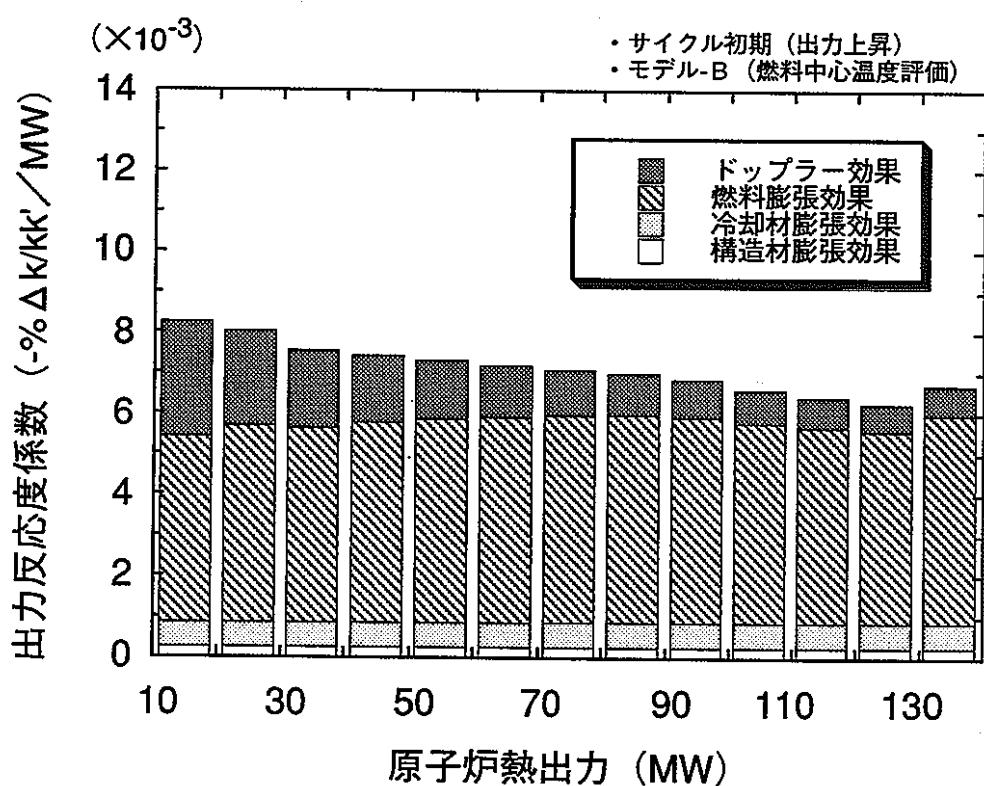
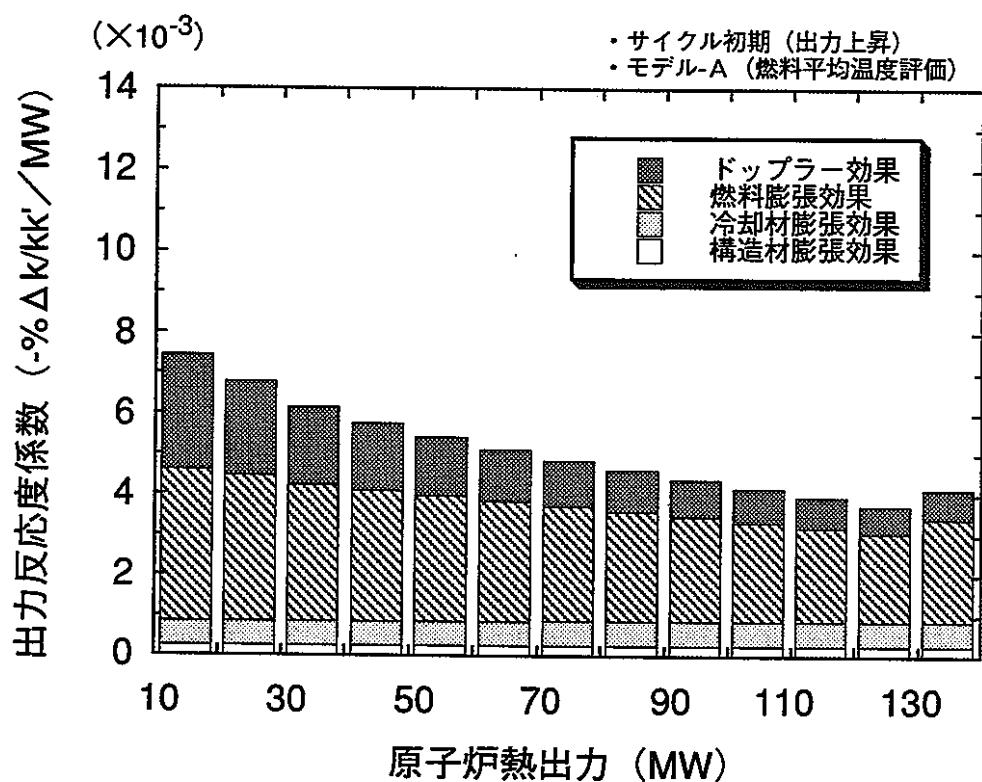


図2.5-8 MK-III標準炉心サイクル初期の出力反応度係数の内訳

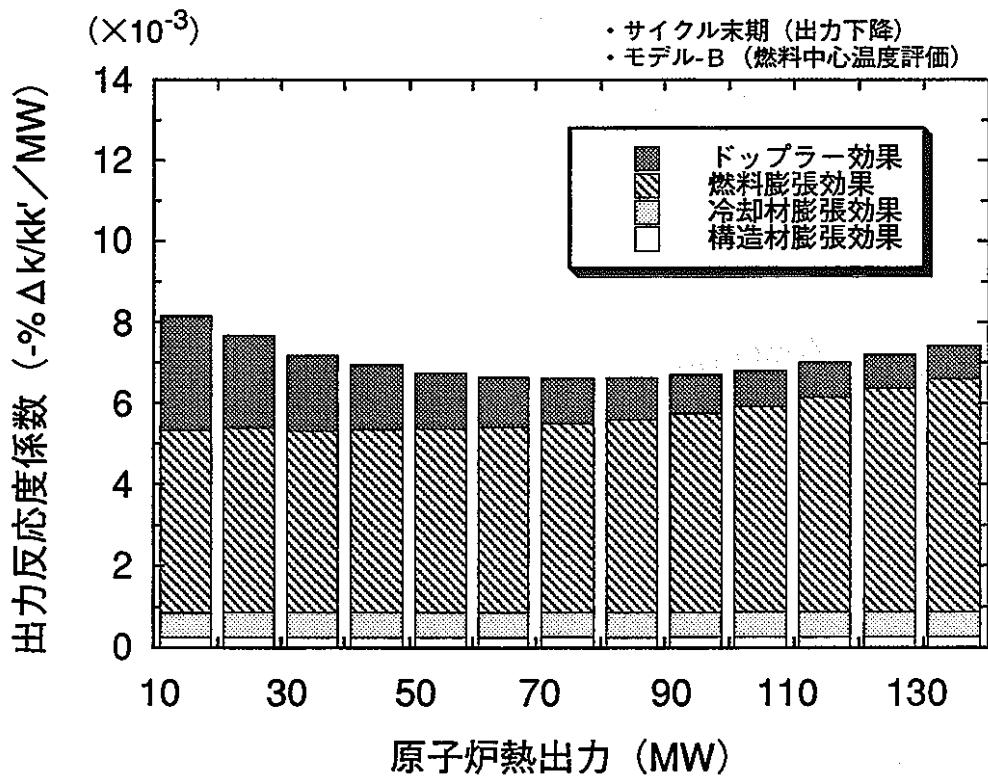
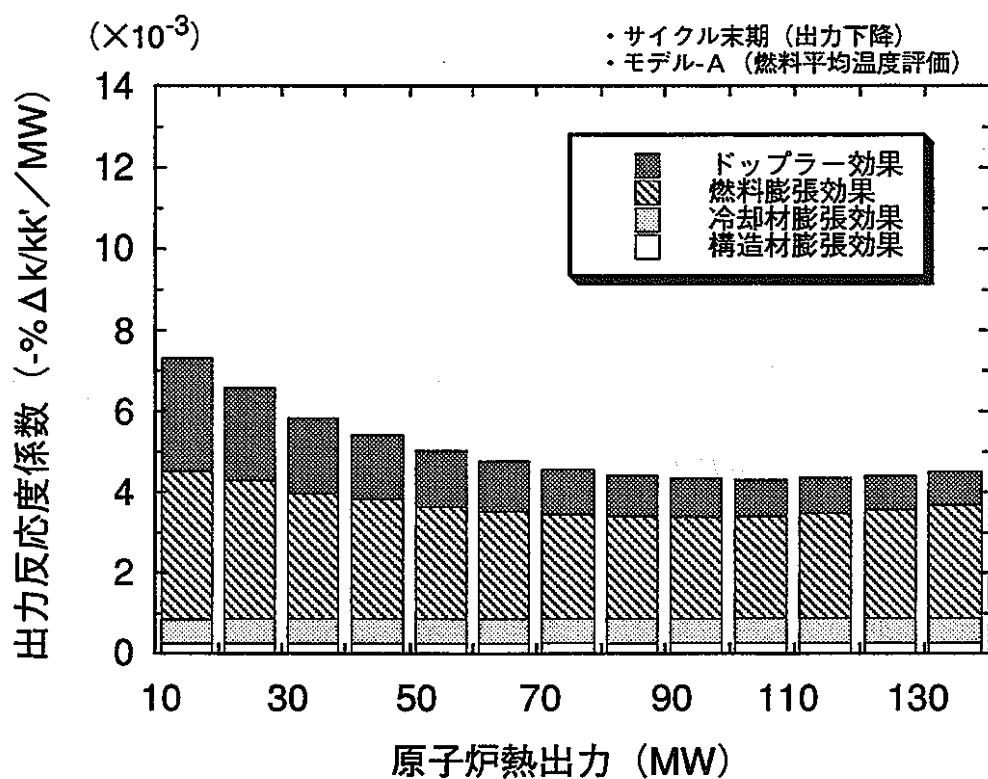


図2.5-9 MK-III標準炉心サイクル末期の出力反応度係数の内訳

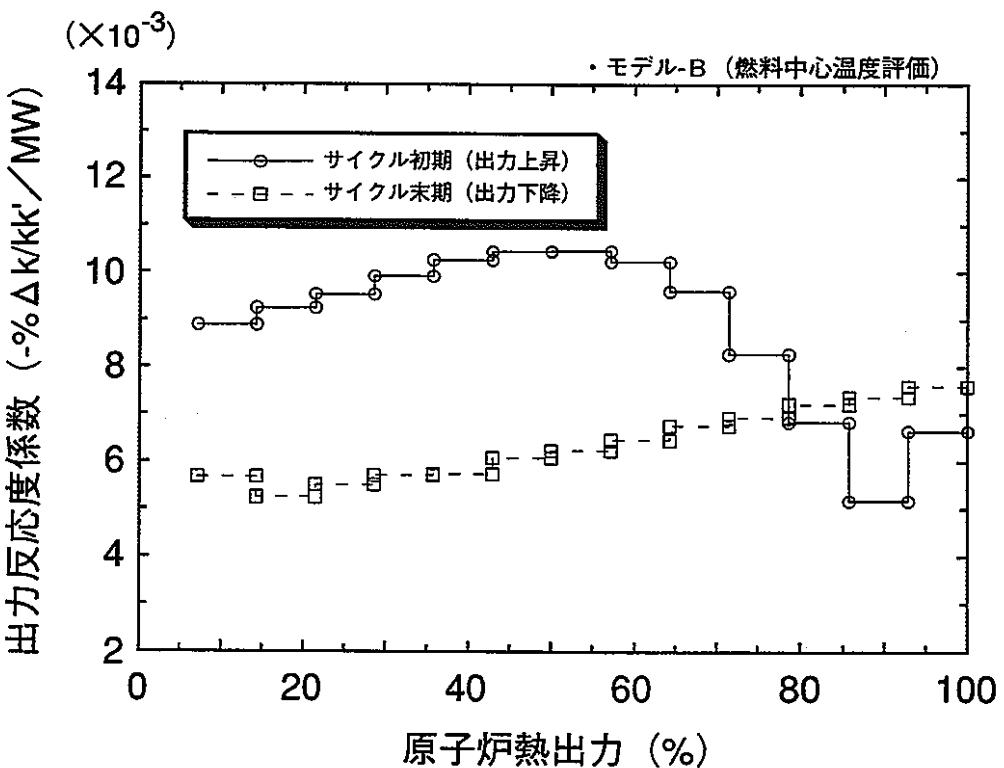
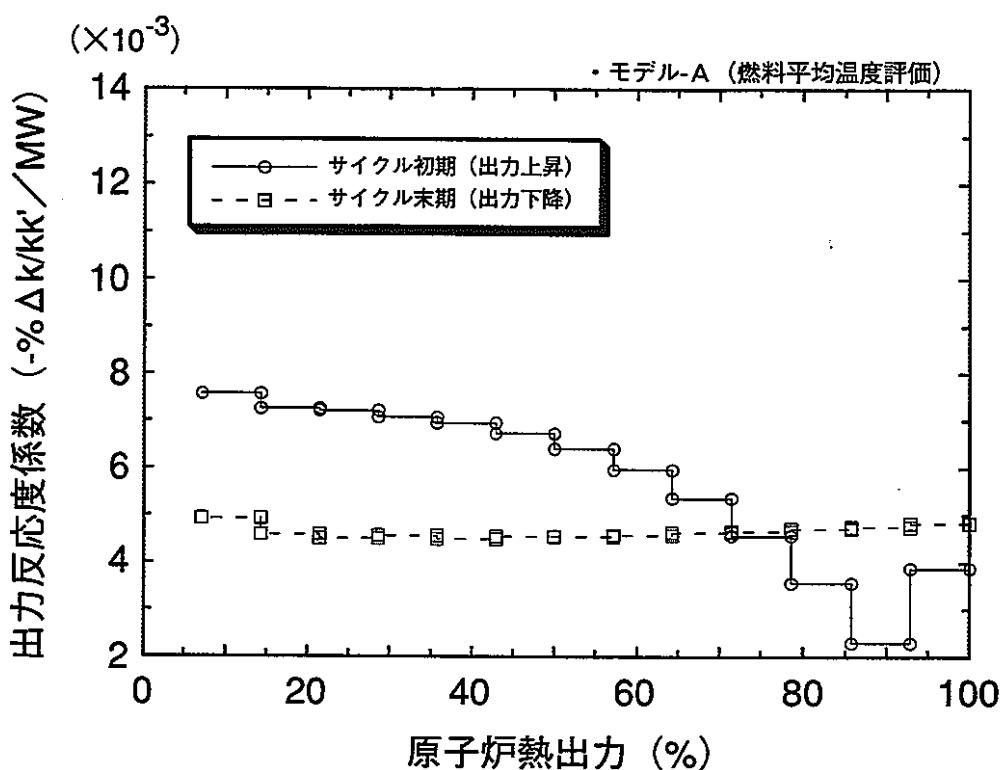


図2.5-10 MK-III初装荷標準炉心の出力反応度係数

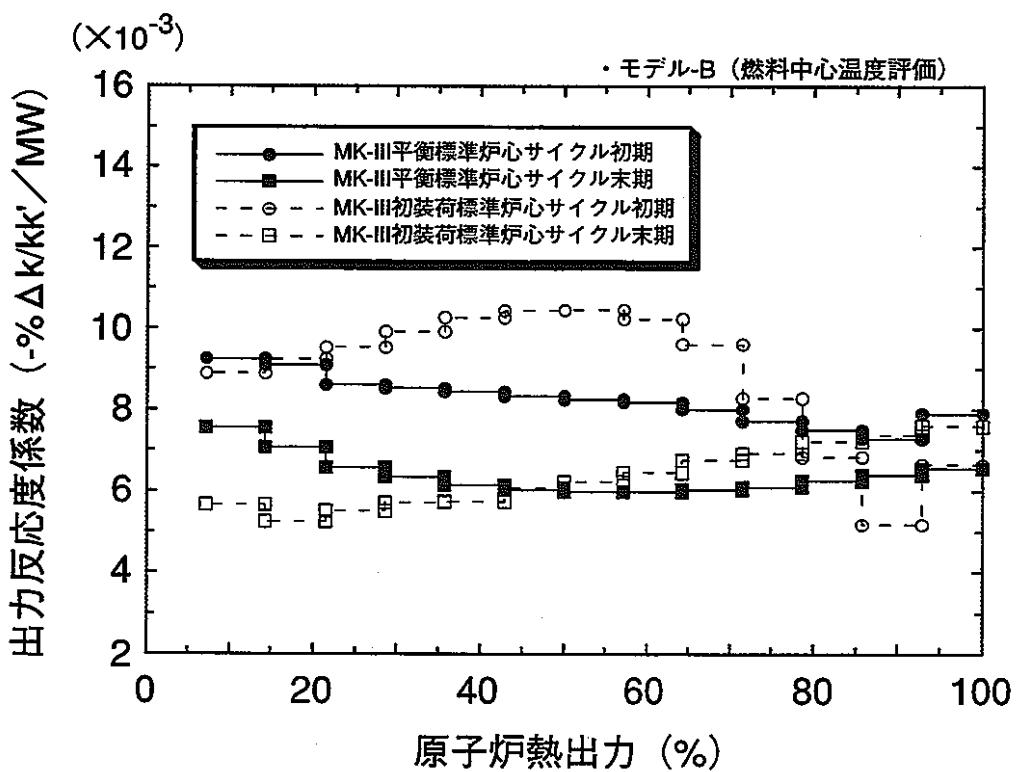
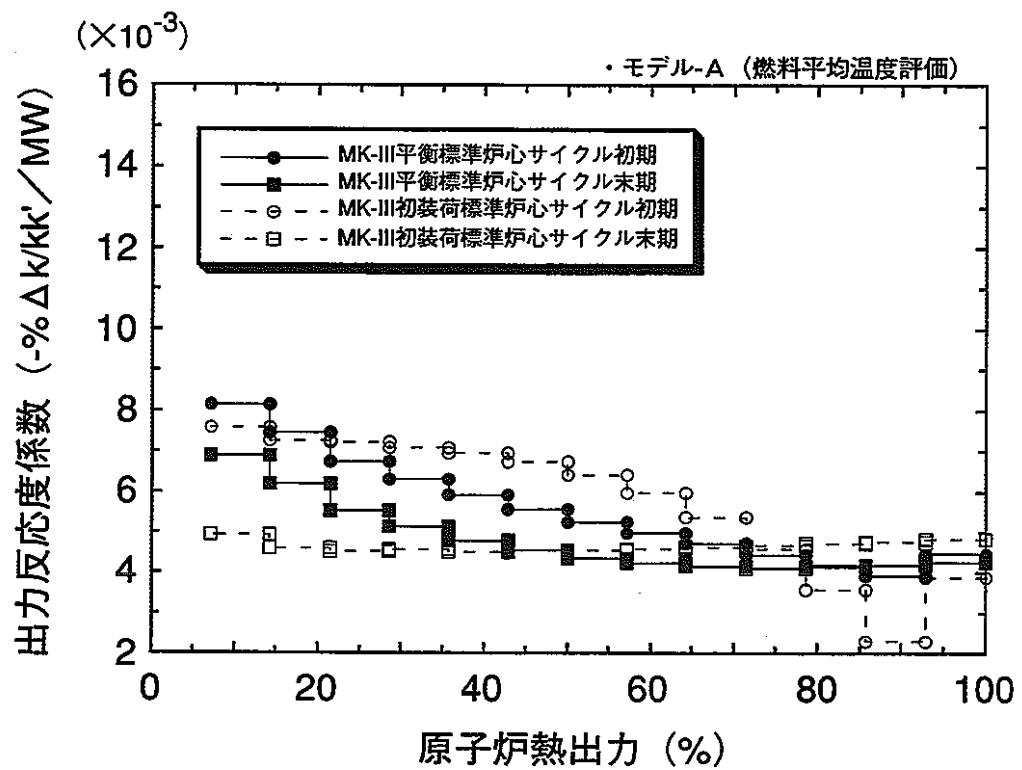


図2.5-11 MK-III標準炉心の平衡サイクルと初装荷サイクルの出力反応度係数の比較

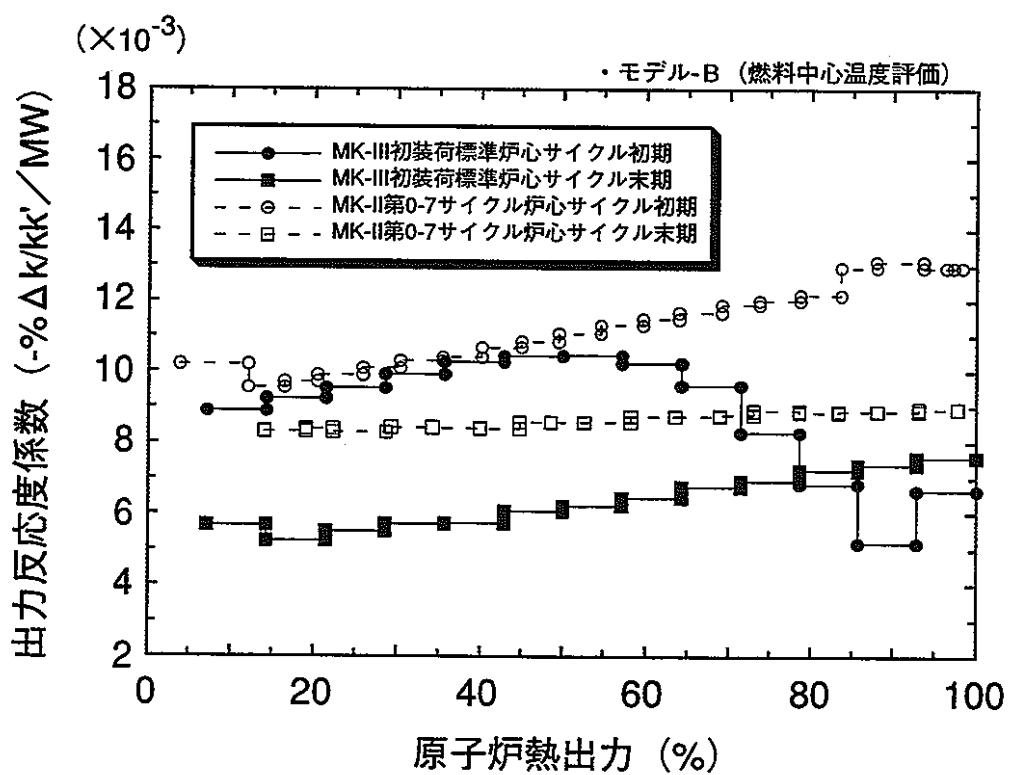
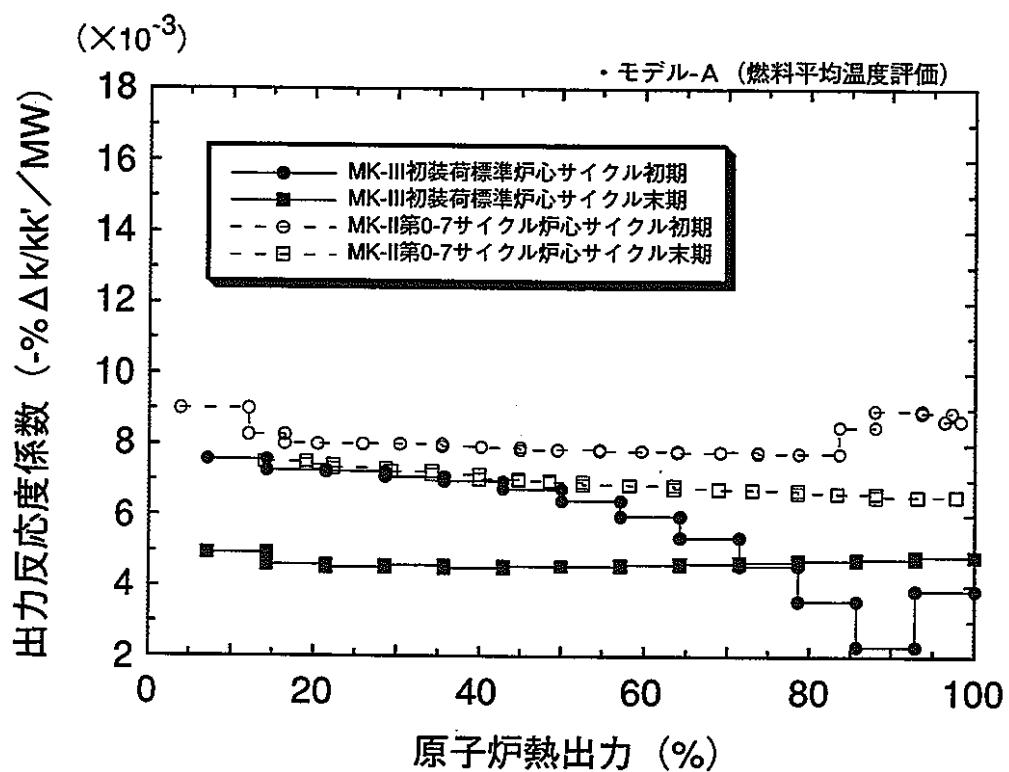


図2.5-12 MK-III炉心とMK-II炉心の出力反応度係数の比較（2）

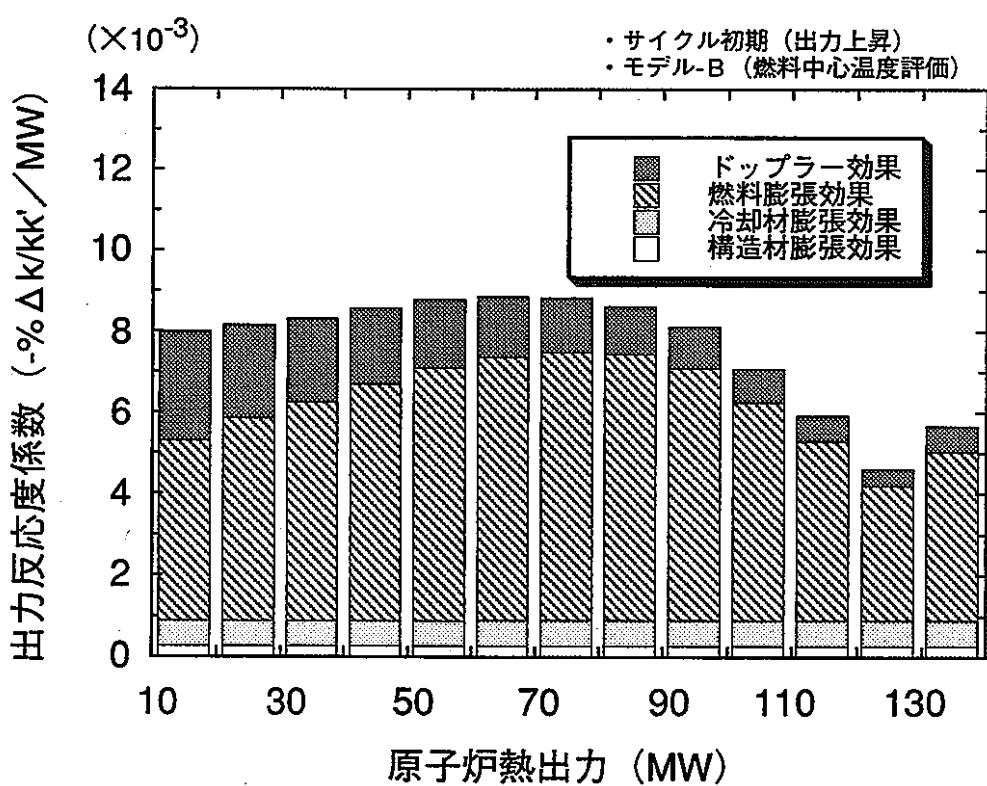
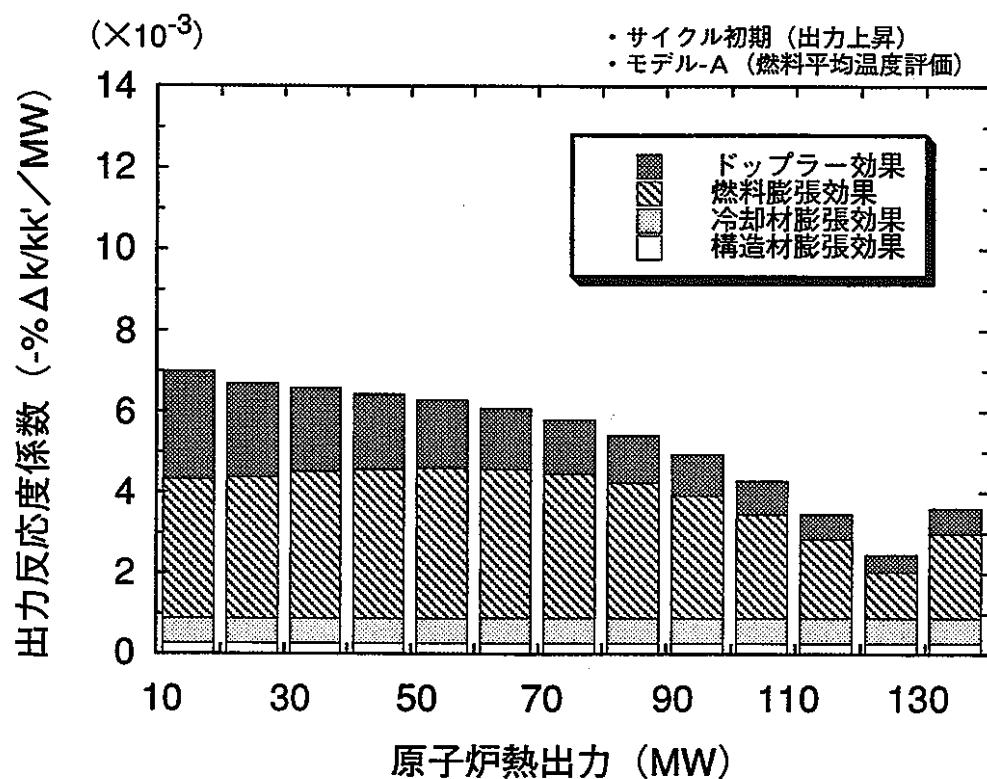


図2.5-13 MK-III初装荷標準炉心サイクル初期の出力反応度係数の内訳

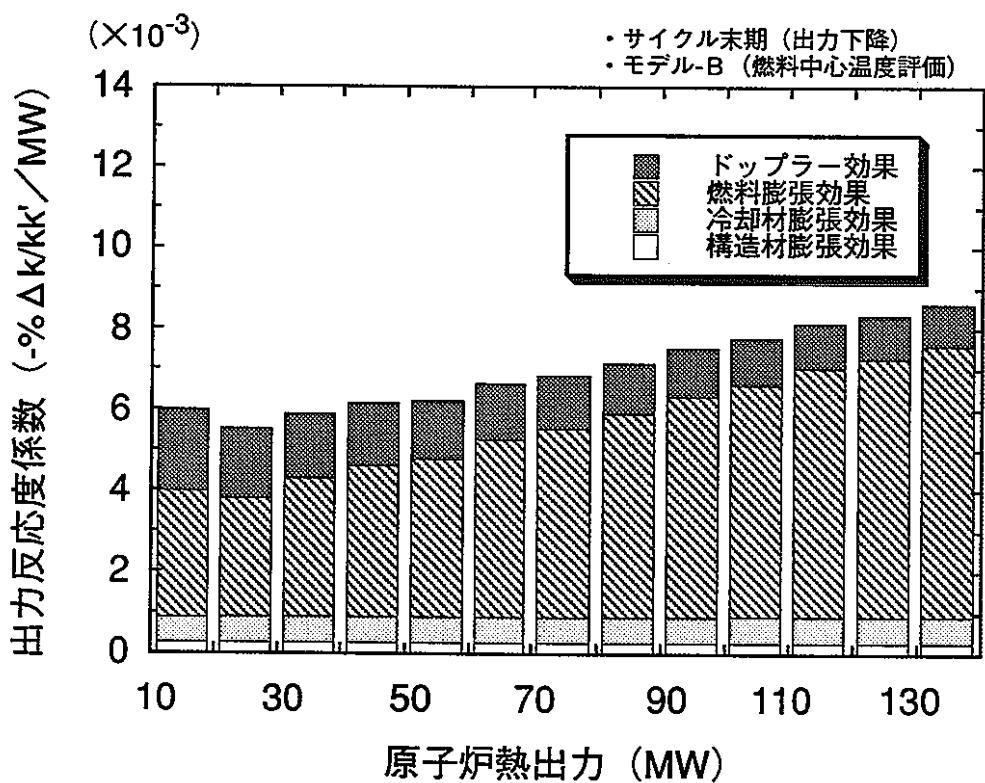
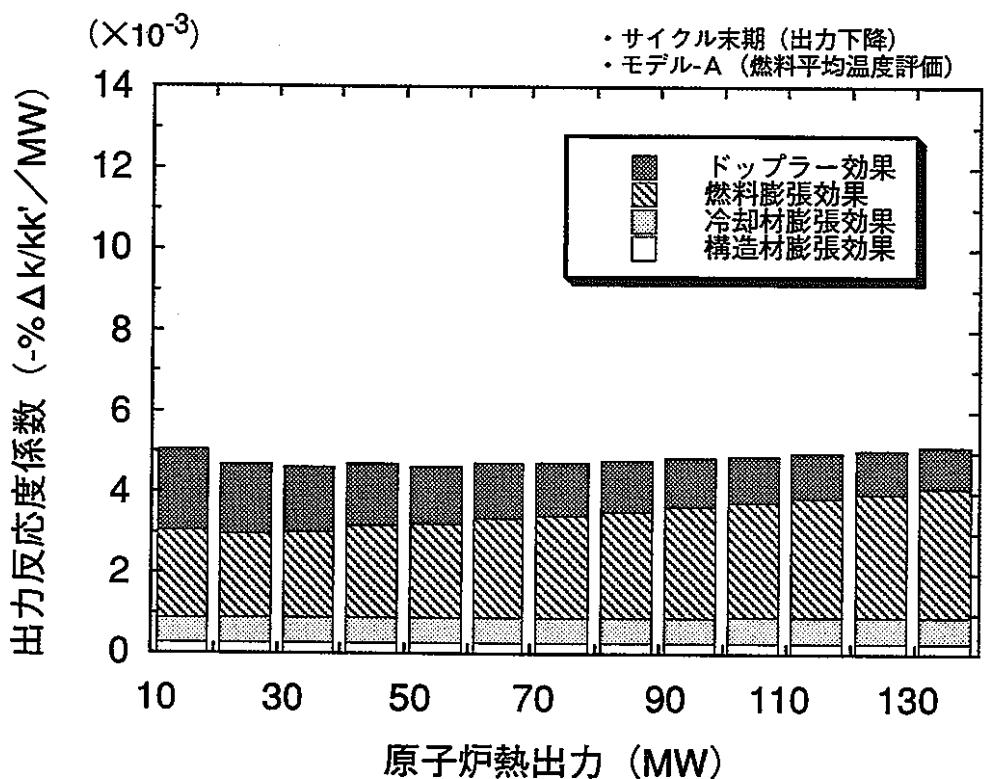


図2.5-14 MK-III初装荷標準炉心サイクル末期の出力反応度係数の内訳

2.6 まとめ

「常陽」MK-Ⅲ炉心を利用した高速炉の安全特性試験の立案・実施に資するため、MK-Ⅲ標準炉心について成分分離を考慮した温度反応度係数及び出力反応度係数の計算を行った。

主要な結論は以下のとおりである。

1) 温度反応度係数

温度反応度係数は、サイクル初期及び末期ともに約 $-4.4 \times 10^{-3} \% \Delta k / kk' / ^\circ C$ である。

ここで、前年度実施した第27サイクルの温度反応度係数の測定値と解析値をまとめると下記のとおりである。

測定値 (E)	$-4.0 \times 10^{-3} \% \Delta k / kk' / ^\circ C$
計算値 (C)	$-4.7 \times 10^{-3} \% \Delta k / kk' / ^\circ C$
E / C	0.85

従って、上記計算値にE/C補正係数を考慮すると、MK-Ⅲ標準炉心の温度反応度係数の予測値は、下記の程度になる。

MK-Ⅲ標準炉心の温度反応度係数 約 $-3.7 \times 10^{-3} \% \Delta k / kk' / ^\circ C$

MK-Ⅲ炉心の温度反応度係数は、MK-Ⅱ炉心に比べて約10% 絶対値が小さくなっている。また、温度反応度係数の成分毎に割合を比較すると、燃料ペレット膨張効果はほぼ同じであるが、他の膨張効果には5%程度の差が生じている。

温度反応度係数の主成分としては、冷却材膨張と炉心支持板膨張の効果が大きく約70% を占めている。MK-Ⅲ炉心とMK-Ⅱ炉心では、この冷却材膨張効果と炉心支持板膨張効果の割合が逆転しているのが特徴といえる。また、温度反応度係数の合計に対する割合としては約25% と小さいが、構造材膨張効果とドップラー効果の割合も逆転している。

MK-Ⅲ炉心とMK-Ⅱ炉心の温度反応度係数の差は、炉心形状（炉心高さ、炉心燃料集合体数）、2領域化（出力平坦化）等の違いによる反応度係数の変化が主要因と考えられる。

2) 出力反応度係数

MK-Ⅲ炉心とMK-Ⅱ炉心の出力反応度係数の比較から次のことがいえる。

- 平衡サイクル

- a) MK-Ⅲ炉心とMK-Ⅱ炉心の出力反応度係数の出力依存性は、ほぼ同じ挙動を示す。
- b) モデル-A（燃料ペレット平均温度）で評価したでMK-Ⅲ炉心の出力反応度係数は、MK-Ⅱ炉心に比べて絶対値が小さくなっている。一方、モデル-B（燃料ペレット中心温度）で評価した出力反応度係数は、ほぼ同じ値となる。

- 初装荷サイクル

- a) MK-Ⅲ炉心の出力反応度係数は、MK-Ⅱ炉心に比べて絶対値が小さくなっている。
- b) MK-Ⅲ炉心とMK-Ⅱ炉心の出力反応度係数の出力依存性は、モデル-A及びモデル-Bともに約50% 出力まではほぼ同じ挙動を示すが、MK-Ⅲ炉心の出力反応度係数は約50% 以上の出力では絶対値が小さくなり、MK-Ⅱ炉心とは異なった挙動を示す。

これは、MK-II炉心では性能試験において100%出力達成（第0-7サイクル）までに、段階的に多数の出力上昇試験が実施され燃料の再組織変化がすでに起こっており、MK-III炉心とMK-II炉心の初装荷炉心では温度変化が異なったためである。MK-III炉心においてもMK-II炉心と同様な性能試験が実施されると、MK-II炉心と同様な出力反応度係数の挙動を示すと推定される。

- c) MK-III初装荷炉心サイクル末期では、モデル-A及びモデル-Bともに出力反応度係数の絶対値はMK-II炉心に比べて小さくなっているがほぼ同じ出力依存性を示す。

MK-III標準炉心の出力反応度係数の成分毎の分析から次のことがいえる。

- a) 出力反応度係数の炉出力依存性は、燃料ペレットの膨張効果及びドップラー効果によるものである。すなわち、出力反応度係数は燃料ペレットの温度変化に依存する。
- b) 冷却材膨張効果及び構造材膨張効果はほぼ一定値であり、出力反応度係数の全体に占める割合は小さい。
- c) 成分毎の割合は、MK-II炉心と若干の違いはあるがほぼ同様の傾向を示している。

出力反応度係数は燃料ペレット温度に依存することが分かる。従って、出力反応度の出力依存性及び成分分離の解析では、燃料集合体毎の照射履歴を考慮した温度評価が重要であるといえる。

今後は、今回適用した燃料ペレット平均温度膨張モデル（モデル-A）及び燃料ペレット中心温度膨張モデル（モデル-B）をベースに、MK-III炉心を含めて出力反応度係数の測定・解析を行うことで、これまでの測定で観測されている出力反応度係数の非線形性の確認及び本解析で適用した燃料ペレット膨張モデルの選定・妥当性を検証できる可能性が示されている。

3. おわりに

「常陽」MK-Ⅲ炉心を利用した高速炉の安全特性試験の立案・実施に資するため、MK-Ⅲ標準炉心について成分分離を考慮した温度反応度係数及び出力反応度係数の計算を行った。また、前年度実施した "PNC PJ9164 96-002 「常陽」における安全特性試験の予備計算" の MK-Ⅱ炉心の計算結果との比較も行った。

本検討では、温度反応度係数及び出力反応度係数の支配要因を明確にするために下記に示す反応度について計算し、特にドップラー反応度及び燃料ペレットの膨張に着目して検討した。

- a) ドップラー反応度
- b) 燃料ペレット膨張による反応度
- c) 構造材（被覆管及びラッパ管）膨張による反応度
- d) 冷却材膨張による反応度
- e) 炉心支持板膨張による反応度
- f) 制御棒と炉心の相対変位による反応度

主要な結論は以下のとおりである。

MK-Ⅲ炉心では、最大線出力の増大及び炉心の2領域化（出力平坦化）により、新燃料集合体の特異な挙動変化の起こる領域が炉心全体に拡大し、温度挙動変化の出力反応度係数に与える影響が大きくなる。従って、出力反応度係数を予測する上で燃料温度評価に照射履歴を反映することが必要となる。

MK-Ⅲ炉心の温度反応度係数及び出力反応度係数は、MK-Ⅱ炉心と絶対値の大きさの違いはあるが、基本的な成分割合等はほぼ同じである。

前年度の "PNC PJ9164 96-002 「常陽」における安全特性試験の予備計算" の MK-Ⅱ炉心及び本年度の MK-Ⅲ炉心の検討結果から、本解析手法を用いることにより、MK-Ⅲ炉心の反応度挙動の傾向を予測できる見通しが得られた。予測精度については更に向上させることが必要であるが、これまで蓄積した MK-Ⅱ炉心の知見が活用できる見通しが得られた。

今後は、本手法による反応度成分分離の成果を踏まえ、過渡試験の予測解析を行い、安全特性試験の具体化に反映していくことが重要である。

A.1 原子数密度

MK-III標準炉心のサイクル初期及びサイクル末期の原子数密度を表A.1-1 及び表A.1-2 に示す。この原子数密度は動燃段支給データである。

同表では、図2.2-3(2/2)の二次元R Z計算体系の領域番号毎に、以下の核種の並びで原子数密度を示してある。単位は、atom/cm³/barn である。

B-10 , B-11 , C , O , Na ,

Cr , Fe , Ni , Mn , Mo ,

Pu-238 , U-235 , U-236 , U-238 , Pu-239 ,

Pu-240 , Pu-241 , Pu-242 , FP-235 , FP-238 ,

FP-239 , FP-241 , W

表A.1-1 MK - III 標準炉心サイクル初期の原子数密度

2DBURN NUMBER DENSITY (BOEC) ; 動燃殻支給データ

DENS(1, 1)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 6.30062E-03, 9.75738E-03,
 4.42199E-03, 1.65529E-02, 5.11749E-03, 4.77948E-04, 3.79465E-04,
 9.16442E-06, 4.13687E-04, 0.00000E+00, 1.86057E-03, 5.75135E-04,
 2.18188E-04, 7.24225E-05, 3.60672E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 2)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 6.30062E-03, 9.75738E-03,
 4.42199E-03, 1.65529E-02, 5.11749E-03, 4.77948E-04, 3.79465E-04,
 9.16442E-06, 4.13687E-04, 0.00000E+00, 1.86057E-03, 5.75135E-04,
 2.18188E-04, 7.24225E-05, 3.60672E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 3)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 6.30062E-03, 9.75738E-03,
 4.42199E-03, 1.65529E-02, 5.11749E-03, 4.77948E-04, 3.79465E-04,
 9.16442E-06, 4.13687E-04, 0.00000E+00, 1.86057E-03, 5.75135E-04,
 2.18188E-04, 7.24225E-05, 3.60672E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 4)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 6.30062E-03, 9.75738E-03,
 4.42199E-03, 1.65529E-02, 5.11749E-03, 4.77948E-04, 3.79465E-04,
 9.16442E-06, 4.13687E-04, 0.00000E+00, 1.86057E-03, 5.75135E-04,
 2.18188E-04, 7.24225E-05, 3.60672E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 5)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66271E-02, 8.24800E-03,
 3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
 1.92817E-05, 1.07910E-03, 2.09256E-05, 5.24329E-03, 1.15577E-03,
 4.60448E-04, 1.42063E-04, 7.60295E-05, 8.01657E-05, 1.42016E-05,
 9.62829E-05, 1.48938E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 6)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66271E-02, 8.24800E-03,
 3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
 1.92817E-05, 1.06116E-03, 2.35519E-05, 5.22986E-03, 1.14264E-03,
 4.57974E-04, 1.39969E-04, 7.58532E-05, 9.53961E-05, 1.93610E-05,
 1.19265E-04, 1.79455E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 7)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66271E-02, 8.24800E-03,
 3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
 1.92817E-05, 1.06100E-03, 2.35639E-05, 5.22980E-03, 1.14251E-03,
 4.57926E-04, 1.39937E-04, 7.58530E-05, 9.55438E-05, 1.93569E-05,
 1.19515E-04, 1.79756E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 8)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66271E-02, 8.24800E-03,
 3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
 1.92817E-05, 1.08136E-03, 2.00968E-05, 5.24486E-03, 1.15633E-03,
 4.59557E-04, 1.41907E-04, 7.59868E-05, 7.87576E-05, 1.41727E-05,
 9.55928E-05, 1.46405E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 9)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
 3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
 1.92821E-05, 1.06257E-03, 2.42403E-05, 5.23185E-03, 1.14666E-03,
 4.60463E-04, 1.40245E-04, 7.60226E-05, 9.33097E-05, 1.68400E-05,
 1.12862E-04, 1.73787E-05, 0.00000E+00,
 DENS(1, 10)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
 3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
 1.92821E-05, 1.04217E-03, 2.71484E-05, 5.21623E-03, 1.13152E-03,
 4.57448E-04, 1.37840E-04, 7.58015E-05, 1.10695E-04, 2.29558E-05,
 1.39531E-04, 2.08840E-05, 0.00000E+00,
 DENS(1, 11)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
 3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
 1.92821E-05, 1.04215E-03, 2.71248E-05, 5.21627E-03, 1.13144E-03,
 4.57383E-04, 1.37813E-04, 7.58004E-05, 1.10736E-04, 2.29353E-05,
 1.39673E-04, 2.08940E-05, 0.00000E+00,
 DENS(1, 12)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
 3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
 1.92821E-05, 1.06614E-03, 2.30355E-05, 5.23432E-03, 1.14765E-03,
 4.59280E-04, 1.40083E-04, 7.59635E-05, 9.09887E-05, 1.67851E-05,
 1.11381E-04, 1.69522E-05, 0.00000E+00,
 DENS(1, 13)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
 3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
 1.92821E-05, 1.06779E-03, 2.34309E-05, 5.23584E-03, 1.15002E-03,
 4.61053E-04, 1.40826E-04, 7.60623E-05, 8.89237E-05, 1.54969E-05,
 1.06545E-04, 1.65164E-05, 0.00000E+00,
 DENS(1, 14)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
 3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
 1.92821E-05, 1.04977E-03, 2.58284E-05, 5.22196E-03, 1.13639E-03,
 4.57993E-04, 1.38546E-04, 7.58423E-05, 1.04466E-04, 2.12024E-05,
 1.30704E-04, 1.96411E-05, 0.00000E+00,
 DENS(1, 15)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
 3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
 1.92821E-05, 1.04996E-03, 2.57574E-05, 5.22214E-03, 1.13641E-03,
 4.57909E-04, 1.38529E-04, 7.58400E-05, 1.04350E-04, 2.11660E-05,
 1.30673E-04, 1.96219E-05, 0.00000E+00,
 DENS(1, 16)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
 3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
 1.92821E-05, 1.07278E-03, 2.18177E-05, 5.23913E-03, 1.15167E-03,
 4.59590E-04, 1.40665E-04, 7.59843E-05, 8.56072E-05, 1.54557E-05,
 1.04092E-04, 1.58989E-05, 0.00000E+00,
 DENS(1, 17)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66686E-02, 8.24816E-03,
 3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
 2.42450E-05, 9.96185E-04, 2.03186E-05, 4.85789E-03, 1.43364E-03,
 5.78849E-04, 1.77526E-04, 9.55951E-05, 7.76305E-05, 1.39599E-05,
 1.25571E-04, 1.95285E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 18)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 80185E-04, 2. 24728E-05, 4. 84568E-03, 1. 41478E-03,
5. 75188E-04, 1. 74827E-04, 9. 53276E-05, 9. 14075E-05, 1. 90679E-05,
1. 54271E-04, 2. 32978E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 19)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 80416E-04, 2. 24009E-05, 4. 84589E-03, 1. 41490E-03,
5. 75104E-04, 1. 74818E-04, 9. 53254E-05, 9. 12509E-05, 1. 90226E-05,
1. 54130E-04, 2. 32603E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 20)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 1. 00060E-03, 1. 89281E-05, 4. 86087E-03, 1. 43635E-03,
5. 77269E-04, 1. 77405E-04, 9. 55045E-05, 7. 46478E-05, 1. 38775E-05,
1. 22609E-04, 1. 87968E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 21)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 90412E-04, 2. 14373E-05, 4. 85367E-03, 1. 42817E-03,
5. 78675E-04, 1. 76205E-04, 9. 55667E-05, 8. 22564E-05, 1. 51737E-05,
1. 33573E-04, 2. 06679E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 22)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 73665E-04, 2. 37171E-05, 4. 84076E-03, 1. 40837E-03,
5. 74851E-04, 1. 73421E-04, 9. 52791E-05, 9. 66459E-05, 2. 06113E-05,
1. 63675E-04, 2. 46298E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 23)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 74032E-04, 2. 36227E-05, 4. 84106E-03, 1. 40862E-03,
5. 74783E-04, 1. 73432E-04, 9. 52778E-05, 9. 63762E-05, 2. 05398E-05,
1. 63319E-04, 2. 45618E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 24)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 94989E-04, 2. 00730E-05, 4. 85681E-03, 1. 48113E-03,
5. 77244E-04, 1. 76143E-04, 9. 54851E-05, 7. 90885E-05, 1. 49856E-05,
1. 30142E-04, 1. 99001E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 25)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66683E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
2. 42445E-05, 9. 86872E-04, 2. 34711E-05, 4. 85282E-03, 1. 42869E-03,
5. 83179E-04, 1. 76506E-04, 9. 58566E-05, 8. 36777E-05, 1. 27461E-05,
1. 29992E-04, 2. 07888E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 26)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66683E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
2. 42445E-05, 9. 72681E-04, 2. 53456E-05, 4. 84182E-03, 1. 41245E-03,
5. 79875E-04, 1. 74070E-04, 9. 56218E-05, 9. 59269E-05, 1. 71776E-05,
1. 55335E-04, 2. 41434E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 27)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66683E-02, 8.24800E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
2.42445E-05, 9.73370E-04, 2.51725E-05, 4.84233E-03, 1.41298E-03,
5.79762E-04, 1.74097E-04, 9.56170E-05, 9.54177E-05, 1.70924E-05,
1.54618E-04, 2.40130E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 28)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66683E-02, 8.24800E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
2.42445E-05, 9.92828E-04, 2.17376E-05, 4.85671E-03, 1.43309E-03,
5.81488E-04, 1.76463E-04, 9.57614E-05, 7.95166E-05, 1.24951E-05,
1.24977E-04, 1.97545E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 29)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 6.30062E-03, 9.75738E-03,
4.42199E-03, 1.65529E-02, 5.11749E-03, 4.77948E-04, 3.79465E-04,
9.16442E-06, 4.13687E-04, 0.00000E+00, 1.86057E-03, 5.75135E-04,
2.18188E-04, 7.24225E-05, 3.60672E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 30)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 6.30062E-03, 9.75738E-03,
4.42199E-03, 1.65529E-02, 5.11749E-03, 4.77948E-04, 3.79465E-04,
9.16442E-06, 4.13687E-04, 0.00000E+00, 1.86057E-03, 5.75135E-04,
2.18188E-04, 7.24225E-05, 3.60672E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 31)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66271E-02, 8.24800E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
1.92817E-05, 1.05603E-03, 2.44643E-05, 5.22616E-03, 1.13937E-03,
4.57684E-04, 1.39501E-04, 7.58314E-05, 9.95782E-05, 2.04376E-05,
1.25063E-04, 1.87731E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 32)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66271E-02, 8.24800E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
1.92817E-05, 1.05599E-03, 2.44720E-05, 5.22614E-03, 1.13934E-03,
4.57680E-04, 1.39496E-04, 7.58316E-05, 9.96177E-05, 2.04375E-05,
1.25117E-04, 1.87808E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 33)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.09011E-02, 1.07471E-02,
3.58591E-03, 1.34232E-02, 4.14991E-03, 3.87581E-04, 3.07718E-04,
1.58559E-05, 7.15744E-04, 0.00000E+00, 3.21908E-03, 9.95074E-04,
3.77500E-04, 1.25302E-04, 6.23992E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 34)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.09011E-02, 1.07471E-02,
3.58591E-03, 1.34232E-02, 4.14991E-03, 3.87581E-04, 3.07718E-04,
1.58559E-05, 7.15744E-04, 0.00000E+00, 3.21908E-03, 9.95074E-04,
3.77500E-04, 1.25302E-04, 6.23992E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 35)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
1.92821E-05, 1.03635E-03, 2.81693E-05, 5.21194E-03, 1.12778E-03,
4.57088E-04, 1.37311E-04, 7.57728E-05, 1.15445E-04, 2.42179E-05,
1.46214E-04, 2.18315E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 36)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66274E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
1. 92821E-05, 1. 03633E-03, 2. 81719E-05, 5. 21193E-03, 1. 12776E-03,
4. 57082E-04, 1. 37307E-04, 7. 57730E-05, 1. 15468E-04, 2. 42146E-05,
1. 46251E-04, 2. 18361E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 37)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66274E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
1. 92821E-05, 1. 04441E-03, 2. 67664E-05, 5. 21803E-03, 1. 13292E-03,
4. 57649E-04, 1. 38052E-04, 7. 58156E-05, 1. 08853E-04, 2. 23689E-05,
1. 36870E-04, 2. 05134E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 38)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66274E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
1. 92821E-05, 1. 04441E-03, 2. 67617E-05, 5. 21805E-03, 1. 13292E-03,
4. 57641E-04, 1. 38049E-04, 7. 58156E-05, 1. 08850E-04, 2. 23622E-05,
1. 36876E-04, 2. 05131E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 39)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 75487E-04, 2. 32971E-05, 4. 84227E-03, 1. 40994E-03,
5. 74762E-04, 1. 74239E-04, 9. 52959E-05, 9. 52515E-05, 2. 00994E-05,
1. 61453E-04, 2. 43304E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 40)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 75508E-04, 2. 32905E-05, 4. 84229E-03, 1. 40995E-03,
5. 74755E-04, 1. 74238E-04, 9. 52960E-05, 9. 52372E-05, 2. 00911E-05,
1. 61439E-04, 2. 43268E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 41)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 68798E-04, 2. 45736E-05, 4. 83718E-03, 1. 40336E-03,
5. 74416E-04, 1. 72824E-04, 9. 52451E-05, 1. 00624E-04, 2. 16933E-05,
1. 71112E-04, 2. 56988E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 42)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 68847E-04, 2. 45618E-05, 4. 83723E-03, 1. 40340E-03,
5. 74410E-04, 1. 72827E-04, 9. 52453E-05, 1. 00587E-04, 2. 16804E-05,
1. 71056E-04, 2. 56891E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 43)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66683E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
2. 42445E-05, 9. 68208E-04, 2. 61655E-05, 4. 83859E-03, 1. 40801E-03,
5. 79605E-04, 1. 73558E-04, 9. 56010E-05, 9. 95472E-05, 1. 80558E-05,
1. 61909E-04, 2. 51106E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 44)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66683E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
2. 42445E-05, 9. 68314E-04, 2. 61400E-05, 4. 83867E-03, 1. 40809E-03,
5. 79592E-04, 1. 73564E-04, 9. 56006E-05, 9. 94676E-05, 1. 80405E-05,
1. 61791E-04, 2. 50899E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 45)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64247E-02, 8. 48100E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 16673E-05, 1. 15094E-06, 7. 98139E-03, 2. 41218E-04,
1. 11732E-05, 3. 68341E-07, 6. 97137E-09, 3. 80377E-06, 5. 24039E-05,
3. 41335E-05, 3. 45938E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 46)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63959E-02, 8. 01300E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 24770E-05, 8. 66160E-07, 8. 00731E-03, 2. 14348E-04,
5. 91139E-06, 1. 13203E-07, 1. 58299E-09, 3. 27481E-06, 5. 26161E-05,
2. 58540E-05, 8. 78246E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 47)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64247E-02, 8. 48100E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 16483E-05, 1. 15543E-06, 7. 98004E-03, 2. 42104E-04,
1. 12820E-05, 3. 74055E-07, 7. 10982E-09, 3. 81783E-06, 5. 24780E-05,
3. 44100E-05, 3. 52485E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 48)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63959E-02, 8. 01300E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 24555E-05, 8. 71084E-07, 8. 00574E-03, 2. 15474E-04,
5. 99900E-06, 1. 15821E-07, 1. 62810E-09, 3. 29099E-06, 5. 27013E-05,
2. 61207E-05, 9. 01367E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 49)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64247E-02, 8. 48100E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 16673E-05, 1. 15094E-06, 7. 98139E-03, 2. 41218E-04,
1. 11732E-05, 3. 68341E-07, 6. 97137E-09, 3. 80377E-06, 5. 24039E-05,
3. 41335E-05, 3. 45938E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 50)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63959E-02, 8. 01300E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 24770E-05, 8. 66160E-07, 8. 00731E-03, 2. 14348E-04,
5. 91139E-06, 1. 13203E-07, 1. 58299E-09, 3. 27481E-06, 5. 26161E-05,
2. 58540E-05, 8. 78246E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 51)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64247E-02, 8. 48100E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 16869E-05, 1. 14646E-06, 7. 98285E-03, 2. 40314E-04,
1. 10673E-05, 3. 62803E-07, 6. 83658E-09, 3. 78910E-06, 5. 22555E-05,
3. 38418E-05, 3. 39438E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 52)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63959E-02, 8. 01300E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 24997E-05, 8. 61090E-07, 8. 00901E-03, 2. 13182E-04,
5. 82335E-06, 1. 10597E-07, 1. 53823E-09, 3. 25761E-06, 5. 24552E-05,
2. 55696E-05, 8. 54990E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 53)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64250E-02, 8. 48117E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
0. 00000E+00, 1. 17408E-05, 1. 13561E-06, 7. 98747E-03, 2. 37713E-04,
1. 08366E-05, 3. 51929E-07, 6. 54191E-09, 3. 74760E-06, 5. 14860E-05,
3. 30065E-05, 3. 24177E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 54)=
 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63962E-02, 8. 01316E-03,
 3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
 0. 00000E+00, 1. 25745E-05, 8. 44900E-07, 8. 01494E-03, 2. 09419E-04,
 5. 56010E-06, 1. 02931E-07, 1. 40530E-09, 3. 20047E-06, 5. 16715E-05,
 2. 46228E-05, 7. 83885E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 55)=
 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64250E-02, 8. 48117E-03,
 3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
 0. 00000E+00, 1. 17777E-05, 1. 13169E-06, 7. 99176E-03, 2. 35290E-04,
 1. 08194E-05, 3. 56134E-07, 6. 52521E-09, 3. 71483E-06, 5. 02857E-05,
 3. 23468E-05, 3. 20172E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 56)=
 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63962E-02, 8. 01316E-03,
 3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
 0. 00000E+00, 1. 26556E-05, 8. 27979E-07, 8. 02134E-03, 2. 05364E-04,
 5. 30562E-06, 9. 58178E-08, 1. 28416E-09, 3. 13751E-06, 5. 06105E-05,
 2. 36023E-05, 7. 17680E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 57)=
 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64250E-02, 8. 48117E-03,
 3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
 0. 00000E+00, 1. 18510E-05, 1. 11506E-06, 7. 99714E-03, 2. 31969E-04,
 1. 04496E-05, 3. 36733E-07, 6. 07218E-09, 3. 65989E-06, 4. 96738E-05,
 3. 13006E-05, 2. 98351E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 58)=
 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63962E-02, 8. 01316E-03,
 3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
 0. 00000E+00, 1. 27186E-05, 8. 15569E-07, 8. 02630E-03, 2. 02102E-04,
 5. 13949E-06, 9. 15273E-08, 1. 20805E-09, 3. 08766E-06, 4. 98705E-05,
 2. 28159E-05, 6. 74580E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 59)=
 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64250E-02, 8. 48117E-03,
 3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
 0. 00000E+00, 1. 20406E-05, 1. 07369E-06, 8. 01150E-03, 2. 23360E-04,
 9. 59150E-06, 2. 94679E-07, 5. 12214E-09, 3. 51581E-06, 4. 74529E-05,
 2. 86694E-05, 2. 51758E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 60)=
 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63962E-02, 8. 01316E-03,
 3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
 0. 00000E+00, 1. 28745E-05, 7. 86734E-07, 8. 03894E-03, 1. 94214E-04,
 4. 79841E-06, 8. 30802E-08, 1. 05423E-09, 2. 96239E-06, 4. 73860E-05,
 2. 08931E-05, 5. 83928E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 61)=
 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64247E-02, 8. 48100E-03,
 3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
 0. 00000E+00, 1. 22405E-05, 1. 04199E-06, 8. 03011E-03, 2. 13406E-04,
 9. 09091E-06, 2. 77444E-07, 4. 60989E-09, 3. 35011E-06, 4. 20663E-05,
 2. 57533E-05, 2. 21242E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 62)=
 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63959E-02, 8. 01300E-03,
 3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
 0. 00000E+00, 1. 30710E-05, 7. 58963E-07, 8. 05671E-03, 1. 84608E-04,
 4. 58475E-06, 7. 88461E-08, 9. 48652E-10, 2. 79473E-06, 4. 17400E-05,
 1. 84361E-05, 5. 09060E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 63)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 11820E-02,
6. 87710E-03, 2. 09710E-02, 1. 42140E-02, 6. 13350E-04, 5. 59440E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 2. 35410E-04,

DENS(1, 64)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 11820E-02,
6. 87710E-03, 2. 09710E-02, 1. 42140E-02, 6. 13350E-04, 5. 59440E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 2. 35410E-04,

DENS(1, 65)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 6. 02560E-03,
9. 89290E-02, 4. 02030E-02, 1. 04690E-02, 1. 02010E-03, 7. 91330E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 8. 97160E-06,

DENS(1, 66)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 5. 77650E-03,
1. 94550E-03, 1. 04540E-02, 1. 27070E-03, 1. 61050E-04, 1. 09320E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 8. 97160E-06,

DENS(1, 67)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 5. 92620E-03,
1. 03020E-02, 2. 92630E-02, 2. 23050E-02, 9. 37520E-04, 8. 68740E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 64560E-04,

DENS(1, 68)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 4. 36080E-03,
1. 13220E-02, 3. 17320E-02, 2. 47150E-02, 1. 03400E-03, 9. 60880E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 4. 03040E-04,

DENS(1, 69)=
1. 07750E-02, 4. 33690E-02, 1. 35360E-02, 0. 00000E+00, 5. 92620E-03,
1. 94550E-03, 1. 04540E-02, 1. 27070E-03, 1. 61050E-04, 1. 09320E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 8. 97160E-06,

DENS(1, 70)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 92300E-02,
2. 17600E-03, 8. 16400E-03, 1. 36000E-03, 0. 00000E+00, 1. 73400E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 71)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 2. 18060E-02,
5. 71650E-04, 2. 13990E-03, 6. 61660E-04, 4. 90570E-05, 6. 17870E-05,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 72)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 8.91330E-03,
8.47720E-03, 3.17320E-02, 9.81190E-03, 9.16260E-04, 7.27480E-04,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 73)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.90540E-02,
2.25870E-03, 8.45500E-03, 2.16440E-03, 2.44140E-04, 1.93830E-04,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 74)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 8.01320E-03,
8.04500E-03, 3.01140E-02, 9.31160E-03, 8.69540E-04, 6.90390E-04,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 75)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 8.01320E-03,
8.04500E-03, 3.01140E-02, 9.31160E-03, 8.69540E-04, 6.90390E-04,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 76)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 8.01320E-03,
3.60880E-03, 1.34020E-02, 3.88700E-03, 3.81440E-04, 3.05780E-04,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 77)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.82180E-02,
2.11930E-03, 7.93310E-03, 2.45290E-03, 2.29070E-04, 1.81877E-04,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 78)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.84840E-02,
2.11930E-03, 7.93310E-03, 2.45300E-03, 2.29070E-04, 1.81870E-04,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 79)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 2.10300E-02,
1.09700E-03, 4.19600E-03, 8.49900E-04, 1.13500E-04, 9.28500E-05,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 80)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.61200E-02,
4.16800E-03, 1.59500E-02, 3.23000E-03, 4.31500E-04, 3.52800E-04,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 81)=
 2.24000E-02, 2.48900E-03, 6.19900E-03, 0.00000E+00, 1.28800E-02,
 2.48600E-03, 9.51100E-03, 1.92600E-03, 2.57400E-04, 2.10500E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 82)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.77800E-02,
 2.99800E-03, 1.14700E-02, 2.32300E-03, 3.10400E-04, 2.53800E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 83)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 2.10300E-02,
 1.09700E-03, 4.19600E-03, 8.49900E-04, 1.13500E-04, 9.28500E-05,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 84)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.61200E-02,
 4.16800E-03, 1.59500E-02, 3.23000E-03, 4.31500E-04, 3.52800E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 85)=
 2.24000E-02, 2.48900E-03, 6.19900E-03, 0.00000E+00, 1.28800E-02,
 2.48600E-03, 9.51100E-03, 1.92600E-03, 2.57400E-04, 2.10500E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 86)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.77800E-02,
 2.99800E-03, 1.14700E-02, 2.32300E-03, 3.10400E-04, 2.53800E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 87)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.09011E-02, 1.07471E-02,
 3.58591E-03, 1.34232E-02, 4.14991E-03, 3.87581E-04, 3.07718E-04,
 1.58559E-05, 7.15744E-04, 0.00000E+00, 3.21908E-03, 9.95074E-04,
 3.77500E-04, 1.25302E-04, 6.23992E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 88)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.09011E-02, 1.07471E-02,
 3.58591E-03, 1.34232E-02, 4.14991E-03, 3.87581E-04, 3.07718E-04,
 1.58559E-05, 7.15744E-04, 0.00000E+00, 3.21908E-03, 9.95074E-04,
 3.77500E-04, 1.25302E-04, 6.23992E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 89)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.09011E-02, 1.07471E-02,
 3.58591E-03, 1.34232E-02, 4.14991E-03, 3.87581E-04, 3.07718E-04,
 1.58559E-05, 7.15744E-04, 0.00000E+00, 3.21908E-03, 9.95074E-04,
 3.77500E-04, 1.25302E-04, 6.23992E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 90)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 09011E-02, 1. 07471E-02,
3. 58591E-03, 1. 34232E-02, 4. 14991E-03, 3. 87581E-04, 3. 07718E-04,
1. 58559E-05, 7. 15744E-04, 0. 00000E+00, 3. 21908E-03, 9. 95074E-04,
3. 77500E-04, 1. 25302E-04, 6. 23992E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00.

DENS(1, 91)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00.

DENS(1, 92)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00.

DENS(1, 93)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00.

DENS(1, 94)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00.

DENS(1, 95)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00.

DENS(1, 96)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00.

DENS(1, 97)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64247E-02, 8. 48100E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 16673E-05, 1. 15094E-06, 7. 98139E-03, 2. 41218E-04,
1. 11732E-05, 3. 68341E-07, 6. 97137E-09, 3. 80377E-06, 5. 24039E-05,
3. 41335E-05, 3. 45938E-08, 0. 00000E+00.

DENS(1, 98)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63959E-02, 8. 01300E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 24770E-05, 8. 66160E-07, 8. 00731E-03, 2. 14348E-04,
5. 91139E-06, 1. 13203E-07, 1. 58299E-09, 3. 27481E-06, 5. 26161E-05,
2. 58540E-05, 8. 78246E-09, 0. 00000E+00.

表A.1-2 MK-III標準炉心サイクル末期の原子数密度

2DBURN NUMBER DENSITY (EOEC) ; 動燃段支給データ

DENS(1, 1)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 6.30062E-03, 9.75738E-03,
 4.42199E-03, 1.65529E-02, 5.11749E-03, 4.77948E-04, 3.79465E-04,
 9.16442E-06, 4.13687E-04, 0.00000E+00, 1.86057E-03, 5.75135E-04,
 2.18188E-04, 7.24225E-05, 3.60672E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 2)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 6.30062E-03, 9.75738E-03,
 4.42199E-03, 1.65529E-02, 5.11749E-03, 4.77948E-04, 3.79465E-04,
 9.16442E-06, 4.13687E-04, 0.00000E+00, 1.86057E-03, 5.75135E-04,
 2.18188E-04, 7.24225E-05, 3.60672E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 3)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 6.30062E-03, 9.75738E-03,
 4.42199E-03, 1.65529E-02, 5.11749E-03, 4.77948E-04, 3.79465E-04,
 9.16442E-06, 4.13687E-04, 0.00000E+00, 1.86057E-03, 5.75135E-04,
 2.18188E-04, 7.24225E-05, 3.60672E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 4)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 6.30062E-03, 9.75738E-03,
 4.42199E-03, 1.65529E-02, 5.11749E-03, 4.77948E-04, 3.79465E-04,
 9.16442E-06, 4.13687E-04, 0.00000E+00, 1.86057E-03, 5.75135E-04,
 2.18188E-04, 7.24225E-05, 3.60672E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 5)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66271E-02, 8.24800E-03,
 3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
 1.92817E-05, 1.03053E-03, 3.08176E-05, 5.21043E-03, 1.12958E-03,
 4.60913E-04, 1.37215E-04, 7.60616E-05, 1.18604E-04, 2.12811E-05,
 1.43573E-04, 2.21273E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 6)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66271E-02, 8.24800E-03,
 3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
 1.92817E-05, 1.00446E-03, 3.45701E-05, 5.19035E-03, 1.11039E-03,
 4.57162E-04, 1.34185E-04, 7.57838E-05, 1.40774E-04, 2.89928E-05,
 1.77545E-04, 2.66075E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 7)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66271E-02, 8.24800E-03,
 3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
 1.92817E-05, 1.00422E-03, 3.45871E-05, 5.19026E-03, 1.11021E-03,
 4.57091E-04, 1.34138E-04, 7.57832E-05, 1.40989E-04, 2.89866E-05,
 1.77914E-04, 2.66512E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 8)=

0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66271E-02, 8.24800E-03,
 3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
 1.92817E-05, 1.03381E-03, 2.96163E-05, 5.21276E-03, 1.13039E-03,
 4.59603E-04, 1.36977E-04, 7.59991E-05, 1.16569E-04, 2.12387E-05,
 1.42559E-04, 2.17492E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 9)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
1.92821E-05, 1.01748E-03, 3.33707E-05, 5.20092E-03, 1.12225E-03,
4.60793E-04, 1.35705E-04, 7.60360E-05, 1.29009E-04, 2.35590E-05,
1.57189E-04, 2.41201E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 10)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
1.92821E-05, 9.89749E-04, 3.72594E-05, 5.17912E-03, 1.10155E-03,
4.56536E-04, 1.32449E-04, 7.57133E-05, 1.52682E-04, 3.20934E-05,
1.94027E-04, 2.89309E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 11)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
1.92821E-05, 9.89726E-04, 3.72274E-05, 5.17918E-03, 1.10144E-03,
4.56445E-04, 1.32412E-04, 7.57117E-05, 1.52739E-04, 3.20649E-05,
1.94223E-04, 2.89441E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 12)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
1.92821E-05, 1.02234E-03, 3.17367E-05, 5.20436E-03, 1.12359E-03,
4.59169E-04, 1.35471E-04, 7.59552E-05, 1.25864E-04, 2.34834E-05,
1.55148E-04, 2.35266E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 13)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
1.92821E-05, 1.02461E-03, 3.22818E-05, 5.20650E-03, 1.12685E-03,
4.61633E-04, 1.36495E-04, 7.60950E-05, 1.23014E-04, 2.16783E-05,
1.48429E-04, 2.29324E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 14)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
1.92821E-05, 1.00007E-03, 3.54905E-05, 5.18712E-03, 1.10820E-03,
4.57324E-04, 1.33399E-04, 7.57758E-05, 1.44212E-04, 2.96407E-05,
1.81827E-04, 2.72224E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 15)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
1.92821E-05, 1.00033E-03, 3.53942E-05, 5.18737E-03, 1.10822E-03,
4.57209E-04, 1.33375E-04, 7.57727E-05, 1.44057E-04, 2.95899E-05,
1.81783E-04, 2.71953E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 16)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66274E-02, 8.24816E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
1.92821E-05, 1.03140E-03, 3.00896E-05, 5.21109E-03, 1.12910E-03,
4.59624E-04, 1.36258E-04, 7.59885E-05, 1.18506E-04, 2.16221E-05,
1.45041E-04, 2.20735E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 17)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.66686E-02, 8.24816E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
2.42450E-05, 9.58446E-04, 2.80234E-05, 4.83221E-03, 1.39974E-03,
5.79220E-04, 1.72229E-04, 9.56234E-05, 1.07474E-04, 1.95270E-05,
1.74743E-04, 2.71212E-05, 0.00000E+00,

DENS(1, 18)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 36623E-04, 3. 09156E-05, 4. 81517E-03, 1. 37395E-03,
5. 74058E-04, 1. 68561E-04, 9. 52364E-05, 1. 26294E-04, 2. 66553E-05,
2. 14340E-04, 3. 23012E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 19)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 36937E-04, 3. 08181E-05, 4. 81547E-03, 1. 37410E-03,
5. 73944E-04, 1. 68549E-04, 9. 52335E-05, 1. 26082E-04, 2. 65922E-05,
2. 14146E-04, 3. 22492E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 20)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 64476E-04, 2. 61305E-05, 4. 88638E-03, 1. 40344E-03,
5. 77057E-04, 1. 72047E-04, 9. 54998E-05, 1. 03411E-04, 1. 94131E-05,
1. 70663E-04, 2. 61044E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 21)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 57068E-04, 2. 82219E-05, 4. 83084E-03, 1. 39814E-03,
5. 78921E-04, 1. 71382E-04, 9. 55780E-05, 1. 08644E-04, 2. 02176E-05,
1. 77213E-04, 2. 73670E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 22)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 35240E-04, 3. 11529E-05, 4. 81865E-03, 1. 37226E-03,
5. 73790E-04, 1. 67769E-04, 9. 51837E-05, 1. 27422E-04, 2. 74449E-05,
2. 16838E-04, 3. 25645E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 23)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 35718E-04, 3. 10306E-05, 4. 81406E-03, 1. 37260E-03,
5. 73703E-04, 1. 67782E-04, 9. 51821E-05, 1. 27072E-04, 2. 73501E-05,
2. 16370E-04, 3. 24747E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 24)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 63037E-04, 2. 64470E-05, 4. 83501E-03, 1. 40199E-03,
5. 77051E-04, 1. 71285E-04, 9. 54719E-05, 1. 04517E-04, 1. 99683E-05,
1. 72700E-04, 2. 63506E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 25)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66683E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
2. 42445E-05, 9. 57251E-04, 2. 98558E-05, 4. 83299E-03, 1. 40302E-03,
5. 84649E-04, 1. 72466E-04, 9. 59495E-05, 1. 06739E-04, 1. 63785E-05,
1. 66505E-04, 2. 65881E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 26)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66683E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
2. 42445E-05, 9. 39355E-04, 3. 21892E-05, 4. 81886E-03, 1. 38250E-03,
5. 80375E-04, 1. 69405E-04, 9. 56395E-05, 1. 22204E-04, 2. 20591E-05,
1. 98758E-04, 3. 08434E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 27)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66683E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
2. 42445E-05, 9. 40223E-04, 3. 19721E-05, 4. 81951E-03, 1. 38317E-03,
5. 80234E-04, 1. 69436E-04, 9. 56337E-05, 1. 21563E-04, 2. 19502E-05,
1. 97847E-04, 3. 06771E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 28)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66683E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
2. 42445E-05, 9. 64769E-04, 2. 76744E-05, 4. 83797E-03, 1. 40858E-03,
5. 82517E-04, 1. 72395E-04, 9. 58297E-05, 1. 01491E-04, 1. 60573E-05,
1. 60125E-04, 2. 52652E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 29)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 6. 30062E-03, 9. 75738E-03,
4. 42199E-03, 1. 65529E-02, 5. 11749E-03, 4. 77948E-04, 3. 79465E-04,
9. 16442E-06, 4. 13687E-04, 0. 00000E+00, 1. 86057E-03, 5. 75135E-04,
2. 18188E-04, 7. 24225E-05, 3. 60672E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 30)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 6. 30062E-03, 9. 75738E-03,
4. 42199E-03, 1. 65529E-02, 5. 11749E-03, 4. 77948E-04, 3. 79465E-04,
9. 16442E-06, 4. 13687E-04, 0. 00000E+00, 1. 86057E-03, 5. 75135E-04,
2. 18188E-04, 7. 24225E-05, 3. 60672E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 31)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66271E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
1. 92817E-05, 9. 97038E-04, 3. 58727E-05, 5. 18483E-03, 1. 10564E-03,
4. 56707E-04, 1. 33516E-04, 7. 57467E-05, 1. 46833E-04, 3. 06002E-05,
1. 86096E-04, 2. 78214E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 32)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66271E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
1. 92817E-05, 9. 96969E-04, 3. 58836E-05, 5. 18479E-03, 1. 10560E-03,
4. 56701E-04, 1. 33507E-04, 7. 57470E-05, 1. 46890E-04, 3. 06001E-05,
1. 86176E-04, 2. 78326E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 33)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 09011E-02, 1. 07471E-02,
3. 58591E-03, 1. 34232E-02, 4. 14991E-03, 3. 87581E-04, 3. 07718E-04,
1. 58559E-05, 7. 15744E-04, 0. 00000E+00, 3. 21908E-03, 9. 95074E-04,
3. 77500E-04, 1. 25302E-04, 6. 23992E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 34)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 09011E-02, 1. 07471E-02,
3. 58591E-03, 1. 34232E-02, 4. 14991E-03, 3. 87581E-04, 3. 07718E-04,
1. 58559E-05, 7. 15744E-04, 0. 00000E+00, 3. 21908E-03, 9. 95074E-04,
3. 77500E-04, 1. 25302E-04, 6. 23992E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 35)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66274E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
1. 92821E-05, 9. 81876E-04, 3. 86240E-05, 5. 17314E-03, 1. 09646E-03,
4. 56013E-04, 1. 31740E-04, 7. 56690E-05, 1. 59121E-04, 3. 38526E-05,
2. 03240E-04, 3. 02304E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 36)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66274E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
1. 92821E-05, 9. 81841E-04, 3. 86275E-05, 5. 17312E-03, 1. 09644E-03,
4. 56005E-04, 1. 31734E-04, 7. 56692E-05, 1. 59153E-04, 3. 38480E-05,
2. 03290E-04, 3. 02366E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 37)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66274E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
1. 92821E-05, 9. 92798E-04, 3. 67474E-05, 5. 18165E-03, 1. 10348E-03,
4. 56826E-04, 1. 32736E-04, 7. 57349E-05, 1. 50170E-04, 3. 12668E-05,
1. 90333E-04, 2. 84198E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 38)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66274E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
1. 92821E-05, 9. 92808E-04, 3. 67410E-05, 5. 18167E-03, 1. 10347E-03,
4. 56816E-04, 1. 32732E-04, 7. 57349E-05, 1. 50167E-04, 3. 12575E-05,
1. 90342E-04, 2. 84193E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 39)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 30237E-04, 3. 20234E-05, 4. 81041E-03, 1. 36735E-03,
5. 73441E-04, 1. 67771E-04, 9. 51880E-05, 1. 31524E-04, 2. 80932E-05,
2. 24225E-04, 3. 37198E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 40)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 30266E-04, 3. 20144E-05, 4. 81044E-03, 1. 36736E-03,
5. 73431E-04, 1. 67769E-04, 9. 51881E-05, 1. 31504E-04, 2. 80816E-05,
2. 24206E-04, 3. 37149E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 41)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 28917E-04, 3. 22549E-05, 4. 80890E-03, 1. 36575E-03,
5. 73192E-04, 1. 67001E-04, 9. 51349E-05, 1. 32595E-04, 2. 88813E-05,
2. 26606E-04, 3. 39664E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 42)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66686E-02, 8. 24816E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
2. 42450E-05, 9. 28981E-04, 3. 22396E-05, 4. 80896E-03, 1. 36580E-03,
5. 73185E-04, 1. 67004E-04, 9. 51351E-05, 1. 32546E-04, 2. 88641E-05,
2. 26533E-04, 3. 39536E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 43)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66683E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
2. 42445E-05, 9. 33729E-04, 3. 32118E-05, 4. 81472E-03, 1. 37690E-03,
5. 80012E-04, 1. 68768E-04, 9. 56102E-05, 1. 26760E-04, 2. 31834E-05,
2. 07109E-04, 3. 20708E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 44)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 66683E-02, 8. 24800E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
2. 42445E-05, 9. 33863E-04, 3. 31799E-05, 4. 81482E-03, 1. 37701E-03,
5. 79995E-04, 1. 68774E-04, 9. 56097E-05, 1. 26660E-04, 2. 31638E-05,
2. 06959E-04, 3. 20444E-05, 0. 00000E+00,

DENS(1, 45)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.64247E-02, 8.48100E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
0.00000E+00, 1.11470E-05, 1.26143E-06, 7.93898E-03, 2.65554E-04,
1.38770E-05, 5.10432E-07, 1.09331E-08, 4.20048E-06, 5.89847E-05,
4.27604E-05, 5.44553E-08, 0.00000E+00,

DENS(1, 46)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.63959E-02, 8.01300E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
0.00000E+00, 1.20245E-05, 9.55187E-07, 7.96976E-03, 2.37094E-04,
7.38645E-06, 1.58188E-07, 2.50293E-09, 3.63134E-06, 5.92412E-05,
3.24995E-05, 1.39254E-08, 0.00000E+00,

DENS(1, 47)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.64247E-02, 8.48100E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
0.00000E+00, 1.11197E-05, 1.26775E-06, 7.93696E-03, 2.66813E-04,
1.40542E-05, 5.20841E-07, 1.12206E-08, 4.22063E-06, 5.90960E-05,
4.32180E-05, 5.58242E-08, 0.00000E+00,

DENS(1, 48)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.63959E-02, 8.01300E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
0.00000E+00, 1.19934E-05, 9.62229E-07, 7.96742E-03, 2.38718E-04,
7.53033E-06, 1.63017E-07, 2.59778E-09, 3.65474E-06, 5.93690E-05,
3.29440E-05, 1.44150E-08, 0.00000E+00,

DENS(1, 49)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.64247E-02, 8.48100E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
0.00000E+00, 1.11470E-05, 1.26143E-06, 7.93898E-03, 2.65554E-04,
1.38770E-05, 5.10432E-07, 1.09331E-08, 4.20048E-06, 5.89847E-05,
4.27604E-05, 5.44553E-08, 0.00000E+00,

DENS(1, 50)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.63959E-02, 8.01300E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
0.00000E+00, 1.20245E-05, 9.55187E-07, 7.96976E-03, 2.37094E-04,
7.38645E-06, 1.58188E-07, 2.50293E-09, 3.63134E-06, 5.92412E-05,
3.24995E-05, 1.39254E-08, 0.00000E+00,

DENS(1, 51)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.64247E-02, 8.48100E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
0.00000E+00, 1.11752E-05, 1.25513E-06, 7.94115E-03, 2.64268E-04,
1.37047E-05, 5.00354E-07, 1.06538E-08, 4.17944E-06, 5.87622E-05,
4.22781E-05, 5.31002E-08, 0.00000E+00,

DENS(1, 52)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.63959E-02, 8.01300E-03,
3.17900E-03, 1.19000E-02, 3.67900E-03, 3.43600E-04, 2.72800E-04,
0.00000E+00, 1.20572E-05, 9.47933E-07, 7.97230E-03, 2.35415E-04,
7.24192E-06, 1.53390E-07, 2.40908E-09, 3.60646E-06, 5.90000E-05,
3.20261E-05, 1.34346E-08, 0.00000E+00,

DENS(1, 53)=
0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.64250E-02, 8.48117E-03,
3.17906E-03, 1.19002E-02, 3.67907E-03, 3.43607E-04, 2.72805E-04,
0.00000E+00, 1.12454E-05, 1.24130E-06, 7.94738E-03, 2.60888E-04,
1.33642E-05, 4.82513E-07, 1.01043E-08, 4.12512E-06, 5.76985E-05,
4.10190E-05, 5.02363E-08, 0.00000E+00,

DENS(1, 54)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63962E-02, 8. 01316E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
0. 00000E+00, 1. 21562E-05, 9. 26763E-07, 7. 98035E-03, 2. 30463E-04,
6. 84739E-06, 1. 40534E-07, 2. 15623E-09, 3. 53076E-06, 5. 79173E-05,
3. 05874E-05, 1. 20753E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 55)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64250E-02, 8. 48117E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
0. 00000E+00, 1. 12949E-05, 1. 23625E-06, 7. 95338E-03, 2. 57619E-04,
1. 33354E-05, 4. 89674E-07, 1. 00776E-08, 4. 08102E-06, 5. 60175E-05,
3. 99971E-05, 4. 94969E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 56)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63962E-02, 8. 01316E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
0. 00000E+00, 1. 22661E-05, 9. 04098E-07, 7. 98929E-03, 2. 24999E-04,
6. 45700E-06, 1. 28344E-07, 1. 92119E-09, 3. 44539E-06, 5. 64311E-05,
2. 90050E-05, 1. 07854E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 57)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64250E-02, 8. 48117E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
0. 00000E+00, 1. 13934E-05, 1. 21430E-06, 7. 96087E-03, 2. 53195E-04,
1. 27726E-05, 4. 56690E-07, 9. 20367E-09, 4. 00716E-06, 5. 51617E-05,
3. 83834E-05, 4. 52677E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 58)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63962E-02, 8. 01316E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
0. 00000E+00, 1. 23517E-05, 8. 87439E-07, 7. 99622E-03, 2. 20589E-04,
6. 20166E-06, 1. 20995E-07, 1. 77423E-09, 3. 37767E-06, 5. 53954E-05,
2. 77863E-05, 9. 95053E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 59)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64250E-02, 8. 48117E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
0. 00000E+00, 1. 16249E-05, 1. 16439E-06, 7. 97895E-03, 2. 42834E-04,
1. 15791E-05, 3. 91008E-07, 7. 53463E-09, 3. 83140E-06, 5. 23807E-05,
3. 47163E-05, 3. 70711E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 60)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63962E-02, 8. 01316E-03,
3. 17906E-03, 1. 19002E-02, 3. 67907E-03, 3. 43607E-04, 2. 72805E-04,
0. 00000E+00, 1. 25380E-05, 8. 53768E-07, 8. 01181E-03, 2. 11211E-04,
5. 75546E-06, 1. 08831E-07, 1. 52217E-09, 3. 22735E-06, 5. 22625E-05,
2. 51628E-05, 8. 44794E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 61)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64247E-02, 8. 48100E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 18557E-05, 1. 12951E-06, 8. 00147E-03, 2. 31363E-04,
1. 09588E-05, 3. 68287E-07, 6. 73614E-09, 3. 63866E-06, 4. 56904E-05,
3. 08395E-05, 3. 21840E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 62)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63959E-02, 8. 01300E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 27658E-05, 8. 23195E-07, 8. 03320E-03, 2. 00189E-04,
5. 50935E-06, 1. 03790E-07, 1. 36388E-09, 3. 03157E-06, 4. 52494E-05,
2. 18993E-05, 7. 27328E-09, 0. 00000E+00,

DENS(1, 63)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 11820E-02,
6. 87710E-03, 2. 09710E-02, 1. 42140E-02, 6. 13350E-04, 5. 59440E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 2. 35410E-04,

DENS(1, 64)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 11820E-02,
6. 87710E-03, 2. 09710E-02, 1. 42140E-02, 6. 13350E-04, 5. 59440E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 2. 35410E-04,

DENS(1, 65)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 6. 02560E-03,
9. 89290E-02, 4. 02030E-02, 1. 04690E-02, 1. 02010E-03, 7. 91330E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 8. 97160E-06,

DENS(1, 66)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 5. 77650E-03,
1. 94550E-03, 1. 04540E-02, 1. 27070E-03, 1. 61050E-04, 1. 09320E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 8. 97160E-06,

DENS(1, 67)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 5. 92620E-03,
1. 03020E-02, 2. 92630E-02, 2. 23050E-02, 9. 37520E-04, 8. 68740E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 64560E-04,

DENS(1, 68)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 4. 36080E-03,
1. 13220E-02, 3. 17320E-02, 2. 47150E-02, 1. 03400E-03, 9. 60880E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 4. 03040E-04,

DENS(1, 69)=
1. 07750E-02, 4. 33690E-02, 1. 35360E-02, 0. 00000E+00, 5. 92620E-03,
1. 94550E-03, 1. 04540E-02, 1. 27070E-03, 1. 61050E-04, 1. 09320E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 8. 97160E-06,

DENS(1, 70)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 92300E-02,
2. 17600E-03, 8. 16400E-03, 1. 36000E-03, 0. 00000E+00, 1. 73400E-04,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 71)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 2. 18060E-02,
5. 71650E-04, 2. 13990E-03, 6. 61660E-04, 4. 90570E-05, 6. 17870E-05,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 72)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 8.91330E-03,
 8.47720E-03, 3.17320E-02, 9.81190E-03, 9.16260E-04, 7.27480E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 73)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.90540E-02,
 2.25870E-03, 8.45500E-03, 2.16440E-03, 2.44140E-04, 1.93830E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 74)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 8.01320E-03,
 8.04500E-03, 3.01140E-02, 9.31160E-03, 8.69540E-04, 6.90390E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 75)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 8.01320E-03,
 8.04500E-03, 3.01140E-02, 9.31160E-03, 8.69540E-04, 6.90390E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 76)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 8.01320E-03,
 3.60880E-03, 1.34020E-02, 3.88700E-03, 3.81440E-04, 3.05780E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 77)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.82180E-02,
 2.11930E-03, 7.93310E-03, 2.45290E-03, 2.29070E-04, 1.81877E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 78)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.84840E-02,
 2.11930E-03, 7.93310E-03, 2.45300E-03, 2.29070E-04, 1.81870E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 79)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 2.10300E-02,
 1.09700E-03, 4.19600E-03, 8.49900E-04, 1.13500E-04, 9.28500E-05,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
DENS(1, 80)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.61200E-02,
 4.16800E-03, 1.59500E-02, 3.23000E-03, 4.31500E-04, 3.52800E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 81)=
 2.24000E-02, 2.48900E-03, 6.19900E-03, 0.00000E+00, 1.28800E-02,
 2.48600E-03, 9.51100E-03, 1.92600E-03, 2.57400E-04, 2.10500E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 DENS(1, 82)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.77800E-02,
 2.99800E-03, 1.14700E-02, 2.32300E-03, 3.10400E-04, 2.53800E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 DENS(1, 83)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 2.10300E-02,
 1.09700E-03, 4.19600E-03, 8.49900E-04, 1.13500E-04, 9.28500E-05,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 DENS(1, 84)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.61200E-02,
 4.16800E-03, 1.59500E-02, 3.23000E-03, 4.31500E-04, 3.52800E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 DENS(1, 85)=
 2.24000E-02, 2.48900E-03, 6.19900E-03, 0.00000E+00, 1.28800E-02,
 2.48600E-03, 9.51100E-03, 1.92600E-03, 2.57400E-04, 2.10500E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 DENS(1, 86)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.77800E-02,
 2.99800E-03, 1.14700E-02, 2.32300E-03, 3.10400E-04, 2.53800E-04,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 DENS(1, 87)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.09011E-02, 1.07471E-02,
 3.58591E-03, 1.34232E-02, 4.14991E-03, 3.87581E-04, 3.07718E-04,
 1.58559E-05, 7.15744E-04, 0.00000E+00, 3.21908E-03, 9.95074E-04,
 3.77500E-04, 1.25302E-04, 6.23992E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 DENS(1, 88)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.09011E-02, 1.07471E-02,
 3.58591E-03, 1.34232E-02, 4.14991E-03, 3.87581E-04, 3.07718E-04,
 1.58559E-05, 7.15744E-04, 0.00000E+00, 3.21908E-03, 9.95074E-04,
 3.77500E-04, 1.25302E-04, 6.23992E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 DENS(1, 89)=
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 1.09011E-02, 1.07471E-02,
 3.58591E-03, 1.34232E-02, 4.14991E-03, 3.87581E-04, 3.07718E-04,
 1.58559E-05, 7.15744E-04, 0.00000E+00, 3.21908E-03, 9.95074E-04,
 3.77500E-04, 1.25302E-04, 6.23992E-05, 0.00000E+00, 0.00000E+00,
 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00,

DENS(1, 90)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 09011E-02, 1. 07471E-02,
3. 58591E-03, 1. 34232E-02, 4. 14991E-03, 3. 87581E-04, 3. 07718E-04,
1. 58559E-05, 7. 15744E-04, 0. 00000E+00, 3. 21908E-03, 9. 95074E-04,
3. 77500E-04, 1. 25302E-04, 6. 23992E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 91)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 92)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 93)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 94)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 95)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 96)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 3. 15031E-03, 9. 58830E-03,
4. 16290E-03, 1. 55830E-02, 4. 81765E-03, 4. 49945E-04, 3. 57231E-04,
4. 58221E-06, 2. 06843E-04, 0. 00000E+00, 9. 30285E-04, 2. 87568E-04,
1. 09094E-04, 3. 62113E-05, 1. 80336E-05, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00,

DENS(1, 97)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 64247E-02, 8. 48100E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 11865E-05, 1. 25402E-06, 7. 94259E-03, 2. 63541E-04,
1. 37156E-05, 5. 02776E-07, 1. 06244E-08, 4. 16932E-06, 5. 82912E-05,
4. 20271E-05, 5. 27240E-08, 0. 00000E+00,

DENS(1, 98)=
0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 0. 00000E+00, 1. 63959E-02, 8. 01300E-03,
3. 17900E-03, 1. 19000E-02, 3. 67900E-03, 3. 43600E-04, 2. 72800E-04,
0. 00000E+00, 1. 20841E-05, 9. 42566E-07, 7. 97458E-03, 2. 34106E-04,
7. 13627E-06, 1. 49900E-07, 2. 34811E-09, 3. 58540E-06, 5. 85552E-05,
3. 16180E-05, 1. 31193E-08, 0. 00000E+00,

A.2 内側炉心第1列の温度計算入力データ

第2.3章 の温度計算で使用した入力データを表A.2-1 に示す。同表では、参考として内側炉心第1列の第1サイクル（出力上昇－1サイクル燃焼－出力下降）のデータを示してある。

表A.2-1 内側炉心第1列の温度計算入力データ(1/4)

----- siex analysis -----
--- input parameters used for this analysis ---

description	name	value
active fuel column length	flen	5.6250E+01 cm
extrapolation distance	e	-2.3000E+01 cm
fuel diameter	fd	4.6300E-01 cm
fuel central annulus diameter	void	0.0000E+00 cm
pin diameter	dp	5.5000E-01 cm
cladding thickness	ct	3.5000E-02 cm
peak linear power	pm	4.1066E+02 w/cm
coolant mass flow rate	cmf	7.3134E+01 g/sec
coolant specific heat	cp	1.2630E+00 j/ g-deg c
film coefficient	hf	1.5000E+01 w/cm**2-deg c
gap coefficient	hg	5.6770E-01 w/cm**2-deg c
cladding conductivity	ck	0.0000E+00 w/cm-deg c
inlet coolant temperature	ti	3.5000E+02 deg c
temp. at columnar (sintering) boundary	tb	0.0000E+00 deg c
temp. at equiaxed grain boundary	temp2	0.0000E+00 deg c
fraction of theoretical density-unsintrd	denlo	9.4000E-01
fraction of theoretical density-sintered	denhi	9.9000E-01
fuel theoretical density	td	1.1020E+01 gm/cc
fraction of fuel volume occupied by dish	dish	0.0000E+00
fraction of metal which is pu239 + pu241	pu	1.6300E-01
fraction of metal which is uranium 235	u235	1.3870E-01
number of axial segments	segnum	1.8000E+01
peak burn up	pbu	0.0000E+00 mwd/mtn
operating time-effective full power days	efpd	6.2000E+01 days
number of calculations/printouts	steps	-2.9000E+01
fission gas release - columnar zone	z1	1.0000E+00 fraction
fission gas release - equiaxed zone	z2	1.0000E+00 fraction
fission gas release - unstructured zone	z3	-1.0000E+00 fraction
sorbed gas per gram of fuel	ccpgm	4.4600E-06 mol/gm
fraction of sorbed gas which is nitrogen	fn	2.1700E-02
parts per million water vapor	ppm	1.0000E+01

表A.2-1 内側炉心第1列の温度計算入力データ(2/4)

description	name	value
effective plenum length	epl	5.1390E+01 cm
percent of xenon in the fill gas	xefil	0.0000E+00
percent of krypton in the fill gas	krfil	0.0000E+00
coef linear expansion - intercept	alphao	1.4160E-05 cm/cm-deg c
coef linear expansion - slope	alphas	6.3420E-09 cm/cm-(deg c)**2
youngs modulus - intercept	ymodo	2.0793E+06 kg/cm**2
youngs modulus - slope	ymods	-8.8600E+02 kg/cm**2-deg c
poissons ratio	pnu	3.2000E-01
peak flux (energy > .1 mev)	pflux	4.0349E+15 neut/cm**2-sec
material(1=annealed type 304 ss 2=annealed type 316 ss 3=20x cw type 316 ss)	tmswc	3.0000E+00
external pressure	exterp	2.3940E+00 kg/cm**2
fission gas release/plenum press. option (1=calc 0=bypass)	itabl	1.0000E+00
pin delta d/d option (1=calc 0=bypass)	itab2	1.0000E+00
hot gap coefficient option (1=calc 0=hg from above is used)	itab3	1.0000E+00
elastic stress option (1=calc 0=bypass)	itab4	1.0000E+00

表A.2-1 内側炉心第1列の温度計算入力データ(3/4)

--- tabulation of pin power and coolant flow rate for this analysis ---

time step	analysis cumulative time time step days(epfd)	time step power ratio to input pm (ratio)	time step power w/cm	time step coolant flowrate g/sec	time step inlet temperature (deg-c)
1	0.042	0.071	29.321	73.134	350.000
2	0.083	0.143	58.683	73.134	350.000
3	0.125	0.214	88.004	73.134	350.000
4	0.167	0.286	117.326	73.134	350.000
5	0.208	0.357	146.647	73.134	350.000
6	0.250	0.429	176.009	73.134	350.000
7	0.292	0.500	205.330	73.134	350.000
8	0.333	0.571	234.651	73.134	350.000
9	0.375	0.643	264.013	73.134	350.000
10	0.417	0.714	293.334	73.134	350.000
11	0.458	0.786	322.656	73.134	350.000
12	0.500	0.857	351.977	73.134	350.000
13	0.542	0.929	381.339	73.134	350.000
14	0.583	1.000	410.660	73.134	350.000
15	60.583	0.994	408.114	73.134	350.000
16	60.625	0.988	405.568	73.134	350.000
17	60.667	0.917	376.616	73.134	350.000
18	60.708	0.846	347.624	73.134	350.000
19	60.750	0.776	318.672	73.134	350.000
20	60.792	0.705	289.680	73.134	350.000
21	60.833	0.635	260.728	73.134	350.000
22	60.875	0.564	231.735	73.134	350.000
23	60.917	0.494	202.784	73.134	350.000
24	60.958	0.423	173.832	73.134	350.000
25	61.000	0.353	144.840	73.134	350.000
26	61.042	0.282	115.888	73.134	350.000
27	61.083	0.212	86.896	73.134	350.000
28	61.125	0.141	57.944	73.134	350.000
29	61.167	0.071	28.952	73.134	350.000

表A.2-1 内側炉心第1列の温度計算入力データ(4/4)

--- axial flux and power distributions used for this analysis ---

axial position (relative)	neutron flux(total) (relative)	linear heat ratio (relative)
0.000	0.472	0.069
0.028	0.496	0.072
0.055	0.519	0.076
0.056	0.519	0.681
0.111	0.629	0.723
0.167	0.724	0.784
0.222	0.807	0.847
0.278	0.875	0.899
0.333	0.929	0.940
0.389	0.968	0.975
0.444	0.992	0.995
0.500	1.000	1.000
0.556	0.993	0.994
0.611	0.970	0.975
0.667	0.932	0.940
0.722	0.879	0.898
0.778	0.812	0.845
0.833	0.733	0.779
0.889	0.641	0.710
0.944	0.539	0.650
0.945	0.539	0.073
0.972	0.517	0.069
1.000	0.496	0.066

A.3 温度反応度係数の計算式

温度反応度係数（等温温度反応度係数）は、原子炉を構成する材料が一様に温度上昇した場合に膨脹及びドップラー効果によって反応度を失う量の1°C当たりの反応度変化である。

温度反応度係数算出に必要な核特性値は、ドップラー係数、燃料、構造材及び冷却材の密度係数、軸方向及び径方向の形状係数である。その他 重要な物性値としては、燃料及び構造材の線膨脹率、冷却材の密度変化量である。

炉心構成要素の温度変化による反応度変化の項目は次のとおりである。

ここで考慮している項目は、

- a) 燃料の膨脹
- b) 被覆管の膨脹
- c) ラッパ管の膨脹
- d) 冷却材の膨張
- e) 炉心支持板の膨脹
- f) ドップラー効果

であり、温度変化による反応度変化の計算方法を項目毎に示す。なお、その他の項目の燃料の膨脹と制御棒の相対変位については本文に示してある。

1) 燃料の膨脹

仮定として、燃料が熱膨脹しても被覆管との相互干渉はないものとする。

従って、半径方向への熱膨脹による体積増加は、それによる密度減少と相殺し、均質化組成としては不变であるので反応度変化はないものと考えてよい。

軸方向への熱膨脹については、炉心高さが増加し、燃料の密度は減少する。

この効果は次式で表される。

$$\frac{\Delta k/k}{\Delta T} = -\alpha_f(T) \cdot \left(\frac{\Delta k/k}{\Delta \rho_f / \rho_f} - \frac{\Delta k/k}{\Delta H/H} \right)$$

$$= -\alpha_f(T) \cdot (K_f - K_h)$$

$\alpha_f(T)$: 燃料の線膨脹率(/°C)

K_f : 燃料密度係数($\Delta k/k / \Delta \rho_f / \rho_f$)

K_h : 売心高さ係数($\Delta k/k / \Delta H/H$)

2) 被覆管の膨脹

燃料の膨脹の場合と同じ仮定をする。すなわち、被覆管が膨脹しても燃料の寸法、密度等は変化しないものとする。

軸方向への膨脹については、被覆管全長が伸び、密度が減少する。被覆管全長が軸方向に伸びても炉心部の体積変化はない。従って、軸方向膨脹による密度変化のみの反応度変化を考慮する。

一方、半径方向への膨脹については、体積の増加は密度減少と相殺し、均質化組成としては不变であるので反応度変化はないが、体積増加により冷却材が炉外に押し出されるために反応度変化が生じる。

これらの効果は次式で表される。

$$\frac{\Delta k/k}{\Delta T} = -\alpha_s(T) \frac{V_c}{V_s} \cdot \frac{\Delta k/k}{\Delta \rho_s / \rho_s} - 2\alpha_s(T) \cdot \frac{V_p}{V_N} \cdot \frac{\Delta k/k}{\Delta \rho_N / \rho_N}$$

$$= -\alpha_s(T) \left\{ \frac{V_c}{V_s} \cdot K_s + 2 \cdot \frac{V_p}{V_N} \cdot K_N \right\}$$

$\alpha_s(T)$: 構造材 (SUS) の線膨脹率(/°C)

K_s : 構造材密度係数($\Delta k/k / \Delta \rho_s / \rho_s$)

K_N : 冷却材密度係数($\Delta k/k / \Delta \rho_N / \rho_N$)

V_c : 被覆管の体積比（ラッピング・ワイヤも含む）

V_p : 燃料要素の体積比

(被覆管内及びラッピング・ワイヤも含む)

V_s : 構造材（ラッパ管、被覆管及びラッピング・ワイヤ）
の体積比

V_N : 冷却材の体積比

3) ラッパ管の膨脹

被覆管の膨脹の場合と同様である。

軸方向への膨脹については、密度減少による反応度変化を考慮し、径方向への膨脹については冷却材の排除による反応度変化を考慮する。

これらの効果は次式で表される。

$$\frac{\Delta k/k}{\Delta T} = -\alpha_s(T) \cdot \frac{V_w}{V_s} \cdot \frac{\Delta k/k}{\Delta \rho_s / \rho_s} - 2\alpha_s(T) \cdot \frac{V_w}{V_N} \cdot \frac{\Delta k/k}{\Delta \rho_N / \rho_N}$$

$$= -\alpha_s(T) \cdot \left\{ \frac{V_w}{V_s} \cdot K_s + 2 \cdot \frac{V_w}{V_N} \cdot K_N \right\}$$

V_w : ラッパ管の体積比

4) 冷却材の膨張

冷却材は膨脹することにより、炉心から軸方向に押出され、炉心などに残っている冷却材は密度が減少する。従って、冷却材の密度変化による反応度変化を考慮すればよい。

この効果は次式で表される。

$$\frac{\Delta k/k}{\Delta T} = \alpha_N(T) \cdot \frac{\Delta k/k}{\Delta \rho_N / \rho_N}$$

$$= \alpha_N(T) \cdot K_N$$

$\alpha_N(T)$: 冷却材の密度の変化率(°C)

5) 炉心支持板の膨脹

燃料集合体及び径方向反射体を支持する支持板の半径方向への膨脹により、集合体の間隙が大きくなり、その部分に冷却材が流入する。従って燃料、構造材（被覆管等）及び冷却材の体積比が変化する。また、炉心半径厚さが増大する。

これらの効果は次式で表される。

$$\begin{aligned} \frac{\Delta k/k}{\Delta T} &= \left\{ \alpha_s(T) \cdot \frac{\Delta k/k}{\Delta R/R} - 2\alpha_s(T) \cdot \frac{\Delta k/k}{\Delta \rho_F / \rho_F} \right. \\ &\quad - 2\alpha_s(T) \cdot \frac{\Delta k/k}{\Delta \rho_S / \rho_S} + 2\alpha_s(T) \cdot \left(\frac{1 - V_N}{V_N} \right) \\ &\quad \left. \cdot \frac{\Delta k/k}{\Delta \rho_N / \rho_N} \right\} \\ &= \alpha_s(T) \cdot \left\{ K_R - 2 \cdot (K_F + K_S) + 2 \cdot \left(\frac{1 - V_N}{V_N} \right) \cdot K_N \right\} \end{aligned}$$

K_R : 炉心半径係数($\Delta k/k / \Delta R/R$)

6) ドップラー効果

ドップラー反応度は、 $T \cdot dk/kT = -A$ を一定と見放し、炉心燃料領域については $T = 1400^{\circ}\text{K} \rightarrow 300^{\circ}\text{K}$ 、その他の領域については $T = 700^{\circ}\text{K} \rightarrow 300^{\circ}\text{K}$ の温度に対して求めた。ドップラー反応度による温度反応度係数は次式により表される。

$$\frac{\Delta k/k}{\Delta T} = - A \cdot \frac{\ln(T_1/T_0)}{T_1 - T_0}$$

A. 4 出力反応度係数の計算式

出力反応度係数（炉出力変化に伴う反応度変化）は、大別して下記に示す要因からなる。

1) 温度変化による炉心材質の膨張に伴う反応度変化

（温度反応度係数）

- a) 燃料の膨張
- b) 被覆管の膨張
- c) ラッパ管の膨張
- d) 冷却材の膨張
- e) 炉心支持板の膨張

なお、冷却材の出入口温度は、炉出力変化（0%出力～100%出力）に伴う変化はなく一定（350°C）である。従って、炉心支持板の膨張による反応度変化は無いので本計算では含めていない。

2) 温度変化による炉心組成の実効共鳴断面積変化に伴う反応度変化

（ドップラー係数）

- f) ドップラー効果

従って、出力変化に伴う炉心各部の温度変化から上記の反応度変化を算出し、単位出力当たりの反応度変化を出力反応度係数とした。

$$\Delta F^p = \frac{\sum_i (\Delta F^{t_i} \cdot \Delta T_i) + F^d \cdot \ln[(T_f + \Delta T_f)/T_f]}{\Delta P}$$

ΔF^p : 出力反応度係数 ($\Delta k/kk' / MW$)

ΔF^{t_i} : 炉心各部の温度反応度係数 ($\Delta k/kk' / ^\circ C$)

ΔT_i : 炉出力変化に伴う炉心各部の温度変化 ($^\circ C$)

F^d : ドップラー係数 ($T \cdot dk/dT$)

T_f : 燃料温度 (°C)

ΔT_f : 炉出力変化に伴う燃料温度変化 (°C)

ΔP : 炉出力変化 (MW)

なお、その他の要因として下記に示す相対変位に伴う反応度変化があるが、これらの反応度変化については本文に示してある。

3) 相対変位に伴う反応度変化

- g) 燃料の膨張と制御棒の相対変位
- h) 原子炉容器と制御棒の相対変位

A.5 ドップラー効果評価の違いによる出力反応度係数の比較

1) ドップラー係数の内訳

燃料領域を構成する材料である燃料、構造材及び冷却材のドップラー係数の内訳を表A.5-1に示す。この内訳は、二次元R-Zの70群摂動計算により求めた。ドップラー係数の材料毎の内訳を計算した燃料領域は、図A.5-1に示してある。

MK-III標準炉心におけるドップラー係数の内訳は、サイクル初期及びサイクル末期ともに領域毎に若干の違いはあるが、概ね次のとおりである。

	炉心領域	インシュレータ領域
燃料	86%	90%
構造材	14%	10%
冷却材	0%	0%

2) 出力反応度係数の比較

MK-III標準炉心におけるドップラー効果評価の違いによる出力反応度係数の比較を表A.5-2～表A.5-5及び図A.5-2～図A.5-3に示す。

ドップラー効果としては、評価の違いによる差は大きく約7～10%（低出力～100%出力）である。但し、出力反応度係数の各要因の合計に対する割合は小さくなり約1%～3%である。

表A.5-1 ドップラー係数の内訳

領域番号 ^{*1)}	サイクル初期			サイクル末期		
	燃料	構造材	冷却材	燃料	構造材	冷却材
	(%)			(%)		
内側炉心						
1	92.0	7.9	0.1	92.1	7.8	0.1
2	86.3	13.6	0.1	86.4	13.5	0.1
3	86.0	13.9	0.1	86.1	13.8	0.1
4	86.0	13.9	0.1	86.0	13.9	0.1
5	86.1	13.8	0.1	86.1	13.7	0.1
6	89.5	10.3	0.2	89.6	10.2	0.2
3'	85.3	14.6	0.1	85.4	14.5	0.1
9	85.4	14.5	0.1	85.4	14.5	0.1
15	85.7	14.1	0.2	85.8	14.0	0.2
外側炉心						
21	85.7	14.1	0.2	85.7	14.1	0.2
27	86.5	13.2	0.3	86.5	13.2	0.3
33	95.0	5.0	0.0	94.9	5.1	0.0
インシュレータベット						
57	90.6	9.5	-0.1	91.0	9.1	-0.1
58	88.8	11.2	0.0	88.9	11.1	0.0
73	91.0	9.5	-0.5	91.3	9.2	-0.5
74	87.4	12.4	0.2	87.3	12.5	0.2

*1) ドップラー係数の内訳を計算した領域は図A.5-1に示してある。

表A.5-2 MK-III標準炉心サイクル初期の出力反応度係数（モデル-A：燃料平均温度評価）
[ドップラー効果：燃料と構造材を区別したケース¹⁾]

(×10⁻³ %Δk/kk' / MW)

		燃料領域	上部 反射体	下部 反射体	径 反射体	中性子 遮蔽体	合 計
140MW	燃料膨張効果	-2.5513	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-2.5513
	構造材膨張効果	-0.1052	-0.0794	-0.0688	-0.0010	-0.0083	-0.2626
130MW	1) 被覆管	-0.0860	-0.0631	-0.0605	-0.0008	-0.0055	-0.2159
	2) ラッパ管	-0.0192	-0.0163	-0.0083	-0.0002	-0.0029	-0.0468
	冷却材膨張効果	-0.3426	-0.1499	-0.0663	-0.0016	-0.0469	-0.6073
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0013	0.0015
	ドップラー効果	-0.7058	-0.0064	-0.0139	0.0000	-0.0011	-0.7271
	1) 燃料	-0.6803	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.6803
	2) 構造材	-0.0255	-0.0064	-0.0139	0.0000	-0.0011	-0.0468
	合 計	-3.7049	-0.2356	-0.1490	-0.0024	-0.0550	-4.1469
80MW	燃料膨張効果	-2.8507	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-2.8507
	構造材膨張効果	-0.1041	-0.0780	-0.0683	-0.0010	-0.0083	-0.2597
70MW	1) 被覆管	-0.0853	-0.0620	-0.0601	-0.0008	-0.0055	-0.2136
	2) ラッパ管	-0.0189	-0.0160	-0.0082	-0.0002	-0.0029	-0.0461
	冷却材膨張効果	-0.3358	-0.1463	-0.0658	-0.0016	-0.0466	-0.5961
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0013	0.0015
	ドップラー効果	-1.1098	-0.0070	-0.0144	0.0000	-0.0011	-1.1323
	1) 燃料	-1.0822	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.0822
	2) 構造材	-0.0277	-0.0070	-0.0144	0.0000	-0.0011	-0.0502
	合 計	-4.4004	-0.2313	-0.1486	-0.0024	-0.0548	-4.8374
20MW	燃料膨張効果	-3.7578	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-3.7578
	構造材膨張効果	-0.1031	-0.0771	-0.0660	-0.0010	-0.0082	-0.2554
10MW	1) 被覆管	-0.0846	-0.0613	-0.0581	-0.0008	-0.0052	-0.2099
	2) ラッパ管	-0.0186	-0.0158	-0.0079	-0.0002	-0.0030	-0.0454
	冷却材膨張効果	-0.3295	-0.1440	-0.0635	-0.0015	-0.0487	-0.5871
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0014
	ドップラー効果	-2.8111	-0.0079	-0.0145	0.0000	-0.0011	-2.8346
	1) 燃料	-2.7808	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-2.7808
	2) 構造材	-0.0304	-0.0079	-0.0145	0.0000	-0.0011	-0.0538
	合 計	-7.0016	-0.2289	-0.1440	-0.0023	-0.0568	-7.4336

*1) 燃料領域については、それぞれの温度でドップラー効果を計算したケースである。

表A.5-3 MK-III標準炉心サイクル初期の出力反応度係数（モデルーA：燃料平均温度評価）
[ドップラー効果：燃料と構造材を区別しないケース¹⁾]

(×10⁻³ %Δk/kk' /MW)

		燃料領域	上部 反射体	下部 反射体	径 反射体	中性子 遮蔽体	合 計
140MW	燃料膨張効果	-2.5513	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-2.5513
	構造材膨張効果	-0.1052	-0.0794	-0.0688	-0.0010	-0.0083	-0.2626
130MW	1) 被覆管	-0.0860	-0.0631	-0.0605	-0.0008	-0.0055	-0.2159
	2) ラッパ管	-0.0192	-0.0163	-0.0083	-0.0002	-0.0029	-0.0468
冷却材膨張効果	冷却材膨張効果	-0.3426	-0.1499	-0.0663	-0.0016	-0.0469	-0.6073
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0013	0.0015
	ドップラー効果	-0.7593	-0.0064	-0.0139	0.0000	-0.0011	-0.7807
	合 計	-3.7584	-0.2356	-0.1490	-0.0024	-0.0550	-4.2004
80MW	燃料膨張効果	-2.8507	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-2.8507
	構造材膨張効果	-0.1041	-0.0780	-0.0683	-0.0010	-0.0083	-0.2597
70MW	1) 被覆管	-0.0853	-0.0620	-0.0601	-0.0008	-0.0055	-0.2136
	2) ラッパ管	-0.0189	-0.0160	-0.0082	-0.0002	-0.0029	-0.0461
冷却材膨張効果	冷却材膨張効果	-0.3358	-0.1463	-0.0658	-0.0016	-0.0466	-0.5961
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0013	0.0015
	ドップラー効果	-1.1998	-0.0070	-0.0144	0.0000	-0.0011	-1.2223
	合 計	-4.4904	-0.2313	-0.1486	-0.0024	-0.0548	-4.9274
20MW	燃料膨張効果	-3.7578	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-3.7578
	構造材膨張効果	-0.1031	-0.0771	-0.0660	-0.0010	-0.0082	-0.2554
10MW	1) 被覆管	-0.0846	-0.0613	-0.0581	-0.0008	-0.0052	-0.2099
	2) ラッパ管	-0.0186	-0.0158	-0.0079	-0.0002	-0.0030	-0.0454
冷却材膨張効果	冷却材膨張効果	-0.3295	-0.1440	-0.0635	-0.0015	-0.0487	-0.5871
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0014
	ドップラー効果	-3.0841	-0.0079	-0.0145	0.0000	-0.0011	-3.1076
	合 計	-7.2746	-0.2289	-0.1440	-0.0023	-0.0568	-7.7065

*1) 燃料領域については、燃料、構造材とともに燃料温度でドップラー効果を計算したケースである。

表A.5-4 MK-III標準炉心サイクル初期の出力反応度係数（モデルーB：燃料中心温度評価）
[ドップラー効果：燃料と構造材を区別したケース¹⁾]

(× 10⁻³ %Δk/kk' / MW)

		燃料領域	上部 反射体	下部 反射体	径 反射体	中性子 遮蔽体	合 計
140MW	燃料膨張効果	-5.1159	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-5.1159
	構造材膨張効果	-0.1052	-0.0794	-0.0688	-0.0010	-0.0083	-0.2626
130MW	1) 被覆管	-0.0860	-0.0631	-0.0605	-0.0008	-0.0055	-0.2159
	2) ラッパ管	-0.0192	-0.0163	-0.0083	-0.0002	-0.0029	-0.0468
冷却材膨張効果	冷却材膨張効果	-0.3426	-0.1499	-0.0663	-0.0016	-0.0469	-0.6073
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0013	0.0015
ドップラー効果	ドップラー効果	-0.7058	-0.0064	-0.0139	0.0000	-0.0011	-0.7271
	1) 燃料	-0.6803	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.6803
2) 構造材	2) 構造材	-0.0255	-0.0064	-0.0139	0.0000	-0.0011	-0.0468
合 計		-6.2694	-0.2356	-0.1490	-0.0024	-0.0550	-6.7114
80MW	燃料膨張効果	-5.0881	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-5.0881
	構造材膨張効果	-0.1041	-0.0780	-0.0683	-0.0010	-0.0083	-0.2597
70MW	1) 被覆管	-0.0853	-0.0620	-0.0601	-0.0008	-0.0055	-0.2136
	2) ラッパ管	-0.0189	-0.0160	-0.0082	-0.0002	-0.0029	-0.0461
冷却材膨張効果	冷却材膨張効果	-0.3358	-0.1463	-0.0658	-0.0016	-0.0466	-0.5961
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0013	0.0015
ドップラー効果	ドップラー効果	-1.1098	-0.0070	-0.0144	0.0000	-0.0011	-1.1323
	1) 燃料	-1.0822	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.0822
2) 構造材	2) 構造材	-0.0277	-0.0070	-0.0144	0.0000	-0.0011	-0.0502
合 計		-6.6378	-0.2313	-0.1486	-0.0024	-0.0548	-7.0748
20MW	燃料膨張効果	-4.5791	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-4.5791
	構造材膨張効果	-0.1031	-0.0771	-0.0660	-0.0010	-0.0082	-0.2554
10MW	1) 被覆管	-0.0846	-0.0613	-0.0581	-0.0008	-0.0052	-0.2099
	2) ラッパ管	-0.0186	-0.0158	-0.0079	-0.0002	-0.0030	-0.0454
冷却材膨張効果	冷却材膨張効果	-0.3295	-0.1440	-0.0635	-0.0015	-0.0487	-0.5871
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0014
ドップラー効果	ドップラー効果	-2.8111	-0.0079	-0.0145	0.0000	-0.0011	-2.8346
	1) 燃料	-2.7808	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-2.7808
2) 構造材	2) 構造材	-0.0304	-0.0079	-0.0145	0.0000	-0.0011	-0.0538
合 計		-7.8228	-0.2289	-0.1440	-0.0023	-0.0568	-8.2548

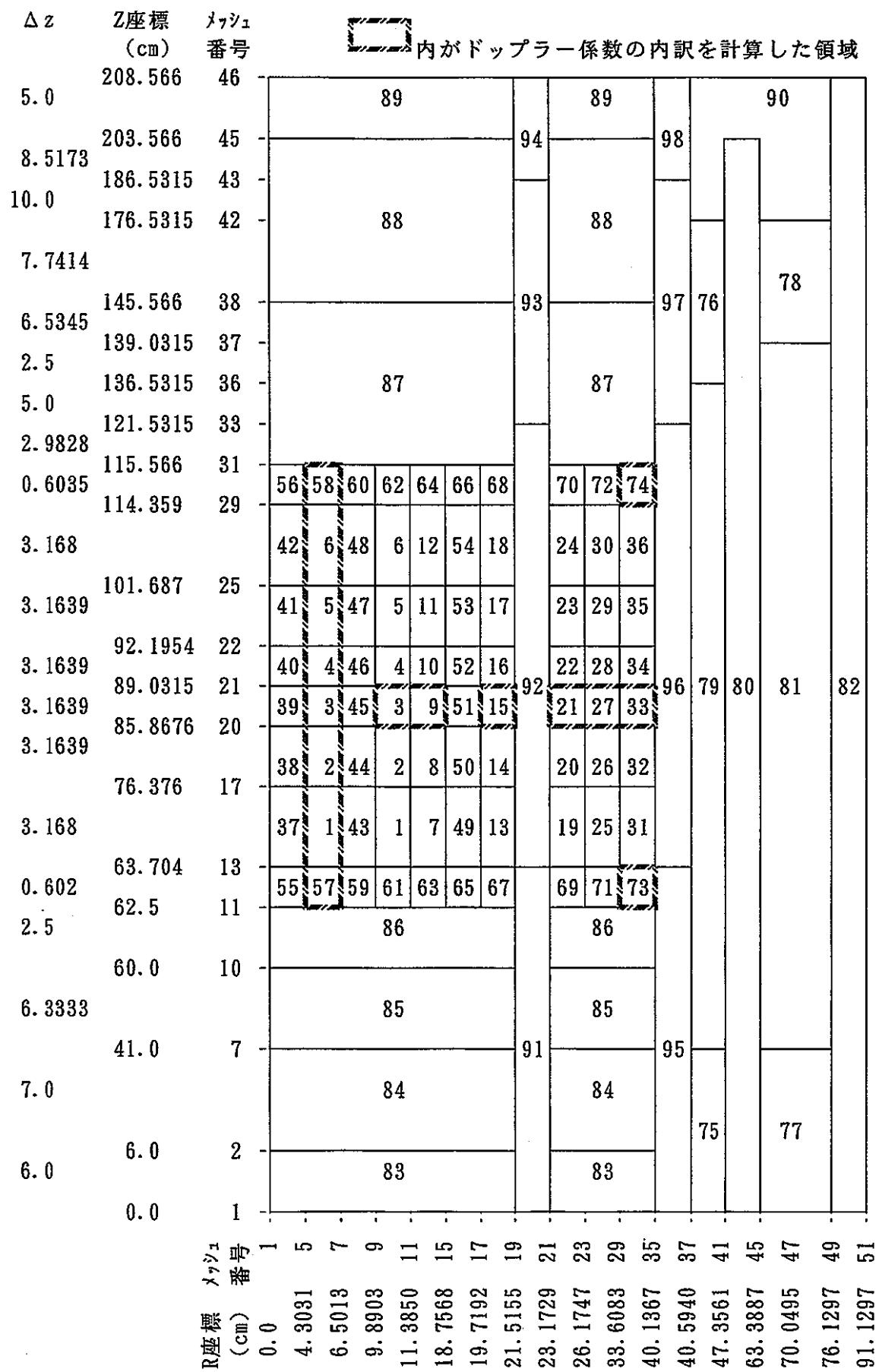
*1) 燃料領域については、それぞれの温度でドップラー効果を計算したケースである。

表A.5-5 MK-III標準炉心サイクル初期の出力反応度係数（モデルーB：燃料中心温度評価）
[ドップラー効果：燃料と構造材を区別しないケース¹⁾]

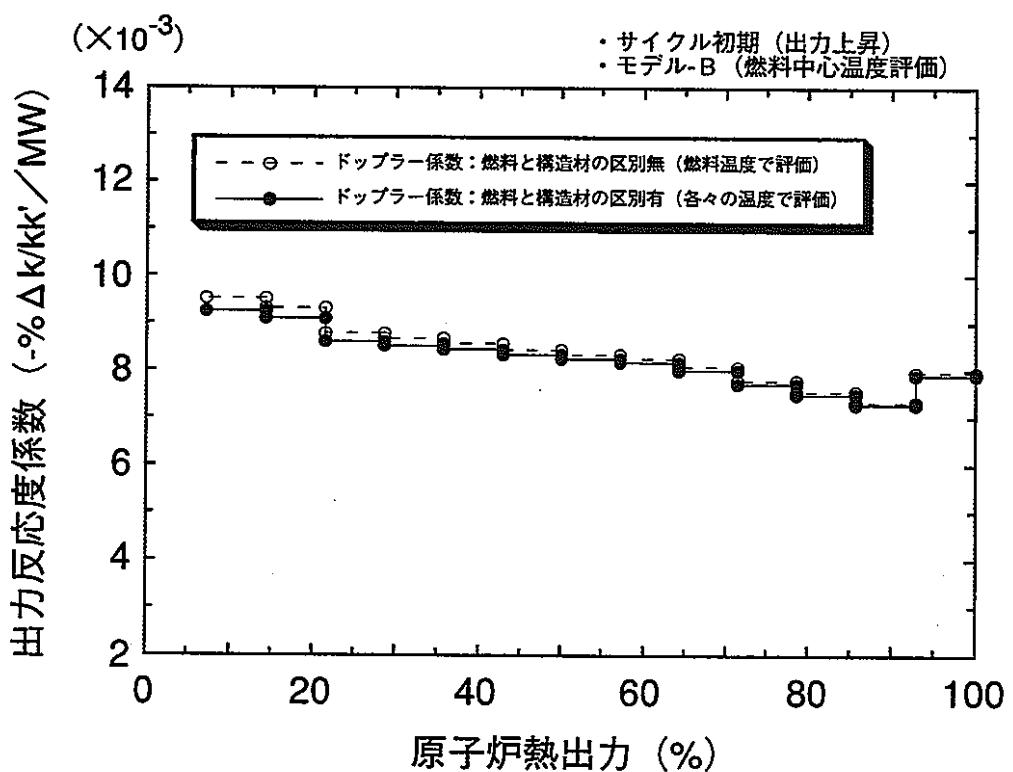
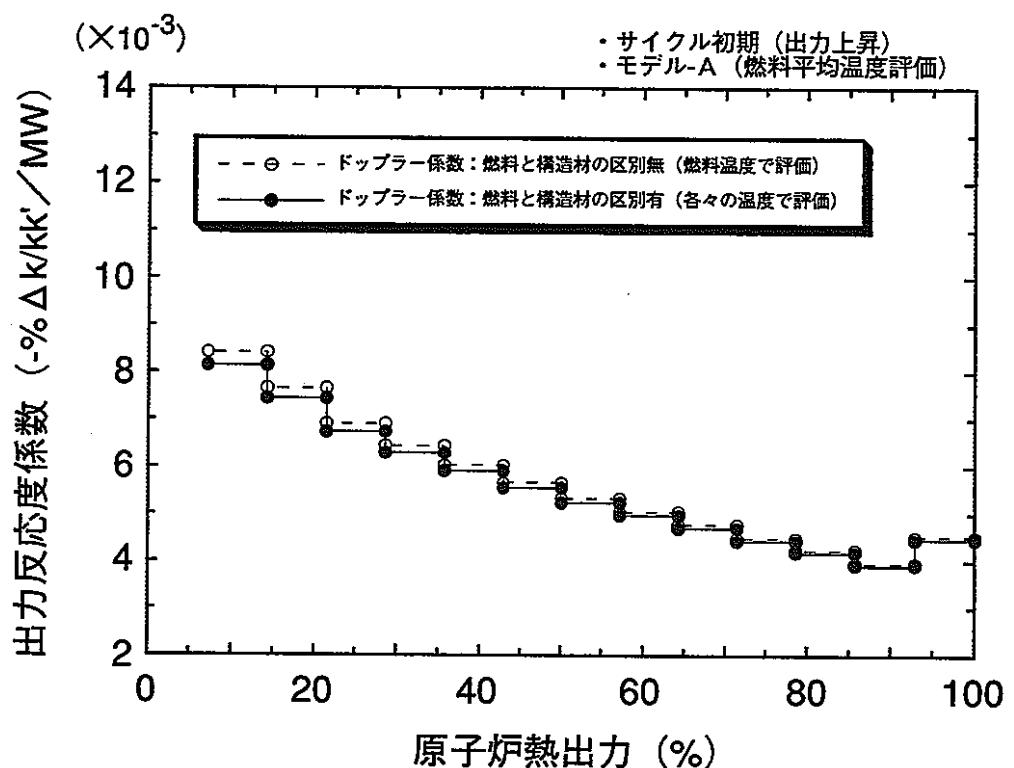
(×10⁻³ %Δk/kk' / MW)

		燃料領域	上部 反射体	下部 反射体	径 反射体	中性子 遮蔽体	合 計
140MW	燃料膨張効果	-5.1159	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-5.1159
	構造材膨張効果	-0.1052	-0.0794	-0.0688	-0.0010	-0.0083	-0.2626
130MW	1) 被覆管	-0.0860	-0.0631	-0.0605	-0.0008	-0.0055	-0.2159
	2) ラッパ管	-0.0192	-0.0163	-0.0083	-0.0002	-0.0029	-0.0468
	冷却材膨張効果	-0.3426	-0.1499	-0.0663	-0.0016	-0.0469	-0.6073
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0013	0.0015
	ドップラー効果	-0.7593	-0.0064	-0.0139	0.0000	-0.0011	-0.7807
	合 計	-6.3230	-0.2356	-0.1490	-0.0024	-0.0550	-6.7650
80MW	燃料膨張効果	-5.0881	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-5.0881
	構造材膨張効果	-0.1041	-0.0780	-0.0683	-0.0010	-0.0083	-0.2597
70MW	1) 被覆管	-0.0853	-0.0620	-0.0601	-0.0008	-0.0055	-0.2136
	2) ラッパ管	-0.0189	-0.0160	-0.0082	-0.0002	-0.0029	-0.0461
	冷却材膨張効果	-0.3358	-0.1463	-0.0658	-0.0016	-0.0466	-0.5961
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0013	0.0015
	ドップラー効果	-1.1998	-0.0070	-0.0144	0.0000	-0.0011	-1.2223
	合 計	-6.7278	-0.2313	-0.1486	-0.0024	-0.0548	-7.1647
20MW	燃料膨張効果	-4.5791	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-4.5791
	構造材膨張効果	-0.1031	-0.0771	-0.0660	-0.0010	-0.0082	-0.2554
10MW	1) 被覆管	-0.0846	-0.0613	-0.0581	-0.0008	-0.0052	-0.2099
	2) ラッパ管	-0.0186	-0.0158	-0.0079	-0.0002	-0.0030	-0.0454
	冷却材膨張効果	-0.3295	-0.1440	-0.0635	-0.0015	-0.0487	-0.5871
	吸収材膨張効果	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0014
	ドップラー効果	-3.0841	-0.0079	-0.0145	0.0000	-0.0011	-3.1076
	合 計	-8.0958	-0.2289	-0.1440	-0.0023	-0.0568	-8.5278

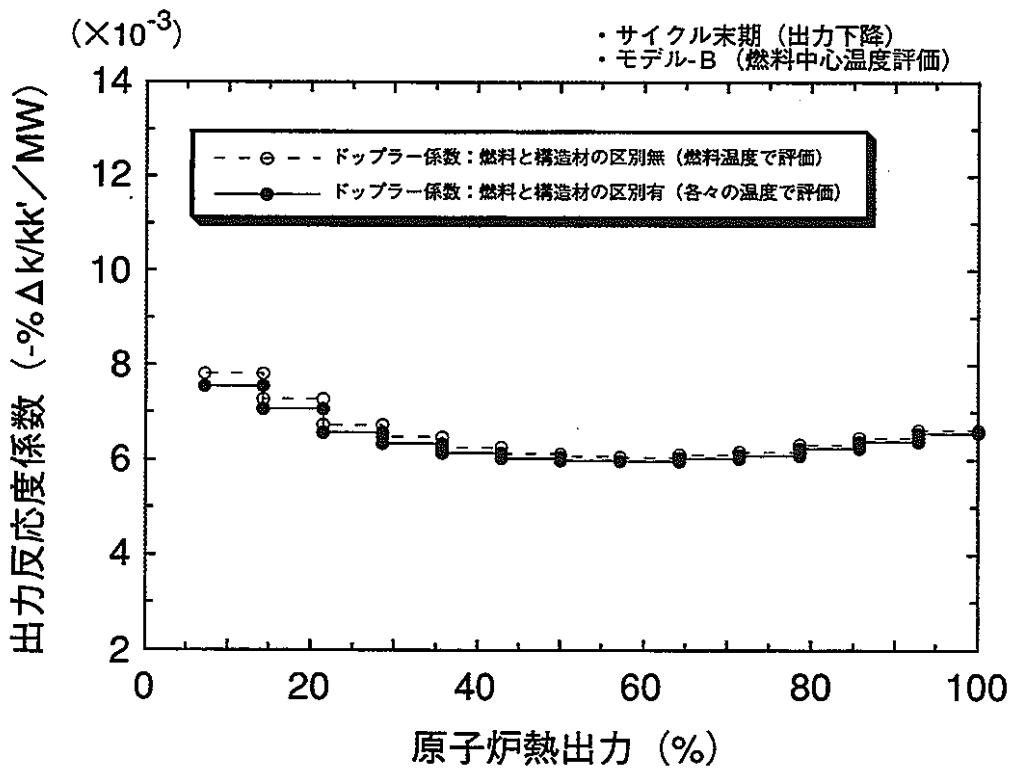
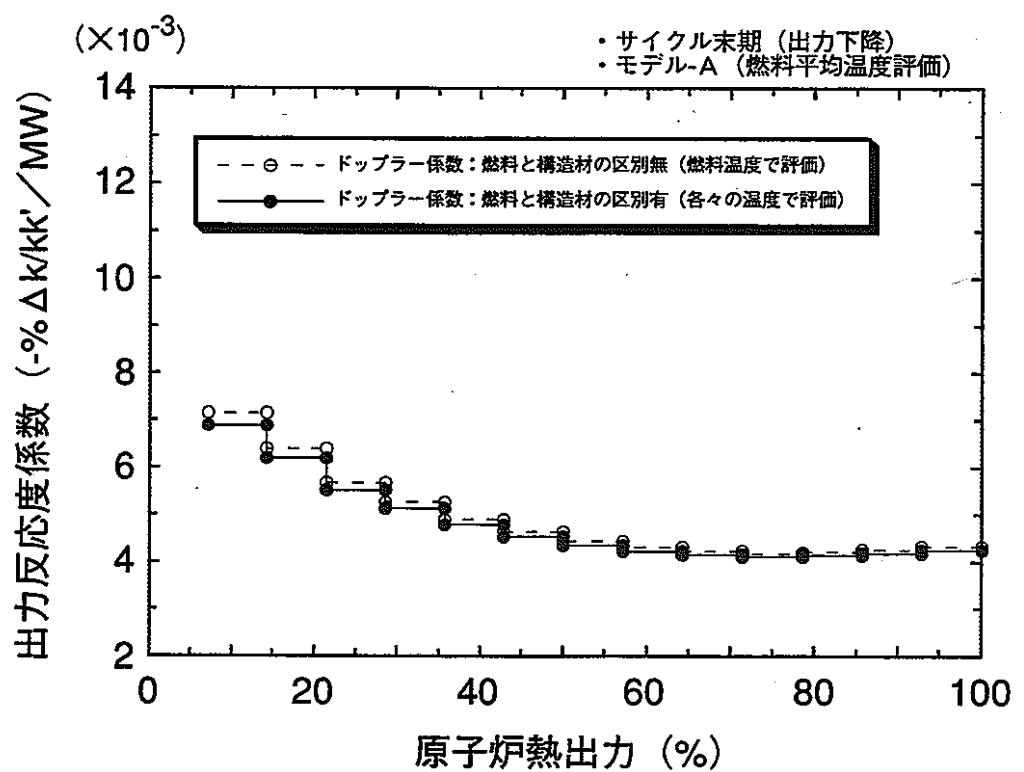
*1) 燃料領域については、燃料、構造材とともに燃料温度でドップラー効果を計算したケースである。



図A.5-1 ドップラー係数内訳の計算領域



図A.5-2 ドップラー効果評価の違いによる出力反応度係数の比較
— MK-III標準炉心サイクル初期 —



図A.5-3 ドップラー効果評価の違いによる出力反応度係数の比較
— MK-III標準炉心サイクル末期 —