

JAERI-M
83-056

燃料ふるまい解析コードFEMAXI-III
の開発的検証と入出力

1983年3月

斉藤 裕明*・柳澤 和章・藤田 操

JAERI-M レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。

入手の問合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 茨城県那珂郡東海村 日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

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

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1983

編集兼発行 日本原子力研究所
印 刷 日立高速印刷株式会社

燃料ふるまい解析コード FEMAXI-III の開発的検証と入出力

日本原子力研究所東海研究所安全工学部

齊藤 裕明*・柳澤 和章・藤田 操

(1983年3月3日受理)

軽水炉燃料棒の通常運転時における安全性研究のおもな目的として1)通常運転時での燃料棒の健全性の評価、および2)万一の事故発生時における燃料棒初期状態の評価があげられる。それら評価は発生すると考えられる燃料棒の諸状態を定性的に説明できる計算用コードを用いて実施する必要がある。

このため、燃料ふるまいの最も確からしい値を計算する最適計算コード (BEST ESTIMATE CODE), FEMAXI-IIIを開発した。FEMAXI-IIIは原子炉通常運転下にある燃料棒の全設計寿命にわたって燃料温度, FPガス放出, ペレット-被覆管間の相互作用に関連した変形 (応力, 歪等)を計算するコードである。

本報は昭和57年度に完成・公開のはこびとなったFEMAXI-IIIを実際に使用して評価作業を実施する場合, コード計算上必要な入力および結果として得られる出力形式について例題を附して説明した使用手引である。コード内に組み込まれたサブモデルの説明, 検証結果例等 FEMAXI-IIIコードの内容に関する詳細については別途報告する予定である。

* CRCセンチュリリサーチセンタ (株)

JAERI-M 83-056

A USER INPUT MANUAL FOR SINGLE FUEL ROD BEHAVIOUR
ANALYSIS CODE FEMAXI-III

Hiroaki SAITO^{*}, Kazuaki YANAGISAWA and Misao FUJITA

Division of Nuclear Safety Research
Tokai Research Establishment, JAERI

(Received March 3, 1983)

Principal objectives of Safety related research in connection with light water reactor fuel rods under normal operating condition are mainly addressed 1) to assess fuel integrity under steady state condition and 2) to generate initial condition under hypothetical accident.

These assessments have to be relied principally upon steady state fuel behaviour computing code that is able to calculate fuel conditions to be occurred in a various manner.

To achieve these objectives, efforts have been made to develop analytical computer code that calculates in-reactor fuel rod behaviour in best estimate manner. The computer code developed for the prediction of the long-term burnup response of single fuel rod under light water reactor condition is the third in a series of code versions: FEMAXI-III.

The code calculates temperature, rod internal gas pressure, fission gas release and pellet-cladding interaction related rod deformation as a function of time-dependent fuel rod power and coolant boundary conditions.

This document serves as a user input manual for the code FEMAXI-III which has opened to the public in year of 1982.

A general description of the code input and output are included together with typical examples of input data.

A detailed description of structures, analytical submodels and solution schemes in the code shall be given in the separate document to be published.

Keywords : Femaxi-III, Input Manual, Fuel Rod Behaviour,
Normal Operating Condition, Light Water Reactor
F-Code

* CRC: Century Research Center Ltd.

目 次

1. はじめに	1
2. 入 力 編	2
2.1 入力形式	2
2.2 入力方法	4
2.3 入力エラー検出法	13
2.4 リスタート	19
3. 出 力 編	24
謝 辞	51
参考文献	51

CONTENTS

1. Introduction	1
2. Input to FEMAXI-III	2
2.1 Input format	2
2.2 Method of data input	4
2.3 Detection of input error	13
2.4 Restarting	19
3. Output format	24
Acknowledgments	51
Reference	51

1. はじめに

この報告書は、燃料ふるまい解析コード FEMAXI-III の使用手引である。FEMAXI-III の詳細については、別の報告書にまとめることを予定しているので、この報告書では、FEMAXI-III を使用する場合に必要の入力の書式と出力型式等について説明する。

FEMAXI-III は軽水炉燃料棒のふるまいを決定論的 (deterministic) に解析するコードであり、とくに出力上昇時の PCI ふるまいの評価を目的としている。コードは大別して、熱的ふるまい部と力学的ふるまい部に別かれる。

熱的ふるまい部は径方向 1 次元軸対称問題としてペレット・被覆管のギャップ変化、FP ガス放出およびギャップ熱伝達へのフィードバックを考慮して、温度分布やガス圧力を解析する。このとき、軸方向は最大 12 領域に分割され、熱的フィードバックが燃料棒全長にわたって収束するまで繰り返し計算が行なわれる。

力学的ふるまい部は軸対称 FEM (R-Z) を燃料棒の 1 部 (1/2 ペレット相当部) に適用してペレットと被覆管の力学的相互作用を解析する。FEM 解析においては次の項目について考慮する。

- (1) 燃料の熱膨張、スウェリング、焼きしまり、リロケーション
- (2) ペレットクラック、弾塑性、クリープ、ペレット圧縮性
- (3) 被覆管の熱膨張、弾塑性、クリープ
- (4) ペレット/被覆管およびペレット端面での力学的相互作用

コードは四角形 8 節点アイソパラメトリック要素を導入して精度の向上と要素数の削減を図りペレットクラック、塑性、クリープ解析等に陰解法を導入し数値解の安定化を行ない、連立方程式の解法 Skyline 法を導入して、領域の削減と計算時間の短縮を行なった。これらの改良により、従来のコードより計算のスピードアップと燃料ふるまい予測の精度の向上がはかられ、長期に亘る照射履歴の追跡を可能にした点に特徴がある。

2. 入 力 編

2.1 入力形式

FEMAXI-IIIにおける入力形式はTable 1で示す入力形式に従って行なう。

Table 1 FEMAXI-III入力形式

CARD No.	SYMBOL	(FORMAT)	
1	MTITL(I), I = 1, 20	(20 A 4)	任意のタイトル
2	\$ INPUT \$ END	(2~80カラム)	計算パラメータ
	計算パラメータをName listにて指定する。		
3	NAX, IFEM, IPLANT	(3 I 10)	燃料棒仕様
	NAX = 軸方向ノード数 ($1 \leq NAX \leq 12$) IFEM = 着目ノード番号 ($1 \leq IFEM \leq NAX$) IPLANT = 1 Halden BWRの場合 = 2 その他のBWRの場合 = 3 PWRの場合		
4	MRASA, CDIN, CDOUT	(I 10, 2 F 10.0)	被覆管仕様
	MRASA = 0 RA材 = 1 SR材 CDIN = 被覆管内径 (cm) CDOUT = " 外径 (cm)		
5	<u>NAX枚必要</u> (I = 1, NAX) IDISH(I), ICHAM(I), PDIN(I), PDIA(I), PLENG(I), ENR(I), FDENI(I), DZ(I)	(2 I 10, 6 F 10.0)	ペレット仕様
	IDISH(I) = 0 ディッシュなしペレット = 1 片端面ディッシュ " = 2 両端面 " " ICHAM(I) = 0 チャンファなしペレット = 1 チャンファ ペレット PDIN (I) = ペレット中心孔直径 (cm) PDIA (I) = ペレット直径 (cm) PLENG(I) = 1 ペレット長さ (cm) ENR (I) = U-235濃縮度 (-) FDENI(I) = ペレット密度対理論密度比 (-) DZ (I) = ノードの軸方向長さ (cm)		

CARD No.	SYMBOL	(FORMAT)	
6	<u>IDISH = 1 or 2 の場合のみ入力</u> DISH, DEPTH, DISHB	(3F10.0)	ディッシュ仕様
	DISH = ディッシュ直径 (cm), DISHB = ディッシュ底直径 (cm), DEPTH = ディッシュ深さ (cm)		
7	<u>ICHAM = 1 の場合のみ入力</u> CHAMR, CHAMZ	(2F10.0)	チャンファ仕様
	CHAMR = チャンファ幅 (cm) CHAMZ = " 深さ (cm)		
8	PLENUM, GPIN, (GMIXO(I), I = 1, 4), PWEIT	(7F10.0)	プレナム仕様
	PLENUM = プレナム部容積 (cm ³) GPIN = 初期ガス圧力 (MPa) GMIXO(I) = 初期ガス組成(-) i = 1...He, i = 2...N ₂ , i = 3...Kr, i = 4...Xe PWEIT = ペレット総重量 (gram)		
9	NHIST	(I10)	履歴点数
	NHIST > 1 を入力 CARD10, 11 について NHIST 組入力する。		
10	A1, B1, A2, A5, A3, A4, IT, IP	(6F10.0, 2I5)	履歴データ
	A1 = 時間 (HOUR) B1 = 燃焼度 (MWD/TUO ₂ (IBUNP = 0) MWD/TU (" = 1) GJ/KGU (" = 2)) A2 = 線出力 (W/cm) A5 = 高速中性子束 (n/cm ² ·sec) A3 = 冷却水温度 (°K) A4 = " 圧力 (MPa) IT = 入力ジェネレータ IP = 0 出力しない履歴点 = 1 出力する " = 2 出力する " (最終情報出力をあたえる履歴点)		
11	(RH(I), I = 1, 12), II	(12F5.0, I5)	相対出力分布
	RH(I) = 軸方向ノード j の相対出力(-) (NAX 個のデータ) II = 同様の相対出力を行なう履歴点数		
12	IEND	(A4)	入力終了カード
	STOP を入力する		

2.2 入力方法

入力は、2.1節に概略した入力形式に従って行なうが、本節では実際の入力例をもとに、入力上の注意や簡略化の方法等について述べる。

説明は、カードナンバー順に行なう。

2.2.1 タイトル

タイトルカードを80カラムイメージで与える。

- FORMAT (20A4)

- Example

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
FEMAXI-3										SAMPLE-CASE NO. 1										(UP TO COLUMN 80)																													

2.2.2 計算オプション

計算オプションはNAMELIST DATAにて指定する。

各オプション群には、それぞれ標準値がセットされており、標準値を変更して使用する変数についてのみ指定する。NAMELISTで指定出来る変数名、内容、標準値についてTable 2に示す。

Table 2 NAMELISTで指定する変数

変数名	内 容		標準値						
IREST	リスタート計算オプション (=0: no restart, =1: restart)		0						
INTST	リスタートテープの作成オプション (=0: 作成しない, =1: 作成する)		0						
NGR2	ガス生成量, 放出率の位置, 時刻ごとの記憶領域の大きさ		5000						
NGR3	ガス生成量, 放出率の記憶場所の指定テーブルの大きさ。		300						
CRFAC	PWR燃料, クリープ速度式をCRFAC倍とする。		1.3						
INPCK	入力チェックオプション (=0: 通常計算, =1: 入力チェックのみ計算は行わない)		0						
IBUNP	入力燃焼度の単位指定 (=0: MWD/tUO ₂ , =1: MWD/tU, =2, GJ/kgU)		0						
ICK1	温度計算オプション (=0: 通常計算, =1: 温度計算のみを行なう)		0						
DMAX	再焼結 (1700°C × 24 hr) における密度増加		1						
DE	冷却材流路の相当直径 (cm)		1.18						
V	冷却材流速 (cm/sec)		500						
IPH	出力増分オプション (=: 増目ノードで出力増分を決定, =1: 最大出力変動ノードで出力増分を決定)		0						
IOPT1	下部プレナムオプション (=0: 下部プレナムはない, =1: 下部プレナムはある)		0						
SBU	やきしまり完了時の燃焼度 (MWd/tUO ₂)		2500.						
(IWREL(I), I=1, 24)	出力オプション (要素ガウス点における出力情報を与える) IWRELの内容と標準値 (=0: 出力しない, =1: 出力する)								
	番号	内 容	標準値	番号	内 容	標準値	番号	内 容	標準値
	1	径方向応力 (σ_r)	0	2	軸方向応力 (σ_z)	1	3	円周応力 (σ_θ)	1
	4	断応力 (τ_{rz})	0	5	相当応力 ($\bar{\sigma}$)	1	6	降状応力 (σ_Y)	0

7	径方向ひずみ (ϵ_r)	0	8	軸方向ひずみ (ϵ_z)	0	9	円周ひずみ (ϵ_θ)	0
10	剪断ひずみ (γ_{rz})	0	11	相当塑性ひずみ ($\bar{\epsilon}_p$)	1	12	径方向クリープひずみ ($\epsilon_{c,r}$)	0
13	軸方向クリープひずみ ($\epsilon_{c,z}$)	0	14	円周クリープひずみ ($\epsilon_{c,\theta}$)	1	15	径方向弾性ひずみ (ϵ_r^e)	0
16	軸方向弾性ひずみ (ϵ_z^e)	0	17	円周弾性ひずみ (ϵ_θ^e)	0	18	径, 円周熱ひずみ ($\epsilon_{r,\theta}^{TH}$)	0
19	軸方向熱ひずみ (ϵ_z^{TH})	0	20	やさしまりひずみ (ϵ^{den})	0	21	スウェリングひずみ (ϵ^{sw})	0
22	径方向ヤング率 (E_r)	0	23	軸方向ヤング率 (E_z)	0	24	円周ヤング率 (E_θ)	0

入力例でも示すように、NAMELISTの入力は2カラム以降より始める。

— Example

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
\$INPUT		IWRREL(20)=1		IWRREL(21)=1		\$END																																											

2.2.3 燃料棒仕様

燃料棒仕様に関する入力を行なう。

NAXは軸方向ノード数で、最大12ノードまで指定できる。IFEMは変形挙動を解析するノード番号を指定する。従ってIFEMは、 $1 \leq IFEM \leq NAX$ の範囲で指定する。IPLANTはプラントの種別を指定する変数で

- IPLANT = 1 : ハルデンBWR
- IPLANT = 2 : その他のBWR
- IPLANT = 3 : PWR

である。

— FORMAT (3 I 10)

I 10	I 10	I 10
NAX	IFEM	IPLANT

— Example

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
										12												8												2															

2.2.4 被覆管仕様

被覆管仕様に関する入力を行なう。

MRASAは被覆管の材質を指定する変数で、MRASA = 0は再結晶材、MRASA = 1は応力除去材である。CDINは被覆管内径 (cm)、CDOOUTは被覆管外径 (cm) である。

— FORMAT (I 10, 2 F 10.0)

I 10	F 10.0	F 10.0
MRASA	CDIN	CDOOUT

— Example

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50					
									0						0.9855																																							

2.2.5 ペレット仕様

ペレット仕様に関する入力である。

この入力は、各軸方向ノードごとに必要で、2.2.3で示したNAX枚の入力が必要となる。

IDISHはディッシュオプションでIDISH=0はディッシュなしペレット、IDISH=1は片ディッシュペレット、IDISH=2は両ディッシュペレットである。ICHAMはチャンファオプションでICHAM=0はチャンファなしペレット、ICHAM=1はチャンファペレットである。PDINはペレット中心孔直径 (cm) であり、PDIAはペレット直径 (cm)、PLENGは1ペレット長 (cm) である。ENRはU-235の濃縮度(-)、FDENIはペレット密度対理論密度比(-)、DZは軸方向ノード長さ (cm) を指定する。

—FORMAT (2 I 10, 6 F 10.0)

I 10	I 10	F 10.0	F 10.0	F 10.0	F 10.0	F 10.0	F 10.0
IDISH	ICHAM	PDIN	PDIA	PLENG	ENR	FDENI	DZ

— Example (1)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50							
									2										1																																					
									2										1																																					
									2										1																																					
									2										1																																					
									2										1																																					
									2										1																																					
									2										1																																					
									2										1																																					
									2										1																																					
									2										1																																					
									2										1																																					
									2										1																																					

2.2.6 ディッシュ仕様

ディッシュ仕様についての入力は、2.2.5でディッシュ付ペレットの指定を行なった場合のみ入力を行なう。

ディッシュの形状はFig.2.1で示すように、2タイプを選択が可能である。この選択は、ディッシュ底直径 (cm) DISHBで行ない、DISHB = 0なら左側のタイプ、DISHB ≠ 0なら右側のタイプとなる。

DISHはディッシュ直径 (cm) であり、DEPTHはディッシュ深さ (cm) である。

—FORMAT (3 F 10.0)

F 10.0	F 10.0	F 10.0
DISH	DEPTH	DISHB

—Example

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

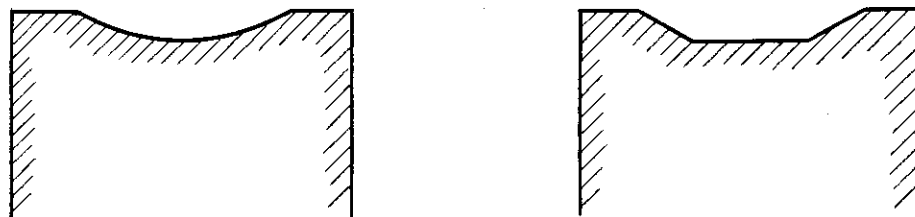


Fig.2.1 ディッシュペレット断面図

2.2.7 チャンファ仕様

チャンファ仕様の入力は、2.2.5でチャンファペレットの指定を行なった場合のみ入力を行なう。

チャンファペレットは、Fig.2.2で示すようにペレットの四隅に切られる。

CHAMRはチャンファ幅 (cm) , CHAMZはチャンファ深さ (cm) である。

—FORMAT (2 F 10.0)

F 10.0	F 10.0
CHAMR	CHAMZ

— Example

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
									0.002																																								

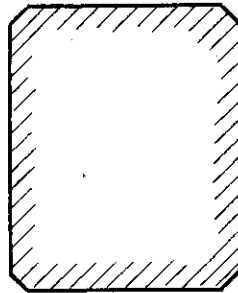


Fig.2.2 チャンファペレット断面図

2.2.8 プレナム仕様

プレナム仕様について入力を行なう。

PLENUMはプレナム部容積 (cm³) , GPINは初期ガス圧力 (MPa) , GMIXO(1)~GMIXO(4)は初期ガス組成(-)で, GMIXO(1)=He, GMIXO(2)=N₂, GMIXO(3)=Kr, GMIXO(4)=Xeである。又, $\sum_{i=1}^4 GMIXO(i) = 1$ とする。PWEITはペレット総重量 (gr)である。ペレット総重量は, ディッシュ, チャンファ等のくい違い量を除けば次式で計算できる。

$$PWEIT = \frac{\pi}{4} \times ((\text{ペレット直径})^2 - (\text{ペレット中心孔直径})^2) \times (\text{ペレット実効長}) \times (\text{ペレット密度})$$

— FORMAT (7 F 10.0)

F 10.0	F 10.0	F 10.0	F 10.0	F 10.0	F 10.0	F 10.0
PLENUM	GPIN	GMIXO(1)	GMIXO(2)	GMIXO(3)	GMIXO(4)	PWEIT

— Example

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
									16.0																																								

51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80										
									0.0																														

2.2.9 出力履歴

出力履歴点数

出力履歴点数の入力を行なう。WHISTは出力履歴点数である。

—FORMAT (I 10)

I 10
NHIST

出力履歴データ

出力履歴データは、A1 = 時間 (HR), B1 = 燃焼度, A2 = 線出力 (W/cm), A5 = 高速中性子束 ($n/cm^2 \cdot sec$), A3 = 冷却水温度 ($^{\circ}K$), A4 = 冷却水圧力 (MPa), IT = 入力ジェネレータ, IP = 出力オプションについて入力を行なう。ただしA1 (時間) が決まればB1 (燃焼度) が決まるし, B1 が決まればA1 は決まるので, A1, B1 についてはどちらか一方の入力でよい。又B1については, 単位系の指定をNAMELIST中のIBUNPで行なう。IBUNP = 0ならB1はMWd/tUO₂, IBUNP = 1ならMWd/tU, IBUNP = 2ならB1はGJ/kgUである。又, IT (入力ジェネレーター) を用いて, 増分形での指定が出来る。ITは, 0, 100, -100の入力選択ができ, IT = 0を指定すると, A1 (又はB1) はIT = -100を指定した1つ前の履歴点 (指定がなければ最初の履歴点) からの経過時間 (又は経過燃焼度) として扱われ, IT = -100を指定すると, A1 (又はB1) は前段の履歴点からの時間増分 (又は燃焼度増分) として扱われ, IT = 100を指定すると, A1 (又はB1) は最初の履歴点からの時間 (燃焼度) として扱う。IPは出力オプションで, IP ≥ 1は詳細出力を行なう履歴点, IP = 0は簡易出力のみの履歴点である。

—FORMAT (6 F 10.0, 2 I 5)

F 10.0	F 10.0	F 10.0	F 10.0	F 10.0	F 10.0	I 5	I 5
A 1	B 1	A 2	A 5	A 3	A 4	IT	IP

相対出力分布

相対出力分布の入力を行なう。RHは相対出力分布で, 出力履歴データで与えたA2 (線出力) に対する軸方向ノード位置での出力比を与える。従がって入力はNAX (軸方向ノード数) 個必要であり, 最大12である。又, 履歴点で同様な相対出力分布を与える場合には, II (履歴点オプション) を用いて, 入力の省略が出来る。

—FORMAT (12 F 5.0, I 5)

12 F 5.0	I 5
(RH(I), I = 1, 12)	II

ただし, RHはNAX個のデータをセットすればよい。

—Input method

出力履歴の入力は, 出力履歴データと相対出力分布を一組として出力履歴点数組の入力を行なう。

—Example (1)

500 W/cmまで10時間で出力を上昇する。軸方向1ノードでの入力例。ただし, 高速中性子束は $2.5 \times 10^{13} n/cm^2 \cdot sec$ (500 W/cm 到達時), 冷却水温度は513.15 ($^{\circ}K$), 冷却水圧力は3.4 (MPa) とした。


```

.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0
    21
    0.0                0.001    2.0E09    513.15    3.4        2
0.77 0.85 0.90 0.92 0.94 0.96 0.98 1.00 1.02 1.05 1.10 1.15    7
    1.0                200.0    4.0E13
                5000.0
                10000.0
                15000.0
                20000.0    200.0    4.0E13                                1
    1.0                0.001    2.0E09                                -100    1
    1.0                0.001    2.0E09                                -100
0.93 0.94 0.95 0.96 0.97 0.98 0.99 1.00 1.01 1.02 1.04 1.06    14
    1.25                250.0    5.0E13                                -100
    72.0                250.0    5.0E13                                -100    1
    0.25                .                -100
    0.5
    0.75
    1.0
    1.25                500.0    1.0E14                                1
    1.0                -100
    3.0
    6.0
    12.0
    24.0                500.0    1.0E14                                1
    2.5                0.001    2.0E09                                -100    1
STOP
.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0.....5.....0

```

上記に示した、21 履歴点については、すべて簡易出力が得られる。その中で詳細出力のほしい履歴点のみ $IP \geq 1$ とした。ここで、 $IP = 2$ 指定、その履歴点以降について出力情報がえられる（出力編参照） 燃焼度の単位系を MWd/tUO_2 で扱うので $IBUNP = 0$ とした。1 行目は履歴点数で $NHIST = 21$ である。2 行目は hot stand-by における履歴データである。3 行目は相対出力分布で最初の履歴点から、7 番目の履歴点まで同じ相対出力分布を用いる事を意味している。4 行目は 2 番目の履歴データで $A1 = 1$ (HR), $A2 = 200$ (W/cm), $A5 = 4 \times 10^{13}$ (n/cm²·sec), 冷却水温度, 圧力は同条件である。5 ~ 8 行目は、200 (W/cm) で燃焼度を 20 GWd/tUO_2 まで進めた入力で、5 GWd/tUO_2 , 10 GWd/tUO_2 , 15 GWd/tUO_2 で簡易出力が得られる。 $A2$ (線出力), $A5$ (高速中性子束) は補間方式で求められ、この間 $A2 = 200$ (W/cm), $A5 = 4 \times 10^{13}$ (n/cm²·sec) が用いられている事を意味する。9 行目は $IT = -100$ がセットされている。これは 8 行目が燃焼度が 20 GWd/tUO_2 であるから、この時点から 1 時間で出力を 0.001 (W/cm) まで降下したことを意味する。10 行目は、0.001 (W/cm) で 1 時間で相対出力分布を変更した事を意味する。11 行目に与えた相対出力分布は、8 番目の履歴点から最後 (21 番目) の履歴点までの 14 履歴点について適用される事を意味している。なお出力 0 は許されないので 10^{-3} (W/cm) 程度の値をセットしなければならない。12 行目は 1.25 時間で 250 (W/cm) に出力上昇し、13 行目は 250 (W/cm) で 72 時間出力を保持した事を意味する。14 ~ 18 行目は 250 W/cm で 72 時間保持した時点から 0.25 時間で 50 W/cm の出力上昇 (200 W/cm·hr) した事を意味する。すなわち、 $IT = -100$ を指定した 1 つ前の履歴

点（13行目に当る）経過時間がA1として与えてある。又、線出力は、線形補間されるから14～17行目に、A2 = 300, 350, 400, 450の値をセットしたのと同等である。高速中性子束も同様で、A5 = 6×10^{13} , 7×10^{13} , 8×10^{13} , 9×10^{13} をセットしたのと同等である。19～23行目についても同様で500 (W/cm) 保持中、1時間、3時間、6時間、12時間経過における簡易出力を得るために設定した履歴データであり、24時間経過後については詳細出力を与える。24行目は24時間経過後2.5時間で出力が降下した事を意味している。なお、冷却水温度、圧力の条件は一定としたので第2履歴点以降の入力は省略した。又、線出力、高速中性子束は線形補間されるので、最終履歴点に入力がないと入力エラーとなる（ともに0は許されない）。

2.2.10 入力終了

入力終了を示すSTOPをカラム1～4にセットする。ただし、数ケースについては1度に計算を行なう場合は、2.2.9から2.2.1に戻り、最後にSTOPを入力する。

— FORMAT (A4)

— Example

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
S	T	O	P																																															

2.3 入力エラー検出法

入力は、2.1, 2.2節に入力形式に従って行なうが、時々ユーザーのルール違反によって入力まちがいを犯す事がある。このような場合に対処してプログラムでは明らかに入力がおかしい場合は、プログラムはエラーメッセージを出力して終了させる。これは、ユーザーの不注意によるものであるから、以下に掲げる修正処置を行なって再入力する必要がある。ただし、エラー検出されるのは明らかな入力エラーのみであり、検出されなくてもユーザーの意図通りの入力がされている保障はない。例えば、ペレット密度対理論密度比を1.05と入力すれば100%以上なので入力検出されるが、0.95と入力すべきなのに、誤まって0.93と入力した場合検出されないのは当然である。従って、ネームリスト中で入力チェック(INPCK = 1)にして初めてのデータの場合入力確認をした方が良い。ここでは、明らかにおかしいエラーについては、エラー番号付でエラーメッセージが出力されるから、その番号順に内容と修正方法について記す事にする。なお入力が正しいのにエラーが出る場合は、その入力カード以前に入力すべき情報のインプットを忘れた場合が多いから確認が必要である。例えば、ディッシュ付ペレットの指定を行なって、ディッシュ直径とディッシュ深さの入力を忘れると、次のカードにおけるプレナム容積をディッシュ直径と解釈し、初期ガス圧力をディッシュ深さと解釈される。すると次のカードは、履歴点数であり、初期ガス圧力に対応する位置には入力されないから、初期ガス圧力が0であるというエラーメッセージでプログラムはストップする。入力リスト上では初期ガス圧力は入力されているのにおかしいと言う事になる

のである。このような事項については、修正方法中には記してないので、疑問の場合は、入力データを最初から確認すべきである。

Table 3 入力エラー一覧表

エラー番号	内 容	処 置 方 法	修 正 例
1	可変ディメンジョンで指定した実数領域が不足である。 ($LD < LASR$ の場合) LD …定義された実数領域 LASR…使用した実数領域	主プログラム中で指定したD(LD)を $LD \geq LASR$ に修正し、ブロックデータ中のLDについても修正する。LASRは、エラーメッセージ中に出力されている。	LD = 45 000 LASR = 47 300 なら、 主プログラム中の DIMENSION 1 ID(10000), D(45 000) を DIMENSION 1 ID(10000), D(47 300) に修正。 又、NAMELIST中でLD = 47 300 の指定を行なう。
2	可変ディメンジョンで指定した実数領域が不足である。 ($LD < LTSM$ の場合) LD …定義された実数領域 LTSM…マトリックス領域 を含まない実数領域	基本的には同上。 注) この場合は、NAMELIST入力でのNGR 2 又は履歴点数NHISTの 指定がおかしい場合である。	LD = 45 000, LTSM = 47 000 なら、D(52 000), NAMELIST 中でLD = 52 000 程度の指定を行 なう。
3	可変ディメンジョンで指定した整数領域が不足である。 ($LID < LASI$ の場合) LID …定義された整数領域 LASI…使用した整数領域	主プログラム中で指定したID(LID)を $LID \geq LASI$ に修正し、ブロックデータ 中のLIDについても修正す る。LASIはエラーメッセ ージ中に出力されている。 注) NAMELISTの入力で のNGR3,履歴点数NHIST を入力確認する。	LID = 10 000 LASI = 11 900 なら、主プログラム中の DIMENSION 1 ID(10 000), D(45 000) を DIMENSION 1 ID(11 900), D(45 000) に修正。 又、NAMELIST中でLID = 11 900 の指定を行なう。
4	軸方向ノード総数NAXの入 力指定が悪い。 ($NAX \leq 0$ 又は $NAX \geq 13$ の場合)	NAXの入力指定を $1 \leq NAX \leq 12$ の範囲で指定する。	NAX = 14 の入力なら、 NAX = 12 以下に改ためる。

エラー番号	内 容	処 置 方 法	修 正 例
5	軸方向, 着目ノード番号 IFEMの入力指定が悪い。 ($IFEM \leq 0$ 又は $IFEM > NAX$ の場合)	IFEMの入力指定を $1 \leq IFEM \leq NAX$ の範囲で指定する。	$NAX = 10$, $IFEM = 12$ なら, IFEMを, $1 \leq IFEM \leq 10$ の指定に改ためる。
6	プラント指定番号 IPLANT の入力指定が悪い。 ($IPLANT \leq 0$ 又は $IPLANT \geq 4$ の場合)	IPLANTの入力指定を $1 \leq IPLANT \leq 3$ の範囲で指定する。 注) IPLANTが1~3の指 定では正常入力として扱 かれるのでユーザーの 注意が必要。	例えば, HALDEN BWR の場合 IPLANT = 4 の入力は, IPLANT = 1 に修正。
7	被覆管材質番号 MRASA の入力指定が悪い。 ($MRASA < 0$ 又は $MRASA \geq 2$ の場合)	MRASAの入力指定は MRASA = 0 : 再結晶材 MRASA = 1 : 応力除去材 の2つである。 従がって, MRASA = 0 又はMRASA = 1 に修正す る。	MRASA = 2 なら, 再結晶材なら, MRASA = 0 応力除去材なら, MRASA = 1 に修正。
8	被覆管の内径 (cm) CDIN 又は外径 (cm) CDOOUT の指定が悪い。 ($CDIN \geq CDOOUT$ の場合)	被覆管内径・外径を $CDIN < CDOOUT$ として入力する。	$CDIN = 1.08$, $CDOOUT = 1.05$ の入力の場合, 被覆管外径で1.22 (cm) なら, $CDOOUT = 1.22$ に改ためる。
9	ディッシュオプション IDISH(I)の指定が悪い。 ($IDISH < 0$ 又は $IDISH \geq 3$ の場合)	IDISHは = 0 ; ディッシュなし = 1 ; 片ディッシュ = 2 ; 両ディッシュ であり, $0 \leq IDISH \leq 2$ として入力する。	IDISH = 3 の入力の場合 両ディッシュなら IDISH = 2 に改ためる。
10	チャンファオプション ICHAM(I)の指定が悪い。 ICHAM < 0 又は ICHAM ≥ 2 の場合	ICHAMは = 0 ; チャンファなし = 1 ; チャンファ であり, $0 \leq ICHAM \leq 1$ として入力する。	ICHAM = 2 の入力の場合 チャンファペレットなら, ICHAM = 1 に改ためる。

エラー番号	内 容	処 置 方 法	修 正 例
11	ペレット内径 (cm) PDIN, ペレット直径 (cm) PDIA の指定が悪い。 (PDIN < PDIA < CDIN) の関係を満たさない場合)	PDIN < PDIA < CDIN の関係を満たされるように入 力する。	PDIN = 0.2, PDIA = 1.10, CDIN = 1.08 の場合, かつ CDIN の入力が正しい時 200 μm ギャップなら, PDIA = 1.06 に修正。
12	1 ペレット長 (cm) PLENG の入力指定が悪い。 (PLENG ≤ 0 の場合)	1 ペレット長を PLENG > 0 として入力す る。	PLENG ≤ 0 の入力 で 1 ペレット長 = 1.3 (cm) なら PLENG = 1.3 に修正する。
13	U-235 の濃縮度(-)ENR の 入力指定が悪い。	U-235 の濃縮度を 0 < ENR < 1 として入力する。	ENR ≤ 0 又は ENR ≥ 1 の入力 で 濃縮度が 2.6 % なら ENR = 0.026 に修正する。
14	ペレット密度対理論密度比 (-)FDENI の入力指定が悪い。	ペレット密度対理論密度比 を 0 < FDENI < 1 として 入力する。	FDENI ≤ 0 又は FDENI ≥ 1 の 入力 で ペレット密度対理論密度比 が 95 % なら FDENI = 0.95 に修 正する。
15	ノード長 (cm) DZ の入力 指定が悪い。 (DZ ≤ 0 の場合)	ノード長を DZ > 0 として入力す る。	DZ ≤ 0 の入力 で ノード長が 50cm なら, DZ = 50.0 に修正する。
16	ディッシュ仕様の入力指定 が悪い。 DISH > PDIA 又は DISHB > DISH の場合 又は DEPTH ≤ 0 DISH … ディッシュ直径 (cm) DISHB … ディッシュ底直径 (cm) DEPTH … ディッシュ深さ (cm) PDIA … ペレット直径 (cm)	ペレット直径, ディッシュ 直径, ディッシュ底直径の 間に, DISHB ≤ DISH ≤ PDIA として入力する。 又, ディッシュ深さを DEPTH > 0 として入力 する。	PDIA = 1.08 (cm) DISH = 1.10 (cm) で ディッシュ直径が 0.7 (cm) なら, DISH = 0.7 に修正して入力する。
17	チャンファ仕様の入力指定 が悪い。 (CHAMR ≤ 0 又は CHAMZ ≤ 0 の場合) CHAMR … チャンファ幅 (cm) CHAMZ … チャンファ深さ (cm)	チャンファ幅, チャンファ 深さを CHAMR > 0 CHAMZ > 0 として入力する。	CHAMR = 0 の入力 で チャンファ 幅は 0.002 (cm) なら, CHAMR = 0.002 に修正して入力す る。

エラー番号	内 容	処 置 方 法	修 正 例
18	初期ガス圧力 (MPa) GPIN の入力指定が悪い。 (GPIN ≤ 0 の場合)	初期ガス圧力を GPIN > 0 にして入力を行なう。	GPIN = 0 の入力 GPIN = 1 (bar) ならば GPIN = 0.1 に修正して入力する。
19	初期ガス組成(-) GMIXO の 入力指定が悪い。 GMIXO(i) は i = 1 : He, i = 2 : N ₂ , i = 3 : Kr, i = 4 : Xe その総和は 1 にならなければ ならない。 ($\sum_{i=1}^4 \text{GMIXO}(i) \neq 1$ の場合)	初期ガス組成を $\sum_{i=1}^4 \text{GMIXO}(i) = 1$ になるよう入力を行なう。	初期ガス組成が He = 1/3, N ₂ = 1/3, Kr = 0, Xe = 1/3 の場合 GMIXO(1) = 0.33, GMIXO(2) = 0.33 GMIXO(3) = 0.0, GMIXO(4) = 0.33 では, $\sum_{i=1}^4 \text{GMIXO}(i) = 0.99$ となり, $\sum_{i=1}^4 \text{GMIXO}(i) \neq 1$ である。 従って, GMIXO(1) = 0.34, GMIXO(2) = 0.33 GMIXO(3) = 0.0, GMIXO(4) = 0.33 のようにして, $\sum_{i=1}^4 \text{GMIXO}(i) = 1$ となるように修正して入力する。
20	ペレット総重量 (gr) PWEIT の入力指定が悪い。 (PWEIT ≤ 0 の場合)	ペレット総重量を PWEIT > 0 にして入力を行なう。	PWEIT = 0 の入力 PWEIT = 1 (kg) なら, PWEIT = 1000.0 に修正して入 力する。
21	履歴点数 NHIST の入力指 定が悪い。 (NHIST ≤ 1 の場合)	履歴点数を NHIST ≥ 2 にして入力を行なう。	NHIST = 1 の入力 履歴点数が 2 なら, NHIST = 2 に修正して入力する。
22	時間, 燃焼度共に入力指定 されていない。 (A 1 = B 1 = 0 の場合) A 1 : 時間 (HR) B 1 : 燃焼度 IBUNP = 0 : MWD/tUO ₂ = 1 : MWD/tU = 2 : GWD/kgU	最初のステージ以外は全ス テージにおいて時間又は燃 焼度の入力指定を行なわな ければならないが, これが 共に入力指定がないので入 力を行なう。	A 1 = 0, B 1 = 0 で 例えば燃焼度が 10000 (MWD/tU) ならば, A 1 = 0.0, B 1 = 10000.0 に修正して入力する。 燃焼度の単位指定は NAMELIST 中の IBUNP で行なう。

エラー番号	内 容	処 置 方 法	修 正 例
23	時間入力中時間の入力が後戻りしている。 ($A_{1_{n-1}} \geq A_{1_n}$ の場合) A1 … 時間 (HR) n-1 … (n-1) ステージ n … n ステージ	時間入力中で時間増分が常に正になるように入力を修正する。 ($A_{1_{n-1}} < A_{1_n}$)	エラーメッセージ中で出力される Old Stage 10 = 13500.0 (HR) New Stage 11 = 13480.0 (HR) ならば、例えばステージ 11 は 13520.0 (HR) ならば、 $A_{1_{11}} = 13520.0$ に修正して入力する。
24	燃焼度入力中燃焼度の入力が後戻りしている。 ($B_{1_{n-1}} \geq B_{1_n}$ の場合) B1 … 燃焼度 MWD/tUO ₂ MWD/tU GJ/kgU	燃焼度入力中で燃焼度増分が常に正になるように入力を修正する。 ($B_{1_{n-1}} < B_{1_n}$)	エラーメッセージ中で出力される。 Old Stage 8 = 750.0 (GJ/kgU) New Stage 9 = 730.0 (GJ/kgU) ならば、例えばステージ 9 は 9000 (MWD/tU) (= 776.64 (GJ/kgU)) ならば、 $B_{1_9} = 9000.0$ に修正して入力する。
25	線出力 (W/cm) A 2 の最終ステージでの入力していない。 ($A_{2_{last}} \leq 0$ の場合)	線出力は補間して入力を作成する都合上最終ステージの入力は必要である。 ($A_{2_{last}} > 0$ とする) 例えば、最終ステージに 0W/cm を入力した場合は $A_{2_{last}} = 0.001$ とする。	$A_{2_{last}} = 0$ の場合 線出力が 0W/cm の場合 $A_{2_{last}} = 0.001$ に修正して入力する。 (特に最終ステージでなくとも 0W/cm の入力は、0.001W/cm に変更して入力の必要がある)
26	冷却水温度 (°K) A 3 の最初のステージでの入力が室温以下である。 ($A_{3_1} \leq 291.15$ の場合)	冷却水温度 (°K) は入力しない場合は前ステージから変わらないとして扱う。 従って最初のステージの入力は必要である。 室温は 18°C にセットしており、この温度以上の値をセットする必要がある。 $A_{3_1} > 291.15$ とする。	$A_{3_1} = 0$ の場合 冷却水温度が 280°C ならば $A_{3_1} = 553.15$ に修正して入力する。
27	冷却水圧力 (MPa) A 4 の最初のステージでの入力が 0 以下である。 ($A_{4_1} \leq 0$ の場合)	冷却水圧力は入力しない場合は前ステージから変わらないとして扱う。 従って、最初のステージでは入力が必要である。 $A_{4_1} > 0$ の値を入力する必要がある。	$A_{4_1} = 0$ の場合 冷却水圧力が 135 (bar) ならば $A_{4_1} = 135$ (MPa) に修正して入力する。

エテ番号	内 容	処 置 方 法	修 正 例
28	高速中性子束 ($n/cm^2 \cdot sec$) A5の最終ステージでの入力 していない。 ($A5_{last} \leq 0$ の場合)	高速中性子束は補間して入 力を作成する都合上最終ス テージの入力は必要である。 ($A5_{last} > 0$ とする) 特に最終ステージでなくて も0の入力は前後から補間 されるから注意が必要であ る。	$A5_{last} = 0$ の場合 $A2_{last} = 0 W/cm$ の場合 $A5_{last} = 2 \times 10^9 (n/cm^2 \cdot sec)$ に修正して入力する。

2.4 リスタート

FEMAXI-IIIはリスタート機能を備えているので、ここではその使用方法について述べる。リスタートは、長期に沿る履歴を追跡したり、ある履歴点までは同じ計算条件を用いるが、その先の計算条件を変えて調べた場合等に有効であるし、計算機のターン・アラウンドが悪い場合等にも利用出来る。

ここでは、その使い方について説明する。

リスタートは、ユニット11番を標準として用いているが、ユニット番号についてはネームリストの指定で自由な番号の選択が可能である。

Fig. 2.3からわかるように、リスタートを用いる場合は、最初の計算においてリスタートテープを作成しなければならない。ただし、タイムリミットに対する処置は施していないのでタイムリミット時にはリスタートテープは作成されないから注意してほしい。リスタートテープの作成は、ネームリスト中のINTST=1とする。

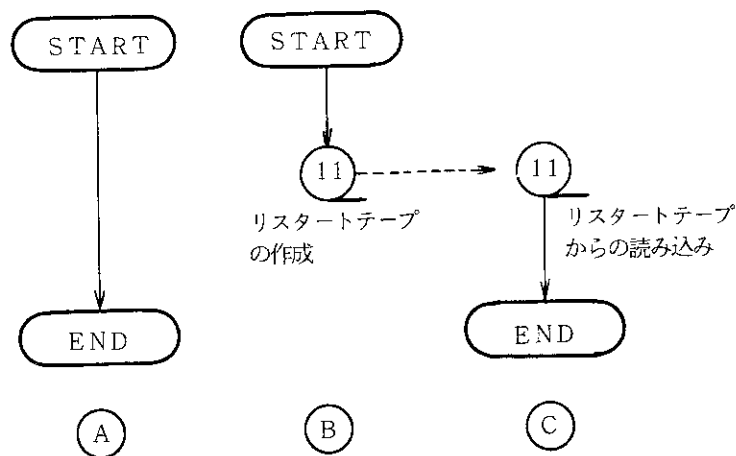


Fig. 2.3 リスタート機能

同時に履歴データをリスタートテープ作成する履歴点までデータにセットする。その際、履歴点数NHISTと、同様な相対出力分布で用いる履歴点数の指定の変更を忘れないようにしなければならない。入力㉔のリスタートテープ作成時の入力例を入力㉕で示す。

リスタートテープが作成された後のリスタート計算の入力について次に述べる。

リスタート計算は、ネームリスト中のIREST=1にして変更し、他はリスタート計算しな

い場合と同様な入力である。従って、履歴データについても既にリスタートテープを作成した部分についても入力を行なう。なお、再リスタートを行なう場合を除いて、ネームリスト中で入力した INTST=1 の指定を解除する。入力④からのリスタート計算時の入力例について入力⑤で示す。

すなわち $A = B + C$ となる。

3. 出力編

FEMAXI-IIIで与えられる出力例について、その内容について示す。出力については、ユーザーが選択出来る部分と必ず出力される部分とがあるが、ここでは2.4節で示した入力例④を用いた場合の出力について説明する。

INPUT DATA LIST

CARD NO.	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	FEMAXI=3	SAMPLE-CASE NO.=1						
2.	*INPUT	IMREL(20)=1, IMREL(21)=1	*END					
3.	12	8						
4.	0	0.9855	1.117					
5.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
6.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
7.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
8.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
9.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
10.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
11.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
12.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
13.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
14.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
15.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
16.	2	1	0.9705	1.3	0.035		0.95	26.0
17.	0.84	0.026						
18.	0.002	0.002						
19.	16.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.0	1.8E1-3	
20.	21							
21.	0.0	0.001	2.0E09	513.15	3.4		1	
22.	0.77	0.65	0.90	0.92	0.94	0.96	1.00	1.02
23.	1.0		200.0	4.0E13	1.05	1.10	1.15	7
24.			5000.0					1
25.			10000.0					
26.			15000.0					
27.			20000.0					
28.	1.0		200.0	4.0E13			-100	1
29.	1.0		0.001	2.0E09			-100	2
30.	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
31.	1.25		250.0	5.0E13	1.02	1.04	1.06	1.4
32.	72.0		250.0	5.0E13			-100	1
33.	0.25		250.0	5.0E13			-100	1
34.	0.5							
35.	0.75							
36.	1.0							
37.	1.25		500.0	1.0E14			-100	1
38.	1.0							
39.	3.0							
40.	6.0							
41.	12.0		500.0	1.0E14				1
42.	24.0		0.001	2.0E09			-100	1
43.	2.5							
44.	STOP							

 INPUT IMREL = 0, IMST = 0, MGR2 = 5000, MGR3 = 300, IMPCK = 0, IBUNP = 0, ICX1 = 0, OMAX = 1, SBU = 2500, CRFAC = 1.3, DE = 1.1E-18, V = 500, IPH = 0, IMREL = 0, 2*1, 0, 1, 5*0, 1, 2*0, 1, 5*0, 1, 2*0, 1, 3*0, IOPT1 = 0, &END

-----①
 FEMAXI-3 SAMPLE-CASE NO.1

B.W.R. FUEL ROD. ②

*INPUT DATA

(1) PELLETS SPECIFICATIONS -----

③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
NODE	DIAMETER (CM)	INSIDE	SHAPE	U-235	F-FRACTIONAL	ONE PELLETT	NODE	LENGTH (CM)	LENGTH (CM)
	OUTSIDE	CHAMF	DISH	ENRICH.	DENSITY	LENGTH (CM)	LENGTH (CM)		
1	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
2	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
3	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
4	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
5	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
6	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
7	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
* 8	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
9	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
10	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
11	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		
12	0.100	0.971	**	0.035	0.950	1.300	26.000		

CHAMFER WIDE (CM) = 0.002 CHAMFER DEPTH (CM) = 0.002
 DISH DIAMETER (CM) = 0.840 DISH DEPTH (CM) = 0.026
 PELLETT TOTAL WEIGHT (GRAM) = 1981.300 ⑬
 GRAIN SIZE (MICRON) = 15.000 ⑭
 MAXIMUM FRACTIONAL DENSITY = 0.960 ⑮
 SATURATE BURNUP (MWD/TUO2) = 2500.000 ⑯

(2) OTHERS

CLAD. MATERIAL IS FULLY ANNEALED ZIRCALOY
 CLAD. INSIDE DIAMETER (CM) = 0.995 ⑰
 CLAD. OUTSIDE DIAMETER (CM) = 1.117 ⑱
 THERMAL RELOCATION (-) = 0.300 ⑲
 PLENUM VOLUME (CM**3) = 16.000 ⑳
 INITIAL GAS PRESSURE (MPA) = 0.100 ㉑

INITIAL GAS COMPOSITION (PERCENT)
 HELIUM = 100.0
 NITROGEN = 0.0
 KRYPTON = 0.0
 XENON = 0.0
 PELLETT SURFACE ROUGHNESS (CM) = 0.0005 ㉒
 CLADDING SURFACE ROUGHNESS (CM) = 0.0001 ㉓
 ROOM TEMPERATURE (DEG.K) = 291.15 ㉔

 * FEMAXI-3 SAMPLE-CASE NO.1 (20) *
 * -- FEMAXI-III (MOD-03) -- *

 NODAL POINT AND ELEMENT CONNECTION MAP

*** PELLET ***			GAP			*** CLADDING ***									
7+	11+	18+	22+	29+	33+	40+	44+	51+	55+	62	1	69+	73+	80	(21)
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	3	17	6	28	9	39	12	50	15	61	1	68	18	79	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5+	10+	16+	21+	27+	32+	38+	43+	49+	54+	60	1	67+	72+	78	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	2	15	5	26	8	37	11	48	14	59	1	66	17	77	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3+	9+	14+	20+	25+	31+	36+	42+	47+	53+	58	1	65+	71+	76	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	1	13	4	24	7	35	10	46	13	57	1	64	16	75	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1+	8+	12+	19+	23+	30+	34+	41+	45+	52+	56	1	63+	70+	74	

***** NODAL COORDINATE (MICKON) *****

(X-DIRECTION)		GAP		GAP									
500.0	911.1	1322.2	1733.3	2144.4	2555.6	2966.7	3377.8	3788.9	4200.0	4852.51	4927.5	5256.2	5585.0
500.0	1322.2	2144.4	2555.6	2966.7	3377.8	3788.9	4200.0	4852.51	4927.5	5256.2	5585.0	5585.0	5585.0
500.0	911.1	1322.2	1733.3	2144.4	2555.6	2966.7	3377.8	3788.9	4200.0	4852.51	4927.5	5256.2	5585.0
500.0	1322.2	2144.4	2555.6	2966.7	3377.8	3788.9	4200.0	4852.51	4927.5	5256.2	5585.0	5585.0	5585.0
500.0	911.1	1322.2	1733.3	2144.4	2555.6	2966.7	3377.8	3788.9	4200.0	4852.51	4927.5	5256.2	5585.0
500.0	1322.2	2144.4	2555.6	2966.7	3377.8	3788.9	4200.0	4852.51	4927.5	5256.2	5585.0	5585.0	5585.0
500.0	911.1	1322.2	1733.3	2144.4	2555.6	2966.7	3377.8	3788.9	4200.0	4852.51	4927.5	5256.2	5585.0
500.0	1322.2	2144.4	2555.6	2966.7	3377.8	3788.9	4200.0	4852.51	4927.5	5256.2	5585.0	5585.0	5585.0
(Z-DIRECTION)		GAP		GAP									
6243.7	6252.2	6265.7	6284.1	6307.6	6336.0	6369.5	6407.9	6451.4	6500.0	6480.01	6500.0	6500.0	6500.0
5203.1	5221.4	5256.3	5307.5	5376.2	5466.7	5585.0	5733.3	5944.4	6224.0	6585.0	7111.1	7888.9	8988.9
4162.4	4168.1	4177.1	4189.4	4205.1	4224.0	4246.3	4272.0	4301.0	4333.3	4333.3	4333.3	4333.3	4333.3
3121.8	3132.8	3153.8	3184.7	3225.7	3286.7	3369.5	3472.0	3607.6	3788.9	4000.0	4250.0	4650.0	5200.0
2081.2	2084.1	2088.6	2094.7	2102.5	2112.0	2123.2	2136.0	2150.5	2166.7	2166.7	2166.7	2166.7	2166.7
1040.6	1044.3	1048.3	1051.3	1051.6	1051.6	1051.6	1051.6	1051.6	1051.6	1051.6	1051.6	1051.6	1051.6
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CALCULATIONAL VARIABLE TABLE (1)

CALCULATION OPTION

NAME	DESCRIPTION	DIMENSION	VALUE
IREST	RESTART OPTION (=0:NOTRESTART, =1:RESTART)	-	0
INTST	DRAW UP RESTART TAPE OPTION (=0:NO, =1:YES)	-	0
IPLT	DRAW UP PLOTTER TAPE OPTION (=0:NO, =1:YES)	-	11
NRECI	RESTART TAPE NUMBER	-	1
NREC2	PLOTTER TAPE NUMBER	-	10.0
DPXX	POWER INCREMENTAL WIDTH	W/CM	10.0
EFCOEF	TIME INCREMENTAL WIDTH PARAMETER (BE RESTRICTED FROM CREEP)	-	1
ITEND	NEWTON-RAPHSON ITERATION COUNT	-	10
KUMAX	BOUNDARY CONDITION ITERATION COUNT	-	1.0
THETC	CREEP PARAMETER	-	0.5
THEPT	YIELD PARAMETER	CM	0.0000
AY	TILTING VALUE	-	0.40
AMU	PELLET/CLADDING FRICTION COEF.	-	0
ILOCK	LOCKING OPTION (=0:P/C GAP SIZE, =1:AXIAL COORDINATE)	DLG.K	291.15
TROOM	ROOM TEMPERATURE	-	0
IBUNP	BURNUP DIMENSION FLAG (=0:HMW/TU02, =1:HMW/TU, =2:GJ/KGU)	-	0
INPCK	INPUT DATA CHECK OPTION (=0:CALCULATION, =1:INPUT DATA CHECK)	-	0
CRIM	OUTPUT DATA OPTION (FINAL INFORMATION GIVES AFTER CRIM)	HR	0.0
ITIMG	BOUNDARY CONDITION TIME STEP CONTROL OPTION (=0:NO, =1:YES)	-	1
ITIMY	ELASTIC/PLASTIC CONDITION TIME STEP CONTROL OPTION (=0:NO, =1:YES)	-	1
IPH	POWER INCREMENTAL WIDTH ATTENTION NODE (=0:IFER NODE, =1:MAXIMUM VARIABLE NODE)	-	0
ICKI	MECHANICAL CALCULATION OPTION (=0:CALCULATE, =1:NO CALCULATE)	-	0
ICHI	ELASTIC CALCULATION OPTION (=0:NO, =1:YES)	-	0
INREL	ELEMENT INFORMATION OUTPUT CONTROL TABLE (=0:OFF, =1:ON)	-	0
1	SIG(R)	1	4
2	SIG(Z)	1	3
3	SIG(T)	1	8
4	EPS(RZ)	0	9
5	EPS(R)	0	13
6	EPS(Z)	0	14
7	EPS(T)	0	18
8	EPS(R)	0	19
9	EPS(Z)	0	23
10	ELAST(R)	0	24
11	ELAST(Z)	0	24
16	EPSE(Z)	0	18
17	EPSE(T)	0	19
21	EPSSWL	1	22

DIMENSION INFORMATION

NAME	DESCRIPTION	DIMENSION	VALUE
LASK	RIAL DIMENSION AREA (USED)	-	27227
LD	INTEGER DIMENSION AREA (DEFINED)	-	45000
LASI	INTEGER DIMENSION AREA (USED)	-	8426
LDI	INTEGER DIMENSION AREA (DEFINED)	-	10000
NODE	NODAL POINT NUMBER	-	80
NOD2	NODAL POINT FREEDOM NUMBER	-	160
NELM	ELEMENT NUMBER	-	18
NPAK	GAP PAIR NUMBER	-	7
NMAX	SYMMETRIC MATRIX FREEDOM NUMBER	-	144
NMY	NON-SYMMETRIC MATRIX FREEDOM NUMBER	-	14
NMK	BOUNDARY PAIR NUMBER	-	6
NAX	SYMMETRIC MATRIX AREA	-	2955
NCR	NON-SYMMETRIC MATRIX AREA	-	291
NM	CLADDING LAYER NUMBER	-	1
NN	PELLET LAYER NUMBER	-	5
KK	AXIAL LAYER NUMBER	-	3
NAX	AXIAL NODE NUMBER	-	12
NHIST	TIME HISTORY POINT NUMBER	-	21

 CALCULATIONAL VARIABLE TABLE (2)

 PELLET OPTION

NAME	DESCRIPTION	DIMENSION	VALUE
HO*FO*GO*EO	PARAMETER OF ANISOTROPY	-	1.0
GAMK*GANZ*GANT	CRACK PARAMETER	-	1.0
BETA	HOTPRESS PARAMETER	-	0.0
YEC	PELLET CRACK ELASTIC VALUE (YEC(N),YEC(Z),YEC(T))	-	0.0
FRELOC	MECHANICAL RELOCATION PARAMETER	PA	2.0E+09
EPSRLZ	AXIAL RELOCATION PARAMETER	-	0.50
DCHG	KE-RELOCATION PARAMETER	-	3.000E-03
SPCON	UNRESTRAINT SWELLING BOUNDARY STRESS	PA	0.50
XN	UNRESTRAINT SWELLING BOUNDARY STRESS COEF.	-	-1.000E+06

 CLADDING OPTION

NAME	DESCRIPTION	DIMENSION	VALUE
HO*FO*GO*EO	PARAMETER OF ANISOTROPY	-	1.0

NAME	DESCRIPTION	DIMENSION	VALUE
HO*FO*GO*EO	PARAMETER OF ANISOTROPY	-	1.0
GAMK*GANZ*GANT	CRACK PARAMETER	-	1.0
BETA	HOTPRESS PARAMETER	-	0.0
YEC	PELLET CRACK ELASTIC VALUE (YEC(N),YEC(Z),YEC(T))	-	0.0
FRELOC	MECHANICAL RELOCATION PARAMETER	PA	2.0E+09
EPSRLZ	AXIAL RELOCATION PARAMETER	-	0.50
DCHG	KE-RELOCATION PARAMETER	-	3.000E-03
SPCON	UNRESTRAINT SWELLING BOUNDARY STRESS	PA	0.50
XN	UNRESTRAINT SWELLING BOUNDARY STRESS COEF.	-	-1.000E+06

HISTORY DATA (1)

(3)

NHST	I	TIME	I	BURNUP	I	L.H.R.	I	TEMP.	I	PRESS.	I	FLUX	I	HISTORY	I	PAINT	I	OPTION	I
		HR	M	S	MWD/TUD2	G/KG	W/CM	DEG/K	MPA	N/CM ² S									
1	I	00:00:00	0	0	0.0	0.00	0.00	513.15	3.40	1	2.000E+09	0	1	1					
2	I	01:00:00	0	7	0.7	0.06	200.00	513.15	3.40	1	4.000E+13	0	1	1					
3	I	0806:14	0	0	5000.0	489.50	200.00	513.15	3.40	1	4.000E+13	0	1	0	1				
4	I	7611:58	0	1	10000.0	11345.0	979.00	513.15	3.40	1	4.000E+13	0	1	0	1				
5	I	14417:42	0	1	15000.0	17017.5	1468.50	513.15	3.40	1	4.000E+13	0	1	0	1				
6	I	15223:26	0	1	20000.0	22690.0	1958.00	513.15	3.40	1	4.000E+13	0	1	1	1				
7	I	75224:26	0	1	20000.7	22690.7	1958.07	513.15	3.40	1	2.000E+09	-100	1	2	1				
8	I	15225:26	0	1	20000.7	22690.7	1958.07	513.15	3.40	1	2.000E+09	-100	1	0	1				
9	I	15226:41	0	1	20001.7	22691.9	1958.17	513.15	3.40	1	5.000E+13	-100	1	0	1				
10	I	15298:41	0	1	20119.9	22826.1	1969.74	513.15	3.40	1	5.000E+13	-100	1	1	1				
11	I	15298:56	0	1	20120.4	22826.6	1969.79	513.15	3.40	1	6.000E+13	-100	1	0	1				
12	I	15299:11	0	1	20120.9	22827.2	1969.84	513.15	3.40	1	7.000E+13	0	1	0	1				
13	I	15299:26	0	1	20121.5	22827.9	1969.90	513.15	3.40	1	8.000E+13	0	1	0	1				
14	I	15299:41	0	1	20122.2	22828.7	1969.97	513.15	3.40	1	9.000E+13	0	1	0	1				
15	I	15299:56	0	1	20123.0	22829.5	1970.04	513.15	3.40	1	1.000E+14	0	1	1	1				
16	I	15300:56	0	1	20126.3	22833.3	1970.36	513.15	3.40	1	1.000E+14	-100	1	0	1				
17	I	15302:56	0	1	20132.9	22840.7	1971.01	513.15	3.40	1	1.000E+14	0	1	0	1				
18	I	15305:56	0	1	20142.7	22851.9	1971.97	513.15	3.40	1	1.000E+14	0	1	0	1				
19	I	15311:56	0	1	20162.4	22874.3	1973.90	513.15	3.40	1	1.000E+14	0	1	0	1				
20	I	15323:56	0	1	20201.8	22919.0	1977.76	513.15	3.40	1	1.000E+14	0	1	1	1				
21	I	15326:26	0	1	20205.9	22923.6	1978.16	513.15	3.40	1	2.000E+09	-100	1	1	1				

RELATIVE POWER FACTOR = 0.000 (2)

HISTORY DATA (2)

NHIST I	TIME	I	L-M-R	I	AXIAL NODE PEAKING FACTOR											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	HE M: S I	0	0.00	0.770	0.850	0.900	0.920	0.940	0.960	0.980	1.000	1.020	1.050	1.100	1.150	
2	I	0	0.00	0.770	0.850	0.900	0.920	0.940	0.960	0.980	1.000	1.020	1.050	1.100	1.150	
3	I	0	0.00	0.770	0.850	0.900	0.920	0.940	0.960	0.980	1.000	1.020	1.050	1.100	1.150	
4	I	0	0.00	0.770	0.850	0.900	0.920	0.940	0.960	0.980	1.000	1.020	1.050	1.100	1.150	
5	I	0	0.00	0.770	0.850	0.900	0.920	0.940	0.960	0.980	1.000	1.020	1.050	1.100	1.150	
6	I	0	0.00	0.770	0.850	0.900	0.920	0.940	0.960	0.980	1.000	1.020	1.050	1.100	1.150	
7	I	0	0.00	0.770	0.850	0.900	0.920	0.940	0.960	0.980	1.000	1.020	1.050	1.100	1.150	
8	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
9	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
10	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
11	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
12	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
13	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
14	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
15	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
16	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
17	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
18	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
19	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
20	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	
21	I	0	0.00	0.930	0.940	0.950	0.960	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.040	1.060	

MECHANICAL ATTENTION NODE NUMBER = 8 (2)

FEMAXI-3 SAMPLE-CASE NO.1 (27)

STAGE NO. = 126 (38) TIME (HRS) = 15299.9334 (38) COOLANT TEMP.(K) = 513.150 (34) COOLANT PRESS.(MPA) = 3.400 (31)

NODE	L.W.C.M.	HURK'UP (MWD/TUO2)	TOTAL GAS CONDUCTANCE (W/CM**2 K)	GAS SOLID KAO.	PC	PS	CI	CO	CLEARANCE (MICRONS)	CONTACT FORCE (MPA)	MODE
1	465.000	15514.3	0.5319	0.1701	0.3557	0.0061	2150.4	526.7	0.000	37.359	1
2	470.000	17115.6	0.5634	0.1749	0.3826	0.0059	2148.7	528.7	0.000	39.836	2
3	475.000	18116.8	0.5654	0.1758	0.3837	0.0060	2170.6	528.8	0.000	40.030	3
4	480.000	18518.1	0.5652	0.1762	0.3830	0.0060	2193.1	528.8	0.000	40.030	4
5	485.000	18919.3	0.5650	0.1767	0.3822	0.0061	2215.4	528.8	0.000	40.030	5
6	490.000	19320.5	0.5647	0.1771	0.3815	0.0061	2237.5	528.9	0.000	40.030	6
7	495.000	19721.8	0.5645	0.1776	0.3808	0.0062	2259.5	528.9	0.000	40.030	7
8	500.000	20123.0	0.5643	0.1781	0.3800	0.0062	2281.5	529.0	0.000	40.030	8
9	505.000	20524.2	0.5641	0.1785	0.3793	0.0063	2302.3	529.0	0.000	40.030	9
10	510.000	21125.5	0.5638	0.1790	0.3786	0.0064	2324.4	529.0	0.000	40.030	10
11	520.000	22128.0	0.5633	0.1799	0.3770	0.0065	2367.1	529.1	0.000	40.030	11
12	530.000	23130.4	0.5629	0.1805	0.3755	0.0066	2405.6	529.2	0.000	40.030	12

CLADDING DISP. (MICRONS)

INITIAL GAS (MOL) = 1.20E-03 (30)

FISSION GAS RESULT

NODE	CSFR*	PFAC*	BUHN'UP (FISS/CC *10**20)	THRMAL EXPANS	IRRAD. SWELL	PELLET DISP. (MICRONS)	RELOC ATION	CREEP
1	0.8789	2.0000	4.38	66.139	14.994	-14.508	21.675	-4.644
2	0.8789	2.0000	4.83	65.518	16.515	-14.508	21.675	-4.878
3	0.8789	2.0000	5.12	66.566	17.470	-14.508	21.675	-5.016
4	0.8789	2.0000	5.23	67.713	17.852	-14.508	21.675	-5.074
5	0.8789	2.0000	5.34	68.666	18.234	-14.508	21.675	-5.128
6	0.8789	2.0000	5.46	70.022	18.617	-14.508	21.675	-5.182
7	0.8789	2.0000	5.57	71.193	18.998	-14.508	21.675	-5.236
8	0.8789	2.0000	5.68	72.375	19.380	-14.508	21.675	-5.289
9	0.8789	2.0000	5.80	73.542	19.762	-14.508	21.675	-5.341
10	0.8789	2.0000	5.97	74.735	20.333	-14.508	21.675	-5.419
11	0.8789	2.0000	6.25	76.762	21.285	-14.508	21.675	-5.546
12	0.8789	2.0000	6.53	79.239	22.235	-14.508	21.675	-5.670

LOCAL FISSION GAS RELEASE FRACTION (AXIAL NODE)

1 0.25183 2 0.24925 3 0.26218 4 0.27554 5 0.28648 6 0.29788 7 0.30981 8 0.32229 9 0.33372 10 0.34325 11 0.36326 12 0.38486 (35)

ROD AVERAGE FISSION GAS RELEASE FRACTION = 0.31093 (36)

ROD GAS PRESSURE (MPA) = 4.396 (37)

TOTAL GAS (MOL) = 1.72E-02 (38)

RELEASED IODINE (GRAM/CM**2) = 9.13E-05 (AVERAGE) 9.75E-05 (PEAK) (39)

PRODUCED GAS	HE	N2	KR	XE	TOTAL
1	0.00E+00	0.00E+00	6.49E-03	4.47E-02	5.14E-02 (43)
2	0.00E+00	0.00E+00	2.08E-03	1.39E-02	1.60E-02 (44)
3	0.00E+00	0.00E+00	2.08E-03	1.39E-02	1.72E-02 (45)

ROD GAS MIXTURE (PERCENT) (46)

HE	N2	KR	XE
7.0	0.0	12.1	80.9

AXIAL TEMPERATURE DISTRIBUTION AT AXIAL NODE OF 8 (29)

2282 2261 2206 2119 2000 1847 1670 1476 1275 1074 880 / PELLET / GAP / CLAD.

1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....10.....11.....12.....
 591 559 525

***** OUTPUT ---STAGE--- 126 *****

TIME 15299.93 HK
 LINEAR HEAT RATING 500.00 W/CM
 FAST NEUTRON FLUX 1.00E+14 N/CM**2.S
 FISSION RATE 2.11E+13 FISSIONS/CM**3.S
 BURNUP 2.01E+04 MWD/TUD2

***** TEMPERATURE DISTRIBUTION *****

N	TEMP(K)	N	TEMP(K)	N	TEMP(K)	N	TEMP(K)
1	2277.38	3	2184.29	4	2077.98	5	1974.65
6	1801.74	7	1657.06	8	1445.21	9	1284.13
11	577.64	12	541.70			10	1001.80

***** PELLET/CLADDING MECHANICAL INTERACTION STATUS *****

MODAL COMBINATION FUEL-CLAD	CONTACT SURFACE STATUS	P E L L E T		C L A D D I N G		TOTAL STRESS(PA)	TOTAL STRESS(PA)	RADIAL GAP (MICRONS)		
		INCREMENTAL STRESS(PA)	TOTAL STRESS(PA)	INCREMENTAL STRESS(PA)	TOTAL STRESS(PA)					
62- 69	FIXD	4.1235E+05	-1.4797E+06	-6.2363E+07	4.1960E+06	-4.1235E+05	1.4797E+06	6.2363E+07	-4.1960E+06	2.7756E-12
61- 68	FIXD	2.6096E+05	-1.4672E+05	-5.0274E+07	1.9849E+07	-2.6096E+05	1.4672E+05	5.0274E+07	-1.9849E+07	6.1062E-12
60- 67	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	5.9473E-01
59- 66	FIXD	-3.7594E+05	8.2580E+03	-3.1271E+07	-6.1647E+06	3.7594E+05	8.2580E+03	3.1271E+07	6.0478E+06	-1.1102E-12
58- 65	FIXD	-2.4245E+05	1.5243E+05	-3.7750E+07	-1.4226E+07	2.4245E+05	1.5243E+05	3.7750E+07	1.2268E+07	2.5204E-12
57- 64	FIXD	-2.6428E+04	-3.8911E+04	-3.7608E+07	-5.4743E+06	2.6428E+04	3.8911E+04	3.7608E+07	5.4743E+06	5.5511E-13
56- 63	FIXD	-1.6895E+05	0.0000E+00	-4.2053E+07	0.0000E+00	1.6895E+05	0.0000E+00	4.2053E+07	0.0000E+00	4.9960E-12

***** PELLET/PELLET MECHANICAL INTERACTION STATUS *****

MODAL POINT	CONTACT STATUS	AXIAL STRESS (PA)		AXIAL DISPLACEMENT (CM)		RADIAL GAP (MICRONS)	
		INCREMENTAL	TOTAL	DISP.	CONTACT	MINIMUM	BOUNDARY
7	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	6.4589E-01	6.5725E-01	1.1351E-02	-1.1102E-12
11	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	6.4518E-01	6.5725E-01	1.2069E-02	-1.1102E-12
18	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	6.4477E-01	6.5725E-01	1.2480E-02	-1.1102E-12
22	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	6.4449E-01	6.5725E-01	1.2756E-02	-1.1102E-12
29	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	6.4470E-01	6.5725E-01	1.2541E-02	-1.1102E-12
33	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	6.4586E-01	6.5725E-01	1.1390E-02	-1.1102E-12
40	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	6.4764E-01	6.5725E-01	9.6055E-03	-1.1102E-12
44	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	6.5016E-01	6.5725E-01	7.0841E-03	-1.1102E-12
51	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	6.5331E-01	6.5725E-01	3.9311E-03	-1.1102E-12
55	FIXD	1.0300E+06	-2.5045E+08	6.5725E-01	6.5725E-01	0.0000E+00	-1.1102E-12
62	OPEN	0.0000E+00	0.0000E+00	6.5493E-01	6.5725E-01	2.3110E-03	-1.1102E-12

***** NODAL DISPLACEMENT (MICKON) *****

(R-DIRECTION)	48.9	61.3	73.9	81.3	86.5	93.5	99.4	102.0	105.31	30.3	30.0	29.2
22.0	35.6											
-17.4		18.0	42.2	65.5	83.5	93.5	99.4	102.0	105.31	101.91	26.9	25.9
-41.4	-6.8	14.2	31.3	46.3	57.0	66.6	74.3	86.8	94.51	20.1	20.4	20.8
-60.7	8.1	8.1	40.3	40.3	79.9	64.0	79.9	93.61	93.61	18.6	18.5	18.5
-83.4	-25.9	2.2	23.9	41.8	55.4	66.0	74.3	81.2	86.8	19.1	19.3	19.4
-93.1	1.4		41.5	67.1	82.1	95.4	99.4	102.0	105.31	95.4	20.4	20.1

-99.7	-34.4	-1.3	23.1	42.1	56.6	67.7	76.2	83.2	88.6	95.71	20.7	20.8	20.8	20.8
(Z-DIRECTION)														
215.3	199.6	182.0	160.8	139.5	122.5	106.9	93.7	81.7	72.5	69.31	17.2	17.2	17.2	17.2
173.4	143.0	111.2	83.2	70.0	60.51	50.11	42.9	39.71	9.0	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
120.3	111.7	102.4	92.1	82.4	73.5	65.6	60.0	56.4	54.5	50.11	12.8	11.5	10.2	10.2
81.2	69.9	69.9	56.3	47.2	42.9	39.71	28.9	27.8	26.91	5.7	5.9	5.9	5.9	5.9
49.3	44.7	40.9	37.4	34.4	32.3	30.8	29.7	28.9	27.8	26.91	5.7	5.9	5.9	5.9
23.1	18.9	18.9	16.3	14.9	14.9	14.9	14.5	14.5	13.71	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0

PLOT NUMBER = 2

***** ELEMENT INFORMATION STRESS (MN/M**2) *****

SIG(Z)	-2.8	-2.3	-5.6	-12.4	-8.2	-7.6	2.2	-89.0	-149.1	-127.2	156.0	282.7	188.5	184.7
	-16.5	-22.4	-23.0	-35.6	-29.5	-48.3	-63.6	-69.7	-145.6	-32.2	188.5	184.7	188.5	184.7
	-30.4	-34.1	-41.5	-39.7	-59.2	-61.7	-98.6	-126.3	-61.8	-3.7	239.1	134.0	239.1	134.0
	-32.7	-47.5	-48.7	-64.7	-71.2	-92.3	-119.2	-130.0	-24.4	2.9	202.4	188.8	202.4	188.8
	-33.3	-51.6	-59.5	-63.2	-83.7	-97.3	-138.7	-118.0	-32.2	2.2	198.3	219.8	198.3	219.8
	-34.2	-55.7	-60.5	-69.2	-84.1	-102.8	-143.9	-135.1	-24.1	2.9	197.4	239.4	197.4	239.4

PLOT NUMBER = 3

***** ELEMENT INFORMATION STRESS (MN/M**2) *****

SIG(T)	-25.2	-19.6	-22.1	-29.7	-38.7	-23.7	-0.4	4.0	2.7	10.3	305.7	330.9	296.9	301.4
	-54.4	-52.7	-47.0	-52.3	-45.2	-54.2	-64.0	-2.2	3.0	8.7	275.5	231.6	275.5	231.6
	-61.2	-60.9	-61.4	-54.7	-84.8	-77.7	-74.8	-3.4	2.7	7.5	243.3	234.9	243.3	234.9
	-59.7	-75.4	-70.2	-79.1	-90.4	-96.1	-91.8	-2.8	2.9	7.6	262.6	266.2	262.6	266.2
	-58.3	-77.7	-78.7	-74.9	-97.3	-107.3	-90.2	-0.5	3.3	8.1	272.6	282.1	272.6	282.1
	-58.1	-80.7	-79.1	-81.5	-99.7	-112.0	-105.9	0.1	3.8	8.5	272.6	282.1	272.6	282.1

PLOT NUMBER = 5

***** ELEMENT INFORMATION STRESS (MN/M**2) *****

EP SIG	20.8	17.1	18.7	26.1	41.2	51.4	69.9	113.7	176.5	136.8	309.0	323.3	296.6	277.4
	40.6	31.7	30.7	35.0	41.4	50.3	68.8	118.4	174.9	39.2	270.6	202.5	270.6	202.5
	40.5	31.0	26.5	25.5	40.3	49.5	69.7	118.4	61.8	45.0	264.0	233.3	264.0	233.3
	39.3	39.0	31.1	27.9	41.0	48.7	68.8	118.4	47.7	47.6	266.0	251.7	266.0	251.7
	39.1	40.4	31.8	27.7	40.5	47.4	68.4	118.2	53.7	50.7	277.8	275.6	277.8	275.6

PLOT NUMBER = 11

***** ELEMENT INFORMATION STRAIN (C.C.I PERCENT) *****

EP SP	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	60.6	5.6	0.0	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	169.7	29.6	30.9	84.0	141.9	133.9	59.1	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	379.9	39.9	22.2	20.5	30.4	37.3	14.6	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	725.3	82.1	49.3	49.3	60.6	48.0	23.9	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	953.5	125.8	83.3	71.2	76.0	47.5	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1097.9	165.8	115.9	96.4	93.0	62.5	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

PLOT NUMBER = 14

***** ELEMENT INFORMATION STRAIN (0.01 PERCENT) *****

EPSC(I)	-164.3	-78.3	-54.3	-23.2	1.8	12.2	13.8	15.4	16.7	16.5	4.7	6.4
	-442.4	-223.5	-148.8	-60.5	-14.1	4.5	7.4	9.6	10.8	11.6	1	-3.5
	-423.8	-231.6	-148.5	-73.9	-23.6	4.8	8.4	9.5	10.4	10.0	1	-5.8
	-405.7	-270.9	-168.5	-73.7	-20.0	6.8	9.7	10.3	10.4	9.3	1	-5.9
	-384.0	-280.6	-163.9	-68.4	-16.1	8.2	11.3	11.1	10.9	9.3	1	-5.8
	-375.9	-283.5	-163.6	-66.1	-15.7	9.2	12.2	11.7	11.3	9.3	1	-5.6

GAP

PLOT NUMBER = 20

***** ELEMENT INFORMATION STRAIN (0.01 PERCENT) *****

EPSOEN	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	0.0	0.0
	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	1	0.0
	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	1	0.0
	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	1	0.0
	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	1	0.0
	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	-33.3	1	0.0

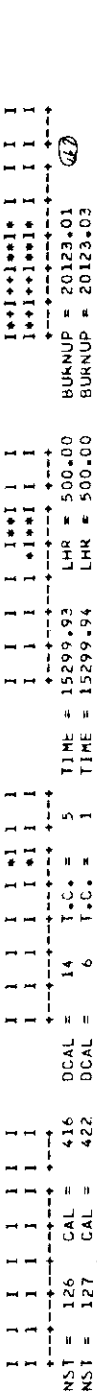
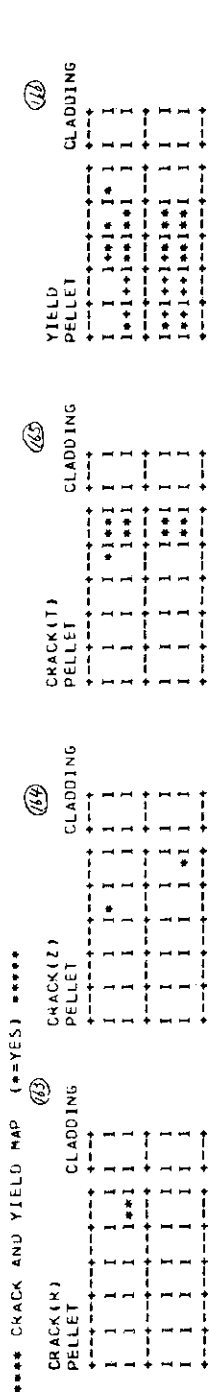
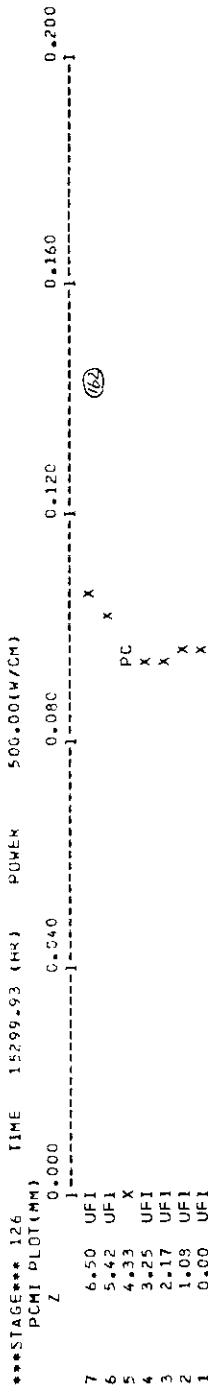
GAP

PLOT NUMBER = 21

***** ELEMENT INFORMATION STRAIN (0.01 PERCENT) *****

EPSSWL	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	0.0	0.0
	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	1	0.0
	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	1	0.0
	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	1	0.0
	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	1	0.0
	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	44.8	1	0.0

GAP



NSI = 126 CAL = 416 DCAL = 5 TIME = 15299.93 LHR = 500.00 BURNUP = 20123.01
 NSI = 127 CAL = 422 DCAL = 6 TIME = 15299.94 LHR = 500.00 BURNUP = 20123.03

FEMAXI-3 SAMPLE-CASE NO.1 (49)

STAGE	POWER	HISTORY	PC	TEMPERATURE (C)	CO	GAP CDN. (W/CH2 C)	CLEAR CONTACT	F.G.K.	IOD(1.0-5
I	(HR)	(W/CH4) (MWD/T002)I	BURNUP I	PS	CI	TOTAL GAS SOLID	(NIC) (MPA)	(%)	G/CH2)
1	0.0	0.0	0.0	240.6	240.6	0.3014	0.0000	50.575	0.000
21	1.0	200.0	0.7	795.0	277.9	0.4750	0.0000	31.440	0.000
30	3806.2	200.0	5000.0	839.1	277.9	0.3761	0.0000	36.137	0.000
36	7612.0	200.0	10000.0	947.5	277.9	0.3685	0.0000	30.003	0.000
46	11417.7	200.0	15000.0	850.1	277.9	0.3699	0.0000	24.295	0.000
54	15223.4	200.0	20000.0	847.7	277.9	0.3790	0.0000	18.992	0.000
74	15224.4	0.0	20000.7	240.6	240.6	0.2040	0.0000	40.570	0.000
75	15225.4	0.0	20000.7	240.6	240.6	0.2040	0.0000	40.570	0.000
100	15226.7	250.0	20001.7	994.8	284.8	0.4502	0.0000	13.444	0.000
101	15298.7	250.0	20119.9	994.5	284.8	0.4508	0.0000	13.324	0.000
106	15298.9	300.0	20120.4	1137.7	291.7	0.5463	0.0000	7.869	0.000
111	15299.2	350.0	20120.9	1494.9	296.4	0.3884	0.2218	0.000	17.403
116	15299.4	400.0	20121.5	1642.2	305.0	0.4721	0.2000	0.2664	0.000
121	15299.7	450.0	20122.2	1784.0	311.6	0.5741	0.1933	0.3752	0.000
126	15299.9	500.0	20123.0	2008.4	318.0	0.5643	0.1781	0.3800	0.000
135	15300.9	500.0	20126.3	2008.5	318.0	0.5642	0.1780	0.3800	0.000
139	15302.9	500.0	20132.9	2008.5	318.0	0.5642	0.1780	0.3800	0.000
140	15305.9	500.0	20142.7	2008.6	318.0	0.5642	0.1779	0.3900	0.000
141	15311.9	500.0	20162.4	2008.6	318.0	0.5641	0.1779	0.3800	0.000
142	15323.9	500.0	20201.8	2008.8	318.0	0.5640	0.1778	0.3795	0.000
192	15326.4	0.0	20205.9	240.6	240.6	0.0257	0.0000	41.562	0.000

PAGE 13

FEMAXI-3 SAMPLE-CASE MD.1 (1)													
THERMAL INFORMATION (ROD AVERAGE)													
STAGE	POWER	HISTORY	LHR	BURNUP	TOTAL	GAS	F.G.R.	PRESSURE	FRACTIONS OF GAS MIXTURE (%)				
			(W/CM)	(MWD/TUD2)	INITIAL	INITIAL	(%)	(MPA)	HE	N2	KR	XE	
					RELEASE	RELEASE			G/CM2				
					PRODUCE	PRODUCE							
					(%)	(%)							
1	I	0.0	0.0	0.0	0.00120	0.00000	0.00000	0.500	0.181	0.000	100.0	0.0	0.0
21	I	1.0	200.0	0.7	0.00120	0.00000	0.00000	0.500	0.234	0.000	100.0	0.0	0.0
30	I	3806.2	200.0	5000.0	0.00127	0.00006	0.01276	0.500	0.240	0.036	95.0	0.0	0.7
38	I	7612.0	200.0	10000.0	0.00133	0.00013	0.02552	0.500	0.261	0.073	90.4	0.0	1.2
46	I	11417.7	200.0	15000.0	0.00140	0.00019	0.03828	0.500	0.282	0.109	86.3	0.0	1.8
54	I	15223.4	200.0	20000.0	0.00146	0.00026	0.05105	0.500	0.304	0.146	82.5	0.0	2.3
74	I	15224.4	0.0	20000.7	0.00146	0.00026	0.05105	0.500	0.228	0.146	82.5	0.0	2.3
75	I	15225.4	0.0	20000.7	0.00146	0.00026	0.05105	0.500	0.229	0.146	82.5	0.0	2.3
100	I	15226.7	250.0	20001.7	0.00146	0.00026	0.05105	0.500	0.320	0.146	82.5	0.0	2.3
101	I	15298.7	250.0	20119.5	0.00146	0.00026	0.05136	0.500	0.321	0.147	82.4	0.0	2.3
106	I	15298.9	300.0	20120.4	0.00146	0.00026	0.05136	0.500	0.334	0.147	82.4	0.0	2.3
111	I	15299.2	350.0	20120.9	0.00541	0.00120	0.00421	0.05136	8.192	1.344	2.404	0.0	10.1
116	I	15299.4	400.0	20121.5	0.00500	0.00120	0.00679	0.05136	13.225	2.004	3.882	0.0	11.0
121	I	15299.7	450.0	20122.2	0.01172	0.00120	0.01052	0.05136	20.475	2.963	6.010	0.0	11.7
126	I	15299.9	500.0	20123.0	0.01178	0.00120	0.01597	0.05136	31.093	4.396	9.127	0.0	12.1
135	I	15300.9	500.0	20126.3	0.01718	0.00120	0.01599	0.05137	31.099	4.397	9.130	0.0	12.1
139	I	15302.9	500.0	20132.9	0.01719	0.00120	0.01598	0.05139	31.100	4.399	9.134	0.0	12.1
140	I	15305.9	500.0	20142.7	0.01720	0.00120	0.01599	0.05142	31.103	4.401	9.139	0.0	12.1
141	I	15311.9	500.0	20162.4	0.01722	0.00120	0.01601	0.05147	31.108	4.406	9.150	0.0	12.1
142	I	15323.9	500.0	20201.8	0.01725	0.00120	0.01605	0.05157	31.119	4.416	9.171	0.0	12.1
192	I	15326.4	0.0	20205.9	0.01727	0.00120	0.01607	0.05158	31.150	2.690	9.182	0.0	12.1

PAGE 14

FEMAXI-3 SAMPLE-CASE NO. 1 (20)													
POWER HISTORY				BURNUP HISTORY				PELLET INFORMATION					
STAGE I	LHR (W/GM)	BURNUP (MWD/TUO2)	BURNUP (MWD/TU)	ICN.TEMP (DEG.C)	DEL.DR (MIC)	DEL.DM (MIC)	UR.SWELL (0.01%)	MAX.EPSZ (0.01%)	S.SWELL (0.01%)	EPSPEN (0.01%)			
1	0.0	0.0	0.0	240.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
21	1.0	200.0	0.7	795.0	43.4	34.8	0.0	32.5	0.0	0.0			
30	3806.2	200.0	5000.0	839.1	25.1	17.4	0.0	11.9	11.2	-33.0			
38	7612.0	200.0	10000.0	847.5	36.0	28.0	0.0	21.7	22.3	-33.3			
46	11417.7	200.0	15000.0	850.1	46.9	35.5	0.1	31.8	33.3	-33.3			
54	15223.4	200.0	20000.0	847.7	57.4	48.7	0.3	41.9	44.3	-33.3			
74	15224.4	0.0	20000.7	240.6	17.4	13.8	0.3	10.3	44.3	-33.3			
75	15225.4	0.0	20000.7	240.6	17.4	13.9	0.3	10.3	44.3	-33.3			
100	15226.7	250.0	20001.7	994.8	69.6	57.7	0.3	48.3	44.3	-33.3			
101	15298.7	250.0	20119.9	994.5	69.6	58.0	0.3	48.3	44.5	-33.3			
106	15298.9	300.0	20120.4	1137.7	73.3	66.4	0.3	45.8	44.5	-33.3			
111	15299.2	350.0	20120.9	1494.9	98.8	83.4	0.3	58.3	44.5	-33.3			
116	15299.4	400.0	20121.5	1642.2	106.8	89.7	0.3	60.2	44.5	-33.3			
121	15299.7	450.0	20122.2	1784.0	113.0	94.8	0.3	61.3	44.5	-33.3			
126	15299.9	500.0	20123.0	2008.4	121.6	102.3	0.3	63.6	44.5	-33.3			
135	15300.9	500.0	20126.3	2293.3	165.4	89.2	0.3	62.2	44.5	-33.3			
139	15302.9	500.0	20132.9	22840.7	100.1	84.7	0.3	61.7	44.5	-33.3			
140	15305.9	500.0	20142.7	22851.9	97.6	82.9	0.3	61.2	44.6	-33.3			
141	15311.9	500.0	20162.4	22874.3	95.6	81.8	0.3	60.4	44.6	-33.3			
142	15323.9	500.0	20201.8	22919.0	94.0	81.1	0.3	59.2	44.7	-33.3			
192	15326.4	0.0	20205.5	22923.6	5.4	5.9	0.3	2.9	44.7	-33.3			

FEMMI-3 SAMPLE-CASE NO.1 (17)																			
(218)	(219)	(220)	(221)	(222)	(223)	(224)	(225)	(226)	(227)	CLADDING INFORMATION					(228)				
STAGE I POWER HISTORY I GAP INFORMATION I										CLADDING INFORMATION					EPSZ INFORMATION				
ST I	TIME	LHM	BURNUP	AV.GAP	K.GAP	F.G.R.	JOD(10-5)	DEL.DR	DEL.DM	DEL.NIGDE	EPSZ	EPSZ	EPSZ	EPSZ					
(HR)	(%/CM)	(W/CM)	(MWD/TUO2)	(MIC)	(MIC)	(%)	GRAM/CM2)	(MIC)	(MIC)	(MIC)	(0.01%)	(%)	(%)	(%)					
1	0.0	0.0	0.0	73.0	73.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
21	1.0	200.0	0.7	38.6	31.2	0.5	0.0	1.8	1.8	0.0	0.0	1.1	150.8						
30	3806.2	200.0	5000.0	54.1	46.9	0.5	0.0	-0.5	-0.5	0.0	0.0	1.1	-40.7						
36	7612.0	200.0	10000.0	42.5	34.8	0.5	0.1	-1.5	-1.5	0.0	0.0	1.1	-124.7						
46	11417.7	200.0	15000.0	31.1	23.0	0.5	0.1	-2.3	-2.3	0.0	0.0	1.1	-185.3						
54	15223.4	200.0	20000.0	20.1	11.8	0.5	0.2	-3.0	-3.0	0.0	0.0	1.1	-233.7						
74	15224.4	0.0	20000.7	53.5	50.1	0.5	0.2	-4.8	-4.8	0.0	0.0	0.1	-8619.7						
75	15225.4	0.0	20000.7	53.5	50.1	0.5	0.2	-4.9	-4.8	0.0	0.0	0.1	-8619.7						
100	15226.7	250.0	20001.7	10.8	0.0	0.5	0.2	-2.5	-2.7	0.2	1.4	1.4	-158.2						
101	15298.7	250.0	20119.9	10.6	0.0	0.5	0.2	-2.6	-2.5	0.2	1.4	1.4	-158.3						
106	15298.9	300.0	20120.4	2.7	0.0	0.5	0.2	1.1	-3.3	4.3	2.9	2.9	32.9						
111	15299.2	350.0	20120.9	0.3	0.0	0.5	2.5	24.3	9.9	14.3	11.4	11.4	189.5						
116	15299.4	400.0	20121.5	0.3	0.0	13.3	4.0	31.7	15.6	16.0	13.3	13.3	213.3						
121	15299.7	450.0	20122.2	0.2	0.0	19.8	6.0	37.2	20.5	16.7	14.4	14.4	230.4						
126	15299.9	500.0	20123.0	0.1	0.0	32.2	9.8	44.2	27.4	16.8	17.0	17.0	232.5						
135	15300.9	500.0	20126.3	0.4	0.0	32.2	9.8	28.9	15.3	13.7	15.3	15.3	168.7						
139	15302.9	500.0	20132.9	0.4	0.0	32.2	9.8	24.0	11.0	13.0	14.8	14.8	144.6						
140	15305.9	500.0	20142.7	0.4	0.0	32.2	9.8	21.6	9.3	12.3	14.3	14.3	135.1						
141	15311.9	500.0	20162.4	0.4	0.0	32.2	9.8	19.7	8.3	11.4	13.6	13.6	130.3						
142	15323.9	500.0	20201.8	0.4	0.0	32.3	9.8	18.4	7.8	10.6	12.3	12.3	133.6						
192	15326.4	0.0	20205.9	66.8	75.3	32.3	9.8	6.0	-2.4	8.3	2.0	2.0	260.4						

FEMAXI-3 SAMPLE-CASE NO. 1 (29)

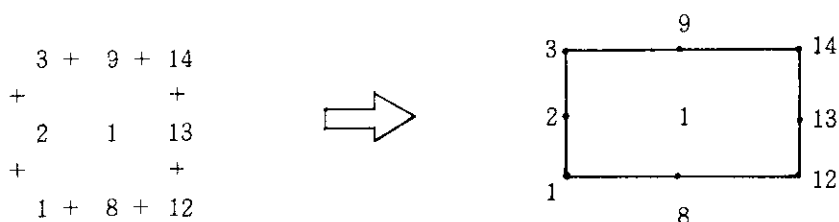
STAGE I POWER HISTORY I		CLADDING INFORMATION									
STAGE I	TIME (HR)	LHR (W/CM)	DURNUP (MWD/TUO2) I	IMAX.EPSC1 (0.01%)	MAX.EPSC2 (0.01%)	R.ENSIG (MPA)	R.SIGZ (MPA)	K.SIGZ (MPA)	MAX.EQSIG (MPA)	MAX.SIGZ (MPA)	MAX.SIGT (MPA)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8	-14.5	-28.5	23.8	-14.5	-28.5
21	1.0	200.0	0.7	0.0	0.0	28.2	-19.1	-33.7	28.2	-19.1	-33.7
30	3806.2	200.0	5000.0	-3.2	0.0	24.4	-16.1	-29.3	24.4	-16.1	-29.3
38	7612.0	200.0	10000.0	-4.4	0.0	23.4	-15.1	-28.1	23.4	-15.1	-28.1
46	11417.7	200.0	15000.0	-5.4	0.0	22.8	-14.6	-27.4	22.8	-14.6	-27.4
54	15223.4	200.0	20000.0	-6.1	0.0	22.4	-14.2	-26.9	22.4	-14.2	-26.9
74	15224.4	0.0	20000.7	-6.1	0.0	18.2	-9.7	-21.7	18.2	-9.7	-21.7
75	15225.4	0.0	20000.7	-6.1	0.0	19.2	-9.7	-21.7	18.2	-9.7	-21.7
100	15226.7	250.0	20001.7	-6.1	0.0	22.2	-15.1	-27.0	23.5	-13.8	-27.0
101	15298.7	250.0	20119.9	-6.1	0.0	22.1	-15.0	-27.0	23.4	-13.7	-27.0
106	15298.9	300.0	20120.4	-6.1	0.0	18.6	-18.7	-5.6	29.7	4.2	-5.6
111	15299.2	350.0	20120.9	-6.1	0.0	213.8	84.4	209.9	213.8	151.9	209.9
116	15299.4	400.0	20121.5	-5.9	0.0	274.0	106.2	272.1	274.0	187.1	272.1
121	15299.7	450.0	20122.2	-3.2	0.0	298.6	120.2	297.3	298.6	207.6	297.3
126	15299.9	500.0	20123.0	4.7	0.0	309.0	156.0	305.7	309.0	239.1	305.7
135	15300.9	500.0	20126.3	5.1	0.0	178.5	111.5	169.3	183.7	184.5	170.0
139	15302.9	500.0	20132.9	5.2	0.0	138.5	96.9	125.2	150.4	164.4	130.4
140	15305.9	500.0	20142.7	5.2	0.0	118.7	87.7	103.1	137.2	151.6	111.4
141	15311.9	500.0	20162.4	5.3	0.0	100.9	76.7	83.8	124.2	137.6	94.9
142	15323.9	500.0	20201.8	5.4	0.0	83.1	62.4	67.3	107.1	117.9	80.5
192	15326.4	0.0	20205.9	5.4	0.0	18.1	-8.2	-19.1	18.1	11.1	10.9

FEMAXI-3 SAMPLE-CASE NO.1

FINAL INFORMATION

STAGE	MAX+TIME (HR)	MAX+LHR (W/CM)	INI+GAP (MIC)	RU+NUP (MND/TU02)	MAX+TEMP (DEG.C)	F+G.R. (S)	IO0(10-5 CK.DWN(A GRAM/CM2) V.)	CK.DWN(M AX)	DEL+OR (MIC)	DEL+DM (MIC)	DEL+RIGDE (MIC)
192	15326.4	500.0	150.0	20205.9	2008.8	31.2	9.0	-4.8	6.0	-2.4	8.3
CALC. TIMES	MAX+DELDOR (MIC)	MAX+DELM (MIC)	MAX+DELK (MIC)	R+MAXEQSIG (MPA)	R+MAXSIGZ (MPA)	K+MAXSIGZ (MPA)	MAX+EQSIG (MPA)	MAX+SIGZ (MPA)	AV+GAP (MIC)	R+GAP (MIC)	CONTACT LHR(W/CM)
676	44.2	27.4	16.5	311.9	156.0	308.6	311.9	239.3	53.5	50.1	246.0

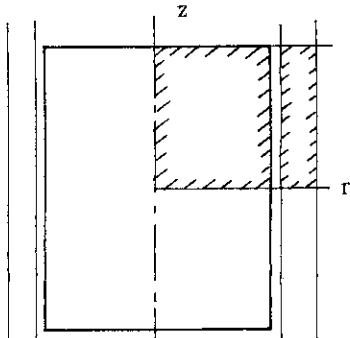
- ① タイトル名
- ② 燃料タイプ
- ③ 軸方向ノード番号
- ④ 力学的モデルで用いるノード番号
- ⑤ ペレット内径 (cm)
- ⑥ ペレット外径 (cm)
- ⑦ チャンファオプション (ブランク …… チャンファなし, * …… チャンファペレット)
- ⑧ ディッシュオプション (ブランク …… ディッシュなし, * …… 片ディッシュ
** …… 両ディッシュ)
- ⑨ ペレット濃縮度 (—)
- ⑩ 製造時ペレット密度対理論密度比 (—)
- ⑪ ペレット長さ (cm)
- ⑫ ノード長さ (cm)
- ⑬ チャンファ形状 (幅 (cm), 深さ (cm))
- ⑭ ディッシュ形状 (直径 (cm), 深さ (cm), 底部径 (cm)
底部径 = 0.0 はおわん形ディッシュ)
- ⑮ ペレット総重量 (gr)
- ⑯ ペレット粒径 (μm)
- ⑰ やきしまりによる最大到達率比 (—)
- ⑱ やきしまりが完了する (90%) 燃焼度 (MWd/t UO_2)
- ⑲ 被覆管内径 (cm)
- ⑳ 被覆管外径 (cm)
- ㉑ 熱的モデルで用いるリロケーションパラメータ (—)
- ㉒ プレナム体積 (cm^3)
- ㉓ 初期封入ガス圧 (MPa)
- ㉔ 初期封入ガス組成比 (%)
- ㉕ ペレット表面粗さ (cm)
- ㉖ 被覆管表面粗さ (cm)
- ㉗ 室温 ($^{\circ}\text{K}$)
- ㉘ タイトル名
- ㉙ 節点番号, 要素番号図



使用している四角形8節点要素を構成する節点番号と要素番号。

上図では要素番号1は要素が節点番号1, 8, 12, 13, 14, 9, 3, 2の8節点によって構成されている事を示す。

③⑩ 初期節点座標図 (μm)



力学的モデルで着目している半ペレット長相当部で初期節点座標,
 ②⑨図での節点番号に対応して初期座標を与える。
 例えば節点番号60のr座標は4852.5 μm , z座標は4333.3 μm である。

③①~⑤④ 計算オプション

- ③① リスタートオプション (=0; 最初からの計算, =1; リスタート計算)
- ③② リスタートテープ作成のオプション (=0; 作成しない, =1; 作成する)
- ③③ プロッターテープ作成のオプション (現在使用不可)
- ③④ リスタートテープ番号 (ユニット11を使用)
- ③⑤ プロッターテープ番号 (現在使用不可)
- ③⑥ 線出力増分幅 (10W/cmにて使用)
- ③⑦ 時間増分パラメータ (10倍にて使用)
- ③⑧ ニュートン法に繰り返し計算回数 (1回繰り返し計算を行なう)
- ③⑨ 境界条件収束計算による繰り返し計算回数 (最大10回まで)
- ④⑩ クリープパラメータ ($\theta = 1.0$ にて使用)
- ④⑪ 塑性パラメータ ($\theta = 0.5$ にて使用)
- ④⑫ ティルテング値 (フラットペレット=20 μm , ディッシュ付ペレット=0 μm)
- ④⑬ ペレット被覆管摩擦係数 (0.4を使用)
- ④⑭ ロッキングオプション (=0:ペレット被覆管ギャップ幅にて判定, =1:軸方向座標)
- ④⑮ 室 温 ($^{\circ}\text{K}$)
- ④⑯ 入力で用いる燃焼度の単位系 (=0: MWd/tUO₂, =1: MWd/tU, =2: GJ/kgU)
- ④⑰ 入力データのチェックオプション (=0:通常計算, =1:入力データチェックのみ)
- ④⑱ 最終情報のための時刻 (指定した時間以降の最大応力, 最大変位等を調べる)
- ④⑲ 境界条件変化時のタイムステップコントロール (=0:しない, =1:する)
- ⑤⑰ 降状・除荷変化時のタイムステップコントロール (=0:しない, =1:する)
- ⑤⑱ ③⑥の線出力増分幅を適用する軸方向ノード
 (=0:力学的モデルで用いるノード番号について適用する,
 =1:タイムステップでの線出力増減幅の最大のノードについて適用する)
- ⑤⑲ 力学的モデル計算オプション (=0:計算する, =1:熱モデルのみ計算する)
- ⑤⑳ 弾性計算オプション (=0:塑性クリープ等考慮する, =1:弾性計算する)
- ⑤㉑ 出力オプション (応力, ひずみ等に関する出力を指定する。
 =0:出力しない, =1:出力する)

⑤⑤～⑦② 領域に関する情報

- ⑤⑤ 実数領域使用量
- ⑤⑥ 実数領域の定義された大きさ
- ⑤⑦ 整数領域使用量
- ⑤⑧ 整数領域の定義された大きさ
- ⑤⑨ 節点総数
- ⑥⑩ 節点自由度総数
- ⑥① 要素総数
- ⑥② ギャップ節点对数
- ⑥③ 対称マトリックスの自由度数
- ⑥④ 非対称マトリックスの自由度数
- ⑥⑤ Slip/fixed を判定するギャップ節点对数
- ⑥⑥ 対称マトリックスの領域の大きさ
- ⑥⑦ 非対称マトリックスの領域の大きさ
- ⑥⑧ 力学的モデルの被覆管径方向分割数
- ⑥⑨ 力学的モデルのペレット径方向分割数
- ⑦⑩ 力学的モデルの半ペレット長部に対する軸方向分割数
- ⑦① 軸方向ノード数
- ⑦② 履歴基準点数

⑦③～⑧① ペレットオプション

- ⑦③ ペレット異方性パラメータ
- ⑦④ ペレットクラックパラメータ
- ⑦⑤ ペレットホットプレスパラメータ
- ⑦⑥ ペレット開クラック時の剛性 (Pa)
- ⑦⑦ 力学的モデルで用いるリロケーションパラメータ
- ⑦⑧ 軸方向リロケーション
- ⑦⑨ 力学的モデルで用いる再リロケーションパラメータ (シャフリング効果)
- ⑧⑩ 非拘束スウェリングを止める圧縮応力 (Pa)
- ⑧① 非拘束スウェリングの圧縮応力に対する応答係数

⑧②被覆管オプション

- ⑧② 被覆管異方性パラメータ

⑧③～⑧⑥は履歴点データ

- ⑧③ 入力した履歴点データ

NHIST	入力ステージ番号
TIME	時間 (時:分:秒) で表示
BURNUP	燃焼度 (MWd/tUO ₂ , MWd/tU, GJ/kgU) で表示
L. H. R.	線出力 (W/cm) で表示
COOLANT TEMP.	冷却水温度 (°K) で表示

- COOLANT PRESS. 冷却水圧力 (MPa) で表示
 FAST NEWTRON FLUX 高速中性束 ($n/cm^2 \cdot sec$) で表示
 HISTORY OPTION 時間, 燃焼度指定方法に関するオプション
 PRINT OPTION 出力オプション ($\neq 0$ の入力ステージを出力する)
- ⑧4 入力で指定した線出力に対する係数 (例えば 0.1 なら 10% 増で線出力を与える)
 ⑧5 入力した軸方向相対出力分布
 NHIST 入力ステージ番号
 TIME 時刻 (時:分:秒) で表示
 L.H.R. 線出力 (W/cm) で表示
 AXIAL NODE PEAKING FACTOR 軸方向ノードの相対出力分布
- ⑧6 力学的モデルで着目するノード番号
- ⑧7~125 熱的モデルの出力
- ⑧7 タイトル名
 ⑧8 タイムステップステージ番号
 ⑧9 時間 (hr)
 ⑨0 冷却水温度 ($^{\circ}K$)
 ⑨1 冷却水圧力 (MPa)
 ⑨2 軸方向ノード番号
 ⑨3 力学的モデルで着目するノード番号
 ⑨4 線出力 (W/cm)
 ⑨5 燃焼度 (MWd/tUO_2)
 ⑨6 ギャップ熱伝達率 ($W/cm^2 \cdot ^{\circ}K$)
 ⑨7 ガスによる熱伝達成分 ($W/cm^2 \cdot ^{\circ}K$)
 ⑨8 固体接触による熱伝達成分 ($W/cm^2 \cdot ^{\circ}K$)
 ⑨9 輻射による熱伝達成分 ($W/cm^2 \cdot ^{\circ}K$)
 ⑩0 ベレット中心温度 ($^{\circ}K$)
 ⑩1 ベレット表面温度 ($^{\circ}K$)
 ⑩2 被覆管内面温度 ($^{\circ}K$)
 ⑩3 被覆管外面温度 ($^{\circ}K$)
 ⑩4 ギャップクリアランス (μm)
 ⑩5 ギャップ接触圧力 (MPa)
 ⑩6 ベレット内面对表面発熱密度比 (-)
 ⑩7 発熱密度関数における形状指数 (-)
 ⑩8 燃焼度 (10^{20} fissions/cc)
 ⑩9 ベレット熱膨張 (μm)
 ⑪0 ベレットスウェリング (μm)
 ⑪1 ベレット焼きしまり (μm)

- ⑪12) ペレットリロケーション (μm)
- ⑪13) 被覆管クリープ (μm)
- ⑪14) 初期封入ガスモル (mole)
- ⑪15) 軸方向ノードごとの希ガス放出率 (—)
- ⑪16) 燃料棒内平均希ガス放出率 (—)
- ⑪17) 燃料棒内平均ガス圧 (MPa)
- ⑪18) ガスモルの総量 (mole)
- ⑪19) ガスモル比 (He, N₂, Kr, Xe) (%)
- ⑫0) ヨウ素濃度 (g/cm^3) (燃料棒内平均と最大)
- ⑫1) 生成ガスモルの内分け (mole)
- ⑫2) 放出ガスモルの内分け (mole)
- ⑫3) 全体ガスモルの内分け (mole)
- ⑫4) 力学的モデルで用いる軸方向ノード番号
- ⑫5) 124 のノードのペレット内 (10 分割), 被覆管内 (2 分割) にした箇所における温度 ($^{\circ}\text{K}$)
- ⑫6)~⑫66) 力学的モデルの出力
- ⑫6) タイムステップステージ番号
- ⑫7) 時間 (hr)
- ⑫8) 線出力 (W/cm)
- ⑫9) 高速中性子束 ($\text{n}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$)
- ⑬0) 核分裂密度 ($\text{fissions}/\text{cm}^3 \cdot \text{sec}$)
- ⑬1) 燃焼度 (MWd/tUO_2)
- ⑬2) 要素ガウス点での温度 ($^{\circ}\text{K}$)
- ⑬3)~⑬43) ペレット/被覆管接触情報
- ⑬3) ペレット, 被覆管, 接触対の節点番号
- ⑬4) 接触状態
- ⑬5) ペレット径方向接触圧力増分 (Pa)
- ⑬6) ペレット軸方向接触圧力増分 (Pa)
- ⑬7) ペレット径方向接触圧力 (Pa)
- ⑬8) ペレット軸方向接触圧力 (Pa)
- ⑬9) 被覆管径方向接触圧力増分 (Pa)
- ⑬40) 被覆管軸方向接触圧力増分 (Pa)
- ⑬41) 被覆管径方向接触圧力 (Pa)
- ⑬42) 被覆管軸方向接触圧力 (Pa)
- ⑬43) ギャップ幅 (μm)
- ⑬44)~⑬52) ペレット/ペレット接触情報
- ⑬44) ペレット上端面の節点番号
- ⑬45) 接触状態

- ①46 軸方向接触圧力増分 (Pa)
- ①47 軸方向接触圧力 (Pa)
- ①48 軸方向座標 (cm)
- ①49 接触境界面の軸方向座標 (cm)
- ①50 接触境界面までの距離 (cm)
- ①51 ペレット/被覆管の最小ギャップ幅 (μm)
- ①52 軸方向拘束が開始するギャップ幅 (μm)
- ①53 節点径方向変位 (μm)
- ①54 節点軸方向変位 (μm)
- ①55~①61 は入力項目を指定する要素ガウス点情報である。
- ①55 要素ガウス点位置での軸方向応力 (MPa)
- ①56 要素ガウス点位置での円周方向応力 (MPa)
- ①57 要素ガウス点位置での相当応力 (MPa)
- ①58 要素ガウス点位置での相当塑性ひずみ (0.01%)
- ①59 要素ガウス点位置での円周方向クリープひずみ (0.01%)
- ①60 要素ガウス点位置でのやきしまりひずみ (0.01%)
- ①61 要素ガウス点位置でのスウェリングひずみ (0.01%)
- ①62 ペレット/被覆管接触状態図 (ペレットの製造時表面座標を0とした位置からのペレット表面, 被覆管内面座標 (mm)
Pはペレット表面, Cは被覆管内面, XはPとCが重なった場合で接触状態を示す。)
- ①63 ペレット径方向クラック状態マップ (*……クラックガウス点)
- ①64 ペレット軸方向クラック状態マップ (*……クラックガウス点)
- ①65 ペレット円周方向クラック状態マップ (*……クラックガウス点)
- ①66 弾塑性状態マップ (*…降伏ガウス点, +…除荷したガウス点
ブランク…降伏を経験していないガウス点)
- ①67 タイムステップ情報 (ステージ番号, 計算回数, 計算回数増分,
タイムステップコントロール回数, 時間 (hr),
線出力 (W/cm), 燃焼度 (MWd/t UO₂))
- ①69~①84 は軸方向ノードごとの熱的モデルに関する情報
- ①68 タイトル名
- ①69 軸方向ノード番号
- ①70 タイムステップ番号
- ①71 時間 (hr)
- ①72 線出力 (W/cm)
- ①73 燃焼度 (MWd/t UO₂)
- ①74 ペレット中心温度 (°C)
- ①75 ペレット表面温度 (°C)
- ①76 被覆管内面温度 (°C)

- ①77 被覆管外面温度 (°C)
- ①78 ギャップ熱伝達率 ($W/cm^2 \cdot ^\circ C$)
- ①79 ガスによる熱伝達成分 ($W/cm^2 \cdot ^\circ C$)
- ①80 固体接触による熱伝達成分 ($W/cm^2 \cdot ^\circ C$)
- ①81 ギャップクリアランス (μm)
- ①82 ギャップ接触圧力 (MPa)
- ①83 ノードの希ガス放出率 (%)
- ①84 ノードのヨウ素濃度 ($10^{-5} g/cm^2$)

①90~②00 は燃料棒内を一様に扱かう熱的モデルからの情報

- ①85 タイトル名
- ①86 タイムステップ番号
- ①87 時 間 (hr)
- ①88 着目ノードでの線出力 (w/cm)
- ①89 着目ノードでの燃焼度 (MWd/tUO_2)
- ①90 希ガス総量 (mole)
- ①91 初期封入ガス (mole)
- ①92 放出ガス (mole)
- ①93 生成ガス (mole)
- ①94 ガス放出率 (%)
- ①95 ガス圧力 (MPa)
- ①96 ヨウ素濃度 ($10^{-5} g/cm^2$)
- ①97 希ガス中のHe比 (%)
- ①98 希ガス中のN₂比 (%)
- ①99 希ガス中のKr比 (%)
- ②00 希ガス中のXe比 (%)

②07~②13 は力学的モデルにおけるペレットに関する情報

- ②01 タイトル名
- ②02 タイムステップ番号
- ②03 時 間 (hr)
- ②04 線出力 (W/cm)
- ②05 燃焼度 (MWd/tUO_2)
- ②06 燃焼度 (MWd/tUO_2)
- ②07 ペレット中心温度 (°C)
- ②08 ペレットリッジ部直径変位 (hot stand-by からの変位) (μm)
- ②09 ペレット中央部直径変位 (hot stand-by からの変位) (μm)
- ②10 ペレット非拘束スウェリングひずみ (全スウェリングひずみ-拘束スウェリングひずみ) (μm)
- ②11 ペレット最大軸方向ひずみ (0.01%)

- ②12 ペレット拘束スウェリングひずみ (0.01%)
- ②13 ペレット焼きしまりひずみ (0.01%)
- ②19~②22 は力学的モデルにおけるギャップに関する情報
- ②23~②27 は力学的モデルにおける被覆管に関する情報
- ②14 タイトル名
- ②15 タイムステップステージ番号
- ②16 時間 (hr)
- ②17 線出力 (W/cm)
- ②18 燃焼度 (MWd/tUO₂)
- ②19 平均ギャップ幅 (μm)
- ②20 リッジ部ギャップ幅 (μm)
- ②21 希ガス放出率 (%)
- ②22 ヨウ素濃度 (10⁻⁵ g/cm²)
- ②23 リッジ部被覆管変位 (hot stand-by からの変位) (μm)
- ②24 中央部被覆管変位 (hot stand-by からの変位) (μm)
- ②25 リッジ高さ (μm)
- ②26 被覆管軸方向ひずみ (0.01%)
- ②27 被覆管軸方向ひずみに対する径方向ひずみ比 (%)
- ②33~②40 は力学的モデルにおける被覆管に関する情報
- ②28 タイトル名
- ②29 タイムステップ番号
- ②30 時間 (hr)
- ②31 線出力 (W/cm)
- ②32 燃焼度 (MWd/tUO₂)
- ②33 被覆管内面最大円周方向クリープひずみ (0.01%)
- ②34 被覆管内面最大相当塑性ひずみ (0.01%)
- ②35 被覆管内面リッジ部相当応力 (MPa)
- ②36 被覆管内面リッジ部軸方向応力 (MPa)
- ②37 被覆管内面リッジ部円周応力 (MPa)
- ②38 被覆管最大相当応力 (MPa)
- ②39 被覆管最大軸方向応力 (MPa)
- ②40 被覆管最大円周応力 (MPa)
- ②42~②67 は熱的, 力学的モデルのまとめである。(IP は履歴点データ)
- ②41 タイトル名
- ②42 総タイムステップ数
- ②43 最終時間 (hr)
- ②44 最大線出力 (W/cm)
- ②45 製造時ギャップ幅 (μm)

- ②46 最終燃焼度 (MWd/tUO₂)
- ②47 最大ペレット中心温度 (°C)
- ②48 最終ガス放出率 (%)
- ②49 最終ヨウ素濃度 (10⁻⁵ g/cm²)
- ②50 IP=2 を指定した履歴点での平均外圧クリープ (hot stand-by からの変位) (μm)
- ②51 IP=2 を指定した履歴点での最大外圧クリープ (hot stand-by からの変位) (μm)
- ②52 最終リッジ部被覆管変位 (hot stand-by からの変位) (μm)
- ②53 最終中央部被覆管変位 (hot stand-by からの変位) (μm)
- ②54 最終リッジ高さ (μm)
- ②55 総計算回数
- ②56 IP=2 で指定した履歴点以後で計算された被覆管リッジ部の最大変位
(hot stand-by からの変位) (μm)
- ②57 IP=2 で指定した履歴点以後で計算された被覆管中央部の最大変位
(hot stand-by からの変位) (μm)
- ②58 IP=2 で指定した履歴点以後で計算された最大リッジ高さ (μm)
- ②59 IP=2 で指定した履歴点以後で計算された被覆管リッジ部の最大相当応力 (MPa)
- ②60 IP=2 で指定した履歴点以後で計算された被覆管リッジ部の最大軸方向応力
(MPa)
- ②61 IP=2 で指定した履歴点以後で計算された被覆管リッジ部の最大円周応力
(MPa)
- ②62 IP=2 で指定した履歴点以後で計算された被覆管内面の最大相当応力 (MPa)
- ②63 IP=2 で指定した履歴点以後で計算された被覆管内面の最大軸方向応力 (MPa)
- ②64 IP=2 で指定した履歴点以後で計算された被覆管内面の最大円周応力 (MPa)
- ②65 IP=2 で指定した履歴点での平均ギャップ幅 (μm)
- ②66 IP=2 で指定した履歴点でのリッジ部ギャップ幅 (μm)
- ②67 IP=2 で指定した履歴点以後での接触開始線出力 (W/cm)

謝 辞

本報作成に関しては、上智大学の久保忠恒教授、日本核燃料開発の岩野義彦、伊藤賢一、十亀求および小飼敏明の各氏、原研 JMTR (計画課) の安藤弘栄氏、電力中央研究所の木下幹康、田中博の両氏、並びに CRC 株式会社の石橋明弘、大坪直明、水島俊彦各氏、原研安全工学部燃料安全第 1 研究室の市川達生、菊地章、内田正明の各氏にはコードの設計の際に討論に参加され、有益な助言をいただきました。ここに謹んで感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) 中島鉄雄，市川達生，岩野義彦，伊東賢一，斉藤裕明，鹿島光一，木下幹康，久保忠恒；
FEMAXI-III 軸対称有限要素法による燃料ふるまいコード，JAERI-M 9251(1980)

謝 辞

本報作成に関しては、上智大学の久保忠恒教授、日本核燃料開発の岩野義彦、伊藤賢一、十亀求および小飼敏明の各氏、原研 JMTR (計画課) の安藤弘栄氏、電力中央研究所の木下幹康、田中博の両氏、並びに CRC 株式会社の石橋明弘、大坪直明、水島俊彦各氏、原研安全工学部燃料安全第 1 研究室の市川達生、菊地章、内田正明の各氏にはコードの設計の際に討論に参加され、有益な助言をいただきました。ここに謹んで感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) 中島鉄雄，市川達生，岩野義彦，伊東賢一，斉藤裕明，鹿島光一，木下幹康，久保忠恒；
FEMAXI-III 軸対称有限要素法による燃料ふるまいコード，JAERI-M 9251(1980)